

川内原子力発電所 火山活動のモニタリング評価結果 (平成28年度報告)

平成29年6月9日
九州電力株式会社

余 白

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	P26
③ 始良カルデラ	P39
④ 阿多カルデラ	P50
⑤ 鬼界	P60
(参考) GNSS観測機器の設置	P69

*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	2月度 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	2月14日 開催	火山噴火予知連絡会資料 (http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/kaisetsu/CCPVE/CCPVE08.html)
	3月度	火山活動解説資料(九州地方) (http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/monthly_v-act_doc/monthly_vact.php)
	3月31日～ 4月6日	週間火山概況 (http://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/STOCK/weekly_report/weekly.htm)

※ 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	2007.3.19 ～ 2017.3.31	地殻変動情報 (http://mekira.gsi.go.jp/project/f3_10_5/ja/index.html)
気象庁	2000.1.1 ～ 2017.3.31	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)

[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

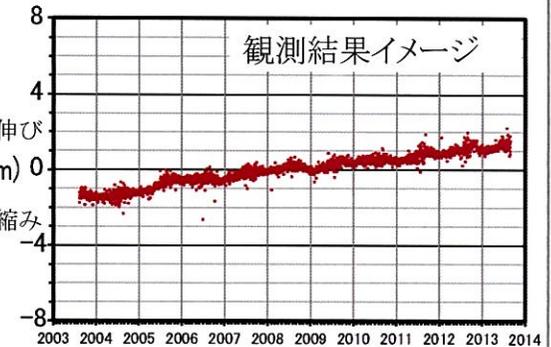
1回/月

・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)

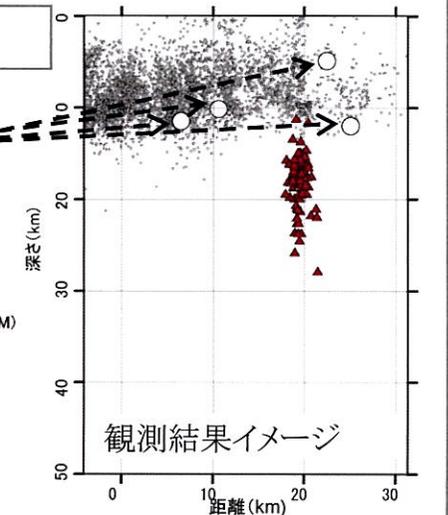
・地殻変動(基線長
の変化)が長期的な
傾向と比較して急激
に変動し、継続して
いないかどうかを
確認する



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

震 源
通常地震(マグニチュードM)
M<4
○ 4≤M<5
○ 5≤M
▲ 低周波地震



2. モニタリング評価結果 [平成28年度]

- 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、平成28年度の対象火山※¹の活動状況を確認した。
- 阿蘇カルデラを中心に熊本地震の影響が認められるものの、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、現時点での対象火山の活動状況に変化はないと評価した。
- なお、熊本地震後の余効変動※²が依然として継続していることから、熊本地震が火山活動に及ぼす影響については、各種研究機関の動向も踏まえつつ、引き続き、モニタリングにて確認していく。

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 活動状況の変化
	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3月等)	監視レベル	地殻変動	地震活動	
阿蘇 カルデラ	阿蘇山(中岳) レベル1	<ul style="list-style-type: none"> ・10月に爆発的噴火が発生したが、その後火山活動は低下(2月にレベル1)している。 ・GNSS連続観測では、7月頃から認められていた、草千里深部にあると考えられているマグマだまりの膨張を示す基線の伸びは、11月中旬以降は停滞している。 	平常	<ul style="list-style-type: none"> ・熊本地震に伴う顕著な地殻変動及び地震後の余効変動が認められるものの、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。 	<ul style="list-style-type: none"> ・熊本地震の余震が多数認められるものの、有意な変化は認められない。 	なし
加久藤・小林 カルデラ	霧島山【新燃岳】 レベル2 霧島山【御鉢】 レベル1 霧島山【えびの高原周辺】 レベル1	<ul style="list-style-type: none"> ・新燃岳のマグマ溜まりの膨張を示す地殻変動は、2015年以降は停滞している。 ・えびの高原(硫黄山)周辺は、2016年12月に噴火警戒レベルを2に引き上げたが、2017年1月にレベル1に引き下げた。 	平常	<ul style="list-style-type: none"> ・同上 	<ul style="list-style-type: none"> ・地震活動に有意な変化は認められない。 	なし
始良 カルデラ	桜島 レベル3 若尊 活火山であることに留意	<ul style="list-style-type: none"> ・昭和火口は2016年7月以降、南岳山頂火口は8月以降、ごく小規模な噴火も観測されていないが、2017年3月に南岳山頂火口で小規模な噴火が発生している。 ・GNSS連続観測では、始良カルデラの地下深部の膨張が続いている。 	注意	<ul style="list-style-type: none"> ・マグマ溜まりの膨張を示唆する伸びの傾向が認められるものの、有意な変化は認められない。 ・警戒監視の移行判断基準値(0.05km³/年≒5cm/年)には達していない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同上 	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	<ul style="list-style-type: none"> ・池田・山川および開聞岳において、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	<ul style="list-style-type: none"> ・地殻変動に有意な変化は認められない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・同上 	なし
鬼界	薩摩硫黄島 レベル1	<ul style="list-style-type: none"> ・火山性地震の増加に伴い2017年1月に噴火警戒レベルを2に引き上げ、火山活動の低下により2月にレベル1に引き下げた。 	平常	<ul style="list-style-type: none"> ・同上 	<ul style="list-style-type: none"> ・同上 	なし

※1 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、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する

※2 大きな地震の後に、長期間にわたってゆっくりと進行する地殻変動

【補足】 国土地理院の地殻変動図



国土地理院:火山周辺地域の地殻変動(平成29年3月)

余 白

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(中岳)

- ごく小規模な噴火が4月16日及び5月1日に発生。10月8日に爆発的噴火が発生し、噴火警戒レベルを2から3に引き上げ。その後火山活動は低下し、12月20日にレベル2に、2月7日にレベル1に引き下げられた。
- GNSS連続観測では、2016年7月頃から認められていた、草千里深部にあると考えられているマグマ溜りの膨張を示す基線の伸びは、11月中旬以降は停滞している。
- 2月に実施した現地調査では、湯だまりの量は中岳第一火口底の8割であった。
- 傾斜計でも「平成28年(2016年)熊本地震」に伴う変動が認められている。10月8日の噴火前には急速な火口隆起が認められたが、その後は火山活動に起因すると考えられる**特段の変化はない**。
- 火山性微動の振幅は、10月4日以降概ね大きな状態で推移したが、10月8日の爆発的噴火の前からは振幅は小さくなり、その後も小さい状態で経過している。
- 火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、10月6日までは1日あたり1,000~3,000トン程度と概ねやや多い状態で経過していたが、10月7日には1日あたり15,000トンと非常に多い状態となった。2017年3月現在では、1日あたり700~1,400トンとやや少ない状態で経過している。

① 阿蘇カルデラ [活火山に関する公的機関の評価概要]

【気象庁】
火山活動解説
資料H29年3月

・ GNSS連続観測では、2016年7月頃から認められていた、草千里深部にあると考えられているマグマだまりの膨張を示す基線の伸びは、11月中旬以降は停滞しています。

【国土地理院】
地殻変動観測
の概況2月

・ 10月8日の噴火に伴う短期的な地殻変動は観測されていません。2016年7月頃から、「長陽」-「阿蘇」、「長陽」-「高森」の基線で伸びの傾向が認められていましたが、11月頃から停滞しています。

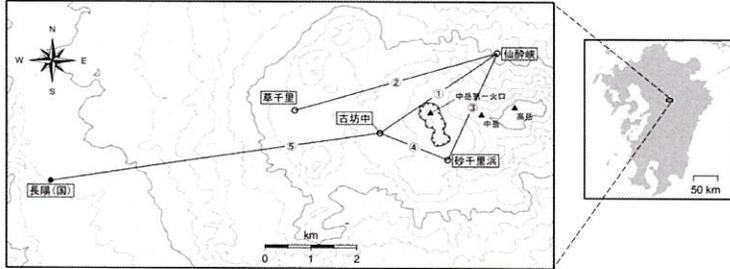


図9 阿蘇山 GNSS 連続観測点と基線番号

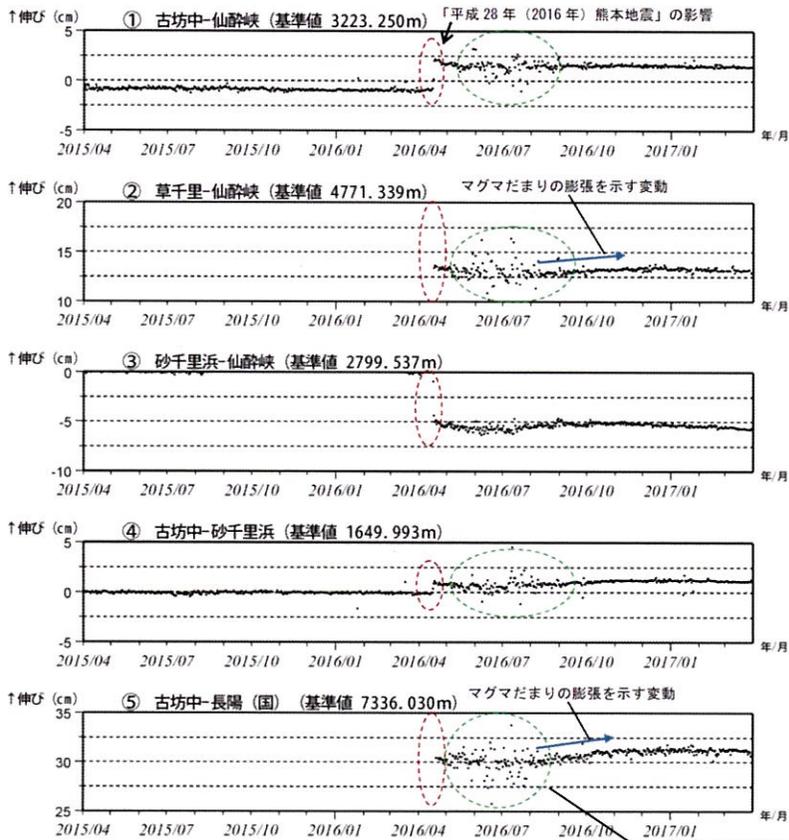
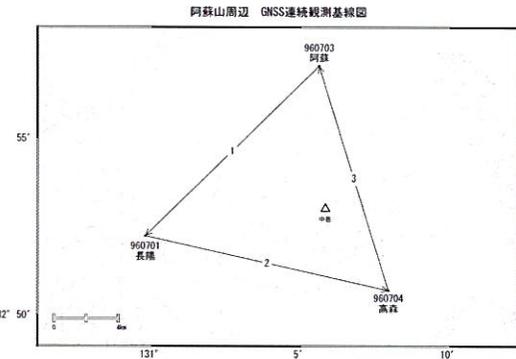
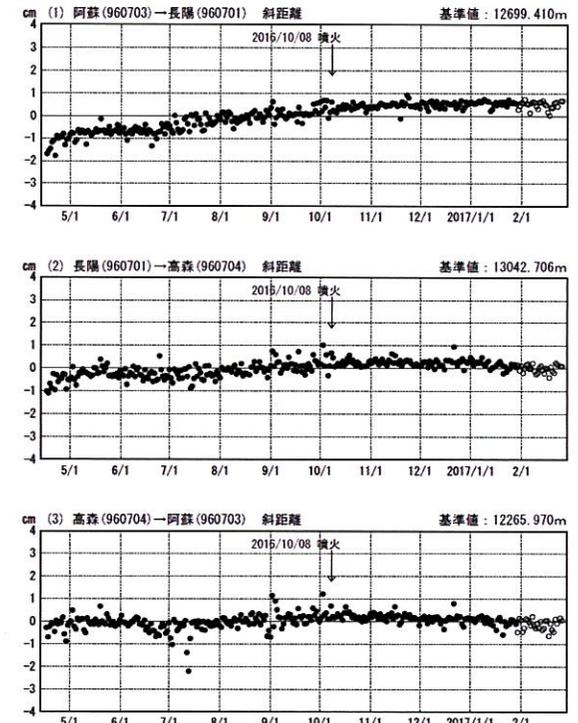


図8-2 阿蘇山 GNSS 観測による短期の基線長変化 (2015年4月~2017年3月) 乱れと考えられる



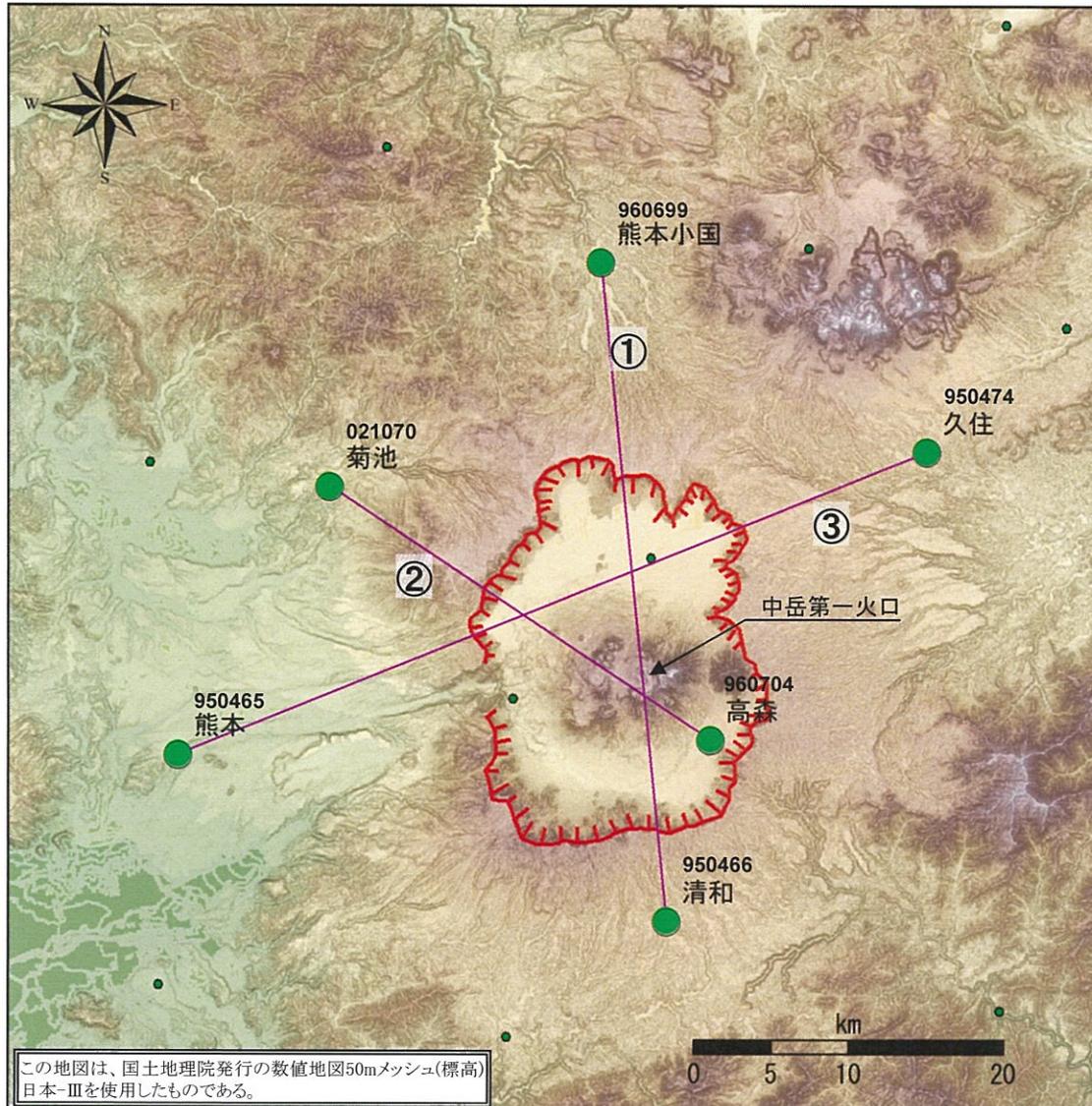
基線変化グラフ

期間: 2016/04/16~2017/02/25 JST



① 阿蘇カルデラ [地殻変動: 基線長変化]

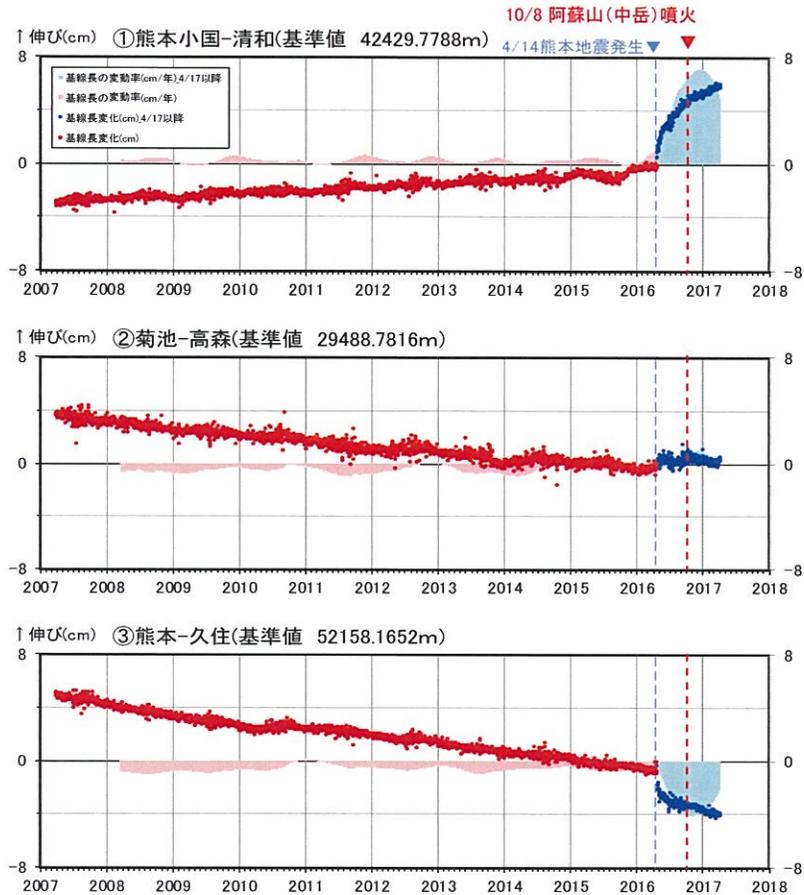
阿蘇カルデラ周辺の基線(①~③)



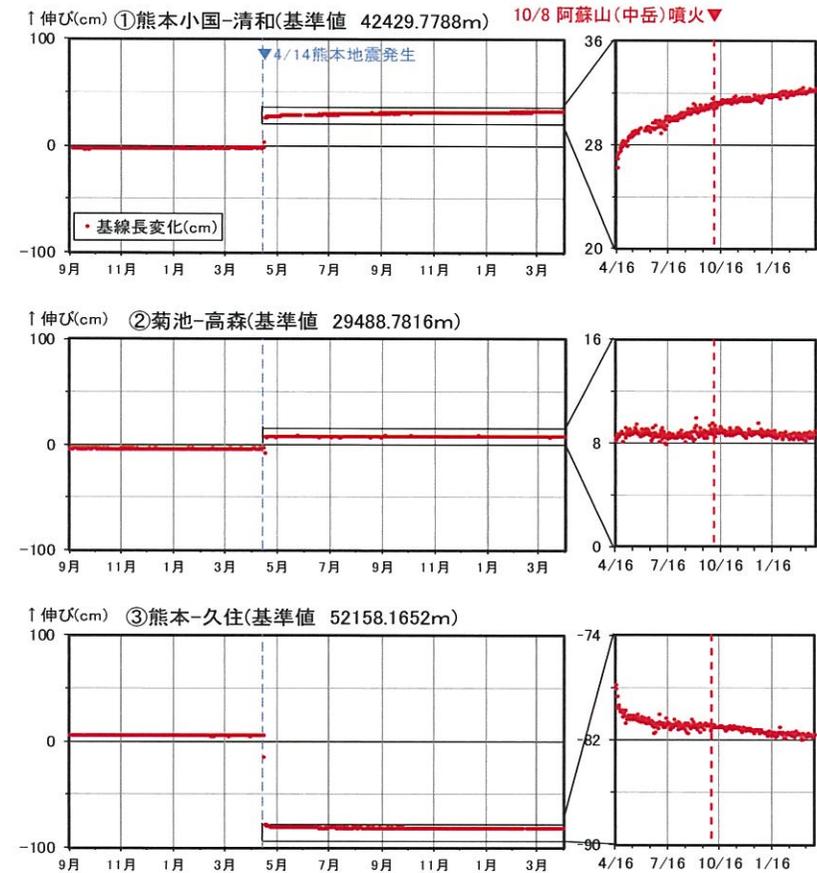
- 全ての基線において、熊本地震に伴う顕著な地殻変動及び地震後の余効変動が認められるものの、阿蘇カルデラへのマグマ供給を示す広範囲にわたる基線長の変動(伸びの変化)は見られないことから、カルデラ火山の活動に起因する有意な変化は認められない。
- 一部の基線(⑦, ⑧, ⑨)において、7月頃から11月中旬にかけて、マグマだまりの膨張あるいは余効変動に起因する可能性のあるわずかな変動(伸びの変化)が認められるものの、仮にこの変動が火山活動によるものだとしても、阿蘇山(中岳)周辺のみの変動であることから、阿蘇山(中岳)の火山活動によるものと考えられる。
- 10月8日の阿蘇山(中岳)の爆発的噴火に伴う地殻変動は認められない。

※ ● は、2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点

① 阿蘇カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



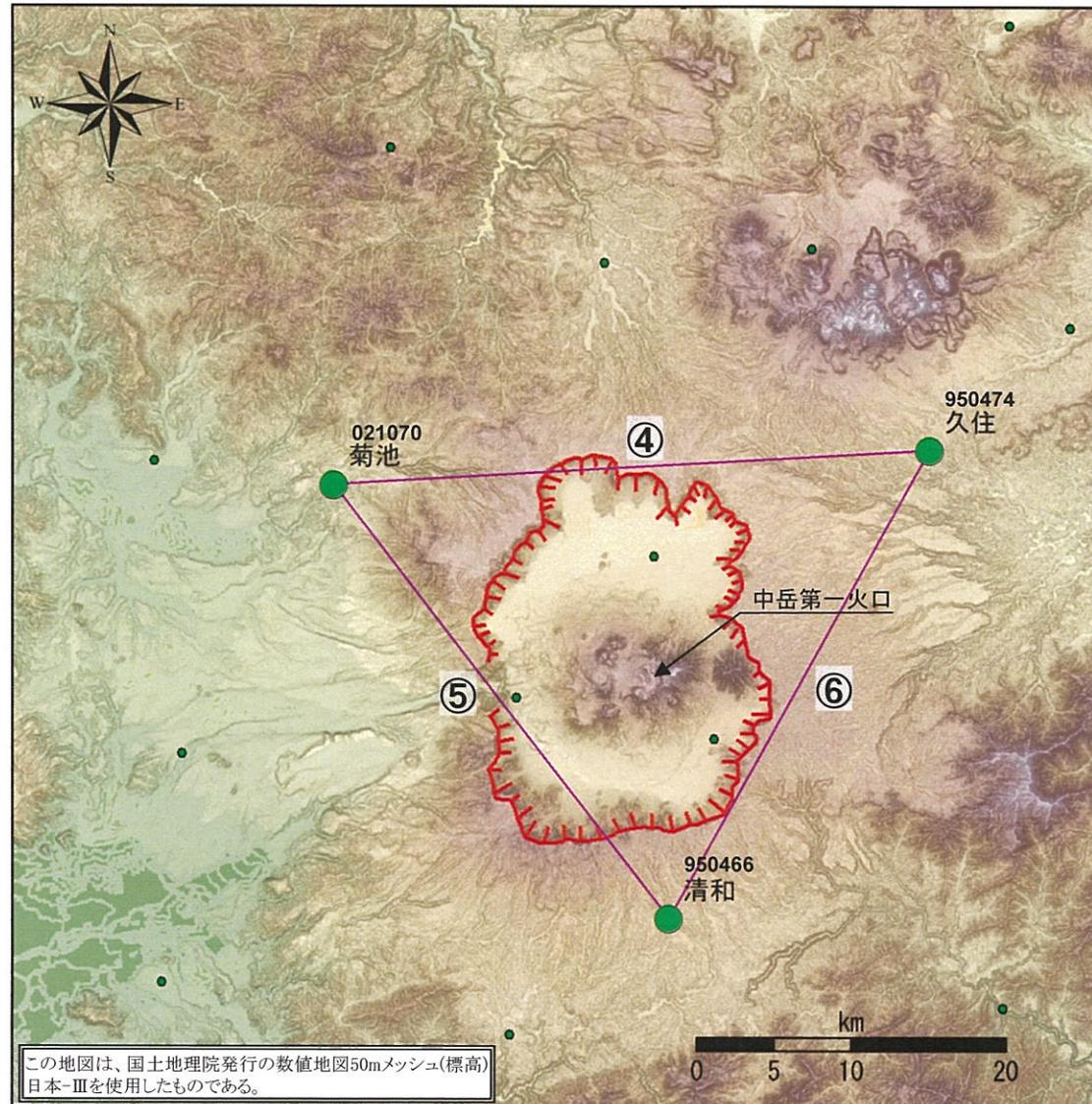
基線①～③の時系列変化
(熊本地震発生時の変動を補正して図示)



基線①～③の時系列変化
(熊本地震発生時の変動の補正なし, 本震後の変動を拡大して図示)

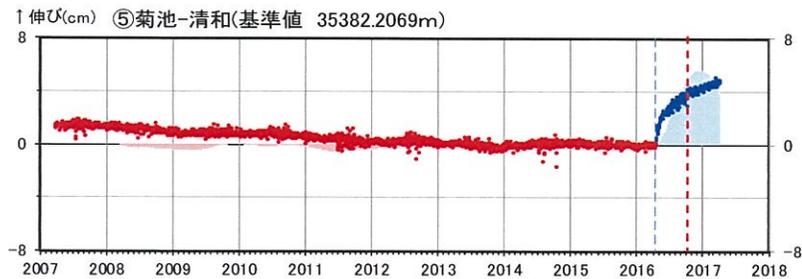
① 阿蘇カルデラ [地殻変動: 基線長変化]

阿蘇カルデラ周辺の基線(④~⑥)

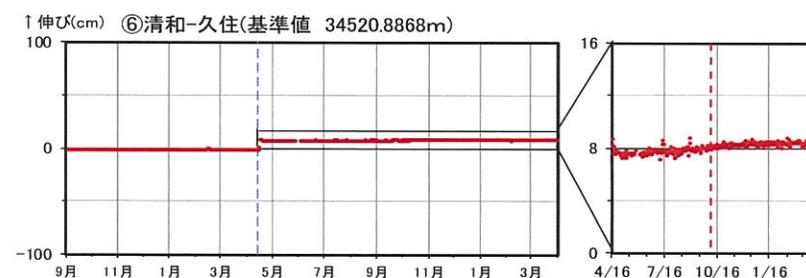
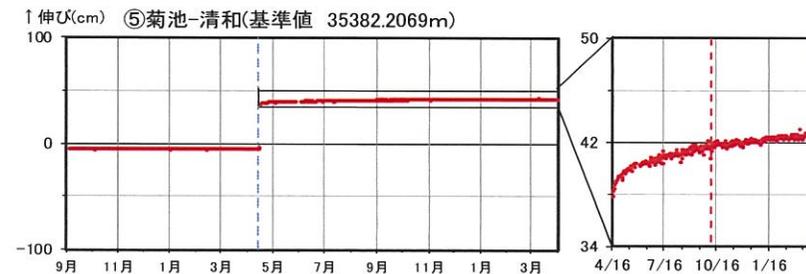
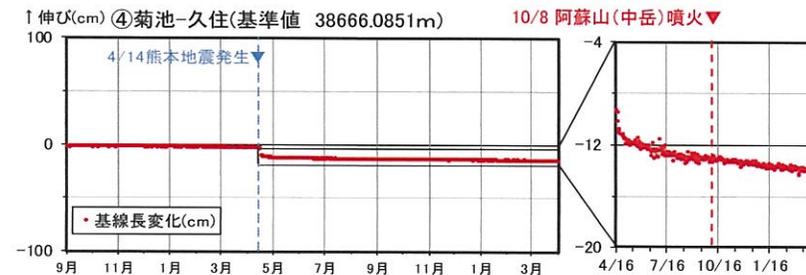


※ ● は、2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点

① 阿蘇カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



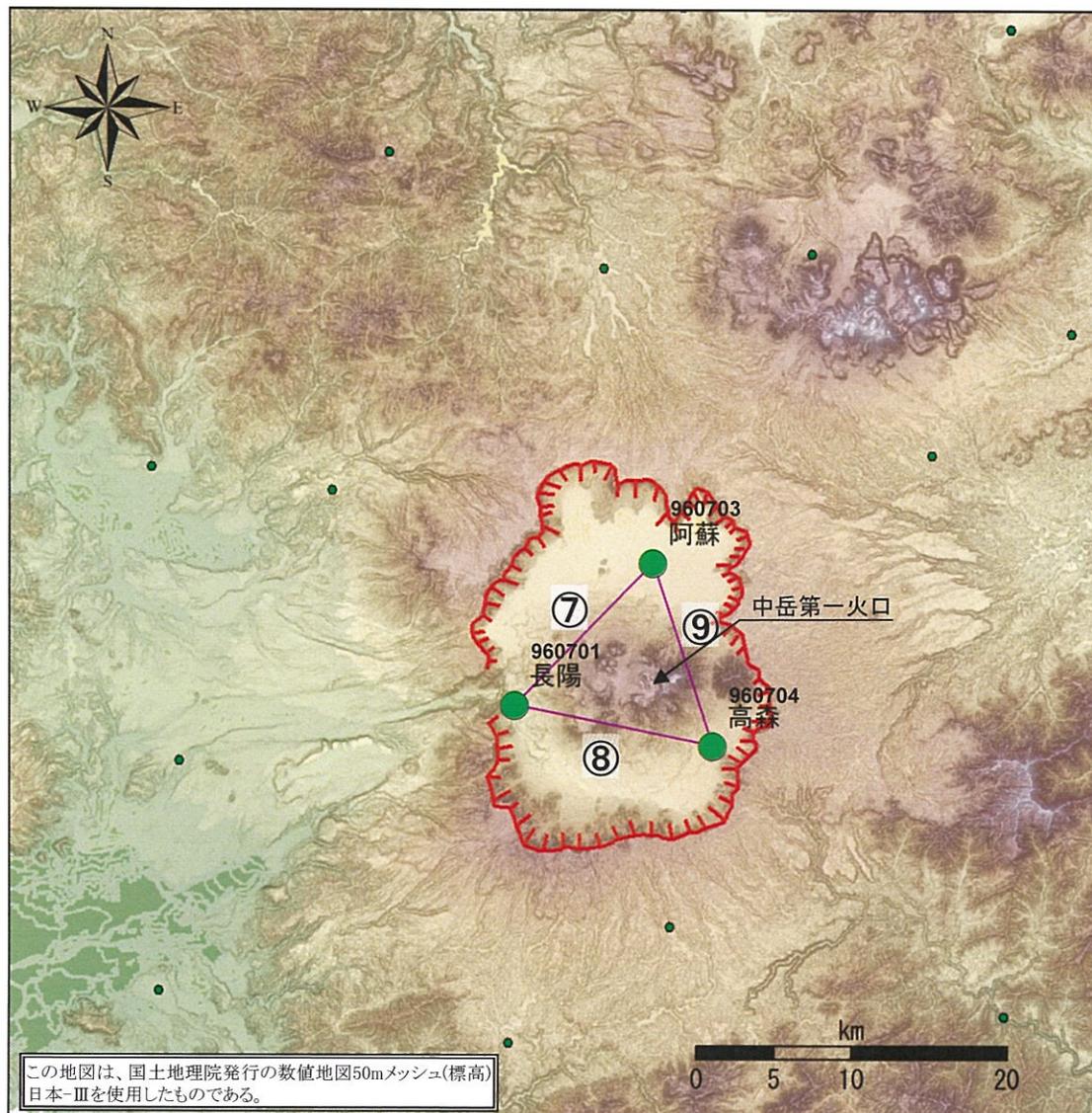
基線④～⑥の時系列変化
(熊本地震発生時の変動を補正して図示)



基線④～⑥の時系列変化
(熊本地震発生時の変動の補正なし, 本震後の変動を拡大して図示)

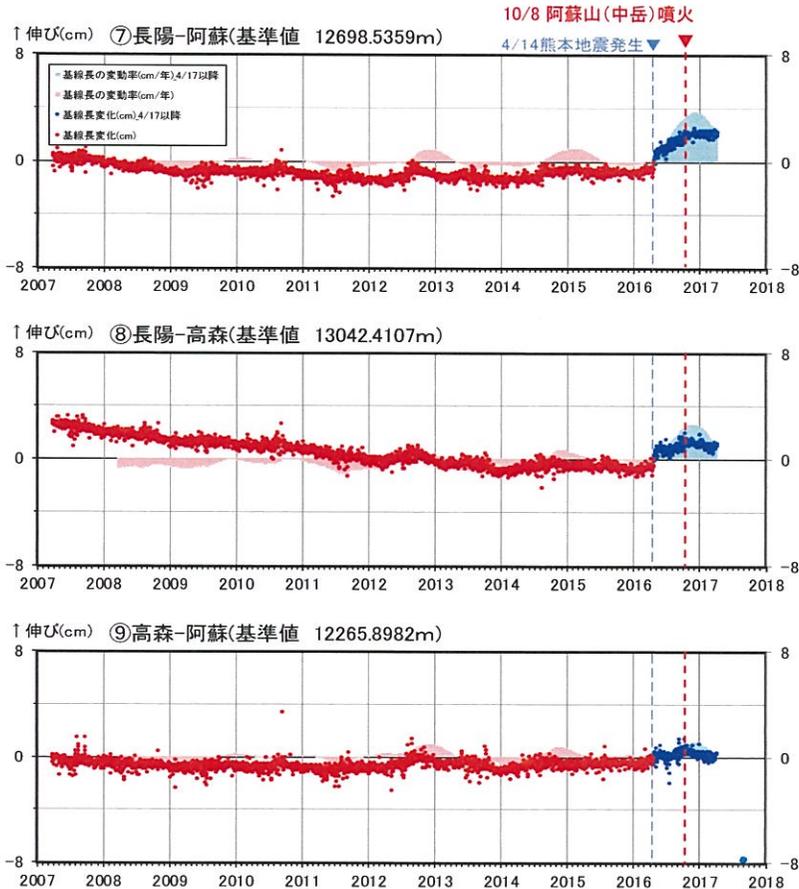
① 阿蘇カルデラ [地殻変動: 基線長変化]

阿蘇カルデラ周辺の基線(⑦~⑨)



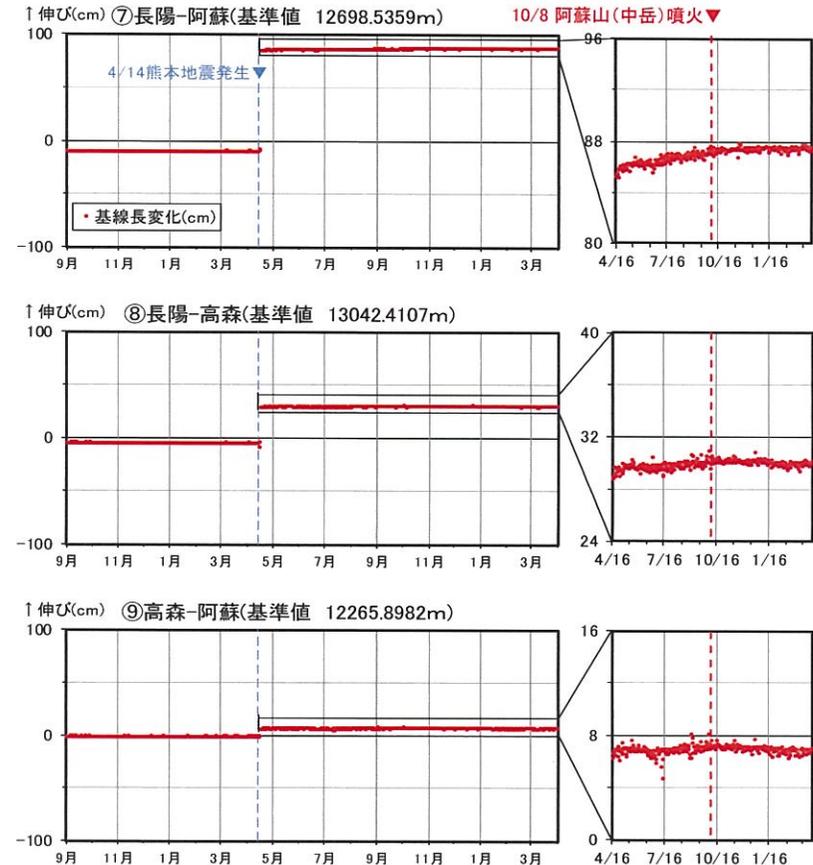
※ ● は、2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点

① 阿蘇カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



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)

※ 基線⑨「高森-阿蘇」の追加について
 ・基線⑨の両観測点が、熊本地震に伴う地殻変動(水平変動ベクトル)と概ね同様の変動傾向を示すとともに、その変動ベクトルに対して基線が直角方向に位置していることから、熊本地震の影響を除去して評価することが期待できる

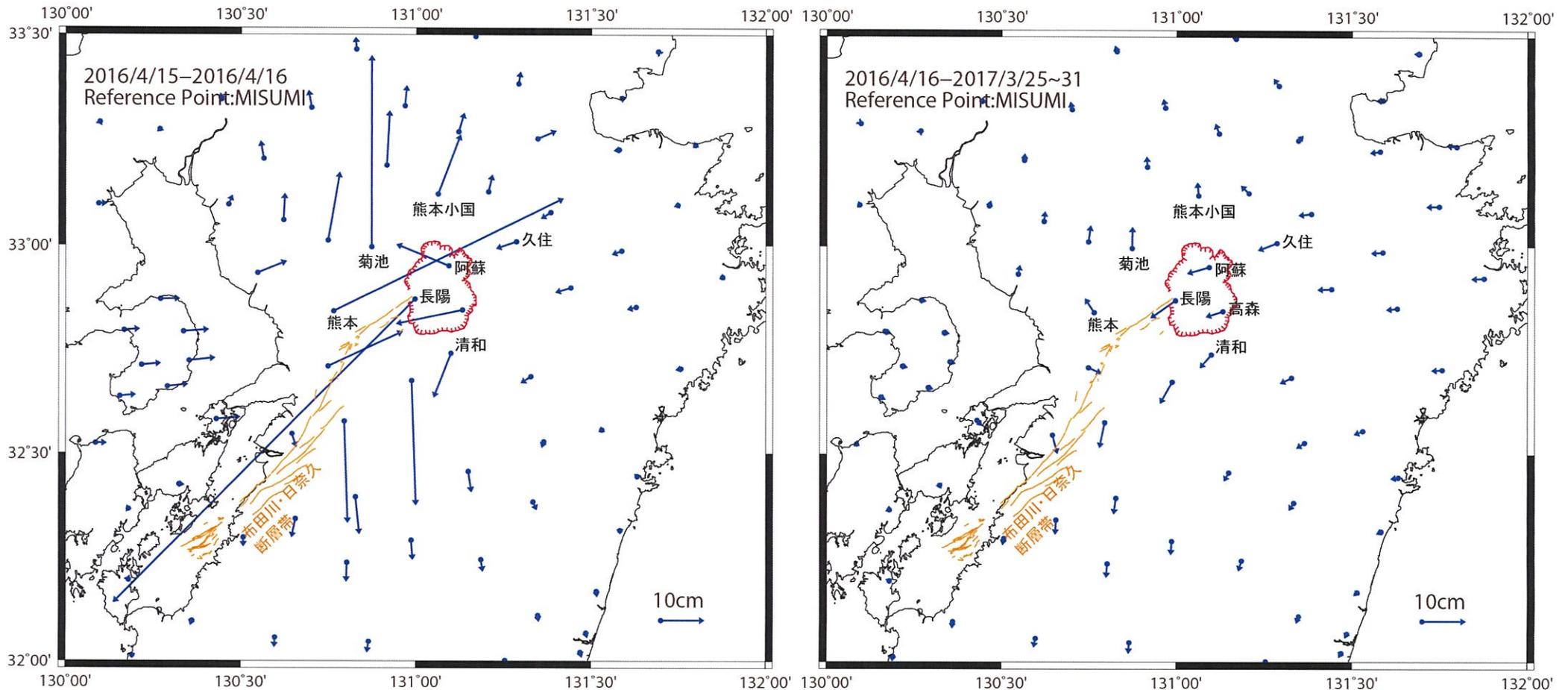


基線⑦～⑨の時系列変化
(熊本地震発生時の変動の補正なし, 本震後の変動を拡大して図示)

阿蘇山(中岳)周辺の基線において、7月頃から11月頃にかけて、マグマだまりの膨張あるいは余効変動に起因する可能性のあるわずかな変動が認められる。

① 阿蘇カルデラ [地殻変動: 水平変動ベクトル]

- 熊本地震の本震発生(4月16日の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る。また、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。
- 本震後の地殻変動は、熊本地震に伴う余効変動が生じていると考えられる。

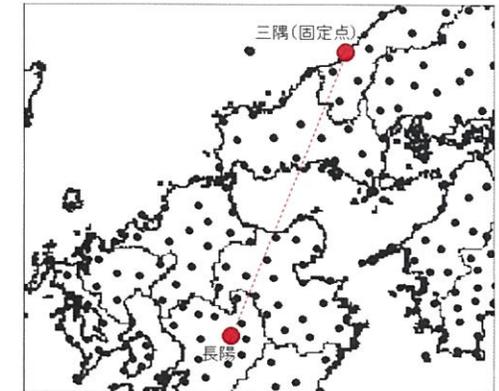
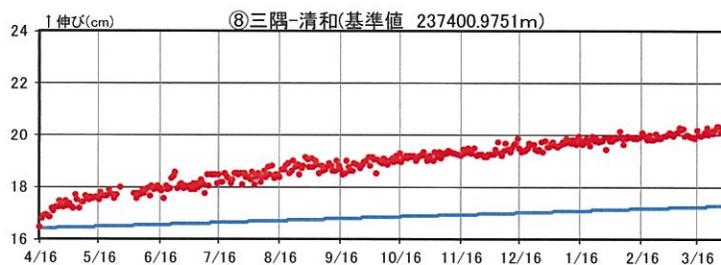
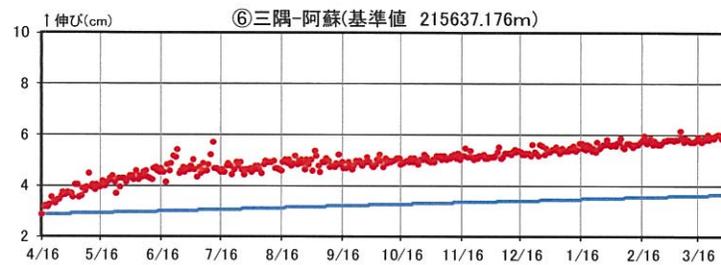
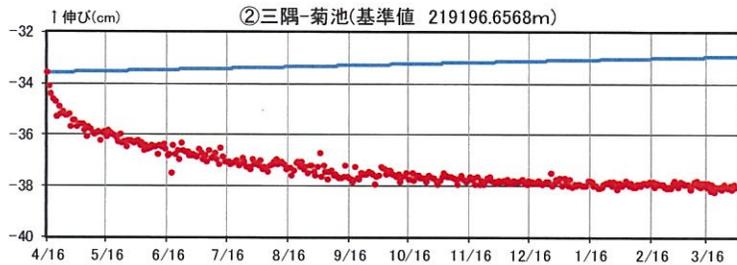
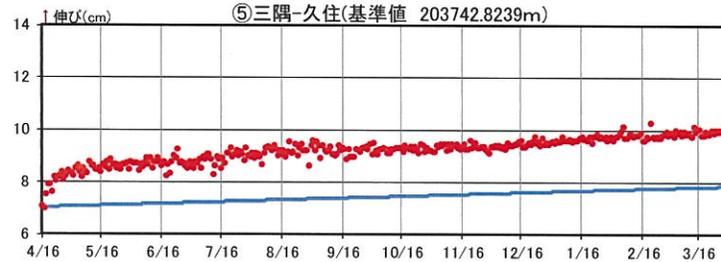
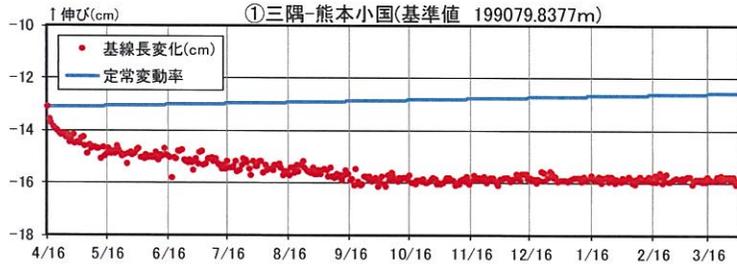


本震時の地殻変動

本震後の地殻変動

① 阿蘇カルデラ [地殻変動: 三隅と各観測点の基線長変化]

・ 本震後の余効変動は、1日あたりの変動量が徐々に小さくなってはいるものの、依然として継続している。

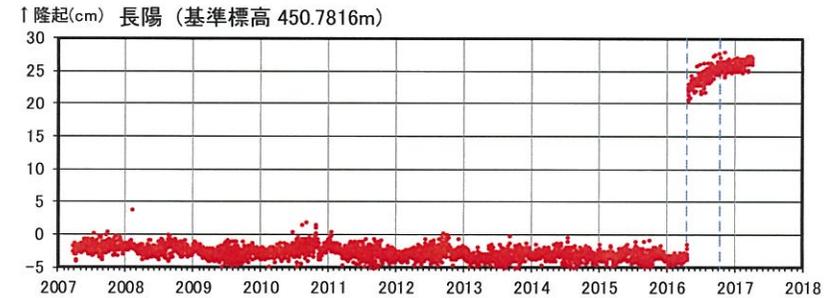
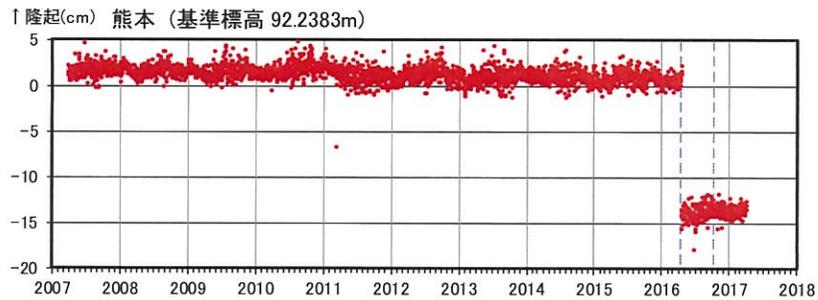
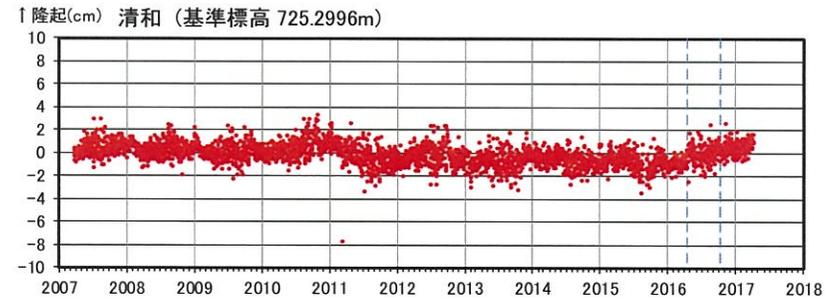
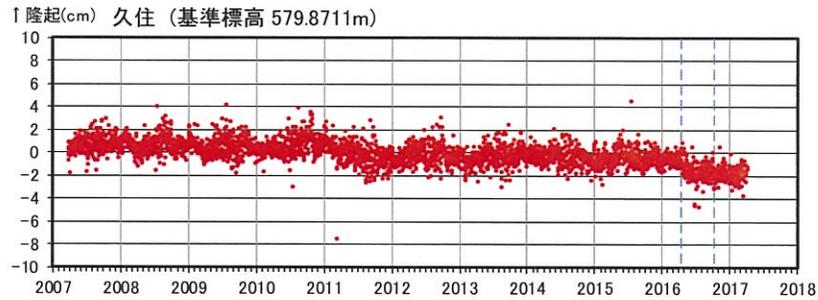
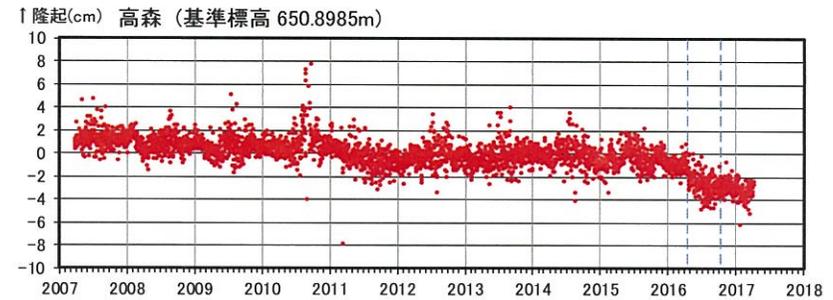
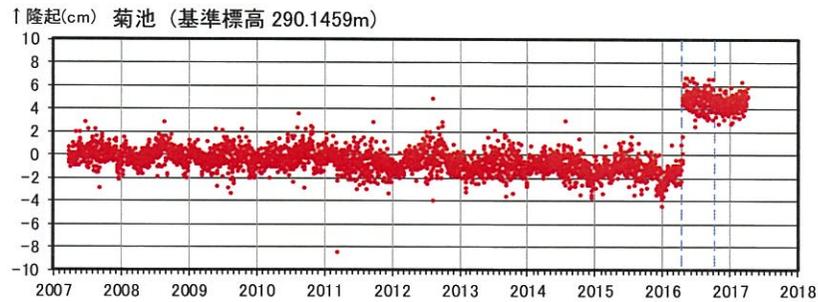
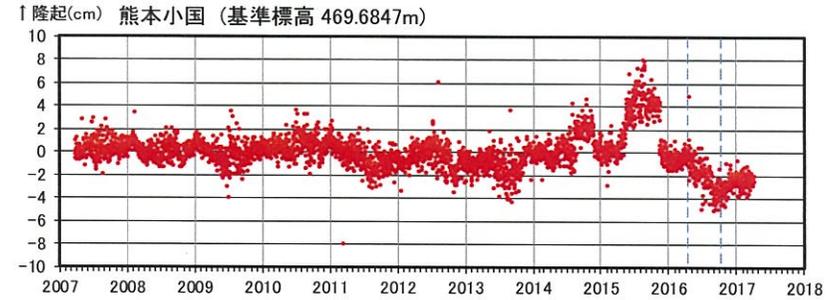
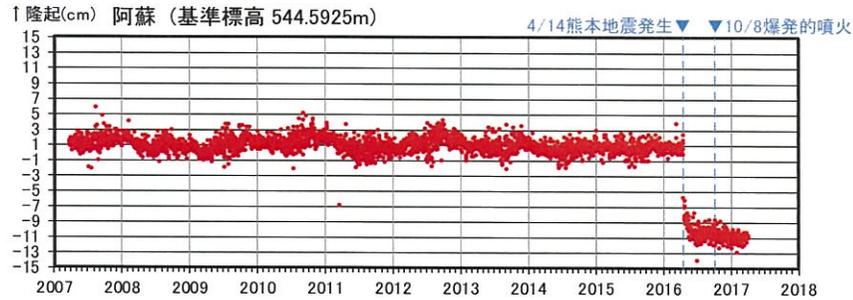


電子基準点の位置図

GNSS連続観測による基線長変化【2016年4月16日～2017年3月31日】

※ 「固定点」 950388三隅

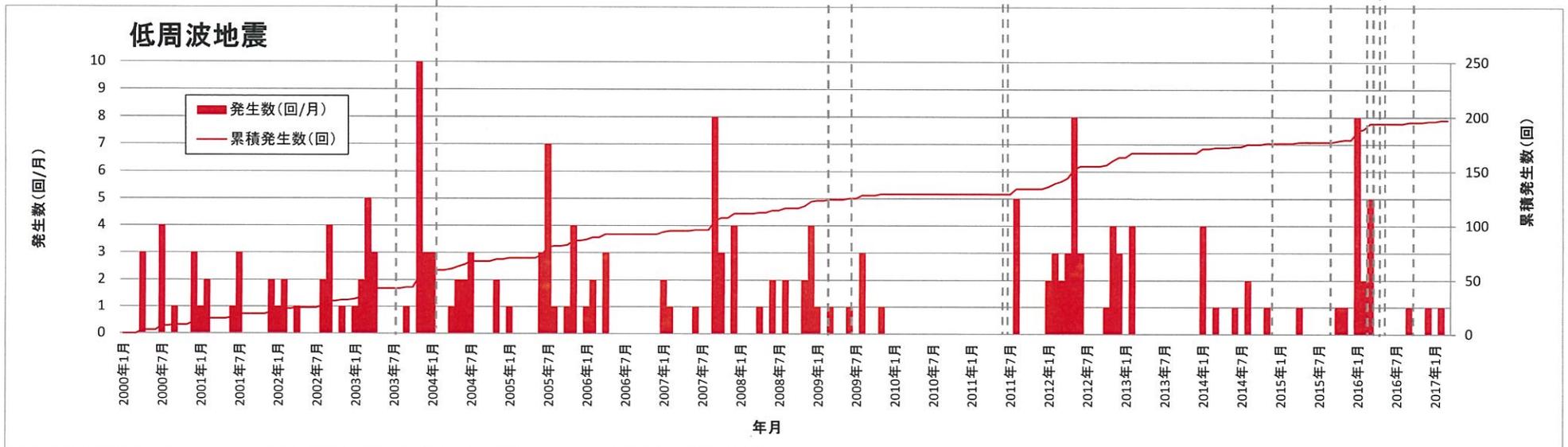
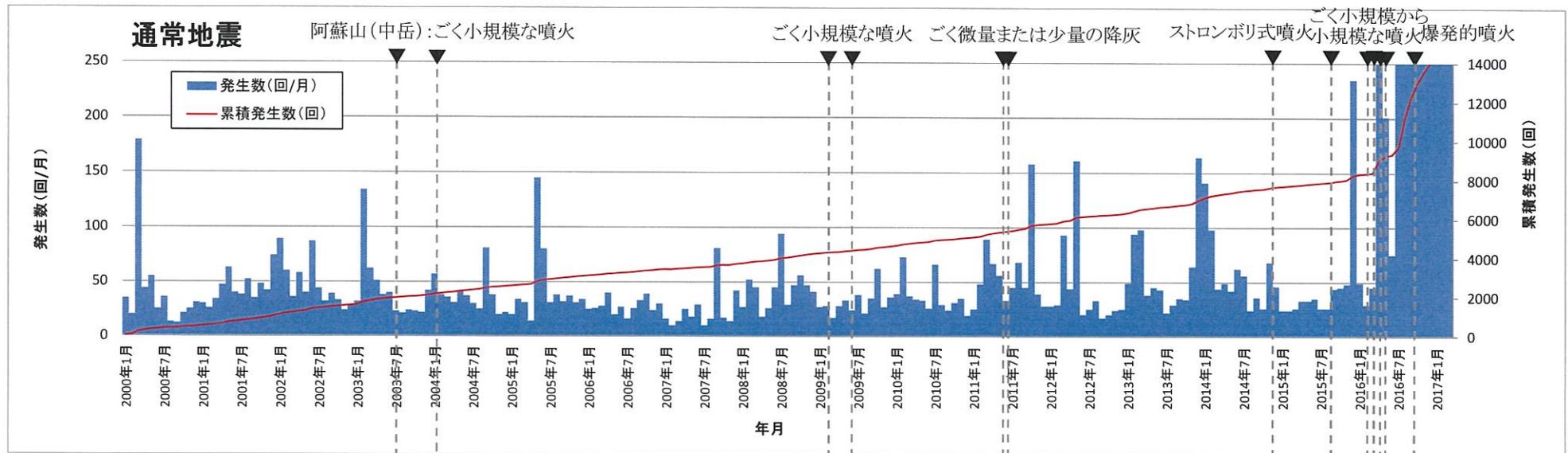
① 阿蘇カルデラ [地殻変動: 各観測点の鉛直変動]



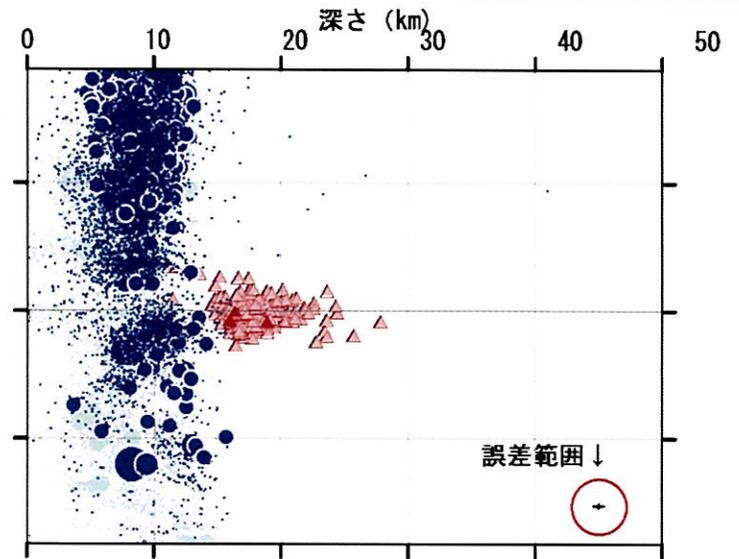
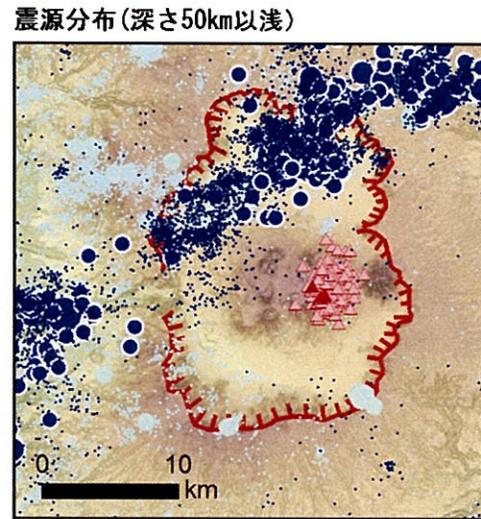
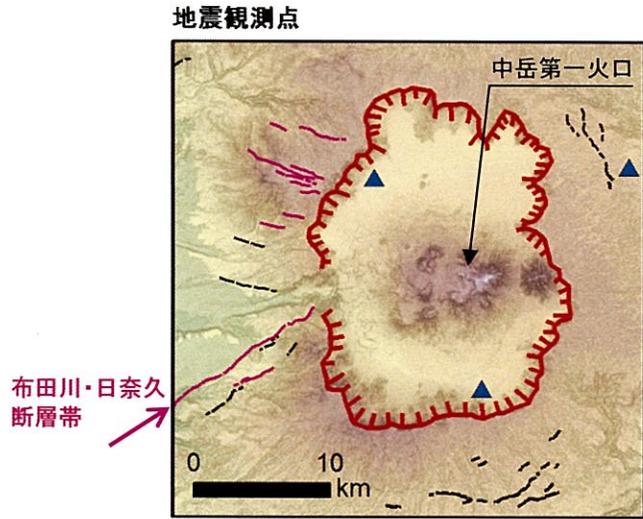
余 白

① 阿蘇カルデラ [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]

平成28年度の地震活動(発生数、位置、規模等)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が認められるものの、有意な変化は認められない。



① 阿蘇カルデラ [地震活動: 震源分布とマグニチュードの経時変化]



地震観測点

- 大学 (Yellow square)
- 気象庁 (Red circle)
- 防災科学技術研究所 (Blue triangle)

震源

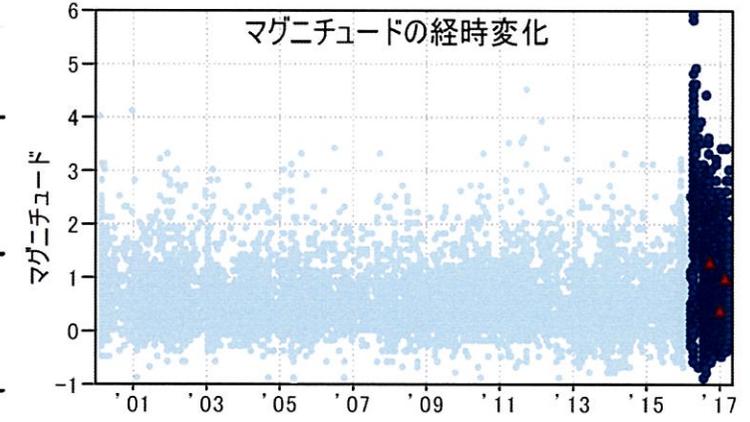
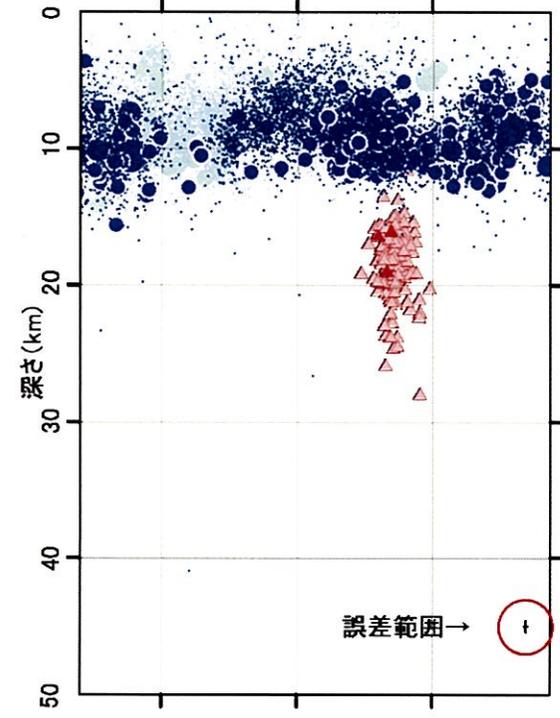
(下記のうち2016年4月以降は右のシンボル)

- 通常地震(マグニチュードM)
- $M < 3$ (Small blue circle)
- $3 \leq M < 4$ (Medium blue circle)
- $4 \leq M < 5$ (Large blue circle)
- $5 \leq M$ (Light blue circle)
- 低周波地震 (Red triangle)
- 震源位置誤差範囲 (Cross)

カルデラ壁

活断層 (中田・今泉, 2002)

- 活断層のトレース (Red line)
- 活断層のトレース(位置やや不明確) (Dashed red line)
- 活断層のトレース(伏在部) (Dotted red line)
- 推定活断層 (Black dashed line)

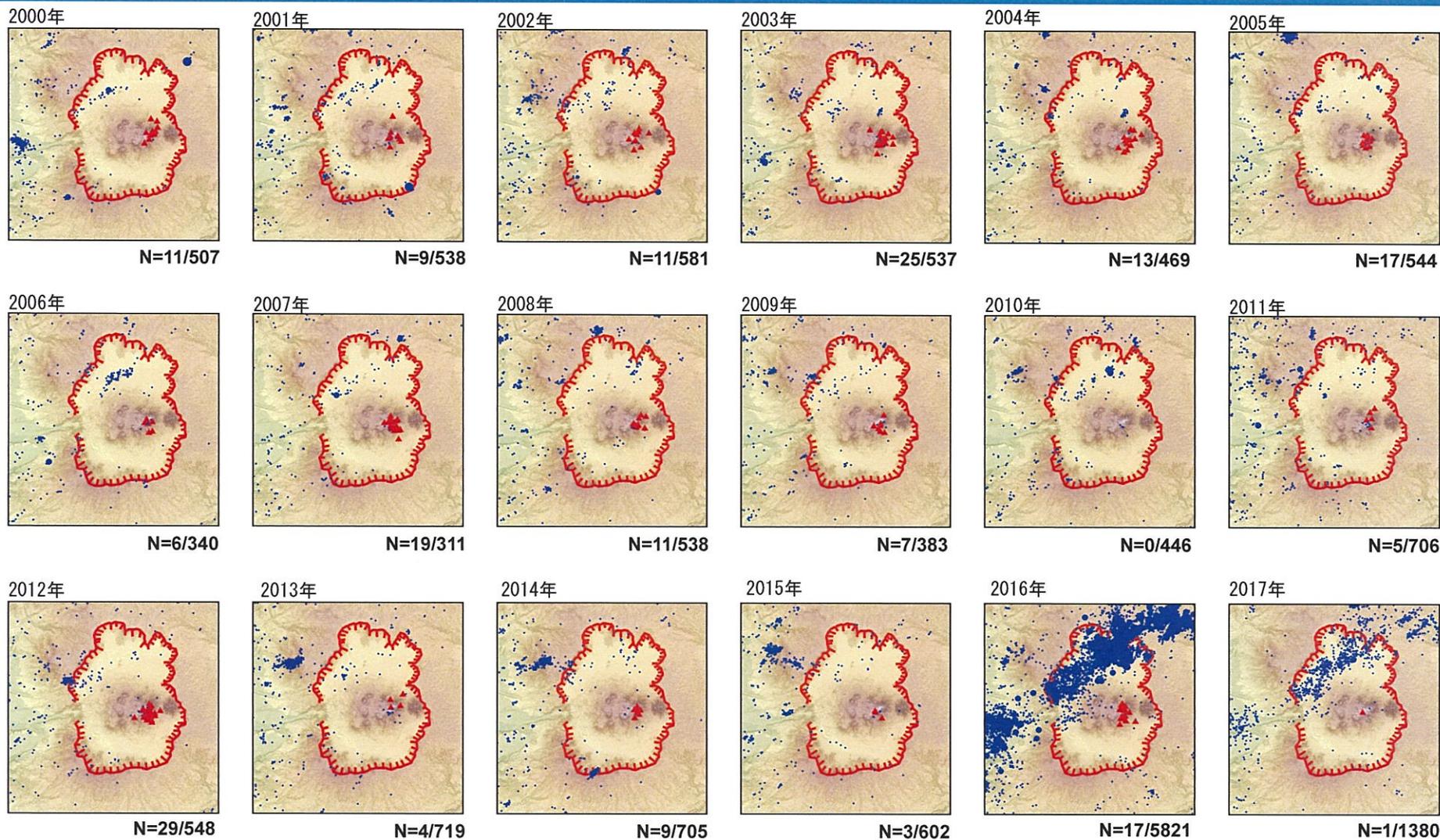


*震源は2000年以降をプロット。2016年4月1日以降を濃色表示
 **地震観測点は地震調査研究推進本部のデータベースによる高感度地震計 (2015年3月末現在)

【気象庁HPより抜粋】
 4月14日～7月24日の期間のマグニチュード2程度よりさらに規模の小さな地震については、現在震源データを精査中であり、終了次第掲載する予定。

この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-Ⅲを使用したものである。

① 阿蘇カルデラ [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]



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

*各図の右下の数値は範囲内での該当年の総地震発生数と低周波地震発生数、ただし、2017年は3月31日までのもの。

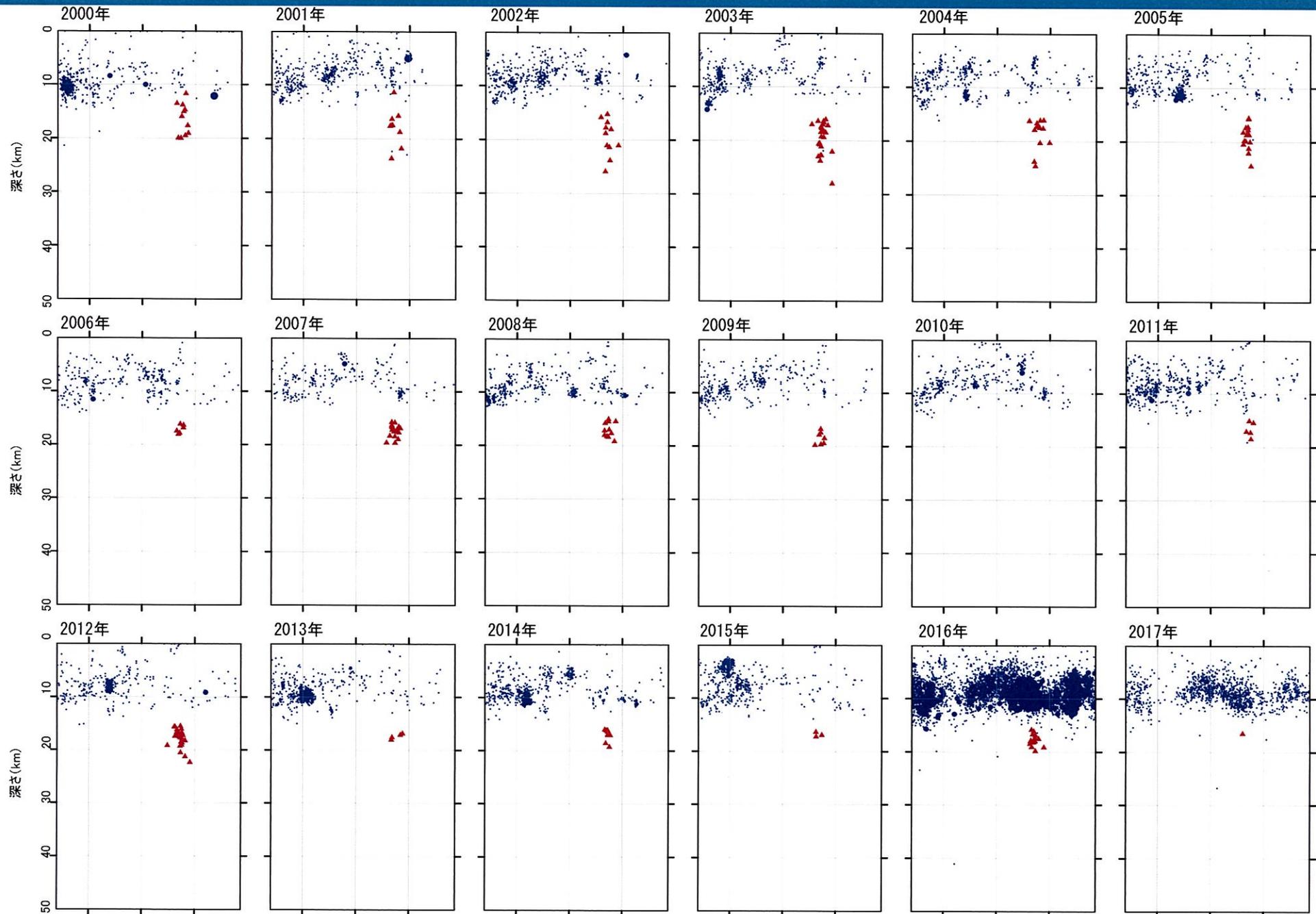
この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-IIIを使用したものである。

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
- 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

① 阿蘇カルデラ [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]



① 阿蘇カルデラ [まとめ]

【活火山に関する公的機関の評価】

- ・ごく小規模な噴火が4月16日及び5月1日、爆発的噴火が10月8日に発生したが、その後火山活動は低下している(3月現在の噴火警戒レベルは1)。
- ・GNSS連続観測では、2016年7月頃から認められていた、草千里深部にあると考えられているマグマ溜りの膨張を示す基線の伸びは、11月中旬以降は停滞している。

【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、平成28年度の基線長変化は、熊本地震に伴う顕著な地殻変動及び地震後の余効変動が認められるものの、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。
- ・震源分布とマグニチュードの経時変化及び地震発生数の推移等を確認した結果、平成28年度の地震活動(発生数、位置、規模等)は、熊本地震の余震が認められるものの、有意な変化は認められない。

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、平成28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。

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]

○新燃岳

- 新燃岳では、白色の噴煙を時々観測し、最高で火口縁上300mまで上がった。また、西側斜面の割れ目付近及び割れ目の下方からも弱い噴気が上がっており、これらの周辺で弱い熱異常域を確認した。
- GNSS 連続観測によると、2013年12月頃から、新燃岳の北西数kmの地下深くにあると考えられるマグマだまりの膨張を示す伸びの変動が見られていたが、2015年1月頃から停滞している。一方、新燃岳周辺の一部の基線では、2015年5月頃からわずかに伸びの傾向がみられていたが、2015年10月頃から停滞した。
- 傾斜計では、火山活動によると考えられる変動はみられなかった。
- 火山性地震は少ない状態で経過した。火山性微動は2016年9月18日以降観測されていない。
- 火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は検出限界未満だった。

○御鉢

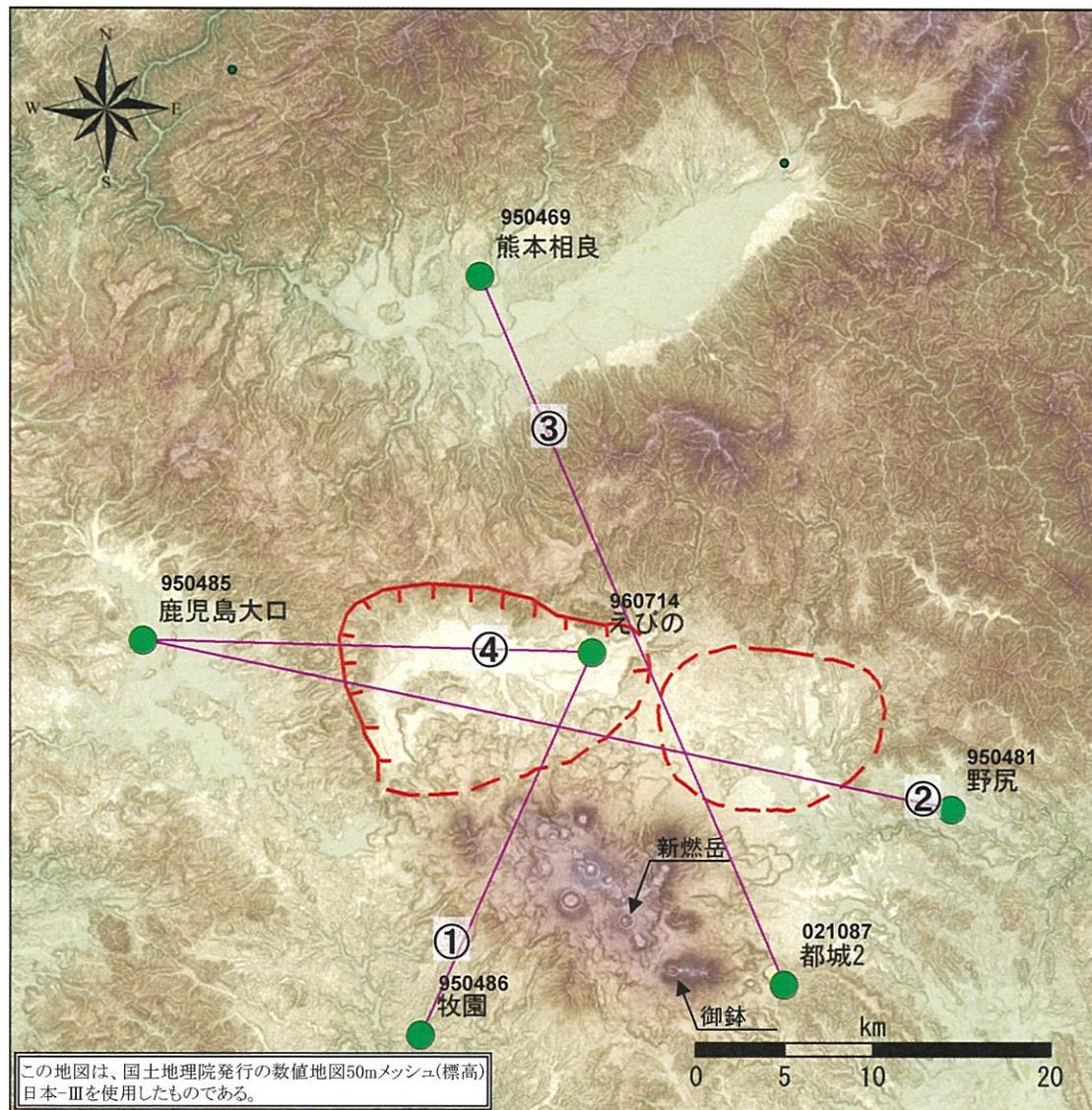
- 噴火の兆候は認められないが、今後の火山活動の推移に留意すること。
- GNSS 連続観測や傾斜計では、火山活動によると考えられる変動はみられなかった。
- 火山性地震は少ない状態で経過した。2016年12月5日に火山性微動が発生したが、発生前後で火山の状況に特段の変化は認められなかった。

○えびの高原(硫黄山)周辺

- 12月12日に火山性地震が増加(日回数:70回)し、火山性微動や山体の隆起を示す傾斜変動なども観測されたことから、噴火警戒レベルを2に引き上げた。
- 12月16日以降、一時的に噴気活動の活発化がみられたが、火山性地震が少ない状態が続いたことや熱異常域に大きな変化が認められなかったことから、2017年1月13日に噴火警戒レベルを1に引き下げた。

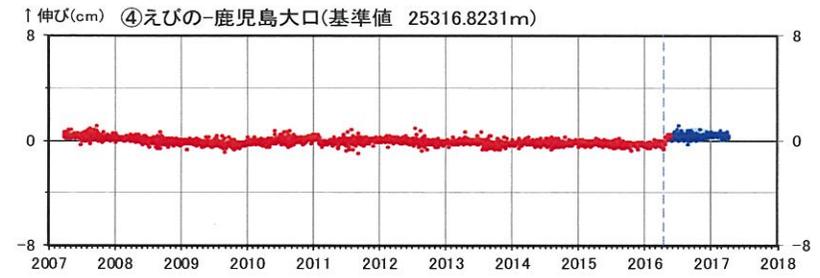
② 加久藤・小林カルデラ [地殻変動: 基線長変化]

- 熊本地震に伴う顕著な地殻変動及び地震後の余効変動が認められるものの、加久藤・小林カルデラへのマグマ供給を示す広範囲にわたる基線長の変動(伸びの変化)は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。



※ ● は、2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点

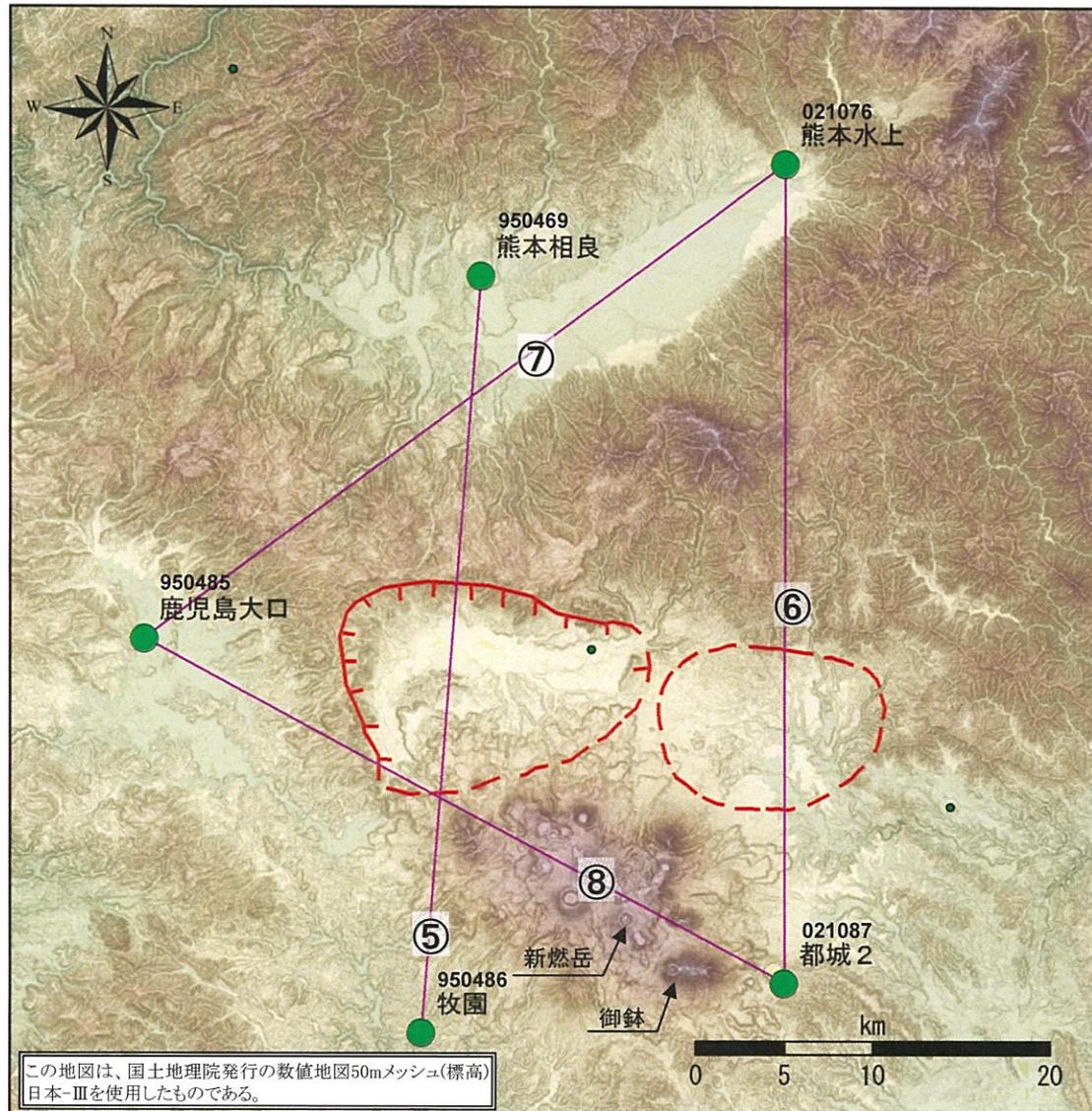
② 加久藤・小林カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



基線①～④の時系列変化
(熊本地震発生時の変動の補正なし)

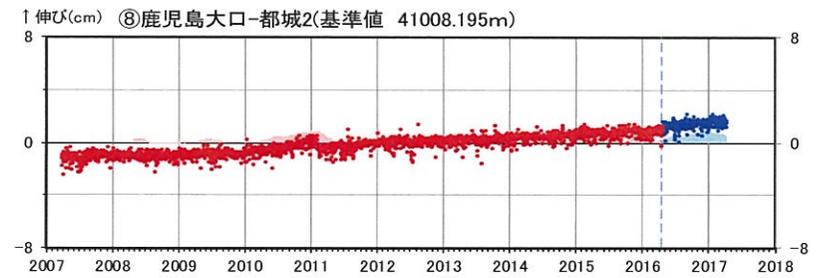
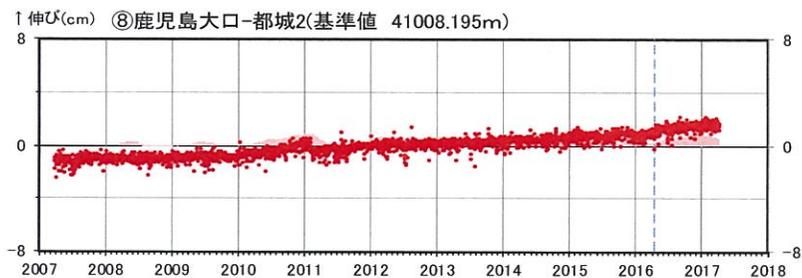
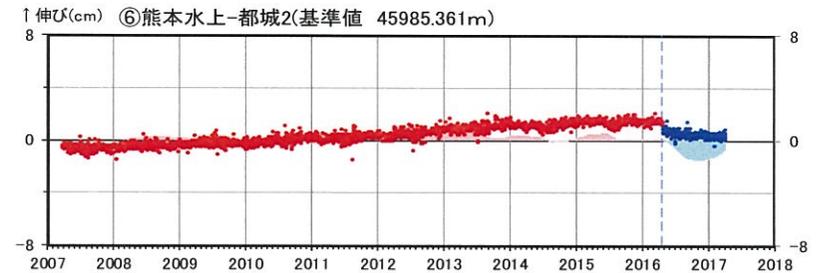
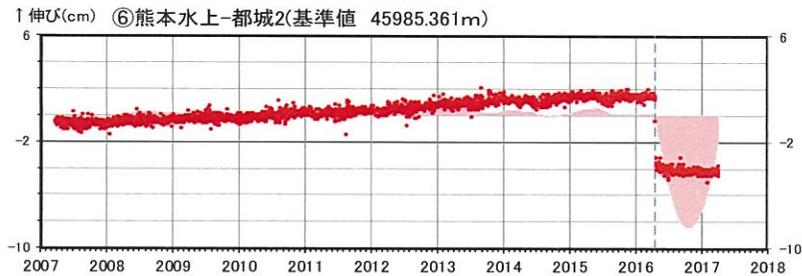
基線①～④の時系列変化
(熊本地震発生時の変動を補正して図示)

② 加久藤・小林カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



※ ● は、2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点

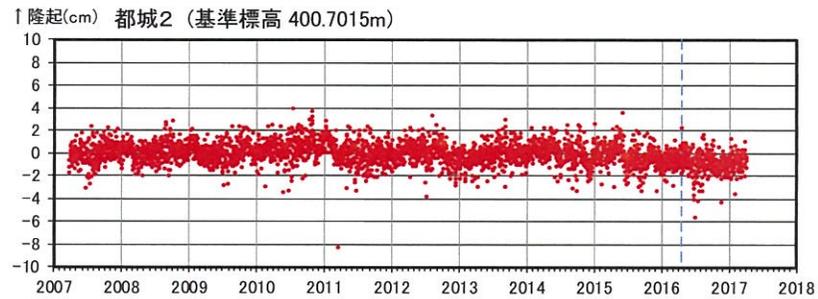
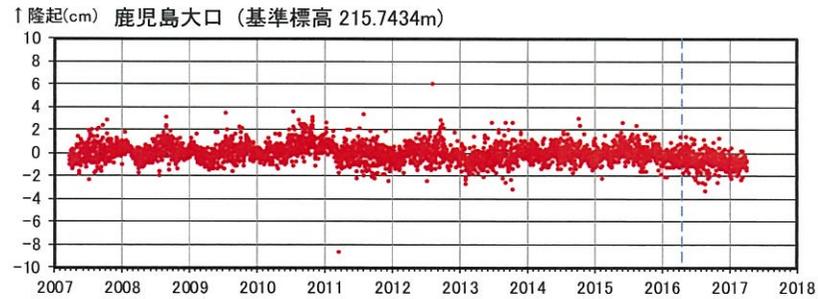
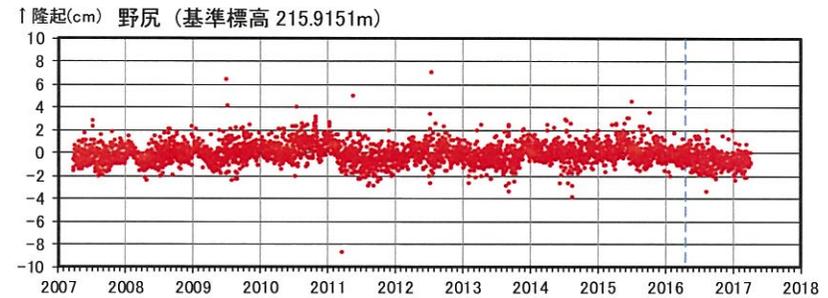
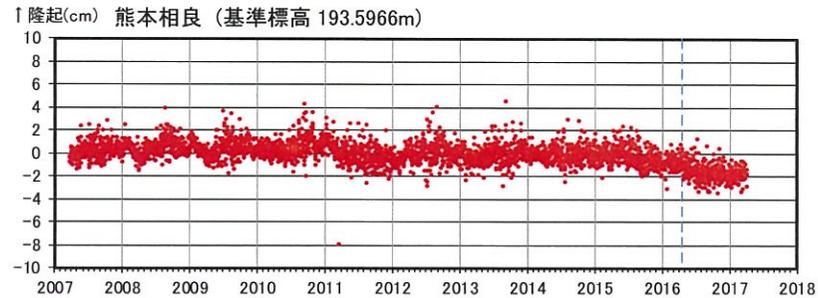
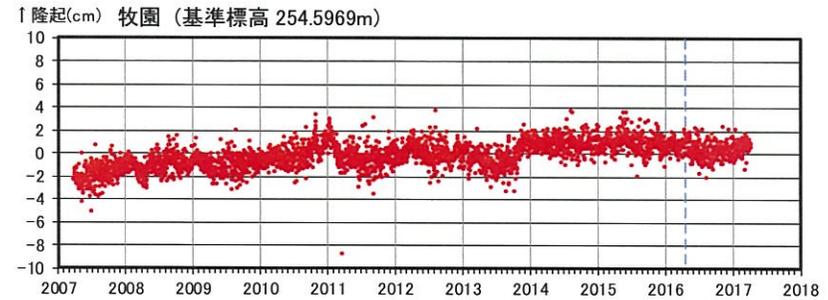
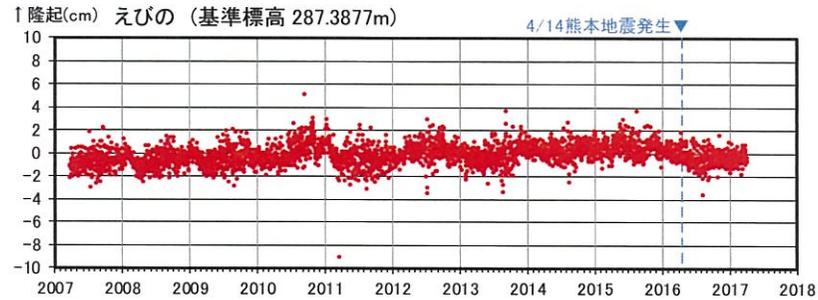
② 加久藤・小林カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



基線⑤～⑧の時系列変化
(熊本地震発生時の変動の補正なし)

基線⑤～⑧の時系列変化
(熊本地震発生時の変動を補正して図示)

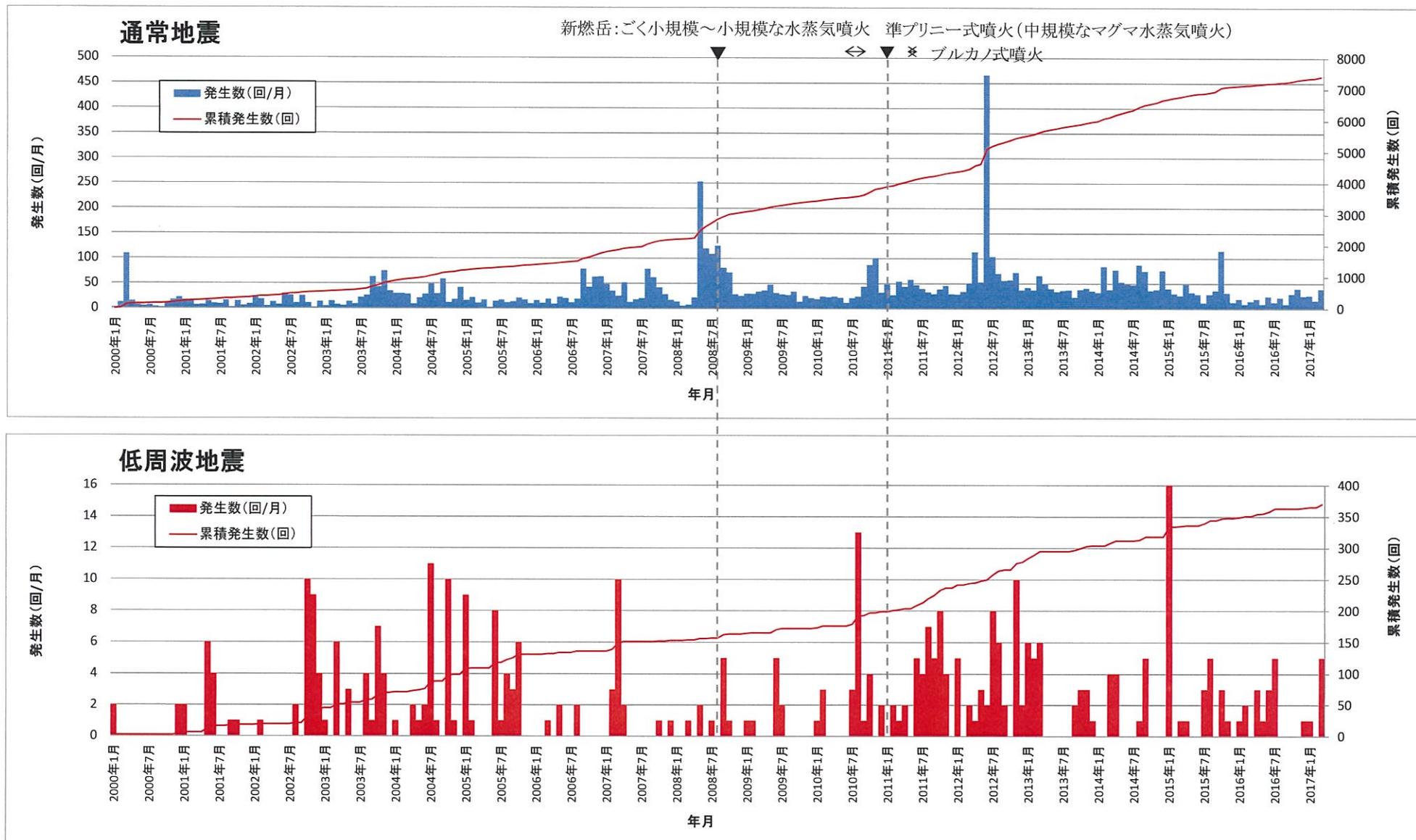
② 加久藤・小林カルデラ [地殻変動:各観測点の鉛直変動]



余 白

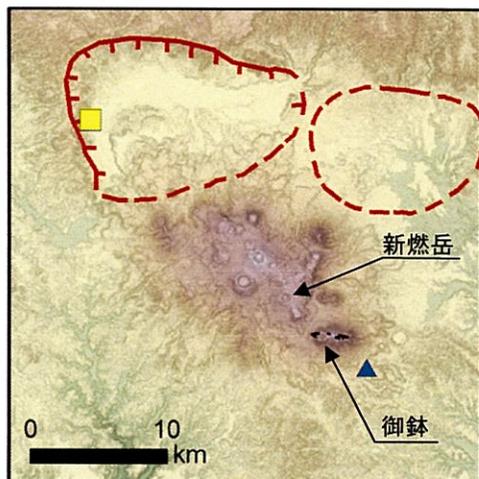
② 加久藤・小林カルデラ [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]

・平成28年度の地震活動(発生数、位置、規模等)に有意な変化は認められない。

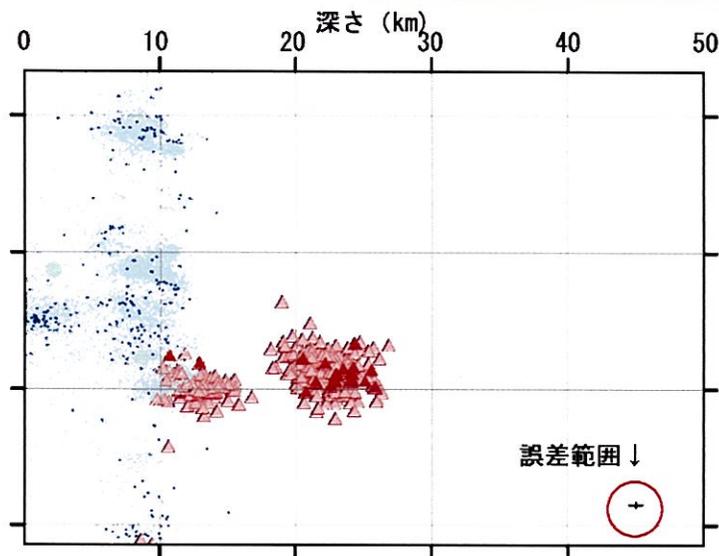
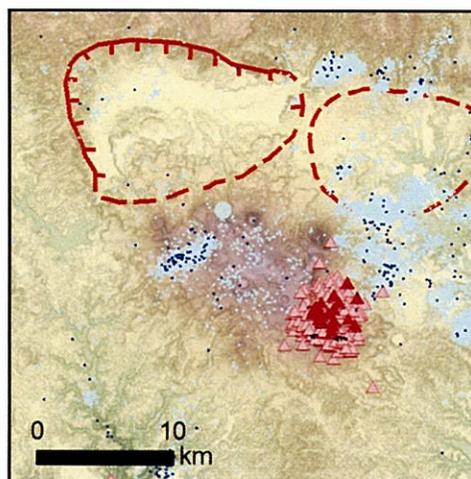


② 加久藤・小林カルデラ [地震活動：震源分布とマグニチュードの経時変化]

地震観測点



震源分布(深さ50km以浅)



地震観測点

- 大学 ● 気象庁
- ▲ 防災科学技術研究所

震源

(下記のうち2016年4月以降は右のシンボル)

通常地震(Mマグニチュード)
M<3

● 3 ≤ M < 4

● 4 ≤ M < 5

● 5 ≤ M

▲ 低周波地震

+ 震源位置誤差範囲

カルデラ壁

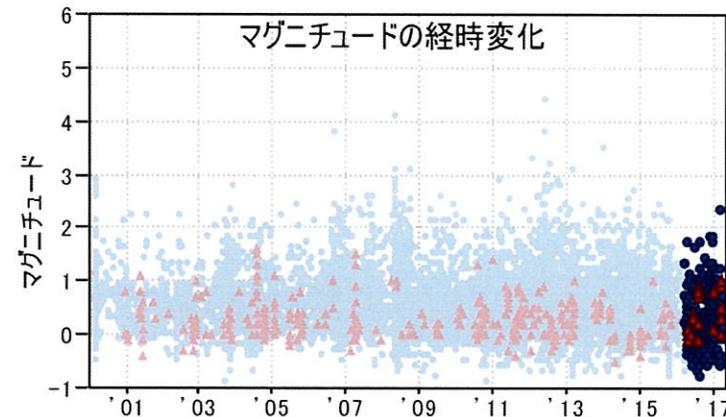
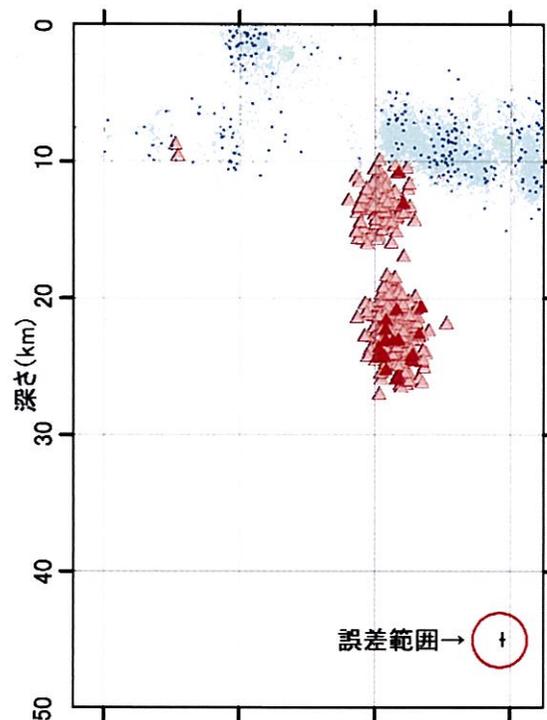
活断層 (中田・今泉, 2002)

— 活断層のトレース

- - - 活断層のトレース(位置やや不明確)

⋯ 活断層のトレース(伏在部)

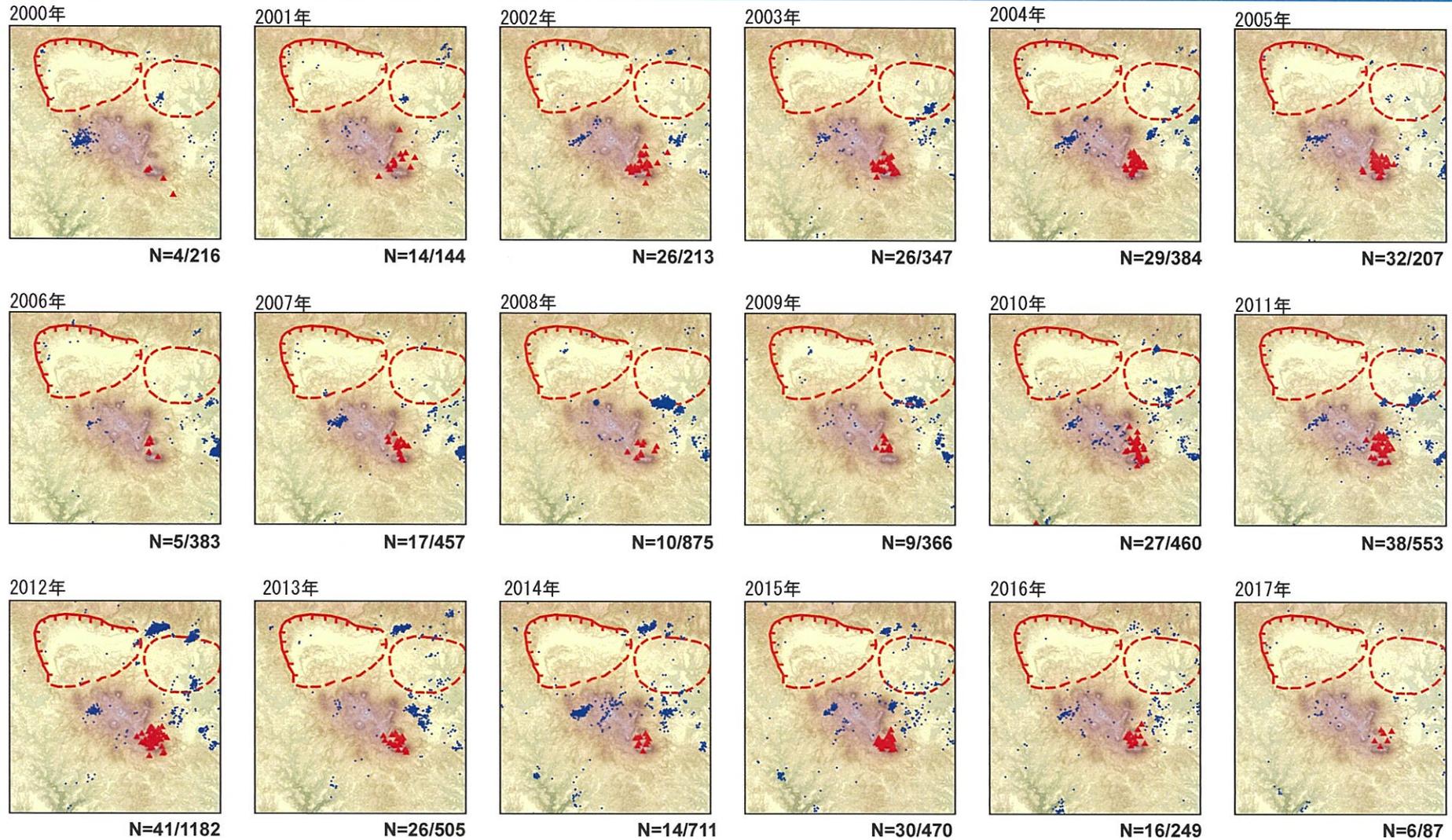
--- 推定活断層



*震源は2000年以降をプロット。2016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(2015年3月末現在)

この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-IIIを使用したものである。

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]



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

*各図の右下の数値は範囲内の該当年の総地震発生数と低周波地震発生数、ただし、2017年は3月31日までのもの。

この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-Ⅲを使用したものである。

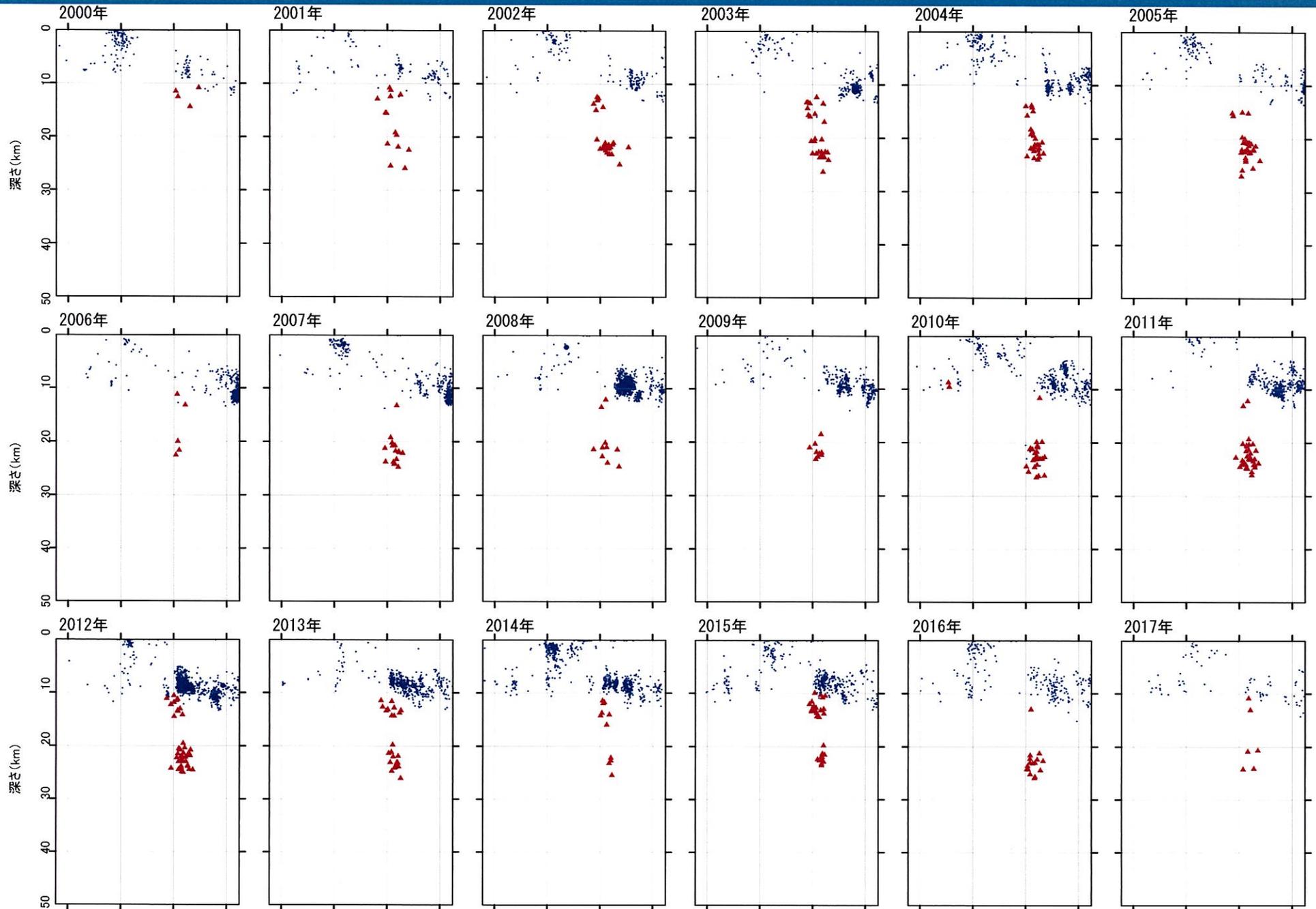
最近の主な噴火

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 プルカノ式噴火

② 加久藤・小林カルデラ [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]



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】

- ・ 新燃岳のマグマ溜まりの膨張を示す地殻変動は、2013年12月頃から伸びの傾向がみられたが、2015年以降は停滞している。
- ・ 御鉢は今のところ噴火の兆候は認められないが、今後の火山活動の推移に留意すること。
- ・ えびの高原(硫黄山)周辺は、2016年12月に噴火警戒レベルを2に引き上げたが、2017年1月にレベル1に引き下げた。

【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、平成28年度の基線長変化は、熊本地震に伴う顕著な地殻変動及び地震後の余効変動が認められるものの、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。
- ・ 震源分布とマグニチュードの経時変化及び地震発生数の推移等を確認した結果、平成28年度の地震活動(発生数、位置、規模等)に有意な変化は認められない。

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、平成28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 始良カルデラ [活火山に関する公的機関の評価概要]

○桜島

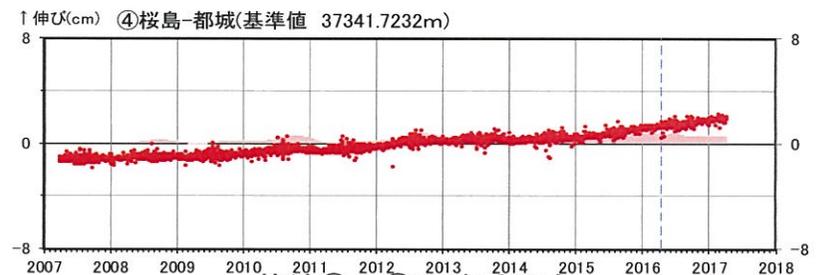
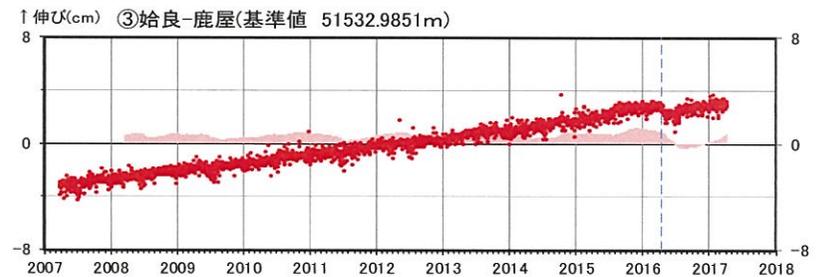
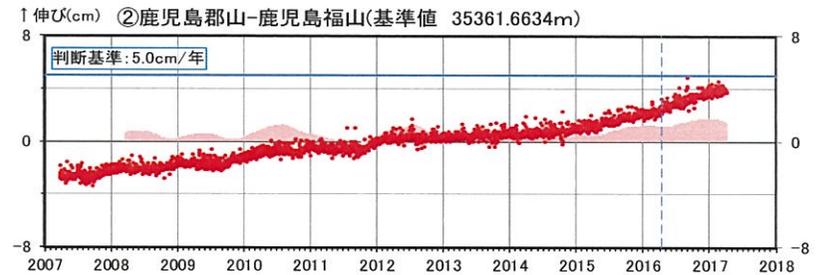
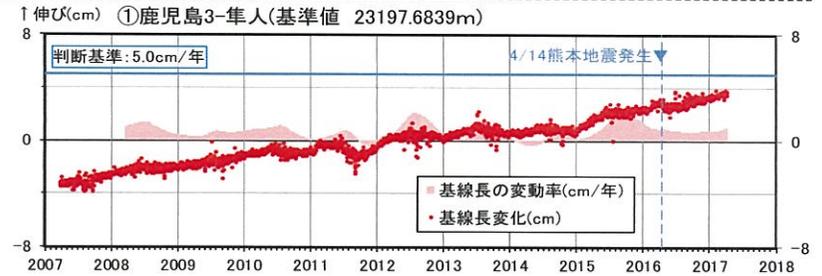
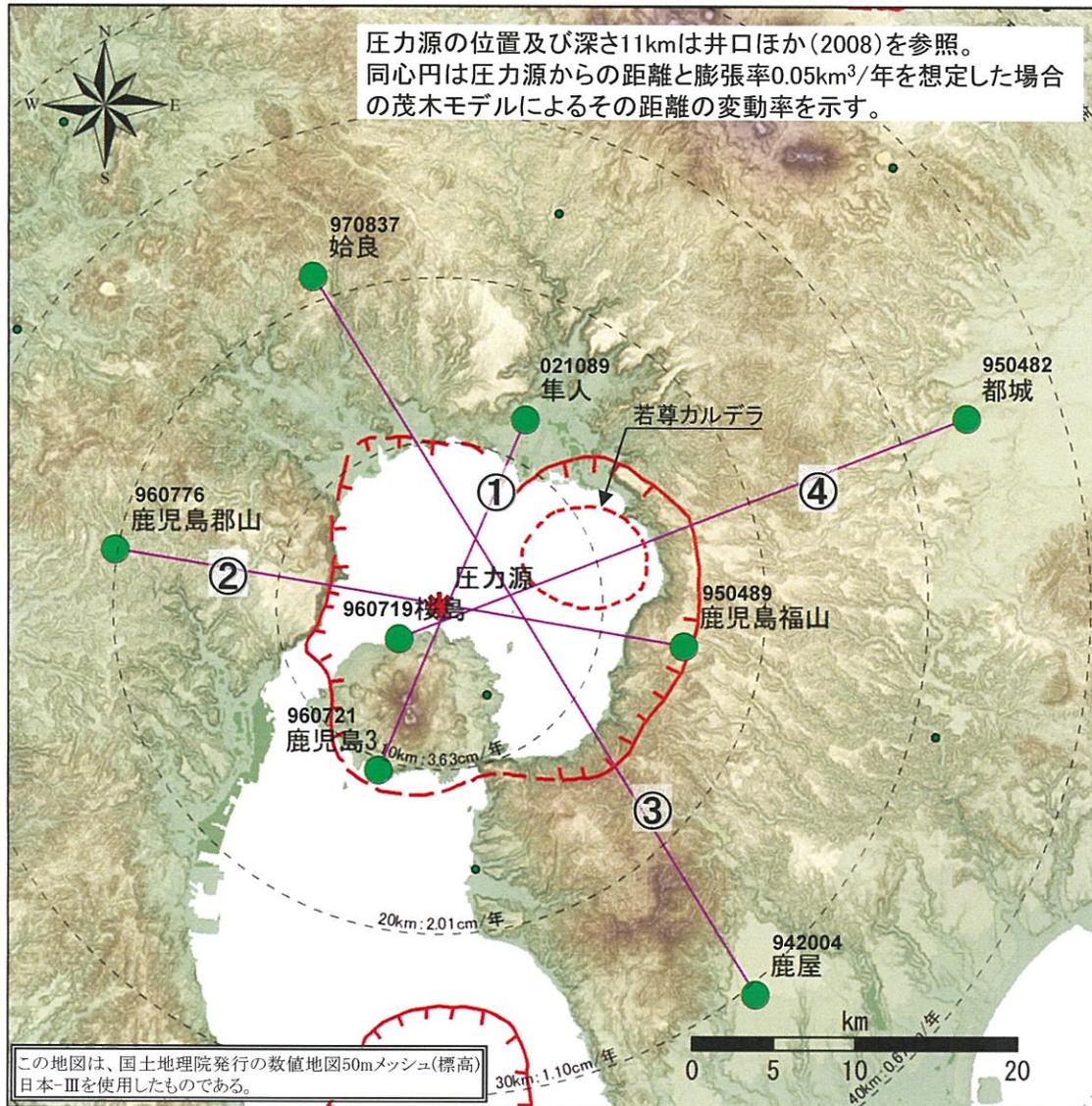
- 昭和火口では、2016年4月から7月にかけて爆発的噴火が時々発生し、7月26日00時02分の噴火では、多量の噴煙が火口縁上5,000mに達した。7月27日以降はごく小規模な噴火も観測されていない。
- 南岳山頂火口では、噴火が時々発生し、2016年5月13日16時38分の噴火では、多量の噴煙が火口縁上3,700mに達した。8月23日以降ごく小規模な噴火も観測されていなかったが、2017年3月25日に火砕流を伴う噴火が発生した。3月25日以降、ごく小規模な噴火を時々観測している。
- 桜島島内の傾斜計および伸縮計の観測では、山体の隆起及び膨張を示す顕著な変動は見られない。
- GNSS連続観測では、始良カルデラの地下深部の膨張が続いている。島内では2015年の急激な山体膨張以降、山体の収縮傾向が続いていたが、2016年1月頃から停滞している。
- 火山性地震及び火山性微動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、9月以降は20～200トンと少ない状態であった。

○若尊

- 噴火予報(活火山であることに留意)の予報事項に変更はない。
- 変色水域等の特異事象なし。

③ 始良カルデラ [地殻変動: 基線長変化]

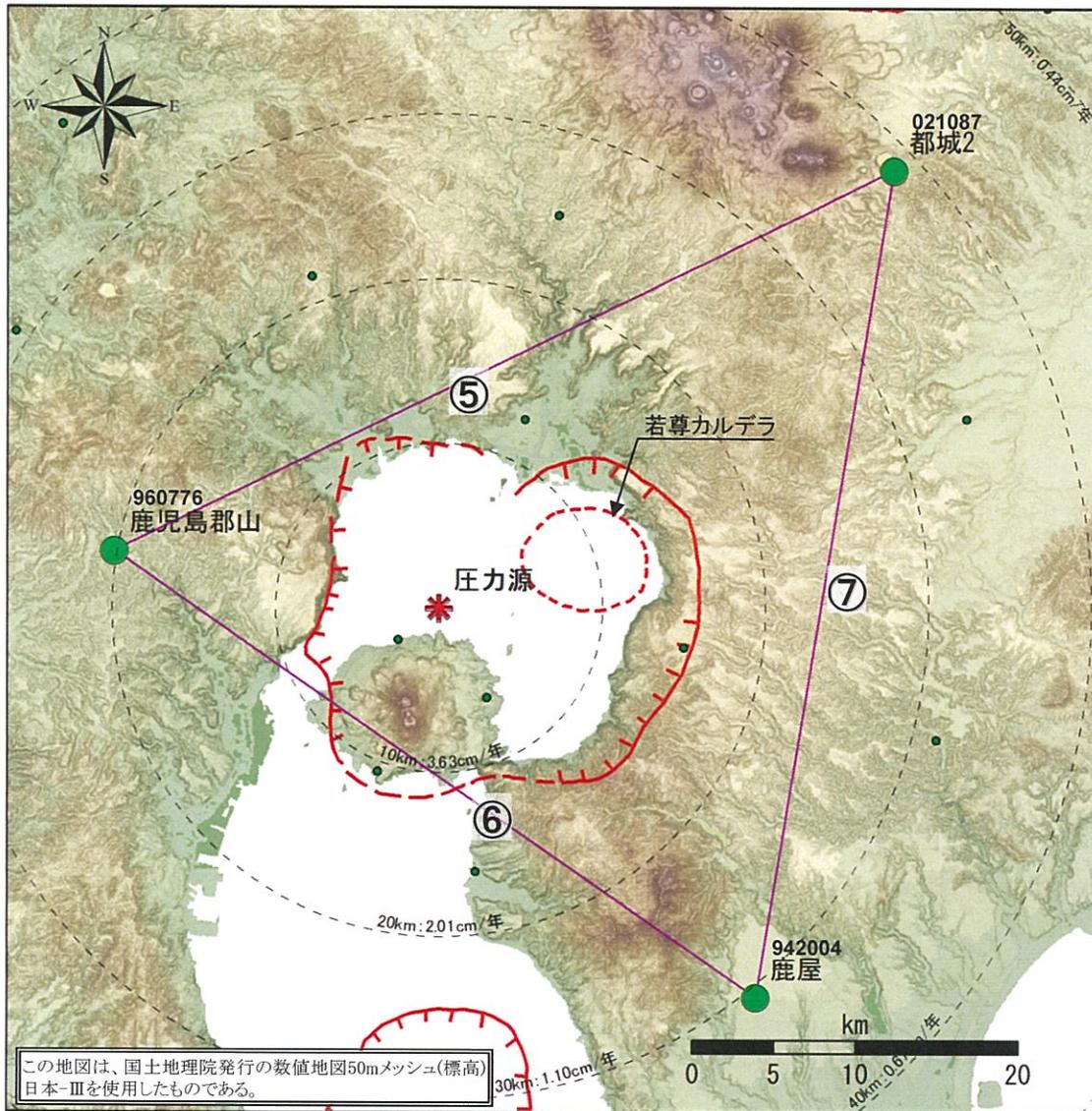
- 始良カルデラ周辺の多くの基線で、マグマだまりの膨張を示唆する変動が認められる。平成28年度の基線長の変動率は、熊本地震の影響を受けたと考えられる南北方向の基線(③, ⑦)を除くと、有意な変化は認められない。
- 基線①, ②の変動率は、警戒監視の移行判断基準値(マグマ供給率 $0.05\text{km}^3 \div$ 基線長変動率 $5\text{cm}/\text{年}$)に達していない。



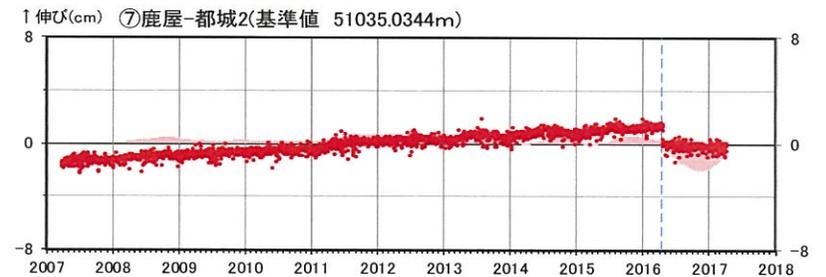
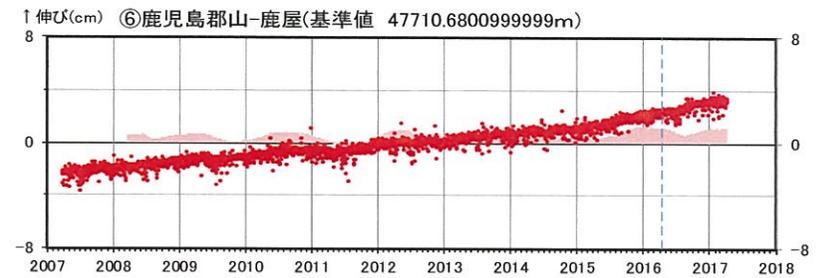
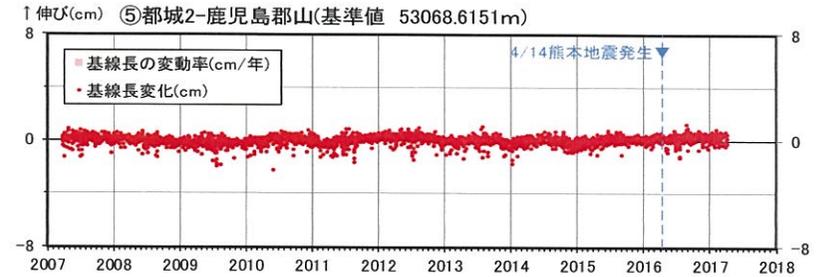
基線①~④の時系列変化

● 2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点

③ 始良カルデラ [地殻変動: 基線長変化]

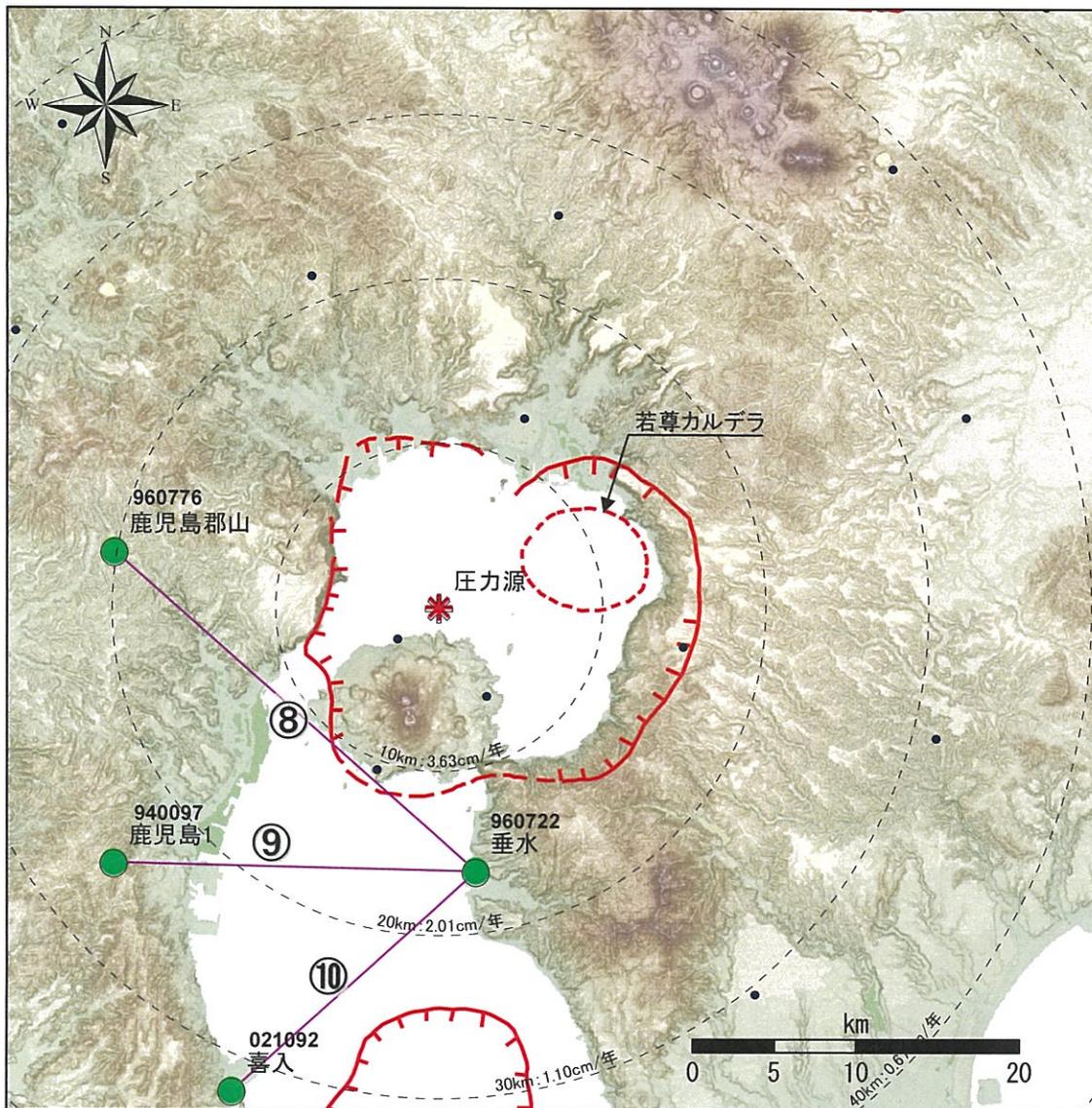


圧力源の位置及び深さ11kmは井口ほか(2008)を参照。
同心円は圧力源からの距離と膨張率 $0.05\text{km}^3/\text{年}$ を想定した場合の茂木モデルによるその距離の変動率を示す。



基線⑤～⑦の時系列変化

③ 始良カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



圧力源の位置及び深さ11kmは井口ほか(2008)を参照。
同心円は圧力源からの距離と膨張率 $0.05\text{km}^3/\text{年}$ を想定した場合の茂木モデルによるその距離の変動率を示す。

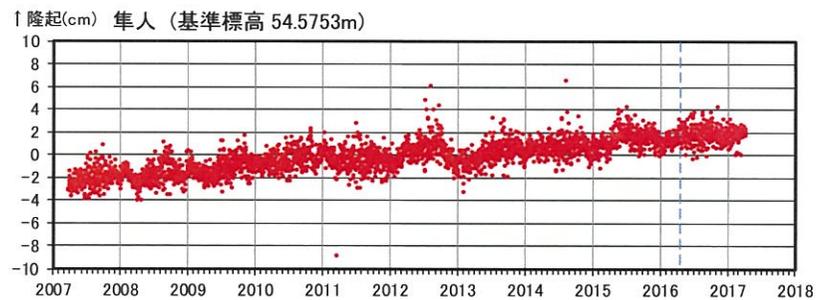
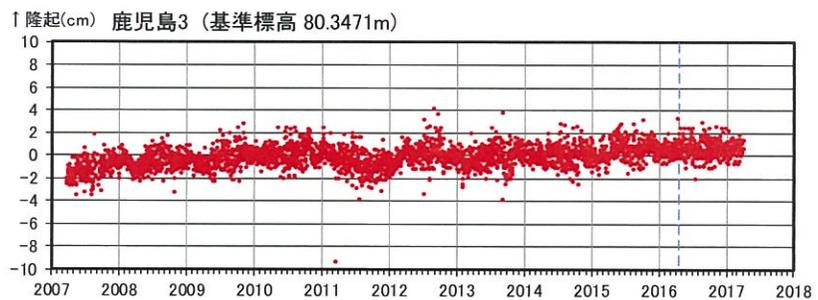
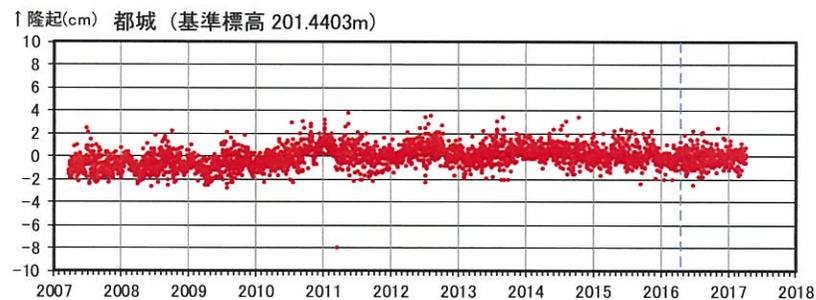
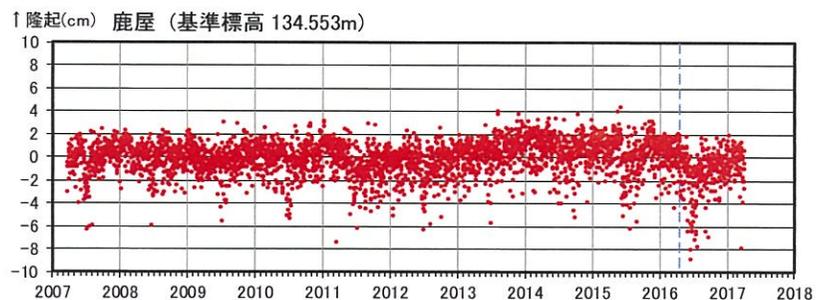
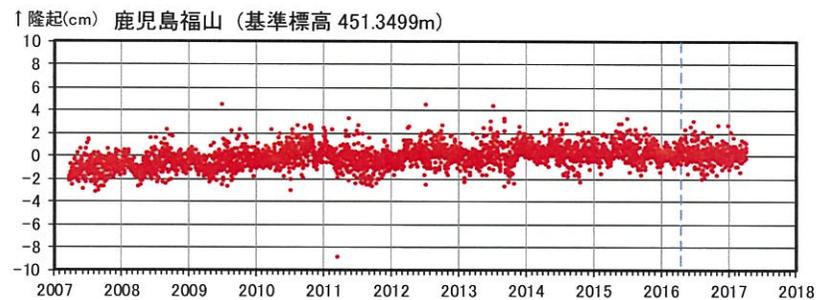
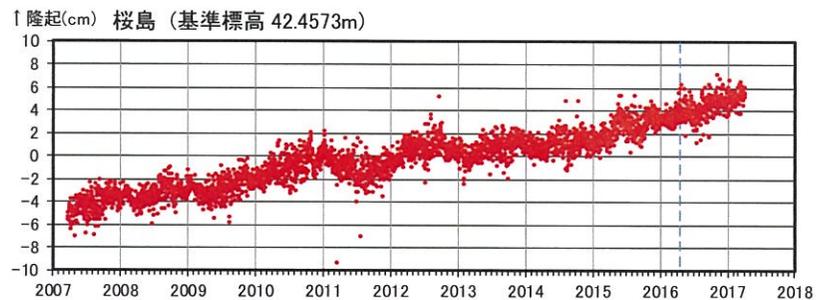
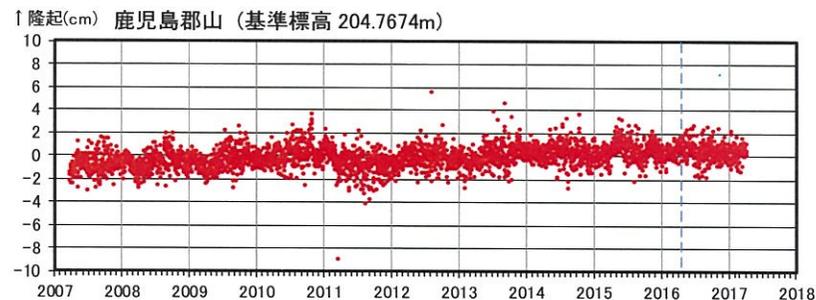
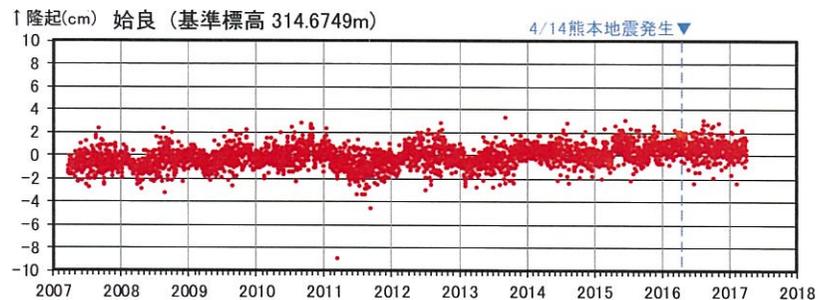


基線⑧~⑩の時系列変化

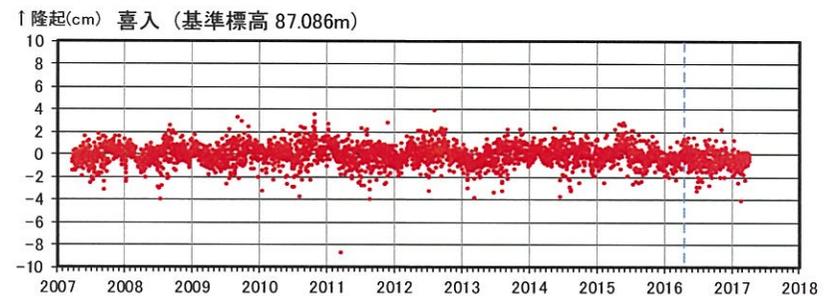
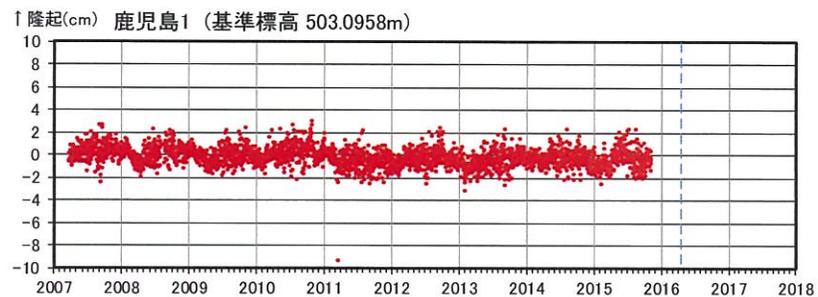
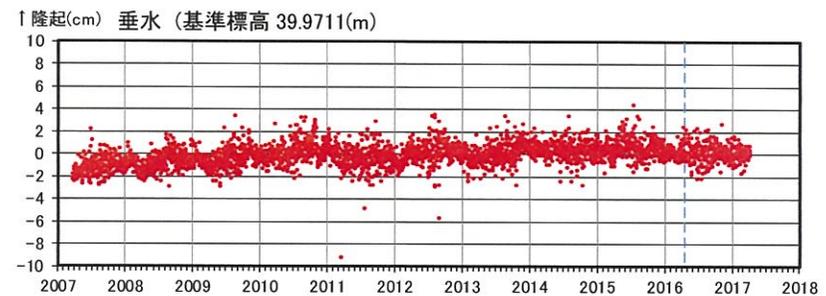
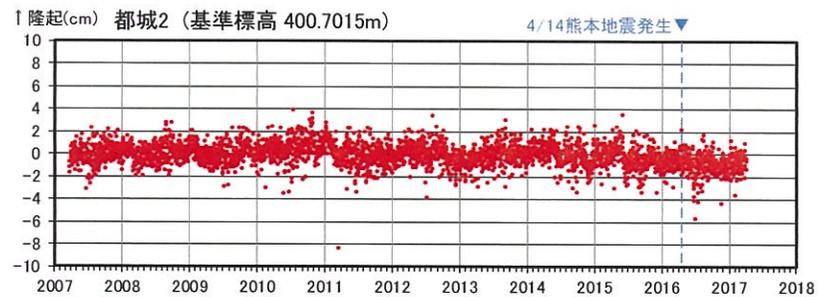
※ 鹿児島1地点については、観測設備の不具合により、2015年11月5日以降データが取得できない状態。

この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-Ⅲを使用したものである。

③ 始良カルデラ [地殻変動:各観測点の鉛直変動]



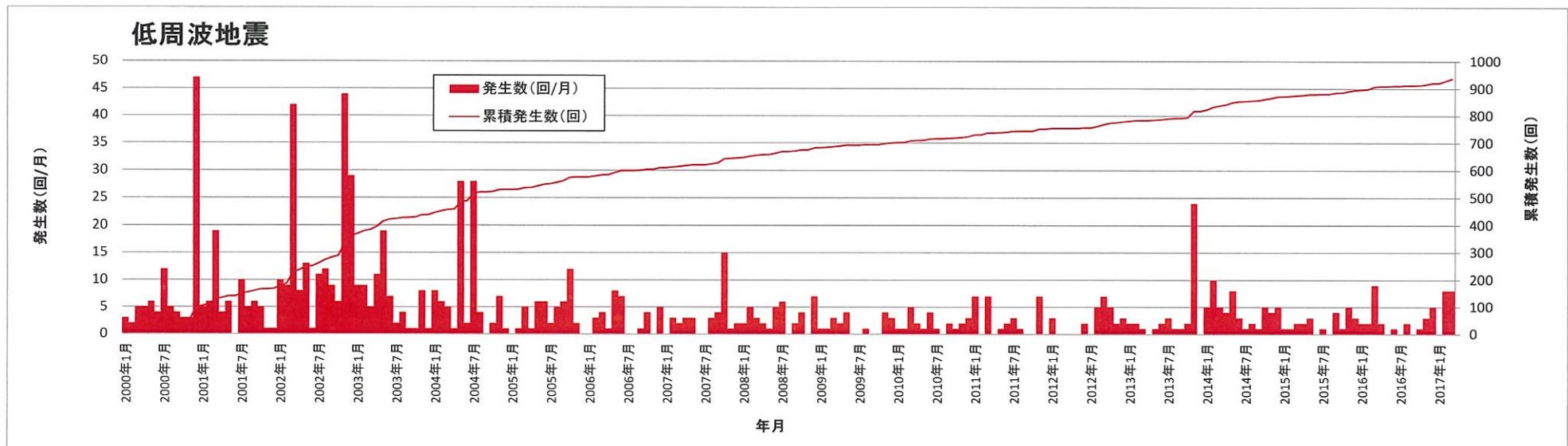
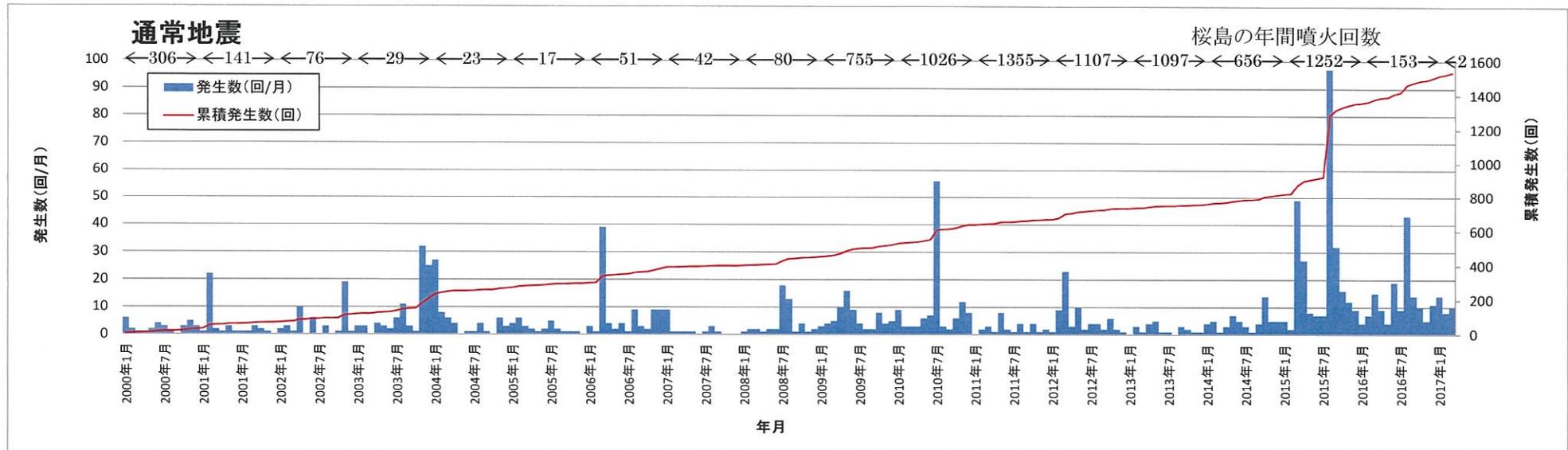
③ 始良カルデラ [地殻変動:各観測点の鉛直変動]



※ 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。

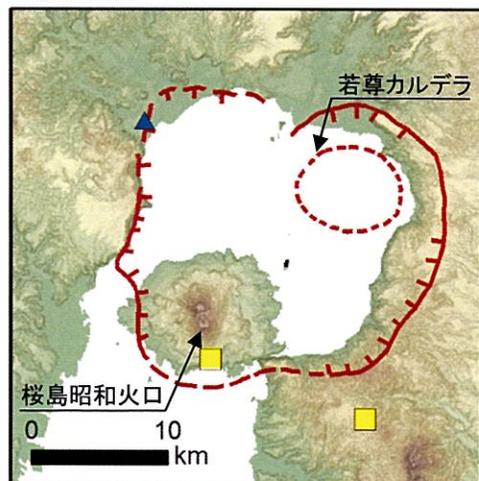
③ 始良カルデラ [地震活動:2000年以降の地震発生数の推移]

・平成28年度の地震活動(発生数、位置、規模等)に有意な変化は認められない。

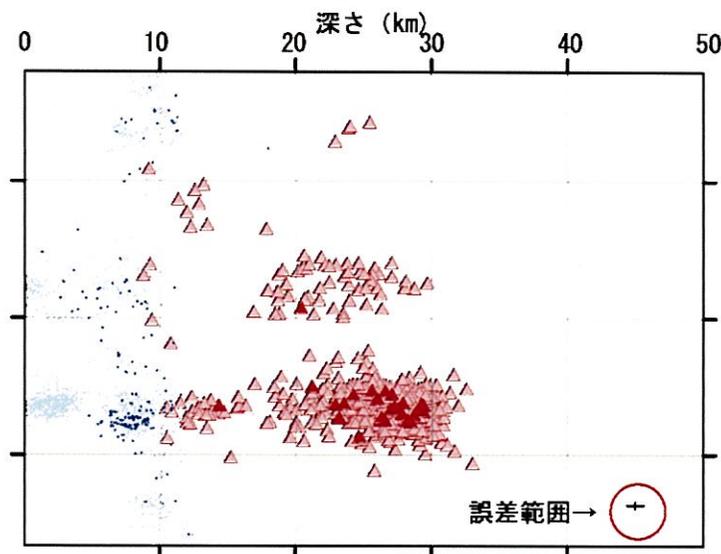
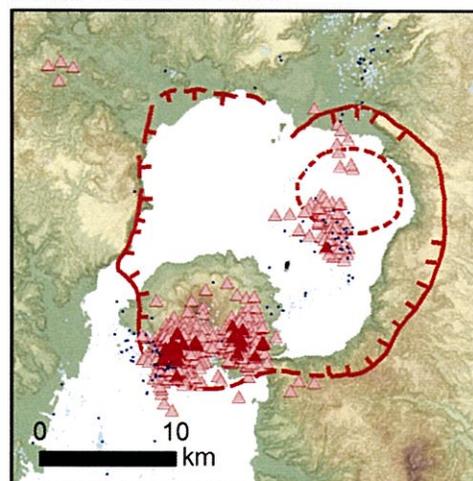


③ 始良カルデラ [地震活動: 震源分布とマグニチュードの経時変化]

地震観測点



震源分布(深さ50km以浅)



地震観測点

- 大学
- 気象庁
- ▲ 防災科学技術研究所

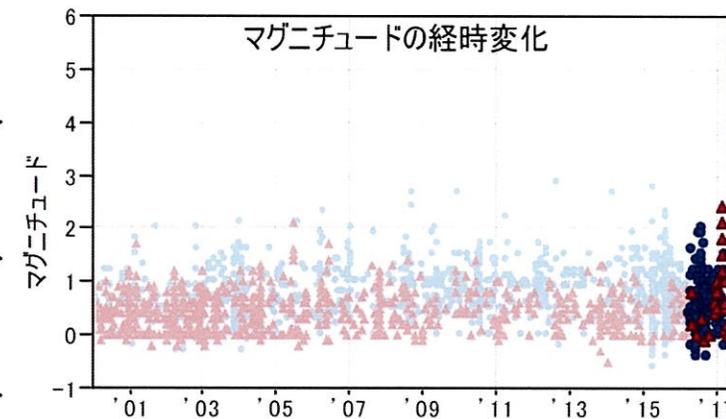
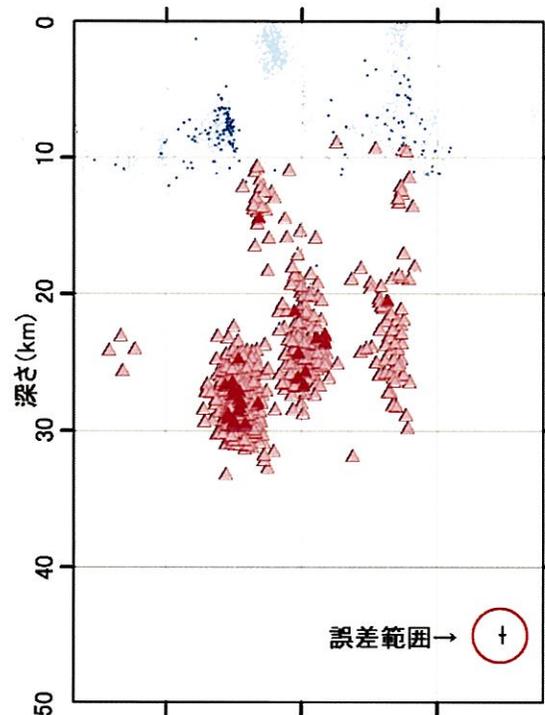
震源
(下記のうち2016年4月以降は右のシンボル)

- 通常地震(マグニチュードM)
 - $M < 3$
 - $3 \leq M < 4$
 - $4 \leq M < 5$
 - $5 \leq M$
- ▲ 低周波地震
- + 震源位置誤差範囲

カルデラ壁

活断層 (中田・今泉, 2002)

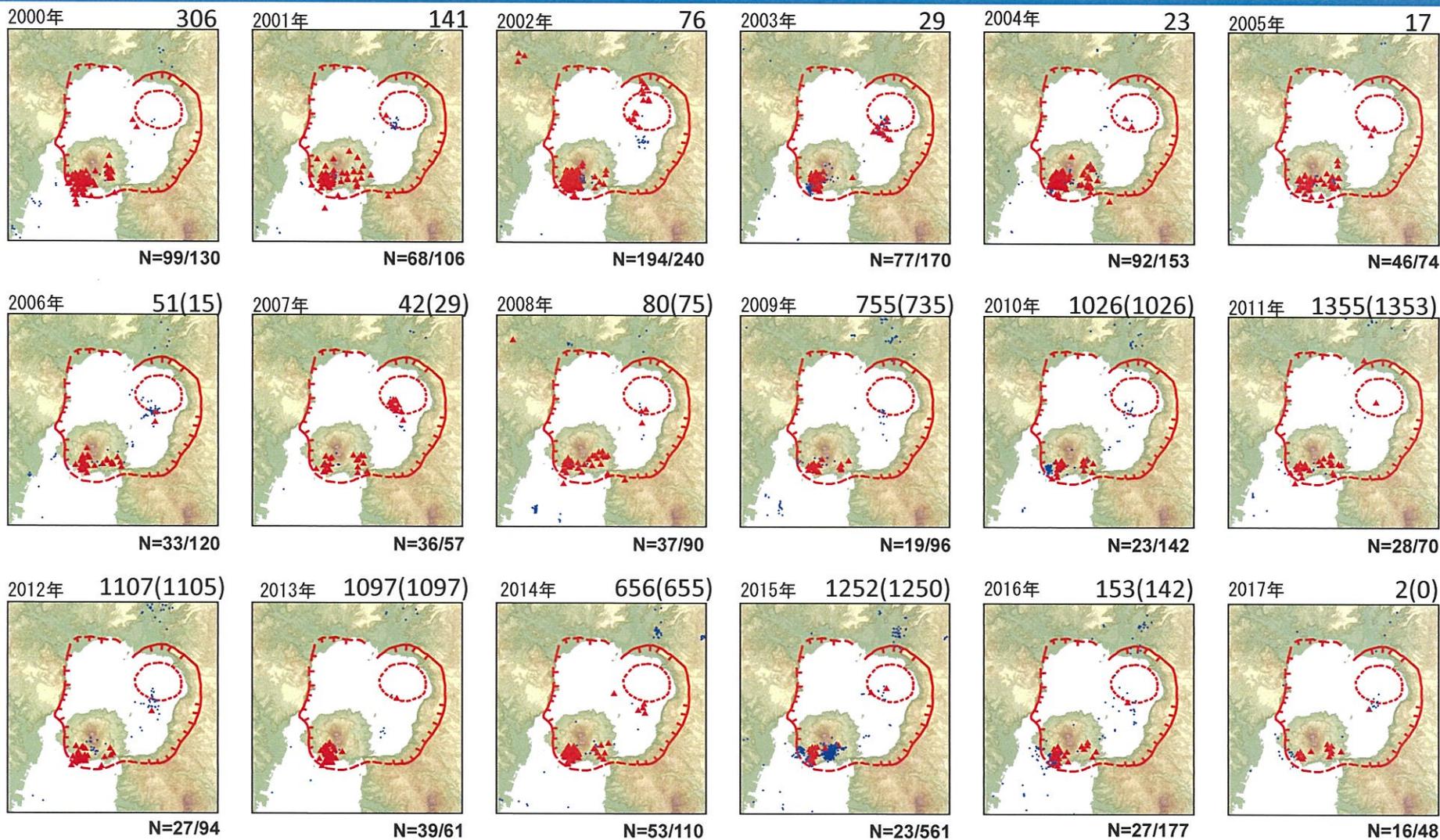
- 活断層のトレス
- - 活断層のトレス(位置やや不明確)
- ⋯ 活断層のトレス(伏在部)
- - - 推定活断層



*震源は2000年以降をプロット。2016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 (2015年3月末現在)

この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-IIIを使用したものである。

③ 始良カルデラ [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]



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

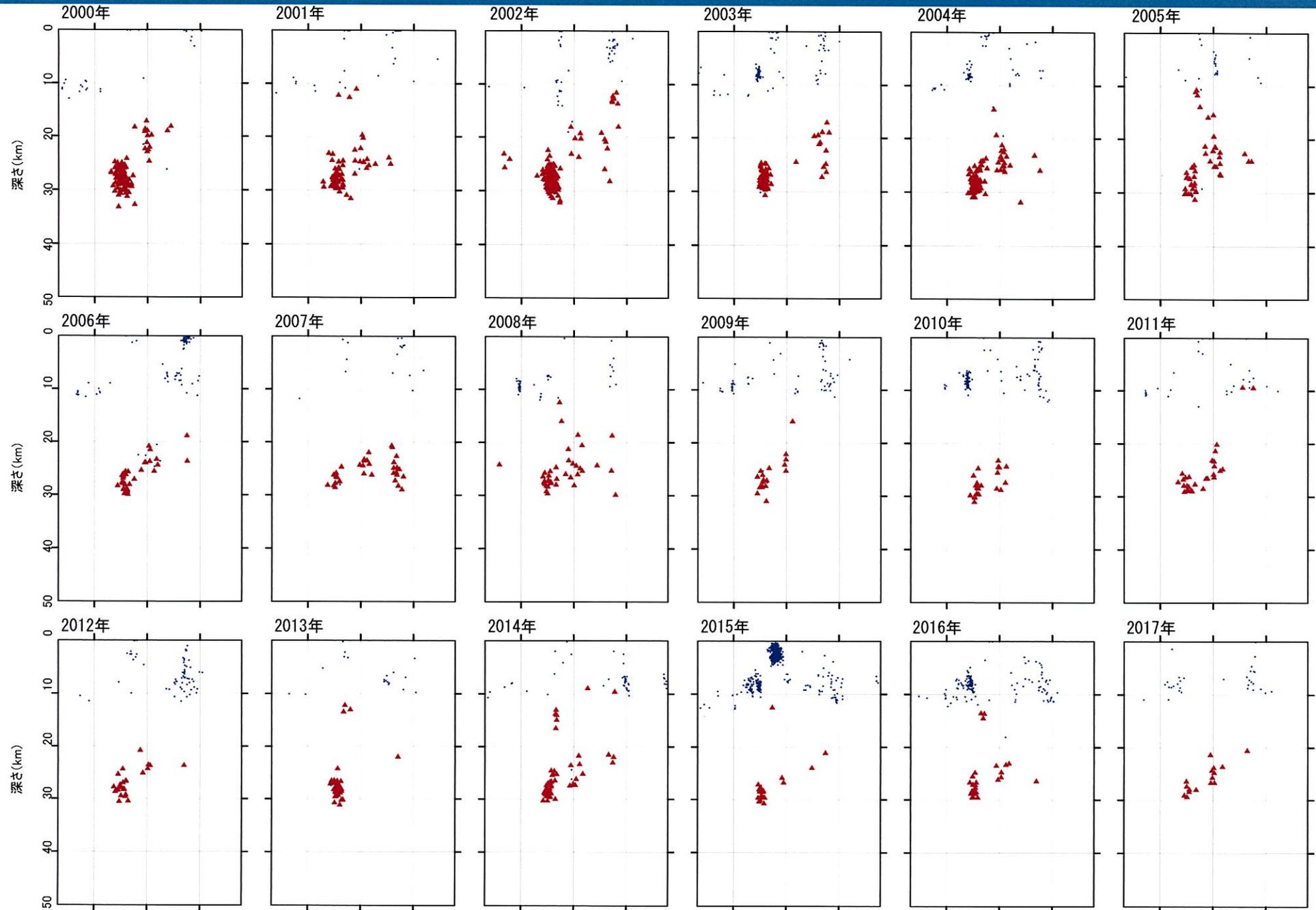
*各図の右下の数値は範囲内での該当年の総地震発生数と低周波地震発生数
 **各図の右上の数値は桜島の噴火回数、カッコ内は昭和火口における噴火回数。
 ただし、2017年は3月31日までのもの。

この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-IIIを使用したものである。

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が、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。

③ 始良カルデラ [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]



③ 始良カルデラ [まとめ]

【活火山に関する公的機関の評価】

- ・ 昭和火口では2016年7月以降ごく小規模な噴火も観測されていない。南岳山頂火口においても2016年8月以降ごく小規模な噴火も観測されていなかったが、2017年3月に火砕流を伴う噴火が発生した。
- ・ GNSS連続観測では、始良カルデラの地下深部の膨張が続いている。

【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、平成28年度の基線長の変動率は、これまでと同様にマグマだまりの膨張を示唆する変動が認められるものの、監視体制の移行判断基準($0.05\text{km}^3/\text{年} \div 5\text{cm}/\text{年}$)を十分下回っている。
- ・ 震源分布とマグニチュードの経時変化及び地震発生数の推移等を確認した結果、平成28年度の地震活動(発生数、位置、規模等)に有意な変化は認められない。

始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だまりの膨張を示唆する変動が認められるものの、平成28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。

平成28年度の監視体制は、マグマだまりの膨張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。

④ 阿多カルデラ [活火山に関する公的機関の評価概要]

○開聞岳

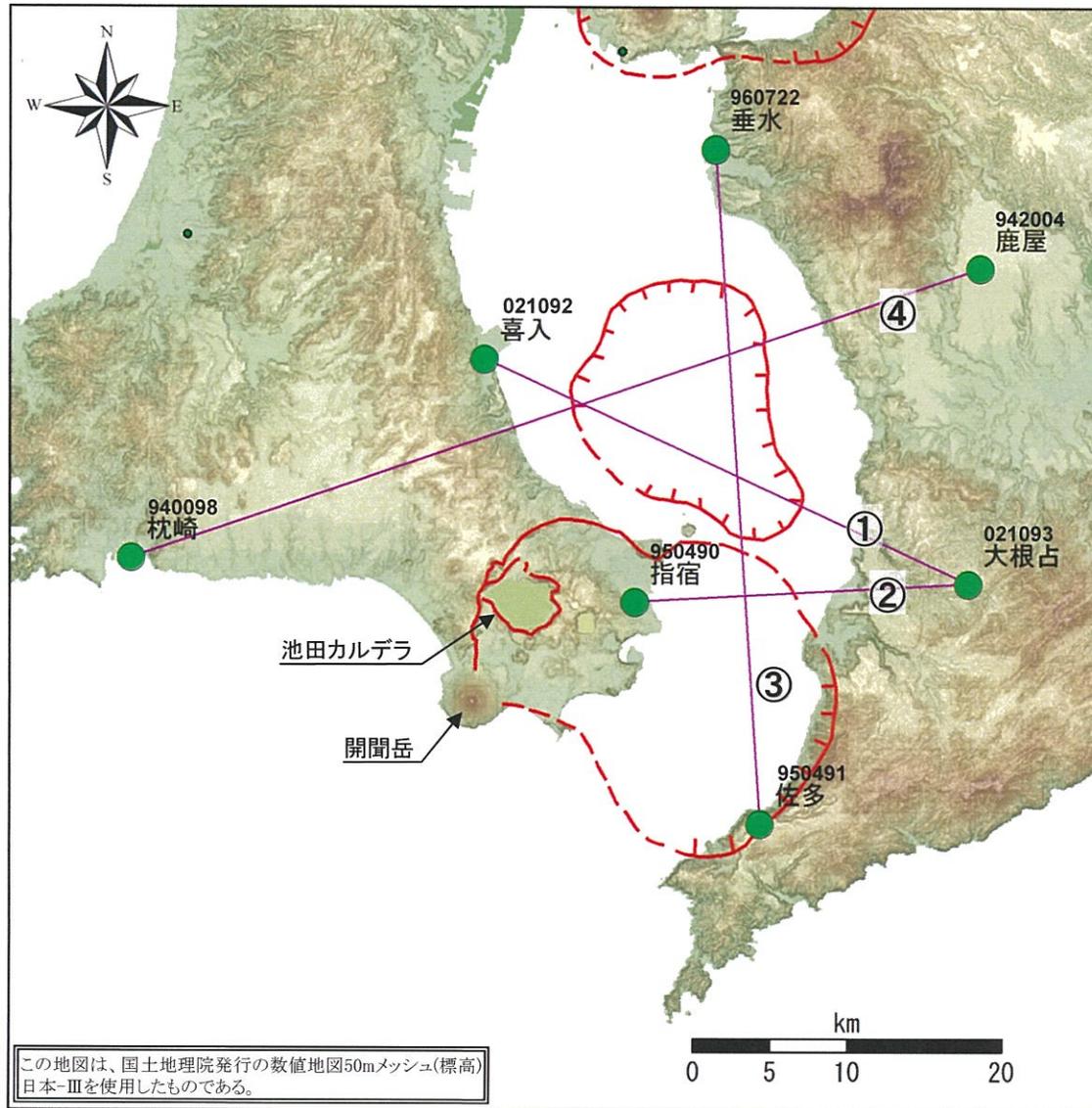
- ALOS-2/PALSER-2データを用いたSAR干渉解析判読結果において、ノイズレベルを超える位相変化は認められない。
- 噴火予報(活火山であることに留意)の予報事項に変更はない。

○池田・山川

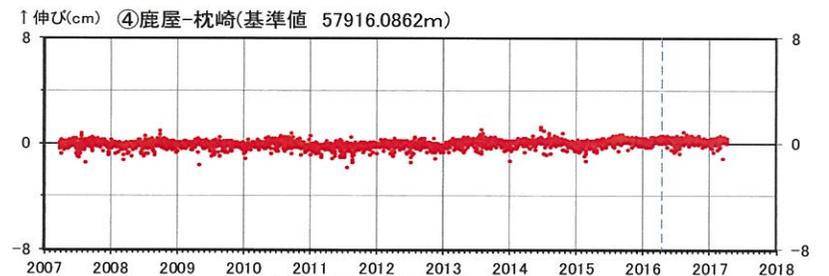
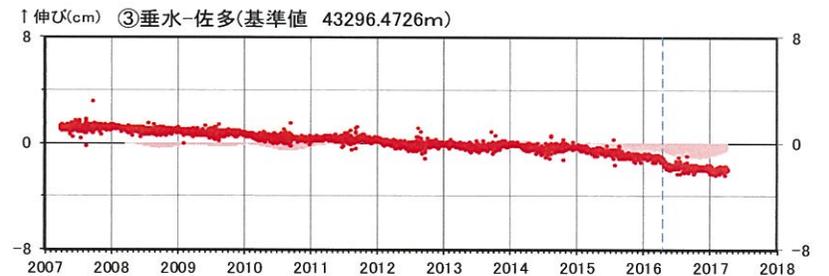
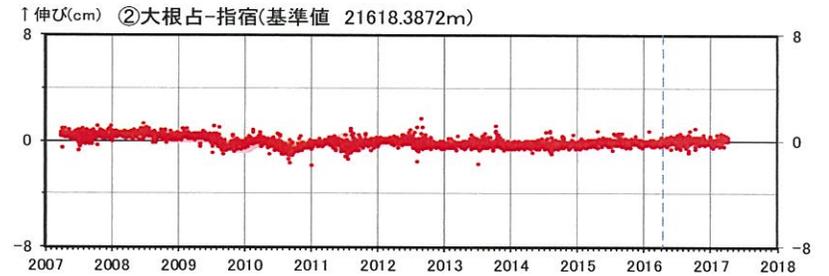
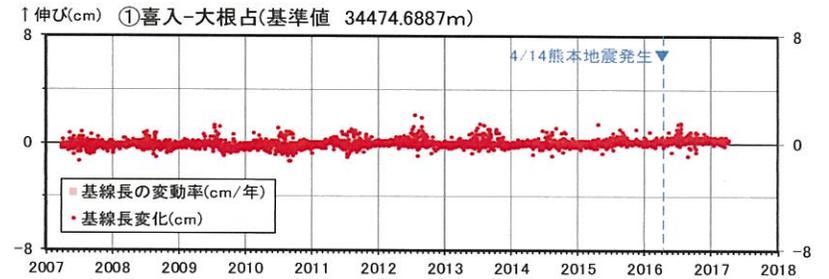
- ALOS-2/PALSER-2データを用いたSAR干渉解析判読結果において、ノイズレベルを超える位相変化は認められない。
- 噴火予報(活火山であることに留意)の予報事項に変更はない。

④ 阿多カルデラ [地殻変動: 基線長変化]

・阿多カルデラでは、南北方向に垂水観測点の移動による縮みの傾向(基線③)及び熊本地震の影響(基線⑦)が認められるものの、その他の変動はほとんど認められない。平成28年度の基線長の変動率に有意な変化は認められない。

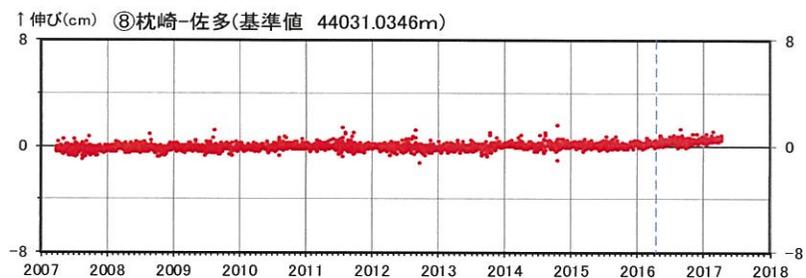
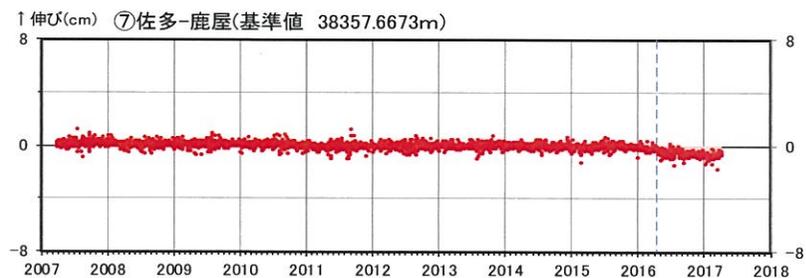
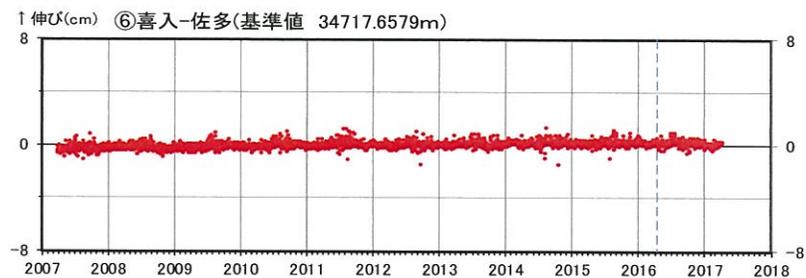
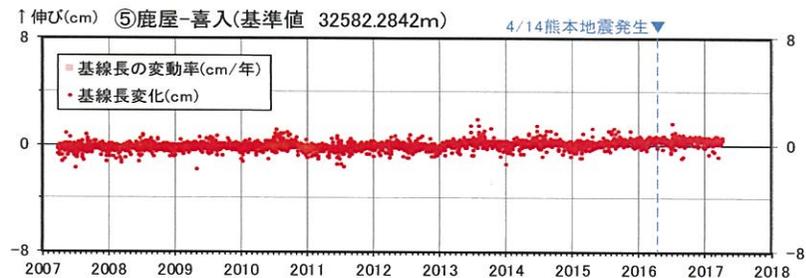
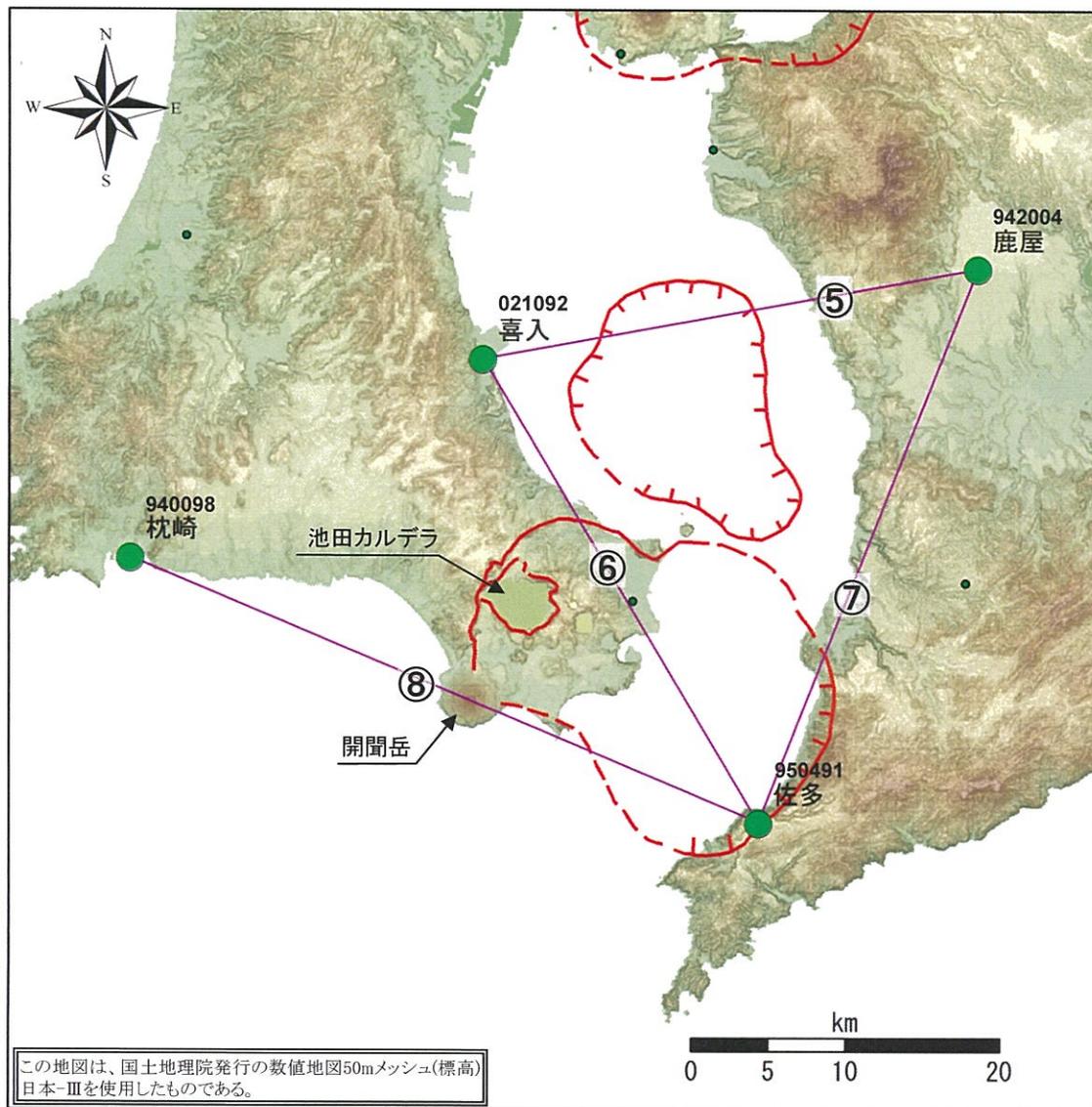


● 2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点



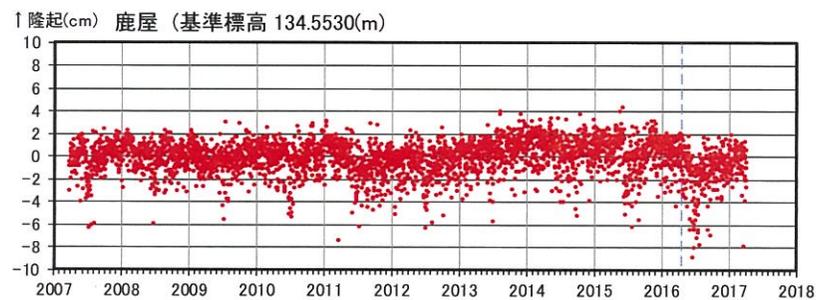
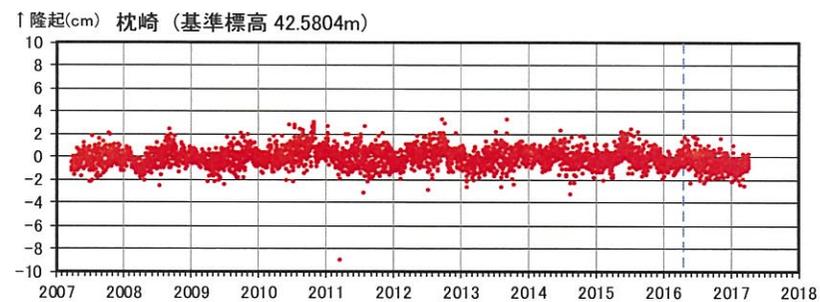
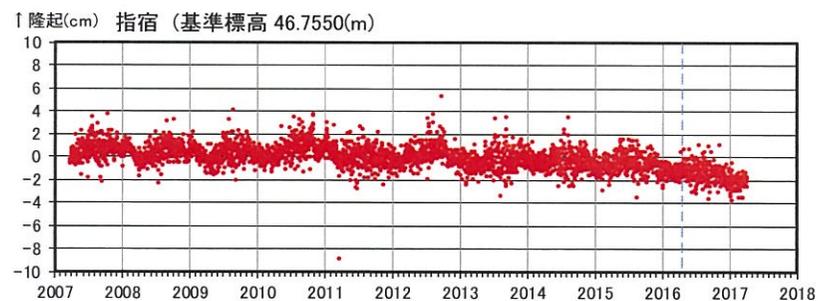
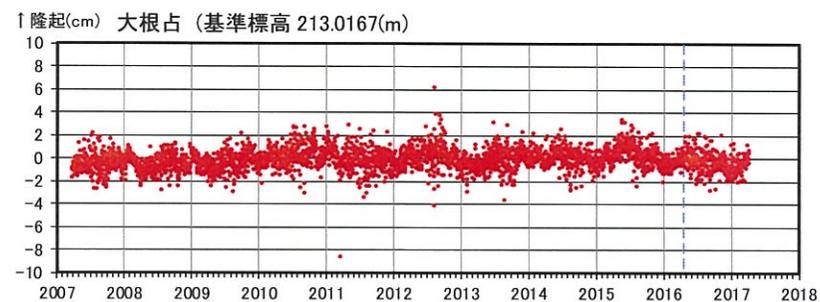
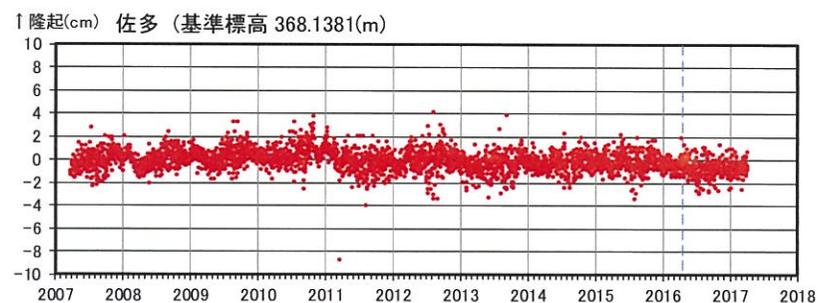
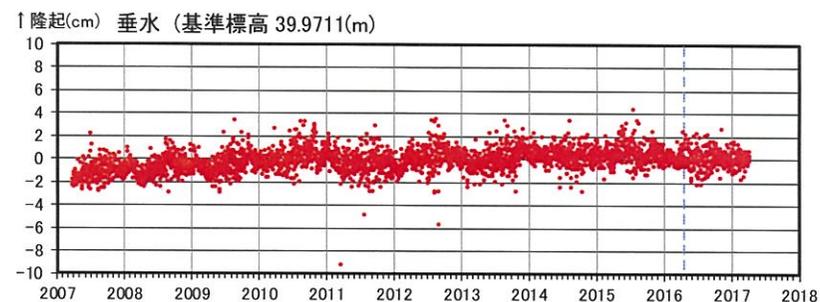
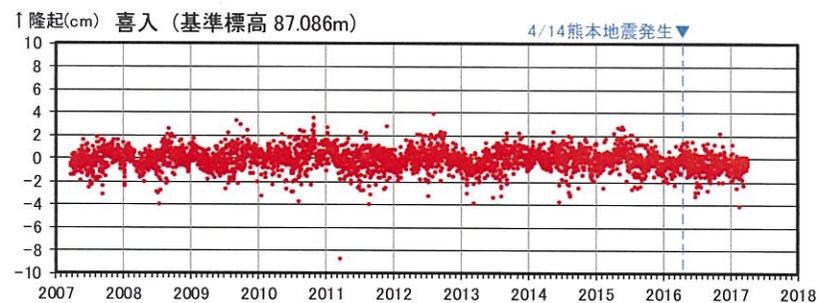
基線①～④の時系列変化

④ 阿多カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



基線⑤~⑧の時系列変化

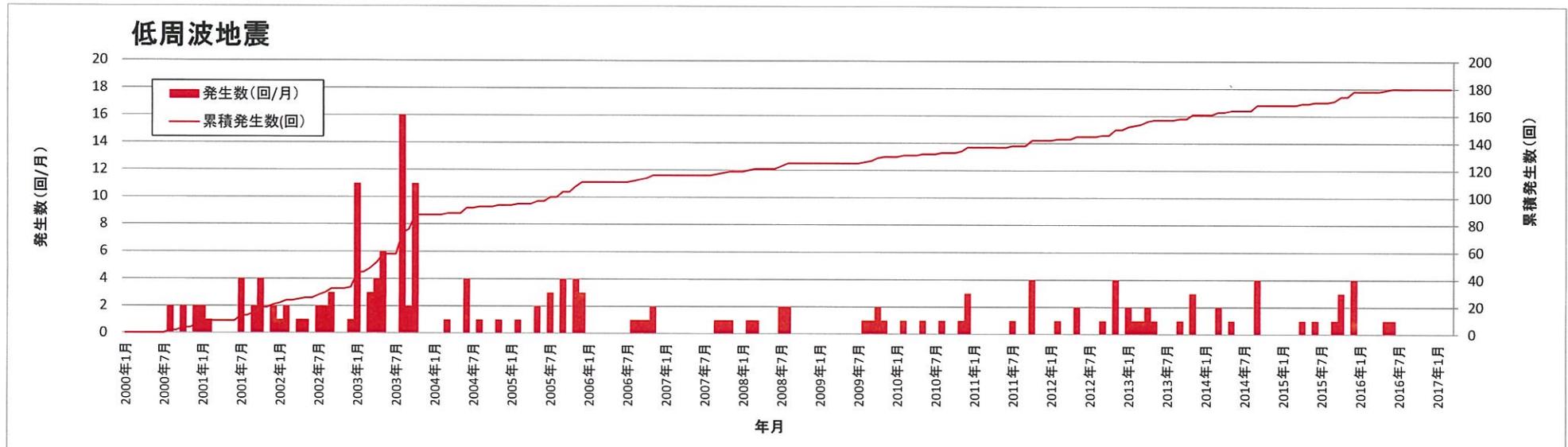
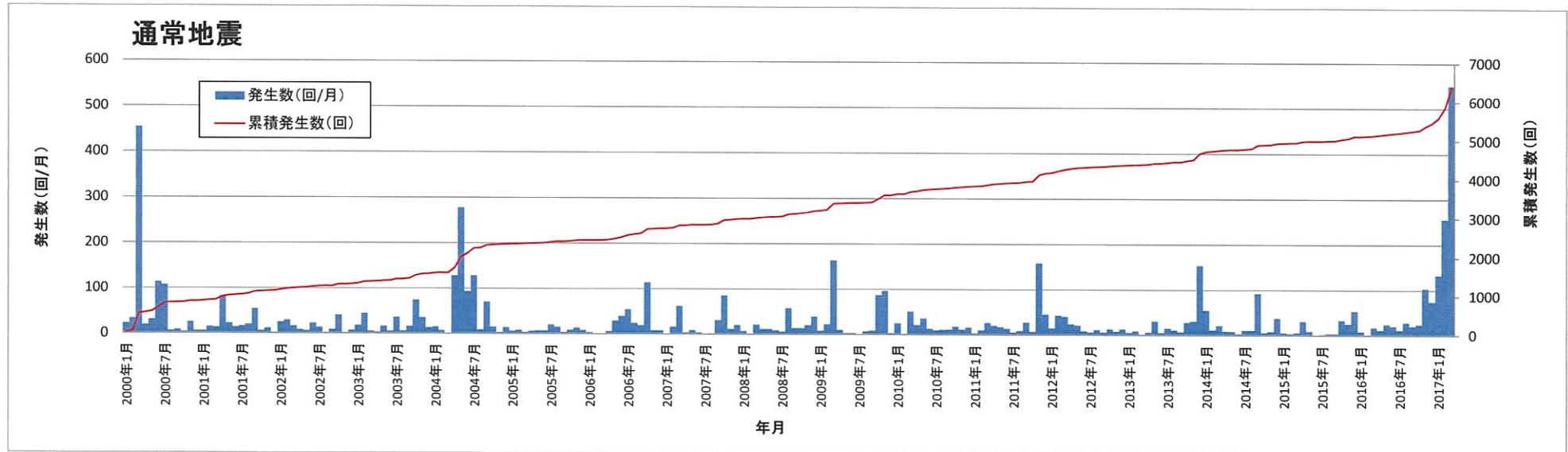
④ 阿多カルデラ [地殻変動:各観測点の鉛直変動]



余 白

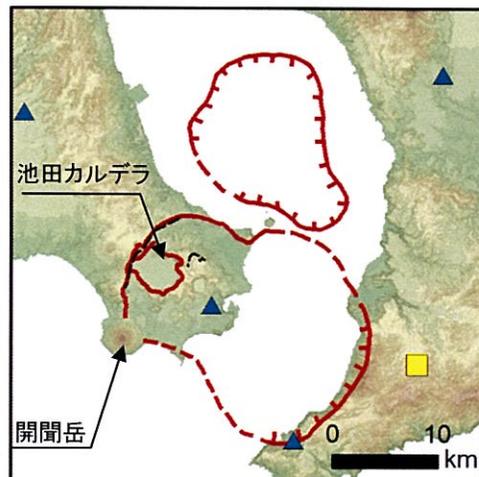
④ 阿多カルデラ [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]

- 平成28年度の地震活動(発生数、位置、規模等)に有意な変化は認められない。

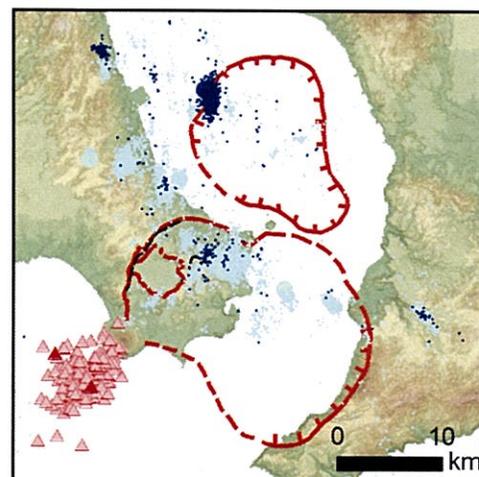


④ 阿多カルデラ [地震活動: 震源分布とマグニチュードの経時変化]

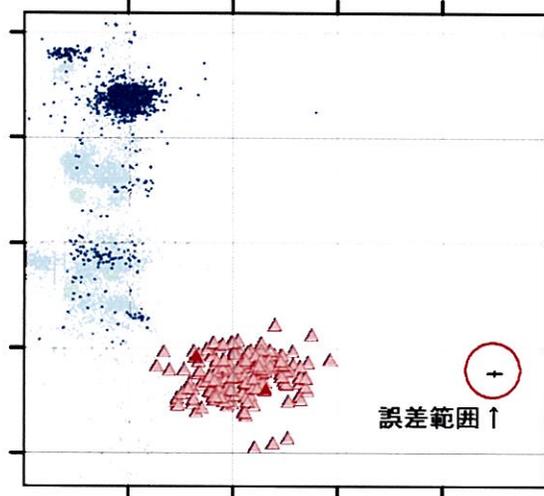
地震観測点



震源分布(深さ50km以浅)



0 10 20 30 40 50 深さ (km)



地震観測点

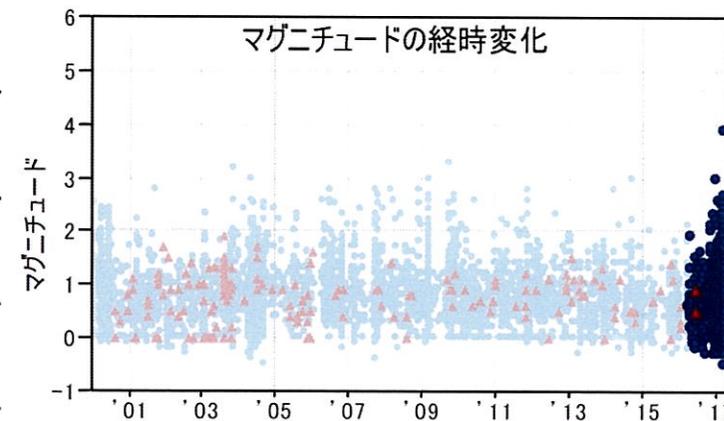
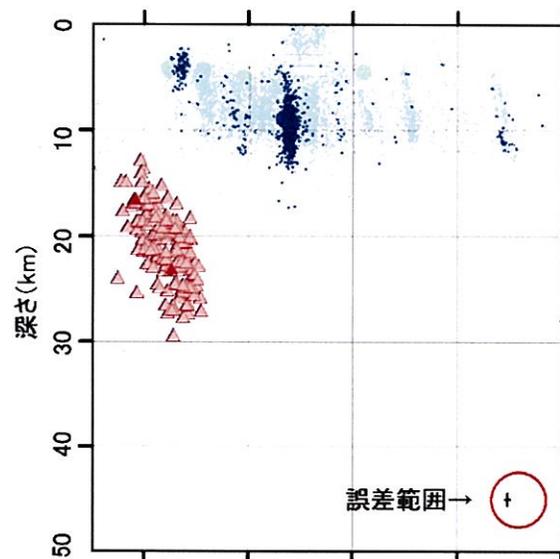
- 大学
- 気象庁
- ▲ 防災科学技術研究所

震源
(下記のうち2016年4月以降は右のシンボル)

- 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
- + 震源位置誤差範囲
- 🔴 カルデラ壁

活断層 (中田・今泉, 2002)

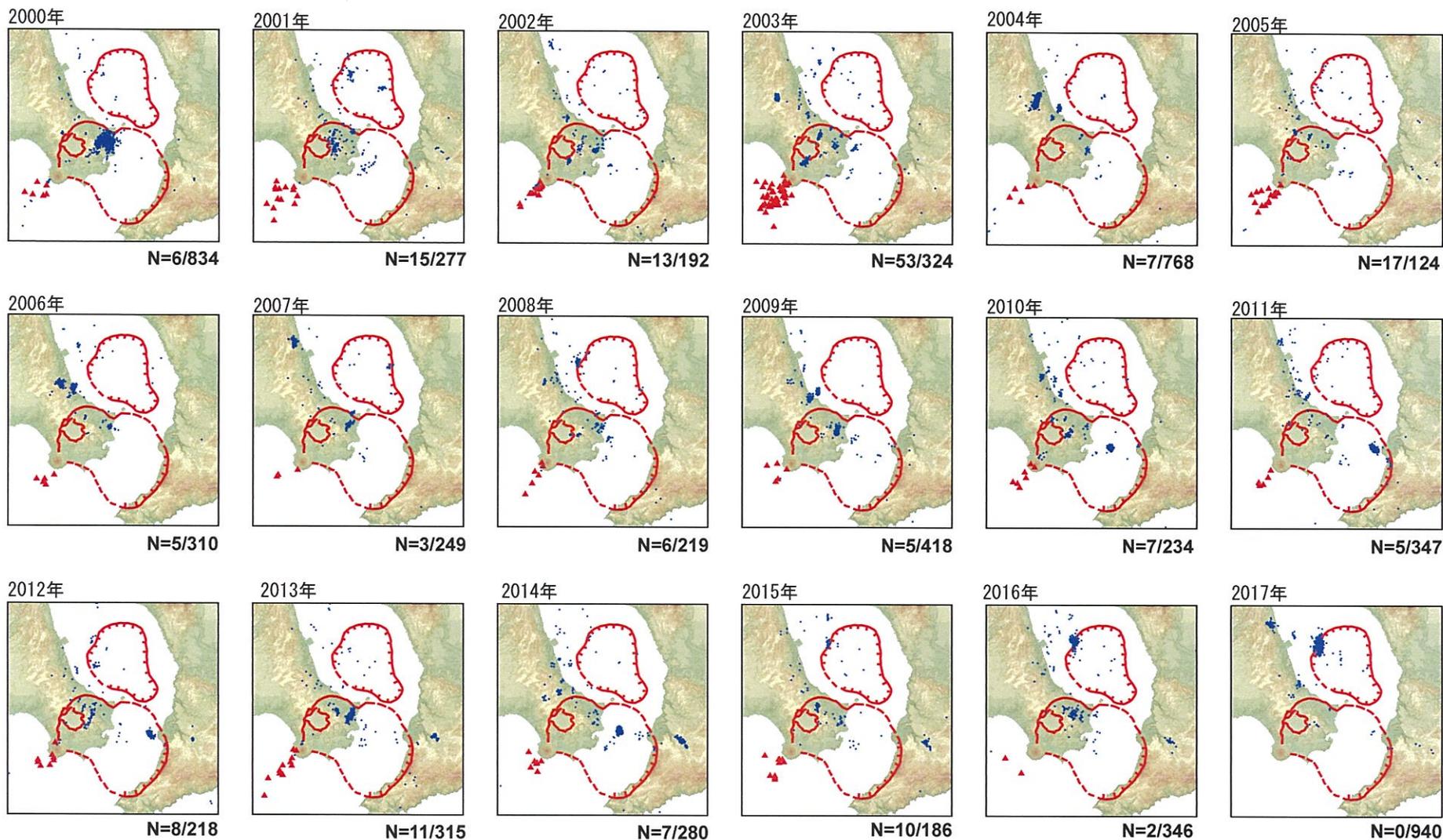
- 活断層のトレース
- - - 活断層のトレース(位置やや不明確)
- ⋯ 活断層のトレース(伏在部)
- - - 推定活断層



*震源は2000年以降をプロット。2016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 (2015年3月末現在)

この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-IIIを使用したものである。

④ 阿多カルデラ [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]



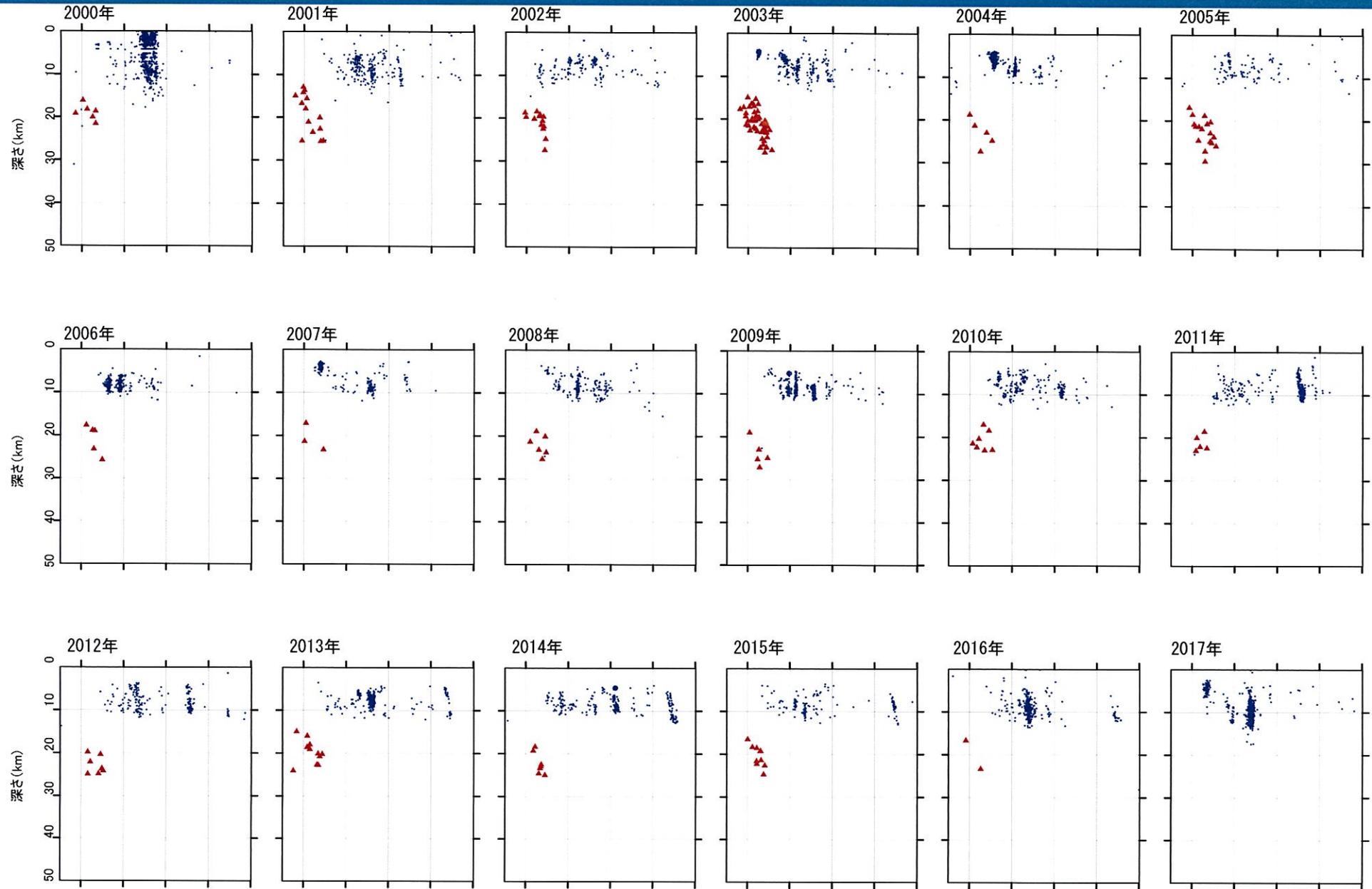
通常地震(マグニチュードM): $M < 3$ ● $3 \leq M < 4$ ● $4 \leq M < 5$ ● $5 \leq M$ ▲ 低周波地震

*各図の右下の数値は範囲内での該当年の総地震発生数と低周波地震発生数。
ただし、2017年は3月31日までのもの。

最近の主な噴火
西暦885年の噴火以降、顕著な火山活動は発生していない。

この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-IIIを使用したものである。

④ 阿多カルデラ [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]



④ 阿多カルデラ [まとめ]

【活火山に関する公的機関の評価】

- ・ 池田・山川および開聞岳において、火山活動の特段の変化はなく、噴火の兆候はみられない。

【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、平成28年度の基線長の変動率に有意な変化は認められない。
- ・ 震源分布とマグニチュードの経時変化及び地震発生数の推移等を確認した結果、平成28年度の地震活動(発生数、位置、規模等)に有意な変化は認められない。

阿多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、平成28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。

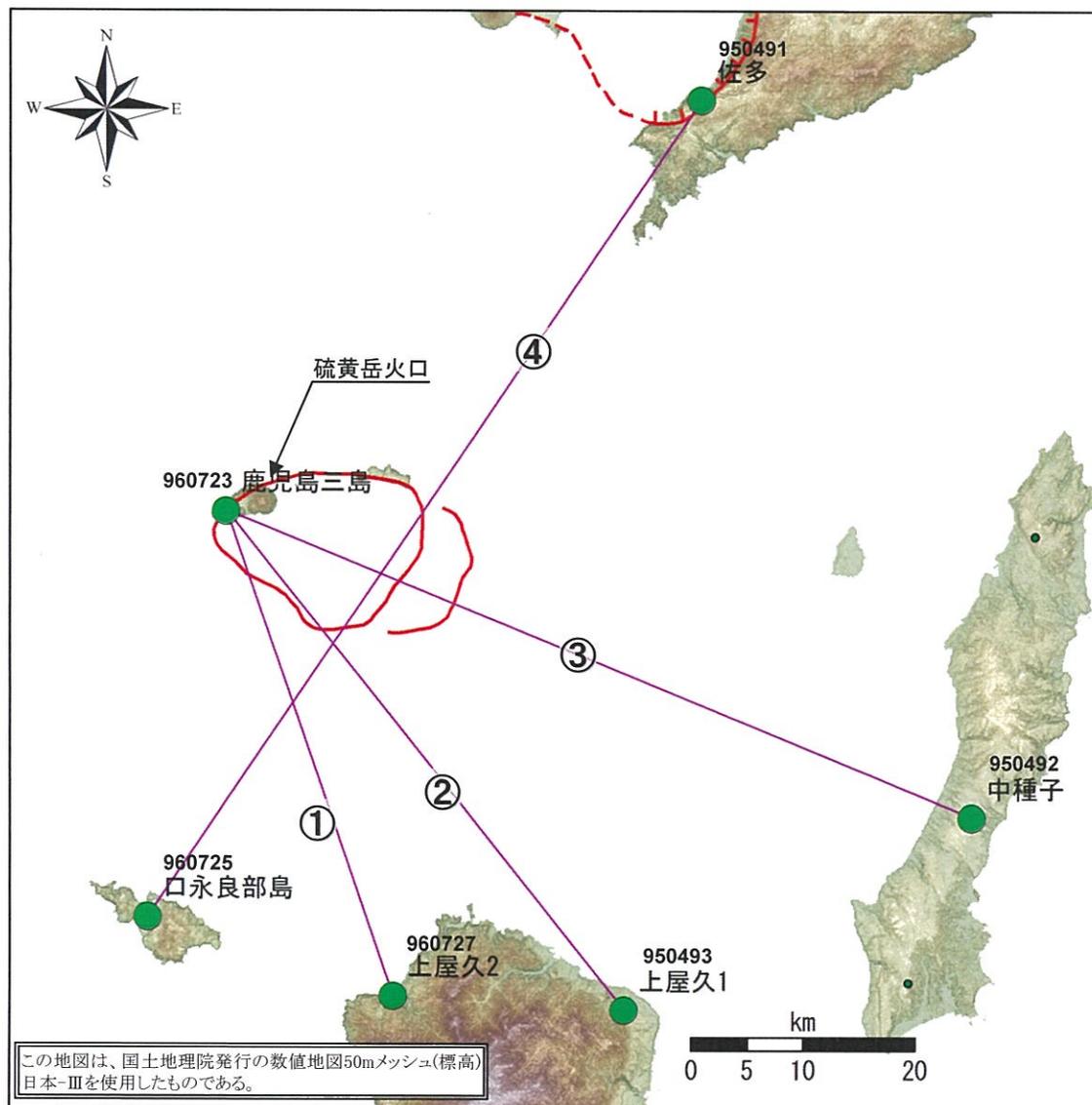
⑤ 鬼界 [活火山に関する公的機関の評価概要]

○薩摩硫黄島

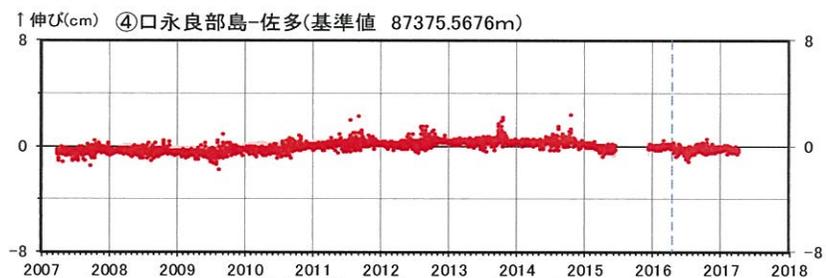
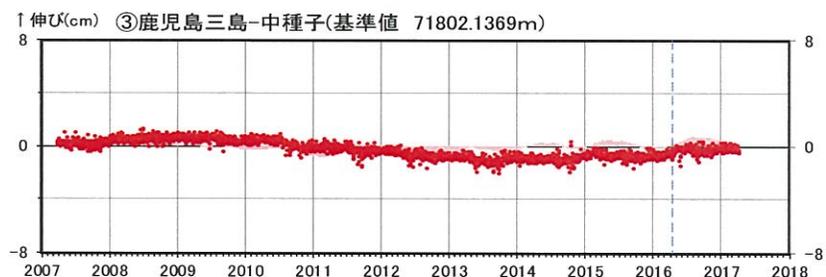
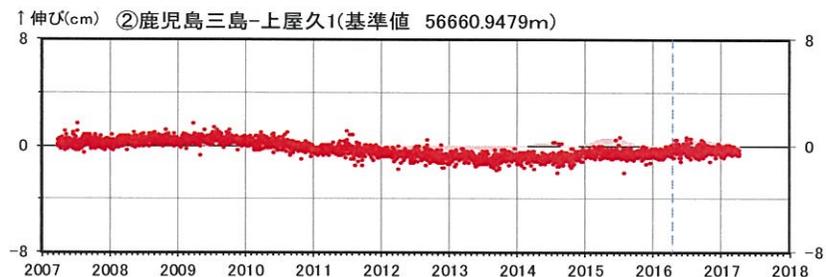
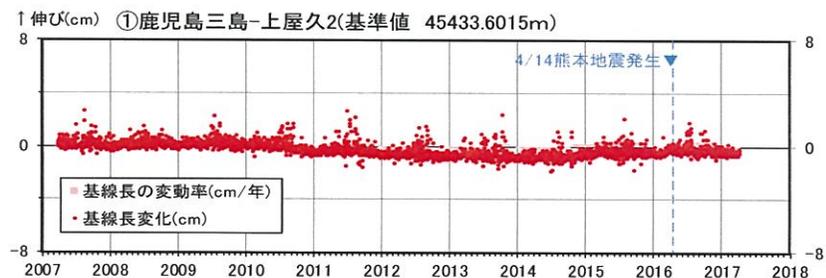
- 2016年は火山活動に特段の変化はなかったが、2017年1月1日から火山性地震が増加し、1月7日～9日には一日あたり50回以上と多い状態であった。このような状態から2017年1月5日に火山周辺警報を発表し、噴火警戒レベルを1から2に引き上げた。その後、火山性地震は徐々に減少し、2月5日以降は日回数が10回未満と少ない状態になった。
- 火山ガス放出量、噴煙や熱異常域の状況、傾斜計やGNSS連続観測から、2017年2月24日に噴火予報を発表し、噴火警戒レベルを2から1に引き下げた。
- 火山ガス放出量は1日あたり400～800トンで、2016年と同様に少ない。
- ALOS-2/PALSAR-2データを用いたSAR干渉解析判読結果において、山頂付近で1月に衛星視線方向伸長の位相変化が認められた。
- 傾斜計やGNSS連続観測では、火山活動に伴う特段の変化は見られない。

⑤ 鬼界 [地殻変動: 基線長変化]

- 鬼界では、南北方向に熊本地震の影響(基線④)が認められるものの、その他の変動はほとんど認められない。平成28年度の基線長の変動率に有意な変化は認められない。

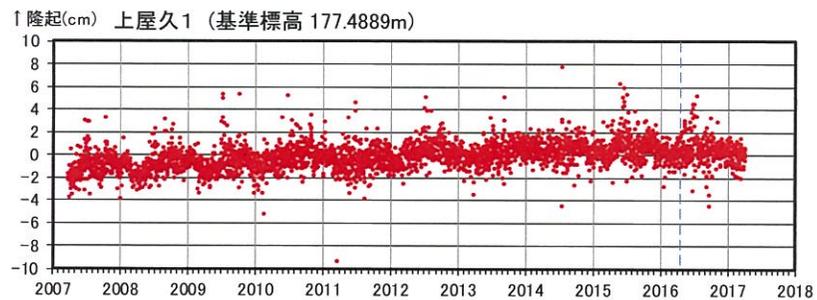
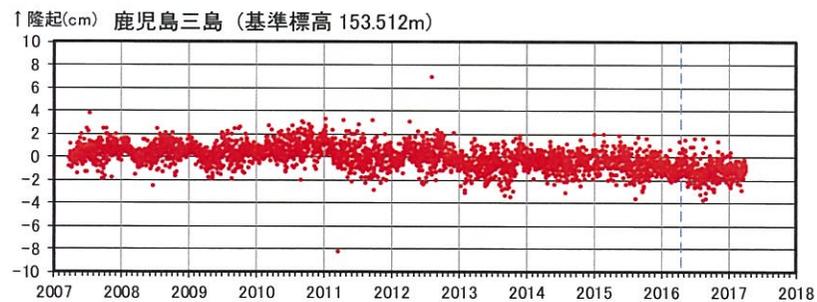
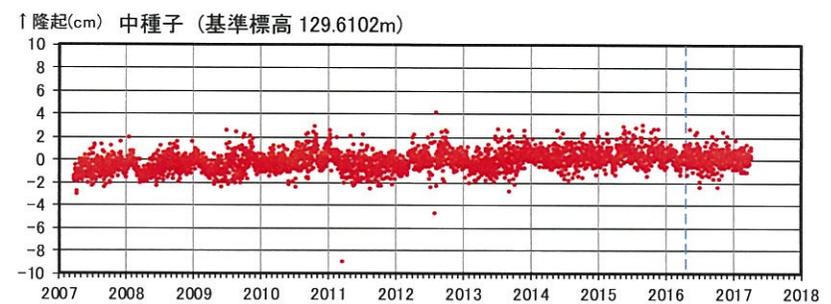
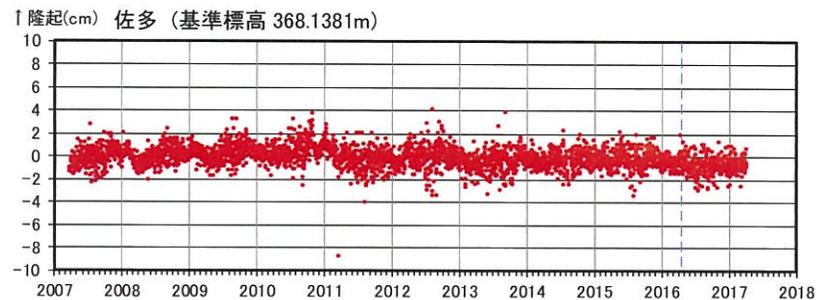
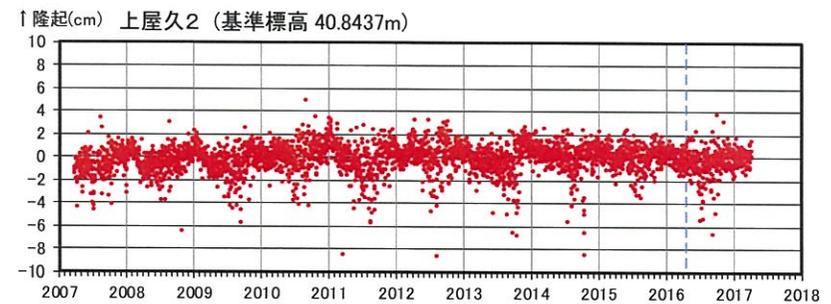
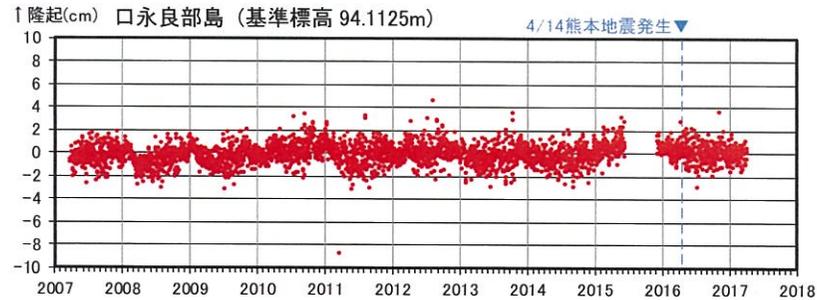


※1 ●は、2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点
 ※2 口永良部島地点については、2015年5月29日の噴火の影響で停電が発生したことで、6月7日以降欠測。停電が解消した12月2日から観測を再開。



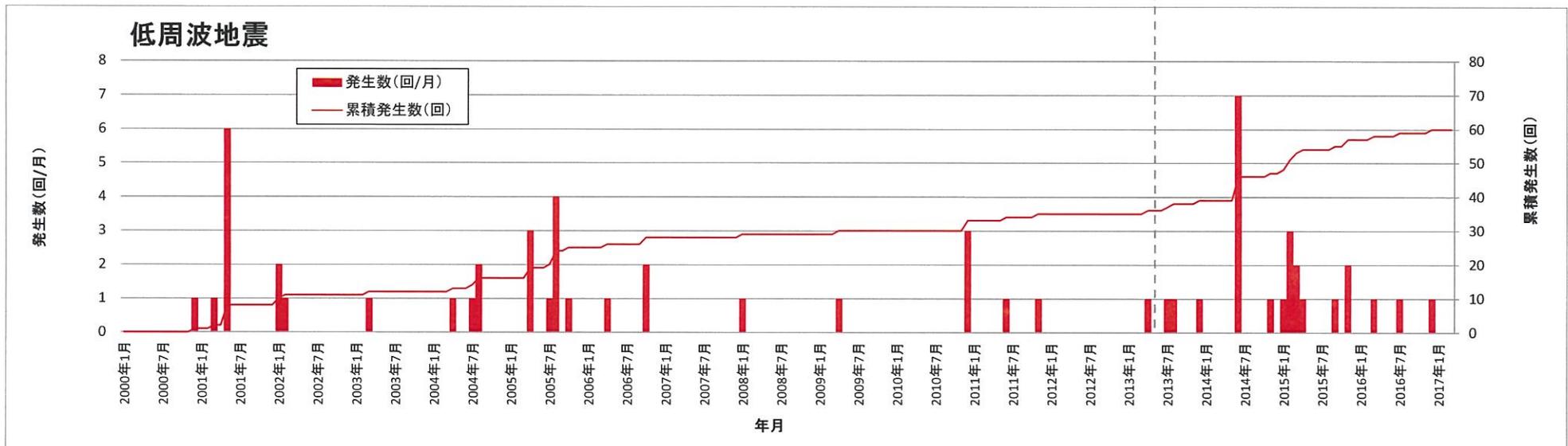
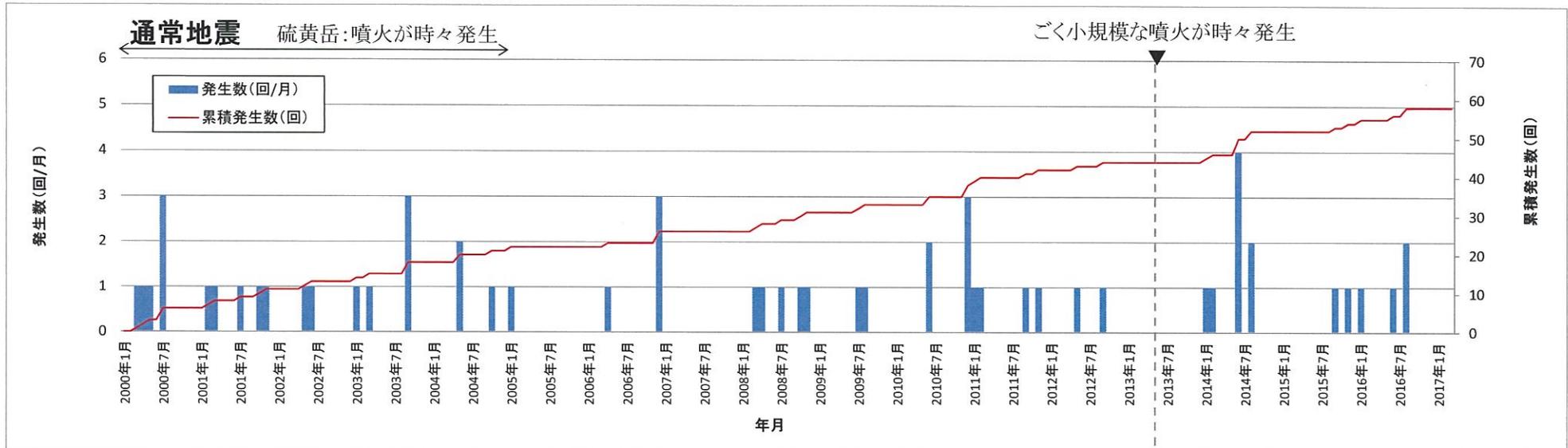
基線①～④の時系列変化

⑤ 鬼界 [地殻変動:各観測点の鉛直変動]



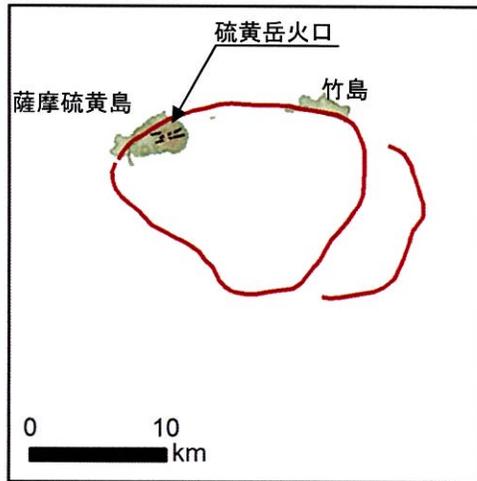
⑤ 鬼界 [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]

- 平成28年度の地震活動(発生数、位置、規模等)に有意な変化は認められない。

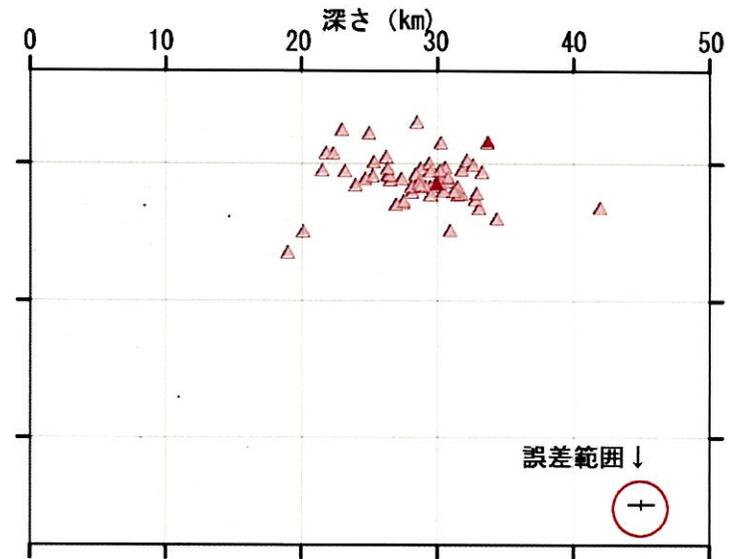
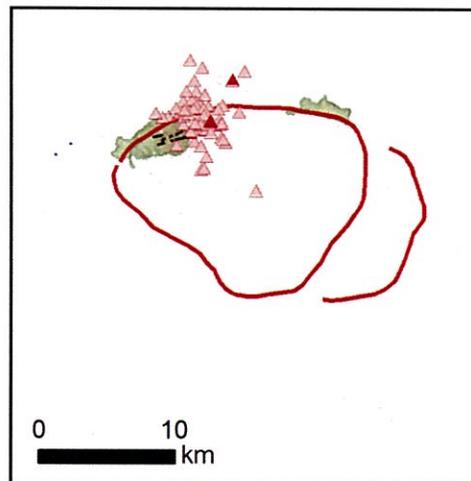


⑤ 鬼界 [地震活動: 震源分布とマグニチュードの経時変化]

地震観測点



震源分布(深さ50km以浅)



地震観測点

- 大学 ● 気象庁
- ▲ 防災科学技術研究所

震源

(下記のうち2016年4月以降は右のシンボル)

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

+ 震源位置誤差範囲

カルデラ壁

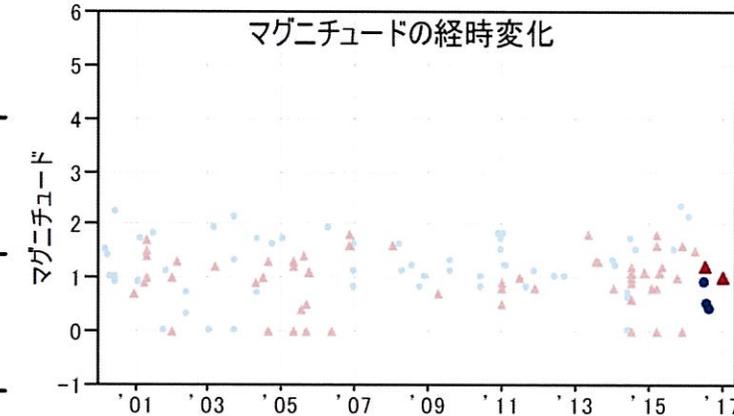
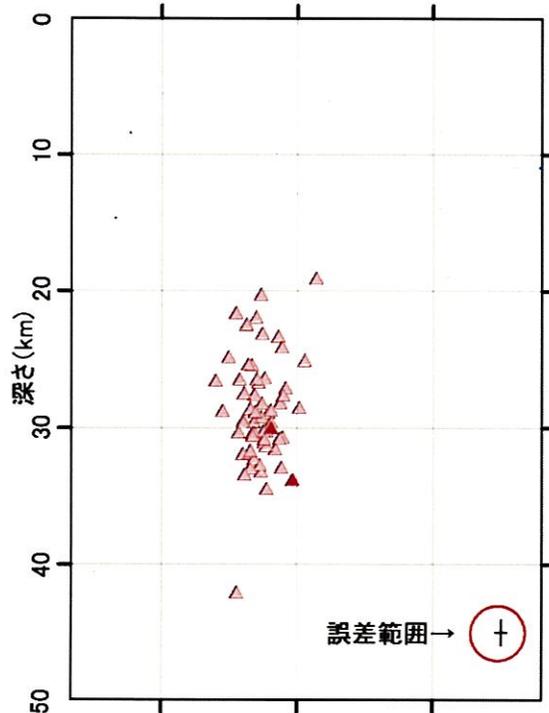
活断層 (中田・今泉, 2002)

— 活断層のトレース

- - 活断層のトレース(位置やや不明確)

⋯ 活断層のトレース(伏在部)

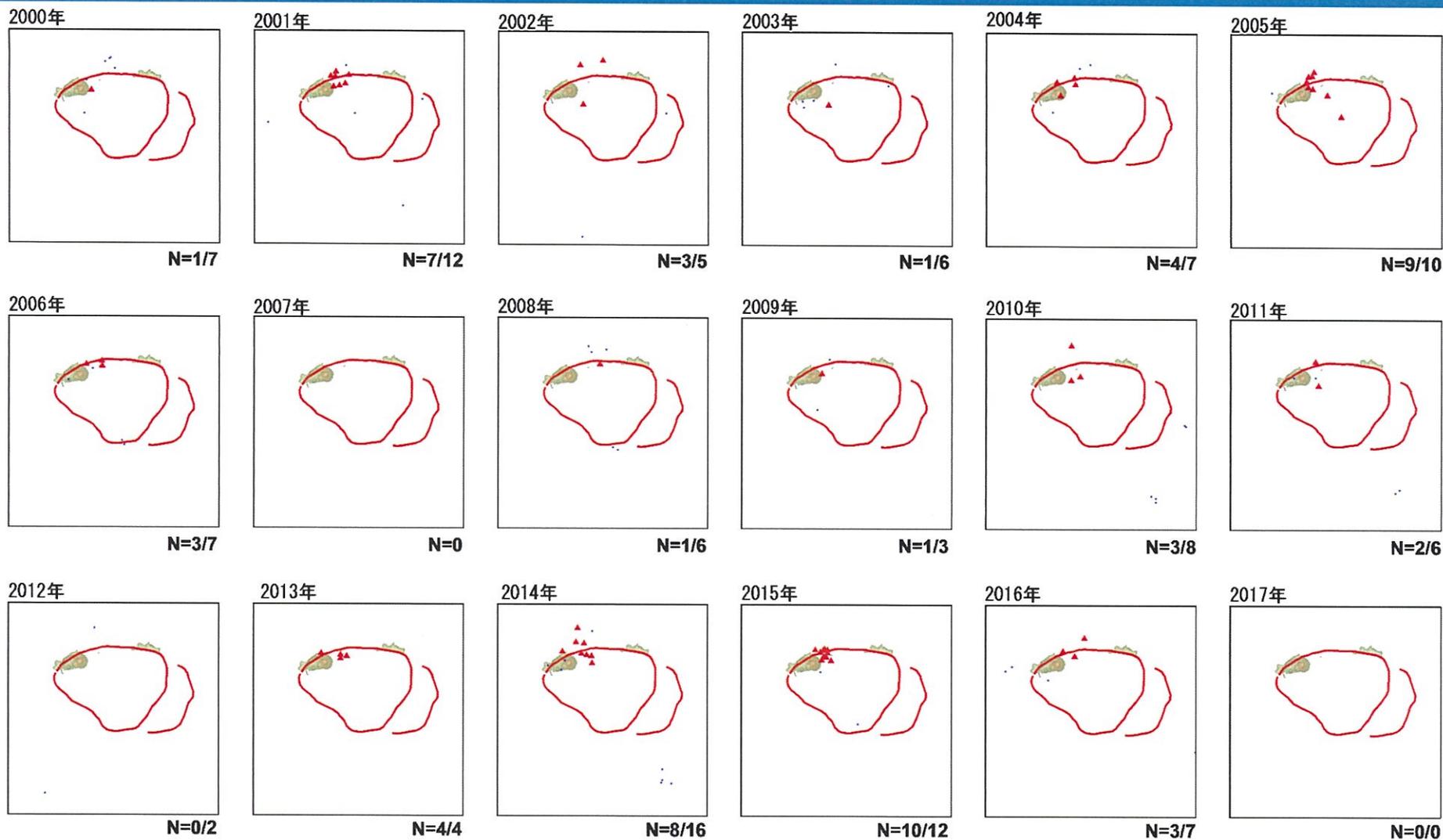
- - - 推定活断層



*震源は2000年以降をプロット。2016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(2015年3月末現在)

この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-IIIを使用したものである。

⑤ 鬼界 [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]



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

*各図の右下の数値は範囲内の該当年の総地震発生数と低周波地震発生数。ただし、2017年は3月31日までのもの。

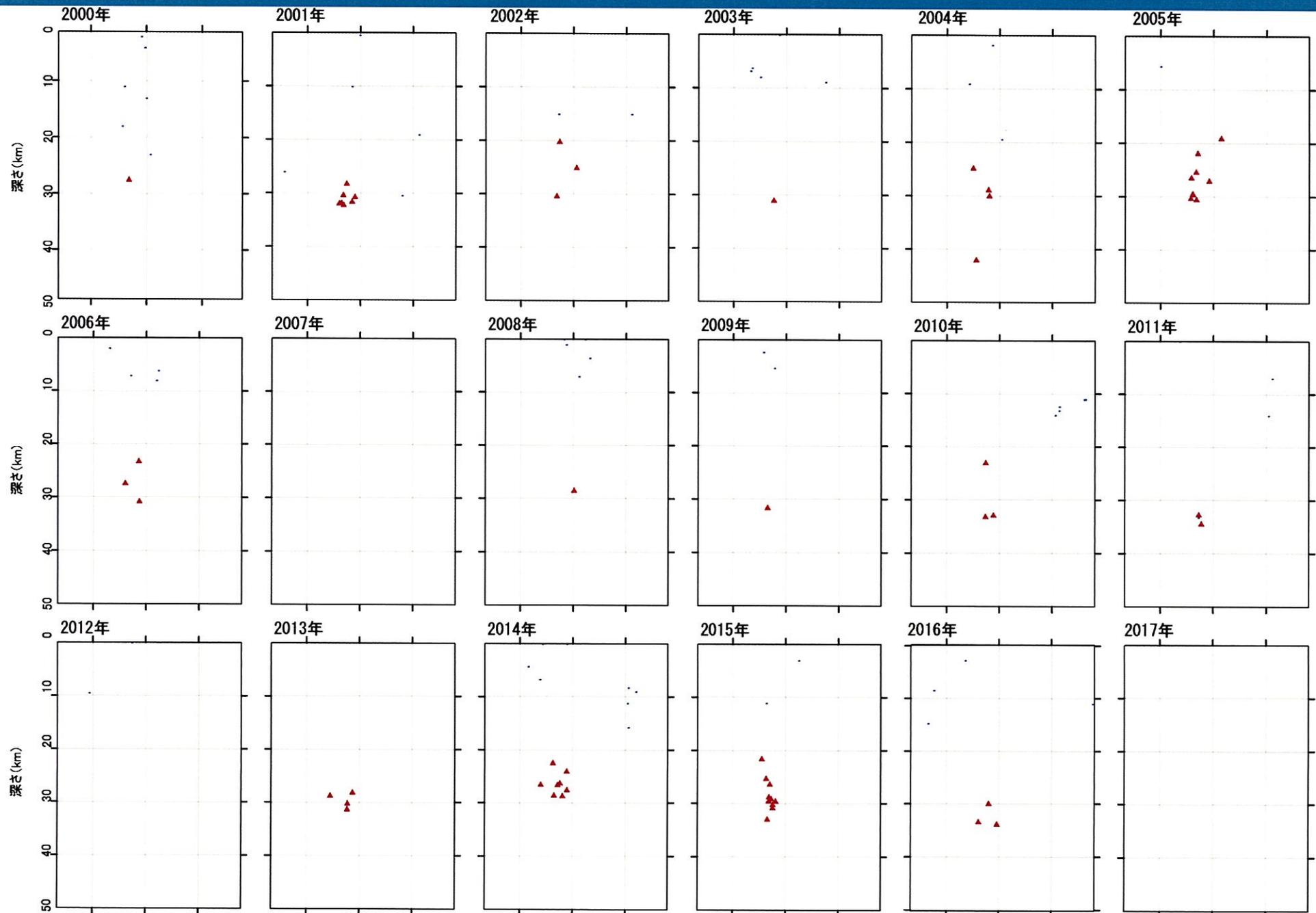
この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-IIIを使用したものである。

最近の主な噴火

2000年 1,5,6,7,9~12月に島内で降灰
 2001年 2,4~12月に島内で降灰
 2002年 5~7月にかけて火山活動がやや活発化

2003年 6~10月にかけて火山活動がやや活発化
 4月に2回、5月に1回噴火
 2004年 3,4,6,8~10月に噴火が時々発生
 2013年 6月3日から5日にかけてごく小規模な噴火
 が時々発生

⑤ 鬼界 [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]



⑤ 鬼界 [まとめ]

【活火山に関する公的機関の評価】

- ・ 薩摩硫黄島の火山性地震が2017年1月1日から増加し、噴火警戒レベルを1から2に引き上げた。火山性地震はその後減少し、少ない状態になった。
- ・ 火山ガス放出量、噴煙や熱異常域の状況、傾斜計やGNSS連続観測から、2017年2月24日に噴火予報を発表し、噴火警戒レベルを2から1に引き下げた。

【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、平成28年度の基線長の変動率に有意な変化は認められない。
- ・ 震源分布とマグニチュードの経時変化及び地震発生数の推移等を確認した結果、平成28年度の地震活動(発生数、位置、規模等)に有意な変化は認められない。

鬼界については、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、平成28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

(参考) GNSS観測機器の設置

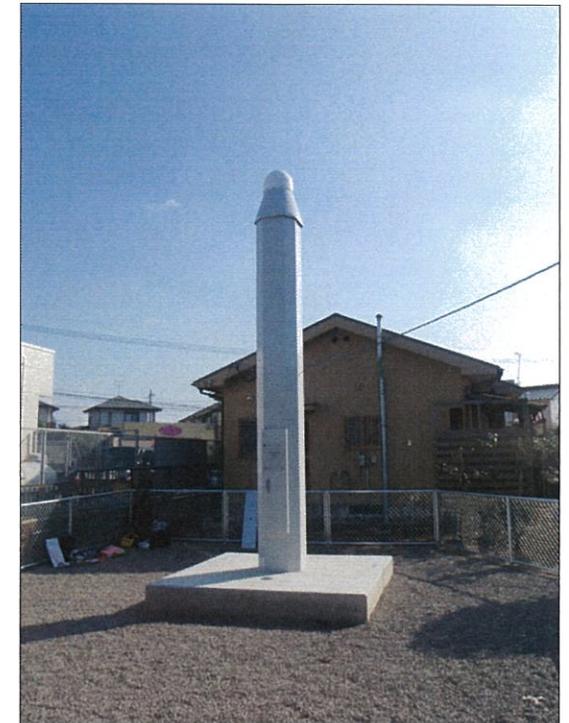
(参考) GNSS観測機器の設置 [設置状況]

＜H26・H27・H28年度実績及びH29年度計画＞

項目	内容
目的	観測点の増設により地殻変動データに係る精度の向上を図ること
H26年度 H27年度 H28年度 実績	竹 島：国土地理院の仕様と同じ GNSS観測機器を設置 黒 島：同 上 吉野町：同 上
H29年度 計画	竹 島：データを蓄積して評価を補完 黒 島：同 上 吉野町：試験運用



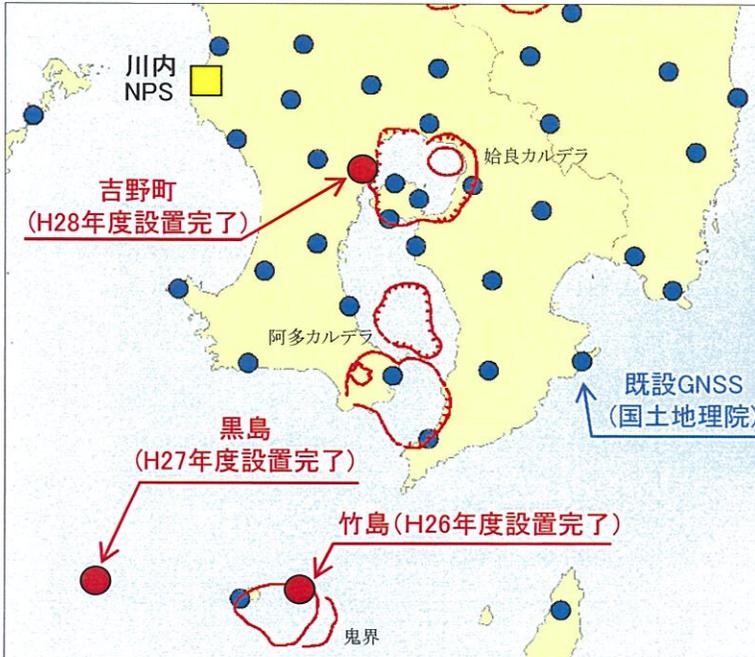
竹島の機器設置状況 (H26年度)



吉野町の機器設置状況 (H28年度)



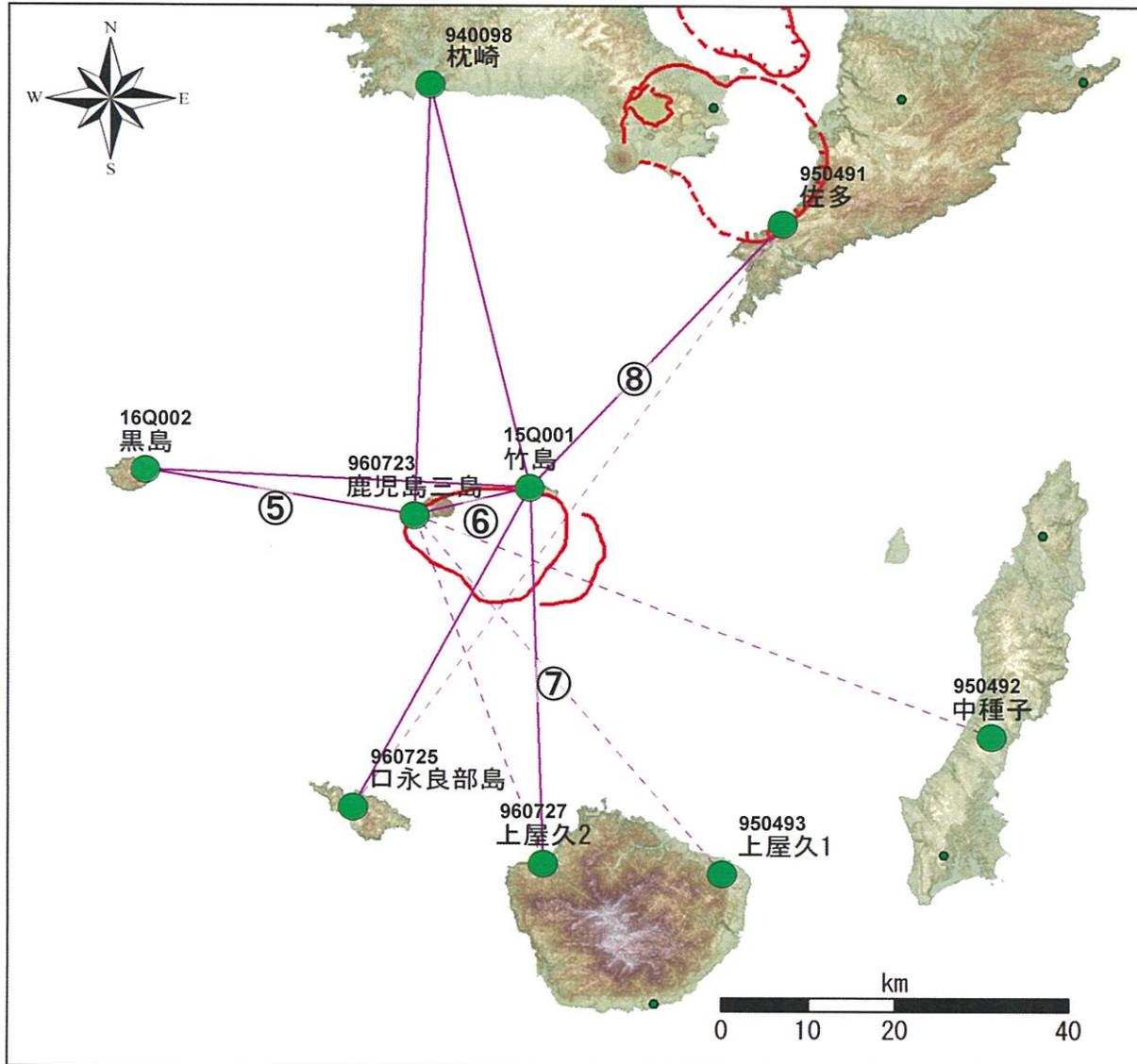
黒島の機器設置状況 (H27年度)



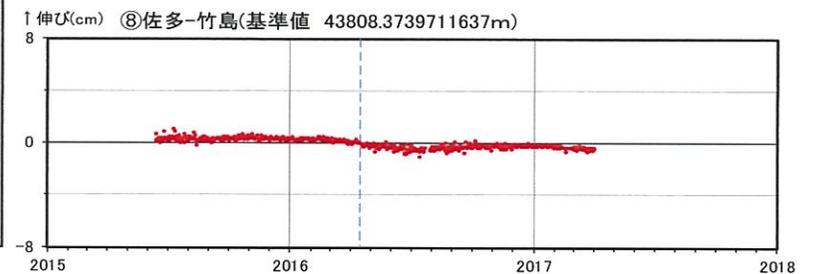
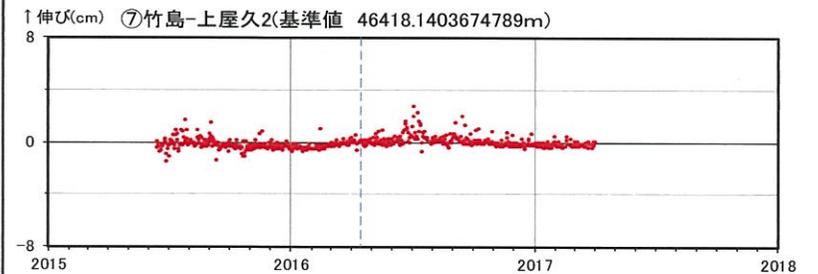
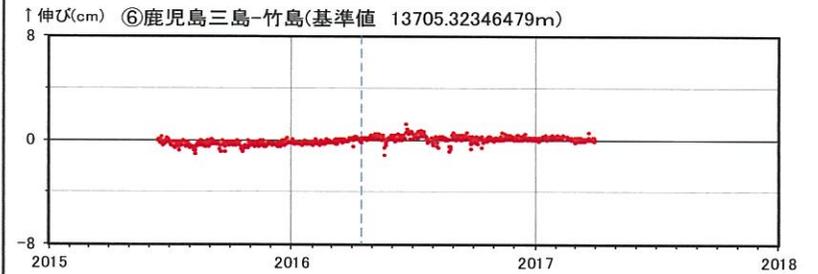
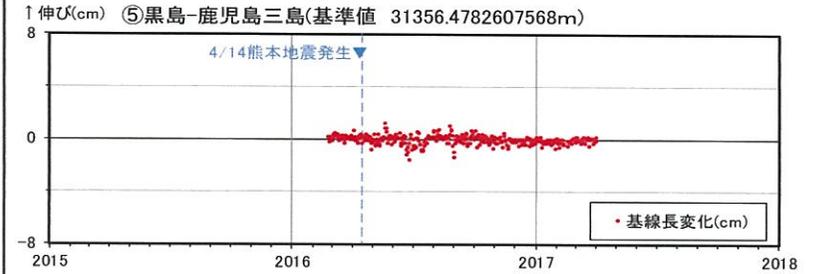
設置地点の位置図

(参考) GNSS観測機器の設置 [鬼界周辺の基線の追加]

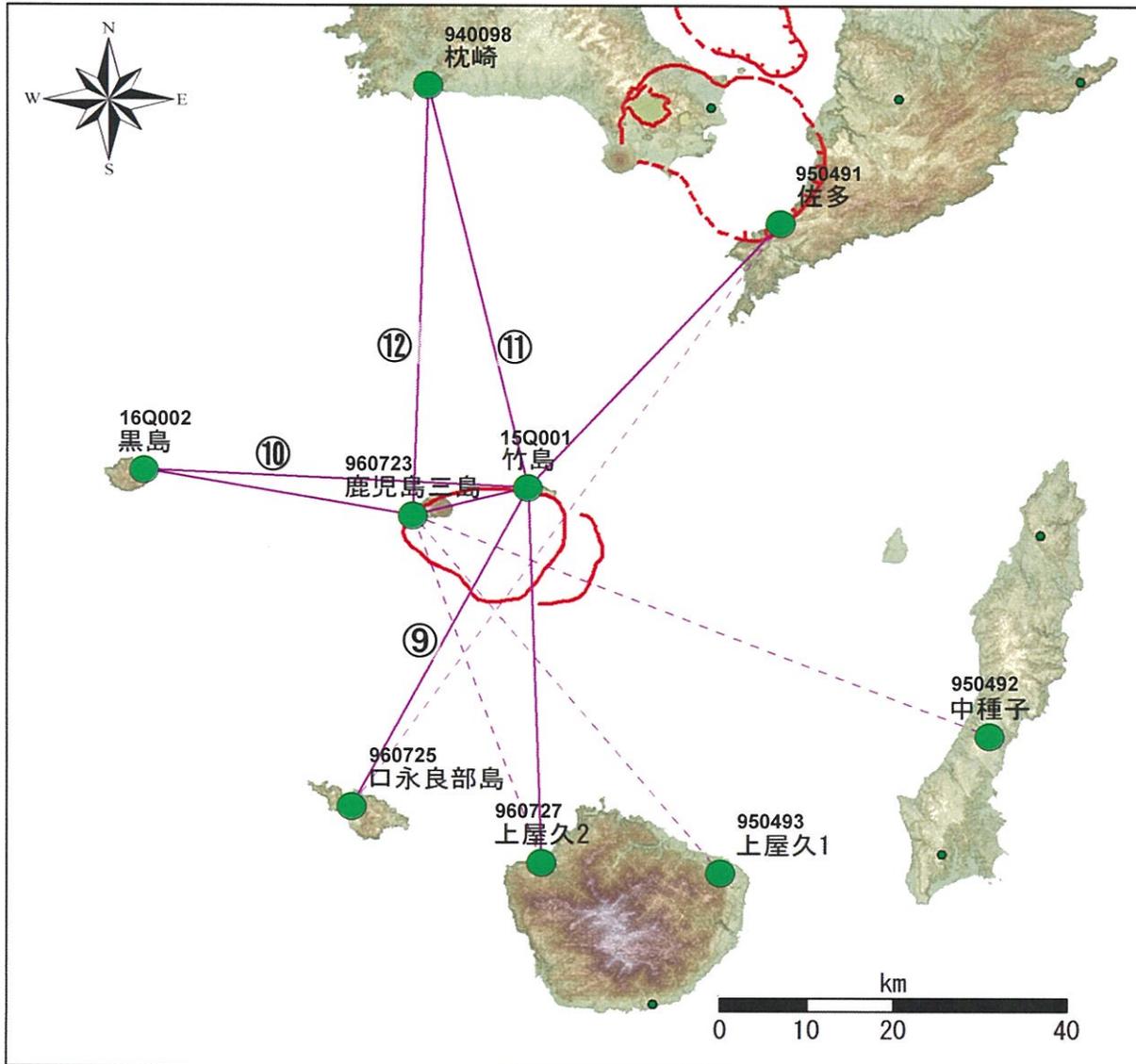
- 黒島及び竹島にGNSS観測点を設置したことで、①～④の既存基線に加えて、双方の観測点を起点とする⑤～⑧の基線を追加する。



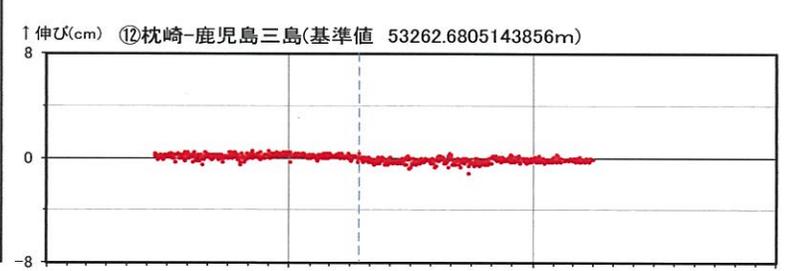
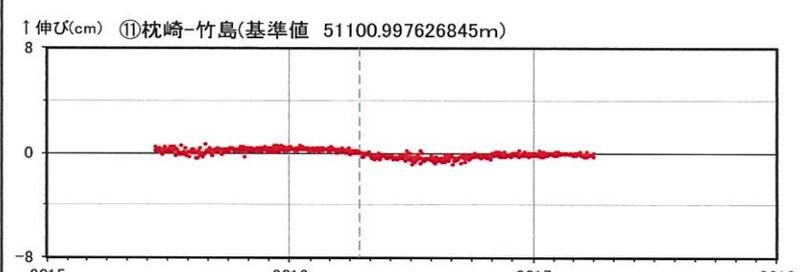
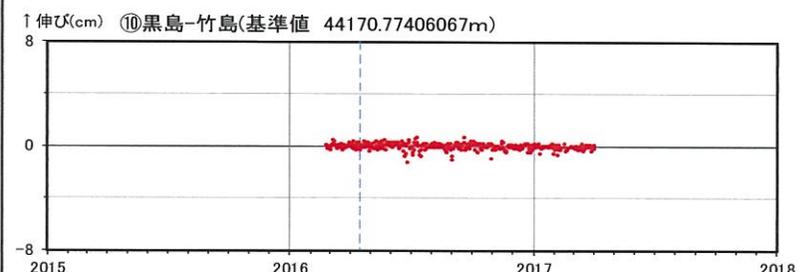
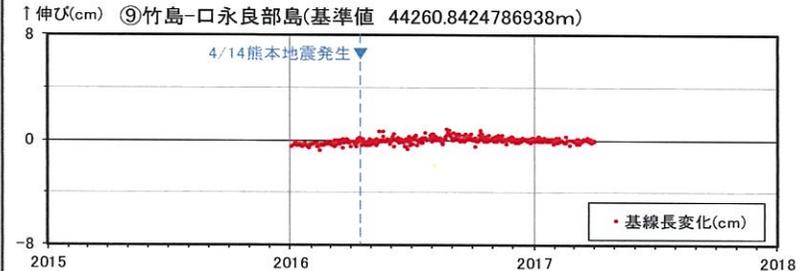
※ ● は、2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点
 ※※ 破線は鬼界の既存基線



(参考) GNSS観測機器の設置 [鬼界周辺の基線の追加]

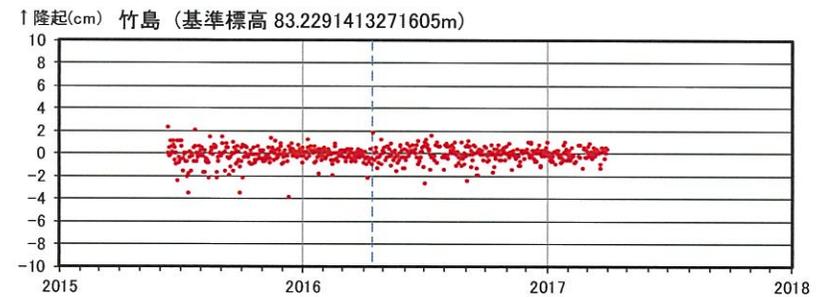
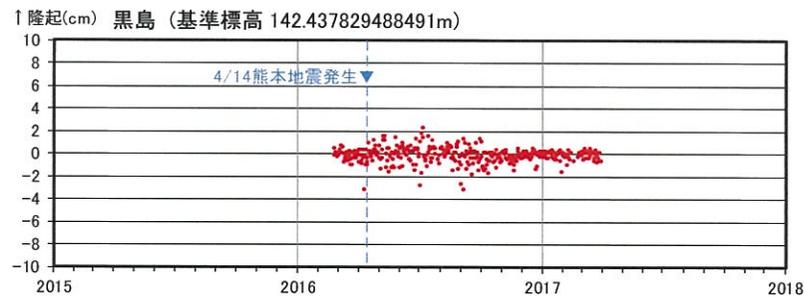


※ ● は、2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点
 ※※ 破線は鬼界の既存基線



鬼界 GNSS連続観測による基線長変化(2015年06月11日~2017年03月31日)

(参考) GNSS観測機器の設置 [黒島及び竹島の鉛直変動]



黒島及び竹島の鉛直変動(2015年6月11日～2017年3月31日)