２０２１年6月１６日

原子力規制委員会　殿

九州電力株式会社
代表取締役　社長執行役員　　池辺　和[redacted]

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について（報告）

川内原子力発電所原子炉施設保安規定及び玄海原子力発電所原子炉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
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の報告について

別紙

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の報告について

川内原子力発電所原子炉施設保安規定及び玄海原子力発電所原子炉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

モニタリング対象の火山は、阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラ、姶良カルデラ、阿多カルデラ、鬼界の５つのカルデラ火山とした。

2．評価期間

評価期間は、2020 年 4 月 1 日から 2021 年 3 月 31 日とした。

3．評価方法及び評価結果　（添付資料）

（1）評価方法

国土地理院及び気象庁が公表した火山に関する評価及び国土地理院の地殻変動情報及び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、対象火山の活動状況の変化について評価した。

（2）評価結果

評価期間を通じて地殻変動及び地震活動に有意な変化は認められないことから、対象火山の活動状況に変化はないと評価した。

対象火山	総合評価 （活動状況の変化）
阿蘇カルデラ	な　し
加久藤・小林カルデラ	な　し
姶良カルデラ	な　し
阿多カルデラ	な　し
鬼　界	な　し

添付資料

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（2020 年度報告）

以　上

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
（2020年度報告）

2021年6月16日

九州電力株式会社

九州電力

九電グループ
ずっと先まで、明るくしたい。

目 次

１．モニタリングの概要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ３

２．モニタリング評価結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ５

３．モニタリング確認結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ８

①　阿蘇カルデラ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ９

②　加久藤・小林カルデラ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ２７

③　姶良カルデラ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ４５

④　阿多カルデラ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ６５

⑤　鬼界 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ８１

参考１．日本全域の鉛直変動（楕円体高） ・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ９４

参考２．九州全域の地震活動 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ９５

＊本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、数値地図50mメッシュ（標高）を使用したものである。（承認番号　平25情使、第333号）
上記地図を第三者がさらに複製又は使用する場合には、国土地理院の長の承認を得なければならない。

目 次

（中・長期的取組みについて）

１．広域地殻変動の影響検討 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・P１０２
２．基線長検知能力の検討 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・P１１４
３．カルデラ火山周辺のひずみ場検討 ・・・・・・・・・・・・・・・・・P１３０
４．姶良カルデラ周辺の水準測量結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・P１３３
５．当社GNSS機器による観測結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・P１３９
６．マグマ供給率算定手法に関する検討
　（１）火山ガス放出量に基づく想定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・P１４７
　（２）粘弾性モデル ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・P１４９
７．干渉SAR時系列解析結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・P１５７
８．地下深部の熱活動の観測手法に関する検討 ・・・・・・・・・P１６０
９．統計的整理に基づく評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・P１６７
１０．鬼界の基線長変化における長期トレンド検討 ・・・・・・・P１８５

（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）・・・・・・・・・・・・・・・・・・P１９０

（参考文献）

＊本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、数値地図50mメッシュ（標高）を使用したものである。（承認番号　平25情使、第333号）
上記地図を第三者がさらに複製又は使用する場合には、国土地理院の長の承認を得なければならない。

1. モニタリングの概要［評価方法］

〔Ⅰ 活火山に関する公的機関の評価〕

① 評価の収集

発行機関	対 象	資料名（URL）
国土地理院	2020年4月度～ 2021年3月度	火山周辺地域における地殻変動 (http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/kazan_index.html)
気象庁	2020年 12月23日開催	第147回 火山噴火予知連絡会資料 (https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/CCPVE08.html)
	2020年（年報） 2020年4月～ 2021年3月（月報）	火山活動解説資料（九州地方の火山） (http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact.php)

※ 異常が出た場合等に臨時で発表される
不定期情報も逃さず収集

〔Ⅱ 当社の評価〕

① データの収集 ⇒ ② 分析 ⇒ ③ 評価

発行機関	対 象	データ名（URL）
国土地理院	2000.1.1 ～ 2021.3.31	電子基準点データ提供サービス (http://terras.gsi.go.jp/)
気象庁	2000.1.1 ～ 2021.3.31	一元化処理震源データ（気象庁、大学、防災科学技術研究所）※ (http://www.hinet.bosai.go.jp/?LANG=ja)

※ 2000年～2017年4月までは，地震月報（カタログ編）の震源データ
(http://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/bulletin/hypo.html)を使用

〔Ⅲ 総合評価〕

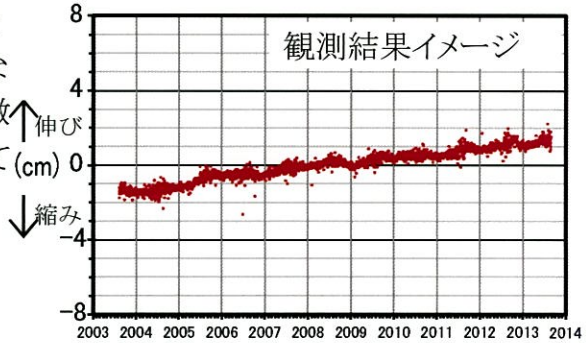
・活火山に関する公的機関の評価及び当社の評価等に基づき、カルデラの活動状況の変化を総合的に判断 ［1回/月］

⇩

・なお評価結果については火山の専門家に助言を頂く ［1回/年］

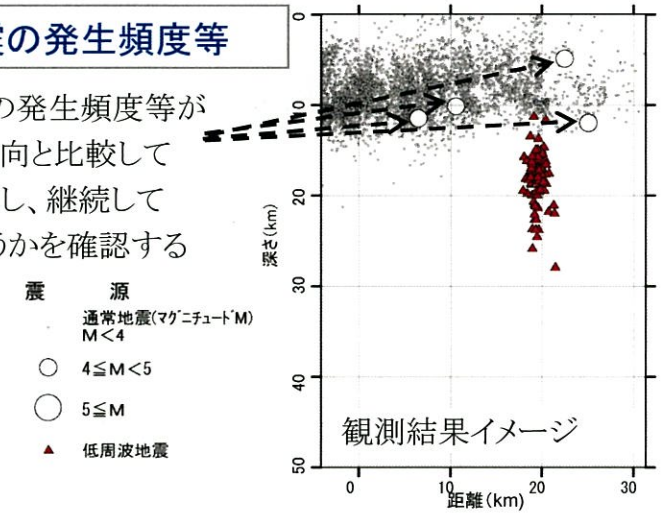
地殻変動（基線長の変化）

・地殻変動（基線長の変化）が長期的な傾向と比較して急激に変動し、継続していないかどうかを確認する



有感地震の発生頻度等

・有感地震の発生頻度等が長期的な傾向と比較して急激に増加し、継続していないかどうかを確認する



1. モニタリングの概要［監視レベルの移行判断基準と監視体制］

監視レベル	判断基準 マグマ供給率（×0.01km³/年）	監視体制
平常	1未満 ※1	・GNSS連続観測による基線長変化 ・地震観測による震源分布 → 変化の原因等の検討 マグマ供給率に変化が生じた場合、火山専門家等の助言を得ながら必要に応じて監視レベルを移行
注意	1～5未満 ※2	・GNSS連続観測による基線長変化 ・地震観測による震源分布 → 変化の原因等の検討 長期にわたり（1～3年程度）マグマ供給率が1を超える場合は、火山専門家等の助言を得ながら必要に応じて詳細観測を実施
警戒	5～10未満 ※3	詳細観測の実施（GNSSの増設等による圧力源の検討）→ 異常の原因等の検討 → 活動的なマグマ溜まりの特定 後カルデラの活動 → 継続監視 カルデラの活動 → ・対処準備 ・燃料体等の搬出等
緊急	10～	詳細観測の実施（GNSSの増設等による圧力源の検討） → ・対処準備 ・燃料体等の搬出等

マグマ供給率の増加

※1 姶良カルデラ周辺のGPS観測結果等から得られる、ここ数百年の地殻変動量及びマグマ供給率
※2 Druitt et al., 2012によるマグマ供給率の最小値（0.05km³/年）を警戒体制に移行する基準値として適用
※3 Druitt et al., 2012によるマグマ供給率の中央値（0.10km³/年）を適用

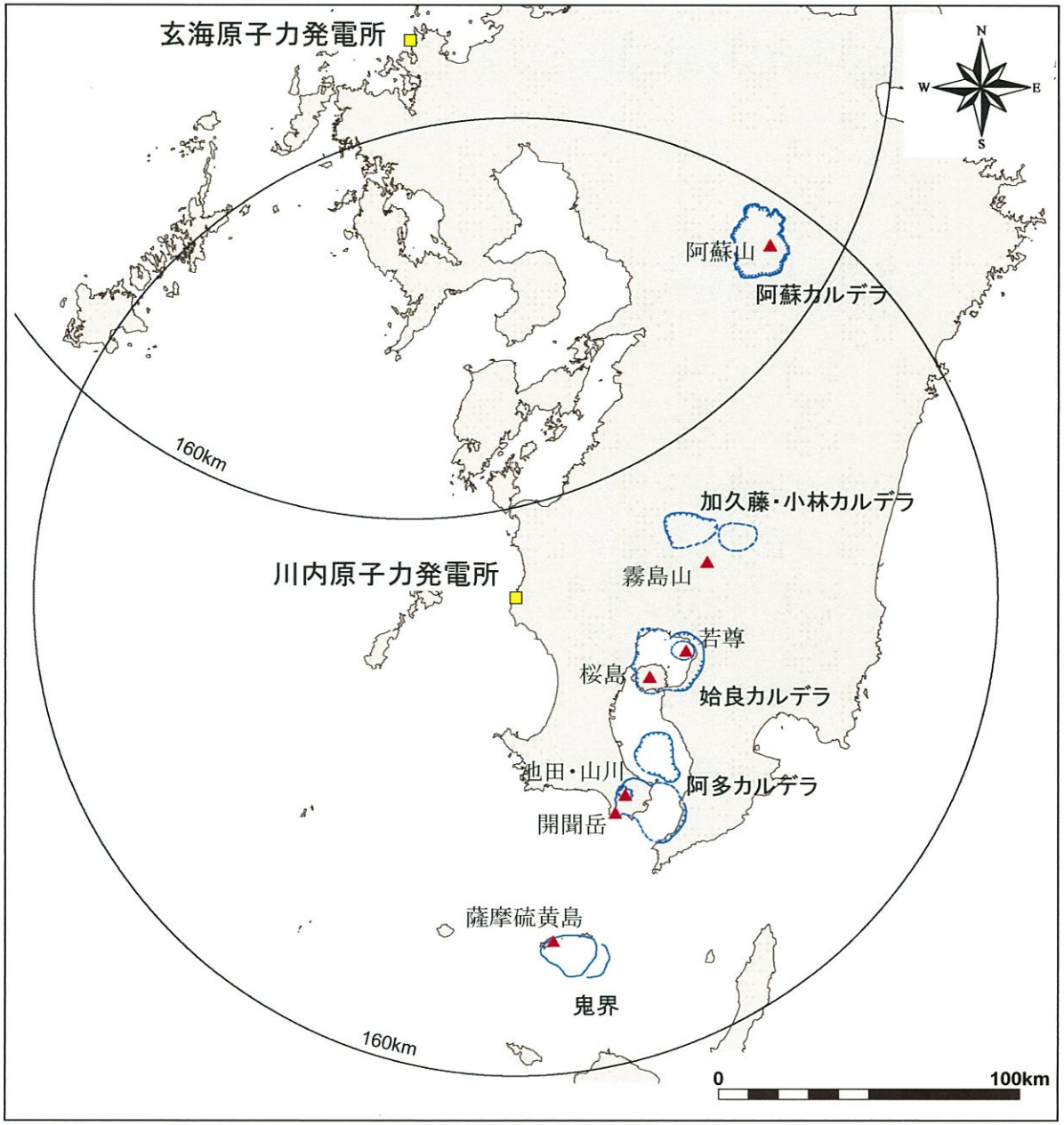
2. モニタリング評価結果

○ 公的機関による発表情報、既存観測網によるデータ等を収集・分析し、2020年度の対象火山※の活動状況を確認した。
○ 各カルデラ火山において、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は認められないことから、対象火山の活動状況に変化はないと評価した。

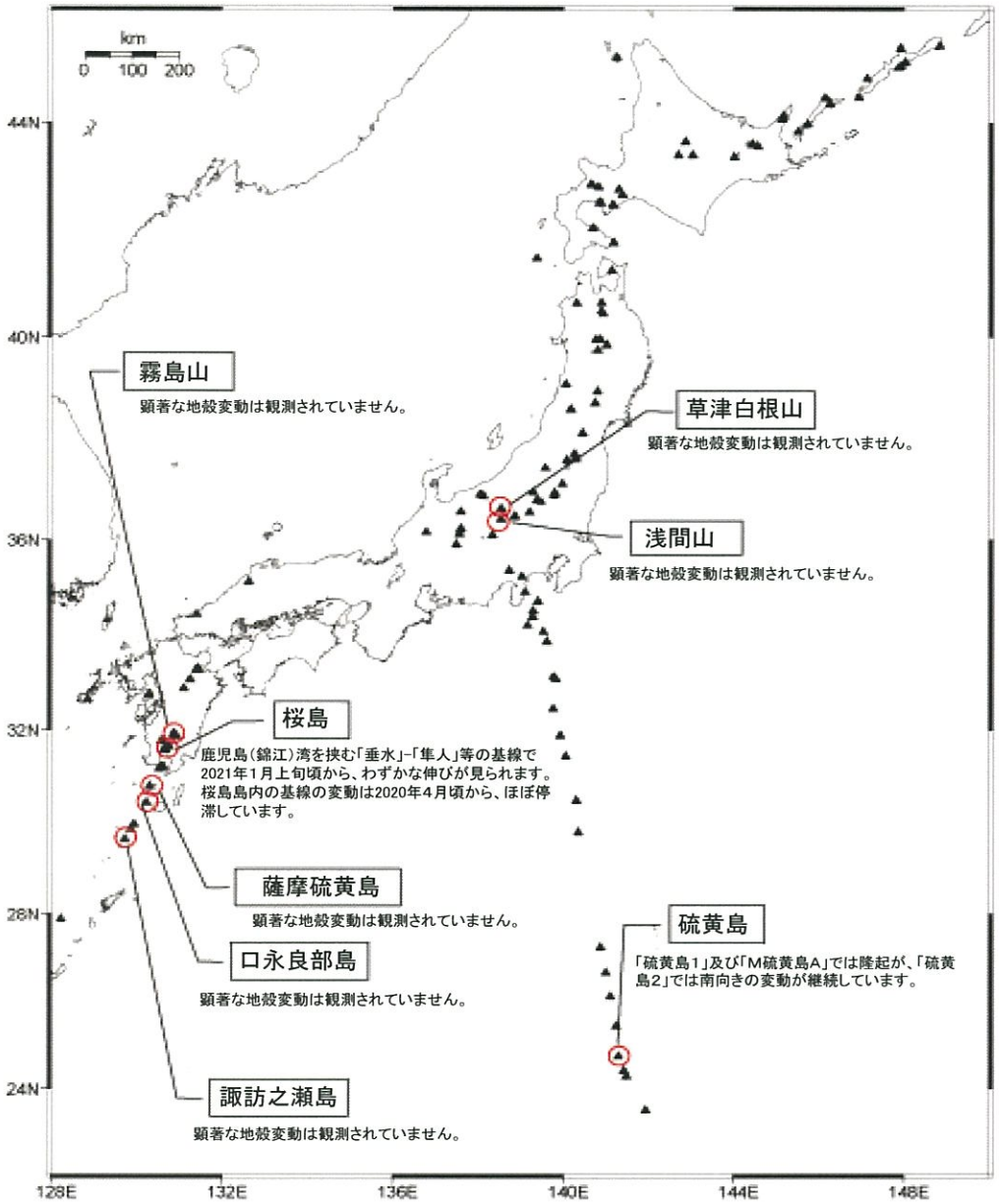
対象火山	活火山に関する公的機関の評価		当社の評価（国土地理院GNSS観測による基線変化及び気象庁一元化処理データを使用）			総合評価
	気象庁噴火警戒レベル（下線の火山は対象外）	（気象庁火山噴火予知連絡会資料，火山活動解説資料）	監視レベル	地殻変動	地震活動	活動状況の変化
阿　蘇 カルデラ	阿蘇山 レベル1 （活火山であることに留意）	・阿蘇山では6月下旬以降、噴火は発生していない。 ・火山性地震及び孤立型微動は多い状態で、火山ガス放出量はやや少ない状態で経過している。 ・GNSS連続観測では、深部にマグマだまりがあると考えられている草千里を挟む基線は7月頃からわずかな縮みの傾向がみられる。	平　常	・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ないと判断している。	・過去と比較して有意な変化は認められない。 ・なお、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。	な　し
加久藤 ・小林 カルデラ	霧島山【新燃岳】 霧島山【御鉢】 霧島山【えびの高原周辺】 霧島山【大幡池】 レベル1 （活火山であることに留意）	・霧島山では噴火は観測されていない。 ・火山性地震は、2021年2月以降は少ない状態で経過しており、火山ガス放出量は、2020年4月に増加したが、12月に入り減少している。 ・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伸びは2020年11月頃から停滞している。	平　常	・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ないと判断している。	・過去と比較して有意な変化は認められない。 ・なお、小林カルデラの南東側で局所的にやや多くの地震が認められたため、今後の地震活動に留意していく。	な　し
姶　良 カルデラ	桜島 レベル3 （入山規制） 若尊 活火山であることに留意	・桜島の噴火活動は活発な状態となっている。 ・桜島の火山性地震の年回数は前年に比べ減少し、火山ガス放出量は多い状態で経過している。 ・広域のGNSS 連続観測では、姶良カルデラ（鹿児島湾奥部）の地下深部の膨張を示すわずかな伸びが2019年9月以降認められている。 ・若尊の周辺領域で時々地震が発生した。	注　意	・マグマ供給を示唆する広範囲な伸びの傾向が認められるものの、基線長の変動率に有意な変化は認められない。また、監視体制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0.01km^3/年であることから、「注意」を継続する。	・若尊カルデラの南西側で局所的にやや多くの地震が認められ、桜島の南西海域及び桜島南西部の地震は2020年も依然として継続しており、全体として増加傾向にあるため、今後の地震活動に留意していく。	な　し
阿　多 カルデラ	開聞岳 活火山であることに留意 池田・山川 活火山であることに留意	・開聞岳および池田・山川において、火山活動の特段の変化はなく、噴火の兆候はみられない。	平　常	・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ないと判断している。	・2017年に生じた地震と同じ北側のカルデラにおいて、2020年2月以降に増加傾向にある。また、開聞岳付近における低周波地震の増加も認められることから、今後の地震活動に留意していく。	な　し
鬼　界	薩摩硫黄島 レベル2 （火口周辺規制）	・硫黄岳で4月29日、10月6日に噴火が発生したが、その後は噴火は発生していない。 ・火山性地震の年回数は前年に比べ減少した。	平　常	・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ないと判断している。 ・なお、2020年7月頃以降、基線②、③において伸びの傾向が認められていたが、2021年1月頃以降は停滞している。	・過去の地震活動と比較して有意な変化は認められない。	な　し

※ 本報告における対象火山は、阿蘇カルデラ、加久藤・小林カルデラ、姶良カルデラ、阿多カルデラ及び鬼界の5つのカルデラ火山とする

【参考】 モニタリング対象のカルデラ火山



【補足】国土地理院の地殻変動図　気象庁の火山概況



国土地理院：火山周辺地域の地殻変動（2021年3月）

噴火警報及び噴火予報の発表状況（令和３年４月５日現在）

警報・予報	噴火警戒レベル及びキーワード	該当火山
火口周辺警報	レベル３（入山規制）	桜島、口永良部島
	レベル２（火口周辺規制）	薩摩硫黄島、諏訪之瀬島
噴火予報	レベル１（活火山であることに留意）	鶴見岳・伽藍岳、九重山、阿蘇山、雲仙岳、霧島山（えびの高原（硫黄山）周辺）、霧島山（大幡池）、霧島山（新燃岳）、霧島山（御鉢）
	活火山であることに留意	阿武火山群、由布岳、福江火山群、米丸・住吉池、若尊、池田・山川、開聞岳、口之島、中之島

噴火警戒レベルは、地域防災計画等でその活用が定められている火山で運用されています。

気象庁：月間火山概況（2021年3月）

３．モニタリング確認結果

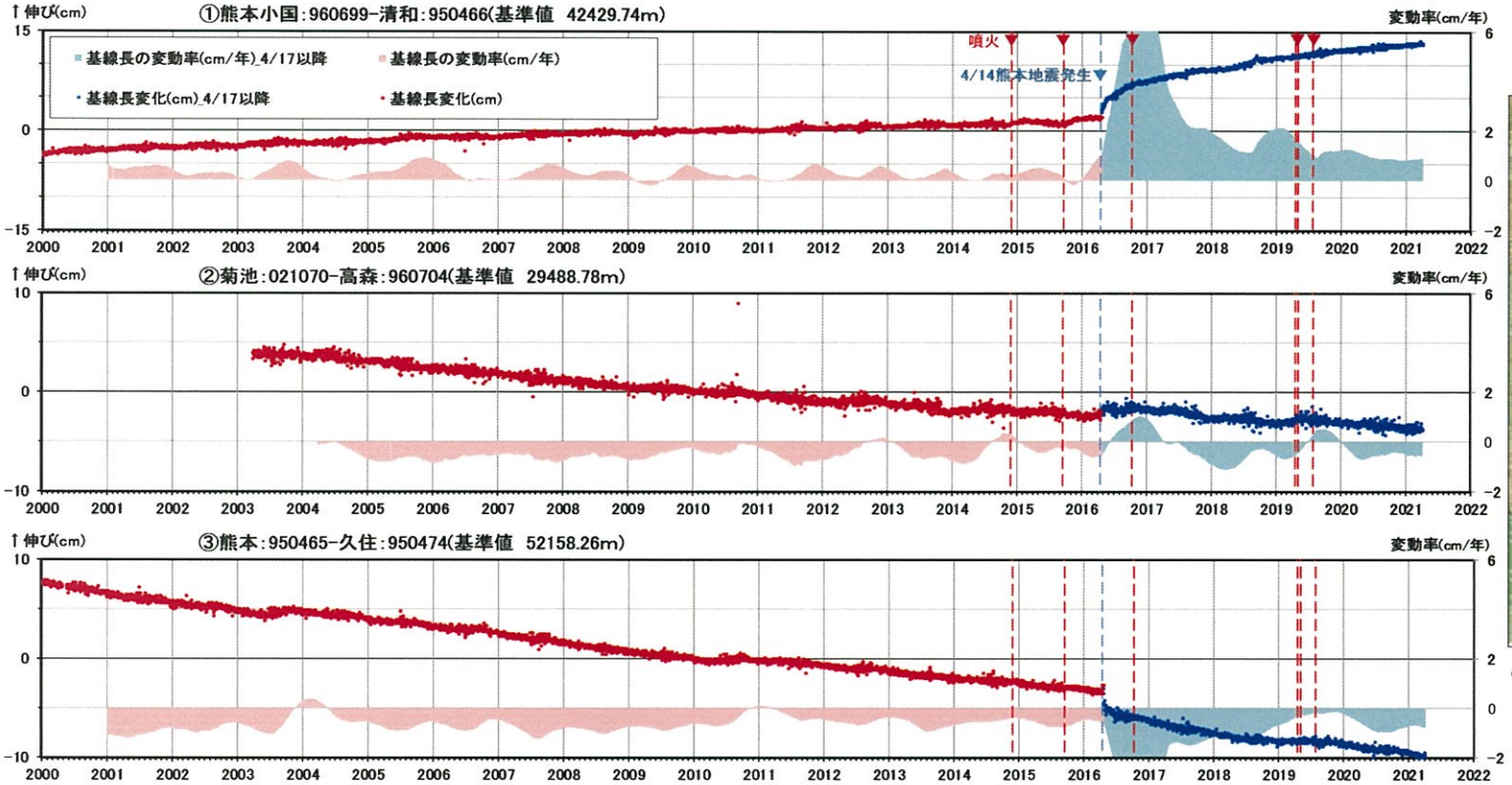
① 阿蘇カルデラ［活火山に関する公的機関の評価概要］

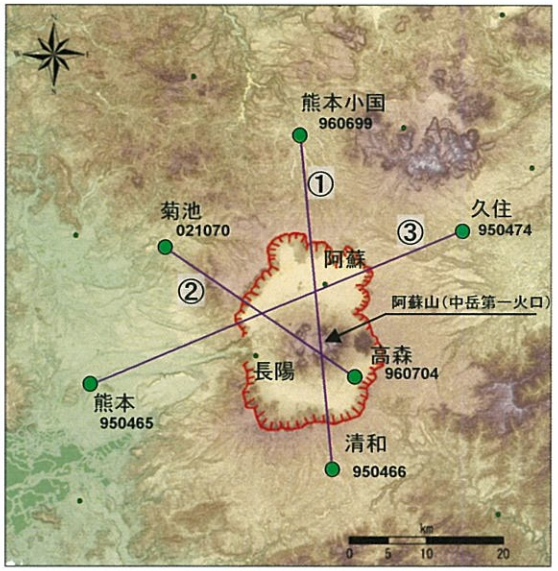
○阿蘇山 （出典：火山活動解説資料2020年 年報、火山活動解説資料2021年3月）

- 阿蘇山では、2019年から火山活動が高まった状態で推移したが、2020年6月以降は低下した状態で推移している。
- 2019年10月7日に発生した噴火が5月20日まで継続した。その後、断続的に噴火していたが、6月下旬以降噴火は発生していない。噴火に伴う噴煙は最高で火口縁上1,700mまで上がった。噴火に伴う大きな噴石は観測されていない。
- 火山性微動の平均振幅は、やや大きい状態で経過し、一時的に更に大きくなるなど変動を繰り返していたが、2月下旬以降は概ね小さい状態で経過した。火山性地震及び孤立型微動は、多い状態で経過した。
- 火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、噴火が継続していた6月上旬までは、概ね多い状態であったが、6月中旬以降はやや少ない状態で経過した。
- 傾斜計では、火山活動の活発化を示唆する変化は認められない。
- GNSS連続観測では、深部にマグマだ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鈍化し、7月頃からわずかな縮みの傾向がみられている。

① 阿蘇カルデラ［地殻変動：基線長変化］

・2020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ないと判断している。
・なお、2019年度に阿蘇カルデラ内の基線（基線⑦、⑧、⑨）において見られた伸びの傾向は、2020年度には停滞に変わった。



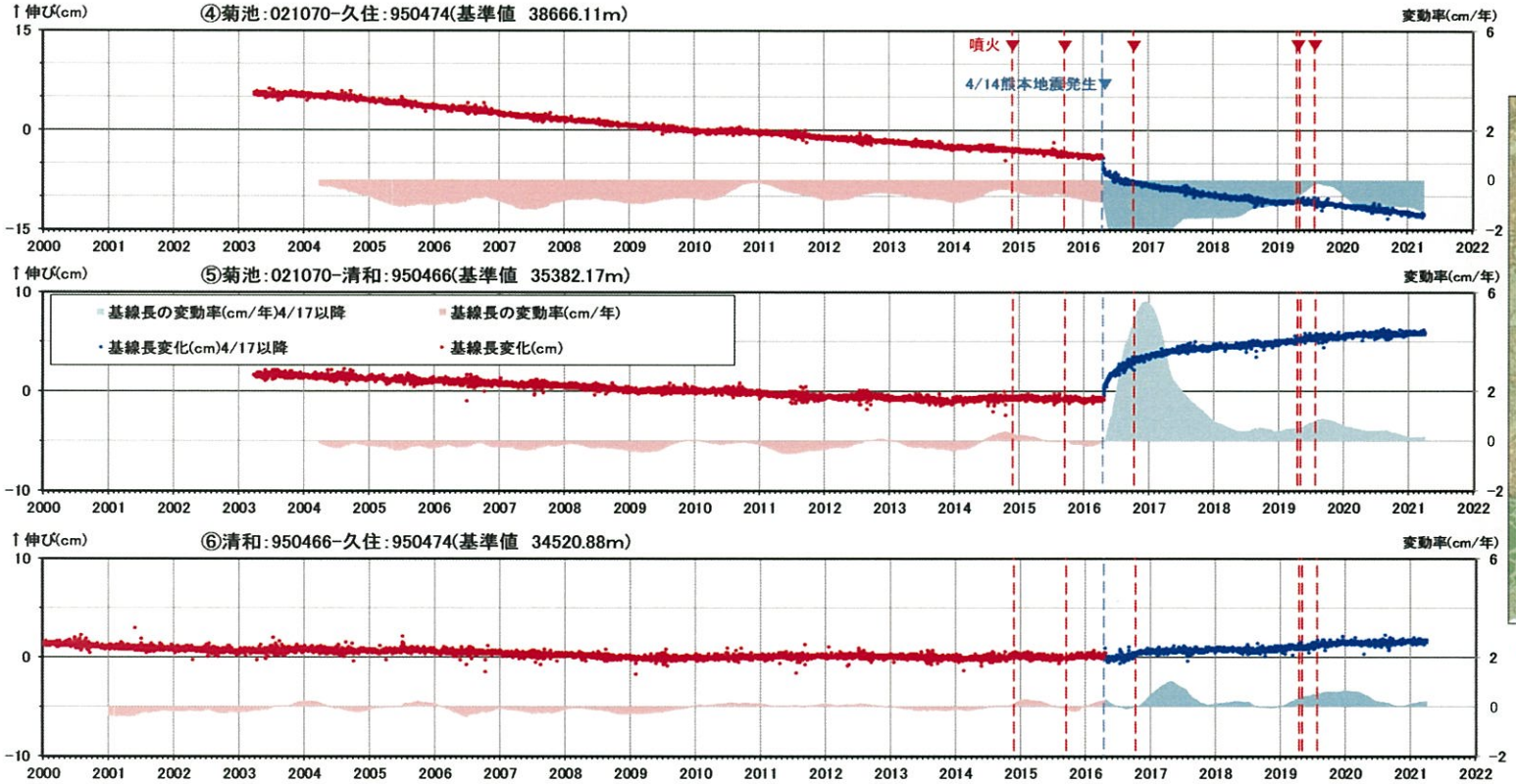


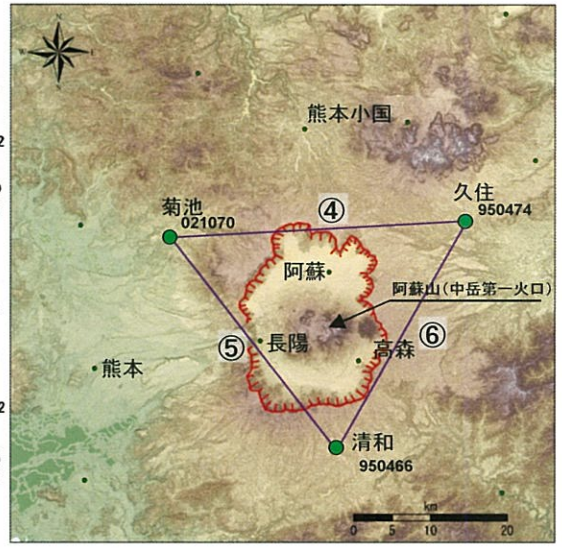
● 国土地理院のGNSS観測点

※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出

基線①～③の時系列変化（熊本地震発生時の変動を補正して図示）

① 阿蘇カルデラ［地殻変動：基線長変化］



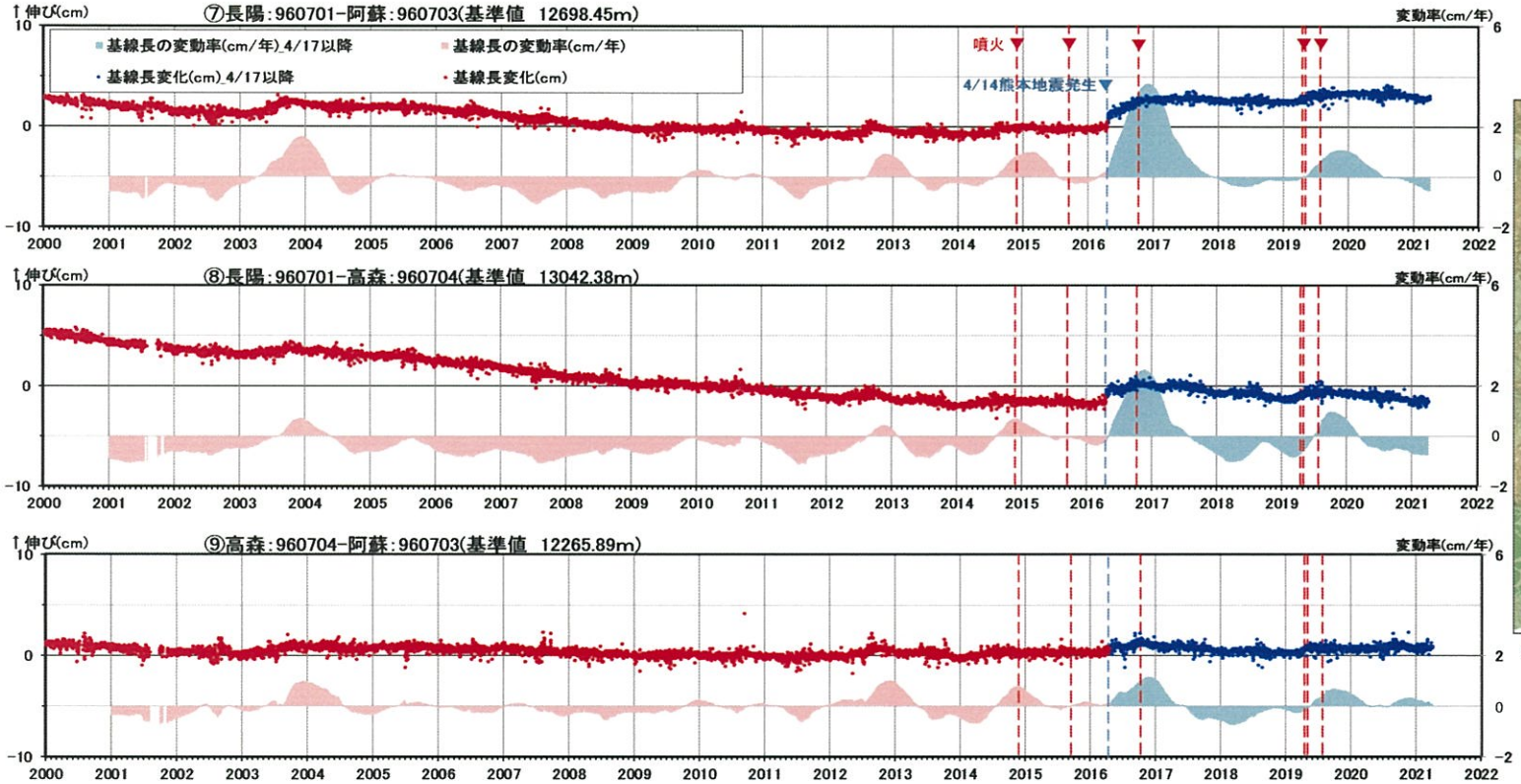


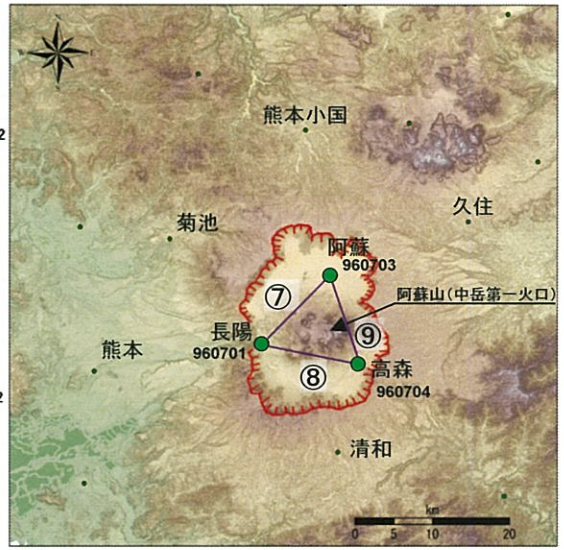
● 国土地理院のGNSS観測点

※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
※2 変動率は過去1年間のデータを用て求めた近似式により算出

基線④～⑥の時系列変化（熊本地震発生時の変動を補正して図示）

① 阿蘇カルデラ［地殻変動：基線長変化］





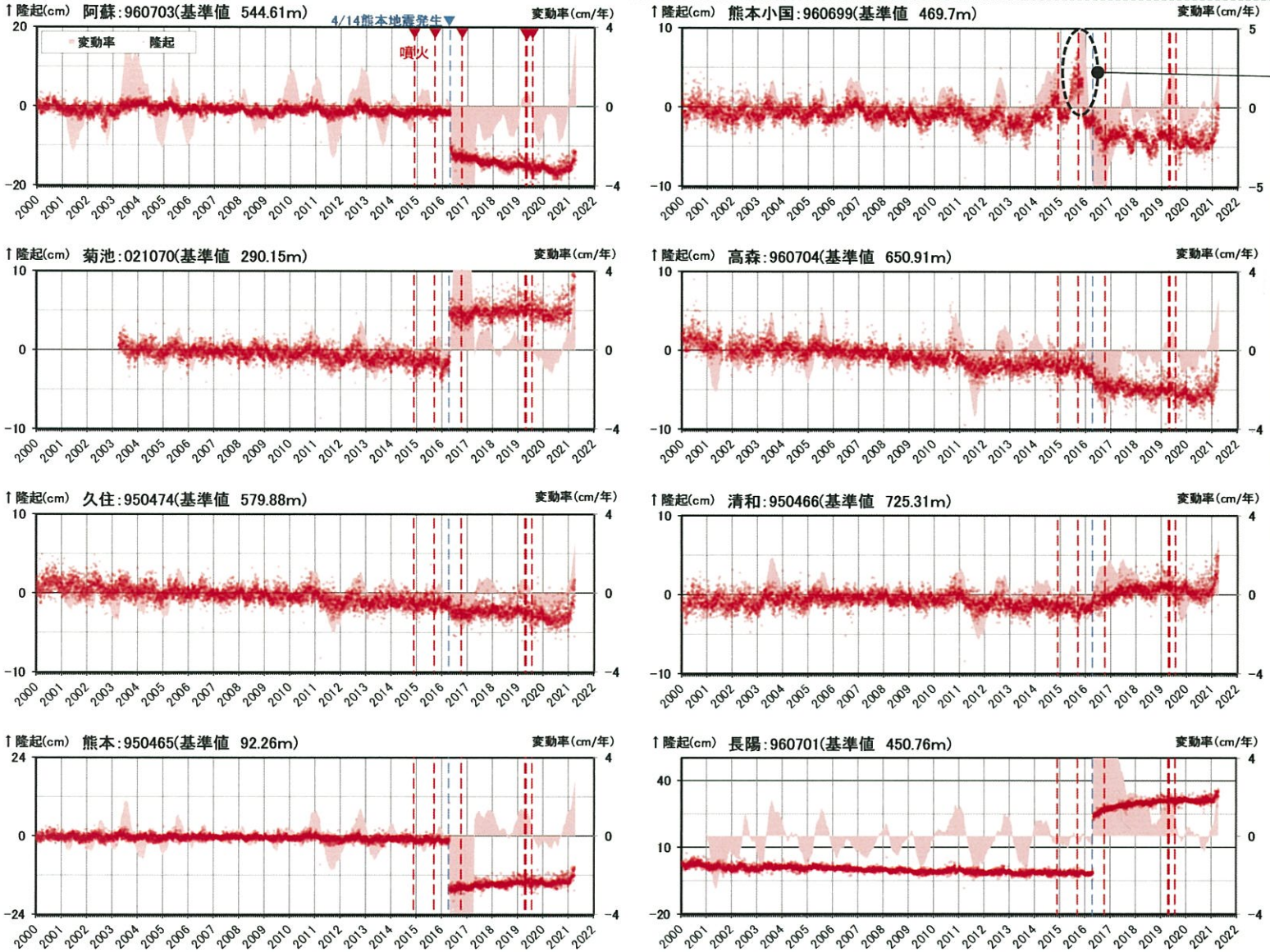
● 国土地理院のGNSS観測点

※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出

基線⑦～⑨の時系列変化（熊本地震発生時の変動を補正して図示）

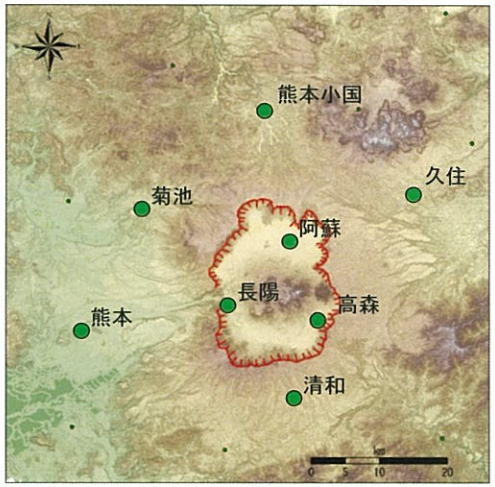
① 阿蘇カルデラ［地殻変動：各観測点の鉛直変動］

・2020年度の鉛直変動は、2021年2月頃以降隆起傾向が認められるものの、この隆起傾向は日本全域で見られるものであり、阿蘇カルデラへのマグマ供給を示唆するものではないと判断している。



2010年1月1日の楕円体高を基準値とした鉛直変動量

GNSS観測点周辺の樹木により衛星の捕捉状況が悪くなり、鉛直変動が大きくなったと思われる。
2015年11月に樹木の伐採が実施された後は、鉛直変動が小さくなっている。



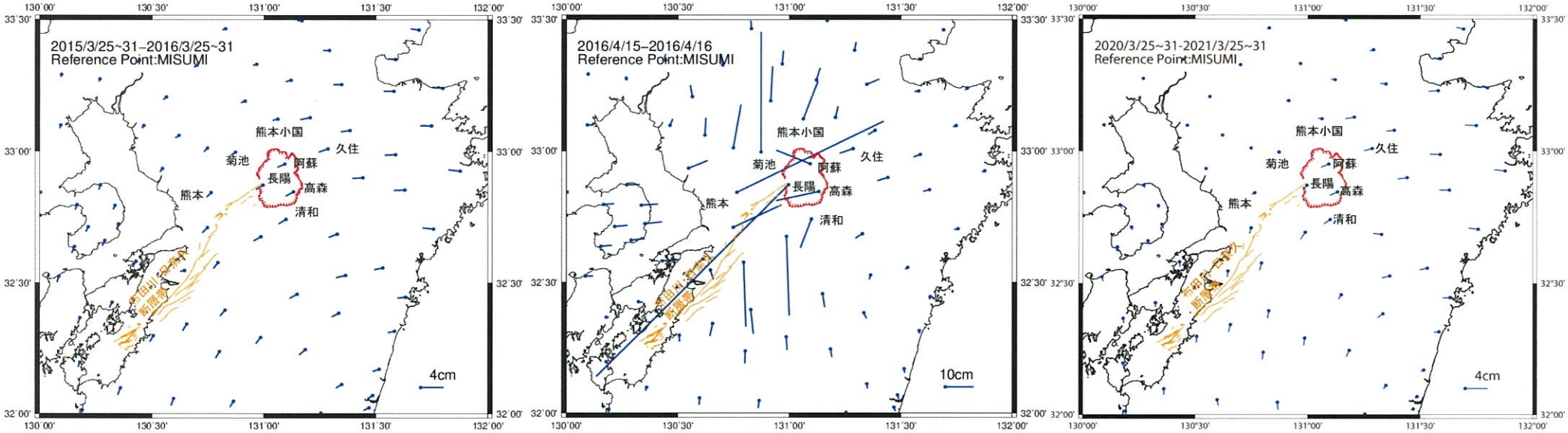
※1 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出

余　　白

【参考】熊本地震の影響［地殻変動：水平変動ベクトル］

・熊本地震の本震発生（2016年4月16日M7.3）に伴って、布田川・日奈久断層帯沿いに右横ずれの大きな地殻変動が認められ、断層を境に、北側では北向き、南側では南向きの変動が生じている。

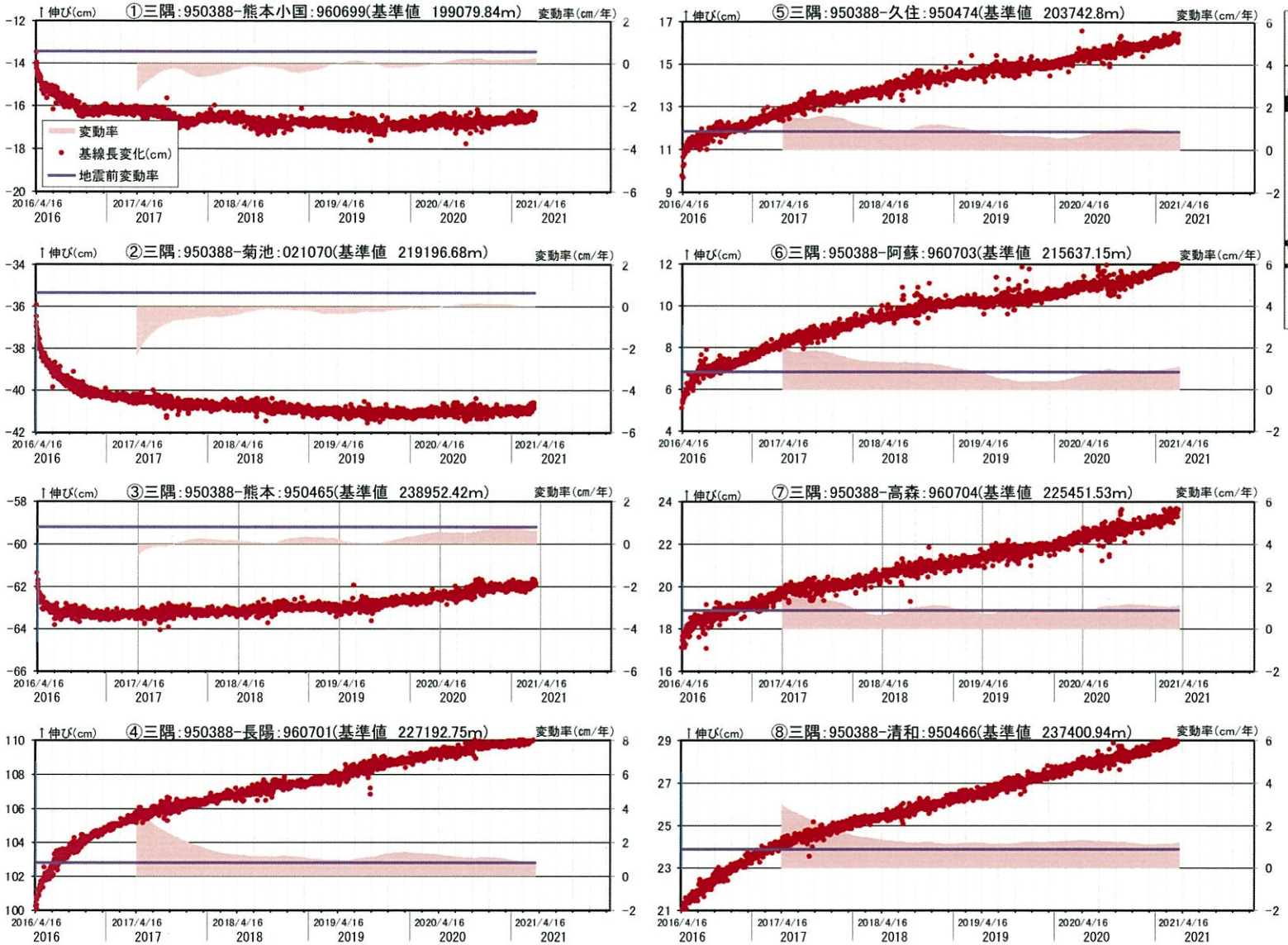
・熊本地震後の地殻変動については、「余効変動が地震発生後3年経った現在も継続している（文部科学省研究開発局・九州大学（2019））」ことが示されている。過去1年の地殻変動は、本震前の状態に概ね戻っているものの、地震断層北側の点の変動が小さくなっていることや、地震断層南側の点の変動方向が異なることなど、本震前と比較して差異が認められる。



本震前の地殻変動　　本震時の地殻変動　　過去1年の地殻変動

【参考】熊本地震の影響［地殻変動：三隅と各観測点の基線長変化］

・至近1年間と熊本地震前の基線長変動率を比較した結果、ほとんどの観測点において本震前の状態に概ね戻っているものの、「熊本小国」、「菊池」、「清和」においては本震前と比較して差異が認められる。



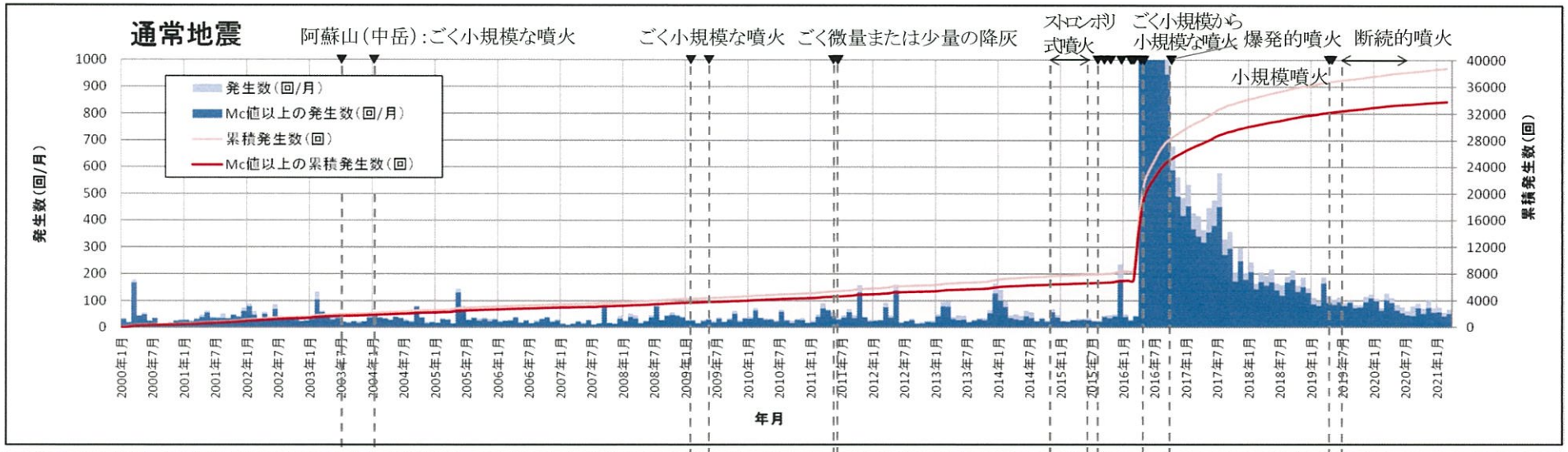
GNSS連続観測による基線長変化【2016年4月16日～2021年3月31日】

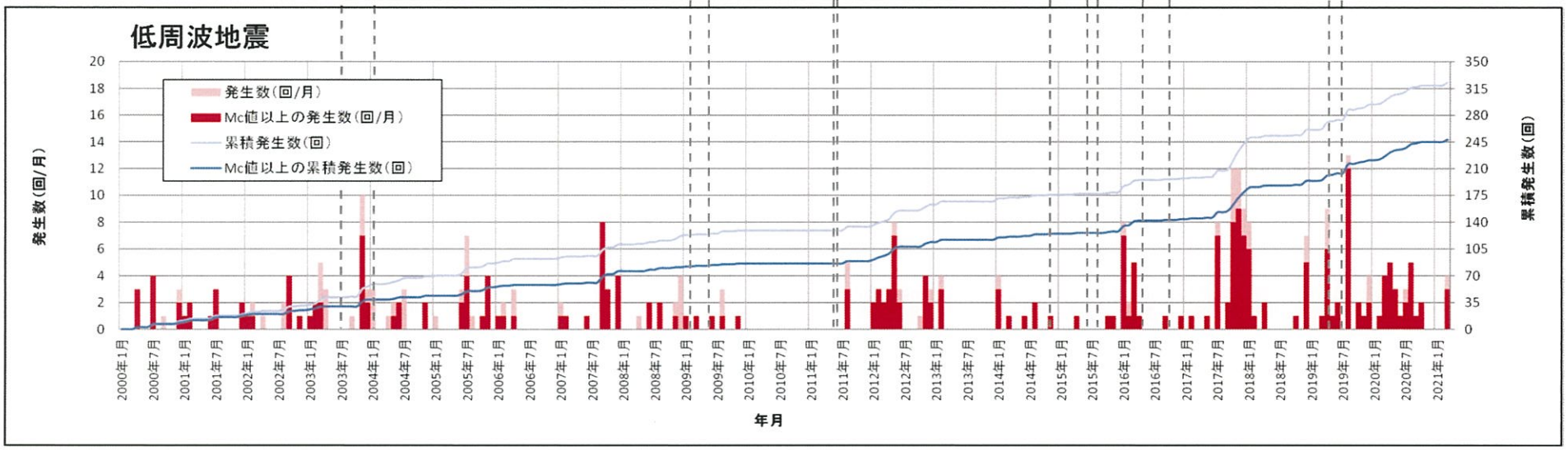
電子基準点の位置図

※1 固定点：三隅(島根県)
※2 地震前変動率は熊本地震前(2006年3月31日～2016年3月31日)の基線長変化から計算
※3 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示

① 阿蘇カルデラ［地震活動：2000年以降の地震発生数の推移］

・2020年度の地震活動（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。
・なお、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。

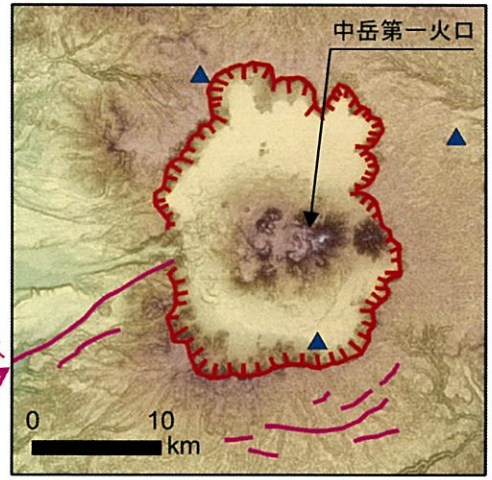




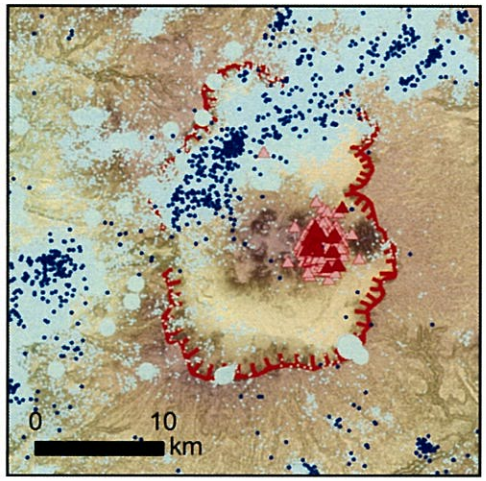
〔 Mc値（2000～2020年データ使用）〕通常地震：0.1　低周波地震：0.2

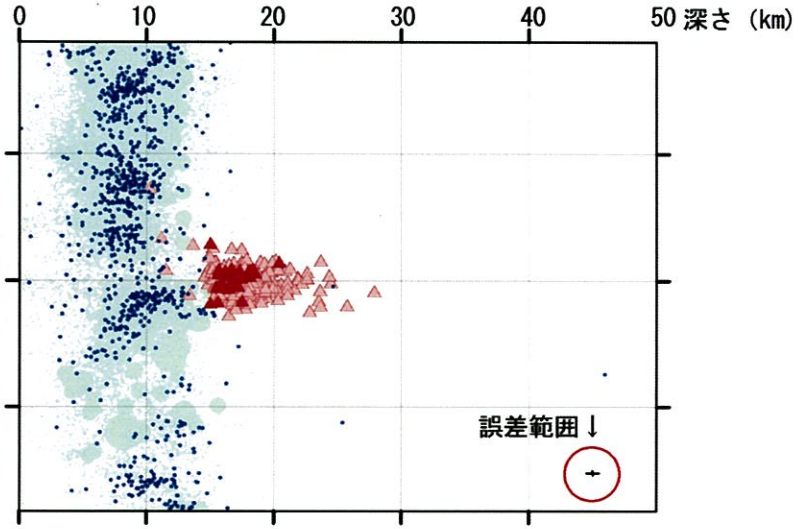
① 阿蘇カルデラ［地震活動：震源分布とﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞの経時変化］

地震観測点



震源分布（深さ50km以浅）





凡　例

地震観測点

- 大学
- 気象庁
- 防災科学技術研究所

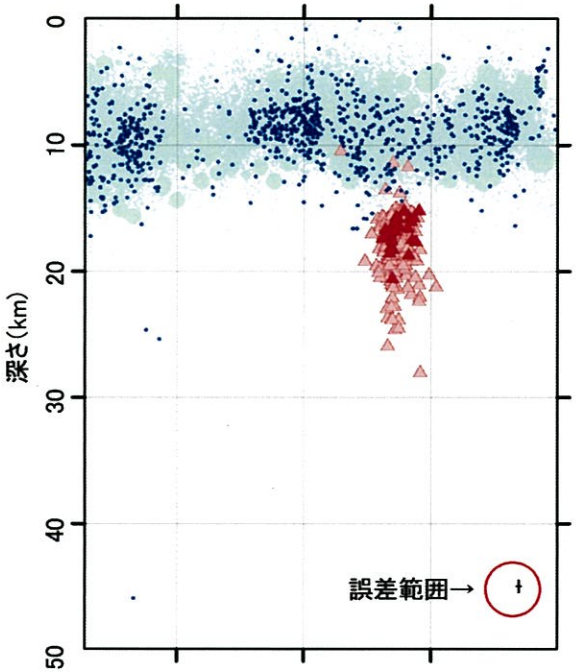
震　源

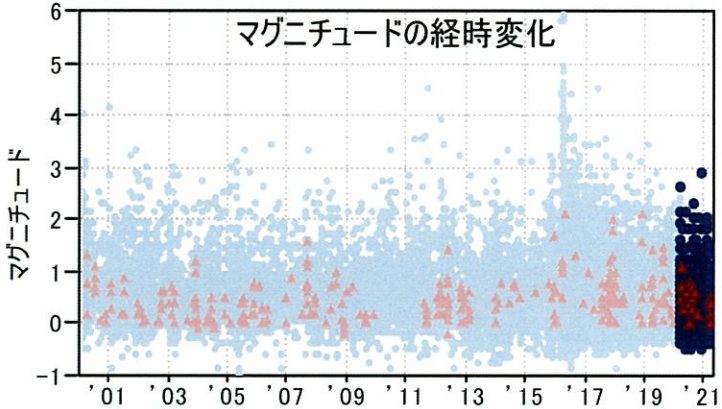
（2020年4月以降は右のｼﾝﾎﾞﾙ）

- 通常地震(ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞM) M＜3
- 3≦M＜4
- 4≦M＜5
- 5≦M
- 低周波地震

活断層

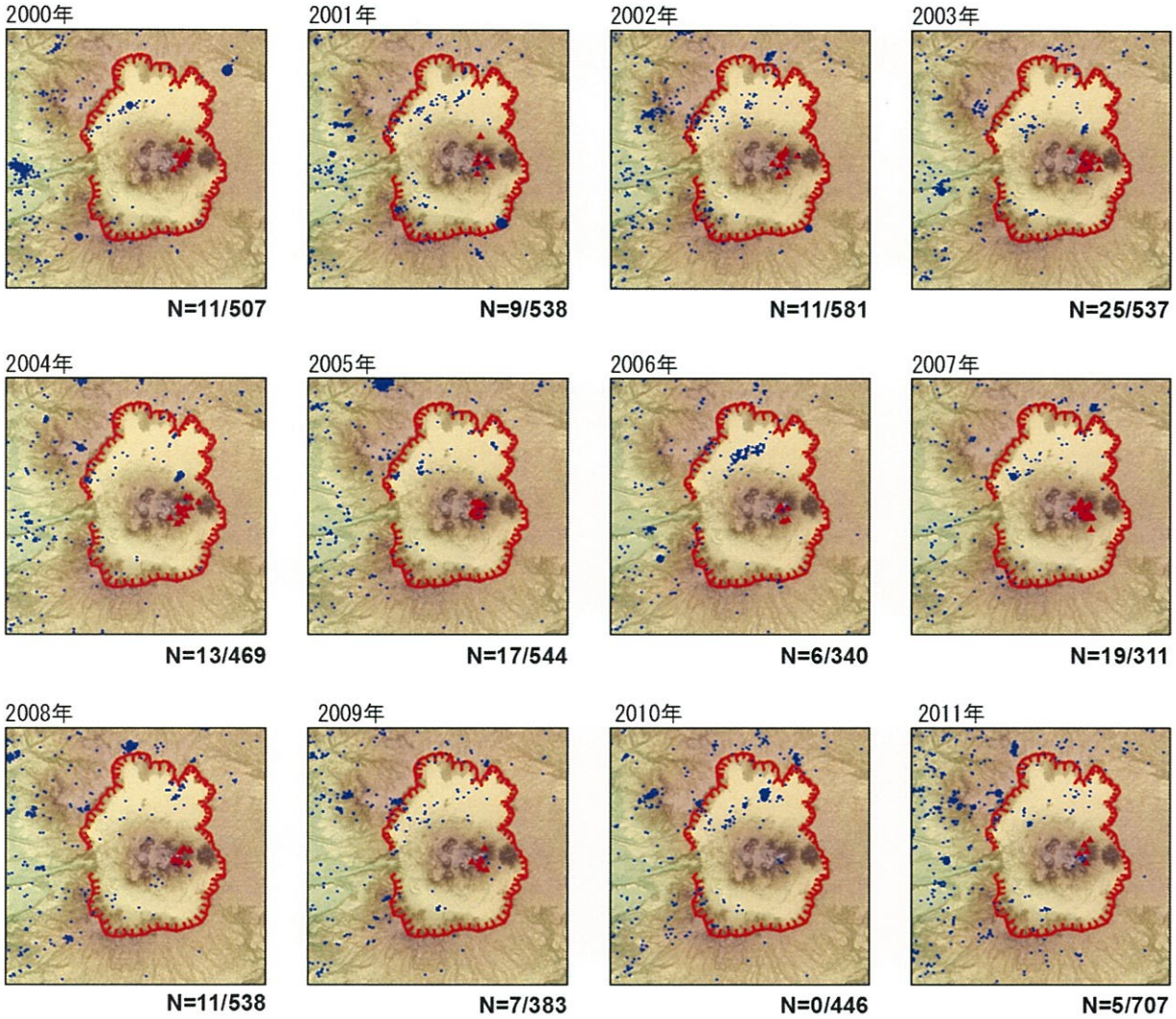
- 地震調査研究推進本部による





*震源は2000年以降をプロット。2020年4月1日以降を濃色表示
**地震観測点は地震調査研究推進本部のデータベースによる高感度地震計（2020年4月1日現在）

① 阿蘇カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］



通常地震(マグニチュードM)：・M<3 ● 3≦M<4 ● 4≦M<5 ● 5≦M ▲ 低周波地震

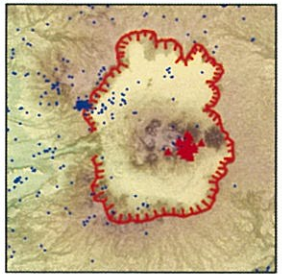
最近の主な噴火

2003年7月10日　ごく小規模な噴火
2004年1月14日　ごく小規模な噴火
2009年2月4日　ごく小規模な噴火
2009年5月19日　ごく微量の降灰
2011年5月15日～6月9日　ごく少量の火山灰を放出
2011年6月15日　ごく少量の降灰

*各図の右下の数値は範囲内での該当年の（低周波地震発生数/総地震発生数）を示す。

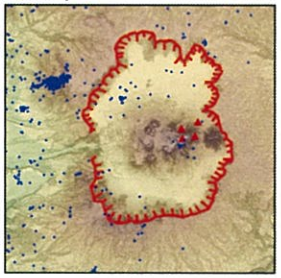
① 阿蘇カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］

2012年



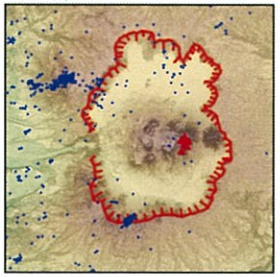
N=29/548

2013年



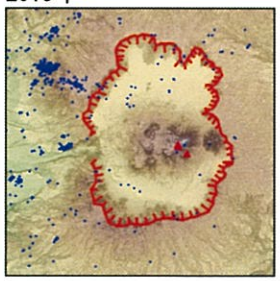
N=4/719

2014年



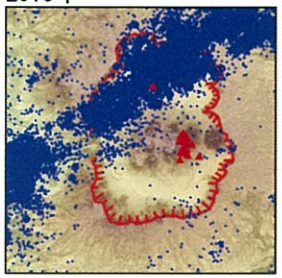
N=9/701

2015年



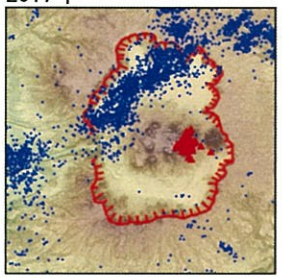
N=3/604

2016年



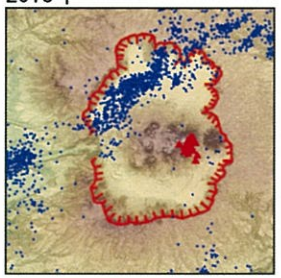
N=18/20984

2017年



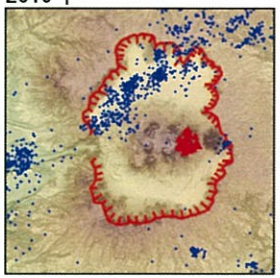
N=45/4687

2018年



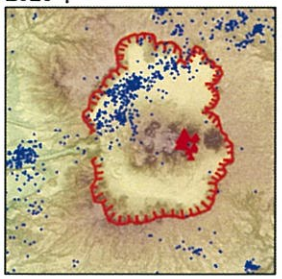
N=19/2258

2019年



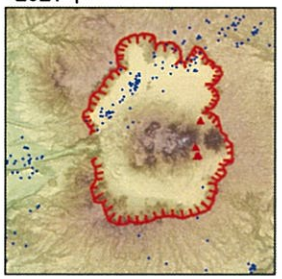
N=33/1361

2020年



N=25/1074

2021年



N=4/200

通常地震(マグニチュードM)：・M<3 ● 3≦M<4 ● 4≦M<5 ● 5≦M ▲ 低周波地震

最近の主な噴火

2014年11月25日～5月21日　ストロンボリ式噴火

2015年8月8日　ごく小規模な噴火

2015年9月14日～10月23日　連続的な噴火

2015年12月25日　空振を伴う噴火

2016年2、3、4、5月　ごく小規模から小規模な噴火

2016年10月8日　爆発的噴火

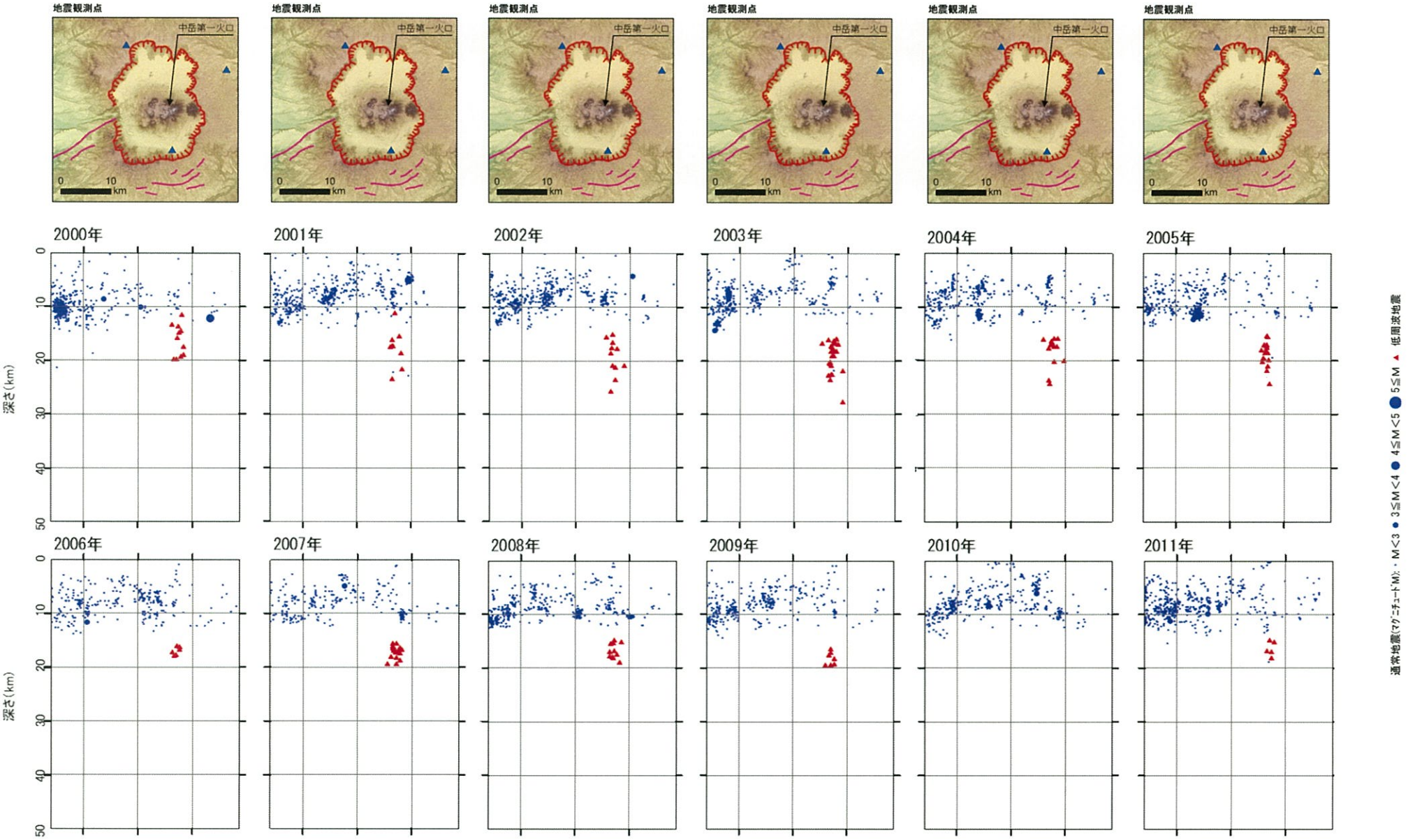
2019年4月16日　小規模な噴火

2019年5月3日　噴煙2000mまで上昇

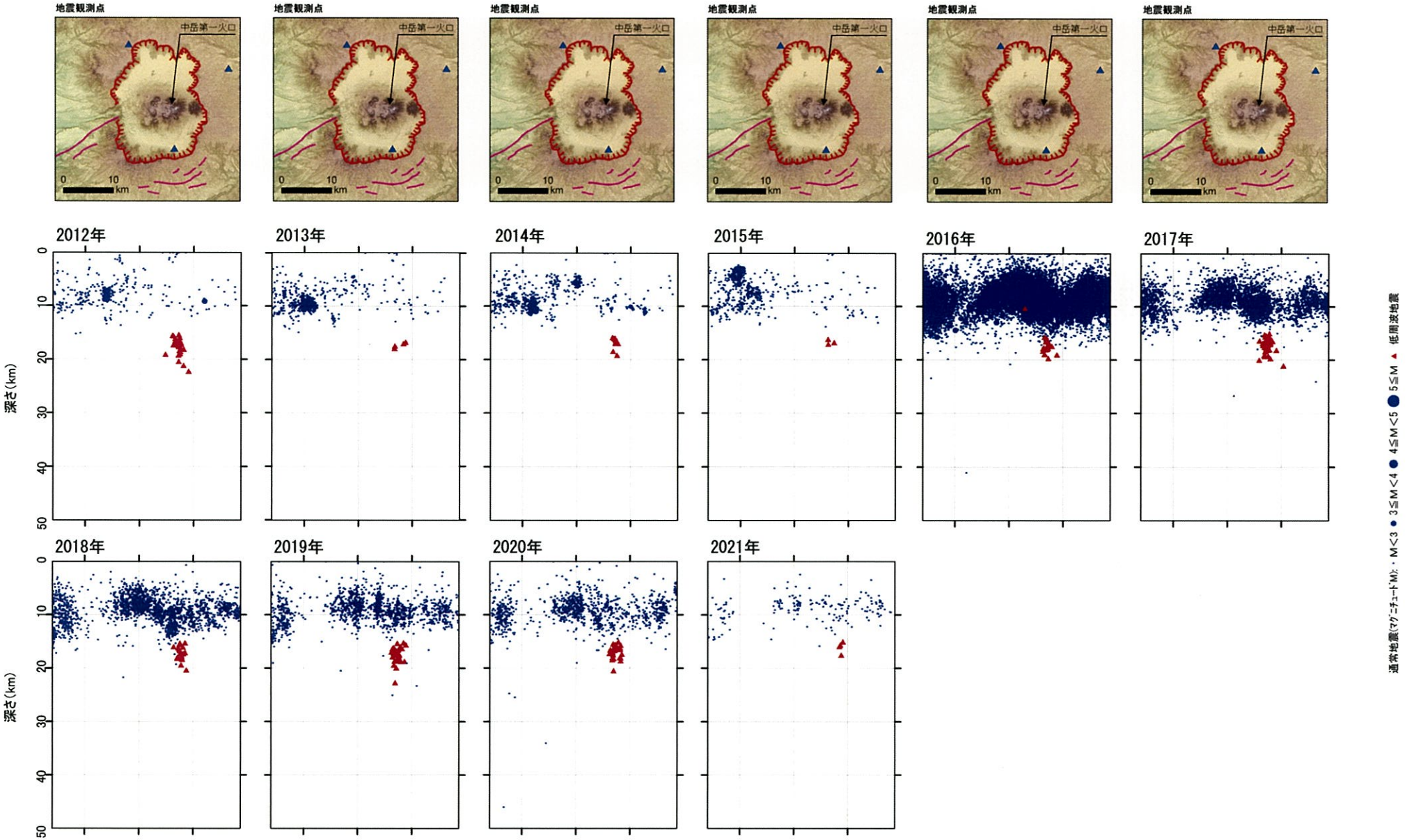
2019年7月26日～2020年6月16　断続的に噴火

*各図の右下の数値は範囲内での該当年の（低周波地震発生数/総地震発生数）を示す。
ただし、2021年は3月31日までのもの。

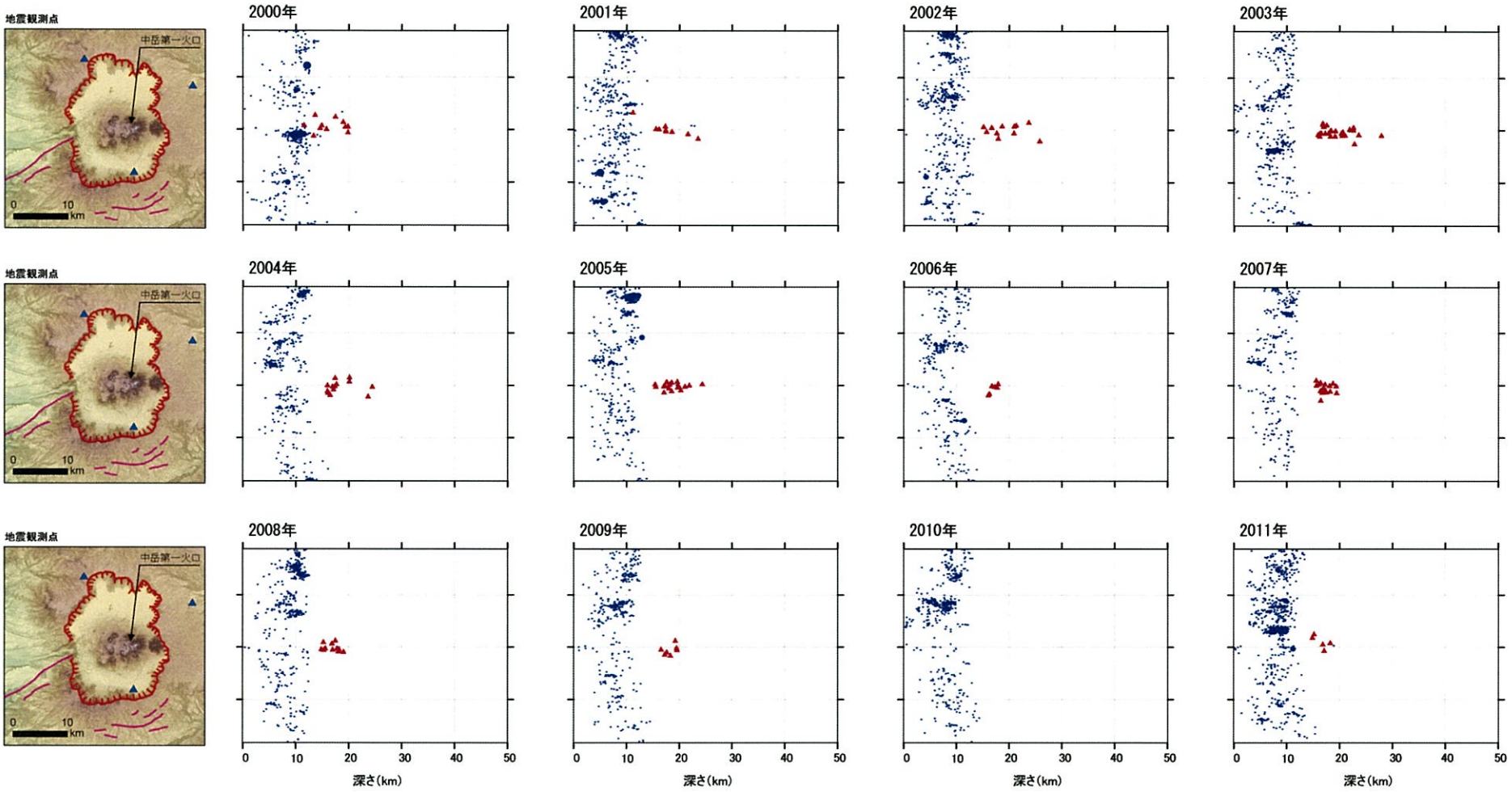
① 阿蘇カルデラ [地震活動:2000年以降の震源分布の推移]



① 阿蘇カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］

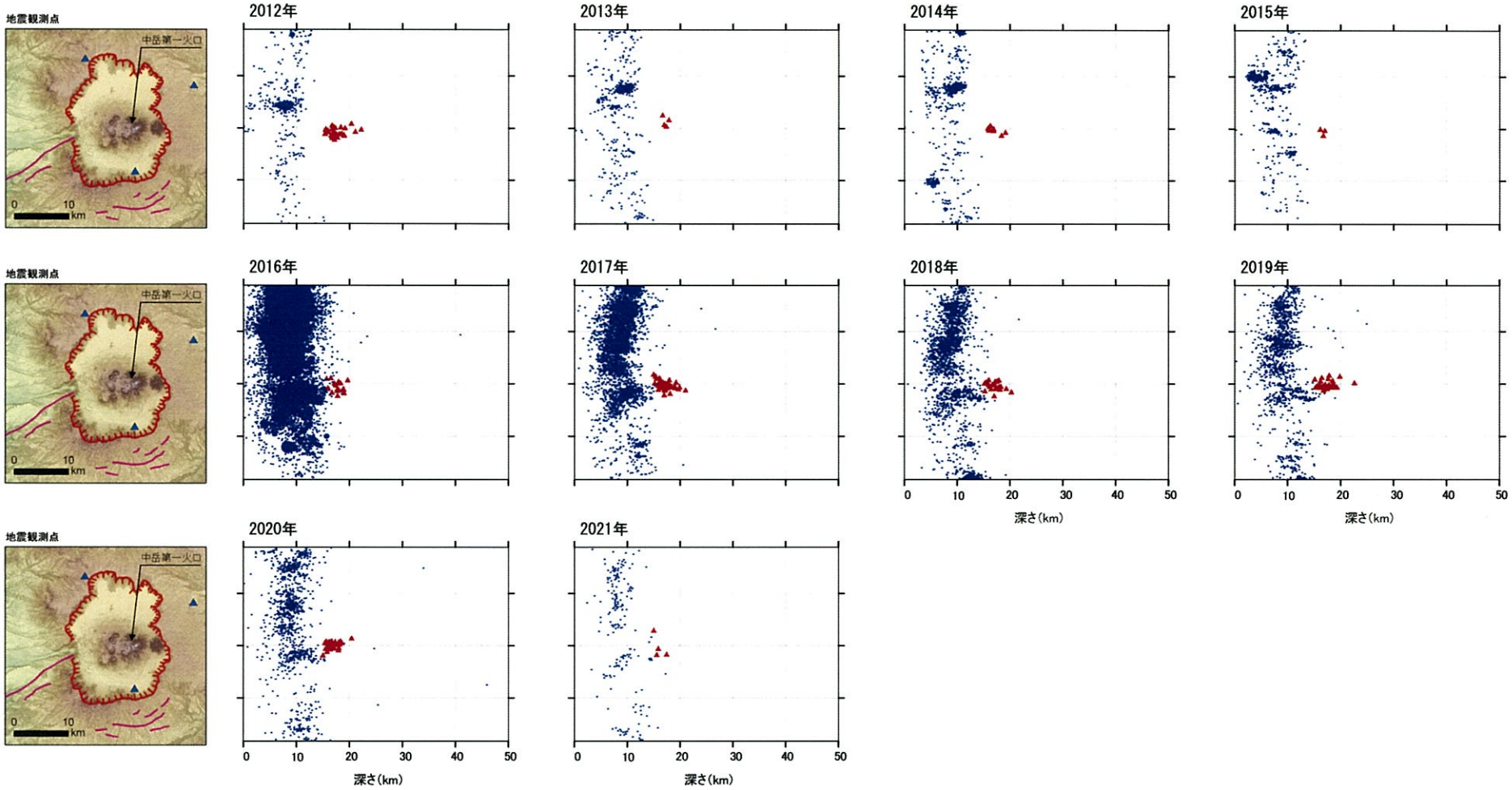


① 阿蘇カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］



通常地震(マグニチュード'M): ・ M<3 ● 3≦M<4 ● 4≦M<5 ● 5≦M ▲ 低周波地震

① 阿蘇カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］



通常地震(ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞM)：・ M＜3 ● 3≦M＜4 ● 4≦M＜5 ● 5≦M ▲ 低周波地震

① 阿蘇カルデラ［まとめ］

【活火山に関する公的機関の評価】
・阿蘇山では6月下旬以降、噴火は発生していない。
・火山性地震及び孤立型微動は多い状態で経過している。
・火山ガス放出量はやや少ない状態で経過している。
・GNSS連続観測では、深部にマグマだまりがあると考えられている草千里を挟む基線は7月頃からわずかな縮みの傾向がみられる。

【当社の評価（既存観測網によるデータ）】
・GNSS連続観測による基線長変化等を確認した結果、2020年度の基線長変化は、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。
・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、2020年度の地震活動（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。
なお、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。

阿蘇カルデラについては、公的機関による発表情報、既存観測網によるデータ等を収集・分析した結果、2020年度は、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ないことから、活動状況に変化はないと評価した。

余　　白

② 加久藤・小林カルデラ［活火山に関する公的機関の評価概要］

○霧島山

【新燃岳】（出典：火山活動解説資料2020年 年報、火山活動解説資料2021年3月）

- 新燃岳では、2018年6月28日以降、噴火は観測されていない。
- 新燃岳火口直下を震源とする火山性地震は、2020年12月18日から増加し、多い状態となった。その後、地震回数は2021年1月から次第に減少し、2月以降は少ない状態で経過している。
- 火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は4月に増加し、その後も同程度の放出量が維持されていたが、12月に入り減少している。
- 現地調査では、新燃岳の西側斜面の割れ目付近において、2月から3月頃にかけて噴気や地熱域の拡大が認められたが、その後拡大傾向は認められていない。
- 新燃岳近傍の傾斜計では、山体隆起を示す顕著な変化は観測されていない。
- 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伸びは2019年2月以降停滞し、2019年7月頃から基線の縮みが認められていたが、2020年11月頃から停滞している。
- 火口直下を震源とする火山性地震が時々増加していることから、火山活動がわずかに高まった状態と考えられる。

【御鉢】（出典：火山活動解説資料2020年 年報、火山活動解説資料2021年3月）

- 火山活動に特段の変化はなく、噴火の兆候は認められない。

② 加久藤・小林カルデラ［活火山に関する公的機関の評価概要］

○霧島山

【えびの高原（硫黄島）周辺】（出典：火山活動解説資料2020年 年報、火山活動解説資料2021年3月）

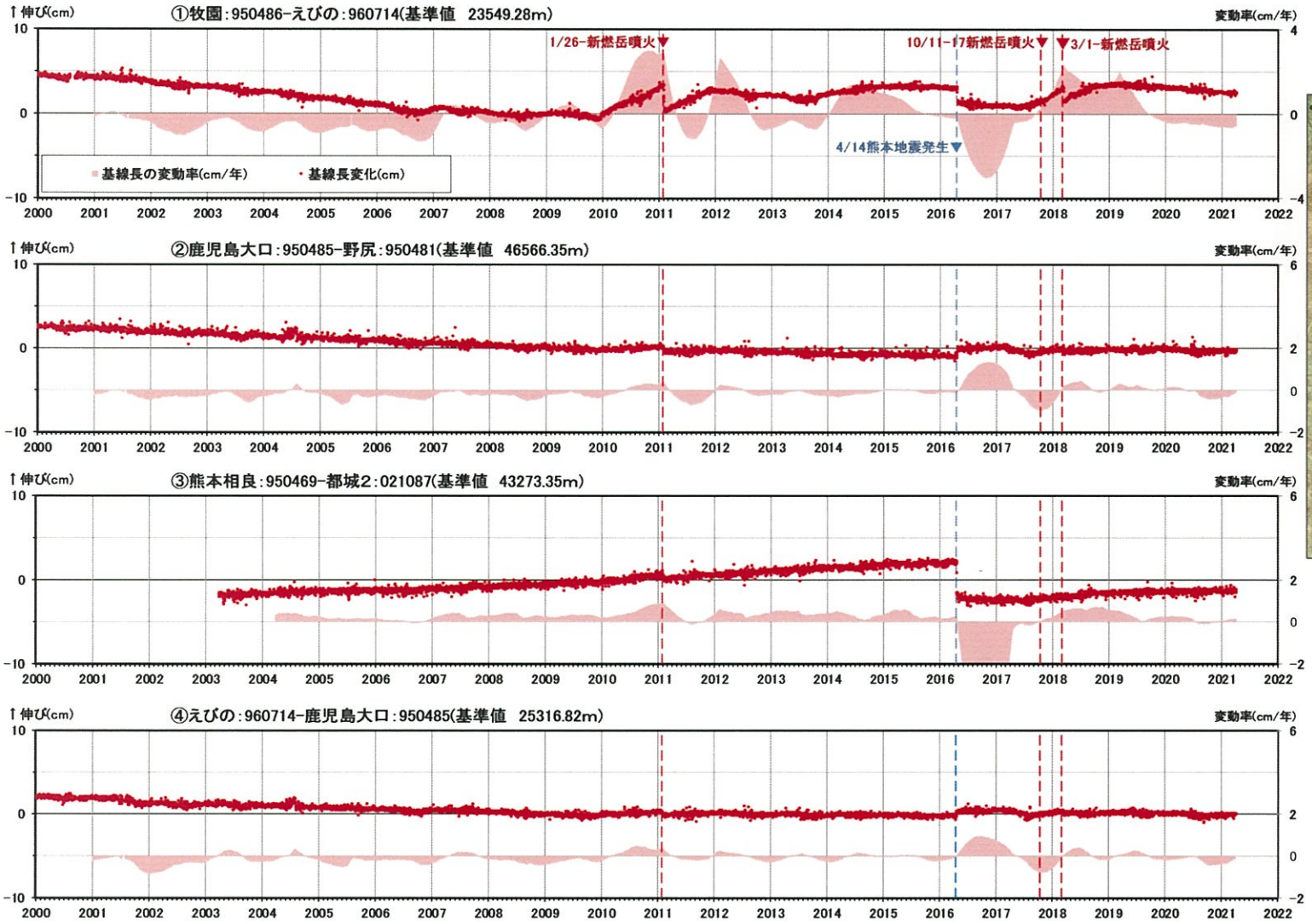
- 2018年4月27日以降、硫黄山では噴火は観測されていないが、硫黄山の南側の噴気地帯や西側500m付近では、引き続き活発な噴気活動が続いている。
- 繰り返し実施した現地調査では、赤外熱映像装置による観測により、硫黄山周辺の噴気地帯でこれまでと同様に地熱域を確認したが、12月の観測では、硫黄山の西側付近において、地熱域の範囲にわずかな拡大が認められた。
- 硫黄山付近では、火山性地震は少ない状態で経過しているが、5月頃から、地震回数がわずかに増加した状態が続いている。韓国岳近傍とその周辺では、今期間は少ない状態で経過した。
- GNSS連続観測では、硫黄山近傍の基線で、5月頃から再び山体浅部の膨張を示すわずかな伸びの傾向がみられている。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伸びは2019年2月頃から停滞し、2019年7月頃から縮みが続いていたが、2020年11月頃から停滞している。
- 以上のことから、今後火山活動が活発化する可能性がある。

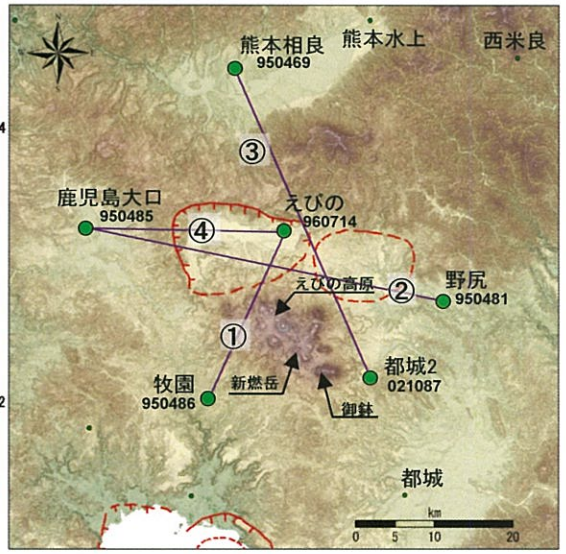
【大幡池】（出典：火山活動解説資料2021年3月）

- 火山活動に特段の変化はなく、噴火の兆候は認められない。

② 加久藤・小林カルデラ［地殻変動：基線長変化］

・2020年度の基線長変化は、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ないと判断している。



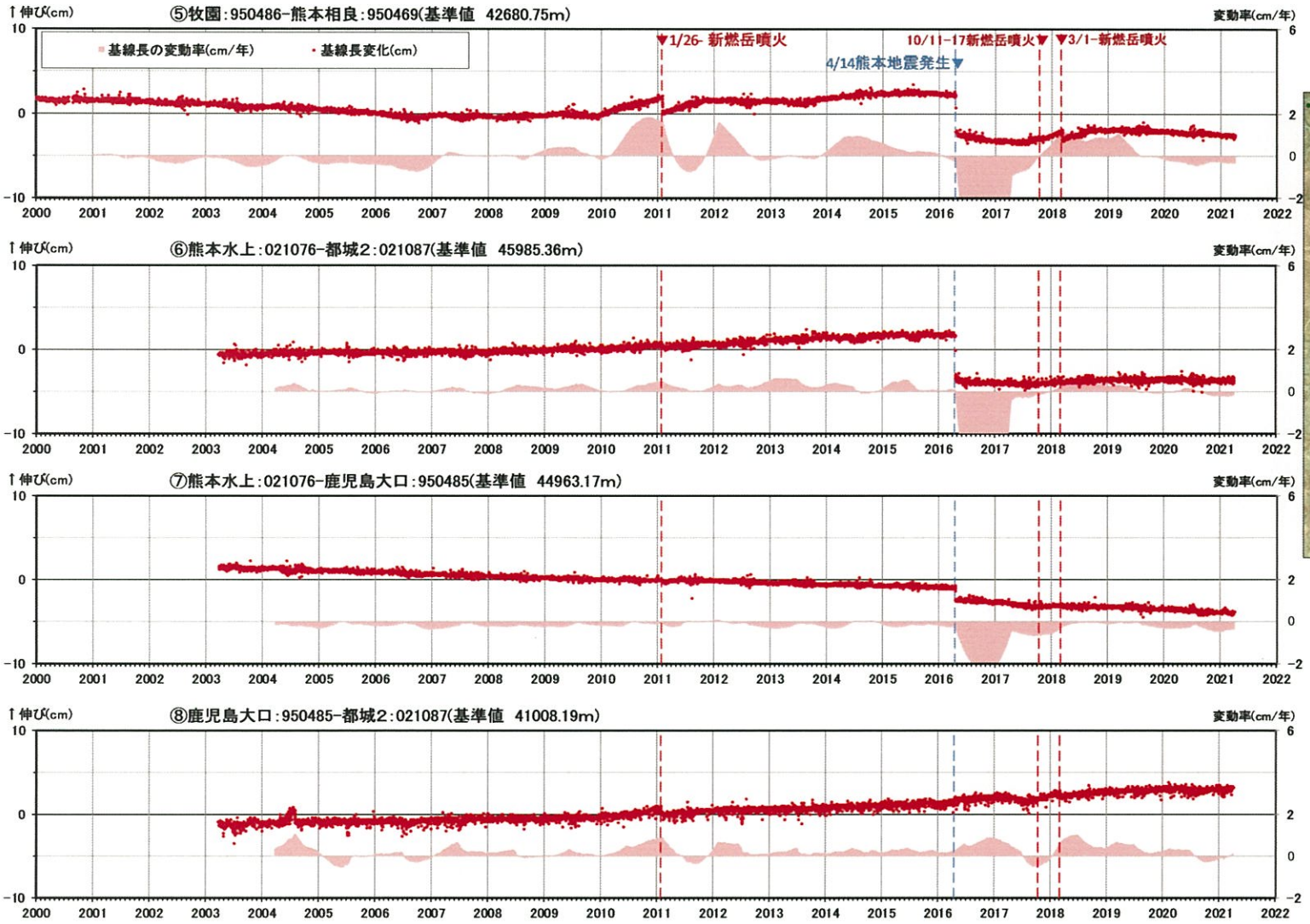


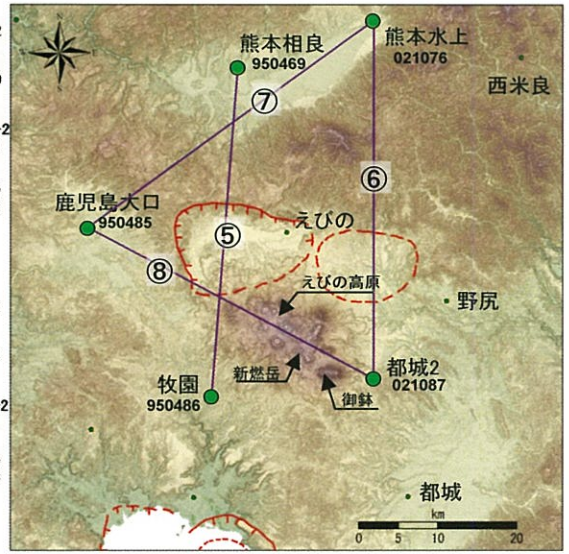
● 国土地理院のGNSS観測点

※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出

基線①～④の時系列変化

② 加久藤・小林カルデラ［地殻変動：基線長変化］



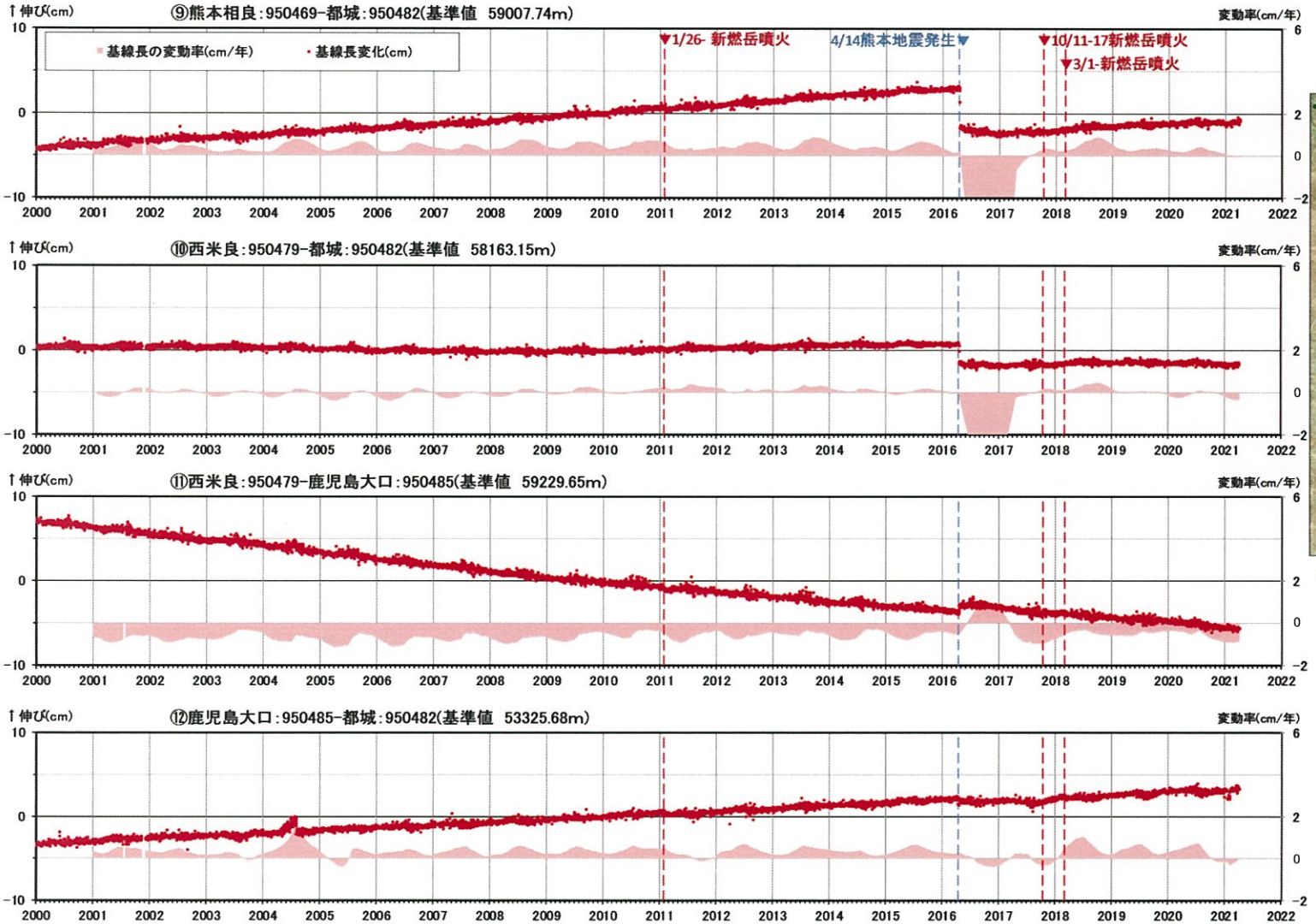


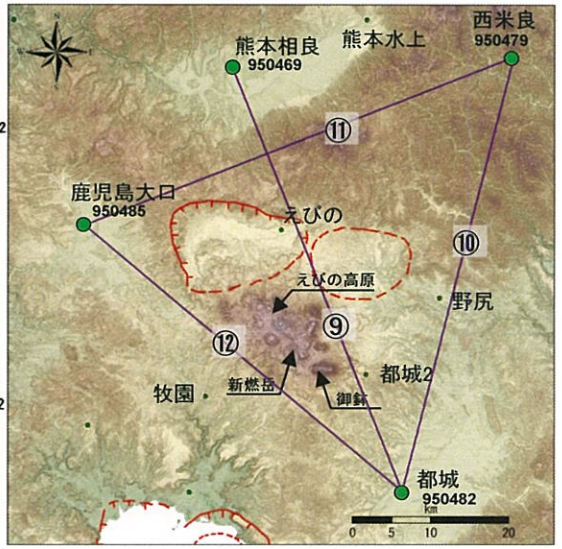
● 国土地理院のGNSS観測点

※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出

基線⑤～⑧の時系列変化

② 加久藤・小林カルデラ［地殻変動：基線長変化］





● 国土地理院のGNSS観測点

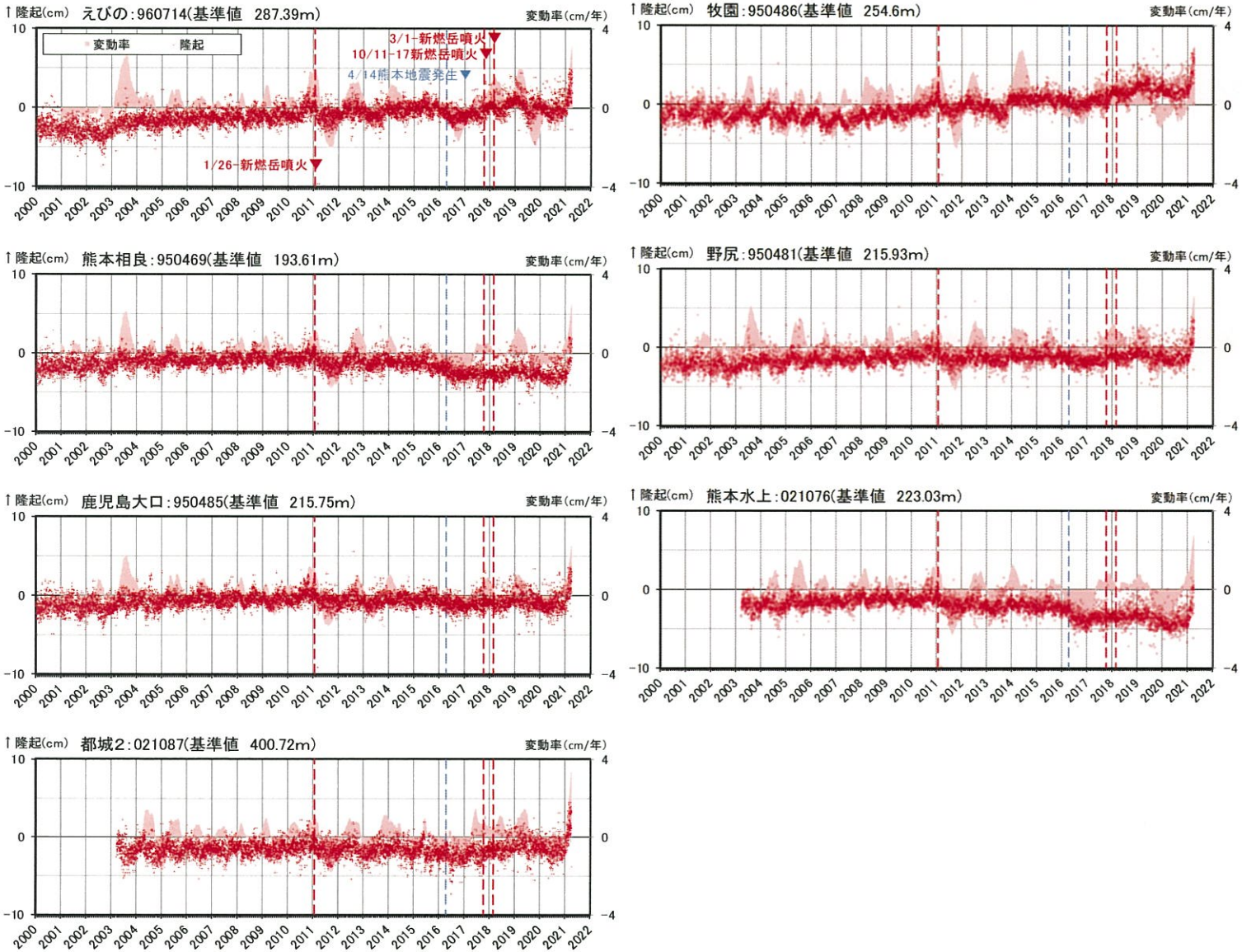
※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示

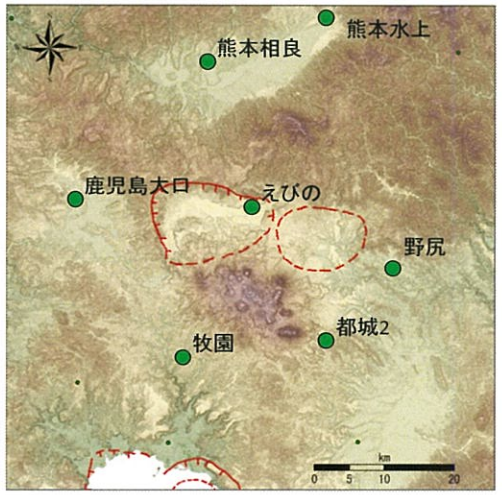
※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出

基線⑨～⑫の時系列変化

② 加久藤・小林カルデラ［地殻変動：各観測点の鉛直変動］

・2020年度の鉛直変動は、2021年2月頃以降隆起傾向が認められるものの、この隆起傾向は日本全域で見られるものであり、加久藤・小林カルデラへのマグマ供給を示唆するものではないと判断している。

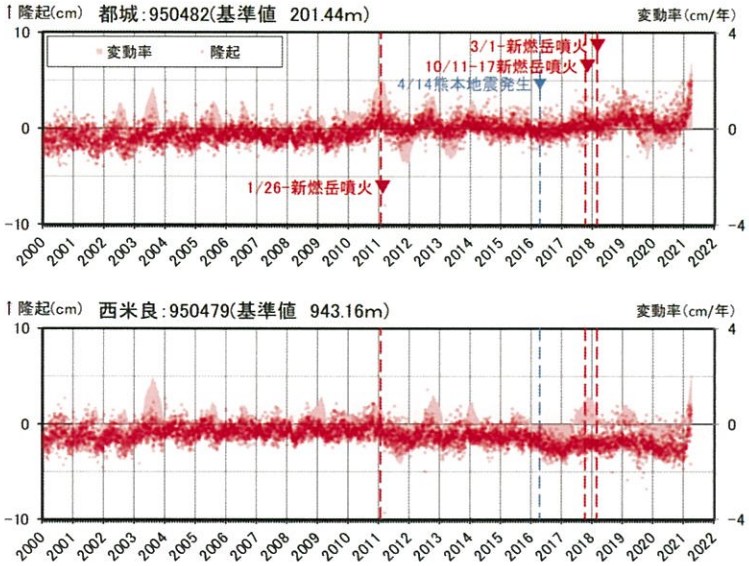




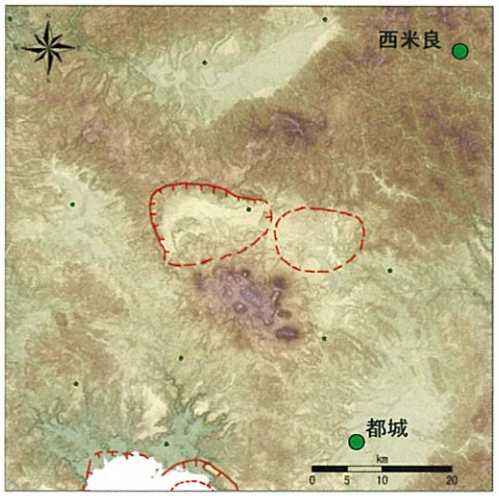
※1 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出

2010年1月1日の楕円体高を基準値とした鉛直変動量

② 加久藤・小林カルデラ［地殻変動：各観測点の鉛直変動］



2010年1月1日の楕円体高を基準値とした鉛直変動量

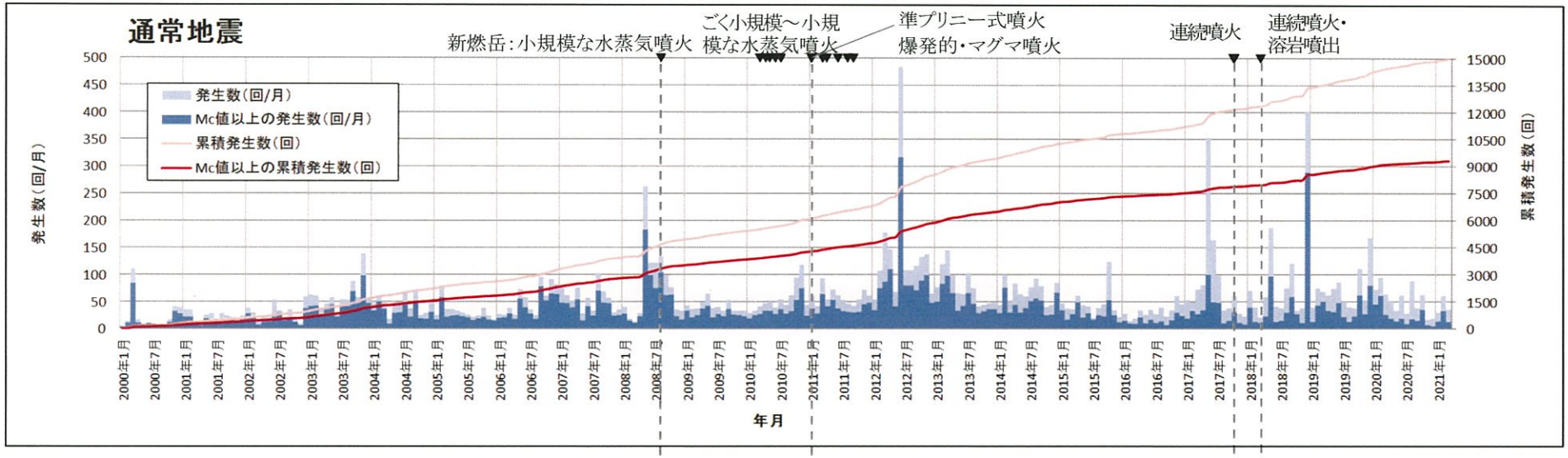


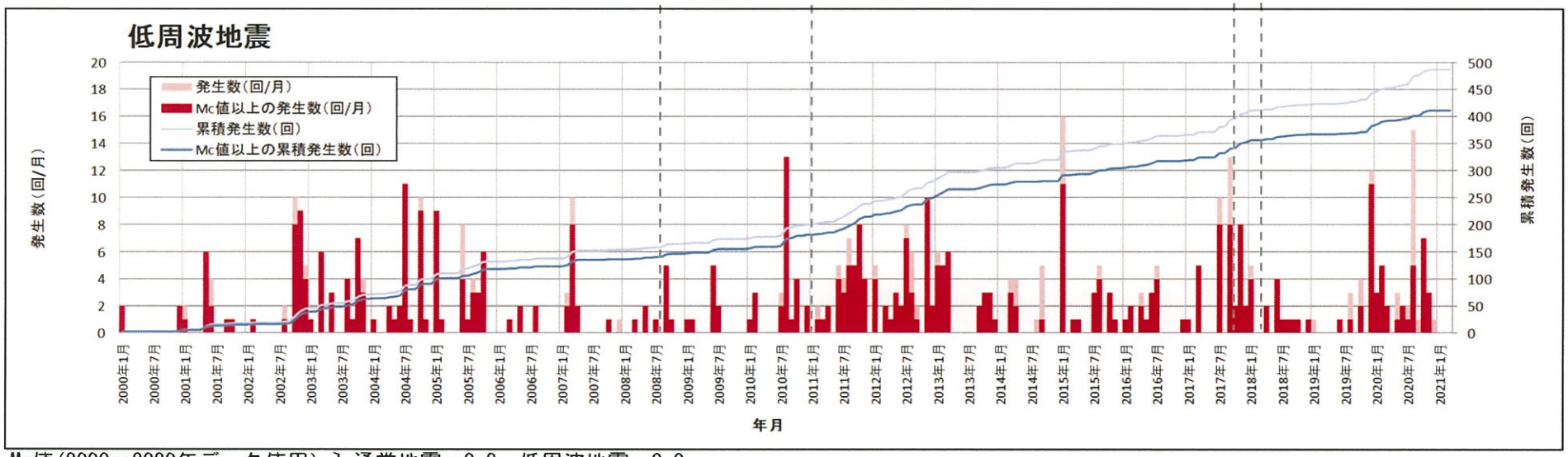
※1 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出

余　　白

② 加久藤・小林カルデラ［地震活動：2000年以降の地震発生数の推移］

・2020年度の地震活動（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。
・なお、小林カルデラの南東側で局所的にやや多くの地震が認められたため、今後の地震活動に留意していく。

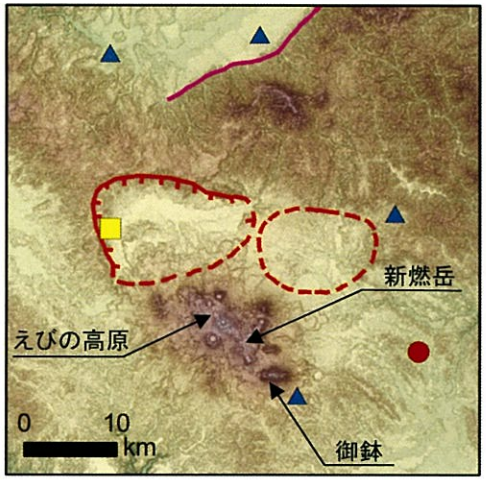




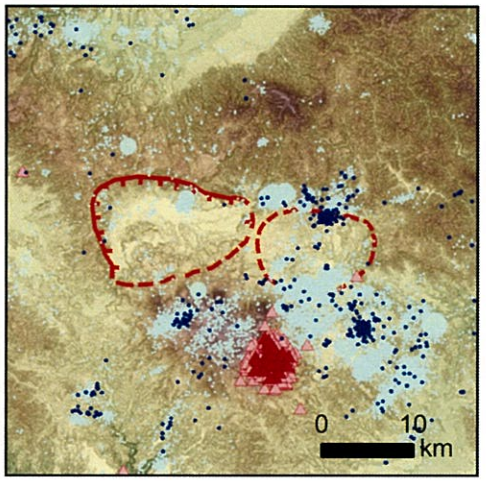
〔 Mc値（2000～2020年データ使用）〕通常地震：0.3　低周波地震：0.0

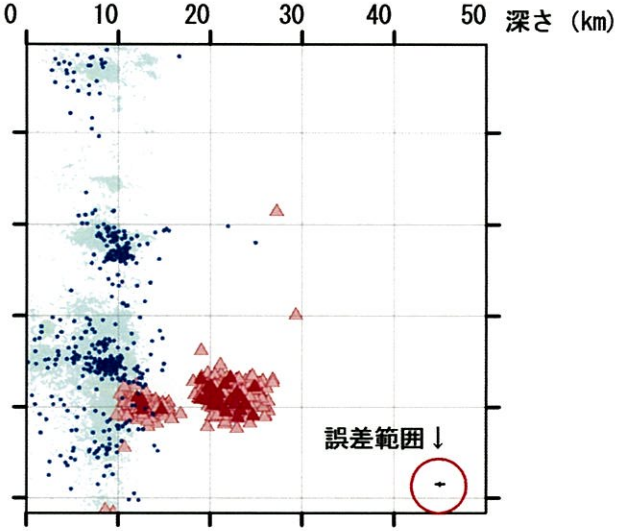
② 加久藤・小林カルデラ［地震活動：震源分布とﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞの経時変化］

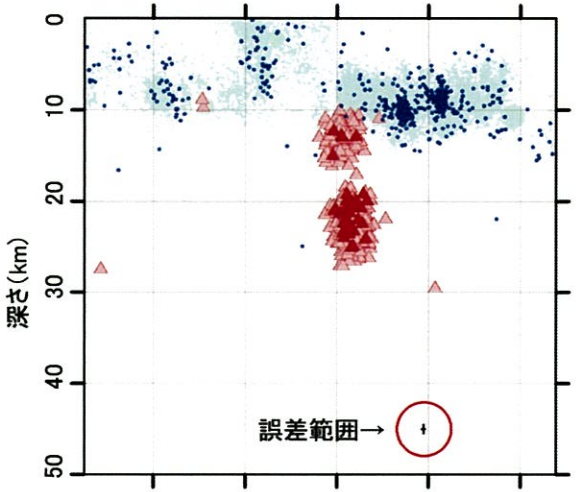
地震観測点

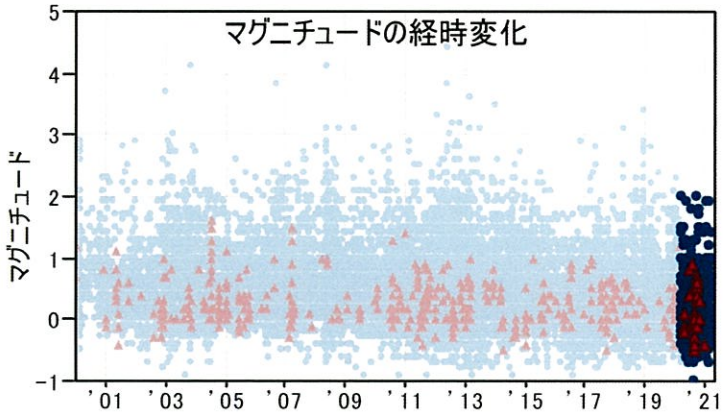


震源分布（深さ50km以浅）









*震源は2000年以降をプロット。2020年4月1日以降を濃色表示
**地震観測点は地震調査研究推進本部のデータベースによる高感度地震計（2020年4月1日現在）

凡　例

地震観測点

- 大学
- 気象庁
- 防災科学技術研究所

震　源

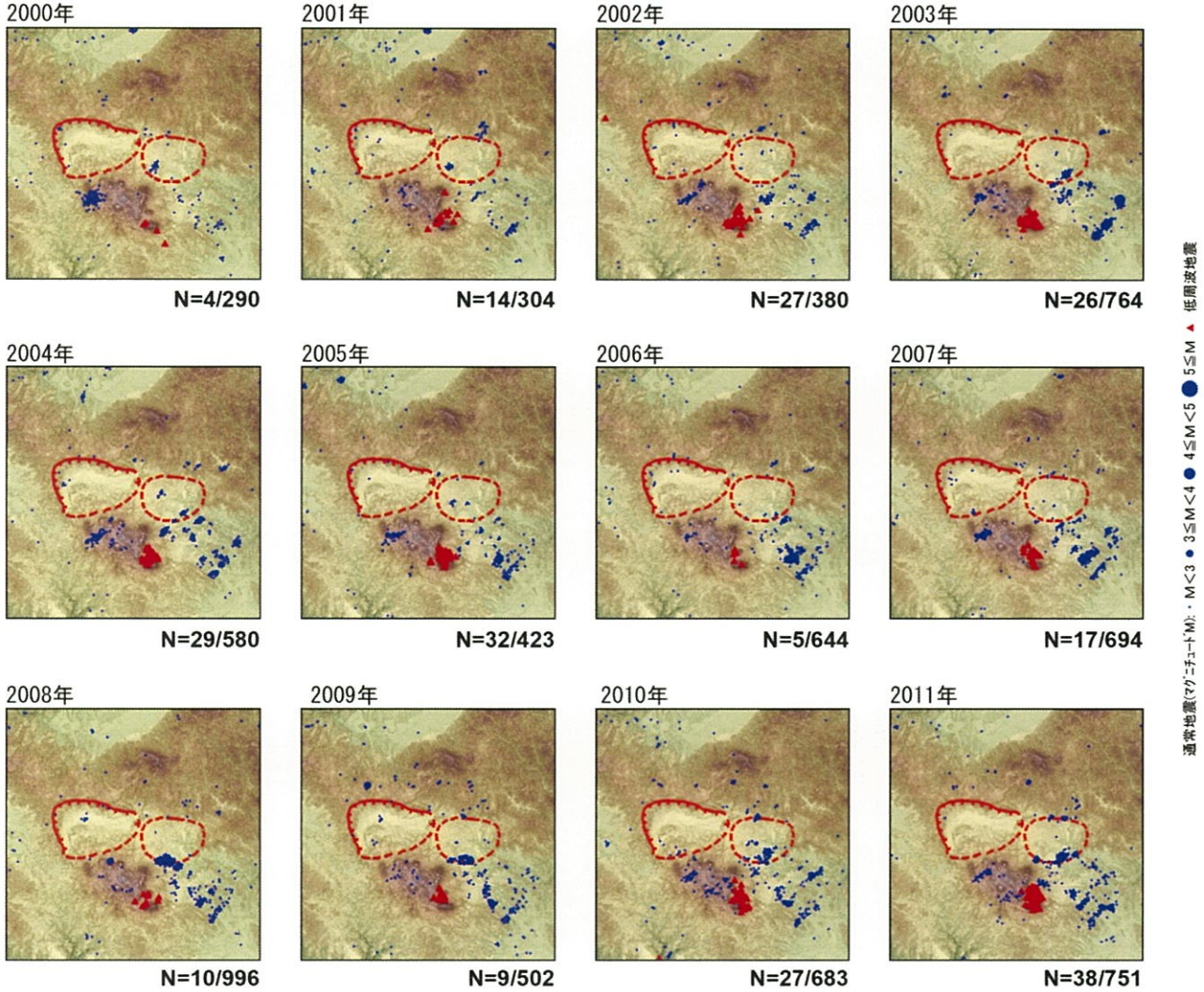
（2020年4月以降は右のｼﾝﾎﾞﾙ）

- 通常地震(ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞM) M＜3
- 3≦M＜4
- 4≦M＜5
- 5≦M
- 低周波地震

活断層

- 地震調査研究推進本部による

② 加久藤・小林カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］



*各図の右下の数値は範囲内での該当年の（低周波地震発生数/総地震発生数）を示す。

最近の主な噴火

2008年　小規模：水蒸気噴火

8月22日　新燃岳、小林市方面へ降灰

2010年　水蒸気噴火

3月30日、4月17日、5月27日、6月27日、6月28日

7月5日、7月10日

新燃岳でごく小規模～小規模噴火を繰り返す

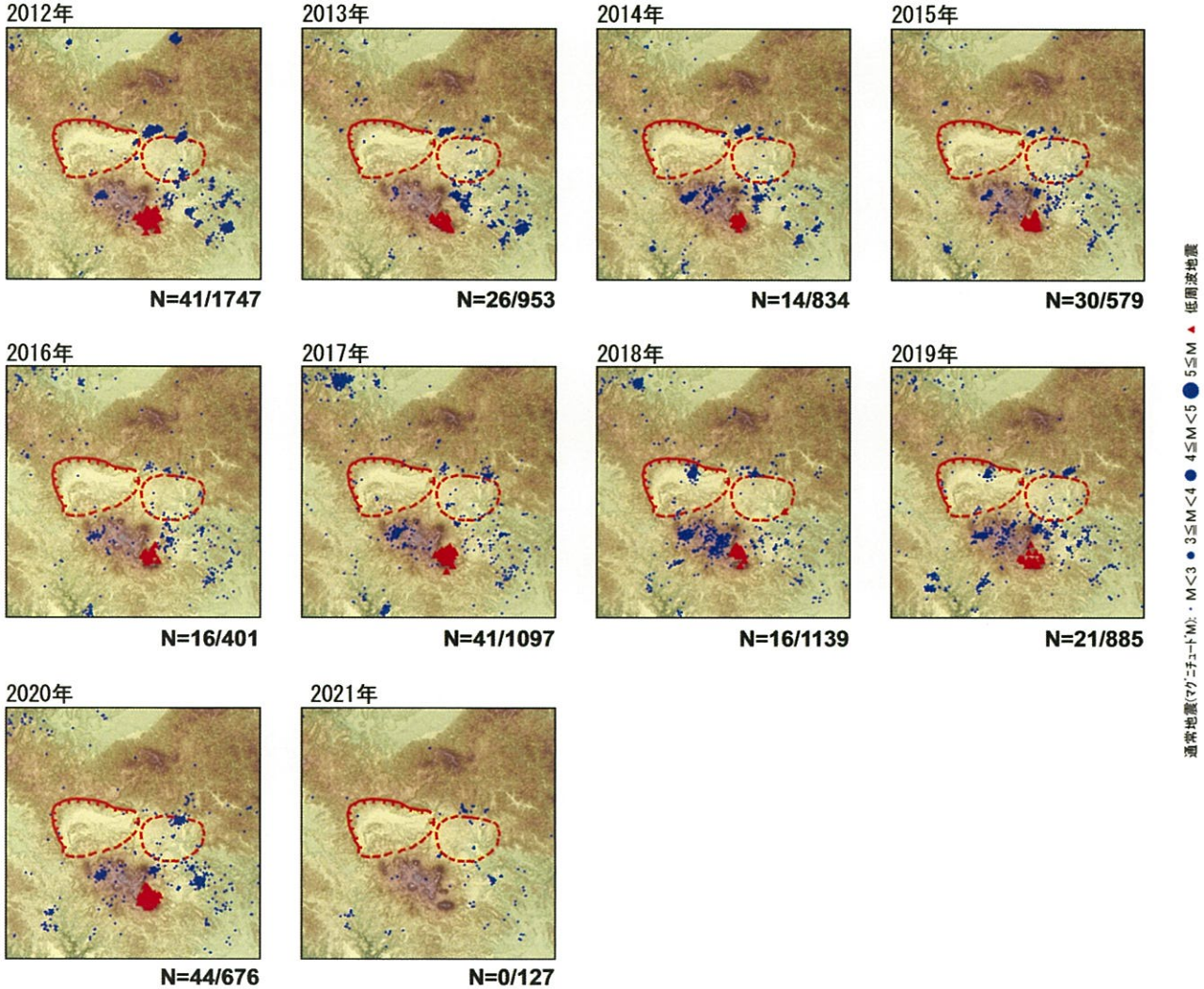
2011年　中規模：マグマ水蒸気噴火

1月19日　小規模な噴火

1月26日～27日　準プリニー式噴火

1月27日～3月1日　ブルカノ式噴火

② 加久藤・小林カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］



最近の主な噴火

2017年　10月11日～17日　小規模噴火

2018年　3月1日～　小規模噴火

2018年　3月6日～　爆発的噴火、溶岩蓄積・流出

2018年　3月25日　小規模火砕流発生

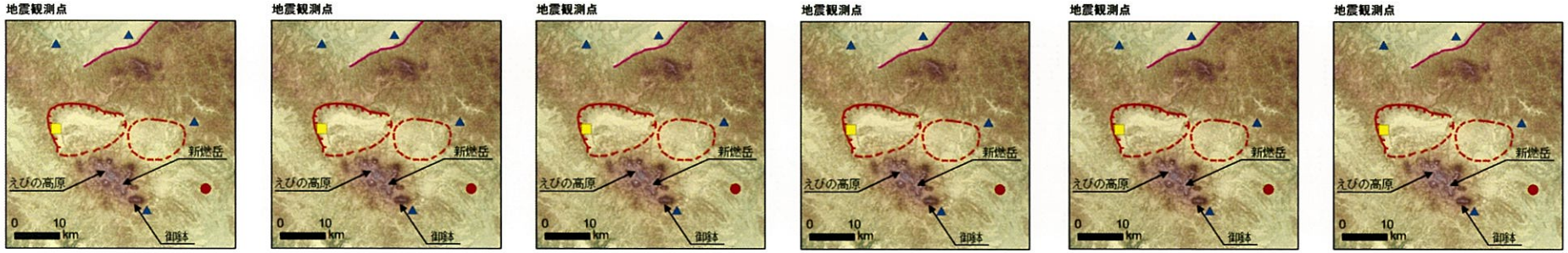
2018年　4月5日　小規模火砕流発生

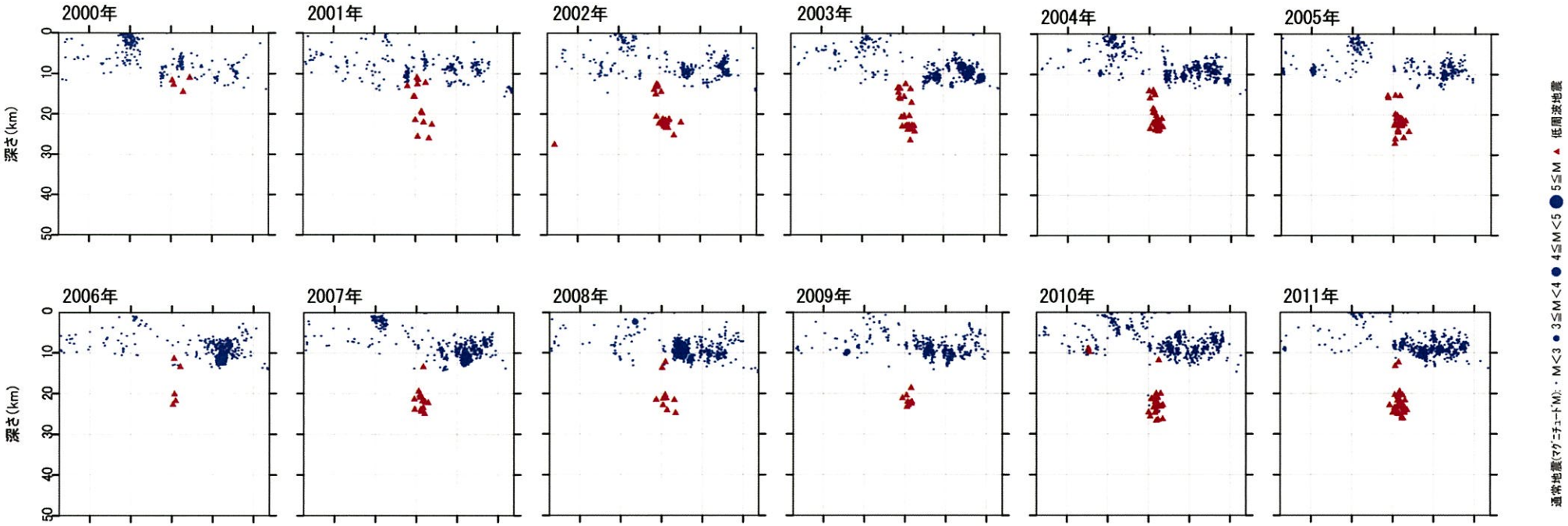
（6月28日以降、噴火は観測されていない；新燃岳）

（4月27日以降、噴火は観測されていない；硫黄山）

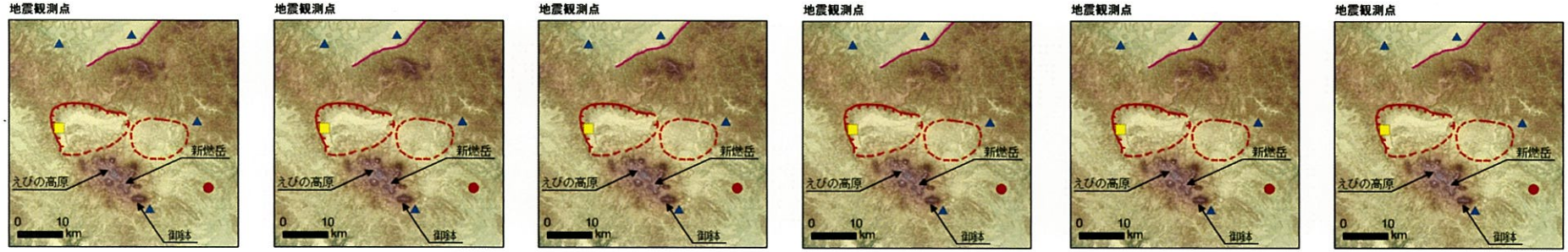
*各図の右下の数値は範囲内での該当年の（低周波地震発生数/総地震発生数）を示す。
ただし、2021年は3月31日までのもの。

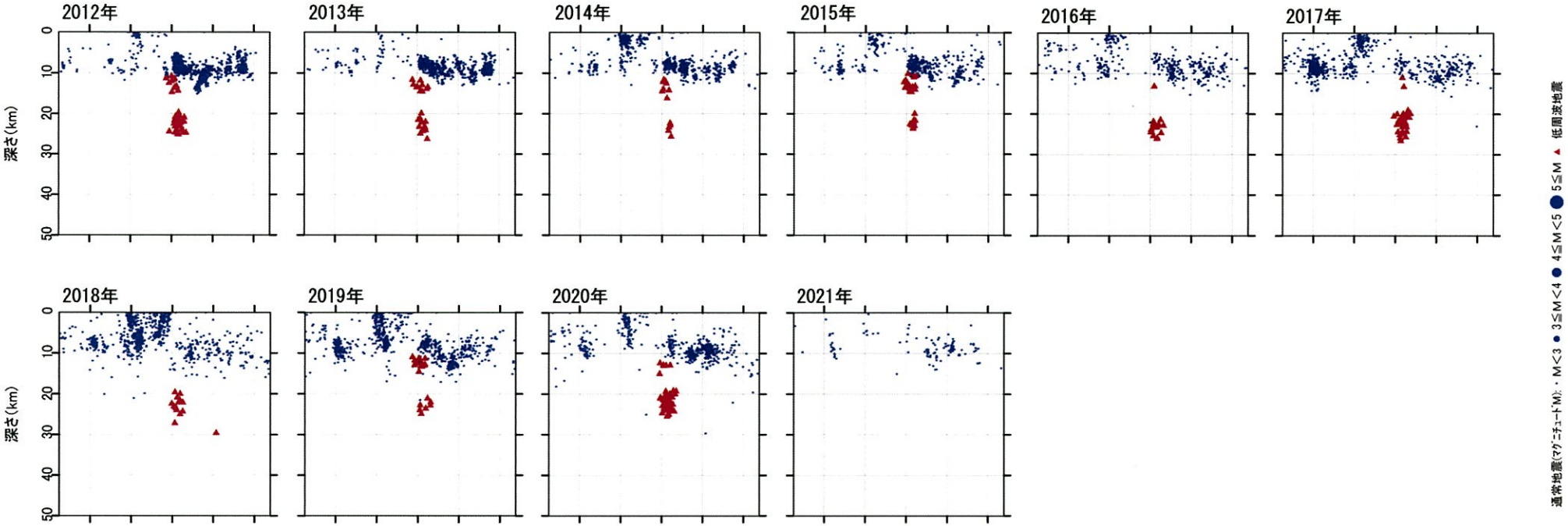
② 加久藤・小林カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］



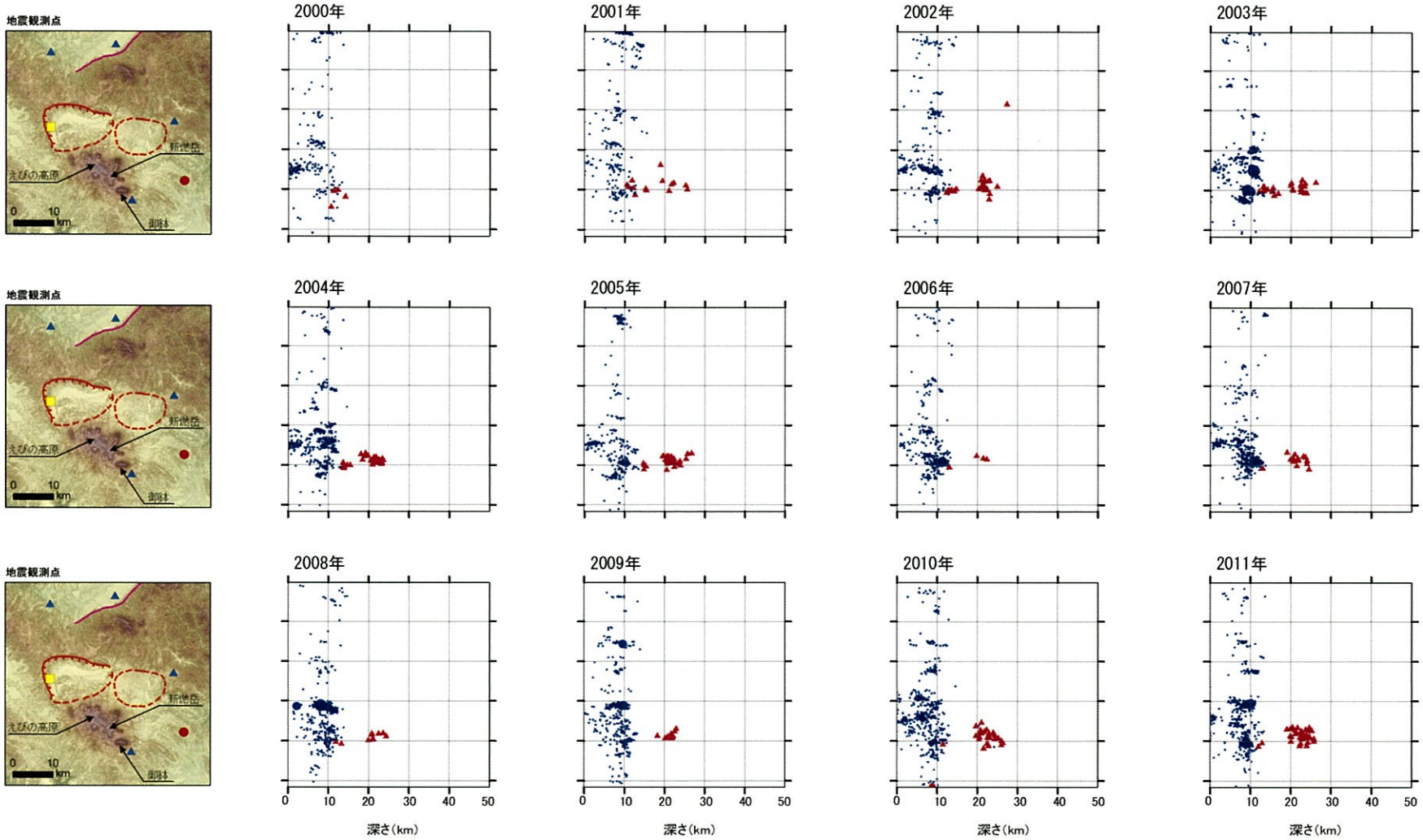


② 加久藤・小林カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］



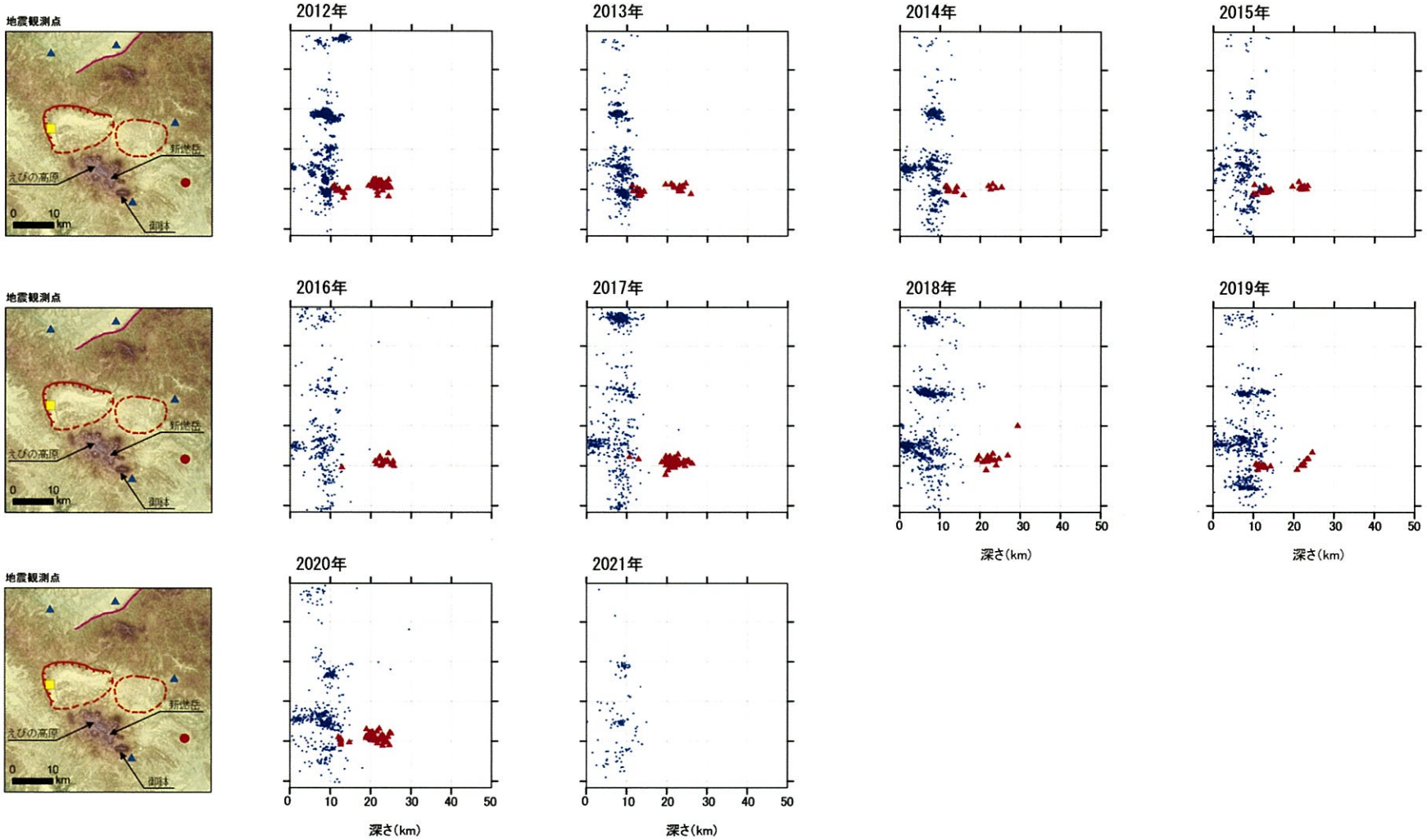


② 加久藤・小林カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］



通常地震(ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞM): ・ M＜3 ● 3≦M＜4 ● 4≦M＜5 ● 5≦M ▲ 低周波地震

② 加久藤・小林カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］



通常地震(ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞM): ・ M<3 ● 3≦M<4 ● 4≦M<5 ● 5≦M ▲ 低周波地震

② 加久藤・小林カルデラ［まとめ］

【活火山に関する公的機関の評価】
・霧島山では噴火は観測されていない。
・火山性地震は、2019年11月中旬以降増減を繰り返している。
・火山ガス放出量は、2020年4月に増加したが、12月に入り減少している。
・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伸びは2020年11月頃から停滞している。

【当社の評価】
・GNSS連続観測による基線長変化等を確認した結果、2020年度の基線長変化は、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。
・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、2020年度の地震活動（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。なお、小林カルデラの南東側で局所的にやや多くの地震が認められたため、今後の地震活動に留意していく。

加久藤・小林カルデラについては、公的機関による発表情報、既存観測網によるデータ等を収集・分析した結果、2020年度は、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ないことから、活動状況に変化はないと評価した。

余　　白

③ 姶良カルデラ［活火山に関する公的機関の評価概要］

○桜島 （出典：火山活動解説資料2020年 年報、火山活動解説資料2021年3月）

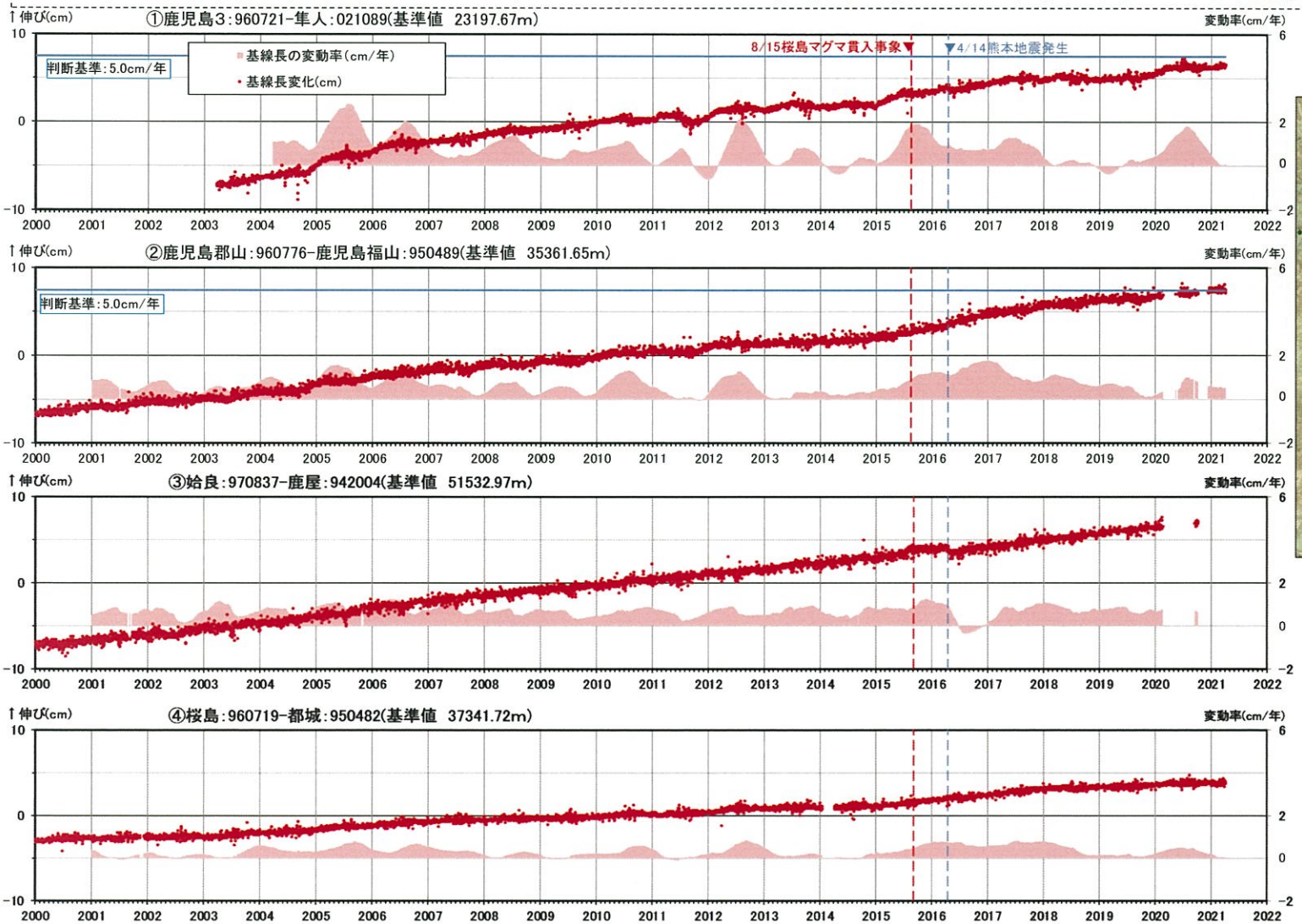
- 南岳山頂火口では、噴火活動が2019年9月以降活発となり、3月から6月にかけて噴出規模の大きな噴火の頻度が増加した。6月4日02時 59分の爆発では大きな噴石が火口より約3km の地点まで飛散しているのを確認した。7月頃には、噴火回数が減少し噴火活動は低下したが、8月以降、噴火活動は緩やかに活発化の傾向を示した。年間で噴火が432回発生し、このうち爆発は221回だった。また、同火口における火映は、6月3日から観測されていなかったが、9月9日以降、ほぼ連日観測された。
- 昭和火口では、噴火は観測されなかった。
- 火山性地震の年回数は2,258回で、前年（2019年：3,957回）に比べ減少した。震源は、主に南岳直下の深さ0～4km 付近、桜島西部の深さ5～7km付近及び桜島南西部の深さ7～10km付近に分布した。
- 鹿児島県が実施している降灰の観測データから推定した桜島の火山灰月別噴出量は、噴火活動が低下した7月以降、減少した。
- 1日あたりの火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、概ね多い状態で推移していたが、5月下旬から減少した。8月以降は増加傾向がみられ、9月下旬から再び概ね多い状態で推移した。
- 桜島島内の傾斜計及び伸縮計では、2019年9月以降、山体の隆起・膨張の傾向を示 していたが、4月以降は概ね停滞した。
- GNSS 連続観測では、桜島島内の基線で2019年9月頃から山体の隆起・膨張に伴うと考えられるわずかな伸びが認められていたが、4月頃から停滞した。姶良カルデラ（鹿児島湾奥部）を挟む一部の基線では、姶良カルデラ（鹿児島湾奥部）の地下深部の膨張を示すわずかな伸びが2019年9月以降認められている。
- 噴火活動は緩やかに活発化の傾向を示している。また、広域のGNSS連続観測では、姶良カルデラ（鹿児島湾奥部）の地下深部で長期にわたり供給されたマグマが蓄積された状態が継続しており、火山ガス（二酸化硫黄）の放出量が多い状態が続いていることから、南岳山頂火口を中心に、噴火活動がさらに活発化する可能性がある。

○若尊 （出典：第147回 火山噴火予知連絡会資料）

- 若尊の周辺領域で時々地震が発生した。その他の火山活動に特段の変化はなく、噴火の兆候はみられない。

③ 姶良カルデラ［地殻変動：基線長変化］

・姶良カルデラ周辺の基線で、マグマ供給を示唆する広範囲な伸びの傾向が認められるが、2020年度の基線長の変動率に有意な変化は認められない。なお、2019年9月頃から認められた桜島島内の基線（基線⑪、⑫、⑬）の伸びの傾向は、4月頃から停滞している。
・基線①、②の変動率は、警戒監視の移行判断基準値（マグマ供給率0.05km³/年≒基線長変動率5cm/年）に達していない。
・なお、基線①、②の変動率から求めた、過去3年間のマグマ供給率は約0.01km³/年であることから、監視レベルは「注意」を継続する。

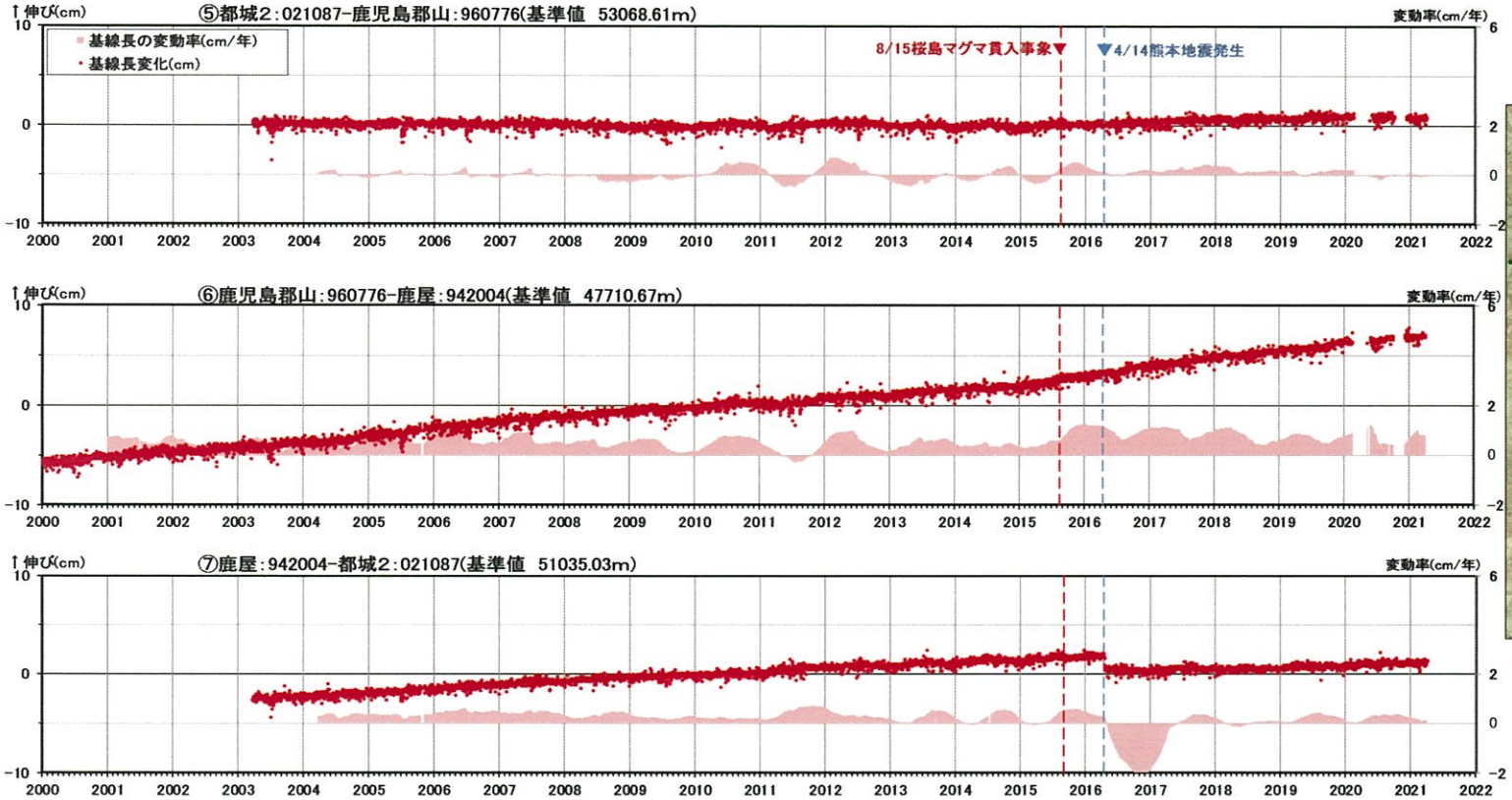


基線①～④の時系列変化

● 国土地理院のGNSS観測点

※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出
※3 960776（鹿児島郡山）と970837（姶良）は周辺樹木等の影響によりデータ品質が悪いため、F3解析から頻繁に除外されている

③ 姶良カルデラ［地殻変動：基線長変化］

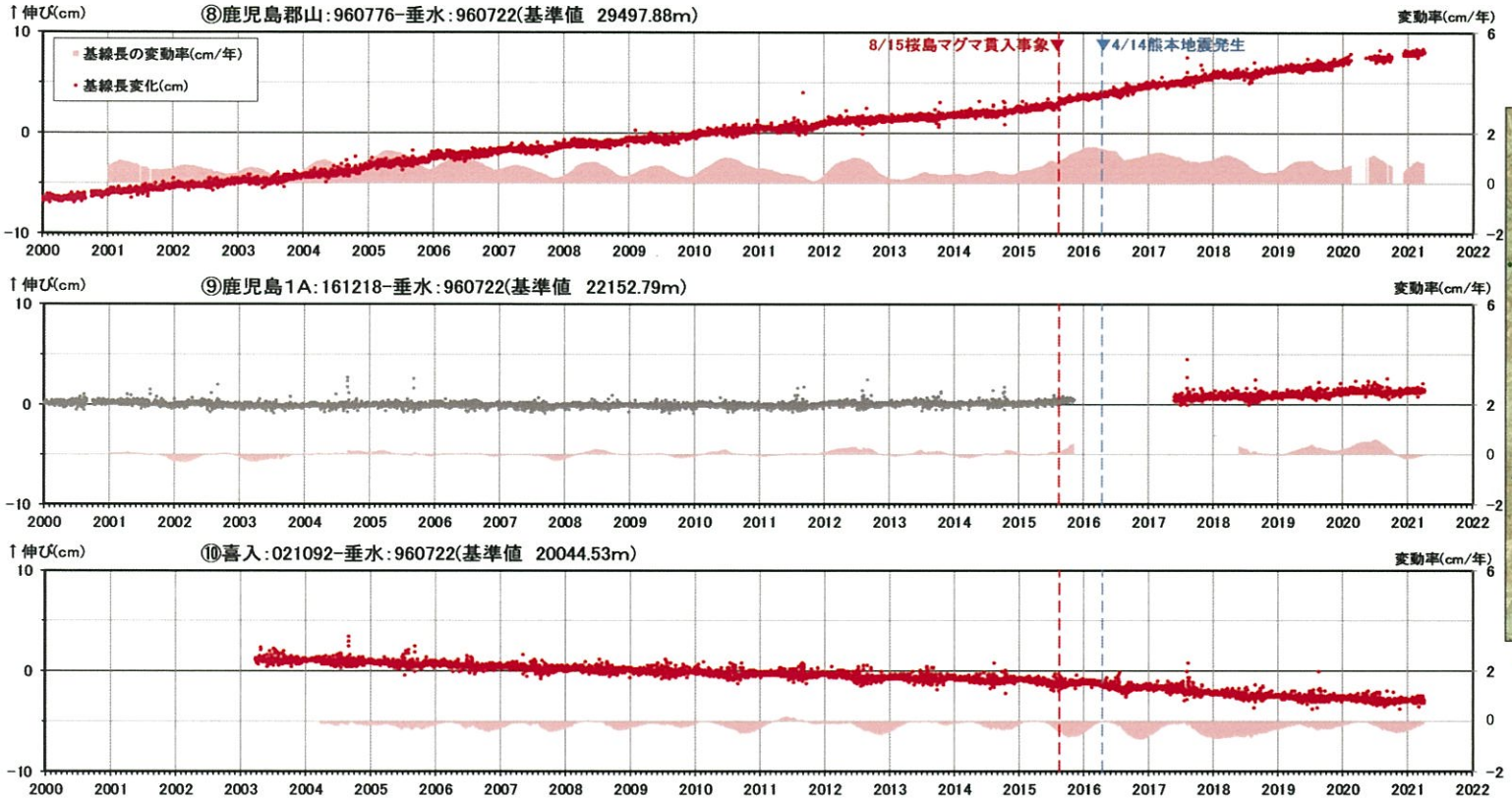


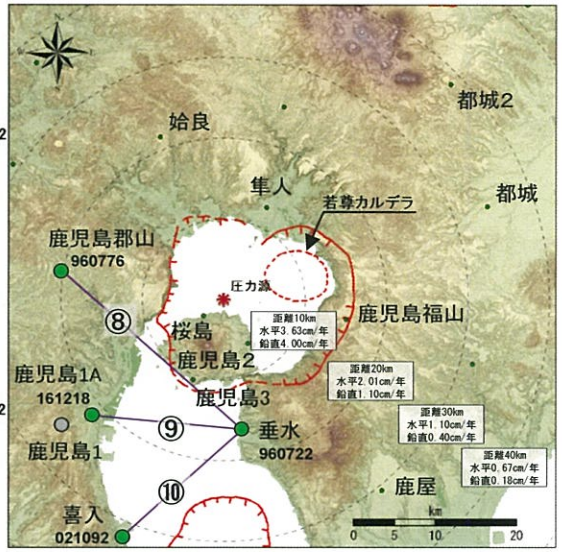
● 国土地理院のGNSS観測点

※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出
※3 960776（鹿児島郡山）は周辺樹木等の影響によりデータ品質が悪いため、F3解析から頻繁に除外されている

基線⑤～⑦の時系列変化

③ 姶良カルデラ [地殻変動:基線長変化]





● 国土地理院のGNSS観測点

※1 鹿児島1地点については、観測設備の不具合により、2015年11月5日以降データが取得できない状態であったが、2017年5月23日以降、移設して鹿児島1Aとして観測を開始。2000年から2015年は鹿児島1-垂水の基線長変化の観測データ(灰色)。

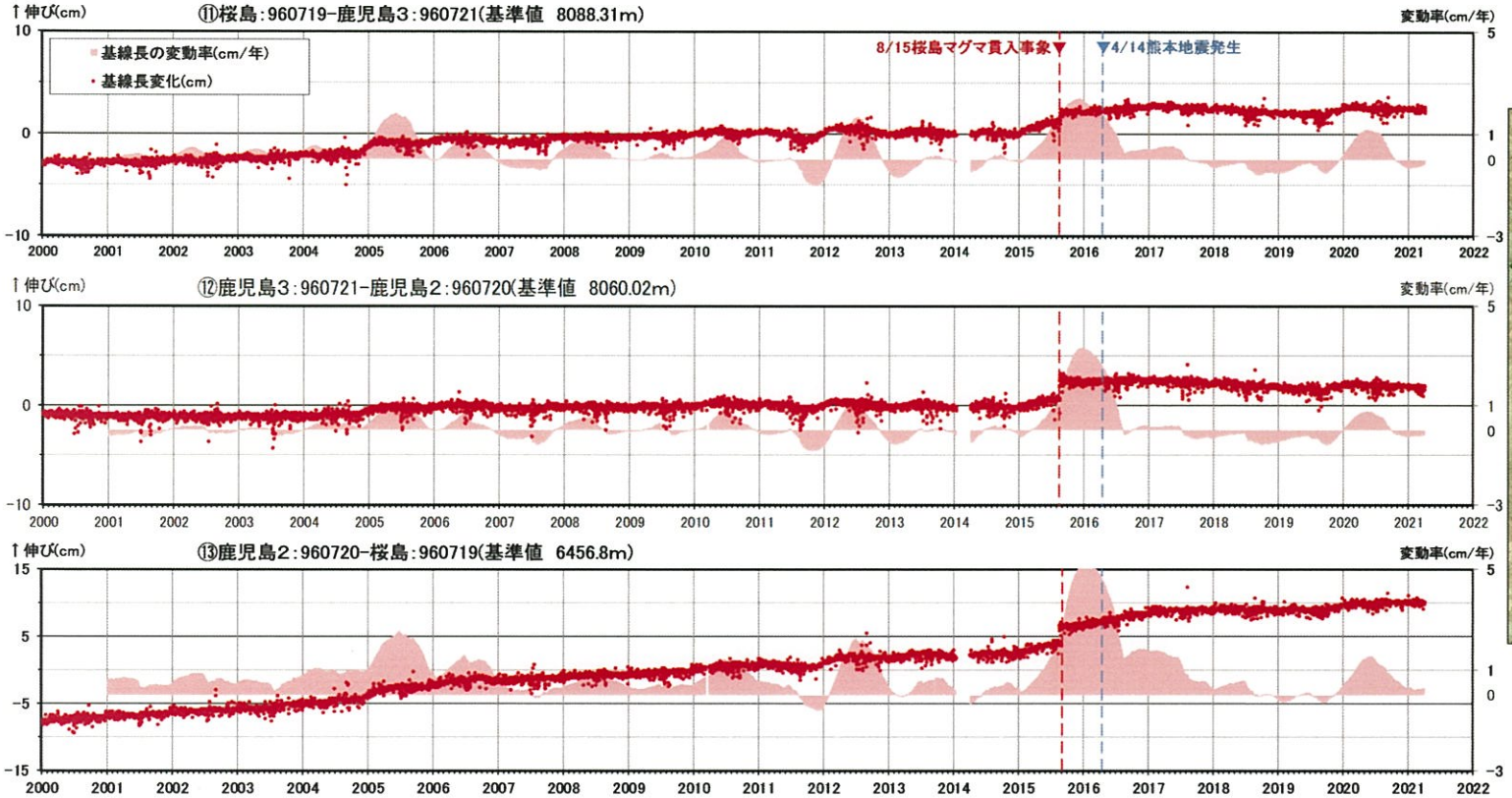
※2 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示

※3 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出

※4 960776(鹿児島郡山)は周辺樹木等の影響によりデータ品質が悪いため、F3解析から頻繁に除外されている

基線⑧～⑩の時系列変化

③ 姶良カルデラ［地殻変動：基線長変化］

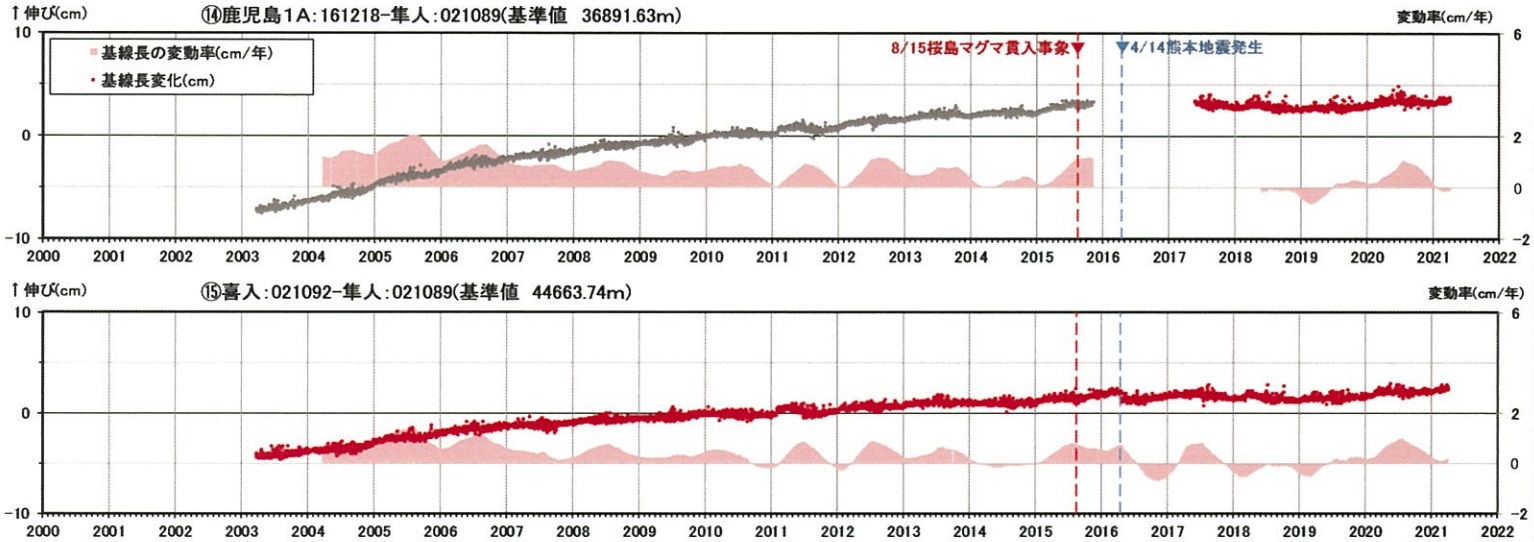


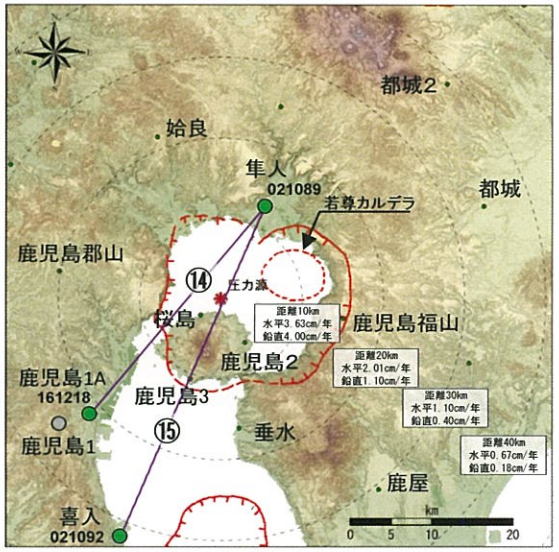
● 国土地理院のGNSS観測点

※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出

基線⑪～⑬の時系列変化

③ 姶良カルデラ [地殻変動:基線長変化]





● 国土地理院のGNSS観測点

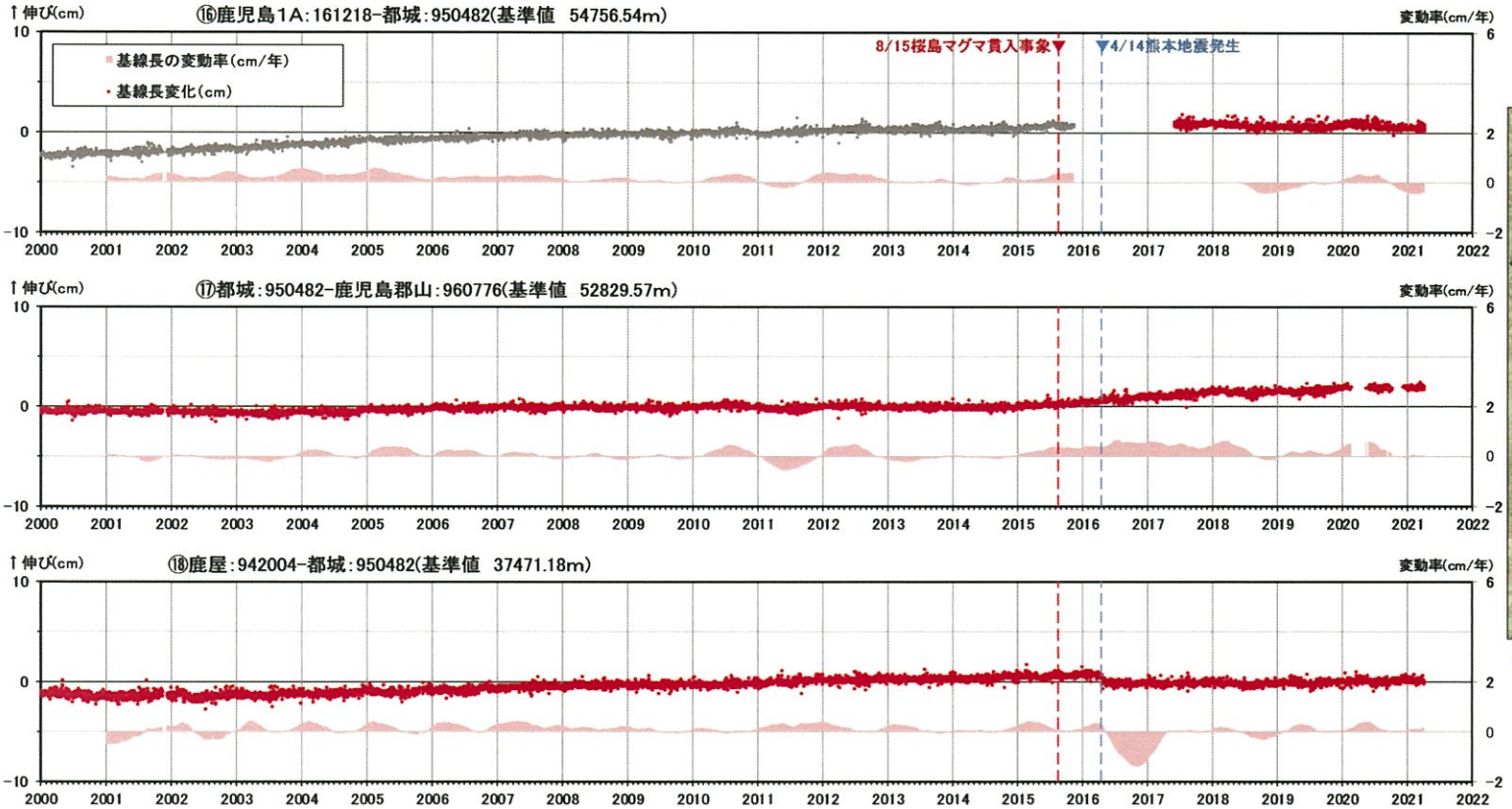
※1 鹿児島1地点については、観測設備の不具合により、2015年11月5日以降データが取得できない状態であったが、2017年5月23日以降、移設して鹿児島1Aとして観測を開始。2000年から2015年は鹿児島1-垂水の基線長変化の観測データ(灰色)。

※2 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示

※3 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出

基線⑭～⑮の時系列変化

③ 姶良カルデラ［地殻変動：基線長変化］



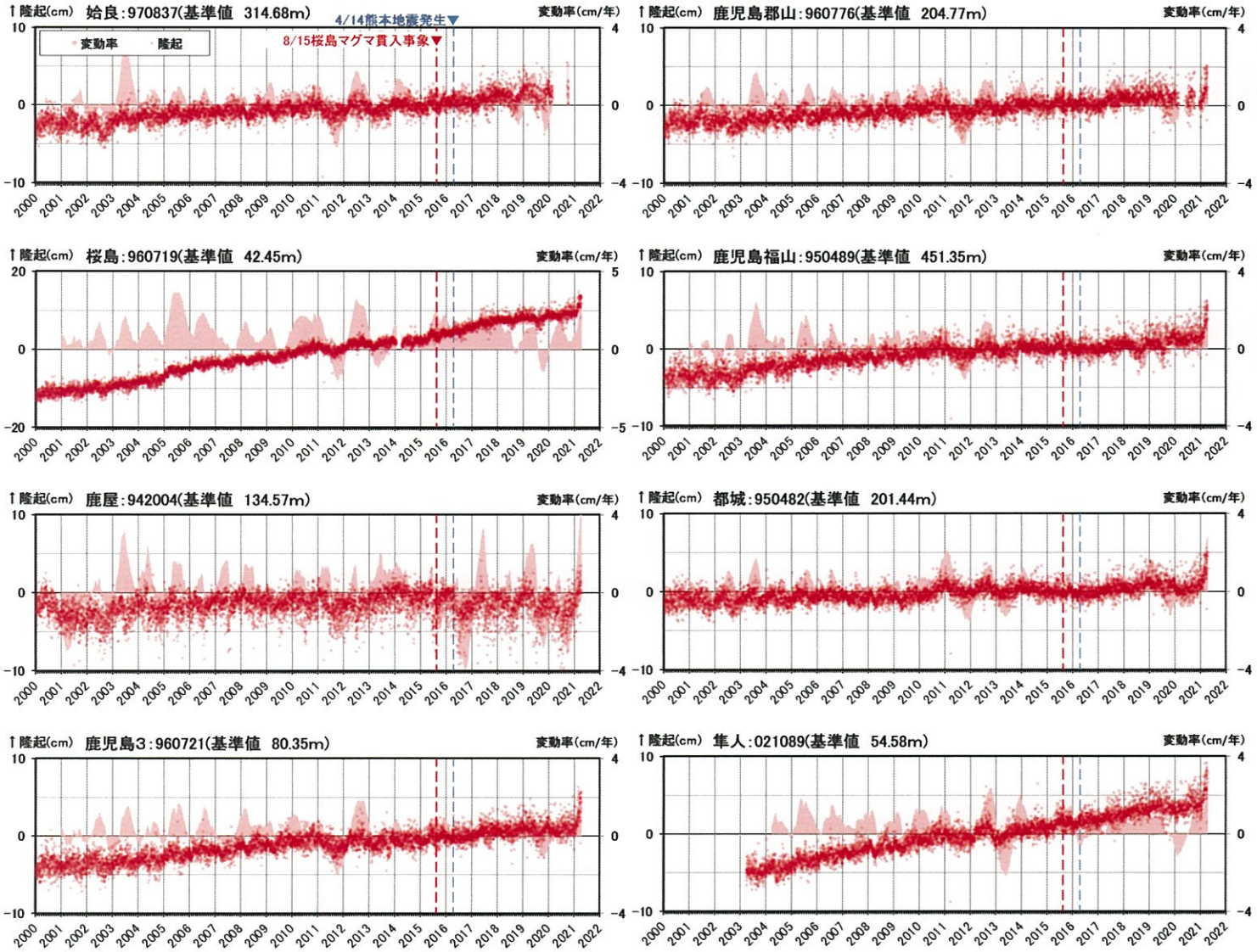
● 国土地理院のGNSS観測点

※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出
※3 960776(鹿児島郡山)は周辺樹木等の影響によりデータ品質が悪いため、F3解析から頻繁に除外されている

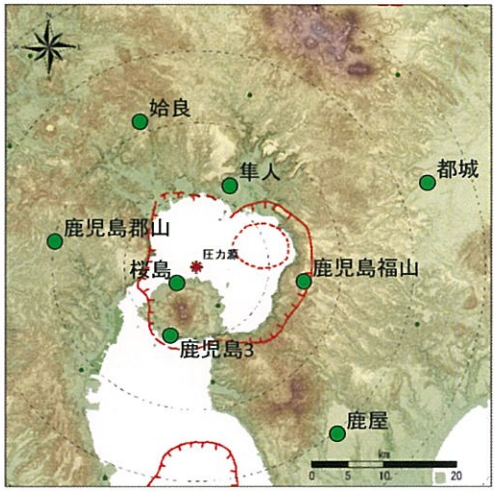
基線⑯～⑱の時系列変化

③ 姶良カルデラ［地殻変動：各観測点の鉛直変動］

・2020年度の鉛直変動は、姶良カルデラ周辺の多くの点でマグマ供給を示唆する広範囲での隆起傾向が認められるが、過去と比較して有意な変化は認められない。なお、2021年2月頃以降顕著な隆起傾向が認められるものの、この隆起傾向は日本全域で見られるものであり、姶良カルデラへのマグマ供給を示唆するものではないと判断している。



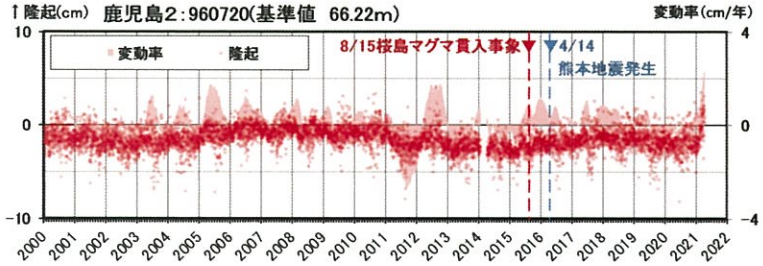
2010年1月1日の楕円体高を基準値とした鉛直変動量

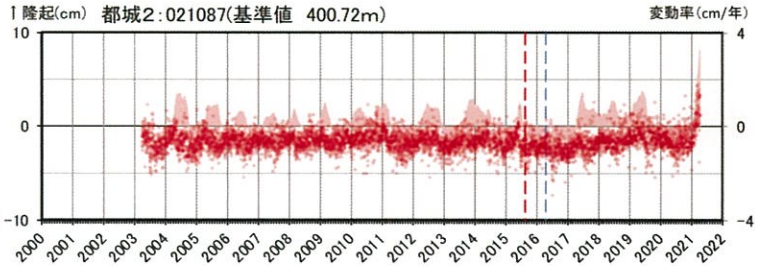


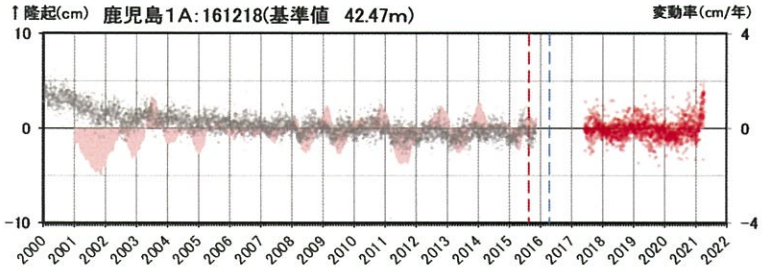
※1 960776(鹿児島郡山)と970837(姶良)は周辺樹木等の影響によりデータ品質が悪いため、F3解析から頻繁に除外されている

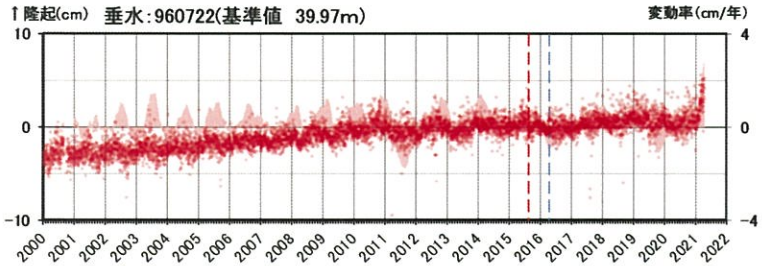
※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出

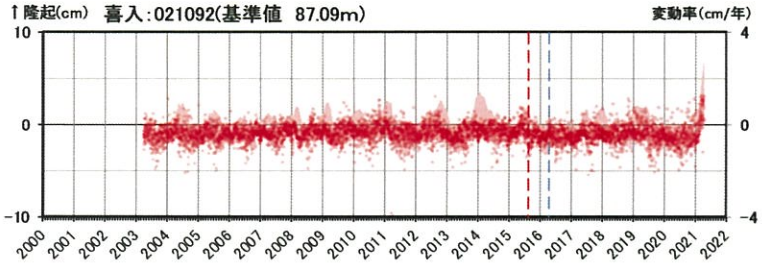
③ 姶良カルデラ［地殻変動：各観測点の鉛直変動］

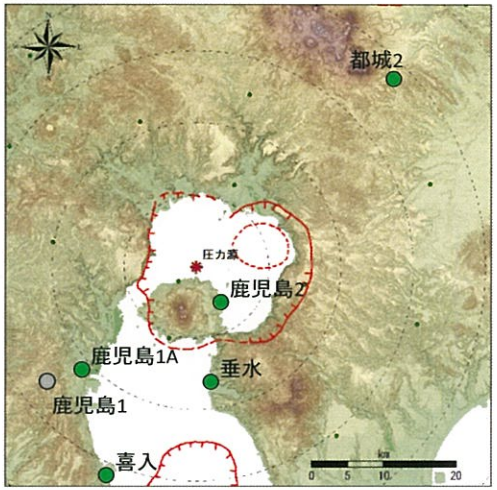












※1 鹿児島1地点については、観測設備の不具合により、2015年11月5日以降データが取得できない状態であったが、2017年5月23日以降、移設して鹿児島1Aとして観測を開始。2000年から2015年は鹿児島1の観測データ(灰色)。鹿児島1Aの基準値は観測期間の平均値

※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出

2010年1月1日の楕円体高を基準値とした鉛直変動量

③ 姶良カルデラ［監視レベルの移行判断基準と監視体制］

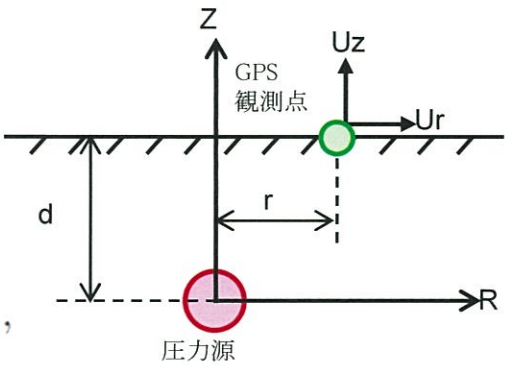
監視体制の移行基準値(0.05km³/年)を姶良カルデラに適用した場合、水平方向の地殻変動の変動率はKozono et al.(2013)の式から5cm/年に相当する(圧力源上を通る2測線から算出)。

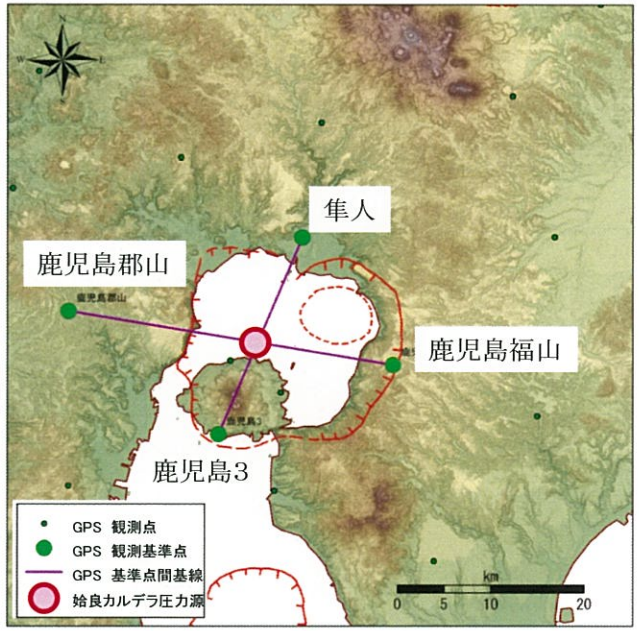
供給率と水平変位量との関係式(Kozono et al., 2013)

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

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

$$= \frac{\pi}{3(1-\nu)}\frac{(r^2+d^2)^{5/2}}{rd}\frac{\partial u_z}{\partial r},$$

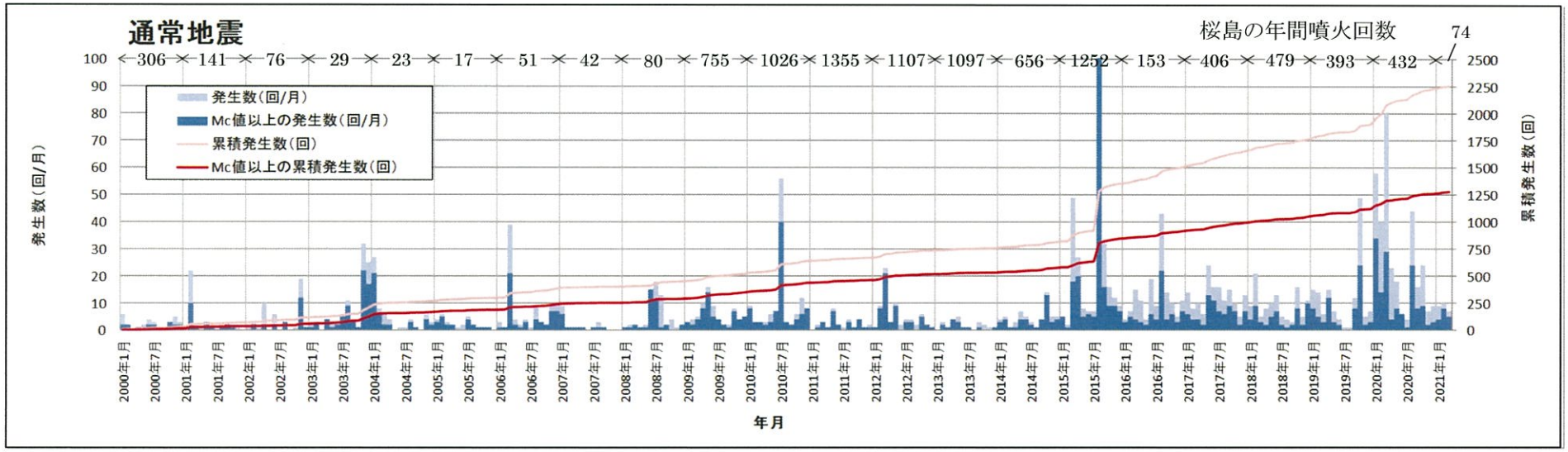


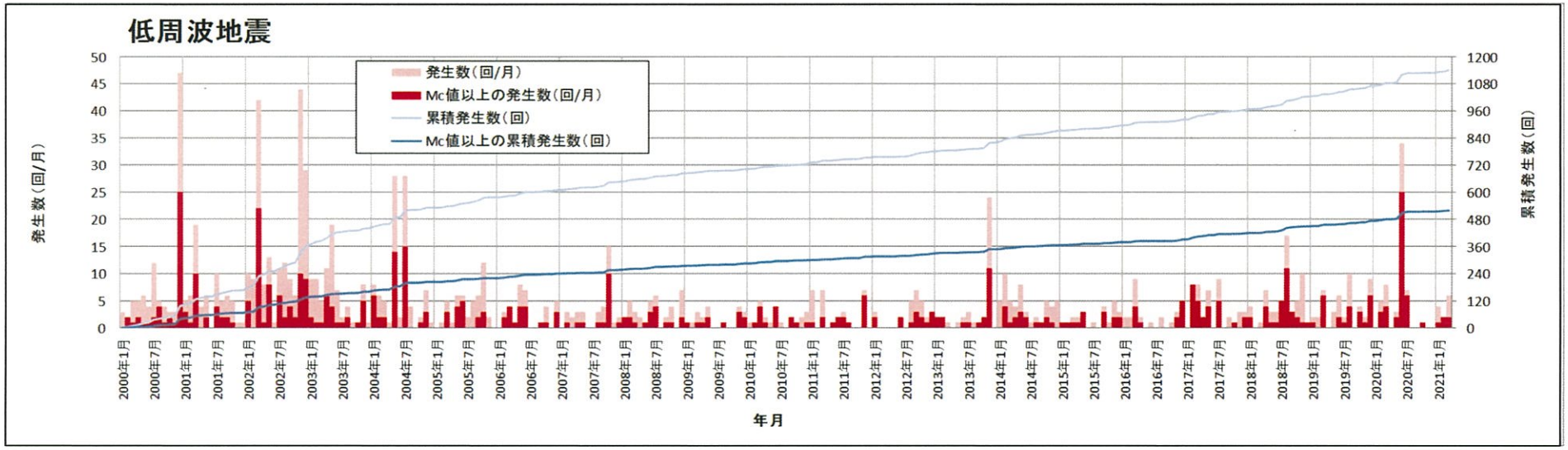


項目				単位	観測点				備考
					鹿児島３ ⇔	隼人	鹿児島福山 ⇔	鹿児島郡山	
入力値	⊿V_G	体積変化（マグマ供給率）		km³/年	0.05				Druitt et al.（2012）を参照
	ν	ポアソン比		-	0.25				江頭ほか（1997）を参照
	r	圧力源から観測点までの水平投影距離		km	10.6	12.6	15.2	20.1	井口ほか（2008）を参照
	d	圧力源の深さ		km	11.0				井口ほか（2013）を参照
出力値	Ur	地殻変動の変動率	各地点	cm/年	3.5	3.2	2.7	2.0	
	—		基線長間（2地点の計）		6.8		4.7		
	—		平均（2つの基線長）		5.7（≒5.0が移行判断基準値）				

③ 姶良カルデラ［地震活動：2000年以降の地震発生数の推移］

・2020年度の地震活動（発生数、位置、規模等）は、若尊カルデラの南西側で局所的にやや多くの地震が認められ、桜島の南西海域及び桜島南西部の地震については2020年も依然として継続しており、全体として増加傾向にあるため、今後の地震活動に留意していく。

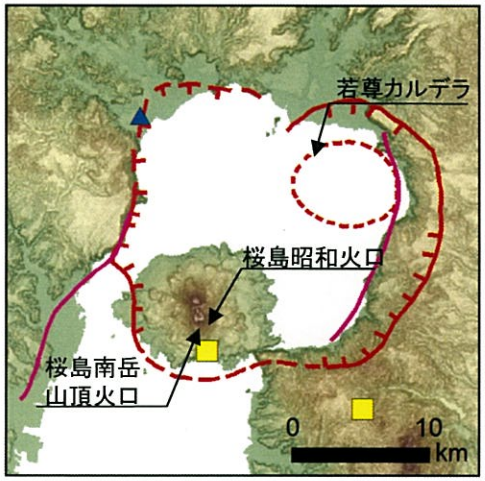




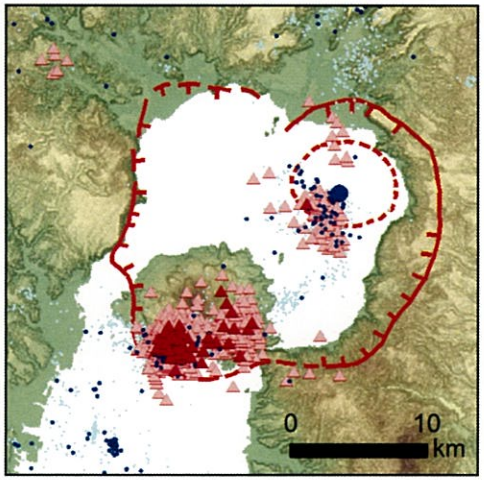
〔 Mc値（2000～2020年データ使用）〕通常地震：0.6　低周波地震：0.5

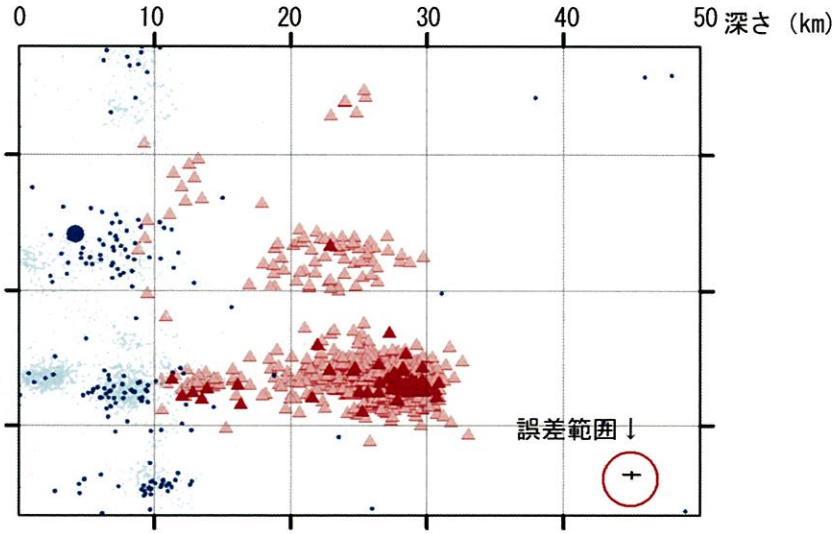
③ 姶良カルデラ［地震活動：震源分布とﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞの経時変化］

地震観測点



震源分布（深さ50km以浅）





凡　例

地震観測点

- 大学
- 気象庁
- 防災科学技術研究所

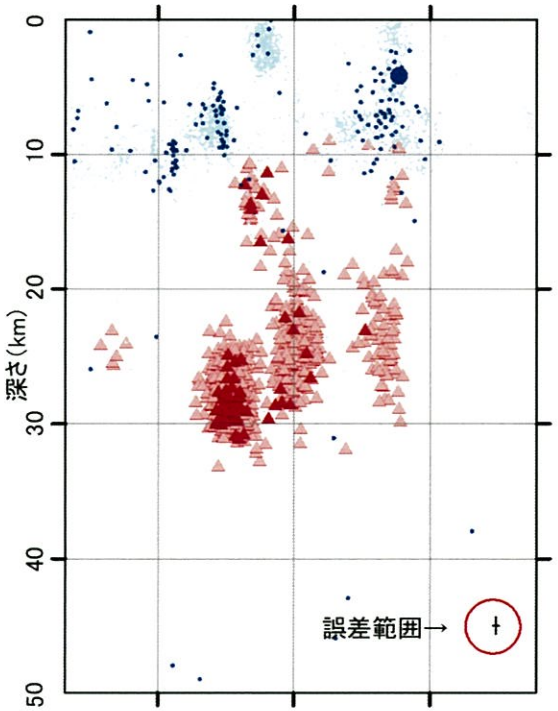
震　源

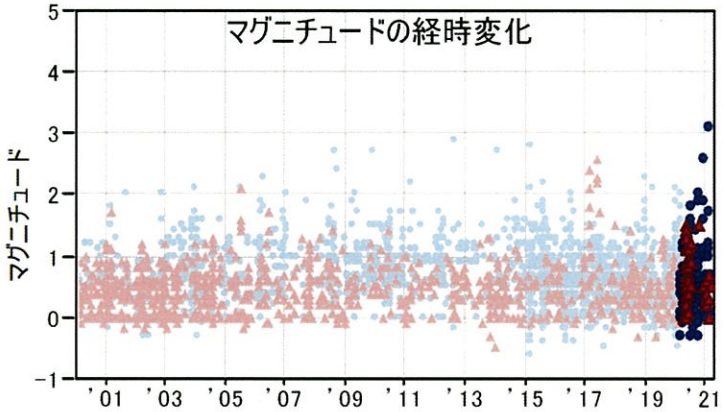
（2020年4月以降は右のｼﾝﾎﾞﾙ）

- 通常地震(ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞM) M＜3
- 3≦M＜4
- 4≦M＜5
- 5≦M
- 低周波地震

活断層

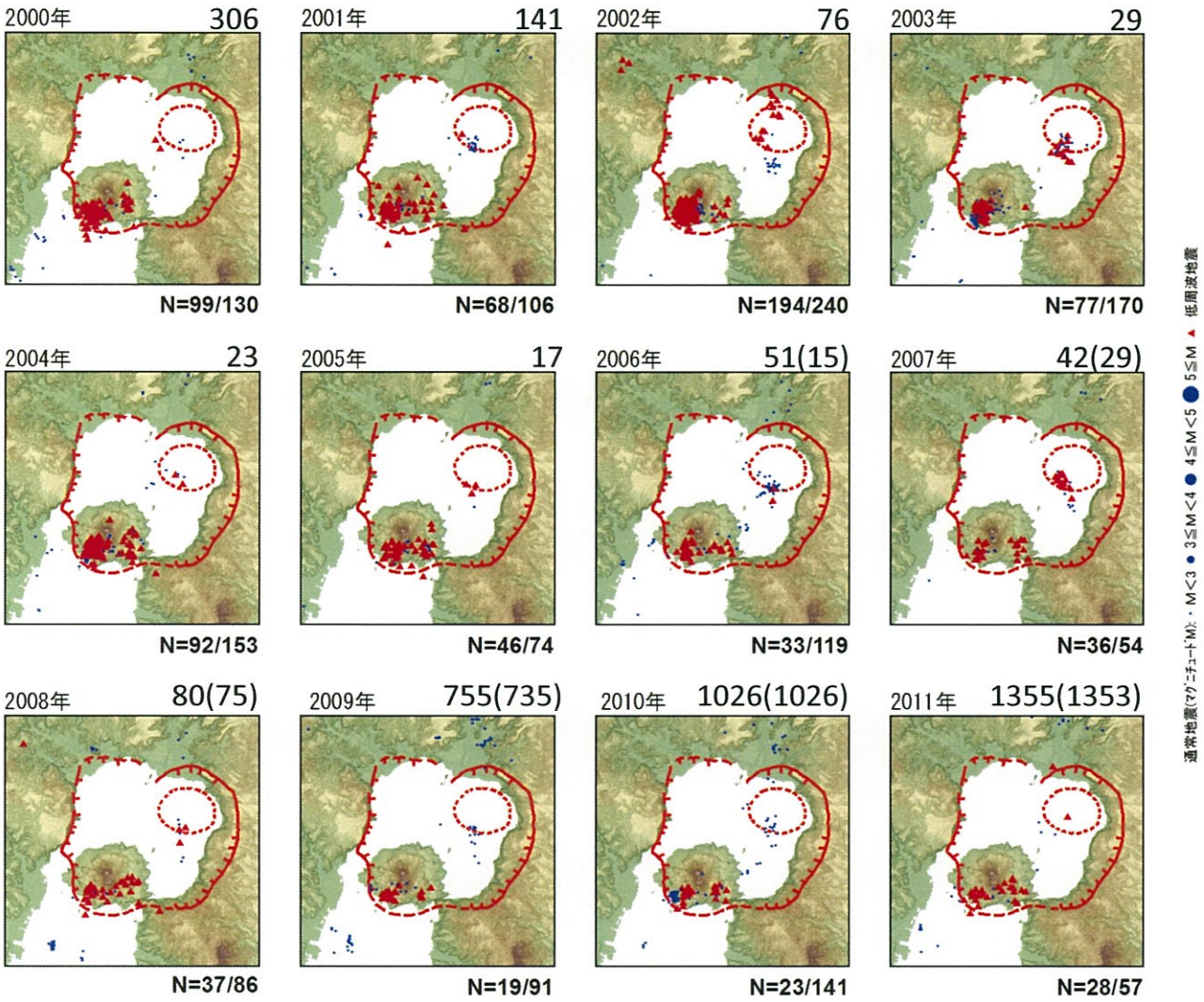
- 地震調査研究推進本部による





*震源は2000年以降をプロット。2020年4月1日以降を濃色表示
**地震観測点は地震調査研究推進本部のデータベースによる高感度地震計（2020年4月1日現在）

③ 姶良カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］

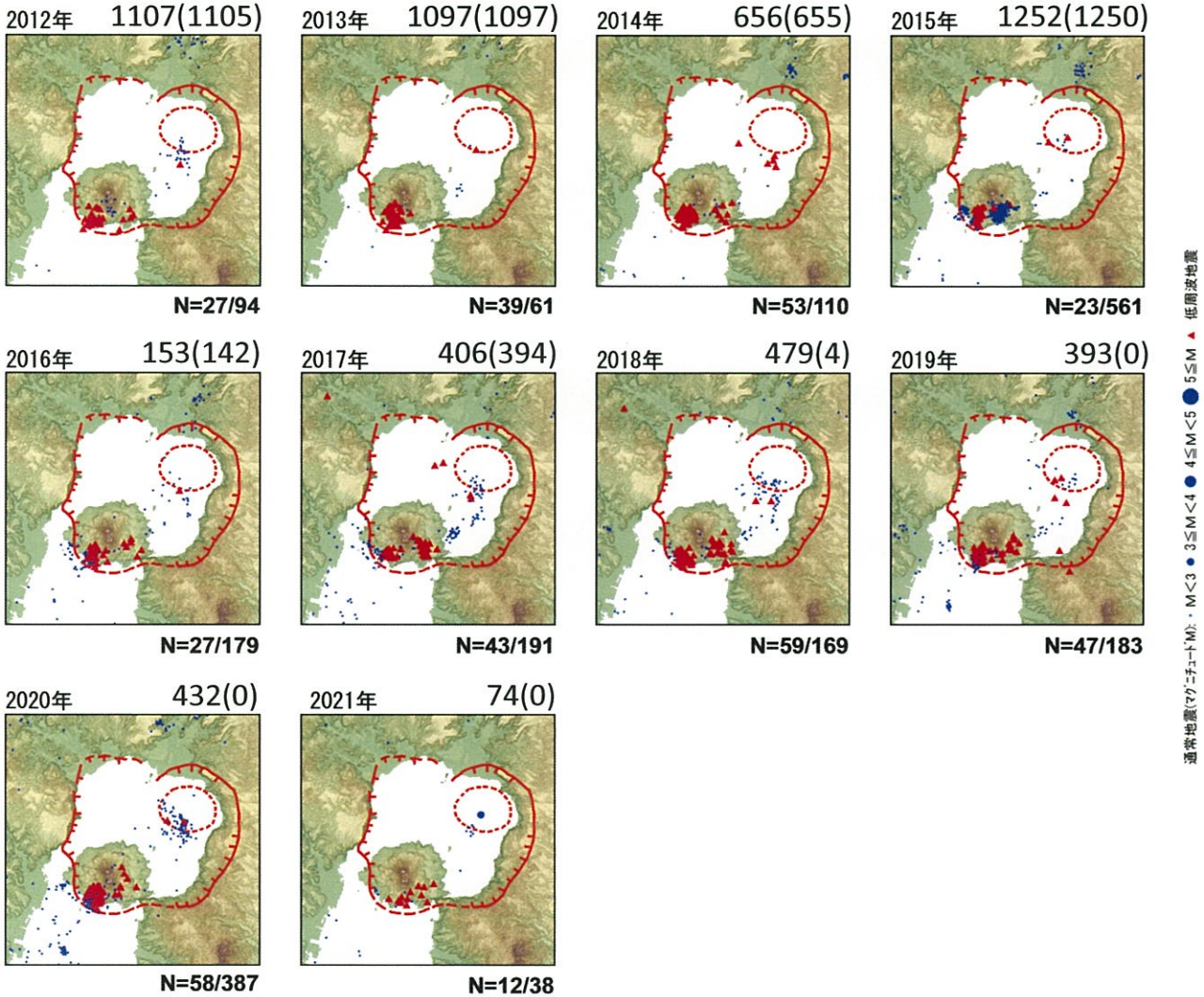


最近の主な噴火

1955年以降、噴火（ブルカノ式噴火、連続噴火）が継続している。噴火は南岳山頂で発生していたが、2006年以降昭和火口でも噴火が発生するようになった。2009年以降は噴火回数がやや多い状態が継続した。

*各図の右下の数値は範囲内での該当年の（低周波地震発生数/総地震発生数）を示す。
**各図の右上の数値は桜島の噴火回数、カッコ内は昭和火口における噴火回数。

③ 姶良カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］



最近の主な噴火

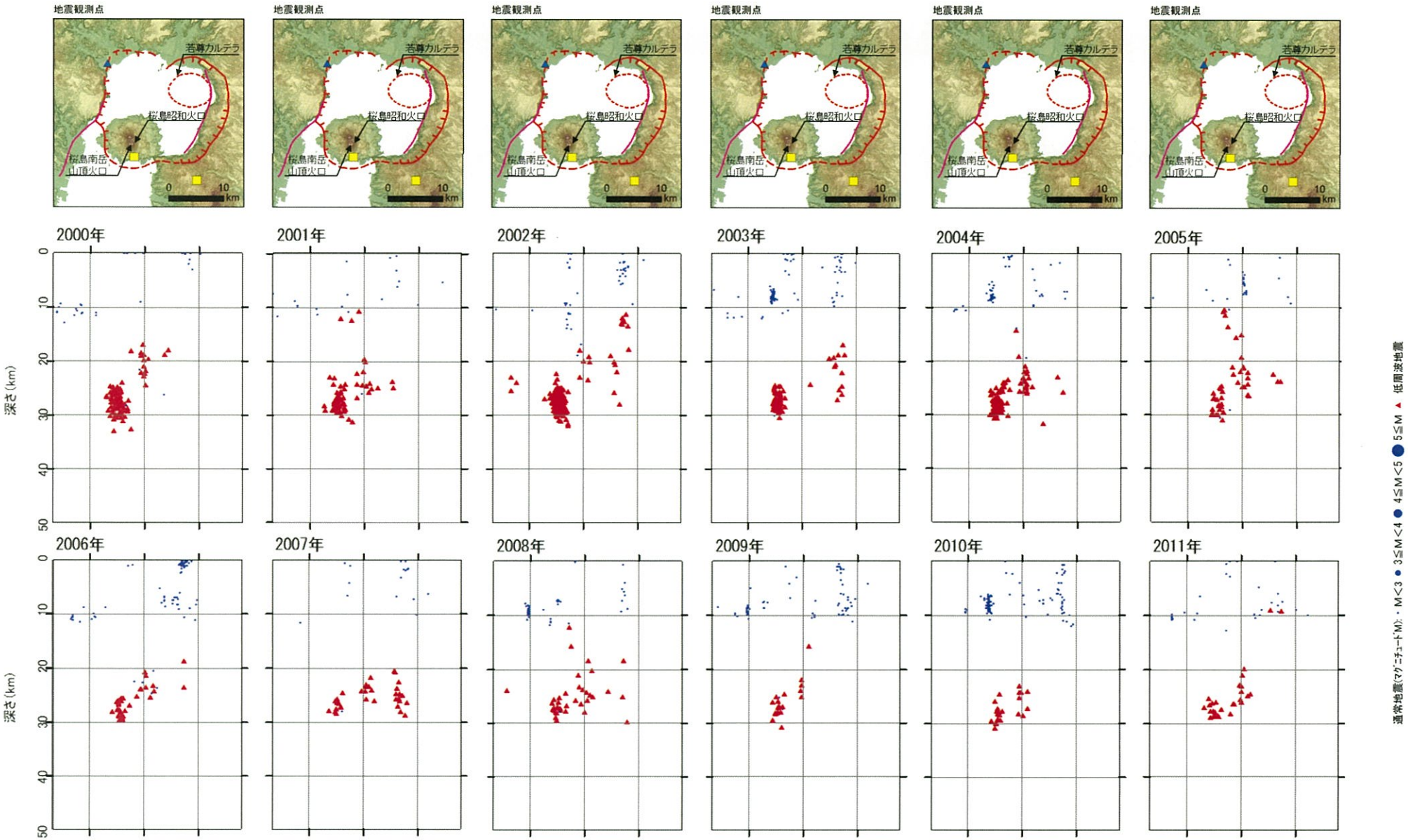
・2009年以降は噴火回数がやや多い状態が継続していたが、2015年9月29日以降は、南岳山頂火口も含めて噴火は観測されていない。

・2016年2月以降は爆発的噴火や小規模な噴火が時々発生した。

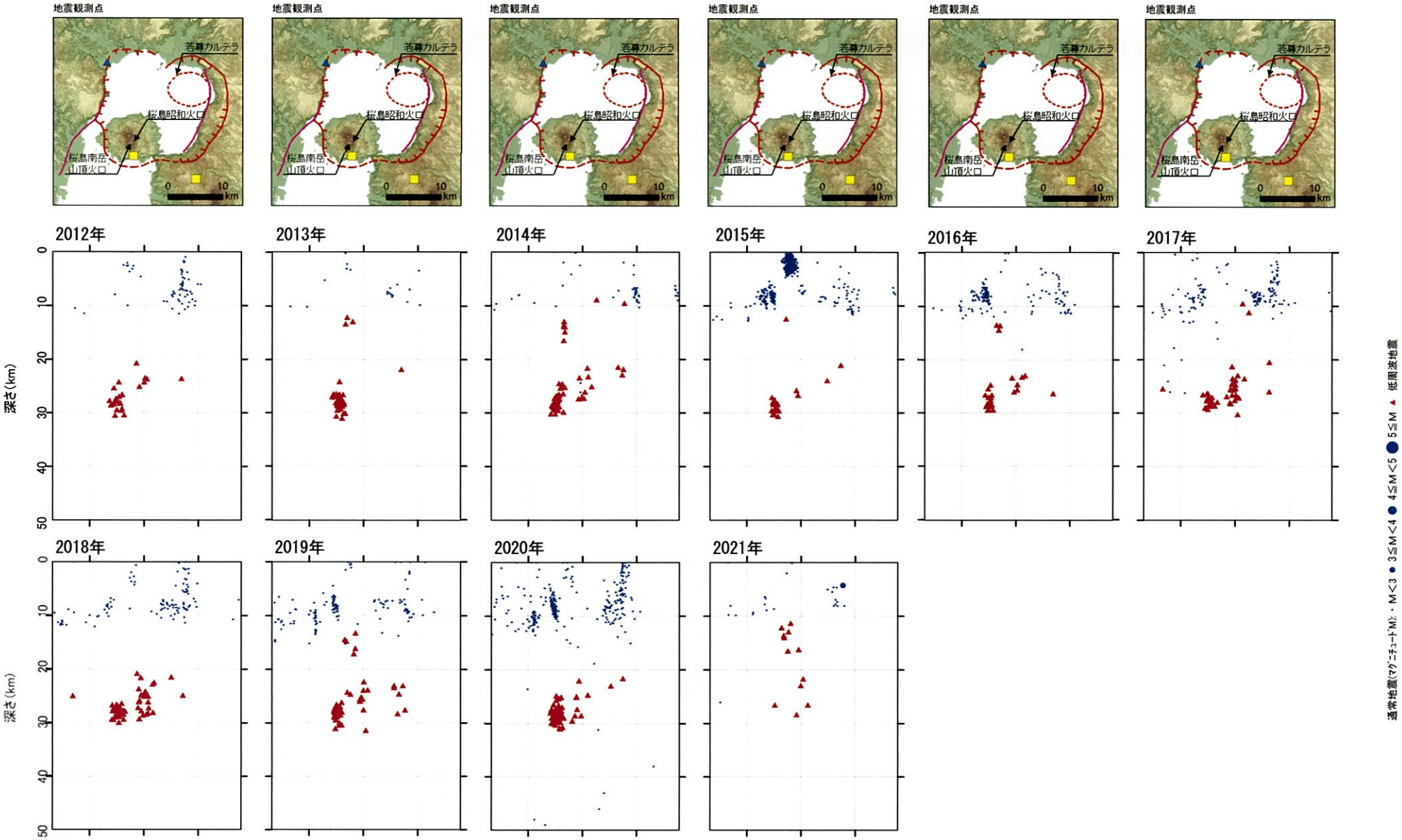
・南岳山頂火口では2018年3月以降噴火が継続している。一方、昭和火口では2019年には噴火は観測されていない。

*各図の右下の数値は範囲内での該当年の（低周波地震発生数/総地震発生数）を示す。
ただし、2021年は3月31日までのもの。
* *各図の右上の数値は桜島の噴火回数、カッコ内は昭和火口における噴火回数。

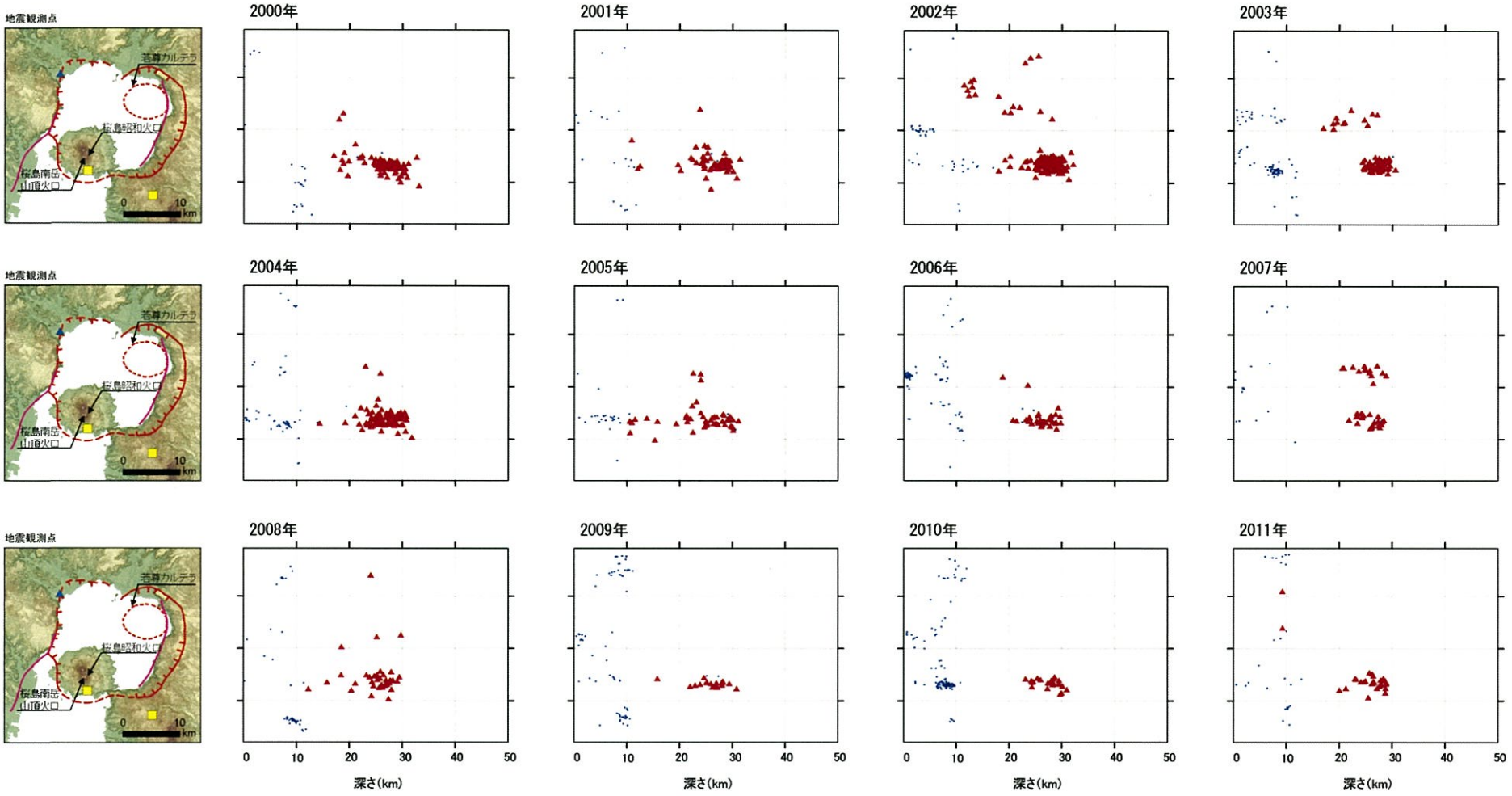
③ 姶良カルデラ [地震活動:2000年以降の震源分布の推移]



③ 姶良カルデラ [地震活動:2000年以降の震源分布の推移]

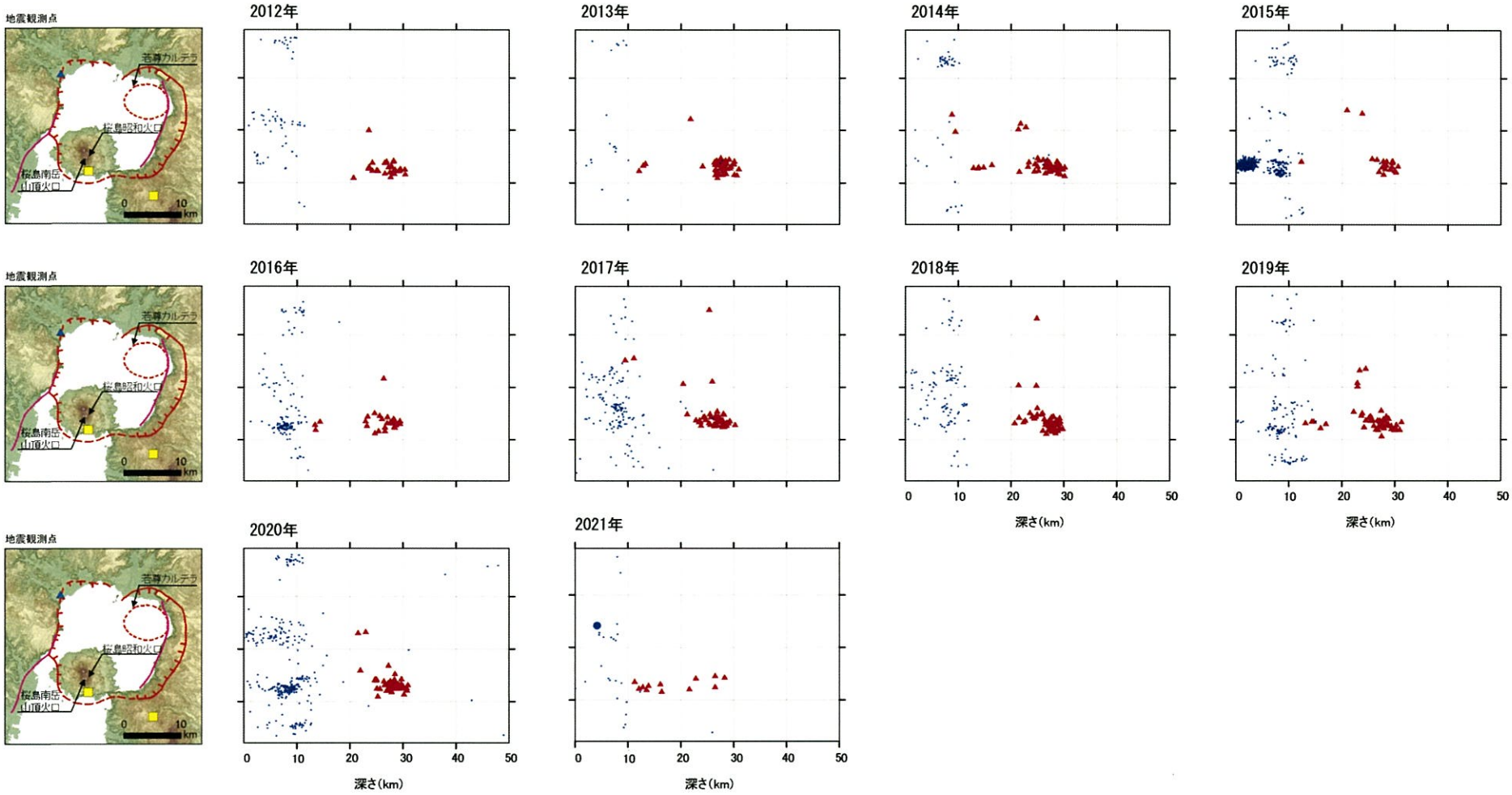


③ 姶良カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］



通常地震(マグニチュードM): ・ M<3 ● 3≦M<4 ● 4≦M<5 ● 5≦M ▲ 低周波地震

③ 姶良カルデラ［地震活動：2000年以降の震源分布の推移］



通常地震(ﾏｸﾞﾆﾁｭｰﾄﾞM): ・ M＜3 ● 3≦M＜4 ● 4≦M＜5 ● 5≦M ▲ 低周波地震

③ 姶良カルデラ［まとめ］

【活火山に関する公的機関の評価】
・桜島の噴火活動は活発な状態となっている。
・火山性地震の年回数は前年に比べ減少した。
・火山ガス放出量は多い状態で経過している。
・広域のGNSS 連続観測では、姶良カルデラ（鹿児島湾奥部）の地下深部の膨張を示すわずかな伸びが2019年9月以降認められている。

【当社の評価】
・GNSS連続観測による基線長変化等を確認した結果、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、2020年度の基線長の変動率に有意な変化は認められない。また、監視体制の移行判断基準（0.05km^3/年≒5cm/年）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0.01km^3/年であることから、「注意」を継続する。
・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、2020年度の地震活動（発生数、位置、規模等）は、若尊カルデラの南西側で局所的にやや多くの地震が認められ、桜島の南西海域及び桜島南西部の地震については2020年も依然として継続しており、全体として増加傾向にあるため、今後の地震活動に留意していく。

姶良カルデラについては、公的機関による発表情報、既存観測網によるデータ等を収集・分析した結果、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、2020年度は、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ないことから、活動状況に変化はないと評価した。

監視体制は、マグマ供給を示唆する変動が引き続き認められることから、現状の注意時体制を継続する。