

能登半島の地殻変動(2024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

能登半島の地震活動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)のデータを併合処理し、各観測点の日座標値を解析した結果について報告する。

GEONET 栗島浦(950231)を基準とした各観測点の相対座標時系列から、地震直後約11ヶ月間(1月2-11日から11月27-30日まで)の変位分布を図2(a)に、11月26日に発生した石川県西方沖の地震(M6.6、変位の計算は11月16-25日から11月27-30日まで)の変位分布を図2(b)に示す。地震後11ヶ月間の地殻変動では、能登半島の全域の沈降と北西方向への水平変動で特徴づけられる余効変動が観測されている。石川県西方沖の地震に伴い、能登半島西岸域を中心として041158観測点、BR00観測点、SKWK観測点などで1cmを超える西向き地殻変動が観測されている。

図3は、地震後の日座標値の時系列を示したもので、対局的には、水平方向では余効変動が減衰しながら継続し、上下方向では能登半島の観測点の沈降が続いているものの速度が低下しつつあることが読み取れる。また、石川県西方沖の地震(M6.6)の地震時変位が、能登半島西部の観測点(図3(o)-(v))では明瞭である。

観測された地殻変動を用いて、石川県西方沖の地震(M6.6)の震源断層モデルを推定した結果を、図4と図5に示す。推定には、Matsu'ura and Hasegawa(1987)のインバージョン手法を用い、気象庁のCMT解の2つの節面を初期値として、矩形断層のパラメータを推定した。推定された断層モデルと余震域を比較すると、余震域の南側での滑りが大きいことが示唆されるが、西傾斜でも東傾斜でも観測された地殻変動は概ね説明できるため、断層の傾斜方向を地殻変動から推定することは難しい。

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)の速報暦(IGb20)を用いてGipsyX Ver2.2の精密単独測位法(PPP)により計算した日座標値を使用した。

(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、奥能登国際芸術祭実行委員会、輪島市役所、志賀町、北陸電力、日本海発電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。

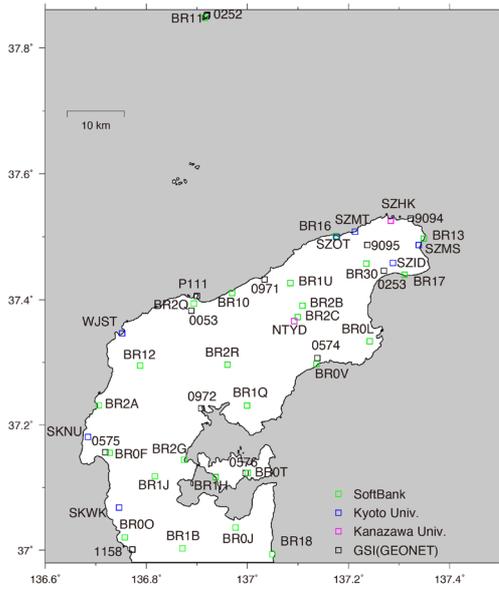


図1 能登半島における各機関のGNSS観測網の観測点分布。

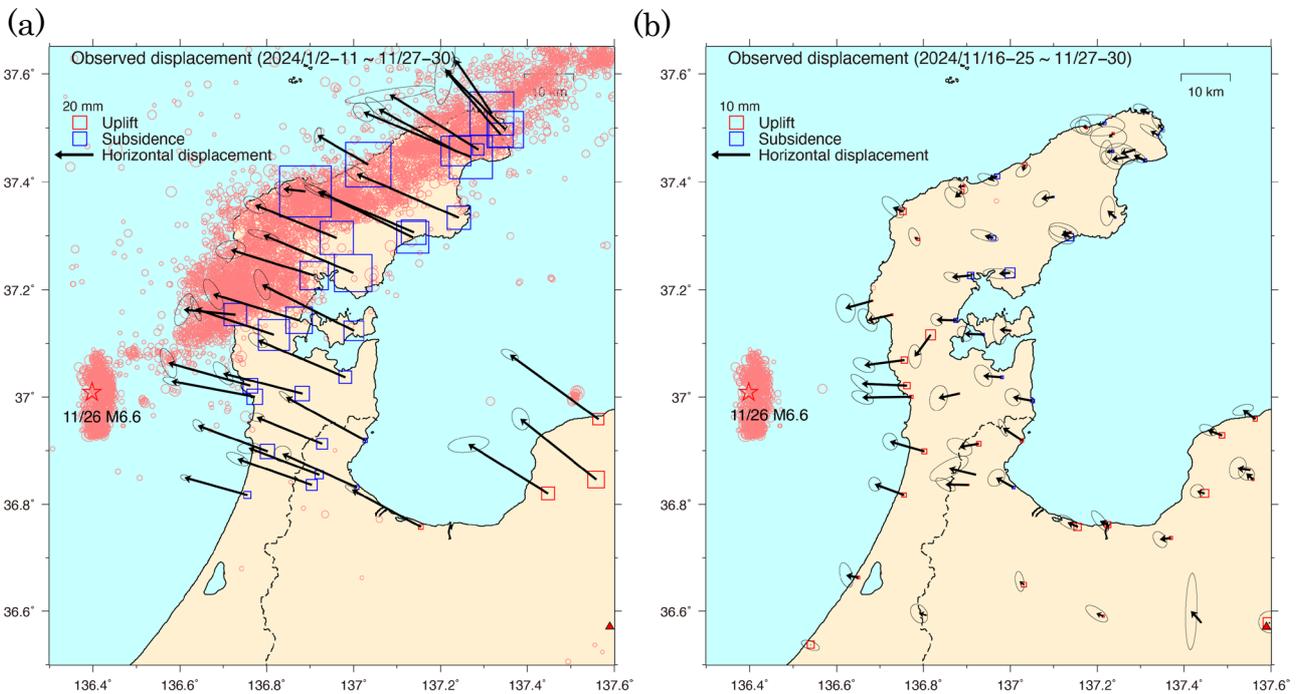


図2 令和6年能登半島地震(M7.6)後の地殻変動。基準点は950231(粟島浦)。赤丸は、M2以上30km以浅の気象庁一元化震源。(a)1月2-11日から11月27-30日まで(327日間)の地殻変動。(b)11月26日の石川県西方沖(M6.6)の地震を含む11月16-25日から11月27-30日までの地殻変動。

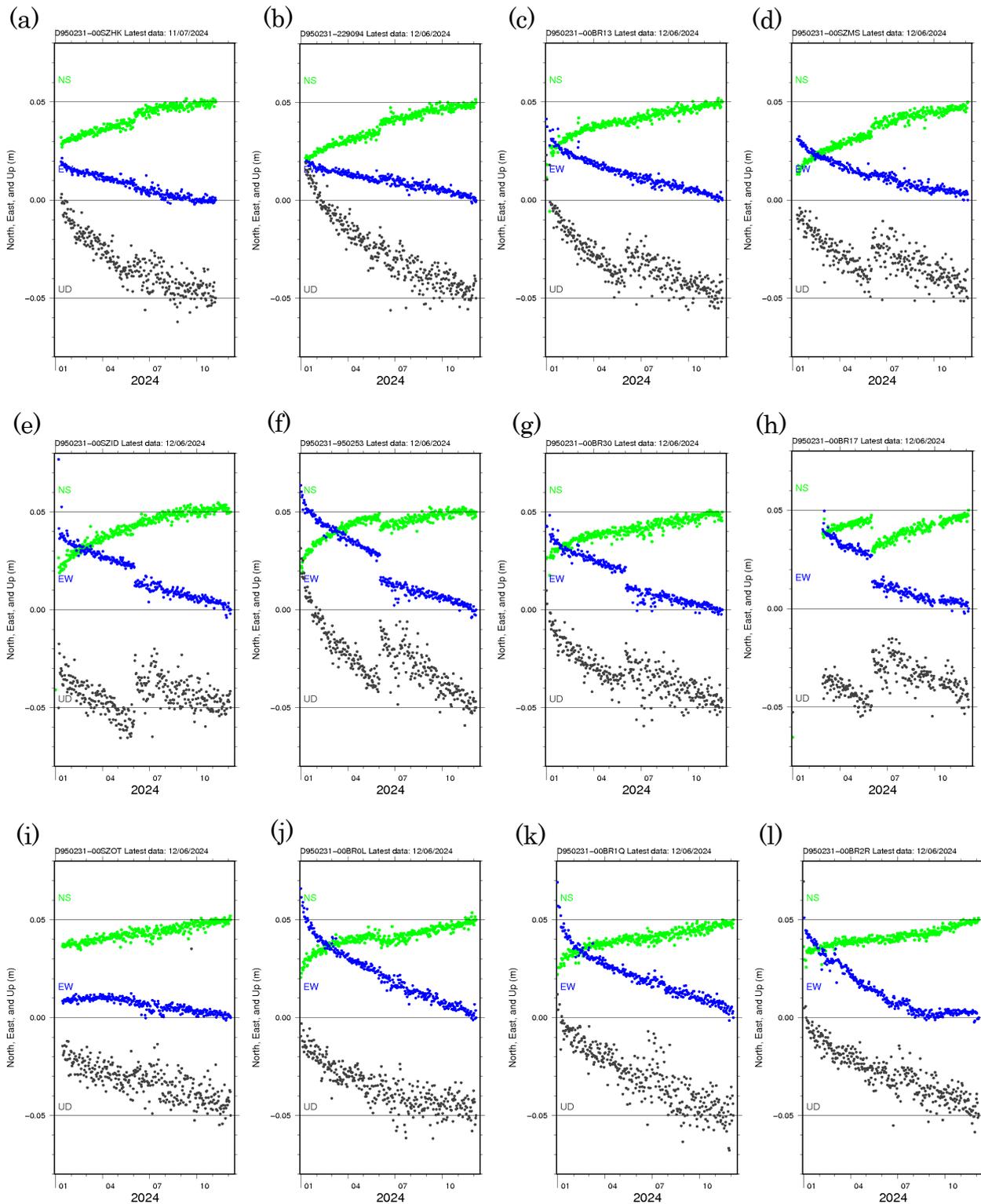


図3 令和6年能登半島地震前後の地殻変動時系列（日座標値、IGb20速報暦使用）。基準点は950231(粟島浦)。横軸の数値は月を表す。最新データは2024年10月16日。(a) SZHK。(b) 229094。(c) BR13。(d) SZMS。(e) SZID。(f) 950253。(g) BR30。(h) BR17。(i) SZOT。(j) BR0L。(k) BR1Q。(l) BR2R。

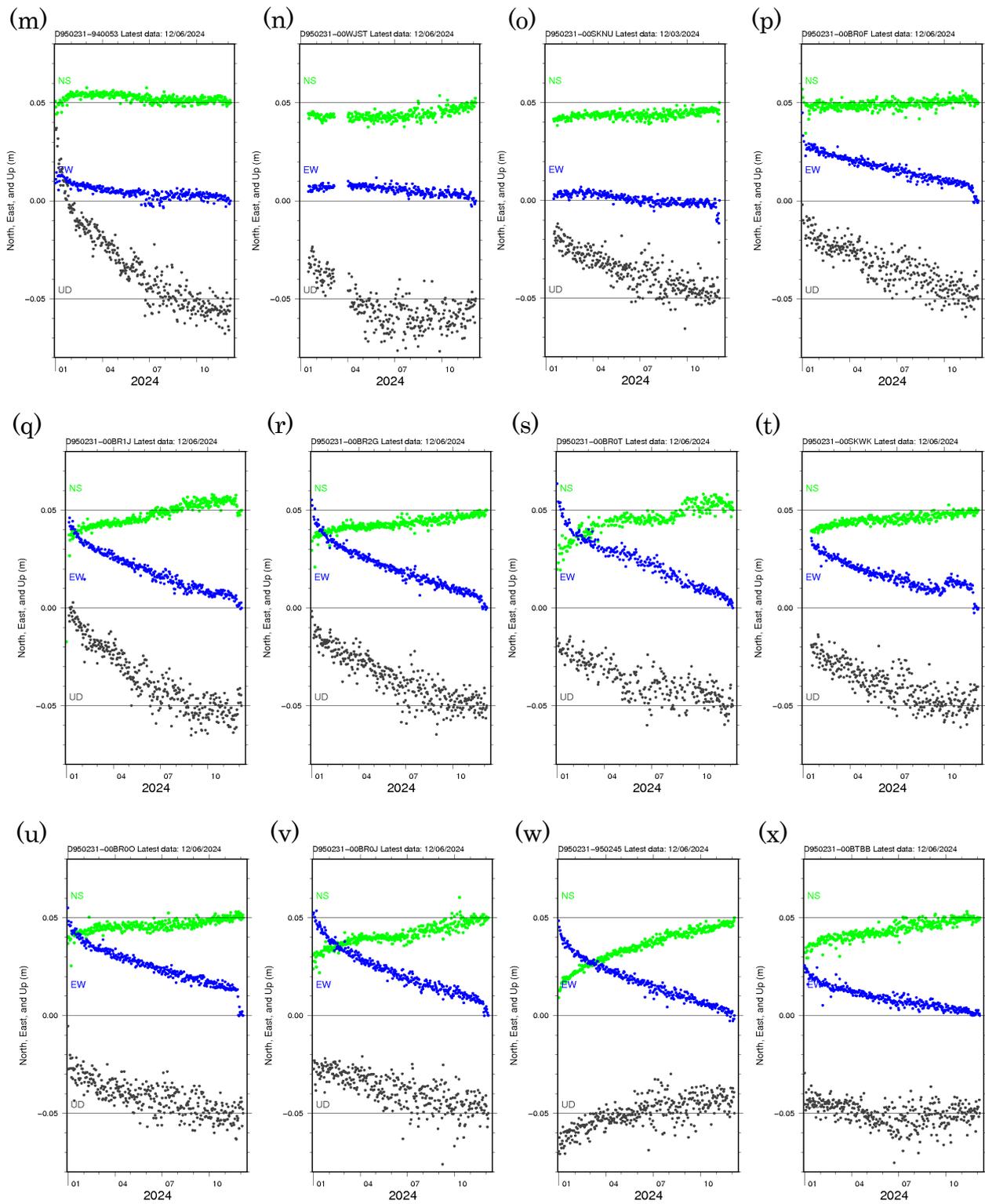


図3 (つづき) (m) 940053。 (n) WJST。 (o) SKNU。 (p) BR0F。 (q) BR1J。 (r) BR2G。 (s) BR0T。 (t) SKWK。 (u) BR0O。 (v) BR0J。 (w) 950245(糸魚川1)。 (x) BTBB(佐渡市小木)。

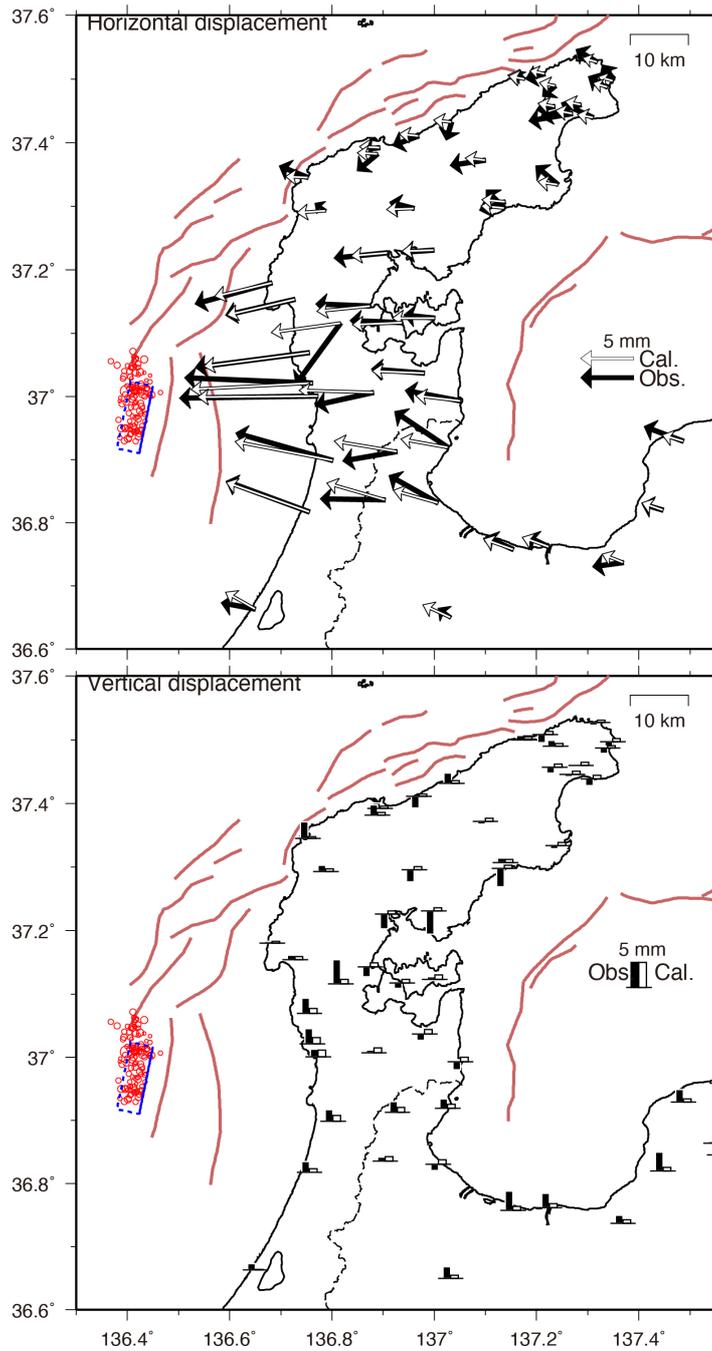


図4 石川県西方沖の地震 (M6.6) の震源断層モデル (西傾斜を仮定)。推定された矩形断層を青破線で表し、浅い方の辺を青実線で表す。赤丸は11月26日に発生した地震の気象庁一元化震源。茶色の実線は、海域活断層 (地震調査委員会, 2024) を表す。推定された断層パラメータ: 緯度 37.017° , 経度 136.450° , 上端深さ 0.1km , 長さ 12km , 幅 6km , 走向 191° , 傾斜 49° , すべり角 105° , すべり量 0.78m , $M_w 6.08$ (剛性率 30GPa を仮定)。太字は固定したパラメータ。

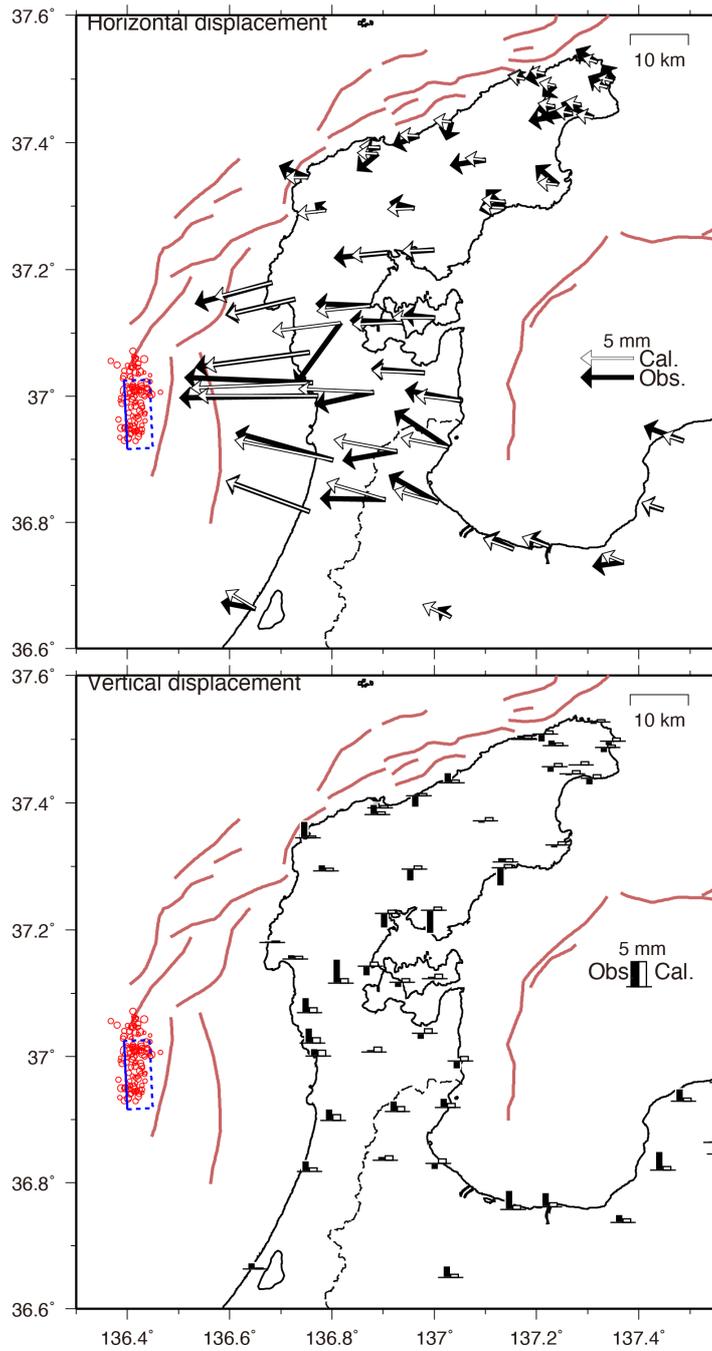


図5 石川県西方沖の地震 (M6.6) の震源断層モデル (東傾斜を仮定)。推定された矩形断層を青破線で表し、浅い方の辺を青実線で表す。赤丸は11月26日に発生した地震の気象庁一元化震源。茶色の実線は、海域活断層 (地震調査委員会, 2024) を表す。推定された断層パラメータ: 緯度 36.916° , 経度 136.400° , 上端深さ 0.1km , 長さ 12km , 幅 6km , 走向 357° , 傾斜 42° , すべり角 83° , すべり量 0.75m , $M_w 6.07$ (剛性率 30GPa を仮定)。太字は固定したパラメータ。