

能登半島の地殻変動（2023年1月）

京都大学防災研究所

金沢大学理工研究域

東北大学大学院理学研究科

能登半島の群発地震に伴う地殻変動について、ソフトバンク株式会社が設置・運用している GNSS 観測点（独自基準点）と周辺の国土地理院 GEONET 観測点、及び京都大学防災研究所と金沢大学理工研究域の臨時 GNSS 観測点（図 1 a）のデータを合わせて解析した結果について報告する。

4 機関のデータの統合解析を行なった 2020 年 9 月から 2022 年 12 月までの地殻変動については、以前から報告しているように群発地震の震源域を中心とする膨張・隆起を示す地殻変動が捉えられている（図 1 b）。BR30 観測点では、この間の隆起量が 7cm を超えている。

約 3 ヶ月間毎の変位のスナップショット（図 2）を見ると、2022 年 6 月 14 日の M5.4 の地震以降の期間は、それ以前に比べて変動速度が低下する傾向にある（図 2 h、i）ことがわかる。なお、最新の期間（2022 年 9 月下旬-12 月上旬、図 2 i）においては、珠洲市内陸部の 9095 と BR30 においてやや大きな変動が見られるが、変動時期が 2 観測点で 1 週間ほど異なっていること、BR30 は周辺植生の影響を受けている可能性が高いこと、9095 観測点では欠測時期の前後で変化しているように見える（図 3 b、h）ことなどから、真の地殻変動かどうかはわからない。一方、時系列データからは、能登半島北岸などの一部の観測点では依然として隆起傾向が継続しているように見える（図 3 d、j、図 4 d など）。

なお、本資料では、京都大学防災研究所において米国ジェット推進研究所（JPL）の精密暦及び速報暦を用いて GipsyX Ver1.4 の精密単独測位法（PPP）により計算した日座標値を用いた。GEONET を除いた観測点については群発地震に伴う変動以前の観測データがなく、季節変動成分の補正が行うことができないため、1 年未満の変位については誤差が大きいことに留意する必要がある。

（文責 西村）

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 株式会社より東北大学大学院理学研究科が提供を受けたものおよび、「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。京都大学及び金沢大学の GNSS 観測点の設置にあたり、珠洲市教育委員会、珠洲市企画財政課、珠洲市産業振興課、珠洲市総務課、能登町教育委員会及び奥能登国際芸術祭実行委員会にお世話になりました。ここに記してこれらの機関に感謝いたします。

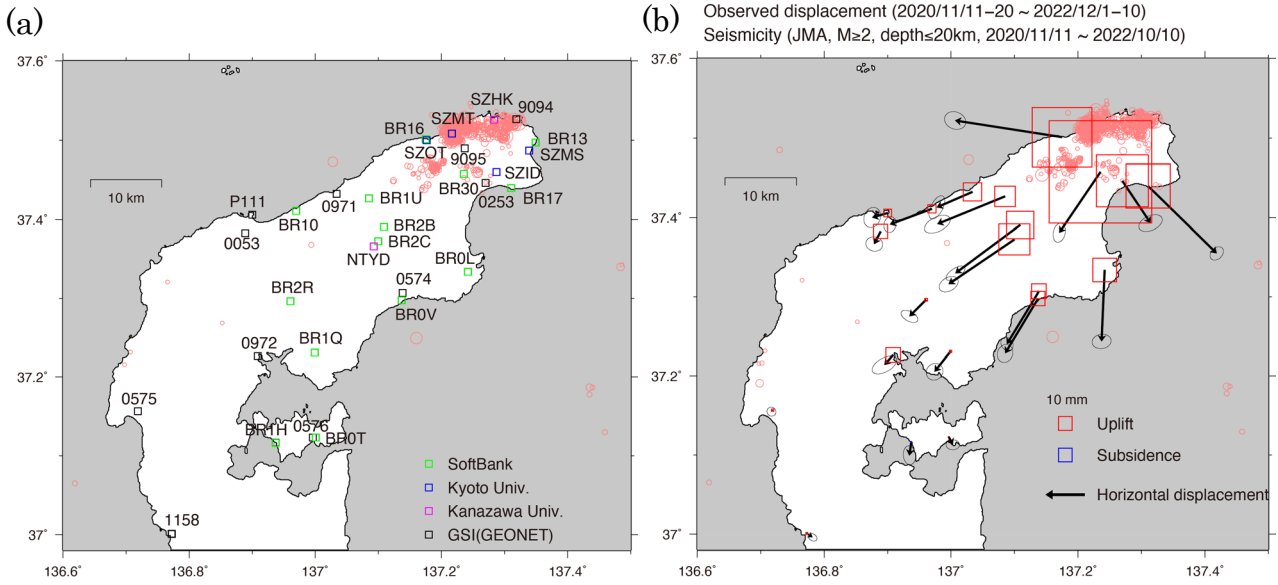


図1 ソフトバンク、大学、国土地理院のGNSS観測点統合解析結果。赤丸は気象庁一元化震源 ($M \geq 2$, 深さ ≤ 20 km) を表す。(a) 解析に用いたGNSS観測点のID。BRから始まる観測点がデータ提供を受けたソフトバンクの観測点。SZOT、SZMS、SZMT、SZID及びSZHK、NTYDは、それぞれ京大防災研と金沢大の観測点。P111と数字4桁は、GEONET観測点。(b) 2020年11月11-20日から2022年12月1-10日までの変動ベクトル図(精密暦使用)。赤青の四角は上下変動を表す。精密暦を用いたITRF2014準拠の日座標値に基づき、群発地震活動の前から観測が行われている国土地理院による観測点の2017-2019年の期間で推定した1次トレンド・指数・対数・年周・半年周成分を外挿して除去した各期間の変位を表示した。ソフトバンク及び大学観測点については、一次トレンド成分のみを周囲のGEONET観測点での推定値からOkazaki et al.(2022)の方法で補間して除去した。これらに加えて空間フィルターにより共通誤差成分についても除去している。

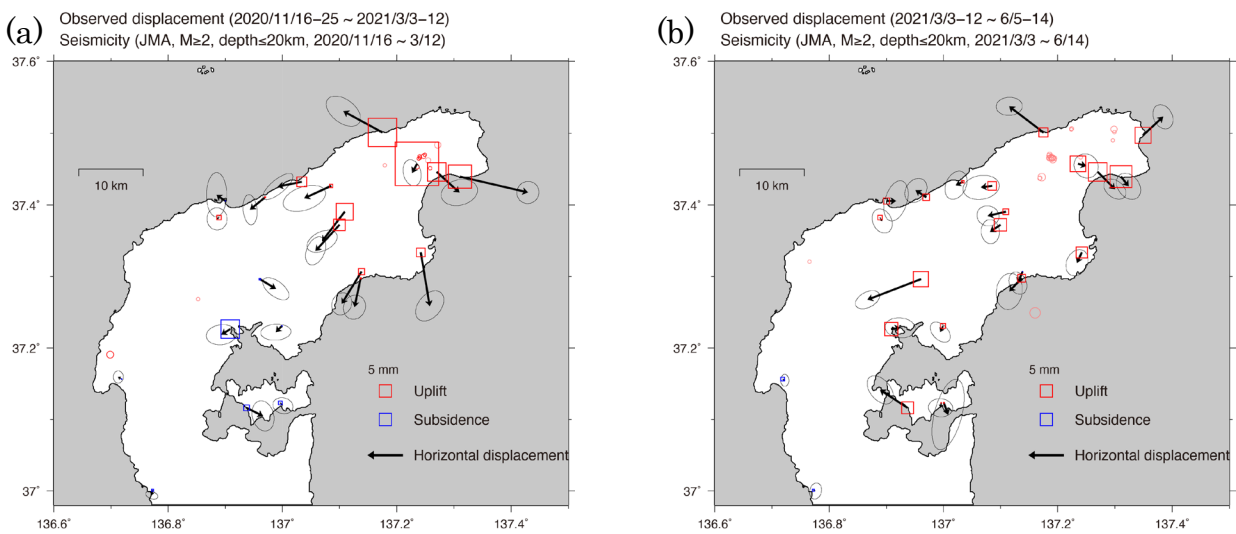


図2 各期間の変動ベクトル図(精密暦使用)。赤青の四角は上下変動を表す。赤丸は各期間の気象庁一元化震源 ($M \geq 2$, 深さ ≤ 20 km)。図1と同様のノイズ軽減処理を行なった。(a) 2020年11月16-25日から2021年3月3-12日まで(107日間)。(b) 2021年3月3-12日から6月5-14日まで(95日間)。

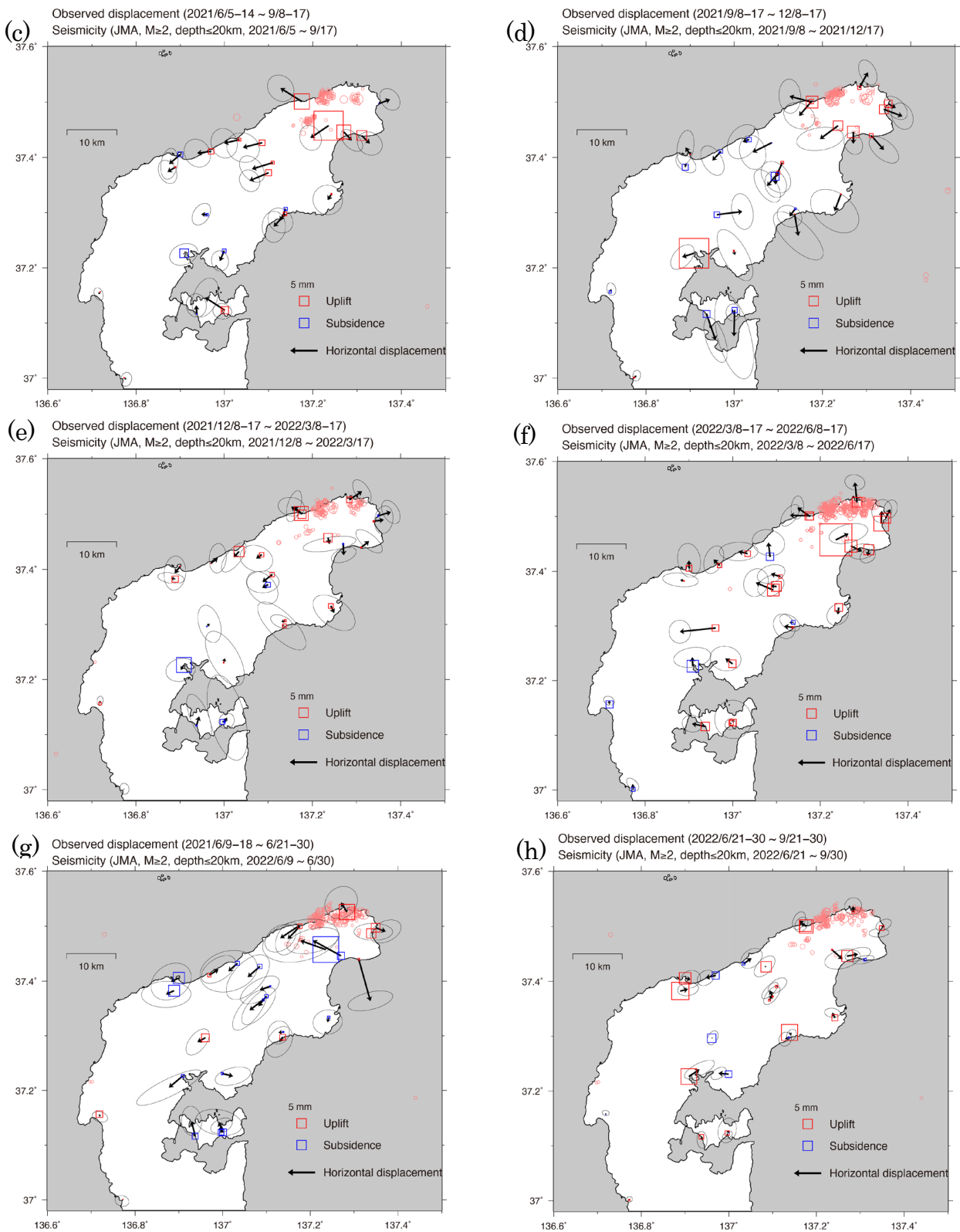


図2 (続き) (c) 2021年6月5-14日から9月8-17日まで(96日間)。(d) 2021年9月8-17日から12月8-17日まで(91日間)。(e) 2021年12月8-17日から2022年3月8-17日まで(90日間)。(f) 2022年3月8-17日から6月8-17日まで(92日間)。(g) 2022年6月9-18日から6月21-30日まで(12日間)。2022年6月19日 $M 5.4$ の地震を含む期間。(h) 2022年6月21-30日から9月21-30日まで(92日間)。

(i) Observed displacement (2022/9/21-30 ~ 12/1-10)
 Seismicity (JMA, M=2, depth=20km, 2022/9/21 ~ 12/10)

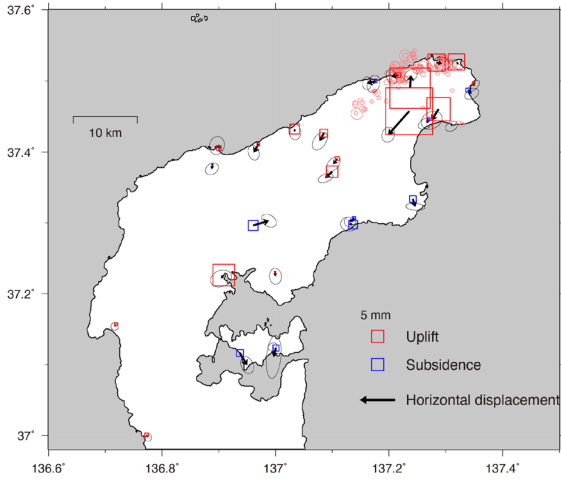


図2 (続き) (i) 2022年9月21-30日から12月1-10日まで(71日間)。

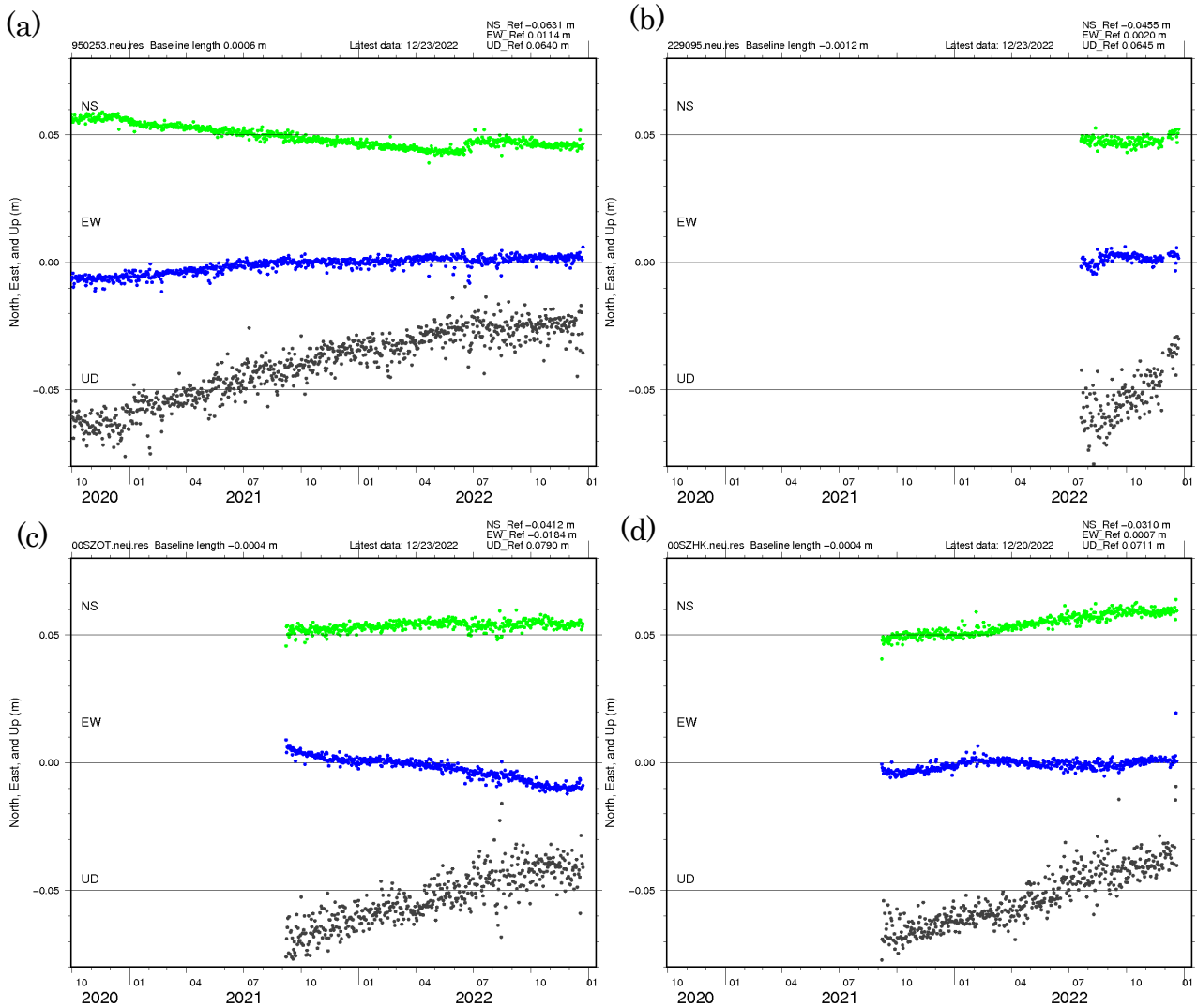


図3 各観測点の日座標値の時間変化(精密暦使用)。図1と同様のトレンド補正及びノイズ軽減処理を行なっている。各観測点の位置は図1a参照。(a) 0253。(b) 9095。(c) SZOT。(d) SZHK。

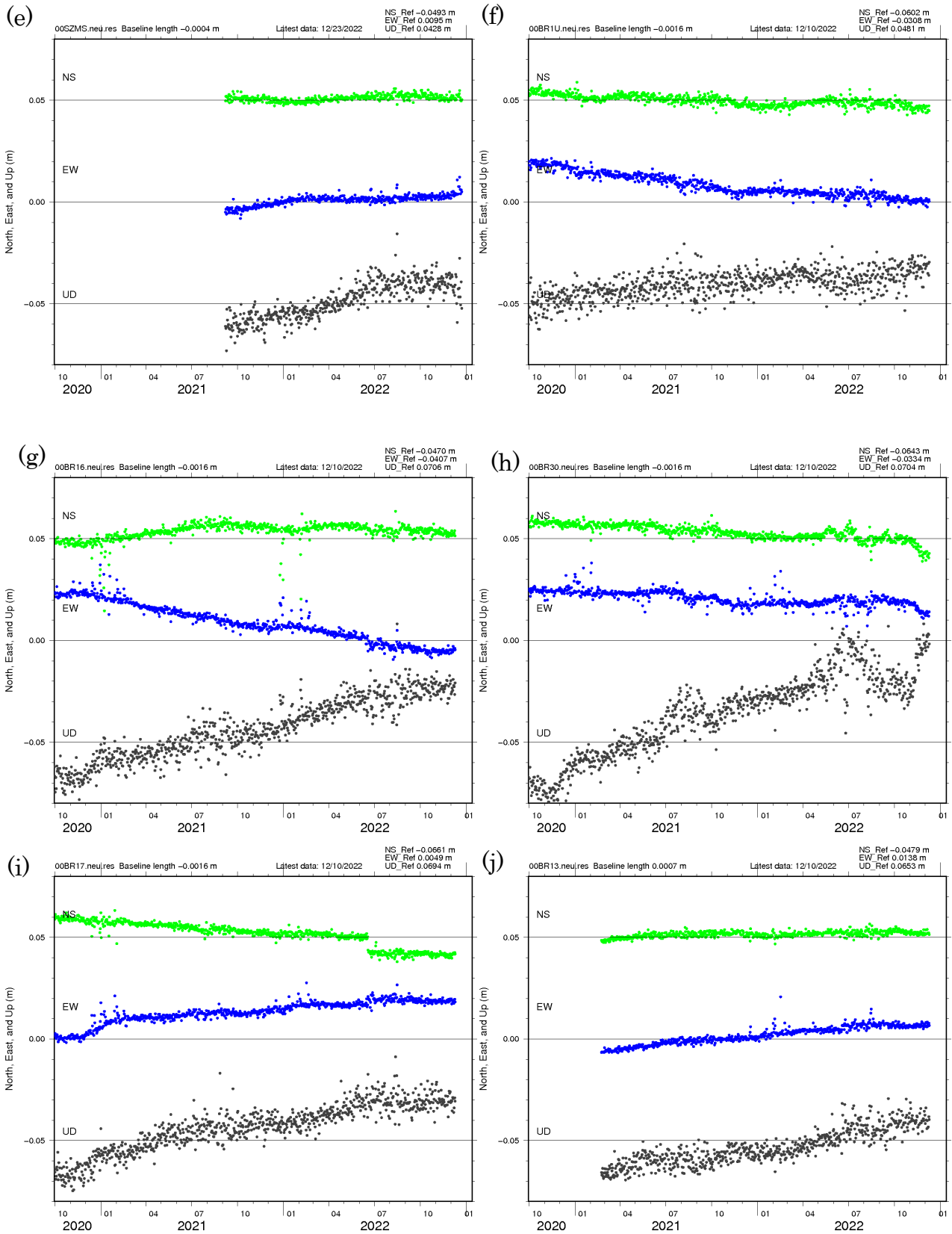


図3 (続き) (e) SZMS。 (f) BR1U。 (g) BR16。 (h) BR30。 (i) BR17。 (j) BR13。

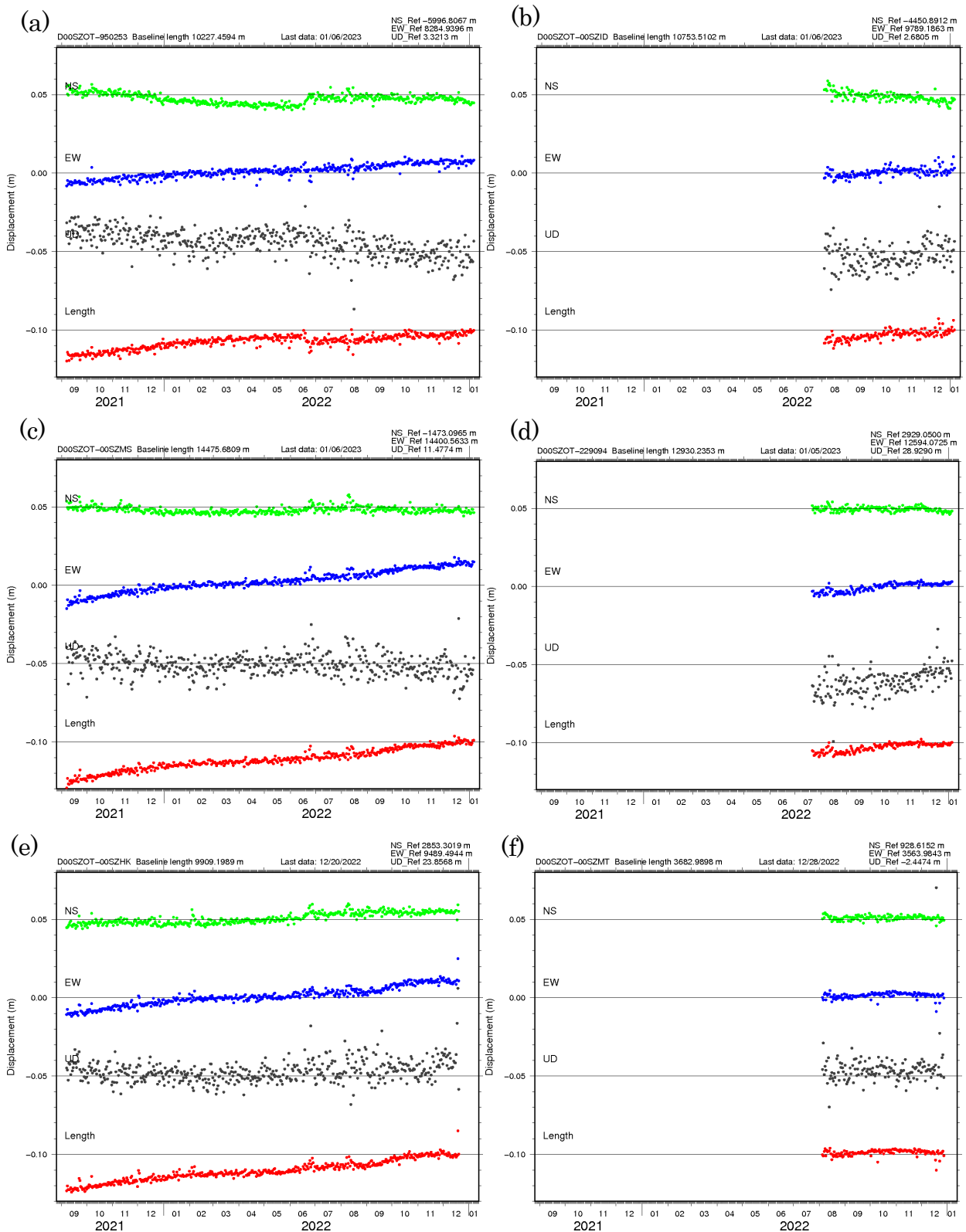


図4 各基線における日座標値の時間変化（速報暦使用）。トレンド補正及びノイズ軽減処理は行なっていない。(a) SZOT-0253。(b) SZOT-SZID。(c) SZOT-SZMS。(d) SZOT-9094。(e) SZOT-SZHK。(f) SZOT-SZMT。