

# 参考情報

# 【参考1a】八甲田山の1月の比高判断基準超過 〔評価概要〕

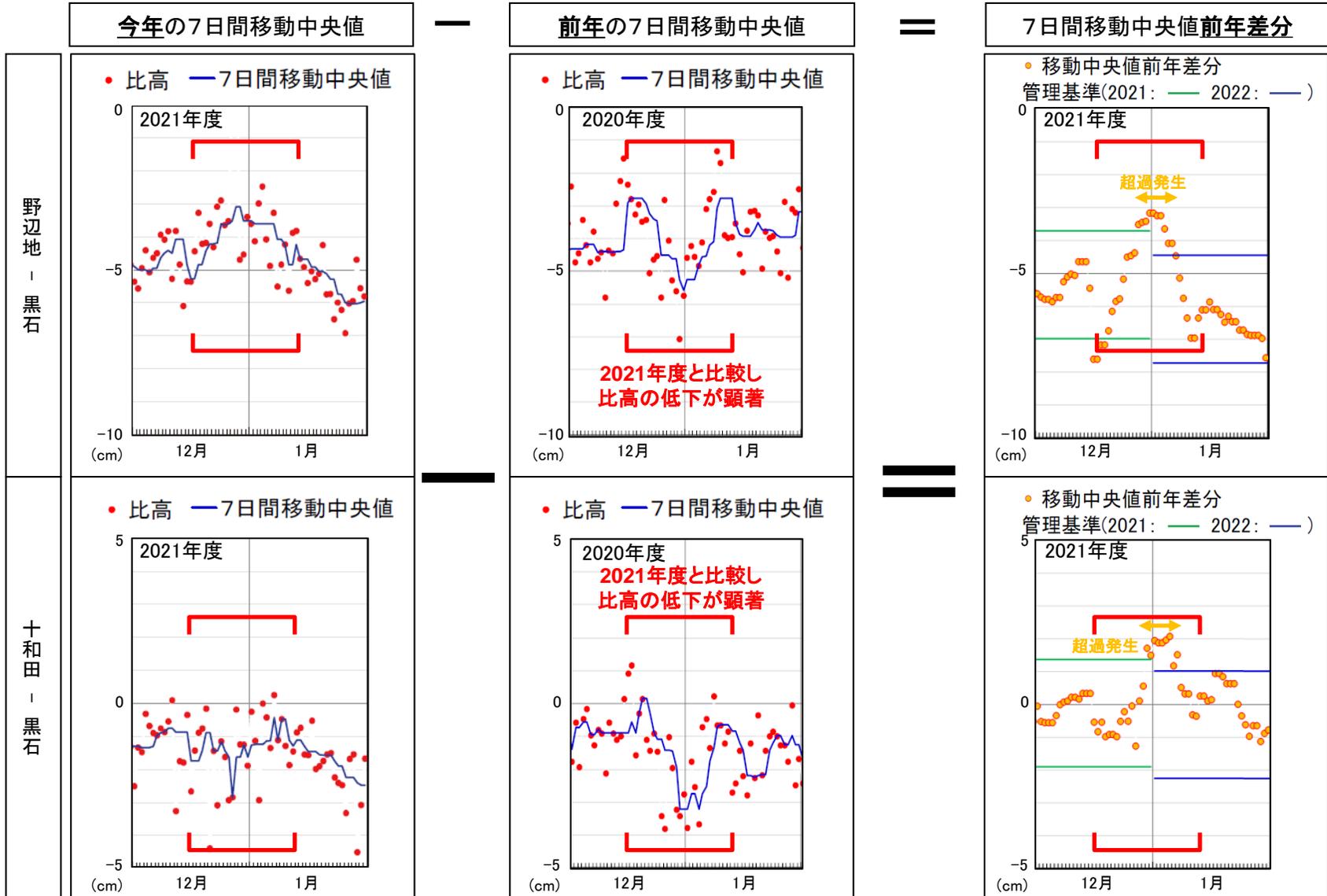
## 7日間移動中央値 前年差分



- 火山性ではない年周変動のキャンセルを目的とした、7日間移動中央値の前年差分の管理基準(±3σ)を、2基線以上で7日間以上(判断基準)超過する事象が、2021年末から2022年始に発生。
- 前年同時期の比高の一時的な低下の影響で、今年との差分を整理した際に、今年の同時期の見かけの上昇を示したと考えられる。
- 火山専門家と国土地理院は、雪の影響の可能性があるとしている。
- 気象庁は八甲田山について、「火山活動による変化は認められない」としている。

2021年末から2022年始にかけての八甲田山の比高の判断基準超過は前年の雪に影響と考えられ、火山活動に伴うものではないと評価。

# 【参考1a】八甲田山の1月の比高判断基準超過 〔要因分析(データ処理)〕

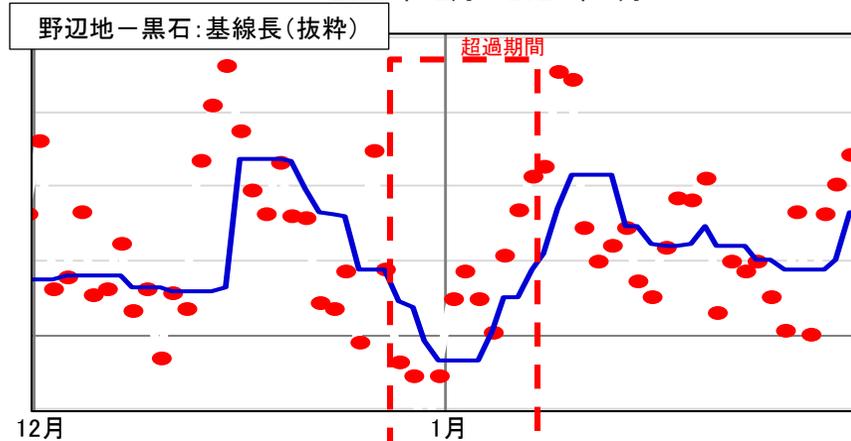


# 【参考1a】八甲田山の1月の比高判断基準超過

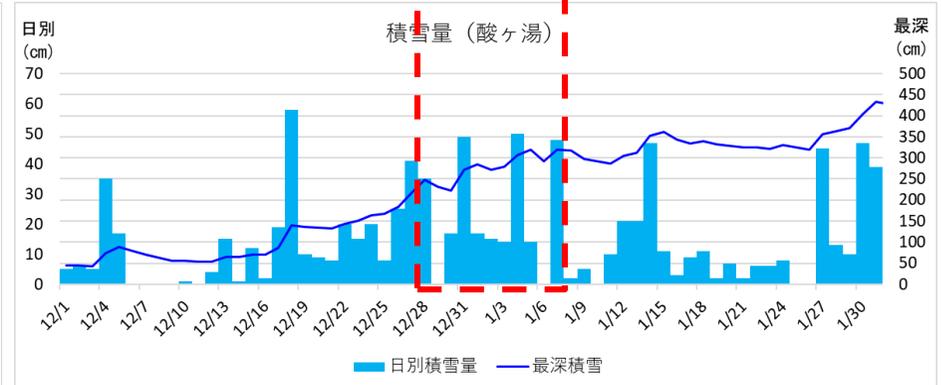
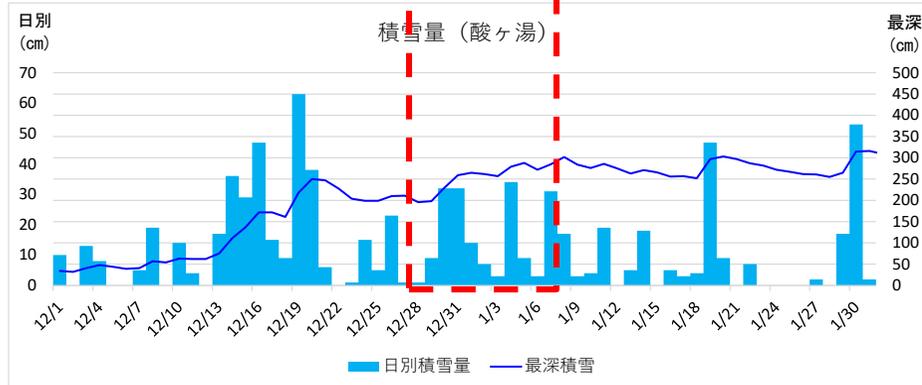
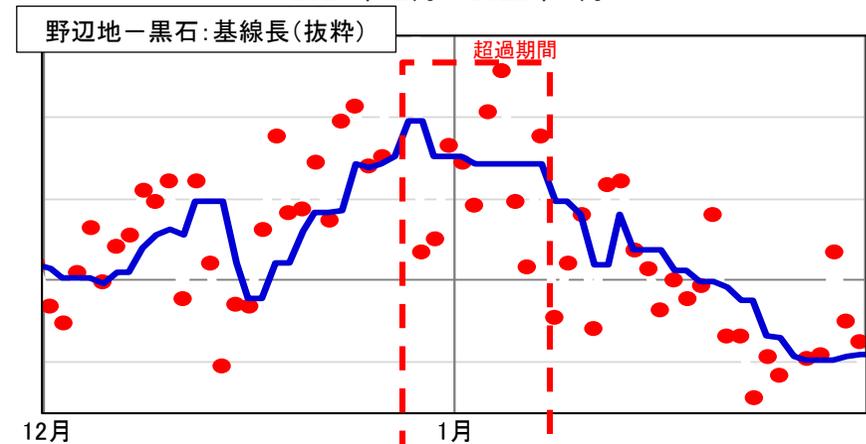
## 〔電子基準点「黒石」近傍での降雪情報〕

- 管理基準超過が生じた2021年12月から2022年1月と前年同月の気象データとの比較を示す。
- 気象データは、電子基準点「黒石」(標高744m)から約4km離れたアメダスの「酸ヶ湯」(標高890m)のデータを用いた。
- 当該期間の「酸ヶ湯」は、12月中旬から下旬にかけて積雪深が増加しており、1月上旬以降も降雪の多い日が続いている。
- 国土地理院によると大雪の際に、アンテナレドームへの着雪による影響と考えられる座標値のとびが発生することがあるとしている。
- 電子基準点「黒石」は「酸ヶ湯」の近傍に位置するため同様の気象条件と推察され、多量の降雪により、アンテナレドームへの着雪等による見かけの座標値の変化が生じたと考えられる。

2020年12月～2021年1月



2021年12月～2022年1月



# 【参考1a】八甲田山の1月の比高判断基準超過 〔公的機関の発表情報〕

## 〔気象庁による火山活動解説資料(令和4年1月)〕

### 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

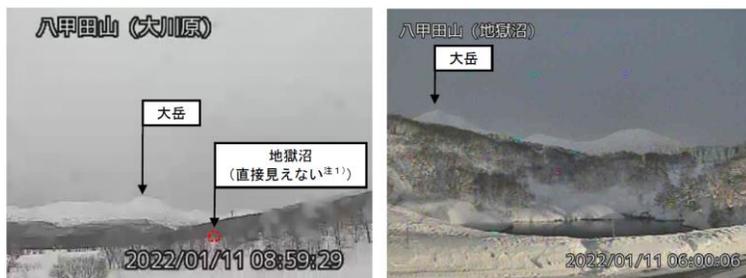


図1 八甲田山 山頂部及び地獄沼周辺の状況(1月11日)

- ・左図：大川原監視カメラ(大岳の西南西約6km)の映像です。
- ・右図：地獄沼監視カメラ(地獄沼の西約100m)の映像です。
- ・注1) 地獄沼から噴気が噴出した場合、大川原では高さ100m以上のときに観測されます。赤破線が地獄沼の位置を示します。

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。

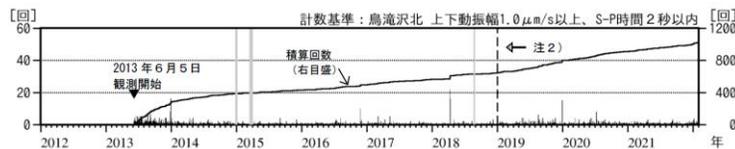


図2 八甲田山 日別地震回数(2013年6月~2022年1月)

- ・計数基準の変遷は次のとおりです。変更に伴い検知力が向上しています。
- 観測開始 2013年6月5日~ 青森県沖揚平観測点 振幅 $1.0\mu\text{m/s}$ 以上、S-P時間2秒以内
- 注2) 2019年1月1日~ 鳥滝沢北観測点 振幅 $1.0\mu\text{m/s}$ 以上、S-P時間2秒以内
- ・灰色部分は欠測を表しています。

火山性地震は少ない状態で経過した。  
火山性微動は観測されなかった。

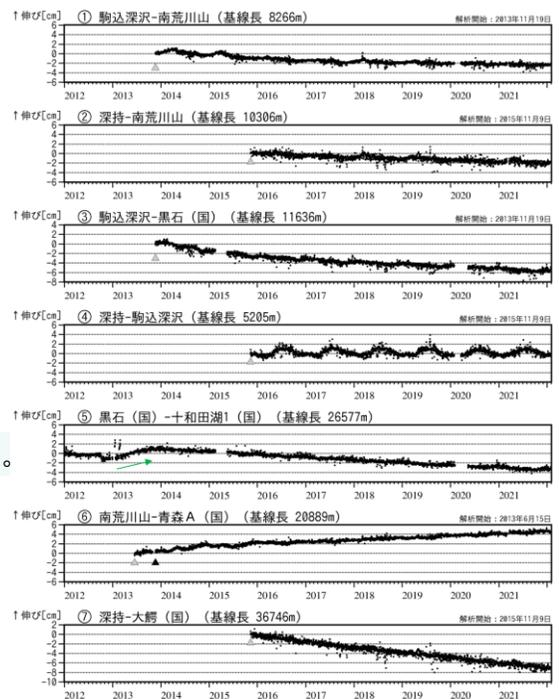


図3 八甲田山 GNSS 基線長変化図(2012年1月~2022年1月)

- 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。
- ▲: 2013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。
- △: 解析開始を示します。

火山活動によると考えられる変化は認められなかった。

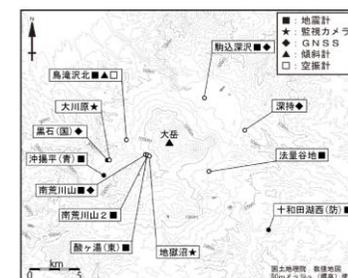


図4 八甲田山 観測点配置図  
白丸(○)は気象庁、黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。  
(国): 国土地理院 (東): 東北大学 (防): 防災科学技術研究所 (青): 青森県



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

仙台管区気象台地域火山監視・警報センター(2022)

## 【参考1a】八甲田山の1月の比高判断基準超過 〔専門家助言と国土地理院回答〕

火山専門家助言(専門:測地学)

日時:2022年3月7日

- 前年の一時的な沈降の影響が、前年差分の処理を行うことで、今年顕著に見えているという理解で良いと考える。
- 毎年同様の一時的な沈降傾向が、冬季にみとれることから、雪の影響の可能性はある。
- 現時点で、火山性の地殻変動を疑うデータは見取れない。

国土地理院回答

日時:2022年3月3日

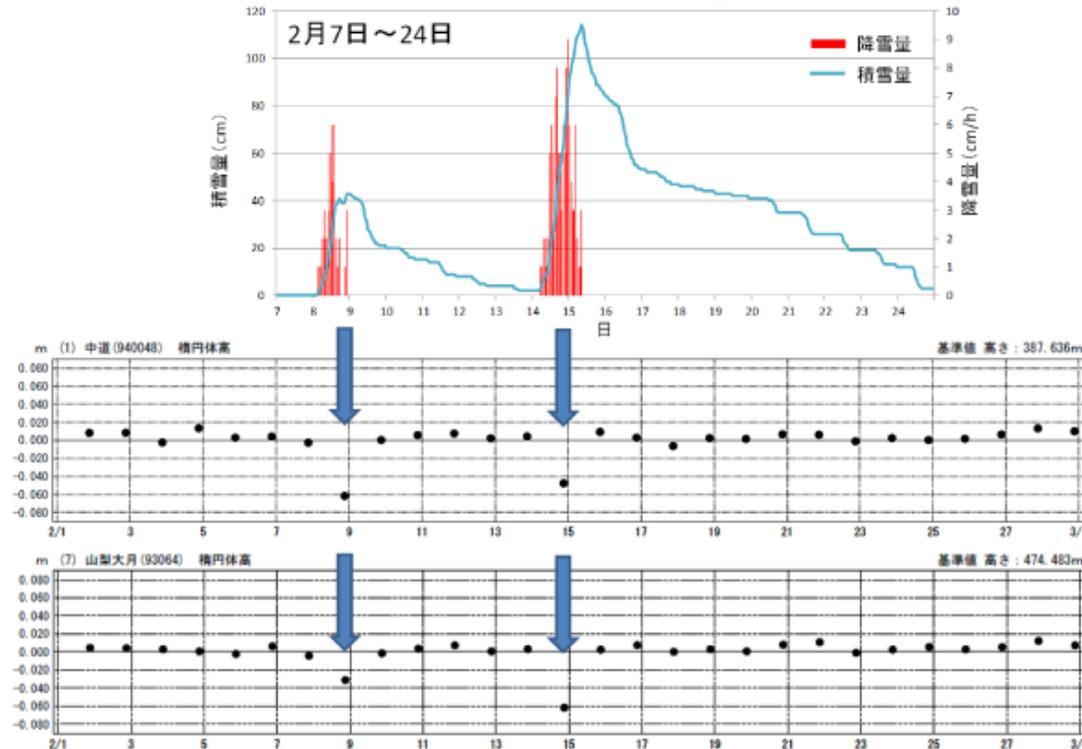
- 電子基準点「黒石」は、毎年冬期に沈降の傾向が見られており、当該期間は例年よりも沈降の傾向が大きいようです。
- 沈降傾向が元に戻っていることから、例年と同じ変化である可能性が高いと推察します。
- よって、電子基準点「黒石」について、2020年12月～1月の傾向として、着雪や消雪のための地下水くみ上げが要因の一つである可能性があります。

# 【参考1a】八甲田山の1月の比高判断基準超過

## 〔国土地理院HPの「着雪による影響」の事例(山梨)①〕

### 3-6. 着雪による影響とは何ですか？

大雪の気象状況の際に、アンテナレドームへの着雪による伝播遅延が原因と考えられる座標値のとび(実際の変動を伴わない見かけ上の座標値の変化)が発生することがあります。大雪の前後の観測データのSNR(Signal to Noise Ratio)を比較しても、大雪の際には通常とは異なったパターンが確認されました。



大雪に見舞われた日(2月8~9日, 14~15日)にだけ高さ方向のとびが見られます。(参考:今給黎ほか(2014)降雪がGEONET測位解に及ぼす影響について, 日本測地学会第122回講演会講演要旨)

国土地理院ホームページ: よくある質問と回答, 3-6. 着雪による影響とは何ですか? (<https://www.gsi.go.jp/kanshi/faq.html>)  
 今給黎哲郎・宗包浩志・佐藤雄大(2014):降雪がGEONET測位解に及ぼす影響について, 日本測地学会第122回講演会講演要旨, pp.33-34.

# 【参考1a】八甲田山の1月の比高判断基準超過 〔国土地理院HPの「着雪による影響」の事例(横手)②〕

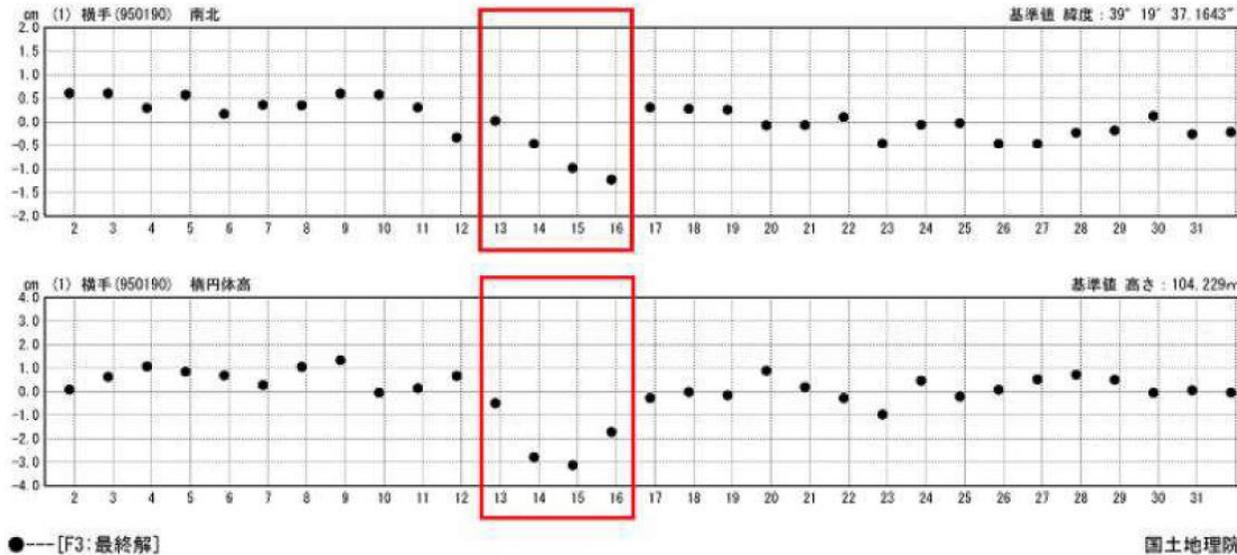


図1 電子基準点「横手」の時系列図(2017年1月)

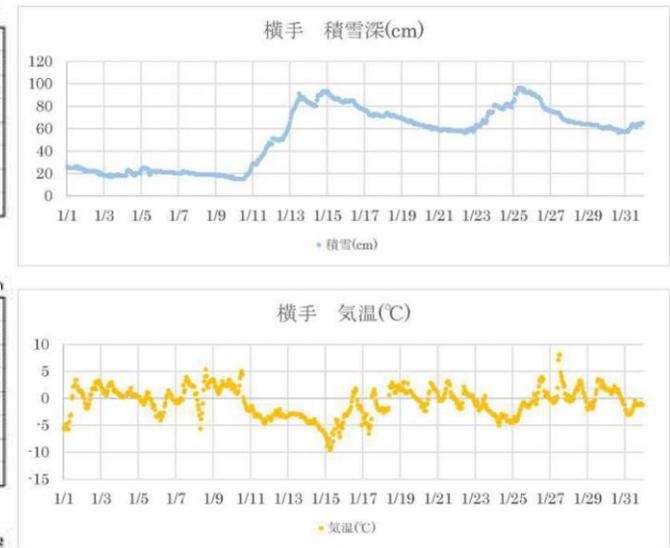
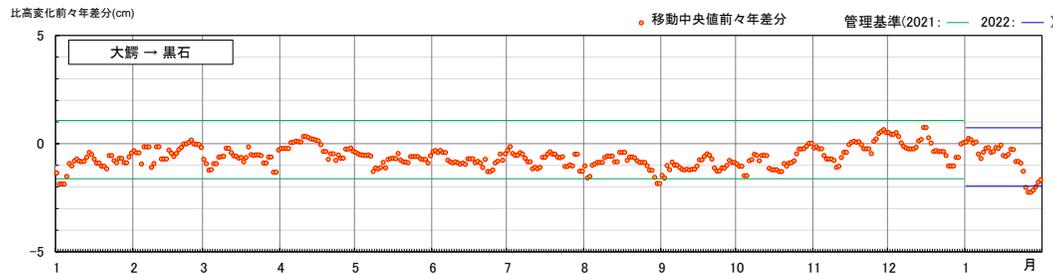
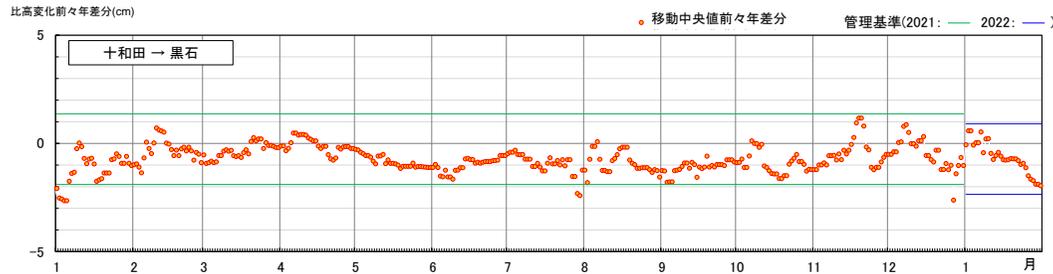
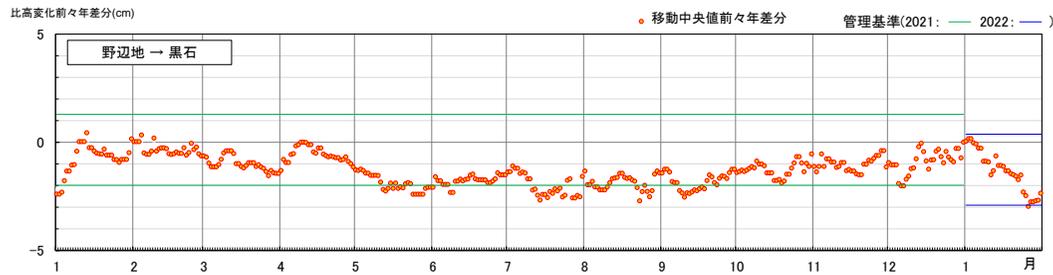
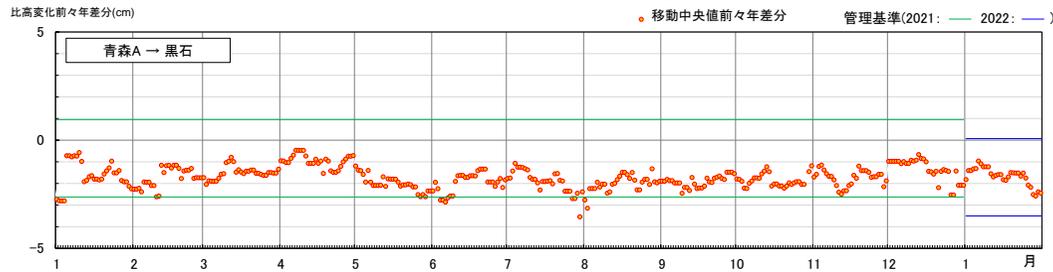


図2 アメダス「横手」の観測データ

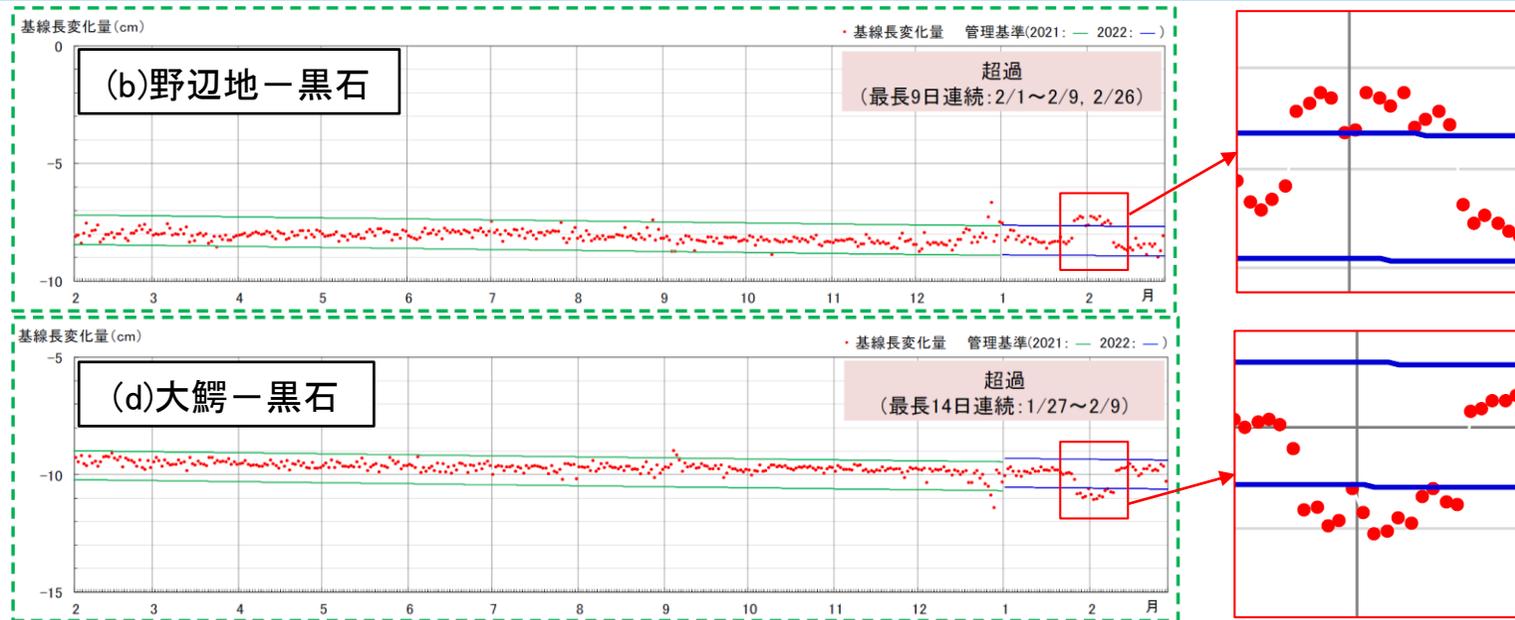
- 電子基準点「横手」では、1月13日から16日頃に、南に約2cm、高さが約3cm下がる変化が見られました。大雪の際に、アンテナレドームへの着雪による伝播遅延が原因と考えられる座標値の跳び(実際の変動を伴わない見かけの座標値の変化)が発生することがあります。
- 電子基準点「横手」から約900m離れたところに気象庁のアメダス観測点「横手」が設置されており、気温や積雪深などの気象観測が行われています。アメダスの観測結果によれば、図2に示すように、1月11日頃から積雪深が増え始め、13日までの2日間に約60cm大きくなりました。
- 上記のことから、電子基準点「横手」では、大雪により1月13日頃から16日頃にかけてアンテナレドームに着雪したため、見かけの座標値の変化が生じ、気温の上昇または日射によって、着雪した雪が解けた、またはすべり落ちたことで座標値が元に戻ったと判断されます。

# 【参考1a】八甲田山の1月の比高判断基準超過 〔前々年の7日間移動中央値との差分〕



➤ 検証用に、今年の7日間移動中央値と前々年の7日間移動中央値の差分をグラフ化した結果、左図のとおり、概ね管理基準に納まる。

## 【参考1b】八甲田山の2月の基線長判断基準超過 〔評価概要〕

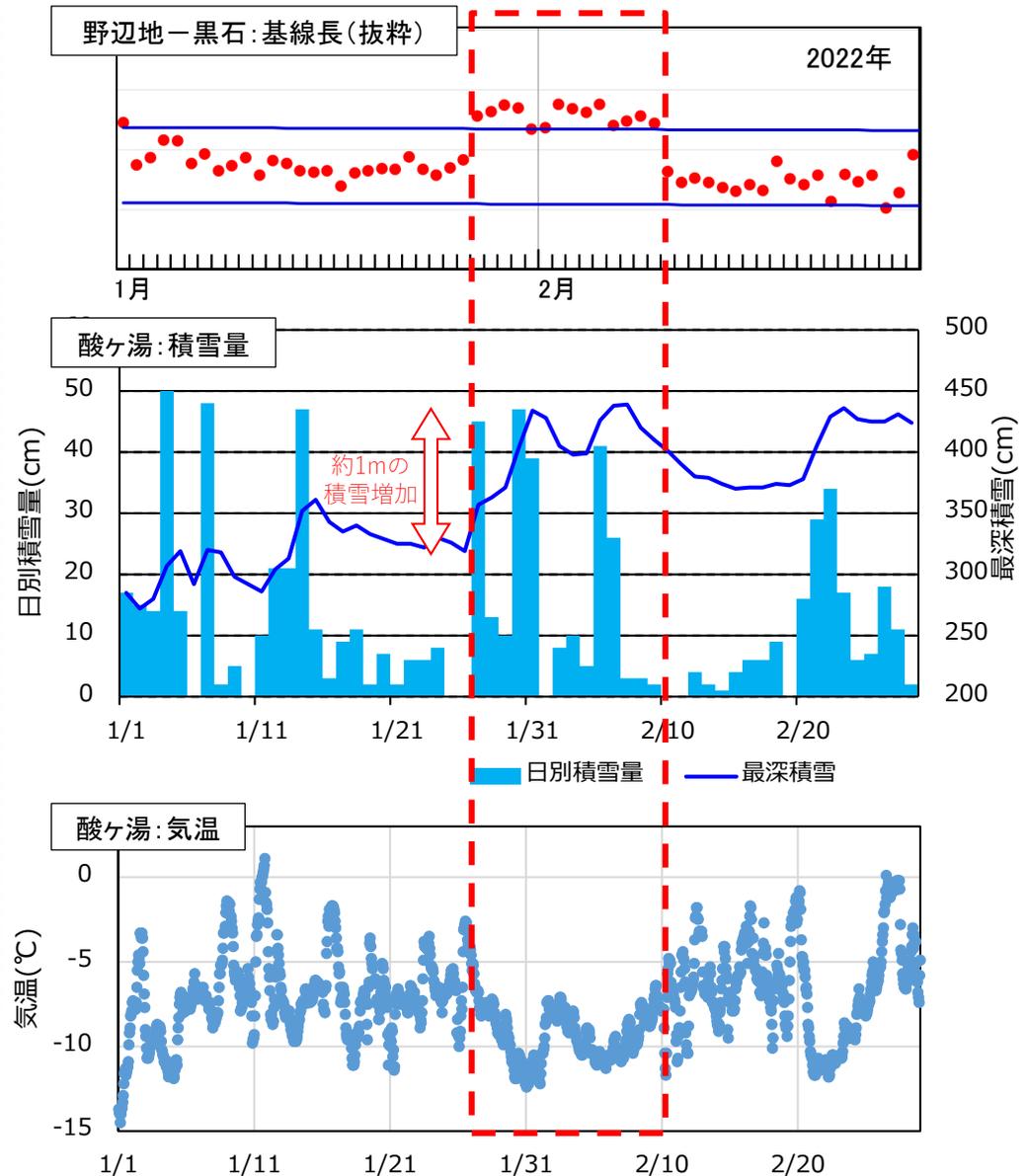


- 基線長の管理基準(余効変動の近似値と日々のデータのばらつき $\pm 3\sigma$ )を2基線以上で7日間以上連続で超過する現象が2022年2月1日~2月9日にかけて発生したが、その後は、元と同程度に戻っている。
- 国土地理院によると大雪の際に、アンテナドームへの着雪による伝播遅延が原因と考えられる座標値のとびが発生することがあるとし、大雪が収まった後に座標値が元に戻るかを確認すると良いとしている。
- 判断基準の超過期間(2月上旬)は降雪が多く、電子基準点「黒石」の現況確認(3月22日)の結果、電子基準点の大部分が雪に埋もれており、同期間はアンテナドームに雪が被っていた可能性が高い。
- 気象庁は八甲田山について、「火山活動による変化は認められない」としている。
- 火山専門家も「雪に埋まっている写真から異常値は積雪の影響である可能性が高い」としている。

2月の八甲田山の基線長の判断基準超過は、雪が影響した可能性があり、超過後は元と同程度に戻っていることから、火山活動に伴うものではないと評価。

# 【参考1b】八甲田山の2月の基線長判断基準超過 〔要因分析(気象データとの比較)〕

- 判断基準超過が生じた2月上旬の気象データとの比較を右図に示す。
- 気象データは、電子基準点「黒石」(標高744m)から約4km離れたアメダスの「酸ヶ湯」(標高890m)のデータを用いた。
- 当該期間の「酸ヶ湯」は、降雪の多い日が続いており、1/26~2/1にかけて、積雪深は約1m増加している。
- 近傍に位置する電子基準点「黒石」も同様の気象条件であったと考えられることから、多量の降雪が想定され、国土地理院の例と同様に座標値のとびが認められるため、2月上旬は着雪や積雪により、アンテナレドームが雪に覆われていた可能性が高い。
- なお、電子基準点「黒石」は、道路脇に位置しており、除雪の雪の影響を受ける範囲にあるため、気象データとは異なる人為的な影響を受け得る。



# 【参考1b】八甲田山の2月の基線長判断基準超過 〔電子基準点「黒石」の現況写真〕



- 本事象を受けて、電子基準点「黒石」の現況を確認した(撮影日:2022年3月22日)。
- 積雪が多く、アンテナレドームのみが雪上に見えている状態であった。
- より積雪が多い2月上旬は、アンテナレドームまで雪に埋もれていた可能性が高い。  
(道路付近は除雪の影響で特に積雪が多い)

# 【参考1b】八甲田山の2月の基線長判断基準超過 〔公的機関の発表情報〕

## 〔気象庁による火山活動解説資料(令和4年2月)〕

### 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

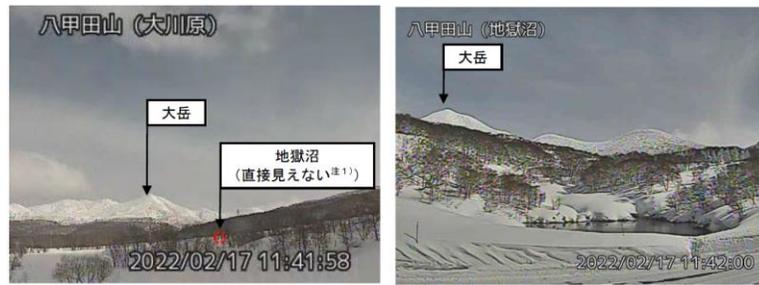


図1 八甲田山 山頂部及び地獄沼周辺の状況(2月17日)

- ・左図: 大川原監視カメラ(大岳の西南西約6km)の映像です。
- ・右図: 地獄沼監視カメラ(地獄沼の西約100m)の映像です。
- ・注1) 地獄沼から噴気が噴出した場合、大川原では高さ100m以上のときに観測されます。赤破線が地獄沼の位置を示します。

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。

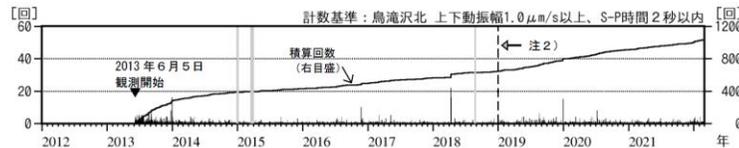


図2 八甲田山 日別地震回数(2013年6月~2022年2月)

- ・計数基準の変遷は次のとおりです。変更に伴い検知力が向上しています。
- 観測開始 2013年6月5日~ 青森県沖場平観測点 振幅 $1.0\mu\text{m/s}$ 以上、S-P時間2秒以内
- 注2) 2019年1月1日~ 鳥滝沢北観測点 振幅 $1.0\mu\text{m/s}$ 以上、S-P時間2秒以内
- ・灰色部分は欠測を表しています。

火山性地震は少ない状態で経過した。  
火山性微動は観測されなかった。

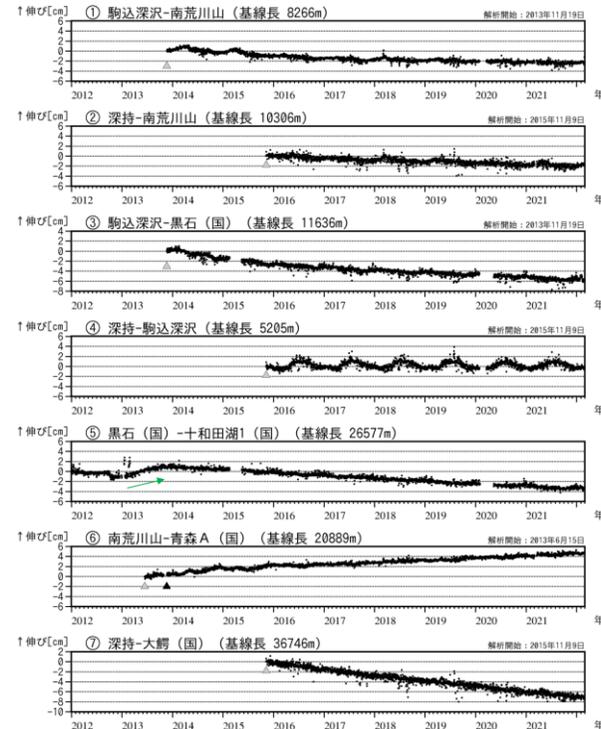


図3 八甲田山 GNSS 基線長変化図(2012年1月~2022年2月)

- 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。
- ▲: 2013年11月に南荒川山観測点の機器更新及び移動、解析方法の変更を行いました。
- △: 解析開始を示します。

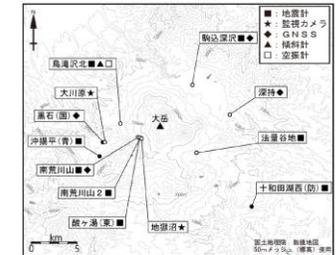


図4 八甲田山 観測点配置図  
白丸(○)は気象庁、黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。

(国): 国土地理院 (東): 東北大学 (防): 防災科学技術研究所 (青): 青森県

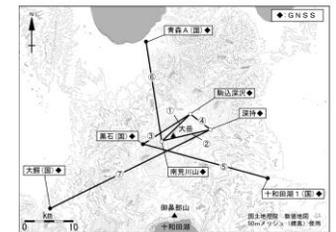


図5 八甲田山 GNSS 観測点配置図  
白丸(○)は気象庁、黒丸(●)は気象庁以外の機関の観測点位置を示しています。

(国): 国土地理院

仙台管区気象台地域火山監視・警報センター(2022)

火山活動によると考えられる変化は認められなかった。

## 【参考1b】八甲田山の2月の基線長判断基準超過について 〔国土地理院回答と専門家助言〕



火山専門家助言(専門:測地学)

日時:2022年4月14日

- 見事に雪に埋まっている写真を見て,異常値は積雪の影響である可能性が高いという点に賛成します。

国土地理院回答

日時:2022年4月12日

- 黒石の個別データに対する判断はしないが,国土地理院HPに記載があるように,雪の前後の電子基準点データと大雪の前後の観測データを比較すると,大雪の際にアンテナレドームへの着雪による伝播遅延が要因と考えられる座標値の飛びが確認されることは一般的にある。HPのグラフように関係性を整理した上で,雪が収まった後に座標値が元に戻るかどうかを確認すると良い。<https://www.gsi.go.jp/kanshi/faq.html#3-6>

## 【参考1c】冬季の電子基準点データの一時的な判断基準超過の今後の扱い

- 【参考1a】および【参考1b】において記載したとおり、黒石の電子基準点において、冬季に一時的な座標値の飛びが確認されており、弊社が設定した判断基準を超過する場合がある。
- 国土地理院によると大雪の際に、アンテナレドームへの着雪による伝播遅延が原因と考えられる座標値のとびが発生することがあるとし、大雪が収まった後に座標値が元に戻るかを確認すると良いとしている。
- 電子基準点「黒石」は八甲田山の標高744m地点に位置しており、冬季には例年、数mの積雪が確認されている。
- 今後も、雪による一時的な座標値の飛びが想定されることから、2022年度以降、冬季に、八甲田山の「黒石」の電子基準点データを用いた判断基準の超過が認められた場合には、以下の条件を全て満たす場合に限り、火山活動に伴う地殻変動ではないと整理することとする。

今回の判断基準の超過事例を踏まえ、以下の条件を全て満たす場合に限り、火山活動に伴う地殻変動(有意な変化)ではないと整理する。

- 八甲田山の「黒石」の電子基準点データを用いた判断基準の超過が認められた場合
- 判断基準の超過期間もしくはその直前に降雪が認められる場合
- 判断基準の超過期間の後のデータが、判断基準の超過前と同程度の値に戻っている場合
- 連続する判断基準の超過期間が15日超えない場合

なお、現地確認を行い、判断基準の超過期間、電子基準点「黒石」が雪に覆われていることが明らかでも、火山活動に伴う地殻変動(有意な変化)ではないと整理する。

余白

## 【参考1d】地殻変動解析のうち余効変動の近似精度の向上に関する検討

- 現状の管理基準は、前年の基線長変化(余効変動)を近似する対数関数(近似式(a))の延長に、2011年4月～2012年12月の基線長変化のバラつきから求めた管理基準幅( $\pm 3\sigma$ )を設定したものである。
- 以下の2つの観点から余効変動の近似精度の向上を試みた。

### ①近似期間の延長

- ・これまで前年の観測データに対して近似を行っていたが、近似式(a)を用いて、より長い期間で近似した。
- ・2014年前後で十和田および八甲田山で火山活動の活発化が認められたことから、2015年以降で近似した。

### ②近似式の変更

- ・Tobita(2016)において、余効変動は通常、対数または指数関数によって表されるが、東北地方太平洋沖地震の場合、それらの単一の関数を使用して余効変動を表すことはできないとしている。
- ・藤原ほか(2021)において、2個の対数及び1個の指数関数の混合モデル(近似式(b))を用いることで、場所によって異なる余効変動の空間分布も高精度に予測できることがTobita(2016)により示されたとしている。
- ・下記の近似式(b)を用いて、その適用性を確認した。

・近似式(a)(現状)

$$D(t) = a \ln(1+t/b) + c + Vt$$

・近似式(b)(Tobita, 2016)

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

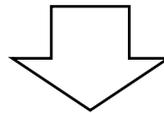
D(t): 変位成分

a, c, d, f: 最小二乗法により算出

t: 2011.3.11からの経過日数

b, e, g: 時定数(緩和時間)

Vt: 定常的な変位



①近似期間の延長, ②近似式の変更, 共に近似精度の向上は認められなかった。

Tobita Mikio (2016): Combined logarithmic and exponential function model for fitting postseismic GNSS time series after 2011 Tohoku-Oki earthquake, Earth, Planets and Space, vol.68, Article number:41, pp.1-12.

藤原 智・飛田 幹男・小沢 慎三郎(2021): 東北地方太平洋沖地震の余効変動予測モデルから見出された2015年以降の広域の新たな定常すべり, 日本地球惑星科学連合2021年大会講演予稿, SSS05-07.



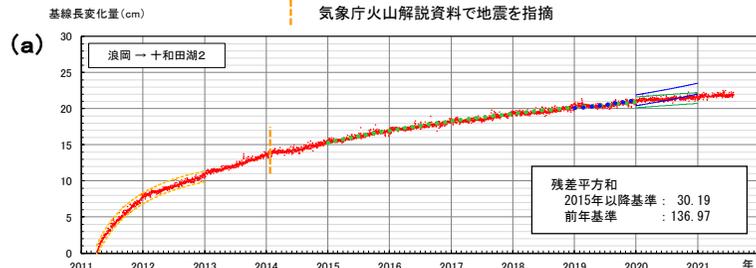
# 【参考1d】地殻変動解析のうち余効変動の近似精度の向上に関する検討 〔近似式(b) : ②近似式の変更〕



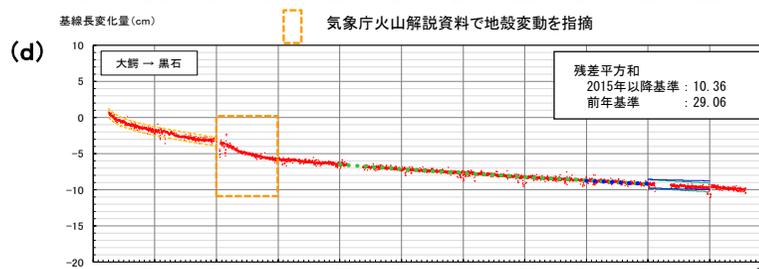
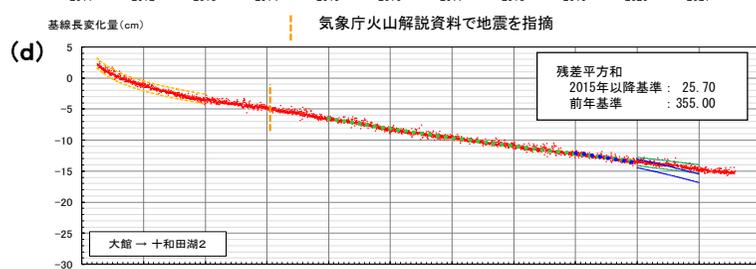
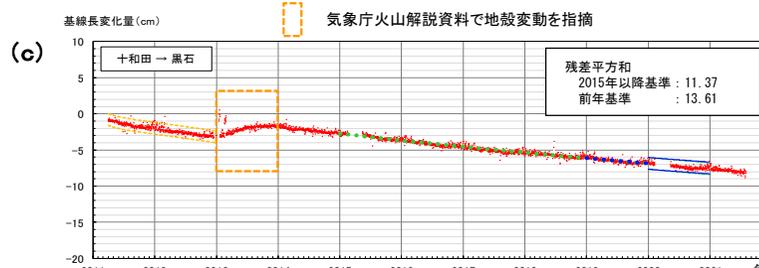
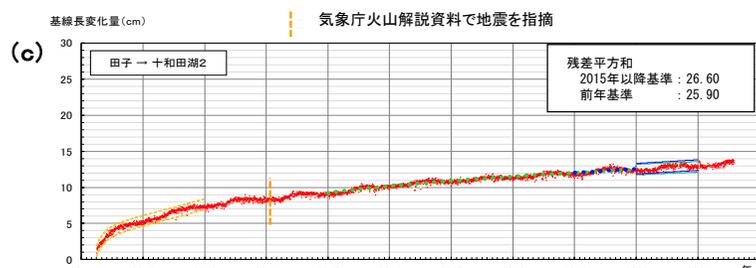
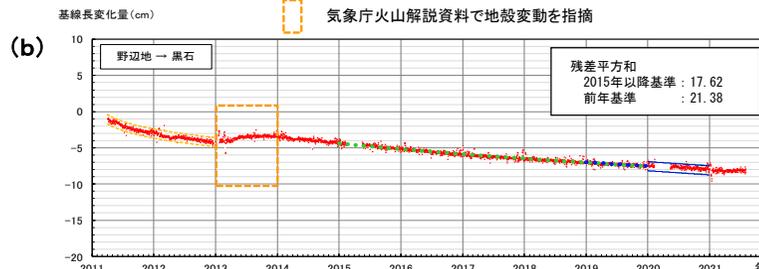
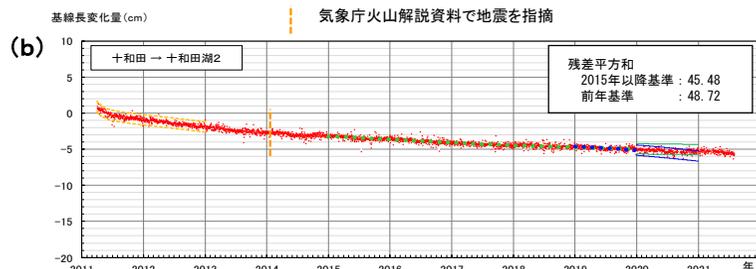
近似式(b) =  $a \ln(1+t/b) + c + d \ln(1+t/e) - f \exp(-t/g) + Vt$

基線長(十和田)

基線長(八甲田山)



- 基線長変化量
- 2015年以降近似: ●●●●●●●●
- 前年近似: ●●●●●●●●
- 2020年管理基準: ————
- 2015年以降基準: ————
- 前年基準: ————



【参考1d】地殻変動解析のうち余効変動の近似精度の向上に関する検討  
 [参考 残差平方和の比較]



基線		残差平方和			
		現在の近似式(a)		近似式(b)	
		2015年以降 基準	前年基準	2015年以降 基準	前年基準
十和田	(a)浪岡一十和田湖2	17.65	15.32	30.19	136.97
	(b)十和田一十和田湖2	29.55	22.76	45.48	48.72
	(c)田子一十和田湖2	24.52	22.97	26.60	25.90
	(d)大館一十和田湖2	24.99	24.86	25.70	355.00
八甲田山	(a)青森A一黒石	13.55	12.99	12.50	925.21
	(b)野辺地一黒石	13.91	30.38	17.62	21.38
	(c)十和田一黒石	31.67	13.30	11.37	13.61
	(d)大鱒一黒石	29.54	15.79	10.36	29.06

赤字: 同近似式での比較の結果, 残差平方和が小さい

$$\text{現在の近似式(a)} = a \ln(1+t/b) + c + Vt$$

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

# 【参考1e】地殻変動解析における茂木モデルに基づいた試算 〔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：後カルデラ期に大規模な噴火を起こした火口であり、現在も地震活動が比較的集中する十和田湖中湖の直下
- ・八甲田山：完新世に複数の噴火が発生しており、また2013年において地震・地殻変動が発生した大岳の直下

【鉛直位置】

- ・マグマ供給率の算出に用いる地表の地殻変動はマグマ位置が深いほど、変化が小さくなる
- ・マグマだまりの深さは、東宮(1997)によるマグマ中立点とSiO<sub>2</sub>の関係に基づき仮定した10kmと、更に浅部における蓄積を想定して5kmと仮定



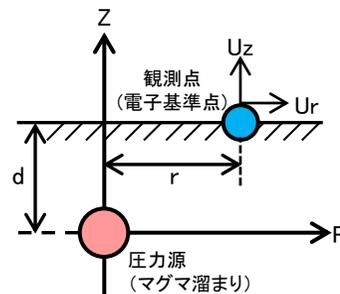
Druitt et al.(2012)によるミノア噴火直前のマグマ供給率の最小値(0.05km<sup>3</sup>/年)を適用し、Kozono et al.(2013)式より、十和田及び八甲田山における各電子基準点において、鉛直及び水平方向の地殻変動の変動率を算出した。

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

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

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

$\Delta V_G$ : 圧力源の体積変化(km<sup>3</sup>)     $\nu$ : 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(Mogiモデル(Mogi, 1958))が有効であるとされている。
- ・Kozono et al. (2013)では、Mogi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) $\Delta V_G$ (km<sup>3</sup>/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。

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, doi:10.1007/s00445-013-0695-4.

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.

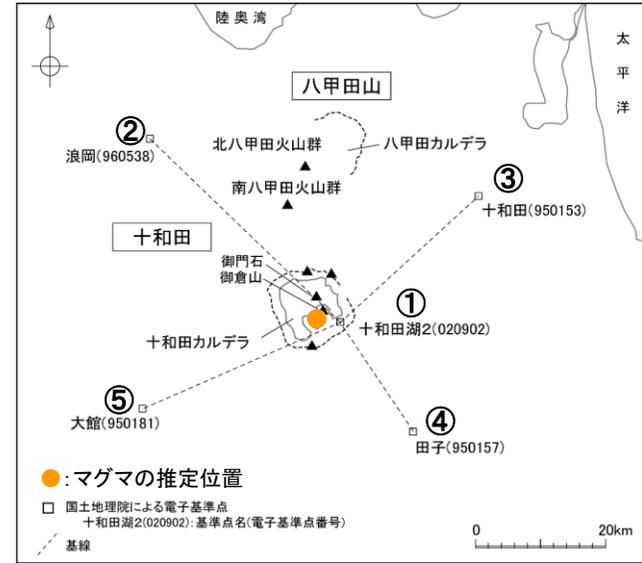
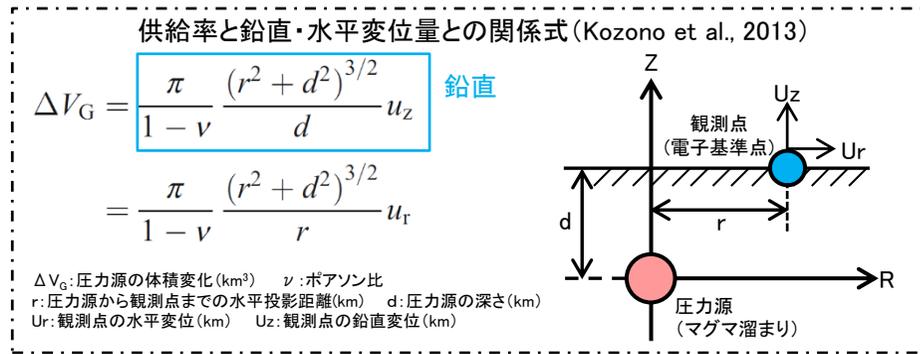
T. H. Druitt, F. Costa, E. Deloule, M. Dungan and B. Scaillet (2012): Decadal to monthly timescales of magma transfer and reservoir growth at a caldera volcano, Nature, 482, pp.77-82.

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, 575p.

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.

# 【参考1e】地殻変動解析における茂木モデルに基づいた試算 〔十和田・鉛直〕

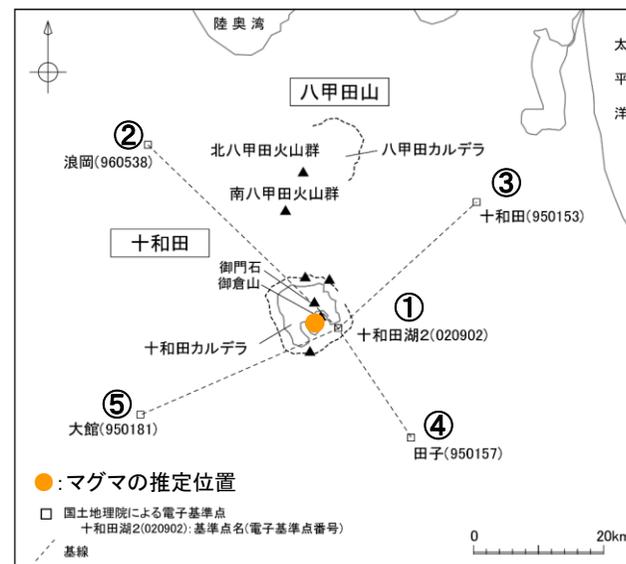
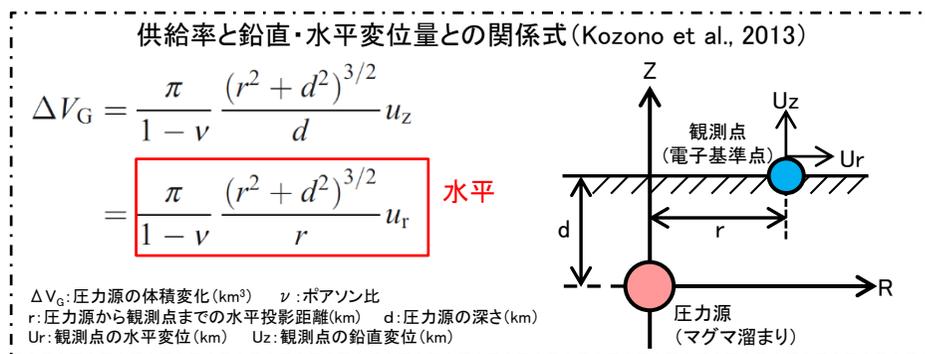
鉛直方向の変動率は、圧力源の深さ10km及び5kmそれぞれで、①十和田湖2において約10cm<sup>3</sup>/年及び約26cm<sup>3</sup>/年に相当し、各基線において1年間で約9cm/年及び約26cm/年の比高変化が想定される



項目	単位	観測点					備考	
		①十和田湖2	②浪岡	③十和田	④田子	⑤大館		
入力値	$\Delta V_G$ 体積変化(マグマ供給率)	km <sup>3</sup> /年	0.05					Druitt et al.(2012)を参照
	$\nu$ ポアソン比	—	0.25					下鶴ほか編(2008)を参照
	$r$ 圧力源から観測点までの水平投影距離	km	3.52	39.24	32.21	22.66	30.46	
	$d$ 圧力源の深さ	km	10 5					上段(東宮(1997)より仮定) 下段(更に浅部での蓄積を想定)
出力値	$U_z$ 地殻変動の変動率(鉛直:各観測点)	cm/年	10.02 26.10	0.18 0.10	0.31 0.17	0.79 0.48	0.36 0.20	上段: 圧力源深さ10km 下段: 圧力源深さ5km
	— 比高変化: 年平均値(①十和田湖2との差)	cm/年	—	9.84 26.01	9.71 25.93	9.23 25.63	9.66 25.90	上段: 圧力源深さ10km 下段: 圧力源深さ5km

# 【参考1e】地殻変動解析における茂木モデルに基づいた試算 〔十和田・水平〕

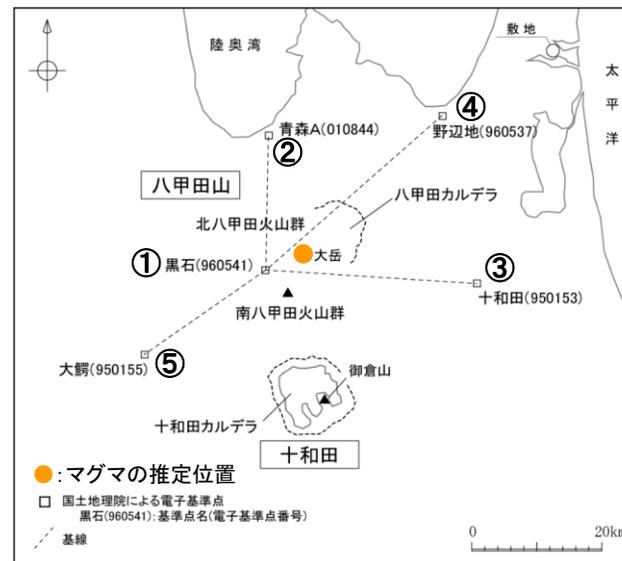
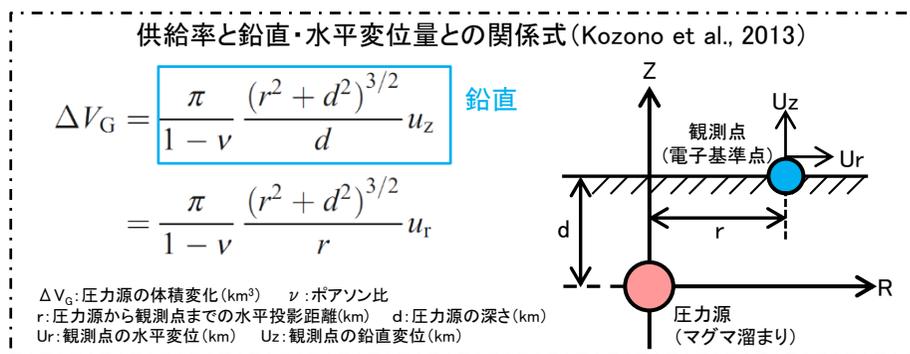
水平方向の変動率は、圧力源の深さ10km及び5kmそれぞれで、①十和田湖2において約4cm<sup>3</sup>/年及び約18cm/年に相当し、各基線において1年間で約2~3cm/年及び約17cm/年の水平距離変化が想定される。



項目	単位	観測点					備考	
		①十和田湖2	②浪岡	③十和田	④田子	⑤大館		
入力値	△V <sub>G</sub> 体積変化(マグマ供給率)	km <sup>3</sup> /年	0.05					Druitt et al.(2012)を参照
	ν ポアソン比	—	0.25					下鶴ほか編(2008)を参照
	r 圧力源から観測点までの水平投影距離	km	3.52	39.24	32.21	22.66	30.46	
	d 圧力源の深さ	km	10 5					上段(東宮(1997)より仮定) 下段(更に浅部での蓄積を想定)
出力値	U <sub>r</sub> 地殻変動の変動率(水平:各観測点)	cm/年	3.53 18.38	0.71 0.76	1.00 1.11	1.78 2.16	1.10 1.24	上段: 圧力源深さ10km 下段: 圧力源深さ5km
	— 水平距離変化: 年平均値(①十和田湖2との差)	cm/年	—	2.82 17.62	2.52 17.27	1.75 16.21	2.42 17.14	上段: 圧力源深さ10km 下段: 圧力源深さ5km

# 【参考1e】地殻変動解析における茂木モデルに基づいた試算 〔八甲田・鉛直〕

鉛直方向の変動率は、圧力源の深さ10km及び5kmそれぞれで、①黒石において約7cm<sup>3</sup>/年及び約11cm<sup>3</sup>/年に相当し、各基線において1年間で約6~7cm/年及び約10cm/年の比高変化が想定される



項目	単位	観測点					備考	
		①黒石	②青森A	③十和田	④野辺地	⑤大鰐		
入力値	$\Delta V_G$ 体積変化(マグマ供給率)	km <sup>3</sup> /年	0.05					Druitt et al.(2012)を参照
	$\nu$ ポアソン比	—	0.25					下鶴ほか編(2008)を参照
	$r$ 圧力源から観測点までの水平投影距離	km	6.55	20.35	27.29	31.16	29.49	
	$d$ 圧力源の深さ	km	10 5					上段(東宮(1997)より仮定) 下段(更に浅部での蓄積を想定)
出力値	$U_z$ 地殻変動の変動率(鉛直:各観測点)	cm/年	6.99 10.67	1.02 0.65	0.49 0.28	0.34 0.19	0.40 0.22	上段: 圧力源深さ10km 下段: 圧力源深さ5km
	— 比高変化:年平均値(①黒石との差)	cm/年	—	5.96 10.02	6.50 10.39	6.65 10.48	6.59 10.44	上段: 圧力源深さ10km 下段: 圧力源深さ5km

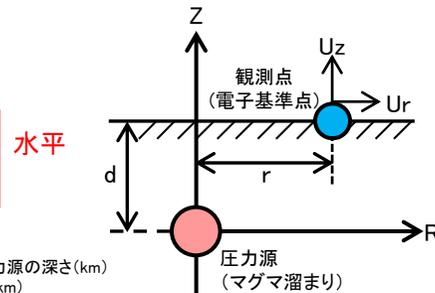
# 【参考1e】地殻変動解析における茂木モデルに基づいた試算 〔八甲田・水平〕

水平方向の変動率は、圧力源の深さ10km及び5kmそれぞれで、①黒石において約5cm<sup>3</sup>/年及び約14cm<sup>3</sup>/年に相当し、各基線において1年間で約3~4cm及び約12cm/年の水平距離変化が想定される。

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

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

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



$\Delta V_G$ : 圧力源の体積変化 (km<sup>3</sup>)     $\nu$ : 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	観測点					備考
		①黒石	②青森A	③十和田	④野辺地	⑤大鰐	
入力値	$\Delta V_G$ 体積変化(マグマ供給率)	0.05					Druitt et al.(2012)を参照
	$\nu$ ポアソン比	0.25					下鶴ほか編(2008)を参照
	$r$ 圧力源から観測点までの水平投影距離	6.55	20.35	27.29	31.16	29.49	
	$d$ 圧力源の深さ	10 5					上段(東宮(1997)より仮定) 下段(更に浅部での蓄積を想定)
出力値	$U_r$ 地殻変動の変動率(水平:各観測点)	4.58 13.97	2.08 2.64	1.33 1.53	1.06 1.18	1.17 1.32	上段: 圧力源深さ10km 下段: 圧力源深さ5km
	— 水平距離変化:年平均値(①黒石との差)	—	2.49 11.33	3.25 12.45	3.52 12.79	3.41 12.66	上段: 圧力源深さ10km 下段: 圧力源深さ5km

# 【参考1f】地殻変動解析における茂木モデルに基づいた試算 〔判断基準を超過するマグマ供給率〕

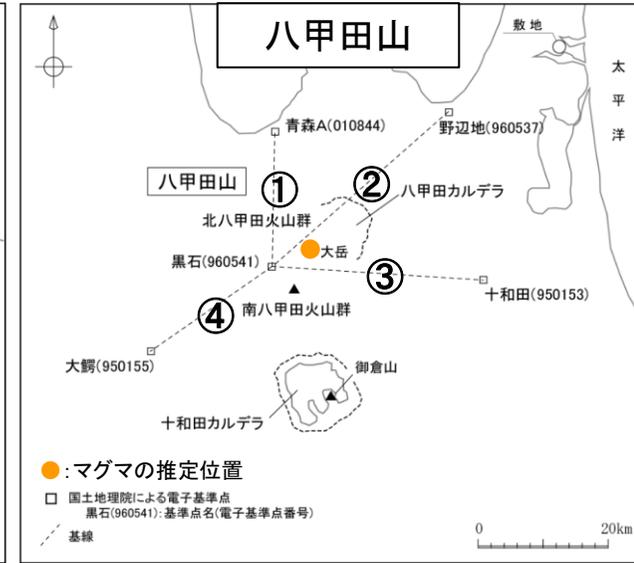
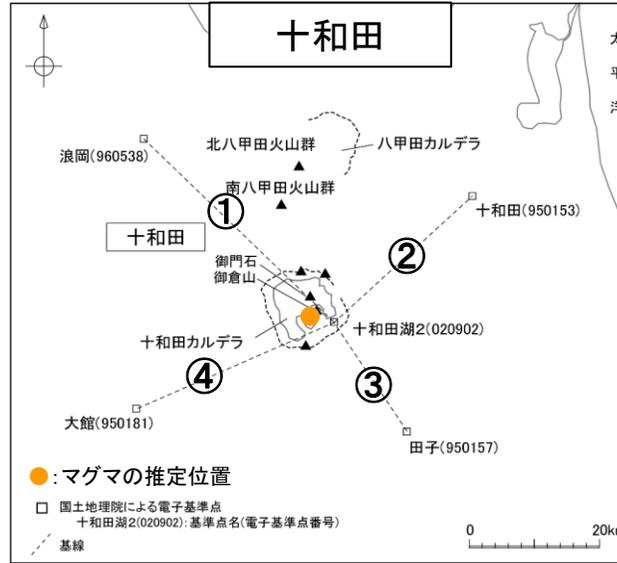
前頁までと同様の条件で、Kozono et al.(2013)式より、鉛直及び水平方向において、十和田及び八甲田山の判断基準(管理基準幅 $3\sigma$ を2基線以上で超過)を上回るマグマ供給率を算出した。

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

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

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

$\Delta V_G$ : 圧力源の体積変化 ( $\text{km}^3$ )     $\nu$ : ポアソン比  
 $r$ : 圧力源から観測点までの水平投影距離 ( $\text{km}$ )     $d$ : 圧力源の深さ ( $\text{km}$ )  
 $U_r$ : 観測点の水平変位 ( $\text{km}$ )     $U_z$ : 観測点の鉛直変位 ( $\text{km}$ )

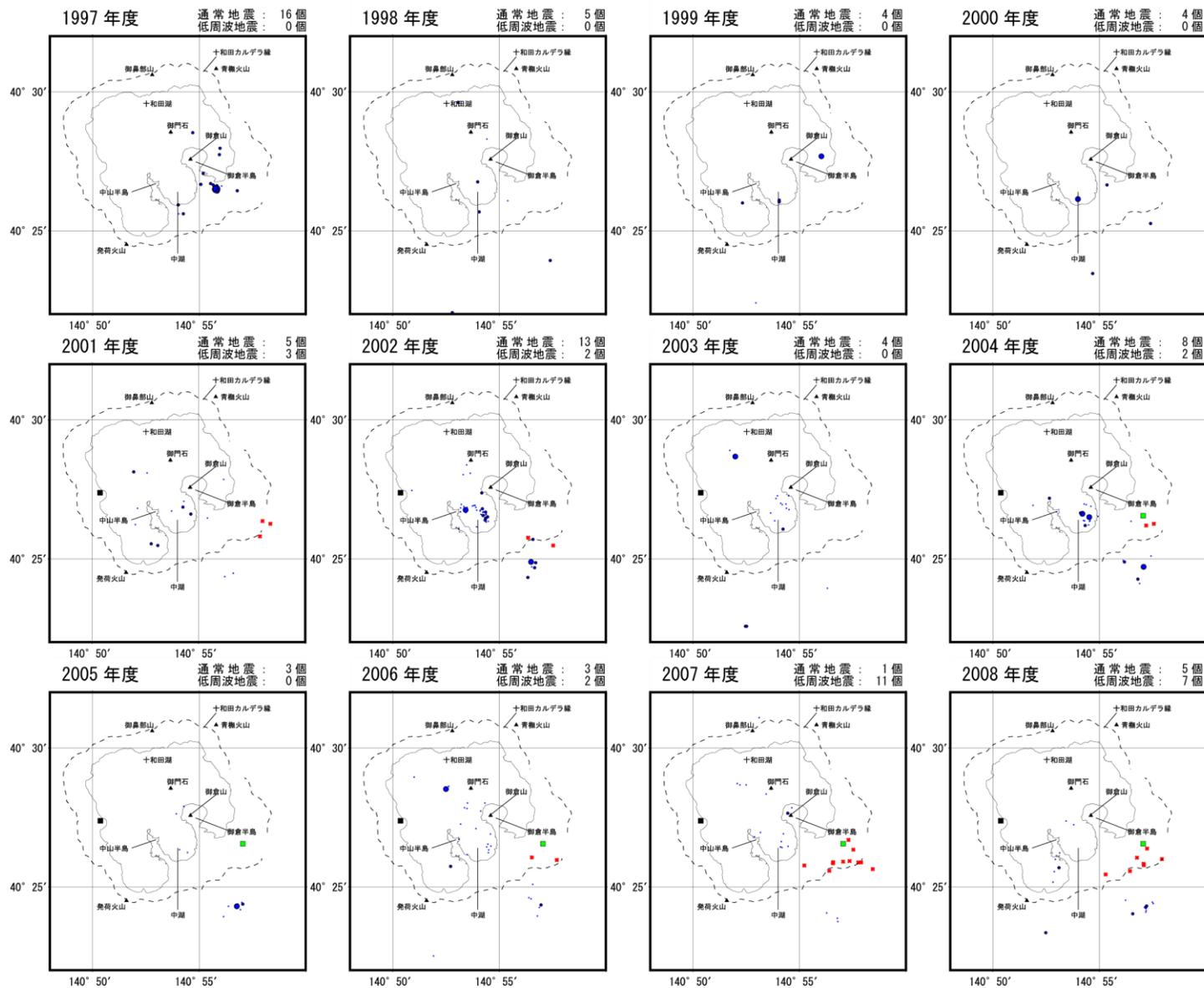


項目	単位	十和田		八甲田山		備考
		鉛直	水平	鉛直	水平	
$\nu$ ポアソン比	—	0.25				下鶴ほか編(2008)を参照
a $\Delta V_G$ 判断基準超過する圧力源深さ10kmでのマグマ供給率	$\text{km}^3/\text{年}$	0.01	0.015	0.013	0.01	管理基準幅( $3\sigma$ )を2基線以上で超える値を探索(0.001毎に変化)
b $\Delta V_G$ 判断基準超過する圧力源深さ5kmでのマグマ供給率	$\text{km}^3/\text{年}$	0.004	0.003	0.008	0.003	
判断基準超過の基線(a: 深さ10km供給)	—	③④	①②④	②③④	②④	
判断基準超過の基線(b: 深さ5km供給)	—	②③④	①②③④	②③④	②④	

余白

# 【参考2a】十和田の地震活動

## 〔地震：震央分布 1997年度～2008年度〕



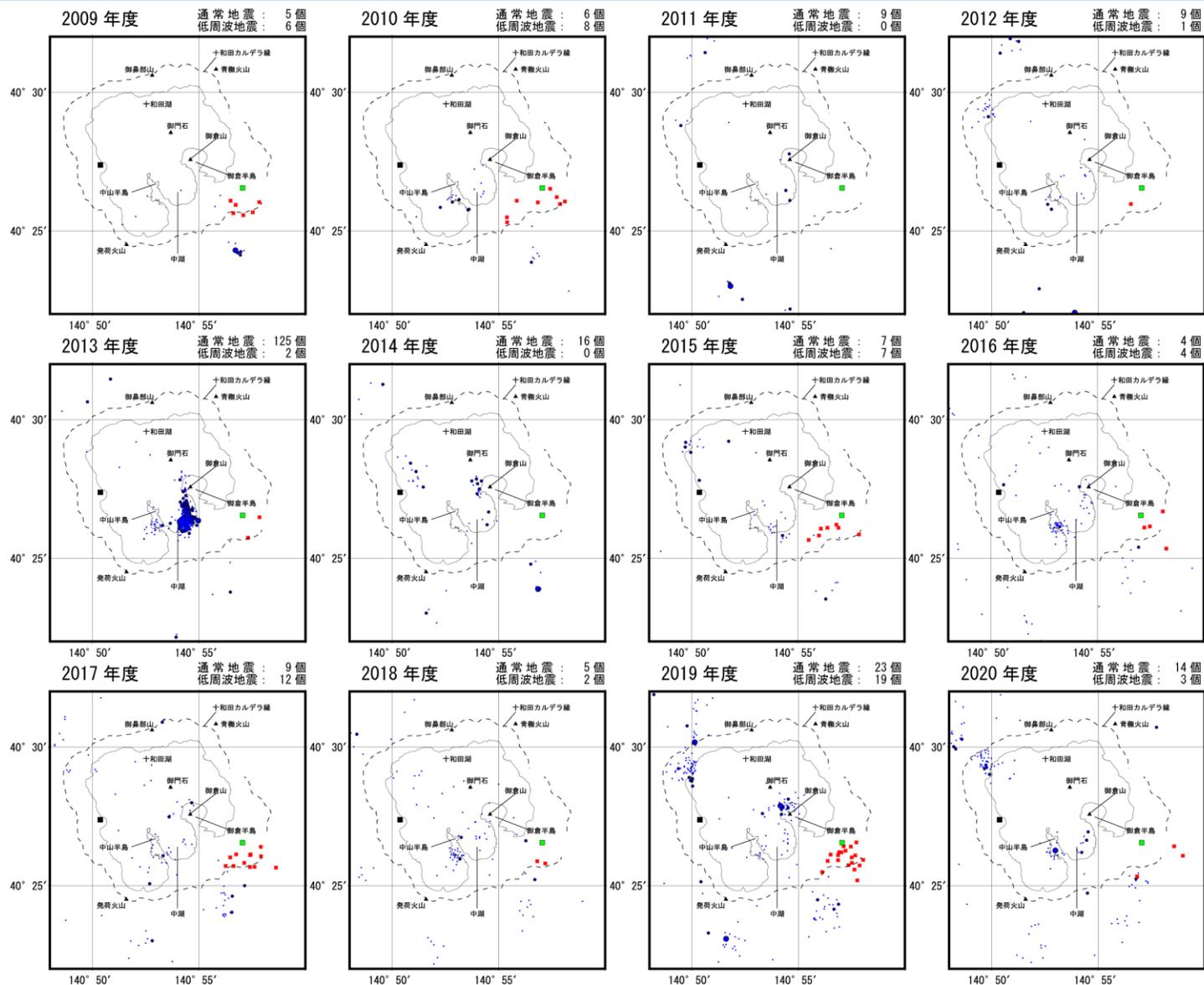
### 特記事項

⇒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。



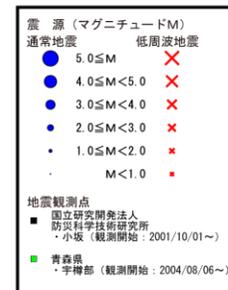
# 【参考2a】十和田の地震活動

## 〔地震：震央分布 2009年度～2021年度〕



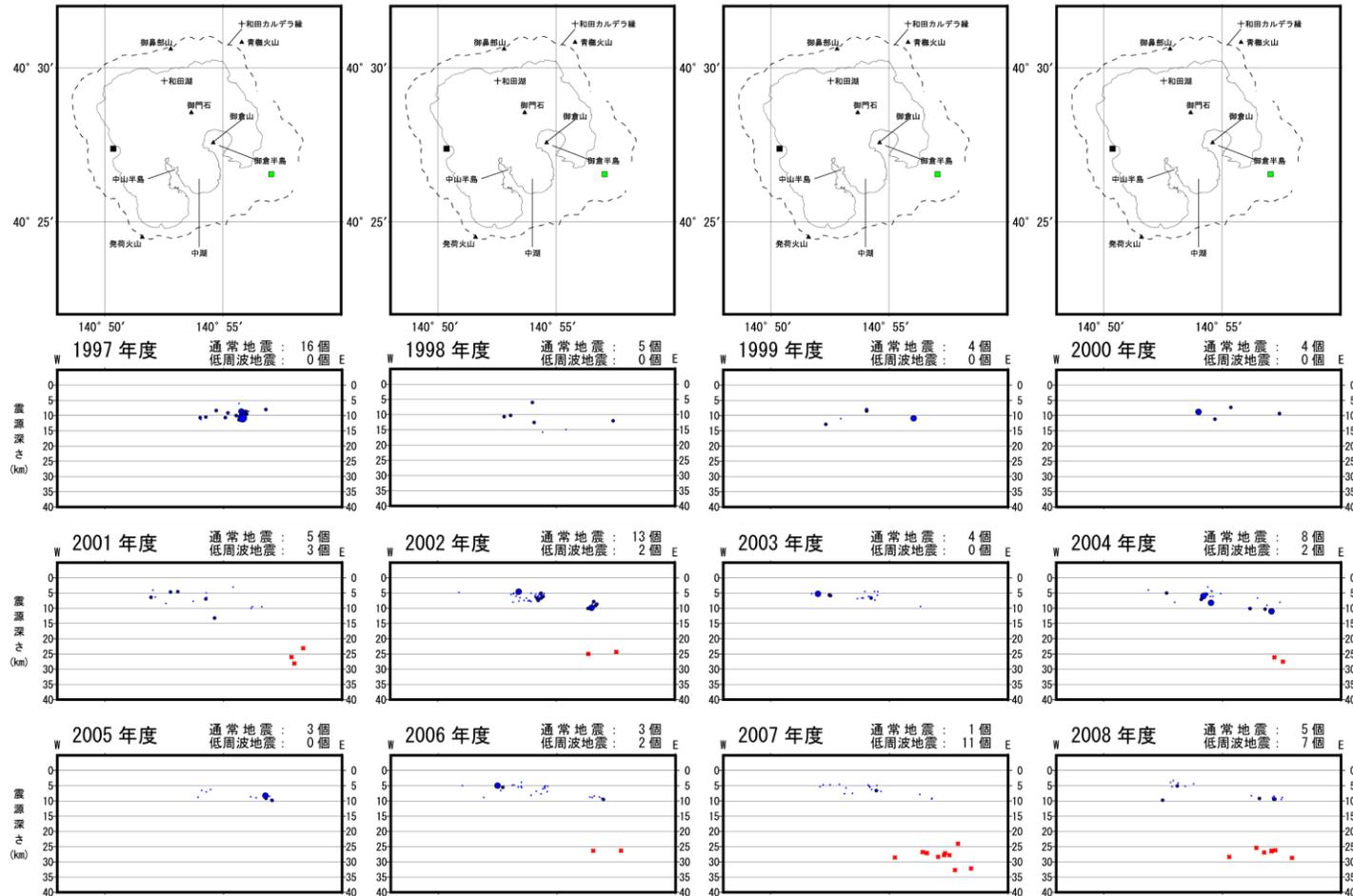
### 特記事項

⇒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。



# 【参考2a】十和田の地震活動

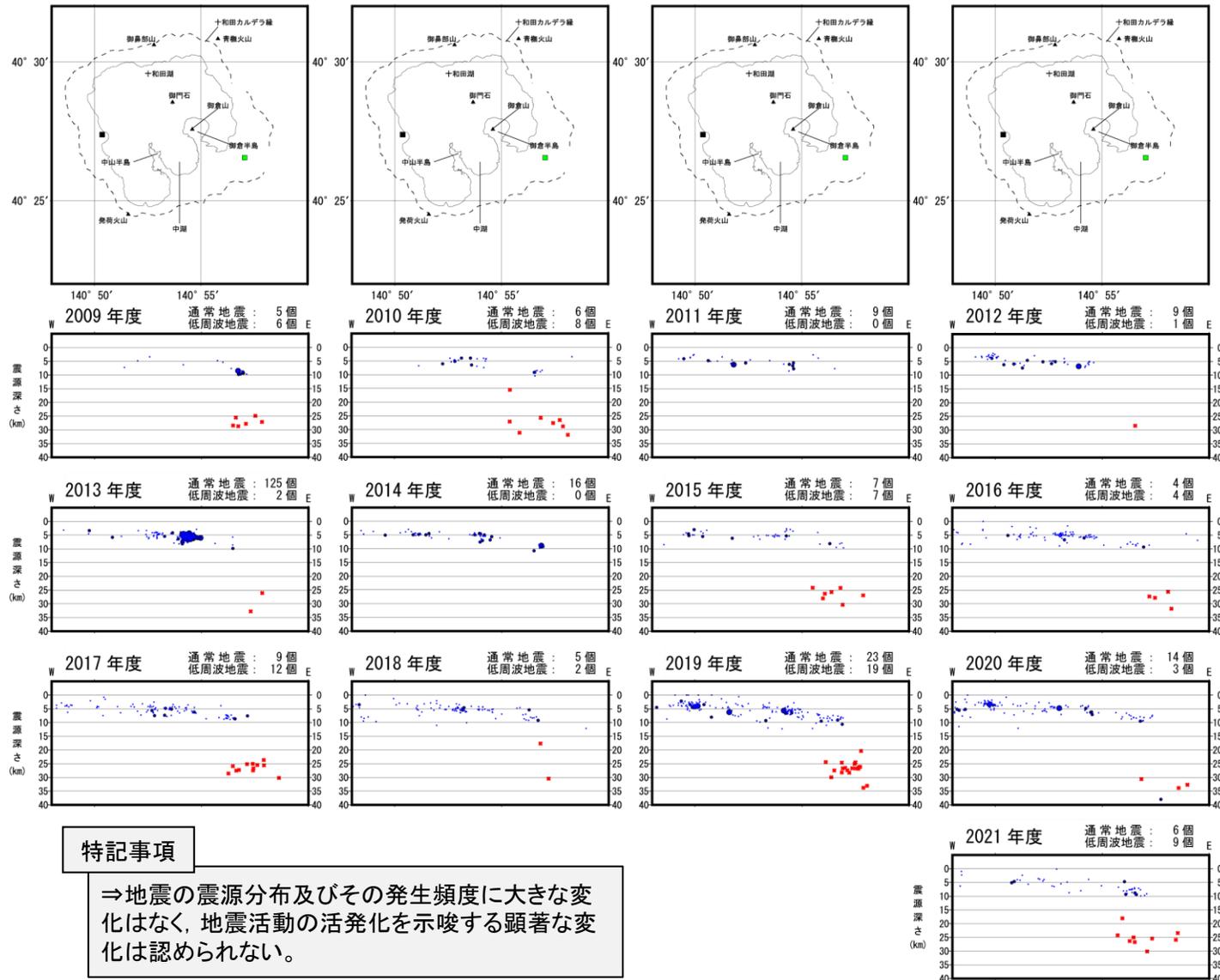
## 〔地震：東西断面 1997年度～2008年度〕



### 特記事項

⇒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。

# 【参考2a】十和田の地震活動 〔地震：東西断面 2009年度～2021年度〕

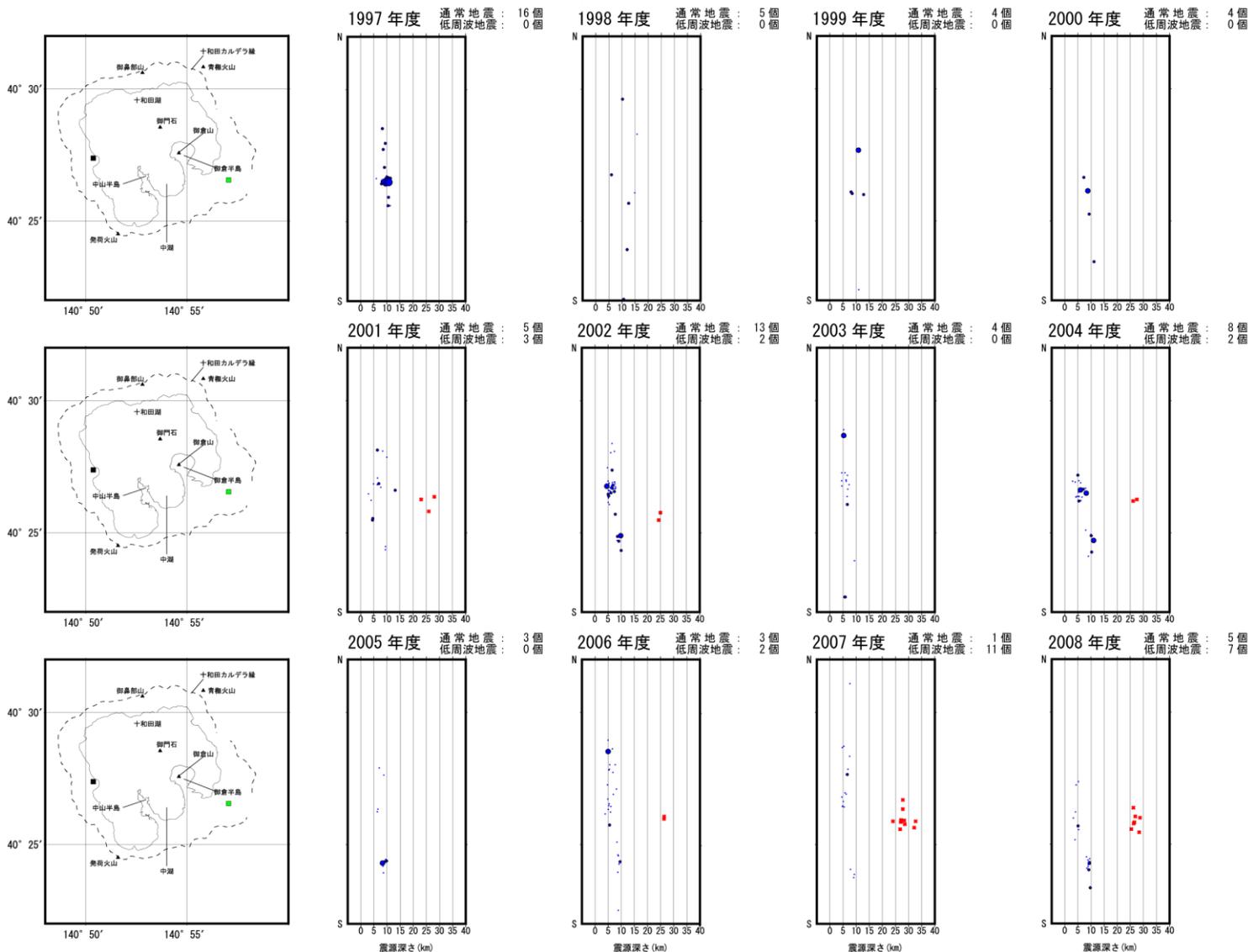


### 特記事項

⇒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。

# 【参考2a】十和田の地震活動

## 〔地震:南北断面 1997年度～2008年度〕



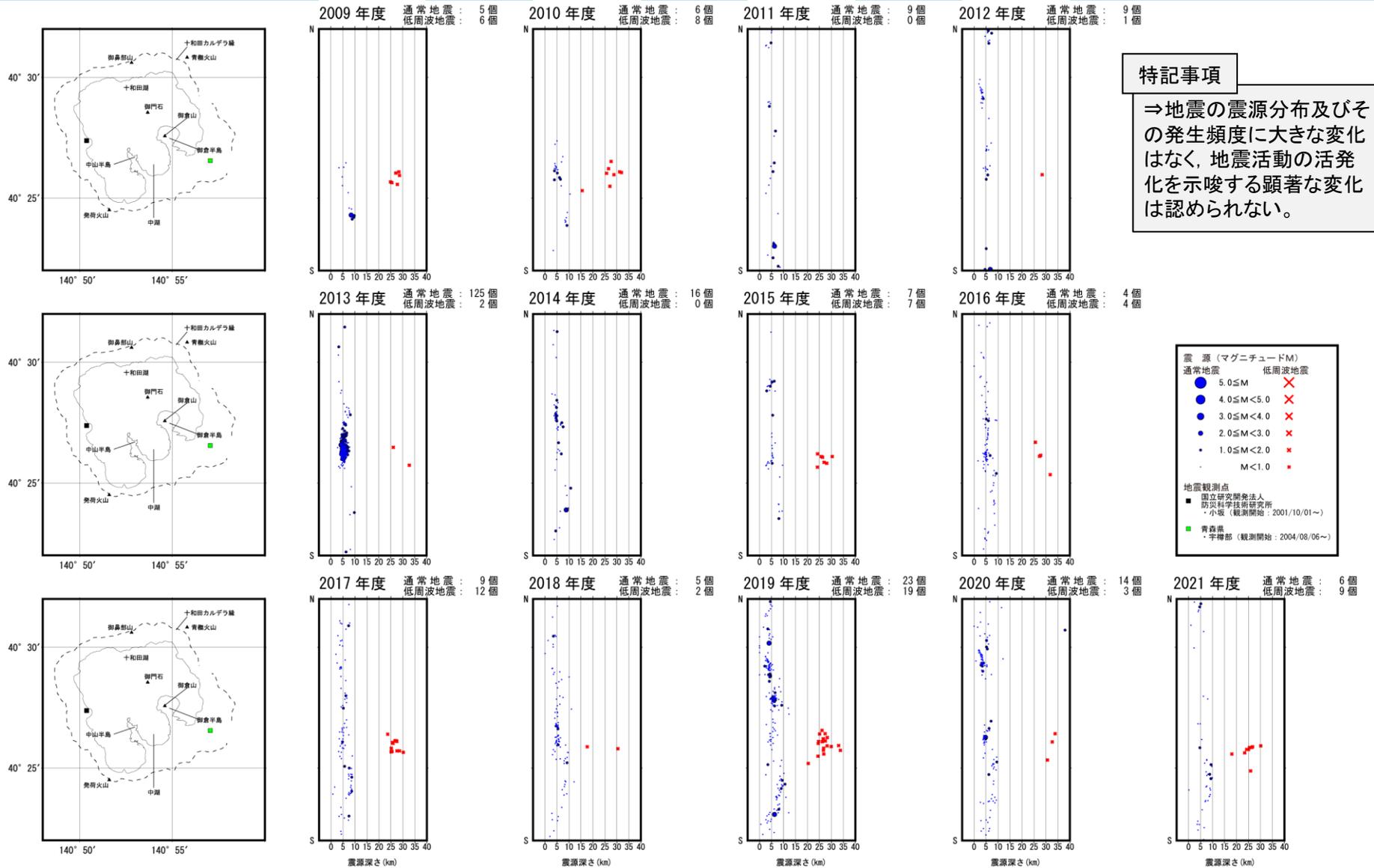
**特記事項**

⇒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。



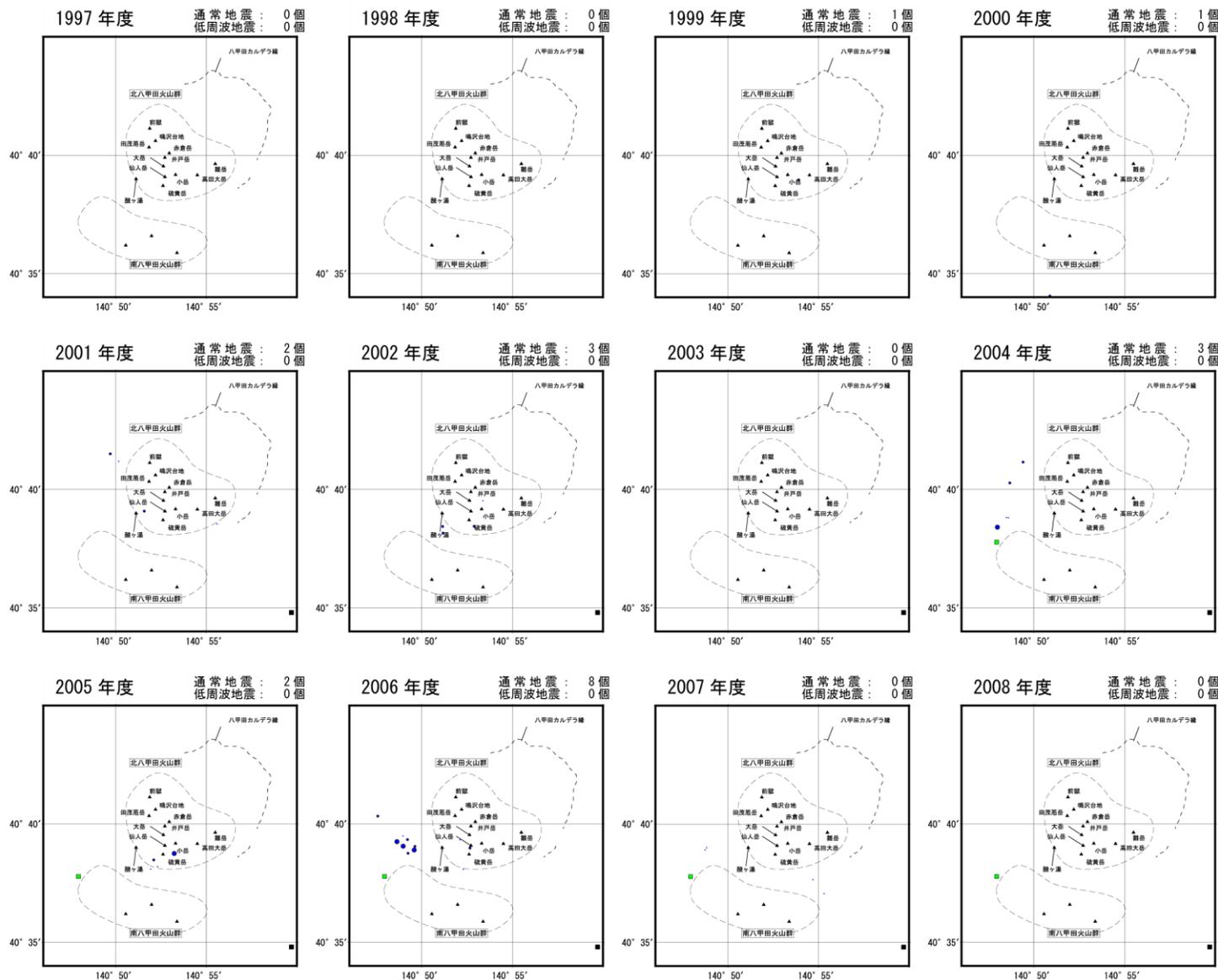
# 【参考2a】十和田の地震活動

## 〔地震：南北断面 2009年度～2021年度〕



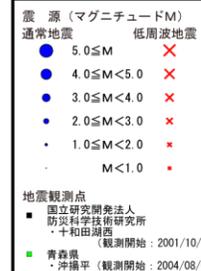
# 【参考2b】八甲田山の地震活動

## 〔地震：震央分布 1997年度～2008年度〕



### 特記事項

⇒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。

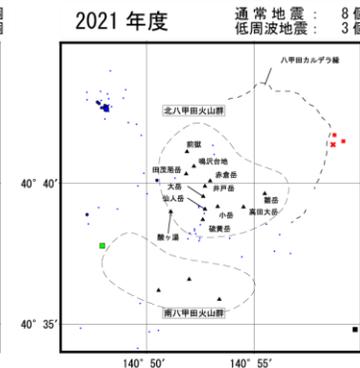
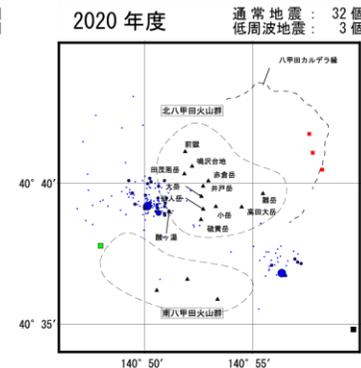
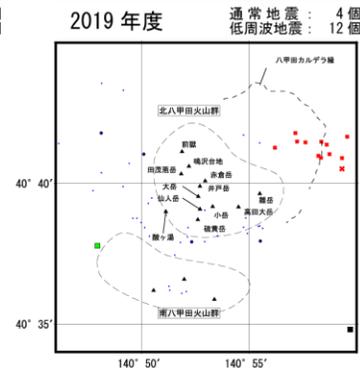
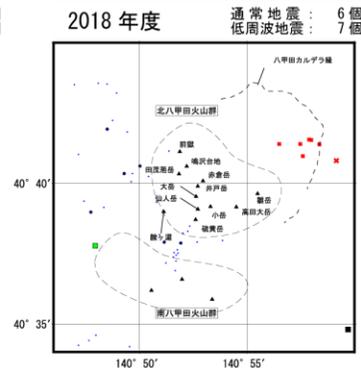
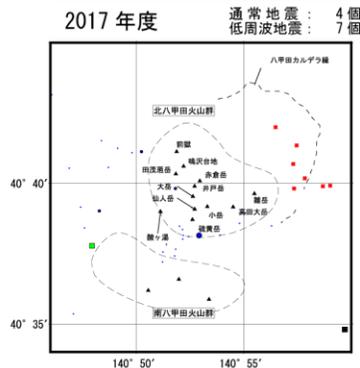
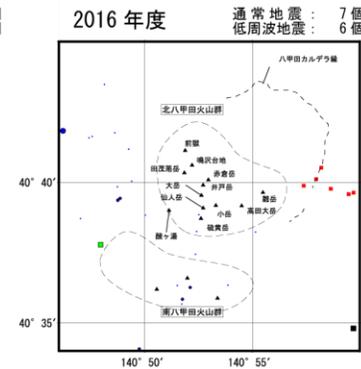
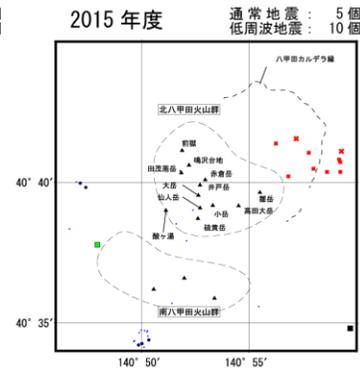
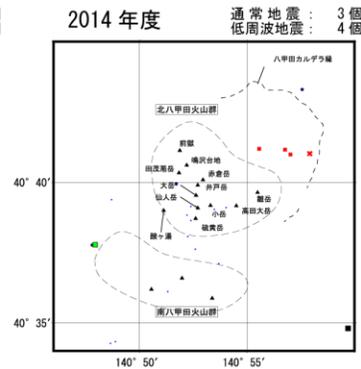
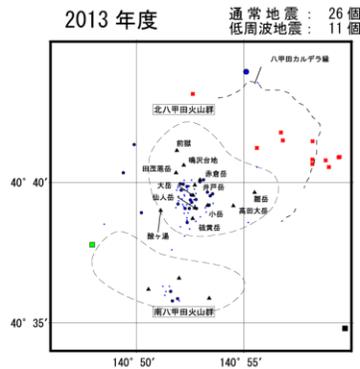
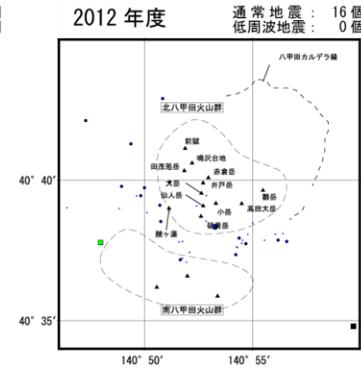
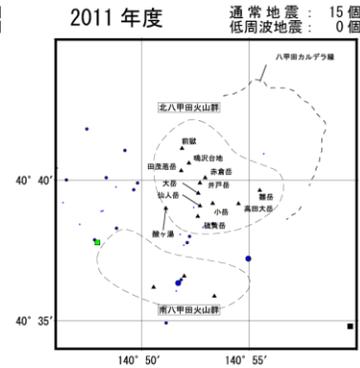
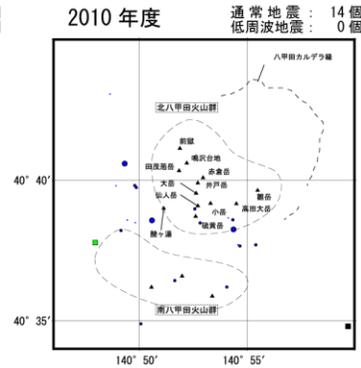
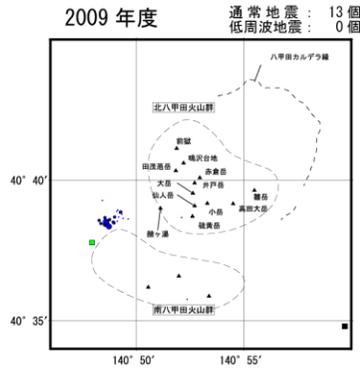


# 【参考2b】八甲田山の地震活動

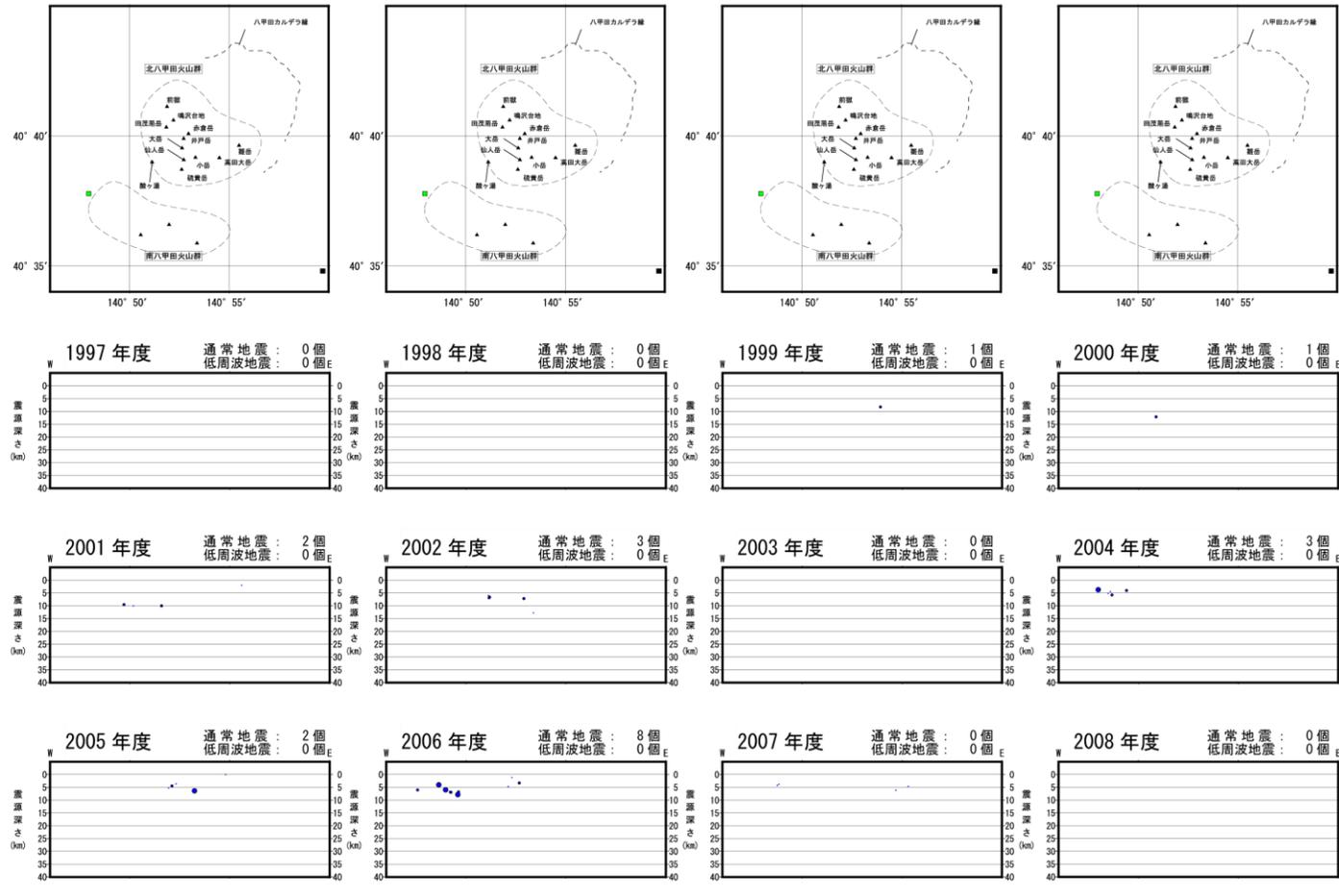
## 〔地震：震央分布 2009年度～2021年度〕

### 特記事項

⇒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。



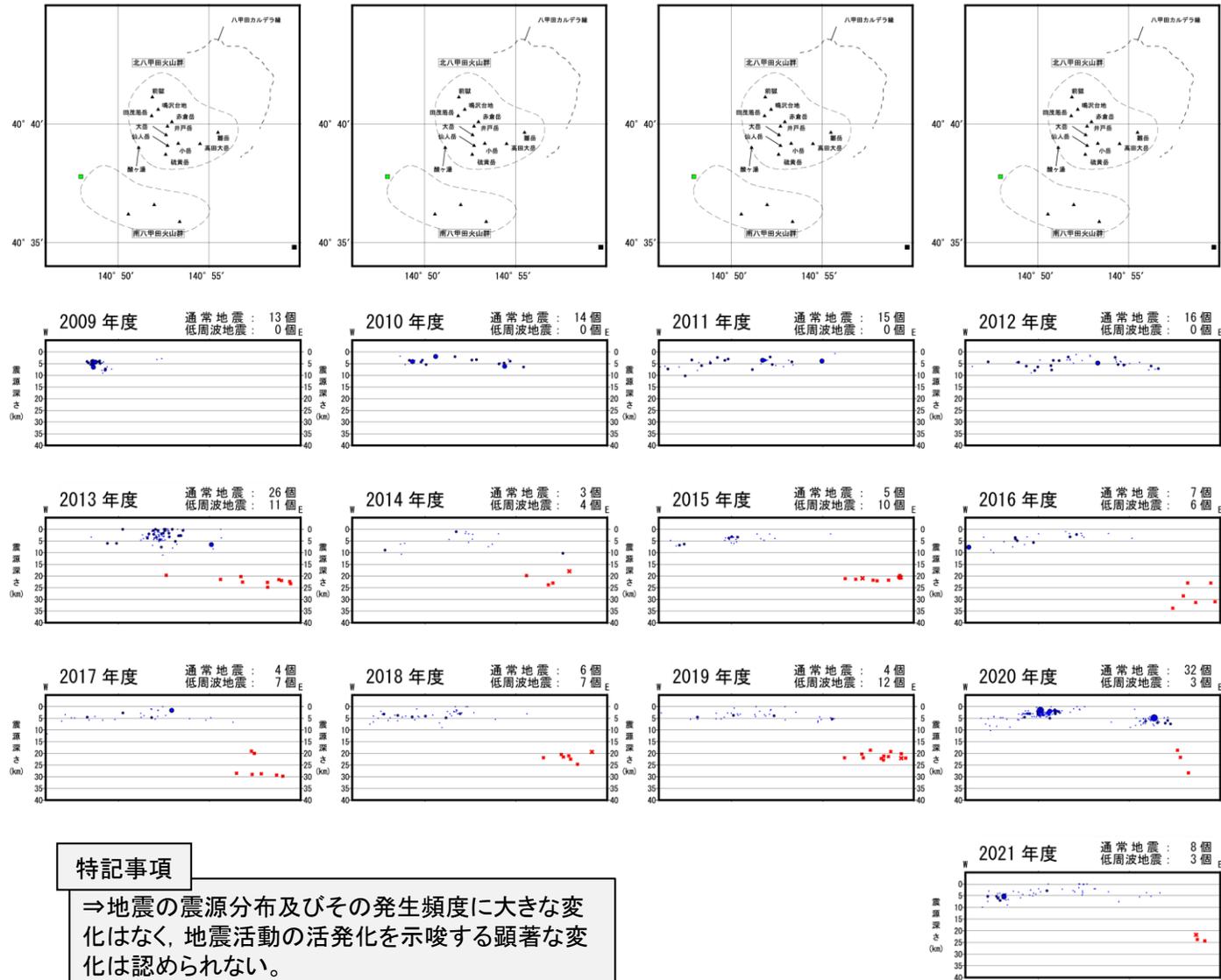
# 【参考2b】八甲田山の地震活動 〔地震：東西断面 1997年度～2008年度〕



## 特記事項

⇒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。

# 【参考2b】八甲田山の地震活動(地震:東西断面 2009年度~2021年度)



震源(マグニチュードM)

通常地震 低周波地震

- 5.0 ≤ M
- 4.0 ≤ M < 5.0
- 3.0 ≤ M < 4.0
- 2.0 ≤ M < 3.0
- 1.0 ≤ M < 2.0
- M < 1.0
- ×
- ×
- ×
- ×
- ×
- ×

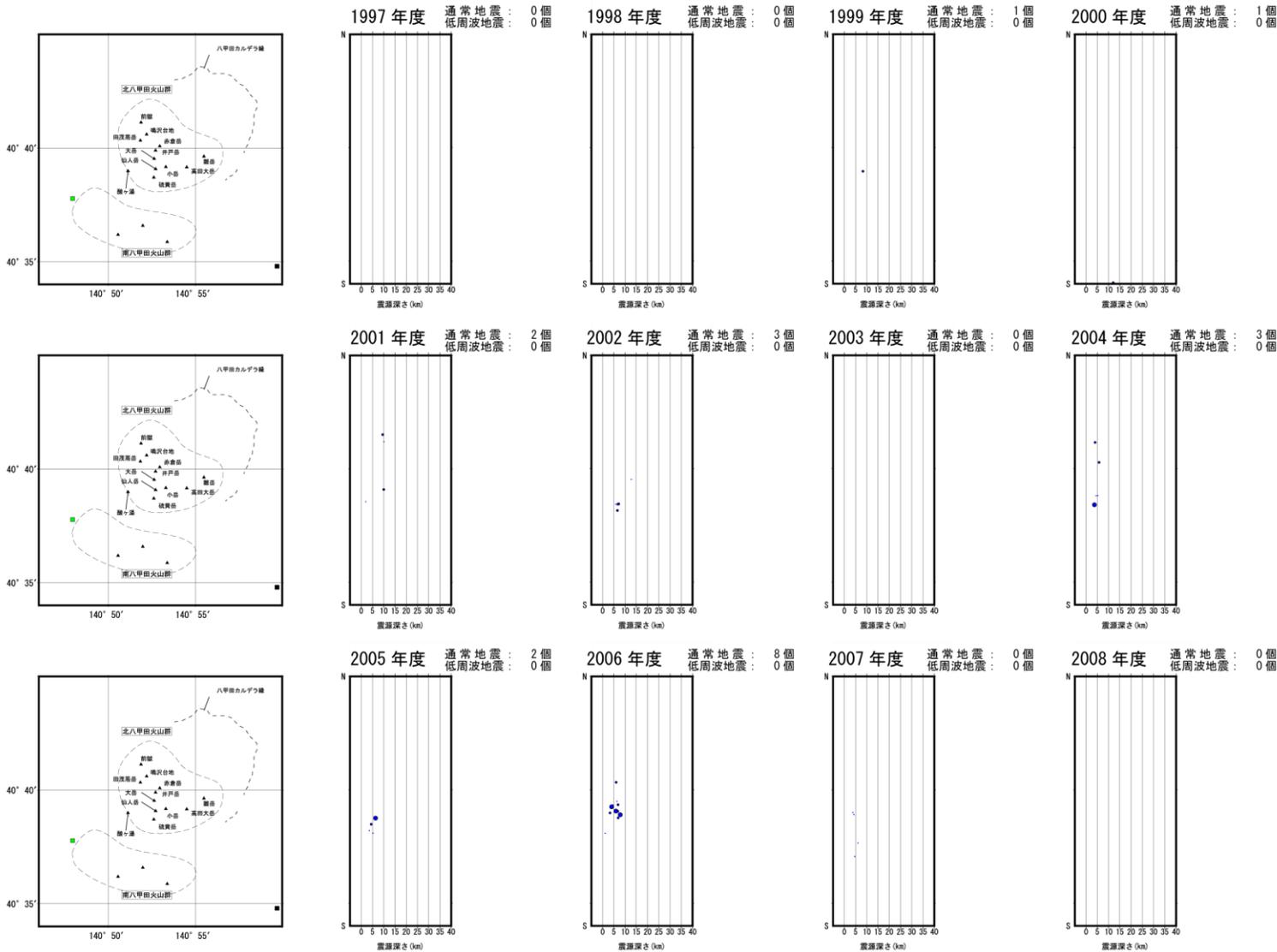
地震観測点

- 国立研究開発法人 防災科学技術研究所 十和田測点 (観測開始: 2001/10/01~)
- 青森県 沖掃平 (観測開始: 2004/08/06~)

**特記事項**

⇒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。

# 【参考2b】八甲田山の地震活動(地震:南北断面 1997年度～2008年度)

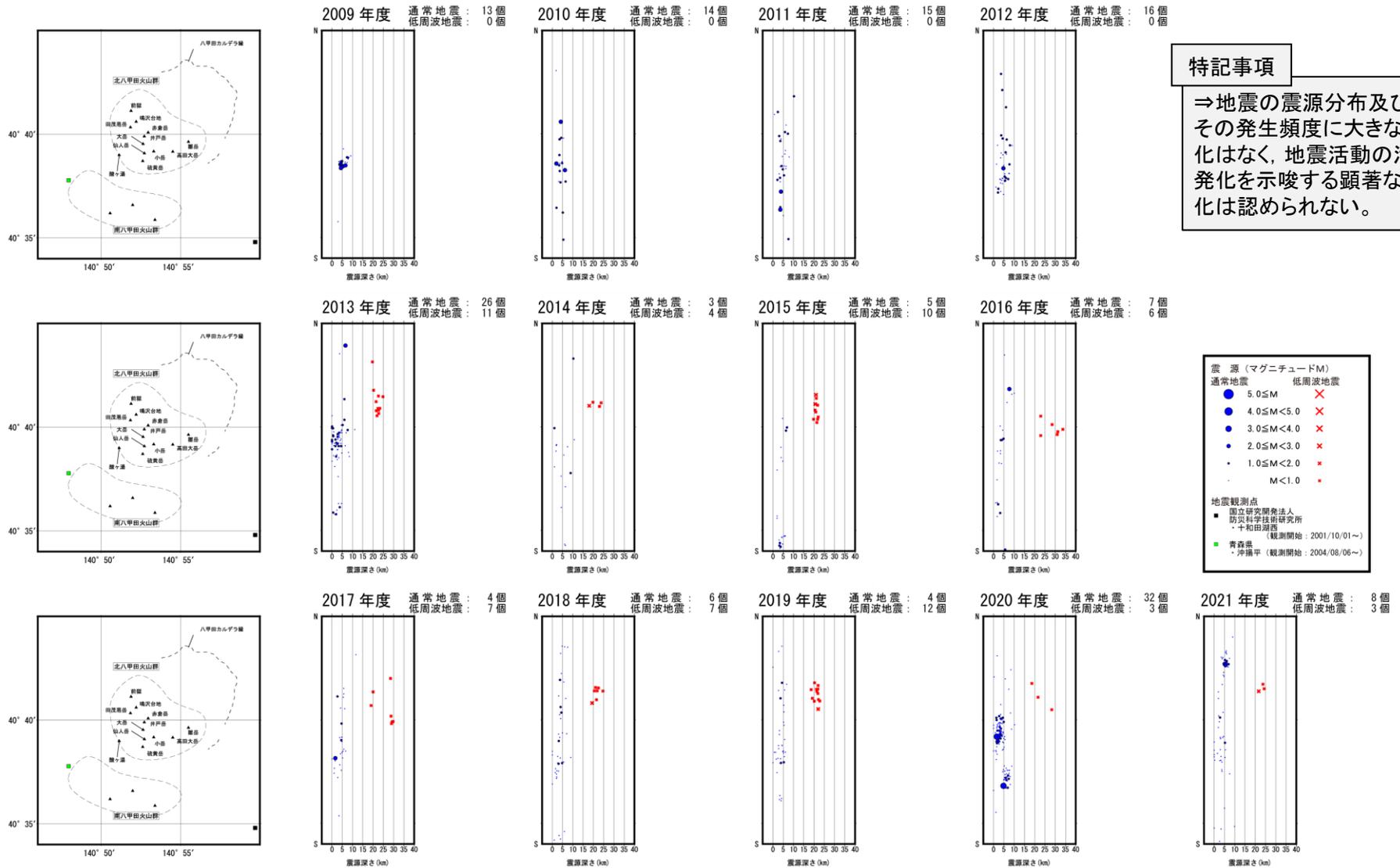


**特記事項**

⇒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。



# 【参考2b】八甲田山の地震活動(地震:南北断面 2009年度～2021年度)



# 【参考3】原子力規制委員会の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」を踏まえた整理〔十和田〕

・十和田について「観測データに有意な変化があったと判断する目安」を踏まえた整理を行い、全ての監視項目において有意な変化がないことを確認した。

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	・本資料 ・十和田の火山活動解説資料 (令和3年4月～令和4年3月)		22-25 27	・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	
		地殻変動・地盤変動	・本資料 ・十和田の火山活動解説資料 (令和3年4月～令和4年3月)		10-17 27	・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
	水準測量		・本資料		20	
	衛星観測		・本資料 ・第149回火山噴火予知連絡会資料		18-19 30	
	傾斜計		・第149回火山噴火予知連絡会資料		28	
	表面活動	・十和田の火山活動解説資料 (令和3年4月～令和4年3月) ・第149回火山噴火予知連絡会資料		27 28	・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	十和田の火山活動解説資料 (令和3年4月～令和4年3月)			・既往の火口の拡大や消長, 新たな火口や火道の形成は認められない ・マグマ成分の物理的・化学的性質に急激な変化があったとする科学的知見は認められない	
	噴火様式	十和田の火山活動解説資料 (令和3年4月～令和4年3月)			・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	比抵抗	Kanda and Ogawa(2014)		・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	
地震波速度		Nakajima et al.(2001) 中島(2017) 日本列島下の三次元地震波速度構造(海域拡大2019年版)				

Wataru Kanda and Yasuo Ogawa (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, doi:10.1186-1880-5981-66-39.  
 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, pp.21,843-21,857.  
 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.  
 防災科学技術研究所HP ([http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo\\_kozo/](http://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(海域拡大2019年版)」(解析手法等の詳細はMatsubara et al.(2019)に記載)

# 【参考3】原子力規制委員会の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」を踏まえた整理〔八甲田山〕



・八甲田山について「観測データに有意な変化があったと判断する目安」を踏まえた整理を行い、全ての監視項目において有意な変化がないことを確認した。

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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本資料</li> <li>・八甲田山の火山活動解説資料 (令和3年4月～令和4年3月)</li> </ul>		46-49 51	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・地震発生数の急激な変化は認められない</li> </ul>
		地殻変動・地盤変動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本資料</li> <li>・八甲田山の火山活動解説資料 (令和3年4月～令和4年3月)</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本資料</li> </ul>		44	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既往の傾向と比較して, 急激な変化は認められない</li> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本資料</li> <li>・第149回火山噴火予知連絡会資料</li> </ul>		42-43 54		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第149回火山噴火予知連絡会資料</li> </ul>		52		
	表面活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・八甲田山の火山活動解説資料 (令和3年4月～令和4年3月)</li> <li>・第149回火山噴火予知連絡会資料</li> </ul>		51 52	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・火山ガスの放出量に急激な変化は認められない</li> </ul>
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 (令和3年4月～令和4年3月)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・既往の火口の拡大や消長, 新たな火口や火道の形成は認められない</li> <li>・マグマ成分の物理的・化学的性質に急激な変化があったとする科学的知見は認められない</li> </ul>	
	噴火様式	八甲田山の火山活動解説資料 (令和3年4月～令和4年3月)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>	
	地下構造	比抵抗	小川(1991)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>
地震波速度		Nakajima et al.(2001) 中島(2017) 日本列島下の三次元地震波速度構造(海域拡大2019年版)			

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.

## 【参考4】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)

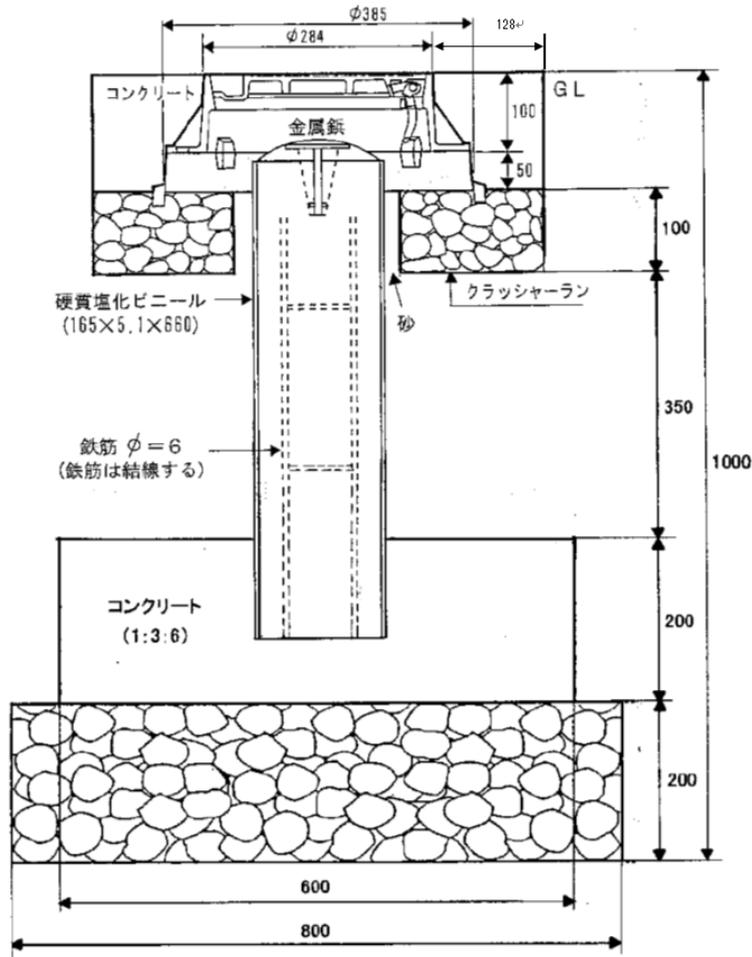
### 【八甲田山における地殻変動の把握】

- ・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)

2018・2019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。

2022年度も水準測量を実施しており, 今後も3年に1回実施  
予定。

# 【参考4】設置した水準点の仕様



設置した水準点の構造

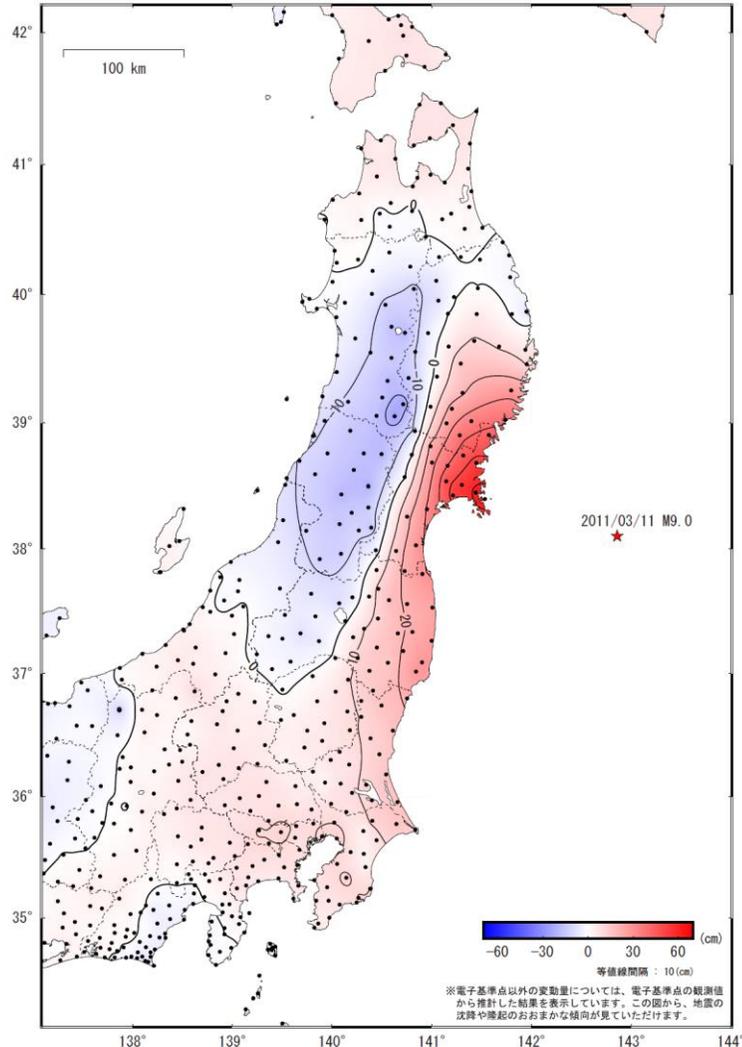


設置状況例

# 【参考5a】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]

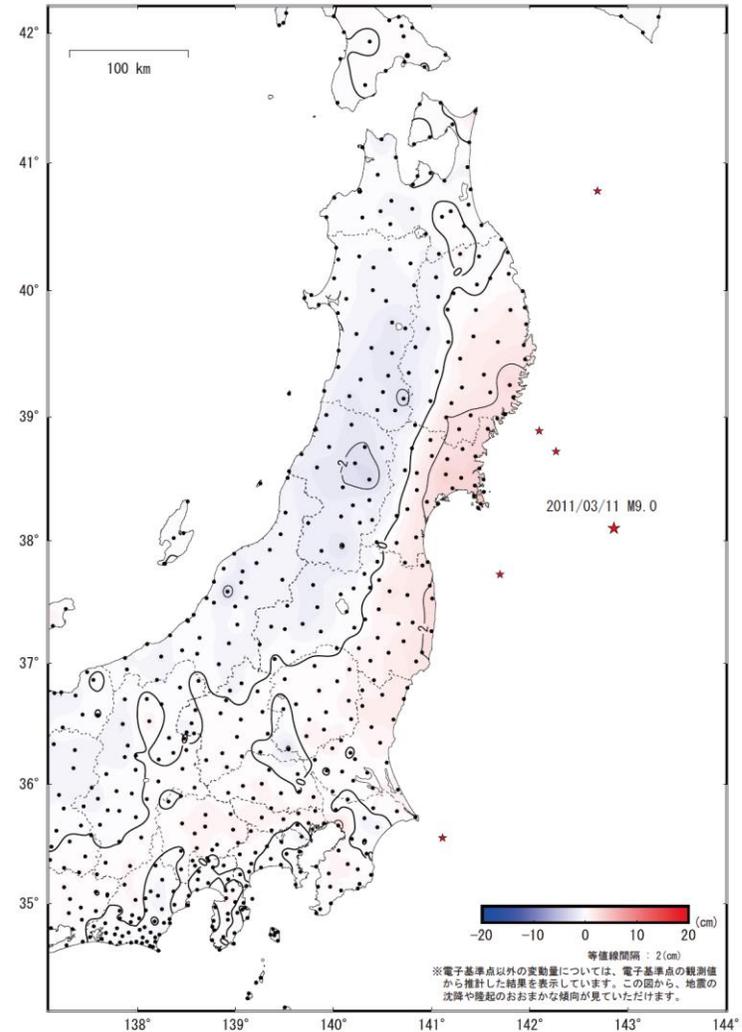


☆ 固定局 : 福江 (長崎県)

国土地理院

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)

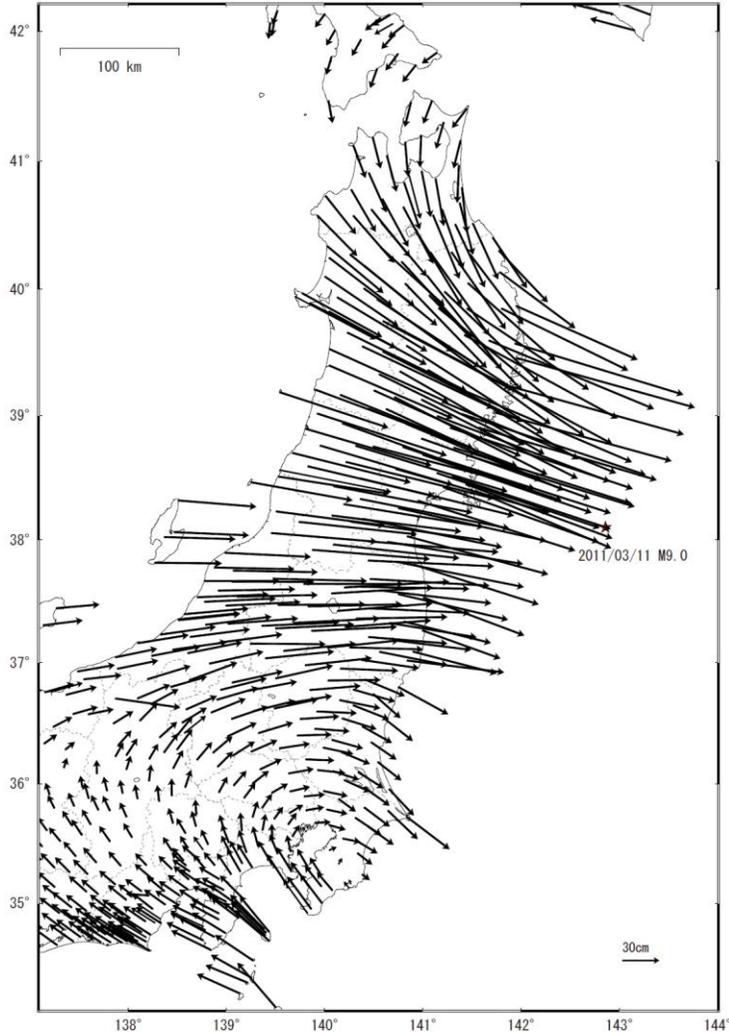
★ : 本震9年後から10年後までの期間に発生したM6.0以上の地震

国土地理院 (2021) : 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](https://www.gsi.go.jp/kanshi/h23touhoku_10years.html))

# 【参考5b】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]

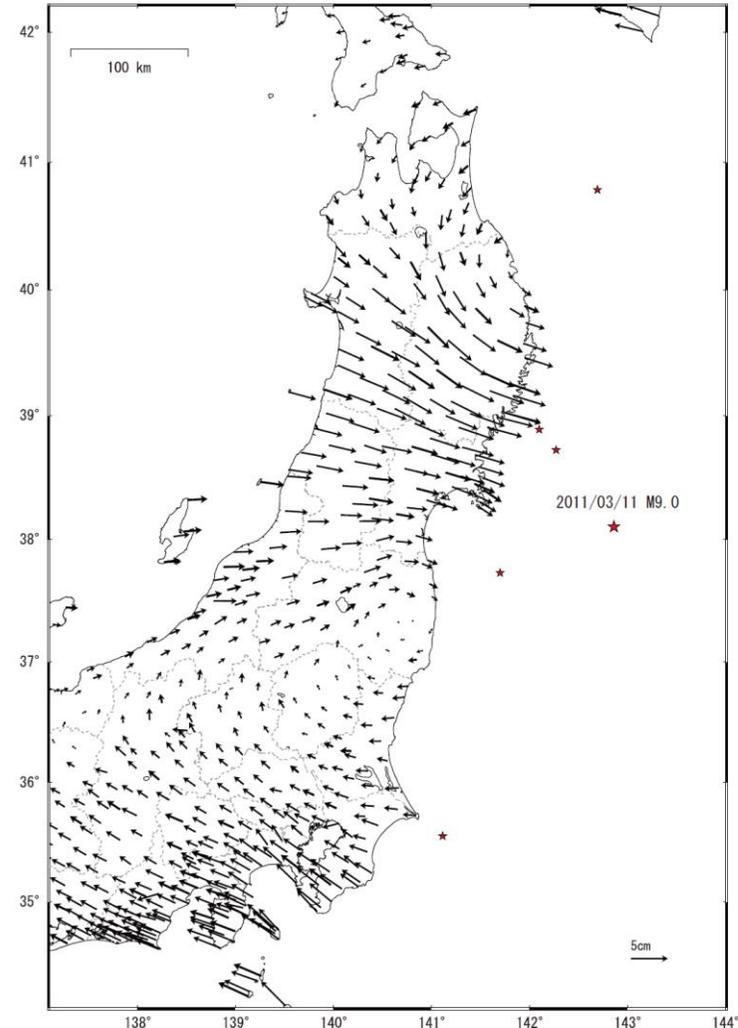


☆ 固定局 : 福江 (長崎県)

国土地理院

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]



☆ 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):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](https://www.gsi.go.jp/kanshi/h23touhoku_10years.html))

# 【参考6a】気象庁の噴火警戒レベルの判定基準(十和田)(1/3)

十和田の噴火警戒レベル判定基準

令和4年3月24日

レベル	当該レベルへの引上げの基準	当該レベルからの引下げの基準
5	<p>(5-3)  <b>【山体周辺広範囲の居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生あるいは切迫】</b>            下記の現象を生じる噴火が発生、あるいは切迫            ・火砕流、火砕サージが火口から概ね30kmの範囲に流下            ・(積雪期)融雪型火山泥流が海岸部までの河川流域の居住地域に到達</p>	<p>[噴火発生の場合]            発生した噴火の規模、様式に応じ、活動状況の経過を見つつ警戒が必要な範囲を再検討の上、レベル5の中で切り替える            噴火が終息し、火山活動の低下が認められた場合、噴火発生場所、規模に応じて警戒が必要な範囲を再検討の上、レベル3以下に引き下げる</p> <p>[噴火未発生の場合]            左記に該当する現象が観測されなくなり、火山活動の低下が明確に認められた場合、地殻変動源や噴気、地熱の活動領域から警戒が必要な範囲を再検討の上、レベル3以下に引き下げる</p>
	<p>(5-2)  <b>【山体周辺の居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生あるいは切迫】</b>            下記の現象を生じる噴火が発生、あるいは切迫            ・火砕流、火砕サージが火口から概ね4kmを超えて概ね20km(最大23km)まで流下            下記の現象を観測した場合            ・レベル4-2に示した現象の更なる増大、変化速度の急激な上昇            ・レベル5-1に示した規模の噴火の頻発、規模増大</p>	
	<p>(5-1)  <b>【火口近傍の居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生あるいは切迫】</b>            下記の現象を生じる噴火が発生、あるいは切迫            ・大きな噴石が火口から概ね4km以内に飛散            ・火砕流・火砕サージが想定火口から概ね4km以内に到達            ・湖底で、湖面上に影響を及ぼす小規模な噴火が発生</p>	

## 【参考6a】気象庁の噴火警戒レベルの判定基準(十和田)(2/3)

十和田の噴火警戒レベル判定基準

令和4年3月24日

レベル	当該レベルへの引上げの基準	当該レベルからの引下げの基準
4	(4-2) <b>【山体周辺の居住地域に重大な被害を及ぼす噴火の可能性】</b> 下記の現象を観測した場合 ・レベル4-1に示した火山活動の規模増大 ・新鮮なマグマを含む浮遊物等、湖底でのマグマの噴出を示す現象	左記に該当する現象が観測されなくなり、地震活動が低下、膨張・隆起を示す地殻変動が停止、収縮の傾向が継続した場合、レベル3以下に引き下げる ただし、レベル引下げ後に再び火山活動の高まりを示す変化が見られた場合は、基準に達していない場合でもレベル4に引き上げる。
	(4-1) <b>【火口近傍の居住地域に重大な被害を及ぼす噴火が発生する可能性】</b> 下記の現象を複数項目観測した場合 ただし、現象が顕著な場合は、単独の現象でも引き上げることがある ・山体地下浅部の膨張を示す明瞭な地殻変動 ・火山性地震の多発（発生場所を考慮） ・低周波地震、火山性微動の多発（発生場所、規模を考慮） ・活発な噴気、地熱域の拡大、顕著な温度上昇 ・多量の火山ガスの放出 ・変色水の発生頻度の増加	
3	(活動活発化の過程でのレベル2、3の運用はしない) 火山活動が沈静化し、レベル4、5から引き下げる過程で、火口の出現位置等の状況に応じてレベル2、3を発表する場合がある	レベル2、3の運用を開始する際に、改めて検討する。
2		

## 【参考6a】気象庁の噴火警戒レベルの判定基準(十和田)(3/3)

十和田の噴火警戒レベル判定基準

令和4年3月24日

レベル	当該レベルへの引上げの基準	当該レベルからの引下げの基準
1	(火山の状況に関する解説情報(臨時)の発表) 下記の現象を複数項目観測した場合 ・ 山体地下浅部のわずかな膨張を示す地殻変動 ・ 火山性地震の増加(発生場所、規模を考慮) ・ 低周波地震、火山性微動の複数回発生(発生場所、規模を考慮) ・ 噴気、地熱活動、湖面の変色水等の発生	左記に該当する現象が観測されなくなった場合
	<b>【火山活動は静穏】</b> 深さ5km前後で地震が時々発生。火山活動による地殻変動、噴気や湖面の異常などは認められない。	

- ・ これまで観測されたことのないような観測データの変化があった場合や新たな観測データや知見が得られた場合はそれらを加味して評価した上でレベルを判断することもある。
- ・ 火山の状況によっては、異常が観測されずに噴火する場合もあり、レベルの発表が必ずしも段階を追って順番通りになるとは限らない。
- ・ 以上の判定基準は、現時点での知見や監視体制を踏まえたものであり、今後随時見直しをしていくこととする。

気象庁HP (<https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/keikailevelkijunn.html>)より抜粋

## 【参考6b】気象庁の噴火警戒レベルの判定基準(八甲田山)(1/3)

八甲田山の噴火警戒レベル判定基準		令和元年7月30日現在
レベル	当該レベルへの引き上げの基準	当該レベルからの引き下げの基準
5	<p>【居住地域に噴火による重大な被害を及ぼす現象が発生あるいは切迫】</p> <p>○積雪期において、火砕流・火砕サージが大岳火口から5 km を超える噴火を観測</p>	<p>噴火が発生した場合には、噴火の終了後、活動状況を勘案しながら、必要に応じて火山噴火予知連絡会での検討結果も踏まえて判断する</p>
4	<p>【居住地域に噴火による重大な被害を及ぼす現象の可能性】</p> <p>○積雪期において、次のいずれかの現象が観測された場合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・噴火活動の活発化がみられるなかで多量のマグマ上昇を示す地殻変動を観測（レベル3よりも規模大）</li> <li>・火砕流・火砕サージが大岳火口から3 km を超える噴火を観測</li> </ul>	<p>左記に該当する現象が観測されなくなった場合には、活動状況を勘案しながら、必要に応じて火山噴火予知連絡会での検討結果も踏まえて判断する</p>

気象庁HP (<https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/keikailevelkijunn.html>) より抜粋

## 【参考6b】気象庁の噴火警戒レベルの判定基準(八甲田山)(2/3)

八甲田山の噴火警戒レベル判定基準		令和元年7月30日現在
レベル	当該レベルへの引き上げの基準	当該レベルからの引き下げの基準
	<p>【居住地域の近く(大岳火口から概ね6 km 以内)まで重大な影響を及ぼす噴火の可能性、あるいは発生】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○非積雪期に次の現象のいずれかが観測された場合               <ul style="list-style-type: none"> <li>・噴火活動の活発化がみられるなかで多量のマグマ上昇を示す地殻変動を観測</li> <li>・火砕流・火砕サージが大岳火口から5 km を超える噴火を観測</li> </ul> </li> <li>○積雪期において、火砕流・火砕サージが大岳火口から2 km を超える噴火を観測</li> </ul>	<p>左記に該当する現象が観測されなくなった場合には、活動状況を勘案しながら、必要に応じて火山噴火予知連絡会での検討結果も踏まえて判断する(警戒範囲の縮小も含む)</p>
3	<p>【居住地域の近く(大岳火口から概ね5 km 以内)まで重大な影響を及ぼす噴火の可能性】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○次の現象のいずれかが観測された場合               <ul style="list-style-type: none"> <li>・北八甲田山体直下で地震活動が活発化し、浅部への震源の移動を確認</li> <li>・継続時間の長い振幅の大きな火山性微動の発生(レベル2よりも規模大、または継続時間長)</li> <li>・規模の大きな山体膨張等の地殻変動を観測</li> <li>・溶岩流の流下を観測</li> <li>・噴出物に新鮮なマグマ起源の物質を含有</li> </ul> </li> </ul>	<p>左記に該当する現象が観測されなくなって概ね1か月程度経過した場合</p>
	<p>【居住地域の近く(大岳火口から概ね5 km 以内)まで重大な影響を及ぼす噴火が発生】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○噴火に伴い大岳火口から2 km を超える大きな噴石の飛散、火砕流・火砕サージの流下を観測</li> </ul>	

## 【参考6b】気象庁の噴火警戒レベルの判定基準(八甲田山)(3/3)

八甲田山の噴火警戒レベル判定基準

令和元年7月30日現在

レベル	当該レベルへの引き上げの基準	当該レベルからの引き下げの基準
2	<p>【火口周辺（地獄沼火口から概ね1 km 以内、あるいは大岳火口から概ね2 km 以内）に影響を及ぼす噴火の可能性】</p> <p>○次の現象のいずれか複数が観測された場合</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・北八甲田山体を震源とする火山性地震の増加（50 回以上/24 時間）ただし、地震の発生場所や深さを考慮する</li> <li>・北八甲田山体において低周波地震を複数回観測もしくは、火山性微動（微小なものを除く）の発生</li> <li>・噴気活動の活発化、地熱域の拡大、または顕著な地温の上昇など、熱活動の活発化</li> <li>・明瞭な山体膨張等の地殻変動を観測</li> </ul> <p>【火口周辺（地獄沼火口から概ね1 km 以内、あるいは大岳火口から概ね2 km 以内）に影響を及ぼす噴火が発生】</p> <p>○地獄沼火口、あるいは大岳火口から有色噴煙を観測</p>	<p>左記のいずれの現象もみられなくなり元の状態に戻った、あるいは戻る傾向が明瞭になった段階でレベル1に引き下げる。ただし、元に戻る傾向が明瞭であると判断してレベル1に下げた後に、再び火山活動が高まる傾向に転じたと判断した場合は、左記の基準に達していなくてもレベル2に戻す。</p>

- ・ここでいう「大きな噴石」とは、風の影響を受けずに弾道を描いて飛散するものとする。
- ・これまで観測されたことのないような観測データの変化があった場合や新たな観測データや知見が得られた場合はそれらを加味して評価した上でレベルを判断することもある。
- ・レベルの引き上げ基準に達していないが、今後、レベルを引き上げる可能性があると判断した場合、「火山の状況に関する解説情報（臨時）」を公表する。また、現状、レベルを引き上げる可能性は低いですが、火山活動に変化がみられるなど、火山活動の状況を伝える必要があると判断した場合、「火山の状況に関する解説情報」を公表する。
- ・想定火口は大岳と地獄沼としているが、火口が特定できない場合は、両方に対して火口周辺警報を公表し、レベルを2に引き上げる。
- ・以上の判定基準は、現時点での知見や監視体制を踏まえたものであり、今後随時見直しをしていくこととする。