

第385回

地震調査委員会 資料

2023年5月6日

G N S S 関 連 資 料 の 見 方

1. 解析の種類

GEONET では、軌道暦と解析に用いるデータの組合せにより最終解(F5)、速報解(R5)、迅速解(Q5)の3種類の解析を実施しています(下表参照)。1日間のデータはUTCの0:00~23:59で解析しています。

各解析の詳細につきましては、Takamatsu et al. (2023) (<https://doi.org/10.1186/s40623-023-01787-7>), 国土地理院時報 134 集 (2021) (<https://www.gsi.go.jp/REPORT/JIHO/vol134-main.html>) を御参照下さい。

表 解析の種類による軌道暦等の違い

解析の種類	軌道暦	解析に用いるデータ	解の間隔	解析結果
F5 (最終解)	IGS 最終暦	24 時間分	1 日	2 ~ 3 週間後
R5 (速報解)	IGS 速報暦	24 時間分	1 日	2 日後
Q5 (迅速解)	IGS 超速報暦	6 時間分	3 時間	約 3 時間後

2. 電子基準点の保守

電子基準点の安定運用を図るため保守及び器材の更新を実施しています。その際、受信機やアンテナの機種を変更することにより、F5解等の解析結果にオフセットが生じることがあります。この場合、F5解を基にオフセット量を算出し、資料作成時に補正を行っています。なお、変動ベクトル図・変動ベクトルの差の図では、この補正を行った観測点を白抜き矢印で表示し、未補正の観測点は表示から外しています。

国土地理院で行っているオフセット補正の詳細につきましては、国土地理院時報 118 集 (2009) (GPS 連続観測システム (GEONET) 解析結果に生じる人為的要因によるオフセットの補正手法について<http://www.gsi.go.jp/common/000054719.pdf>) を御参照下さい。

3. 2 期間の地殻水平変動ベクトルの差—○○—

期間①の変動ベクトルと期間②の変動ベクトルの差を表示しています(下図参照)。

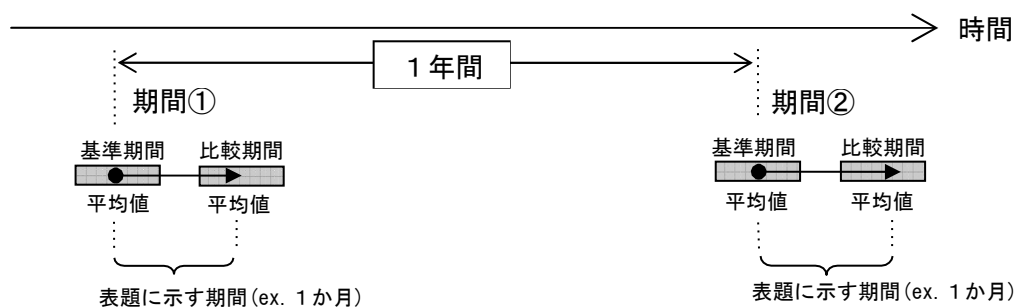
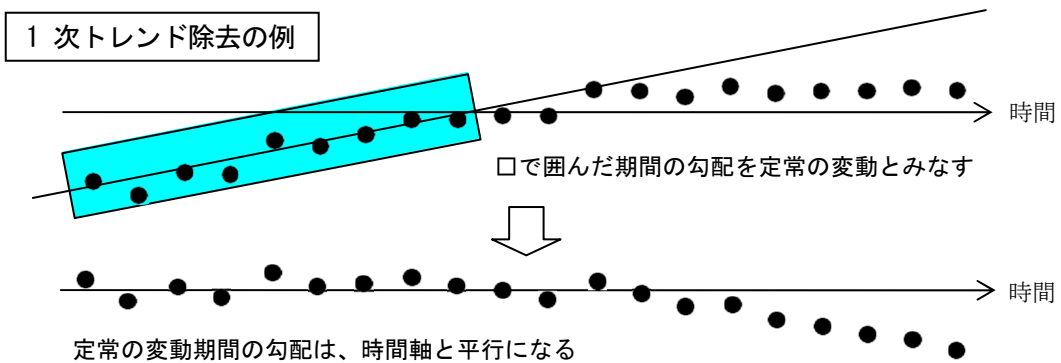


図 「2 期間の地殻水平変動ベクトルの差」の説明

4. 1 次トレンド・年周・半年周成分除去

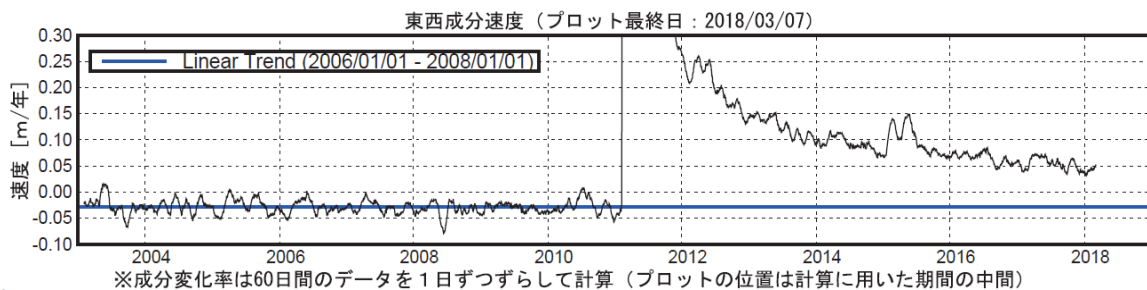
より詳細な変動を見るために、定常の変動とみなした期間における1次トレンド・年周・半年周の成分を推定し、全期間から差し引いています。これにより、非定期的な変動を見やすくすることができます。定常とみなした期間は「計算期間」として、グラフ及びベクトル図に表示しています。



5. 基線ベクトル成分の速度

余効変動のような緩やかな非定常変動の推移を見積もる方法として、基線ベクトル成分の速度をプロットしています。基線ベクトル成分の速度は、指定された日数（下図の例では60日間）の変化の1次トレンドとして計算し、計算期間の中間日にプロットしています。この計算を1日ずつずらしてグラフにしています。

更に定常とみなした変動からの離れ具合を表すために、グラフ内の左上に「Linear Trend (期間)」として示す期間について基線ベクトル成分の変化から、1次トレンド、年周・半年周成分を推定し、得られた1次トレンドの値を平均的な速度として一定の値の横棒で表しています。



6. 移転

移転した電子基準点は、移転前の点と別個の点として扱われます。そのため、地殻変動観測の継続性を保つために、移転前・移転後の座標時系列を結合して資料を作成しています。この場合、時系列グラフには移転した点の名前と移転日の注記を入れています。

7. 解析時の固定点について

F5解析及びR5解析では、茨城県の「つくば1」(92110)を解析固定点としており、その座標値は世界各地の観測データから算出する手法を採用しています。一方、Q5解析では解析固定点を福岡県の「前原」(950450)とし、その座標値はノミナルな値で与えています。このため、F5解析及びR5解析とQ5解析を比較した場合、座標値に見かけ上の差が生じますが、通常、基線ベクトルを形成することで、その差は相殺されます。ただし、1000kmを超えるような長距離基線では、最大で数ミリのずれが残ることがあります。

8. 出典

本資料を利用する際は、出典の記載をお願いします。

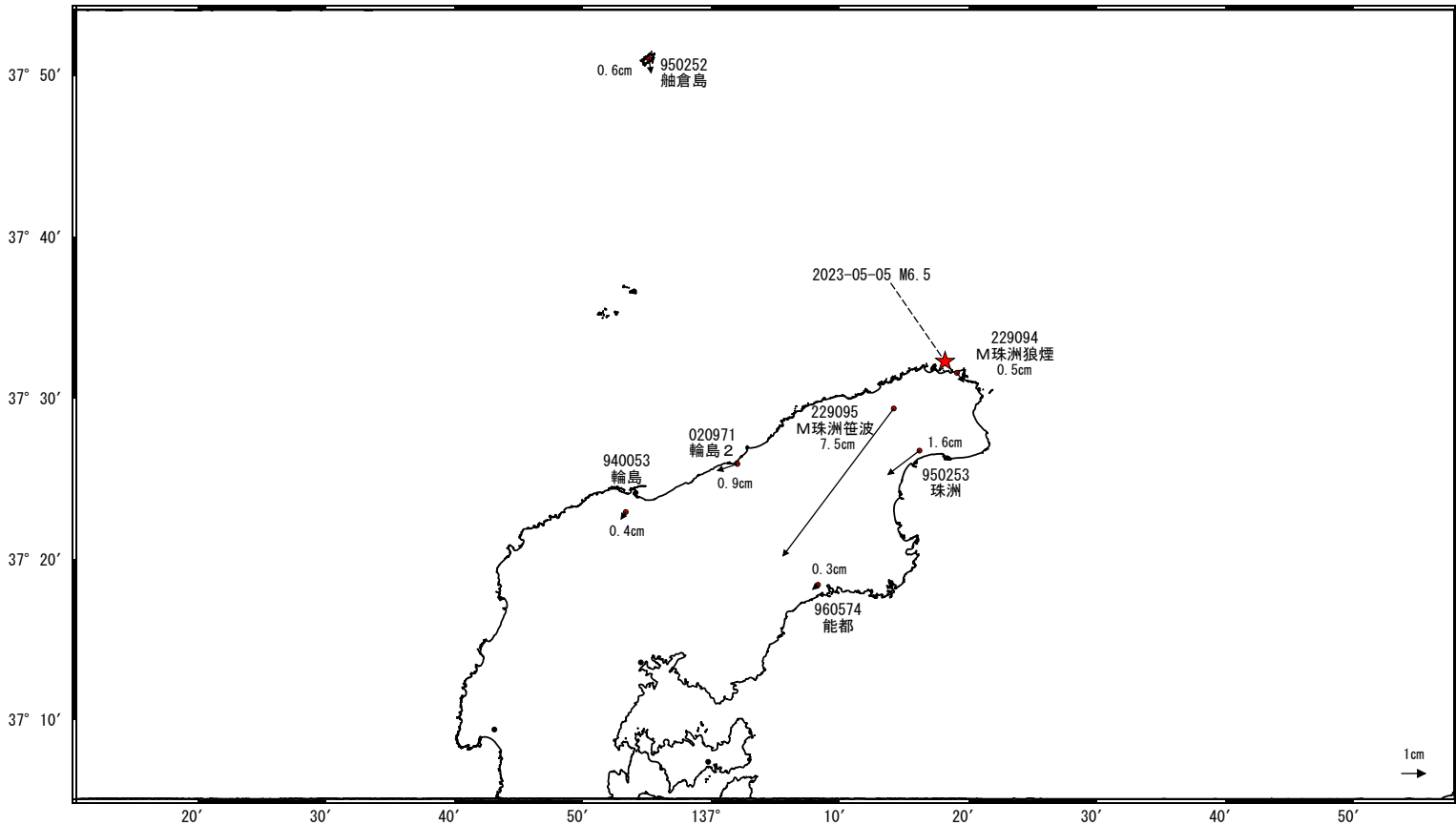
(出典記載例) 「出典: 国土地理院」

石川県能登地方の地震(5月5日 M6.5)前後の観測データ(暫定)

この地震に伴い地殻変動が観測された。

地殻変動(水平)

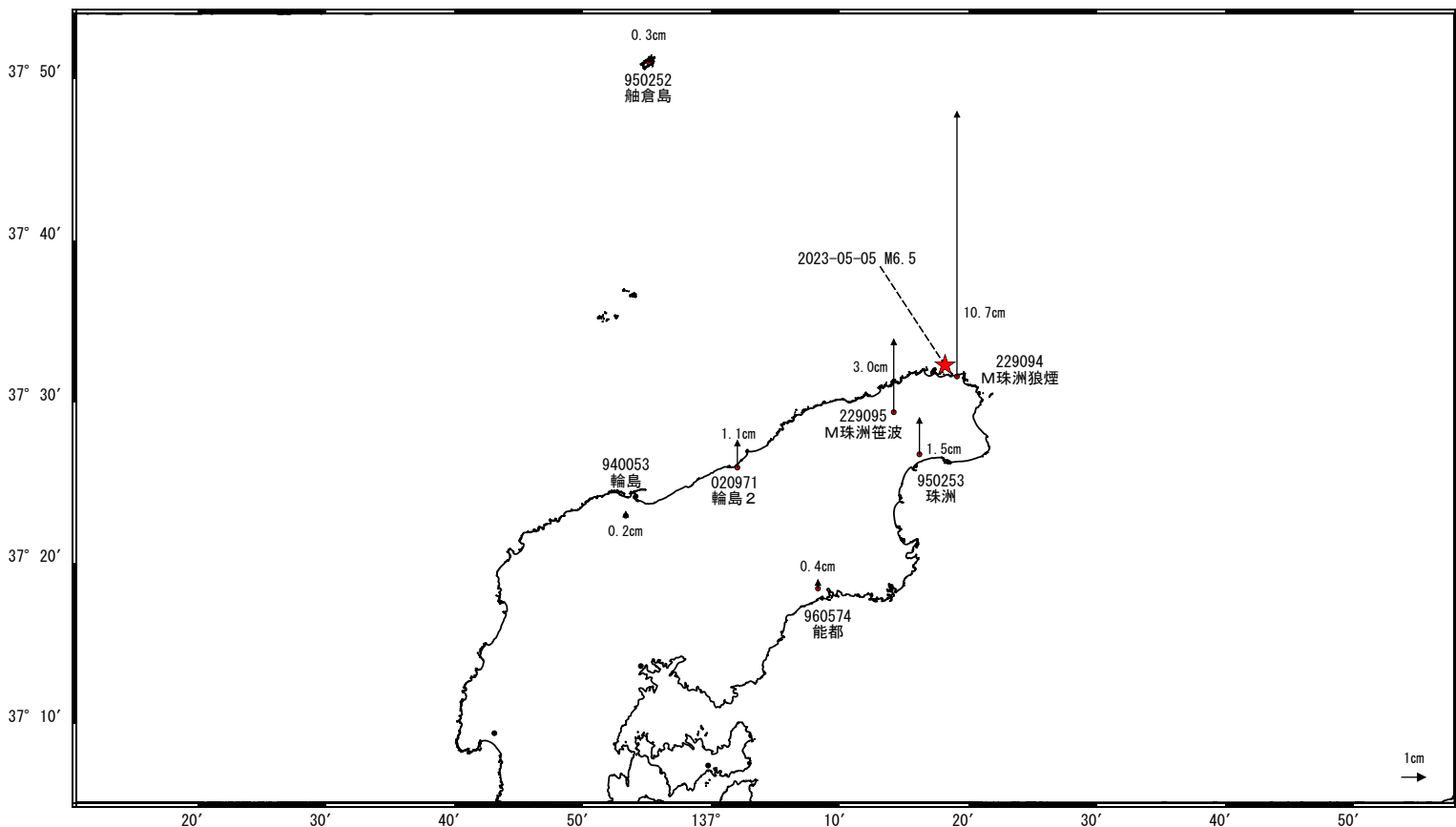
基準期間: 2023-04-26 09:00~2023-05-03 08:59 [R5:速報解]
比較期間: 2023-05-05 15:00~2023-05-06 08:59 [Q5:迅速解]



☆ 固定局: 白鳥 (950282) ★ 震央

地殻変動(上下)

基準期間: 2023-04-26 09:00~2023-05-03 08:59 [R5:速報解]
比較期間: 2023-05-05 15:00~2023-05-06 08:59 [Q5:迅速解]



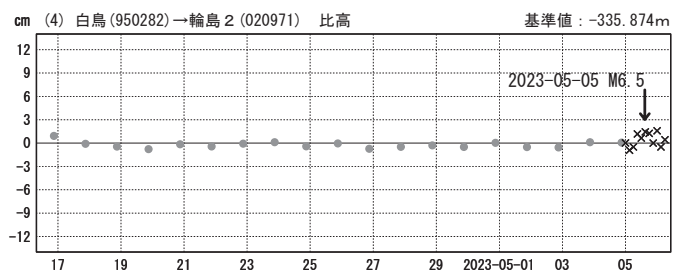
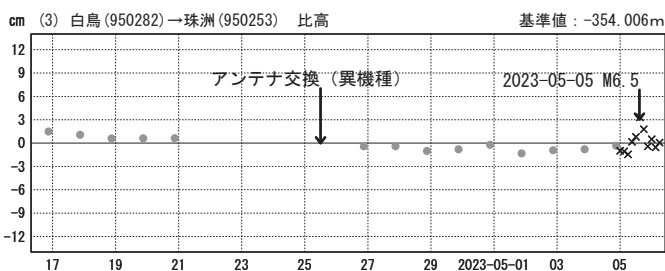
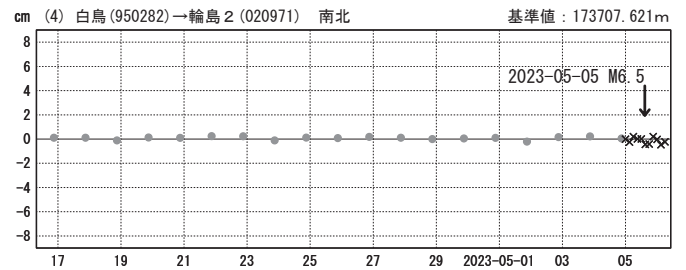
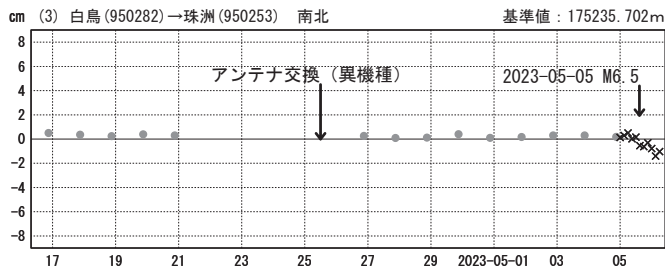
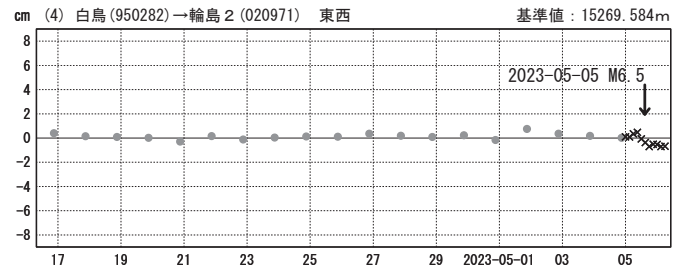
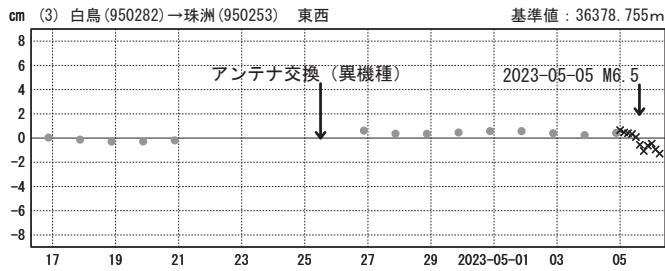
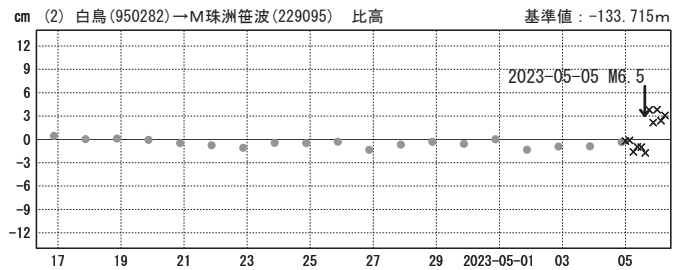
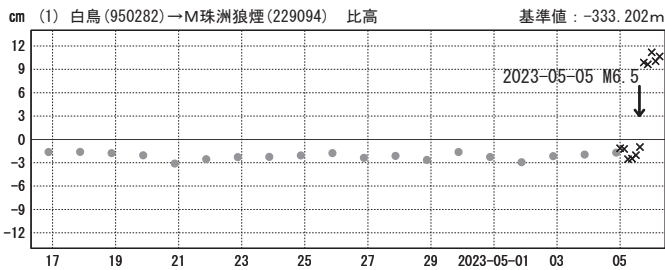
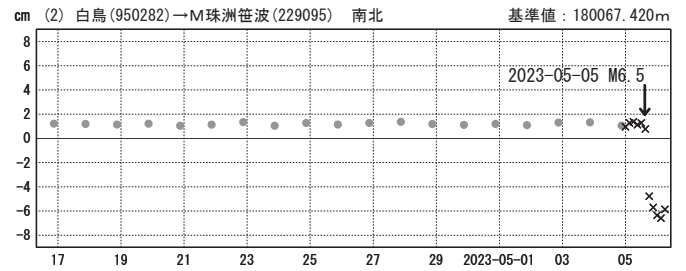
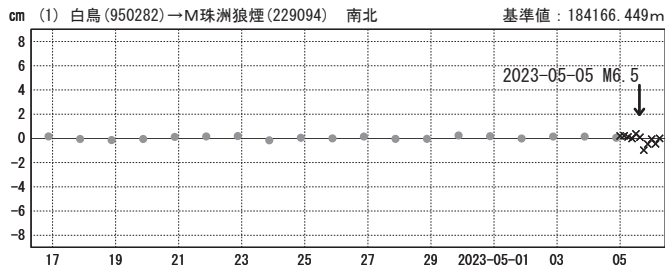
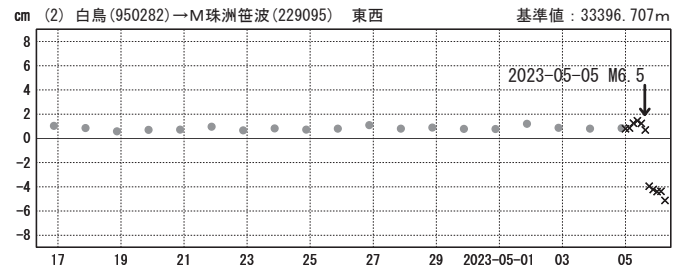
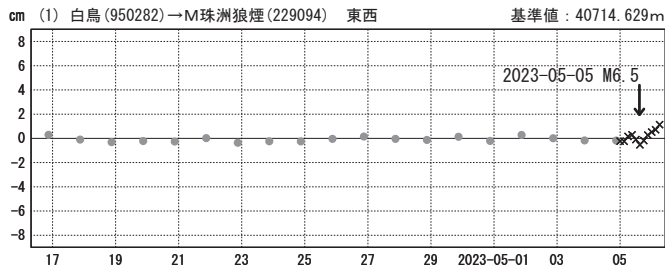
☆ 固定局: 白鳥 (950282) ★ 震央

石川県能登地方の地震(5月5日 M6.5)前後の観測データ (暫定)

成分変化グラフ

期間: 2023-04-16~2023-05-06 JST

期間: 2023-04-16~2023-05-06 JST



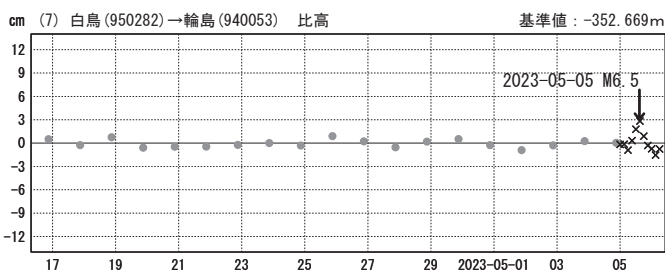
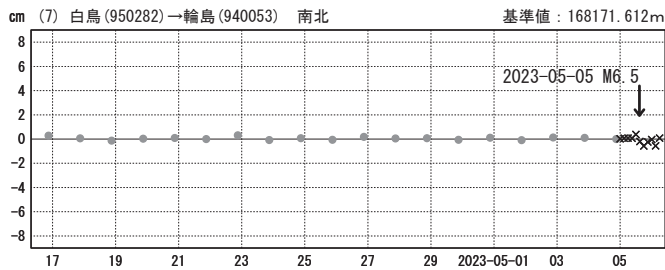
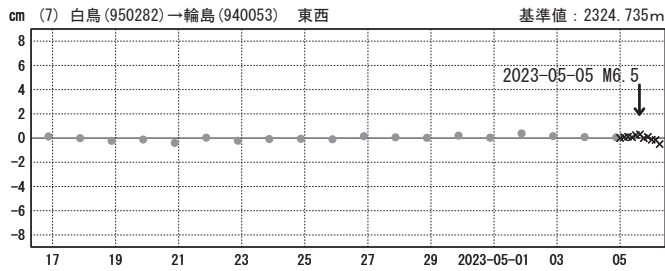
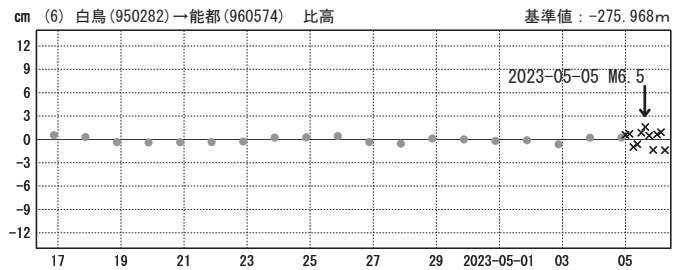
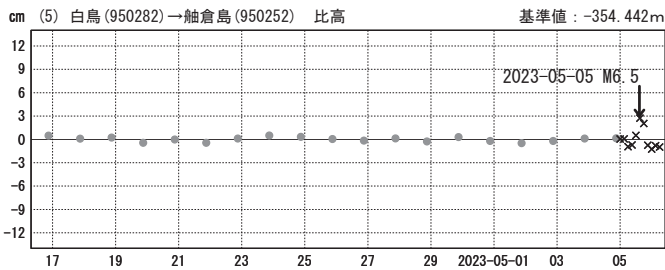
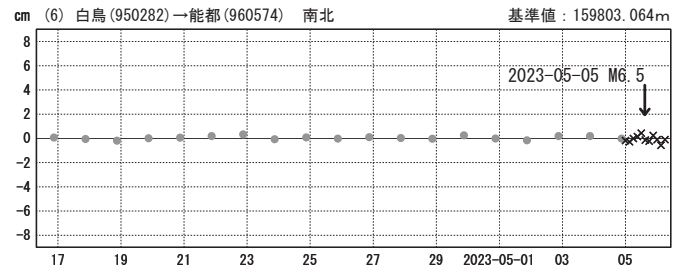
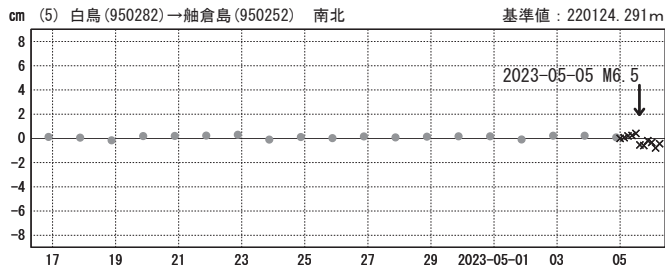
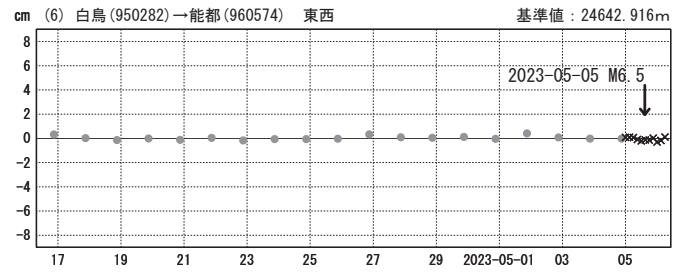
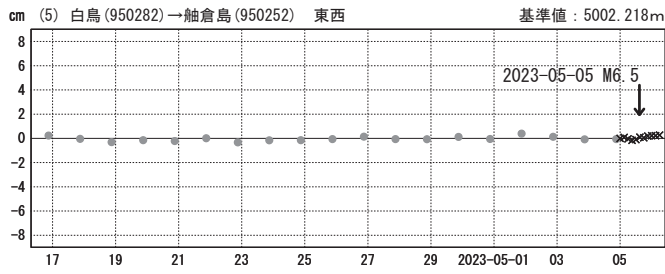
●---[R5:速報解] ×---[Q5:迅速解]

石川県能登地方の地震(5月5日 M6.5)前後の観測データ (暫定)

成分変化グラフ

期間: 2023-04-16~2023-05-06 JST

期間: 2023-04-16~2023-05-06 JST

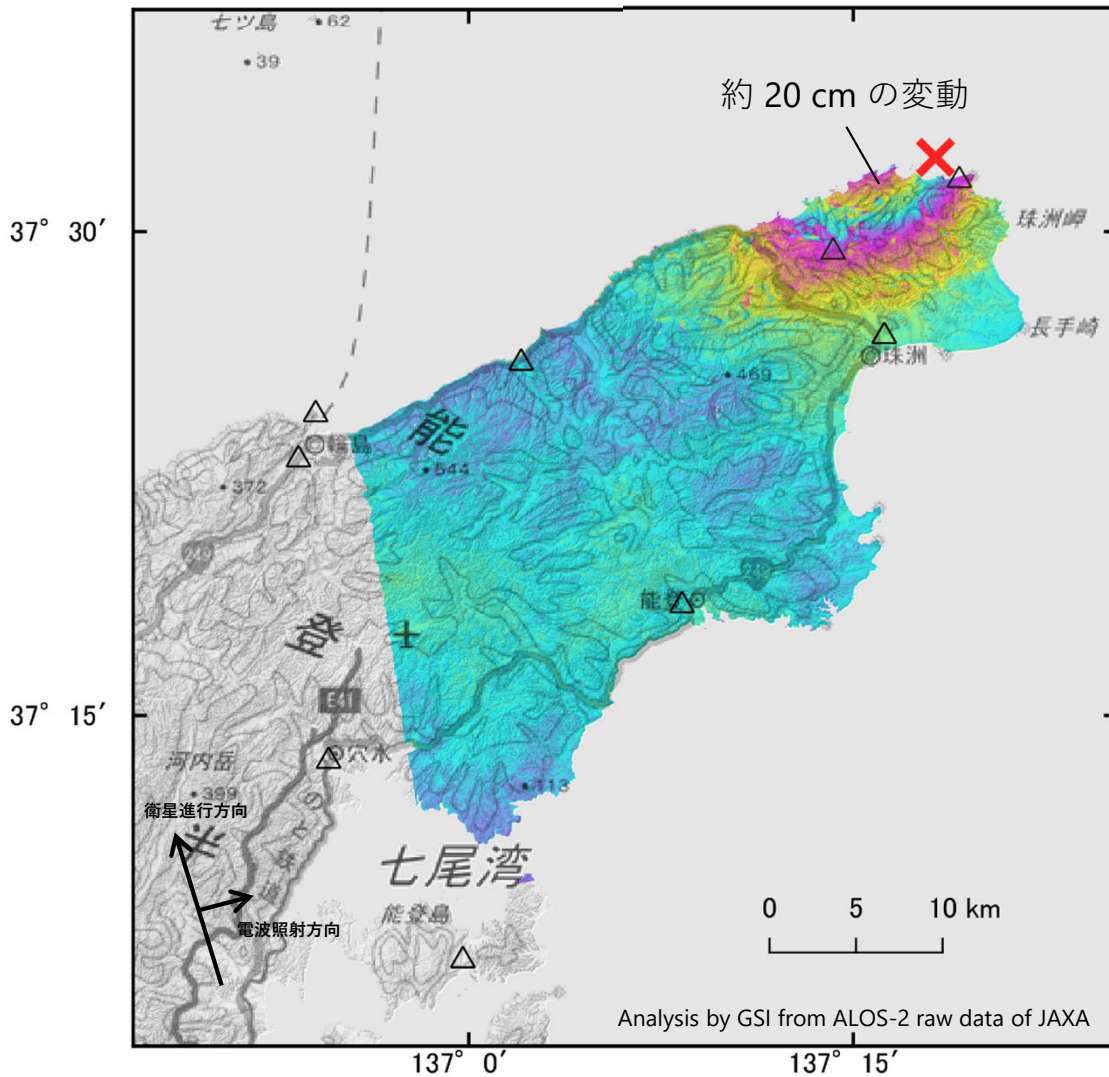


●---[R5:速報解] ×---[Q5:迅速解]

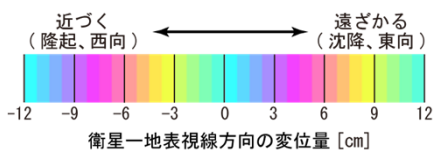
「だいち2号」観測データの干渉解析による 石川県能登地方の地震（2023年5月5日）に伴う地殻変動

珠洲市北部で最大約 20 cm（暫定値）の衛星に近づく変動が見られます。
 （衛星は西側上空からの観測のため、上向きもしくは西向きの変動）

2023年4月21日～2023年5月5日



- △ 国土地理院GNSS観測点
- × 震央 2023-05-05 14:42
深さ12km M6.5（気象庁発表）



衛星名	ALOS-2
観測日時	2023-04-21 2023-05-05 23:45頃 (14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	35.8°
偏波	HH
垂直基線長	- 74 m

* U：高分解能(3m)モード

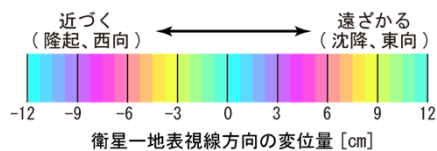
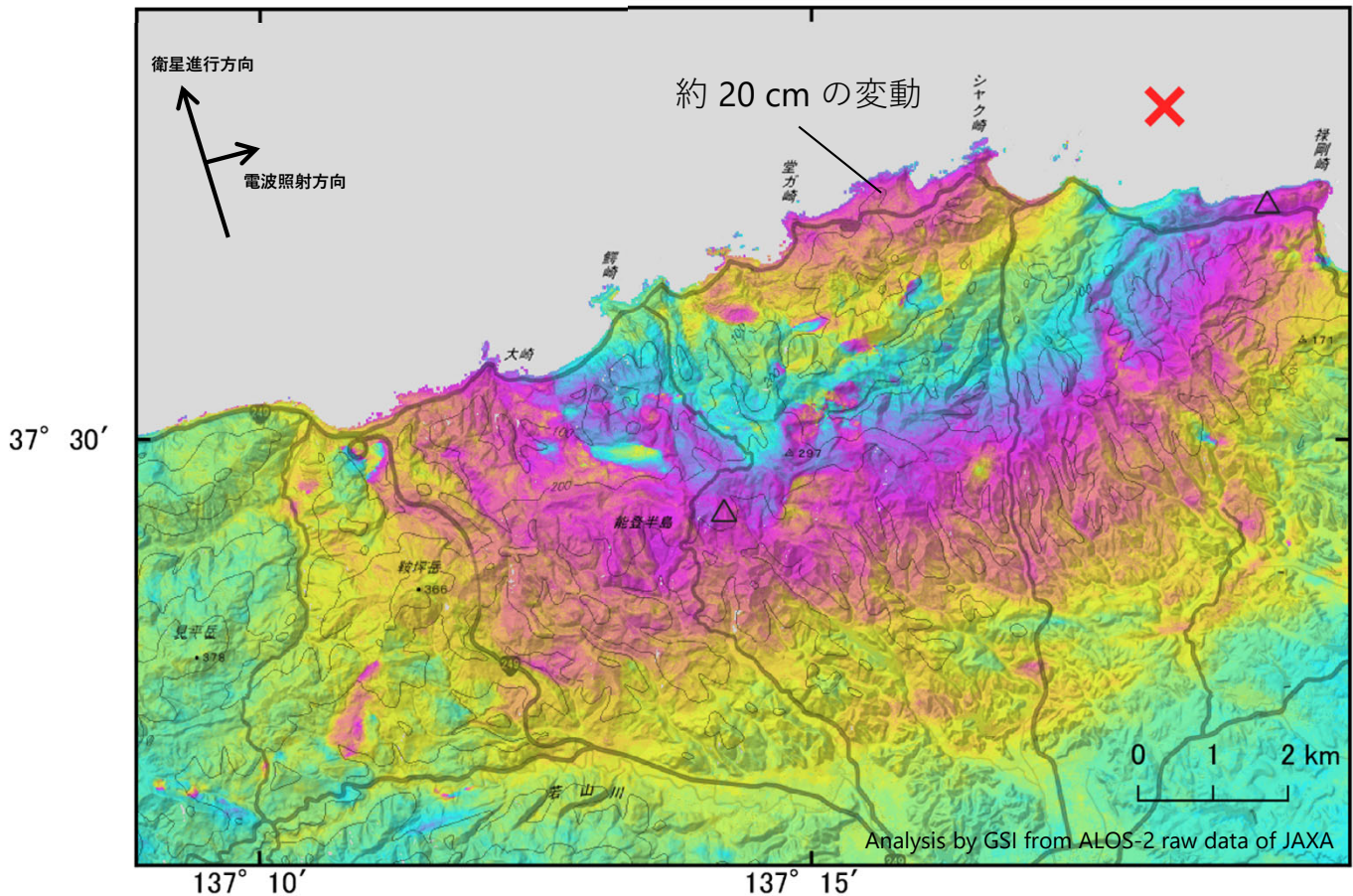
背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

本解析で使用したデータの一部は、地震予知連絡会SAR解析ワーキンググループの活動を通して得られたものです。
 対流圏遅延補正には、気象庁数値予報格子点データを使用しています⁸。

「だいち2号」観測データの干渉解析による 石川県能登地方の地震（2023年5月5日）に伴う地殻変動

珠洲市内の山地等では数cm程度の小規模な地すべり状変位が多数見られます。

2023年4月21日～2023年5月5日



背景：地理院地図 標準地図・陰影起伏図・傾斜量図

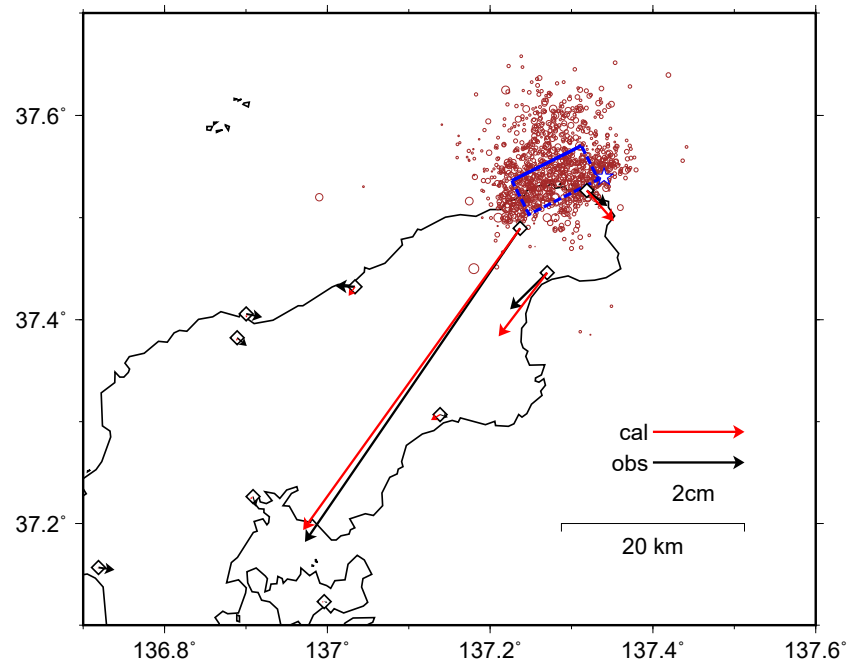
本解析で使用したデータの一部は、地震予知連絡会SAR解析ワーキンググループの活動を通して得られたものです。
対流圏遅延補正には、気象庁数値予報格子点データを使用しています。

2023年5月5日 石川県能登地方の地震活動の震源断層モデル（暫定）

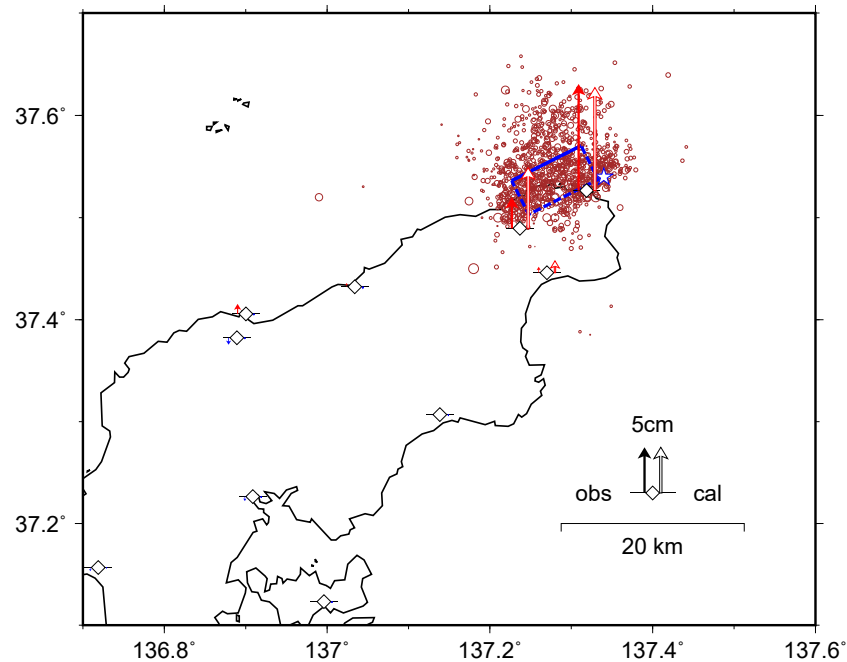
基準期間：2023年4月28日0時～2023年5月5日0時 (Q5 解) UTC

比較期間：2023年5月5日9時～2023年5月5日18時 (Q5 解) UTC

【水平変動の観測値と計算値の比較】



【上下変動の観測値と計算値の比較】



- ・白抜きの星は 05-05 Mj6.5 の震源、茶色丸は震源分布（気象庁一元化震源の自動解を使用）、2023年5月5日14時42分～5月6日10時59分（JST）。
- ・黄緑色の矩形は震源断層モデルを地表面に投影した位置で、実線が断層上端。

【推定された震源断層パラメータ】

経度	緯度	上端深さ	長さ	幅	走向	傾斜	すべり角	すべり量	M_w
°	°	km	km	km	°	°	°	m	
137.227	37.536	0.3	8.4	8.4	63.2	60.8	108.2	0.69	6.04
(0.005)	(0.006)	(0.2)	(0.5)	(0.5)	(10.4)	(3.7)	(5.2)	(0.09)	(0.05)

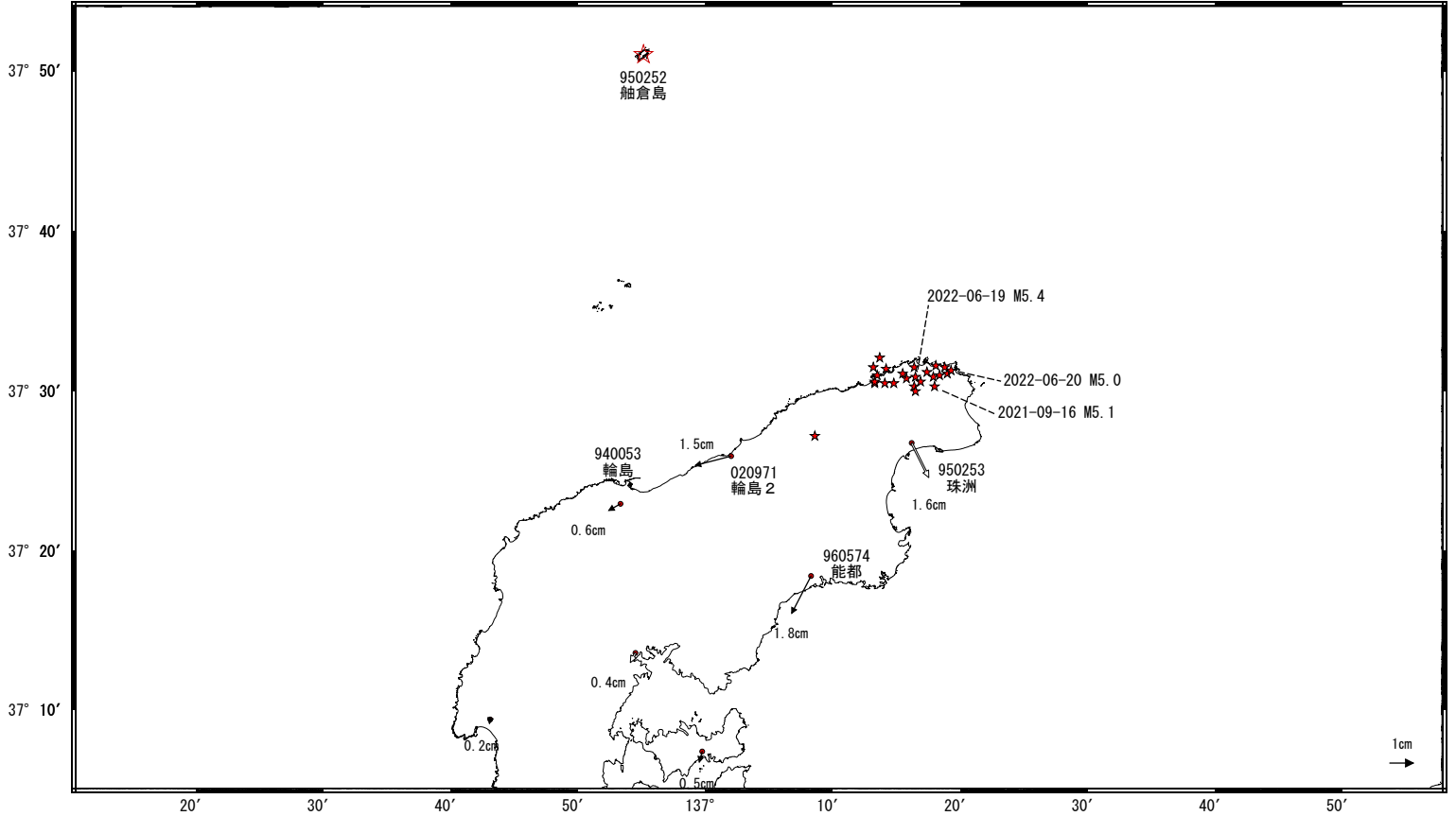
- ・マルコフ連鎖モンテカルロ（MCMC）法を用いてモデルパラメータを推定。括弧内は誤差（1 σ ）を示す。
- ・ M_w と断層面積がスケーリング則（Strasser et al., 2010）に近づくよう拘束。
- ・断層長さ と断層幅の比は 1:1 に拘束。
- ・ M_w の計算においては、剛性率を 30GPa と仮定。

石川県能登地方の地殻変動（暫定）

ベクトル図（水平） （一次トレンド・年周成分・半年周成分除去後）

基準期間：2020-11-01～2020-11-07 [F5: 最終解]
比較期間：2023-04-16～2023-04-22 [R5: 速報解]

計算期間：2017-09-01～2020-09-01

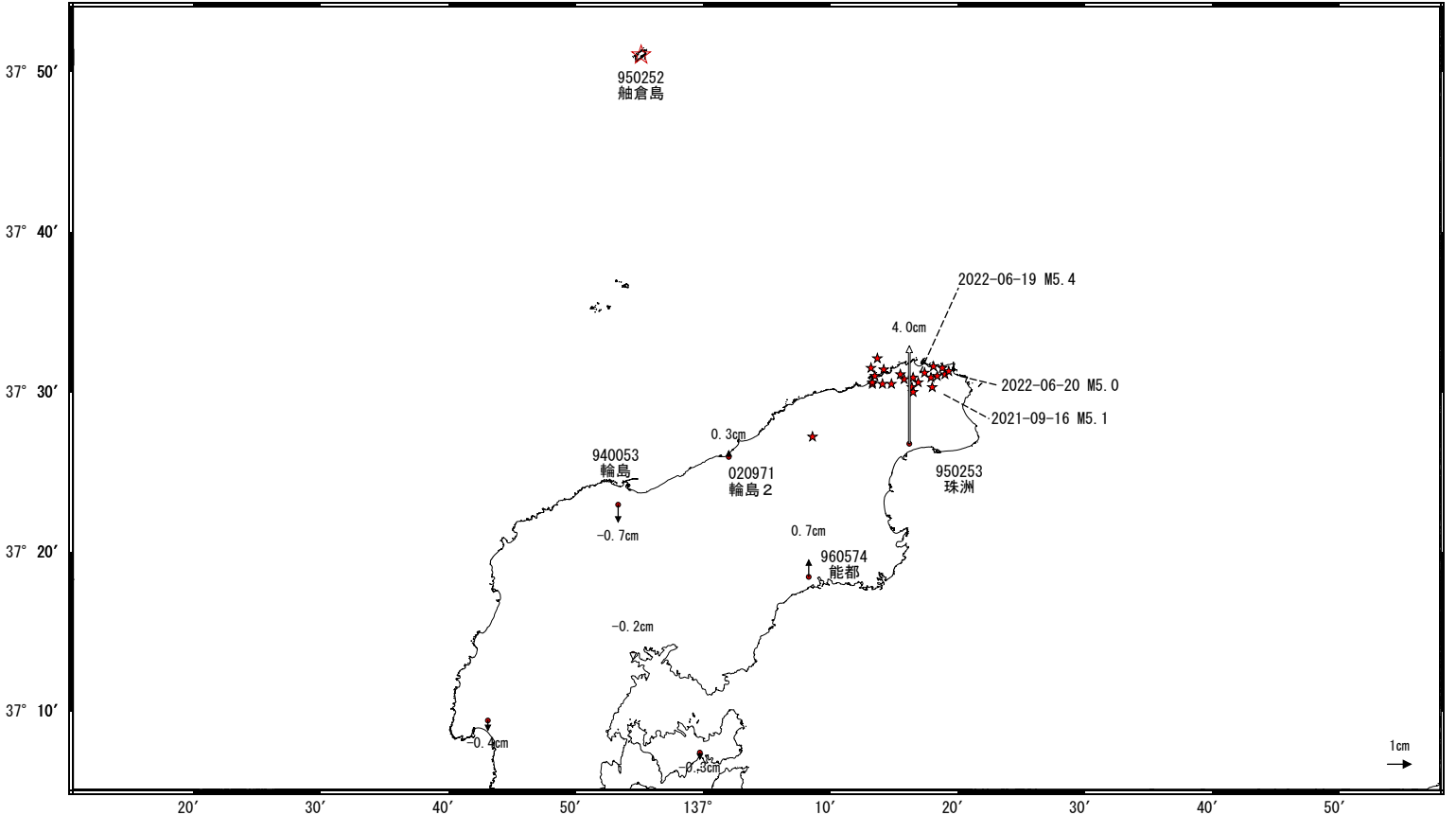


☆ 固定局：舳倉島 (950252)

ベクトル図（上下） （一次トレンド・年周成分・半年周成分除去後）

基準期間：2020-11-01～2020-11-07 [F5: 最終解]
比較期間：2023-04-16～2023-04-22 [R5: 速報解]

計算期間：2017-09-01～2020-09-01



☆ 固定局：舳倉島 (950252)

★ 震央（2020年11月以降 M>4.0）

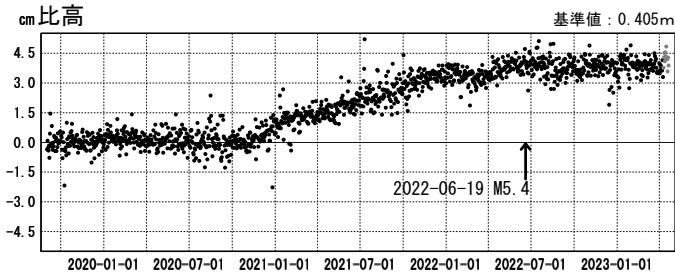
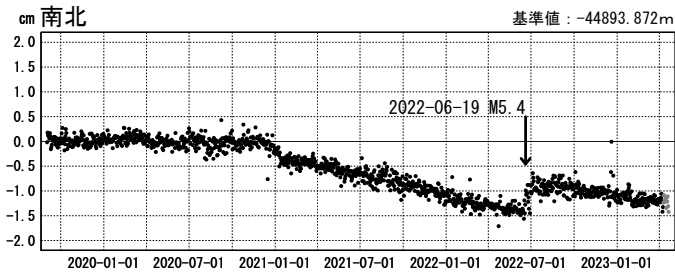
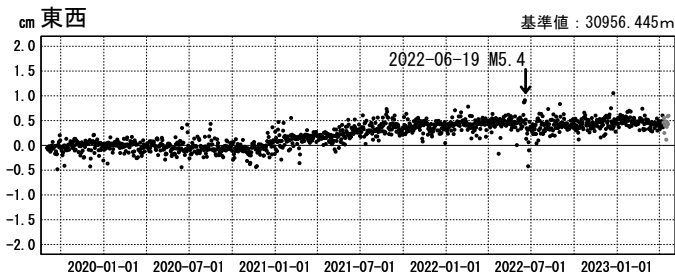
※電子基準点「珠洲」の位置が、地震（2022-06-19 M5.4）に伴いごくわずかに変化した可能性がある。

石川県能登地方の地殻変動（暫定）

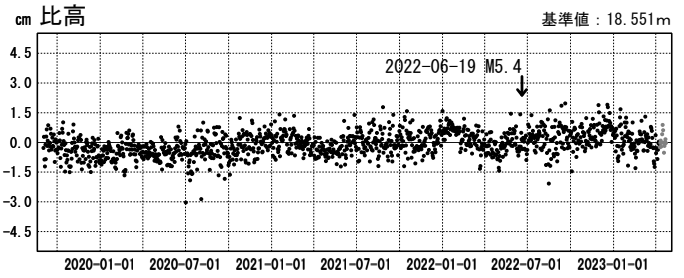
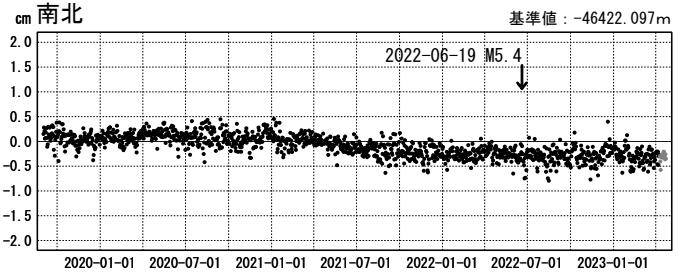
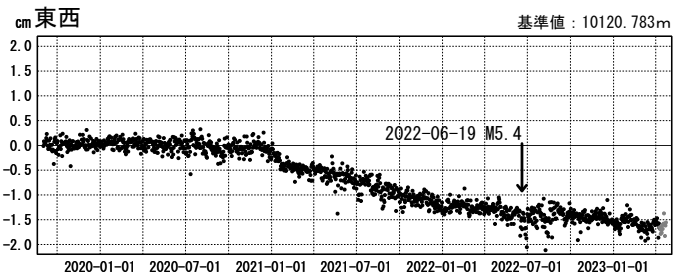
成分変化グラフ（一次トレンド・年周成分・半年周成分除去後）

期間：2019-09-01～2023-04-22 JST 計算期間：2017-09-01～2020-09-01

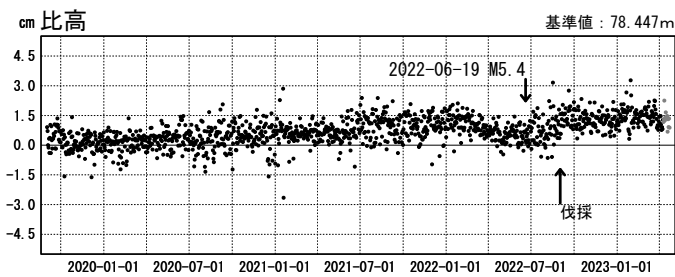
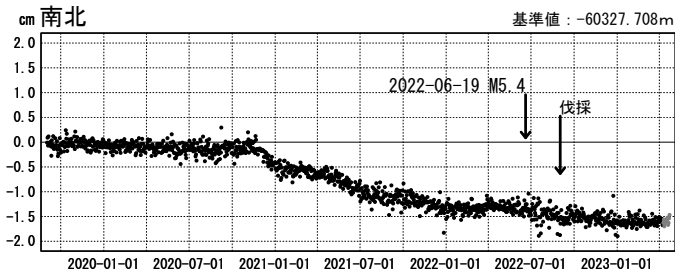
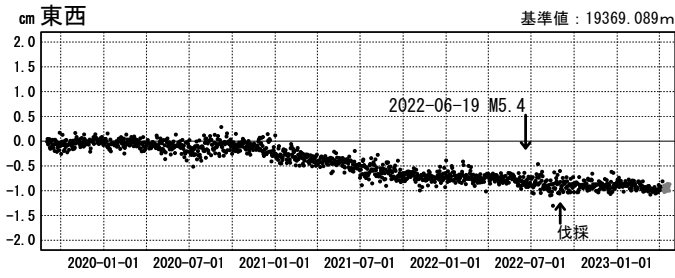
(1) 舮倉島(950252)→珠洲(950253)



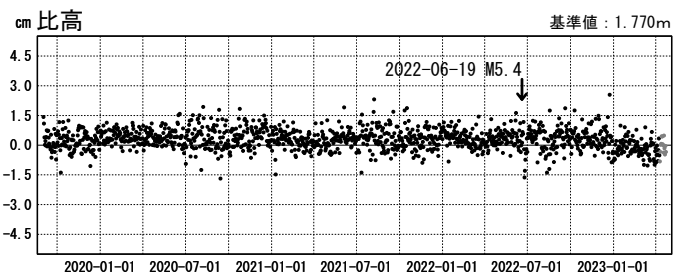
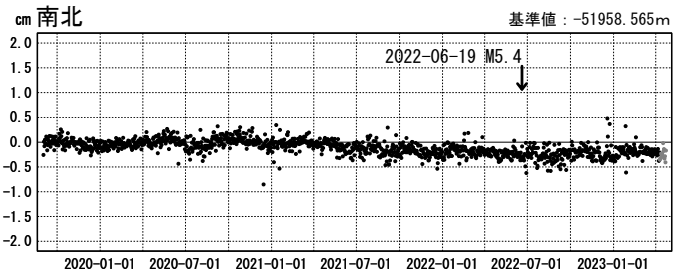
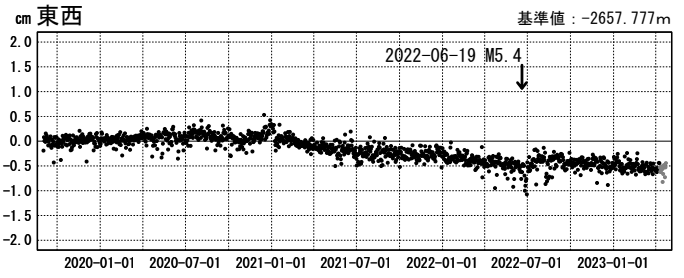
(2) 舮倉島(950252)→輪島2(020971)



(3) 舮倉島(950252)→能都(960574)



(4) 舮倉島(950252)→輪島(940053)



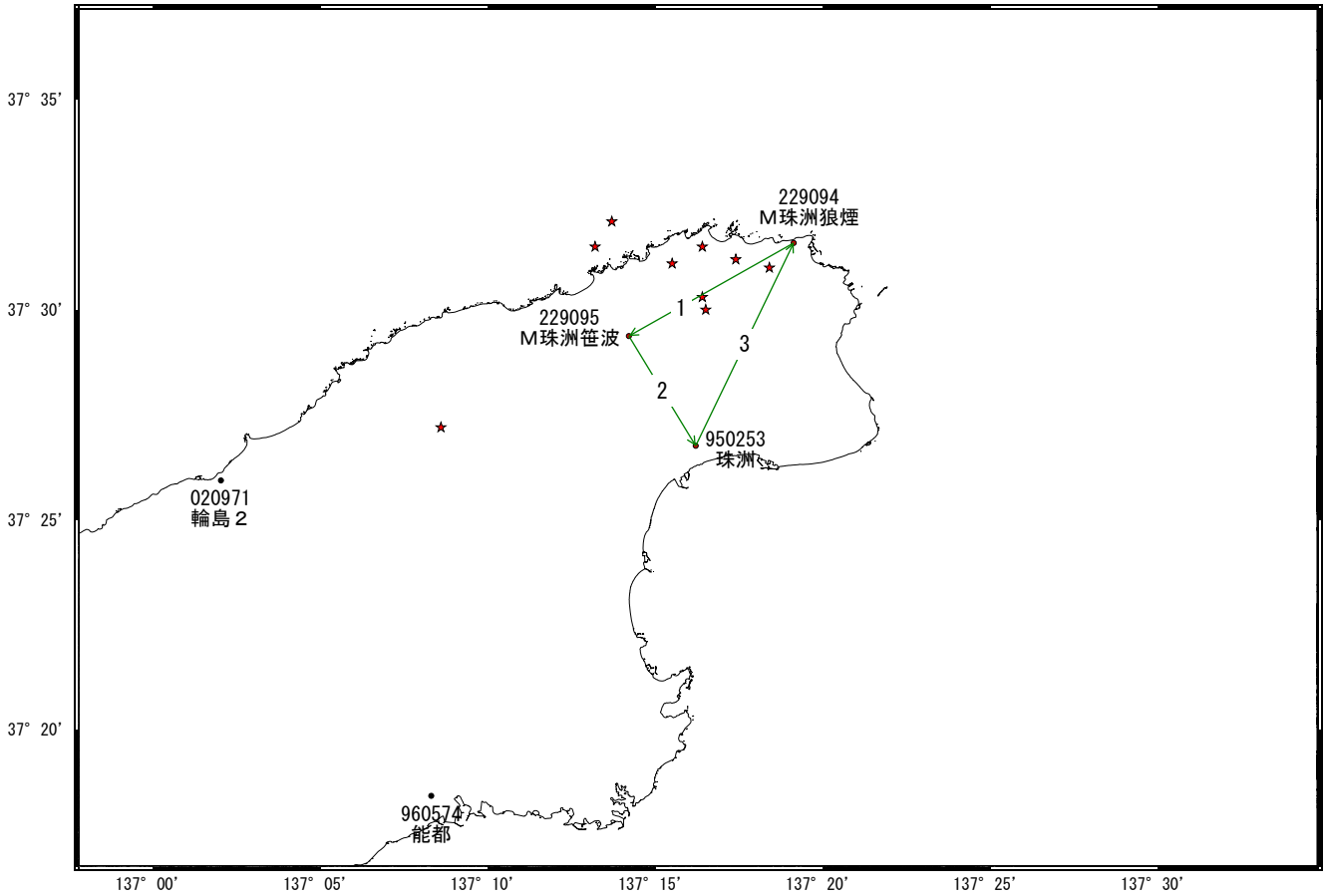
●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

※電子基準点「珠洲」の位置が、地震（2022-06-19 M5.4）に伴いごくわずかに変化した可能性がある。

石川県能登地方の地殻変動（暫定）

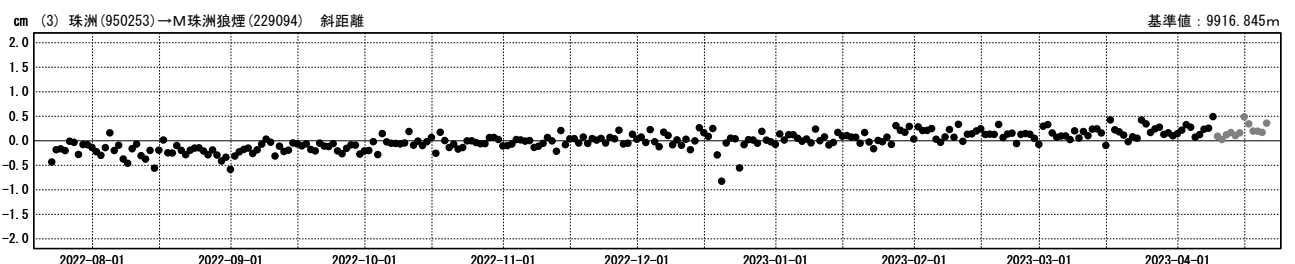
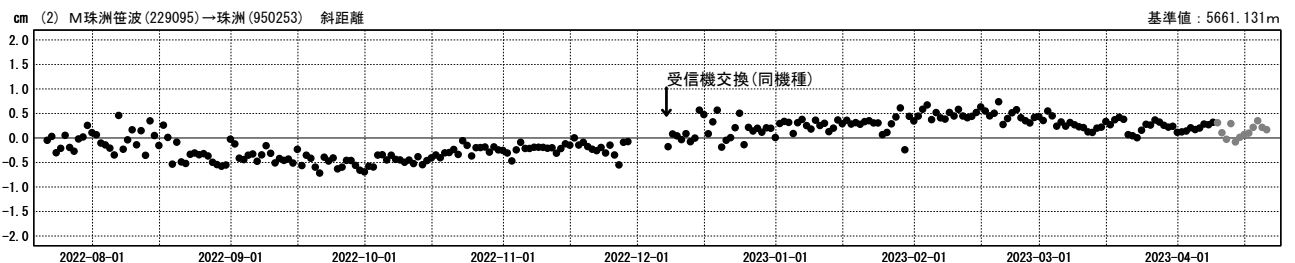
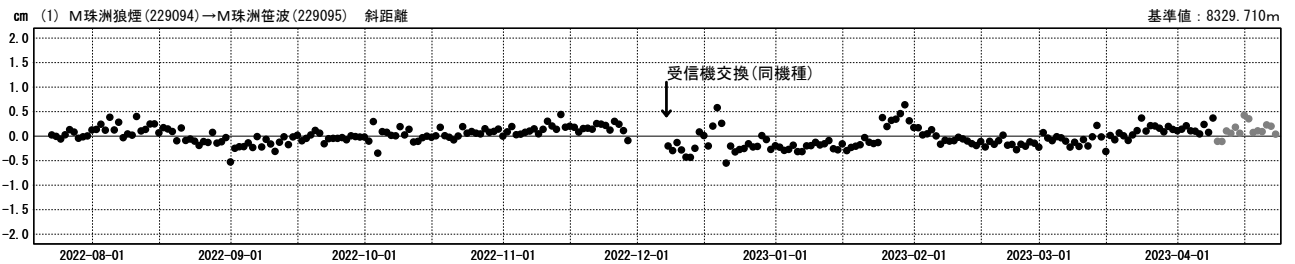
— 可搬型GNSS連続観測装置（REGMOS）による観測結果 —

基線図



★ 震央 M > 4.0

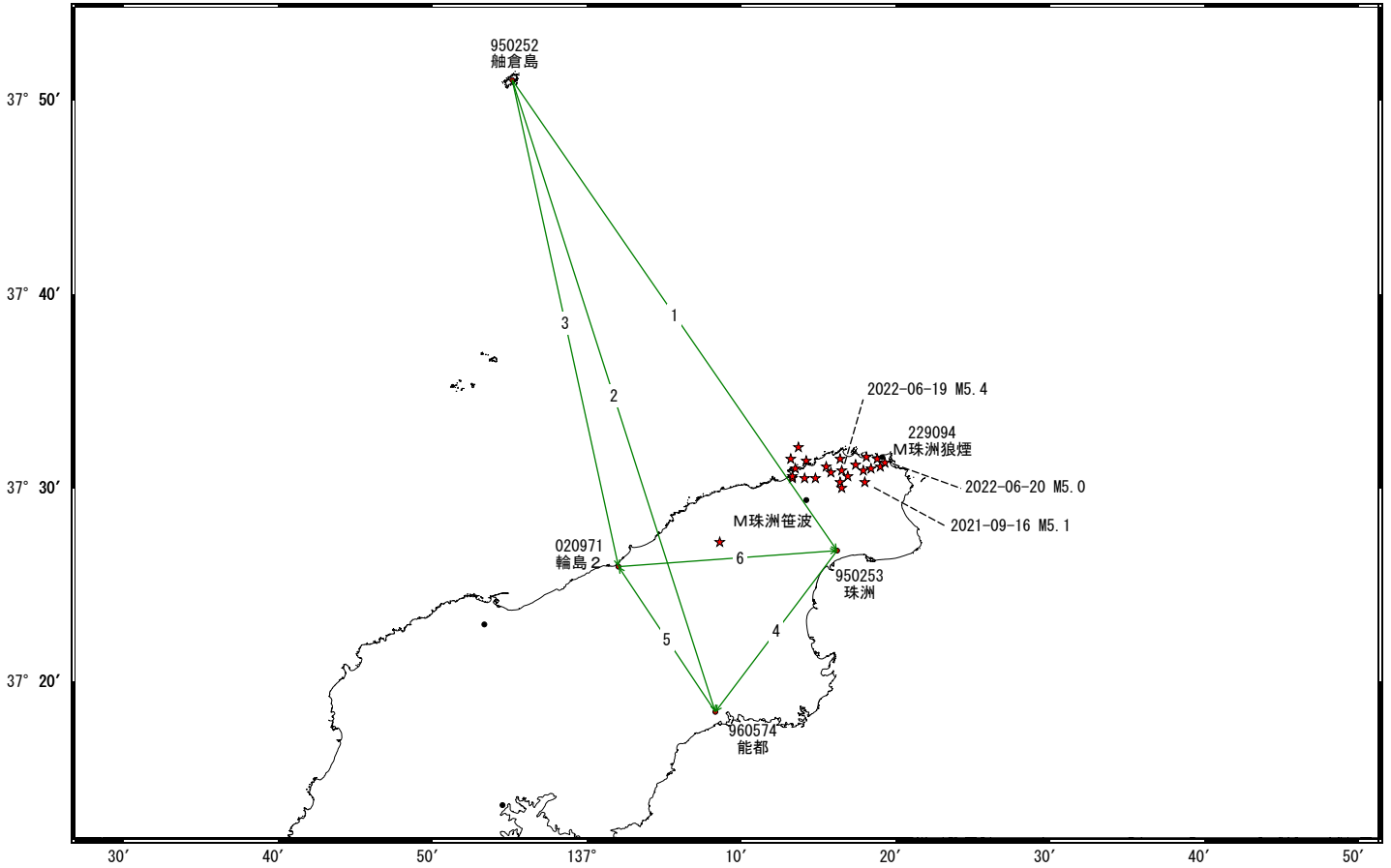
基線変化グラフ



●— [F5:最終解] ●— [R5:速報解]

石川県能登地方の地殻変動（暫定）

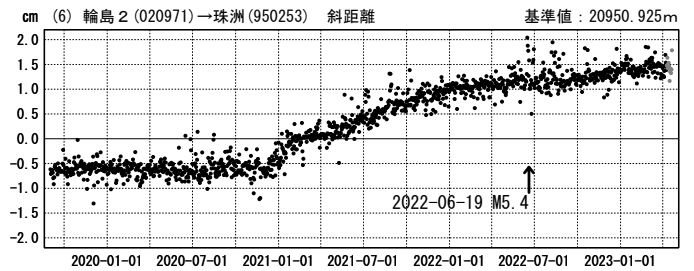
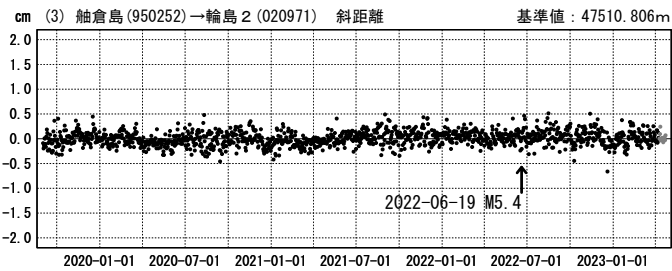
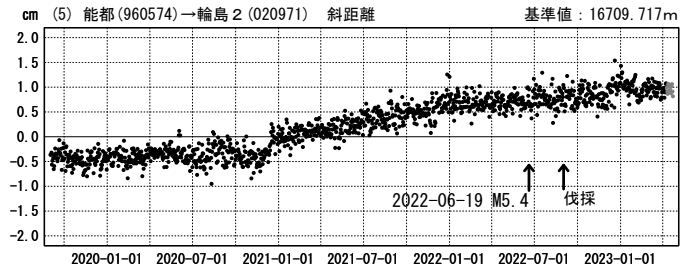
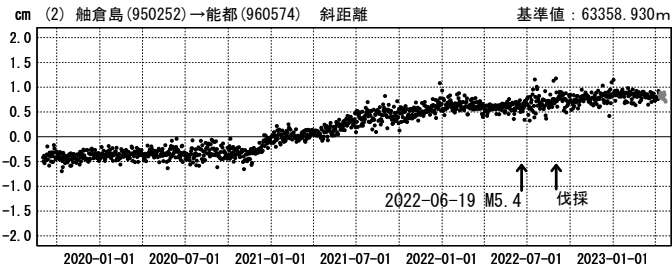
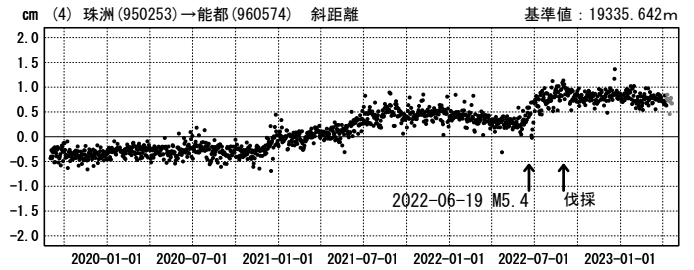
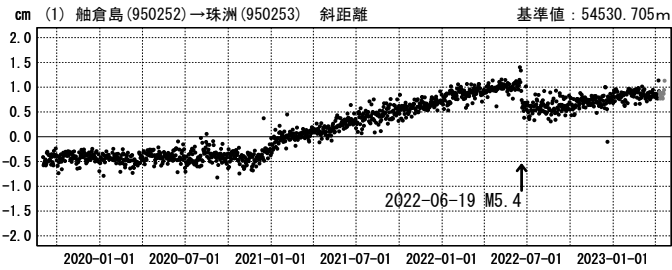
基線図



★ 震央（2020年11月以降 M>4.0）

基線変化グラフ（一次トレンド・年周成分・半年周成分除去後）

期間：2019-09-01～2023-04-22 JST 計算期間：2017-09-01～2020-09-01

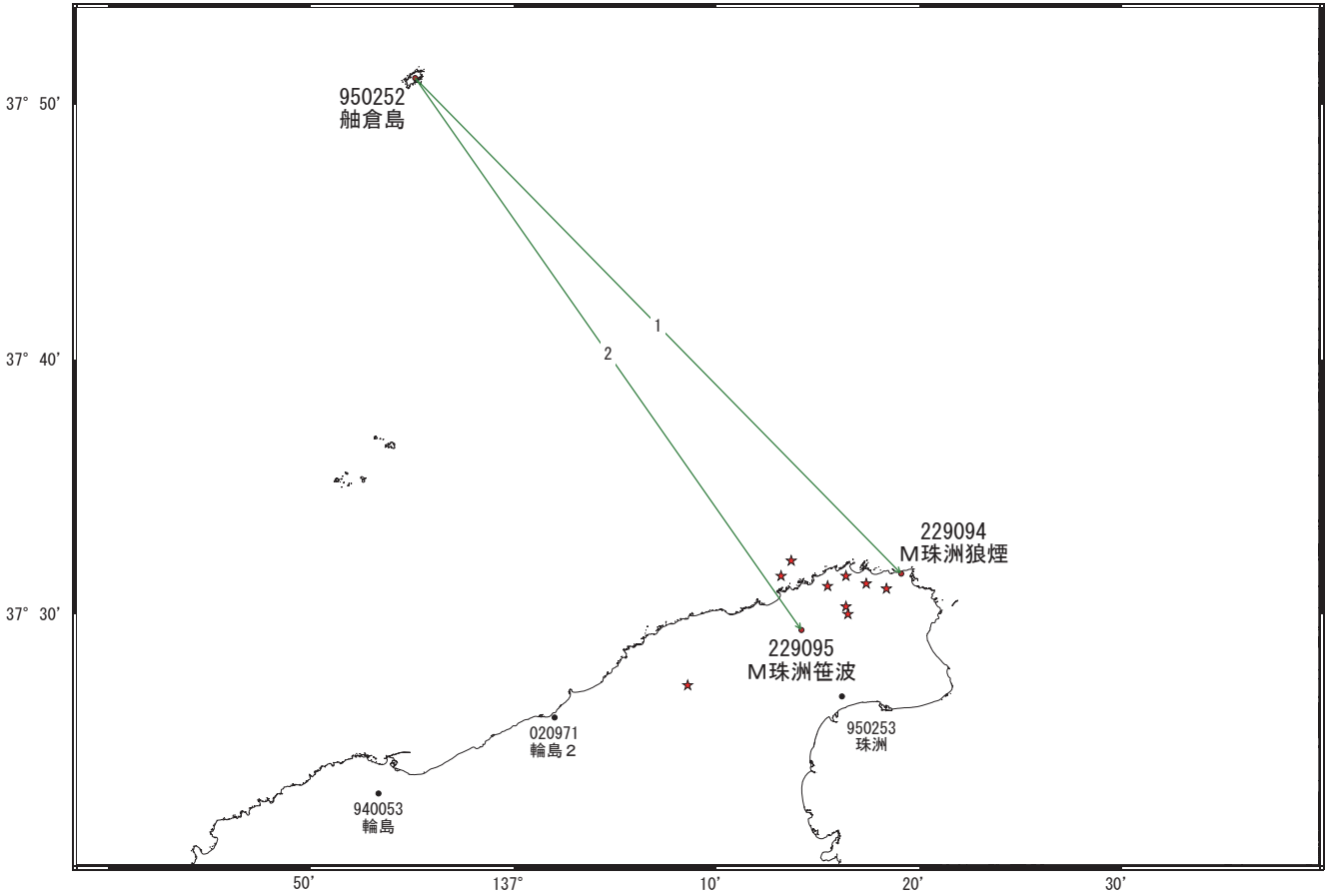


●— [F5:最終解] ●— [R5:速報解]

※電子基準点「珠洲」の位置が、地震（2022-06-19 M5.4）に伴いごくわずかに変化した可能性がある。

石川県能登地方の地殻変動（暫定）

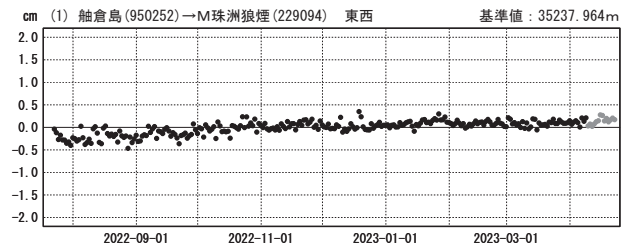
— 可搬型GNSS連続観測装置（REGMOS）による観測結果 —
 基線図



★ 震央（2022年8月以降 M > 4.0）

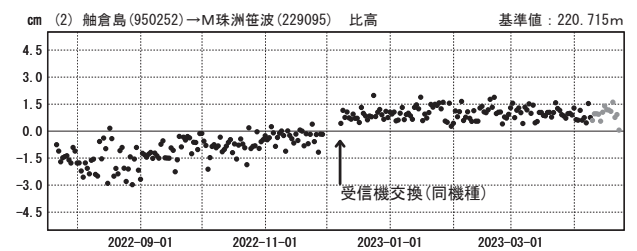
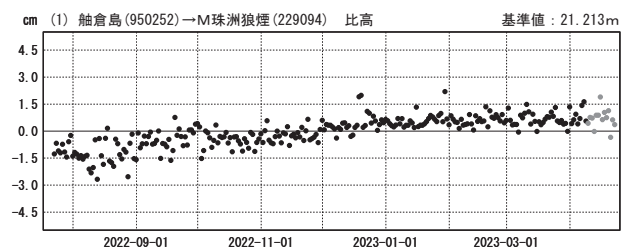
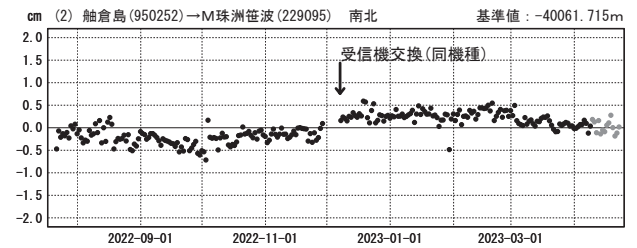
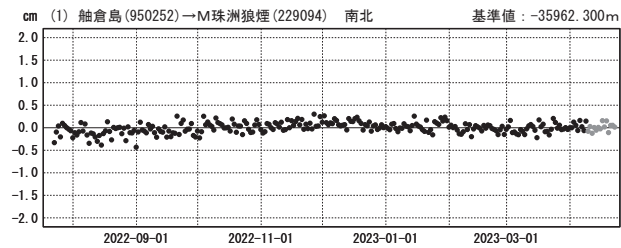
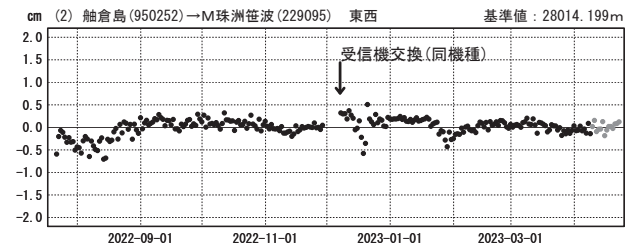
成分変化グラフ

期間：2022-07-20～2023-04-22 JST



成分変化グラフ

期間：2022-07-20～2023-04-22 JST



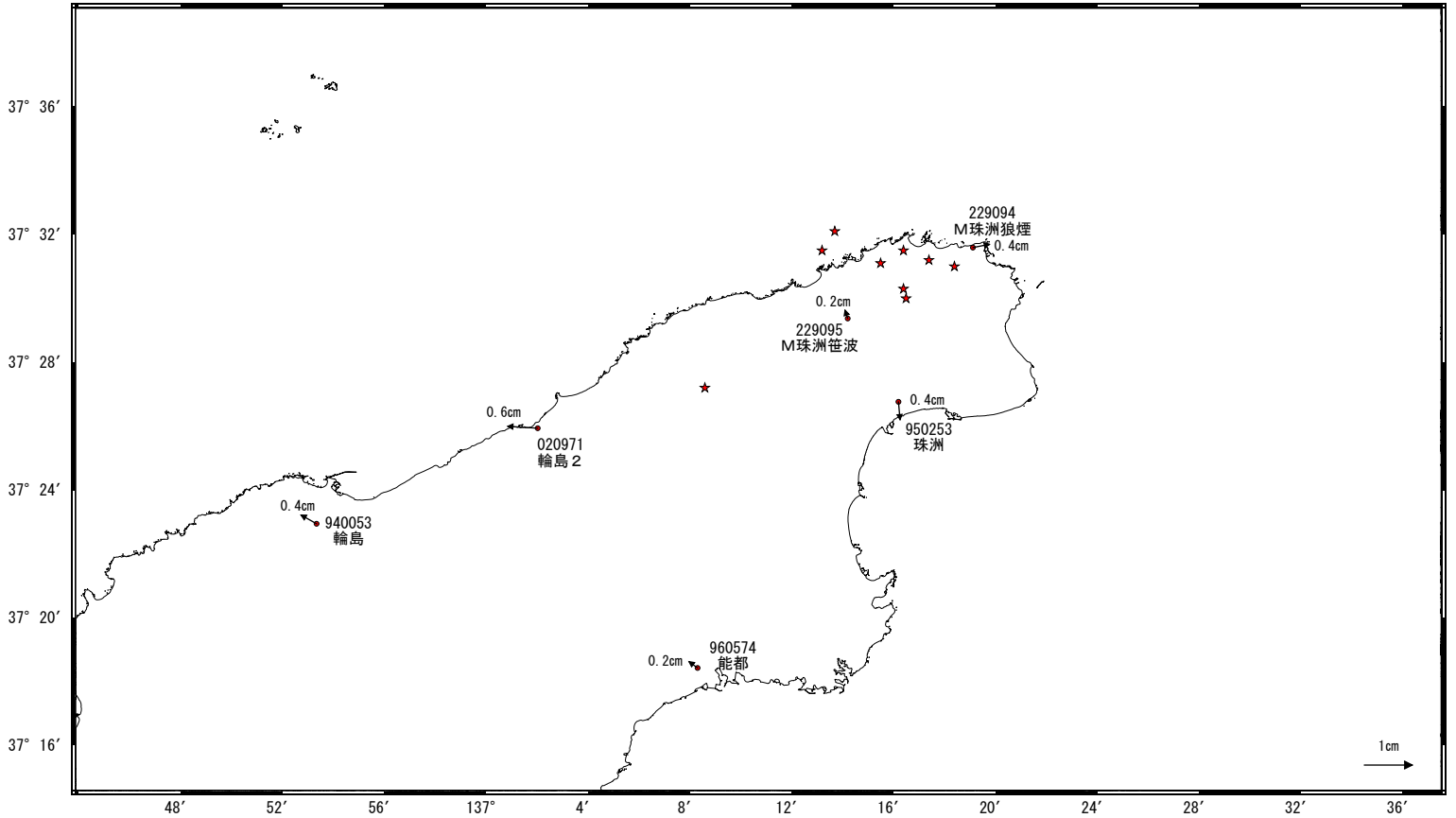
●— [F5:最終解] ●— [R5:速報解]

石川県能登地方の地殻変動（暫定）

— 可搬型GNSS連続観測装置（REGMOS）設置後の地殻変動 —

ベクトル図（水平）

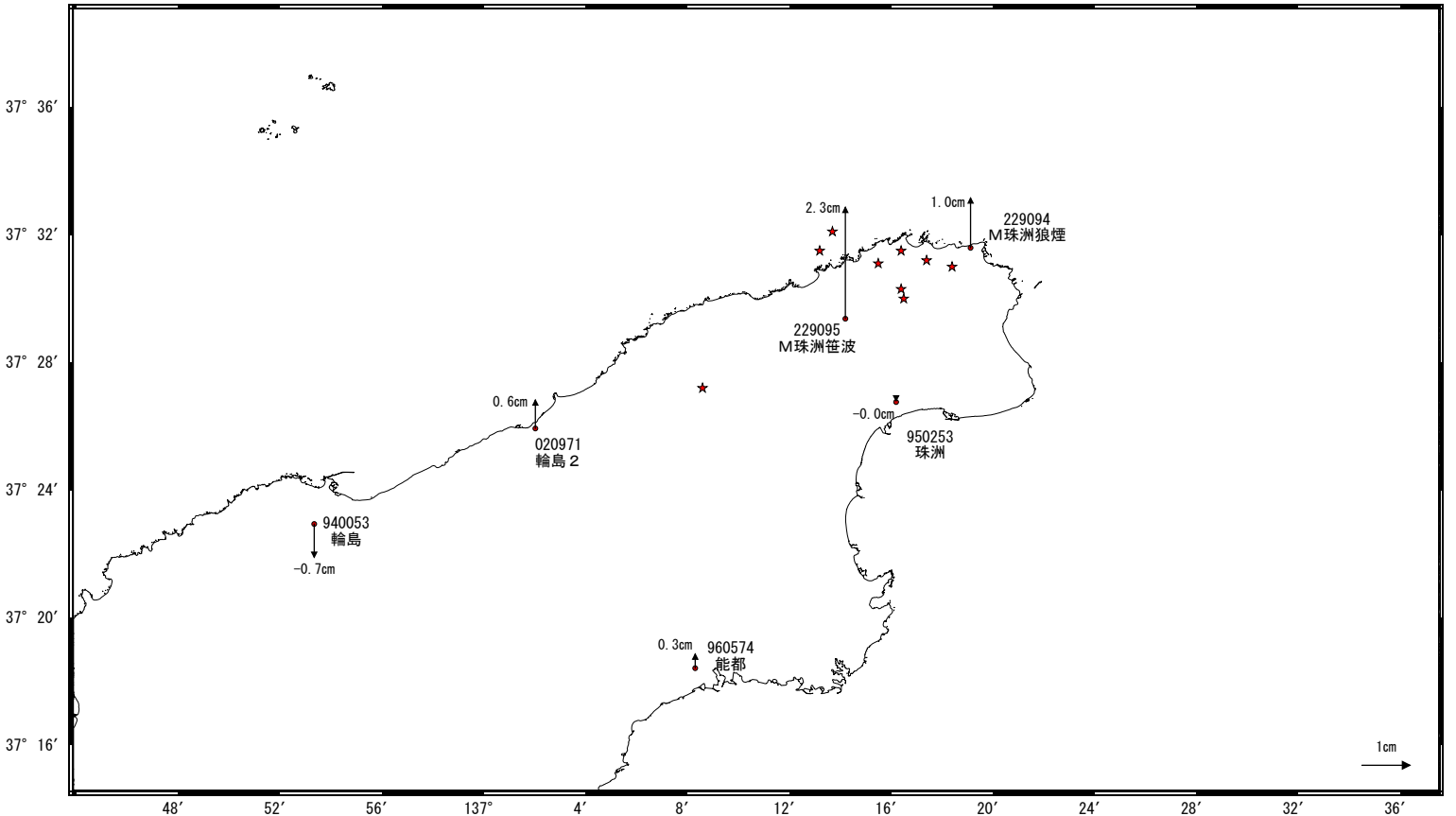
基準期間：2022-09-01～2022-09-07 [F5: 最終解]
 比較期間：2023-04-16～2023-04-22 [R5: 速報解]



☆ 固定局：舳倉島 (950252)

ベクトル図（上下）

基準期間：2022-09-01～2022-09-07 [F5: 最終解]
 比較期間：2023-04-16～2023-04-22 [R5: 速報解]



☆ 固定局：舳倉島 (950252)

★ 震央（2022年8月以降 M>4.0）