

川内原子力発電所 火山活動のモニタリングにおける 平成28年熊本地震の影響について

平成28年6月21日
九州電力株式会社

余 白

モニタリングの評価結果〔熊本地震に伴う火山活動状況の変化〕

- 平成28年熊本地震前後の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、カルデラの活動状況を確認した。
- その結果、地殻変動及び地震活動において、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、地震発生以降、火山活動に起因する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	公的機関の評価 (気象庁：月間火山概況4月及び週間火山概況平成28年5月13日～5月19日を使用)		当社の評価 (国土地理院地殻変動F3解及び気象庁一元化処理震源データを使用)			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)		監視レベル	地殻変動	地震活動	
阿 蘇 カルデラ	阿蘇山 レベル2 〔熊本地震前後で 変化なし〕	・ 中岳第一火口では、4月16日8時30分にごく小規模な噴火が発生(噴煙100m)。 ・ 火山性微動の振幅は、4月30日からやや大きな状態で推移していたが、5月15日以降は小さくなっている。 ・ 地殻変動観測では、火山活動に伴う特段の変化は認められない。 ・ 熊本地震に伴う阿蘇山の火山活動に特段の活発化はみられない。	平 常	・ 熊本地震に伴う顕著な地殻変動が認められるものの、火山活動に起因する有意な変化は認められない。	・ 熊本地震の余震が多数認められるものの、火山活動に起因する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】 活火山であることに留意	・ 新燃岳の火山性地震は少ない状態で経過。火山性微動は観測されていない。 ・ 傾斜計では、火山活動に伴う特段の変化は認められない。	平 常	・ 熊本地震の影響と考えられる地殻変動が認められるものの、火山活動に起因する有意な変化は認められない。	・ 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	・ 4月に昭和火口では、51回(うち15回が爆発的噴火)、南岳山頂火口では1回の噴火を観測。 ・ 始良カルデラの膨張が継続(地殻変動)。 ・ 火山性地震及び火山性微動は少ない状態で経過。	注 意	・ 一部の基線で熊本地震の影響と考えられる地殻変動が認められるものの、火山活動に起因する有意な変化は認められない。	・ 同上	な し
阿 多 カルデラ	開聞岳、池田・山川 活火山であることに留意	・ 火山活動に特段の変化はなし。	平 常	・ 同上	・ 同上	な し
鬼 界	薩摩硫黄島 レベル1	・ 火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過。	平 常	・ 同上	・ 同上	な し

(参考1) 公的機関の評価 [気象庁月間火山概況及び週間火山概況]

火 山	月間火山概況4月	週間火山概況No. 21 (5月13日～19日)	備 考
阿蘇山	- 中岳第一火口では、16日08時30分にごく小規模な噴火が発生し、乳 白色の噴煙が最高で火口縁上100mまで上がった。 - 火山性微動の振幅は、概ね小さな状態で経過したが、4月30日にはやや大きくなった。	- 火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、1日あたり1,900トン(前回4月30日2,500トン)と多い状態。 - 火山性微動の振幅は、やや大きな状態で推移していたが、15日以降は小さくなっている。 - 孤立型微動は概ね多く、火山性地震は少ない状態。 - 地殻変動観測では、火山活動に伴う特段の変化は認められない。 4月14日以降、熊本県から大分県にかけて活発な地震活動(平成28年(2016年)熊本地震)が続いているが、これに伴う阿蘇山の火山活動に特段の活発化はみられない。	阿蘇カルデラ
霧島山 (新燃岳)	- 新燃岳付近を震源とする火山性地震が時々発生。 - GNSS連続観測によると、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地殻変動は、2015 年1月頃から停滞。一方、新燃岳周辺の一部の基線では、わずかな伸びの傾向が認められていたが、2015 年10 月頃から停滞。	- 火山性地震は少ない状態で経過。火山性微動は観測されていない。 - 傾斜計では、火山活動に特段の変化は認められない。	加久藤・小林 カルデラ
霧島山(御鉢)	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。	火山活動に特段の変化はなし。	
霧島山(えびの 高原周辺)	えびの高原(硫黄山)周辺では、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められないが、噴気地帯や熱異常域の拡大が続いている。	火山活動に特段の変化はなし。	
桜島	- 昭和火口では噴火を51回観測し、そのうち15回が爆発的噴火。南岳山頂火口では噴火を1回観測。 - 地殻変動観測では、始良カルデラの膨張が続いていることから、火山活動のさらなる活発化の可能性もあり、火山活動の推移に注意が必要。	- 昭和火口では、16日06時30分の噴火で噴煙が火口縁上3,500mまで上がった。爆発的噴火の発生はなし。南岳山頂火口では、13日16時38分の噴火で噴煙が火口縁上3,700mまで上がった。 - 火山性地震及び火山性微動は少ない状態で経過。 - 火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、1日あたり300トン(前回2日500トン)とやや少ない状態。 - 赤外熱映像装置による現地調査では特段の変化はなし。	始良カルデラ
開聞岳	火山活動に特段の変化はなし。	火山活動に特段の変化はなし。	阿多カルデラ
池田・山川	火山活動に特段の変化はなし。	火山活動に特段の変化はなし。	
薩摩硫黄島	火山活動に特段の変化はなく、静穏に経過しており、火口周辺に影響を及ぼす噴火の兆候は認められない。	火山活動に特段の変化はなし。	鬼界

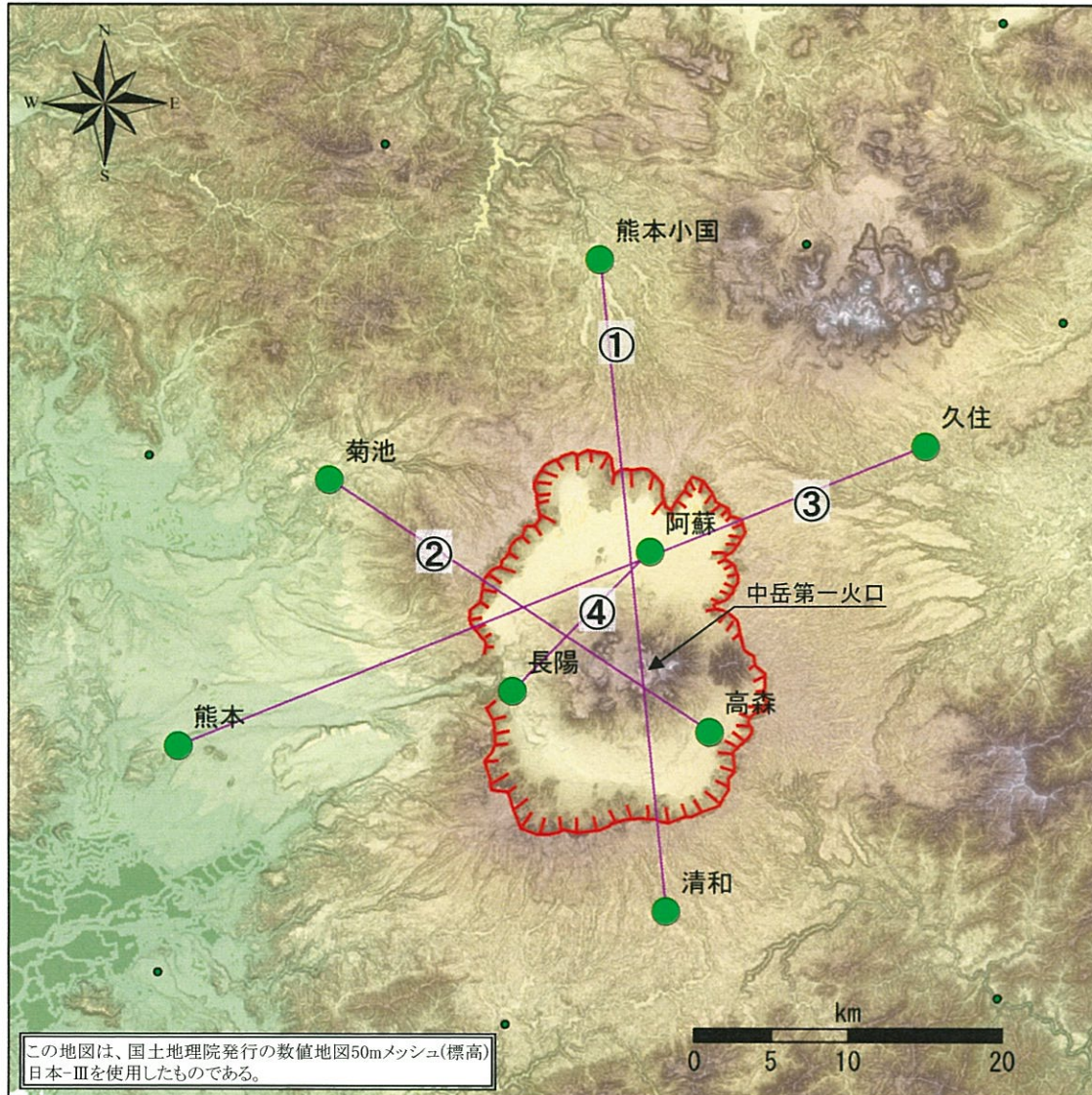
(参考2) 地殻変動と地震活動の状況

* 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。

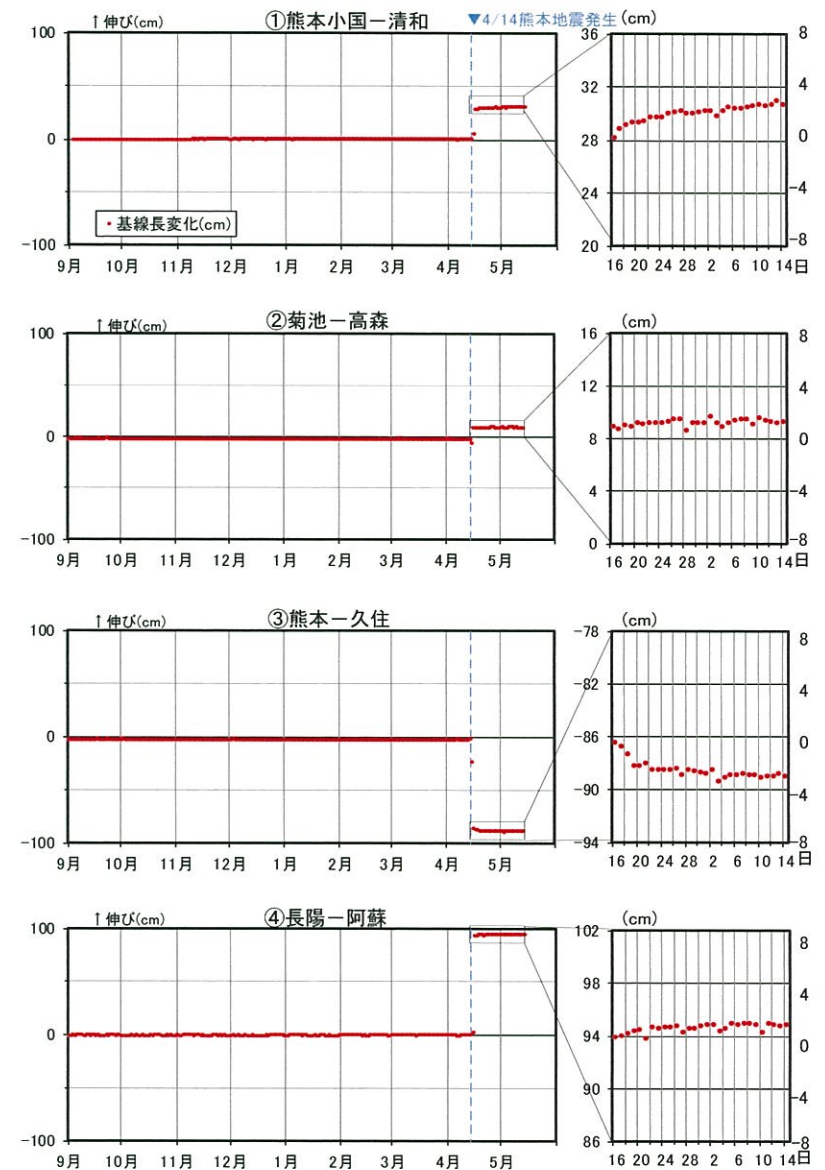
① 阿蘇カルデラ [地殻変動: GNSS連続観測による基線長変化]

- 全ての基線において、熊本地震に伴う数十cmの地殻変動と余効変動※が認められるものの、それらの変動は概ね収束傾向にある。

※ 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

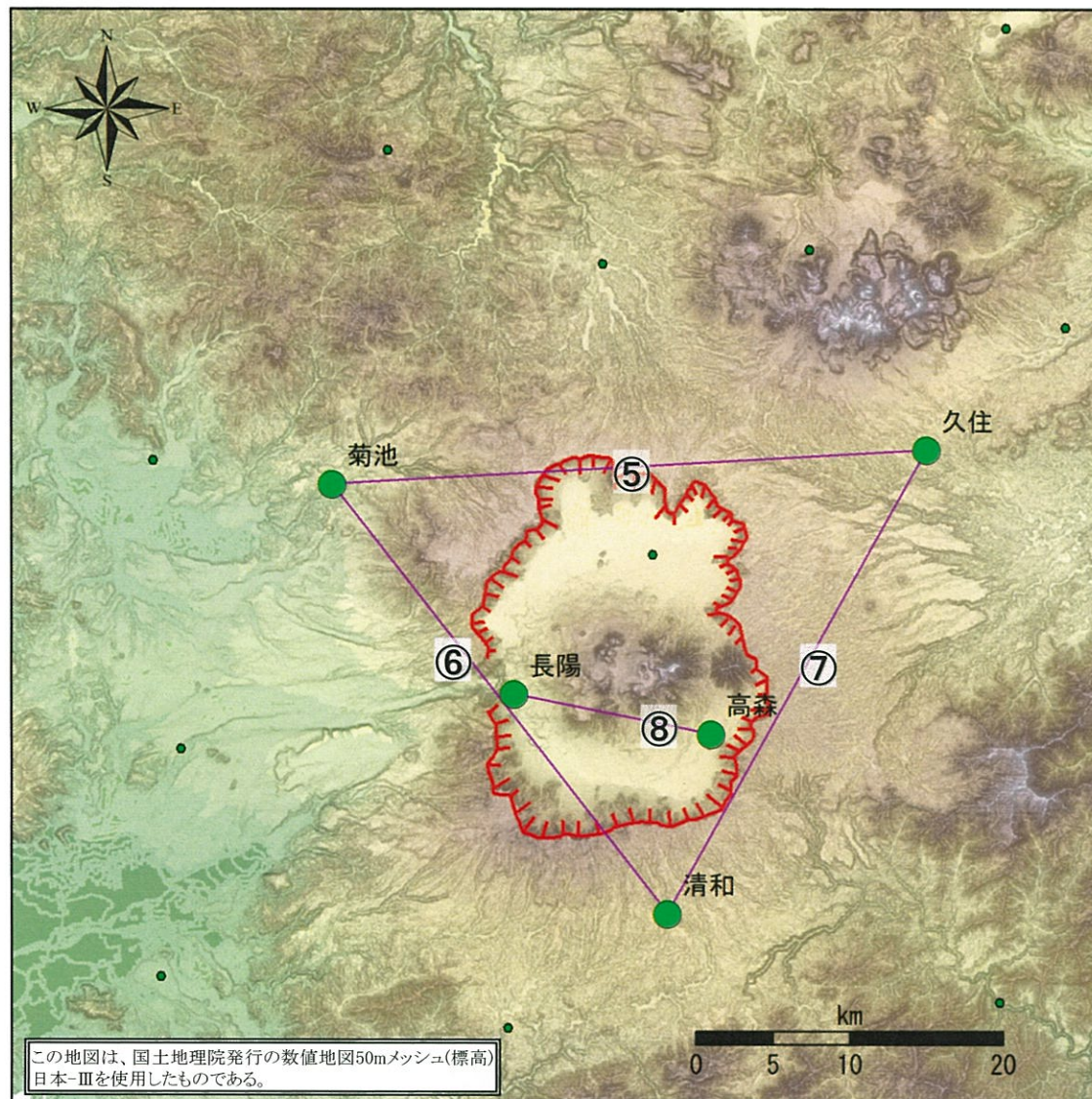


● 2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点

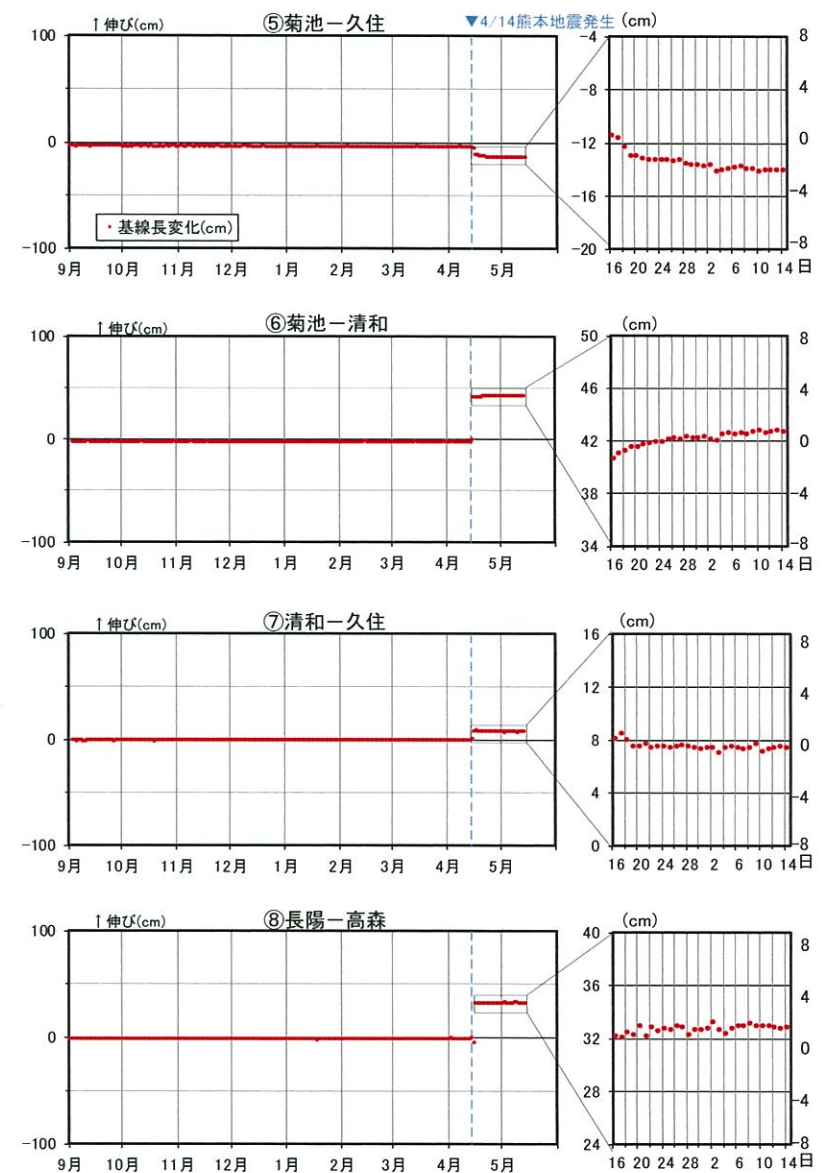


GNSS連続観測(F3解)による基線長変化【2015年9月1日～2016年5月14日】

① 阿蘇カルデラ [地殻変動: GNSS連続観測による基線長変化]



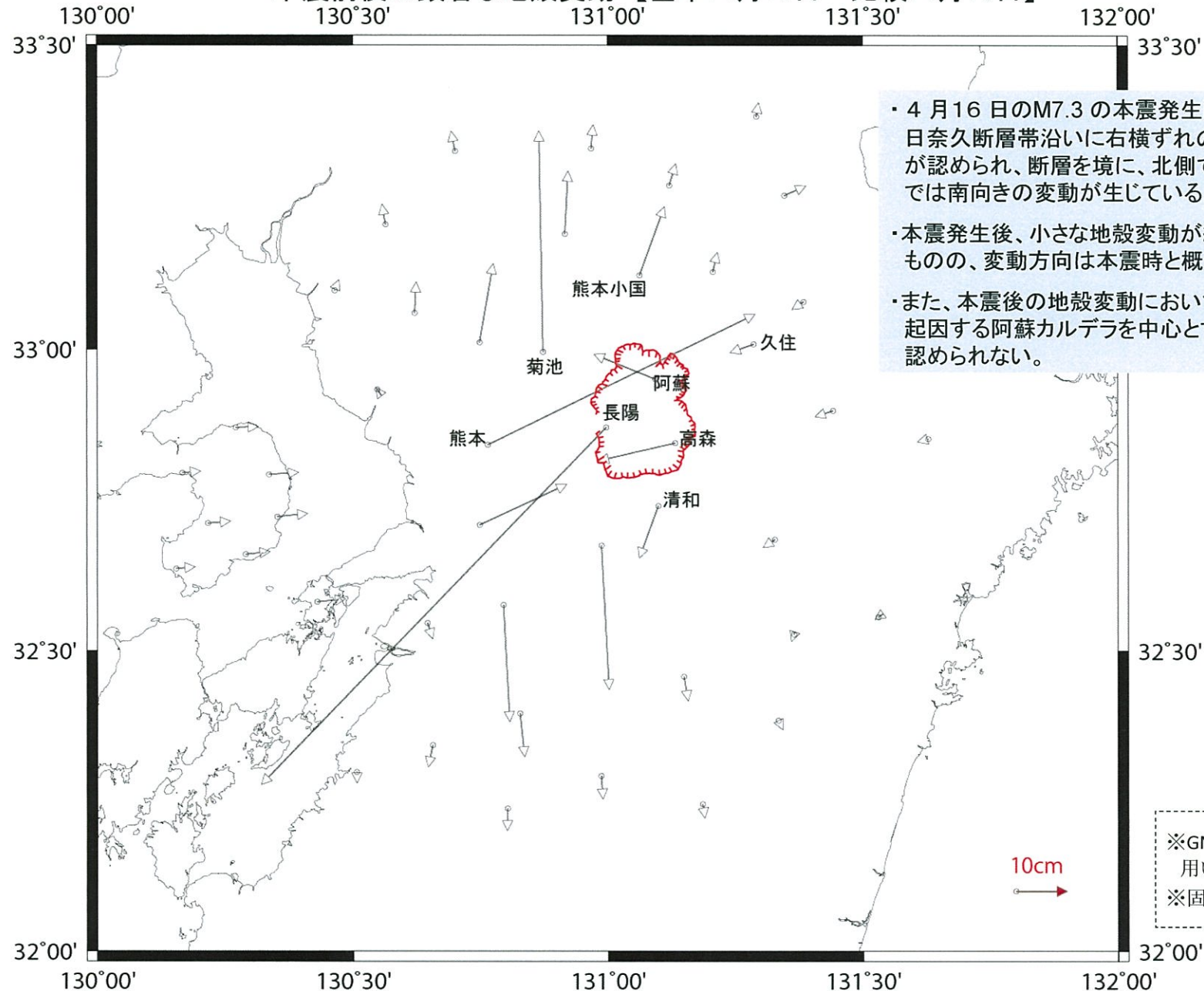
● 2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点



GNSS連続観測 (F3解) による基線長変化【2015年9月1日～2016年5月14日】

① 阿蘇カルデラ [地殻変動: 水平変位ベクトル]

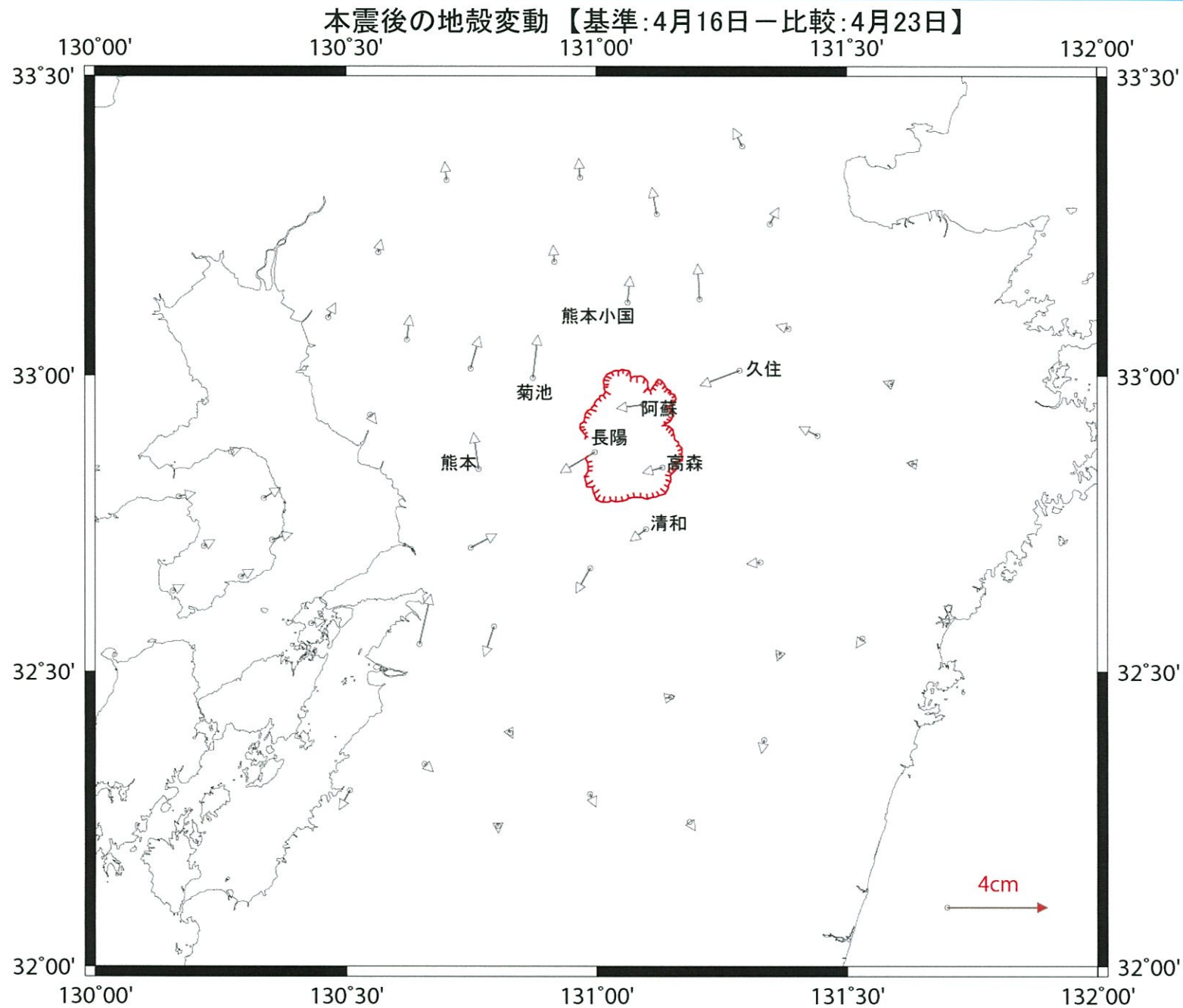
本震前後の顕著な地殻変動【基準: 4月15日ー比較: 4月16日】



- ・ 4月16日のM7.3の本震発生に伴って、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。
- ・ 本震発生後、小さな地殻変動が継続して見られるものの、変動方向は本震時と概ね調和的である。
- ・ また、本震後の地殻変動においては、火山活動に起因する阿蘇カルデラを中心とする有意な変動は認められない。

※GNSS連続観測のF3解を用いて作図
※固定点は「三隅」

① 阿蘇カルデラ [地殻変動: 水平変位ベクトル]

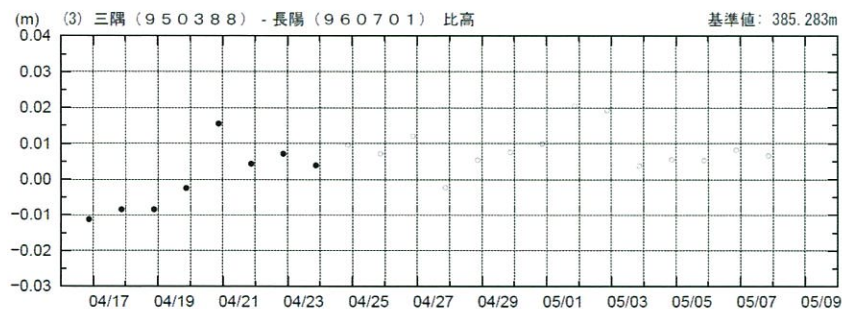
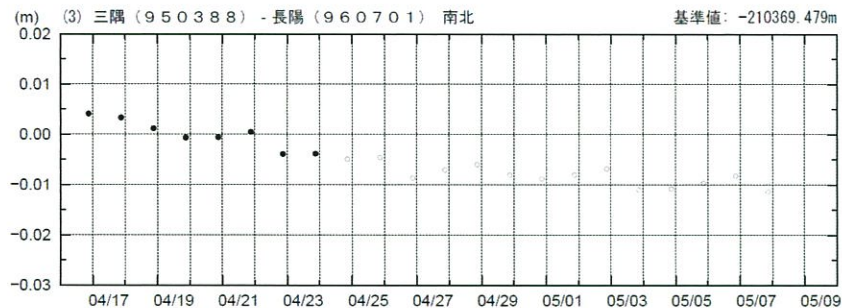
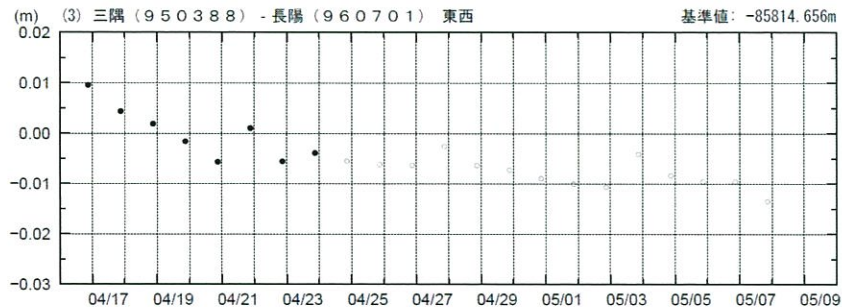


(補足1) 国土地理院: 平成28年熊本地震に関する情報

三隅 (950388) - 長陽 (960701)

基線変化グラフ

期間: 2016/04/16-2016/05/07 JST



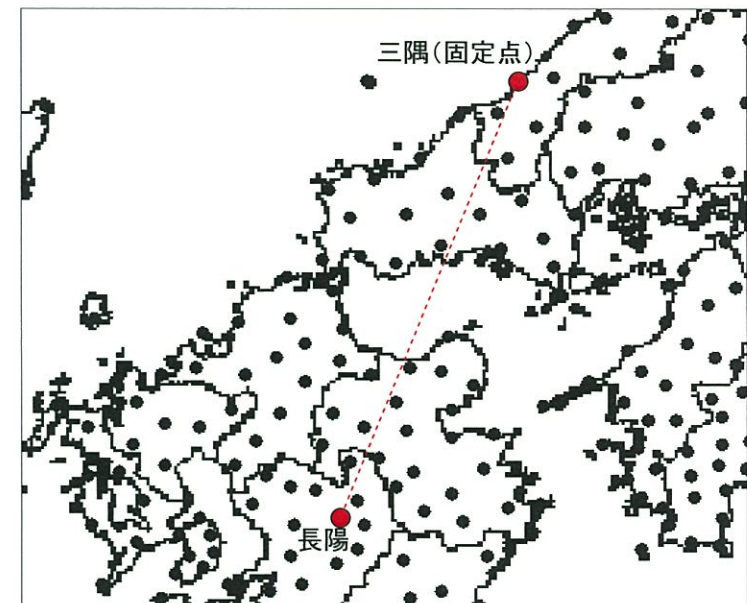
●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

国土地理院

平成28年熊本地震の本震(M7.3)後の地殻変動について
(国土地理院HPより引用)

4月16日(M7.3)の本震発生後、震源域周辺の電子基準点では、小さな地殻変動が継続して見られています。その大きさは地震発生後10日間で最大で2 cm程度ですが、1日あたりの変動量は徐々に小さくなっています。

地震後に地殻変動が継続する現象は、大規模な地震の後によく見られます。余震に伴う変動に加え、地震の震源域あるいはその周辺で発生する断層面の滑りが原因の一つとして考えられています。

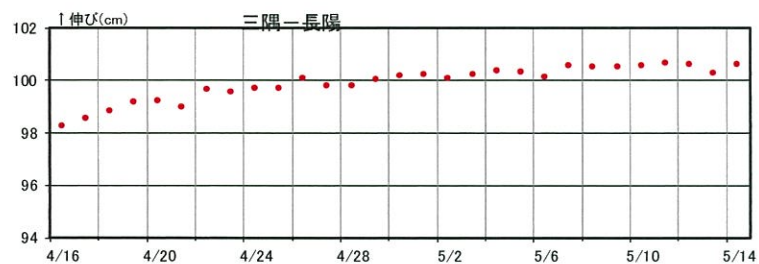
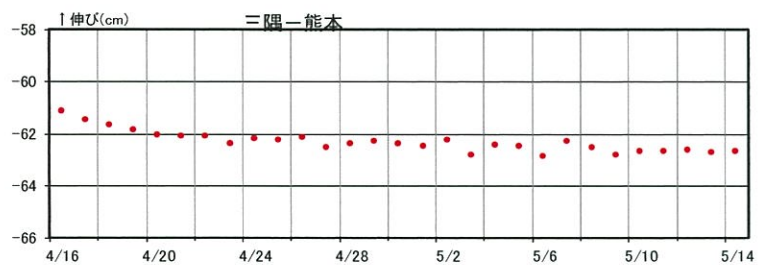
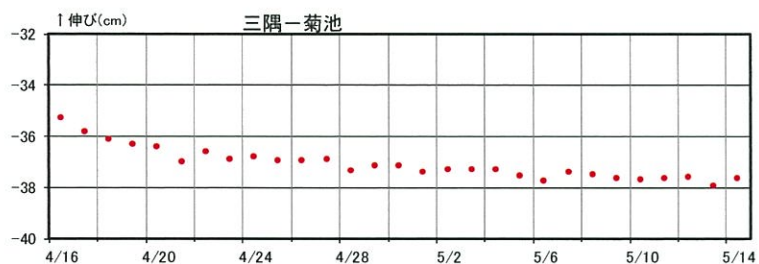
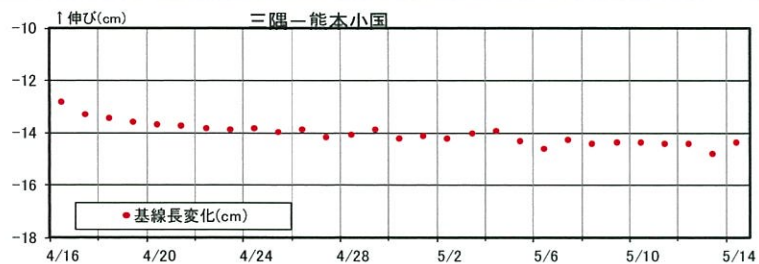


電子基準点の位置図

(九州電力にて作成)

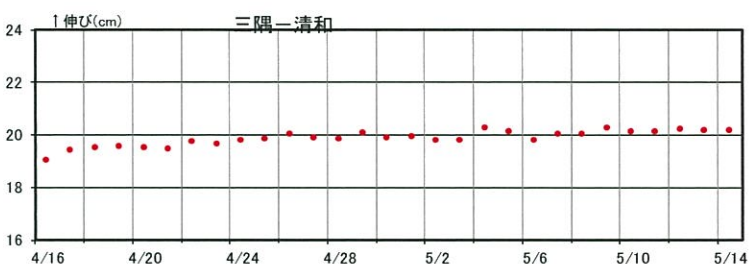
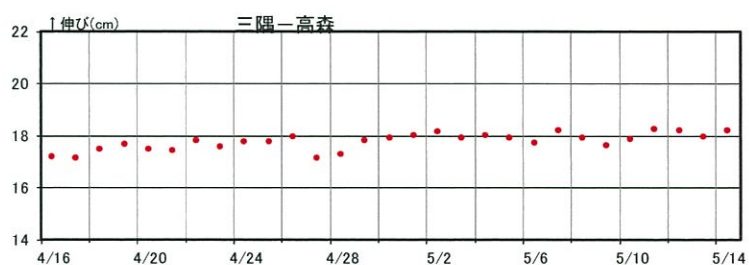
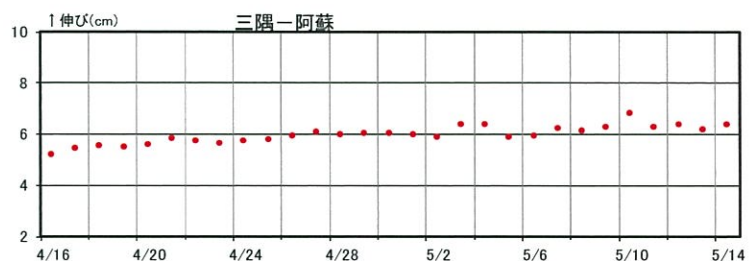
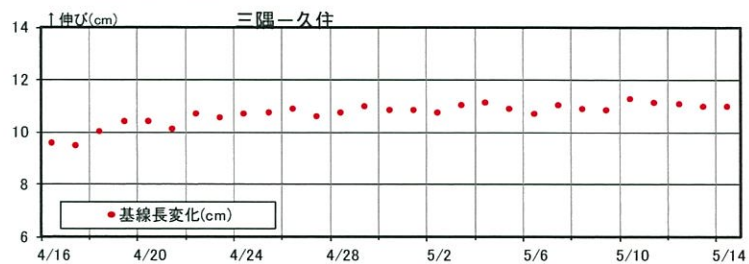
① 阿蘇カルデラ [地殻変動: 各観測点の基線長変化]

- 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おり、概ね収束傾向にある。



GNSS連続観測(F3解)による基線長変化【2016年4月16日～5月14日】

※「固定点」三隅



(補足2) 国土地理院: 平成28年4月の地殻変動について

平成28年熊本地震の震源断層モデル (暫定)

SAR (だいち2号) 及び GNSS で観測された地殻変動から、布田川断層帯および日奈久断層帯に沿った位置に震源断層が推定された。布田川断層帯では北西傾斜の断層面とその東側延長に南東傾斜の断層面、日奈久断層帯では北西傾斜の断層面で、それぞれ右横ずれ的な動きが生じたと推定される。

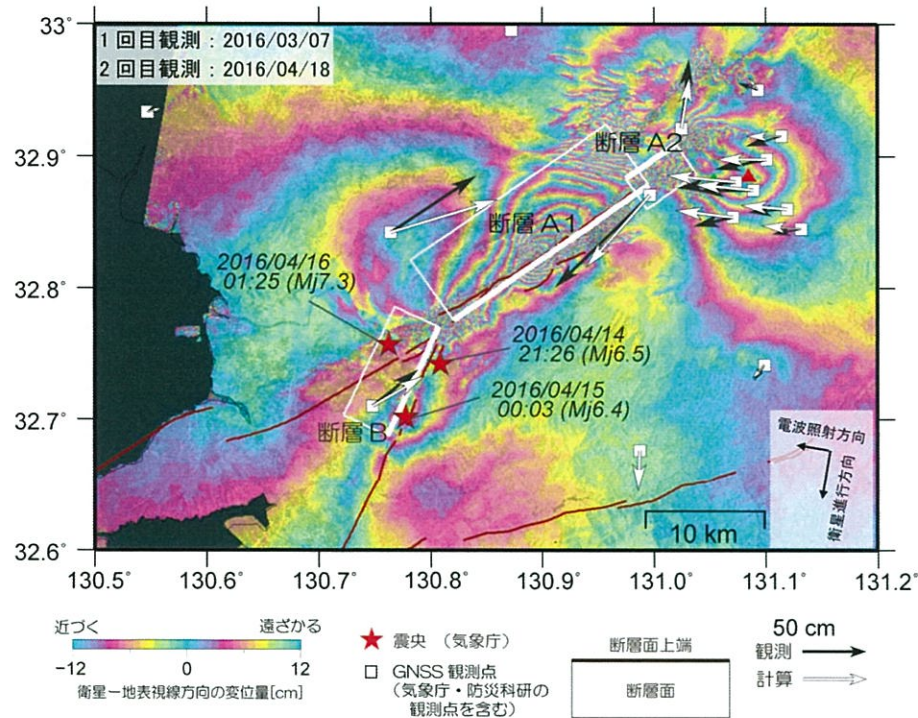


図1 干渉 SAR (観測値) と GNSS (観測値・計算値)

	経度 [°]	緯度 [°]	上端深さ [km]	長さ [km]	幅 [km]	走向 [°]	傾斜 [°]	滑り角 [°]	滑り量 [m]	M _w
断層 A1	130.996	32.878	0.6	20.0	12.5	235	60	209	4.1	6.96
断層 A2	130.975	32.883	0.2	5.1	6.6	56	62	178	3.8	6.36
断層 B	130.807	32.770	0.8	10.2	13.0	205	72	176	2.7	6.65

※矩形断層3枚での推定結果。位置は断層の左上端を示す。

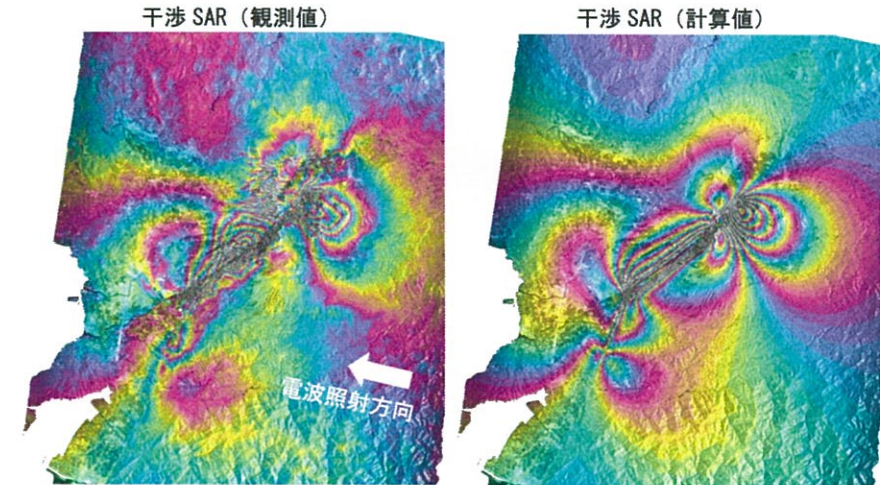


図2 (左) 干渉 SAR 画像。1 回目観測: 2016/03/07 2 回目観測: 2016/04/18 (右) 震源断層モデルから予想される干渉画像

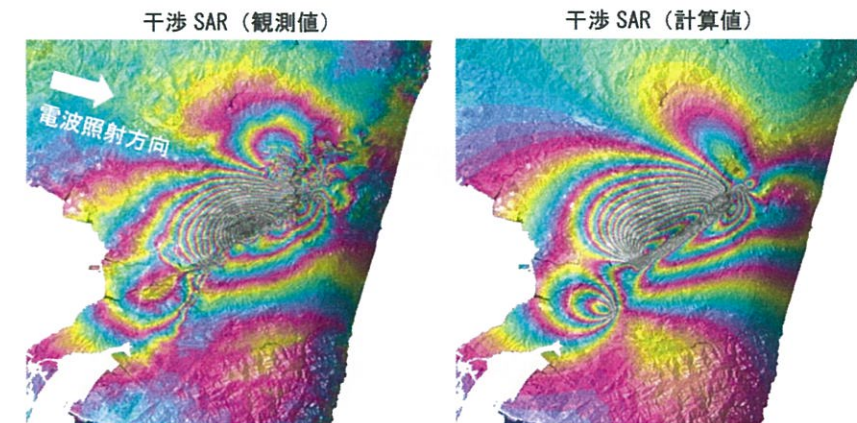
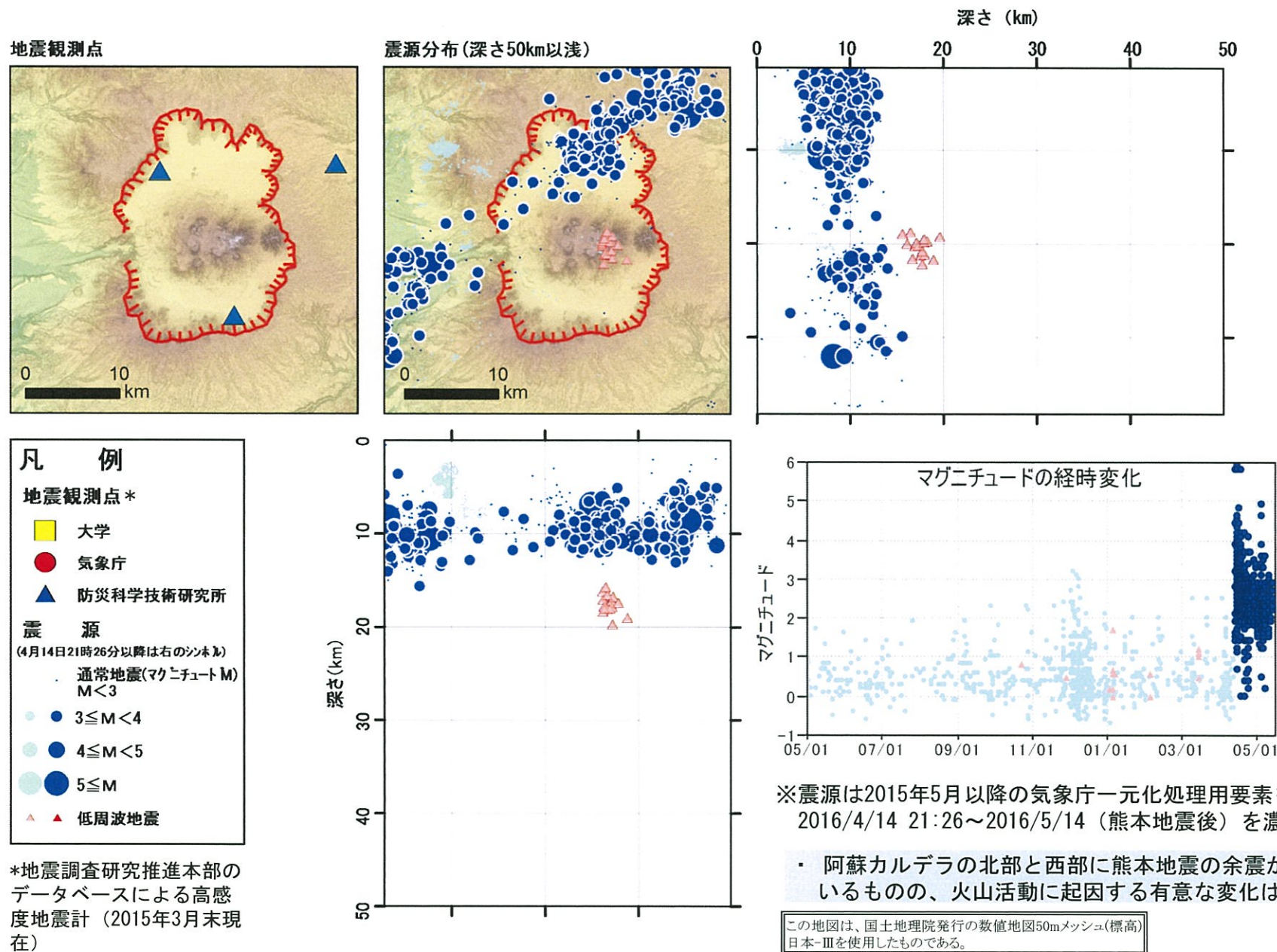


図3 (左) 干渉 SAR 画像。1 回目観測: 2015/01/14 2 回目観測: 2016/04/20 (右) 震源断層モデルから予想される干渉画像

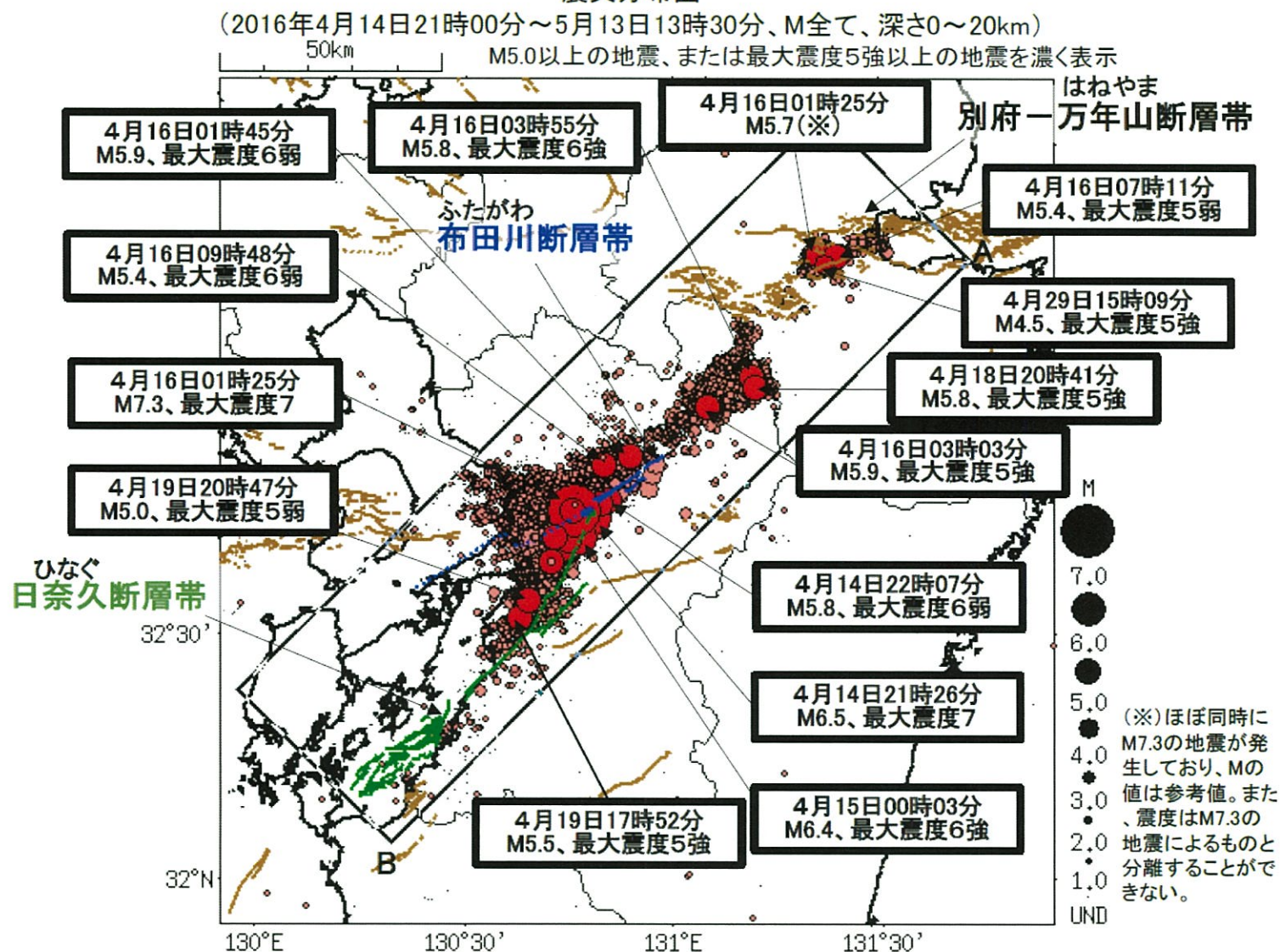
余 白

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]

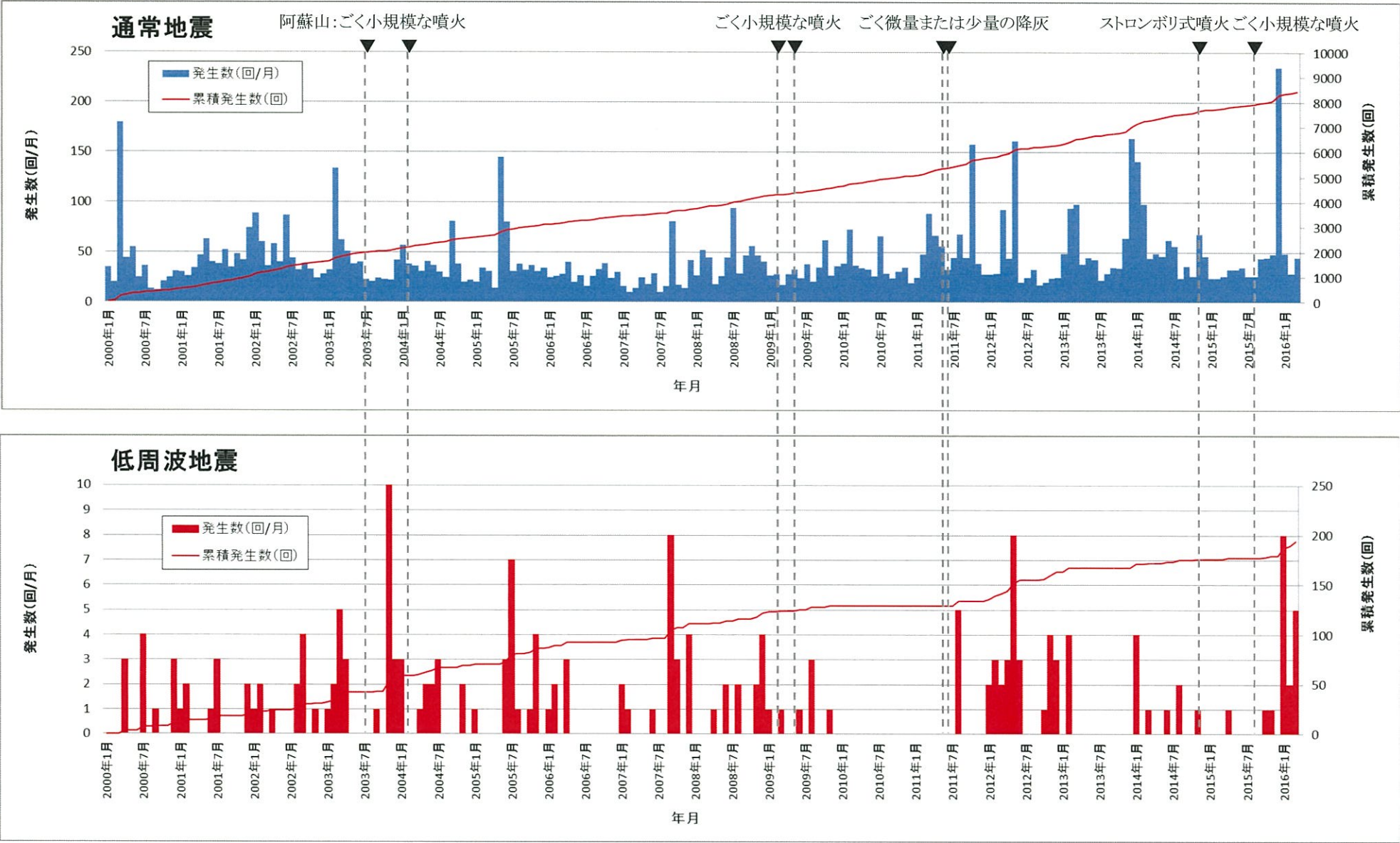


(補足3) 気象庁:「平成28年(2016年)熊本地震」について

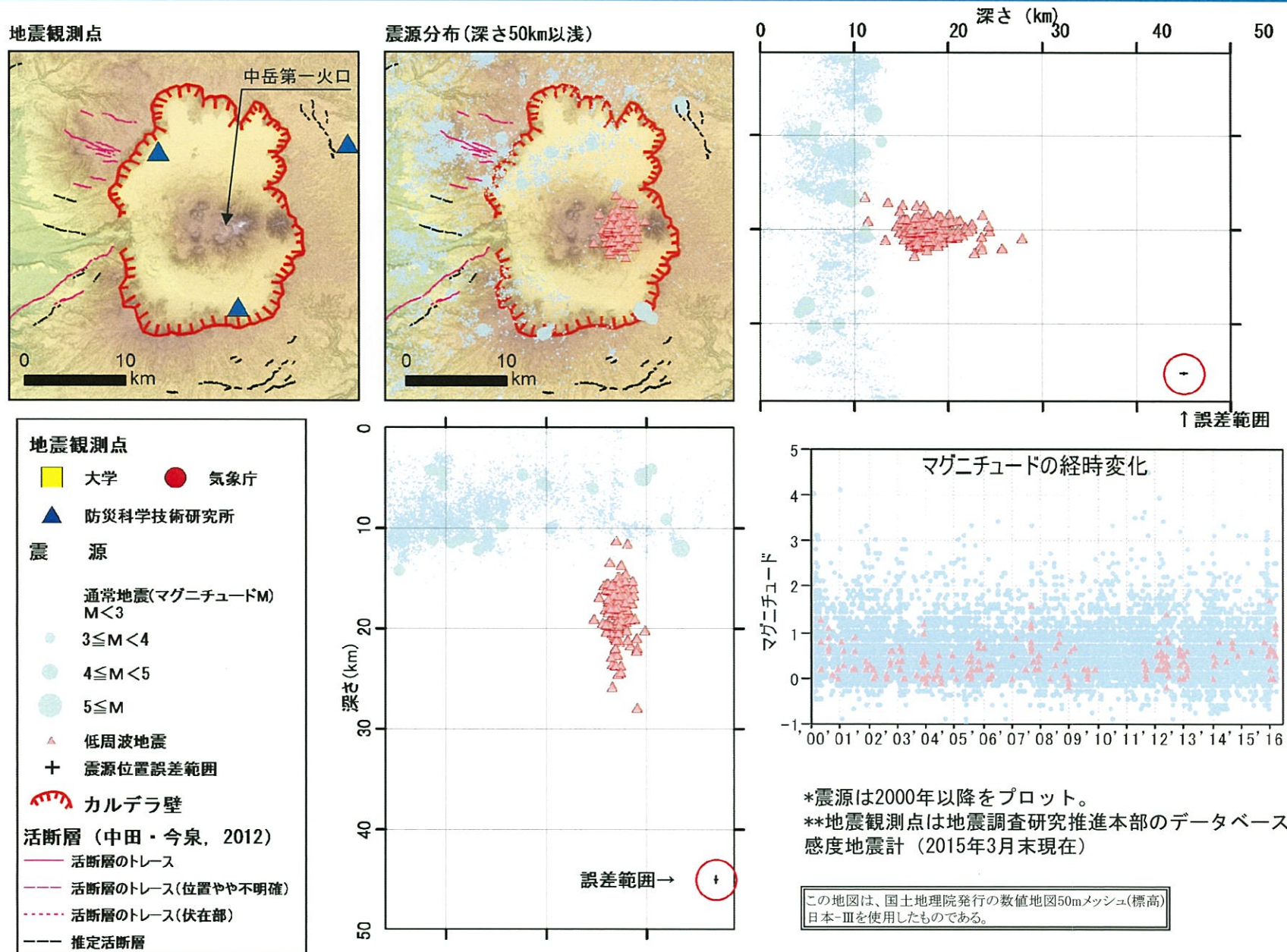
「平成28年(2016年)熊本地震」 熊本県から大分県にかけての地震活動の状況 (5月13日13時30分現在) 震央分布図



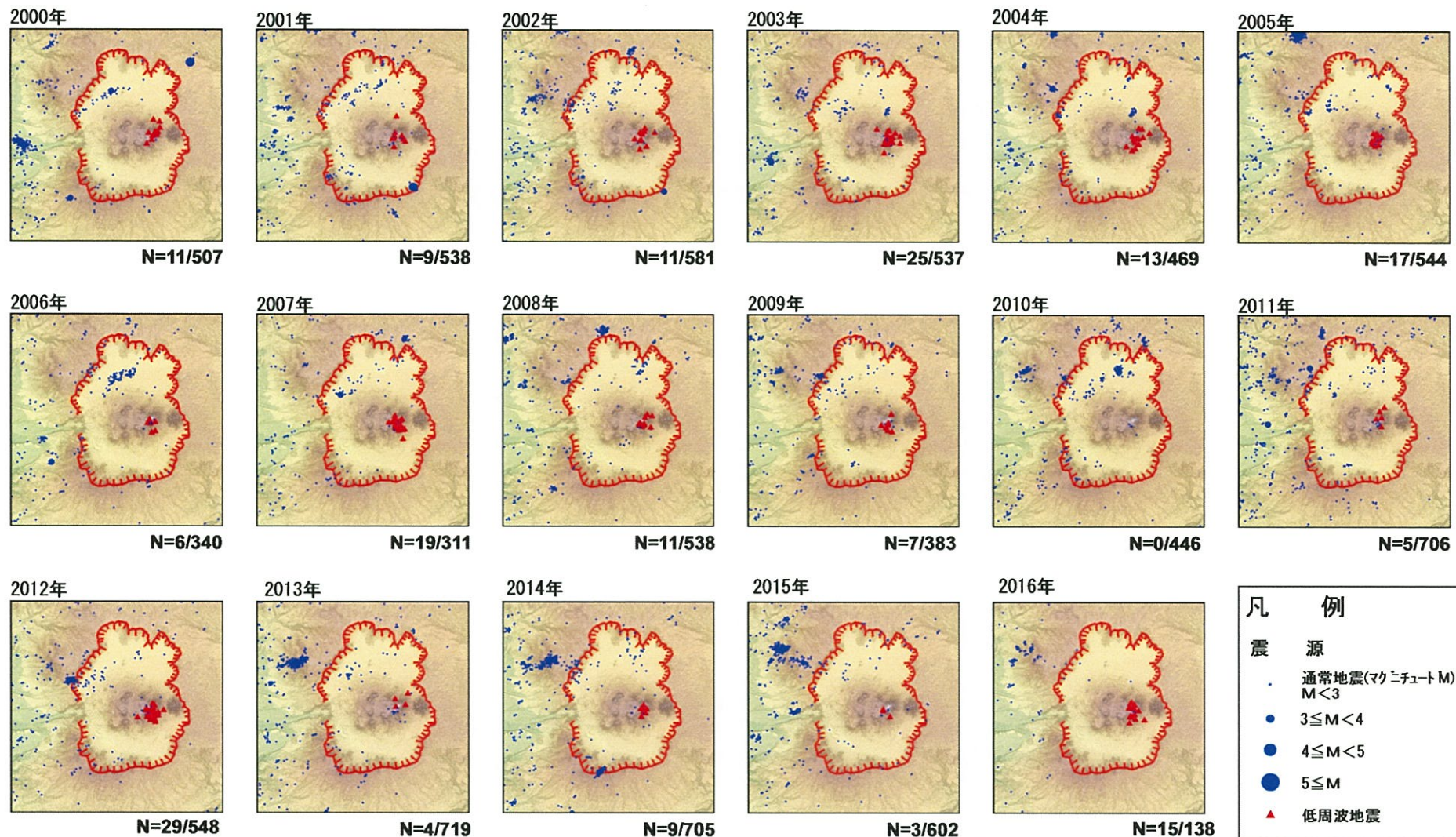
① 阿蘇カルデラ [地震活動:2000年以降の地震発生数の推移]



① 阿蘇カルデラ [地震活動:震源分布とマグニチュードの経時変化]



① 阿蘇カルデラ [地震活動: 2000年以降の地震発生数の推移]



*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

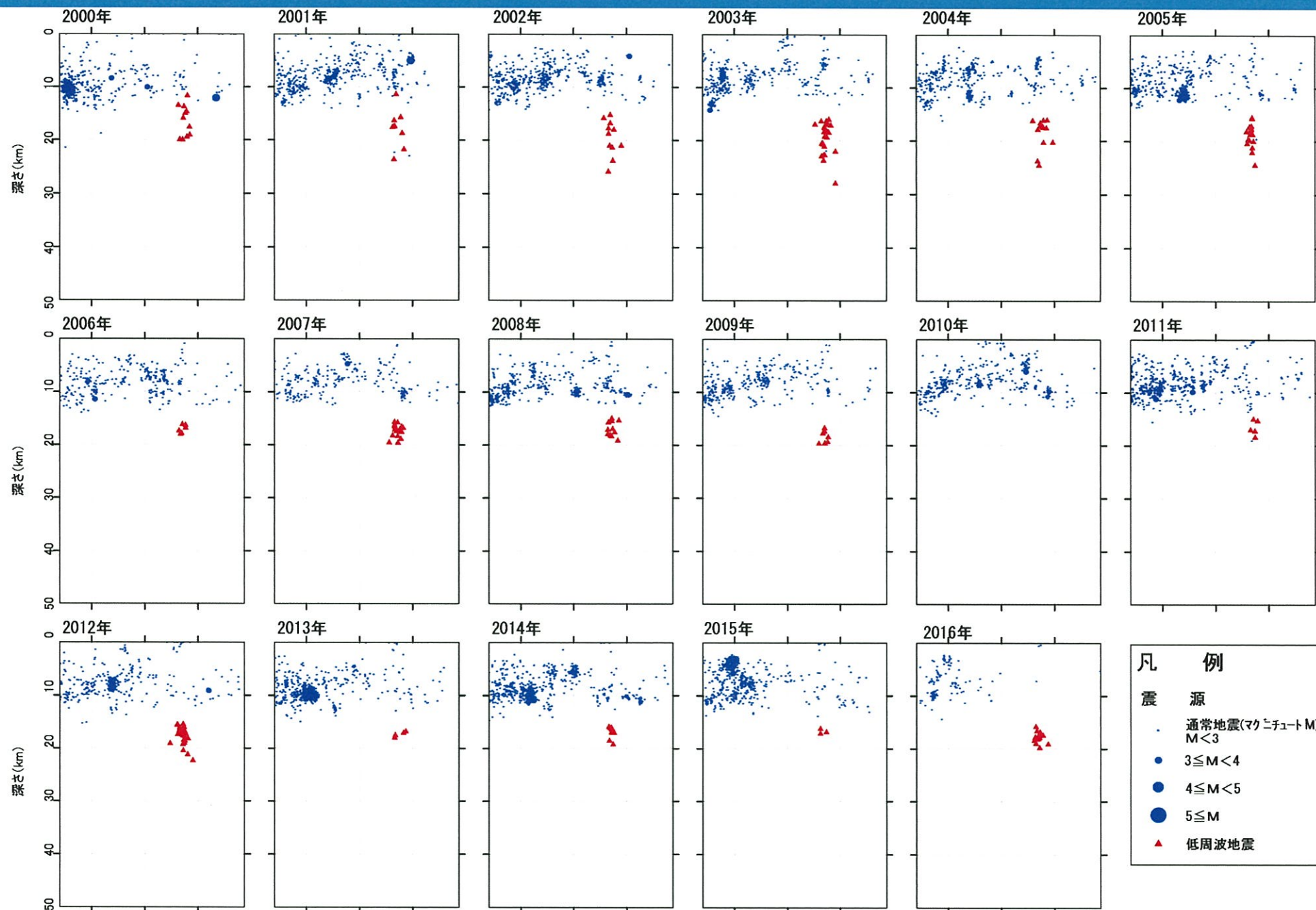
この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-IIIを使用したものである。

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

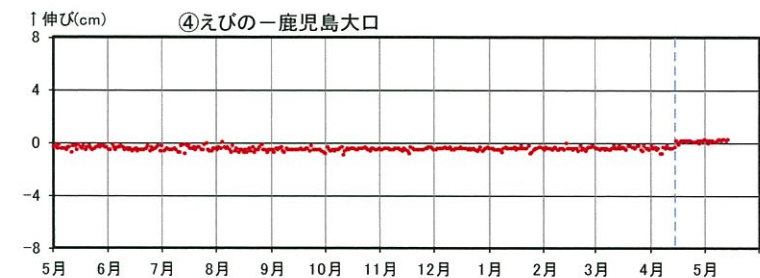
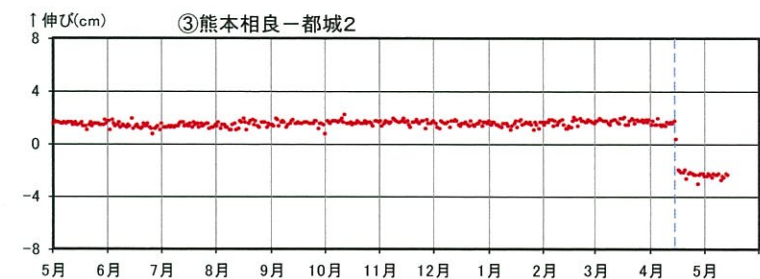
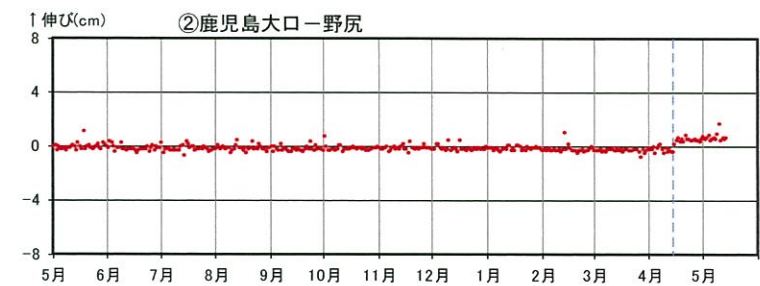
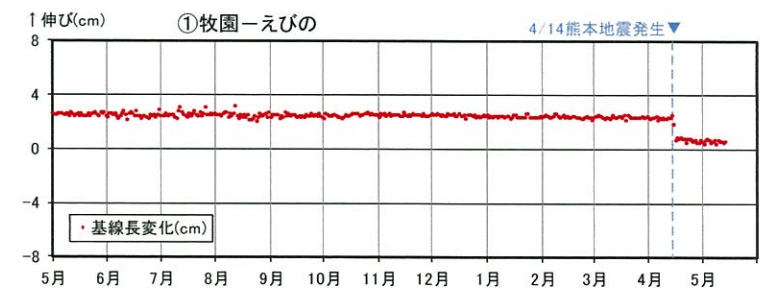
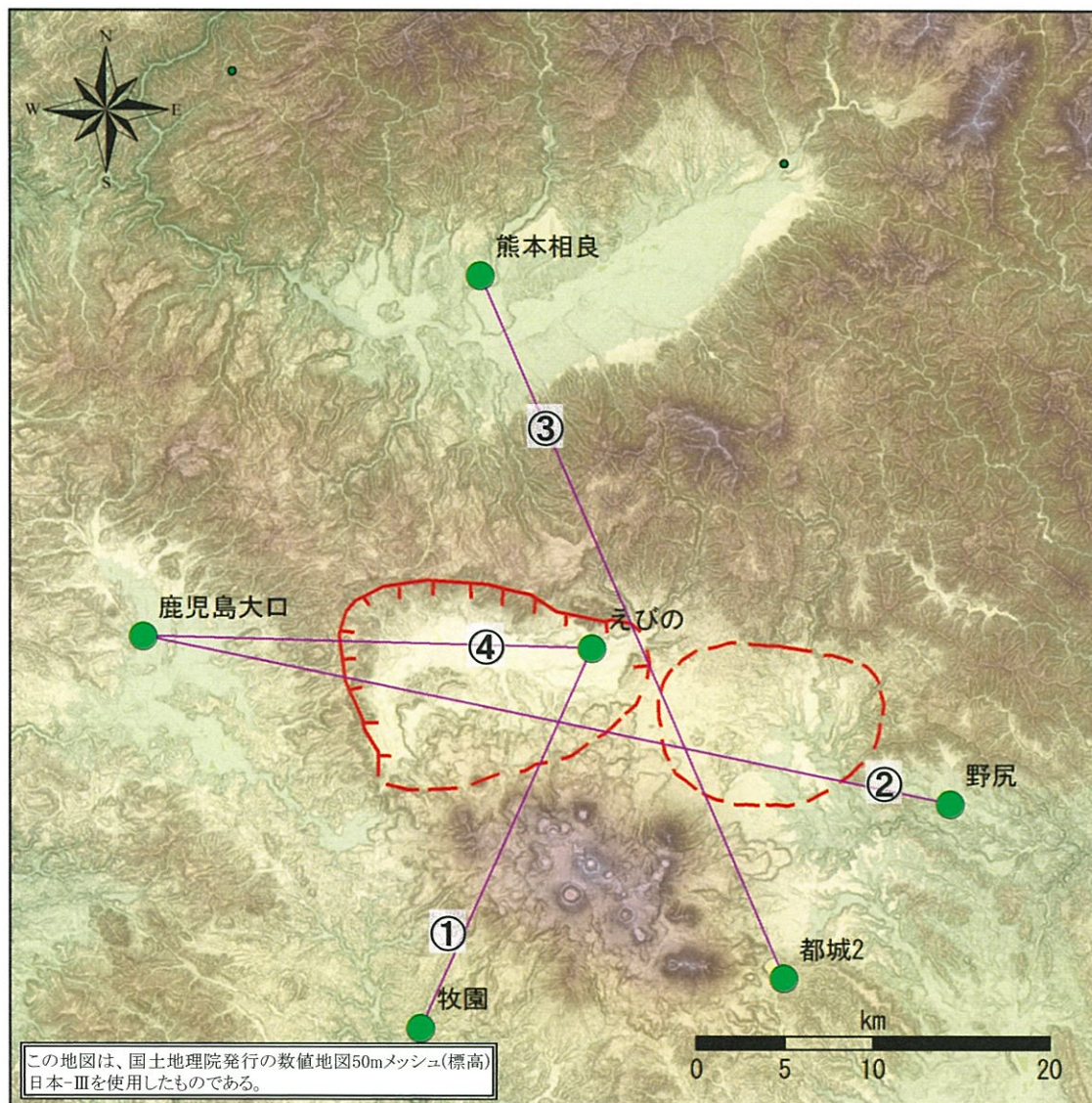
2011年5月15日～6月9日 ごく少量の火山灰を放出
 2011年6月15日 ごく少量の降灰
 2014年11月25日～5月21日 ストロンボリ式噴火
 2015年8月8日 ごく小規模な噴火
 2015年9月14日～10月23日 連続的な噴火
 2015年12月25日 空振を伴う噴火

① 阿蘇カルデラ [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 [地殻変動: GNSS連続観測による基線長変化]

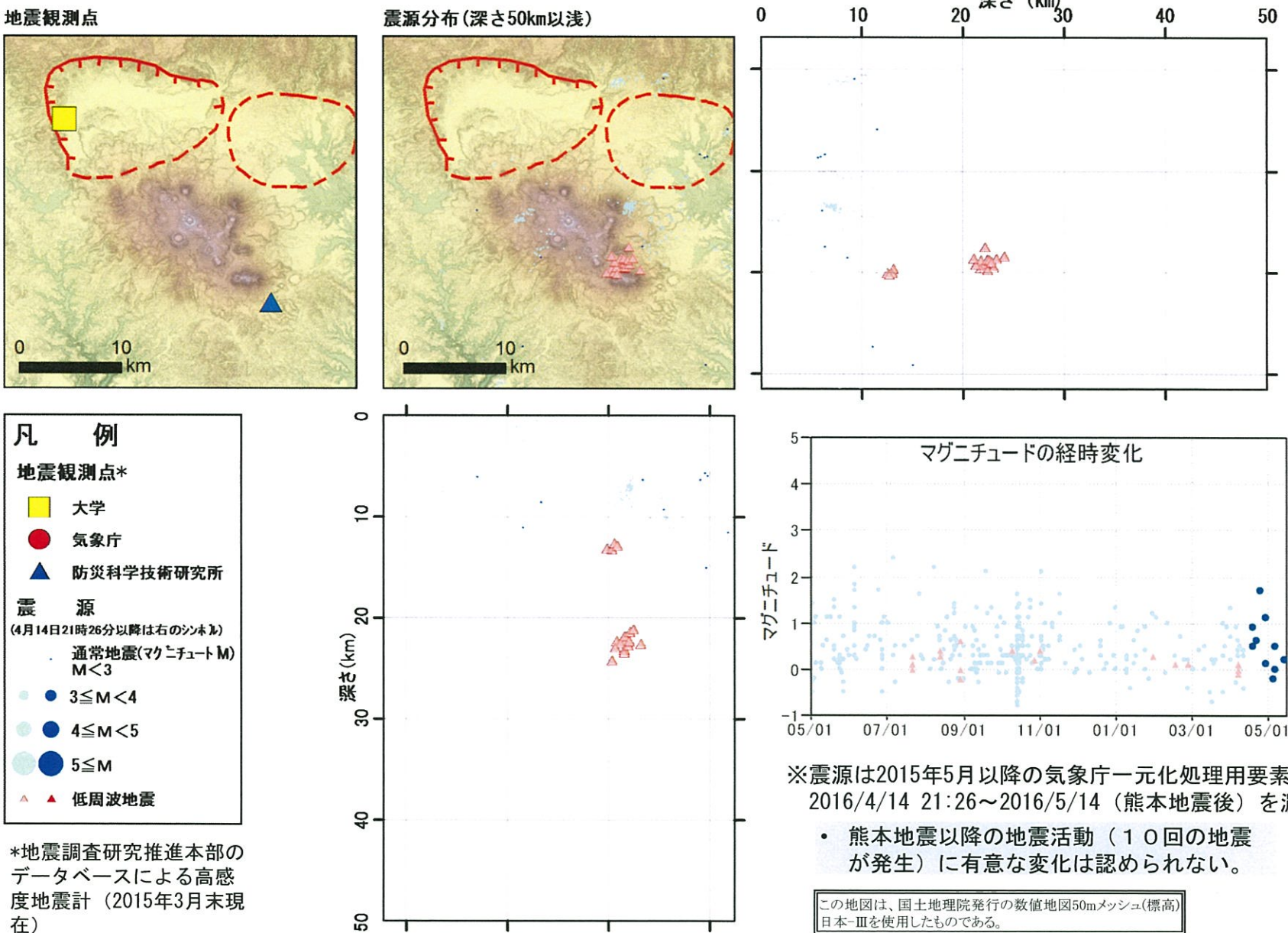
- 全ての基線において、熊本地震の影響と考えられる数cm程度の地殻変動が認められるものの、火山活動に起因する有意な変化は認められない。



GNSS連続観測 (F3解) による基線長変化【2015年5月1日～2016年5月14日】

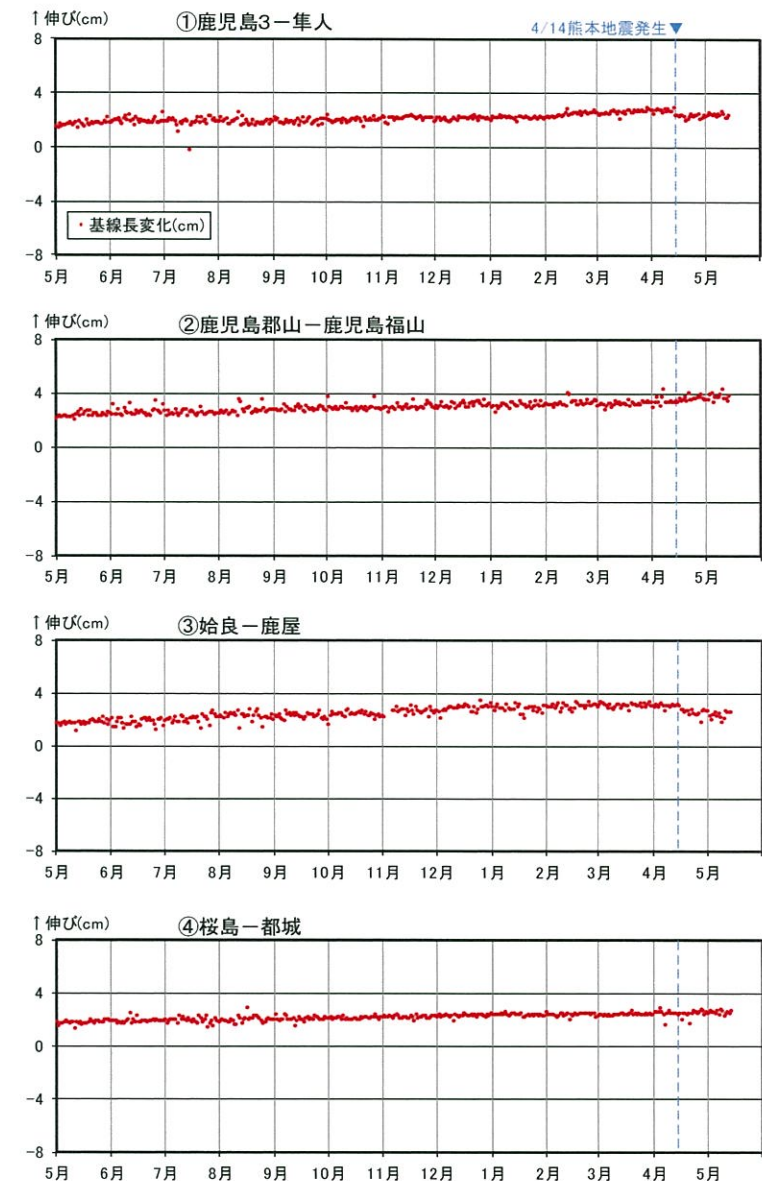
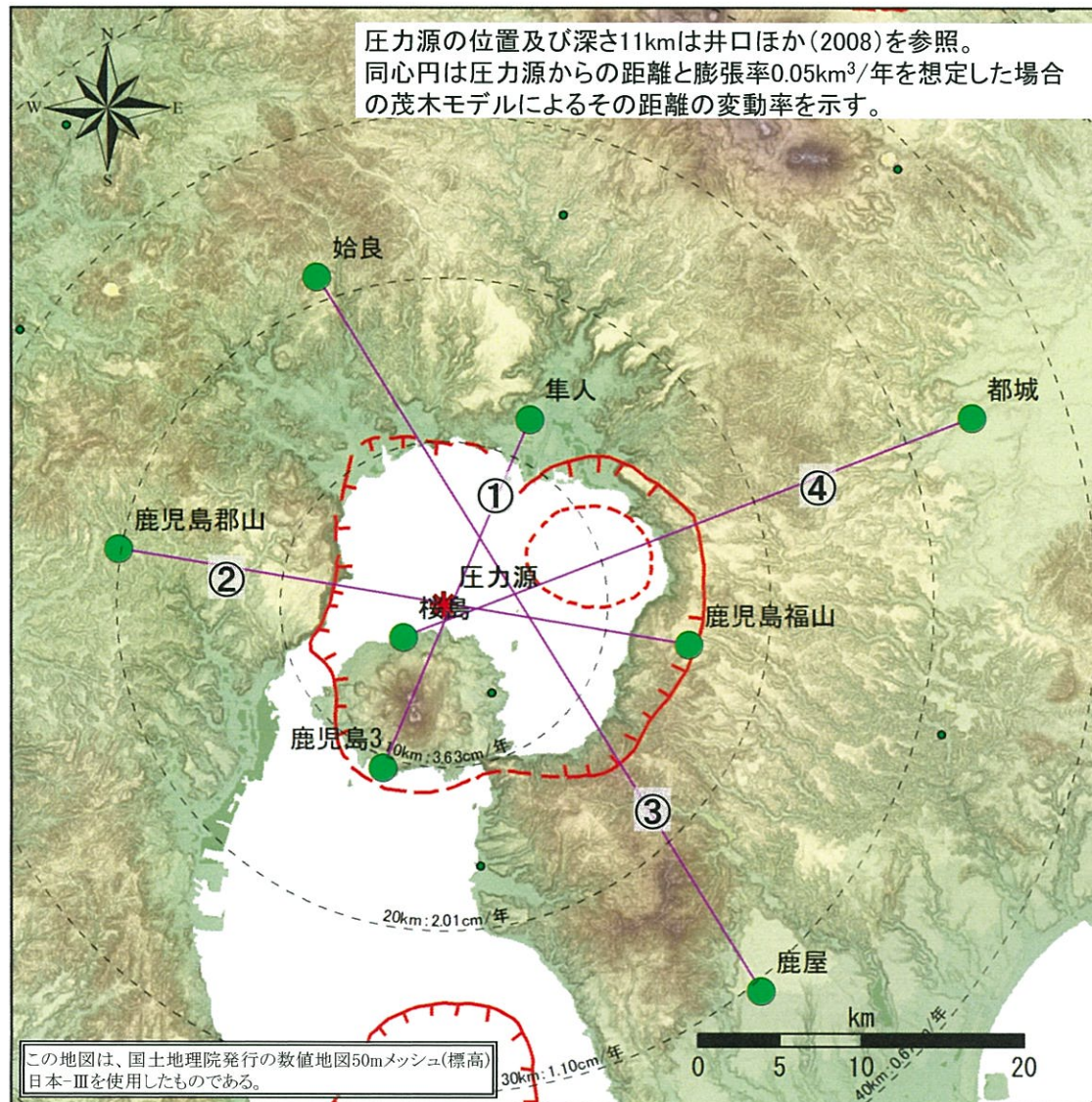
- 2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点

② 加久藤・小林カルデラ [地震活動:震源分布とマグニチュードの経時変化]



③ 始良カルデラ [地殻変動: GNSS連続観測による基線長変化]

- ・ 南北方向の基線(①, ③)において、熊本地震の影響と考えられる地殻変動が認められるものの、全ての基線において、火山活動に起因する有意な変化は認められない。

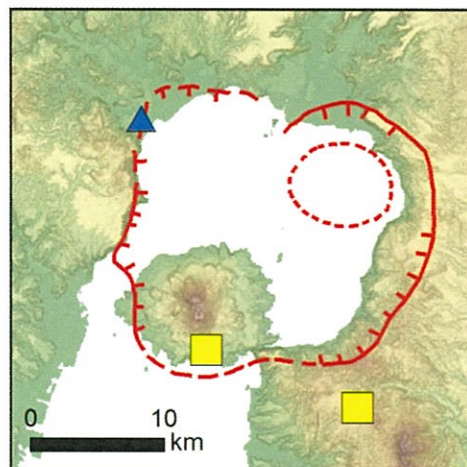


GNSS連続観測 (F3解) による基線長変化【2015年5月1日～2016年5月14日】

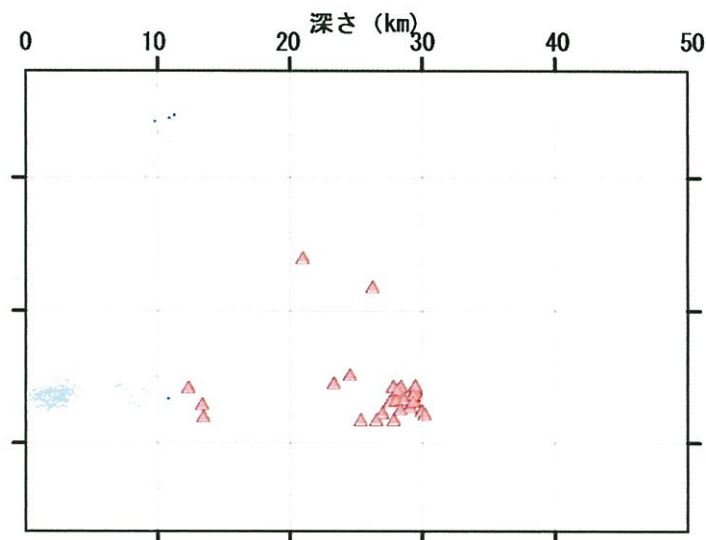
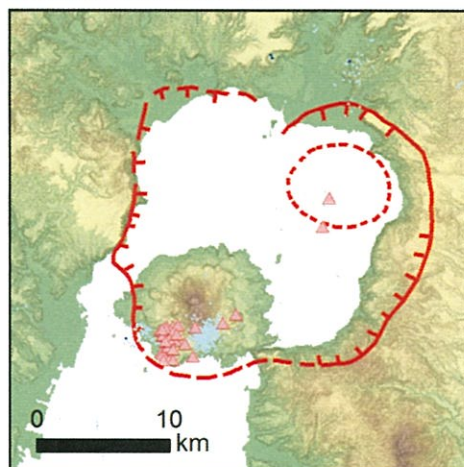
● 2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点

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)



凡 例

地震観測点*

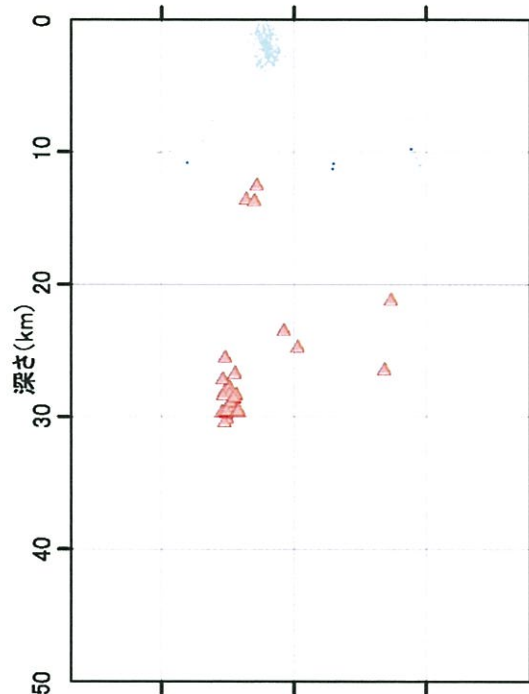
- 大学
- 気象庁
- ▲ 防災科学技術研究所

震 源

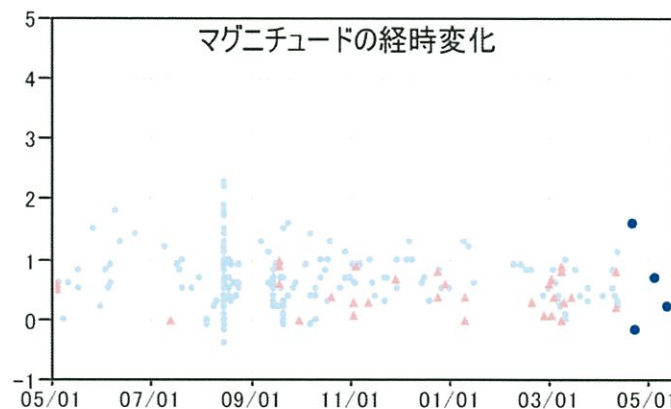
(4月14日21時26分以降は右のシンボル)

- 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

*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)



マグニチュード



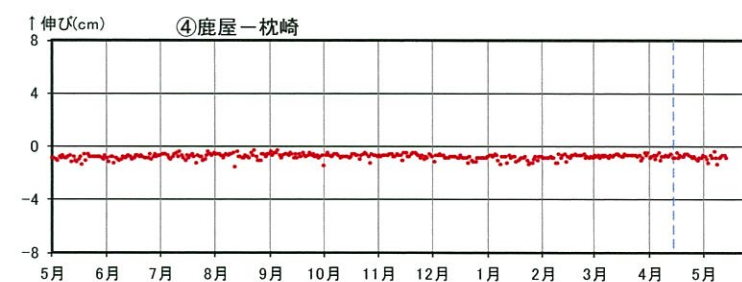
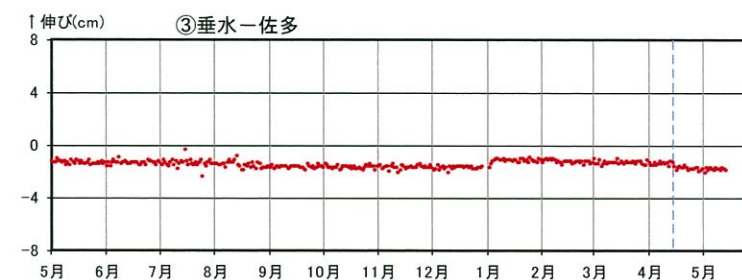
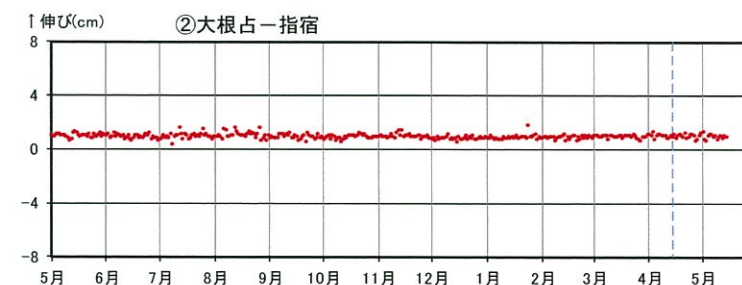
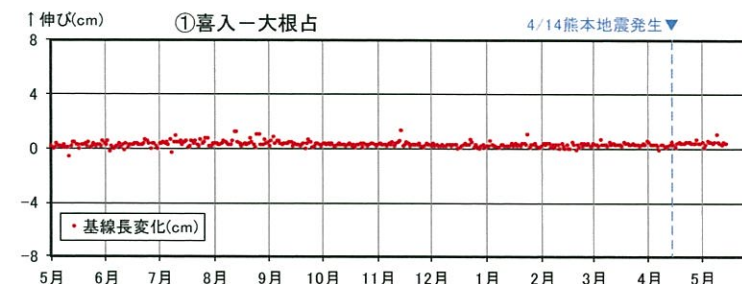
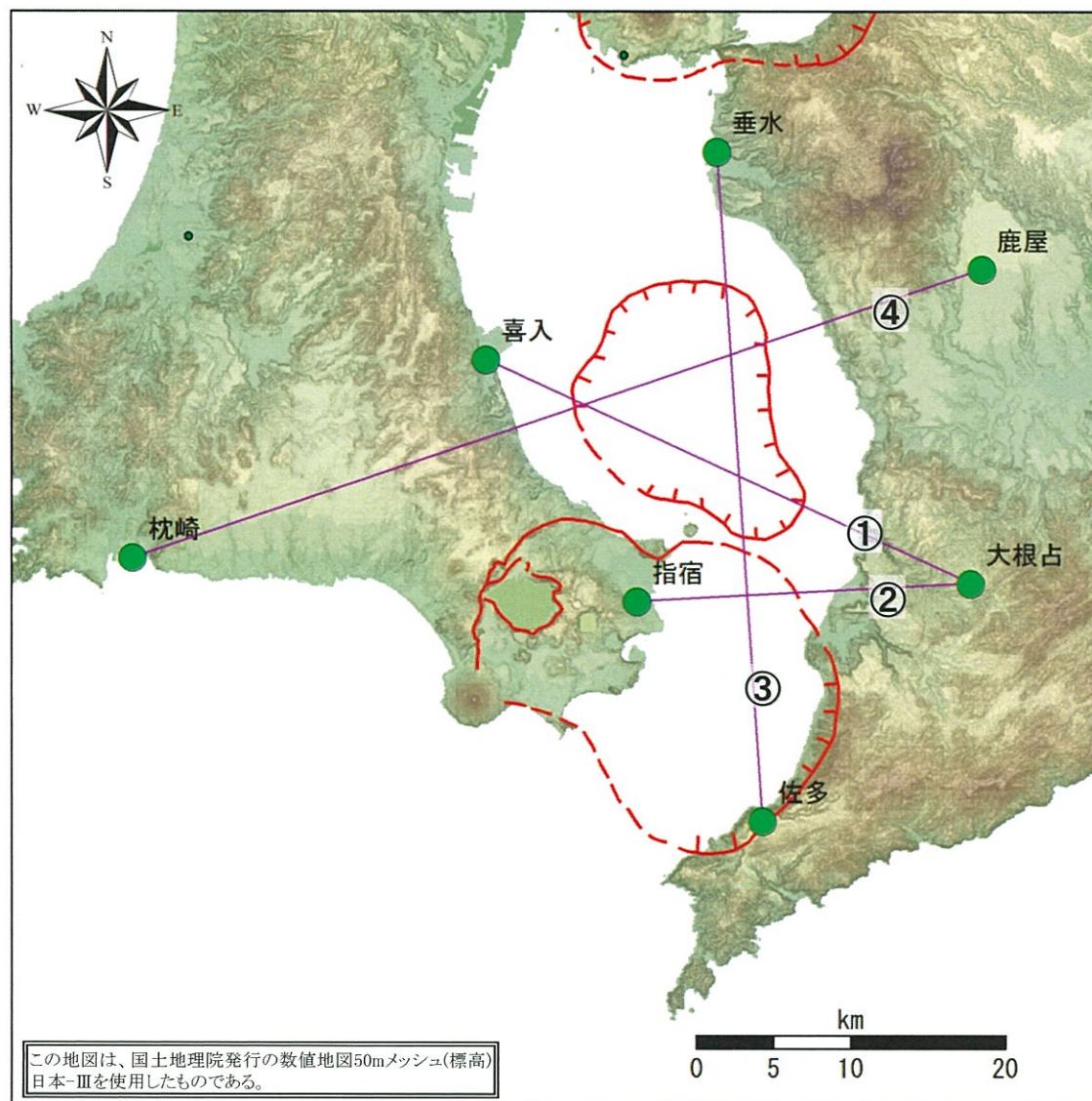
※震源は2015年5月以降の気象庁一元化処理用要素をプロット
2016/4/14 21:26~2016/5/14 (熊本地震後) を濃色表示

- ・ 熊本地震以降の地震活動 (4回の地震が発生) に有意な変化は認められない。

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 [地殻変動: GNSS連続観測による基線長変化]

- ・南北方向の基線(③)において、熊本地震の影響と考えられる地殻変動が認められるものの、全ての基線において、火山活動に起因する有意な変化は認められない。

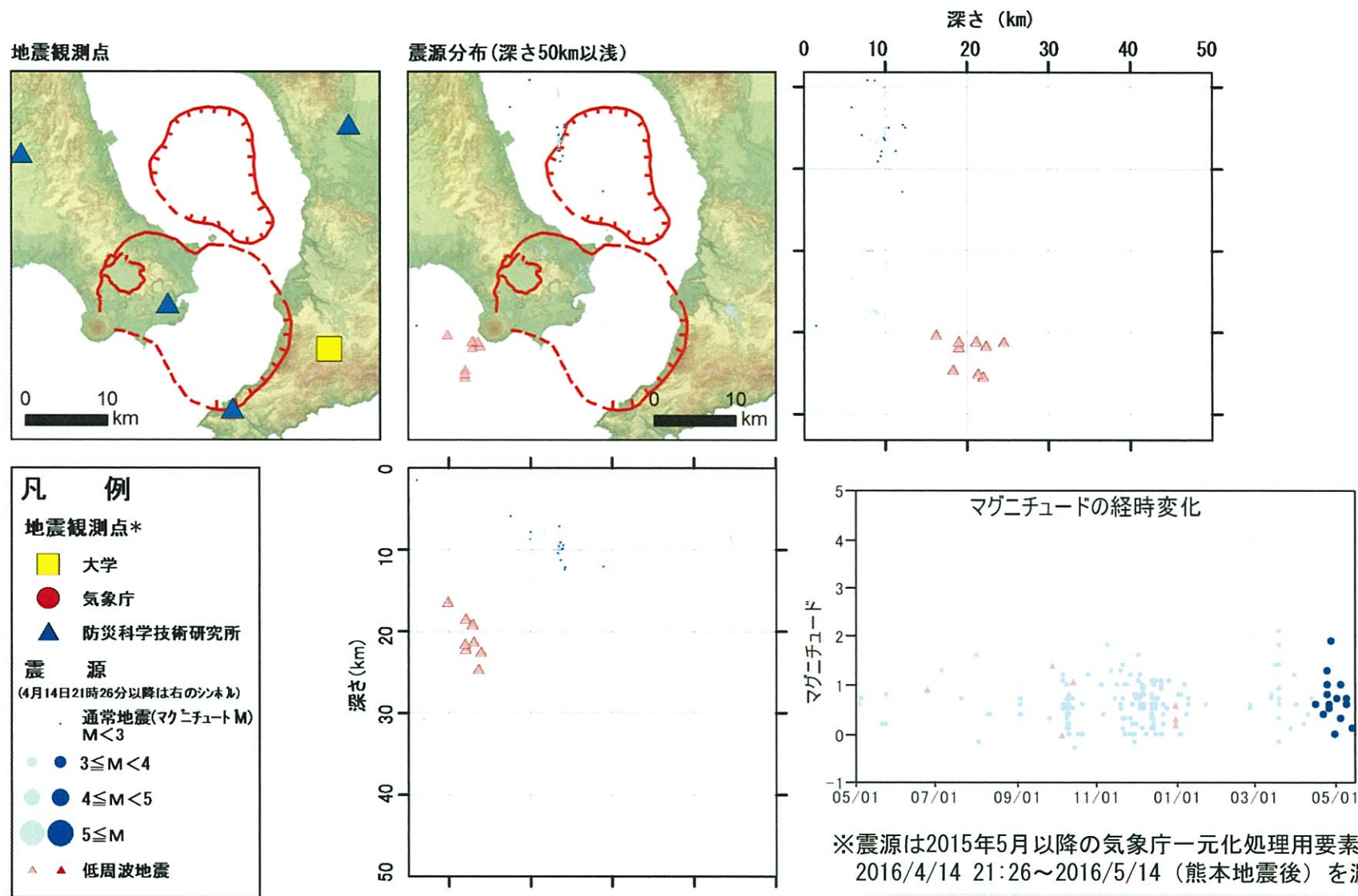


GNSS連続観測(F3解)による基線長変化【2015年5月1日～2016年5月14日】

※ 垂水地点については、H28年1月4日にアンテナ交換を実施。

● 2016年4月末現在データ取得可能なその他のGNSS観測点

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]

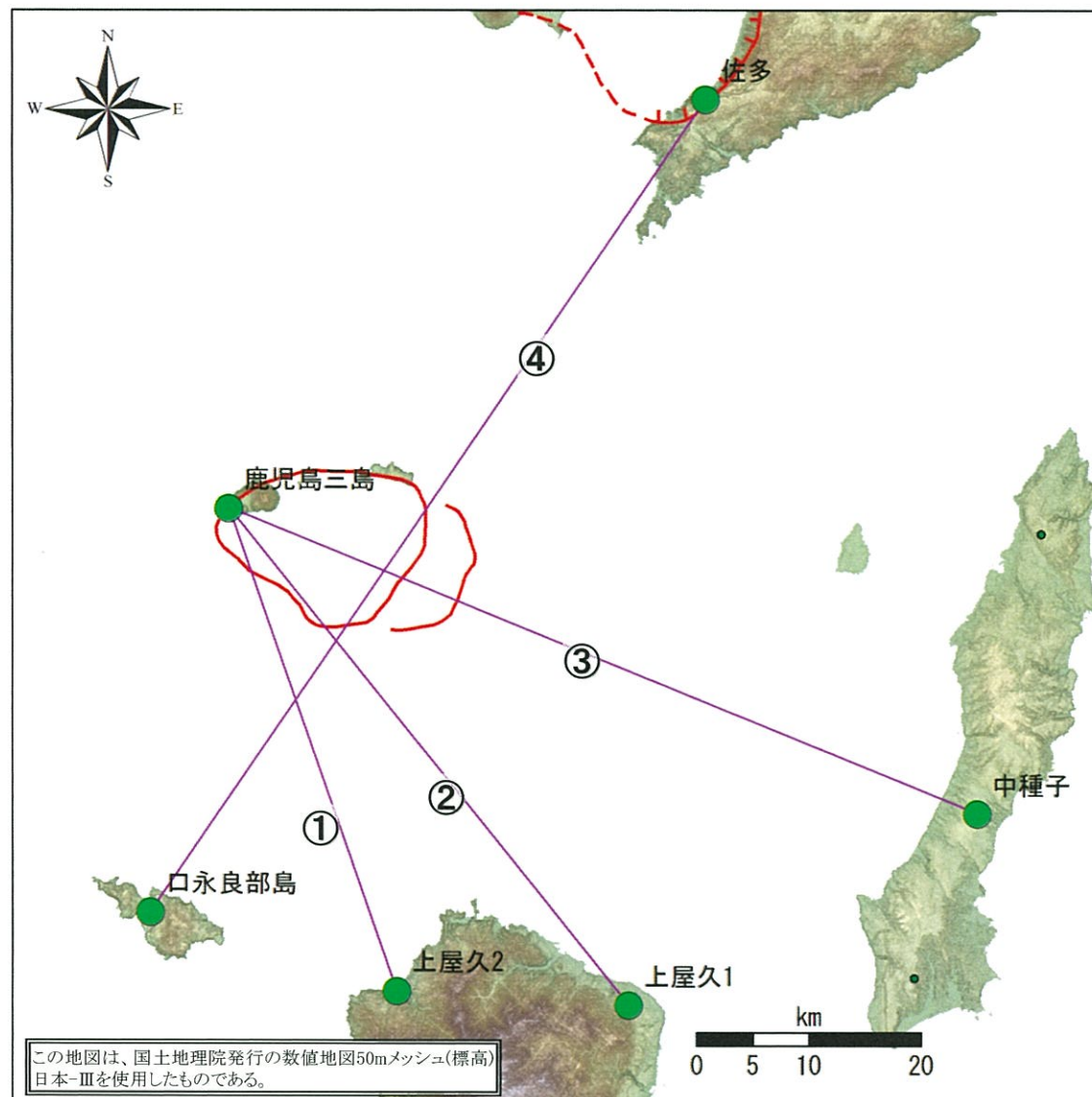


*地震調査研究推進本部のデータベースによる高感度地震計(2015年3月末現在)

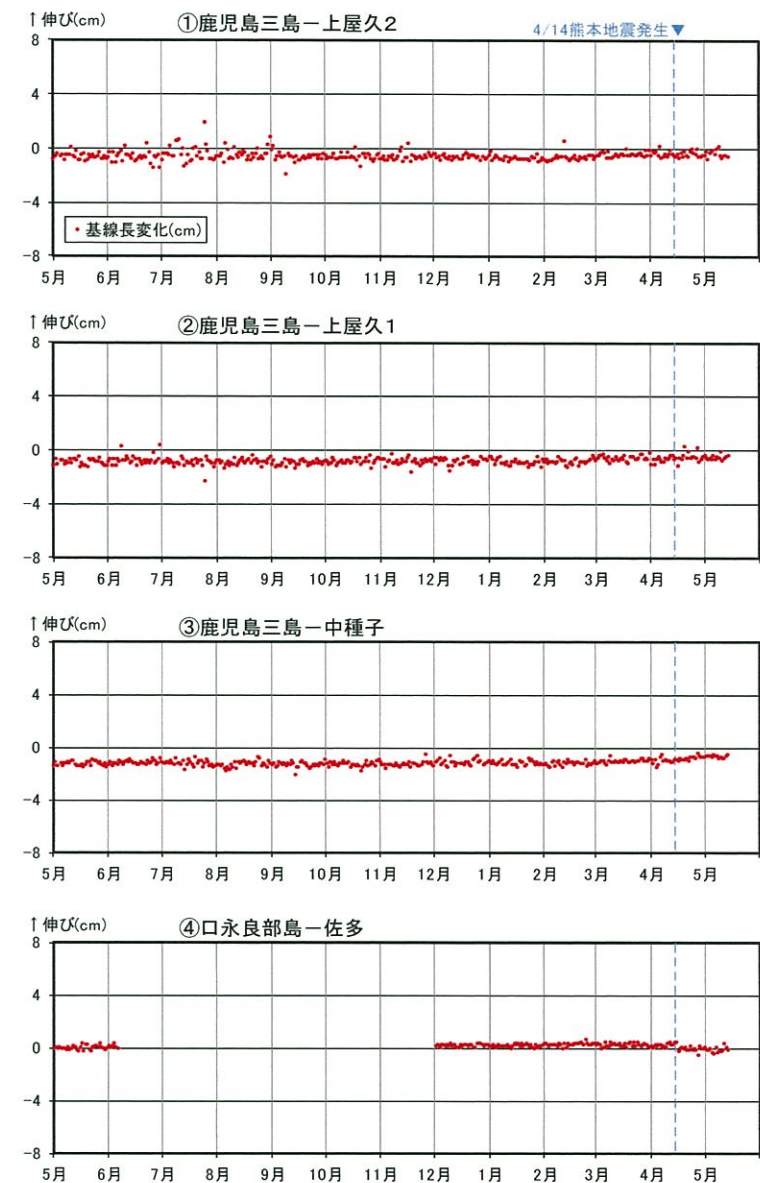
この地図は、国土地理院発行の数値地図50mメッシュ(標高)日本-IIIを使用したものである。

⑤ 鬼界 [地殻変動: GNSS連続観測による基線長変化]

- ・南北方向の基線(④)において、熊本地震の影響と考えられる地殻変動が認められるものの、全ての基線において、火山活動に起因する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

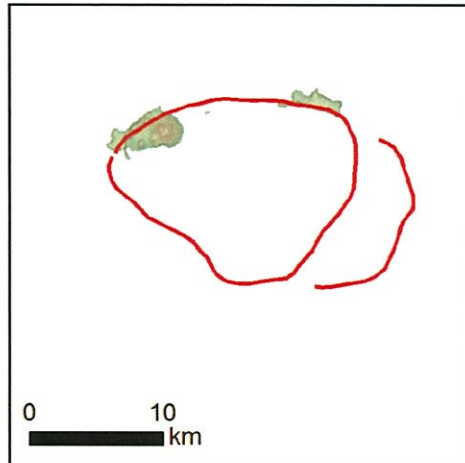


GNSS連続観測(F3解)による基線長変化【2015年5月1日～2016年5月14日】

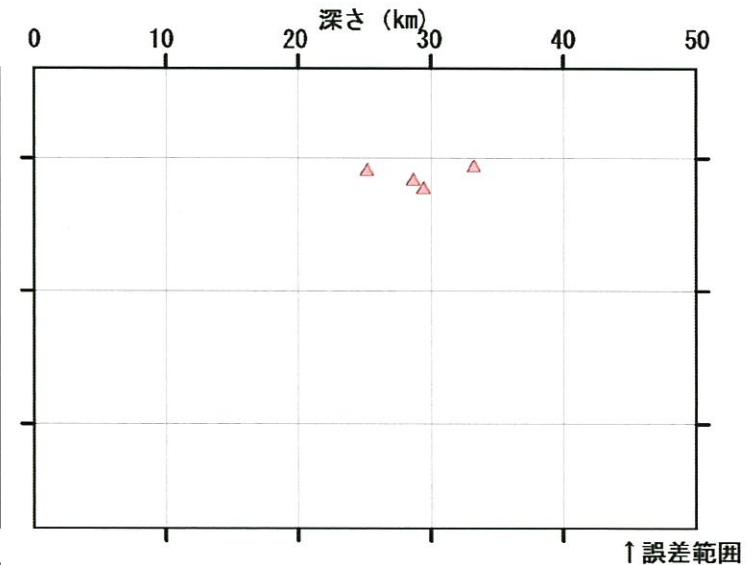
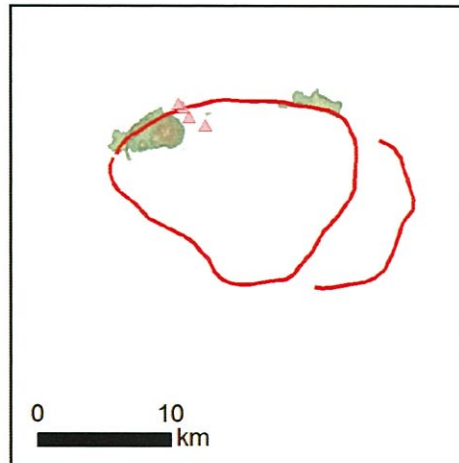
※ 口永良部島地点については、H27年5月29日の噴火の影響で停電が発生したことで、6月7日以降欠測。停電が解消した12月2日から観測を再開。

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)



凡 例

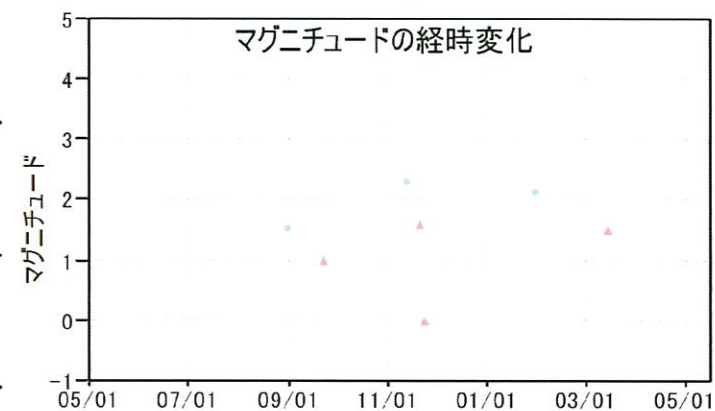
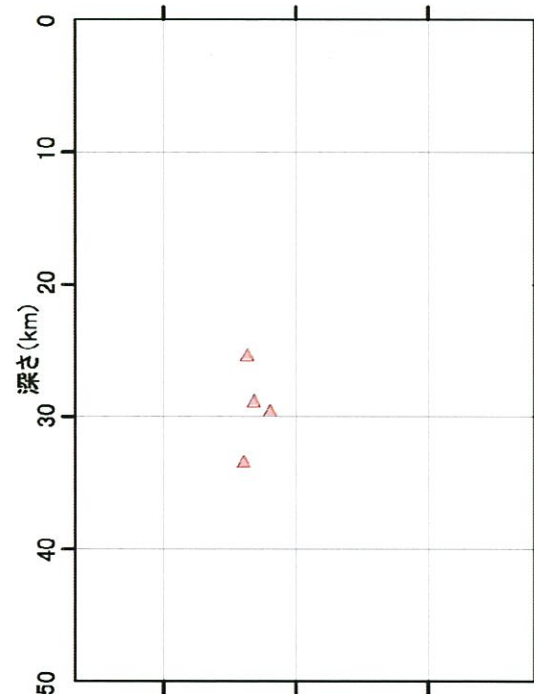
地震観測点*

- 大学
- 気象庁
- ▲ 防災科学技術研究所

震 源

- (4月14日21時26分以降は右のシンボル)
- 通常地震(マグニチュードM)
 - $3 \leq M < 4$
 - $4 \leq M < 5$
 - $5 \leq M$
 - ▲ 低周波地震

*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)



*震源は2015年5月以降の気象庁一元化処理用要素をプロット
2016/4/14 21:26~2016/5/14(熊本地震後)を濃色表示

- 熊本地震以降に地震は発生しておらず、地震活動に有意な変化は認められない。

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。