霧島山周辺の地殻変動*

Crustal Deformations around Kirishima Volcano

国土地理院
Geospatial Information Authority of Japan

第１図は、霧島山周辺における GNSS 連続観測結果である。

第 1-1 図上段に基線図の配置を、中段に各観測局の保守履歴を示した。下段は、上段に示した基線の基線長変化グラフ（2018 年 11 月～2023 年 11 月）であり、下段上は長期の時系列、下段下は短期の時系列である。

第 1-2 図は上段に第 1-1 図より狭い範囲での基線図の配置を、下段にその基線の基線長変化グラフ（2018 年 11 月～2023 年 11 月）を示した。下段上は長期の時系列、下段下は短期の時系列である。

第 1-3 図の上段に硫黄山、韓国岳、新燃岳を囲む基線図の配置を示した。第 1-3 図下段は、第 1-3 図上段に示した基線の基線長変化グラフであり、最近約 25 年間（1997 年１月～2022 年 10 月）の時系列である。顕著な地殻変動は見られない。

第２図は、霧島山周辺の電子基準点、気象庁及び防災科学技術研究所の 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、「野尻」を固定局としている。第２図上段に最近３か月間（2023 年８月～2023 年 11 月）を、下段に最近１年間（2022 年 11 月～2023 年 11 月）を示した。

第３図は、「だいち２号」の SAR 干渉解析結果である。新燃岳火口内に 2018 年頃～2019 年頃にかけて膨張とみられる衛星に近づく変動が、また、2020 年頃以降は衛星から遠ざかる変動が見られる。また、硫黄山周辺で特定の期間で衛星に近づく変動が見られる。

第４図は、「だいち２号」の干渉 SAR 時系列解析結果である。硫黄山の地点 A 周辺に、衛星に近づく変動が見られる。

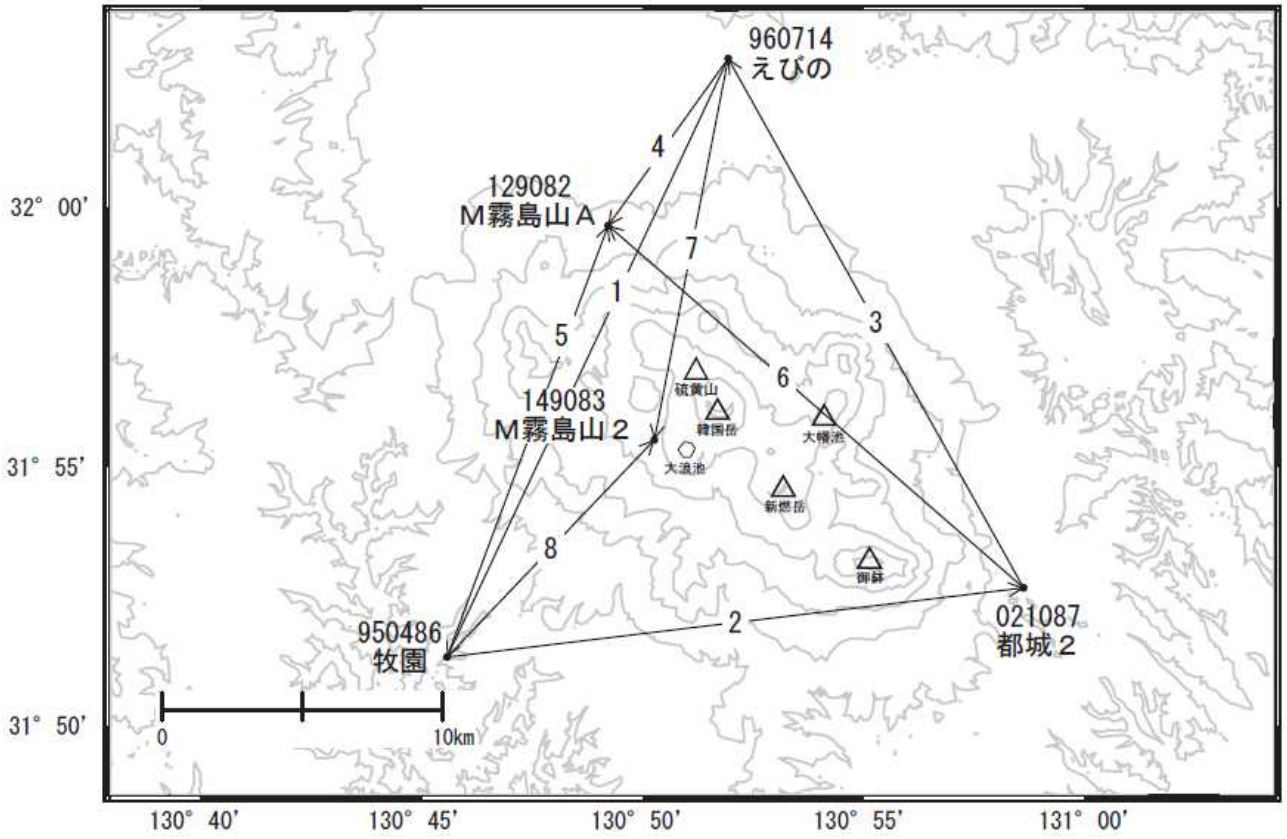
第５図は、GNSS観測データに基づき、時間依存のインバージョン手法により霧島地域の変動源を茂木ソースと仮定して体積の増減を時系列的に推定した結果である。第5-1図上段は推定に用いた観測点の配置と変動源の位置図で、下段は推定された体積増減の時系列である。全体として変動源は膨張傾向にある。第5-2図及び第5-3図は推定された各観測点の地殻変動（計算値）と観測値の比較であり、第5-2図は時系列グラフ、第5-3図はベクトル図である。このモデルから推定した計算値は比較的よく再現されている。

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

霧島山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(1)

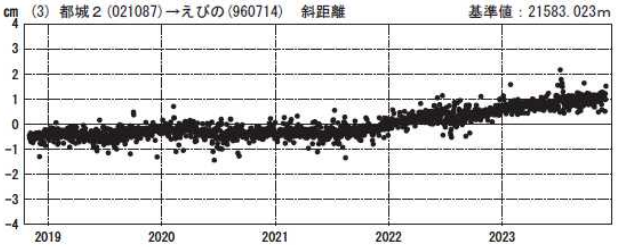


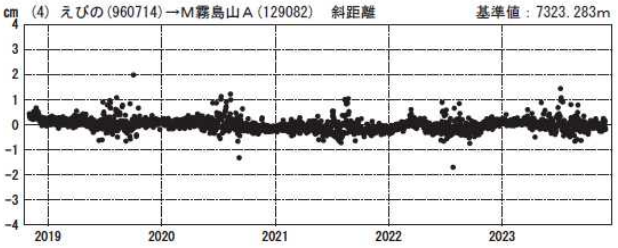
霧島山周辺の各観測局情報

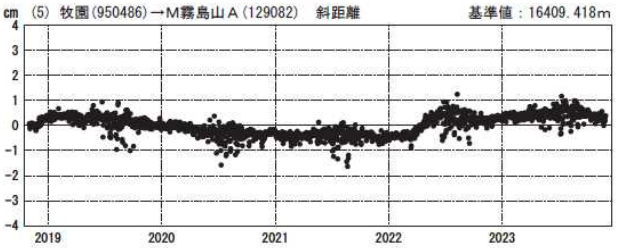
点番号	点名	日付	保守内容
950486	牧園	2023-01-30	アンテナ更新・受信機更新
960714	えびの	2019-10-04	受信機更新
021087	都城２	2021-01-25	受信機更新

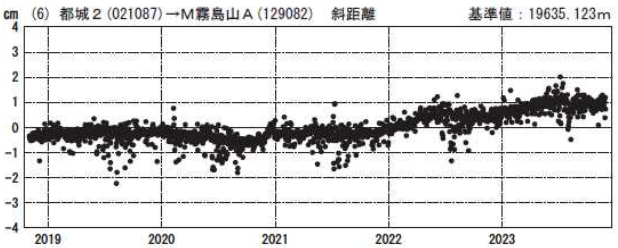
基線変化グラフ（長期）

期間：2018-11-01～2023-11-30 JST



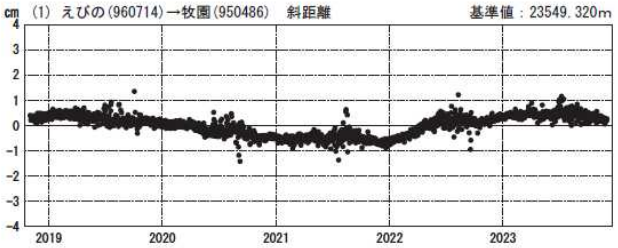


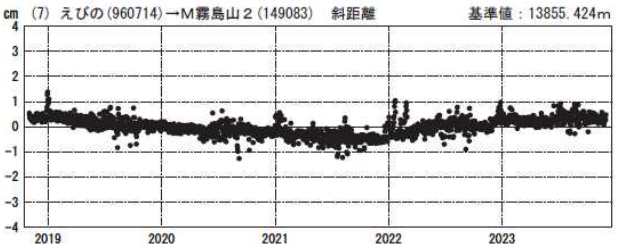


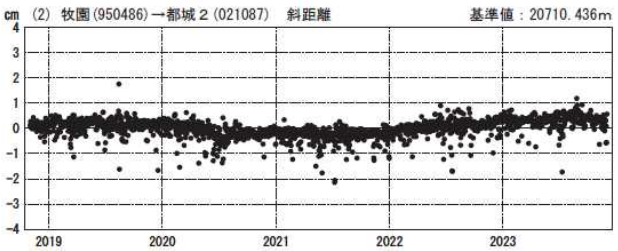


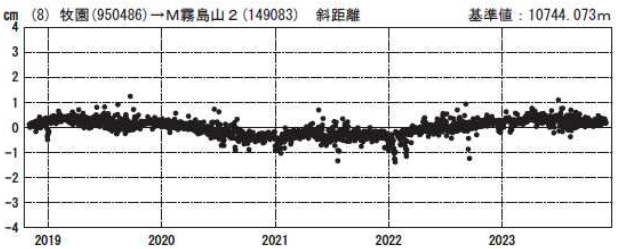
基線変化グラフ（長期）

期間：2018-11-01～2023-11-30 JST







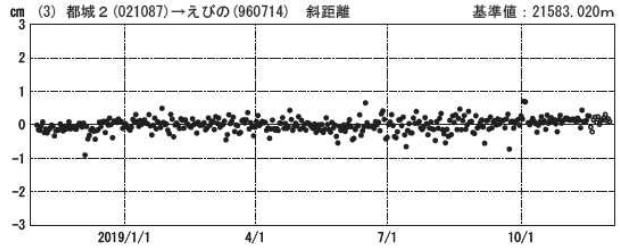


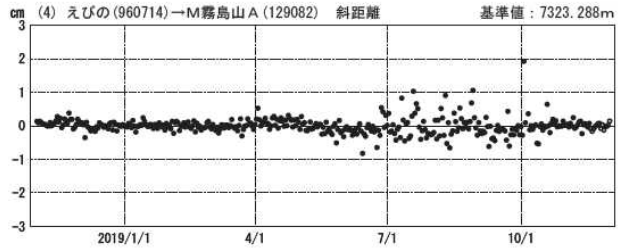
●---[F5:最終解]　○---[R5:速報解]　　※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

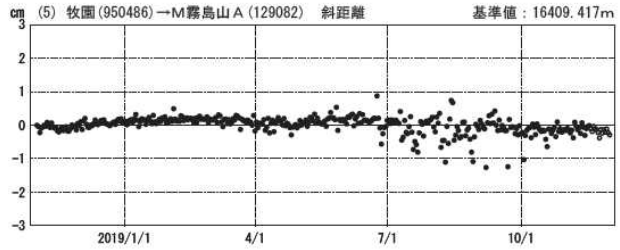
霧島山

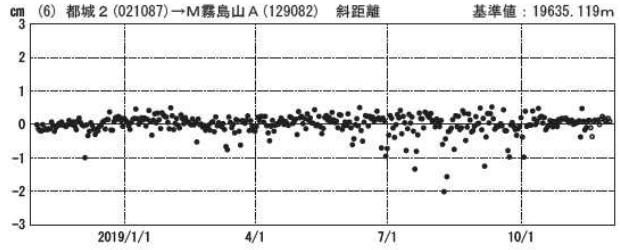
基線変化グラフ（短期）

期間：2018/11/01～2019/11/30 JST



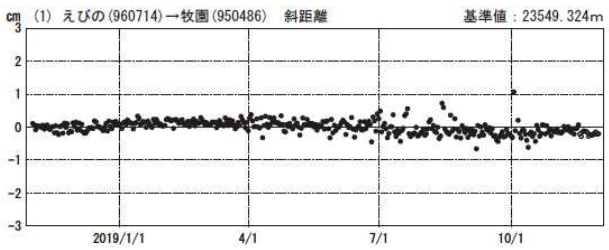


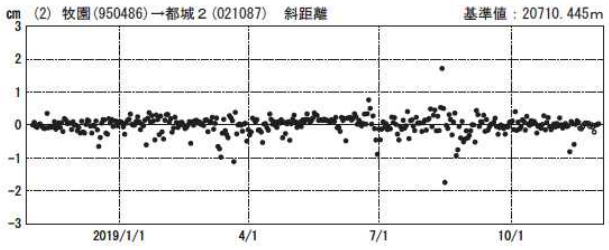


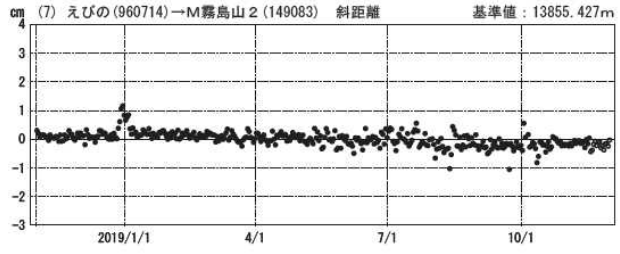


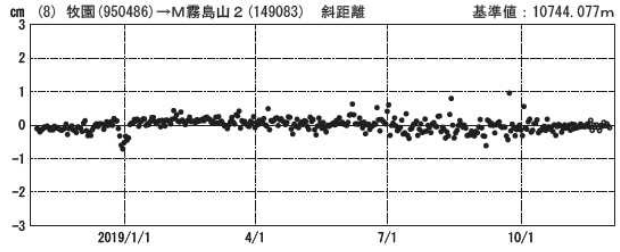
基線変化グラフ（短期）

期間：2018/11/01～2019/11/30 JST









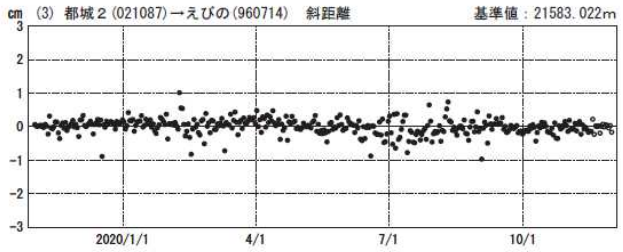
●---[F3:最終解]　○---[R3:速報解]

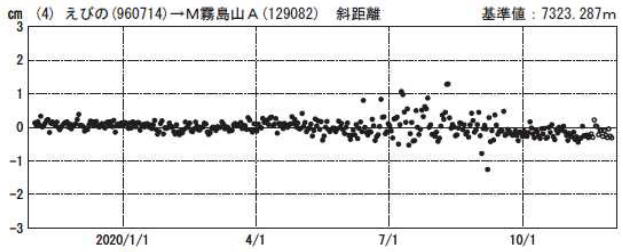
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

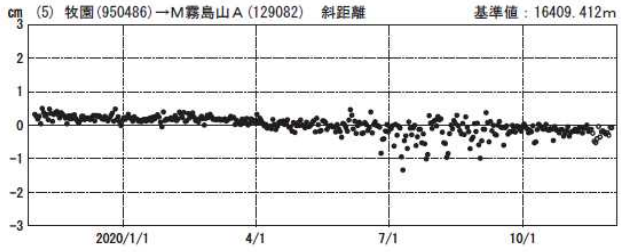
霧島山

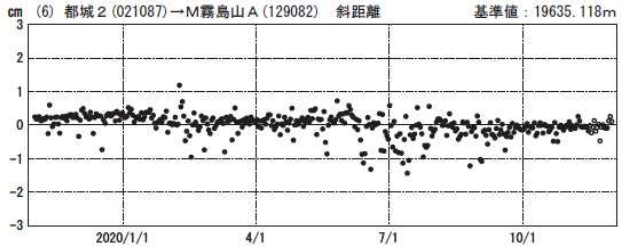
基線変化グラフ（短期）

期間：2019/11/01～2020/11/30 JST



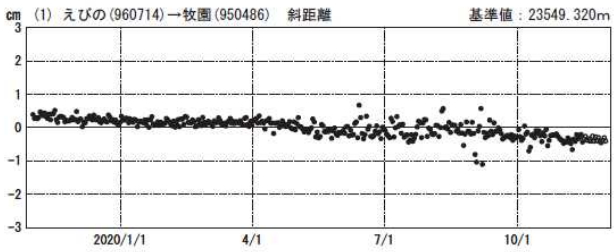


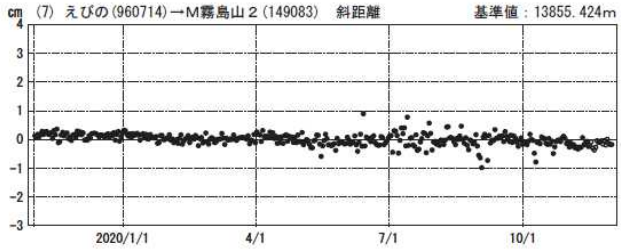


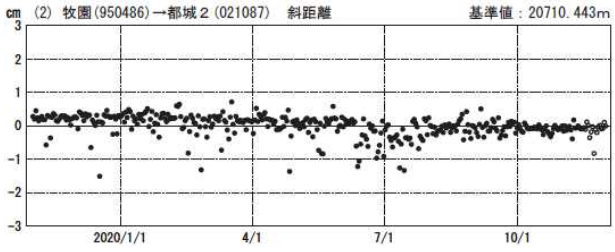


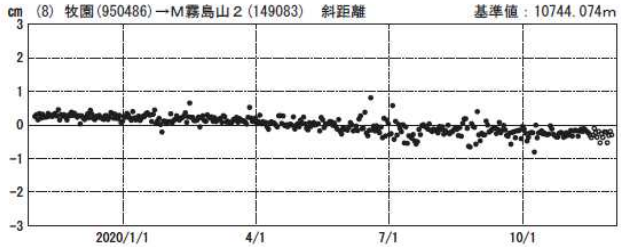
基線変化グラフ（短期）

期間：2019/11/01～2020/11/30 JST









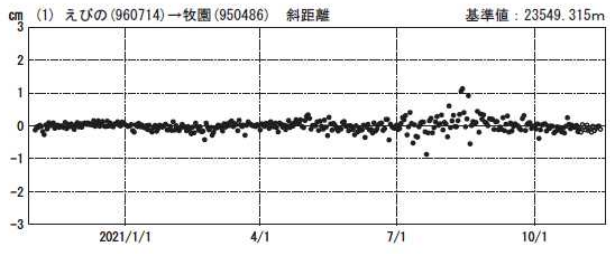
●---[F3:最終解]　○---[R3:速報解]

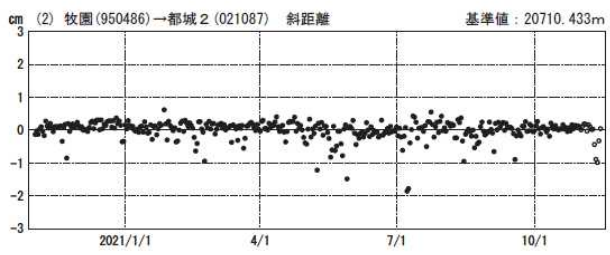
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

霧島山

基線変化グラフ（短期）

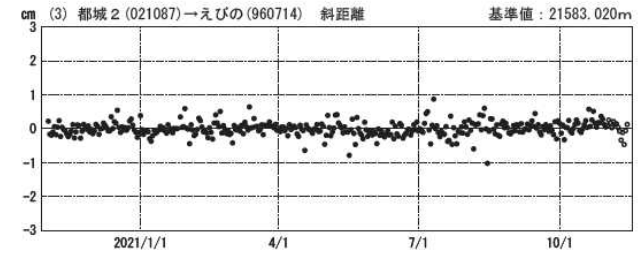
期間: 2020/11/01～2021/11/13 JST

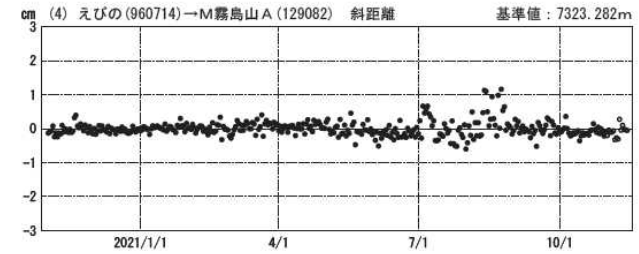


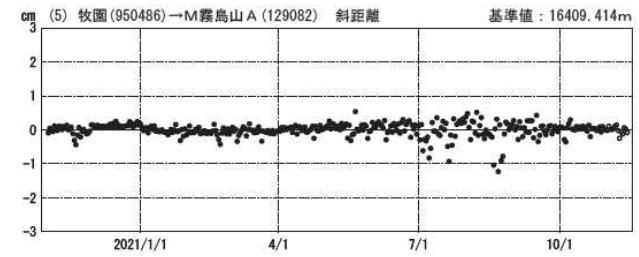


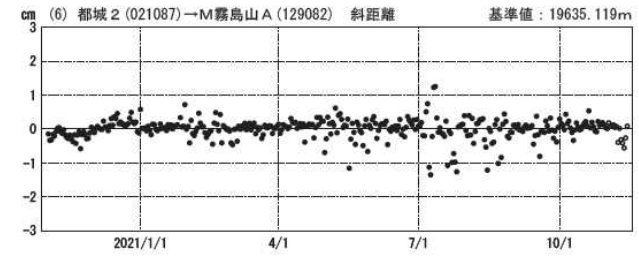
基線変化グラフ（短期）

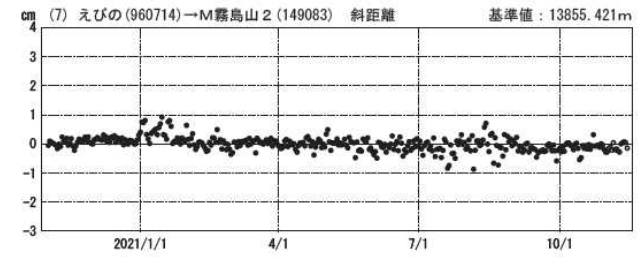
期間: 2020/11/01～2021/11/13 JST

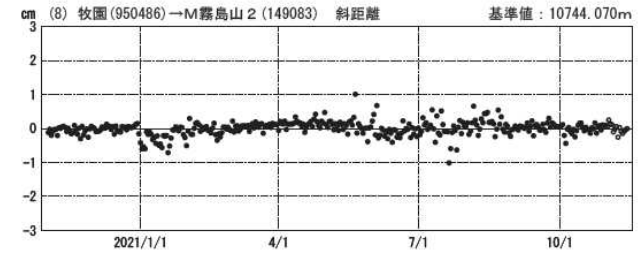










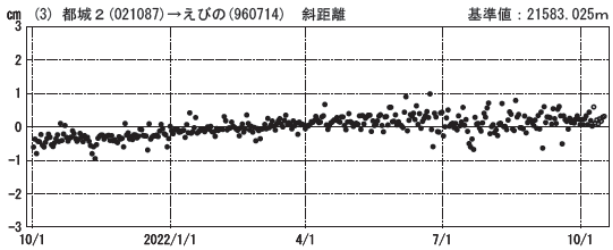


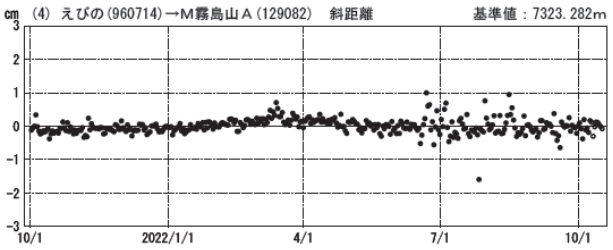
●---[F5:最終解]　○---[R5:速報解]　　※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

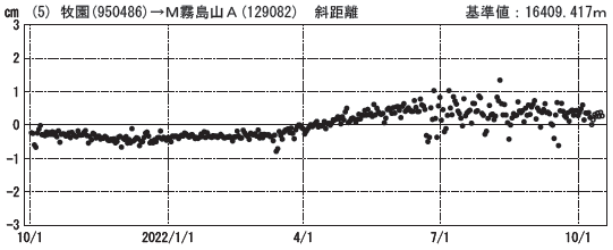
霧島山

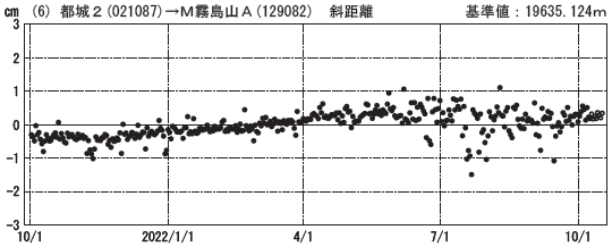
基線変化グラフ（短期）

期間：2021/10/01～2022/10/16 JST



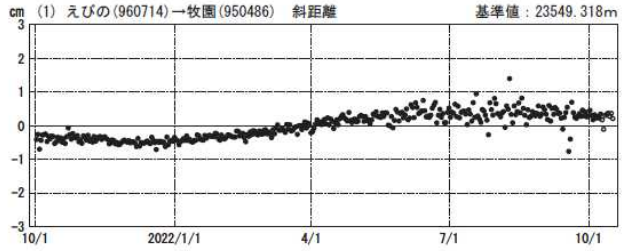


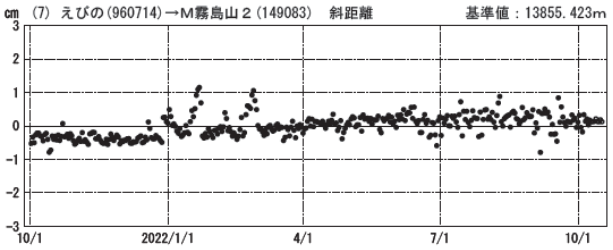


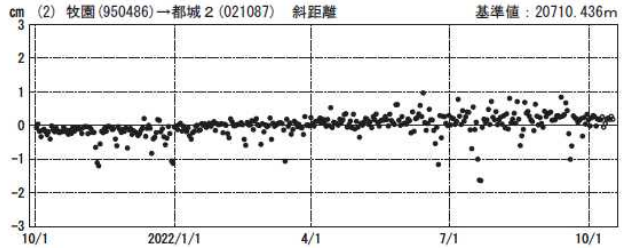


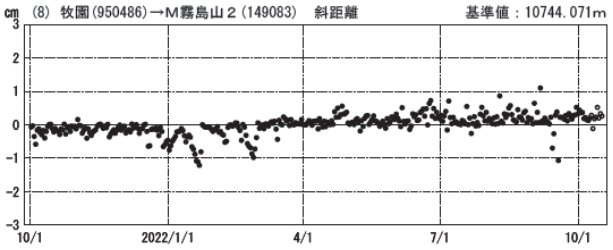
基線変化グラフ（短期）

期間：2021/10/01～2022/10/16 JST







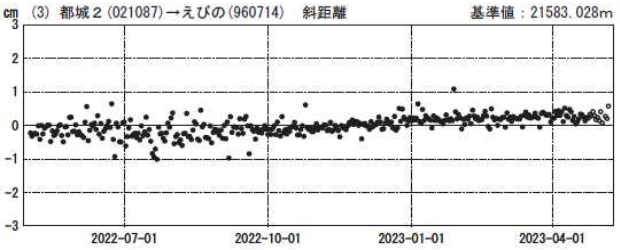


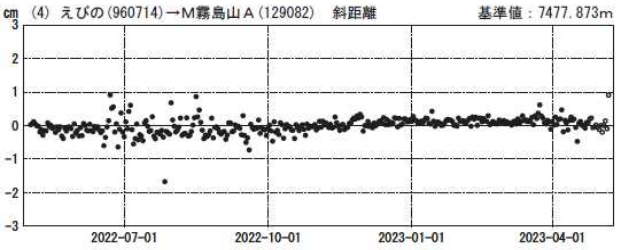
●---[F5:最終解]　○---[R5:速報解]　　※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

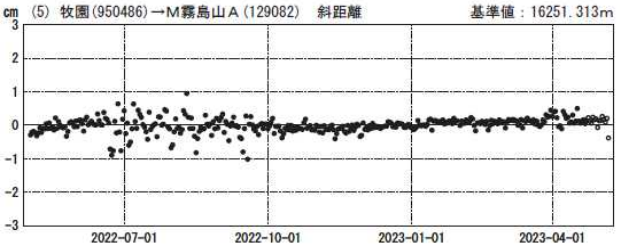
霧島山

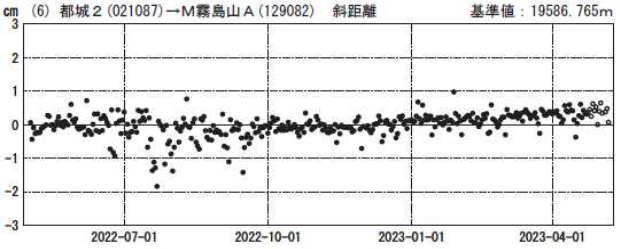
基線変化グラフ（短期）

期間：2022-05-01～2023-05-06 JST



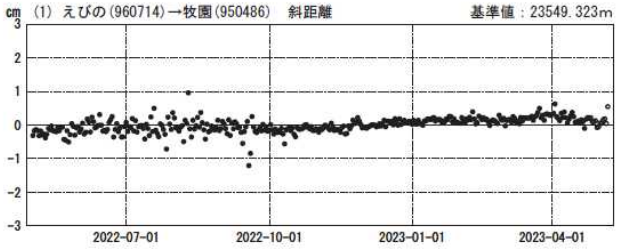


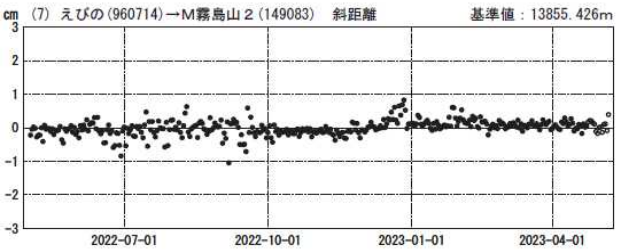


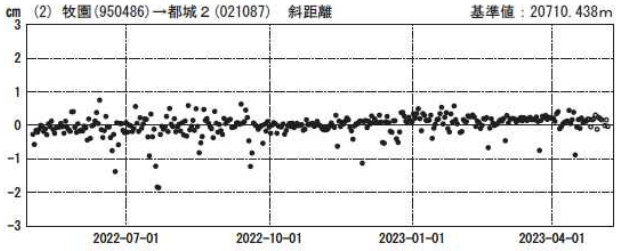


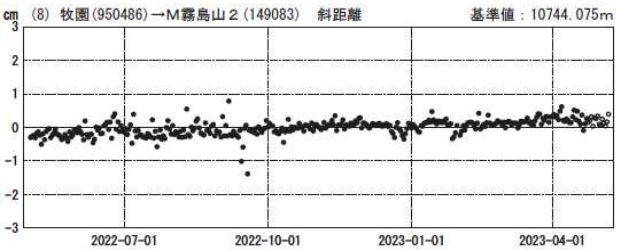
基線変化グラフ（短期）

期間：2022-05-01～2023-05-06 JST



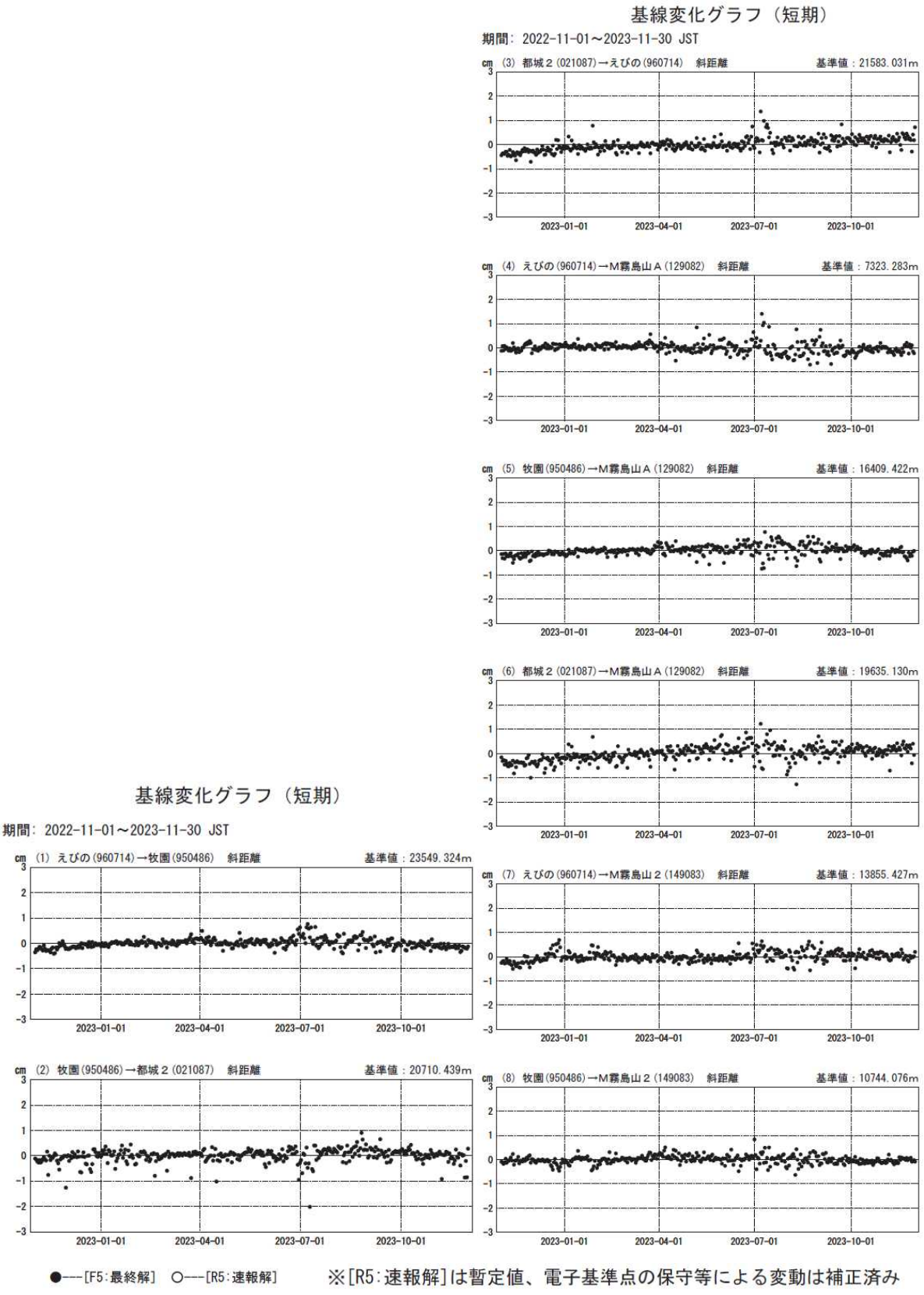






●---[F5:最終解]　○---[R5:速報解]　　※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

霧島山

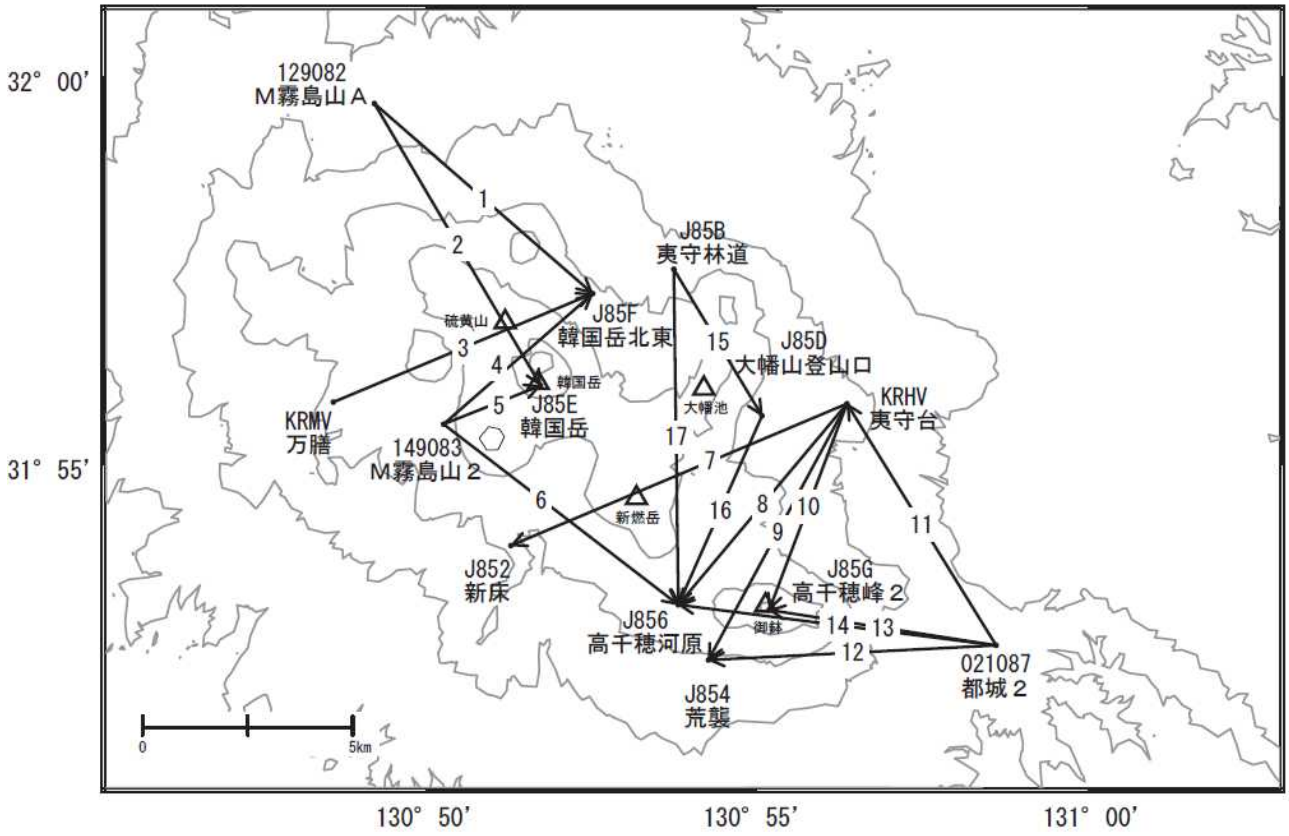


第 1-1 図　霧島山周辺の GNSS 連続観測基線図（上段）、観測局の保守履歴（中段）、
基線変化グラフ（下段：2018 年 11 月～2023 年 11 月）

Fig.1-1 (upper) Site location map of the GNSS continuous observation network around Kirishima Volcano;(middle) History of site maintenance; (lower) Time series of baseline length from November 2018 to November 2023.

霧島山

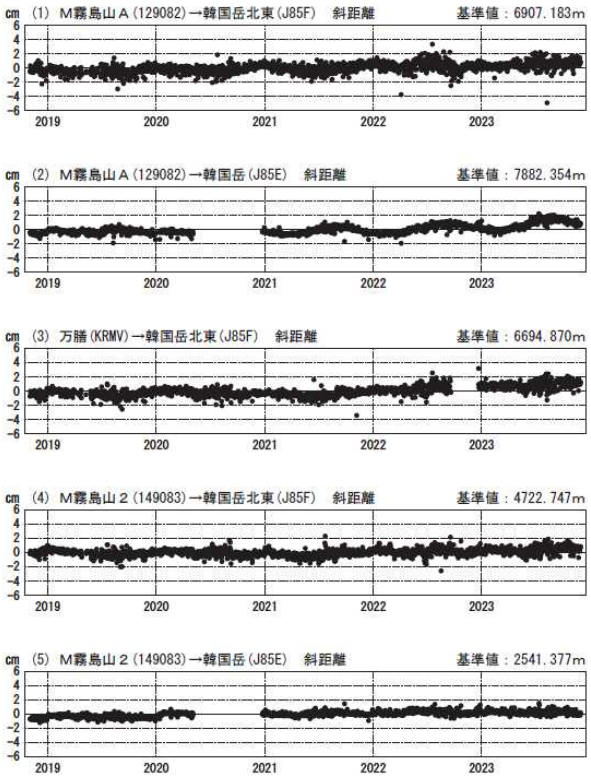
霧島山周辺GEONET(電子基準点等)による連続観測基線図(2)



霧島山

基線変化グラフ（長期）

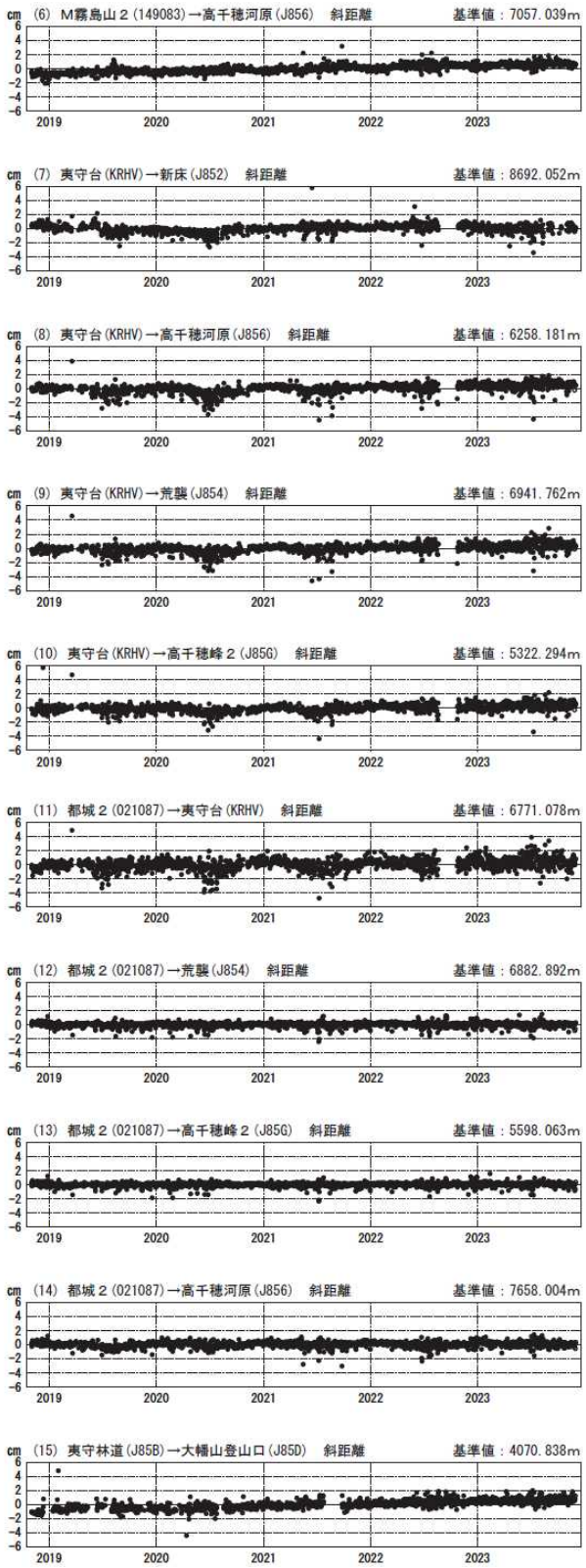
期間：2018-11-01～2023-11-30 JST



●---[F3:最終解]　○---[R3:速報解]

基線変化グラフ（長期）

期間：2018-11-01～2023-11-30 JST

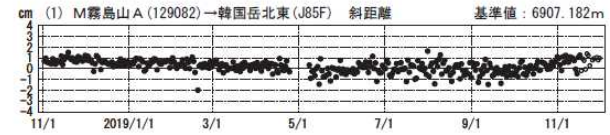


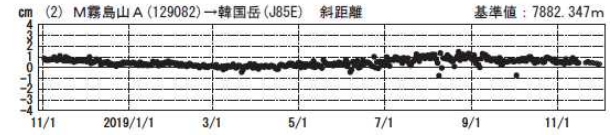
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

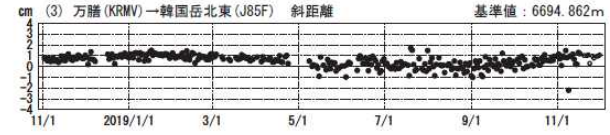
霧島山

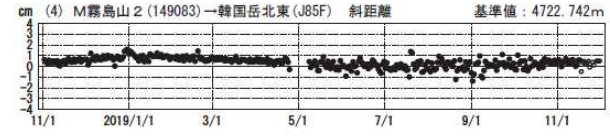
基線変化グラフ（短期）

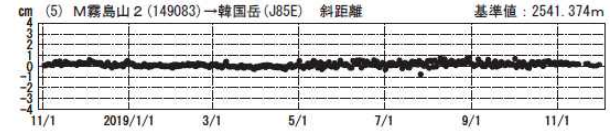
期間：2018/11/01～2019/11/30 JST





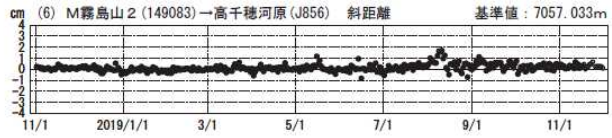


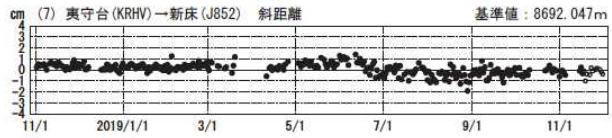


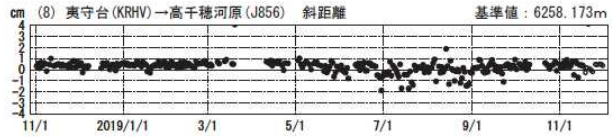


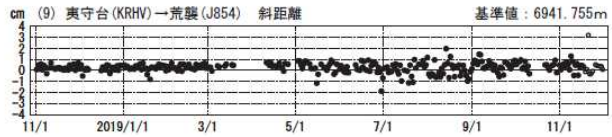
基線変化グラフ（短期）

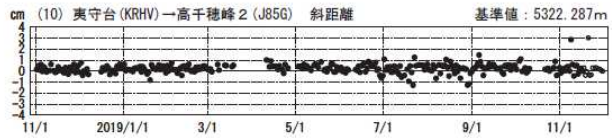
期間：2018/11/01～2019/11/30 JST

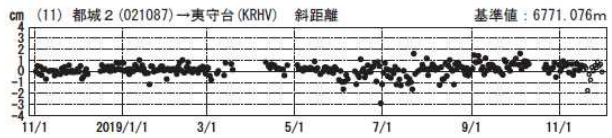


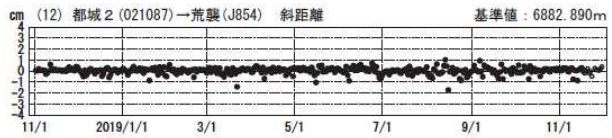


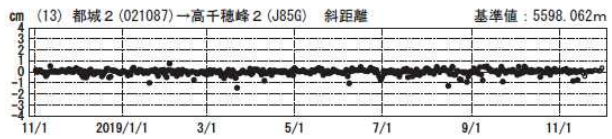


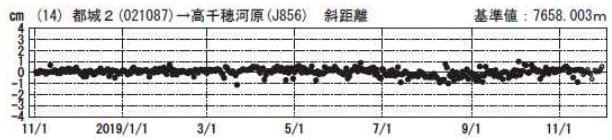












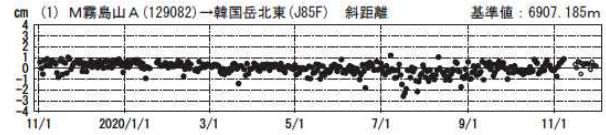
●---[F3:最終解]　○---[R3:速報解]

※[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

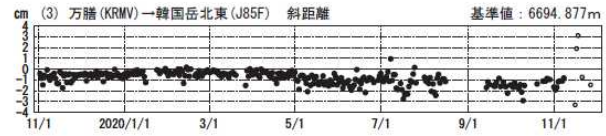
霧島山

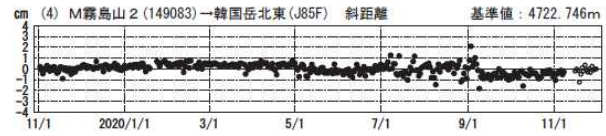
基線変化グラフ（短期）

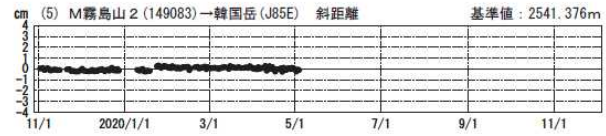
期間：2019/11/01～2020/11/30 JST





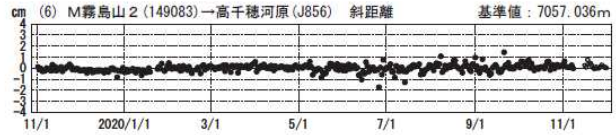


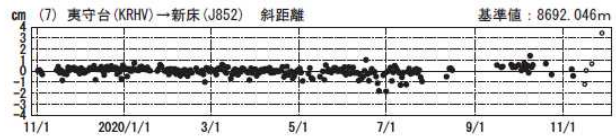


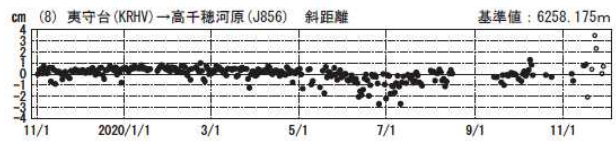


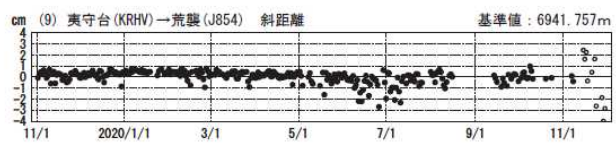
基線変化グラフ（短期）

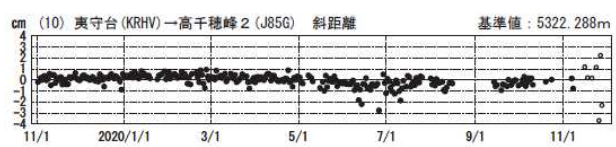
期間：2019/11/01～2020/11/30 JST

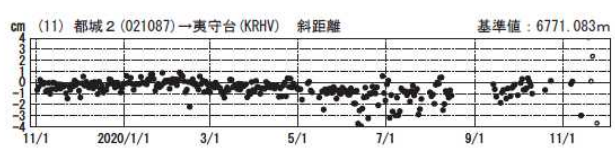


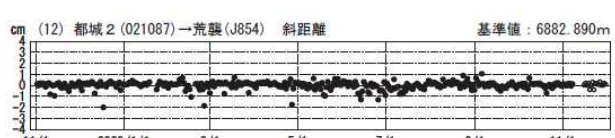


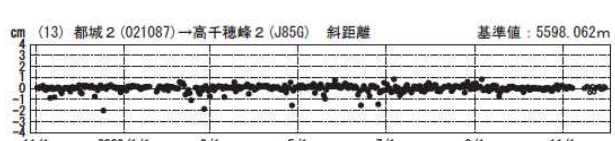


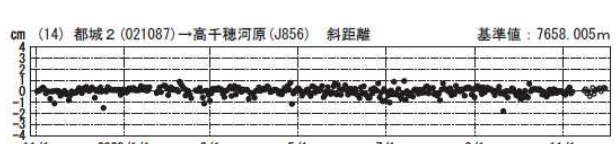












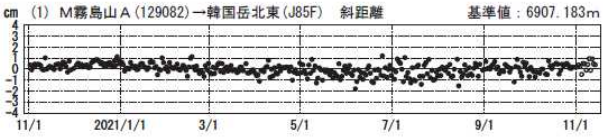
●---[F3:最終解]　○---[R3:速報解]

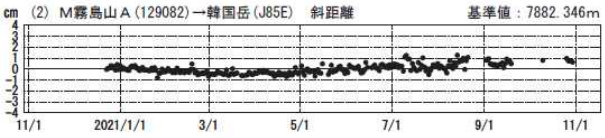
※[R3:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

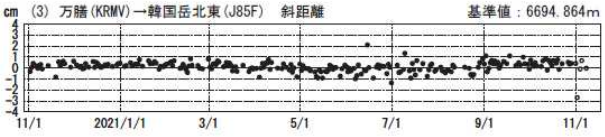
霧島山

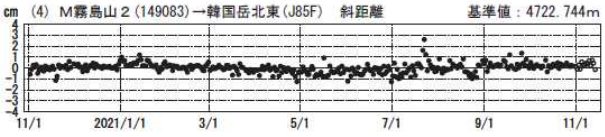
基線変化グラフ（短期）

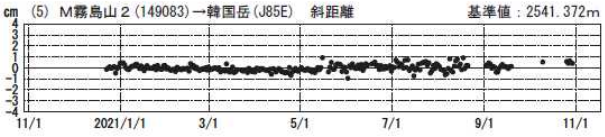
期間：2020/11/01～2021/11/13 JST





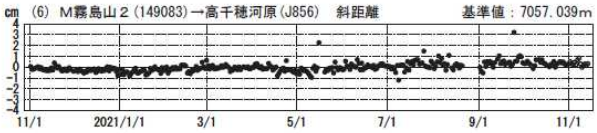


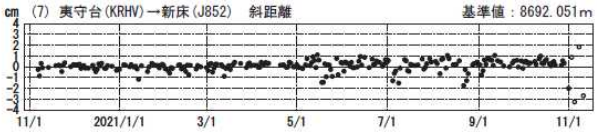


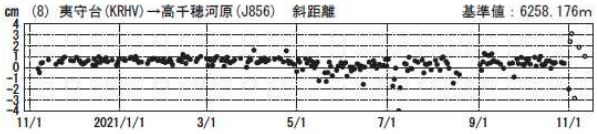


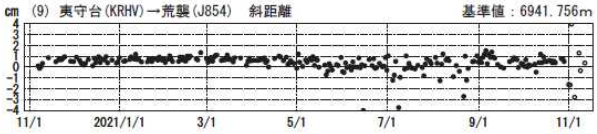
基線変化グラフ（短期）

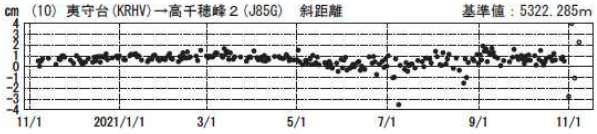
期間：2020/11/01～2021/11/13 JST

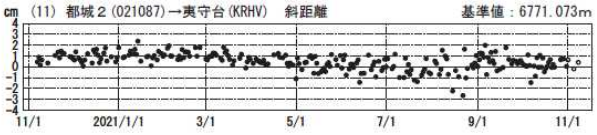


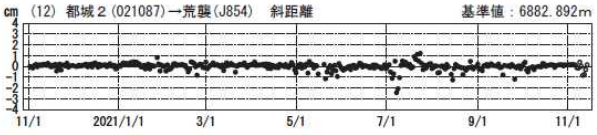


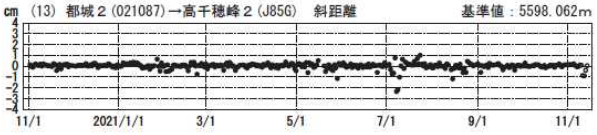


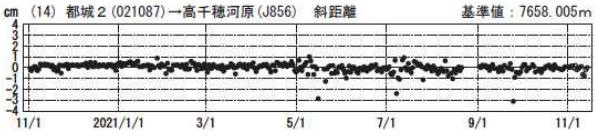


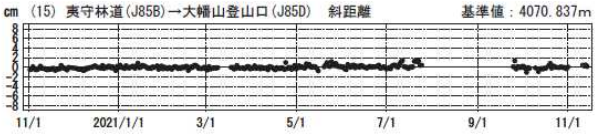










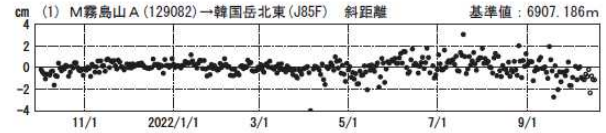


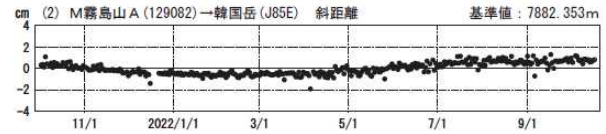
●---[F5:最終解]　○---[R5:速報解]　　※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

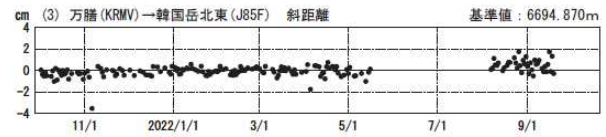
霧島山

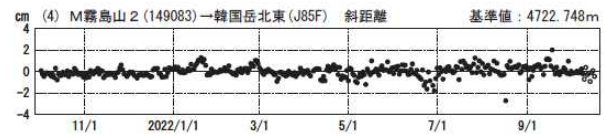
基線変化グラフ（短期）

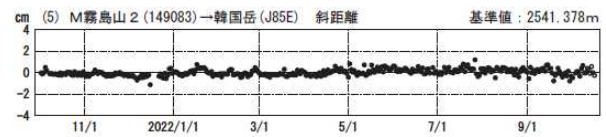
期間：2021/10/01～2022/10/16 JST





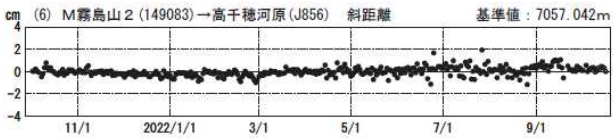


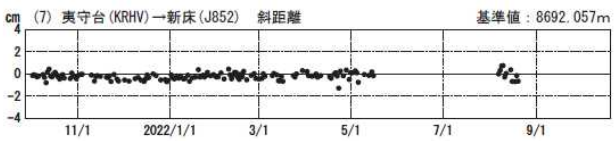


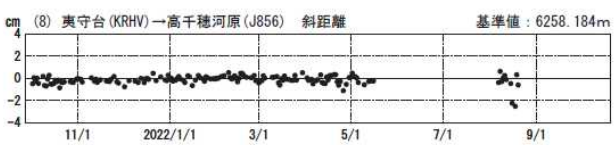


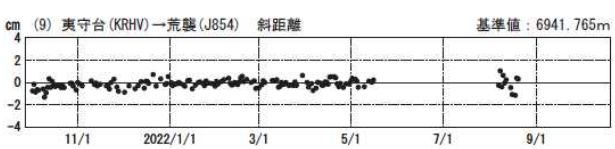
基線変化グラフ（短期）

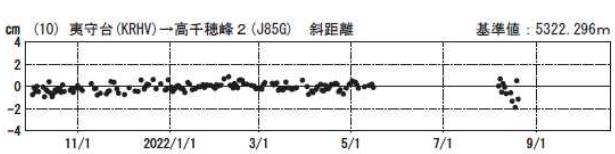
期間：2021/10/01～2022/10/16 JST

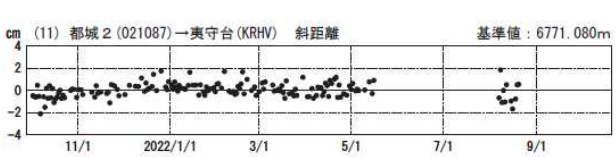


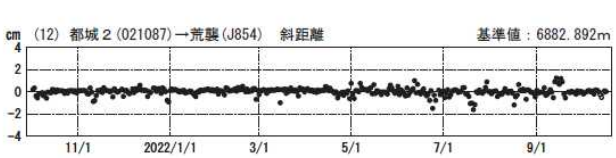


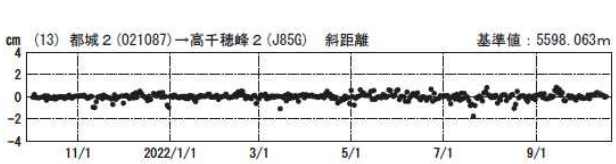


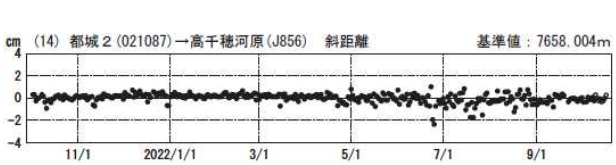


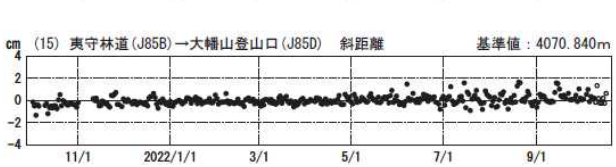










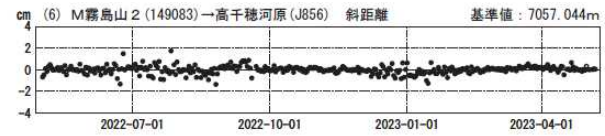


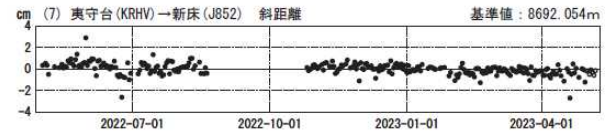
●---[F5:最終解]　○---[R5:速報解]　　※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

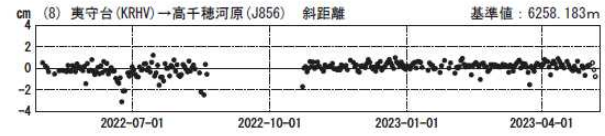
霧島山

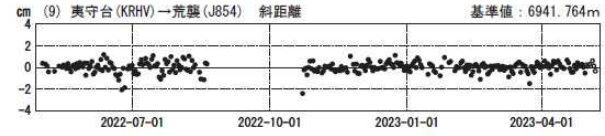
基線変化グラフ（短期）

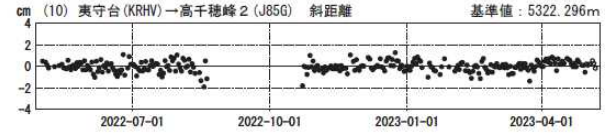
期間：2022-05-01～2023-05-06 JST





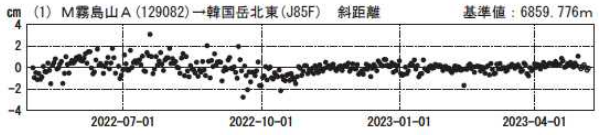


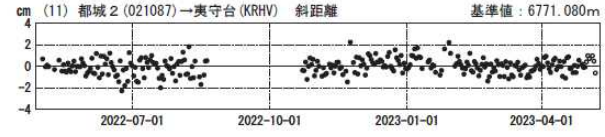


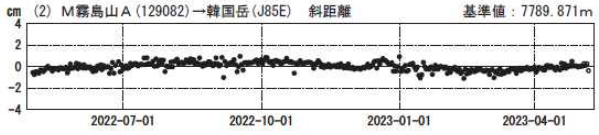


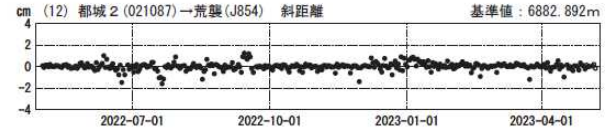
基線変化グラフ（短期）

期間：2022-05-01～2023-05-06 JST

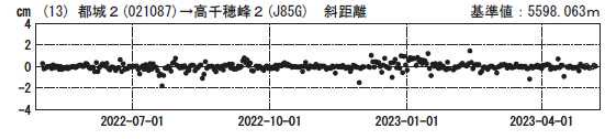


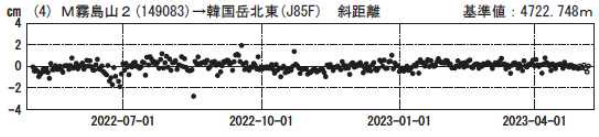


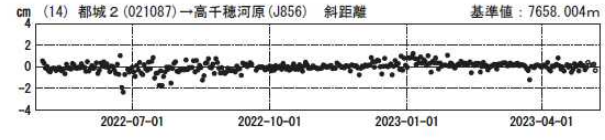


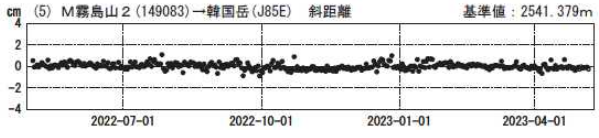


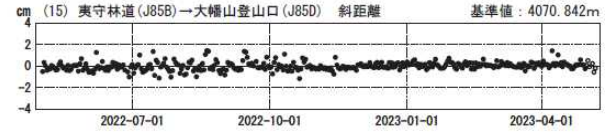






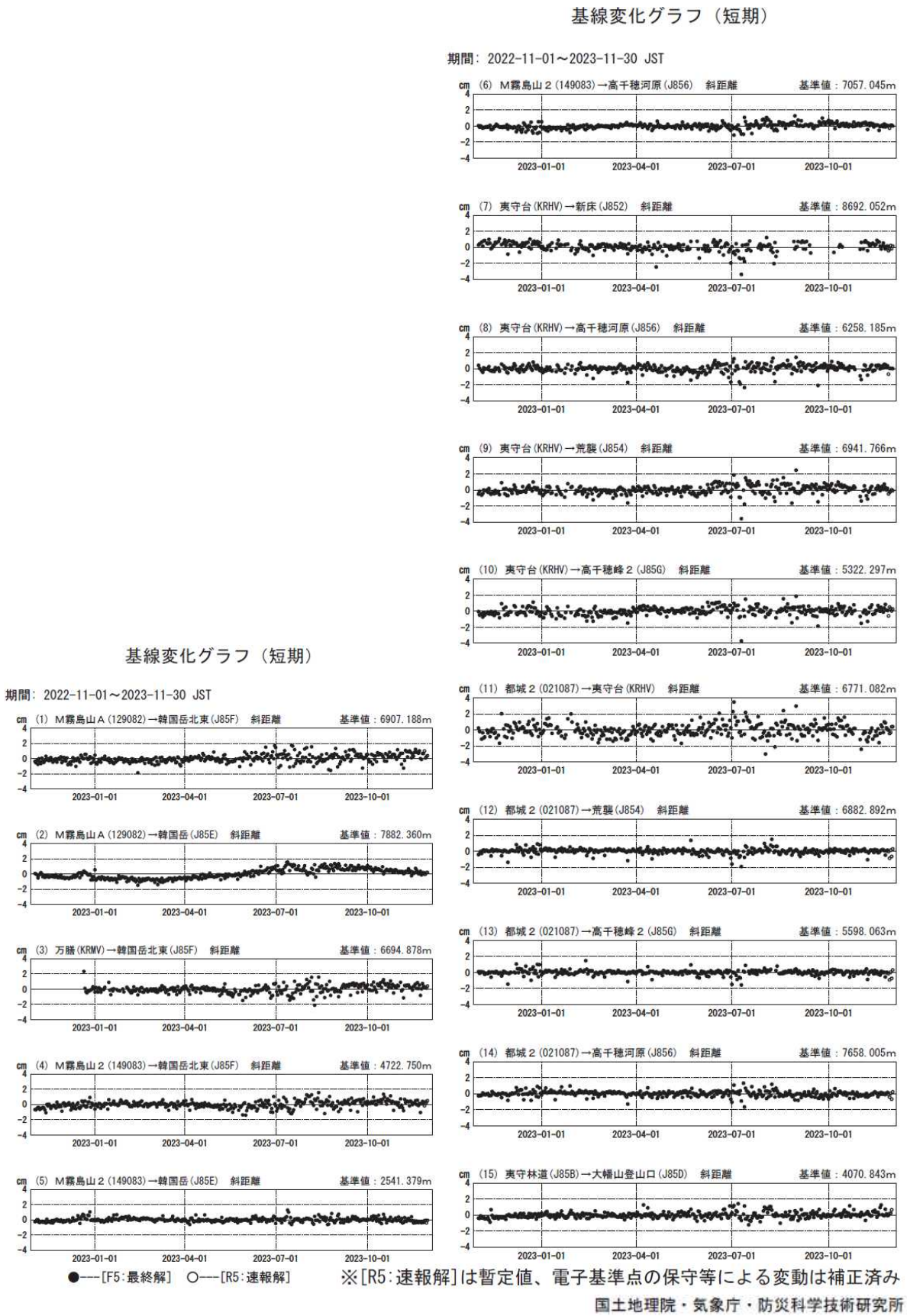






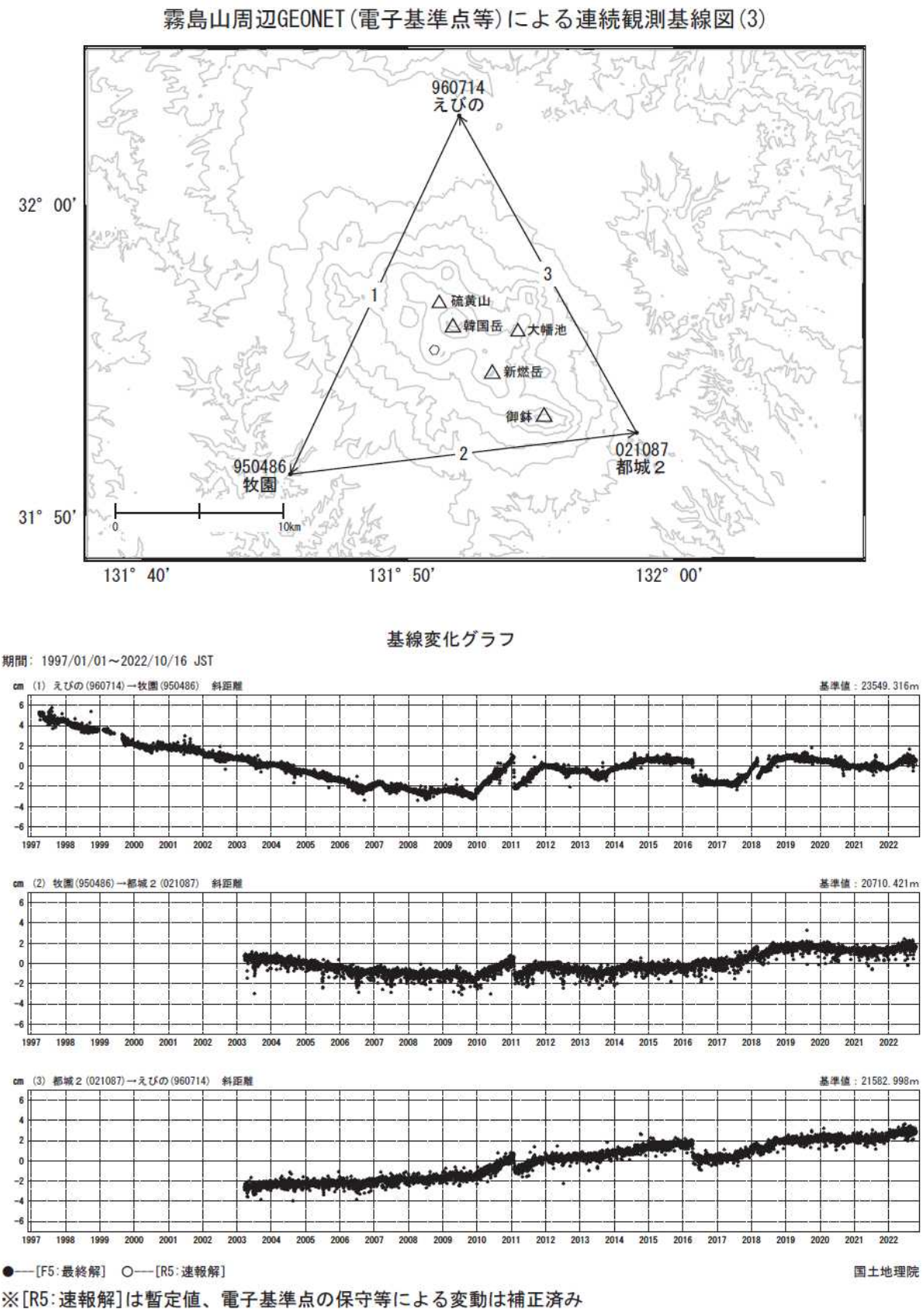
●---[F5:最終解]　○---[R5:速報解]　　※[R5:速報解]は暫定値、電子基準点の保守等による変動は補正済み

霧島山



第 1-2 図　霧島山周辺の 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）

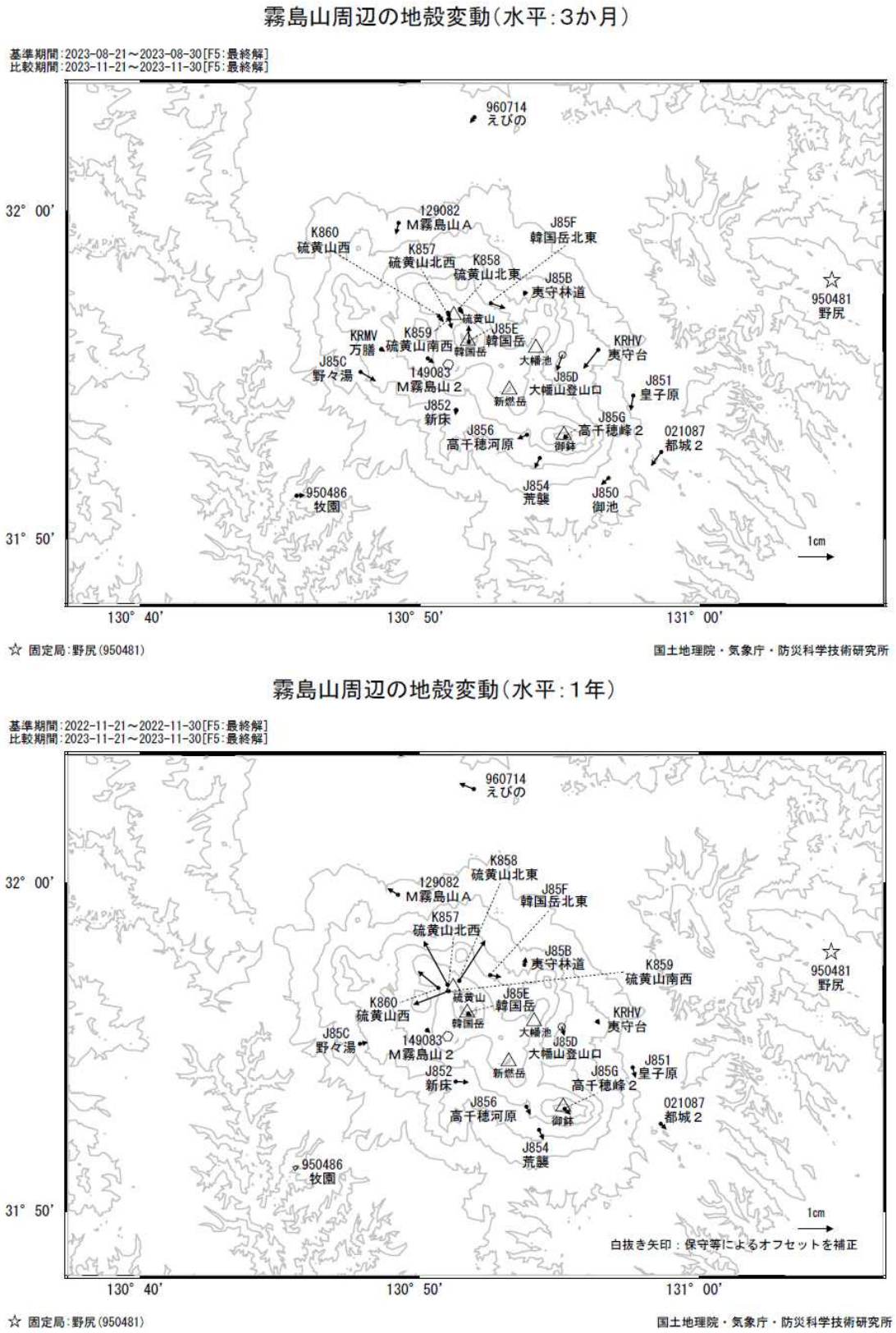
Fig.1-2 (upper) Site location map of the GNSS continuous observation network around Kirishima Volcano; (lower) Time series of baseline length from November 2018 to November 2023.



第 1-3 図　霧島山周辺の GNSS 連続観測基線図(上段)と基線変化グラフ(下段　1997 年 1 月～2022 年 10 月)

Fig.1-3 (upper) Site location map of the continuous GNSS observation network around Kirishima Volcano;
(lower) Time series of baseline length of continuous GNSS observation from January 1997 to October 2022.

霧島山

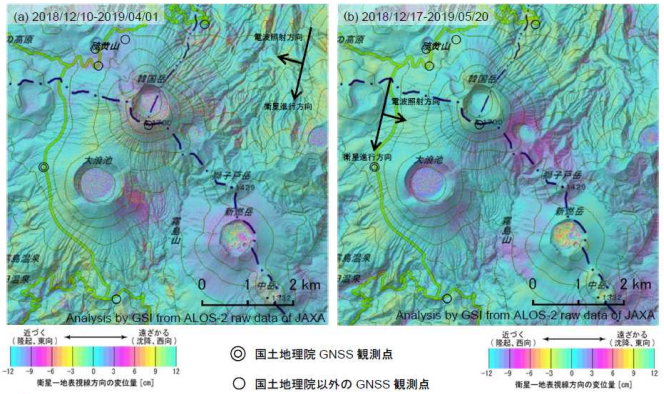


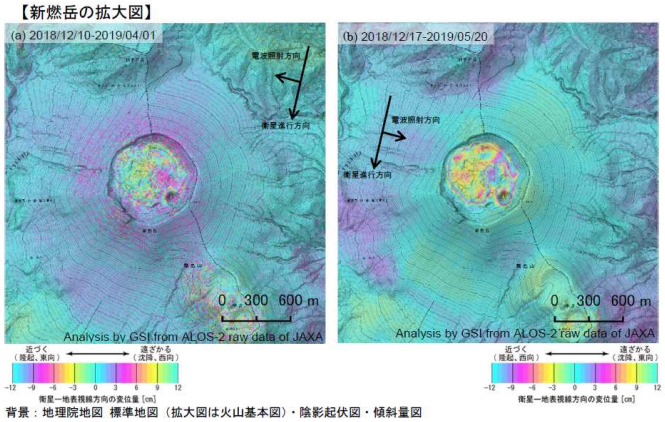
第２図　霧島山周辺の電子基準点・気象庁・防災科学技術研究所 GNSS 観測点の統合解析による水平変動ベクトル図（上段：2023 年８月～2023 年 11 月、下段：2022 年 11 月～2023 年 11 月）

Fig.2 Horizontal displacement of GEONET, JMA and NIED stations by the combined analyzing system around Kirishima Volcano;
(upper) from October 2018 to February 2019, (lower) from January 2018 to February 2019.

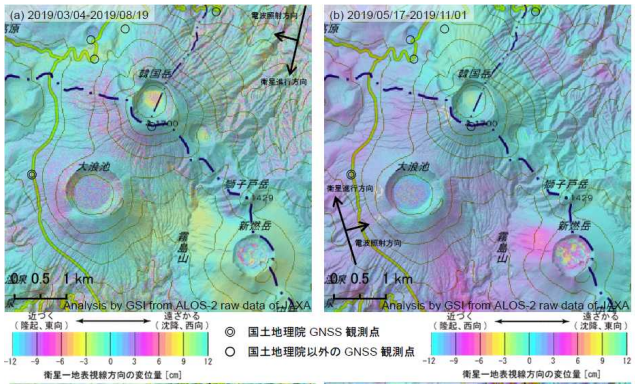
霧島山

【新燃岳の拡大図】





背景：地理院地図 標準地図（拡大図は火山基本図）・陰影起伏図・傾斜量図

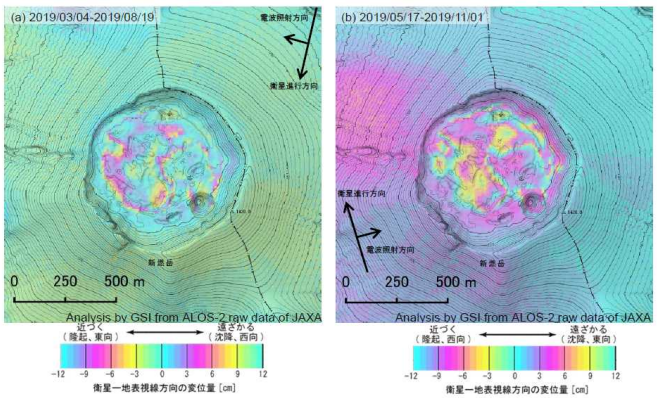


背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

	(a)	(b)	(c)	(d)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2019/03/04 2019/08/19 12:19 頃 (168 日間)	2019/05/17 2019/11/01 0:12 頃 (168 日間)	2019/08/19 2019/11/11 12:19 頃 (84 日間)	2019/05/20 2019/11/18 13:07 頃 (182 日間)
衛星進行方向	南行	北行	南行	南行
電波照射方向	右	右	右	左
観測ﾓｰﾄﾞ*	U-U	U-U	U-U	U-U
入射角	35.5°	32.1°	35.5°	52.8°
偏波	HH	HH	HH	HH
垂直基線長	- 451 m	- 82 m	- 84 m	+ 262 m

*U: 高分解能(3m)モード

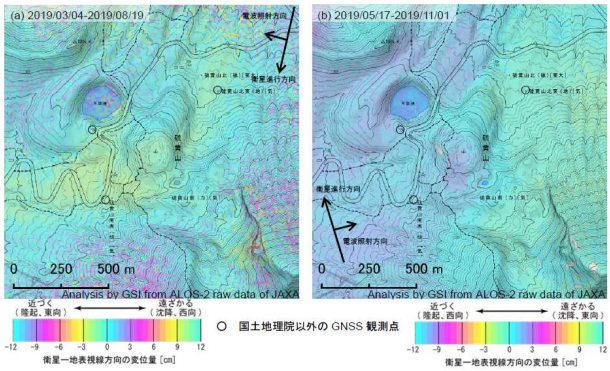
【新燃岳の拡大図】

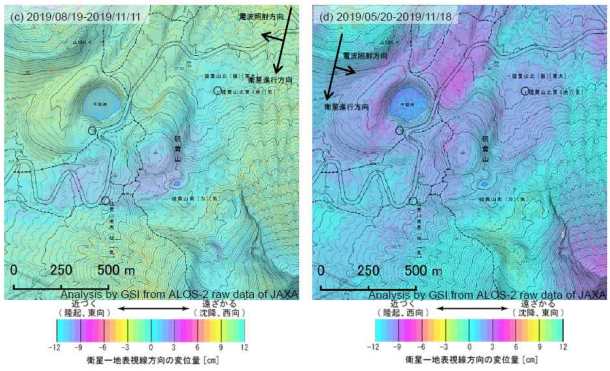


	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2018/12/10 2019/04/01 12:19 頃 (112 日間)	2018/12/17 2019/05/20 13:07 (154 日間)
衛星進行方向	南行	南行
電波照射方向	右	左
観測ﾓｰﾄﾞ*	U-U	U-U
入射角	35.5°	53.2°
偏波	HH	HH
垂直基線長	+ 679 m	- 192 m

*U: 高分解能(3m)モード

【硫黄山の拡大図】

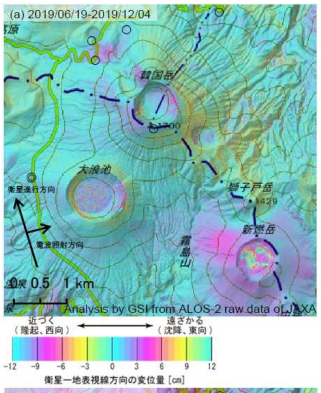


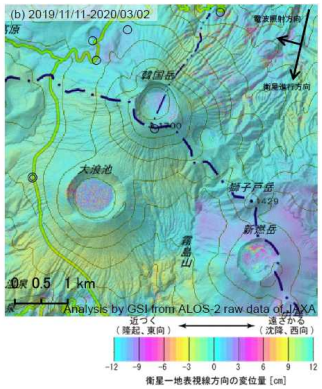


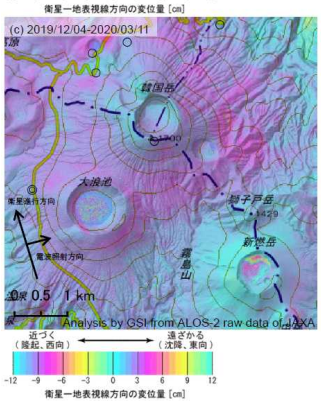
背景：地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図

背景：地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図

霧島山







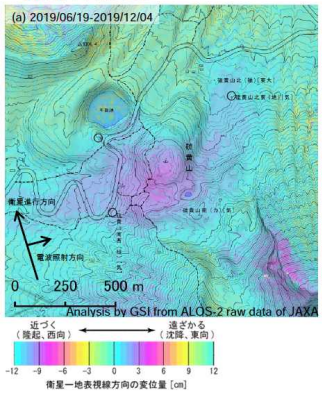
◎ 国土地理院 GNSS 観測点
○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

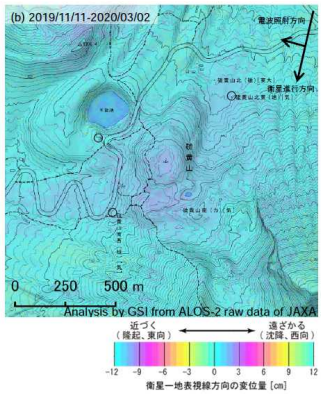
	(a)	(b)	(c)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2019/06/19 2019/12/04 0:19 頃 (168 日間)	2019/11/11 2020/03/02 12:19 頃 (112 日間)	2019/12/04 2020/03/11 0:19 頃 (98 日間)
衛星進行方向	北行	南行	北行
電波照射方向	右	右	右
観測ﾓｰﾄﾞ*	U-U	U-U	U-U
入射角	42.9°	35.5°	42.9°
偏波	HH	HH	HH
垂直基線長	+ 326 m	+ 624 m	- 186 m

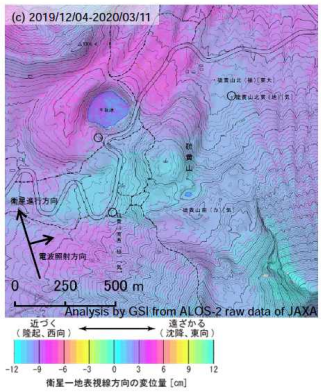
*U: 高分解能(3m)モード

背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

【硫黄山の拡大図】



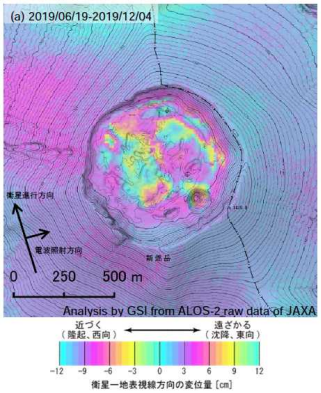


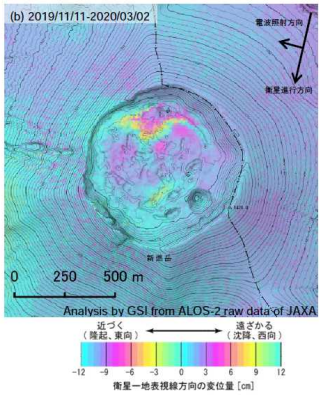


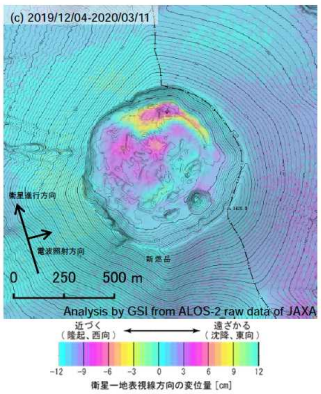
○ 国土地理院以外の GNSS 観測点

背景：地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図

【新燃岳の拡大図】



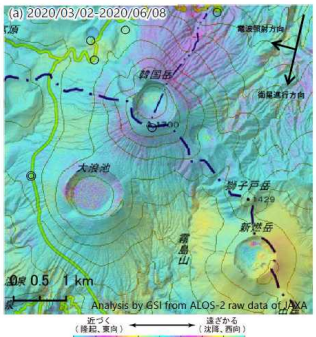


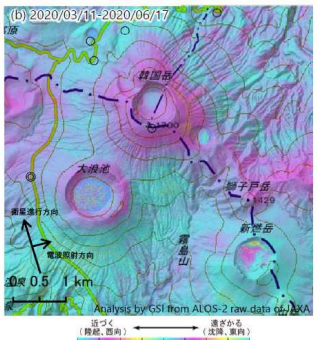


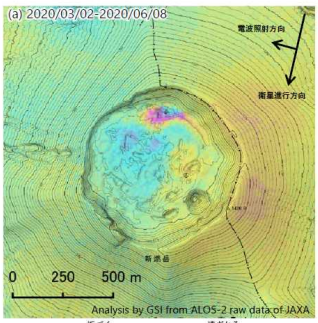
背景：地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図

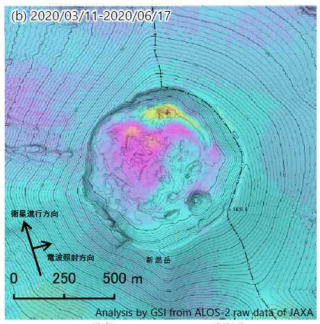
霧島山

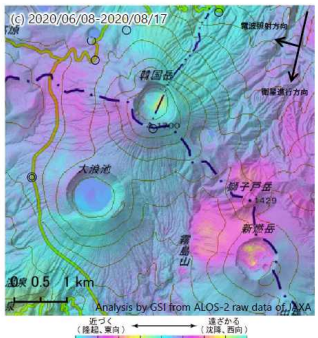
【新燃岳の拡大図】









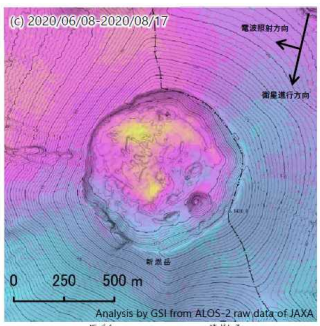


	(a)	(b)	(c)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2020/03/02 2020/06/08 12:19頃 (98日間)	2020/03/11 2020/06/17 0:19頃 (98日間)	2020/06/08 2020/08/17 12:19頃 (70日間)
衛星進行方向	南行	北行	南行
電波照射方向	右(西)	右(東)	右(西)
観測モード*	U-U	U-U	U-U
入射角	35.5°	42.9°	35.5°
偏波	HH	HH	HH
垂直基線長	- 587 m	+ 129 m	+ 137 m

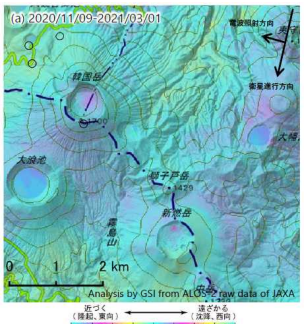
* U：高分解能(3m)モード

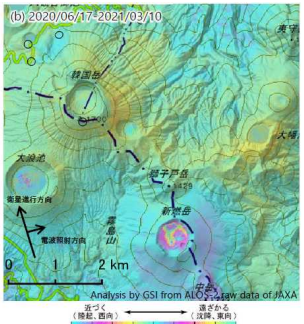
◎ 国土地理院GNSS観測点
○ 国土地理院以外のGNSS観測点

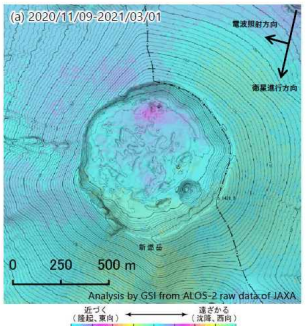
背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

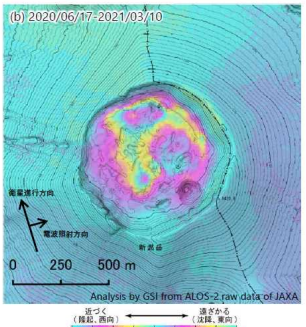


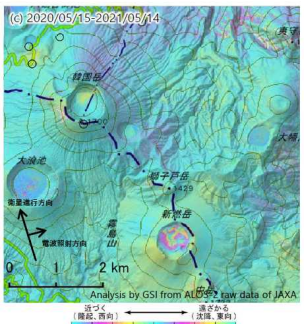
【新燃岳の拡大図】









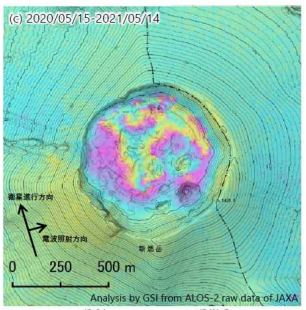


	(a)	(b)	(c)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2020/11/09 2021/03/01 12:19頃 (112日間)	2020/06/17 2021/03/10 0:19頃 (266日間)	2020/05/15 2021/05/14 0:12頃 (364日間)
衛星進行方向	南行	北行	北行
電波照射方向	右(西)	右(東)	右(東)
観測モード*	U-U	U-U	U-U
入射角	35.5°	42.9°	32.1°
偏波	HH	HH	HH
垂直基線長	+ 173 m	+ 82 m	- 227 m

* U：高分解能(3m)モード

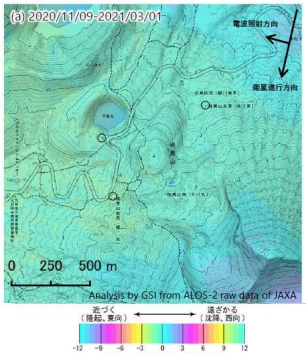
○ 国土地理院以外のGNSS観測点

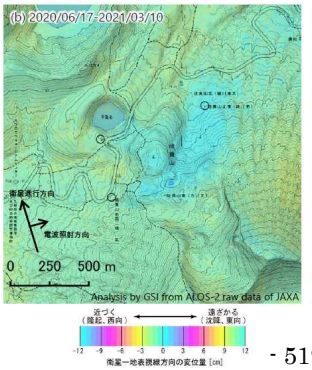
背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

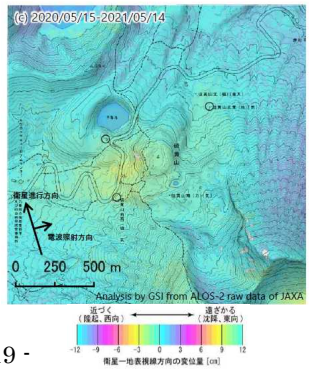


背景：地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図

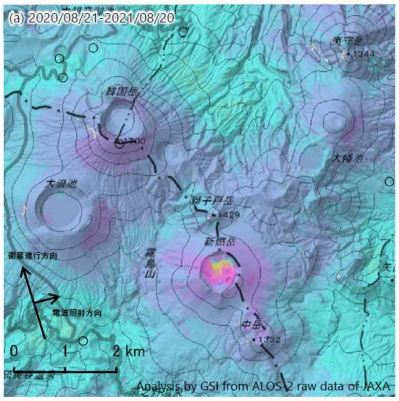
【硫黄山の拡大図】







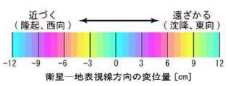
霧島山



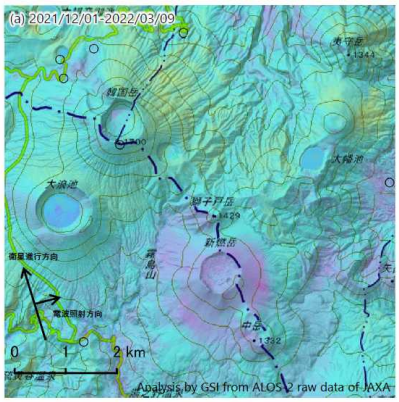
	(a)
衛星名	ALOS-2
観測日時	2020/08/21 2021/08/20 0:11頃 (364日間)
衛星進行方向	北行
電波照射方向	右(東)
観測モード*	H-H
入射角	32.1°
偏波	HH
垂直基線長	+ 107m

* H：高分解能(6m)モード

○ 国土地理院以外のGNSS観測点



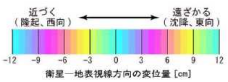
背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図



	(a)
衛星名	ALOS-2
観測日時	2021/12/01 2022/03/09 0:19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	42.9°
偏波	HH
垂直基線長	+ 50m

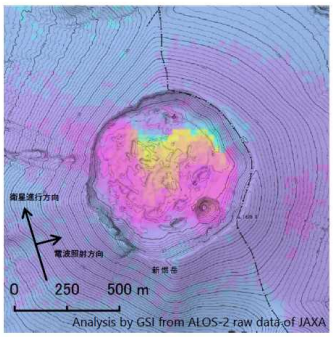
* U：高分解能(3m)モード

○ 国土地理院以外のGNSS観測点

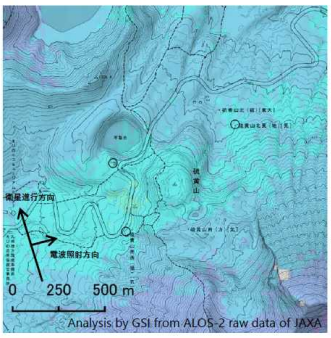


背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

【新燃岳の拡大図】

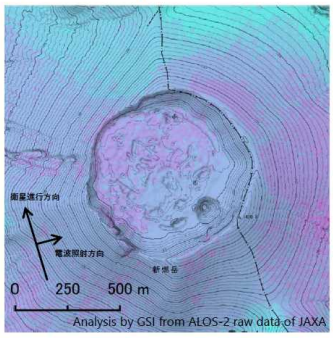


【硫黄山の拡大図】

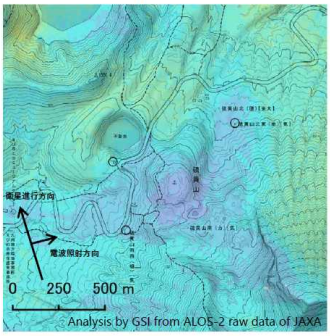


背景：地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図

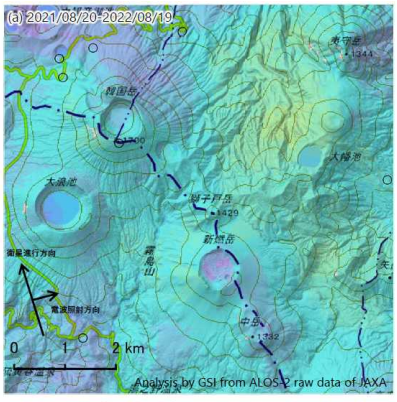
【新燃岳の拡大図】



【硫黄山の拡大図】



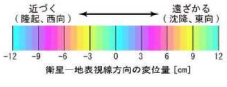
背景：地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図



	(a)
衛星名	ALOS-2
観測日時	2021/08/20 2022/08/19 0:11頃 (364日間)
衛星進行方向	北行
電波照射方向	右(東)
観測モード*	H-H
入射角	32.1°
偏波	HH
垂直基線長	+ 49m

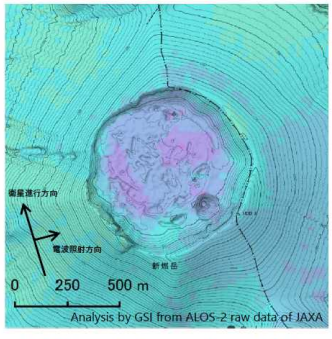
* H：高分解能(6m)モード

○ 国土地理院以外のGNSS観測点

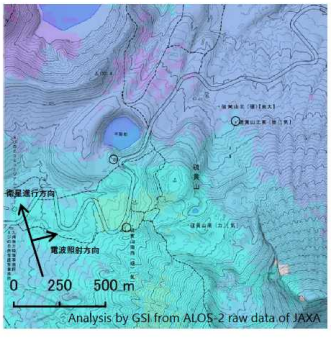


背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

【新燃岳の拡大図】



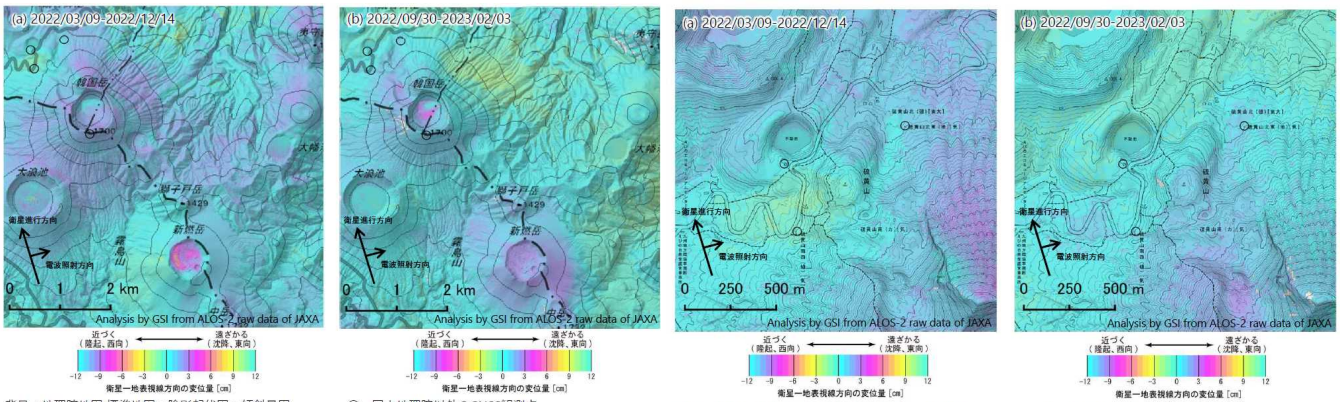
【硫黄山の拡大図】



背景：地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図

霧島山

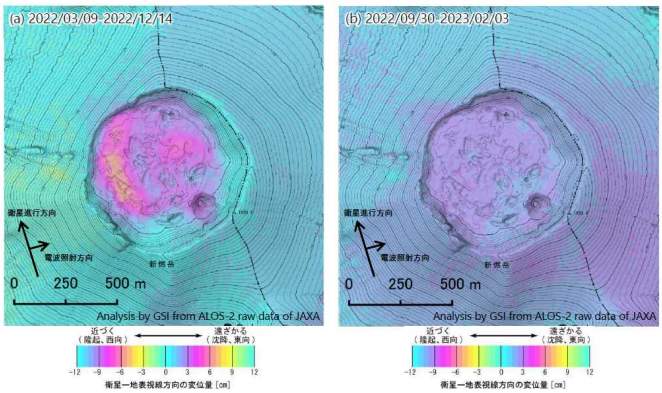
【硫黄山の拡大図】



背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図　　○　国土地理院以外のGNSS観測点

背景：地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図　　○　国土地理院以外のGNSS観測点

【新燃岳の拡大図】

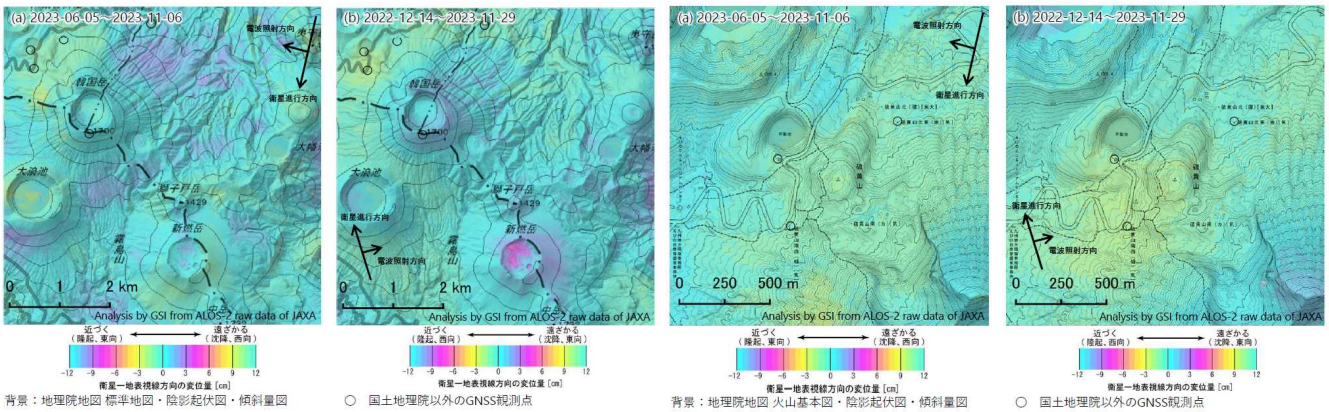


背景：地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図

	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2022/03/09 2022/12/14 0:19頃 (280日間)	2022/09/30 2023/02/03 0:12頃 (126日間)
衛星進行方向	北行	北行
電波照射方向	右(東)	右(東)
観測モード*	U-U	U-U
入射角	42.9°	32.1°
偏波	HH	HH
垂直基線長	- 152 m	+ 8 m

＊　U：高分解能(3m)モード

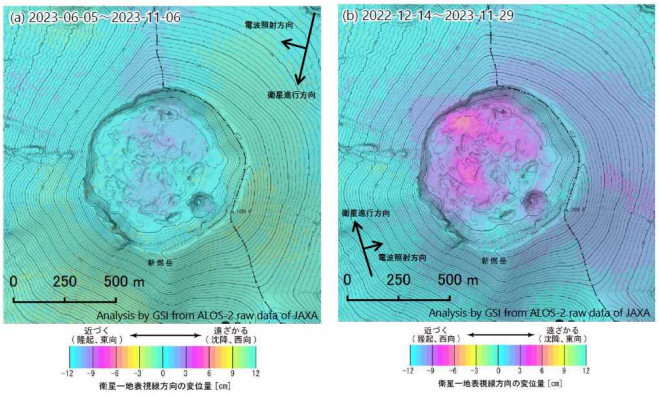
【硫黄山の拡大図】



背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図　　○　国土地理院以外のGNSS観測点

背景：地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図　　○　国土地理院以外のGNSS観測点

【新燃岳の拡大図】



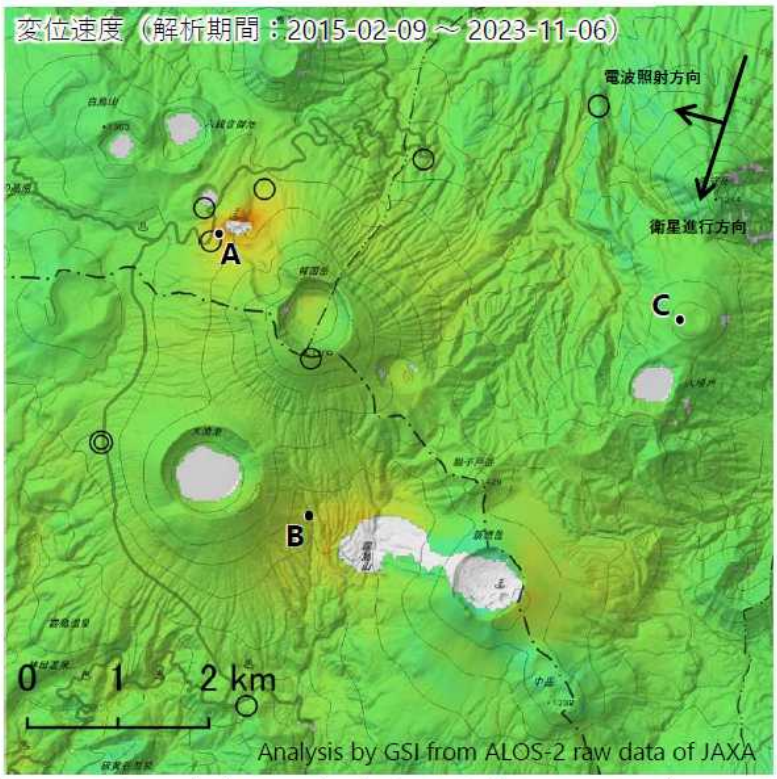
背景：地理院地図 火山基本図・陰影起伏図・傾斜量図

	(a)	(b)
衛星名	ALOS-2	ALOS-2
観測日時	2023-06-05 2023-11-06 12:19頃 (154日間)	2022-12-14 2023-11-29 0:19頃 (350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	35.5°	42.9°
偏波	HH	HH
垂直基線長	- 338 m	+ 144 m

＊　U：高分解能(3m)モード

第３図　「だいち２号」PALSAR-2 による霧島山周辺地域の解析結果

Fig.3 SAR Interferograms of ALOS-2 PALSAR-2 around Kirishima Volcano.

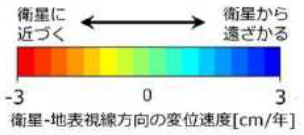


衛星名	ALOS-2
観測期間	2015-02-09 ～ 2023-11-06 (3192日間)
衛星進行方向	南行
電波照射方向	右(西)
観測モード*	U
入射角	35.5°
偏波	HH
データ数	59
干渉ペア数	323

* U：高分解能(3m)モード

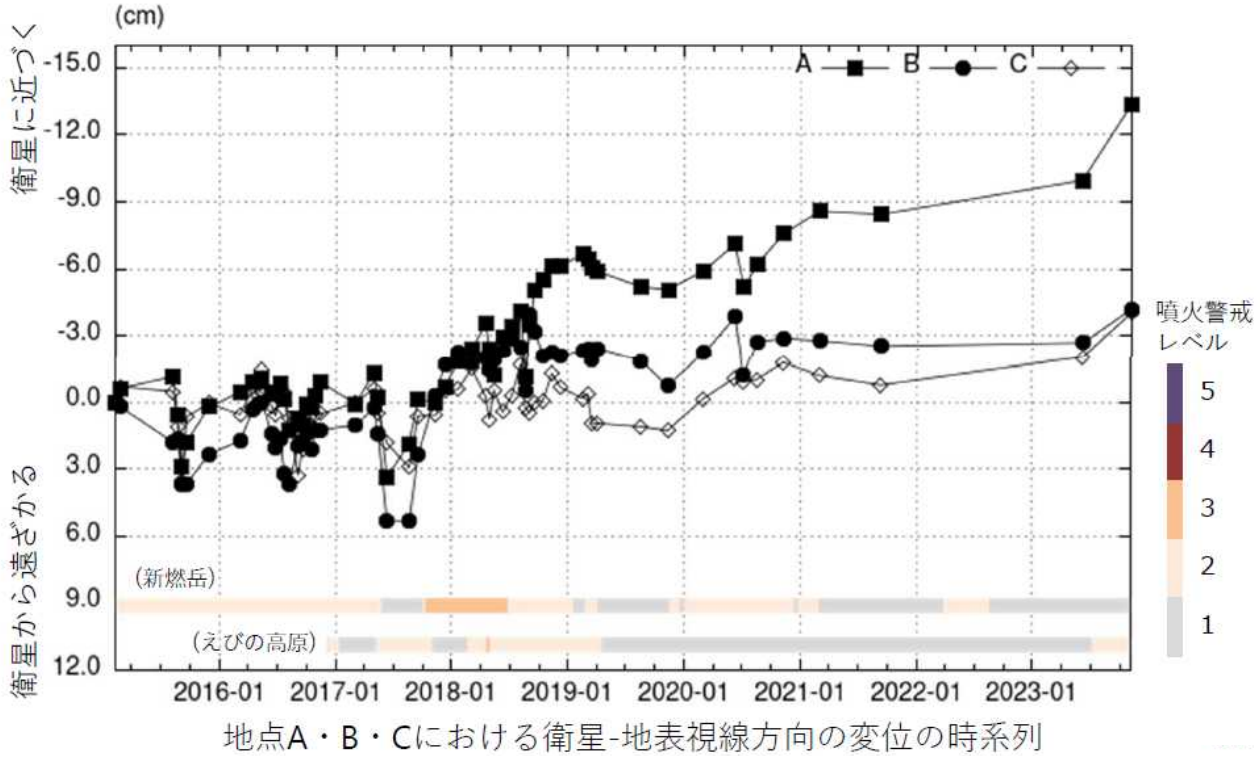
◎ 国土地理院GNSS観測点

○ 国土地理院以外のGNSS観測点



背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図　※参照点は電子基準点「牧園」付近

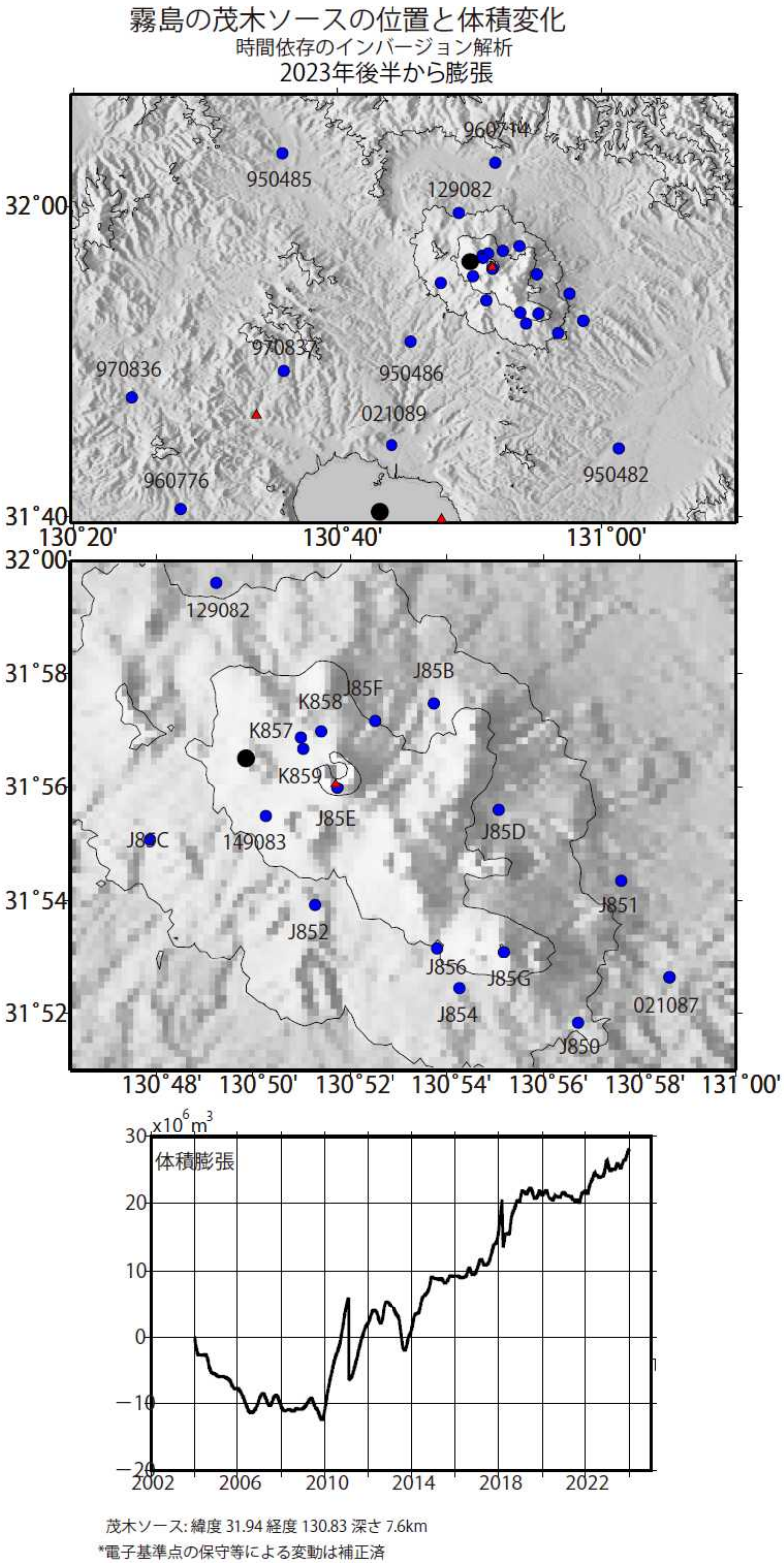
干渉SAR時系列解析手法：SBAS法



第４図　「だいち２号」PALSAR-2 による霧島山周辺地域の時系列解析結果

Fig.4 Time-Series Interferometric SAR of ALOS-2 PALSAR-2 around Kirishima Volcano.

霧島山



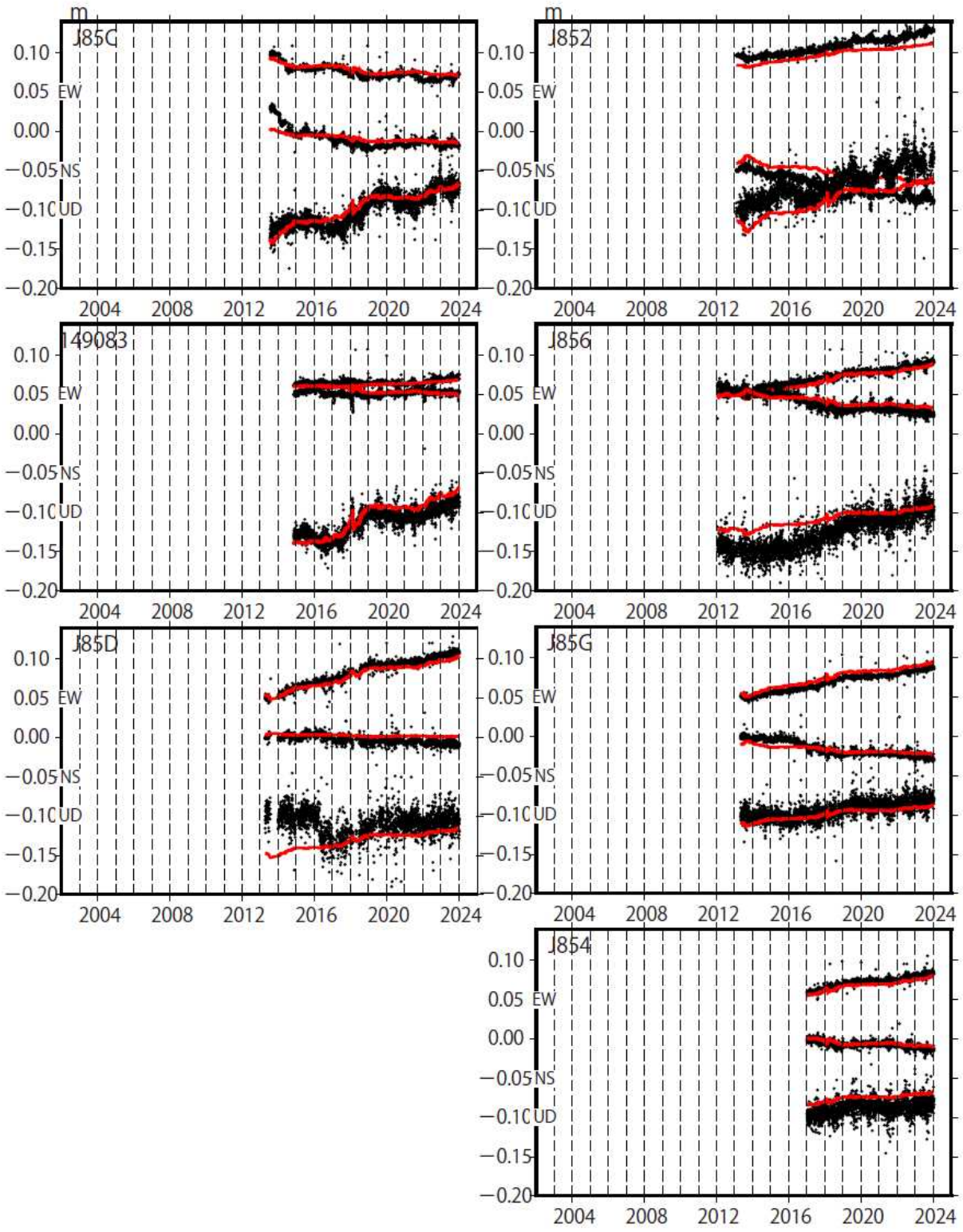
第 5-1 図　時間依存インバージョンの手法による霧島地域の変動源の体積変化推定
（上中段：推定に用いた観測点（青丸）、活火山の位置（赤三角）と茂木ソースの位置（黒丸）、
下段：推定された茂木ソース体積の時間変化）

Fig.5-1 Estimation of the volume change of Mogi-source around Kirishima Volcano by the time dependent inversion method; (upper and middle) distribution of GNSS observation sites (blue circle) and active volcanoes (red triangle) used for the inversion and Mogi-source (black circle), (lower) Time series of estimated volume of Mogi-source.

霧島山

霧島・桜島周辺の観測点の座標時系列(黒丸)と計算値(赤線)

時間依存のインバージョン

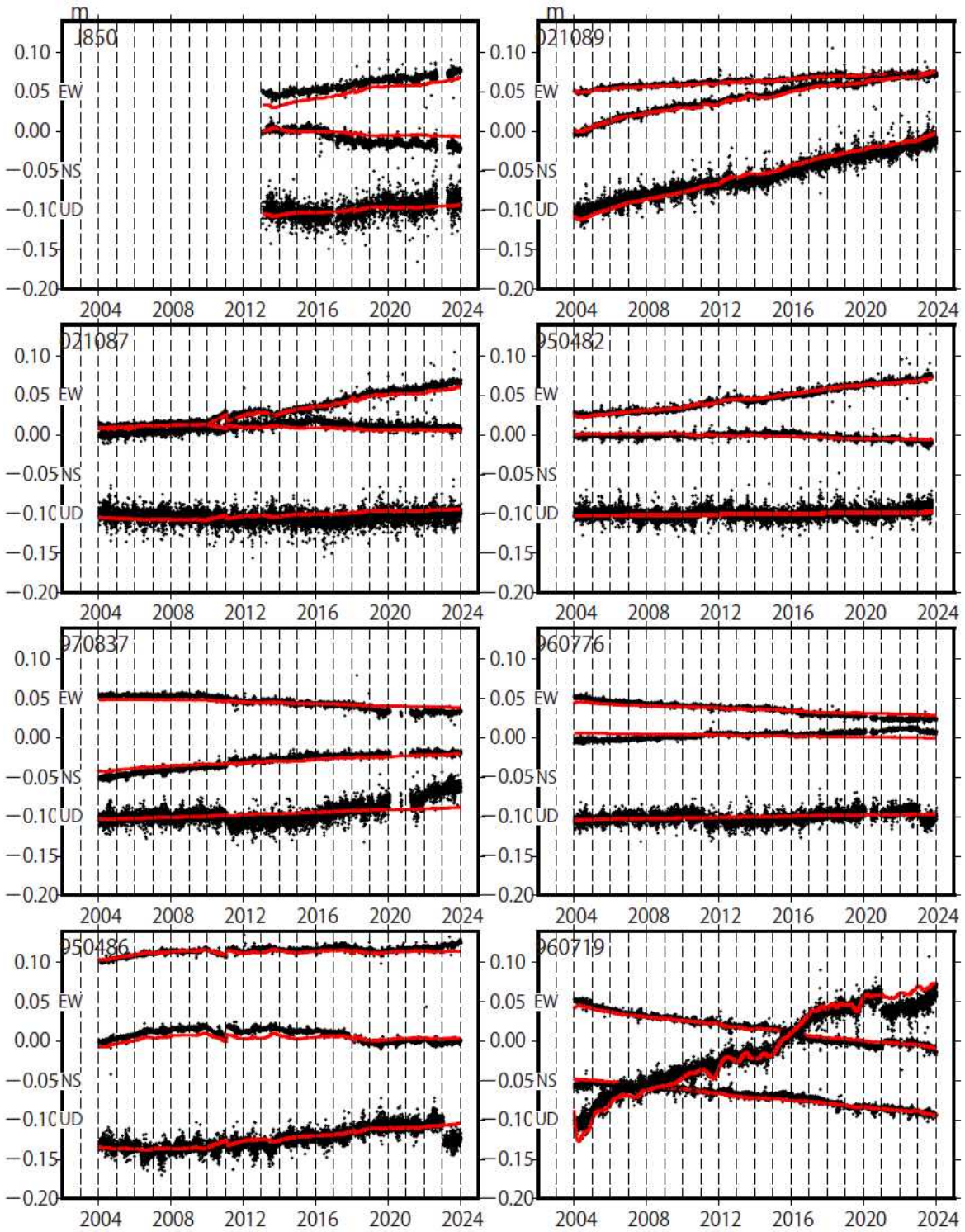


固定局970836.EW,NS,UDは東西、南北、上下変動.周期成分は除いている.
*電子基準点の保守等による変動は補正済み

霧島山

霧島・桜島周辺の観測点の座標時系列(黒丸)と計算値(赤線)

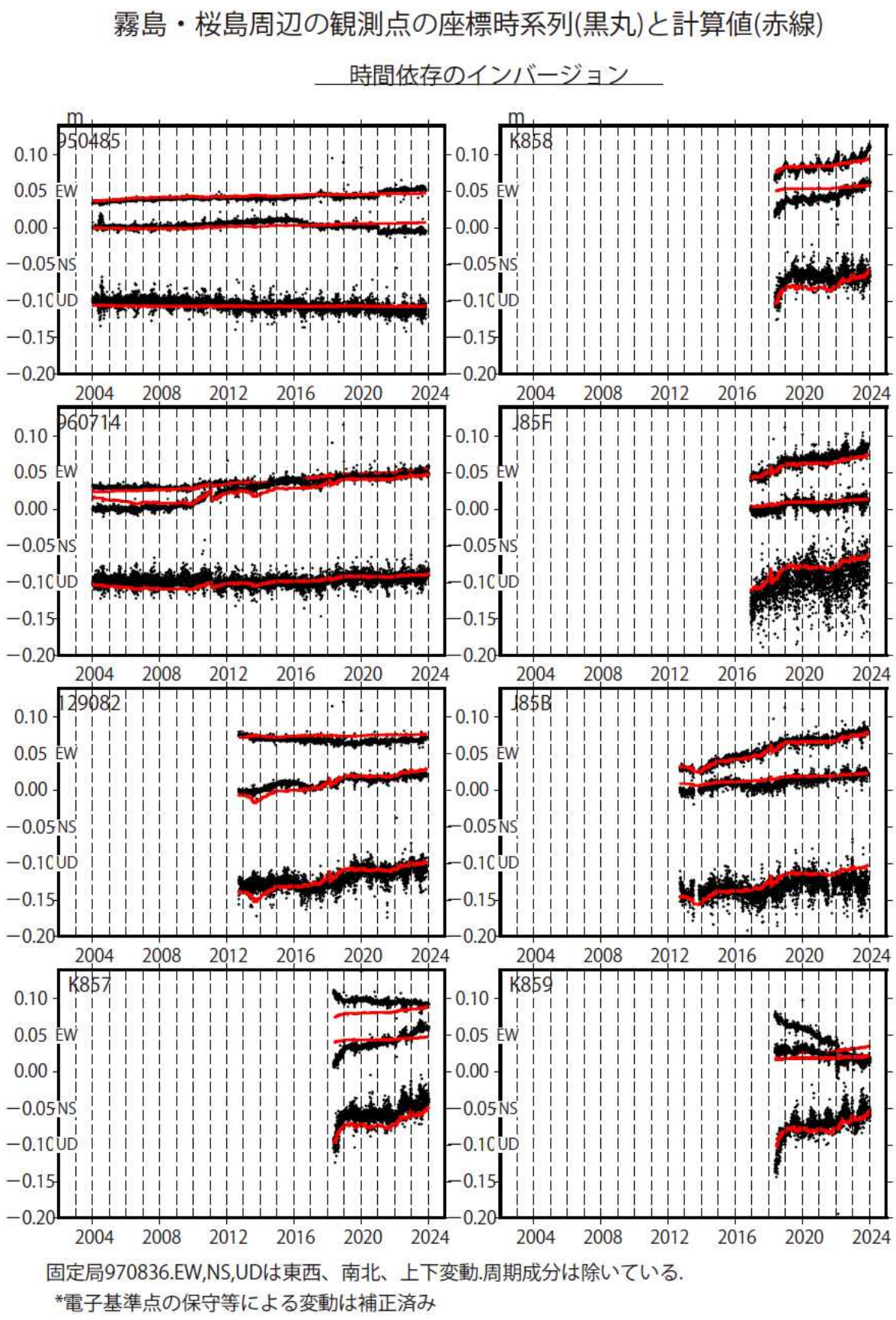
時間依存のインバージョン



固定局970836.EW,NS,UDは東西、南北、上下変動.周期成分は除いている.

*電子基準点の保守等による変動は補正済み

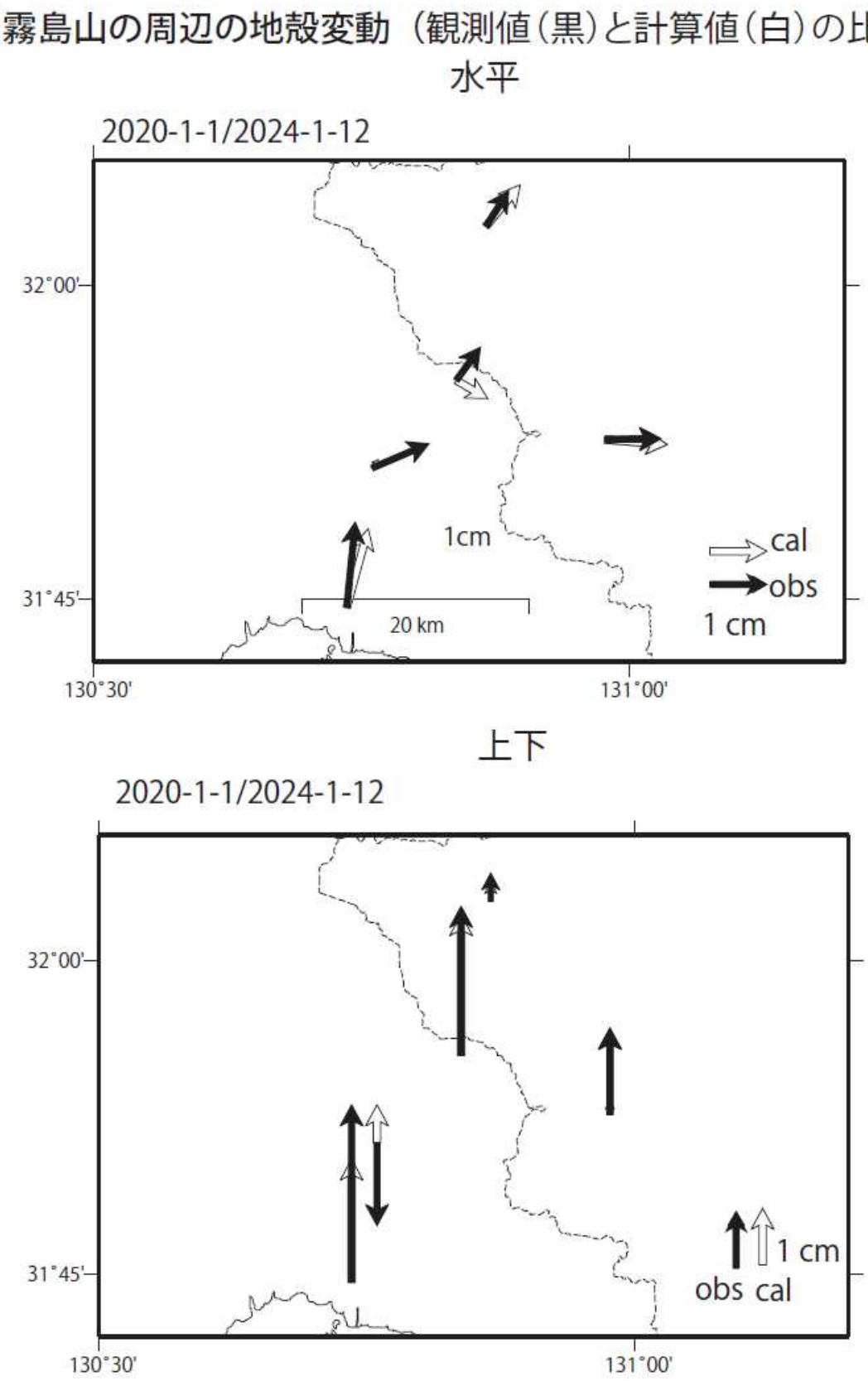
霧島山



第 5-2 図　推定された茂木ソースによる地殻変動計算値(赤実線)と観測値(黒点)の比較

Fig.5-2 Comparison of calculated deformation from the estimated Mogi-source (red lines) and observed deformation (black dots).

霧島山



第 5-3 図　推定された茂木ソースによる地殻変動計算値（白）と観測値（黒）の比較

Fig.5-3 Comparison of calculated deformation from the estimated Mogi-source (white) and observed deformation (black)

霧島山