

平成 26 年（2014 年）の草津白根山の火山活動

気象庁地震火山部
火山監視・情報センター

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、消長を繰り返しながら多い状態が続いていましたが、8月20日以降やや少ない状態で経過しています。

地殻変動観測によると4月頃から湯釜付近の膨張を示す変動が認められています。

東京工業大学によると北側噴気地帯のガス成分にも活動の活発化を示す変化がみられています。また、全磁力観測による5月以降の湯釜近傍地下の温度上昇を示すと考えられる変化は7月以降停滞しています。

平成 26 年（2014 年）に発表した噴火予報・警報及び噴火警戒レベル

6月3日 18 時 00 分	火口周辺警報を発表し、噴火警戒レベルを 1（平常）から 2（火口周辺規制）に引き上げ
----------------	--

2014 年の活動概況

- ・地震及び微動の発生状況（図 2、図 3、図 4 - 、表 1、図 16）
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、その後、消長を繰り返しながら多い状態が続いていましたが、8月20日以降はやや少ない状態で経過しています。
火山性微動は観測されていません。
- ・地殻変動の状況（図 4 - ~ 、図 5、図 6、図 17）
GNSS¹⁾連続観測では、湯釜を挟む基線で4月頃からわずかな伸びの変化がみられましたが12月頃から鈍化しています。一方、湯釜周辺に東京工業大学が設置した傾斜計によると、3月以降から湯釜付近浅部での膨張を示す変動が継続しています。
7月8～10日及び11月5～6日に実施したGNSS繰り返し観測では、前回の観測（2013年9月26～30日）以降、湯釜付近浅部での膨張を示す変化が認められました。
- ・噴煙など表面現象の状況（図 1、図 7～図 11）
陸上自衛隊東部方面航空隊の協力により4月22日に実施した上空からの観測、群馬県の協力により6月23日、9月24日及び12月10日に実施した上空からの観測、及び7月10日、11月4～5日及び11月10～11日に実施した現地調査では、湯釜火口内北側斜面、北側噴気地帯で引き続き高温域²⁾と明瞭な噴気が確認されましたが、前年（2013年）調査時と比べて、その状況に特段の変化は認められませんでした。
奥山田遠望カメラ（湯釜の北約 1.5km）では、湯釜北側噴気地帯の噴気孔からごく弱い噴気が時々観測されました。また、逢ノ峰遠望カメラ（湯釜の南約 1 km）では、噴気は認められませんでした。
東京工業大学のカメラ（湯釜火口内）では、火口内に噴気は認められませんでした。
- ・山体内の熱の状況（図 12～図 15）
全磁力³⁾連続観測で、5月頃から湯釜近傍地下の温度上昇を示すと考えられる変化がみられましたが、7月以降停滞しています。

この資料は気象庁ホームページ（<http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/volcano.html>）でも閲覧することができます。

この資料は気象庁のほか、国土地理院、東京工業大学及び防災科学技術研究所のデータも利用して作成しています。資料中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 25000（行政界・海岸線）』『数値地図 50mメッシュ（標高）』を使用しています（承認番号：平 26 情使、第 578 号）。また、同院発行の『2万5千分1地形図』を複製しています（承認番号：平 26 情複、第 658 号）。

・火山ガスの状況

東京工業大学の調査によると、北側噴気地帯のガス成分に活動活発化を示す変化がみられています。

- 1) GNSS (Global Navigation Satellite Systems) とは、GPS をはじめとする衛星測位システム全般を示す呼称です。
- 2) 赤外熱映像装置により観測しています。赤外熱映像装置は、物体が放射する赤外線を検知して温度を測定する測器で、熱源から離れた場所から測定することができる利点がありますが、測定距離や大気等の影響で実際の温度より低く測定される場合があります。
- 3) 火山体の南側で全磁力を観測した場合、全磁力値が減少すると火山体内部で温度上昇が、全磁力値が増加すると火山体内部で温度低下が生じていると推定されます。

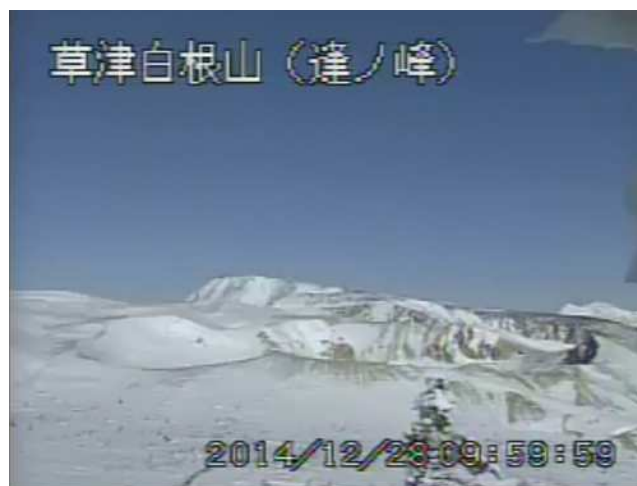


図 1 草津白根山 湯釜付近の状況

- ・上左図：奥山田の遠望カメラ（12月28日撮影）
- ・上右図：逢ノ峰山頂の遠望カメラ（12月28日撮影）
- ・下左図：東工大の火口カメラ（12月28日撮影）

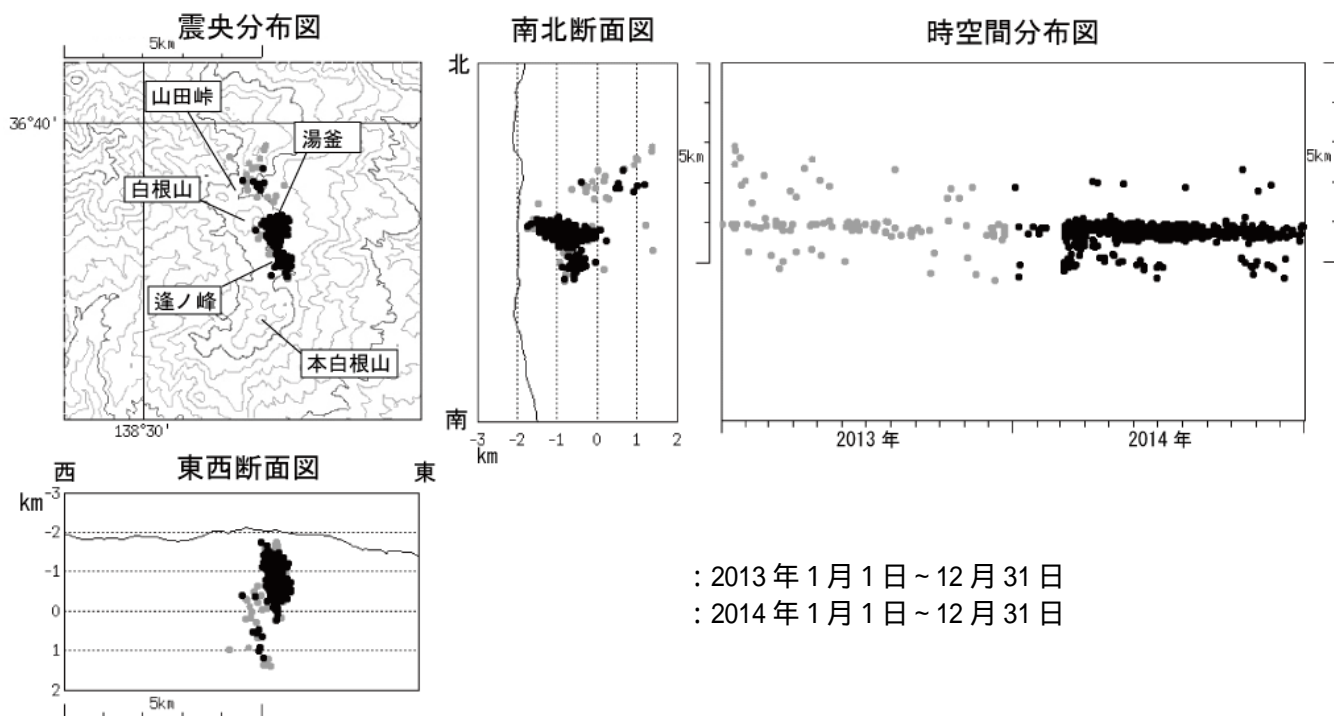


図2 草津白根山 火山性地震の震源分布 (2013年1月1日～2014年12月31日)

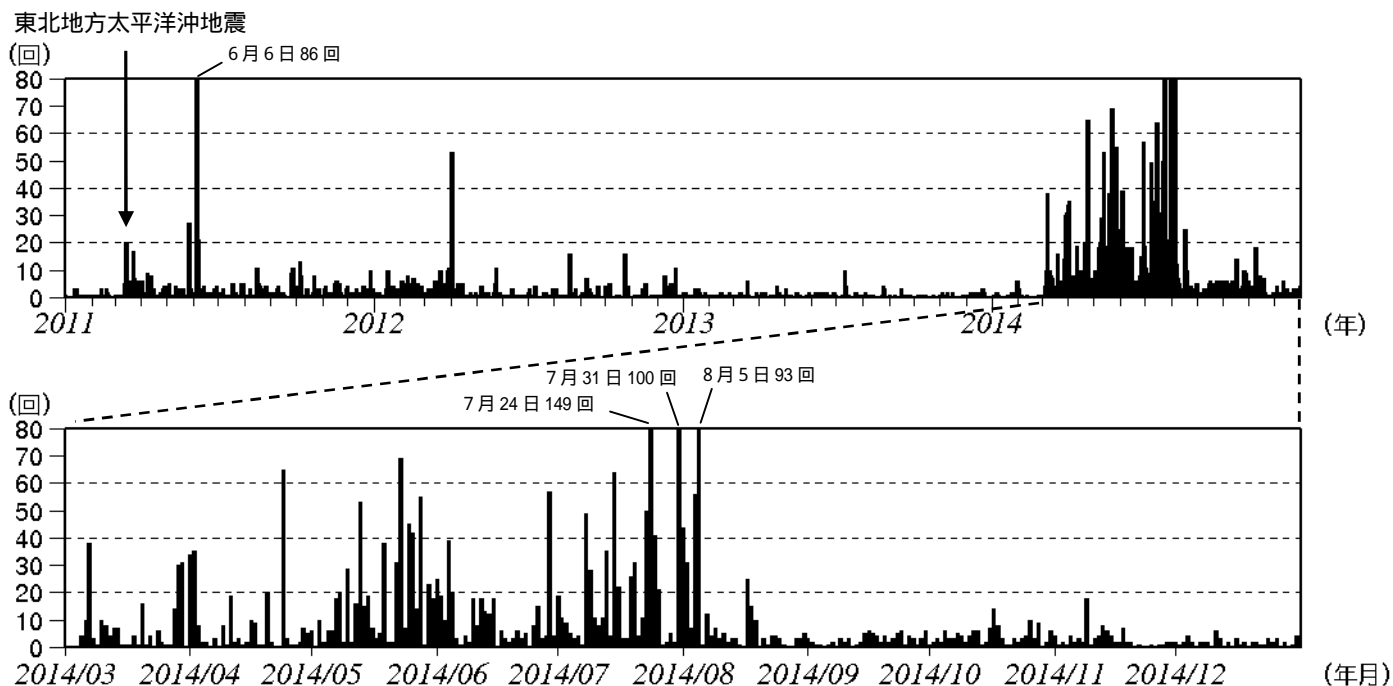


図3 草津白根山 日別地震回数 (2011年1月1日～2014年12月31日)

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の多い状態が継続していましたが、8月20日以降はやや少ない状態で経過しています。

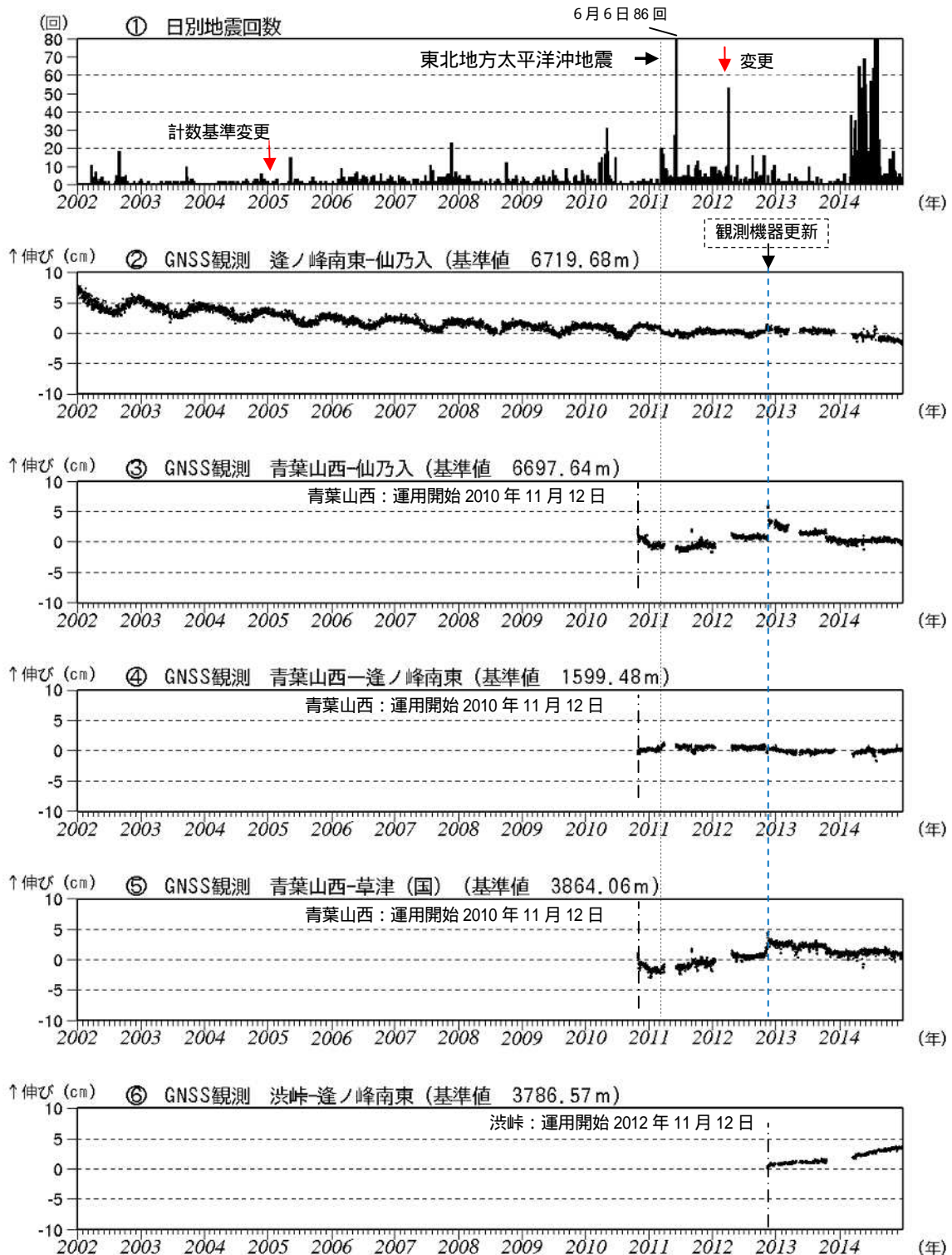


図4 草津白根山 火山活動経過図 (2002年1月1日~2014年12月31日)

山体付近で発生した地震の日別回数

検測基準 (赤矢印は計数基準変更時期を示します)

- ・2005年1月21日まで：水釜北東振幅 $0.05 \mu\text{m}$ 以上、S-P 2秒以内
- ・2005年1月21日(変更)：検測対象波形を変位から速度に変更
- ・2005年1月21日(変更)~2012年2月29日：水釜北東振幅 $1.0 \mu\text{m/s}$ 、S-P時間2秒以内
- ・2012年3月1日(変更)から：水釜北東振幅 $1.0 \mu\text{m/s}$ 、S-P時間1.5秒以内

~ GNSS連続観測による基線長変化 (国)：国土地理院

- ・湯釜を挟む基線のわずかな伸びの変化は12月頃から鈍化しています。
- ・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、解析方法を改良しています。
- ・の基線長変化にみられる冬季の伸びと夏季の縮みの傾向は季節変動による変化です。
- ・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みられます。
- ・~は図16の~に対応しています。グラフの空白部分は欠測を示します。
- ・青い破線で示したデータの乱れは観測機器の更新によるものです。

表 1 草津白根山 2014 年日別地震回数
は欠測時間を含む回数を示します。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1日	0	3	0	34	6	25	19	44	3	1	4	2
2日	0	0	0	35	0	19	11	31	2	2	1	1
3日	1	0	0	8	10	10	9	7	1	3	2	2
4日	0	1	0	2	2	39	5	56	1	2	1	4
5日	0	0	4	2	6	20	3	93	0	6	4	2
6日	0	0	10	0	6	3	4	1	1	3	2	0
7日	2	0	38	3	18	1	1	12	2	3	3	2
8日	0	0	3	0	20	4	49	4	0	5	2	2
9日	1	0	1	8	2	2	28	7	3	4	18	2
10日	0	0	10	1	29	18	11	3	2	2	1	0
11日	0	1	8	19	2	8	8	5	3	4	3	6
12日	0	0	4	2	16	18	11	2	0	6	4	3
13日	0	0	7	3	53	13	35	3	1	6	8	0
14日	0	0	7	1	15	12	4	3	2	1	6	2
15日	0	0	1	2	19	18	64	1	5	2	4	0
16日	0	0	1	10	7	0	22	0	6	7	2	3
17日	0	0	1	9	3	6	3	25	5	14	2	1
18日	0	0	4	1	5	3	3	15	4	8	7	2
19日	1	0	1	1	38	2	26	10	2	3	2	0
20日	0	0	16	20	2	3	31	0	4	1	2	2
21日	0	0	1	2	2	6	4	3	2	1	0	2
22日	0	0	4	0	31	3	11	1	3	3	1	1
23日	0	0	0	0	69	5	50	4	5	2	0	1
24日	0	0	6	65	7	0	149	4	6	3	0	3
25日	2	1	2	3	45	8	41	3	1	4	1	2
26日	0	0	1	1	42	15	21	1	4	10	0	3
27日	0	1	1	1	14	3	1	0	3	3	1	0
28日	0	1	14	2	55	4	2	0	1	9	1	2
29日	0		30	7	1	57	5	3	3	0	2	0
30日	0		31	5	23	4	2	3	6	2	2	1
31日	6		0		18		100	5		6		4
月合計	13	8	206	247	566	329	733	349	81	126	86	55
年合計	2799											

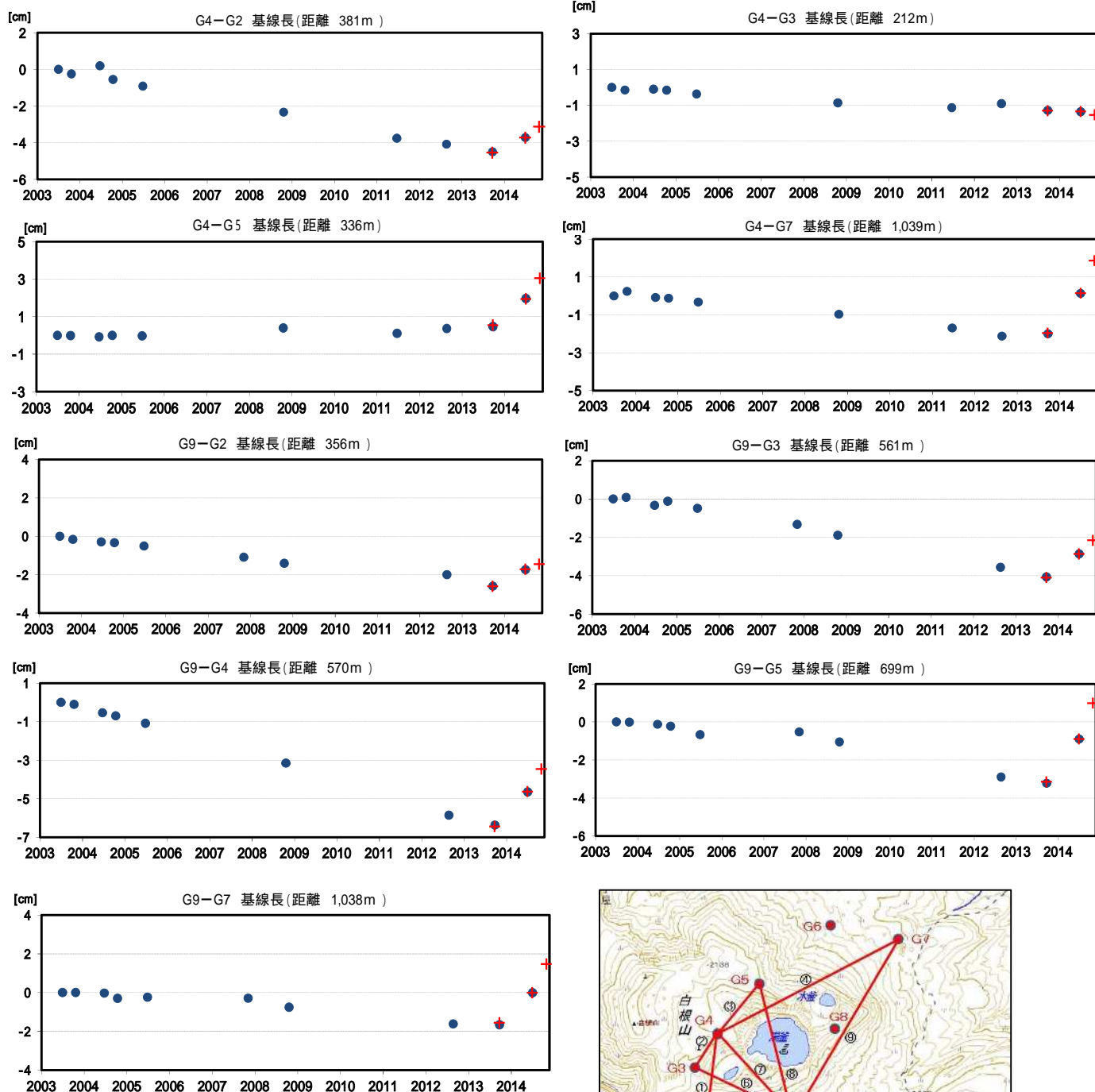


図 5 GNSS 繰り返し観測の基線解析結果

~ は図 2 の基線配置に対応

: 古野解析ソフトによる解析

+ : JUSTIN による解析

基線長においては、解析ソフトの違いによる有意な差はみられない



図 6 GNSS 繰り返し観測の基線配置

7月8～10日及び11月5～6日に実施したGNSS繰り返し観測では、前回の観測（2013年9月26～30日）以降、湯釜付近浅部での膨張を示す変化が認められました。

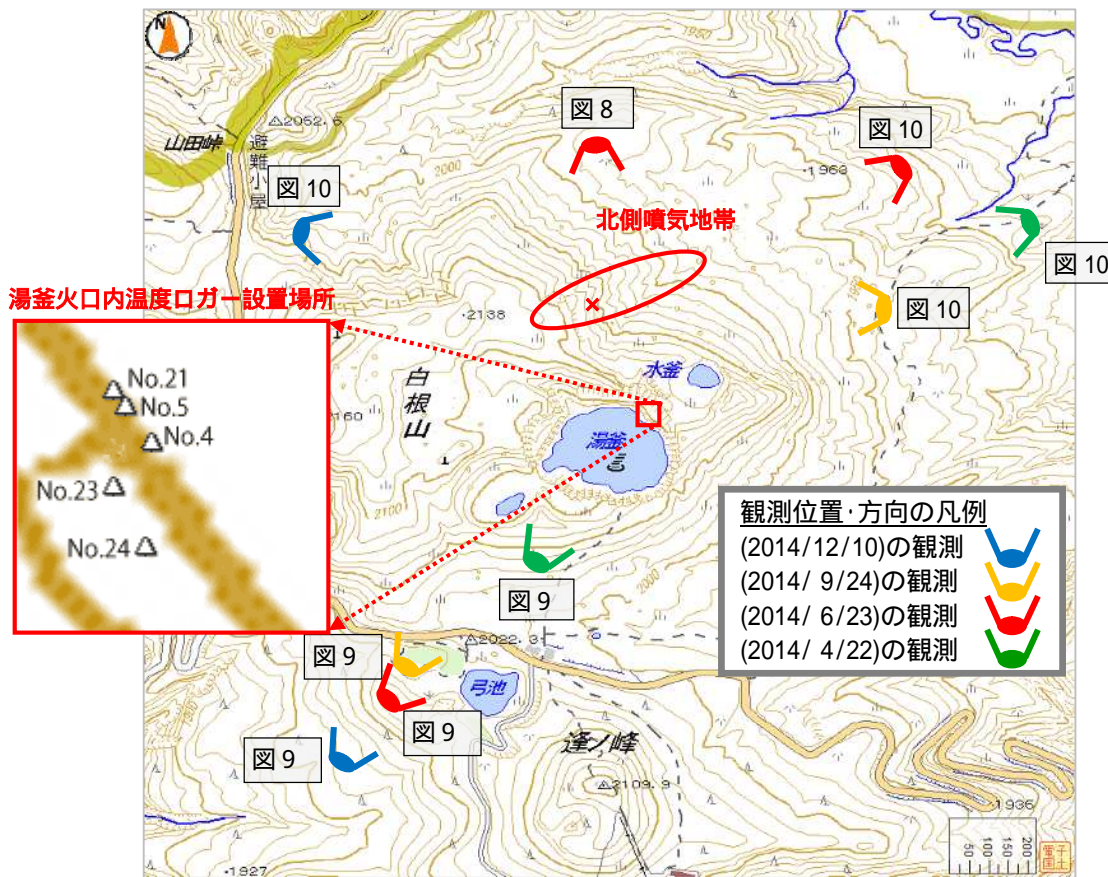
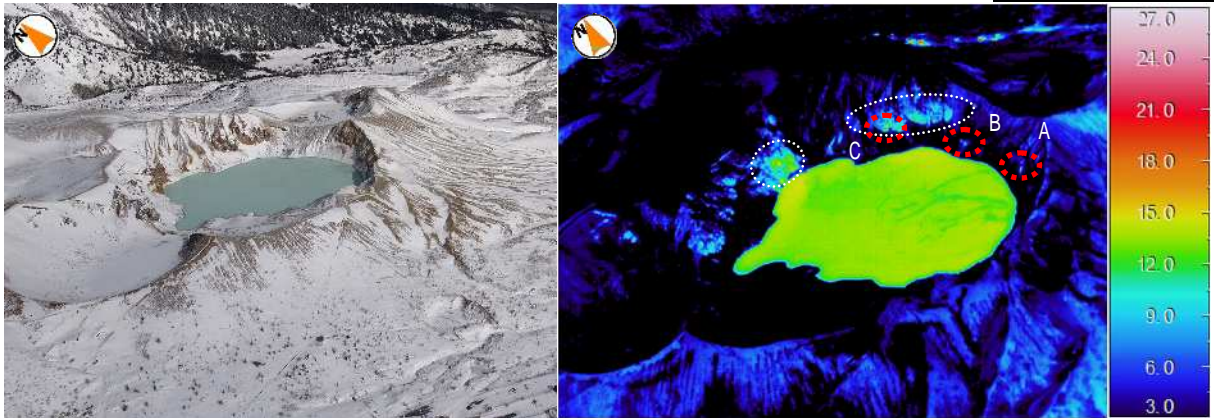


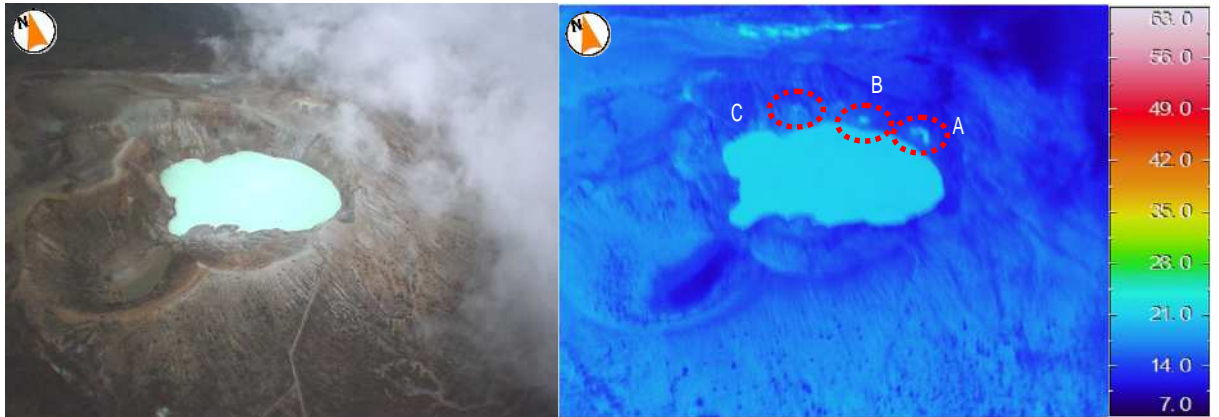
図 7 草津白根山 湯釜火口（火口内温度測定位置）及び北側噴気地帯の撮影位置と撮影方向



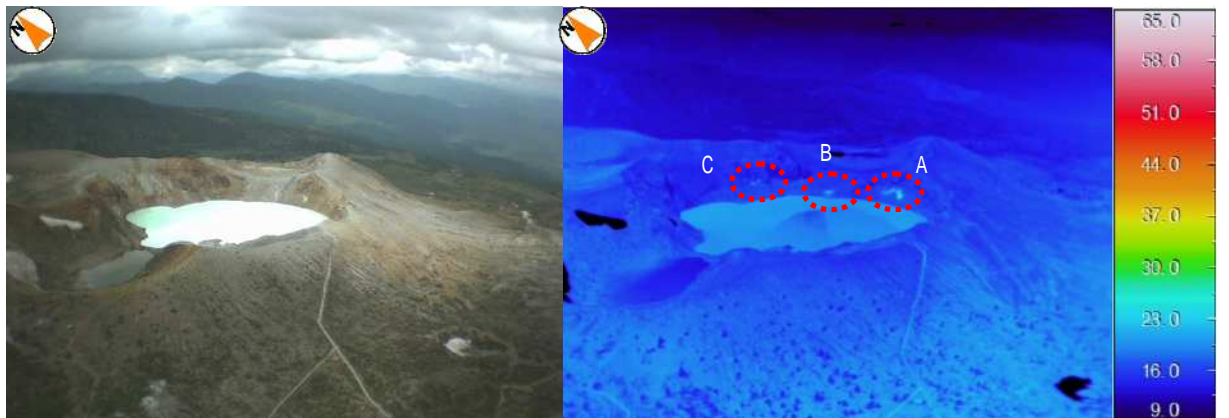
図 8 草津白根山 北上空から撮影 2014 年 6 月 23 日 15 時 27 分
高度約 2,220m から撮影 赤円内が北側噴気地帯



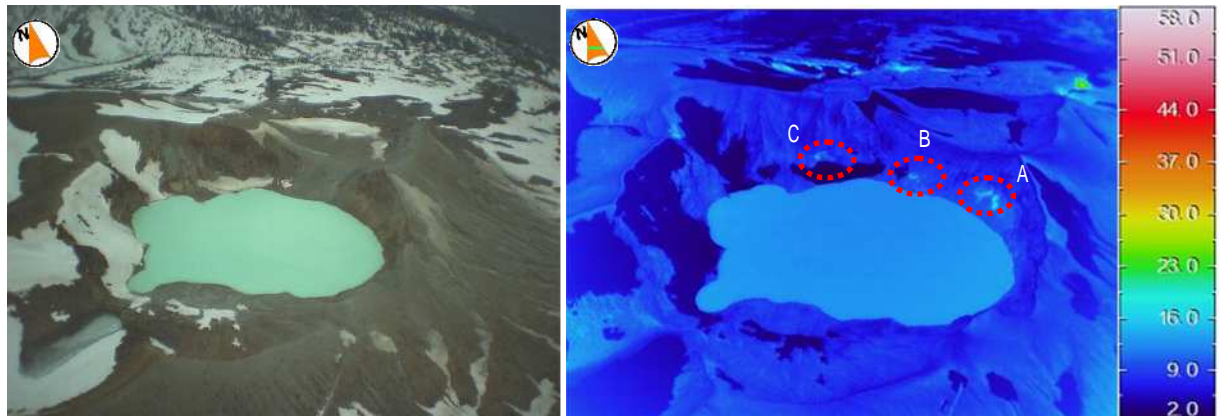
左：可視画像 右：赤外画像 2014年12月10日10時43分 湯釜火口の南西上空海拔約2,500mから撮影



左：可視画像 右：赤外画像 2014年9月24日10時24分 湯釜火口の南西上空海拔約2,700mから撮影



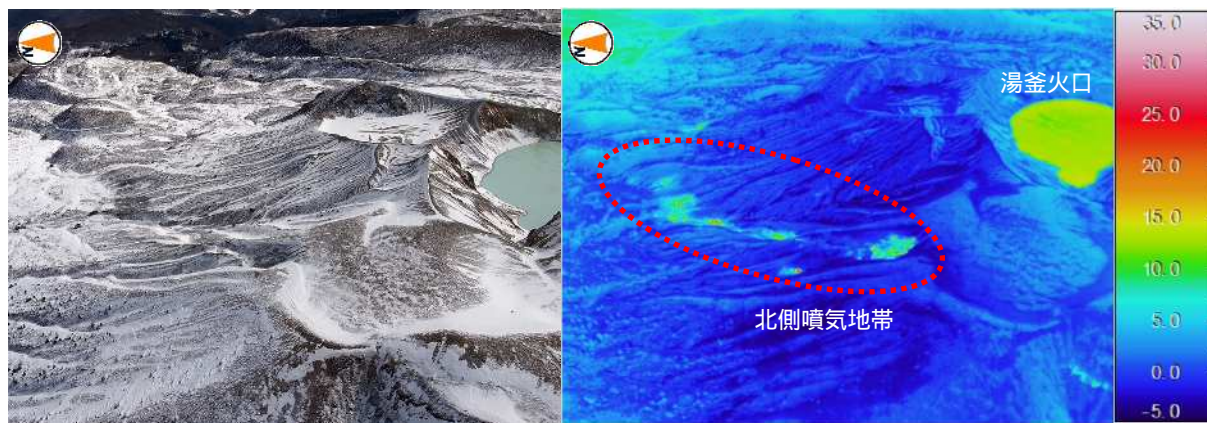
左：可視画像 右：赤外画像 2014年6月23日15時25分 湯釜火口の南西上空海拔約2,300mから撮影



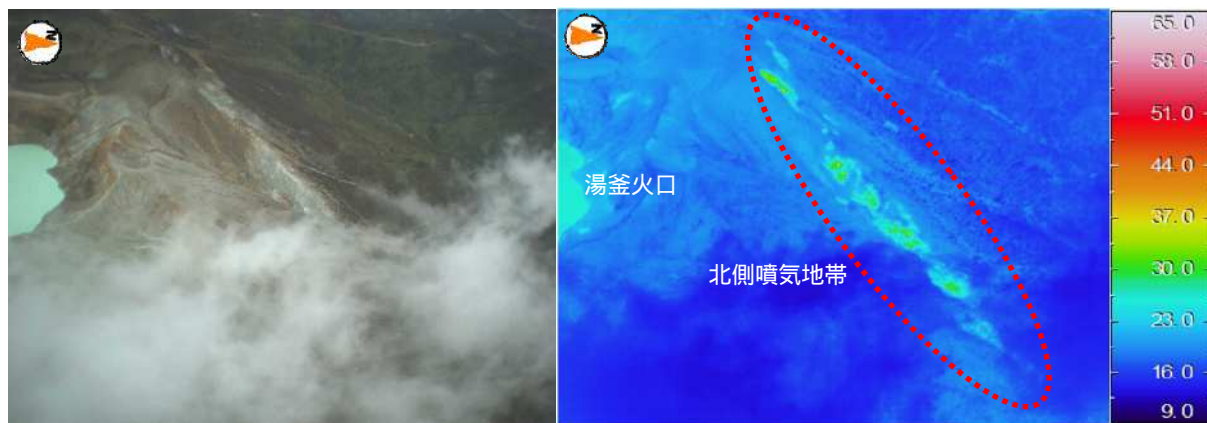
左：可視画像 右：赤外画像 2014年4月22日11時32分 湯釜火口の南西上空海拔約2,500mから撮影

図9 草津白根山 湯釜火口周辺の状況及び地表面温度分布

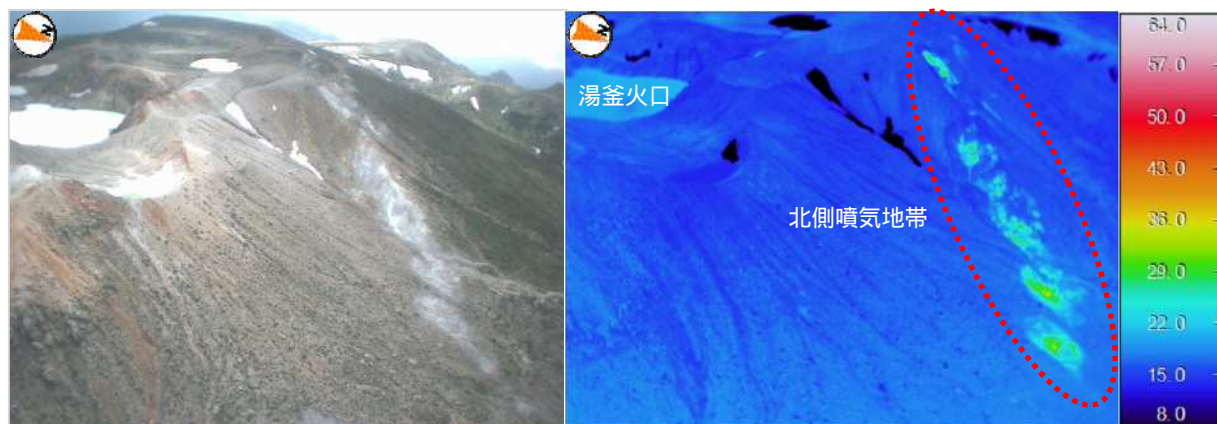
湯釜の湖面に硫黄の浮遊物が認められました。赤線内は高温領域に対応し、白線内は日射の影響を示しています。



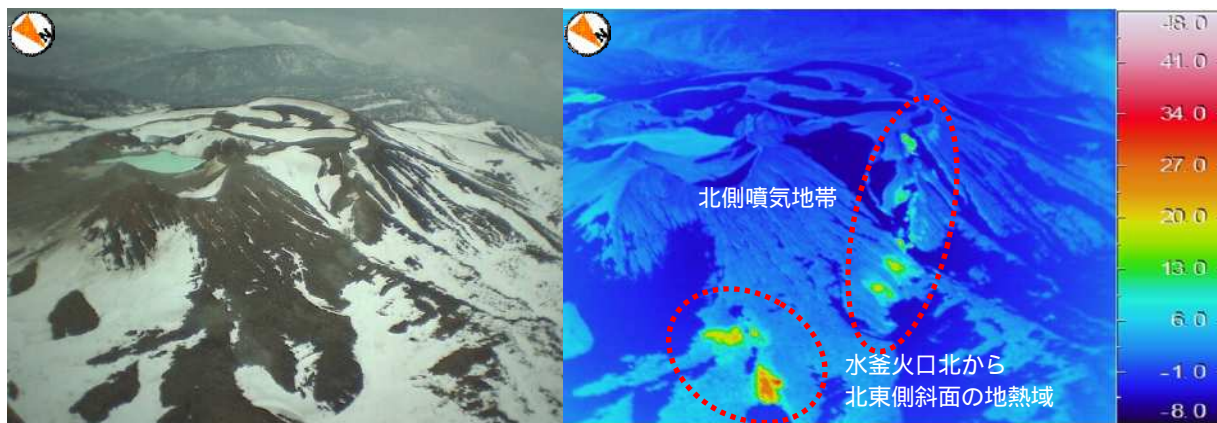
2014 年 12 月 10 日 10 時 45 分 湯釜火口の西上空海拔約 2,500m から撮影



2014 年 9 月 24 日 10 時 26 分 湯釜火口の北東上空海拔約 2,600m から撮影



2014 年 6 月 23 日 15 時 27 分 湯釜火口の北東上空海拔約 2,200m から撮影



2014 年 4 月 22 日 11 時 48 分 湯釜火口の北東上空海拔約 2,500m から撮影

図 10 草津白根山 北側噴気地帯周辺の状況及び地表面温度分布
赤線内が地熱域を示しています。

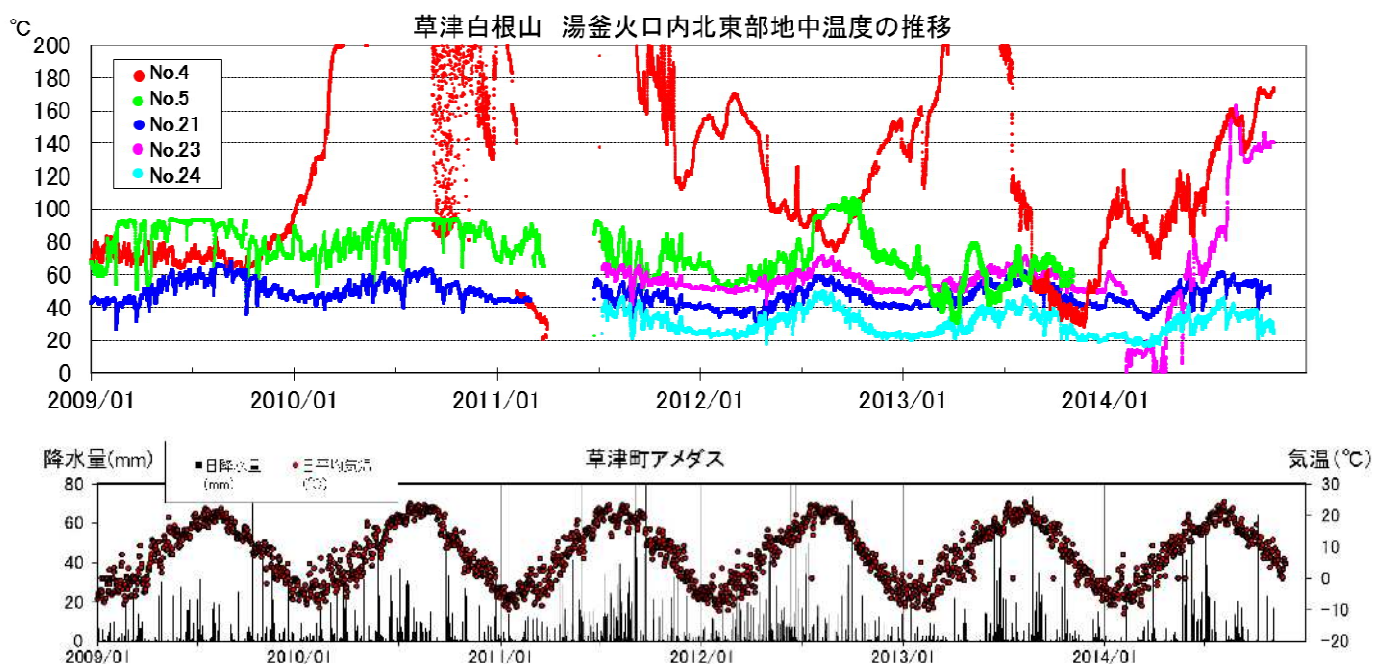


図 11 草津白根山 地中温度の推移 (2009 年 1 月 1 日 ~ 2014 年 11 月 2 日)

(上図：地中温度、下図：アメダスデータ (2009 年 1 月 1 日 ~ 2014 年 11 月 25 日))

- ・測定地点は図 7 に示します。
- ・湯釜火口内北東部の No.23、No.24 観測点は、2011 年 7 月 12 日に設置した観測点です。
- ・No.5 観測点では 2009 年 2 月頃から温度上昇が認められ、同年 3 月以降は現地の沸点程度の温度で推移していましたが、2011 年 7 月頃からは気温変化に対応した季節変動がみられます。
- ・No.23 観測点では、2014 年 4 月頃から温度上昇が認められます。
- ・No.4 観測点は、原因不明の温度上昇がみられるなどデータが安定していませんが、No.23 の温度上昇に対応する変化が認められます。
- ・ほとんどの観測点で気温変化に対応した季節変動が認められます。
- ・グラフの空白部分は欠測を示します。
- ・草津町アメダス観測点は湯釜火口の南東約 6 km に位置します。

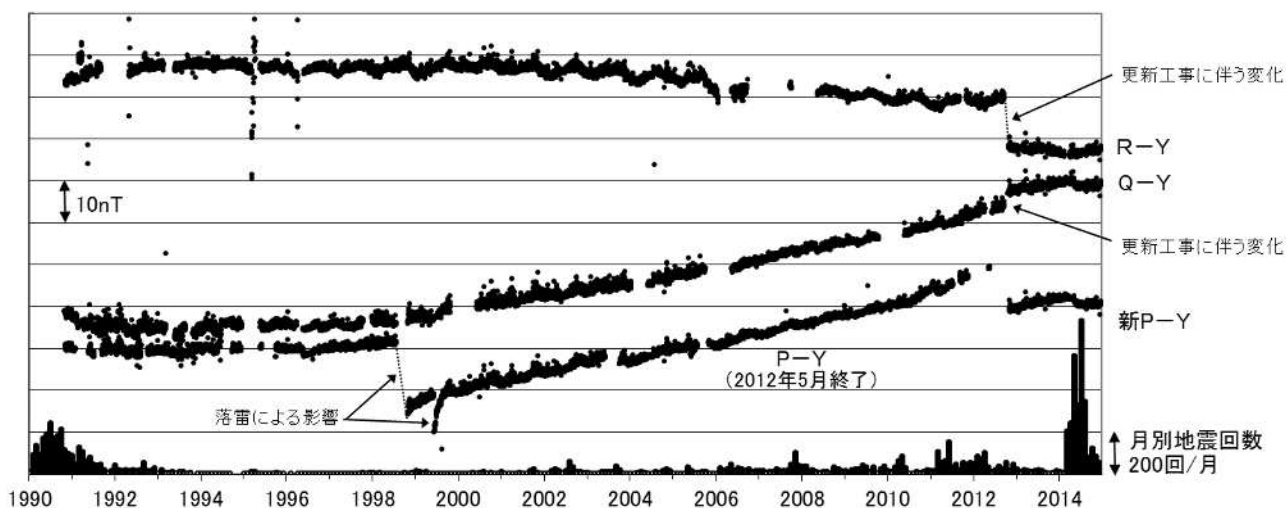


図 12 草津白根山 全磁力連続観測による全磁力値の変化及び月別地震回数 (1990 年～2014 年 12 月 25 日) 連続観測点 P、Q、R および新 P における八ヶ岳地球電磁気観測所(東京大学)(Y)との全磁力の夜間日平均値差。最下段は草津白根山で観測された月別地震回数を示しています。

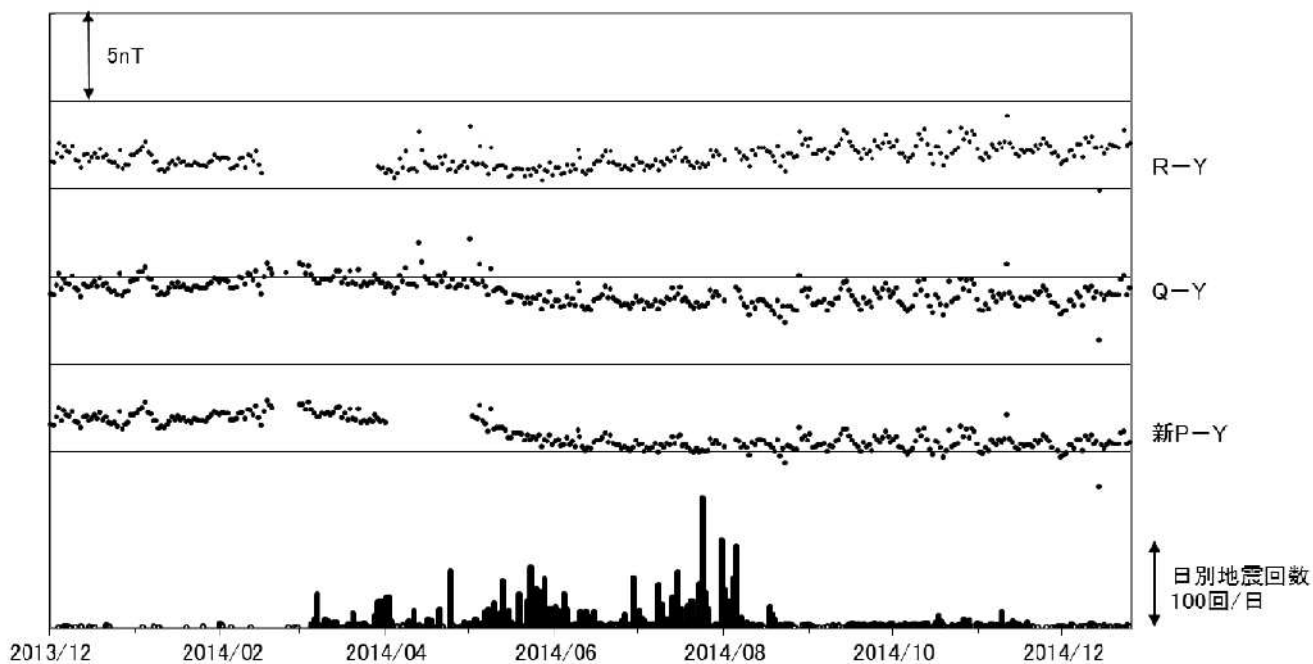


図 13 草津白根山 全磁力連続観測による全磁力値の変化及び日別地震回数 (2013 年 9 月～2014 年 12 月 25 日) 連続観測点 P、Q、R および新 P における八ヶ岳地球電磁気観測所(東京大学)(Y)との全磁力の夜間日平均値差。最下段は草津白根山で観測された日別地震回数を示しています。
全磁力³⁾連続観測で、5 月頃から湯釜近傍地下の温度上昇を示すと考えられる変化がみられましたが、7 月以降停滞しています。

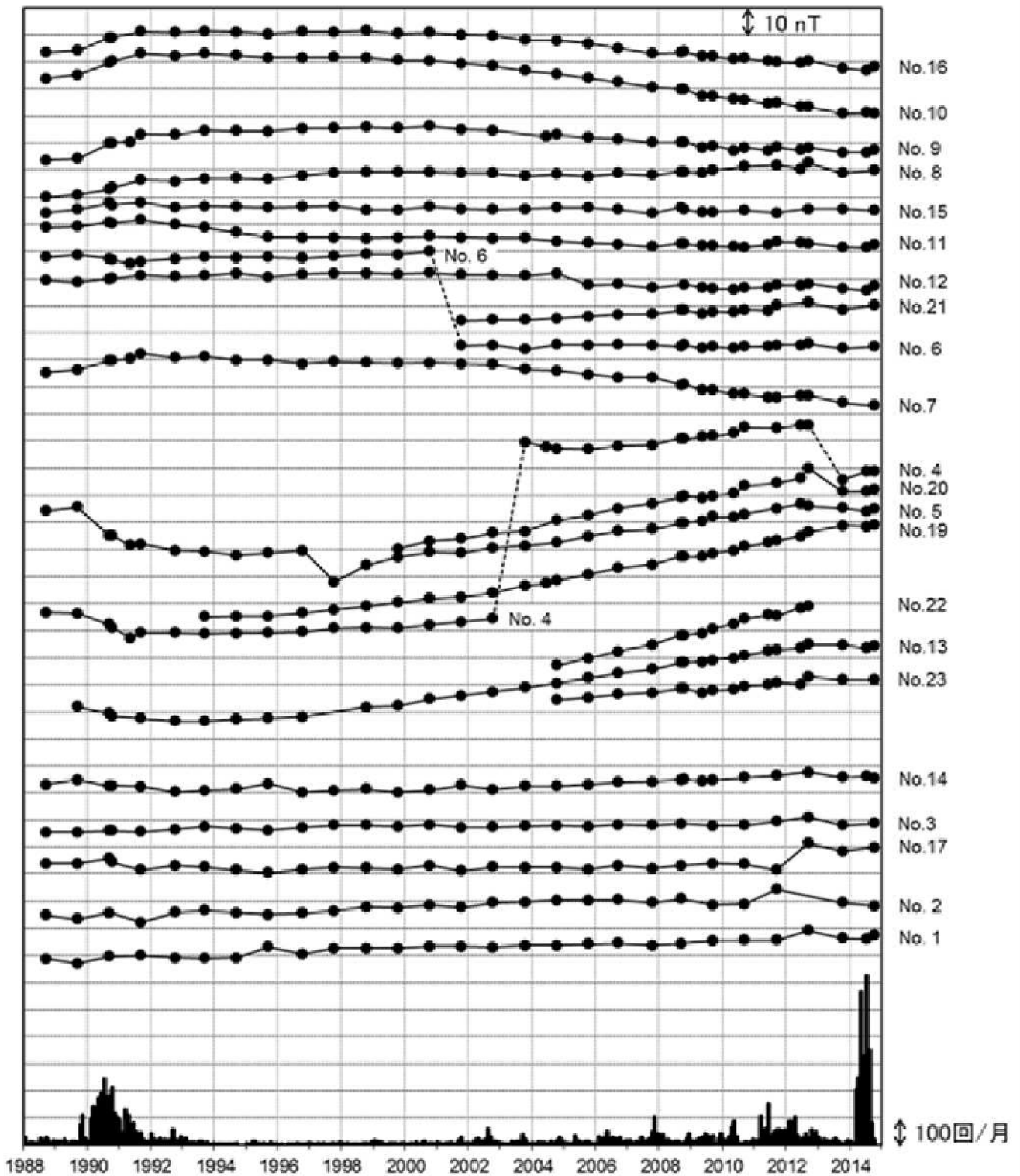


図 14 草津白根山 全磁力繰り返し観測による全磁力値の変化 (1988 年 9 月 ~ 2014 年 10 月)

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草津連続観測点を介して除去しています。最下段は草津白根山で観測された月別地震回数を示しています。破線は周辺環境の変化によると思われるギャップを示しています。

7 月 9 日 ~ 10 日及び 10 月 1 日 ~ 3 日に繰り返し観測を実施しましたが、10 月 1 日 ~ 3 日の観測において、1996 年から継続していた湯釜近傍地下の岩石の帯磁は停止したと考えられます。

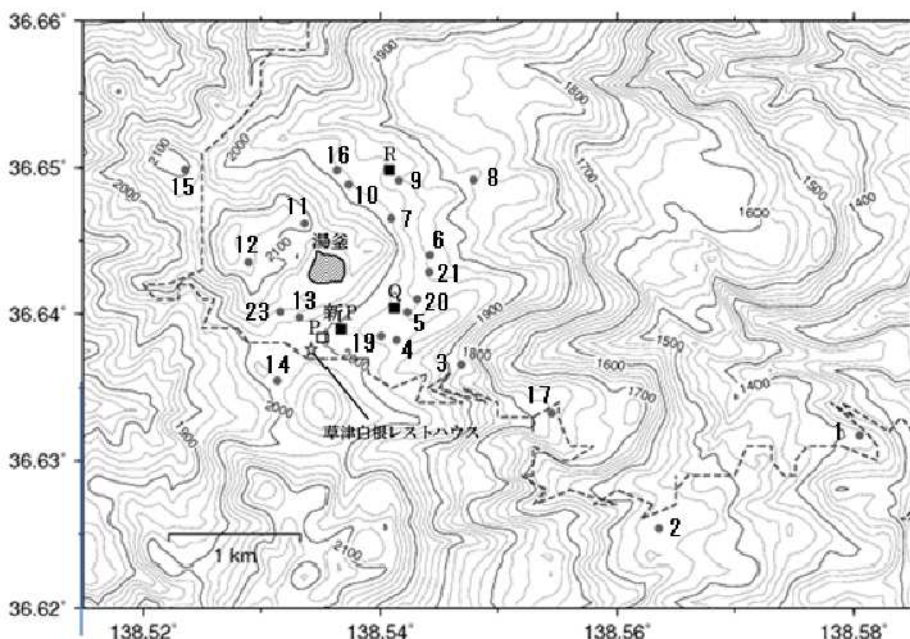


図 15 草津白根山の全磁力観測点配置図

- ：連続観測点（観測中）
- ：連続観測点（2012 年 5 月観測終了）
- ：繰り返し観測点

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。

【参考】全磁力観測について

火山活動が静穏なときの火山体は地球の磁場（地磁気）の方向と同じ向きに磁化されています。これは、火山を構成する岩石には磁化しやすい鉱物が含まれており、マグマや火山ガス等に熱せられていた山体が冷えていく過程で、地磁気の方に帯磁するためです。しかし、火山活動の活発化に伴い、マグマが地表へ近づくななどの原因で火山体内の温度が上昇するにつれて、周辺の岩石が磁力を失うようになります。これを「熱消磁」と言います。そして地下で熱消磁が発生すると、地表で観測される磁場の強さ（全磁力）が変化します。これらことから、全磁力観測により火山体内部の温度の様子を知る手がかりを得ることができます。

例えば、山頂直下で熱消磁が起きたとすると、火口の南側では全磁力の減少、火口北側では逆に全磁力の増大が観測されます。この変化は、熱消磁された部分に地磁気と逆向きの磁化が生じたと考えることで説明できます。図16に示すように、山頂部で観測した全磁力の値は、南側 A では地磁気と逆向きの磁力線に弱められて小さく、北側 B では強められて大きくなるのがわかります。

ただし全磁力の変化は、熱消磁によるものだけでなく、地下の圧力変化などによっても生じることがあります。

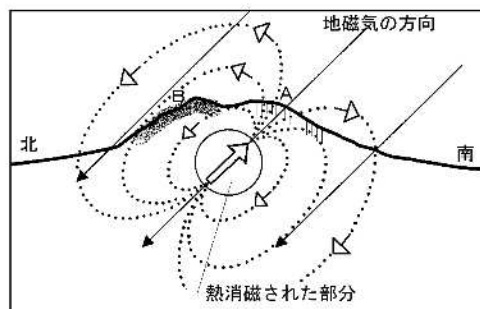
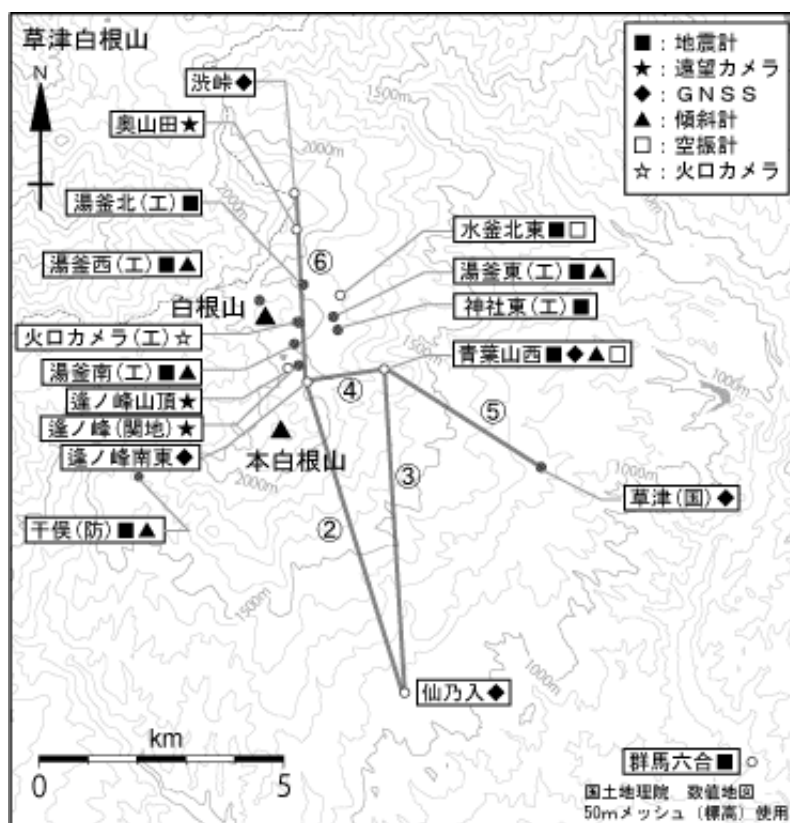


図16 熱消磁に伴う全磁力変化のモデル

火山体周辺の全磁力変化と火山体内部の温度

- | | | | |
|------------------------------|--------|---|-------------------|
| 北側の観測点で全磁力増加
南側の観測点で全磁力減少 | [消磁] | → | 火山体内部の温度上昇を示唆する変化 |
| 北側の観測点で全磁力減少
南側の観測点で全磁力増加 | [帯磁] | → | 火山体内部の温度低下を示唆する変化 |



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 17 草津白根山 観測点配置図

GNSS 基線 ~ は図 4 の ~ に対応しています。

表 2 草津白根山 気象庁観測点一覧表

観測種類	地点名	位置			設置高 (m)	観測開始日	備考
		緯度	経度	標高(m)			
地震計	水釜北東	36° 38.88′	138° 32.73′	1933	0	1978. 1. 1	短周期 3成分 2012. 11. 13 更新
	群馬六合	36° 33.91′	138° 38.19′	645	-	1996. 9. 25	
	青葉山西	36° 38.08′	138° 33.32′	1776	-95	2010. 11. 12	短周期 3成分
傾斜計	青葉山西	36° 38.1′	138° 33.3′	1776	-95	2011. 4. 1	
空振計	水釜北東	36° 38.9′	138° 32.7′	1933	2	2001. 9. 18	
	青葉山西	36° 38.1′	138° 33.3′	1776	7	2010. 11. 12	
GNSS	仙乃入	36° 34.5′	138° 33.6′	1070	4	2001. 10. 11	2周波に更新 2012. 10. 30
	逢ノ峰南東	36° 37.9′	138° 32.3′	2027	5	2001. 10. 11	2周波に更新 2012. 11. 6
	青葉山西	36° 38.1′	138° 33.3′	1774	11	2010. 11. 12	2周波
	渋峠	36° 40.0′	138° 32.1′	2168	6	2012. 11. 12	2周波
遠望カメラ	逢ノ峰山頂	36° 38.1′	138° 32.1′	2099		1986. 4. 1	高感度
	奥山田	36° 39.6′	138° 32.1′	2168	10	2010. 4. 1	可視