

能登半島の地殻変動（2023年4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は、2020 年 9 月から 2023 年 3 月 10 日までの期間に対して行なった。それ以降の期間については、大学と国土地理院のデータのみ解析結果である。

以前から報告しているように累積の非定常地殻変動は、群発地震の震源域を中心とする放射状の膨張・隆起を示しており（図 1 b）、BR30 観測点では、この間の隆起量が約 7cm となっている。

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-j）。最新の期間（2022 年 12 月中旬-2023 年 3 月上旬、図 2 j）においては、放射状の変動パターンの中心が地震活動の活発な海岸線付近に位置しているように見え、M5.4 の地震以前のパターンとは異なっている。時系列データを見ても、多くの観測点で変動は停滞する傾向にある（図 3）が、能登半島北岸に位置する観測点同士の基線では依然として地殻変動が継続しているように見える（図 4 d、e 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。観測及び解析には JSPS 科研費 JP22K19949 の助成及び文部科学省による「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第二次）」の支援を受けました。ここに記して感謝の意を表します。

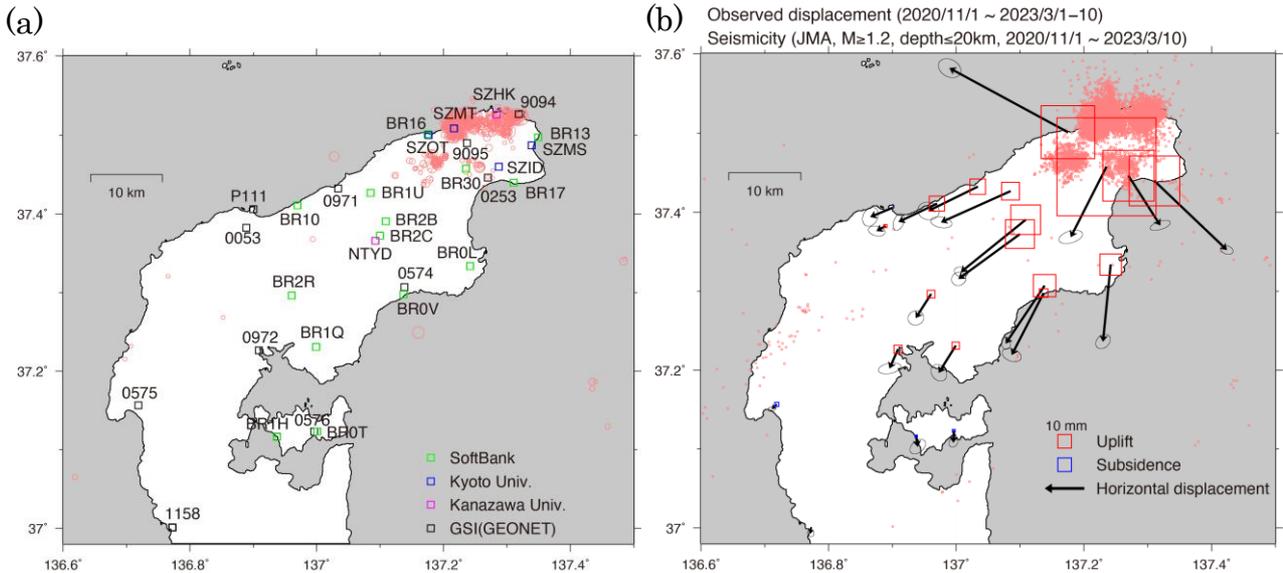


図1 ソフトバンク、大学、国土地理院のGNSS観測点統合解析結果。赤丸は気象庁一元化震源 ($M \geq 2$, 深さ ≤ 20 km)を表す。(a) 解析に用いたGNSS観測点のID。BRから始まる観測点がデータ提供を受けたソフトバンクの観測点。SZOT、SZMS、SZMT、SZID及びSZHK、NTYDは、それぞれ京大防災研と金沢大の観測点。P111と数字4桁は、GEONET観測点。(b) 2020年11月11-20日から2023年3月1-10日までの変動ベクトル図(精密暦使用)。赤青の四角は上下変動を表す。精密暦を用いたITRF2014準拠の日座標値に基づき、群発地震活動の前から観測が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。

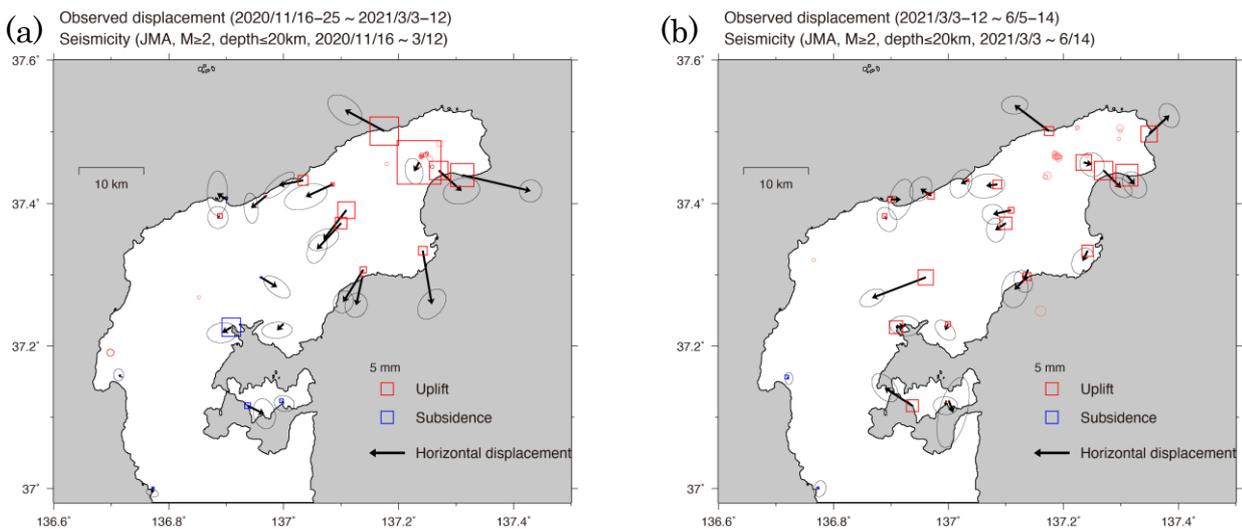


図2 各期間の変動ベクトル図(精密暦使用)。赤青の四角は上下変動を表す。赤丸は各期間の気象庁一元化震源 ($M \geq 2$, 深さ ≤ 20 km)。図1と同様のノイズ軽減処理を行なった。(a) 2020年11月16-25日から2021年3月3-12日まで(107日間)。(b) 2021年3月3-12日から6月5-14日まで(95日間)。

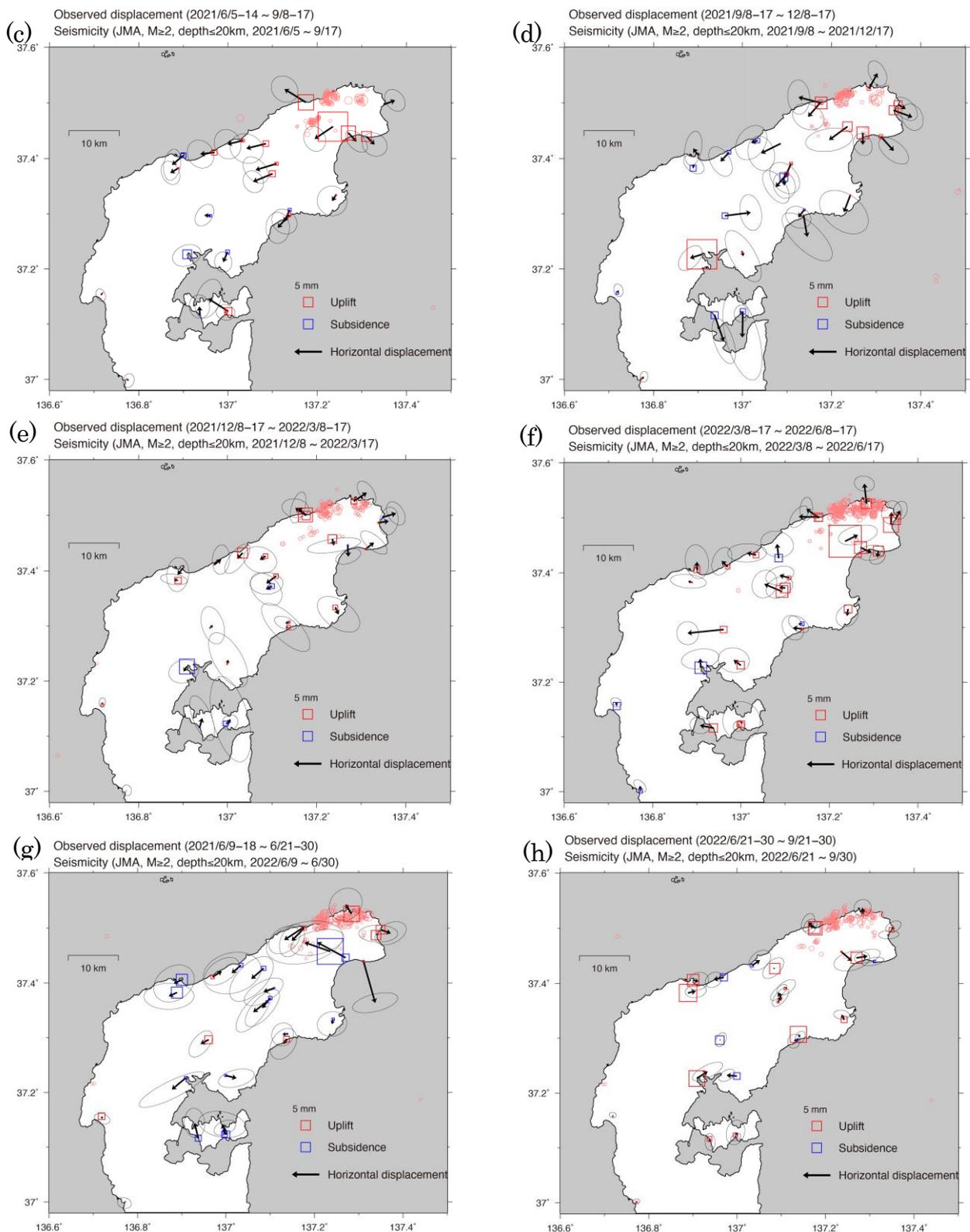


図2 (続き) (c) 2021年6月5-14日から9月8-17日まで(96日間)。(d) 2021年9月8-17日から12月8-17日まで(91日間)。(e) 2021年12月8-17日から2022年3月8-17日まで(90日間)。(f) 2022年3月8-17日から6月8-17日まで(92日間)。(g) 2022年6月9-18日から6月21-30日まで(12日間)。2022年6月19日 $M5.4$ の地震を含む期間。(h) 2022年6月21-30日から9月21-30日まで(92日間)。

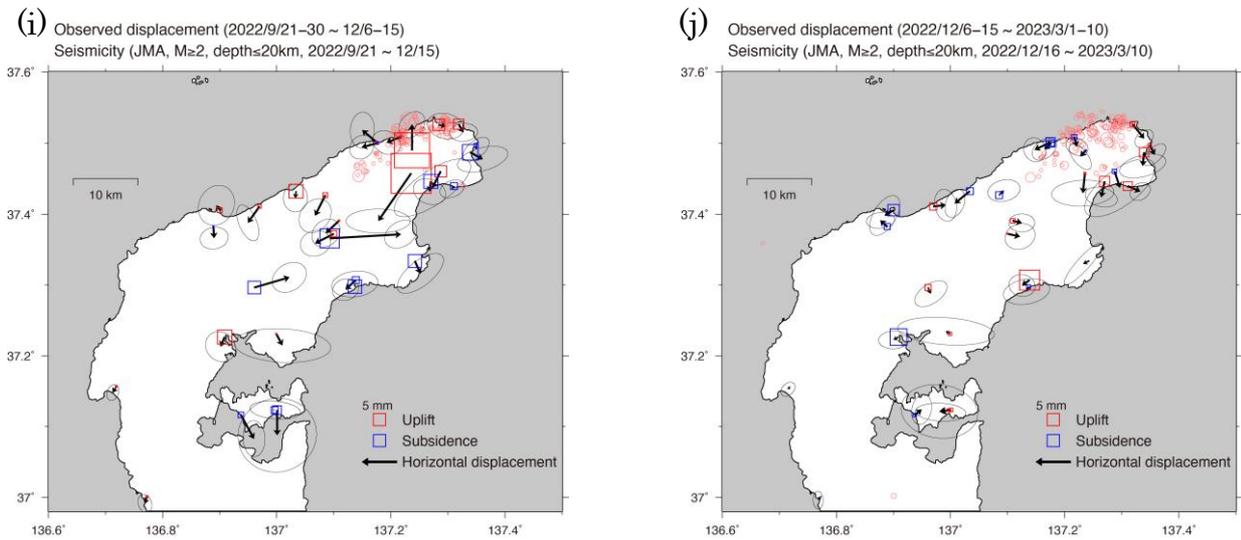


図2 (続き) (i) 2022年9月21-30日から12月6-15日まで(76日間)。(j)2022年12月6-15日から2023年3月1-10日まで(85日間)。

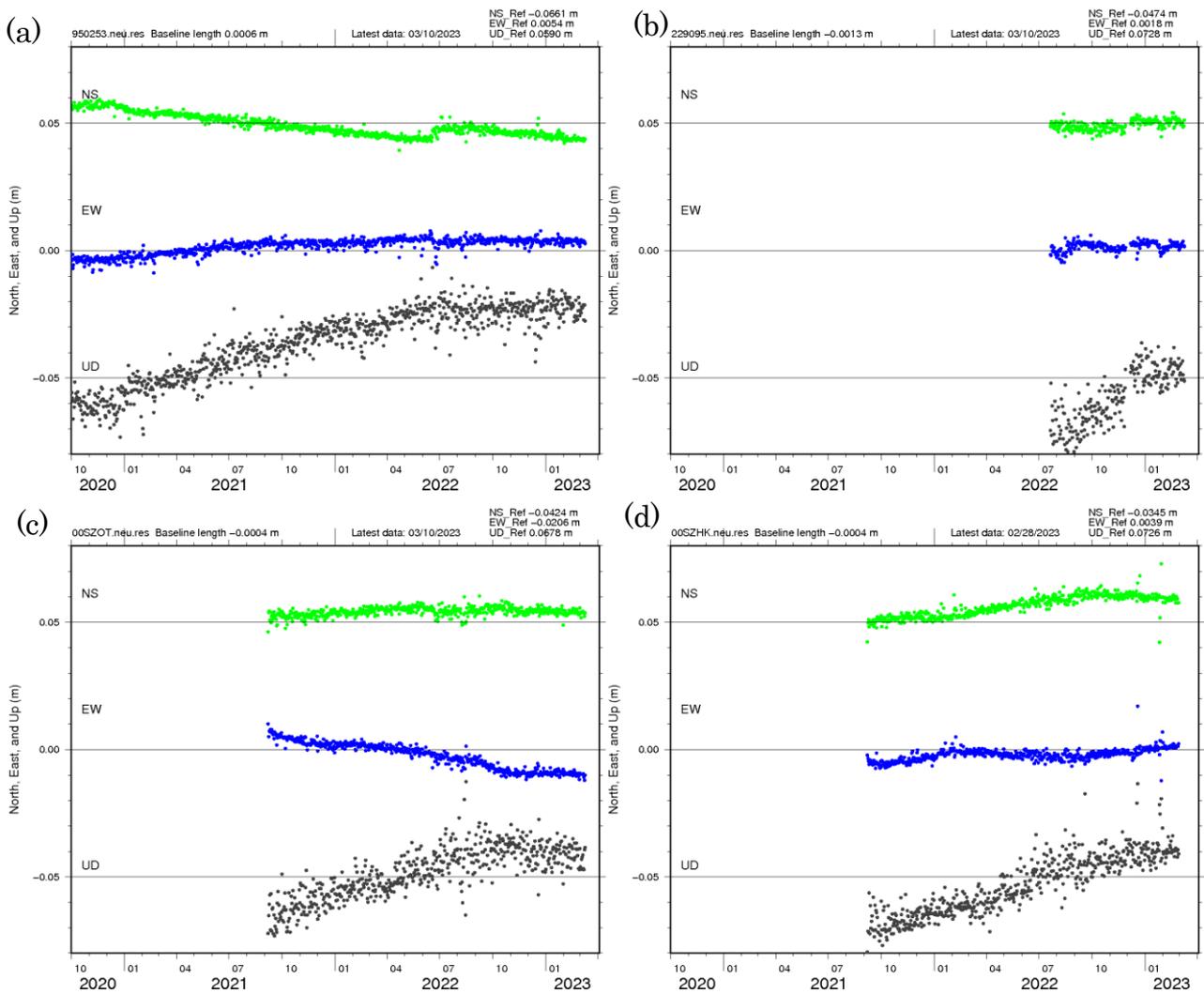


図3 各観測点の日座標値の時間変化(精密暦使用)。図1と同様のトレンド補正及びノイズ軽減処理を行なっている。各観測点の位置は図1a参照。(a) 0253。(b) 9095。(c) SZOT。(d) SZHK。

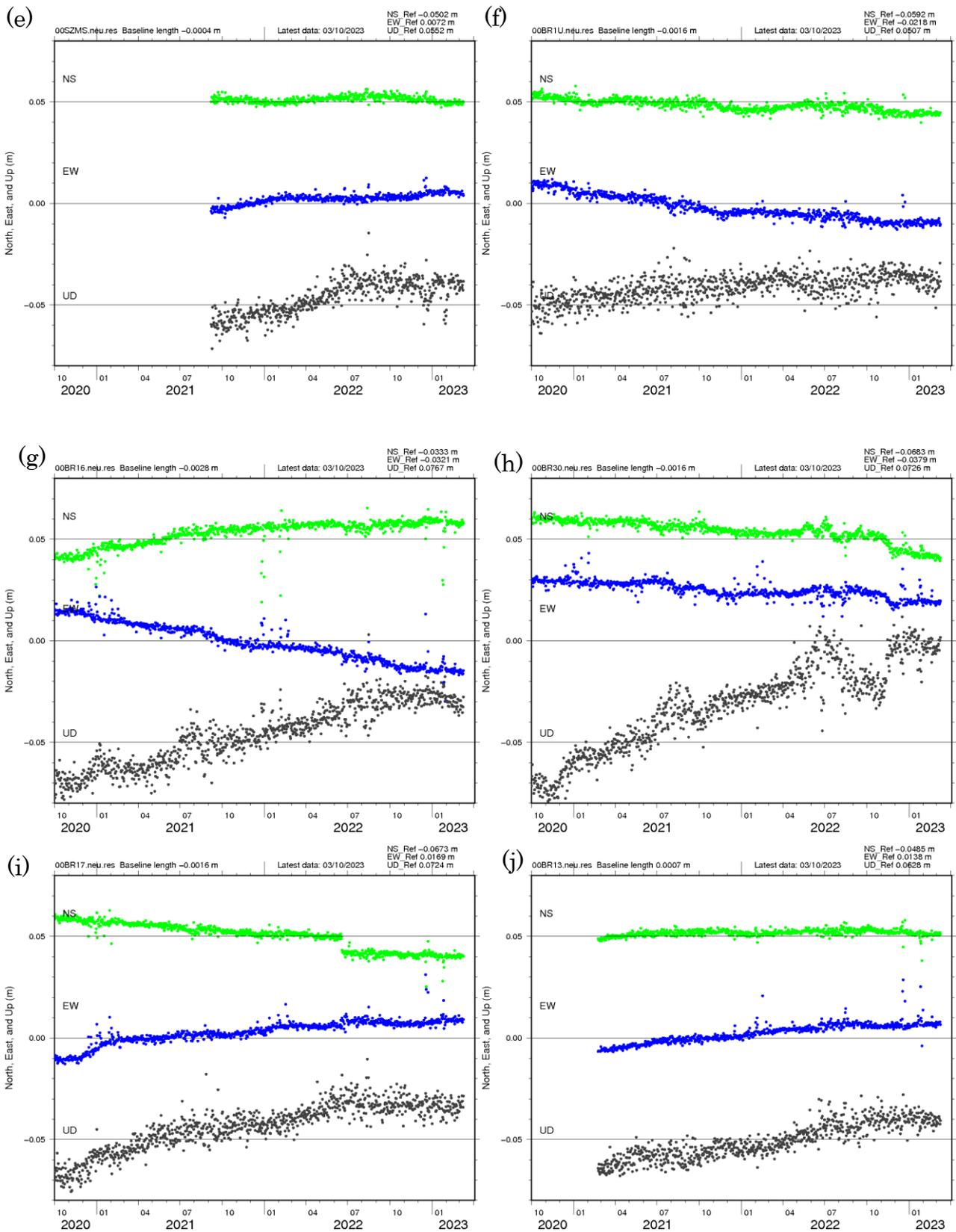


図3 (続き) (e) SZMS。 (f) BR1U。 (g) BR16。 (h) BR30。 (i) BR17。 (j) BR13。

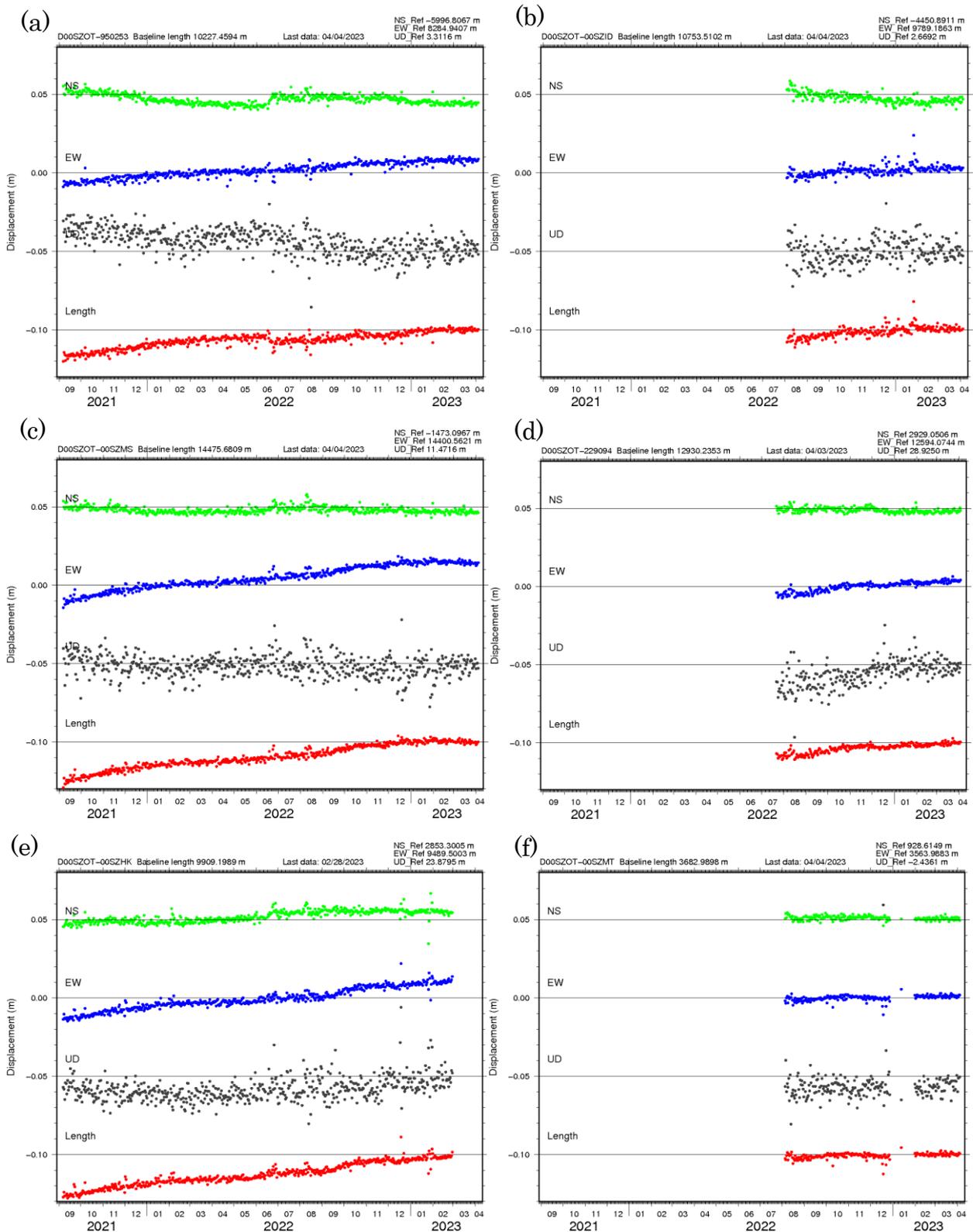


図4 各基線における日座標値の時間変化（速報暦使用）。トレンド補正及びノイズ軽減処理は行っていない。(a) SZOT-0253。(b) SZOT-SZID。(c) SZOT-SZMS。(d) SZOT-9094。(e) SZOT-SZHK。(f) SZOT-SZMT。