

第 148 回 火山噴火予知連絡会資料

(その2の8)

十勝岳

令和 3 年 6 月 30 日

火山噴火予知連絡会資料(その2の8)

目次

十勝岳	
気象庁	3-6
北大	7-8
防災科研	9-12
地理院	13-19

十 勝 岳

(2020 年 12 月～2021 年 5 月 31 日)

2006 年以降継続していた山体浅部の膨張を示す地殻変動は 2017 年秋頃に停滞し、その後も膨張した状態が現在も維持されている。ここ数年は、地震の一時的な増加、微動や地震増加と同期した傾斜変動、62-2 火口及びその周辺での噴煙・噴気量増加や温度上昇、微弱な火映が観測されるなど、浅部の活動は活発な状態が継続しており、今後の火山活動の推移には注意が必要である。

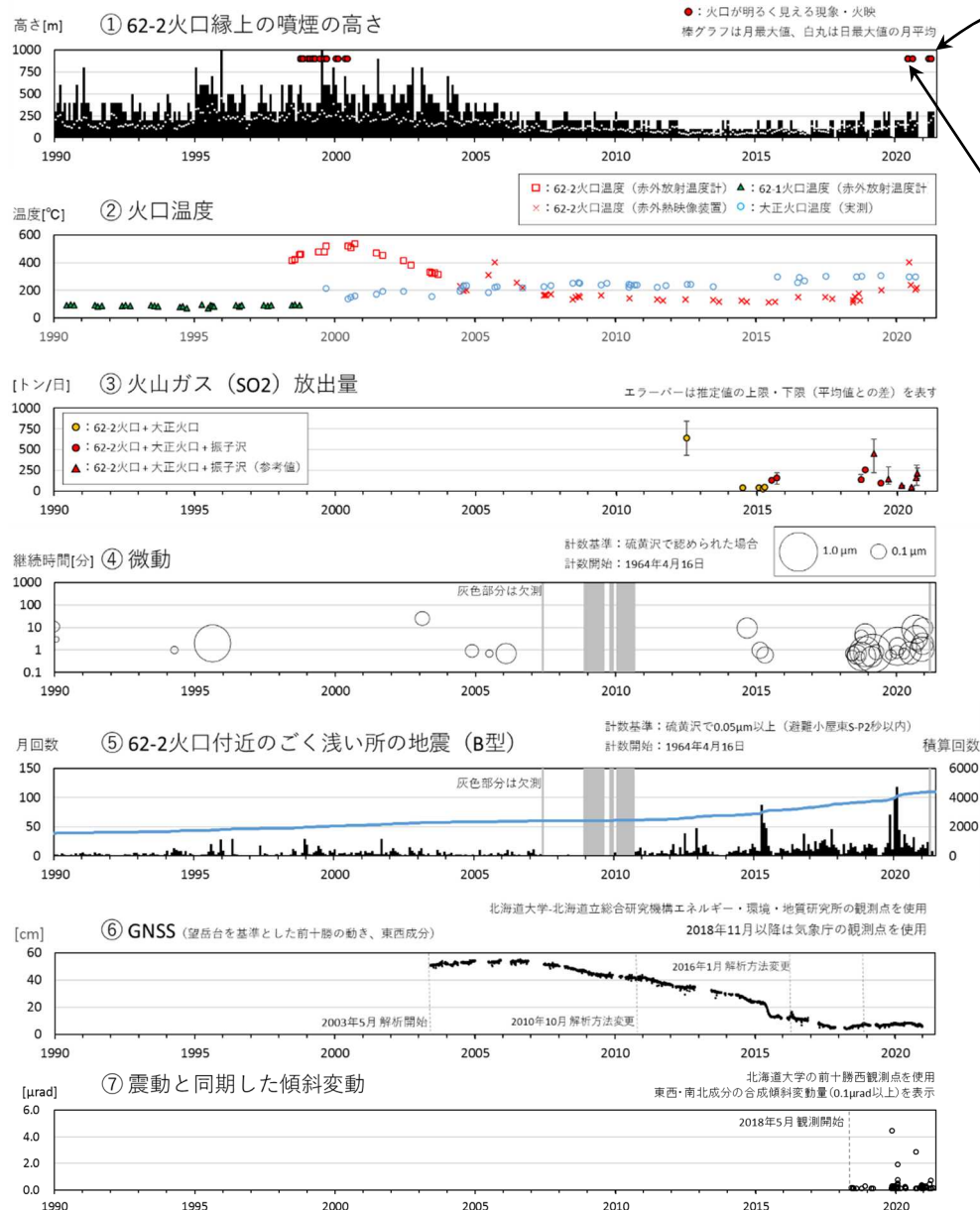


図 1 十勝岳 火山活動経過図（1990 年 1 月～2021 年 5 月 31 日）及び 62-2 火口で観測された火映

- ・ 2006 年以降継続していた山体浅部の膨張は、2017 年秋頃から停滞した状態
- ・ 62-2 火口では噴煙量増加や温度上昇、微弱な火映を確認
- ・ 微動発生や一時的な地震増加が繰り返され、それらの震動と同期した傾斜変動も発生
- ・ 山体浅部の活動は活発な状態が継続

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、国立研究開発法人産業技術総合研究所、北海道、地方独立行政法人北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所及び公益財団法人地震予知総合研究振興会のデータを利用して作成した。資料内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。

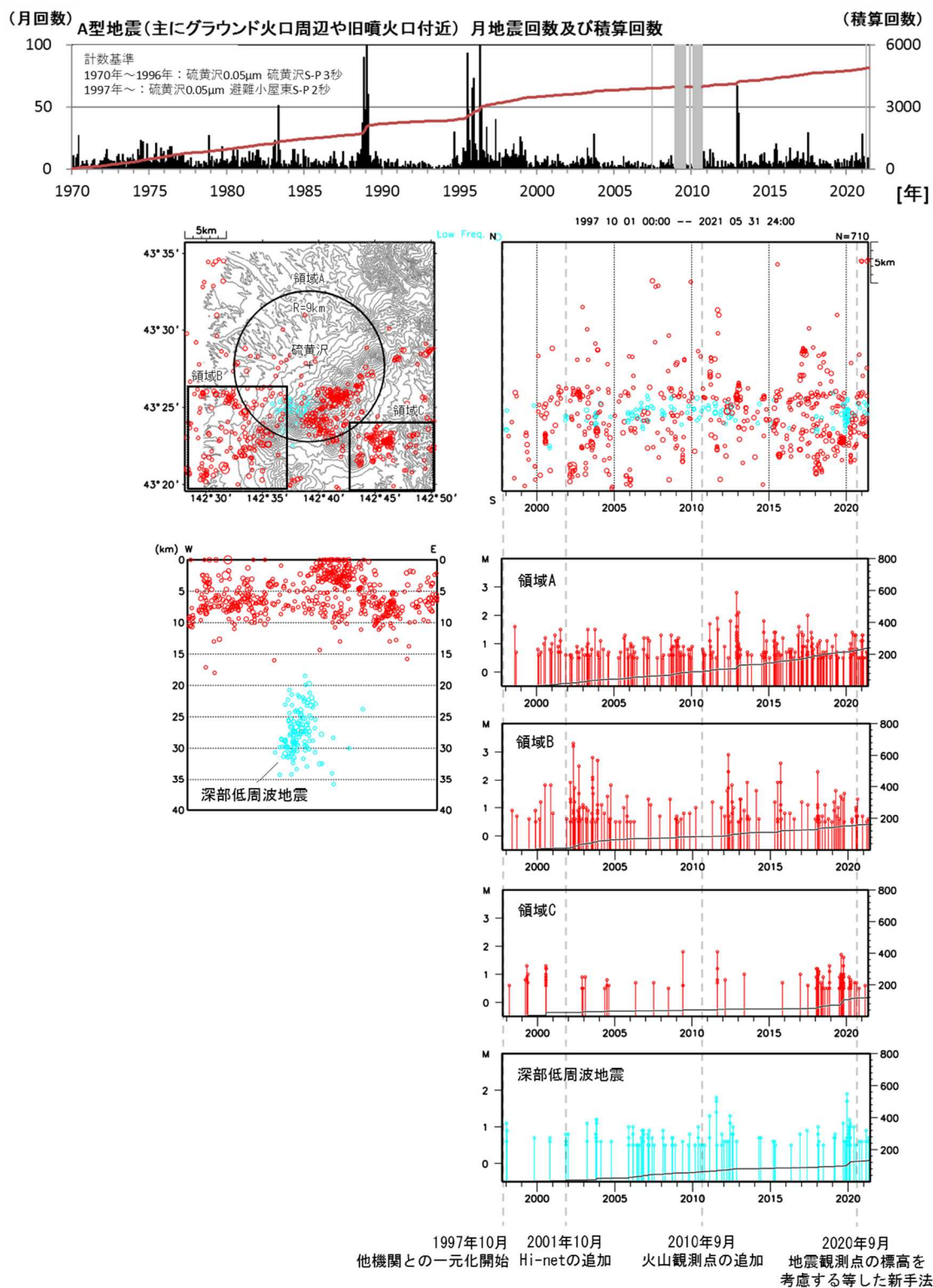


図2 十勝岳 A型地震回数(1970年～2021年5月31日)と一元化震源による十勝岳周辺の地震活動(1997年10月～2021年5月31日、 $M \geq 0.5$ 、深さ40km以浅)

- ・震源は、活動火口付近浅部の震源集中域(B型地震)とそれを取り囲む領域を含む領域A(円内)と、さらにその周辺部の領域B・C(四角内)にも広く分布
- ・領域Aに相当するA型地震の回数は、1988～89年噴火直前及び1998～2000年熱活動活発化前の1995～96年に増加、2004年以降は少ない状態となっていたが、2012年12月～2013年1月の一時的な増加以降はわずかに増加した状態が継続中
- ・A型地震範囲外の領域Cでは、2018年～2020年に地震増加がみられている

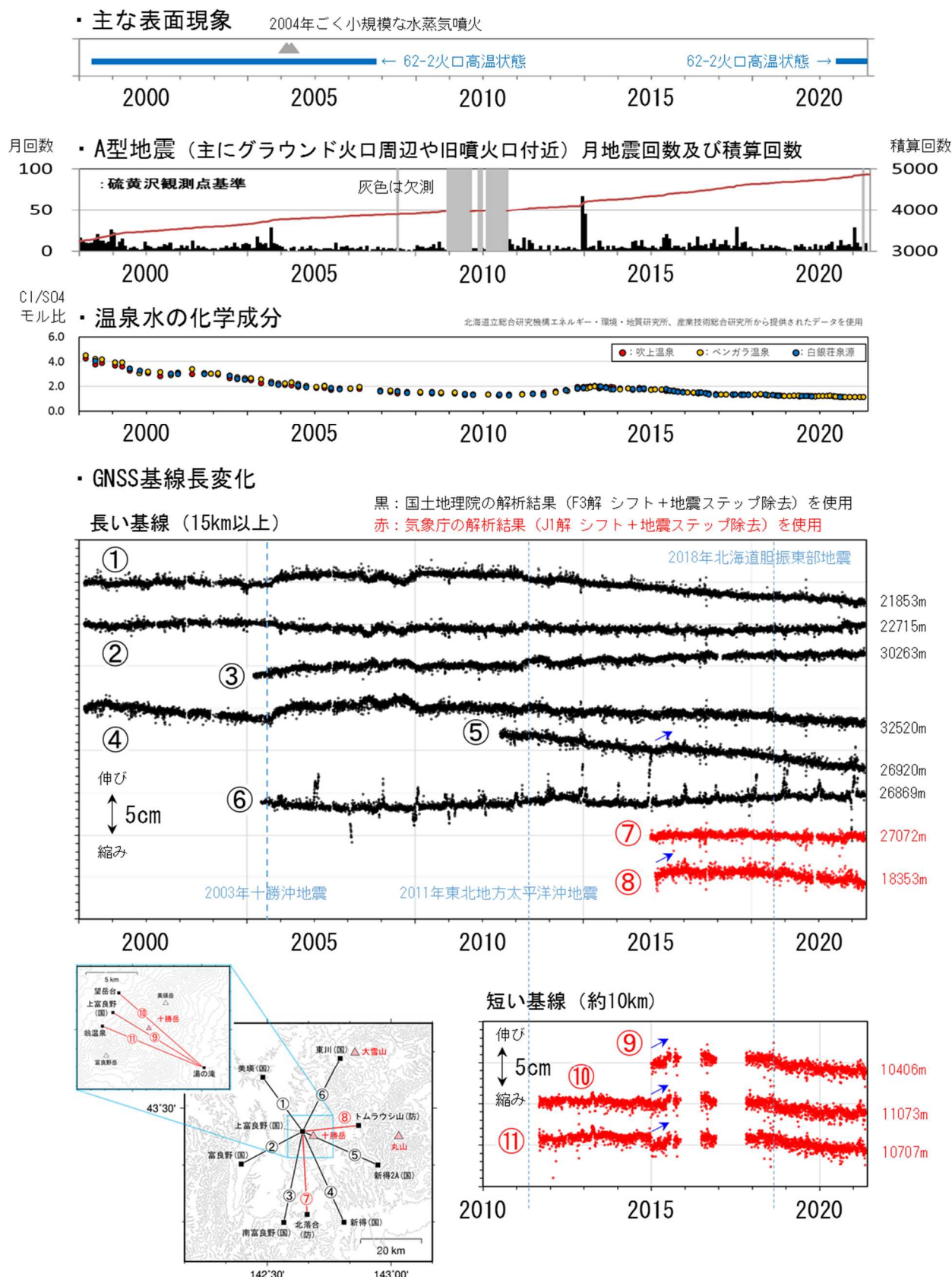


図 3 十勝岳 主な表面現象、A型地震、温泉水の化学成分、GNSS 基線長変化（1998 年～2021 年 5 月）及び観測点配置図

- ・ 基線長には2003年9月十勝沖地震の余効変動が重畳している可能性あり
- ・ 2012年～2013年の温泉水成分変化及び2012年12月～2013年1月A型地震増加に対応する明瞭な基線長変化は認められない
- ・ 2015年に火山活動による変動（⑤⑧⑨⑩⑪の青矢印）の可能性あり（第138回火山噴火予知連絡会気象庁提出資料及び国土地理院「火山周辺地域における地殻変動観測の概況2015年8月」）

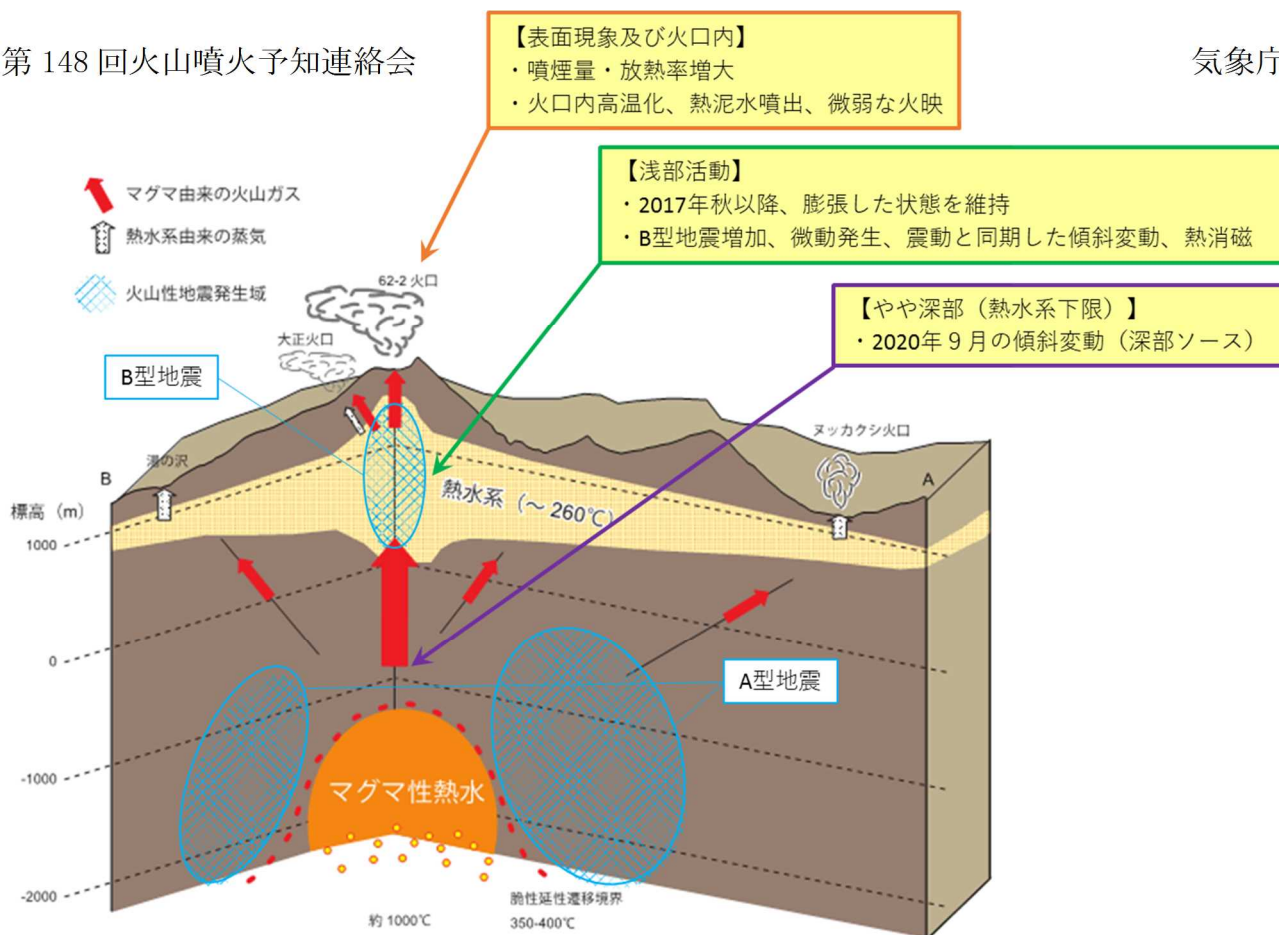


図 4 十勝岳 火山体内部構造の概念モデル及び観測されている各種現象

(北海道地質研究所調査研究報告 第 44 号 図Ⅶ-3 に加筆)

- ・火口域の地下 3000m 以深にはマグマ性熱水（地震の空白域）が分布し、その外縁は脆性延性遷移境界（350～400℃）に相当する
- ・火口域の地下 300～400m 以深には南北に伸びる熱水系（～260℃）が存在し、62-2 火口直下の浅部活動（B 型地震、膨張源、消磁源、2020 年 9 月傾斜変動の浅部ソース）はこの領域に対応する

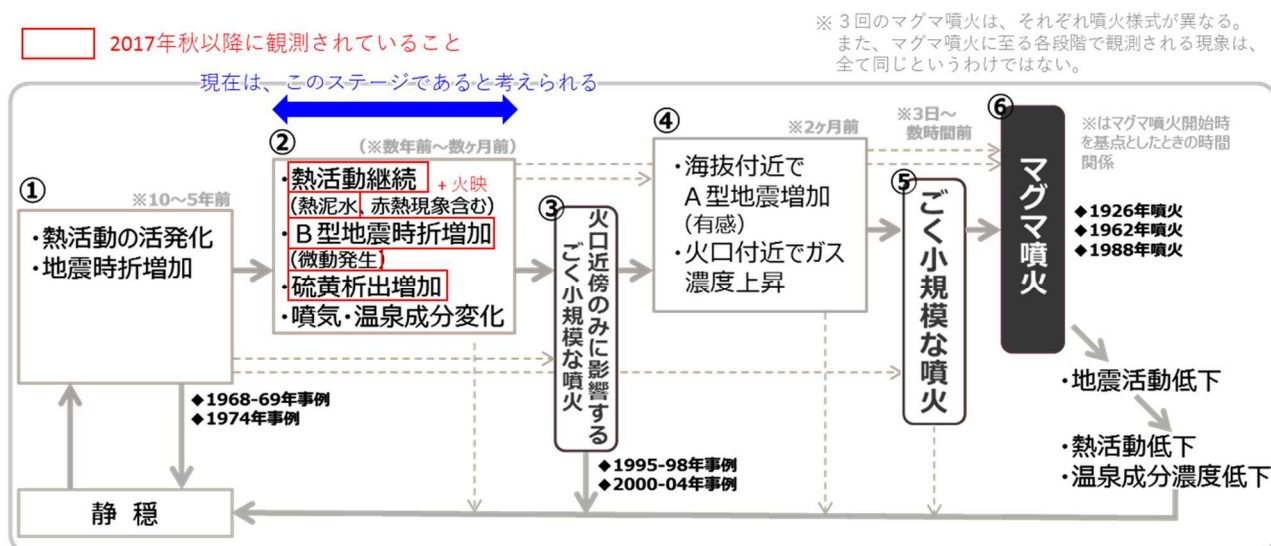


図 5 十勝岳 20 世紀以降の火山活動の推移（3 回のマグマ噴火含む）を踏まえた、現在の火山活動（第 140 回火山噴火予知連絡会気象庁提出資料図 27 に加筆）

- ・2017 年秋以降、浅部活動は活発な状態が続いているが、深部活動を示唆する明瞭な現象（有感地震規模を含む A 型地震増加や深部での膨張性地殻変動を示す GNSS 長基線の伸長等）は認められていない。

十勝岳

○二酸化硫黄放出率

人工衛星Sentinel-5 precursorに搭載されたTOROPOMIによって観測された二酸化硫黄分布から、Theys et al. (2019)に基づいて二酸化硫黄放出率を推定した。推定のための風速には気象庁のGrid Point Valueの解析値を中心に再構成された値を用いた。2020年1月、2020年9月、2021年1-4月に高まりが見られる。2021年1-4月の高まりは、62-2火口が明るく見える現象に対応していると考えられる。

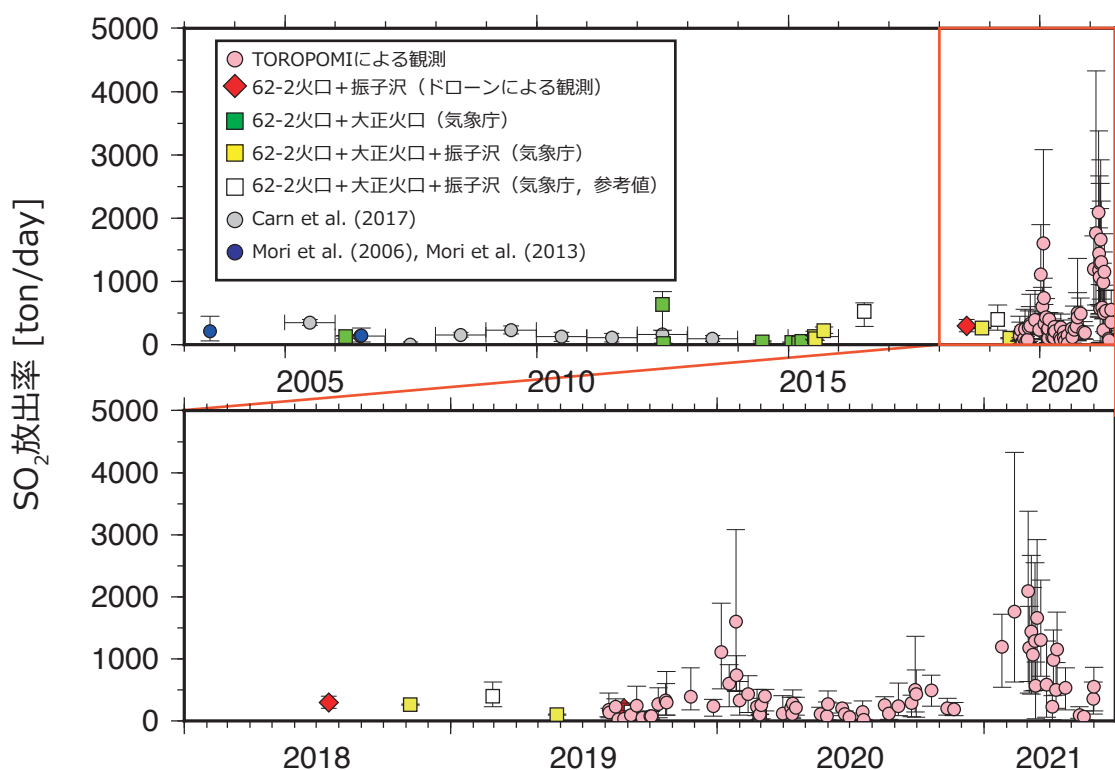


図1. 二酸化硫黄放出率の時間変化. 上段:2003年1月から2021年6月まで. 下段:2018年から2021年までの拡大図.

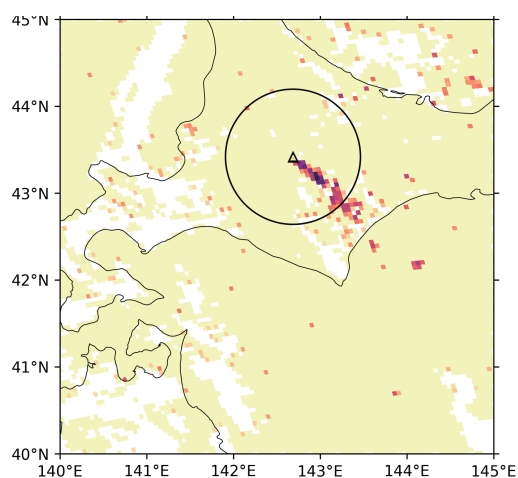


図2. 衛星が捉えた二酸化硫黄の鉛直カラム濃度の分布図(2021年3月3日, 放出率は約2000 ton/day). 円は風速×時間によって推定した噴気の推定移動距離. 円内の二酸化硫黄量を足し合わせ、時間で除して放出率を算出した。

謝辞:二酸化硫黄放出率推定にあたり、産業総合技術研究所 森田雅明研究員に多大なるご助力をいただきました。

十勝岳

○地磁気全磁力

観測を開始した 2008 年以降, 大まかには 62-2 火口の地下浅部における消磁を示唆する傾向が長期間続いてきた. TKSM-TKNM で見ると, 2017 年から 2019 年には消磁傾向が停滞またはやや反転していたが, 2020 年以降は再び消磁が起こっているようである. ただし, TKSM-MTY は 2019 年以降ほぼ横ばいであり, TKNM-MTY に消磁センスの継続的变化が見られる.

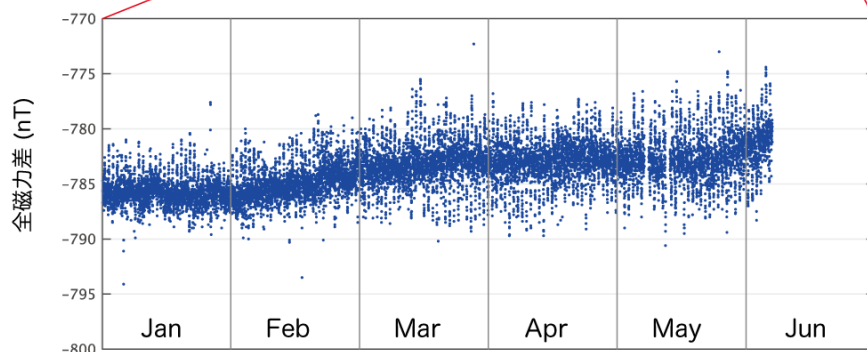
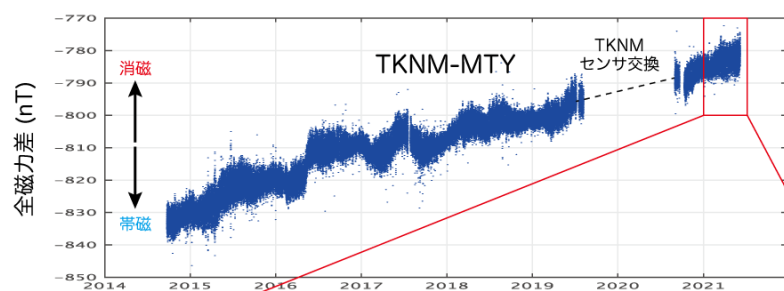
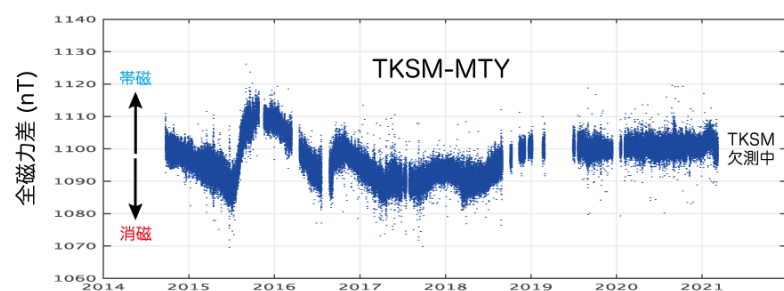
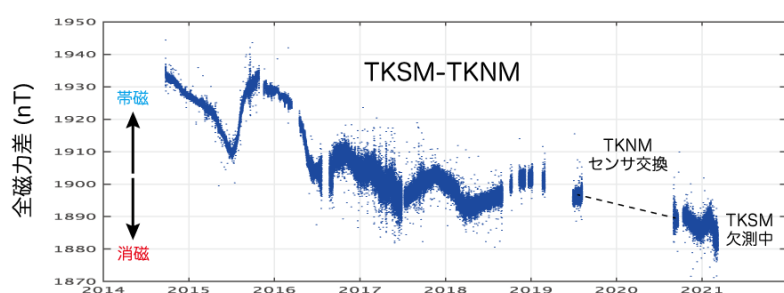
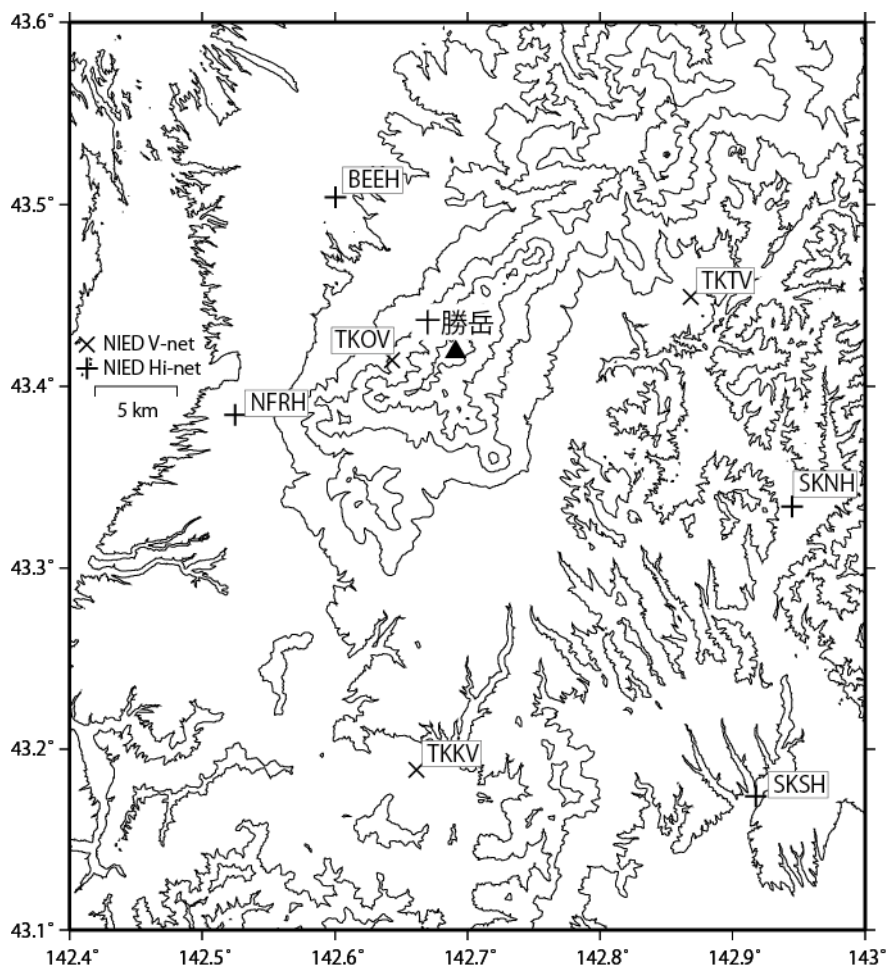


図 1 全磁力連続観測点の配置.
国土地理院のオンライン地図画像
を使用.

図 2 2008 年 9 月から 2021 年 6
月の全磁力変化 (2 地点の単純差).
最上段: 62-2 火口南-火口北
2 段目: 62-2 火口南-有珠三豊
3 段目: 62-2 火口北-有珠三豊
最下段: TKNM-MTY の 2021 年
部分の拡大図.

十勝岳の火山活動について



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

GNSS 観測結果と傾斜計データには、火山活動に関わる明瞭な地殻変動は認められない。

十勝岳の傾斜変動 (2014/10/1～2021/5/31)

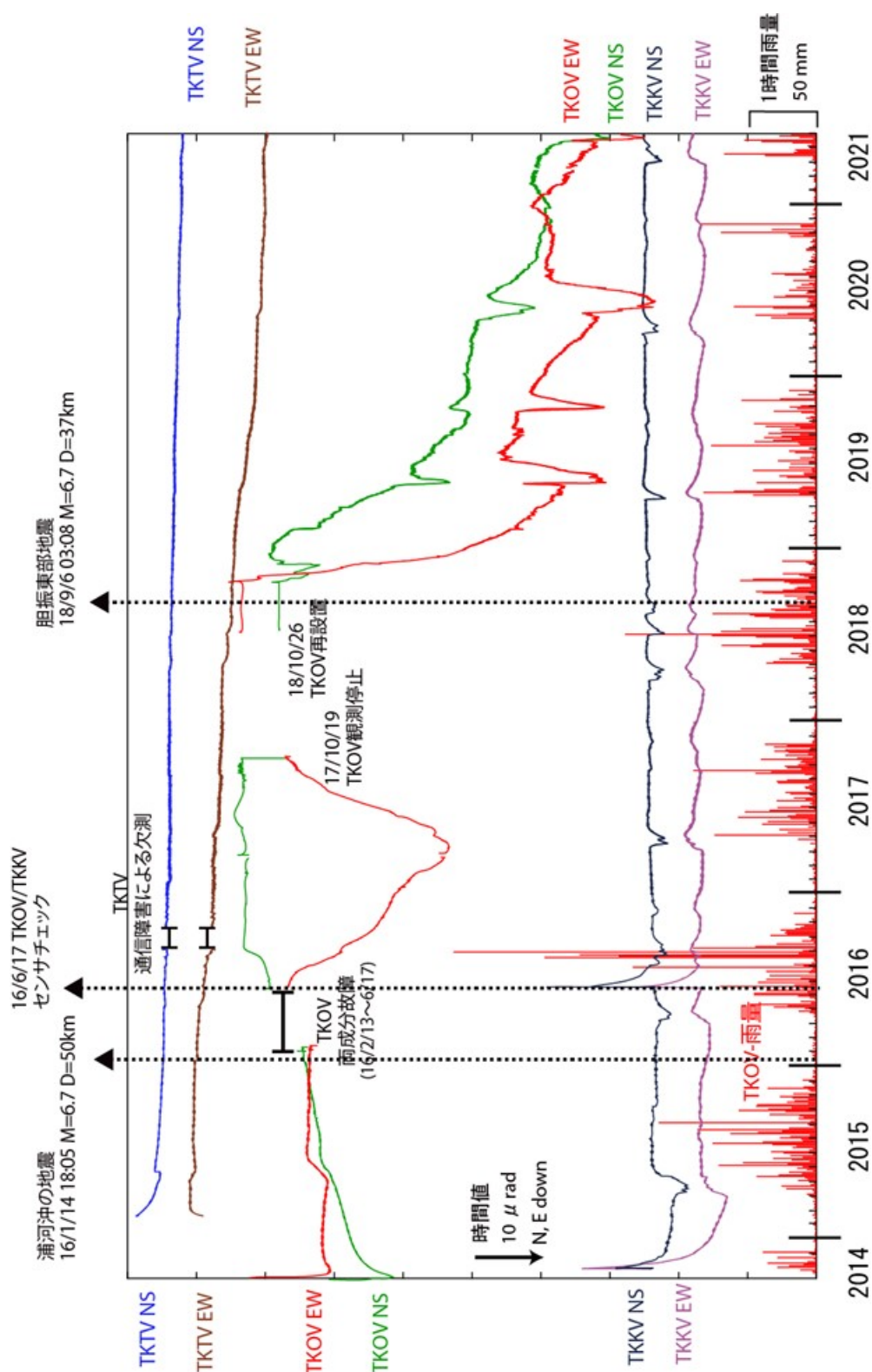


図 1 十勝岳の傾斜変動

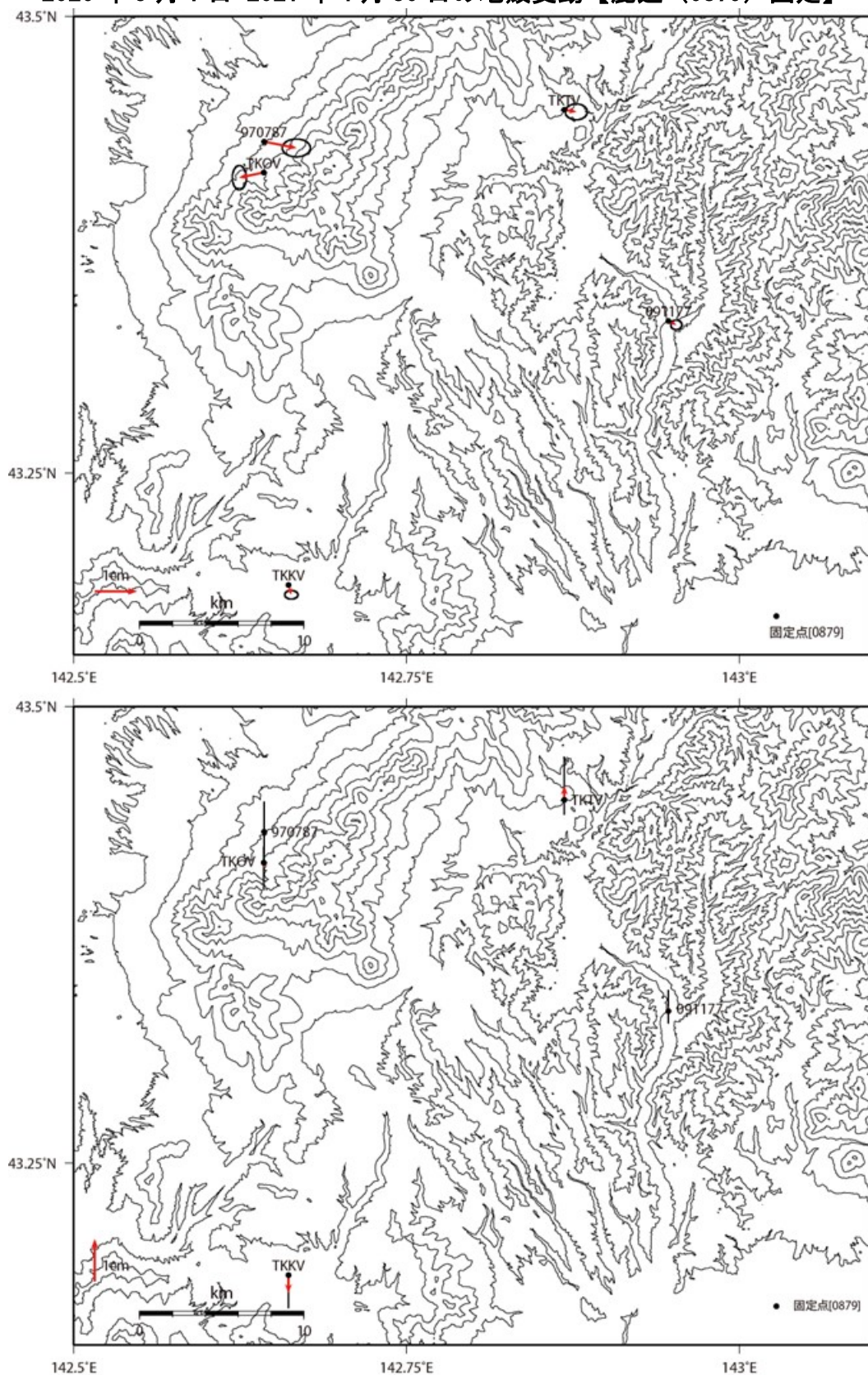
防災科学技術研究所 GNSS 観測点及び国土地理院 GEONET で得られた、
2020 年 5 月 1 日-2021 年 4 月 30 日の地殻変動【鹿追 (0879) 固定】

図 2 十勝岳周辺 V-net 観測点及び国土地理院 GEONET 観測点における GNSS 解析結果。
(上段：水平成分、下段：上下成分)

十勝岳

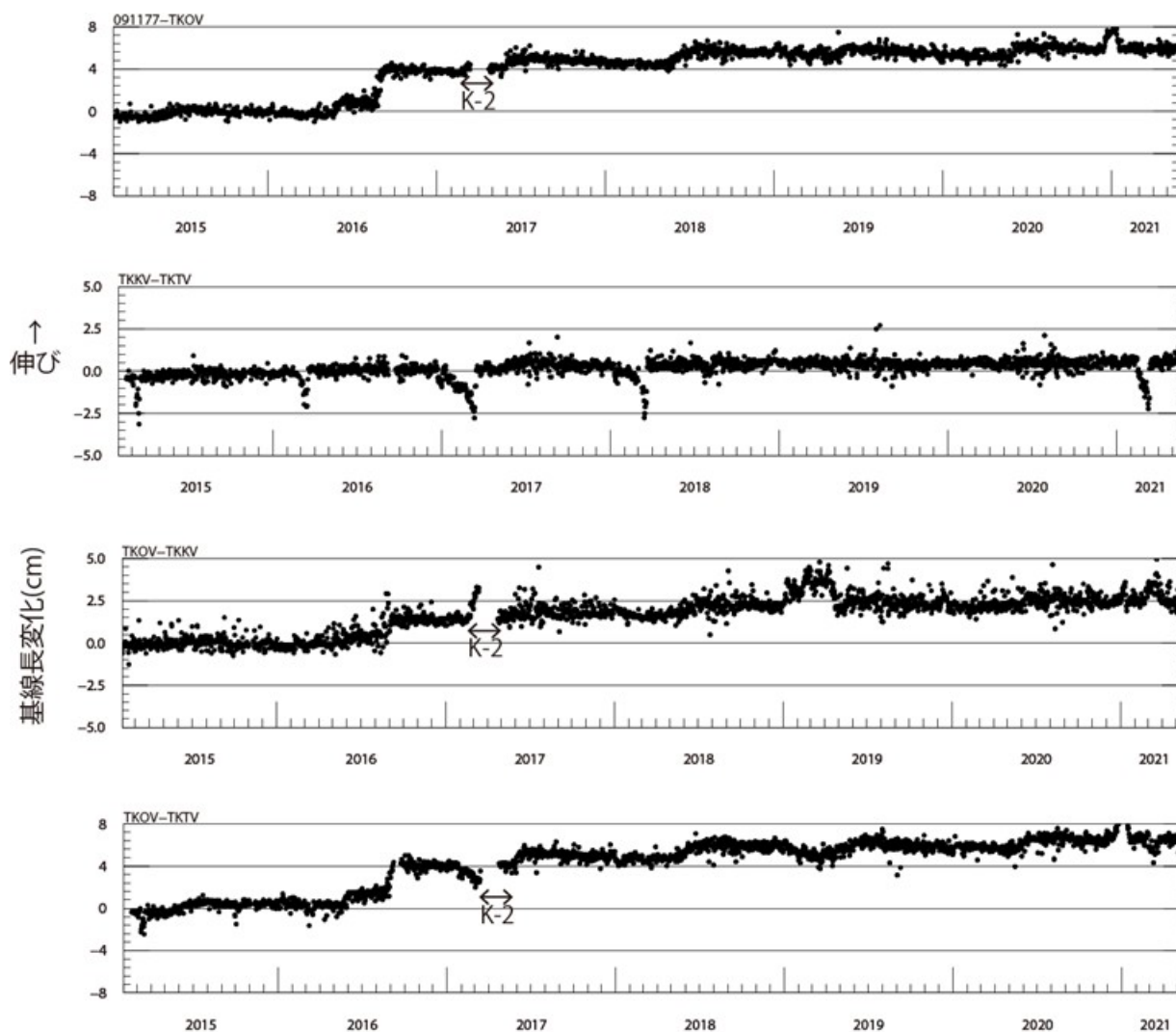


図3 防災科研観測点3点（北落合，十勝岳温泉，トムラウシ温泉）間及び，十勝岳温泉-GEONET 新得2（091177）間の基線長変化. 2015/2/1～2021/5/31

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)	K-2	2014/10/23	2周波観測開始
			2017/3/14～4/24	停電により欠測
	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)	K-1	2015/2/20	2周波観測開始
			2016/9/7～9/23	停電により欠測

十勝岳の地殻変動

Crustal Deformations of Tokachidake Volcano

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

第 1 図から第 4 図は、十勝岳周辺の GNSS 連続観測結果である。

第 1 図・第 3 図の上段に基線の配置を、第 1 図の下段には各観測局の保守履歴を示した。第 2 図および第 3 図下段はそれぞれ第 1 図・第 3 図の上段に示した基線の基線長変化グラフで、左列は最近約 5 年間（2016 年 5 月～2021 年 5 月）、右列は最近約 1 年間（2020 年 5 月～2021 年 5 月）の時系列である。

基線長変化では顕著な地殻変動は観測されていない。第 3 図の基線変化グラフ（短期）において、いくつかの基線で 2020 年 6 月頃に変化が見られるが、これらは季節変動の影響だと思われる。

第 4 図は、電子基準点および気象庁の GNSS 観測点の統合解析から得られた水平変動ベクトル図であり、「美瑛」を固定局としている。期間は最近 1 年間（2020 年 5 月～2021 年 5 月）を示す。顕著な地殻変動は観測されていない。

第 5 図は、「だいち 2 号」の SAR 干渉解析結果である。ノイズレベルを超える変動は見られない。

第 6 図は、「だいち 2 号」干渉 SAR 時系列解析結果である。第 6 図上段は 2016 年 6 月～2020 年 10 月の変位速度である。第 6 図下段は、各地点における変動の時系列データである。前十勝の地点 B では、衛星から遠ざかる変動が見られる。

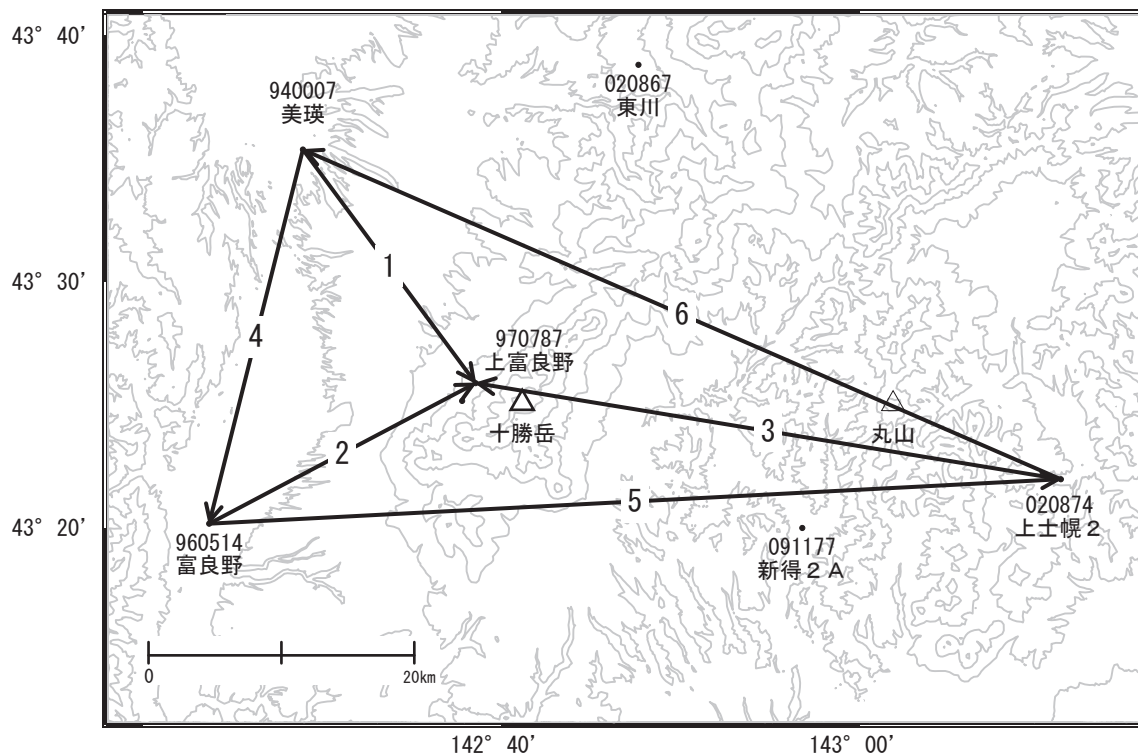
謝辞

ここで使用した「だいち 2 号」の原初データの所有権は、JAXA にあります。これらのデータは、「だいち 2 号」に関する国土地理院と JAXA の間の協定に基づき提供されました。

十勝岳

GNSS連続観測結果では、顕著な地殻変動は観測されていません。

十勝岳周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



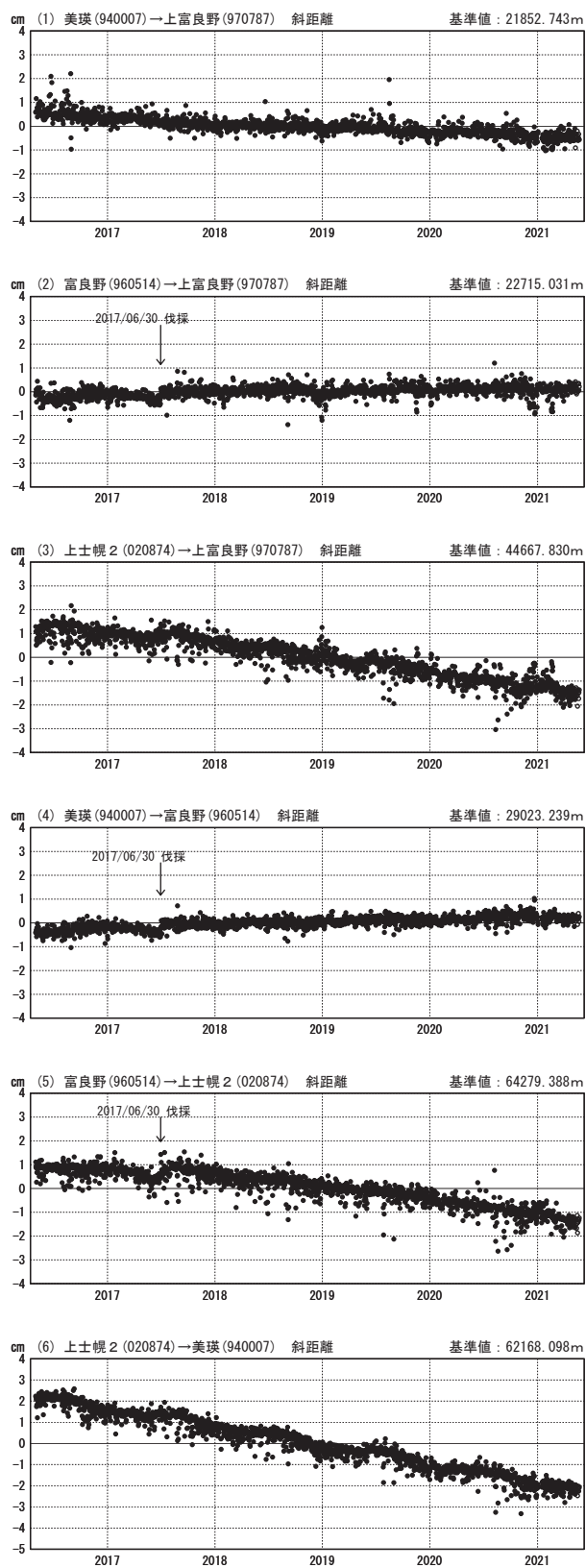
十勝岳周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
940007	美瑛	20210115	アンテナ交換
970787	上富良野	20190208	受信機交換
		20201201	受信機交換
020874	上士幌2	20170804	アンテナ交換
960514	富良野	20170630	伐採
		20190207	受信機交換
		20200911	アンテナ交換

第1図 十勝岳周辺のGNSS連続観測基線図(上段)と観測局の保守履歴(下段)

基線変化グラフ（長期）

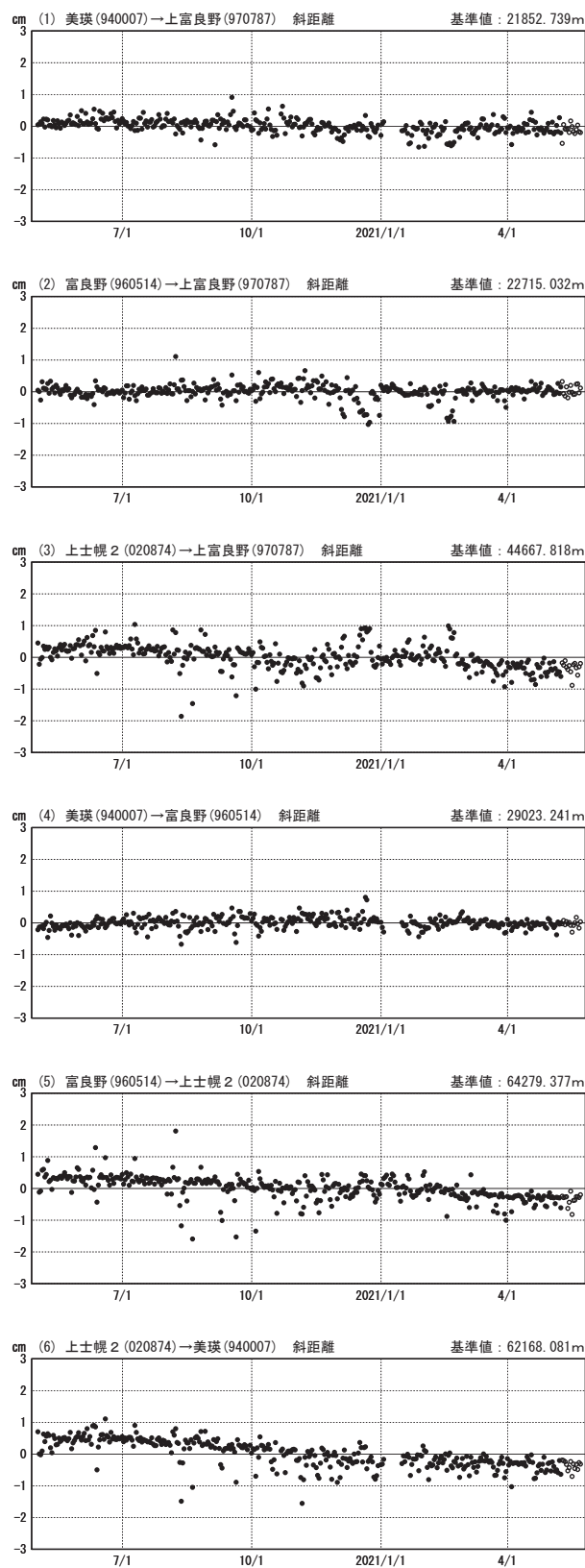
期間：2016/05/01～2021/05/22 JST



●---[F5:最終解] ○---[R5:速報解]

基線変化グラフ（短期）

期間：2020/05/01～2021/05/22 JST



国土地理院

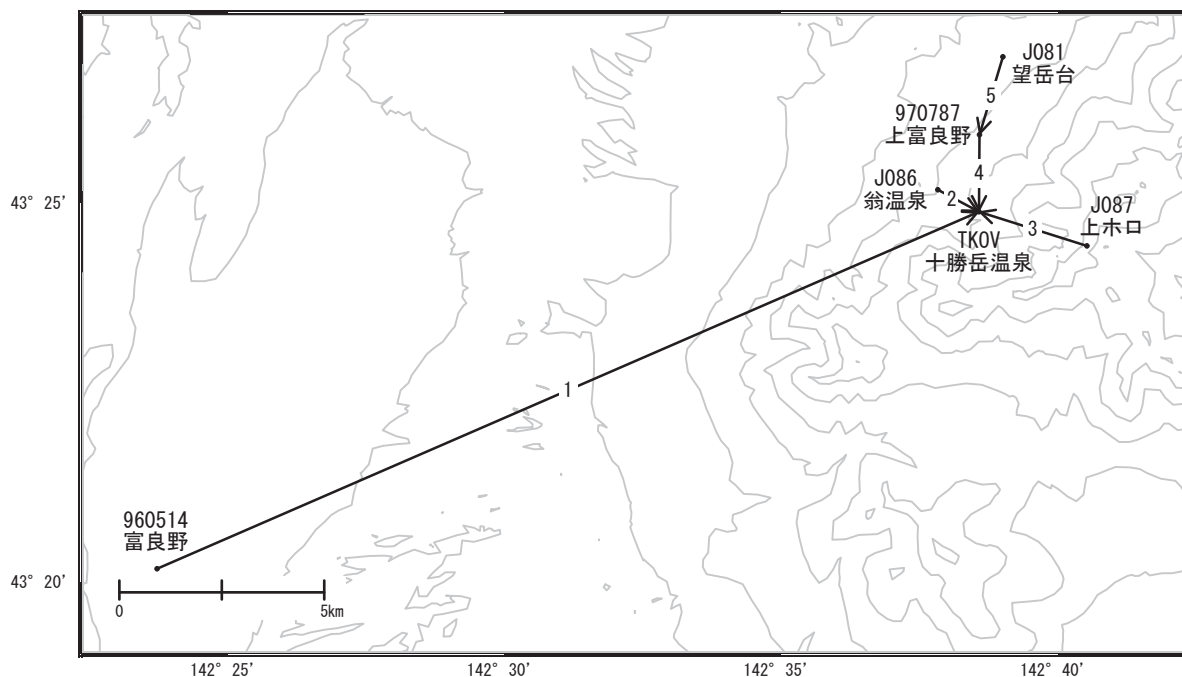
※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第 2 図 十勝岳周辺のGNSS連続観測による基線変化グラフ

(左列：2016年5月～2021年5月、右列：2020年5月～2021年5月)

十勝岳

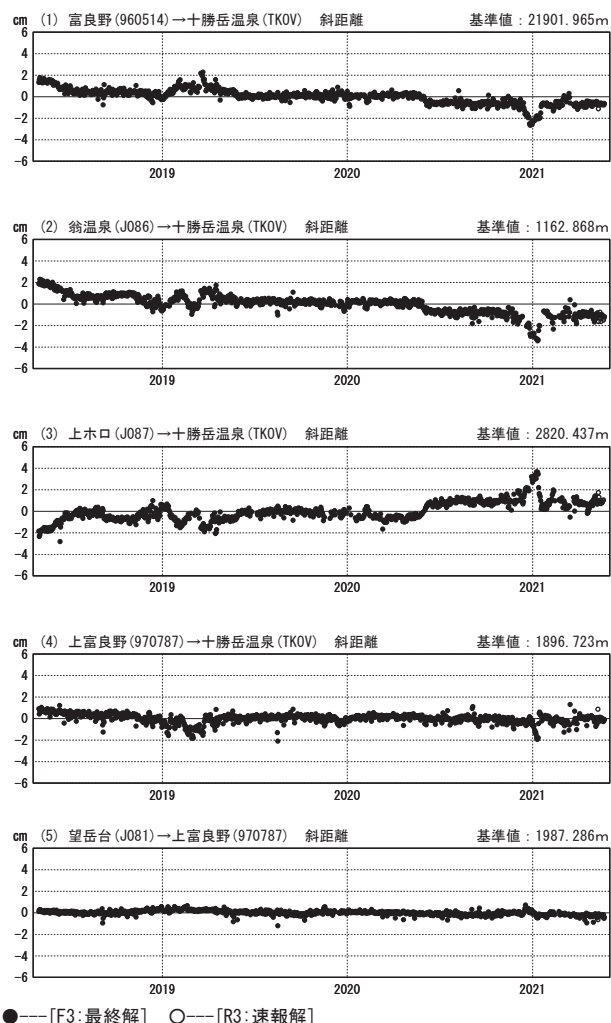
十勝岳周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(2)



国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

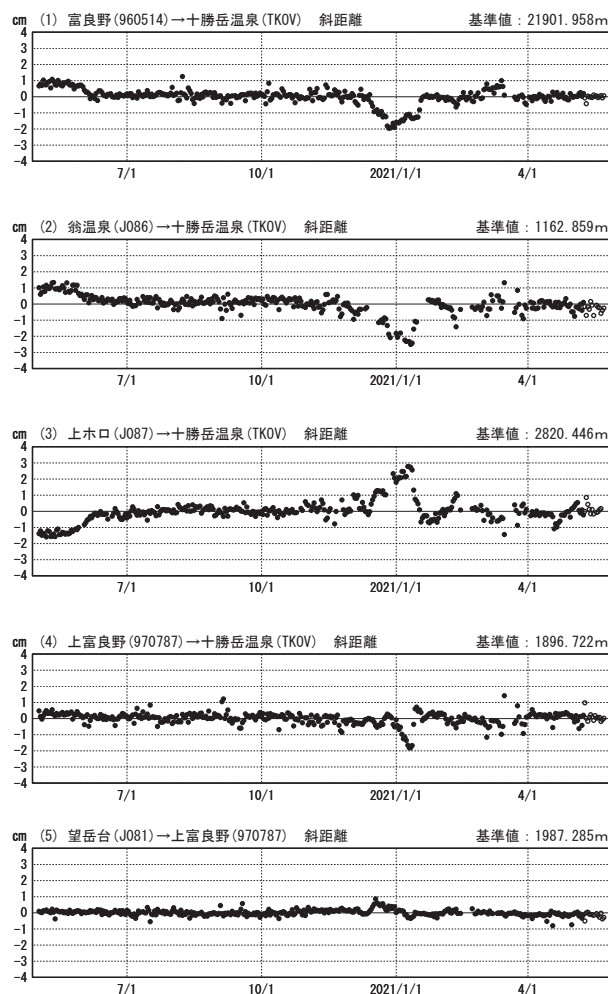
基線変化グラフ(長期)

期間: 2018/05/01~2021/05/22 JST



基線変化グラフ(短期)

期間: 2020/05/01~2021/05/22 JST



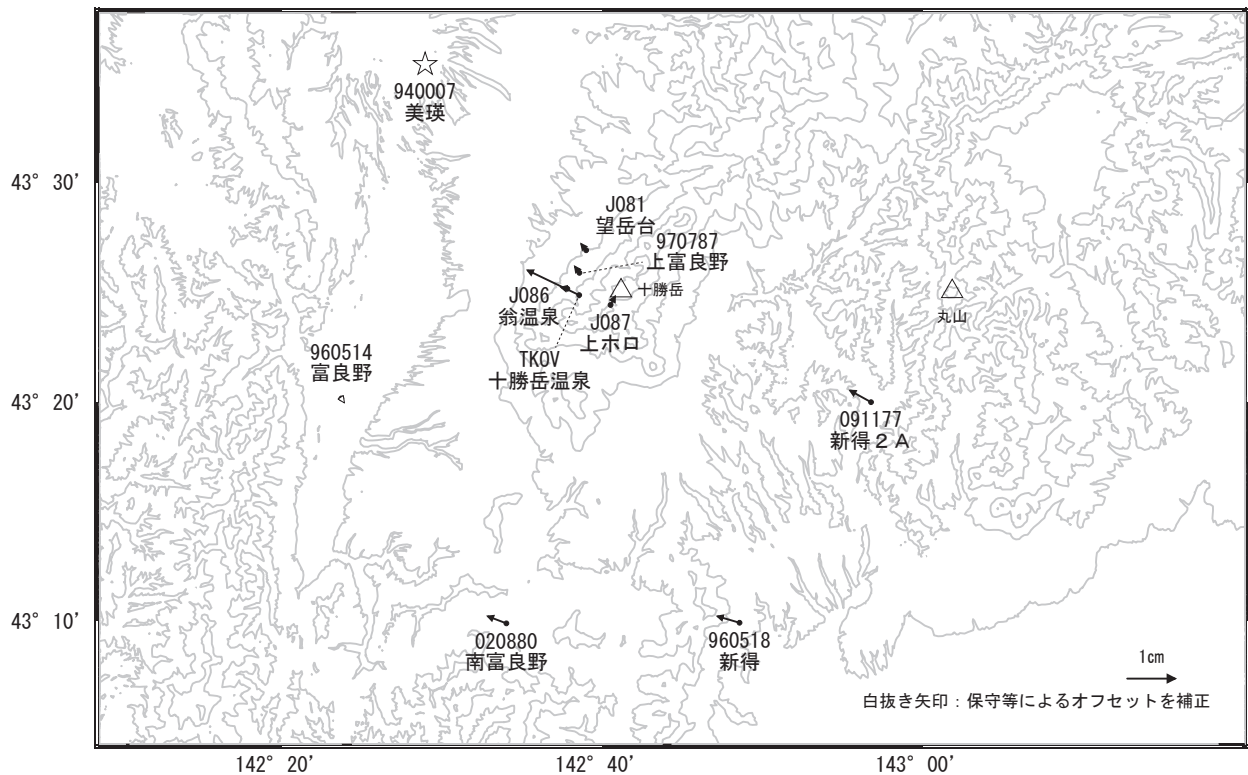
国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

第3図 十勝岳周辺のGNSS連続観測基線図(上段)と基線変化グラフ(下段)
(左列: 2018年5月~2021年5月、右列: 2020年5月~2021年5月)

十勝岳

十勝岳周辺の地殻変動(水平:1年間)

基準期間:2020/05/13~2020/05/22[F5:最終解]
 比較期間:2021/05/13~2021/05/22[R5:速報解]



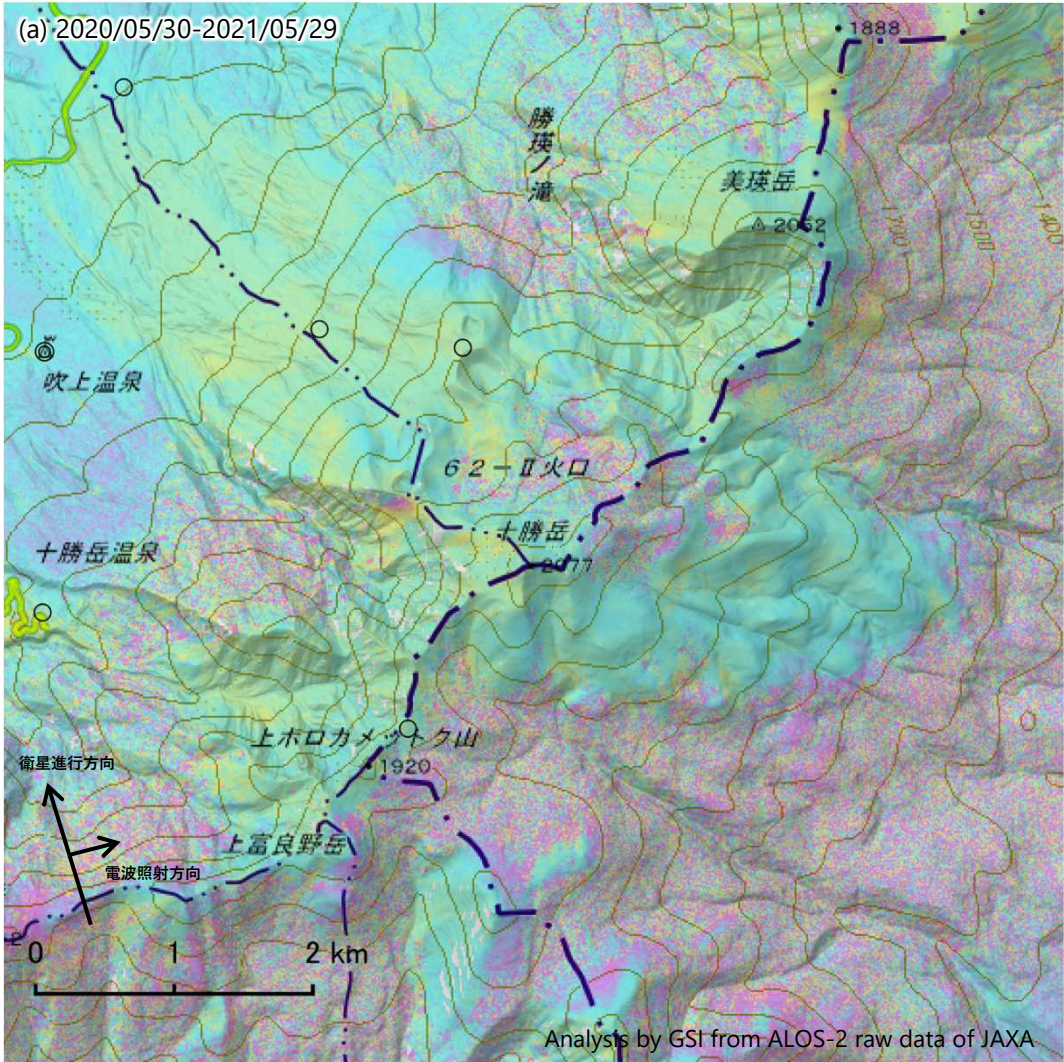
☆ 固定局:美瑛(940007)

国土地理院・気象庁

第 4 図 十勝岳周辺の電子基準点・気象庁GNSS観測点の統合解析による水平変動ベクトル図
 (2020年5月~2021年5月)

十勝岳のSAR干渉解析結果について

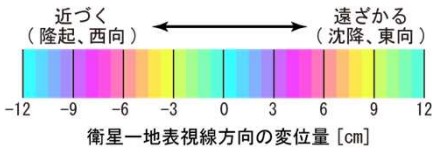
ノイズレベルを超える変動は見られません。



	(a)
衛星名	ALOS-2
観測日時	2020/05/30 2021/05/29 23:19頃 (364日間)
衛星進行方向	北行
電波照射方向	右(東)
観測モード*	U-U
入射角	35.6°
偏波	HH
垂直基線長	- 122m

* U：高分解能(3m)モード

- ◎ 国土地理院GNSS観測点
- 国土地理院以外のGNSS観測点



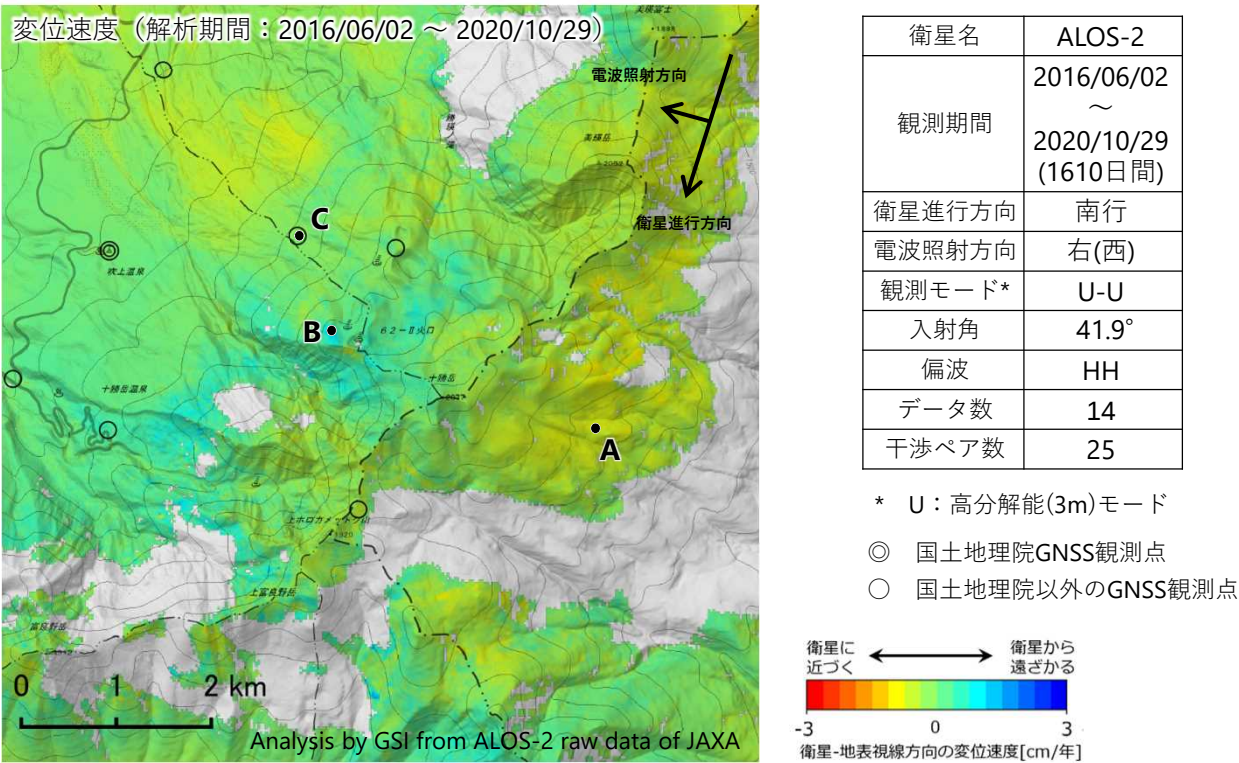
背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

十勝岳

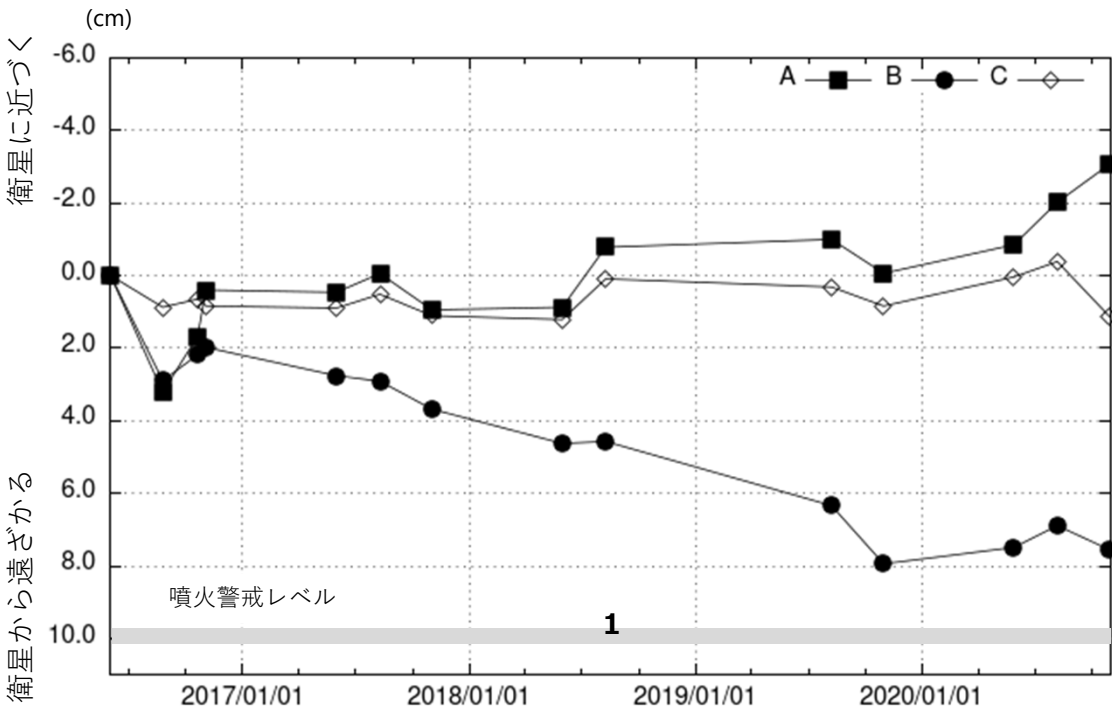
第 5 図 「だいち 2 号」 PALSAR-2による十勝岳周辺地域の解析結果

十勝岳の干渉SAR時系列解析結果（南行）

前十勝の地点Bでは、衛星から遠ざかる変動が見られます。



背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図 ※参照点は電子基準点「上富良野」付近
干渉SAR時系列解析手法：SBAS法



地点A・B・Cにおける衛星-地表視線方向の変位の時系列

十勝岳

本解析で使ったデータの一部分は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

第6図 十勝岳の干渉SAR時系列解析結果
(上段) 変位速度の分布 (2016年6月～2020年10月)
(下段) 変動の時系列データ (2016年6月～2020年10月)