

能登半島の地殻変動 (2023年11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 観測網及び京都大学と金沢大学の臨時 GNSS 観測網 (図 1 a) のデータを併合処理し、2023 年 11 月 10 日までの座標値の解析結果について報告する。図 1 b-e に、2023 年 5 月 5 日の M6.5 の地震及び地震以降の約 3 ヶ月ごとの非定常地殻変動ベクトル図、図 2 に M6.5 の地震以前の約 3 ヶ月ごとの非定常地殻変動ベクトル図、図 3 に特徴的な非定常変動を示す観測点の約 3 年間の時系列を示す。

2023 年 5 月 5 日の地震 (M6.5) 後は、この余効変動と見られる地殻変動がしばらく継続した (図 1c)。地震から 3 ヶ月が経過した 2023 年 8 月上旬から 11 月上旬までの 3 ヶ月間では、全体的に西向きの変位が見られるが (図 1 d)、空間的に長波長の変位であり、群発地震震源域付近の地殻内に変動源があるとは考えにくい。そこで、西向きに一樣な変位を再補正すると、群発地震震源域近傍での非定常変動はかなり小さく (図 1 e)、M6.5 地震前の 3 ヶ月 (図 2j) と同程度もしくはそれ以下の大きさになっているように見える。時系列 (図 3) を見ると、M6.5 地震の余効変動と見られる急激な変動は地震後 1-3 ヶ月程度で概ね終息している。地震前と同程度の速度での非定常変動が観測されている点もあるが (図 2b, c, f, g, i, k など)、近傍の観測点で変位方向が異なることが多く、系統的な変化には見えない。

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 1-3 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 2011 年 1 月-2020 年 9 月の期間で推定した 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と変位を補正した。ソフトバンク及び大学観測点については、2018 年 1 月から 2020 年 9 月の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と、東北地方太平洋沖地震の余効変動が時間変化している影響を補正できていな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 と JP23K17482 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。

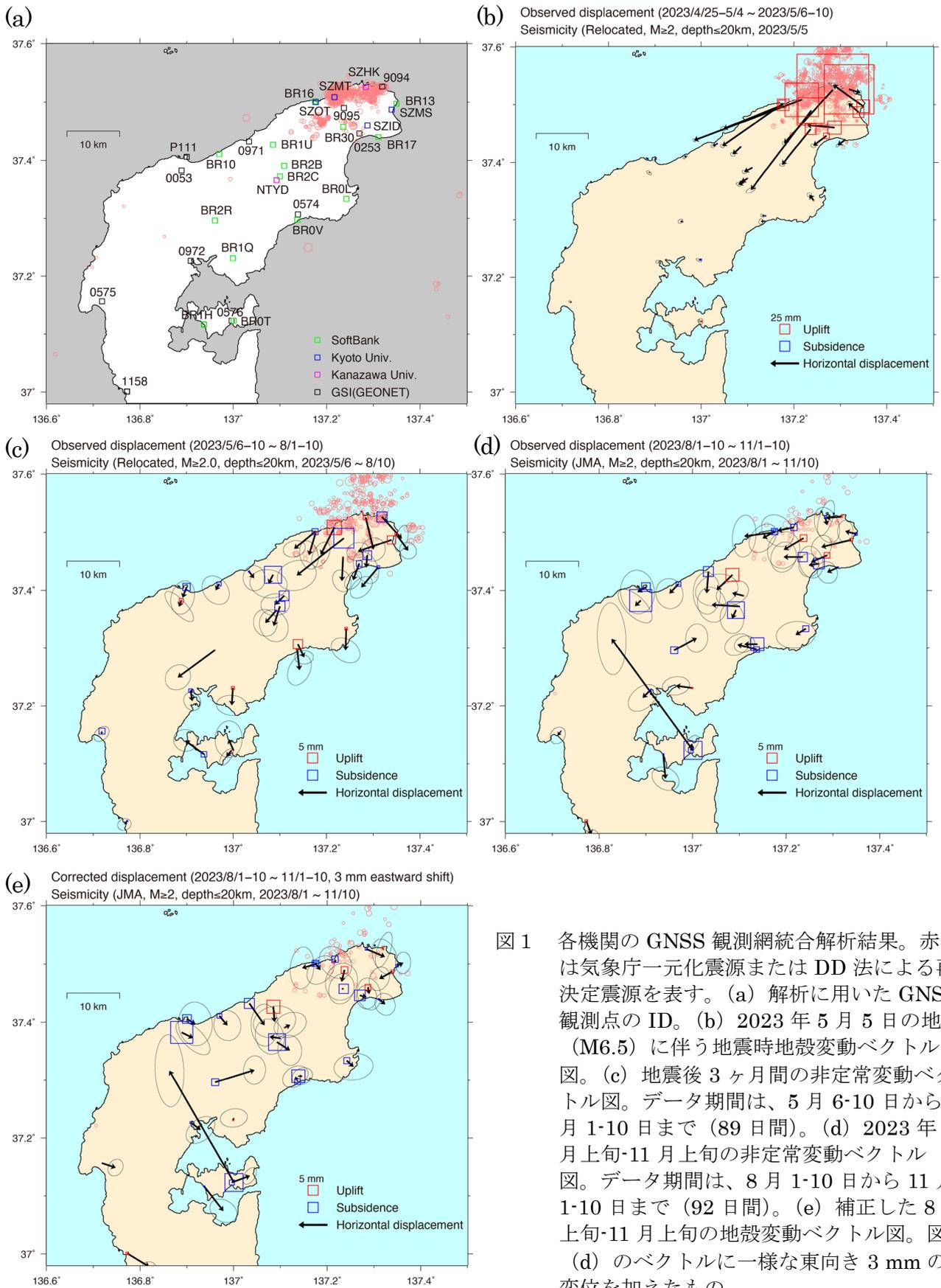


図1 各機関のGNSS観測網統合解析結果。赤丸は気象庁一元化震源またはDD法による再決定震源を表す。(a)解析に用いたGNSS観測点のID。(b)2023年5月5日の地震(M6.5)に伴う地震時地殻変動ベクトル図。(c)地震後3ヶ月間の非正常変動ベクトル図。データ期間は、5月6-10日から8月1-10日まで(89日間)。(d)2023年8月上旬-11月上旬の非正常変動ベクトル図。データ期間は、8月1-10日から11月1-10日まで(92日間)。(e)補正した8月上旬-11月上旬の地殻変動ベクトル図。図(d)のベクトルに一樣な東向き3mmの変位を加えたもの。

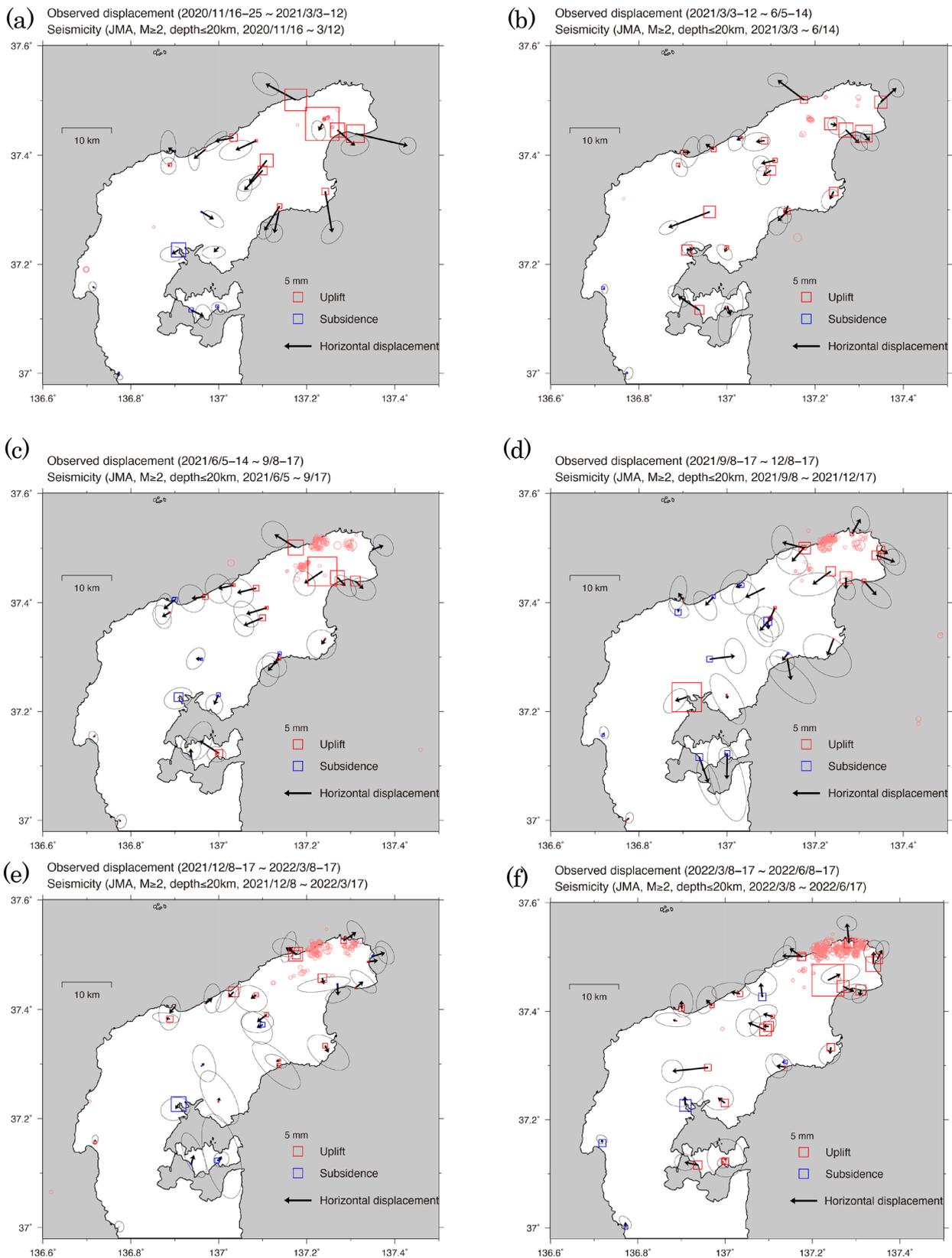
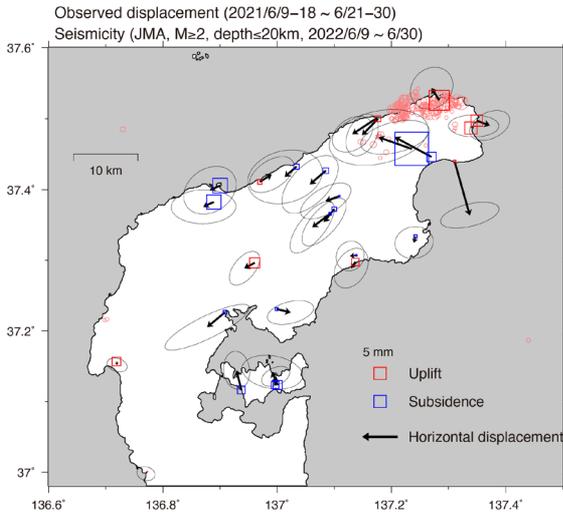
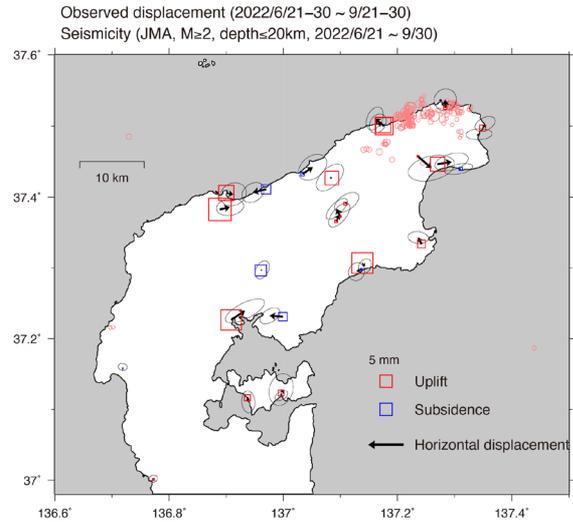


図2 2023年5月5日のM6.5地震以前の約3ヶ月毎の非正常変動ベクトル図(精密暦使用)。赤丸は各期間の気象庁一元化震源($M \geq 2$, 深さ $\leq 20\text{km}$)。(a) 2020年11月16-25日から2021年3月3-12日まで(107日間)。(b) 2021年3月3-12日から6月5-14日まで(95日間)。(c) 2021年6月5-14日から9月8-17日まで(96日間)。(d) 2021年9月8-17日から12月8-17日まで(91日間)。(e) 2021年12月8-17日から2022年3月8-17日まで(90日間)。(f) 2022年3月8-17日から6月8-17日まで(92日間)。

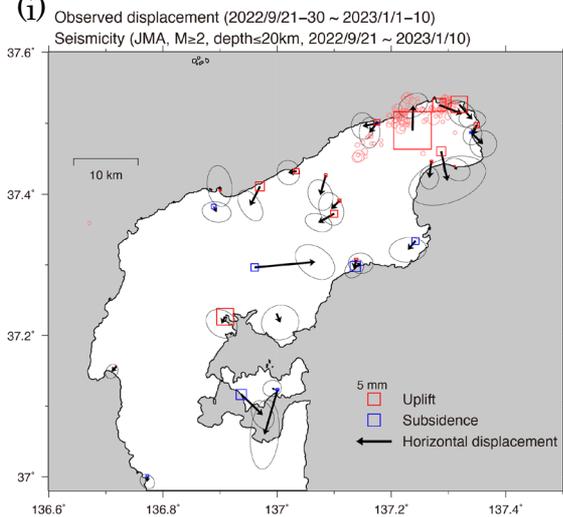
(g)



(h)



(i)



(j)

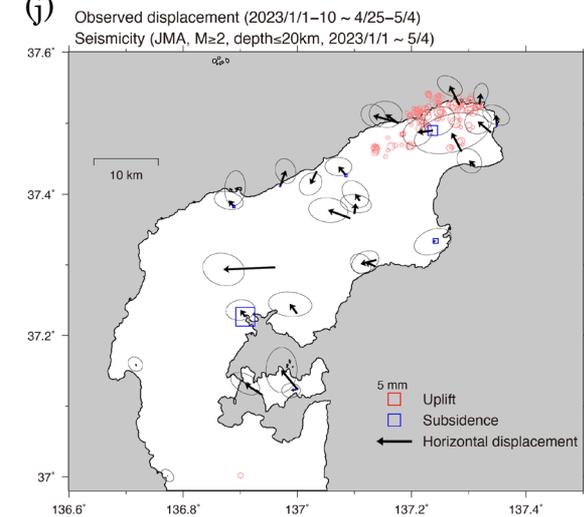


図2 (続き) (g) 2022年6月9-18日から6月21-30日まで(12日間)。2022年6月19日M5.4の地震を含む期間。(h)2022年6月21-30日から9月21-30日まで(92日間)。(i) 2022年9月21-30日から2023年1月1-10日まで(102日間)。(j) 2023年1月1-10日から4月25日-5月4日まで(114日間)。

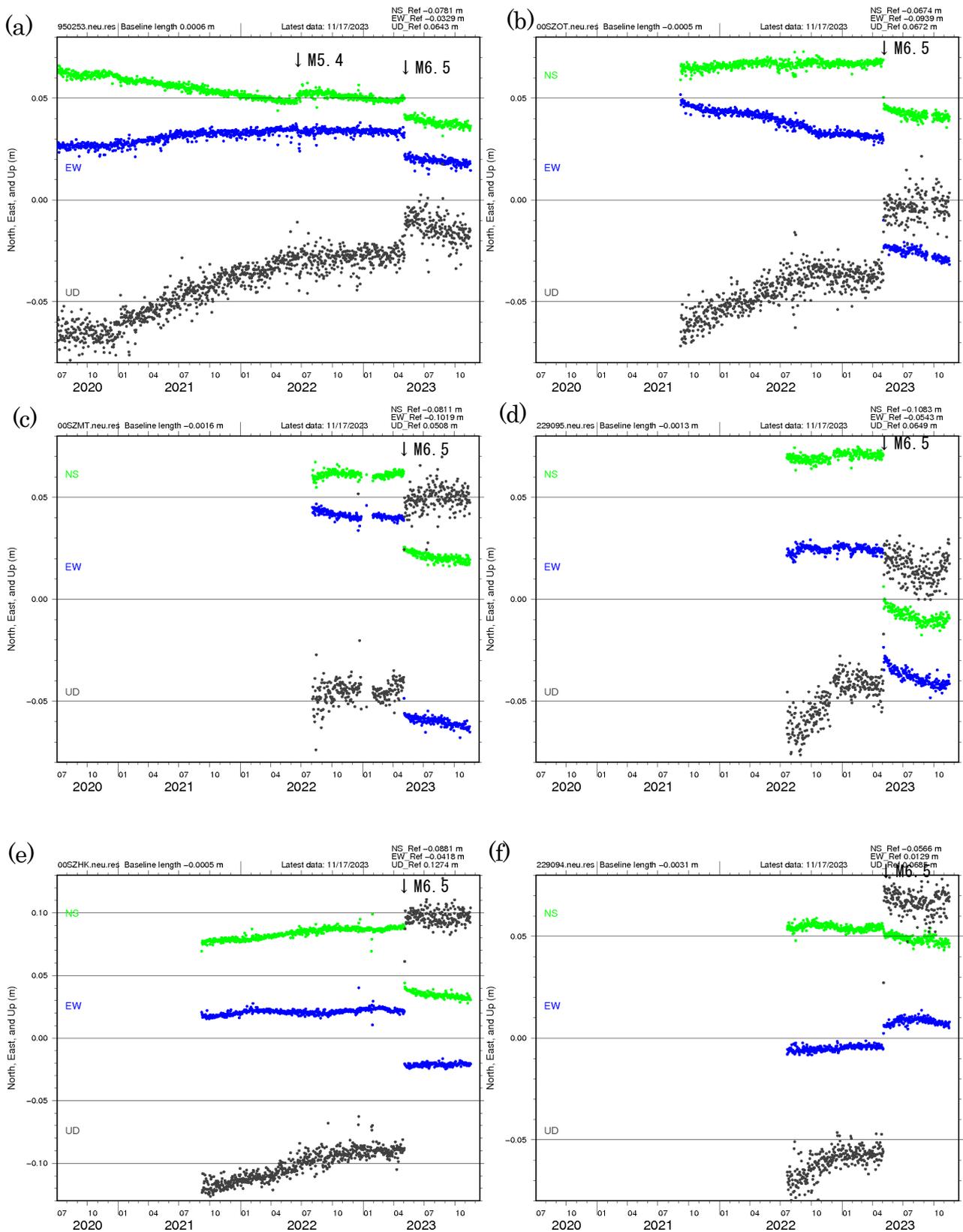


図3 イベント前トレンド(全点)と季節変動(0253のみ)を補正した各観測点の日座標値の時間変化(精密暦使用)。各観測点の位置は図1a参照。(a) 0253。(b) SZOT。(c) SZMT。(d) 9095。(e) SZHK。(f) 9094。

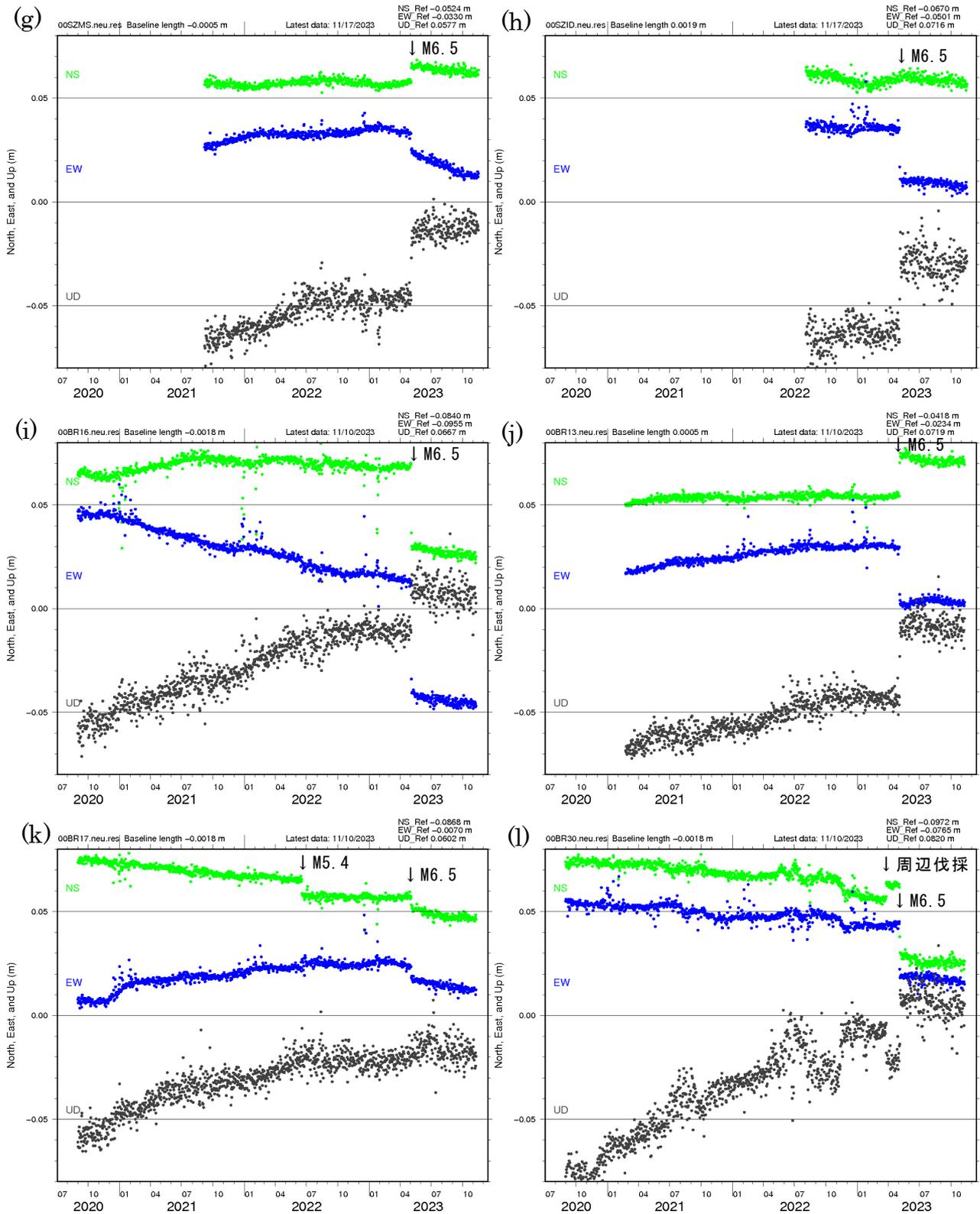


図3 (続き) (g) SZMS。 (h) SZID。 (i) BR16。 (j) BR13。 (k) BR17。 (l) BR30。