薩摩硫黄島の地殻変動*

Crustal Deformations of Satsuma-Iojima Volcano

国土地理院
Geospatial Information Authority of Japan

第１図から第２図は、薩摩硫黄島周辺における GNSS 連続観測結果である。

第１図上段に薩摩硫黄島周辺の基線図、中段に各観測局の保守履歴、下段に上段に示した基線の基線長変化グラフを示した。下段の上は長期の時系列（2018 年 11 月～2023 年 11 月）、下は短期の時系列（2019 年５月～2023 年 11 月）である。また、第２図上段に狭域の薩摩硫黄島周辺の基線図、下段には上段に示した基線の基線長変化グラフを示した。下段の上は長期の時系列（2018 年 11 月～2023 年 11 月）、下は短期の時系列（2020 年 11 月～2023 年 11 月）である。「鹿児島三島」－「竹島」等の基線で 2021 年５月頃から伸びの傾向が見られる。

第３図は、電子基準点及び気象庁の GNSS 観測点の統合解析から得られた水平変動ベクトル図であり、「枕崎」を固定局としている。上段に最近３か月間（2023 年８月～11 月）を、下段に最近１年間（2022 年 11 月～2023 年 11 月）を示す。薩摩硫黄島の東側海域を中心とした膨脹性と思われる地殻変動が見られる。

第４図は、「だいち２号」の SAR 干渉解析結果である。第４図３枚目下段及び４枚目に示した(b)では、硫黄岳火口周辺に衛星から遠ざかる変動が見られる。

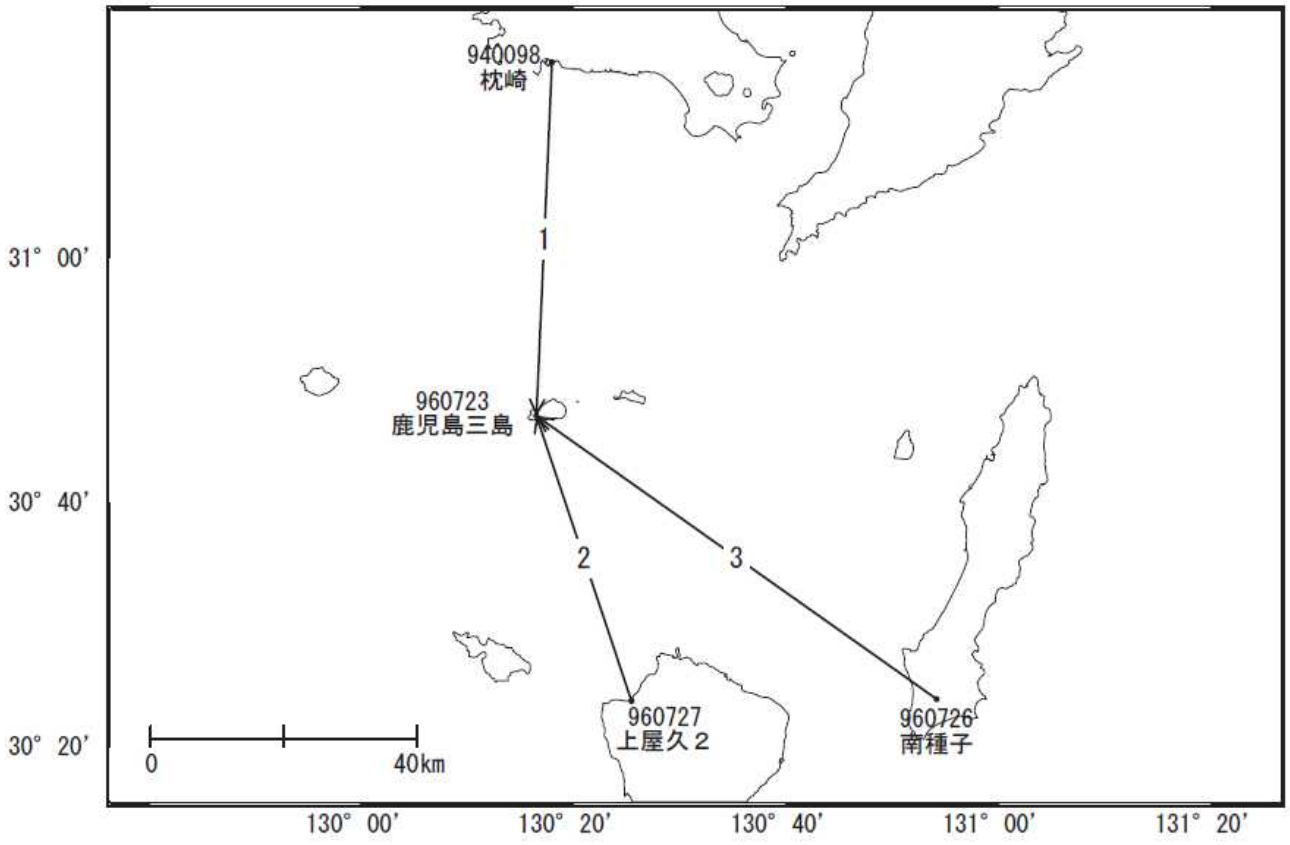
第５図は、「だいち２号」の干渉 SAR 時系列解析結果である。上図が北行、下図が南行の解析結果である。硫黄岳の地点 A 周辺に、衛星から遠ざかる変動が見られる。

謝辞

ここで使用した「だいち２号」の原初データの所有権は、JAXA にあります。これらのデータは、「だいち２号」に関する国土地理院と JAXA の間の協定に基づき提供されました。

＊　2024 年 11 月 11 日受付

薩摩硫黄島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(1)

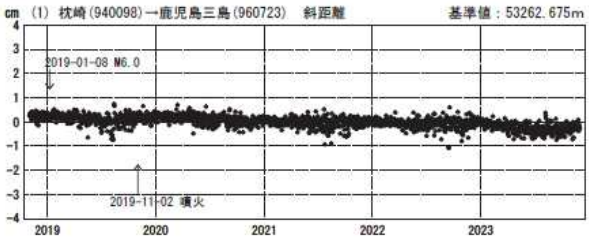


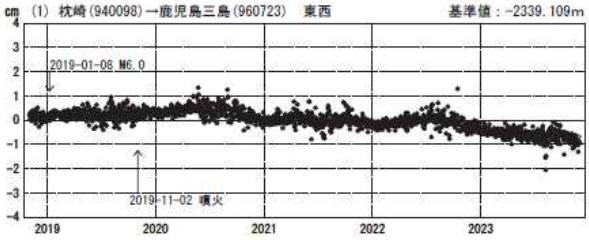
薩摩硫黄島周辺の各観測局情報

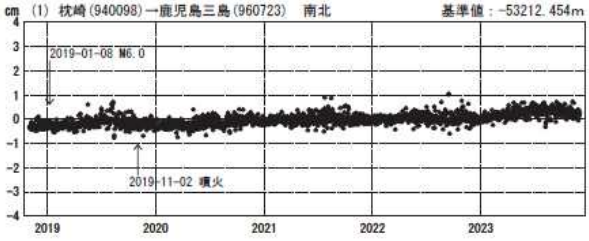
点番号	点名	日付	保守内容
940098	枕崎	2019-01-07	受信機交換
		2019-10-03	受信機更新
960727	上屋久２	2021-06-10	伐採
		2023-11-28	受信機更新

成分変化グラフ（長期）

期間：2018-11-01～2023-11-30 JST

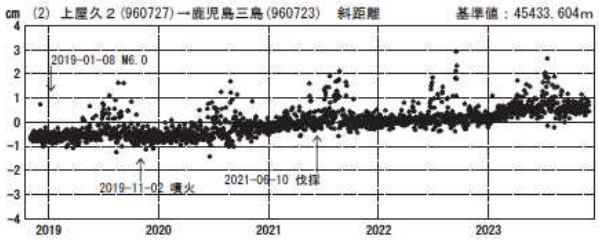


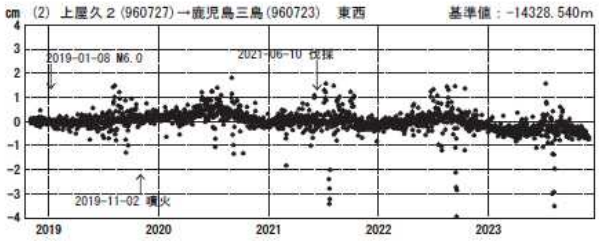


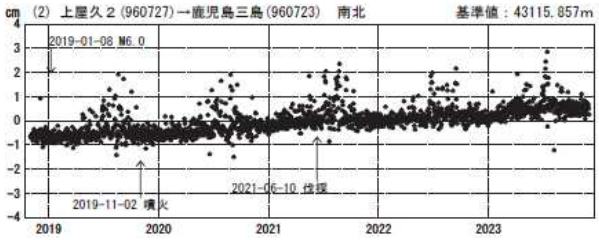


成分変化グラフ（長期）

期間：2018-11-01～2023-11-30 JST

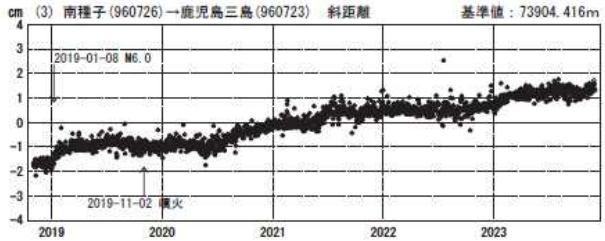


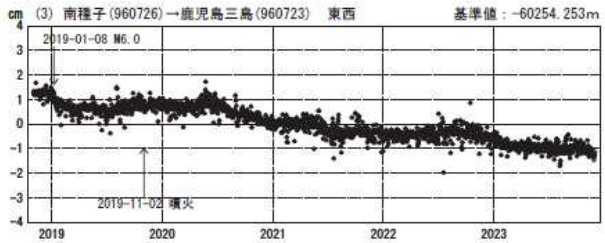


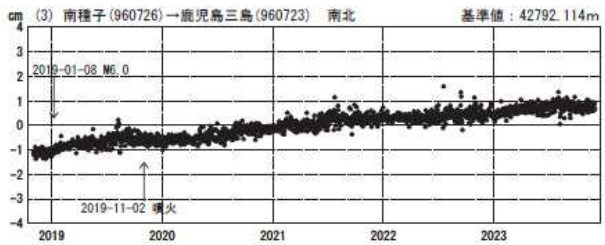


成分変化グラフ（長期）

期間：2018-11-01～2023-11-30 JST





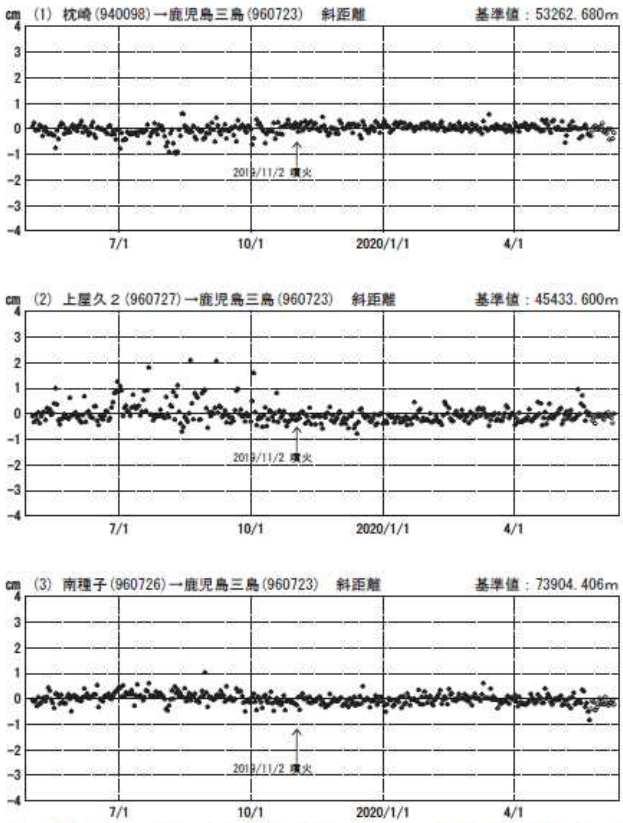


●---[F5:最終解]　○---[R5:速報解]　　※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

薩摩硫黄島

基線変化グラフ（短期）

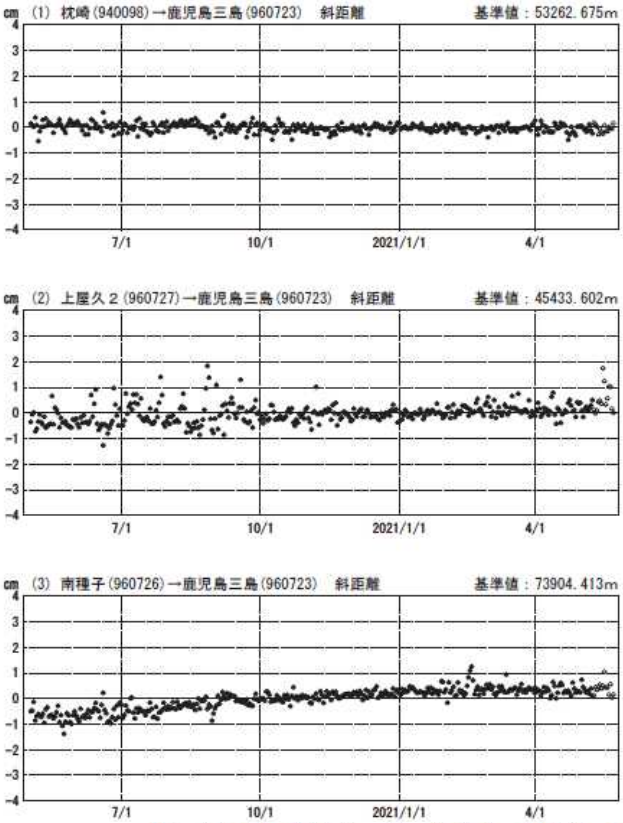
期間：2019/05/01～2020/06/09 JST



●---[F3:最終解]　○---[R3:速報解]　※[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

基線変化グラフ（短期）

期間：2020/05/01～2021/05/22 JST

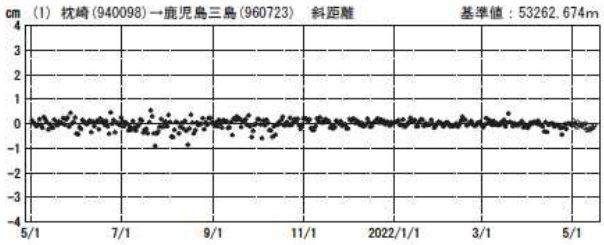


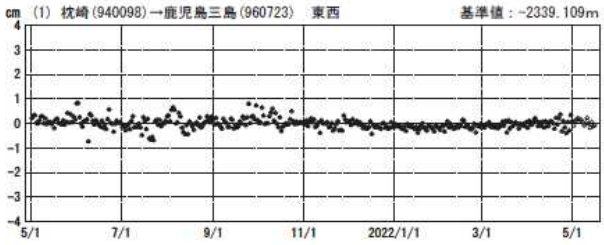
●---[F5:最終解]　○---[R5:速報解]　※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

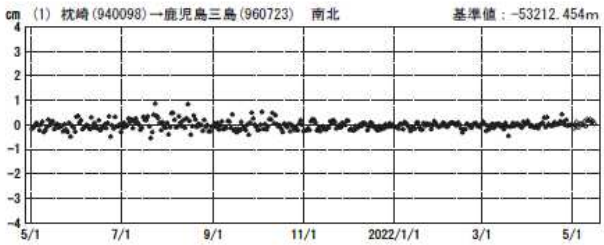
薩摩硫黄島

成分変化グラフ（短期）

期間：2021/05/01～2022/05/15 JST

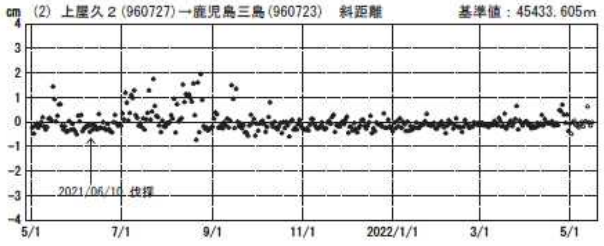


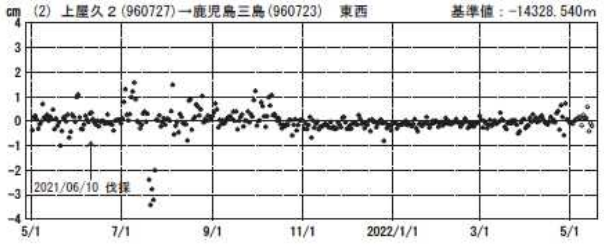


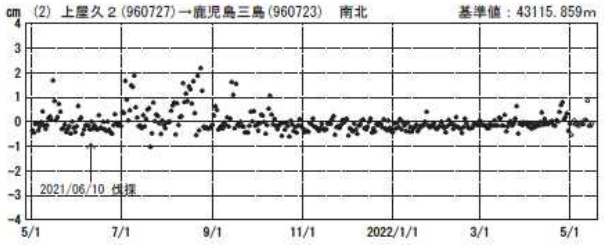


成分変化グラフ（短期）

期間：2021/05/01～2022/05/15 JST

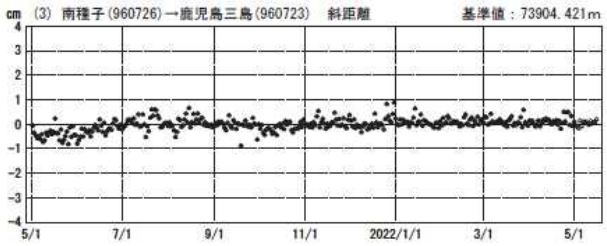


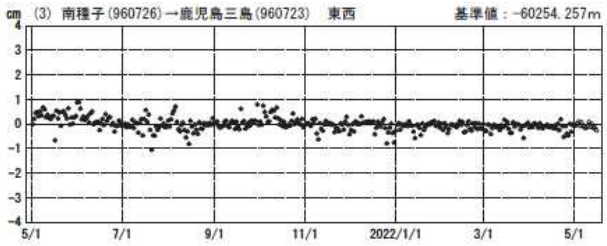


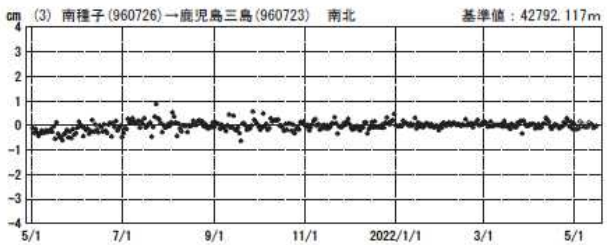


成分変化グラフ（短期）

期間：2021/05/01～2022/05/15 JST





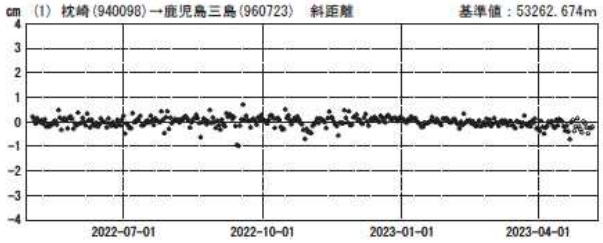


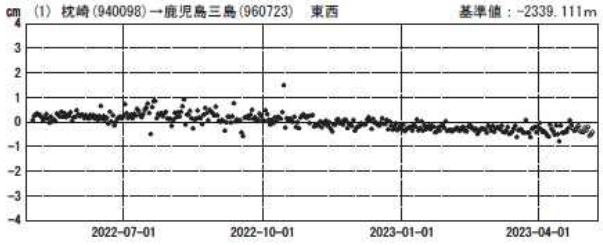
●---[F5:最終解]　○---[R5:速報解]　　※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

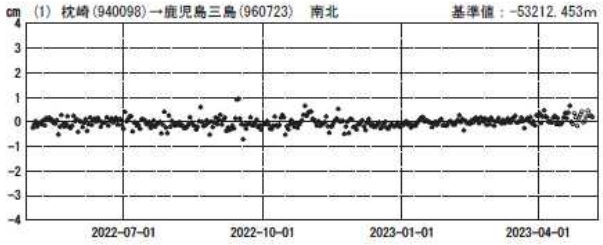
薩摩硫黄島

成分変化グラフ（短期）

期間：2022-05-01～2023-05-06 JST

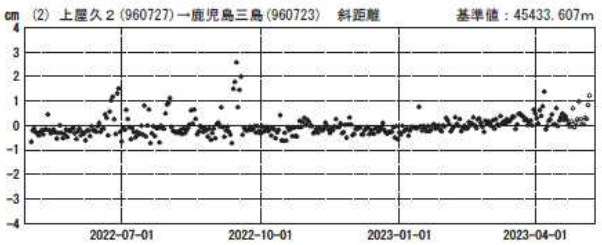


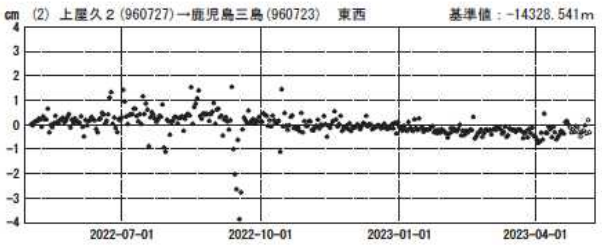


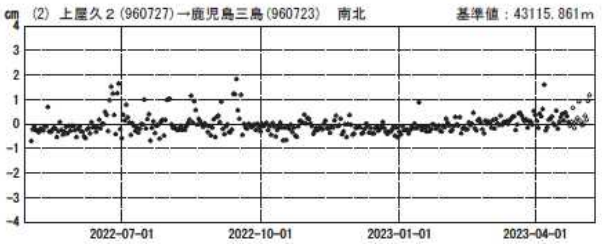


成分変化グラフ（短期）

期間：2022-05-01～2023-05-06 JST

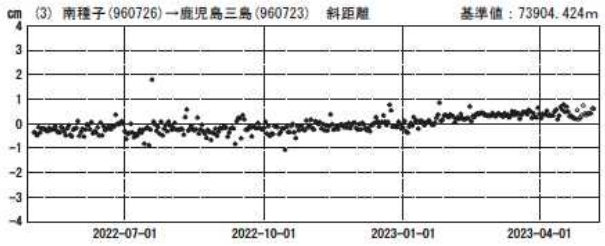


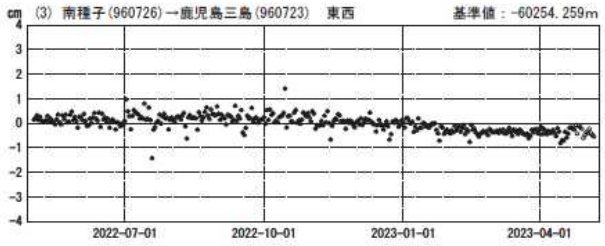


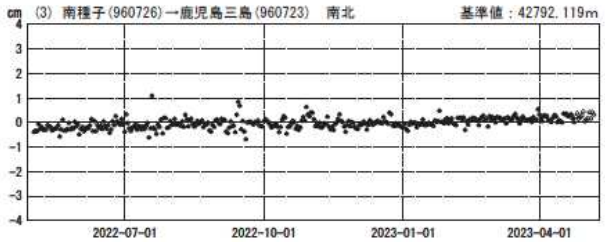


成分変化グラフ（短期）

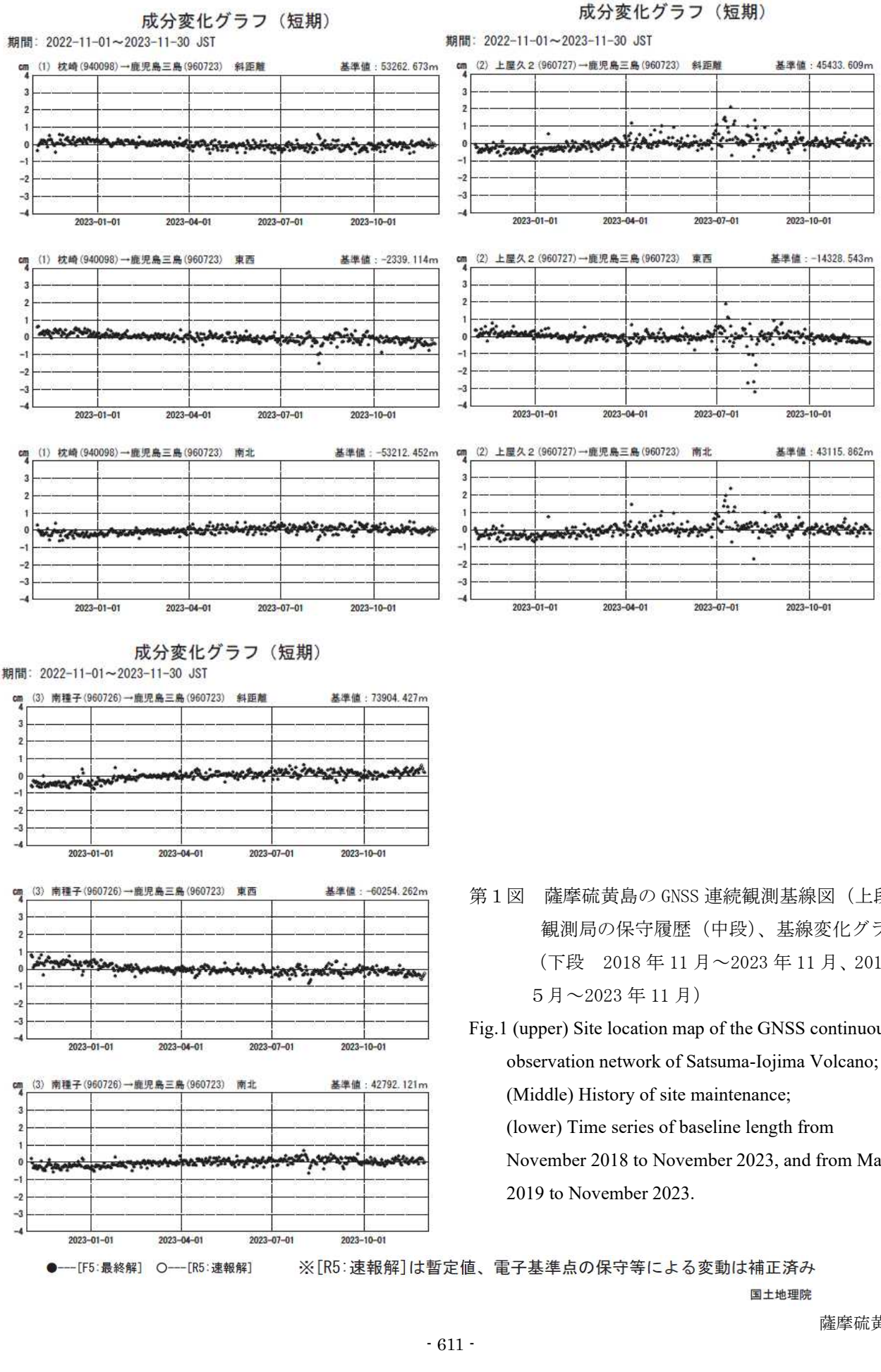
期間：2022-05-01～2023-05-06 JST







●---[F5:最終解]　○---[R5:速報解]　　※[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

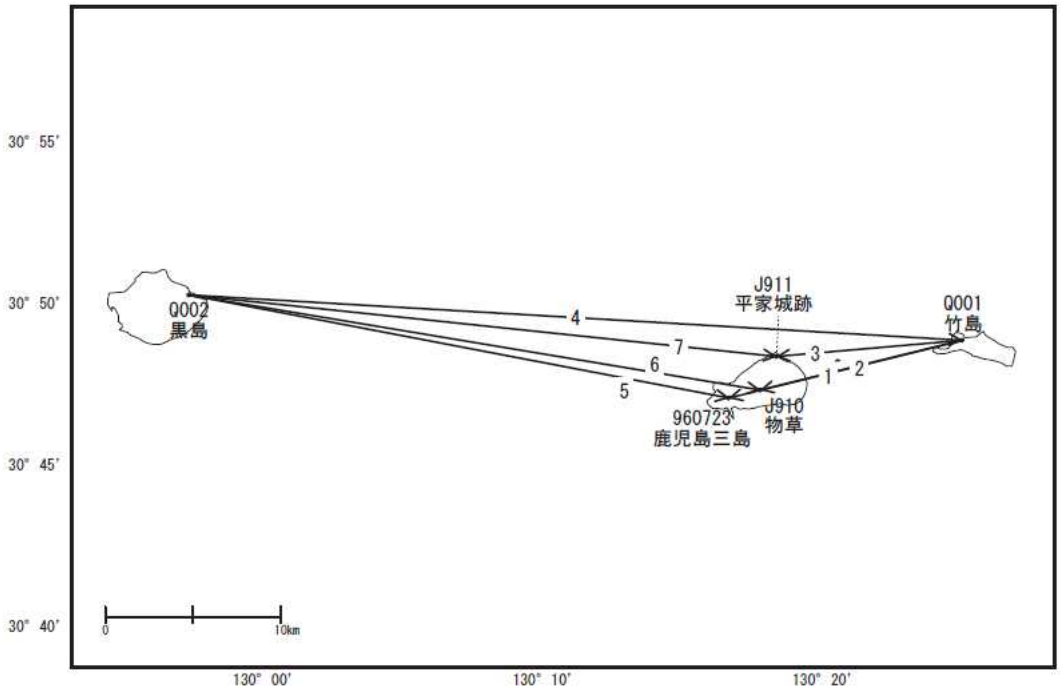


第１図　薩摩硫黄島の GNSS 連続観測基線図（上段）、観測局の保守履歴（中段）、基線変化グラフ（下段　2018 年 11 月～2023 年 11 月、2019 年５月～2023 年 11 月）

Fig.1 (upper) Site location map of the GNSS continuous observation network of Satsuma-Iojima Volcano; (Middle) History of site maintenance; (lower) Time series of baseline length from November 2018 to November 2023, and from May 2019 to November 2023.

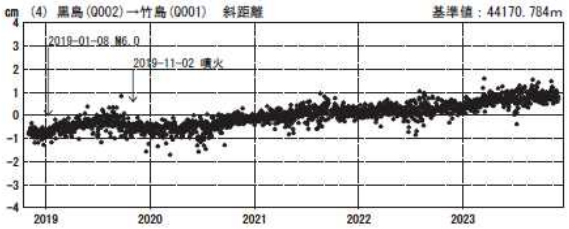
薩摩硫黄島

薩摩硫黄島周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(2)



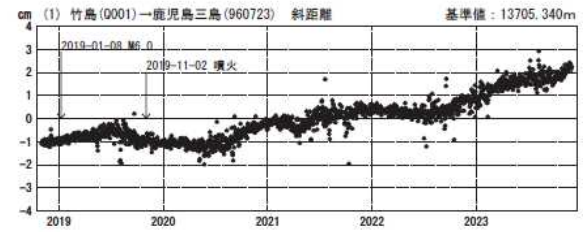
基線変化グラフ（長期）

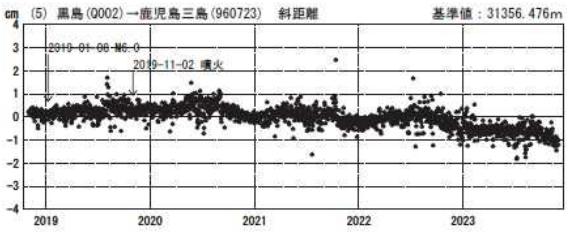
期間: 2018-11-01～2023-11-30 JST

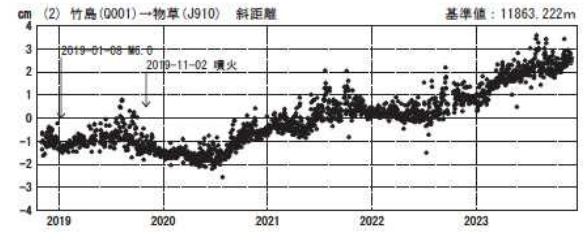


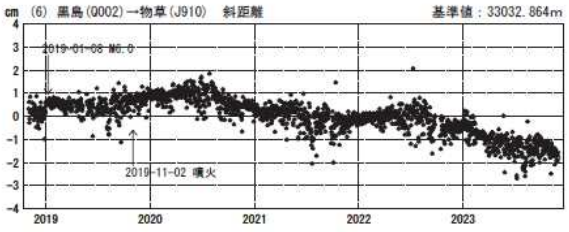
基線変化グラフ（長期）

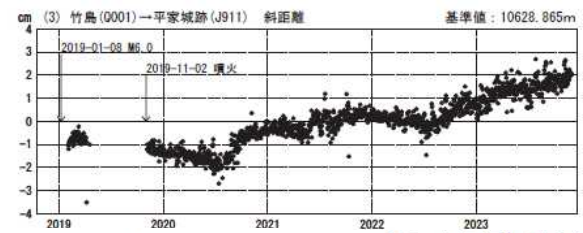
期間: 2018-11-01～2023-11-30 JST

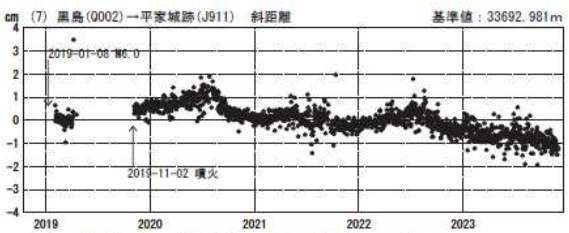








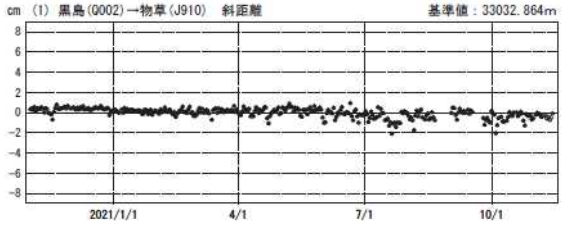


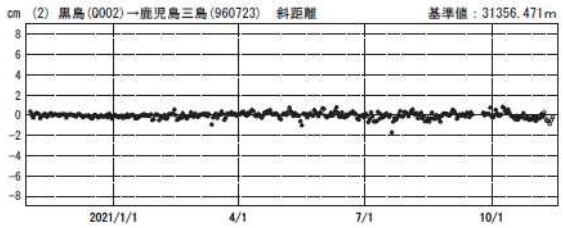


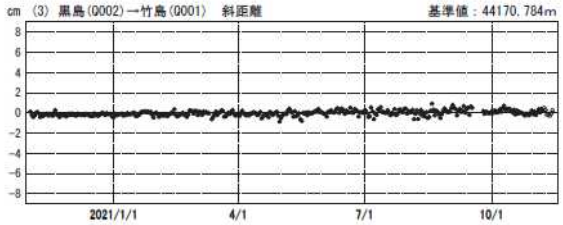
●---[F5:最終解]　○---[R5:速報解]　※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

基線変化グラフ（短期）

期間：2020/11/01～2021/11/13 JST

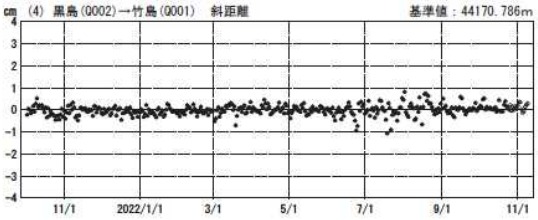






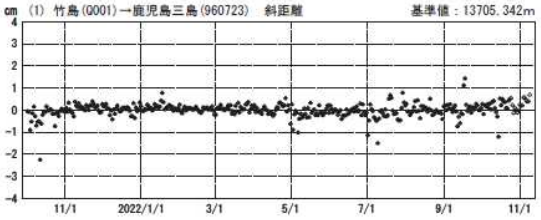
基線変化グラフ（短期）

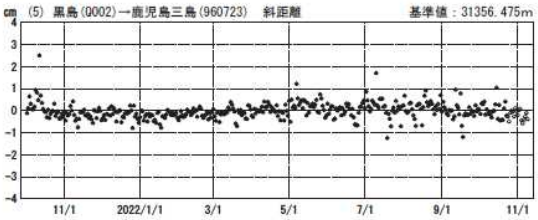
期間：2021/10/01～2022/11/09 JST

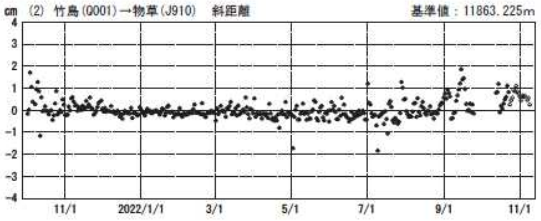


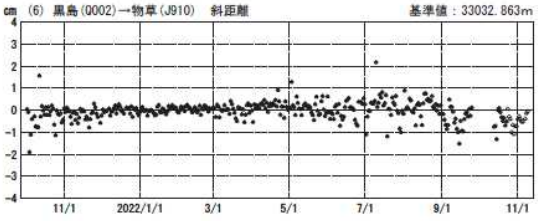
基線変化グラフ（短期）

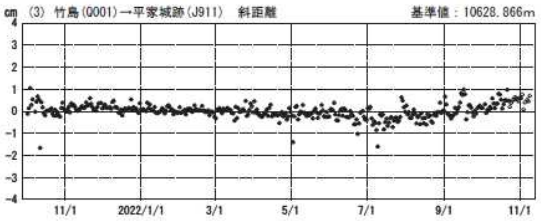
期間：2021/10/01～2022/11/09 JST

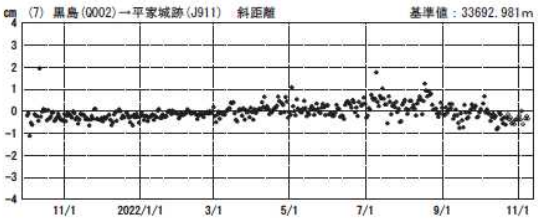






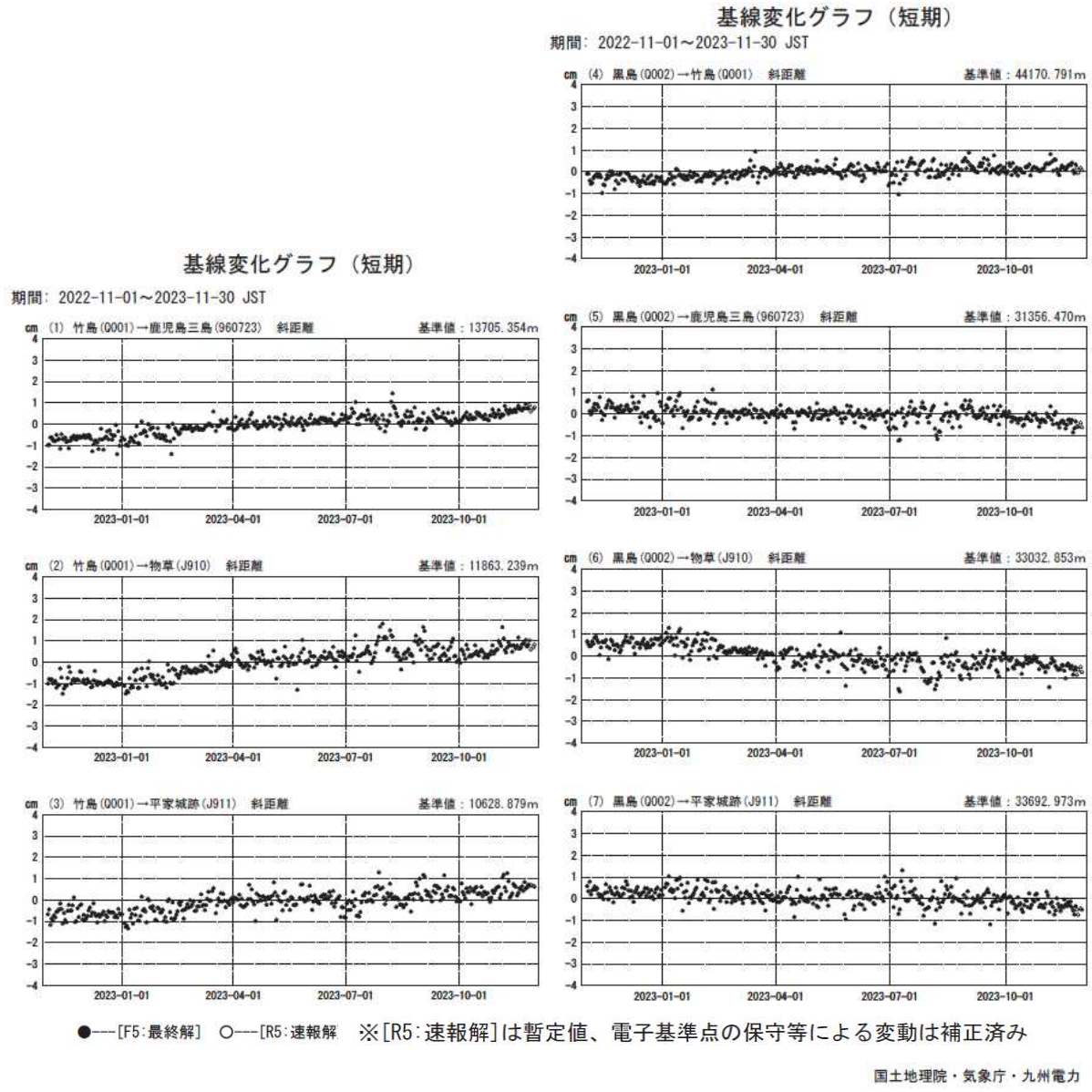






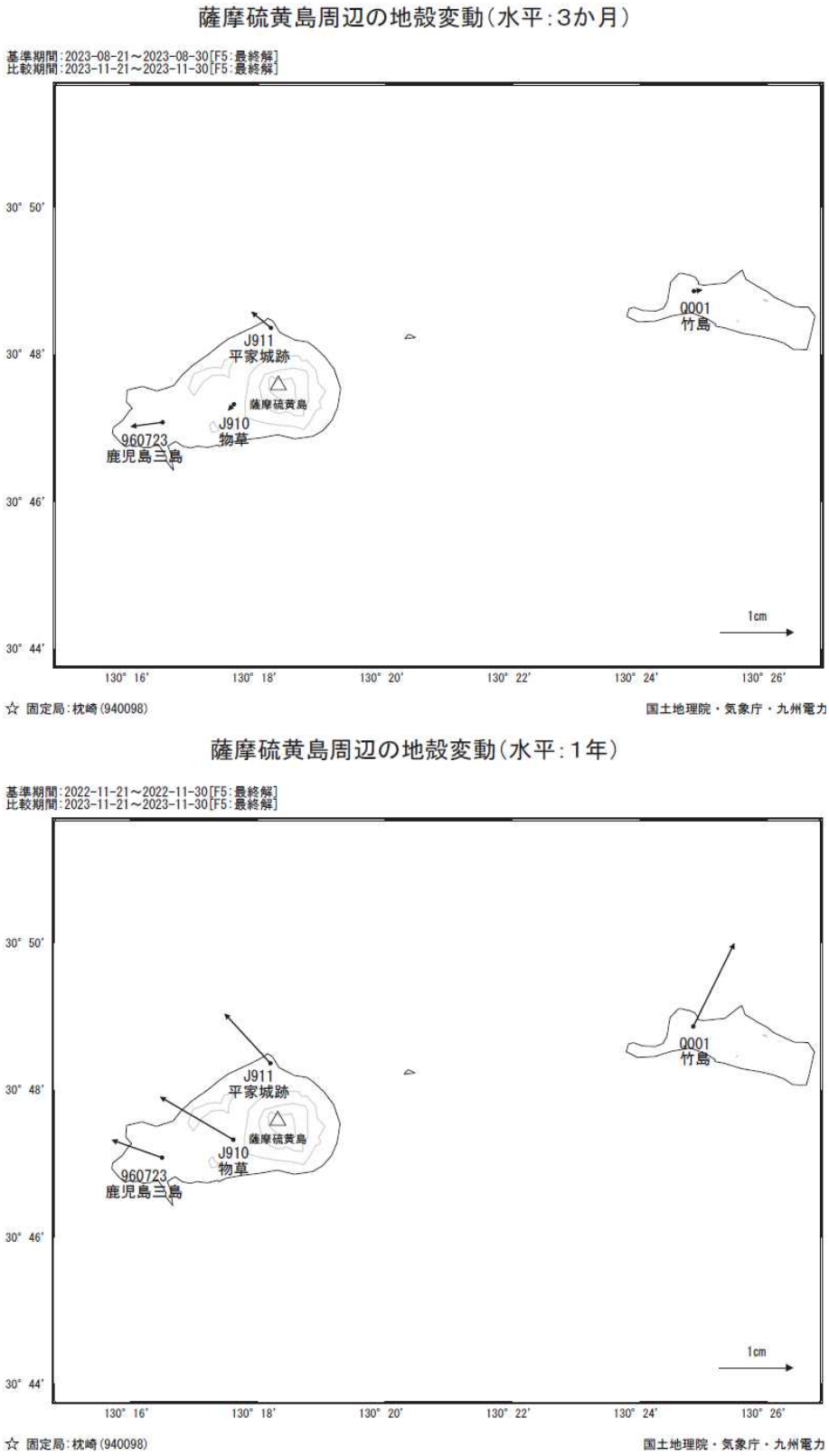
●---[F5:最終解]　○---[R5:速報解]　※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

薩摩硫黄島



第２図　薩摩硫黄島の GNSS 連続観測基線図（上段）、基線変化グラフ
（下段　2018 年 11 月～2023 年 11 月、2020 年 11 月～2023 年 11 月）

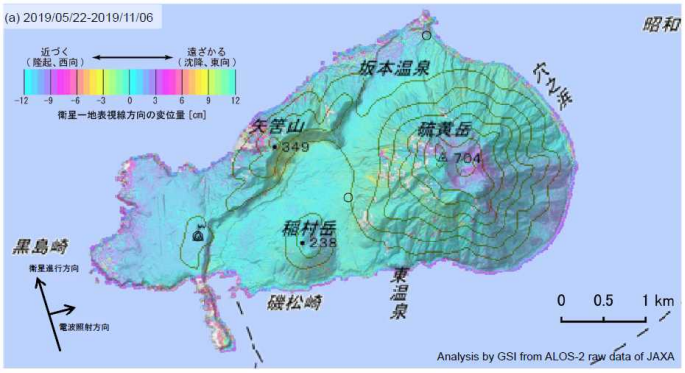
Fig.2 (upper) Site location map of the GNSS continuous observation network of Satsuma-Iojima Volcano, (lower) Time series of baseline length from November 2018 to November 2023, and from November 2020 to November 2023.

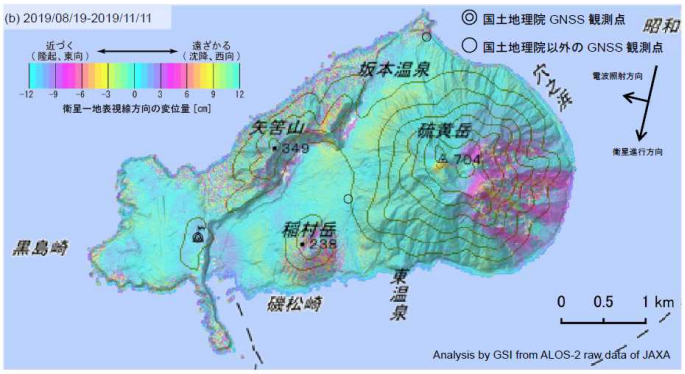


第３図　薩摩硫黄島周辺の電子基準点・気象庁 GNSS 観測点の統合解析による水平変動ベクトル図
（上段：2023 年８月～2023 年 11 月、下段：2022 年 11 月～2023 年 11 月）

Fig.3 Horizontal displacements of GEONET and JMA stations by combined analyzing system around Satsuma-Iojima Volcano; (upper) from August 2023 to November 2023, (lower) from November 2022 to November 2023.

薩摩硫黄島

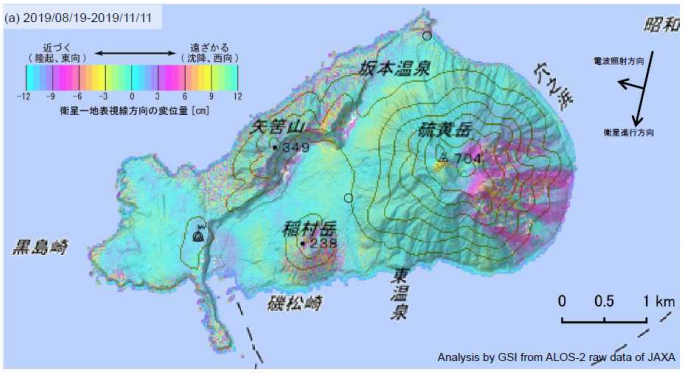


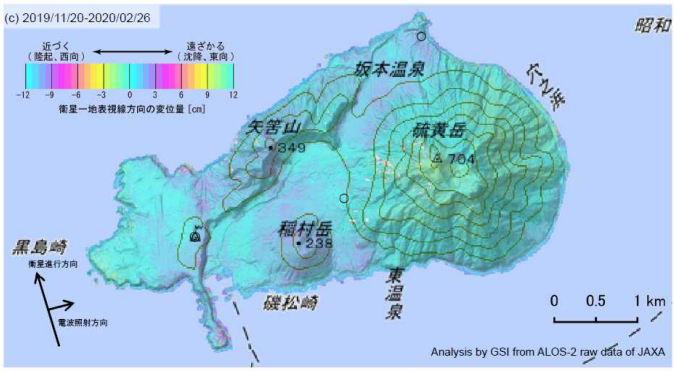


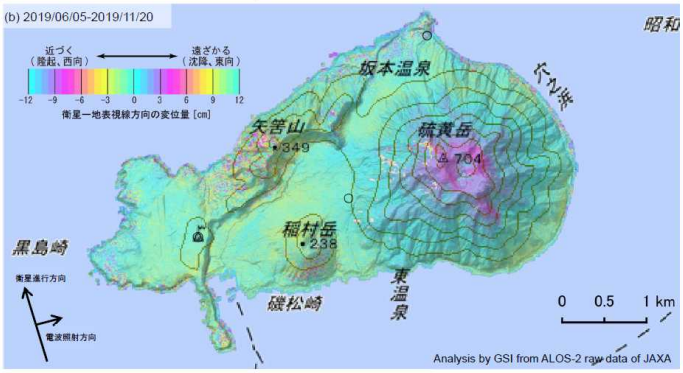
背景:地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

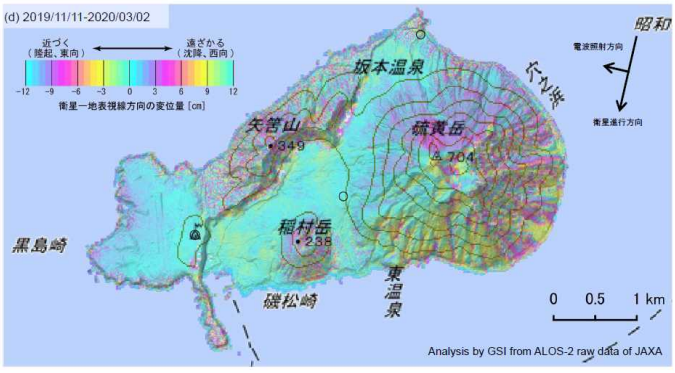
	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2019/05/22 2019/11/06 0:18 頃 (168 日間)	2019/08/19 2019/11/11 12:19 頃 (84 日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右	右
観測ﾓｰﾄﾞ*	U-U	U-U
入射角	38.3°	37.5°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 90 m	- 84 m

*U: 高分解能(3m)モード









背景:地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

◎ 国土地理院 GNSS 観測点
○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

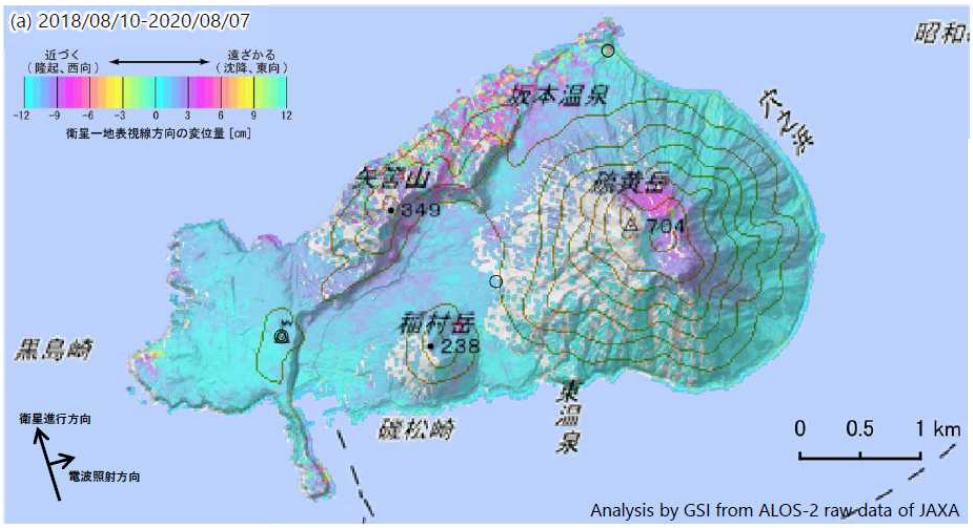
背景:地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

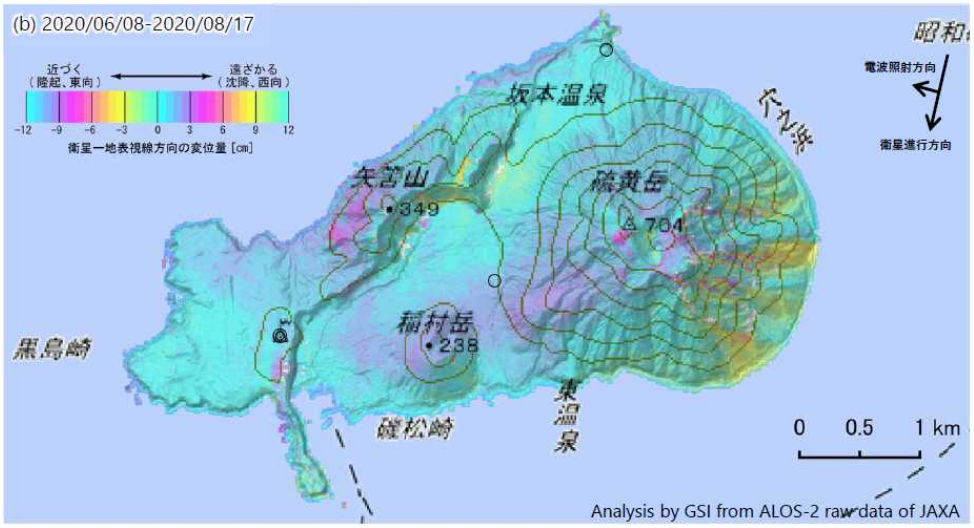
◎ 国土地理院 GNSS 観測点
○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

	(a)	(b)	(c)	(d)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2019/08/19 2019/11/11 12:19 頃 (84 日間)	2019/06/05 2019/11/20 0:18 頃 (168 日間)	2019/11/20 2020/02/26 0:18 頃 (98 日間)	2019/11/11 2020/03/02 12:19 頃 (112 日間)
衛星進行方向	南行	北行	北行	南行
電波照射方向	右	右	右	右
観測ﾓｰﾄﾞ*	U-U	U-U	U-U	U-U
入射角	37.5°	38.3°	38.3°	37.5°
偏波	HH	HH	HH	HH
垂直基線長	- 84 m	+ 141 m	- 19 m	+ 624 m

*U: 高分解能(3m)モード

薩摩硫黄島



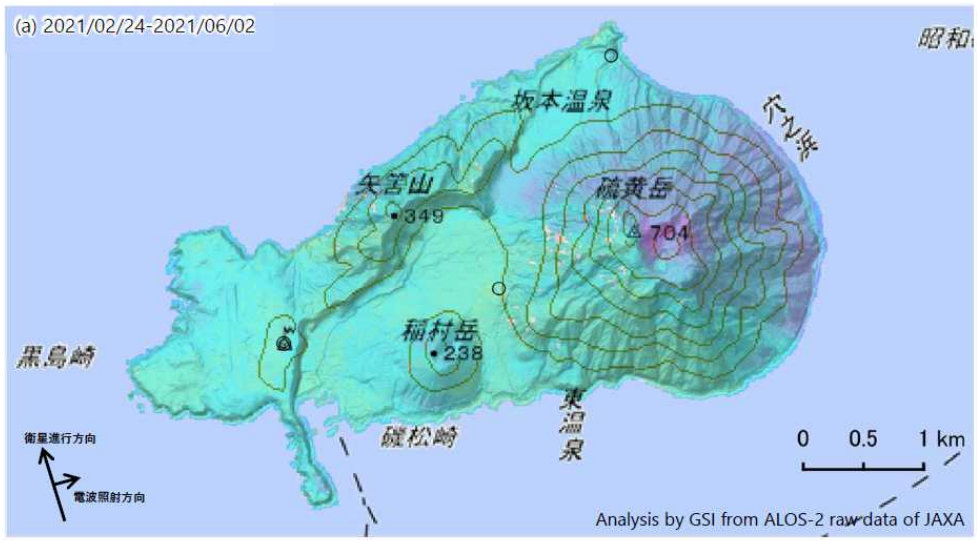


◎　国土地理院GNSS観測点
○　国土地理院以外のGNSS観測点

背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

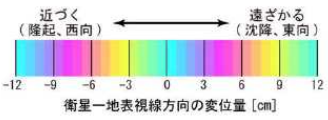
	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2018/08/10 2020/08/07 00:11頃 (728日間)	2020/06/08 2020/08/17 12:19頃 (70日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右(東)	右(西)
観測モード*	H-H	U-U
入射角	26.1°	37.5°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 145 m	+ 137 m

*　U：高分解能(3m)モード
　H：高分解能(6m)モード



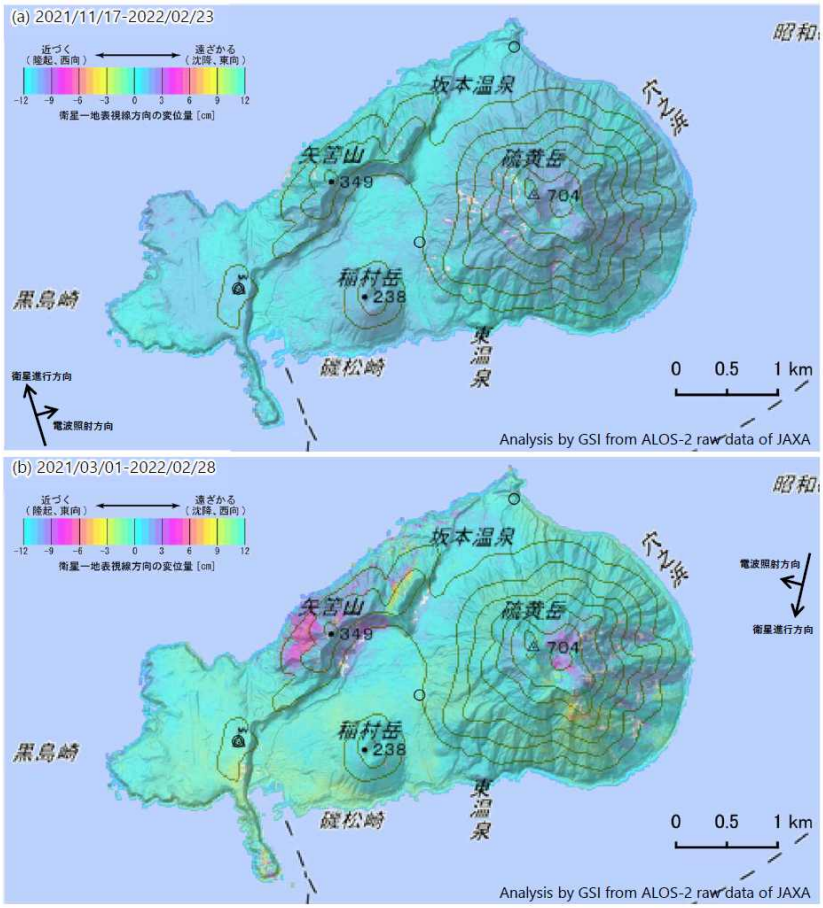
	(a)
衛星名	ALOS-2
観測日時	2021/02/24 2021/06/02 0:18頃 (98日間)
衛星進行方向	北行
電波照射方向	右(東)
観測モード*	U-U
入射角	38.3°
偏波	HH
垂直基線長	- 8 m

*　U：高分解能(3m)モード



◎　国土地理院GNSS観測点
○　国土地理院以外のGNSS観測点

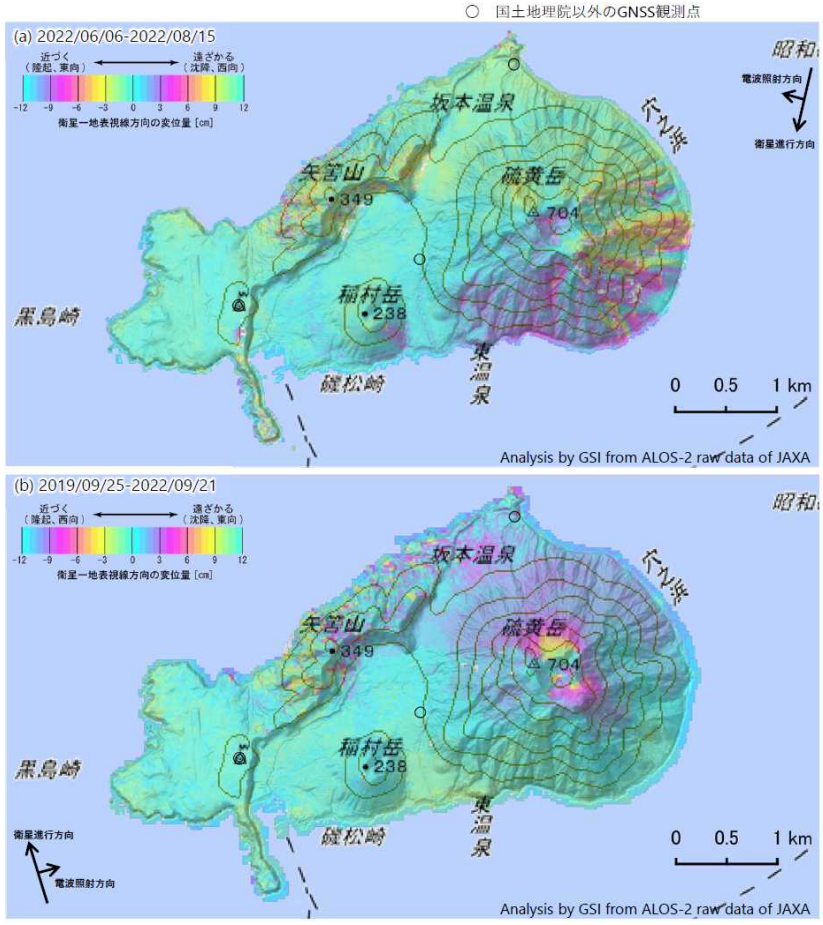
薩摩硫黄島



◎　国土地理院GNSS観測点
○　国土地理院以外のGNSS観測点

	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2021/11/17 2022/02/23 00:18頃 (98日間)	2021/03/01 2022/02/28 12:19頃 (364日間)
衛星進行方向	北行	南行
電波照射方向	右(東)	右(西)
観測モード*	U-U	U-U
入射角	38.3°	37.5°
偏波	HH	HH
垂直基線長	- 66 m	- 62 m

＊　U：高分解能(3m)モード

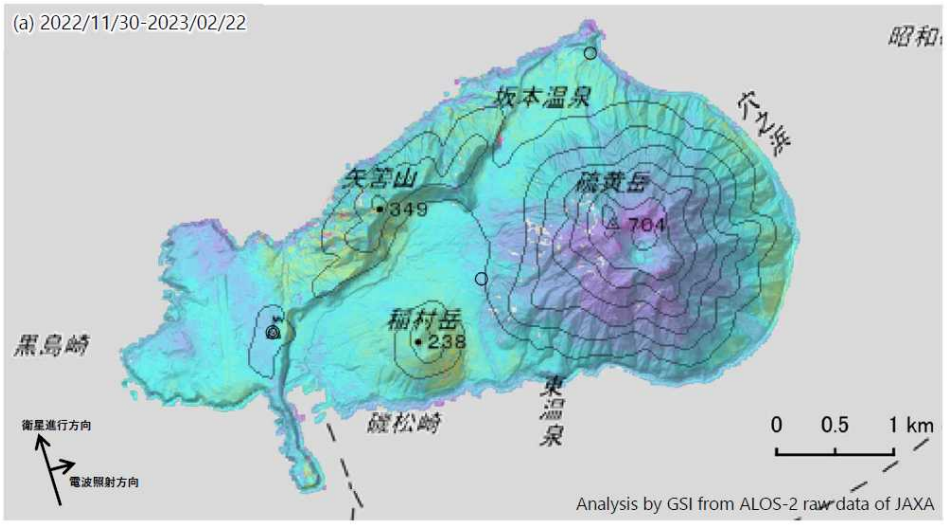


◎　国土地理院GNSS観測点
○　国土地理院以外のGNSS観測点

	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2022/06/06 2022/08/15 12:19頃 (70日間)	2019/09/25 2022/09/21 0:18頃 (1092日間)
衛星進行方向	南行	北行
電波照射方向	右(西)	右(東)
観測モード*	U-U	H-H
入射角	37.5°	38.3°
偏波	HH	HH
垂直基線長	- 317 m	- 92 m

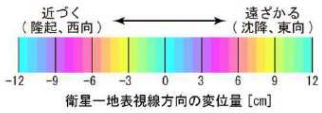
＊　U：高分解能(3m)モード
＊　H：高分解能(6m)モード

背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

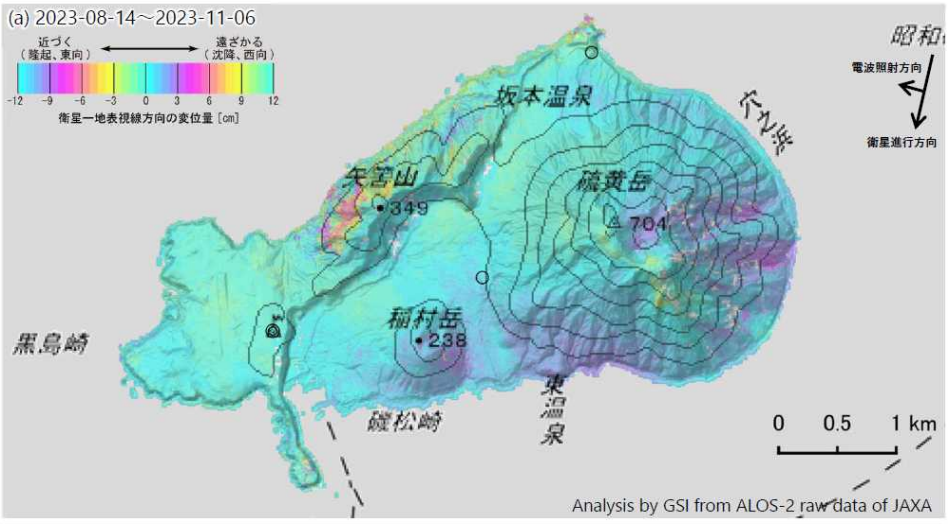


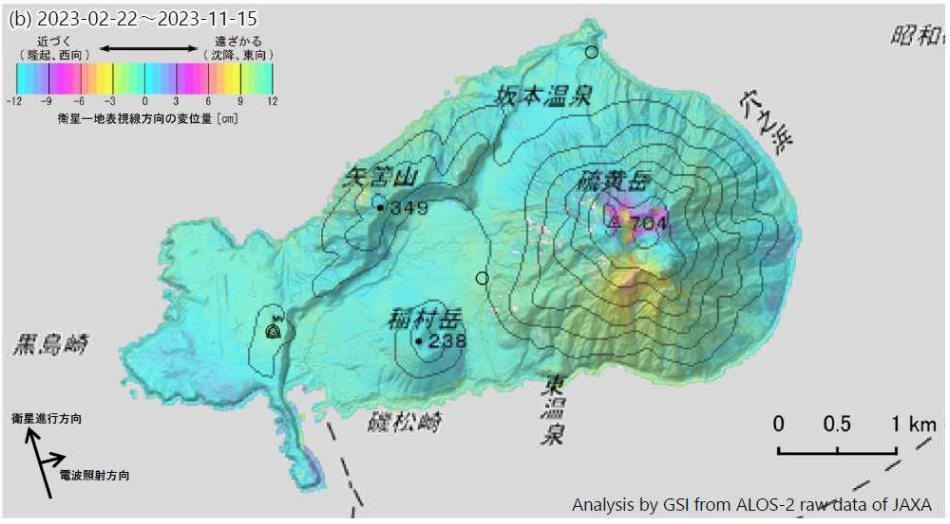
	(a)
衛星名	ALOS-2
観測日時	2022/11/30 2023/02/22 0:18頃 (84日間)
衛星進行方向	北行
電波照射方向	右(東)
観測モード*	U-U
入射角	38.3°
偏波	HH
垂直基線長	+ 2 m

＊　U：高分解能(3m)モード



◎　国土地理院GNSS観測点
○　国土地理院以外のGNSS観測点





	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2023-08-14 2023-11-06 12:19頃 (84日間)	2023-02-22 2023-11-15 0:18頃 (266日間)
衛星進行方向	南行	北行
電波照射方向	右(西)	右(東)
観測モード*	U-U	U-U
入射角	37.5°	38.3°
偏波	HH	HH
垂直基線長	- 58 m	- 98 m

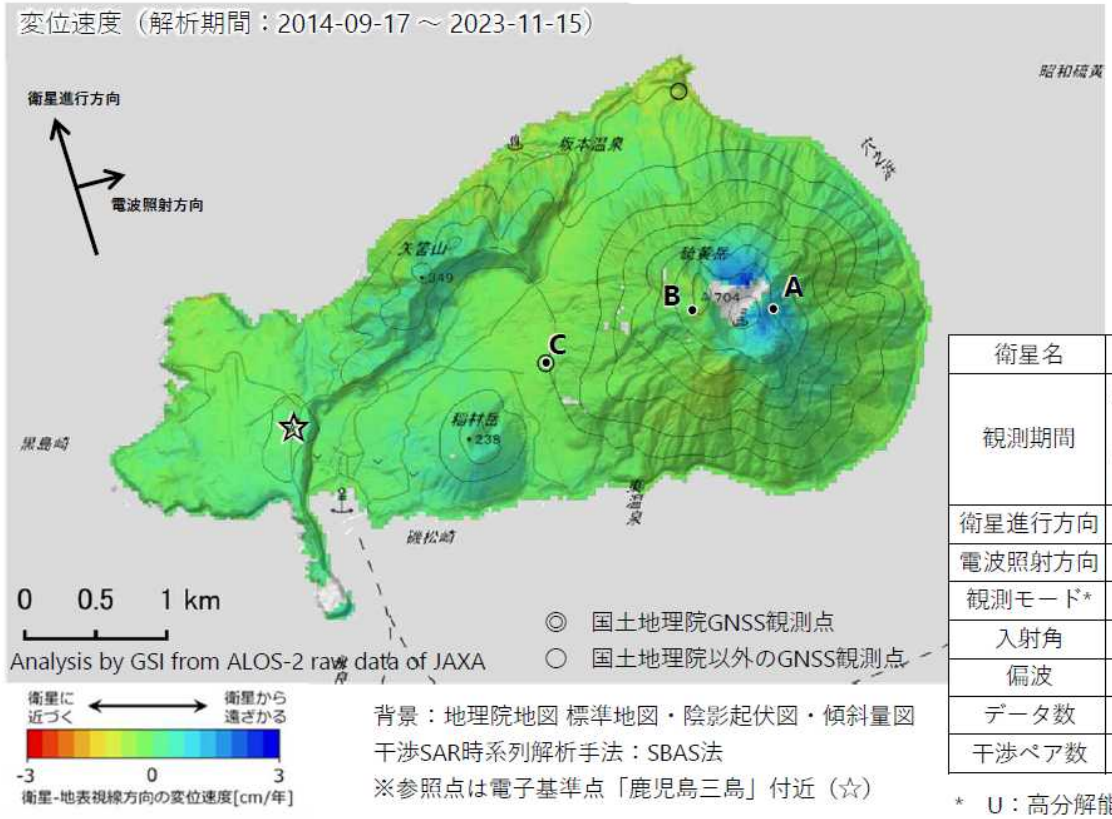
＊　U：高分解能(3m)モード

背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

◎　国土地理院GNSS観測点
○　国土地理院以外のGNSS観測点

第４図　「だいち２号」PALSAR-2 による薩摩硫黄島の解析結果

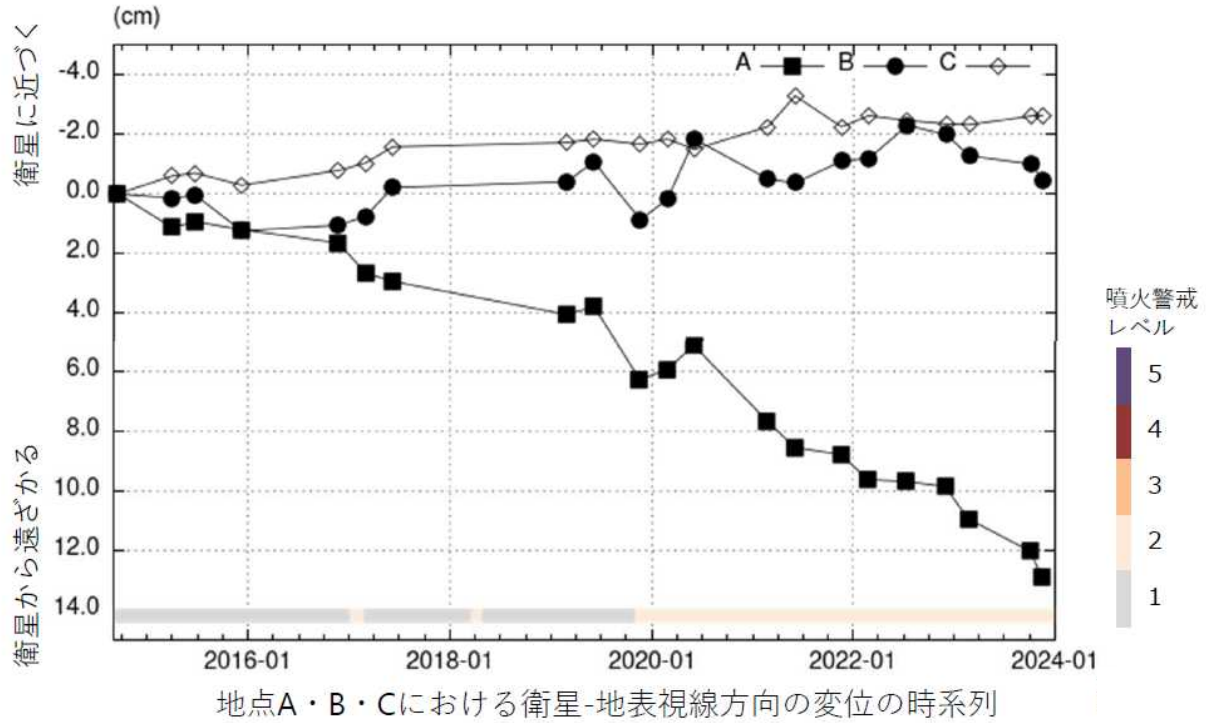
Fig.4 Interferometric analysis of SAR acquired by ALOS-2 PALSAR-2 of Satsuma-Iojima Volcano.



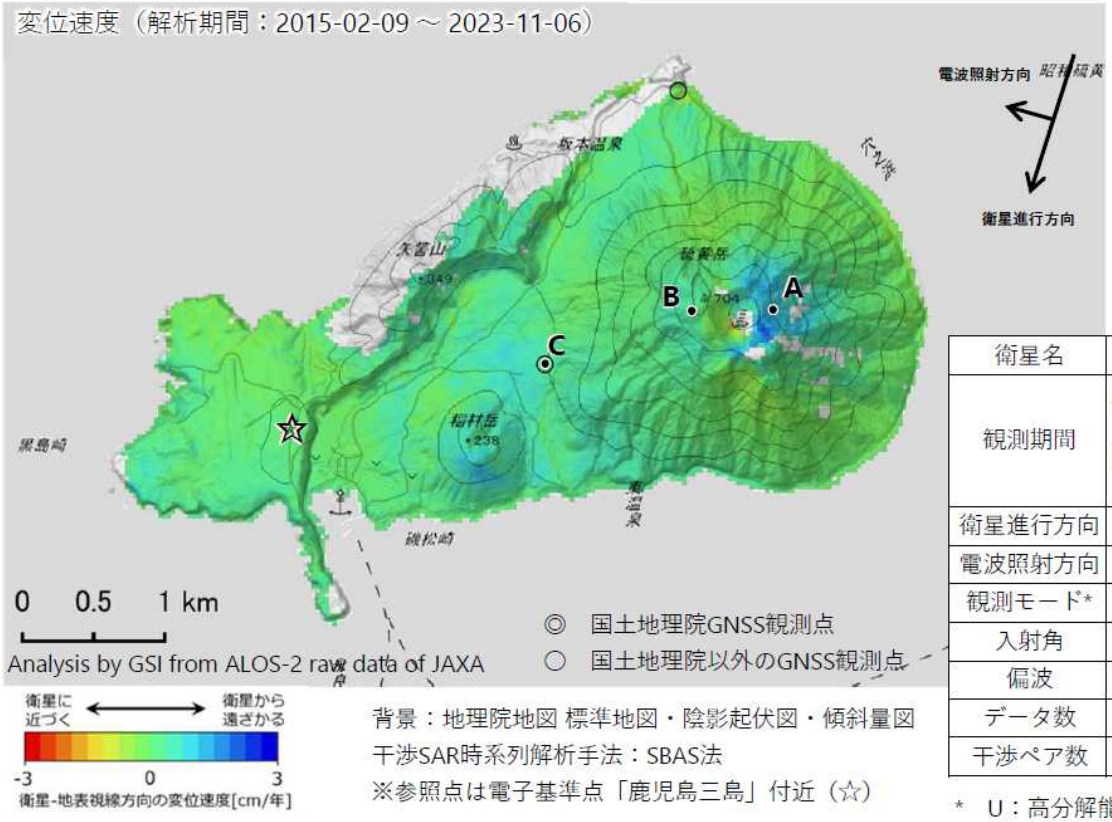
背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図
干渉SAR時系列解析手法：SBAS法
※参照点は電子基準点「鹿児島三島」付近（☆）

衛星名	ALOS-2
観測期間	2014-09-17 ～ 2023-11-15 (3346日間)
衛星進行方向	北行
電波照射方向	右(東)
観測モード*	U
入射角	38.3°
偏波	HH
データ数	21
干渉ペア数	61

＊ U：高分解能(3m)モード

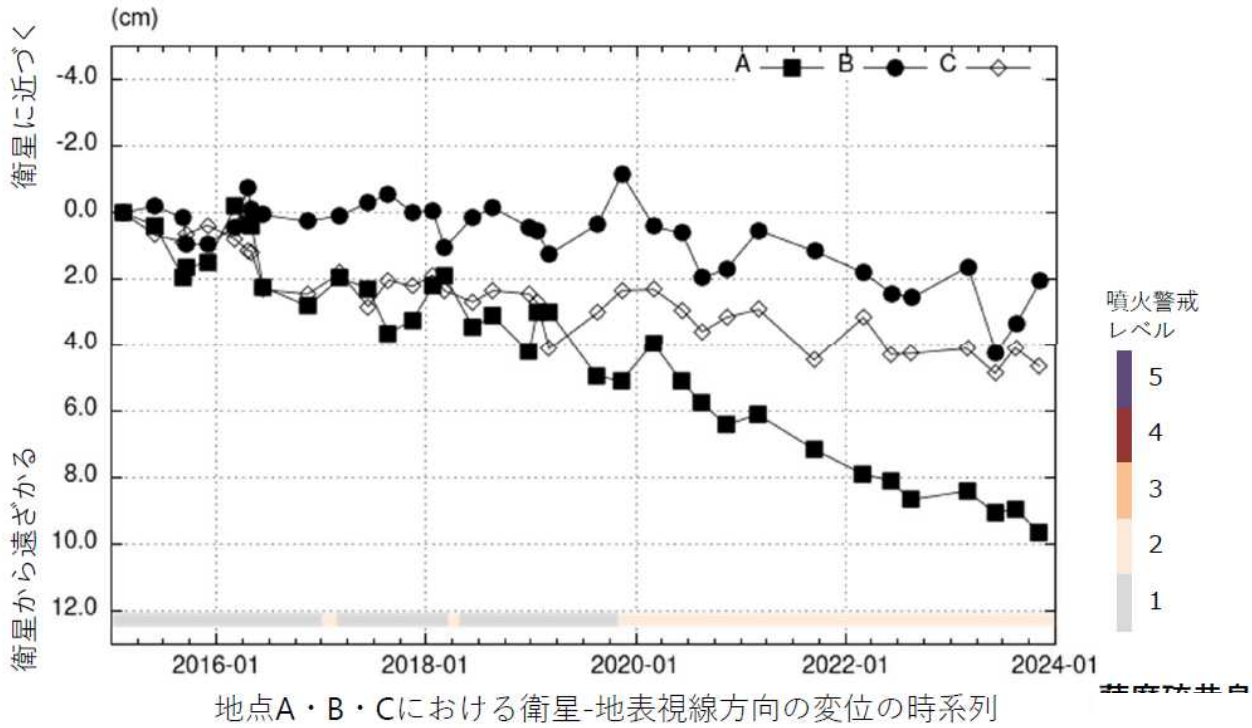


地点A・B・Cにおける衛星-地表視線方向の変位の時系列



衛星名	ALOS-2
観測期間	2015-02-09 ～ 2023-11-06 (3192日間)
衛星進行方向	南行
電波照射方向	右(西)
観測モード*	U
入射角	37.5°
偏波	HH
データ数	36
干渉ペア数	84

＊　U：高分解能(3m)モード



第５図　「だいち２号」PALSAR-2 による薩摩硫黄島の時系列解析結果

Fig.5 Time-Series Interferometric SAR of ALOS-2 PALSAR-2 of Satsuma-Iojima Volcano.