

令和7年2月17日
火山調査研究推進本部
火山調査委員会

八幡平の現状の評価及び調査研究方策 (案)

八幡平の現状の評価

活動履歴

- ▶ 最近数十万年間に、藤助森(とうすけもり)から源田森(げんたもり)を中心とする八幡平山頂部や東部の前森山において火山体が形成された。源田森の頂部から西南西方向約2 kmの範囲には、新鮮な火口地形を有する八幡沼(はちまんぬま)火口群が分布しており、約9,700年前、約8,000年前、約7,000年前の水蒸気噴火による3層の火山灰層の給源は八幡沼周辺と考えられている(和知・他, 2018)。
- ▶ 近年、山体周辺で発生した地震活動としては、1996年12月に南方3～6 kmで小規模な群発地震が発生したことが報告されている(東北大学理学部地震予知・噴火予知観測センター, 1997)のみで、顕著な活動は報告されていない。

調査観測結果

- ▶ 陸域観測技術衛星2号「だいち2号」による干渉SAR時系列解析によると、八幡平山頂を含む広い範囲で2020年後半から視線方向変位の短縮傾向が見られている。八幡平周辺でこのような膨張性の地殻変動が観測されたのは初めてである。2.5次元解析の結果では、八幡平周辺で隆起、西側では西向き、東側では東向きの水平変位が見られる。GNSS連続観測においても、2020年中頃から膨張性の地殻変動が認められており、2022年終わり頃からやや鈍化しつつも継続している。岩手山周辺の地殻変動の影響が小さいと思われる2020年から2023年のGNSS連続観測及び干渉SARにより得られた地殻変動に基づいて、球状圧力源を仮定して変動源を推定した結果、位置は八幡平山頂付近の海拔下約4 km、体積増加量は $2.4 \times 10^7 \text{m}^3$ と推定された。
- ▶ 広域の地震観測データを用いた気象庁の一元化処理による震源(以下「一元化震源」という。)では、八幡平東部の茶臼岳周辺でややまとまった地震活動が認められる。八幡平山頂及び茶臼岳山頂を含む東西12 km×南北6 kmの領域では、2022年頃から発生頻度が高くなっている。地熱開発を目的として2020年8月から同年10月及び2021年8月から2023年6月に行われた臨時地震観測では、一元化震源にはない多数の微小地震が茶臼岳を含む八幡平の南東部に広く分布し、観測期間を通じて発生していることが確認された。また、同臨時地震観測では、観測点が八幡平近傍に設置されたため、地表近くから深さ約3 km程度までの浅い領域に多数の震源が推定されている。
- ▶ 八幡平山頂付近の海拔下25 kmから40 kmの範囲で、他の多くの火山でも認められる深部低周波地震が発生している。一方、茶臼岳周辺の浅部では低周波成

分に富む地震が散発していることは広域の地震観測データからもわかっていたが、近傍に常設の観測点がないため、その正確な震源の位置や活動度等は推定できていない。

- 現時点では、表面現象に顕著な変化は認められない。

現象の解釈及びメカニズムの推定

- 広域地震波速度トモグラフィの結果（例えば、Nakajima et al., 2001）によると、八幡平、秋田焼山、秋田駒ヶ岳、岩手山を含む領域では、上部マントルから上部地殻までP波・S波低速度領域が連続的に推定されており、この領域に活火山が集中しているに関係している可能性がある。
- 地熱開発の目的で行われた比抵抗構造調査によると、八幡平や茶臼岳周辺の浅部（標高0 m以浅）には低比抵抗層が明瞭に見られ、非透水層（キャップロック）の存在が示唆される。やや比抵抗の高い領域を挟み、その深部（海拔0 m以深）にも、調査領域の下限（海拔下5 km）まで低比抵抗領域が連続的に広がっている（新エネルギー・産業技術総合開発機構，2024）。臨時地震観測により検出された微小地震の震源は、茶臼岳を含む八幡平の南東部にかけて広く分布しており、上記の浅部不透水層直下で多数発生しているように見える。
- GNSS連続観測及び干渉SARの解析結果から推定された圧力源の位置は、上述の連続的な深部低比抵抗領域内に位置することから、低比抵抗の要因とされているマグマ起源と思われる高塩濃度流体の一部が何らかの原因により増圧した可能性が考えられる。
- この圧力源は、過去の水蒸気噴火の火口群の下に位置していることから、マグマや熱水の供給が断続的に継続している可能性（土井・他，2024）も考えられる。

想定される火山活動の推移等

- 現時点では噴火に直接結びつく現象は観測されていないが、山頂周辺に観測点がない現状の観測網では、活動の評価は困難であり、噴火の時期、位置、規模を評価することは難しい。
- 八幡平では、過去の噴火履歴、火山体構造や地震活動の特徴などから、今後、噴火が発生する場合には、水蒸気噴火である可能性が高い。

引用文献

- 土井宣夫・松田忠昭・鱒沢竜也(2024)八幡平火山, 完新世水蒸気噴火群と2020年居始める火山性隆起との関係, *岩手の地学*, **53-54**, 5-32.
- Nakajima, J., T. Matsuzawa, A. Hasegawa and D. Zhao, (2001) Three-dimensional structure of V_p , V_s , and V_p/V_s beneath northeastern Japan: Implications for arc magmatism and fluids, *J. Geophys. Res.*, **106**, 21843-21857, <https://doi.org/10.1029/2000JB000008>
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) (2024) 地熱発電導入拡大研究開発/超臨界地熱資源技術開発/超臨界地熱資源量評価 (八幡平地域), 2024年度 NEDO 再生可能エネルギー一部成果報告会. <https://www.nedo.go.jp/content/800017548.pdf>
- 東北大学理学部地震予知・噴火予知観測センター (1997) 八幡平火山地域における地震活動 (1996年10月~1997年1月), 火山噴火予知連絡会会報, **67**, 1-2. https://www.jma.go.jp/jma/kishou/shingikai/ccpve/Report/067/kaiho_067_02.pdf
- 和知 剛・千葉達朗・土井宣夫・岡田智幸・吉田桂治・越谷 信・林信太郎・斎藤徳美 (2018) 八幡平火山群、航空レーザー測量で検出された火口群と完新世火山灰. *岩手の地学*, **48**, 13-45.

八幡平の調査研究方策

八幡平の評価のために機動的な調査観測を含めた以下の調査研究が必要である。

- 火山活動をより詳細に把握するための、地熱等の表面現象、浅所の地震活動及び局所的な地殻変動の把握を目的とした山頂周辺での観測。

八 幡 平

(2023年12月～2024年11月)

GNSS 連続観測で 2020 年中頃からみられている八幡平・秋田焼山周辺での膨張性の地殻変動は、2022 年終わり頃からやや鈍化しつつも継続している。一元化震源では八幡平東部の茶臼岳周辺でややまとまった地震活動がみられることなどから、今後の火山活動の推移に留意が必要である。

・地震活動

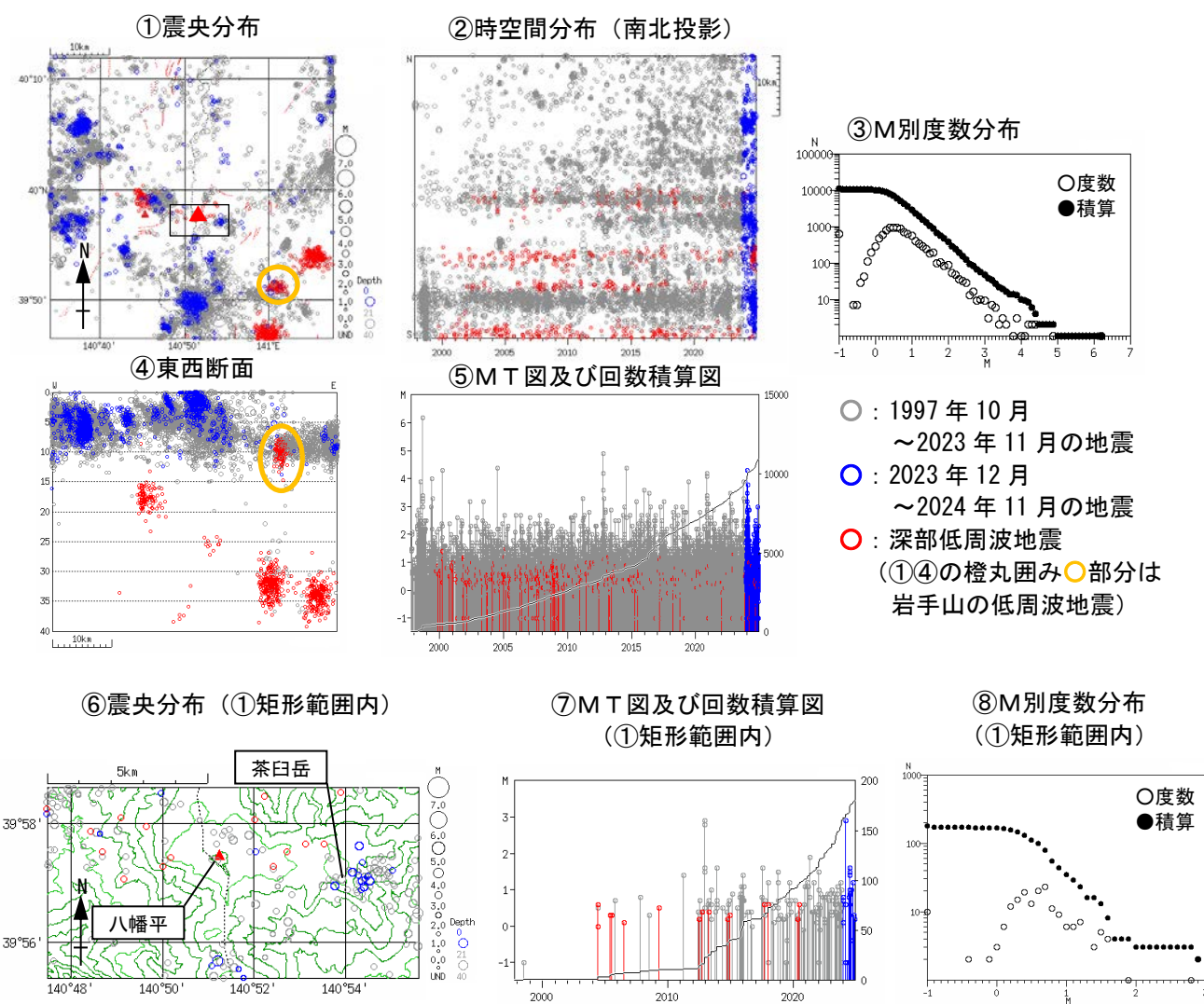
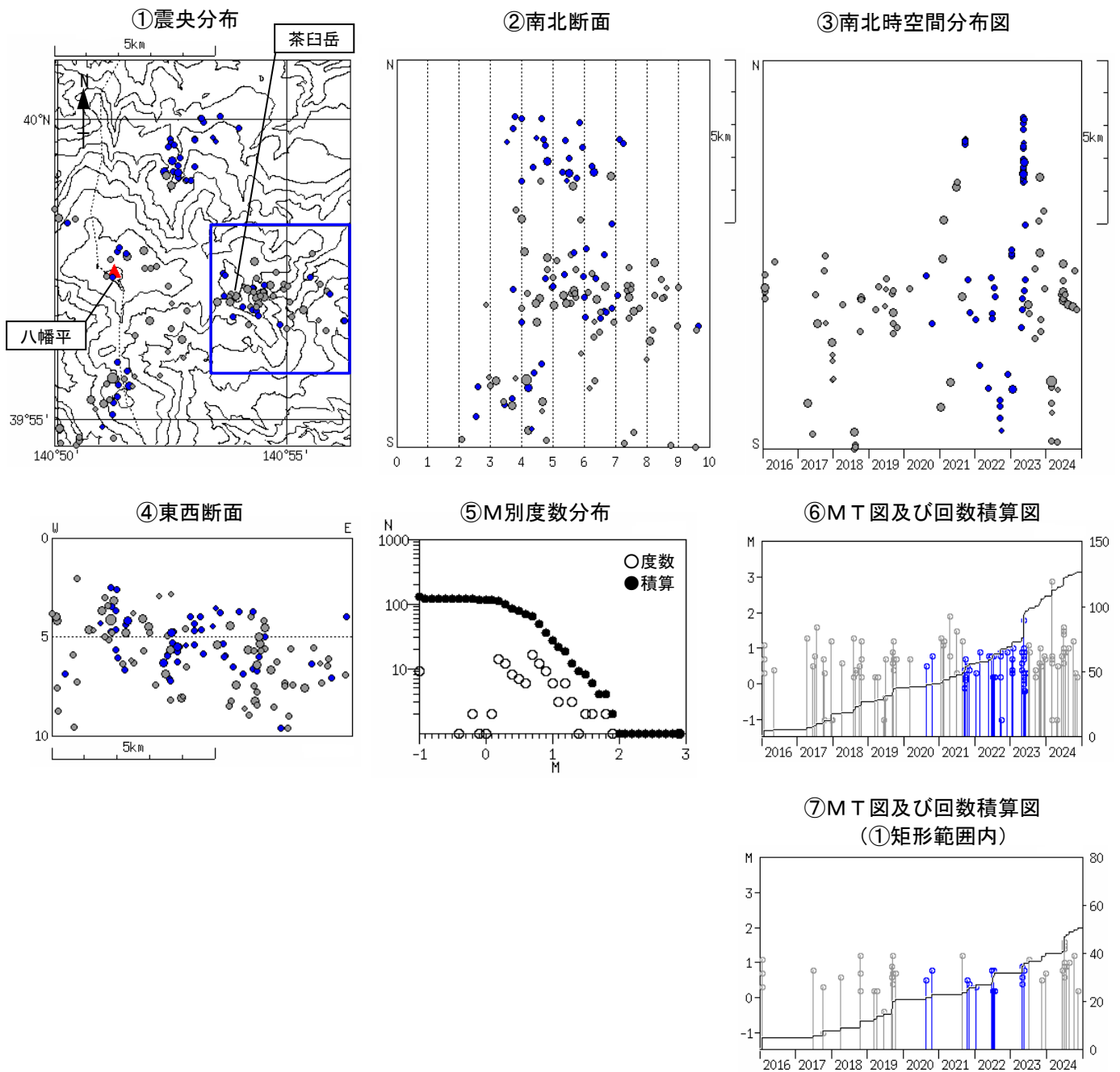


図1 八幡平 一元化震源による八幡平周辺の地震活動 (1997年10月～2024年11月)

八幡平東部の茶臼岳周辺でややまとまった地震活動がみられる。



○ : 2020年8月8日～10月29日及び2021年9月14日～2023年7月4日の地震
 ※上記期間は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構が、微小地震観測を実施していた期間である。
 ○ : 上記期間以外の地震

図2 八幡平 一元化震源による八幡平周辺の地震活動 (2016年1月～2024年12月)

八幡平東部の茶臼岳周辺でややまとまった地震活動がみられる。



図5 八幡平 写真と地表面温度分布の撮影対象範囲

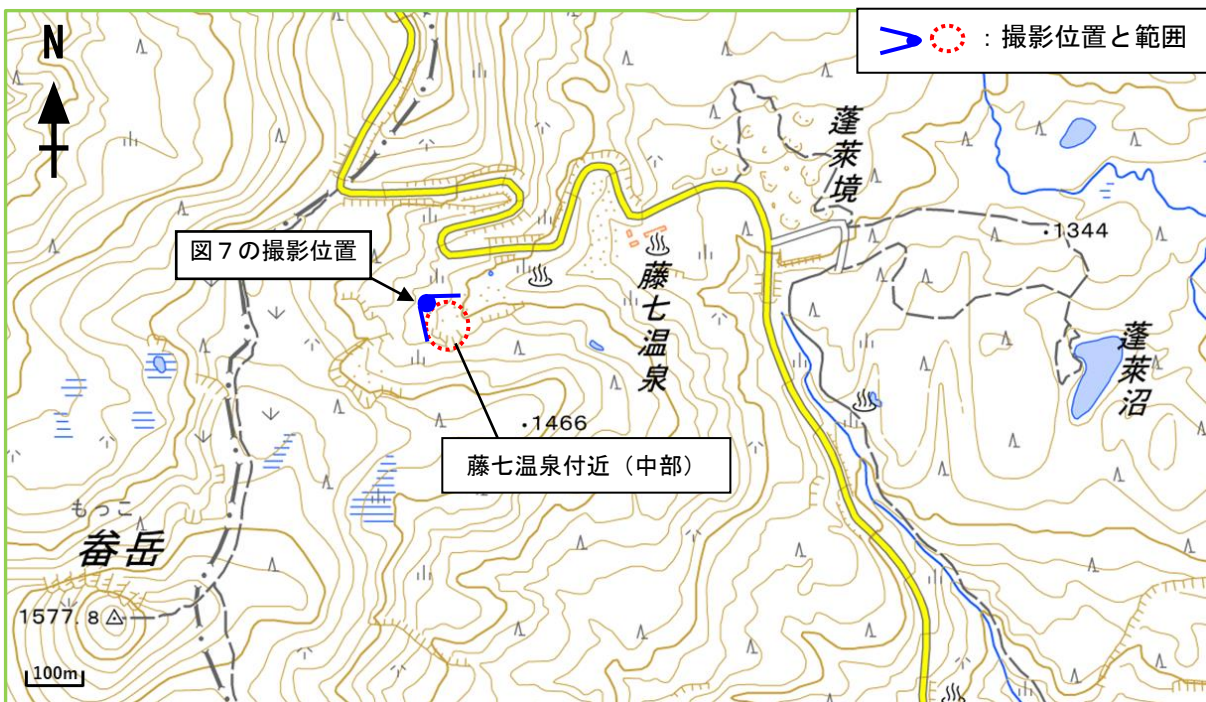


図6 八幡平 写真と地表面温度分布の撮影対象及び撮影位置 (藤七温泉付近)

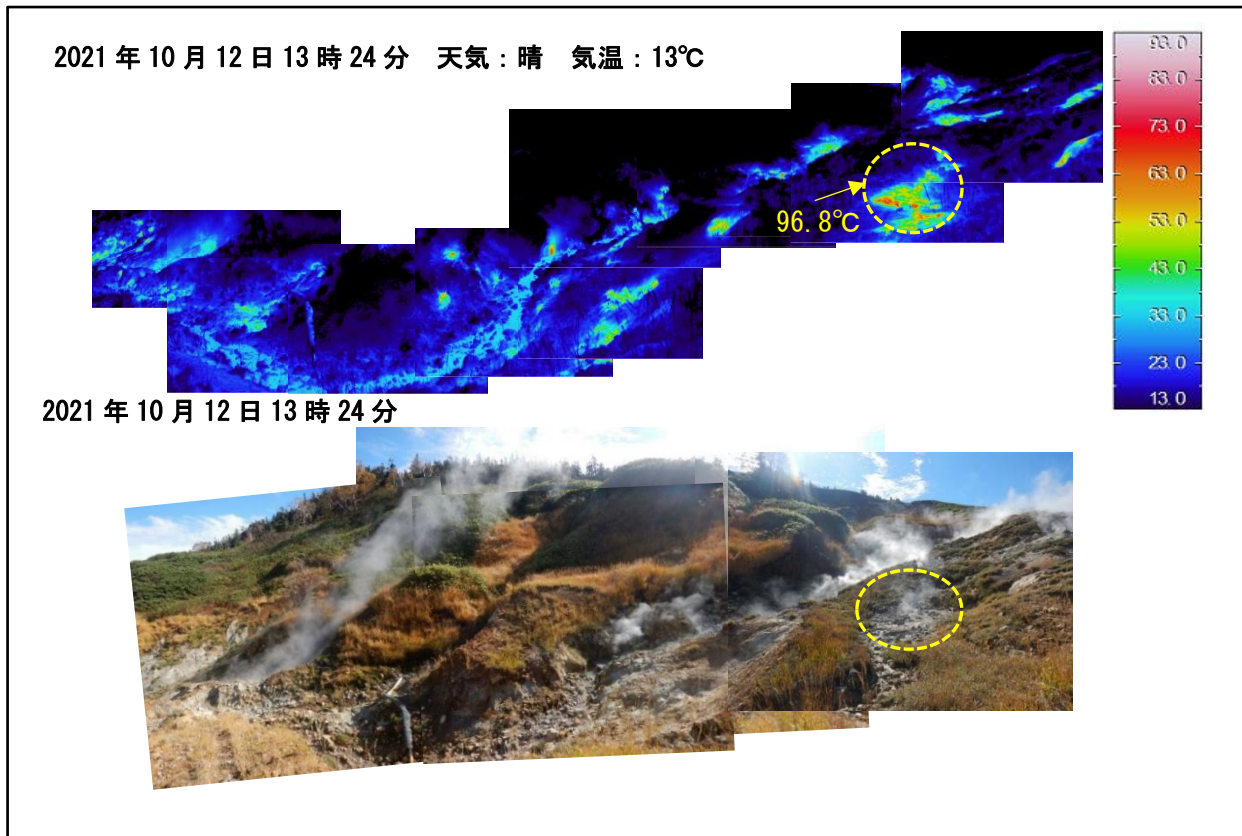


図7 八幡平 藤七温泉付近（中部）の状況と地表面温度分布

・日射の影響により、裸地等では表面温度が高めに表示されている。

2021年10月12日に実施した現地調査では、噴気及び温泉水の湧出を確認した。黄破線で示す箇所の中地温度は96.8°Cだった。1983年と1994年の観測ではいずれも96°Cであり、今回特段の変化は認められなかった。

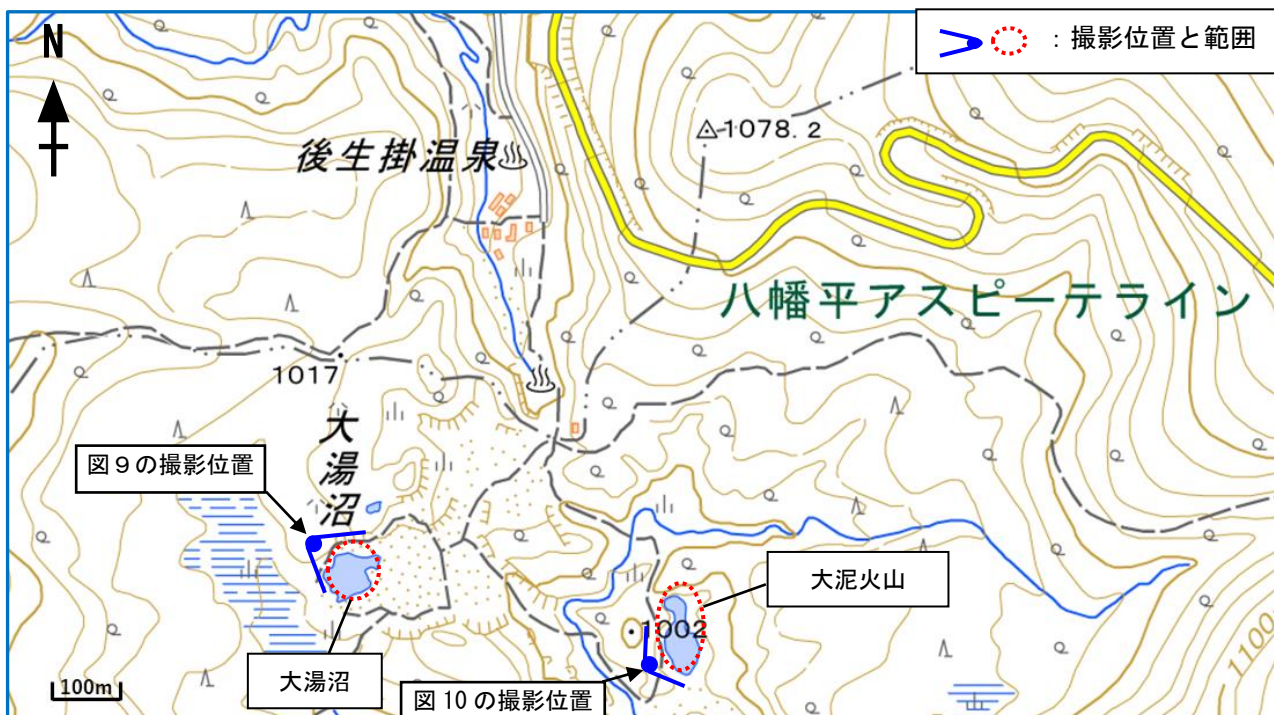


図8 八幡平 写真と地表面温度分布の撮影対象及び撮影位置（後生掛温泉付近）

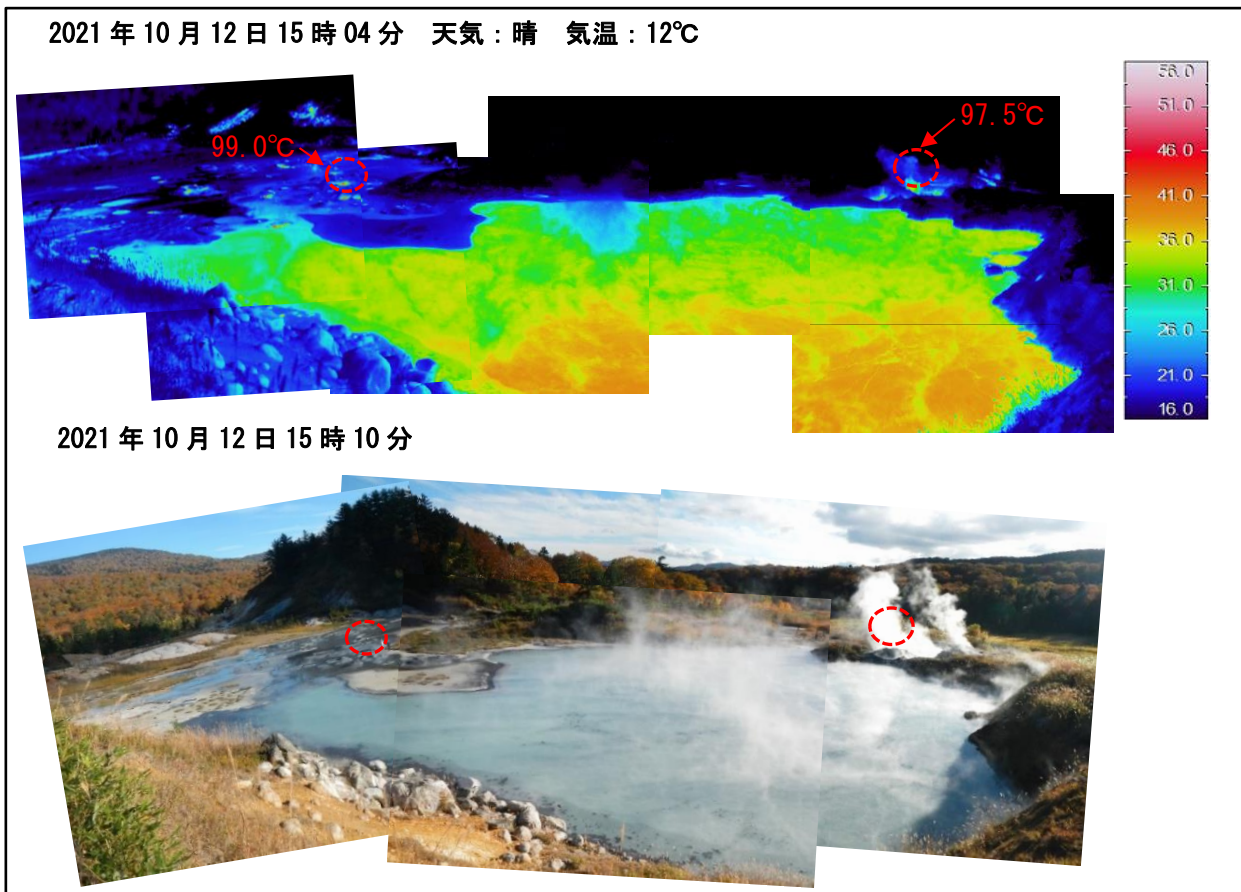


図9 八幡平 大湯沼の状況と地表面温度分布

・日射の影響により、裸地等では表面温度が高めに表示されている。

2021年10月12日に実施した現地調査では、噴気及び泥の噴出が認められ、噴気温度は97.5℃及び99.0℃だった（赤破線）。1983年から1994年の観測では95～99℃であり、今回特段の変化は認められなかった。

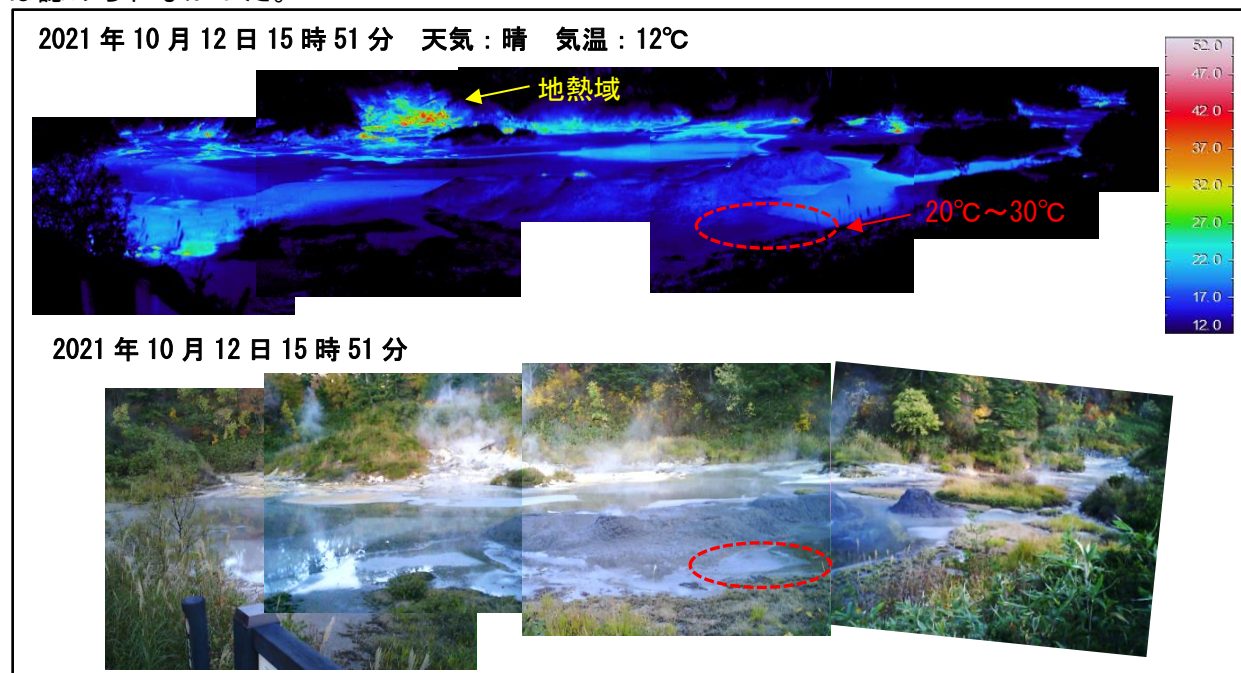


図10 八幡平 大泥火山の状況と地表面温度分布

・日射の影響により、裸地等では表面温度が高めに表示されている。

2021年10月12日に実施した現地調査では、東岸に地熱域が分布していることを確認した。湖沼の温度は20℃から30℃程度だった（赤破線）。1991年と1997年の観測では20～35℃であり、今回特段の変化は認められなかった。



図11 八幡平 写真と地表面温度分布の撮影対象範囲

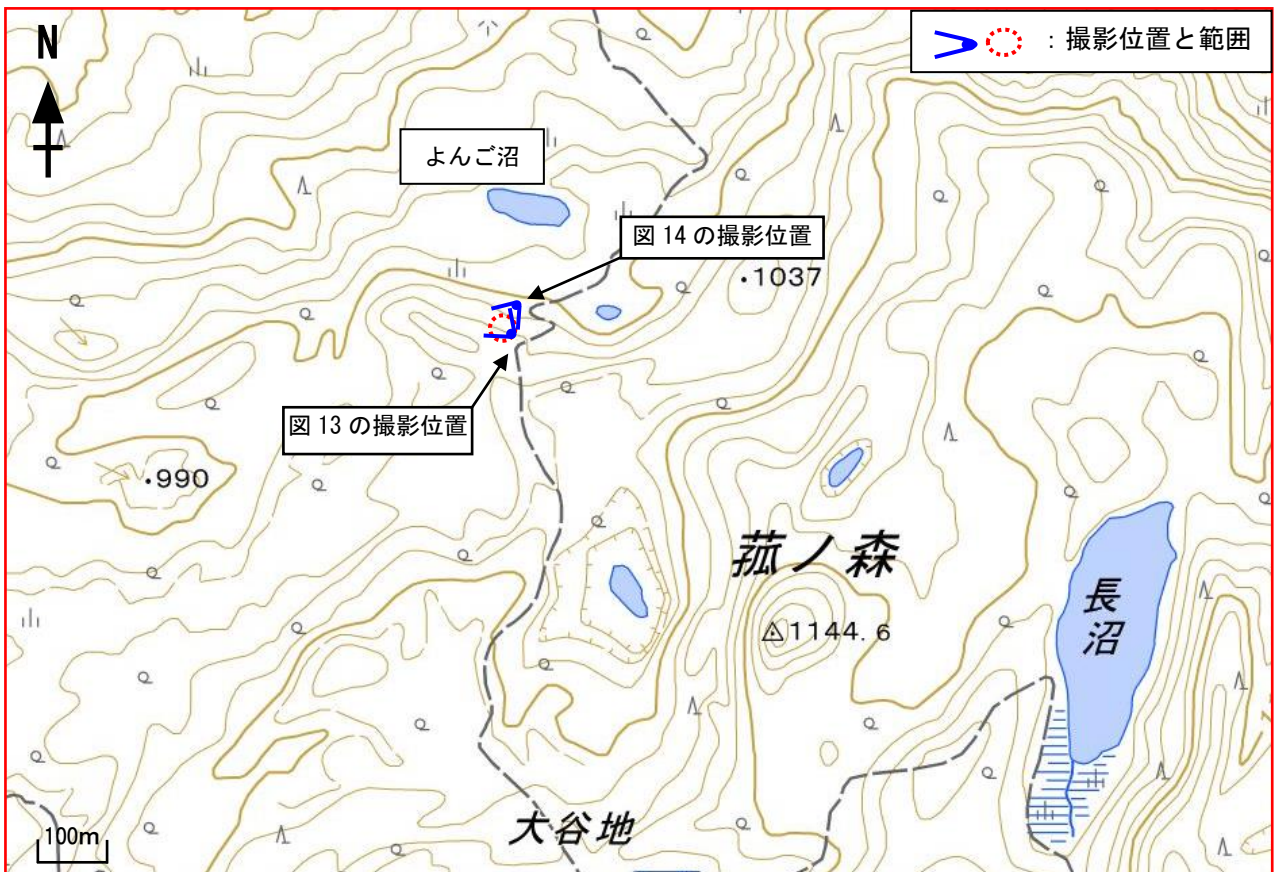


図12 八幡平 写真と地表面温度分布の撮影対象及び撮影位置（よんご沼南）

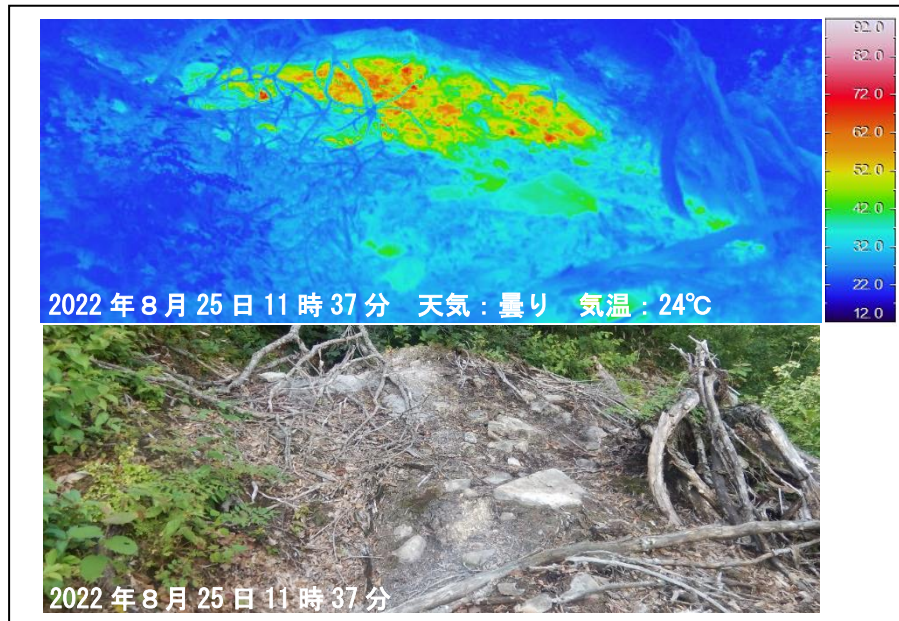


図13 八幡平 よんご沼南の状況と地表面温度分布

・日射の影響により、裸地等では表面温度が高めに表示されている。

2021年以降、上空からの観測で確認されていた地熱域（図12赤破線）が、2022年8月25日に実施した現地調査でも引き続き認められ、地中温度の最高値は96.7°Cだった。

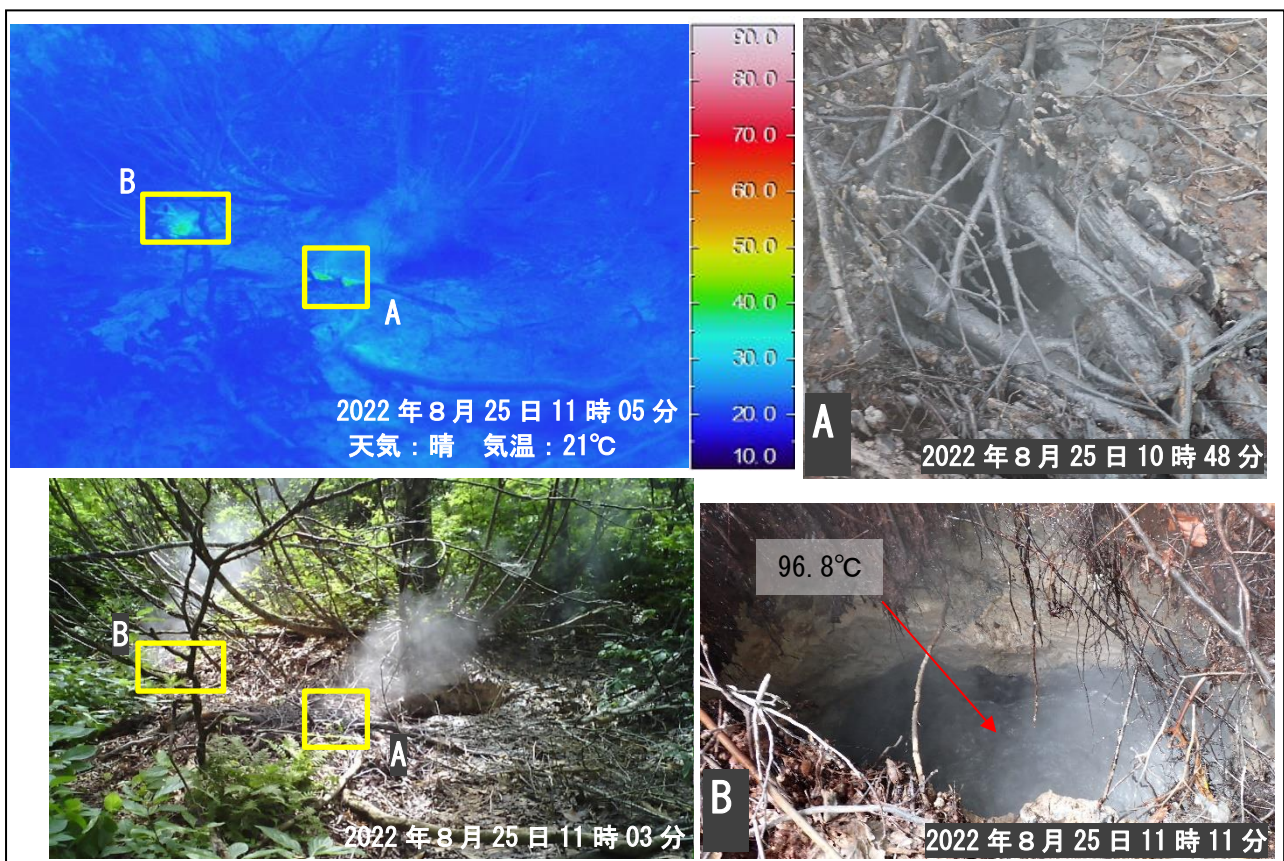


図14 八幡平 よんご沼南の状況と地表面温度分布

・日射の影響により、裸地等では表面温度が高めに表示されている。

2022年8月25日に実施した現地調査では、地熱域（図12赤破線）の北側では、熱水及び泥の噴出が認められ、熱水の温度は96.8°Cだった（赤矢印）。

・噴気などの表面現象の状況

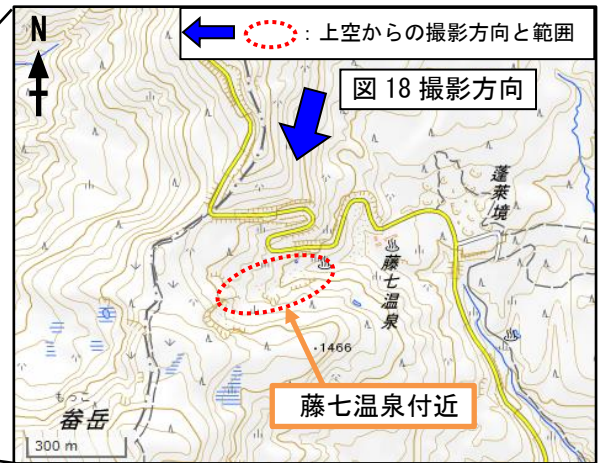
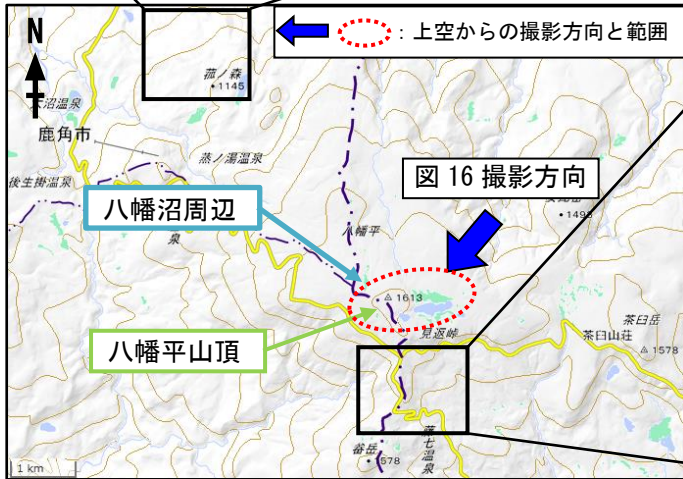
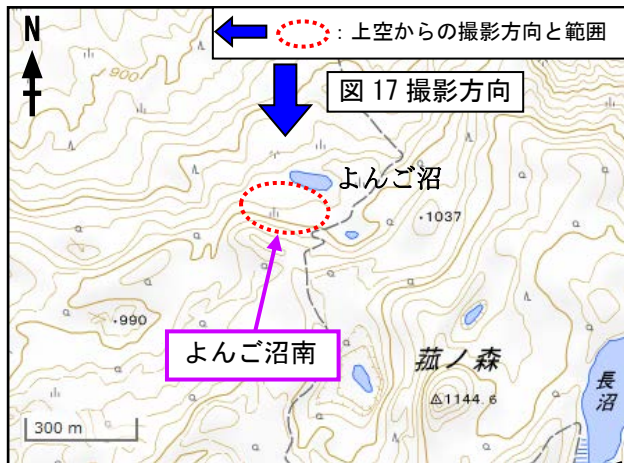


図15 八幡平 写真と地表面温度分布の撮影対象及び撮影方向



図16 八幡平 上空から撮影した八幡沼周辺の状況と地表面温度分布

※日射の影響により、建築物（矢印）では表面温度が高めに表示されている。

八幡沼周辺に噴気や地熱域は認められなかった。

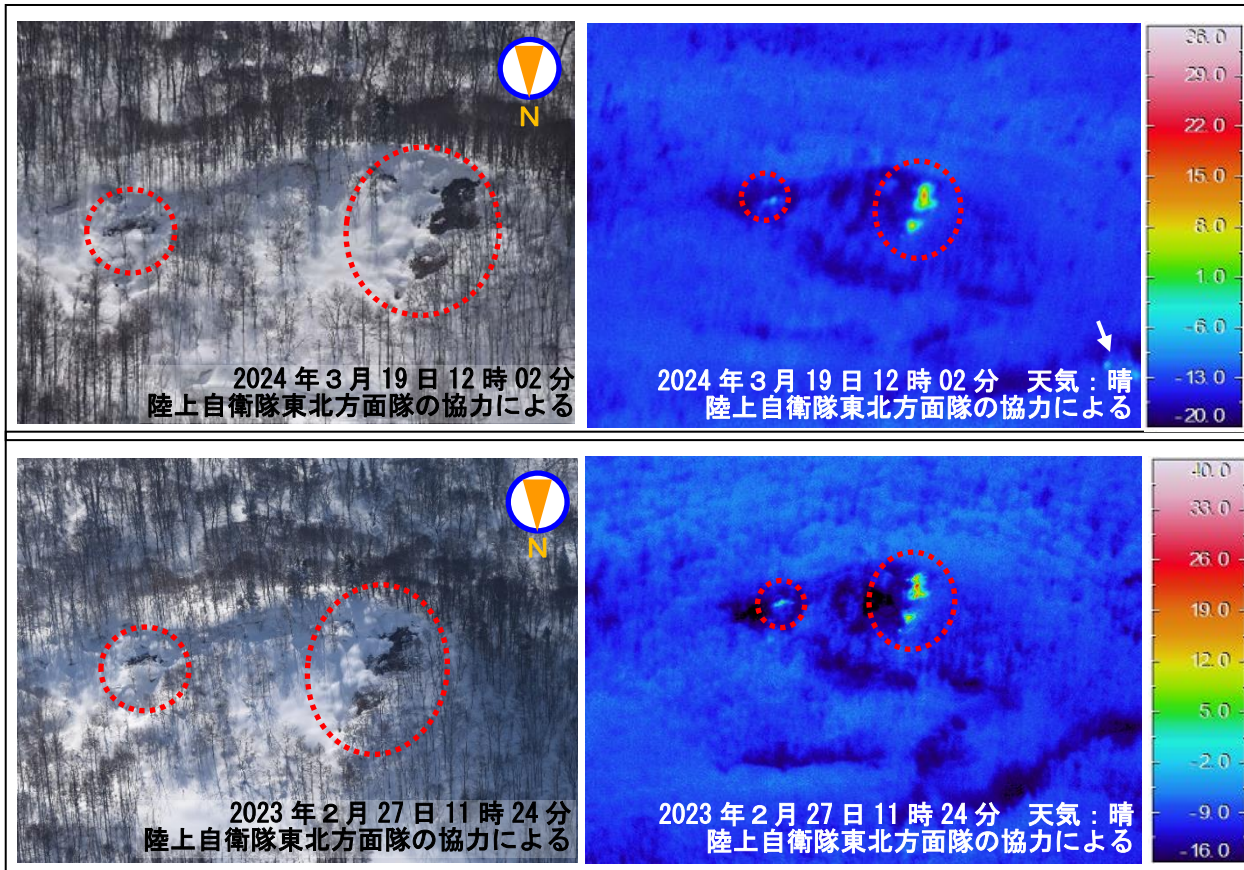


図17 八幡平 上空から撮影したよんご沼南噴気の状態と地表面温度分布
 ※日射の影響により、建築物（矢印）では表面温度が高めに表示されている。

前回（2023年2月27日）の観測と比較して特段の変化は認められなかった。

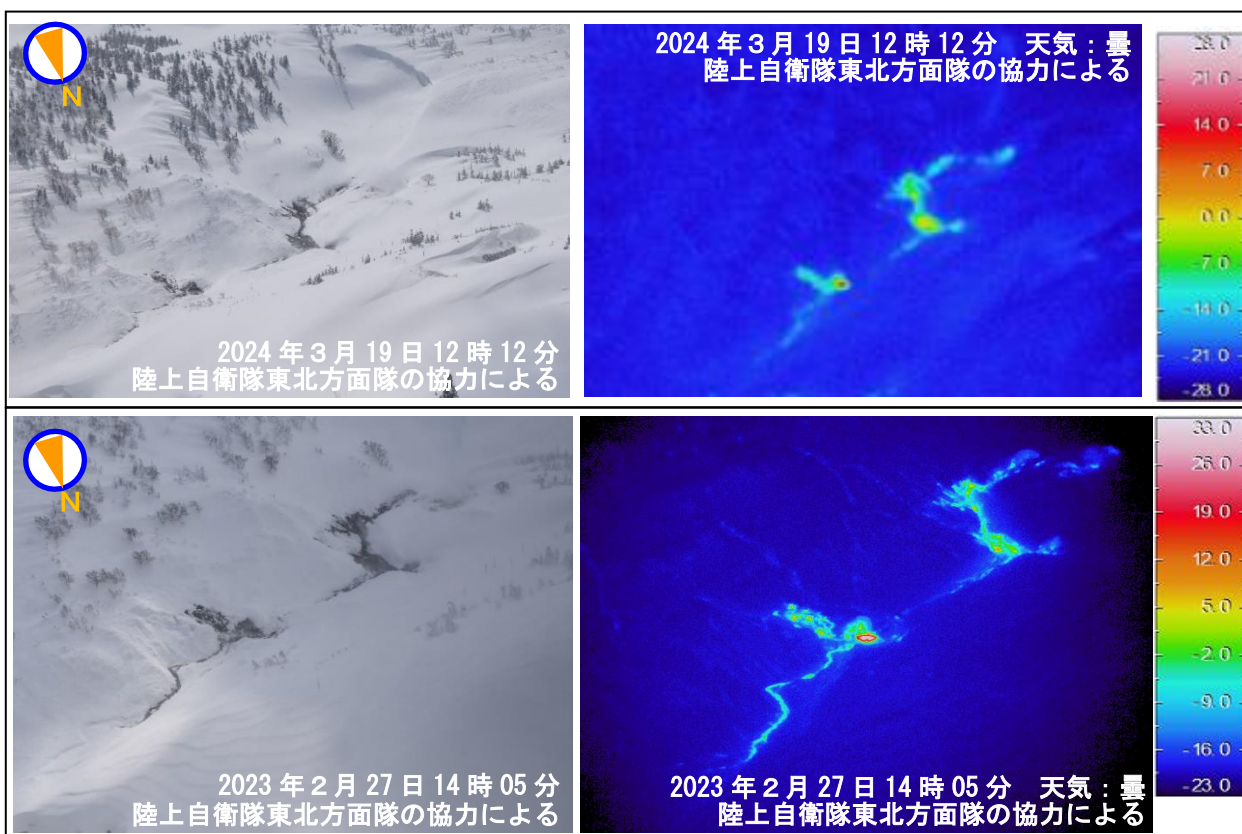


図18 八幡平 上空から撮影した藤七温泉付近の状況と地表面温度分布

前回（2023年2月27日）の観測と比較して特段の変化は認められなかった。

気象庁資料に関する補足事項

1. データ利用について

- ・資料は気象庁のほか、以下の機関のデータも利用して作成している。
国土地理院、東北大学、国立研究開発法人防災科学技術研究所

2. 一元化震源の利用について

- ・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10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。
- ・2016年4月1日以降の震源では、Mの小さな地震は、自動処理による震源を表示している場合がある。自動処理による震源は、震源誤差の大きなものが表示されることがある。
- ・2020年9月以降の震源は、地震観測点の標高を考慮する等した手法で求められている。
- ・速度構造や算出方法については地震月報（カタログ編）[気象庁ホームページ：<https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/bulletin/index.html>]を参照。

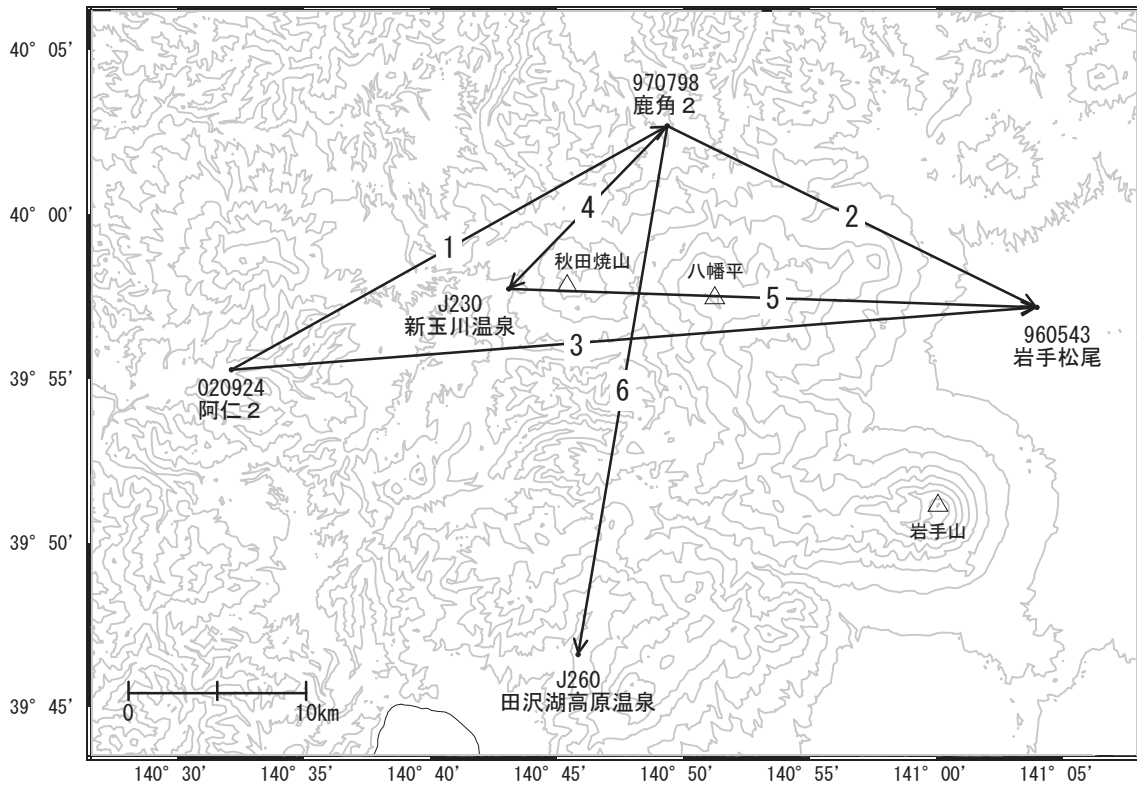
3. 地図の作成について

- ・資料内の地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000(行政界・海岸線・地図画像)』、『数値地図 50m メッシュ(標高)』、『基盤地図情報』及び『電子地形図(タイル)』を使用した。

秋田焼山・八幡平

「鹿角2」－「岩手松尾」等の基線で、2020年8月頃から伸びが見られます。

秋田焼山・八幡平周辺 GNSS連続観測基線図



秋田焼山・八幡平周辺の各観測局情報

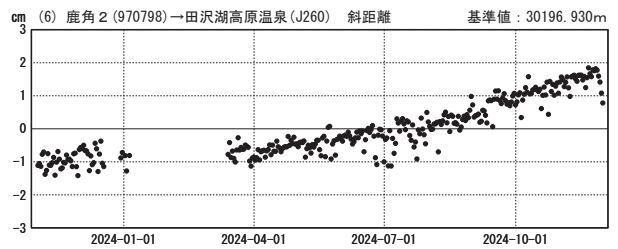
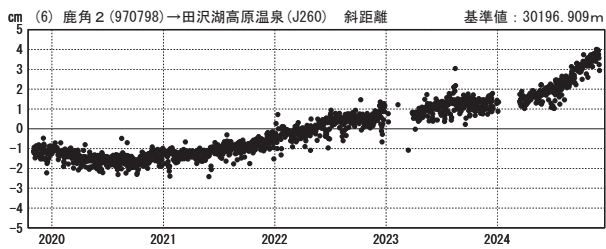
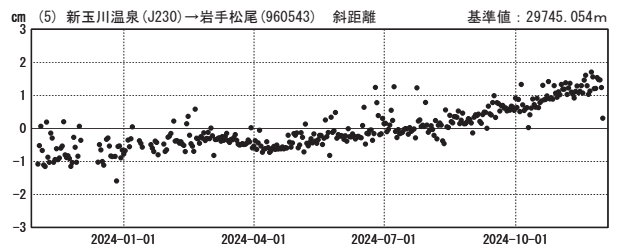
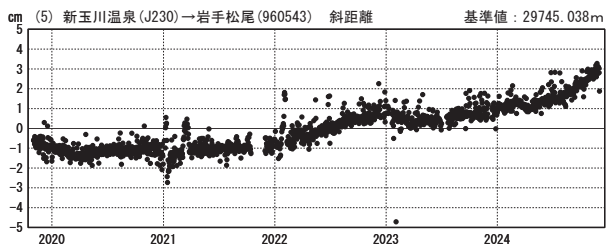
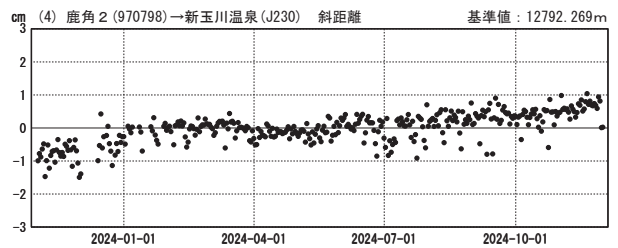
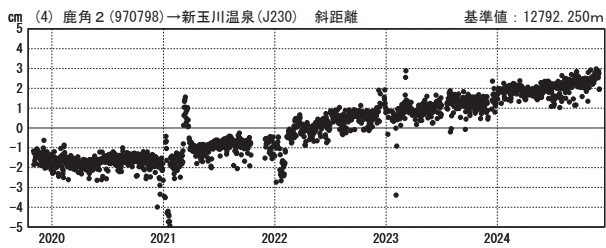
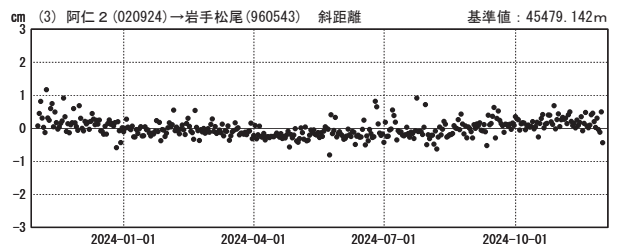
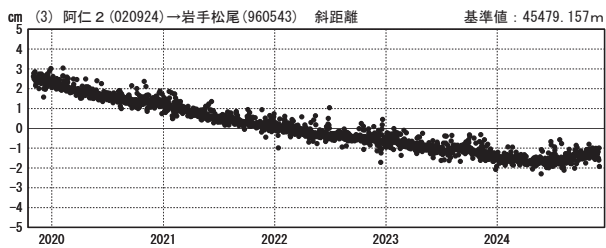
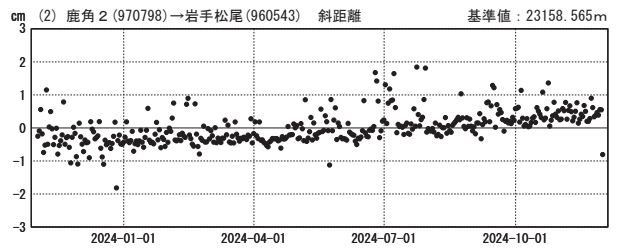
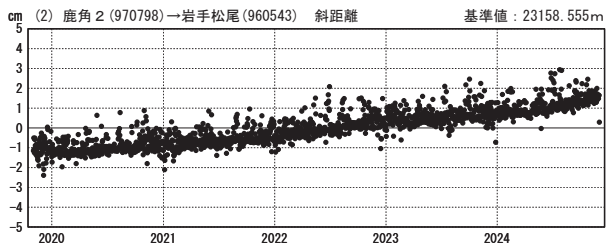
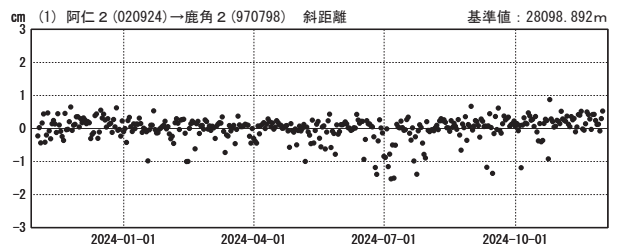
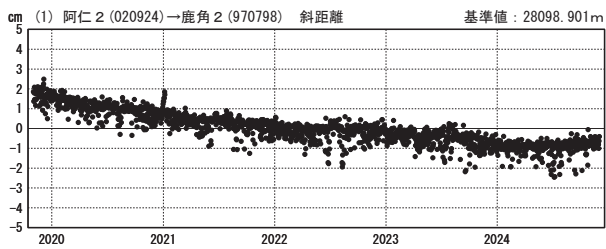
点番号	点名	日付	保守内容
020924	阿仁2	2022-11-03	アンテナ更新
		2023-01-25	受信機交換
		2024-08-28	レドーム開閉
960543	岩手松尾	2022-12-06	アンテナ更新・受信機更新
		2024-08-29	レドーム開閉
970798	鹿角2	2024-08-28	レドーム開閉

基線変化グラフ（長期）

基線変化グラフ（短期）

期間：2019-11-01～2024-11-30 JST

期間：2023-11-01～2024-11-30 JST



●---[F5:最終解]

国土地理院・気象庁

※電子基準点の保守等による変動は補正済み

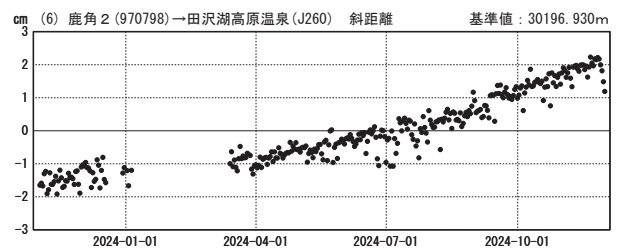
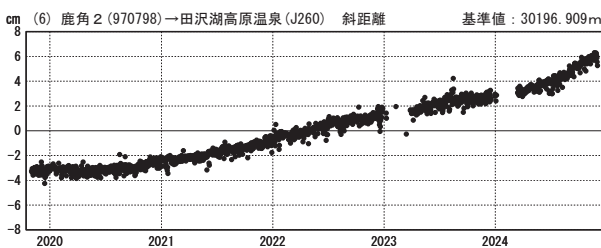
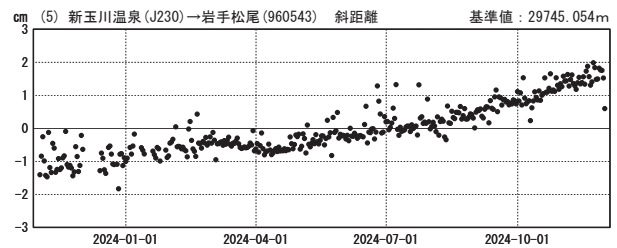
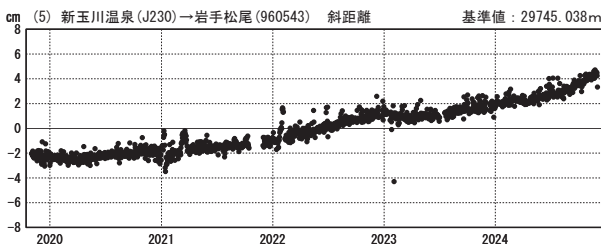
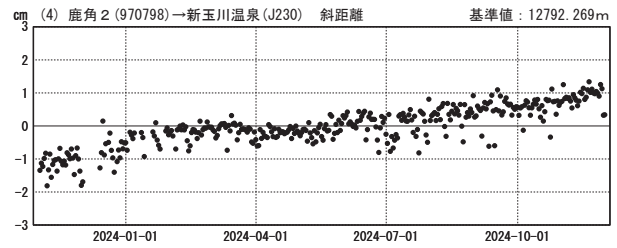
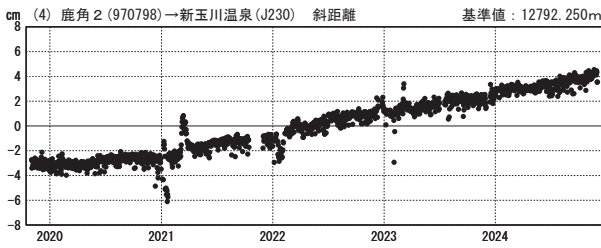
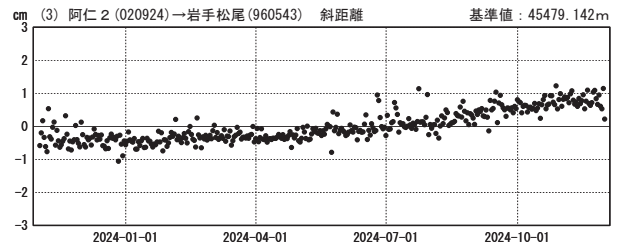
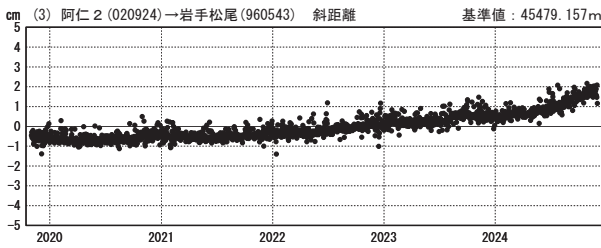
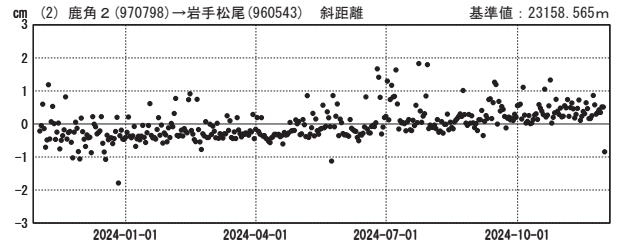
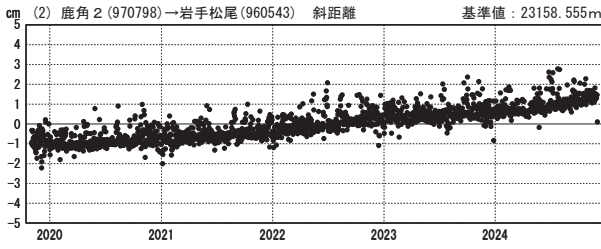
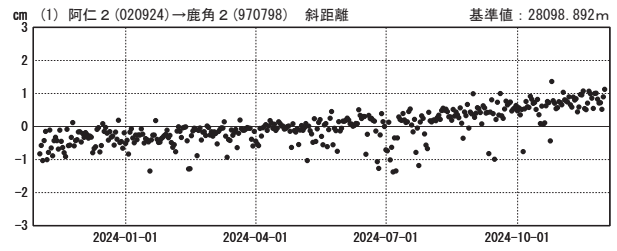
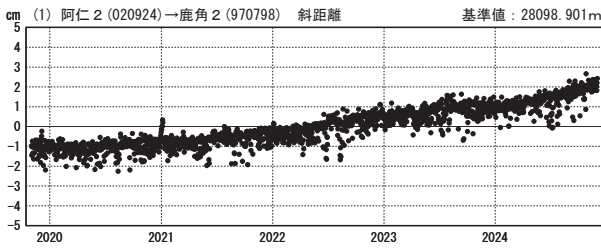
秋田焼山・八幡平

1次トレンド除去後グラフ
基線変化グラフ(長期)

1次トレンド除去後グラフ
基線変化グラフ(短期)

期間: 2019-11-01~2024-11-30 JST

期間: 2023-11-01~2024-11-30 JST 計算期間: 2018-01-01~2020-01-01



●---[F5:最終解]

国土地理院・気象庁

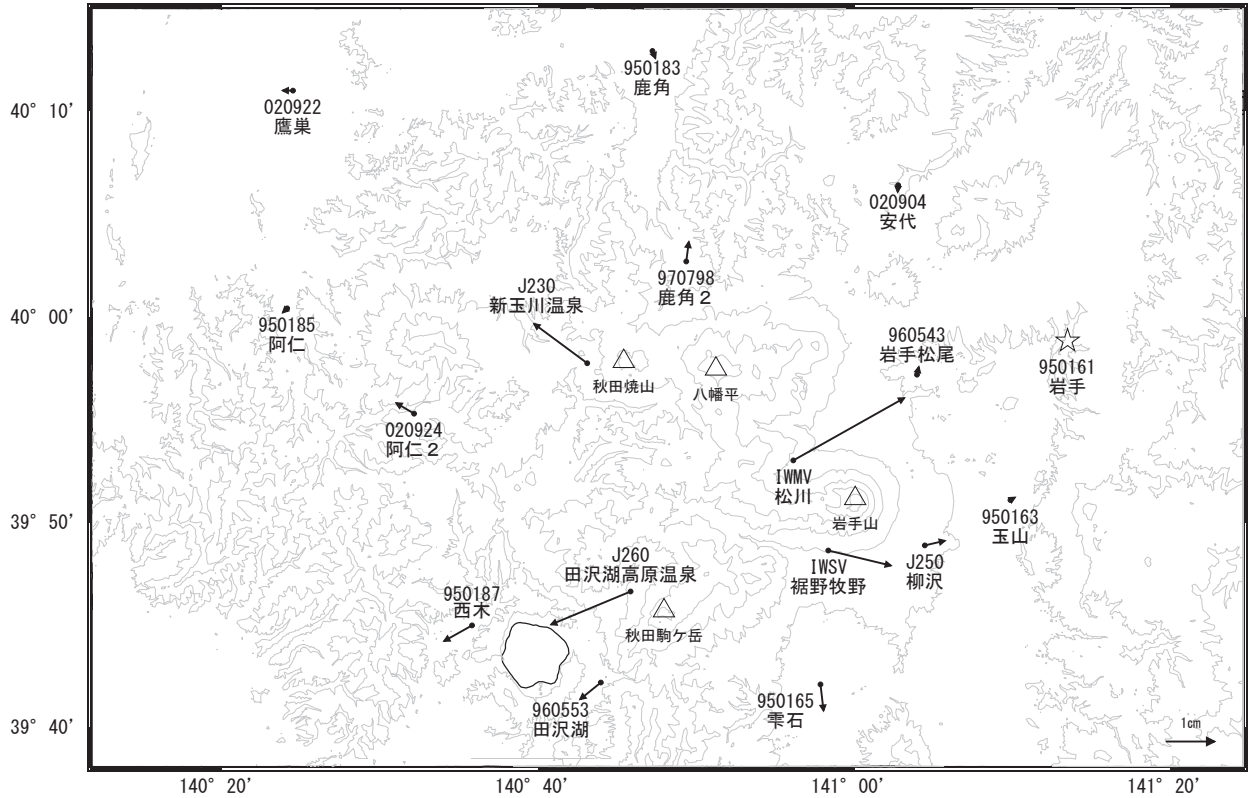
※電子基準点の保守等による変動は補正済み

秋田焼山・八幡平

秋田焼山・八幡平周辺の地殻変動(水平:3か月) 一次トレンド除去

基準期間:2024-08-21~2024-08-30[F5:最終解]
比較期間:2024-11-21~2024-11-30[F5:最終解]

計算期間:2018-01-01~2020-01-01



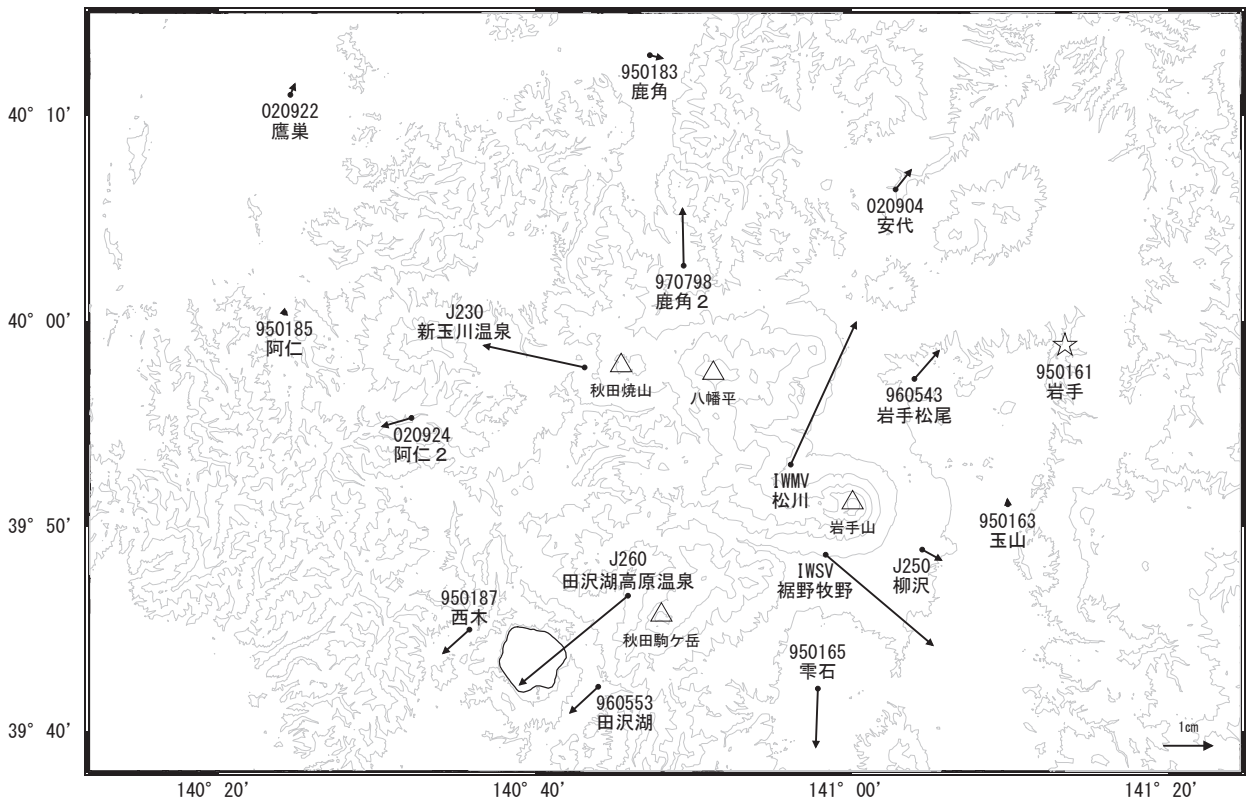
☆ 固定局:岩手(950161)

国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

秋田焼山・八幡平周辺の地殻変動(水平:1年) 一次トレンド除去

基準期間:2023-11-21~2023-11-30[F5:最終解]
比較期間:2024-11-21~2024-11-30[F5:最終解]

計算期間:2018-01-01~2020-01-01



☆ 固定局:岩手(950161)

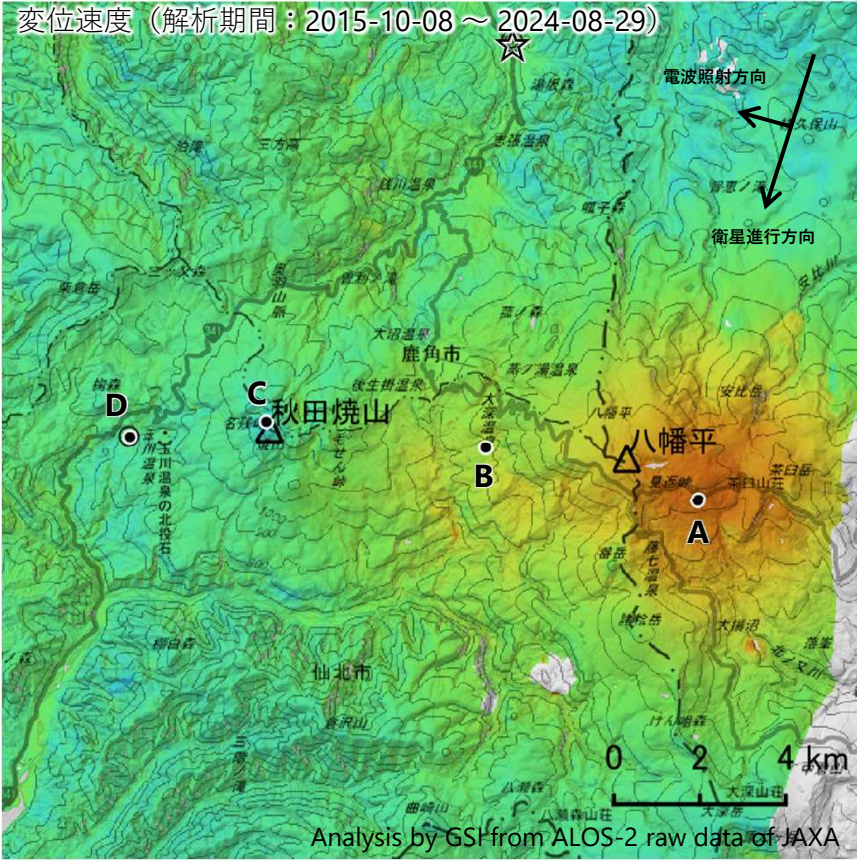
国土地理院・気象庁・防災科学技術研究所

※電子基準点の保守等による変動は補正済み

秋田焼山・八幡平

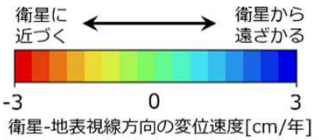
秋田焼山・八幡平の干渉SAR時系列解析結果（南行）

八幡平の地点A周辺において、衛星に近づく変動が見られます。

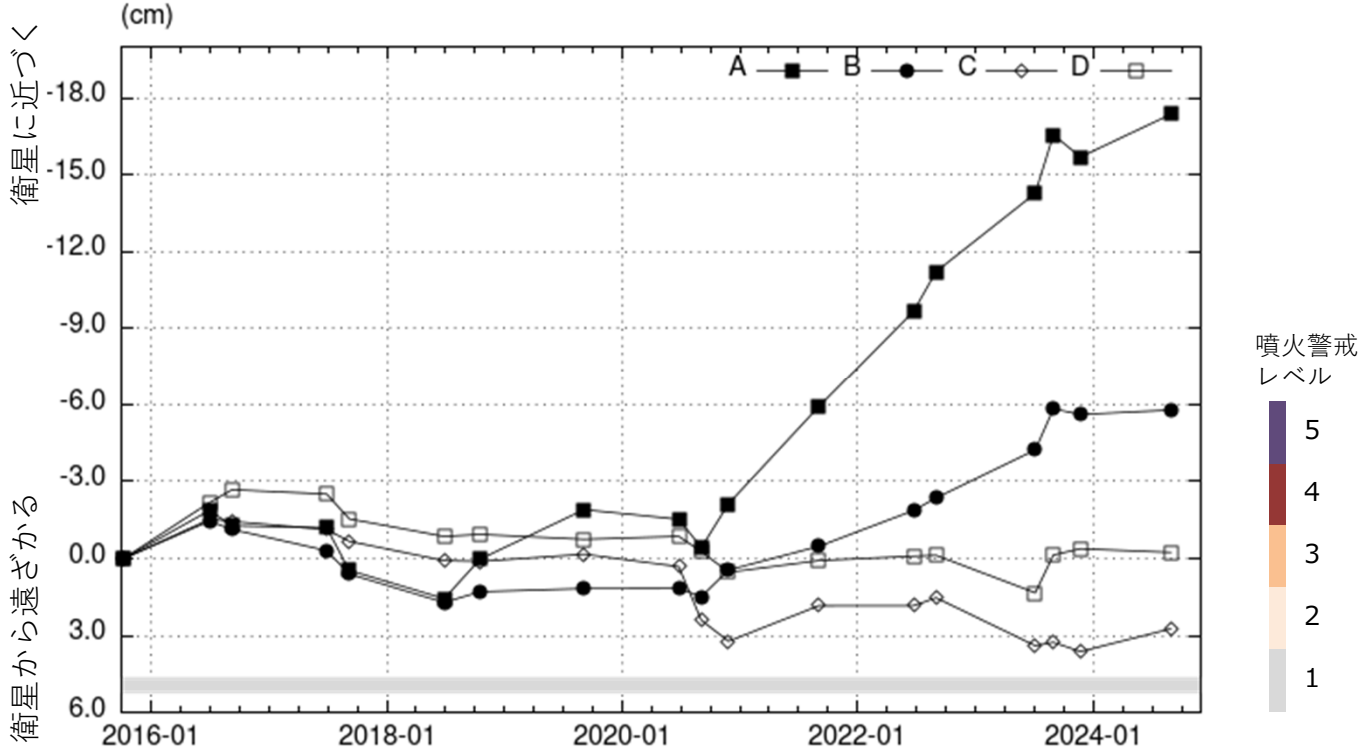


衛星名	ALOS-2
観測期間	2015-10-08 ～ 2024-08-29
入射角*	38.9°
データ数	18
干渉ペア数	29
空間分解能	約 30 m

- * 秋田焼山における入射角
- ◎ 国土地理院GNSS観測点
- 国土地理院以外のGNSS観測点
- ☆ 参照点：
電子基準点「鹿角2」付近



背景：地理院地図 標準地図
陰影起伏図・傾斜量図
干渉SAR時系列解析手法：SBAS法



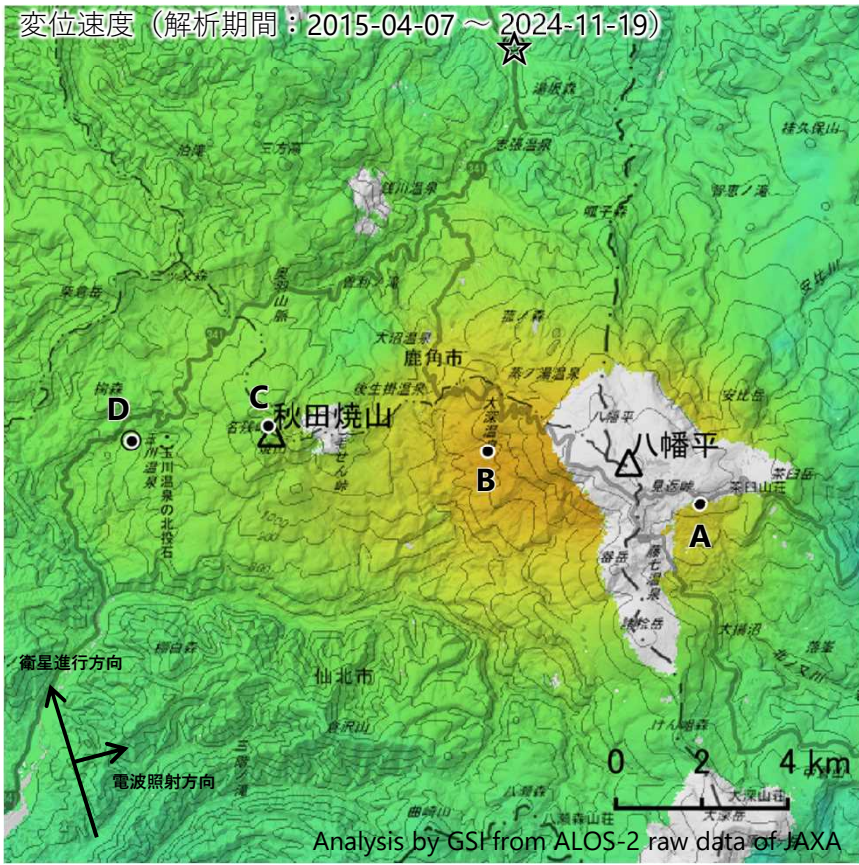
地点A・B・C・Dにおける衛星-地表視線方向の変位の時系列

秋田焼山・八幡平

本解析で使用したデータの一部は、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。
対流圏遅延補正には、気象庁数値予報格子点データを使用しています。

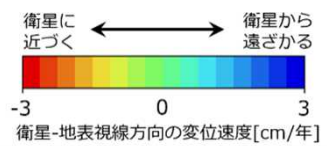
秋田焼山・八幡平の干渉SAR時系列解析結果（北行）

八幡平の地点A及び地点B周辺において、衛星に近づく変動が見られます。

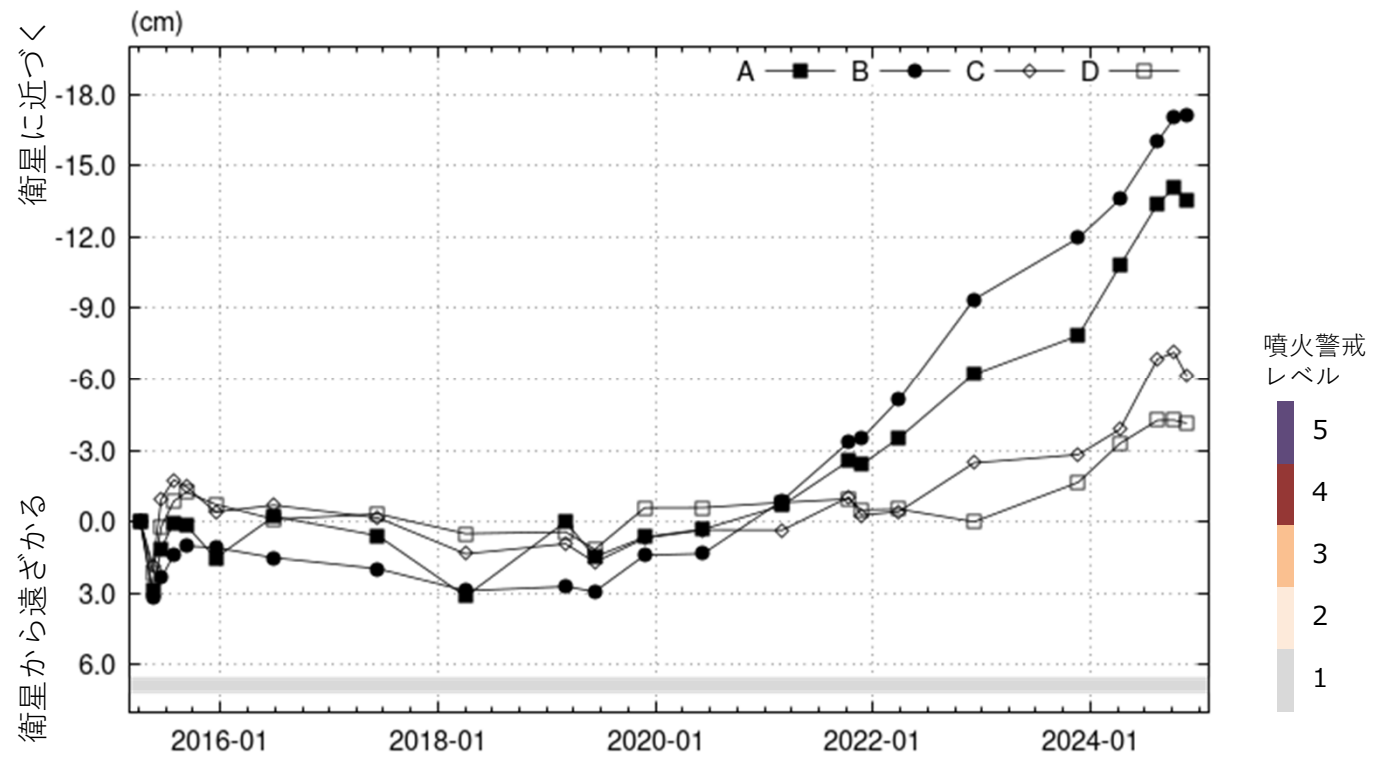


衛星名	ALOS-2
観測期間	2015-04-07 ～ 2024-11-19
入射角*	39.7°
データ数	23
干渉ペア数	129
空間分解能	約 48 m

- * 秋田焼山における入射角
- ◎ 国土地理院GNSS観測点
- 国土地理院以外のGNSS観測点
- ☆ 参照点：
電子基準点「鹿角2」付近



背景：地理院地図 標準地図
陰影起伏図・傾斜量図
干渉SAR時系列解析手法：SBAS法



地点A・B・C・Dにおける衛星-地表視線方向の変位の時系列

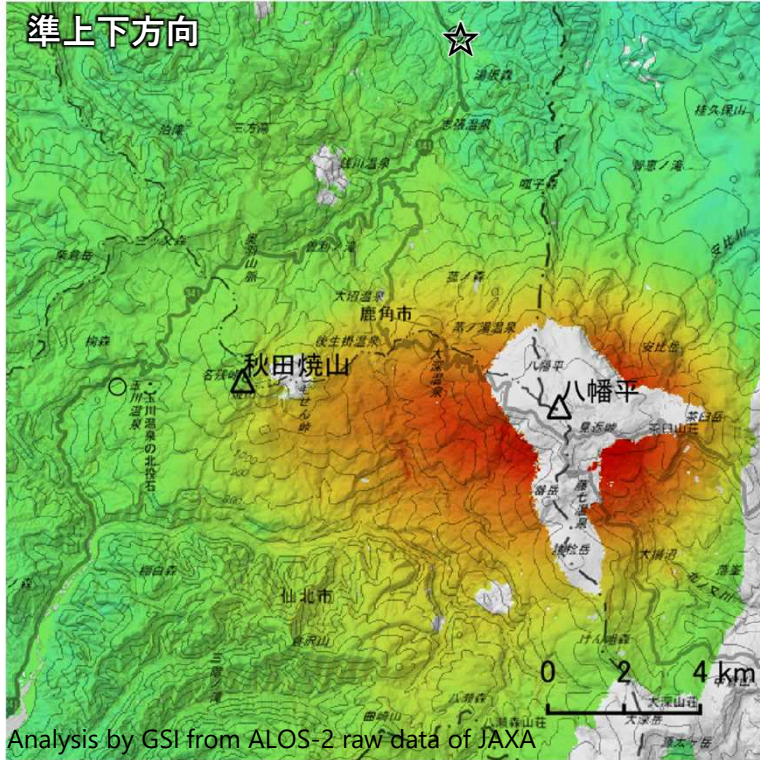
秋田焼山・八幡平

本解析で使用したデータの一部は、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。対流圏遅延補正には、気象庁数値予報格子点データを使用しています。

秋田焼山・八幡平の2.5次元解析結果（2020年～2024年）

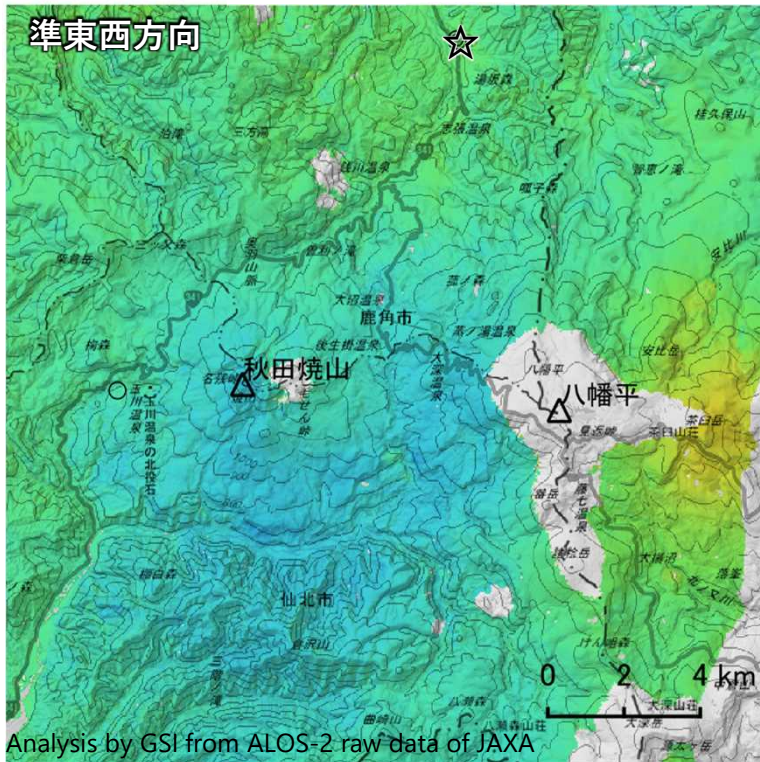
八幡平周辺において隆起が見られます。また、八幡平の西側では西向き、東側では東向きの変動が見られます。

解析ペア：2020-06-25～2024-08-29（東→西）、2020-06-09～2024-11-19（西→東）



- ◎ 国土地理院GNSS観測点
- 国土地理院以外のGNSS観測点
- ☆ 参照点：電子基準点「鹿角2」付近

沈降 隆起
-5 0 5
準上下方向の変位速度[cm/年]



- ◎ 国土地理院GNSS観測点
- 国土地理院以外のGNSS観測点
- ☆ 参照点：電子基準点「鹿角2」付近

西向き 東向き
-5 0 5
準東西方向の変位速度[cm/年]

背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

秋田焼山・八幡平

本解析で使用したデータの一部は、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。対流圏遅延補正には、気象庁数値予報格子点データを使用しています。

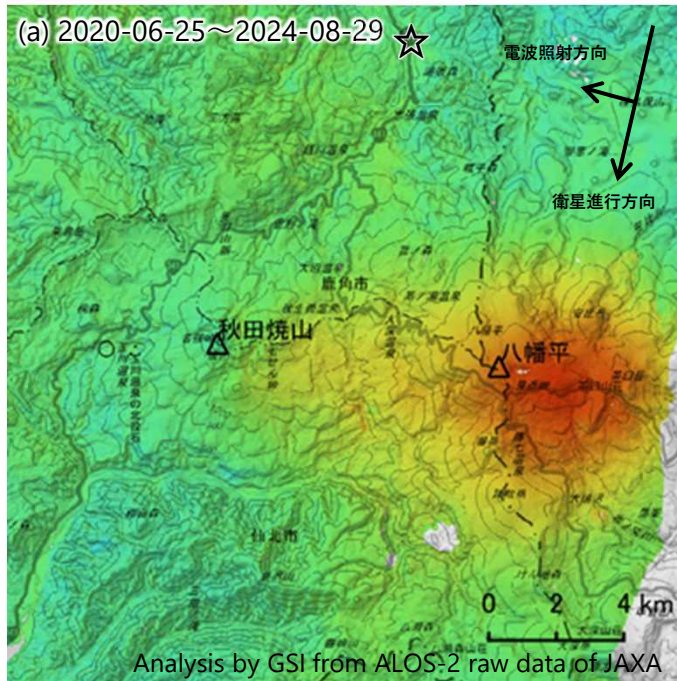
秋田焼山・八幡平の2.5次元解析結果（2020年～2024年）

衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日*1 計算期間*2	2015-10-08～2024-08-29 (a) 2020-06-25～2024-08-29	2015-04-07～2024-11-19 (b) 2020-06-09～2024-11-19
衛星進行方向	南行	北行
電波照射方向	右(西)	右(東)
入射角	38.9°	39.7°
空間分解能	約 48 m	約 48 m

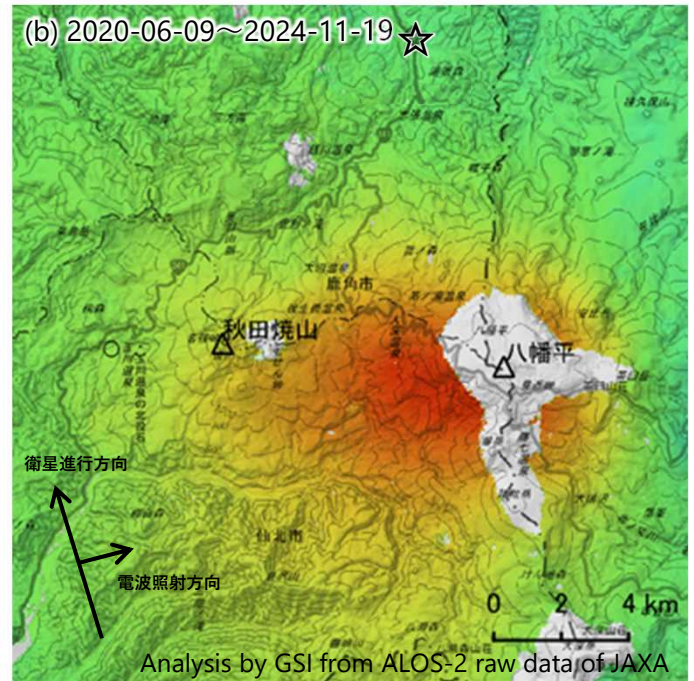
*1 観測日：SBAS法に使用した期間

*2 計算期間：変位を計算した期間

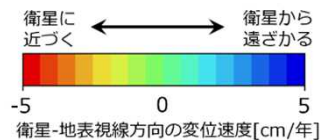
南行軌道の変位速度



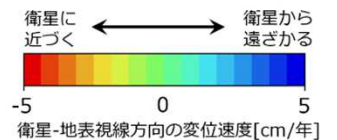
北行軌道の変位速度



- ◎ 国土地理院GNSS観測点
- 国土地理院以外のGNSS観測点
- ☆ 参照点：電子基準点「鹿角2」付近



- ◎ 国土地理院GNSS観測点
- 国土地理院以外のGNSS観測点
- ☆ 参照点：電子基準点「鹿角2」付近



背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

秋田焼山・八幡平

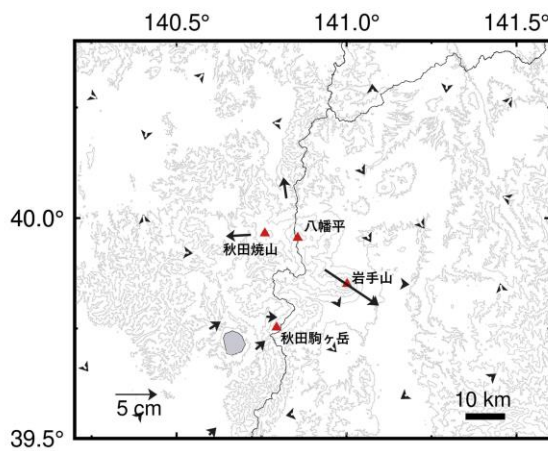
本解析で使用したデータの一部は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。対流圏遅延補正には、気象庁数値予報格子点データを使用しています。

八幡平における 2020–2023 年の地殻変動と圧力源推定

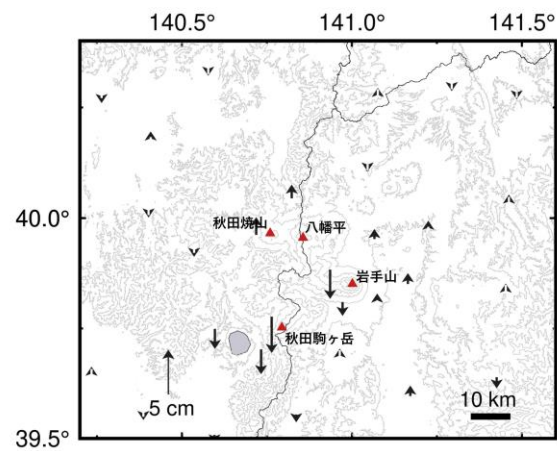
GNSS 解析と SAR 解析により八幡平における 2020–2023 年の地殻変動を明らかにし、圧力源（等方膨張モデル）の位置と圧力変化量を推定した。

GNSS 解析による地殻変動

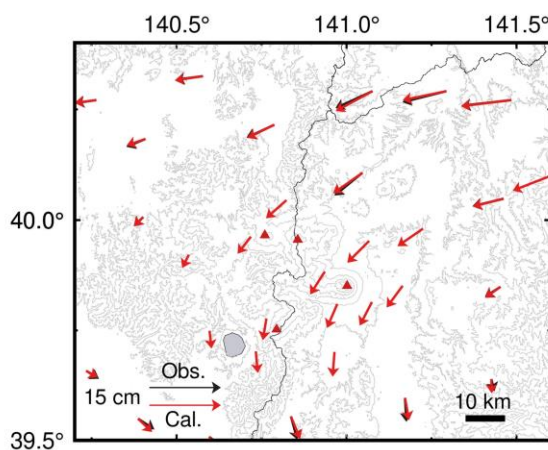
基準期間：2020-01-06_2020-02-05
 比較期間：2023-11-06_2023-12-06
 水平変位（広域変動補正後）



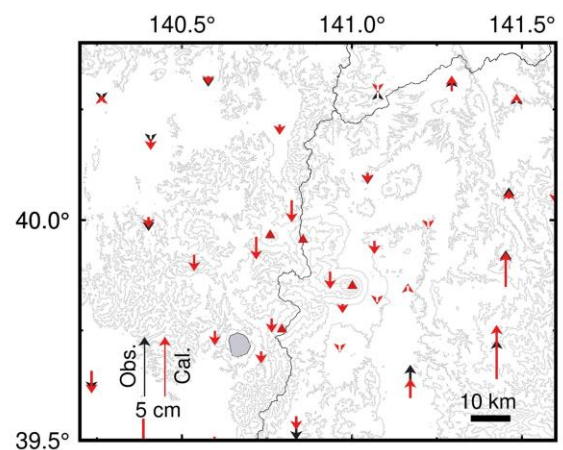
基準期間：2020-01-06_2020-02-05
 比較期間：2023-11-06_2023-12-06
 上下変位（広域変動補正後）



水平変位（広域変動補正モデル）

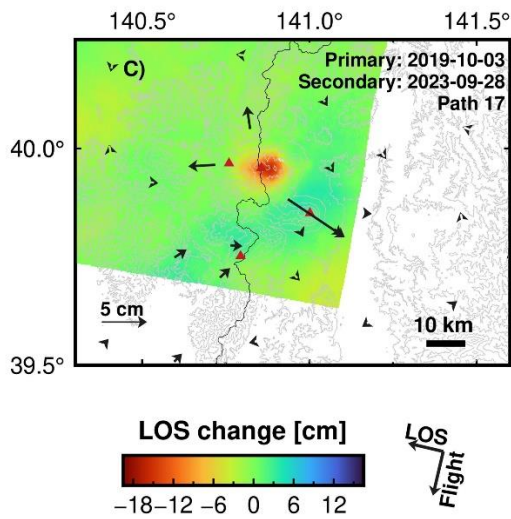
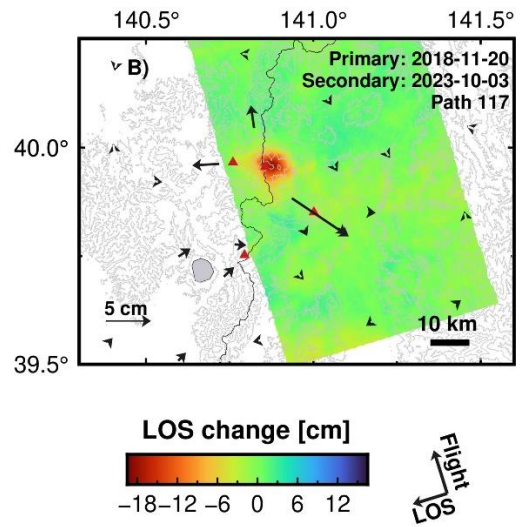
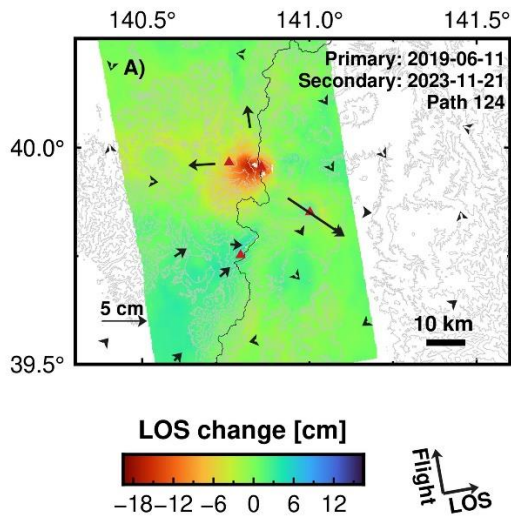


上下変位（広域変動補正モデル）



- ・ 上段に広域の定常的地殻変動を補正したベクトル図，下段に広域の定常的地殻変動のモデルを示す。
- ・ 広域の定常的な地殻変動を補正するために、火山周辺以外の観測点における地殻変動を 5 次多項式で近似した。
- ・ 固定点は GEONET 男鹿 2 (960551) とした。

SAR 解析による地殻変動

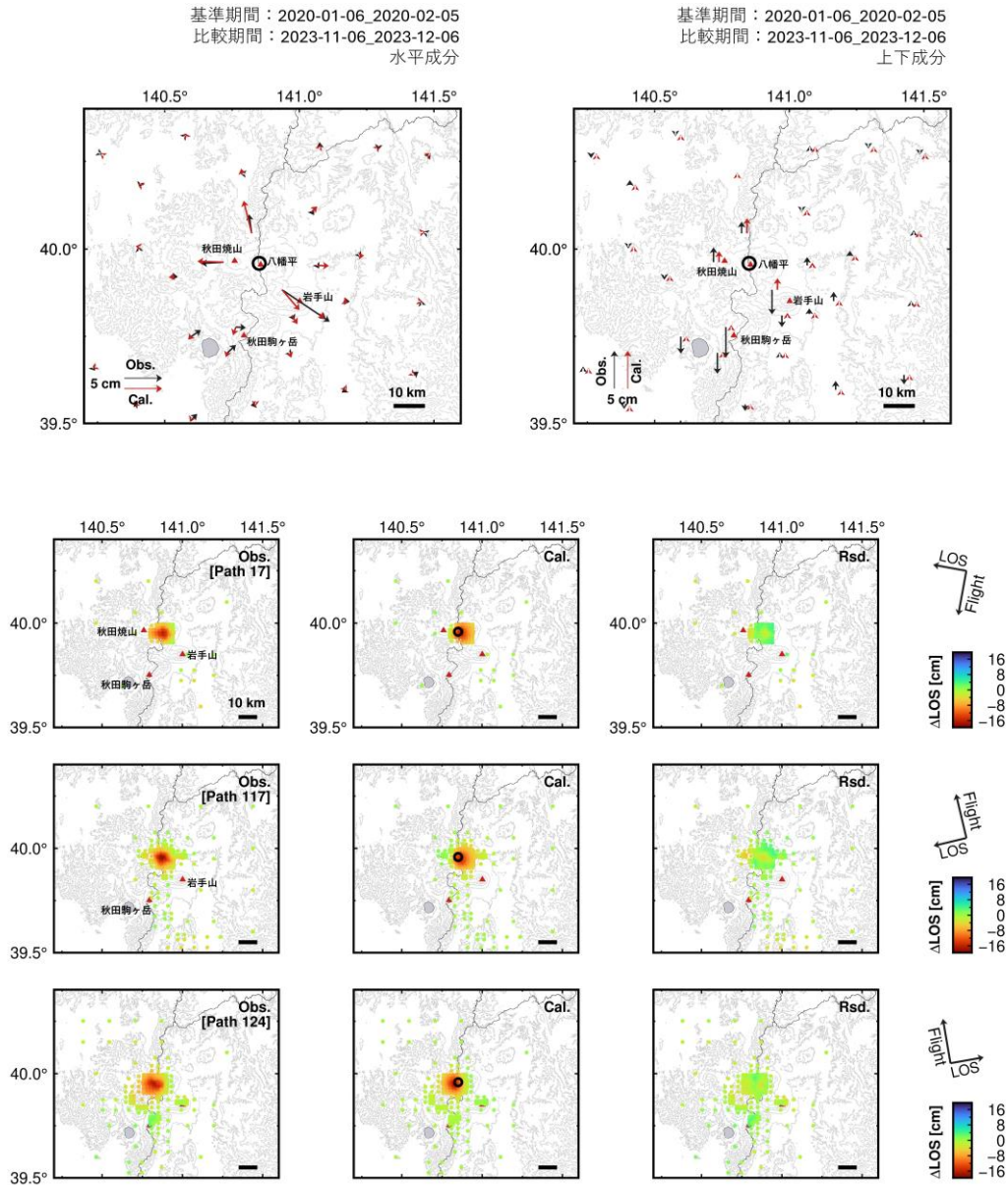


SAR 解析で使したデータ

図	パス	衛星進行方向	レーダー照射方向
A)	124	北行	右
B)	117	北行	左
C)	17	南行	右

- ・ 負の値（暖色）は視線距離短縮を示す.
- ・ ベクトルは GNSS 解析の水平変位を示す.
- ・ 観測日は図右上に示す.

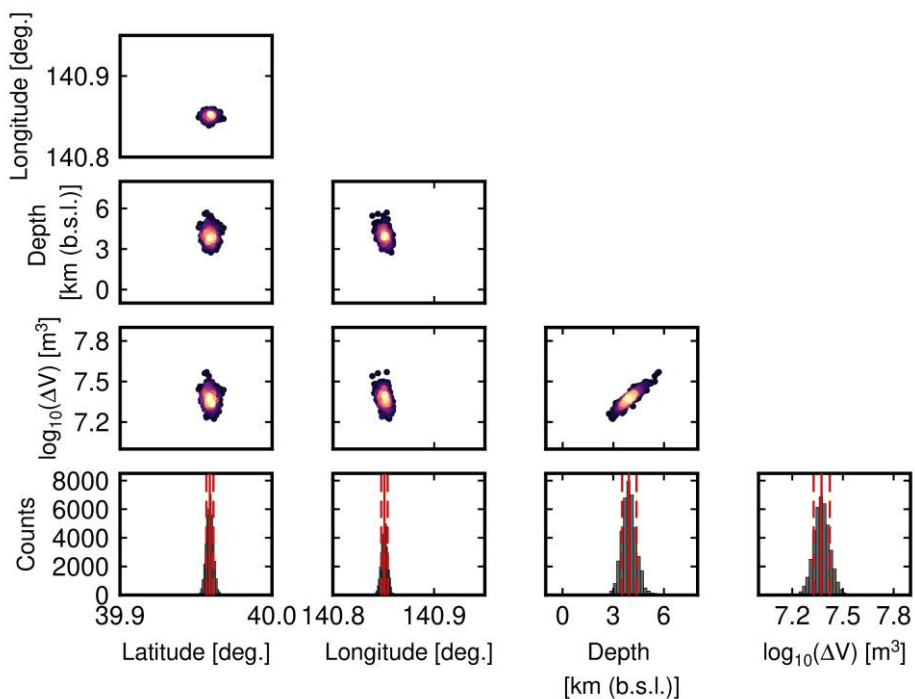
GNSS 解析と SAR 解析の結果に基づく圧力源推定 (等方膨張モデル)



- ・ 本解析では等方膨張モデルを採用し、圧力源を半径 2km と仮定した。
- ・ 最適パラメータはマルコフ連鎖モンテカルロ法により探索した。
- ・ 体積変化量は圧力変化量の最適パラメータを推定したのちに、Cervelli (2013) の近似式で変換した。
- ・ 最適モデルの体積変化量は 2.36×10^7 m³ である。
- ・ 地形の影響は Varying-depth model (Williams and Wadge, 1998) により補正した。
- ・ SAR 解析の結果は四分木法によりデータ数を削減したものを使用した。

- ・ GNSS 解析の結果の水平変位には 1mm, 上下変位には 3mm のデータの重みを与えた.
- ・ SAR 解析の結果には火山周辺以外における視線距離変化量の分散をデータの重みとして与えた.
- ・ 丸括弧内は事後確率分布の 1σ を示す.

(参考) コーナープロット



八幡平の地震活動

【概要】

- ・ 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託を受けて三菱マテリアルテクノ株式会社が八幡平で実施した微小地震観測の検測データの提供を受け、今後の調査研究方策の検討に資するために地震発生状況等の確認を行った。
- ・ 茶臼岳付近において、気象庁一元化震源には登録されていない多数の微小地震が観測期間（2020年8月～10月及び2021年9月～2023年6月）を通じて発生していることが確認された。
また、気象庁一元化震源と三菱マテリアルテクノ(株)による震源決定結果の間には、系統的な深さの差異（平均約5 km）が認められた。
- ・ 茶臼岳付近では低周波成分に富む地震も発生している。このような地震も含めた火山性地震の活動推移と活動領域の把握のためには、震源域近傍での観測が重要である。

謝辞: 本資料には、三菱マテリアルテクノ株式会社が、新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託を受けて八幡平地域を対象に実施した「超臨界地熱発電技術研究開発／超臨界地熱資源の評価と調査井仕様の詳細設計／八幡平地域における超臨界地熱資源の評価に関する研究開発（2019～2020年度）」及び「地熱発電導入拡大研究開発／超臨界地熱資源技術開発／超臨界地熱資源量評価（八幡平地域）（2021～2023年度）」のデータ（微小地震観測の検測値及び震源決定結果）を使用しました。また、防災科学技術研究所の基盤的火山観測網のデータも使用しました。地形図の作成には国土地理院発行の「数値地図 10 m メッシュ」を使用しました。東北大学における観測及び解析には文部科学省による「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」及び「同（第3次）」の支援を受けました。ここに記して感謝の意を表します。

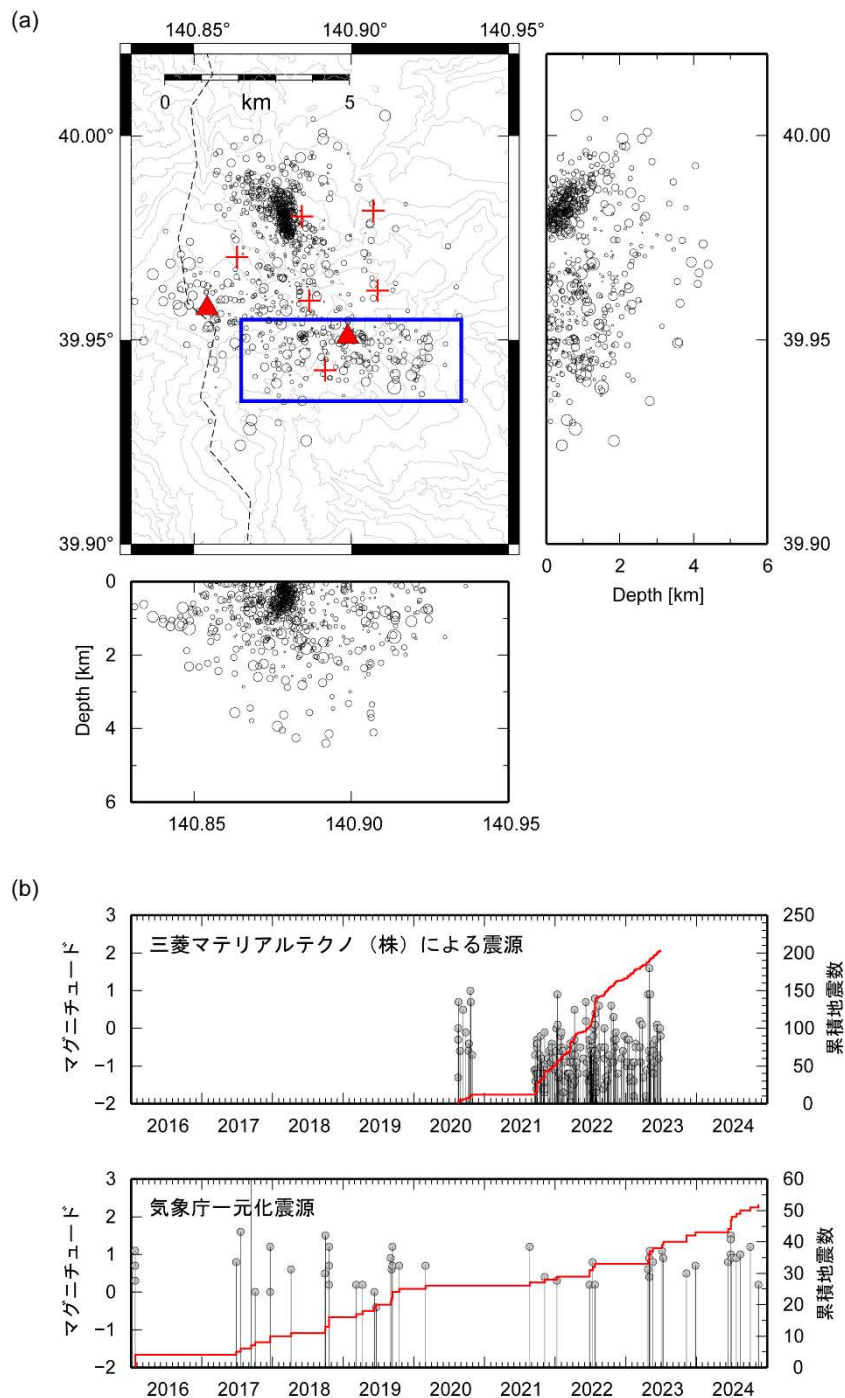


図1. (a) 三菱マテリアルテクノ(株)による微小地震観測と震源決定結果。赤の十印と黒丸がそれぞれ観測点位置と決定された震源を表す。赤三角は茶臼岳と見返峠近傍の最高標高点。震源は水平決定誤差が 200 m 以下のもののみを示した。(b) (a) の青枠範囲の地震についての M-T 図。上段は三菱マテリアルテクノ(株)の震源決定結果、下段は気象庁一元化震源。

三菱マテリアルテクノ(株)による微小地震の観測期間(2020年8月~10月及び2021年9月~2023年6月)に多数の微小地震が捉えられた。茶臼岳付近の地震については、気象庁一元化震源に記載のない地震が大半である。なお、北西側の密集した地震は安比地域の坑井工事に関連するとみられる。

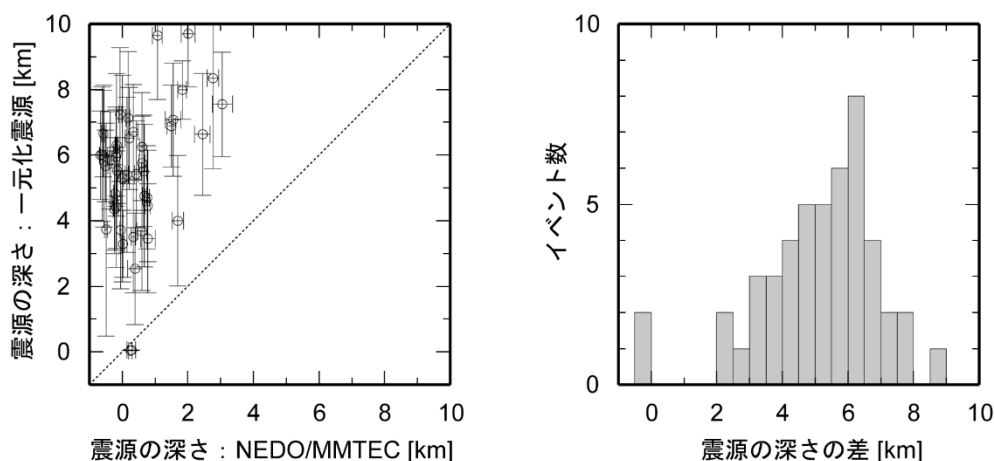


図2. 気象庁一元化震源と三菱マテリアルテクノ(株)による震源の震源深さの比較: (左) 震源の深さの比較。(右) 両者の差の頻度分布。

三菱マテリアルテクノ(株)による震源決定結果のうち、水平方向の震源決定誤差が 500 m 以内の地震を選択し、その発震時刻と震央に対して±1 秒以内・4 km 以内である地震を気象庁一元化震源から抽出して、比較した。

使用する観測点の震央距離の違いや震源決定に使用する速度構造の差異により、気象庁一元化震源は平均して約 5 km 深く決定される傾向がある。

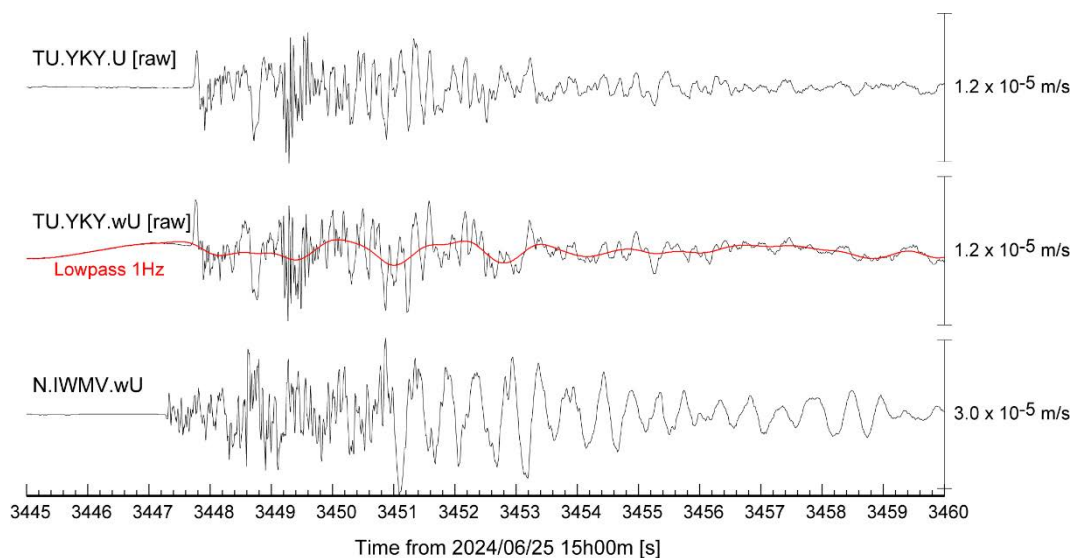


図3. 低周波成分に富む地震の例(2024年6月25日 15:57): 東北大学・秋田焼山 TU.YKY 観測点(茶臼岳の北西約 10.5 km)と防災科学技術研究所・岩手山松川 N.IWMV 観測点(南東約 8 km)における速度波形。

U と wU はそれぞれ短周期地震計と広帯域地震計の上下動成分を表す。気象庁一元化震源では、この地震の震央は茶臼岳の東約 0.5 km、深さは海拔下 6.1 km である。

このような初動付近から低周波成分に富む地震が散発的に観測されるが、実際の発生領域(特に深さ)は明らかではなく、精査が必要である。

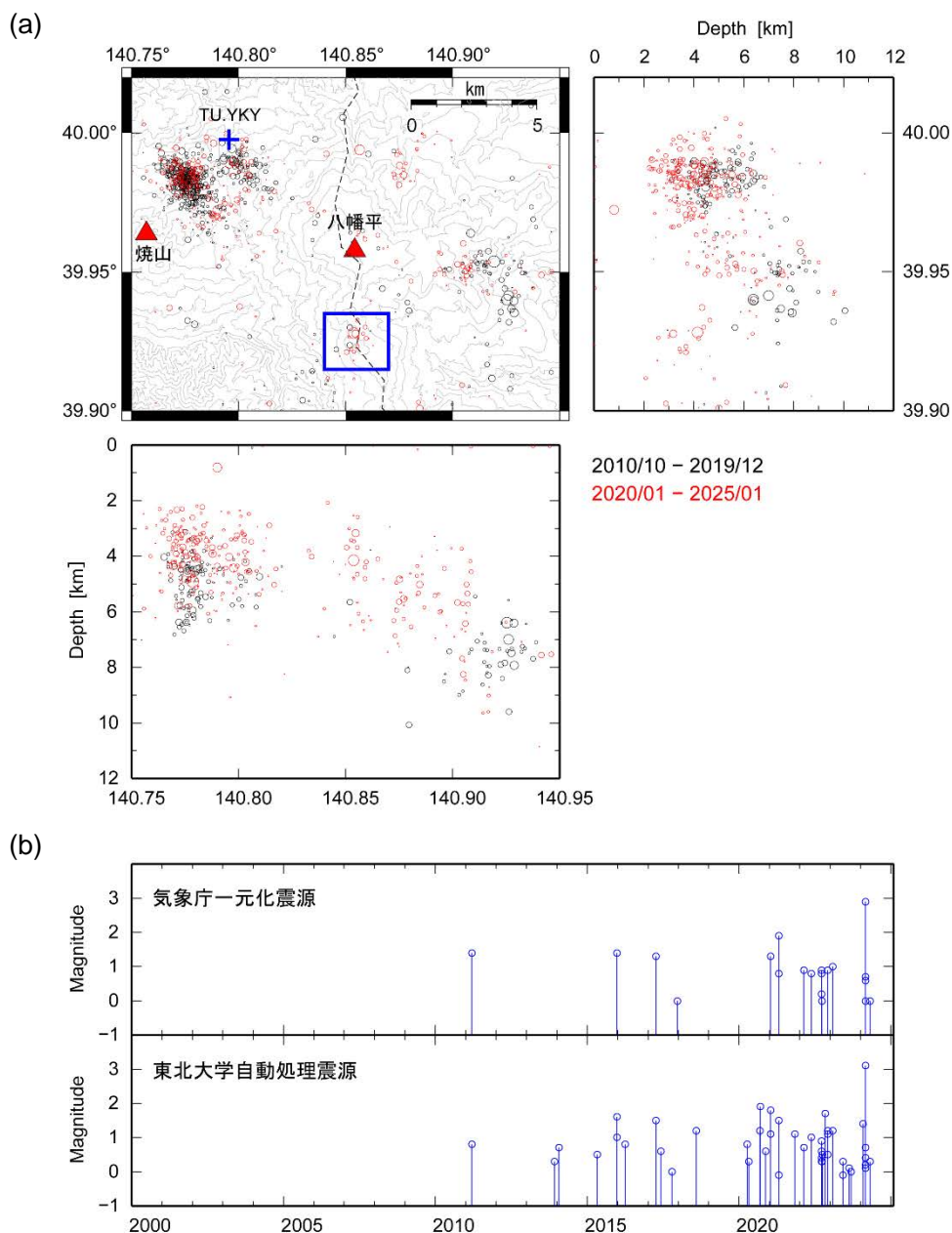


図4. 八幡平山頂の南側における地震活動：(a) 気象庁一元化震源による震源分布。黒丸と赤丸は、それぞれ2010年10月～2019年12月と2020年1月～2025年1月の震源。(b) 八幡平山頂の南方約3kmの地震活動域((a)の青枠内)についての気象庁一元化震源及び東北大学の火山自動処理震源のM-T図。

2020年以降、八幡平山頂の南側約3kmの領域及び北東側における地震活動がやや高い状態で推移している。山頂南側約3kmの領域においては、1996年12月頃にも地震が群発的に発生している(東北大学, 1997)。

参考文献

東北大学理学部地震予知・噴火予知観測センター (1997) 八幡平火山地域における地震活動(1996年10月～1997年1月), 火山噴火予知連絡会会報, 67, 1-2.

https://www.jma.go.jp/jma/kishou/shingikai/ccpve/Report/067/kaiho_067_02.pdf

稠密 GNSS 観測網の基線長変化から見た八幡平の地殻変動

【概要】

国土地理院、ソフトバンク株式会社（以下、ソフトバンク）が運用する GNSS 観測点のデータを用いて、八幡平近傍の地殻変動を基線長変化として調べた。国土地理院の GEONET に加えて、ソフトバンクの独自基準点データを用いることでより高い空間分解能で地殻変動の把握が可能になった。

【使用データおよび解析】

岩手山山頂を中心とした半径 40km 内に位置する国土地理院 電子基準点 11 点、ソフトバンク 独自基準点 31 点、防災科学技術研究所 GNSS 観測点 2 点、気象庁 GNSS 観測点 2 点、東北大学 GNSS 観測点 5 点の合計 51 観測点のデータ（図 1）を GipsyX Ver. 2.2 の精密単独測位法を用いて日座標値を推定した。このうち、2025 年 2 月 1 日までの各観測点における時系列データから、八幡平に近い観測点間で日々の基線長を計算し、それらを時系列としてプロットした（図 2）。なお、同基線長変化図では、定常トレンド、共通誤差成分、年周・半年周成分等は差し引いていない。

【結果・議論】

八幡平周辺では BH1K-BH4G, BH1K-0798 間の基線で長期的な伸びの傾向が確認できる。ソフトバンク独自基準点データが使用可能な期間が限られているため、それ以前の傾向は不明だが、複数の基線で同様の傾向が見られることから、これら基線の伸びは八幡平の活動^[1]に関連している可能性がある。一方、BH4G-BH4O や 0798-BH4O 間で 2024 年中頃から基線長の伸びが確認できるが、これは岩手山の火山活動にともなう地殻変動を反映していると考えられる。

謝辞：本研究で使用したソフトバンクの独自基準点の後処理解析用データは、ソフトバンク株式会社および ALES 株式会社より「ソフトバンク独自基準点データの宇宙地球科学用途利活用コンソーシアム」の枠組みを通じて、ソフトバンク株式会社および ALES 株式会社より提供を受けたものを使用しました。国土地理院の電子基準点 RINEX データを使用しました。防災科学技術研究所が運用する基盤的火山観測網 (V-net) の GNSS データ (IWUV, IWSV) を使用させて頂きました。気象庁が運用する GNSS 観測点のデータ (J230, J250) を使用させて頂きました。地形図の作成には国土地理院発行の「数値地図 10m メッシュ (DEM10B)」を使用しました。観測及び解析には文部科学省による「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画 (第 3 次)」の支援を受けました。ここに記して感謝の意を表します。

[1] 火山調査委員会 (2024) : 111 の活火山の調査観測結果に関する資料 (東北地方), 第 3 回火山調査委員会資料, p.26, https://www.mext.go.jp/content/20240925-mxt_jishin02-000038090_2.pdf.

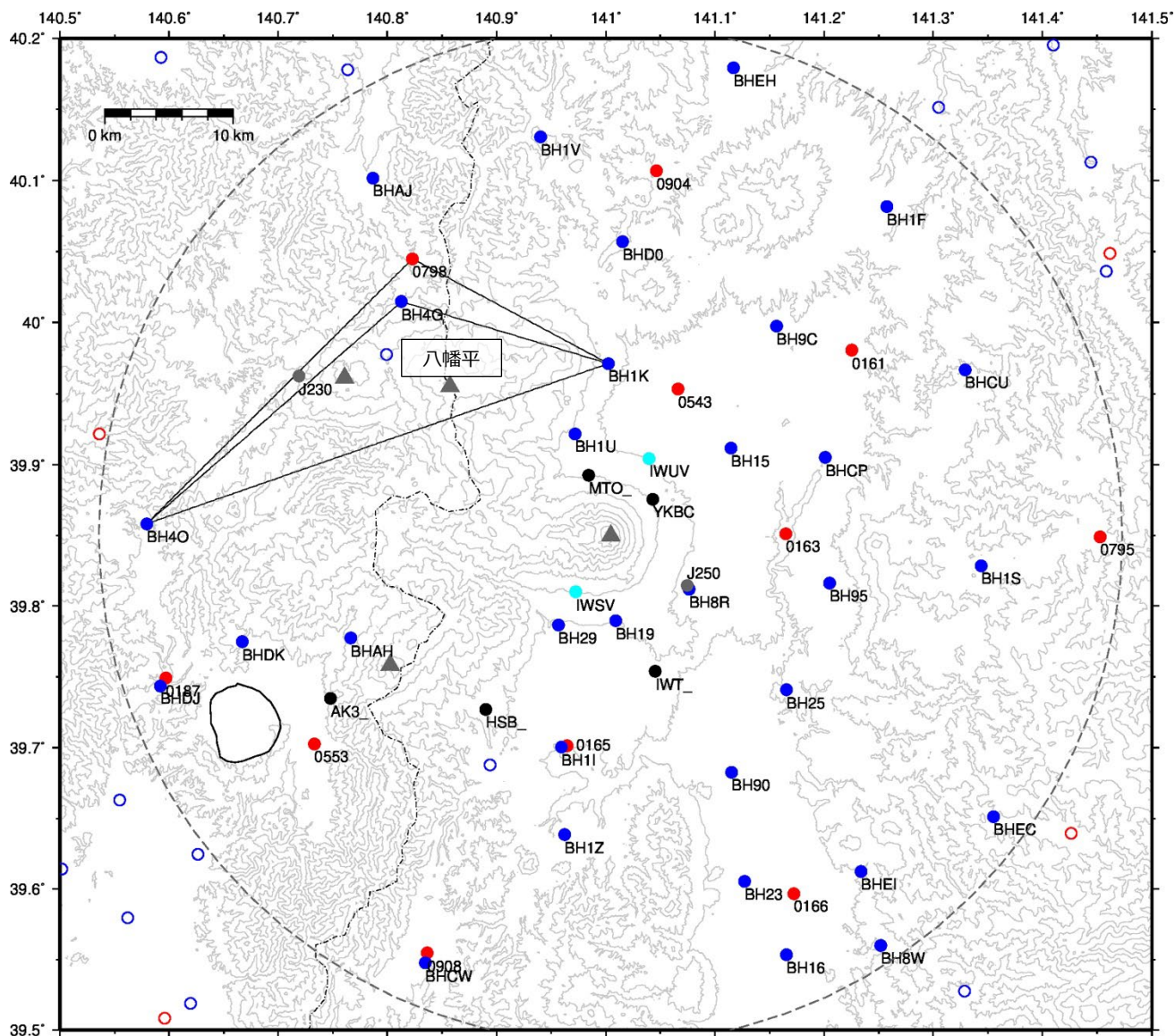


図 1. 岩手山および八幡平周辺の国土地理院 GEONET (赤丸印)、防災科学技術研究所 (水色丸)、気象庁 (灰色丸)、ソフトバンク (青丸印)、東北大学 (黒丸印)の GNSS 観測点分布。岩手山山頂から半径 40km の範囲を破線で示す。図中の実線は図 2 に記載した基線長変化図の基線を示す。

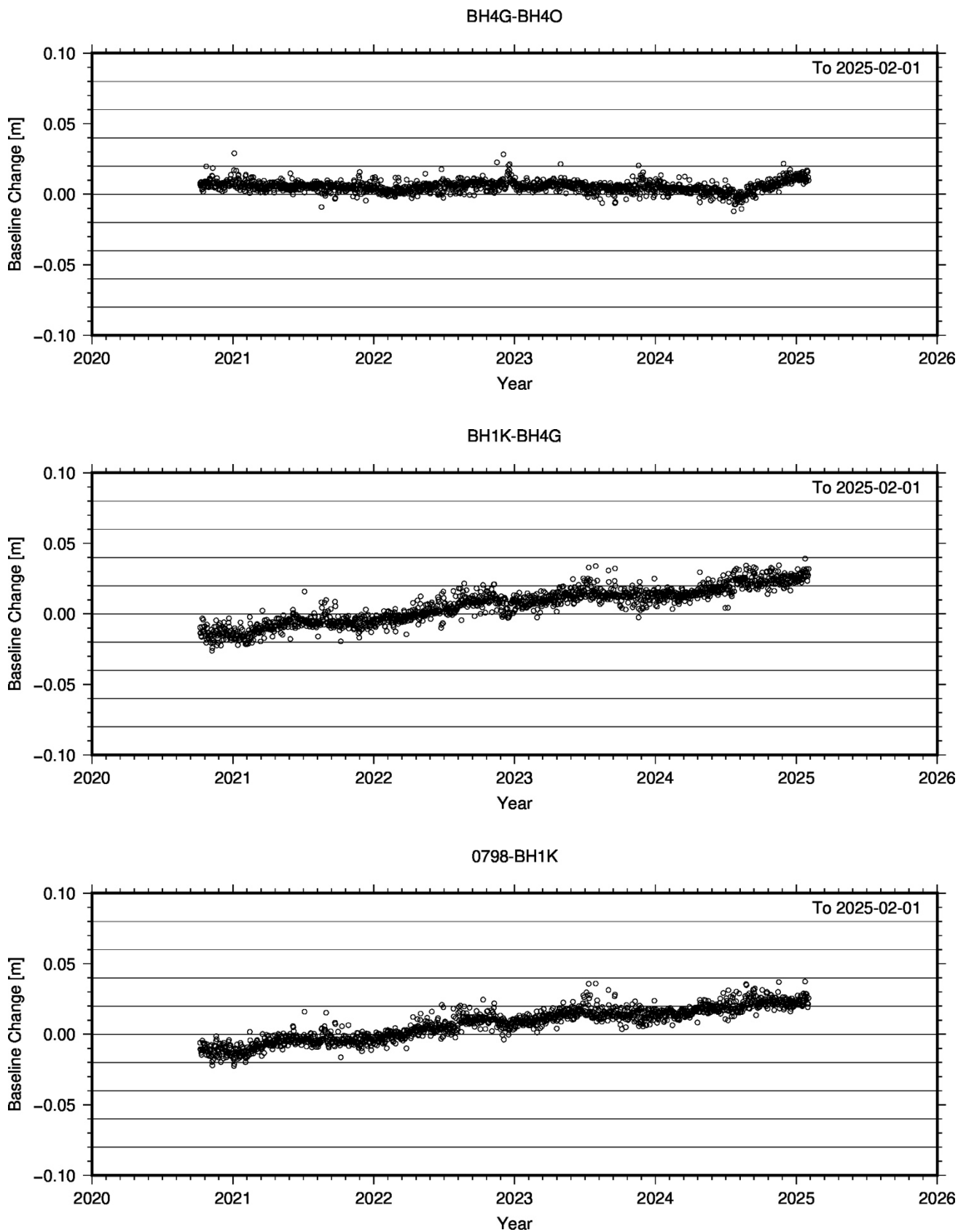


図2. 八幡平周辺の観測点間における基線長変化図。

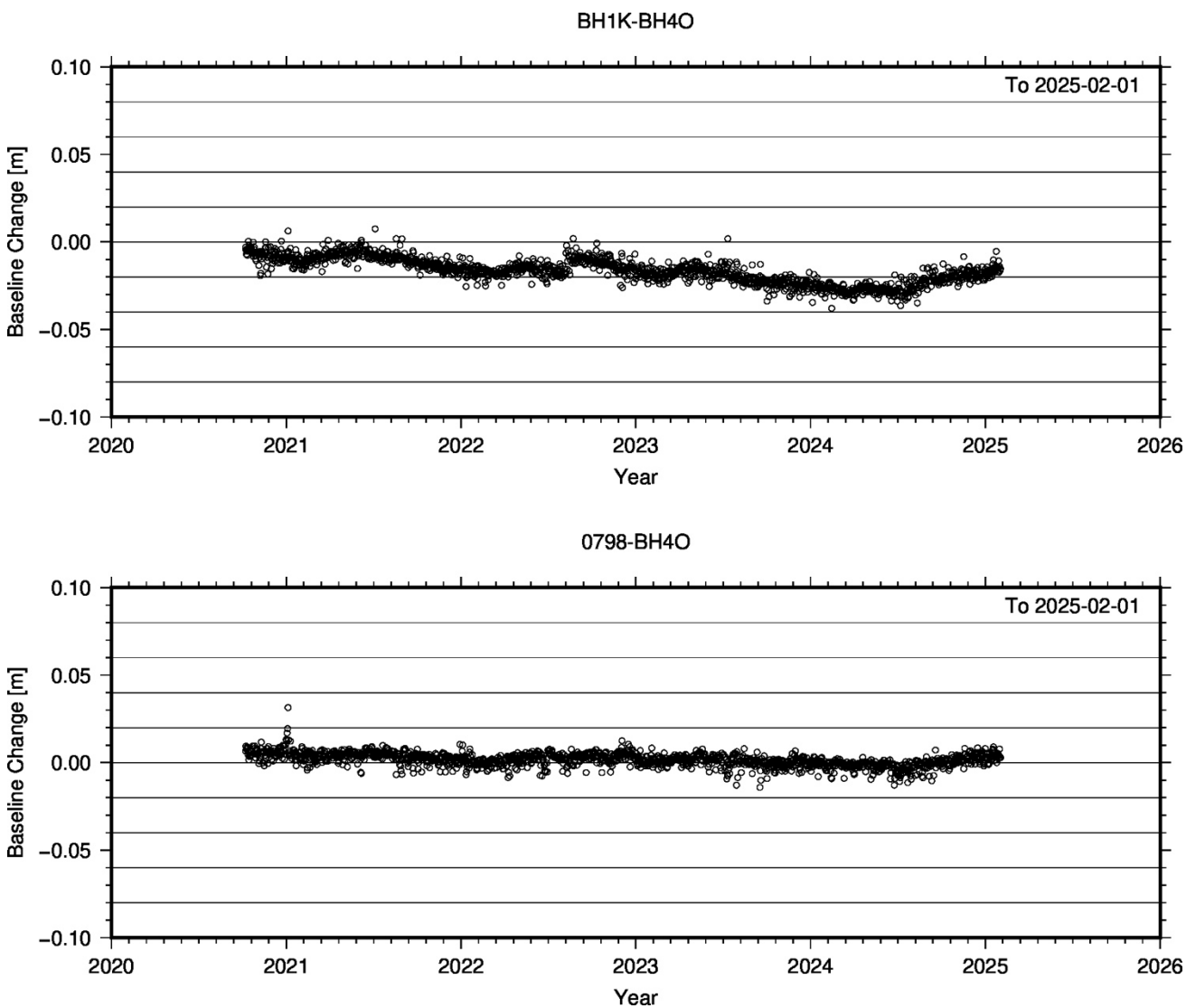


図 2. (続き)

研究成果 地表調査：MT法電磁探査

熱源構造（深部低比抵抗帯）の正確な把握のための精度向上を目的として、許可を得て、国立公園特別保護地区を含む範囲で補足調査を行った。

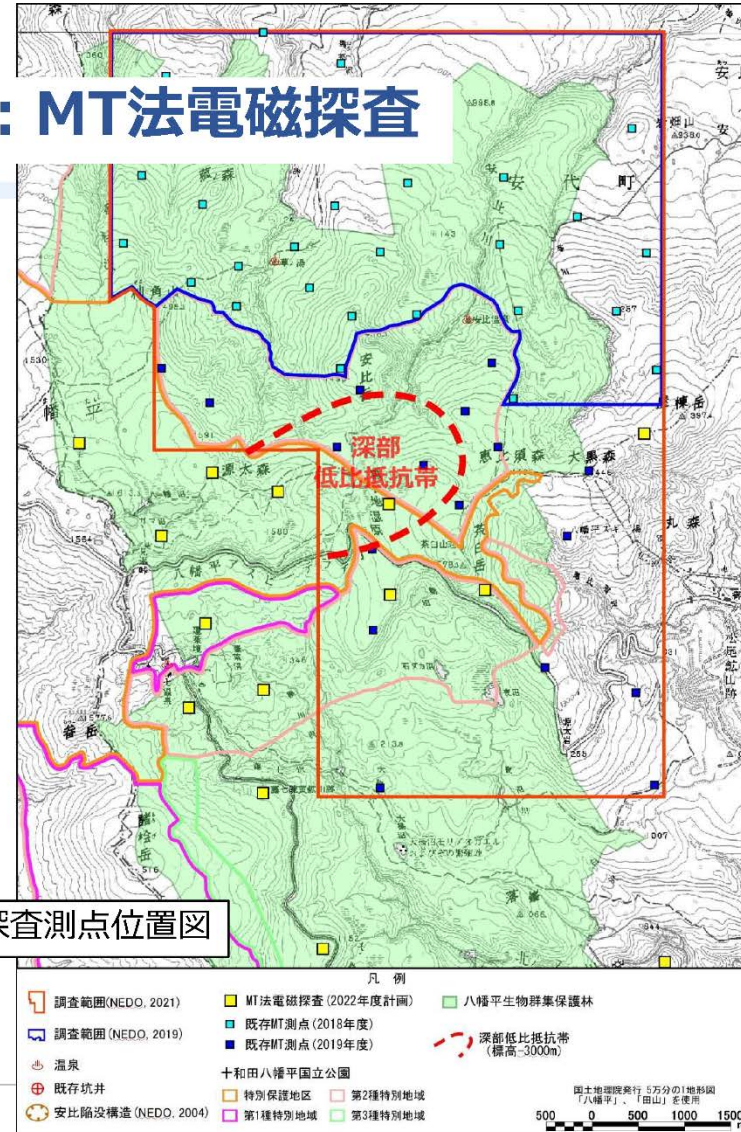
【測点】 14測点

【観測期間】

2023年8月21日～9月5日

【データ解析】

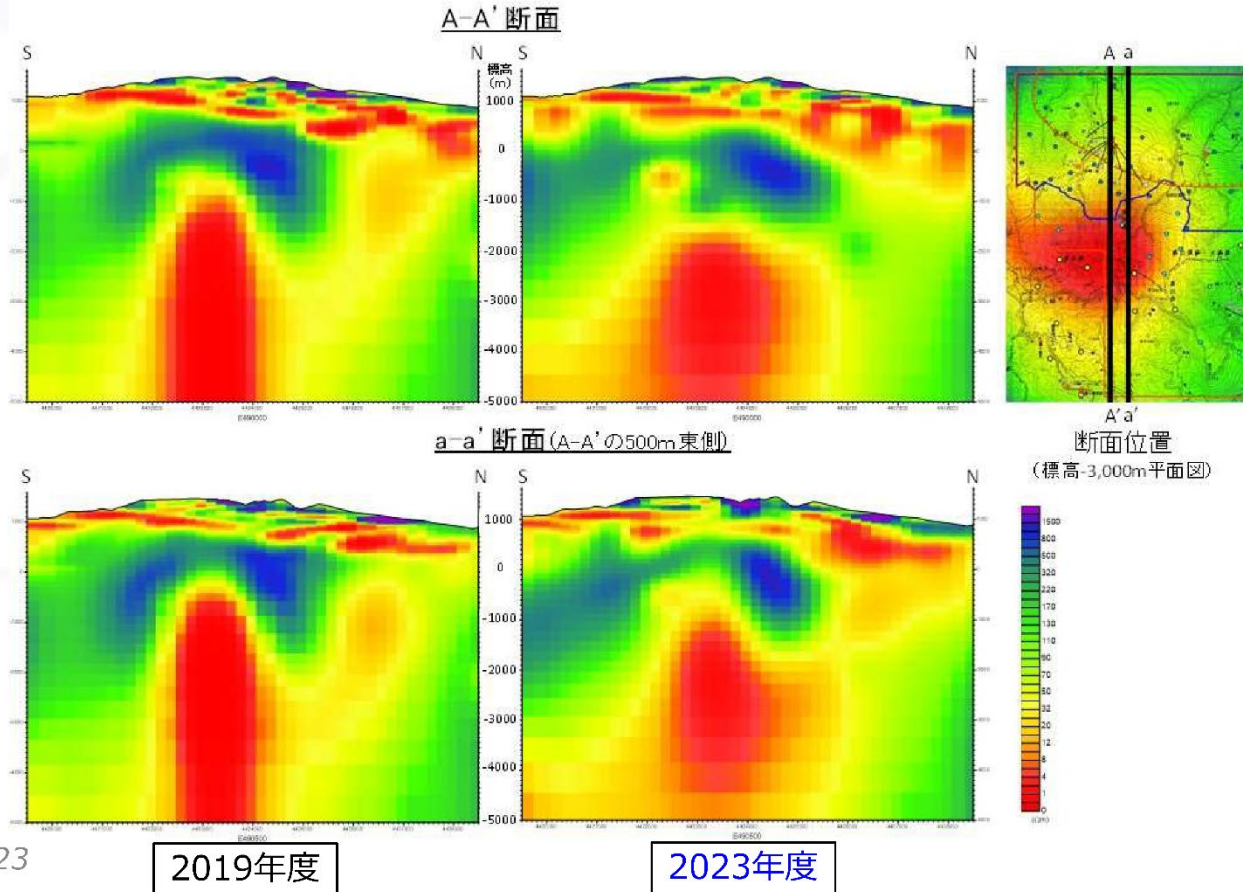
既存の47測点を加えた計61測点のデータによる3次元解析を行い、前回PJ解析結果との比較を行った。



研究成果 地表調査：MT法電磁探査



測点追加による比抵抗分布形状の変化



研究成果 地表調査：微小地震観測



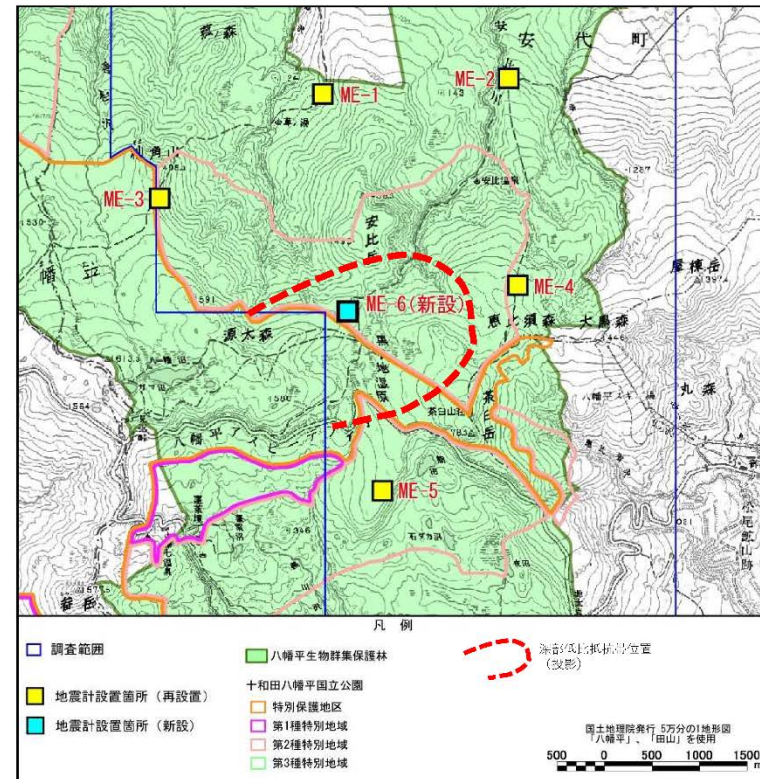
超臨界領域では、岩石は延性的な挙動を示し、微小地震の発生は少ないと考えられることから、微小地震観測により震源分布を把握し、超臨界領域の分布を推定する。

【微小地震観測点】
6測点 (ME-1～6)

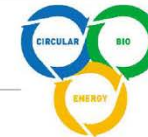
【観測期間】
2021年9月14日～2023年7月4日



微小地震観測点の状況



微小地震観測点位置図

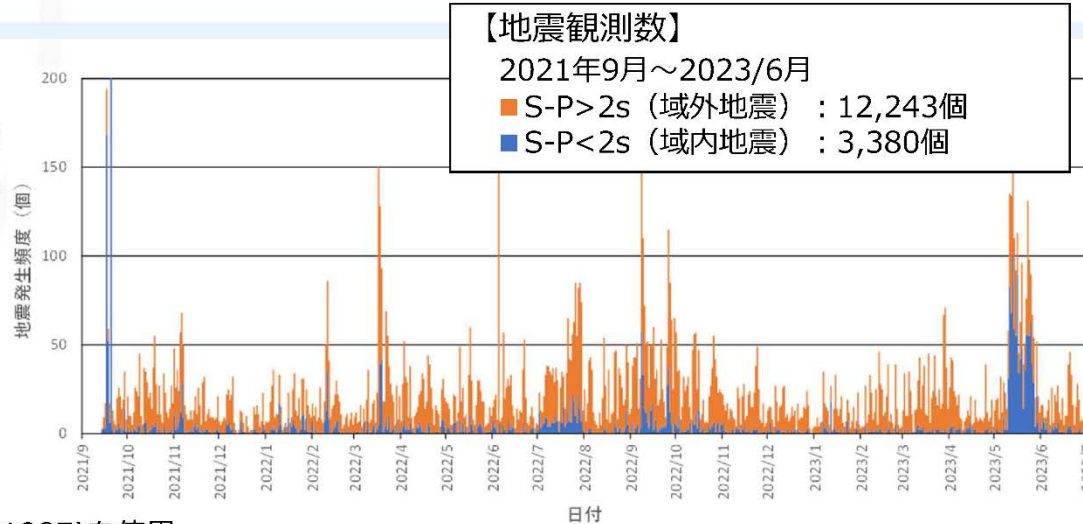


研究成果 地表調査：微小地震観測

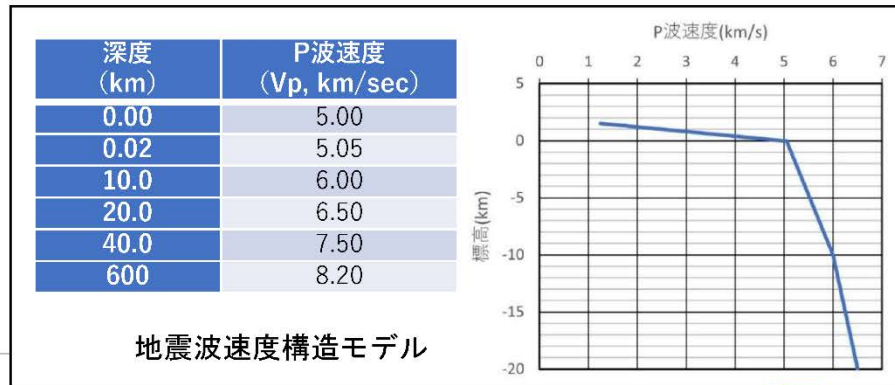


【震源解析】

- S-P差が約2秒以内の明瞭な地震を抽出し、震源解析を実施



- 震源決定：
Hirata & Matsu'ura(1987)を使用
- マグニチュードの算出：
渡辺 (1971) を使用
- 速度構造：
地熱開発促進調査・八幡平東部地域 (NEDO, 1981) 及び日本列島下の三次元地震波速度構造モデル (NIED) より設定 (S波速度構造は $V_p/V_s=1.73$)



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

研究成果

地表調査：微小地震観測

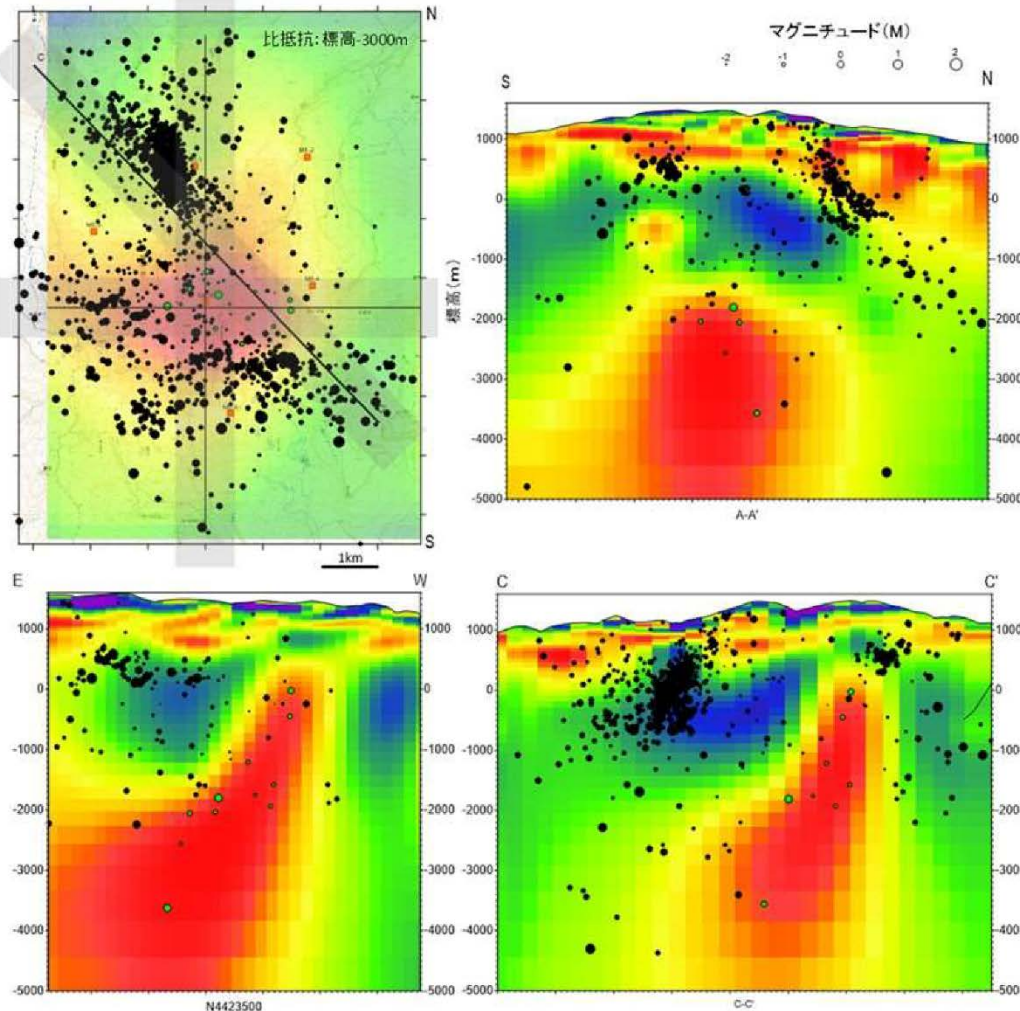


微小地震震源分布

2020年8月～10月（前回PJ）
2021年9月～2023年6月

- 決定された震源のうち誤差200m以内の震源（1,532点）をプロット
- 断面図には各断面の両側500m範囲の震源を表示
- 安比地域の坑井工事に関連するとみられる震源（北西部の集中域）と、茶臼岳～八幡平にかけて震源が集中的に分布。
- 深部低比抵抗帯の内部では地震が少ない

●：深部低比抵抗帯内の震源



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

13 / 23

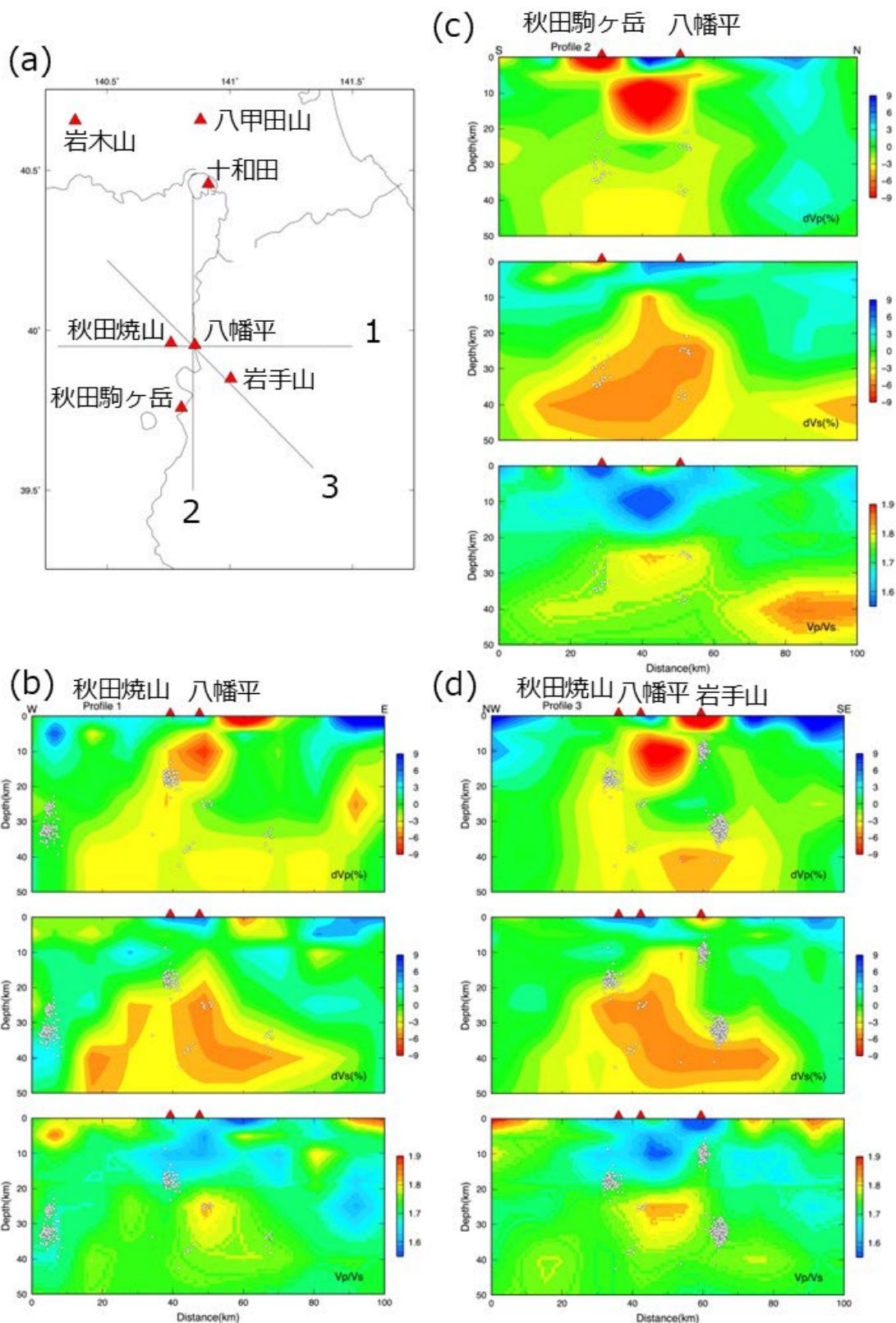


図1. 八幡平を中心とする3つの断面で見た地震波速度構造。(a)断面図と火山の位置関係。八幡平を通過する(b)東西断面 Profile 1、(c) 南北断面 Profile 2、(d)北西—南東断面 Profile 3。(b)、(c)、(d)のそれぞれにおいて、(上段) P波速度摂動(%)、(中段) S波速度摂動(%)、(下段) Vp/Vs比。白丸は気象庁一元化震源で求められた低周波地震(2000年から2019年)、各断面から5km以内に発生した地震をプロット。(東京科学大・中島淳一教授提供の資料を編集)

八幡平の地震検知レベル評価

一元化震源・その他観測網の地震観測点による地震の検知レベル評価を行なった。本資料の地図の作成にあたっては、国土地理院発行の「数値標高モデル 10m メッシュ (地形図の等高線)」を使用した。以下の条件を仮定して、検知レベルと震源決定誤差を評価した。

- ・ P 波走時読み取り誤差 0.1 秒、S 波走時読み取り誤差 0.3 秒。
- ・ 緯度・経度・深さの誤差三成分を合成した距離を震源決定誤差として表示。
- ・ 渡辺の式を用い、設定したマグニチュードに対して最大振幅 100 マイクロカイン (1 μ m/s) 以上の観測点数が 3 点以上の場合 (P、S 波が両方読み取れることを想定)、検知 (震源決定) 可能とした。

(a) M=1.0 の場合

(b) M=2.0 の場合

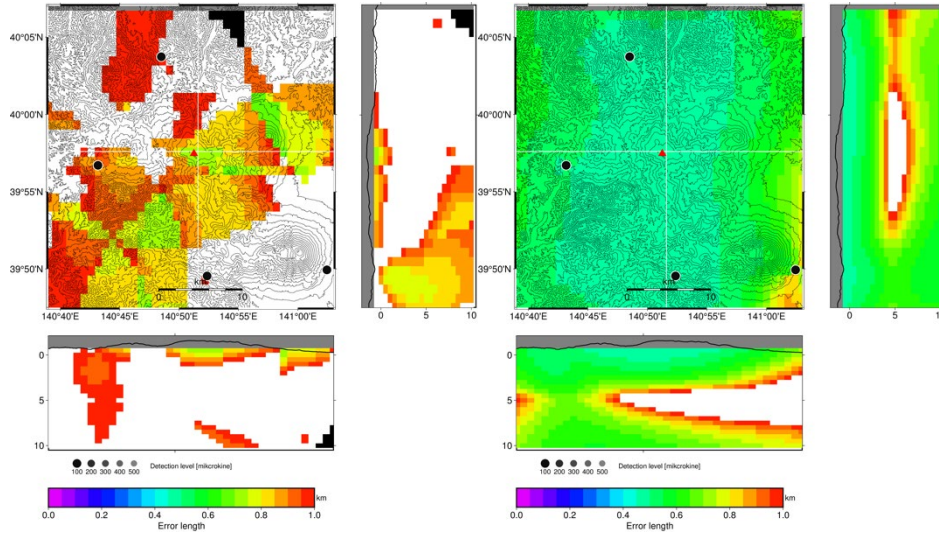


図 1. 八幡平の震源決定精度と検知レベル (一元化震源決定で用いる観測点を想定)。

(a)M=1.0、(b) M=2.0 に対する震源決定誤差分布。

水平断面は深さ-0.5km、山頂付近を通過する東西、南北断面における誤差の長さをカラーで示す。

白い領域は誤差 1km を超える領域、黒い領域は震源決定不可となる領域。

地震波速度構造は気象庁の構造 JMA2001A (上野、2002) に準拠した (図 3 の黒線)。

(a) M=0.0 の場合

(b) M=1.0 の場合

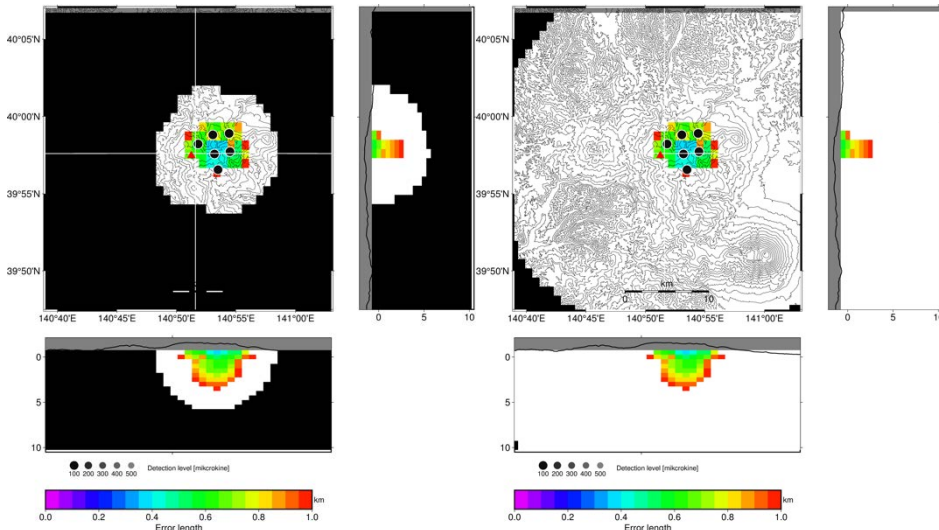


図 2. 八幡平の震源決定精度と検知レベル (新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託を受けて三菱マテリアルテクノ株式会社が実施した臨時観測における観測点を想定)。

(a)M=0.0、(b) M=1.0 に対する震源決定誤差分布。地震波速度構造は三菱マテリアルテクノ (株) が推

定した構造に準拠した（図3の緑色の線）。

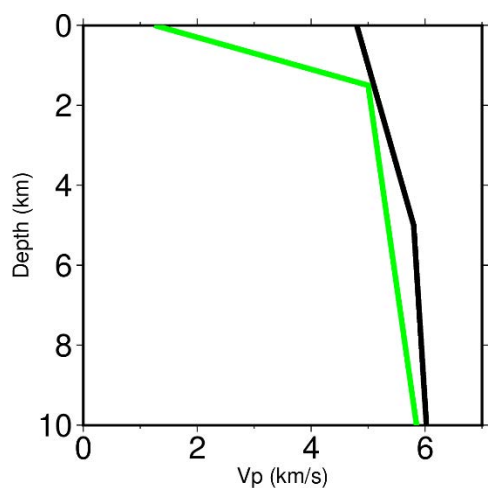


図3. 震源決定誤差の評価に用いた地震波速度構造。黒：気象庁 JMA2001A、緑：三菱マテリアルテクノ（株）が採用したP波速度構造、 V_p/V_s 比は1.73とした。