

2026 技技発第 026 号

2026 年 6 月 30 日

原子力規制委員会 殿

青森県上北郡六ヶ所村大字尾駁字沖付 4 番地 108

日本原燃株式会社

代表取締役社長 社長執行役員

増田 尚宏

再処理施設および廃棄物管理施設
火山活動のモニタリング評価結果の報告について

再処理事業所再処理施設保安規定および再処理事業所廃棄物管理施設保安規定に基づき、火山活動のモニタリング評価結果について、別紙のとおり、とりまとめましたのでご報告いたします。

別紙

再処理施設および廃棄物管理施設 火山活動のモニタリング評価結果について

再処理施設および廃棄物管理施設
火山活動のモニタリング評価結果について

再処理事業所再処理施設保安規定および再処理事業所廃棄物管理施設保安規定に基づき、火山活動のモニタリング評価結果について、下記のとおり報告します。

記

1. 対象火山

十和田および八甲田山

2. 評価期間

2025 年 4 月 1 日から 2026 年 3 月 31 日

3. 評価方法および評価結果

(1) 評価方法

気象庁および国土地理院の地殻変動情報ならびに気象庁の一元化処理震源データ等を収集、分析することで、対象火山について評価した。

(2) 評価結果

評価期間を通じて観測データに有意な変化は認められないことから、対象火山の警戒レベルを「平常」と評価した。

対象火山	総合評価
十和田	平常 (有意な変化なし)
八甲田山	平常 (有意な変化なし)

4. 火山専門家の助言

上記評価について、問題ない旨、火山専門家の助言を得ている。

5. 添付資料

再処理施設および廃棄物管理施設 火山活動のモニタリング評価結果 (2025 年度報告)

以上

再処理施設および廃棄物管理施設 火山活動のモニタリング評価結果 (2025年度報告)

令和8年6月30日



日本原燃株式会社

目 次

1. モニタリングの概要	4
2. モニタリング評価結果の概要	15
3. 十和田のモニタリング	21
3.1 地震活動	22
3.2 地殻変動	38
3.3 火山ガス, 熱活動, 噴出場所, 噴出物, 噴火様式	72
3.4 地下構造	76
3.5 総合評価	95
4. 八甲田山のモニタリング	97
4.1 地震活動	98
4.2 地殻変動	110
4.3 火山ガス, 熱活動, 噴出場所, 噴出物, 噴火様式	142
4.4 地下構造	144
4.5 総合評価	160
5. 地震活動及び地殻変動の判断基準	161
5.1 地震活動の判断基準	162
5.2 地殻変動の判断基準	168

目 次

6. モニタリング評価結果に係る参考情報	174
6.1 地震活動の活発化事例	175
6.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の判断基準の関係	180
6.3 十和田で観測された地殻変動のソース推定	188
6.4 青森県東方沖の地震による影響について	192
6.5 東北地方太平洋沖地震後の地殻変動	194
6.6 物質科学的データの整理	196
6.7 十和田・八甲田山に関連する情報の収集	210
7. 中・長期的取組み	213
7.1 水準測量	214
7.2 地震観測網の充実化	218
7.3 ETASを用いた検討	228
7.4 基線長データの変動率を用いた整理	242
7.5 八甲田山におけるGNSS観測点の設置状況	248
引用文献	249

1. モニタリングの概要

モニタリングの概要

1. モニタリングの概要 [モニタリング対象火山]

【モニタリング対象火山】

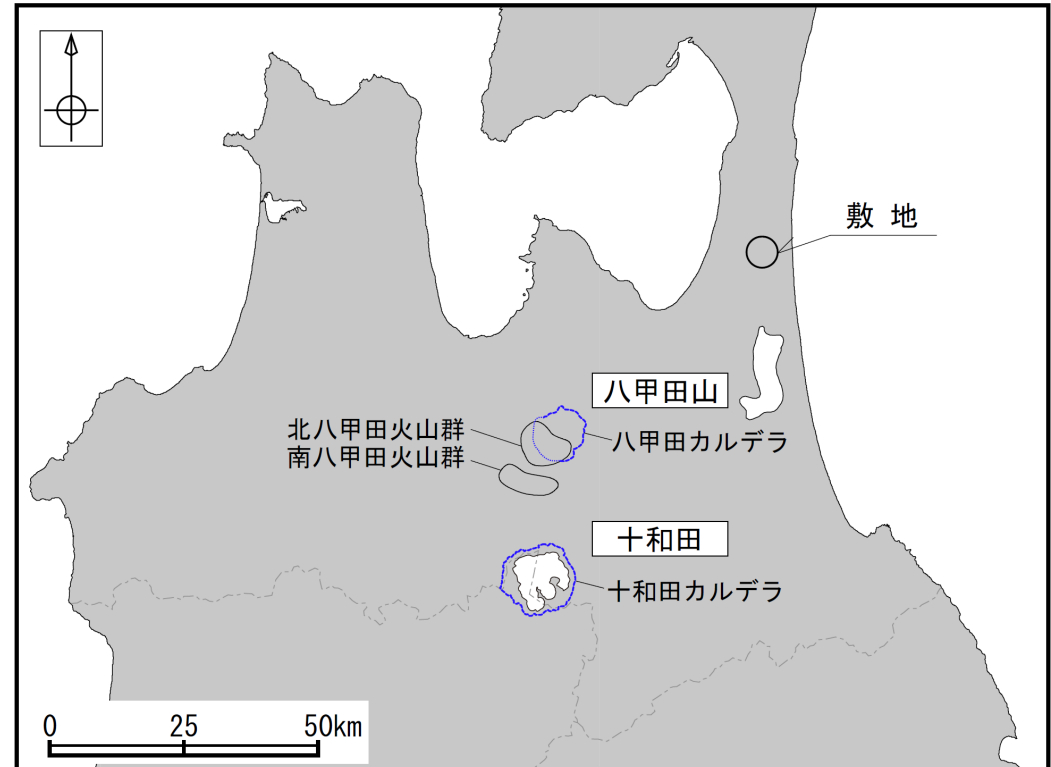
➤ 十和田及び八甲田山

【十和田】

- 十和田の過去の巨大噴火による火砕流が、到達末端とは考えられるものの敷地に到達したと評価したことから、モニタリング対象とする。

【八甲田山】

- 八甲田カルデラの過去の巨大噴火による火砕流は敷地には到達していないと評価したが、最近の火山活動の推移を確認することの重要性も考慮し、モニタリング対象とする。
- なお、八甲田カルデラと、隣接する南八甲田火山群及び北八甲田火山群を含めて、「八甲田山」として評価する。



1. モニタリングの概要〔モニタリングの評価方法〕

〔Ⅰ データ・資料の収集・分析〕

〔公的機関の公開データの評価〕 ➡p7～p10

気象庁や国土地理院等の公的機関の観測網による地殻変動及び地震活動の観測データの収集・分析を行う。

収集するデータ

国土地理院：電子基準点 日々の座標値(F5解)データ, RINEXデータ
気象庁※1：一元化処理震源データ, GNSS観測点RINEXデータ, 傾斜計データ etc.

※1：一部のデータについては、防災科学技術研究所を経由して取得する。

〔公的機関の発表情報〕 ➡p11

公的機関が発表する火山活動状況に関する情報・資料の収集・整理

収集する情報・資料

国土地理院：火山周辺地域における地殻変動観測の概況
気象庁：月間火山概況・火山活動解説資料
火山調査研究推進本部：火山調査委員会資料 etc.

〔Ⅱ 総合評価※2〕

月1回※3

土木建築技術課長は、上記で収集したデータ・資料に基づき、観測データの有意な変化の有無を判断する。

有意な変化なし

有意な変化あり

年1回

- 土木建築技術課長は、1年間の火山モニタリング結果を取りまとめ、火山専門家の助言を得た上で、定期的な評価を実施する。

※2：火山モニタリング結果の評価に係る体制については、「再処理事業所 再処理施設保安規定」及び「再処理事業所 廃棄物管理施設保安規定」並びに保安規定に基づく社内規程である「再処理事業所 再処理施設・廃棄物管理施設 火山活動のモニタリングの体制の整備に関する計画」に定めている。

※3：公的機関によるデータ公開の遅れに伴い、毎月の評価実施時期に遅延が生じることがある。

都度

- 土木建築技術課長は、火山専門家の助言を得た上で、臨時の評価を実施し、警戒レベルを判断する。
- 社長は、火山モニタリング結果(警戒レベルを含む)の報告を受け、対処の要否を判断し、その対処について、再処理事業部長に指示する。
- 警戒レベルが注意/警戒/緊急のいずれかに該当する場合、土木建築技術課長は、火山活動の状況に応じて臨時観測を実施する。

1. モニタリングの概要 [モニタリングの評価方法]

[公的機関の公開データの評価(地震活動)]

【評価方法】

評価対象火山を囲む領域を震源とする地震及び低周波地震を抽出し、対象領域内の地震発生数が当社の定める判断基準を超過しないか確認する。

【対象領域】

■十和田 : 十和田カルデラを囲む範囲(東西約17km, 南北約19km)

■八甲田山 : 八甲田カルデラ, 北八甲田火山群, 南八甲田火山群を囲む範囲(東西約20km, 南北約20km)

【評価に用いるデータ】

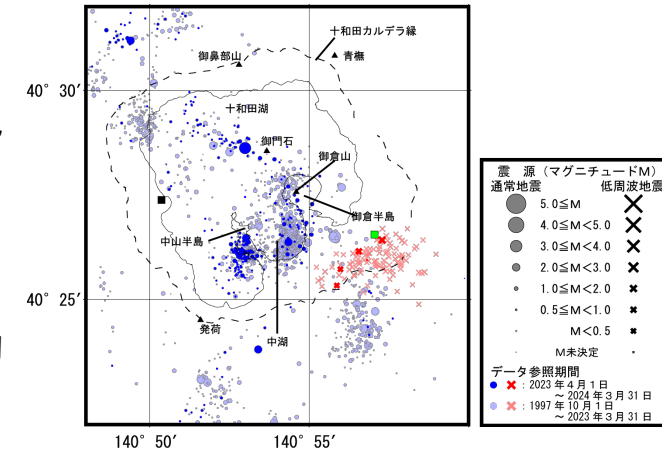
■一元化处理震源データ

(取得先)

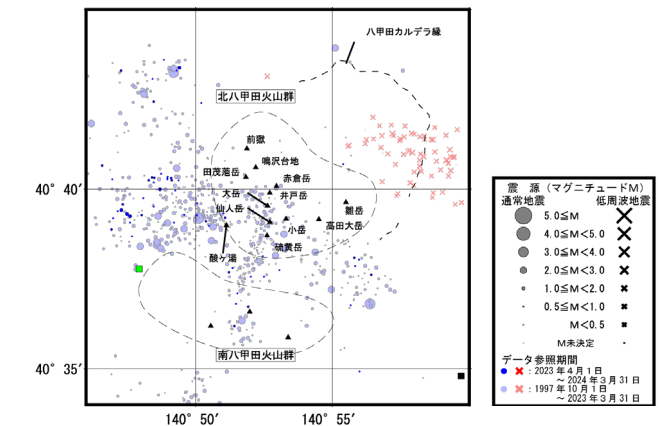
- ・気象庁 (<https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/bulletin/hypo.html>) ※～2023年12月
- ・防災科学技術研究所 (<https://hinetwww11.bosai.go.jp/auth/?LANG=ja>) ※2024年1月～

(解析期間)

1997年10月～2026年3月31日



震源の抽出範囲: 十和田の図示例
(経度140° 48' ～141° 00', 緯度40° 22' ～40° 32')



震源の抽出範囲: 八甲田山の図示例
(経度140° 46' ～141° 00', 緯度40° 34' ～40° 45')

1. モニタリングの概要 [モニタリングの評価方法]

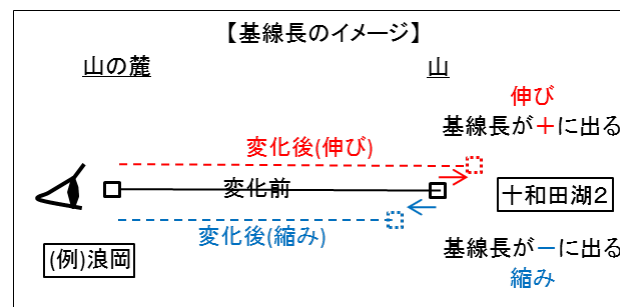
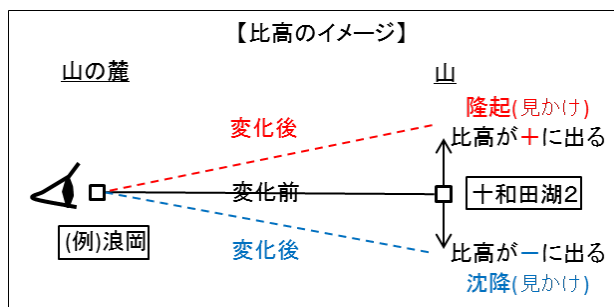
[公的機関の公開データの評価(地殻変動)]

【評価方法】

①国土地理院及び気象庁のGNSS連続観測データを用いた評価を行う。

- GNSS観測点間を結ぶ基線の「比高(鉛直方向の相対変位)」と「基線長(水平方向の相対変位)」について、当社の定める判断基準の超過の有無を確認する。

火山に近い観測点を中心とし、周辺の観測点で差し引いて比高及び基線長の日々のデータを算出。
(下図は電子基準点「浪岡」と電子基準点「十和田湖2」を結ぶ基線を例としたイメージ)



- 電子基準点同士を結ぶ基線では、国土地理院の日々の座標値(F5解)を用いて比高・基線長を算出する。
- 気象庁のGNSS観測点を用いる基線では、国土地理院と気象庁の観測点のRINEXデータ(標準的なGNSS観測データフォーマット(RINEX形式)で提供されるGNSS観測データ)を取得し、統合解析により各点の座標値を求めて比高・基線長を算出する。

②干渉SAR、傾斜計のデータについても収集・評価を実施するとともに、水準測量についても実施し、モニタリング精度の向上に努める。

1. モニタリングの概要〔モニタリングの評価方法〕

〔公的機関の公開データの評価（地殻変動）〕

【評価に用いるデータ】

■GNSS連続観測

◇電子基準点 日々の座標値（F5解）

- （観測点名） 青森A, 野辺地, 十和田, 黒石, 大鰐, 浪岡, 十和田湖2, 田子, 大館
- （取得先） 国土地理院 (<https://terras.gsi.go.jp/>) による日々の座標値（F5解）
- （解析期間） 各点の解析開始以降～2026年3月31日

◇RINEXデータ

- （観測点名） 電子基準点 : 十和田湖1, 十和田湖2, 田子, 大鰐, 青森A
気象庁観測点 : 大川岱, 南荒川山, 深持, 駒込深沢
- （取得先） 国土地理院 (<https://terras.gsi.go.jp/>),
防災科学技術研究所 (<https://jvdm.bosai.go.jp/portal/ja/>),
気象庁からのデータ提供
- （解析期間） 各点の観測データ提供開始以降～2026年3月31日

注）駒込深沢：2026年3月27日から欠測が継続
深持：2026年3月26日から欠測が継続

■干渉SAR

- ◇陸域観測技術衛星だいち2号（ALOS-2）および先進レーダ衛星だいち4号（ALOS-4）に搭載されたLバンド合成開口レーダ（PALSAR-2, PALSAR-3）の観測データ
- （使用シーン） 2024年8月29日（ALOS-2）, 2025年8月22日（ALOS-4）
- ◇公的機関による干渉SAR解析結果
- （取得先） 国土地理院 (<https://maps.gsi.go.jp/>)

■傾斜計

- （観測点名） 気象庁 発荷峠南観測点, 鳥滝沢北観測点（1日値リサンプリング）
- （取得先） 防災科学技術研究所 (<https://jvdm.bosai.go.jp/portal/ja/>)
- （解析期間） 2022年4月1日～2026年3月31日

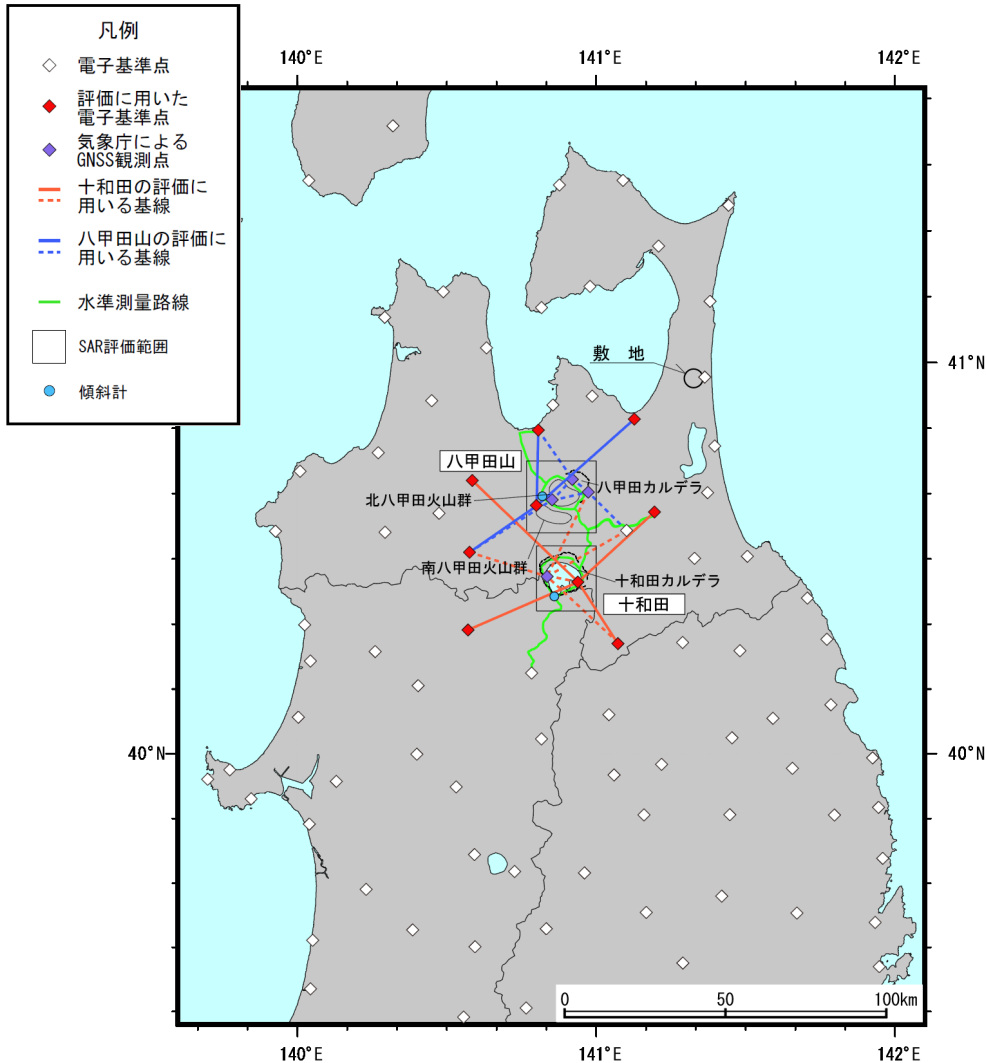
〔当社観測データの評価（地殻変動）〕

■水準測量

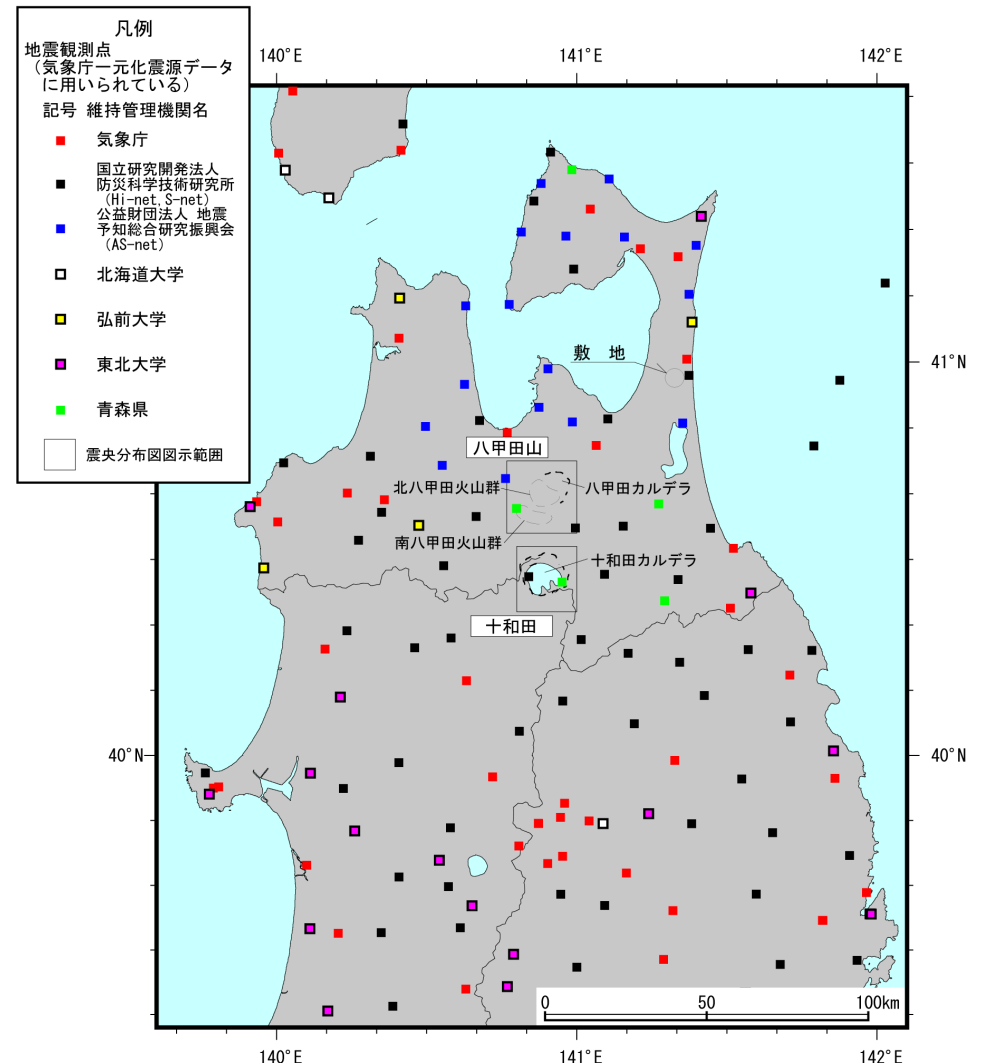
- （実施年） 2018年, 2019年, 2022年, 2024年（八甲田山の酸ヶ湯周辺のみ）, 2025年

1. モニタリングの概要 [モニタリングの評価方法]

[公的機関の公開データの評価(地震活動・地殻変動の評価に用いる観測点)]



地殻変動観測点



地震観測点の配置
(一元化震源データに用いられている観測点)

1. モニタリングの概要〔モニタリングの評価方法〕

〔公的機関の発表情報の収集〕

【評価方法】

公的機関が発表する火山活動の状況に関する各種情報・資料を収集し、地震活動・地殻変動・表面活動等に関する情報を収集する。

【評価に用いる資料】

- ◇地震・火山月報(防災編) : 毎月発行(気象庁:<https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/gaikyo/>)
- ◇火山噴火予知連絡会資料(第154回(2024年11月開催)をもって火山噴火予知連絡会は終了)
(気象庁:<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/shingikai/ccpve/CCPVE.html>)
- ◇火山調査研究推進本部
(https://www.mext.go.jp/a_menu/kaihatu/jishin/1285728_00005.html)
- ◇火山活動解説資料: 毎月発行
(気象庁:https://www.data.jma.go.jp/vois/data/report/monthly_v-act_doc/monthly_vact.php#teiki)
- ◇地殻変動観測の概況(国土地理院:https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/kazan_index.html)
※毎月発行(十和田・八甲田山に関する記載なし)

〔その他の情報の収集〕

上記資料の他に、学術誌・関連学会の学術大会で発表される知見等の確認を実施。(参考情報を参照)

1. モニタリングの概要

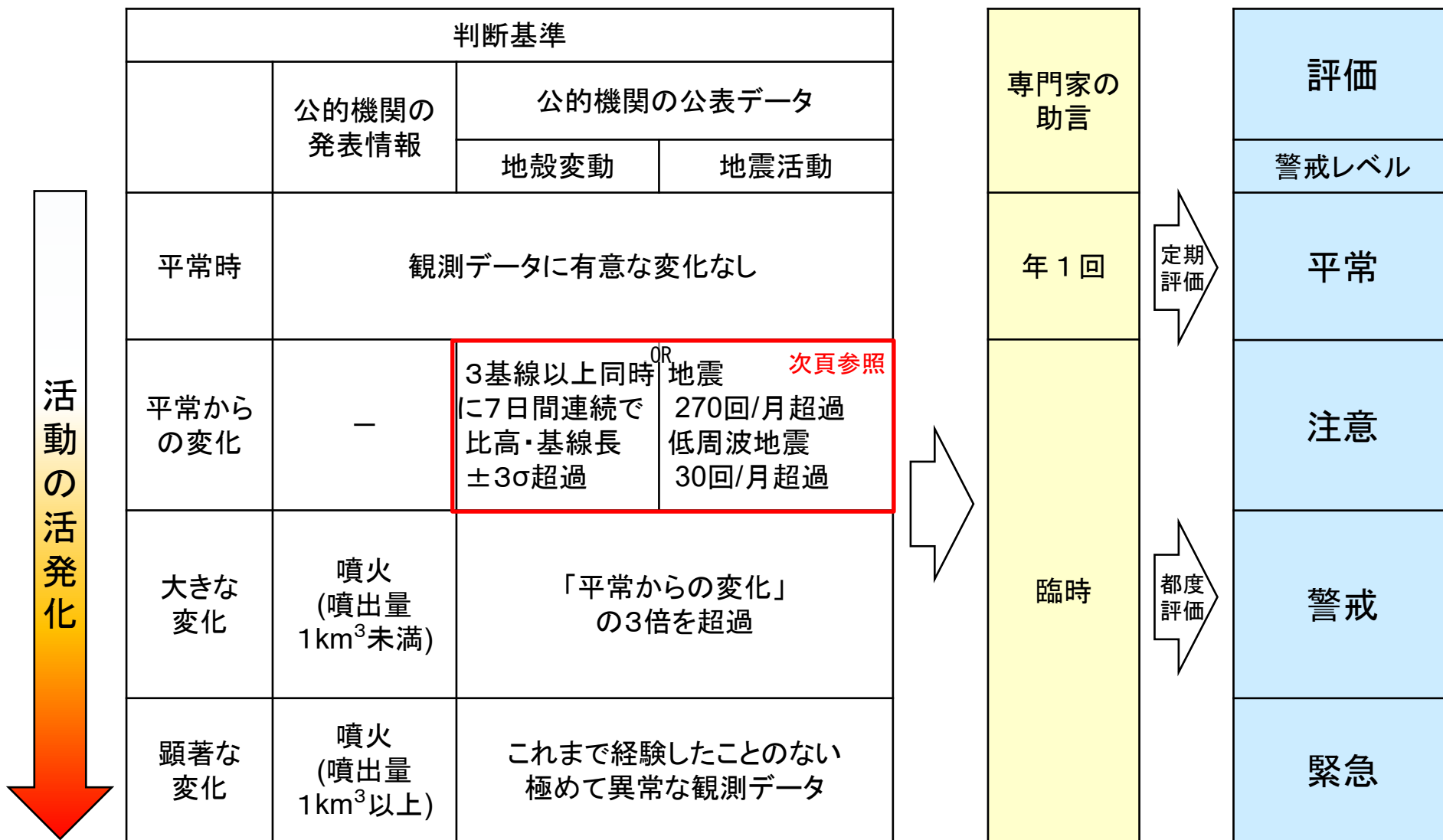
〔観測データに有意な変化があったと判断する目安：チェックリスト〕



火山モニタリングにおける「観測データに有意な変化があったと判断する目安」における監視項目チェックリスト
(原子炉安全専門審査会原子炉火山部会(2020))

	監視項目	確認事項
① 主な監視項目	地震活動	☐ 既往の構造性地震、火山性地震等の地震発生領域(震源分布)の拡大又は消滅、あるいは、新たな地震発生領域の出現 ☐ 地震発生数の急激な変化(増加又は減少) 【解説】 ・既往の地震発生領域の時空間的变化に着目し、震源分布の拡大や消滅、新たな地震発生領域の出現を注視する。
	地殻変動・地盤変動 (GNSS, 水準測量, 衛星観測, 傾斜計・伸縮計)	☐ GNSS 連続観測による基線長や上下変動の急激な傾向の変化(増加又は減少), 水準測量による地盤の上下変動の急激な傾向の変化(隆起又は沈降) ☐ 既往の地殻変動とは異なる場所での地殻変動(GNSS, 水準測量, 衛星観測)の出現と急速な進展 ☐ 傾斜計・伸縮計による地盤変動の急激な傾向の変化 【解説】 ・GNSS 連続観測による基線長に、既往の増加(伸長)又は減少(短縮)傾向と比較して、それらに急激な変化が生じていないか時間変化に着目する。 ・GNSS 連続観測による上下変動や水準測量に、既往の上下変動の傾向と比較して、それらに急激な変化が生じていないか、あるいは、これまで変化が見られなかった場所での隆起及び沈降がないかを注視する。
	火山ガス・熱活動 (表面活動)	☐ 既往の火山ガス放出場所の拡大又は消滅、あるいは、放出場所の出現(新たな火口や火道の形成など) ☐ 火山ガスの放出量に急激な傾向の変化(増加又は減少) 【解説】 ・既往の火山ガス放出場所の拡大や消滅に着目し、新たな火口や火道の形成など、放出場所の変化に着目する。
② その他の監視項目	噴出場所及び噴出物	☐ 既往の火口の拡大や消長、新たな火口や火道の形成 ☐ マグマ成分の物理的・化学的性質の変化(例えば、玄武岩質ないし安山岩質から流紋岩質への変化等) 【解説】 ・例えば、阿蘇カルデラでは、阿蘇4 噴火の前にカルデラ周縁部において、高遊原溶岩等の噴出物が地質調査等により確認されており、それ以前の噴出物とは異なり、阿蘇4 噴出物と同様に角閃石斑晶を含む(渡辺・小野, 1966)。その化学組成は、阿蘇4 噴出物ほどではないが珪長質に富んでいる(黒川ほか, 2013)。 なお、この溶岩流出後、数100 年の時間を経て爆発的な阿蘇4 火砕流噴火が起きたと考えられている(小林・星住, 2017)。 ・マグマの急激な化学組成の変化は、今後の噴火活動の推移及び質的变化を判断する目安となる。 ・マグマ成分の物理的・化学的性質の急激な変化が生じたからといって、必ずしも巨大噴火の発生に直結するものではない。
	噴火様式	☐ 噴煙柱高度が数十km 程度のプリニー式噴火の発生と更なる活動拡大化の傾向 【解説】 ・噴煙柱高度、噴火継続時間、噴出物の量等からの総合的な判断指標。
	地下構造	☐ 地震波速度構造や比抵抗構造により、地殻内に推定される低速度及び低比抵抗領域の拡大又は消滅、あるいは、新たな低速度及び低比抵抗領域の出現 【解説】 ・探査深度や分解能等の技術的課題や海域での調査の困難さはあるものの、まずは場として平常時の地下構造を把握しておく必要がある。 その上で、①主な監視項目における地震活動や地殻変動において、有意な変化の可能性がある場合、状況に応じて地下構造調査を行う。 ・地震波速度(V_p , V_s)及び比抵抗は、岩石の種類、流体の飽和度、温度及び圧力により変化するため、地下の流体や高温異常の空間分布を把握するための重要な手掛かりとなる。 一般に、低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は、マグマ等の流体の存在を示唆し、低 V_p かつ低 V_p/V_s 領域は、水の存在を示唆する(Nakajima et al. 2001)。 また、比抵抗は、地震波速度と比較して、マグマ等の流体や水の存在に対して感度は高いという長所はあるが、両者の区別を行うことが難しいという短所もある。

1. モニタリングの概要〔モニタリングの判断フロー〕



(一) 該当なし

1. モニタリングの概要

〔地殻変動及び地震活動の「平常からの変化」の判断基準〕



			十和田	八甲田山
地殻変動	評価指標		比高, 基線長	
	管理基準	比高	7日間移動中央値の前年差分の±3σ (2016年4月～評価対象年度の前年度末のデータを基に算出)	
		基線長	余効変動の近似値と日々のデータの差におけるバラツきの±3σ (2016年4月～評価対象年度の前年度末のデータを基に算出)	
地震活動	評価指標		地震, 低周波地震	
	管理基準	地震	M0.5以上の地震 270回/月	
		低周波地震	30回/月	
「平常からの変化」の判断基準			【地殻変動】 比高:管理基準を3基線以上同時に7日間連続超過 OR 基線長:管理基準を3基線以上同時に7日間連続超過 OR 【地震活動】 地震:(270回/月超過) OR 低周波地震:(30回/月超過)	

※ 干渉SARや水準測量も実施し, モニタリング精度の向上に努める。

2. モニタリング評価結果の概要

モニタリング評価結果の概要

2. モニタリング評価結果の概要〔十和田〕

「観測データに有意な変化があったと判断する目安」						当社判断基準 の超過	
監視項目			確認したデータ		確認結果		
			頁				
① 主な監視項目	地震活動		・一元化震源データの整理 ・十和田の火山活動解説資料など 公的機関の発表情報		22-30 31-35	・地震発生領域の拡大または消滅, 新たな地震発生領域の出現は認められない ・地震発生数の急激な変化は認められない	なし
	地殻変動・地盤変動	GNSS	・GNSSデータの整理 ・十和田の火山活動解説資料など 公的機関の発表情報		38-58 59-62	・既往の傾向と比較して, 急激な変化は認められない ・既往の地殻変動と異なる場所での地殻変動の出現は認められない ・一方で, 2023年以降, 地下の圧力源の増圧を示唆する変化が認められるため 今後注視する ・傾斜計による地盤変動の急激な傾向の変化は認められない	なし
		水準測量	・当社実施データ		63		
		衛星観測	・当社実施データ ・国土地理院解析データ		64 65-68		
			傾斜計	・気象庁観測データ			
	表面活動	火山ガス 熱活動	・十和田の火山活動解説資料など 公的機関の発表情報		72-74	・中湖の湖底や火口壁から熱水の湧出が推定されているが, 活動は静穏に経過している ・地表面において火山ガス放出, 熱活動は認められない	—
② その他の監視項目	噴出場所 及び 噴出物		・十和田の火山活動解説資料など 公的機関の発表情報		72-73	・静穏に経過しており, 噴火は発生していない	なし (噴火なし)
	噴火様式		・十和田の火山活動解説資料など 公的機関の発表情報		72-73	・噴煙柱高度が数十km程度のプリニー式噴火を伴うような噴火は認められない	
	地下構造	地震波 速度	・Nakajima et al.(2001)	76	・地殻内に推定される低速度及び低比抵抗領域の拡大または消滅, 新たな低速度 及び低比抵抗領域が出現したとする科学的知見は認められない	—	
			・中島(2017)	77			
			・日本列島下の三次元地震 波速度構造(2022年版)	78-79			
			・当社実施データ	81-83			
		比抵抗	・地震予知総合研究振興会	85-87			
・Kanda and Ogawa(2014)			88-91				
・産業技術総合研究所(2023, 2024)	92-93						
警戒レベル							平常

2. モニタリング評価結果の概要〔八甲田山〕

「観測データに有意な変化があったと判断する目安」						当社判断基準 の超過
監視項目		確認したデータ		確認結果		
			頁			
① 主な監視項目	地震活動		・一元化震源データの整理 ・八甲田山の火山活動解説資料など 公的機関の発表情報	98-107 108	・地震発生領域の拡大または消滅, 新たな地震発生領域の出現は認められない ・地震発生数の急激な変化は認められない	なし
	地殻変動・地盤変動	GNSS	・GNSSデータの整理 ・八甲田山の火山活動解説資料など 公的機関の発表情報	110-130 131-132	・既往の傾向と比較して, 急激な変化は認められない ・既往の地殻変動と異なる場所での地殻変動の出現は認められない ・傾斜計による地盤変動の急激な傾向の変化は認められない	なし
		水準測量	・当社実施データ	134-135		
		衛星観測	・当社実施データ ・国土地理院解析データ	136 137-138		
			傾斜計	・気象庁観測データ		
	表面活動	火山ガス 熱活動	・八甲田山の火山活動解説資料など 公的機関の発表情報	142-143	・既往の火山ガス放出場所の拡大または消滅, 放出場所の出現は認められない ・火山ガスの放出量に急激な変化は認められない	—
② その他の監視項目	噴出場所 及び 噴出物		・八甲田山の火山活動解説資料など 公的機関の発表情報	142-143	・静穏に経過しており, 噴火は発生していない	なし (噴火なし)
	噴火様式		・八甲田山の火山活動解説資料など 公的機関の発表情報	142-143	・噴煙柱高度が数十km程度のプリニー式噴火を伴うような噴火は認められない	
	地下構造	地震波 速度	・Nakajima et al.(2001) ・中島(2017)	144 145	・地殻内に推定される低速度及び低比抵抗領域の拡大または消滅, 新たな低速度 及び低比抵抗領域が出現したとする科学的知見は認められない	—
			・日本列島下の三次元地震 波速度構造(2022年版)	146-147		
			・当社実施データ	149-151		
			・地震予知総合研究振興会	153-155		
		比抵抗	・小川(1991)	156-158		
警戒レベル						平常

2. モニタリング評価結果の概要

〔モニタリング結果に対する火山専門家の助言内容〕



2025年度 モニタリング評価結果に対する助言		当社の対応
総括	観測データに有意な変化は認められず、対象火山の警戒レベルを「平常」とする評価で問題ない。(専門家A, B, C)	—
	2025年12月8日に青森県東方沖で発生した地震に伴い生じた、基線長変化量におけるステップ状の変動について、火山性の事象ではないため補正すること、またその補正方法は問題ない。(専門家A, B, C)	2026年度以降のモニタリングでも適用するとともに、今後発生する地震に対しても必要に応じて適用する。
	GNSS観測点「大川岱」において継続して認められる変化はわずかであり、現時点では今後も注視するという対応で問題はない。わずかな変化に伴う、GNSS観測点「大川岱」を用いた基線長データに対する近似方法の変更について、その動きを考慮した基準を策定しつつ、近似方法を2026年度より変更することに異論はない。(専門家A, B, C)	2026年度のモニタリングから、GNSS観測点「大川岱」を用いた基線長データについては、近似方法を変更して管理していく。
十和田のモニタリング 3.4 地下構造	産業技術総合研究所による比抵抗構造の解析結果を見るとかなり浅部に低比抵抗領域が推定されている。一方で、地震波トモグラフィは地下浅部に分解能を持たないため、今後もこれらを相補的に用いて評価することが重要である。(専門家A)	地下構造に関する新たな情報が得られた場合には、各手法の分解能を考慮しつつ総合的に評価を行っていく。
八甲田山のモニタリング 4.2 地殻変動	電子基準点「野辺地」と「黒石」の比高について、相対的な「黒石」の隆起傾向が2025年度で認められる。「黒石」を用いた他の基線では特に変化は見えないため、「野辺地」における局所的な変化である可能性が考えられる。(専門家B)	電子基準点「野辺地」における局所的な変化であり、八甲田山を中心とした火山活動に伴う変化ではないと評価する。
	気象庁のGNSS観測点「南荒川山」を用いた基線長変化量において、2025年度の冬季に変化が生じているように見える。2025年12月の地震ともタイミングがずれており、現時点では要因は不明であるが注視が必要である。(専門家B)	変化量としてはごくわずかである。また例年、冬季に変化が確認できるため、積雪が影響している可能性も考えられる。引き続き観測データを注視する。

2. モニタリング評価結果の概要 〔参考情報に対する火山専門家の助言内容〕



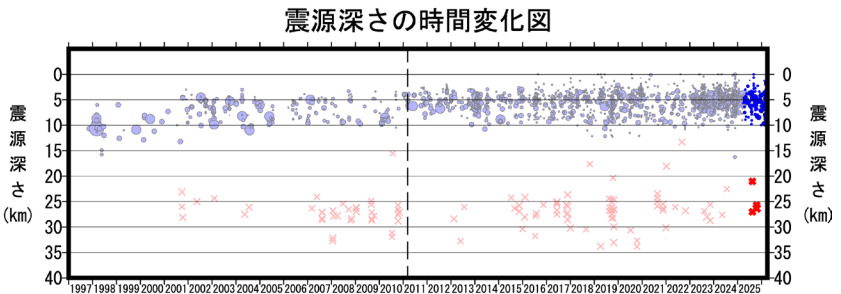
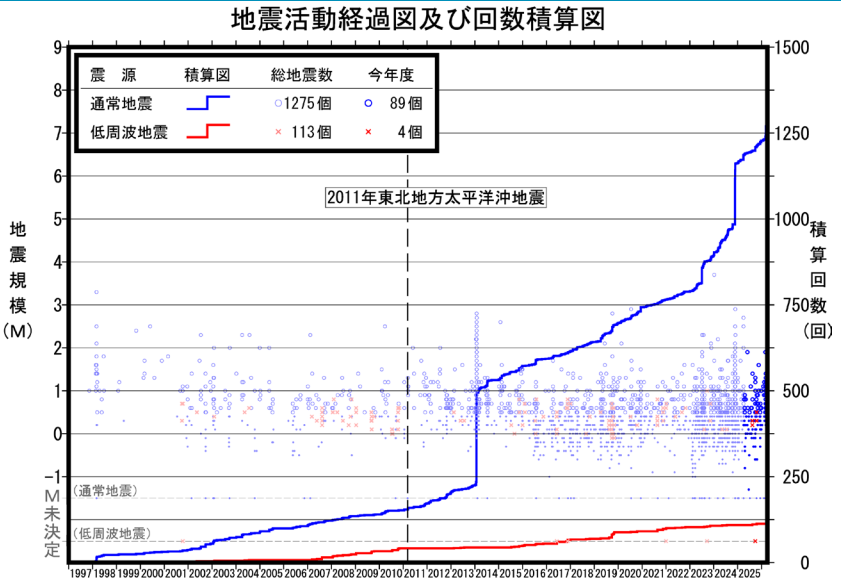
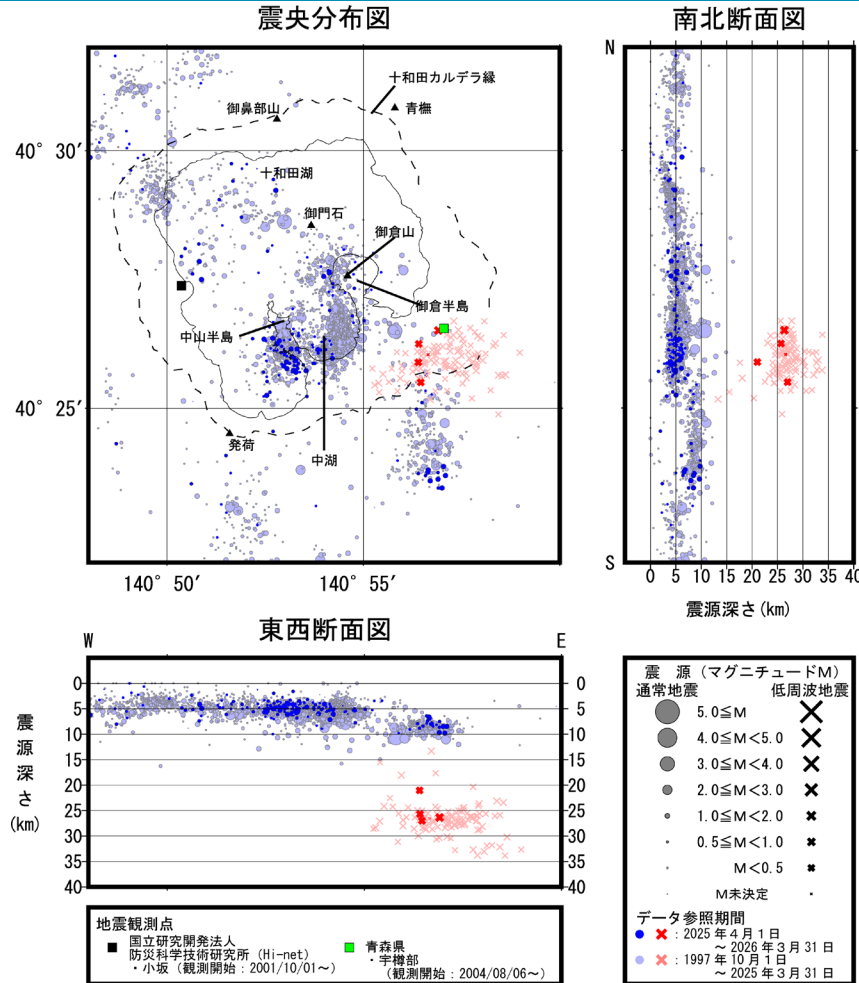
2025年度 モニタリング評価結果に対する助言		当社の対応
6.3 十和田で観測された地殻変動のソース推定	十和田における圧力源の推定結果が深度1.5kmと求められているが、この深度にマグマが溜まっているとは考えにくい。(専門家B)	判断基準の超過に至らない火山性の変動が認められた場合にも都度検討を実施する。
	判断基準の超過には至らないわずかな変化が認められることもあるため、今回のようにわずかな変化に対してもモデル計算を個別に都度実施することが、説明性向上の観点で重要である。(専門家B)	
7.3 ETASを用いた検討	ETASモデルを用いた検討について、中長期的な活動評価には有効な方法であり、継続して実施すべきである。(専門家B)	今後も継続実施する。
7.4 基線長データの変動率を用いた整理	地殻変動速度と地震活動に相関があるとする報告もあり、変動率に換算した数値で確認していくことには意義があると思われる。仮に運用するとしても、顕著な地殻変動はなく、年周変動が大きいため、「年周変動を上回る変化」の有無をみていくことになる。(専門家B)	変動率による評価を非火山性の年周変動の超過有無に用いる場合、現状のばらつきを超える変化がないかの判断基準と同様であるため、今後、観測データに有意な変化が確認された場合に、モデル計算によるマグマ蓄積深度の推定等を踏まえ、変動率も用いて評価する。
7.5 八甲田山におけるGNSS観測点の設置状況	防災科学技術研究所が十和田と八甲田山の近くにGNSS観測点を新たに設置している。これらの点も有効活用できるのであれば、日本原燃(株)が八甲田山に新設したGNSS観測点も含め、監視基線に追加すべきである。(専門家B)	2026年度の観測データを精査した後、監視基線への追加を検討する。

余白

3. 十和田のモニタリング

十和田のモニタリング

3.1 十和田(地震活動:震源分布とマグニチュード)【全期間】



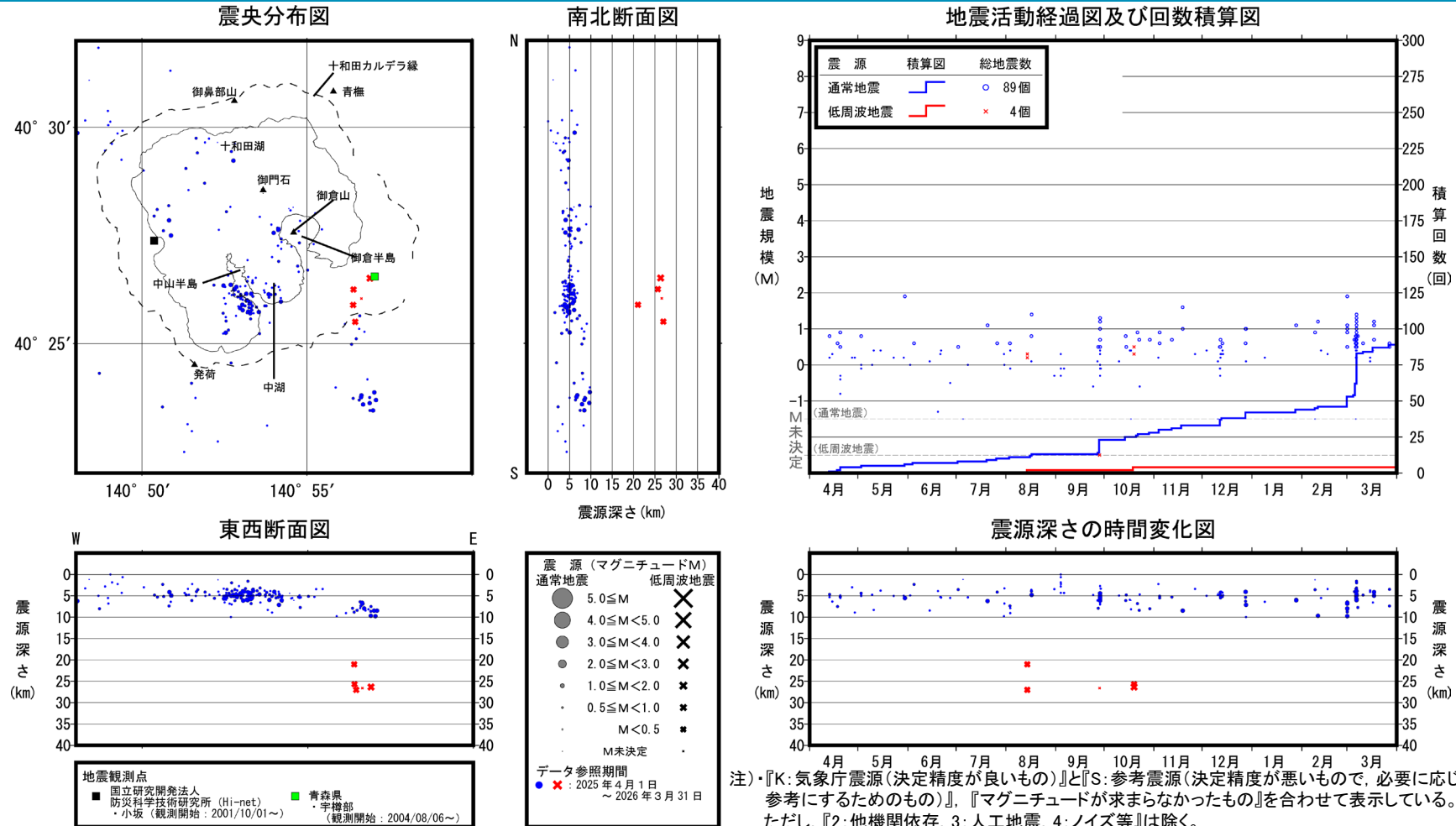
注)・『K:気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S:参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったもの』を合わせて表示している。
 ただし、『2:他機関依存, 3:人工地震, 4:ノイズ等』は除く。
 ・通常地震回数はM0.5以上のものを積算している。低周波地震はMが求まらなかったものを除いて積算している。
 ・震源データについては、2016年4月以降、PF法を用いた自動震源決定手法の導入により震源決定総数が増加。

特記事項

観測期間を通じて、中湖及びその周辺、並びにカルデラ南東縁～南東方及びカルデラ北西～北西方に震源を有する地震が観測されてきた。通常地震は深さ約2km～約10km、低周波地震はカルデラ南東縁付近の深さ約24km～約30kmを中心に震源を有する。
 ⇒地震の震源分布及びその発生頻度※に大きな変化はなく、地震活動の活発化を示唆する顕著な変化は認められない。

※2023年以降、地震発生頻度がわずかに増加している(「7.3 ETASを用いた検討」参照)。

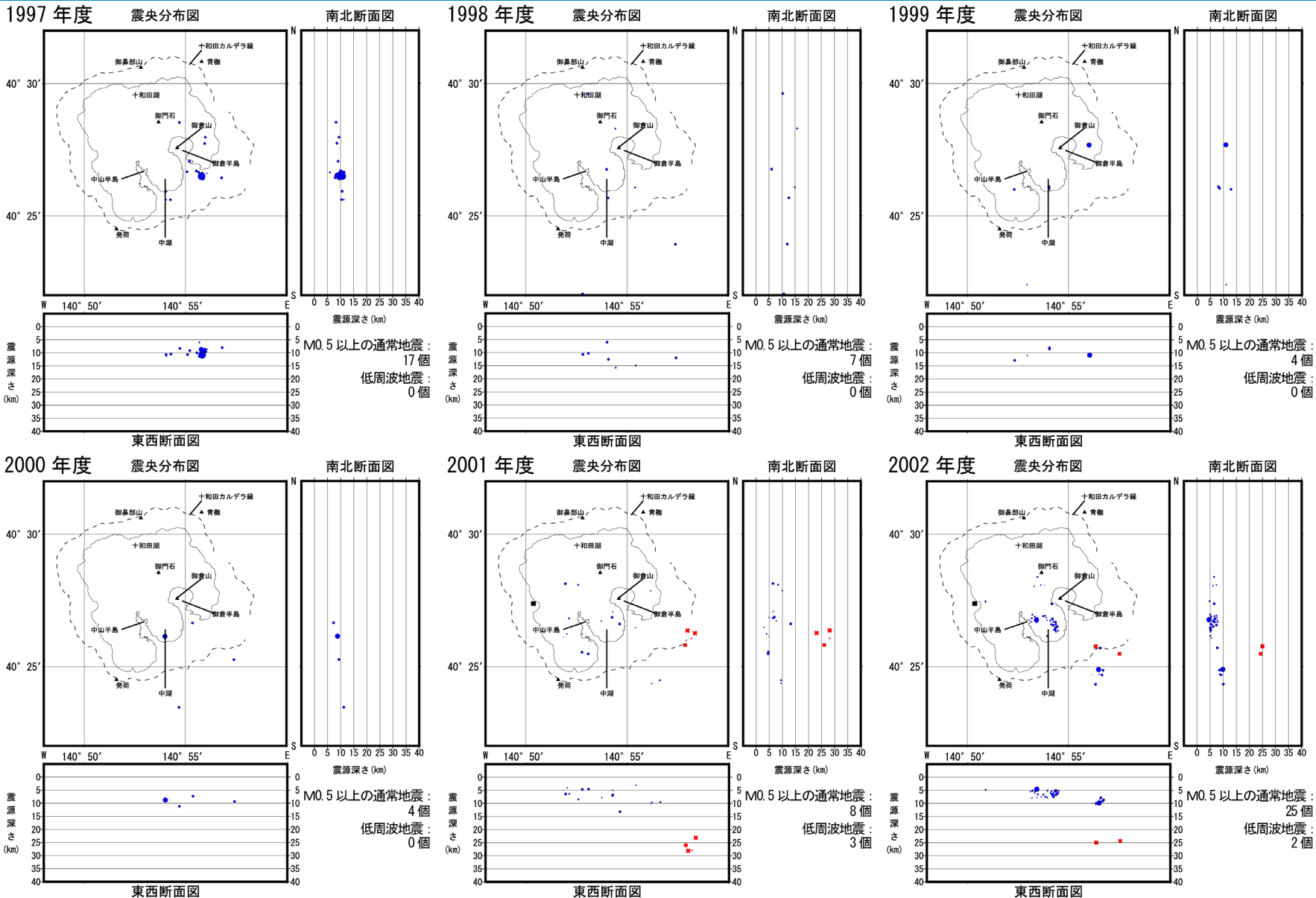
3.1 十和田(地震活動:震源分布とマグニチュード)【2025年度】



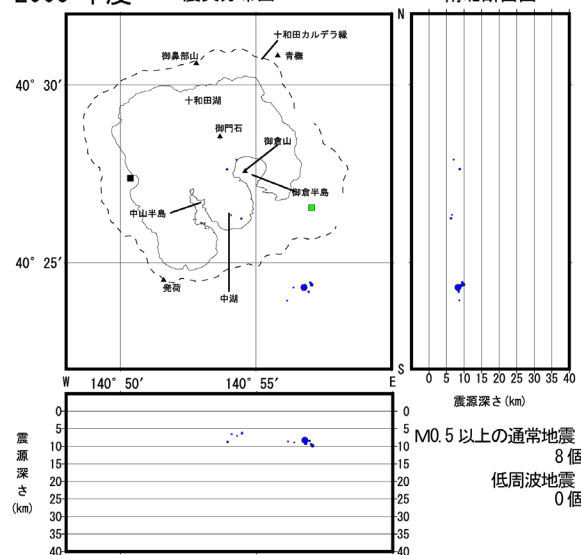
特記事項

2025年度では、M0.5以上の通常地震が89回(最多43回/月, 最大M1.9), 低周波地震が4回(最多2回/月, 最大M0.5)観測された。M0.5以上の通常地震の震源位置は中山半島を中心に十和田カルデラ北西方から南東縁にかけての地域であり、主な震源深さは約3km~約10kmである。低周波地震の震源位置は十和田カルデラ南東縁であり、震源の深さは約21km~約27kmである。

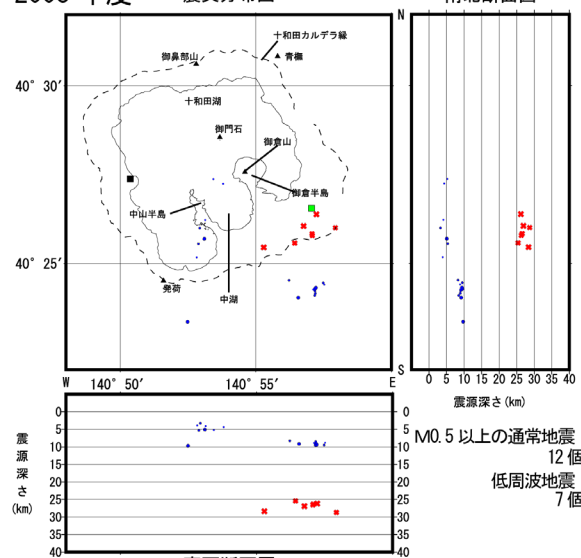
3.1 十和田(地震活動:震源分布)【1997年度～2002年度】



南北断面图

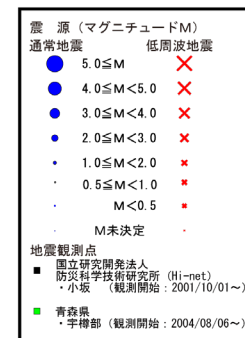
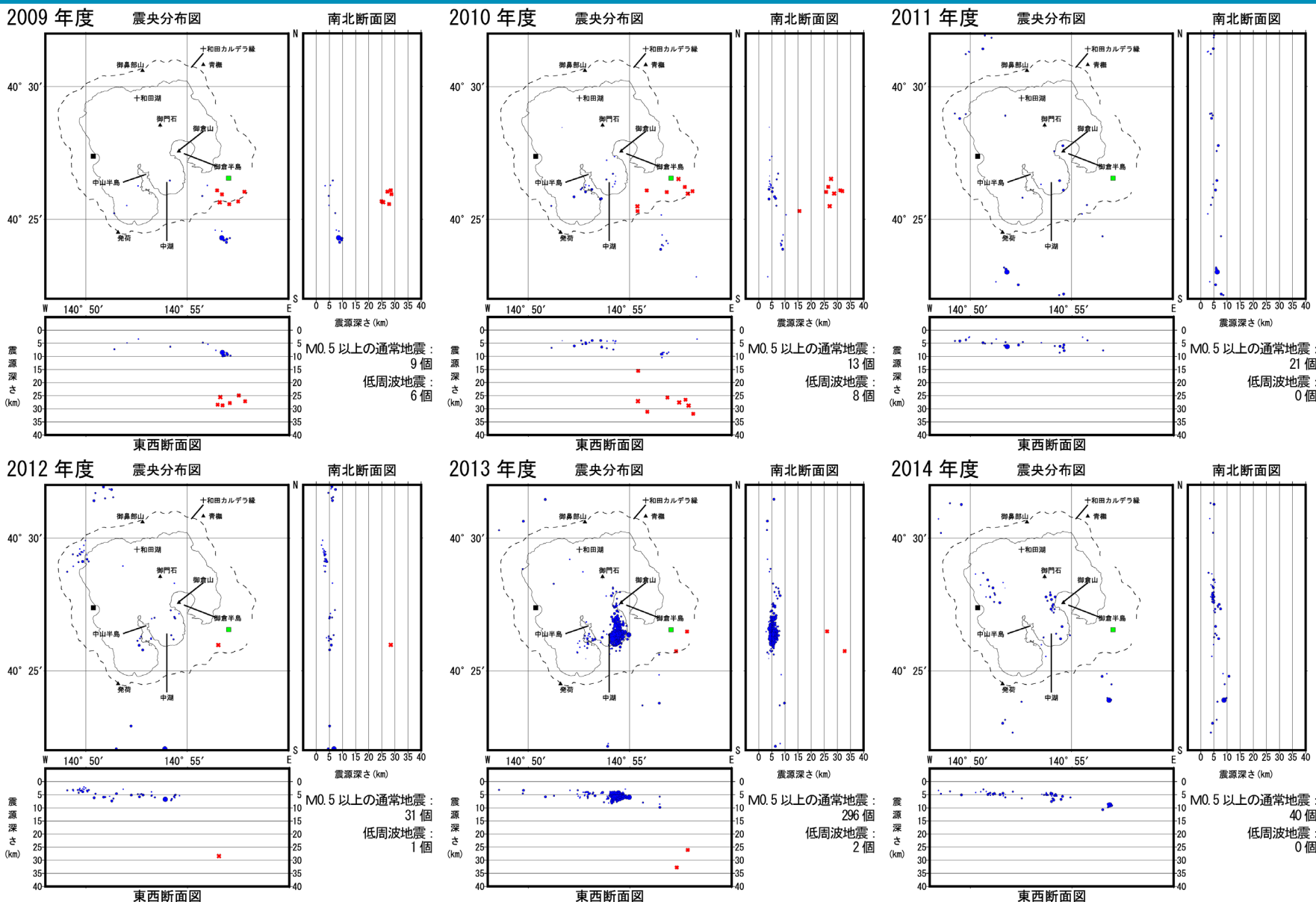


南北断面图



25

3.1 十和田(地震活動:震源分布)【2009年度～2014年度】



震央分布図



震央分布図



震央分布図



震央分布図



震央分布図

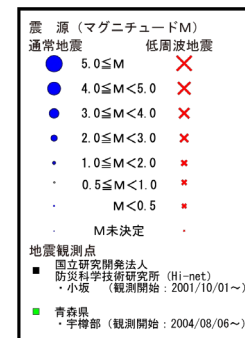
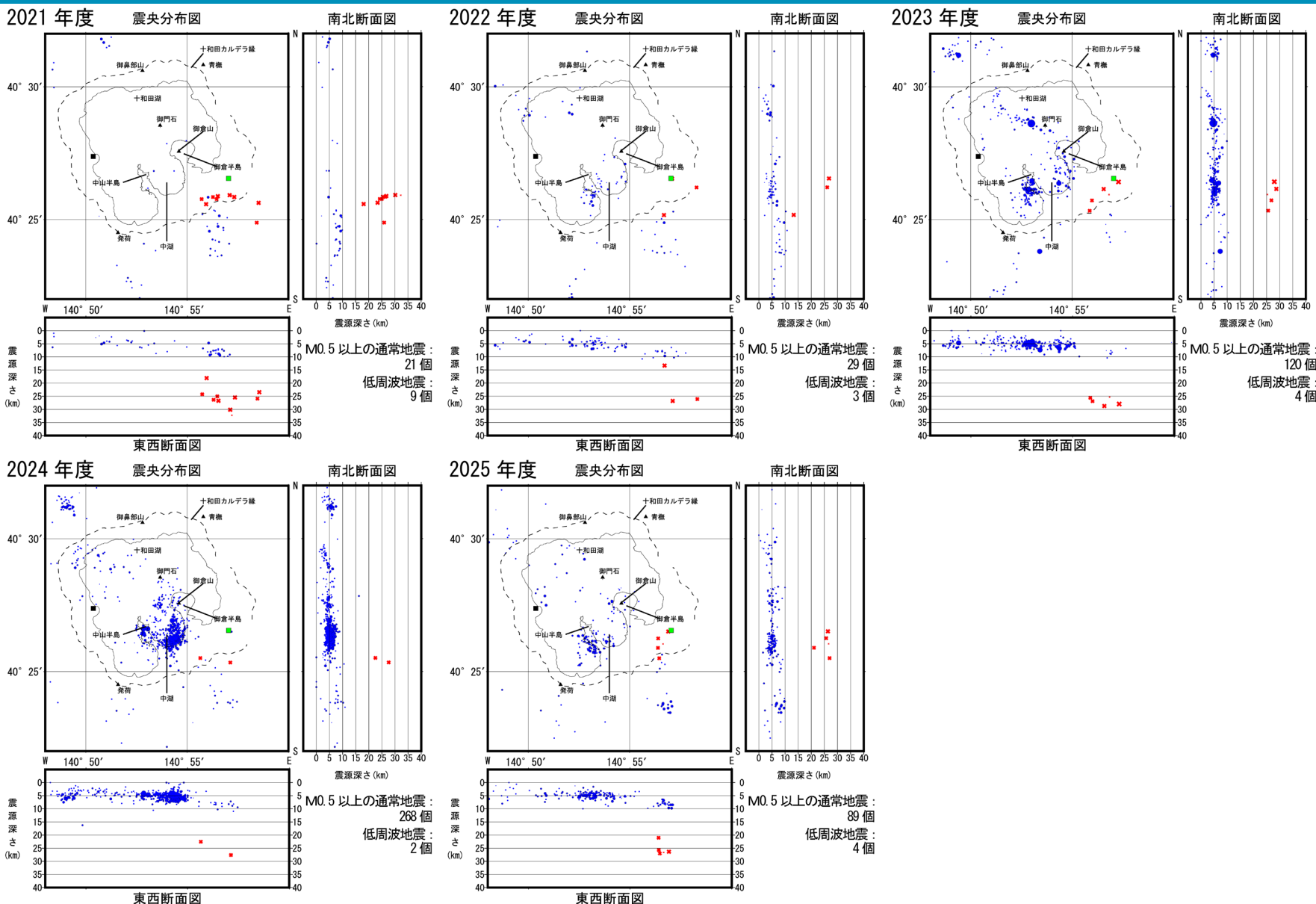


震央分布図

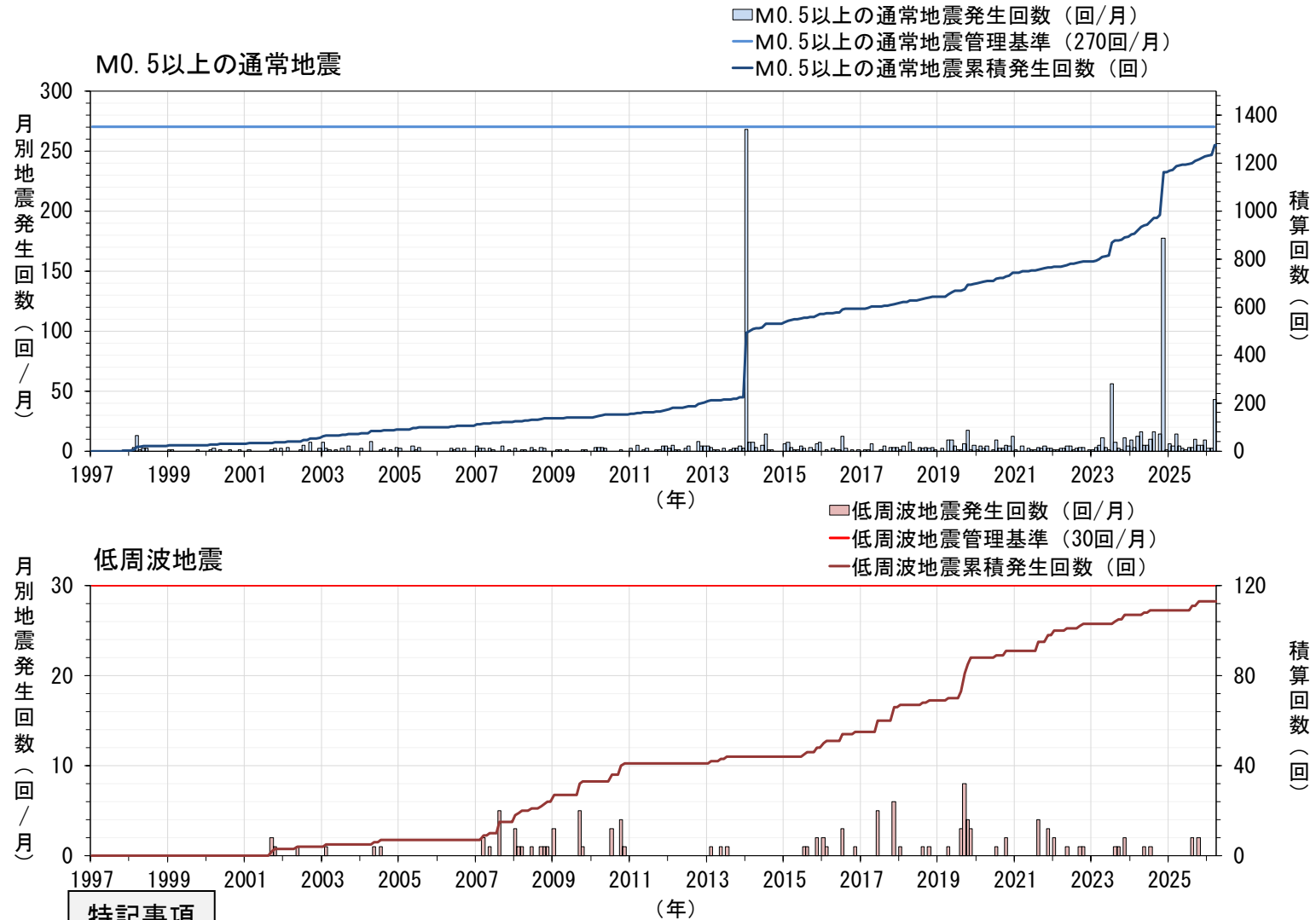


-
- 27

3.1 十和田(地震活動:震源分布)【2021年度～2025年度】



3.1 十和田(地震活動:地震発生数の推移)【全期間】



地震の発生頻度に大きな変化はなく、地震活動の活発化を示唆する顕著な変化は認められない。

3.1 十和田(地震活動:判断基準)【2025年度】

通常地震発生回数一覧 (十和田)

2025年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	2025年度
地震規模	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)
$5.0 \leq M$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$4.0 \leq M < 5.0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$3.0 \leq M < 4.0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$2.0 \leq M < 3.0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$1.0 \leq M < 2.0$	0	1	0	1	1	6	0	2	2	2	1	13	29
$0.5 \leq M < 1.0$	4	1	1	2	2	4	5	3	7	0	1	30	60
$M < 0.5$	8	7	6	4	4	18	4	2	12	1	2	13	81
M未決定	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1	1	5
合計 ($0.5 \leq M$)	4	2	1	3	3	10	5	5	9	2	2	43	89

低周波地震発生回数一覧 (十和田)

2025年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	2025年度
地震規模	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)
$5.0 \leq M$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$4.0 \leq M < 5.0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$3.0 \leq M < 4.0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$2.0 \leq M < 3.0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$1.0 \leq M < 2.0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$M < 1.0$	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	4
M未決定	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
合計	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	4

注)・『K:気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S:参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったもの』を合わせて表示している。
ただし、『2:他機関依存, 3:人工地震, 4:ノイズ等』は除く。
・通常地震回数はM0.5以上のものを積算している。
低周波地震はMが求まらなかったものを除いて積算している。

判断基準の超過なし

最多の月:通常地震(M0.5以上) 43回/月, 低周波地震 2回/月

「平常からの変化」の判断基準

通常地震(M0.5以上):270回/月, 低周波地震:30回/月

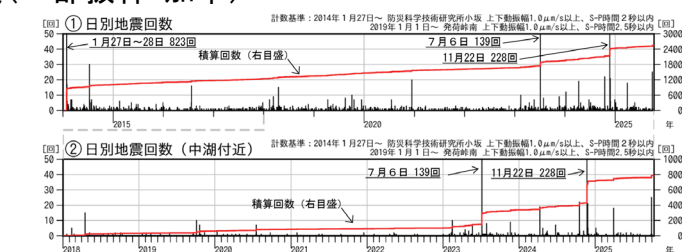
3.1 十和田(地震活動: 公的機関の発表情報)【2025年度】

火山活動解説資料(令和7年4月～令和8年3月, 2025年報)

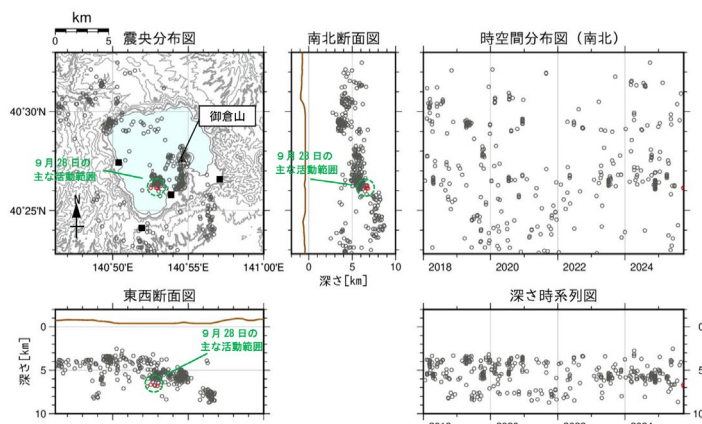
十和田の活動概要

2025年9月28日に火山性地震が一時的に増加し、日別地震回数は25回で、震源は中湖付近の深さ約7km付近と推定された。また、2026年3月7日に火山性地震が一時的に増加し、日別地震回数は50回で、震源は中湖付近の深さ約6kmと推定された。上記以外の期間では、深さ5km前後で発生している地震は少ない状態で経過し、より浅い場所を震源とする火山性地震、低周波地震及び火山性微動は観測されなかった。2023年以降、中湖付近の深さ5km前後が震源と推定される火山性地震の発生頻度がやや高い状態にあるとされる。期間を通して、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かった。

参考図表(一部抜粋・加筆)



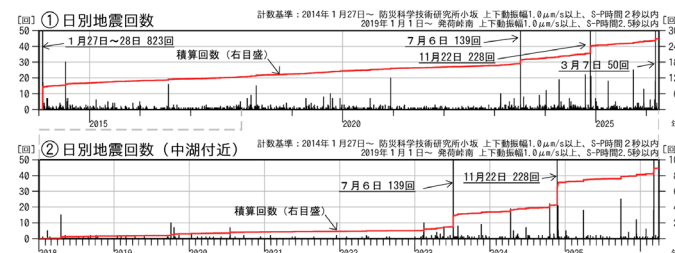
十和田における地震活動経過図(2014年1月～2025年9月)



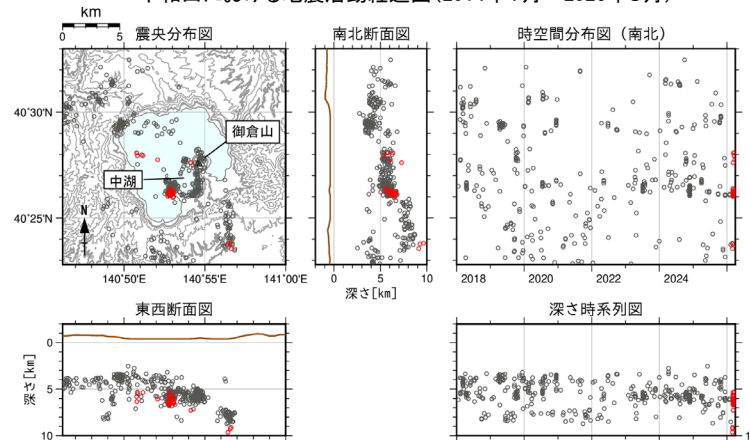
○: 2025年9月1日～9月30日 ○: 2018年1月1日～2025年8月31日 ■: 地震観測点位置

十和田における地震活動(2018年1月～2025年9月)

(火山活動解説資料: 令和7年9月)



十和田における地震活動経過図(2014年1月～2026年3月)



○: 2026年3月1日～3月31日 ○: 2018年1月1日～2026年2月28日

十和田における地震活動(2018年1月～2026年3月)

(火山活動解説資料: 令和8年3月)

3.1 十和田(地震活動: 公的機関の発表情報)【2025年度】

火山調査研究推進本部 第8回 火山調査委員会(2026年2月24日)

十和田の現状の評価(火山調査研究推進本部, 2026a)

【調査観測結果】

- 十和田周辺で発生する火山性地震は、平均的には年間100回程度であり、定常的な地震活動はあまり活発ではないものの、時折、短期間に集中的に発生することがある。日別地震回数が100回を超えた例としては、2014年1月、2023年7月、2024年11月の活動があり、これら以外にも一時的な地震数の増加が認められた(2016年7月、2018年4月、2019年10月、2020年7月など)。これらの火山性地震の多くは、中湖周辺の深さ4~7kmを震源としている。
- 浅部の低周波地震活動もあまり活発ではないが、2015年2月から3月に3回、2020年6月に1回発生し、さらに2023年2月に3回発生した後は、火山性地震の発生頻度が高い状態にある。
- 火山性微動は、2014年1月以降、2024年6月14日に初めて観測された。
- 一元化震源カタログから中湖付近の地震のみを抽出して地震の発生頻度を見ると、2023年以降は頻度が高くなっているように見える。地震の発生頻度を見る場合には地震の検知能力の時間変化を考慮する必要があるが、地震予知総合研究振興会の震源カタログにおいても同様な傾向が認められることから、2023年以降には地震活動がやや活発化している可能性がある。
- 十和田周辺では、2014年1月以前から地震活動について報告されている。1995年1月に十和田カルデラ南部で群発地震が発生し(東北大学, 1995)、その後も1996年、1997年、1998年に群発的な地震活動が認められた。また、それ以前の1981年から1983年も地震活動が活発であった。青森県が運用している地震観測網のデータを用いた解析によると、2001年から2002年の2年間に約830個の地震(マグニチュード(M) ≥ -1)が震源決定され、うち約120個が低周波地震(深部低周波地震を含む)であったとしている(大谷ほか, 2003)。これらの震源の多くは十和田湖南部に集中しており、特に御倉半島付近と十和田湖の南東での活動が活発であった。
- 十和田カルデラ内の地震について推定されているメカニズム解は、概ね正断層型となっており、東北地方の上部地殻内で発生する地震のメカニズムが、一部地域を除いて逆断層型や横ずれ型であることと対照的である。

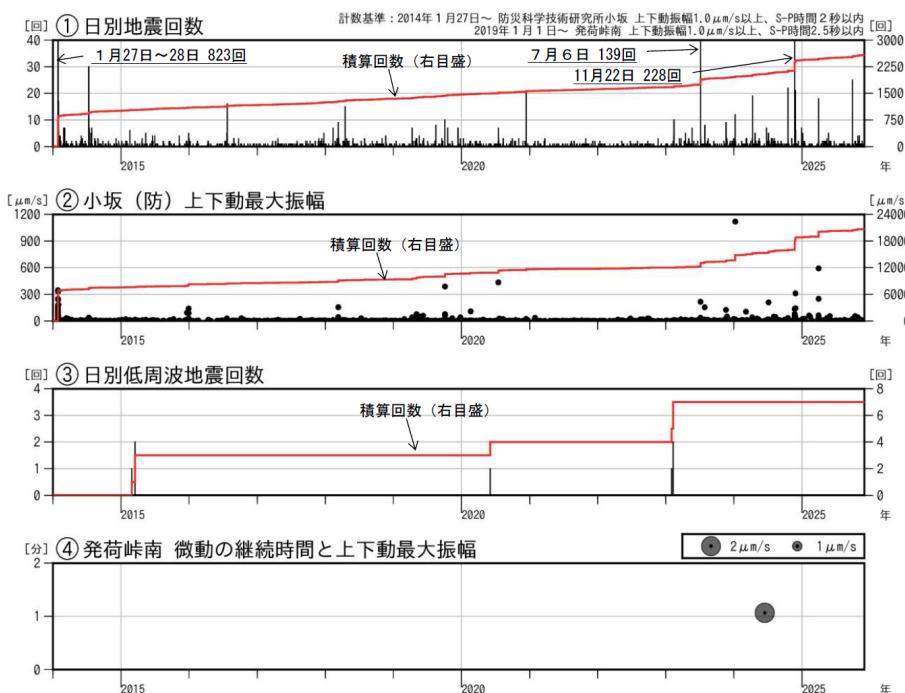
【現象の解釈及びメカニズムの推定】

- 十和田周辺の地震活動は、特に中湖周辺で時折群発的な活動を見せながら継続している。震源は中湖を縁取るように集中して発生していることから、中湖周辺の地震活動は、最新の915年の噴火時の火道周辺で発生している可能性が考えられる。
- 2023年以降に観測されている十和田湖を挟む東西基線のわずかな伸びの変化は、地下の圧力源の増圧を示唆しており、それによる引張応力の増加が地震発生頻度の増加の原因となっている可能性が考えられる。

3.1 十和田(地震活動: 公的機関の発表情報)【2025年度】

火山調査研究推進本部 第8回 火山調査委員会(2026年2月24日)

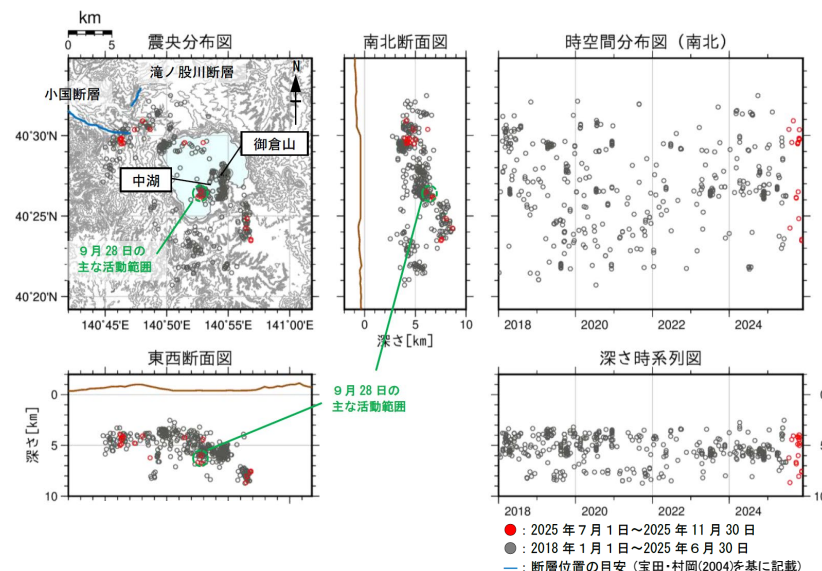
参考図表(一部抜粋・加筆)



十和田の火山活動経過図(2014年1月～2025年11月)

2023年2月に低周波地震が観測されて以降、中湖付近が震源と推定される火山性地震の発生頻度がやや高い状態にある。2025年9月28日には火山性地震が一時的に増加し、日回数は25回となった。

(火山調査研究推進本部, 2026b)



十和田における地震活動図(2018年1月～2025年11月)

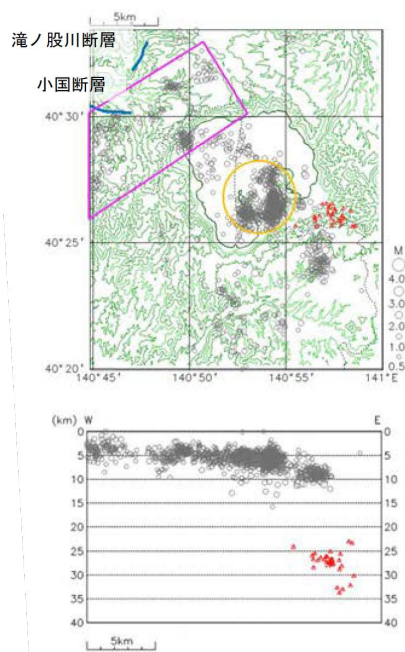
2025年9月28日に中湖付近(緑領域)で火山性地震が一時的に増加し、日回数は25回となった。
2023年以降、震源が求まらない地震も含め、中湖付近の深さ5km前後が震源と推定される地震の発生頻度がやや高い状態で経過している。一方で、震源がより浅い地震は観測されていない。

(火山調査研究推進本部, 2026b)

3.1 十和田(地震活動: 公的機関の発表情報)【2025年度】

火山調査研究推進本部 第8回 火山調査委員会(2026年2月24日)

参考図表(一部抜粋・加筆)



○ : 通常地震 △ : 深部低周波地震
— : 断層位置の目安 (宝田・村岡(2004)を基に記載)

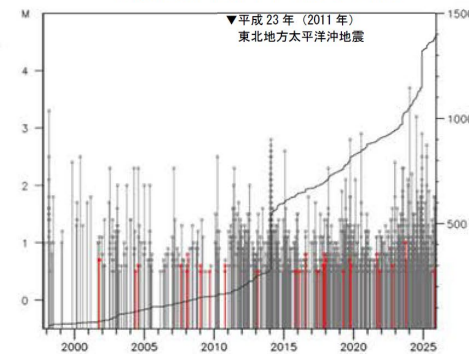
十和田における一元化震源による地震活動図(1997年10月～2025年11月)

- ・M0.5以上の地震を表す(右図のM 別度数分布参照)。
- ・2001年10月に小坂(防災科学技術研究所)を含むHi-netの活用を開始。

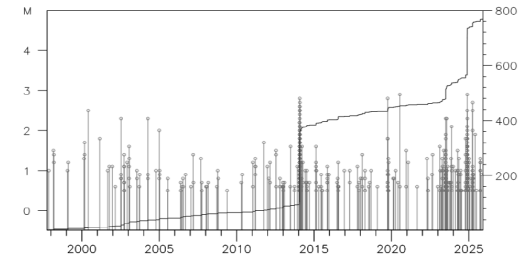
平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震以降、主に十和田湖の北西(桃領域内)を震源とする地震の発生頻度が高まっている。中湖付近(橙円内)の深さ5km前後を震源とする地震は、2014年1月に一時的に増加し、2023年以降は発生頻度がやや高い状態で経過している。

(火山調査研究推進本部, 2026b)

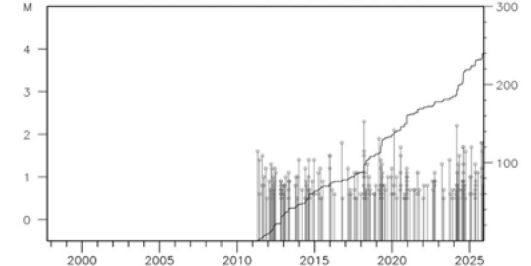
回数積算+MT 図 (領域全体)



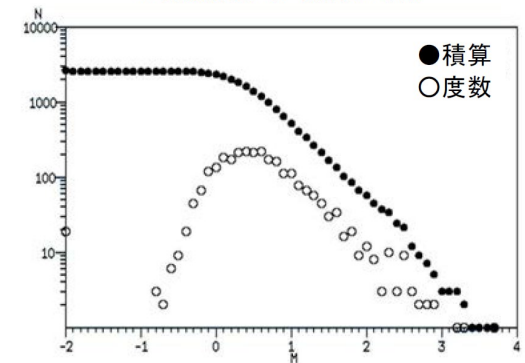
回数積算+MT 図 (橙円内)



回数積算+MT 図 (桃領域内)



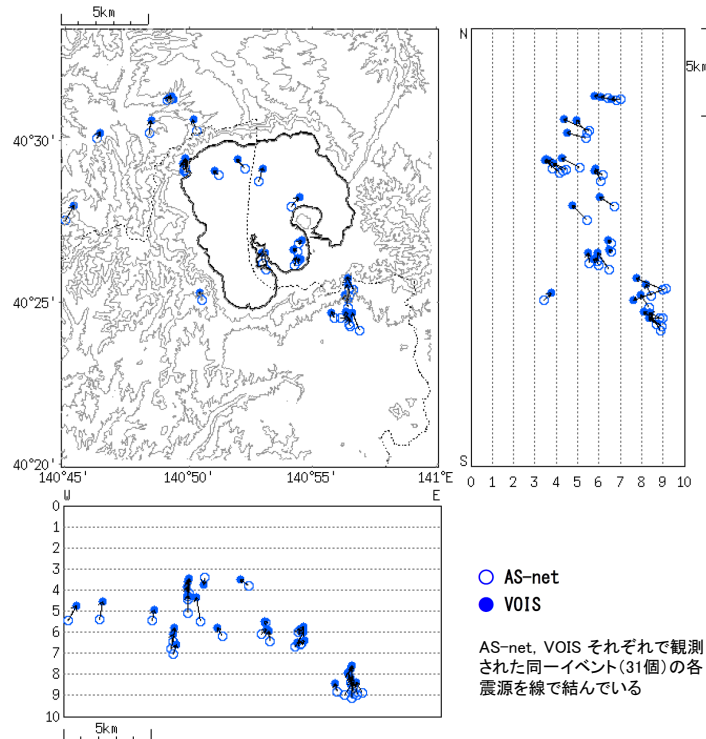
M 別度数分布 (領域全体)



3.1 十和田(地震活動: 公的機関の発表情報)【2025年度】

火山調査研究推進本部 第8回 火山調査委員会(2026年2月24日)

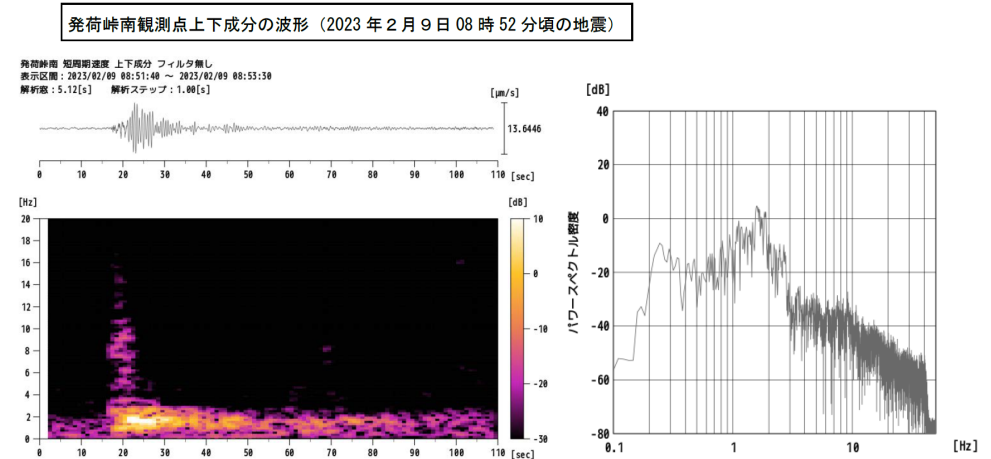
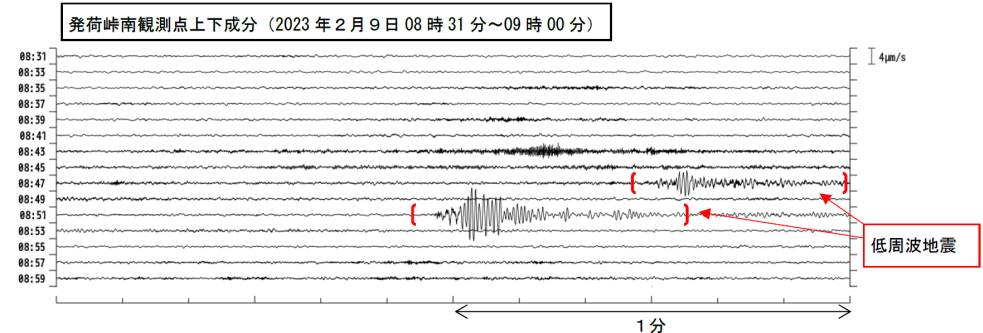
参考図表(一部抜粋・加筆)



地震予知総合研究振興会AS-netの震源と
火山監視情報システムVOISの震源との比較
(2018年1月~2025年11月)

両者の震源位置に大きな差異は認められない。
AS-netで決定された震源より、VOIS震源は浅い傾向がある。

(火山調査研究推進本部, 2026b)



活発化の初期段階に発生した低周波地震(2023年2月9日)

2023年2月1日に1回, 9日に2回低周波地震を観測した。
周波数は2Hz前後が卓越していた。

(火山調査研究推進本部, 2026b)

3.1 十和田(地震活動:まとめ)【2025年度】

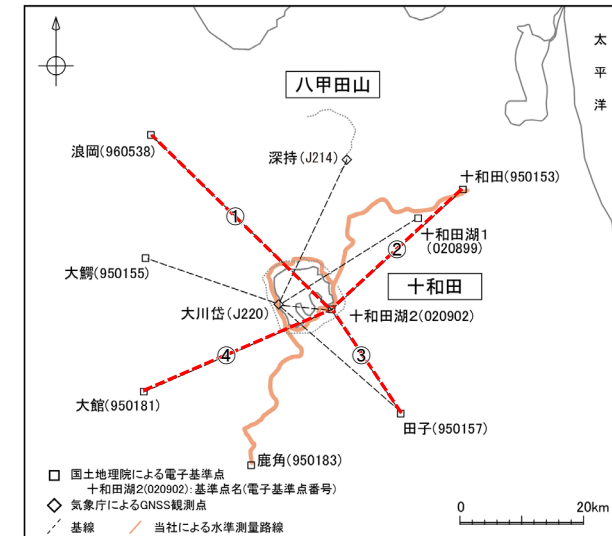
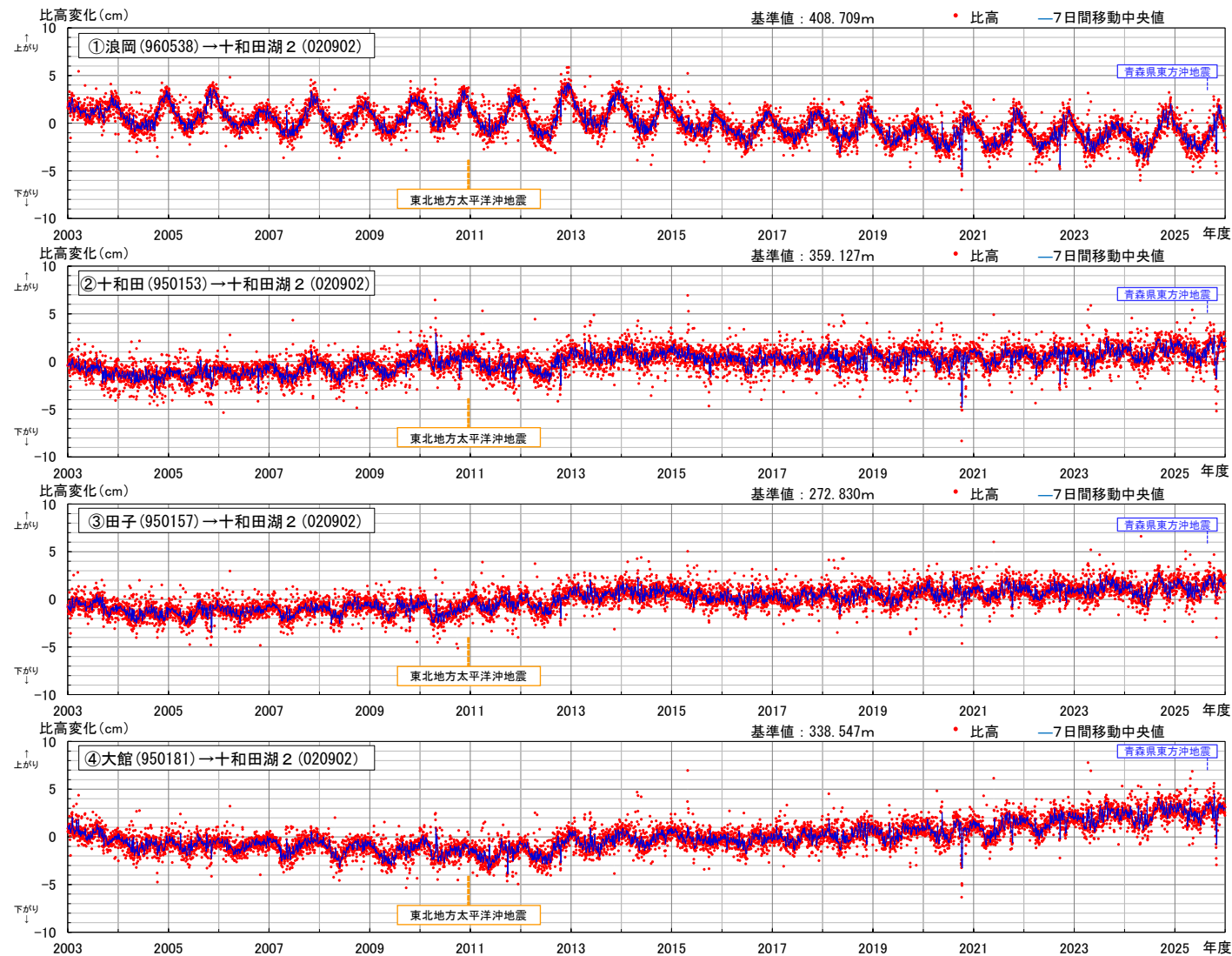
- ・観測期間を通じて、中湖及びその周辺、並びにカルデラ南東縁～南東方及びカルデラ北西～北西方に震源を有する地震が観測され、M0.5以上の通常の地震は深さ約2km～約10km、低周波地震はカルデラ南東縁付近の深さ約24km～約30kmを中心に震源を有する。
- ・2025年度では、M0.5以上の通常の地震が89回、低周波地震が4回観測された。当社が設定した判断基準の超過は今期間で発生していない。
- ・十和田の火山活動解説資料(令和7年9月)によれば、2025年9月28日に火山性地震が一時的に増加し、日別地震回数は25回で、震源は中湖付近の深さ約7km付近と推定された。また、十和田の火山活動解説資料(令和8年3月)によれば、2026年3月7日に火山性地震が一時的に増加し、日別地震回数は50回で、震源は中湖付近の深さ約6kmと推定された。これらの前後で特段の地震の増加はみられておらず、また低周波地震、火山性微動は観測されていない。



- ・2025年度における十和田の地震活動観測結果から、火山性地震の一時的な増加は発生したものの、震源分布及び発生頻度等に大きな変化はなく、地震活動の活発化を示唆する顕著な変化は確認されないことから、地震発生領域の拡大または消滅、新たな地震発生領域の出現及び地震発生数の急激な変化は認められない。

余白

3.2 十和田(地殻変動:GNSS観測データ, 比高) 【基線①～④, 全期間】



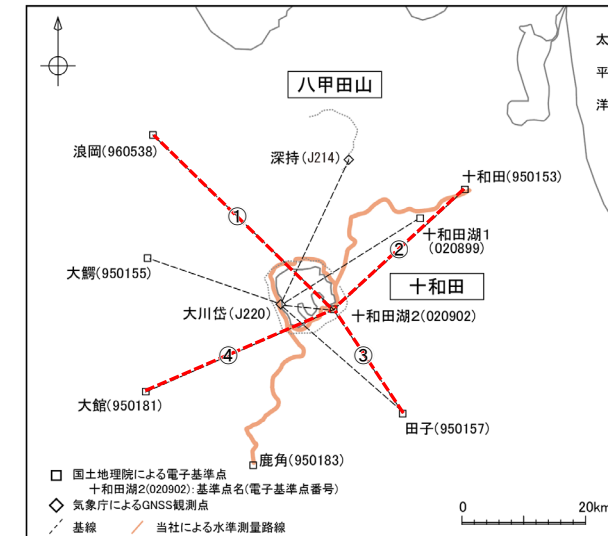
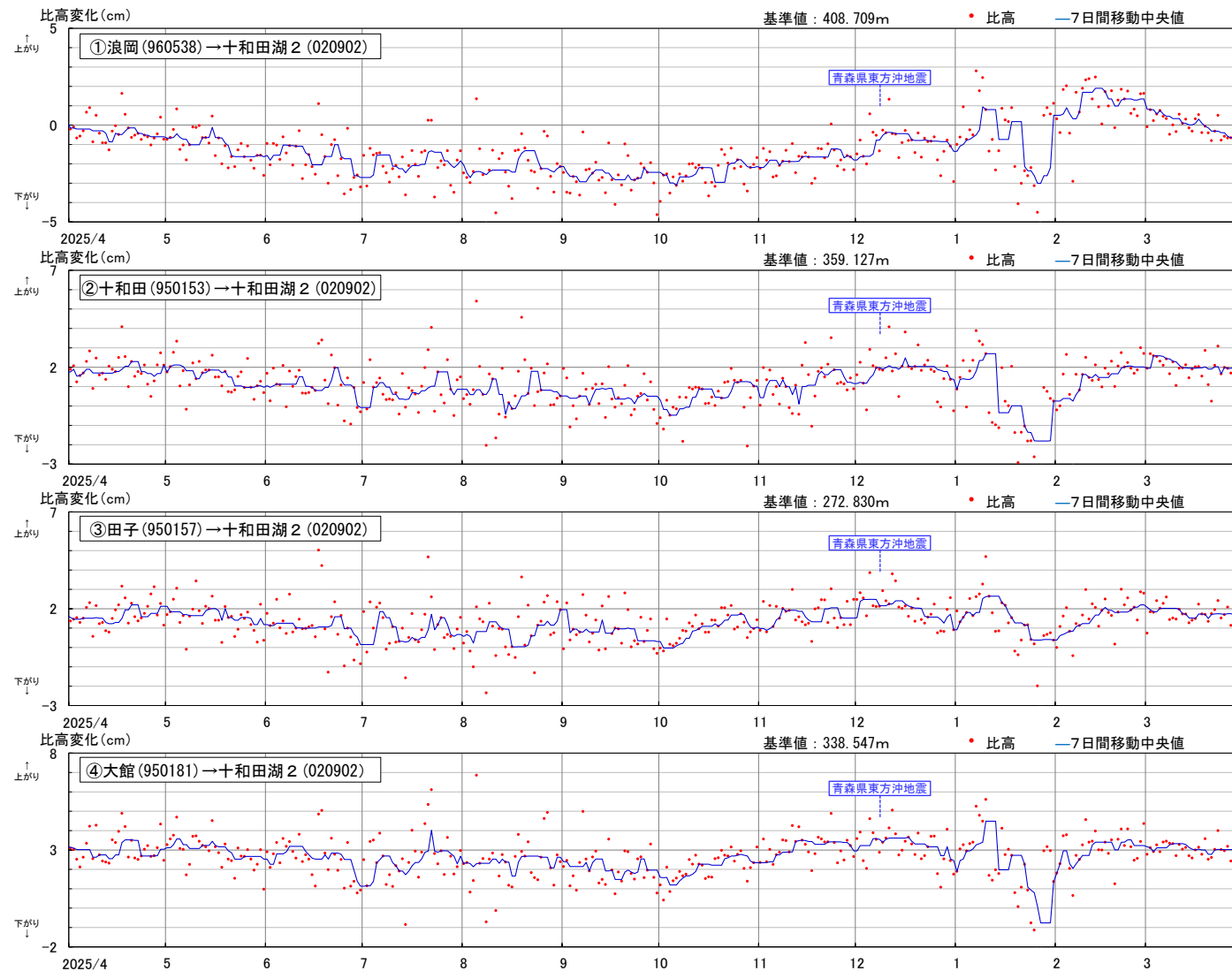
特記事項

- ・2011年東北地方太平洋沖地震以前では顕著な変位は認められなかった。
- ・2011年東北地方太平洋沖地震後、顕著な変位の累積は認められないが、2013年に、「十和田湖2」が「十和田」・「田子」・「大館」に対してわずかに隆起する傾向が認められた。
- ⇒十和田を中心とした、系統的な変位の累積及び急激な変位は認められない。

※「浪岡」-「十和田湖2」では、年周変動が顕著である。

【使用したデータ】①②③④: F5解 (p9参照)
【データ期間】 ①②③④: 2003/03/28～2026/03/31 JST
※空白部分はデータ欠測

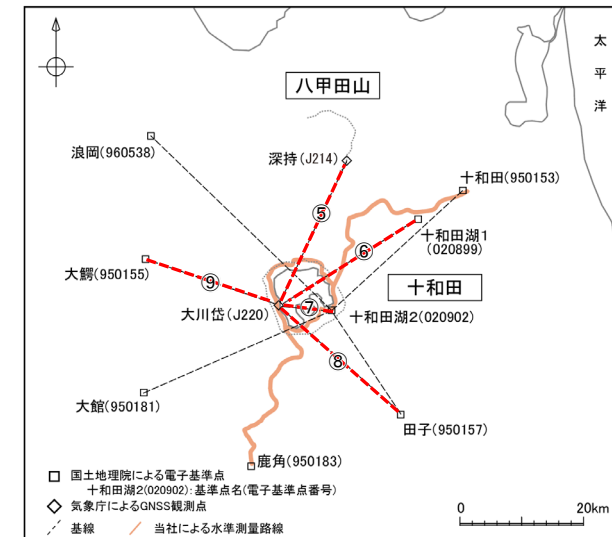
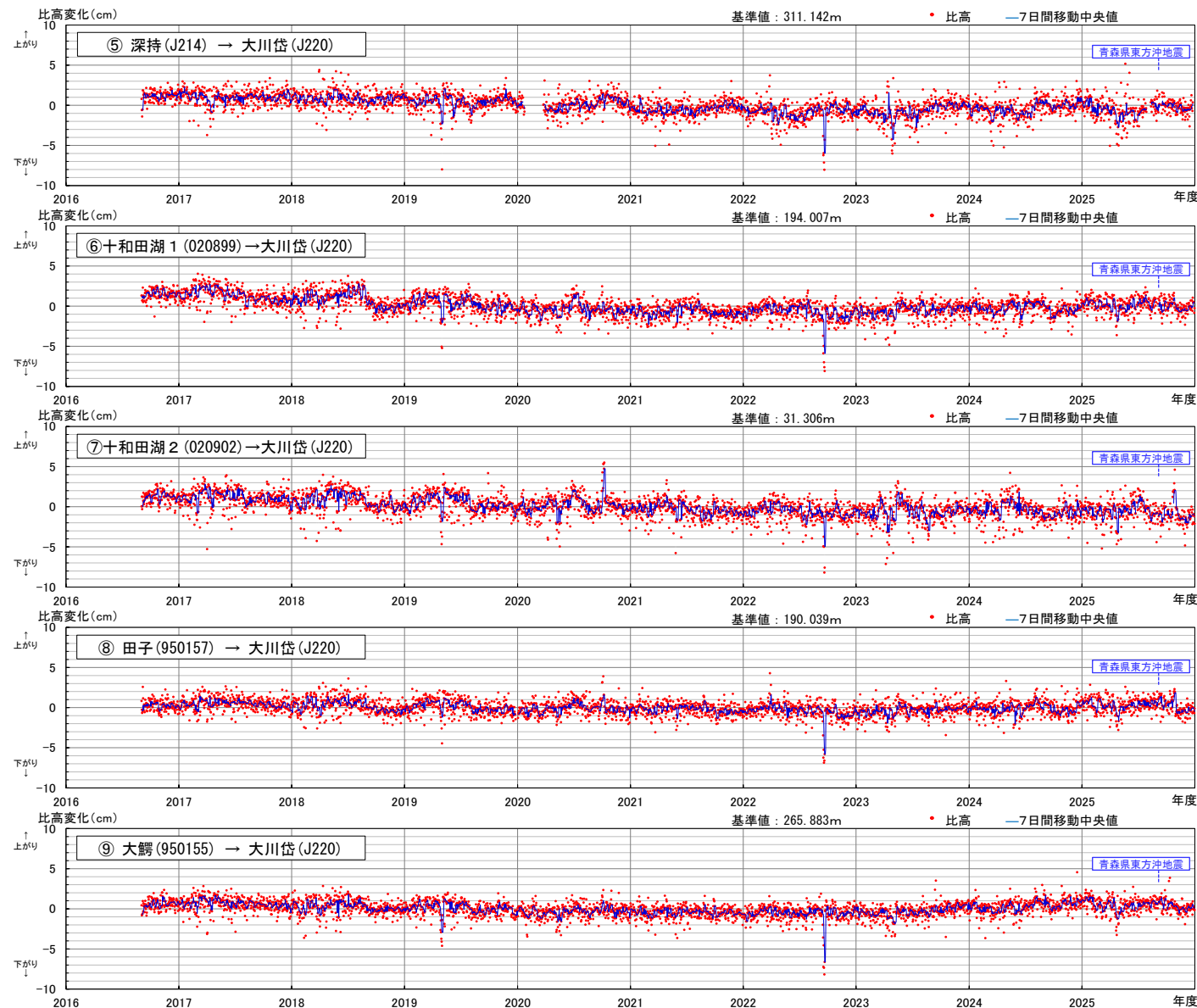
3.2 十和田(地殻変動:GNSS観測データ, 比高) 【基線①～④, 2025年度】



特記事項

- ・十和田を中心とした, 系統的な変位の累積及び急激な変位は認められない。
- ・2025年12月8日の地震前後で大きな変位は認められない。

3.2 十和田(地殻変動:GNSS観測データ, 比高) 【基線⑤～⑨, 全期間】



特記事項

・観測開始以降、「大川岱」がわずかに沈降～停滞する傾向が継続する。
⇒十和田を中心とした、系統的な変位の累積及び急激な変位は認められない。

【使用したデータ】

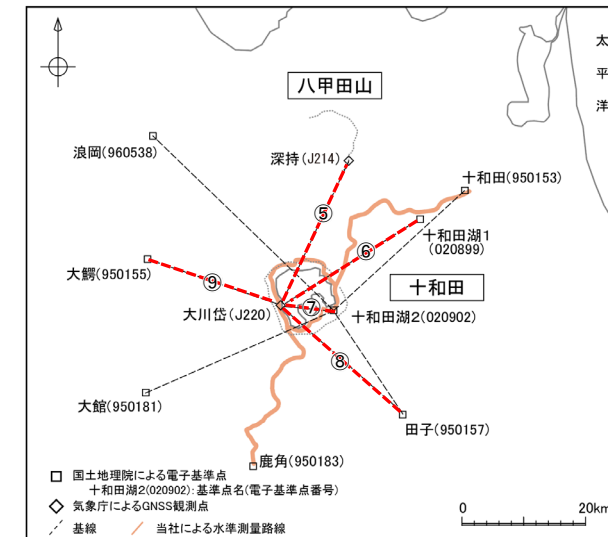
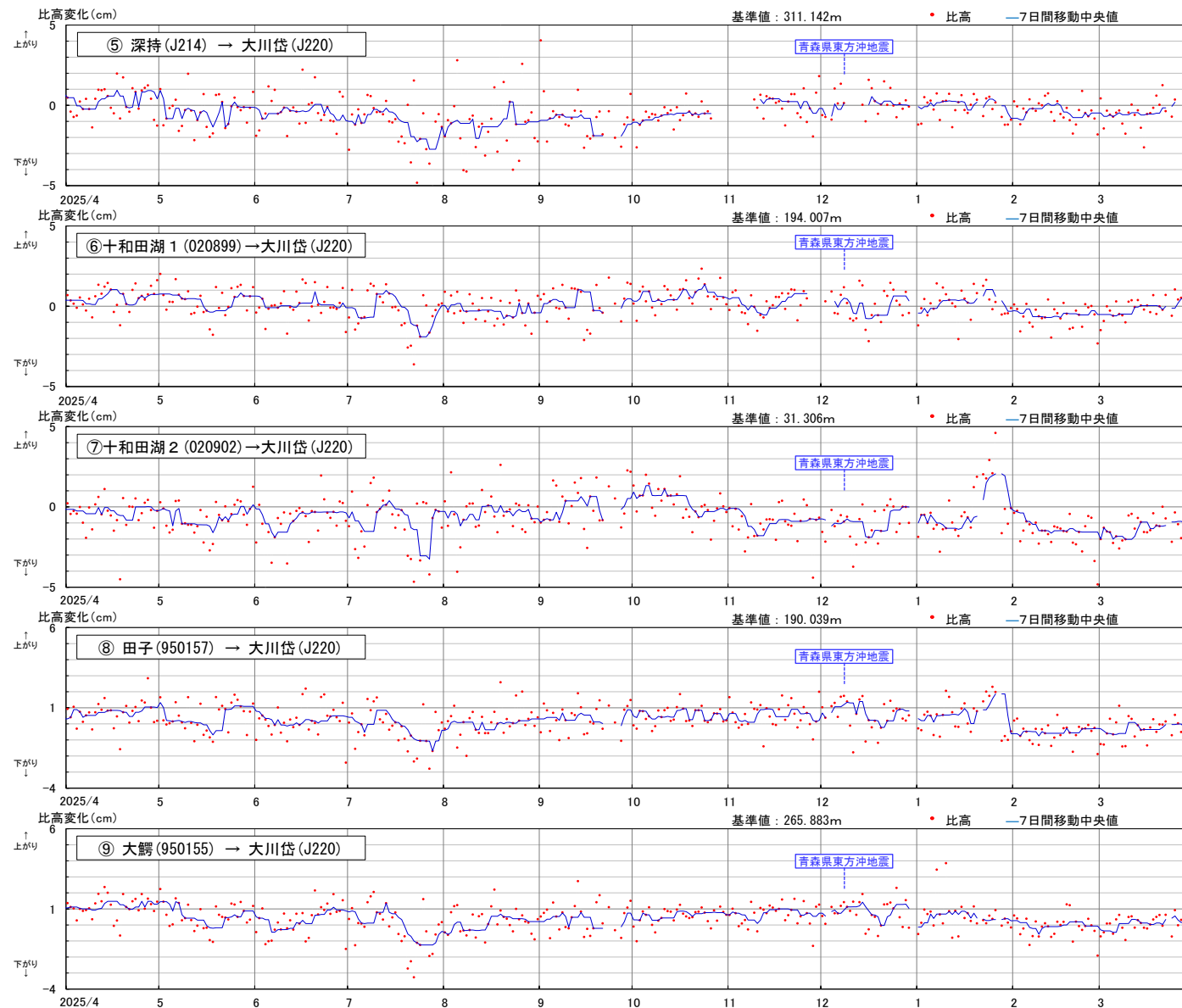
⑤⑥⑦⑧⑨: 各RINEXデータを使用した統合解析結果 (p9参照)

【データ期間】

⑤⑥⑦⑧⑨: 2016/12/01～2026/03/31 JST

※空白部分はデータ欠測

3.2 十和田(地殻変動:GNSS観測データ, 比高) 【基線⑤～⑨, 2025年】



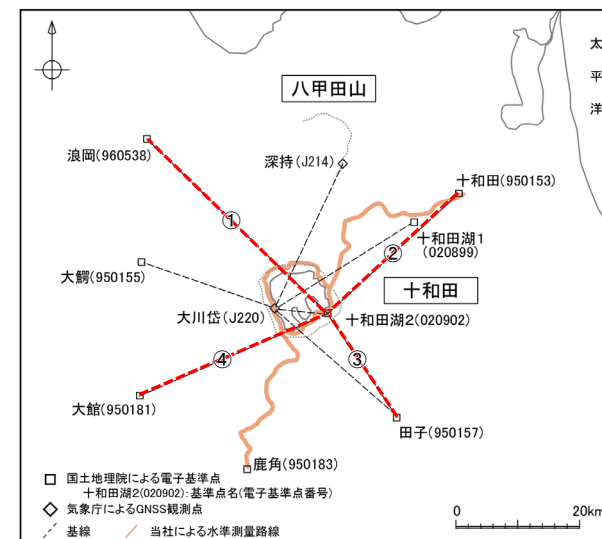
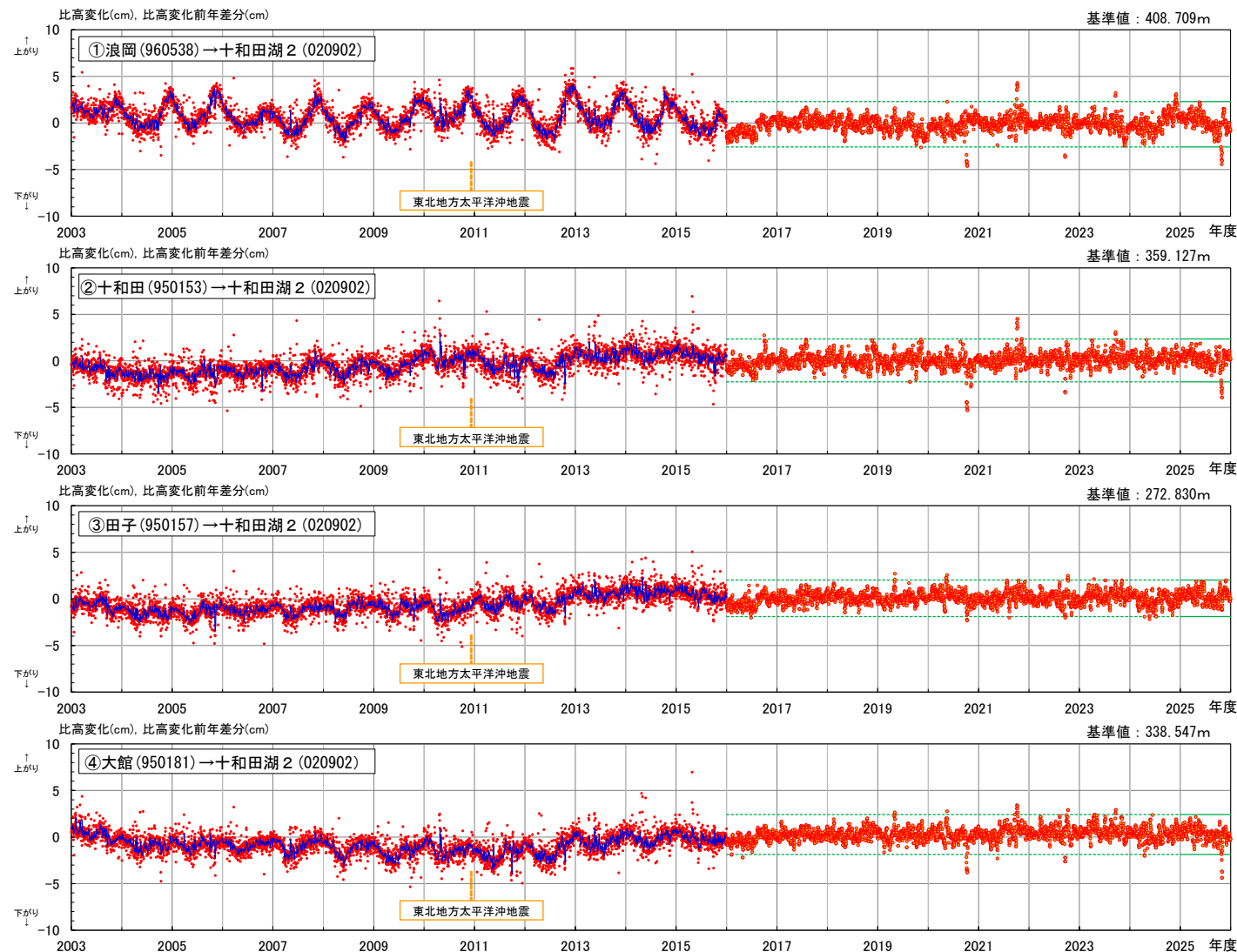
特記事項

- ・十和田を中心とした、系統的な変位の累積及び急激な変位は認められない。
- ・2025年12月8日の地震前後で大きな変位は認められない。

3.2 十和田(地殻変動:比高の7日間移動中央値の前年差分) 【基線①～④, 全期間】



■比高データの7日間移動中央値の前年差分 $\pm 3\sigma$



【比高データに関する知見】

- 各基線の比高変化量はばらつきが大きく、顕著な年周変動も認められる。
- 2013年～2014年に十和田・八甲田山で火山活動の一時的な活発化がみられた。また、Fujiwara et al.(2022)によれば、2015年に発生した日本海溝沿いの地震の前後で、東北地方の地殻変動に変化があった。

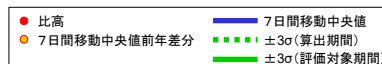
【比高データの管理基準】

- 日々の比高変化量のばらつきを低減するため、7日間移動中央値を算出する。
- 年周変動の影響を低減するため、前年同日との差分を算出する。
- 火山活動の影響及びFujiwara et al.(2022)の知見を考慮し、bのデータから、2016年4月～評価対象年度の前年度末における $\pm 3\sigma$ を算出し、当年管理基準に適用する。

【使用したデータ】①②③④：F5解（p9参照）

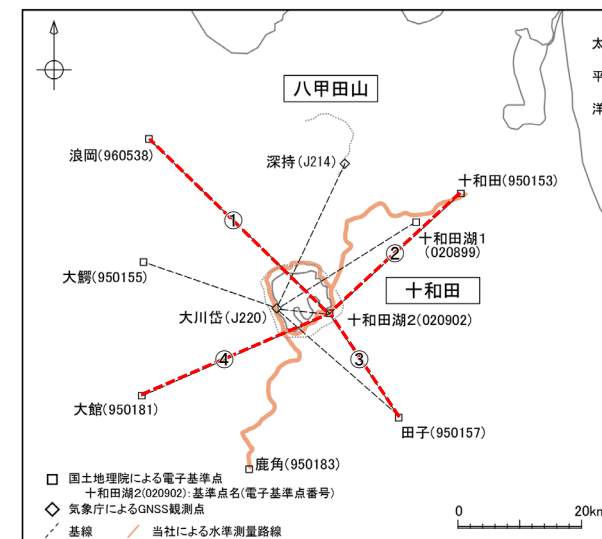
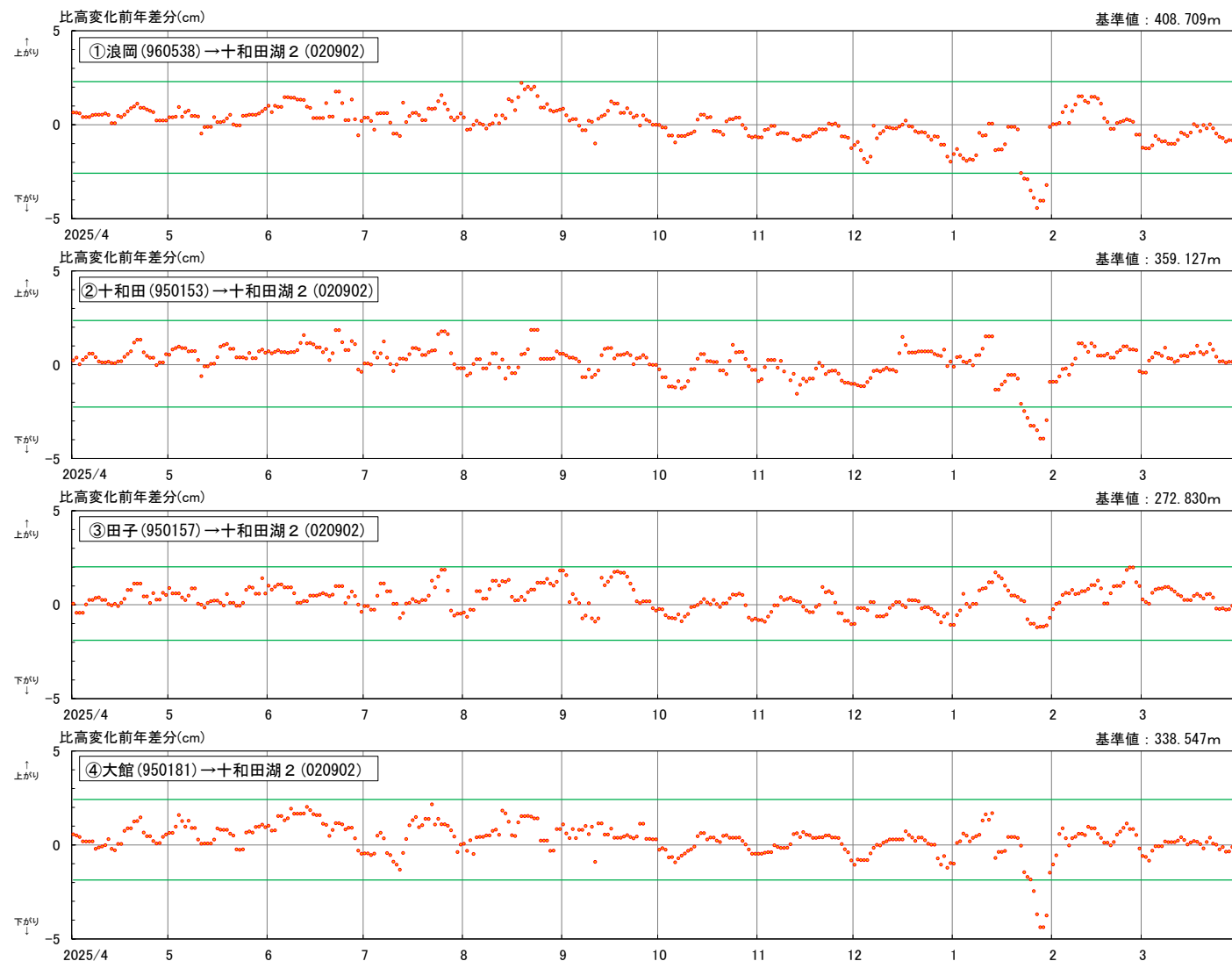
【データ期間】①②③④：2003/03/28～2026/03/31 JST

※空白部分はデータ欠測



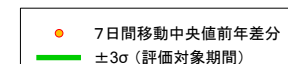
3.2 十和田(地殻変動:比高の判断基準) 【基線①～④, 2025年度】

■ 比高データの7日間移動中央値の前年差分 $\pm 3\sigma$



判断基準の超過なし

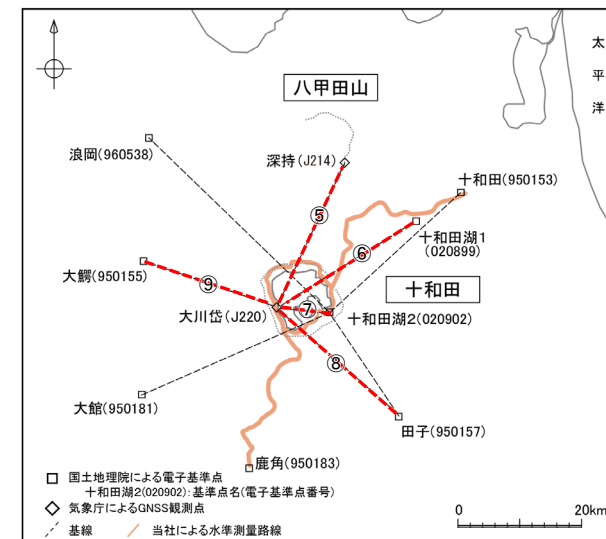
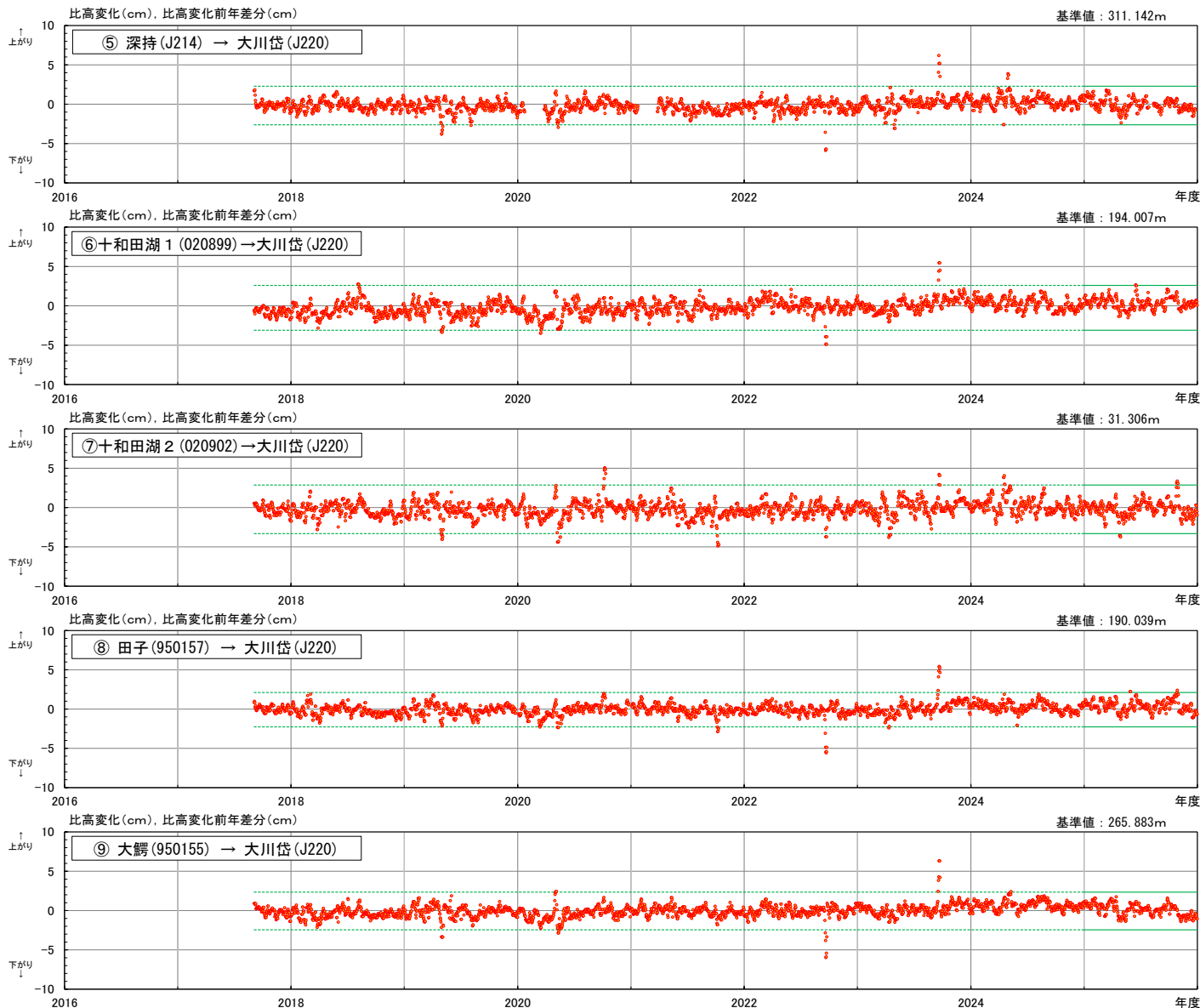
「平常からの変化」の判断基準:
7日間移動中央値の前年差分の
 $\pm 3\sigma$ を3基線以上同時に7日間
連続超過



3.2 十和田(地殻変動:比高の7日間移動中央値の前年差分) 【基線⑤～⑨, 全期間】



■比高データの7日間移動中央値の前年差分 $\pm 3\sigma$



【比高データに関する知見】

- 各基線の比高変化量はばらつきが大きく、顕著な年周変動も認められる。
- 2013年～2014年に十和田・八甲田山で火山活動の一時的な活発化がみられた。また、Fujiwara et al. (2022) によれば、2015年に発生した日本海溝沿いの地震の前後で、東北地方の地殻変動に変化があった。

【比高データの管理基準】

- 日々の比高変化量のばらつきを低減するため、7日間移動中央値を算出する。
- 年周変動の影響を低減するため、前年同日との差分を算出する。
- 火山活動の影響及びFujiwara et al. (2022) の知見を考慮し、bのデータから、2016年4月～評価対象年度の前年度末における $\pm 3\sigma$ を算出し、当年管理基準に適用する。

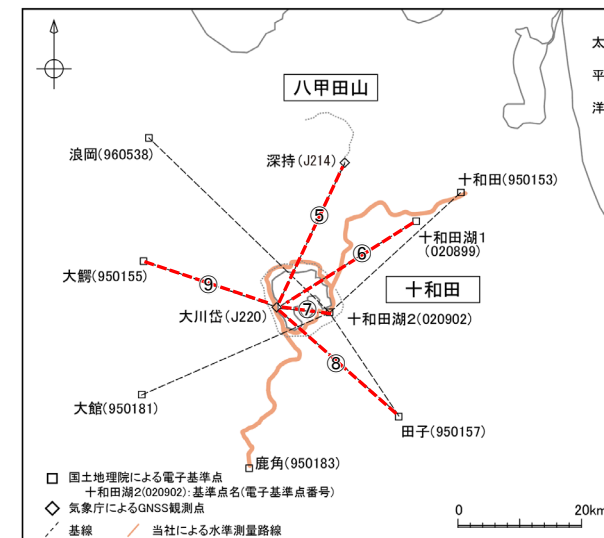
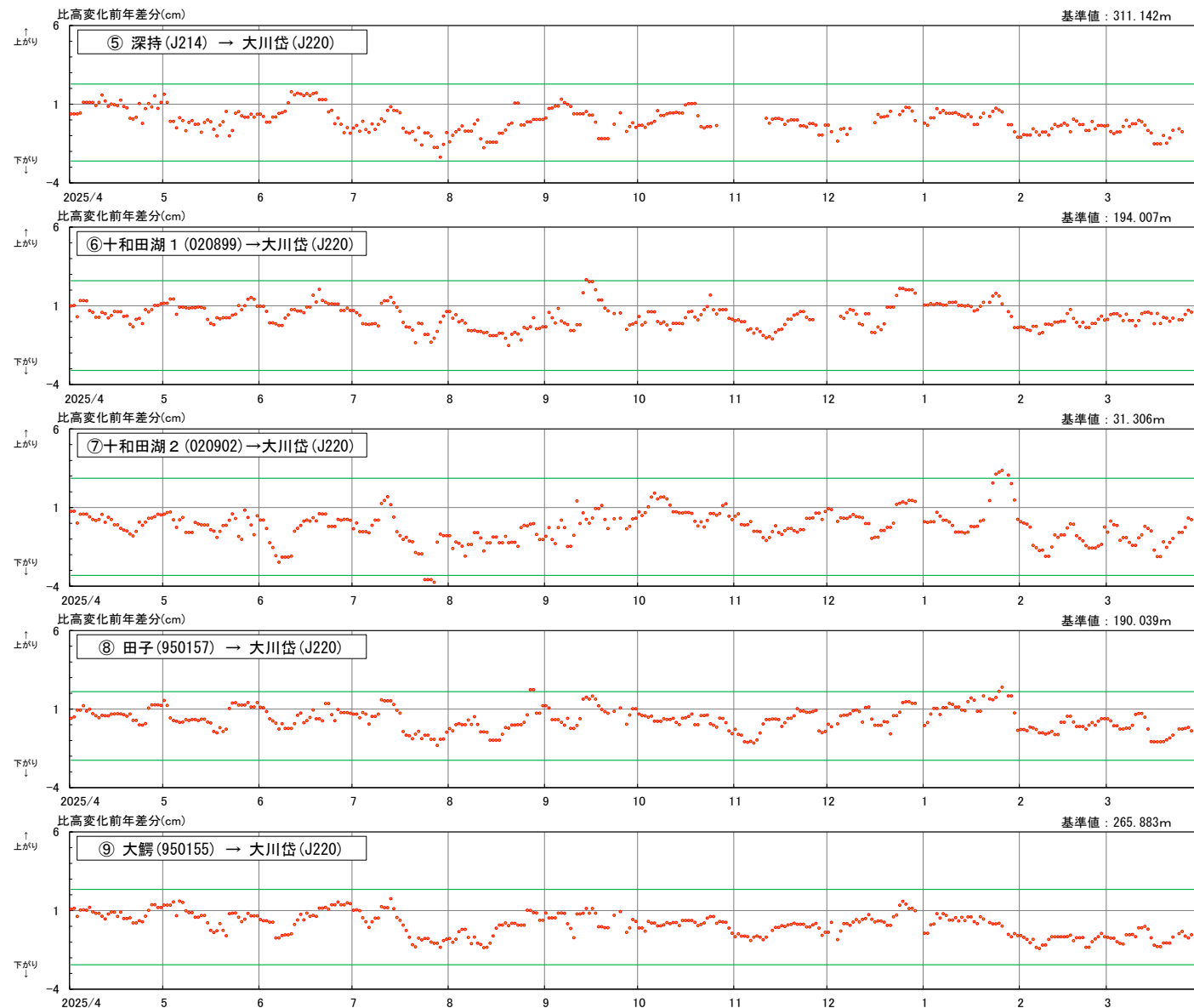
● 7日間移動中央値前年差分
●●● $\pm 3\sigma$ (算出期間)
—— $\pm 3\sigma$ (評価対象期間)

【使用したデータ】(p9参照)
 ⑤⑥⑦⑧⑨: 各RINEXデータを使用した統合解析結果
 【データ期間】
 ⑤⑥⑦⑧⑨: 2016/12/01～2026/03/31 JST
 ※空白部分はデータ欠測

3.2 十和田(地殻変動:比高の判断基準) 【基線⑤～⑨, 2025年度】

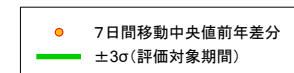


■比高データの7日間移動中央値の前年差分 $\pm 3\sigma$



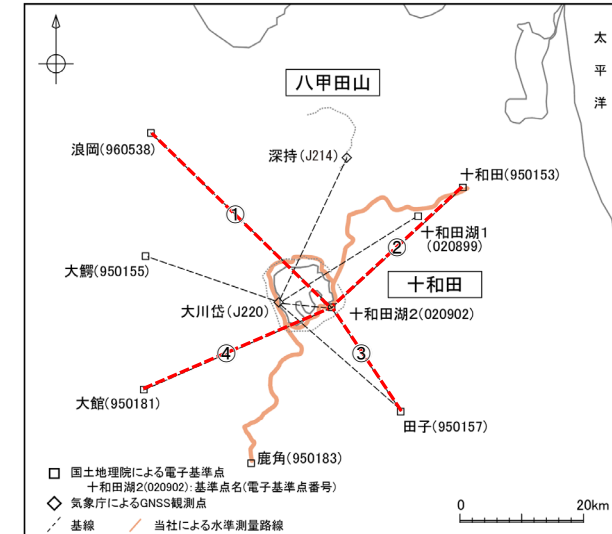
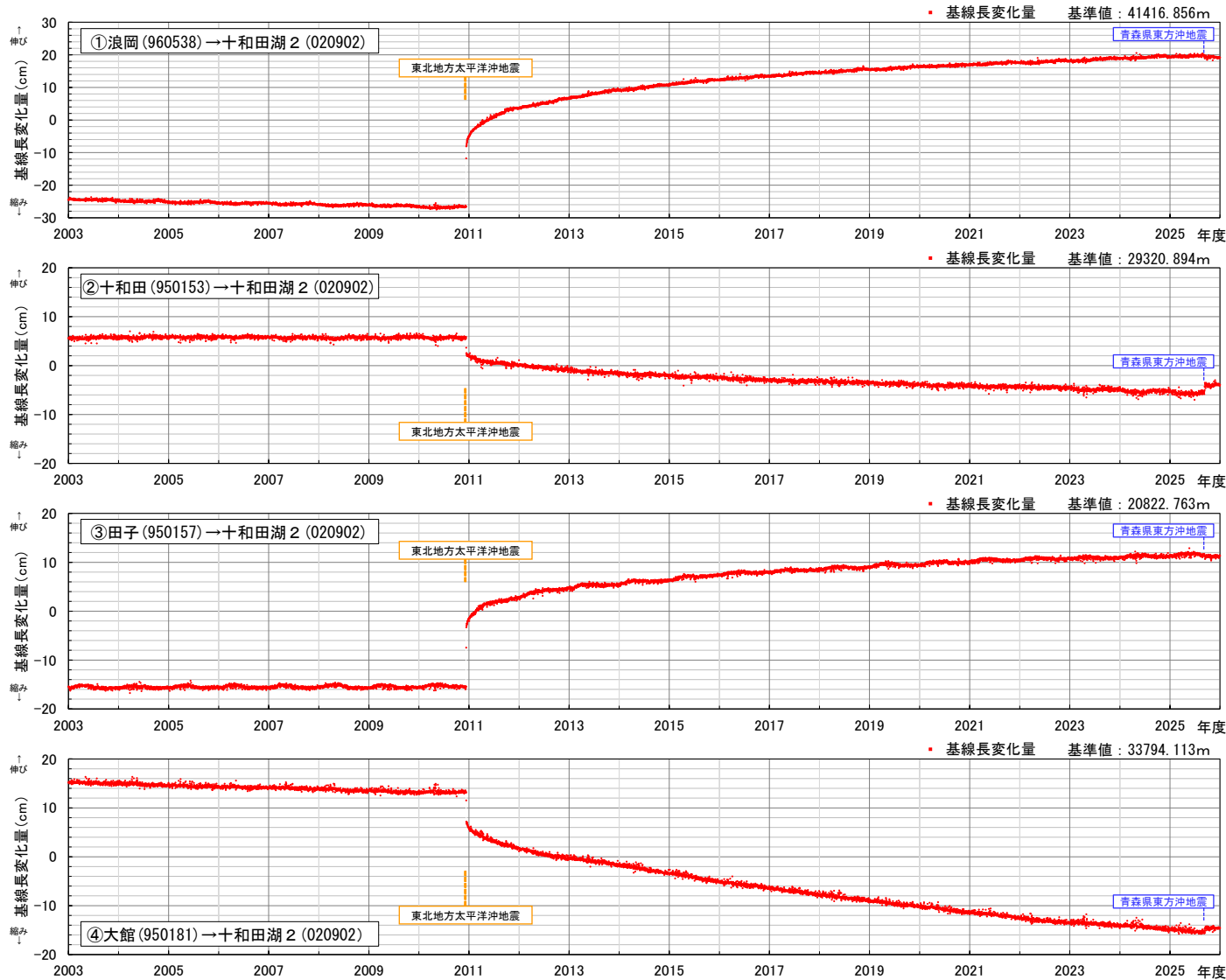
判断基準の超過なし

「平常からの変化」の判断基準:
7日間移動中央値の前年差分の
 $\pm 3\sigma$ を3基線以上同時に7日間
連続超過



管理基準幅: 2016年4月～評価対象年度の
前年度末(2025年3月)の平均値 $\pm 3\sigma$

3.2 十和田(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線①～④, 全期間】

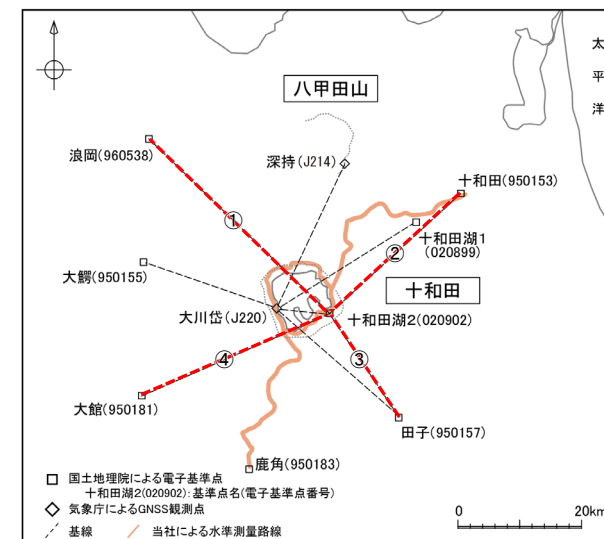
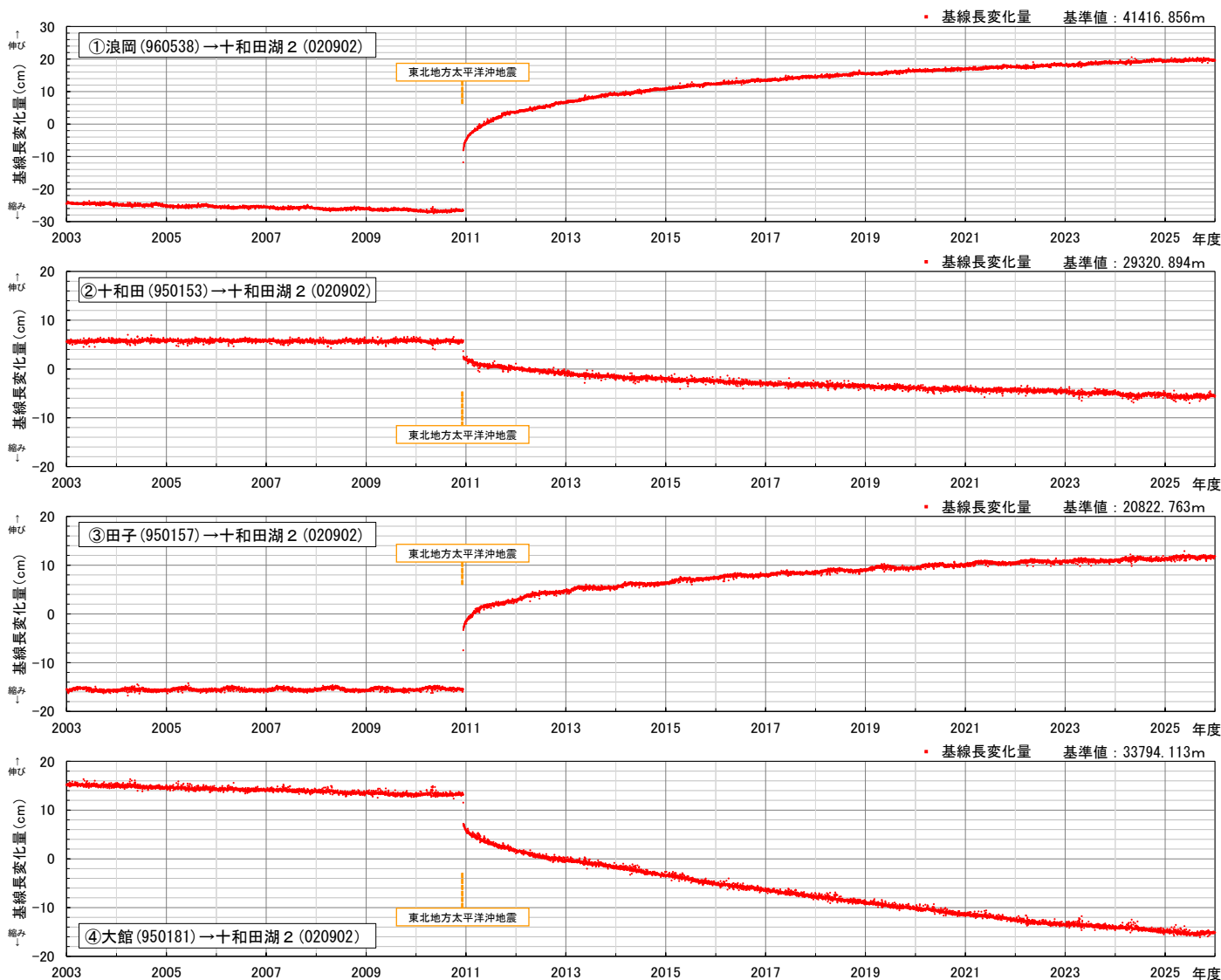


特記事項

・2025年12月9日以降の観測データに変位が認められるが、12月8日に青森県東方沖で発生した地震による影響と考えられるため、12月9日以降の基線長データに対して補正を行う(次頁参照)。

【使用したデータ】①②③④: F5解 (p9参照)
【データ期間】 ①②③④: 2003/03/28~2026/03/31 JST
※空白部分はデータ欠測

3.2 十和田(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線①～④, 全期間】地震に伴う変動の補正



特記事項

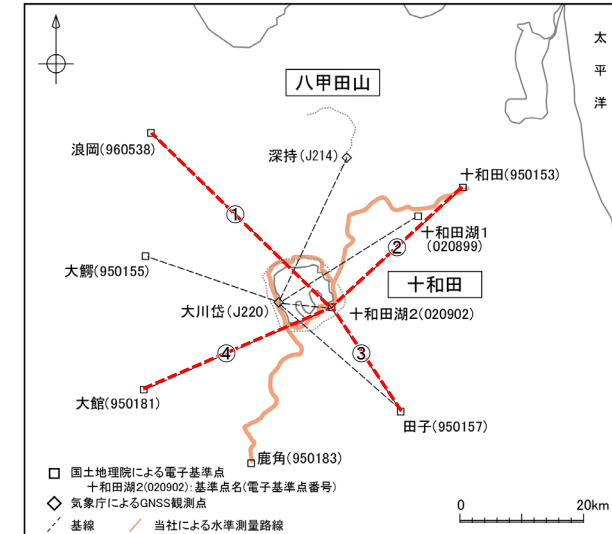
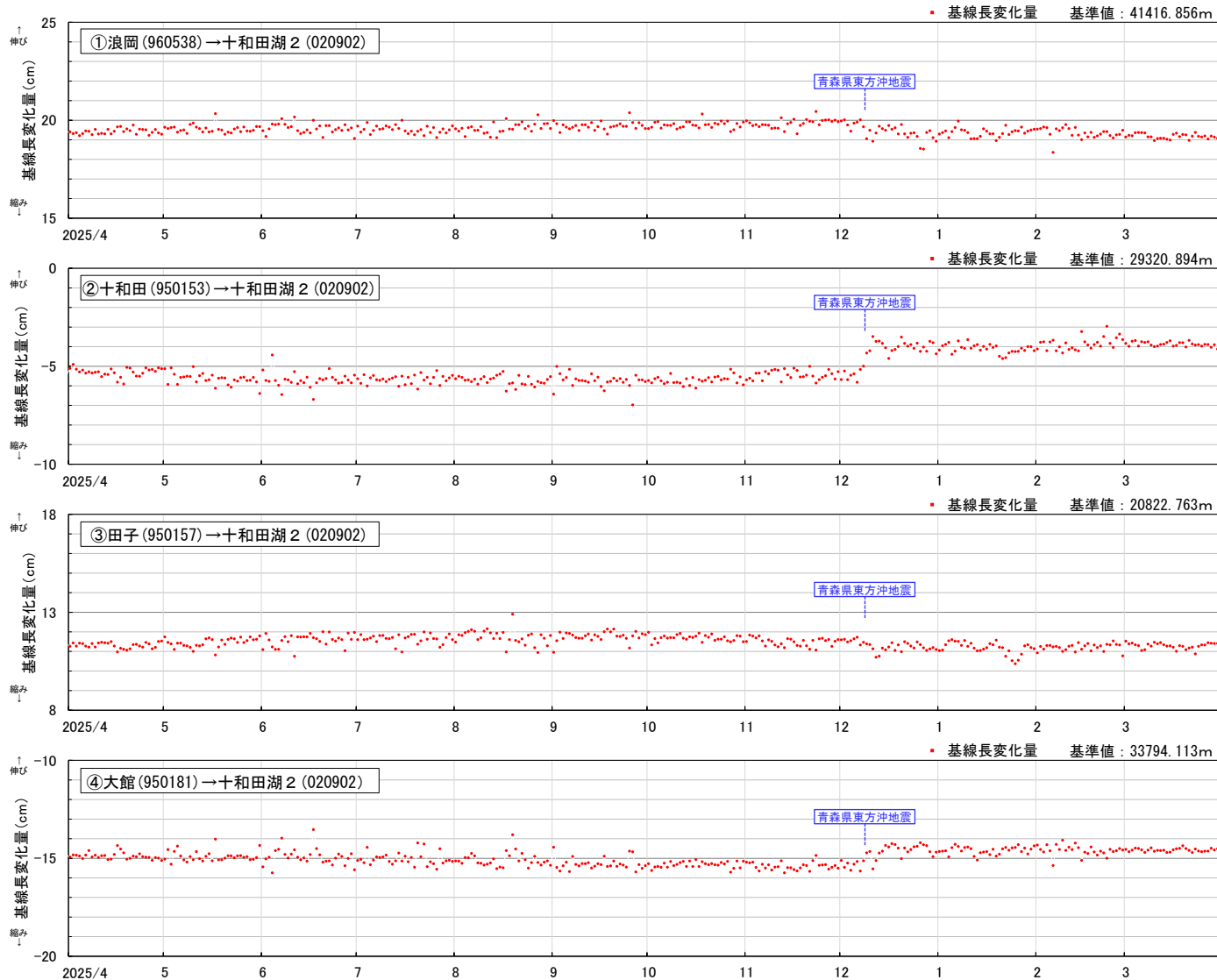
・【補正方法】青森県東方沖の地震発生日(2025年12月8日)より前/後それぞれの7日間データ(欠測は除く)の平均を算出し、その差分を補正值として2025年12月9日以降のデータに与えた。

・2011年東北地方太平洋沖地震時の変動とその後の余効変動に伴い、「十和田湖2」と「浪岡」「田子」との間では伸び、「十和田」「大館」との間では縮みが認められる。

⇒十和田を中心とした地域では、この余効変動を超える継続的な変位の累積は認められない。

【使用したデータ】①②③④: F5解 (p9参照)
【データ期間】①②③④: 2003/03/28～2026/03/31 JST
※空白部分はデータ欠測

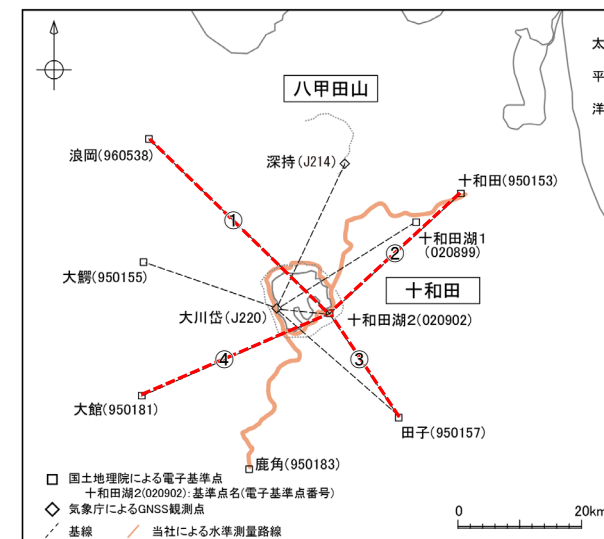
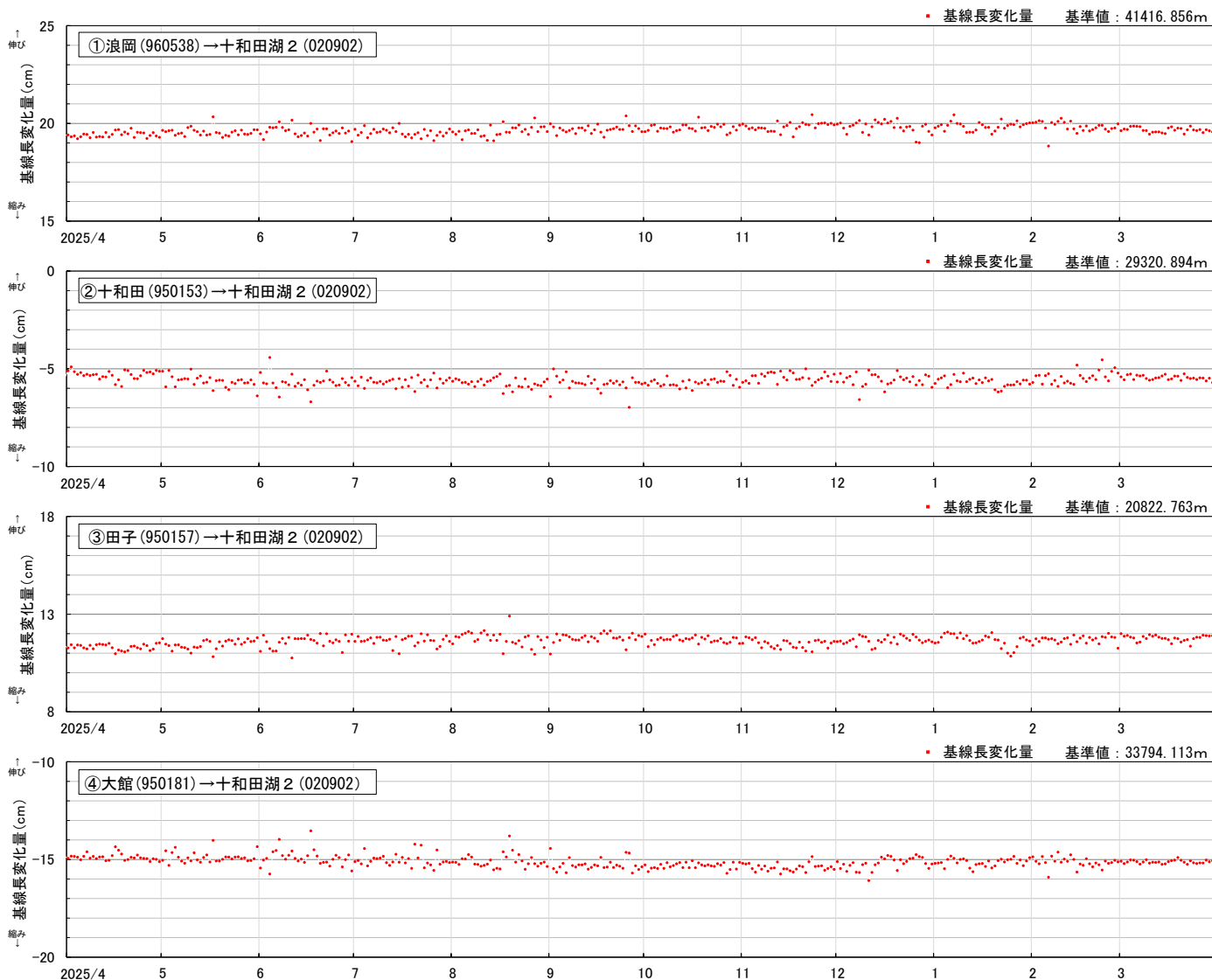
3.2 十和田(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線①～④, 2025年度】



特記事項

・2025年12月9日以降の観測データに変位が認められるが、12月8日に青森県東方沖で発生した地震による影響と考えられるため、12月9日以降の基線長データに対して補正を行う(次頁参照)。

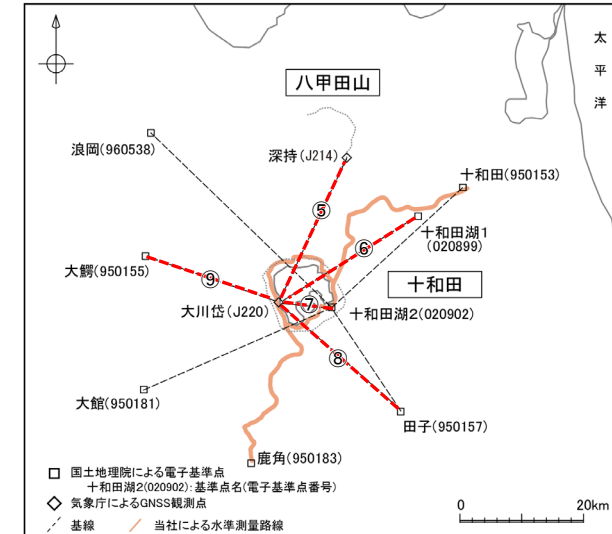
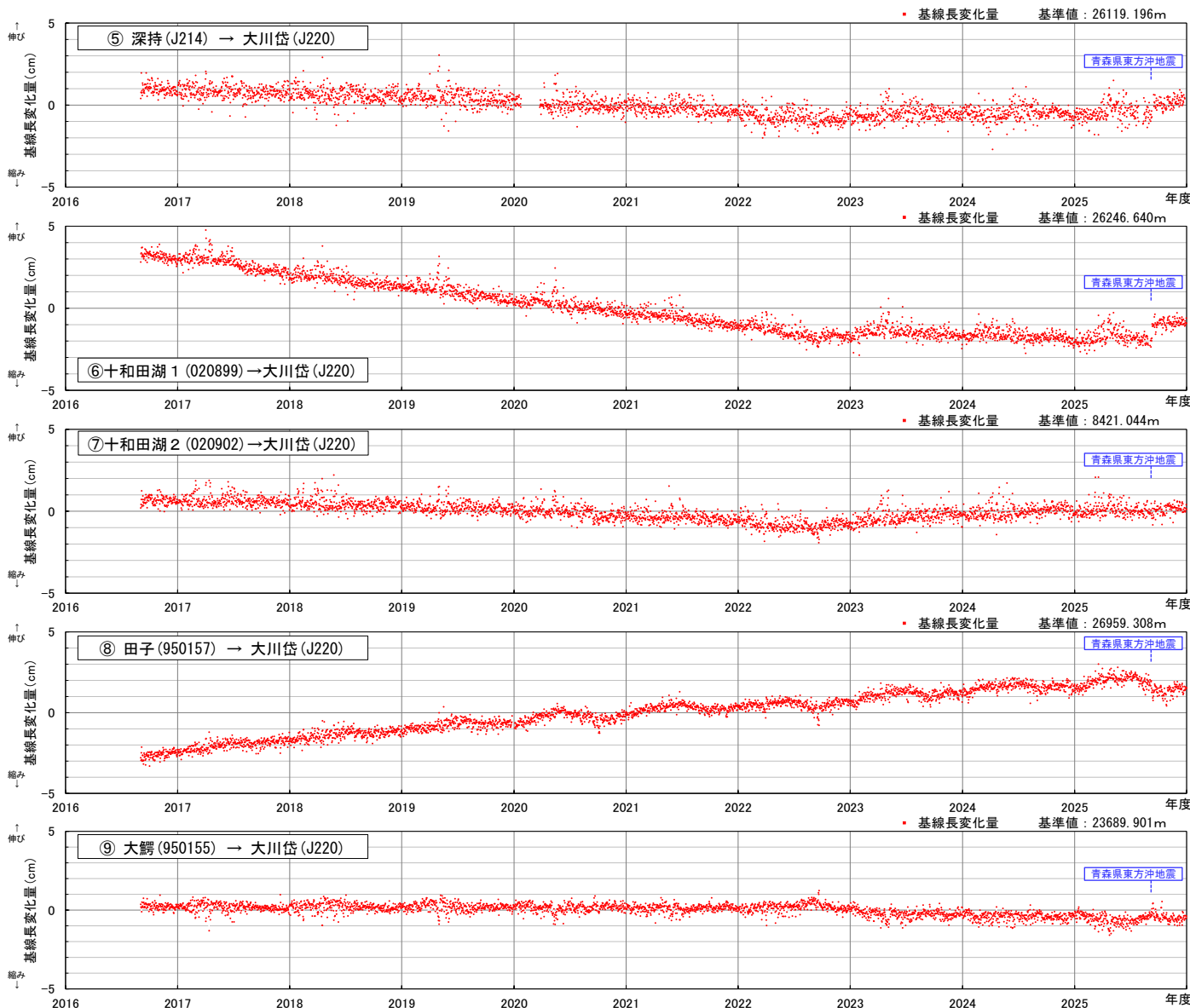
3.2 十和田(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線①～④, 2025年度】地震に伴う変動の補正



特記事項

- ・【補正方法】青森県東方沖の地震発生日(2025年12月8日)より前/後それぞれの7日間データ(欠測は除く)の平均を算出し,その差分を補正值として2025年12月9日以降のデータに与えた。
- ・十和田を中心とした, 系統的な変位の累積及び急激な変位は認められない。
- ・気象庁の火山活動解説資料(令和8年3月)等によれば, 2023年前半から十和田湖を挟む東西の基線でわずかな変化が認められるとされる。

3.2 十和田(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線⑤～⑨, 全期間】



特記事項

・2025年12月9日以降の観測データに変位が認められるが、12月8日に青森県東方沖で発生した地震による影響と考えられるため、12月9日以降の基線長データに対して補正を行う(次頁参照)。

【使用したデータ】

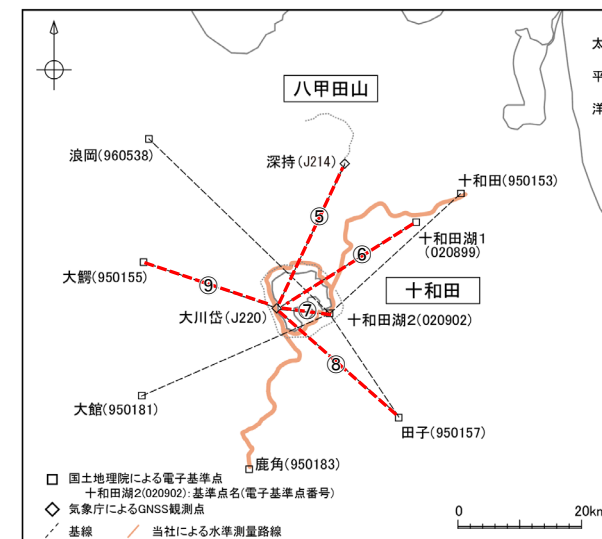
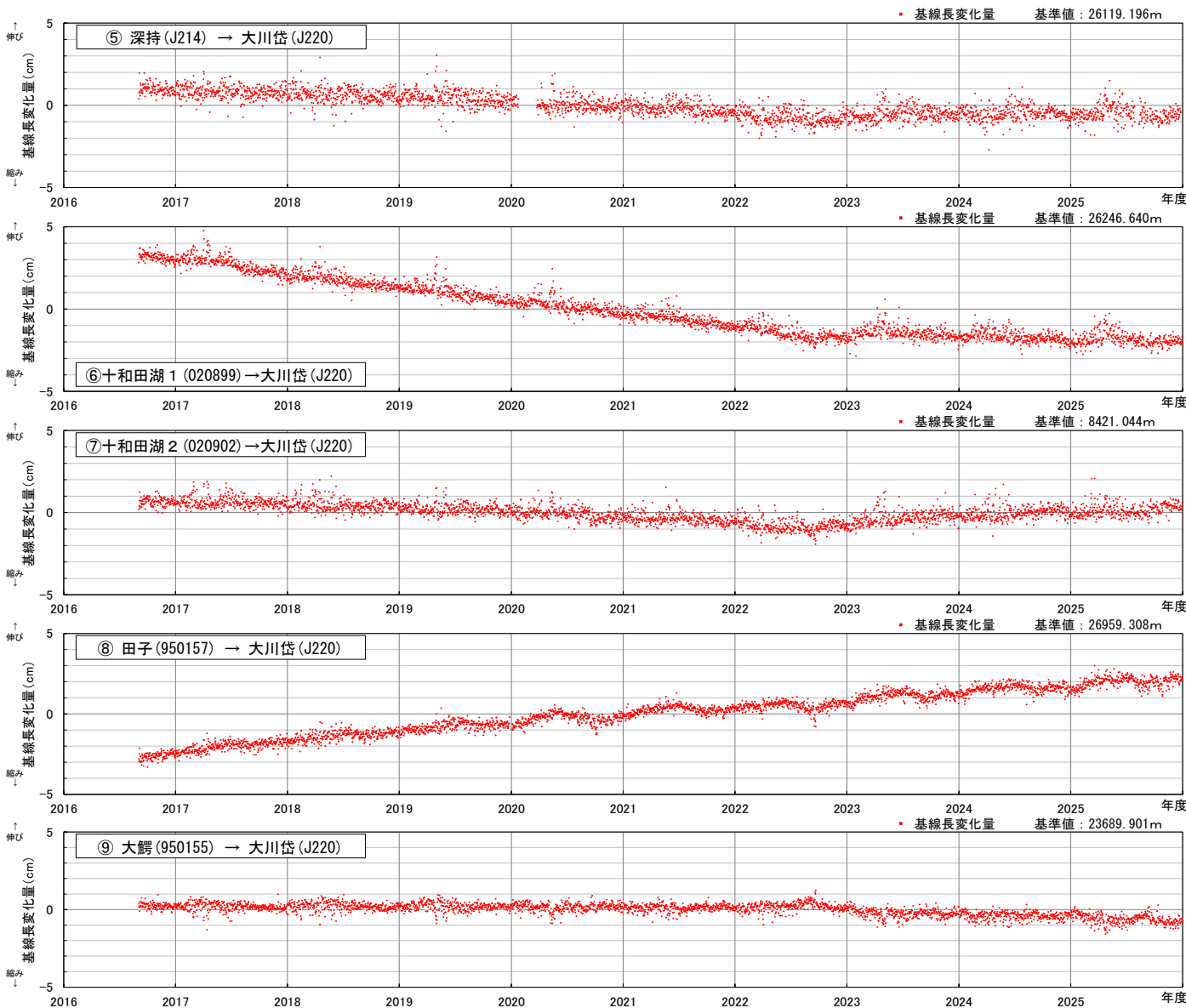
⑤⑥⑦⑧⑨: 各RINEXデータを使用した統合解析結果 (p9参照)

【データ期間】

⑤⑥⑦⑧⑨: 2016/12/01～2026/03/31 JST

※空白部分はデータ欠測

3.2 十和田(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線⑤～⑨, 全期間】地震に伴う変動の補正



特記事項

・【補正方法】青森県東方沖の地震発生日(2025年12月8日)より前/後それぞれの7日間データ(欠測は除く)の平均を算出し、その差分を補正值として2025年12月9日以降のデータに与えた。

・観測開始以降、「大川岱」と「深持」・「十和田湖1」・「十和田湖2」の間は縮みの傾向、「大川岱」と「田子」との間は伸びの傾向が継続する。2023年の前半には、例えば「十和田湖2」と「大川岱」の間で伸びの傾向に転換するなど、「大川岱」の西方移動によって考えられる、ごくわずかな変位が認められる。

⇒十和田を中心とした、系統的な変位の累積及び急激な変位は認められない。

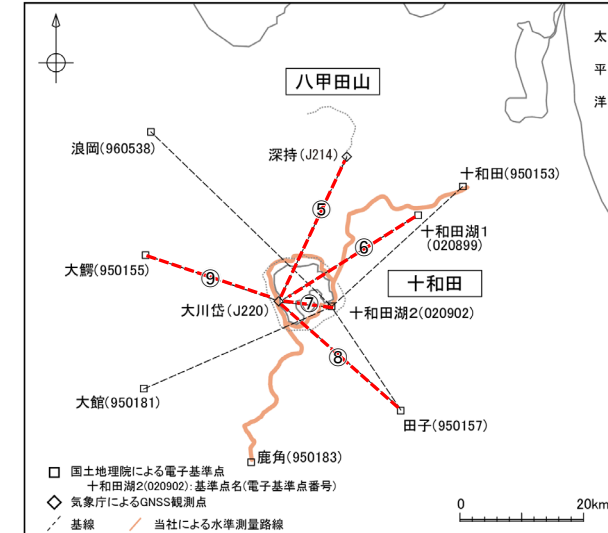
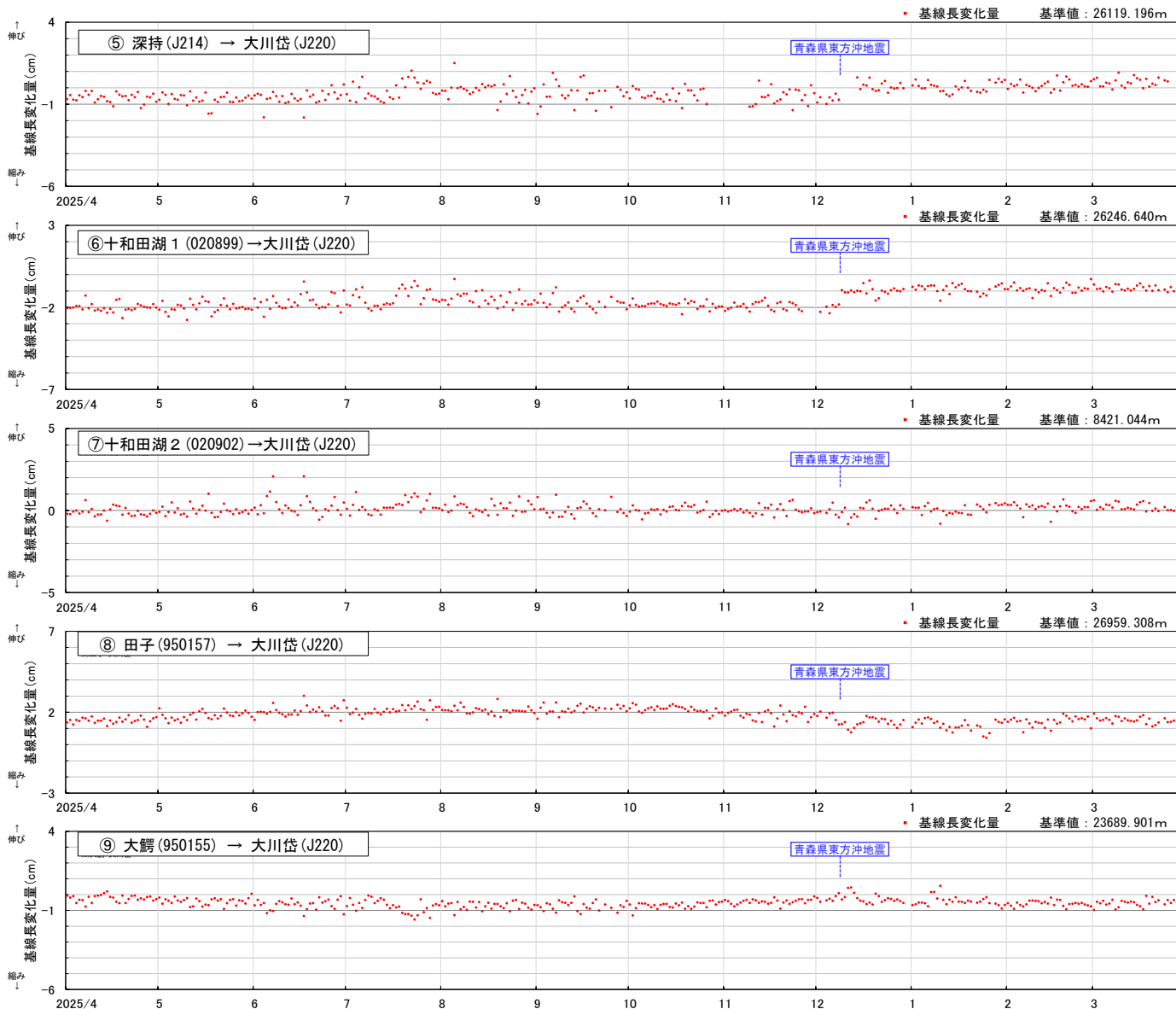
【使用したデータ】

⑤⑥⑦⑧⑨: 各RINEXデータを使用した統合解析結果 (p9参照)

【データ期間】

⑤⑥⑦⑧⑨: 2016/12/01~2026/03/31 JST ※空白部分はデータ欠測

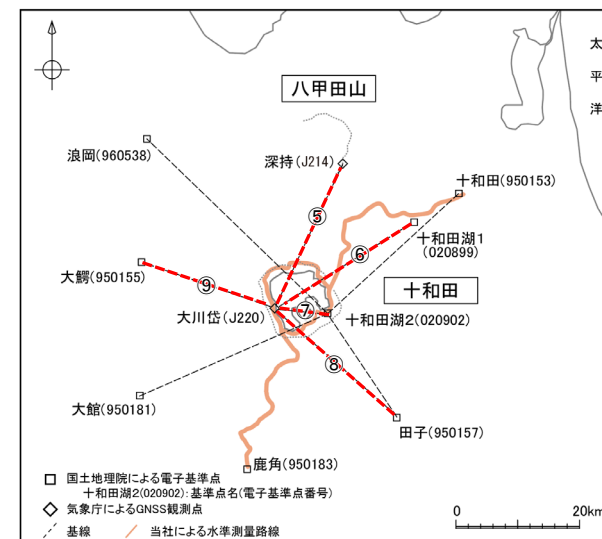
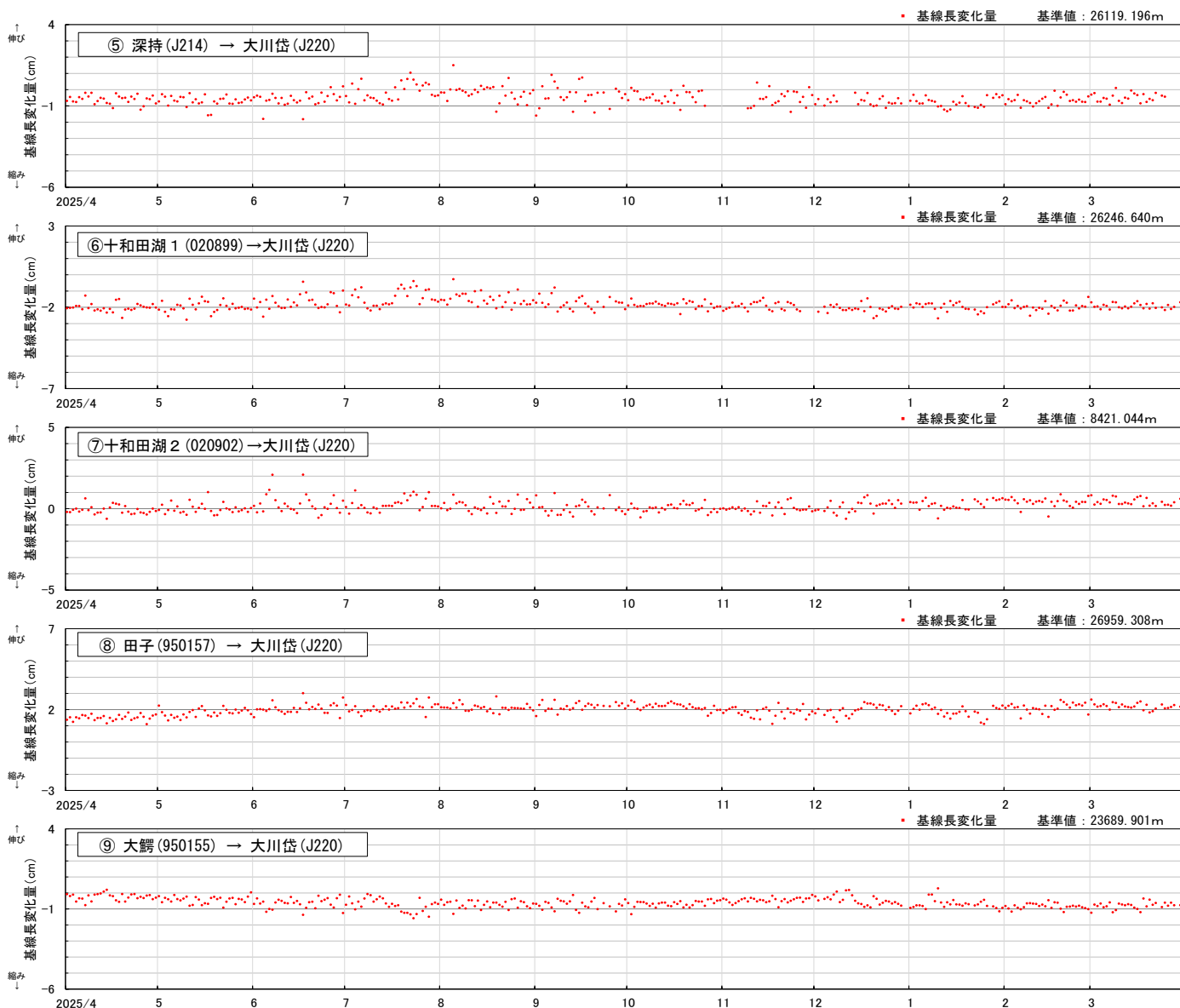
3.2 十和田(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線⑤～⑨, 2025年度】



特記事項

・2025年12月9日以降の観測データに変位が認められるが、12月8日に青森県東方沖で発生した地震による影響と考えられるため、12月9日以降の基線長データに対して補正を行う(次頁参照)。

3.2 十和田(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線⑤～⑨, 2025年度】地震に伴う変動の補正



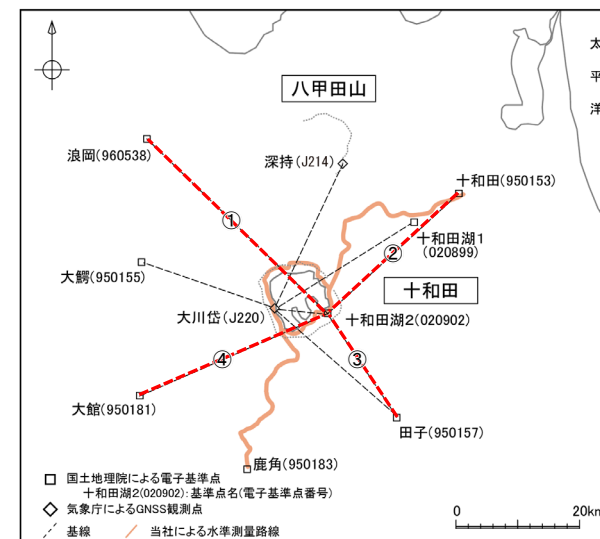
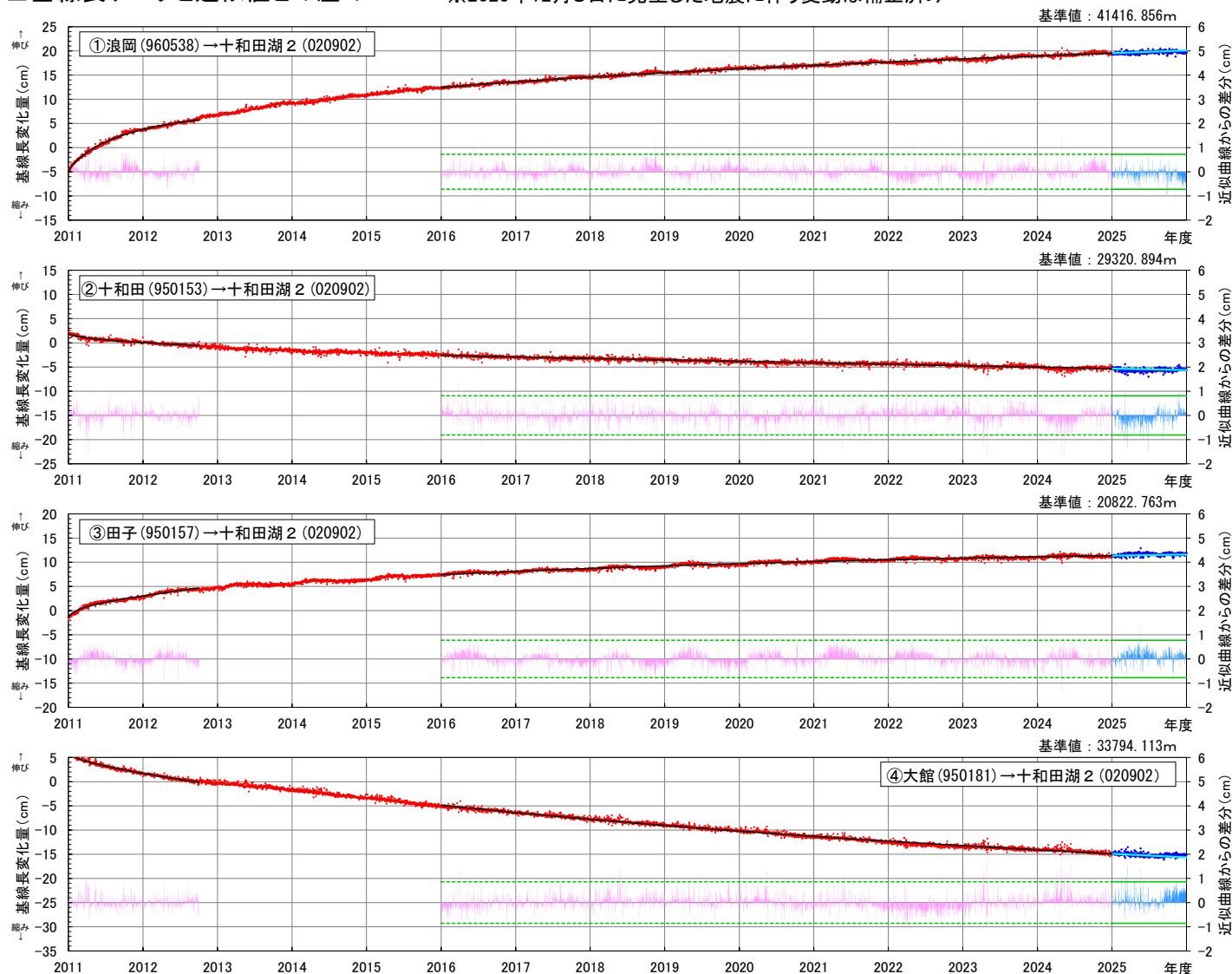
特記事項

- ・【補正方法】青森県東方沖の地震発生日(2025年12月8日)より前/後それぞれの7日間データ(欠測は除く)の平均を算出し、その差分を補正值として2025年12月9日以降のデータに与えた。
- ・十和田を中心とした、系統的な変位の累積及び急激な変位は認められない。
- ・気象庁の火山活動解説資料(令和8年3月)等によれば、2023年前半から十和田湖を挟む東西の基線でわずかな変化が認められるとされる。

3.2 十和田(地殻変動: 基線長近似値との差の $\pm 3\sigma$) 【基線①～④, 2011年以降】



■ 基線長データと近似値との差の $\pm 3\sigma$ ※2025年12月8日に発生した地震に伴う変動は補正済み

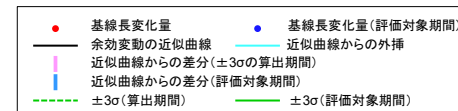


〔基線長データに関する知見〕

- 各基線には東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が認められる。
- 2013年～2014年に十和田・八甲田山で火山活動の一時的な活発化がみられた。また、Fujiwara et al. (2022) によれば、2015年に発生した日本海溝沿いの地震の前後で、東北地方の地殻変動に変化があった。

〔基線長データの管理基準〕

- 2011年3月12日～2012年末と、2016年4月～評価対象の前年度末までの基線長変化量それぞれについて、Fujiwara et al. (2022) に示された2つのモデルを基に近似式を求める。
- 2016年4月～評価対象年度の前年度末(2025年3月)を対象に、日々の実際の基線長変化量と上記近似式より求めた近似値の差のばらつきから $\pm 3\sigma$ を算出。
- 上記近似式を評価対象年度に延長し、これを中心とする上記 $\pm 3\sigma$ 幅を管理基準に設定する。

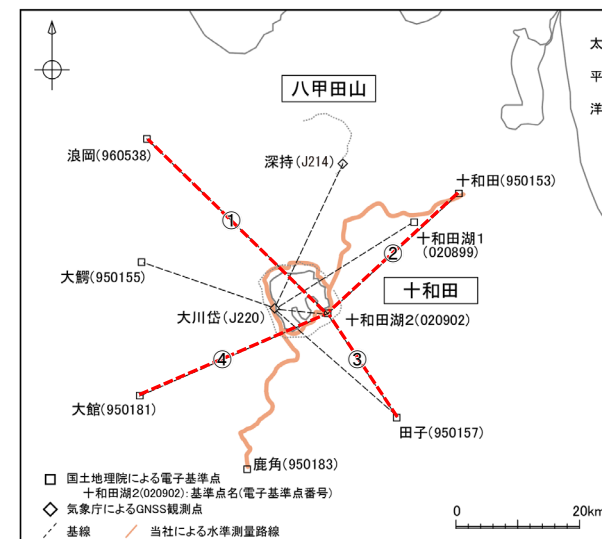
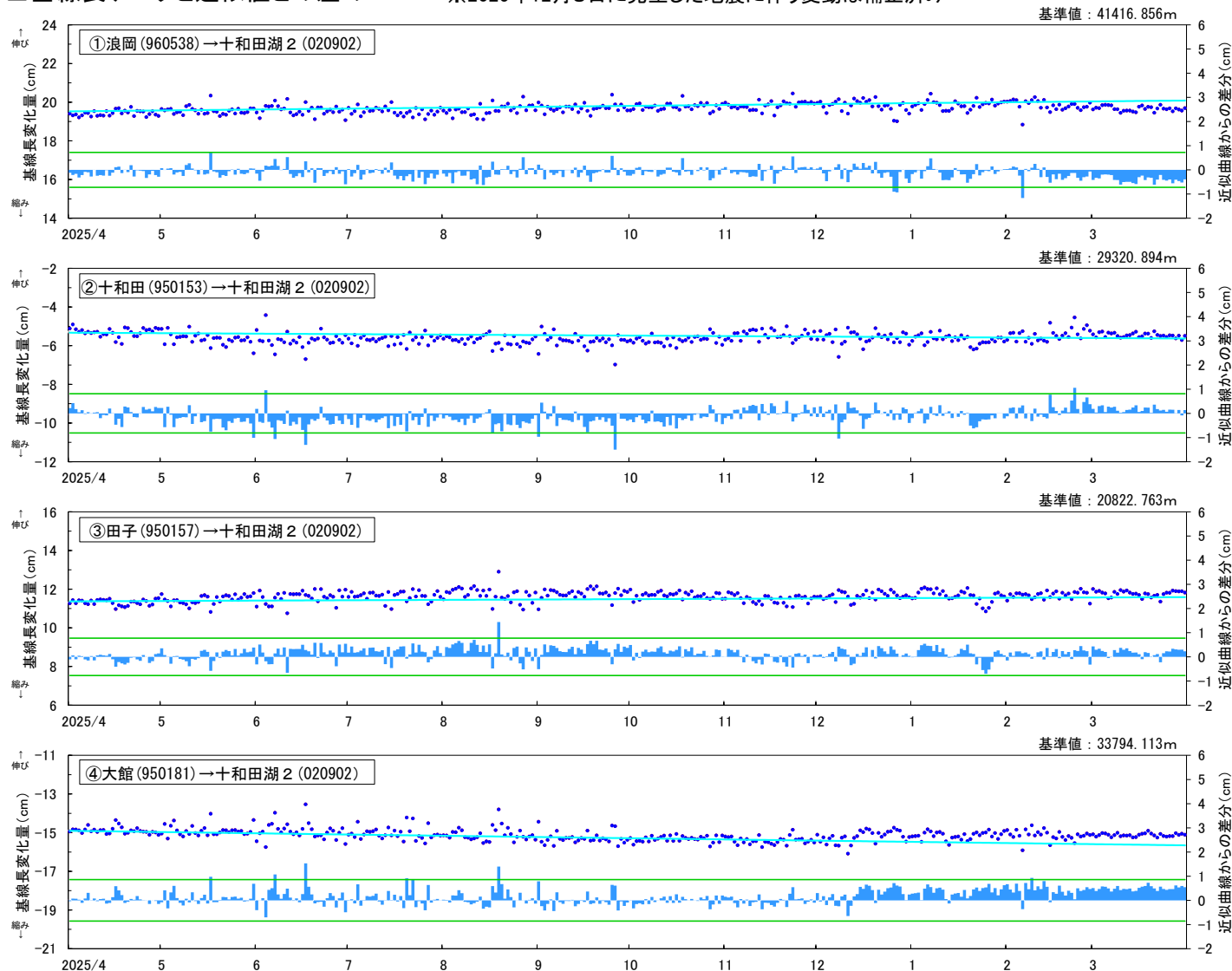


【使用したデータ】①②③④: F5解 (p9参照) 【データ期間】①②③④: 2003/03/28～2026/03/31 JST ※空白部分はデータ欠測

3.2 十和田(地殻変動:基線長の判断基準) 【基線①～④, 2025年度】

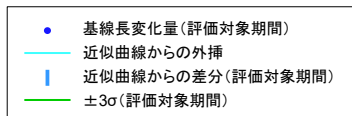


■ 基線長データと近似値との差の $\pm 3\sigma$ ※2025年12月8日に発生した地震に伴う変動は補正済み



判断基準の超過なし

「平常からの変化」の判断基準:
余効変動の近似値と日々のデータ
の差におけるバラつき $\pm 3\sigma$ を
3基線以上同時に7日間連続超過

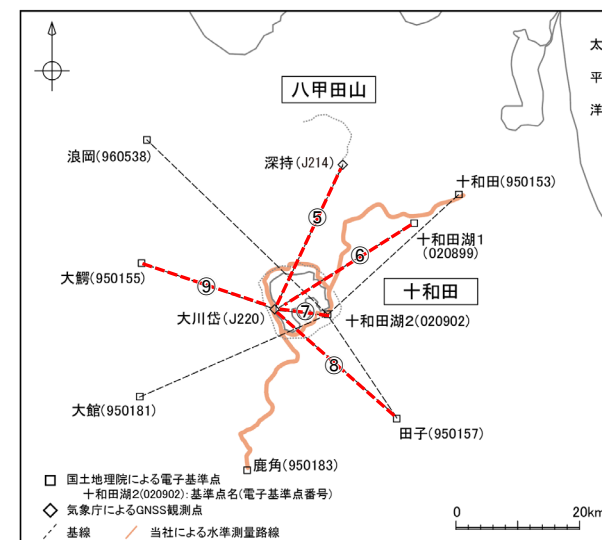
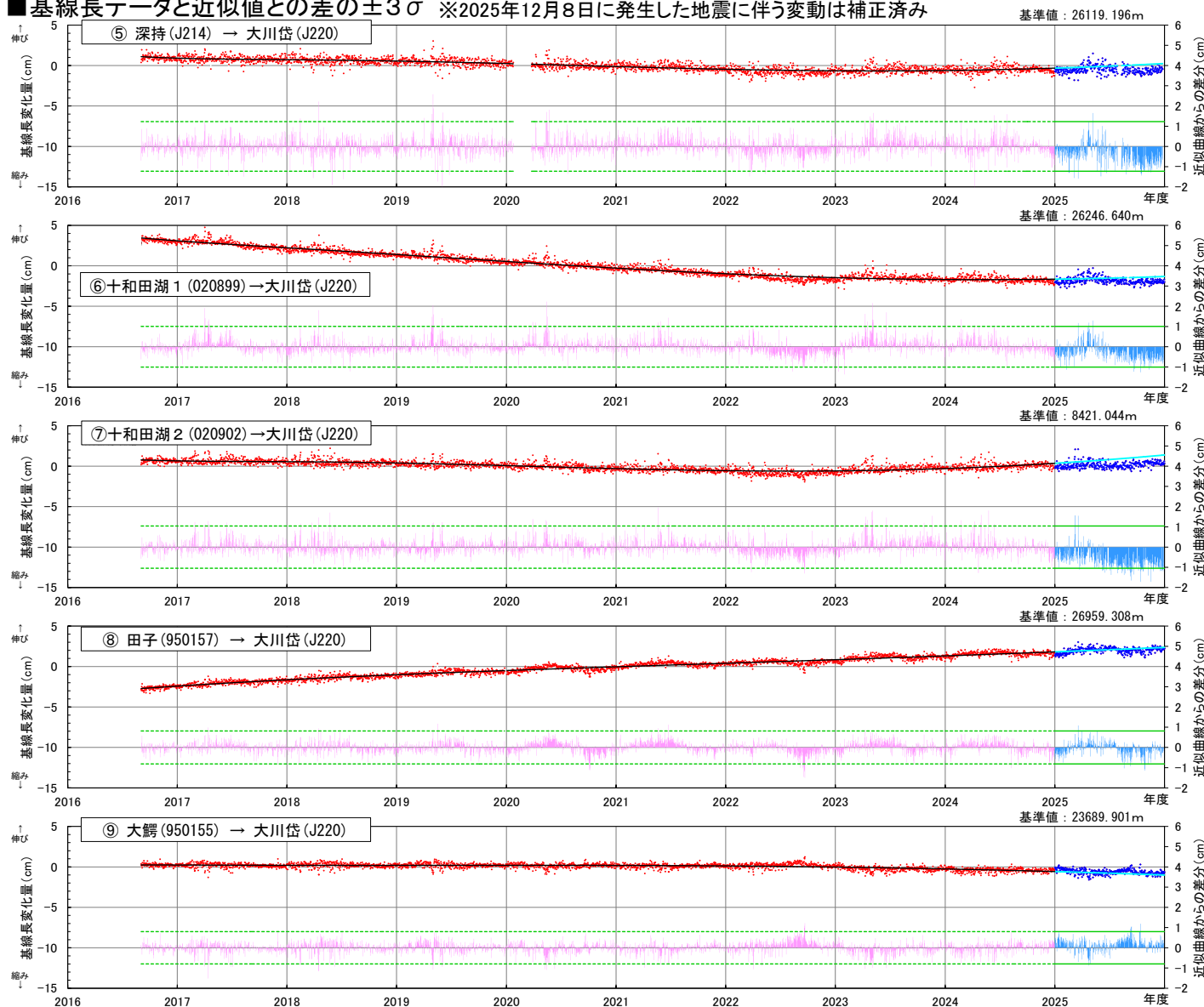


管理基準幅: 2016年4月～評価対象年度の前年度末(2025年3月)の基線長データと近似値との差の $\pm 3\sigma$ (幅の中心は前年の基線長変化(余効変動)の近似式の延長)

3.2 十和田(地殻変動: 基線長近似値との差の $\pm 3\sigma$) 【基線⑤～⑨, 2011年以降】



■ 基線長データと近似値との差の $\pm 3\sigma$ ※2025年12月8日に発生した地震に伴う変動は補正済み



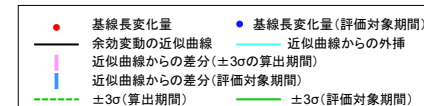
【基線長データに関する知見】

- 各基線には東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が認められる。
- 2013年～2014年に十和田・八甲田山で火山活動の一時的な活発化がみられた。また、Fujiwara et al.(2022)によれば、2015年に発生した日本海溝沿いの地震の前後で、東北地方の地殻変動に変化があった。

【基線長データの管理基準】

- 2011年3月12日～2012年末と、2016年4月～評価対象の前年度末までの基線長変化量それぞれについて、Fujiwara et al.(2022)に示された2つのモデルを基に近似式を求める。
- 2016年4月～評価対象年度の前年度末(2025年3月)を対象に、日々の実際の基線長変化量と上記近似式より求めた近似値の差のばらつきから $\pm 3\sigma$ を算出。
- 上記近似式を評価対象年度に延長し、これを中心とする上記 $\pm 3\sigma$ 幅を管理基準に設定する。

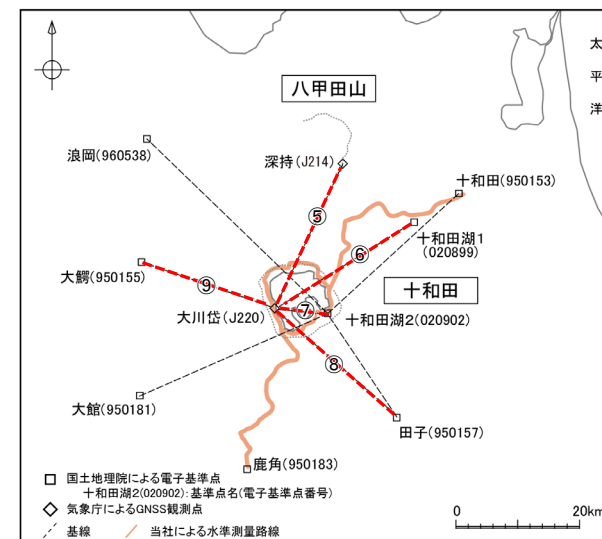
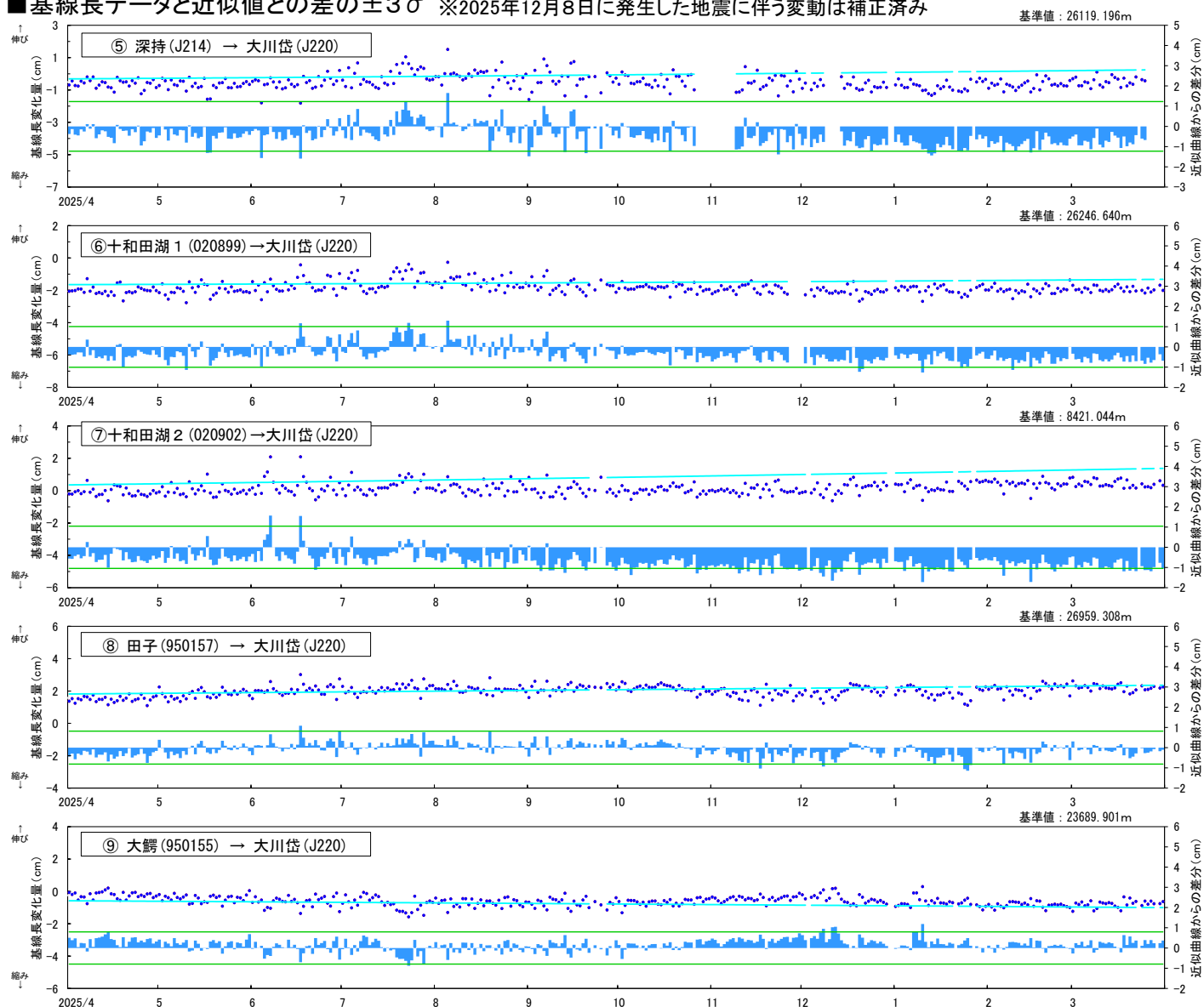
【使用したデータ】 ⑤⑥⑦⑧⑨: 各RINEXデータを使用した統合解析結果
【データ期間】 ⑤⑥⑦⑧⑨: 2016/12/01～2026/03/31 JST (p9参照)
※空白部分はデータ欠測



3.2 十和田(地殻変動: 基線長の判断基準) 【基線⑤～⑨, 2025年度】



■ 基線長データと近似値との差の $\pm 3\sigma$ ※2025年12月8日に発生した地震に伴う変動は補正済み



判断基準の超過なし

「平常からの変化」の判断基準:
余効変動の近似値と日々のデータの差におけるバラつき $\pm 3\sigma$ を
3基線以上同時に7日間連続超過

特記事項

近似結果(外挿)と観測値の間で、系統的なずれが認められる。これは、2023年以降に「大川岱」で観測された変位を含めて近似していることが主要因と考えられるため、2026年度以降は管理基準の見直しを行う(5.2節を参照)。

- 基線長変化量(評価対象期間)
- 近似曲線からの外挿
- 近似曲線からの差分(評価対象期間)
- $\pm 3\sigma$ (評価対象期間)

管理基準幅: 2016年4月～評価対象年度の前年度末(2025年3月)の基線長データと近似値との差の $\pm 3\sigma$ (幅の中心は前年の基線長変化(余効変動)の近似式の延長)

補足. 評価対象期間中に十和田で発生した管理基準の逸脱

➤ 今期間中に発生した管理基準の逸脱状況を以下に整理する。

	月	① 浪岡-十和田湖2	② 十和田-十和田湖2	③ 田子-十和田湖2	④ 大館-十和田湖2	⑤ 深持-大川岱	⑥ 十和田湖1-大川岱	⑦ 十和田湖2-大川岱	⑧ 田子-大川岱	⑨ 大鰐-大川岱
	各月において逸脱が発生した日（赤字：7日間以上連続，4月～12月：2025年，1月～3月：2026年）									
比高	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	7	—	—	—	—	—	—	7/24～27	—	—
	8	—	—	—	—	—	—	—	8/27～28	—
	9	—	—	—	—	—	9/14	—	—	—
	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1	1/23～30 （連続8日間）	1/23～30 （連続8日間）	—	1/26～30	—	—	1/24～28 (27は欠測)	1/25～26	—
	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
基線長	4	—	—	—	—	—	4/19	—	—	—
	5	5/17	5/31	—	5/17	5/17～18	5/10	—	—	—
	6	—	6/4, 7, 17	—	6/7, 17	6/4, 17	6/17	6/7, 17, 22	6/17	—
	7	—	—	—	7/20, 22	—	7/23	—	—	7/23
	8	—	8/17	8/19	8/19	8/5, 19	8/5	—	—	—
	9	—	9/1, 26	—	—	9/1, 13, 20	—	9/5, 8～9, 13, 20, 30	—	—
	10	—	—	—	—	—	—	10/5, 11, 27～28, 30	—	—
	11	—	—	—	—	11/23	—	11/7, 9～11, 13, 17, 21, 26～28, 30	11/17	—
	12	12/26～27	12/8	—	—	—	12/20～21	12/1～2, 4, 7～8, 11～14, 20	12/8	12/8, 11～12
	1	—	—	—	—	1/12～14, 23	1/10, 23	1/4, 10, 12～14, 16～17, 19～20, 25	1/24～26	1/8, 10
	2	2/6	2/23	—	2/9	2/6, 15	2/9, 15	2/6, 15, 17, 22～23	2/6	—
	3	—	—	—	—	—	—	3/14, 18, 20, 22, 25～27, 31	—	—

3.2 十和田(地殻変動:基線長に関する公的機関の発表情報) 【2025年度】

火山活動解説資料(令和7年4月～令和8年3月, 2025年報)

十和田の活動概要

GNSS連続観測では、2023年前半から主に十和田湖を挟む東西の基線でわずかな変化が認められている。火山活動は深部にやや変化が認められるものの、概ね静穏に経過している。

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。

参考図表(一部抜粋・加筆)

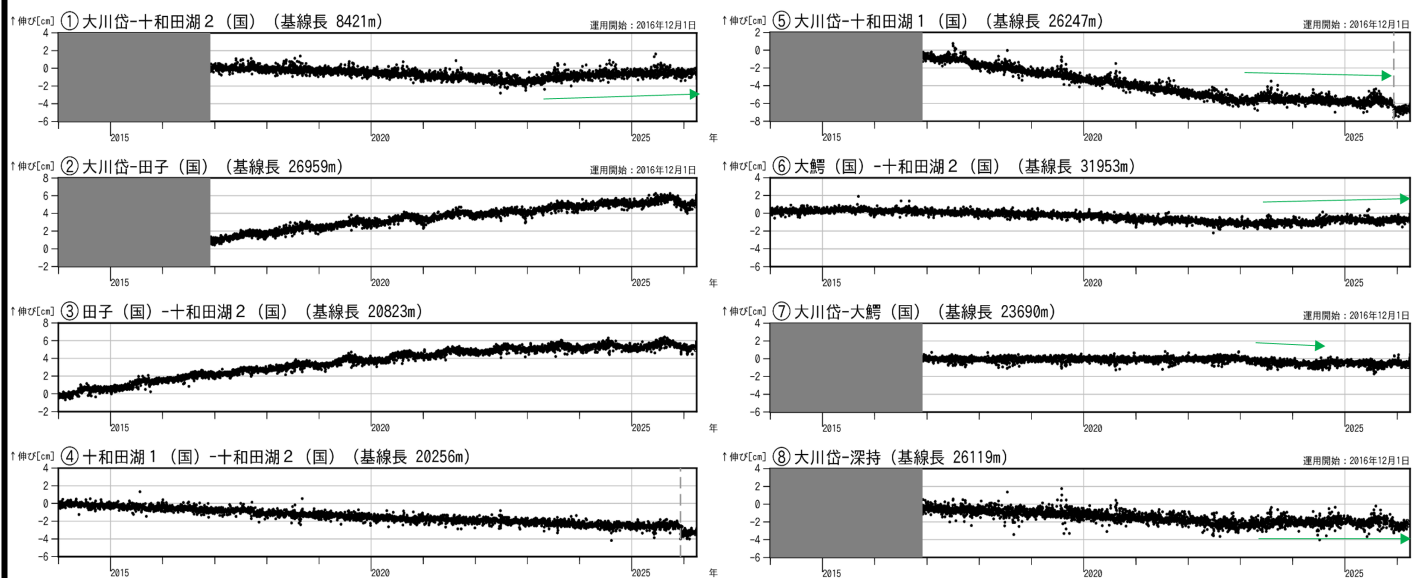


図4 十和田 GNSS 基線長変化図 (2014年1月～2026年3月)

- ・①～⑧は図6のGNSS基線①～⑧に対応しています。・空白部分は欠測を示します。
- ・(国)は国土地理院の観測点を示します。
- ・2025年12月8日の青森県東方沖の地震発生(破壊)の前後に生じたステップ状の変化を補正していますが、引き続き一部の基線ではこの地震に伴うと考えられる変動が含まれています。

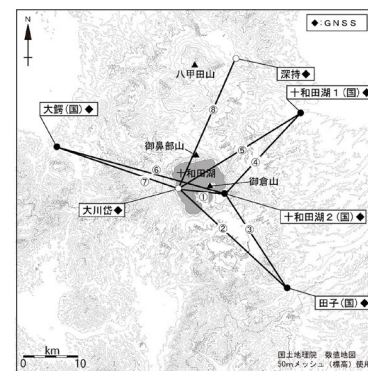


図6 十和田 GNSS 観測基線図
白丸(○)は気象庁、黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。
(国)：国土地理院

(火山活動解説資料: 令和8年3月)

2023年前半から、「大川岱」観測点の西方向への変位と「十和田湖2」観測点の東方向への変位によるとみられるわずかな変化が認められている(図中緑矢印)。

3.2 十和田(地殻変動:基線長に関する公的機関の発表情報) 【2025年度】

火山調査研究推進本部 第8回 火山調査委員会(2026年2月24日)

十和田の現状の評価(火山調査研究推進本部, 2026a)

【調査観測結果】

➤ GNSS連続観測では, 2023年前半以降, 十和田湖を挟む東西の基線において, わずかな伸びの変化が認められ, 同時期には中湖付近の地震発生頻度が増加している。当該基線のデータが得られるようになったのは2015年12月以降であり, それ以前の地殻変動については不明である。

【現象の解釈及びメカニズムの推定】

➤ 2023年以降に観測されている十和田湖を挟む東西基線のわずかな伸びの変化は, 地下の圧力源の増圧を示唆しており, それによる引張応力の増加が地震発生頻度の増加の原因となっている可能性が考えられる。

参考図表(一部抜粋・加筆)

(火山調査研究推進本部, 2026b)

第8回火山調査委員会

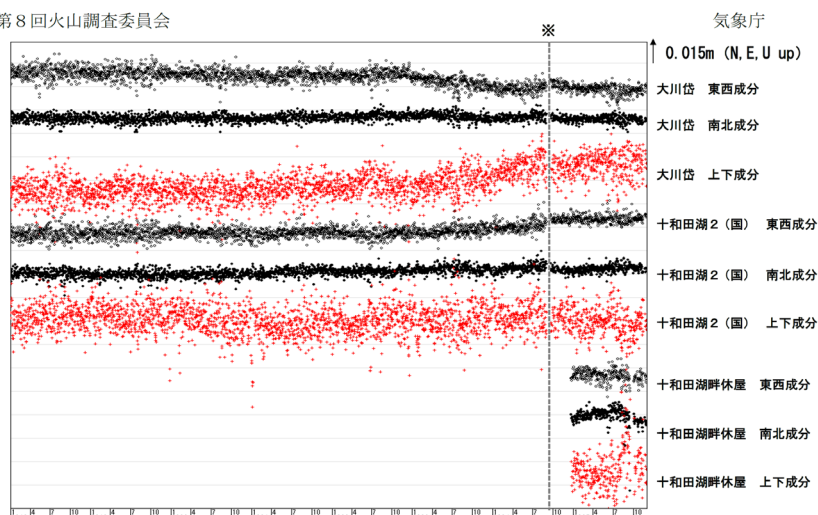


図8 十和田 中湖周辺のGNSS観測点における3成分時系列図(2018年1月~2025年11月)

・固定点として大鰐観測点(国土地理院)を使用。・十和田湖畔休屋は2024年12月11日に観測開始。
・大川岱と十和田湖2(国土地理院)は, 2018年から2021年の観測値を用いて年周変化及び一次トレンドを除去している。
※システム更新に伴うステップ状の変化

2023年前半から大川岱観測点の西方向と上方向への変位と十和田湖2(国)観測点の東方向への変位が認められる。

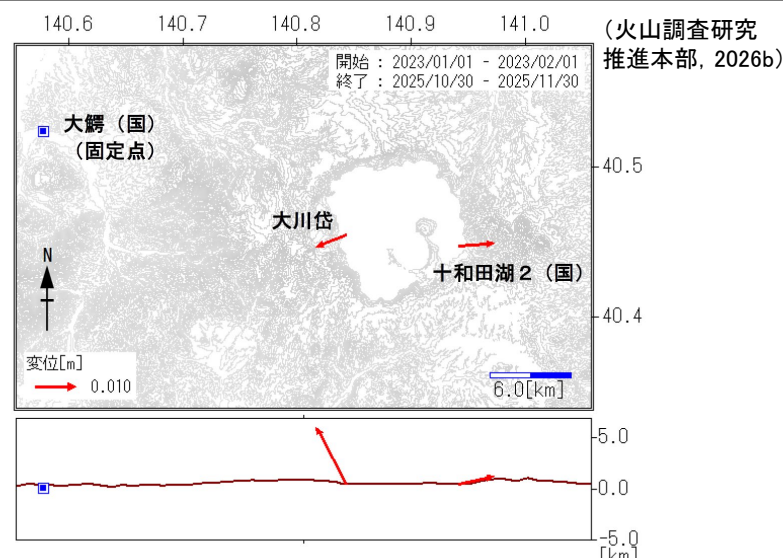


図9 十和田 GNSSベクトル図(2023年1月~2025年11月)

・2018年から2021年の観測値を用いて年周変化及び一次トレンドを除去している。
・ベクトル図は開始期間と終了期間の平均観測量の差を変化量として赤矢印で示している。

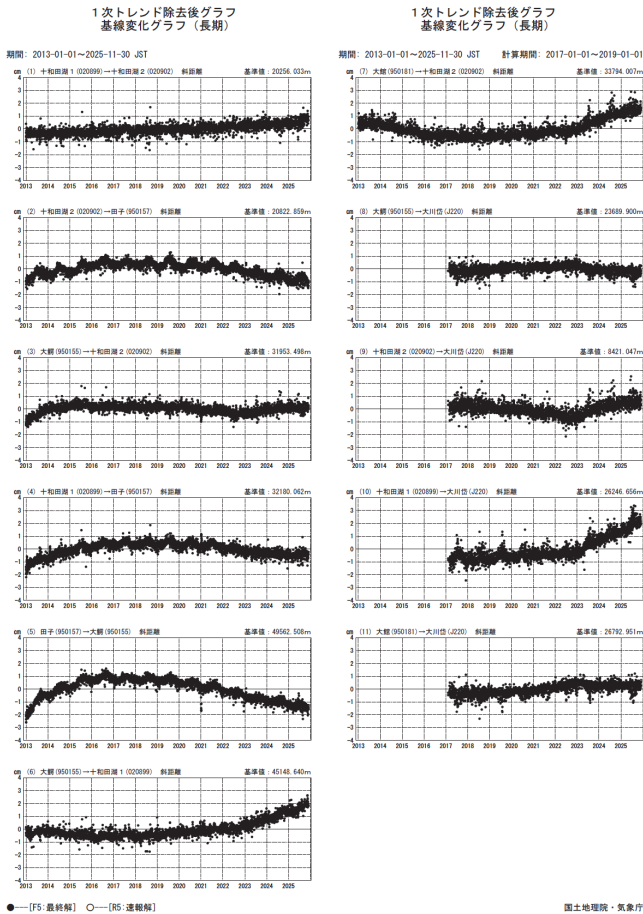
「大川岱」観測点の西方向と上方向への変位と「十和田湖2」観測点の東方向への変位が認められる。いずれの変位もごくわずかであり、ノイズを除去しきれない可能性がある。

3.2 十和田(地殻変動:基線長に関する公的機関の発表情報)【2025年度】

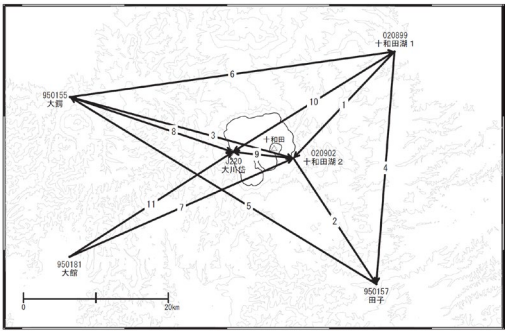


火山調査研究推進本部 第8回 火山調査委員会(2026年2月24日)

参考図表(一部抜粋・加筆)

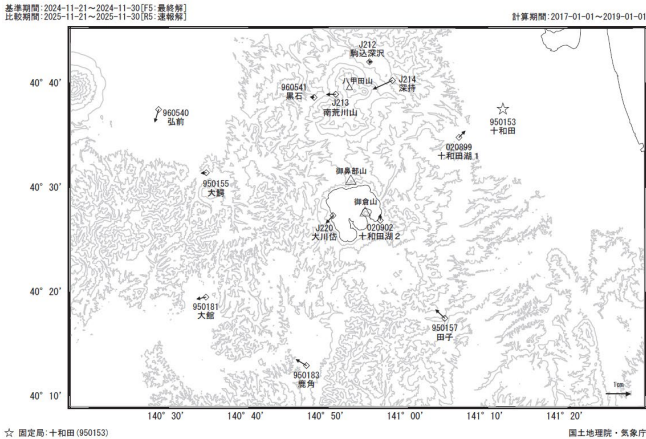


※[RS:速報値]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

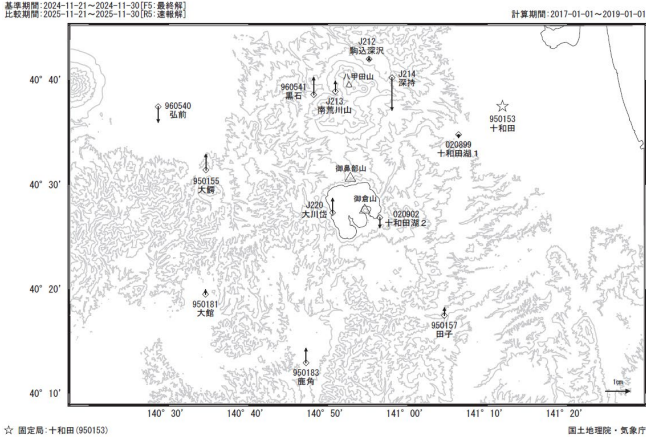


点番号	点名	日付	保守内容
950155	大駒	2024-08-25	レドーム開閉
		2024-11-12	受信機更新
950157	田子	2023-10-18	受信機更新
950181	大館	2021-10-07	受信機更新
		2024-08-27	レドーム開閉
020899	十和田湖1	2021-08-12	伐採
		2024-08-22	レドーム開閉
020902	十和田湖2	2021-10-07	受信機更新
		2024-08-25	レドーム開閉

十和田周辺の地殻変動(水平:1年)



十和田周辺の地殻変動(上下:1年)



※電子基準点の保守等による変動は補正済み

「大館」-「十和田湖2」等の基線では、2022年11月頃から伸びが継続している。

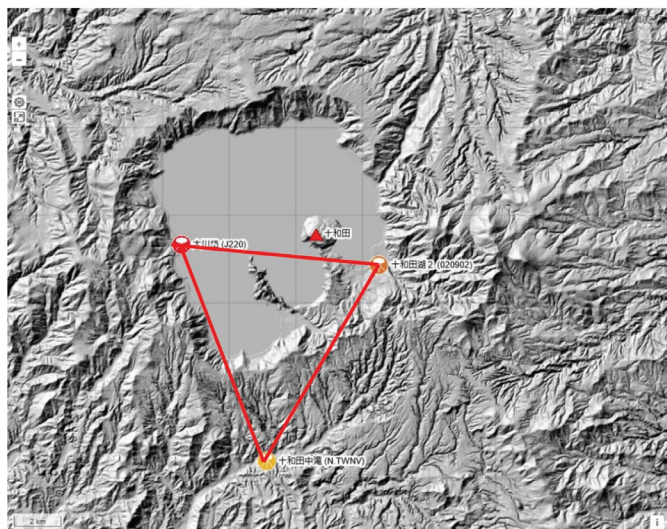
十和田
(火山調査研究推進本部, 2026b)

3.2 十和田(地殻変動:基線長に関する公的機関の発表情報) 【2025年度】

火山調査研究推進本部 第8回 火山調査委員会(2026年2月24日)

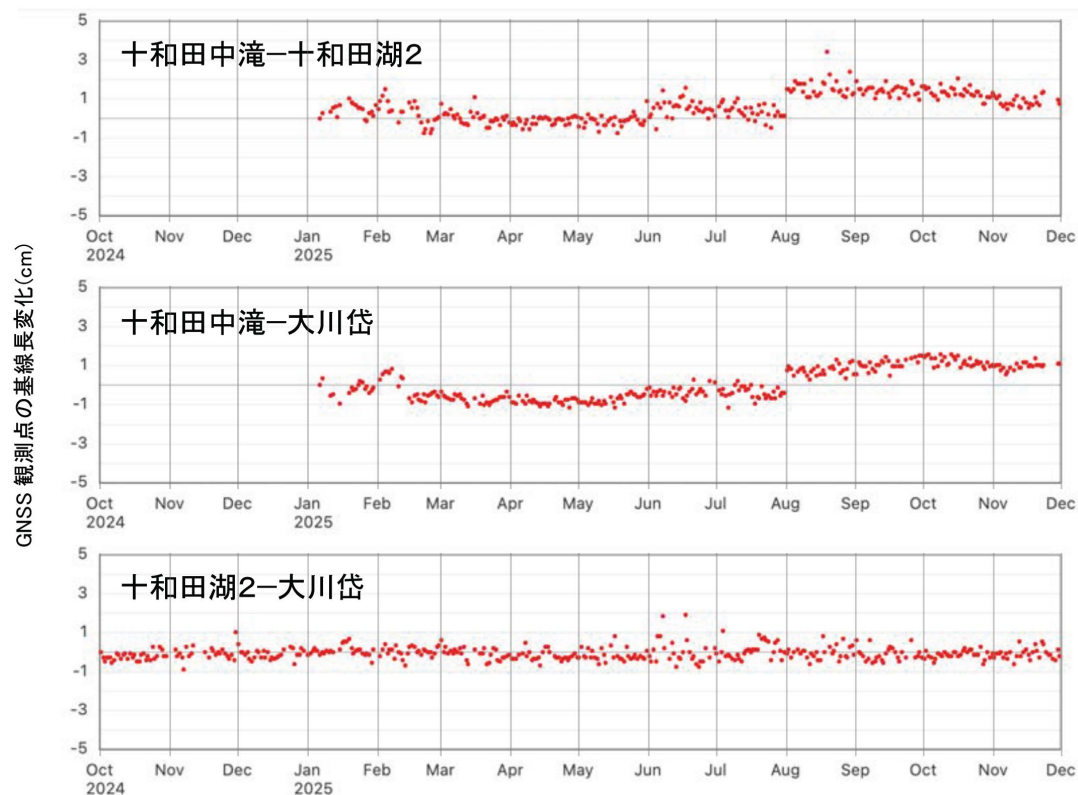
参考図表(一部抜粋・加筆)

GNSS観測点基線図



黄色:防災科研, 赤:気象庁, オレンジ:国土地理院の観測点

観測開始からのGNSS観測点間の基線長変化(防災科学技術研究所)



1か所(十和田中滝)に観測点を設置して火山観測を開始した。
他観測点との基線長に伸長の変動がみられるが、火山活動の影響ではなく季節変動の可能性もある。

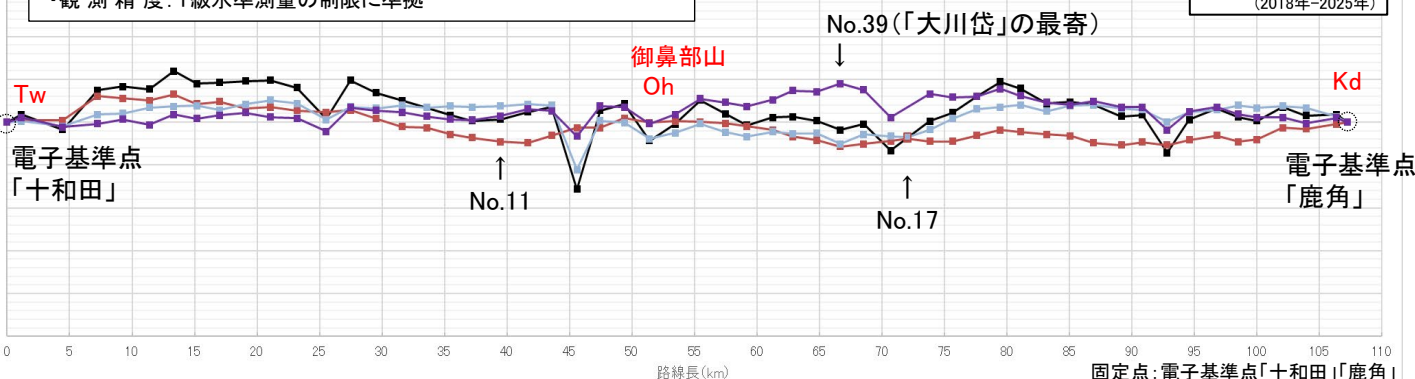
(火山調査研究推進本部, 2026b)

3.2 十和田(地殻変動:水準測量)【2018年～2025年】

Tw-Oh-Kd路線(期間内変動量)

- ・新観測年:2025年4月～6月
- ・基準観測年:2018年5月～10月, 2019年4月～7月, 2022年4～7月
- ・観測精度:1級水準測量の制限に準拠

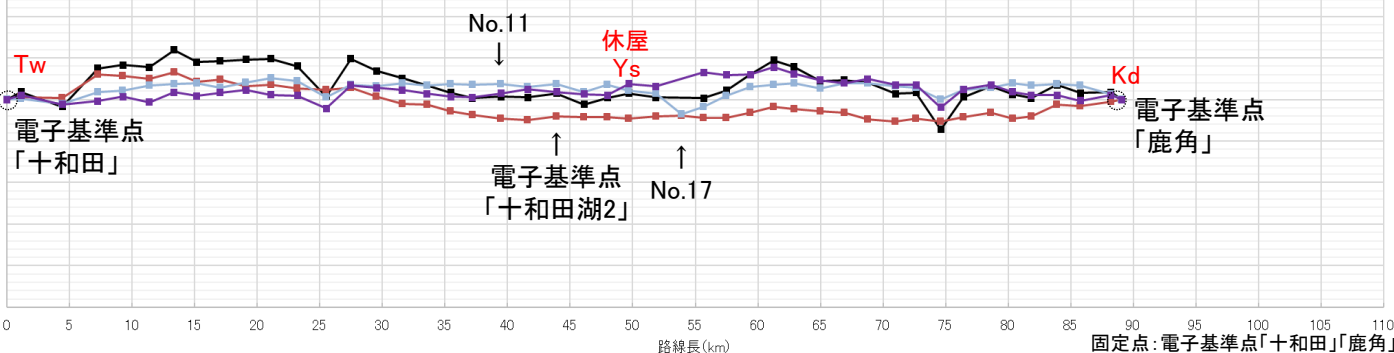
- 凡例(期間内変動量)
- 2022年～2025年
 - 2019年～2022年
 - 2018年～2019年
 - 全期間の累積(2018年～2025年)



Tw-Ys-Kd路線(期間内変動量)

- ・新観測年:2025年4月～6月
- ・基準観測年:2018年5月～10月, 2019年4月～7月, 2022年4～7月
- ・観測精度:1級水準測量の制限に準拠

- 凡例(期間内変動量)
- 2022年～2025年
 - 2019年～2022年
 - 2018年～2019年
 - 全期間の累積(2018年～2025年)



路線図



特記事項

十和田を中心とした顕著な地殻変動の傾向は認められない。一方で、2022年～2025年の期間において、十和田湖の西側、No.39(気象庁GNSS観測点「大川岱」の最寄の水準点)周辺を中心として、わずかに隆起する傾向に転じている。なお、水準測量の結果では、電子基準点「十和田湖2」において特段の変動は認められない。

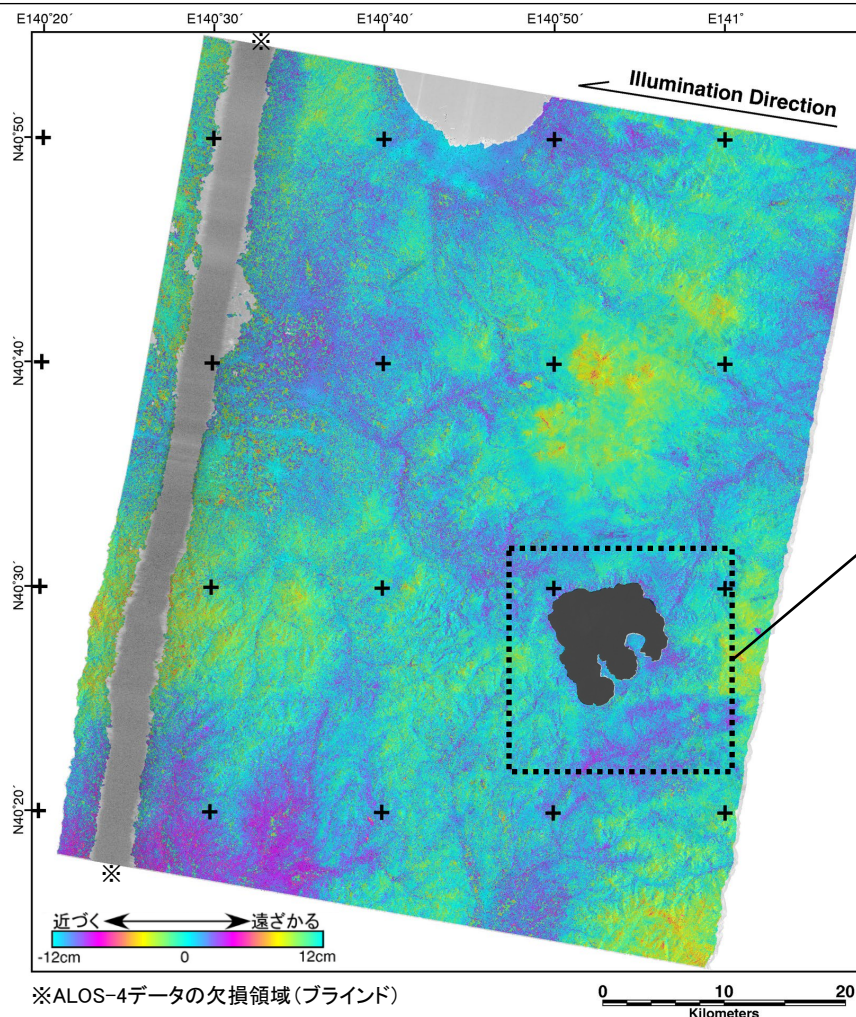
※圧力源の推定については6章(参考情報)を参照

3.2 十和田(地殻変動:干渉SAR解析)【2024年8月～2025年8月】

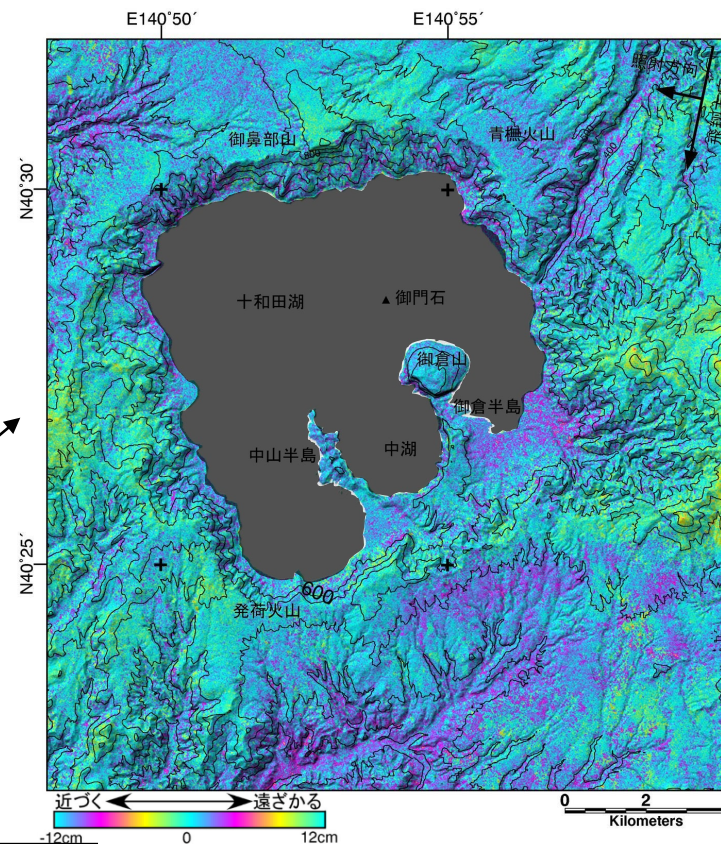
解析に用いたデータ

- ・だいち2号(ALOS-2), だいち4号(ALOS-4): Lバンド合成開口レーダ
- 観測日: 2024年8月29日(ALOS-2), 2025年8月22日(ALOS-4)

- ・観測モード: SM1 (3m/pix)
- ・オフナディア角: 35.4
- ・進行方向: 南降軌道, 照射方向: 右視



差分干渉処理結果



特記事項

干渉性が良好に保たれる短期(約1年間)のペアとして2024年8月29日と2025年8月22日の観測データを選定し干渉SAR解析を行った。その結果, 水蒸気遅延成分が認められるものの, 十和田を中心とした顕著な変動は認められない。

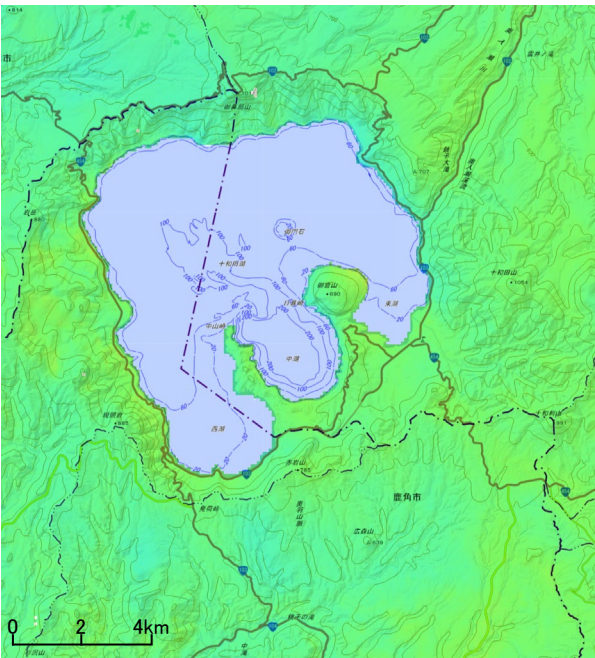
3.2 十和田(地殻変動:干渉SAR解析) 【公的機関の発表情報:国土地理院】



国土地理院による干渉SAR解析(地理院地図)

参考図表(一部抜粋・加筆)

変位速度(準東西方向)



SAR衛星	だいち2号 だいち4号	
変動方向	準東西方向	
	(1)	(2)
観測期間	2014年08月04日 ～2025年11月22日	2014年08月08日 ～2025年11月23日
観測時間	11:12-12:48	22:51-00:51頃
衛星進行方向	南行(D)	北行(A)
電波照射方向	右(R)	
電波照射方位	西(W)	東(E)
観測モード	U	
入射角	30.90-43.10°	31.10-43.30°
データ数	23-64(全3775)	14-54(全3114)
ルック数	16look(一部8look)	
ピクセルサイズ	90m	
垂直基準線長の上 限	200m	
観測間隔の上限	730日	1095日
対流圏補正	有り	
電離層補正	有り(離島を除く)	
GNSS補正	有り(離島を除く)	
冬季データ	(北海道・東北) 含まない (関東以南) 含 む	

解析:国土地理院 原初データ所有:JAXA

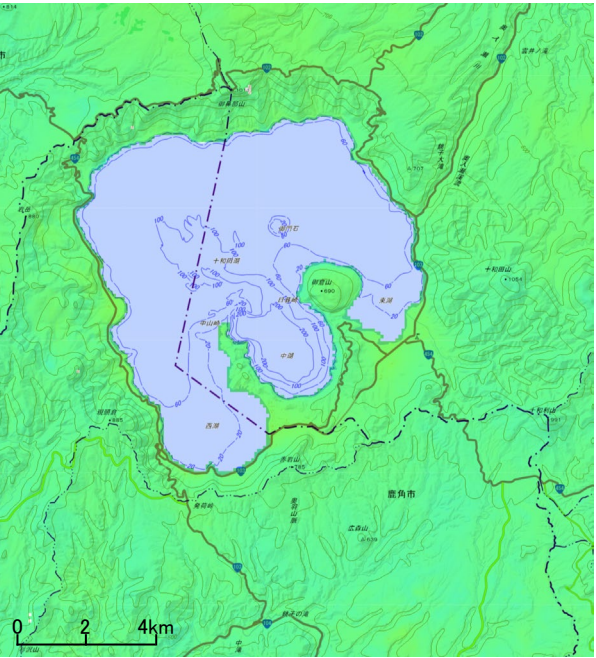
西向き 東向き

-3 0 3

準東西方向の変位速度 [cm/年]

※スケール以上の変動は一律に青/赤で表示されます

変位速度(準上下方向)



SAR衛星	だいち2号 だいち4号	
変動方向	準上下方向	
	(1)	(2)
観測期間	2014年08月04日 ～2025年11月22日	2014年08月08日 ～2025年11月23日
観測時間	11:12-12:48頃	22:51-00:51頃
衛星進行方向	南行(D)	北行(A)
電波照射方向	右(R)	
電波照射方位	西(W)	東(E)
観測モード	U	
入射角	30.90-43.10°	31.10-43.30°
データ数	23-64(全3775)	14-54(全3114)
ルック数	16look(一部8look)	
ピクセルサイズ	90m	
垂直基準線長の上 限	200m	
観測間隔の上限	730日	1095日
対流圏補正	有り	
電離層補正	有り(離島を除く)	
GNSS補正	有り(離島を除く)	
冬季データ	(北海道・東北) 含まない (関東以南) 含 む	

解析:国土地理院 原初データ所有:JAXA

沈降 隆起

-3 0 3

準上下方向の変位速度 [cm/年]

※スケール以上の変動は一律に青/赤で表示されます

特記事項

ノイズレベルを超える位相変化は
認められない。

3.2 十和田(地殻変動:干渉SAR解析)

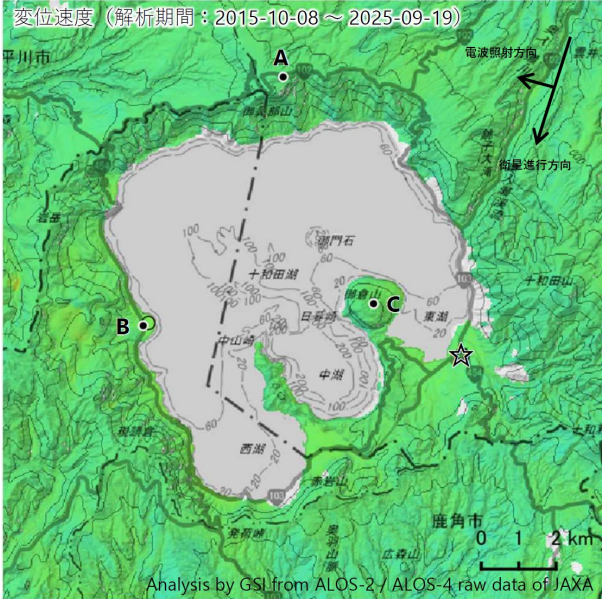
【公的機関の発表情報:火山調査研究推進本部】



火山調査研究推進本部 第8回 火山調査委員会(2026年2月24日)

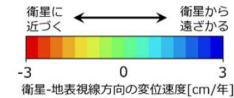
参考図表(一部抜粋・加筆)

国土地理院による干渉SAR時系列解析結果(だいち2号/4号 南行)

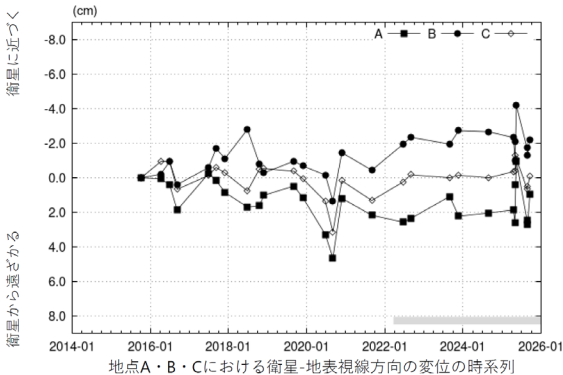


衛星名	だいち2号 だいち4号
観測期間	2015-10-08 ～ 2025-09-19
入射角	38.6°
データ数	29
干渉ペア数	116
空間分解能	約 30 m

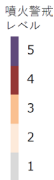
- ◎ 国土地理院GNSS観測点
- 国土地理院以外のGNSS観測点
- ☆ 参照点:
電子基準点「十和田湖2」付近



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

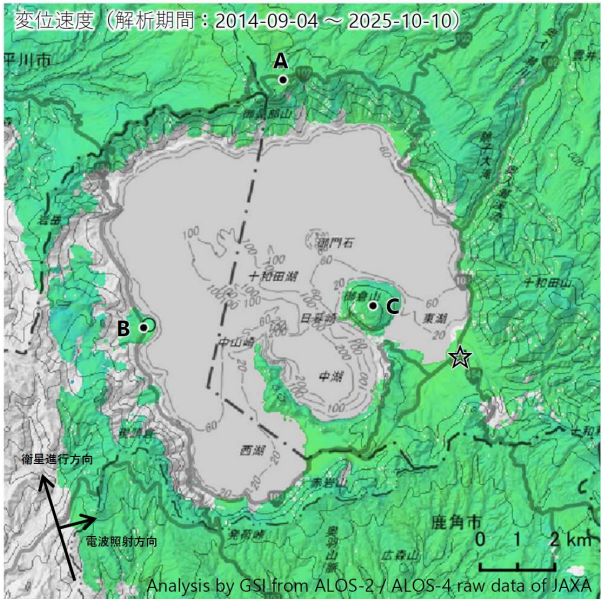


ノイズレベルを超える変動は
見られない。



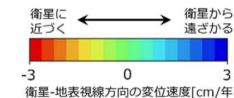
(火山調査研究推進本部, 2026b)

国土地理院による干渉SAR時系列解析結果(だいち2号/4号 北行)

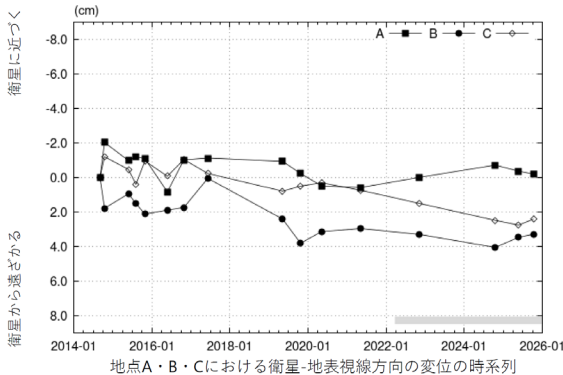


衛星名	だいち2号 だいち4号
観測期間	2014-09-04 ～ 2025-10-10
入射角	31.0°
データ数	16
干渉ペア数	46
空間分解能	約 30 m

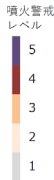
- ◎ 国土地理院GNSS観測点
- 国土地理院以外のGNSS観測点
- ☆ 参照点:
電子基準点「十和田湖2」付近



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



ノイズレベルを超える変動は
見られない。



(火山調査研究推進本部, 2026b)

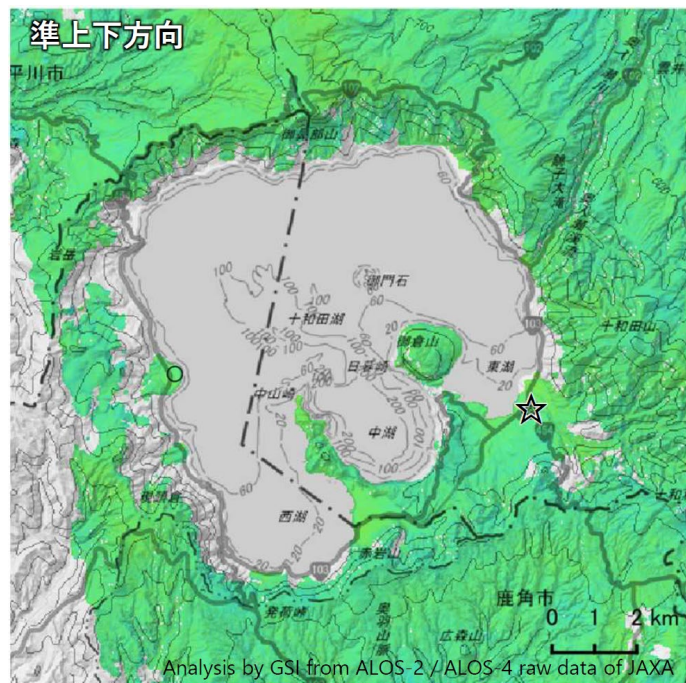
3.2 十和田(地殻変動:干渉SAR解析)

【公的機関の発表情報:火山調査研究推進本部】

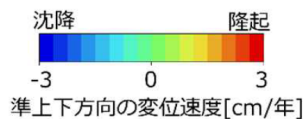
火山調査研究推進本部 第8回 火山調査委員会(2026年2月24日)

参考図表(一部抜粋・加筆)

国土地理院による十和田の2.5次元解析結果
(2022年～2025年)

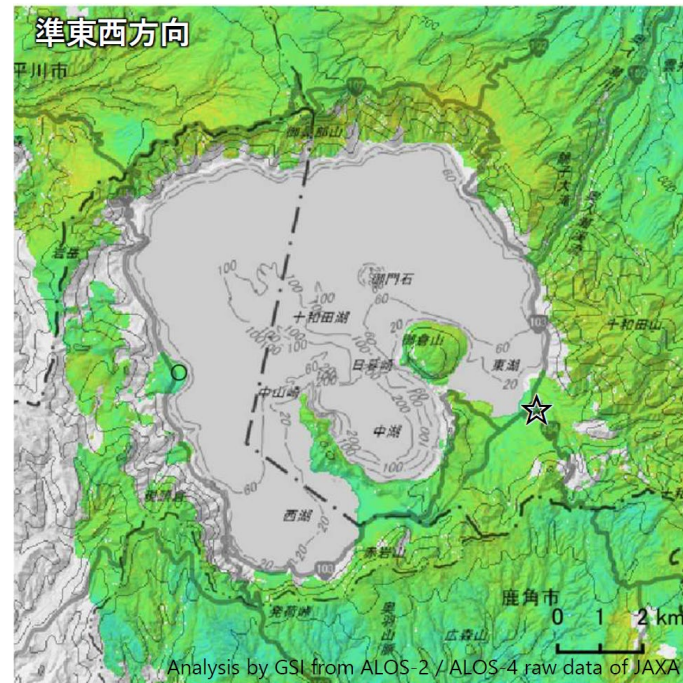


- ◎ 国土地理院GNSS観測点
- 国土地理院以外のGNSS観測点
- ☆ 参照点:電子基準点「十和田湖2」付近

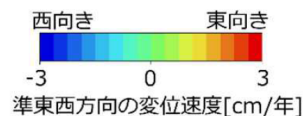


ノイズレベルを超える変動は見られない。

(火山調査研究推進本部, 2026b)



- ◎ 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「十和田湖2」付近



ノイズレベルを超える変動は見られない。

(火山調査研究推進本部, 2026b)

解析ペア:2022/9/1～2025/9/19(東→西), 2022/11/3～2025/10/10(西→東)

3.2 十和田(地殻変動:干渉SAR解析)
【公的機関の発表情報:火山調査研究推進本部】



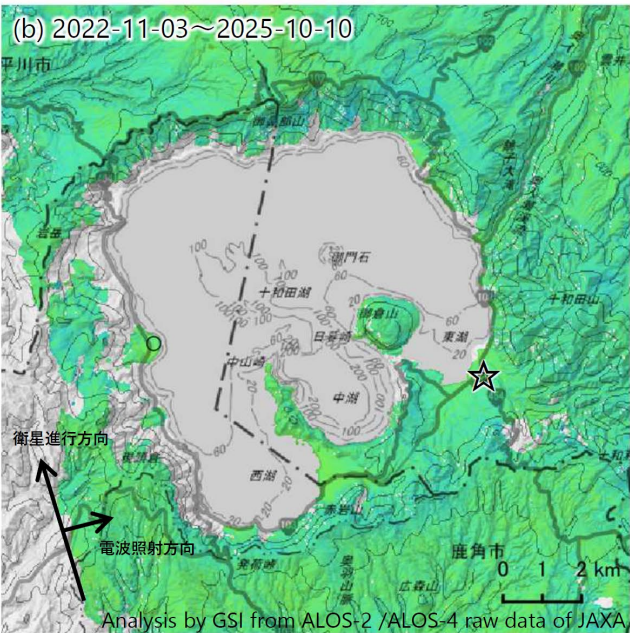
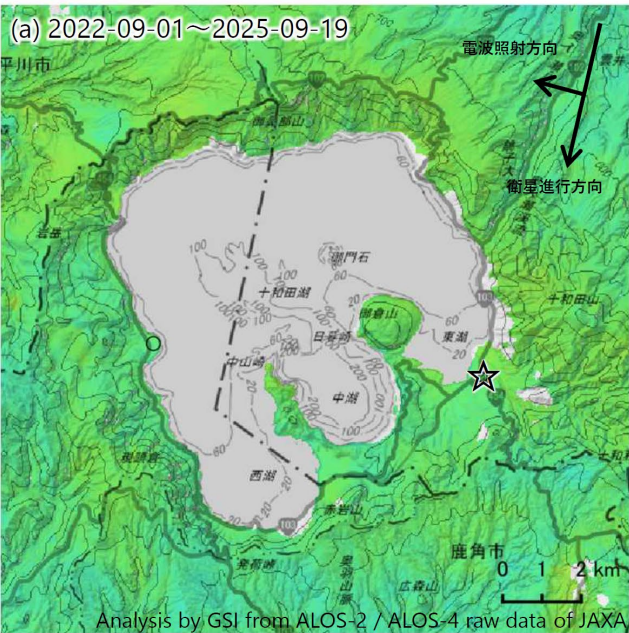
火山調査研究推進本部 第8回 火山調査委員会(2026年2月24日)

参考図表(一部抜粋・加筆)

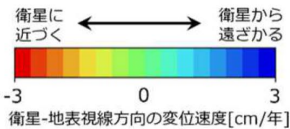
国土地理院による十和田の2.5次元解析結果(2022年~2025年)

南行軌道の変位速度

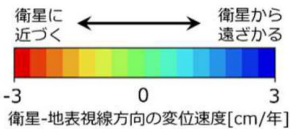
北行軌道の変位速度



- ◎ 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「十和田湖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「十和田湖2」付近



衛星名	だいち2号 だいち4号
観測日*1 計算期間*2	2015-10-08~2025-09-19 (a) 2022-09-01~2025-09-19
衛星進行方向	南行
電波照射方向	右(西)
入射角	38.6°
空間分解能	約30m

衛星名	だいち2号 だいち4号
観測日*1 計算期間*2	2014-09-04~2025-10-10 (b) 2022-11-03~2025-10-10
衛星進行方向	北行
電波照射方向	右(東)
入射角	31.0°
空間分解能	約30m

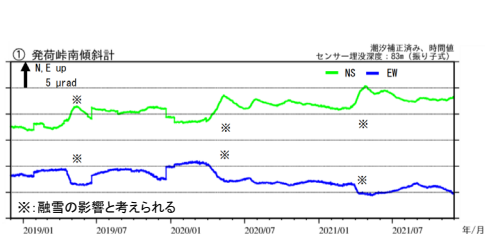
*1 観測日:SBAS法に使用した期間
*2 計算期間:変位を計算した期間

ノイズレベルを超える変動は見られない。

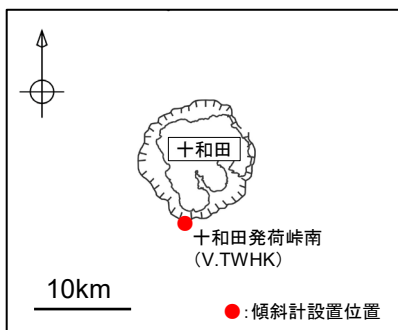
(火山調査研究推進本部, 2026b)

3.2 十和田(地殻変動:傾斜計)【2025年】

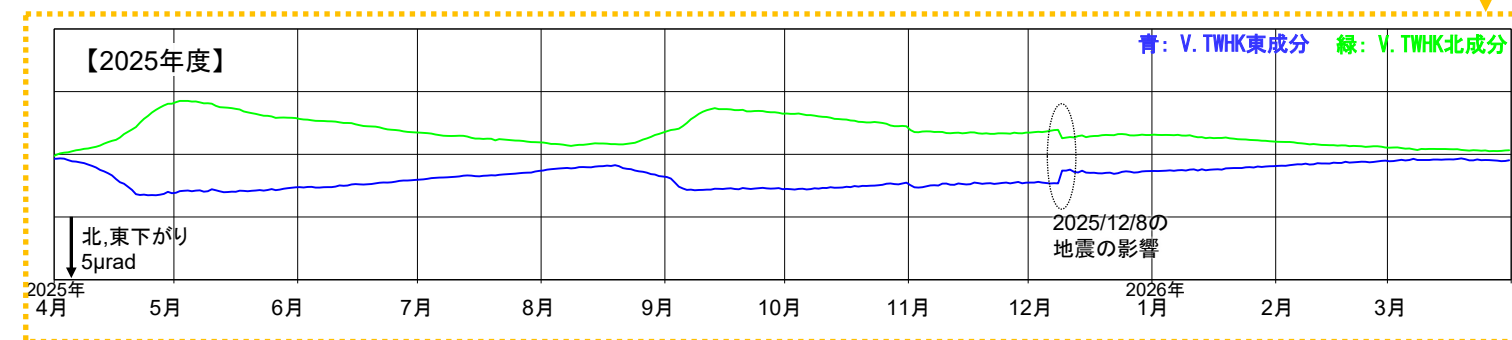
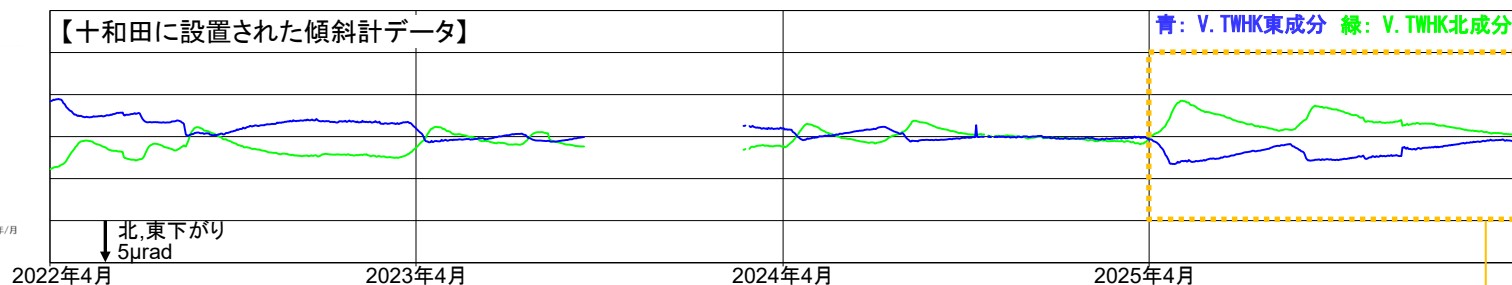
- 防災科学技術研究所によるJapan Volcanological Data Network(JVDN)より、気象庁が設置した傾斜計の観測データをダウンロード・整理した。
- 十和田を中心とした膨張性の地殻変動が発生した場合には、十和田発荷峠南の傾斜計において北上がりの傾斜変動が検出されることが想定されるが、2025年度においては、火山活動によると考えられる顕著な傾斜変動は認められない。
- 例年春季(4月頃)と秋季(9月頃)にみられている変動は、それぞれ融雪と降水の影響を受けていると考えられる。また、2025年12月8日と9日の観測データ間に変動が認められるが、12月8日に青森県東方沖で発生した地震に伴う変動と考えられる。



(参考)十和田の傾斜変動(気象庁(2021):
第149回火山噴火予知連絡会資料)
データ:2018/12~2021/11/30
→火山活動によると考えられる
傾斜変動は認められないとされる



一使用した気象庁傾斜計データー
・ 防災科学技術研究所HPより取得 (p9参照)
・ 用いた気象庁の観測点: 十和田発荷峠南 (V.TWHK) 1日値(リサンプリング)
・ データの期間: 2022/04/01~2026/03/31 JST



3.2 十和田(地殻変動:傾斜計)

【公的機関の発表情報:火山調査研究推進本部】



火山調査研究推進本部 第8回 火山調査委員会(2026年2月24日)

参考図表(一部抜粋・加筆)

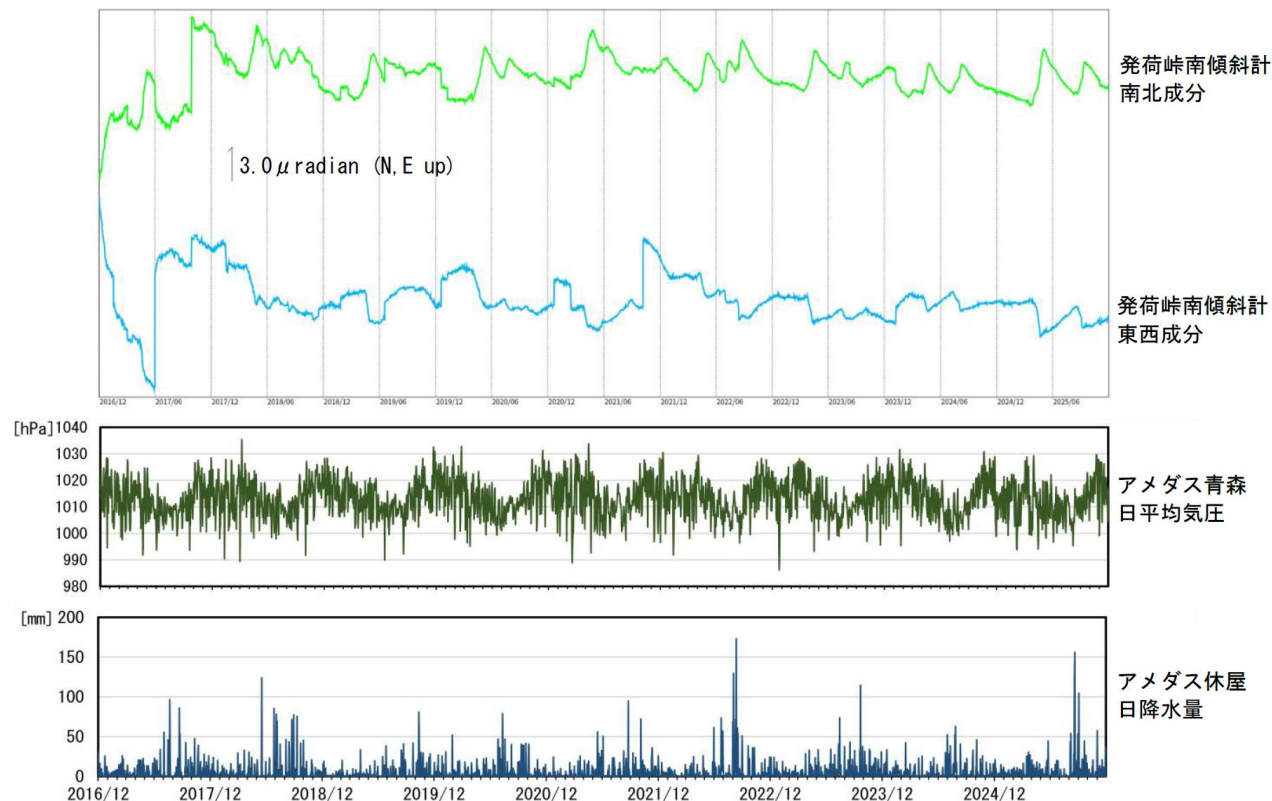


図 10 十和田 傾斜計(日値)による地殻変動の状況(2016年12月~2025年11月)

- ・傾斜データは潮汐変化及び一次トレンドを除去している。
- ・2016年12月に発荷峠南の運用開始。

火山活動によると考えられる変化は認められない。

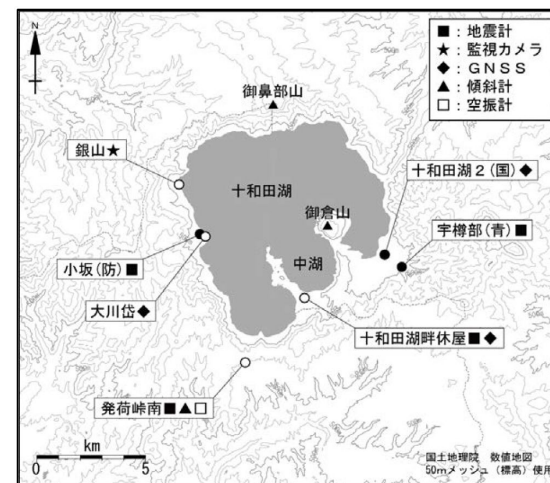


図 11 十和田 観測点配置図

白丸(○)は気象庁、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 (青): 青森県

(火山調査研究推進本部, 2026b)

3.2 十和田(地殻変動:まとめ)【2025年度】

〔GNSS観測データ〕

- ・比高では、2011年東北地方太平洋沖地震後の2013年に、電子基準点「十和田」、「田子」、「大館」に対して、電子基準点「十和田湖2」がわずかに隆起する傾向が認められたが、2025年度においては顕著な隆起等は認められない。
 - ・基線長では、2011年東北地方太平洋沖地震時の変動とその後の余効変動に伴い、電子基準点「十和田湖2」に対して、電子基準点「浪岡」・「田子」との間では伸び、電子基準点「十和田」・「大館」との間では縮みが継続している。
 - ・気象庁GNSS観測点「大川岱」の比高では、2016年の観測開始以降、わずかに沈降～停滞する傾向が継続する。基線長では、「大川岱」と「深持」・「十和田湖1」・「十和田湖2」の間は縮みの傾向、「大川岱」と「田子」との間は伸びの傾向が継続する。
 - ・一方で、2023年前半から主に十和田湖を挟む東西の基線でわずかな変化が認められ、火山調査研究推進本部(2026)によれば、地下の圧力源の増圧を示唆するとされる。
 - ・2025年12月8日の青森県東方沖で発生した地震により、基線長に変位が見られた。
 - ・当社が設定した判断基準の超過は今期間で発生していない。
- ⇒十和田を中心とした地域では、系統的な変位の累積及び急激な変位は認められず、基線長変化では、余効変動を大きく上回る継続的な変位の累積は認められない。

〔水準測量データ〕

- ・2018年、2019年、2022年及び2025年に実施した水準測量の結果からは、十和田を中心とした顕著な地殻変動の傾向は認められない。一方で、十和田湖の西側においては2022年以降でわずかに隆起する傾向に転じている。

〔干渉SAR解析〕

- ・2024年8月29日と2025年8月22日の観測データを用いて当社が実施した干渉SAR解析結果及び国土地理院が実施した解析結果からは、十和田を中心とした顕著な変動は認められない。

〔傾斜計データ〕

- ・2025年4月～2026年3月の傾斜計データからは、火山活動によると考えられる顕著な傾斜変動は認められない。



- ・既往の傾向と比較して、急激な変化や、既往の地殻変動と異なる場所での地殻変動の出現は認められない。
- ・一方で、2023年以降、地下の圧力源の増圧を示唆する変化が認められるため今後注視する。
- ・傾斜計による地盤変動の急激な傾向の変化は認められない。

3.3 十和田（火山ガス，熱活動，噴出場所，噴出物，噴火様式） 【公的機関の発表情報：まとめ】



	公的機関による観測資料	概 要
2025年度 の活動	地震・火山月報（防災編） （2025年4月～2026年3月）	噴火予報（噴火警戒レベル1，活火山であることに留意） 火山活動は深部にやや変化が認められるものの，概ね静穏に経過している。 →火山ガス，熱活動，噴出場所，噴出物，噴火様式に関する具体的な記載・報告はない。
	火山調査研究推進本部 （第8回 火山調査委員会） 十和田の現状の評価及び調査研究方策	【調査観測結果】 表面現象に変化は認められない。中湖の水深150m以深の水温は，最近100年近くの観測により，年間を通して5℃程度であることが知られており，この水温異常の原因は，湖底部に比較的暖かい湧泉が存在するためと推定されている。近年行われた高分解能音波地層探査では，中湖の湖底から熱水が湧出している可能性を示す音響異常が認められている（Oikawa et al., 2015）。また，電気伝導度，水温，圧力（深度）の観測の結果からは，水深150m付近の火口壁から熱水の湧出が推定されている（Nishimura et al., 1999）。地殻熱流量の推定も行われており（Boehrer et al., 2013），最近の推定結果では約11W/m ² と，同じカルデラ湖である支笏湖や田沢湖の約0.3W/m ² と比較すると有意に高い。 【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。なお，湖水の存在により地殻変動源の推定や熱活動の推移の把握が困難であり，火山活動の評価を行う上での課題がある。
	火山活動解説資料 （2025年4月～2026年3月）	銀山監視カメラによる観測では，噴気や湖面の異常等は認められない。2025年10月9日に青森県の協力により実施した上空からの観測では，中湖周辺に噴気や湖面の異常は認められなかった。火山活動は深部にやや変化が認められるものの，概ね静穏に経過している。 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。
	地殻変動観測の概況	（十和田に関する記載なし）



- ・中湖の湖底や火口壁から熱水の湧出が推定されているが，活動は静穏に経過している。
- ・地表面において火山ガス放出，熱活動は認められない。
- ・静穏に経過しており，噴火は発生していない。

特記事項

- ・噴火なし
- ・警戒情報なし
- ・噴火警戒レベル1，
活火山であることに留意

3.3 十和田(火山ガス, 熱活動, 噴出場所, 噴出物, 噴火様式) 【公的機関の発表情報】



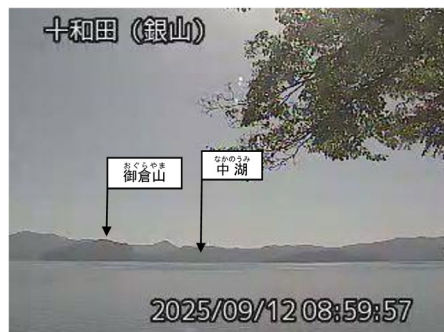
火山活動解説資料(令和7年4月～令和8年3月, 2025年報)

十和田の活動概要

2023年以降, 中湖付近の深さ5km前後が震源と推定される火山性地震の発生頻度がやや高い状態であり, GNSS連続観測では, 2023年前半から主に十和田湖を挟む東西の基線でわずかな変化が認められている。火山活動は深部にやや変化が認められるものの, 概ね静穏に経過している。

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。

参考図表(一部抜粋・加筆)

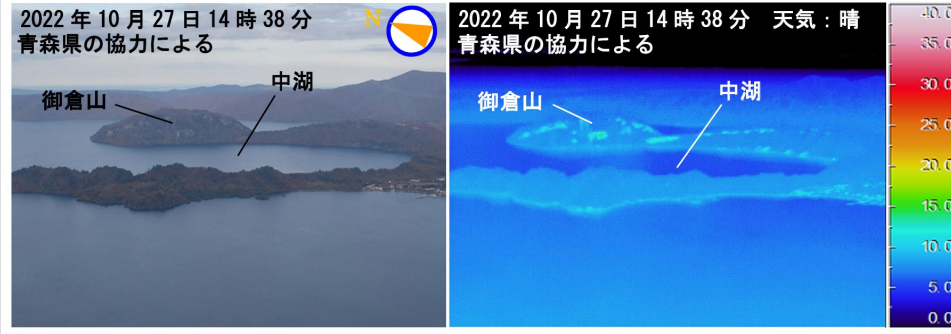


(火山活動解説資料: 令和7年9月)



(火山活動解説資料: 令和8年3月)

十和田 中湖周辺の状況
(銀山監視カメラ(中湖の北西約6km)の映像)



(火山活動解説資料: 令和7年10月)



(火山活動解説資料: 令和7年10月)

上空から撮影した御倉山及び中湖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

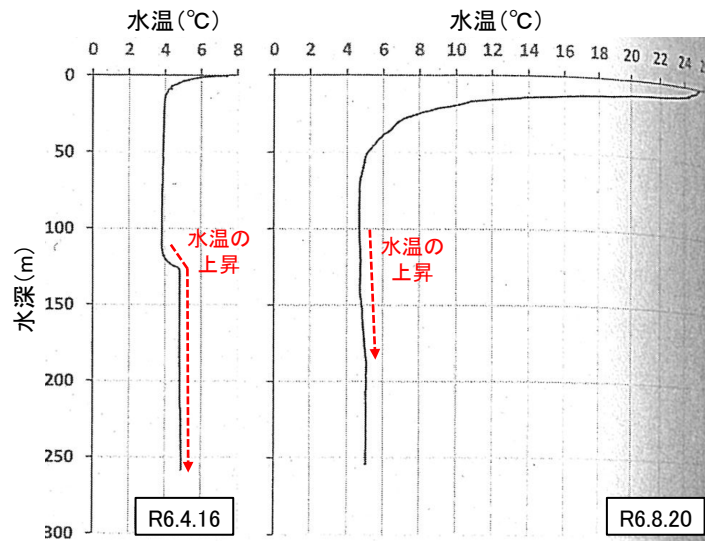
銀山監視カメラによる観測では, 噴気や湖面の異常等は認められなかった。

2025年10月9日に青森県の協力により実施した上空からの観測では, 中湖周辺に噴気や湖面の異常は認められなかった。

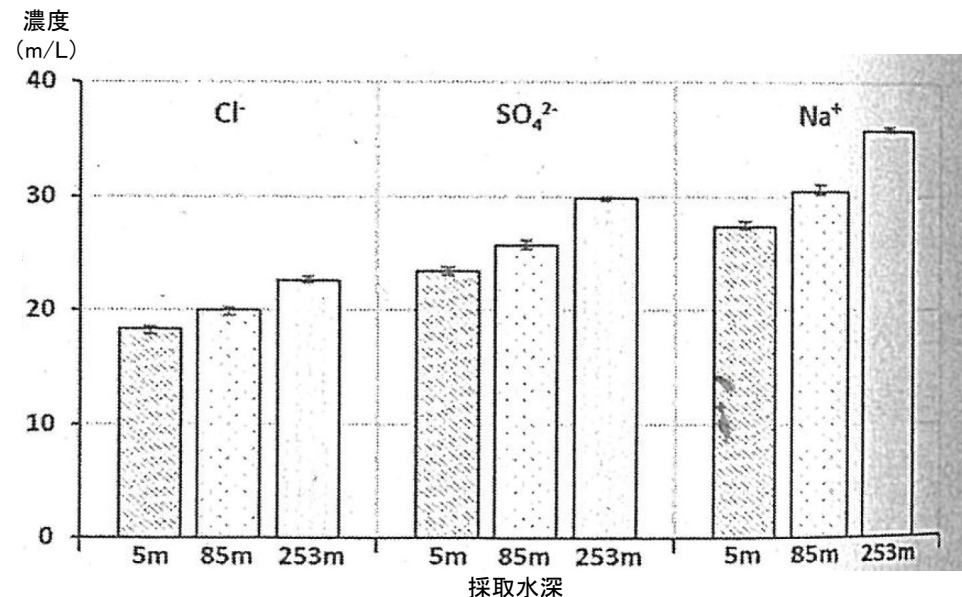
補足. 十和田湖の水質特性に関する情報 [生魚・対馬(2025)]

生魚・対馬(2025)では、十和田湖の中湖の湖水について、循環期及び成層期における水温分布の鉛直変化と、躍層の上下層の特性を明らかにすることを目的に、水温と溶存イオン濃度の測定が2024年4月～8月に行われた。生魚・対馬(2025)の調査結果と考察について、以下に整理する。

- 循環期に相当すると考えられる2024年4月での水温は、水深111～128m間で、3.81～4.81℃まで上昇する躍層が確認され、水深250mにおける水温4.92℃まで緩やかに上昇した。成層期に相当すると考えられる2024年8月での水温は、水深101～187mの間で、4.69～5.08℃まで上昇したが、躍層は大きく広がり不明確であった。水深187～250mまでは5.06～5.09℃の範囲にあり、変動は見られない。
- 2024年8月に実施した水深別イオン濃度測定の結果では、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Na^+ のいずれも、水深5mと85mに比べて水深253mでの濃度が高く、 Cl^- で4.2mg/L、 SO_4^{2-} で6.4mg/L、 Na^+ で8.4mg/Lの濃度差が認められた。2024年4月の温度測定結果で認められた躍層についても、溶存物質の濃度差による密度差から形成されていると推察される。
- これらの結果は、湖底付近において湧水が存在することを支持する結果である。



中湖における水温の鉛直分布
(生魚・対馬(2025)に一部加筆)

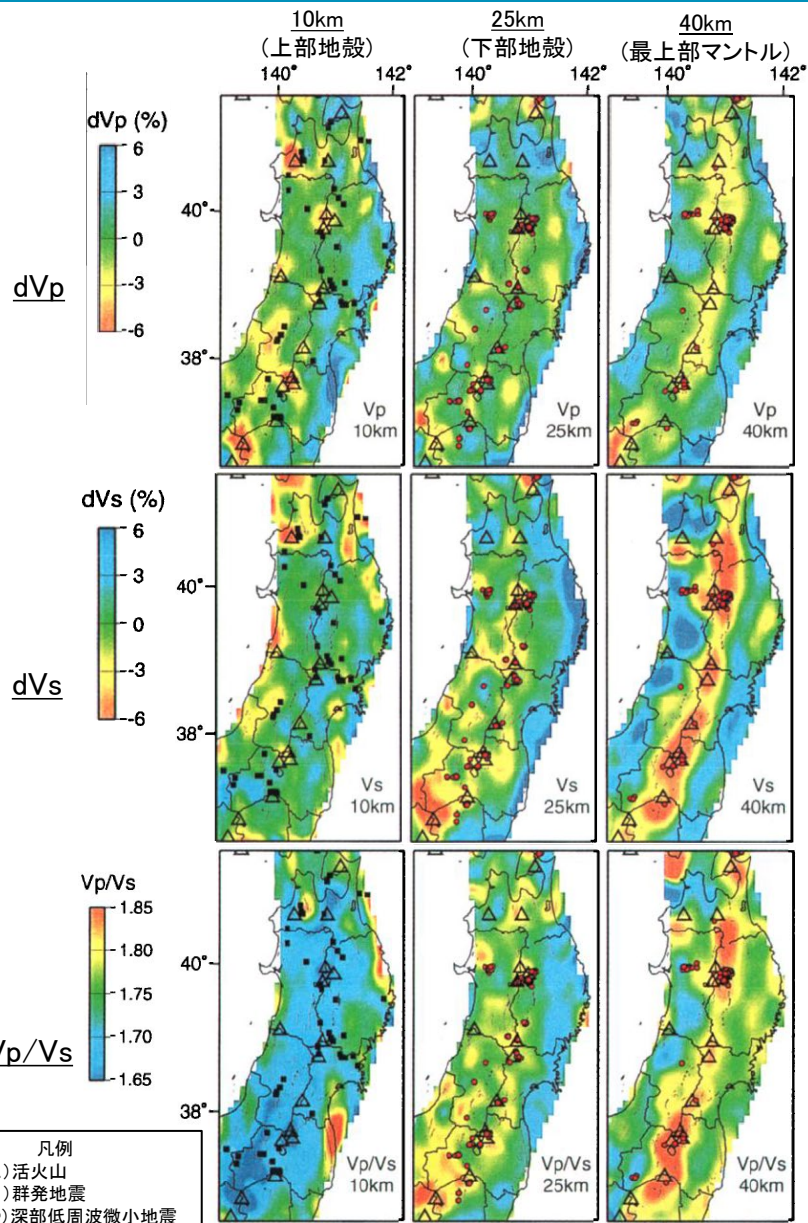


中湖における2024年8月の水深別イオン濃度
(生魚・対馬(2025)に一部加筆)

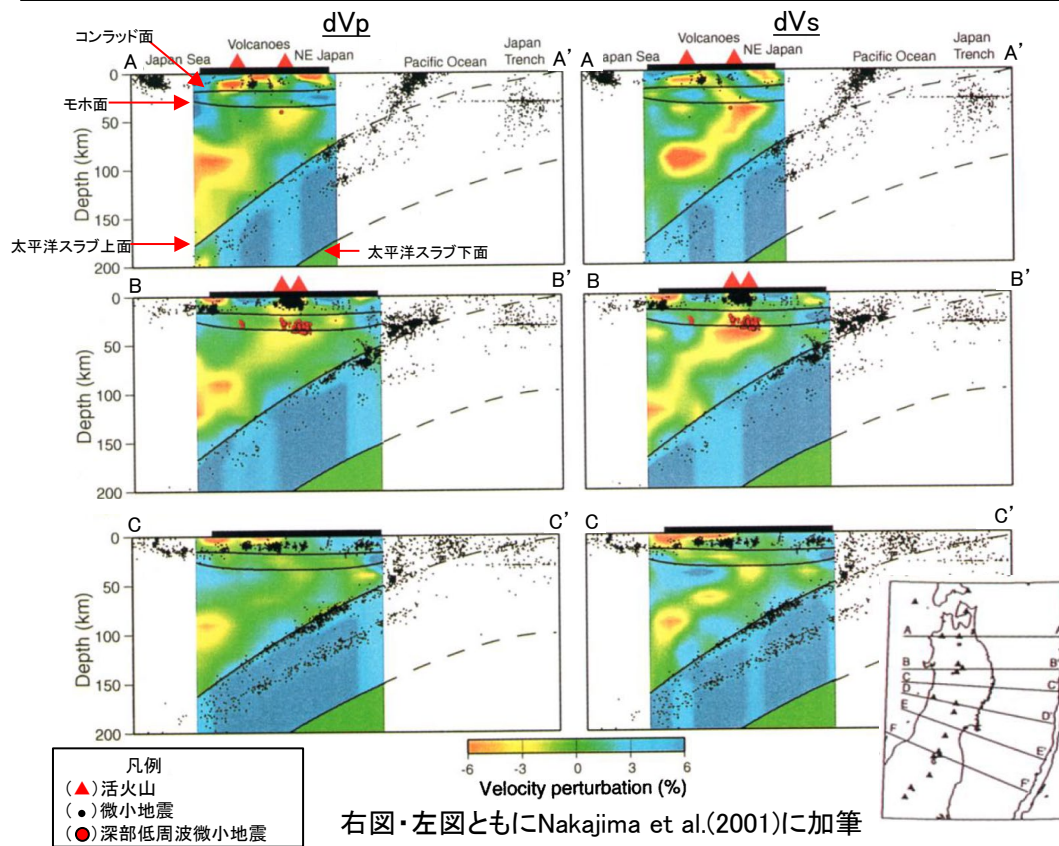
余白

3.4 十和田(地下構造)

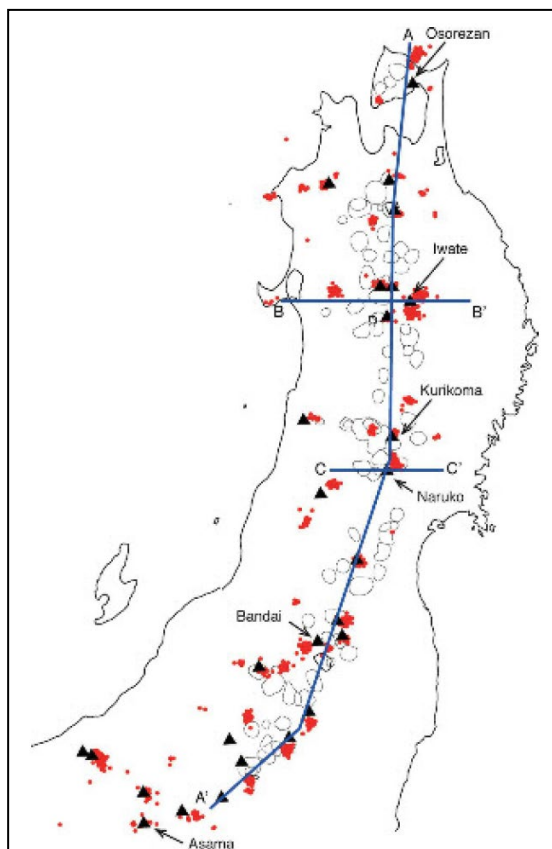
【地震波速度構造①:Nakajima et al.(2001)】



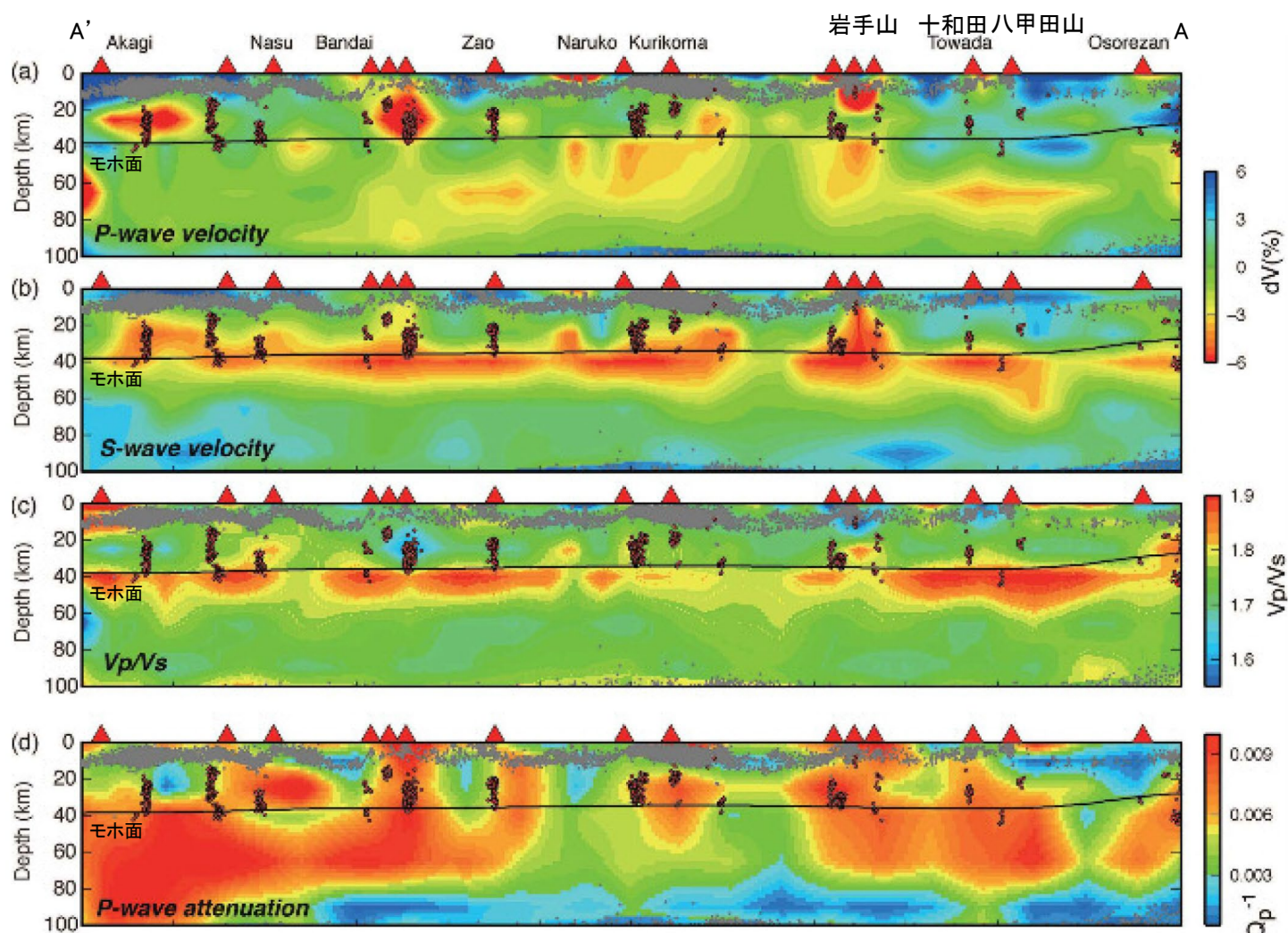
- Nakajima et al.(2001)によると、火山フロントに沿った最上部マントルの低Vp、低Vs及び高Vp/Vsは、大量のメルトの存在を示唆するとしている。また、火山フロントに沿った下部地殻のうち活火山の直下の低Vp、低Vs及び高Vp/Vsは、メルトの存在を示唆するとしている。加えて、火山フロントに沿った上部地殻のうち活火山の直下の低Vp、低Vs及び低Vp/Vsは、水の存在を示唆するとしている。
- また、Nakajima et al.(2001)によると、活火山を通る測線であるAA'断面及びBB'断面は、P波、S波ともに沈み込む太平洋スラブとほぼ平行に低速度域が背弧側の深い領域から地殻まで連続的に分布していることが確認できるとし、活火山を通らない測線であるCC'断面も同様に低速度領域が確認できるが、それは、AA'及びBB'の低速領域に比べて振幅は小さいとしている。



3.4 十和田(地下構造) 【地震波速度構造②: 中島(2017)】



- 凡例
 (▲) 活火山
 (○) 第四紀カルデラ
 (●) 深部低周波微小地震



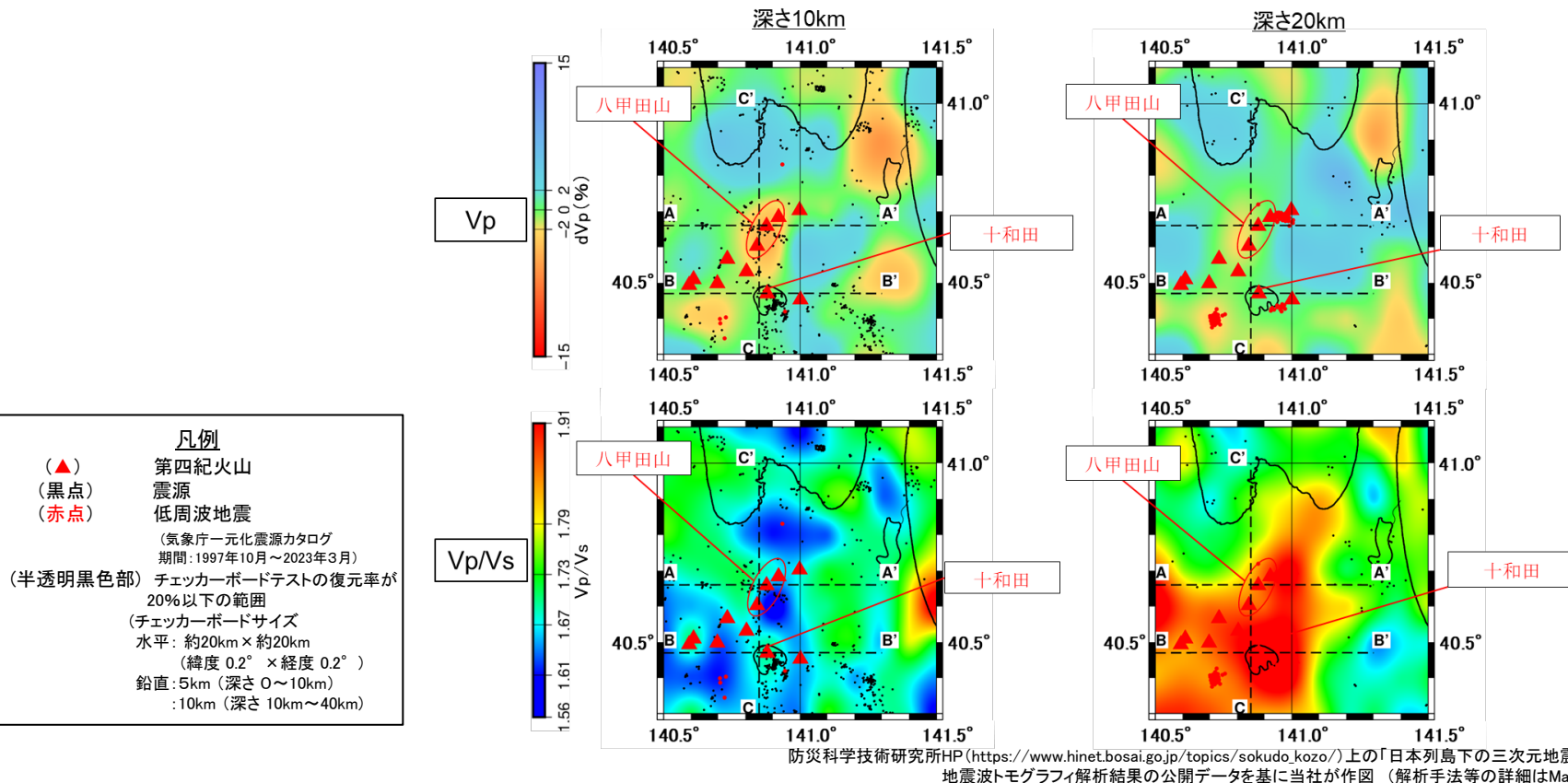
※(a)~(c)の解析結果はNakajima et al.(2001)と同じ

中島(2017)に加筆

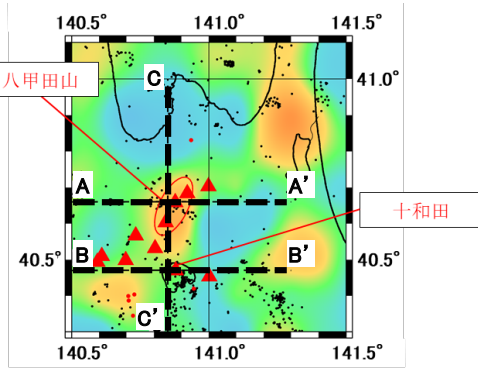
- 中島(2017)によると、岩手山直下の中部～下部地殻では低速度かつ高 V_p/V_s であり、メルトを含む部分熔融域であるとしている。
- また、中島(2017)によると、東北地方の火山地域の地殻にはいくつかの共通する特徴が存在するとしており、上部地殻内には大規模な(>10km)マグマ溜まりは存在しないとしている。

3.4 十和田(地下構造)【地震波速度構造③: 日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)水平断面】

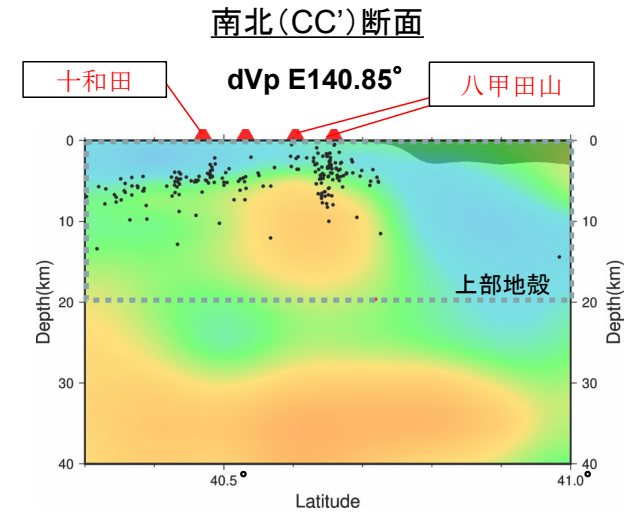
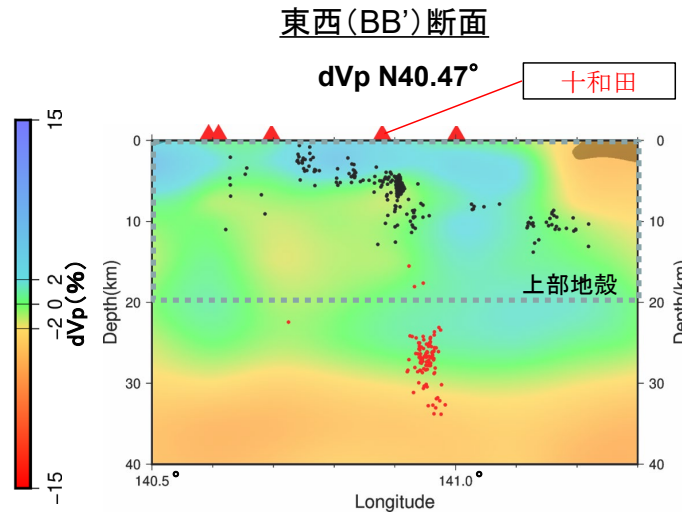
- 浅森・梅田(2005)によると、低速度領域には流体や高温異常の存在を示唆しているとされている。また、Nakajima et al.(2001)によると、活火山直下の低Vp,低Vs及び高Vp/Vs領域には、メルトの存在を示唆し、低Vp,低Vs及び低Vp/Vs領域には、水の存在を示唆するとしている。
- 防災科学技術研究所HP上において、「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)」として、陸地のHi-net、海底のS-net及びDONETの観測網による地震記録に加え日本海側のエアガンの記録等を用いた、海域を含む日本全国を対象とした地震波トモグラフィ解析結果を公開している(解析手法等の詳細はMatsubara et al.(2022)に記載)。その公開データを用いて、当社が十和田・八甲田山地域における水平・鉛直断面図を作図した。
- 防災科学技術研究所HP上の公開データを基に作図した地震波トモグラフィ解析結果からは、十和田直下の上部地殻内(約20km以浅)には、メルトの存在を示唆する顕著な低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない。
- 深さ10km~15km付近で見られる低Vp領域は、低Vp/Vsであることから水が存在する可能性があると解釈できる。



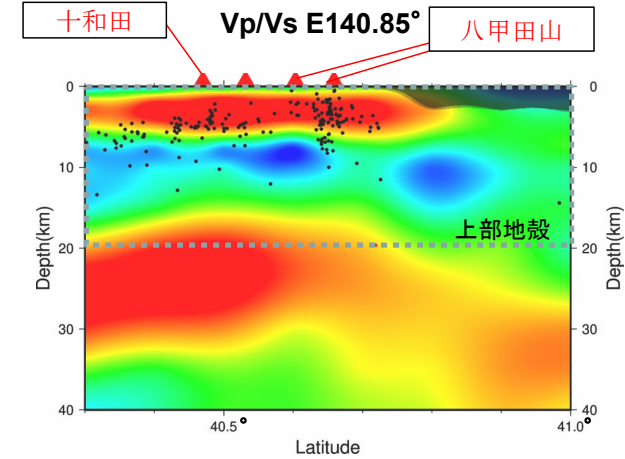
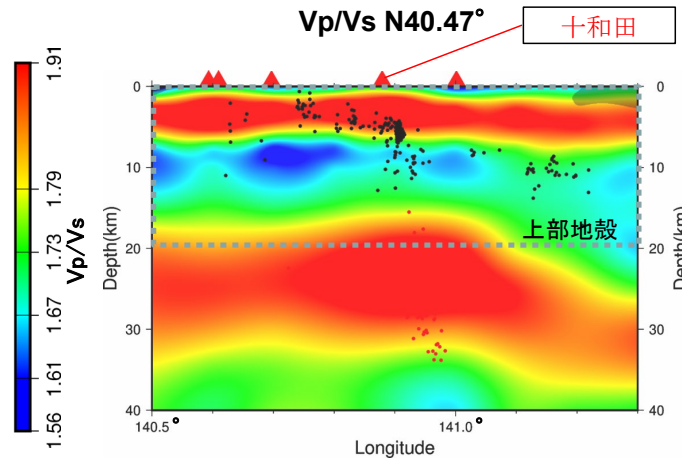
3.4 十和田(地下構造)【地震波速度構造③: 日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)鉛直断面】



Vp



Vp/Vs



- 凡例**
- (▲) 第四紀火山
 - (黒点) 震源
 - (赤点) 低周波地震
 - (気象庁一元化震源カタログ
期間: 1997年10月~2023年3月)
 - (半透明黒色部) チェッカーボードテストの復元率が
20%以下の範囲
 - (チェッカーボードサイズ
水平: 約20km × 約20km
(緯度 0.2° × 経度 0.2°)
鉛直: 5km (深さ 0~10km)
: 10km (深さ 10km~40km)

防災科学技術研究所HP (https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/) 上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)」地震波トモグラフィ解析結果の公開データを基に当社が作図(解析手法等の詳細はMatsubara et al.(2022)に記載)

防災科学技術研究所HP上において、「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)」として、陸地のHi-net、海底のS-net及びDONETの観測網による地震記録(2000年10月1日~2020年12月31日)に加え日本海側のエアガンの記録を用いた、海域を含む日本全国を対象とした地震波トモグラフィ解析結果を公開している。その地震波トモグラフィ解析結果を用いて、水平方向及び鉛直方向の断面を図化した。鉛直断面に記載している火山は、断面位置を中心に約10km内の火山を投影。なお、水平方向の分解能は約20km。鉛直方向の分解能は深さごとに異なるが、深さ0km~10kmでは分解能約5km、深さ10km~40kmでは分解能約10kmである。

余白

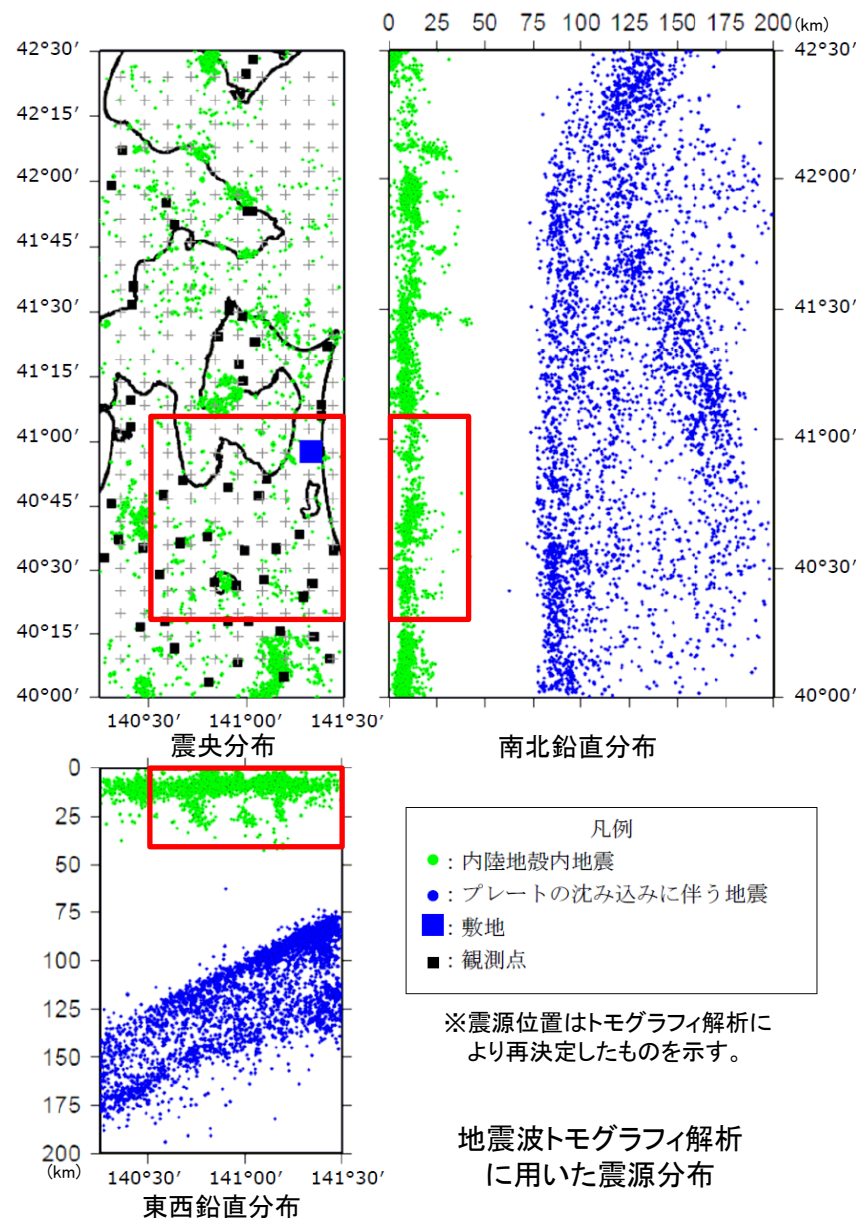
3.4 十和田(地下構造)【地震波速度構造④: 当社解析結果】

解析に用いたデータ



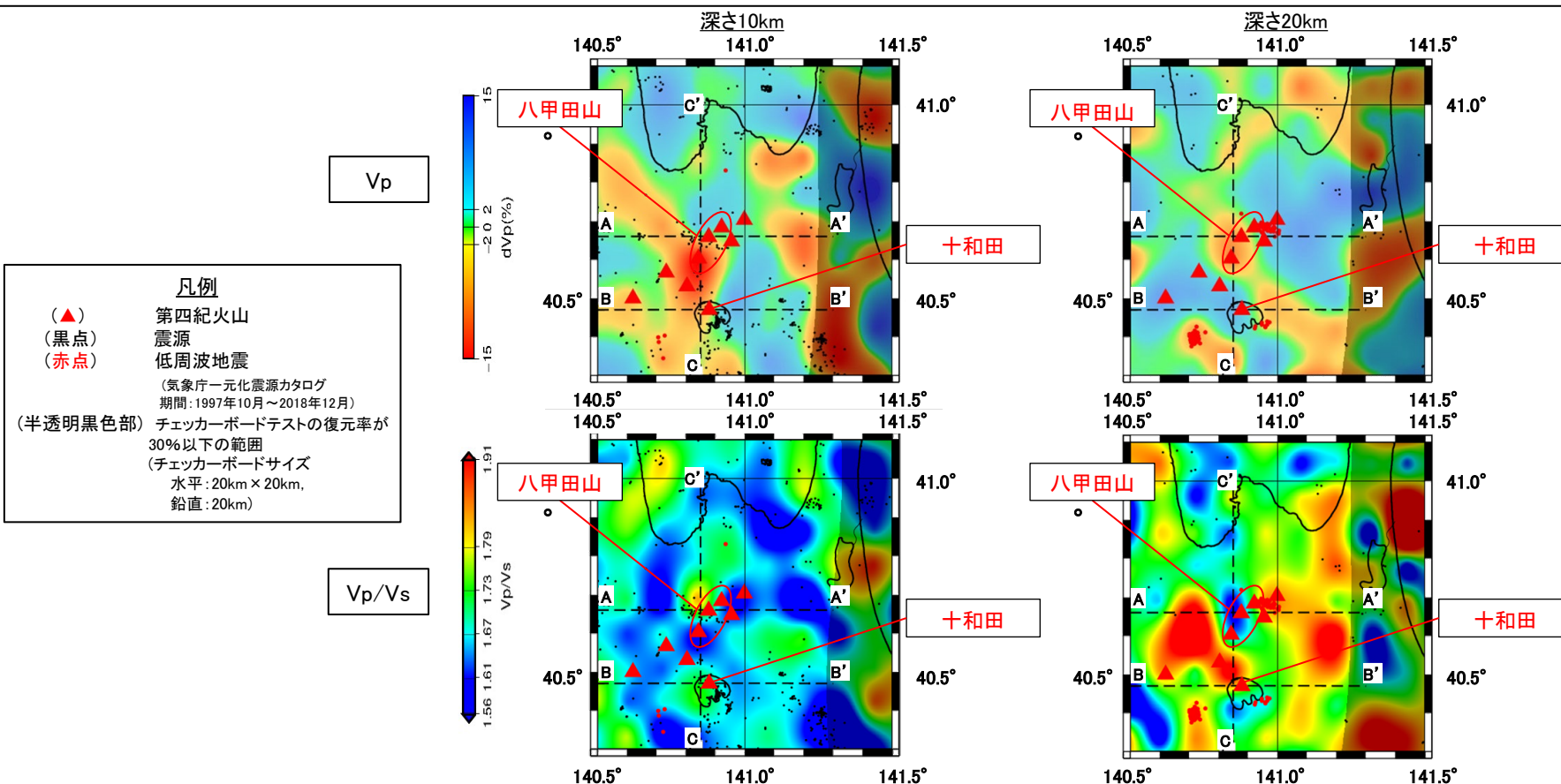
【地震波トモグラフィ解析に用いたデータ】

- Hi-netに加えて、東北大学等の独自の観測点を用いて、十和田及び八甲田山付近も含む地震波トモグラフィ解析を実施した。
- 解析に用いた地震の諸元は以下のとおりである。
 - ・地震観測期間: 1997年10月～2007年3月
 - ・地震数 : 9,085地震
 - ・観測範囲 : 右図の通り
 - ・解析結果の表示範囲
右図の赤枠の範囲
 - ・解析結果の表示範囲の解析グリッド間隔
水平方向: 10km
鉛直方向: 10km
 - ・解析結果の表示範囲の分解能
水平方向: 20km
鉛直方向: 20km

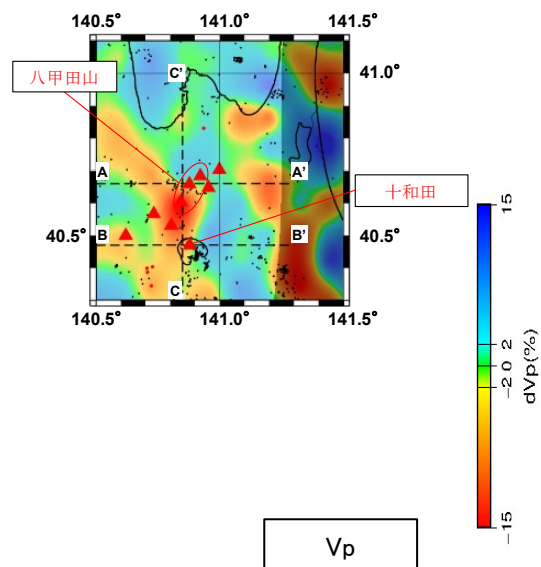


3.4 十和田(地下構造) 【地震波速度構造④: 当社解析結果】 水平断面

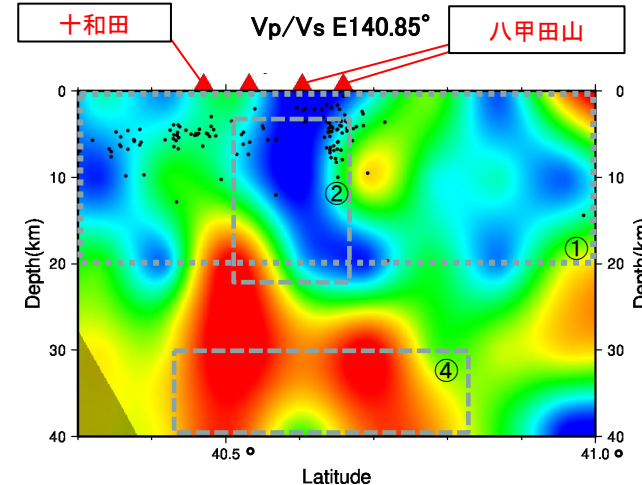
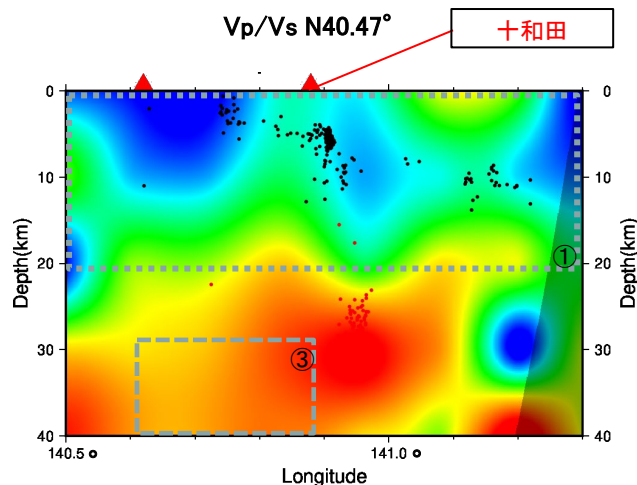
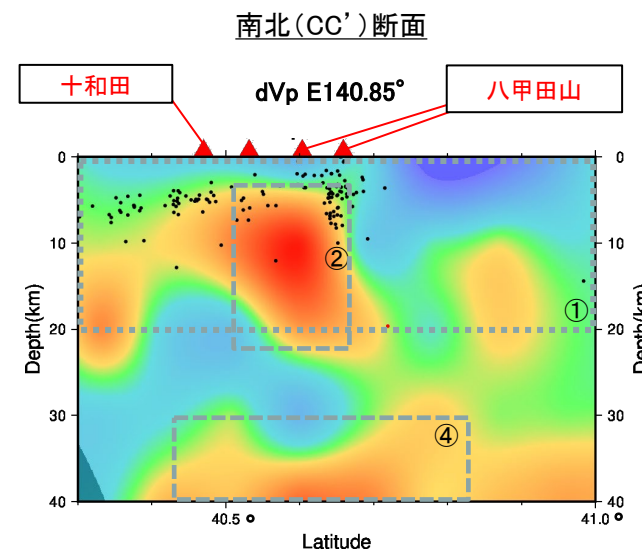
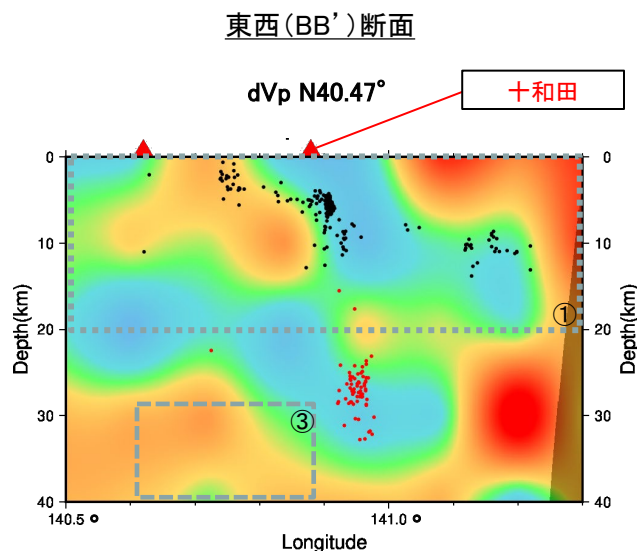
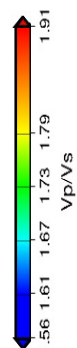
- 地震波トモグラフィ解析結果に基づく、上部地殻内(約20km以浅)には、顕著な低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は確認出来ない(次頁図中の①)。また、十和田と八甲田山の間の深さ5km~20km付近に低 V_p かつ低 V_p/V_s の領域(次頁図中の②)が確認される。加えて、十和田の深さ30km付近~40kmにかけて、低 V_p かつ高 V_p/V_s の領域(次頁図中の③及び④)が確認される。以上から、十和田直下については次のように解釈できる。
- ・上部地殻内(約20km以浅)には、メルトの存在を示唆する顕著な低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は認められない。これは、防災科学技術研究所HP上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)」の地震波トモグラフィ解析結果と整合的である。
 - ・十和田と八甲田山の間の深さ5km~20km付近で見られる低 V_p 領域は、低 V_p/V_s であることから水が存在する可能性がある。これは、防災科学技術研究所HP上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度)」の地震波トモグラフィ解析結果と整合的である。
 - ・最上部マントルにあたりと考えられる深さ30km付近~40kmは、低 V_p かつ高 V_p/V_s の領域であることからマグマ等の流体が存在する可能性がある。これは、Nakajima et al.(2001)の結果と整合的である。



3.4 十和田(地下構造) 【地震波速度構造④: 当社解析結果】 鉛直断面



Vp/Vs



※鉛直断面に記載している第四紀火山及び震源は、断面位置を中心に10km内のものを投影。

- 凡例
- (▲) 第四紀火山
 - (黒点) 震源
 - (赤点) 低周波地震
(気象庁一元化震源カタログ
期間: 1997年10月~2018年12月)
 - (半透明黒色部) チェッカーボードテストの復元率が
30%以下の範囲
(チェッカーボードサイズ
水平: 20km × 20km,
鉛直: 20km)

余白

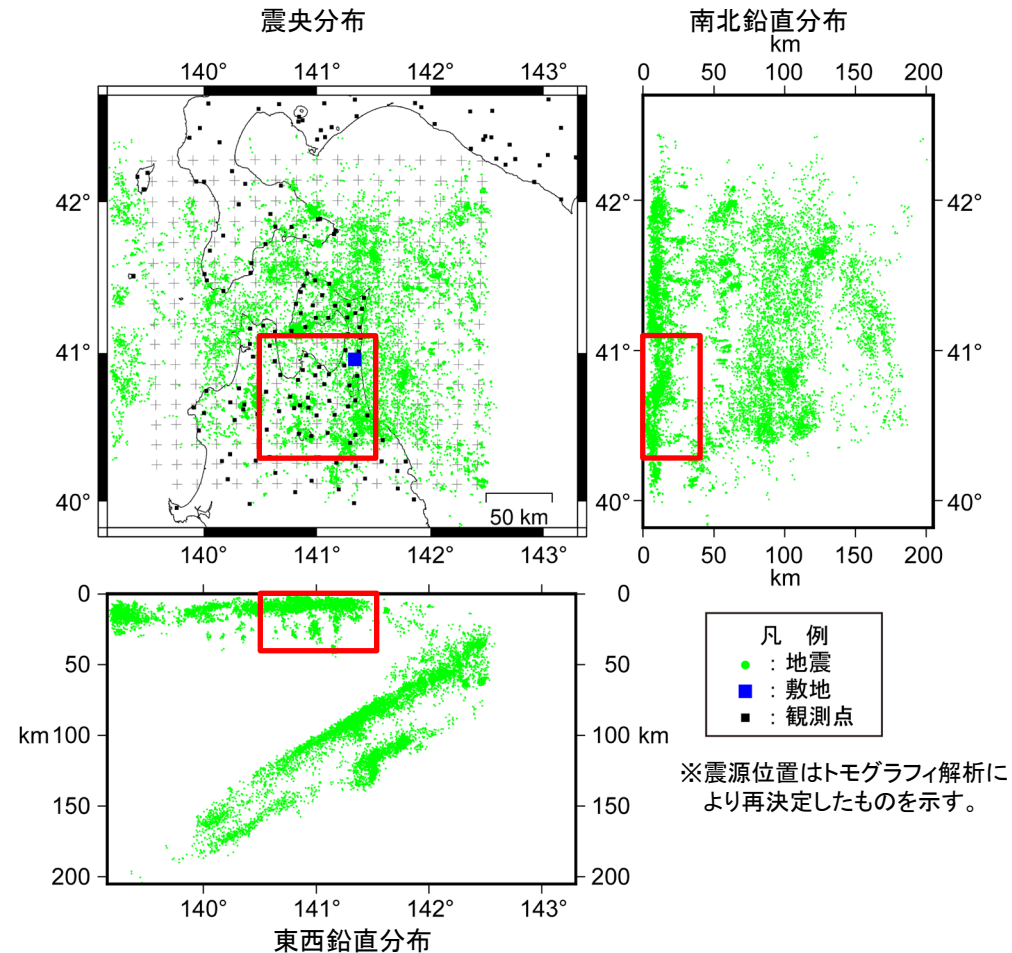
3.4 十和田(地下構造)【地震波速度構造⑤: 地震予知総合研究振興会】 解析に用いたデータ



- (公財)地震予知総合研究振興会では、当社を含む原子力事業者4社による委託研究の一環として、AS-net及び気象庁等の設置する地震計の検測値を用いた地震波トモグラフィ解析を実施している。
- 解析手法及び結果については外部の学識経験者による検討会を実施し、解析精度の向上などに関する助言を得つつ研究を実施している。
- 次頁以降に示す結果は、地震予知総合研究振興会による解析結果について、当社で作図を行い、速度構造を解釈したものである。

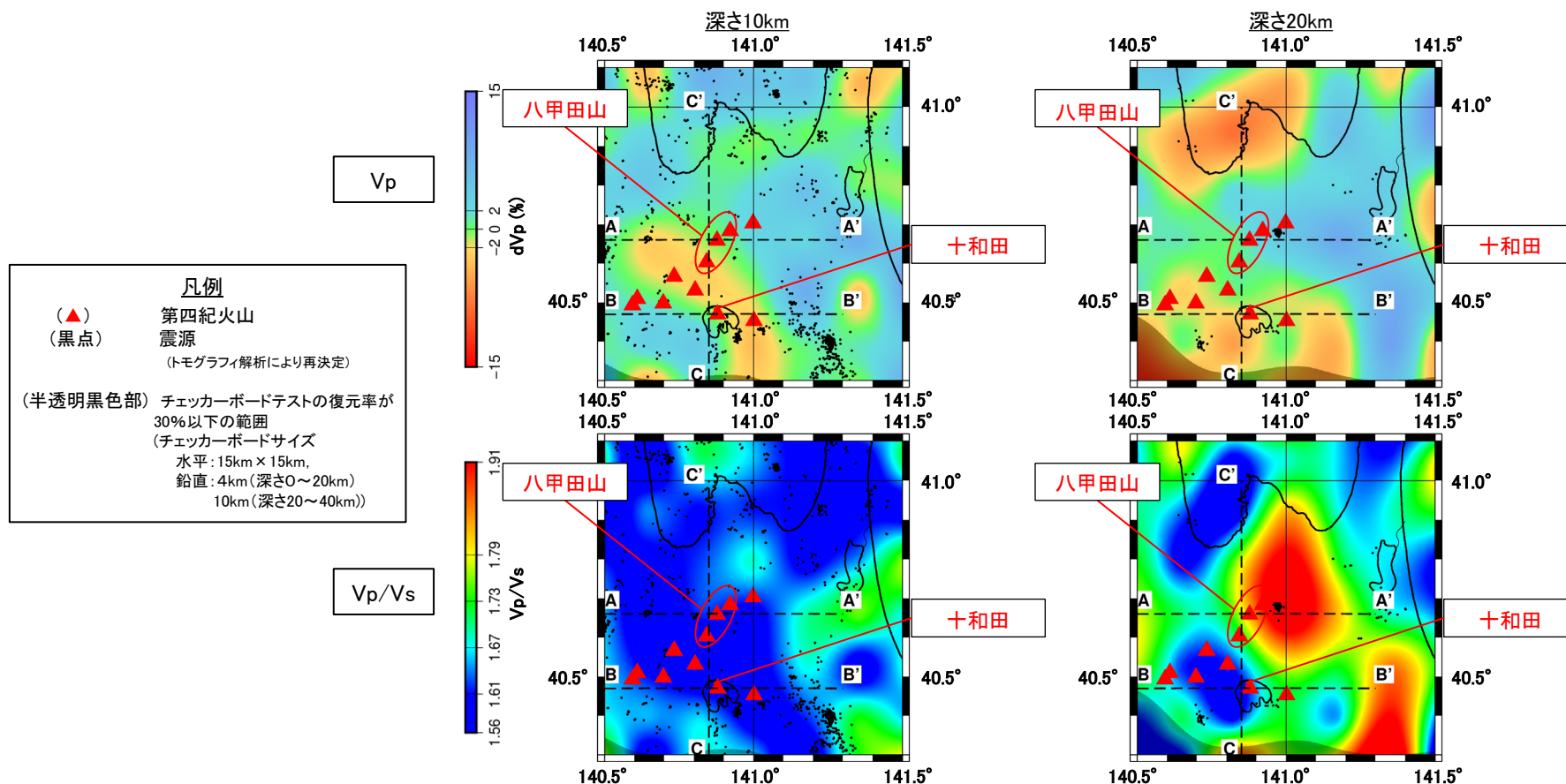
【地震波トモグラフィ解析に用いたデータ】

- 解析に用いた地震の諸元は以下のとおりである。
 - ・地震観測期間
 - 地震予知総合研究振興会による検測 2014年1月～2022年6月
 - 気象庁一元化震源 2000年～2013年
 - ・地震数
 - 地震予知総合研究振興会による検測 13,392地震
 - 気象庁一元化震源 8,420地震
 - ・観測範囲 : 右図の通り
 - ・解析結果の表示範囲
 - 右図の赤枠の範囲
 - ・解析結果の表示範囲の解析グリッド間隔
 - 水平方向: 15km
 - 鉛直方向: 4km (深さ20kmまで)
 - 10km (深さ20～140km)
 - 20km (深さ140～200km)
 - ・チェッカーボードサイズ
 - 水平方向: 15km
 - 鉛直方向: 4km (深さ20kmまで)
 - 10km (深さ20～140km)
 - 20km (深さ140～200km)

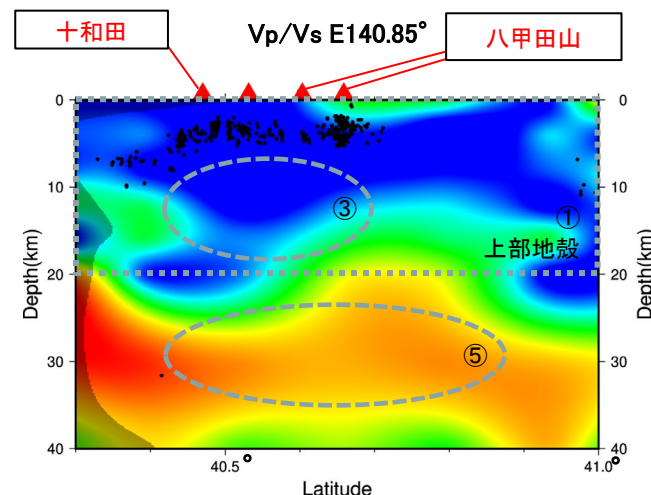
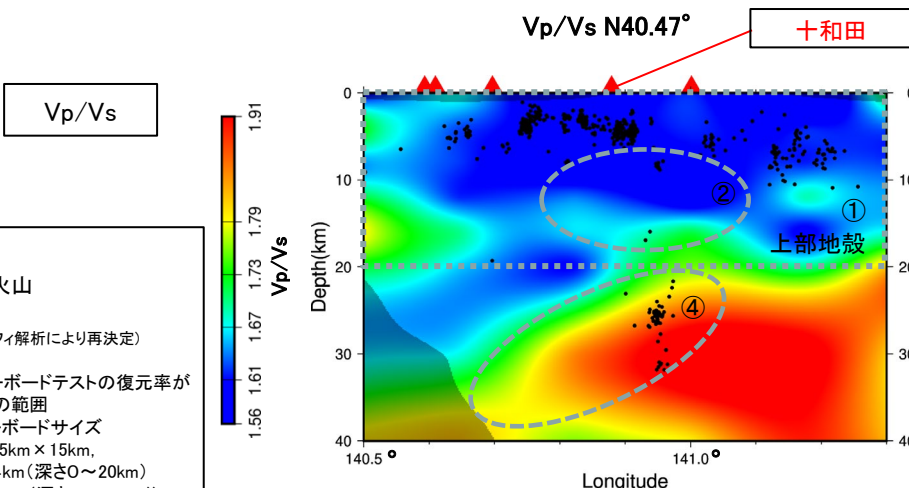
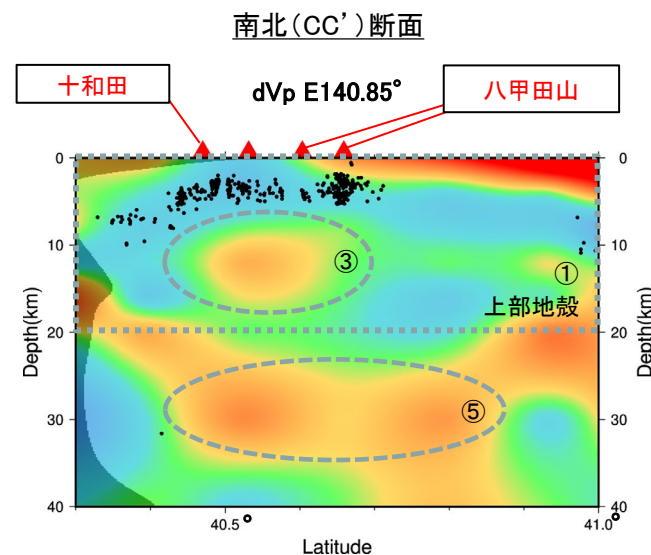
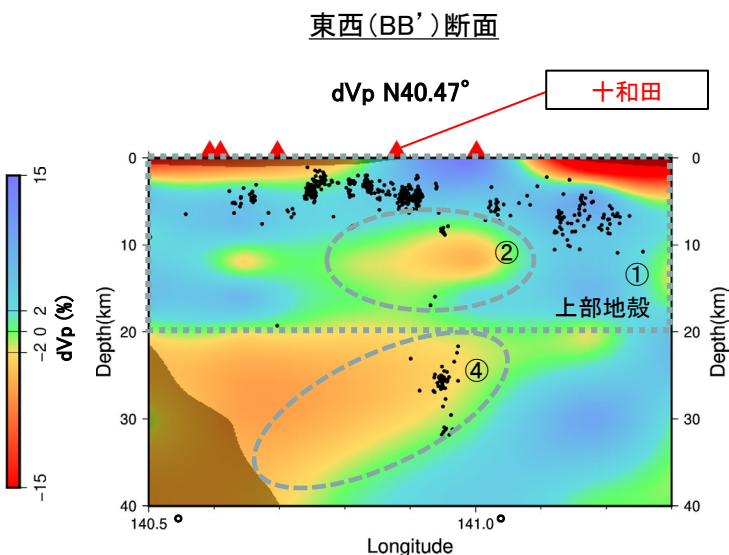
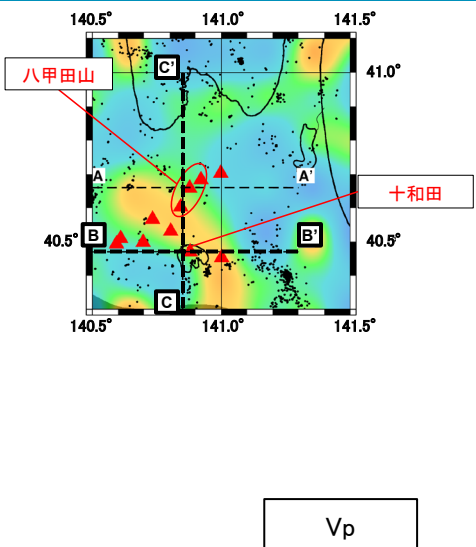


3.4 十和田(地下構造)【地震波速度構造⑤： 地震予知総合研究振興会】 水平断面

- 地震波トモグラフィ解析結果に基づく、上部地殻内(約20km以浅)には、顕著な低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は確認出来ない(次頁図中の①)。十和田と八甲田山の深さ10km~20km付近に低 V_p かつ低 V_p/V_s の領域(次頁図中の②及び③)が確認される。加えて、十和田の20km以深には、低 V_p かつ高 V_p/V_s の領域(次頁図中の④及び⑤)が確認される。以上から、十和田直下については次のように解釈できる。
- ・上部地殻内(約20km以浅)には、メルトの存在を示唆する顕著な低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は認められない。十和田と八甲田山の深さ10km~20km付近で見られる低 V_p 領域は、低 V_p/V_s であることから水が存在する可能性がある。これは、防災科学技術研究所HP上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度)」の地震波トモグラフィ解析結果と整合的である。
 - ・深さ20km以深には、低 V_p かつ高 V_p/V_s の領域が認められることからマグマ等の流体が存在する可能性がある。



3.4 十和田(地下構造)【地震波速度構造⑤: 地震予知総合研究振興会】鉛直断面



※鉛直断面に記載している第四紀火山及び震源は、断面位置を中心に10km内のものを投影。

3.4 十和田(地下構造)

【比抵抗構造：Kanda and Ogawa(2014)の解析条件】

- Ogawa(1987)では、インダクションベクトルのマッピングから、低比抵抗異常の分布について定性的な3次元解釈を試みている。
- Kanda and Ogawa(2014)においては、Ogawa(1987)によって測定されたデータの内、磁場3成分を用いたインバージョン解析により、Ogawa(1987)のインダクションベクトルを再現できる、東北日本弧直下の流体及びメルトの3次元分布が示されている。

観測点：約20km間隔、全37地点

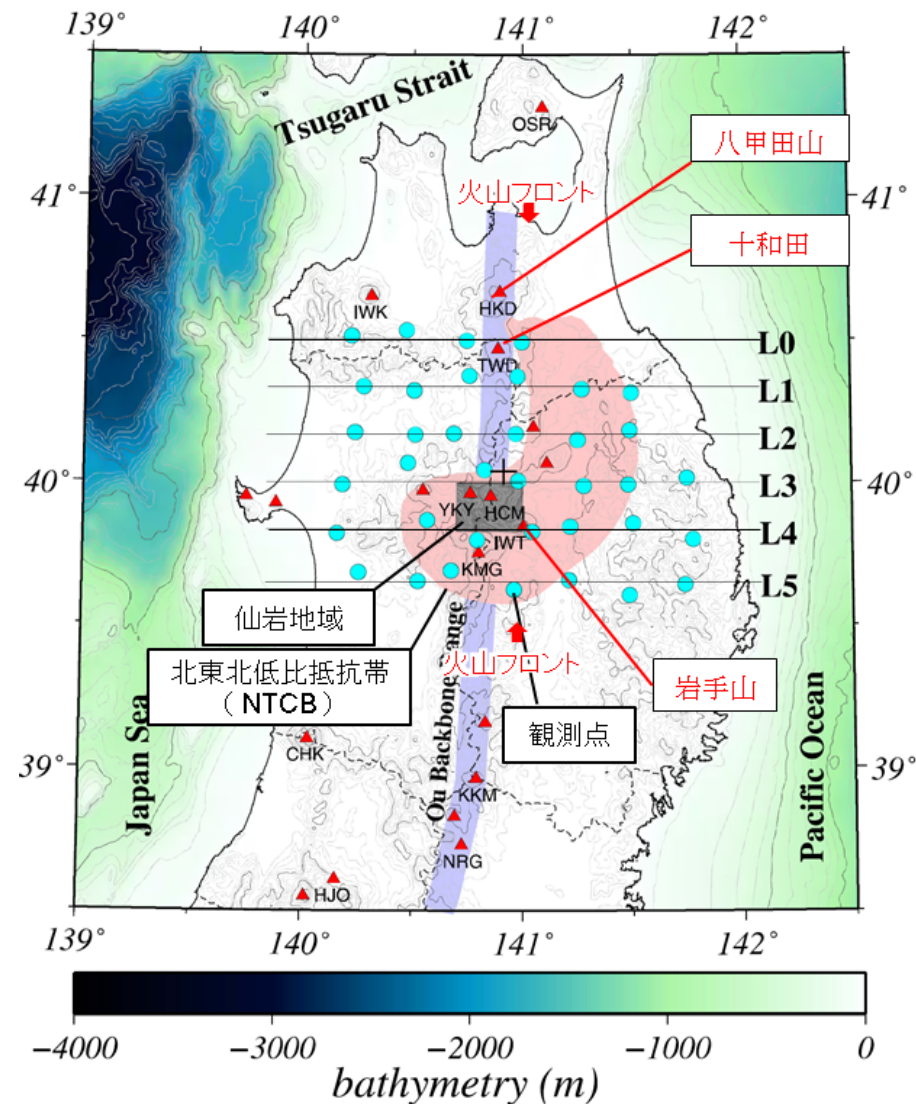
周期：16～256秒

解析グリッド：水平方向

仙岩地熱地域を中心としたコア領域で4km
(60×60グリッド)

鉛直方向 最上層10mで深度とともに増加

参考：断面図のグリッド読み取りによると深度20kmで
約3～5km



Kanda and Ogawa(2014)に加筆

3.4 十和田(地下構造) 【比抵抗構造: Kanda and Ogawa(2014)】

■ Kanda and Ogawa(2014)においては, Ogawa(1987)によって測定されたデータの内, 磁場3成分を用いたインバージョン解析により, Ogawa(1987)のインダクションベクトルを再現できる, 東北日本弧直下の流体及びメルトの3次元分布が示されている。

➤ インダクションベクトル(次頁の左図)

- Kanda and Ogawa(2014)によると, 16秒周期では, 低比抵抗である海洋効果は特に小さく, 火山フロント東側の互いに向き合うインダクションベクトルの対は, 仙岩地熱地域を含む北東北低比抵抗帯(NTCB; Ogawa, 1987)の存在を示唆するが, 古生代の堆積物であるとしている。(次頁の左図(ア))
- Ogawa(1987)によると, 64秒と256秒の周期では, インダクションベクトルは海洋を向いている(太平洋側は東方, 日本海側は西方, 津軽海峡側は北方)が, 火山フロント付近ではベクトルが小さい特徴がある。さらに, 仙岩地熱地域の北側観測点のベクトルは南方を向くことから, 低比抵抗異常の存在を推定できるとしている。(次頁の左図(イ)(ウ))

➤ 三次元比抵抗構造(次頁の右の水平断面・次々頁の鉛直断面)

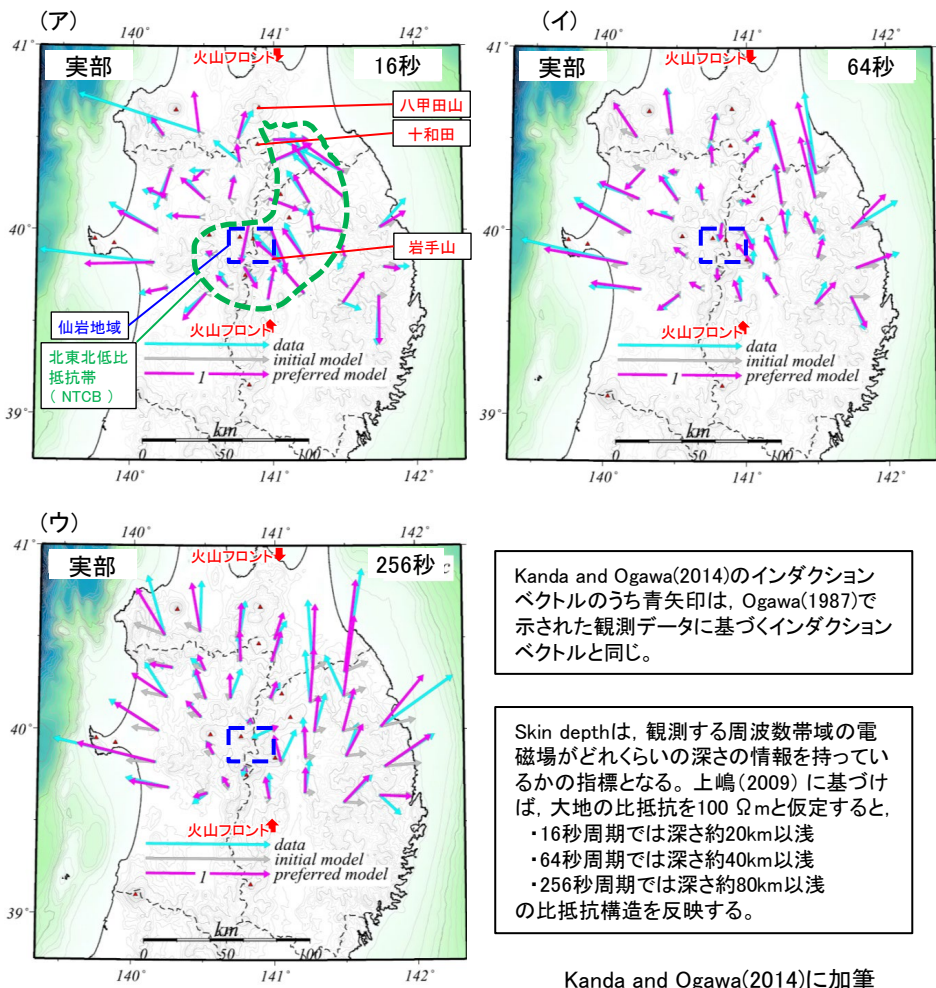
- Kanda and Ogawa(2014)によると, Ogawa(1987)のインダクションベクトルから推定された仙岩地域付近の低比抵抗異常について, 三次元比抵抗モデルにおいても低比抵抗領域C6が仙岩地域付近のL2~L5断面で顕著に見られるとし, C6は, マグマ若しくは高塩濃度流体またはその両方を示唆するとしている。



- 次頁左図(ア)に示すインダクションベクトルの16秒周期では, 十和田に向くベクトルは認められず, 顕著な低比抵抗異常は推定できない。
- 次頁右図(b)に示す10km~12km(上部地殻内)の水平断面では, 高比抵抗領域が広く分布しており, 顕著な低比抵抗領域は認められない。
- また, 次頁及び次々頁に示す, 三次元比抵抗構造の水平・鉛直断面図より仙岩地域付近の下部地殻及び最上部マントルには, マグマ若しくは高塩濃度流体またはその両方を示唆する顕著な低比抵抗領域が認められるが, 十和田直下には顕著な低比抵抗領域は認められない。

3.4 十和田(地下構造) 【比抵抗構造: Kanda and Ogawa(2014)】

水平断面



Kanda and Ogawa(2014)のインダクションベクトルのうち青矢印は、Ogawa(1987)で示された観測データに基づくインダクションベクトルと同じ。

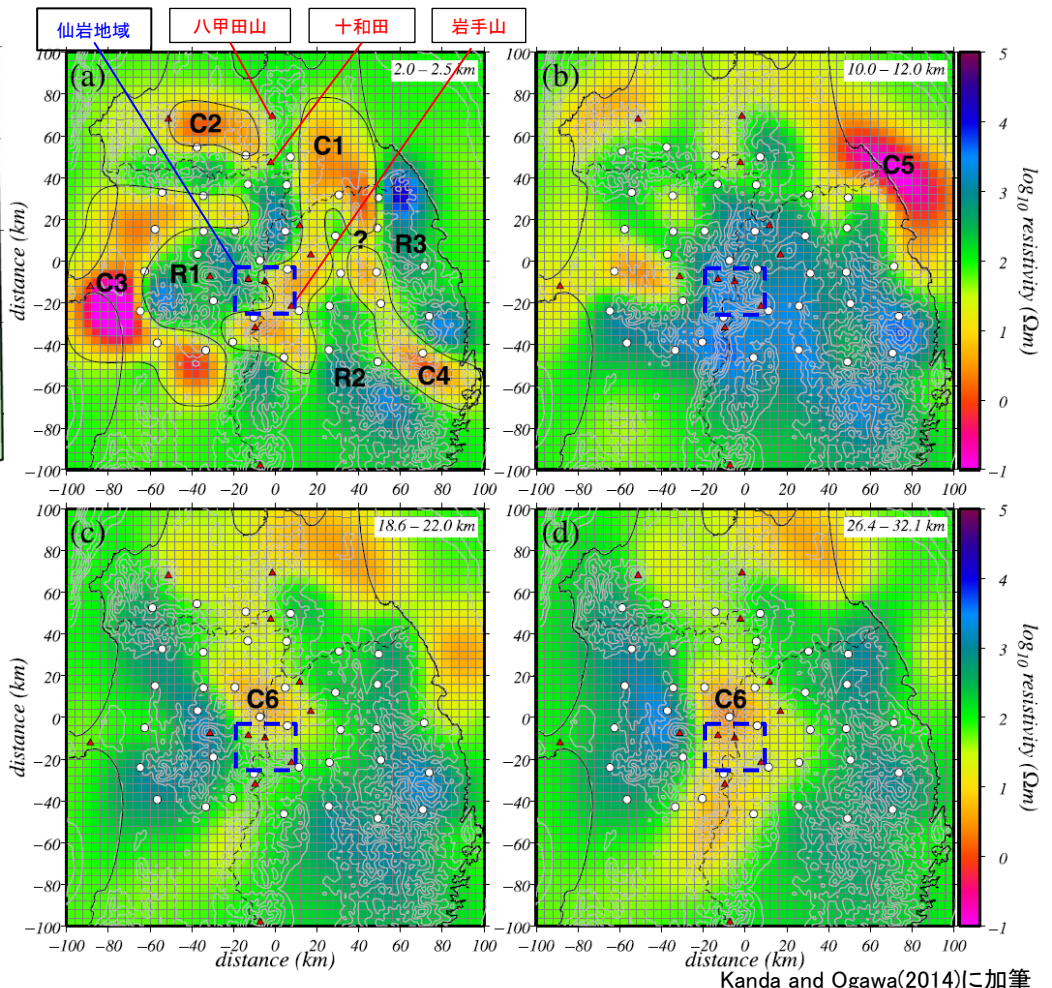
Skin depthは、観測する周波数帯域の電磁場がどれくらいの深さの情報を持っているかの指標となる。上嶋(2009)に基づけば、大地の比抵抗を100 Ωmと仮定すると、

- ・16秒周期では深さ約20km以浅
- ・64秒周期では深さ約40km以浅
- ・256秒周期では深さ約80km以浅

の比抵抗構造を反映する。

Kanda and Ogawa(2014)に加筆

観測及びモデル化したインダクションベクトル

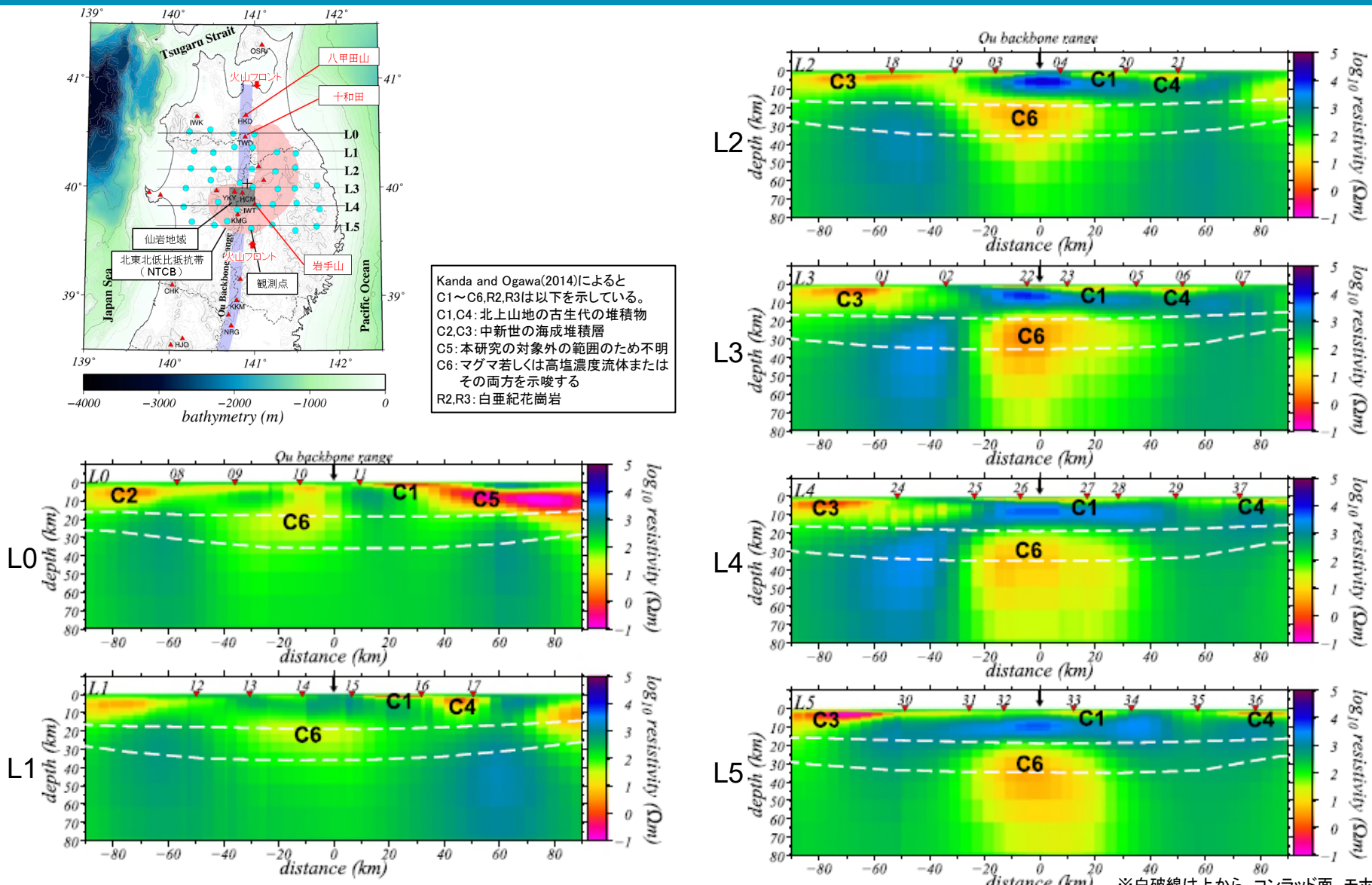


Kanda and Ogawa(2014)に加筆

北東北の三次元比抵抗構造(水平断面)

Kanda and Ogawa(2014)によると
C1~C6,R2,R3は以下を示している。
C1,C4: 北上山地の古生代の堆積物
C2,C3: 中新世の海成堆積層
C5: 本研究の対象外の範囲のため不明
C6: マグマ若しくは高塩濃度流体またはその両方を示唆する
R2,R3: 白亜紀花崗岩

3.4 十和田(地下構造) 【比抵抗構造: Kanda and Ogawa(2014)】 鉛直断面



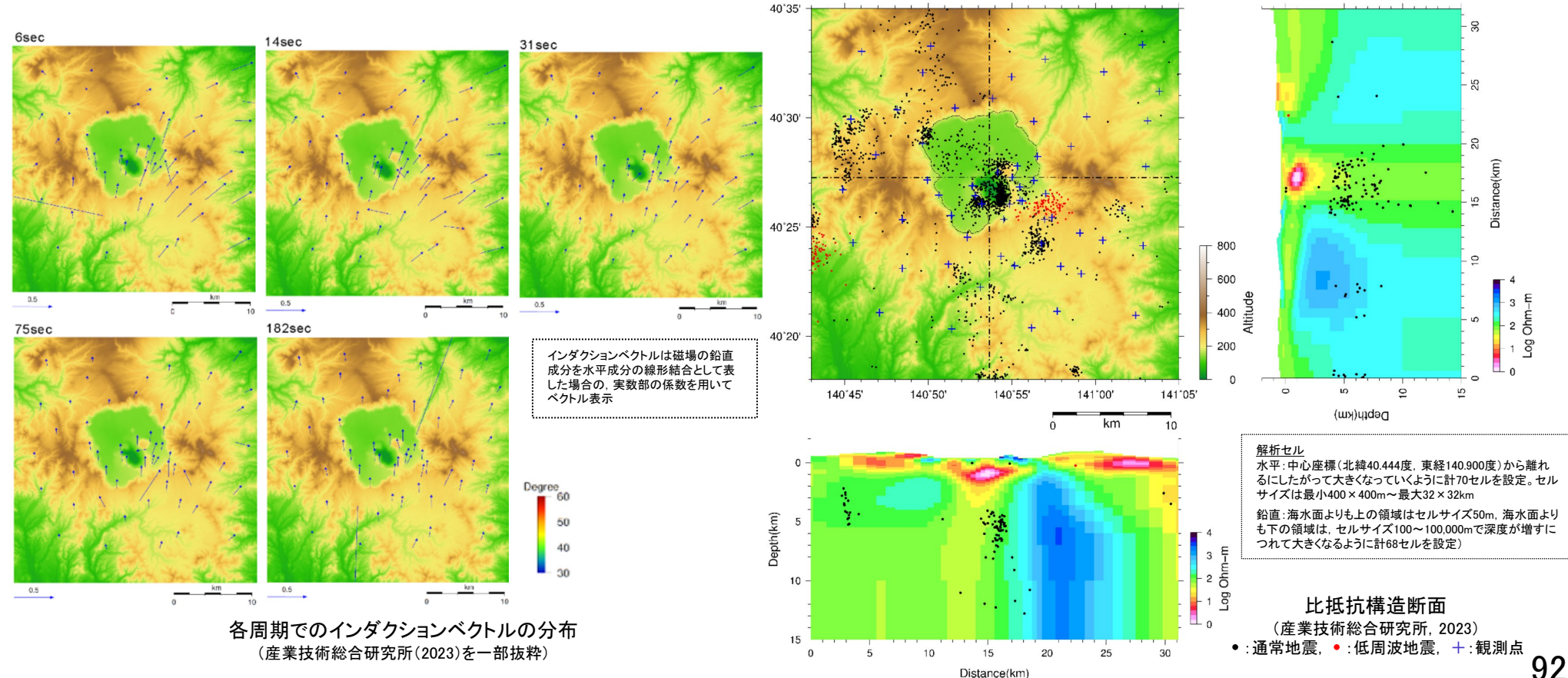
北東北の三次元比抵抗構造(鉛直断面) ※白破線は上から、コンラッド面、モホ面を示す。
Kanda and Ogawa(2014)に加筆

3.4 十和田(地下構造) 【比抵抗構造：産業技術総合研究所(2023)】

【産業技術総合研究所(2023)によって明らかにされた十和田地下の比抵抗構造】

- 十和田湖を含んだおよそ東西約30km、南北約30kmの範囲において、2021年～2022年にかけて広帯域MT法探査を実施し、3次元インバージョン解析により地下比抵抗構造を明らかにした。
- 測定は電場2成分、磁場3成分、周波数300Hz～0.001Hzを含む範囲で実施した。また、ノイズを取り除くため、調査地域から南東約80kmにリモート点を設置し、リモートリファレンス処理を実施した。
- インダクションベクトルについて、周期75秒までは解析領域の東側の測点では、東ないしは北東を向くベクトルが顕著であり、その方向に低比抵抗体が存在することを示唆する。一方、周期182秒からは、ほぼすべての観測点において北方向を向く。Kanda and Ogawa(2014)では周期256秒で十和田湖周辺の測点が強く北向きになることを報告しており、その傾向と調和的である。
- 十和田(中湖)の地下浅部に低比抵抗域が広がっており、最も低い比抵抗値($1 \Omega \cdot m$)を示す深度は海拔下1km程度である。この低比抵抗域は、空隙を酸性熱水が占めるためか、あるいはスメクタイト類の粘土鉱物を含むためと考えられる。

➡ 十和田(中湖)直下の深度約1kmを中心に低比抵抗領域が認められるが、マグマ溜まりの存在を示唆するものではなく、酸性熱水もしくは粘土鉱物の存在が示唆される。

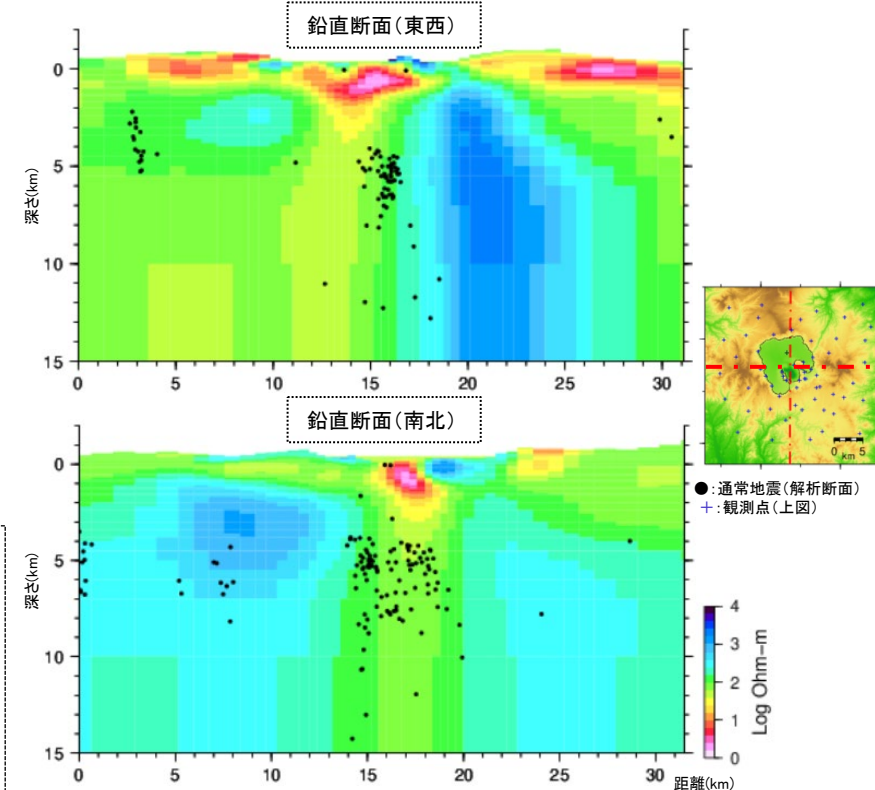
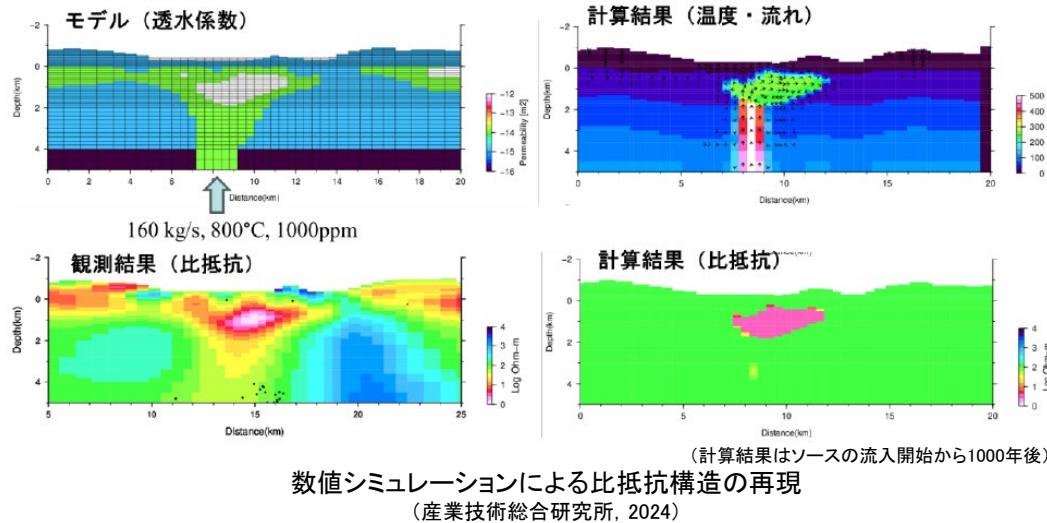


3.4 十和田(地下構造) 【比抵抗構造：産業技術総合研究所(2024)】

【産業技術総合研究所(2024)によって明らかにされた十和田地下の比抵抗構造】

- 先行研究によって、十和田(中湖)の地下浅部に低比抵抗域が広がっており、空隙を酸性熱水が占めるためか、あるいはスメクタイト類の粘土鉱物を含むと解釈された。これを踏まえ、多孔質媒質中の流体の流動とそれに伴う熱伝達を計算するシミュレーター(STAR)により、低比抵抗域の形成にあたってどのような水理的構造が必要であるか検討が行われた。その結果、想定されたモデルの更なる改良が必要であるが、中湖を中心とした低比抵抗域のうち1 $\Omega \cdot m$ より低い領域においては良く再現され、低比抵抗域は高透水性を示す物質からなることが示された。なお、この計算では比抵抗が低くなる要因としてNaCl濃度に着目しているが、熱水の作用により変質鉱物が生成されたため比抵抗が低くなっている可能性もあるとされる。
- 比抵抗の感度テストにより、マグマ溜まり頂部の深度が5kmより浅く、半径が6kmより大きい円柱状で、内部の比抵抗値が10 $\Omega \cdot m$ (マグマ溜まりの固体部分の体積分率が75vol%)より小さければ感度を有することが示された。Nakatani et al. (2022)によれば、十和田のエピソードIIに関連したマグマ溜まりの結晶の体積分率は11~12vol%と推定されており、この場合は十分に感度があるとされる。
- 新たに6地点の観測データを追加した3次元インバージョン解析により地下比抵抗構造が明らかにされた。測定仕様や解析条件は産業技術総合研究所(2023)と同様であるが、データ品質が悪いものは解析から除外されている。解析結果については、産業技術総合研究所(2023)と大きな相違はないとされる。なお、解析範囲の東端部においても低比抵抗が示され、その分布から十和田より前の火山活動によって熱水変質を受けた地域であると解釈された。

➡ 十和田(中湖)直下の深度約1kmを中心に低比抵抗領域が認められるが、マグマ溜まりの存在を示唆するものではなく、熱水もしくは変質(粘土)鉱物の存在が示唆される。



比抵抗構造断面 (産業技術総合研究所, 2024)

【水理構造に関する解析諸条件】

- ・解析した温度圧力範囲: 800°C, 100MPaまで
 - ・NaClは流動には影響しないという仮定のもと、計算結果の温度、圧力、質量流量の分布から別途NaClの濃度分布を計算する
 - ・計算に用いるグリッド: 比抵抗構造と同様。範囲は中央部からおよそ20km四方、地表から深さ5.0kmまで
 - ・温度の初期条件: それぞれの深さにおける静水圧と、地殻熱流量(0.05 W/m²)と熱伝導率(3.0 W/m°C)から計算
 - ・境界条件: 上面は温度12.5°Cで圧力0.1013MPa、側面は初期条件に対応する温度圧力、底面は断熱不透水(初期条件の温度を維持するように熱のソースを設定)
 - ・底面では部分的に火山ガスの上昇を模擬した流体のソースを設定。一方、上面では降水量(3000mm/年)に対応する流体のソースを設定
- 【計算過程】
- ・火山ガスを模擬した底面のソースに対応して、時々刻々と変化する領域内の状況をシミュレート
 - ・各グリッドの透水性を比抵抗構造に対応させて変化させつつ、底面のソースとグリッドの透水性を様々に変化させる
 - ・得られた各時刻の質量流量の分布から底面のソースで設定したNaCl濃度に対応した各グリッドにおけるNaClの濃度分布を計算
 - ・各グリッドにおける温度、圧力、NaCl濃度から、気液2相となる場合の各グリッドのバルクの比抵抗を別途計算

3.4 十和田(地下構造) 【まとめ】

〔地震波速度構造〕

- ・中島(2017)によると、東北地方の火山地域の地殻にはいくつかの共通する特徴が存在するとしており、上部地殻内には大規模な(>10km)マグマ溜まりは存在しないとしている。
- ・防災科学技術研究所HP上の公開データを基に作図した地震波トモグラフィ解析結果からは、十和田直下の上部地殻内(約20km以浅)には、メルトの存在を示唆する顕著な低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない。また、深さ10km~15km付近で見られる低Vp領域は、低Vp/Vsであることから水が存在する可能性があるとして解釈できる。
- ・当社解析結果及び地震予知総合研究振興会の解析結果から、上部地殻内(約20km以浅)には、メルトの存在を示唆する顕著な低Vpかつ高Vp/Vs領域は認められない。また、十和田と八甲田山の間の深さ20km以浅で見られる低Vp領域は、低Vp/Vsであることから水が存在する可能性がある。これらは、防災科学技術研究所HP上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度)」の地震波トモグラフィ解析結果と整合的である。

〔比抵抗構造〕

- ・Kanda and Ogawa(2014)に基づく、インダクションベクトルの16秒周期では、十和田に向くベクトルは認められず、顕著な低比抵抗異常は推定できない。10km~12km(上部地殻内)の水平断面では、高比抵抗領域が広く分布しており、顕著な低比抵抗領域は認められない。また、三次元比抵抗構造の水平・鉛直断面図より仙岩地域付近の下部地殻及び最上部マントルには、マグマ若しくは高塩濃度流体またはその両方を示唆する顕著な低比抵抗領域が認められるが、十和田直下には顕著な低比抵抗領域は認められない。
- ・産業技術総合研究所(2023, 2024)に基づく、十和田(中湖)直下の深度約1kmを中心に低比抵抗領域が認められるが、マグマ溜まりの存在を示唆するものではなく、酸性熱水もしくは粘土鉱物の存在が示唆される。



- ・十和田直下の地下構造に関する知見を収集した結果、新たな知見は確認されず、地殻内に推定される低速度及び低比抵抗領域の拡大または消滅、新たな低速度及び低比抵抗領域が出現したとする科学的知見は認められない。
- ・十和田直下の上部地殻に大規模なマグマ溜まりの存在を示唆する顕著な低速度・高Vp/Vsかつ低比抵抗領域は認められない。

3.5 十和田(総合評価)

地震活動

- ・観測期間を通じて、中湖及びその周辺、並びにカルデラ南東縁～南東方及びカルデラ北西～北西方に震源を有する地震が観測され、M0.5以上の通常の地震は深さ約2km～約10km、低周波地震はカルデラ南東縁付近の深さ約24km～約30kmを中心に震源を有する。
- ・2025年度では、M0.5以上の通常の地震が89回、低周波地震が4回観測された。
- ⇒震源分布及び発生頻度等に大きな変化はなく、地震活動の活発化を示唆する顕著な変化は認められない。

【判断基準】
超過なし

地殻変動

〔GNSS観測データ〕

- ・十和田を中心とした地域では、系統的な変位の累積及び急激な変位は認められず、基線長変化では、余効変動を超える継続的な変位の累積は認められない。
- ・ただし、2023年前半から十和田湖を挟む東西の基線でわずかな伸びの変化が認められるため、今後注視する。

【判断基準】
GNSS観測：
超過なし

〔水準測量データ〕

- ・2018年、2019年、2022年及び2025年に実施した水準測量の結果からは、十和田を中心とした顕著な地殻変動の傾向は認められない。
- ・2022年～2025年の期間において、十和田湖の西側、No.39(気象庁GNSS観測点「大川岱」の最寄の水準点)周辺を中心としてわずかに隆起する傾向に転じている。

〔干渉SAR解析〕

- ・干渉SAR解析の結果からは、十和田を中心とした顕著な変動は認められない。

〔傾斜計データ〕

- ・2025年4月～2026年3月の傾斜計データからは、火山活動によると考えられる顕著な傾斜変動は認められない。

火山ガス・熱活動、噴出場所及び噴出物、噴火様式(公的機関の発表情報)

- ・中湖の湖底や火口壁から熱水の湧出が推定されているが、活動は静穏に経過している。
- ・地表面において火山ガス放出、熱活動は認められない。
- ・噴火は発生しておらず、警戒情報も発信されていない。期間を通して、噴火警戒レベル1(活火山であることに留意)が継続した。

【判断基準】
公的機関の
発表情報(噴火):
超過なし

地下構造

- ・十和田直下の上部地殻に大規模なマグマ溜まりの存在を示唆する顕著な低速度・高 V_p/V_s かつ低比抵抗領域は認められない。



総合評価

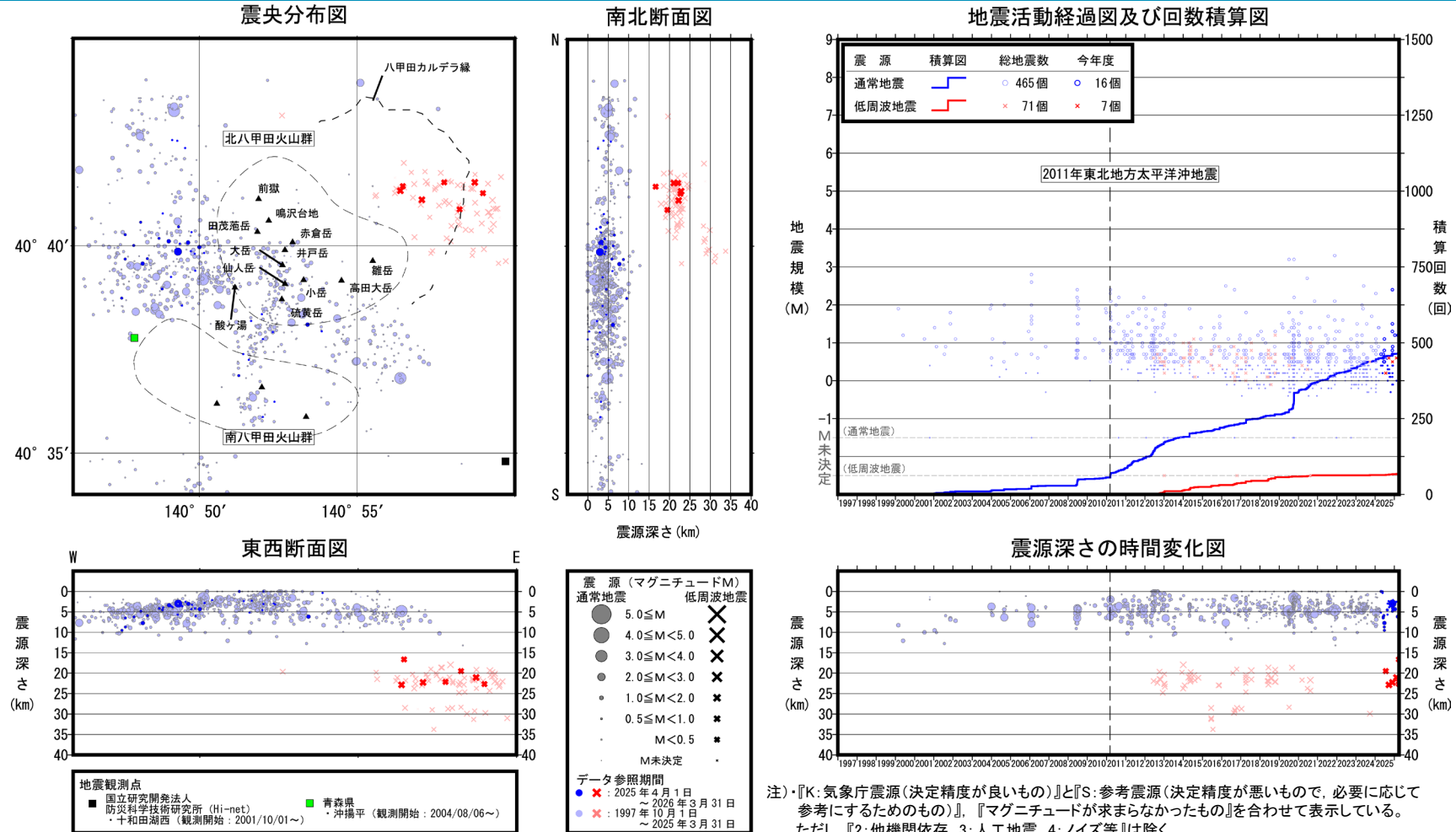
観測データに有意な変化はなく警戒レベルは「平常」

余白

4. 八甲田山のモニタリング

八甲田山のモニタリング

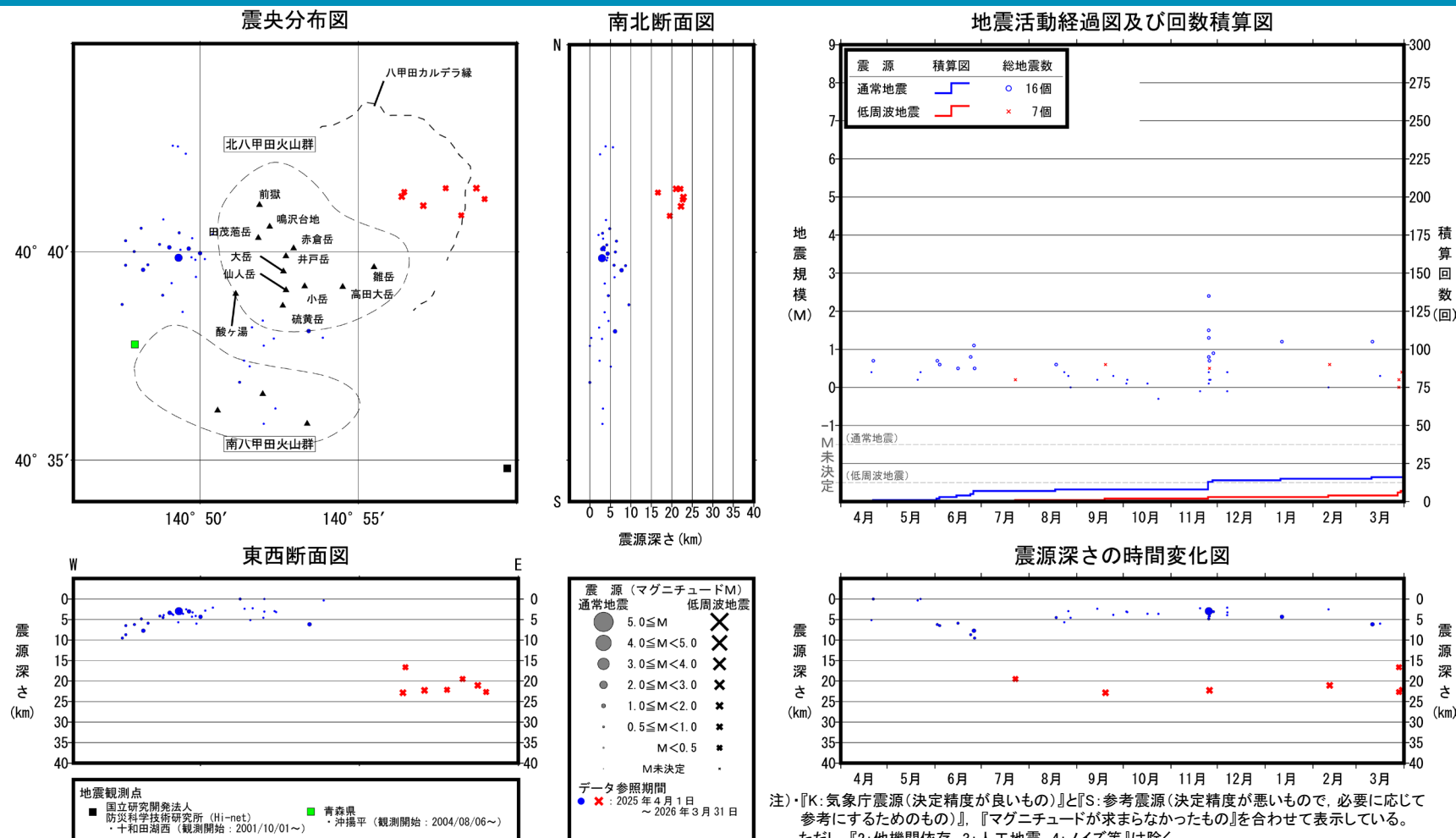
4.1 八甲田山(地震活動:震源分布とマグニチュード)【全期間】



特記事項

観測期間を通じて、北八甲田火山群の大岳付近から南八甲田火山群にかけての地域、北八甲田火山群西方及び八甲田カルデラ付近に震源を有する地震が観測されてきた。通常の地震は深さ10km以浅、低周波地震は八甲田カルデラから東方にかけての深さ約19km～約35kmに震源を有する。
⇒地震の震源分布及びその発生頻度に大きな変化はなく、地震活動の活発化を示唆する顕著な変化は認められない。

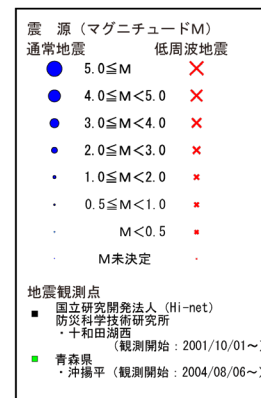
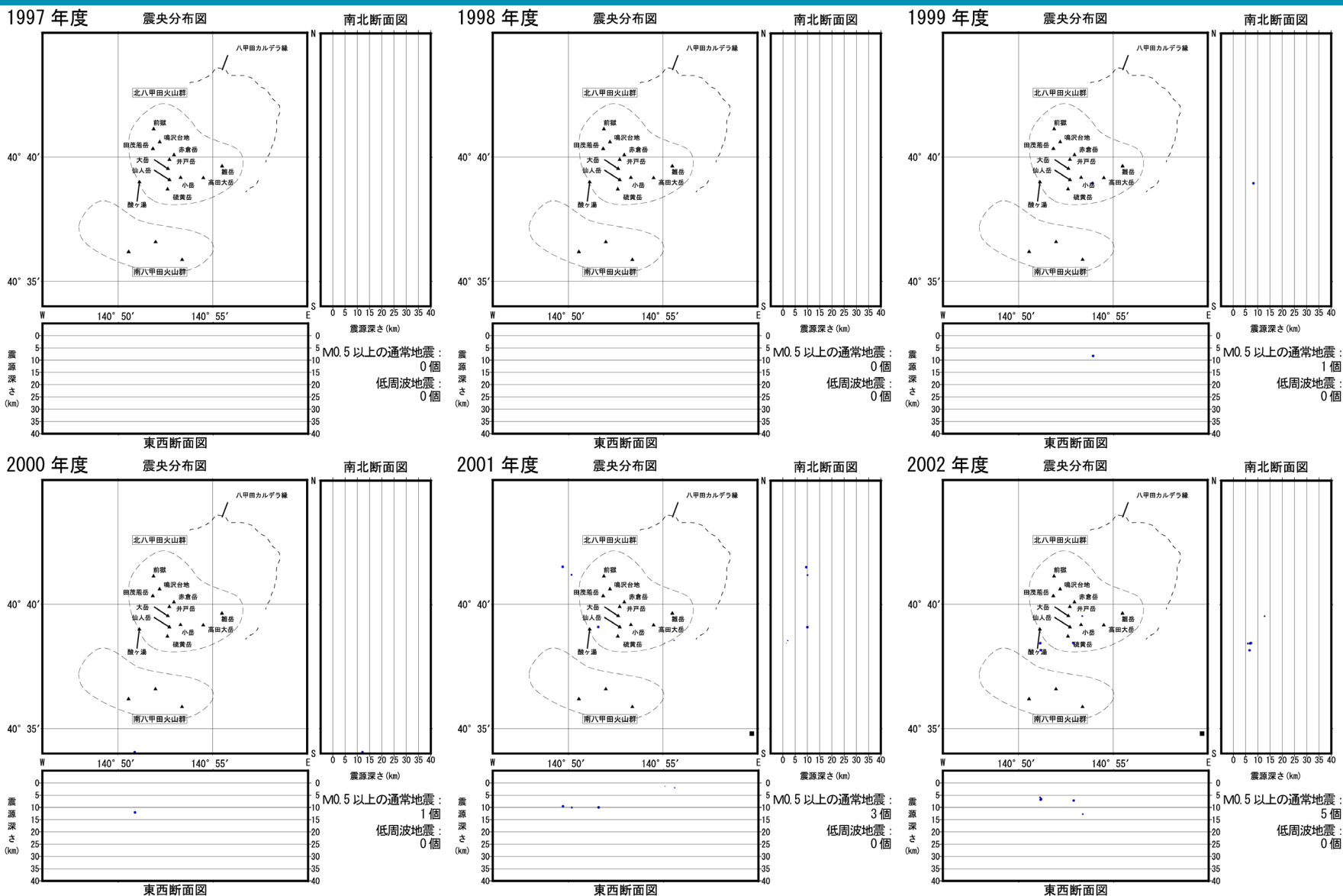
4.1 八甲田山(地震活動:震源分布とマグニチュード)【2025年度】



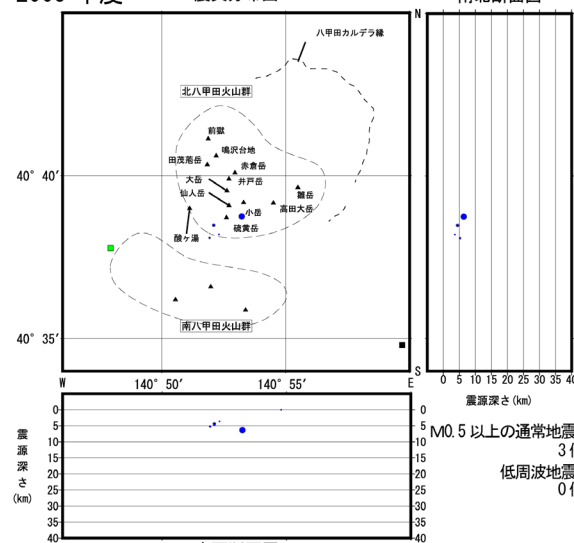
特記事項

2025年度では、M0.5以上の通常の地震が16回(最多6回/月, 最大M2.4), 低周波地震が7回(最多3回/月, 最大M0.6)観測された。M0.5以上の通常の地震の震源位置は北八甲田火山群の西方から南方にかけての地域であり, 主な震源深さは約3km~約10kmである。低周波地震の震源位置は八甲田カルデラ内から東縁であり, 震源の深さは約17km~約30kmである。

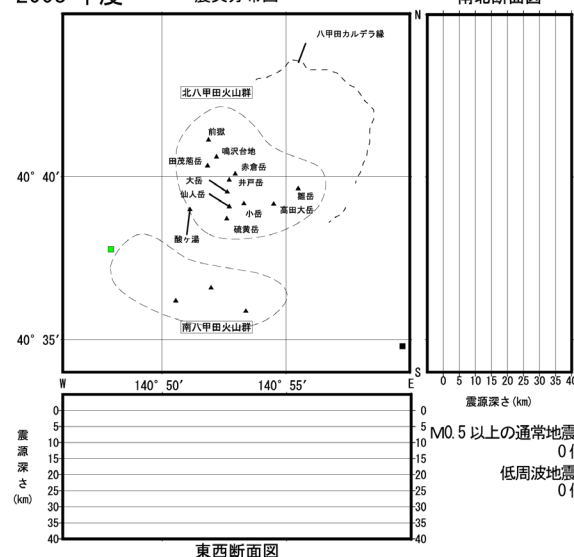
4.1 八甲田(地震活動:震源分布)【1997年度～2002年度】



南北断面图

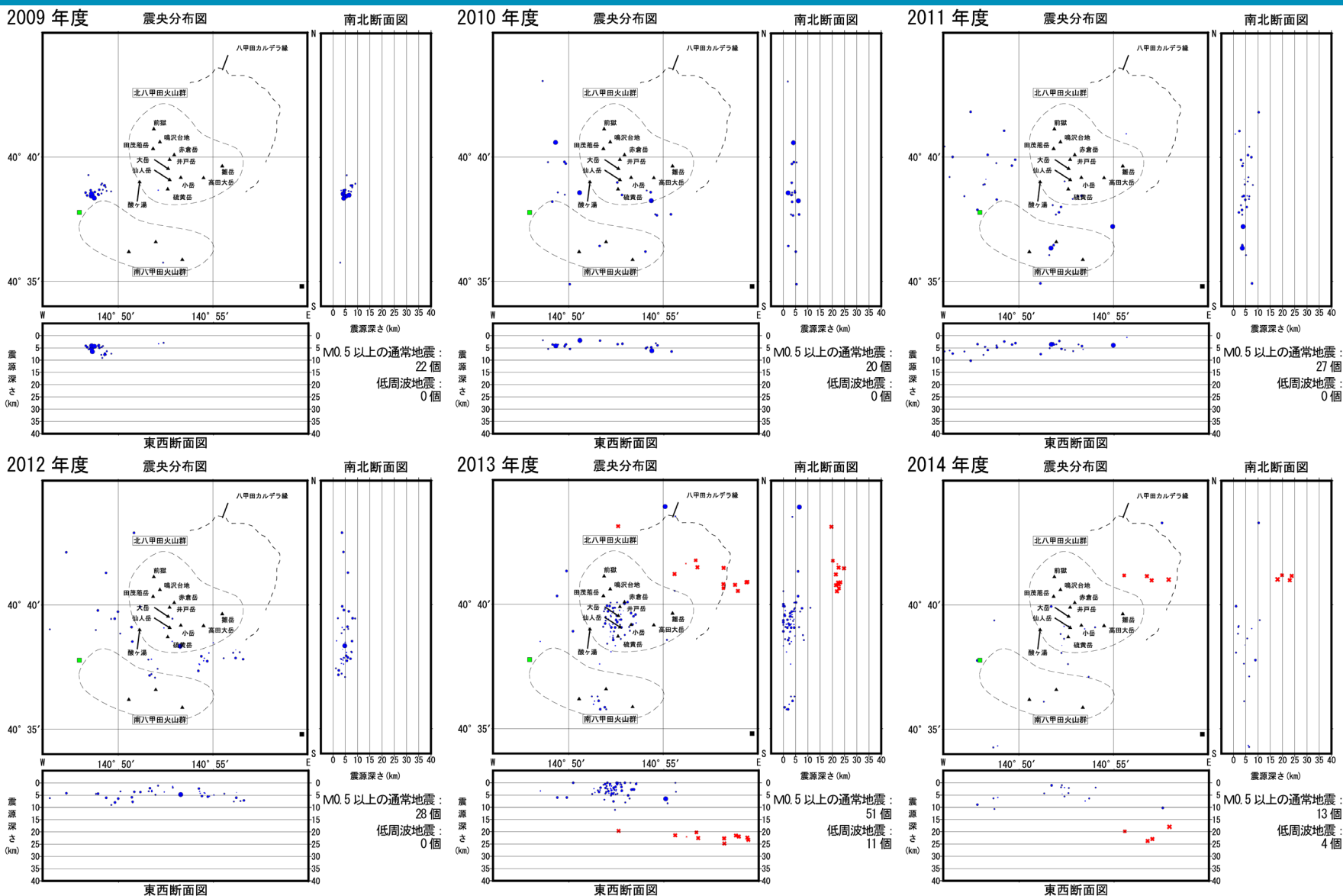


南北断面图

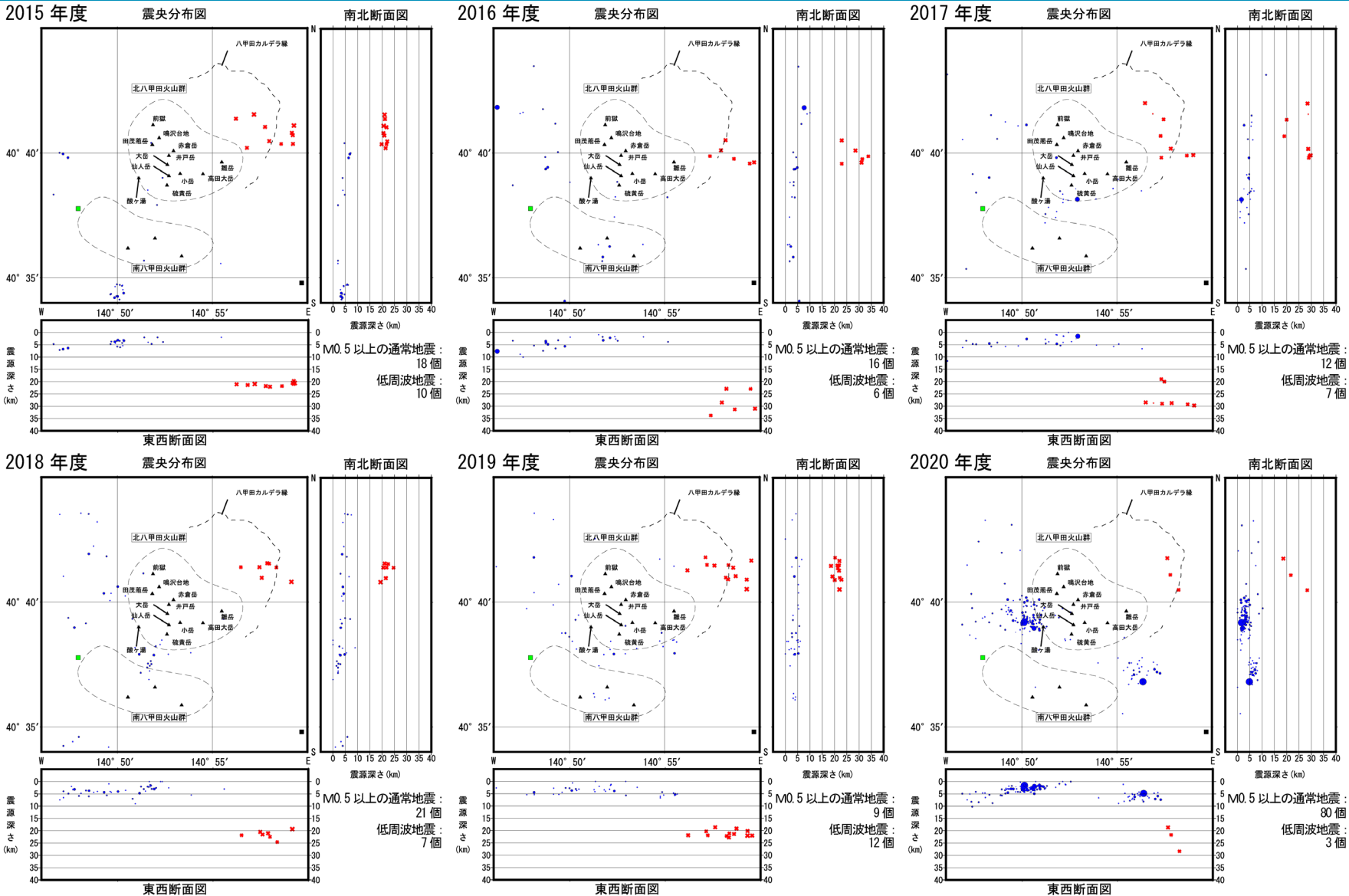


101

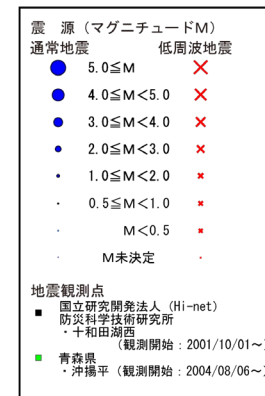
4.1 八甲田(地震活動:震源分布)【2009年度～2014年度】



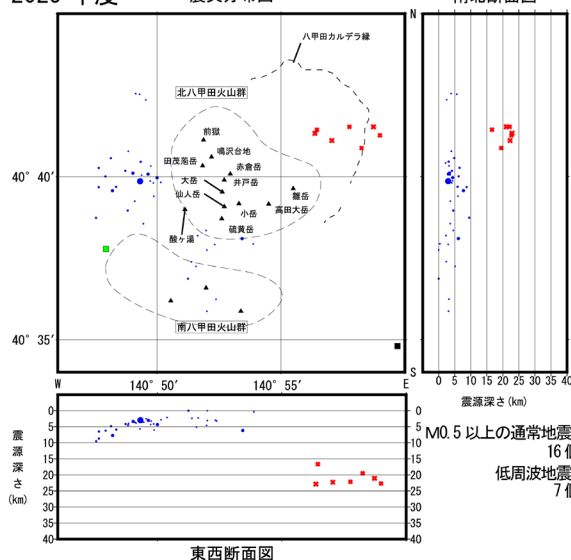
4.1 八甲田(地震活動:震源分布)【2015年度～2020年度】



南北断面图

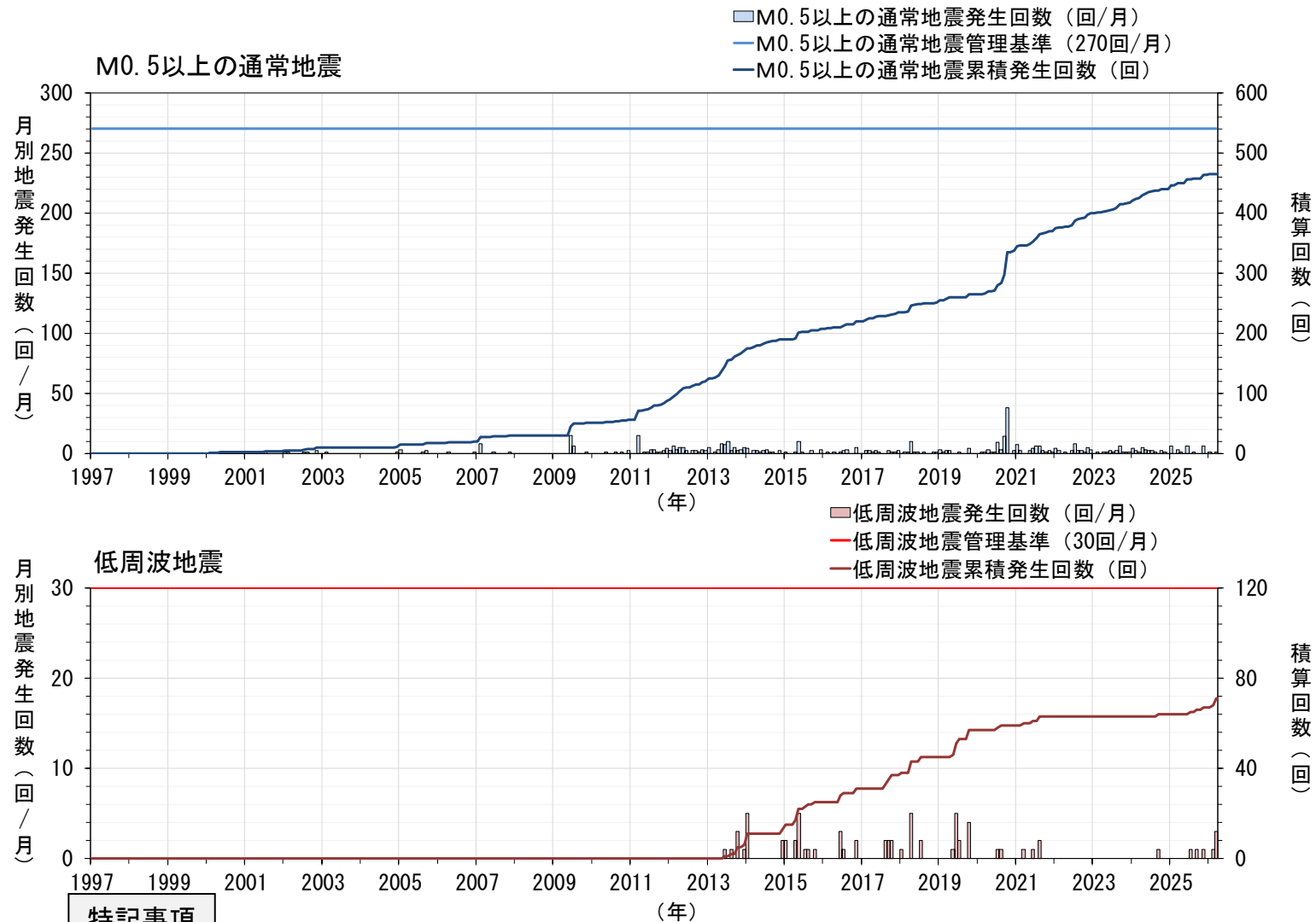


南北断面区



余白

4.1 八甲田山(地震活動:地震発生数の推移)【全期間】



地震の発生頻度に大きな変化はなく、地震活動の活発化を示唆する顕著な変化は認められない。

4.1 八甲田山(地震活動:判断基準)【2025年度】

通常地震発生回数一覧 (八甲田山)

2025年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	2025年度
地震規模	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)
$5.0 \leq M$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$4.0 \leq M < 5.0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$3.0 \leq M < 4.0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$2.0 \leq M < 3.0$	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
$1.0 \leq M < 2.0$	0	0	1	0	0	0	0	2	0	1	0	1	5
$0.5 \leq M < 1.0$	1	0	5	0	1	0	0	3	0	0	0	0	10
$M < 0.5$	1	2	0	0	3	2	4	5	3	0	1	1	22
M未決定	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計 ($0.5 \leq M$)	1	0	6	0	1	0	0	6	0	1	0	1	16

低周波地震発生回数一覧 (八甲田山)

2025年度	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	2025年度
地震規模	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)	(回)
$5.0 \leq M$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$4.0 \leq M < 5.0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$3.0 \leq M < 4.0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$2.0 \leq M < 3.0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$1.0 \leq M < 2.0$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$M < 1.0$	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	3	7
M未決定	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	3	7

注)・『K:気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S:参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったもの』を合わせて表示している。
 ただし、『2:他機関依存, 3:人工地震, 4:ノイズ等』は除く。
 ・通常地震回数はM0.5以上のものを積算している。
 低周波地震はMが求まらなかったものを除いて積算している。

判断基準の超過なし

最多の月:通常地震(M0.5以上) 6回/月, 低周波地震 3回/月

「平常からの変化」の判断基準

通常地震(M0.5以上): 270回/月, 低周波地震: 30回/月

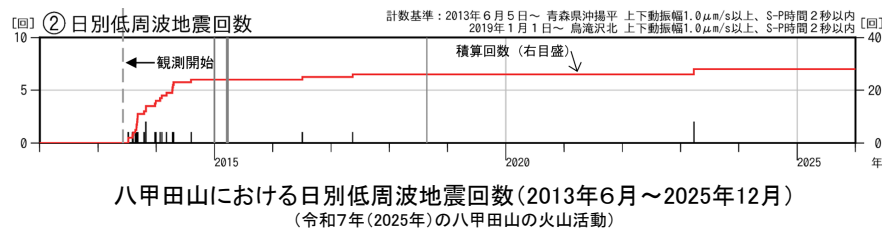
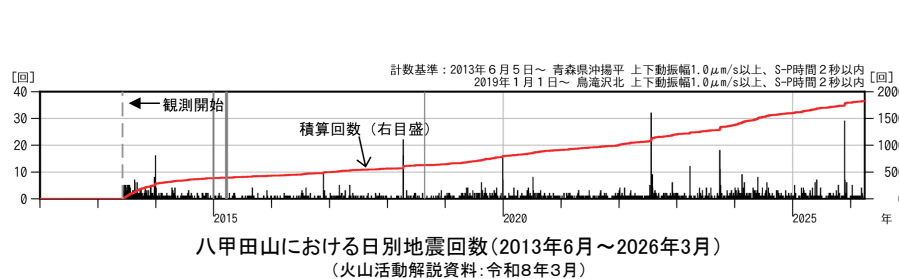
4.1 八甲田山(地震活動: 公的機関の発表情報)【2025年度】

火山活動解説資料(令和7年4月～令和8年3月, 2025年報)

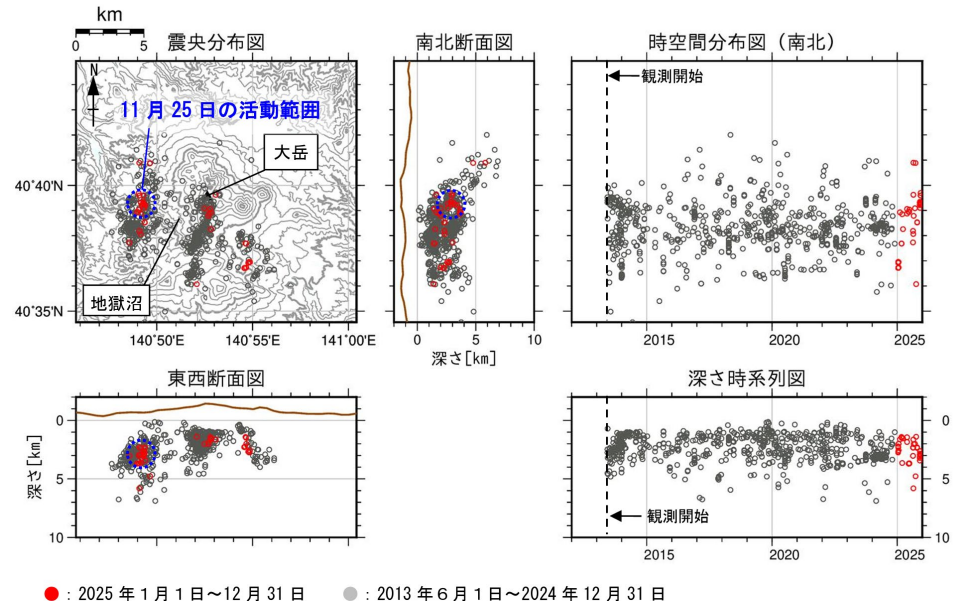
八甲田山の活動概要

大岳山頂の西約5km, 深さ約3km付近を震源とする火山性地震の一時的な増加が見られ, 2025年11月25日に合計29回観測された。その他の期間では, 火山性地震は少ない状態で経過した。低周波地震及び火山性微動は観測されなかった。期間を通して, 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かった。

参考図表(一部抜粋・加筆)



2025年11月25日に火山性地震の一時的な増加がみられたが, その他の期間では少ない状態で経過した。低周波地震及び火山性微動は観測されなかった。



2025年11月25日の火山性地震の活動範囲は大岳山頂の西約5km, 深さ約3km付近(青破線)と推定される。その他の期間, 火山性地震は少ない状態で経過した。低周波地震及び火山性微動は観測されなかった。

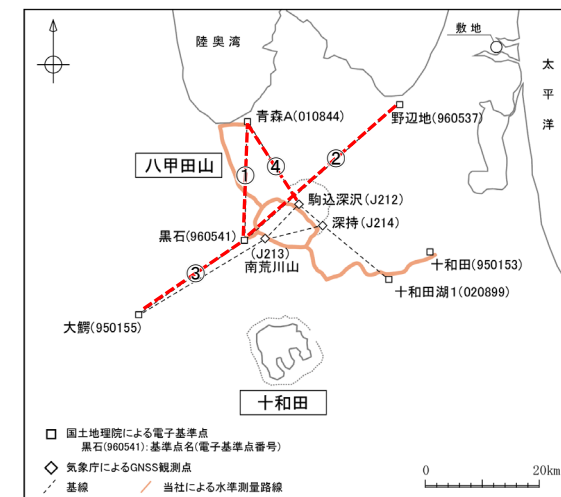
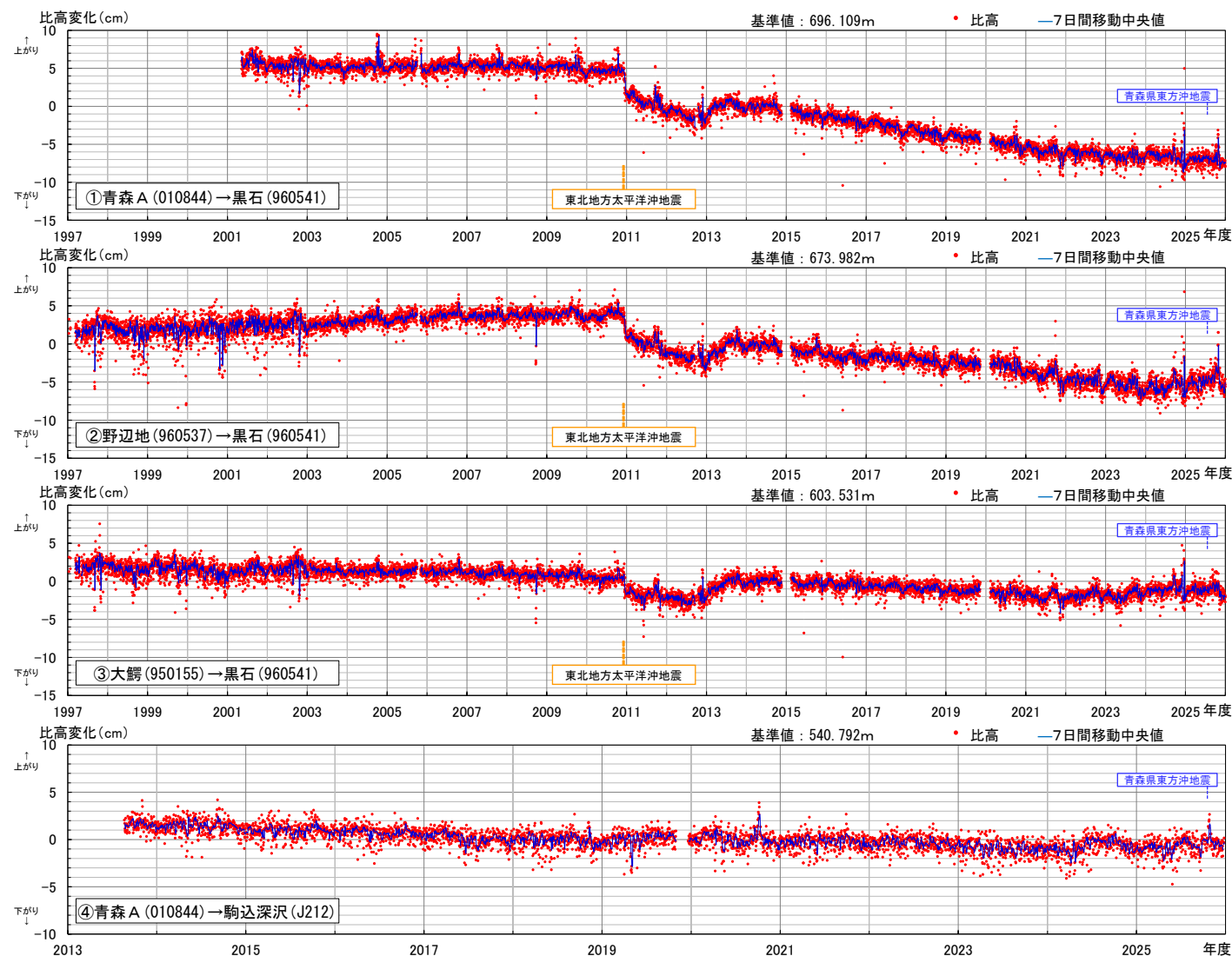
4.1 八甲田山(地震活動:まとめ)【2025年度】

- ・観測期間を通じて、北八甲田火山群の大岳付近から南八甲田火山群にかけての地域、北八甲田火山群西方及び八甲田カルデラ付近に震源を有する地震が観測され、通常地震は深さ約10km以浅、低周波地震は八甲田カルデラから東方にかけての深さ約19km～約35kmに震源を有する。
 - ・2025年度では、M0.5以上の通常地震が16回観測、低周波地震が7回観測された。当社が設定した判断基準の超過は今期間で発生していない。
- ⇒震源分布及び発生頻度等に大きな変化はなく、地震活動の活発化を示唆する顕著な変化は認められない。



- ・2025年度における八甲田山の地震活動観測結果から、火山性地震の一時的な増加は発生したものの、震源分布及び発生頻度等に大きな変化はなく、地震活動の活発化を示唆する顕著な変化は確認されないことから、地震発生領域の拡大または消滅、新たな地震発生領域の出現及び地震発生数の急激な変化は認められない。

4.2 八甲田山(地殻変動:GNSS観測データ, 比高) 【基線①～④, 全期間】



特記事項

・2011年東北地方太平洋沖地震後、「黒石」を中心に沈降したが、2013年には隆起に転じた。その後は、緩やかな沈降が継続していたが、緩和しつつある。
⇒八甲田山を中心とした、顕著で系統的な変位の累積は認められない。

【使用したデータ】 (p9参照)

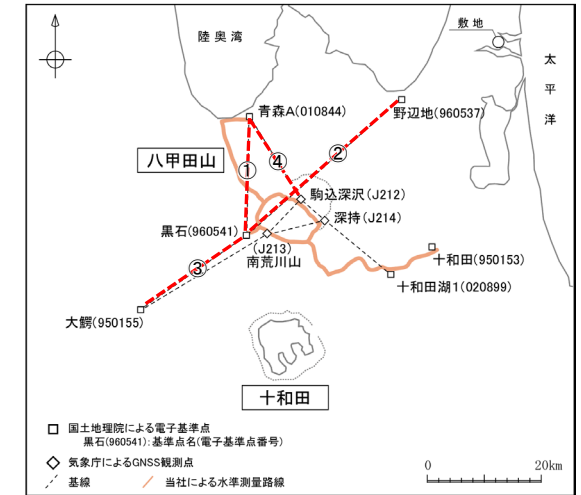
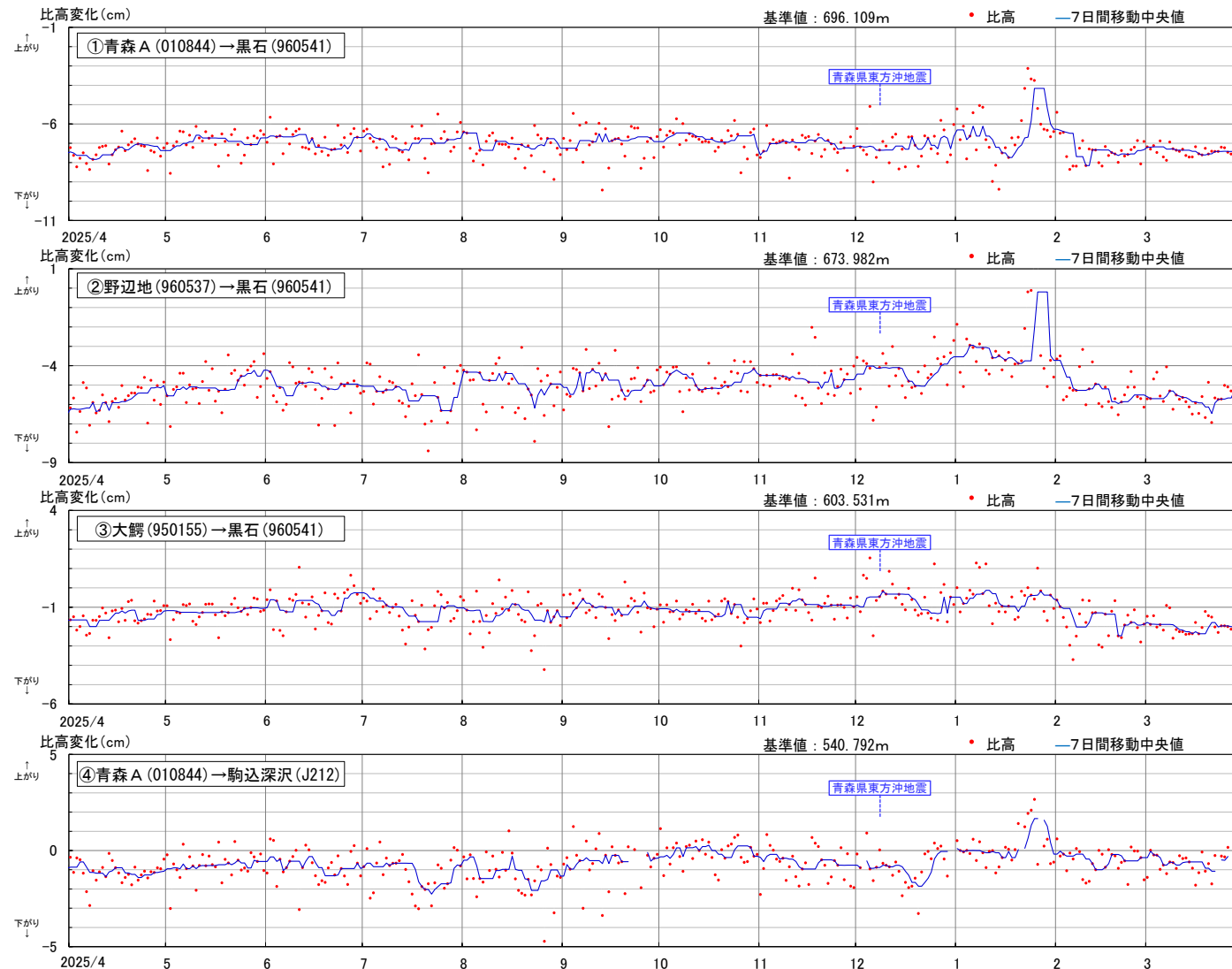
①②③: F5解
④: 各RINEXデータを使用した統合解析結果

【データ期間】

①: 2001/08/08～2026/03/31 JST
②③: 1997/04/11～2026/03/31 JST
④: 2013/11/19～2026/03/31 JST

※空白部分はデータ欠測

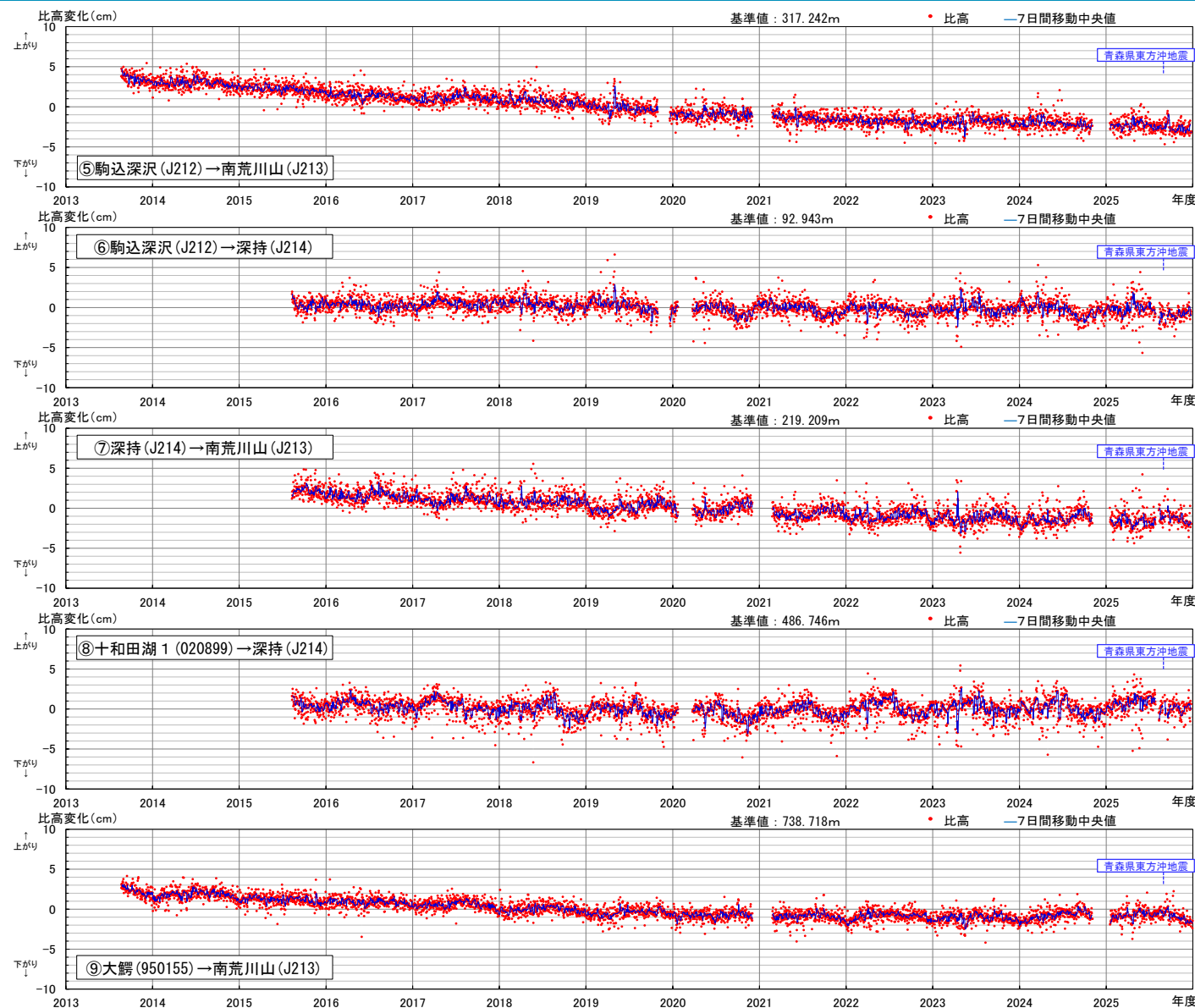
4.2 八甲田山(地殻変動:GNSS観測データ, 比高) 【基線①～④, 2025年度】



特記事項

- ・八甲田山を中心とした、顕著で系統的な変位の累積は認められない。
- ・2025年12月8日の地震前後で大きな変位は認められない。

4.2 八甲田山(地殻変動:GNSS観測データ, 比高) 【基線⑤～⑨, 全期間】



特記事項

・観測開始以降, 周辺の観測点に対し, 八甲田山付近の各観測点(特に「南荒川山」)が沈降する傾向が継続する。
⇒八甲田山を中心とした, 顕著で系統的な変位の累積は認められない。

【使用したデータ】 (p9参照)

⑤⑥⑦⑧⑨: 各RINEXデータを使用した統合解析結果

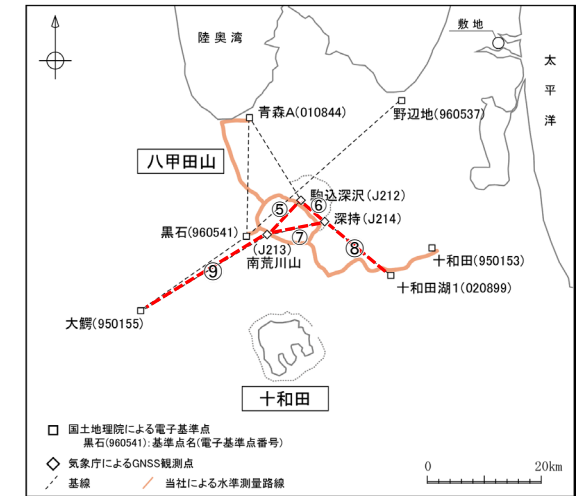
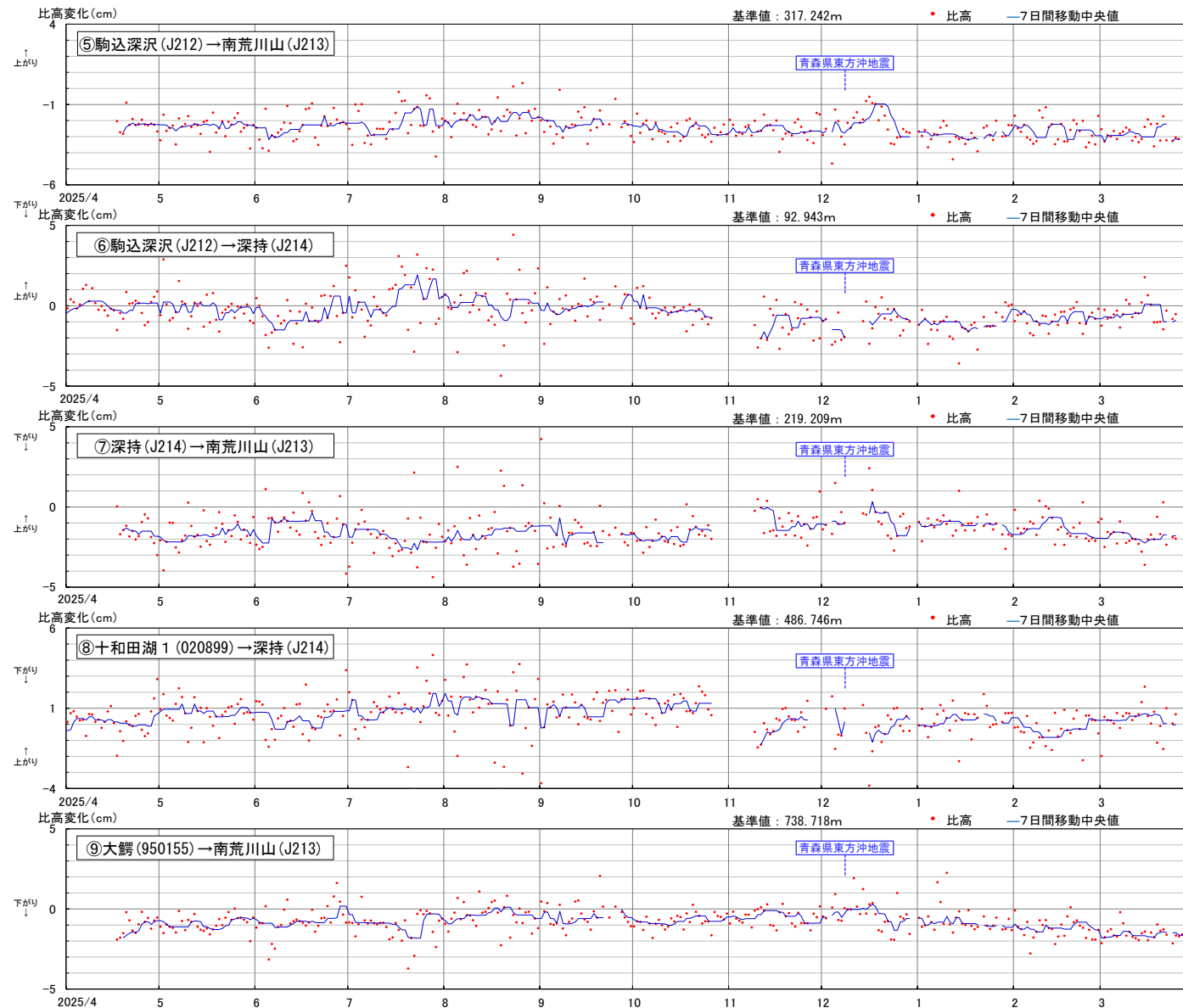
【データ期間】

⑤⑨: 2013/11/20～2026/03/31 JST

⑥⑦⑧: 2015/11/09～2026/03/31 JST

※空白部分はデータ欠測

4.2 八甲田山(地殻変動:GNSS観測データ, 比高) 【基線⑤～⑨, 2025年度】

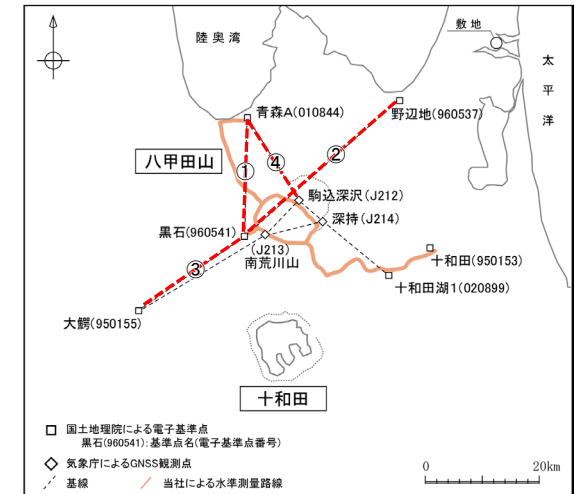
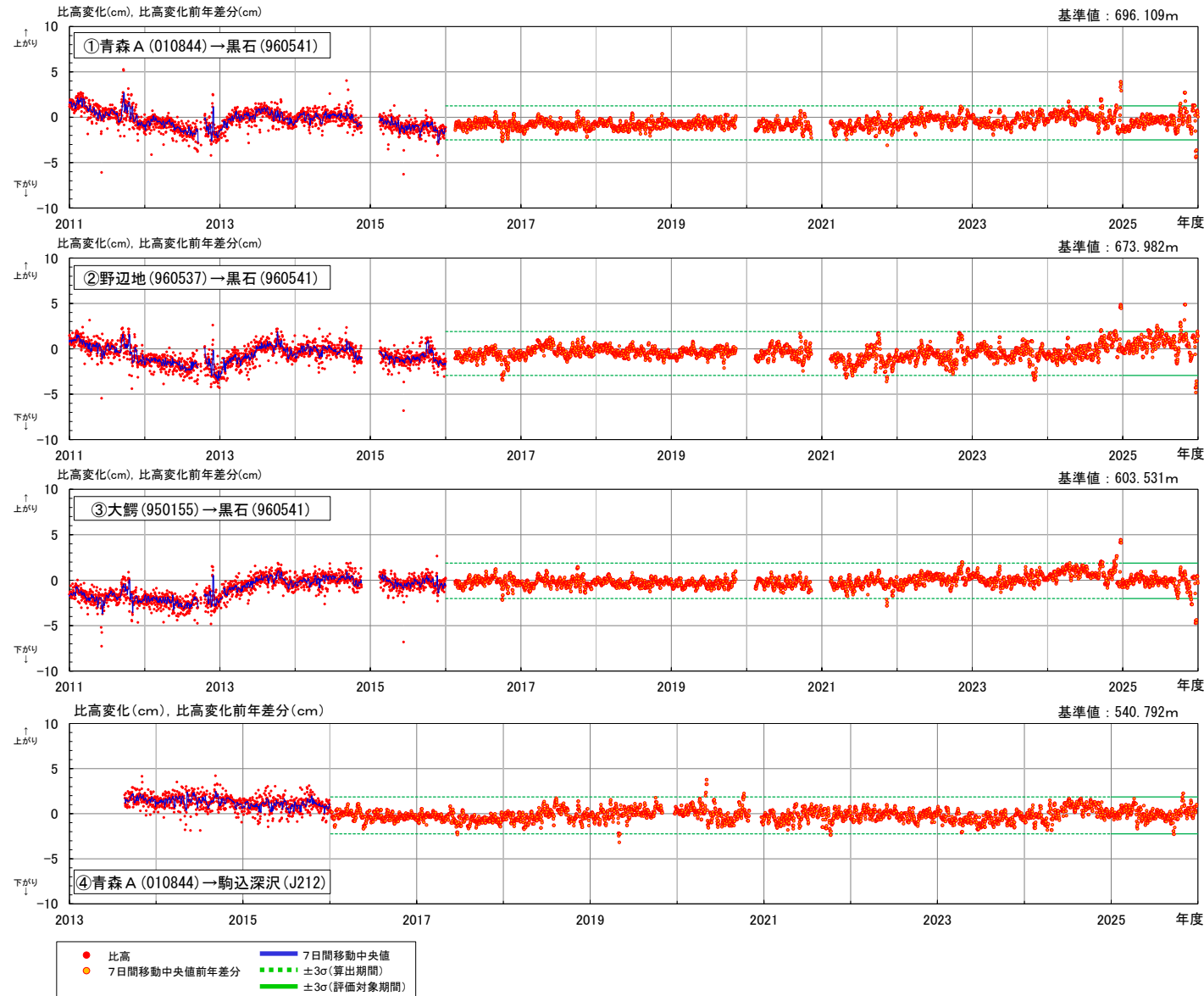


特記事項

- ・八甲田山を中心とした、顕著で系統的な変位の累積は認められない。
- ・2025年12月8日の地震前後で大きな変位は認められない。

4.2 八甲田山(地殻変動:比高の7日間移動中央値の前年差分) 【基線①～④, 全期間】

■比高データの7日間移動中央値の前年差分 $\pm 3\sigma$



【比高データに関する知見】

- 各基線の比高変化量はばらつきが大きく、顕著な年周変動も認められる。
- 2013年～2014年に十和田・八甲田山で火山活動の一時的な活発化がみられた。また、Fujiwara et al. (2022) によれば、2015年に発生した日本海溝沿いの地震の前後で、東北地方の地殻変動に変化があった。

【比高データの管理基準】

- 日々の比高変化量のばらつきを低減するため、7日移動中央値を算出する。
- 年周変動の影響を低減するため、前年同日との差分を算出する。
- 火山活動の影響及びFujiwara et al. (2022) の知見を考慮し、bのデータから、2016年4月～評価対象年度の前年度末における $\pm 3\sigma$ を算出し、当年管理基準に適用する。

【使用したデータ】 (p9参照)

- ①②③: F5解
- ④: 各RINEXデータを使用した統合解析結果

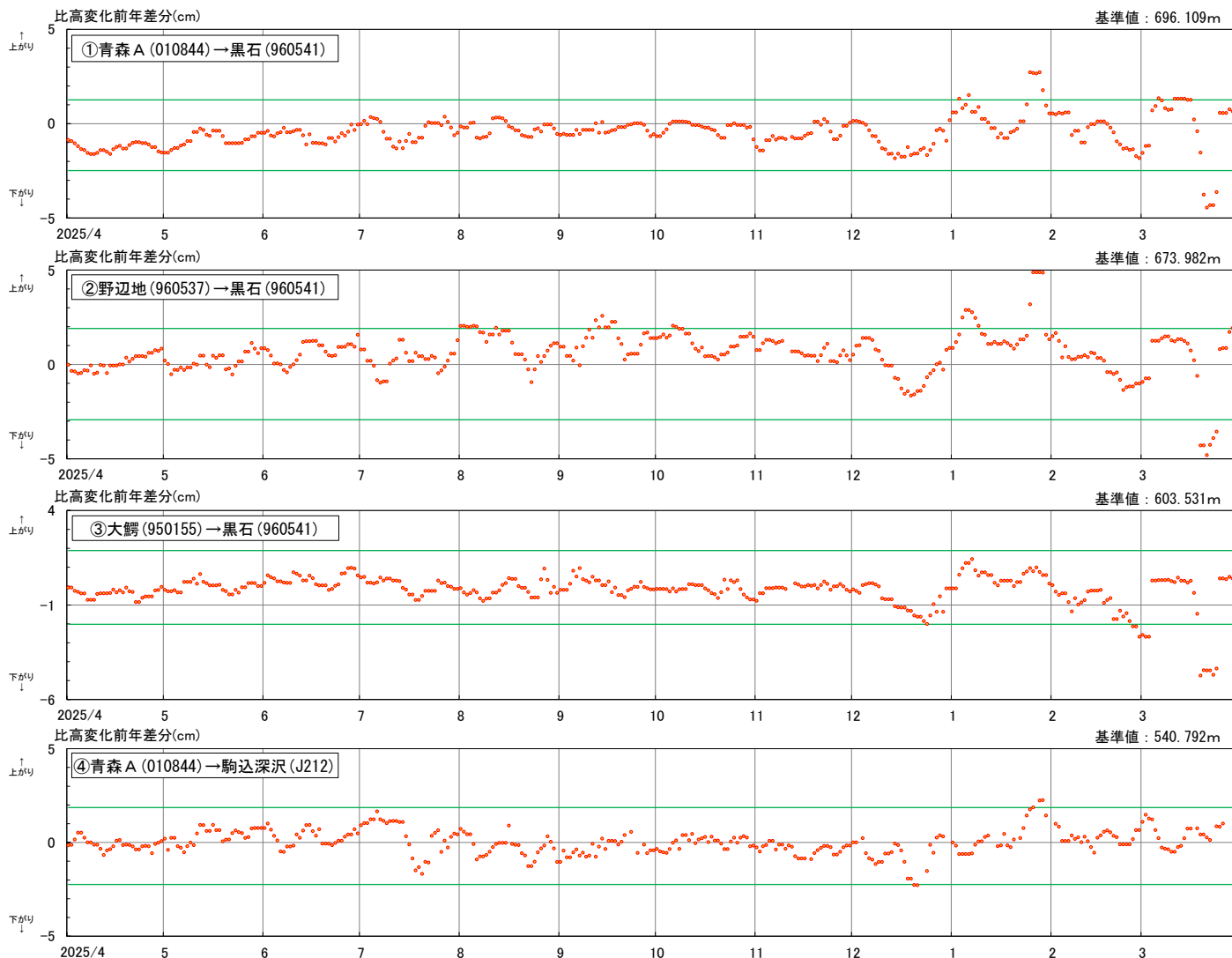
【データ期間】

- ①: 2001/08/08～2026/03/31 JST
- ②③: 1997/04/11～2026/03/31 JST
- ④: 2013/11/19～2026/03/31 JST

※空白部分はデータ欠測

4.2 八甲田山(地殻変動:比高の判断基準) 【基線①～④, 2025年度】

■ 比高データの7日間移動中央値の前年差分 $\pm 3\sigma$



管理基準幅: 2016年4月～評価対象年度の前年度末(2025年3月)の平均値 $\pm 3\sigma$



判断基準の超過なし

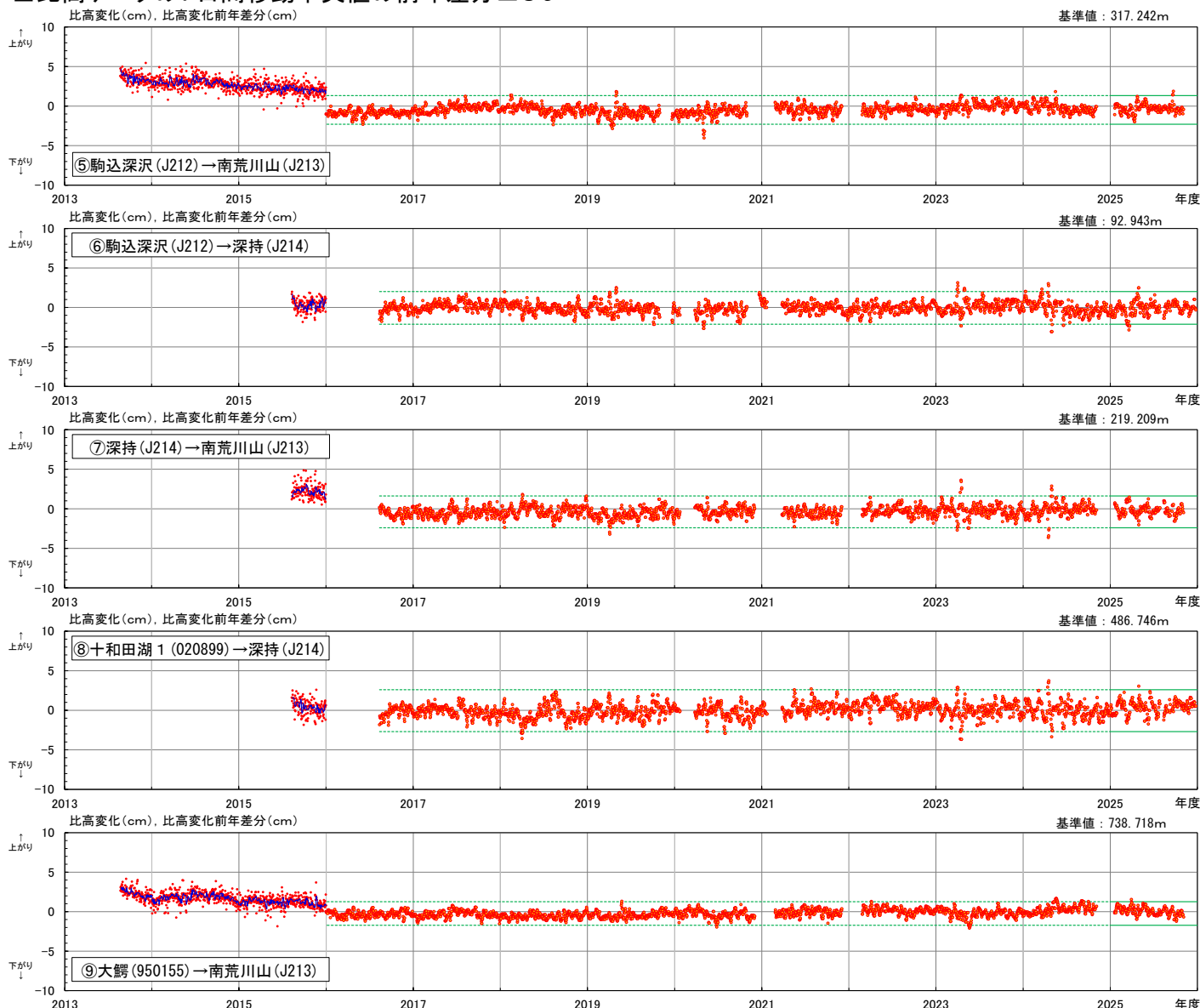
「平常からの変化」の判断基準:
7日間移動中央値の前年差分の
 $\pm 3\sigma$ を3基線以上同時に7日間
連続超過

● 7日間移動中央値前年差分
— $\pm 3\sigma$ (評価対象期間)

4.2 八甲田山(地殻変動:比高の7日間移動中央値の前年差分) 【基線⑤～⑨, 全期間】



■比高データの7日間移動中央値の前年差分 $\pm 3\sigma$

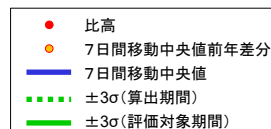


【比高データに関する知見】

- 各基線の比高変化量はばらつきが大きく、顕著な年周変動も認められる。
- 2013年～2014年に十和田・八甲田山で火山活動の一時的な活発化がみられた。また、Fujiwara et al.(2022)によれば、2015年に発生した日本海溝沿いの地震の前後で、東北地方の地殻変動に変化があった。

【比高データの管理基準】

- 日々の比高変化量のばらつきを低減するため、7日移動中央値を算出する。
- 年周変動の影響を低減するため、前年同日との差分を算出する。
- 火山活動の影響及びFujiwara et al.(2022)の知見を考慮し、bのデータから、2016年4月～評価対象年度の前年度末における $\pm 3\sigma$ を算出し、当年管理基準に適用する。

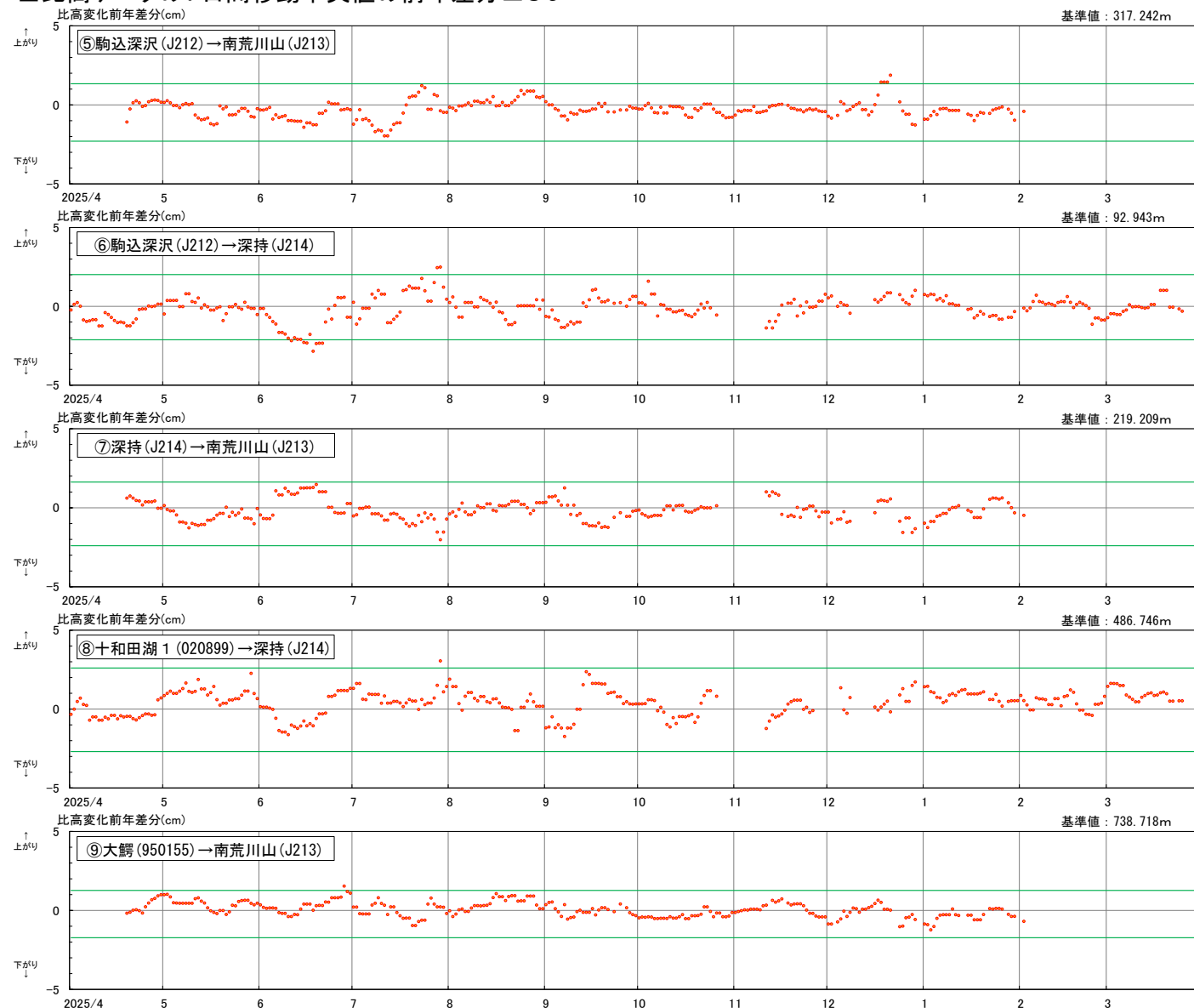


【使用したデータ】 (p9参照)

⑤⑥⑦⑧⑨: 各RINEXデータを使用した統合解析結果
【データ期間】
⑤⑨: 2013/11/20～2026/03/31 JST
⑥⑦⑧: 2015/11/09～2026/03/31 JST
※空白部分はデータ欠測

4.2 八甲田山(地殻変動:比高の判断基準) 【基線⑤～⑨, 2025年度】

■比高データの7日間移動中央値の前年差分 $\pm 3\sigma$



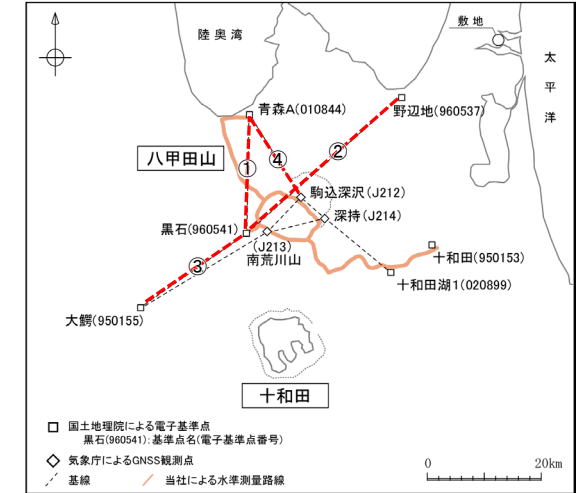
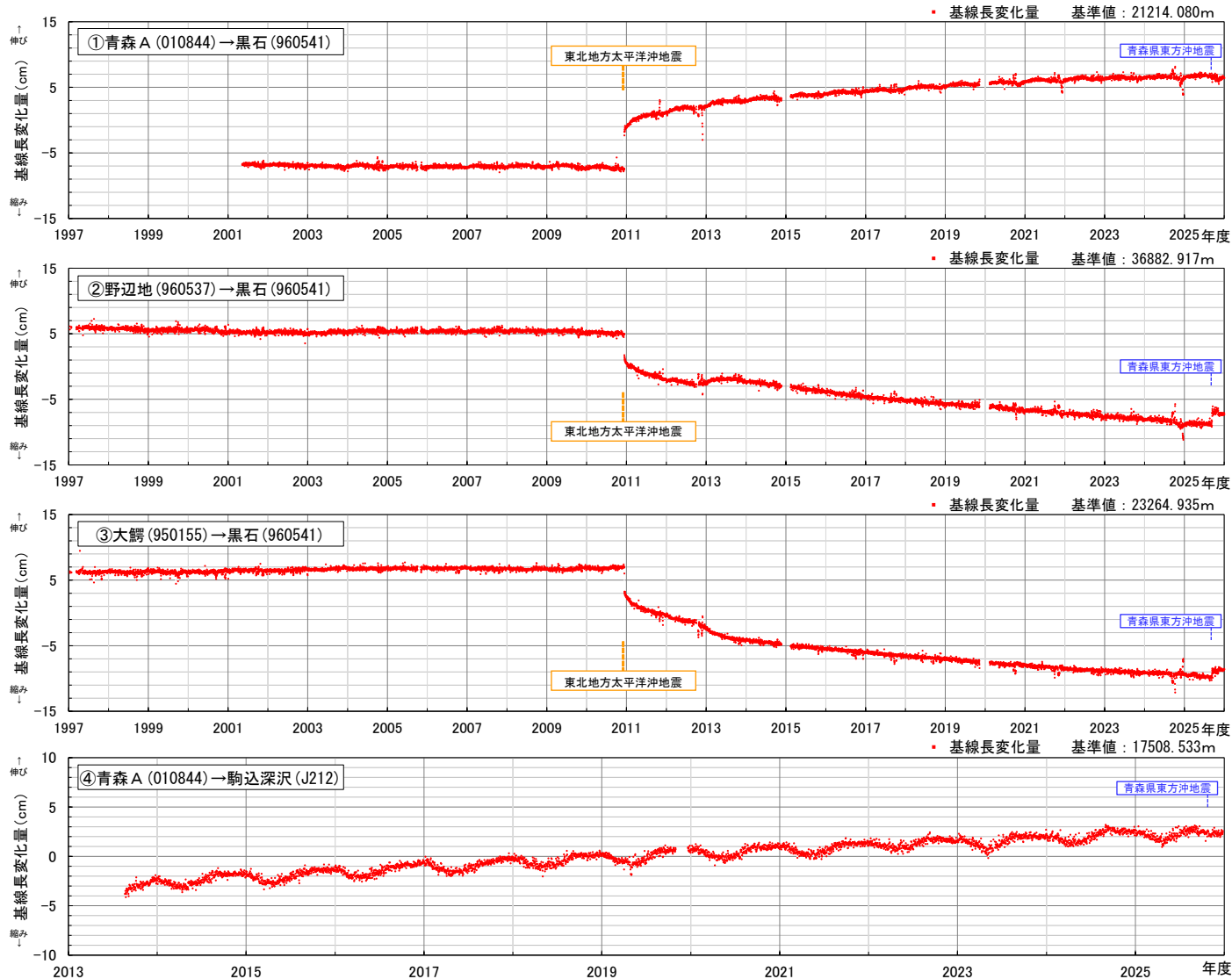
判断基準の超過なし

「平常からの変化」の判断基準:
7日間移動中央値の前年差分の
 $\pm 3\sigma$ を3基線以上同時に7日間
連続超過

● 7日間移動中央値前年差分
— $\pm 3\sigma$ (評価対象期間)

管理基準幅: 2016年4月～
評価対象年度の前年度末(2025年3月)の平均値 $\pm 3\sigma$

4.2 八甲田山(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線①～④, 全期間】



特記事項

・2025年12月9日以降の観測データに変位が認められるが、12月8日に青森県東方沖で発生した地震による影響と考えられるため、12月9日以降の基線長データに対して補正を行う(次頁参照)。

【使用したデータ】 (p9参照)

①②③: F5解

④: 各RINEXデータを使用した統合解析結果

【データ期間】

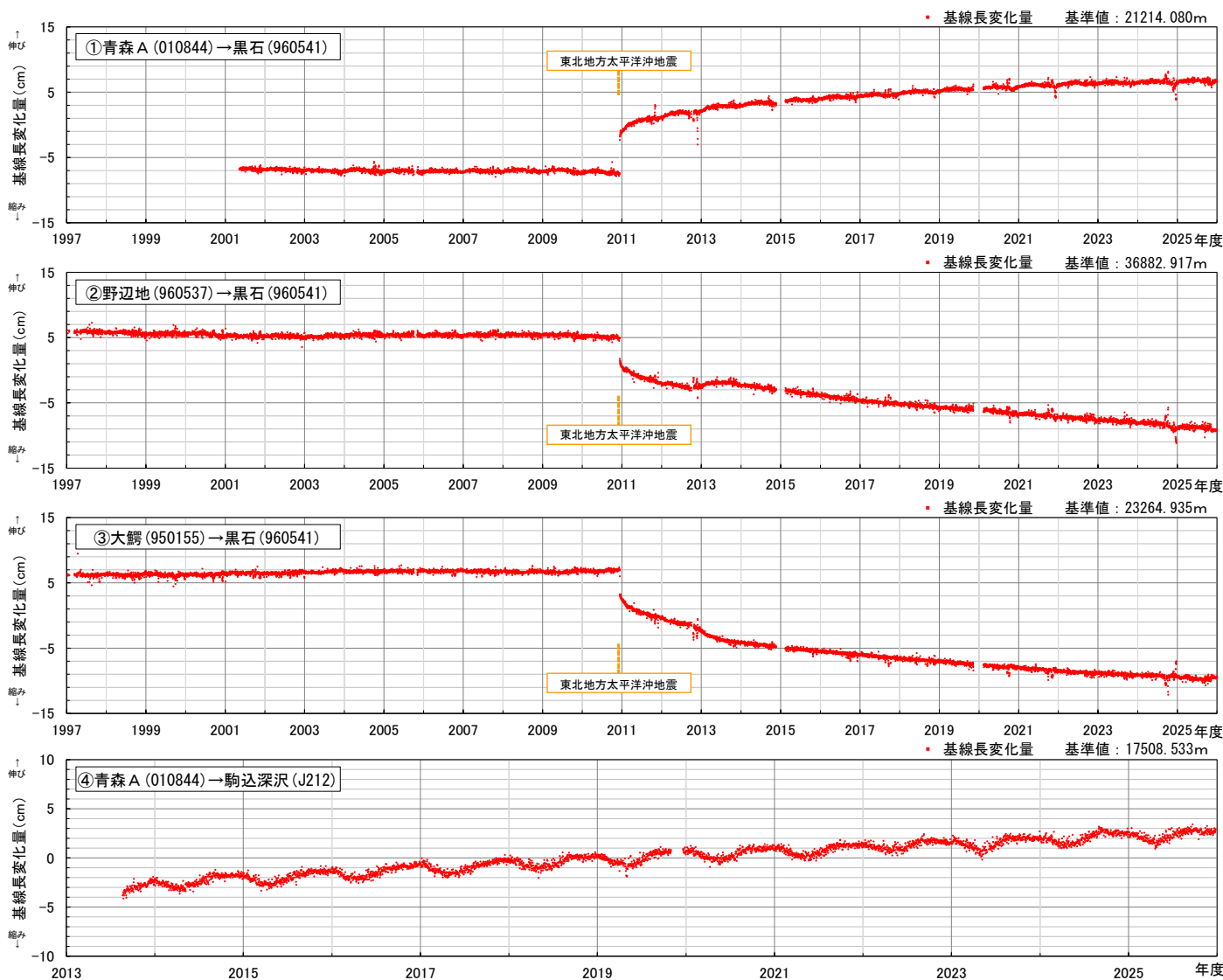
①: 2001/08/08～2026/03/31 JST

②③: 1997/04/11～2026/03/31 JST

④: 2013/11/19～2026/03/31 JST

※空白部分はデータ欠測

4.2 八甲田山(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線①～④, 全期間】地震に伴う変動の補正

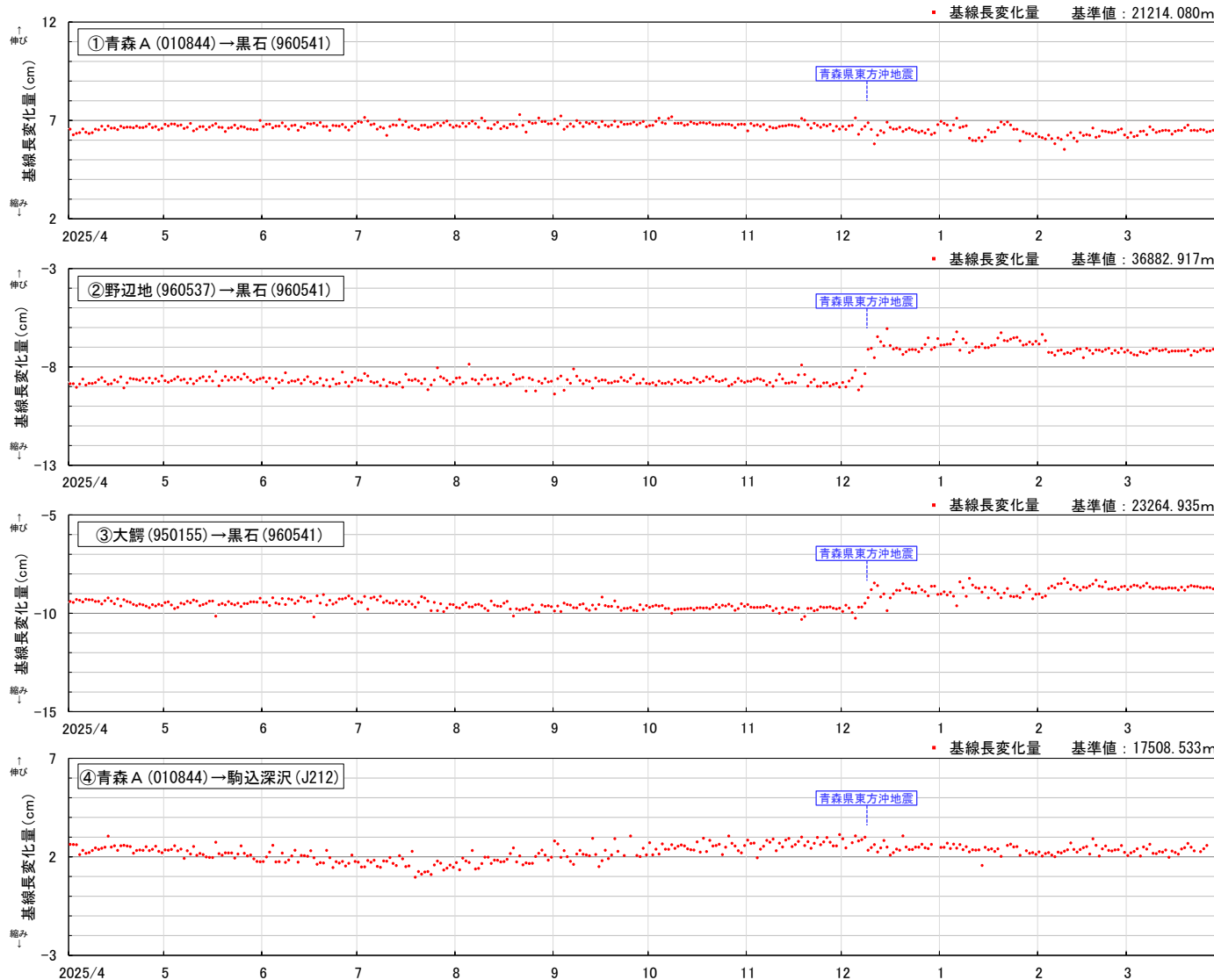


特記事項

- ・【補正方法】青森県東方沖の地震発生日(2025年12月8日)より前/後それぞれの7日間データ(欠測は除く)の平均を算出し、その差分を補正值として2025年12月9日以降のデータに与えた。
 - ・2011年東北地方太平洋沖地震の変動とその後の余効変動に伴い、「黒石」と「青森A」、「駒込深沢」と「青森A」との間では伸びが発生・継続している。
 - ・「黒石」と「野辺地」、「大鰐」との間では、地震時の変動とその後の余効変動で縮みが認められたが、2013年2月以降、「黒石」と「野辺地」との間で伸びに転じた。2013年11月以降は、余効変動による縮みが継続している。
- ⇒ 八甲田山を中心とした、余効変動を超える継続的な変位の累積は認められない。

【使用したデータ】(p9参照)
 ①②③: F5解, ④: 各RINEXデータを使用した統合解析結果
 【データ期間】
 ①: 2001/08/08~2026/03/31 JST
 ②③: 1997/04/11~2026/03/31 JST
 ④: 2013/11/19~2026/03/31 JST
 ※空白部分はデータ欠測

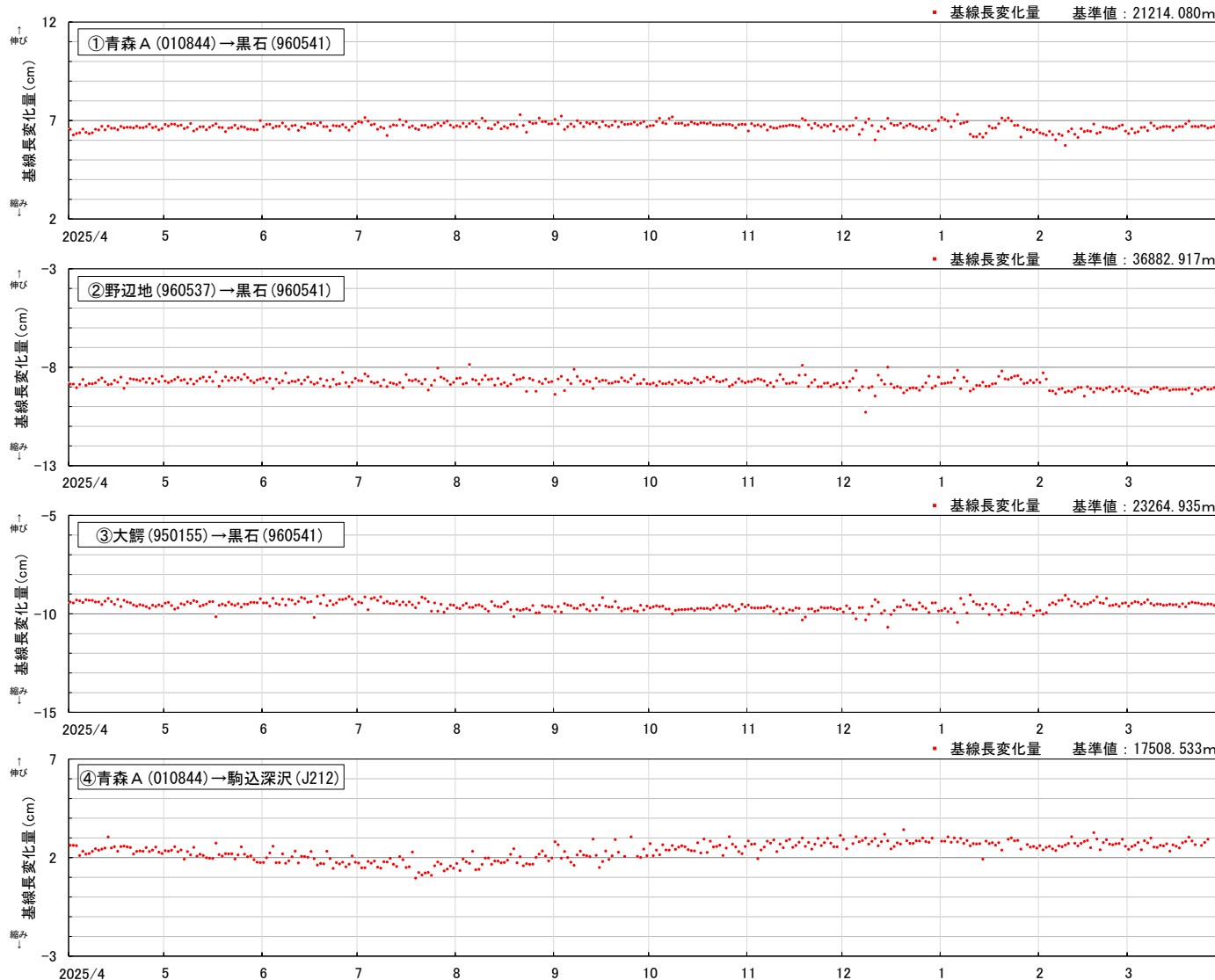
4.2 八甲田山(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線①～④, 2025年度】



特記事項

・2025年12月9日以降の観測データに変位が認められるが、12月8日に青森県東方沖で発生した地震による影響と考えられるため、12月9日以降の基線長データに対して補正を行う(次頁参照)。

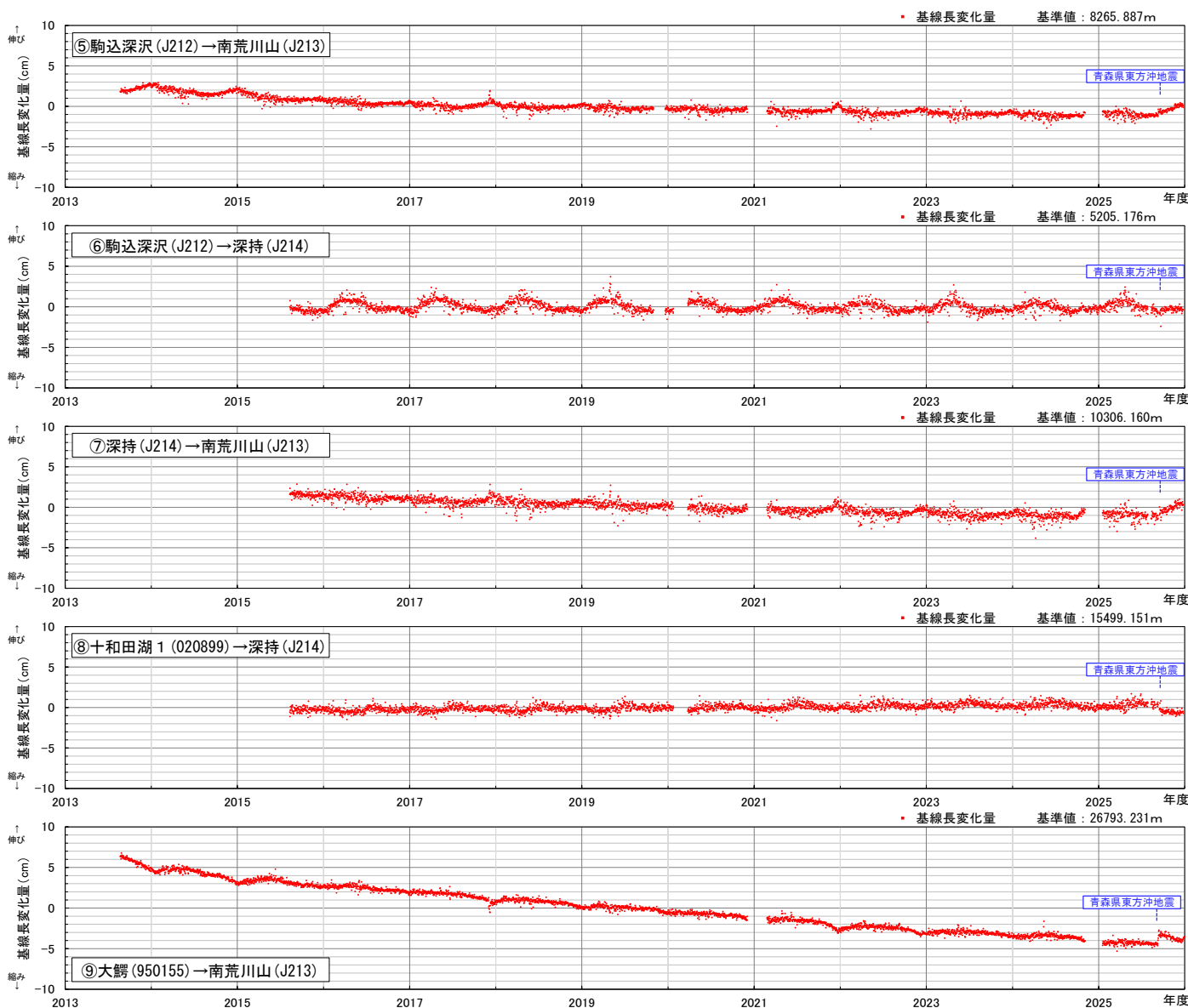
4.2 八甲田山(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線①～④, 2025年度】地震に伴う変動の補正



特記事項

- ・【補正方法】青森県東方沖の地震発生日 (2025年12月8日) より前/後それぞれの7日間データ (欠測は除く) の平均を算出し, その差分を補正值として2025年12月9日以降のデータに与えた。
- ・八甲田山を中心とした, 余効変動を超える継続的な変位の累積は認められない。

4.2 八甲田山(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線⑤～⑨, 全期間】

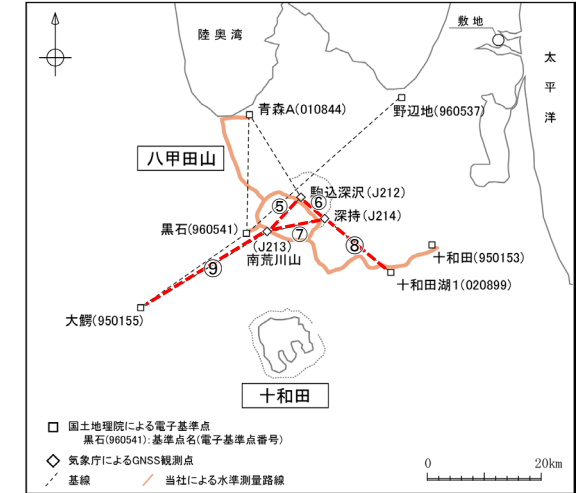
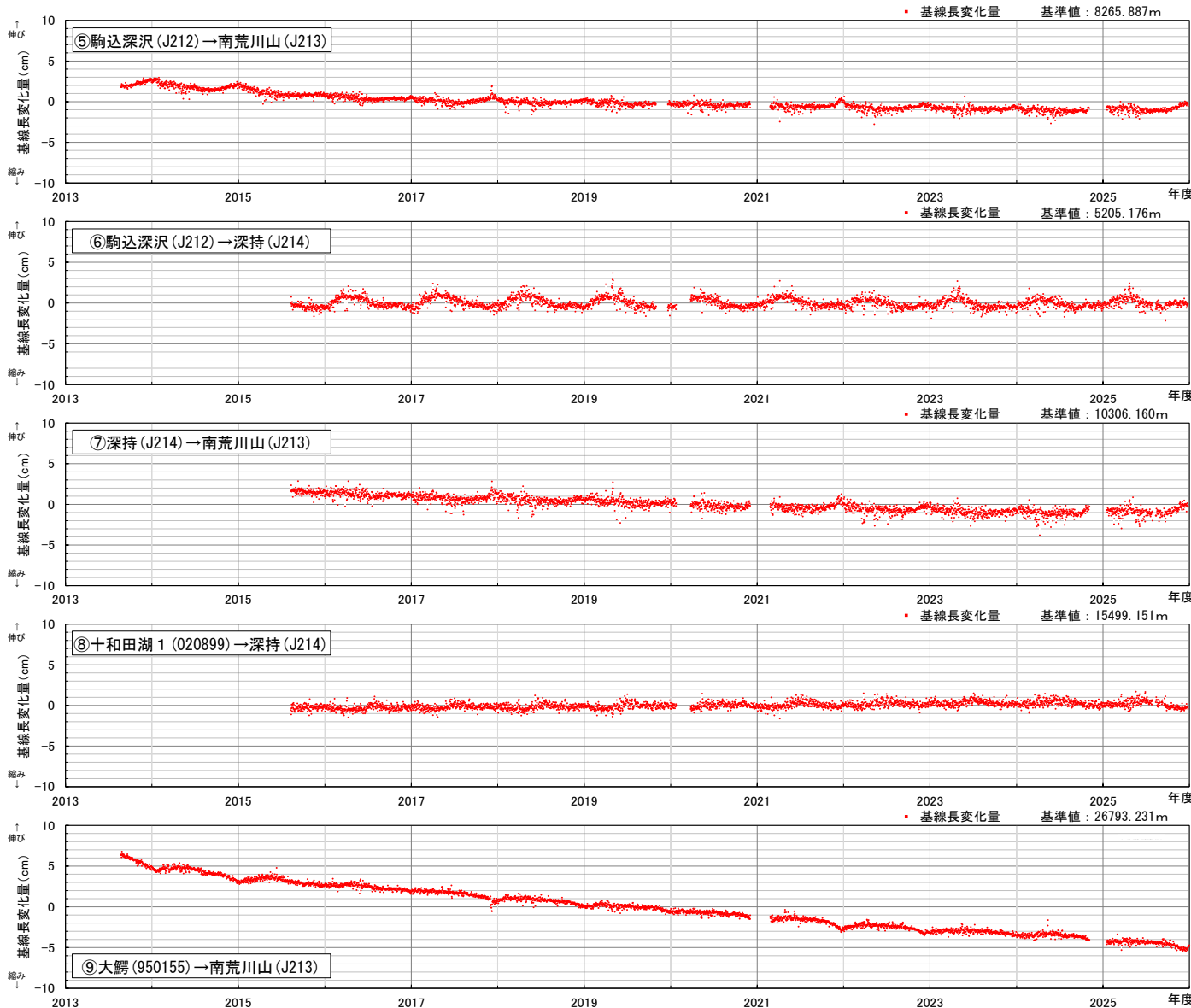


特記事項

・2025年12月9日以降の観測データに変位が認められるが、12月8日に青森県東方沖で発生した地震による影響と考えられるため、12月9日以降の基線長データに対して補正を行う(次頁参照)。

【使用したデータ】 (p9参照)
 ⑤⑥⑦⑧⑨: 各RINEXデータを使用した統合解析結果
 【データ期間】
 ⑤⑨: 2013/11/20～2026/03/31 JST
 ⑥⑦⑧: 2015/11/09～2026/03/31 JST
 ※空白部分はデータ欠測

4.2 八甲田山(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線⑤～⑨, 全期間】地震に伴う変動の補正



特記事項

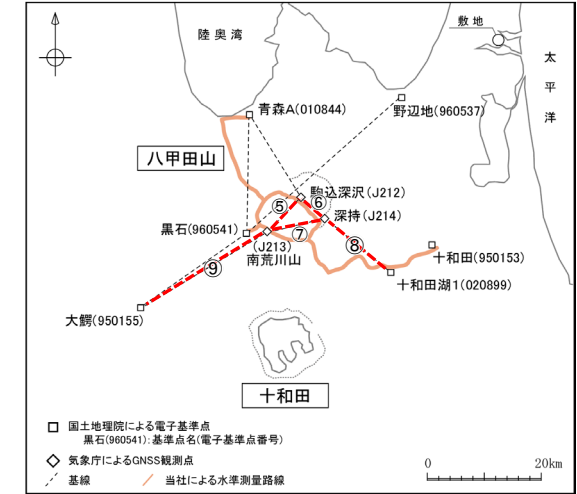
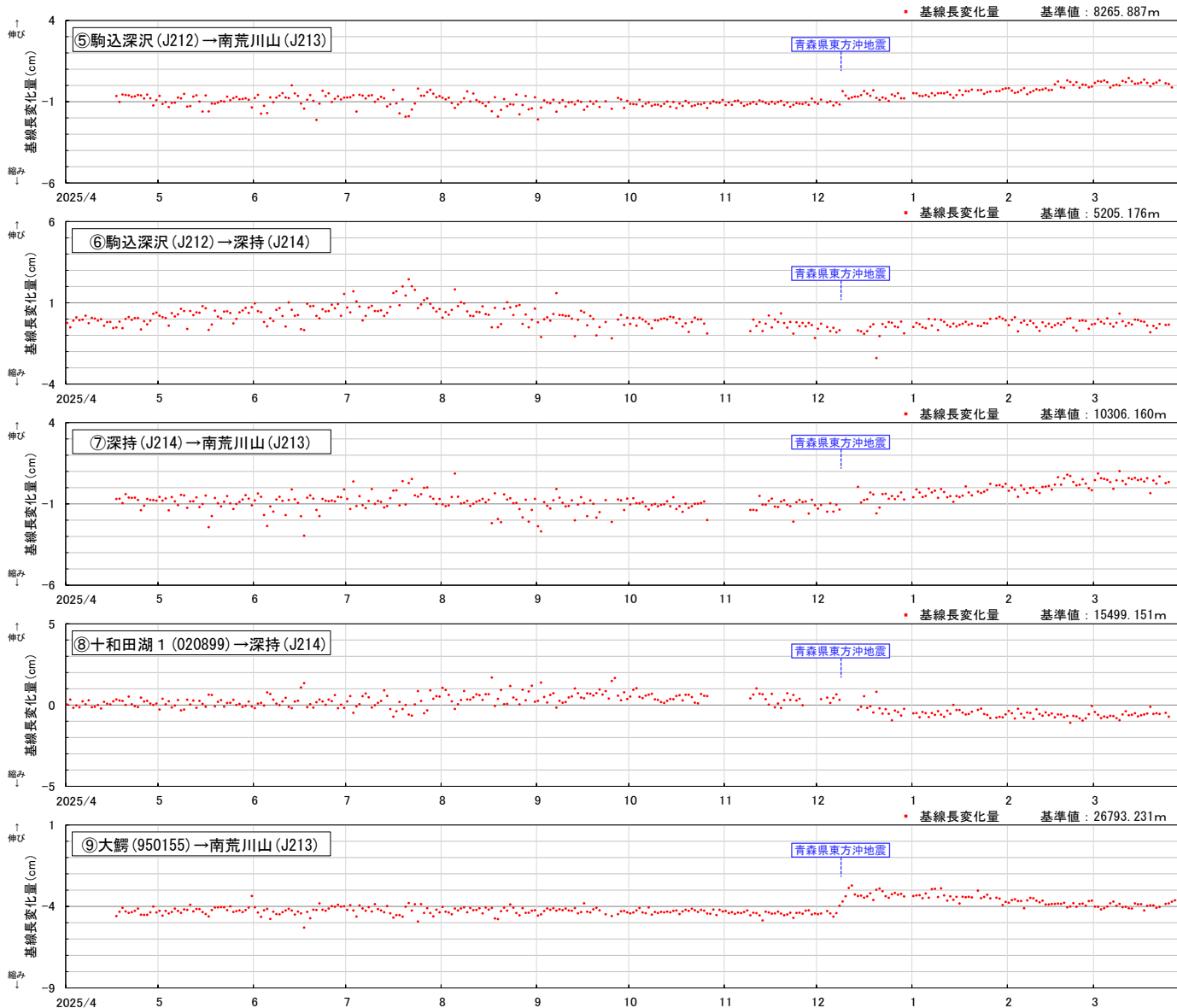
・【補正方法】青森県東方沖の地震発生日(2025年12月8日)より前/後それぞれの7日間データ(欠測は除く)の平均を算出し、その差分を補正值として2025年12月9日以降のデータに与えた。

・2011年東北地方太平洋沖地震後の余効変動に伴い、縮みの傾向が継続しているが、徐々に変化量は減少している。また、「駒込深沢」→「深持」と「十和田湖1」→「深持」については停滞する傾向にある。

⇒ 八甲田山を中心とした、余効変動を超える継続的な変位の累積は認められない。

【使用したデータ】(p9参照)
⑤⑥⑦⑧⑨: 各RINEXデータを使用した統合解析結果
【データ期間】
⑤⑨: 2013/11/20～2026/03/31 JST
⑥⑦⑧: 2015/11/09～2026/03/31 JST
※空白部分はデータ欠測

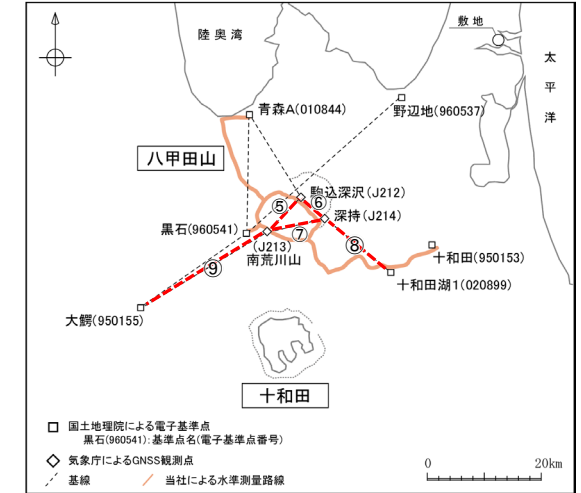
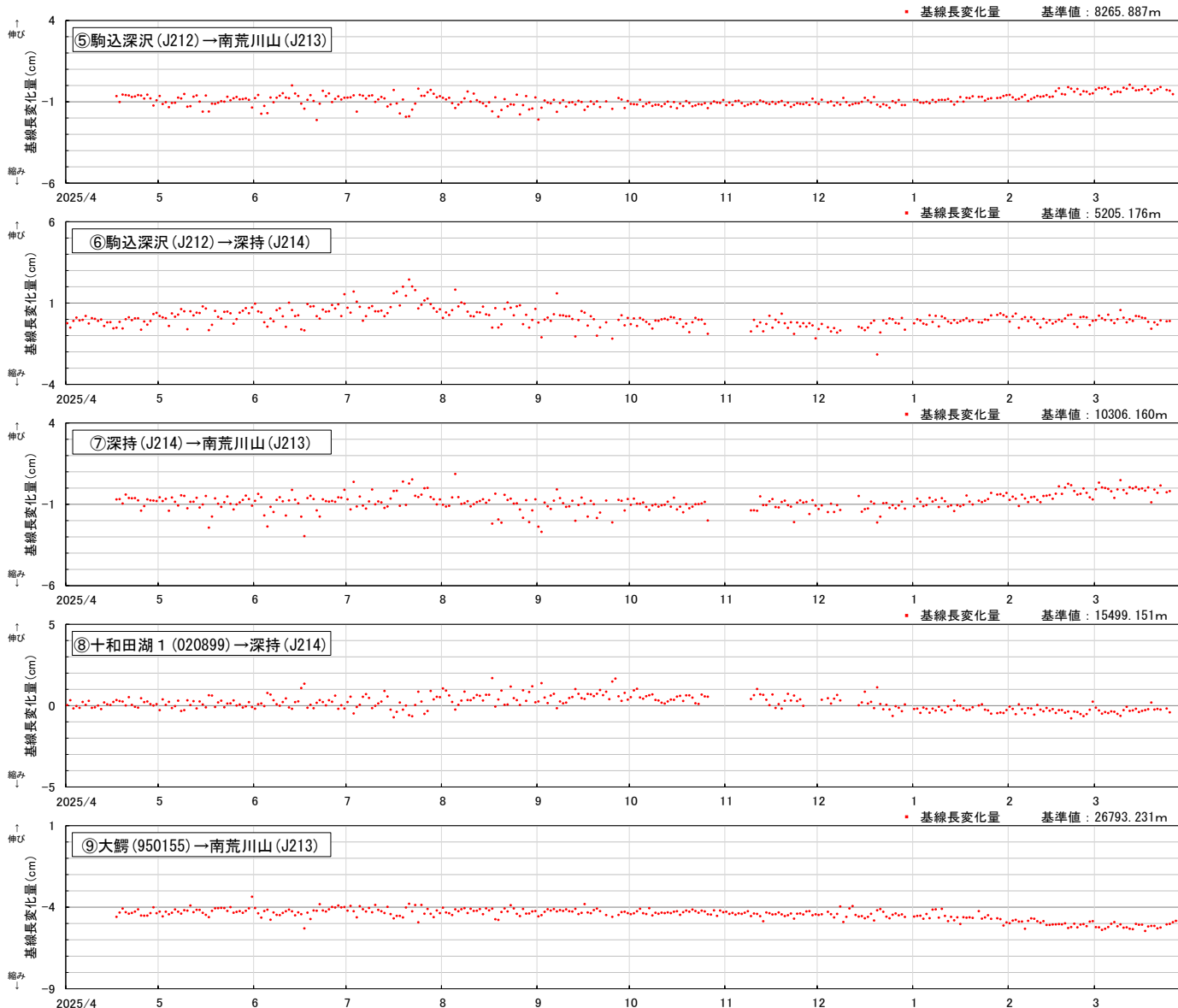
4.2 八甲田山(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線⑤～⑨, 2025年度】



特記事項

・2025年12月9日以降の観測データに変位が認められるが、12月8日に青森県東方沖で発生した地震による影響と考えられるため、12月9日以降の基線長データに対して補正を行う(次頁参照)。

4.2 八甲田山(地殻変動:GNSS観測データ, 基線長) 【基線⑤～⑨, 2025年度】地震に伴う変動の補正

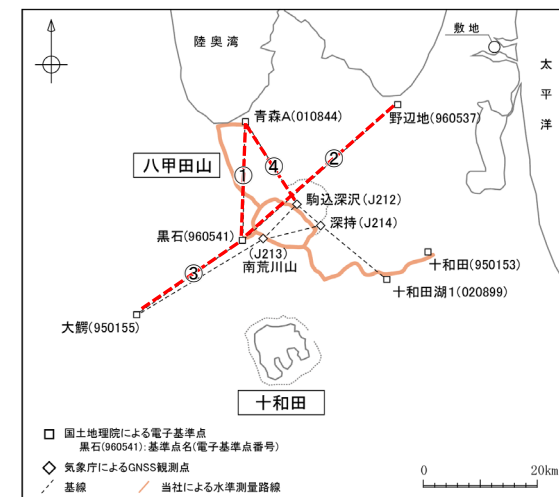
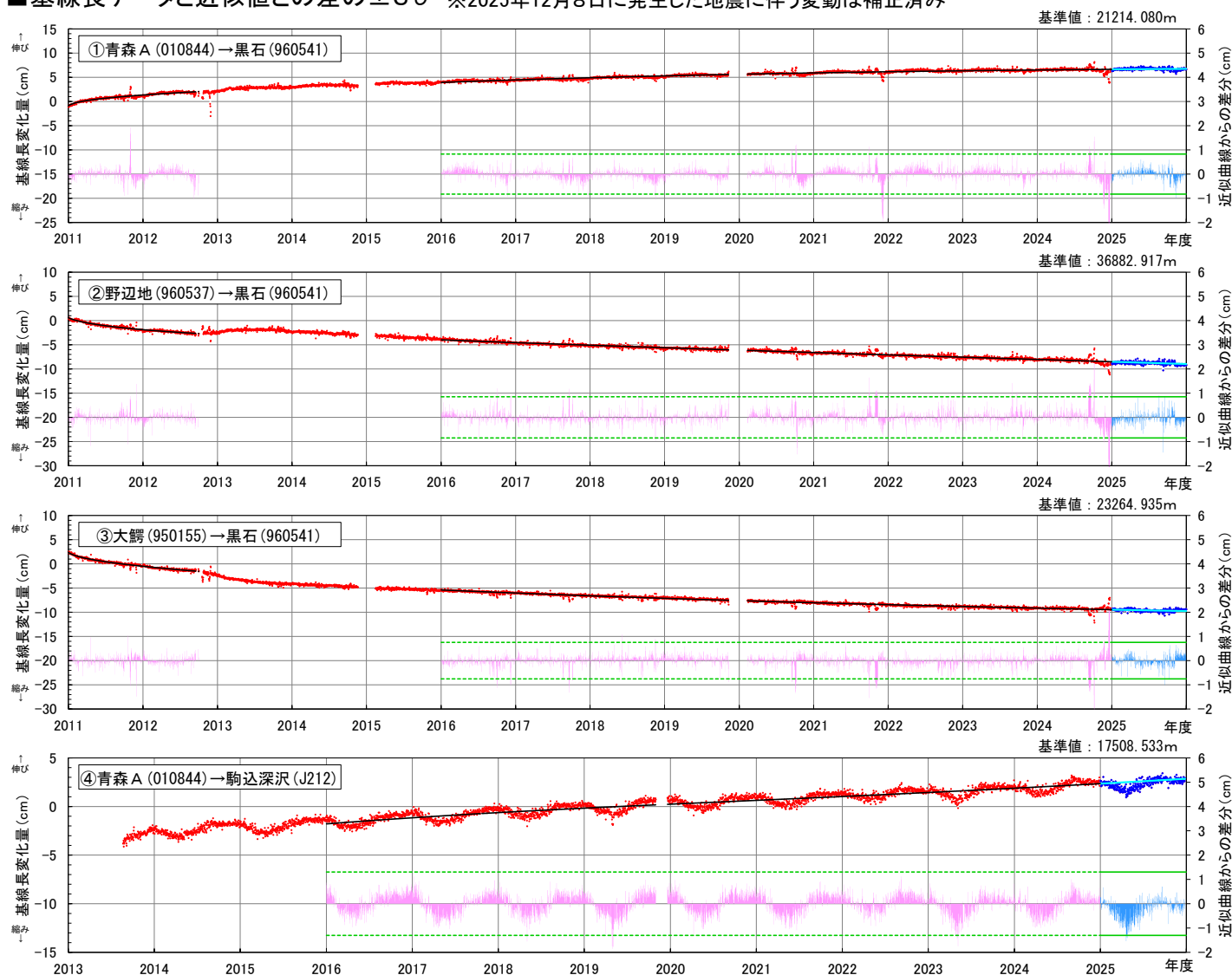


特記事項

- ・【補正方法】青森県東方沖の地震発生日 (2025年12月8日) より前/後それぞれの7日間データ (欠測は除く) の平均を算出し, その差分を補正值として2025年12月9日以降のデータに与えた。
- ・八甲田山を中心とした, 余効変動を超える継続的な変位の累積は認められない。

4.2 八甲田山(地殻変動: 基線長近似値との差の $\pm 3\sigma$) 【基線①～④, 2011年以降】

■ 基線長データと近似値との差の $\pm 3\sigma$ ※2025年12月8日に発生した地震に伴う変動は補正済み



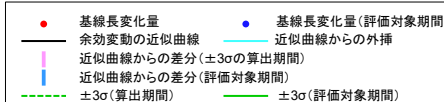
【基線長データに関する知見】

➤ 各基線には東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が認められる。

➤ 2013年～2014年に十和田・八甲田山で火山活動の一時的な活発化がみられた。また、Fujiwara et al. (2022) によれば、2015年に発生した日本海溝沿いの地震の前後で、東北地方の地殻変動に変化があった。

【基線長データの管理基準】

- 2011年3月12日～2012年末と、2016年4月～評価対象の前年度末までの基線長変化量それぞれについて、Fujiwara et al. (2022) に示された2つのモデルを基に近似式を求める。
- 2016年4月～評価対象年度の前年度末(2025年3月)を対象に、日々の実際の基線長変化量と上記近似式より求めた近似値の差のばらつきから $\pm 3\sigma$ を算出。
- 上記近似式を評価対象年度に延長し、これを中心とする上記 $\pm 3\sigma$ 幅を管理基準に設定する。



【使用したデータ】①②③: F5解, ④: 各RINEXデータを使用した統合解析結果 (p9参照)

【データ期間】①: 2001/08/08～2026/03/31 JST, ②③: 1997/04/11～2026/03/31 JST, ④: 2013/11/19～2026/03/31 JST

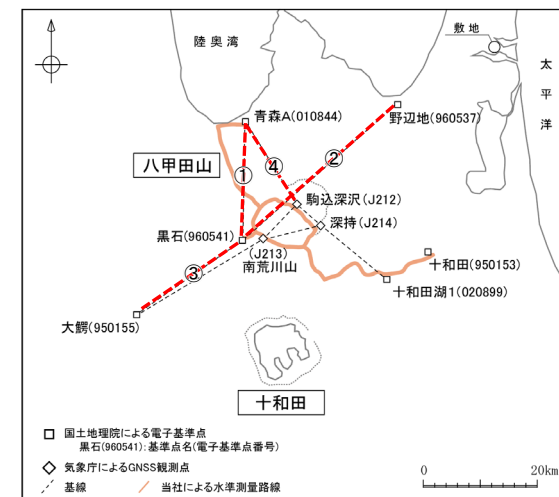
※空白部分はデータ欠測

①青森 A (010844) → 黒石 (960541) 基準値 : 21214.080m

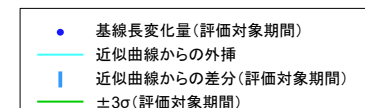
②野辺地 (960537) → 黒石 (960541) 基準値 : 36882.917m

③大鰐 (950155) → 黒石 (960541) 基準値 : 23264.935m

④青森 A (010844) → 駒込深沢 (J212) 基準値 : 17508.533m



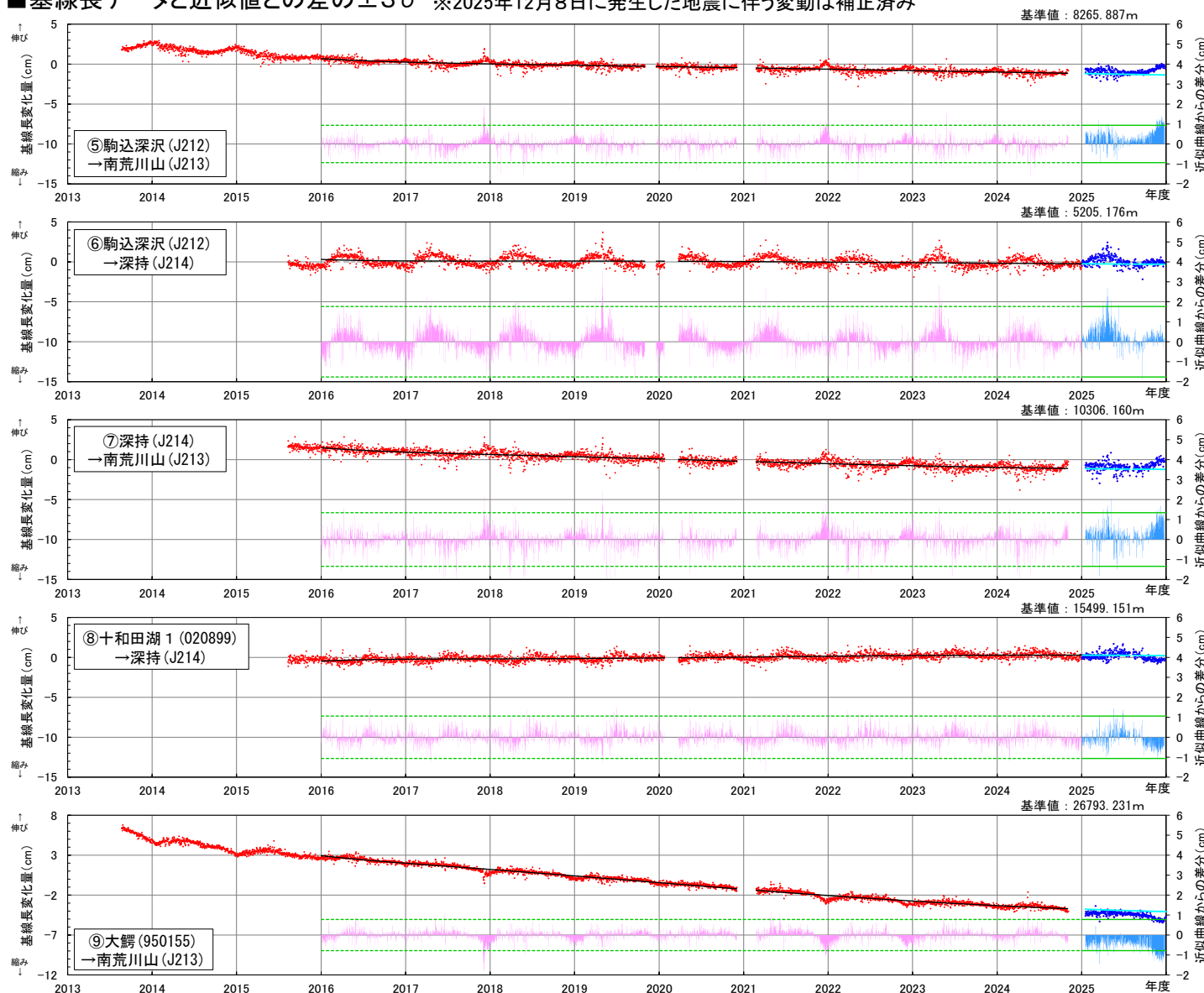
「平常からの変化」の判断基準：
余効変動の近似値と日々のデータの差におけるバラつき $\pm 3\sigma$ を
3基線以上同時に7日間連続超過



127

4.2 八甲田山(地殻変動: 基線長近似値との差の $\pm 3\sigma$) 【基線⑤～⑨, 2011年以降】

■ 基線長データと近似値との差の $\pm 3\sigma$ ※2025年12月8日に発生した地震に伴う変動は補正済み



【基線長データに関する知見】

- 各基線には東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が認められる。
- 2013年～2014年に十和田・八甲田山で火山活動の一時的な活発化がみられた。また、Fujiwara et al. (2022)によれば、2015年に発生した日本海溝沿いの地震の前後で、東北地方の地殻変動に変化があった。

【基線長データの管理基準】

- 2011年3月12日～2012年末と、2016年4月～評価対象の前年度末までの基線長変化量それぞれについて、Fujiwara et al. (2022)に示された2つのモデルを基に近似式を求める。
- 2016年4月～評価対象年度の前年度末(2025年3月)を対象に、日々の実際の基線長変化量と上記近似式より求めた近似値の差のばらつきから $\pm 3\sigma$ を算出。
- 上記近似式を評価対象年度に延長し、これを中心とする上記 $\pm 3\sigma$ 幅を管理基準に設定する。

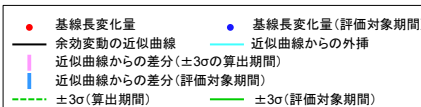
【使用したデータ】 (p9参照)

⑤⑥⑦⑧⑨: 各RINEXデータを使用した統合解析結果

【データ期間】

⑤⑨: 2013/11/20～2026/03/31JST, ⑥⑦⑧: 2015/11/09～2026/03/31JST

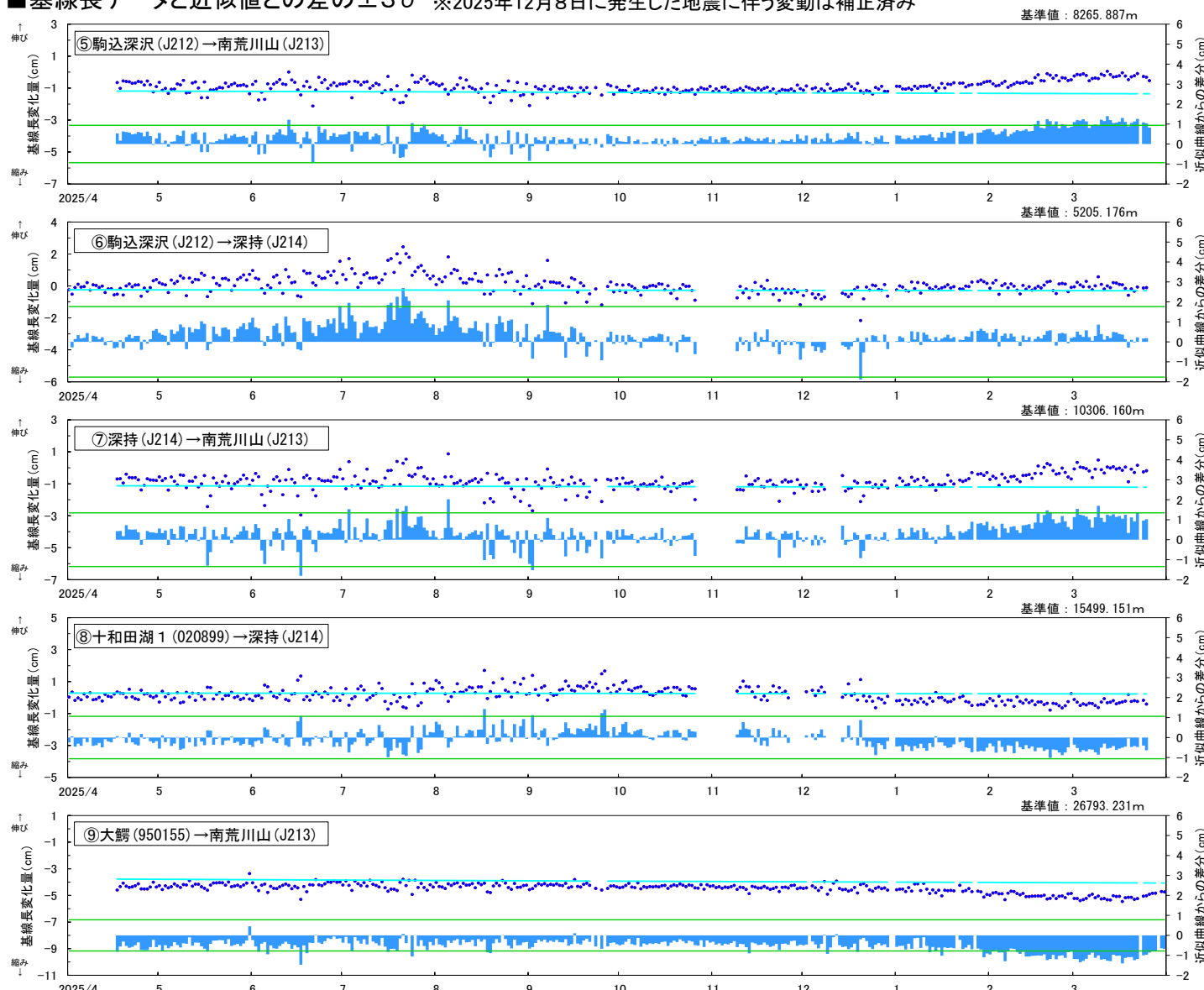
※空白部分はデータ欠測



4.2 八甲田山(地殻変動: 基線長の判断基準) 【基線⑤～⑨, 2025年度】



■ 基線長データと近似値との差の $\pm 3\sigma$ ※2025年12月8日に発生した地震に伴う変動は補正済み



判断基準の超過なし

「平常からの変化」の判断基準:
余効変動の近似値と日々のデータ
の差におけるバラつき $\pm 3\sigma$ を
3基線以上同時に7日間連続超過

特記事項

冬季において、近似結果(外挿)と観測値の間にずれが生じている。これは、2024年度末からのデータ欠測や、2025年度における積雪、青森県東方沖で発生した地震の余効変動等が影響している可能性が考えられるため、管理基準の再検討も含めて、引き続き傾向を注視する。

- 基線長変化量(評価対象期間)
- 近似曲線からの外挿
- 近似曲線からの差分(評価対象期間)
- $\pm 3\sigma$ (評価対象期間)

管理基準幅: 2016年4月～評価対象年度の前年度末(2025年3月)の基線長データと近似値との差の $\pm 3\sigma$ (幅の中心は前年の基線長変化(余効変動)の近似式の延長)

補足. 評価対象期間中に八甲田山で発生した管理基準の逸脱

➤ 今期間中に発生した管理基準の逸脱状況を以下に整理する。

	月	① 青森A-黒石	② 野辺地-黒石	③ 大鰐-黒石	④ 青森A-駒込深沢	⑤ 駒込深沢-南荒川山	⑥ 駒込深沢-深持	⑦ 深持-南荒川山	⑧ 十和田湖1-深持	⑨ 大鰐-南荒川山
		各月において逸脱が発生した日（赤字：7日間以上連続。4月～12月：2025年、1月～3月：2026年）								
比高	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	6	—	—	—	—	—	6/11, 15～16, 18～21	—	—	6/28
	7	—	—	—	—	—	7/28～29	—	7/29	—
	8	—	8/1～6, 12	—	—	—	—	—	—	—
	9	—	9/12～18 (連続7日間)	—	—	—	—	—	—	—
	10	—	10/6～7	—	—	—	—	—	—	—
	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	12	—	—	—	12/20～21	12/18～21	—	—	—	—
	1	1/3, 6, 25～29	1/4～9, 25～29	—	1/26～29 (27は欠測)	—	—	—	—	—
	2	—	—	2/26～28	—	—	—	—	—	—
	3	3/6, 11～16, 20～24	3/19～24, 29	3/1～3, 19～24	—	—	—	—	—	—
基線長	4	—	—	—	—	—	—	—	—	4/17
	5	—	—	—	—	—	—	—	—	5/17
	6	—	—	—	—	6/13	6/30	6/17	6/17	6/3, 6, 17, 19
	7	—	—	—	7/19, 21, 24	7/16, 24, 28	7/3, 16～17, 19, 21～23	7/3, 19, 21～22	—	7/16, 24
	8	—	—	—	—	—	8/5	8/5	8/17	8/18～19
	9	—	—	—	—	—	9/7	9/2	9/2, 25～26	—
	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	11	—	11/18	—	—	—	—	—	—	11/13
	12	—	12/8	12/15	—	—	12/20	—	—	12/9, 19
	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1/12, 14, 16, 30～31
	2	2/9	—	—	—	2/16～17, 20～23, 25～26	—	2/20～21	—	2/1～2, 4～7, 10～28 (3月へ続く)
	3	—	—	—	—	3/1～5, 7～18 (連続12日間), 20～25 (23日は欠測)	—	3/2, 9, 22	—	3/1～26 (23日は欠測, 連続44日間)

4.2 八甲田山(地殻変動:基線長に関する公的機関の発表情報) 【2025年度】

火山活動解説資料(令和7年4月～令和8年3月, 2025年報)

八甲田山の活動概要

地殻変動の状況: 火山活動によって考えられる変化は認められない。

期間を通して、噴火の兆候は認められず、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。

参考図表(一部抜粋・加筆)

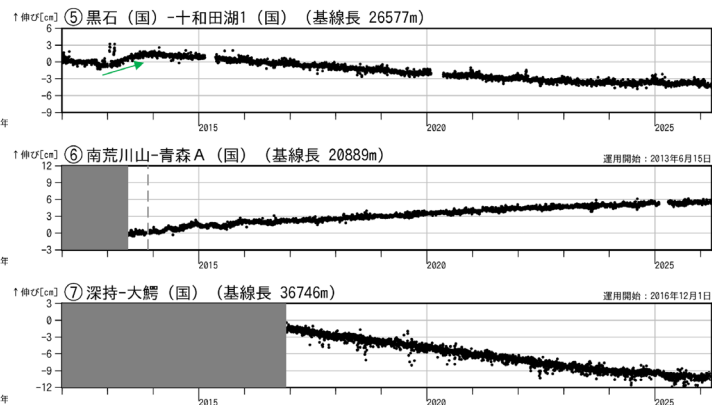
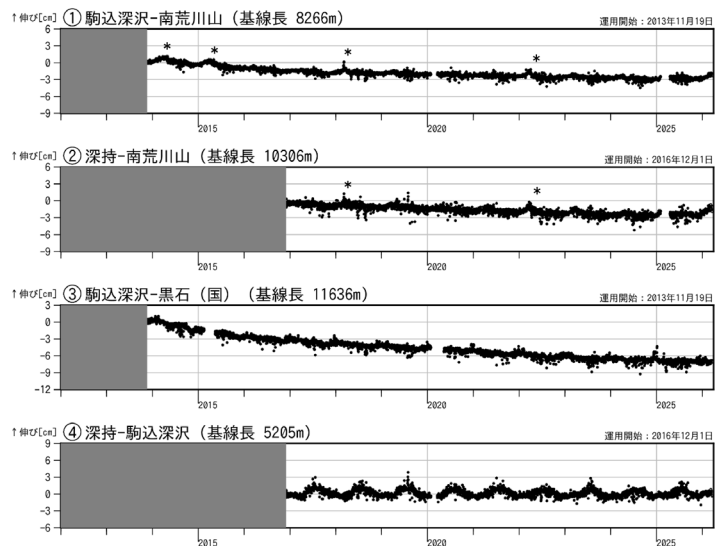


図3 八甲田山 GNSS 基線長変化図(2012年1月～2026年3月)

- ・①～⑦は図5のGNSS基線①～⑦に対応しています。・空白部分は欠測を示します。
- ・(国)は国土地理院の観測点を示します。
- ・⑥2013年11月に南荒川山観測点の機器更新及び移設、解析方法の変更を行いました(破線)。
- ・2025年12月8日の青森県東方沖の地震発生の際に生じたステップ状の変化を補正していますが、引き続き一部の基線ではこの地震に伴うと考えられる変動が含まれています。
- ・*: 南荒川山観測点における積雪等の影響による変化とみられ、火山活動に起因するものではないと考えられます。

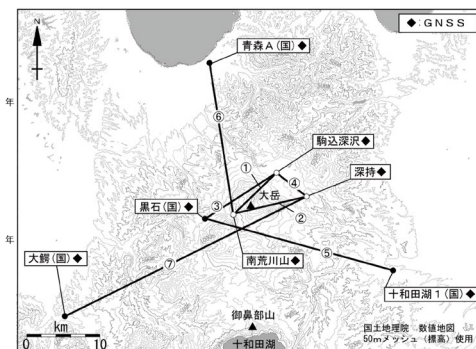


図5 八甲田山 GNSS 観測基線図

白丸(○)は気象庁、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

(火山活動解説資料: 令和8年3月)

2013年の地震活動活発化の際に、山体のわずかな膨張を示す変化(緑矢印)が観測されたが、現在火山活動によって考えられる変化は認められない。

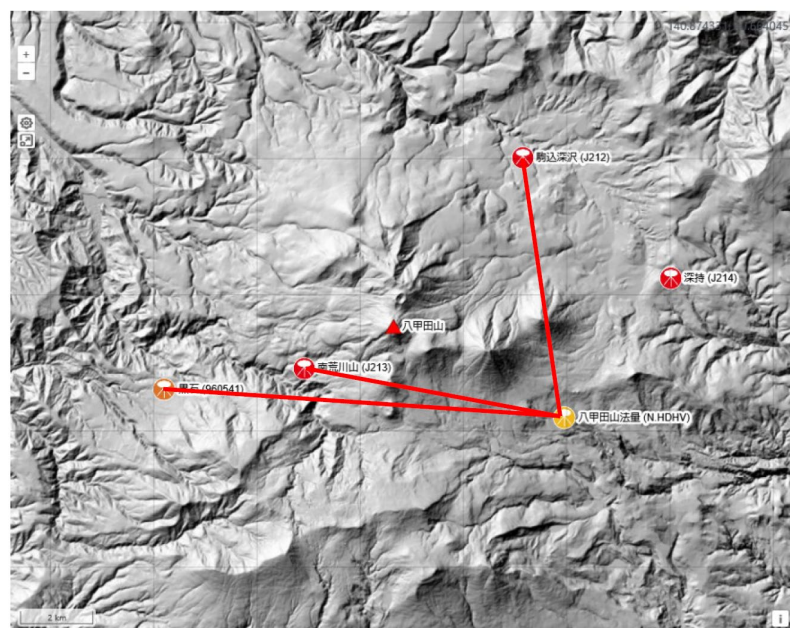
4.2 八甲田山(地殻変動:基線長に関する公的機関の発表情報) 【2025年度】

火山調査研究推進本部 第7回 火山調査委員会(2025年10月10日)

八甲田山の活動概要(火山調査研究推進本部, 2025a)

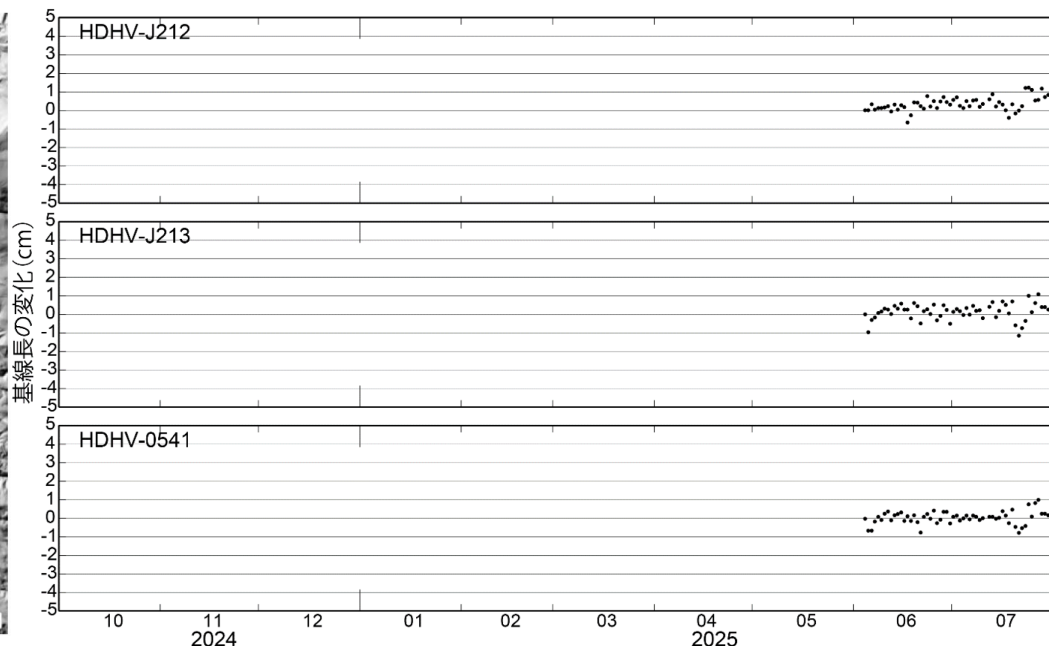
火山性地震は少なく, 火山活動によるとみられる地殻変動は観測されていない。火山活動は静穏に経過している。

参考図表(一部抜粋・加筆)



GNSS 観測点基線図

黄色:防災科研, 赤:気象庁, オレンジ:国土地理院の観測点



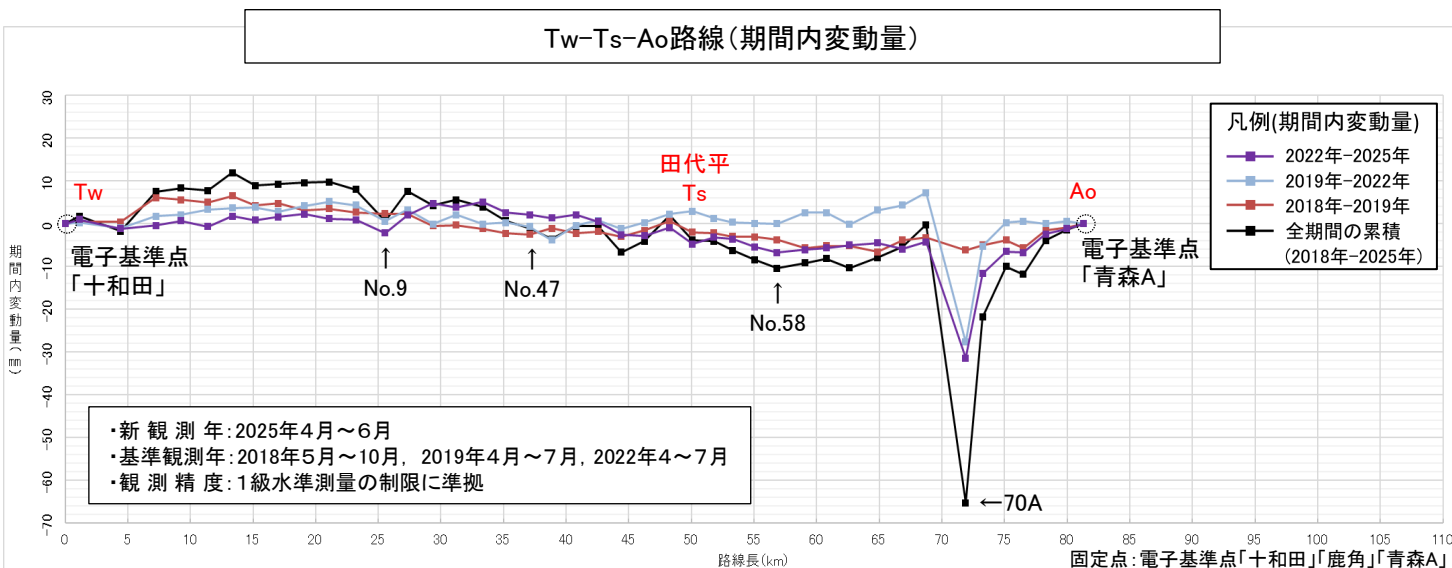
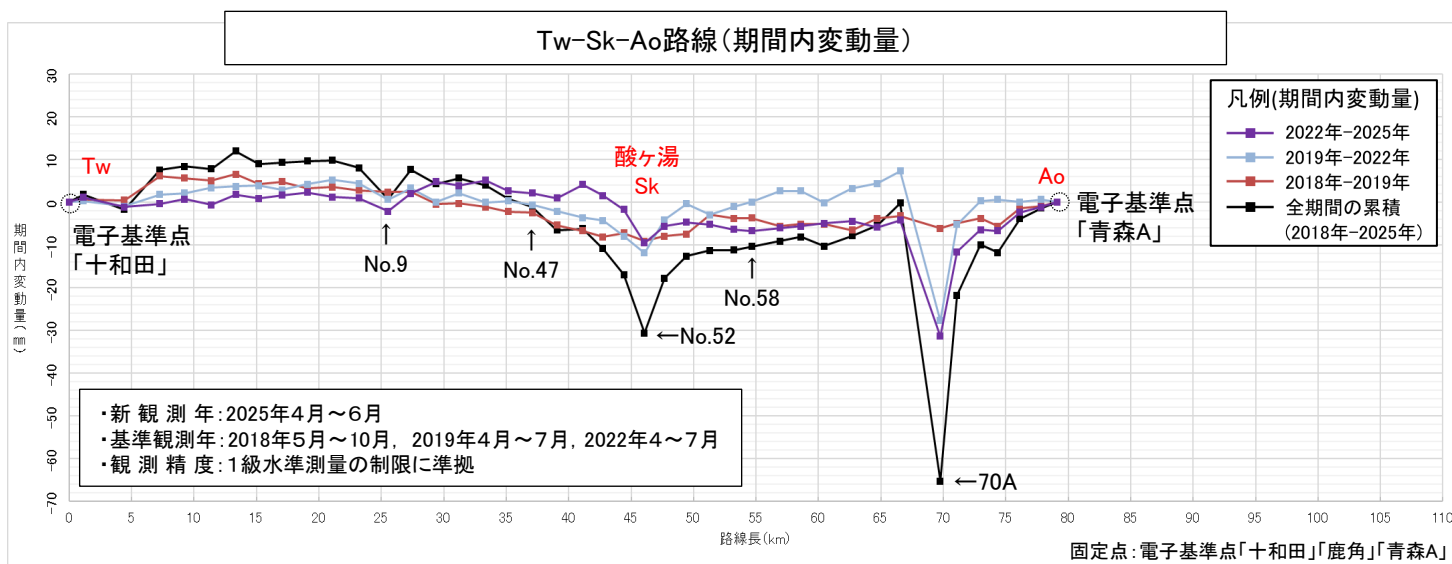
観測開始からのGNSS 観測点間の基線長変化(防災科学技術研究所)

1 か所に観測点を設置して火山観測を開始した。

(火山調査研究推進本部, 2025b)

余白

4.2 八甲田山(地殻変動:水準測量)【2018年～2025年】

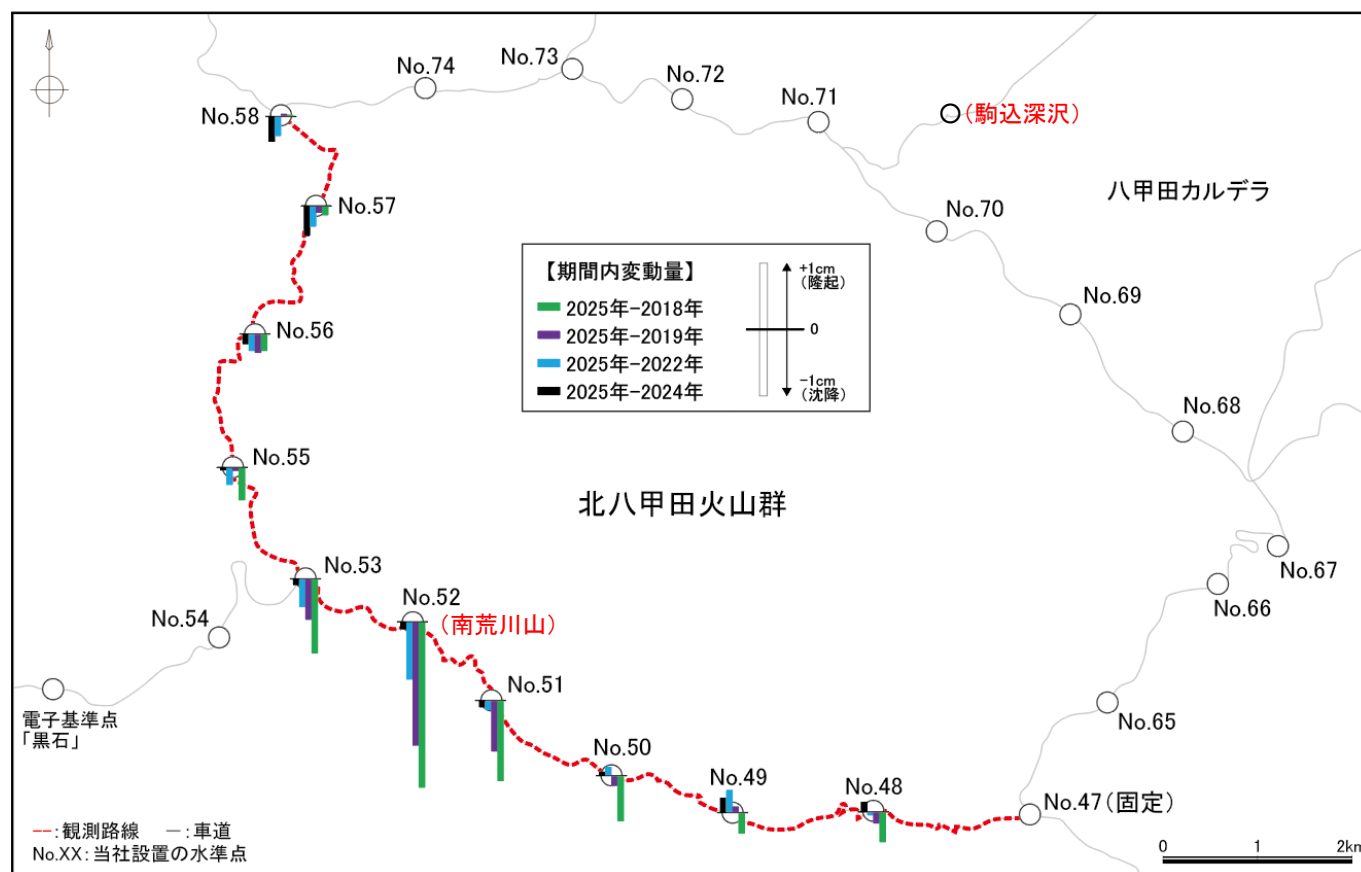


特記事項

酸ヶ湯周辺や青森市街において沈降する傾向が認められるが八甲田山を中心とした、顕著な地殻変動の傾向は認められない。

4.2 八甲田山(地殻変動:水準測量)【2025年】

- これまで実施してきた水準測量により観測されてきた、酸ヶ湯周辺を中心とした沈降について、2025年度に実施した水準測量の結果からも、数mm/年の変位速度で沈降が継続していることが確認された。また、酸ヶ湯周辺に位置する気象庁GNSS観測点「南荒川山」でも概ね整合した沈降が観測された。
- 酸ヶ湯周辺が沈降傾向にある要因として、酸ヶ湯温泉をはじめとした多数の温泉施設や、最新噴火が発生した地獄沼等が存在していることから、それらが影響している可能性も考えられる。今後も引き続き酸ヶ湯周辺を含めた水準測量を実施し、データ収集・検討を継続していく。



八甲田山で実施した水準測量に基づく変動量分布

注: 2024年度の水準測量は八甲田山の酸ヶ湯周辺のみを対象に実施している

期間	沈降速度	
	GNSS (南荒川山)	水準測量 (No.52)
2025年-2018年	5.9mm/年※ 4.4mm/年※	3.5mm/年
2025年-2019年	4.7mm/年※ 3.6mm/年※	3.1mm/年
2025年-2022年	4.3mm/年※ 2.5mm/年※	2.9mm/年
2025年-2024年	5.6mm/年※ 6.7mm/年※	1.9mm/年

※上段: 青森A(青森市街地)からみた南荒川山の沈降速度
下段: 駒込深沢からみた南荒川山の沈降速度

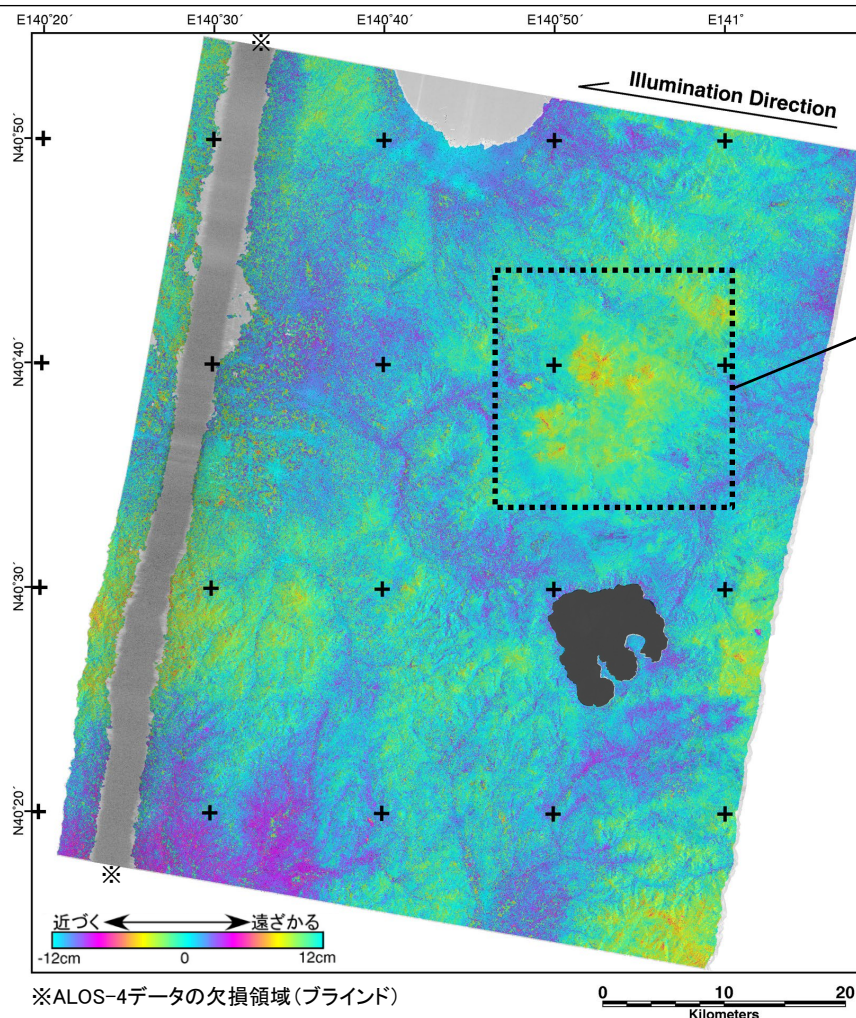
- ・水準測量により沈降が確認された水準点No.52のごく近傍に位置する、気象庁GNSS観測点「南荒川山」での沈降速度を算出した。
- ・水準測量の実施日で15日間の平均をとり、各期間内変動量を求めてから、1年あたりの速度を算出した。
- ・駒込深沢からみた南荒川山における沈降速度と水準測量による沈降速度は比較的一致しているが、今後継続実施する水準測量を踏まえて引き続き確認していく。
- ・なお、2024年度は秋季に水準測量を実施(それ以外は春季)している。GNSSデータの抽出時期もこれに合わせているため、2024年のGNSSデータは季節変動の影響を受けている可能性がある。

4.2 八甲田山(地殻変動:干渉SAR解析)【2024年8月～2025年8月】

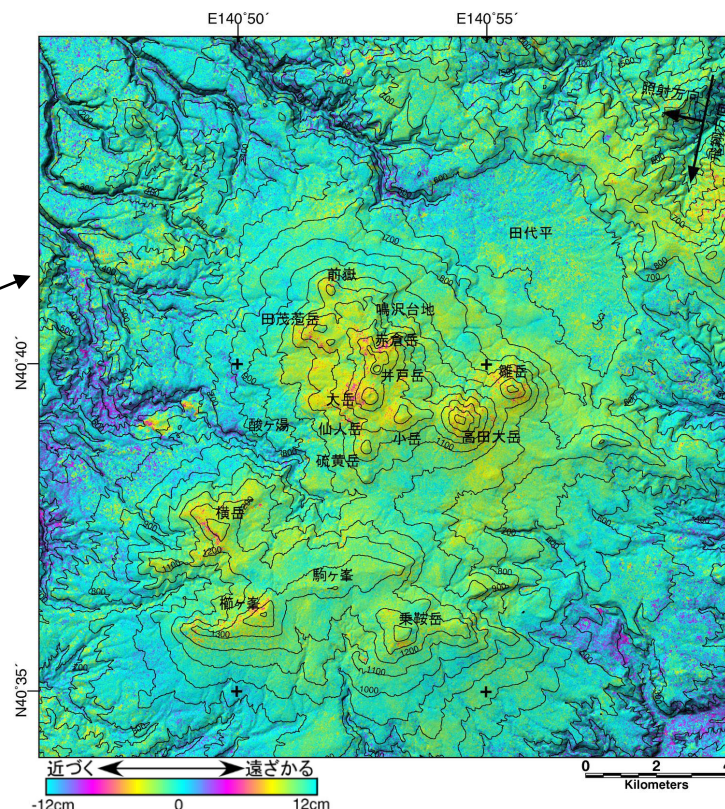
解析に用いたデータ

・だいち2号(ALOS-2), だいち4号(ALOS-4):Lバンド合成開口レーダ
観測日:2024年8月29日(ALOS-2), 2025年8月22日(ALOS-4)

・観測モード:SM1(3m/pix)
・オフナディア角:35.4
・進行方向:南降軌道, 照射方向:右視



差分干渉処理結果



特記事項

干渉性が良好に保たれる短期(約1年間)のペアとして2024年8月29日と2025年8月22日の観測データを選定し干渉SAR解析を行った。その結果, 水蒸気遅延成分が認められるものの, 八甲田山を中心とした顕著な変動は認められない。

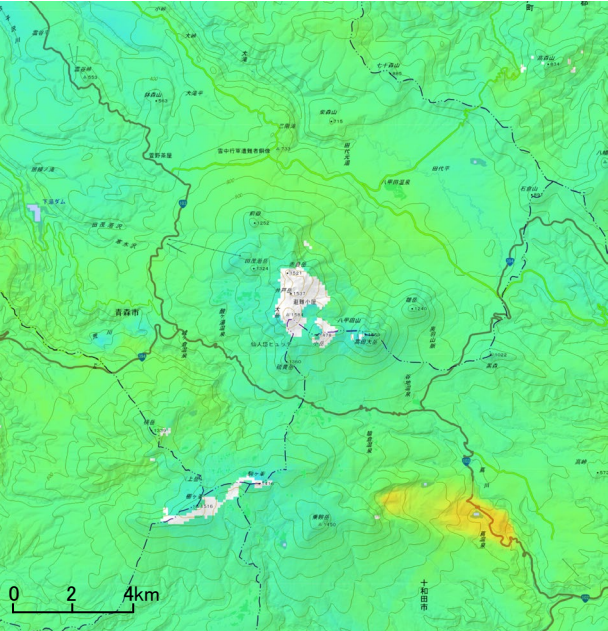
4.2 八甲田山(地殻変動:干渉SAR解析) 【公的機関の発表情報:国土地理院】



国土地理院による干渉SAR解析(地理院地図)

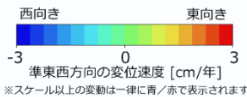
参考図表(一部抜粋・加筆)

変位速度(準東西方向)

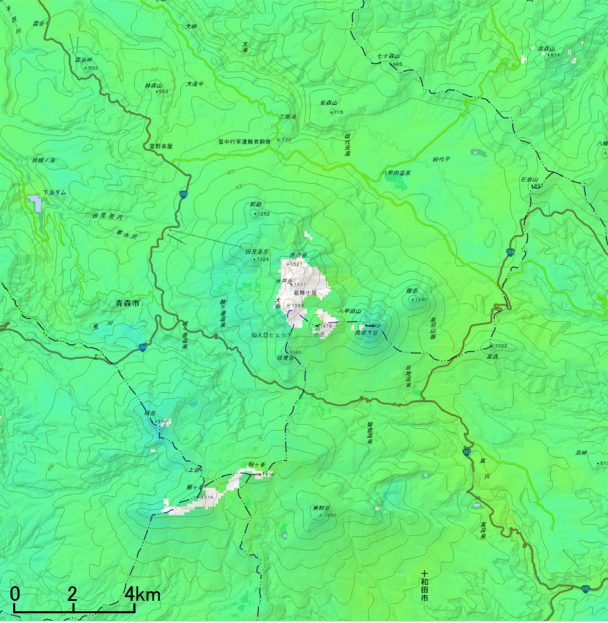


SAR衛星	だいち2号 だいち4号	
変動方向	準東西方向	
	(1)	(2)
観測期間	2014年08月04日 ～2025年11月22日	2014年08月08日 ～2025年11月23日
観測時間	11:12-12:48	22:51-00:51頃
衛星進行方向	南行(D)	北行(A)
電波照射方向	右(R)	
電波照射方位	西(W)	東(E)
観測モード	U	
入射角	30.90-43.10°	31.10-43.30°
データ数	23-64(全3775)	14-54(全3114)
ルック数	16look(一部8look)	
ピクセルサイズ	90m	
垂直基線長の上 限	200m	
観測間隔の上 限	730日	1095日
対流圏補正	有り	
電離層補正	有り(離島を除く)	
GNSS補正	有り(離島を除く)	
冬季データ	(北海道・東北) 含まない (関東以南) 含 む	

解析:国土地理院 原初データ所有:JAXA

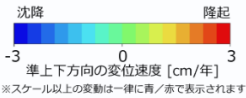


変位速度(準上下方向)



SAR衛星	だいち2号 だいち4号	
変動方向	準上下方向	
	(1)	(2)
観測期間	2014年08月04日 ～2025年11月22日	2014年08月08日 ～2025年11月23日
観測時間	11:12-12:48頃	22:51-00:51頃
衛星進行方向	南行(D)	北行(A)
電波照射方向	右(R)	
電波照射方位	西(W)	東(E)
観測モード	U	
入射角	30.90-43.10°	31.10-43.30°
データ数	23-64(全3775)	14-54(全3114)
ルック数	16look(一部8look)	
ピクセルサイズ	90m	
垂直基線長の上 限	200m	
観測間隔の上 限	730日	1095日
対流圏補正	有り	
電離層補正	有り(離島を除く)	
GNSS補正	有り(離島を除く)	
冬季データ	(北海道・東北) 含まない (関東以南) 含 む	

解析:国土地理院 原初データ所有:JAXA



特記事項

ノイズレベルを超える位相変化は
認められない。

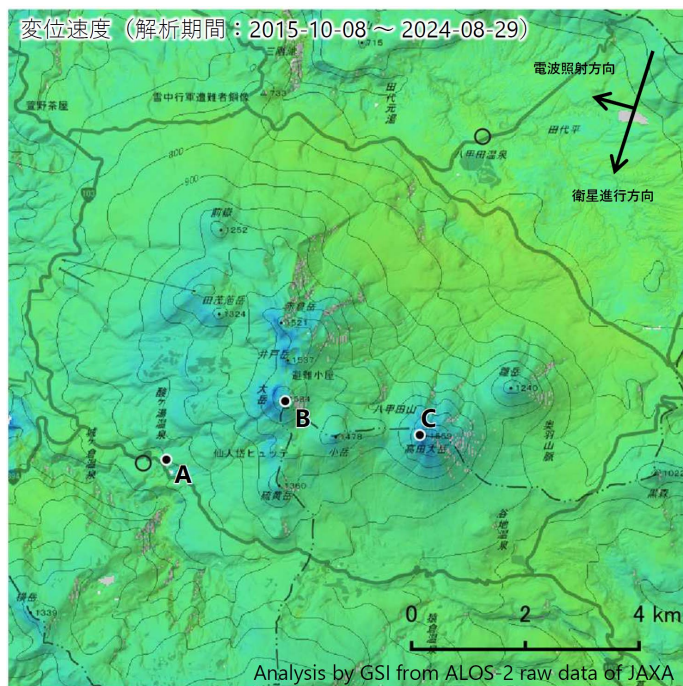
4.2 八甲田山(地殻変動:干渉SAR解析)

【公的機関の発表情報:火山調査研究推進本部】

火山調査研究推進本部 第7回 火山調査委員会(2025年10月10日)

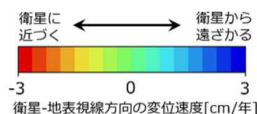
参考図表(一部抜粋・加筆)

国土地理院による
干渉SAR時系列解析結果
(2015年10月8日～2024年8月29日)

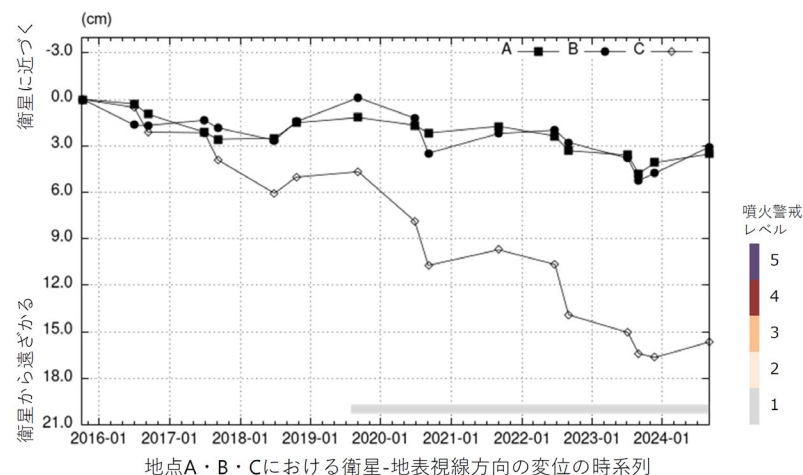


衛星名	だいち 2 号
観測期間	2015-10-08 ～ 2024-08-29
入射角	39.1°
データ数	17
干渉ペア数	25
空間分解能	約 30 m

○ 国土地理院以外のGNSS観測点
参照点:
電子基準点「黒石」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



高田大岳西側の地点C周辺に、衛星から遠ざかる
変動が見られるが、解析上の誤差の可能性がある。

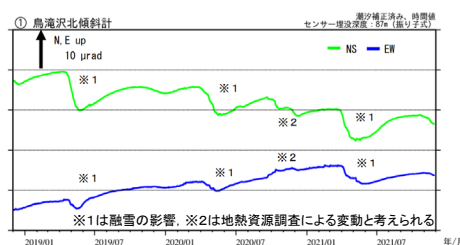
(火山調査研究推進本部, 2025b)

特記事項

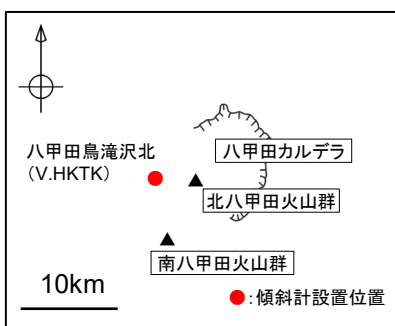
解析上の誤差の可能性があるとされる位相変化を除き、ノイズレベルを超える位相変化は認められない。

4.2 八甲田山(地殻変動:傾斜計)【2025年】

- 防災科学技術研究所によるJapan Volcanological Data Network(JVDN)より、気象庁が設置した傾斜計の観測データをダウンロード・整理した。
- 八甲田山を中心とした膨張性の地殻変動が発生した場合には、八甲田鳥滝沢北の傾斜計において概ね東上がりの傾斜変動が検出されることが想定されるが、2025年度においては、火山活動によると考えられる顕著な傾斜変動は認められない。
- 例年春季(4月頃)にみられている変動は、融雪の影響を受けていると考えられる。また、2025年12月8日と9日の観測データ間に変動が認められるが、12月8日に青森県東方沖で発生した地震に伴う変動と考えられる。なお、気象庁の火山活動解説資料等では、八甲田山の傾斜計観測データ変化については特段の報告はなされていない。

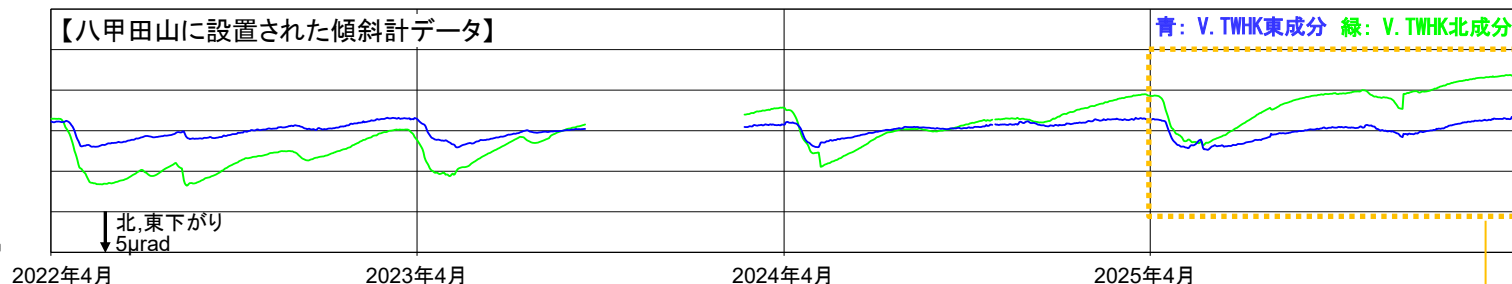


(参考)八甲田山の傾斜変動(気象庁(2021):
第149回火山噴火予知連絡会資料)
データ:2018/12~2021/11/30
→火山活動によると考えられる
傾斜変動は認められないとされる

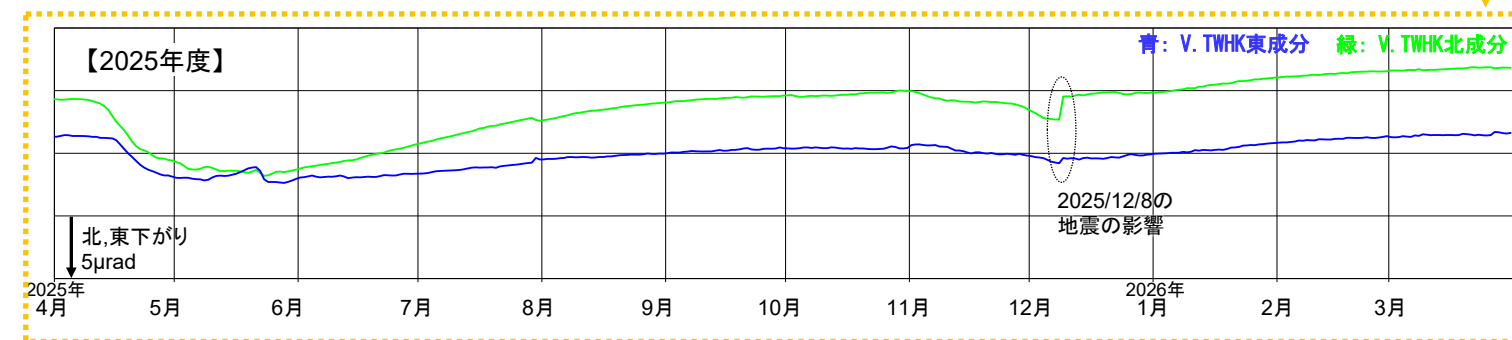


—使用した気象庁傾斜計データ—
・防災科学技術研究所HPより取得 (p9参照)
・用いた気象庁の観測点:八甲田鳥滝沢北 (V.HKTK) 1日値 (リサンプリング)
・データの期間:2022/04/01~2026/03/31 JST

【八甲田山に設置された傾斜計データ】



【2025年度】



【アメダス酸ヶ湯で観測された降水量】



4.2 八甲田山(地殻変動:まとめ)【2025年度】

〔GNSS観測データ〕

- ・比高では、2011年東北地方太平洋沖地震後、電子基準点「黒石」を中心に沈降した後、2013年には隆起に転じた。2014年以降は、緩やかな沈降が続いていたが、緩和しつつある。
 - ・基線長では、2011年東北地方太平洋沖地震時の変動とその後の余効変動に伴い、「黒石」と「青森A」との間では伸びが発生・継続している。また、電子基準点「黒石」と「野辺地」・「大鰐」との間では地震時の変動と余効変動で縮みが認められたが、2013年2月以降、「黒石」と「野辺地」との間で伸びに転じた。2013年11月頃以降は、余効変動による縮みが継続している。
 - ・2013年以降、周辺の観測点に対し、八甲田山付近の各観測点(特に「南荒川山」)が沈降する傾向が継続する。基線長では、2011年東北地方太平洋沖地震後の余効変動に伴い、「青森A」→「駒込深沢」との間では伸び、一方、「駒込深沢」→「深持」の基線、並びに「深持」及び「大鰐」→「南荒川山」の基線間は縮みの傾向が継続しているが、徐々に変化量は減少している。「駒込深沢」及び「十和田湖1」→「深持」については停滞する傾向にある。
 - ・2025年12月8日の青森県東方沖で発生した地震により、基線長に変位が見られた。
 - ・当社が設定した判断基準の超過は今期間で発生していない。
- ⇒八甲田山を中心とした地域では、系統的な変位の累積及び急激な変位は認められず、基線長変化では、余効変動を超える継続的な変位の累積は認められない。

〔水準測量データ〕

- ・2018年、2019年、2022年、2024年及び2025年に実施した水準測量の結果からは、八甲田山を中心とした顕著な地殻変動の傾向は認められない。

〔干渉SAR解析〕

- ・2024年8月29日と2025年8月22日の観測データを用いて当社が実施した干渉SAR解析結果及び国土地理院が実施した解析結果からは、八甲田山を中心とした顕著な変動は認められない。

〔傾斜計データ〕

- ・2025年4月～2026年3月の傾斜計データからは、火山活動によると考えられる顕著な傾斜変動は認められない。



- ・既往の傾向と比較して、急激な変化や、既往の地殻変動と異なる場所での地殻変動の出現は認められない。
- ・傾斜計による地盤変動の急激な傾向の変化は認められない。

〔火山専門家からの助言〕

- ・電子基準点「野辺地」と「黒石」の比高について、相対的な「黒石」の隆起傾向が2025年度で認められる。「黒石」を用いた他の基線では特に変化は見えないため、「野辺地」における局所的な変化である可能性が考えられる。
- ・気象庁のGNSS観測点「南荒川山」を用いた基線長変化量において、2025年度の冬季に変化が生じているように見える。2025年12月の地震ともタイミングがずれており、現時点では要因は不明であるが注視が必要である。

〔助言を踏まえた当社評価〕

- ・電子基準点「野辺地」の周囲の電子基準点との比高を確認した結果、「野辺地」の局所的な変化が認められたため、八甲田山を中心とした顕著な地殻変動は認められないとする評価結果に変更はない。
- ・気象庁GNSS観測点「南荒川山」における冬季の変化について、例年冬季に同じ傾向の変化が確認でき、2026年4月のデータも確認した結果、変化の傾向が戻っているため、積雪が影響している可能性も考えられる。引き続き観測データを注視するが、既往の傾向と比較して、急激な変化や、既往の地殻変動と異なる場所での地殻変動の出現は認められないとする評価結果に変更はない。

余白

4.3 八甲田山(火山ガス, 熱活動, 噴出場所, 噴出物, 噴火様式)

【公的機関の発表情報:まとめ】



	公的機関による観測資料	概 要
2025年度 の活動	地震・火山月報(防災編) (2025年4月～2026年3月)	噴火予報(噴火警戒レベル1, 活火山であることに留意) 火山活動に特段の変化はなく, 静穏に経過しており, 噴火の兆候は認められない。 →火山ガス, 熱活動, 噴出場所, 噴出物, 噴火様式に関する具体的な記載・報告はない
	火山調査研究推進本部 (第7回 火山調査委員会) 111の活火山の現状の評価	最近約6,000年間に北八甲田火山群で少なくとも8回の噴火活動があり, 水蒸気噴火やブルカノ式噴火が発生した。そのうち, 約3,100年より前の3回が大岳山頂部からのブルカノ式を中心とした噴火, 約2,000年前と約1,500年前の2回が大岳からの水蒸気噴火, 最新の13世紀から17世紀にかけての3回は大岳南西麓の地獄沼での水蒸気噴火である。火山性地震は少なく, 火山活動によるとみられる地殻変動は観測されていない。火山活動は静穏に経過している。 →火山ガス, 熱活動, 噴出場所, 噴出物, 噴火様式に関する具体的な記載・報告はない
	火山活動解説資料 (2025年4月～2026年3月)	大川原監視カメラ及び地獄沼監視カメラによる観測では, 噴気は認められなかった。2025年10月9日に青森県の協力により実施した上空からの観測では, これまでの観測と比較して, 地獄沼周辺, 酸ヶ湯沢上流の噴気や地表面の状況に特段の変化は認められなかった。 火山活動に特段の変化はなく, 静穏に経過しており, 噴火の兆候は認められない。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。
	地殻変動観測の概況	(八甲田山に関する記載なし)



- ・既往の火山ガス放出場所の拡大または消滅, 放出場所の出現は認められない。
- ・火山ガスの放出量に急激な変化は認められない。
- ・静穏に経過しており, 噴火は発生していない。

特記事項

- ・噴火なし
- ・警戒情報なし
- ・噴火警戒レベル1, 活火山であることに留意

4.3 八甲田山(火山ガス, 熱活動, 噴出場所, 噴出物, 噴火様式) 【公的機関の発表情報】

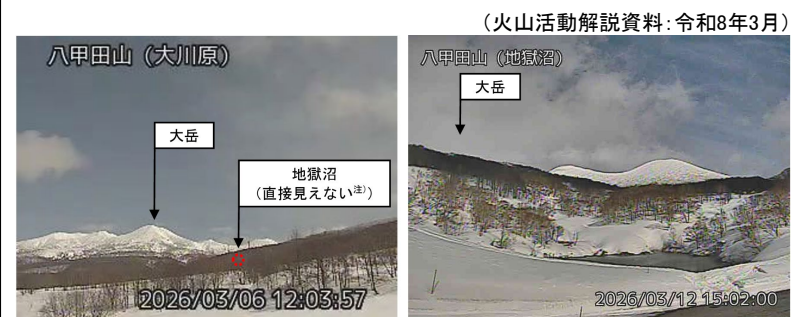
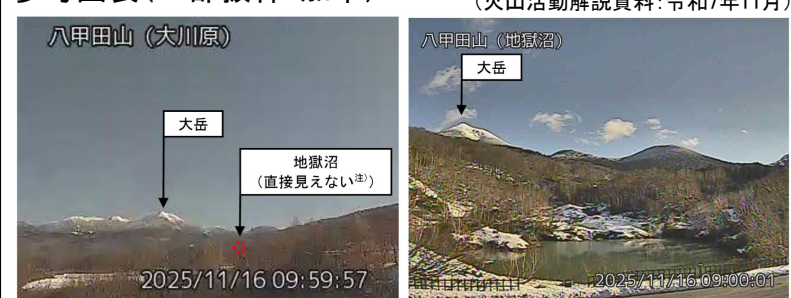


火山活動解説資料(令和7年4月～令和8年3月, 2025年報)

八甲田山の活動概要

火山活動に特段の変化はなく, 静穏に経過しており, 噴火の兆候は認められない。
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。

参考図表(一部抜粋・加筆)



八甲田山における山頂部及び地獄沼周辺の状況

(2025年11月16日及び2026年3月6, 12日撮影)

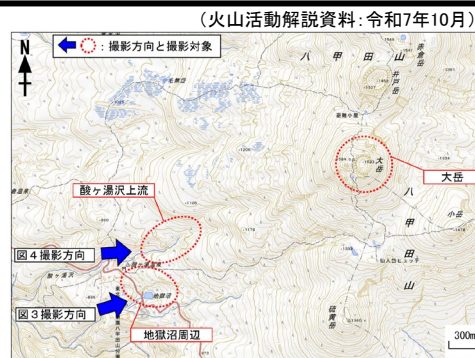
左図: 大川原監視カメラ(大岳の西南西約6km)の映像

右図: 地獄沼監視カメラ(地獄沼の西約100m)の映像

注) 地獄沼から噴気が噴出した場合, 大川原監視カメラでは高さ100m以上のときに観測される。

赤破線は地獄沼の位置を示す。

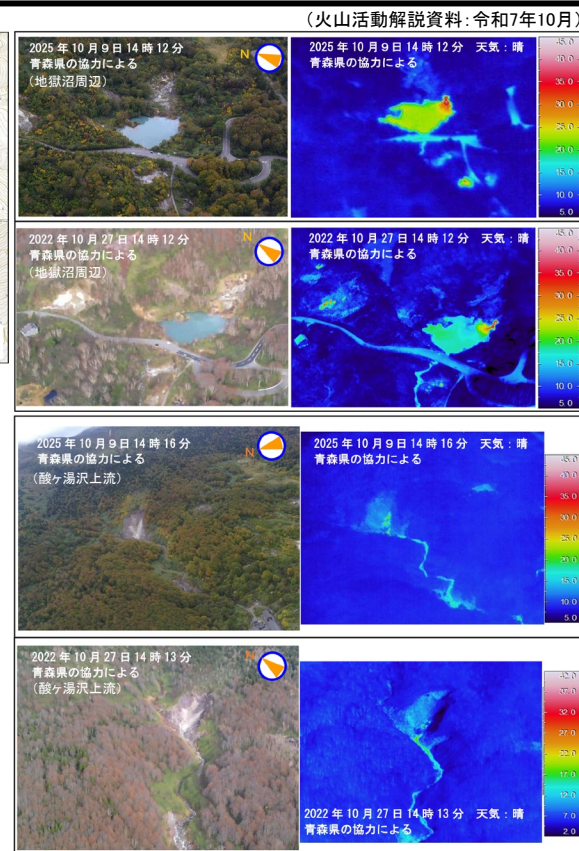
大川原監視カメラ及び地獄沼監視カメラによる観測では, 噴気は認められなかった。



八甲田山における写真・地表面温度分布の 撮影方向と撮影対象

- ・酸ヶ湯沢上流では, 過去の現地調査で高濃度の火山ガスが観測されている。
- ・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。

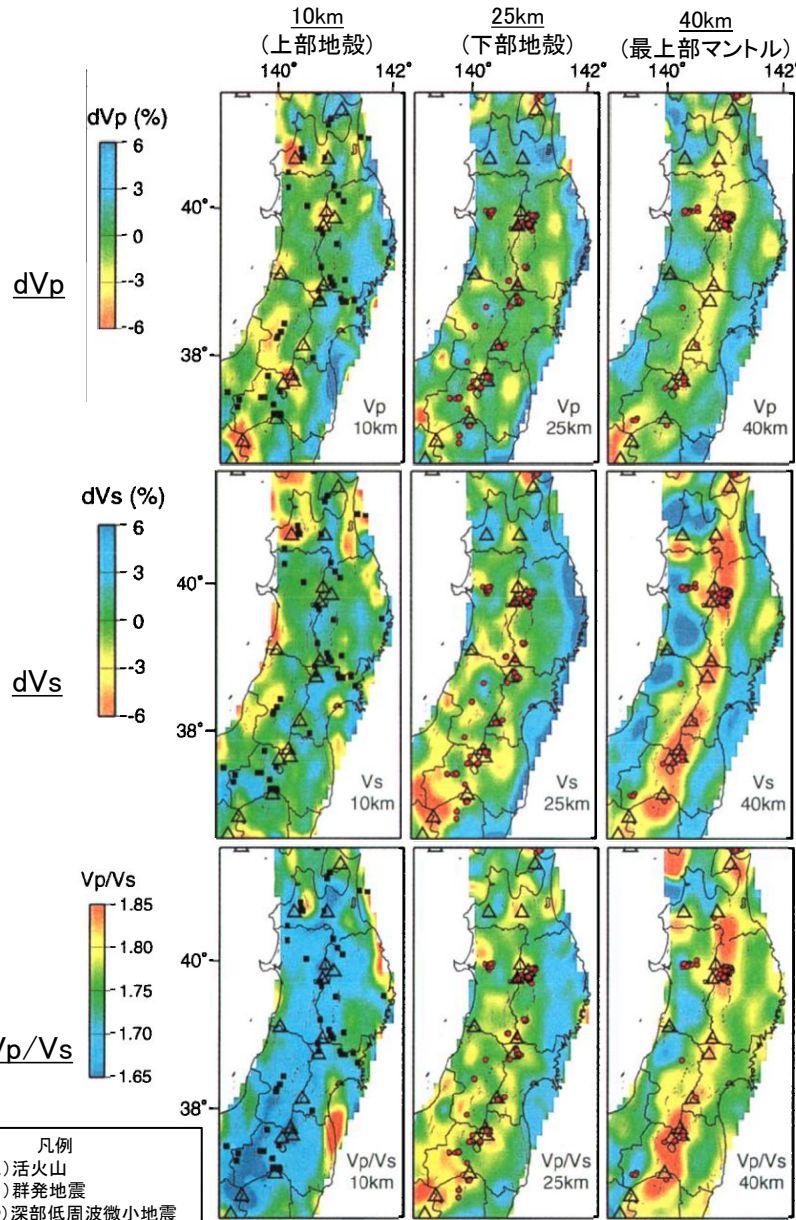
地獄沼やその北西の地熱域, 並びに酸ヶ湯沢上流の地熱域では, 2022年の観測と比べて地熱域等の状況に特段の変化は認められなかった。



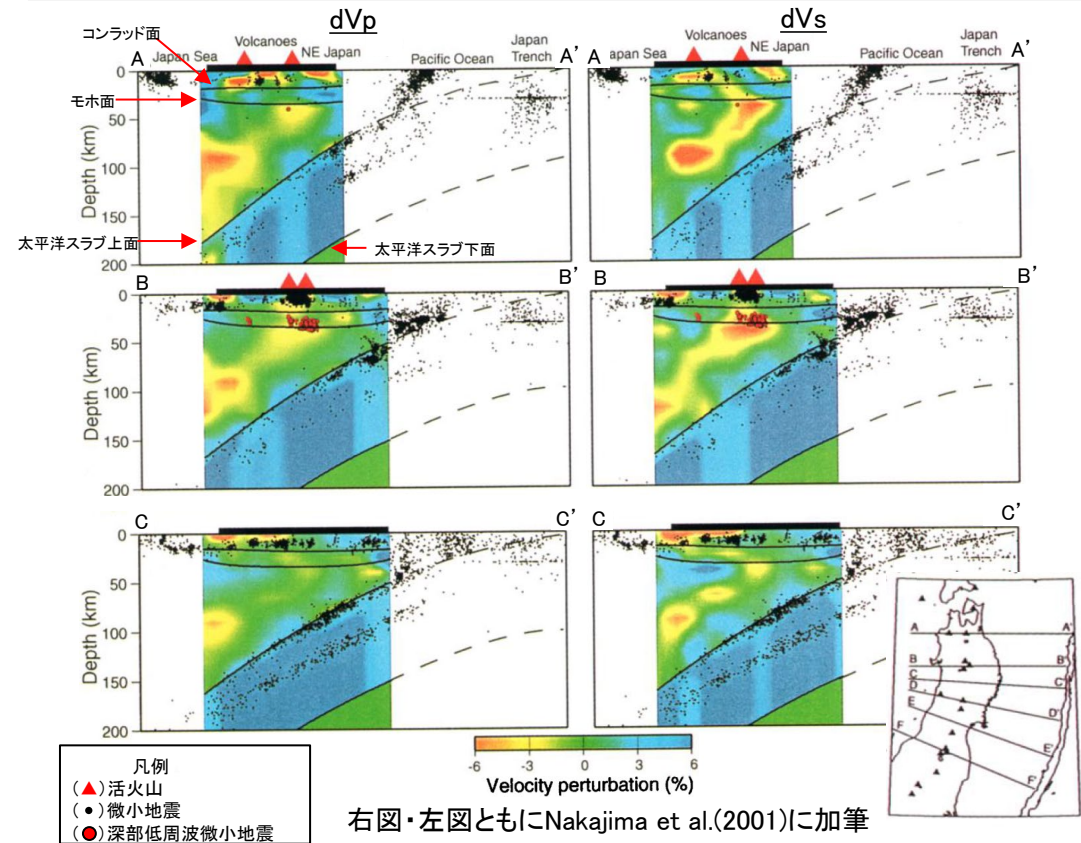
上空から撮影した地獄沼周辺・酸ヶ湯沢上流の状況と地表面温度分布

4.4 八甲田山(地下構造)

【地震波速度構造①:Nakajima et al.(2001)】



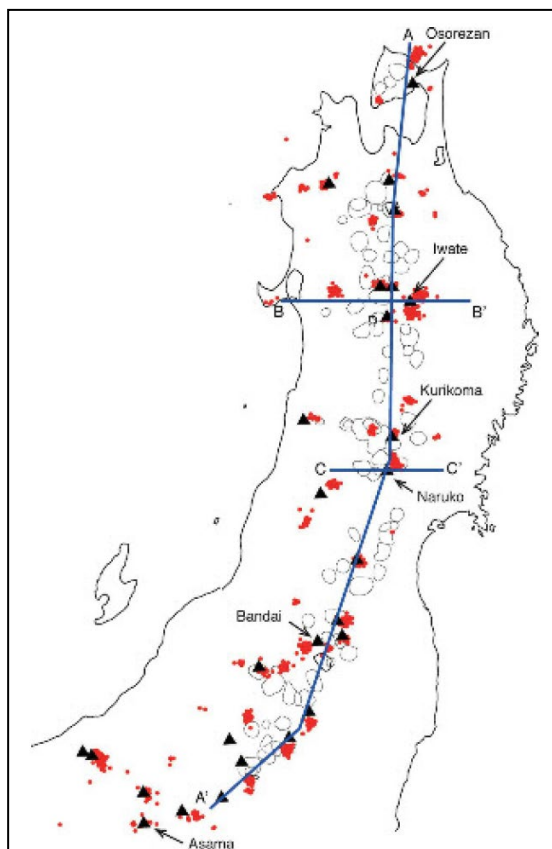
- Nakajima et al.(2001)によると、火山フロントに沿った最上部マントルの低Vp、低Vs及び高Vp/Vsは、大量のメルトの存在を示唆するとしている。また、火山フロントに沿った下部地殻のうち活火山の直下の低Vp、低Vs及び高Vp/Vsは、メルトの存在を示唆するとしている。加えて、火山フロントに沿った上部地殻のうち活火山の直下の低Vp、低Vs及び低Vp/Vsは、水の存在を示唆するとしている。
- また、Nakajima et al.(2001)によると、活火山を通る測線であるAA'断面及びBB'断面は、P波、S波ともに沈み込む太平洋スラブとほぼ平行に低速度域が背弧側の深い領域から地殻まで連続的に分布していることが確認できるとし、活火山を通らない測線であるCC'断面も同様に低速度領域が確認できるが、それは、AA'及びBB'の低速領域に比べて振幅は小さいとしている。



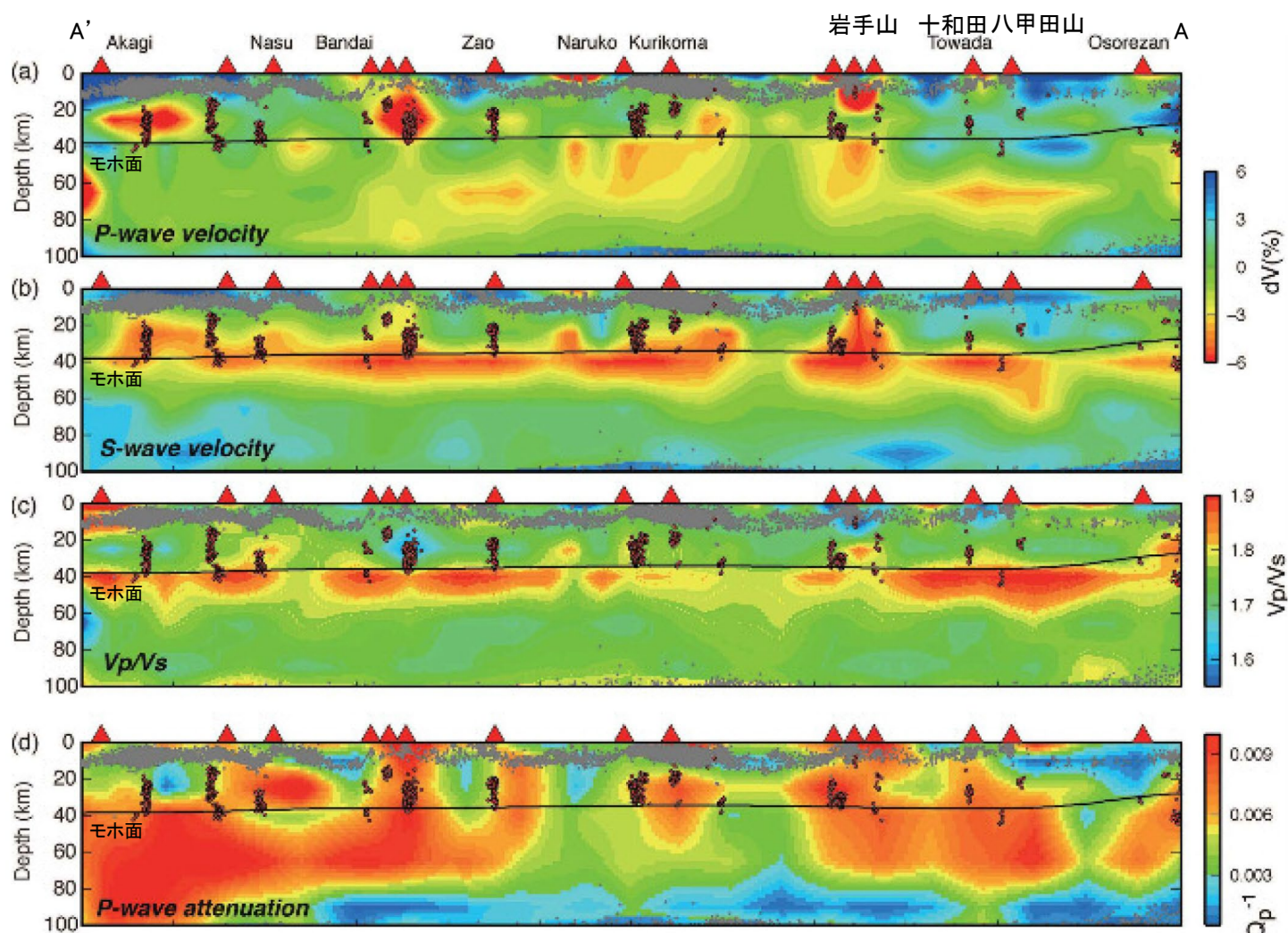
右図・左図ともにNakajima et al.(2001)に加筆

4.4 八甲田山(地下構造)

【地震波速度構造②: 中島(2017)】



- 凡例
 (▲) 活火山
 (○) 第四紀カルデラ
 (●) 深部低周波微小地震



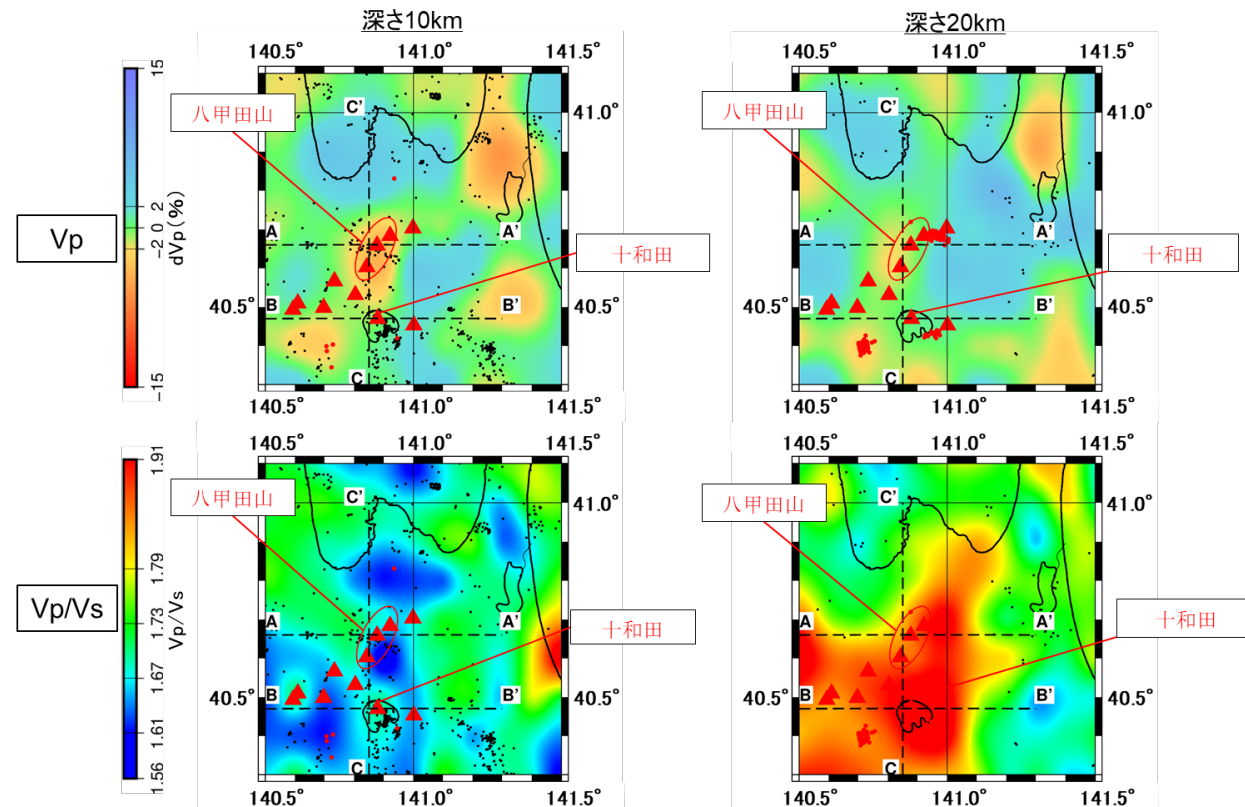
※(a)~(c)の解析結果はNakajima et al.(2001)と同じ

中島(2017)に加筆

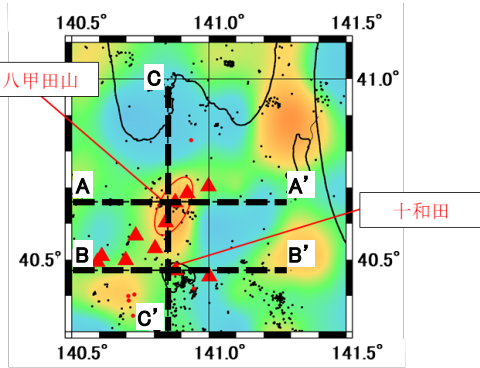
- 中島(2017)によると、岩手山直下の中部～下部地殻では低速度かつ高 V_p/V_s であり、メルトを含む部分溶融域であるとしている。
- また、中島(2017)によると、東北地方の火山地域の地殻にはいくつかの共通する特徴が存在するとしており、上部地殻内には大規模な(>10km)マグマ溜まりは存在しないとしている。

4.4 八甲田山(地下構造)【地震波速度構造③: 日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)水平断面】

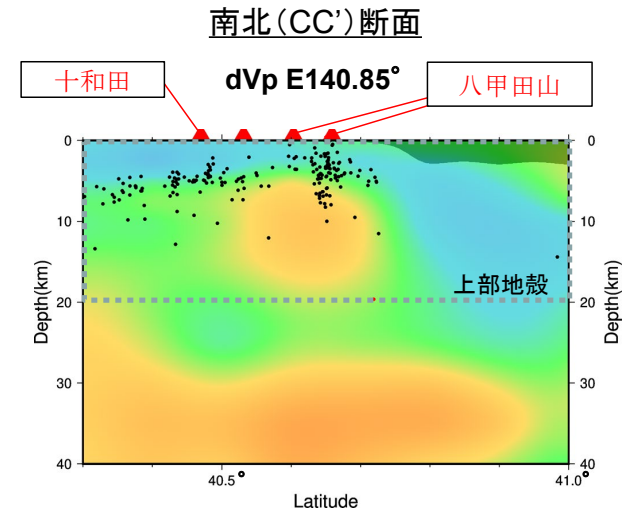
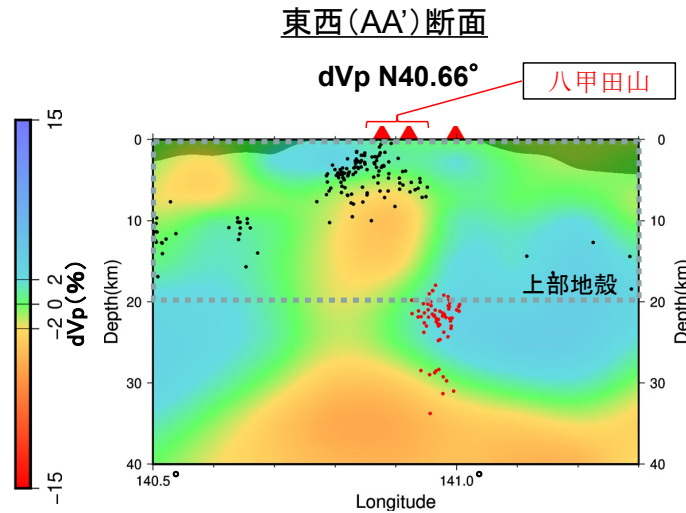
- 浅森・梅田(2005)によると、低速度領域には流体や高温異常の存在を示唆しているとされている。また、Nakajima et al.(2001)によると、活火山直下の低 V_p 、低 V_s 及び高 V_p/V_s 領域には、メルトの存在を示唆し、低 V_p 、低 V_s 及び低 V_p/V_s 領域には、水の存在を示唆するとしている。
- 防災科学技術研究所HP上において、「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)」として、陸地のHi-net、海底のS-net及びDONETの観測網による地震記録に加え日本海側のエアガンの記録等を用いた、海域を含む日本全国を対象とした地震波トモグラフィ解析結果を公開している(解析手法等の詳細はMatsubara et al.(2022)に記載)。その公開データを用いて、当社が十和田・八甲田山地域における水平・鉛直断面図を作図した。
- 防災科学技術研究所HP上の公開データを基に作図した地震波トモグラフィ解析結果からは、八甲田山直下の上部地殻内(約20km以浅)には、顕著な低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は認められない。
- 深さ10km~15km付近で見られる低 V_p 領域は、低 V_p/V_s であることから水が存在する可能性があるとして解釈できる。



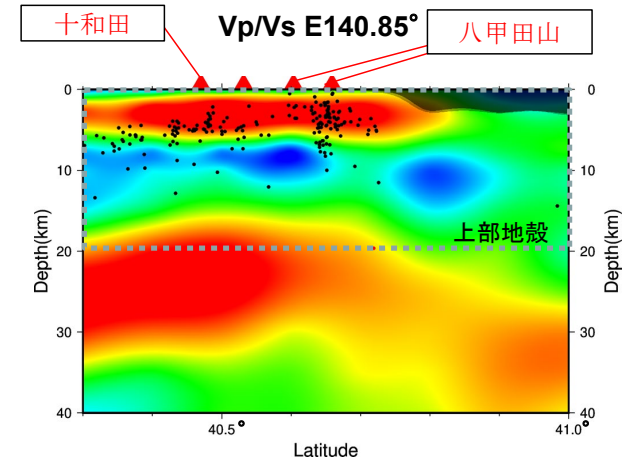
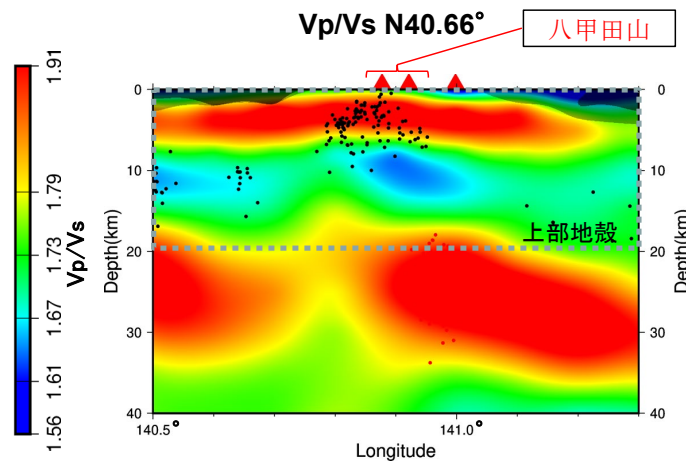
4.4 八甲田山(地下構造)【地震波速度構造③: 日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)鉛直断面】



Vp



Vp/Vs



- 凡例**
- (▲) 第四紀火山
 - (黒点) 震源
 - (赤点) 低周波地震
 - (気象庁一元化震源カタログ
期間: 1997年10月～2023年3月)
 - (半透明黒色部) チェッカーボードテストの復元率が20%以下の範囲
 - (チェッカーボードサイズ
水平: 約20km × 約20km
(緯度 0.2° × 経度 0.2°)
鉛直: 5km (深さ 0～10km)
: 10km (深さ 10km～40km)

防災科学技術研究所HP (https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/) 上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)」地震波トモグラフィ解析結果の公開データを基に当社が作図 (解析手法等の詳細はMatsubara et al.(2022)に記載)

防災科学技術研究所HP上において、「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)」として、陸地のHi-net、海底のS-net及びDONETの観測網による地震記録(2000年10月1日～2020年12月31日)に加え日本海側のエアガンの記録を用いた、海域を含む日本全国を対象とした地震波トモグラフィ解析結果を公開している。その地震波トモグラフィ解析結果を用いて、水平方向及び鉛直方向の断面を図化した。鉛直断面に記載している火山は、断面位置を中心に約10km内の火山を投影。なお、水平方向の分解能は約20km。鉛直方向の分解能は深さごとに異なるが、深さ0km～10kmでは分解能約5km、深さ10km～40kmでは分解能約10kmである。

余白

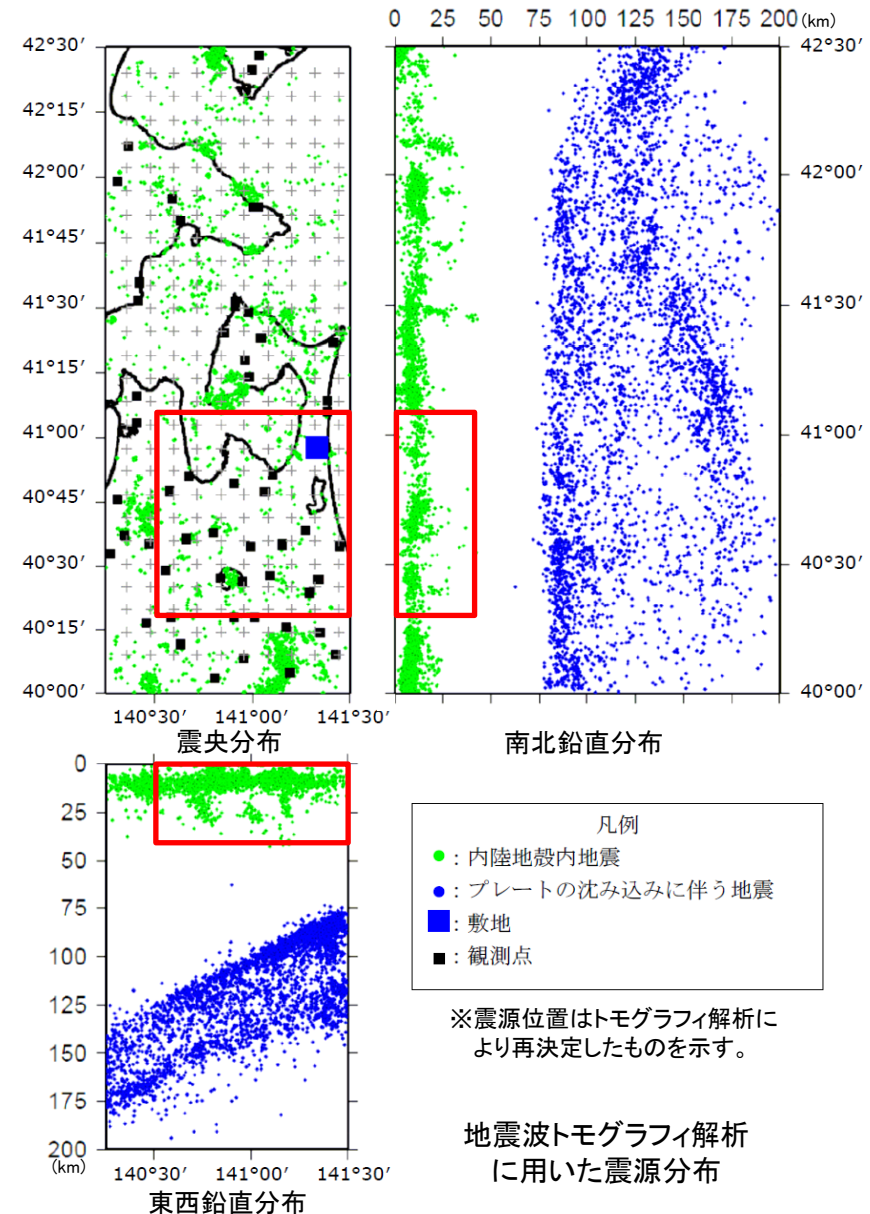
4.4 八甲田山(地下構造) 【地震波速度構造④: 当社解析結果】

解析に用いたデータ



【地震波トモグラフィ解析に用いたデータ】

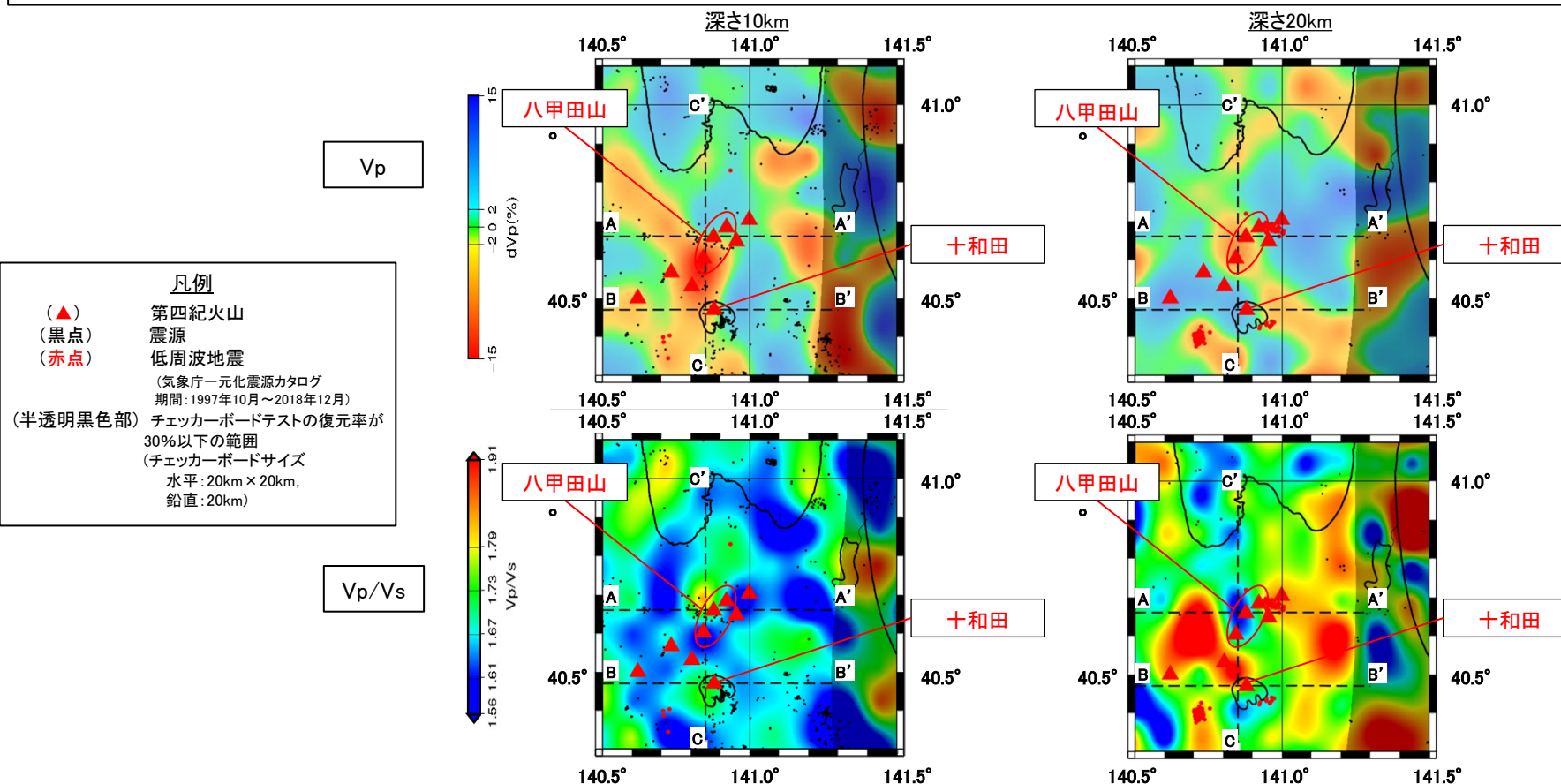
- Hi-netに加えて、東北大学等の独自の観測点を用いて、十和田及び八甲田山付近も含む地震波トモグラフィ解析を実施した。
- 解析に用いた地震の諸元は以下のとおりである。
 - ・地震観測期間: 1997年10月～2007年3月
 - ・地震数 : 9,085地震
 - ・観測範囲 : 右図の通り
 - ・解析結果の表示範囲
右図の赤枠の範囲
 - ・解析結果の表示範囲の解析グリッド間隔
水平方向: 10km
鉛直方向: 10km
 - ・解析結果の表示範囲の分解能
水平方向: 20km
鉛直方向: 20km



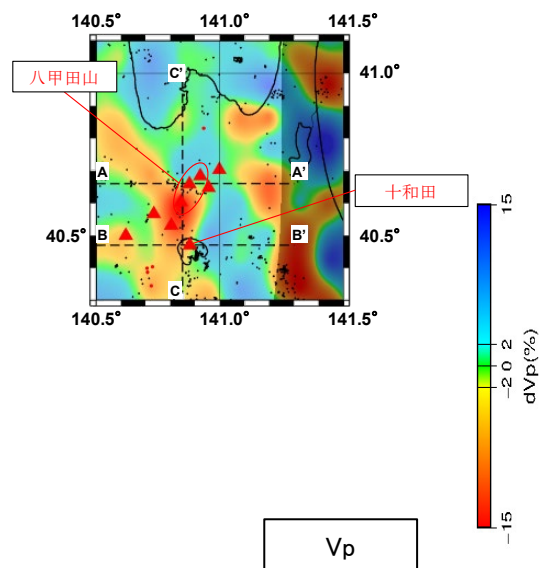
4.4 八甲田山(地下構造) 【地震波速度構造④: 当社解析結果】 水平断面



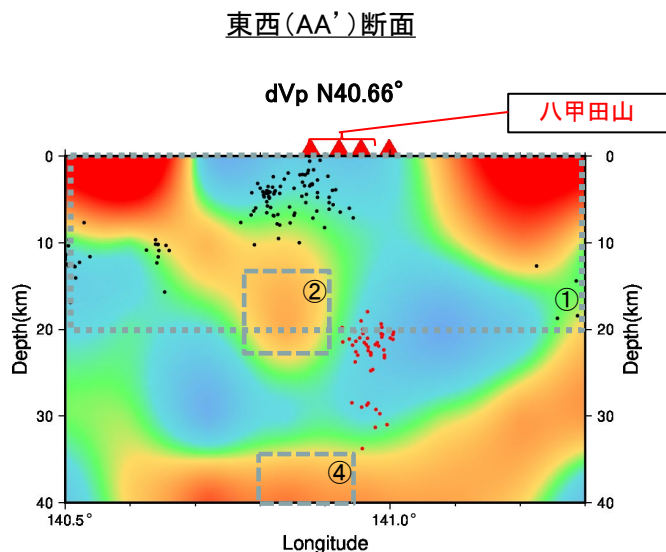
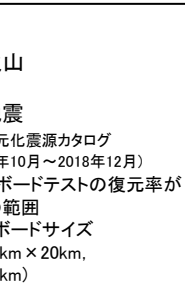
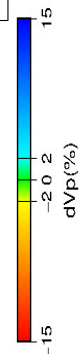
- 地震波トモグラフィ解析結果に基づくと、上部地殻内(約20km以浅)には、顕著な低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は確認出来ない(次頁図中の①)。また、八甲田山の深さ10km～20km付近及び十和田と八甲田山の間の深さ5km～20km付近に低 V_p かつ低 V_p/V_s の領域(次頁図中の②及び③)が確認される。加えて、八甲田山の深さ30km付近～40kmにかけて、低 V_p かつ高 V_p/V_s の領域(次頁図中の④及び⑤)が確認される。以上から、八甲田山直下については次のように解釈できる。
- ・上部地殻内(約20km以浅)には、顕著な低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は認められない。これは、防災科学技術研究所HP上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)」の地震波トモグラフィ解析結果と整合的である。
 - ・深さ5km～20km付近で見られる低 V_p 領域は、低 V_p/V_s であることから水が存在する可能性がある。これは防災科学技術研究所HP上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)」の地震波トモグラフィ解析結果と整合的である。
 - ・最上部マントルにあたると思われる深さ30km付近～40kmは、低 V_p かつ高 V_p/V_s の領域であることからマグマ等の流体が存在する可能性がある。これは、Nakajima et al.(2001)の結果と整合的である。



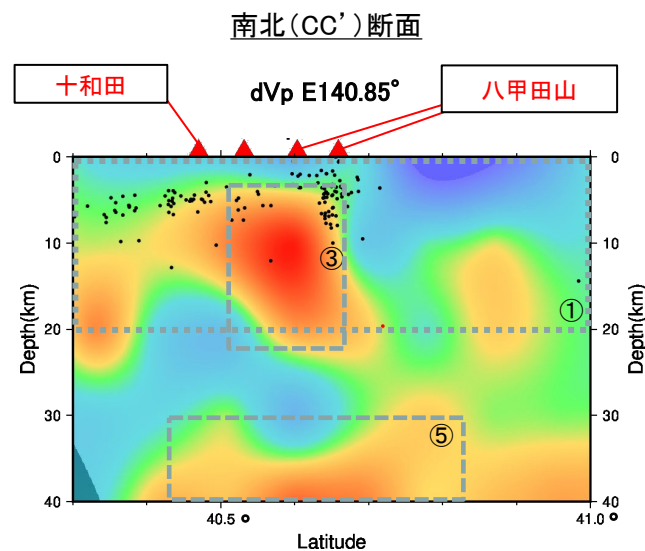
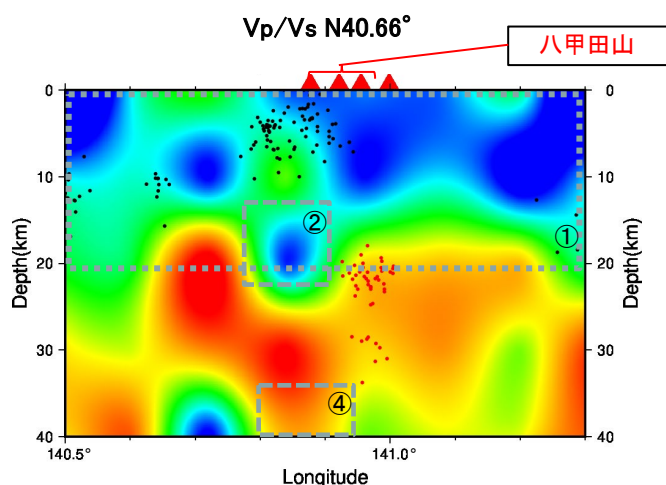
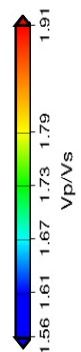
4.4 八甲田山(地下構造) 【地震波速度構造④: 当社解析結果】 鉛直断面



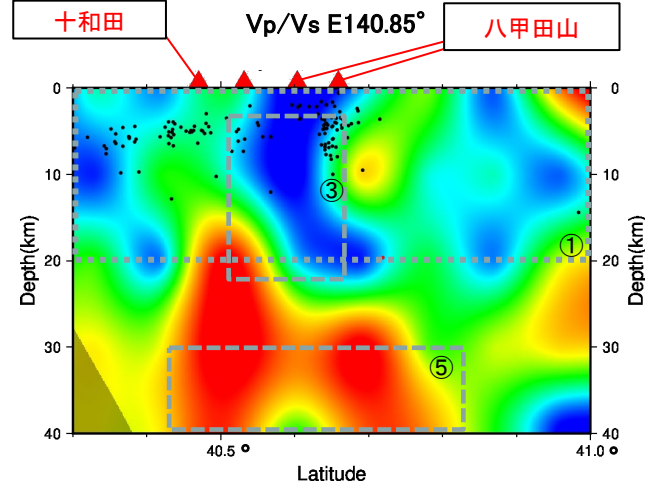
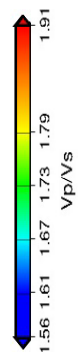
Vp



Vp/Vs



Vp/Vs



※鉛直断面に記載している第四紀火山及び震源は、断面位置を中心に10km内のものを投影。

余白

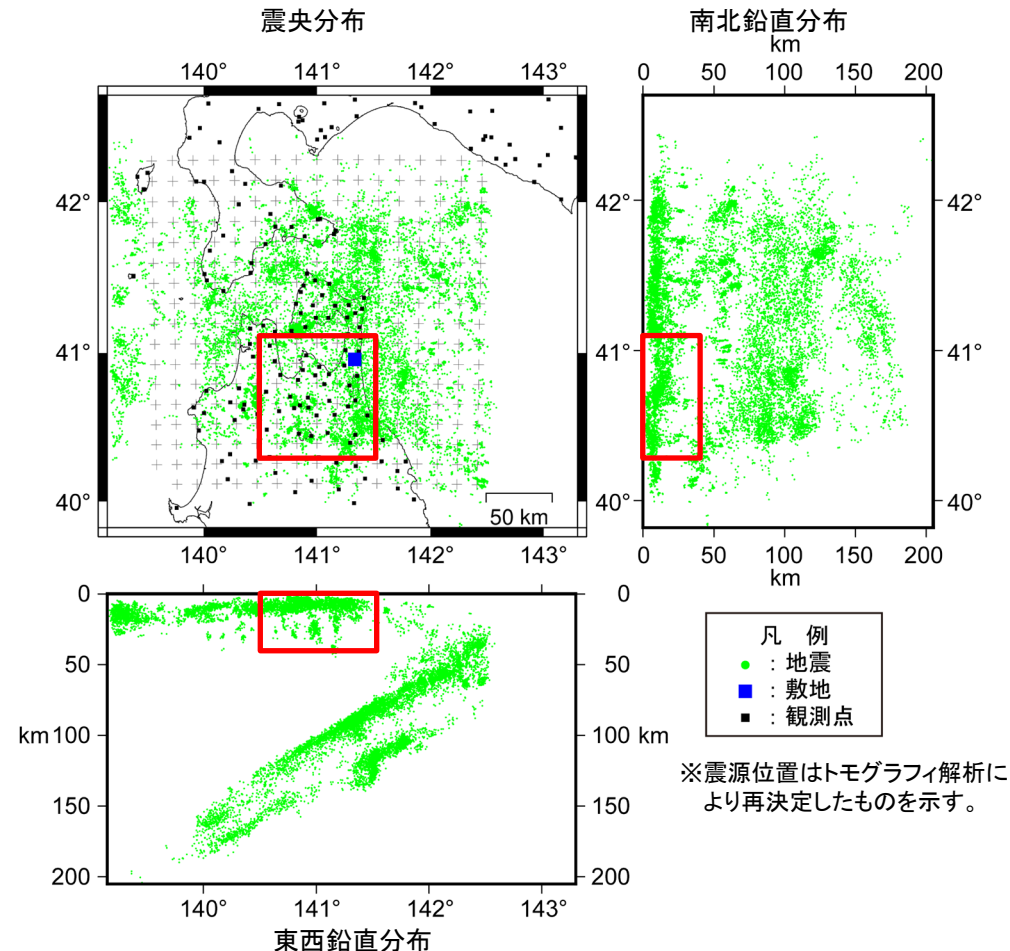
4.4 八甲田山(地下構造)【地震波速度構造⑤: 地震予知総合研究振興会】 解析に用いたデータ



- (公財)地震予知総合研究振興会では、当社を含む原子力事業者4社による委託研究の一環として、AS-net及び気象庁等の設置する地震計の検測値を用いた地震波トモグラフィ解析を実施している。
- 解析手法及び結果については外部の学識経験者による検討会を実施し、解析精度の向上などに関する助言を得つつ研究を実施している。
- 次頁以降に示す結果は、地震予知総合研究振興会による解析結果について、当社で作図を行い、速度構造を解釈したものである。

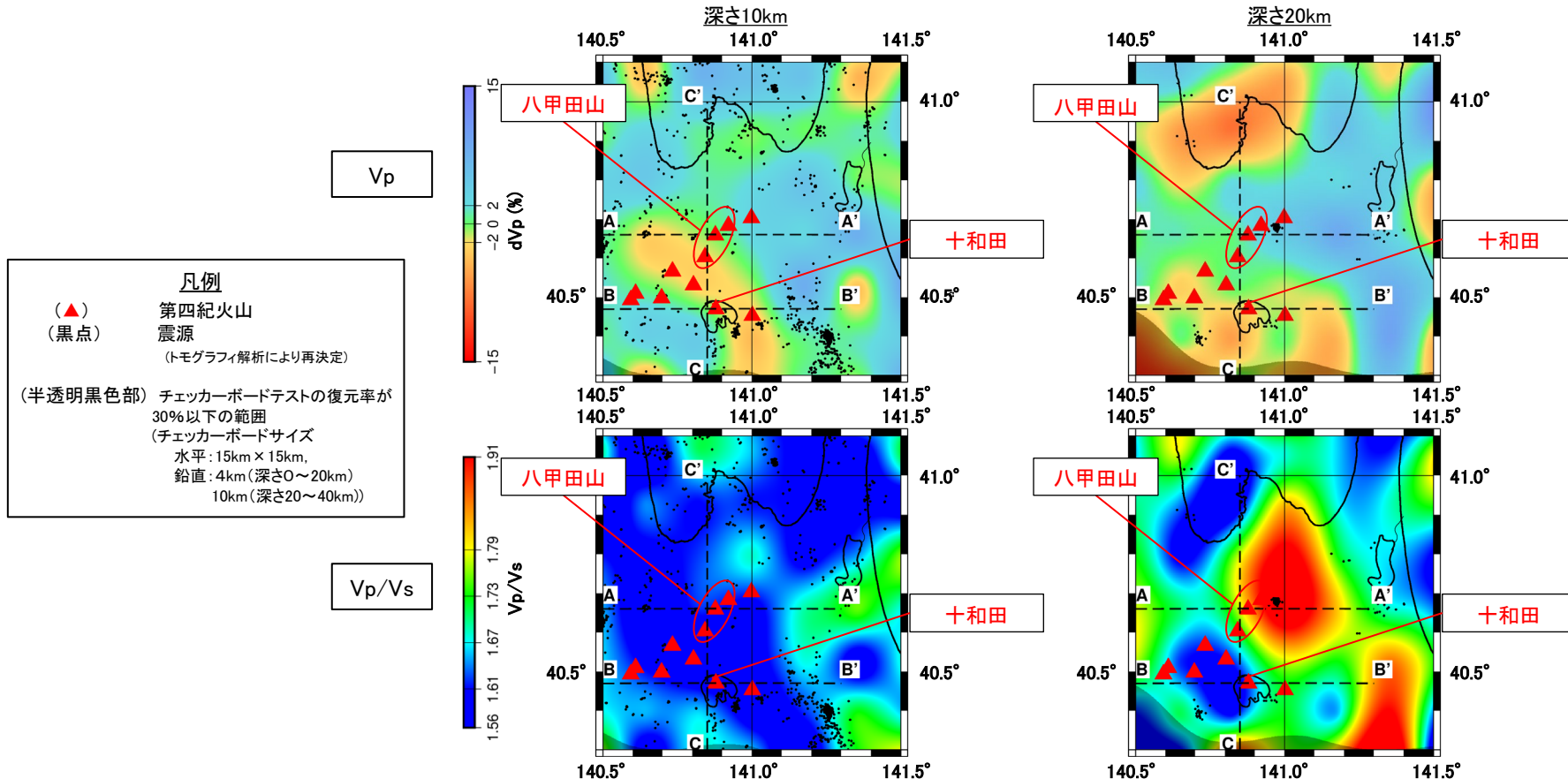
【地震波トモグラフィ解析に用いたデータ】

- 解析に用いた地震の諸元は以下のとおりである。
 - ・地震観測期間
 - 地震予知総合研究振興会による検測 2014年1月～2022年6月
 - 気象庁一元化震源 2000年～2013年
 - ・地震数
 - 地震予知総合研究振興会による検測 13,392地震
 - 気象庁一元化震源 8,420地震
 - ・観測範囲 : 右図の通り
 - ・解析結果の表示範囲
 - 右図の赤枠の範囲
 - ・解析結果の表示範囲の解析グリッド間隔
 - 水平方向: 15km
 - 鉛直方向: 4km (深さ20kmまで)
 - 10km (深さ20～140km)
 - 20km (深さ140～200km)
 - ・チェッカーボードサイズ
 - 水平方向: 15km
 - 鉛直方向: 4km (深さ20kmまで)
 - 10km (深さ20～140km)
 - 20km (深さ140～200km)

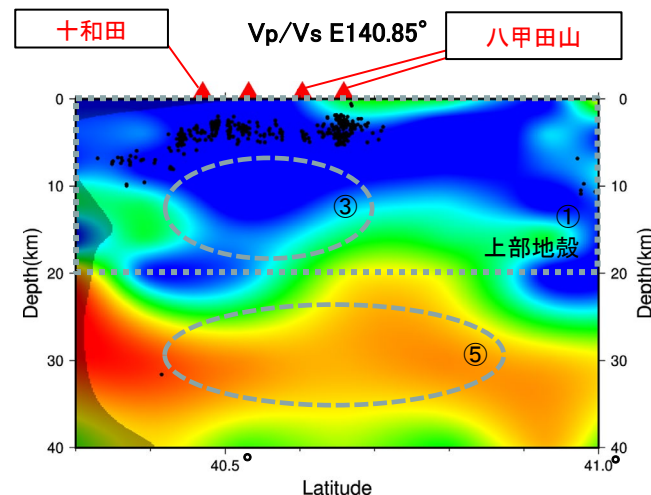
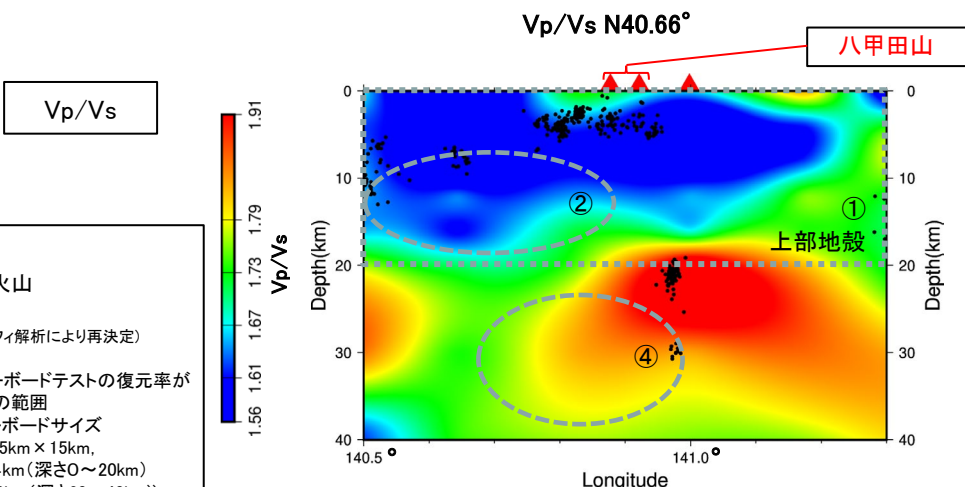
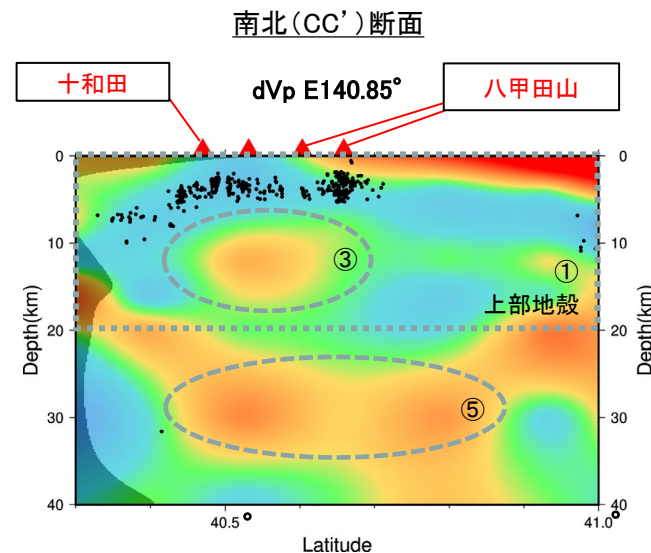
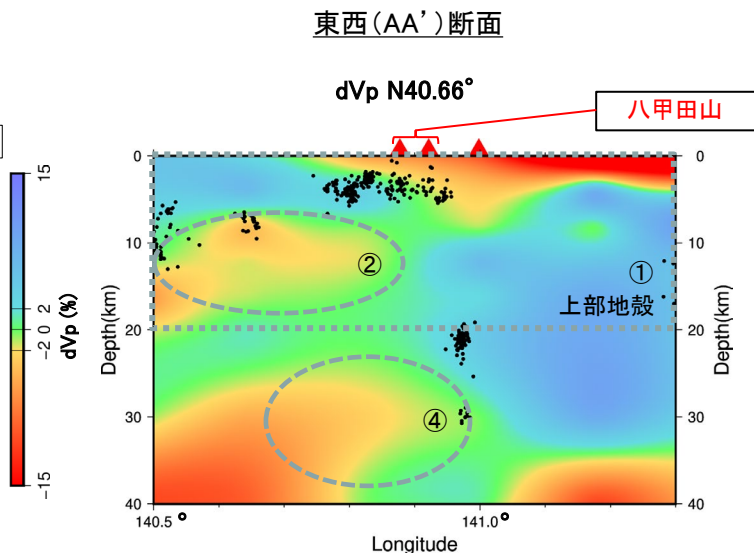
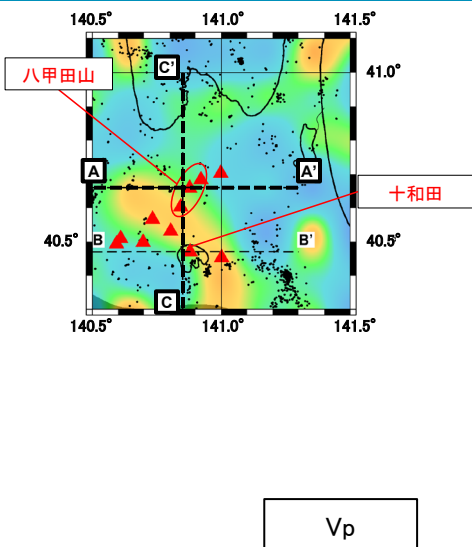


4.4 八甲田山(地下構造)【地震波速度構造⑤: 地震予知総合研究振興会】 水平断面

- 地震波トモグラフィ解析結果に基づく、上部地殻内(約20km以浅)には、顕著な低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は確認出来ない(次頁図中の①)。十和田と八甲田山の間の深さ10km~20km付近に低 V_p かつ低 V_p/V_s の領域(次頁図中の②及び③)が確認される。加えて、八甲田山の20km以深には、低 V_p かつ高 V_p/V_s の領域(次頁図中の④及び⑤)が確認される。以上から、八甲田山直下については次のように解釈できる。
- ・上部地殻内(約20km以浅)には、メルトの存在を示唆する顕著な低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は認められない。十和田と八甲田山の間の深さ10km~20km付近で見られる低 V_p 領域は、低 V_p/V_s であることから水が存在する可能性がある。これは、防災科学技術研究所HP上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度)」の地震波トモグラフィ解析結果と整合的である。
 - ・深さ20km以深には、低 V_p かつ高 V_p/V_s の領域が認められることからマグマ等の流体が存在する可能性がある。



4.4 八甲田山(地下構造)【地震波速度構造⑤: 地震予知総合研究振興会】鉛直断面



※鉛直断面に記載している第四紀火山及び震源は、断面位置を中心に10km内のものを投影。

4.4 八甲田山(地下構造)【比抵抗構造:小川(1991)】

小川(1991)において、八甲田地域のMT法データを用いて、以下のとおり八甲田山の深部比抵抗構造に関する考察が示されている。

■二次元解析に使用したデータ

測線位置: (HKK2測線)北八甲田火山群及び八甲田カルデラを通る東西方向 (HKK4測線)南八甲田火山群を通る東西方向

二次元解析に使用した観測点:全観測点50点のうち, HKK2測線は9点, HKK4測線は9点。

周 期: 1/100秒~128秒

その他: Ogawa(1987)で示されているような周囲の広域的な比抵抗構造の影響も考慮するために調査地域の外側もモデル化されている。

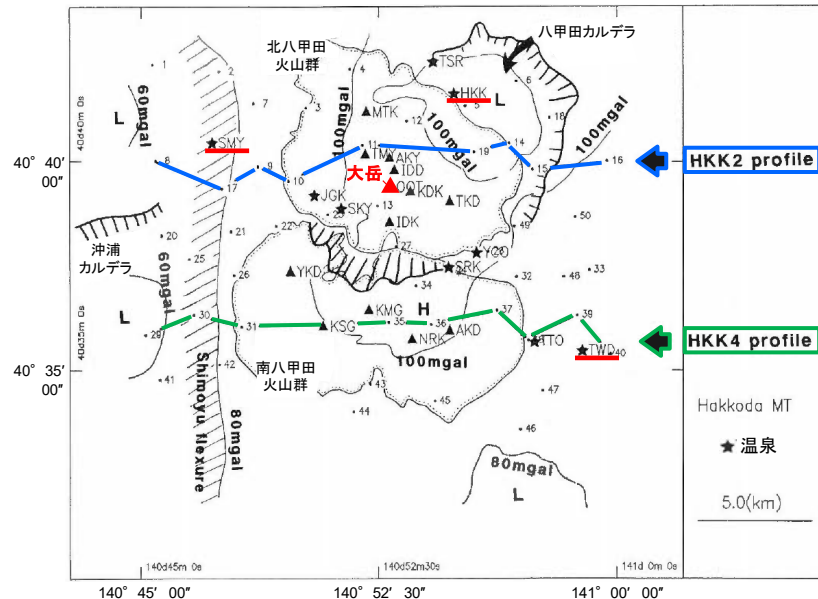
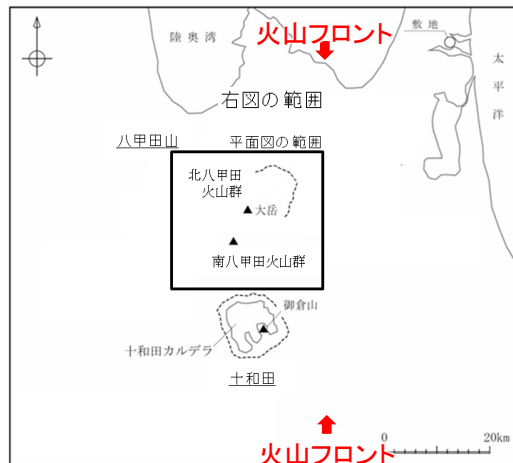
■インダクションベクトル(次頁)

- 周期64秒では津軽海峡の誘導電流の影響で北向き成分が卓越するとしているが、調査域の東半分のインダクションベクトルの北向き成分が小さいことから深部に低比抵抗異常が存在することを示唆している。これはOgawa(1987)の東北日本弧スケールの広域的な検討による火山フロント付近の低比抵抗異常を表しているとしている。
- 周期1/8秒では、見掛比抵抗等から八甲田温泉(HKK)付近と下湯温泉(SMY)から十和田温泉(TWD)方向へ北西-南東方向の地熱兆候に沿って延びる低比抵抗が認められるが、インダクションベクトルでは北西-南東方向の低比抵抗帯を追跡できないことから、局所的な浅部の低比抵抗をたまたまサンプリングしていることによる可能性が高いとしている。

■二次元比抵抗構造(次次頁)

- 八甲田地域の深度10km以深に低比抵抗帯が存在するとしている。

➡八甲田山地域の深度10km以浅には、顕著な低比抵抗領域は認められない。



八甲田山のMT法測点の分布

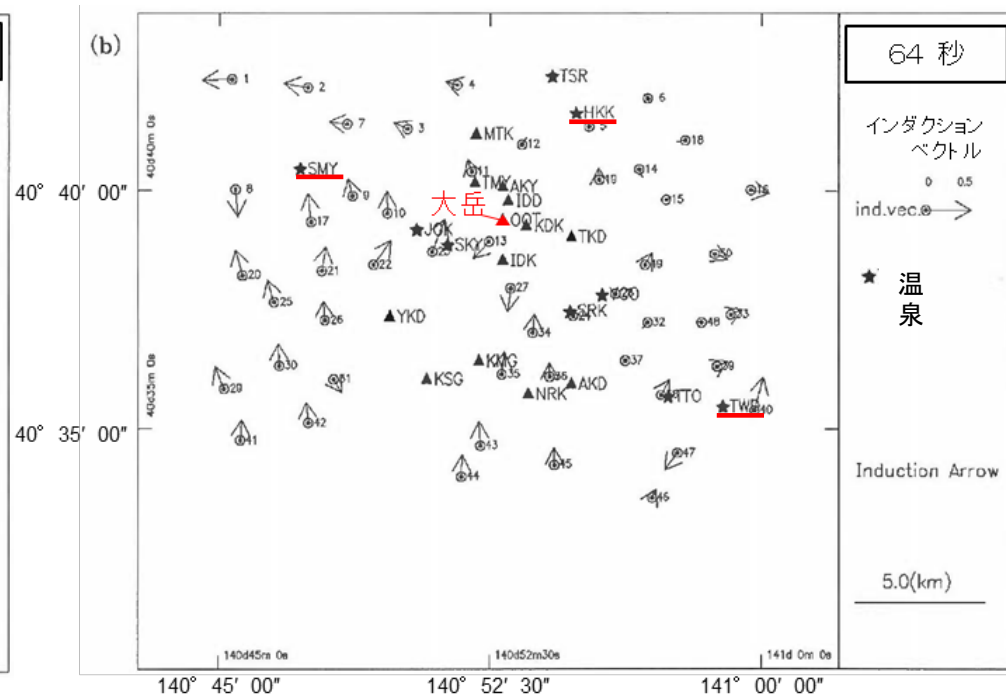
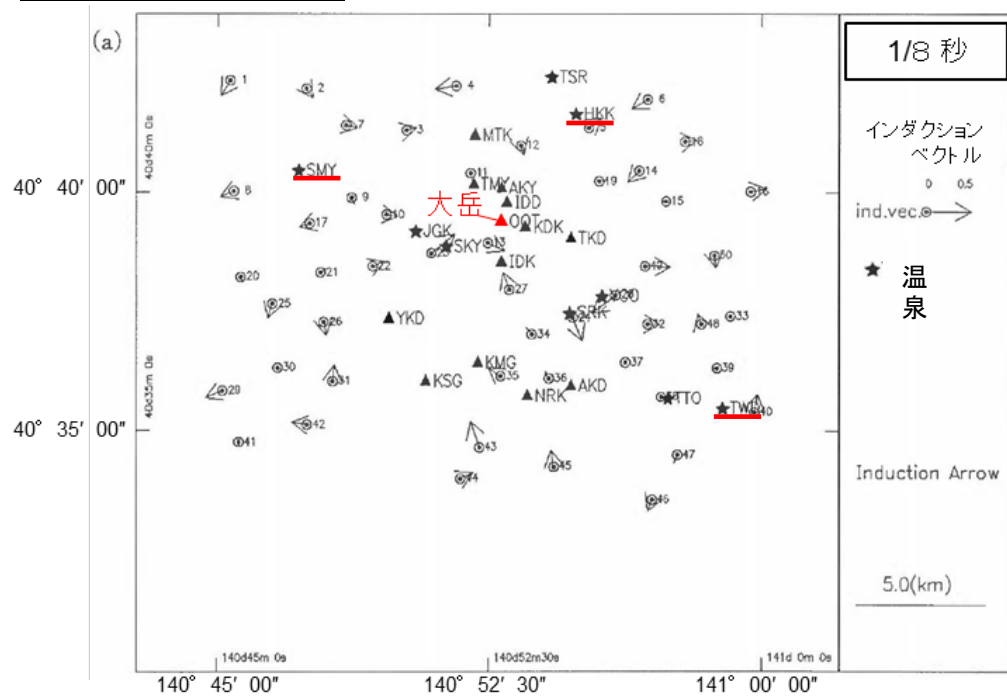
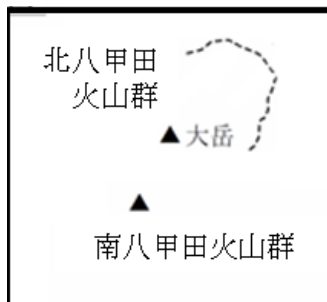
小川(1991)に加筆

4.4 八甲田山(地下構造)

【比抵抗構造:小川(1991)インダクションベクトル】



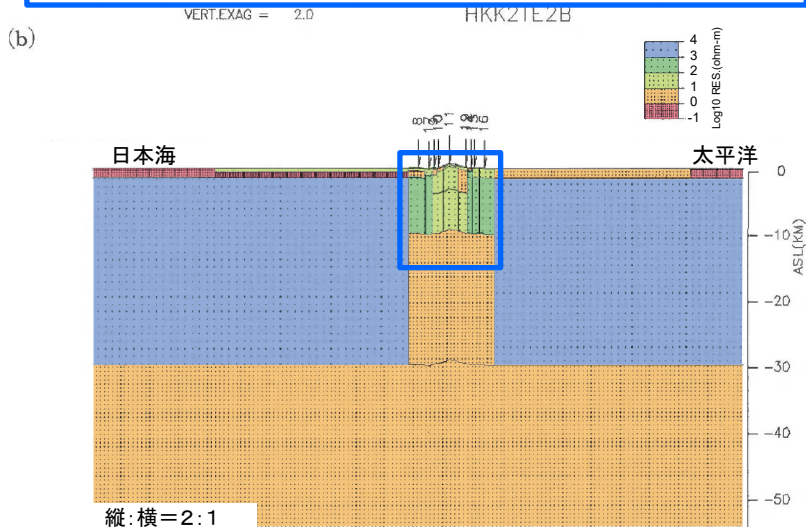
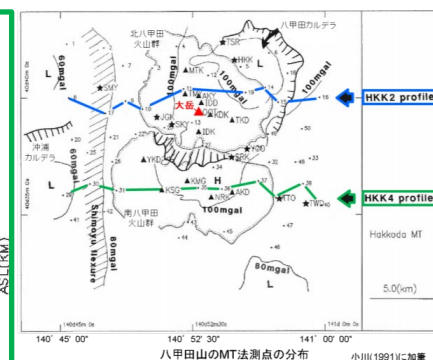
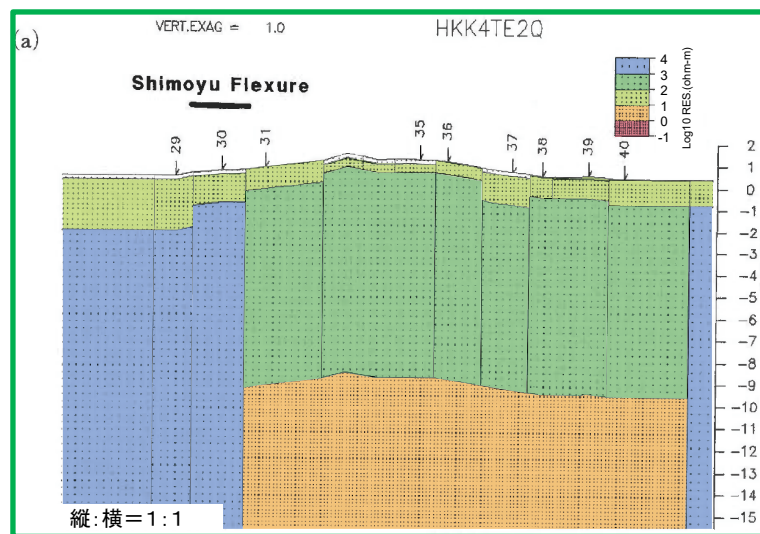
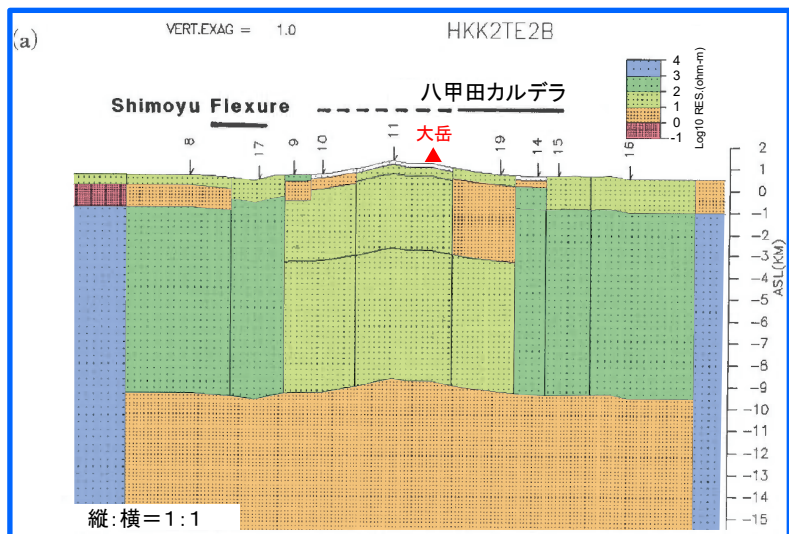
下図の範囲



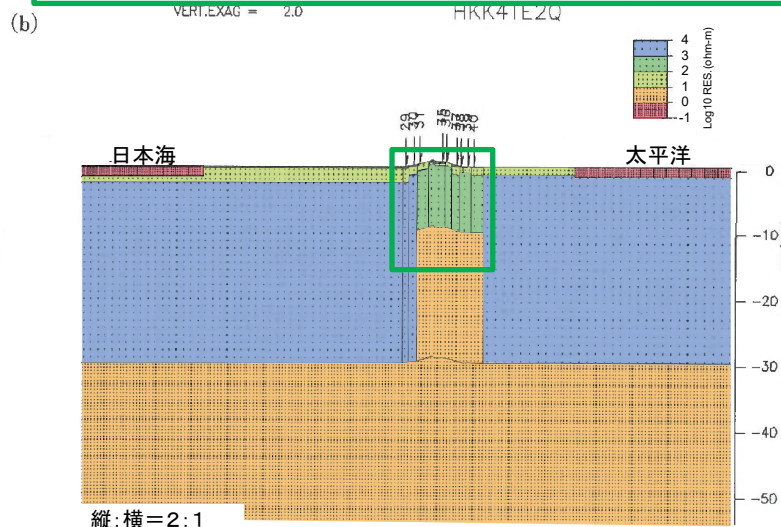
インダクションベクトルの実部の分布

4.4 八甲田山(地下構造)

【比抵抗構造:小川(1991)鉛直断面】



北八甲田火山群と八甲田カルデラを切る
測線(HKK2)の比抵抗構造



南八甲田火山群を切る測線(HKK4)の比抵抗構造

小川(1991)に加筆・塗色

4.4 八甲田山(地下構造) 【まとめ】

〔地震波速度構造〕

- ・中島(2017)によると、東北地方の火山地域の地殻にはいくつかの共通する特徴が存在するとしており、上部地殻内には大規模な($>10\text{km}$)マグマ溜まりは存在しないとしている。
- ・防災科学技術研究所HP上の公開データを基に作図した地震波トモグラフィ解析結果からは、八甲田山直下の上部地殻内(約 20km 以浅)には、顕著な低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は認められない。深さ $10\text{km}\sim 15\text{km}$ 付近で見られる低 V_p 領域は、低 V_p/V_s であることから水が存在する可能性があるとして解釈できる。
- ・当社解析結果及び地震予知総合研究振興会の解析結果から、上部地殻内(約 20km 以浅)には、顕著な低 V_p かつ高 V_p/V_s 領域は認められない。また、深さ 20km 以浅で見られる低 V_p 領域は、低 V_p/V_s であることから水が存在する可能性がある。これらは、防災科学技術研究所HP上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)」の地震波トモグラフィ解析結果と整合的である。

〔比抵抗構造〕

- ・周期 64秒 では津軽海峡の誘導電流の影響で北向き成分が卓越するとしているが、調査域の東半分のインダクションベクトルの北向き成分が小さいことから深部に低比抵抗異常が存在することを示唆している。これはOgawa(1987)の東北日本弧スケールの広域的な検討による火山フロント付近の低比抵抗異常を表しているとしている。周期 $1/8\text{秒}$ では、見掛比抵抗等から八甲田温泉(HKK)付近と下湯温泉(SMY)から十和田温泉(TWD)方向へ北西－南東方向の地熱兆候に沿って延びる低比抵抗が認められるが、インダクションベクトルでは北西－南東方向の低比抵抗帯を追跡できないことから、局所的な浅部の低比抵抗をたまたまサンプリングしていることによる可能性が高いとしている。二次元比抵抗構造からは、八甲田地域の深度 10km 以深に低比抵抗帯が存在するとしている。



- ・八甲田山直下の地下構造に関する知見を収集した結果、新たな知見は確認されず、地殻内に推定される低速度及び低比抵抗領域の拡大または消滅、新たな低速度及び低比抵抗領域が出現したとする科学的知見は認められない。
- ・八甲田山直下の上部地殻内の 10km 以深は低比抵抗領域であるが、その領域は低 V_p かつ低 V_p/V_s であることから、上部地殻内に大規模なマグマ溜まりの存在を示唆する顕著な低速度・高 V_p/V_s かつ低比抵抗領域は認められない。

4.5 八甲田山(総合評価)

地震活動

- ・観測期間を通じて、北八甲田火山群の大岳付近から南八甲田火山群にかけての地域、北八甲田火山群西方及び八甲田カルデラ付近に震源を有する地震が観測され、通常地震は深さ約10km以浅、低周波地震は八甲田カルデラから東方にかけての深さ約19km～約35kmに震源を有する。
 - ・2025年度では、M0.5以上の通常地震が16回観測、低周波地震が7回観測された。
- ⇒震源分布及び発生頻度等に大きな変化はなく、地震活動の活発化を示唆する顕著な変化は認められない。

【判断基準】
超過なし

地殻変動

〔GNSS観測データ〕

- ・八甲田山を中心とした地域では、系統的な変位の累積及び急激な変位は認められず、基線長変化では、余効変動を超える継続的な変位の累積は認められない。

【判断基準】
GNSS観測：
超過なし

〔水準測量データ〕

- ・2018年、2019年、2022年、2024年及び2025年に実施した水準測量の結果からは、八甲田山を中心とした顕著な地殻変動の傾向は認められない。

〔干渉SAR解析〕

- ・干渉SAR解析の結果からは、八甲田山を中心とした顕著な変動は認められない。

〔傾斜計データ〕

- ・2025年4月～2026年3月の傾斜計データからは、火山活動によると考えられる顕著な傾斜変動は認められない。

火山ガス・熱活動、噴出場所及び噴出物、噴火様式(公的機関の発表情報)

- ・噴火は発生しておらず、警戒情報も発信されていない。期間を通して、噴火警戒レベル1(活火山であることに留意)が継続した。
- ・火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候は認められない。

【判断基準】
公的機関の
発表情報(噴火):
超過なし

地下構造

- ・八甲田山直下の上部地殻内の10km以深は低比抵抗領域であるが、その領域は低Vpかつ低Vp/Vsであることから、上部地殻内に大規模なマグマ溜まりの存在を示唆する顕著な低速度・高Vp/Vsかつ低比抵抗領域は認められない。



総合評価

観測データに有意な変化はなく警戒レベルは「平常」

5. 地震活動及び地殻変動の判断基準

地震活動及び地殻変動の判断基準

5.1 地震活動の判断基準

【十和田における過去最大イベントの地震発生数】



- 過去の実績に基づいた判断基準を設定するため、十和田カルデラを囲む範囲(東西約17km, 南北約19km)を震源とする通常地震及び低周波地震を抽出した。
- 通常地震については、2023年7月に群発した地震の多くがM1未満であったことを踏まえ、微小な地震も検出することを目的として、 $M_c=0.5$ 以上の地震を抽出した(過去の最多発生回数を観測した2014年1月を含む期間の M_c とした)。
- 低周波地震については、2022年度までの累積回数が103回、そのすべてがM1以下であり、統計的な検討には不十分なため、すべてのMの地震を抽出した。

■ M0.5以上の通常地震

- ・過去最大として、2014年1月に268(回/月)の地震が発生した。
- ・2023年7月に56(回/月)の地震が発生した。

■ 低周波地震

- ・過去最多として、2019年9月に8(回/月)の低周波地震が発生した。

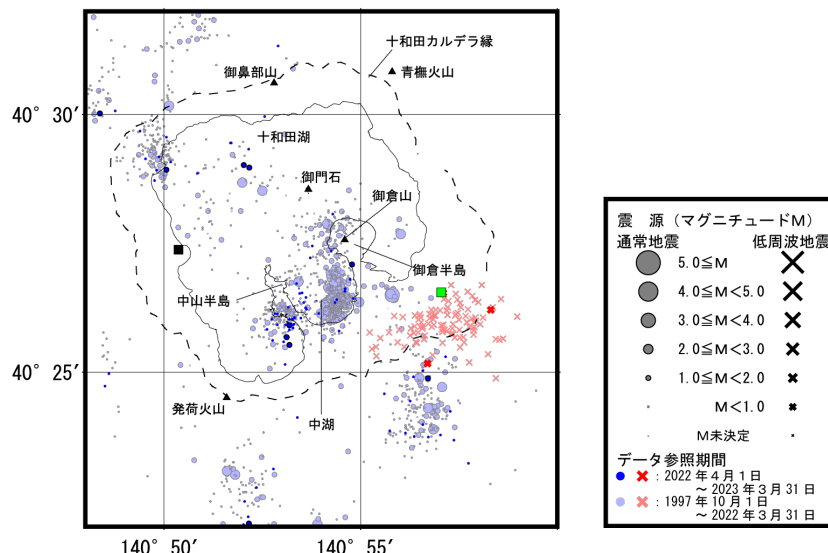
- また、観測期間中に噴火の実績はなかった。

5.1 地震活動の判断基準

【十和田における地震発生数と判断基準】



震央分布図



地震の発生回数とそれに伴う噴火実績がないことを踏まえ、
以下のように地震活動の判断基準を設定する。

■通常地震

変更後：M0.5以上

270回/月（2014年1月のM0.5以上地震回数
(268回/月)とほぼ同値)

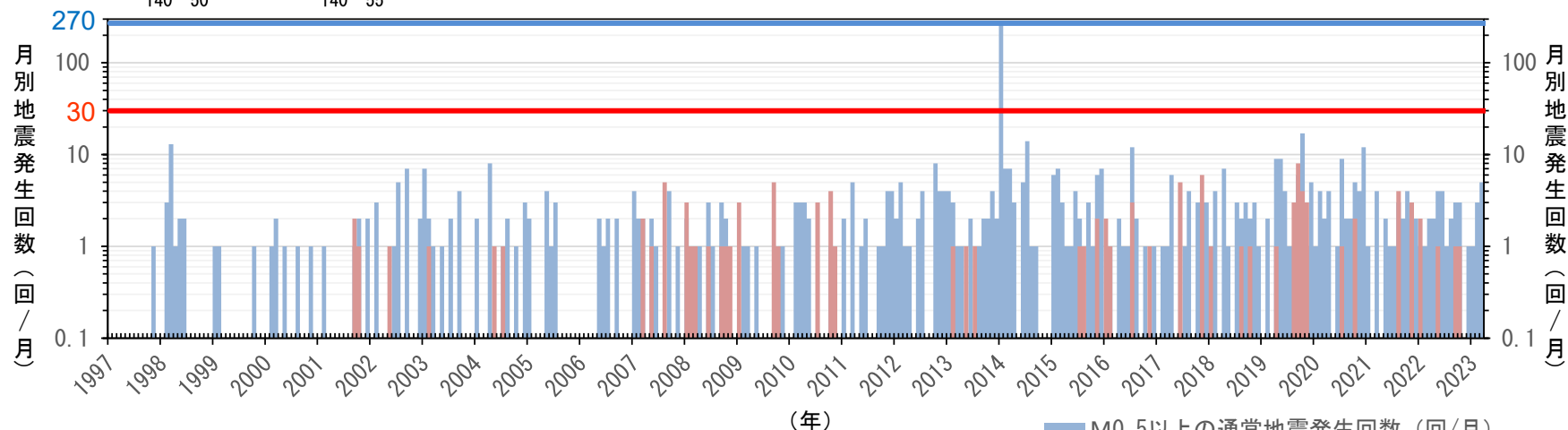
変更前：M1以上

120回/月（2014年1月のM1以上地震回数
(115回/月)とほぼ同値)

(参考)変更なし

■低周波地震

：30回/月（低周波地震発生時の回数
(~8回/月)より1オーダー大きい)



通常地震及び低周波地震の発生回数と管理基準

- M0.5以上の通常地震発生回数(回/月)
- 低周波地震発生回数(回/月)
- M0.5以上の通常地震管理基準(270回/月)
- 低周波地震管理基準(30回/月)

5.1 地震活動の判断基準

【八甲田山における過去最大イベントの地震発生数】



- 過去の実績に基づいた判断基準を設定するため、八甲田山(北八甲田火山群、八甲田カルデラ、南八甲田火山群)を囲む範囲(1辺約20km)を震源とする通常地震及び低周波地震を抽出した。
- 通常地震については、十和田と同様に微小な地震も検出することを目的として、 $M_c=0.5$ 以上の地震を抽出した(過去の最多発生回数を観測した2020年10月を含む期間の M_c とした)。
- 低周波地震については、2022年度までの累積回数が63回、そのほとんどが $M1$ 以下であり、統計的な検討には不十分なため、すべての M の地震を抽出した。

■ $M0.5$ 以上の通常地震

- ・過去最多として、2020年10月に38(回/月)の地震が発生した。
 - 気象庁の火山活動解説資料(2020年10月)によると、火山性地震は少ない状態で経過し、火山性微動は観測されないとされている。

■ 低周波地震

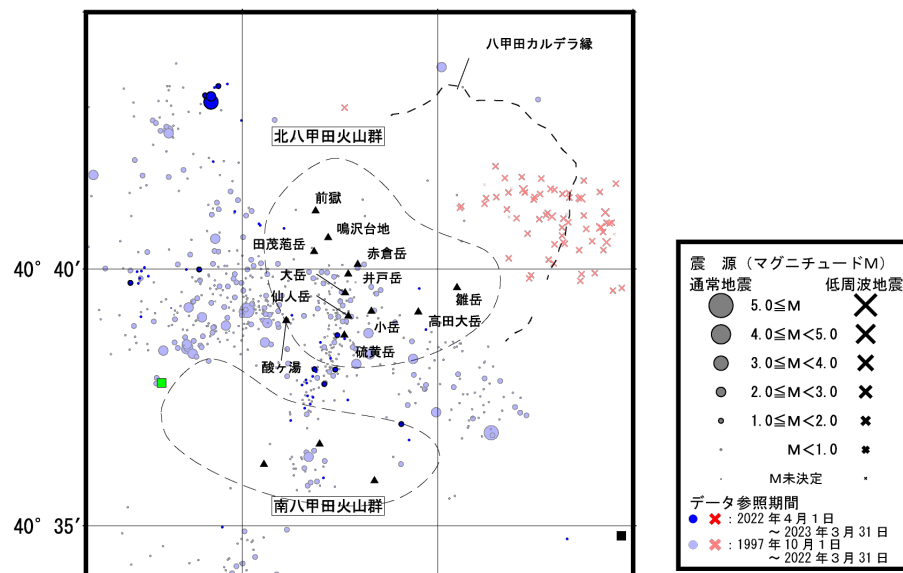
- ・過去最多として、2014年1月、2015年5月、2018年4月、2019年6月に5(回/月)の低周波地震が発生した。
- また、観測期間中に噴火の実績はなかった。

5.1 地震活動の判断基準

【八甲田山における地震発生数と判断基準】



震央分布図



八甲田山は十和田と比較して地震発生回数が少なく、顕著な地震活動の実績が無いこと、また噴火実績がないことを踏まえ、十和田の判断基準を援用し、以下のように地震活動の判断基準を設定する。

■ 通常地震

変更後: M0.5以上

270回/月（十和田と同じ）

変更前: M1以上

120回/月（十和田と同じ）

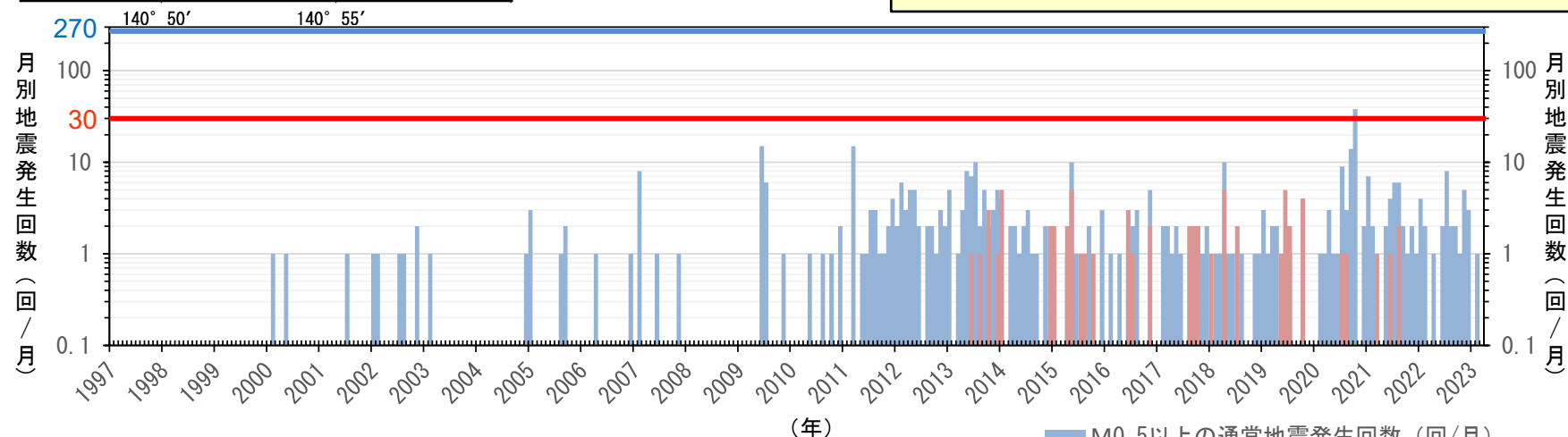
(参考) 変更なし

■ 低周波地震

: 30回/月（低周波地震発生時の回数

(～5回/月)より1オーダー大きい)

地震活動の判断基準の見直し内容について、火山専門家および社内委員会に問題ないことを確認した。



通常地震及び低周波地震の発生回数と管理基準

- M0.5以上の通常地震発生回数（回/月）
- 低周波地震発生回数（回/月）
- M0.5以上の通常地震管理基準（270回/月）
- 低周波地震管理基準（30回/月）

5.1 地震活動の判断基準

【地震検知能力(Mc)の概要】

- 漏れなく地震を検知するマグニチュードの下限をMc (Magnitude completeness) という。
- Wiemer & Wyss (2000)によるMcの計算方法(goodness-of-fit method)は以下のとおりである。

・マグニチュードMの頻度分布は、下記のゲーテンベルグ-リヒターの式(G-R式)で表される。

$$\log_{10} N = a - bM$$

・このことを利用し、マグニチュード別の地震回数の積算曲線が直線からずれる点を、漏れなく地震を検知するマグニチュードの下限(Mc: Magnitude completeness)として求める(右上図参照)。

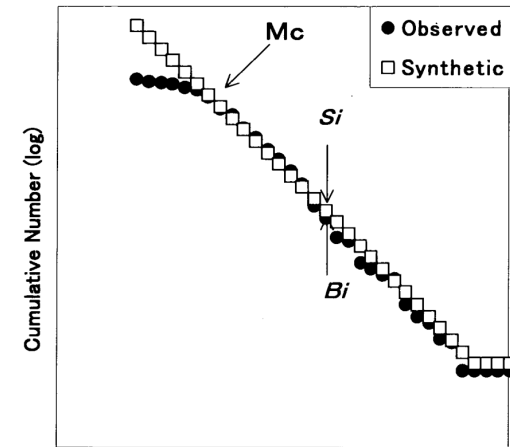
・Mi 以上の地震について、マグニチュードの積算が曲線からずれる程度を次式のRにより表し、これをMcの適合度(goodness-of-fit)と定義されている。

$$R(a, b, M_i) = 100 - \left(\frac{\sum_{i=1}^{M_{\max}} |B_i - S_i|}{\sum_{i=1}^{M_{\max}} B_i} 100 \right)$$

・ここで、Bi, SiはそれぞれMi 以上の地震における、マグニチュードのi番目の階級Mi までに観測された積算地震回数と、G-R式から予測される積算地震回数を示す。

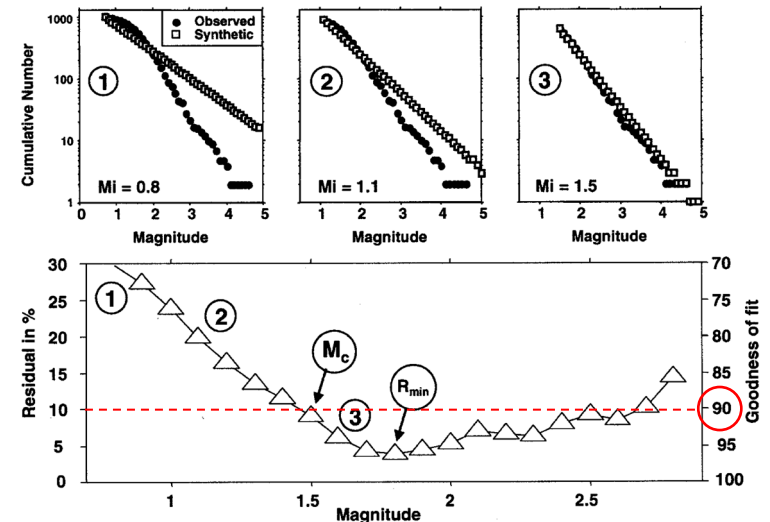
また、係数a, bは、Mi 以上の地震データから求められたG-R式の定数を、Mmaxは、マグニチュードの最大の階級を表す。

・Miを変化させるにつれて、適合度Rは変化するが、Wiemer & Wyss (2000)では、Miを小さい方から次第に増加させ、適合度が90%に達した時をMcとしている(右下図参照)。



Mcを求める概念図

太田ほか(2002)



適合度Rを基にMcを推定する方法の概念図

Wiemer & Wyss (2000)に加筆

5.1 地震活動の判断基準

【通常地震の検知能力(Mc)の経時変化】

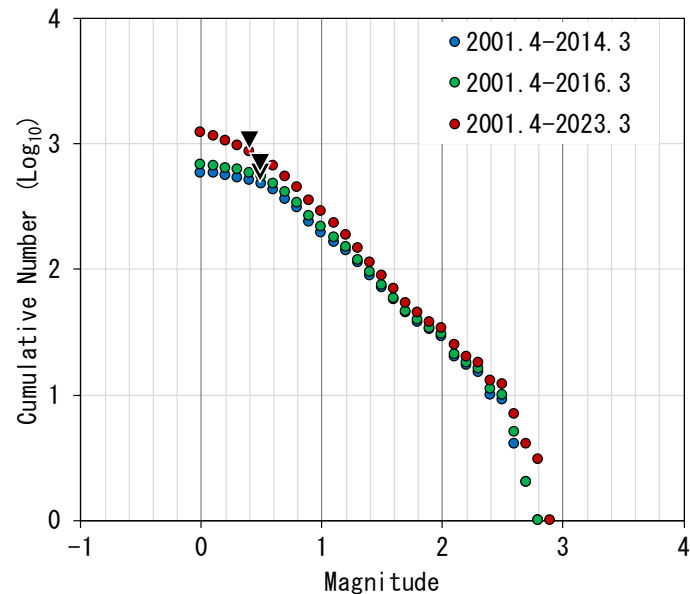


- 十和田

 - 2001年のHi-net導入以降, ① 2014年3月まで(2014年1月の群発地震を含む期間), ② 2016年3月まで(気象庁自動検測開始前), ③ 2023年3月までの期間でMcを求めた。
 - その結果, Mcは① 0.5, ② 0.5, ③ 0.4であった。
 - 気象庁が自動検測を開始したことで検知能力が向上したと考えられる。
- 八甲田山

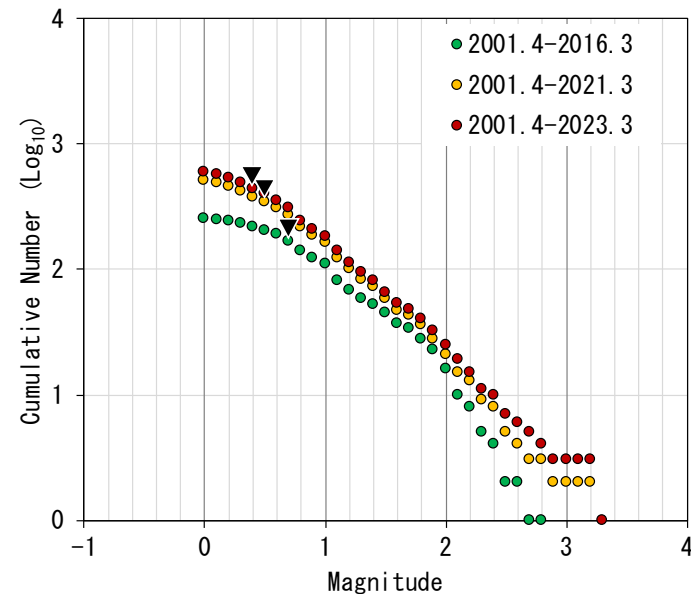
 - 2001年のHi-net導入以降, ① 2016年3月まで(気象庁自動検測開始前), ② 2021年3月まで(2020年7月, 9~10月の群発地震を含む期間), ③ 2023年3月までの期間でMcを求めた。
 - その結果, Mcは① 0.7※, ② 0.5, ③ 0.4であった。
 - 気象庁が自動検測を開始したこと, またはAS-net導入によって検知能力が向上したと考えられる。

地震回数積算曲線



火山	十和田		
期間	2001年4月～2014年3月	2001年4月～2016年3月	2001年4月～2023年3月
Mc	0.5	0.5	0.4

地震回数積算曲線

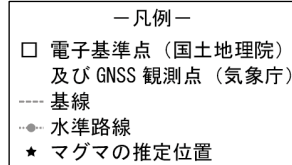


火山	八甲田		
期間	2001年4月～2016年3月	2001年4月～2021年3月	2001年4月～2023年3月
Mc	0.7※	0.5	0.4

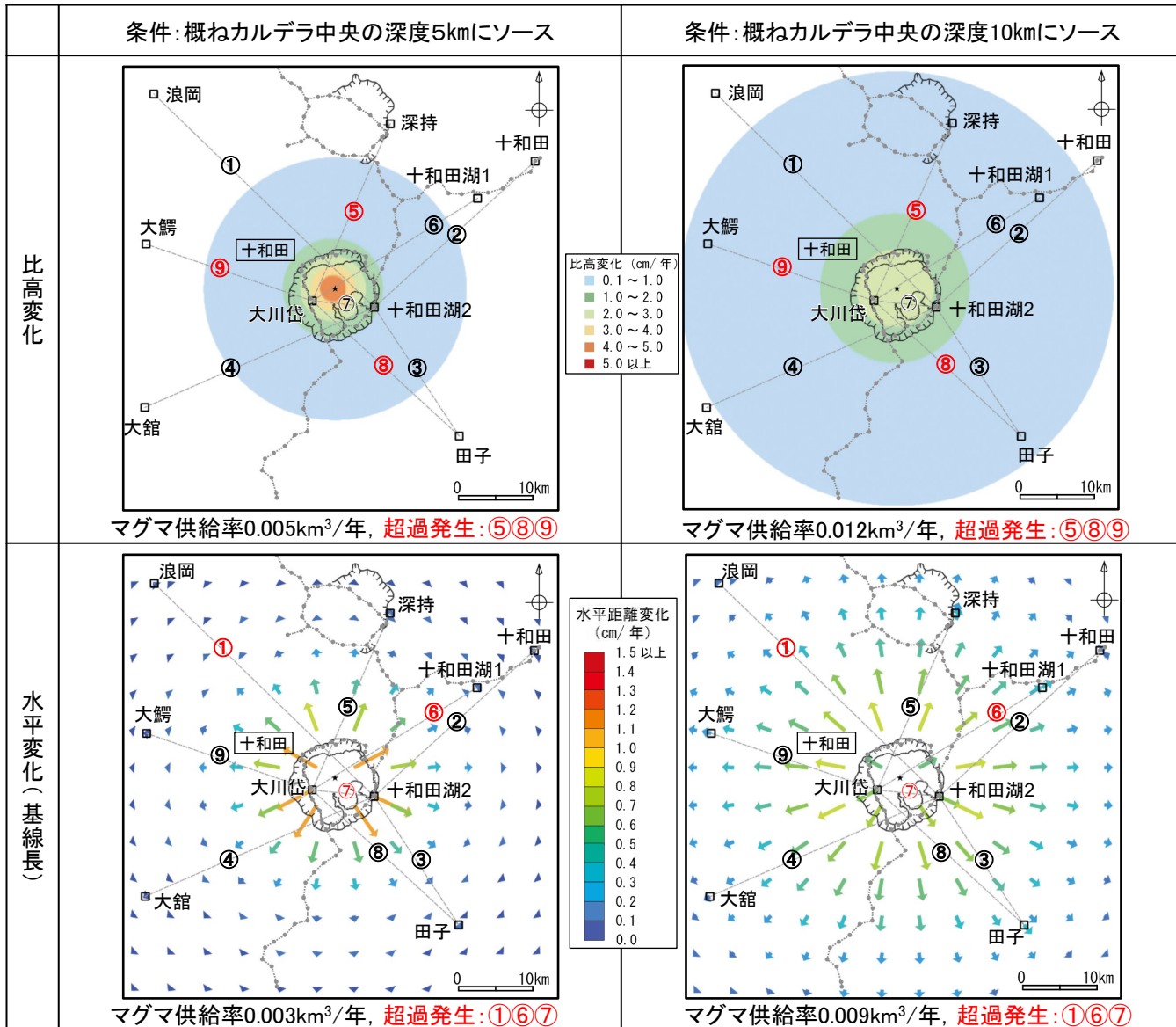
・観測範囲内の深さ40kmまでの通常地震を抽出した。・Wiemer & Wyss(2000)に基づき, Miを小さい方から次第に増加させ, 適合度 (Goodness of fit) が90%に達した時をMcとした。
※適合度 (Goodness of fit) が90%に達しなかったため, 適合度が最も高い時 (R_{min}) のMをMcとした。

5.2 地殻変動の判断基準

【十和田における監視対象基線の設定思想】



【Kozono et al.(2013)式より得る比高及び水平変化が判断基準を上回るマグマ供給率を算出】



【監視基線の設定】

- これまでの当社設定の監視基線は、火山性地殻変動の影響をあまり受けない位置(山麓)に設置された電子基準点等から、山側の観測点をみるように構築しており、基線方向は可能な範囲で東西・南北となるように設定していた。
- 一方、火山近傍の2つの観測点(十和田湖2、大川岱)を結ぶ基線(図中⑦)は、カルデラ内地下のソースによって地殻変動が発生した際に大きな変動が生じ、設定可能な基線の中で検知能力が最も高くなることが期待される。
- 今回、カルデラ中心に点源ソースを設定した茂木モデル計算(Kozono et al.,2013)により、各基線の比高及び水平の変化傾向(感度)を分析した。

- 火山近傍の2観測点の山麓からみた比高変化では、よりソースに近い「大川岱」の方が「十和田湖2」より大きくなっている。ただし、⑦基線の比高変化は両者が隆起するため、あまり大きくはない。
- 水平変化量には両点での感度に比高ほどの差はないが、ソースとの位置関係から逆向きの変位となる。

- このように、火山近傍2点を用いることで、仮にカルデラ内起源の変動が生じた場合には、ソース位置推定精度向上に繋がることも期待される。
- また、低周波地震がカルデラ南東縁付近の深部で発生しており、観測点としては「十和田湖2」が近接する。
- したがって、「大川岱」「十和田湖2」の双方を含めた監視対象の基線及び基準は有効と考えられる。

十和田における現状の監視基線は、適切に構築されていると考え、基線は現状維持(9基線)のままとする。

5.2 地殻変動の判断基準

【八甲田山における監視対象基線の設定思想】

— 凡例 —

- 電子基準点（国土地理院）
及び GNSS 観測点（気象庁）
- 基線
- 水準路線
- ★ マグマの推定位置

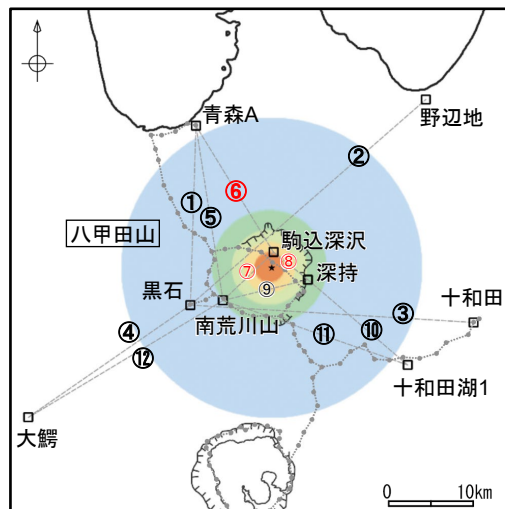


【Kozono et al.(2013)式より得る比高及び水平変化が判断基準を上回るマグマ供給率を算出】

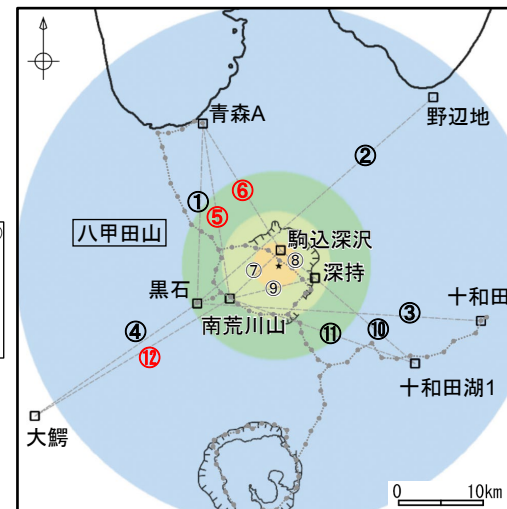
条件：概ねカルデラ中央の深度5kmにソース

条件：概ねカルデラ中央の深度10kmにソース

比高変化

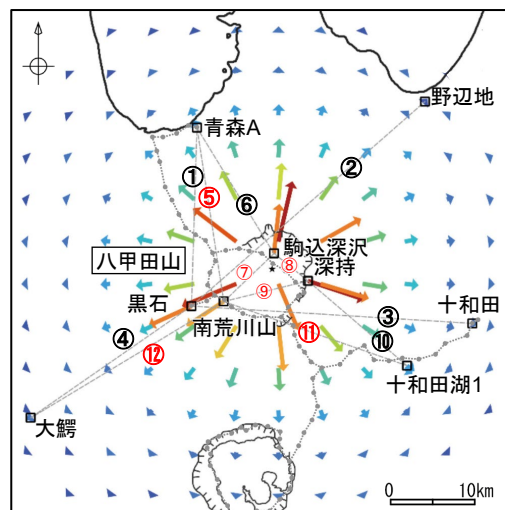


マグマ供給率0.005km³/年, 超過発生: ⑥⑦⑧

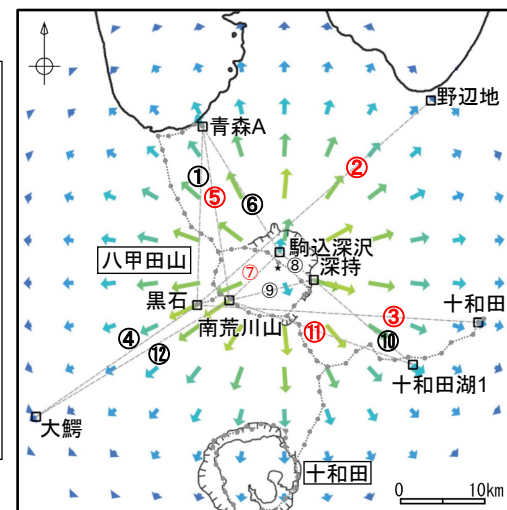


マグマ供給率0.014km³/年, 超過発生: ⑤⑥⑫

水平変化（基線長）



マグマ供給率0.004km³/年, 超過発生: ⑤⑦⑧⑨⑪⑫



マグマ供給率0.008km³/年, 超過発生: ②③⑤⑦⑪

【監視基線の設定】

- カルデラ中心に点源ソースを設定した茂木モデル計算（Kozono et al., 2013）により，現設定各基線の比高及び水平の変化傾向（感度）を分析した。
- 火山近傍にある気象庁観測点の内，カルデラ内の「駒込深沢」は比高変化が特に検知されやすい。
- 東方のカルデラ縁上に位置する「深持」の周辺地下深部では低周波地震が発生しており，火山活動に伴う地殻変動を監視する上で重要である。
- 上記2点と火山西方の「南荒川山」でカルデラを三角に囲む基線配置※1により，変位傾向を総合的に把握することが可能となる。
- 一方，国土地理院の「黒石」は八甲田山に最も近い電子基準点で長期的に運用されてきたが，カルデラからやや離れ，比高感度は気象庁観測点の方が高く，水平感度は「南荒川山」と大差ない。ただし，「黒石」と，これに隣接する「南荒川山」はいずれも積雪の影響を受けたと考えられるデータ異常値や欠測が時折発生している※2。なお，「南荒川山」は豪雪地帯である酸ヶ湯の周辺にあるが，積雪の影響と思われるばらつきは「黒石」と比較して少ない※3。
- 「黒石」及び「南荒川山」について，どちらか一方が欠測となった場合でも，もう一方の観測点で八甲田山の西側における変動量が捉えられ，判断基準として設けている3基線以上の超過が検知できるよう，「黒石」と「南荒川山」でそれぞれ，各方向に少なくとも3基線を設定するように基線を構築した。

次頁に記載する通り，八甲田山における監視基線は計9基線に設定する。

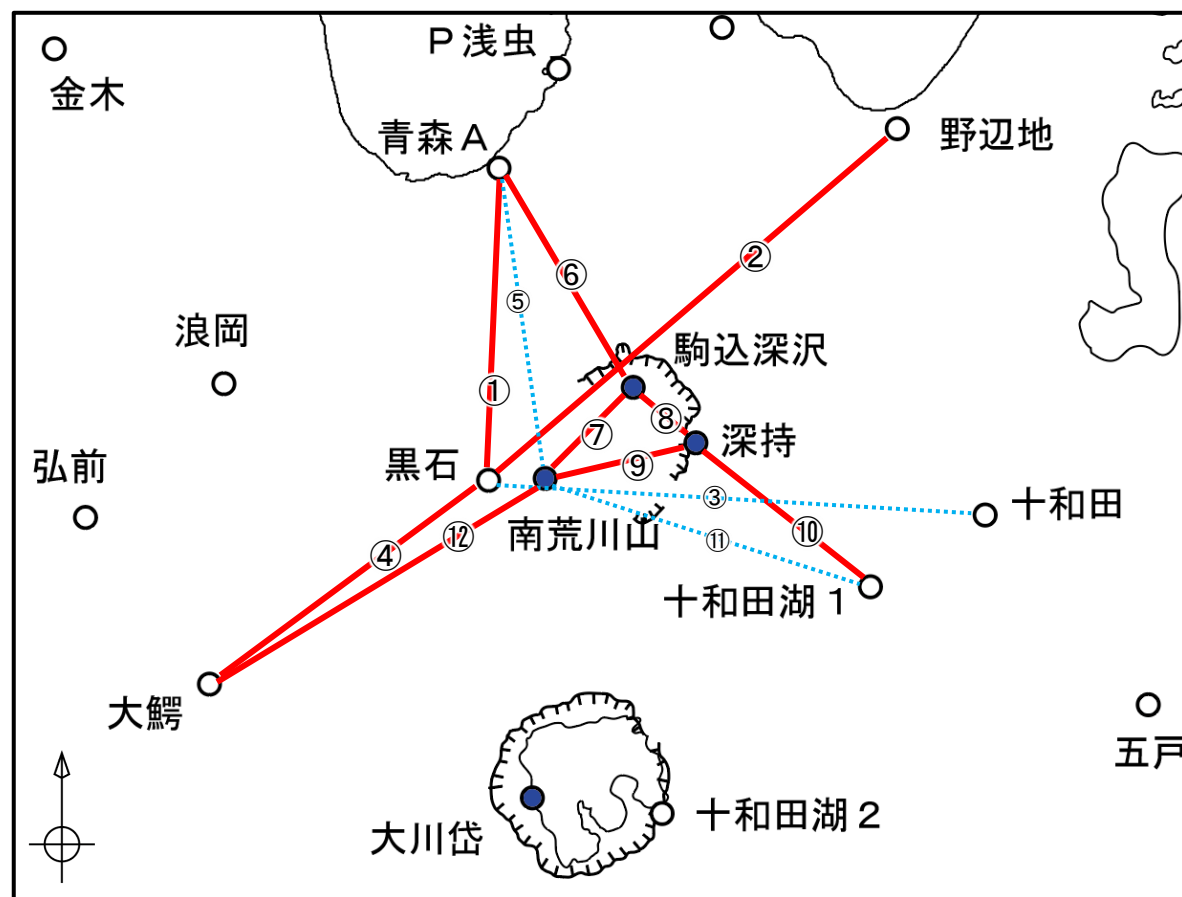
※1：配置によっては，比高ないし水平の感度が悪い基線もあることに注意が必要。
（例：現状の基線において，「駒込深沢」では水平方向の変動が検知されにくい。
なお，「南荒川山」では酸ヶ湯周辺を中心とした沈降が捉えられている。）

※2：なお，「深持」が2024年10月から，「南荒川山」が2025年2月から欠測が継続

※3：アンテナの設置高度が8mと高いことによると推察される。

5.2 地殻変動の判断基準

【八甲田山における監視対象基線の設定】



【監視基線の再検討】

➤ 近接する「黒石」「南荒川山」を東側からみる基線が多数構築されていたため、基線③「十和田」-「黒石」及び基線⑪「十和田湖1」-「南荒川山」を監視対象から外す。

➤ 「南荒川山」を含む基線のうち、基線⑤「青森A」-「南荒川山」を監視対象から外す。（近接する基線①「青森A」-「黒石」と同様の変動傾向が得られるため）

八甲田山における監視基線は計9基線とする。

再設定前の監視対象基線

- ①「青森A」-「黒石」
- ②「野辺地」-「黒石」
- ③「十和田」-「黒石」
- ④「大鰐」-「黒石」
- ⑤「青森A」-「南荒川山」
- ⑥「青森A」-「駒込深沢」
- ⑦「駒込深沢」-「南荒川山」
- ⑧「駒込深沢」-「深持」
- ⑨「深持」-「南荒川山」
- ⑩「十和田湖1」-「深持」
- ⑪「十和田湖1」-「南荒川山」
- ⑫「大鰐」-「南荒川山」

基線番号は再度振り分けを行い、通し番号で新たに再設定。

- 基線①「青森A」-「黒石」
- 基線②「野辺地」-「黒石」
- 基線③「大鰐」-「黒石」
- 基線④「青森A」-「駒込深沢」
- 基線⑤「駒込深沢」-「南荒川山」
- 基線⑥「駒込深沢」-「深持」
- 基線⑦「深持」-「南荒川山」
- 基線⑧「十和田湖1」-「深持」
- 基線⑨「大鰐」-「南荒川山」

0 10 20km

— : 監視対象基線(再設定した9基線)

..... : 監視対象から外した基線

● : 気象庁GNSS観測点

○ : 国土地理院の電子基準点

余白

5.2 地殻変動の判断基準【管理基準の設定について】

2025年度では、比高及び基線長の管理基準設定に際しては、以下の方法でデータ処理を行っていた。

【基線長管理基準】

- 基線長変化量は、東北地方太平洋沖地震の余効変動の影響を受けている。木村ほか(2013), Tobita(2016)などにより、余効変動のモデルとして、対数や指数を使った式が提示されてきたが、Fujiwara et al.(2022)によれば、2015年に日本海溝沿いで発生した地震の前後で、東北地方の地殻変動に変化があり、切片と定常隆起を示す項の値を変える必要がある。
- 2013年～2014年に十和田・八甲田山で火山活動の一時的な活発化がみられた。
- 以上を踏まえ、Fujiwara et al.(2022)に示されたモデルに基づいて基線長変化量の近似式を求めた。2013年から2014年の火山活動の一時的な活発化～2015年を近似の対象から除外し、2011年3月12日～2012年末の期間と、2016年4月～評価対象の前年度末までの期間における基線長変化量それぞれについて、Fujiwara et al.(2022)に示された2つのモデルを基に、最小二乗法で近似式を求める。
- 2016年4月～評価対象年度の前年度末を対象に、日々の実際の基線長変化量と上記近似式より求めた近似値の差のばらつきから $\pm 3\sigma$ を算出する。
- 上記近似式を評価対象年度に延長し、これを中心とする上記 $\pm 3\sigma$ 幅を管理基準に設定する。

【比高管理基準】

- 比高データのばらつきと年周変動の影響を取り除くため、日々の比高値から7日移動中央値の前年差分を算出する。
- 2016年4月～評価対象年度の前年度末の上記データから $\pm 3\sigma$ を算出し、当年の管理基準に適用する。

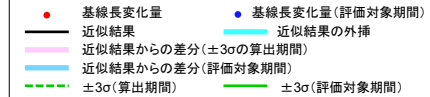
【「平常からの変化」の判断基準(比高・基線長で共通)】

- 設定した $\pm 3\sigma$ に対して、観測値が3基線以上同時に7日間連続超過

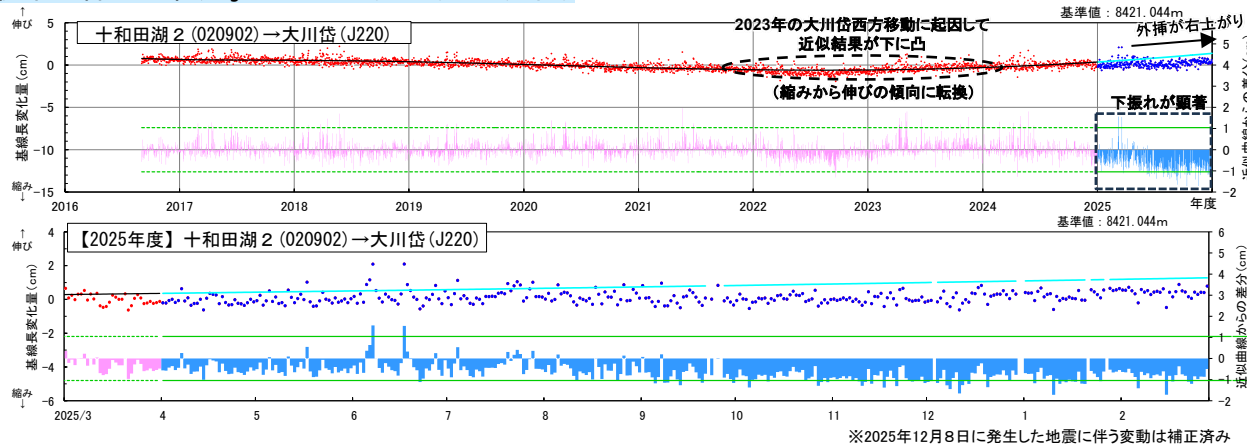
5.2 地殻変動の判断基準

【2026年度以降の管理基準の見直しについて】

- 気象庁GNSS観測点「大川岱」データを用いた基線長変化量について、近似結果（外挿）と観測値の間にずれが生じており、余効変動を除去した後も系統的に外れる傾向が認められる（例：「十和田湖2」-「大川岱」では下振れ）。これは、2023年前半以降に生じた、十和田での変動（「大川岱」の西方向への変位）が近似期間に含まれることが主に影響していると考えられる。この傾向を改善することを目的に、十和田の「大川岱」を含む基線長に対する管理基準に関して、2026年度以降では近似方法を次の通り変更する。



従来の管理基準(Fujiwara et al. (2022) 式で近似)



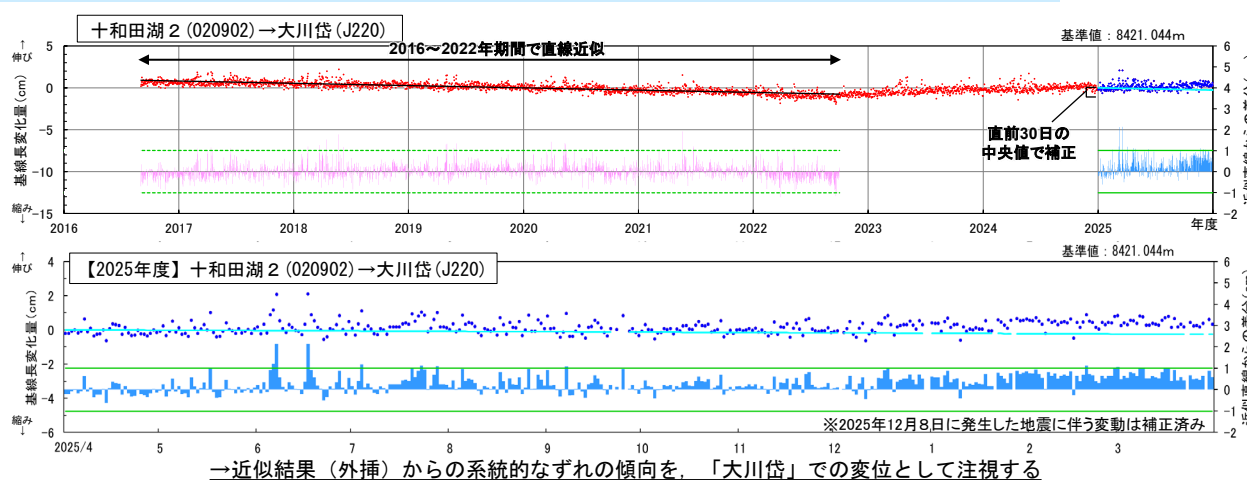
【基線長データに関する知見】

- 各基線には東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が認められる。
- 2013年～2014年に十和田・八甲田山で火山活動の一時的な活発化がみられた。また、Fujiwara et al.(2022)によれば、2015年に発生した日本海溝沿いの地震の前後で、東北地方の地殻変動に変化があった。

【基線長データの管理基準】

- 2011年3月12日～2012年末と、2016年4月～評価対象年度の前年度末までの基線長変化量それぞれについて、Fujiwara et al.(2022)に示された2つのモデルを基に近似式を求める。
- 2016年4月～評価対象年度の前年度末(2025年3月)を対象に、日々の実際の基線長変化量と上記近似式より求めた近似値の差のばらつきから±3σを算出する。
- 上記近似式を評価対象年度に延長し、これを中心とする上記±3σ幅を管理基準に設定する。

十和田の「大川岱」を含む基線長に対する新しい管理基準案(2025年度データへの適用例)



【基線長データに関する知見】

- 各基線には東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が認められる。その中で、2013年～2014年に十和田・八甲田山で火山活動の一時的な活発化がみられ、また、Fujiwara et al.(2022)によれば、2015年に発生した日本海溝沿いの地震の前後で、東北地方の地殻変動に変化があった。

【基線長データの管理基準】 【赤字：2025年度からの変更内容】

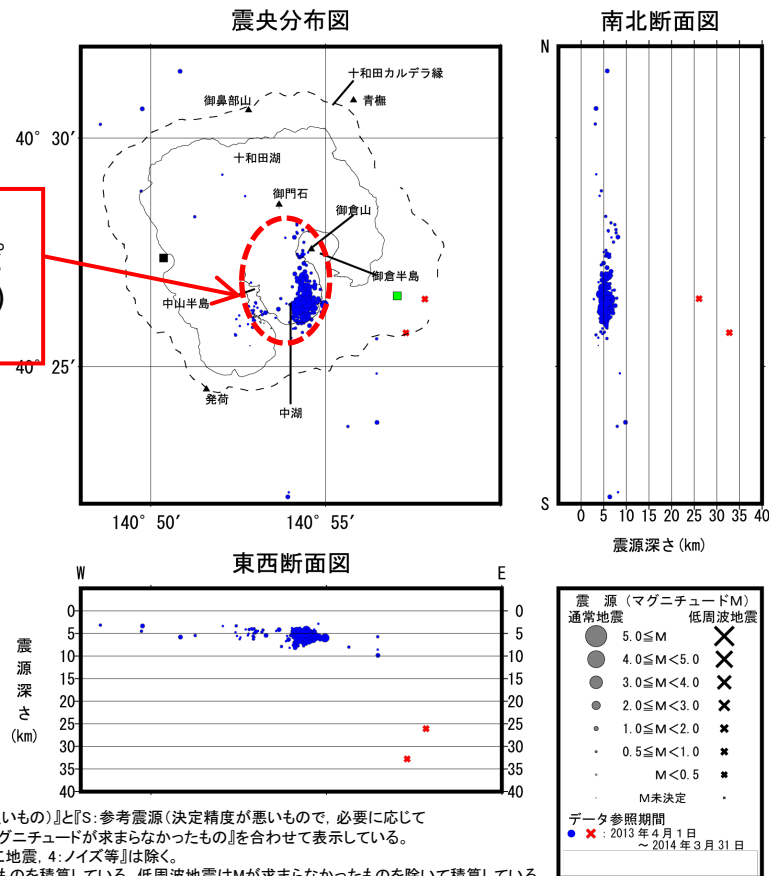
- 「大川岱」は2016年から観測を開始しており、東北地方太平洋沖地震直後のデータが存在しない。また、2016年以降～2022年までの十和田における基線長変化傾向は概ね直線的であることを踏まえ、近似期間を2016年～2022年までとして近似直線を求める。
- 2016年～2022年までを対象に、日々の実際の基線長変化量と上記近似式より求めた近似値の差のばらつきから±3σを算出する。
- 上記近似式を評価対象年度に適用し、これを中心とする上記±3σ幅を管理基準に設定する。なお、適用に当たっては、評価対象年度の直前30日の中央値で切片を補正する。

6. モニタリング評価結果に係る参考情報

モニタリング評価結果に係る参考情報

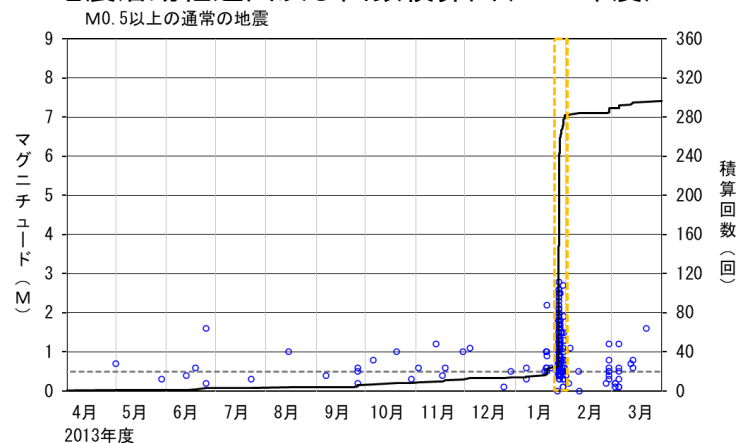
6.1 地震活動の活発化事例〔十和田:2014年1月〕

■気象庁一元化震源処理データ(2013年度)

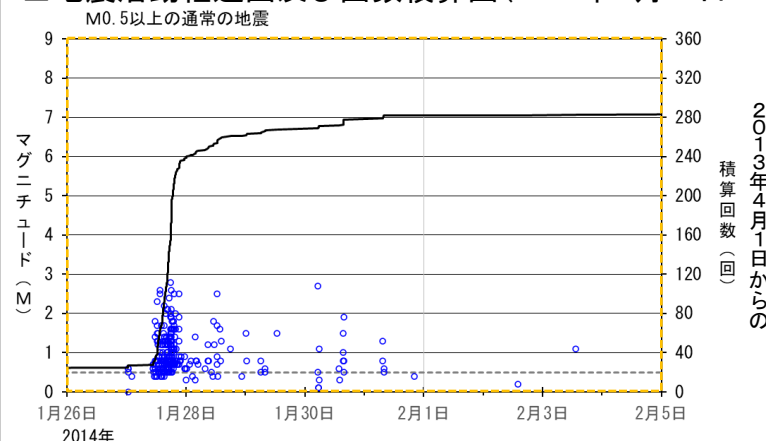


後カルデラ期の最新の噴火エピソード(十和田a)の火口位置

■地震活動経過図及び回数積算図(2013年度)



■地震活動経過図及び回数積算図(2014年1月26日～2月5日)

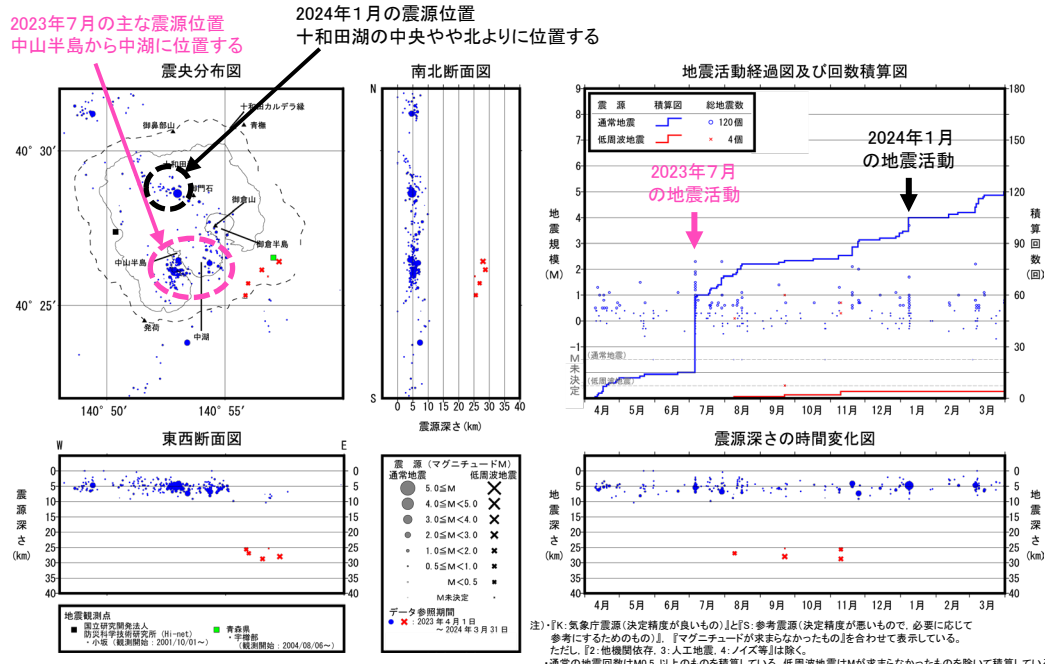


注)・『K:気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S:参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったもの』を合わせて表示している。
ただし、『2:他機関依存, 3:人工地震, 4:ノイズ等』は除く。
・通常地震回数はM0.5以上のものを積算している。低周波地震はMが求まらなかったものを除いて積算している。

- ・2014年1月にM0.5以上の通常地震が268(回/月)観測された。地震は十和田の後カルデラ期の最新の噴火エピソード(十和田a)の火口である十和田湖中湖付近及びその周辺の震源深さ5km~10km付近に集中する一方で、低周波地震はそれらよりやや深い25km~35km付近で発生している。
- ・「十和田の火山活動解説資料(平成26年1月)」(気象庁, 2014)によると、2014年1月27日昼前から夜にかけて地震活動が活発な状況になったが、27日の夜から地震回数は減少し、2月に入ってから概ね静穏な状況であり、低周波地震、火山性微動は観測されていないとしている。また、火山活動に特段の変化はなく、噴火の兆候は認められず、2007年12月1日の噴火予報(平常)の発表以降、予報警報事項に変更はないとしている。

6.1 地震活動の活発化事例〔十和田：2023年7月〕

■ 気象庁一元化震源処理データ(2023年度)



■ 気象庁(2024): 令和5年(2023年)の十和田の火山活動

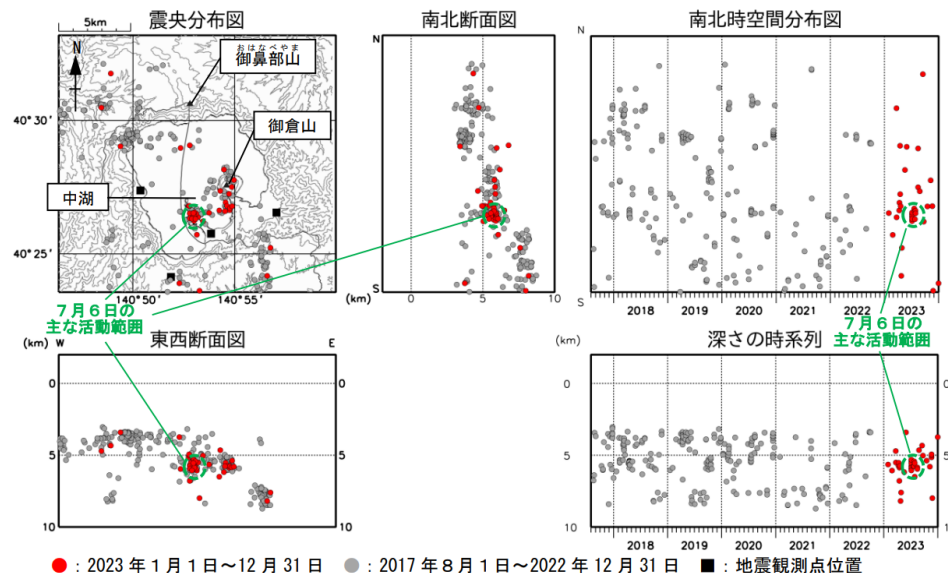
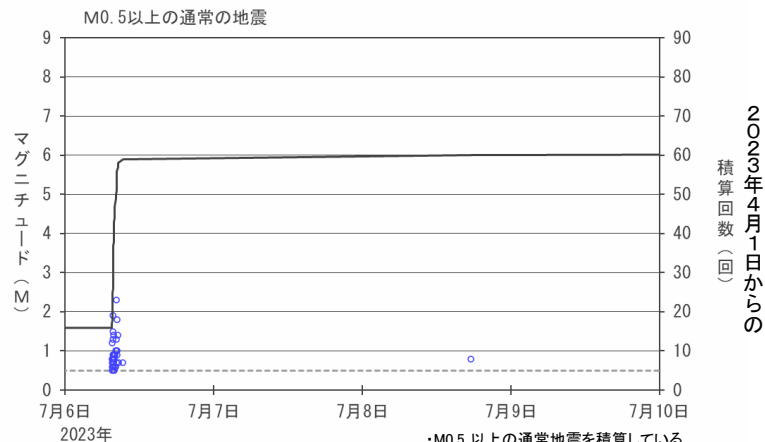


図3 十和田 地震活動図 (2017年8月~2023年12月)

■ 地震活動経過図及び回数積算図(2023年7月6日~7月10日)



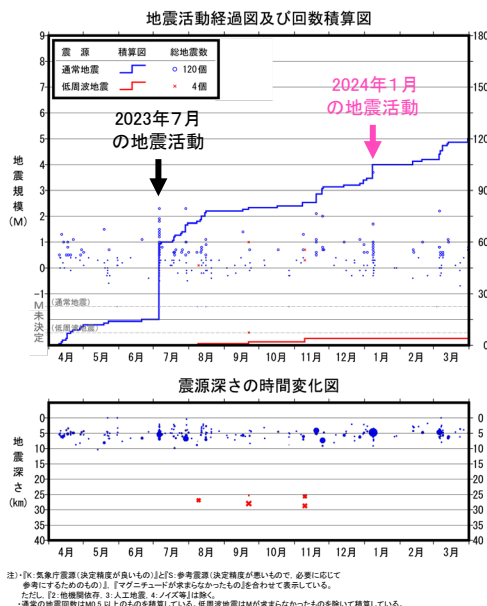
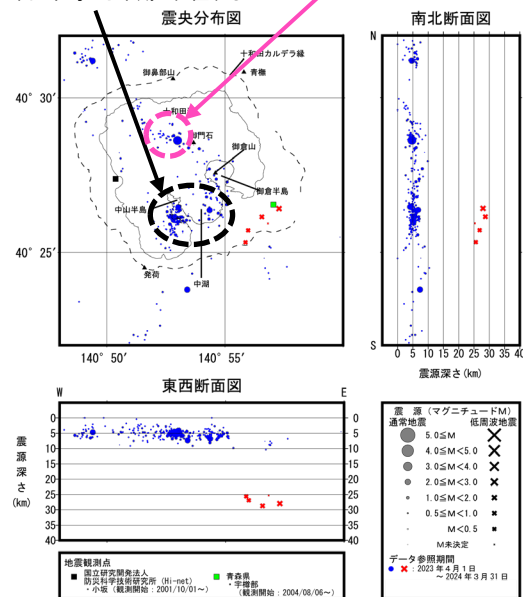
- ・気象庁一元化震源では、2023年7月6日に中山半島から中湖にかけての深さ約3km~約6kmを震源とするM0.5以上の通常地震が一時的に増加し、44回観測された。この地震前後で顕著な地震の増加はみられない。
- ・「令和5年(2023年)の十和田の火山活動」(気象庁, 2024)によると、2023年7月6日に火山性地震が一時的に増加し、日別回数は139回となった。震源は中湖付近の深さ6km付近と推定された。低周波地震波観測されず、その他の観測データにも、この地震活動に伴う変化はみられなかったとしている。

6.1 地震活動の活発化事例〔十和田：2024年1月〕

■ 気象庁一元化震源処理データ(2023年度)

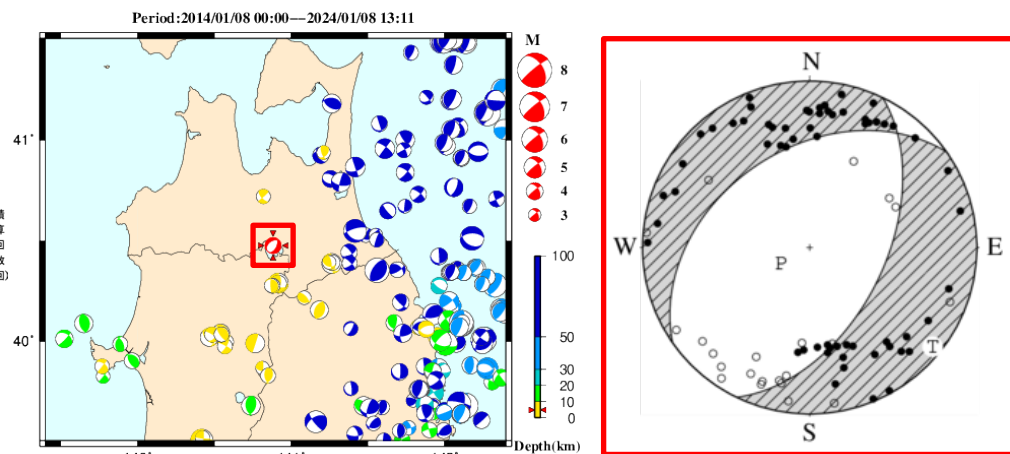
2023年7月の主な震源位置
中山半島から中湖に位置する

2024年1月の震源位置
十和田湖の中央やや北よりに位置する



- ・気象庁一元化震源では、2024年1月8日に十和田湖の中央やや北よりの深さ約5kmを震源とするM3.7の通常の地震が観測された。1997年以降の観測期間内において最大規模であった。この地震前後で顕著な地震の増加はみられない。
- ・「十和田の火山活動解説資料(令和6年1月)」(気象庁, 2024)によると、1月8日に火山性地震が一時的に増加し、日回数は12回となった。震源は中湖の北約5km、深さ約5km 付近と推定される。最大の地震は13時11分頃に発生した。低周波地震、火山性微動は観測されなかった。その他の期間は、火山性地震は少ない状態で経過し、より浅い場所を震源とする火山性地震は観測されなかったとしている。

■ 初動発震機構解(2024年1月8日M3.7の地震)



震源時刻			緯度		経度		深さ	M
2024年01月08日 13時11分14.7秒			北緯40度28.6分		東経140度52.9分		5 km	3.7
	走向	傾斜角	すべり角		P 軸	T 軸	N 軸	
断層面解 1	235	41	-67	方位	241	129	37	
断層面解 2	26	53	-109	傾斜	74	6	15	
観測点数	スコア	気象庁 初動発震機構解 (https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/mech/ini/fig/mc20240108131114.html)						
83点	89%							

- ・気象庁の初動発震機構解によると、北東－南西走向、中角度傾斜の断層が推定される。断層のタイプは、正断層と考えられる。

■気象庁(2025):令和6年(2024年)の十和田の火山活動

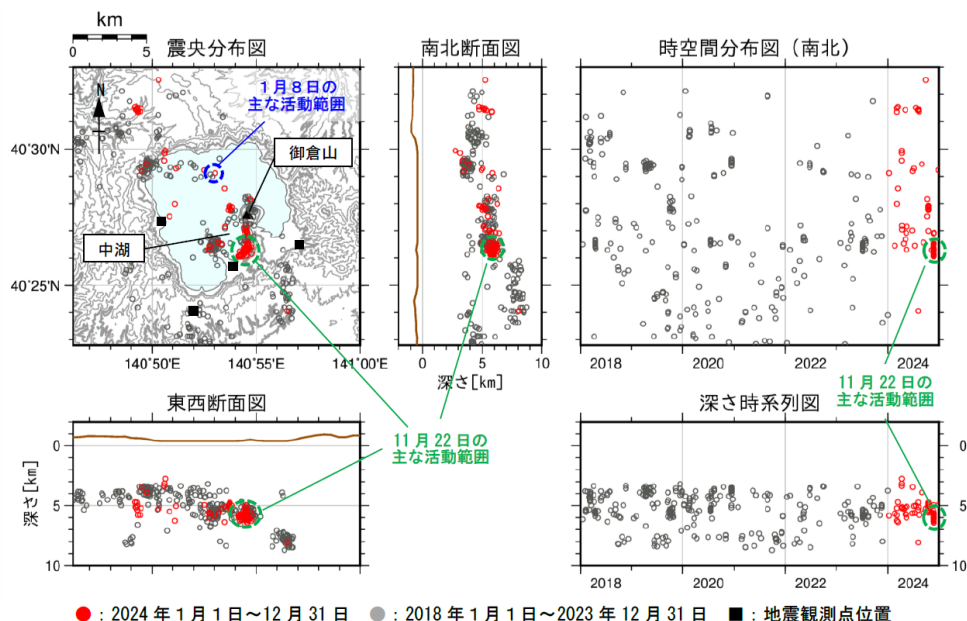
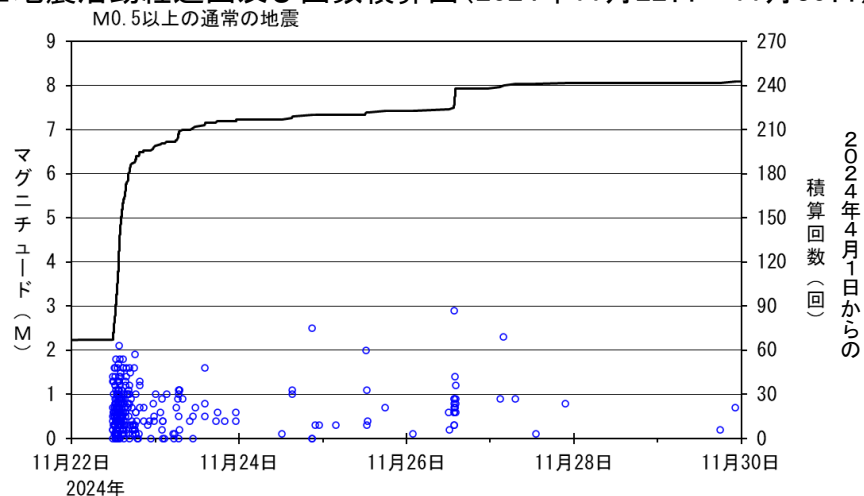


図4 十和田 地震活動図 (2018年1月～2024年12月)

■地震活動経過図及び回数積算図(2024年11月22日～11月30日)



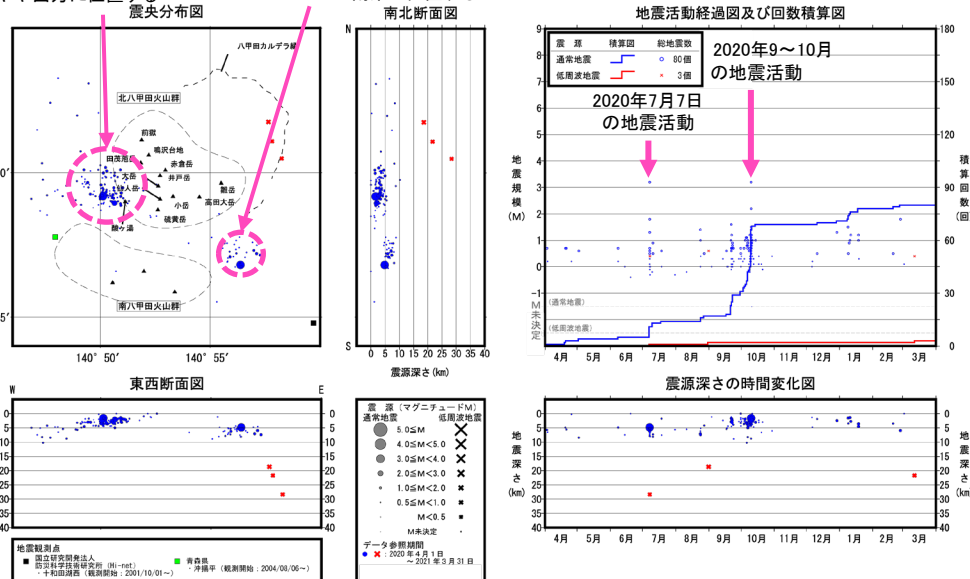
- ・気象庁一元化震源では、2024年11月22日に中湖付近の深さ約16km以浅を震源とする通常地震が一時的に増加し、M0.5以上の地震が133回観測された。11月29日にかけて地震回数は減少し、以降では顕著な地震の増加はみられない。11月26日のM2.9が最大規模であった。
- ・2024年11月の期間では、M0.5以上の通常地震が177回観測された。これは、2014年1月の268回に次ぐ多さであった。
- ・「令和6年(2024年)の十和田の火山活動」(気象庁、2025)によると、11月22日に火山性地震が一時的に増加し、日回数は228回となった。日回数が100回を超えたのは2023年7月6日以来であった。震源は中湖付近の深さ約6km付近と推定される。また、11月22日から27日にかけて、M2を超える地震が5回発生した。最大の地震は11月26日13時37分頃に発生したM2.9であった、としている。

6.1 地震活動の活発化事例〔八甲田山:2020年〕

■一元化震源処理データ(2020年度)

2020年9～10月の地震活動範囲
北八甲田火山群の火山体から
やや西方に位置する

2020年7月7日の地震活動範囲
北八甲田火山群の火山体から
やや南東に位置する



注) ①『K:気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S:参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったもの』を合わせて表示している。
ただし、『2:他機関依存, 3:人工地震, 4:ノイズ等』は除く。
・通常の地震回数はM0.5以上のものを積算している。低周波地震はMが求まらなかったものを除いて積算している。

■気象庁(2021):令和2年(2020年)の八甲田山の火山活動

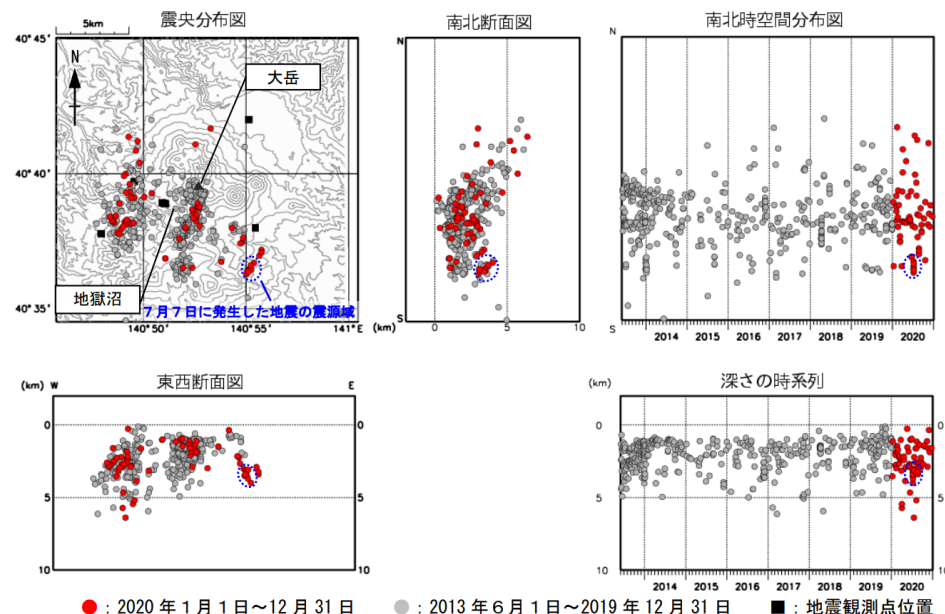


図20 八甲田山 地震活動 (2013年6月～2020年12月)

7月7日に大岳山頂の南東6km付近でマグニチュード3.2の地震(青破線)が発生しましたが、噴気活動、地殻変動等に変化はみられず火山活動の活発化は認められていません。

- ・気象庁一元化震源では、2020年10月にM0.5以上の通常の地震が38(回/月)観測された。1997年以降の観測期間内において最多の地震数であった。
- ・「令和2年(2020年)の八甲田山の火山活動」(気象庁, 2021)によると、2020年7月7日に大岳山頂の南東約6km付近を震源とする地震(最大マグニチュード3.2)が発生したとしている。噴気活動、地殻変動等に変化は見られず火山活動の活発化は認められないとしている。
- ・「令和2年(2020年)の八甲田山の火山活動」(気象庁, 2021)によると、地震活動は概ね低調で、噴気活動及び地殻変動に特段の変化はなく、火山活動は静穏に経過したとしている。

6.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の判断基準の関係

【概要】

十和田及び八甲田山において、地殻変動が発生した際に観測されうる変動率を算出した。

前提条件：マグマ溜まりの位置の考え方

【水平位置の想定】

・十和田及び八甲田山ともにカルデラの概ね中央（中野ほか編（2013）WEB版を参照）

【鉛直位置】

- ・Nakatani et al.(2022)によれば、高温高压実験の結果から、十和田における2度の巨大噴火を引き起こしたマグマは地下5～7kmに蓄積されていたことが示された。
- ・東宮(1997)によるマグマ中立点とSiO₂の関係によれば、珪長質マグマの浮力中立は概ね7kmとされる。
- ・マグマ溜まりの鉛直位置の違いの影響をあわせて把握するため、以上のようなマグマ溜まり深度に関する複数の知見を包含するように、鉛直位置は5km及び10kmの2パターンで設定した。

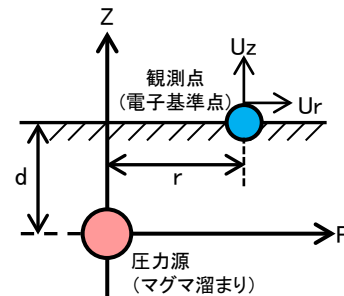


Kozono et al.(2013)式より、十和田及び八甲田山の地殻変動の監視対象としている基線における鉛直及び水平（斜距離）方向の地殻変動変動率を算出し、十和田及び八甲田山の判断基準（管理基準幅3σを3基線以上で超過）を上回るマグマ供給率を算出した。

供給率と鉛直・水平変位量との関係式（Kozono et al., 2013）

$$\Delta V_G = \frac{\pi}{1-\nu} \frac{(r^2 + d^2)^{3/2}}{d} u_z \quad \text{鉛直}$$
$$= \frac{\pi}{1-\nu} \frac{(r^2 + d^2)^{3/2}}{r} u_r \quad \text{水平}$$

ΔV_G : 圧力源の体積変化 (km³) ν : ポアソン比
 r : 圧力源から観測点までの水平投影距離 (km) d : 圧力源の深さ (km)
 U_r : 観測点の水平変位 (km) U_z : 観測点の鉛直変位 (km)



【算出方法】

- ・下鶴ほか編(2008)では、マグマ溜まりの体積変化による地殻変動の理解には、半無限弾性体中の圧力源の圧力変化が引き起こす弾性変形についての理論（茂木モデル（Mogi, 1958））が有効であるとされている。
- ・Kozono et al. (2013)では、茂木モデルから、下記の式を導き、弾性体中の圧力源の体積変化を算出している。
- ・Kozono et al. (2013)の式により、マグマ供給率（圧力源の体積変動率） ΔV_G (km³/年) から各観測点の地殻変動の変動率（年間の水平変位量: U_r 及び鉛直変位量: U_z ）を逆算する。

6.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の判断基準の関係

【判断基準を超過するマグマ供給率】

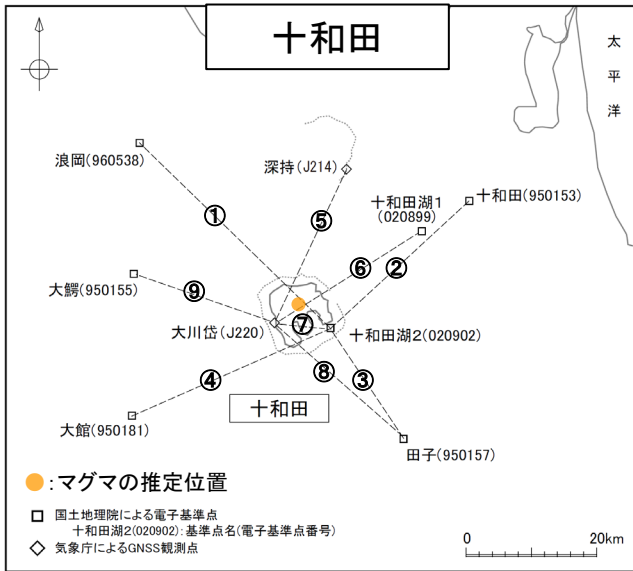


Kozono et al.(2013)式より、鉛直及び水平(斜距離)方向において、十和田及び八甲田山の判断基準(管理基準幅3σを3基線以上で超過)を上回るマグマ供給率を算出した。

供給率と鉛直・水平変位量との関係式
(Kozono et al., 2013)

$$\Delta V_G = \frac{\pi}{1-\nu} \frac{(r^2 + d^2)^{3/2}}{d} u_z \quad \text{鉛直}$$
$$= \frac{\pi}{1-\nu} \frac{(r^2 + d^2)^{3/2}}{r} u_r \quad \text{水平}$$

ΔV_G : 圧力源の体積変化(km³) ν : ポアソン比
 r : 圧力源から観測点までの水平投影距離(km) d : 圧力源の深さ(km)
 U_r : 観測点の水平変位(km) U_z : 観測点の鉛直変位(km)

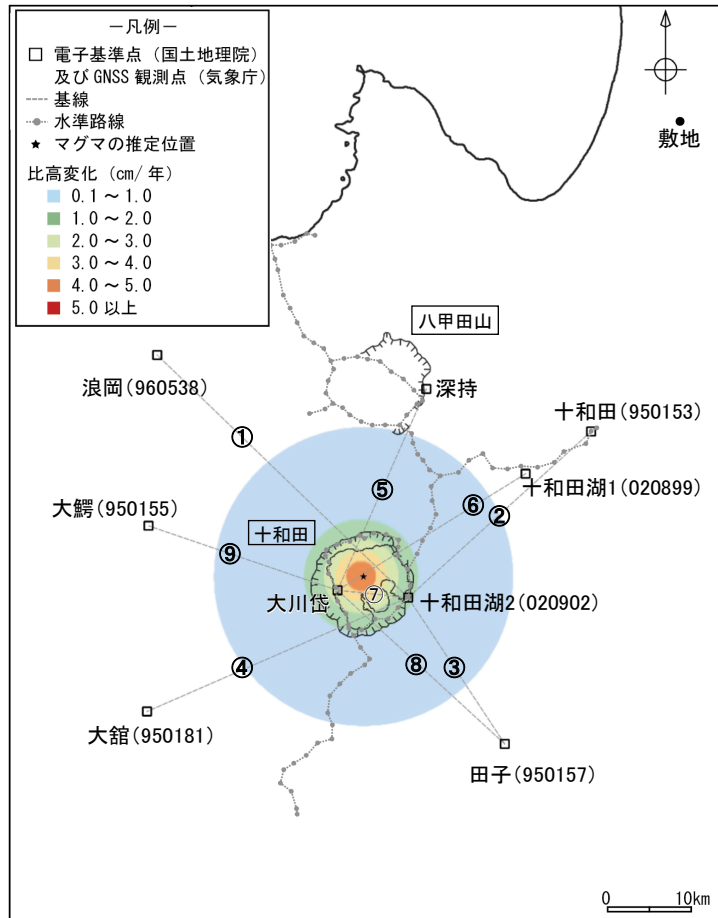


項目		単位	十和田		八甲田山		備考
			鉛直	水平(斜距離)	鉛直	水平(斜距離)	
	ν ポアソン比	—	0.25				下鶴ほか編(2008)を参照
A	ΔV_G 判断基準超過する圧力源深さ5kmでのマグマ供給率	km ³ /年	0.005	0.003	0.006	0.004	管理基準幅(3σ)を3基線以上で超える値を探索(0.001毎に変化)
B	ΔV_G 判断基準超過する圧力源深さ10kmでのマグマ供給率	km ³ /年	0.013	0.010	0.017	0.009	
判断基準超過の基線(A: 深さ5km供給)		—	⑤⑧⑨	①⑥⑦	④⑤⑥	②⑤⑥ ⑦⑨	—
判断基準超過の基線(B: 深さ10km供給)		—	⑤⑧⑨	①④⑥⑦	④⑧⑨	②⑤⑦	—

6.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の判断基準の関係

【判断基準を超過するマグマ供給率：十和田 鉛直】

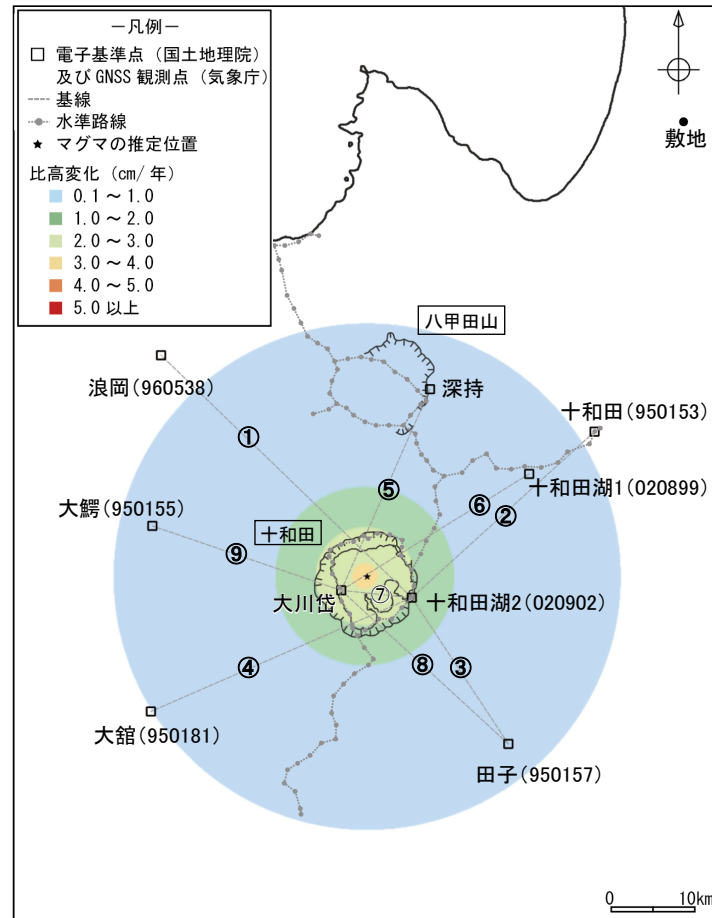
➤ Kozono et al.(2013)式より得る比高変化が、十和田の判断基準(管理基準幅 3σ を3基線以上で超過)を上回るマグマ供給率を算出した結果、深度5kmではマグマ供給率 $0.005\text{km}^3/\text{年}$ で基線⑤⑧⑨、深度10kmではマグマ供給率 $0.013\text{km}^3/\text{年}$ で基線⑤⑧⑨の管理基準幅 3σ を上回った。



A: 深度5km, マグマ供給率 $0.005\text{km}^3/\text{年}$

各基線での比高変化(単位: cm/年, 赤字: 超過)

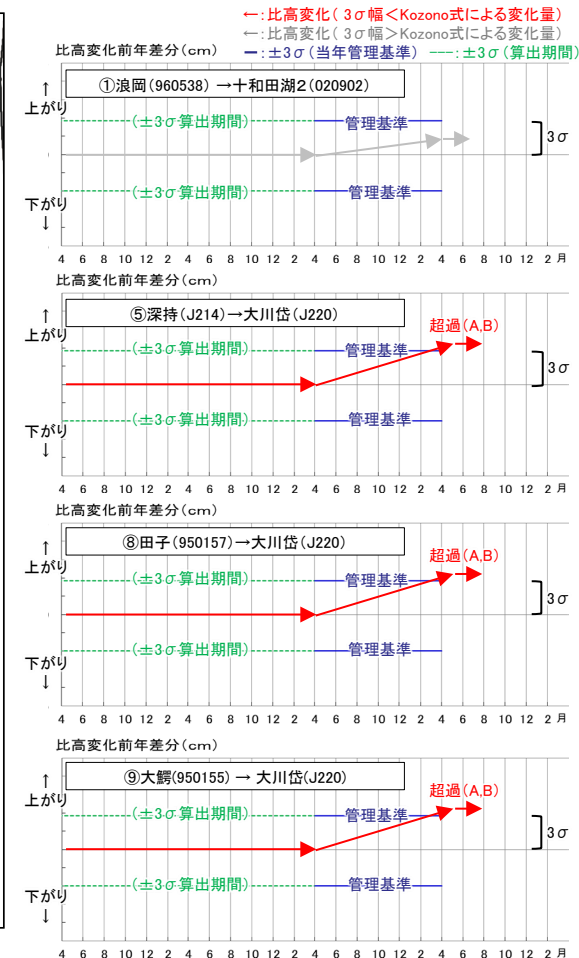
①1.30 ②1.29 ③1.28 ④1.29
⑤2.60 ⑥2.59 ⑦1.33 ⑧2.61 ⑨2.61



B: 深度10km, マグマ供給率 $0.013\text{km}^3/\text{年}$

各基線での比高変化(単位: cm/年, 赤字: 超過)

①1.94 ②1.91 ③1.85 ④1.90
⑤2.43 ⑥2.41 ⑦0.62 ⑧2.47 ⑨2.47



管理基準の超過イメージ(例)

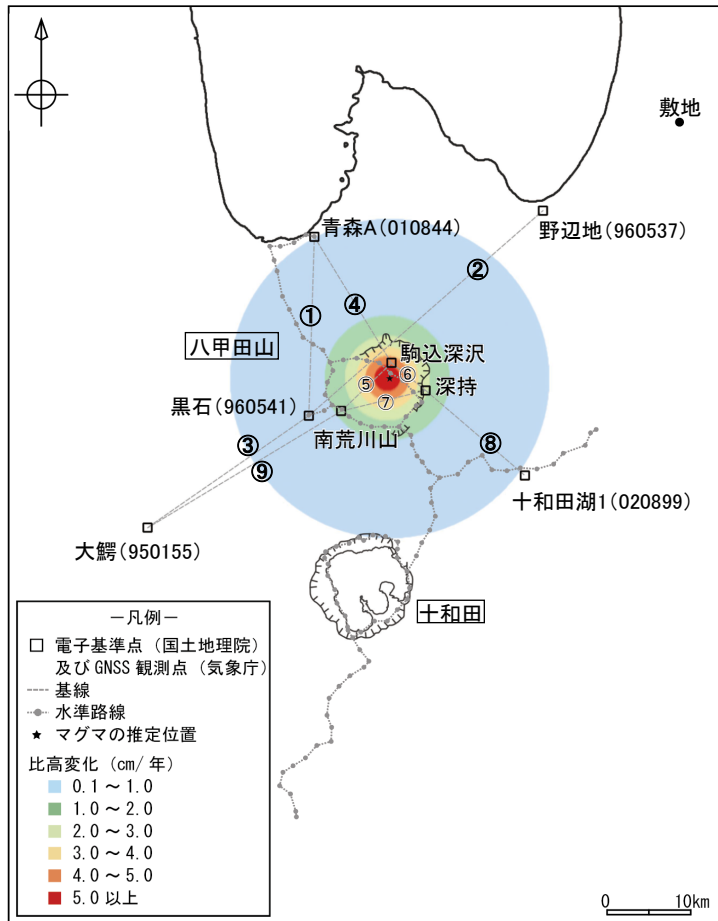
183

6.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の判断基準の関係

【判断基準を超過するマグマ供給率：八甲田山 鉛直】



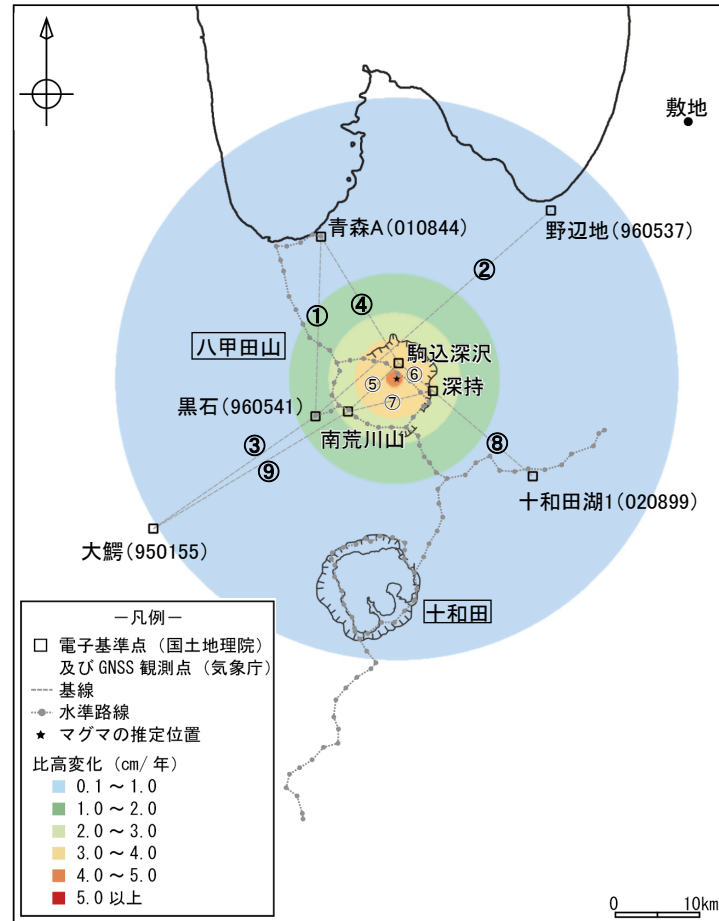
➤ Kozono et al.(2013)式より得る比高変化が、八甲田山の判断基準(管理基準幅 3σ を3基線以上で超過)を上回るマグマ供給率を算出した結果、深度5kmではマグマ供給率 $0.006\text{km}^3/\text{年}$ で基線④⑤⑥、深度10kmではマグマ供給率 $0.017\text{km}^3/\text{年}$ で基線④⑧⑨の管理基準幅 3σ を上回った。



A: 深度5km, マグマ供給率 $0.006\text{km}^3/\text{年}$

各基線での比高変化(単位: cm/年, 赤字: 超過)

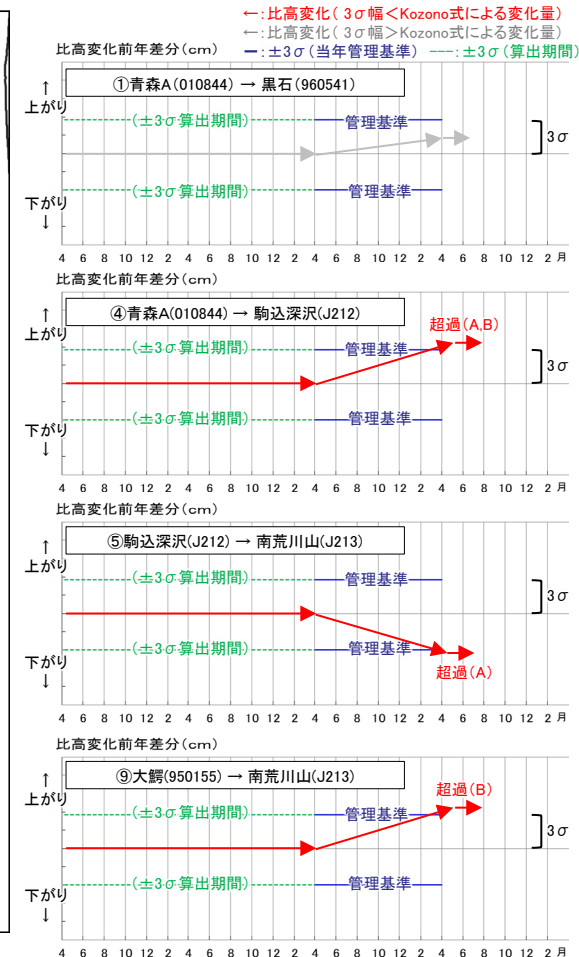
①0.36 ②0.42 ③0.43 ④4.60 ⑤-3.55
 ⑥-2.33 ⑦-1.22 ⑧2.28 ⑨1.13



B: 深度10km, マグマ供給率 $0.017\text{km}^3/\text{年}$

各基線での比高変化(単位: cm/年, 赤字: 超過)

①0.91 ②1.15 ③1.23 ④3.44 ⑤-1.60
 ⑥-0.77 ⑦-0.83 ⑧2.71 ⑨2.16



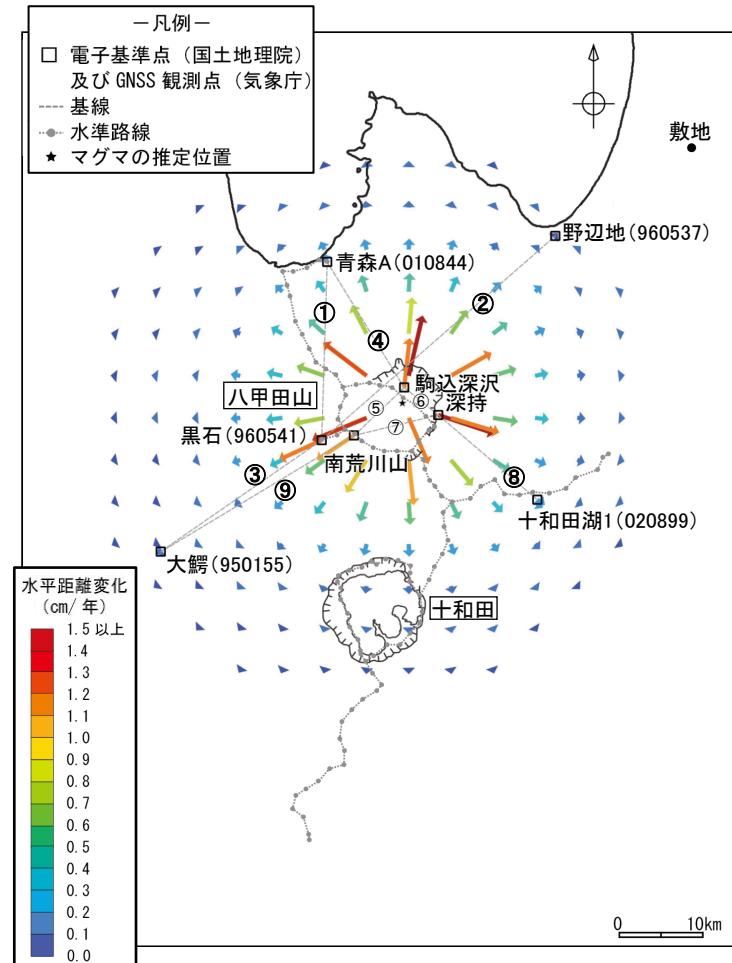
管理基準の超過イメージ(例)

6.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の判断基準の関係

【判断基準を超過するマグマ供給率：八甲田山 水平】



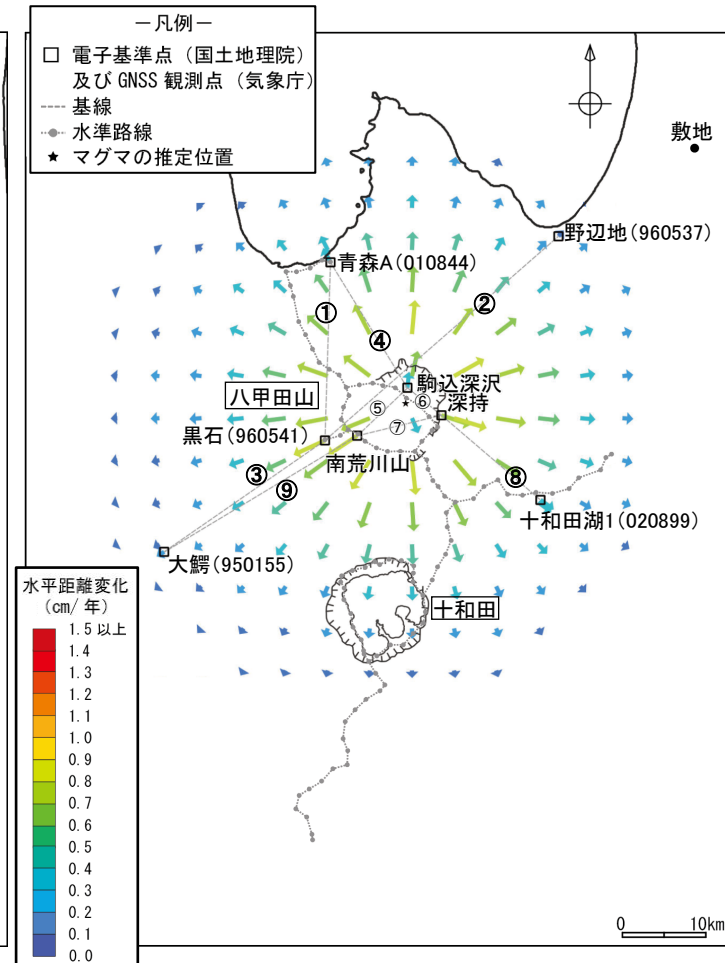
➤ Kozono et al.(2013)式より得る水平変化が、八甲田山の判断基準(管理基準幅 3σ を3基線以上で超過)を上回るマグマ供給率を算出した結果、深度5kmではマグマ供給率 $0.004\text{km}^3/\text{年}$ で基線②⑤⑥⑦⑨、深度10kmではマグマ供給率 $0.009\text{km}^3/\text{年}$ で基線②⑤⑦の管理基準幅 3σ を上回った。



A: 深度5km, マグマ供給率 $0.004\text{km}^3/\text{年}$

各基線での水平(斜距離)変化(単位:cm/年, 赤字:超過)

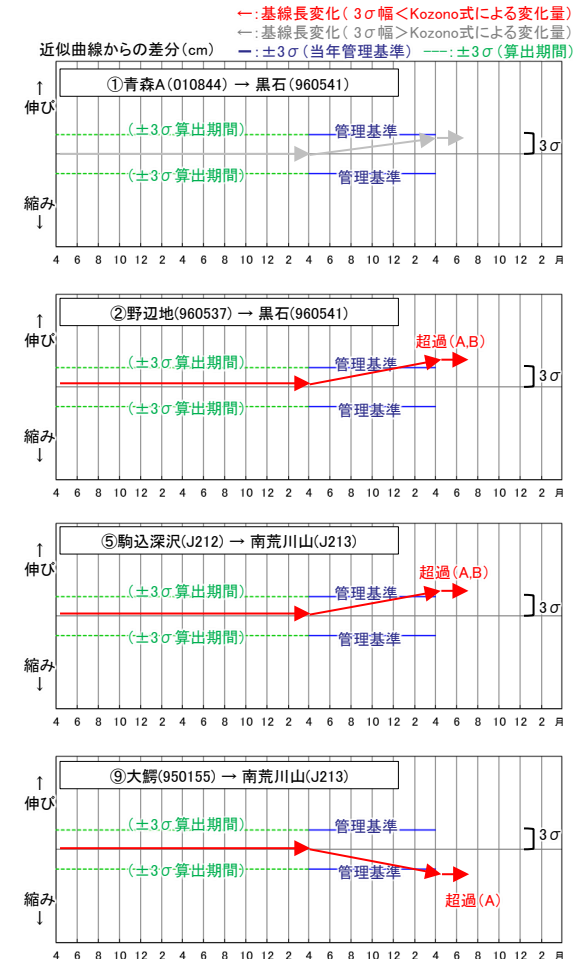
①0.50 ②0.74 ③0.53 ④0.59 ⑤1.86
⑥1.93 ⑦2.18 ⑧1.03 ⑨0.96



B: 深度10km, マグマ供給率 $0.009\text{km}^3/\text{年}$

各基線での水平(斜距離)変化(単位:cm/年, 赤字:超過)

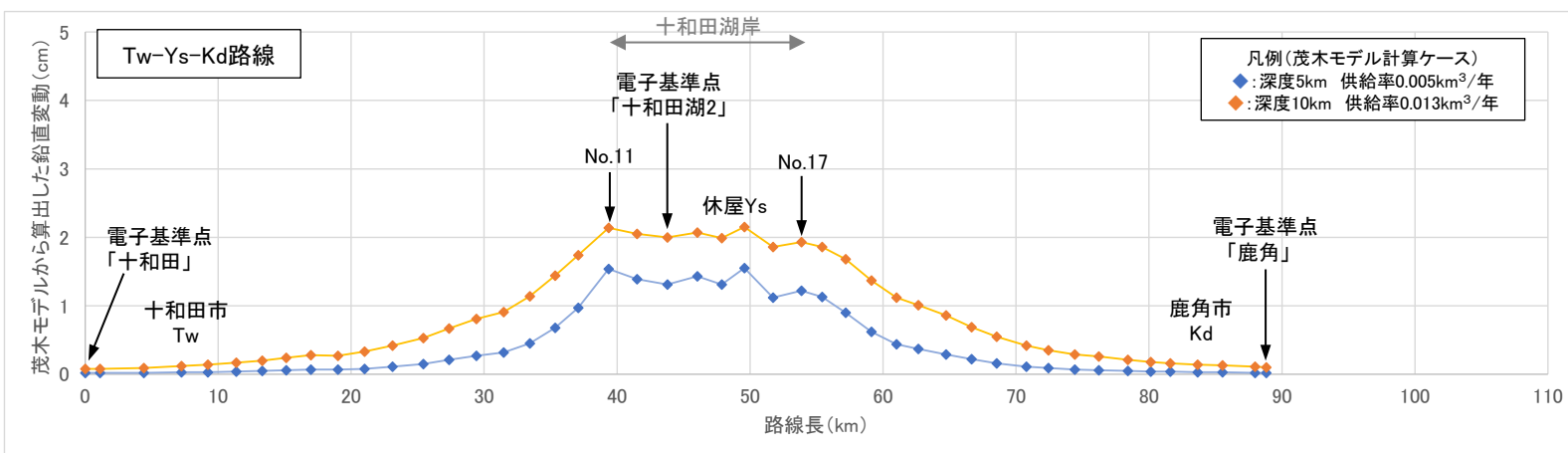
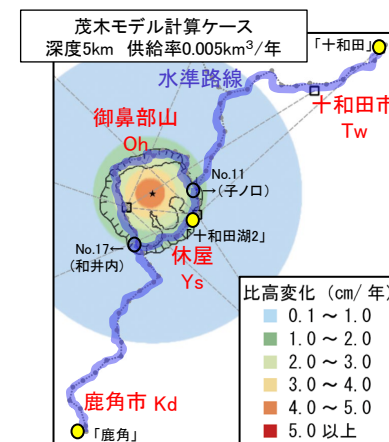
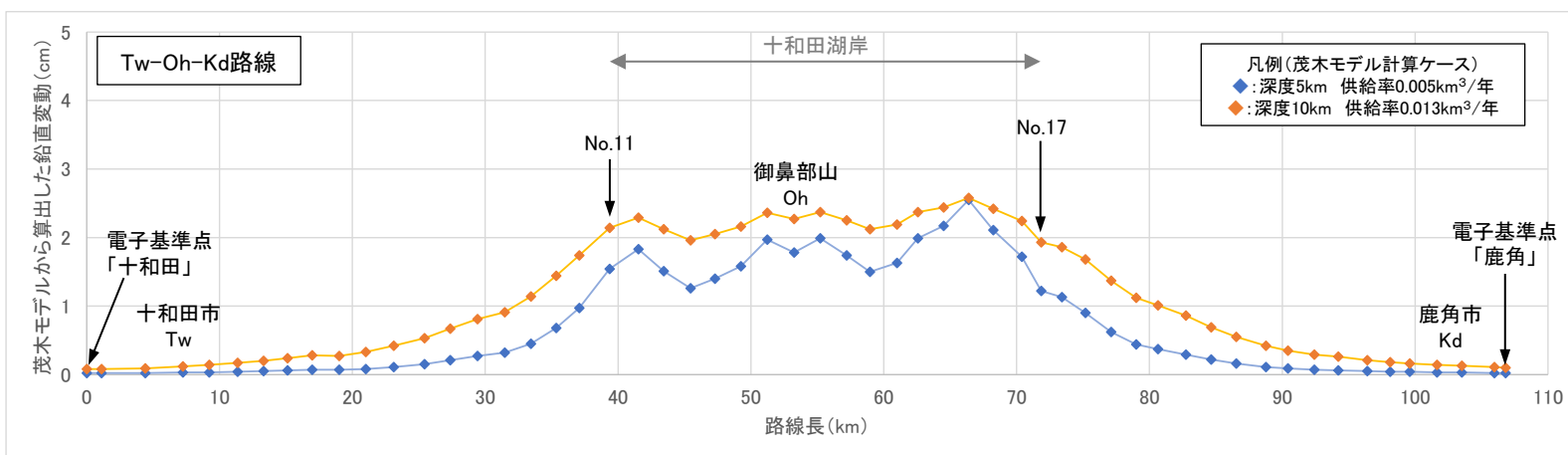
①0.70 ②0.96 ③0.54 ④0.17 ⑤1.08
⑥0.88 ⑦1.39 ⑧0.24 ⑨0.62



6.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の判断基準の関係 【水準測量において観測されうる変動：十和田】



- 茂木モデルで求めた、十和田及び八甲田山の判断基準(管理基準幅 3σ を3基線以上で超過)を上回るマグマ供給率を用いて、当社が設定した水準測量路線において観測され得る鉛直方向の変動量を整理した。
- 十和田のカルデラ中央を中心に判断基準を超過する膨張性の地殻変動が発生した場合、十和田湖岸の水準点において約1～2cm/年の隆起が検知され得る。

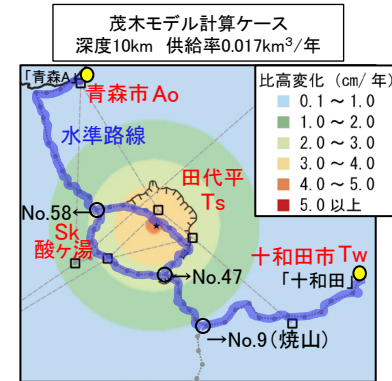
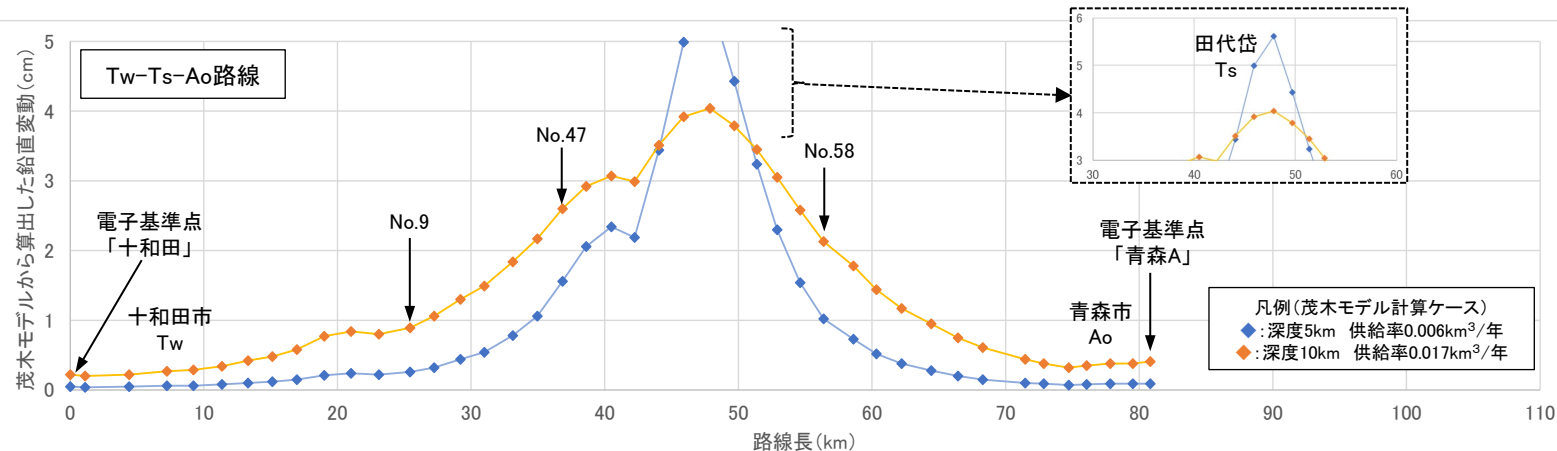
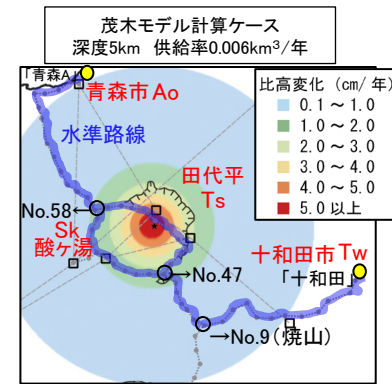
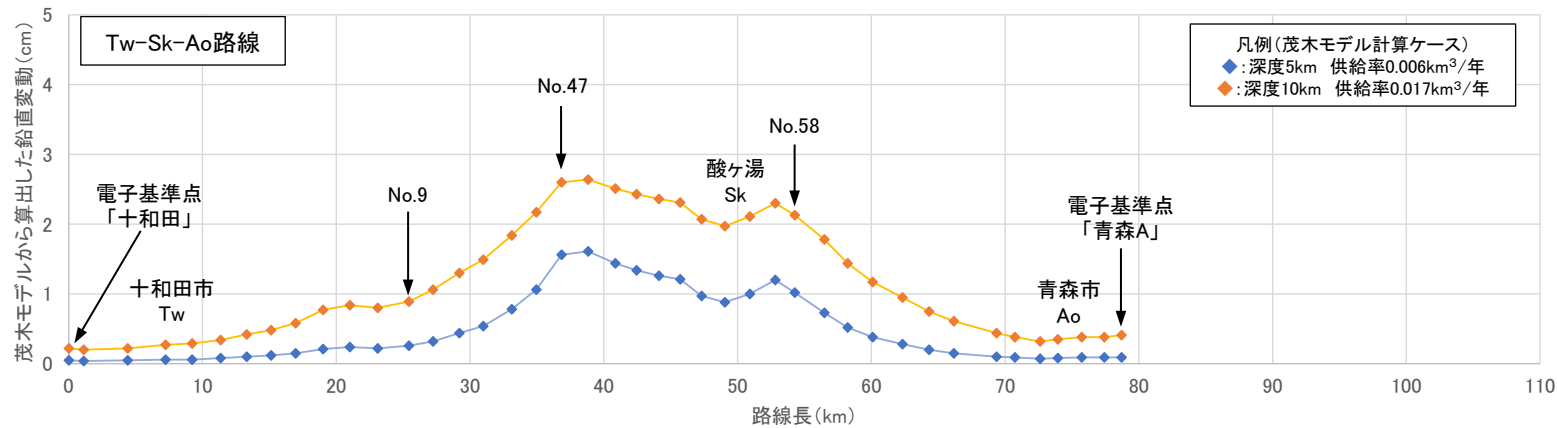


6.2 茂木モデルに基づく試算と地殻変動の判断基準の関係

【水準測量において観測されうる変動：八甲田山】

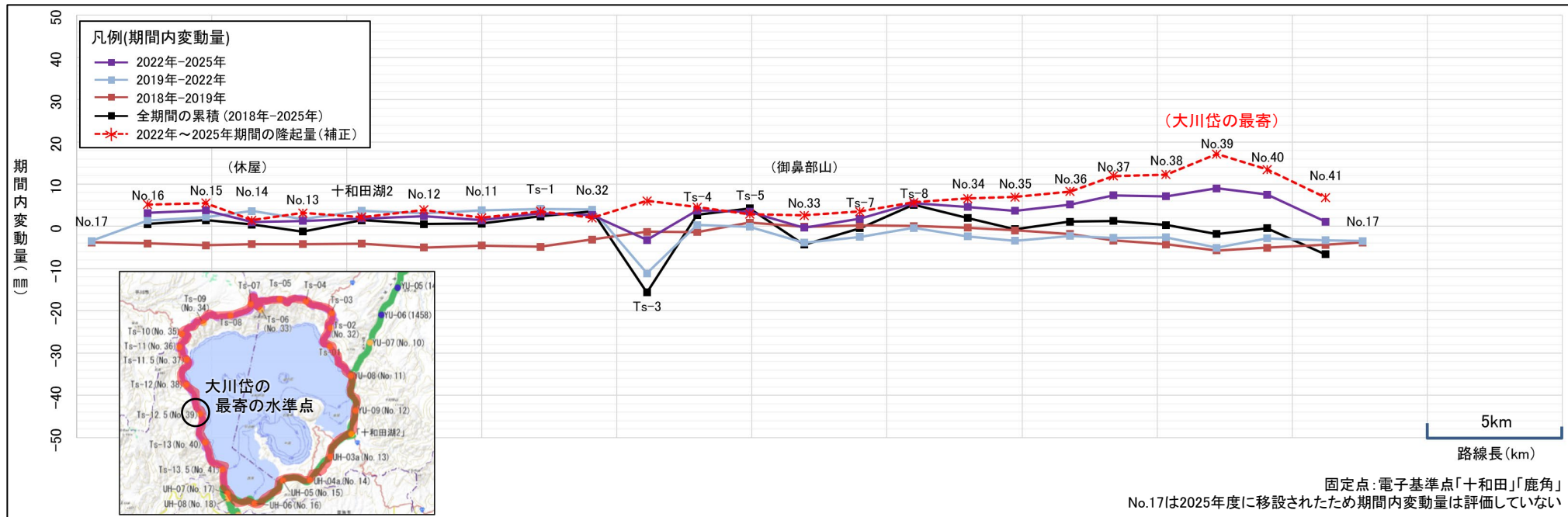


- 茂木モデルで求めた、十和田及び八甲田山の判断基準(管理基準幅 3σ を3基線以上で超過)を上回るマグマ供給率を用いて、当社が設定した水準測量路線において観測され得る鉛直方向の変動量を整理した。
- 八甲田山のカルデラ中央を中心に判断基準を超過する膨張性の地殻変動が発生した場合、カルデラ内(田代平)や北八甲田火山群を囲むように設置した水準点において約1~4cm/年以上の隆起が検知され得る。



6.3 十和田で観測された地殻変動のソース推定 【水準測量結果に基づく隆起量の推定】

- 2025年度に実施した水準測量により、十和田湖西方において、2022年の実施以降でわずかに隆起する傾向に転じたことが確認された。
- 一方、2022年以前では、やや広域的に広がる緩い沈降傾向が継続的に観測されているため、2022年～2025年期間の隆起量は見かけ小さく観測されている可能性がある。そこで、2022年以降もこの沈降傾向は定常的に継続しているものと仮定し、2018年～2022年までの1年間あたりの平均沈降速度で、2022年～2025年の期間内変動量を補正した隆起量を求めた(図中赤点線)。
- 上記で求めた隆起量(図中赤点線)とGNSS観測データから、茂木モデルを用いて圧力源の位置と体積変化量を推定した(次頁参照)。
- なお、2026年度においては、十和田湖周辺において臨時で水準測量を実施し、隆起の継続性について確認を行う。



十和田湖を周回する水準測量路線での期間内変動量

6.3 十和田で観測された地殻変動のソース推定

【茂木モデルに基づく推定】



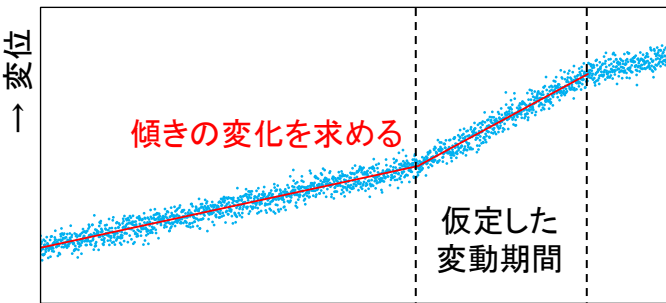
- 2025年度までに実施した水準測量の結果とGNSS観測結果を用いて、茂木モデルを用いた下記の手順で圧力源の位置を推定した結果、圧力源は深さ1.50km、体積変化量は0.0005 km³/年と算出された(右図参照)。
- 「大川岱」では観測値とモデル値で概ね整合するが、「十和田湖2」ではうまく再現されておらず、「十和田湖2」では「大川岱」に比べて変位量が小さく、ノイズ(誤差)の寄与が実際の変化量に対して大きいことが影響している可能性が考えられる。

【手順】

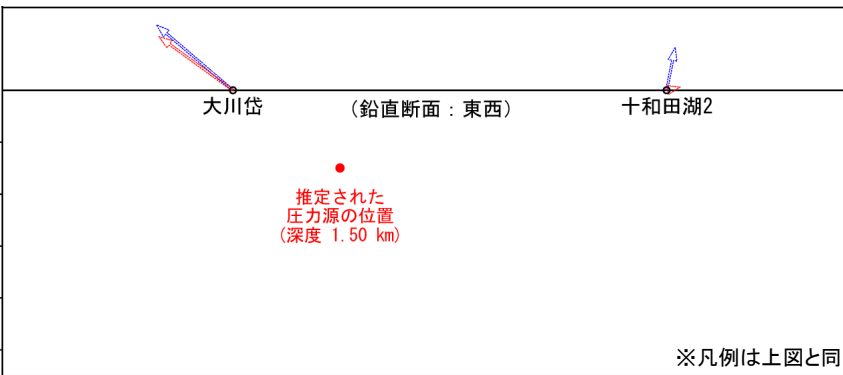
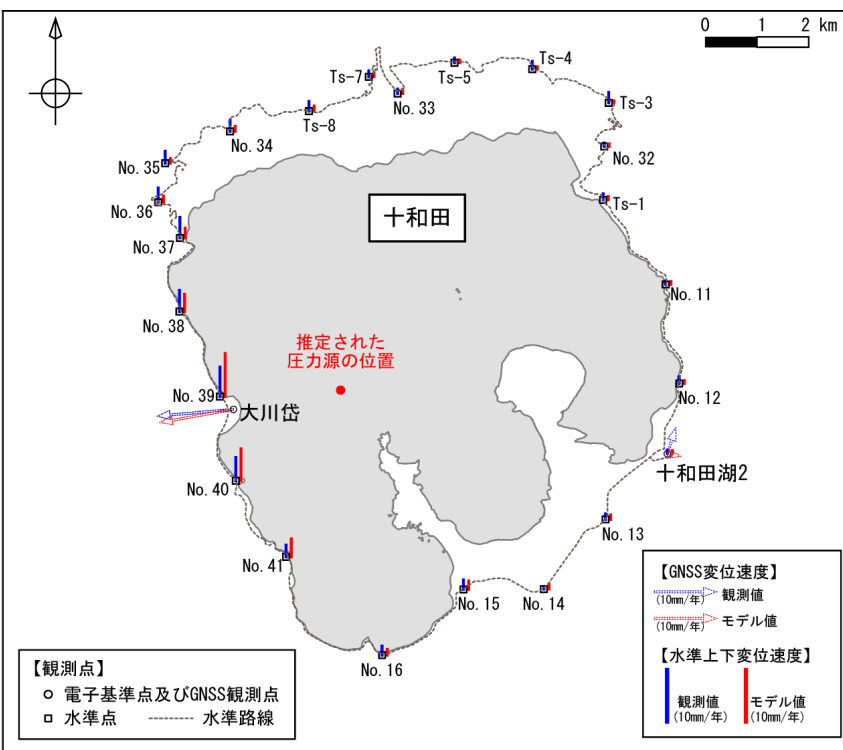
- ① 2023年1月～12月期間に変動が生じたと仮定し、当社が解析した「大川岱」及び「十和田湖2」の座標値の各成分(東西・南北)について、仮定した変動期間とそれ以前のデータ(「大川岱」の観測開始にあわせ、2017～2022年)に対し、それぞれで近似直線を求める。
- ② 変動期間中とそれ以前で近似直線の傾き(変動量)の差分をとり、変動に起因した各成分(u_x , u_y , u_z)とする。さらに水平変位 $u_r = \sqrt{u_x^2 + u_y^2}$ を算出する。(⇒ 2023年に発生した局所的な変位のみを抽出する)
- ③ 下記Kozono et al.(2013)式より、圧力源の体積変化量と位置を推定する。両観測点の変位を算出したとき、観測値とモデル値の差に対する二乗平均平方根誤差が最小になるケースを求める。

$$\Delta V_G = \frac{\pi}{1-\nu} \frac{(r^2+d^2)^{3/2}}{d} u_z = \frac{\pi}{1-\nu} \frac{(r^2+d^2)^{3/2}}{r} u_r$$

ΔV_G : 圧力源の体積変化 ν : ポアソン比 r : 圧力源から観測点までの水平投影距離
 d : 圧力源の深さ u_r : 観測点の水平変位 u_z : 観測点の鉛直変位※
 ※ 鉛直変位については、水準測量の結果を使用



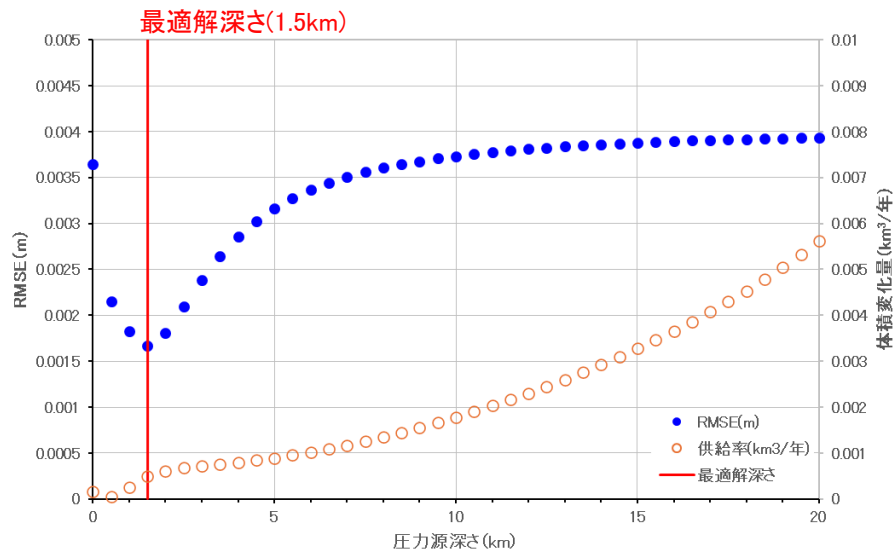
GNSS観測点成分の時間変化(イメージ) → 時間



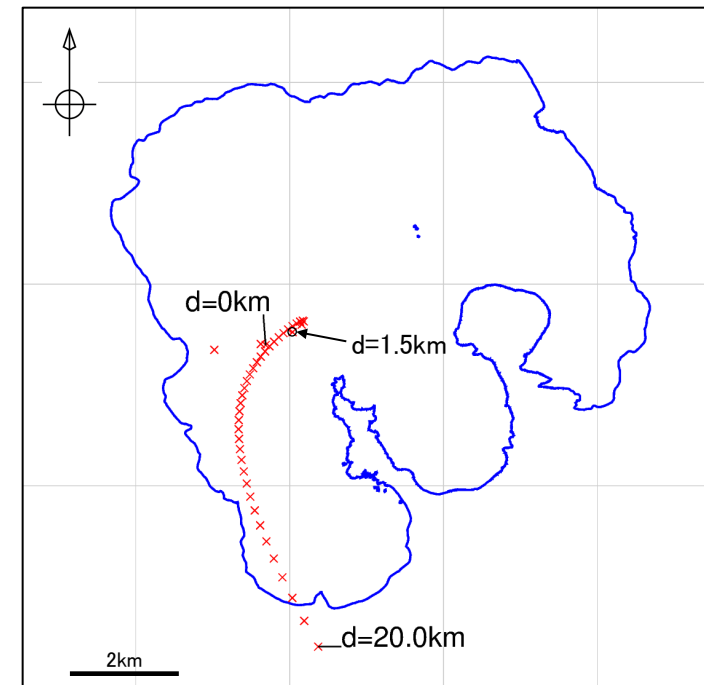
使用したGNSSデータの期間: 2017年1月1日～2023年12月31日(当社による統合解析結果)

6.3 十和田で観測された地殻変動のソース推定 【体積変化量とRMSEの検討】

- 推定された圧力源は深さと体積変化量がトレードオフの関係にある。ここでは、深さを0.5kmごとに拘束して圧力源位置を推定し、体積変化量とRMSE(観測値とモデル値の差に対する二乗平均平方根誤差)の関係を整理した。
- 拘束する深度が深くなると、圧力源の水平位置は南西～南方向に移動する傾向があり、圧力源が位置する十和田湖の周辺において南-北方向に拘束するGNSS観測点が存在しないことや、電子基準点「十和田湖2」の観測データにおけるノイズ等が影響している可能性がある。



圧力源深さとRMSEおよび圧力源の体積変化量の関係

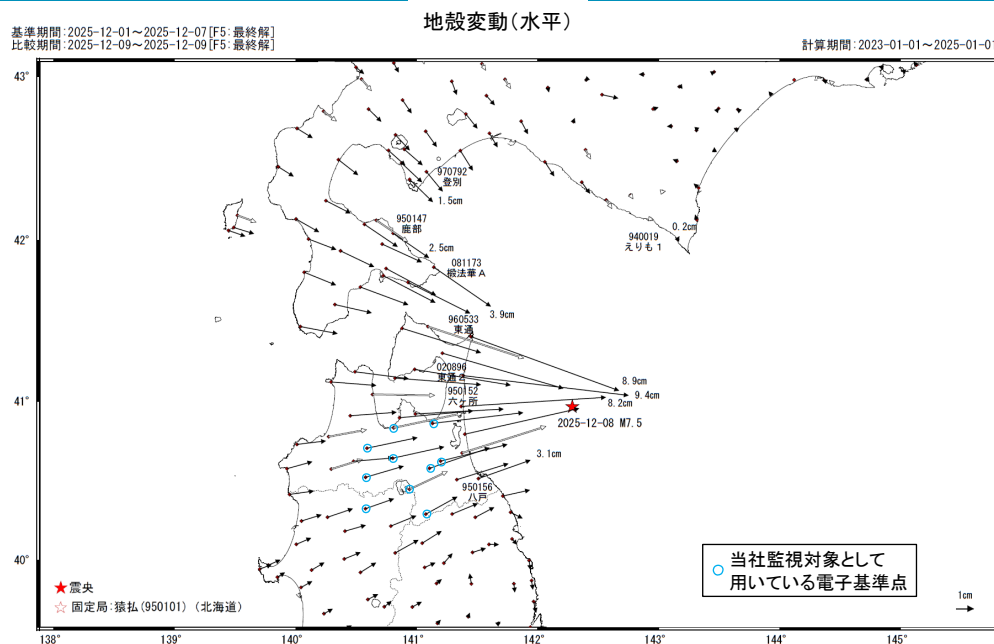


圧力源の深さを拘束した場合の深さ(d)に対する水平位置の関係

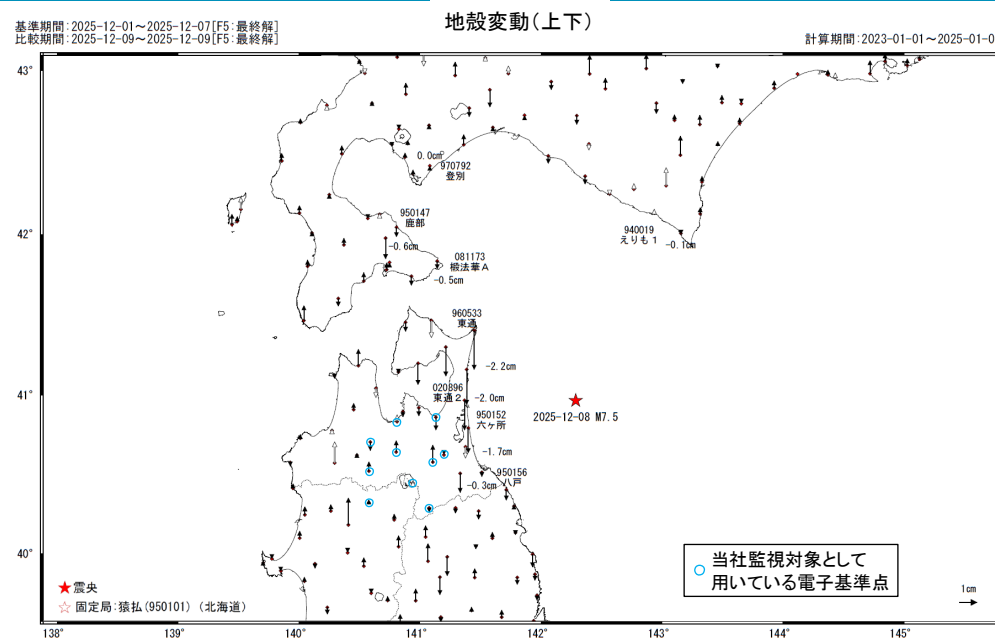
余白

6.4 青森県東方沖の地震による影響について

【国土地理院(2026):青森県東方沖の地震(12月8日 M7.5)前後の観測データ(暫定)】



国土地理院(2026)に一部加筆



国土地理院(2026)に一部加筆

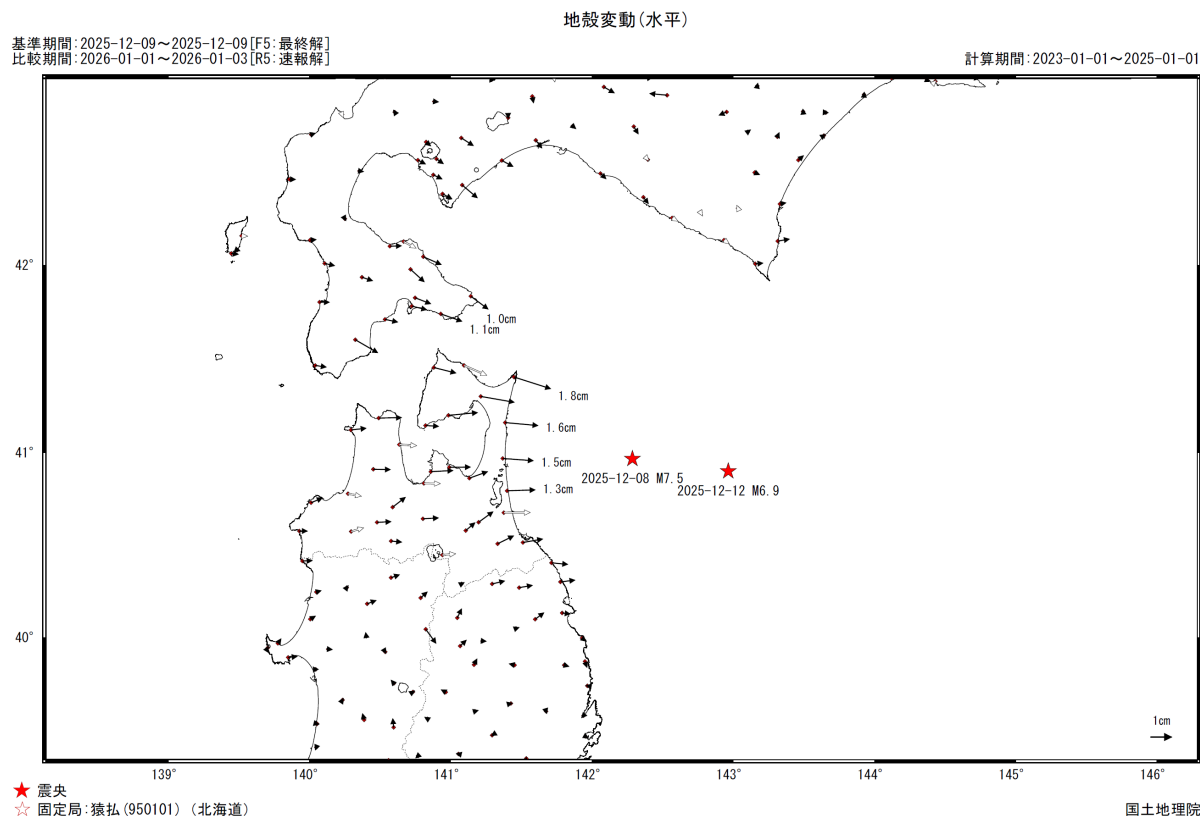
特記事項

- ・国土地理院(2026)「令和7年12月の地殻変動」によれば、青森県東方沖の地震(2025年12月8日 M7.5)に伴い地殻変動が観測されたとされる。
- ・十和田及び八甲田山の基線長について、2025年12月9日以降、一部の基線で変位が認められ、余効変動近似曲線からの差が増大して管理基準からの逸脱が多発している。「十和田→十和田湖2」や「野辺地→黒石」の基線でその傾向が特に顕著であり、これらの基線配置は、概ね北東-南西、または東-西方向で、2025年12月8日に青森県東方沖で発生した地震の震源方向と一致する(左図・右図参照)。
- ・国土地理院(2026)が示した、2025年12月8日に発生した地震前後の電子基準点データより作成された水平方向のベクトル図(左図)では、ベクトルは震源周辺を向き、震源に近いほどベクトルが大きくなっている。二点を結んだ基線では、基本的にはこのベクトルの大きさの差が基線長の変化となって現れるため、基線の配置がベクトルの向きと一致(並行)している場合、基線長の変化が大きくなりやすい。
- ・一方、ベクトルの向きと直交する方向に配置された基線の場合(例:「田子→十和田湖2」等)は、並行する方向の基線に比べ、2点でベクトルの大きさの変化が小さいこと、2点間の距離が変化しにくいことから、基線長の変化量も小さい。
- ・なお、十和田及び八甲田山において、地震前後の比高観測データに顕著な変化はなく、国土地理院(2026)の上下方向のベクトル図(上記右図)を確認しても、十和田・八甲田山周辺では地震前後で顕著な変化は認められない。

以上を踏まえると、2025年12月9日以降における基線長データの変化は、2025年12月8日に青森県東方沖で発生した地震の影響によるものと判断される。

6.4 青森県東方沖の地震による影響について

【国土地理院(2026):青森県東方沖の地震(12月8日 M7.5)後の観測データ(暫定)】



特記事項

・国土地理院(2026)「令和7年12月の地殻変動」によれば、2025年12月8日23時15分頃に青森県東方沖で発生した地震(M7.5, 最大震度6強)に伴い地殻変動が観測されたとされる。また、地震の後、青森県東部を中心に余効変動と考えられる地殻変動が見られているとされるため、今後の変化傾向を注視する。

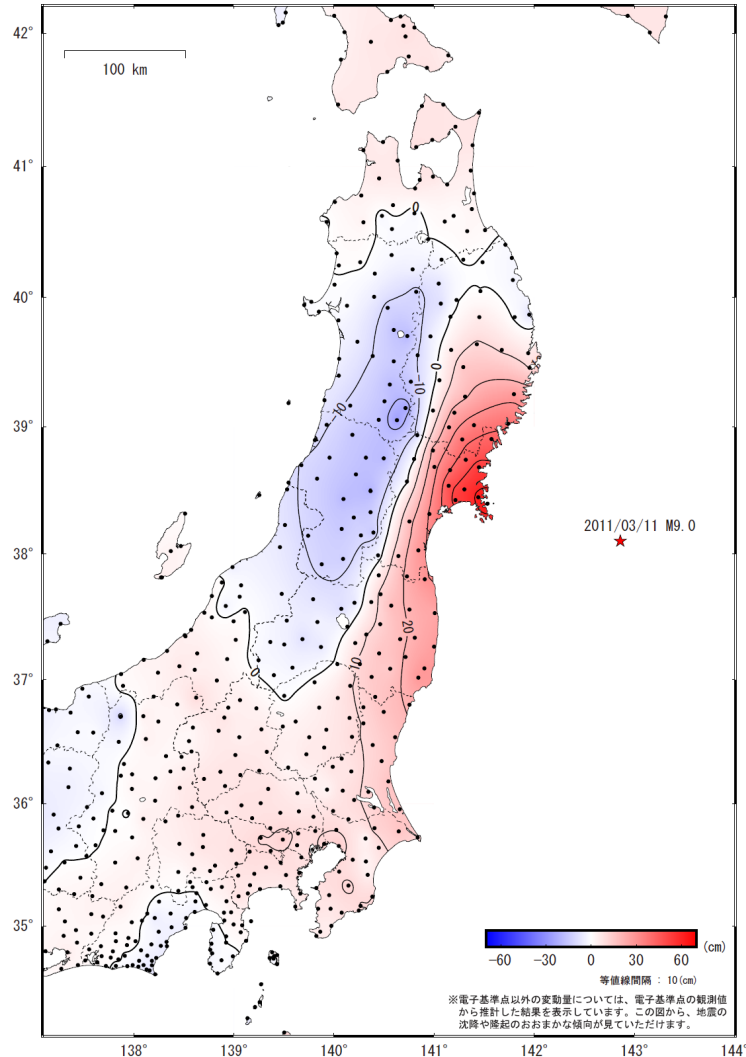
6.5 東北地方太平洋沖地震後の地殻変動(上下)

(左図:10年間の累積, 右図:9年後から10年後まで)

東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (上下) - 本震翌日から10年間の累積 -

基準期間 : 2011/03/12 — 2011/03/12 [F3 : 最終解]

比較期間 : 2021/02/01 — 2021/02/13 [F3 : 最終解]



☆ 固定局 : 福江 (長崎県)

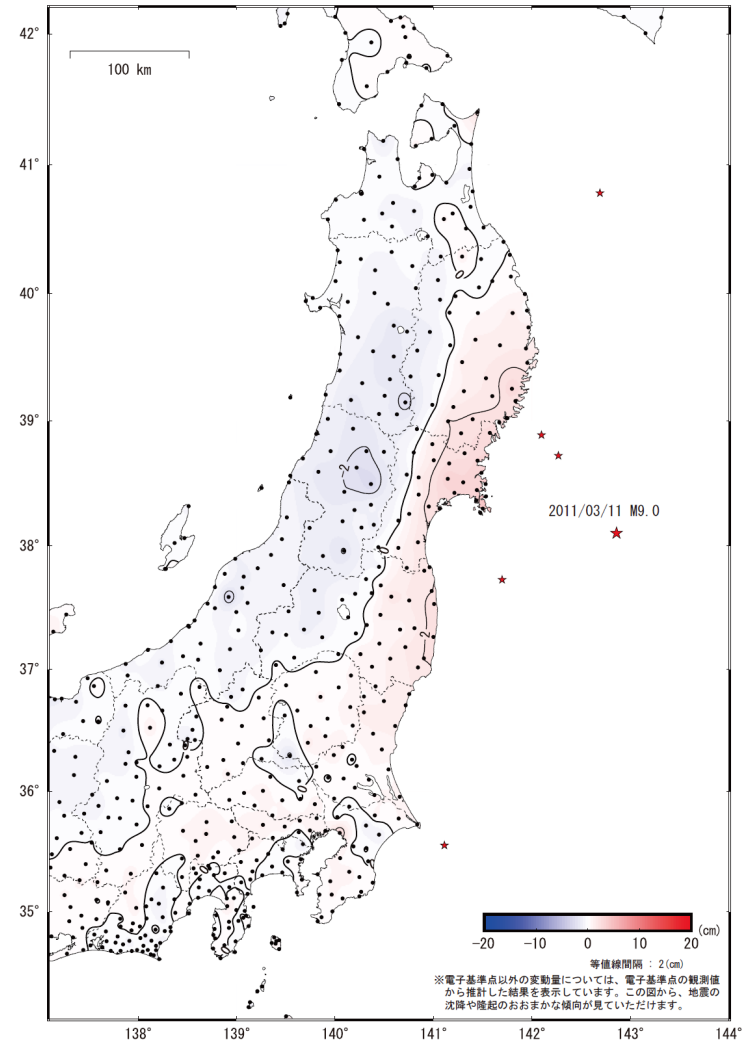
国土地理院 (2021)

国土地理院

東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (上下) - 本震9年後から10年後まで -

基準期間 : 2020/02/01 — 2020/02/15 [F3 : 最終解]

比較期間 : 2021/02/01 — 2021/02/13 [F3 : 最終解]



☆ 固定局 : 福江 (長崎県)

★ : 本震9年後から10年後までの期間に発生したM6.0以上の地震

国土地理院 (2021)

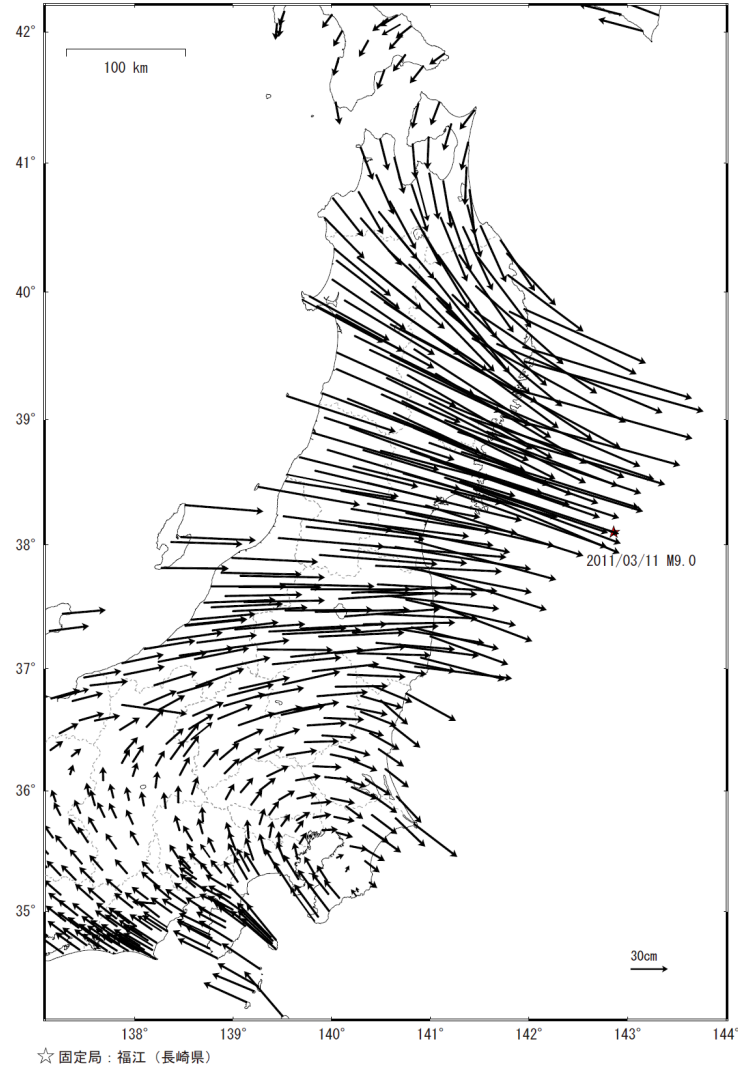
6.5 東北地方太平洋沖地震後の地殻変動(水平)

(左図:10年間の累積, 右図:9年後から10年後まで)

東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (水平) -本震翌日から10年間の累積-

基準期間: 2011/03/12 - 2011/03/12 [F3:最終解]

比較期間: 2021/02/01 - 2021/02/13 [F3:最終解]

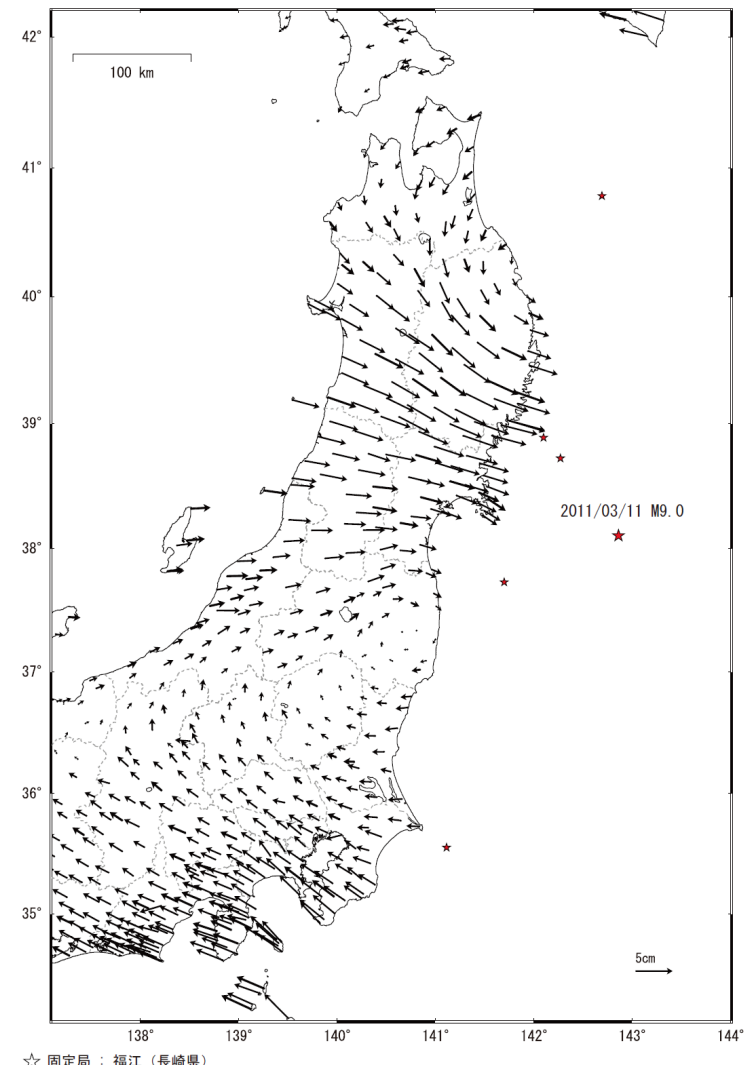


国土地理院 (2021)

東北地方太平洋沖地震 (M9.0) 後の地殻変動 (水平) -本震9年後から10年後まで-

基準期間: 2020/02/01 - 2020/02/15 [F3:最終解]

比較期間: 2021/02/01 - 2021/02/13 [F3:最終解]



国土地理院 (2021)

- | 活動期区分(噴火エピソード) | 先カルデラ期 (X～R) | カルデラ形成期 (Q～L) | 後カルデラ期 (K～A) |
|----------------|---|--|--|
| 年代 | 220～61ka | 61～15.7ka | 15.7ka～現在 |
| 噴火の特徴 | <ul style="list-style-type: none"> ・成層火山体の形成 ・溶岩の流出と爆発的噴火(降下火砕物の噴出) | <ul style="list-style-type: none"> ・十和田カルデラの形成 ・大規模な火砕流の発生 ・プリニー式噴火、マグマ水蒸気噴火の繰り返し発生 | <ul style="list-style-type: none"> ・最新噴火(エピソードA, AD915年)で、降下火砕物、火砕サージ、火砕流が噴出 ・爆発的噴火とそれに伴う中湖カルデラの形成 ・五色岩火山(成層火山)、御門石溶岩、御倉山溶岩(溶岩ドーム)の形成 |
| マグマ組成 | 玄武岩～流紋岩で多様 | デイサイト～流紋岩(一部安山岩) | 玄武岩・安山岩→デイサイト・流紋岩 |
| 爆発的噴火の規模 | 1.92～0.06 DRE km ³ | 20.3～0.07 DRE km ³ | 2.52～0.1 DRE km ³ |

(DRE km³)

先カルデラ期の噴出中心は十和田カルデラ内に存在したと考えられている。

凡

後カルデラ期 (噴火エピソード)

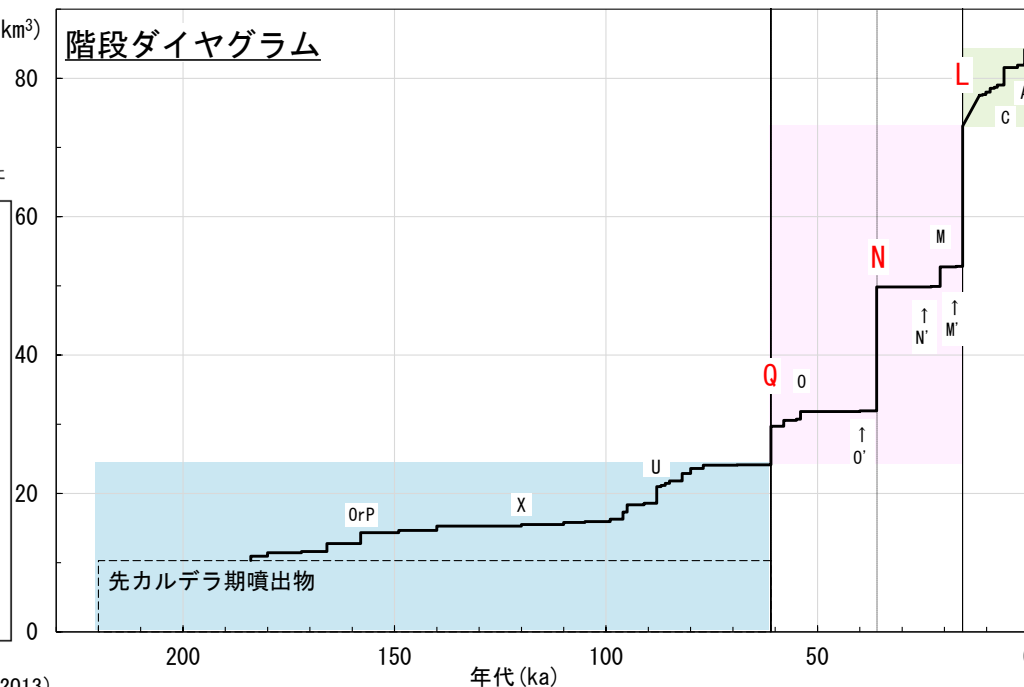
-  毛馬内火砕流堆積物 (A)
 中振軽石 (C)
 御倉山溶岩 (D')
 南部軽石 (E)
 { 御門石溶岩
 五色岩火砕岩
 中山崎溶岩
 (貫入岩・溶岩)

カルデラ形成期

- 八戸火砕流堆積物 (L)
 雲井火砕流堆積物 (M)
 大不動火砕流堆積物 (N)
 奥瀬火砕流堆積物 (Q)

先カルデラ期

- 先カルデラ期噴出物
(火砕物・貫入岩・溶岩)

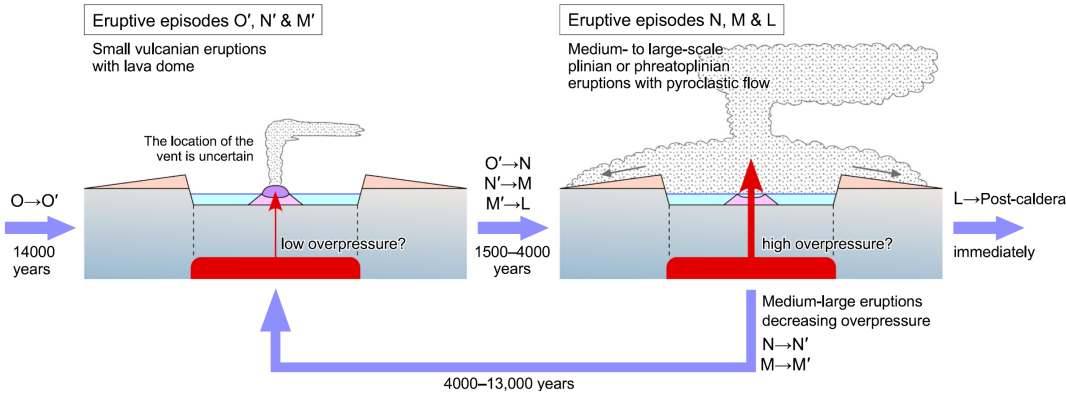


Umeda et al. (2013) に基づき当社が作成。

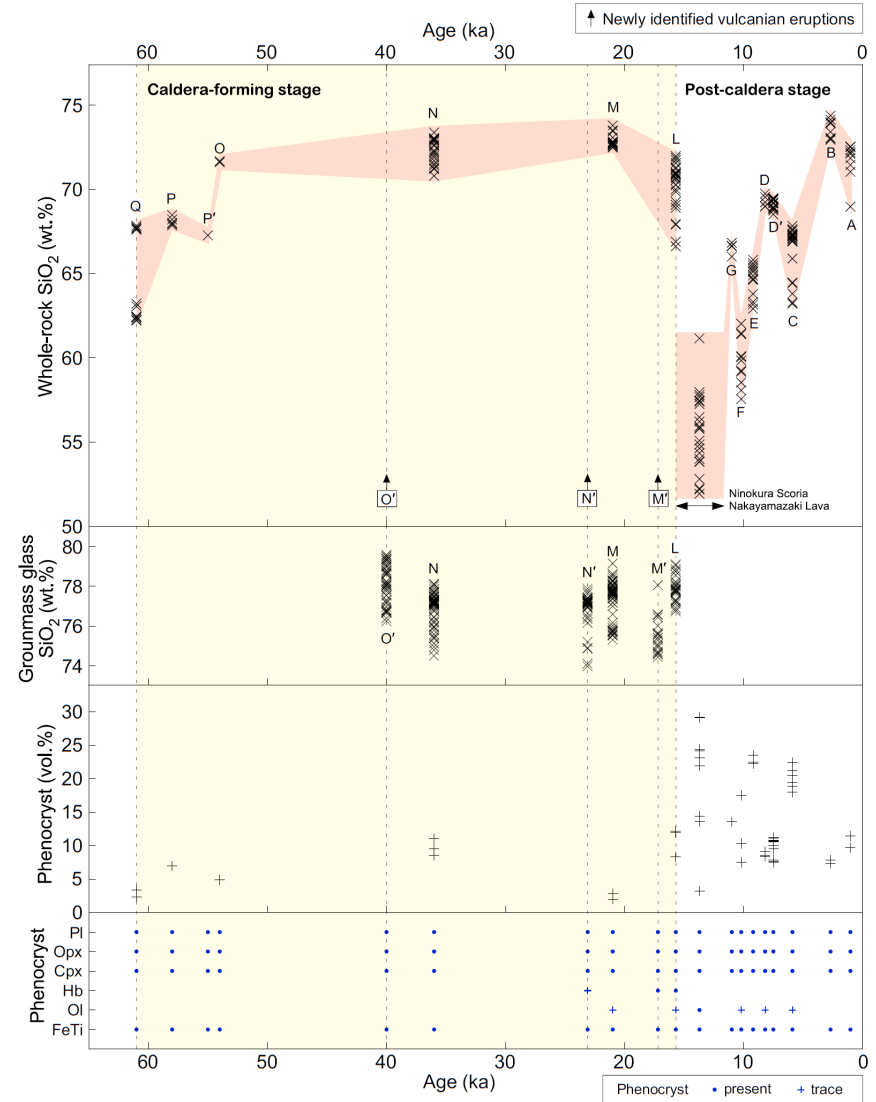
6.6 物質科学的データの整理

【十和田の長期評価に関連する知見 [Kudo (2024)]】

- 十和田のカルデラ形成期において、小規模なブルカノ式噴火により噴出した3つのテフラ(下位からそれぞれ噴火エピソードO', N', M')を同定し、その層序、分布、年代、噴火様式等が明らかにされた。
- カルデラ形成期後期には、小規模なブルカノ式噴火が比較的長い休止期の後に発生し、それに続いて中規模～大規模な爆発的噴火が発生する、というサイクルが少なくとも3回起こった。このサイクル的な活動はマグマ溜まりの過剰圧の変化を反映していると考えられている。これらのサイクルは十和田の発酵期を特徴付け、1万5700年前のエピソードLの間に十和田カルデラを形成して終了したとされる。
- マグマ組成と噴火頻度はエピソードLの後に変化しており、カルデラ崩壊によって、発酵期に存在していた浅部マグマシステム全体が変化し、マグマシステムが再生期(後カルデラ期)に移行したことが示唆された。噴出量と噴火頻度に基づけば、現在の十和田はカルデラ形成期後期のような状態には至っておらず、近い将来にカルデラを形成する破局的噴火を起こす可能性は低いとされる。



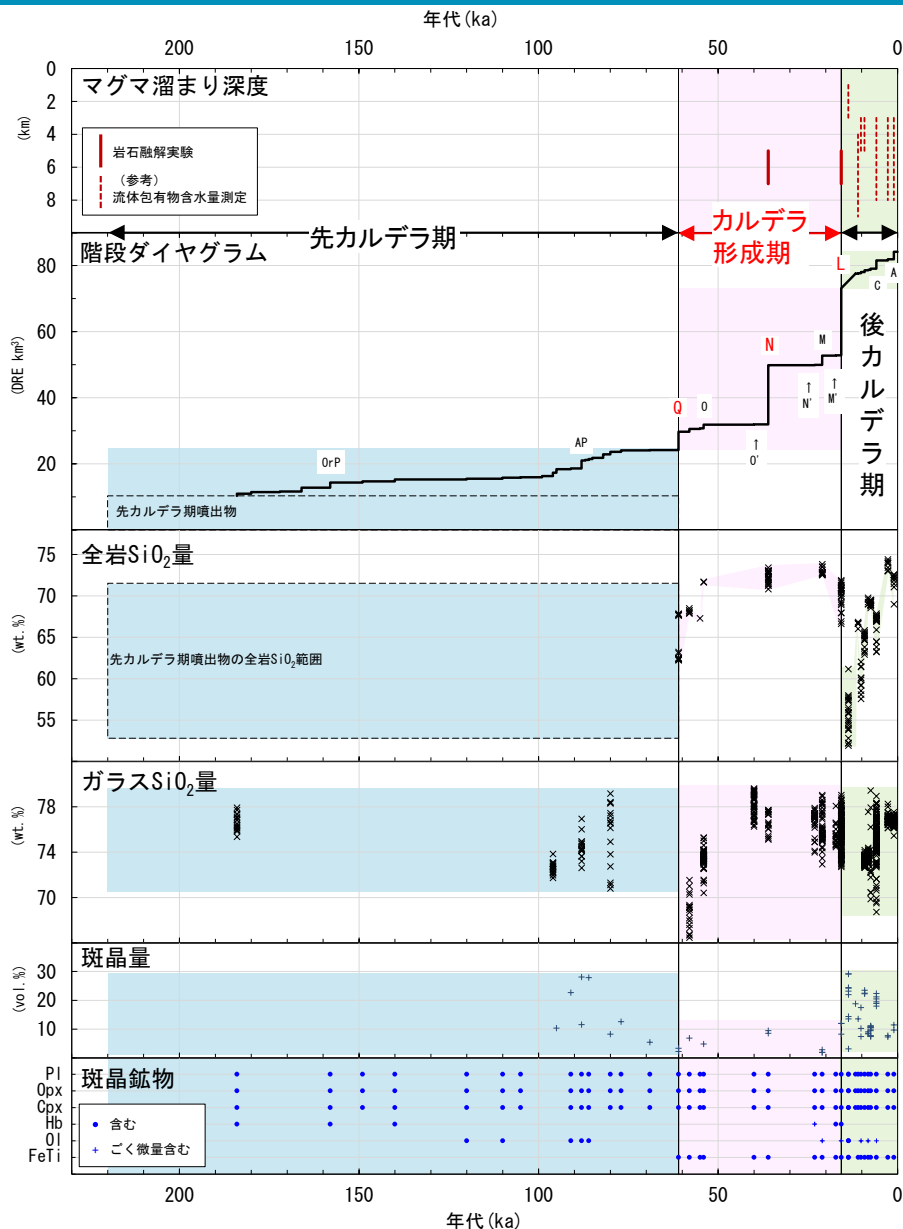
十和田のカルデラサイクル (Kudo, 2024)



マグマ組成、斑晶鉱物の時間変化
(Kudo, 2024)

6.6 物質科学的データの整理

【十和田における物質科学的情報の時間変化】



➤ Kudo(2024)によるマグマ組成等の時間変化図を参考に、先カルデラ期まで拡張して物質科学的情報を整理した。

【マグマ溜まり深度】

- カルデラ形成期のうち噴火エピソードN(大不動)と噴火エピソードL(八戸)のマグマ溜まり深度は、岩石融解実験によって深さ5~7kmと推定されている。(Nakatani et al., 2022)
- 後カルデラ期における各噴火エピソードのマグマ溜まり深度は、メルト包有物の含水量測定によって深さ1~9km(主に3~8km)と推定されている。(広井ほか, 2024)

【階段ダイヤグラム】

- 先カルデラ期~カルデラ形成期~後カルデラ期にかけて、降下火砕物の編年により詳細な活動履歴が明らかになっている。(Kudo, 2024; 工藤, 2023; 工藤ほか, 2019; 工藤, 2017)
- 上記に加え、先カルデラ期噴出物(溶岩、火砕岩)の体積に関する情報(Umeda et al., 2013)を加えた階段ダイヤグラムを作成した。

【全岩SiO₂量】

- カルデラ形成期は比較的珧長質な傾向があり、後カルデラ期ではSiO₂が概ね単調増加の傾向を示し、苦鉄質から珧長質に遷移している。(Kudo, 2024; 工藤, 2022; 工藤ほか, 2019; Yamamoto et al., 2018; 工藤, 2010)
- 先カルデラ期噴出物(溶岩、火砕岩)では、多くの全岩主成分化学組成データが存在するが、各噴火エピソードとの関係は明らかになっていない。(データは工藤ほか, 2019; Yamamoto et al., 2018による)

【ガラスSiO₂量】

- 火山ガラス主成分化学組成は、カルデラ形成期初期では比較的SiO₂に乏しく、中期~晩期はSiO₂に富む傾向がある。後カルデラ期では組成範囲が幅広く報告されているが、最近の噴火であるエピソードB, AではSiO₂に富んでいる。(データはKudo, 2024; Ishimura, 2024; 工藤, 2022による)
- 先カルデラ期では、一部の噴火エピソードについて火山ガラスの主成分化学組成が報告されているが、情報に乏しいため、活動期全体の傾向は不明である。(データはIshimura, 2024による)

【斑晶量・斑晶鉱物】

- 斑晶量については、先カルデラ期、後カルデラ期に比べて、カルデラ形成期の噴出物は相対的に少なく、最大でも10%程度である。(データはKudo, 2024; 工藤, 2022; 工藤ほか, 2019; 工藤, 2005による)
- 斑晶鉱物については、噴火エピソードごとに、カンラン石と角閃石の含有に違いがみられる。角閃石は先カルデラ期とカルデラ形成期の一部の噴火エピソードに認められるが、後カルデラ期には認められない。カンラン石は先カルデラ期とカルデラ形成期においては一部の噴火エピソードで認められ、後カルデラ期では、比較的多くの噴火エピソードで認められる。(データはKudo, 2024; 工藤, 2022; 工藤ほか, 2019; 工藤, 2005による)

6.6 物質科学的データの整理

【十和田における物質科学的情報の整理表(1/3)】



活動ステージ	噴火エピソード	噴出物名	噴出物の種類	噴出物の量	年代値		マグマ組成	全岩SiO ₂	ガラスSiO ₂	斑晶量	斑晶鉱物	温度圧力条件	推定マグマ深度	手法
			種類	総体積 (km ³ DRE)	ka	測定手法		wt. %	wt. %	vol. %				
後カルデラ期	A	毛馬内火砕流堆積物	軽石流堆積物	2.27	1.035	古文書記録	デイサイト～ 流紋岩	69.0 ～ 72.5	75.4～77.3	10～12	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物, Fe-Ti 酸化物	-	3-8 km	メルトインクルージョンの含水量測定
		大湯3軽石	降下火砕物(軽石)						76.3～77.5					
		大湯2火山灰	降下火砕物(火山灰)						76.3～77.2					
		大湯1軽石	降下火砕物(軽石)						76.1～77.2					
		To-a	(遠方相)	-					76.1～77.2					
	B	惣辺火山灰	降下火砕物(火山灰)	0.35	2.7	¹⁴ C年代	流紋岩	73.0～74.4	-	7～8	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物, Fe-Ti 酸化物	-	3-8 km	メルトインクルージョンの含水量測定
		迷ヶ平軽石	降下火砕物(軽石, 火山灰)						76.1～78.2					
	C	宇樽部火山灰	降下火砕物(火山灰, 軽石) 火砕物密度流(火砕サージ)	2.52	5.9	¹⁴ C年代	デイサイト	63.2～67.8	68.7～78.9	18～22	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物, 一部かんらん石を含む, Fe-Ti 酸化物	-	3-8 km	メルトインクルージョンの含水量測定
		金ヶ沢軽石	降下火砕物(軽石, 石質火山礫)						71.1～75.7					
		中瀬軽石	降下火砕物(軽石, 火山岩塊)						72.9～75.5					
	D'	御倉山溶岩	溶岩ドーム	0.32	7.5	¹⁴ C年代	デイサイト	69.2～69.5	-	10～11	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物, Fe-Ti 酸化物	-	-	-
		戸来火山灰	降下火砕物(火山灰, 軽石)				デイサイト	68.5～69.4	69.9～79.4		斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物, Fe-Ti 酸化物			
	D	中ノ沢火山灰	降下火砕物(火山灰:3ユニット)	0.16	8.2	¹⁴ C年代	デイサイト	69.0～69.7	-	8～9	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物, かんらん石(ごく微量), Fe-Ti 酸化物	-	-	-
		小国軽石	降下火砕物(軽石)						73.0～77.5					
	E	貝守火山灰	降下火砕物(火山灰, 軽石)	0.54	9.2	¹⁴ C年代	デイサイト	62.9～65.8	-	22～24	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物, Fe-Ti 酸化物	-	3-5 km	メルトインクルージョンの含水量測定
		南部軽石	降下火砕物(軽石, 火山灰) 火砕物密度流(火砕サージ)						72.6～74.2					
	F	柘山火山灰	降下火砕物(火山灰)	0.36	10.2	層序	安山岩	57.5～62.0	-	8～18	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物, 一部で微量のかんらん石, Fe-Ti 酸化物	-	3-5 km	メルトインクルージョンの含水量測定
		夏坂スコリア	降下火砕物(スコリア, 火山岩塊)											
	G	新郷軽石	降下火砕物(軽石, 火山岩塊)	0.10	11	¹⁴ C年代	デイサイト	66.0～66.8	-	14	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物, Fe-Ti 酸化物	-	4-9 km	メルトインクルージョンの含水量測定
		御門石溶岩	溶岩ドーム	0.013	11.7～2.7	岩石学的特徴の時間変化	デイサイト	65.8～66.4	-	19	斜長石, 単斜輝石, 直方輝石, 不透明鉱物	-	-	-
		五色岩火砕岩	降下火砕物(スコリア主体)	-	15.7～10.2	ニノ倉スコリア, 噴火エピソード G, F 堆積物の火口近傍相	-	-	-	-	-	-	-	
	H-K	ニノ倉スコリア	降下火砕物(スコリア, 火山灰)	4.42	15.7～11.7	層序	玄武岩～安山岩	51.9～58.0	-	3～24	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, かんらん石, 不透明鉱物, Fe-Ti 酸化物	-	1-3 km	メルトインクルージョンの含水量測定
		中山崎溶岩	溶岩流(玄武岩質安山岩) 貫入岩(玄武岩質安山岩)		15.7～11.7	ニノ倉スコリアと同時期の活動	玄武岩質安山岩～安山岩	52.8～61.2	-	22～29	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, かんらん石, 不透明鉱物, Fe-Ti 酸化物	-	-	-

6.6 物質科学的データの整理

【十和田における物質科学的情報の整理表(2/3)】



活動ステージ	噴火エピソード	噴出物名	噴出物の種類	噴出物の量	年代値		マグマ組成	全岩SiO ₂	ガラスSiO ₂	斑晶量	斑晶鉱物	温度圧力条件	推定マグマ深度	手法
			種類	総体積 (km ³ DRE)	ka	測定手法		wt. %	wt. %	vol. %				
カルデラ形成期	L	八戸火砕流堆積物	火砕物密度流(軽石流)	20.3	15.7	¹⁴ C年代	デイサイト～ 流紋岩	66.6～71.9	75.6～78.1	8～12	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 普通角閃石, 不透明鉱物, 一部微量のかんらん石含, Fe-Ti酸化物	840-850℃ 150-170 Mpa	5-7 km	岩石融解実験 岩石学的分析, 相平衡実験
		HP6	降下火砕物(軽石)											
		HP5	降下火砕物(火山灰, 軽石)											
		HP4	降下火砕物(軽石)											
		HP3	降下火砕物(火山灰)											
		HP2	降下火砕物(軽石)											
		HP1	降下火砕物(火山灰, 軽石)											
	M'	小惣辺沢火山灰	降下火砕物(火山灰)	0.07	17.2	¹⁴ C年代, 層序	流紋岩	-	low-K type : 74.7-76.6 high-K type : 74.4-78.1	-	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, Fe-Ti酸化物, 角閃石	-	-	-
	M	雲井火砕流堆積物	火砕物密度流(軽石流)	2.82	21	¹⁴ C年代	流紋岩	72.5～73.8	76.6～79.2	2	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物, Fe-Ti酸化物	-	-	-
		カラタマ沢軽石	降下火砕物(軽石)					72.6～72.8	77.2～78.0	-				
		米田 2 火山灰 (Maita 2 Ash)	降下火砕物(火山灰)					72.5～72.8	77.6～78.6	-				
		米田 1 軽石 (Maita 1 Pumice)	降下火砕物(軽石)				-	-	75.3～76.2	3	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物, かんらん石(ごく微量), Fe-Ti酸化物			
		To-BP2	(米田テフラの別称)				流紋岩	-	72.9～79.0	-	-			
	N'	追出沢火山灰	降下火砕物(火山灰)	0.07	23.1	¹⁴ C年代, 層序	流紋岩	-	74.0-77.9	-	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, Fe-Ti酸化物, 微量の角閃石	-	-	-
	N	大不動火砕流堆積物(OP)	火砕物密度流(軽石流)	17.9	36	¹⁴ C年代	デイサイト～ 流紋岩	70.8～73.4	75.1～77.7	9～10	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物, Fe-Ti酸化物	840-850℃ 150-170 Mpa	5-7 km	岩石融解実験 岩石学的分析, 相平衡実験
		切田 4 火山灰	降下火砕物(火山灰, 軽石)											
		火砕物密度流(火砕サージ)	降下火砕物(軽石)											
		切田 3 軽石	降下火砕物(火山灰)											
		切田 2 火山灰	降下火砕物(火山灰)											
	切田 1 火山灰	降下火砕物(火山灰)												
	O'	左又沢火山灰	降下火砕物(火山灰)	0.11	40	層序	流紋岩	-	76.2-79.6	-	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, Fe-Ti酸化物	-	-	-
	O	合同テフラ(GP)	降下火砕物 (軽石, 粗粒火山灰; 3ユニット)	1.10	54	層序	流紋岩	約72	70.4～75.3	5	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 鉄鉱, Fe-Ti酸化物	-	-	-
	P'	T-25テフラ(T-25)	降下火砕物(軽石, 火山灰)	0.18	55	層序	-	67.3	-	-	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, Fe-Ti酸化物	-	-	-
	P	キビダングテフラ(KbP)	降下火砕物(軽石, 火山礫)	0.84	58	OSL年代	デイサイト	67.9～68.5	66.5～71.5	7	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 鉄鉱, Fe-Ti酸化物	-	-	-
	Q	奥瀬火砕流堆積物	火砕物密度流 (火砕流, スコリア流)	5.58	61	OSL年代	安山岩～ デイサイト	スコリア: 62.2～63.2 軽石: 67.6～67.8	-	2～3	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物, Fe-Ti酸化物	-	-	-
レッドバミステフラ(RP)		降下火砕物 (3ユニット: 軽石, スコリア, 火山礫, 火山灰)												
先カルデラ期		T-22テフラ(T-22)	降下火砕物(軽石)	0.06	69	層序	安山岩～ デイサイト	-	-	6	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 鉄鉱	-	-	-
	R	SPテフラ(SP)	降下火砕物(スコリア)	0.48	77	層序	安山岩～ デイサイト	-	-	13	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 鉄鉱	-	-	-
	S	オコシⅡテフラ(OpⅡ)	降下火砕物 (細粒火山灰, 粗粒火山灰, 軽石)	0.72	80	層序	デイサイト～ 流紋岩	-	70.8～79.1	8	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 鉄鉱	-	-	-

6.6 物質科学的データの整理

【十和田における物質科学的情報の整理表(3/3)】



活動ステージ	噴火エピソード	噴出物名	噴出物の種類	噴出物の量 総体積 (km ³ DRE)	年代値		マグマ組成	全岩SiO ₂	ガラスSiO ₂	斑晶量	斑晶鉱物	温度圧力条件	推定マグマ深度	手法
			種類		ka	測定手法		wt. %	wt. %	vol. %				
先カルデラ期	T	オコシ I テフラ (Op I) QP テフラ (QP)	降下火砕物 (軽石)	1.06	82	層序	-	-	-	-	-	-	-	-
			降下火砕物 (軽石)	0.37	85	層序	-	-	-	-	-	-	-	-
	U	T-17 テフラ (T-17)	降下火砕物 (軽石)	0.29	86	層序	安山岩～ デイサイト	-	-	28	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, かんらん石, 鉄鉱	-	-	-
			滝ノ沢火砕流堆積物 養老沢火砕流堆積物	火砕物密度流 (軽石流) 火砕物密度流 (軽石流)	0.18 0.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	V	青スジテフラ (AP)	降下火砕物 (粗粒火山灰, 軽石)	1.92	88	層序	安山岩～ デイサイト	-	72.6～76.9	12～28	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, かんらん石, 鉄鉱	-	-	-
			青樫火砕流堆積物	火砕物密度流 (火砕流)	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	V	T-15 テフラ (T-15)	降下火砕物 (軽石)	0.15	91	層序	安山岩～ デイサイト	-	-	23	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, かんらん石, 鉄鉱	-	-	-
			カステラ14 テフラ (CP14)	降下火砕物 (軽石)	1.04	95	層序	-	-	10	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 鉄鉱	-	-	-
	V	カステラ13 テフラ (CP13)	降下火砕物 (軽石)	1.04	96	層序	デイサイト～ 流紋岩	-	71.7～73.8	-	-	-	-	-
			Sc2 テフラ (Sc2)	降下火砕物 (火山灰, 火山礫, スコリア, 軽石)	0.35	99	層序	-	-	-	-	-	-	-
	V	Sc1 テフラ (Sc1)	降下火砕物 (スコリア, 火山灰)	0.13	105	層序	-	-	-	-	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物	-	-	-
			ザラメ2 テフラ (ZP2)	降下火砕物 (軽石)	0.29	110	層序	-	-	-	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, かんらん石, 不透明鉱物	-	-	-
	X	ザラメ1 テフラ (ZP1)	降下火砕物 (軽石, 火山礫)	0.23	120	層序	-	-	-	-	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, かんらん石, 不透明鉱物	-	-	-
			T-6 テフラ (T-6)	降下火砕物 (火山礫, スコリア)	0.61	140	層序	-	-	-	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 普通角閃石, 不透明鉱物	-	-	-
	X	T-5 テフラ (T-5)	降下火砕物 (軽石)	0.34	149	層序	-	-	-	-	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 不透明鉱物	-	-	-
			T-4 テフラ (T-4)	降下火砕物 (軽石, 細粒火山灰)	1.56	158	層序	-	-	-	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 普通角閃石, 不透明鉱物	-	-	-
	X	TE9 テフラ (TE9)	降下火砕物 (軽石)	-	161	層序	-	-	-	-	-	-	-	-
			オレンジテフラ (Op)	降下火砕物 (軽石)	1.16	166	層序	-	-	-	-	-	-	-
	X	T-3-1 テフラ (T-3-1)	降下火砕物 (軽石, 火山灰)	0.17	172	層序	-	-	-	-	-	-	-	-
			TE7 テフラ (TE7)	降下火砕物 (軽石)	0.50	180	層序	-	-	-	-	-	-	-
	X	ヌカミソテフラ (NP)	降下火砕物 (軽石)	0.64	184	層序	流紋岩	-	75.3～77.9	-	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, 普通角閃石, 石英, 不透明鉱物	-	-	-
			先カルデラ期噴出物	溶岩 貫入岩 火砕物 (火砕流, 降下火砕物, 火砕サージ)	10.3	220～61	テフラ年代, 層序	玄武岩質安山岩～安山岩 安山岩 玄武岩質安山岩～流紋岩	52.8～62.1 60.2 54.8～71.5	- - -	斜長石, 直方輝石, 単斜輝石, かんらん石, 不透明鉱物	-	-	-

上表は、以下の文献に基づき当社が作成した。

広井ほか (2024), Ishimura (2024), Kudo (2024), 工藤 (2023), 工藤 (2022), Nakatani et al. (2022), 工藤ほか (2019), Yamamoto et al. (2018), 工藤 (2017), Umeda et al. (2013), 工藤 (2010), 工藤 (2005), Hayakawa (1985)

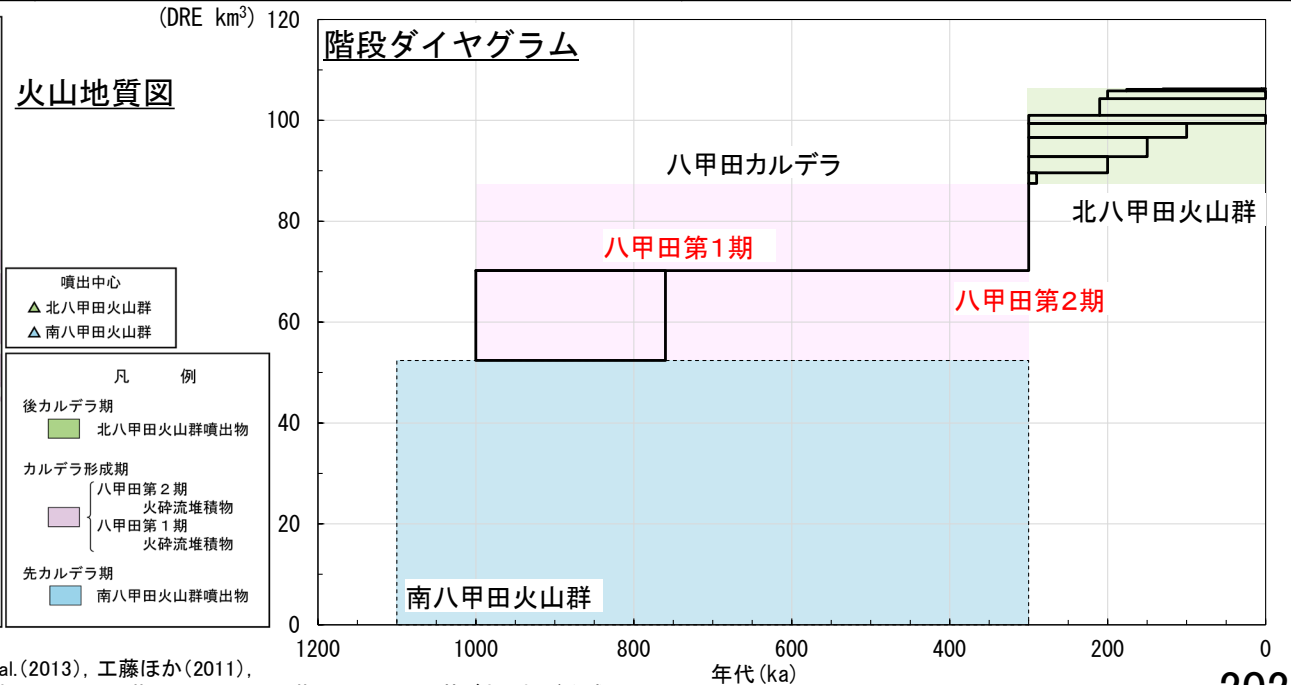
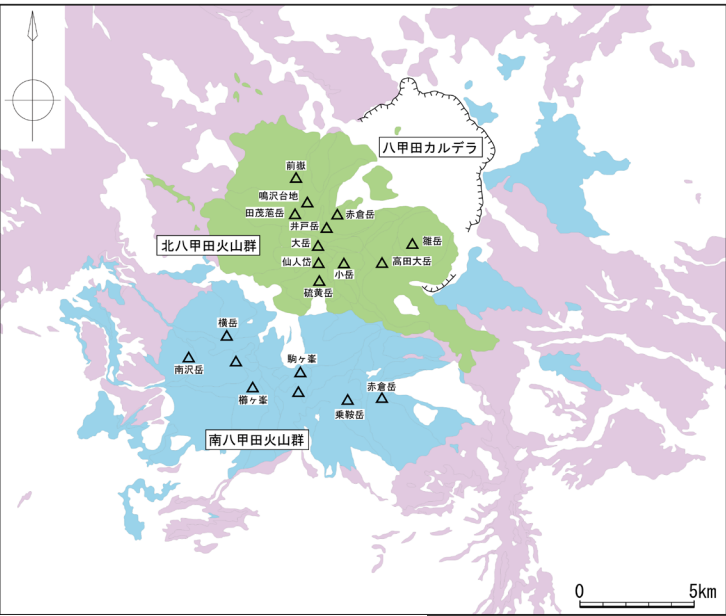
6.6 物質科学的データの整理

【八甲田山の噴火履歴】



- 八甲田山において発生した巨大噴火（八甲田第1期，八甲田第2期）に寄与したマグマはデイサイト質ないし流紋岩質である。
- 後カルデラ火山（北八甲田火山群）においては玄武岩質～安山岩質マグマによる活動が主体であり，一部でデイサイトとなる。十和田と同様，最後の巨大噴火を境に極端なマグマ組成の変化が認められる。最近6000年間では，安山岩質マグマによるブルカノ式噴火～水蒸気噴火が卓越する。
- 仮に今後噴火が発生した場合には，試料の採取及び化学組成分析を行い，過去の噴出物データを参考にしながら火山活動の評価を行う。

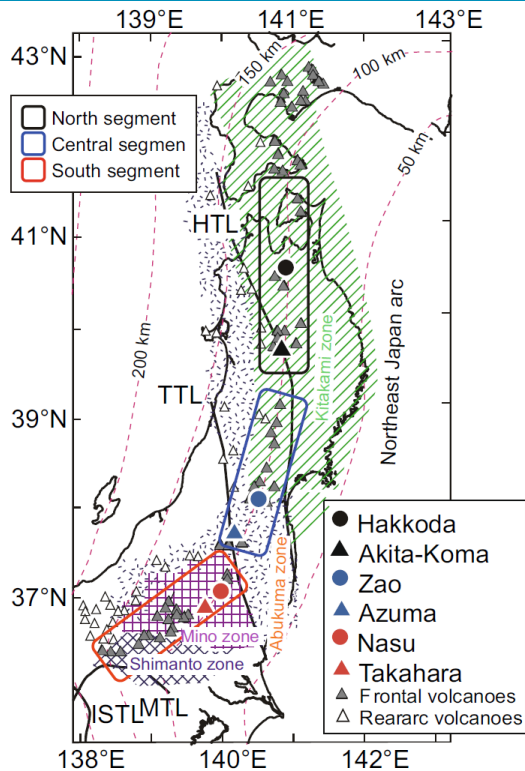
活動期区分	先カルデラ期：南八甲田火山群	カルデラ形成期：八甲田カルデラ	後カルデラ期：北八甲田火山群
年代	1.1～0.3Ma	1.0～0.3Ma	0.3Ma～現在
噴火の特徴	・多くの成層火山体の形成 ・溶岩，降下火砕物，火砕流の噴出	・八甲田カルデラの形成 ・大規模な火砕流の発生 （八甲田第2期火砕流，八甲田第1期火砕流） ・火砕流発生前にはプリニー式噴火による降下軽石の噴出	・溶岩の噴出を主体にした成層火山，溶岩ドームの形成 ・爆発的噴火（降下火砕物の噴出）も確認される ・最近約6000年間ではブルカノ式噴火及び水蒸気噴火 ・最近約2000年間は水蒸気噴火が卓越する
マグマ組成	玄武岩～（玄武岩質）安山岩，一部にデイサイト	デイサイト～流紋岩	玄武岩～デイサイト，安山岩卓越
爆発的噴火の規模	噴火イベント毎の規模不明	八甲田第1期：17.8 DRE km ³ ，八甲田第2期：17.3 DRE km ³	0.1～3.3 DRE km ³



火山地質図：宝田・村岡(2004)，村岡・高倉(1988)に基づき当社が作成。
活動期の特徴及び階段ダイアグラム：工藤(2023)，工藤ほか(2019)，Umeda et al.(2013)，工藤ほか(2011)，
工藤ほか(2006)，工藤ほか(2004)，宝田・村岡(2004)，工藤ほか(2003)，工藤ほか(2000)に基づき当社が作成。

6.6 物質科学的データの整理

【八甲田山のマグマプロセスに関する新知見 [Ban et al.(2025)]】

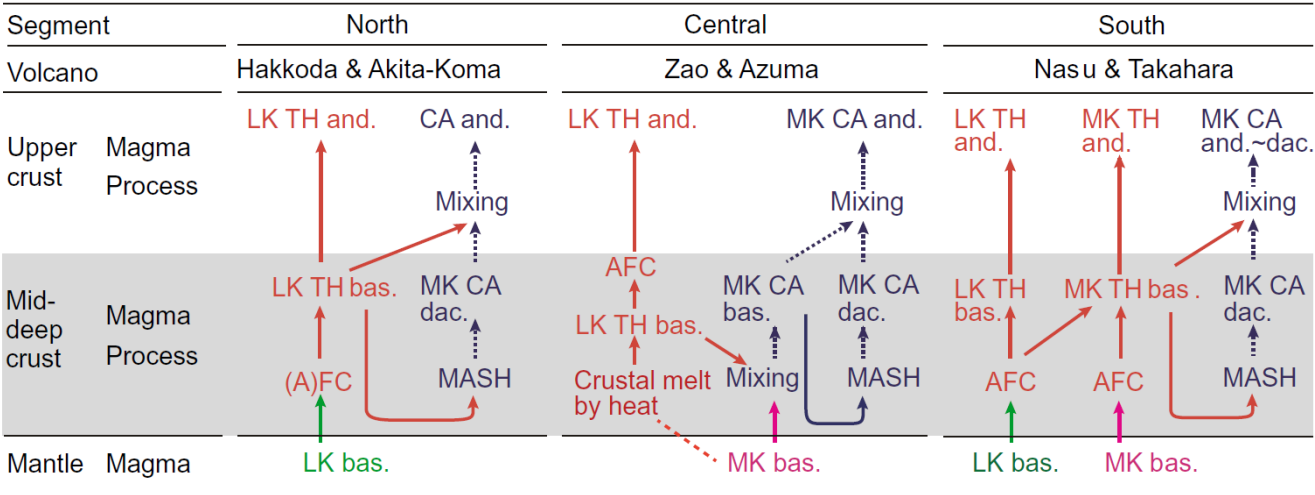


- 東北日本弧の第四紀火山フロントで噴出した多様な島弧マグマの起源について、Sr-Nd-Hf-Pb 同位体組成及び主成分・微量元素組成を用いて検討した。
- マグマの主成分・微量元素は、同一火山内でさえ、低K～中K、カルクアルカリ～ソレライトといった複数の岩石系列の組み合わせにより大きく変化している。一方、各火山のマグマは、その複雑な岩石系列とは無関係に、Pb同位体比 及び Nd-Pb 同位体比において準線形な変化を示した。
- これらの同位体データは、マントル由来のほぼ均質な成分と、白亜紀～古第三紀の基盤(花崗岩類)に代表される多様な同位体組成を有する地殻物質に由来する成分の、二成分マグマ混合により形成されたことを示す。
- ソレライト系列とカルクアルカリ系列は、それぞれ“同化-分別結晶作用(AFC)”及び“溶融-同化-貯蔵-ハイブリッド化(MASH)過程”によって形成され、これらのプロセスは、基盤花崗岩体の根を構成する角閃岩質の下部地殻(苦鉄質下部地殻)において進行したと考えられる。
- 以上から、比較的未分化な玄武岩質安山岩であっても、苦鉄質下部地殻が島弧マグマの化学的多様性に大きく寄与していることが明らかになった。
- なお、北八甲田火山群のみ例外的に同位体組成の変化に乏しく、最もマントル的な特徴を有することから、下部地殻の影響が小さいと考えられる。

重要事項: 初生玄武岩 (primary basalts) はマントル由来の低K玄武岩 (LK bas.) および中K玄武岩 (MK bas.) である。これに加えて、東北日本前弧火山帯の下部地殻溶融によって生じた低Kソレライト玄武岩 (LK TH bas.) も供給されている。

プロセスの役割: FC (分別結晶作用) と AFC (同化-分別結晶作用) は、これらの玄武岩をソレライト系列 (TH) として維持するプロセスである。MASH (溶融-同化-滞留-ハイブリッド化) プロセスは、カルクアルカリ系列 (CA) の中性～珧長質マグマを本質的に形成する主要プロセスである。

混合 (mixing) について: MASH によって形成されるマグマでは混合が一般的である。これは、MASH ゾーン内で形成された珧長質マグマと苦鉄質マグマの内部混合、あるいは玄武岩マグマの補給による MASH ゾーンの再活性化などによって引き起こされる。

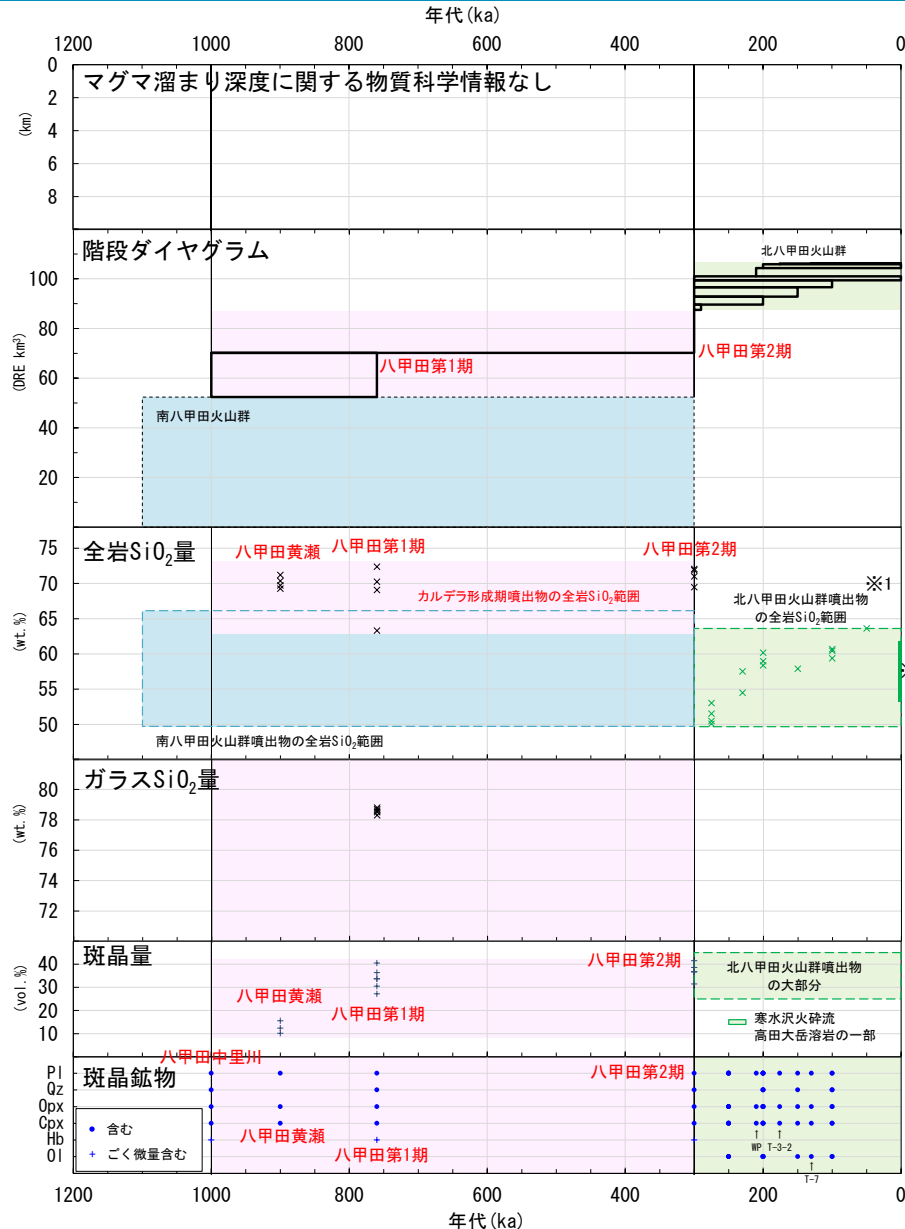


北部・中央部・南部セグメントにおけるマグマ供給システムの模式図

FC: 分別結晶作用 AFC: 同化-分別結晶作用 MASH: 溶融-同化-貯蔵-ハイブリッド化過程
L: low-K (低K) M: medium-K (中K) TH: ソレライト系列 CA: カルクアルカリ系列
bas.: 玄武岩・安山岩 dac.: デイサイト LC: 下部地殻

6.6 物質科学的データの整理

【八甲田山における物質科学的情報の時間変化】



➤ Kudo(2024)によるマグマ組成等の時間変化図を参考に、八甲田山の物質科学的情報を整理した。

【マグマ溜まり深度】

➤ 物質科学的アプローチによるマグマ溜まり深度に関する知見は確認されない。

【階段ダイヤグラム】

- 八甲田山は、少なくとも17以上の成層火山や溶岩ドームからなる。(気象庁編, 2013)
- 北八甲田火山群について火山体毎の活動履歴が明らかになっている。(工藤ほか, 2004)
- 八甲田カルデラにおいては、0.76 Ma(八甲田第1期), 0.3 Ma(八甲田第2期)に大規模火砕流を噴出した。(工藤ほか, 2011; 工藤ほか, 2022)。
- 南八甲田火山群は、約 1.1~0.3 Ma に活動したとされる。(宝田・村岡, 2004)

【全岩SiO₂量】

- 多くの全岩主成分化学組成データが存在するが、個々の噴出物の噴出年代が不明のため、時間変化として示すことが難しい。
(データはBan et al., 2025 ; 工藤ほか, 2006; 佐々木ほか, 1985, 1986, 1987による)
- 活動期ごとの特徴としては、八甲田カルデラ(カルデラ形成期)では、南八甲田火山群、北八甲田火山群と比較して、全岩SiO₂量が高い傾向がみられる。

※1: ×で示す化学組成データについて、工藤ほか(2004)等で編集された活動史を参考に、各年代を当社が想定した。

※2: 工藤ほか(2003)によれば、約6000年前以降のブルカノ式噴火で、安山岩質の岩片・火山弾が放出されたとされる。

【ガラスSiO₂量】

- ガラスSiO₂量に関する知見は極めて少ない。

【斑晶量・斑晶鉱物】

- 斑晶量については、八甲田カルデラと北八甲田火山群とで大きな違いはみられない。(データは工藤ほか, 2006 ; 工藤ほか, 2004による)
- 斑晶鉱物について、北八甲田火山群噴出物ではカンラン石を含む場合が多いが、八甲田カルデラ噴出物では含まれない。(データは工藤ほか, 2019; 工藤ほか, 2011; 工藤ほか, 2006; 工藤ほか, 2004; 佐々木ほか, 1986, 1987による)

6.6 物質科学的データの整理

【八甲田山における物質科学的情報の整理表(1/4)】



活動ステージ	火山名	噴出物名	噴出物の種類	噴出物の量	年代値		マグマ組成	全岩SiO ₂	ガラスSiO ₂	斑晶量	斑晶鉱物	温度圧力条件	推定マグマ深度	手法
			種類	総体積 (km ³ DRE)	文献値	根拠		wt. %	wt. %	vol. %				
後カルデラ活動	北八甲田火山群	地獄沼	Hk-J1	降下火砕物(水蒸気噴火)	-	0.6-0.4 ka	¹⁴ C年代(暦年校正: Calib ETH)引用元は西暦で変換	-	-	-	-	-	-	-
			Hk-J2	降下火砕物(水蒸気噴火)	-	0.6-0.4 ka		-	-	-	-	-	-	-
			Hk-J3	降下火砕物(水蒸気噴火)	-	0.7-0.6 ka		-	-	-	-	-	-	-
		大岳	Hk-1	降下火砕物(水蒸気噴火)	-	1.5 ka	¹⁴ C年代(暦年校正: CALIB4.3)	-	-	-	-	-	-	-
			Hk-2	降下火砕物(水蒸気噴火)	-	2.0 ka		-	-	-	-	-	-	-
			Hk-3	降下火砕物	0.0001	3.1 ka		-	-	-	-	-	-	-
			Hk-4	降下火砕物	0.003	4.2 ka		-	-	-	-	-	-	-
			Hk-5	降下火砕物	0.002	4.8 ka		-	-	-	-	-	-	-
		-	T-7テフラ	降下火砕物	0.1	140 ka-120 ka	層序	-	-	-	斜長石, かんらん石, 直方輝石, 普通輝石, 磁鉄鉱	-	-	-
		-	T-3-2テフラ(T-3)	降下火砕物	0.3	180 ka-172 ka	層序	-	-	-	斜長石, 直方輝石, 普通輝石, 磁鉄鉱	-	-	-
		大岳	大岳火砕丘(ODP)	降下火砕物(アグルチネート, スコリア, 水蒸気噴火)	1.3	0.2~0 Ma	K-Ar年代, 層序	安山岩	59.4	-	斜長石, 直方輝石, 普通輝石, かんらん石, 不透明鉱物, 石英	-	-	-
			大岳溶岩(OD)	溶岩流(安山岩)						-	斜長石, 直方輝石, 普通輝石, かんらん石, 不透明鉱物, 石英	-	-	-
			下毛無岱溶岩(SK)	溶岩流(安山岩)						-	斜長石, 直方輝石, 普通輝石, かんらん石, 不透明鉱物	-	-	-
			地獄沼溶岩(JN)	溶岩流(安山岩)						-	斜長石, 直方輝石, 普通輝石, かんらん石, 不透明鉱物	-	-	-
			酸ヶ湯溶岩(SY)	溶岩流(安山岩)						-	斜長石, 直方輝石, 普通輝石, かんらん石, 石英, 不透明鉱物	-	-	-
			小滝沢溶岩(KT)	溶岩流(安山岩)						-	斜長石, 直方輝石, 普通輝石, かんらん石, 不透明鉱物	-	-	-
			荒川溶岩(AR)	溶岩流(安山岩)						-	斜長石, 直方輝石, 普通輝石, かんらん石, 不透明鉱物, 石英	-	-	-
			下湯溶岩(SM)	溶岩流(安山岩)						-	斜長石, 直方輝石, 普通輝石, かんらん石, 不透明鉱物	-	-	-
			城ヶ倉溶岩(JG)	溶岩流(安山岩)						-	斜長石, 直方輝石, 普通輝石, かんらん石, 不透明鉱物, 石英	-	-	-

6.6 物質科学的データの整理

【八甲田山における物質科学的情報の整理表(2/4)】



活動ステージ	火山名	噴出物名	噴出物の種類	噴出物の量	年代値		マグマ組成	全岩SiO ₂	ガラスSiO ₂	斑晶量	斑晶鉱物	温度圧力条件	推定マグマ深度	手法
			種類	総体積 (km ³ DRE)	文献値	根拠		wt. %	wt. %	vol. %				
後カルデラ活動	北八甲田火山群	井戸岳	避難小屋降下スコリア堆積物 (HS)	0.25	0.2~0 Ma	周囲の火山体との層序、活動年代、地形、岩質等から推定	安山岩	60.7 60~62	-	-	安山岩:斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物 デイサイト:斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物、石英	-	-	-
			井戸岳山頂爆発角礫岩 (IDB)				安山岩		-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、石英、不透明鉱物、かんらん石	-	-	-
			井戸岳山頂溶岩ドーム (IDD)				安山岩		-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、石英、不透明鉱物、かんらん石	-	-	-
			井戸岳溶岩類 (ID)				-		-	-	-	-	-	-
		-	WPテフラ	3.3	210 ka	OIS ※	-	-	-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、磁鉄鉱	-	-	-
		赤倉岳	赤倉岳第4期溶岩類 (AK4)	1.6	0.3~0 Ma	K-Ar年代、溶岩の分布状況	安山岩	58.9~63.6 57~59	-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物	-	-	-
			赤倉岳第3期火砕岩類 (AK3)				安山岩		-	-	安山岩:斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物、石英 デイサイト:斜長石、直方輝石、普通輝石、石英、不透明鉱物	-	-	-
			赤倉岳第2期溶岩類 (AK2)				安山岩		-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物、石英	-	-	-
			赤倉岳第1期溶岩類 (AK1)				安山岩		-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物、石英	-	-	-
		小岳	小岳溶岩 (KD)	0.45	0.3~0.1 Ma	K-Ar年代、層序	安山岩	58.4~58.9	-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物	-	-	-
		硫黄岳	硫黄岳溶岩類 (IW)	0.43	0.3~0.1 Ma	K-Ar年代、溶岩の分布状況	安山岩	58~59	-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物、石英	-	-	-
			逆岱溶岩 (ST)				安山岩		-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、石英、不透明鉱物、かんらん石	-	-	-
			涸沢溶岩 (KR)				安山岩		-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物、石英	-	-	-
		仙人岱	仙人岱溶岩類 (SN)	0.51	0.3~0.1 Ma	層序	安山岩	約 57	-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物、石英	-	-	-

※OIS:酸素同位体層序

6.6 物質科学的データの整理

【八甲田山における物質科学的情報の整理表(3/4)】



活動ステージ	火山名		噴出物名	噴出物の種類	噴出物の量	年代値		マグマ組成	全岩SiO ₂	ガラスSiO ₂	斑晶量	斑晶鉱物	温度圧力条件	推定マグマ深度	手法
				種類	総体積(km ³ DRE)	文献値	根拠		wt. %	wt. %	vol. %				
後カルデラ活動	北八甲田火山群	鳴沢台地	鳴沢台地溶岩類(ND)	溶岩流(安山岩) 降下火砕物 火砕物密度流(火砕流)	1.4	0.3~0.1 Ma	K-Ar年代、 層序	安山岩	-	-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物、石英	-	-	-
			前嶽溶岩類(MD)	溶岩流(玄武岩~安山岩) 降下火砕物(スコリア)	0.91	0.4~0.15 Ma	K-Ar年代、 層序	玄武岩~安山岩	54.5	-	-	玄武岩:斜長石、普通輝石、かんらん石 安山岩:斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物	-	-	-
			鳴沢溶岩(NS)	溶岩流(安山岩)				安山岩	51.3~57.7	-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物	-	-	-
		田茂范岳	田茂范岳溶岩(TM)	溶岩流(安山岩) 溶岩ドーム	2.9	0.4~0.15 Ma	K-Ar年代、 層序	安山岩	57.5	-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、石英、不透明鉱物	-	-	-
			寒水沢火砕流(KS)	火砕物密度流(軽石流)				安山岩~ デイサイト	59~63	-	-	安山岩:斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物 デイサイト:斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物	-	-	-
		高田大岳	高田大岳上部溶岩類(TDU)	溶岩流(安山岩) アグルチネート	3.2	0.4~0.2 Ma	K-Ar年代、 層序	安山岩	50.1~53.0 (TH)※1 49.7~55.7 (TH)※1	-	-	斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物	-	-	-
			高田大岳溶岩類(TD)	溶岩流(玄武岩~安山岩) 降下火砕物(スコリア、火山灰・火山礫)				玄武岩~安山岩		-	-	玄武岩:斜長石、かんらん石、直方輝石、普通輝石 安山岩:斜長石、かんらん石、直方輝石、普通輝石、不透明鉱物	-	-	-
		雛岳	雛岳溶岩類(HD)	溶岩流(玄武岩~安山岩) 降下火砕物	2.1	0.4~0.3 Ma	地形・層序	玄武岩~安山岩	58.2~58.6 (CA)※2	-	-	玄武岩:斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石 安山岩:斜長石、直方輝石、普通輝石、かんらん石、不透明鉱物	-	-	-

※1 TH:ソレイト系列

※2 CA:カルクアルカリ系列

6.6 物質科学的データの整理

【八甲田山における物質科学的情報の整理表(4/4)】



活動ステージ	火山名	噴出物名	噴出物の種類	噴出物の量	年代値		マグマ組成	全岩SiO2	ガラスSiO2	斑晶量	斑晶鉱物	温度圧力条件	推定マグマ深度	手法
			種類	総体積 (km ³ DRE)	文献値	根拠		wt. %	wt. %	vol. %				
カルデラ形成	八甲田カルデラ	八甲田第2期火砕流堆積物(Ht2)	火砕物密度流（火砕流）	17.3	0.3 Ma 0.4～0.3 Ma	各種年代測定値及び層序から総合的に判断	デイサイト～流紋岩	69.0～ 73.1	－	32～42	斜長石， 石英， 直方輝石， 単斜輝石， 不透明鉱物， 普通角閃石（微量）	－	－	－
		八甲田第1期火砕流堆積物(Ht1)	火砕物密度流（火砕流）	17.8	0.76 Ma 0.7～0.6 Ma	各種年代測定値及び層序から総合的に判断	デイサイト～流紋岩	58.2～ 73.0	78.3～78.8	27～41	斜長石， 石英， 直方輝石， 単斜輝石， 不透明鉱物， 普通角閃石（微量）	－	－	－
		八甲田黄瀬火砕流堆積物(Hto)	火砕物密度流（火砕流）		1.0～0.8 Ma	地形，古地磁気	デイサイト～流紋岩	69.3～71.2	－	10～16	斜長石， 単斜輝石， 直方輝石， 不透明鉱物	－	－	－
		八甲田中里川火砕流堆積物(Htn)	火砕物密度流（火砕流）		0.95±0.14 Ma	FT年代	－	－	－	－	斜長石， 石英， 直方輝石， 単斜輝石， 不透明鉱物， 普通角閃石（微量）	－	－	－
					0.99±0.16 Ma	FT年代								
					1.04±0.11 Ma	FT年代								
					1.07～0.99 Ma	古地磁気，層序								
先カルデラ火山	南八甲田火山群	駒ヶ峯溶岩(Hsl) 駒ヶ峯火砕岩(Hsb)	溶岩流（デイサイト，安山岩） 溶岩ドーム 火砕岩（降下火砕物or/and火砕物密度流）	52.4	0.3 Ma	K-Ar年代， 層序	玄武岩～ デイサイト	49.8～66.1 49.7～64.4	－	10～35	斜長石， かんらん石， 普通輝石， ピジョン輝石， シノ輝石， 磁鉄鉱， 一部石英	－	－	－
		黄金平溶岩	溶岩流（玄武岩質安山岩）		0.3 Ma	K-Ar年代， 層序						－	－	－
		南八甲田第3ステージ溶岩・火砕岩(Hs3)	溶岩流（玄武岩，玄武岩質安山岩） 火砕岩（アグルチネート）		0.5～0.3 Ma	K-Ar年代， 層序						－	－	－
		鳶川火砕堆積物(Htp)	火砕物密度流（火砕流） 泥流（ラハール） 降下火砕物（軽石）		0.65～0.35 Ma	層序						－	－	－
		南八甲田第2ステージ溶岩・火砕岩(Hs2)	溶岩流（玄武岩-玄武岩質安山岩） （火砕岩：詳細不明・推定）		0.8～0.6 Ma	K-Ar年代， 層序						－	－	－
		南八甲田第1ステージ溶岩・火砕岩(Hs1)	溶岩流（玄武岩-玄武岩質安山岩） （火砕岩：詳細不明・推定）		1.1～0.8 Ma	K-Ar年代， 古地磁気， 層序						－	－	－

上表は、以下の文献に基づき当社が作成した。

Ban et al.(2025), 工藤(2023), 工藤ほか(2022), 工藤ほか(2019), 気象庁編(2013), Umeda et al.(2013), 工藤ほか(2011), 工藤ほか(2006), 工藤ほか(2004), 宝田・村岡(2004), 工藤ほか(2003), 鈴木ほか(2001), 工藤ほか(2000), 佐々木ほか(1987), 佐々木ほか(1986), 佐々木ほか(1985)

余白

6.7 十和田・八甲田山に関連する情報の収集

【収集対象とした学術誌，関連する学会の学術大会等の情報】



- 十和田及び八甲田山の火山活動に関連する最新知見を取得する目的で，下記文献情報の収集・内容確認を行っている。
- 2025年度において，主に確認した文献情報を次頁以降に示す。
- なお，収集した情報については，必要に応じて本年度の火山活動のモニタリング評価に取り入れる。

●収集雑誌

産業技術総合研究所 地質調査研究報告	月刊地球
地質学雑誌	岩波書店 科学
Island Arc	Journal of Geophysical Research (Solid Earth)
堆積学研究	USGS Bulletin
第四紀研究	The Journal of the Geological Society
応用地質	Bulletin of Volcanology
日本地球惑星科学連合 ニュースレターJGL	Journal of Volcanology and Geothermal Research
Progress in Earth and Planetary Science	Journal of Volcanology and Seismology
火山	Journal of Applied Volcanology
地球化学	Nature GeoScience
Geochemical Journal	電力中央研究所研究報告書
東京大学地震研究所彙報	原子力規制庁 安全研究に係る報告
京都大学防災研究所年報	地学雑誌

●学術大会

日本地質学会
日本堆積学会
日本第四紀学会
日本応用地質学会
日本地球惑星科学連合
日本火山学会
日本地球化学会

●文献データベース検索(キーワード検索)

JDREAMⅢ
Springer Link
Science Direct
AGU publications
国立国会図書館サーチ

※文献データベース検索では，十和田，八甲田山を対象にして火山学に関する文献を検索・収集している。また，国立国会図書館サーチにおいては，カルデラや巨大噴火なども加えて幅広く検索を実施している。

6.7 十和田・八甲田山に関連する情報の収集

【収集した情報(2025年度実施)①】



著者	発行年月	タイトル	文献誌名	抽出観点
宮崎 一希・中島 淳一	2025.09	太平洋プレート海洋地殻の脱水フロントの地震学的な制約: 火山フロントとの空間的一致	日本地質学会第132回学術大会講演要旨, T10-P-6	東北日本沈み込み帯の地震波速度不連続面
Masao Ban, Jun-Ichi Kimura, Toshiro Takahashi, Yuka Hirahara, Tsukasa Ohba, Akihiko Fujinawa, Shintaro Hayashi, Takeyoshi Yoshida, Takashi Miyazaki, Nobutaka Tsuchiya, Shin-ichi Kagashima, Qing Chang, Ryoko Senda, Bogdan Stefanov Vaglarov, Yoshiyuki Tatsumi	2025.10	The Significant Role of the Mafic Lower Crust in the Chemical Diversity of Arc Magmas	Island Arc, vol.34, issue 1, e70033	東北日本の島弧マグマ成因
渡辺 修・栢木智明・宮崎精介	2025.10	八甲田火山大岳溶岩の水文地質構造と水収支 その3	令和7年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集, P40	大岳溶岩の水文地質
鈴木 基矢・趙 大鵬・豊国 源知	2025.05	S-net・Hi-netの近地・遠地震データによる日本列島下の3次元速度構造	日本地球惑星科学連合2025年大会予稿集, SSS04-05	日本列島の地震波速度構造
楠美 紀公・前田 拓人・平野 史朗	2025.05	東北日本背弧側におけるS波エンベロープ拡大推定の安定性	日本地球惑星科学連合2025年大会予稿集, SSS09-P08	東北日本弧S波エンベロープ
伊藤 ひなた・栗谷 豪・工藤 崇	2025.05	十和田火山・八戸カルデラ噴火のマグマプロセス	日本地球惑星科学連合2025年大会予稿集, SVC34-P13	十和田エピソードLのマグマプロセス
矢野 翔太・眞家 永光・千葉 直弥・入野 智久	2025.05	青森県姉沼の湖沼堆積物を用いた過去2000年間の古環境復元	日本地球惑星科学連合2025年大会予稿集, MIS14-P13	十和田起源テフラの分布
Sambuddha Dhar, Youichiro Takada, Jun Muto	2025.04	Inferring 3-D Rheology of Low-Viscosity Zone Around Quaternary Volcanoes of NE Japan From Postseismic Deformation of the 2011 Tohoku-Oki Earthquake	Journal of Geophysical Research (Solid Earth), vol.130, issue 4, e2024JB029939	東北日本地下の粘弾性領域
武藤 潤, ダル サムブッダ	2026.02	東北沖地震の余効変動から知る東北日本弧地殻マントルのレオロジー特性	地学雑誌, vol.135, no.1, pp.61-84	東北沖地震の余効変動
小野映介・小岩直人・柴 正敏・高橋未央・佐藤善輝	2025.05	津軽平野中部における完新世の堆積環境の変化と地形変遷	地理学評論, vol.98, no.3, pp.146-161	十和田・八甲田山起源のテフラ分布
佐々木 菜南	2024.05	東北地方北部におけるヤングドリラス期八甲田山田代湿原	日本地球惑星科学連合2024年大会予稿集, MIS12-P15	八甲田湿原の発達
関谷 夏子・中村 美千彦・櫻井 亮輔・無盡 真弓・新谷 直己・竹内 晋吾・諏訪 由起子	2024.09	十和田火山御倉山溶岩ドームディクティタキシティック組織部の浸透率と空隙構造	日本鉱物科学会2024年年会, S1-05	御倉山溶岩ドームの組織形成過程
對馬就・生魚利治	2024.12	十和田湖中湖における鉛直方向の水質特性について	秋田県健康環境センター年報, 第20号, pp.44-47	十和田湖中湖の水質特性
Yukino Yamazaki, Arisa Narita, Koji Umeda, Hirochika Sumino, Takuto Maeda, Tadashi Amano	2025.05	Relationship between helium isotopes and focal depths of low-frequency earthquake, Northeastern Japan	Geoscience Letters, vol.12, article number 22	東北日本弧におけるヘリウム同位体比と低周波地震の震源深さの関係

6.7 十和田・八甲田山に関連する情報の収集

【収集した情報(2025年度実施)②】

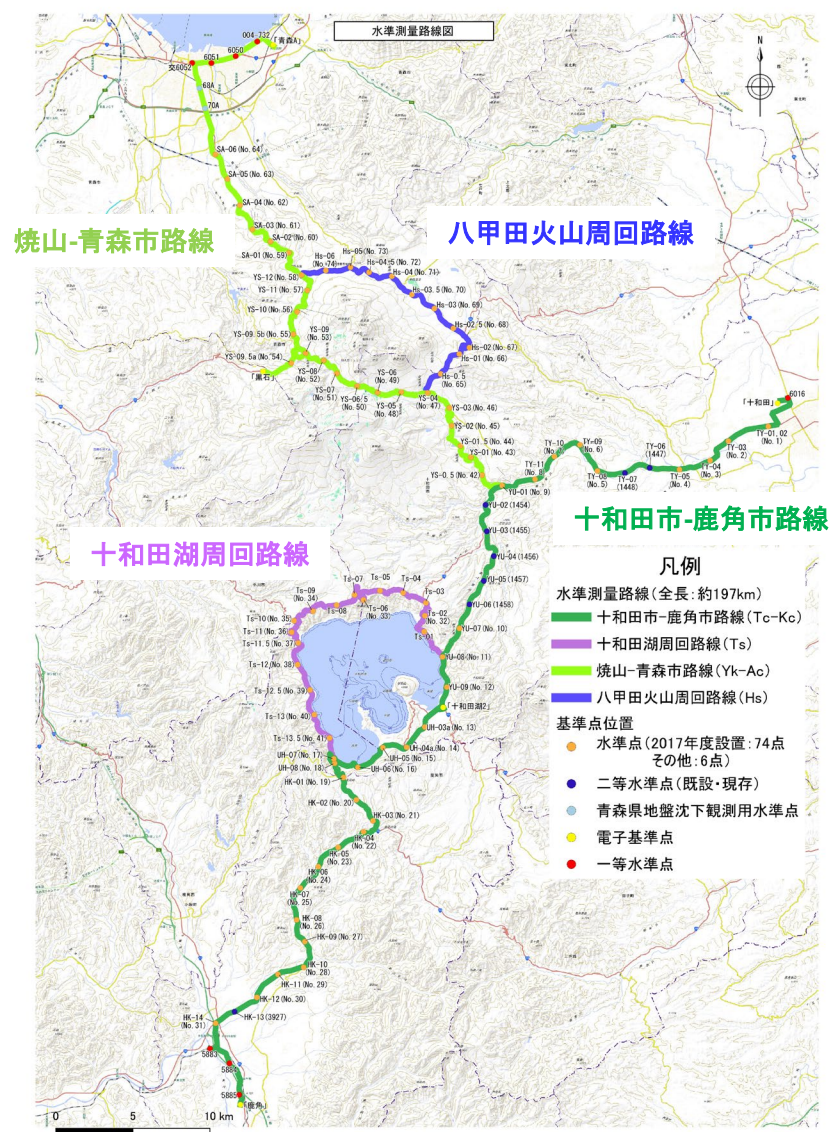


著者	発行年月	タイトル	文献誌名	抽出観点
Hikaru Iwamori, Yasuo Ogawa, Tomomi Okada, Tohru Watanabe, Hitomi Nakamura, Tatsu Kuwatani, Kenji Nagata, Atsushi Suzuki, Masahiro Ichiki	2025.05	Geofluid mapping reveals the connection between magmas, fluids, and earthquakes	Communications Earth & Environment volume 6, Article number: 373	地震波速度と電気伝導度の同時解析
Tatsuki I. Watanabe, Takehiko Suzuki, Daisuke Ishimura	2026.01	Establishing a high-resolution late Pleistocene to Holocene tephrostratigraphic framework in central Japan using wetland deposit core records: An attempt to detect cryptotephra from terrestrial records in the productive volcanic arc	Quaternary Geochronology, vol.91, Article 101710	十和田起源のテフラ分布
Arata Momohara, Akito Siga, Rika Nishiuchi, Nao Miyake	2026.01	Floral and vegetation changes during the cold stage (30–14.7 ka) of Marine Isotope Stage 2 in Japan: Evidence from plant macrofossil records and implications for plant food resource distribution	Quaternary Science Advances, vol.21, Article 100315	十和田起源のテフラ分布
Yasuaki Kaneda, Takeshi Hasegawa, Makoto Okada, Nobutatsu Mochizuki, Festus Tongwa Aka	2026.02	Re-evaluation of the spatiotemporal distribution of large explosive eruptions in Japan during Middle Pleistocene to Holocene: Tephra correlations and accurate age constraints from the deep-sea sedimentary record (Chikyu C9001C cores)	Quaternary International, vol.756, Article 110104	下北半島沖の海底コアに挟在するテフラ
Maki Hata	2026.01	The Footsteps of Research on Electrical Conductivity Distribution in Volcanically and Seismically Active Japan Arcs: Interpretation from the Perspective of Subduction Dynamics	Surveys in Geophysics	比抵抗構造からみた東北日本弧の沈み込み帯ダイナミクス
高橋 正・安田 陽・山津田美登莉・山田大介・能登春希・早川 敦・石川祐一・菅野均志	2025.06	秋田県男鹿半島に分布するクロボク土および類縁土壌の性質とクリプトテフラの解析	ペドロジスト, vol.69, no.1, pp.21–31	十和田起源のテフラ分布
生魚利治・對馬就	2025.03	十和田湖中湖における鉛直方向の水質特性について	日本水環境学会年会講演集, 59, 3–D–14–3	十和田湖中湖の水質特性
井岡聖一朗・一戸夏綺・若狭 幸	2024.11	北八甲田火山群における酸性水の $\delta^{13}\text{C}$	日本地熱学会令和6年学術講演会 講演要旨集, P28	北八甲田火山群の地熱資源調査
井岡聖一朗・若狭 幸	2025.10	北八甲田火山群における渓流水, 湧水の硫黄の安定同位体比	日本地熱学会令和7年学術講演会 講演要旨集, P37	北八甲田火山群の地熱資源調査
高橋正樹 著	2025.05	超巨大噴火の地球科学: 大量珪長質マグマの成因とマグマシステム	東京大学出版会	十和田の活動履歴概説
下司信夫	2026.03	カルデラ形成噴火と大規模火砕噴火の研究の展望	火山, vol.71, no.1, pp.85–96	巨大噴火に関連したマグマ溜まりの発達, 先行現象等に関するレビュー

7. 中・長期的取組み

中・長期的取組み

7.1 水準測量〔水準点の設置と水準測量の実施計画〕



2017年度に十和田、八甲田山周辺に水準点を新設
→既存の一等水準点、二等水準点(電子基準点含む)等と新設水準点(74点)を用いて路線を設定し、今後水準測量を実施予定(合計103点、全路線長約197km)

【十和田における地殻変動の把握】

- ・十和田市(電子基準点「十和田」)から奥入瀬溪流、電子基準点「十和田湖2」、発荷峠を通り鹿角市内(電子基準点「鹿角」)へ繋がる路線(十和田市-鹿角市路線)
- ・十和田のカルデラ縁を一周する路線(十和田湖周回路線)

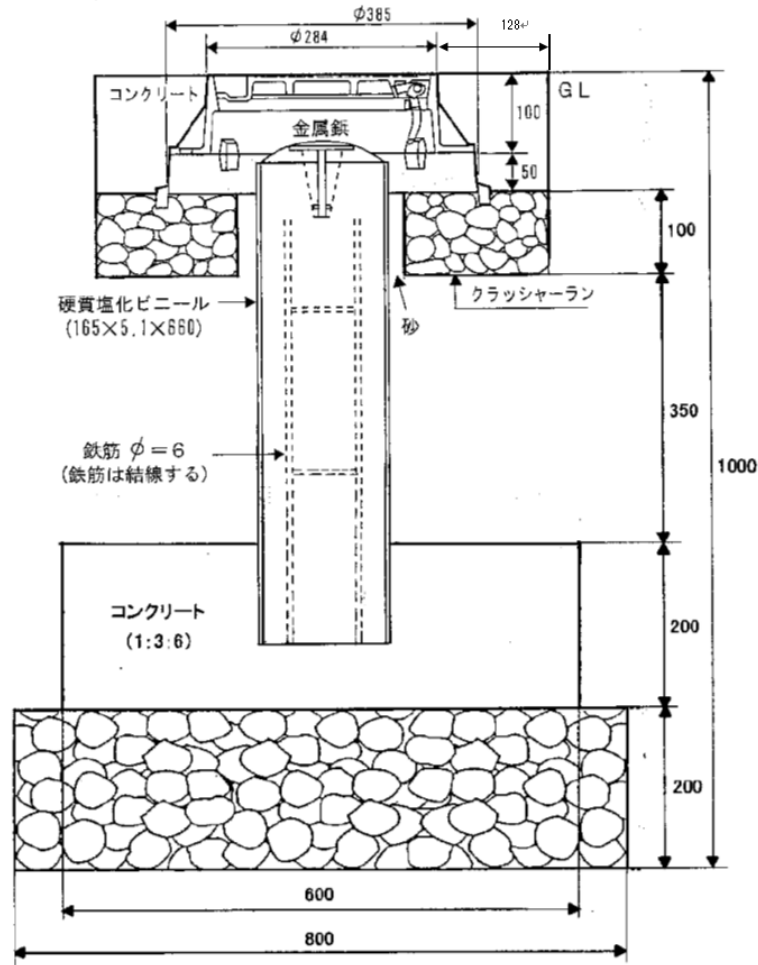
【八甲田山における地殻変動の把握】

- ・焼山(十和田市-鹿角市路線と接続)から電子基準点「黒石」、酸ヶ湯を通り青森市内(電子基準点「青森A」)へ繋がる路線(焼山-青森市路線)
- ・八甲田カルデラを横断して北八甲田火山群を取り囲む路線(八甲田火山周回路線)

【今後】

- ・2018年度、2019年度、2022年度、2025年度に水準測量を実施し、路線全体で期間内の変動量を算出した。また、沈降が認められた八甲田山の酸ヶ湯周辺を対象として、2024年度に臨時で観測を実施した。路線全体を対象とした測量は、今後も3年に1回の頻度で実施する予定である。
- ・2026年度においては、GNSS観測によって変位が認められている十和田湖を対象に水準測量を実施する予定である。

7.1 水準測量〔設置した水準点の仕様〕



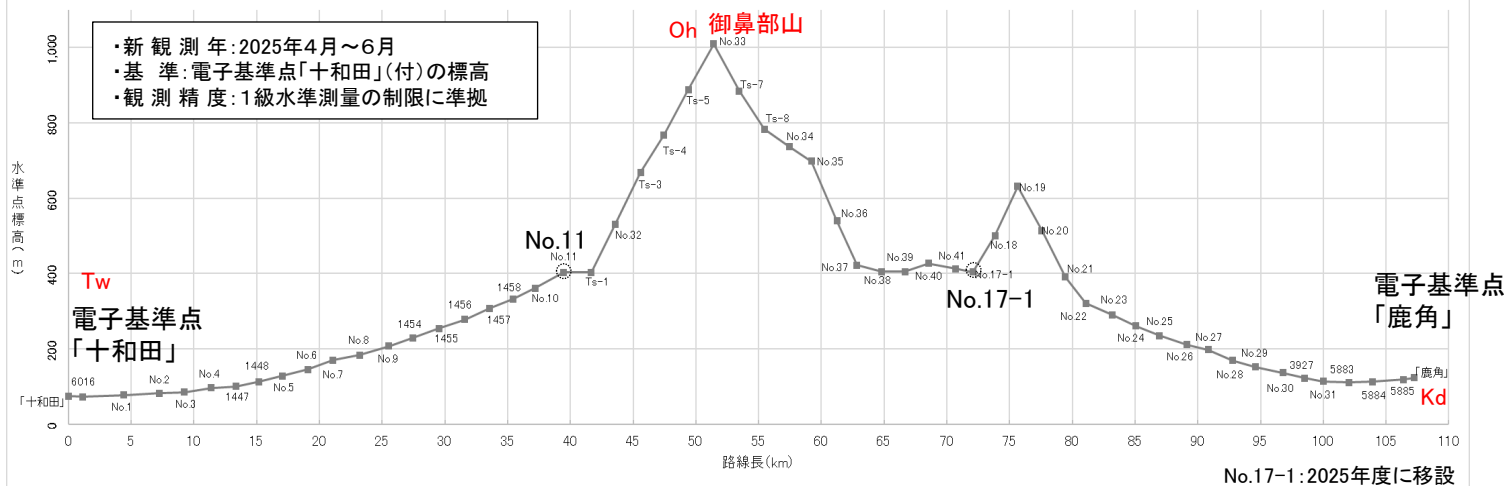
設置した水準点の構造



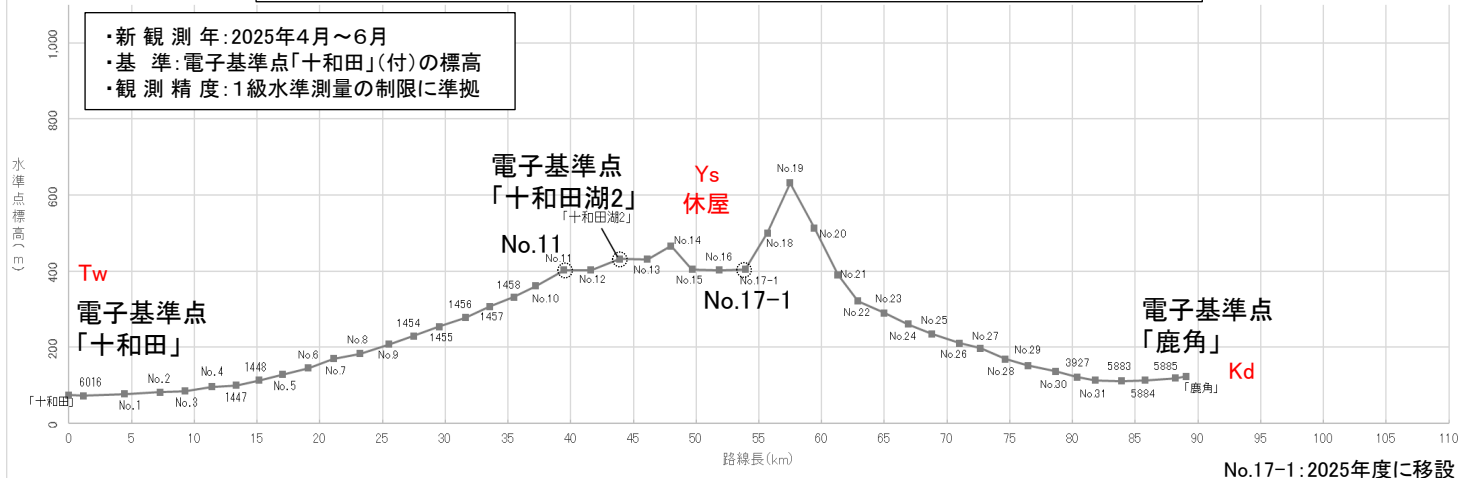
設置状況例

7.1 水準測量〔十和田：地形断面図〕

十和田市(Tw)から御鼻部山(Oh)を經由し鹿角市(Kd)へ至る路線
(地形断面図)



十和田市(Tw)から休屋(Ys)を經由し鹿角市(Kd)へ至る路線
(地形断面図)

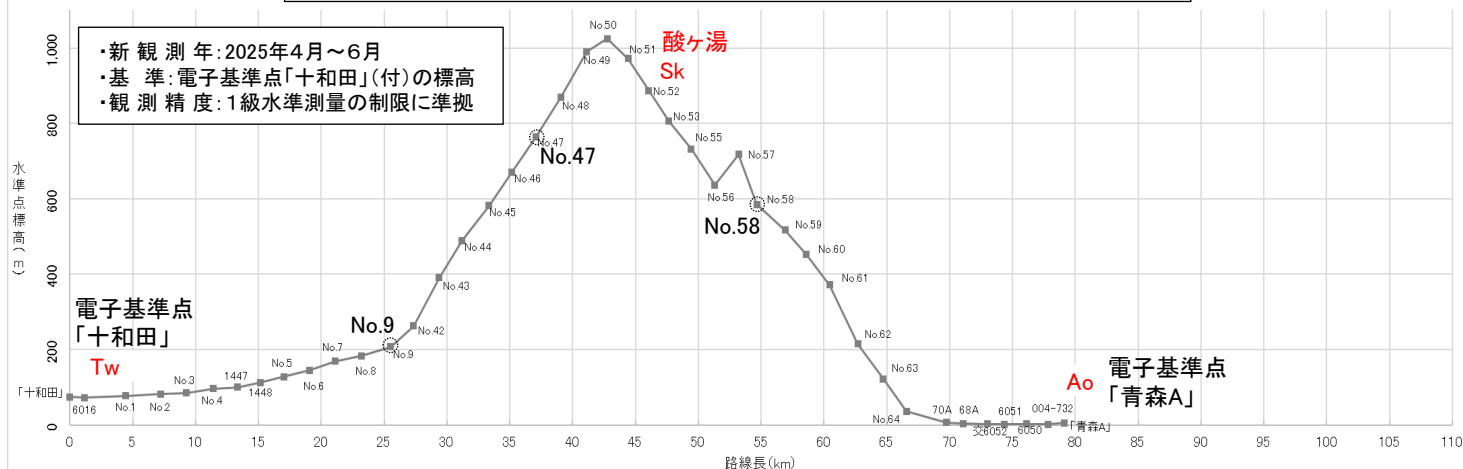


路線図

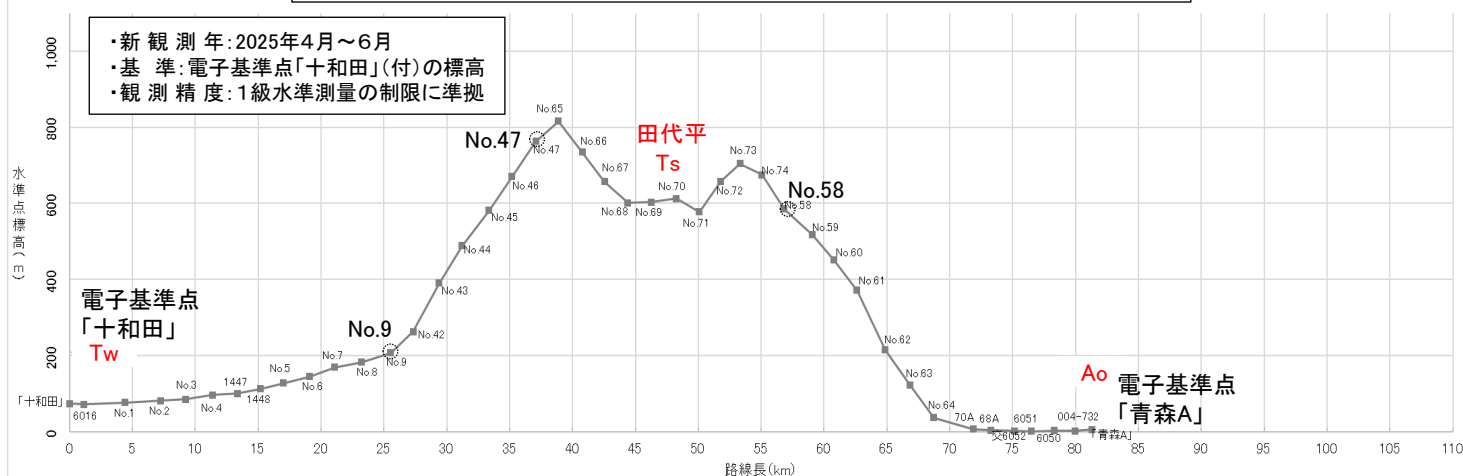


7.1 水準測量〔八甲田山：地形断面図〕

十和田市(Tw)から酸ヶ湯(Sk)を經由し青森市(Ao)へ至る路線
(地形断面図)



十和田市(Tw)から田代平(Ts)を經由し青森市(Ao)へ至る路線
(地形断面図)



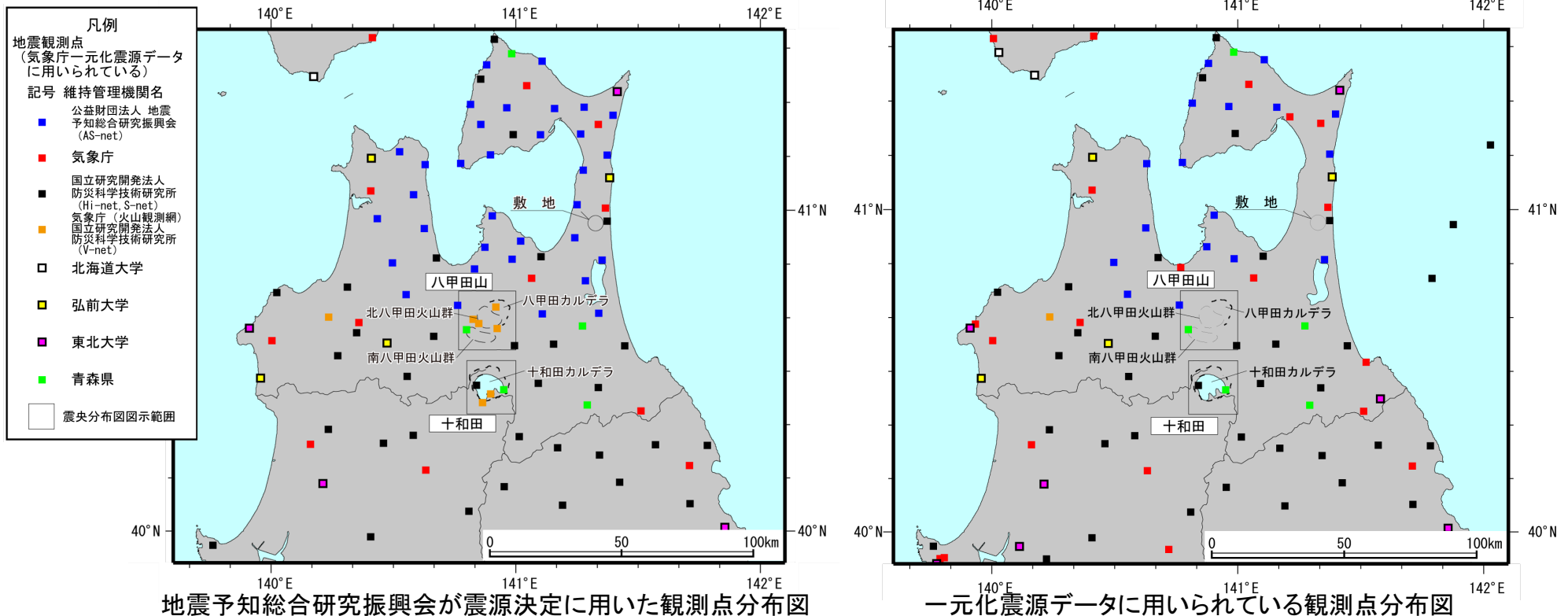
路線図



7.2 地震観測網の充実化(地震予知総合研究振興会) 〔概要〕



- ・地震予知総合研究振興会による震源決定結果の提供を受け、そのうち十和田及び八甲田山周辺について次々頁以降に示す。
- ・地震予知総合研究振興会では、AS-net^{※1}の36観測点のほか気象庁、防災科学技術研究所、弘前大学、東北大学、北海道大学、青森県が運営する地震観測点を加えた合計140観測点の地震データを利用し自動及び手動による震源決定を行っている。
- ・上記の手動震源決定により、地殻内地震については気象庁震源カタログの約1.5倍の数の地震が震源決定されている(次頁参照)。
- ・地震予知総合研究振興会では、2023年に十和田及び八甲田山周辺の気象庁火山観測網より3点追加^{※2}し、震源決定の精度向上を目指している。



※1: 地震予知総合研究振興会では、青森県を中心に高密度微小地震観測網(AS-net)を展開している。

・AS-netは36の観測点からなり、深さ約20mの地中に三成分高感度地震計と三成分強震計が設置されている。

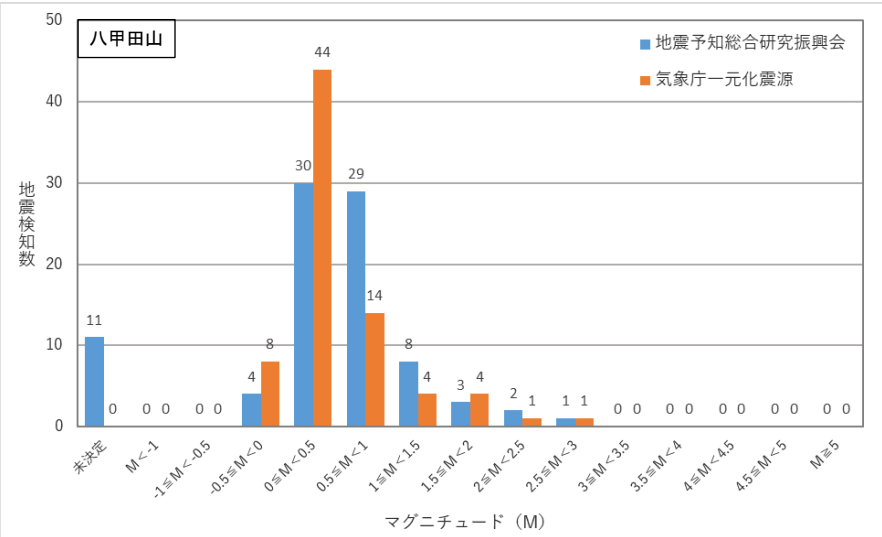
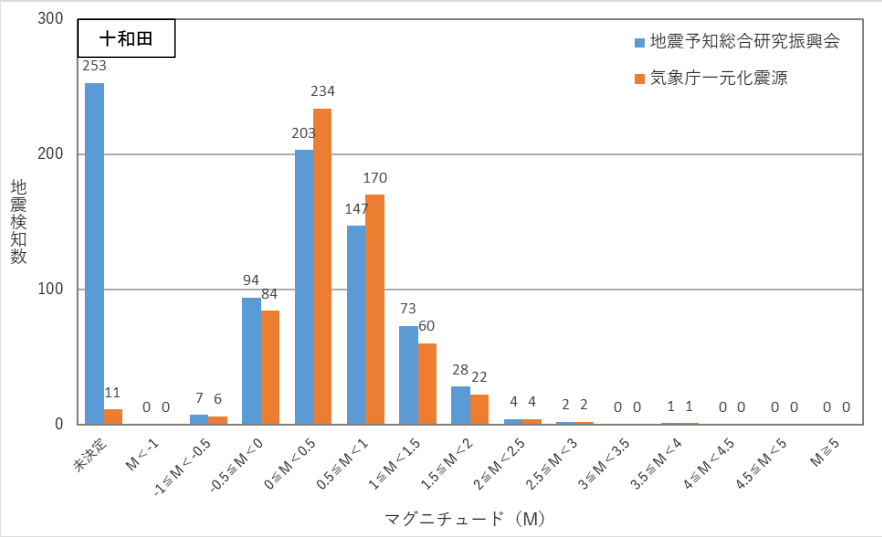
・AS-netで記録された地震データは、全国地震観測データ流通ネットワークJDX-netを通じて関係研究機関にリアルタイム配信され、防災科学技術研究所のホームページで配布されている。

※2: 2023年6月15日以降、気象庁火山観測網の観測点(八甲田:鳥滝沢北、十和田:十和田湖畔休屋、発荷峠南)が追加された。ただし、2023年9月15日～2024年2月20の間は火山観測網のデータが流通に流れなくなっていたため、前記3点を含む火山観測網データが地震検知に使用されていない。

7.2 地震観測網の充実化(地震予知総合研究振興会) 〔地震検知数の比較〕



- 地震予知総合研究振興会では、震源決定にあたり、気象庁一元化震源では用いられていない十和田及び八甲田山周辺の地震観測点についても検測を行っており、評価対象火山周辺において高い検知能力を有するものと考えられる。
- 検知能力の確認のため、地震予知総合研究振興会による震源決定結果と気象庁一元化震源について、2024年1月～12月の地震検知数を比較した。
- 比較にあたっては、当社火山モニタリングにおける震源抽出範囲と地震予知総合研究振興会の震源決定範囲に共通する範囲を対象とした。
(抽出範囲) 十和田 : 東経140° 48' ～141° 00', 北緯40° 24' ～40° 32'
八甲田山 : 東経140° 46' ～141° 00', 北緯40° 34' ～40° 45'
- 十和田、八甲田山ともに、地震予知総合研究振興会による震源決定では、気象庁一元化震源で震源決定された地震のほぼ全てを網羅しつつ、より多くの地震を検知していることが確認された。(下表参照)
- 地震予知総合研究振興会による震源決定ではマグニチュードが未決定の地震が多いため(右図)、一定のマグニチュード以上の地震の発生回数を基準とする、当社火山モニタリングにおける評価には気象庁一元化震源の方が適している。
- 一方で、地震予知総合研究振興会による震源決定結果は、気象庁一元化震源より多くの地震を検知・震源決定できており、かつ、全て手動決定であり高い決定精度を有すると考えられることから、震源分布の空間的な把握という点では利点を有するため、当該震源決定結果についても参照し、地震発生領域の変化の有無を確認する。



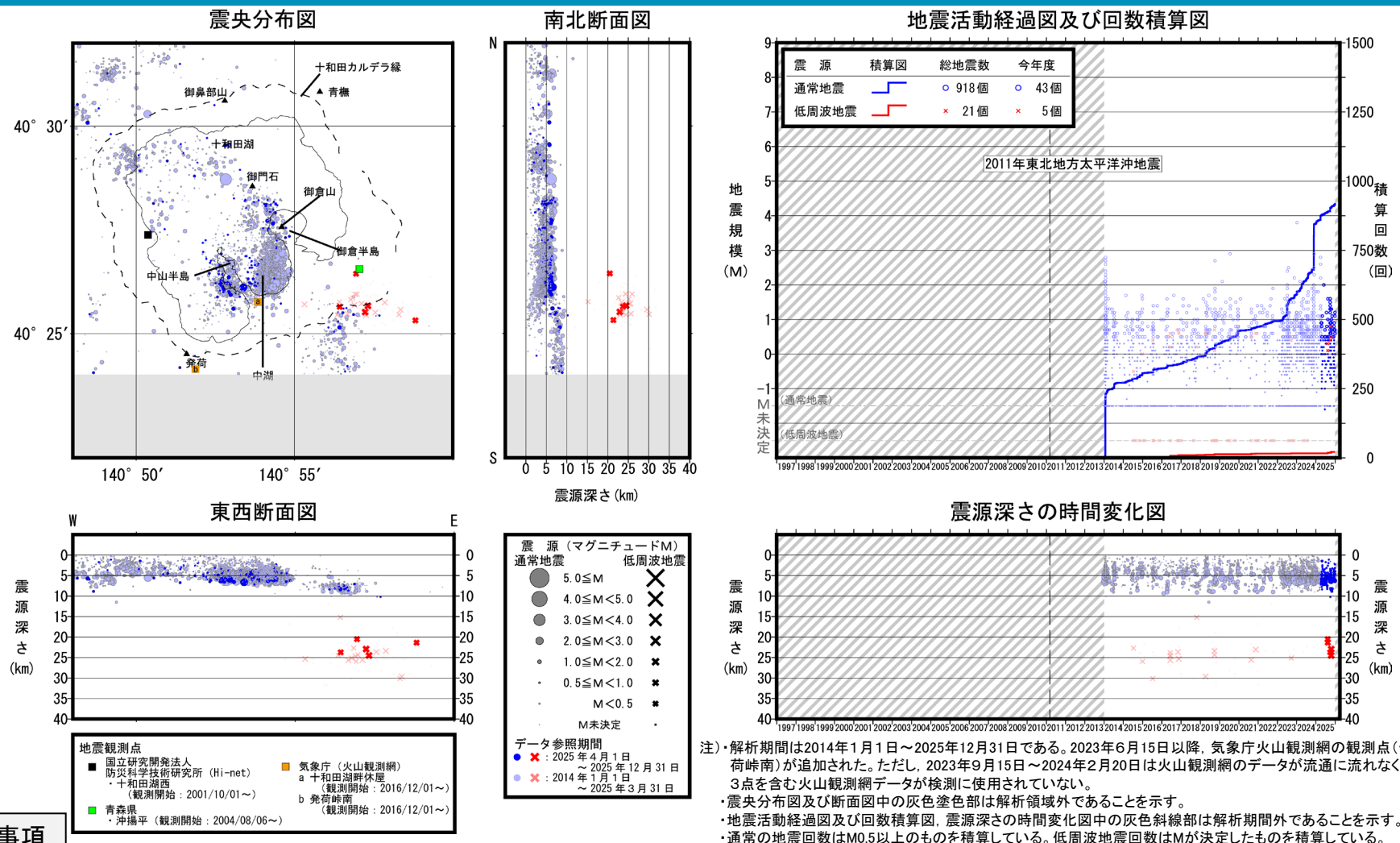
評価対象火山周辺における地震検知数

	十和田	八甲田山
気象庁一元化震源	594 (4)	76 (1)
地震予知総合研究振興会による震源決定	812 (222)	88 (13)

※カッコ内は、当該観測網のみで検知され、他方の観測網では検知されていない地震数

評価対象火山周辺における地震検知数のマグニチュードごとの比較

7.2 地震観測網の充実化(地震予知総合研究振興会) 〔十和田(地震活動:震源分布とマグニチュード)【全期間】〕

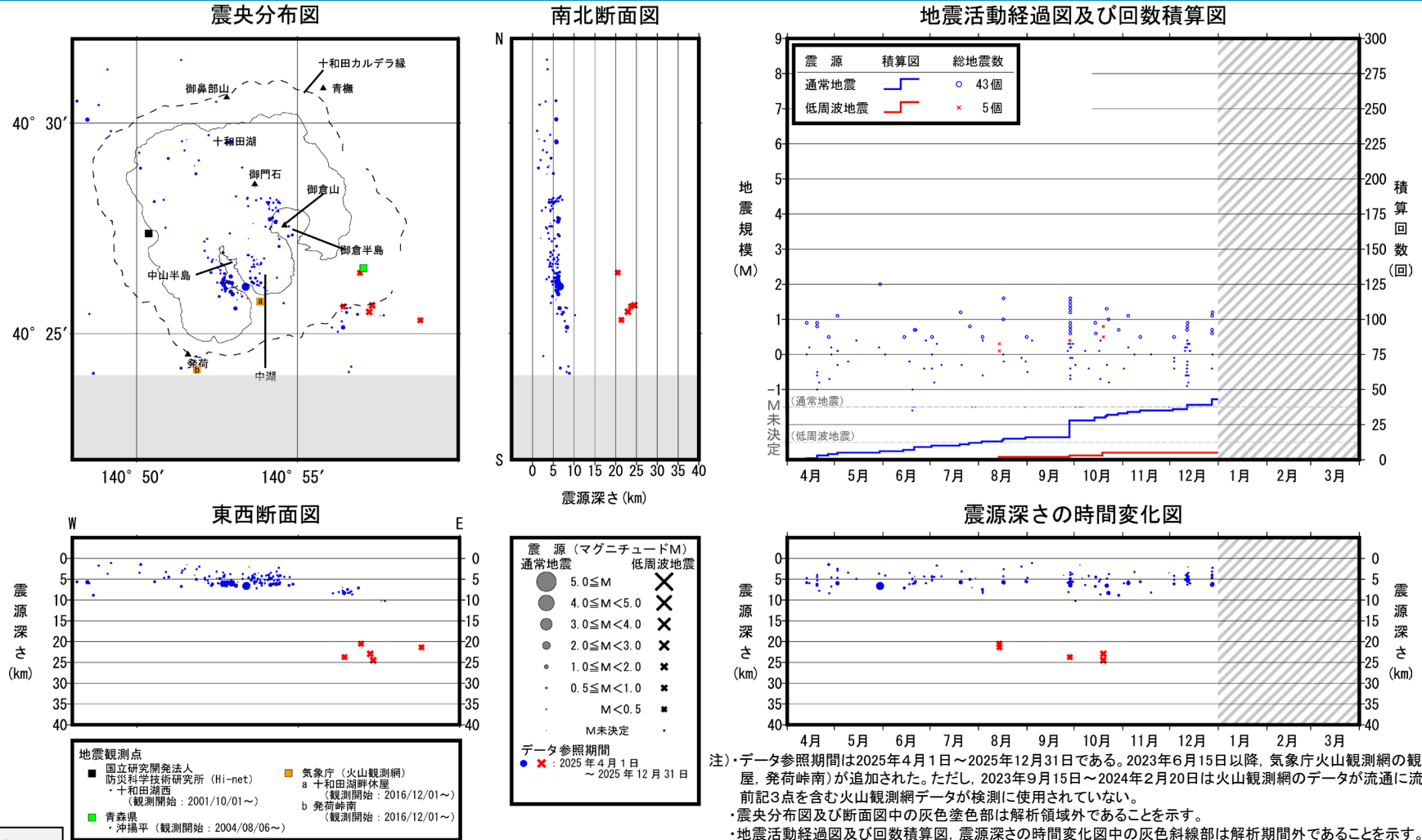


特記事項

中湖及びその周辺、並びにカルデラ南東縁～南東方及びカルデラ北西～北西方に震源を有する地震が観測されてきた。通常地震は深さ約3km～約10km、低周波地震はカルデラ南東縁付近の深さ約22km～約30kmを中心に震源を有する。⇒地震の震源分布及びその発生頻度に大きな変化はなく、地震活動の活発化を示唆する顕著な変化は認められない。

注)・解析期間は2014年1月1日～2025年12月31日である。2023年6月15日以降、気象庁火山観測網の観測点(十和田湖畔休屋、発荷峠南)が追加された。ただし、2023年9月15日～2024年2月20日は火山観測網のデータが流通に流れなくなっていたため、前記3点を含む火山観測網データが検測に使用されていない。
・震央分布図及び断面図中の灰色塗色部は解析領域外であることを示す。
・地震活動経過図及び回数積算図、震源深さの時間変化図中の灰色斜線部は解析期間外であることを示す。
・通常地震回数はM0.5以上のものを積算している。低周波地震回数はMが決定したものを積算している。

7.2 地震観測網の充実化(地震予知総合研究振興会) 〔十和田(地震活動:震源分布とマグニチュード)【2025年度】〕



特記事項

2025年度では、M0.5以上の通常地震が43回及び低周波地震(M未決定除く)が5回観測された。
M0.5以上の通常地震の震源位置は中湖を中心に、十和田カルデラ北西から南東縁にかけての地域であり、震源深さは約10km以浅である。低周波地震の震源位置は十和田カルデラ南東縁であり、震源深さは約20km～約25kmである。

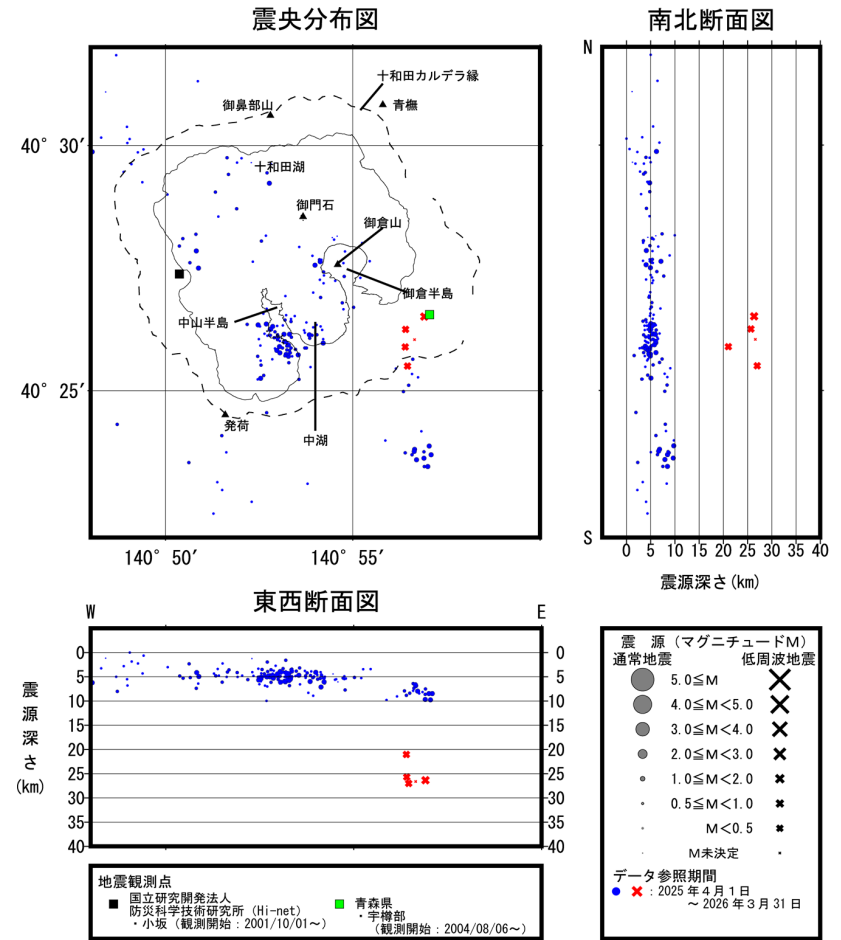
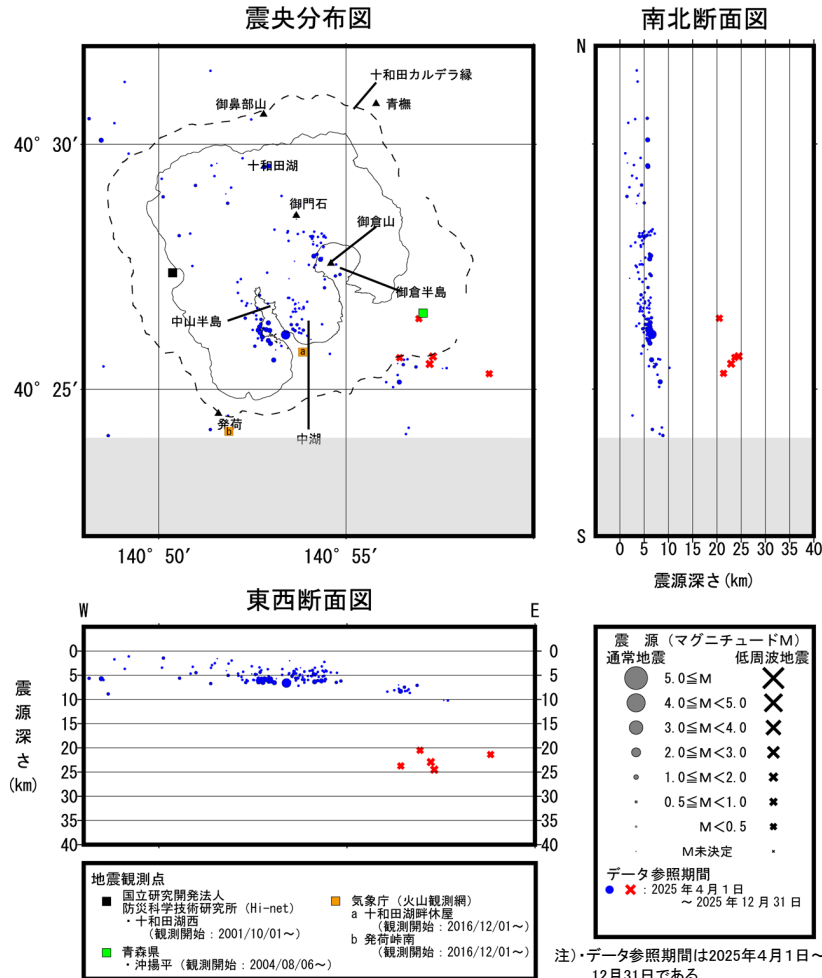
注)・データ参照期間は2025年4月1日～2025年12月31日である。2023年6月15日以降、気象庁火山観測網の観測点(十和田湖畔休屋、免荷峠南)が追加された。ただし、2023年9月15日～2024年2月20日は火山観測網のデータが流通に流れなくなっていたため、前記3点を含む火山観測網データが検測に使用されていない。
・震央分布図及び断面図中の灰色塗色部は解析領域外であることを示す。
・地震活動経過図及び回数積算図、震源深さの時間変化図中の灰色斜線部は解析期間外であることを示す。
・通常地震回数はM0.5以上のものを積算している。低周波地震回数はMが決定したものを積算している。

7.2 地震観測網の充実化(地震予知総合研究振興会) 〔十和田【2025年度】気象庁一元化震源との比較〕



地震予知総合研究振興会

気象庁一元化震源



注)・データ参照期間は2025年4月1日~2025年12月31日である。
・震央分布図及び断面図中の灰色塗色部は解析領域外であることを示す。

注)・『K: 気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S: 参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったもの』を合わせて表示している。
ただし、『2: 他機関依存, 3: 人工地震, 4: ノイズ等』は除く。

特記事項

地震予知総合研究振興会の震源決定結果と気象庁一元化震源とでは、震源分布等において顕著な違いはみられない。

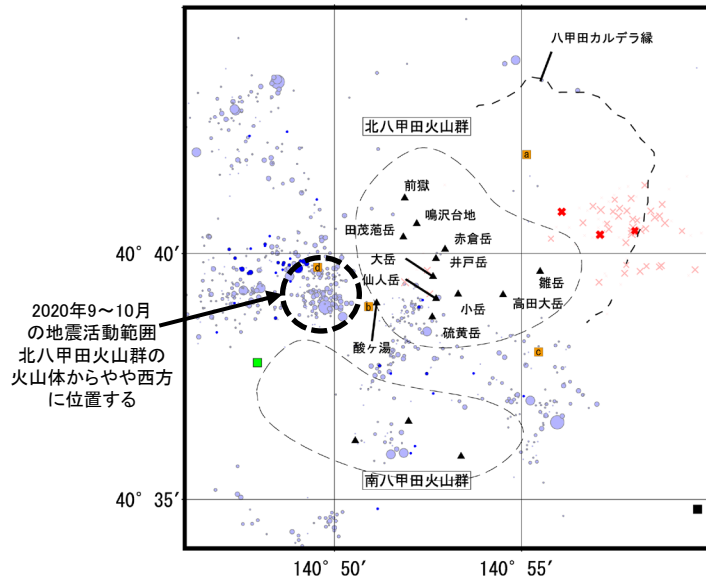
余白

7.2 地震観測網の充実化(地震予知総合研究振興会)

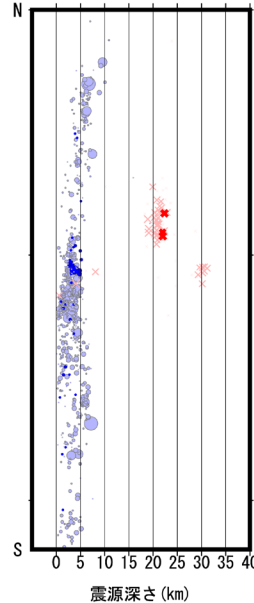
〔八甲田山(地震活動:震源分布とマグニチュード)【全期間】〕



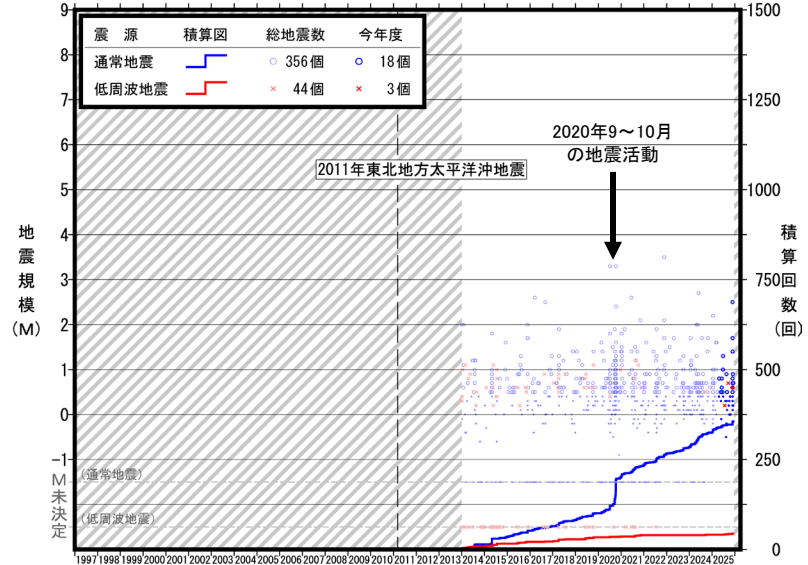
震央分布図



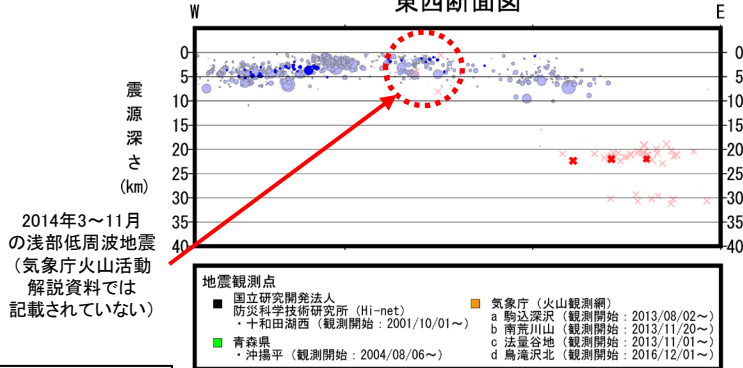
南北断面図



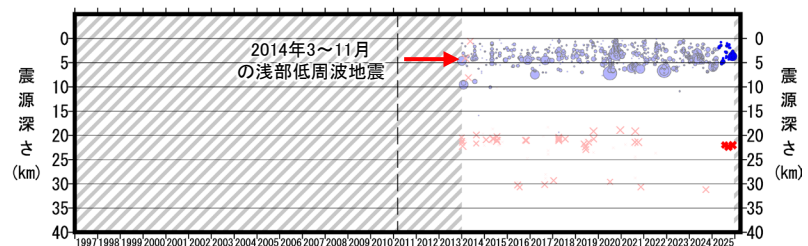
地震活動経過図及び回数積算図



東西断面図



震源深さの時間変化図



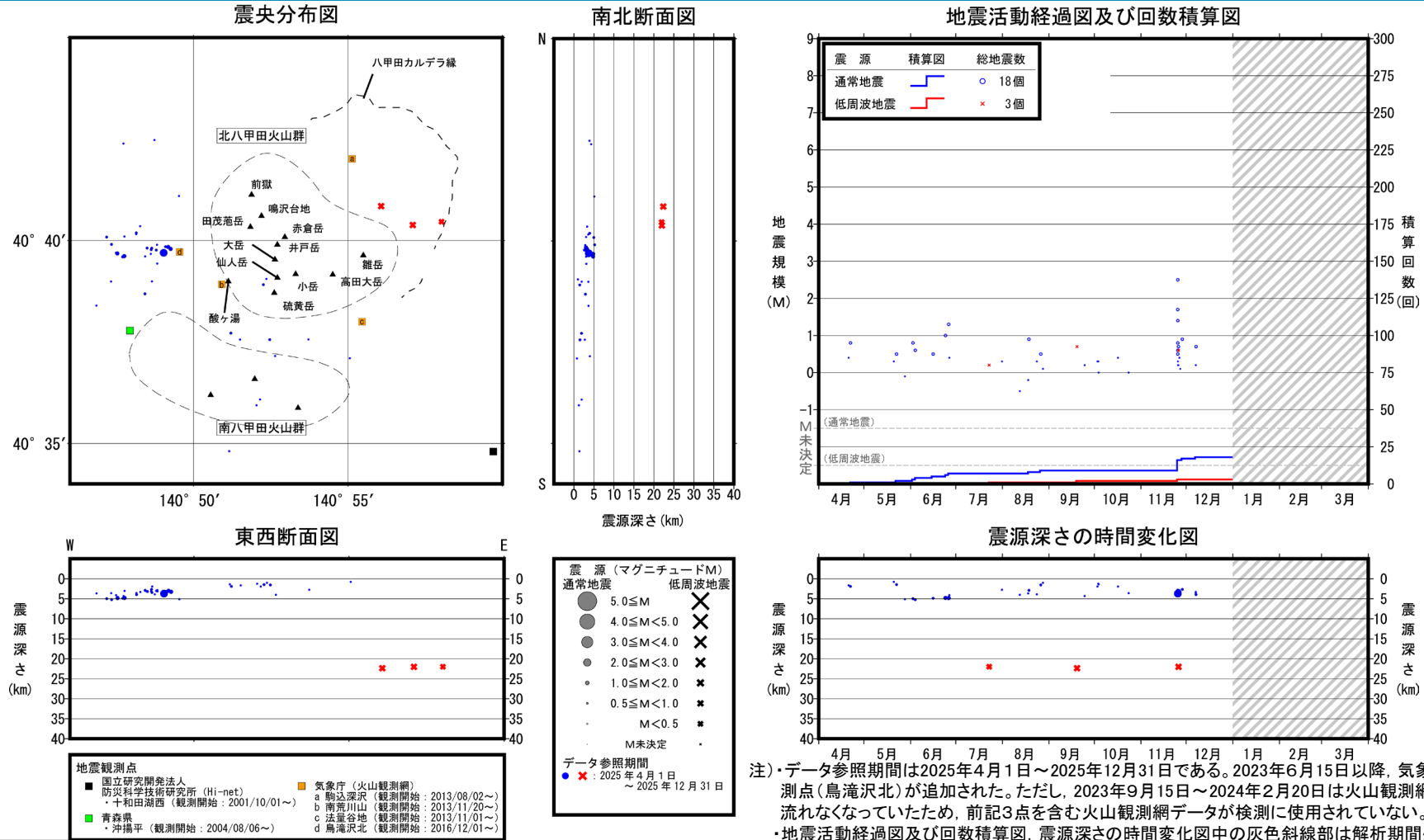
注)・解析期間は2014年1月1日～2025年12月31日である。2023年6月15日以降、気象庁火山観測網の観測点(鳥滝沢北)が追加された。ただし、2023年9月15日～2024年2月20日は火山観測網のデータが流通に流れなくなっていたため、前記3点を含む火山観測網データが検測に使用されていない。
・地震活動経過図及び回数積算図、震源深さの時間変化図中の灰色斜線部は解析期間外であることを示す。
・通常地震回数はM0.5以上のものを積算している。低周波地震回数はMが決定したものを積算している。

特記事項

北八甲田火山群の大岳付近から南八甲田火山群にかけての地域、北八甲田火山群西方及び八甲田カルデラ付近に震源を有する地震が観測されてきた。通常地震は深さ10km以浅、低周波地震は八甲田カルデラ東縁の深さ約19km～約31kmに震源を有する。
⇒地震の震源分布及びその発生頻度に大きな変化はなく、地震活動の活発化を示唆する顕著な変化は認められない。

7.2 地震観測網の充実化(地震予知総合研究振興会)

〔八甲田山(地震活動:震源分布とマグニチュード)【2025年度】〕



特記事項

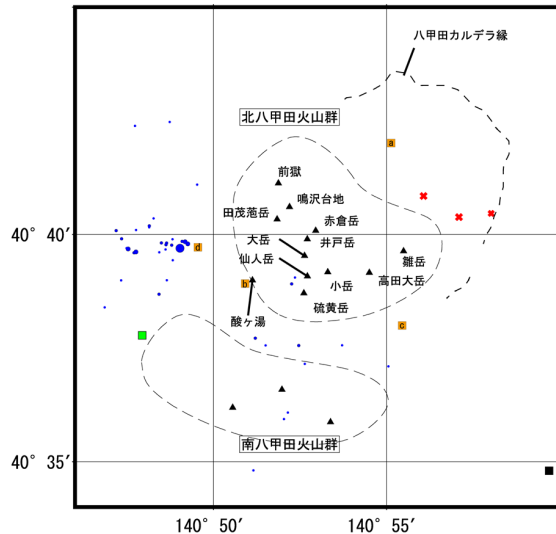
2025年度では、M0.5以上の通常の地震が18回及び低周波地震(M未決定除く)が3回観測された。M0.5以上の通常の地震の震源位置は北八甲田火山群の西方から南方にかけての地域であり、震源深さは約5km以浅である。低周波地震の震源位置は八甲田カルデラ内から東縁であり、震源深さは約22kmである。

7.2 地震観測網の充実化(地震予知総合研究振興会) 〔八甲田山【2025年度】気象庁一元化震源との比較〕

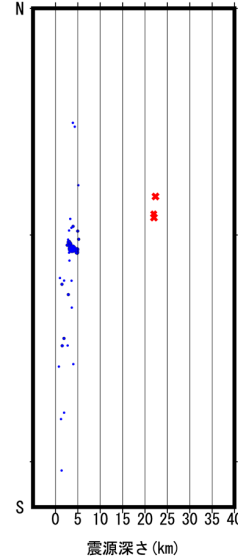


地震予知総合研究振興会

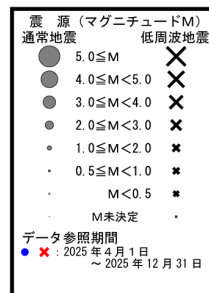
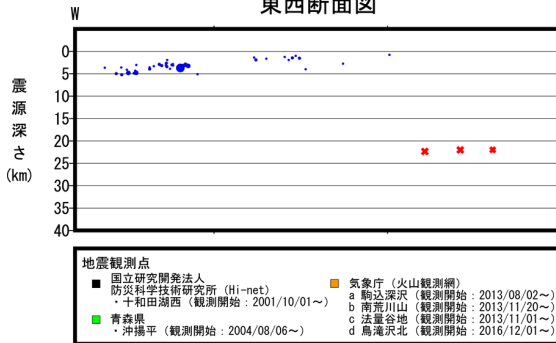
震央分布図



南北断面図



東西断面図

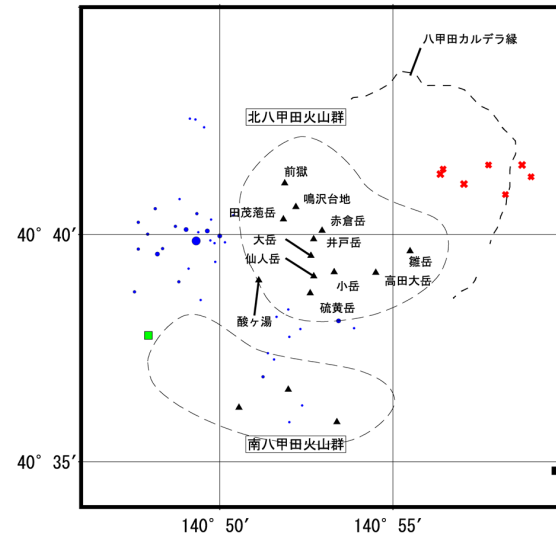


特記事項

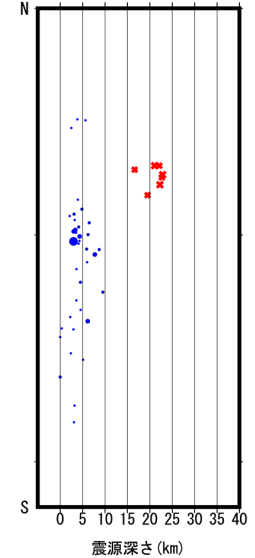
地震予知総合研究振興会の震源決定結果と気象庁一元化震源とでは、震源分布等において顕著な違いはみられない。

気象庁一元化震源

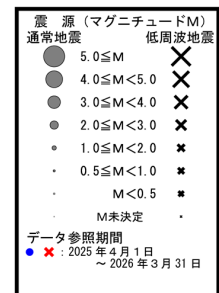
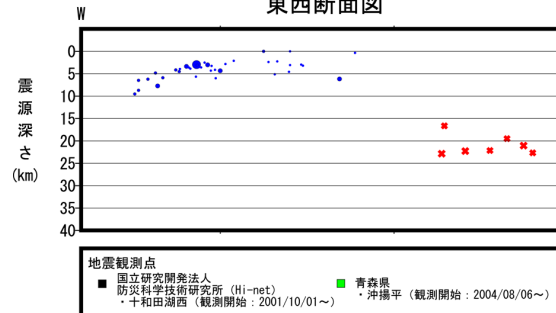
震央分布図



南北断面図



東西断面図



注)・データ参照期間は2025年4月1日～2025年12月31日である。

注)・『K:気象庁震源(決定精度が良いもの)』と『S:参考震源(決定精度が悪いもので、必要に応じて参考にするためのもの)』、『マグニチュードが求まらなかったもの』を合わせて表示している。ただし、『2:他機関依存, 3:人工地震, 4:ノイズ等』は除く。

余白

7.3 ETASを用いた検討【モデルの概要】

- Epidemic Type Aftershock-Sequence (ETAS) モデル (Ogata, 1988, 1992) は、地震が地震を引き起こす性質を基にして間近の地震活動を予測するために開発された地震活動の時間変化を表すモデルである (尾形, 2019)。
- 「大森・宇津公式」の余震減衰の考え方に、すべての地震がその規模に応じて余震を起こすというアイデアを取り入れたものである (尾形, 2019)。
- ETASモデルは、時刻 t でのマグニチュード M_c 以上の地震 ($M_i \geq M_c$) の発生強度 λ を予測するために、過去の地震データ $\{(t_i, M_i); i=1, 2, \dots, N\}$ からの余震減衰曲線の重ね合わせで表現している (尾形, 2019)。
- ある期間に発生したマグニチュード M_c 以上の地震のデータを与えれば、モデルの5個のパラメータ μ, K, a, c, p の最尤推定値を求めることができる (宇津, 1996)。

$$v(t) = \frac{K}{(t+c)^p} \quad \dots\dots\dots \text{大森・宇津公式}$$

t : 本震の発生時刻からの経過時間。

K, c, p : データから計算される余震活動の特徴づける定数。

大森・宇津公式
の余震減衰曲線
の重ね合わせ

$$\lambda(t|H_t) = \mu + \sum_{t_i < t} \frac{K_i}{(t - t_i + c)^p} \quad \dots\dots \text{ETASモデル (Ogata, 1988, 1992)}$$

K_i : 各地震について定まるべき定数で、付随する地震のクラスター数の大小に関係する。そのクラスターの規模の大小は先頭の地震の M_i に見合ったものになり、以下のような指数関数の式で表される。

$$K_i = K e^{a(M_i - M_c)}$$

μ : ポアソンの発生強度を示すパラメータ。

「常時発生強度」と呼び、地域特有の地震発生の基礎的な強さを表す。

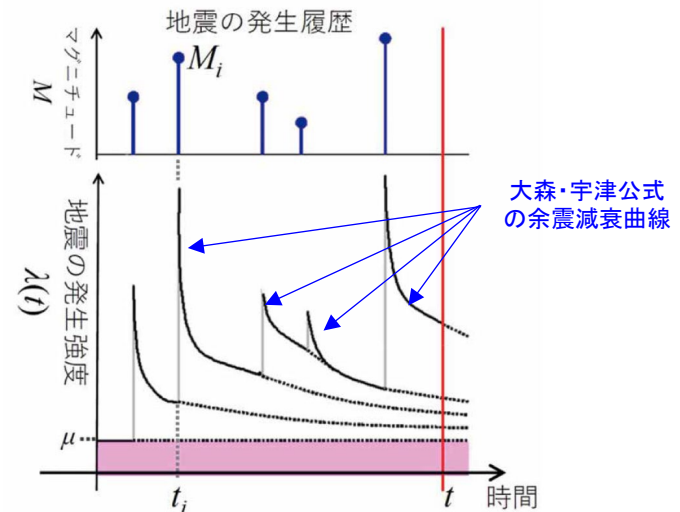
K : 活発さの程度を表す。余震を特徴づける定数。

a : 群れの大きさに対するマグニチュードの効率性を示す。本震とは余震の違いがはっきりしているパターンは大きい値、群発地震のように地震の大小が群れのサイズにそれほど効かない場合は小さい値をとる。

c : 時間軸の調整をするパラメータ。余震を特徴づける定数。

p : クラスターの地震群の時間経過に関する減衰の早さを示す。

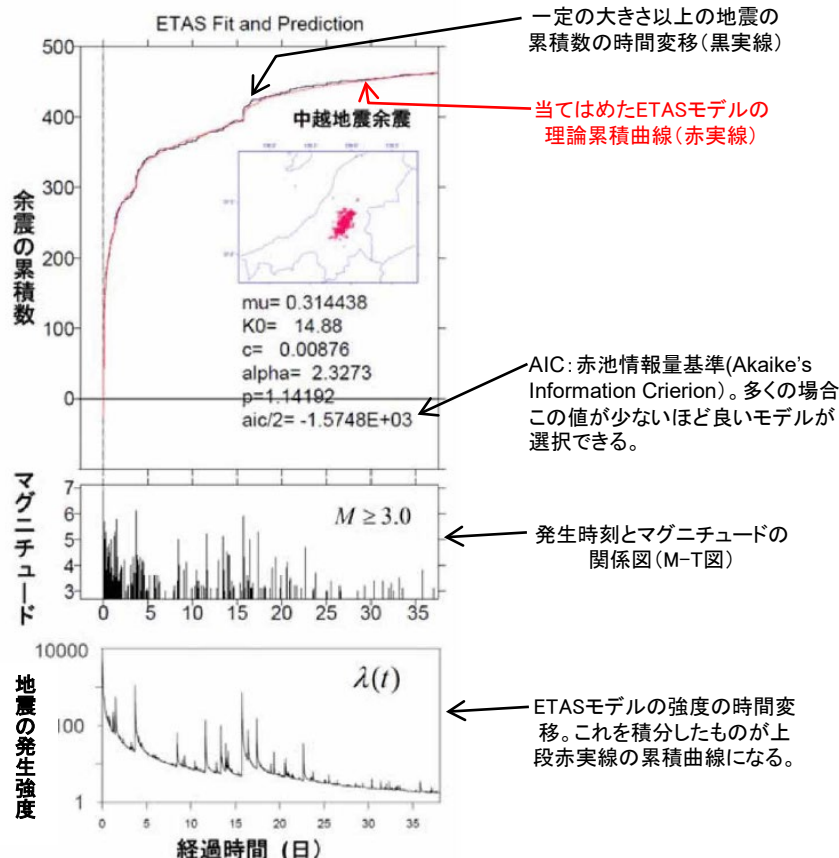
余震を特徴づける定数。



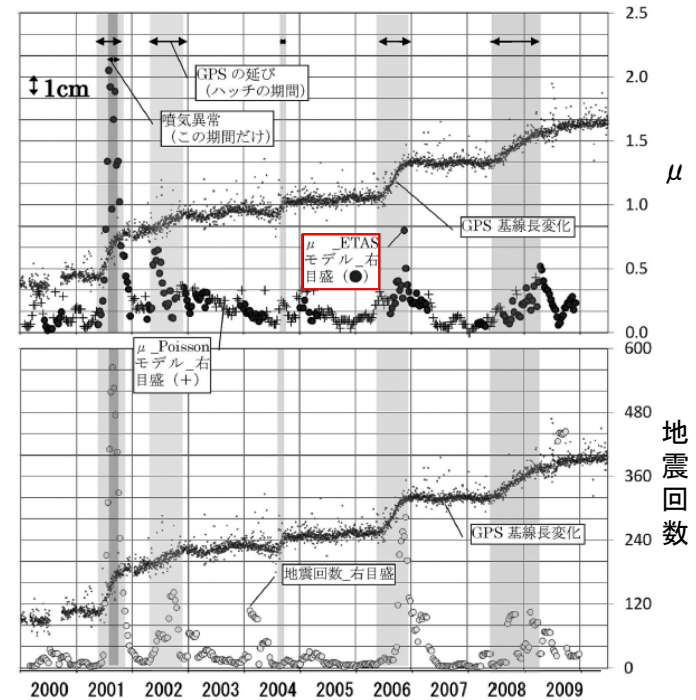
ETASモデルの模式図
(尾形, 2019に加筆)

7.3 ETASを用いた検討【検討事例】

- ETASモデルによる発生地震の期待数には、発生強度 λ を積分する。
- 下左図は余震系列や広域の地震データにETASモデルを当てはめた事例である。ETASモデル(赤実線)は、実際の地震の累積数(黒実線)によく重なりあうことがわかる。



- 過去の火山性地震にETASモデルを適用し、火山活動度の定量化を試みる研究事例として、箱根山(石垣ほか, 2010)、伊豆半島東方沖(Kumazawa et al, 2016)等があげられる。
- 石垣ほか(2010)は、神奈川県温泉地学研究所の震源データを使用し、箱根山周辺の2000年~2009年の期間でETAS解析を実施した結果、箱根山の μ 値は噴火異常、短期の地殻変動(GPS)と良い相関があることを示した。



GPS 観測結果と箱根の地震活動パラメータの関係

(石垣ほか, 2010)に抜粋・加筆)

ハッチをかけた時期はGPSの短期の伸びがみられた期間であり、噴火異常が見られた時期(2001/7/19 ~ 8/7)はさらに濃いハッチをかけている。

2004年新潟県中越沖地震後約1か月の余震活動
ETASモデルの解析例(尾形, 2019)に加筆)

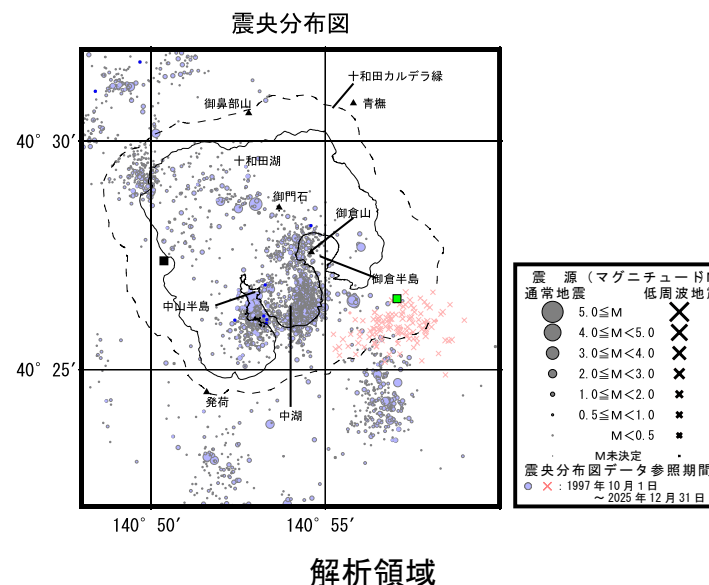
7.3 ETASを用いた検討【十和田への適用：解析結果】

・地震活動の変化が、ETASパラメータ μ , K , a , c , p の値の変化に反映されるものと考え、下表に示す期間において、ETAS解析を実施した。

【十和田：解析結果一覧】

番号	解析期間(始)	解析期間(終)	μ	K	c	α	p	AIC	地震数
1	2000年1月1日	2002年12月31日	0.0178	0.1099	0.0001	0.8803	1.2589	55.0728	24
2	2001年1月1日	2003年12月31日	0.0162	0.1406	0.0001	0.6185	1.0587	93.1191	40
3	2002年1月1日	2004年12月31日	0.0232	0.0478	0.0001	0.3509	1.1739	90.4294	52
4	2003年1月1日	2005年12月31日	0.0189	0.0865	0.0002	0.4987	1.1223	95.8935	44
5	2004年1月1日	2006年12月31日	0.0171	0.0448	0.0002	0.4104	1.1924	81.0291	33
6	2005年1月1日	2007年12月31日	0.0246	0.0011	0.0003	0.0027	1.5286	119.9136	32
7	2006年1月1日	2008年12月31日	0.0300	0.0016	0.0000	0.0000	1.2698	148.6074	36
8	2007年1月1日	2009年12月31日	0.0268	0.0601	0.0000	0.9911	1.0909	143.3016	33
9	2008年1月1日	2010年12月31日	0.0201	0.3240	0.0012	1.1789	0.9639	131.3827	29
10	2009年1月1日	2011年12月31日	0.0153	0.3293	0.0001	0.9310	0.8399	143.1526	36
11	2010年1月1日	2012年12月31日	0.0241	0.0915	0.0000	0.3235	0.8588	206.3978	63
12	2011年1月1日	2013年12月31日	0.0523	0.0105	0.0002	0.0000	1.1311	228.2175	73
13	2012年1月1日	2014年12月31日	0.0548	0.1058	0.0016	0.6747	1.4525	-980.3010	358
14	2013年1月1日	2015年12月31日	0.0568	0.0827	0.0013	0.5757	1.4363	-1002.3981	369
15	2014年1月1日	2016年12月31日	0.0495	0.0935	0.0014	0.5825	1.4200	-1024.0809	368
16	2015年1月1日	2017年12月31日	0.0459	0.0258	0.0002	0.0889	1.1136	195.9923	83
17	2016年1月1日	2018年12月31日	0.0452	0.0236	0.0037	0.1100	1.2877	215.5101	70
18	2017年1月1日	2019年12月31日	0.0574	0.5399	0.0004	1.3264	1.1692	207.7302	104
19	2018年1月1日	2020年12月31日	0.0631	0.1823	0.0004	0.8128	1.1695	211.6209	128
20	2019年1月1日	2021年12月31日	0.0625	0.2011	0.0005	0.8924	1.1820	209.9459	123
21	2020年1月1日	2022年12月31日	0.0606	0.0661	0.0017	0.5848	1.2581	255.5621	92
22	2021年1月1日	2023年12月31日	0.0724	0.2082	0.0007	1.0550	1.3347	85.7276	151
23	2022年1月1日	2024年12月31日	0.0911	0.1180	0.0016	0.5798	1.3574	-620.8953	396
24	2023年1月1日	2025年12月31日	0.1014	0.0923	0.0013	0.5259	1.3667	-697.4884	438

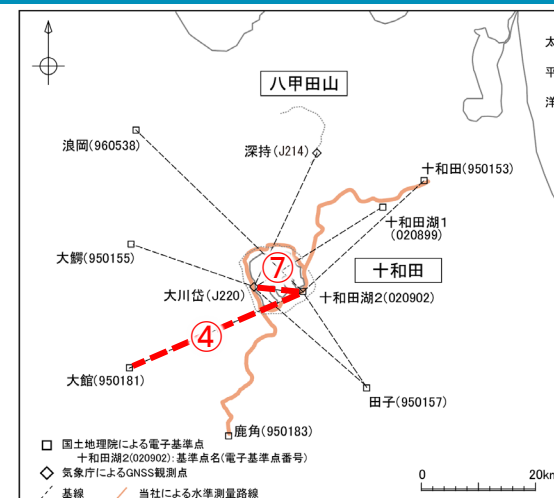
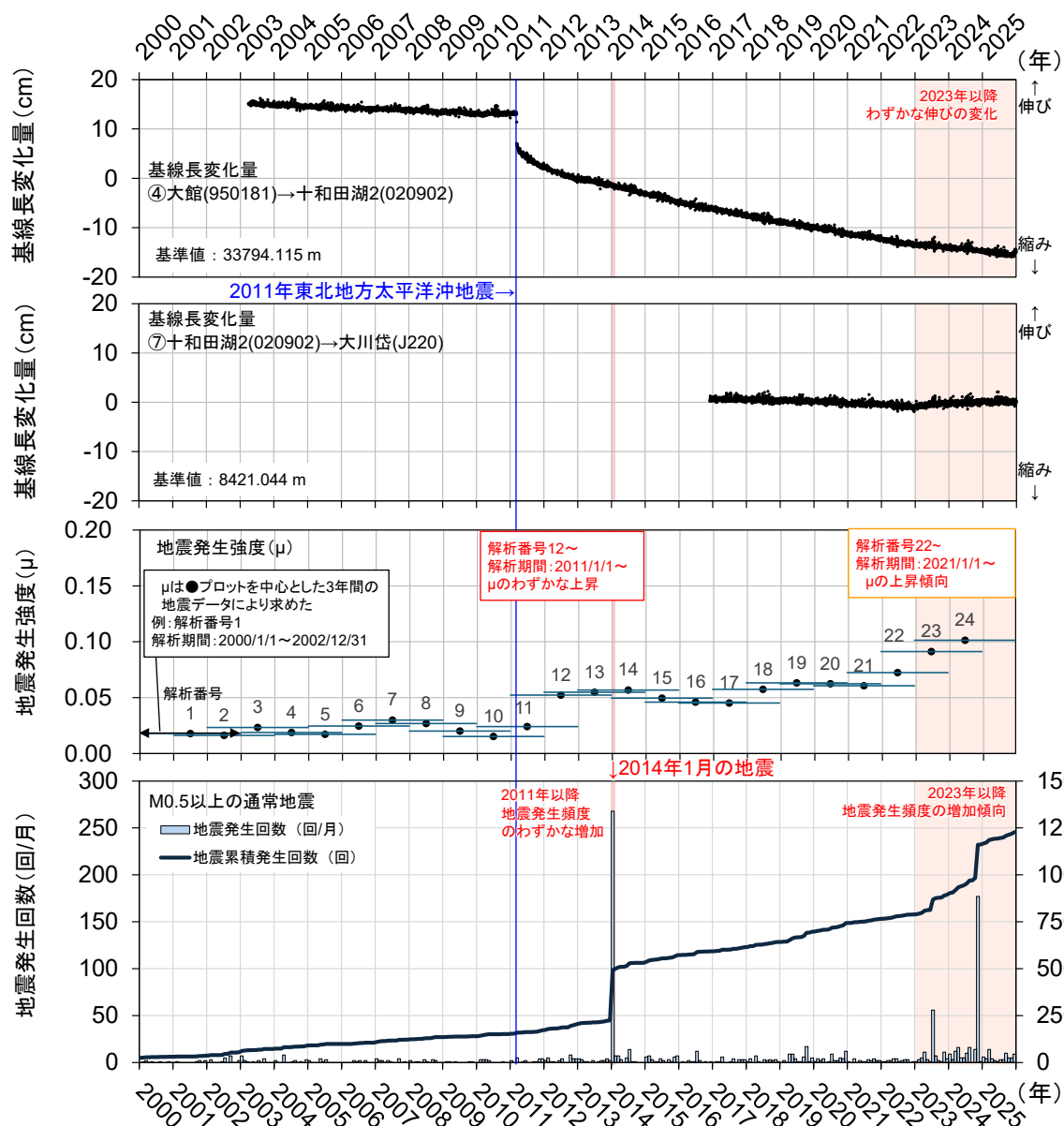
平均地震数 132



注)

- ・ETASモデルの計算にはOgata(2006)による地震活動解析のプログラム(SASeis2006)を使用した。
- ・解析期間については、一定期間における平均地震数が100回程度になるように、3年間とした。
- ・気象庁一元化震源によるマグニチュード0.5以上の通常地震を使用した。
- ・AIC(赤池情報量基準)は統計モデルの良さを評価する指標(値が小さいほど当てはまりが良い)。

7.3 ETASを用いた検討【十和田への適用： μ 値の経時変化】



GNSS基線

【十和田：検討結果】

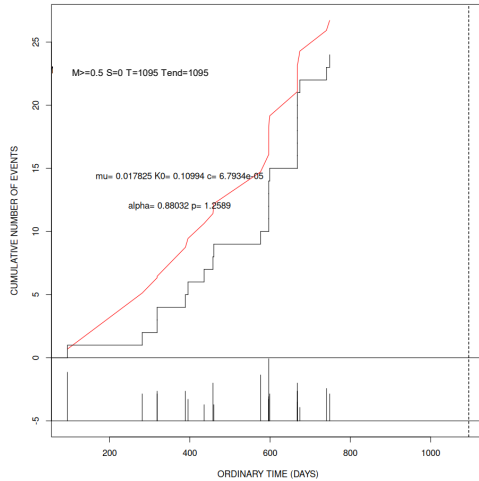
- ・2000年以降、地震発生強度を示す μ 値は0.05未満で推移していた。
- ・2011年東北地方太平洋沖地震以降、地震発生頻度がわずかに増加した。これに伴って、解析番号12(2011年～2013年)の μ 値が0.05程度になり、わずかに上昇した。
- ・2014年1月に十和田の中湖付近を震源とする地震が増加したが、 μ 値に大きな変化はみられなかった。また、GNSSにも顕著な変化は認められなかった。
- ・2014年以降、 μ 値は0.05程度で推移していたが、2023年以降の地震発生頻度の増加に伴い、解析番号22以降の μ 値は上昇傾向にある。
- ・2023年以降の地震発生頻度増加の時期と同じくして、GNSS基線にもわずかな伸びの変化が認められている。

7.3 ETASを用いた検討【十和田への適用】

【十和田：解析結果図(1/3)】

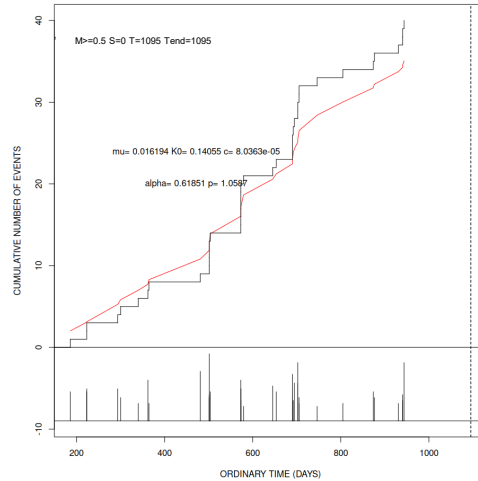
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
1	2000年1月1日	2002年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 200001-200212



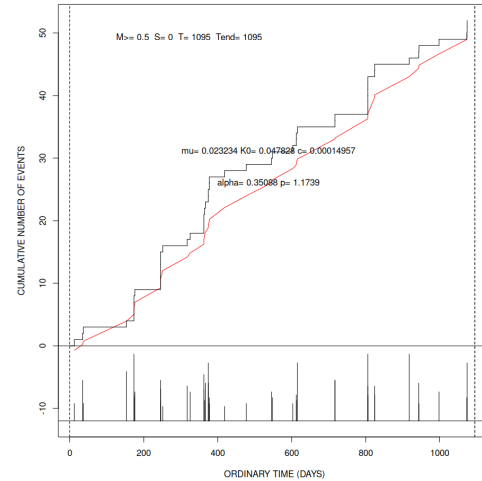
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
2	2001年1月1日	2003年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 200101-200312



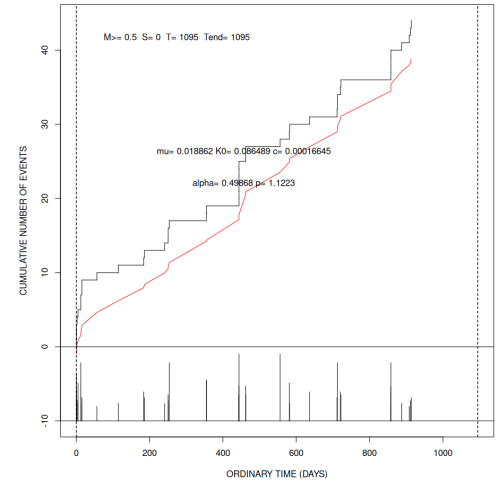
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
3	2002年1月1日	2004年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 200201-200412



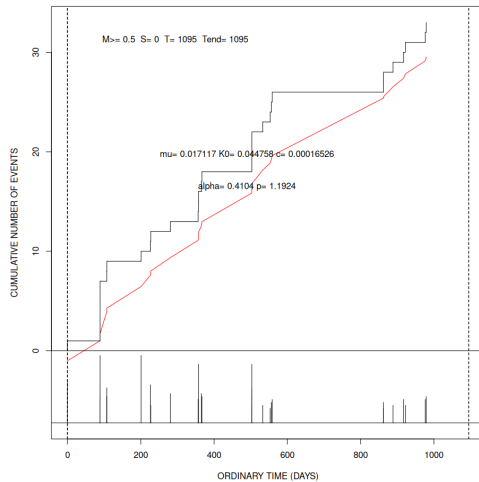
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
4	2003年1月1日	2005年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 200301-200512



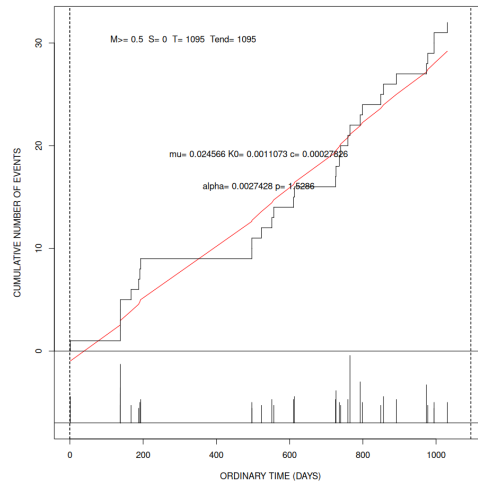
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
5	2004年1月1日	2006年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 200401-200612



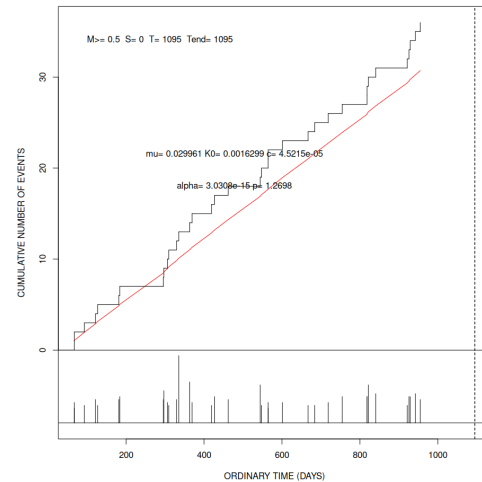
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
6	2005年1月1日	2007年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 200501-200712



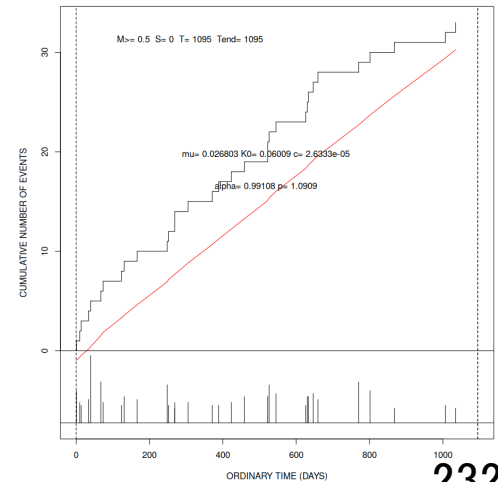
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
7	2006年1月1日	2008年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 200601-200812



番号	解析期間(始)	解析期間(終)
8	2007年1月1日	2009年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 200701-200912

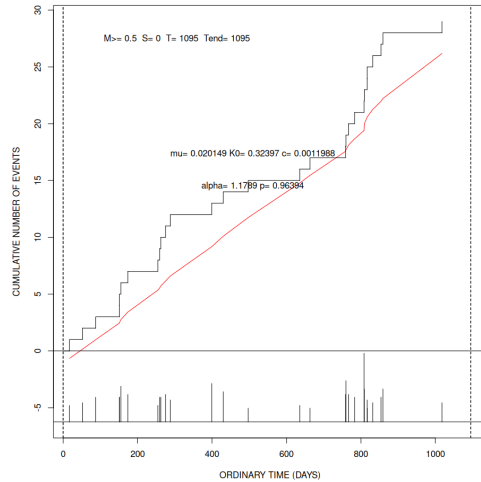


7.3 ETASを用いた検討【十和田への適用】

【十和田：解析結果図(2/3)】

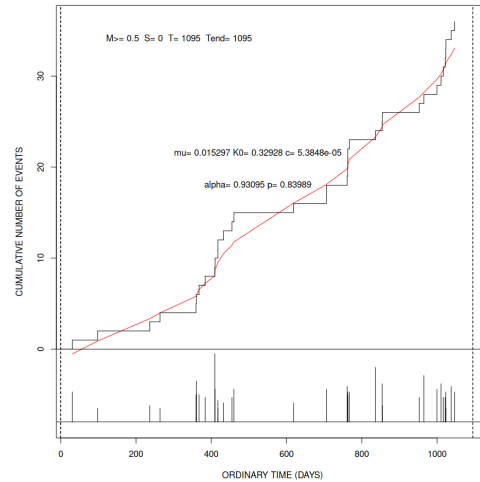
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
9	2008年1月1日	2010年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 200801-201012



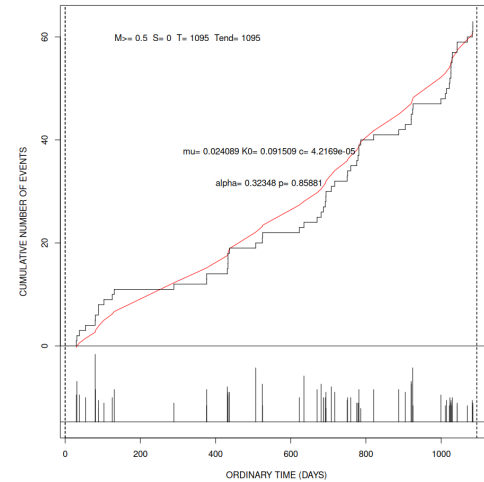
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
10	2009年1月1日	2011年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 200901-201112



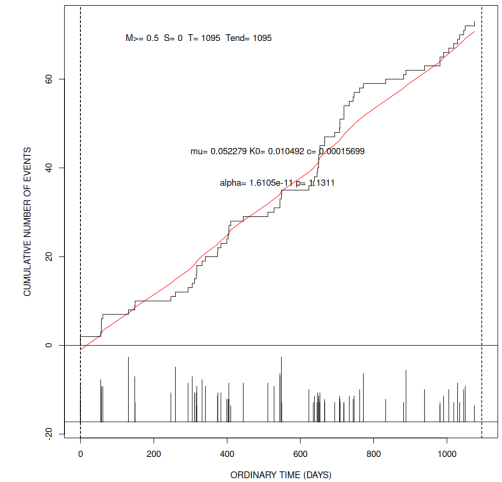
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
11	2010年1月1日	2012年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 201001-201212



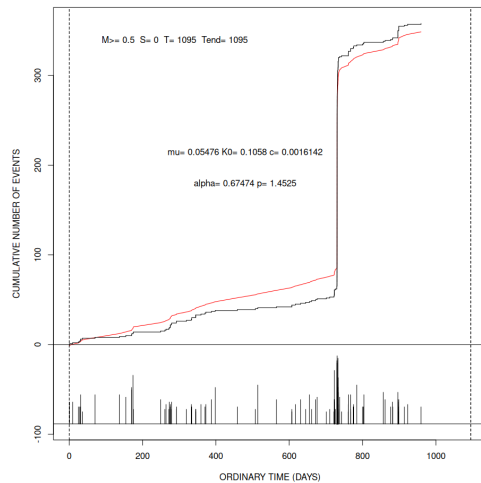
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
12	2011年1月1日	2013年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 201101-201312



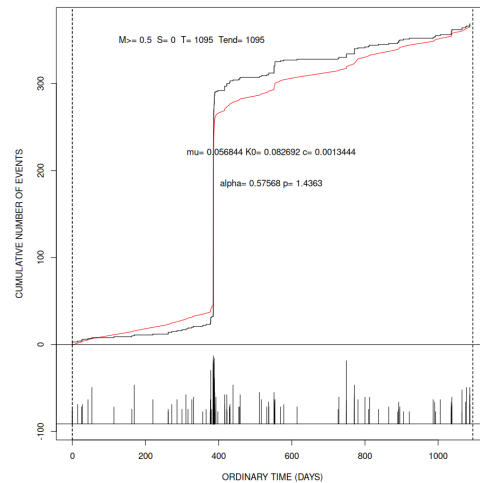
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
13	2012年1月1日	2014年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 201201-201412



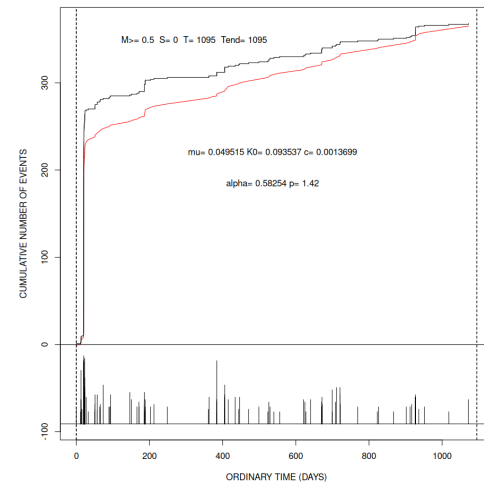
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
14	2013年1月1日	2015年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 201301-201512



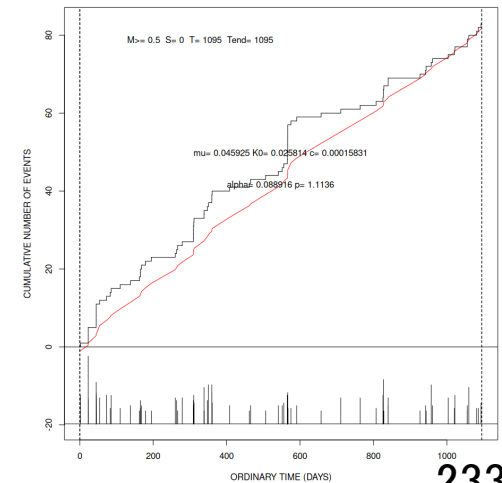
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
15	2014年1月1日	2016年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 201401-201612



番号	解析期間(始)	解析期間(終)
16	2015年1月1日	2017年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 201501-201712

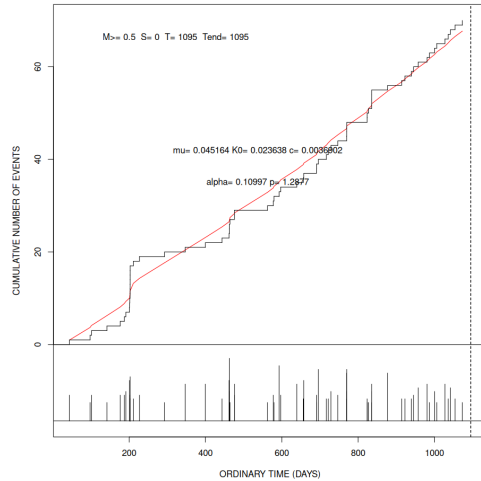


7.3 ETASを用いた検討【十和田への適用】

【十和田：解析結果図(3/3)】

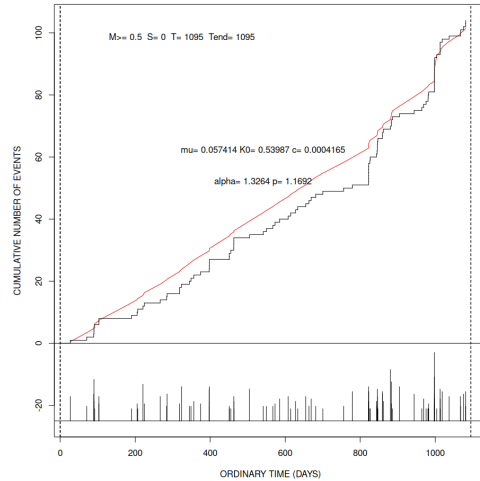
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
17	2016年1月1日	2018年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 201601-201812



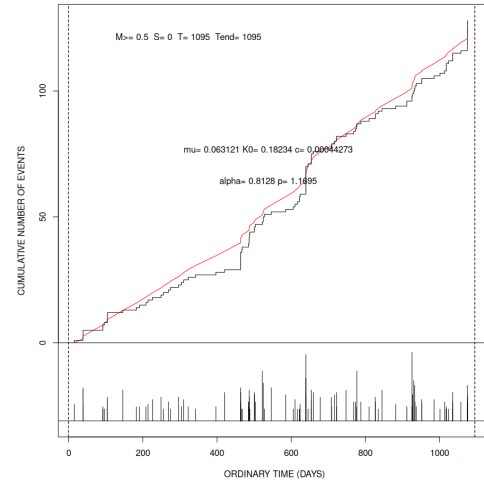
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
18	2017年1月1日	2019年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 201701-201912



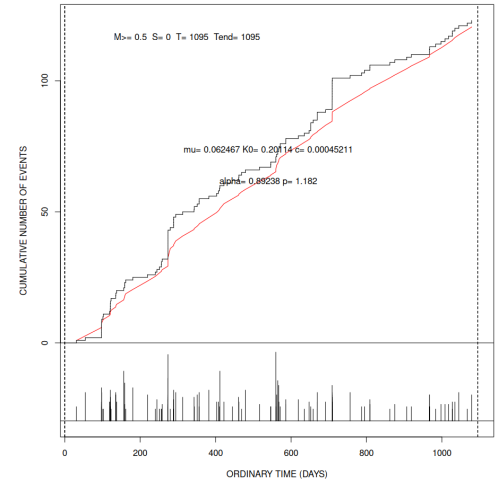
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
19	2018年1月1日	2020年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 201801-202012



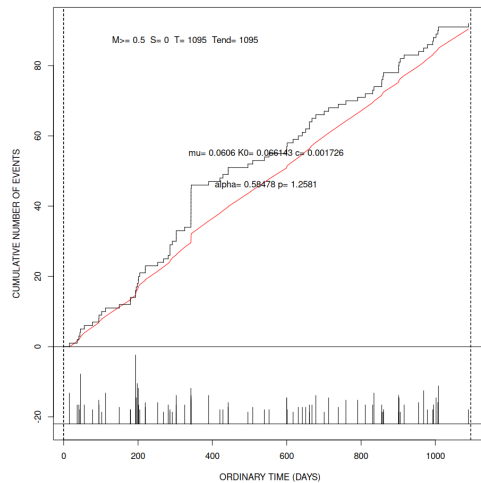
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
20	2019年1月1日	2021年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 201901-202112



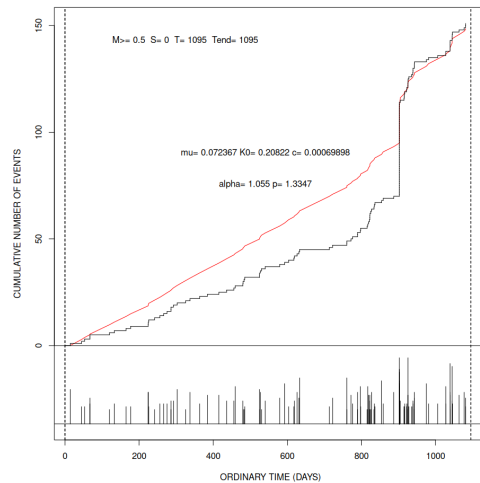
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
21	2020年1月1日	2022年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 202001-202212



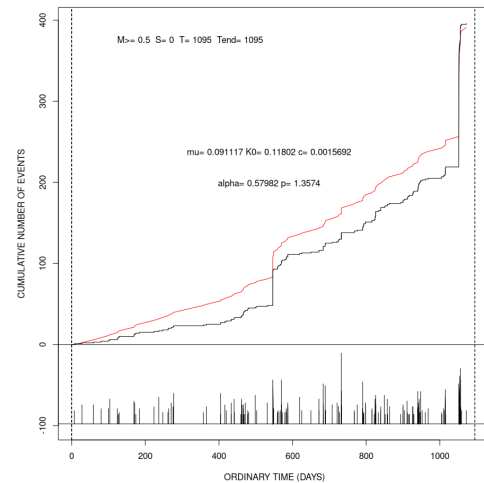
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
22	2021年1月1日	2023年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 202101-202312



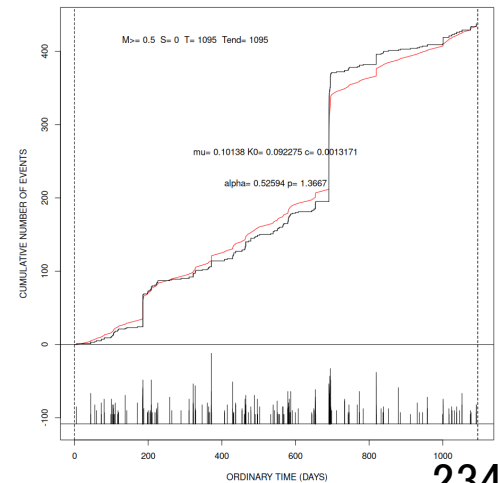
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
23	2022年1月1日	2024年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 202201-202412



番号	解析期間(始)	解析期間(終)
24	2023年1月1日	2025年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Towada 202301-202512



余白

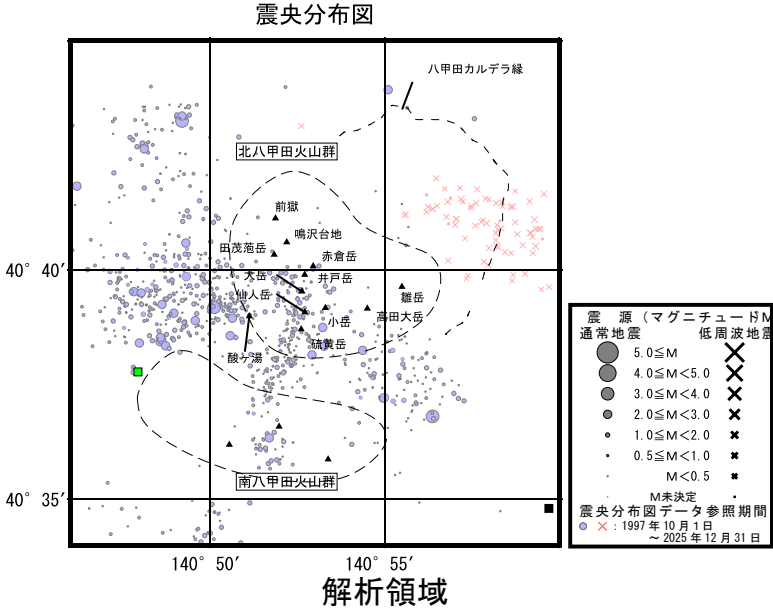
7.3 ETASを用いた検討【八甲田山への適用：解析結果】

・地震活動の変化が、ETASパラメータ μ , K , a , c , p の値の変化に反映されるものと考え、
下表に示す期間において、ETAS解析を実施した。

【八甲田山：解析結果一覧】

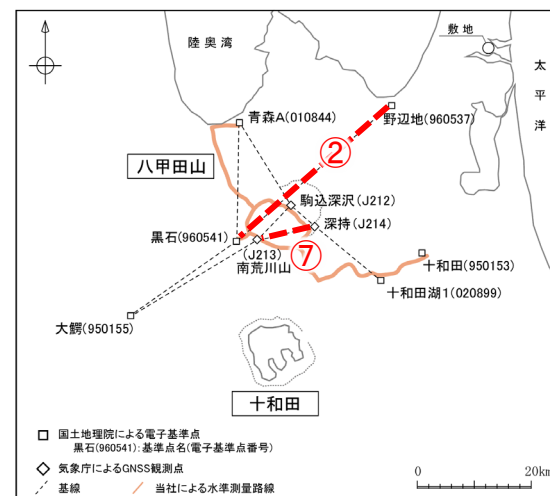
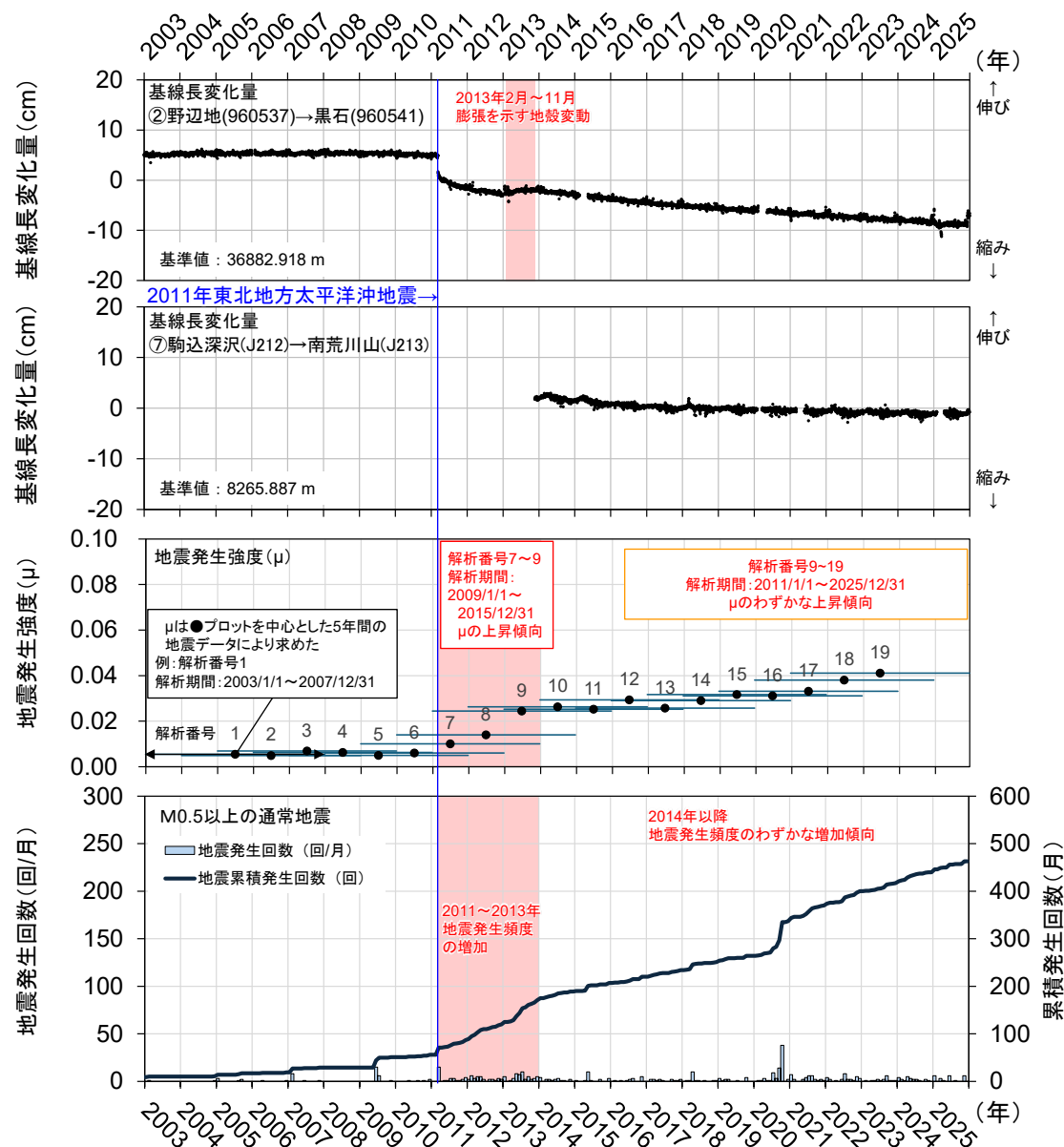
番号	解析期間(始)	解析期間(終)	μ	K	c	a	p	AIC	地震数
1	2003年1月1日	2007年12月31日	0.0055	0.6547	0.0027	3.0317	1.5990	41.9987	19
2	2004年1月1日	2008年12月31日	0.0049	0.5579	0.0027	2.8427	1.6001	36.4311	18
3	2005年1月1日	2009年12月31日	0.0069	0.8181	0.0013	1.5927	1.1753	69.4959	39
4	2006年1月1日	2010年12月31日	0.0062	0.7971	0.0009	1.5742	1.1400	69.9688	38
5	2007年1月1日	2011年12月31日	0.0050	0.4472	0.0001	0.9686	0.9279	159.7266	67
6	2008年1月1日	2012年12月31日	0.0060	0.2688	0.0003	0.7019	0.9061	259.5466	90
7	2009年1月1日	2013年12月31日	0.0101	0.2175	0.0003	0.5910	0.8580	400.1106	141
8	2010年1月1日	2014年12月31日	0.0140	0.1789	0.0001	0.5777	0.8035	434.9024	138
9	2011年1月1日	2015年12月31日	0.0245	0.0737	0.0005	0.1995	0.8855	454.2341	150
10	2012年1月1日	2016年12月31日	0.0263	0.1618	0.0025	0.4999	0.9336	418.0489	132
11	2013年1月1日	2017年12月31日	0.0253	0.1228	0.0037	0.4012	0.9423	376.4652	113
12	2014年1月1日	2018年12月31日	0.0294	0.1216	0.0058	0.6752	1.2862	261.3877	79
13	2015年1月1日	2019年12月31日	0.0257	0.0536	0.0163	0.2235	1.3674	244.7931	74
14	2016年1月1日	2020年12月31日	0.0290	0.7353	0.0068	1.2039	1.2601	220.9874	129
15	2017年1月1日	2021年12月31日	0.0317	0.7840	0.0042	1.1820	1.1385	284.2090	150
16	2018年1月1日	2022年12月31日	0.0311	0.5419	0.0021	1.0026	1.0929	295.3022	166
17	2019年1月1日	2023年12月31日	0.0331	0.5317	0.0017	1.0312	1.0878	308.9299	165
18	2020年1月1日	2024年12月31日	0.0380	0.4567	0.0015	1.0103	1.0932	333.2117	175
19	2021年1月1日	2025年12月31日	0.0411	0.2809	0.0005	0.9822	1.0116	380.9221	125

平均地震数 106



注)
 ・ETASモデルの計算にはOgata(2006)による地震活動解析のプログラム(SASeis2006)を使用した。
 ・解析期間については、一定期間における平均地震数が100回程度になるように、5年間とした。
 ・気象庁一元化震源によるマグニチュード0.5以上の通常地震を使用した。
 ・AIC(赤池情報量基準)は統計モデルの良さを評価する指標(値が小さいほど当てはまりが良い)。

7.3 ETASを用いた検討【八甲田山への適用： μ 値の経時変化】



【八甲田山：解析結果】

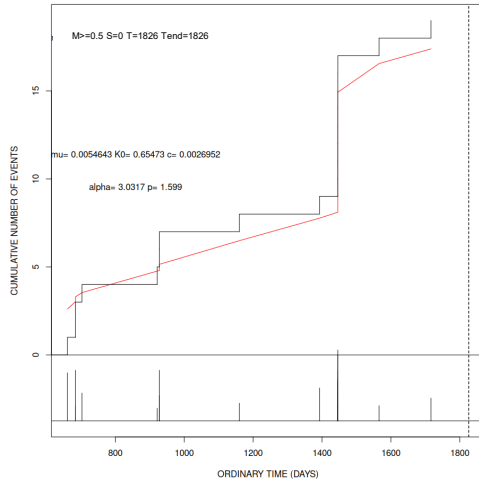
- ・2003年以降、地震発生強度を示す μ 値は0.01未満で推移していた。
- ・2011年東北地方太平洋沖地震の直後から2013年にかけて、地震発生頻度が増加した。これに伴い、解析番号7～9にかけて μ 値が上昇し、0.01～0.02程度となった。
- ・2013年にはGNSS基線が膨張を示す地殻変動も観測された。
- ・2014年以降から現在にかけて、2011年東北地方太平洋沖地震以前よりも地震発生頻度がわずかに増加している。
- ・地震発生頻度のわずかな増加に伴い、解析番号9以降の μ 値もわずかに上昇傾向にあり、2025年では0.04程度となっている。

7.3 ETASを用いた検討【八甲田山への適用】

【八甲田山: 解析結果図(1/3)】

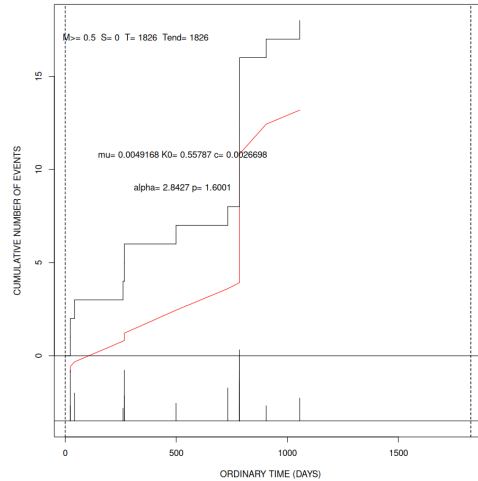
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
1	2003年1月1日	2007年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 200301-200712



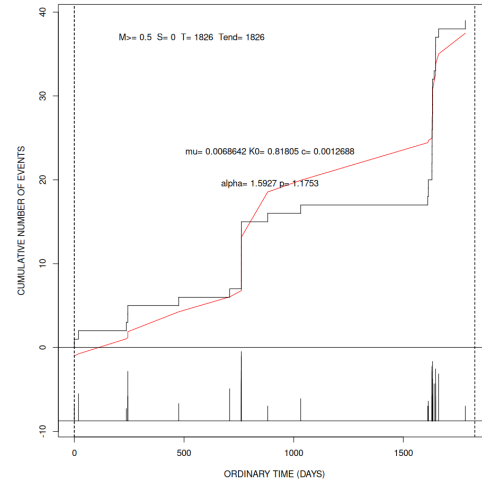
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
2	2004年1月1日	2008年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 200401-200812



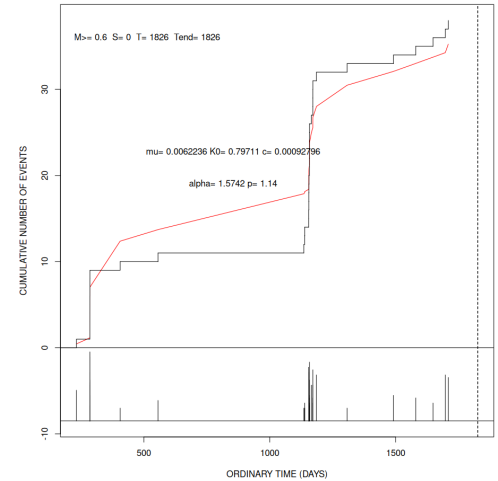
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
3	2005年1月1日	2009年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 200501-200912



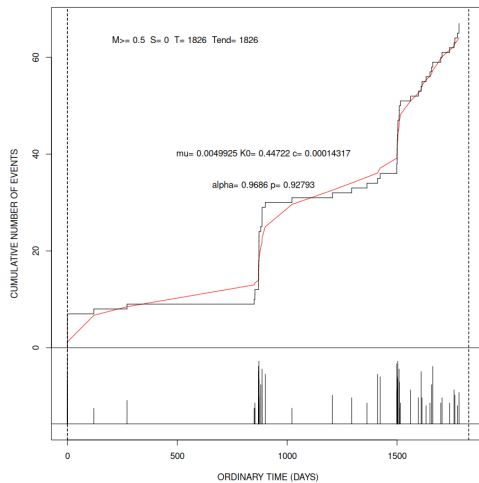
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
4	2006年1月1日	2010年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 200601-201012



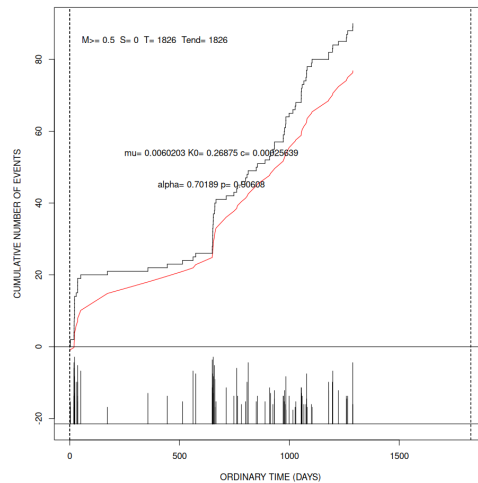
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
5	2007年1月1日	2011年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 200701-201112



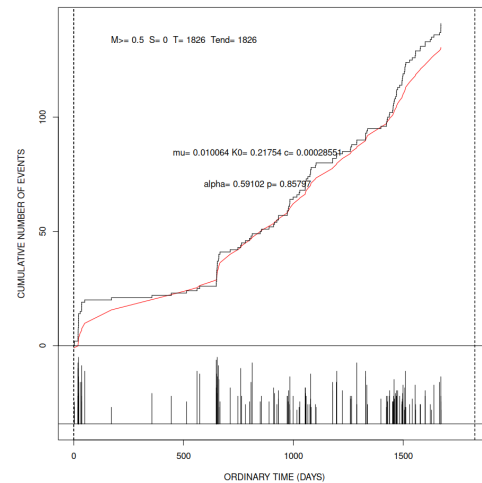
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
6	2008年1月1日	2012年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 200801-201212



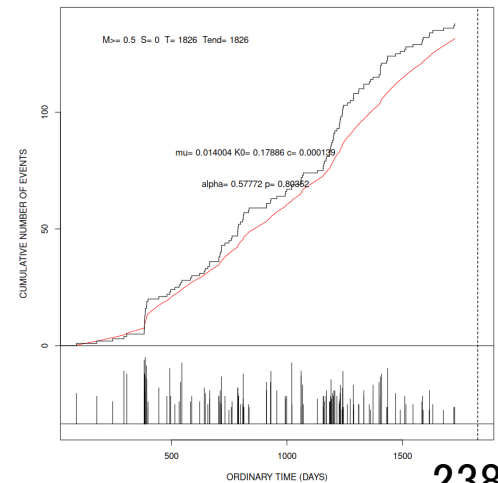
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
7	2009年1月1日	2013年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 200901-201312



番号	解析期間(始)	解析期間(終)
8	2010年1月1日	2014年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 201001-201412

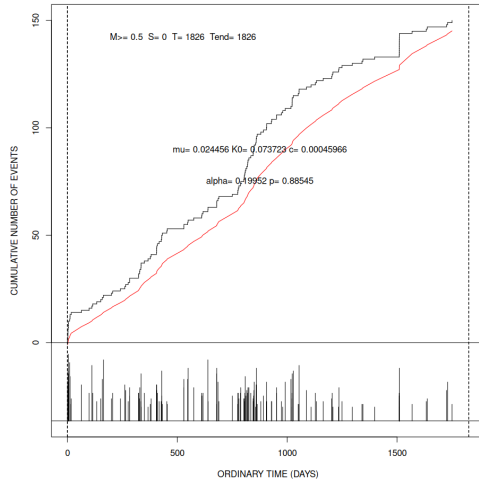


7.3 ETASを用いた検討【八甲田山への適用】

【八甲田山: 解析結果図(2/3)】

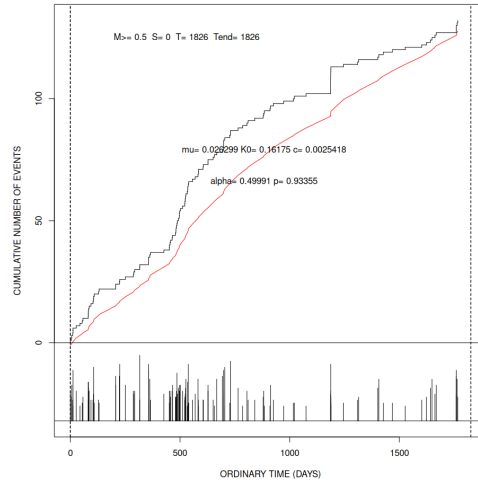
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
9	2011年1月1日	2015年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 201101-201512



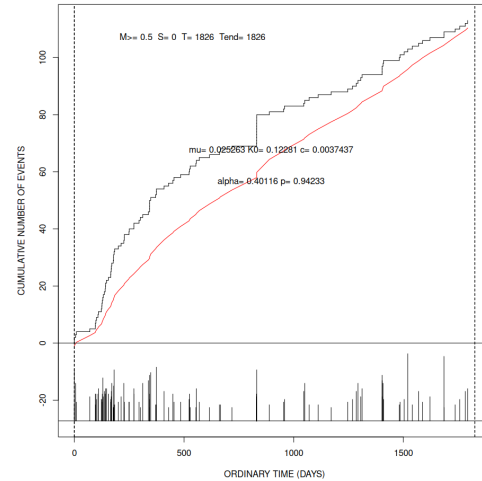
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
10	2012年1月1日	2016年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 201201-201612



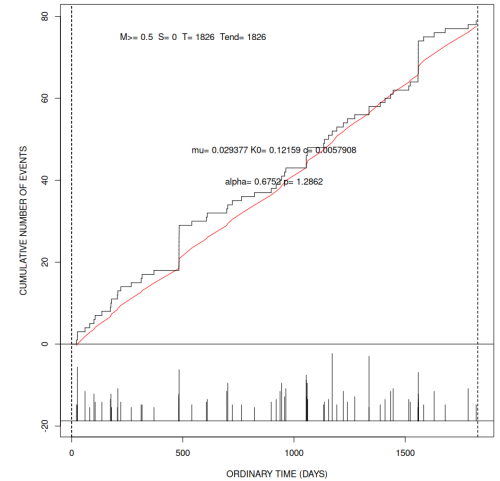
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
11	2013年1月1日	2017年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 201301-201712



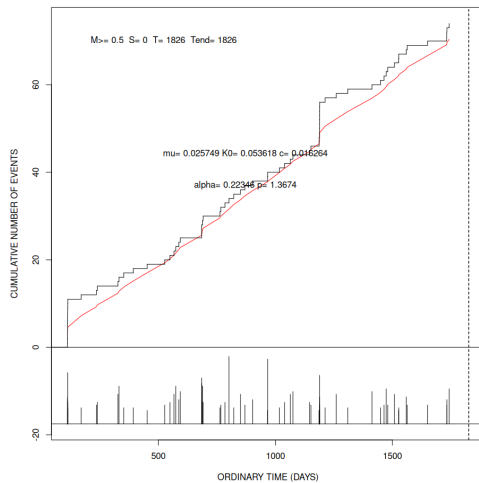
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
12	2014年1月1日	2018年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 201401-201812



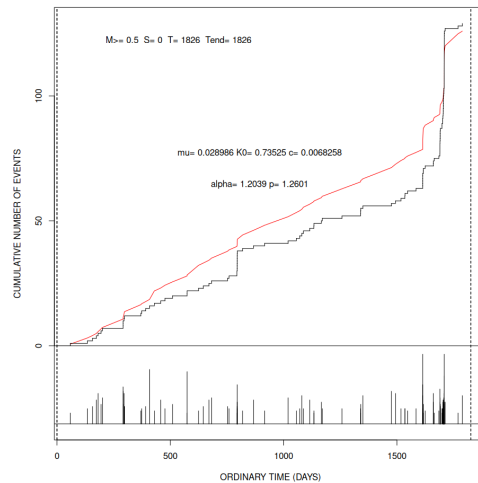
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
13	2015年1月1日	2019年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 201501-201912



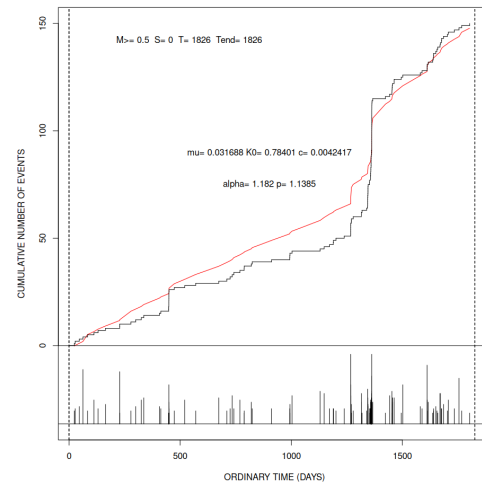
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
14	2016年1月1日	2020年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 201601-202012



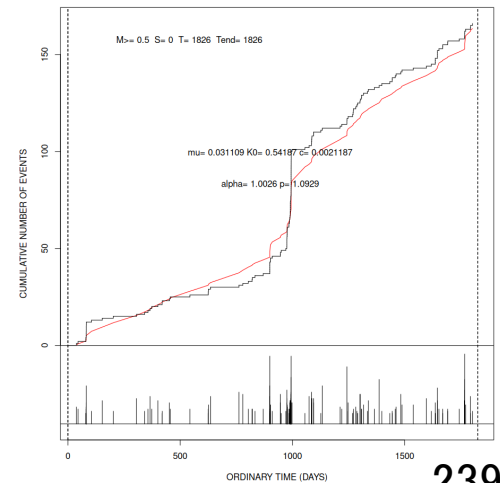
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
15	2017年1月1日	2021年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 201701-202112



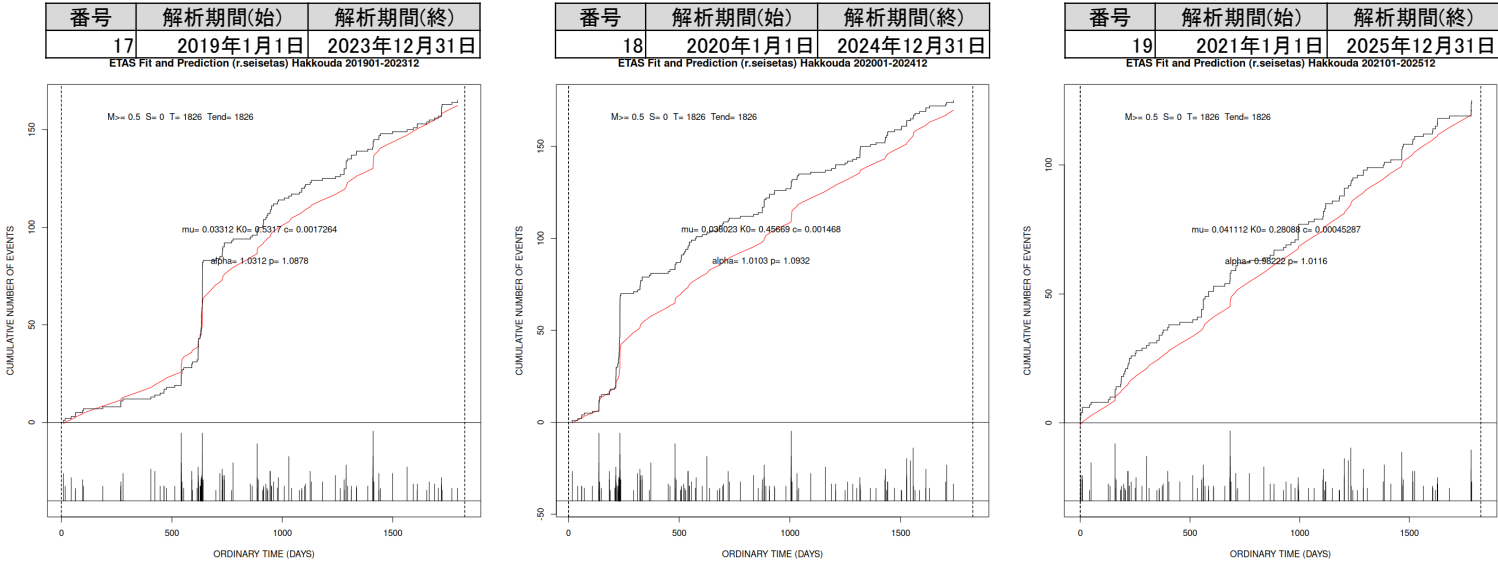
番号	解析期間(始)	解析期間(終)
16	2018年1月1日	2022年12月31日

ETAS Fit and Prediction (r.seisetas) Hakkouda 201801-202212



7.3 ETASを用いた検討【八甲田山への適用】

【八甲田山:解析結果図(3/3)】



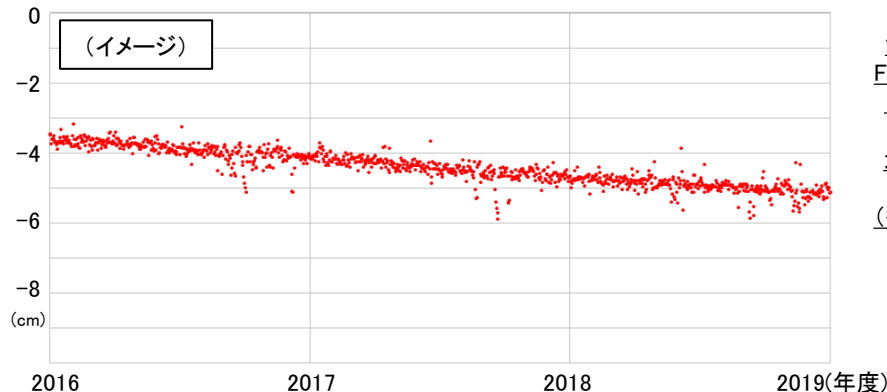
余白

7.4 基線長データの変動率を用いた整理【検討結果まとめ】

- 基線長データに対して変動率を用いた評価が可能か検討を実施した。
- 変動率を過去のデータに当てはめて検討した結果、次頁のとおり2013年に電子基準点「黒石」で観測された、八甲田山における火山性の地殻変動（隆起）について、電子基準点「大鰐」-「黒石」の基線において、約7か月間連続して変動率1cm/年の範囲を逸脱することが確認された。
- 一方で、十和田も含めて他の基線にも適用した結果、次々頁以降のとおり非火山性の年周変動で変動率1cm/年を超える場合がある。
- ついては、変動率を用いた判断基準を設定した場合、火山性と非火山性のデータ変化を混同する可能性がある。これは、十和田や八甲田山では、継続的なマグマ供給を示唆する地殻変動が認められておらず、マグマ蓄積深度に係わる観測情報が得られていないことから、変動率を用いた判断基準の設定が困難となっていると考えられる。
- 今後は観測データの蓄積や科学的知見収集を継続するとともに、実際にマグマの供給が検知された場合等は変動率・供給率を考慮した整理を行う方針とする。

変動率の算出方法

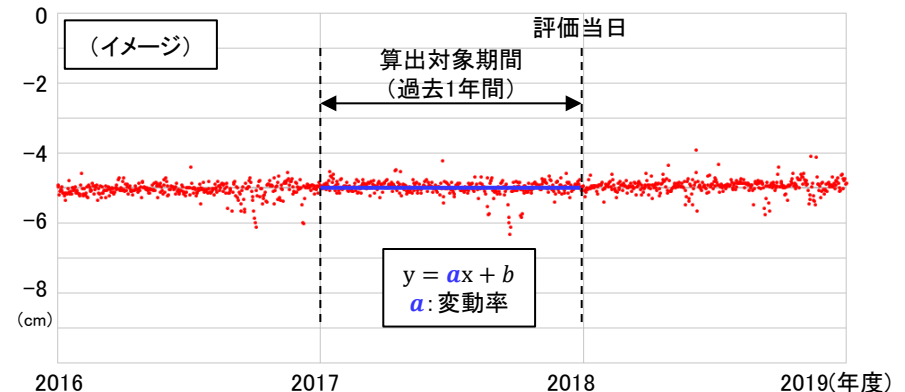
【基線長データ(変化量)】



余効変動を
Fujiwara et al.
(2022)式で
近似し、
元の基線長
データ
(観測値)から
差し引く



【余効変動を除去した基線長データ(変化量)】



変動率の算出にあたっては、2011年東北地方太平洋沖地震の余効変動を除去した後、評価対象の当日から過去1年間を対象に、最小二乗法により回帰直線を求め、その傾きを変動率とした。

7.4 基線長データの変動率を用いた整理 【八甲田山での膨張性地殻変動への適用】

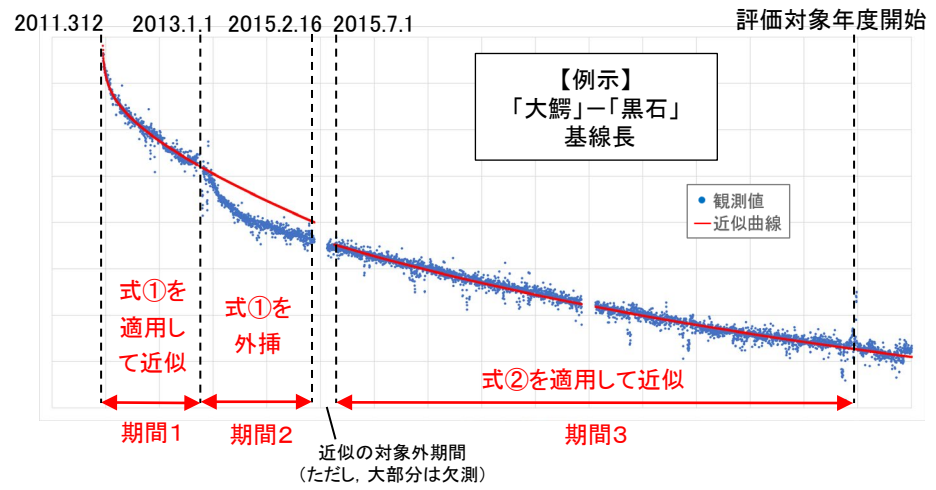


- 2013年2月以降に八甲田山(大岳)で観測された膨張性地殻変動(国土地理院, 2014)による基線長変化に対し, 変動率の算出を適用した。
 - 余効変動の除去は以下の通り, 解析対象期間を分割し, 各期間に応じた近似モデル(Fujiwara et al., 2022)を適用した。
 - ・期間1 (2011年3月12日～2012年12月31日): 式①を適用
 - ・期間2 (2013年1月1日～2015年2月16日): 膨張性地殻変動を含めて近似されることを防ぐため, 期間1の近似結果を外挿
 - ・期間3 (2015年7月1日以降): 式②を適用
- 余効変動の推定に用いた, Fujiwara et al. (2022)による近似モデル

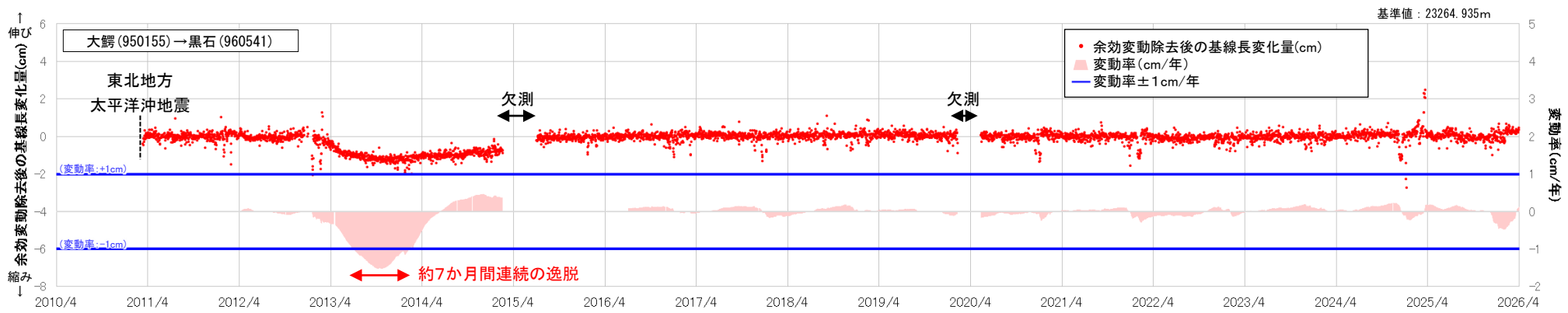
$$D(t) = a \ln(1 + t/b) + c + d \ln(1 + t/e) - f \exp(-t/g) + Vt \cdots \text{式①}$$

$$D(t) = a \ln(1 + t/b) + (c + c') + d \ln(1 + t/e) - f \exp(-t/g) + (V + v)t \cdots \text{式②}$$

なお, 時定数については Fujiwara et al. (2022)に示された値を採用し, その他の変数については, 式①および式②において共通の値とした。
- 近似の対象外期間(2015年2月17日～2015年6月30日; Fujiwara et al., (2022)を参考に設定)の終了日から1年後より, 変動率を算出した。
 - 八甲田山における2013年の膨張性の地殻変動発生に適用した結果, 電子基準点「大鰐」-「黒石」の基線において, 約7か月間連続して変動率 $\pm 1\text{cm/年}$ の範囲を逸脱する。



元の基線長データ(観測値)から余効変動の近似結果を差し引いた後, 変動率を算出



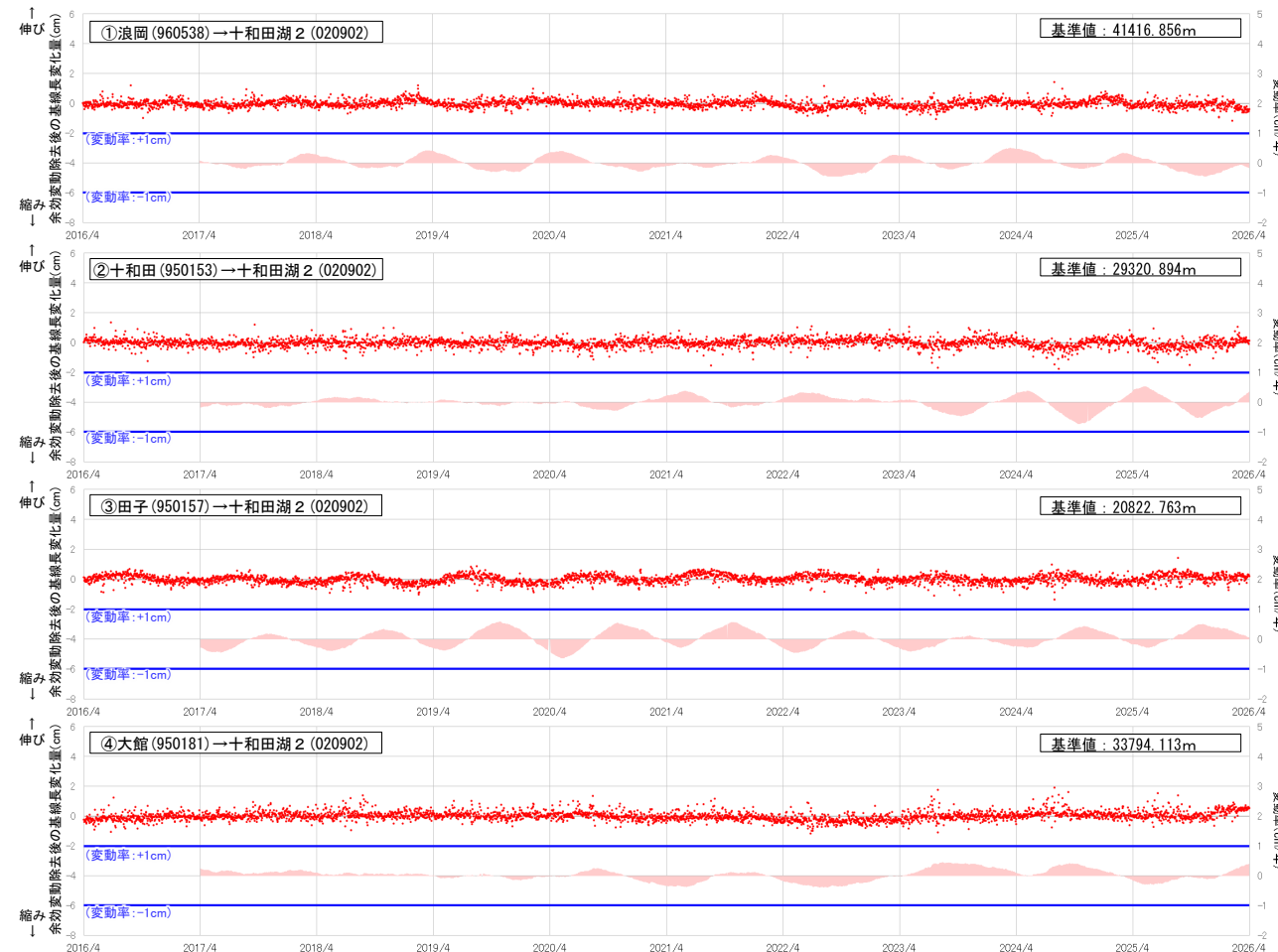
注) 2025年12月8日に発生した地震に伴う変動は補正済み

【使用したデータ】F5解 (p9参照)

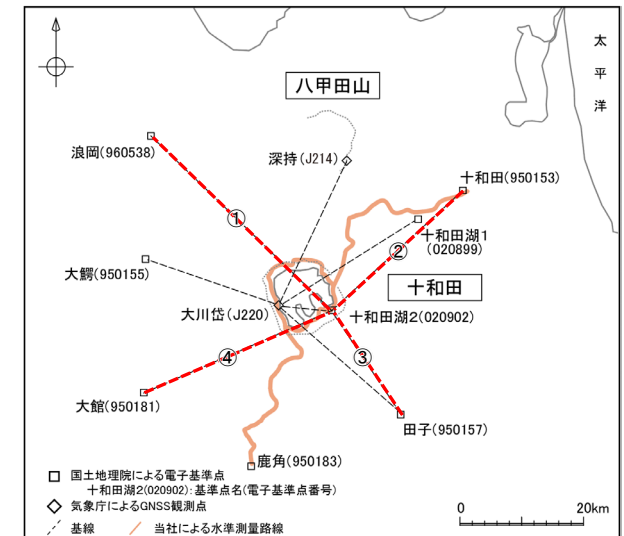
7.4 基線長データの変動率を用いた整理 【十和田の基線長データへの適用①】



- 十和田及び八甲田山の基線長データに対して変動率を適用した。余効変動の近似方法については、従前の管理基準設定と同様とし(詳細は5.2節等参照), 2016年度以降のデータで整理を行い, 2017年4月から変動率を算出した。
- 複数の基線において, 年周変動により変動率1cm/年を超える場合がある。

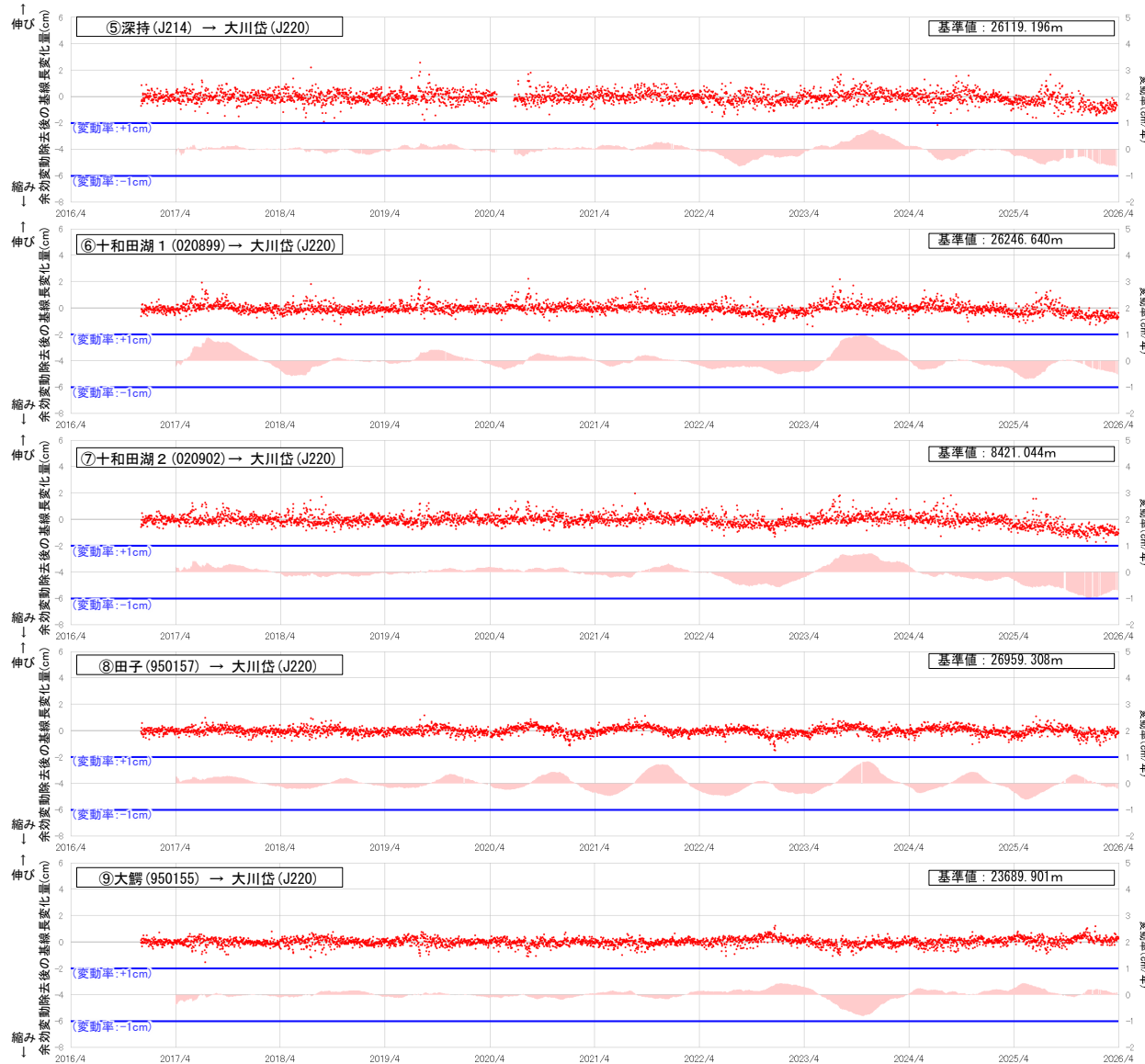


- 余効変動除去後の基線長変化量(cm)
- 変動率 (cm/年)
- 変動率±1 cm/年

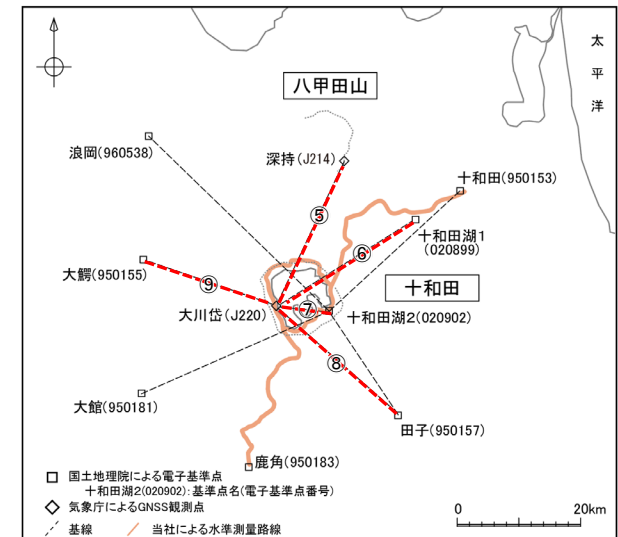


【使用したデータ】①②③④：F5解 (p9参照)

7.4 基線長データの変動率を用いた整理 【十和田の基線長データへの適用②】

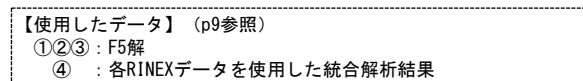
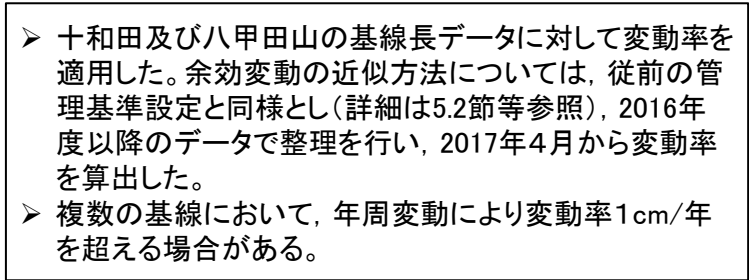


- 十和田及び八甲田山の基線長データに対して変動率を適用した。余効変動の近似方法については、従前の管理基準設定と同様とし(詳細は5.2節等参照), 2016年度以降のデータで整理を行い, 2017年4月から変動率を算出した。
- 複数の基線において, 年周変動により変動率1cm/年を超える場合がある。

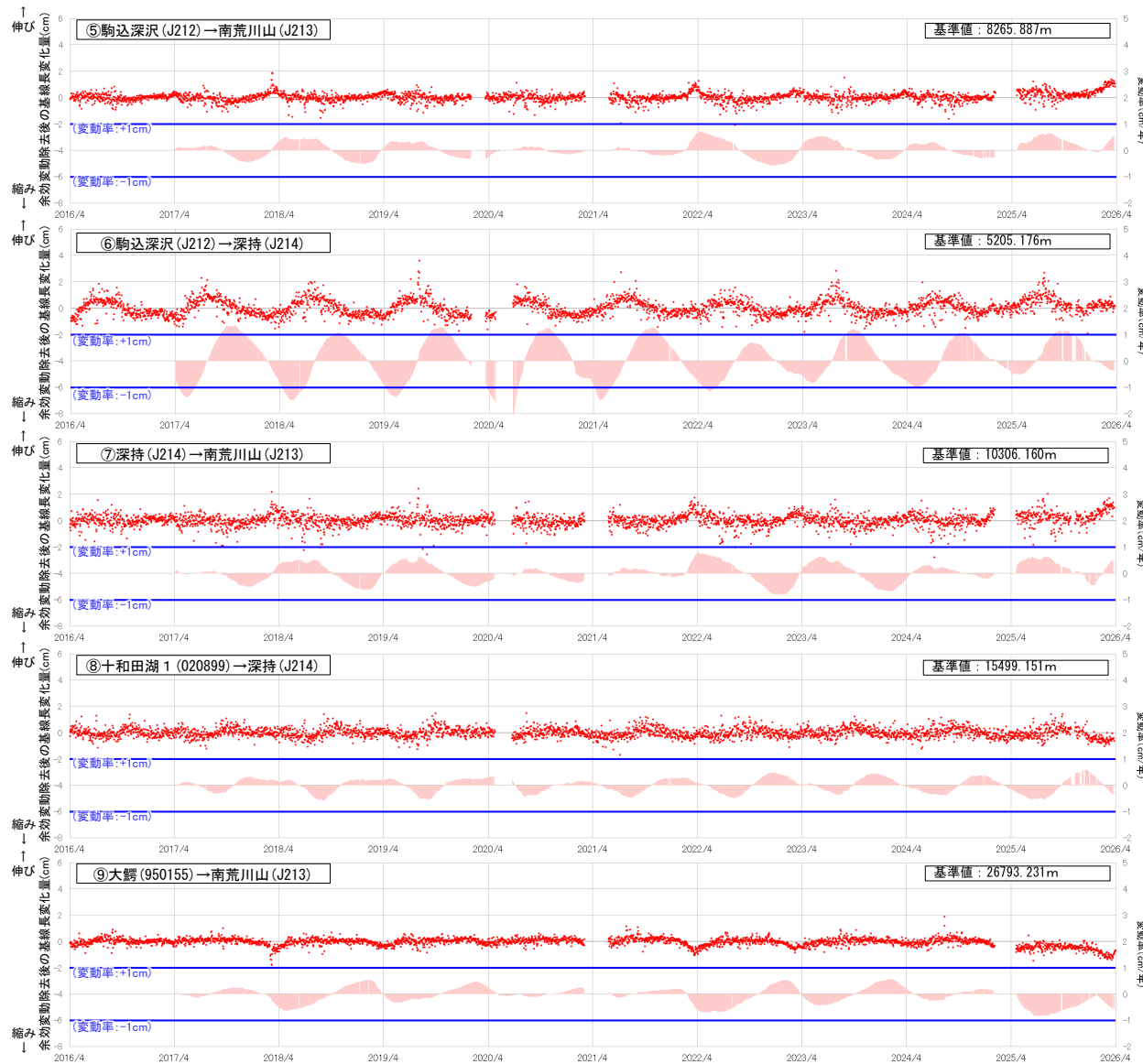


【使用したデータ】 (p9参照)
⑤⑥⑦⑧⑨: 各RINEXデータを使用した統合解析結果

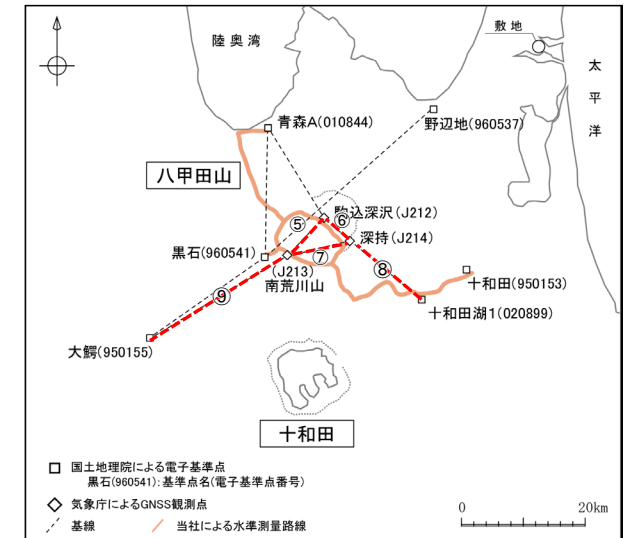
- 余効変動除去後の基線長変化量(cm)
- 変動率 (cm/年)
- 変動率±1cm/年



7.4 基線長データの変動率を用いた整理 【八甲田山の基線長データへの適用②】



- 十和田及び八甲田山の基線長データに対して変動率を適用した。余効変動の近似方法については、従前の管理基準設定と同様とし(詳細は5.2節等参照), 2016年度以降のデータで整理を行い, 2017年4月から変動率を算出した。
- 複数の基線において, 年周変動により変動率1cm/年を超える場合がある。



【使用したデータ】 (p9参照)
⑤⑥⑦⑧⑨: 各RINEXデータを使用した統合解析結果

- 余効変動除去後の基線長変化量(cm)
- 変動率 (cm/年)
- 変動率 ± 1cm/年

7.5 八甲田山におけるGNSS観測点の設置状況

- 電子基準点「黒石」の基線において、降雪の影響と考えられる管理基準の逸脱が複数回発生していることも踏まえ、複数点での評価による八甲田山周辺における地殻変動の観測強化を目的に、2025年度にGNSS観測点を設置した。
- 設置したGNSS観測機器の仕様は、国土地理院の電子基準点と同様である。
- 2026年度は観測データの蓄積に努め、2027年度以降、評価対象基線に追加し評価を実施予定。



八甲田山周辺における観測点位置

- 当社が設置したGNSS観測点
- 当社が設置した水準点
- 気象庁によるGNSS観測点
- 国土地理院の電子基準点



2025年11月28日撮影
※観測点の南西側から撮影



2025年11月28日撮影
※観測点の北東側から撮影

八甲田山におけるGNSS観測点の設置状況

引用文献

1. 原子炉安全専門審査会原子炉火山部会(2020):火山モニタリングにおける「観測データに有意な変化があったと判断する目安」について 報告書, 令和2年3月6日, 11 p.
2. 渡辺一徳・小野晃司(1966):阿蘇カルデラ西側, 大峰付近の地質, 地質学雑誌, 75, 7, pp.365-374.
3. 黒川聖・長谷中利昭・山崎秀人・森 康(2013):阿蘇-4火砕流噴火直前に流出した高遊原溶岩についての岩石学的研究, 日本火山学会2013年度秋季大会講演予稿集, P24, pp.124.
4. 小林哲夫・星住英夫(2017):阿蘇4火砕流堆積物と高遊原溶岩が重なる露頭, 日本火山学会2017年度秋季大会講演予稿集, P007, pp.127.
5. Nakajima, J., Matsuzawa, T., Hasegawa, A. and Zhao, D. (2001): Three-dimensional structure of Vp, Vs and Vp/Vs and beneath northeastern Japan: Implications for arc magmatism and fluids. *Journal of Geophysical Research*, 106(B10), pp.21843-21857.
<https://doi.org/10.1029/2000JB000008>.
6. 中島淳一(2017):東北地方の火山周辺の地震波速度・減衰構造:地殻構造と低周波地震・S波反射面との関係, 東京大学地震研究所彙報, 92, pp.49-62.
7. 防災科学技術研究所HP(https://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/)上の「日本列島下の三次元地震波速度構造(2022年度版)」(解析手法等の詳細はMatsubara et al. (2022)に記載).
8. Kanda, W. and Ogawa, Y. (2014): Three-dimensional electromagnetic imaging of fluids and melts beneath the NE Japan arc revisited by using geomagnetic transfer function data. *Earth, Planets and Space*, 66, 39. <https://doi.org/10.1186/1880-5981-66-39>.
9. 産業技術総合研究所(2023):巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究, 令和4年度原子力規制庁委託成果報告書, 令和5年3月, 248p.
10. 産業技術総合研究所(2024):巨大噴火プロセス等の知見整備に係る研究, 令和5年度原子力規制庁委託成果報告書, 令和6年3月, 238p.
11. 小川康雄(1991):八甲田火山群の深部比抵抗構造に関する考察, 地質調査所報告, 275, pp.83-95.
12. 気象庁 仙台管区気象台 地域火山監視・警報センター(2025):十和田の火山活動解説資料(令和7年9月), pp.1-5.
13. 気象庁 仙台管区気象台 地域火山監視・警報センター(2026):十和田の火山活動解説資料(令和8年3月), pp.1-5.
14. 火山調査研究推進本部(2026a):6. 審議結果, 十和田の現状の評価及び調査研究方策, 第8回火山調査委員会・第3回機動調査観測部会, 2026年2月24日.
15. 火山調査研究推進本部(2026b):4. 配布資料, 十和田の調査観測結果に関する資料, 第8回火山調査委員会・第3回機動調査観測部会, 資料調8機3-(6), 2026年2月24日.
16. 東北大学(1995):1995年1月十和田カルデラに発生した群発地震について, 火山噴火予知連絡会会報, 61, pp.1-3.
17. 大谷佳子・渡邊和俊・高橋昌之・小菅正裕・田中和夫(2003):十和田湖周辺域における高周波地震及び低周波地震活動, 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集, S045-P002.
18. 宝田普治・村岡洋文(2004):八甲田山地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 86 p.
19. Fujiwara, S., Tobita, M. and Ozawa, S. (2022): Spatiotemporal functional modeling of postseismic deformations after the 2011 Tohoku-Oki earthquake. *Earth, Planets and Space*, 74, 13. <https://doi.org/10.1186/s40623-021-01568-0>.
20. 気象庁(2021):十和田, 第149回火山噴火予知連絡会資料(その3の2)東北地方, 令和3年12月27日, pp.13-14.

引用文献

21. Oikawa, T., Kudo, T., Ishizuka, O., Sugimoto, Y. and Matsumoto, Y. (2015): Detailed morphology and structure of a caldera lake: Lake Towada (Towada Caldera), NE Japan Arc. Abstract, IAVCEI 2015.
22. Nishimura, R., Tsunogai, U., Ishibashi, J., Wakita, H. and Nojiri, Y. (1999): Origin of ^{13}C -enriched methane in the crater lake Towada, Japan. *Geochemical Journal*, 33, 4, pp.277–283. <https://doi.org/10.2343/geochemj.33.277>.
23. Boehrer, B., Fukuyama, R. and Chikita, K.A. (2013): Geothermal heat flux into deep caldera lakes Shikotsu, Kuttara, Tazawa and Towada. *Limnology*, 14, pp.129–134. <https://doi.org/10.1007/s10201-013-0399-7>.
24. 気象庁 仙台管区気象台 地域火山監視・警報センター(2025): 十和田の火山活動解説資料(令和7年10月), pp.1–6.
25. 生魚利治・對馬就(2025): 十和田湖中湖における鉛直方向の水質特性について, 日本水環境学会年会講演集, 59, 3-D-14–3.
26. 浅森浩一・梅田浩司(2005): 地下深部のマグマ・高温流体等の地球物理学的調査技術－鬼首・鳴子火山地域および紀伊半島南部地域への適用－, 原子力バックエンド研究, 11, 2, pp.147–155.
27. Matsubara, M., Ishiyama, T., No, T., Uehira, K., Mochizuki, M., Kanazawa, T., Takahashi, N. and Kamiya, S. (2022): Seismic velocity structure along the Sea of Japan with large events derived from seismic tomography for whole Japanese Islands including reflection survey data and NIED MOWLAS Hi-net and S-net data. *Earth, Planets and Space*, 74, 171. <https://doi.org/10.1186/s40623-022-01724-0>.
28. Ogawa, Y. (1987): Preliminary interpretation on detailed magnetovariational profilings in the Northern Tohoku district. *Journal of geomagnetism and geoelectricity*, 39, 9, pp.559–569. <https://doi.org/10.5636/jgg.39.559>.
29. 上嶋 誠(2009): MT法による電気伝導度構造研究の現状, 地震第2輯, 61, pp.225–238.
30. Nakatani, T., Kudo, T. and Suzuki, T. (2022): Experimental Constraints on Magma Storage Conditions of Two Caldera-Forming Eruptions at Towada Volcano, Japan. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 127, e2021JB023665. <https://doi.org/10.1029/2021JB023665>.
31. 気象庁 仙台管区気象台 地域火山監視・警報センター(2026): 令和7年(2025年)の八甲田山の火山活動, pp.1–6.
32. 気象庁 仙台管区気象台 地域火山監視・警報センター(2026): 八甲田山の火山活動解説資料(令和8年3月), pp.1–4.
33. 火山調査研究推進本部(2025a): 6. 審議結果, 令和7年10月10日火山調査研究推進本部火山調査委員会 111の活火山の現状の評価, 第7回火山調査委員会, 2025年10月10日.
34. 火山調査研究推進本部(2025b): 4. 配布資料, 111の活火山の調査観測結果に関する資料(東北地方), 第7回火山調査委員会, 資料調7ー(2), 2025年10月10日.
35. 気象庁(2021): 八甲田山, 第149回火山噴火予知連絡会資料(その3の2)東北地方, 令和3年12月27日, pp.8–9.
36. 気象庁 仙台管区気象台 地域火山監視・警報センター(2025): 八甲田山の火山活動解説資料(令和7年10月), pp.1–5.
37. 気象庁 仙台管区気象台 地域火山監視・警報センター(2025): 八甲田山の火山活動解説資料(令和7年11月), pp.1–4.
38. 太田健治・藤原義寿・前田憲二(2002): 気象庁の地震検知能力の時間空間的变化, 駿震時報, 65, pp.111–122.
39. Wiemer, S. and Wyss, M. (2000): Minimum magnitude of completeness in earthquake catalogs: examples from Alaska, the Western United States, and Japan. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 90, 4, pp.859–869. <https://doi.org/10.1785/0119990114>.

引用文献

40. Kozono, T., Ueda, H., Ozawa, T., Koyaguchi, T., Fujita, E., Tomiya, A. and Suzuki, Y (2013): Magma discharge variations during the 2011 eruptions of Shinmoe-dake volcano, Japan, revealed by geodetic and satellite observations. *Bulletin of Volcanology*, 75, 695.
<https://doi.org/10.1007/s00445-013-0695-4>.
41. 木村久夫・宮原伐折羅・宮川康平(2013): GNSS連続観測システム(GEONET)捉えた海溝型巨大地震に伴う予効変動の時間変化, *国土地理院時報*, 124, pp.47-55.
42. Tobita, M. (2016): Combined logarithmic and exponential function model for fitting postseismic GNSS time series after 2011 Tohoku-Oki earthquake. *Earth, Planets and Space*, 68, 41. <https://doi.org/10.1186/s40623-016-0422-4>.
43. 気象庁 仙台管区气象台 地域火山監視・警報センター(2014): 十和田の火山活動解説資料(平成26年1月), pp.1-2.
44. 気象庁 仙台管区气象台 地域火山監視・警報センター(2024): 令和5年(2023年)の十和田の火山活動, pp.1-4.
45. 気象庁 仙台管区气象台 地域火山監視・警報センター(2024): 十和田の火山活動解説資料(令和6年1月), pp.1-4.
46. 気象庁 仙台管区气象台 地域火山監視・警報センター(2025): 令和6年(2024年)の十和田の火山活動, pp.1-10.
47. 気象庁 仙台管区气象台 地域火山監視・警報センター(2021): 令和2年(2020年)の八甲田山の火山活動, pp.1-13.
48. 中野 俊・西来邦章・宝田晋治・星住英夫・石塚吉浩・伊藤順一・川辺禎久・及川輝樹・古川竜太・下司信夫・石塚 治・山元孝広・岸本清行編(2013): 日本の火山(第3版)概要及び付表, 200万の1地質編集図, 11, 独立行政法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター.
(https://gbank.gsj.jp/volcano/Quat_Vol/index.html)
49. 東宮昭彦(1997): 実験岩石学的手法で求めるマグマ溜まりの深さ, *月刊地球*, 19, pp.720-724.
50. 下鶴大輔・荒牧重雄・井田喜明・中田節也編(2008): 火山の辞典(第2版), 朝倉書店, 575 p.
51. Mogi, K. (1958): 6. Relations between the Eruptions of Various Volcanoes and the Deformations of the Ground Surfaces around them. *Bulletin of the Earthquake Research Institute*, 36, pp.99-134. <https://doi.org/10.15083/0000033924>
52. 国土地理院(2026): 令和7年12月の地殻変動(<https://www.gsi.go.jp/WNEW/PRESS-RELEASE/2026-goudou0113.html>).
53. 国土地理院(2021): 特集・平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震から10年, GEONETによる観測結果, 令和3年3月5日
(https://www.gsi.go.jp/kanshi/h23touhoku_10years.html).
54. 工藤 崇・内野隆之・濱崎聡志(2019): 十和田湖地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 192 p.
55. Kudo T. (2024): Newly identified small vulcanian eruptions during the caldera-forming stage of Towada Volcano, Northeast Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 452, 108134. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2024.108134>.
56. 工藤 崇(2023): 十和田火山の積算マグマ噴出量階段図, 地質調査研究報告, 74, 3, pp.133-153.
57. 工藤 崇(2017): 十和田火山, 先カルデラ期後期の火砕流堆積物, 日本地質学会学術大会講演要旨, p.103.
58. 気象庁編(2013): 日本活火山総覧(第4版).
59. Umeda, K., Ban, M., Hayashi, S. and Kusano, T. (2013): Tectonic shortening and coeval volcanism during the Quaternary, Northeast Japan arc. *Journal of Earth System Science*, 122, 137-147. <https://doi.org/10.1007/s12040-012-0245-z>.

引用文献

60. 広井良美・佐藤勇輝・宮本 毅(2024): 十和田火山におけるマグマ活動史: その8 マグマ溜まりの深度変遷, 日本火山学会講演予稿集2024, p.124.
61. 工藤 崇(2022): 十和田火山, 噴火エピソードMの噴出物層序と噴火推移, 地質学雑誌, 128, 1, pp.109-127.
62. Yamamoto, T., Kudo, T. and Ishizuka, O. (2018): Temporal variations in volumetric magma eruption rates of Quaternary volcanoes in Japan. *Earth, Planets and Space*, 70, 65. <https://doi.org/10.1186/s40623-018-0849-x>.
63. 工藤 崇(2010): 十和田火山, 御倉山溶岩ドームの形成時期と噴火推移, 火山, 55, 2, pp.89-107.
64. Ishimura, D. (2024): Major element composition of volcanic glass shards in late Quaternary tephra from the Towada volcano, northeast Japan. *Geographical reports of Tokyo Metropolitan University*, 59, pp.135-142.
65. 工藤 崇(2005): 十和田地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質 図幅), 産総研地質調査総合センター, 79 p.
66. Hayakawa, Y. (1985): Pyroclastic geology of Towada volcano. *Bulletin of the earthquake research of Tokyo*, 60, pp.507-592. <https://doi.org/10.15083/0000032881>.
67. 村岡洋文・高倉伸一(1988): 10万分の1 八甲田地熱地域地質図説明書, 特殊地質図(21-4), 地質調査所, 27 p.
68. 工藤 崇・檀原 徹・山下 透・植木岳雪・佐藤大介(2011): 八甲田カルデラ起源火砕流堆積物の層序の再検討, 日本第四紀学会講演要旨集, P-19.
69. 工藤 崇・植木岳雪・宝田晋治・佐々木 寿・佐々木 実(2006): 八甲田カルデラ南東地域に分布する鮮新世末期～中期更新世火砕流堆積物の層序と給源カルデラ, 地学雑誌, 115, 1, pp.1-25.
70. 工藤 崇・宝田晋治・佐々木 実(2004): 東北日本, 北八甲田火山群の地質と火山発達史, 地質学雑誌, 110, 5, pp.271-289.
71. 工藤 崇・奥野 充・中村俊夫(2003): 北八甲田火山群における最近6000年間の噴火活動史, 地質学雑誌, 109, 3, pp.151-165.
72. 工藤 崇・奥野 充・大場 司・北出優樹・中村俊夫(2000): 北八甲田火山群, 地獄沼起源の噴火堆積物 一噴火様式・規模・年代一, 火山, 45, 6, pp.315-322.
73. Ban, M., Kimura, J., Takahashi, T., Hirahara, Y., Ohba, T., Fujinawa, A., Hayashi, S., Yoshida, T., Miyazaki, T., Tsuchiya, N., Kagashima, S., Chang, Q., Senda, R., Vaglarov, B.S. and Tatsumi, Y. (2025): The Significant Role of the Mafic Lower Crust in the Chemical Diversity of Arc Magmas. *Island Arc*, 34, 1, e70033. <https://doi.org/10.1111/iar.70033>.
74. 佐々木寧仁・吉田武義・青木謙一郎(1985): 那須北帯, 北八甲田火山群の地球化学的研究, 東北大学核理研研究報告, 18, 1, pp.175-188.
75. 佐々木寧仁・吉田武義・青木謙一郎(1986): 八甲田火山群, ステージ1, 2噴出物の地球化学的研究, 東北大学核理研研究報告, 19, 2, pp.288-299.
76. 佐々木寧仁・吉田武義・青木謙一郎(1987): 八甲田火山群, ステージ1に活動したソレライトマグマの地球科学的研究, 東北大学核理研研究報告, 20, 2, pp.363-374.
77. 鈴木毅彦・Dennis Eden・檀原 徹・藤原 治(2001): 東北日本の大規模火砕流は広域テフラを生産したか?, 月刊地球, 23, 9, pp.610-613.
78. Ogata, Y. (2006): Statistical Analysis of Seismicity – Updated Version (SASeis2006), Computer Science Monographs, no.33, The Institute of Statistical Mathematics, Tokyo, Japan, <https://www.ism.ac.jp/~ogata/Ssg/softwares.html>.

引用文献

79. Ogata, Y. (1988): Statistical Models for Earthquake Occurrences and Residual Analysis for Point Processes. *Journal of the American Statistical Association*, 83, 401, pp.9–27. <https://doi.org/10.1080/01621459.1988.10478560>.
80. Ogata, Y. (1992): Detection of Precursory Relative Quiescence Before Great Earthquakes Through a Statistical Model. *Journal of Geophysical Research*, 97, pp.19845–19871. <https://doi.org/10.1029/92JB00708>.
81. 宇津徳治(1996):東海地域とその周辺の地震活動--ETASモデルによる解析--, 地震予知連絡会会報, 56, pp.313–317.
82. 尾形良彦(2019):ETASモデルー地震の発生強度(起こりやすさ)の評価ー, なみふる, 117, pp.2–3.
83. 石垣祐三・原田昌武・本多 亮・行竹洋平・伊東 博・明田川 保(2010):箱根浅発地震活動のETASモデル解析と火山活動度との関連の検討, 神奈川県温泉地学研究所報告, 42, pp.19–31.
84. Kumazawa, T., Ogata, Y., Kimura, K., Maeda, K. and Kobayashi, A. (2016): Background rates of swarm earthquakes that are synchronized with volumetric strain changes. *Earth and Planetary Science Letters*, 442, pp.51–60. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.02.049>.
85. 国土地理院(2014):八甲田山周辺の地殻変動, 火山噴火予知連絡会会報, 117, pp.20–24.