

6-1 北陸・中部地方の地殻変動

Crustal Deformations in the Hokuriku and Chubu Districts

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

[令和 6 年能登半島地震 地震に伴う地殻変動 GNSS]

第 1～10 図は、GNSS 連続観測により得られた令和 6 年能登半島地震に伴う地殻変動に関する資料である。

第 1～4 図は、令和 6 年能登半島地震後の余効変動に関する資料である。

第 1 図は、地震の翌日の 1 月 2 日を基準として、4 月 18～20 日の平均値を比較して得られた約 4 か月間の余効変動を示すベクトル図である。第 1 図上段は水平変動、下段は上下変動を示している。地震後、能登半島を中心に広い範囲で余効変動が見られている。広域では概ね地震時と同様の方向の水平変動が見られるが、能登半島で最大 3 cm 強、富山湾を挟んだ富山県や新潟県では最大 3 cm 弱と、地震時の変動と比べて距離に対する減衰が小さい。第 2～4 図は地殻変動時系列である。余効変動が減衰しながらも継続していることが分かる。

第 5 図は地震前の 2023 年 12 月 25～31 日を基準にして地震後の 2024 年 1 月 2 日を比較して得られた、地震時変動を示すベクトル図である。第 5 図上段は水平変動、下段は上下変動を示している。輪島観測点で 201.8cm の水平変位と 131.3cm の上下変位が観測されている。

第 6～7 図は令和 6 年能登半島地震前の能登半島周辺の観測点における地殻変動時系列である。多くの観測点で、2020 年 12 月頃より始まった群発地震活動に伴う地殻変動や、2023 年 5 月 5 日の地震による地殻変動が見られる。

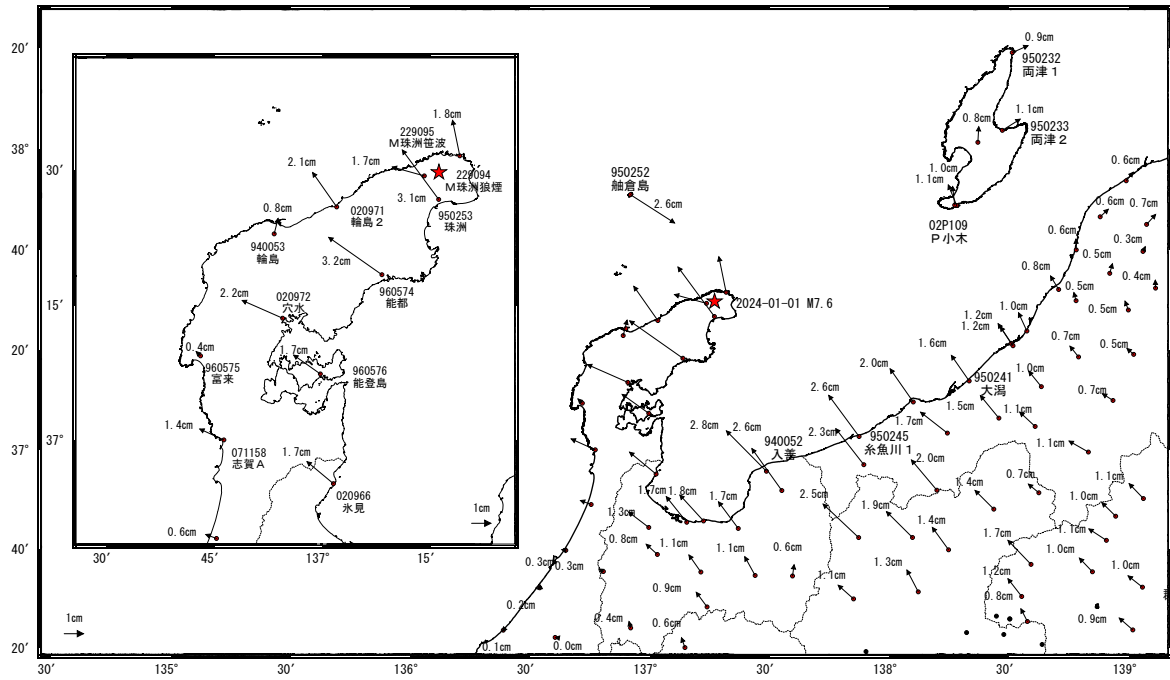
第 8 図は、令和 6 年能登半島地震の地震時と地震後の余効変動の水平変動について、関東、中部、近畿地方を含めた広域で比較した図である。上段が地震時の水平変動、下段が余効変動の水平変動を示している。なお、地震時の変動については、変動量が大きい能登半島北岸の観測点については表示していない。能登半島地震は M7.6 と規模が大きく、地殻変動も広域に及んでいるが、上段の地震時の水平変動を見ると、能登半島を中心に北陸地方だけでなく、関東や中部地方でも 1 cm を超えるような変位が生じたことが分かる。下段の余効変動の図を見ると、余効変動も広域に及んでおり、地震時に比べて小さいものの関東等でもわずかに変位が見られることが分かる。

第 9～10 図は国土地理院の小型 GNSS 観測装置を用いた臨時観測による地震後の余効変動である。第 9 図上段が 2024 年 1 月 26～28 日を基準として、3 月 23～25 日の平均値を比較して得られた約 3 か月間の余効変動を示すベクトル図である。能登半島の北東部に位置する電子基準点では主に北西向きに余効変動が見られるのに対し、半島北西部に位置するこれらの臨時観測点では東向きに余効変動が見られる。一方で、上下変動は能登半島の広い範囲で沈降を示す。第 9 図下段は、粘性緩和による地震後 3 か月の変動の計算値である。Maxwell 粘弾性を仮定した二層モデルを採用し、弾性層の厚さを 20km、粘性層の粘性を $1 \times 10^{18} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ として計算した。粘性変形は、能登半島の北東部では北西向きなのに対し、北西部では南東向きに反転することが分かる。また上下変動は、能登半島全体で沈降を示す。これらの特徴は、観測された余効変動の特徴と概ね一致しており、余効変動の主な原因は粘性緩和であることを示唆する。第 10 図に地殻変動の時系列を表す。余効変動は減衰しながらも継続しているように見える。

令和6年能登半島地震(1月1日 M7.6)後の観測データ (暫定)

地殻変動(水平)

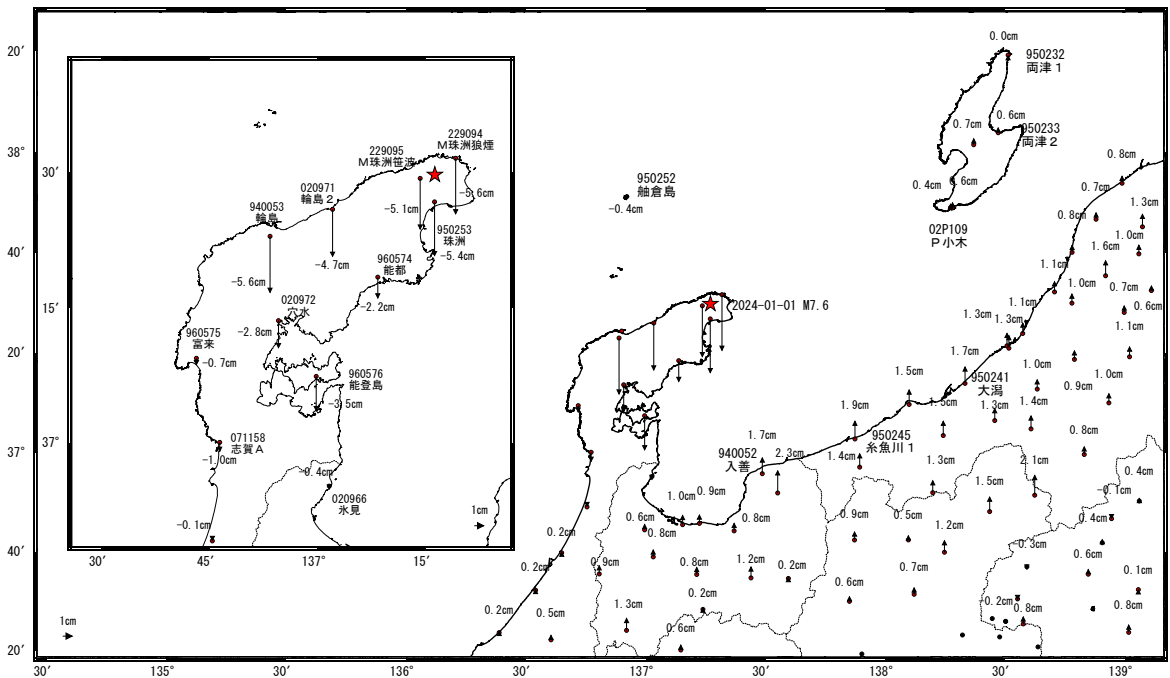
基準期間: 2024-01-02~2024-01-02 [F5: 最終解]
比較期間: 2024-04-18~2024-04-20 [R5: 速報解]



☆ 固定局: 三隅 (950388) ★ 震央

地殻変動(上下)

基準期間: 2024-01-02~2024-01-02 [F5: 最終解]
比較期間: 2024-04-18~2024-04-20 [R5: 速報解]



☆ 固定局: 三隅 (950388) ★ 震央

※一部の観測点は、傾斜等の影響を受けている可能性がある。

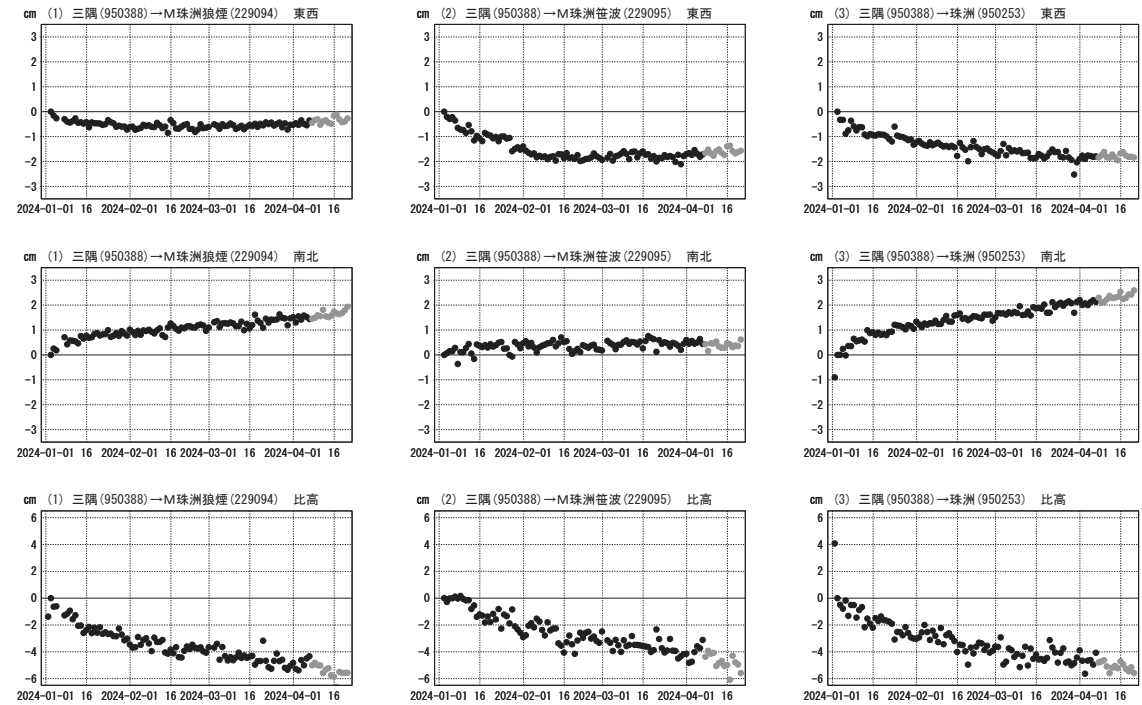
第 1 図 令和 6 年能登半島地震 (1 月 1 日 M7.6) 後の地殻変動: 水平 (上図) 及び上下 (下図) 変動

Fig. 1 Crustal deformation after the 2024 Noto Peninsula Earthquake on January 1, 2024 : (top) horizontal displacement (bottom) vertical displacement.

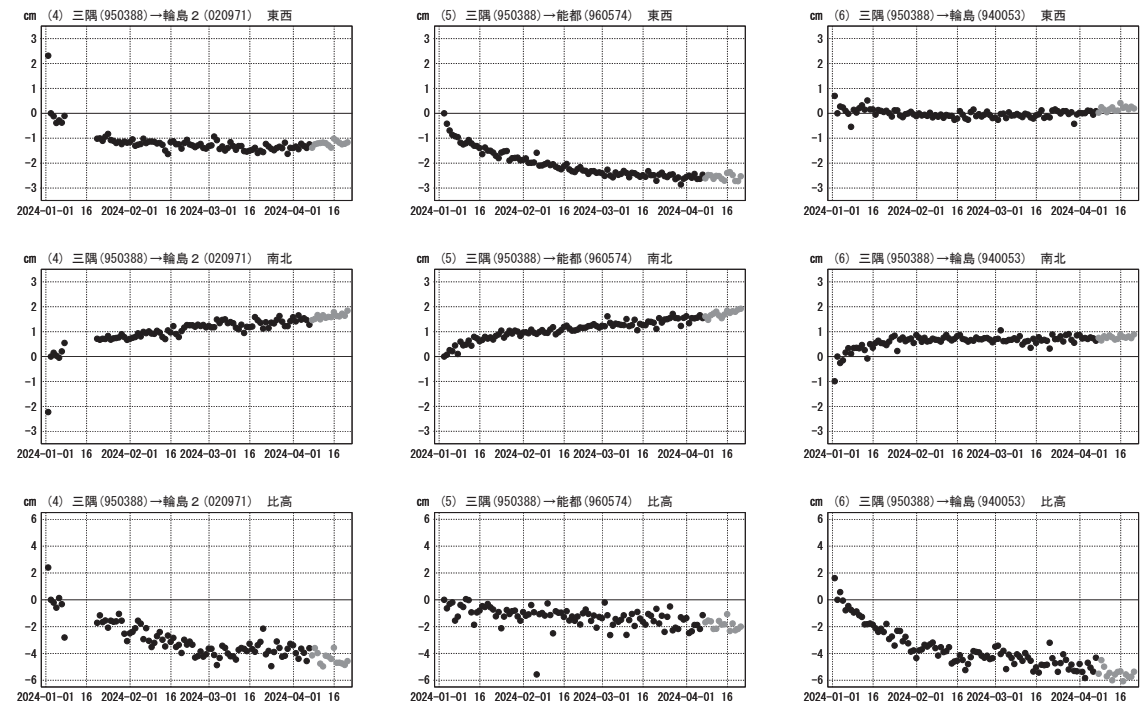
令和6年能登半島地震(1月1日 M7.6)後の観測データ (暫定)

成分変化グラフ

期間: 2024-01-01~2024-04-20 JST



期間: 2024-01-01~2024-04-20 JST



●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

※一部の観測点は、傾斜等の影響を受けている可能性がある。

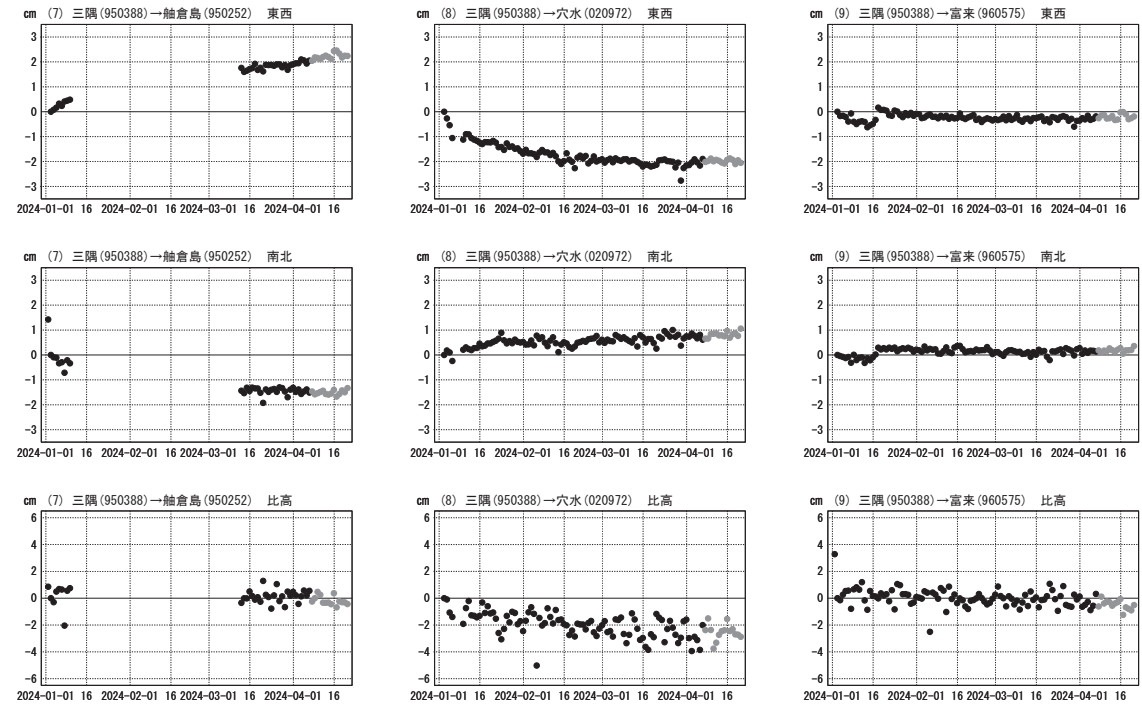
第 2 図 令和 6 年能登半島地震 (1 月 1 日 M7.6) 後の観測データ : 3 成分時系列グラフ (暫定)

Fig. 2 GNSS timeseries of continuous GNSS stations after the 2024 Noto Peninsula Earthquake on January 1 ,2024 : three-components time series (preliminary).

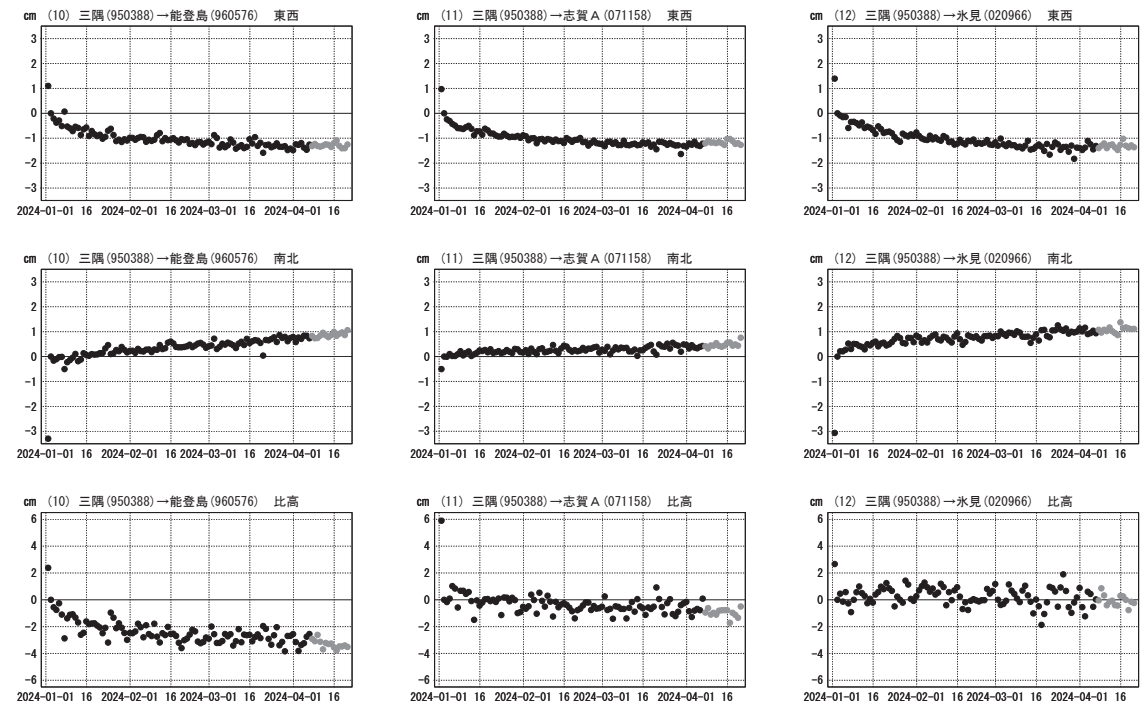
令和6年能登半島地震(1月1日 M7.6)後の観測データ (暫定)

成分変化グラフ

期間: 2024-01-01~2024-04-20 JST



期間: 2024-01-01~2024-04-20 JST



●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

※一部の観測点は、傾斜等の影響を受けている可能性がある。

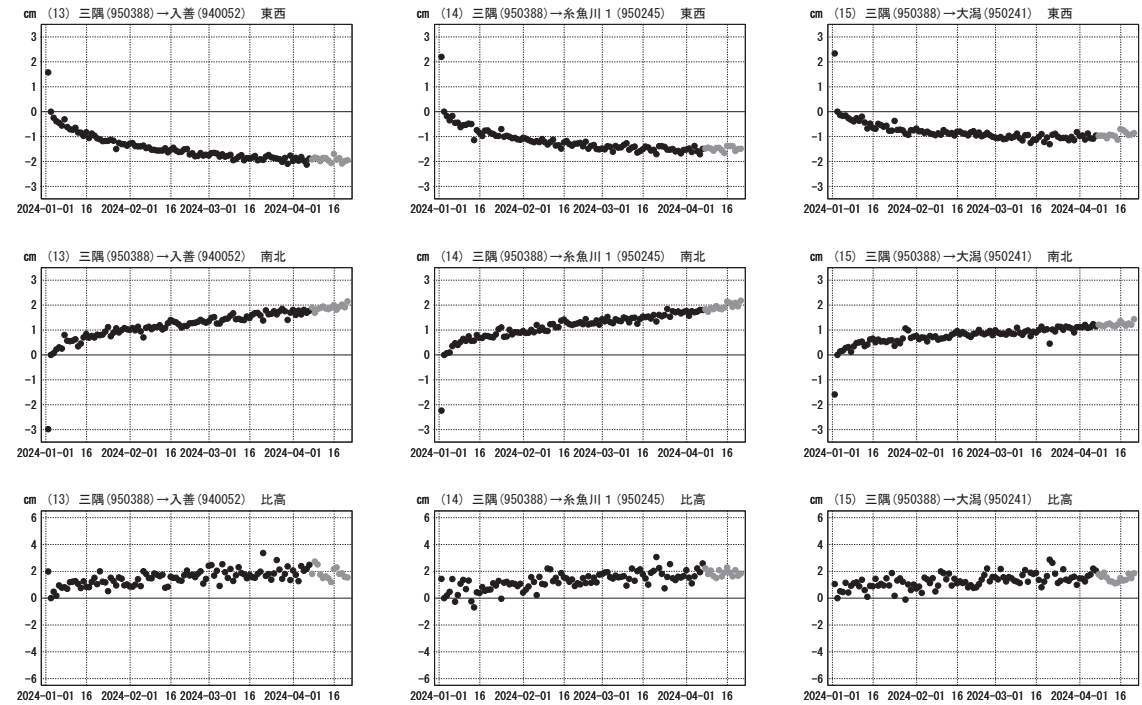
第 3 図 令和 6 年能登半島地震 (1 月 1 日 M7.6) 後の観測データ : 3 成分時系列グラフ (暫定) (つづき)

Fig. 3 Results of continuous GNSS measurements after the 2024 Noto Peninsula Earthquake on January 1, 2024 (continued).

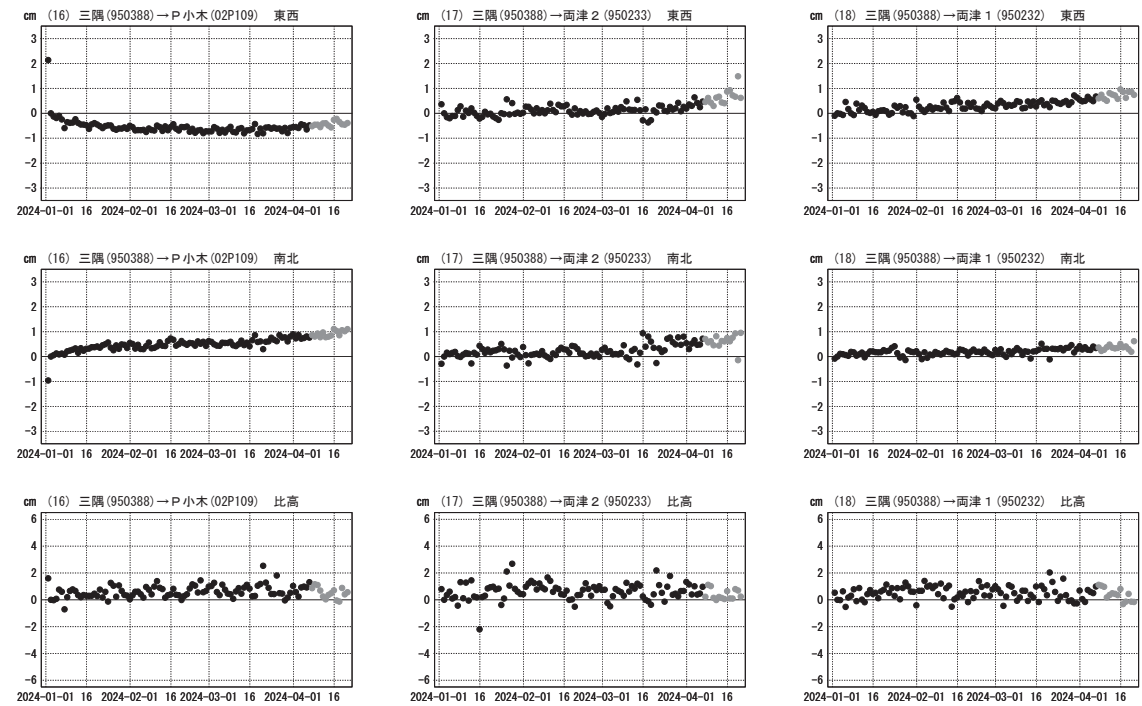
令和6年能登半島地震(1月1日 M7.6)後の観測データ(暫定)

成分変化グラフ

期間: 2024-01-01~2024-04-20 JST



期間: 2024-01-01~2024-04-20 JST



●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

※一部の観測点は、傾斜等の影響を受けている可能性がある。

第 4 図 令和 6 年能登半島地震 (1 月 1 日 M7.6) 後の観測データ : 3 成分時系列グラフ (暫定) (つづき)

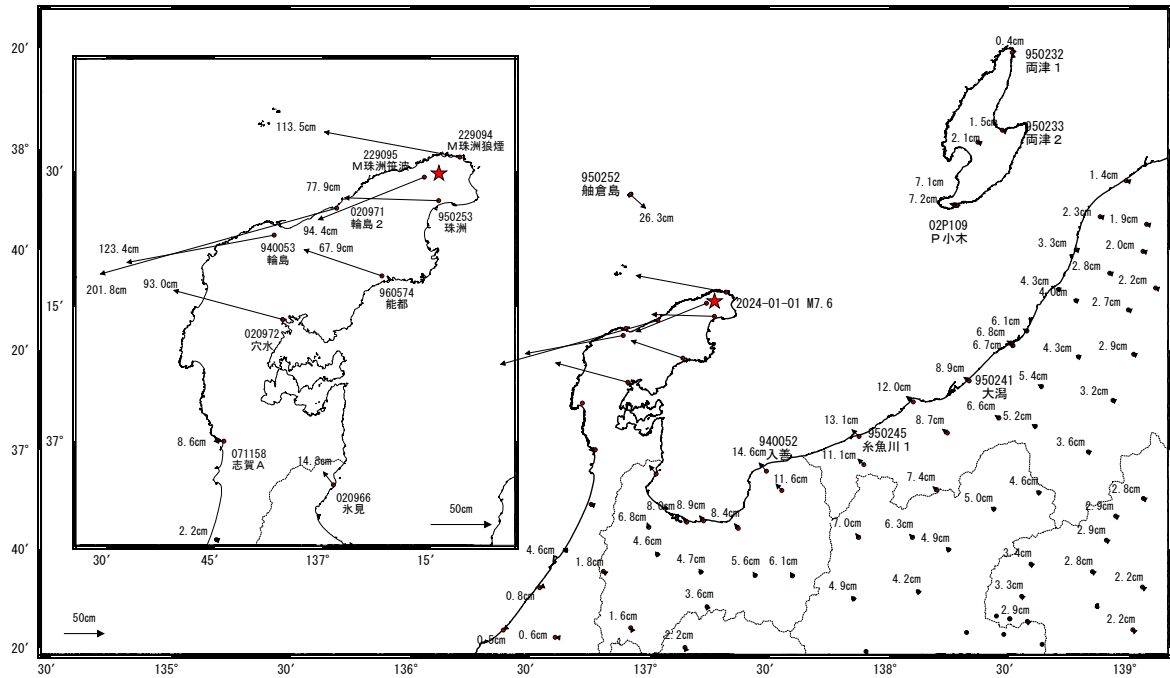
Fig. 4 GNSS timeseries of continuous GNSS stations after the 2024 Noto Peninsula Earthquake on January 1, 2024 (continued).

令和6年能登半島地震(1月1日 M7.6)前後の観測データ

この地震に伴い非常に大きな地殻変動が観測された。

地殻変動(水平)

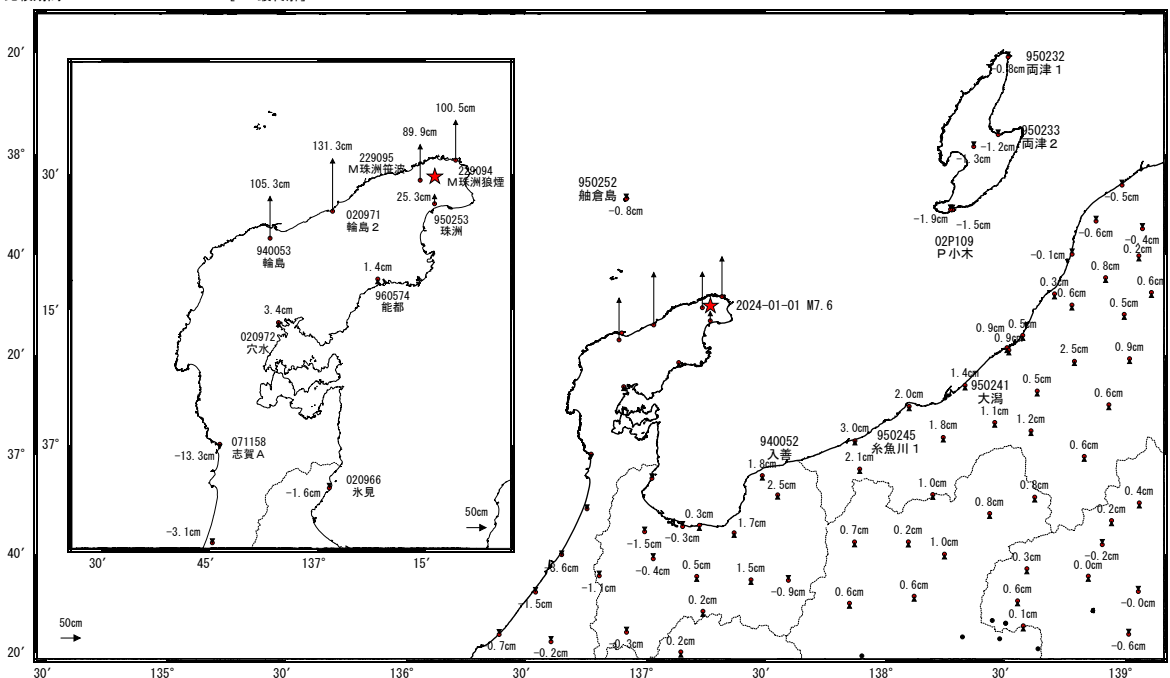
基準期間: 2023-12-25~2023-12-31[F5:最終解]
比較期間: 2024-01-02~2024-01-02[F5:最終解]



☆ 固定局: 三隅(950388) ★ 震央

地殻変動(上下)

基準期間: 2023-12-25~2023-12-31[F5:最終解]
比較期間: 2024-01-02~2024-01-02[F5:最終解]



☆ 固定局: 三隅(950388) ★ 震央

※一部の観測点は、傾斜等の影響を受けている可能性がある。

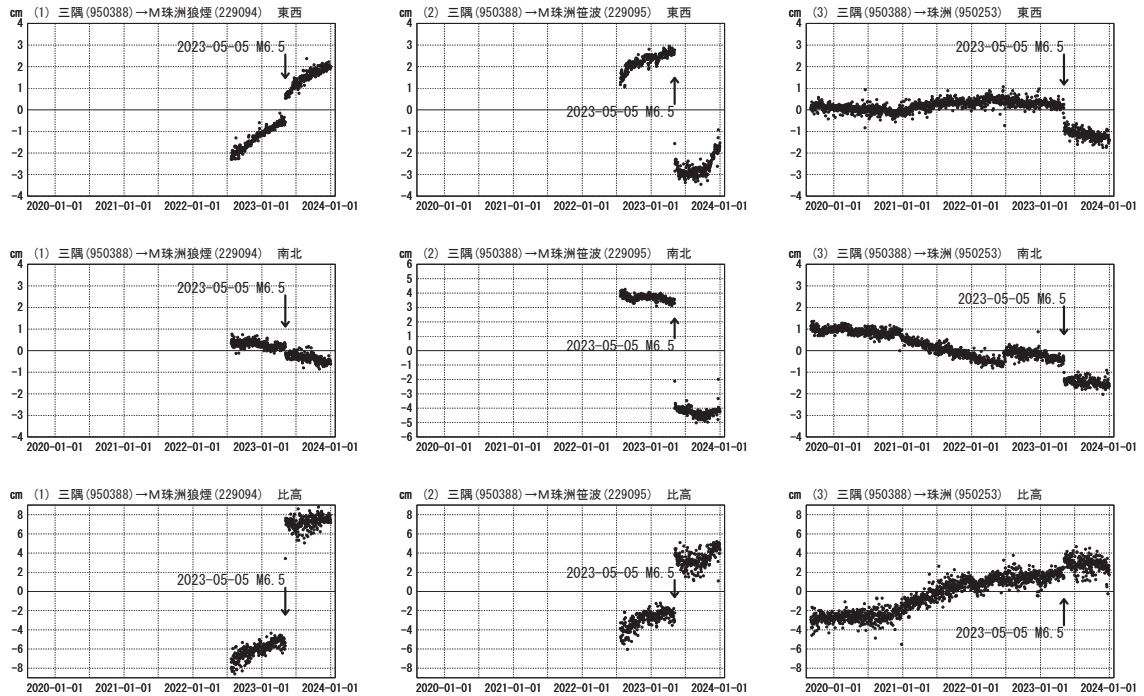
第 5 図 令和 6 年能登半島地震 (1 月 1 日 M7.6) 前後の地殻変動: 水平 (上図) 及び上下 (下図) 変動

Fig. 5 Crustal deformation before and after the 2024 Noto Peninsula Earthquake on January 1, 2024 : (top) horizontal displacement (bottom) vertical displacement.

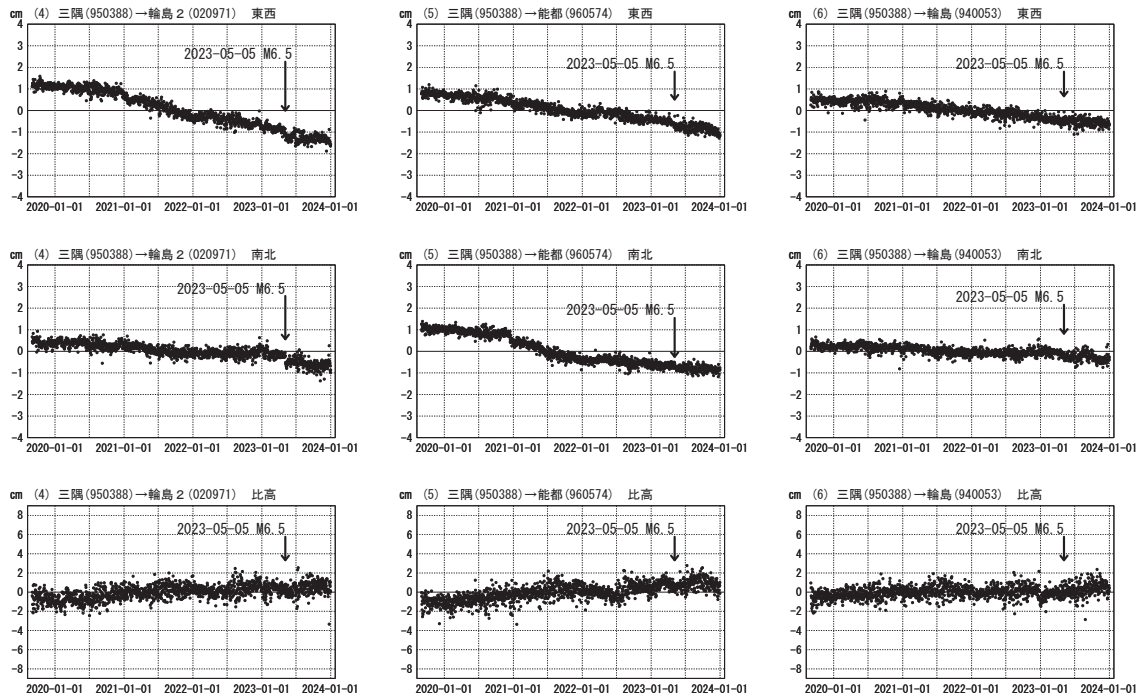
令和6年能登半島地震(1月1日 M7.6)前の観測データ
成分変化グラフ(一次トレンド・年周成分・半年周成分除去後)

期間: 2019-09-01~2023-12-31 JST

計算期間: 2017-09-01~2020-09-01 JST



※(1)三隅-M珠洲狼煙と(2)三隅-M珠洲笹波の基線においては、計算期間の観測データが存在しないため、一次トレンド等の補正を行っていない。



●—[F5:最終解]

※一部の観測点は、傾斜等の影響を受けている可能性がある。

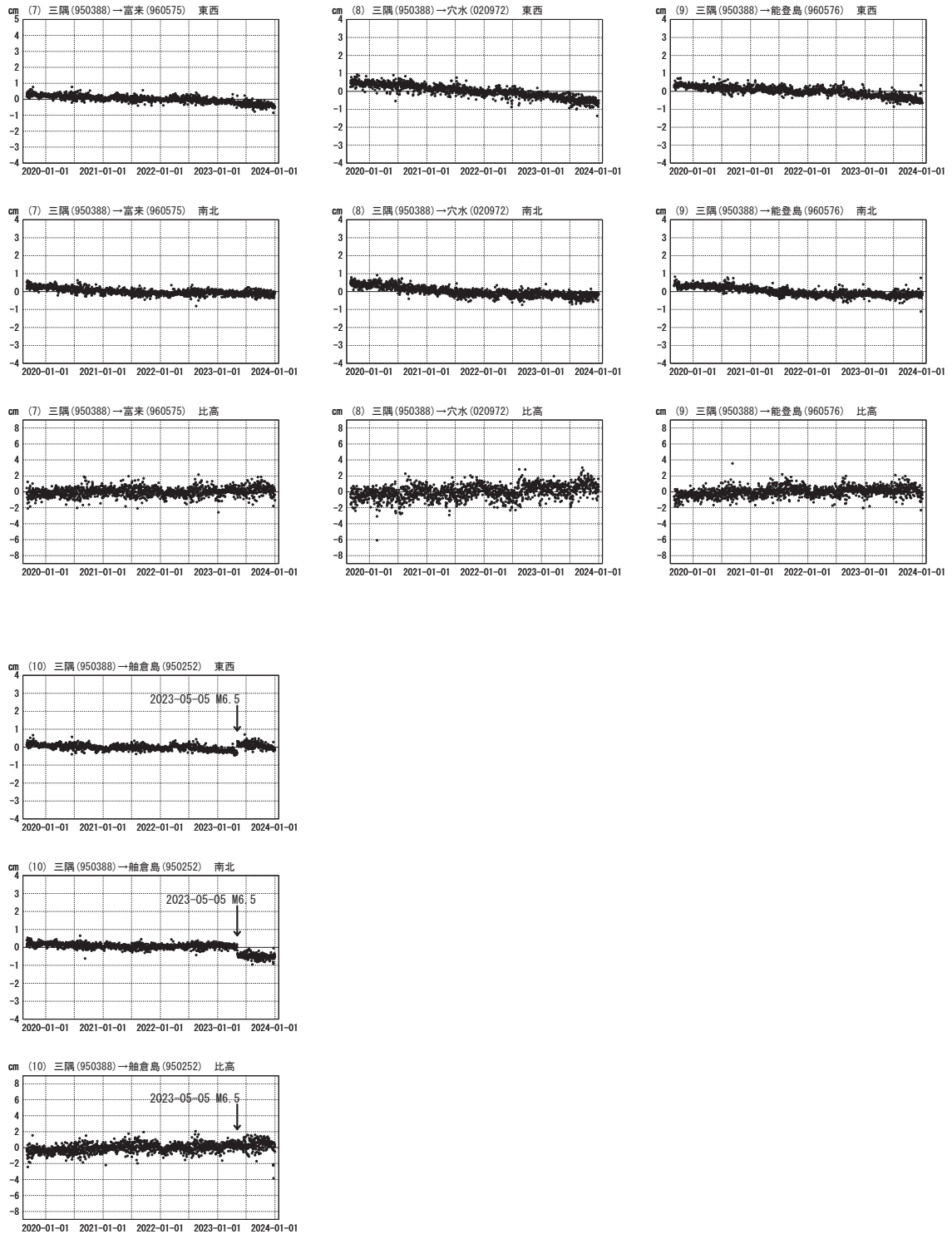
第 6 図 令和 6 年能登半島地震 (1 月 1 日 M7.6) 前後の観測データ : 3 成分時系列グラフ

Fig. 6 GNSS timeseries of continuous GNSS stations before and after the 2024 Noto Peninsula earthquake on January 1, 2024 : three-components time series.

令和6年能登半島地震(1月1日 M7.6)前の観測データ
成分変化グラフ(一次トレンド・年周成分・半年周成分除去後)

期間: 2019-09-01~2023-12-31 JST

計算期間: 2017-09-01~2020-09-01 JST



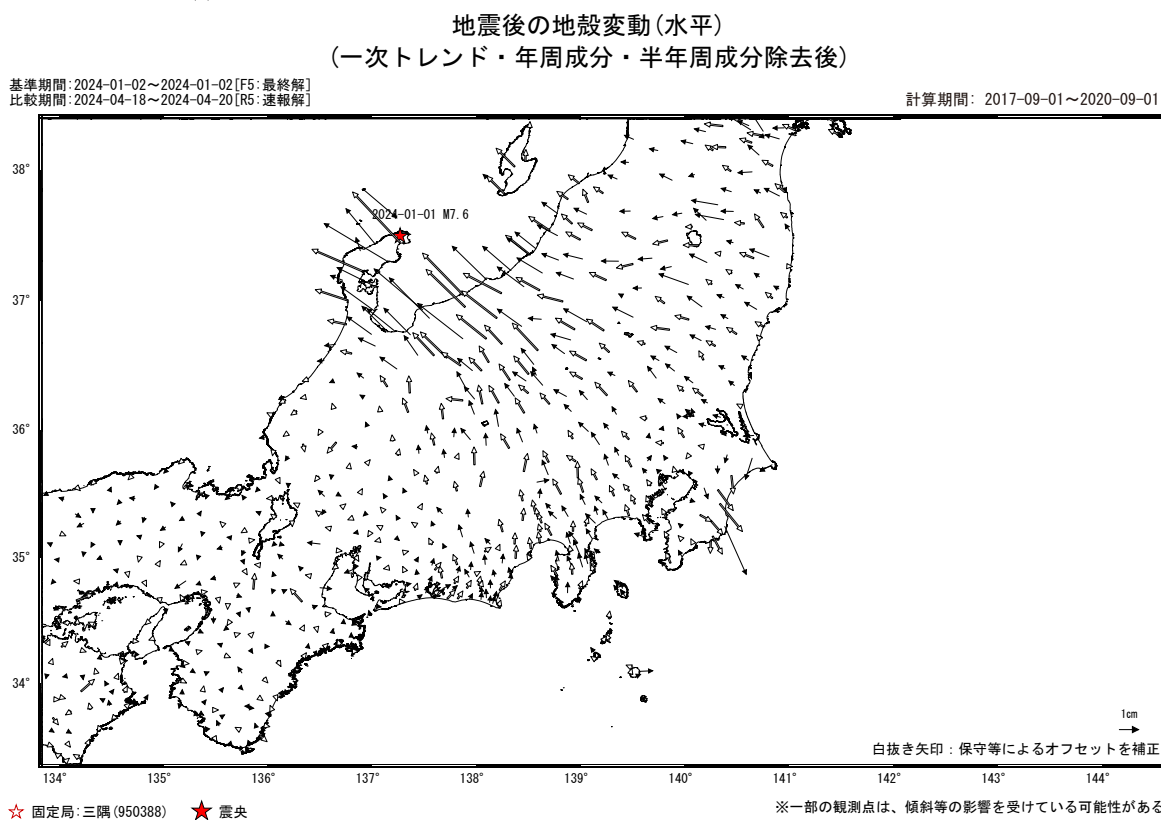
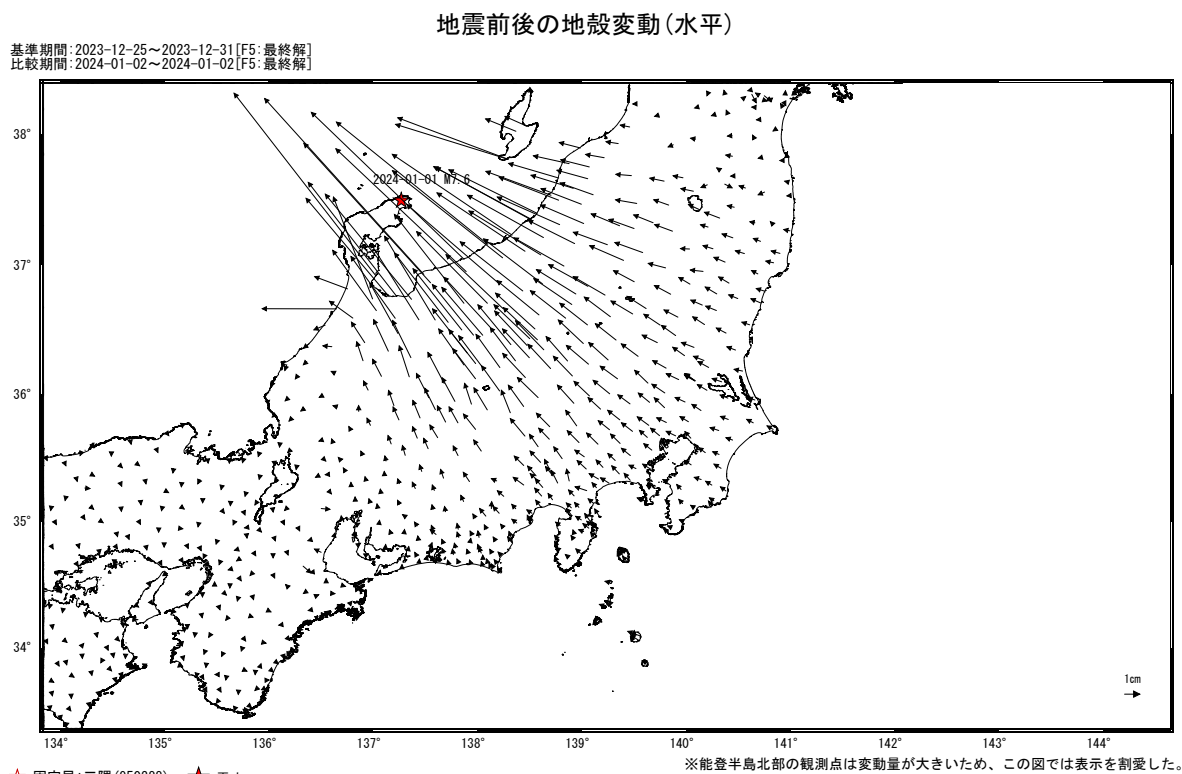
●—[F5:最終解]

※一部の観測点は、傾斜等の影響を受けている可能性がある。

第 7 図 令和 6 年能登半島地震 (1 月 1 日 M7.6) 前後の観測データ : 3 成分時系列グラフ (つづき)

Fig. 7 GNSS timeseries of continuous GNSS stations before and after the 2024 Noto Peninsula earthquake on January 1, 2024 (continued).

令和6年能登半島地震(1月1日 M7.6)による広域の地殻変動 (暫定)

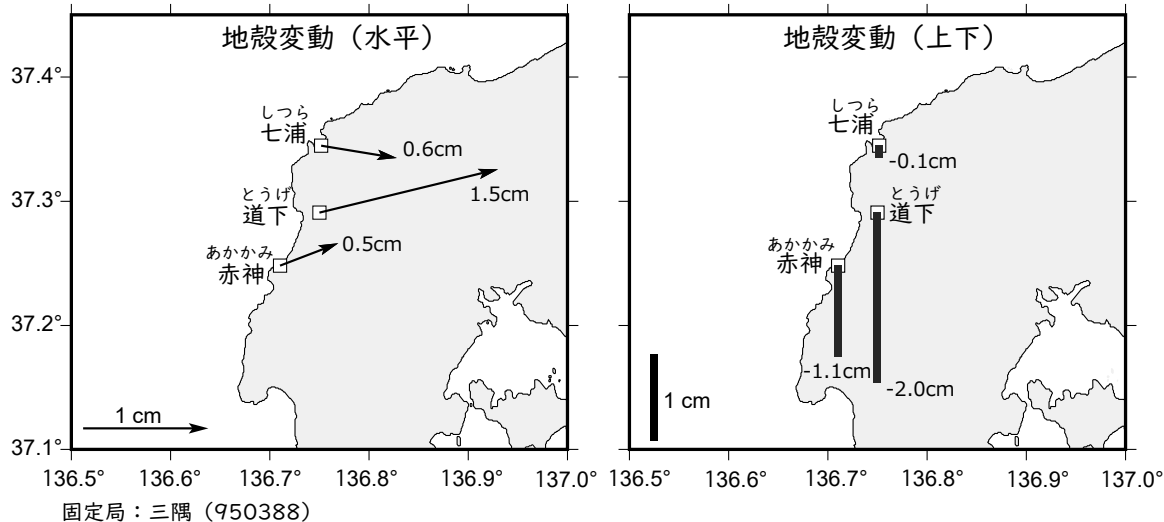


第 8 図 令和 6 年能登半島地震 (1 月 1 日 M7.6) 前後の広域の地殻変動: 水平 (上図) 及び上下 (下図) 変動

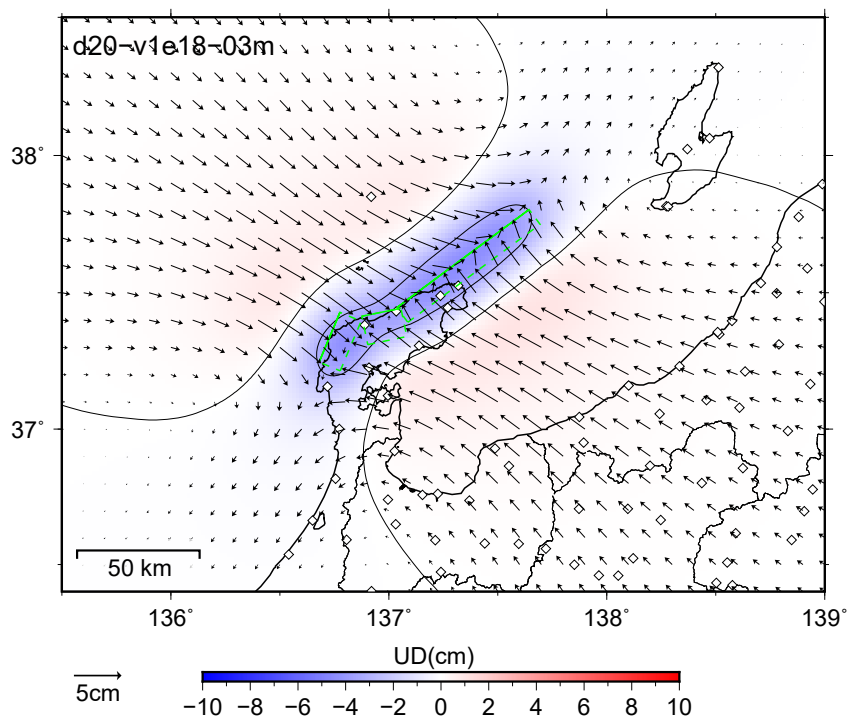
Fig. 8 Crustal deformation over a wide area before and after the 2024 Noto Peninsula Earthquake on January 1, 2024 : (top) horizontal displacement (bottom) vertical displacement.

令和6年能登半島地震の余効変動 (小型 GNSS 観測装置によるキャンペーン観測)

基準期間：2024-01-26 ~ 2024-01-28[F5: 最終解]
比較期間：2024-03-23 ~ 2024-03-25[R5: 速報解]



令和 6 年能登半島地震の粘性緩和による変動 (地震後3か月間)

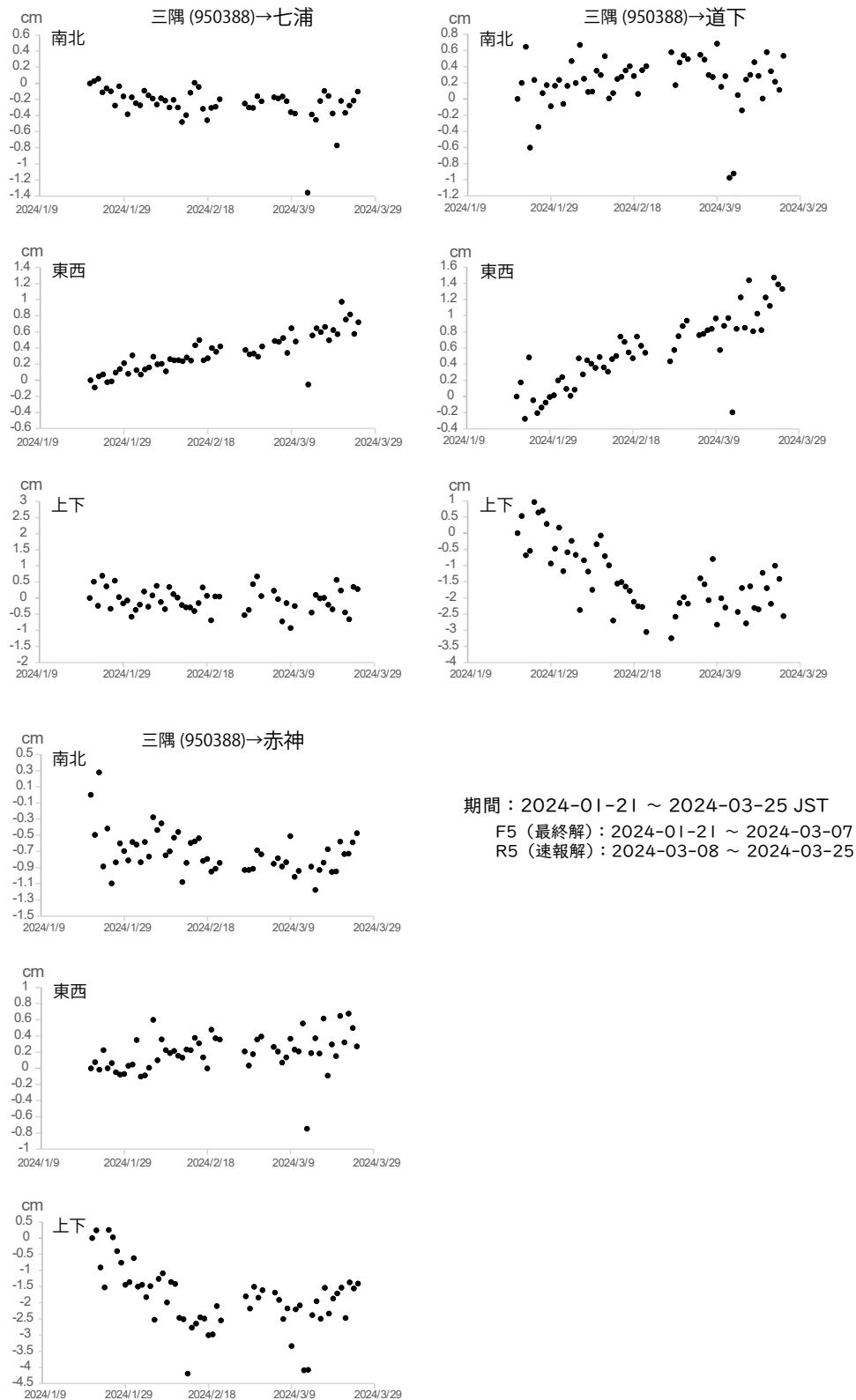


- ・ Fukahata and Matsu'ura (2005, 2006) のプログラムを使用
- ・ 表層が弾性体、基盤層がマクスウェル粘弾性体の半無限二層構造。弾性層の厚さは 20km、粘性率は $1.0 \times 10^{18} \text{ Pa} \cdot \text{s}$
- ・ 断層モデルは 3 枚の矩形断層モデル

第 9 図 令和 6 年能登半島地震 (1 月 1 日 M7.6) の余効変動：小型 GNSS 観測装置による観測結果

Fig. 9 Postseismic deformation associated with the 2024 Noto Peninsula Earthquake recorded by mobile GNSS stations.

令和 6 年能登半島地震後の観測データ（暫定）
（小型 GNSS 観測装置によるキャンペーン観測）



第 10 図 小型 GNSS 観測装置による令和 6 年能登半島地震（1 月 1 日 M7.6）後の観測データ：（3 成分時系列グラフ）

Fig. 10 GNSS timeseries of mobile GNSS stations after the 2024 Noto Peninsula Earthquake : three-components time series.