

## 能登半島の地殻変動 (2023 年 5 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 (以下、ソフトバンク) が設置・運用している GNSS 観測網 (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。各観測網の最新のデータは、金沢大観測点が 5 月 9 日、ソフトバンク独自基準点が 5 月 10 日、京都大学と国土地理院は 6 月 1-2 日である。図 2 に約 3 ヶ月間毎の変位のスナップショット、図 3 に 5 月 14 日までの精密暦を用いた長期の時系列、図 4 に最新の速報暦を用いた最近半年間の時系列を示す。

2023 年 5 月 5 日の地震 (M6.5) 後の余効変動 (図 1 c) は、一部の観測点の水平変動と、SZMT や SZMS 観測点などで隆起する傾向が認められるが、全体としてそれほど顕著な変動は見られない。

5 月 5 日の地震前の約 3 ヶ月間毎の変位 (図 2) を見ると、2022 年 6 月 19 日の M5.4 の地震以降、M6.5 の地震までは、それ以前に比べて変動速度が低下する傾向にあった (図 2 h-j)。2022 年 9 月下旬から 2023 年 1 月上旬まで (図 2 i) は、変動の中心が地震活動の活発な海岸線付近に位置しており、M6.5 の地震の直前の約 4 ヶ月以前 (図 2 j) においては、能登半島北東部全体が北西方向に移動していたように見えるが、ノイズの影響も否定できないため検討が必要である。

本資料では、今までの提出資料と同様に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。図 2 と図 3 に示した非定常変動の抽出のため、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時系列や変異を補正している。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補間して除去した。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。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「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。

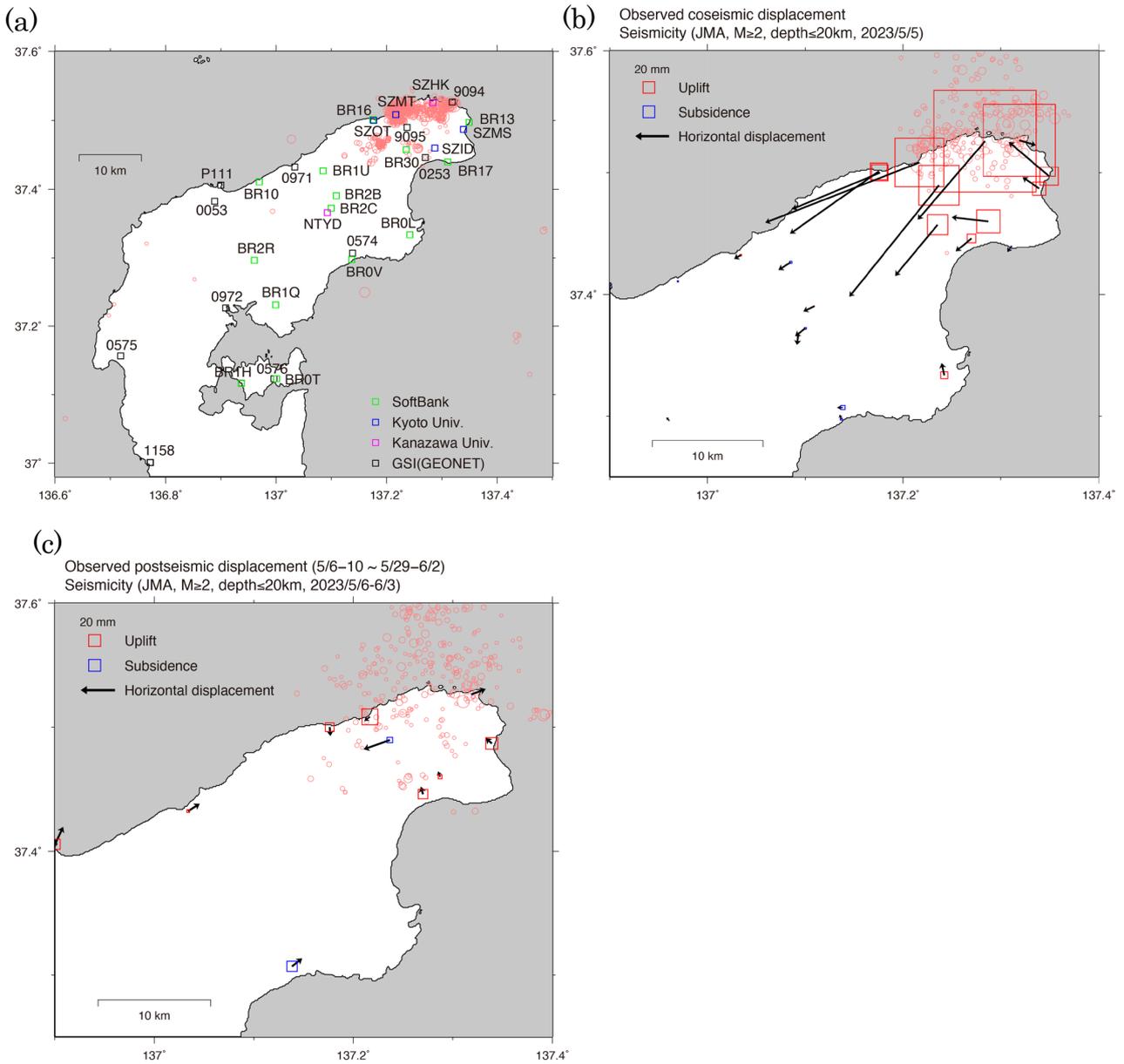


図1 ソフトバンク、大学、国土地理院のGNSS観測点統合解析結果。赤丸は気象庁一元化震源 ( $M \geq 2$ , 深さ  $\leq 20$  km) を表す。(a) 解析に用いたGNSS観測点のID。BRから始まる観測点がデータ提供を受けたソフトバンクの観測点。SZOT、SZMS、SZMT、SZID及びSZHK、NTYDは、それぞれ京大防災研と金沢大の観測点。P111と数字4桁は、GEONET観測点。(b) 2023年5月5日の地震( $M6.5$ )に伴う地震時地殻変動ベクトル図(速報暦使用、固定局1158)。赤青の四角は上下変動を表す。(c) 2023年5月5日の地震後の地殻変動ベクトル図(速報暦使用、固定局1158)。5月6-10日から5月29日-6月2日まで。

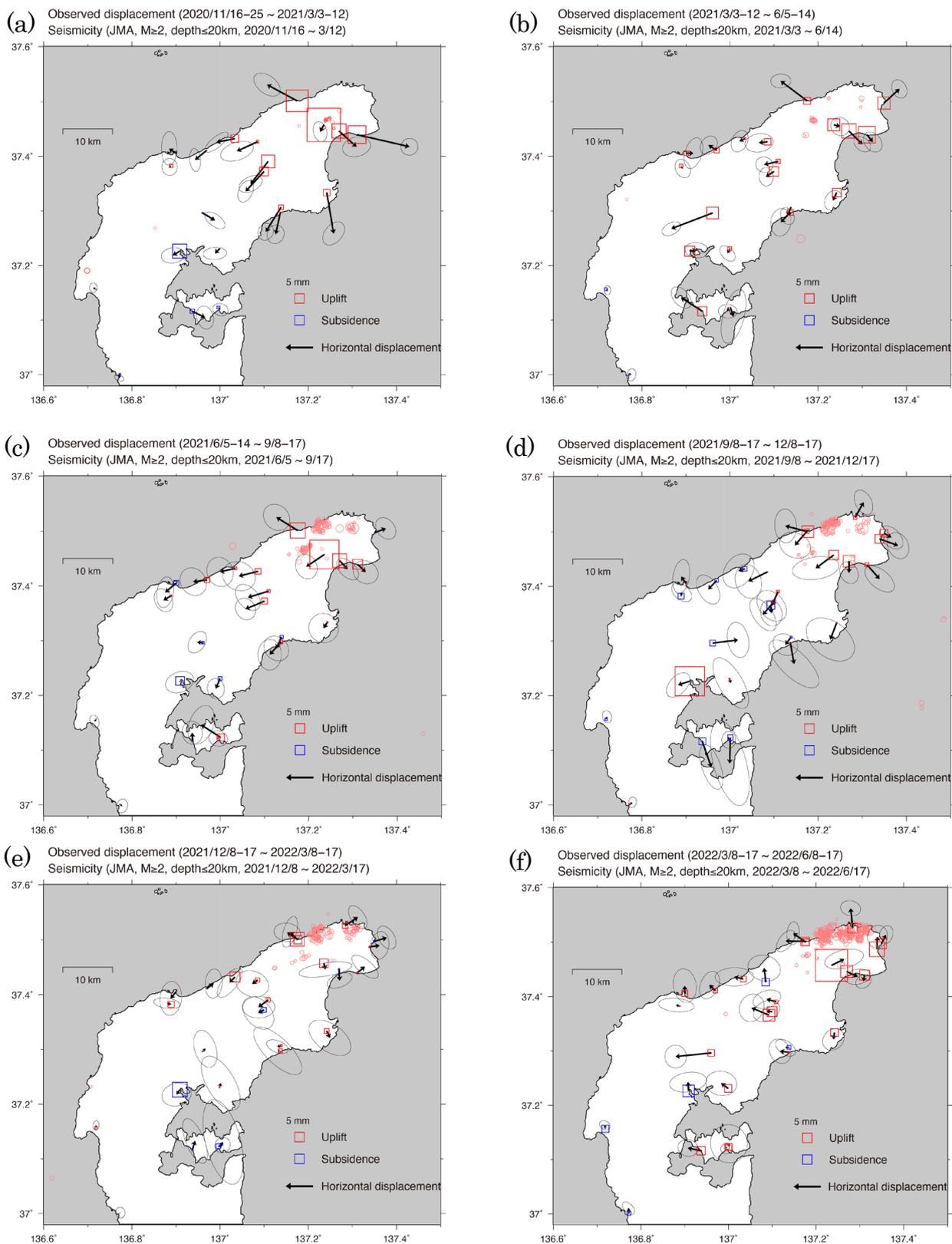
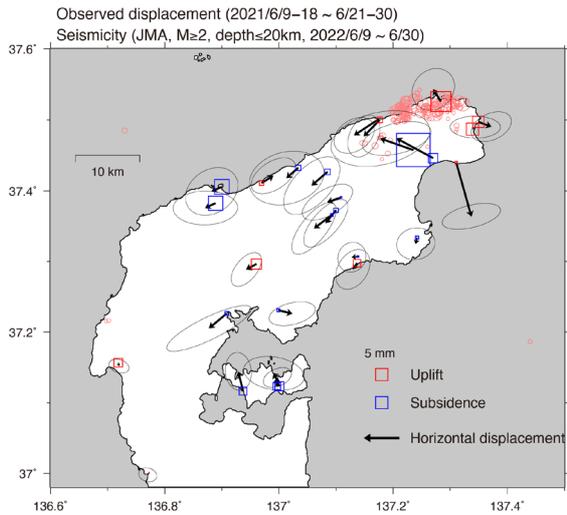
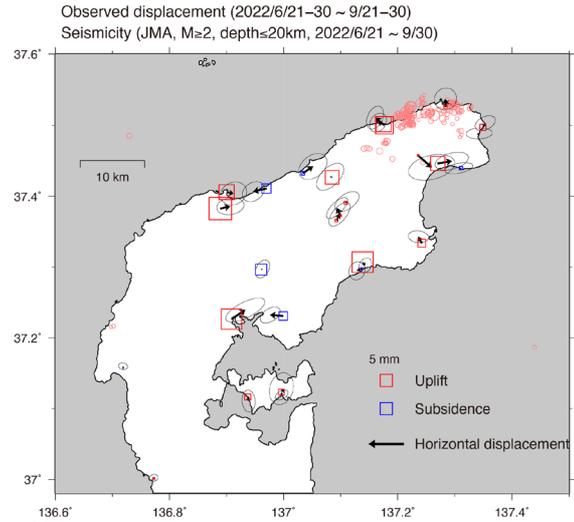


図2 イベント前トレンドと季節変動を補正した各期間の非常常変動のベクトル図（精密暦使用）。赤丸は各期間の気象庁一元化震源（ $M \geq 2$ 、深さ $\leq 20 \text{ km}$ ）。(a) 2020年11月16-25日から2021年3月3-12日まで(107日間)。(b) 2021年3月3-12日から6月5-14日まで(95日間)。(c) 2021年6月5-14日から9月8-17日まで(96日間)。(d) 2021年9月8-17日から12月8-17日まで(91日間)。(e) 2021年12月8-17日から2022年3月8-17日まで(90日間)。(f) 2022年3月8-17日から6月8-17日まで(92日間)。

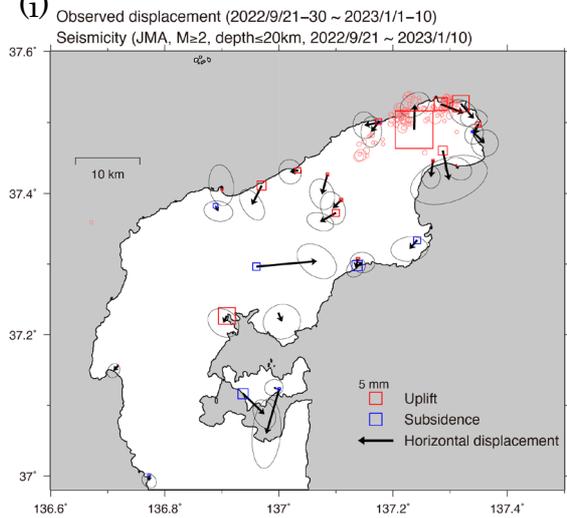
(g)



(h)



(i)



(j)

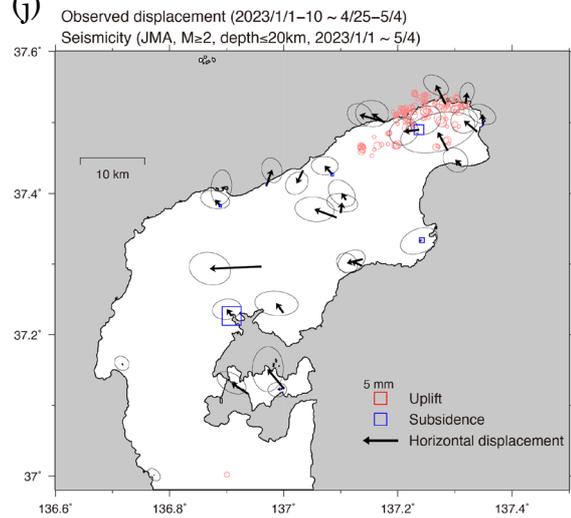


図2 (続き) (g) 2022年6月9-18日から6月21-30日まで(12日間)。2022年6月19日M5.4の地震を含む期間。(h)2022年6月21-30日から9月21-30日まで(92日間)。(i) 2022年9月21-30日から2023年1月1-10日まで(102日間)。(j) 2023年1月1-10日から4月25日-5月4日まで(114日間)。

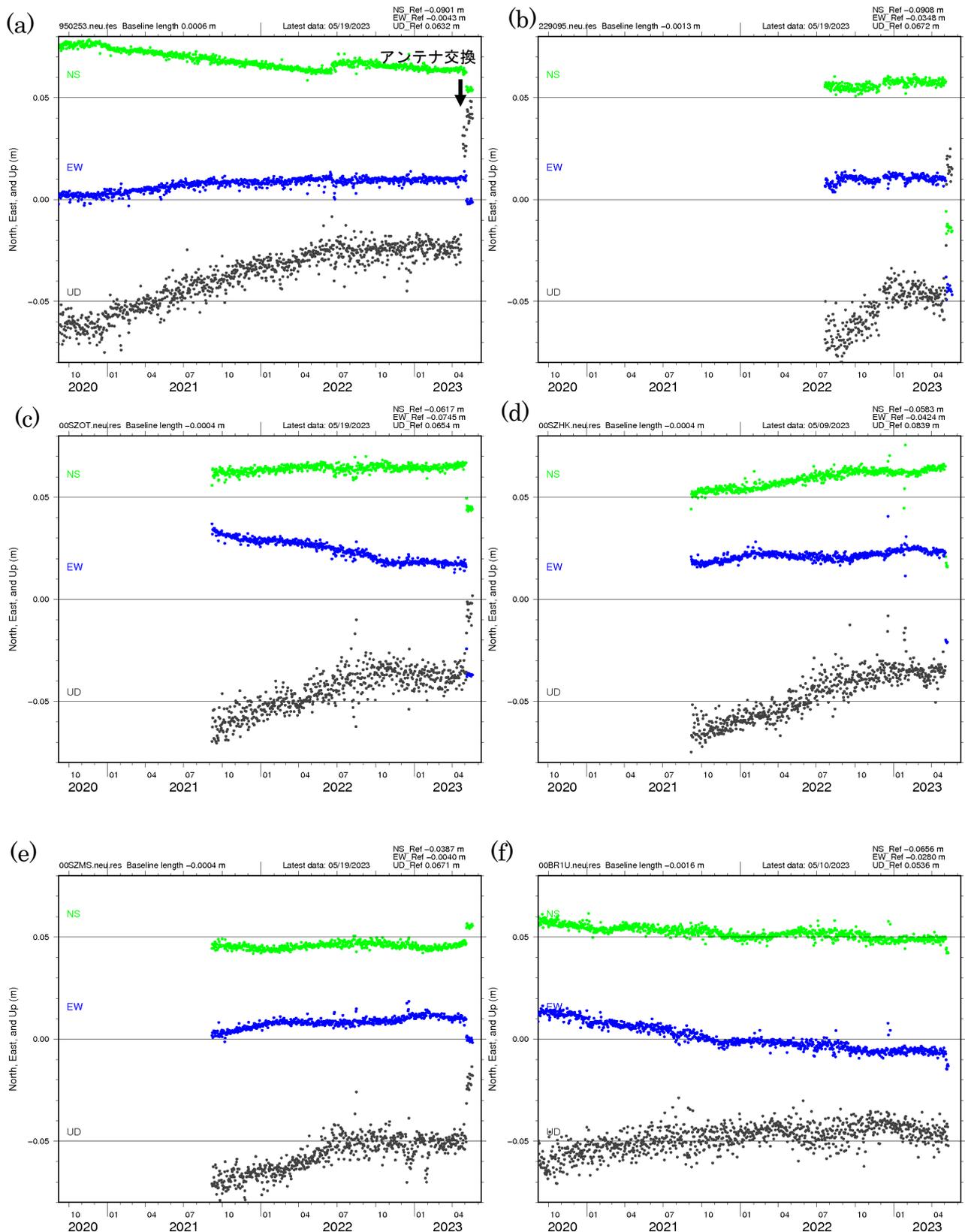


図3 各観測点の日座標値の時間変化（精密暦使用）。図2と同様のトレンド補正及びノイズ軽減処理を行なっている。各観測点の位置は図1a参照。(a) 0253。(b) 9095。(c) SZOT。(d) SZHK。(e) SZMS。(f) BR1U。

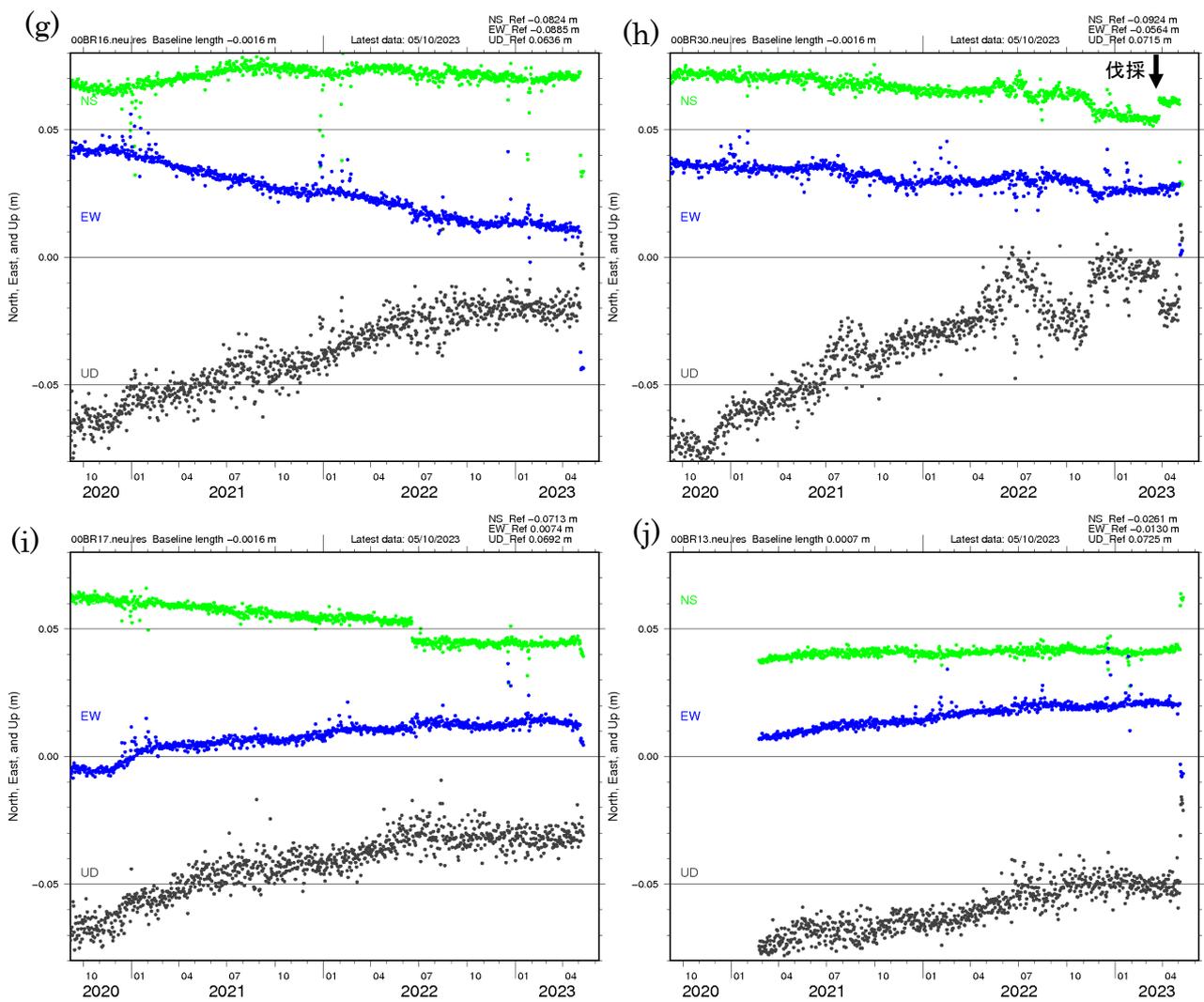


図3 (続き) (g) BR16。 (h) BR30。 (i) BR17。 (j) BR13。

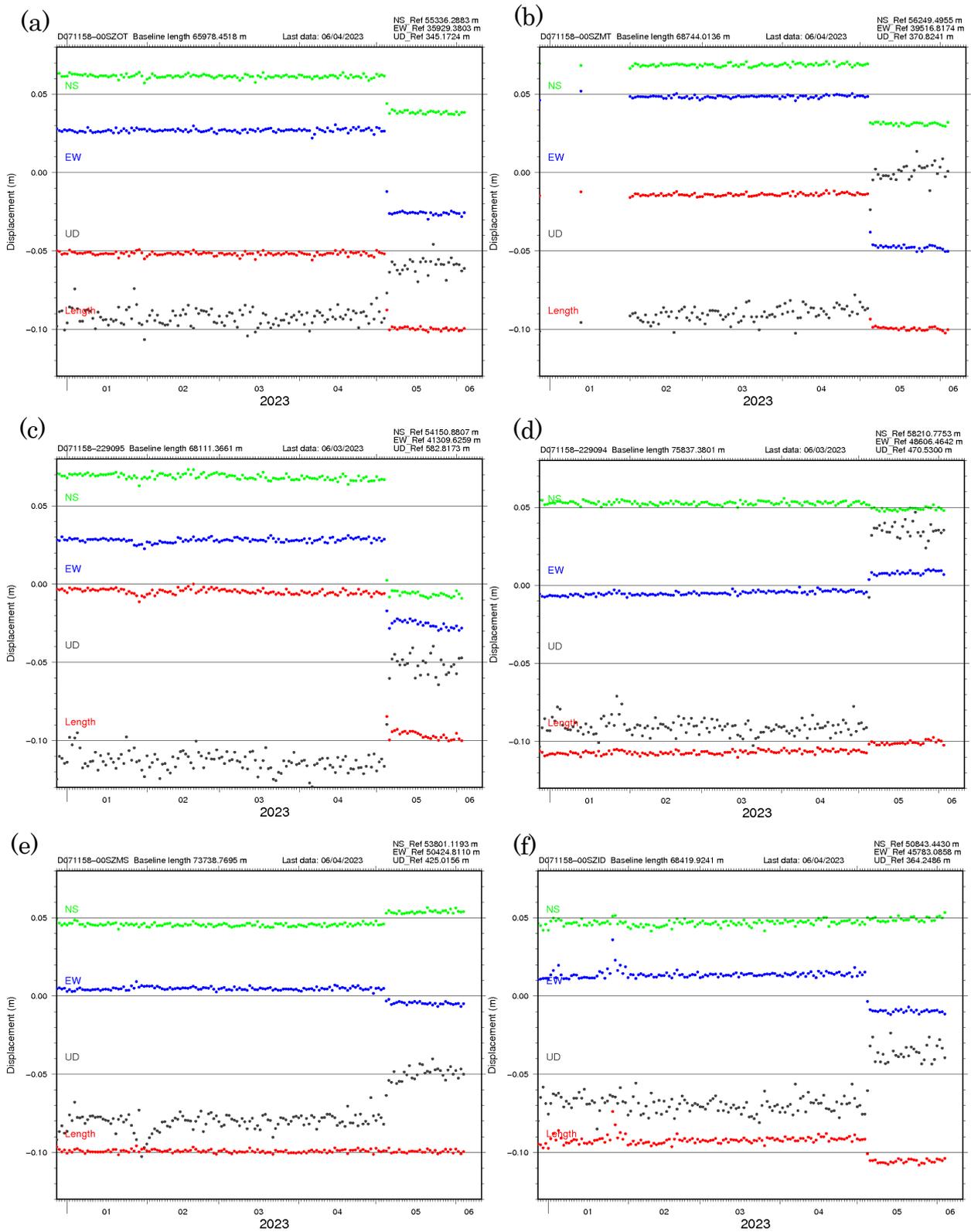


図4 各基線における日座標値の時間変化（速報暦使用）。トレンド補正及びノイズ軽減処理は行っていない。(a) 1158-SZOT。(b) 1158-SZMT。(c) 1158-9095。(d) 1158-9094。(e) 1158-SZMS。(f) 1158-SZID。