

トカラ列島における群発地震活動に伴う非定常地殻変動 (2025 年 9 月 26 日まで)

東北大学大学院理学研究科
東北大学災害科学国際研究所

トカラ列島の悪石島から宝島にかけての近海で発生している群発地震活動に伴う非定常地殻変動の把握のため、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）と国土地理院 GEONET 観測網のデータを統合処理し、各観測点の日座標値を解析した結果について報告する。

図 1 に使用した観測点を示す。南から宝島（GEONET: 1243, ソフトバンク: BQ1I), 小宝島（ソフトバンク: BQ1J), 悪石島（BQ1K), 諏訪之瀬島（GEONET: 0729, ソフトバンク: BQ1L), 平島（BQ89）の合計 7 観測点を使用した。使用した観測データの期間は 2019 年 11 月 1 日から 2025 年 9 月 26 日である。共通誤差, 保守オフセット, および季節変動成分を除去したデータ(Okada & Nishimura, 2025; 岡田・上田, 2025)から, 2024 年 12 月から 2025 年 5 月までのデータに基づき算出した変位速度を差し引いた時系列と地震活動を比較した。

図 2 に得られた時系列を示す。同図より, 7 月 17 日以降, 9 月 26 日時点までに非定常な地殻変動は大局的には減衰し, 停滞しつつあるように見える。またこれらの傾向は地震活動の減衰とよく同期しているように見える。

図 3 に, 2025 年 8 月以降の時系列を示す。9 月 16 日以降の諏訪之瀬島を近傍の地震活動の活発化に伴って諏訪之瀬島の観測点でわずかな南向き変位があるように見える。

図 4 により長期 GNSS 時系列データ (2019 年 11 月 1 日から 2025 年 9 月 26 日) を地震活動と比較した結果を示す。同図より, 今次の群発地震活動以外にも例えば 2021 年 12 月頃等, 複数の時期に地震活動と同期した遷移的な地殻変動が発生していたことが確認できる。

図 5 に 2025 年 6 月以降の GNSS 観測点におけるトレンド除去後の座標値の水平面内の軌跡を示す。特に BQ1J における水平変位の向きが時間変化している様子が明瞭である。

図 6 に 2025 年 9 月以降の GNSS 観測点におけるトレンド除去後の水平面内の軌跡を示す。諏訪之瀬島の BQ1L 観測点でわずかに南向き変位があるように見える。

図 7 に各期間の非定常地殻変動の変位場を示す。2025 年 9 月の諏訪之瀬島近傍の地震活動活発化の期間に諏訪之瀬島の観測点でわずかな南向き変位が確認できるが, GEONET: 0729, ソフトバンク: BQ1L で変位方向が異なること, 両観測点とも推定誤差の範囲は超えていないことから, 今後の注視が必要である。

なお, 本資料の日座標値は, 東北大学大学院理学研究科において米国ジェット推進研究所 (JPL) の軌道暦を用いた GipsyX Ver. 2.3 の精密単独測位法 (PPP) により計算した。(文責: 太田雄策, 岡田悠太郎)

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。観測及び解析には文部科学省による「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画(第三次)」の支援を受けました。

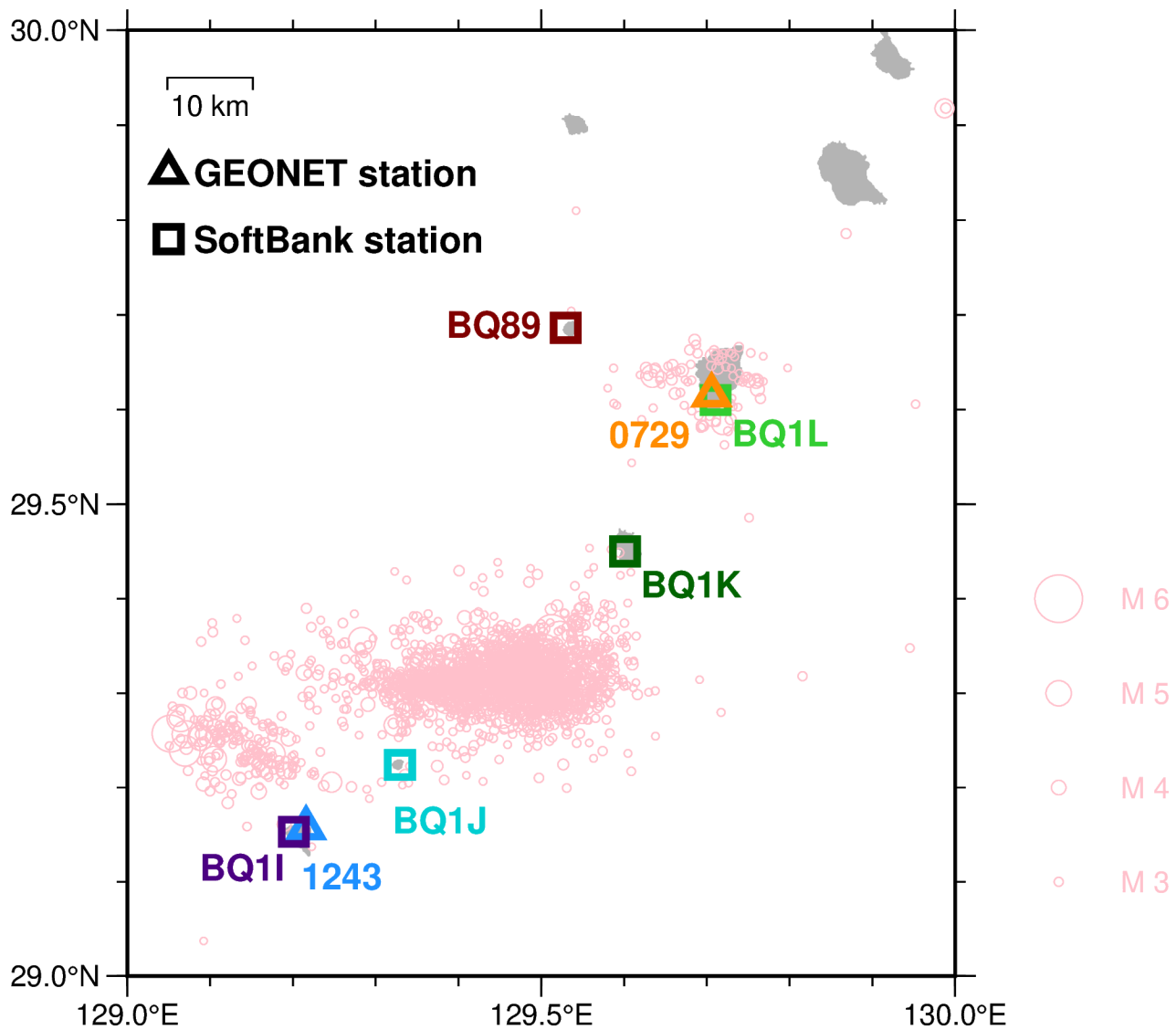


図 1. GNSS 観測局配置と地震の震央分布。三角で国土地理院が設置した GEONET 観測点を、四角でソフトバンク株式会社により設置された観測点をそれぞれ示す。薄い桃色の丸は、気象庁一元化震源カタログに記載された 2025 年 5 月 1 日から 2025 年 9 月 26 日までのマグニチュード 2.5 以上の地震の震央を示す。丸の大きさは地震のマグニチュードに対応している。

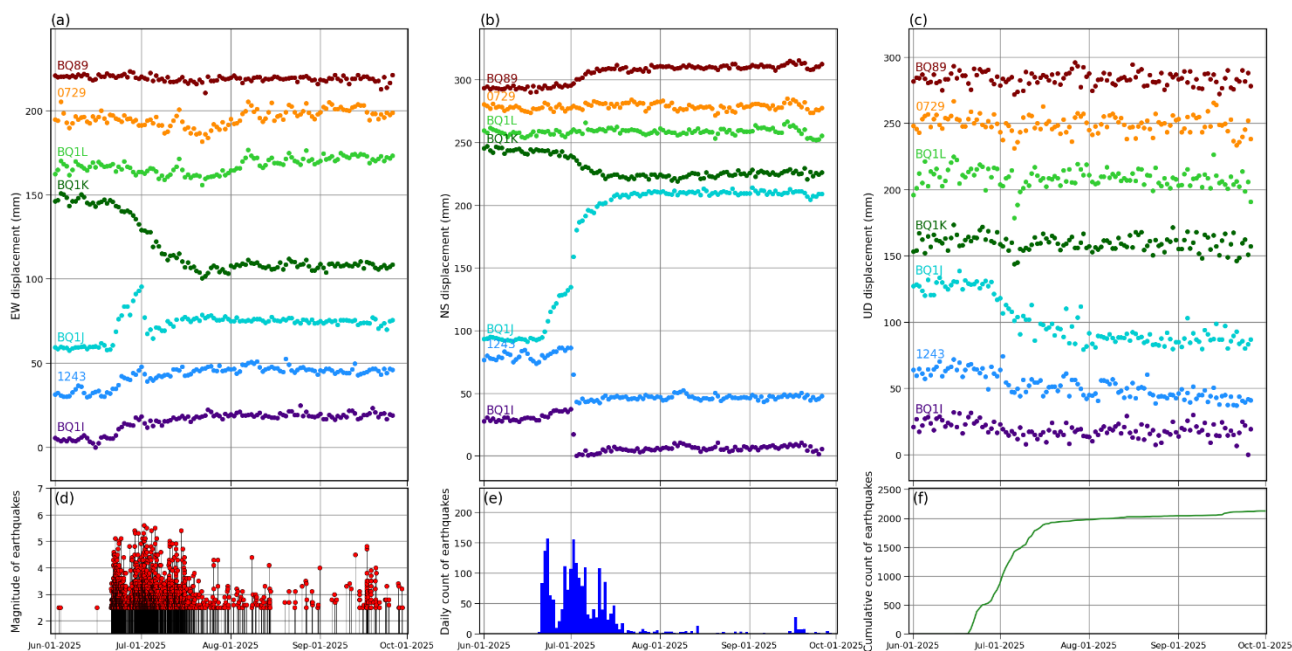


図 2 各日の座標値を丸いシンボルで示す。左から東西, 南北, 上下成分をそれぞれ示す。(下パネル) 図 1 の領域(東経 129 度から 130 度, および北緯 29 度から 30 度の矩形領域)内で発生したマグニチュード 2.5 以上の地震の M-T 図, 1 日あたりの地震個数, および地震の累積発生数を示す。図の作成には気象庁一元化震源カタログを用いた。

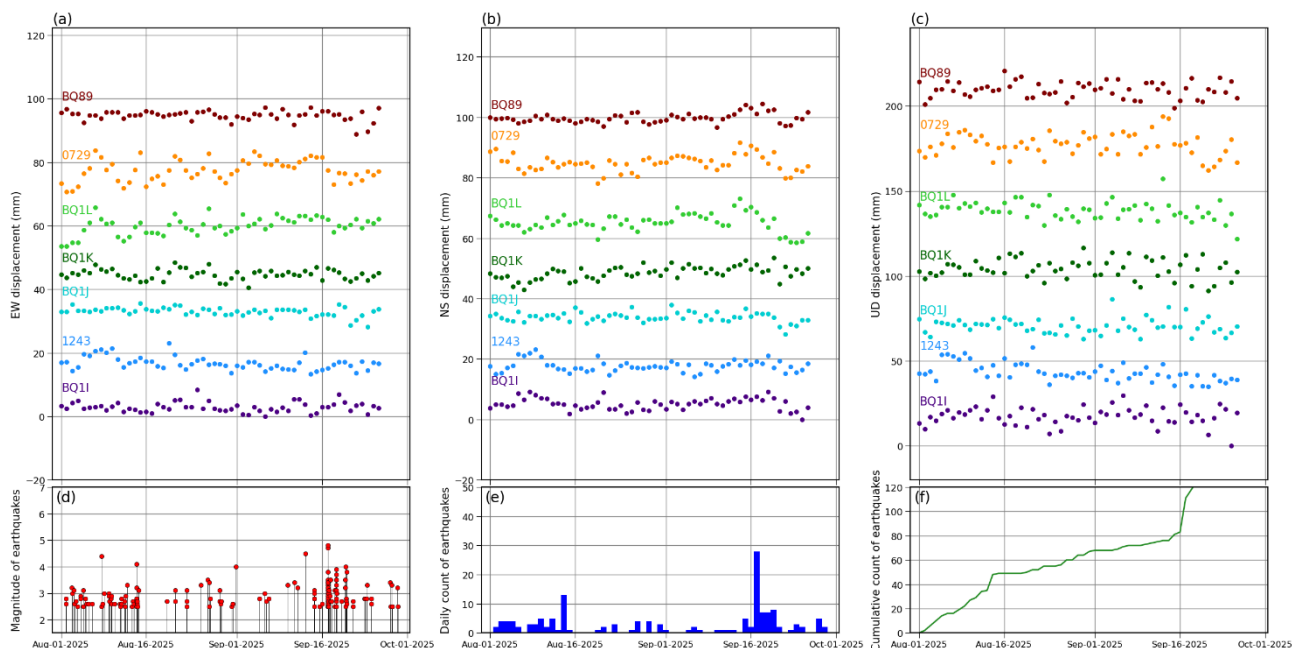


図 3 2025 年 8 月以降の各日の座標値を丸いシンボルで示す。左から東西, 南北, 上下成分をそれぞれ示す。丸の色の違いは, 観測局の違いを表す。(下パネル) 図 1 の領域(東経 129 度から 130 度, および北緯 29 度から 30 度の矩形領域)内で発生したマグニチュード 2.5 以上の地震の M-T 図, 1 日あたりの地震個数, および地震の累積発生数を示す。図の作成には気象庁一元化震源カタログを用いた。図中破線は地震活動が活発化した位置と GNSS 時系列に対応が目視で確認できた点を示す。

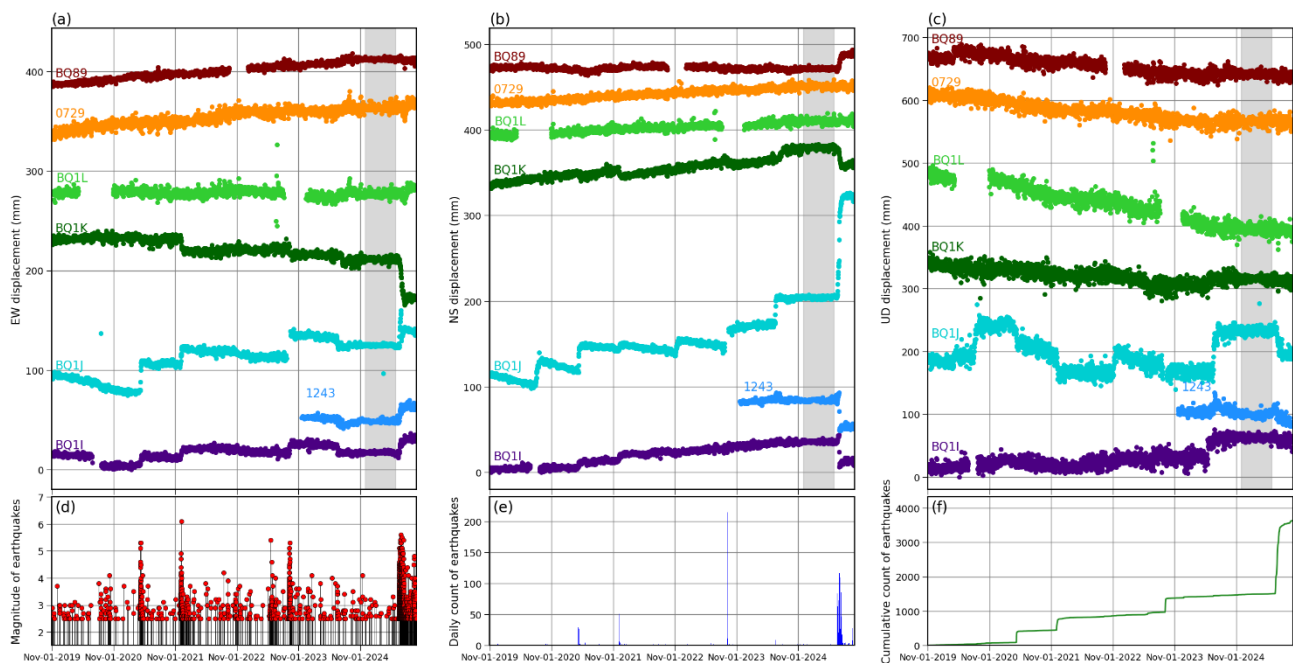


図 4 2019 年 11 月以降の各日の座標値を丸いシンボルで示す。左から東西, 南北, 上下成分をそれぞれ示す。灰色で示された期間は, 定常トレンドを推定した期間を表す。また丸の色の違いは, 観測局の違いを表す。(下パネル) 図 1 の領域(東経 129 度から 130 度, および北緯 29 度から 30 度の矩形領域)内で発生したマグニチュード 2.5 以上の地震の M-T 図, 1 日あたりの地震個数, および地震の累積発生数を示す。図の作成には気象庁一元化震源カタログを用いた。図中破線は地震活動が活発化した位置と GNSS 時系列に対応が目視で確認できた点を示す。

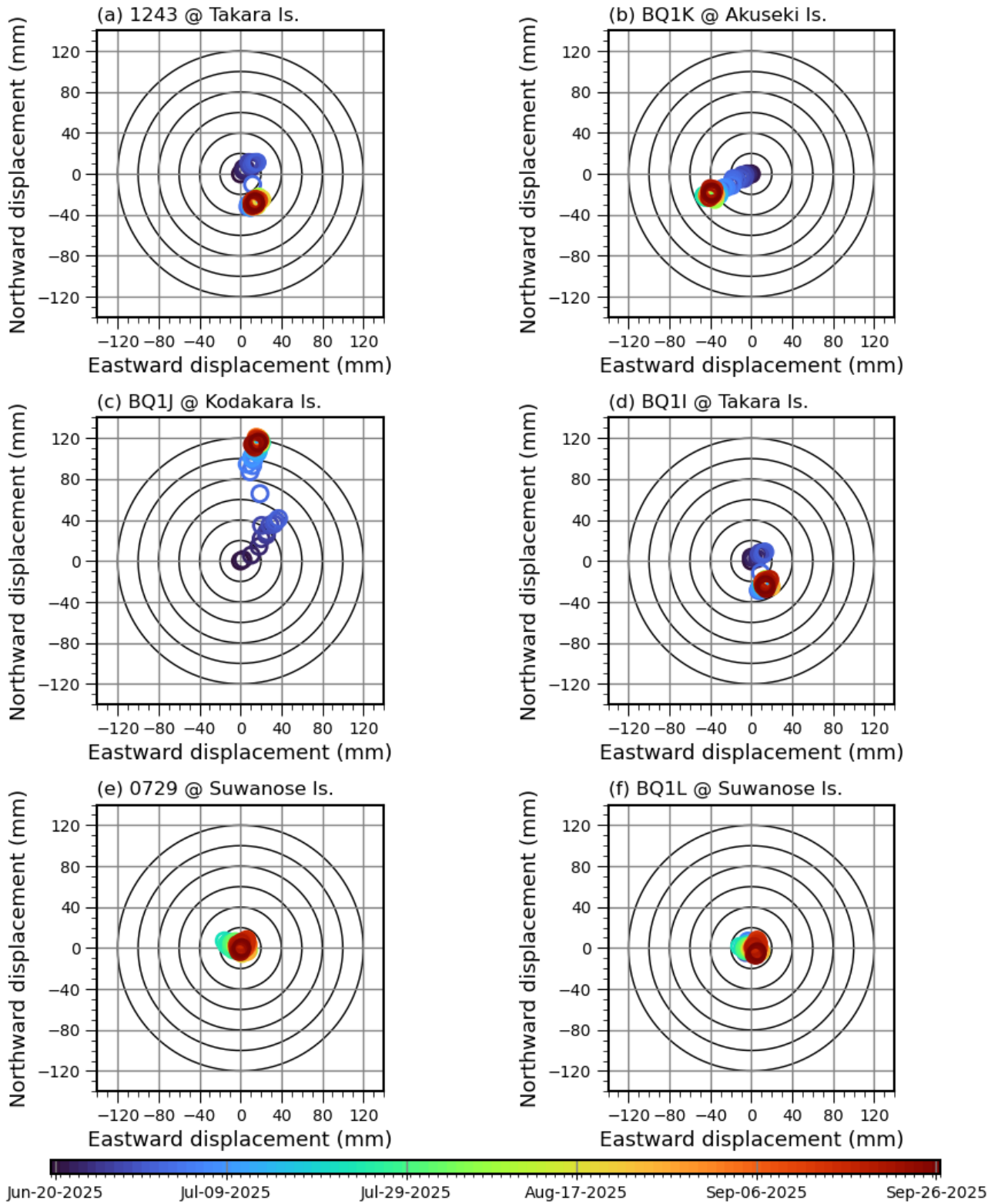


図 5. GNSS 観測点におけるトレンド除去後の座標値の水平面内の軌跡。2025 年 6 月 20 日の座標値を基準としている。また、丸いシンボルで各日の座標を、丸の色で観測日を示している。黒い線で描画された円は、水平変動量を示す 2 cm ごとの基準線である。(a) 1243 (宝島), (b) BQ1K (悪石島), (c) BQ1I (宝島), (d) BQ1J (小宝島), (e) 0729 (諏訪之瀬島), (f) BQ1L (諏訪之瀬島)をそれぞれ示す。

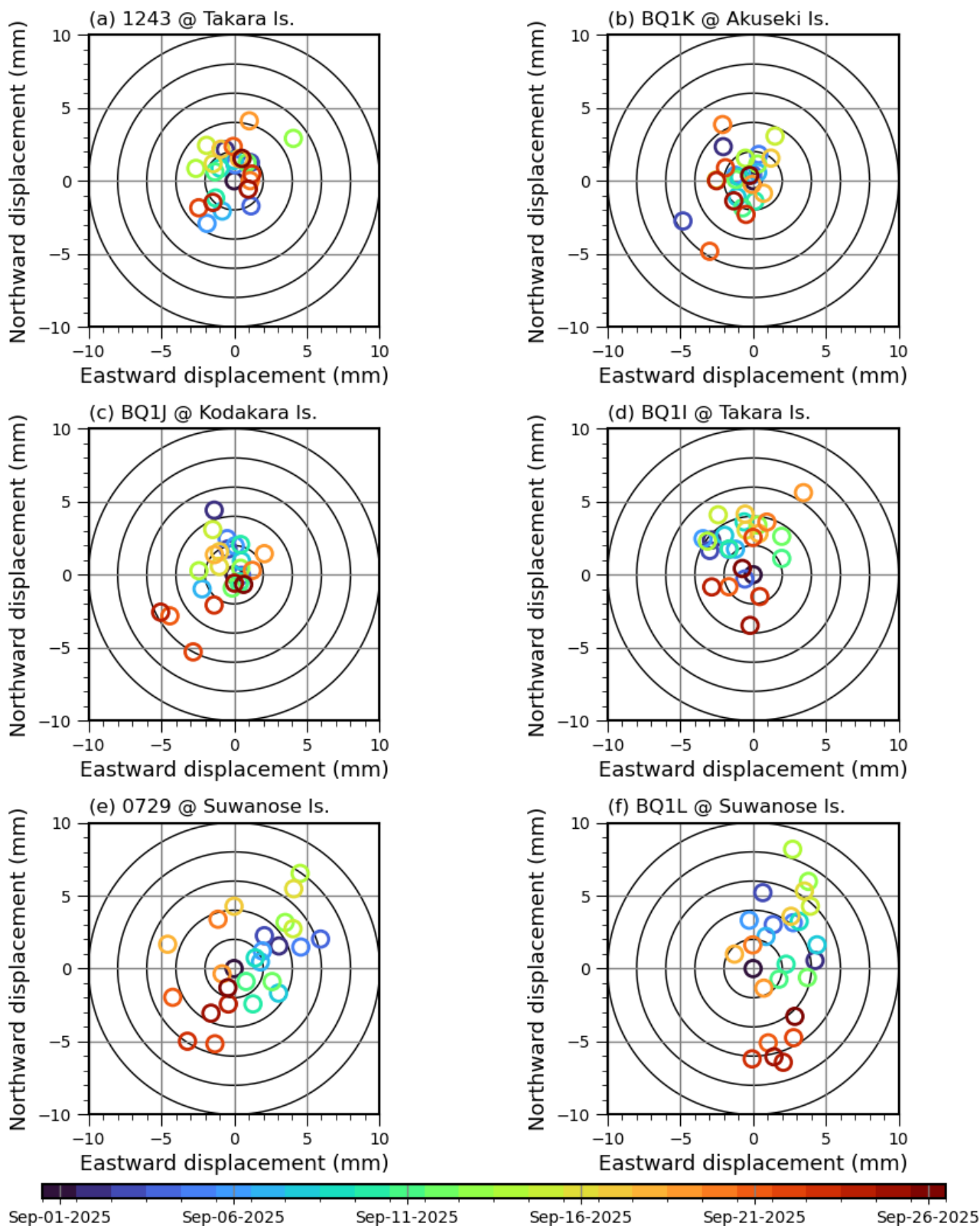
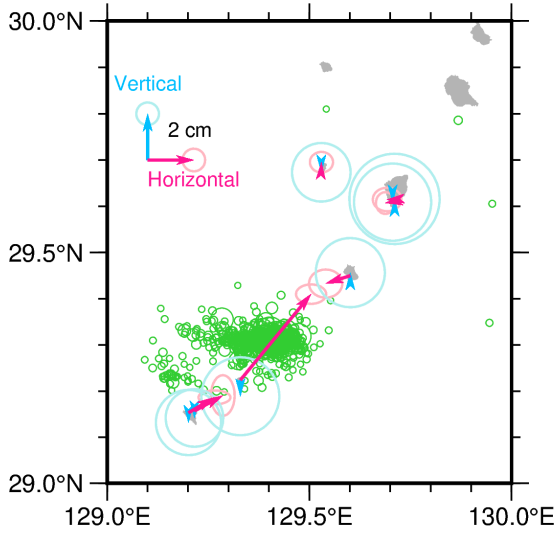
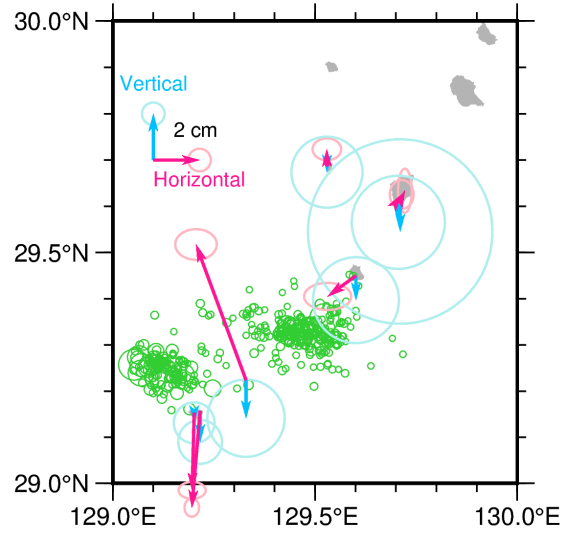


図 6. GNSS 観測点におけるトレンド除去後の座標値の水平面内の軌跡。2025 年 9 月 1 日の座標値を基準としている。また、丸いシンボルで各日の座標を、丸の色で観測日を示している。黒い線で描画された円は、水平変動量を示す 2 mm ごとの基準線である。(a) 1243 (宝島), (b) BQ1K (悪石島), (c) BQ1I (宝島), (d) BQ1J (小宝島), (e) 0729 (諏訪之瀬島), (f) BQ1L (諏訪之瀬島)をそれぞれ示す。

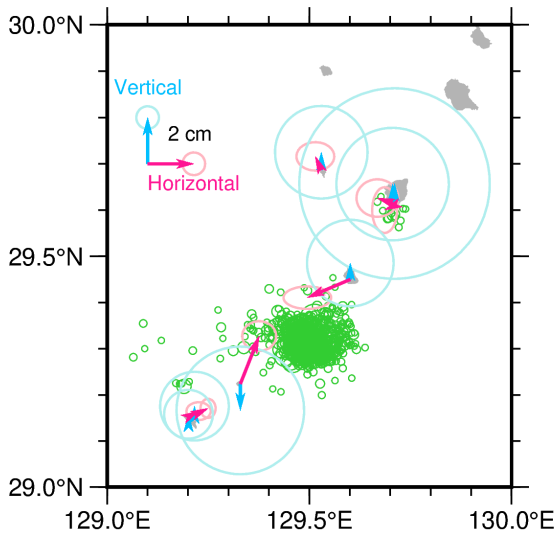
(a) June-July 2025 Swarm (Phase 1)



(b) June-July 2025 Swarm (Phase 2)



(c) June-July 2025 Swarm (Phase 3)



(d) September 2025 Suwanose episode

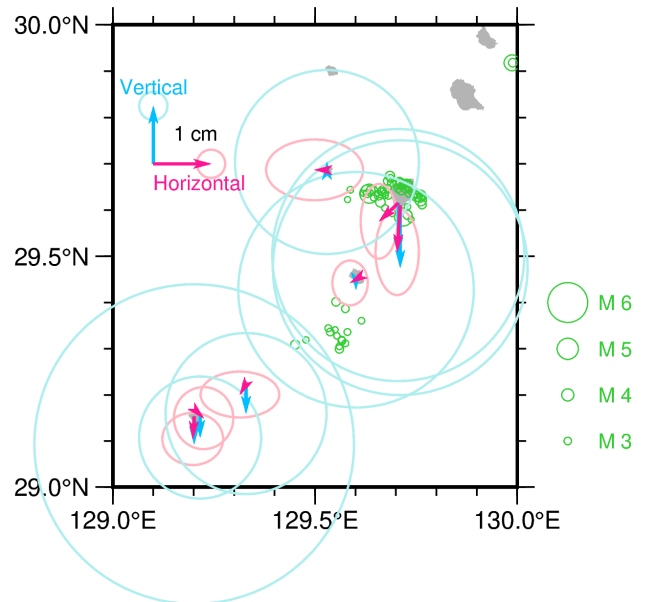


図 7. (a) 2025 年 6 月イベント(Phase 1)時の変位ベクトル場。2025 年 6 月 28 日から 6 月 30 日の平均と 2025 年 6 月 10 日から 6 月 19 日の平均の差から計算した結果。あわせて 2025 年 6 月 10 日から 6 月 30 日に発生したマグニチュード 2.5 以上の地震の震央を描画している。(b) 2025 年 6 月イベント(Phase 2)時の変位ベクトル場。2025 年 7 月 4 日から 7 月 6 日の平均と、2025 年 6 月 28 日から 6 月 30 日の平均の差から計算した結果。あわせて 2025 年 7 月 1 日から 7 月 3 日に発生したマグニチュード 2.5 以上の地震の震央を描画している。(c) 2025 年 6 月イベント(Phase 3)時の変位ベクトル場。2025 年 7 月 21 日から 30 日の平均と 7 月 4 日から 7 月 6 日の平均の差から計算した結果。あわせて 2025 年 7 月 4 日から 7 月 30 日に発生したマグニチュード 2.5 以上の地震の震央を描画している。(d) 2025 年 9 月 24 日から 26 日の平均と 9 月 6 日から 15 日の平均の差から計算した結果。あわせて 2025 年 9 月 6 日から 9 月 26 日に発生したマグニチュード 2.5 以上の地震の震央を描画している。