

## GNSS 稠密観測網で観測された能登半島の最近の地殻変動 Recent deformation of the Noto Peninsula, observed by dense GNSS networks

○西村卓也・平松良浩・太田雄策

○Takuya NISHIMURA, Yoshihiro HIRAMATSU, Yusaku OHTA

We analyzed GNSS data from the Geospatial Information Authority of Japan, SoftBank Cooperation, Kyoto University, and Kanazawa University to clarify the detailed spatial-temporal evolution of crustal deformation after the 2024 M7.6 Noto Peninsula earthquake. The postseismic deformation for a year is characterized by northeastward displacements in a broad area and subsidence in the Noto Peninsula. It can be explained by the viscoelastic relaxation of the asthenosphere, which suggests significant deformation will continue for more than several decades.

### 1. はじめに

2020年12月から活発化した能登半島北東部の群発地震に伴い震源域周辺での膨張や隆起が観測され、地下深部からの流体の上昇とそれによる地震発生深度(深さ 15km 程度)より深部におけるスロースリップが原因と考えられている(Nishimura et al., 2023)。この地域では、さらに2024年能登半島地震(M7.6)による大きな地殻変動が観測されたが、これらの地殻変動は、国土地理院 GEONET やソフトバンク独自基準点に加え、大学によって設置された臨時 GNSS 観測点によって詳細な観測が行われている。本発表では、これらの観測網の統合解析から得られた2024年能登半島地震後の地殻変動について報告する。

### 2. 解析方法

観測点ごとの日座標値の計算には、精密単独測位法に基づく GipsyX ver2.3 ソフトウェアを用い、最新の地球基準座標系である ITRF(International Terrestrial Reference Frame)2020 準拠の座標値を算出した。この座標値をアムールプレートの運動を基準とした座標系(Altamimi et al., 2023)に変換して、解析に使用した。また、非定常地殻変動の抽出のため、群発地震開始以前の一次トレンドや観測網全体に共通する誤差の補正を行った。

### 3. 結果

各観測点の2024年1月以降の時系列を図1に、約1年間の非定常地殻変動分布を図2に示す。各観測点の時系列からは、M7.6の地震の余効変動が1年間に渡り減衰しながらも継続していること

がわかる。また、観測点により2024年6月3日(M6.0)、2024年10月28日(M6.6)などの地震時のオフセットが確認できるが、これらの地震によって余効変動の傾向が変わった様子は見られない。一方、地震後1年間の変動分布を見ると、余震域の南東側では北西方向の地殻変動が能登半島だけでなく新潟県や富山県の観測点でも見られ、余効変動が広域で観測されていることがわかる。また、上下変動は、能登半島の全域にわたって沈降、新潟県の沿岸部などで隆起が見られる。観測された余効変動の大局的なパターンは、厚さ30km程度の弾性リソスフェアの深部に $10^{18}$ Pas程度の粘性率を持つ弾性・粘弾性体の2層構造で説明可能である。この粘性率は、北海道南西沖地震などの日本海東縁部で発生した大地震の余効変動から推定される粘性率よりも1桁小さく、地震後半年程度の余効変動の時間変化を説明する過渡的な粘性率であり、実際は余効変動は数十年以上継続すると考えられる。また、上下・水平変動を定量的に説明するためには、より複雑な地下構造が必要であり、能登半島では余効滑りの寄与もあることが示唆される。

2024年12月の約1ヶ月間の非定常変動(図3)からは、この期間の余効変動がかなり小さくなっていることがわかるが、群発地震が継続していた能登半島北東部で収縮を表すようなパターンが見える。変動量は観測誤差に対して有意ではないが、この地域の変動は、群発地震を引き起こした地下の流体が現在どのようになっているのかに関する重要な情報を持っていると考えられるので、今後精査していく必要がある。

**謝辞：**本研究で使用したソフトバンクの独自基準点の後処理解析用データは、ソフトバンク株式会社および ALES 株式会社より「ソフトバンク独自基準点データの宇宙地球科学用途利活用コンソーシ

アム」の枠組みを通じて、ソフトバンク株式会社および ALES 株式会社より提供を受けたものを使用しました。国土地理院の電子基準点 RINEX データ、気象庁一元化震源データを使用しました。

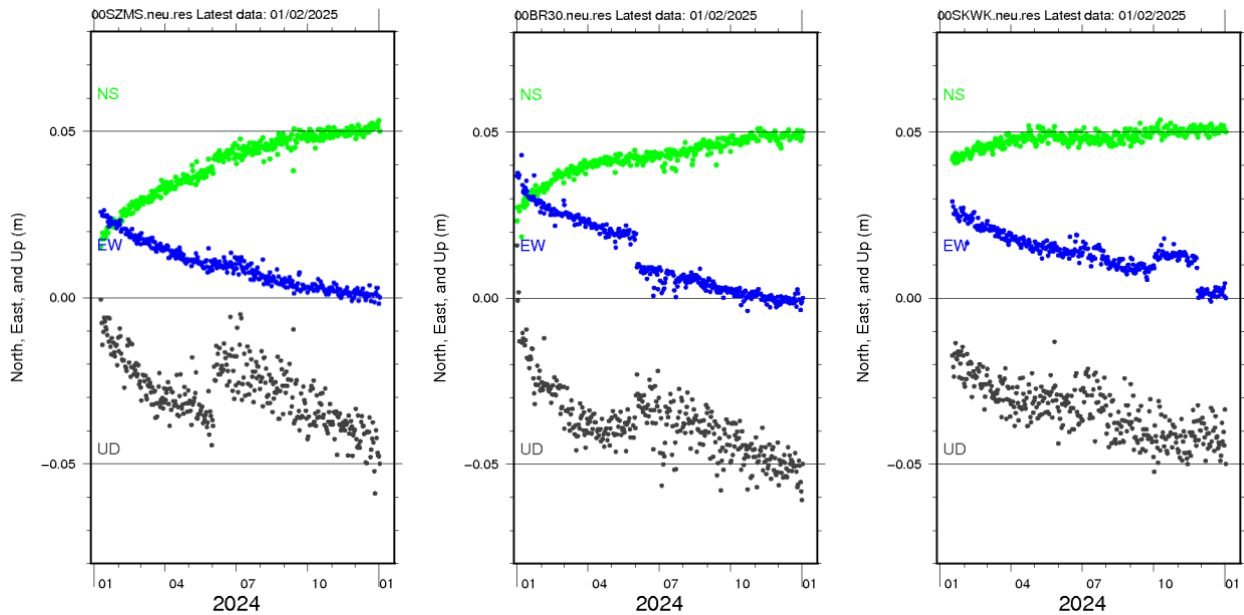


図 1 令和 6 年能登半島地震後の非定常地殻変動時系列（日座標値、JPL 精密暦使用）。横軸の数値は月を表す。2020 年の群発地震発生前の定常トレンドを除去した。最新データは 2025 年 1 月 2 日。観測点の位置については図 3 を参照。(a) SZMS。(b) BR30。(c) SKWK。

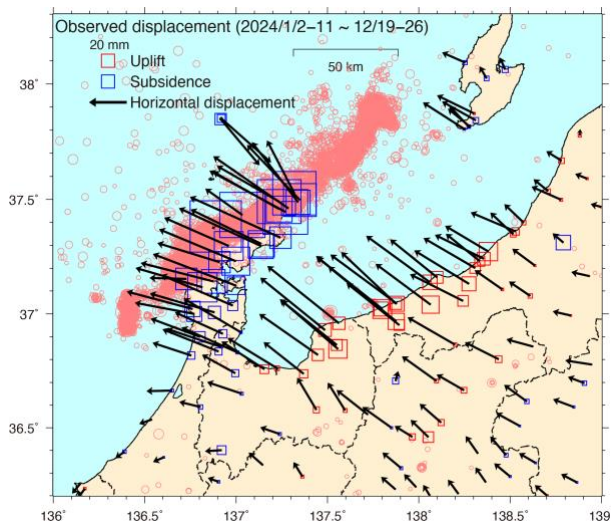


図 2 2024 年 1 月 1 日の能登半島地震(M7.6)後約 1 年間の地殻変動分布。

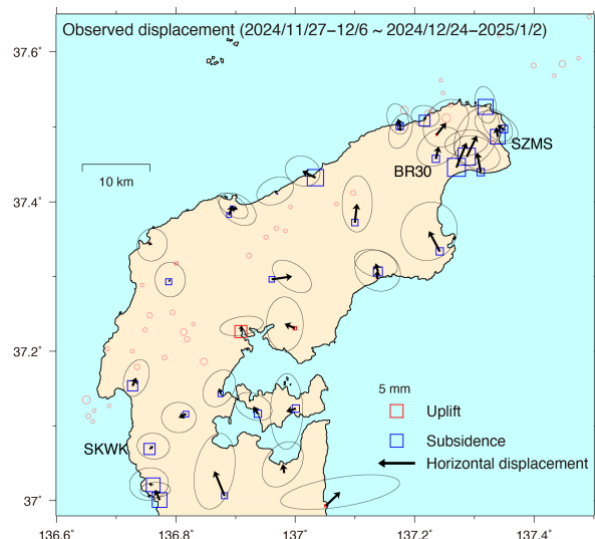


図 3 2024 年 11 月末から約 1 ヶ月間の GNSS 観測による地殻変動分布。