

図 4 桜島 活動経過図 (2019 年 7 月～2021 年 12 月 13 日)

<2021 年 6 月～12 月 13 日の状況>

- ・南岳山頂火口における噴火活動は、2021 年 5 月に入り低下し低調な状態で経過しているが、9 月以降わずかな活発化の傾向が認められる。
- ・南岳山頂火口における火映は、高感度の監視カメラによりほぼ連日観測されている。
- ・火山ガス（二酸化硫黄）の 1 日あたりの放出量は、やや多い状態で推移している。
- ・火山灰の月別噴出量は、噴火活動が低下した 2021 年 5 月以降は 1 万トン前後と少ない状態であった。
- ・A 型地震は、桜島南西側の地震も含め少ない状態で経過している。
- ・火山性微動は主に噴火に伴うものが時々観測されたが、継続時間は短いものであった。

*1 図 4 ④の火山灰の噴出量の算出は、中村 (2002) による。鹿児島県の降灰観測データをもとに鹿児島地方気象台で解析して作成。鹿児島県の降灰観測データの解析は 2021 年 10 月までである。降灰の観測データには、桜島で噴火がない場合でも風により巻き上げられた火山灰が含まれている可能性がある。また、2018 年 3 月から 6 月は新燃岳の降灰が含まれている可能性がある。

*2 2014 年 5 月 23 日までは「赤生原 (計数基準 水平動: $0.5 \mu\text{m/s}$) 及び横山観測点」で計数していたが、24 日以降は赤生原周辺の工事ノイズ混入のため「あみだ川及び横山観測点」で計数 (計数基準 あみだ川: 水平動 $2.5 \mu\text{m/s}$ 横山: 水平動 $1.0 \mu\text{m/s}$) している。

桜島 傾斜計及び伸縮計の時系列変化

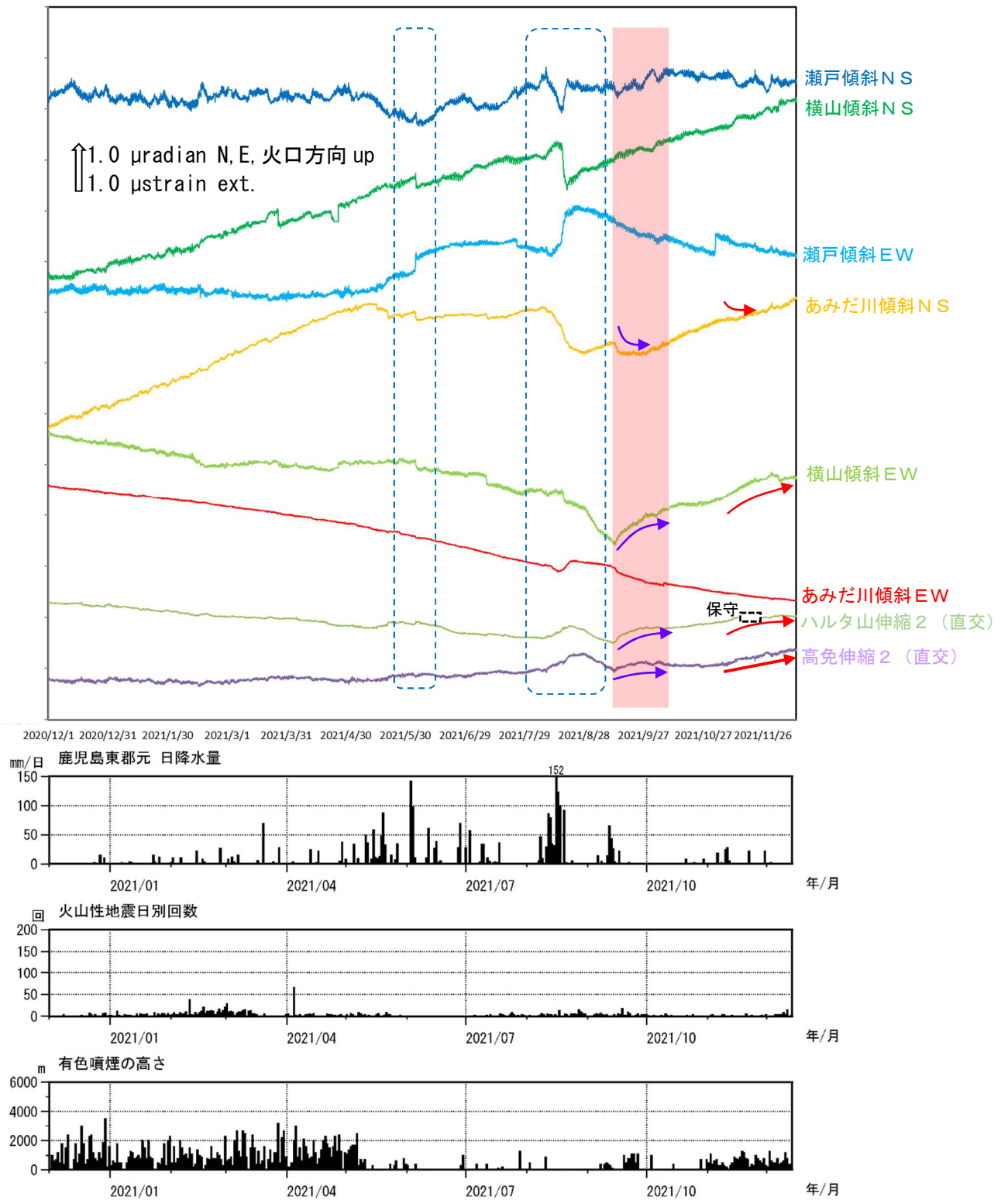


図5 桜島 地盤変動の状況 (2020年12月～2021年12月13日)

- ・2021年9月13日から山体膨張を示すわずかな地盤変動が観測された(赤網掛け、紫矢印)が、10月中旬頃から概ね停滞した。その後、11月に入り、再び山体膨張を示すごくわずかな地盤変動(赤矢印)が観測されている。
- ・地盤変動データの一部には、降水の影響によると考えられる変化が表れている(青破線内)。

※図の作成には、大隅河川国道事務所の有村観測坑道、京都大学のハルタ山観測坑道及び高免観測坑道の観測データを使用した。
 ※有村傾斜計の火口方向は約N331°E、直交方向は約N60°Eを示す。
 ※傾斜計及び伸縮計のデータは時間値を使用し、潮汐補正済み。

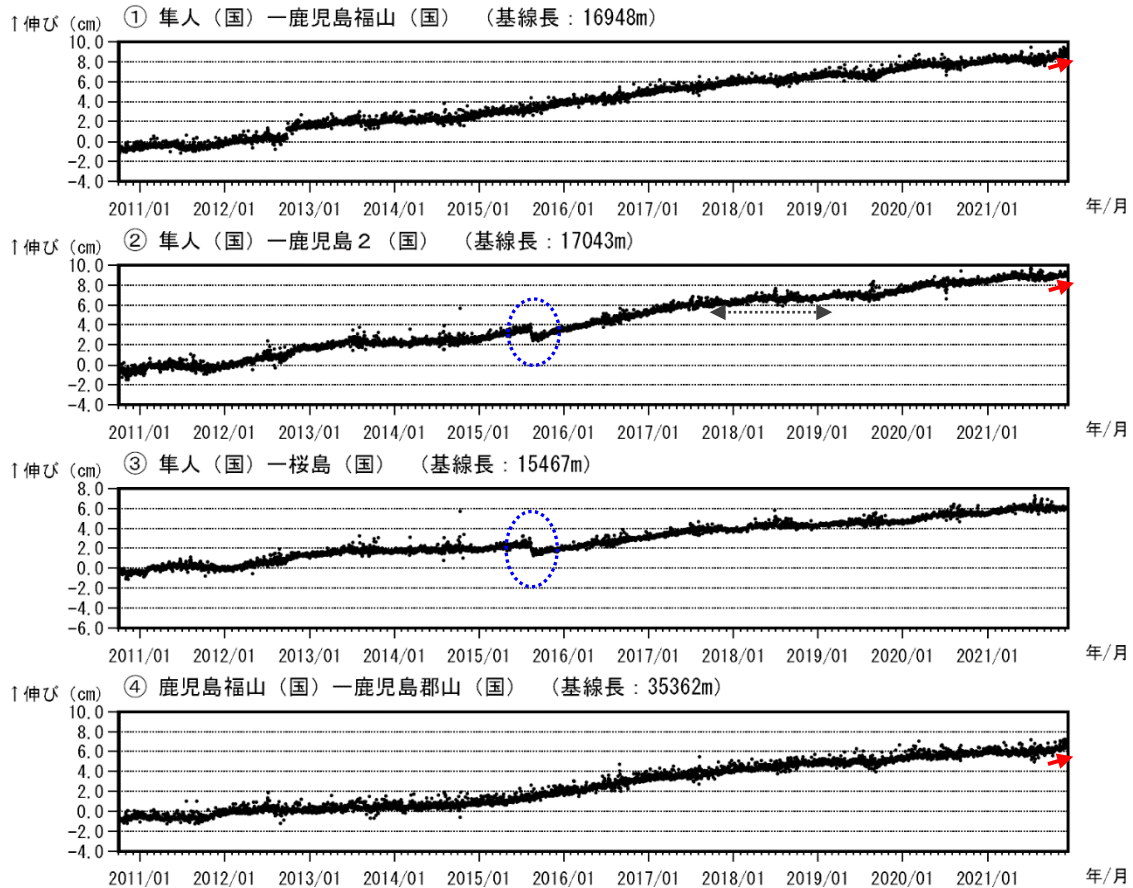


図 6 桜島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2010 年 10 月～2021 年 12 月 13 日)

始良カルデラ (鹿児島湾奥部) を挟む基線では、始良カルデラの地下深部の膨張を示す伸びは 2021 年 6 月頃から一時的に停滞していたが、10 月頃から再び認められる (赤矢印)。始良カルデラの地下深部では、長期にわたり供給されたマグマが蓄積した状態と考えられている。

これらの基線は図 7 の①～④に対応している。

基線の空白部分は欠測を示している。

解析に際しては対流圏補正と電離層補正を行っている。

2012 年 1 月以降のデータについては、解析方法を変更している。

基線②は霧島山の深い場所での膨張によるとみられる変動の影響を受けている可能性がある (黒色矢印)。

青色の破線内は 2015 年 8 月のマグマ貫入による変動を示す。

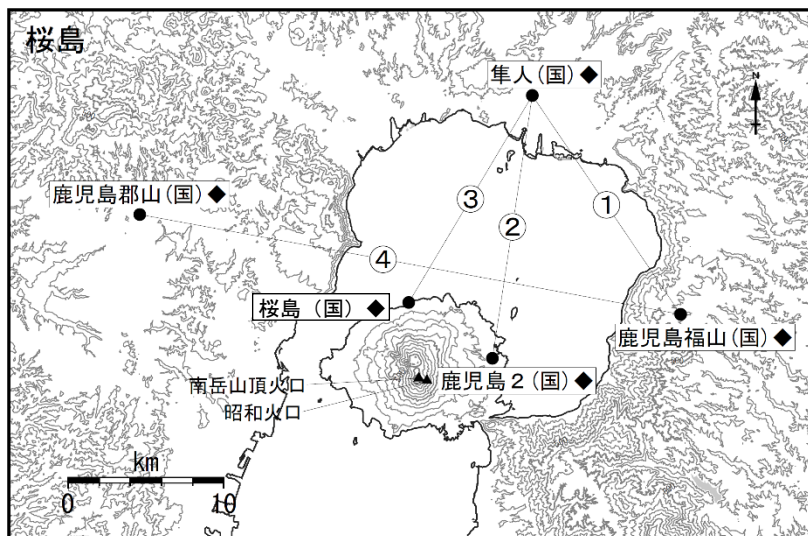


図 7 桜島 GNSS 連続観測基線図

※この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 50mメッシュ (標高)』を使用した。

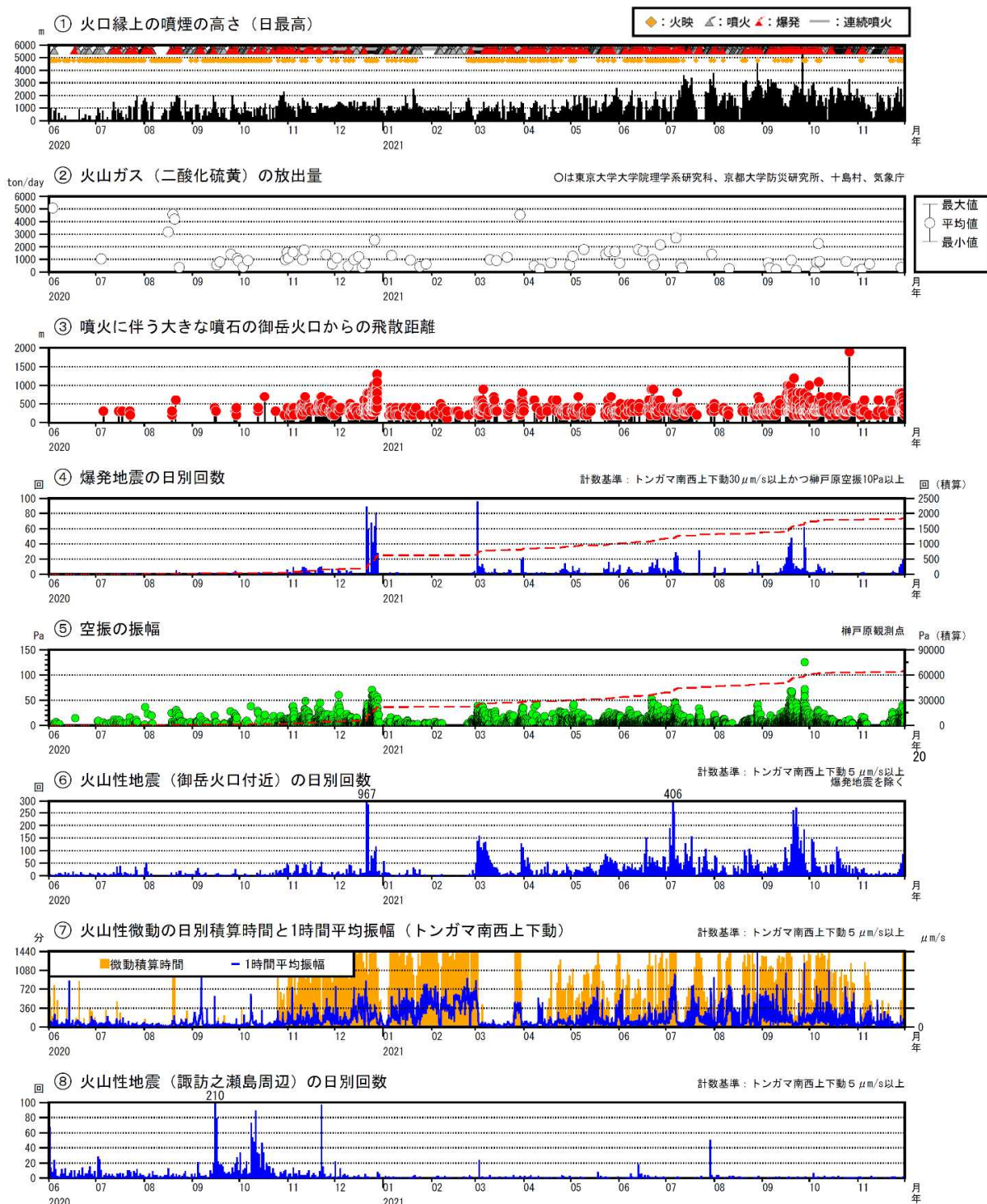
諏訪之瀬島

(2021年6月~2021年11月)

御岳火口では、2020年10月下旬以降、噴火活動が活発化している。2021年6月や9月など、短期的な噴火活動のさらなる活発化がみられた。

地震活動と地殻変動では、2020年9月以降、やや深部のマグマだまりへの多量のマグマの蓄積を示すような変化は認められない。

諏訪之瀬島では、長期的に噴火を繰り返していることから、今後も火口周辺に影響を及ぼす程度の噴火が発生する可能性がある。



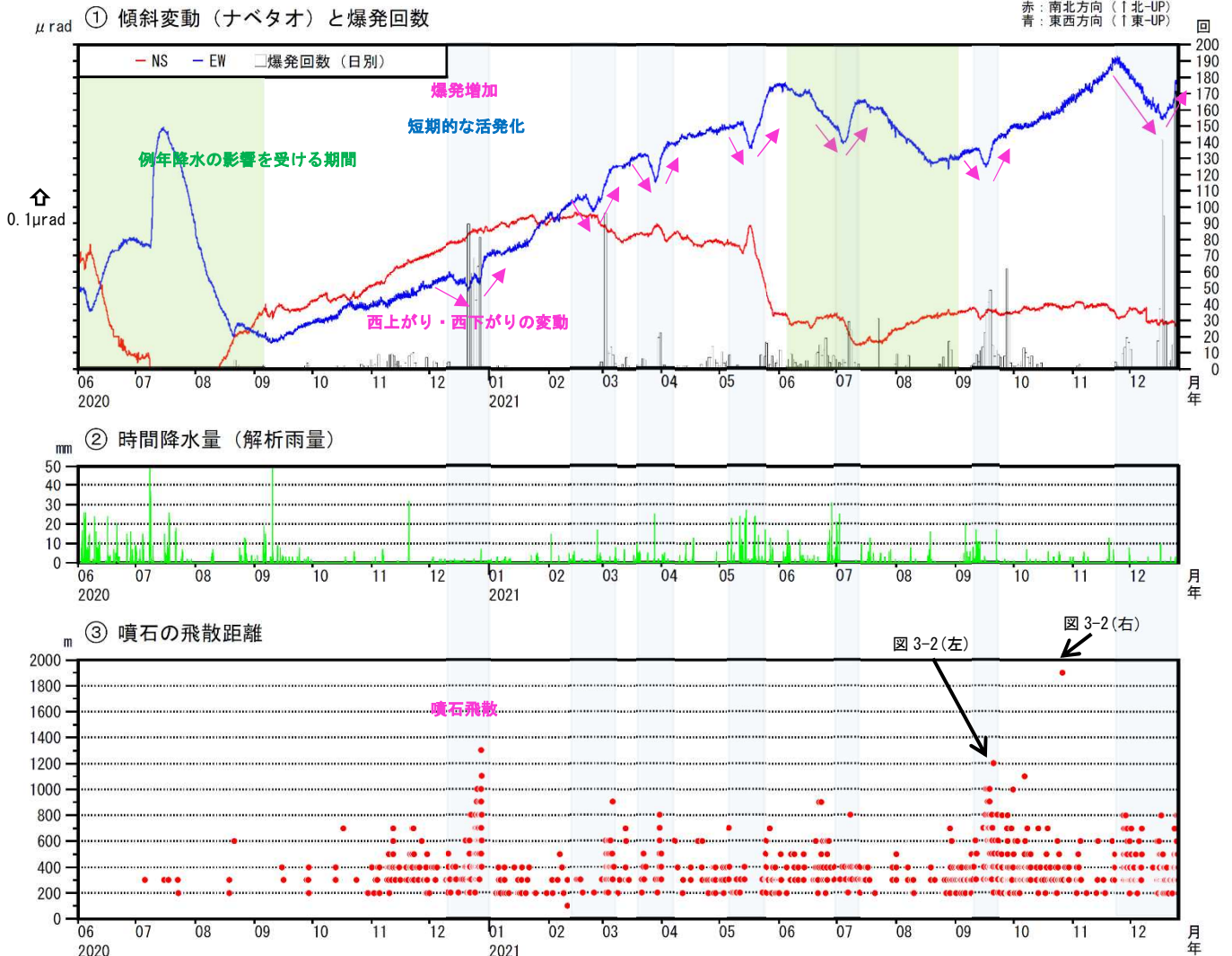


図 3-1 諏訪之瀬島 傾斜変動（ナベタオ観測点）と噴火活動（2020 年 6 月～2021 年 12 月 25 日）

- ・ 傾斜計では 2020 年 12 月より、爆発の増加に前駆して西上がりの変動が観測され、その動きが解消される西下がりの過程で、噴石を火口中心から 1 km 前後まで飛散させる爆発が増加する現象が繰り返されている。
- ・ 短期的な噴火活動のさらなる活発化がみられた 2021 年 6 月や 9 月において、同様の傾斜変動が観測された。11 月 22 日頃からも傾斜計で西上がりの変化が認められ、12 月 18 日頃から西下がりの変化となっている。



図 3-2 諏訪之瀬島 爆発に伴う噴石の状況

（左：9 月 20 日寄木監視カメラ、右：10 月 26 日キャンプ場監視カメラ：）

9 月 20 日と 10 月 26 日に火口中心から 1 km を超えて大きな噴石が飛散した（白丸）。諏訪之瀬島

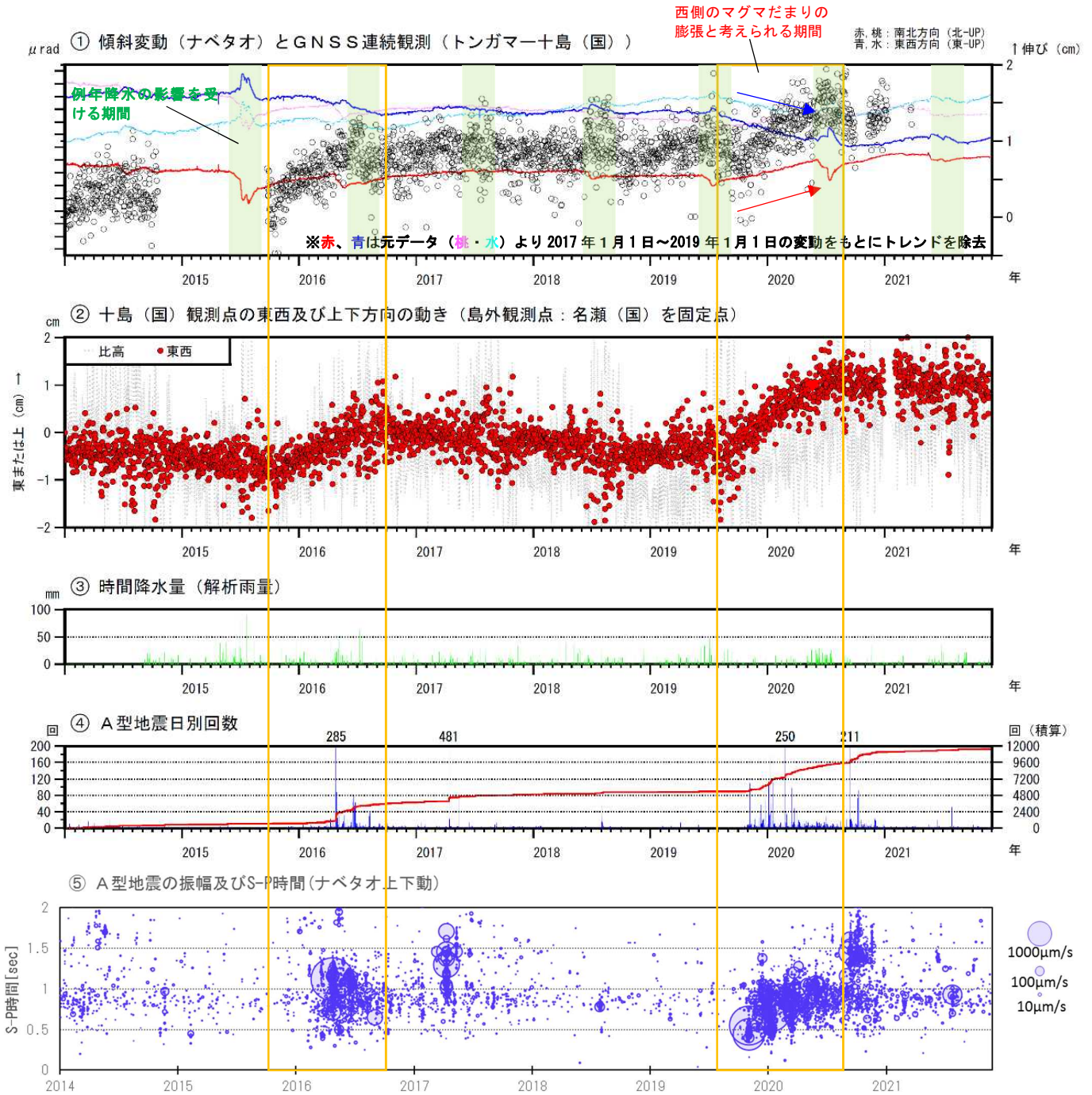


図5 諏訪之瀬島 地殻変動と諏訪之瀬島周辺の地震活動 (2014年1月~2021年11月30日)
 2020年10月以降は、傾斜計及びGNSS連続観測において、島西側のやや深部のマグマだまりの膨張を示す変化は認められない。

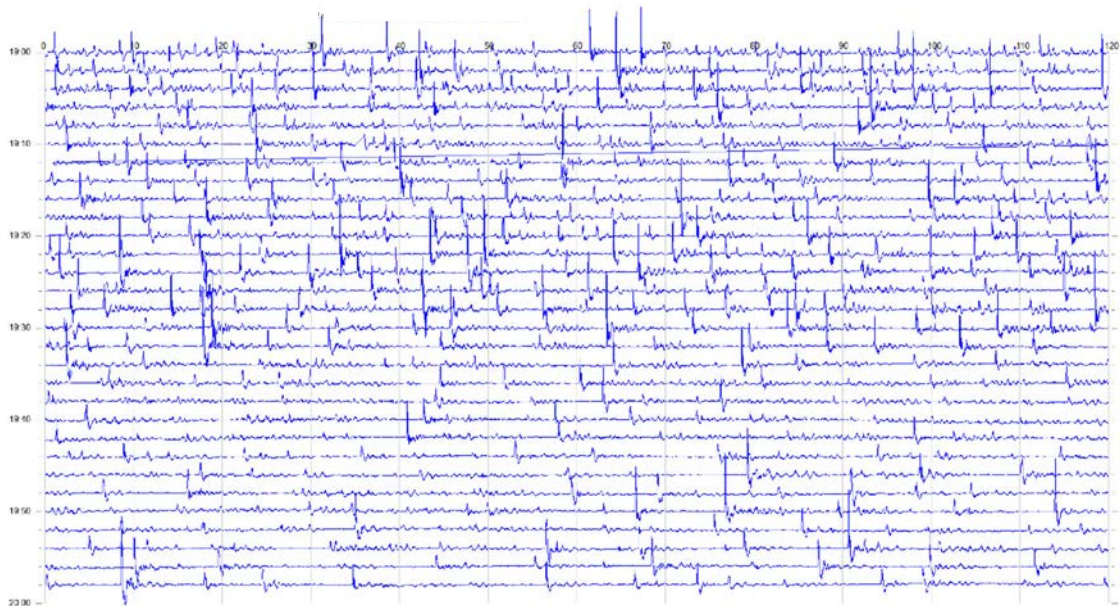


図 4. 空振パルスの頻発現象 (2021 年 7 月 31 日 19:00~20:00)

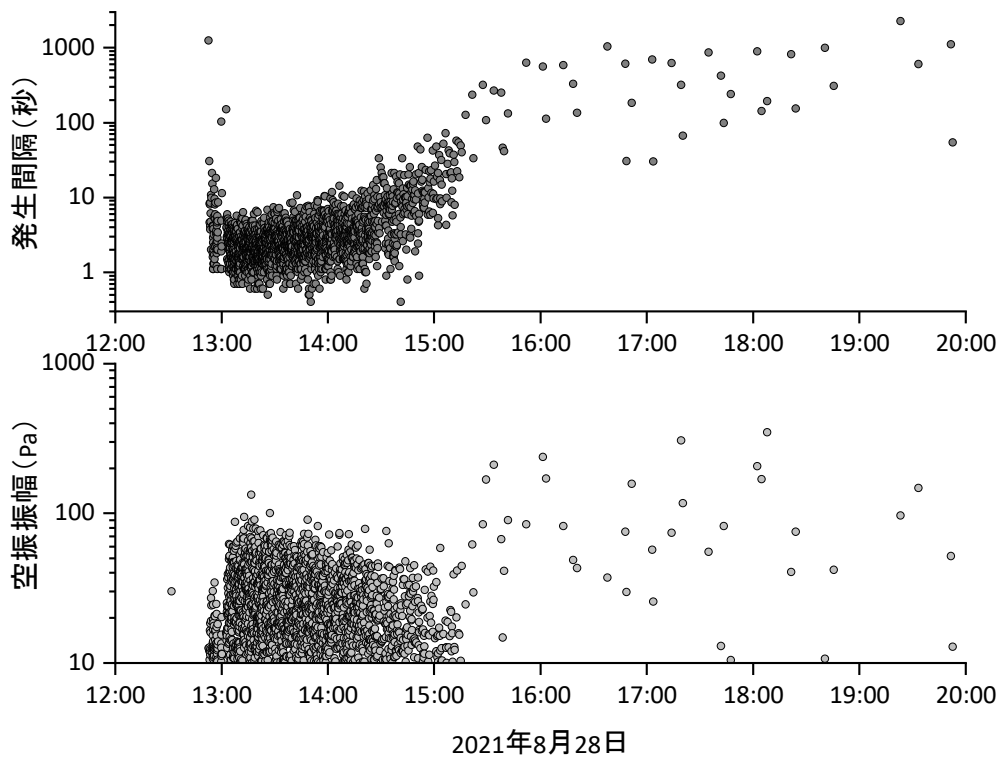


図 5. 空振パルスの頻発現象の発生間隔および振幅の時間変化 (2021 年 8 月 28 日)
15:30 以降は振幅の大きい爆発が発生するようになった

西之島

(2021年6月～2021年11月)

8月14日に噴煙高度が火口縁上1,900mの噴火が確認された。
 8月以降に噴火が確認されていることから、引き続き、小規模な噴火が発生する可能性がある。
 また、過去にも溶岩を流出するような噴火活動を繰り返していることを考慮すると、今後、火山活動がより活発化する可能性も否定できない。

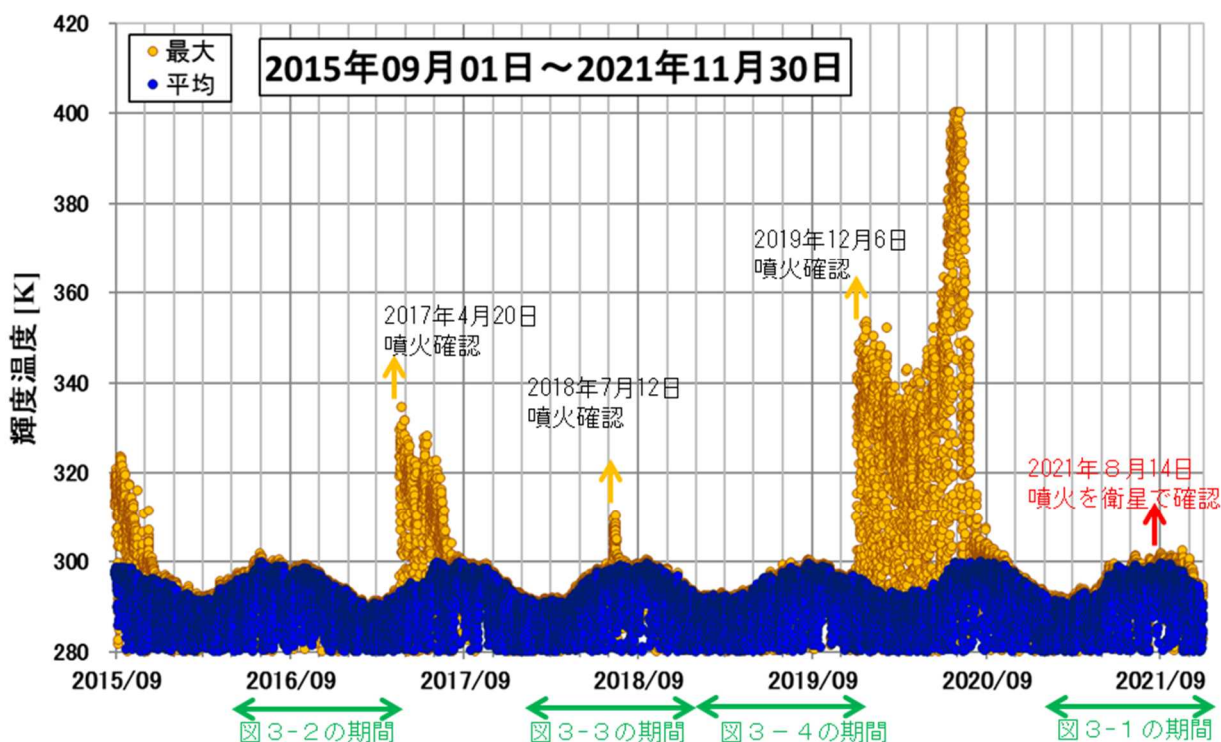


図1 西之島 気象衛星ひまわり8号及び9号の観測による西之島付近の輝度温度の変化
 夜間の1時間ごとの輝度温度(中心波長 $3.9\mu\text{m}$ 帯、HIMAWARI-8/AHI)をプロット<アルゴリズム>西之島(27.247°N, 140.874°E)を中心に $0.28\text{度} \times 0.28\text{度}$ の範囲($15 \times 15 = 225$ 格子点)を抽出。島を含む画素とその周辺224格子点の輝度温度について平均値を算出。島の周辺の平均値はバックグラウンドとみなしている。

- ・西之島付近の地表面温度は、2020年8月以降、周囲とほとんど変わらない状態となっていた。
- ・8月14日、気象衛星で噴火を検知したが(図2)、輝度温度に明瞭な上昇は見られなかった。
- ・その後、8月中旬頃から、西之島付近の地表面温度に、周囲と比較してわずかに高い傾向が認められるようになるが、その輝度温度の上昇の程度は、溶岩流出が確認された過去の時期に比べると、目立つものではなく、わずかな上昇である。

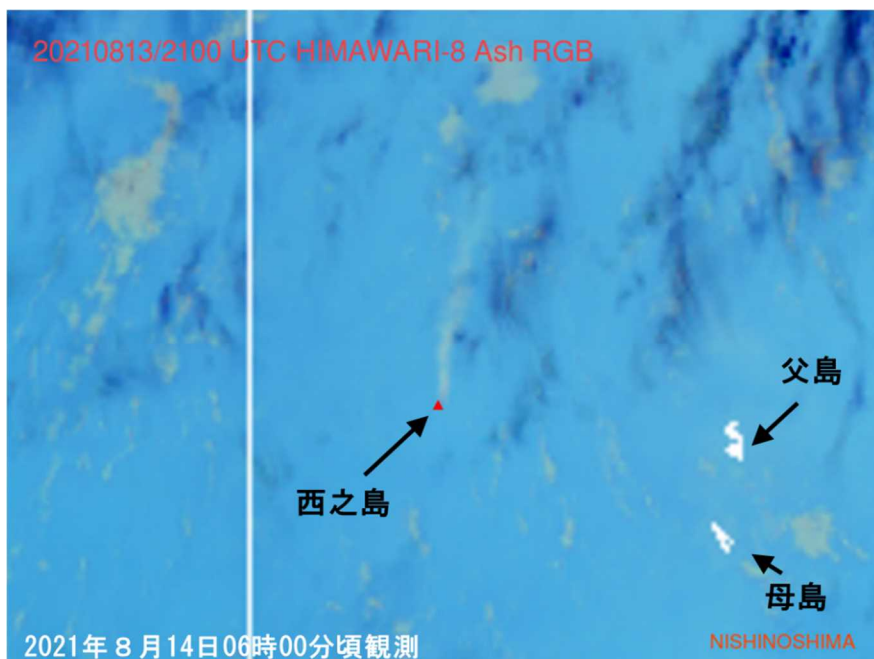


図2 西之島 気象衛星ひまわり8号で観測された火山灰を含む噴煙
・8月14日、気象衛星ひまわり8号で、火山灰を含む噴煙を観測した。噴煙高度は火口縁上1,900mと推定される。

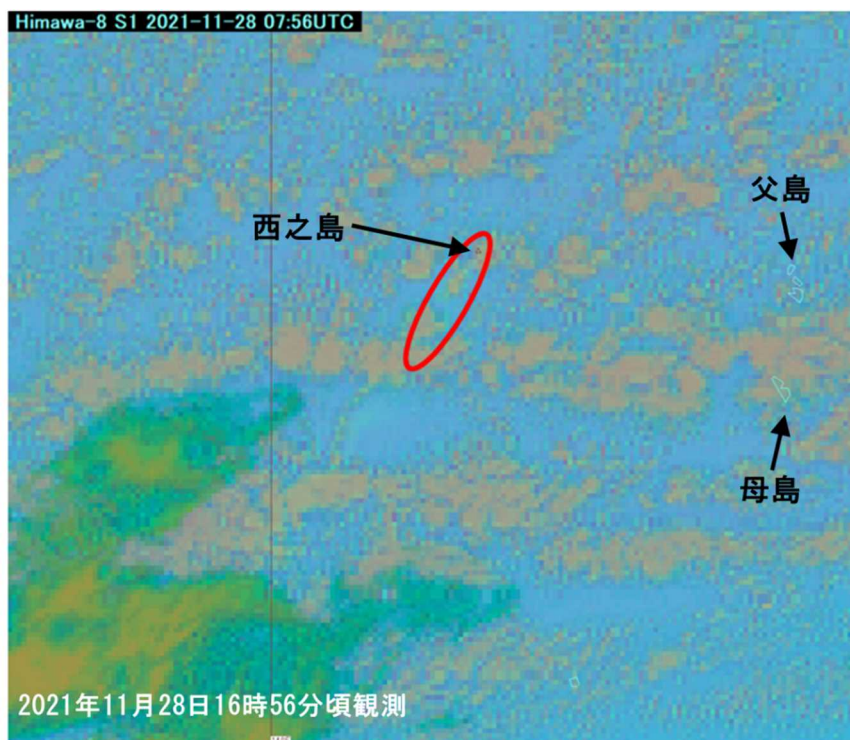


図3 西之島 気象衛星ひまわり8号で観測された火山ガス
・気象衛星ひまわり8号で、11月28日、15時50分頃から18時50分頃にかけて、火山ガスと推定される撮像を確認した。

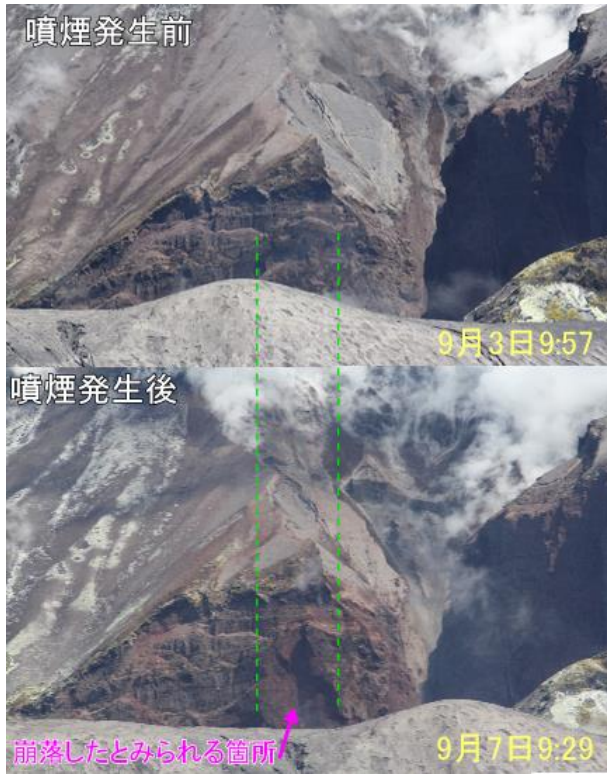


図 7 南岸沖から撮影した 9 月 3 日の噴煙の発生地点と考えられる崩落跡。火口内壁の赤褐色粗粒火砕岩の急斜面に噴煙発生時を挟んで変化が生じている。



図 8 北東沖からみた 9 月 5 日噴火の噴煙。



図 9 東岸沖からみた 9 月 5 日噴火の噴煙。



図 10 南岸沖からみた 9 月 5 日噴火の噴出孔。8 月 14 日噴火の火口内(火口縁に遮られて見えない)と火口壁上部の 2 ヶ所から噴煙が上がっている。

福 徳 岡 ノ 場

(2021 年 6 月～2021 年 11 月)

8 月 13 日から 15 日にかけて大規模な海底噴火が発生した。噴煙高度は 16,000m 以上に達した。8 月 15 日には新島が確認された。新島が確認されたのは 1986 年以来である。また、この噴火に伴い、大量の噴出物（軽石）が浮遊しているのが、確認された。8 月 16 日以降は、噴火は確認されていない。

福徳岡ノ場の過去の活動履歴を考慮すると、今後数十年程度は今回のような大規模な噴火の可能性は低いと考えられるが、変色水域が確認されるなど、活発な火山活動が継続しており、今後も噴火の可能性がある。

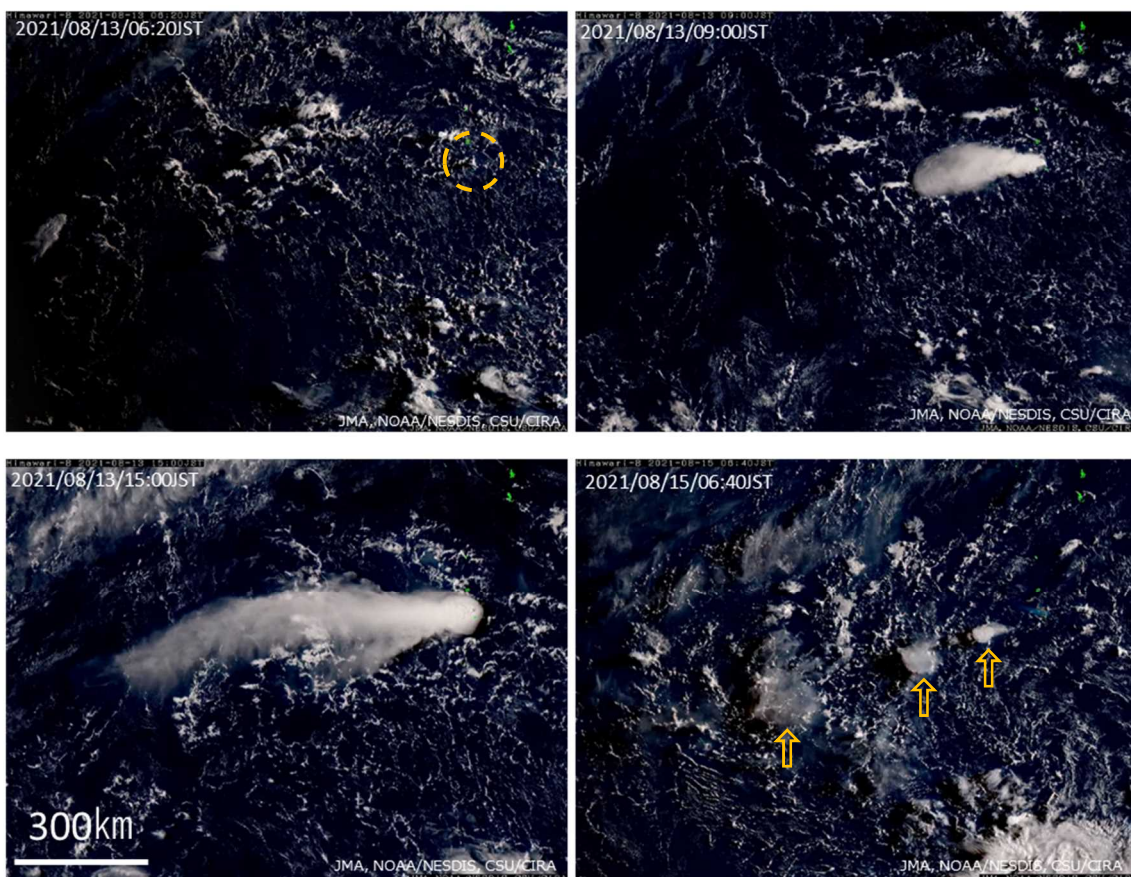


図 1 福徳岡ノ場 気象衛星ひまわり 8 号の観測による 8 月 13 日～15 日の噴火の様子
掲載画像は、トゥルーカラー再現画像である。トゥルーカラー再現画像は、人間の目を見たような色を再現した衛星画像である。

- ・ 可視画像で、8 月 13 日 05 時 57 分 30 秒頃から噴煙が検知でき、トゥルーカラー再現画像でも 06 時 20 分頃には明瞭になった（左上図の橙丸）。
- ・ 13 日 14 時過ぎ頃、勢いの良い噴煙の最上部が円形に広がる様子が見られた（左下図）。
- ・ 噴煙活動は 8 月 15 日まで盛衰を繰り返した。右下図では、断続的に噴煙が上がった様子が見て取れる（橙矢印は断続的な活動で上がった噴煙）。

天山(防)UD成分—東山NS成分の相関モニタ (周期2秒付近の狭帯域バンドパスフィルタをかけて表示) Fl:0.3Hz Fh:0.7Hz Fs:1Hz Ap:0.5 As:5
 (カットオフ0.27-0.77Hzの4次バターワースフィルタ)
 [CH1]天山(防災科研) 短周期速度上下動成分 [CH2]東山 広帯域速度南北動成分
 解析窓10.24秒 解析ステップ10秒

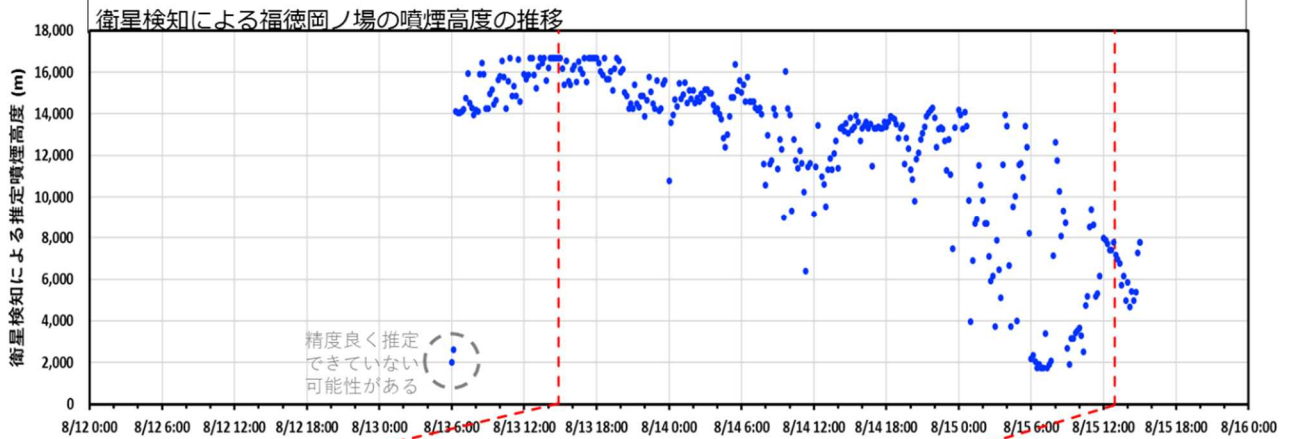
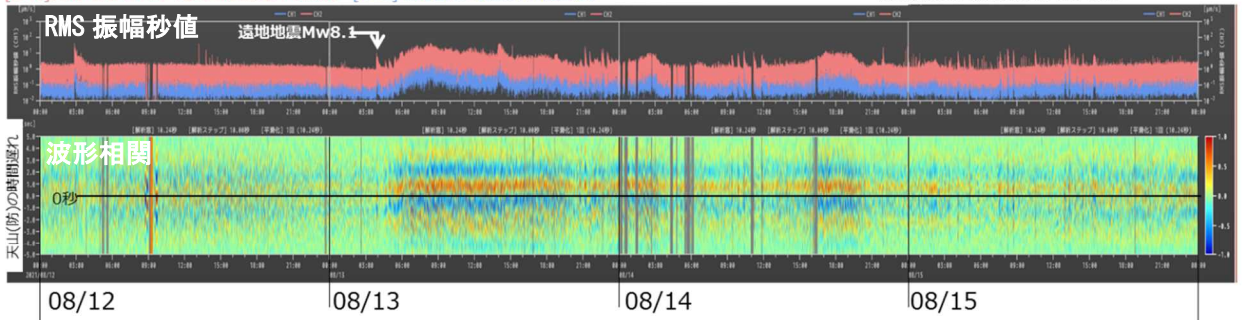
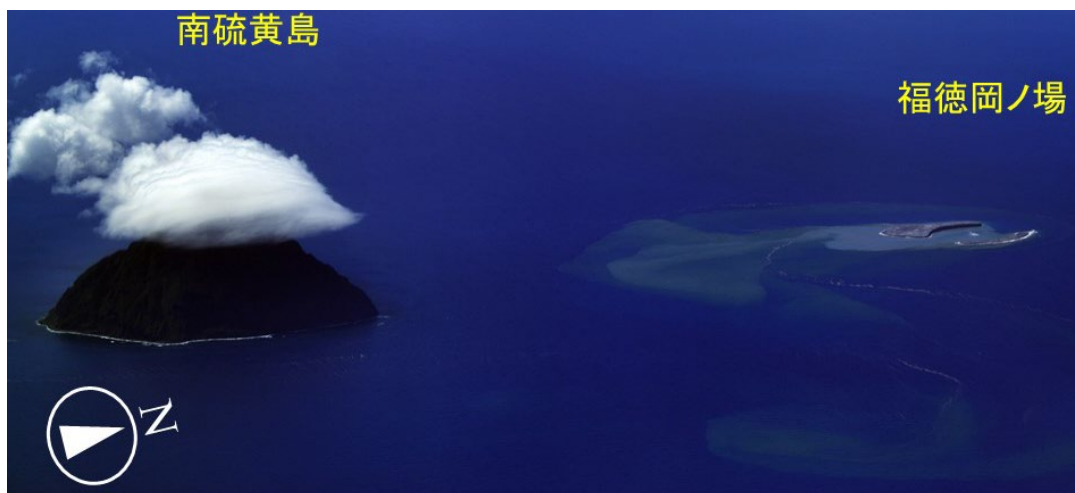


図3 福徳岡ノ場 8月13日から15日にかけての噴火由来の震動現象、噴煙高度の推移
 上段： 硫黄島にある観測点「天山(防のUD成分)」と「東山のNS成分」の波形相関とRMS振幅秒値
 中段： 解析対象範囲内における噴煙頂の推定最高高度の推移
 下段： 福徳岡ノ場の状況(海上保安庁が実施した上空からの観測)

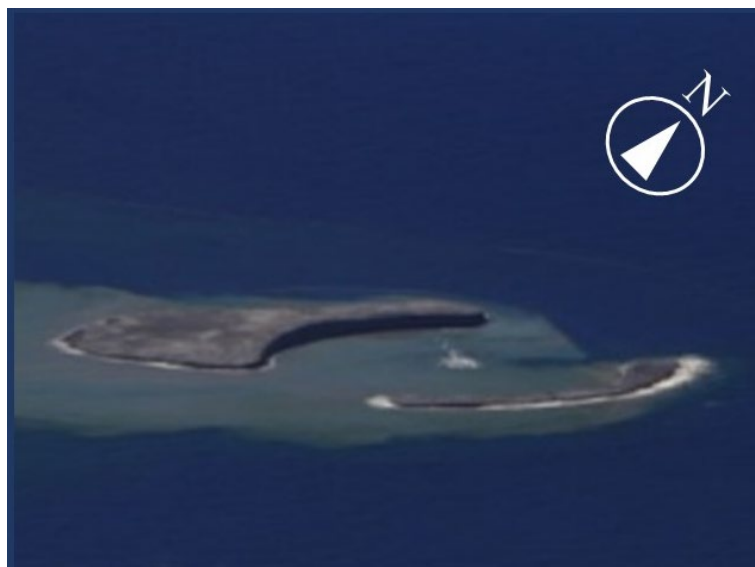
- ・ 8月13日から15日にかけて、「天山(防のUD成分)」と「東山のNS成分」の波形の相関に高まりが見られる。福徳岡ノ場の噴火活動に由来する震動を検出していると考えられる。
- ・ 13日12時頃から18時頃にかけては、噴煙高度は16,000m以上^{*}に達し、それ以外の期間でも、14日までは噴煙頂高度が14,000mを超えていたと推測される。

^{*}解析に用いたデータの上限高度

| | | |
|------------------|--------------|--|
| <p>2021/8/16</p> | <p>海上保安庁</p> | <p>前日 8/15 に確認した南側に開いた馬蹄型の新島は北側が消失して()型に変化していた(第9・10図)。 ()型の中心から白色噴気の放出が継続していたが、観測中に噴火は認められなかった(第10図)。 褐色系の濃厚な変色域は新島の内外で広範囲に発生していた(第9・10図)。 噴出した軽石等の浮遊物は、蛇行しながら西北西方向に断続的に約100km(最大幅約13km)まで達していた(第11図)。</p> |
|------------------|--------------|--|



第9図
 南硫黄島(左)と
 福德岡ノ場(右)
 2021年8月16日
 13:50 撮影



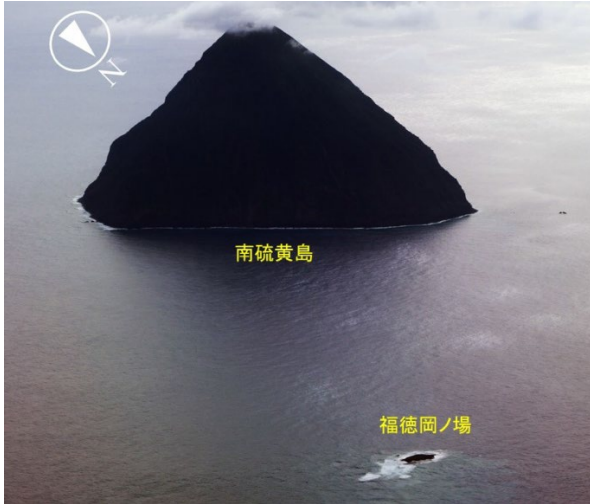
第10図 福德岡ノ場
 2021年8月16日 14:14 撮影



第11図 浮遊物
 2021年8月16日 15:08 撮影

福德岡ノ場・南硫黄島

| | | |
|-------------------|------------------------|--|
| <p>2021/12/14</p> | <p>第三管区 海上保安本部</p> | <p>11/29 の調査と比較して新島の面積が減少していた (第 28・29 図)。 新島周辺に黄緑色の変色水域を認めた (第 30 図)。 新島北北東に青白色の変色水域を認めた (第 30・31 図)。</p> |
|-------------------|------------------------|--|



第 28 図 南硫黄島と福德岡ノ場
2021 年 12 月 14 日 13:21 撮影



第 29 図 南硫黄島と福德岡ノ場
2021 年 12 月 14 日 13:28 撮影

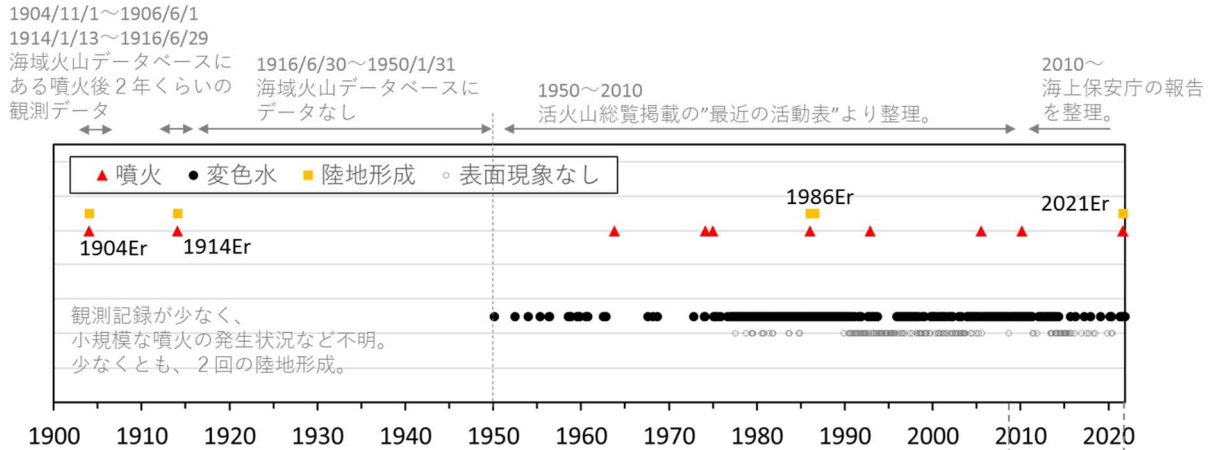


第 30 図 福德岡ノ場 変色水域
2021 年 12 月 14 日 13:30 頃 撮影



第 31 図 福德岡ノ場 変色水域
2021 年 12 月 14 日 13:22 撮影

●海域火山データベースなどをもとに整理した福徳岡ノ場の活動



陸地を形成しない噴火

2010/2/3 14:30
 2010/2/4 11:34

確認されている直近の噴火は、
 2010年2月3日。
 海底噴火が発生したが、
 陸地は形成されなかった。

今回：
**噴煙を高く上げ、
 陸地が形成されるような規模な噴火**

1986/01/21

1986年の噴火では、写真の前々日(19日)に、高さ12,000mの白い噴煙が確認されている(海上自衛隊)。

今回同様に、陸地が形成された噴火活動は1904年、1914年、1986年がある。

※写真はいずれも、海上保安庁の海域火山データベースから引用した。

●海域火山データベースをもとに整理した変色水の状況

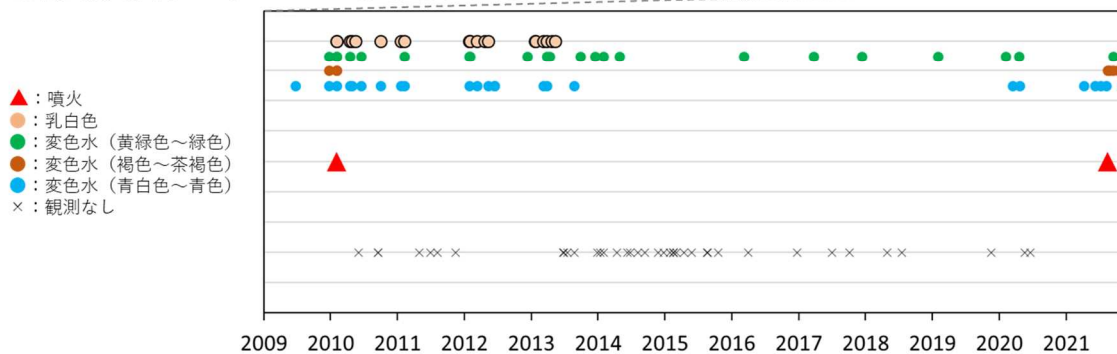


図5 福徳岡ノ場 長期的に見た福徳岡ノ場の火山活動

上段：海域火山データベースなどをもとに整理した福徳岡ノ場の活動
 下段：海域火山データベースをもとに整理した変色水の状況

- ・ 少なくとも十数年に一度程度の頻度で、噴火が確認されているが、陸地(新島)を形成するような規模の噴火は、発生間隔がそれよりも長く、1900年以降では今回を含め4回である(1904年、1914年、1986年、2021年)。
- ・ 8月の噴火以降、褐色~茶褐色の変色水を確認している。

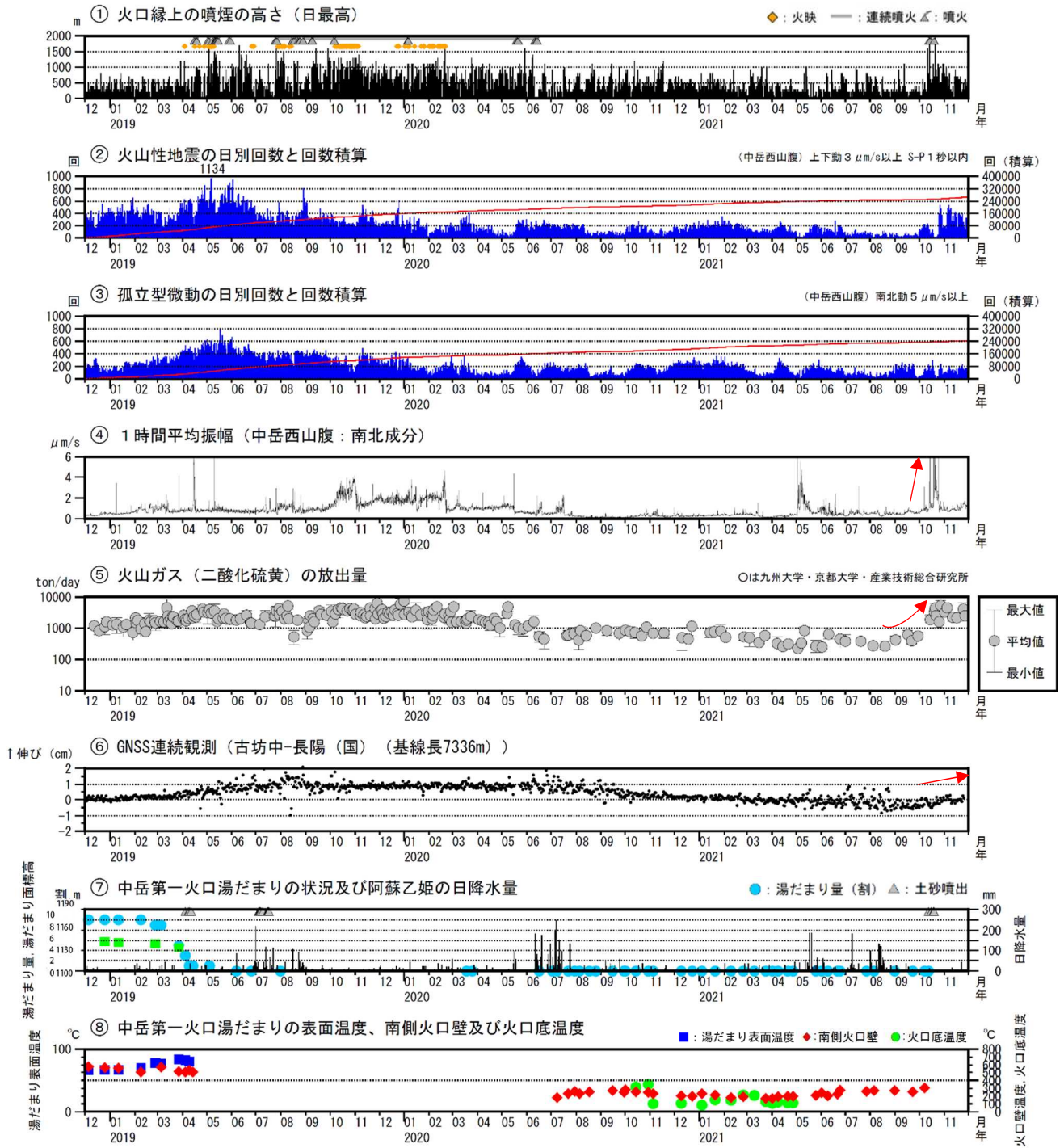


図2 阿蘇山 火山活動経過図 (2018年12月～2021年11月30日)

<2021年6月～2021年11月30日の状況>

- ・ 10月14日から20日にかけて噴火が発生した。20日11時43分の噴火では噴煙は火口縁上3,500mまで上がった。21日以降、噴火は発生していない。
- ・ 火山性地震及び孤立型微動は概ね多い状態で経過した。火山性地震は10月頃から増加している。
- ・ 火山性微動の振幅は10月に入り増大した。11月以降、振幅は概ね小さい状態となっているが、10月の振幅増大前と比べると大きな状態で推移している。
- ・ 火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は9月まで少ない状態で経過した。10月の噴火後からは、1日あたり1,600～5,300トンと多い状態で推移している。
- ・ GNSS連続観測では深部にマグマだまりがあると考えられている草千里を挟む基線で2021年10月頃から伸びの傾向がみられている。
- ・ 南側火口壁の最高温度は201℃～302℃と大きな変化はみられなかった(観測は噴火前までの実施)。

湯だまり量は火口縁からの現地観測による。



図 3-1 阿蘇山 10 月 20 日 11 時 43 分の噴火の状況 (10 月 20 日 11 時 43 分から草千里監視カメラをおよそ 30 秒毎に表示)

監視カメラでは、10 月 20 日 11 時 43 分の中規模な噴火に伴い、火口周辺に火砕流が流下したのを確認した。また大きな噴石が南方向に約 900m 飛散した。

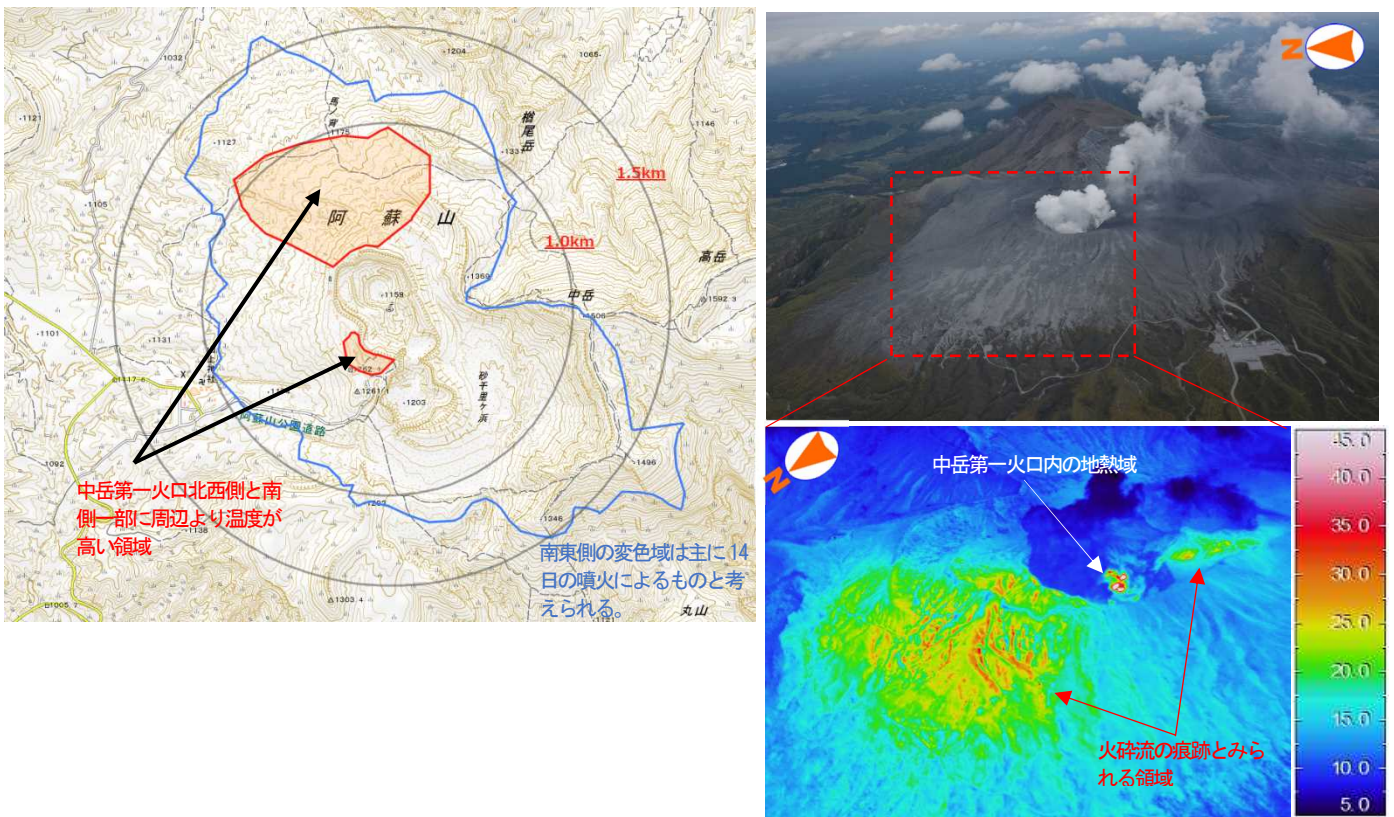


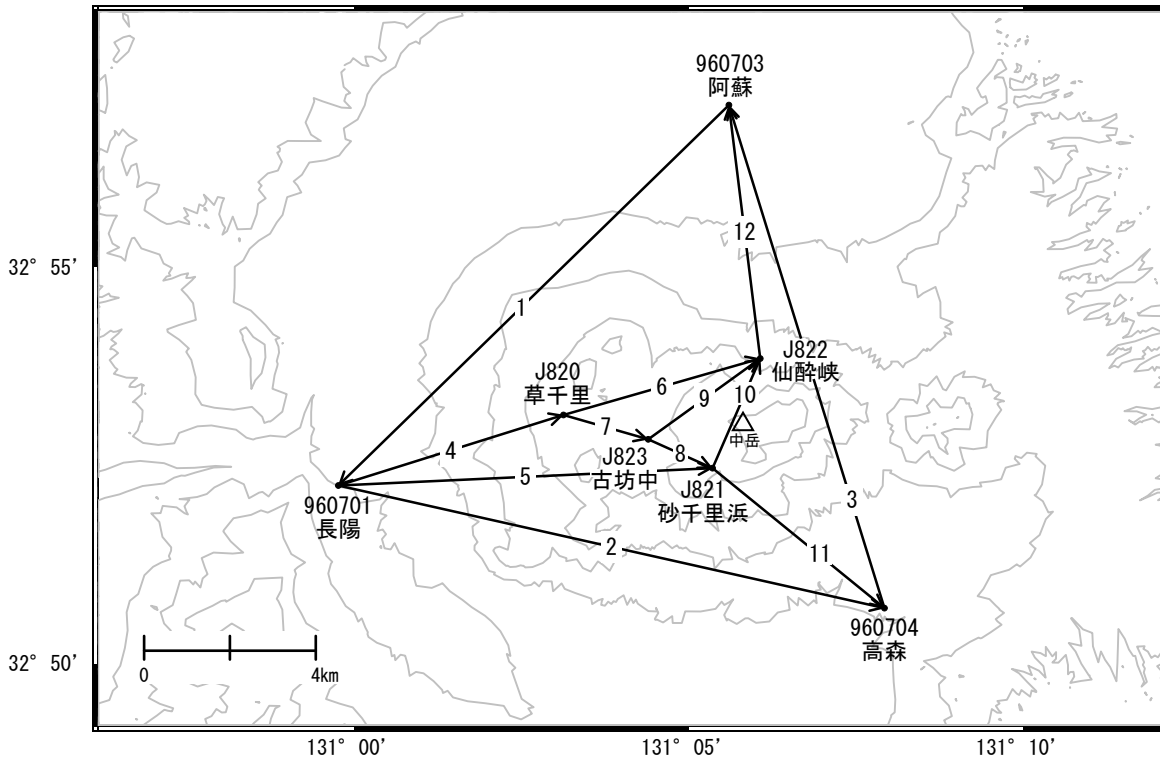
図 3-2 阿蘇山 10 月 20 日噴火後の火口周辺の変色域と周囲より温度が高い領域

10 月 20 日に九州地方整備局の協力により実施した上空からの観測では、中岳第一火口周辺で噴出の痕跡とみられる変色域 (図中青線) と周囲より温度が高い領域 (図中赤領域) が認められた。変色域は火口の中心から北方向に最大 1.6km 及び西方向に最大 1.0km 分布しており、温度が高い領域 (図中赤領域) は主に火口の北西側であり南側の一部でも確認された。火砕流は主に北西側へ流下したとみられる。

阿蘇山

阿蘇山を取り囲む基線で2021年9月頃から伸びが見られます。

阿蘇山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図



阿蘇山周辺の各観測局情報

| 点番号 | 点名 | 日付 | 保守内容 |
|--------|----|----------|-------|
| 960701 | 長陽 | 20171219 | 伐採 |
| | | 20181219 | 受信機交換 |
| 960703 | 阿蘇 | 20171219 | 伐採 |
| | | 20191128 | 受信機交換 |
| 960704 | 高森 | 20170115 | 受信機交換 |

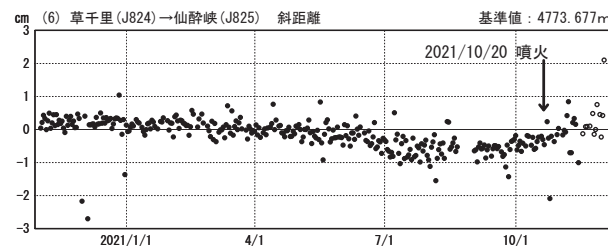
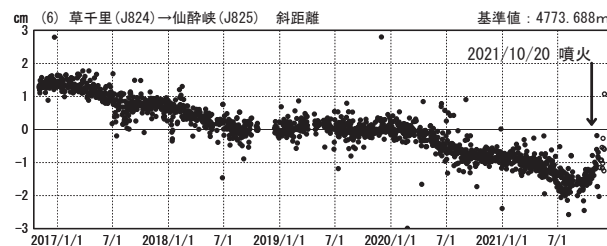
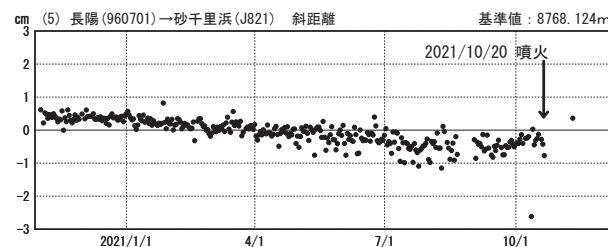
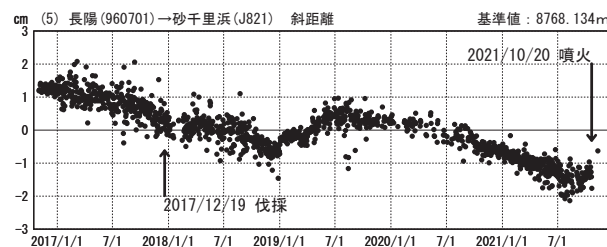
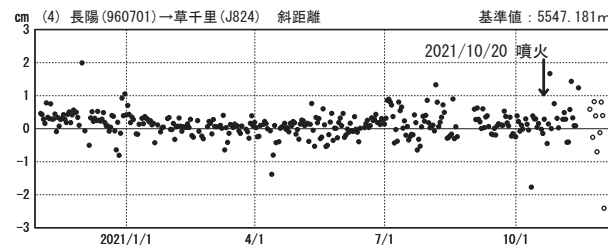
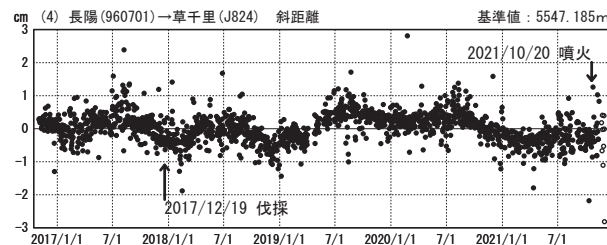
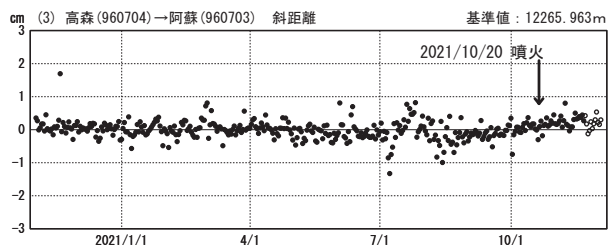
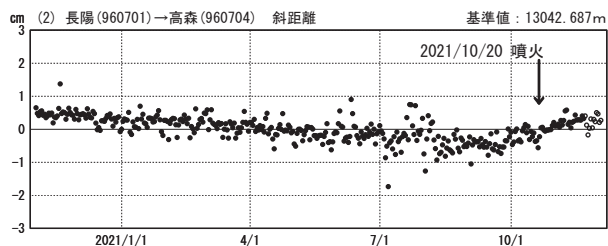
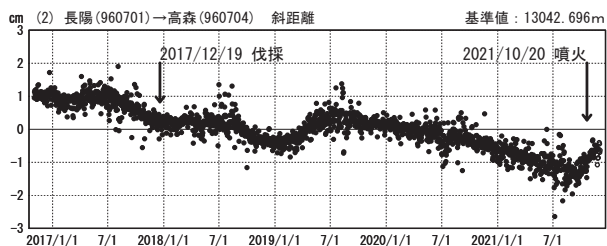
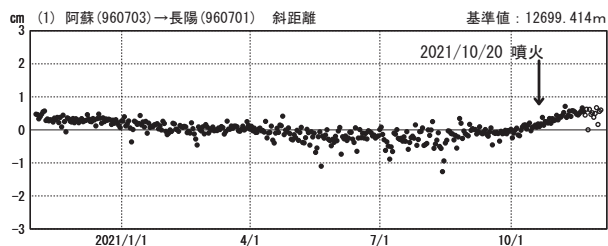
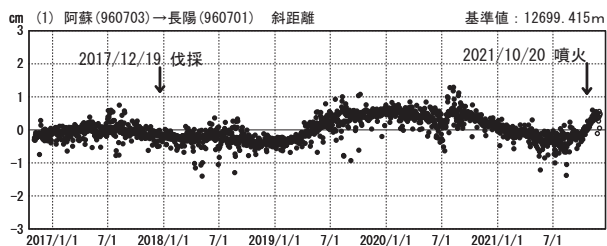
第1図 阿蘇山のGNSS連続解析基線図(上段)、観測局の保守履歴(下段)

基線変化グラフ（長期）

期間：2016/11/01～2021/12/03 JST

基線変化グラフ（短期）

期間：2020/11/01～2021/12/03 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

国土地理院・気象庁

(注) 平成28年熊本地震の影響を受けています。

※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第2図 阿蘇山周辺のGNSS連続解析基線図による基線変化グラフ

(左列：2016年11月～2021年12月3日、右列：2020年11月～2021年12月3日)

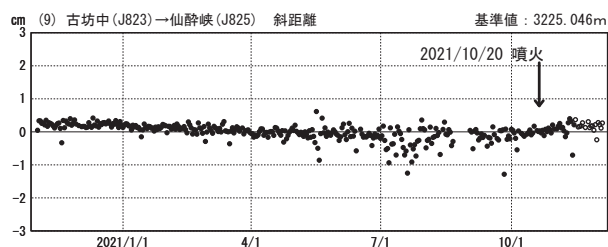
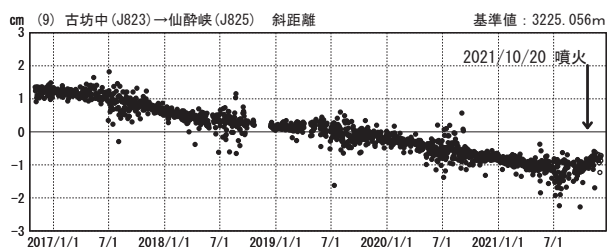
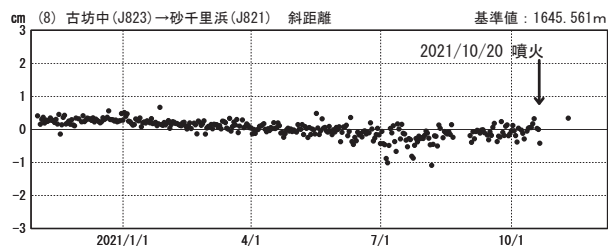
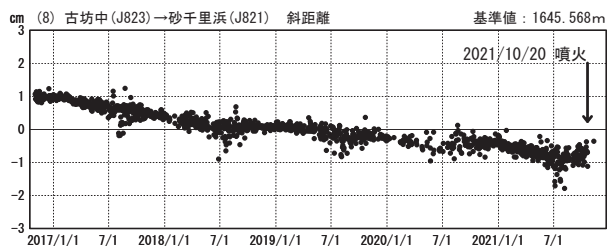
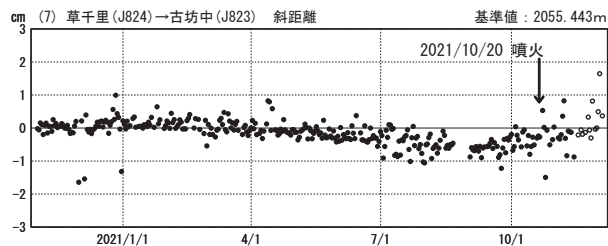
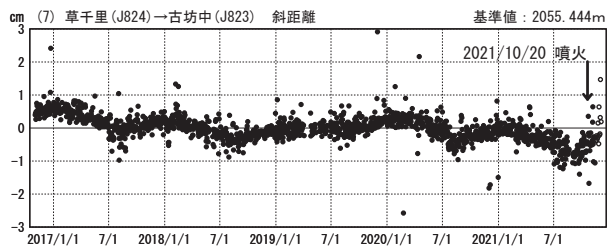
阿蘇山

基線変化グラフ（長期）

期間：2016/11/01～2021/12/03 JST

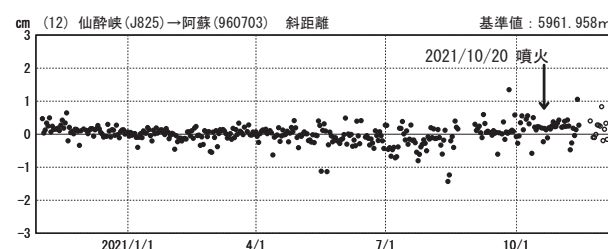
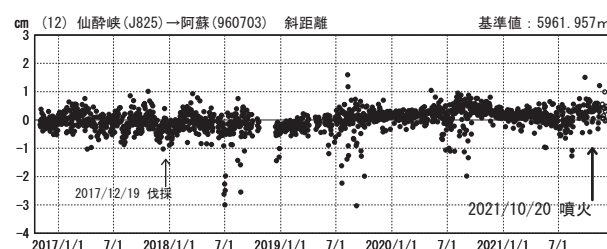
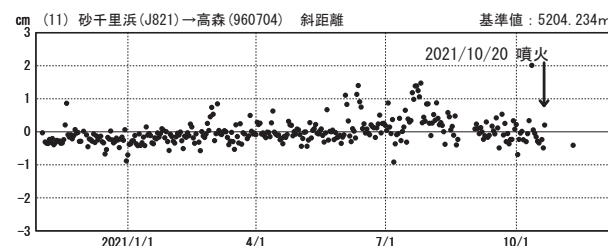
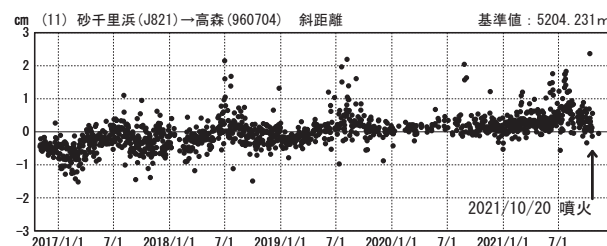
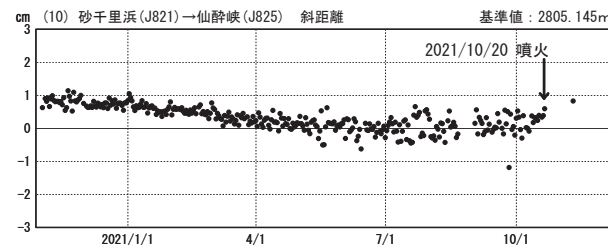
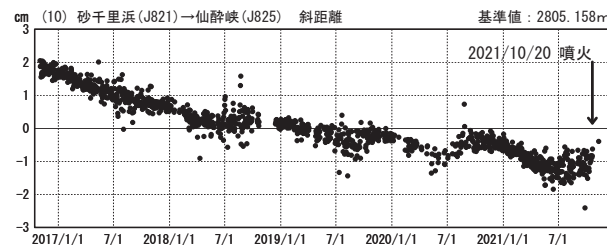
基線変化グラフ（短期）

期間：2020/11/01～2021/12/03 JST



期間：2016/11/01～2021/12/03 JST

期間：2020/11/01～2021/12/03 JST



●—[F5:最終解] ○—[R5:速報解]

国土地理院・気象庁

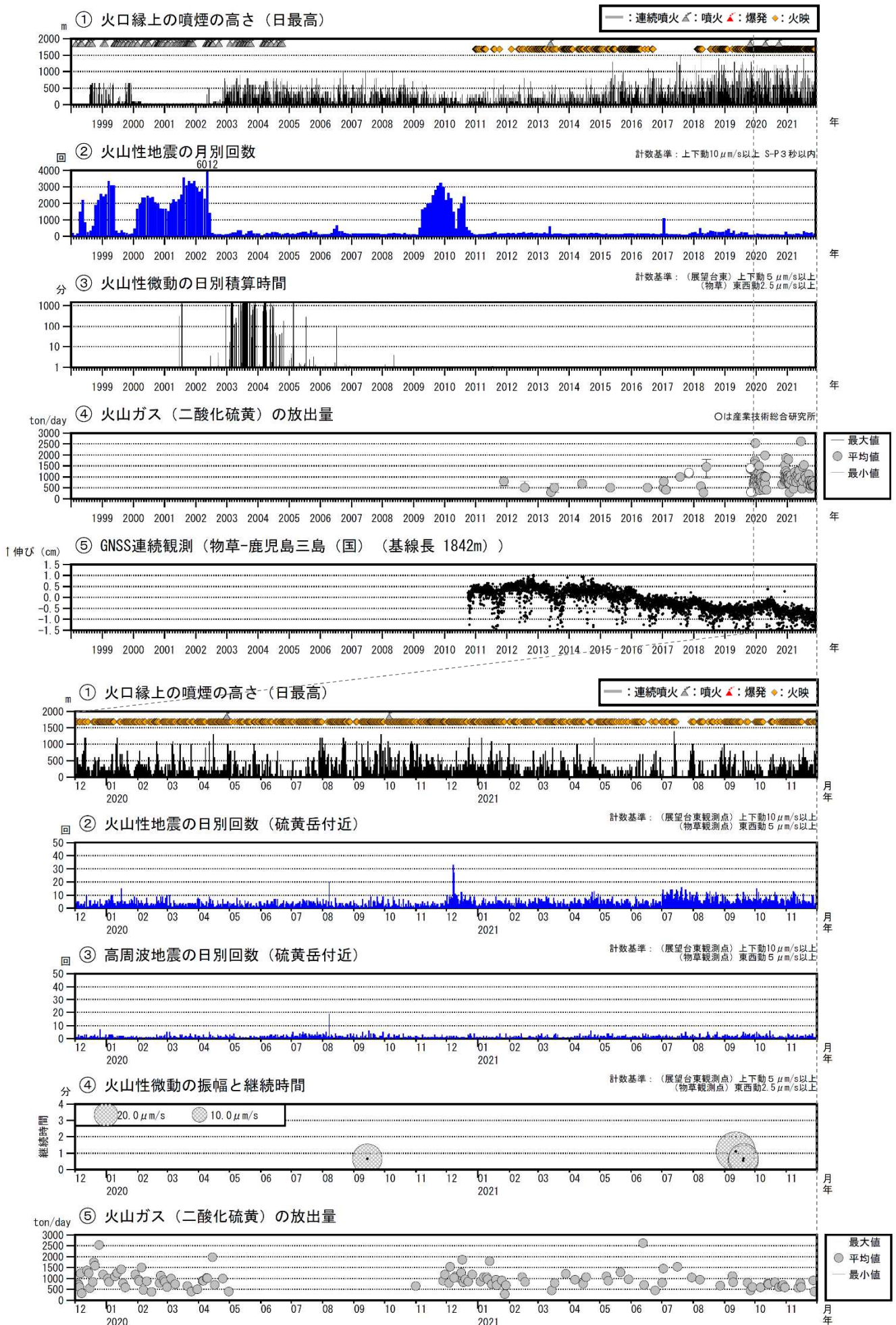
(注) 平成28年熊本地震の影響を受けています。

※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

第3図 阿蘇山周辺のGNSS連続観測による基線変化グラフ

(左列：2016年11月～2021年12月3日、右列：2020年11月～2021年12月3日)

阿蘇山



口永良部島

(2021年6月～2021年12月8日)

新岳火口では、2020年8月30日以降、噴火は観測されていない。火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、2021年1月以降は概ね100トン/日未満で経過していたが、6月以降はさらに減少し、概ね50トン/日以下と少ない状態となっている。火山性地震は1日数回程度発生しており、やや多い状態が続いている。GNSS連続観測では、島内の基線で2021年2月頃からみられていた縮みの傾向は5月頃から停滞している。

火山ガス（二酸化硫黄）の放出は少ないながらも継続しており、火山性地震もやや多い状態が続いていることから、引き続き火口周辺に影響を及ぼす程度の噴火が発生する可能性がある。

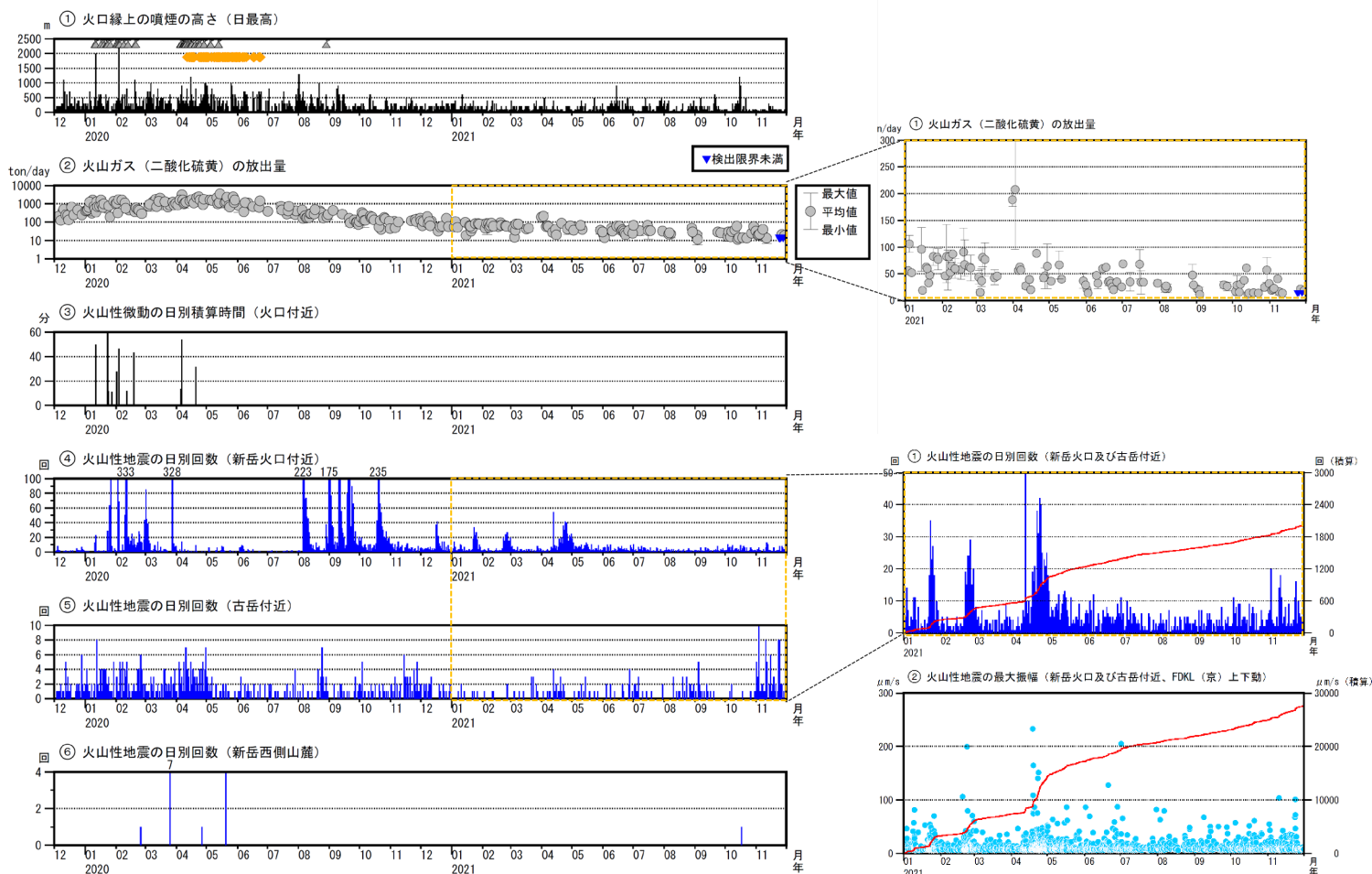


図1 口永良部島 最近の火山活動経過図（左：2019年12月～2021年11月30日、右：2021年1月～11月30日）

<2021年6月～2021年11月の状況>

- ・噴煙の高さは概ね低い状態で経過している。
- ・東京大学大学院理学系研究科、京都大学防災研究所、屋久島町及び気象庁が実施した観測では、火山ガス（二酸化硫黄）の放出量は、2020年5月頃から減少傾向となり、2021年1月以降は概ね100トン/日以下、6月以降はさらに減少し、概ね50トン/日以下と少ない状態となっている。
- ・新岳火口直下のごく浅い場所を震源とする火山性地震は1日数回程度発生している。新岳西山麓のやや深いところで規模の小さな地震が10月に1回観測された。
- ・継続時間の短い火山性微動が11月に1回観測された。

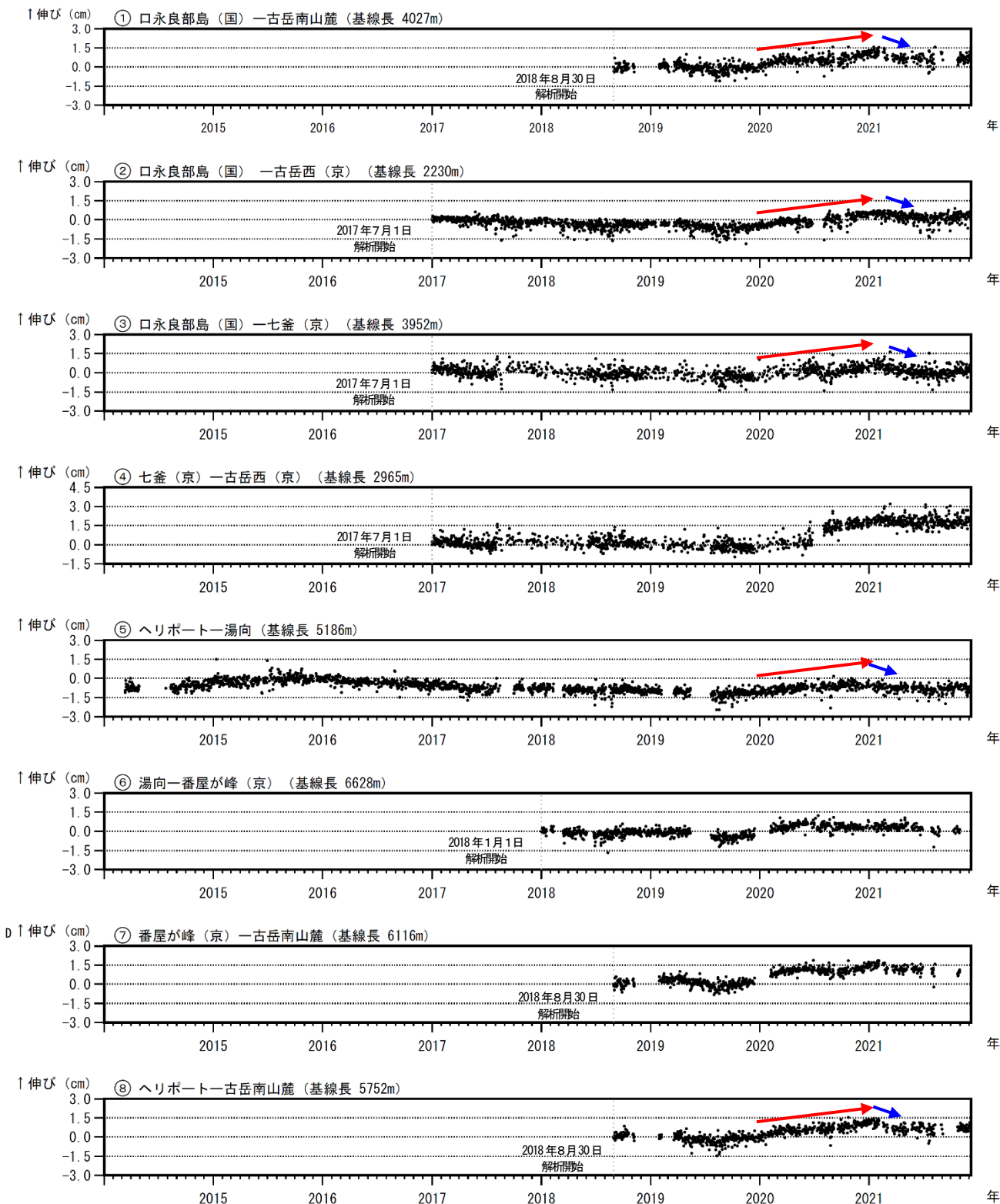


図3 口永良部島 GNSS 連続観測による基線長変化 (2014年1月~2021年12月8日)

GNSS 連続観測では、島内の基線でみられていた 2019 年 10 月頃からの島内の伸び (赤矢印) は、2021 年 2 月頃から縮み (青矢印) に転じ、5 月頃から停滞している。

これらの基線は図4の①~⑧に対応している。基線の空白部分は欠測を示している。

2016 年 1 月以降のデータについては、解析方法を変更している。

(国) : 国土地理院 (京) : 京都大学

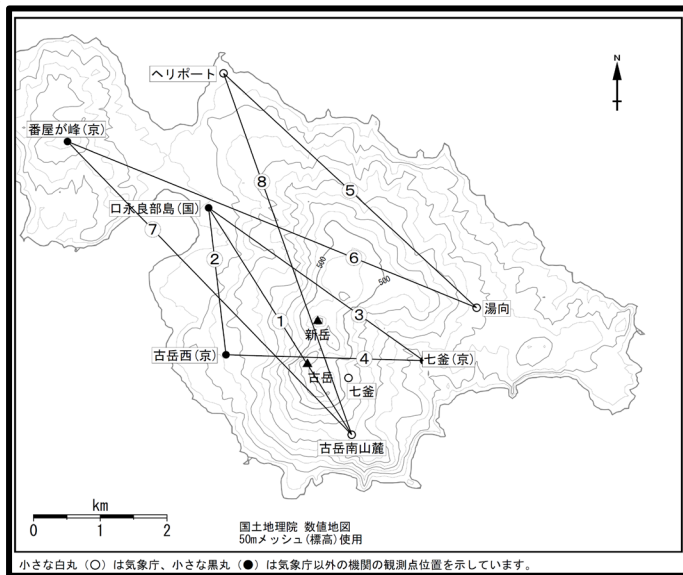


図4 口永良部島 GNSS 連続観測基線図 (国)：国土地理院 (京)：京都大学

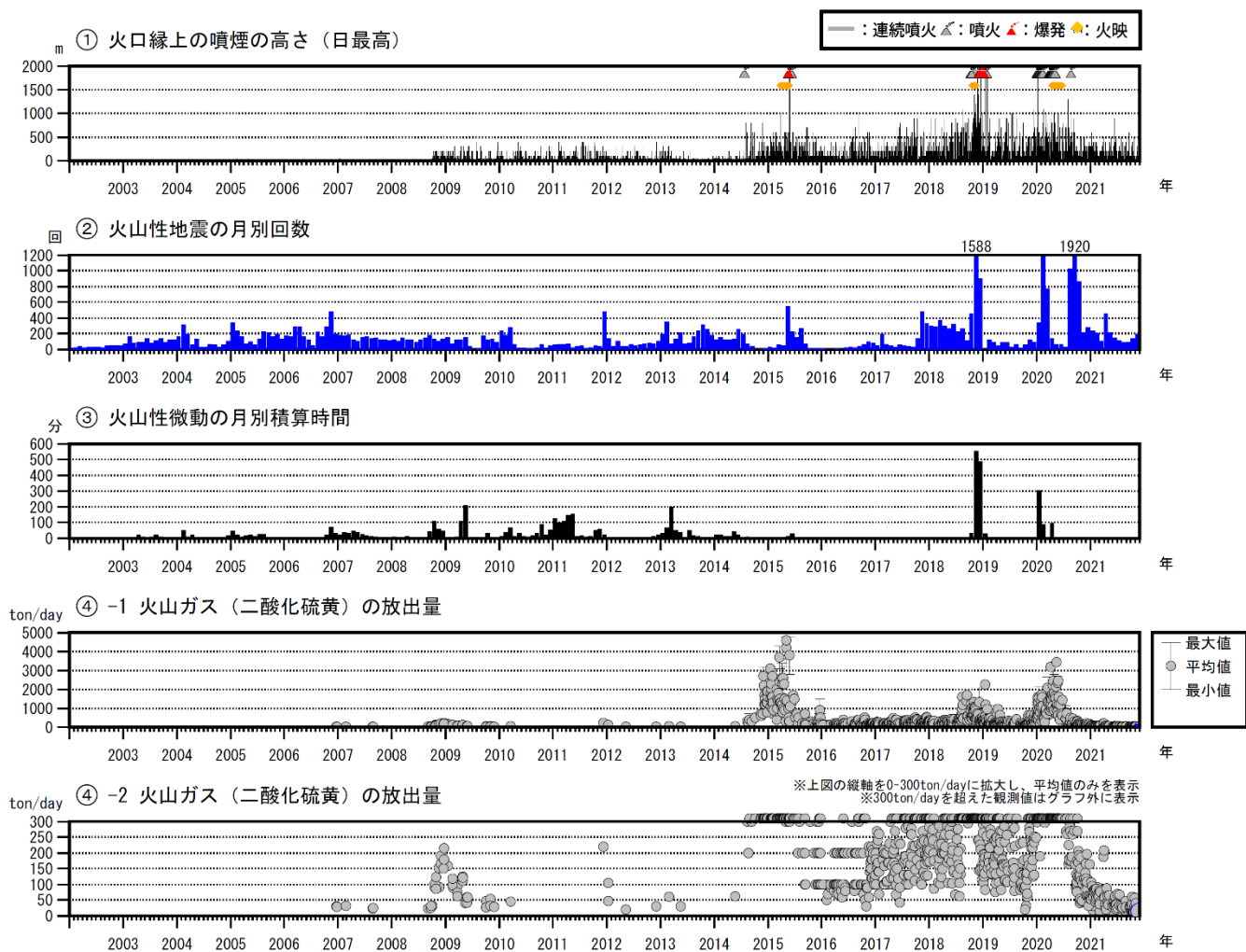
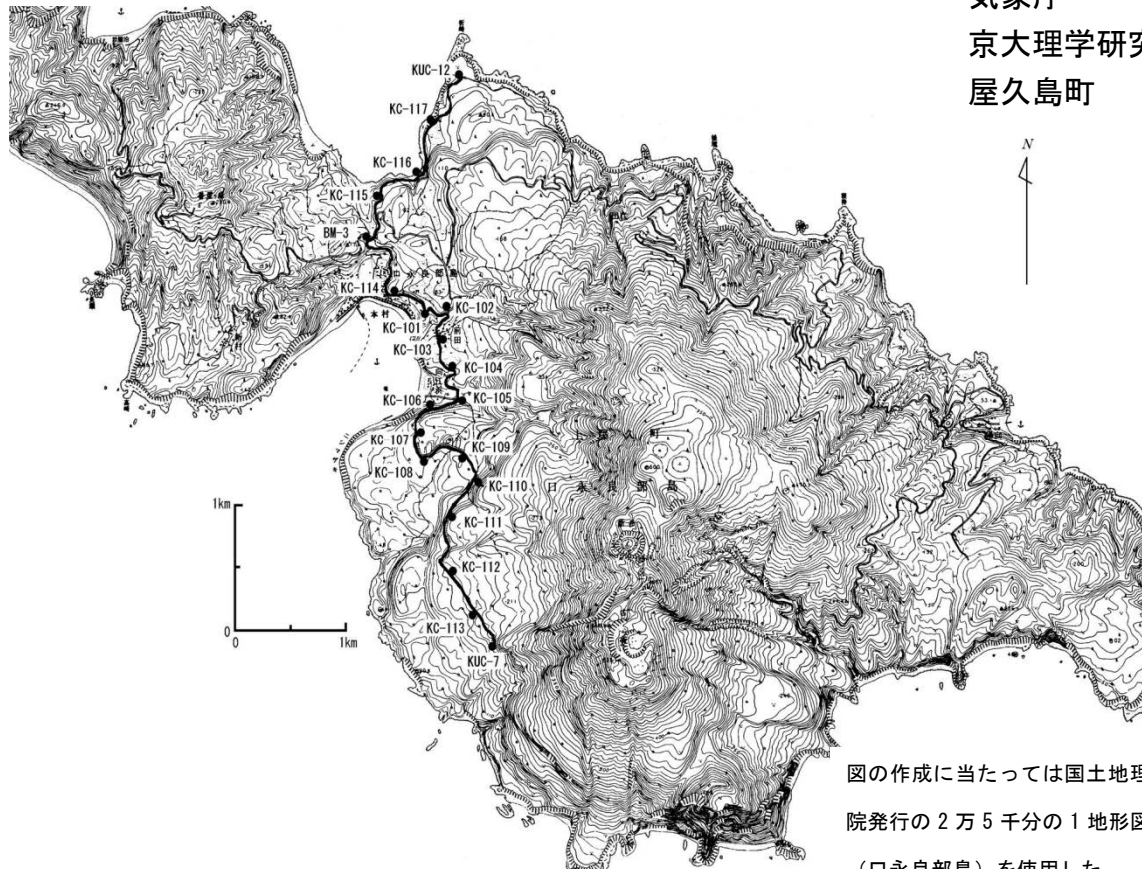


図5 口永良部島 長期の火山活動経過図 (2002年1月～2021年11月)

- ・新岳火口では、2020年8月30日以降、噴火は観測されていない。
- ・火映は2020年6月25日以降、観測されていない。
- ・火山性地震は、やや多い状態が継続している。
- ・火山ガス(二酸化硫黄)の放出量は、2021年6月以降は、概ね50トン以下と少ない状態となっており、2014年噴火の前と同程度、またはそれを下回っています。



図の作成に当たっては国土地理院発行の2万5千分の1地形図(口永良部島)を使用した

図6. 口永良部島火山の水準測量路線

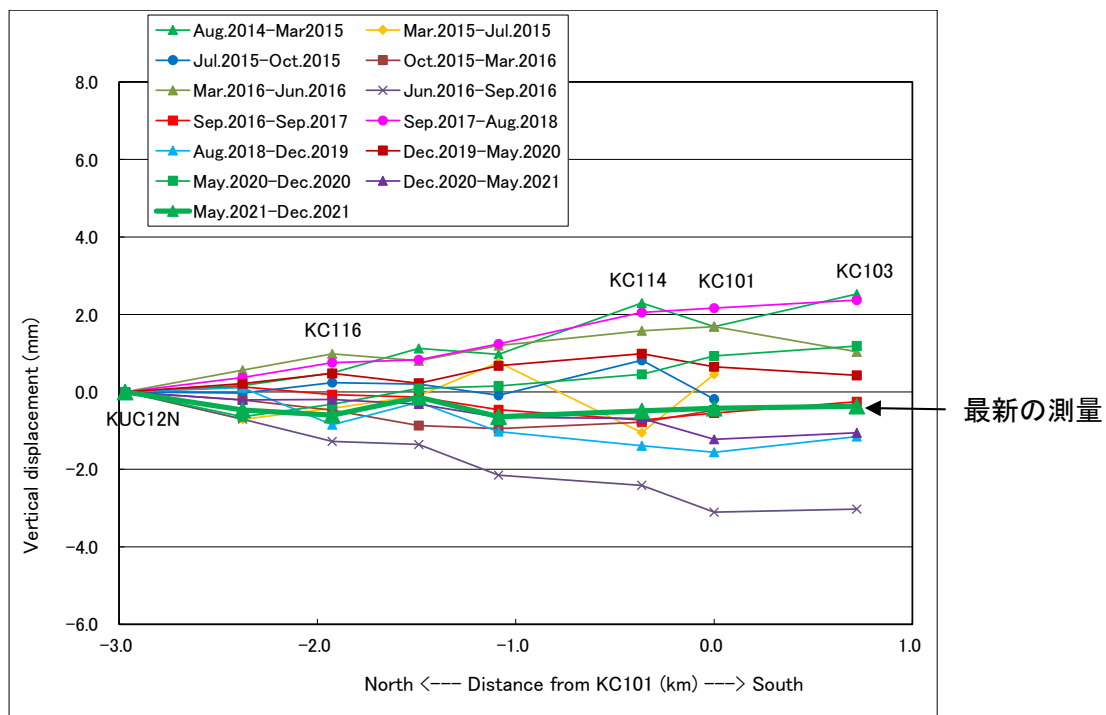
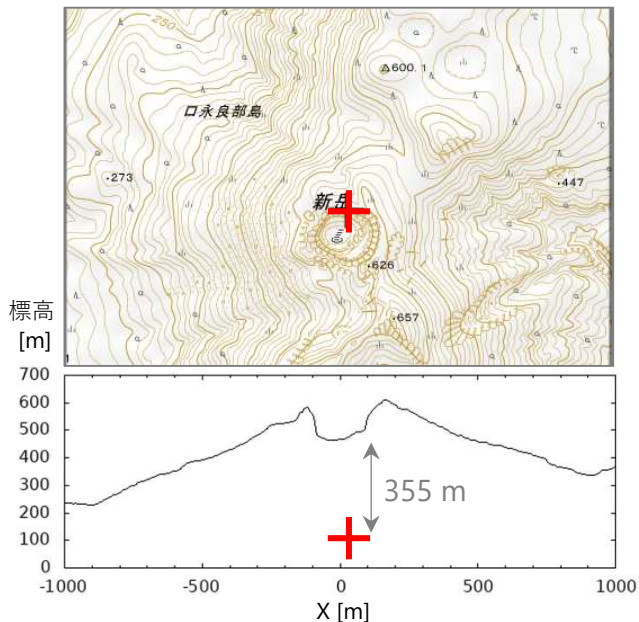


図7. 水準測量結果。最新の測量は、2021年12月9日-10日に実施(測量区間: KUC12N~KC103)。路線最北部のKUC12Nを基準。2021年5月9日-11日(前回測量)~2021年12月9日-10日の期間(図中の緑色太線)、明瞭な地盤変動は見られない(-0.1~-0.6 mmの範囲)。

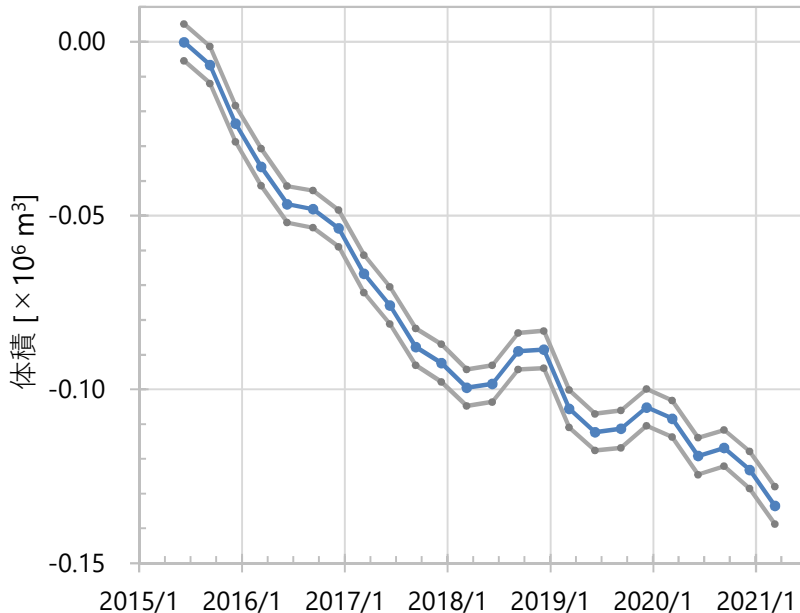
口永良部島の干渉SAR時系列解析結果について (インバージョン解析による圧力源の位置と体積変化)

変位速度から推定した圧力源の位置

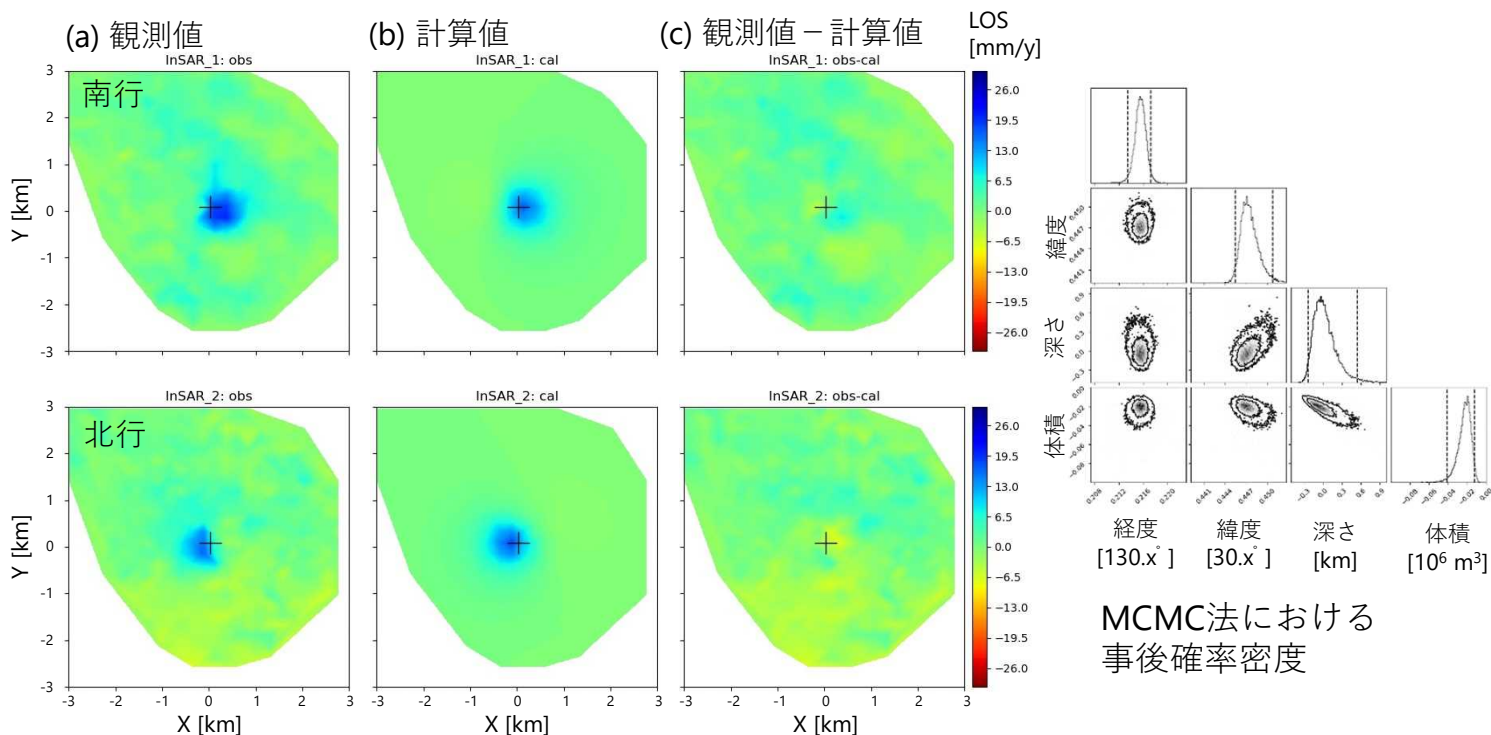


緯度：30.44674° 経度：130.21554°
標高：110 m (火口底下深さ：355 m)

体積変化 (位置固定)



観測値 (変位速度) と計算値



本解析で使用したデータの一部は、火山噴火予知連絡会衛星解析グループの活動を通して得られたものです。

第13図 線形インバージョンによる口永良部島の地殻変動力源の体積変化推定

(上段) 地殻変動力源の位置 (赤十字)、推定された地殻変動力源の体積の時間変化

(下段) 推定された力源による地殻変動計算値と観測値、モデルパラメータのコーナープロット