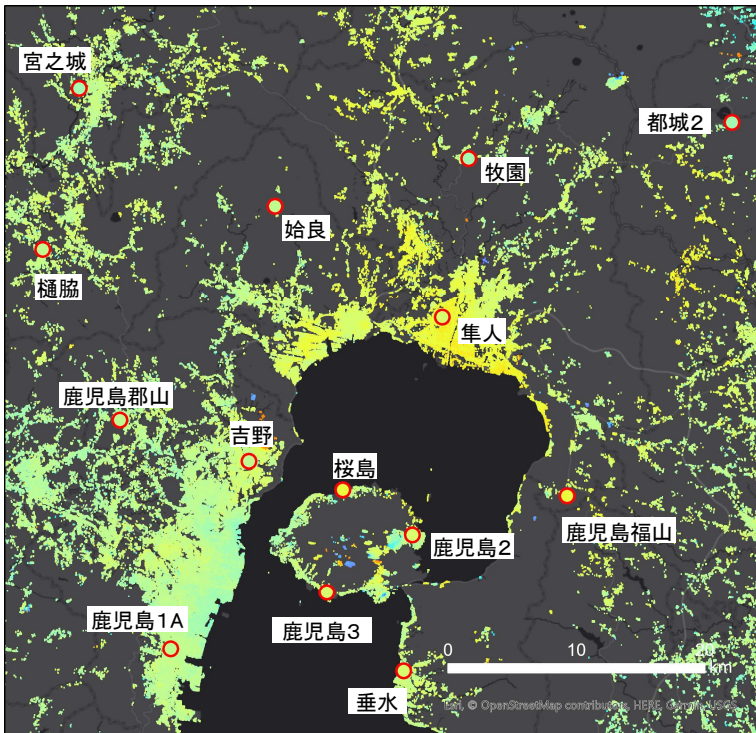


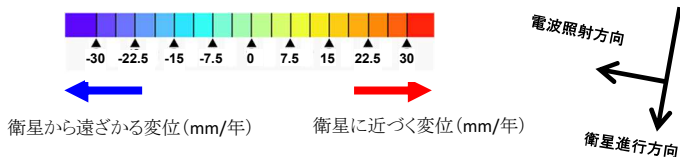
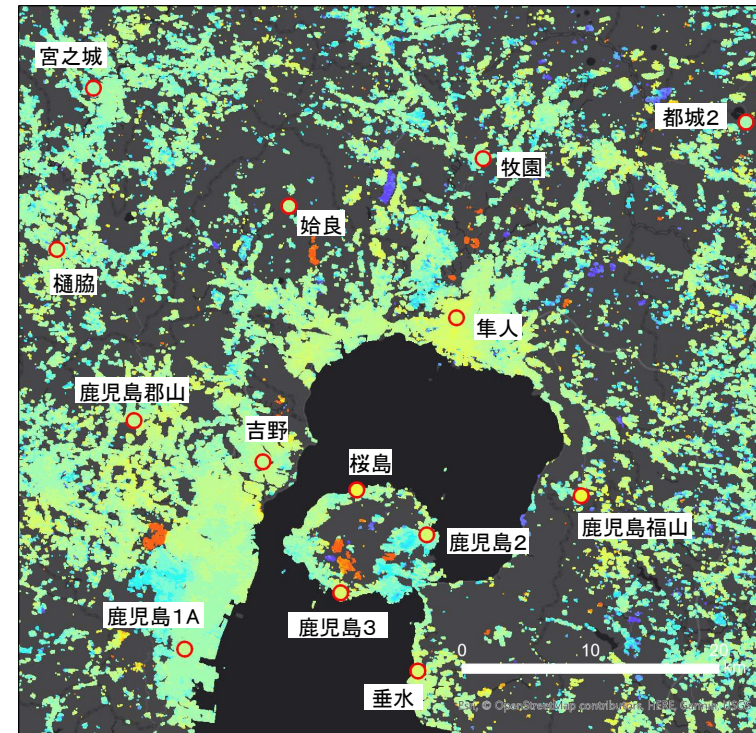
### 3. 干渉SAR時系列解析[始良カルデラ]

- 2023年のE-PS法による解析結果では、桜島の山頂付近を除き始良カルデラ周辺において顕著な変動は認められない。始良カルデラ北側の「隼人」付近は衛星にやや近づく変位となっている。2022年に衛星から遠ざかる変位となっていた「鹿児島2」のある桜島東部は、GNSS観測点では変位があまり見られないが、干渉SARの解析結果では継続的に衛星から遠ざかる変位となっている。
- E-PS法とPS法を比較すると、E-PS法の方が干渉域が広く、GNSS観測点との比較では、E-PS法の方がRMSEが小さい結果となった。

【PS法 2023年(2024年度解析結果)】

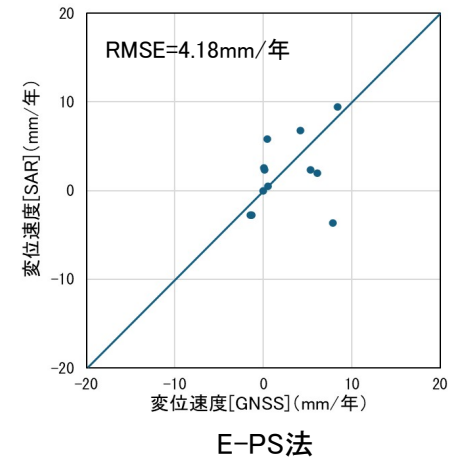
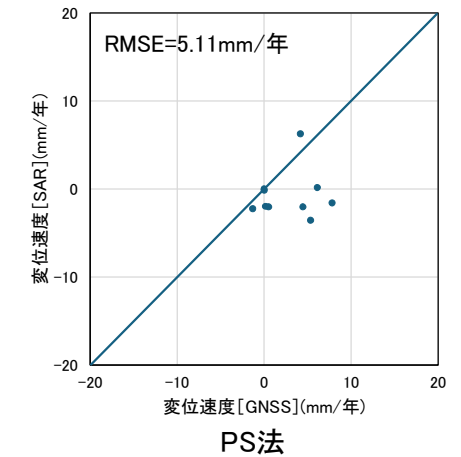


【E-PS法 2023年】



○ GNSS観測点における変位 (衛星視線方向)

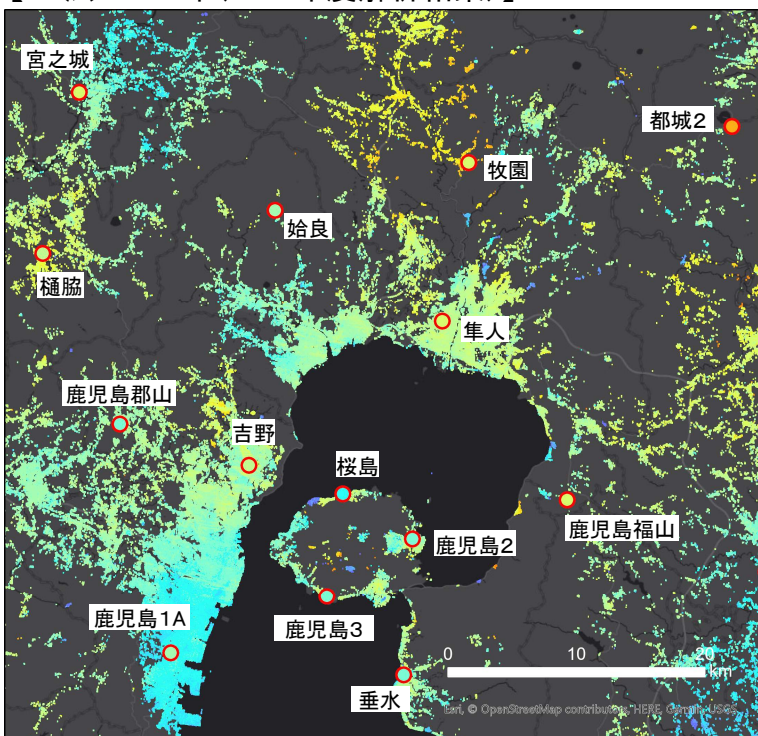
【GNSS観測点との変位速度の比較】



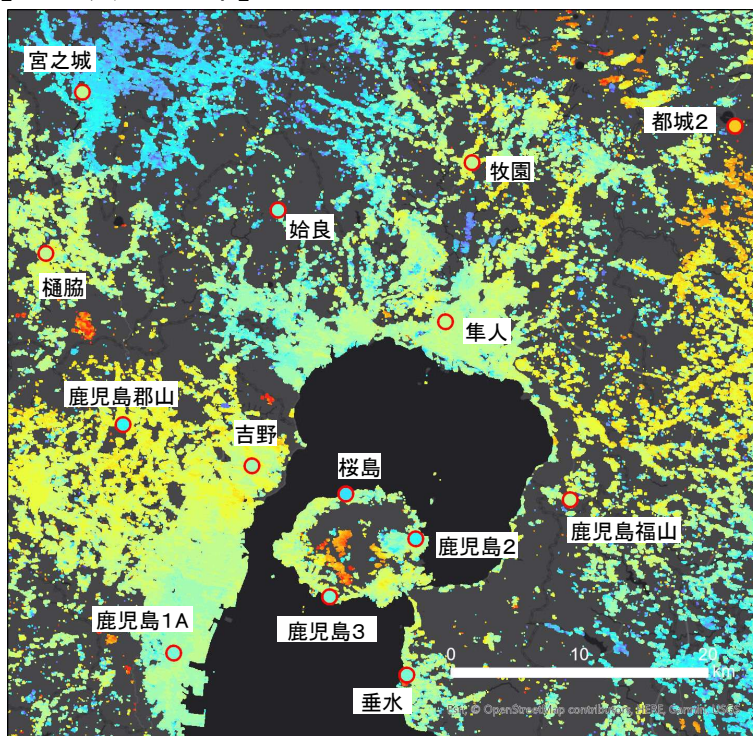
### 3. 干渉SAR時系列解析[始良カルデラ]

- 2024年のE-PS法による解析結果では、桜島の山頂付近を除き始良カルデラ周辺において顕著な変動は認められない。始良カルデラの北側、桜島の北部は衛星からやや遠ざかる変位となっている。また、2023年に衛星から遠ざかる変位となっていた「鹿児島2」のある桜島東部は、継続して衛星から遠ざかる変位となっている。
- GNSS観測点と比較した結果、解析範囲の東側には、2024/8/8及び2025/1/13日向灘沖地震に伴う広域的な変動の影響と考えられる衛星に近づく変位が広く見られ、「都城2」と同じ傾向である。また、始良カルデラ南西側（「鹿児島1A」周辺）では、PS法で衛星から遠ざかる変動となっており、GNSS観測点との傾向と差異があるのに対して、E-PS法では変動はほとんど見られず、GNSSと概ね一致している。
- E-PS法とPS法を比較すると、E-PS法の方が干渉域が広く、GNSS観測点との比較では、PS法の方がRMSEが小さい結果となった。

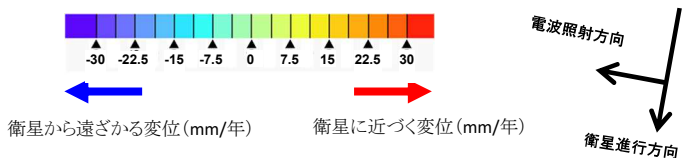
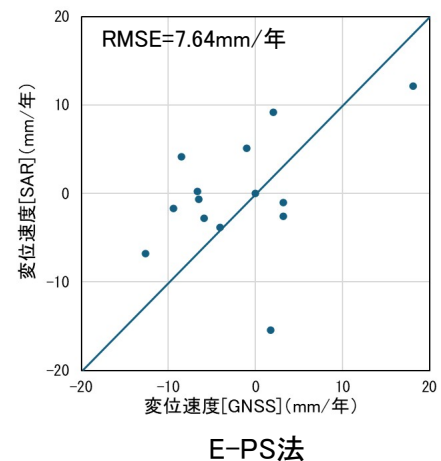
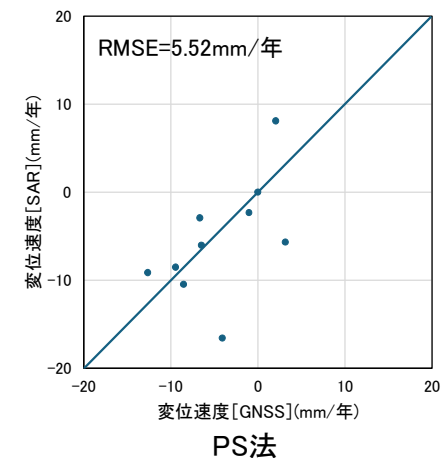
【PS法 2024年(2024年度解析結果)】



【E-PS法 2024年】



【GNSS観測点との変位速度の比較】



○ GNSS観測点における変位  
(衛星視線方向)

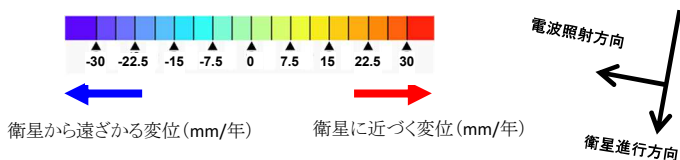
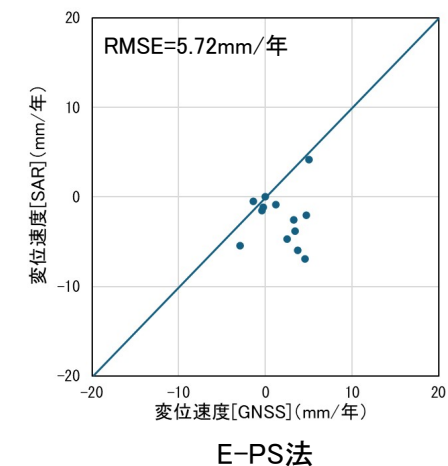
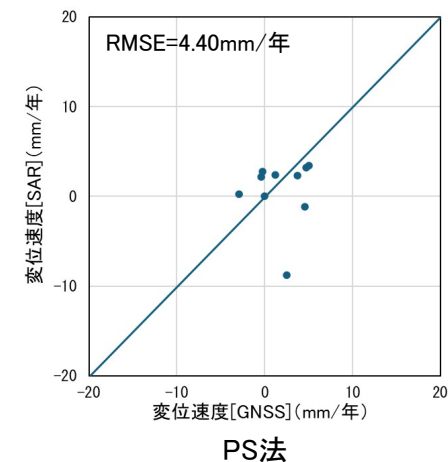
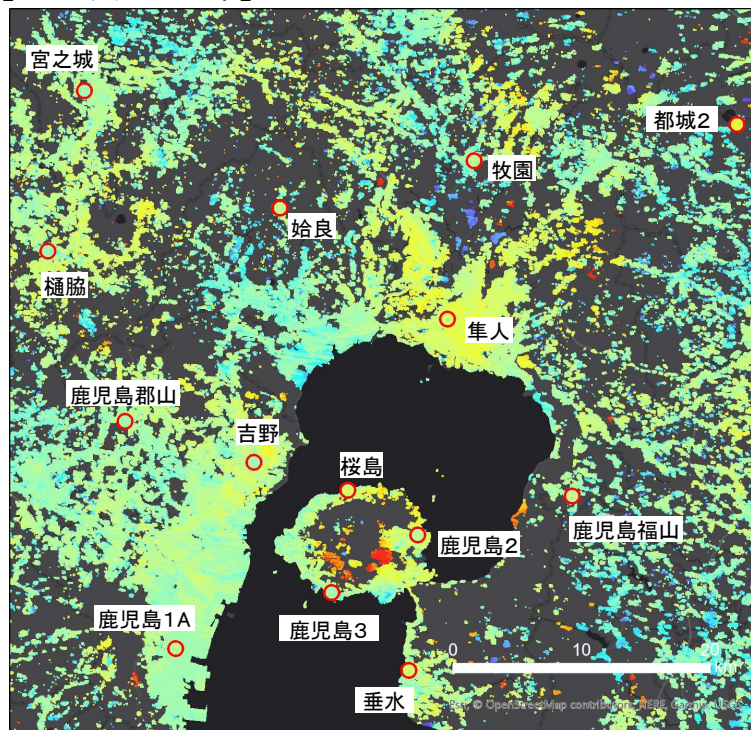
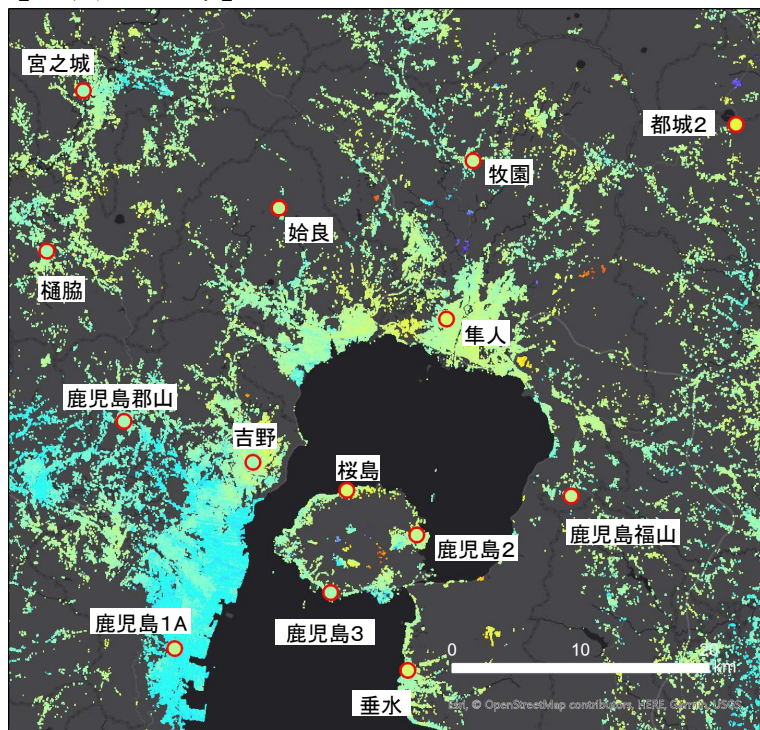
### 3. 干渉SAR時系列解析[始良カルデラ]

- 2025年のE-PS法による解析結果では、桜島の山頂付近を除き始良カルデラ周辺において顕著な変動は認められない。2024年に衛星からやや遠ざかる変位となっていた、始良カルデラの北側、桜島の北部は、衛星にやや近づく変位となっている。2024年に衛星から遠ざかる変位となっていた「鹿児島2」のある桜島東部は、引き続き衛星から遠ざかる変位となっている。
- 始良カルデラ南西側(「鹿児島1A」周辺)では、PS法で衛星から遠ざかる変動となっているが、E-PS法では変動はほとんど見られず、GNSS観測点と一致していることが確認できる。
- E-PS法とPS法を比較すると、E-PS法の方が干渉域が広く、GNSSとの比較では、PS法の方がRMSEが小さい結果となった。

【GNSS観測点との変位速度の比較】

【PS法 2025年】

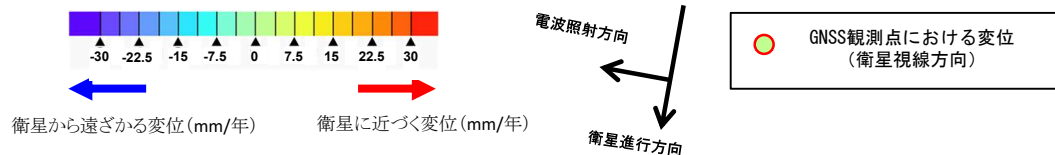
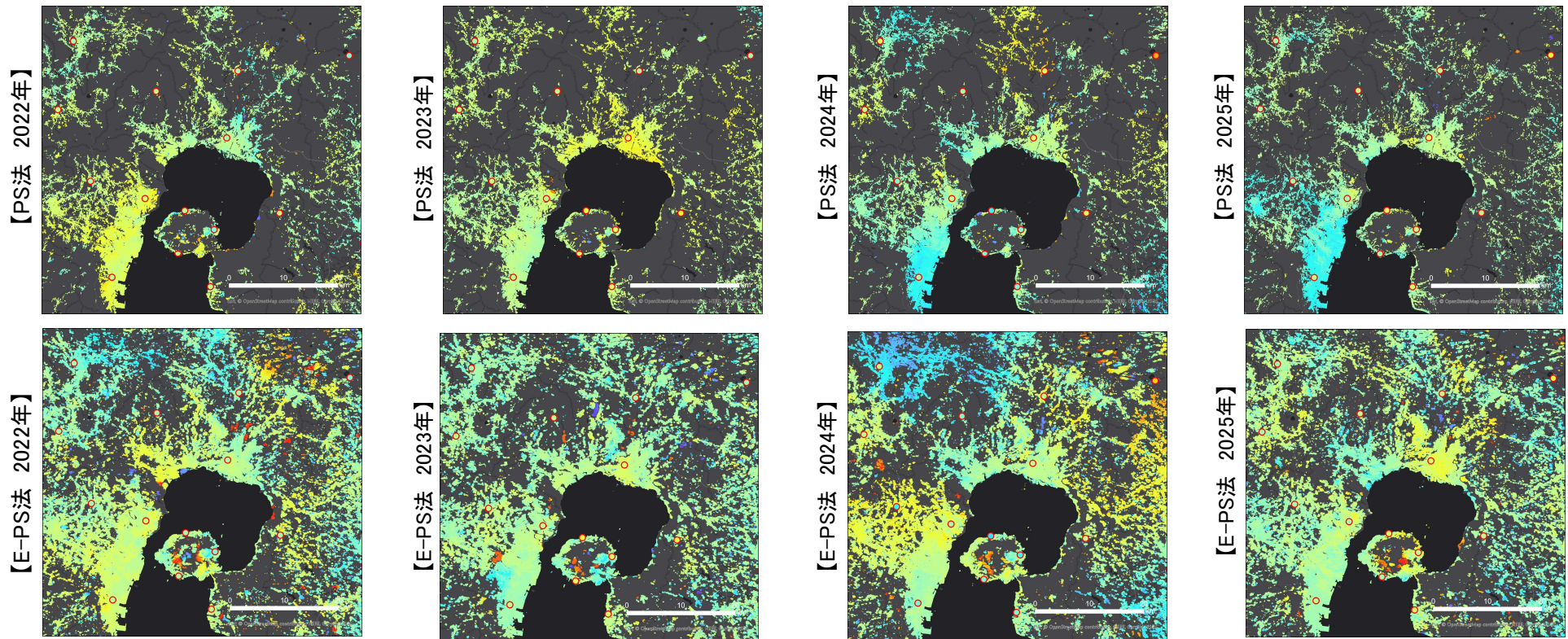
【E-PS法 2025年】



○ GNSS観測点における変位 (衛星視線方向)

### 3. 干渉SAR時系列解析[始良カルデラ]

- 2022年～2025年において、始良カルデラ周辺を対象にPS法及びE-PS法により、各年の地殻変動分布を整理した。
- 2022年～2025年において、始良カルデラ周辺における地殻変動分布については、桜島の山頂付近を除き顕著な変動は認められないことを確認した。2024年においては、解析範囲の東側で、2024/8/8及び2025/1/13日向灘沖地震に伴う広域的な変動の影響と考えられる衛星に近づく変位が広く見られた。
- GNSS観測点との比較ではPS法の方がRMSEがやや小さい傾向となり、E-PS法の方が干渉域が広い傾向となった。
- 今後も解析精度の向上を含め適切な手法を用いて、継続的に検討を実施する。



### 3. 干渉SAR時系列解析[鬼界]

- 鬼界はカルデラリムの大部分が海底に位置し、周辺に観測点を設置できる島などの陸地も少ないことから地殻変動を観測する情報が限られる。そのため、情報を増やす取組みの一環として、干渉SARによる島内の相対的な変位差について把握するために、干渉SARの時系列解析を実施する。
- 解析手法は、P216～P222の検討の際に用いた、E-PS法で実施する。
- 解析には、sarmap社の解析ソフト「SARscape6.1」を使用する。また、解析結果表示範囲は鬼界のカルデラリムで、陸地となっている薩摩硫黄島～竹島の範囲を示す。

#### 【解析諸元】

解析手法	E-PS法
使用ソフト	SARscape6.1 (スイス・sarmap社)
衛星種別	Sentinel-1 (Cバンド) :ESA
大気ノイズ補正	GACOS (Yu et al., 2017) のデータを利用
使用データ	Path163、Frame488 (南行軌道)
入射角	39.1°
解像度	5m × 20m (IWSモード)
観測期間 (データ数)	2022.1.7～2022.12.21 (29シーン) 2023.1.2～2023.12.28 (31シーン) 2024.1.9～2024.12.22 (30シーン) 2025.1.3～2025.12.29 (31シーン)

※コネクショングラフは始良カルデラと共通

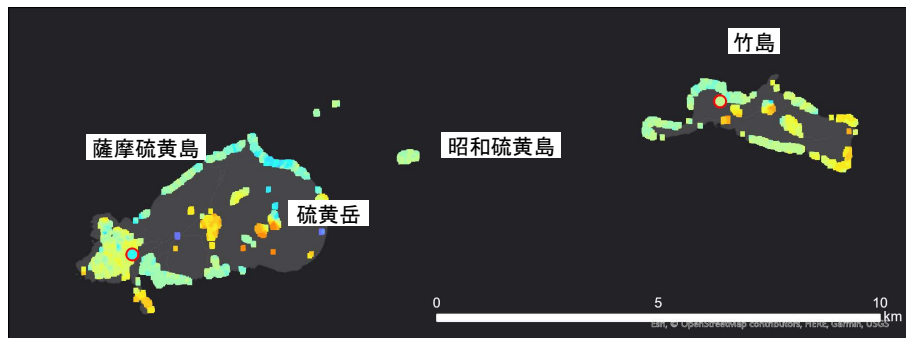
#### <解析結果表示範囲>



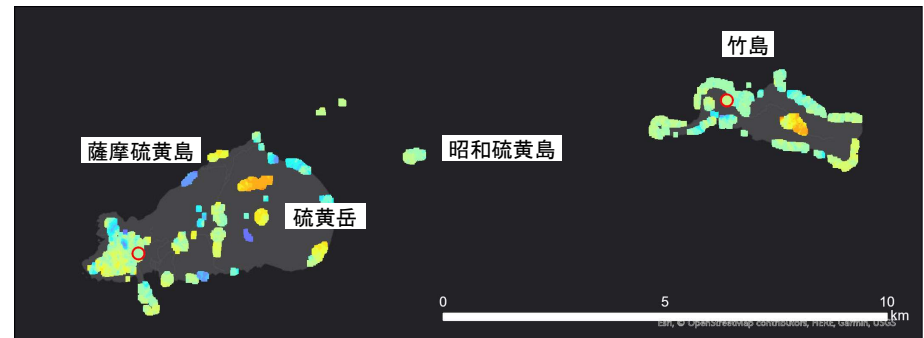
### 3. 干渉SAR時系列解析[鬼界]

- 2022年から2025年までのE-PS法による解析結果を以下に示す。
- 竹島や昭和硫黄島では顕著な変動は認められなかった。薩摩硫黄島では島内でも解析結果にばらつきが認められる。また、2023年のGNSS観測点(薩摩硫黄島)では衛星に近づく変位が認められ、解析結果とは差異が認められる傾向となった。
- 以上の解析結果から、干渉SAR時系列解析の強みである面的な地殻変動の分布を明瞭に把握するには至っていない。
- 今後も、情報量の拡充に努めるとともに、鬼界における地殻変動についても、引き続き留意していく。

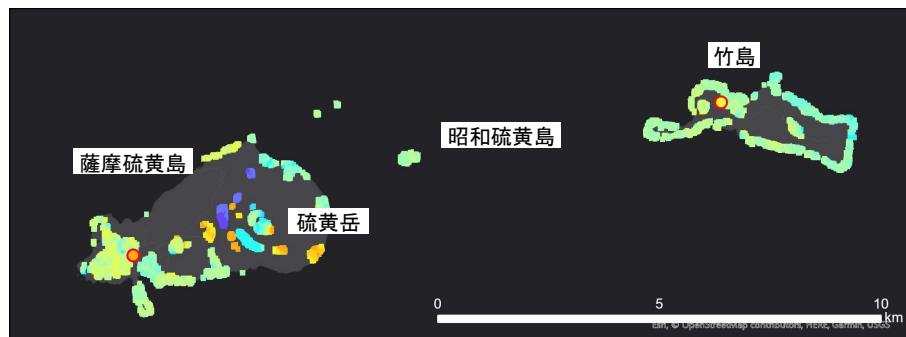
【2022年】



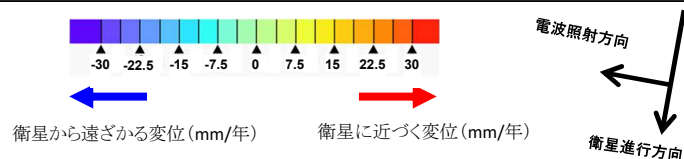
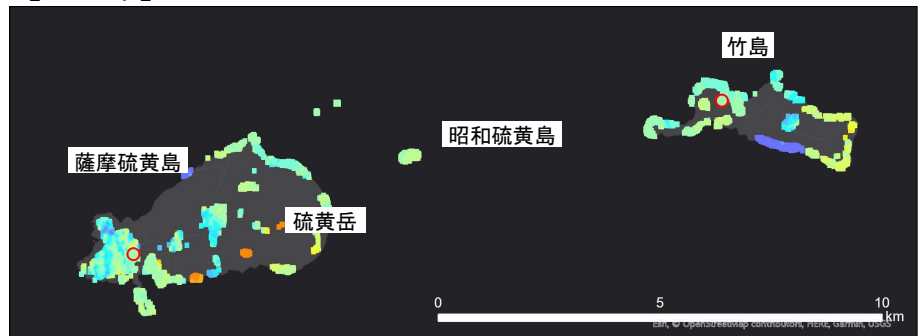
【2024年】



【2023年】



【2025年】

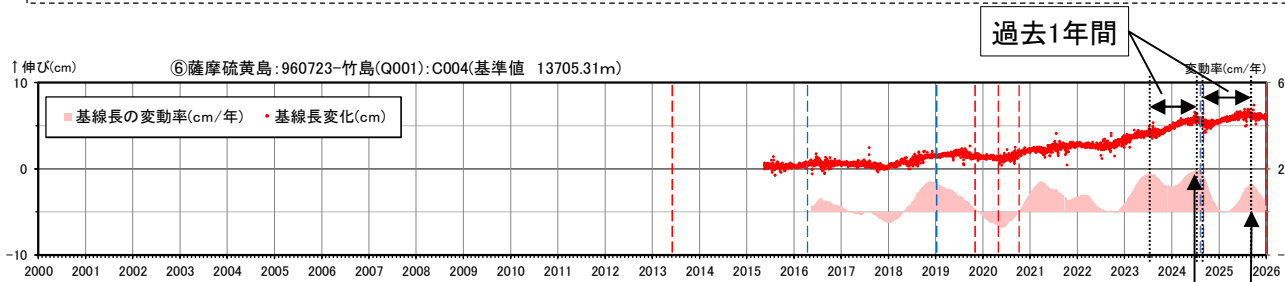


○ GNSS観測点における変位 (衛星視線方向)

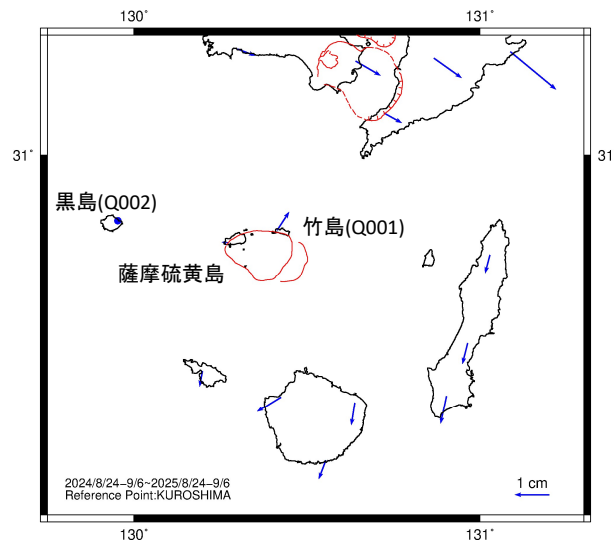
余 白

# 4. 鬼界におけるGNSS観測誤差を考慮したマグマ供給率算出方法の検討[MCMC法による検討]

- GNSS連続観測の解析結果(座標時系列)には、観測誤差が含まれるため、地殻変動の評価で誤差を考慮した評価が必要となる。そこで、観測誤差を考慮して検討する手法として、誤差を含めた定量的な推定ができるマルコフ連鎖モンテカルロ法(以下、MCMC法)による検討を行う。
- Ohno et al. (2021)を参考とし、MCMC法のアルゴリズムには、Metropolis-Hastings法を用いる。
- MCMC法の設定条件は、表のとおりとし、各パラメータ(緯度、経度、深さ、マグマ供給率(体積変化量))の事後分布を推定する。
- 期間は、P177の「2025年度のマグマ供給率」及び竹島観測点設置以降最大の変動率となった「2024/7/18のマグマ供給率」を対象として、観測誤差を考慮したマグマ供給率を算出する。



基線⑥(薩摩硫黄島-竹島)における基線長変化



2024年8月24-9月6日 ~ 2025年8月24-9月6日の水平変動ベクトル(固定点:黒島)

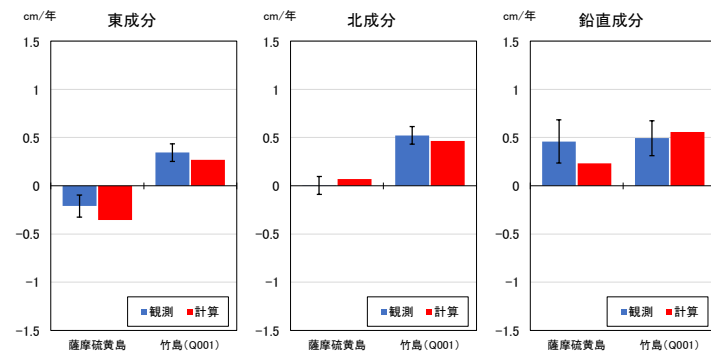
※8月30日前後において、各観測点の変動のばらつきが大きいため、各年水平成分では8月24-9月6日の14日間、鉛直成分では8/15 ~ 9/13の30日間の平均を算出し、過去1年分の変動とした。

変動率過去最大値  
(2024/7/18)

変動率年間最大値  
(2025/8/30)

MCMC法の設定条件

項目	設定条件
圧力源モデル	茂木モデル
MCMCアルゴリズム	Metropolis-Hastings法
サンプル数	90,000
ウォームアップ(バーンイン)期間	10,000
チェーン数	8
乱数シード値	42



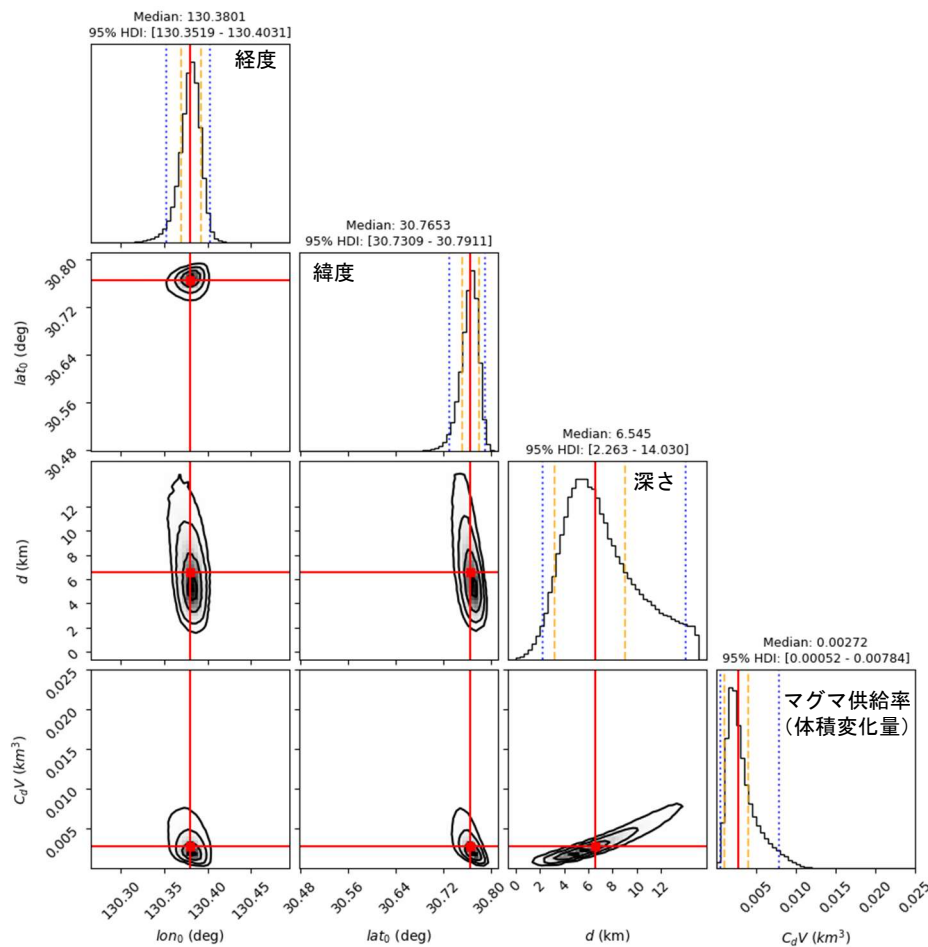
観測値と推定した圧力源における計算値との比較

エラーバーは観測値の推定誤差\*

\*推定誤差の算出は小林(2012)による。

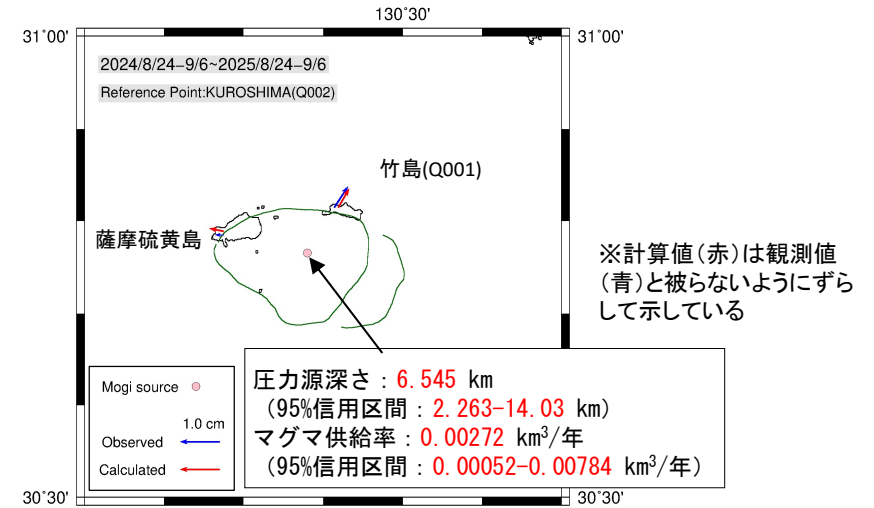
## 4. 鬼界におけるGNSS観測誤差を考慮したマグマ供給率算出方法の検討[2025年度のマグマ供給率]

- 検討の結果、マグマ供給率(体積変化量)は $0.00272\text{km}^3/\text{年}$  (95%信用区間: $0.00052\text{km}^3/\text{年}\sim 0.00784\text{km}^3/\text{年}$ )となった。
- 圧力源の水平位置(経度・緯度)は、北緯 $30.7653^\circ$  (95%信用区間: $30.7309^\circ \sim 30.7911^\circ$ )、東経 $130.3801^\circ$  (95%信用区間: $130.3519^\circ \sim 130.4031^\circ$ )に推定された。深さは、 $6.545\text{km}$  (95%信用区間: $2.263\text{km}\sim 14.030\text{km}$ )の範囲に推定された。
- コーナープロットの結果から、観測誤差を考慮しても各パラメータ分布は単峰的であり、解は中央値付近へ収束していることが確認された。



MCMC法によるコーナープロット

赤線は中央値、青点線は95%信用区間、オレンジ点線は68%信用区間を示す



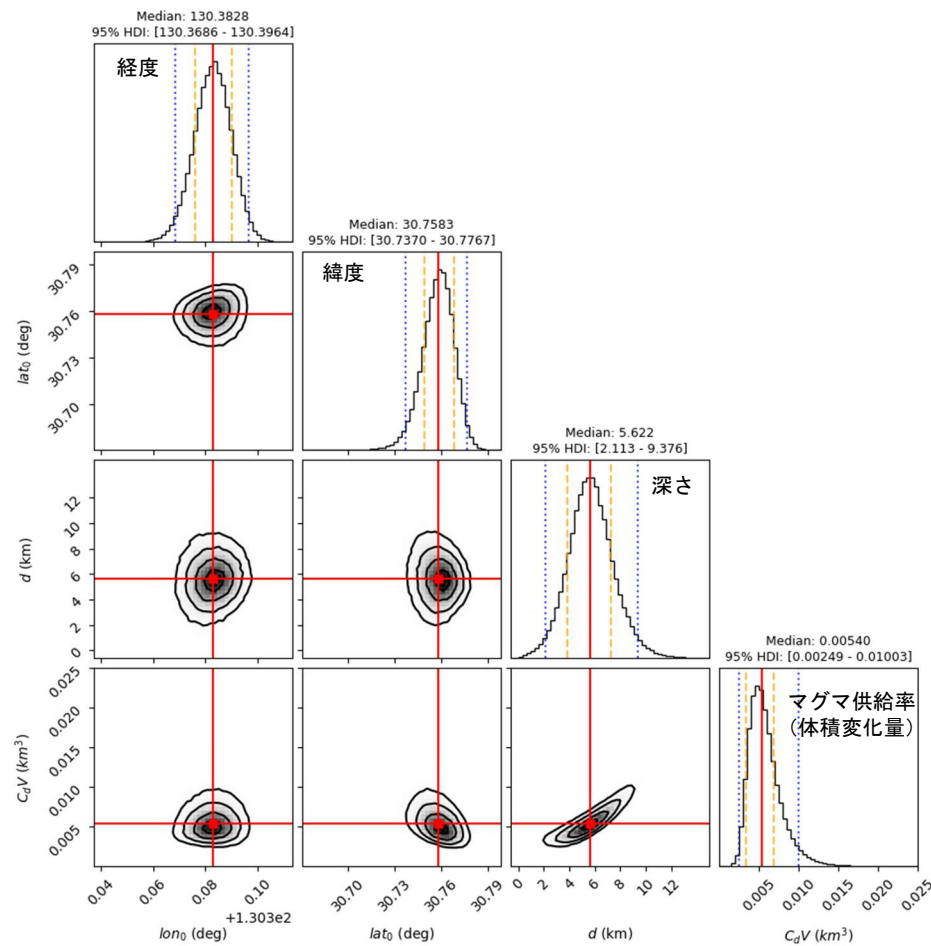
観測値と茂木モデルによる計算値の水平変動ベクトル図

推定パラメータ値および95%信用区間(括弧内)

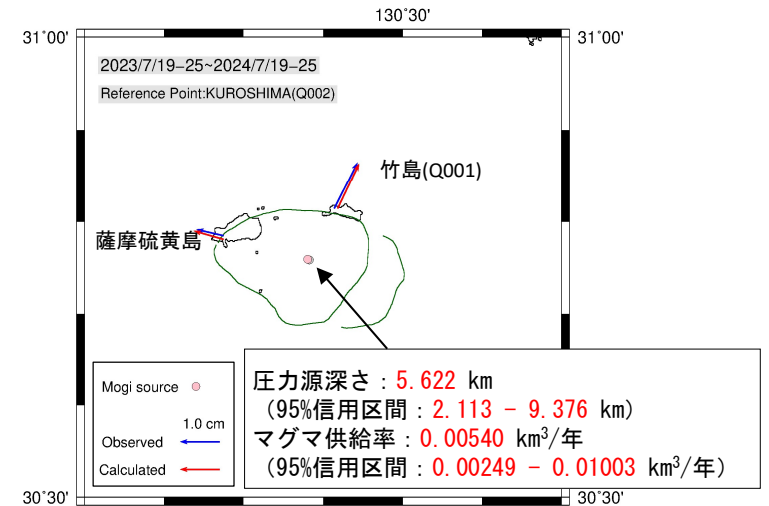
パラメータ	中央値	2025年度検討(P177)
経度 ( $^\circ\text{ E}$ )	130.3801 (130.3519 ~ 130.4031)	130.3709
緯度 ( $^\circ\text{ N}$ )	30.7653 (30.7309 ~ 30.7911)	30.7637
深さ (km)	6.545 (2.263 ~ 14.03)	7.541
マグマ供給率(体積変化量) ( $\text{km}^3/\text{年}$ )	0.00272 (0.00052 ~ 0.00784)	0.00326
RMSE (m)	0.00123	0.00116

## 4. 鬼界におけるGNSS観測誤差を考慮したマグマ供給率算出方法の検討[過去最大のマグマ供給率]

- 検討の結果、過去最大のマグマ供給率(体積変化量)は $0.00540\text{km}^3/\text{年}$ (95%信用区間: $0.00249\text{km}^3/\text{年} \sim 0.01003\text{km}^3/\text{年}$ )となった。
- 圧力源の水平位置(経度・緯度)の周辺事後確率分布は北緯 $30.7583^\circ$ (95%信用区間: $30.7370^\circ \sim 30.7767^\circ$ )、東経 $130.3828^\circ$ (95%信用区間: $130.3686^\circ \sim 130.3964^\circ$ )に収まり、カルデラ縁を超えて分布する確率は低いことが推定された。深さは、 $5.622\text{km}$ (95%信用区間: $2.113\text{km} \sim 9.376\text{km}$ )の範囲に推定された。
- コーナープロットの結果から、観測誤差を考慮しても各パラメータ分布は単峰的であり、解は中央値付近へ収束していることが確認された。



赤線は中央値、青点線は95%信用区間、オレンジ点線は68%信用区間を示す



観測値と茂木モデルによる計算値の水平変動ベクトル図  
※計算値(赤)は観測値(青)と被らないようにずらして示している

推定パラメータ値および95%信用区間(括弧内)

パラメータ	中央値	(参考)2024年度検討
経度 ( $^\circ\text{ E}$ )	130.3828 (130.3686 ~ 130.3964)	130.3805
緯度 ( $^\circ\text{ N}$ )	30.7583 (30.7370 ~ 30.7767)	30.7592
深さ (km)	5.622 (2.113 ~ 9.376)	5.355
マグマ供給率(体積変化量) ( $\text{km}^3/\text{年}$ )	0.00540 (0.00249 ~ 0.01003)	0.00516
RMSE (m)	0.00061	0.00054

## 5. 2024年度始良カルデラの沈降要因の検討

- 2024年度の始良カルデラ水準測量(2024/10/21~2024/12/9)では2023年度(2023/10/23~2023/12/15)と比較して、当社による水準測量の実施以降(2014年度)、始良カルデラにおいて、初めて沈降傾向となった。
- 江頭(1989)によると、始良カルデラでは、桜島の山頂噴火活動期(1974年~1985年)にも沈降傾向が見られており、降下火砕物の総量と始良カルデラの容積変動量がほぼ同量であることが推定されている。
- 活火山の収縮については、産業技術総合研究所(2005)によると、2005年の浅間山において、脱ガスにより浮力を喪失したマグマの深部へ還流するモデルや、井田ほか(1988)によると、1986年12月~1987年11月の伊豆大島火山において、マグマが地下に後退したとされる研究がある。
- また、2024年度には、2024/8/8日向灘地震が発生しており、同地震が始良カルデラの沈降と関係している可能性もある。
- これら過去の事例や先行研究、2024年度のイベントを参考に、「①広域地殻変動に関する検討」と「②始良カルデラに関する検討」の2つの観点で検討する。また、「②始良カルデラに関する検討」は「噴出物量(火山ガス、降灰量)に関する検討」、「減圧源に関する検討」を実施する。

### 【検討項目】

#### ■ 沈降期間の確認

- GNSS連続観測結果から、始良カルデラが沈降していた期間を特定

#### ① 広域地殻変動に関する検討

#### ■ 九州地方に沈み込むフィリピン海プレートによる影響の検討

- 2024/8/8日向灘地震以前に、九州地方に沈み込むフィリピン海プレートによる影響の可能性を検討

#### ② 始良カルデラに関する検討

#### ■ 噴出物量(火山ガス、降灰量)に関する検討

- 噴出物量(火山ガス、降灰量)が増加したことで、マグマ溜まりの体積が減少し、カルデラ全体が沈降した可能性を検討

#### ■ 減圧源に関する検討

- マグマ溜まり等の減圧の可能性を検討

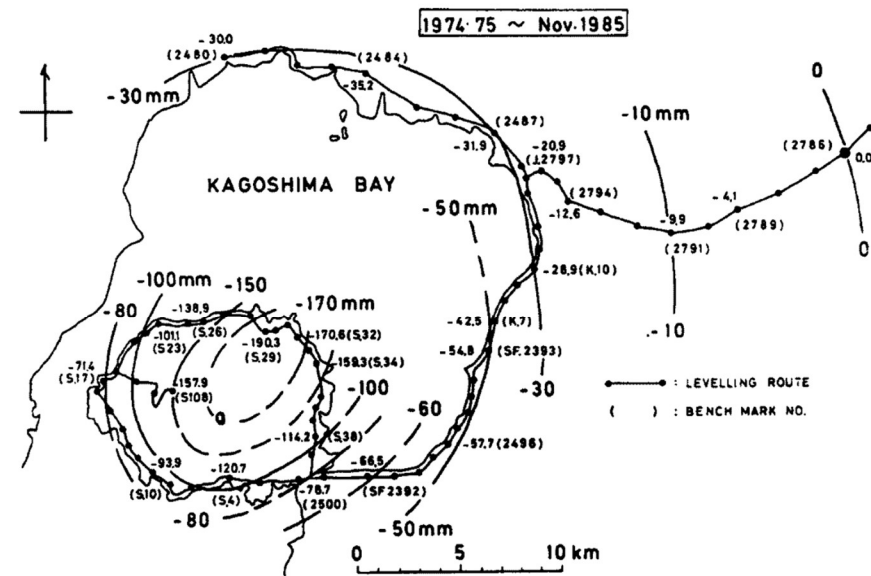


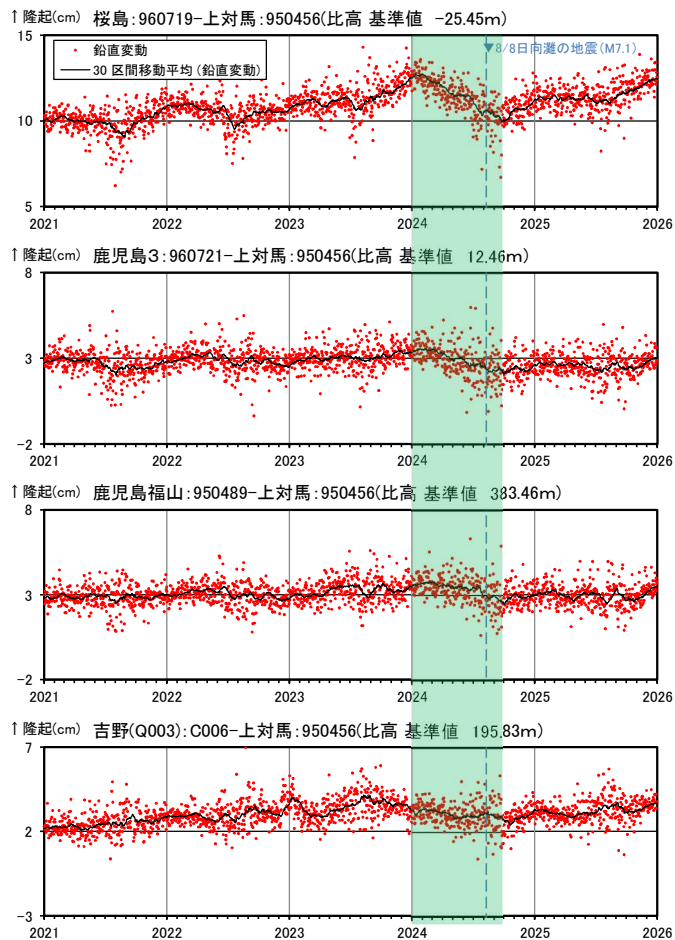
Fig. 5. Vertical displacements during 1974, 75 to 1985.

1974、1975年から1985年にかけての上下変動(江頭, 1989)

# 5. 2024年度始良カルデラの沈降要因の検討[沈降期間の確認]

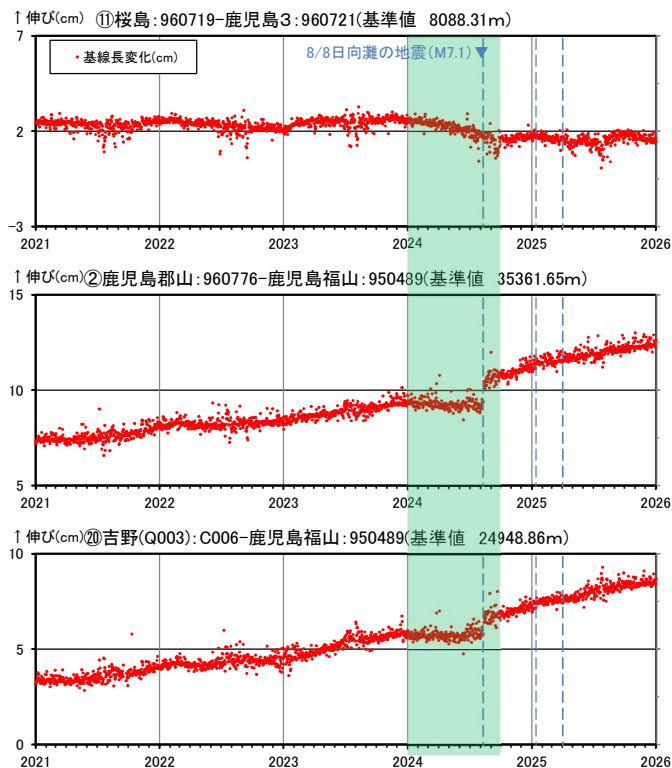
- 桜島や始良カルデラ周辺のGNSS観測の鉛直変動と基線長の時系列変化を確認した。
- その結果、GNSS観測の鉛直変動では、2024/8/8日向灘地震の前から地盤の沈降を開始しており、2024年1月～9月にかけて、鉛直変動において過去3年間と比べて、沈降傾向、基線長変化においては縮みや停滞傾向が確認された。水準測量の実施時期は、GNSS観測点の沈降傾向の終了後の2024年10月21日～12月9日(2023年度:2023年10月23日～12月15日)であり、水準測量の結果と整合的である。

鉛直変動の時系列変化

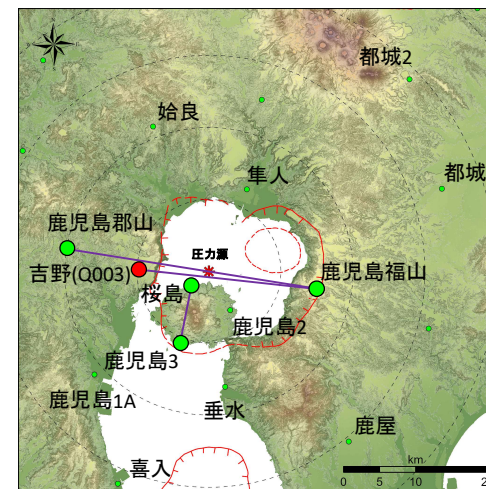


- \*1 緑ハッチは顕著な沈降期間を示す
- \*2 青色の点線は主な地震を示すが、地震時による変動は補正していない

基線長の時系列変化



- \*1 緑ハッチは顕著な沈降期間を示す
- \*2 青色の点線は主な地震を示すが、地震時による変動は補正していない

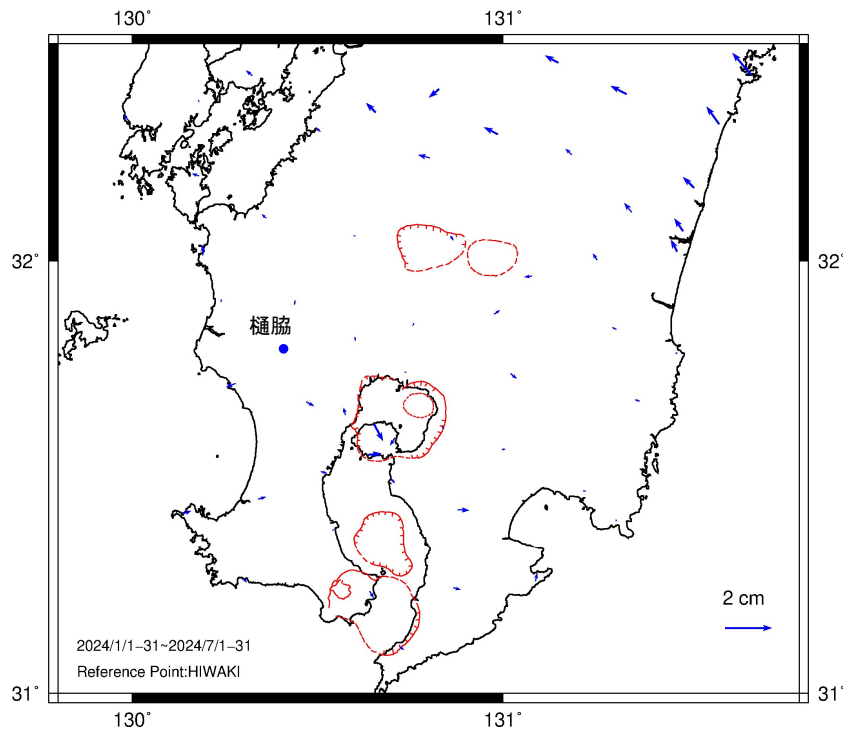


- 国土地理院のGNSS観測点
- 九州電力のGNSS観測点

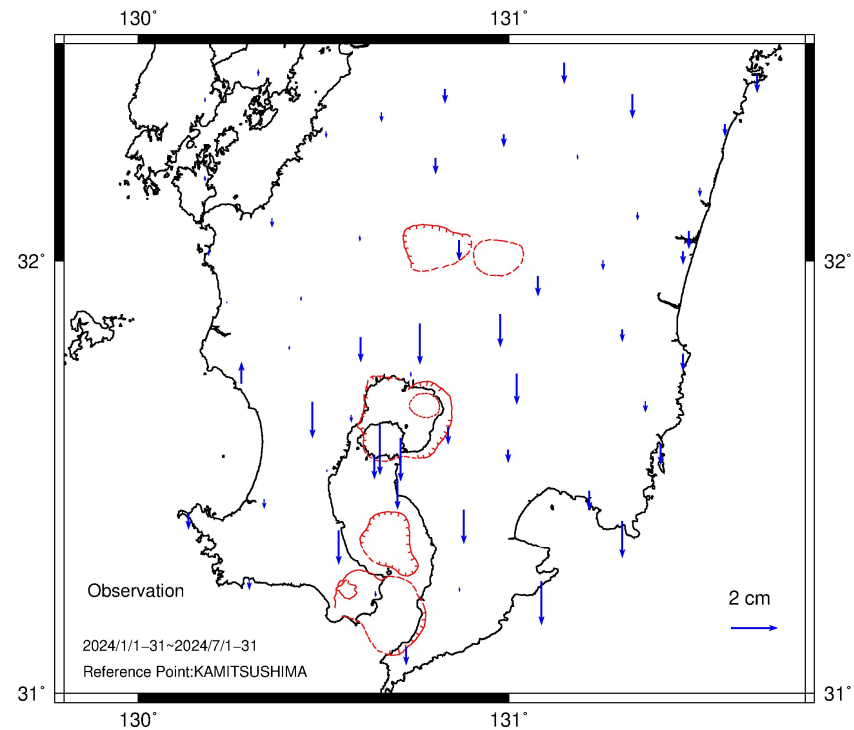
本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用している。

## 5. 2024年度始良カルデラの沈降要因の検討[①広域地殻変動に関する検討]

- 広域地殻変動に関する検討は、2024/8/8日向灘の地震が発生したことを踏まえ、九州地方に沈み込むフィリピン海プレートによる影響を確認した。
- 南九州におけるGNSS水平・鉛直変動ベクトルを示す。図示する期間は、GNSS観測点の沈降期間が2024年1月～9月であることを踏まえて、地震前までの2024年1～7月とした。
- 水平変動ベクトル図では、桜島島内での収縮が認められるのみである。鉛直変動ベクトル図では、始良カルデラ周辺においてはその周囲と比べより大きい沈降傾向が認められるものの、フィリピン海プレートに近く沈み込みの影響を受けやすいと考えられる宮崎県側においては、顕著な沈降傾向はみられない。
- 以上から、九州地方に沈み込むフィリピン海プレートによる影響が始良カルデラの沈降要因である可能性は低いと考えられる。



2024/8/8日向灘の地震前までの沈降期間（2024/1～2024/7）での  
水平変動ベクトル図 固定点：樋脇



2024/8/8日向灘の地震前までの沈降期間（2024/1～2024/7）での  
鉛直変動ベクトル図 固定点：上対馬

## 5. 2024年度始良カルデラの沈降要因の検討[②始良カルデラに関する検討: 噴出物量(火山ガス、降灰量)]

- 始良カルデラで最も活発な桜島における、噴出物量(火山ガス、降灰量)の検討を行う。
- 沈降傾向が認められる期間(2024年1月~9月)において、火山ガスの放出量、降灰量(約5万トン/月以下)ともに前後の期間と比較し、変化は見られなかった。
- 積算火山灰噴出量と積算二酸化硫黄ガス(SO<sub>2</sub>)放出量の関係においても、当該期間の前後と比較して特段の変化は認められない。
- 以上の結果から、噴出物量(火山ガス、降灰量)の変化が始良カルデラの沈降要因である可能性は低いと考えられる。

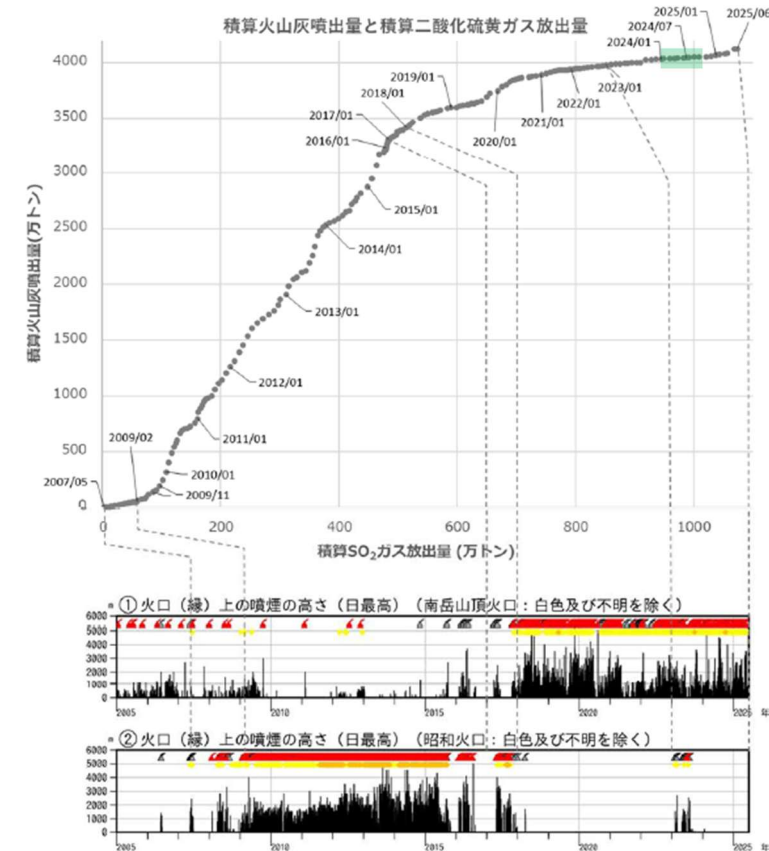
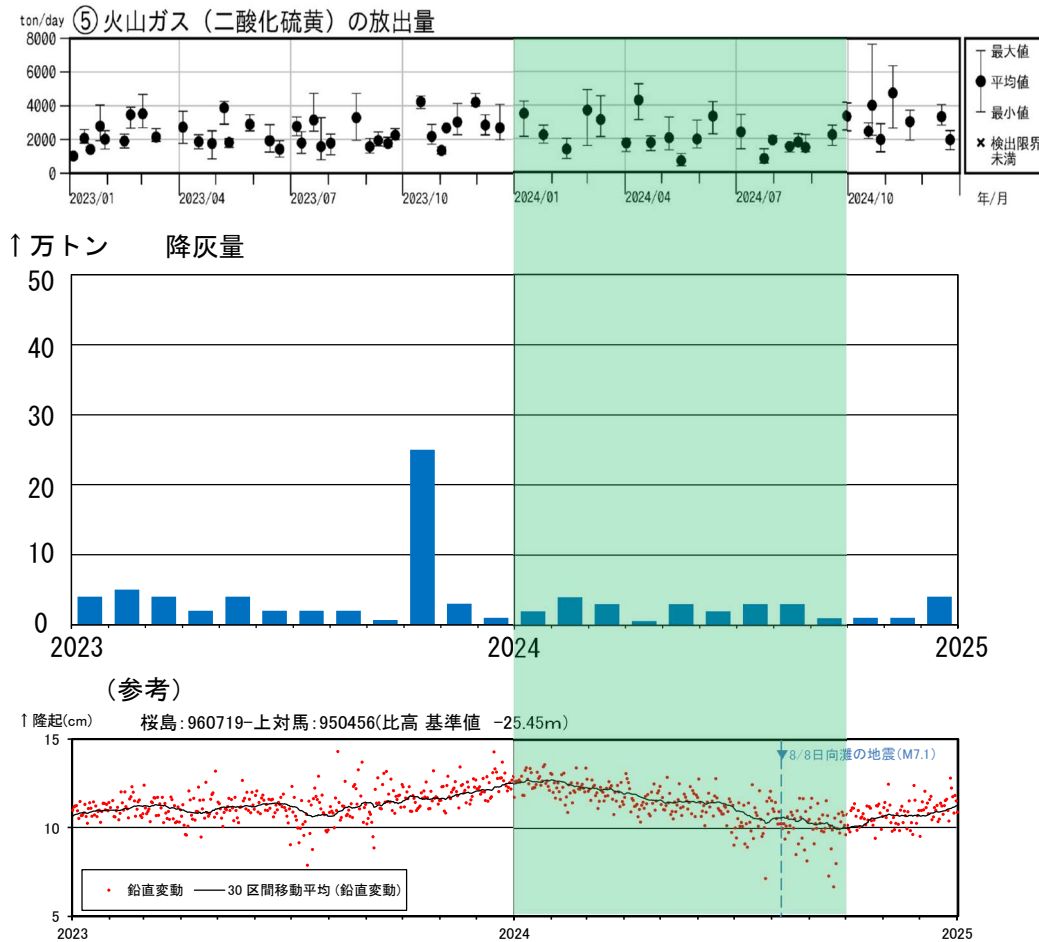


図7 桜島 総降灰量と火山ガス(二酸化硫黄)放出量の関係(2007年~2025年6月)

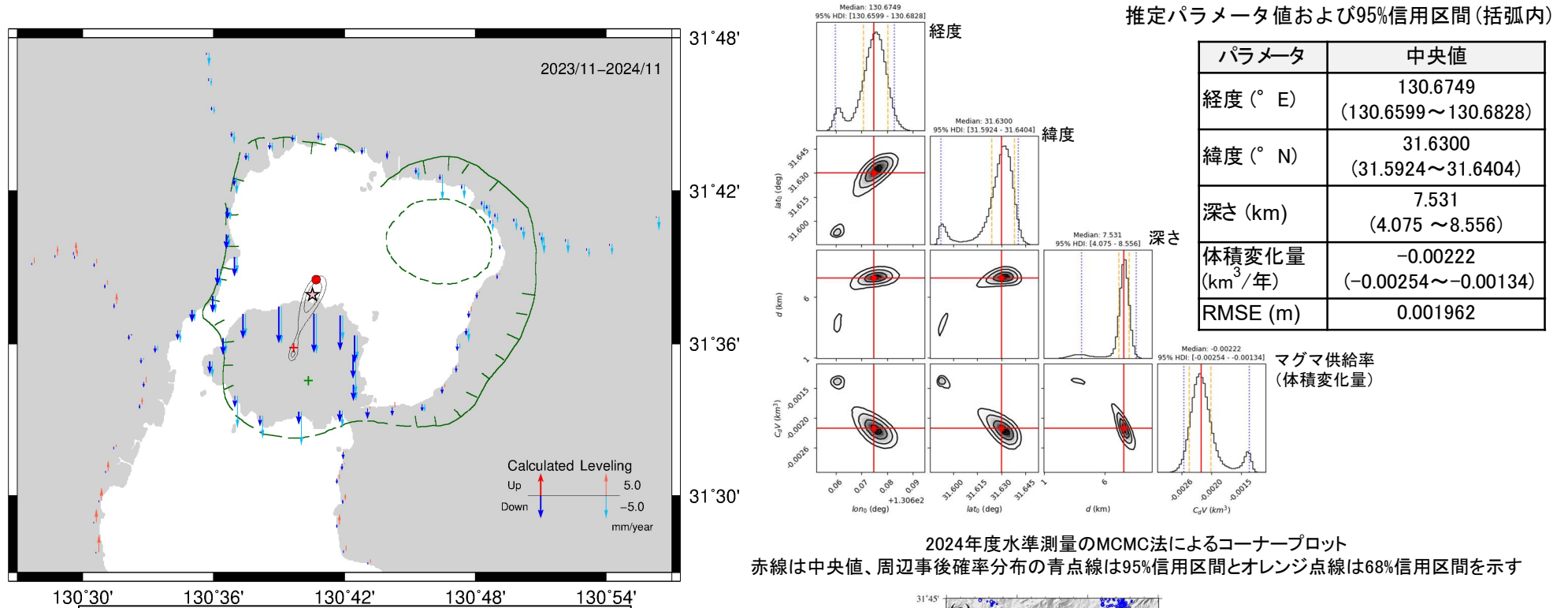
- 月別の火山灰噴出量と火山ガス(二酸化硫黄ガス)放出量について、それぞれ月別の値を推定(※)して積算し、両者の関係を表示した。
- 主に昭和火口の噴火活動が活発であった2009年~2017年と比べて、2008年以前及び2018年以降ではグラフの傾きが小さく、二酸化硫黄ガス放出量が多い割には火山灰の総噴出量が比較的小さい状態で推移している。
- 下段には参考までに南岳山頂火口と昭和火口の噴煙高と噴火、爆発、火映の出現状況を示した。  
※月毎に二酸化硫黄ガス放出量の平均値(トン/日)を求め、これに月平均日数(30.4日/月)を掛けることで、月別放出量(トン/月)に換算した。

気象庁 第7回火山調査委員会 桜島の図7に一部加筆

- 噴出物量(火山ガス、降灰量)の時系列変化
- 降灰量は気象庁の桜島の火山活動解説資料より
  - 緑ハッチは顕著な沈降期間を示す
  - 青色の点線は主な地震を示すが、地震時による変動は補正していない

## 5. 2024年度始良カルデラの沈降要因の検討[②始良カルデラに関する検討: 減圧源に関する検討]

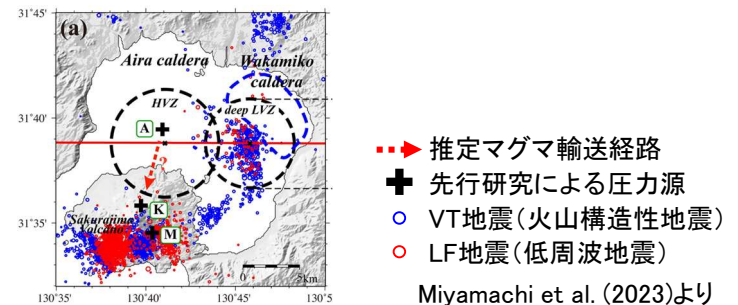
- 水準測量成果(2023年度及び2024年度)を用いて、茂木モデルによる減圧源の検討を実施した。P226「4. 鬼界におけるGNSS観測誤差を考慮したマグマ供給率算出方法の検討[MCMC法による検討]」と同様の手法で推定する。
- その結果、減圧源の体積変化量は $-0.00222\text{km}^3/\text{年}$ (95%信用区間: $-0.00254\text{km}^3/\text{年}\sim-0.00134\text{km}^3/\text{年}$ )となった。水平位置(経度・緯度)の周辺事後確率分布は、北緯 $31.6300^\circ$ (95%信用区間: $31.5924^\circ\sim31.6404^\circ$ )、東経 $130.6749^\circ$ (95%信用区間: $130.6599^\circ\sim130.6828^\circ$ )に、深さは $7.531\text{km}$ (95%信用区間: $4.075\text{km}\sim8.556\text{km}$ )に推定された。
- 推定された位置は、井口ほか(2008;2013)の始良カルデラの圧力源(深さ $11\text{km}$ )とHotta et al. (2016)の桜島北岳直下の圧力源(深さ $3.3\text{km}$ )の間であり、Miyamachi et al. (2023)で示唆されているマグマの輸送経路(赤点線矢印)の位置付近に相当する。
- 以上の結果から、始良カルデラの沈降要因として、始良カルデラのマグマ溜まりと桜島北岳直下のマグマ溜まりの間で、マグマ収支の一時的な減少等の可能性が考えられる。



2024年度水準測量のMCMC法によるコーナープロット  
赤線は中央値、周辺事後確率分布の青点線は95%信用区間とオレンジ点線は68%信用区間を示す

- ☆ 推定された減圧源 (中央値)
- 始良カルデラ (深さ $11\text{km}$ ) 圧力源 (井口ほか, 2008 ; 2013)
- + 北岳 (深さ $3.3\text{km}$ ) 圧力源 (Hotta et al., 2016)
- + 南岳 (深さ $0.7\text{km}$ ) 圧力源 (Hotta et al., 2016)
- コンター線 (推定圧力源位置の信用区間68%及び95%)

水準測量の値と茂木モデルによる計算値の鉛直変動ベクトル図  
※計算値は観測値と被らないようにずらして示している



Miyamachi et al. (2023)より

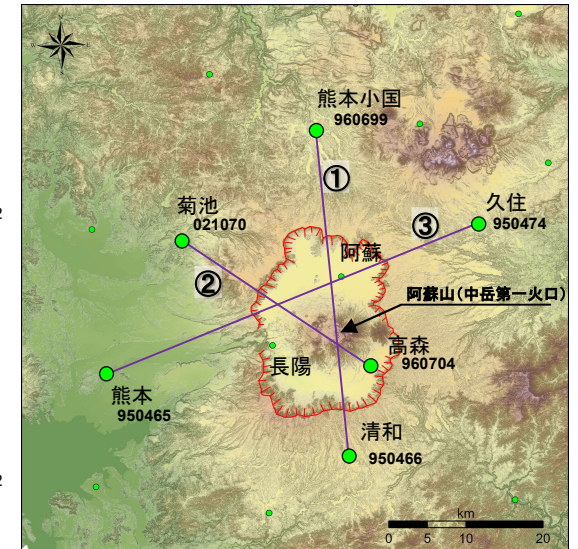
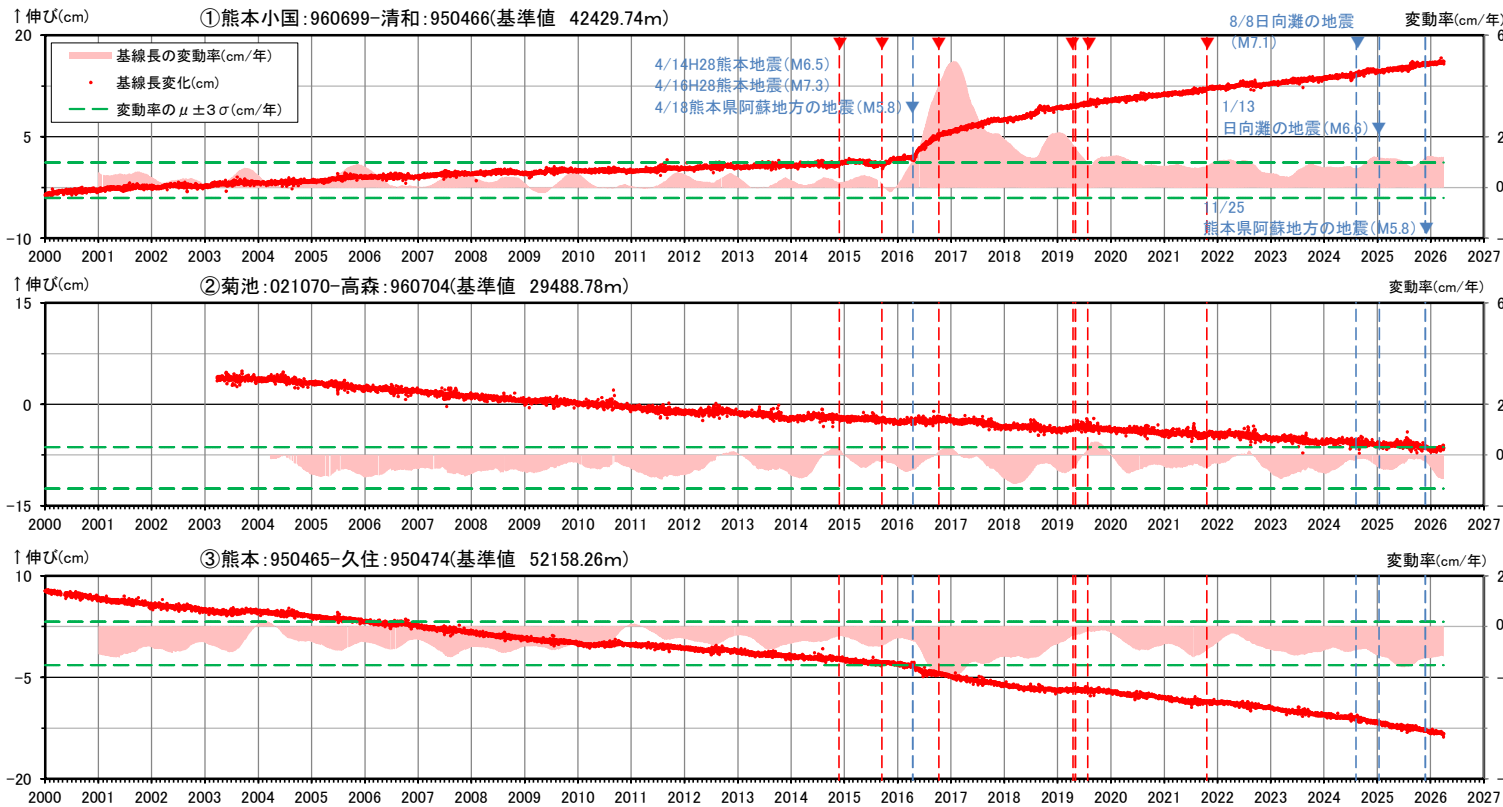
## 5. 2024年度始良カルデラの沈降要因の検討[まとめ]

- 検討項目及び検討結果を下表に示す。
- 検討の結果、①広域地殻変動(九州地方に沈み込むフィリピン海プレートによる影響)や②始良カルデラに関する検討のうち、始良カルデラ(桜島)の噴出物量(火山ガス、降灰量)が、沈降要因である可能性は低いと考えられる。
- 一方、②始良カルデラに関する検討のうち、減圧源に関する検討では、始良カルデラのマグマ溜まりと桜島北岳直下のマグマ溜まりの間で減圧源が求められたことから、始良カルデラのマグマ溜まりと桜島北岳直下のマグマ溜まりの間で、マグマ収支の一時的な減少等の可能性が考えられる。
- 2025年度の水準測量成果では、2023年度以前と概ね同様の隆起傾向が認められることから、2024年度の沈降傾向は一時的な減少等であったと考えられるものの、今後も引き続き留意していく。

【検討項目】	【検討結果】
①広域地殻変動に関する検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 九州地方に沈み込むフィリピン海プレートによる影響の検討           <ul style="list-style-type: none"> <li>• 鉛直変動ベクトルでは、始良カルデラ周辺においてはその周囲と比べより大きい沈降傾向が認められる。</li> <li>• フィリピン海プレートに近く沈み込みの影響を受けやすいと考えられる宮崎県側においては、大きな沈降傾向はみられない。</li> <li>• 九州地方に沈み込むフィリピン海プレートによる影響が要因である可能性は低いと考えられる。</li> </ul> </li> </ul>
②始良カルデラに関する検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 噴出物量(火山ガス、降灰量)に関する検討           <ul style="list-style-type: none"> <li>• 噴出物量(火山ガス、降灰量)は、沈降期間の前後と比較して特段の変化は認められない。</li> <li>• 噴出物量(火山ガス、降灰量)の変化が要因である可能性は低いと考えられる。</li> </ul> </li> <li>■ 減圧源に関する検討           <ul style="list-style-type: none"> <li>• 推定された減圧源の中央値は、始良カルデラの圧力源と北岳の圧力源との間に位置する桜島北沖の深さ7.531kmに推定され、体積変化量は<math>-0.00222\text{km}^3/\text{年}</math>となる。これは、Miyamachi et al. (2023)で示唆されているマグマの輸送経路(赤点線矢印)の位置付近となる。</li> <li>• 減圧源位置から、始良カルデラのマグマ溜まりと桜島北岳直下のマグマ溜まりの間で、マグマ収支の一時的な減少等の可能性が考えられる。</li> </ul> </li> </ul>

## 6. 統計的整理に基づく評価 阿蘇カルデラ [地殻変動: 基線長変化]

- 基線長変化について、統計学において誤差範囲として用いられる「平均( $\mu$ )  $\pm$  3 $\sigma$ 」と、2025年度の観測結果との比較を行った。
- 2025年度の阿蘇カルデラにおいては、基線①(熊本小国-清和)及び⑤(菊池-清和)において+3 $\sigma$ を上回る基線長変動率が見られるが、2024/8/8、2025/1/13日向灘地震の震源に比較的近い「清和」を含むため、2024/8/8日向灘の地震の余効変動及び2025/1/13日向灘の地震の余効変動の影響と考えられる。また、基線③、④において-3 $\sigma$ を下回る基線長変動率が見られるが、上記の地震の余効変動による「熊本」「菊池」の南東方向の変動によるものと考えられる。



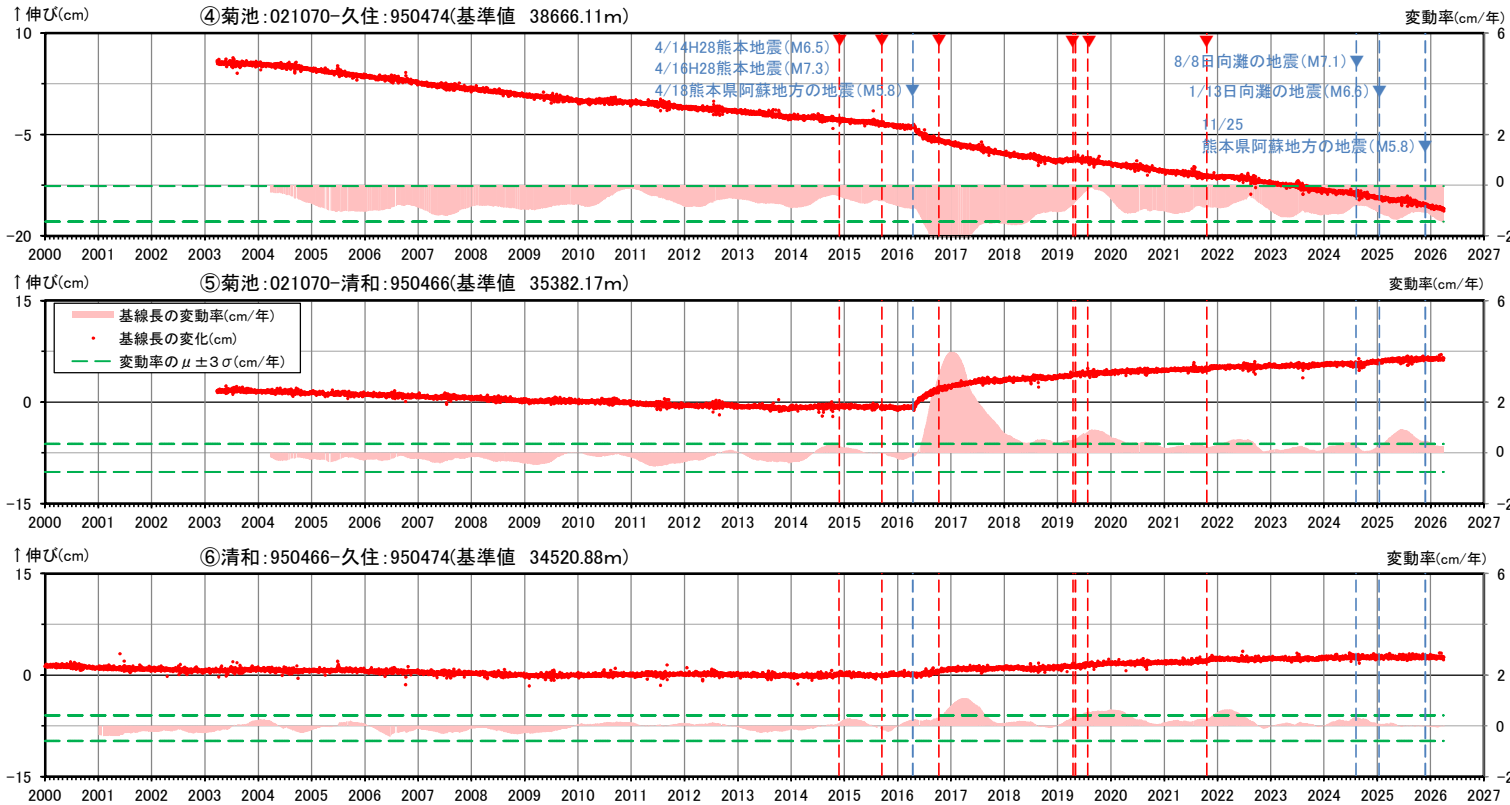
● 国土地理院のGNSS観測点

- ※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
- ※3 赤色の▼と点線は主な噴火を示す
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 熊本地震発生以前(算出開始日~2015.12.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

基線①~③の時系列変化

本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

# 6. 統計的整理に基づく評価 阿蘇カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



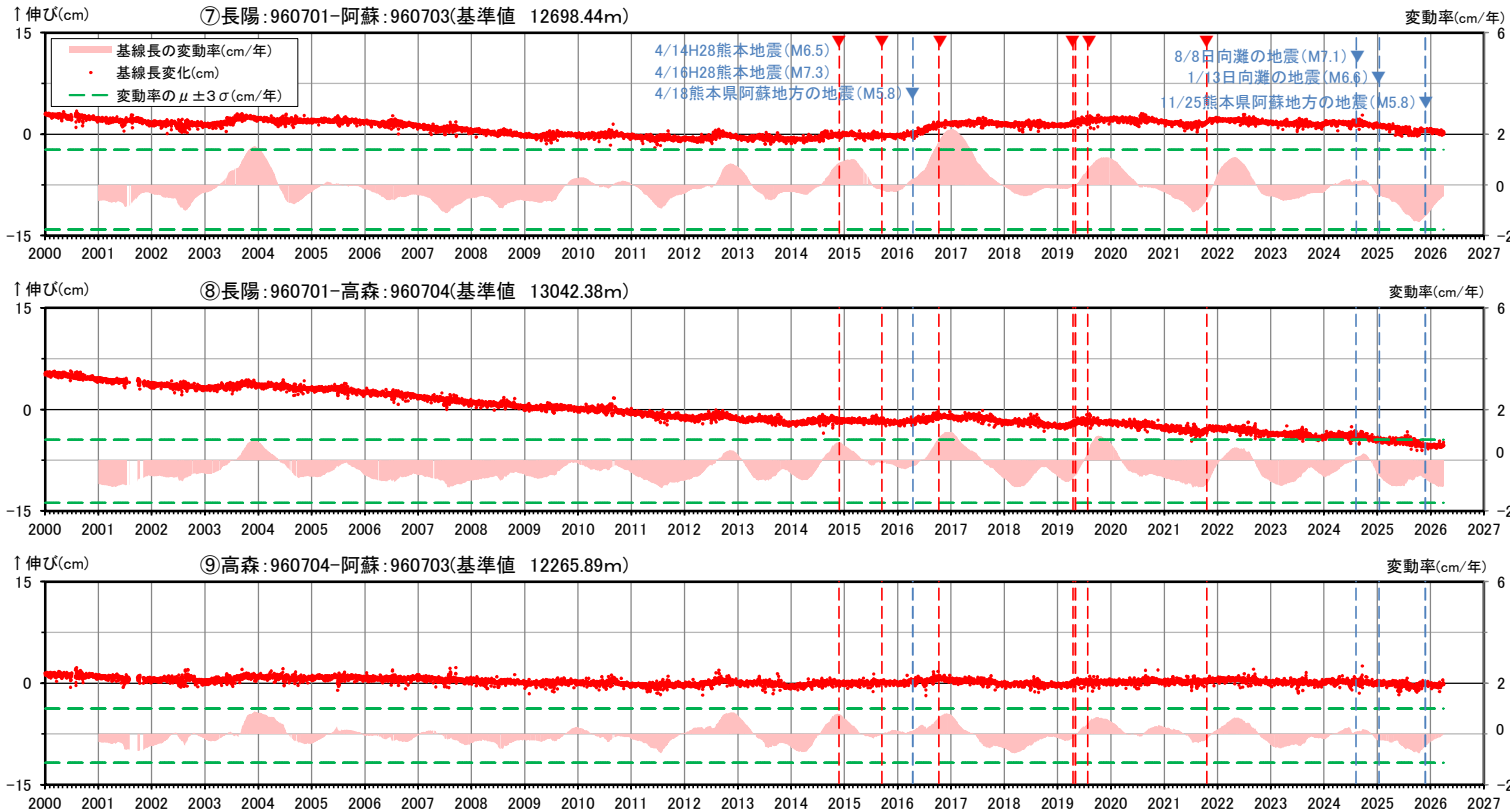
基線④～⑥の時系列変化



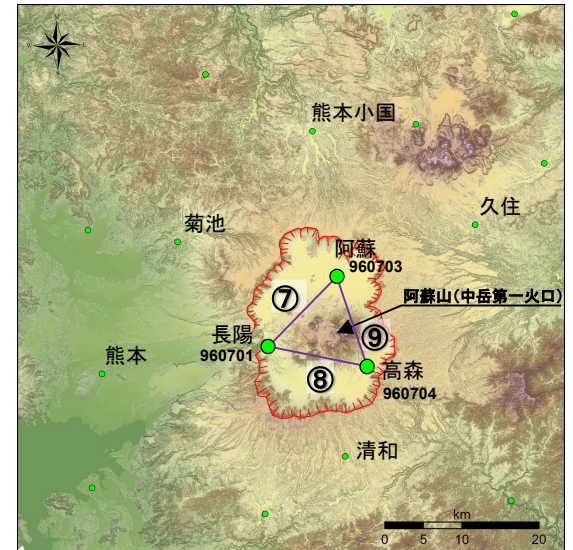
- 国土地理院のGNSS観測点
- ※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
- ※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出
- ※3 赤色の▼と点線は主な噴火を示す
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 熊本地震発生以前(算出開始日～2015.12.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

# 6. 統計的整理に基づく評価 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



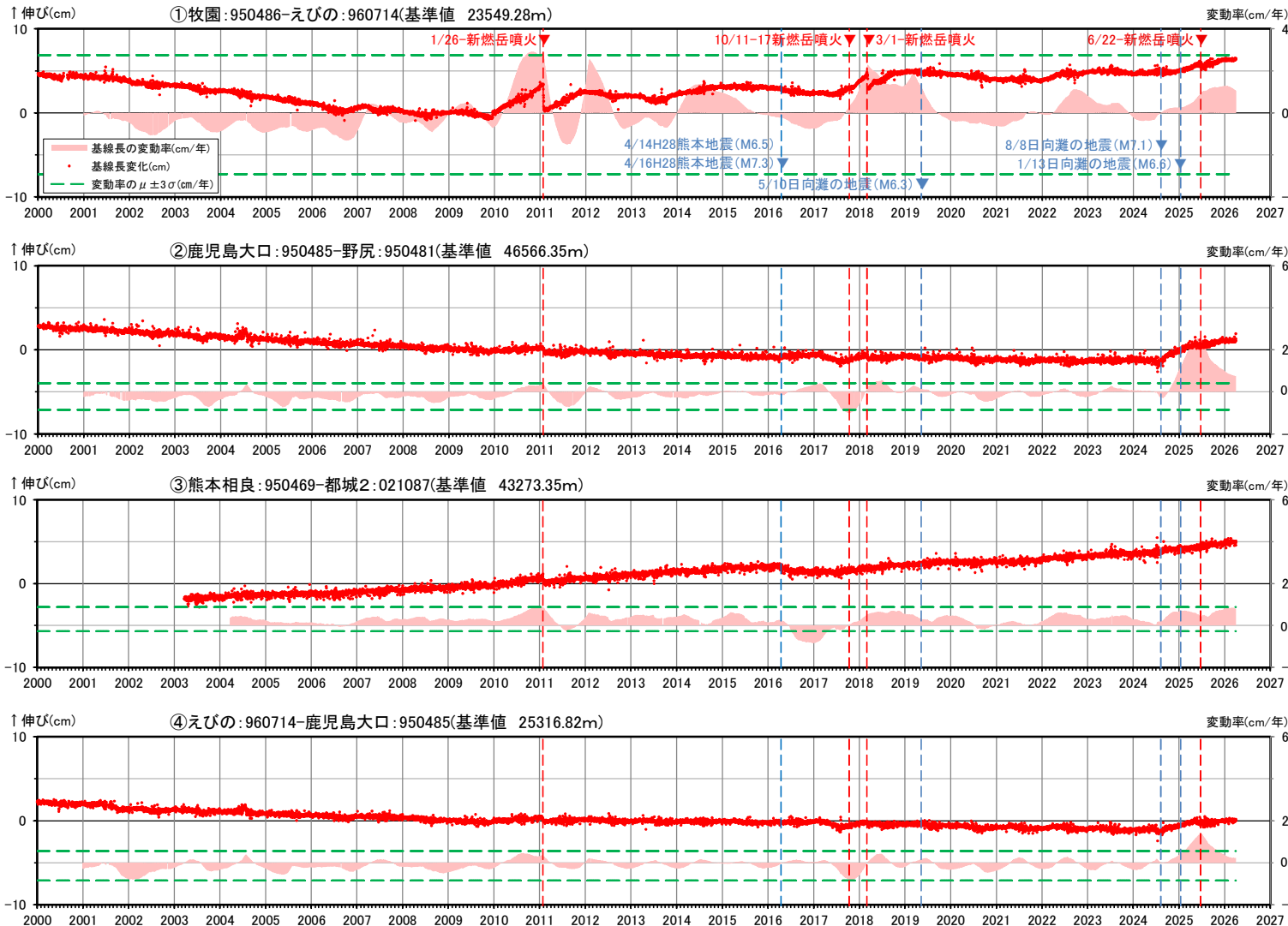
● 国土地理院のGNSS観測点

- ※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 赤色の▼と点線は主な噴火を示す
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 熊本地震発生以前(算出開始日～2015.12.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

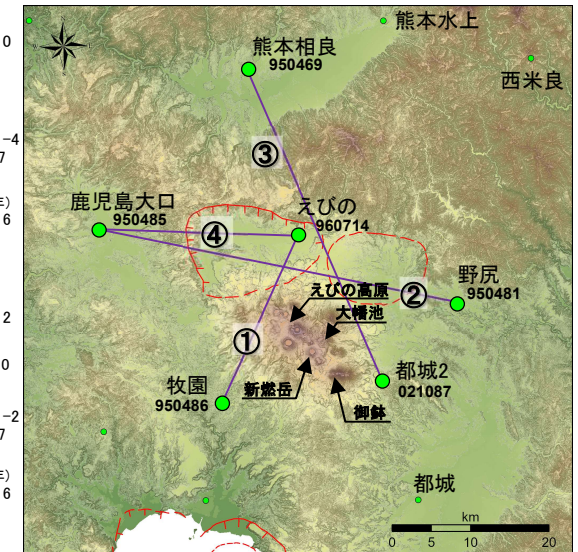
本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

## 6. 統計的整理に基づく評価 加久藤・小林カルデラ [地殻変動: 基線長変化]

- ・ 2025年度の加久藤・小林カルデラにおいては、基線②、④、⑧、⑪、⑫、⑮において $+3\sigma$ を上回り、基線⑨、⑩において $-3\sigma$ を下回る基線長変動率が認められる。
- ・  $+3\sigma$ を上回った基線は2024/8/8日向灘の地震の震源方向への成分が多く含まれ、震源に近い観測点「野尻」「えびの」「都城2」「西米良」及び「都城」の東方向(震源方向)への変動が相対的に大きく、 $-3\sigma$ を下回った基線は長い南北基線であり「熊本相良」及び「西米良」が南方向への変動が大きいためであり、これらの変動は2024/8/8日向灘の地震の余効変動及び2025/1/13日向灘の地震の余効変動の影響と考えられる。



基線①～④の時系列変化

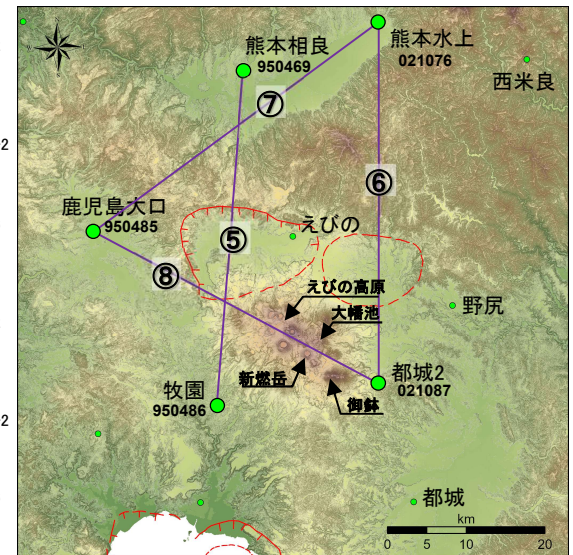
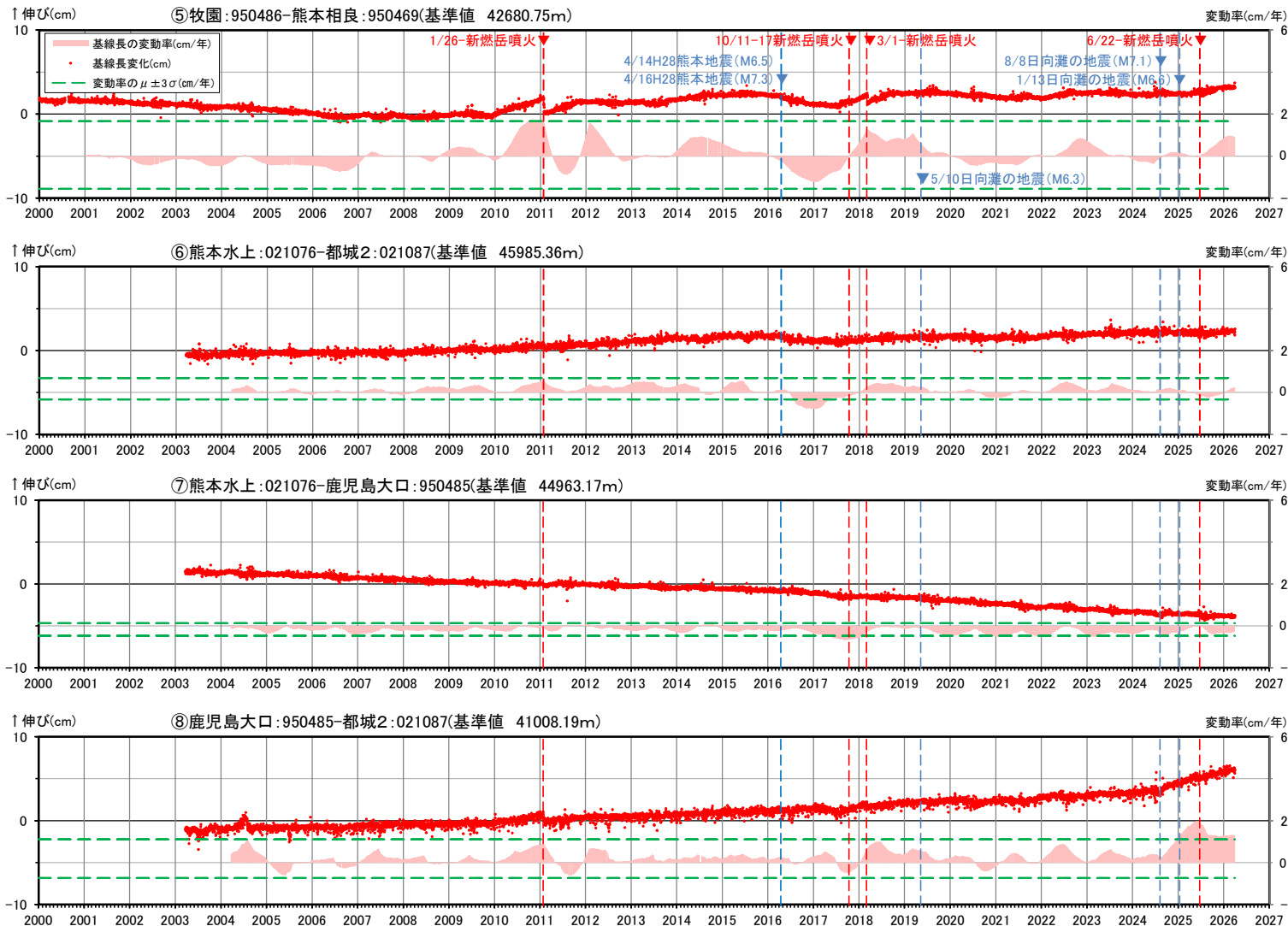


● 国土地理院のGNSS観測点

- ※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 赤色の▼と点線は主な噴火を示す
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 熊本地震発生以前(算出開始日～2015.12.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)10mメッシュを使用したものである。

# 6. 統計的整理に基づく評価 加久藤・小林カルデラ [地殻変動: 基線長変化]

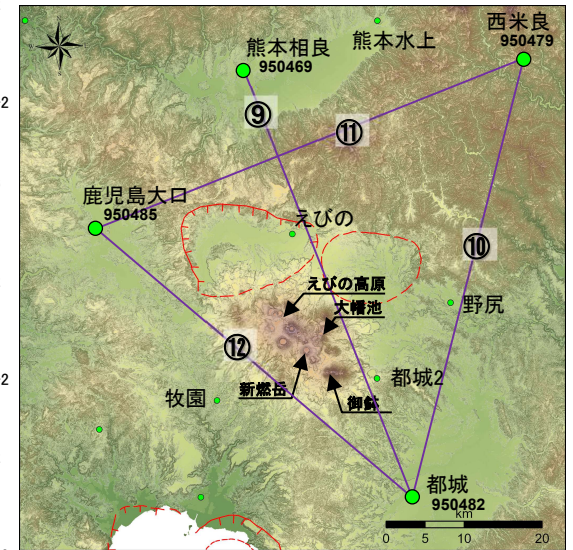
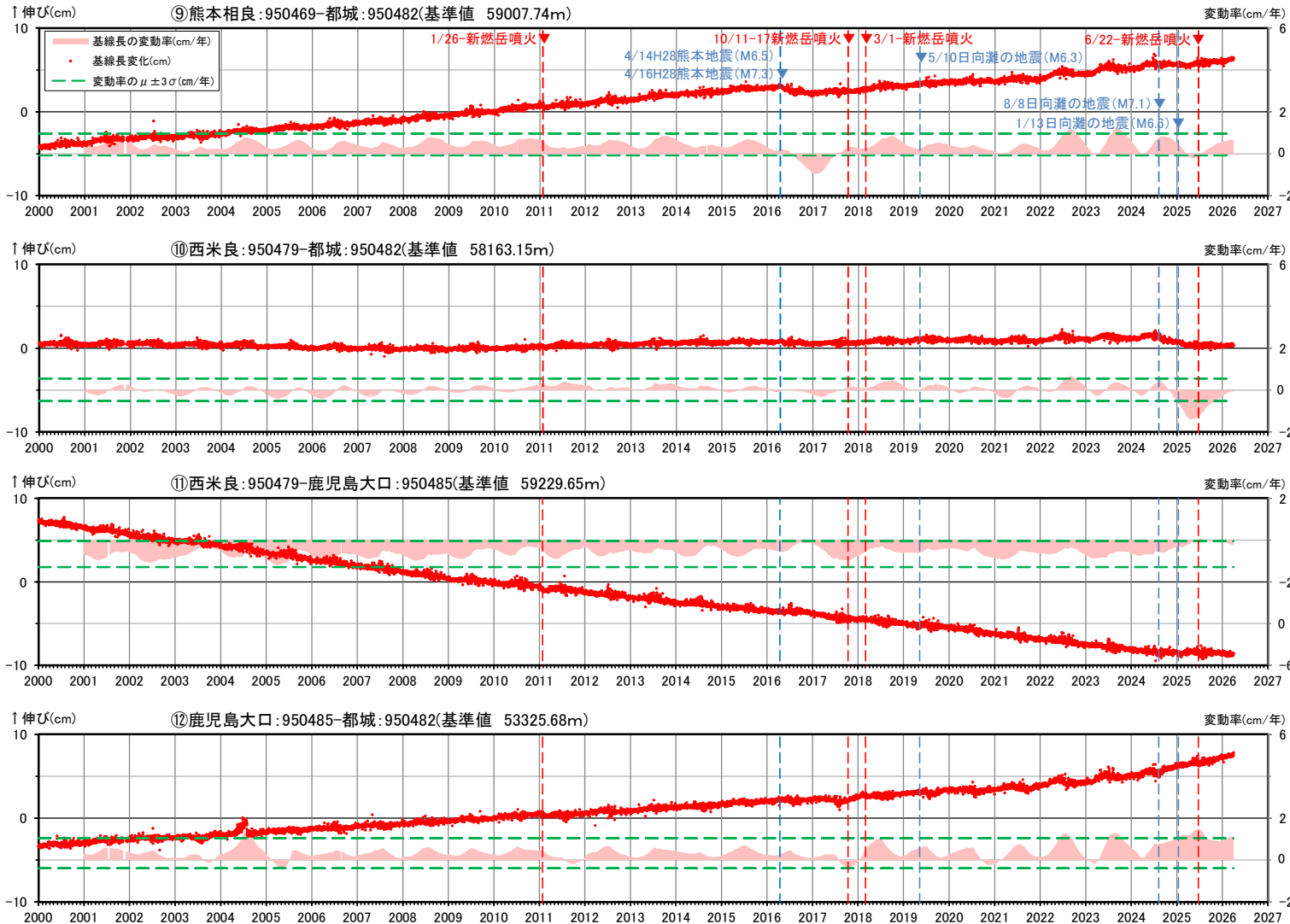


- ※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
- ※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出
- ※3 赤色の▼と点線は主な噴火を示す
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 熊本地震発生以前(算出開始日~2015.12.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

基線⑤~⑧の時系列変化

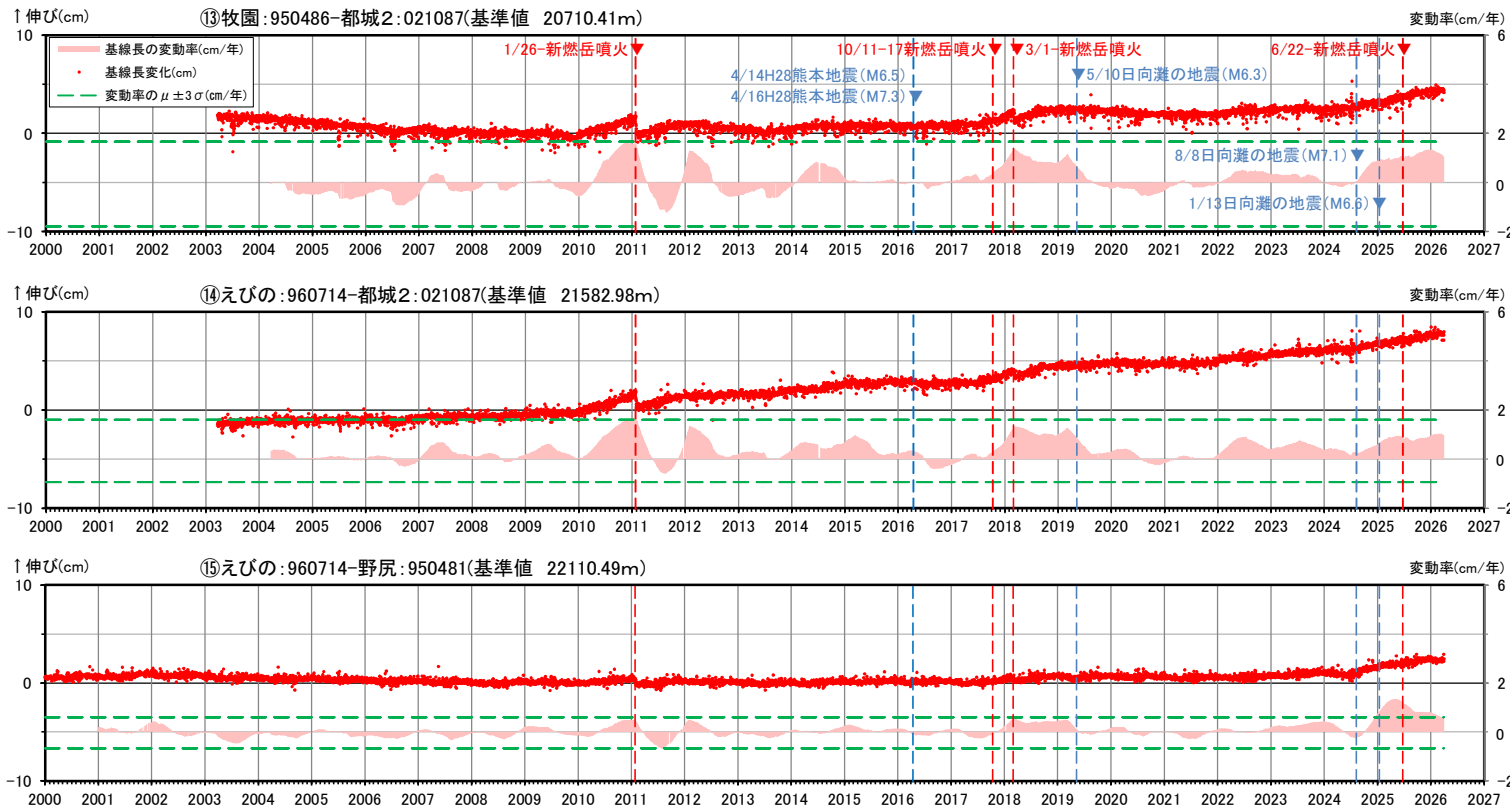
# 6. 統計的整理に基づく評価 加久藤・小林カルデラ [地殻変動:基線長変化]



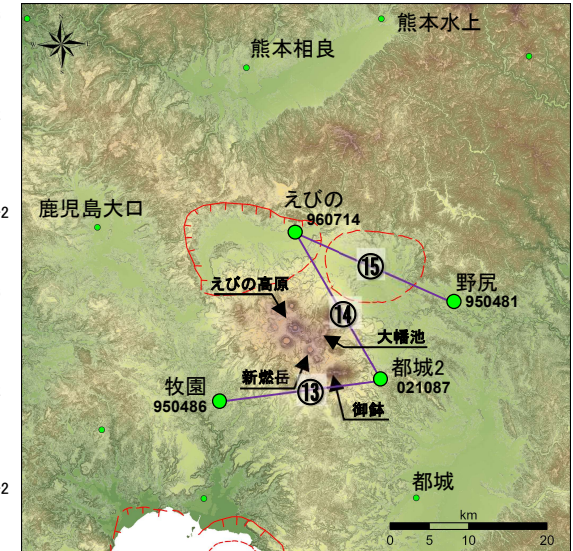
- 国土地理院のGNSS観測点
  - ※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
  - ※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出
  - ※3 赤色の▼と点線は主な噴火を示す
  - ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
  - ※5 熊本地震発生以前(算出開始日~2015.12.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした
- ※本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

基線⑨~⑫の時系列変化

# 6. 統計的整理に基づく評価 加久藤・小林カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



基線⑬～⑮の時系列変化



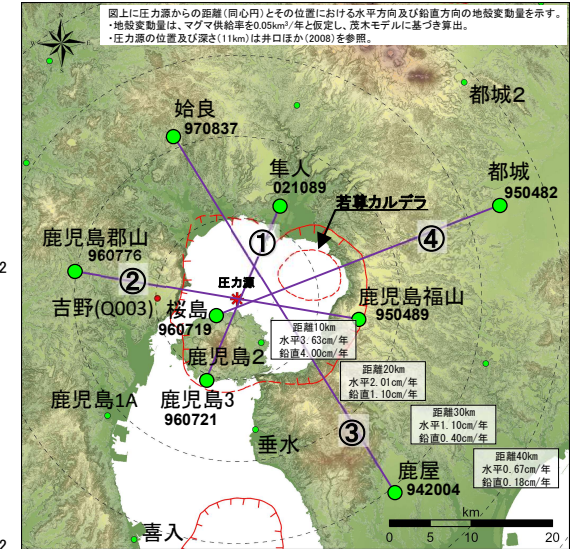
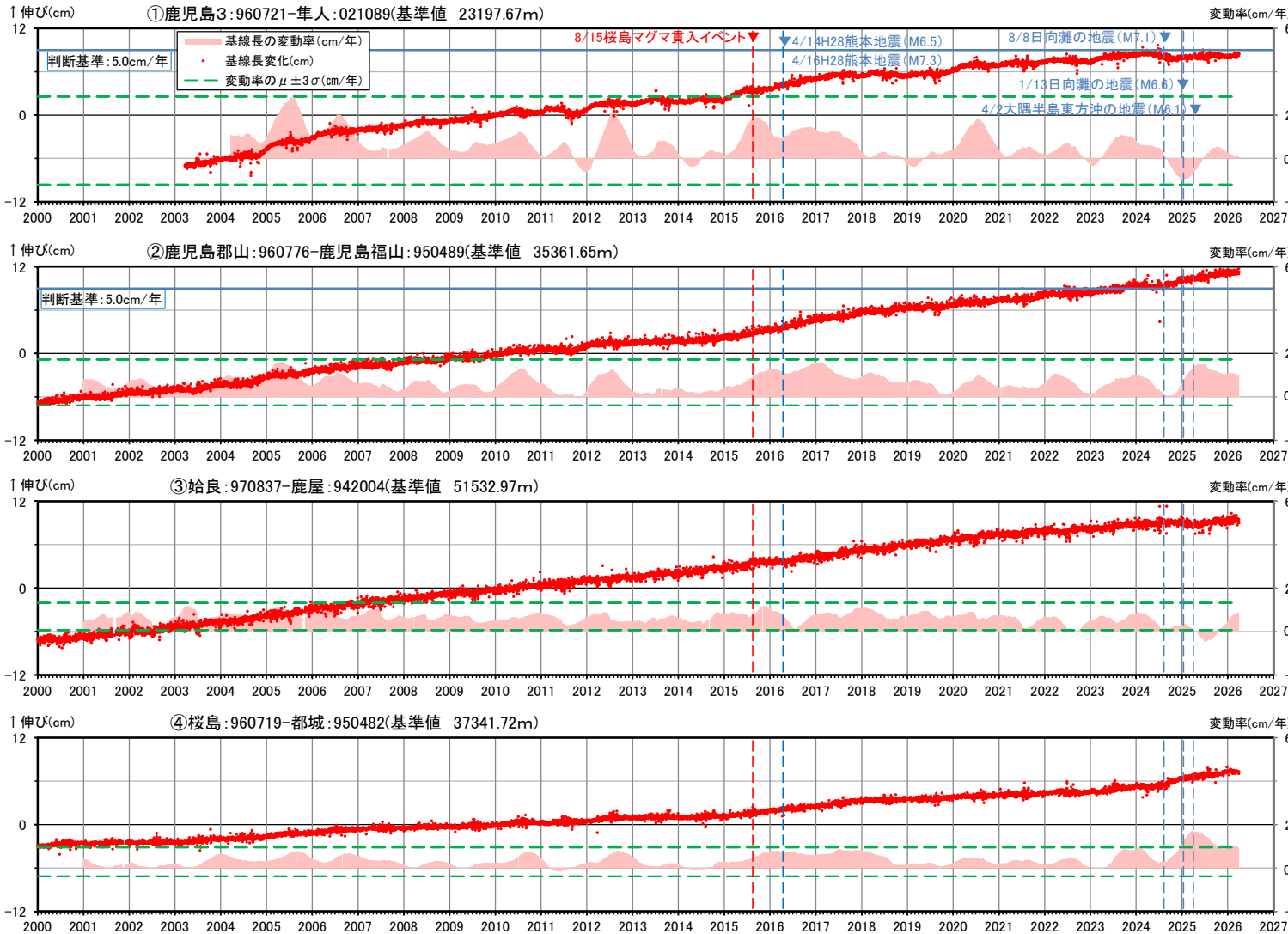
● 国土地理院のGNSS観測点

- ※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 赤色の▼と点線は主な噴火を示す
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 熊本地震発生以前(算出開始日～2015.12.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

# 6. 統計的整理に基づく評価 始良カルデラ[地殻変動: 基線長変化]

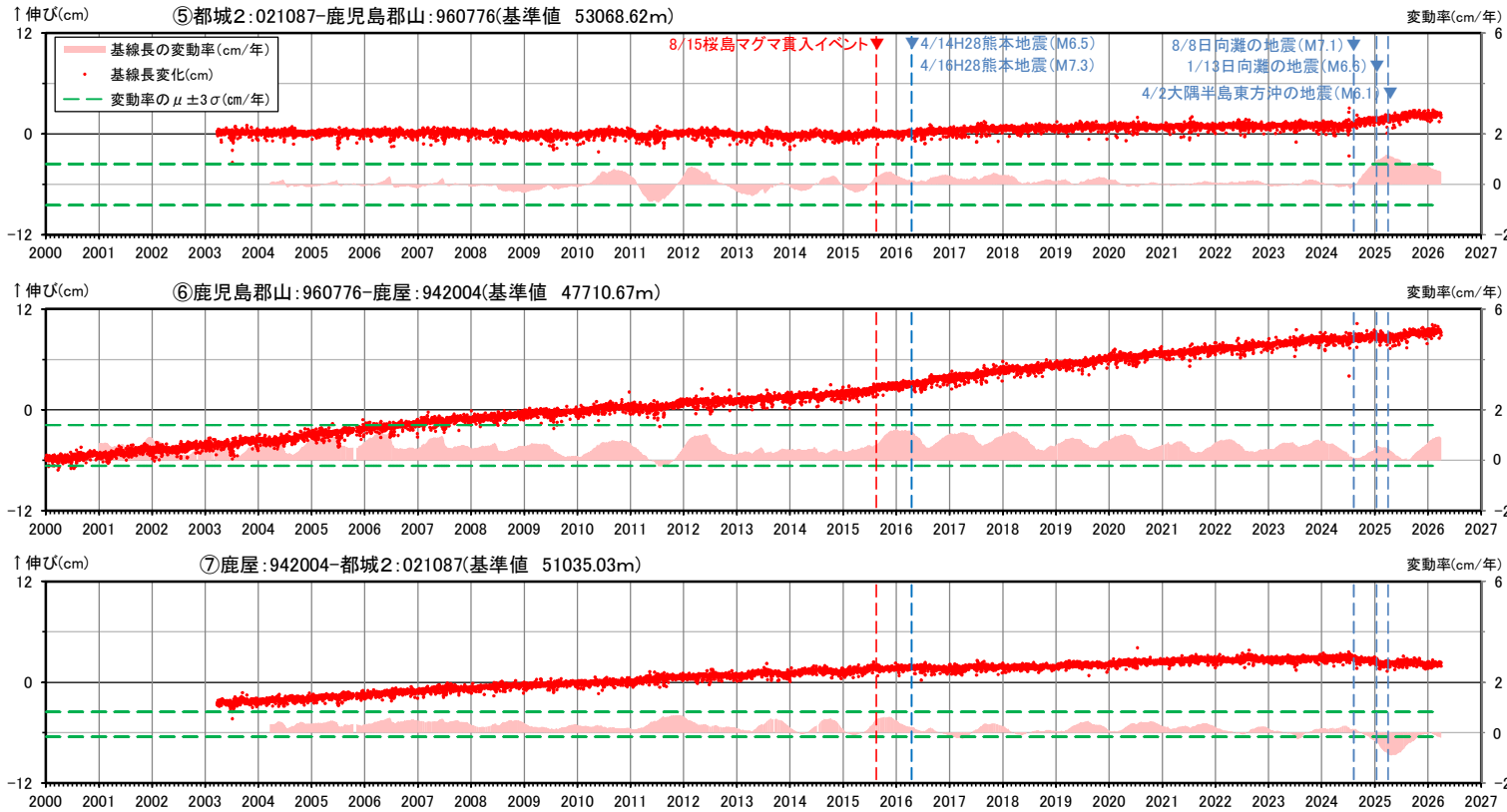
- ・ 2025年度の始良カルデラにおいては、基線④、⑤、⑨、⑩、⑬、⑭において $+3\sigma$ を上回り、基線③、⑦において $-3\sigma$ を下回る基線長変動率が認められる。
- ・  $+3\sigma$ を上回った基線は2024/8/8日向灘の地震の震源方向への成分が多く含み、震源に近い観測点「都城」「都城2」「垂水」の東方向への変動が相対的に大きく、 $-3\sigma$ を下回った基線は長い南北基線であり北側の「始良」及び「都城2」の南方向への変動が大きくなったためであり、これらの変動は2024/8/8日向灘の地震の余効変動及び2025/1/13日向灘の地震の余効変動の影響と考えられる。



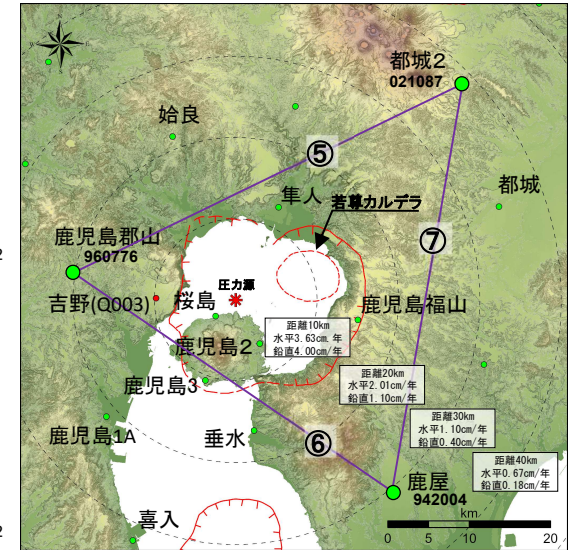
- 国土地理院のGNSS観測点
- 九州電力のGNSS観測点
- ※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
- ※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出
- ※3 赤色の▼は桜島の活動に関する公表された主なイベントを示す
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 熊本地震の影響が残っていると考えられる始良、都城、隼人を含む基線①、③、④では、熊本地震発生以前(算出開始日～2015.12.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした
- ※6 基線②では2025年度以前(算出開始日～2025.3.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

# 6. 統計的整理に基づく評価 始良カルデラ[地殻変動: 基線長変化]



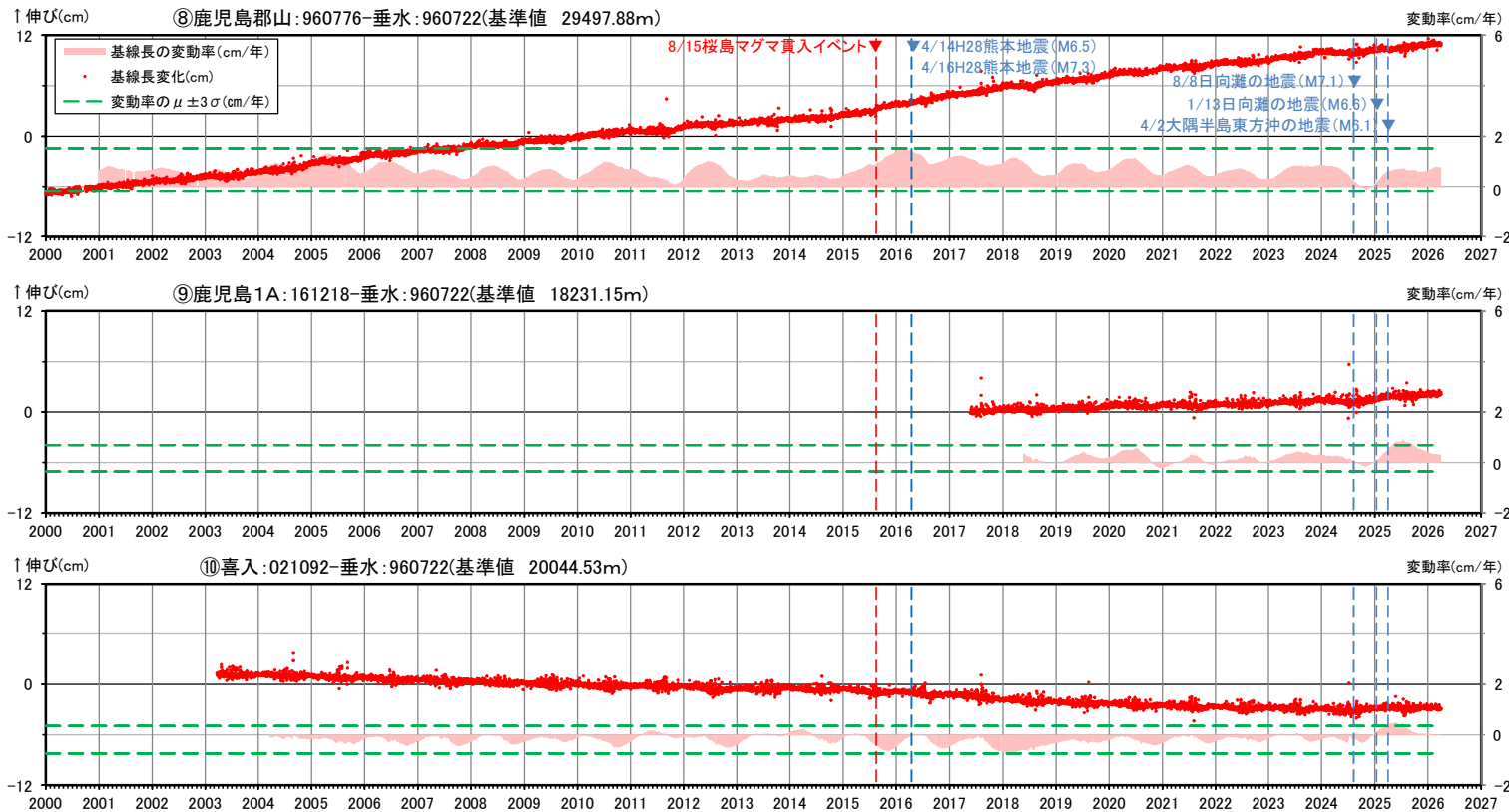
基線⑤～⑦の時系列変化



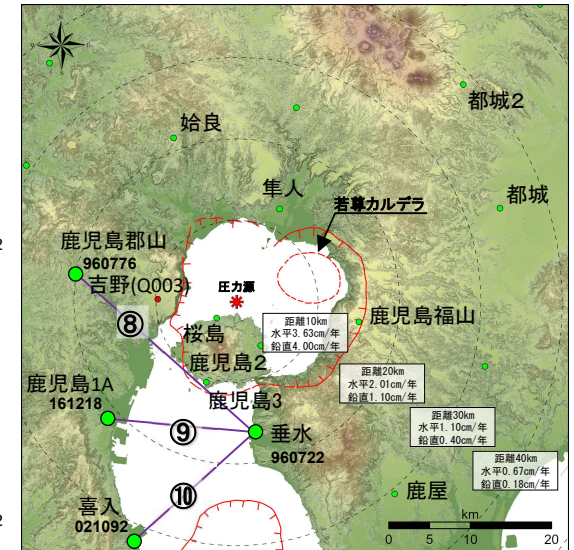
- 国土地理院のGNSS観測点
- 九州電力のGNSS観測点
- ※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
- ※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出
- ※3 赤色の▼は桜島の活動に関する公表された主なイベントを示す
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 熊本地震の影響が残っていると考えられる都城2を含む基線⑤、⑦では、熊本地震発生以前(算出開始日～2015.12.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした
- ※6 基線⑥では2025年度以前(算出開始日～2025.3.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

# 6. 統計的整理に基づく評価 始良カルデラ[地殻変動: 基線長変化]



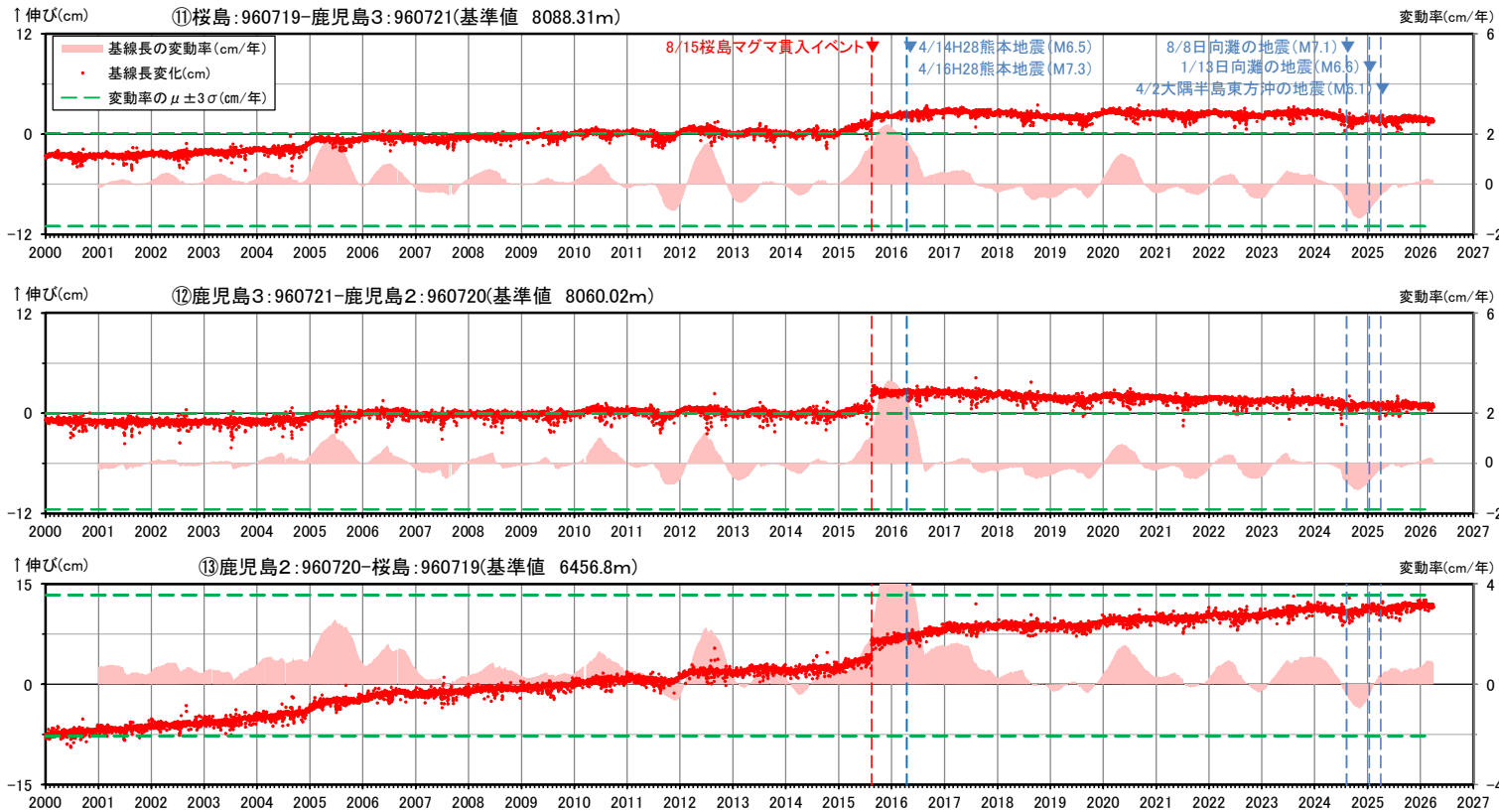
基線⑧～⑩の時系列変化



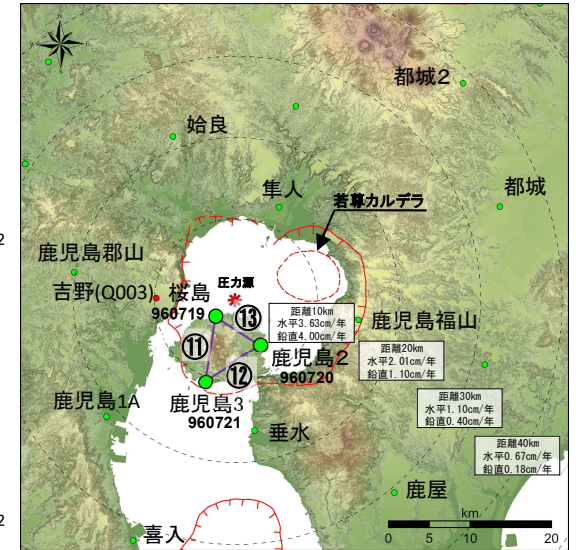
- 国土地理院のGNSS観測点
  - 九州電力のGNSS観測点
- ※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示。基線⑨は2017年5月24日を基準日としている。
- ※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出
- ※3 赤色の▼は桜島の活動に関する公表された主なイベントを示す
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 2025年度以前(算出開始日～2025.3.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

# 6. 統計的整理に基づく評価 始良カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



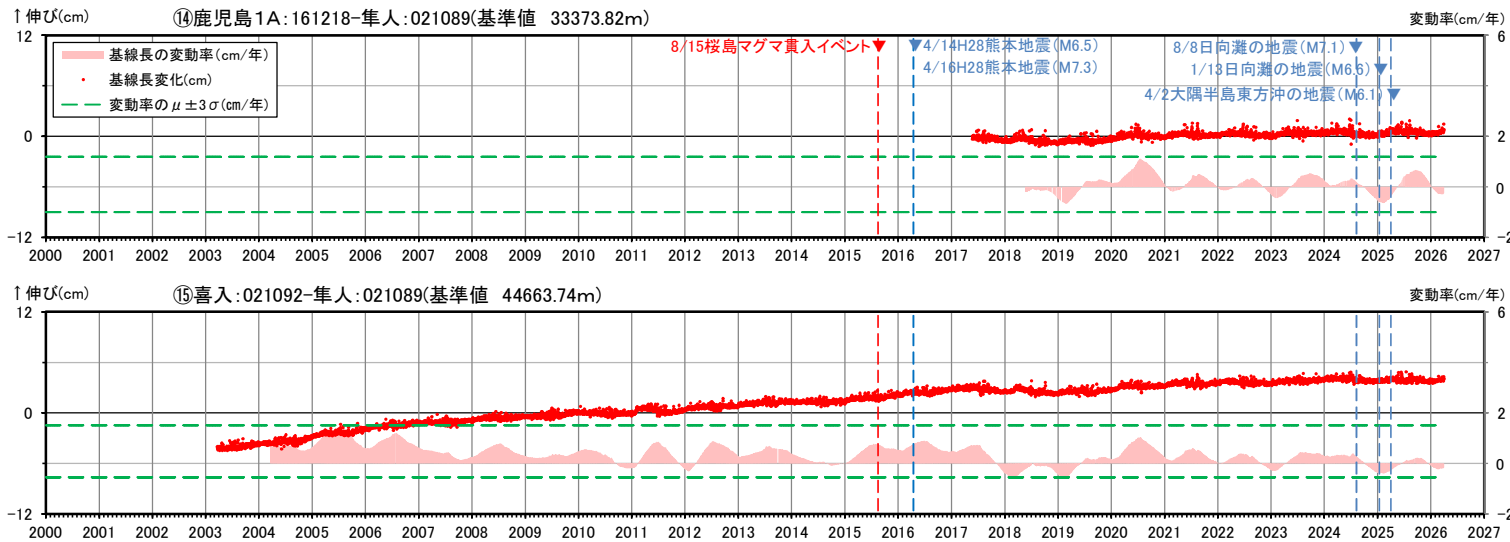
基線⑪～⑬の時系列変化



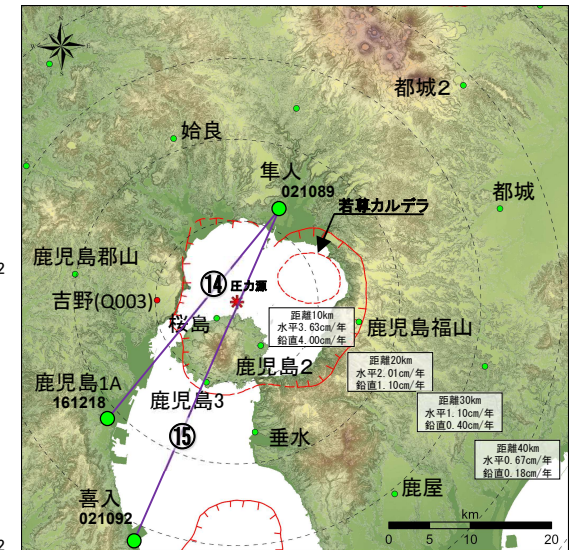
- 国土地理院のGNSS観測点
  - 九州電力のGNSS観測点
- ※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
- ※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出
- ※3 赤色の▼は桜島の活動に関する公表された主なイベントを示す
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 2025年度以前(算出開始日～2025.3.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

# 6. 統計的整理に基づく評価 始良カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



基線⑭、⑮の時系列変化

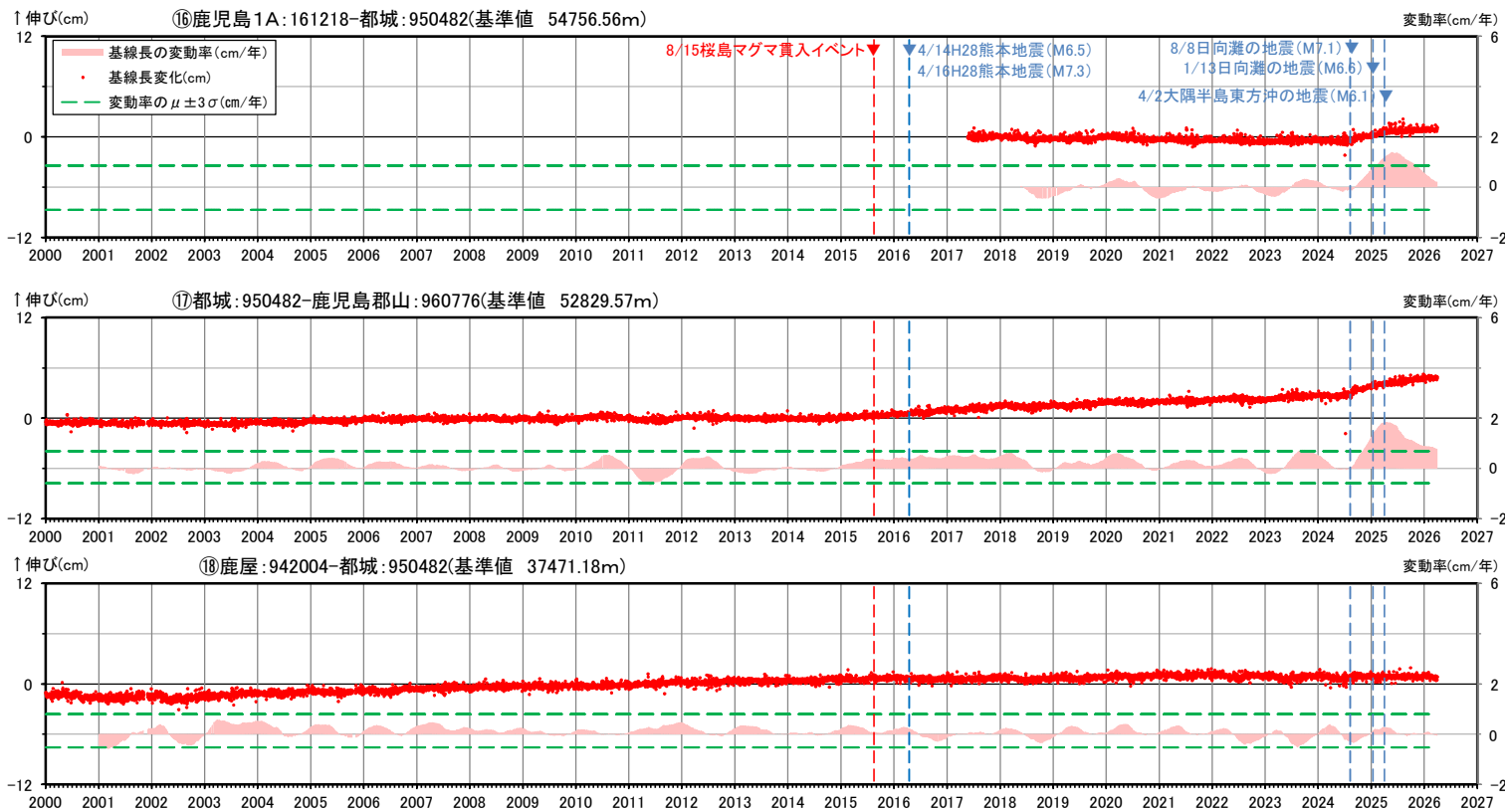


- 国土地理院のGNSS観測点
- 九州電力のGNSS観測点

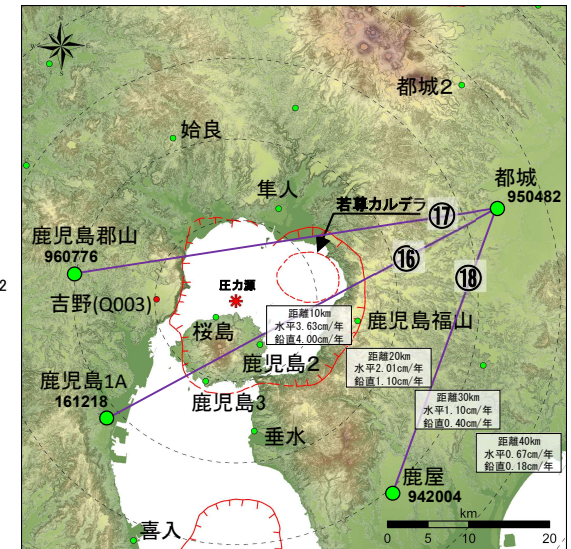
- ※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示。基線⑭は2017年5月24日を基準日としている。
- ※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出
- ※3 赤色の▼は桜島の活動に関する公表された主なイベントを示す
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 基線⑭では観測開始から2025年度以前(算出開始日～2025.3.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした
- ※6 熊本地震の影響が残っていると考えられる隼人を含む基線⑮では、熊本地震発生以前(算出開始日～2015.12.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

# 6. 統計的整理に基づく評価 始良カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



基線⑬～⑱の時系列変化

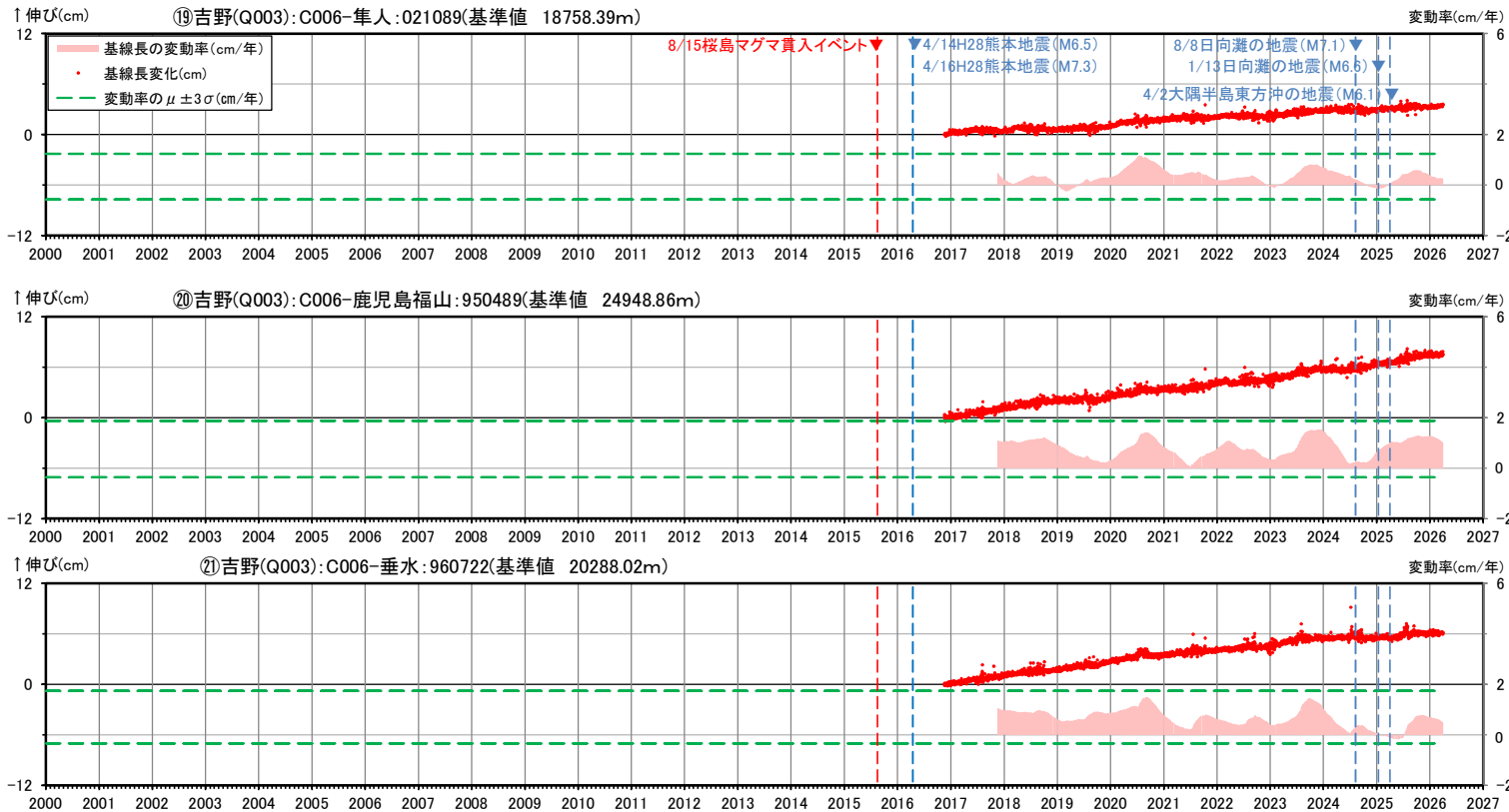


● 国土地理院のGNSS観測点  
● 九州電力のGNSS観測点

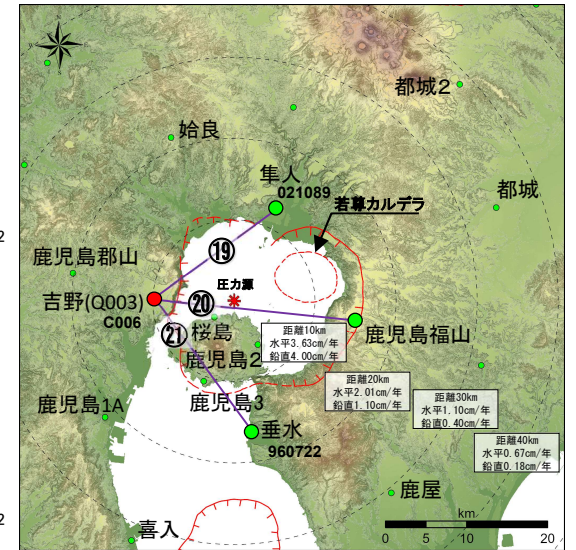
- ※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示。基線⑬は2017年5月24日を基準日としている。
- ※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出
- ※3 赤色の▼は桜島の活動に関する公表された主なイベントを示す
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 基線⑬では観測開始から2025年度以前(算出開始日～2025.3.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした
- ※6 熊本地震の影響が残っていると考えられる都城を含む基線⑭、⑮では、熊本地震発生以前(算出開始日～2015.12.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

# 6. 統計的整理に基づく評価 始良カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



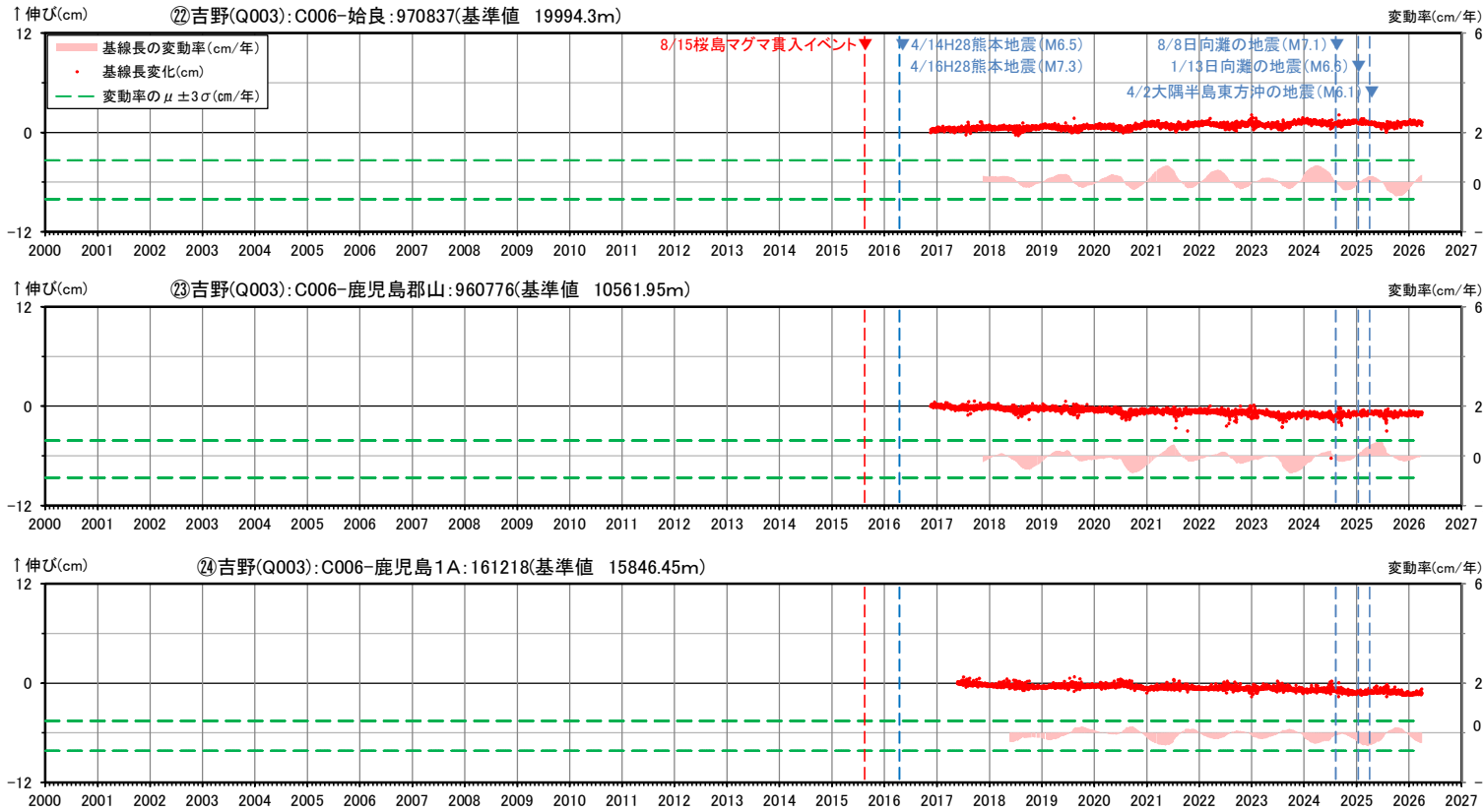
基線⑱～㉑の時系列変化



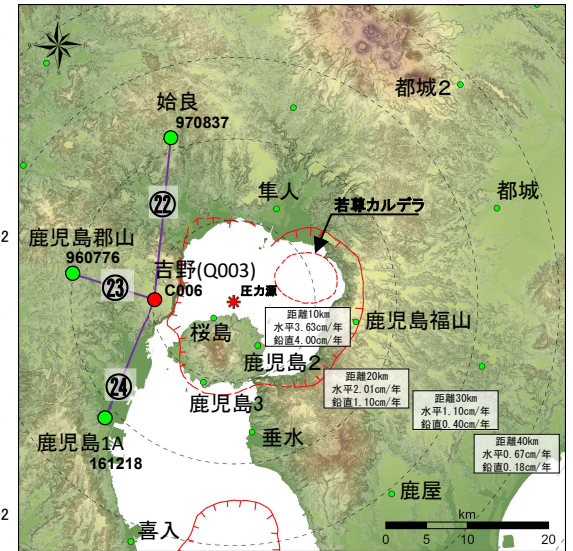
- 国土地理院のGNSS観測点
- 九州電力のGNSS観測点
- ※1 2016年11月17日を基準値とし、基準値からの変化量を表示
- ※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出
- ※3 赤色の▼は桜島の活動に関する公表された主なイベントを示す
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 2025年度以前(算出開始日～2025.3.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

# 6. 統計的整理に基づく評価 始良カルデラ [地殻変動: 基線長変化]



基線②～④の時系列変化



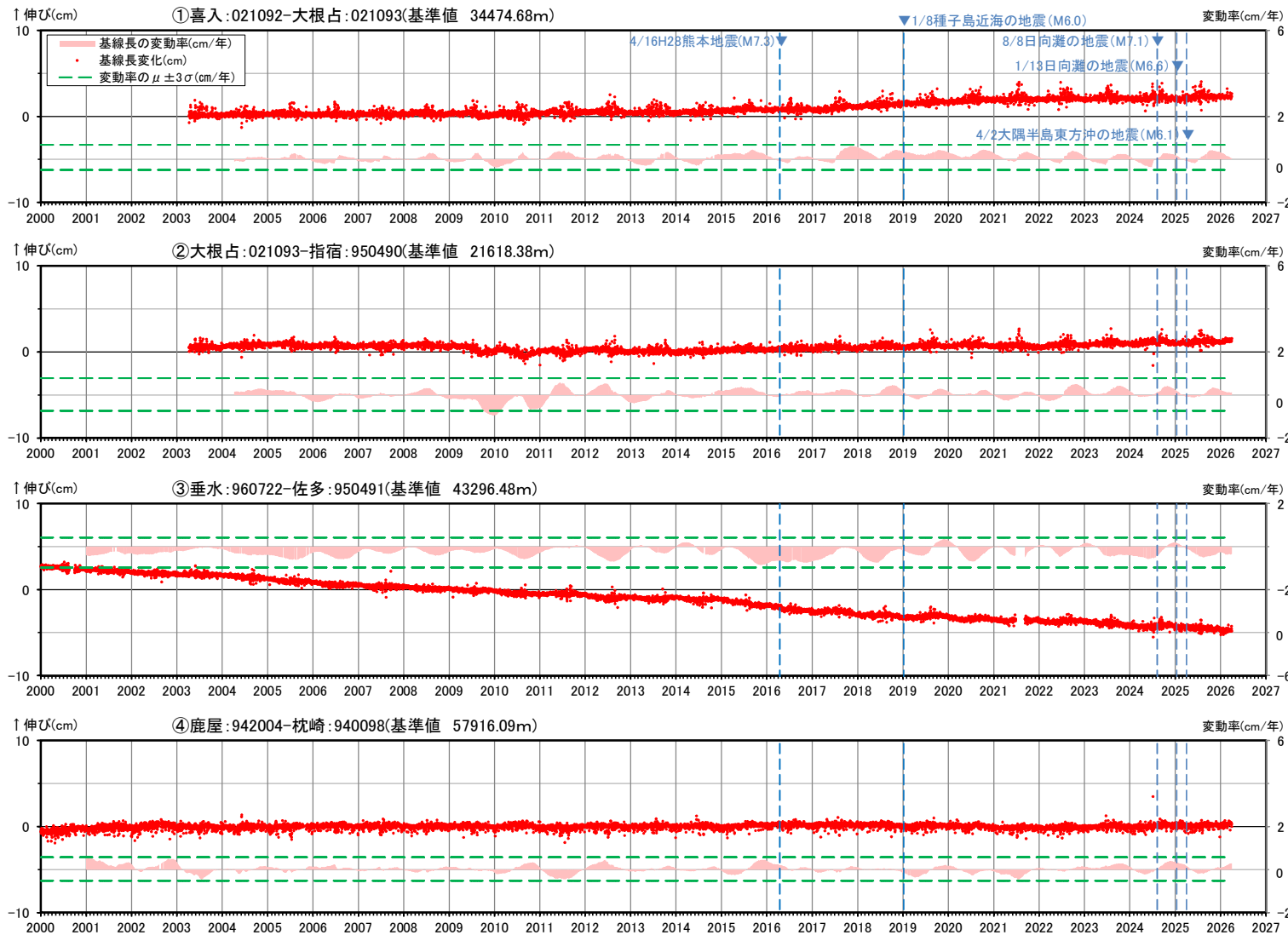
- 国土地理院のGNSS観測点
- 九州電力のGNSS観測点

- ※1 2016年11月17日を基準値とし、基準値からの変化量を表示。基線④は2017年5月24日を基準日としている。
- ※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 赤色の▼は桜島の活動に関する公表された主なイベントを示す
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 2025年度以前(算出開始日～2025.3.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

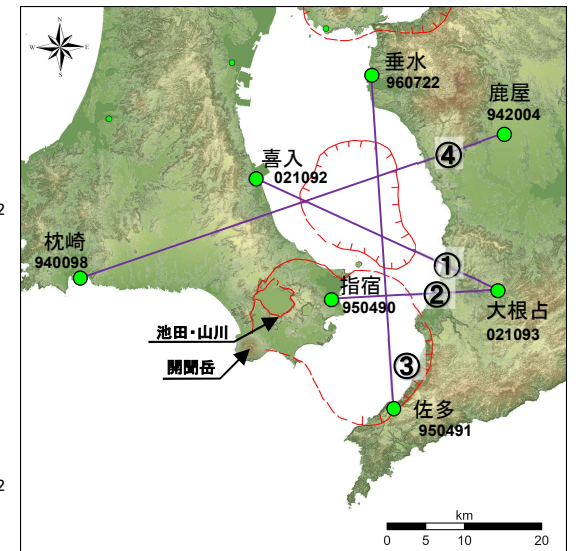
本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

# 6. 統計的整理に基づく評価 阿多カルデラ [地殻変動: 基線長変化]

・ 2025年度の阿多カルデラにおいては、基線長変動率が $\pm 3\sigma$ を超える基線は無い。



基線①～④の時系列変化

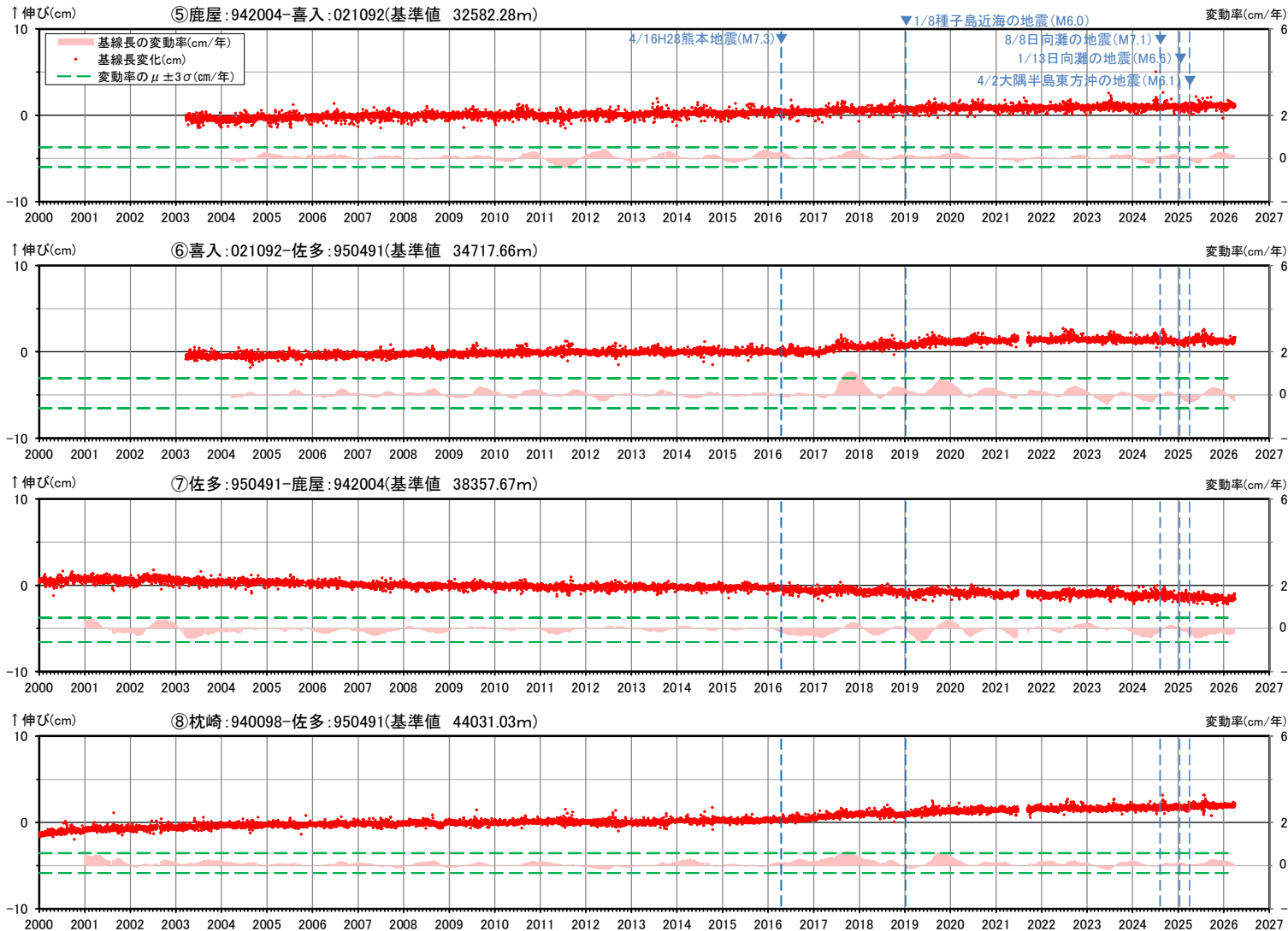


● 国土地理院のGNSS観測点

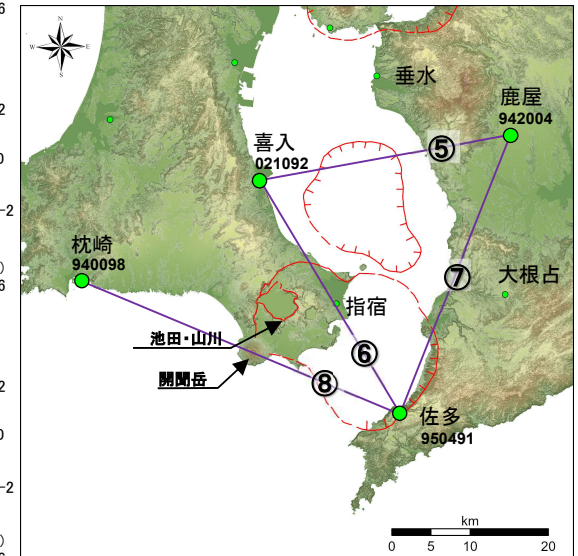
- ※1 2010年1月1日の基線長を基準値とし、基準値からの変化量を表示
- ※2 変動率は過去1年間のデータを用いて求めた近似式により算出
- ※3 950491(佐多)は、2021年6月27日以降データの公開が停止したが、9月8日からデータの公開を再開
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 2025年度以前(算出開始日～2025.3.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。

# 6. 統計的整理に基づく評価 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



● 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 950491(佐多)は、2021年6月27日以降データの公開が停止したが、9月8日からデータの公開を再開
- ※4 青色の▼と点線は地震時による変動を補正した地震を示す
- ※5 2025年度以前(算出開始日～2025.3.31)の変動率の平均を $\mu$ 、標準偏差を $\sigma$ とした

本資料で用いている図面の作成に当たっては、国土地理院基盤地図情報の「基盤地図情報(数値標高モデル)」10mメッシュを使用したものである。