

山口県北部の非定常地殻変動(2025年4月)

京都大学防災研究所
東北大学大学院理学研究科
北海道大学理学研究院

山口県北部で発生している地震活動が地殻変動を伴っているかどうかを確認するために、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。

地震活動が活発化する前の期間(2023年1月から2025年1月まで)の定常トレンドと年周・半年周成分を除去した非定常地殻変動の座標時系列を用いて、2025年2月中旬から5月上旬までの変位分布を図1(a)、2月中旬から4月上旬までの変位分布を図1(b)、4月上旬から5月上旬までの変位分布を図1(c)示す。いずれの期間も、群発地震の震源域を中心とした膨張・隆起を示すような地殻変動がわずかに認められる。変動量は水平方向に最大3mm程度、上下変位に最大1cmであるが、多数の観測点で系統的な変化が認められることから有意な非定常地殻変動が観測されているものと考えられる。

図2は、群発地震の震源域を囲む3観測間の基線長変化の時系列、図3は周辺の非定常変動の南北・東西・上下成分の時系列である。多くの観測点において、地震活動と同期するように3月上旬頃からの変化が認められる。図4は、宮岡・横田(2012)の時系列スタッキング手法(表1のモデル3を仮定)を用いて計算した日座標値時系列で、非定常地殻変動と地震活動の変化は類似しており、非定常地殻変動は4月下旬以降も継続していることが示唆される。

図5及び表1は、Matsu'ura and Hasegawa(1987)の手法で推定した変動源モデルを示す。点圧力源を仮定すると変動源の深さが地震の深さよりも浅くなってしまいが、低角な開口断層を用いるとデータをより良く説明でき、深さも地震と整合的となる。図6は、推定した変動源モデルによる周辺でのクーロン応力変化である。周辺には弥栄断層、地福断層、筒賀断層などの活断層が存在するが、深さ10kmでのこれらの断層深部における応力変化は最大で15kPa程度である。

なお、本資料の日座標値は、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)の速報層を用いてGipsyX Ver2.3の精密単独測位法(PPP)により計算した。

(文責 西村)

表1 非定常地殻変動の変動源パラメータ(データ期間:2025年2月11-20日~4月20-29日)

力源タイプ	経度(°)	緯度(°)	上端深さ(km)	長さ(km)	幅(km)	走向(°)	傾斜(°)	開口量(m)	体積変化量(10 ⁶ m ³)	AIC
モデル1 点圧力源	131.610 ±0.028	34.427 ±0.033	14.3 ±3.6	-	-	-	-	-	4.3±1.4	457.9
モデル2 点圧力源	131.585	34.455	25.0	-	-	-	-	-	8.4±1.5	462.3
モデル3 開口断層	131.600 ±0.040	34.516 ±0.043	26.9 ±4.9	3	3	109 ±19	32 ±12	1.27 ±0.36	11.4	433.7

注1 **太字**のパラメータは固定。

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。ここに記して感謝の意を表します。

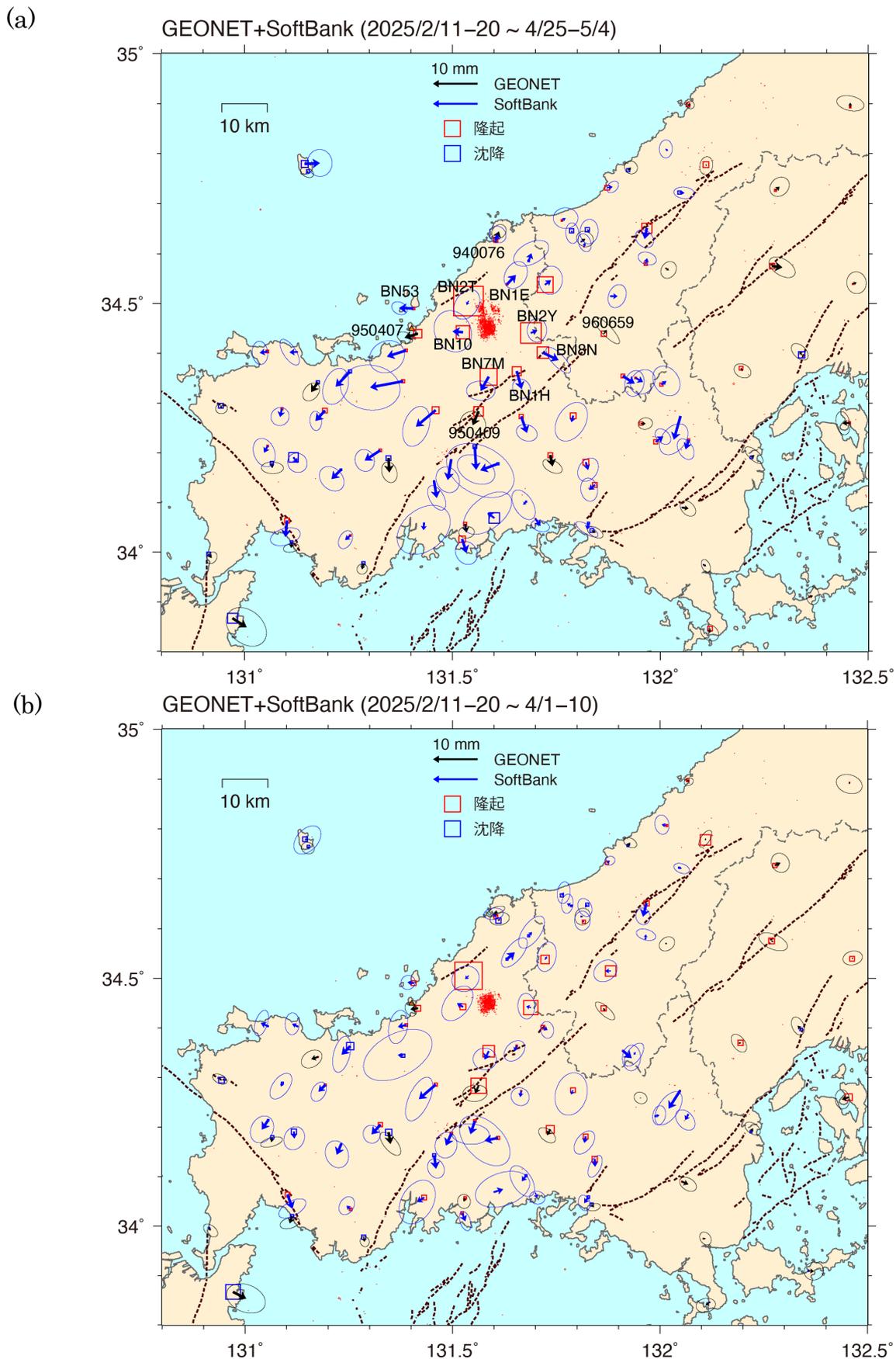


図1 GNSS 統合解析による山口県北部の非正常地殻変動。2023年1月から2025年1月までの定常成分と年周・半年周成分は補正済み。赤丸は、 M_0 以上45km以浅の気象庁一元化震源。(a)2025年2月11-20日から4月30日-5月9日までの変位分布。(b)2025年2月11-20日から4月1-10日までの変位分布。

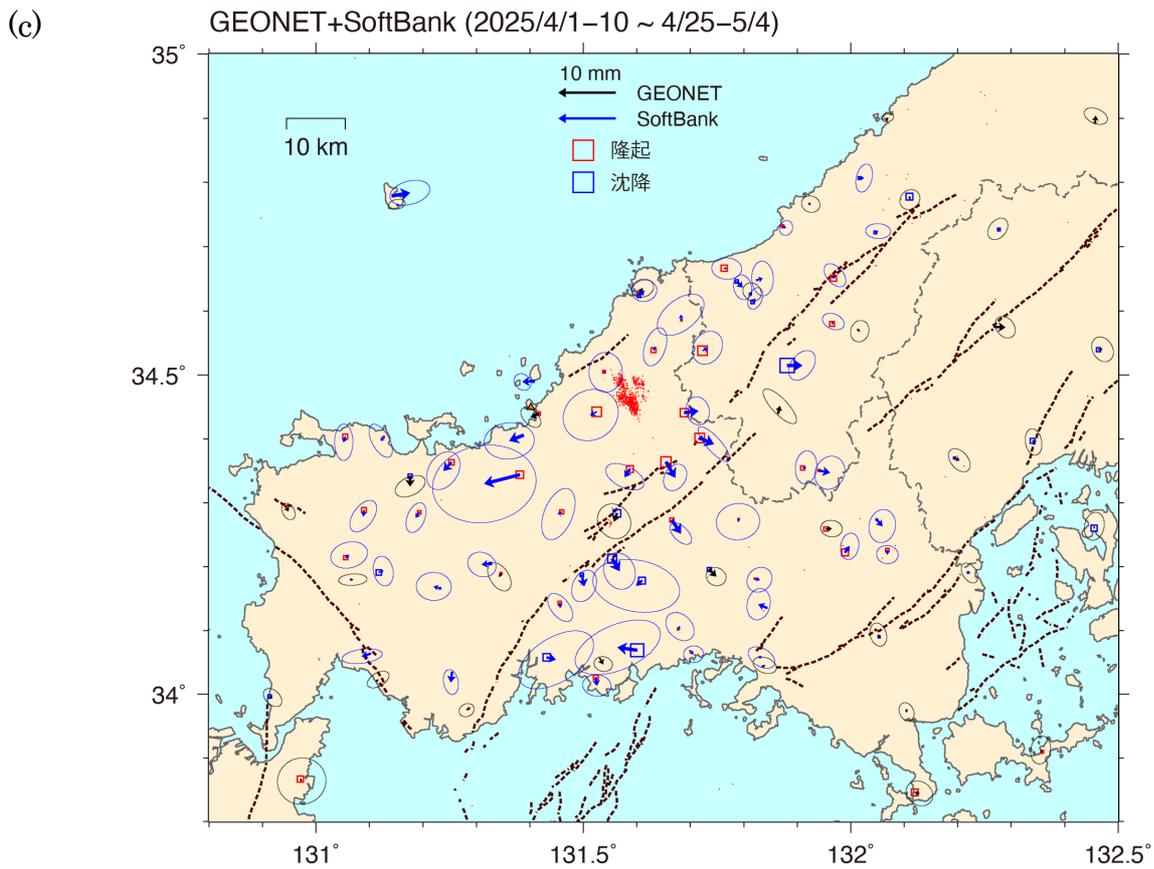


図1 (続き) (c) 2025年4月1-10日から4月30日-5月9日までの変位分布。

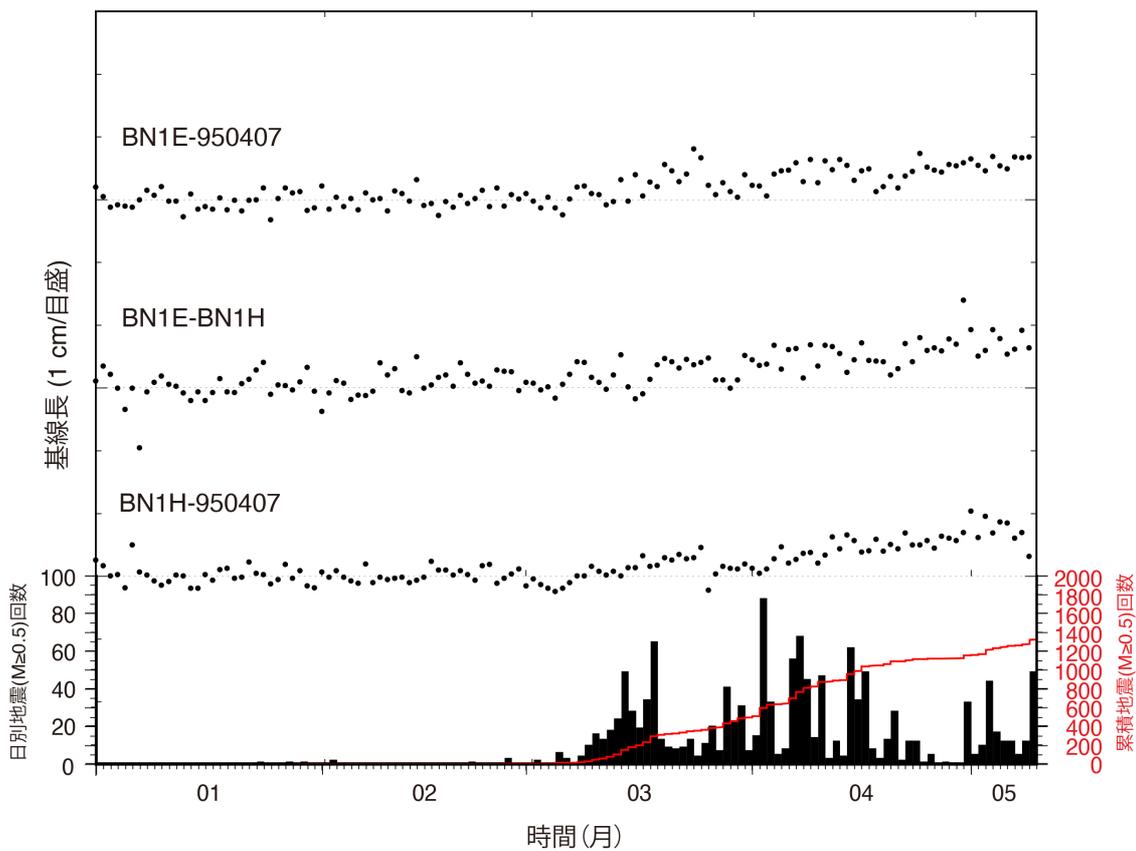


図2 山口県北部のGNSS観測点における基線長変化。棒グラフと赤線は、山口県北部におけるM0.5以上の日別地震回数とその累積を表す。

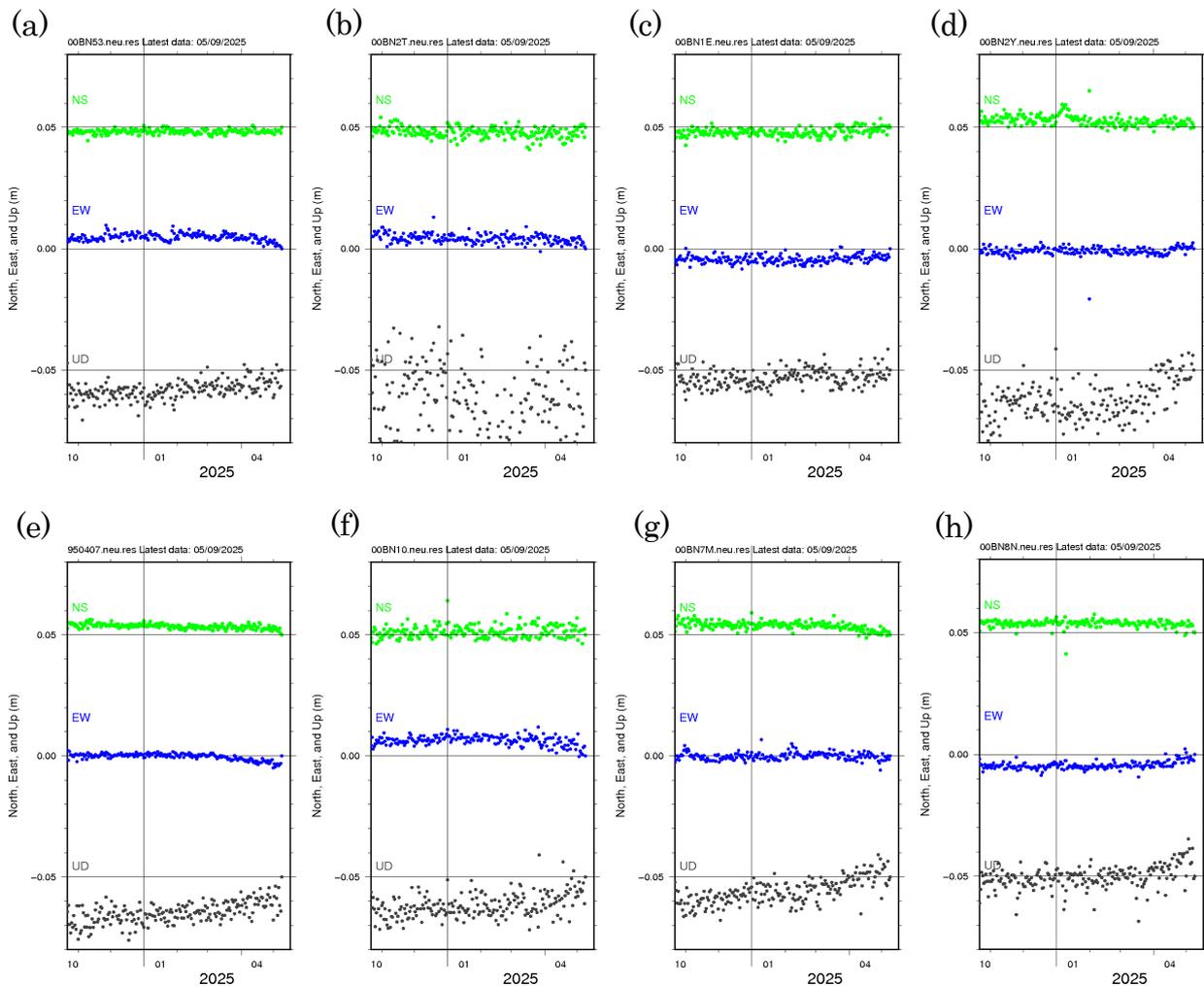


図3 山口県北部のGNSS観測点における非定常地殻変動時系列（日座標値）。横軸の数値は月を表す。最新データは2025年5月9日。(a) BN53。(b) BN2T。(c) BN1E。(d) BN2Y。(e) 950407。(f) BN10。(g) BN7M。(h) BN8N。

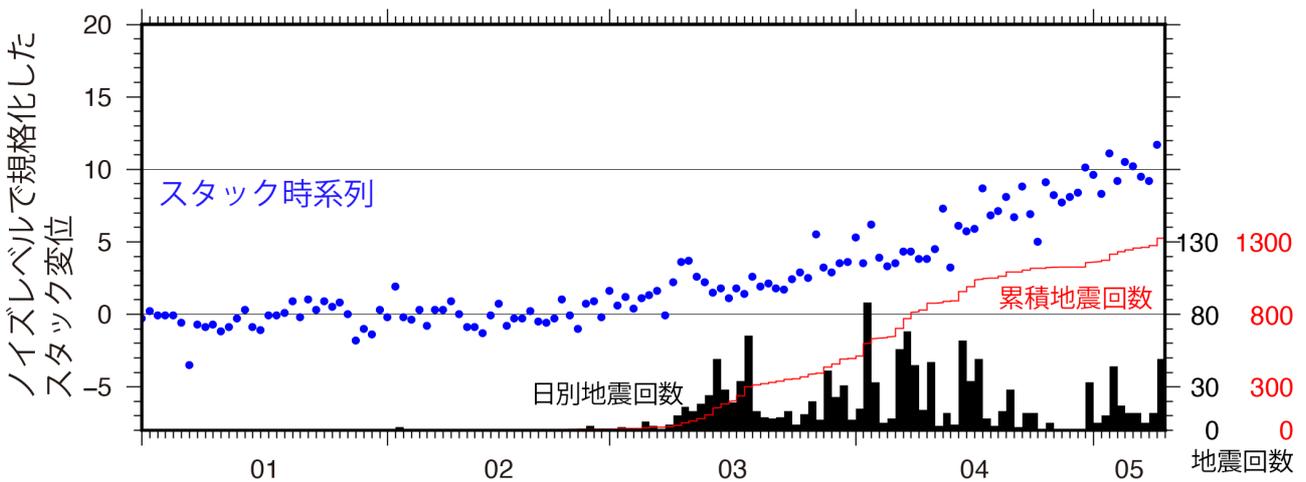
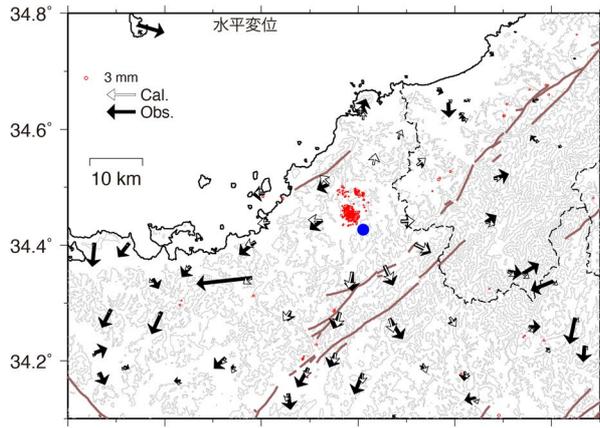
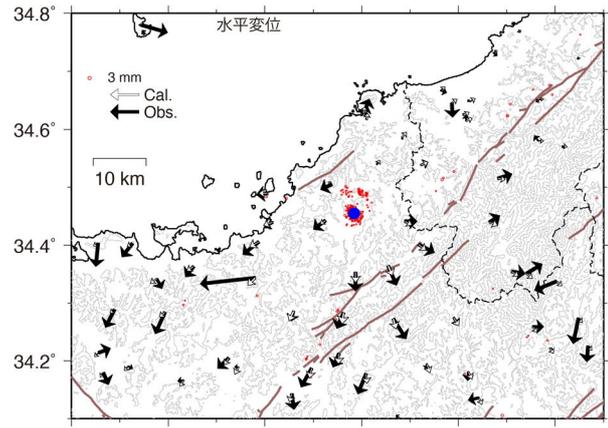


図4 山口県北部の非定常地殻変動のスタック時系列（日座標値）。宮岡・横田(2012)の手法により開口断層（モデル3）を仮定して時系列のスタックを行った。この場合のスタックには22成分の時系列データが使われている。地震回数はM0.5以上の地震をカウントした。

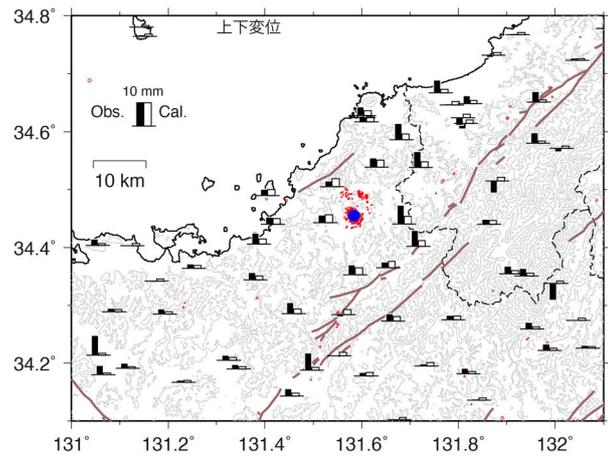
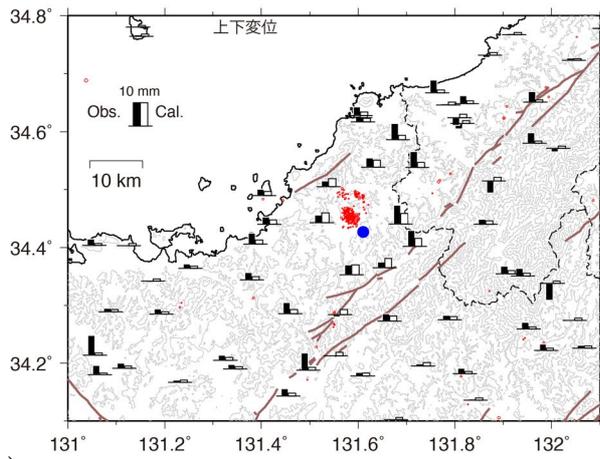
(a)



(b)



(c)



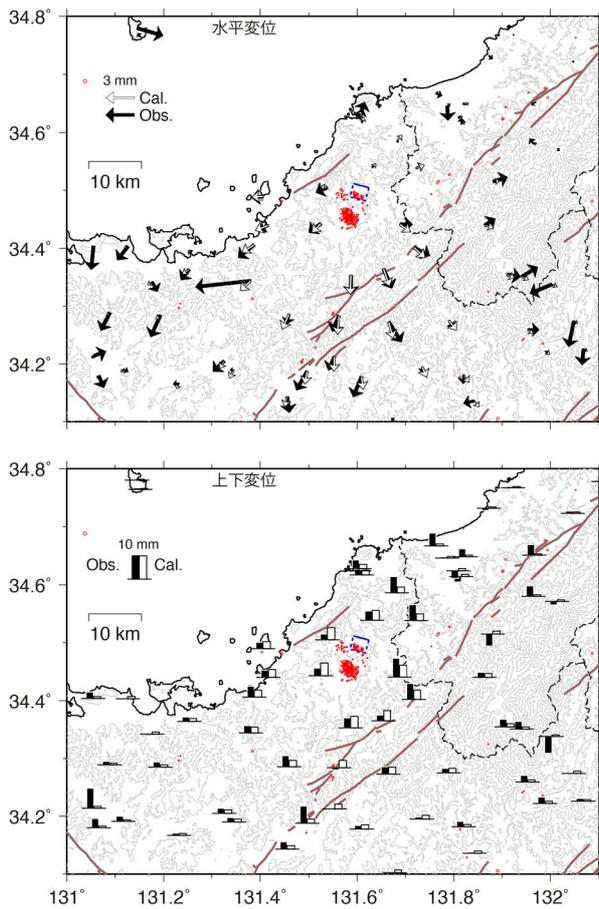


図5 山口県北部の非定常地殻変動の変動源モデル。各モデルのパラメータは表1に示す。データ期間は2025年2月11-20日から4月20-29日まで。(a)点圧力源を仮定した場合(モデル1)。(b)点圧力源を仮定し、震源分布に位置を固定した場合(モデル2)。(c)開口断層を固定した場合(モデル3)。

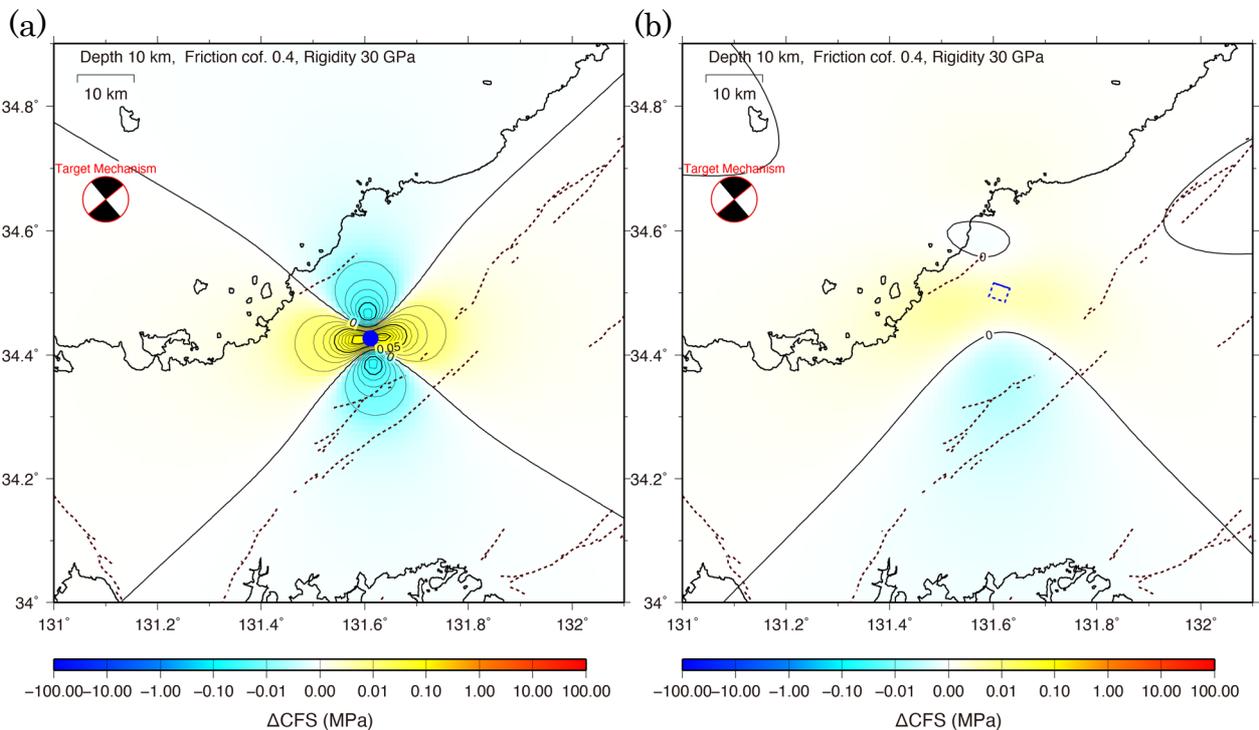


図6 山口県北部の非定常地殻変動の変動源によるクーロン応力変化 (ΔCFS)。計算した深さは10kmで、図中の震源球の赤線の節面に対する応力を計算した。見かけの摩擦係数は0.4、剛性率は30GPaと仮定した。(a)モデル1(点圧力源)の場合。(b)モデル3(開口断層)の場合。