

7-5 能登半島の地殻変動 (2022 年 5 月) Crustal deformation in Noto Peninsula (May 2022)

京都大学防災研究所地震予知研究センター
金沢大学理工研究域

Disaster Prevention Research Institute, Kyoto Univ.
College of Science and Engineering, Kanazawa Univ.

2020 年 12 月より石川県能登地方で群発地震活動が続いている。本稿では、2021 年 9 月に震源域周辺に京都大学と金沢大学が設置した臨時 GNSS 連続観測点 (SZOT, SZMS, SZHK, NTYD) と GEONET 観測点における地殻変動の観測結果を報告する。2-3 ヶ月間の期間毎の変位のスナップショット (第 1 図) を見ると、群発地震震源域の膨張・隆起を示す変動が継続的に見られるが、広域には 2021 年秋以降に変動速度はやや減速しており、特に 2022 年に入ってから鈍化している。臨時観測点を設置した 2021 年 9 月から 2022 年 1 月にかけては、震源域付近を中心とした膨張を示す地殻変動が明瞭である (第 1 図 d, e)。膨張の中心位置は、期間毎に移動しているように見えるが、季節変動等のノイズによる見かけの変化である可能性もある。なお、NTYD の 2021 年 12 月以降のデータについては、積雪の影響を受けている可能性が高いことに注意が必要である。

GNSS 観測点の各基線の時系列 (第 2 図) を見ると、SZOT-SZMS 基線 (第 2 図 a) のような震源域近傍の基線では 2022 年 2 月現在でも基線長が伸張しているが、その変動速度は 2021 年秋に比べると減速しているように見える。

臨時観測点設置後の 2 期間 (2021 年 9 月-12 月と 2021 年 12 月-2022 年 2 月) において、球状圧力源 (茂木モデル) を仮定して、Matsu'ura and Hasegawa(1987) のインバージョン手法での地殻変動源を推定した (第 3 図)。変動源の深さ (約 11km) や体積変化量 ($4-4.5 \times 10^6 \text{m}^3$) に大きな差は見られないが、変動パターンから示唆されるように、変動源の位置が東西に移動している可能性がある。

なお、本解析で用いた GNSS 日座標値は、京都大学防災研究所附属地震予知研究センターにおいて、米国ジェット推進研究所 (JPL) の精密暦 (最終暦または速報暦) を用いて GipsyX Ver 1.4 ソフトウェアのバイアス整数化精密単独測位法により RINEX データから推定したものである。

(西村卓也・平松良浩)

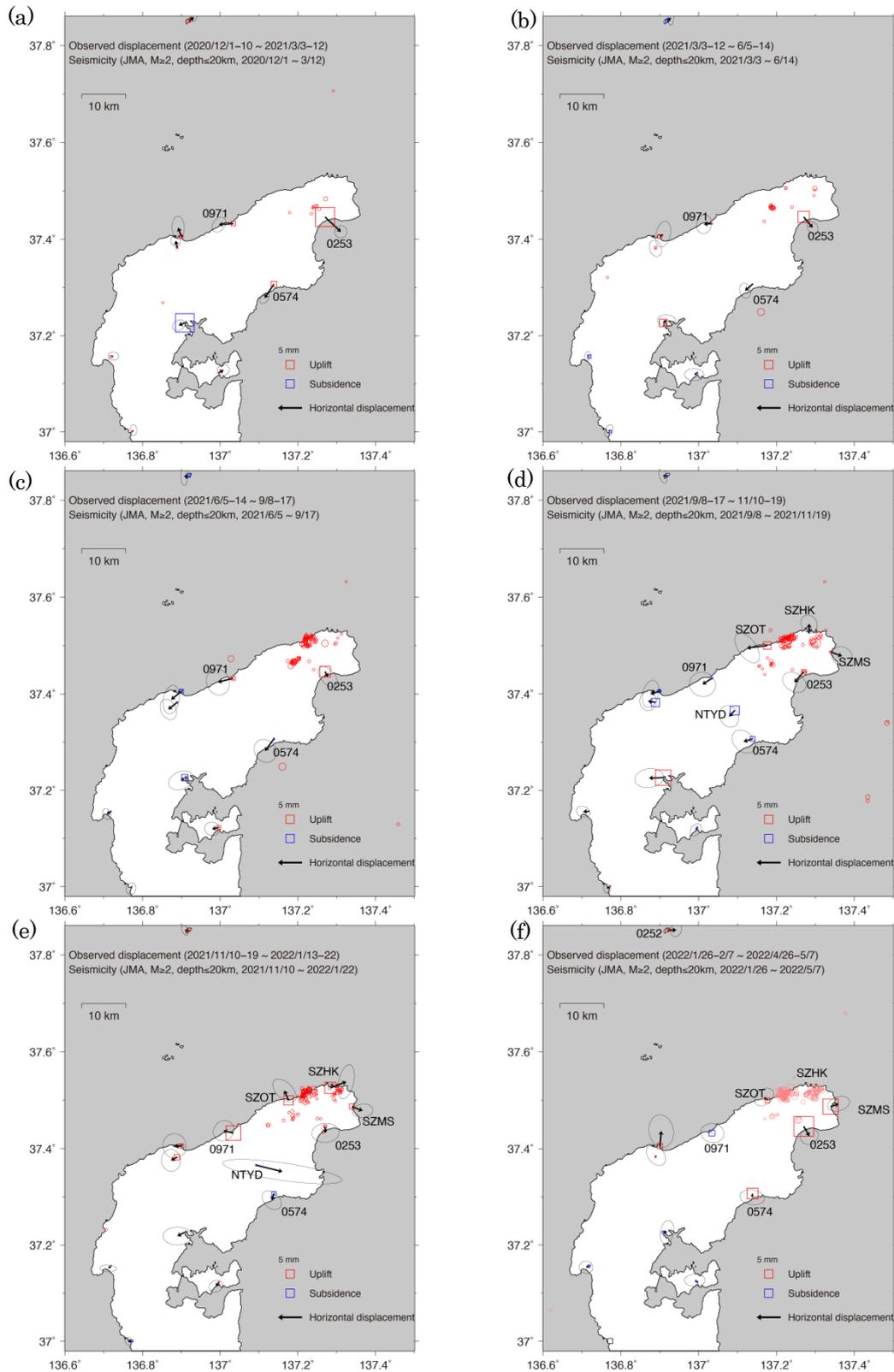
NISHIMURA Takuya and HIRAMATSU Yoshihiro

謝辞

国土地理院の GNSS データ、気象庁一元化震源データを使用させていただきました。観測点の設置にあたり、珠洲市教育委員会、珠洲市役所企画財政課及び能登町教育委員会にお世話になりました。

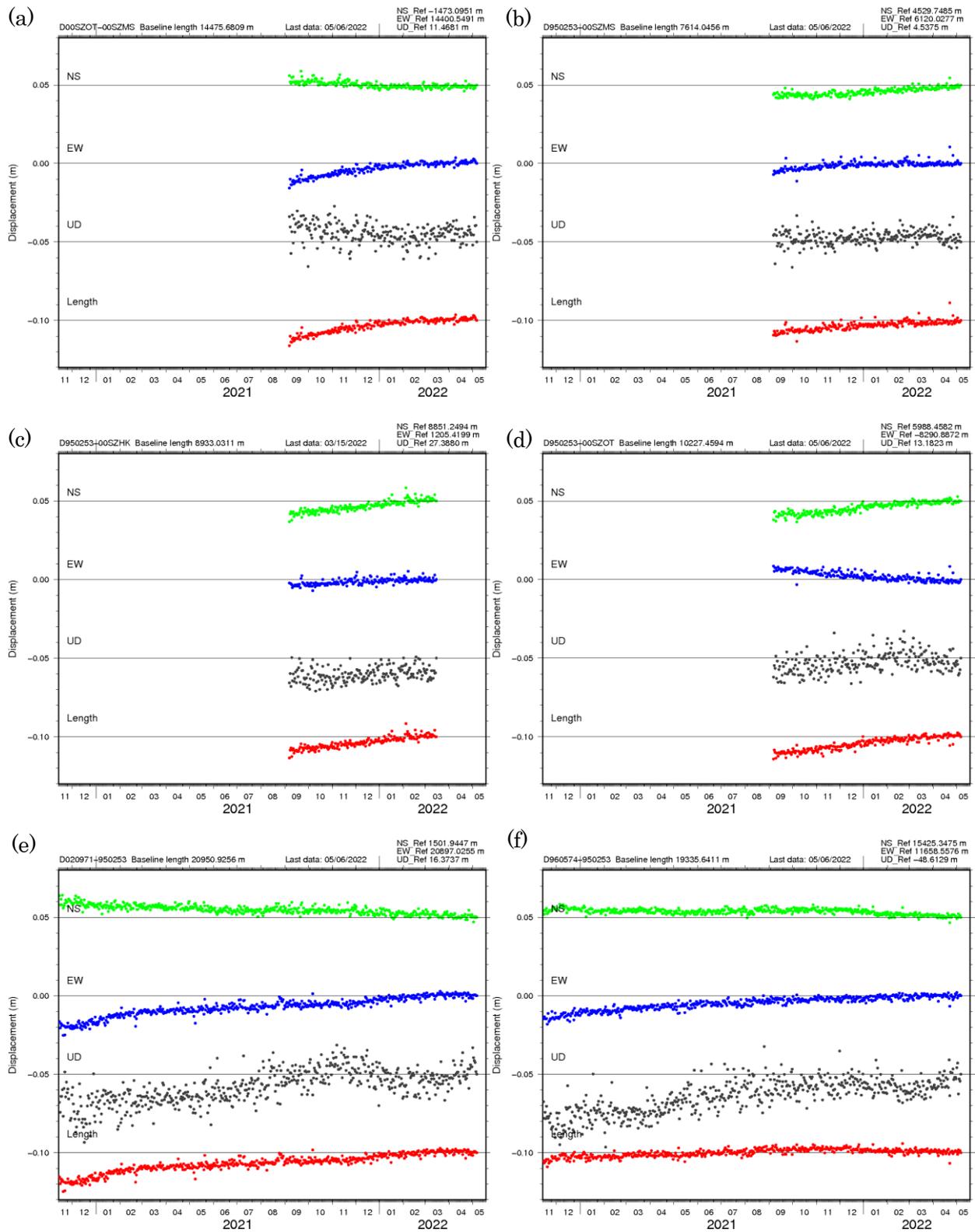
参考文献

- 1) Matsu'ura and Hasegawa (1987), *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, **47**, 179-187. A Maximum-Likelihood Approach to Nonlinear Inversion under Constraints.

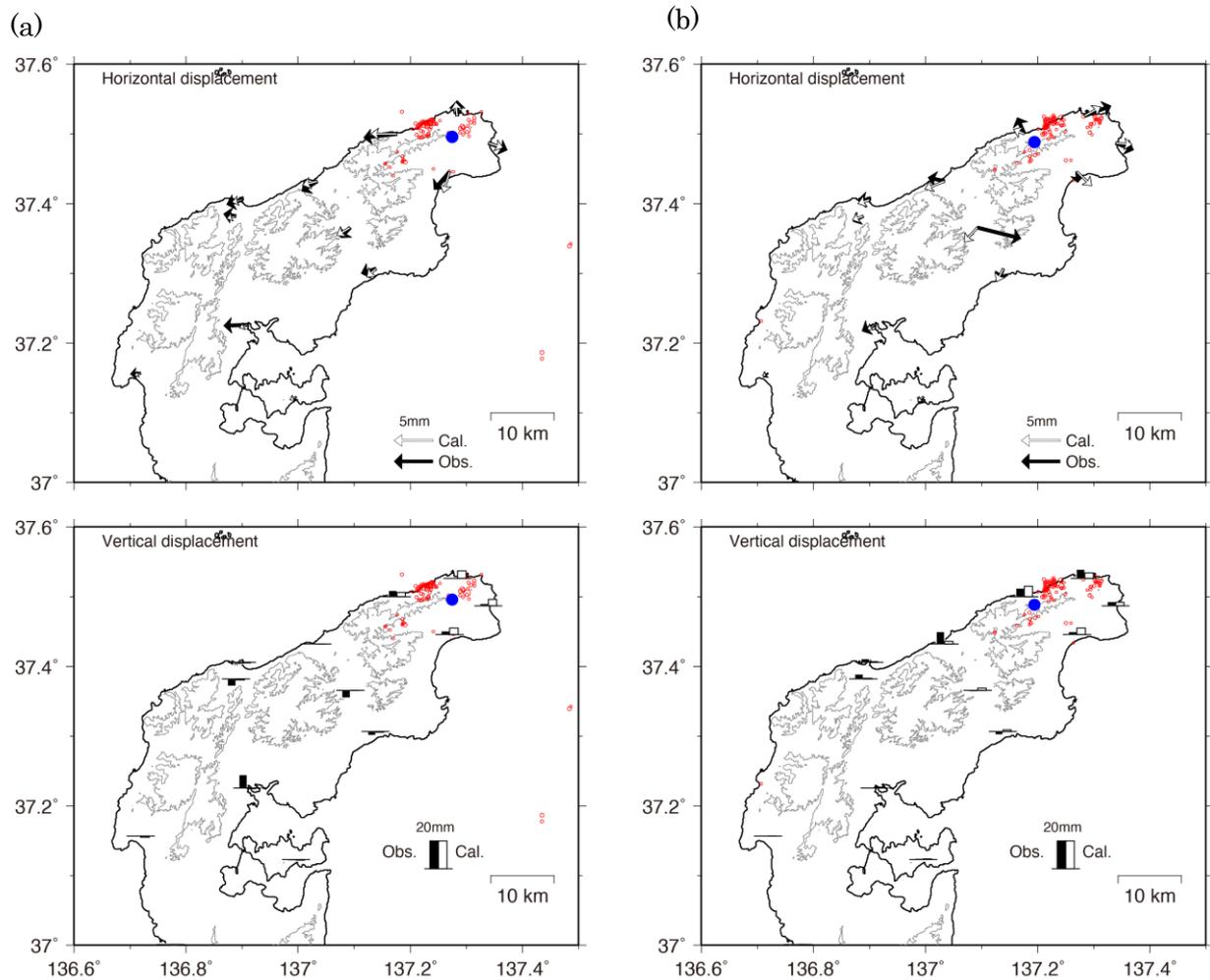


第 1 図 定常変動を補正した能登半島の GNSS 観測点における変動ベクトル図。赤青の四角は上下変動を表す。赤丸は図中に示した各期間の気象庁一元化震源 ($M \geq 2$ 、深さ ≤ 20 km)。(a) 2020 年 12 月 1-10 日から 2021 年 3 月 3-12 日まで。(b) 2021 年 3 月 3-12 日から 2021 年 6 月 5-14 日まで。(c) 2021 年 6 月 5-14 日から 2021 年 9 月 8-17 日まで。(d) 2021 年 9 月 8-17 日から 2021 年 11 月 10-19 日まで。(e) 2021 年 11 月 10-19 日から 2022 年 1 月 13-22 日まで。(f) 2022 年 1 月 26 日 -2 月 7 日から 2022 年 4 月 26 日 -5 月 7 日まで。

Fig. 1 Detrended crustal movement vectors at GNSS stations in Noto Peninsula. Blue and Red rectangles represent vertical displacement. Red dots represent epicenters of earthquakes ($M \geq 2$ and Depth ≤ 20 km) determined by JMA. (a) From December 1-10, 2020 to March 3-12, 2021. (b) From March 3-12, 2021 to June 5-14, 2021. (c) From June 5-14, 2021 to September 8-17, 2021. (d) From September 8-17, 2021 to November 10-19, 2021. (e) From November 10-19, 2021 to January 13-22, 2022. (f) From January 26-February 7, 2022 to April 26-May 7, 2022.



第 2 図 各基線における日座標値変化。速報暦に基づく日座標値を使用。各観測点の位置は第 1 図参照。(a)SZOT-SZMS。(b)0253-SZMS。(c)0253-SZHK。(d)0253-SZOT。(e)0971-0253。(f)0574-0253。
 Fig. 2 Daily GNSS coordinate of selected baselines calculated using the JPL rapid orbit. Refer Fig. 1 for station locations. (a)SZOT-SZMS. (b)0253-SZMS. (c)0253-SZHK. (d)0253-SZOT. (e)0971-0253. (f)0574-0253.



第 3 図 非定常地殻変動から推定した力源モデル。青丸が推定された茂木（球状圧力源）モデルの位置。赤丸は各期間における気象庁一元化震源 ($M \geq 2$ 、深さ 20km 以浅)。 (a) 2021 年 9 月 8-17 日から 11 月 10-19 日まで (63 日間) のデータに対する変動源モデル。深さ 11.4 ± 3.4 km, 体積変化量 $4.0 \pm 2.6 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。 (b) 2021 年 11 月 10-19 日から 2022 年 1 月 13-22 日まで (64 日間) のデータに対する変動源モデル。深さ 12.0 ± 1.2 km, 体積変化量 $4.5 \pm 2.3 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。

Fig. 3 Estimated source model for the episodic crustal deformation. The blue circle represents the estimated Mogi (point inflation source) source. The red dots show epicenters of $M \geq 2$ and depth ≤ 20 km earthquakes determined by JMA. (a) Source model from September 8-17, 2021 to November 10-19, 2021. Estimated depth and volume changes are 11.4 ± 3.4 km and $4.0 \pm 2.6 \times 10^6 \text{ m}^3$, respectively. (b) Source model from November 10-19, 2021 to January 13-22, 2022. Estimated depth and volume changes are 12.0 ± 1.2 km and $4.5 \pm 1.2 \times 10^6 \text{ m}^3$, respectively.