

九州電力株式会社
川内原子力発電所及び玄海原子力発電所
火山モニタリング結果に係る評価について
(案)

令和5年11月10日

原子力規制庁

目 次

I. はじめに	1
1. 経緯	1
2. 原子力規制庁の評価方針	1
II. 九州電力の火山活動モニタリングに係る評価結果の概要	2
1. 対象火山	2
2. 評価期間	2
3. 評価方法及び評価結果	2
III. 当該評価結果に対する原子力規制庁の評価	7
1. データ解析結果	7
(1) 阿蘇カルデラの地殻変動及び地震活動について	7
(2) 加久藤・小林カルデラの地殻変動及び地震活動について	11
(3) 始良カルデラの地殻変動及び地震活動について	15
(4) 阿多カルデラの地殻変動及び地震活動について	20
(5) 鬼界の地殻変動及び地震活動について	24
2. 九州電力の評価結果に対する第三者の助言内容	29
3. 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」 に係る監視項目について	31
4. 原子力規制庁の評価	34
文 献	35

I. はじめに

1. 経緯

原子力規制委員会は、令和5年6月21日に九州電力株式会社（以下「九州電力」という。）から、川内原子力発電所及び玄海原子力発電所原子炉施設保安規定に基づき提出された火山活動のモニタリングに係る評価結果として、「川内原子力発電所及び玄海原子力発電所 火山活動のモニタリング評価結果（2022年度報告）」（以下「火山活動のモニタリングに係る評価結果」という。）を受理した。

原子力規制庁は、当該評価結果について、九州電力による評価の過程が適切かつ確実になされていること、並びに、監視対象火山の活動状況を把握し、活動状況に変化がないと評価していることを確認した。

2. 原子力規制庁の評価方針

原子力規制庁は、九州電力から受理した火山活動のモニタリングに係る評価結果について、①「当該評価の過程が適切かつ確実になされていることを確認すること」、②「監視対象火山の活動状況を把握し、活動状況の変化の有無を評価していることを確認すること」の2点に主眼を置き、下記の確認事項について、当該評価結果を確認する。また、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 原子炉安全専門審査会 原子炉火山部会）¹（以下「原子炉火山部会報告書」という。）についての対応状況を確認する。

【確認事項1-1】データ解析結果

- ・GNSS[※]連続観測データ及び地震活動に対する評価及び解釈

【確認事項1-2】火山モニタリング評価結果

- ・九州電力の評価結果に対する第三者の助言内容

【確認事項2】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」に対する確認結果

- ・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」についての対応状況

[※] GNSS (Global Navigation Satellite System : 全球測位衛星システム) は、米国の GPS、日本の準天頂衛星 (QZSS)、ロシアの GLONASS 及び欧州連合の Galileo 等の衛星測位システムの総称である (国土地理院 HP より <https://www.gsi.go.jp/denshi/denshi_aboutGNSS.html>)。

II. 九州電力の火山活動のモニタリングに係る評価結果の概要

九州電力は、阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界の5つのカルデラ火山を対象とし、公的機関（気象庁、国土地理院）が公表している評価結果を収集するとともに、自社で国土地理院のGNSS連続観測データ及び気象庁の一元化震源データを収集・分析している。以下に、九州電力の評価結果の概要を示す。

1. 対象火山

九州電力は、モニタリング対象の火山を、阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界の5つのカルデラ火山としている（図1）。

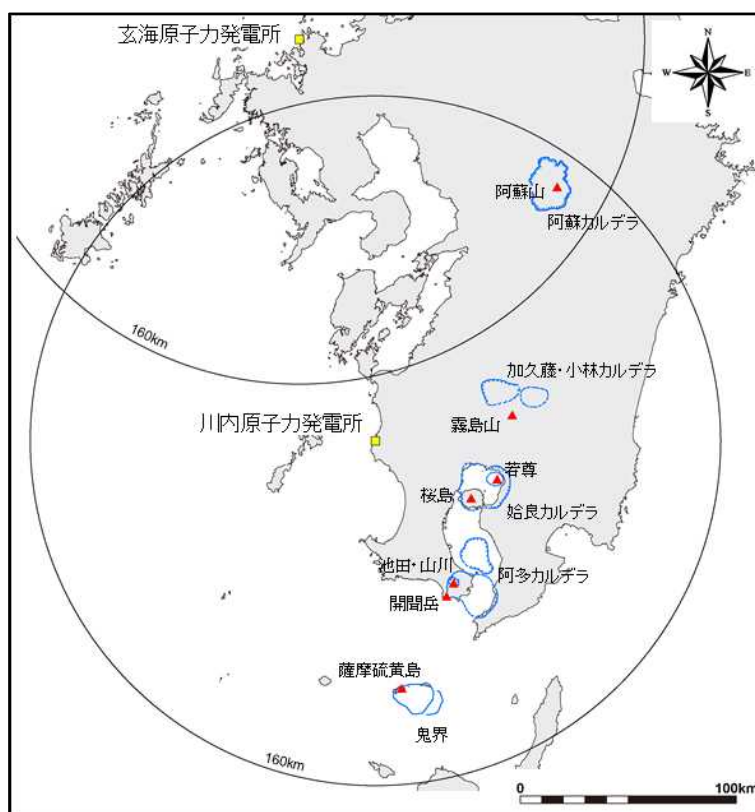


図1 モニタリング対象のカルデラ火山の位置図

2. 評価期間

九州電力は、評価期間を、2022年4月1日から2023年3月31日としている。ただし、データは平成12年（2000年）からの23年間分を表示している。

3. 評価方法及び評価結果

(1) 評価方法

九州電力は、①公的機関（気象庁、国土地理院）が公表した活火山に関する評価結果を収集するとともに、②国土地理院のGNSS連続観測データ及び気象庁の一元化震源データを収集・分析することで、対象としているカルデラ火山の活動状況の変化に

ついて総合評価を実施している。

公的機関の評価では、公的機関から定期的（あるいは臨時で不定期）に発表される資料を収集し、それらにカルデラ火山の活動状況に急激な変化を示すような情報があるかどうかを確認している。一方、九州電力の評価では、カルデラ火山を対象として、カルデラ周辺の広域的な地殻変動（比高の高まりや基線長の伸び）と地震活動（発生数や発生場所の変化）に着目し、それらが過去からの長期的な傾向と比較して、大きく変化し、それが継続していないかどうかをGNSS連続観測データ及び気象庁の一元化震源データを収集・分析することにより確認している。図2に九州電力が自ら定めた監視レベルの移行判断基準と監視体制を示す。

あわせて、原子炉火山部会報告書を受けて、九州電力は同報告書に記載の「①主な監視項目」及び「②その他の監視項目」に関するデータ（論文及び公的機関の公表資料等）を確認し、各監視項目に対する九州電力としての評価をとりまとめている（添付資料、P181-186）。

なお、九州電力は、2021年度報告より、国土地理院から提供された新しい解析手法による電子基準点の座標値（F5解）※を用いた評価及び鉛直方向の地盤変動観測においては950456（上対馬）を固定点とした比高による評価を実施している。また、九州電力は、九州電力が設置した3箇所のGNSS連続観測点の観測データについても国土地理院の既設の電子基準点との統合解析が開始されたことに伴い、これらの解析結果を本編に記載し、中・長期的取り組みから評価対象へと、その位置づけを見直している。

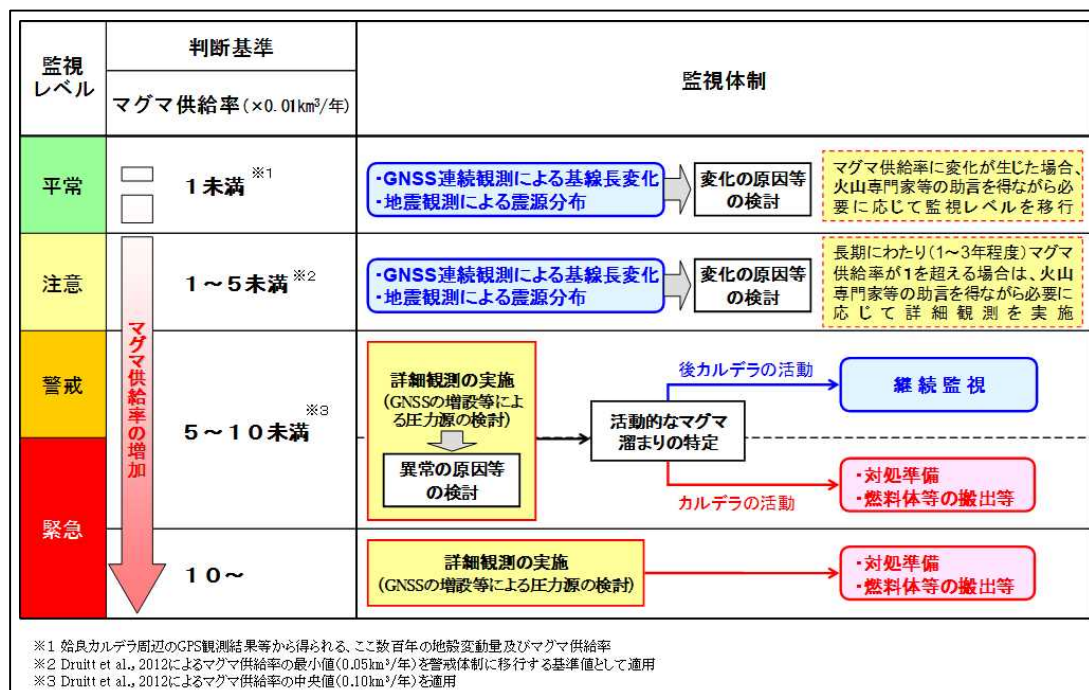


図2 九州電力が自ら定めた監視レベルの移行判断基準と監視体制

<<https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/11118514/www.nsr.go.jp/data/000035760.pdf>>

※ https://terras.gsi.go.jp/geo_info/information/information_F5_R5.html

(2) 評価結果

①阿蘇カルデラ

カルデラ内に位置する活火山に関する公的機関の評価	カルデラ火山に関する九州電力の評価	総合評価
<ul style="list-style-type: none"> ・ 気象庁噴火警戒レベル 阿蘇山（レベル1） 【気象庁火山噴火予知連絡会資料、火山活動解説資料】 ・ 阿蘇山では噴火は観測されていない。 ・ 火山性地震、火山ガス放出量は一時的に多い状態があったが、それぞれ2023年2月以降、1月中旬以降は少ない状態で経過している。 ・ GNSS連続観測では、深部にマグマ溜まりがあると考えられている草千里を挟む基線の伸びは9月頃から縮みの傾向がみられ、10月頃には停滞し、2023年1月頃から縮みの傾向が見られる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>地殻変動：過去と比較して有意な変化はない。熊本地震の余効変動はほとんどなくなっていると考えられる。</u> ・ <u>地震活動：過去と比較して有意な変化はない。</u>なお、阿蘇カルデラ外南西部において、M3.9の地震が発生しているため、今後の地震活動に留意していく。また、布田川・日奈久断層帯及びその延長部における熊本地震の余震は減少傾向にある。 ・ 監視レベル：平常 	<p style="text-align: center;"><u>活動状況に 変化なし。</u></p>

②加久藤・小林カルデラ

カルデラ内に位置する活火山に関する公的機関の評価	カルデラ火山に関する九州電力の評価	総合評価
<ul style="list-style-type: none"> ・ 気象庁噴火警戒レベル 霧島山【新燃岳】（レベル1） 霧島山【御鉢】、（レベル1） 霧島山【えびの高原周辺】（レベル1） 霧島山【大幡池】（レベル1） 【気象庁火山噴火予知連絡会資料、火山活動解説資料】 ・ 霧島山では噴火は観測されていない。 ・ 火山性地震は少ない状態で経過していたが、2023年3月下旬からやや多い状態で経過している。火山ガス放出量は、検出限界未満で経過している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>地殻変動：過去と比較して有意な変化はない。なお、霧島山（新燃岳）の活動に関連する地殻変動は伸びの傾向を示した後に停滞している状態であるため、今後の地殻変動に留意していく。</u> ・ <u>地震活動：過去と比較して有意な変化はない。なお、2021年度に引き続き、小林カルデラ外南東側で局所的にやや多くの地震が認められたほか、小林カルデラ縁南西部及び小林カルデラ外北部でも地震</u> 	<p style="text-align: center;"><u>活動状況に 変化なし。</u></p>

<ul style="list-style-type: none"> GNSS 連続観測では、霧島山の深い場所でのマグマの蓄積を示すと考えられる基線のわずかな伸び傾向は11月頃から再び伸びとなったが、2023年1月頃から鈍化し一部の基線では停滞している。 	<p><u>が発生しているため、今後の地震活動に留意していく。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> 監視レベル：平常 	
--	--	--

③始良カルデラ

カルデラ内に位置する活火山に関する公的機関の評価	カルデラ火山に関する九州電力の評価	総合評価
<ul style="list-style-type: none"> 気象庁噴火警戒レベル 桜島（レベル3） 【気象庁火山噴火予知連絡会資料、火山活動解説資料】 桜島の噴火活動は、7月中旬頃から噴火活動が活発となった。 火山性地震の年回数は前年に比べ同程度で、火山ガス放出量が多い状態で経過している。 広域のGNSS 連続観測では、始良カルデラ（鹿児島湾奥部）の地下深部の膨張を示す基線の伸びが2022年3月以降から停滞していたが、2023年1月頃からわずかな伸びが認められる。 若尊^{わかみこ}の周辺領域で時々地震が発生した。 	<ul style="list-style-type: none"> <u>地殻変動：マグマ供給による広範囲な伸びの傾向が認められるものの、過去と比較して有意な変化はない。また、九州電力が自ら定めた警戒監視の移行判断基準を十分下回っている。監視レベルは、過去3年間のマグマ供給率が約0.01km³/年であることから、「注意」を継続する。</u> <u>地震活動：過去と比較して有意な変化はない。なお、2022年度も若尊^{わかみこ}カルデラ南側内外にわたり地震が継続しており、また、始良カルデラ外北部でもまとまって地震が発生しているため、今後の地震活動に留意していく。</u> 監視レベル：注意 	<p><u>活動状況に変化なし。</u></p>

④阿多カルデラ

カルデラ内に位置する活火山に関する公的機関の評価	カルデラ火山に関する九州電力の評価	総合評価
<ul style="list-style-type: none"> 【気象庁火山噴火予知連絡会資料、火山活動解説資料】 開聞岳および池田・山川において、火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、噴火の兆候はみら 	<ul style="list-style-type: none"> <u>地殻変動：過去と比較して有意な変化はない。なお、熊本地震または鹿児島湾の地震を境に傾向が変化している基線が見られるため、今後の地殻変動に留意していく。</u> 	<p><u>活動状況に変化なし。</u></p>

れない。	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>地震活動：開聞岳付近における低周波地震はやや増加して 2020 年度と同程度であるが、その南西側において通常地震がやや増加した。また、北側のカルデラ内南部において M4.1 の地震が発生したため、今後の地震活動に留意していく。</u> ・ <u>監視レベル：平常</u> 	
------	---	--

⑤鬼界

カルデラ内に位置する活火山に関する公的機関の評価	カルデラ火山に関する九州電力の評価	総合評価
<ul style="list-style-type: none"> ・ 気象庁噴火警戒レベル 薩摩硫黄島（レベル 2） 【気象庁火山噴火予知連絡会資料、火山活動解説資料】 ・ 硫黄岳で噴火は観測されていない。 ・ 火山性地震は少ない状態で経過している。 ・ GNSS 連続観測では、薩摩硫黄島と竹島間の基線で 2021 年 5 月頃から見られていた伸びの傾向は、2022 年頃から停滞していたが、2022 年 8 月頃からわずかな伸びが見られる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>地殻変動：過去と比較して有意な変化はない。なお、鹿児島三島及び竹島を起点とする基線に、マグマ供給を示唆する伸びと縮みの傾向が認められるため、今後の地殻変動に留意していく。</u> ・ <u>地震活動：過去と比較して有意な変化はない。</u> ・ <u>監視レベル：平常</u> 	<p><u>活動状況に変化なし。</u></p>

上記の評価結果から、九州電力は評価期間を通じて、公的機関の評価にカルデラ火山の活動状況に急激な変化を示す情報が見られないこと、既存観測網によるデータ収集・分析した自社評価における地殻変動及び地震活動に、有意な変化が認められないと判断し、対象としている 5 カルデラ火山について「活動状況に変化はない」と評価している。

また、九州電力は原子炉火山部会報告書に記載の「①主な監視項目」及び「②その他の監視項目」に関するデータ（論文及び公的機関の公表資料等）の更新を行い、各監視項目に対する九州電力としての評価をとりまとめ、これまでの自社評価に影響する知見は認められなかったと評価している（添付資料、P181-186）。

Ⅲ. 当該評価結果に対する原子力規制庁の評価

原子力規制庁は、九州電力のデータ解析結果及び火山モニタリングの評価結果について、九州電力より聴取し以下の通り確認した。

1. データ解析結果

原子力規制庁は、九州電力のデータ解析結果に関して、GNSS 連続観測データに見られる長期トレンド及び既往の地震発生領域の時空間変化に着目して、九州電力の解析結果を確認した。

(1) 阿蘇カルデラの地殻変動及び地震活動について

- ・九州電力は、GNSS 連続観測による基線長変化等を確認した結果、当該年度の基線長変化は、阿蘇カルデラへのマグマ供給を示唆する広範囲な伸びの傾向が見られないことから、カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められないとしている（図3及び図4）（添付資料、P10、P11、P23）。また、地震発生数の推移及び震源分布とマグニチュードの経時変化等を確認した結果、地震活動（発生数、位置、規模等）は、過去と比較して有意な変化は認められないが、阿蘇カルデラ外南西部において M3.9 の地震が発生しているため、今後の地震活動に留意するとしている（図5）（添付資料、P17、P18、P23）。なお、九州電力は、布田川・日奈久断層帯及びその延長部における熊本地震の余震は減少傾向にあるとしている（添付資料、P23）。
- ・九州電力は、熊本地震後の地殻変動について、至近1年間の地殻変動は、地震断層北側の点の変動が小さくなっていることなど本震前と比較して差異が認められるものの、本震前の状態に概ね戻っており、至近3年間の1年間の地殻変動には大きな差異は認められないとしている（添付資料、P15-16）。
- ・九州電力は、カルデラ火山周辺のひずみ場の検討において、2016年熊本地震前後の水平ひずみ速度分布を見ると、まだ地震前の状態には戻っていないと考えられるという第三者（火山専門家）[※]の助言（2020年度）を踏まえて、熊本地震本震前の定常的な地殻変動と至近3年間の地殻変動を比較したところ、地震断層北側の観測点における変動が小さくなっていることなど同地震本震前と比較して差異が認められるものの、地殻変動は同地震本震前の状態に概ね戻っており、至近3年分の地殻変動に大きな差異は認められないとしている。九州電力は、熊本地震後の地殻変動の傾向を確認していくとともに、中・長期的取組みのひとつとしてカルデラ火山周辺のひずみ場を水平ひずみ速度分布や面積ひずみ分布により推定し、基線長変化によるカルデラ火山周辺の局所的な変動だけでなく、九州全体の大局的な地殻変動についても確認していくこととしている（添付資料、P98-103）。

[※] 第三者（火山専門家等）とは、現在大学及び公的研究機関に所属して火山学に関する研究に従事している者（過去にあっては、その経験を有する者）をいう。

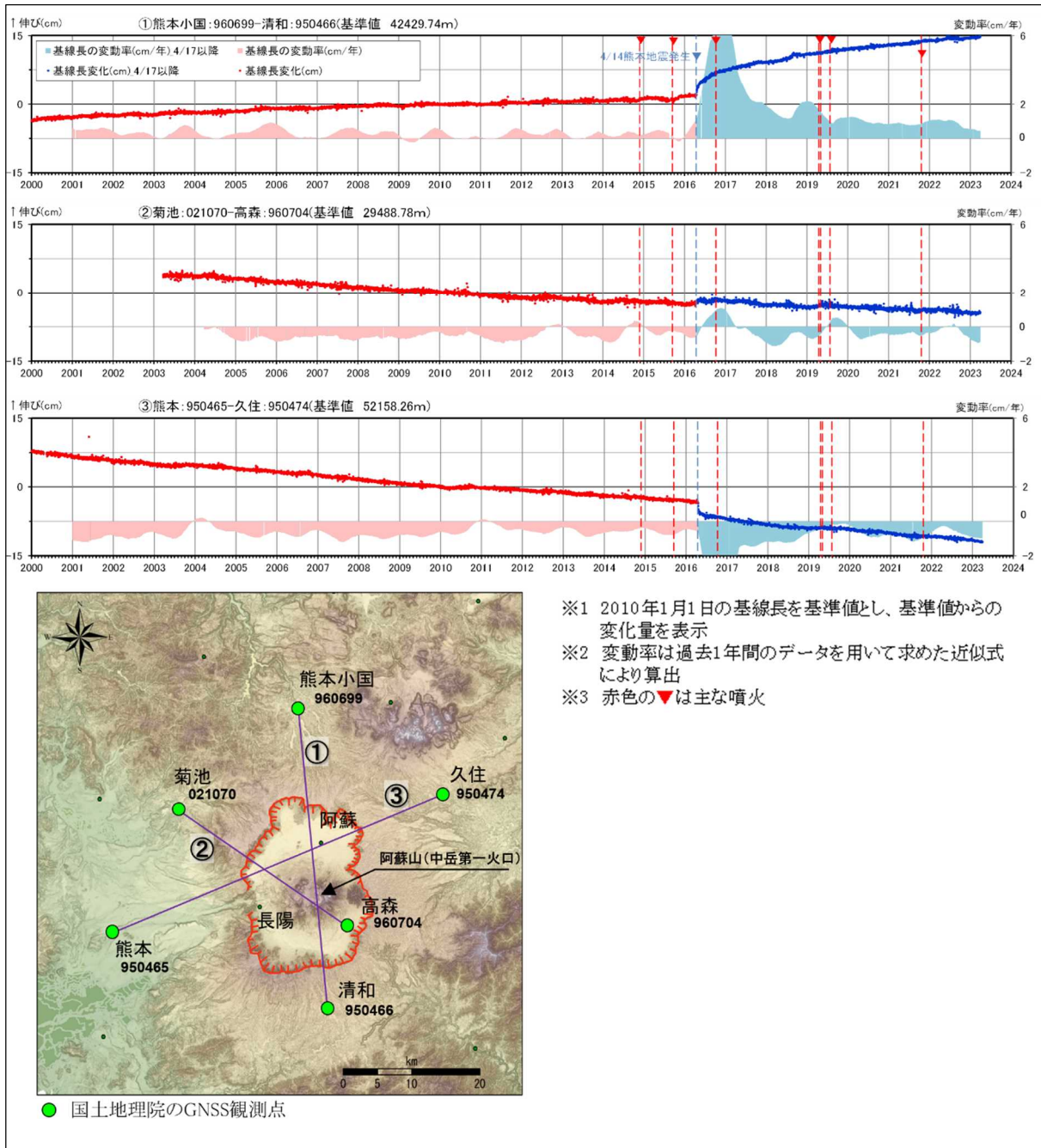


図3 阿蘇カルデラのGNSS連続観測による基線長変化(基線①~③)

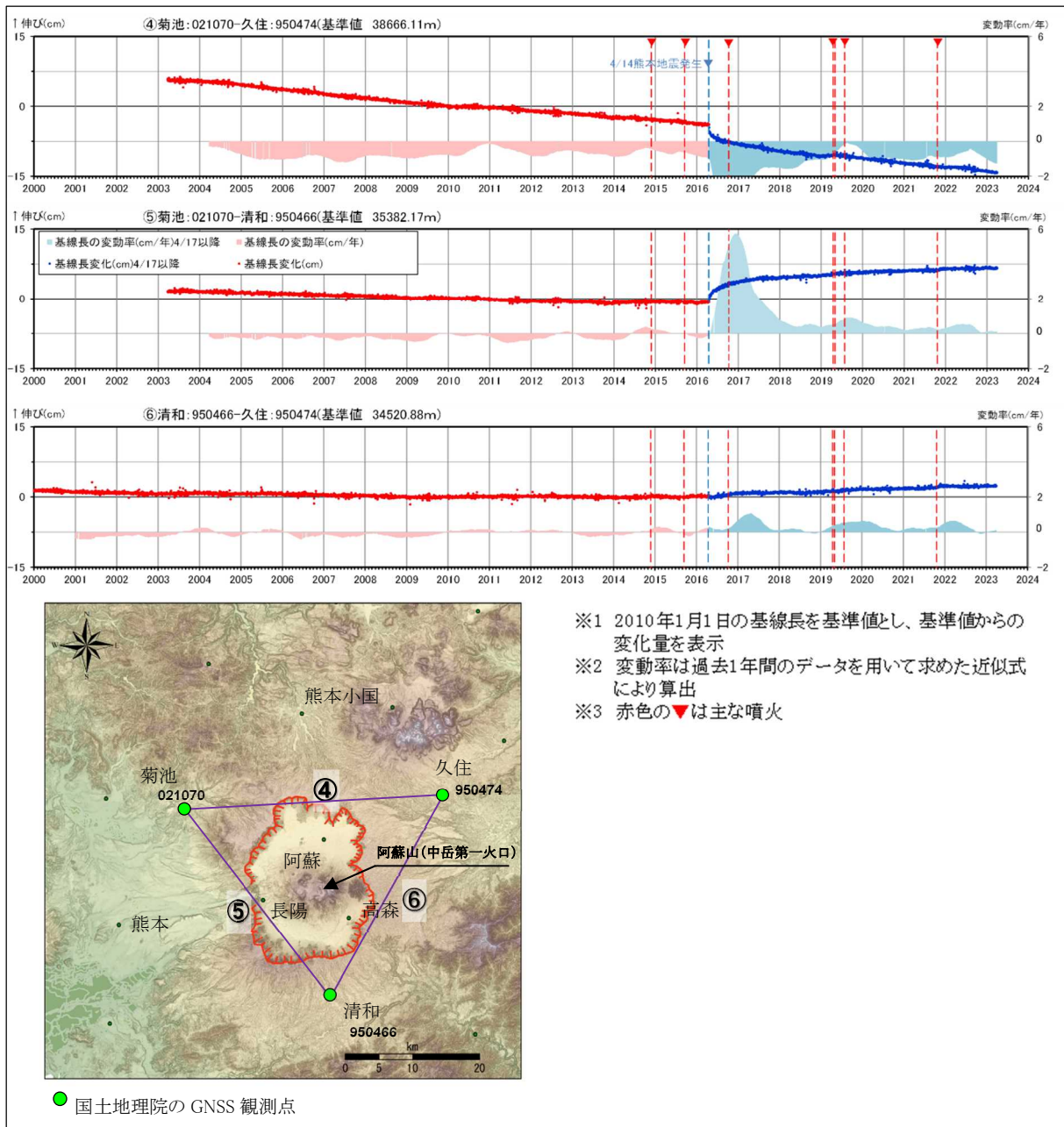


図4 阿蘇カルデラのGNSS連続観測による基線長変化(基線④~⑥)

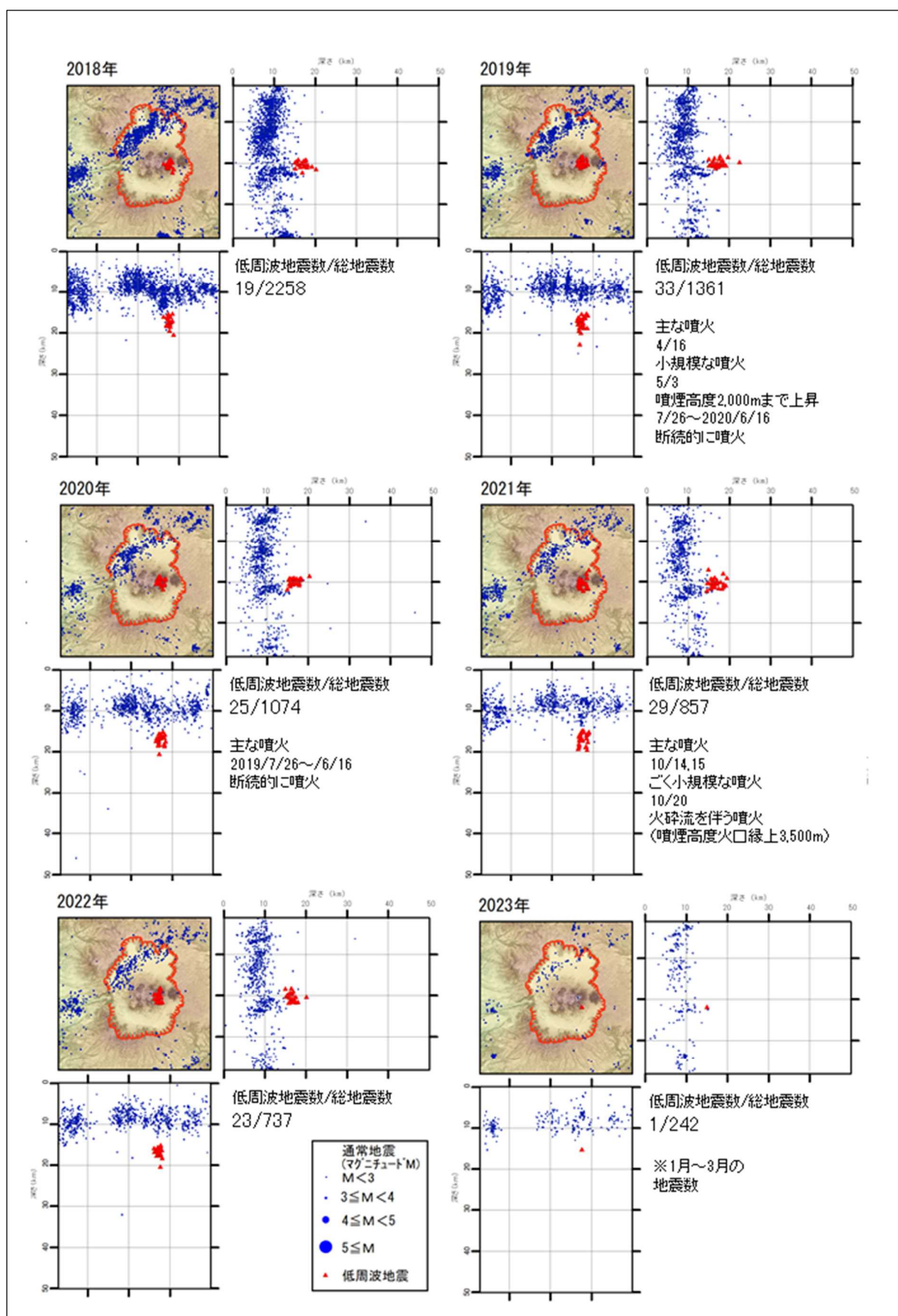


図5 阿蘇カルデラにおける地震活動（2018年度～2023年度）

(2) 加久藤・小林カルデラの地殻変動及び地震活動について

- ・九州電力は、GNSS 連続観測による基線長変化等を確認した結果、当該年度の基線長変化は、基線①（牧園－えびの）において 2021 年 12 月から 2022 年 6 月頃までの期間及び 2022 年 11 月から 2023 年 1 月の期間に伸びの傾向が見られるが、霧島山（新燃岳）の活動に関連するものと考えられるため、加久藤・小林カルデラへのマグマ供給を示唆する広範囲な伸びの傾向が見られないことから、カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められないとしている（図 6 及び図 7）（添付資料、P27、P28、P39）。また、地震発生数の推移及び震源分布とマグニチュードの経時変化等を確認した結果、地震活動（発生数、位置、規模等）は、位置と規模に有意な変化は認められないとしているが、2021 年度に引き続き、小林カルデラ外南東側で局所的にやや多くの地震が認められたほか、小林カルデラ縁南西部及び小林カルデラ外北部でも地震が発生しているため（図 8）（添付資料、P33、P34、P38）、今後の地震活動に留意していくとしている（添付資料、P39）。

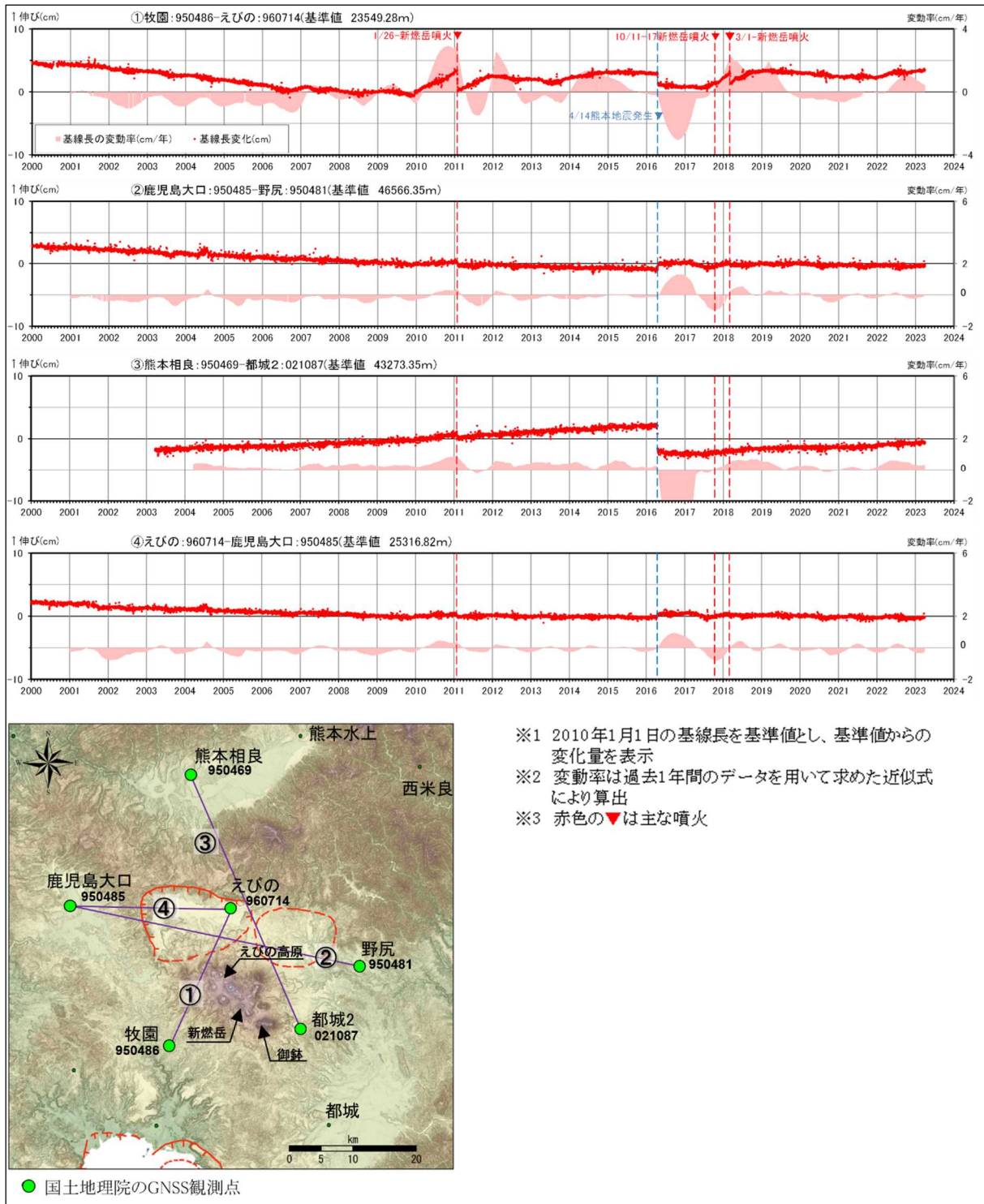


図6 加久藤・小林カルデラのGNSS連続観測による基線長変化(基線①~④)

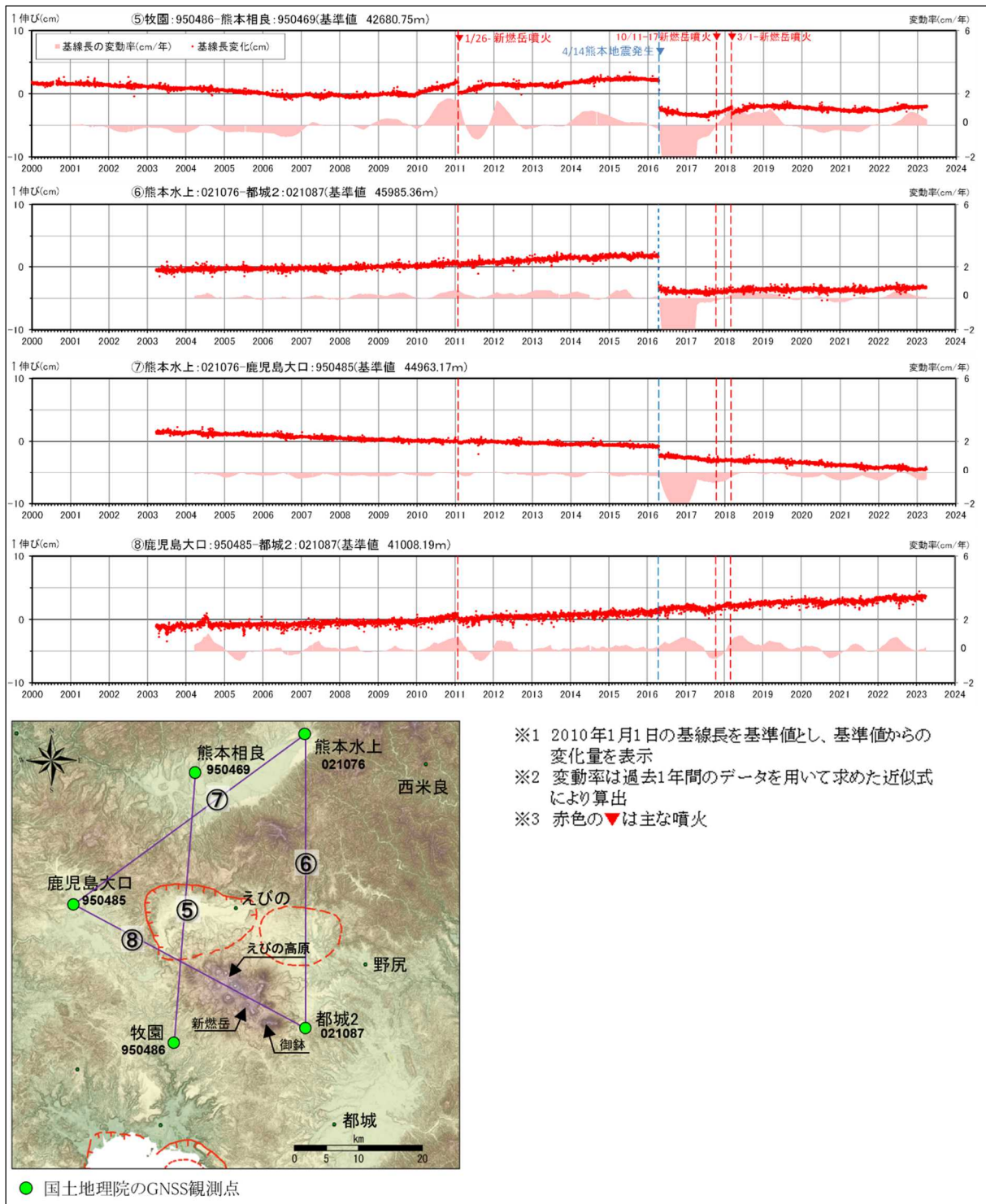


図7 加久藤・小林カルデラのGNSS連続観測による基線長変化(基線⑤~⑧)

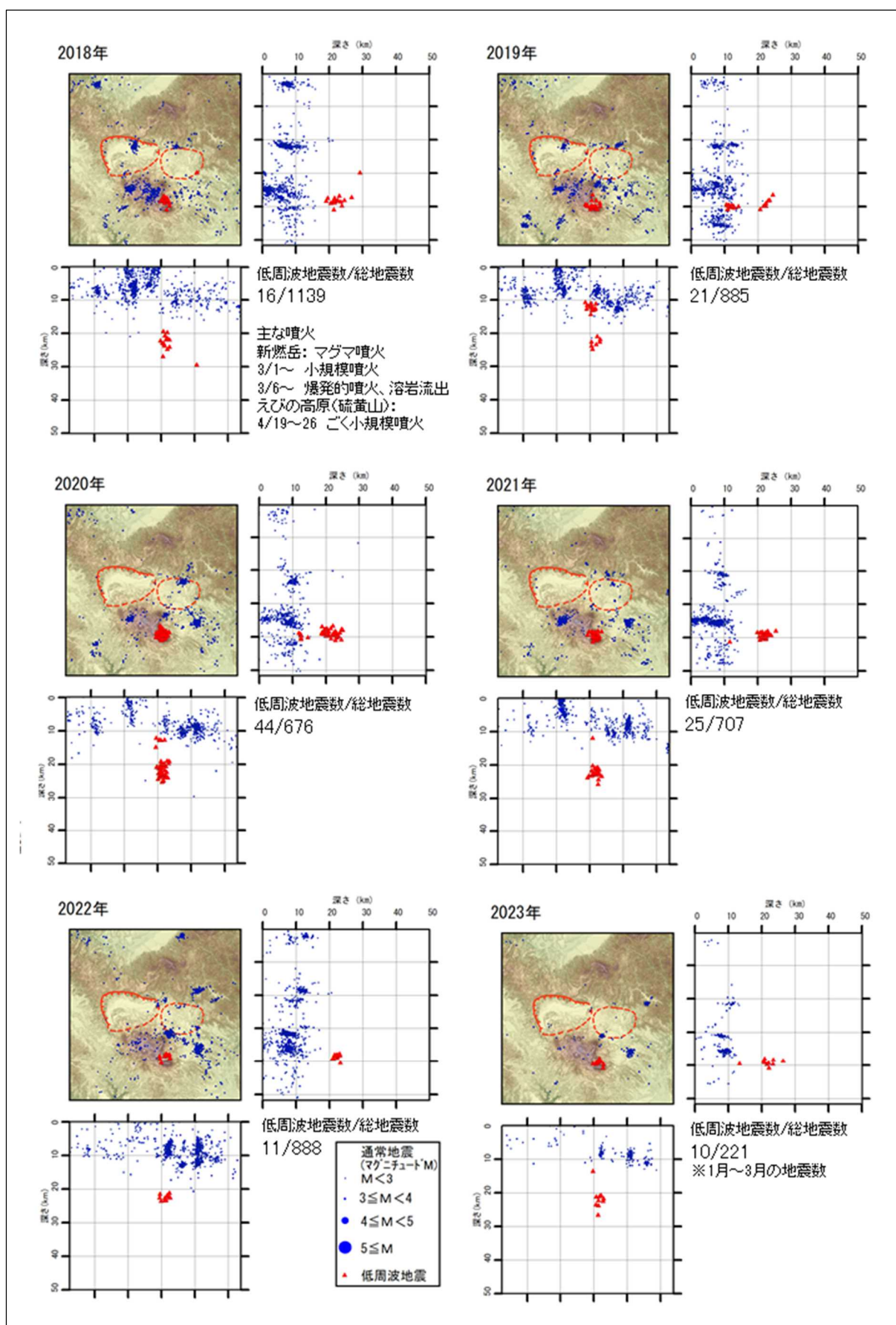


図8 加久藤・小林カルデラにおける地震活動 (2018年度～2023年度)

(3) 始良カルデラの地殻変動及び地震活動について

- ・九州電力は、GNSS 連続観測による基線長変化等を確認した結果、当該年度の基線長の変動率には、これまでと同様にマグマ供給を示唆する変動が認められるものの、始良カルデラ周辺の基線では、2022 年半ば以降全体として伸びが停滞傾向になった後、2023 年 1 月頃からわずかな伸びが見られるが、2022 年度の基線長の変動率に有意な変化は認められず、九州電力が自ら定めた監視体制の移行判断基準（マグマ供給率 $0.05\text{km}^3/\text{年}$ は、基線長変動率としてほぼ $5\text{cm}/\text{年}$ に相当）を十分下回っているとしている。監視レベルは、過去 3 年間のマグマ供給率が約 $0.01\text{km}^3/\text{年}$ であることから、「注意」を継続するとしている（図 9）（添付資料、P42、P61）。
- ・九州電力は、鉛直方向の地殻変動を面的に精度良く把握することを目的として、平成 26 年度より始良カルデラ周辺の水準測量を毎年実施している（添付資料、P121-131）。2022 年度報告の水準測量より、始良カルデラ縁の変動量は、2021 年度には鈍化していたが、例年レベルの隆起量に戻ったものと判断している。また、桜島の測線の変動量も例年と同程度であり、始良カルデラ縁及び桜島の測線ともに顕著な隆起は無いことを確認したとしている（図 10 及び図 11）（添付資料、P123-126）。なお、九州電力は、固定点①（BM. 2785）については、過去 4 年間の累積変動量で見ると、他の固定点と比較して隆起傾向にあるように見えるため、固定点の配置を検討するようにとの第三者（火山専門家）の助言（2020 年度）を踏まえ、当該観測点が他の観測点と比較して隆起していることを確認した上で、当該固定点を除く 3 点固定により、2016 年度以降の水準測量結果の再整理を実施している（添付資料、P122）。
- ・九州電力は、地震発生数の推移及び震源分布とマグニチュードの経時変化等を確認した結果、地震活動（発生数、位置、規模等）は、過去と比較して有意な変化は認められないが、若尊カルデラの南側内外での地震が 2022 年度も依然として継続していること、桜島の下では 2000 年以降最大規模となる M2.9 の低周波地震が発生していること、また、始良カルデラ外北部でもまとまった地震が発生していることから（図 12）（添付資料、P55、P56、P60）、今後の地震活動に留意していくとしている（添付資料、P61）。

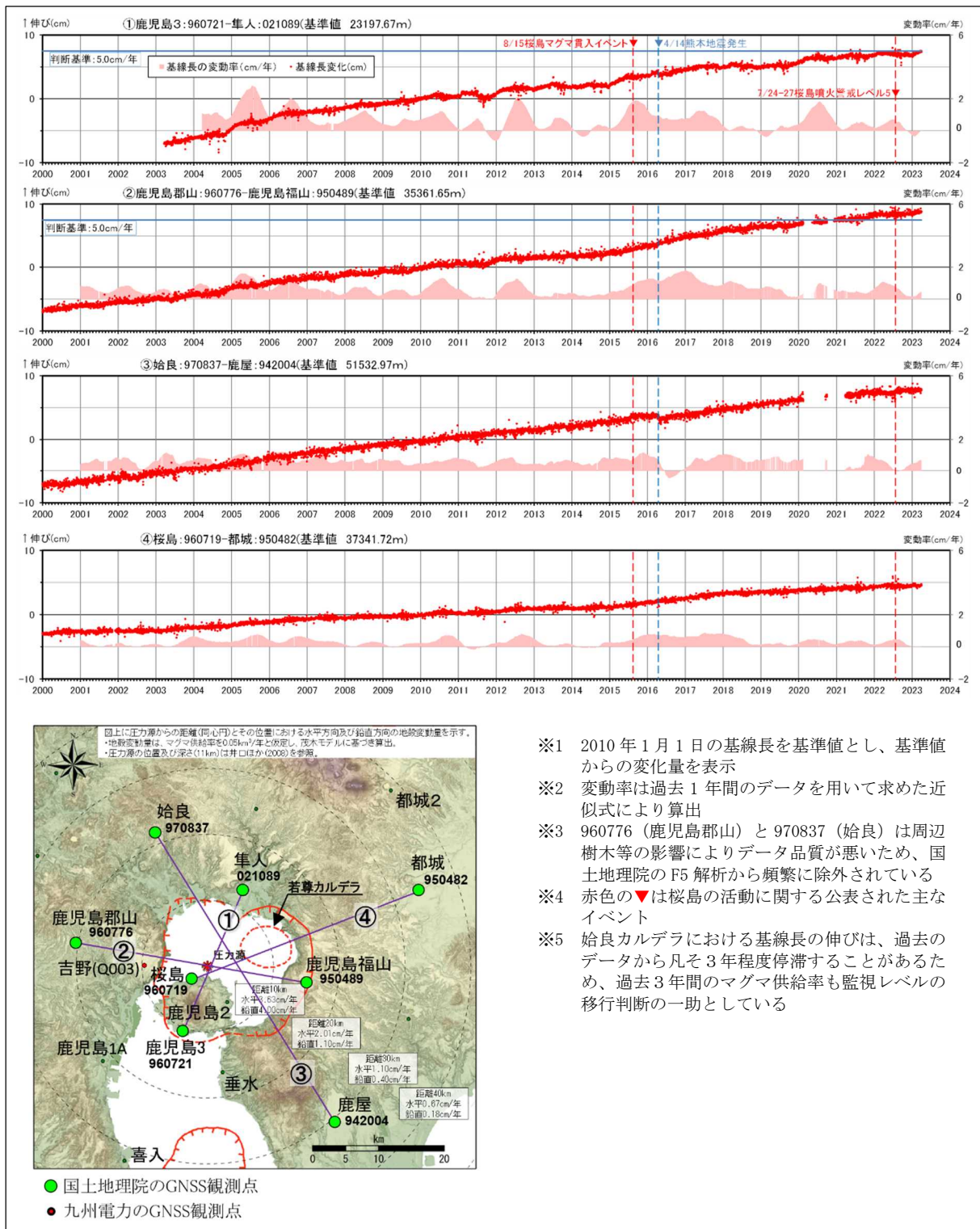


図9 始良カルデラのGNSS連続観測による基線長変化(基線①~④)

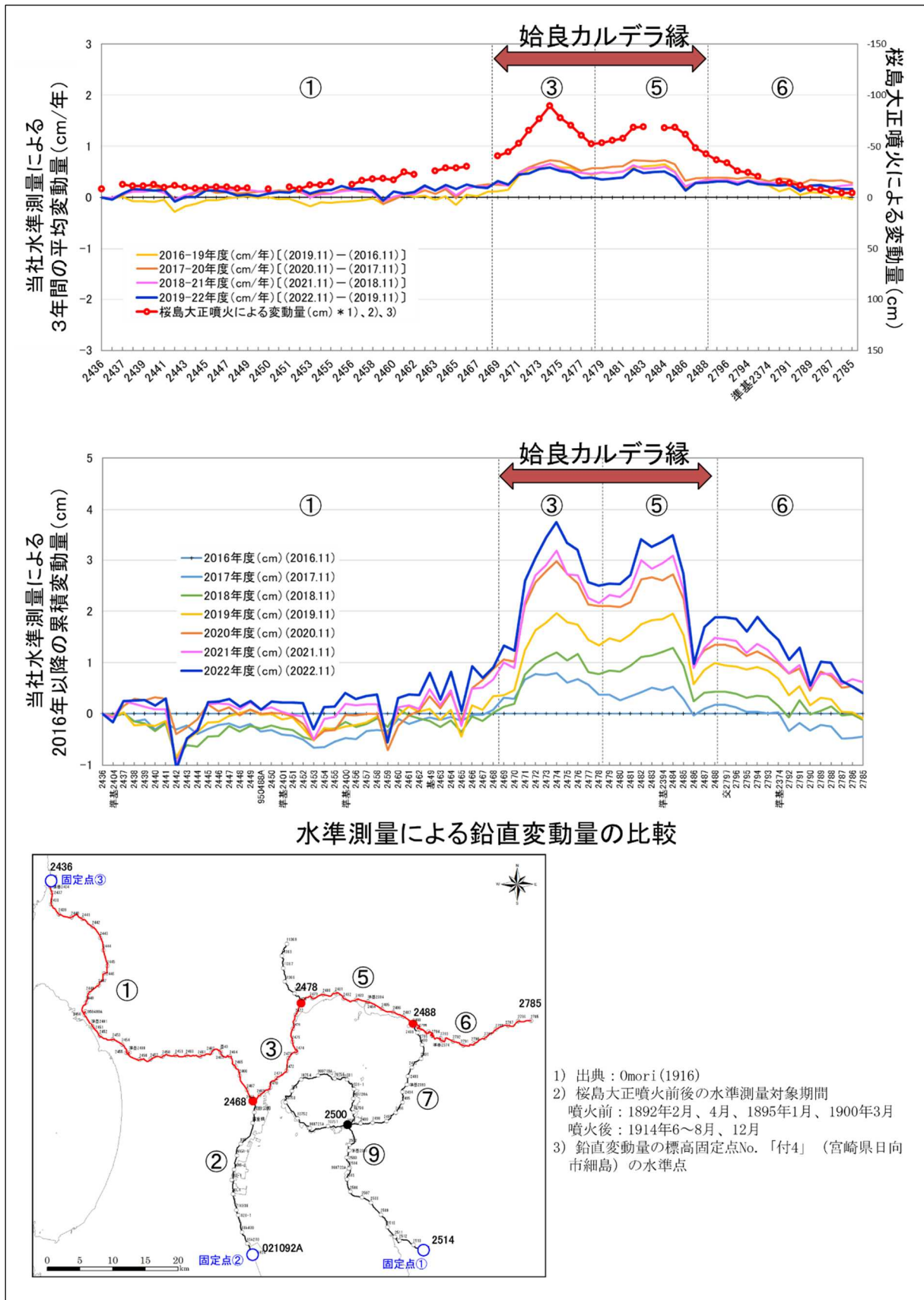
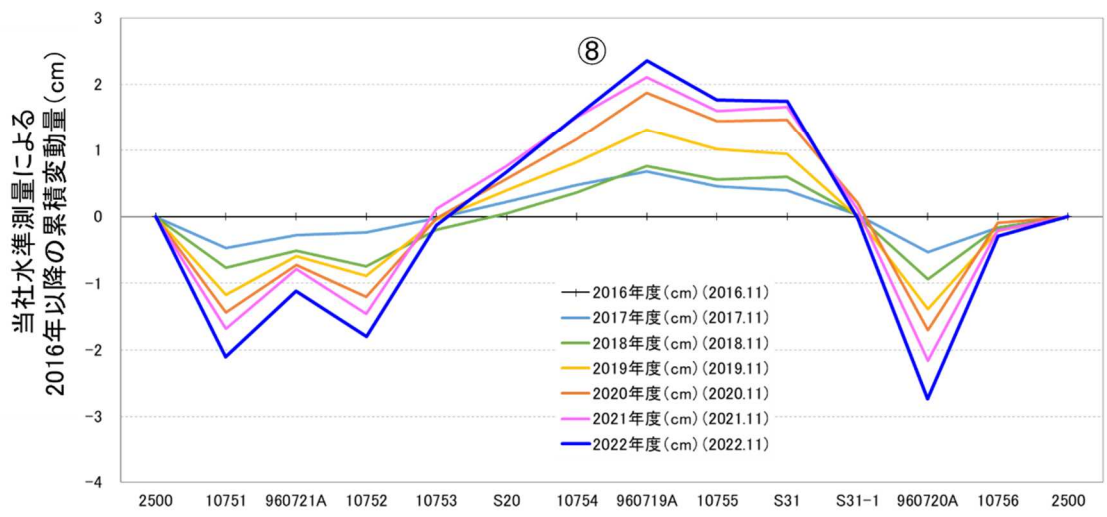
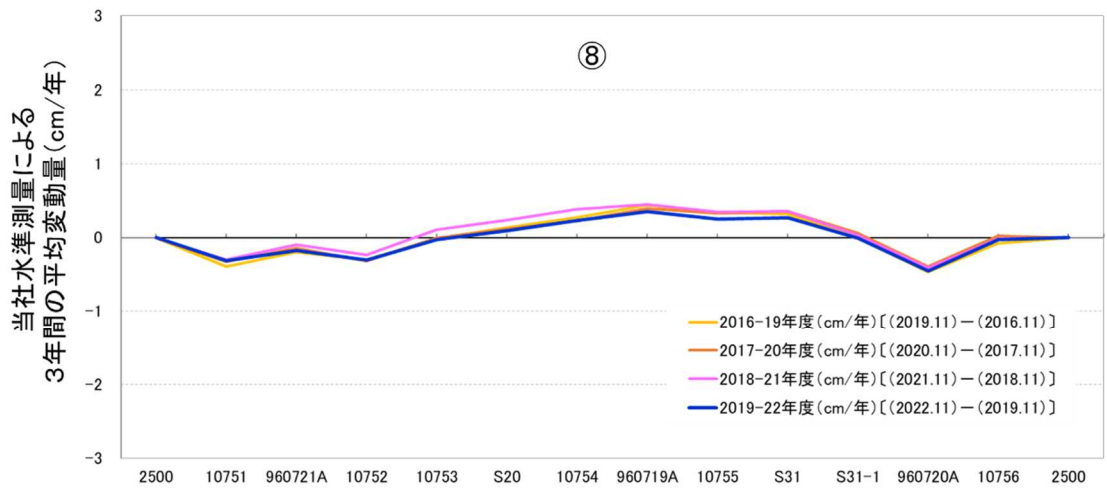


図10 始良カルデラ周辺の水準測量結果



水準測量による鉛直変動量の比較

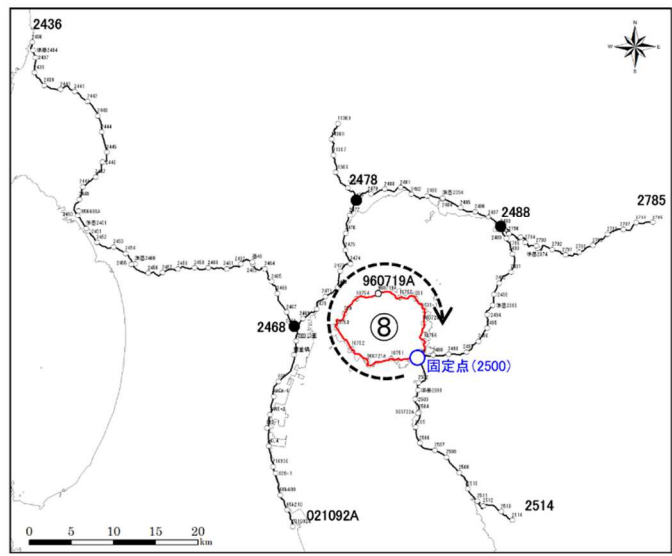


図 1 1 桜島島内の水準測量結果

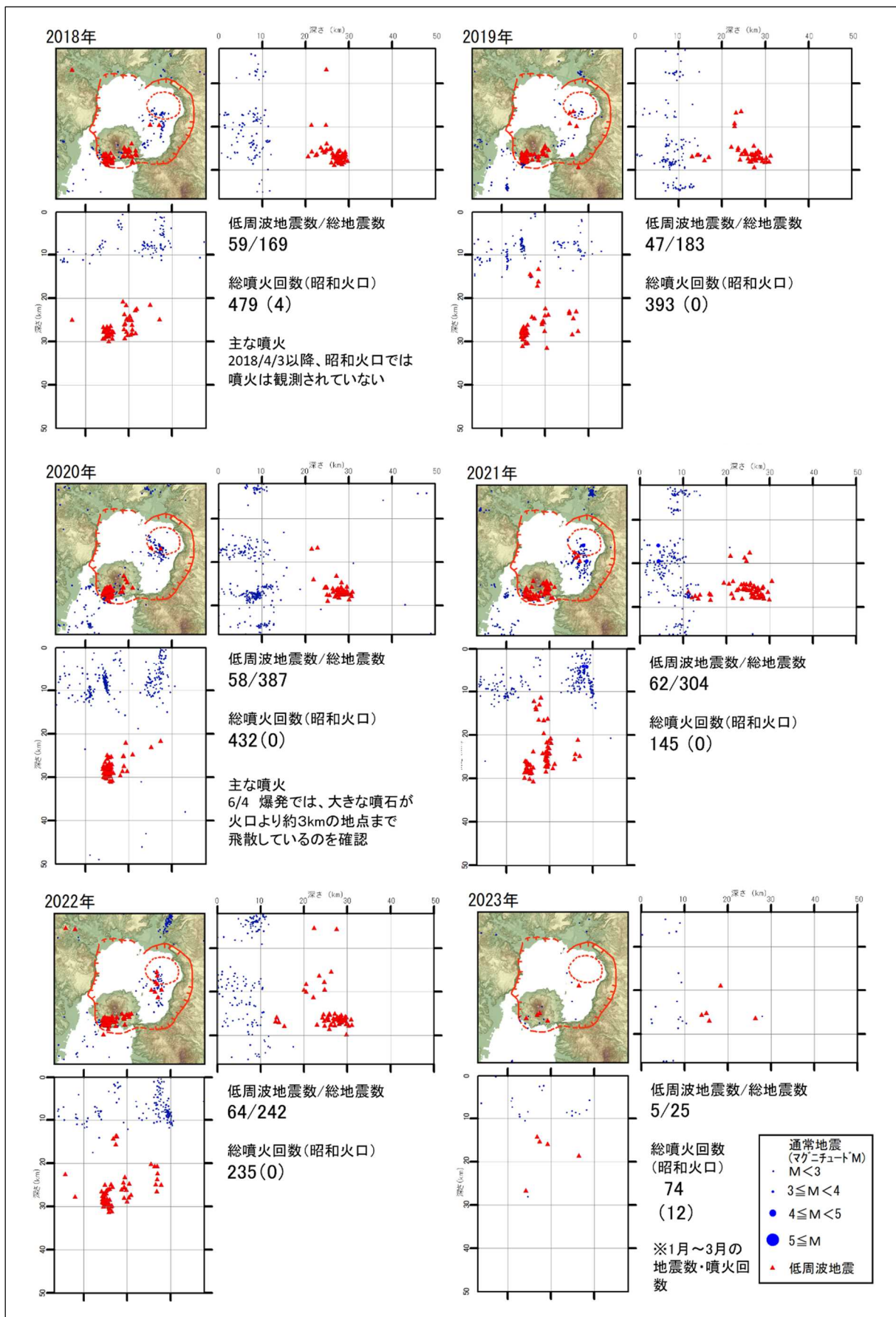


図 1 2 始良カルデラにおける地震活動 (2018 年度～2023 年度)

(4) 阿多カルデラの地殻変動及び地震活動について

- ・九州電力は、GNSS 連続観測による基線長変化等を確認した結果、当該年度の基線長変化は、阿多カルデラへのマグマ供給を示唆する広範囲な伸びの傾向が認められないことから、カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められないとしている。なお、九州電力は、基線⑥（喜入－佐多）、基線⑦（佐多－鹿屋）及び基線⑧（枕崎－佐多）について、熊本地震及び鹿児島湾の地震を境に傾向の変化が見られるため、今後の地殻変動に留意していくとしている（図 1 3 及び図 1 4）（添付資料、P64、P65、P75）。また、地震発生数の推移及び震源分布とマグニチュードの経時変化等を確認した結果、地震活動（発生数、位置、規模等）は、開聞岳付近における低周波地震は 2020 年度と同程度の発生数であるが、さらにその南西側で通常地震がやや増加して発生していること、また、これまであまり発生が見られなかった北側のカルデラ内南部において、M4.1 の地震が発生しているため、今後の地震活動に留意していくとしている（図 1 5）（添付資料、P69、P70、P74、P75）。

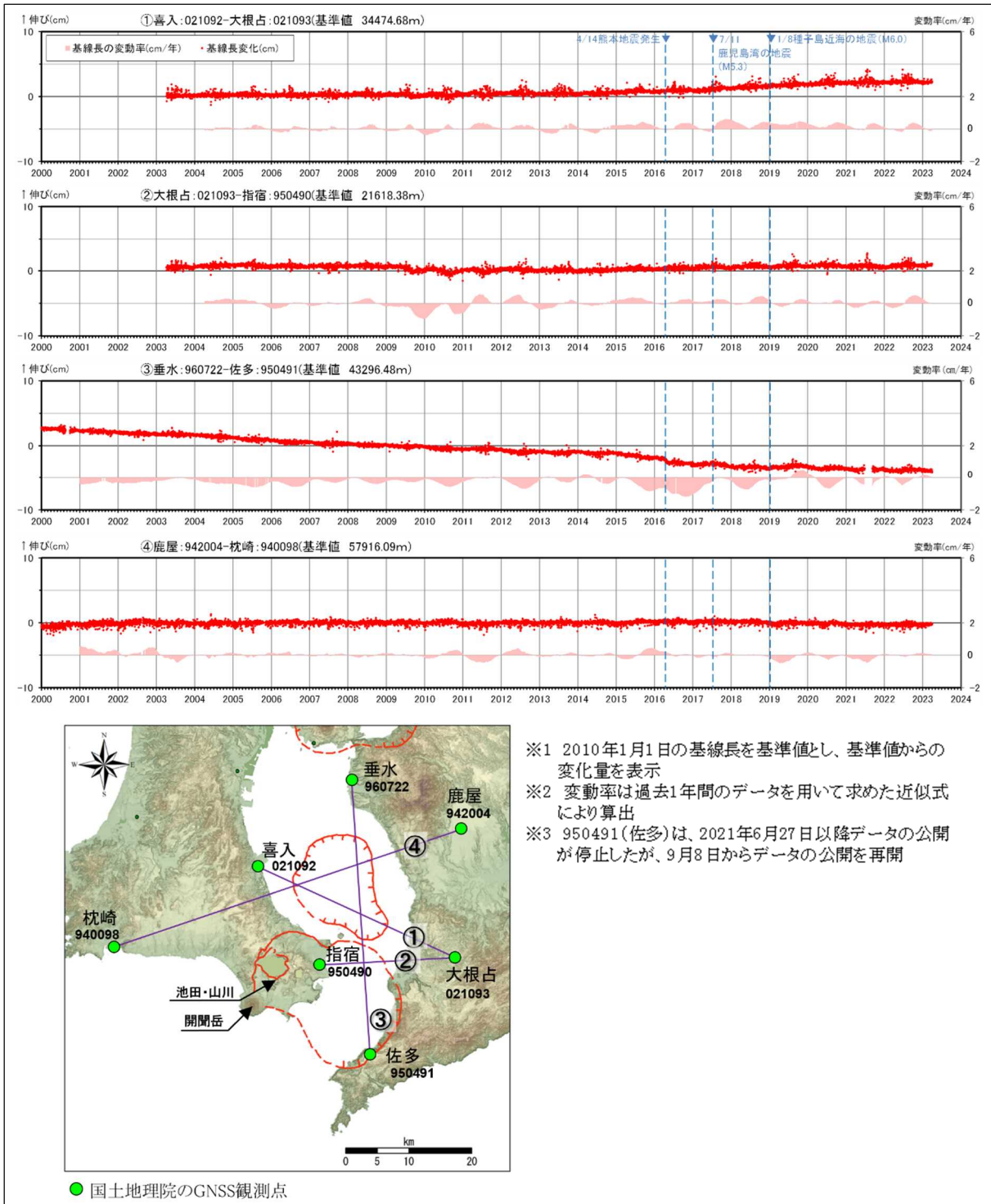


図 1 3 阿多カルデラの GNSS 連続観測による基線長変化 (基線①~④)

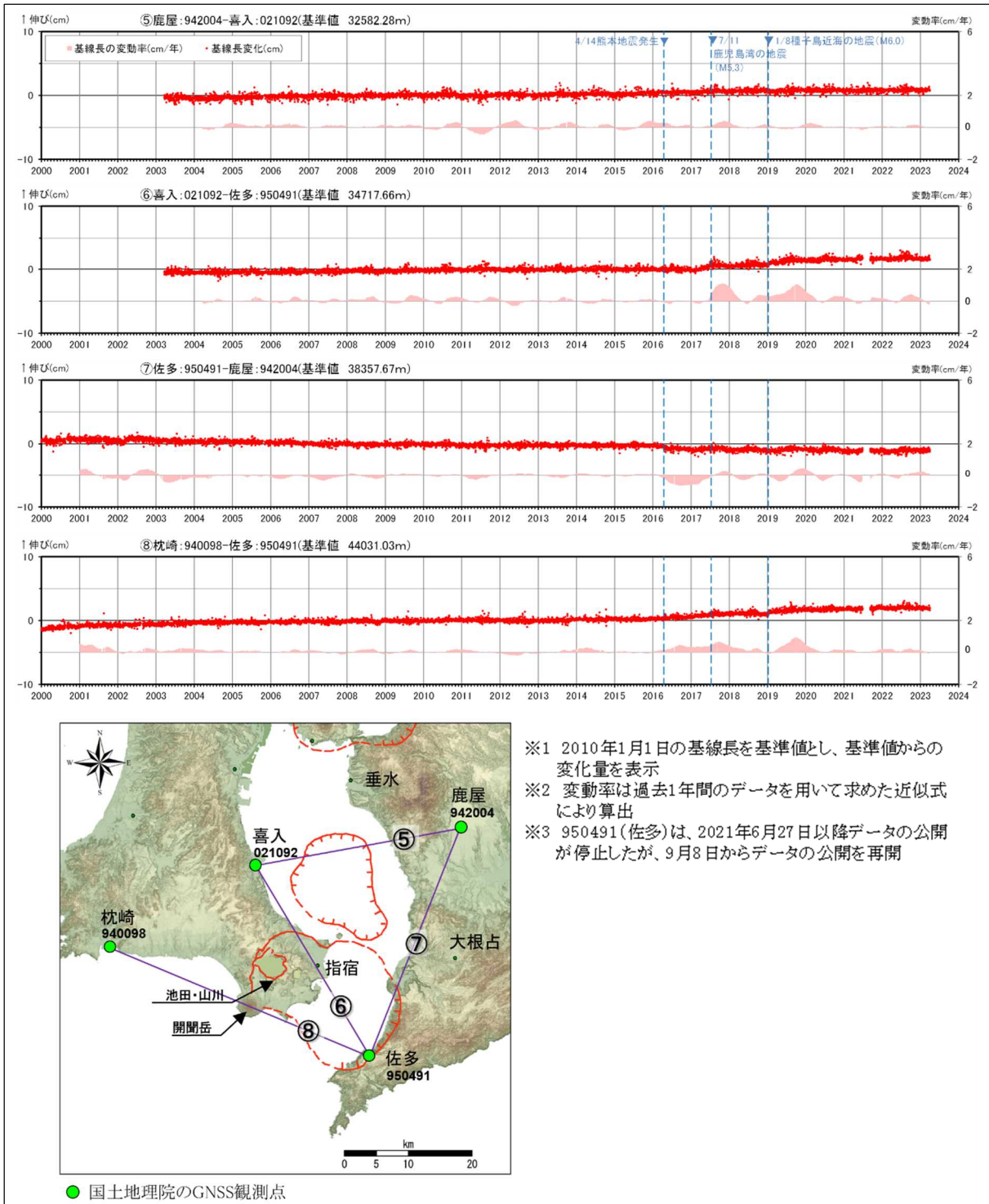


図 1 4 阿多カルデラの GNSS 連続観測による基線長変化 (基線⑤~⑧)

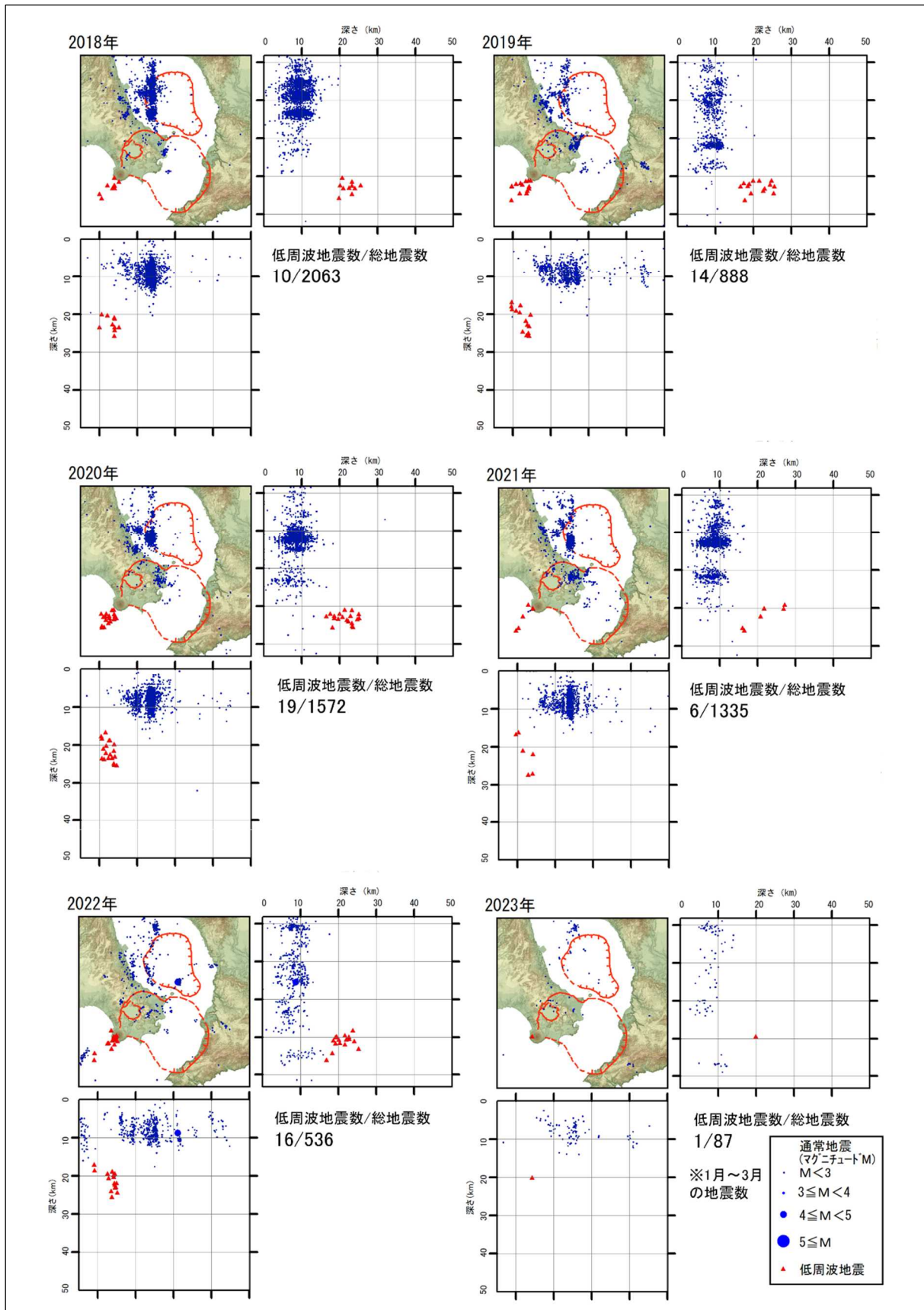


図 15 阿多カルデラにおける地震活動 (2018 年度～2023 年度)

(5) 鬼界の地殻変動及び地震活動について

- ・九州電力は、GNSS 連続観測による基線長変化等を確認した結果、当該年度は、カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められないとしているが、鹿児島三島及び竹島を起点とする基線に、2022年8月頃から鬼界へのマグマ供給を示唆する可能性のある伸びと縮みの傾向が認められるため、今後の地殻変動に留意していくとしている（図16及び図17）（添付資料、P78、P79、P91）。また、地震発生数の推移及び震源分布とマグニチュードの経時変化等を確認した結果、地震活動（発生数、位置、規模等）は、位置と規模に有意な変化は認められないとしている（図18）（添付資料、P85、P86、P90、P91）。

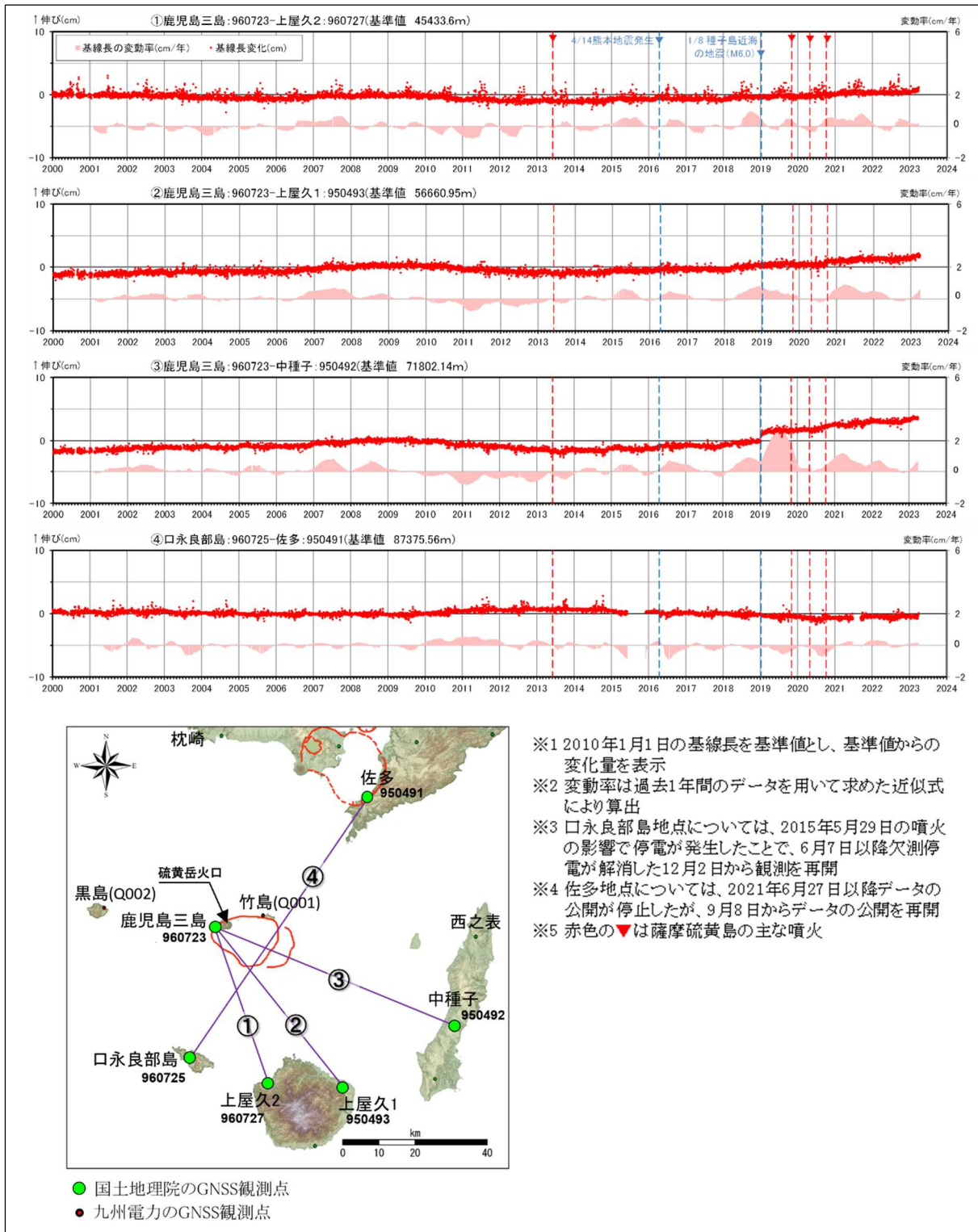


図 1 6 鬼界の GNSS 連続観測による基線長変化 (基線①~④)

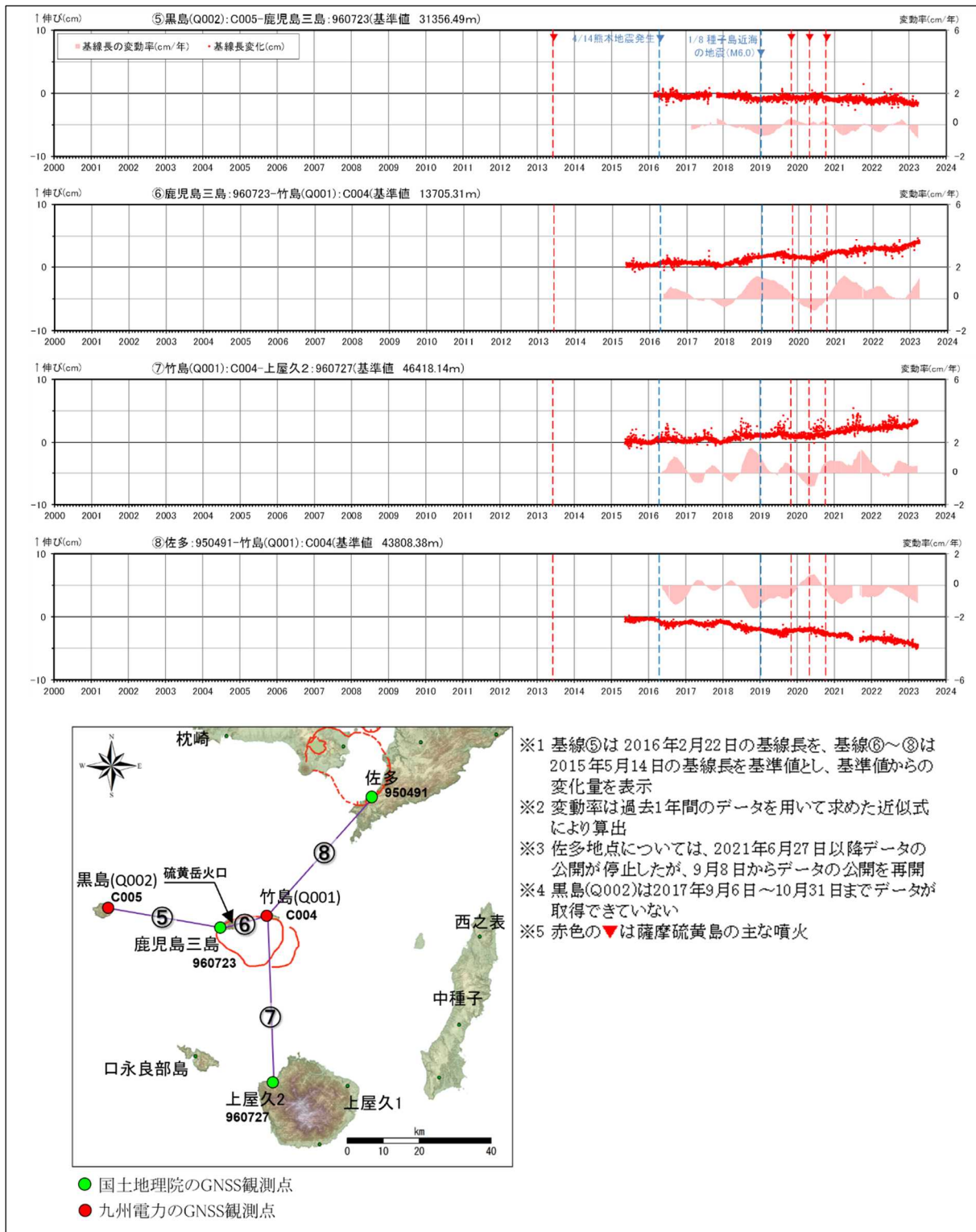


図17 鬼界のGNSS連続観測による基線長変化(基線⑤～⑧)

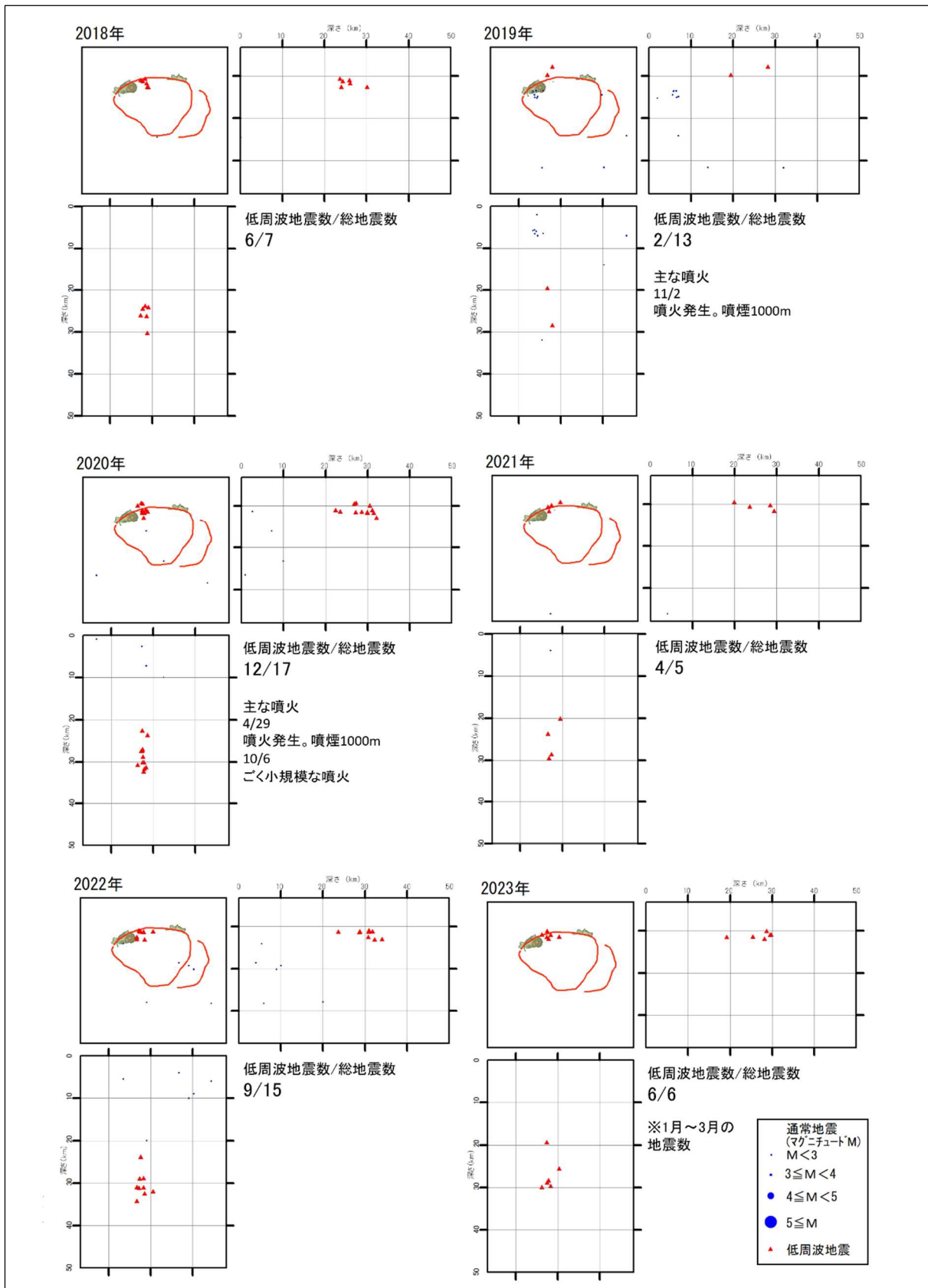


図 1 8 鬼界における地震活動 (2018 年度～2023 年度)

原子力規制庁は、阿蘇カルデラの基線長については、カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められないとしていること、地震活動についても有意な変化はないとしていることを確認した。加久藤・小林カルデラの基線長については、カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められないとしていること、地震活動についても有意な変化はないとしていることを確認した。始良カルデラの基線長については、これまでと同様にマグマ供給を示唆する変動が認められるが、カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められないとしていること、地震活動についても有意な変化はないとしていることを確認した。阿多カルデラの基線長については、カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められないとしていること、地震活動については、開聞岳付近における低周波地震は2020年度と同程度の発生数であるが、その南西側では通常地震もやや増加していること、また、これまで地震があまり発生していなかった北側のカルデラ内南部において地震が発生しているが、過去と比較して有意な変化はないとしていることを確認した。鬼界の基線長については、鹿児島三島及び竹島を起点とする基線に、マグマ供給を示唆する可能性のある伸びと縮みの傾向が認められるが、カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められないとしていること、地震活動についても有意な変化はないとしていることを確認した。

以上のことから、原子力規制庁は、九州電力が監視対象火山としている阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラ、始良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界のいずれも顕著なマグマ供給率の増加を示唆する地殻変動及び地震活動の有意な変化が認められず活動状況に変化がないと評価していることを確認した。

2. 九州電力の評価結果に対する第三者の助言内容

九州電力の「カルデラ火山モニタリング対応基準」では、原子力土木建築部長は、毎月のモニタリング結果をとりまとめた「火山活動のモニタリング結果（年報）」に対して、1年に1回、第三者（火山専門家等）の助言を得ることと定められている。

九州電力は当該基準に基づき、原子力土木建築部長は、3名の第三者（火山専門家）から「カルデラ火山の活動状況に変化はないという評価で問題ない」とする旨の助言を得ている。なお、その他の助言内容は、以下の通りである。

○地震活動について

【火山専門家C】

- ・小林カルデラの北側の地震はこれまで活動のなかったところで発生しているため、今後の地震活動を注視すること。

○地殻変動について

【火山専門家A、B及びC】

- ・カルデラ火山の変化を捉えるためには、茂木モデルだけではなく、ダイクモデルについても、GNSSの変動とマグマ供給率の関係を検討していくこと。

【火山専門家B及びC】

- ・加久藤・小林カルデラ周辺の長い基線では、カルデラ火山の影響を見ているのか霧島山の影響を見ているのか判断が難しいため、カルデラ火山と活火山を分離するようなGNSSネットワークの組み方を検討すること。

【火山専門家C】

- ・始良カルデラのマグマ供給率が低下しており、1年単位で見れば監視レベルを下げる基準となっているため、考え方（年数等）を明確にした上で評価すること（2022年度報告に反映済）。
- ・阿多カルデラの基線①（喜入一大根占）は2014年頃から伸びの傾向にあるため、今後の地殻変動を注視すること。

○始良カルデラ周辺の水準測量

【火山専門家C】

- ・水準測量と桜島の噴火回数との比較は、火山灰量で計算すべきである（2022年度報告に反映済）。

○九州電力が自ら定めた監視レベル移行判断フローの検討

【火山専門家B】

- ・鬼界の変動については、膨張傾向が認められてから現在までの累積で圧力源位置の推定を行うと良い。

原子力規制庁は、九州電力が川内原子力発電所及び玄海原子力発電所原子炉施設保安規定に基づき、第三者（火山専門家）の助言を踏まえて火山活動のモニタリング評価を行っていることを確認した。

3. 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」に係る監視項目について

原子炉火山部会報告書を受けて、九州電力は2022年度の火山活動のモニタリング評価結果に『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』という章を設けている（添付資料、P181-186）。

原子力規制庁は、九州電力の火山活動のモニタリングにおける観測データに、過去からの長期的な傾向と比較して、大きな変化が生じ、かつ、それが継続しているといった観測結果が得られていないことを、原子炉火山部会報告書に記載のチェックリストに基づき、別表（表1「①主な監視項目」及び表2「②その他の監視項目」）のとおり確認し、「モニタリングの監視強化」は不要であること確認した。

表1 「①主な監視項目」におけるチェックリスト

監視項目	確認事項	原子力規制庁の確認結果
地震活動	<input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> 地震発生数の急激な変化（増加又は減少）	<p>○該当なし</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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は認められないことを確認した。 ・ 地震発生数の急激な変化は認められないことを確認した。
地殻変動・地盤変動 (GNSS、水準測量、衛星観測、傾斜計・伸縮計)	<input type="checkbox"/> 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） <input type="checkbox"/> 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 <input type="checkbox"/> 傾斜計・伸縮計による地盤変動の急激な傾向の変化	<p>○該当なし</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 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認められないことを確認した。 ・ GNSS 連続観測による上下変動や水準測量、衛星観測に、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おらず、これまで変化が見られなかった場所での隆起及び沈降は認められないことを確認した。 ・ 傾斜計・伸縮計による地盤変動の急激な傾向の変化は認められないことを確認した。
火山ガス・熱活動 (表面活動)	<input type="checkbox"/> 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） <input type="checkbox"/> 火山ガスの放出量に急激な傾向の変化（増加又は減少）	<p>○該当なし</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 阿蘇、加久藤・小林、始良、阿多、鬼界は、既往の火山ガス放出場所の拡大又は消滅、あるいは、放出場所の出現は認められないことを確認した。 ・ 阿蘇、加久藤・小林、始良、鬼界は、火山ガスの放出量に急激な傾向の変化は認められないことを確認した。 <p><small>注）阿多カルデラ内の開聞岳、池田・山川では、定常的な火山ガス観測は実施されていない。</small></p>

表2 「②その他の監視項目」におけるチェックリスト

監視項目	確認事項	原子力規制庁の確認結果
噴出場所及び噴出物	<input type="checkbox"/> 既往の火口の拡大や消長、新たな火口や火道の形成 <input type="checkbox"/> 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）	<p>○該当なし</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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ことを確認した。 ・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ことを確認した。
噴火様式	<input type="checkbox"/> 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	<p>○該当なし</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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ことを確認した。
地下構造	<input type="checkbox"/> 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	<p>○該当なし</p> <ul style="list-style-type: none"> ・阿蘇、加久藤・小林、始良及び阿多については、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が出現したとする科学的知見は認められないことを確認した。 ・鬼界については、状況に応じて情報収集を行い、データ拡充を図ることが望まれる。

4. 原子力規制庁の評価

原子力規制庁は、九州電力から受理した火山活動のモニタリングに係る評価結果について、①当該評価の過程が適切かつ確実になされていること、②監視対象火山の活動状況を把握し、活動状況の変化の有無を評価していることの2点を確認することに主眼を置き、あわせて、九州電力の火山活動のモニタリングにおける観測データに、過去からの長期的な傾向と比較して、大きな変化が生じ、かつ、それが継続しているといった観測結果が得られていないことを、原子炉火山部会報告書に記載のチェックリストを用いることにより、当該評価結果を確認した。

その結果、原子力規制庁は、九州電力の評価結果について、その評価過程において川内原子力発電所及び玄海原子力発電所原子炉施設保安規定に基づき、第三者（火山専門家）の助言を踏まえて、火山活動のモニタリング評価が適切かつ確実になされていること、また、監視対象としているカルデラ火山の活動状況に変化がないと評価していることを確認し、これらを妥当と判断した。

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) .