

第 142 回

火山噴火予知連絡会資料

(その4)

西之島、硫黄島

平成 30 年 10 月 31 日

火山噴火予知連絡会資料（その4）

目次

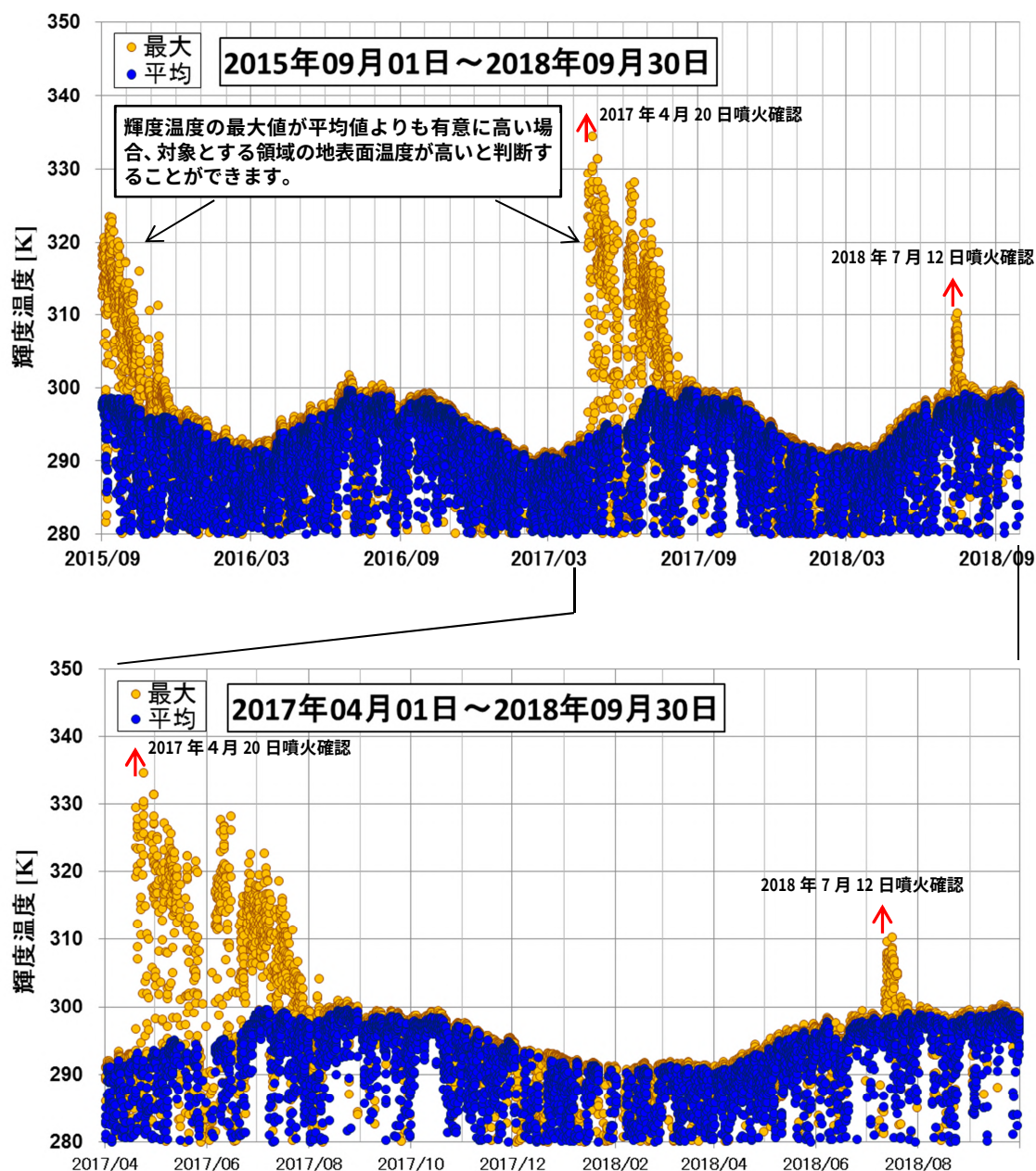
西之島.....	3
気象庁（気象研含む）	3-15
東大震研	16-17
地理院	18-19
海保	20-24
硫黄島.....	25
気象庁（気象研含む）	25-40
防災科研	41-48
地理院	49-57
海保	58-60

西 之 島 (2018 年 9 月 30 日現在)

7 月 12 日 12 時頃に海上保安庁が上空から実施した観測で、西之島の火口付近で噴火が確認された。また、翌 13 日に海上保安庁及び第三管区海上保安本部が上空から実施した観測で、活発な噴火活動が続いていることが確認され、大きな噴石が火砕丘東側斜面に形成された新たな火口から 500m 程度まで飛散し、火砕丘の山麓部に長さ 200m の溶岩流が確認された。

気象衛星（ひまわり 8 号）による観測では、7 月 12 日夜から噴火活動の活発化や溶岩流出により輝度温度の上昇が認められていたが、7 月下旬頃より、12 日以前の輝度温度に戻っており、活発な噴火活動や溶岩流出はこの頃にほぼ停止したと考えられる。

平成 30 年 7 月 13 日に火口周辺警報（入山危険）及び火山現象に関する海上警報を発表した。



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 $0.28^{\circ} \times 0.28^{\circ}$ 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。

図1 西之島 Himawari-8 観測による西之島付近の輝度温度の変化
 (2015年9月1日～2018年9月30日)

2016年9月14日～19日は欠測。

観測船による西之島の火山活動(2018 年 9 月)

2018 年 9 月 7 日～10 日に観測船から実施した西之島の観察によると、噴火活動はみられず、山頂火口からはわずかな噴気が確認できる程度であった。熱赤外観測によると、山腹等に高温域が見られた。噴煙は認められず、二酸化硫黄の放出量観測では検出限界以下であった。

噴煙活動

9 月 7 日～10 日に海洋気象観測船啓風丸から実施した観察によると、西之島は噴火停止の状態が続いていた。(図1a)。山頂火口縁の内側から数 m 程度の噴気がかろうじて確認できる程度であった。

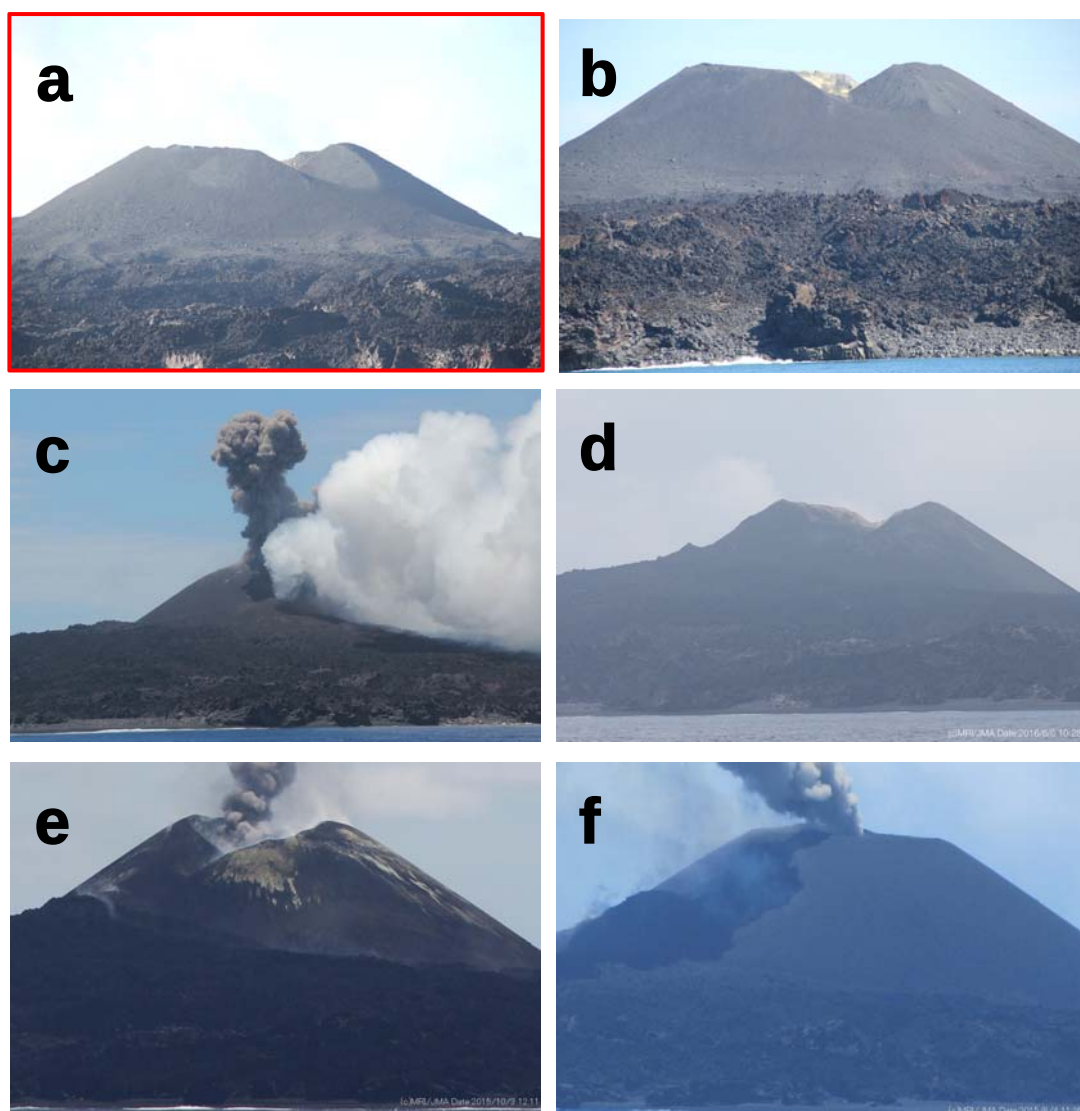


図1 西之島山体と噴煙活動の推移。西之島の北沖より撮影。

a: 2018/9/10 07:20 (今回の観測, 噴火停止) 火口縁内側からわずかに噴気が見られるだけであった。

b: 2018/5/31 14:32 (噴火休止期)

c: 2017/5/26 10:48 (噴火活動期)

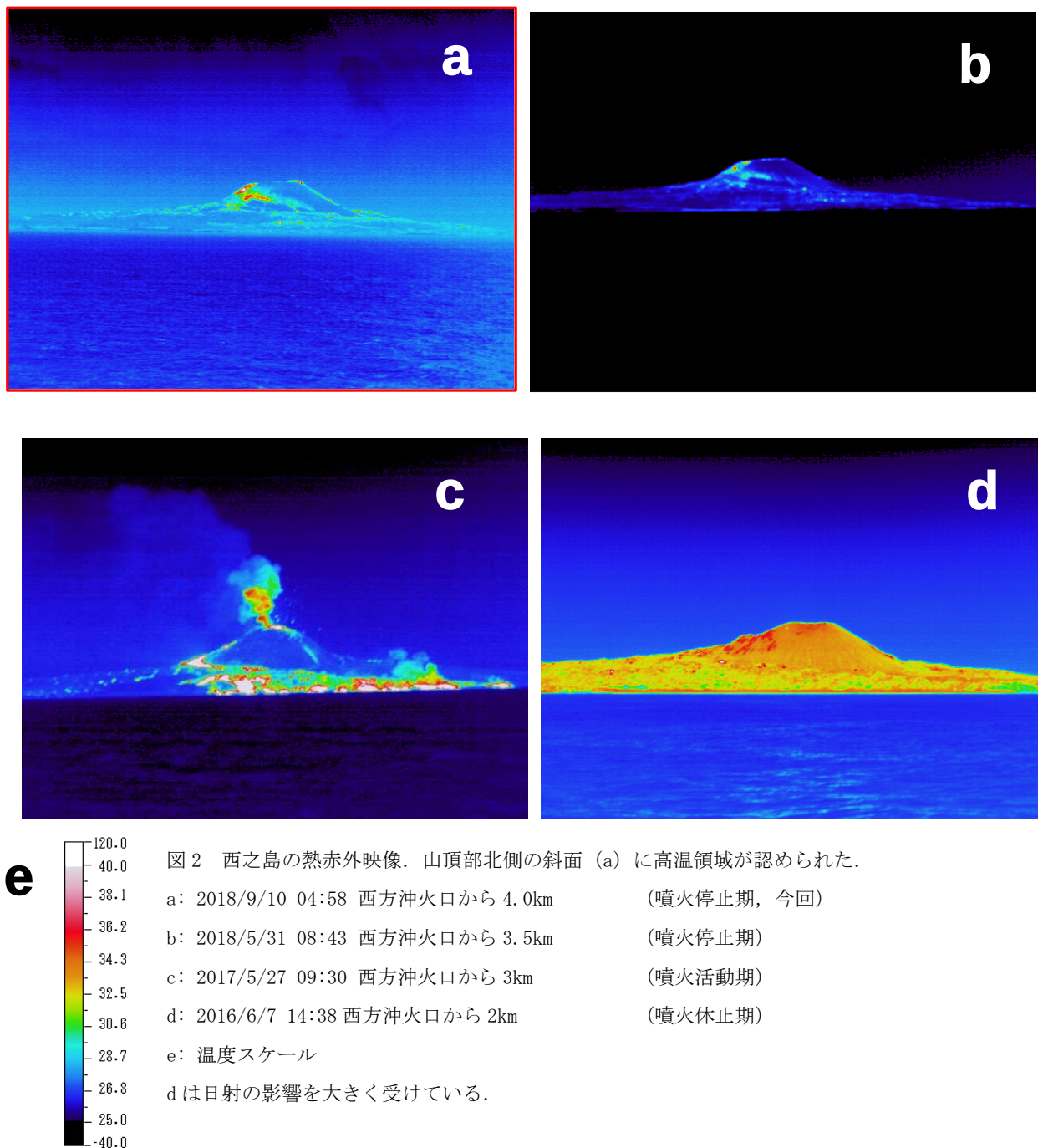
d: 2016/6/6 10:28 (噴火休止期)

e: 2015/10/3 12:11 (噴火活動期)

f: 2015/6/4 11:36 (噴火活動期)

熱赤外カメラによる地表面分布

山頂火口の北側山腹等に高温領域が認められた (図 2a). 2017 年の噴火活動期と比べる温度は低い (図 2c). 2018 年 5 月と比べ大きな変化はない.



火山ガス放出量

2018 年 9 月 10 日に海洋気象観測船啓風丸の船上から西之島の二酸化硫黄放出量観測を船上から実施した。観測は紫外線分光器計(DOAS)により、火口の風下側約 2km を 2 回横切るトラバース法で行った。火口からの噴煙は確認されず、検出限界を超える二酸化硫黄は検出されなかった。

図 3 に 2013 年以降の二酸化硫黄放出量の推移を噴火期間とともに示す。

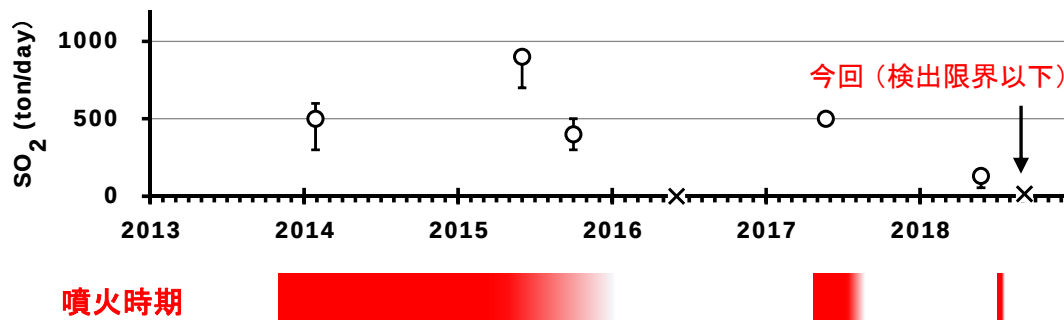


図 3 西之島の二酸化放出量の推移 2014 年～2018 年

2014 年 1 月は機上観測による。それ以外は観測船による観測。

2016 年 5 月と 2018 年 9 月は検出限界以下。

謝辞

観測は地球環境・海洋部の海洋気象観測船「啓風丸」の協力で行われました。

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた西之島の地表変化

2018 年 7 月の再噴火に伴う地形変化が検出された。溶岩流は、海岸まで到達していないが、流下域における衛星視線方向伸長の位相変化は継続している。

1. はじめに

2018 年 7 月に西之島で発生した再噴火を含む 5 月末以降に撮像された ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた西之島周辺の解析を行ったので、以下報告する。

2. 解析結果

解析に使用したデータを第 1 表に示す。また、ALOS-2 で観測されたすべてのパスによる強度画像を用いた陸域面積の推移と概ね 2 週間毎の高頻度で観測されている path14 を用いた低相関度の領域推移を第 1 図に示す。これによれば、2018 年 7 月の噴火に伴う陸域の拡大はなく、相関画像からも噴出した溶岩は海岸まで到達していないことがわかった。

また、先般データ公開された地球観測用赤外カメラ（以下、CIRC：分解能 130～210m）による温度変化について、2014 年まで遡り時系列変化を示した。データは旧西之島山頂を中心とした半径 3 km 以内の最高温度と 30 パーセントタイル値および 70 パーセントタイル値との差分温度を示した。なお、差分温度が高いほど局所的、低いほど広範な熱異常を検知したことの目安となる。その結果、概ね火山活動と同期した変化が検出されたが、2016 年末にも一時的に熱異常の高まりがあることがわかった。また、2018 年 7 月の噴火時にも若干の熱異常の高まりが認められた。

2-1. 干渉画像（第 2，3，4，5，6 図）

長期間のペアでは、溶岩の加重沈降または熱収縮の影響と考えられる衛星視線方向伸長の位相変化が、中央火砕丘および溶岩流出域で検出されたが、それ以外の場所では大きな位相変化は認められなかった。また、path14 のように短期間のペアでは、噴火前後を挟むペアで中央火砕丘の東側（噴火箇所）とそこから 500～600m 南側の場所で衛星視線方向伸長の位相変化が認められた。なお、南端の位相変化 9 月末現在、わずかながら継続していることがわかった。

2-2. 相関画像（第 2，3，4，5，7 図）

2018 年 7 月の噴火開始時期を挟むペアにおいて、溶岩流出場所における明瞭な低相関度領域が検出された。また、path14 では次回帰のペアにおいても同様の場所に検出されたことから、この時期まで溶岩が流出していた可能性がある。なお、中央火砕丘と溶岩流下南端の間に見られる低相関度領域は連続的ではなく、途中で途切れていることや、海岸から 100m 手前付近で停止していることがわかった。また、以降のペアでは、海岸線のわずかな衰退や拡大を示す変化は認められるが、それ以外の内陸では高相関度を示している。

2-3. 強度画像（第 2，3，4，5，8 図）

2018 年 7 月の噴火開始時期を挟むペアにおいて、溶岩流出を示唆する強度画像変化が検出された。それ以外のペアでは、海岸付近における地形変化を示す強度画像変化は認められるほかは、大きな変化はなかった。

なお、各干渉解析結果について、対流圏遅延補正などは行っていないため、ノイズが重畳している可能性がある。

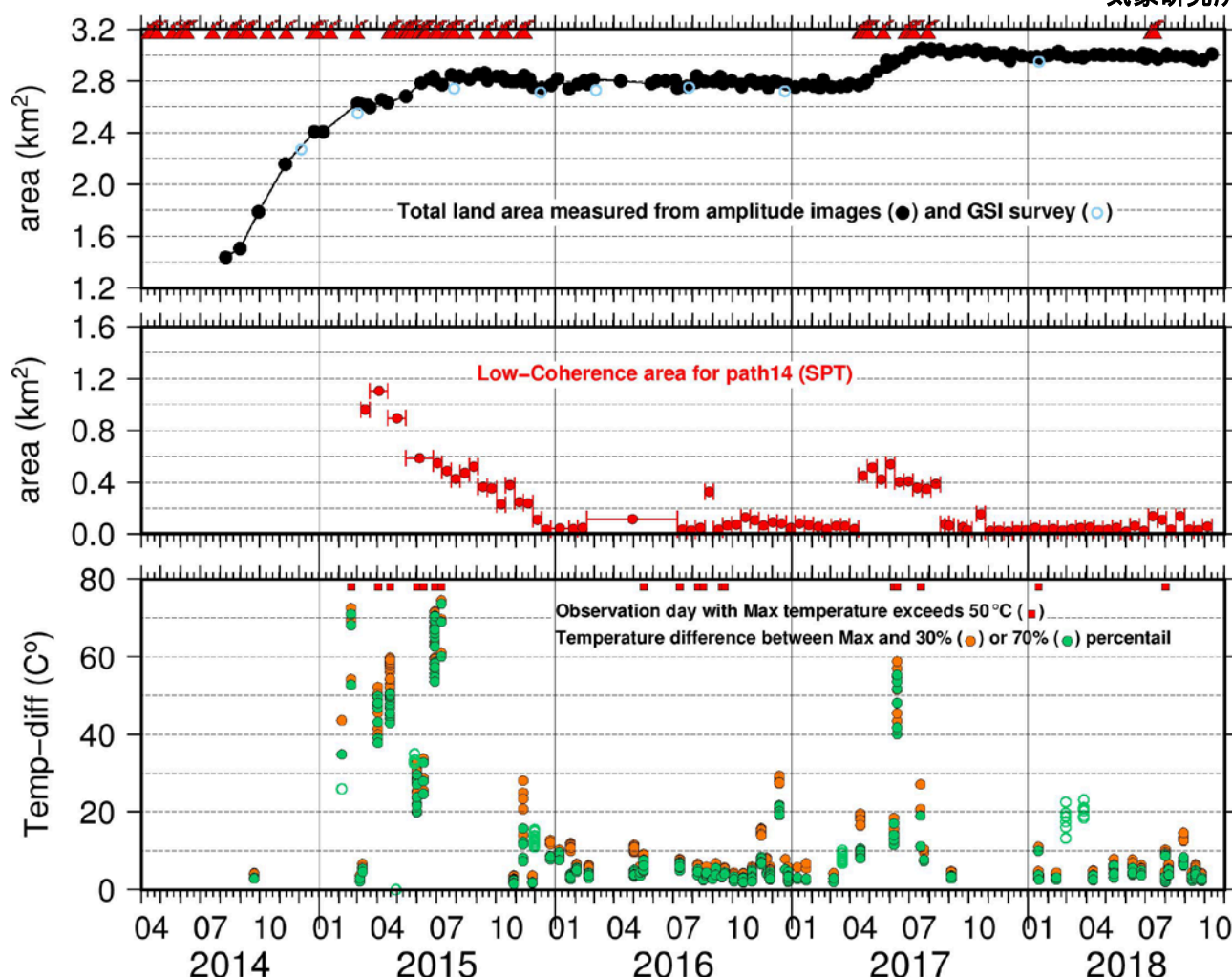
謝辞

本解析で用いた PALSAR-2 データは、火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験（衛星解析グループ）に基づいて、宇宙航空研究開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである。PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA にある。PALSAR-2 の解析ソフトウェアは、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された *RINC* を使用した。また、処理の過程や結果の描画においては、国土地理院技術資料 C1-No. 478 から生成した地形データを使用した。ここに記して御礼申し上げます。

第 1 表 干渉解析に使用したデータ

Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
125-530 (SM2_FP6-5)	北行	右	34.3°	2017.09.10	2018.09.09	第 2 図-A,B,C
119-570 (SM1_U3-11)	北行	左	48.6°	2017.11.03	2018.07.13	第 3 図-A,B,C
16-3070 (SM1_U2-9)	南行	右	42.9°	2018.04.23	2018.07.02	第 4 図-A,B,C
				2018.07.02	2018.09.10	第 4 図-D,E,F
17-3070 (SM1_U2-6)	南行	右	31.5°	2018.05.26	2018.08.04	第 5 図-A,B,C
14-3081 (SPT)	南行	右	58.7°	2018.05.25	2018.06.08	第 6, 7, 8 図-A
				2018.06.08	2018.06.22	第 6, 7, 8 図-B
				2018.06.22	2018.07.06	第 6, 7, 8 図-C
				2018.07.06	2018.07.20	第 6, 7, 8 図-D
				2018.07.20	2018.08.03	第 6, 7, 8 図-E
				2018.08.03	2018.08.17	第 6, 7, 8 図-F
				2018.08.17	2018.08.31	第 6, 7, 8 図-G
				2018.08.31	2018.09.14	第 6, 7, 8 図-H
				2018.09.14	2018.09.28	第 6, 7, 8 図-I

※赤字は噴火以降に撮像されたデータ。

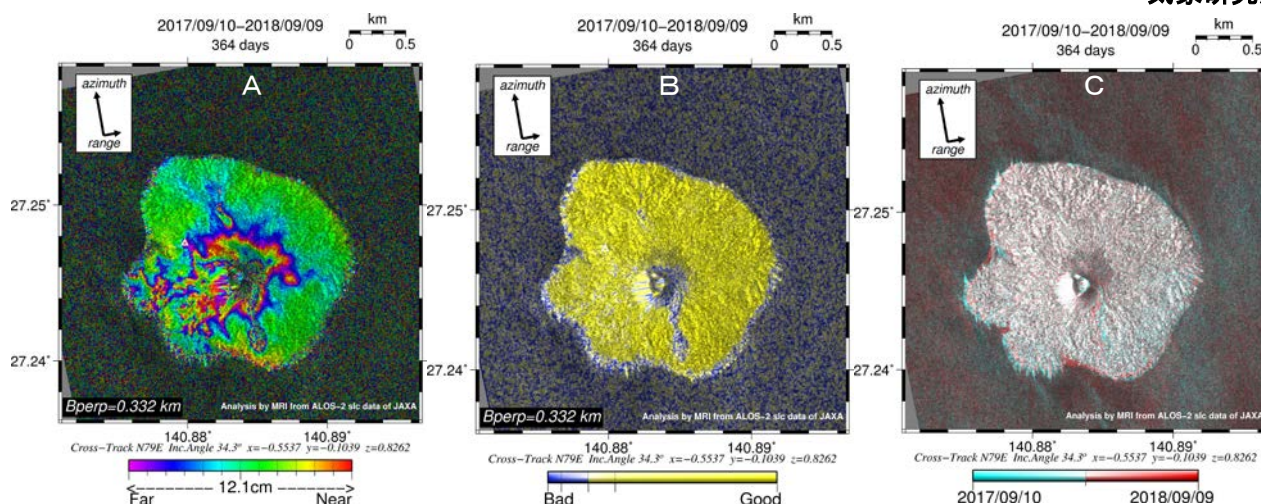


第 1 図 強度画像から算出した上：陸域面積（すべてのパス）と中：低相関度領域（path14 のみ）と下：CIRC により検出された温度推移

上図：活発な噴火活動が生じていた 2015 年 6 月頃までと 2017 年 4 月下旬から 8 月上旬までの再噴火イベントに呼応して陸域の拡大が認められる。噴火マークは海上保安庁により火山噴火予知連絡会に報告された資料から読みとった。○は国土地理院で実施された空中写真等の計測結果による面積を示す。

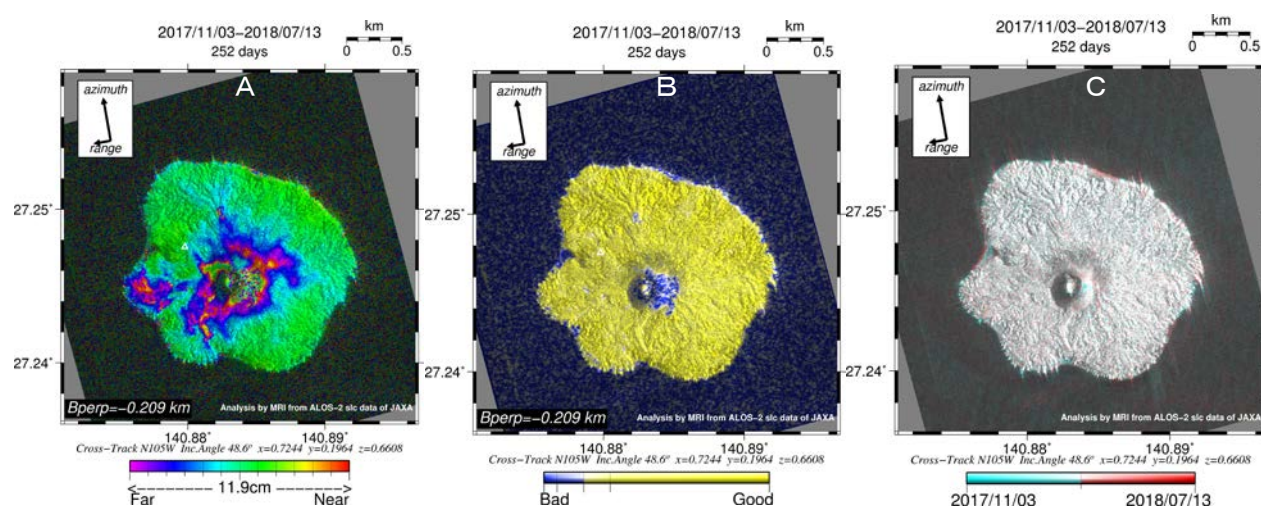
中図：概ね 2 週間毎で撮像されている Path14 を用いた低相関度領域は、2015 年 12 月にはほとんど確認できなくなった。2017 年や 2018 年再噴火時の溶岩流出に伴い、一時的に増加した時期もあるが、それ以外は概ね低調で推移している。

下図：CIRC により観測された西之島周辺（旧山頂から半径 3km）の温度推移を示す。■は最高温度 50°C 以上の観測日、●は最高温度と 30 パーセントイル値の差分温度、●は最高温度と 70 パーセントイル値の差分温度を示す。差分温度が高いほど局所的、低いほど広範な熱異常を示しているとみなせる。なお色抜きは、得られた最高温度がマイナスであったデータを示す（参照値とした）。



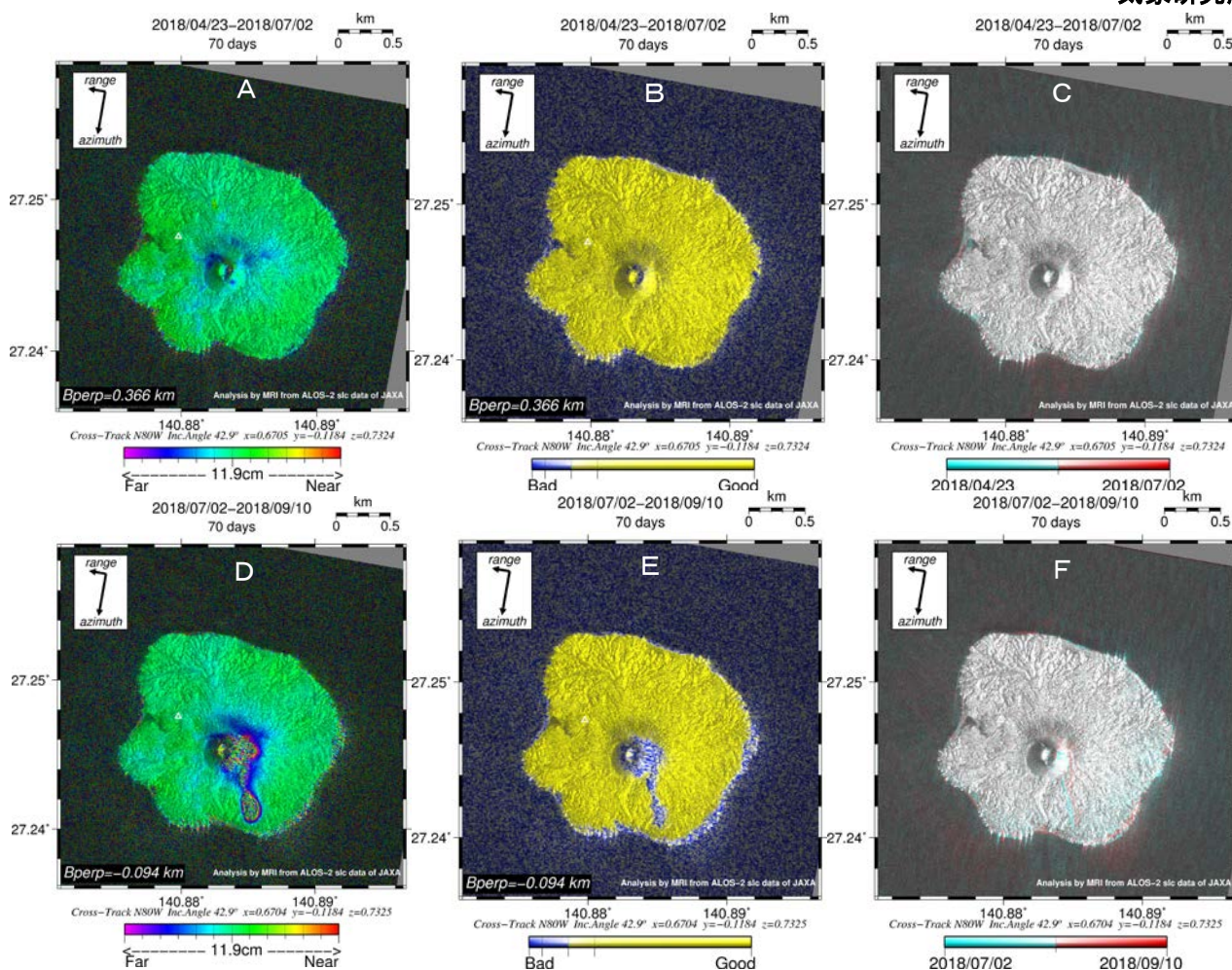
第 2 図 path125(SM2_FP6-5)による干渉解析 A:干渉画像, B:相関画像, C:強度画像

図中の白三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A) 中央火砕丘から西側海岸にかけて衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。(B) 火砕丘の東側から南側へ低相関度領域が認められる。(C) 島の西側海岸(旧西之島の西端付近)や南西および南側の海岸部で変化が認められるほか、低相関度領域と同じ場所においても変化が認められる。

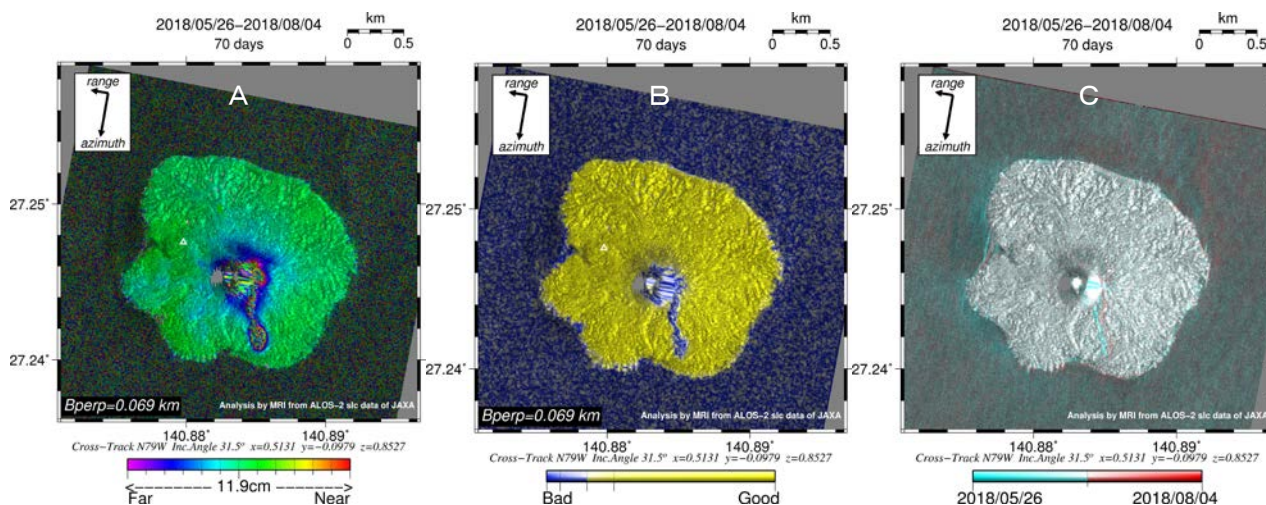


第 3 図 path119(SM1_U3-11)による干渉解析 A:干渉画像, B:相関画像, C:強度画像

図中の白三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A) 中央火砕丘付近と島の西側を中心に衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。(B) 中央火砕丘の東側付近で低相関度領域が認められる。(C) 中央火砕丘の東側で変化が認められる。

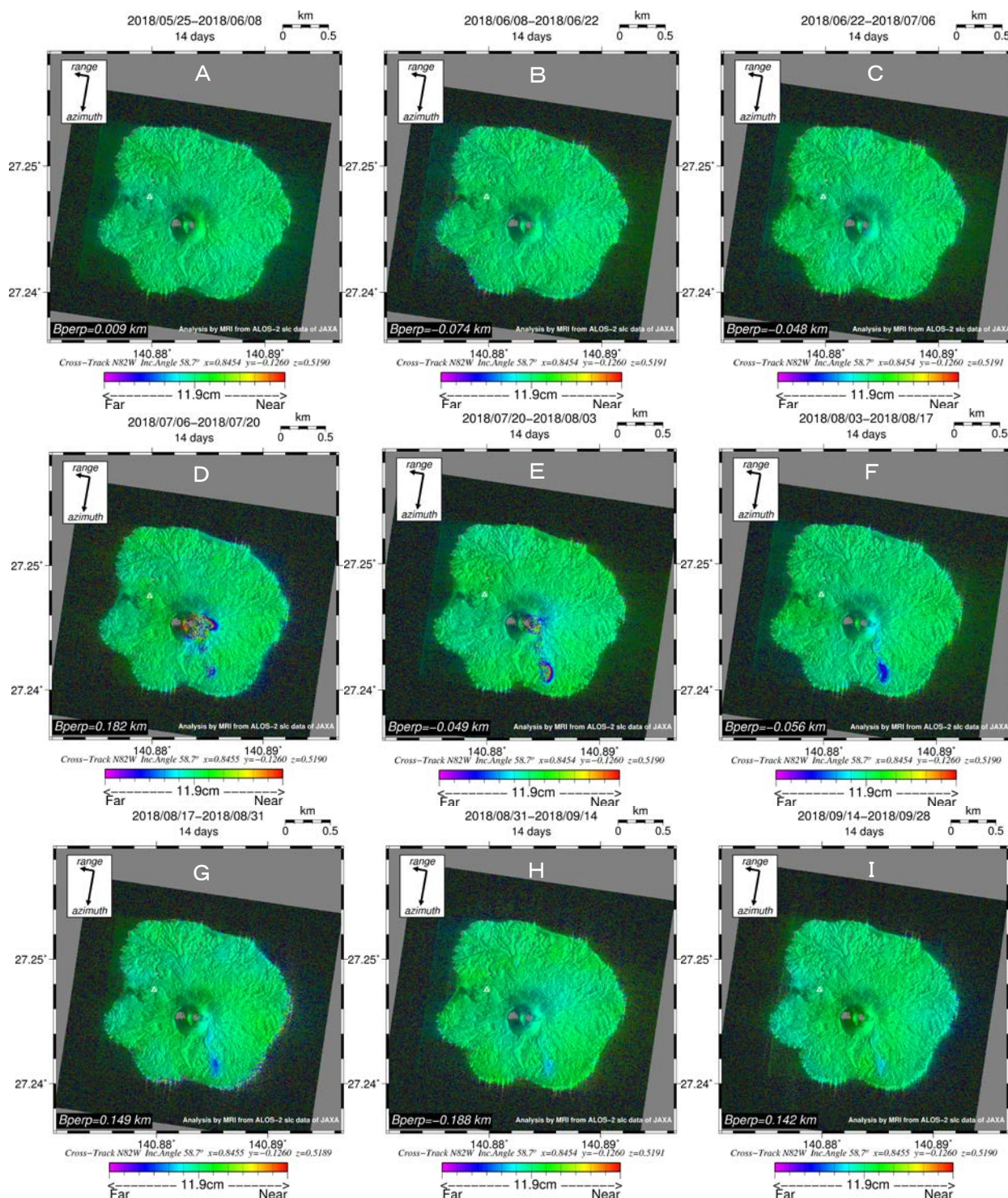


第 4 図 path16 (SM1_U2-9) による干渉解析 A, D: 干渉画像, B, E: 相関画像, C, F: 強度画像
 図中の白三角印は旧西之島の山頂位置を示す。噴火前のペアでは、(A) 中央火砕丘の北東部でやや伸長の位相変化が認められ、(B, C) 西北西海岸部の低相関度領域や強度変化が顕著であるが、噴火前後のペアでは、(D) 溶岩流出が確認された南側にかけて衛星視線方向伸長の位相変化が認められ (E, F) 同様の場所において、低相関度領域や強度変化が認められる。



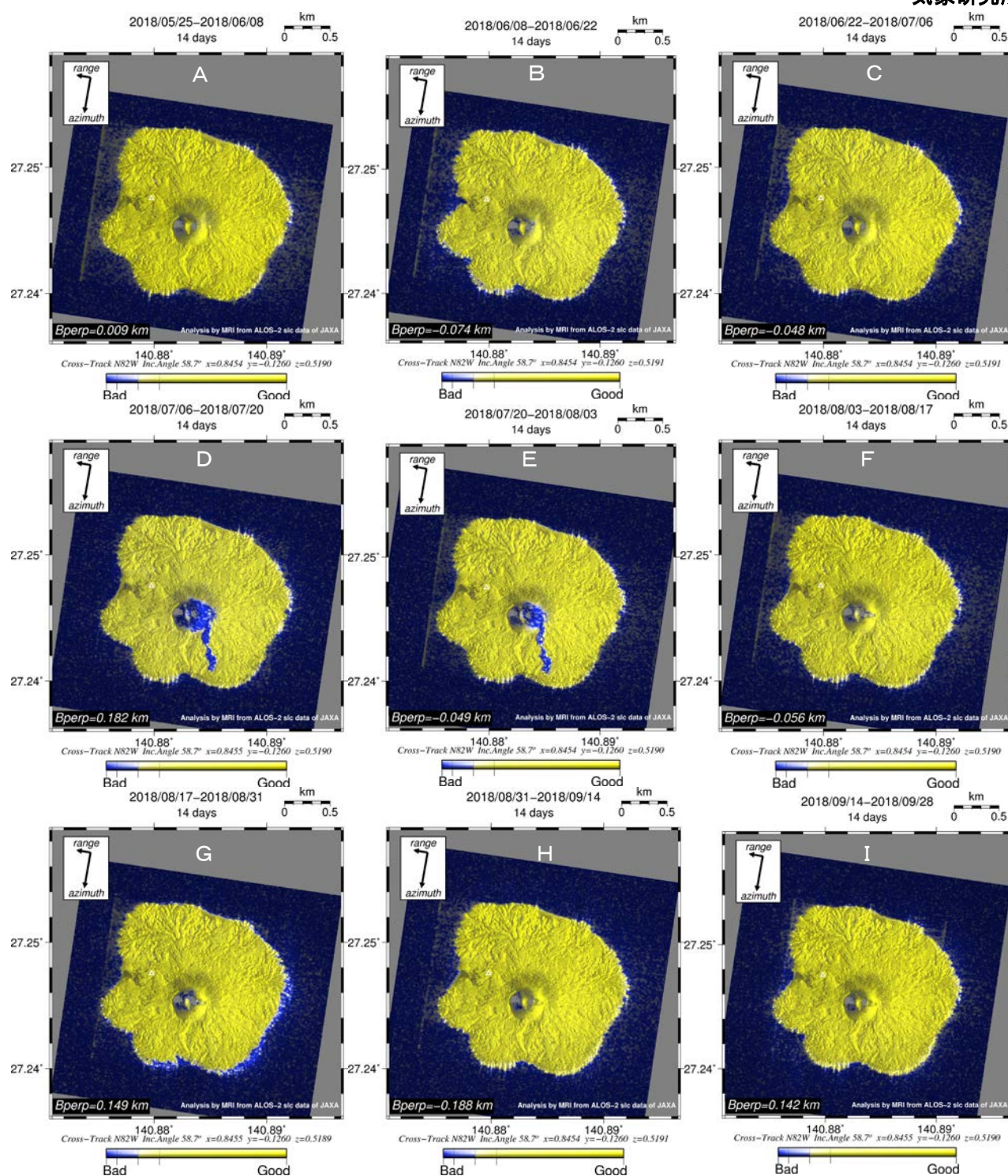
第 5 図 path17 (SM1_U2-6) による干渉解析
 図中の白三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A) 中央火砕丘から溶岩が流出したと考えられる南側にかけて衛星視線方向伸長の位相変化が認められる。(B) 同様の場所において低相関度領域が認

められ、(C)強度画像変化も生じていることが認められる。



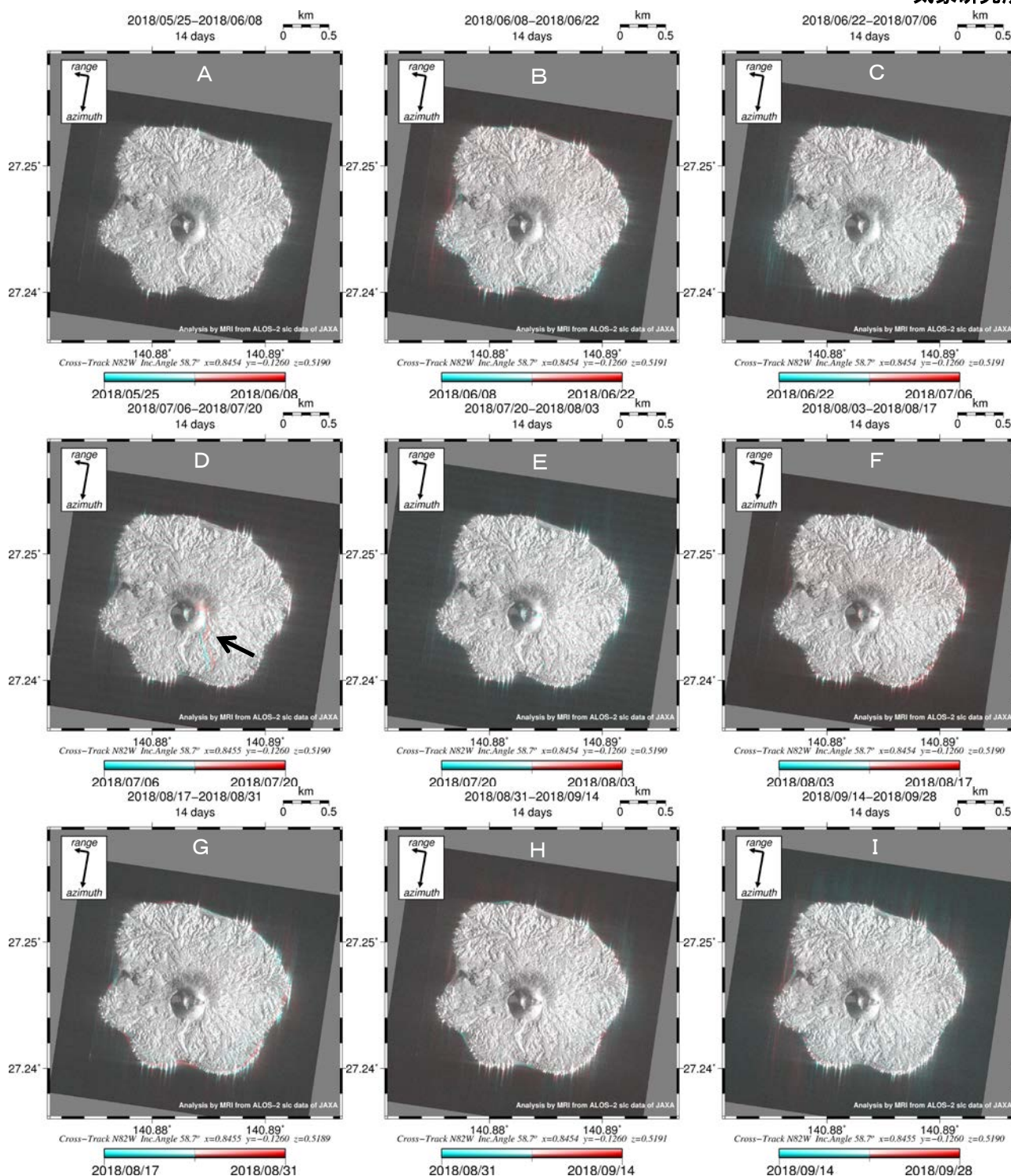
第 6 図 path14 (SPT) による干渉解析結果

図中の白三角印は旧西之島の山頂位置を示す。噴火前(A~C)は全島の顕著な位相変化は認められないが、噴火前後のペア(D)では、中央火砕丘の東側に 1 サイクル伸長の明瞭な位相変化が認められる。また、南へ 500~600m くらいの場所でも弱い伸長の位相変化が認められるが、次のペア(E)では、その部分で 1 サイクルの伸長位相が顕著である。以降のペア(F~I)では、徐々に変化量は小さくなっているが、同様の場所で伸長位相変化が認められた。



第 7 図 path14 (SPT) における相関画像解析結果

図中の白三角印は旧西之島の山頂位置を示す。黄色は高い相関度、青色は低い相関度を示す。(A～C, F, H～I) 特段の変化はない。(D～E) 中央火砕丘と溶岩流下場所において低相関度領域が認められる。なお、これまでの溶岩流下域の検出時と異なり連続的な低相関度領域ではなく途切れている点特徴的である。また、(G) 東から南側の海岸にかけて低相関度領域が顕著であり、該当期間中に台風 19 号および 20 号が近傍を通過した影響の可能性がある (各々 8 月 18 日および 22 日に西之島付近に最接近した)。



第 8 図 path14 (SPT) における強度画像解析結果

図中の白三角印は旧西之島の山頂位置を示す。(A~I)海岸部では、一部陸域の衰退や拡大が見られる場合もあるが、概ね特段の変化はない。(D)噴火前後を挟むペアでは、中央火砕丘の東側から南側 500~600m にかけて強度変化が検出された (矢印の部分)。

西之島 2018 年 7 月の噴火活動について

概要: 2018 年 7 月に発生した噴火の状況を調べるために、9 月および 10 月に遠隔から西之島の観察を行った。2018 年噴火の溶岩流は、火砕丘の東側斜面に形成された小火口より南岸に向けて流出したが、海岸に到達せずに停止している（図 1）。中央火口東側には新たな火口が 2 箇所形成され、火砕丘東斜面は抉られたような地形となっている。溶岩流の体積は約 50 万 m^3 で、2017 年までの活動と比べて規模は非常に小さい（図 2）。2018 年 10 月観察時には、山頂から部分的に微弱な噴気が認められたものの静穏な状況であった（図 3）。

観察日時:

1. 2018 年 9 月 8–10 日（気象庁気象研究所研究船啓風丸およびドローンによる）
2. 2018 年 10 月 14 日（小笠原海運おがさわら丸による）



図 1 2018 年 7 月溶岩流（白破線で囲んだ部分）。火砕丘東麓から南岸に向けて流出したが、海岸の手前で停止している。2018 年 9 月 8 日撮影。

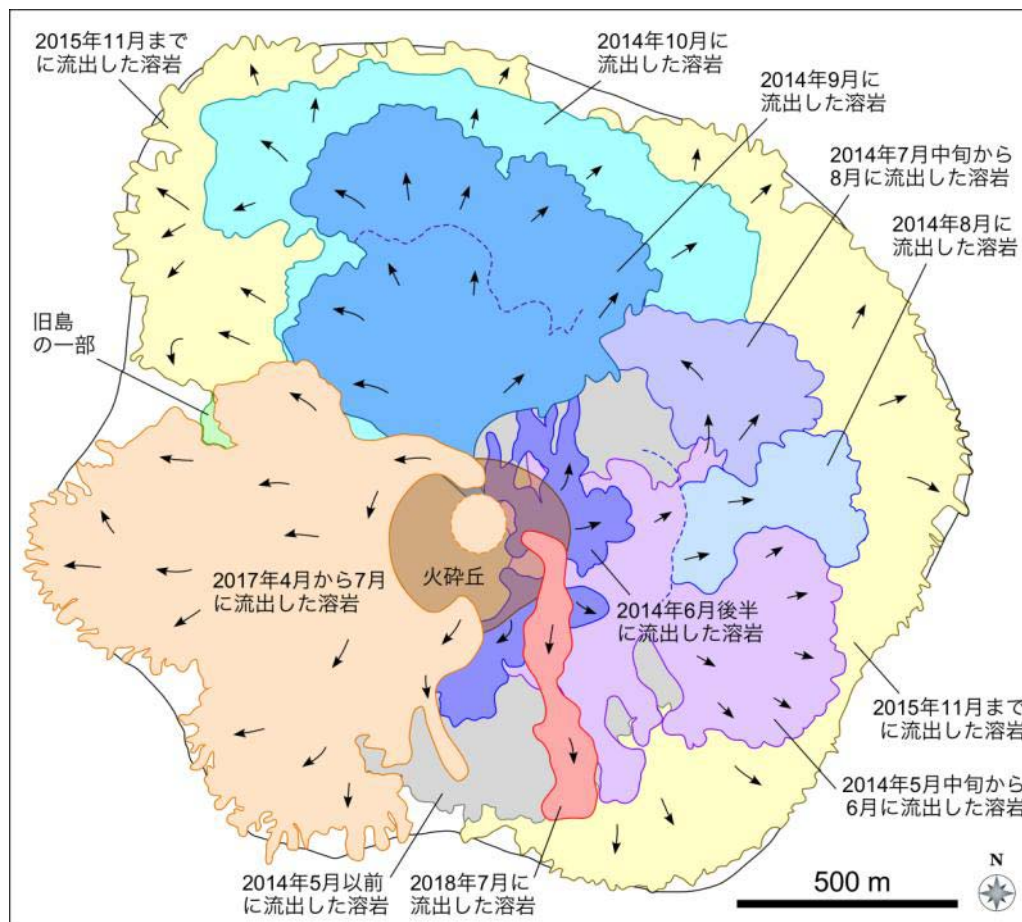


図 2 西之島における 2013 年以降に流出した溶岩流の分布図。赤色部分が 2018 年活動による。

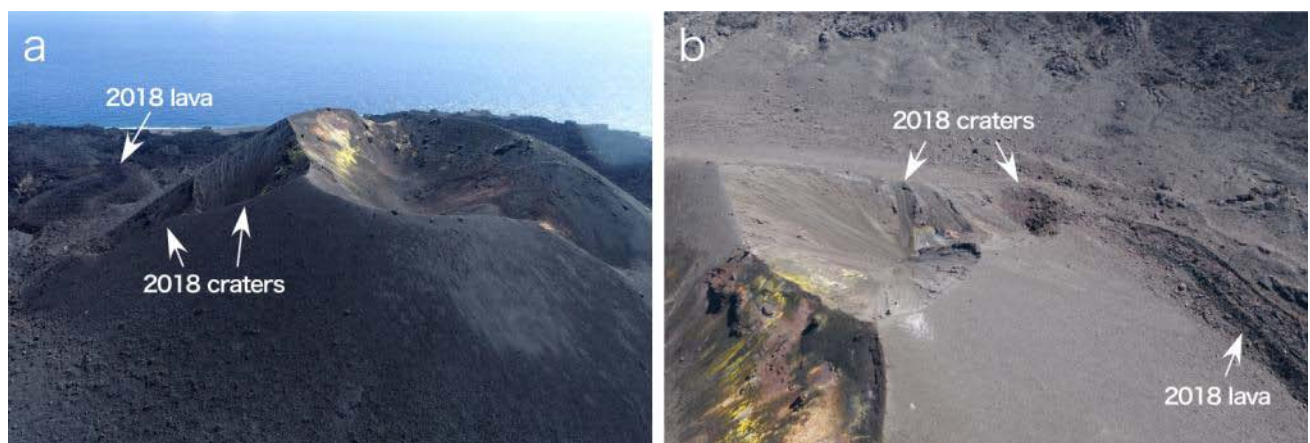
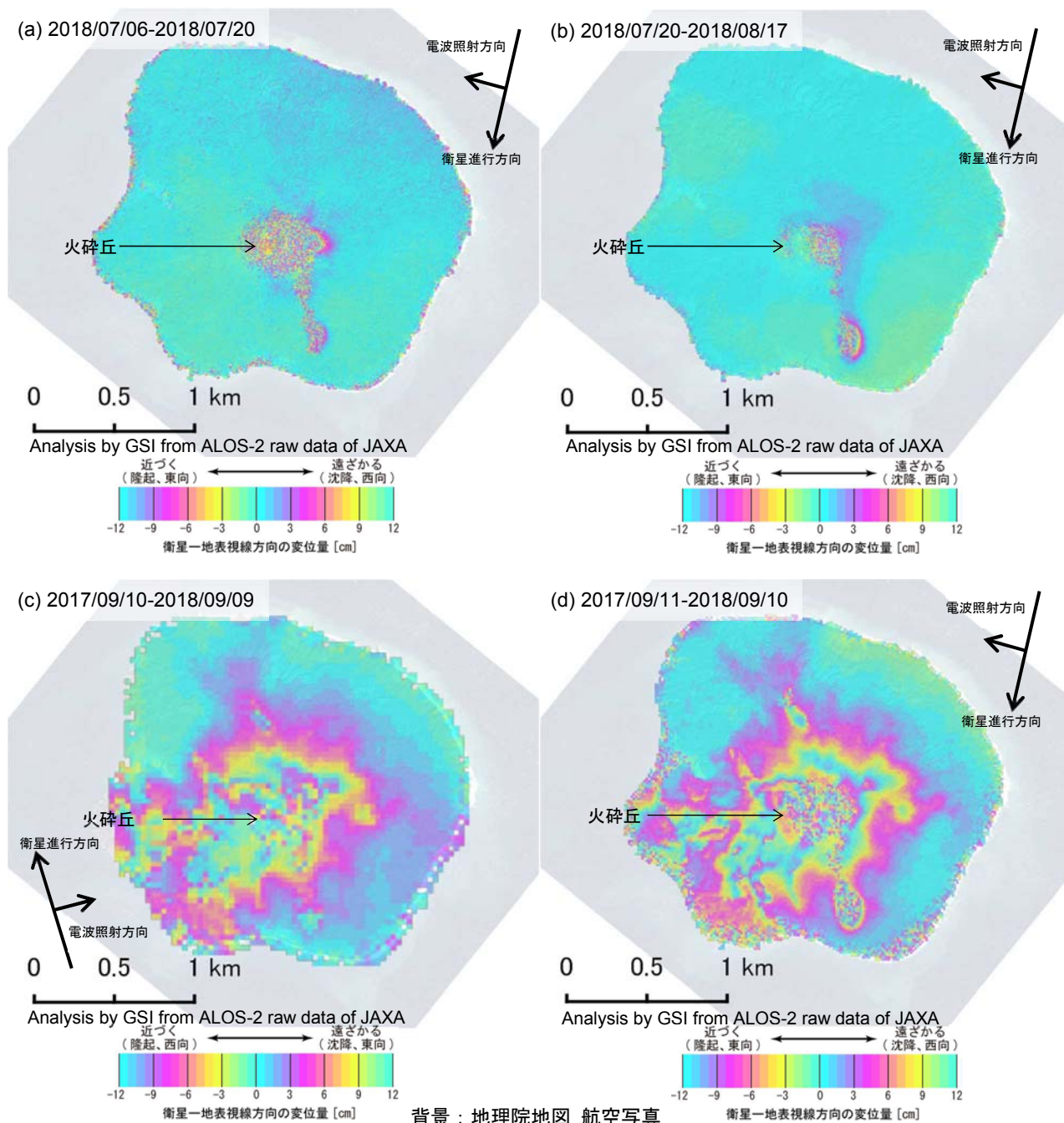


図 3 2018 年噴火による火口及び溶岩流の状況（2018 年 9 月 8 日）。（a）北北東より撮影。（b）主火口南側より撮影。9 月、10 月ともに山頂の所々に微弱な噴気が認められた。

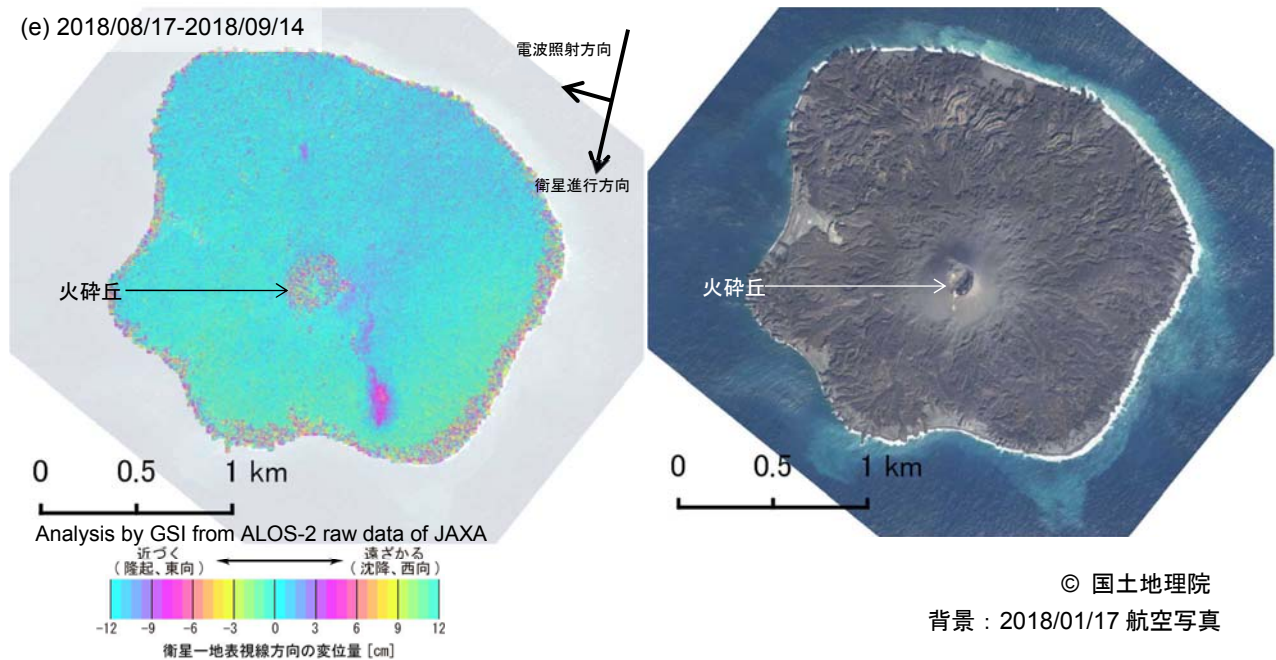
西之島の SAR 干渉解析結果について

判読) (a)、(b)では、火砕丘付近とその南側で火山噴出物の影響とみられる非干渉領域が見られます。火砕丘の南側にある非干渉領域付近では、収縮とみられる衛星から遠ざかる変動が見られます。(e)では、火砕丘付近で、火山噴出物の影響とみられる非干渉領域が見られます。火砕丘の南側で、収縮とみられる衛星から遠ざかる変動が見られます。長期の(c)、(d)では、火砕丘周辺に収縮とみられる衛星から遠ざかる変動が見られます。



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。

西之島



背景：地理院地図 航空写真

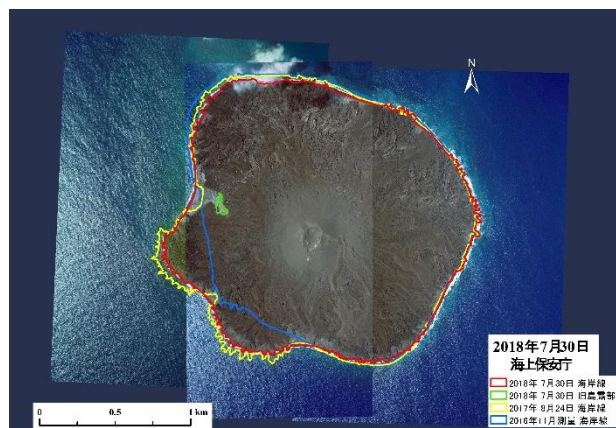
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2018/07/06 2018/07/20 11:18 頃 (14 日間)	2018/07/20 2018/08/17 11:18 頃 (28 日間)	2017/09/10 2018/09/09 23:35 頃 (364 日間)	2017/09/11 2018/09/10 11:31 頃 (364 日間)	2018/08/17 2018/09/14 11:18 頃 (28 日間)
衛星進行方向	南行	南行	北行	南行	南行
電波照射方向	右	右	右	右	右
観測モード*	S-S	S-S	H-H	U-U	S-S
入射角	58.7°	58.7°	34.3°	42.9°	58.7°
偏波	HH	HH	HH	HH	HH
垂直基線長	- 204 m	+ 113 m	- 324 m	+ 94 m	+ 48 m

*U: 高分解能(3m)モード

*H: 高分解能(6m)モード

*S: スポットライト(3x1m)モード

西之島



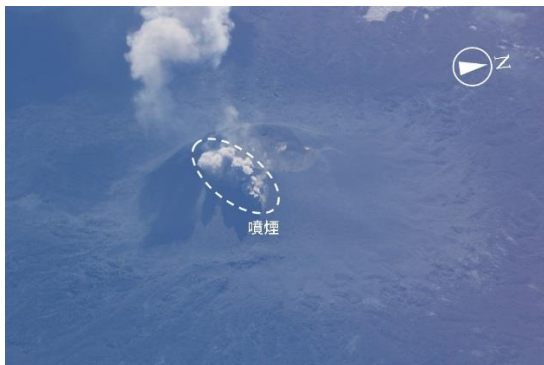
空中写真 2018 年 7 月 30 日 撮影

○ 最近の活動について

年月日	調査機関等	活 動 状 況
2018/ 7 /12	第 三 管 区 海上保安本部	火砕丘東外斜面中腹で噴火が発生し、灰色の噴煙が上がっていた(第1図)。 西之島の沿岸全周に薄い黄緑色の変色水域が幅約 50-200m で分布していた (第2図)。 熱画像では火砕丘の東斜面中腹に周囲よりも高温の領域が認められるとともに、火砕丘の麓を越える程度の範囲まで高温の噴出物を認めた (第3図)。
2018/ 7 /13	第 三 管 区 海上保安本部	火砕丘の東斜面に形成された新火口で噴火が発生し、灰色の噴煙が火口縁上約 600m まで上がっていた(第4図)。 西之島の沿岸全周に薄い黄緑色の変色水域が幅約 50～200m で分布していた。 熱画像では火砕丘の東斜面中腹に周囲よりも高温の領域が認められるとともに、火砕丘の東側山麓に長さ約 200m の溶岩流が認められる (第5図)。
2018/ 7 /14	海 上 保 安 庁	火砕丘東外斜面中腹の新火口で噴火が継続しており、20 秒から 3 分弱の間隔で小規模な爆発的噴火を繰り返しており、火砕丘中央火口縁上約 100m まで灰色の噴煙が上がっていた (第6図)。 西之島北岸に青白～黄緑色の変色水域が幅約 300～500m で分布していた。 13 日に確認された火砕丘東側山麓の溶岩流は、二条の溶岩流になり 13 日より南に前進しているのが認められたが、先端は海まで達しておらず、海岸線での水蒸気の発生も認められない (第7図)。
2018/ 7 /18	海 上 保 安 庁	火砕丘東外斜面中腹の新火口で噴火が継続しており、

年月日	調査機関等	活 動 状 況
		灰白色の噴煙が火砕丘中央火口縁上約 200m まで上がっていた。また、青紫色の火山ガスの連続的な放出が認められた。火砕丘中央火口内壁東側の噴気活動は従前と比べて活発な状況が認められた(第 8 図)。 西之島北及び東岸に青白～黄緑色の変色水域が幅約 200～500m で分布していた。 火砕丘山麓の溶岩流は 13 日に比べて長さが約 400m 延伸しており、海岸線まで約 200m の地点に達している。
2018/ 7 /30	海 上 保 安 庁	火砕丘中央火口及び火砕丘東外斜面中腹の火口からの噴火は認められなかったが、火砕丘東外斜面中腹の火口からは薄い青紫色のガスの放出が続いていた。 西之島北西から東岸にかけて青白～黄白色の変色水域が幅約 500～800m で分布していた (第 9 図)。 火砕丘山麓の溶岩流は温度が低下し、海岸線から約 100m の地点で止まっており、海への流入は認められなかった (第 10 図)。
2018/ 8 / 1	第 三 管 区 海上保安本部	火砕丘中央火口及び火砕丘東外斜面中腹の火口からの噴火は認められなかった。
2018/ 8 /18	第 三 管 区 海上保安本部	火砕丘中央火口及び火砕丘東外斜面中腹の火口からの噴火は認められなかった。 火砕丘中央の火口内東壁から白色噴気が放出されていた。 天候不良のため変色水については確認できなかった。
2018/ 9 /28	第 三 管 区 海上保安本部	火砕丘中央の火口及び東外斜面中腹の新たな火口からの噴火は確認できなかった (第 11 図)。 火砕丘中央の火口内壁から白色噴気が放出されていた。 西之島沿岸全周に幅 50m の薄い青白色の変色水域を確認した。 西之島の南方約 3 海里に薄い青白色の変色水域を確認した。 火砕丘山麓の溶岩流は 7 月 30 日と大きな変化はなかった。
2018/10/23	第 三 管 区 海上保安本部	火砕丘中央火口の火口縁及び火口内壁から微小な白色噴気が放出されていた (第 12 図)。 西之島沿岸全周に幅約 100～300m の青白色の変色水域が分布していた (第 13 図)。

年月日	調査機関等	活 動 状 況
		北東岸の変色水域は北東方向に幅約 200m、長さ約 600m にわたって分布していた（第 13 図）。 9 月 28 日に確認された、南方の変色水域は存在しなかった。 火砕丘山麓の溶岩流は 9 月 28 日と大きな変化はなかった。



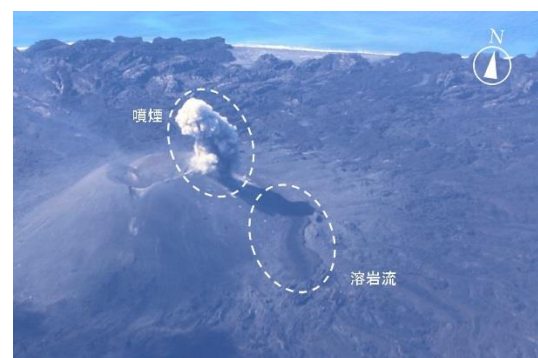
第 1 図 火砕丘東外斜面中腹からの噴煙
2018 年 7 月 12 日 13:59 撮影



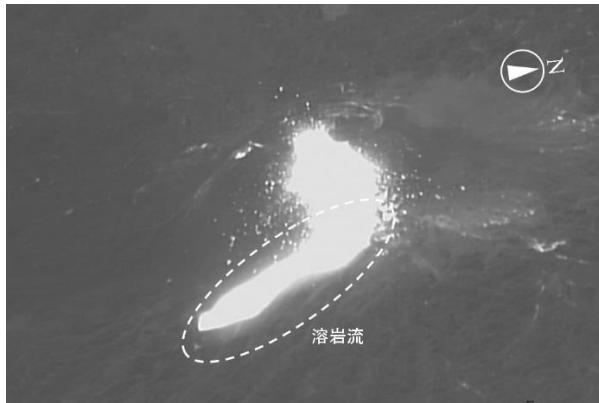
第 2 図 西之島全景
2018 年 7 月 12 日 13:58 撮影



第 3 図 熱画像（火砕丘）
白い部分が高温である。
2018 年 7 月 12 日 16:21 撮影



第 4 図 火砕丘東斜面中腹からの噴煙及び
山麓の溶岩流
2018 年 7 月 13 日 13:44 撮影



第 5 図 西之島（熱画像）
2018 年 7 月 13 日 14:14 撮影



第 6 図 西之島全景
2018 年 7 月 14 日 12:59 撮影



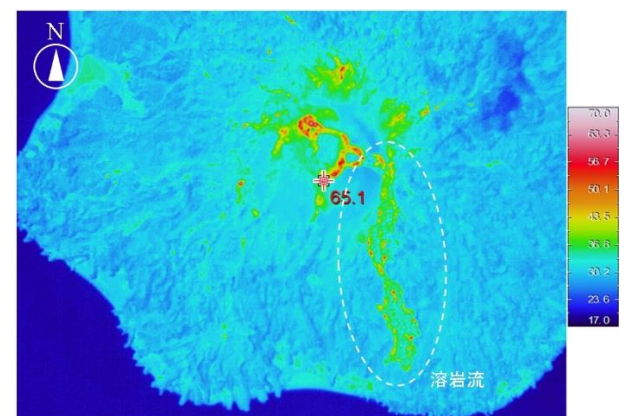
第 7 図 火砕丘東側山麓の溶岩流
2018 年 7 月 14 日 13:02 撮影



第 8 図 火砕丘東側山麓の溶岩流及び火口
内壁の白色噴気
2018 年 7 月 18 日 13:34 撮影



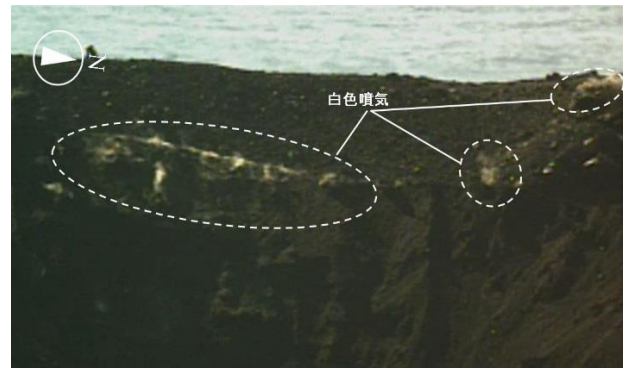
第 9 図 火砕丘東外斜面の火山ガス
2018 年 7 月 30 日 14:23 撮影



第 10 図 西之島 熱画像
2018 年 7 月 30 日 13:45 撮影



第 11 図 西之島 全景
2018 年 9 月 28 日 13:14 撮影



第 12 図 西之島 白色噴気
2018 年 10 月 23 日 13:49 撮影



第 13 図 西之島 全景
2018 年 10 月 23 日 13:29 撮影

硫 黄 島 (2018 年 9 月 30 日現在)

9 月 8 日から地震活動が活発化し、11 日から 13 日にかけて連続的な火山性微動も観測された。地震活動の活発化と同時期に、GNSS 連続観測で急激な隆起が観測された。海上自衛隊硫黄島航空基地によると、12 日に南方の沿岸で海面から 5～10m の高さまで海水が噴出しているのが確認され、このことから海底噴火が発生したと推定される。

9 月下旬に実施した現地調査では、島南部の道路で亀裂を確認した。馬背岩付近で新たに間欠的な湯の噴出を確認し、馬背岩一体は 3 月の調査時よりさらに隆起していた。

火口周辺に影響を及ぼす程度の噴火が発生すると予想されるため、従来から小規模な噴火が発生していた地点及びその周辺では、噴火に対する警戒が必要である。

火口周辺警報（火口周辺危険）及び火山現象に関する海上警報の警戒事項に変更はない。

○ 概況（2018 年 6 月～9 月 30 日）

・ 9 月 8 日から 14 日にかけての火山活動状況（図 1～図 5）

8 日 02 時頃から火山性地震が増加し、8 日の火山性地震の日回数は 600 回を超え、その後徐々に減少した（図 3）。また、11 日 20 時頃から 13 日 12 時頃にかけて、ほぼ連続的に火山性微動が観測された（図 5）。この地震活動の活発化と同時期に、GNSS 連続観測において、急激な隆起が観測されている（図 3）。また、12 日には、海上自衛隊硫黄島航空基地が航空機による上空からの観測を行い、島の南側の沿岸で、海水の噴出を確認した（図 2）。海水は、海面から 5～10m の高さまで噴き上がっていた。このことから、海底噴火が発生したと推定される（図 1）。

・ 噴気、地熱等の状況（図 6～図 14）

【監視カメラによる状況】（図 6、図 7）

阿蘇台東（阿蘇台陥没孔の東北東約 900m）に設置してある監視カメラでは、島西部の阿蘇台陥没孔からの噴気はやや多い状態で、噴気の高さは概ね 60m 以下で経過した。また、島北西部の井戸ヶ浜からの噴気は観測されなかった。なお、阿蘇台東監視カメラは、5 月 30 日から 9 月 20 日まで障害により欠測となっていた。

・地震活動（図 8、図 9）

火山性地震は期間中、概ねやや少ない状態で経過していたが、9月8日02時頃から地震活動が活発化した。地震回数は8日が最も多く667回で、その後徐々に減少した。発生した地震は高周波地震及びやや高周波地震がもっとも多く、低周波地震も発生した。地震の発生領域は、波形の着差から概ね島の南側と推定される。また、9月11日20時頃から13日12時頃にかけては連続的な火山性微動が発生した。この火山性微動に関しても、波形の着差から概ね島の南側で発生していたものと推定される。

9月22日以降、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。

・地殻変動（図 3）

GNSS 連続観測によると、島内の隆起が続いている。また、9月8日からの地震活動の活発化と同時に急激な隆起を観測し、一部の観測点ではその後沈降を観測した。

【現地調査結果（9月20日～25日）（図 10～図 14）

海上自衛隊の協力により、9月20日から25日にかけて現地調査を実施した。

『馬背岩付近』（図 12、図 13）

前回（2018年3月）調査時に確認された土砂噴出は、今回の調査では確認されなかったが、新たに間欠的な湯の噴出が確認された。馬背岩につながる砂州は前回よりさらに隆起していた。

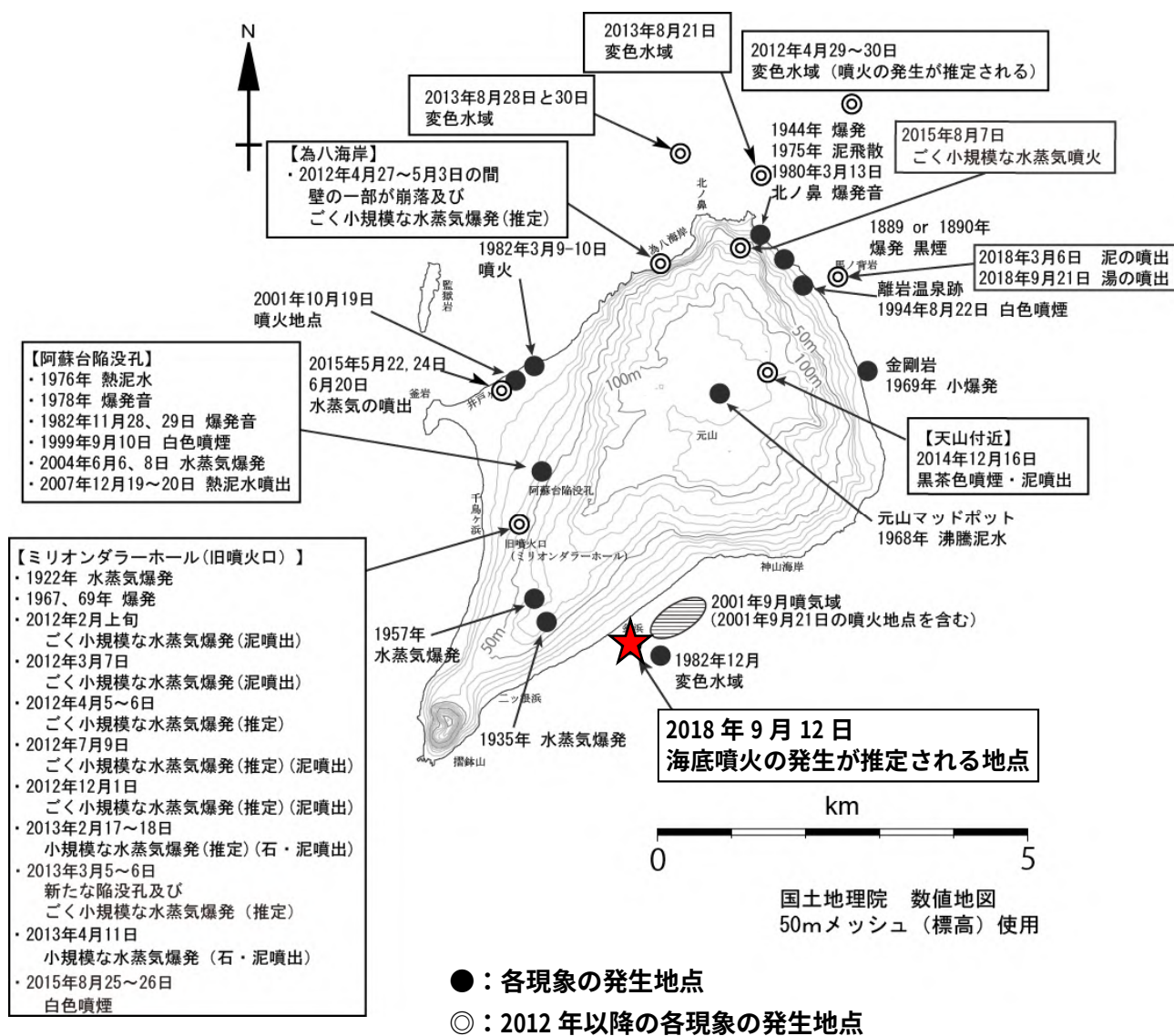
『翁浜』（図 14）

海上自衛隊硫黄島航空基地によると、2018年1月に、翁浜外浜最奥部において逆円錐形の陥没孔が確認された。今回の調査で、この陥没孔は直径約6m、深さ約2mで、周囲にはより小さな陥没孔（直径約1m以下）が複数確認された。これらの陥没孔内外に熱異常等は認められなかった。

翁浜付近の道路に亀裂が確認された。

『その他の地域』（図 11）

阿蘇台陥没孔、井戸ヶ浜、ミリオンダラーホール（旧噴火口）、天山、千鳥ヶ浜、北ノ鼻海岸・北ノ鼻火口、東山、金剛岩、摺鉢山及び硫黄ヶ丘などその他の地域では、噴気や地熱、地形等の状況は、これまでの現地調査で確認されている熱活動や地形に特段の変化は認められなかった。



この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000 (行政界・海岸線)』及び『数値地図 50m メッシュ (標高)』を使用した。

図 1 硫黄島 過去に噴火等が確認された地点

「鶴川元雄・藤田英輔・小林哲夫, 2002, 硫黄島の最近の火山活動と 2001 年噴火, 月刊地球, 号外 39 号, 157-164.」を基に 2004 年以降の事象を追加し再作成した。

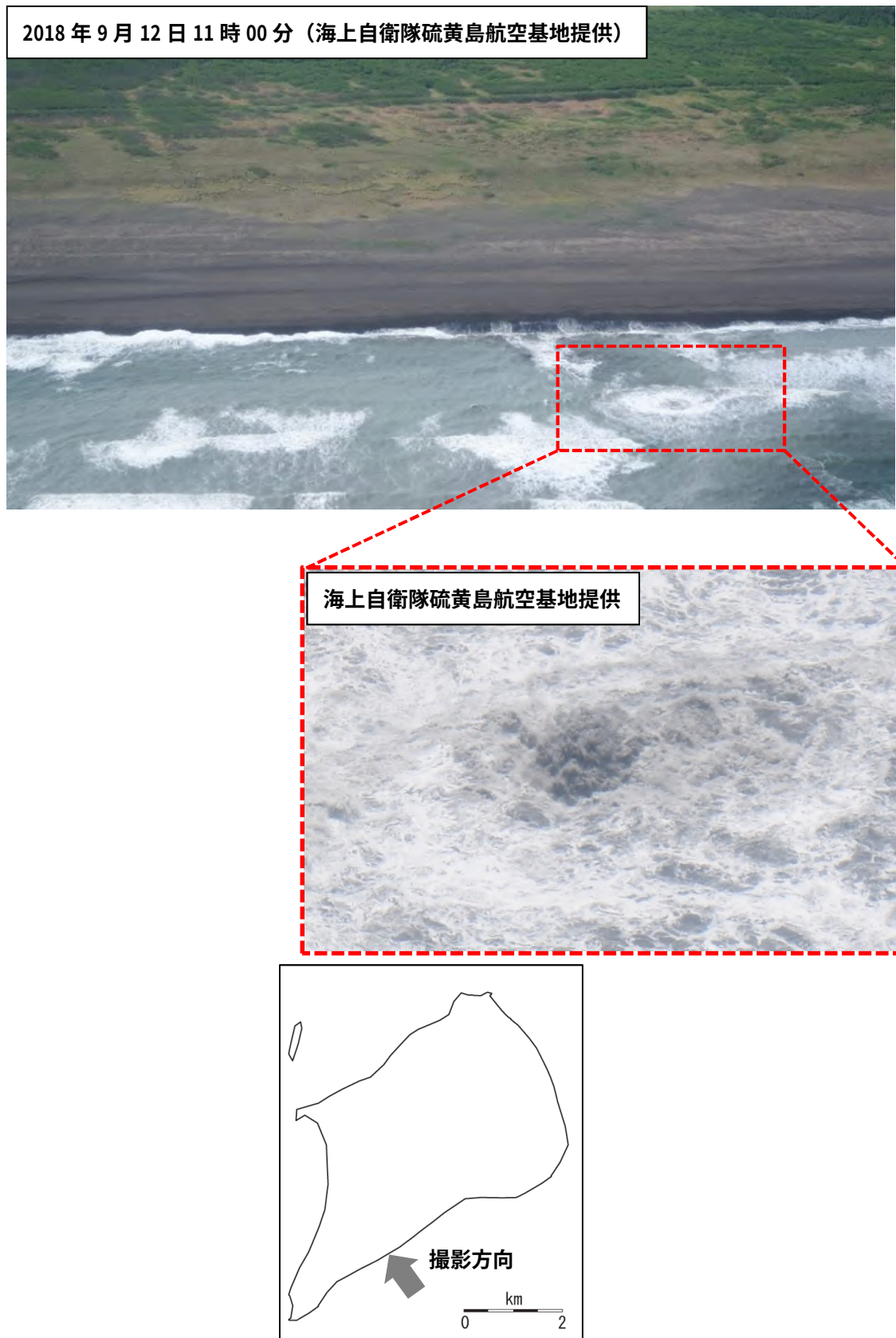


図 2 硫黄島 硫黄島南側沿岸部の様子

（2018 年 9 月 12 日、海上自衛隊硫黄島航空基地撮影）

・海面から 5 ～10m の高さまで海水が噴出していた。海底噴火が発生したと推定される。

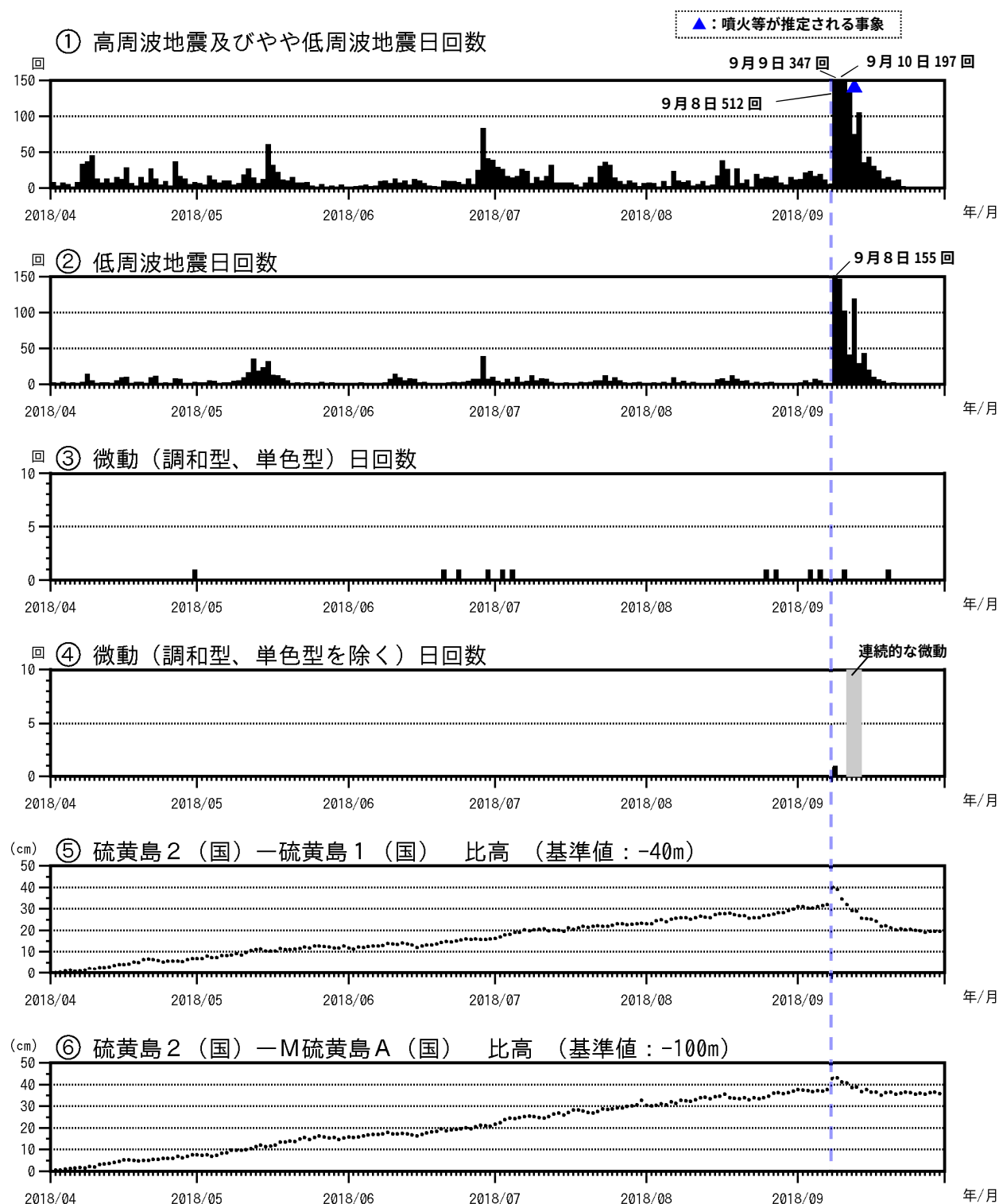


図3 硫黄島 火山活動経過図（2018年4月1日～2018年9月30日）

（国）：国土地理院

グラフの空白部分は欠測。

④グラフの灰色部分は連続的な微動を示す。

⑤硫黄島2－硫黄島1は図15の①に対応する。

⑥硫黄島2－M硫黄島Aは図15の②に対応する。

- ・ 8日からの一時的な火山性地震の増加に伴い、急激な隆起（最大約10cm）を観測し、一部の観測点では、その後、沈降を観測した。

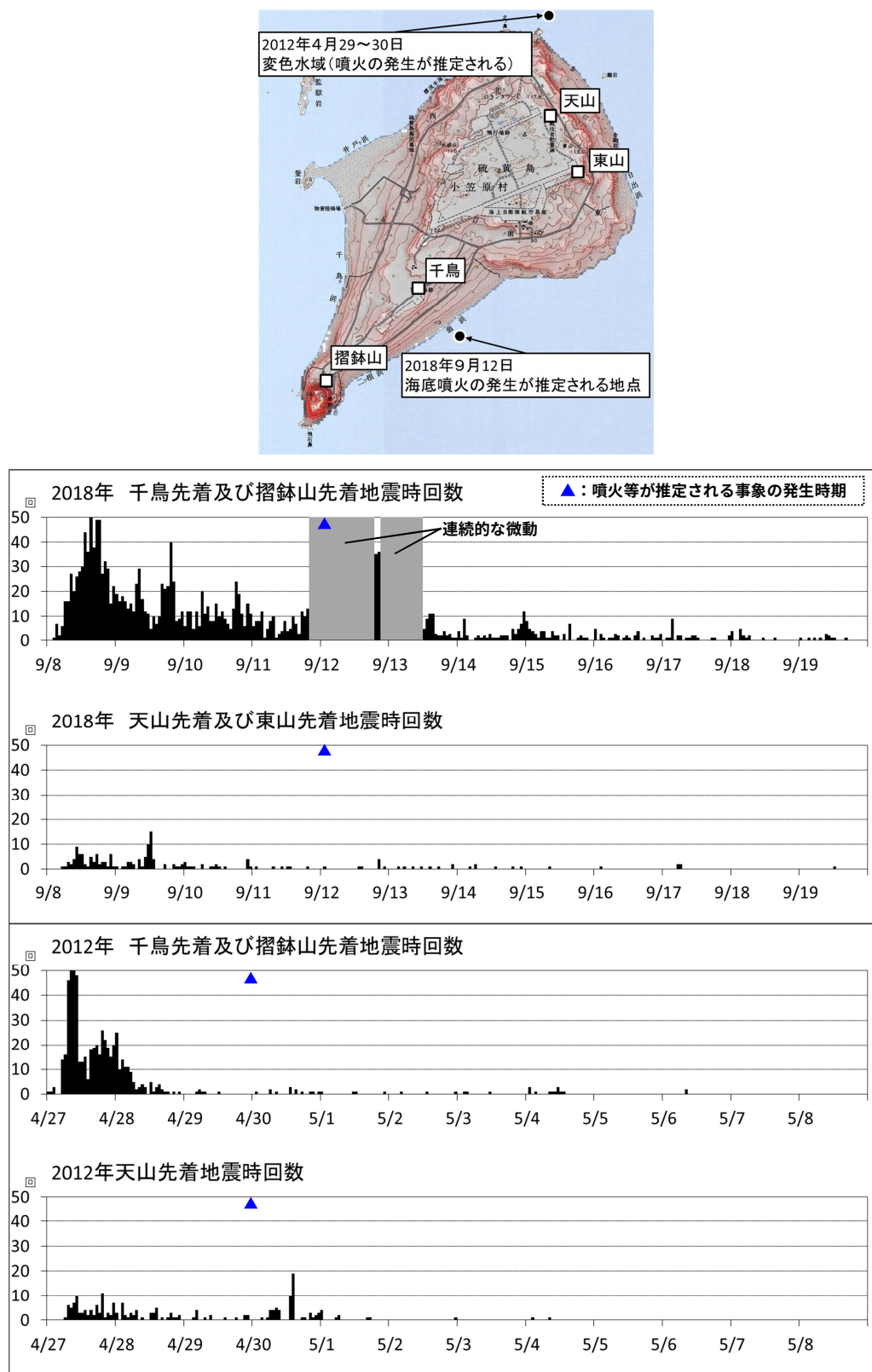


図 4 硫黄島 2012 年と今回の地震の発生状況の比較

上図：2018 年 9 月 8 日～2018 年 9 月 20 日、下図：2012 年 4 月 27 日～2018 年 5 月 9 日

グラフの灰色部分は連続的な微動を示す。

- ・ 2012 年の活動では、千鳥先着の地震が主体であり、島北部で海底噴火が発生したと推定された後に天山先着となる地震が増加した。
- ・ 2018 年の活動でも、千鳥先着の地震が主体であり、島南部で海底噴火が発生したと推定された後も、状況に変化は認められない。

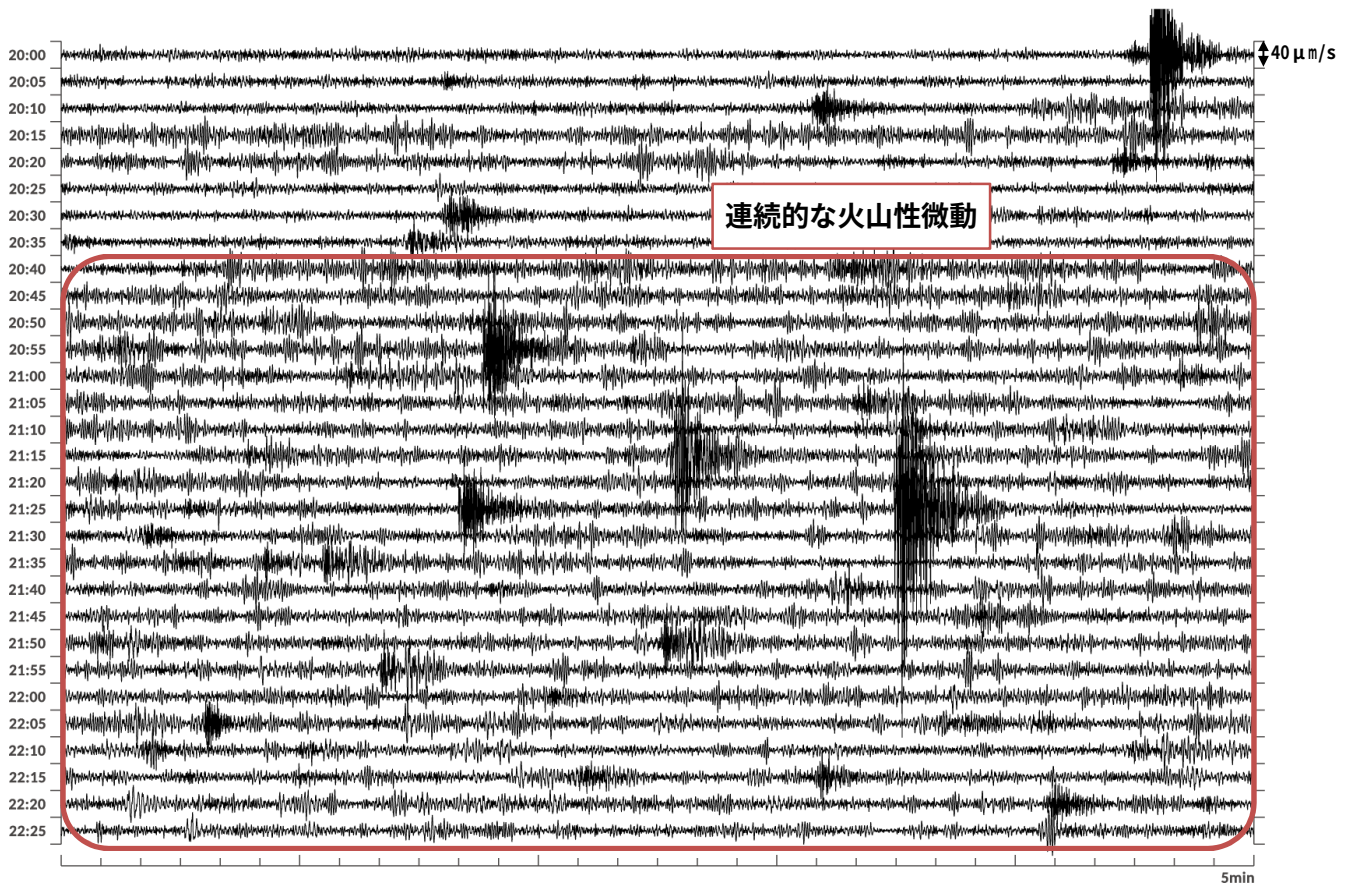
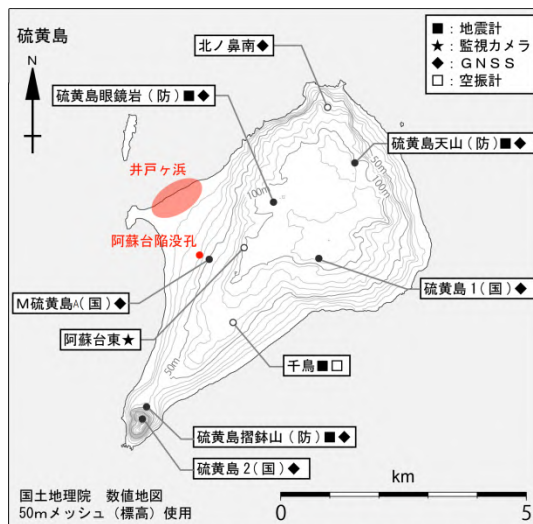


図5 硫黄島 火山性微動の記録
千鳥上下成分 (2018 年 9 月 11 日 20 時 00 分～22 時 30 分) 及び
各観測点上下成分 (2018 年 9 月 11 日 21 時 52 分)
(防): 防災科学技術研究所



この地図の作成には、国土地理院発行の『数値地図 25000 (行政界・海岸線)』及び『数値地図 50m メッシュ (標高)』を使用した。

図 6 硫黄島 観測点配置図

監視カメラにより観測を行っている井戸ヶ浜と阿蘇台陥没孔の位置を赤字で示す。



阿蘇台陥没孔の噴気の状態 (9月23日撮影)



井戸ヶ浜の状況 (9月23日撮影)

図 7 硫黄島 海岸付近の噴気の状態、阿蘇台東監視カメラによる

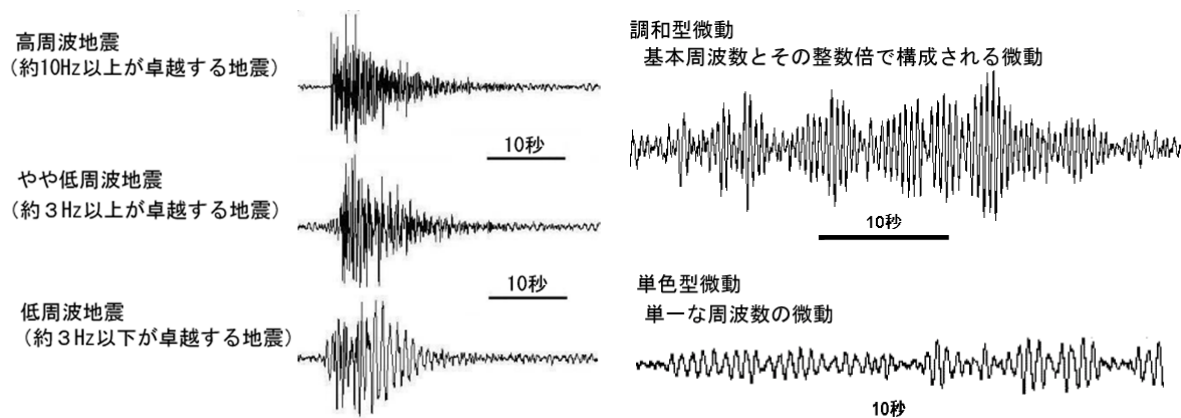


図 8 硫黄島 主な火山性地震、微動（調和型、単色型）の特徴と波形例

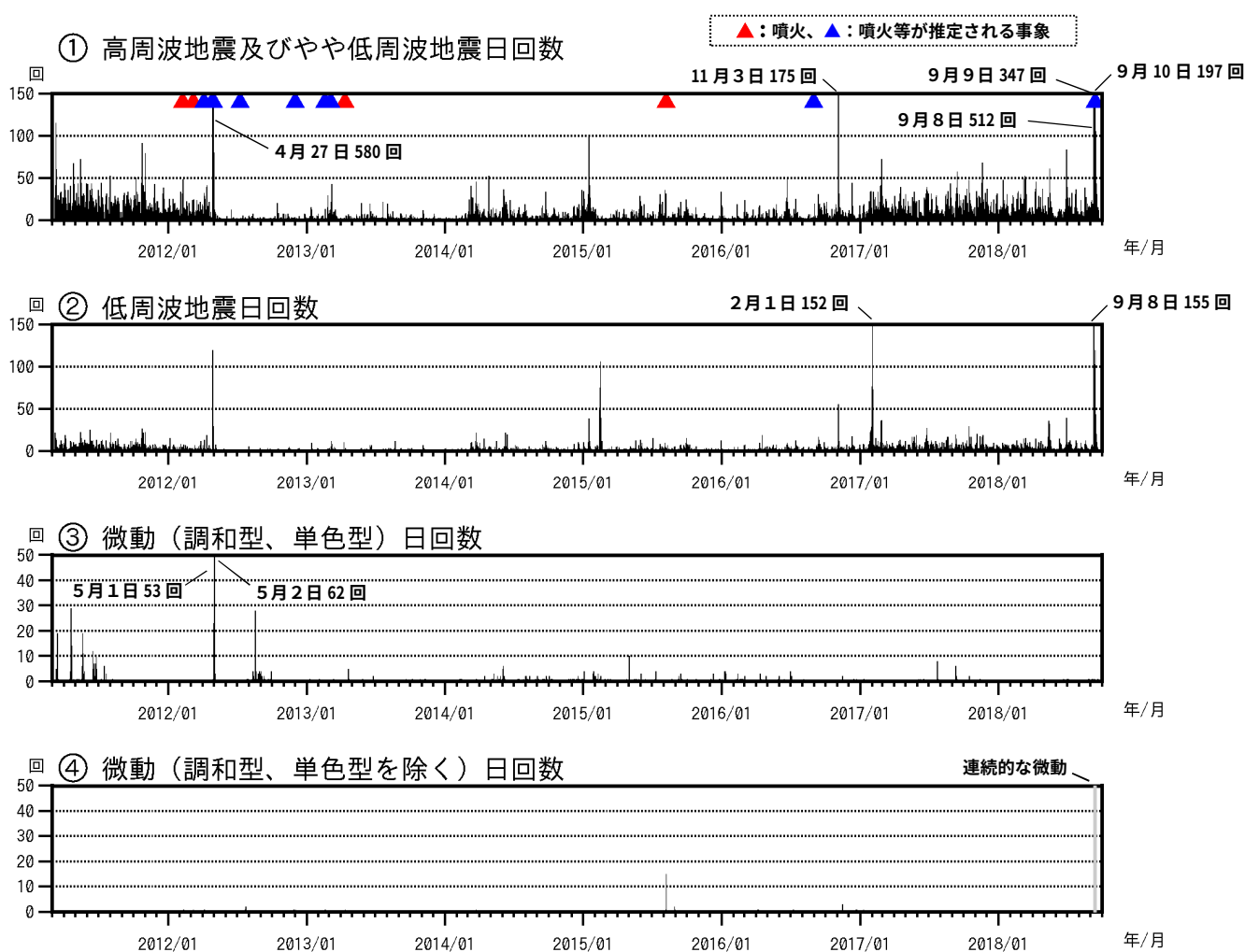


図 9 硫黄島 火山活動経過図（2011 年 3 月 8 日～2018 年 9 月 30 日）

震動観測：2011 年 3 月 8 日運用開始

【計数基準】

- ・2011 年 3 月 8 日～12 月 31 日 : 千鳥 $30\mu\text{m/s}$ 以上、S-P 時間 2.0 秒以内、あるいは（防）天山 $20\mu\text{m/s}$ 以上、S-P 時間 2.0 秒以内
- ・2012 年 1 月 1 日～ : 千鳥あるいは（防）天山で $30\mu\text{m/s}$ 以上、S-P 時間 2.0 秒以内
千鳥（地震計・空振計）は 22 日より障害のため欠測となっている。
（防）：防災科学技術研究所

④ グラフの灰色部分は連続的な微動を示す。



図 10 硫黄島 図 11～図 14 の調査地点



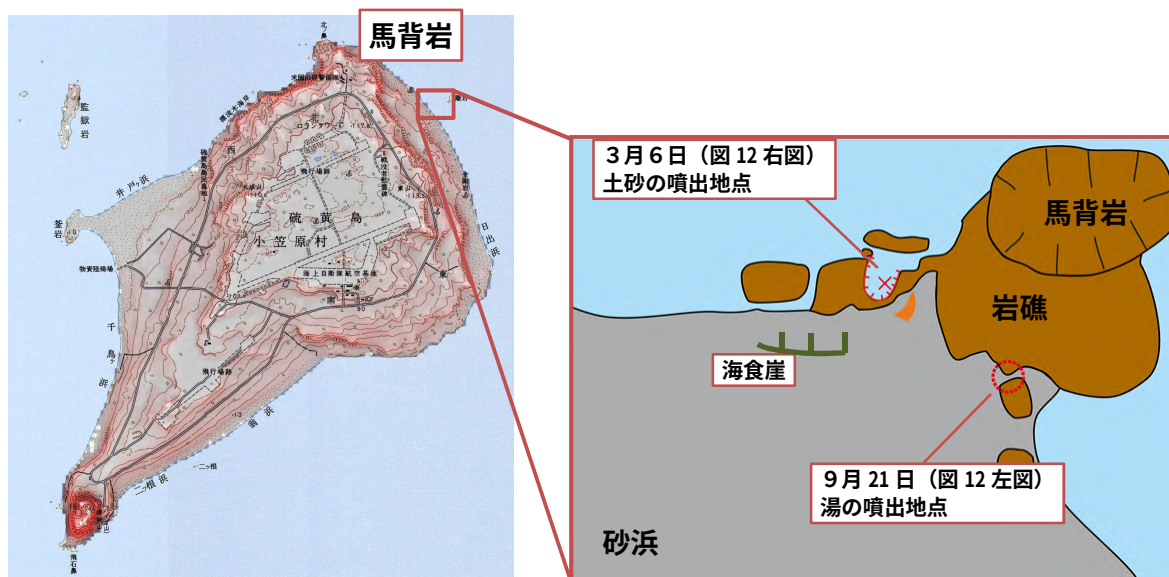
2018 年 9 月 21 日



2018 年 3 月 7 日

図 11 硫黄島 阿蘇台陥没孔

- ・ 観測中に泥の噴出はなく、前回の観測（2018 年 3 月）と比較して泥の噴出範囲の広がりもみられなかった。



2018 年 9 月 21 日



2018 年 3 月 6 日

図 12 硫黄島 馬背岩付近の状況

- ・前回の調査時に確認された土砂噴出は、今回（2018 年 9 月 21 日）の調査では確認されなかった。
- ・新たな場所で間欠的な湯の噴出が確認された（2 分に 1 回程度）。湯の最高温度はサーミスタ温度計で 95℃であった。



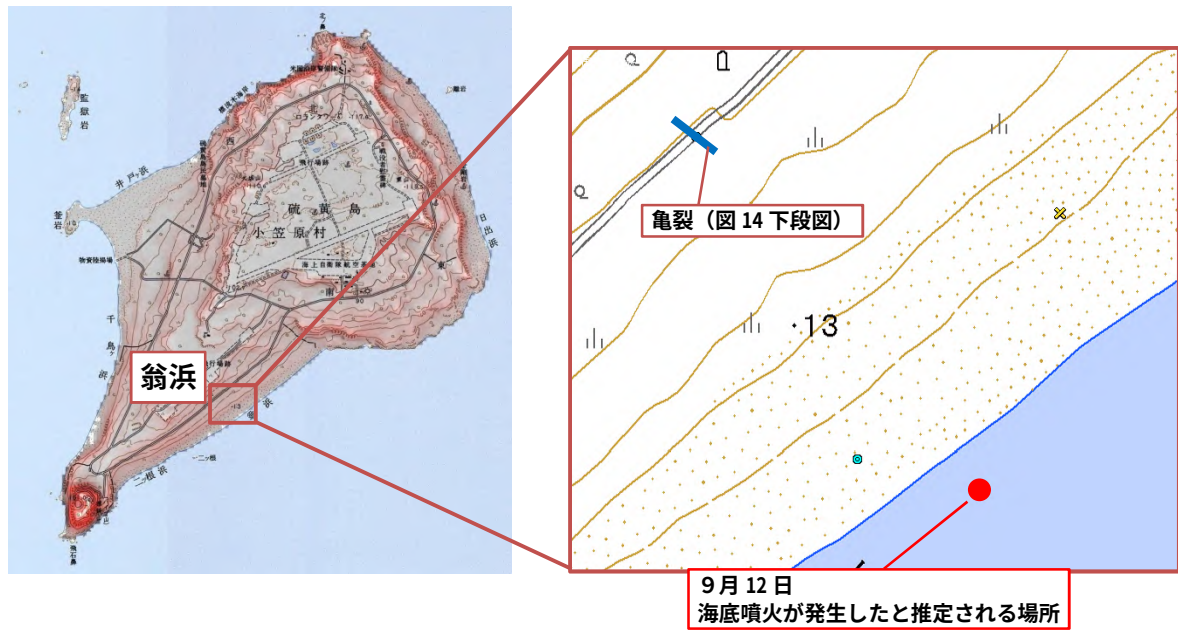
2018 年 9 月 21 日



2018 年 3 月 10 日

図 13 硫黄島 馬背岩付近の隆起状況（馬背岩側から撮影）

- ・前回の調査で確認された砂州の浜辺は、隆起による離水が進んでいた（図中赤丸は同じ岩を示す）。



2018 年 9 月 21 日



2018 年 9 月 21 日

図 14 硫黄島 翁浜付近の亀裂
・翁浜付近の道路では亀裂が確認された。

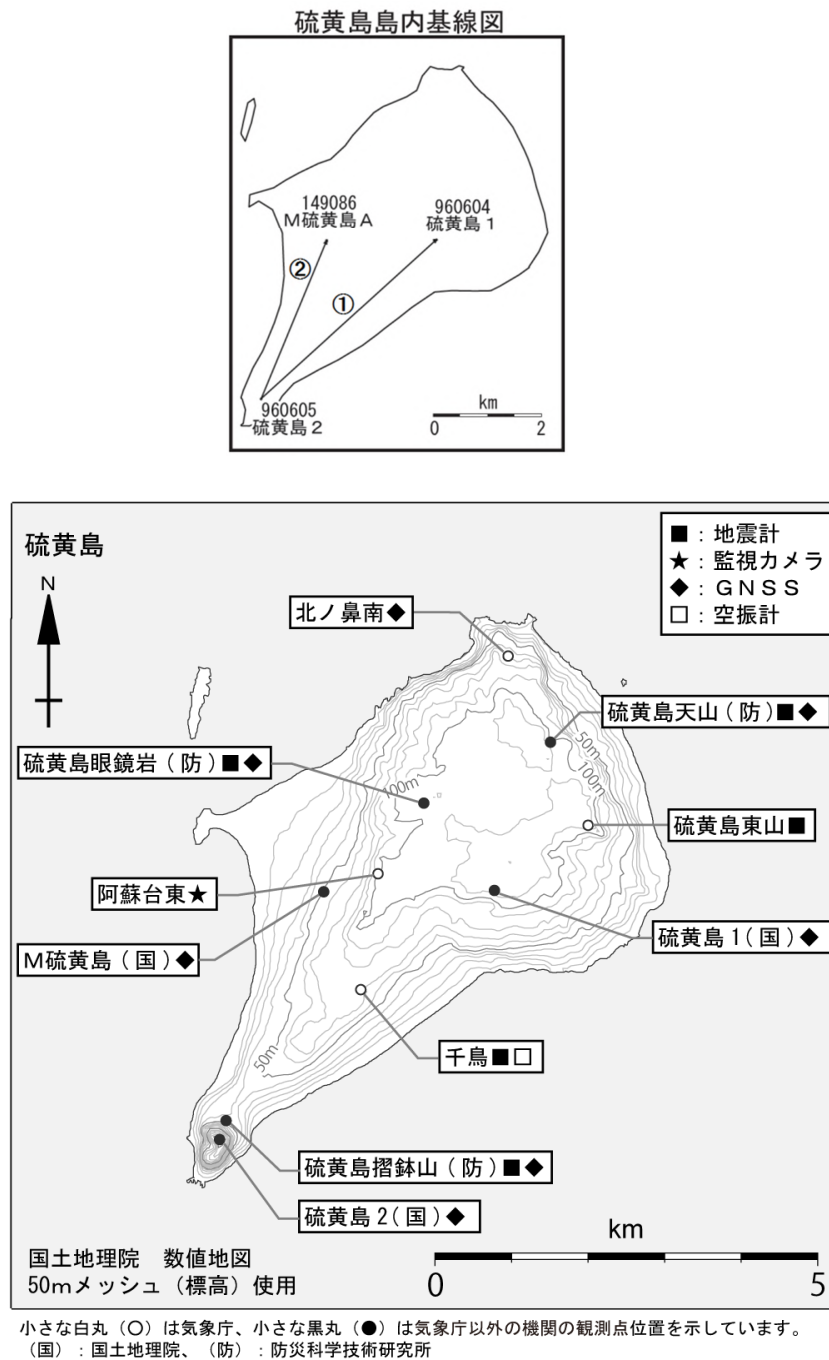


図 15 硫黄島 観測点配置図

小さな白丸 (○) は気象庁、小さな黒丸 (●) は気象庁以外の機関の観測点位置を示す。

(国) : 国土地理院、(防) : 防災科学技術研究所。

GNSS 基線図中の①は図 3 ⑥に、②は図 3 ⑦に対応する。

ALOS-2/PALSAR-2 データを用いた 硫黄島における SAR 干渉解析結果

急激な地殻変動が確認できる。

1. はじめに

ALOS-2/PALSAR-2 で撮像された硫黄島周辺のデータについて干渉処理を行ったので報告する。

2. 解析データ

解析に使用したデータを第 1 表に示す。

表 1 干渉解析に使用したデータ

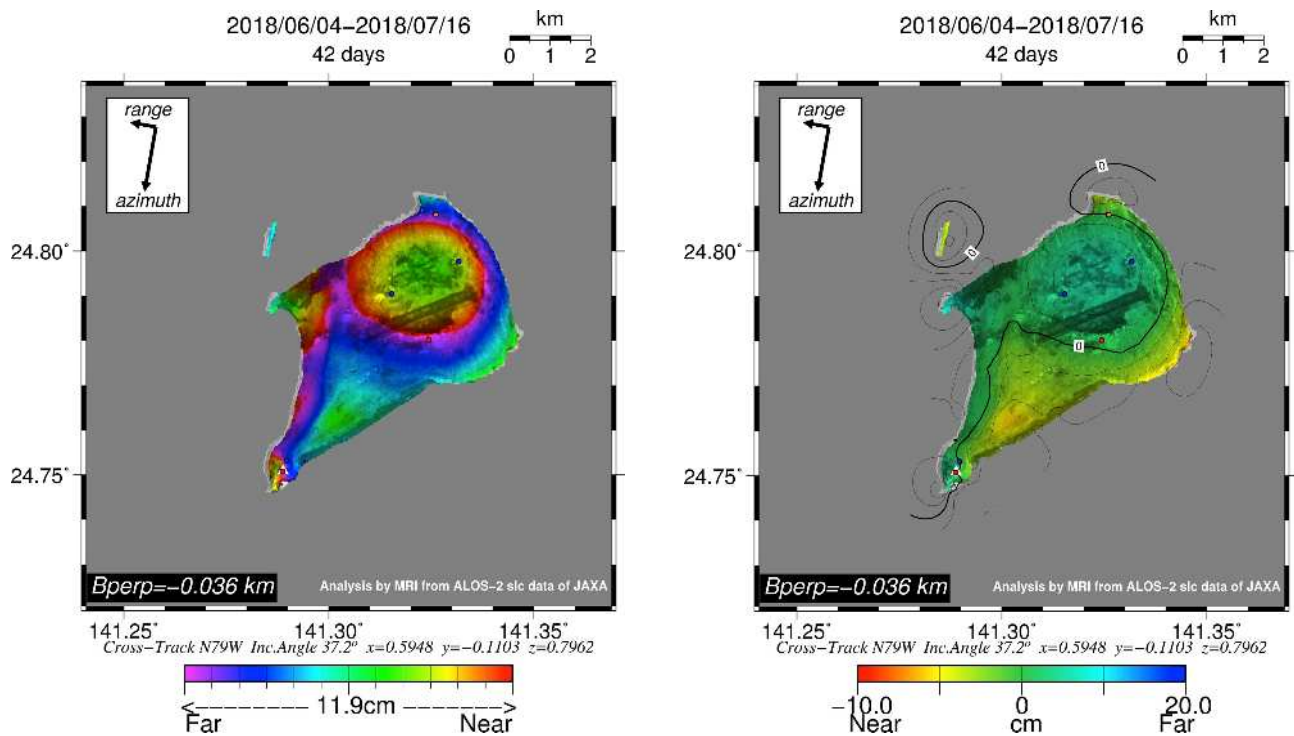
Path-Frame	Orbit	Looking	Inc. angle	Earliest Scene	Latest Scene	Figure No.
16-3120(SM1_U2_7)	南行	右	37.2 °	2018.06.04	2018.07.16	第 1 図
				2018.07.16	2018.08.13	第 2 図
				2018.08.13	2018.09.10	第 3 図
				2018.09.10	2018.09.24	第 4 図

3. 解析結果

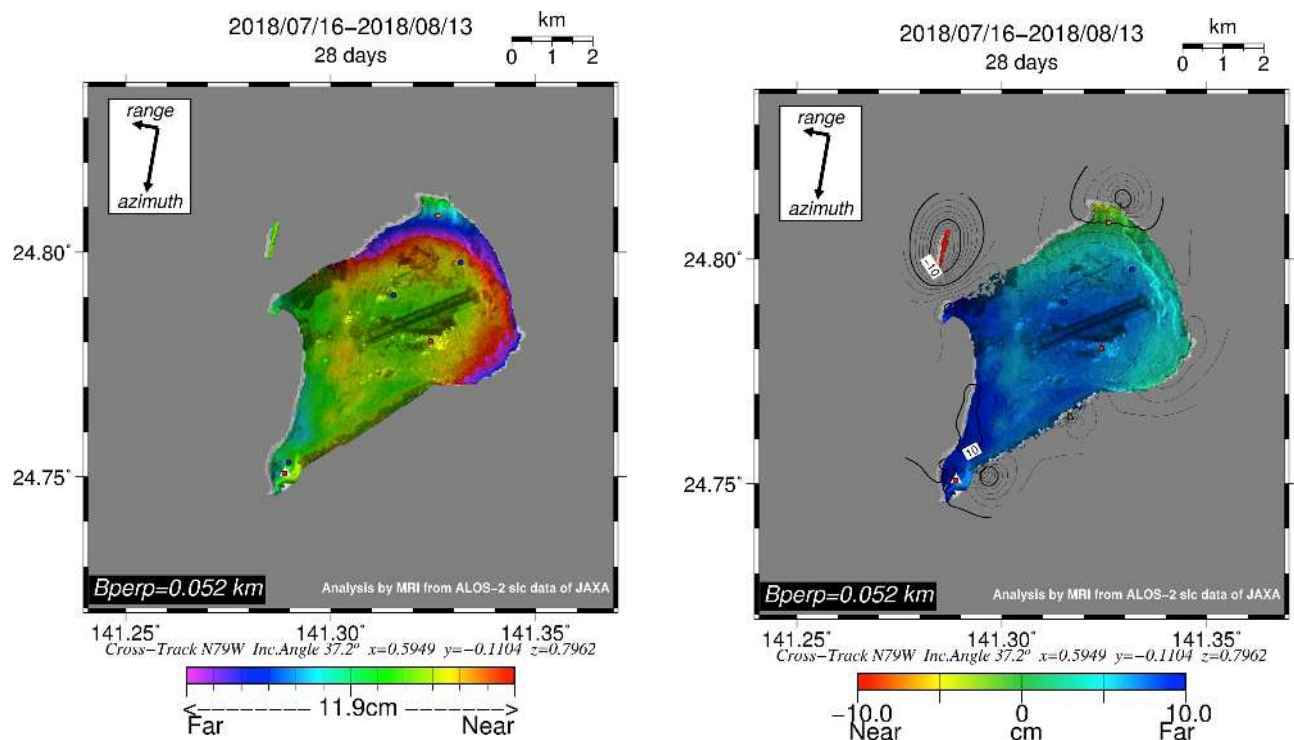
2018 年 9 月より前のペア（2018 年 6 月 4 日-2018 年 7 月 16 日、2018 年 7 月 16 日-2018 年 8 月 13 日）に比べて、2018 年 9 月を含むペア（2018 年 8 月 13 日-2018 年 9 月 10 日、2018 年 9 月 10 日-2018 年 9 月 24 日）では、急激な地殻変動が確認できる。

謝辞

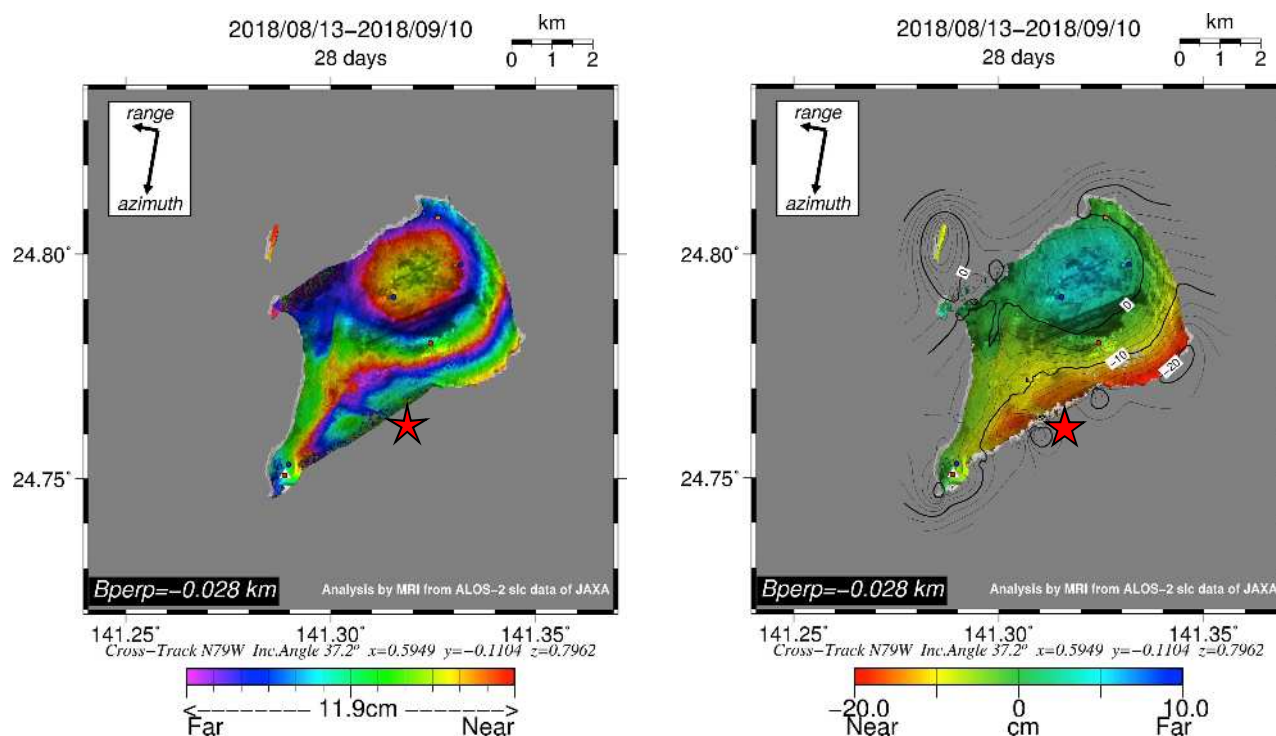
本解析で用いた PALSAR-2 データは、火山噴火予知連絡会が中心となって進めている防災利用実証実験（衛星解析グループ）に基づいて、宇宙航空研究開発機構（JAXA）にて観測・提供されたものである。また、一部のデータは緊急観測されたものである。PALSAR-2 に関する原初データの所有権は JAXA にある。PALSAR-2 の解析ソフトウェアは、防災科学技術研究所の小澤拓氏により開発された *RINC* を使用した。また、処理の過程や結果の描画においては、国土地理院の数値地図 10m メッシュ（標高）を元にした DEHM を使用した。ここに記して御礼申し上げます。



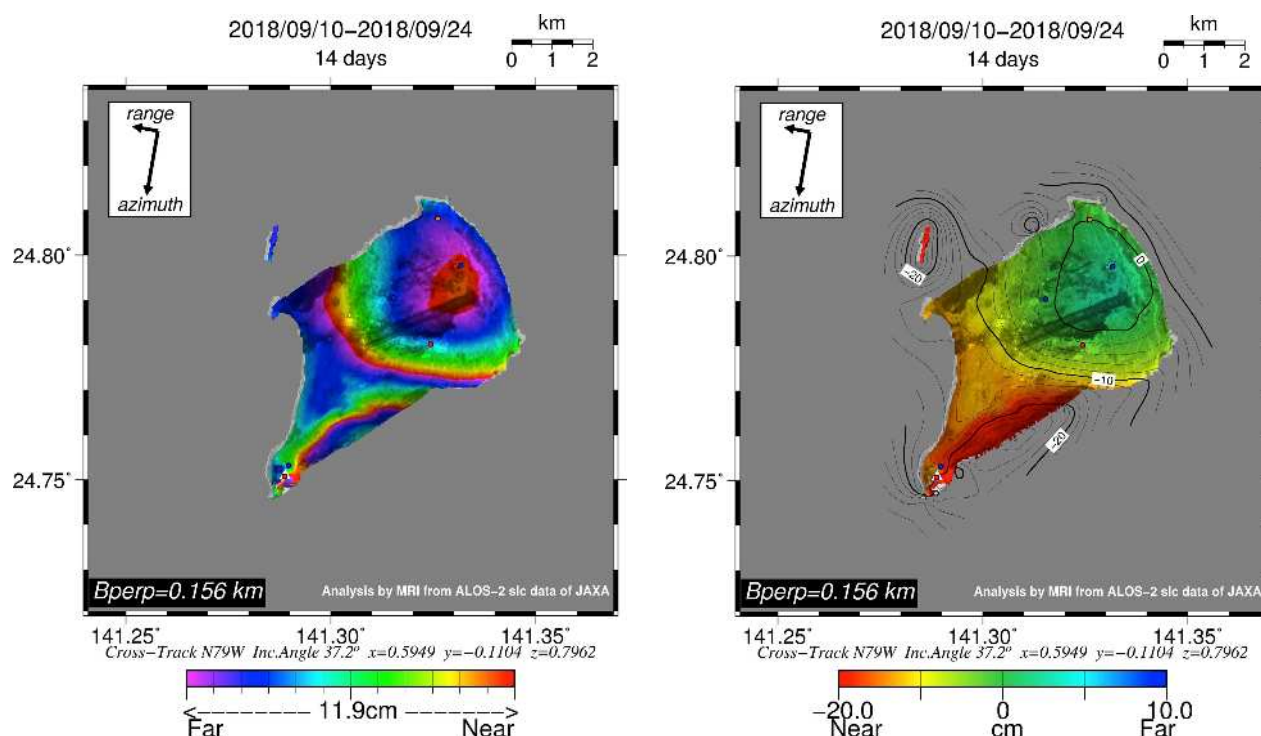
第 1 図 硫黄島周辺の 2018 年 6 月 4 日と 2018 年 7 月 16 日のペアによる干渉解析結果
右図はアンラップ処理を行った画像。図中の白三角印は山頂位置を示す。丸印は GNSS 観測点を示す。



第 2 図 硫黄島周辺の 2018 年 7 月 16 日と 2018 年 8 月 13 日のペアによる干渉解析結果
凡例は第 1 図と同じ。

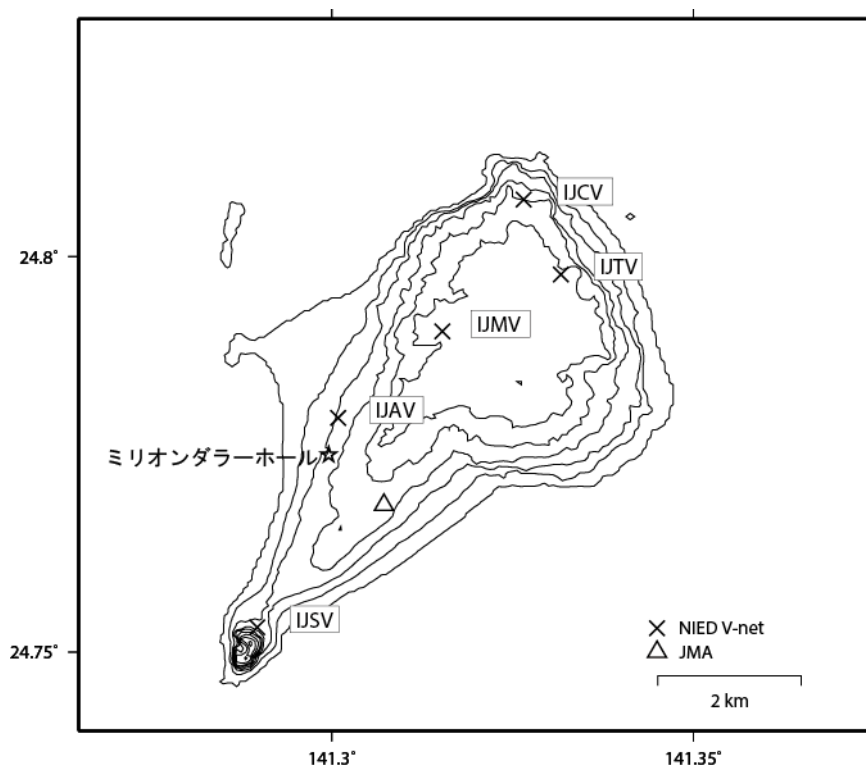


第 3 図 硫黄島周辺の 2018 年 8 月 13 日と 2018 年 9 月 10 日のペアによる干渉解析結果
 凡例は第 1 図と同じ。星印は 2018 年 9 月 12 日に海底噴火の発生が推定される地点。第 1 図や第 2 図に比べて急激な地殻変動が確認できる。



第 4 図 硫黄島周辺の 2018 年 9 月 10 日と 2018 年 9 月 24 日のペアによる干渉解析結果
 凡例は第 1 図と同じ。第 1 図や第 2 図に比べて急激な地殻変動が確認できる。

硫黄島の火山活動について



この地図の作成にあたっては、国土地理院発行の数値地図 50mメッシュ（標高）を使用した。

IJMV=地震計（短周期）、GNSS

IJTV=地震計（短周期）、GNSS

IJSV=地震計（短周期・広帯域）、GNSS

資料概要

2018 年 9 月 12 日、海底噴火が確認された。地震活動は 2018 年 5 月～9 月末期間中活発であったが、9 月 8 日ごろから一日 100 回を超える活動が観測された。さらに、噴火直前には火山性微動等の高まりが観測された（図 3）。噴火後は地震活動が低下したものの、活動そのものは高い状態である。また、GNSS 観測では、母島—IJS（摺鉢山）間では8月中頃から隆起が停滞したが、9 月 8 日ごろからの地震活動の高まりに伴い隆起（10cm）し、噴火に至った。

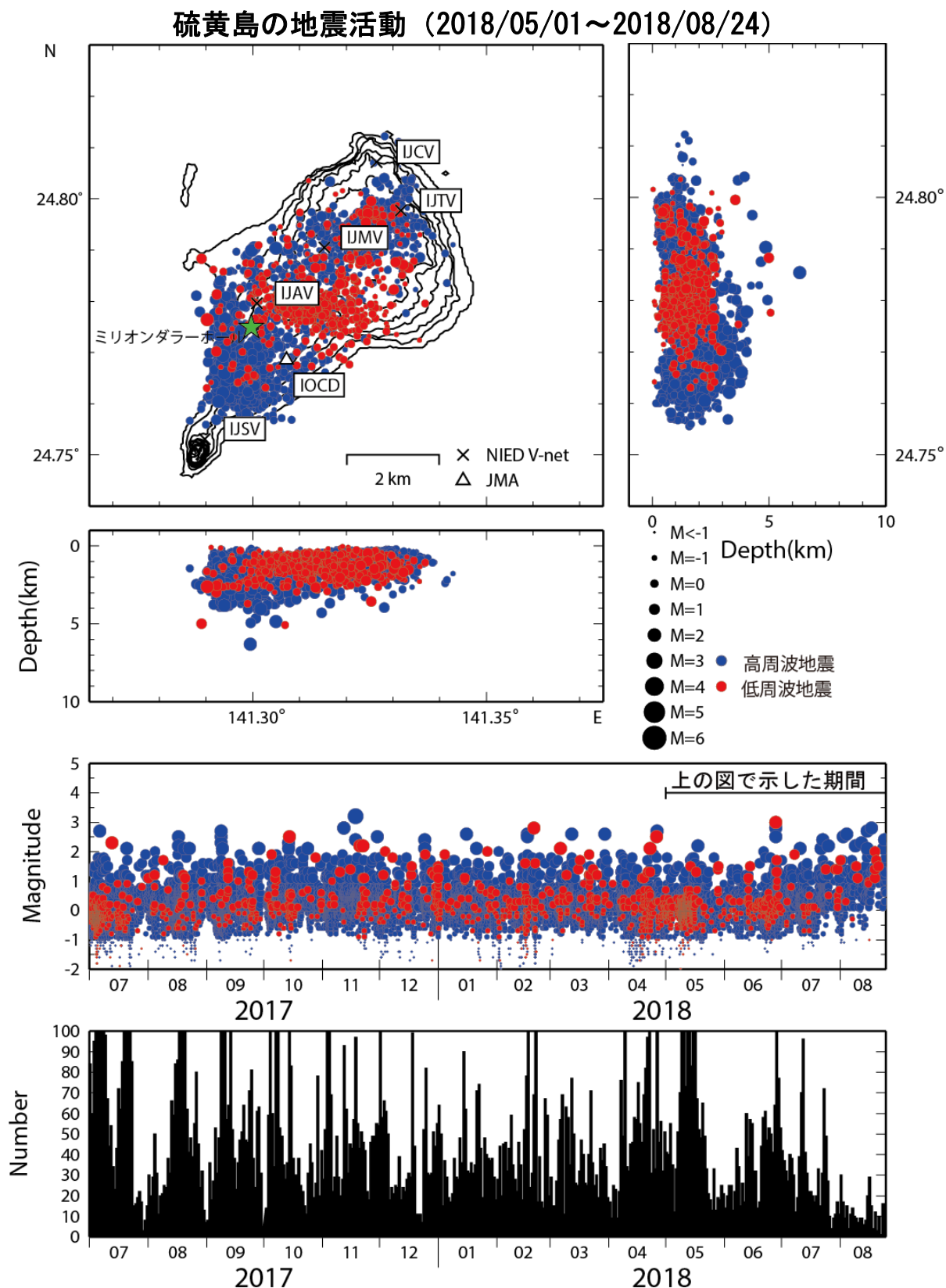


図 1 硫黄島の地震活動 (2018/05/01~2018/08/24)

小笠原硫黄島

硫黄島日別地震回数（2001/10/1～2018/9/25）

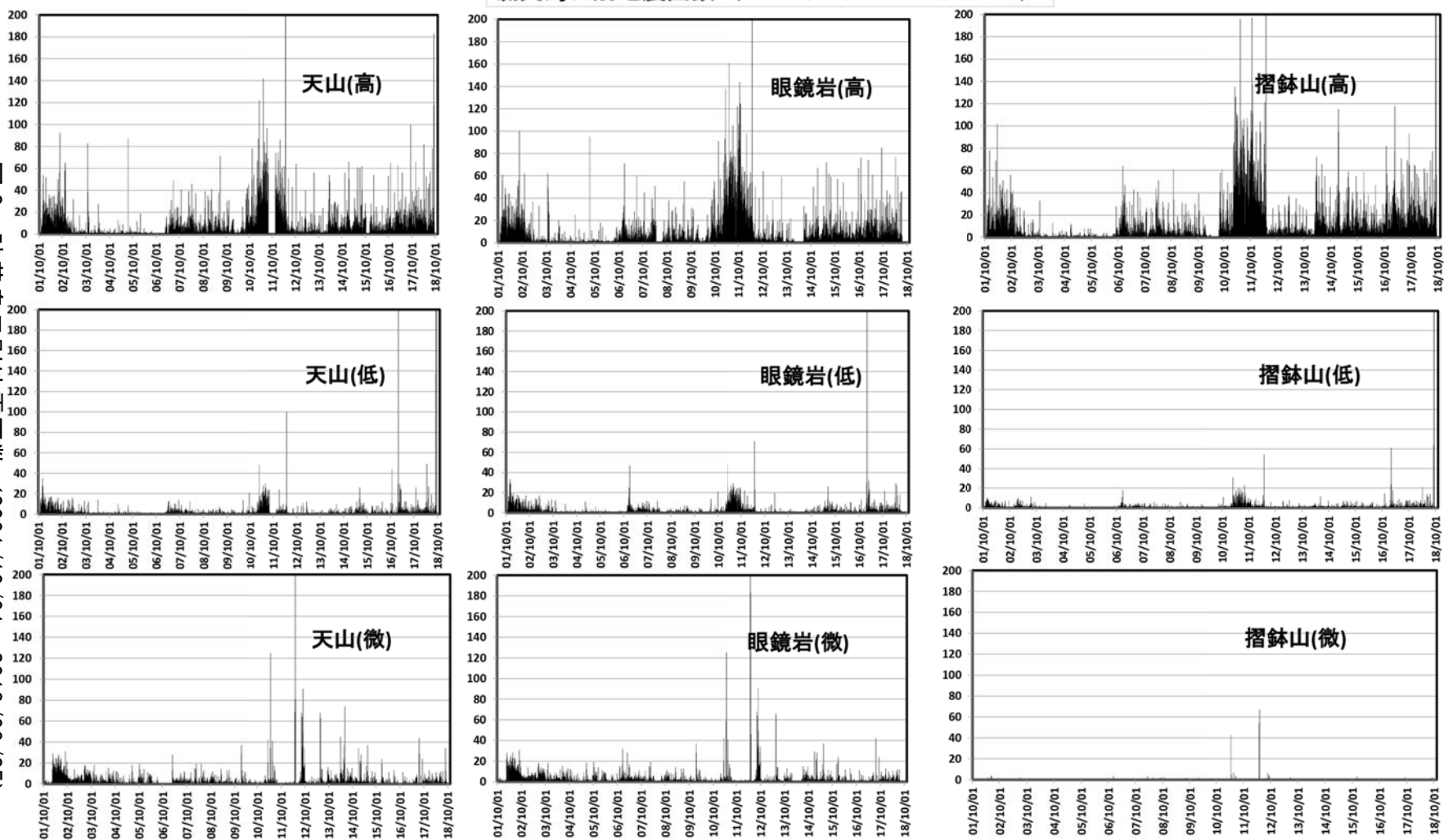


図2 硫黄島日別地震回数（2001/10/01～2018/09/25）

全観測点欠測期間
 2006/5/26 20:00 - 6/28 14:50
 2007/12/8 7:00 - 12/10 14:00
 2008/1/19 03:09 - 1/21 18:02
 2008/2/24 12:00 - 2/24 14:00
 2008/3/23 7:00 - 3/23 11:30

全観測点欠測期間
 2008/7/22 0:00 - 7/23 14:00
 2010/4/16 13:09 - 4/21 13:09
 2011/3/11 20:07 - 3/12 23:00
 2016/8/22 18:48 - 8/22 20:30
 2017/1/28 13:27 - 1/28 15:42
 2017/6/1 10:30 - 6/1 16:45
 2017/7/11 9:00 - 7/11 17:32
 2017/9/29 14:07 - 10/2 11:55
 2018/9/22 8:28 - 11:11

天山欠測期間
 2003/10/9 12:00 - 10/12 8:00
 2006/4/30 - 5/26
 2006/7/10 22:00 - 7/26 17:00
 2006/7/26 18:00 - 10/16 11:00
 2006/10/17 13:00 - 2007/2/22 13:59
 2011/8/4 8:22 13:00 - 11/17 9:45
 2015/10/14 15:01 - 12/8 16:17

摺鉢山欠測期間
 2007/11/2 - 11/20 13:00
 2010/4/10 15:01 - 7/22 14:53

眼鏡岩欠測期間
 2006/10/13 04:00 - 10/16 11:00
 2008/4/22 16:00 - 7/23 16:27
 2013/8/12 04:24 - 9/26 16:06
 2014/1/21 10:42 - 6/17 16:33
 2018/7/20 20:44 -

（地震数はモニター用波形からカウントした。）

2018 年 9 月に発生した噴火に伴う地震計平均振幅の変化

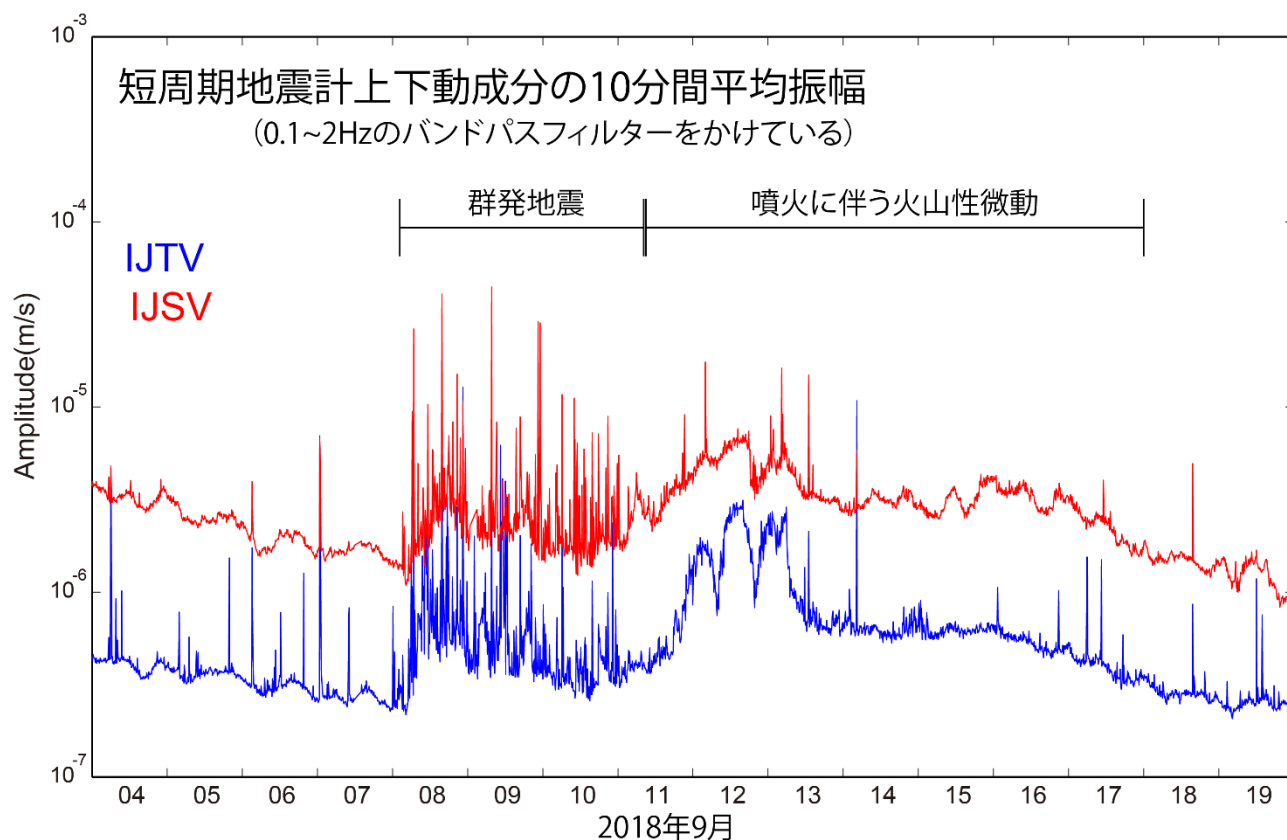
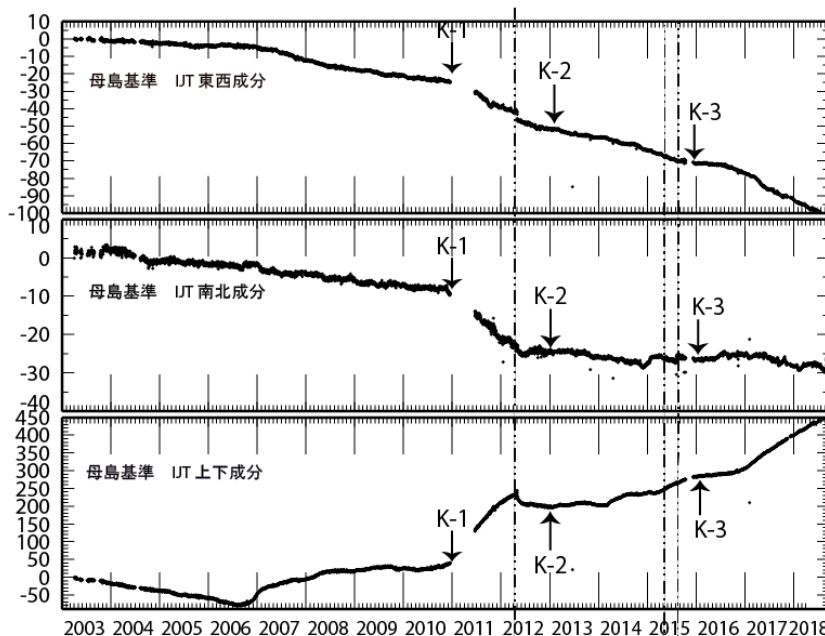
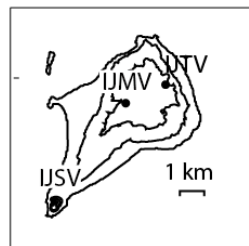


図 3 天山 (IJTV) 及び摺鉢山 (IJSV) 観測点の 10 分間平均振幅

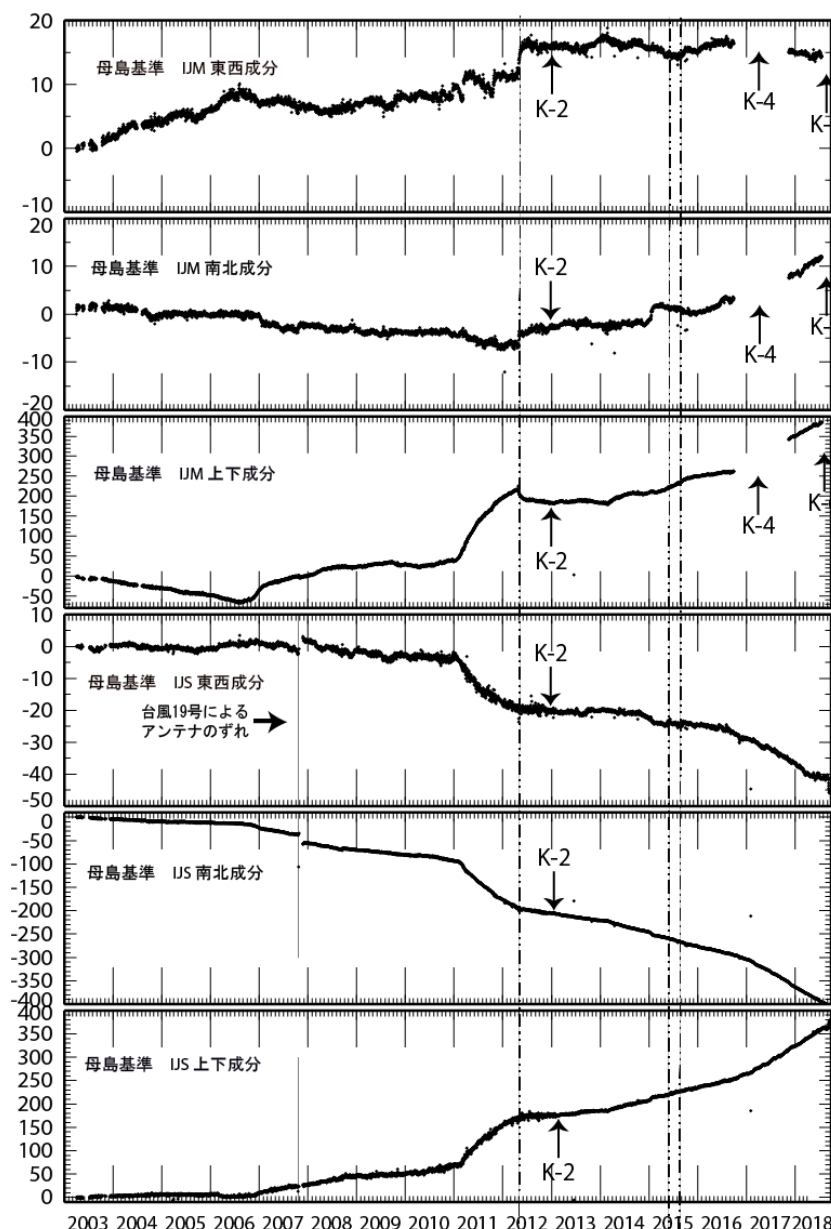
硫黄島のGNSSと国土地理院GEONETデータとの 併合解析結果

(変位時系列図, 2003年3月4日～2018年9月24日)

母島を基準点とした。本解析には
国土地理院のデータを使用した。



※13/2/17～18, 13/4/11 16時頃 ミリオンダラーホールで小規模な水蒸気爆発
12/4/27 小規模噴火
15/5/22 井戸ヶ浜噴火
15/8/7 北ノ鼻噴火



12/4/27 小規模噴火
15/5/22 井戸ヶ浜噴火
15/8/7 北ノ鼻噴火

図 4 硫黄島のGNSSと国土地理院GEONETデータとの解析結果

小笠原硫黄島

硫黄島のGNSSと国土地理院GEONETデータとの 併合解析結果(最近約4年分)

(変位時系列図, 2014年1月1日～2018年9月24日)

母島を基準点とした。本解析には
国土地理院のデータを使用した。

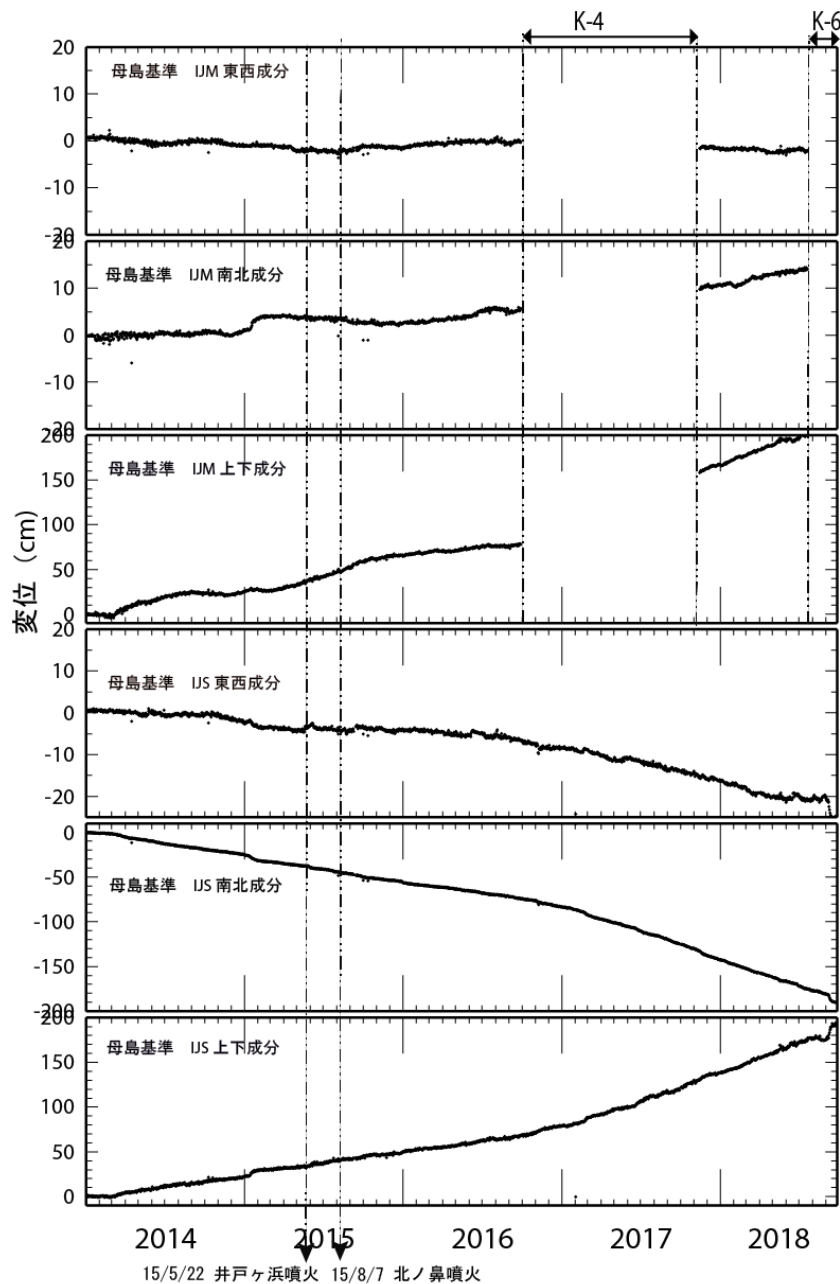
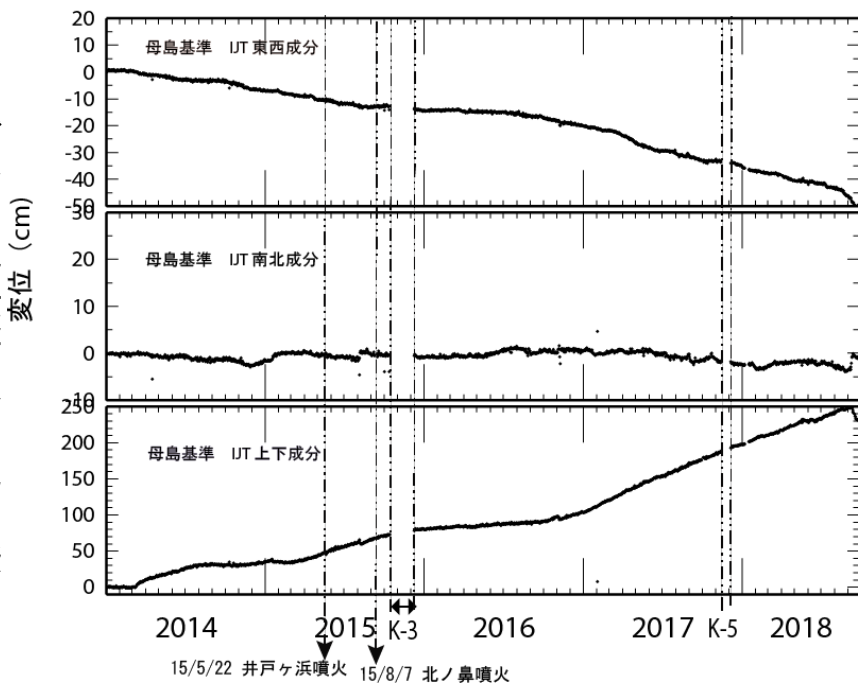
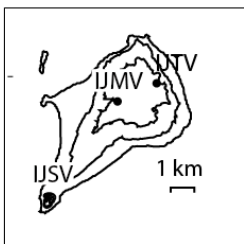


図 5 硫黄島のGNSSと国土地理院GEONETデータとの解析結果(2014年以降)

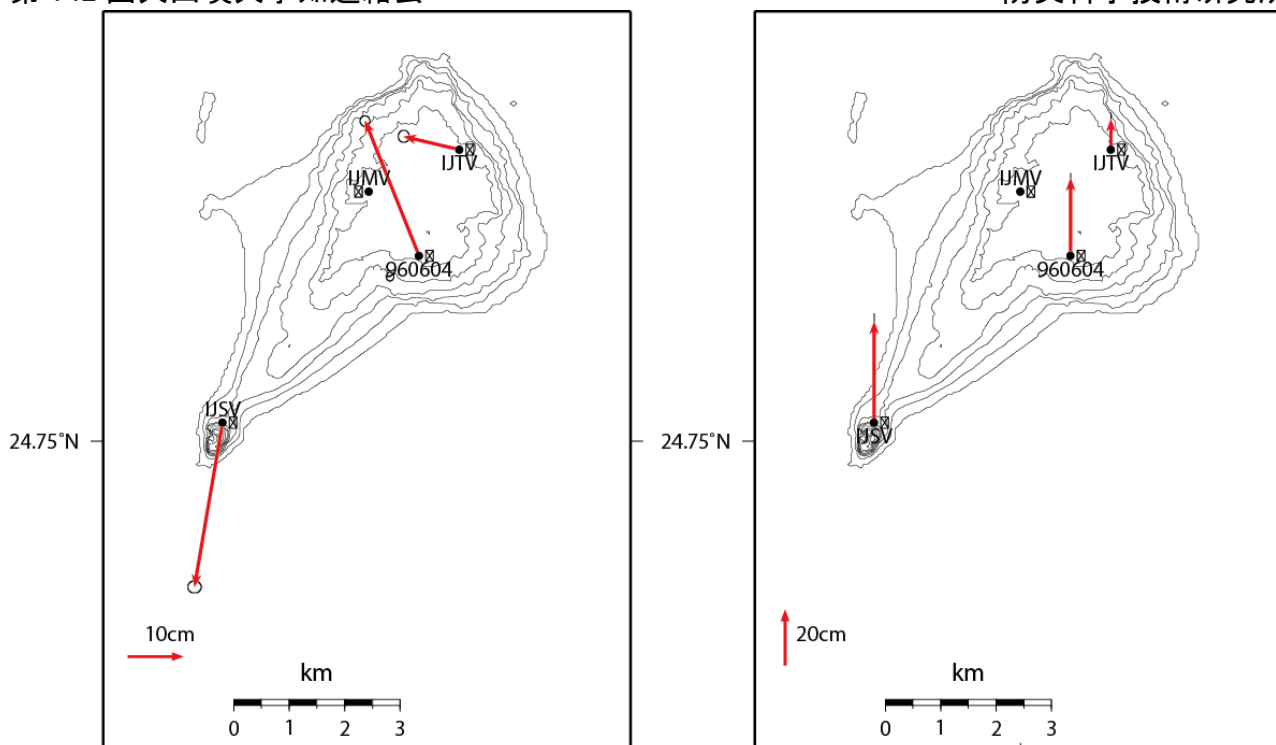


図 6 硫黄島 V-net および国土地理院 GEONET 観測点における GNSS 解析結果.

【母島(0603)固定】(2018/04/30~2018/09/19) 速報歴使用

IJMV は 9 月欠測中のため削除

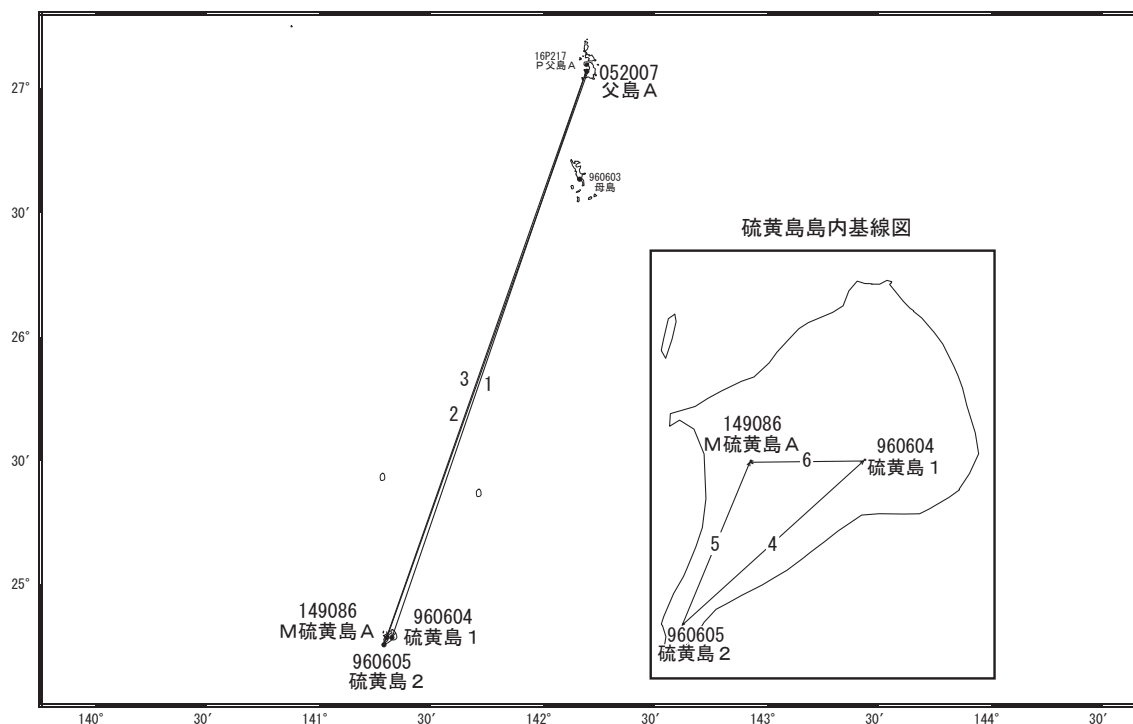
表1 GNSS観測履歴

0280	天山 (IJTV)		2003/3/4	1 周波観測開始
		K-1	2010/12/14～2011/6/16	バッテリー劣化の為、欠測
			2013/1/30	2 周波機器更新
		K-2	2013/2/20	2 周波観測開始
		K-3	2015/10/14～2015/12/8	欠測
		K-5	2017/11/14～2017/12/5	欠測
0281	眼鏡岩 (IJMV)		2004/11/1	1 周波観測開始
			2007/10/21	アンテナずれる
			2007/11/26	アンテナ再設置
			2013/8/12～2013/9/26	欠測
			2013/1/30	2 周波機器更新
		K-2	2013/2/20	2 周波観測開始
			2014/1/21～2014/6/17	通信障害の為、欠測
		K-4	2016/9/29～2017/11/14	機器故障のため欠測
0440	摺鉢山 (IJSV)		2003/3/4	1 周波観測開始
			2013/1/30	2 周波機器更新
		K-2	2013/2/20	2 周波観測開始

硫黄島

2018年9月8日から「硫黄島1」が12cm程度、「M硫黄島A」が10cm程度北向きに変動し、「硫黄島2」は南向きに10cm程度変動しました。また、9月8日から9日にかけて、「硫黄島1」及び「M硫黄島A」が10cm程度隆起したあと、沈降しました。なお、こうした変動は鈍化しました。

硫黄島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図

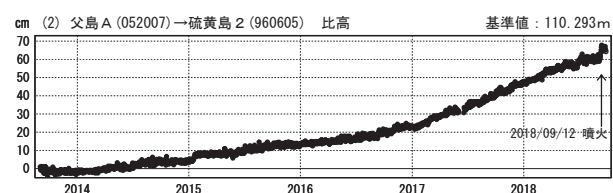
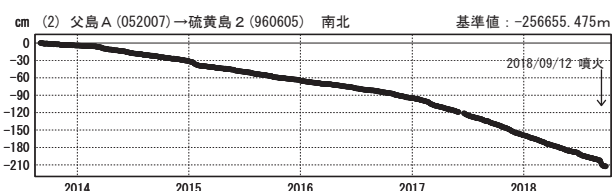
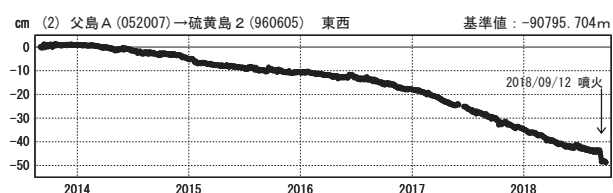
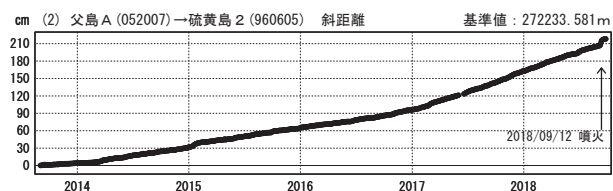
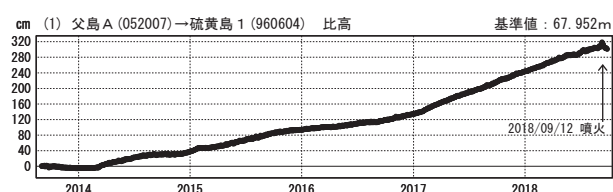
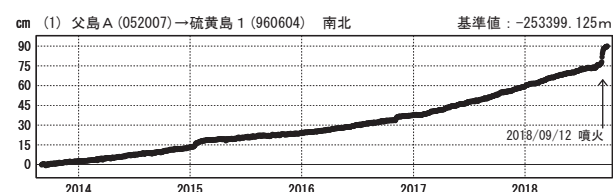
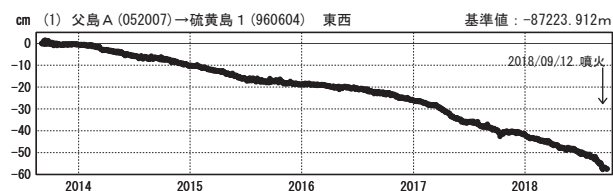
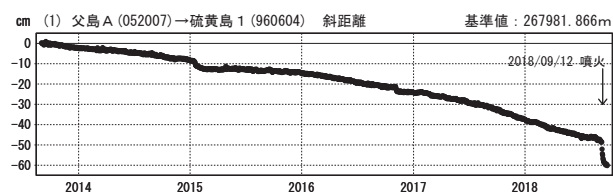


硫黄島周辺の各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
960604	硫黄島1	20130306	アンテナ・受信機交換
960605	硫黄島2	20130306	アンテナ・受信機交換
		20170704	受信機交換
052007	父島A	20140805	伐採
		20160623	アンテナ交換
149086	M硫黄島A	20131120	アンテナ交換
		20150120	移転(M硫黄島→M硫黄島A)
		20160208	伐採

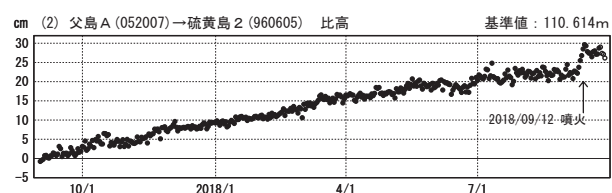
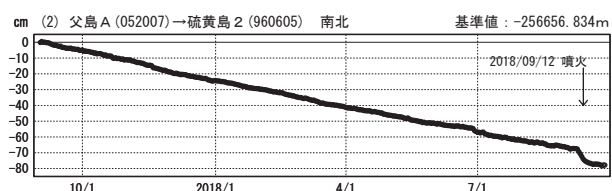
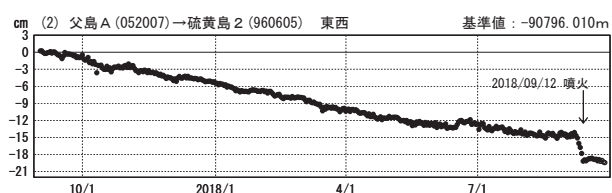
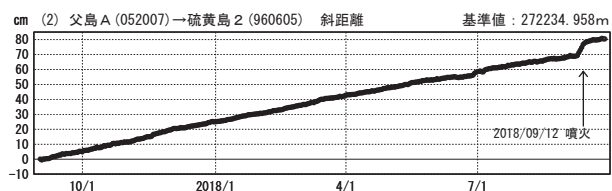
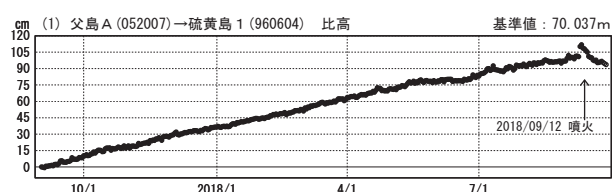
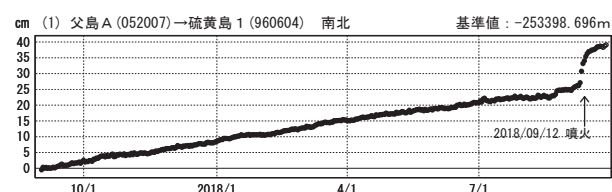
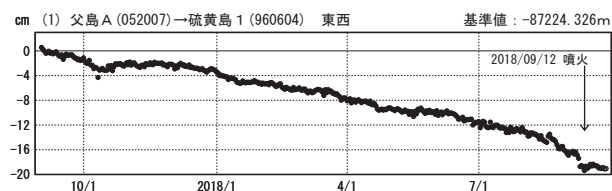
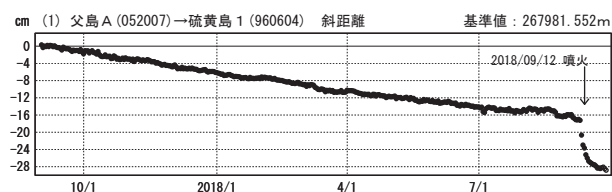
成分変化グラフ（長期）

期間：2013/09/01～2018/09/26 JST



成分変化グラフ（短期）

期間：2017/09/01～2018/09/26 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

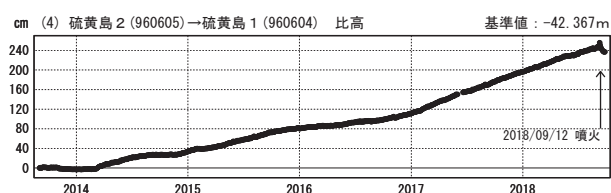
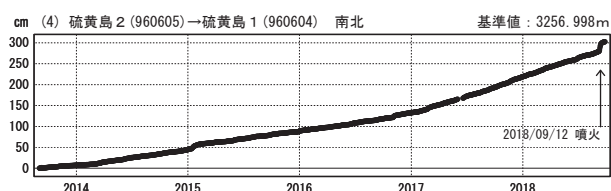
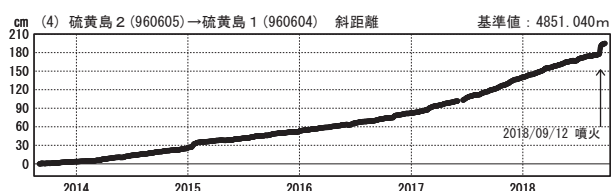
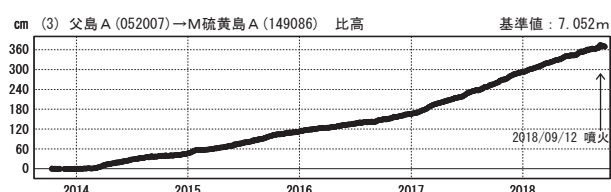
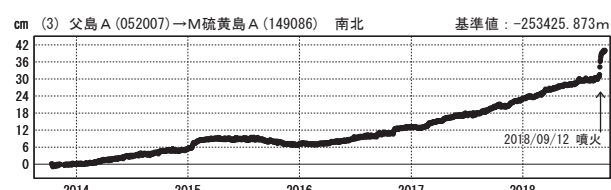
国土地理院

※[R3: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

硫黄島

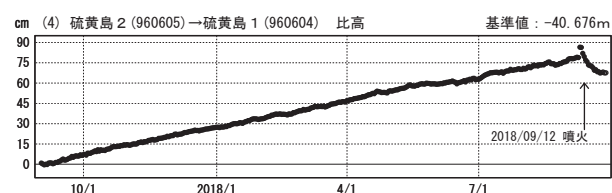
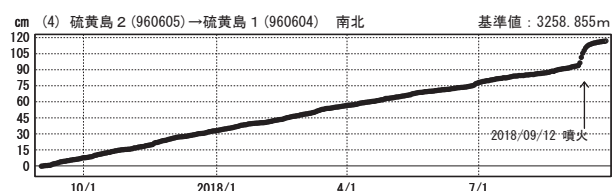
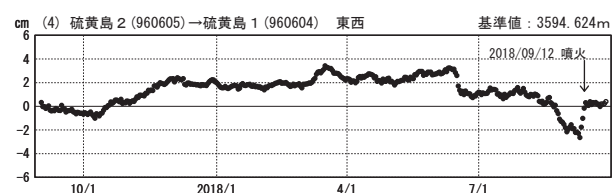
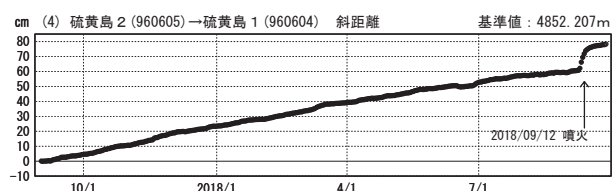
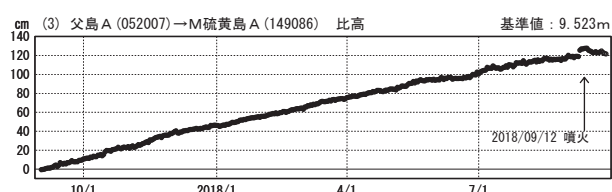
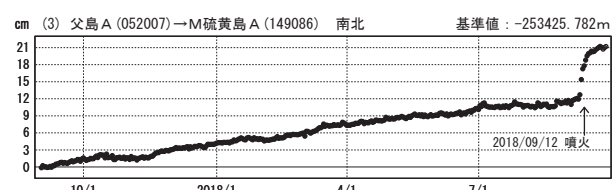
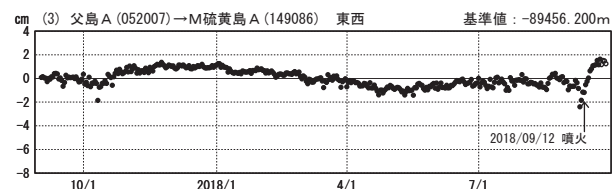
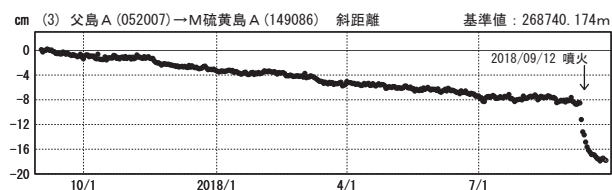
成分変化グラフ（長期）

期間：2013/09/01～2018/09/26 JST



成分変化グラフ（短期）

期間：2017/09/01～2018/09/26 JST



●—[F3:最終解] ○—[R3:速報解]

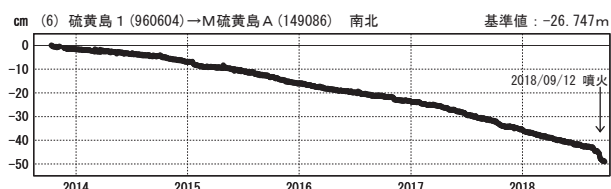
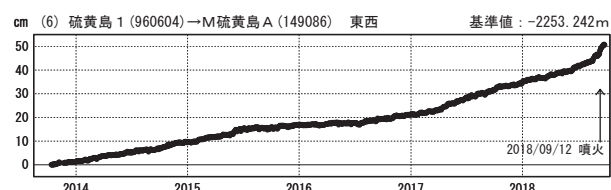
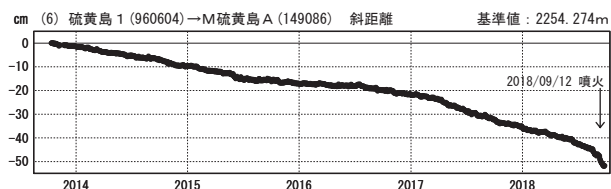
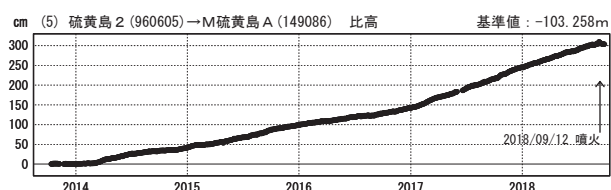
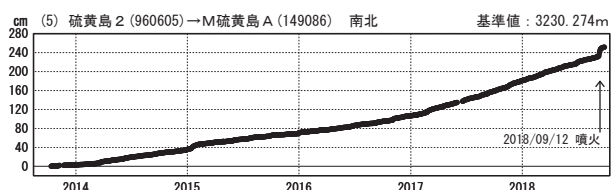
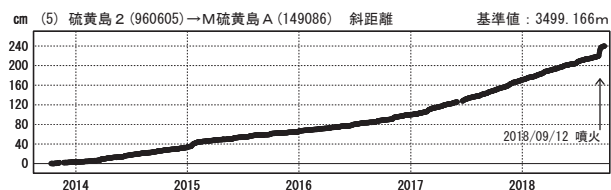
国土地理院

※[R3: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

硫黄島

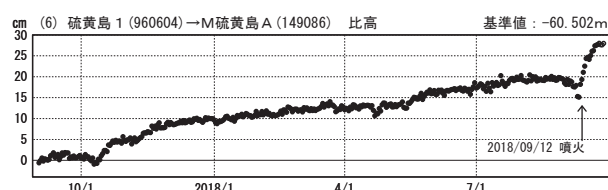
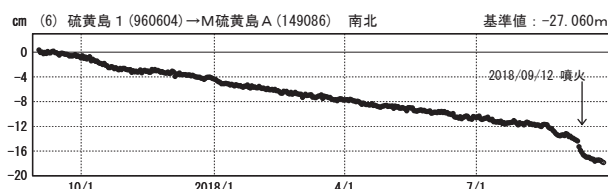
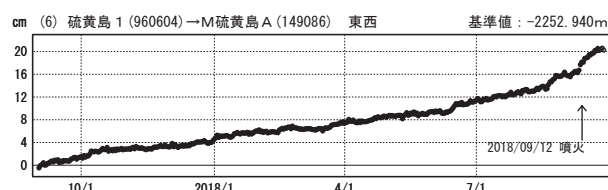
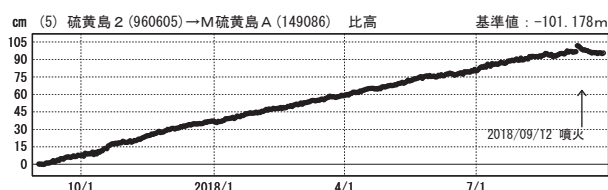
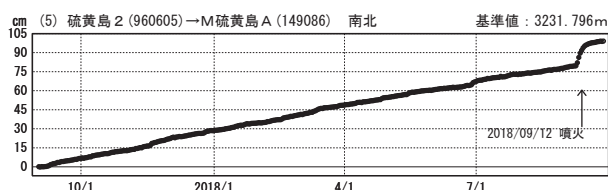
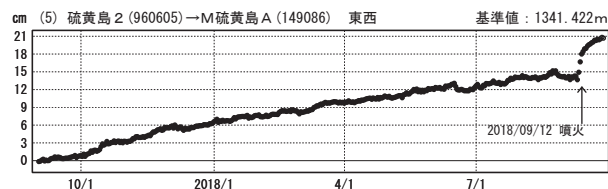
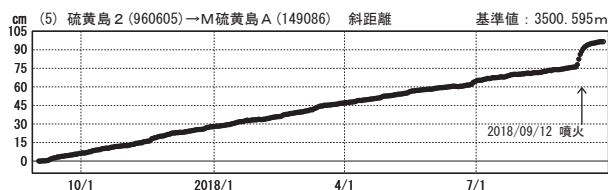
成分変化グラフ（長期）

期間：2013/09/01～2018/09/26 JST



成分変化グラフ（短期）

期間：2017/09/01～2018/09/26 JST



●---[F3:最終解] ○---[R3:速報解]

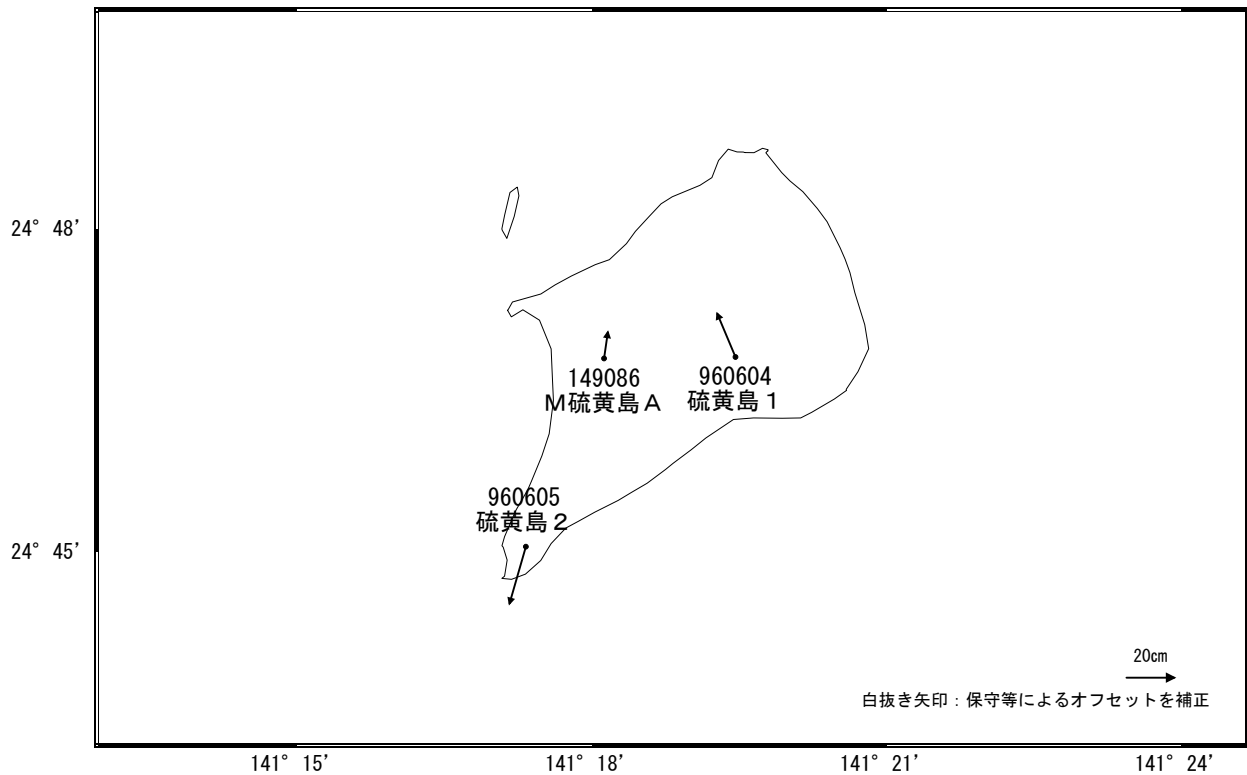
国土地理院

※[R3: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

硫黄島

硫黄島周辺の地殻変動(水平:3か月)

基準期間:2018/06/17~2018/06/26[F3:最終解]
比較期間:2018/09/17~2018/09/26[R3:速報解]

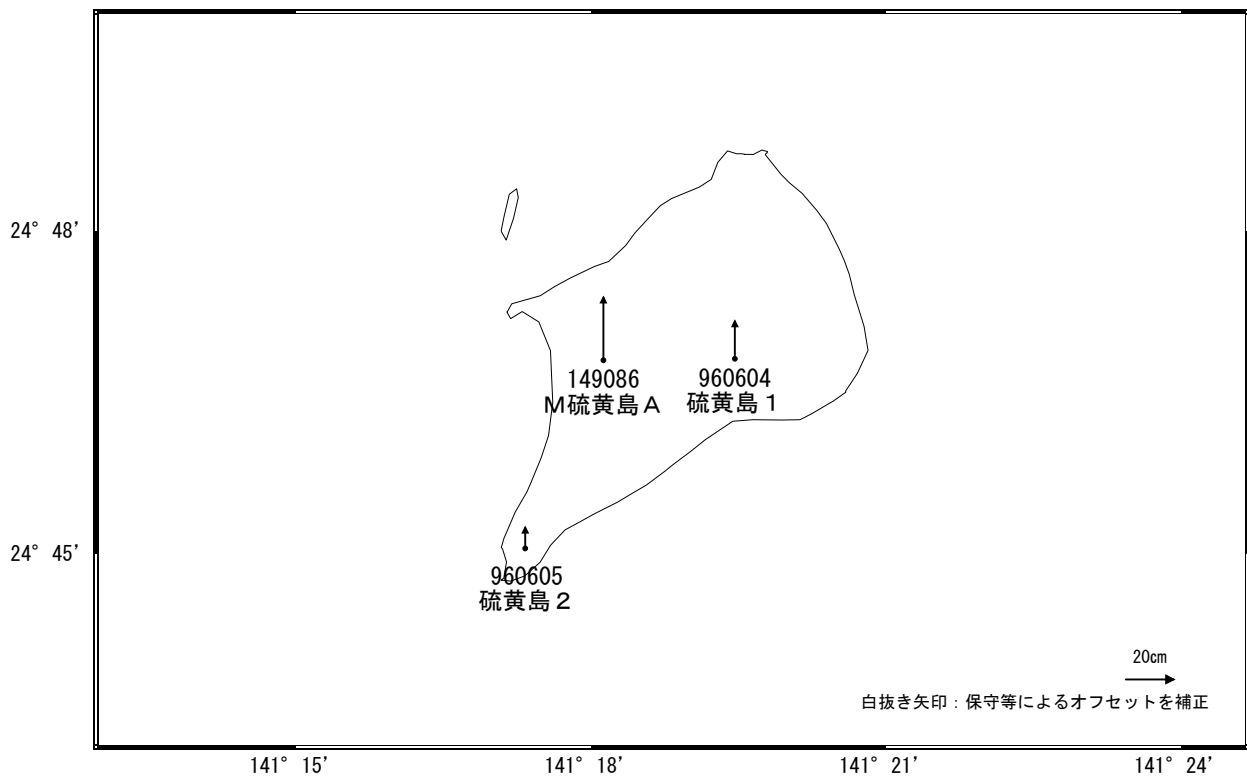


☆ 固定局:父島 A (052007)

国土地理院

硫黄島周辺の地殻変動(上下:3か月)

基準期間:2018/06/17~2018/06/26[F3:最終解]
比較期間:2018/09/17~2018/09/26[R3:速報解]

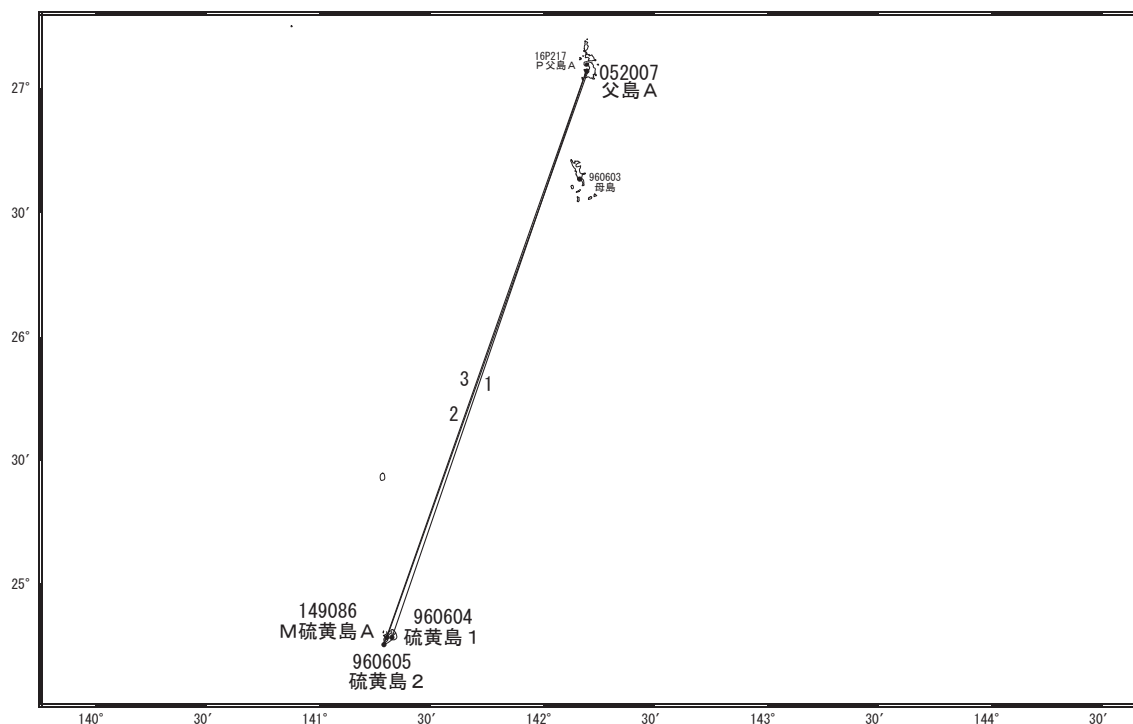


☆ 固定局:父島 A (052007)

国土地理院

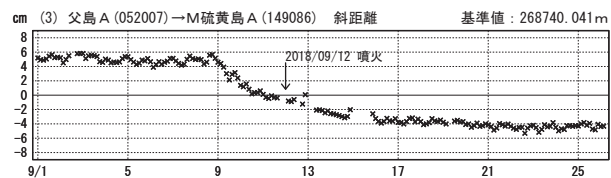
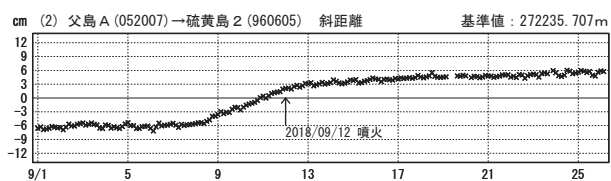
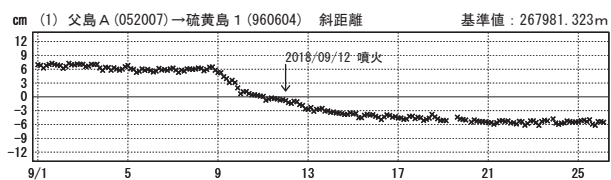
硫黄島

硫黄島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(2)



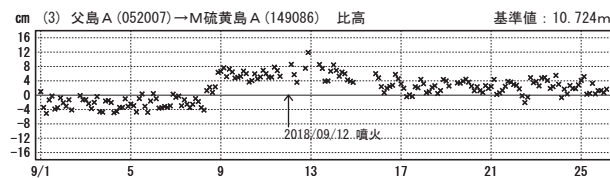
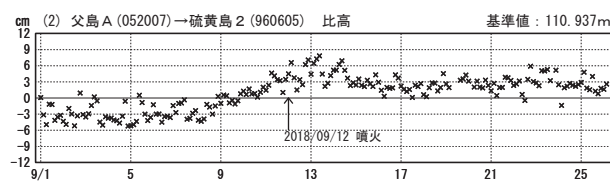
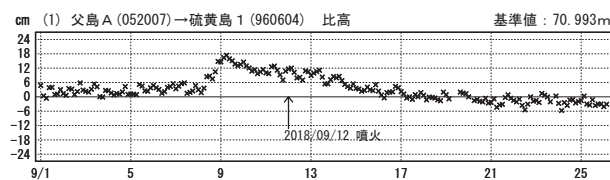
成分変化グラフ

期間: 2018/09/01~2018/09/26 JST



成分変化グラフ

期間: 2018/09/01~2018/09/26 JST



× ---[Q3:迅速解]

国土地理院

硫黄島

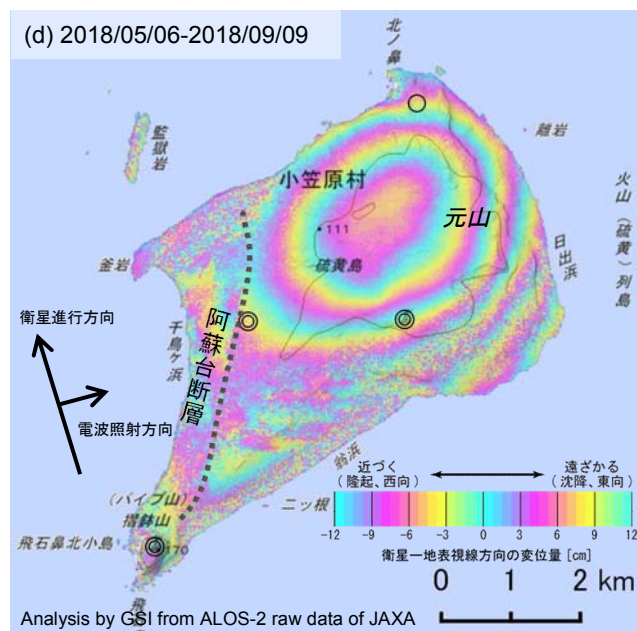
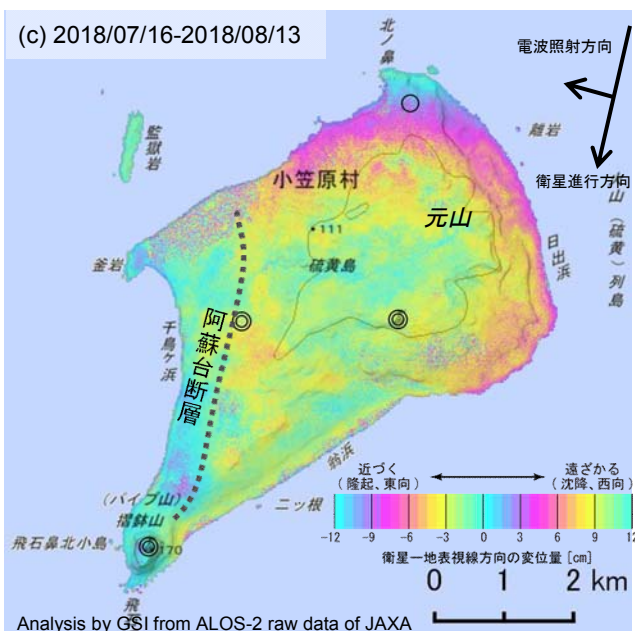
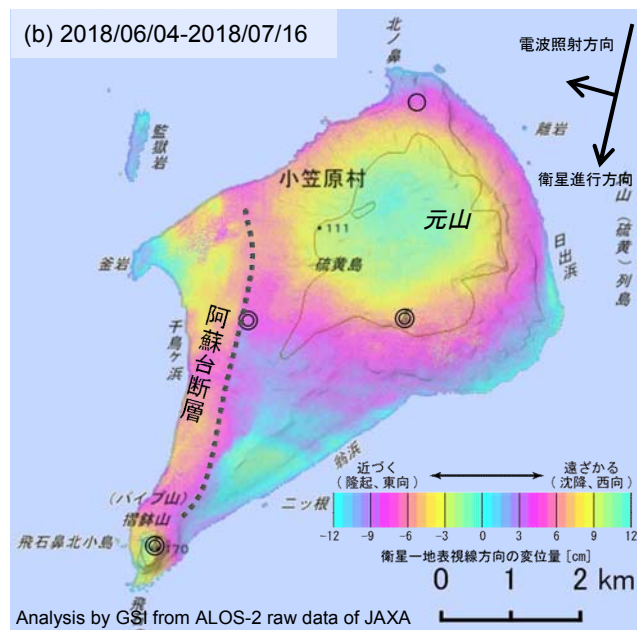
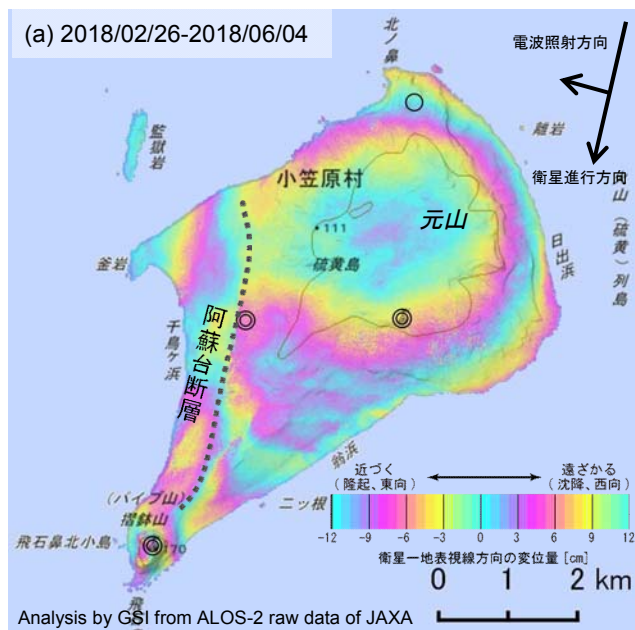
硫黄島の SAR 干渉解析結果について

判読) 元山付近で周囲と比べて衛星から遠ざかる変動が見られます。

(d)~(g)では、翁浜付近で周囲と比べて衛星に近づく変動が見られます。

(a)、(b)、(d)~(g)では、摺鉢山で周囲と比べて衛星から遠ざかる変動が見られます。

(a)、(b)、(d)、(e)では、阿蘇台断層（点線）に沿って変動が見られます。



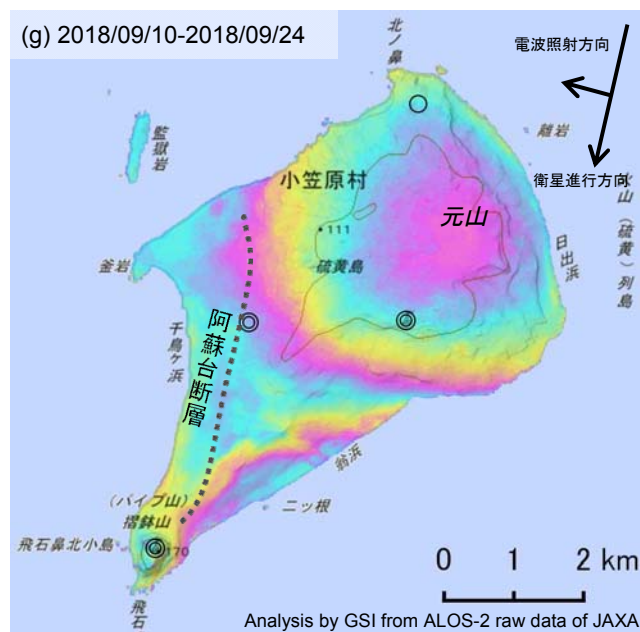
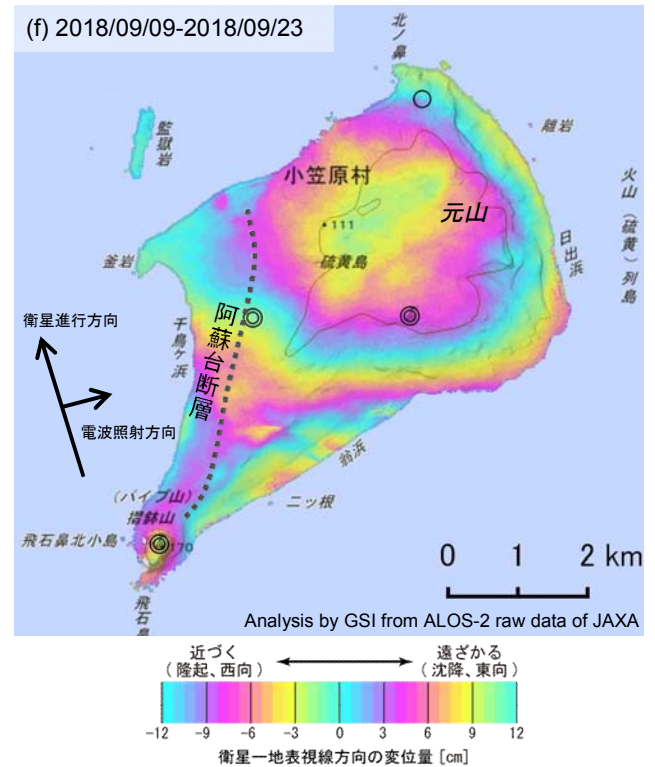
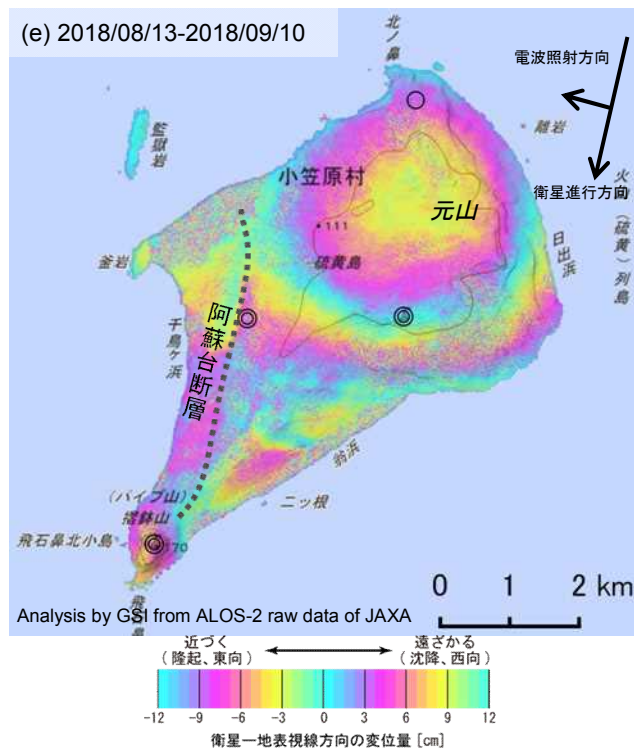
◎ 国土地理院 GNSS 観測点

○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

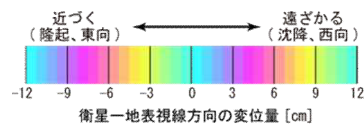
背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

本解析で使用了データのの一部は、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。

硫黄島



- ◎ 国土地理院 GNSS 観測点
- 国土地理院以外の GNSS 観測点

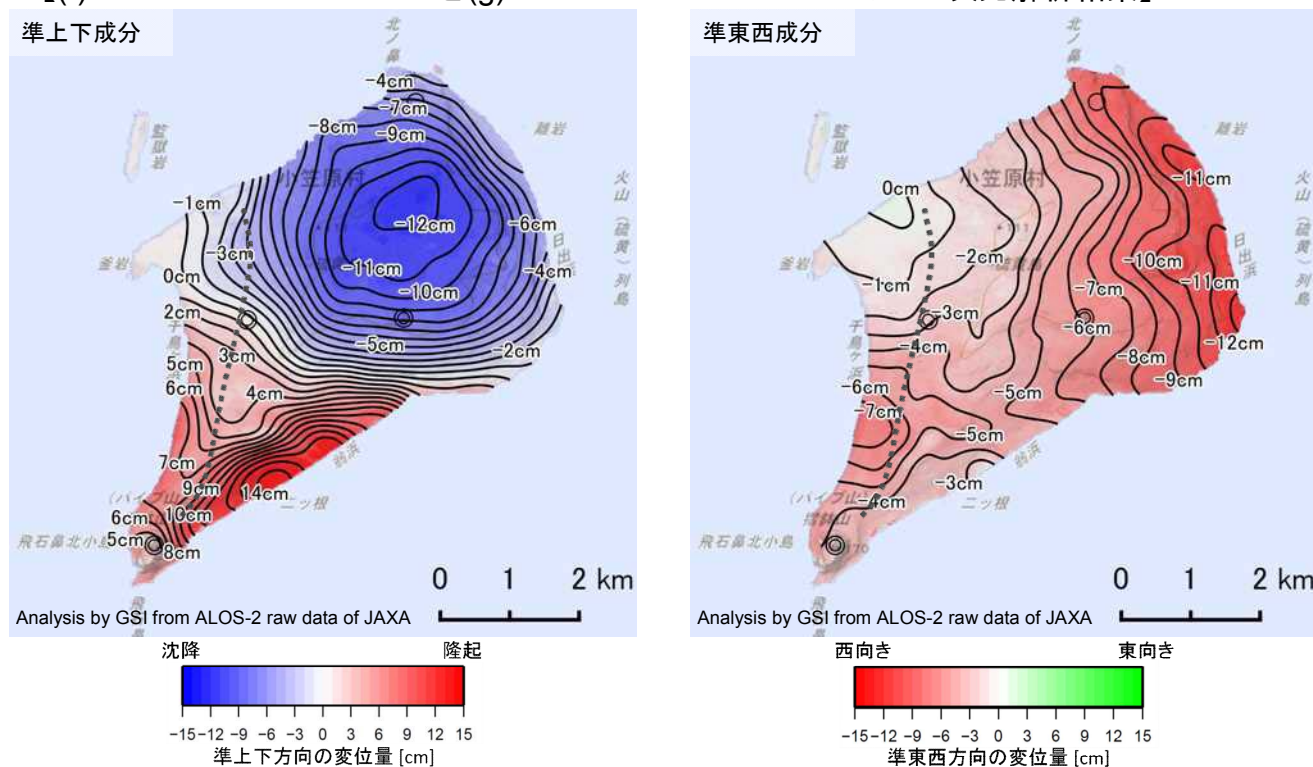


背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

本解析で利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。

硫黄島

【(f) 2018/09/09-2018/09/23 と(g) 2018/09/10-2018/09/24 の2.5次元解析結果】



準上下成分、準東西成分とも硫黄島の北西にある監獄岩を固定点とした相対的な変動量でコンター間隔は1cmである。

背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2018/02/26 2018/06/04 11:32 頃 (98 日間)	2018/06/04 2018/07/16 11:32 頃 (42 日間)	2018/07/16 2018/08/13 11:32 頃 (28 日間)	2018/05/06 2018/09/09 23:35 頃 (126 日間)	2018/08/13 2018/09/10 11:32 頃 (28 日間)	2018/09/09 2018/09/23 23:35 頃 (14 日間)	2018/09/10 2018/09/24 11:32 頃 (14 日間)
衛星進行方向	南行	南行	南行	北行	南行	北行	南行
電波照射方向	右	右	右	右	右	右	右
観測モード*	U-U	U-U	U-U	U-H	U-U	H-U	U-U
入射角(中心)	37.2°	37.2°	37.2°	33.6°	37.2°	33.6°	37.2°
偏波	HH	HH	HH	HH	HH	HH	HH
垂直基線長	+ 35 m	+ 36 m	- 52 m	- 58 m	+ 28 m	+ 182 m	- 157 m

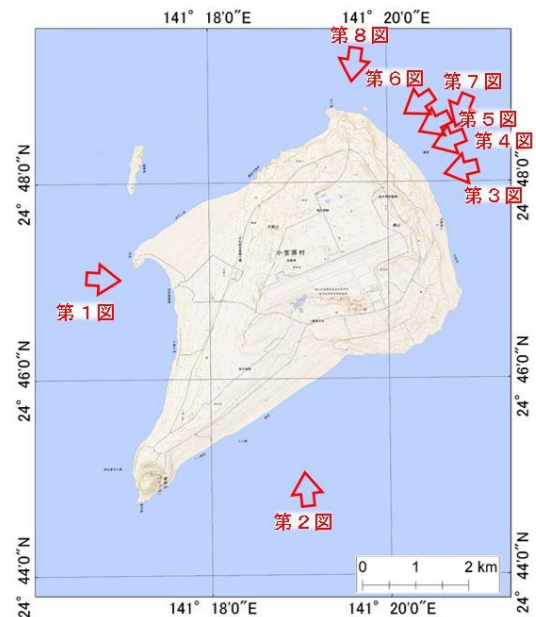
*U: 高分解能(3m)モード

H: 高分解能(6m)モード

本解析で利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。

硫黄島

硫黄島



地形図は国土地理院HPの地理院地図を使用した

○ 最近の活動について

年月日	調査機関等	活 動 状 況
2018/ 7 /18	海上保安庁	硫黄島西部にある阿蘇台陥没孔からは白色噴気が連続的に放出されていたが、旧噴火口（ミリオンダラーホール）からは噴気の放出等の特異事象は認められなかった（第1図）。 釜岩南東側の海岸から、黄緑色の変色水域が幅約 100m、長さ約 1000mで分布していた（第1図）。 硫黄島南岸の翁浜に黄緑色の変色水域が幅約 200m から 300m、長さ約 2000mで分布していた（第2図）。 硫黄島北東岸の金剛岩と離岩の中間位置、離岩付近及び離岩から北ノ鼻への海岸沿い（3ヶ所）で白色噴気が放出されていた（第3～第6図）。また、離岩周辺に黄緑色の変色水域が幅約 600m、長さ約 1000mで分布しており（第7図）、北ノ鼻の北側に黄褐色の変色水域が幅約 500m、長さ約 800mで分布していた（第8図）。



第 1 図 硫黄島 釜岩南東
2018 年 7 月 18 日 14:31 撮影



第 2 図 硫黄島 翁浜の変色水域
2018 年 7 月 18 日 14:32 撮影



第 3 図 硫黄島
金剛岩と離岩中間の噴気
2018 年 7 月 18 日 14:33 撮影



第 4 図 硫黄島 離岩の噴気
2018 年 7 月 18 日 14:34 撮影



第 5 図 硫黄島 離岩から北ノ鼻の噴気
2018 年 7 月 18 日 14:34 撮影



第 6 図 硫黄島
離岩から北ノ鼻の噴気 2
2018 年 7 月 18 日 14:34 撮影



第 7 図 硫黄島 離岩付近の変色水域
2018 年 7 月 18 日 14:33 撮影



第 8 図 硫黄島
北ノ鼻周辺の変色水域
2018 年 7 月 18 日 14:34 撮影