

## 複数 GNSS 観測網を用いた 2024 年能登半島地震(M7.6)地震時すべり分布

東北大学大学院理学研究科  
京都大学防災研究所  
金沢大学理工研究域

2024年1月1日に発生した2024年能登半島地震(M7.6)の地震時すべり分布を、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観測網のデータを併合利用して推定した。断層幾何は国土地理院が推定した矩形断層モデルを2枚組み合わせさせたモデルを走向方向に1.5倍、傾斜方向に2倍に伸ばし、それらを小断層分割し、その上でのすべり分布を推定した。すべり分布の推定はMCMC法によって行い、サンプラーにはハミルトニアンモンテカルロ法(HMC法)を用いた。また、断層すべりの拘束にラプリアン平滑化を用い、2つの断層面それぞれ独立に、その強度もモデルパラメータとして同時推定した。

図1に、2023年12月31日と2024年1月2日の日座標値(Gipsy-Xの精密単独測位法(PPP))の差分から推定した地震時すべり分布を示す。同図では、GEONET点に加え、地震時にもデータが取得できていたソフトバンク独自基準点データ3点(能登島・舳倉島・佐渡島)も併用している。同図より、西側断層に大すべりが確認され、そのすべりの方向は逆断層成分に加え、横ずれ成分も確認できる。一方、東側断層にも1-2m程度のすべりが推定された。

図2に2023年12月22-31日と、2024年1月6-8日の平均の差分(日座標値の計算にはGipsy-Xの精密単独測位法(PPP)を用いた)から推定した地震時すべり分布を示す。同図では、GEONET点に加え、地震後に通信が回復し、データ取得が再開されたソフトバンク独自基準点データを併用している。同図より、西側断層のすべりが同様に推定される一方、東側断層の浅部で明瞭な逆断層すべりが推定された。同期間のデータには、2024年1月3から7日までの期間が含まれ、地震後の余効変動の影響が含まれている。

図3および図4に、図1、図2で示したすべり分布推定時の95%信頼区間を示す。特に図4に示した期間では、ソフトバンク独自基準点観測点が追加されたことで、それらデータのばらつきを説明するために信用区間の幅が全体として大きくなっており、特に東側断層の傾斜方向のすべり成分でその影響が大きい。

これらの推定においては、いずれも舳倉島におけるソフトバンク独自基準点(BR11)のデータを用いた。BR11の日座標時系列を図5に示す。地震時変位は、南東方向に0.25m程度である。また、余効変動が地震時変位と同じ方向で進展している。また、図2で示した期間のデータにはソフトバンク独自基準点のデータが多く追加されている。例えば、能登半島の先端部に位置するBR13観測点では、その南西側に位置するGEONET950253観測点よりも大きな1mを超える西北西向きの変位が得られている。東側断層の浅部におけるすべりは、これらBR11およびBR13観測点等の変位方向や量を説明するために推定されたものと考えられる。一方、ソフトバンク独自基準点データの一部には本震時の強震動の影響を受けたと思われる変動を示す観測点が認められており、それらの取り扱いには注意を要する。

(文責:太田)

**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データを使用しました。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。また、本研究はJST創発的研究支援事業JPMJFR202Pの支援を一部受けています。また、ここに記して感謝の意を表します。

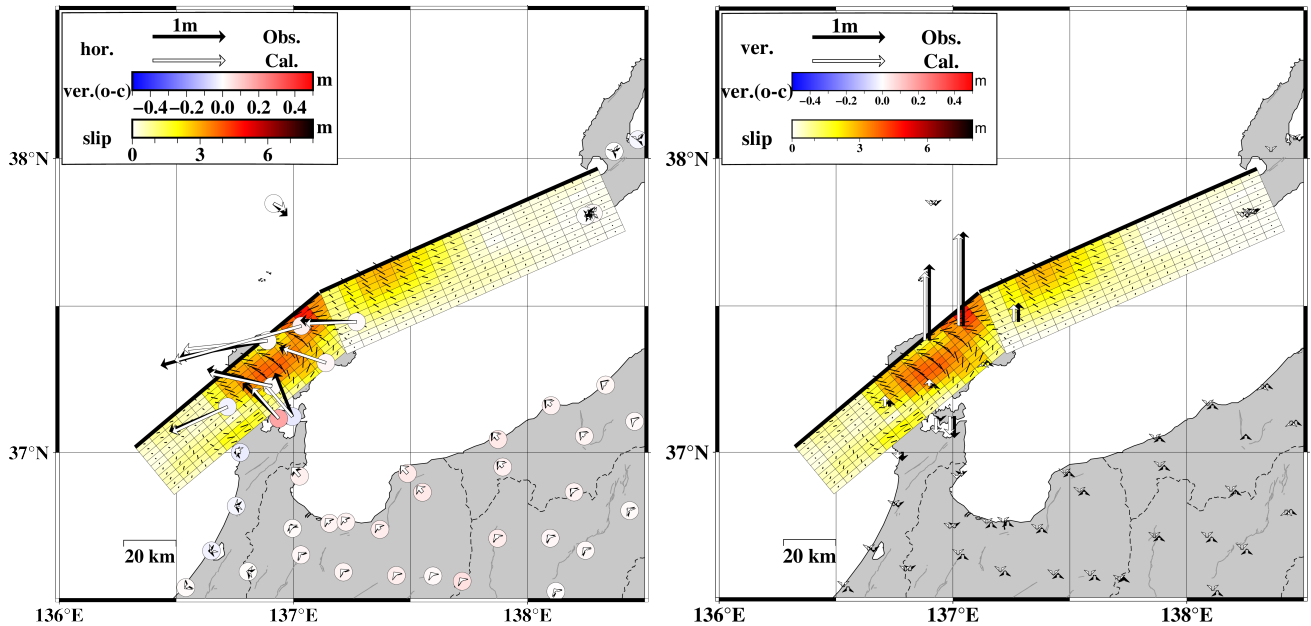


図 1 (左図): 2023 年 12 月 31 日と 2024 年 1 月 2 日の日座標値の差分から推定した地震時すべり分布を示す。断層すべり分布は、MCMC 法で推定された事後確率分布の平均値を用いて描画した。黒矢印が水平変位ベクトルの観測値、白矢印が推定された水平変位ベクトルを示す。なお、GEONET 輪島 2 (020971) は、1 月 2 日段階では欠測であったが、変位量が多いことから、復旧後のデータとの差分から得られた変位をすべり推定に用いている。各色付の丸印は、上下変位量の観測値から推定値を差し引いた残差分布を示す。同図における VR は 98.67%、推定された Mw は 7.51 である。(右図): 上下成分を示す。黒矢印が上下変位量の観測値、白矢印が推定された上下変位量を示す。

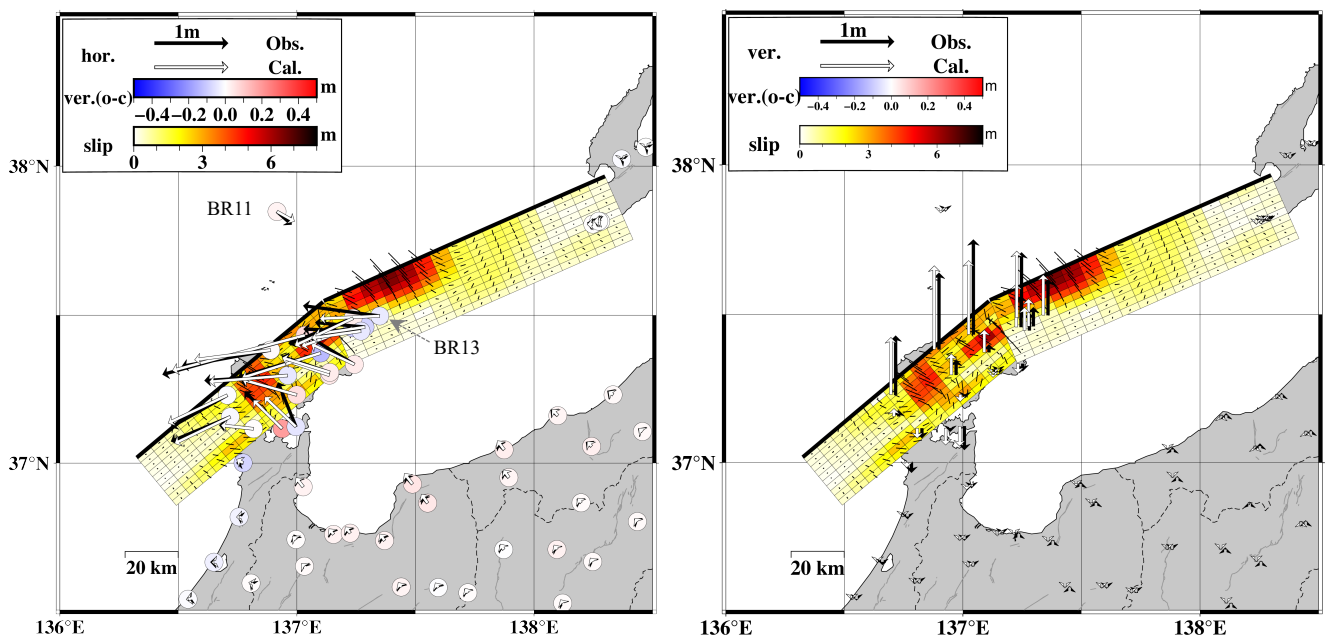


図 2 (左図): 2023 年 12 月 22-31 日と、2024 年 1 月 6-8 日の平均の差分から推定した地震時すべり分布を示す。断層すべり分布は、MCMC 法で推定された事後確率分布の平均値を用いて描画した。黒矢印が水平変位ベクトルの観測値、白矢印が推定された水平変位ベクトルを示す。各色付の丸印は、上下変位量の観測値から推定値を差し引いた残差分布を示す。推定同図における VR は 98.04%、推定された Mw は 7.61 である。(右図): 上下成分を示す。黒矢印が上下変位量の観測値、白矢印が推定された上下変位量を示す。

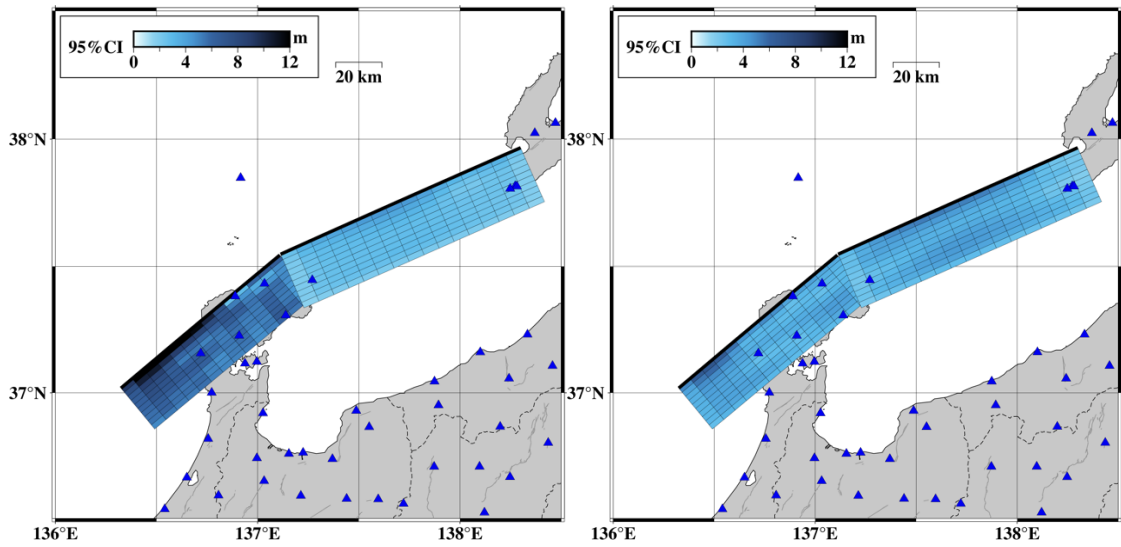


図3 図1で示したすべり分布におけるすべり推定の95%信頼区間。(左): 走向方向のすべりの95%信頼区間, (右): 傾斜方向のすべりの95%信頼区間を示す。

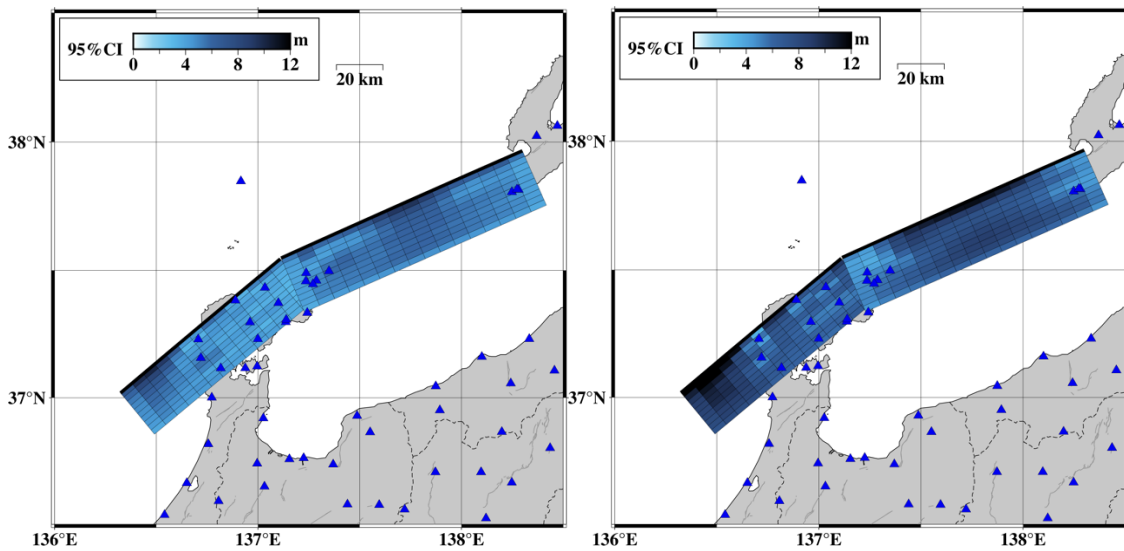


図4 図2で示したすべり分布におけるすべり推定の95%信頼区間。(左): 走向方向のすべりの95%信頼区間, (右): 傾斜方向のすべりの95%信頼区間を示す。

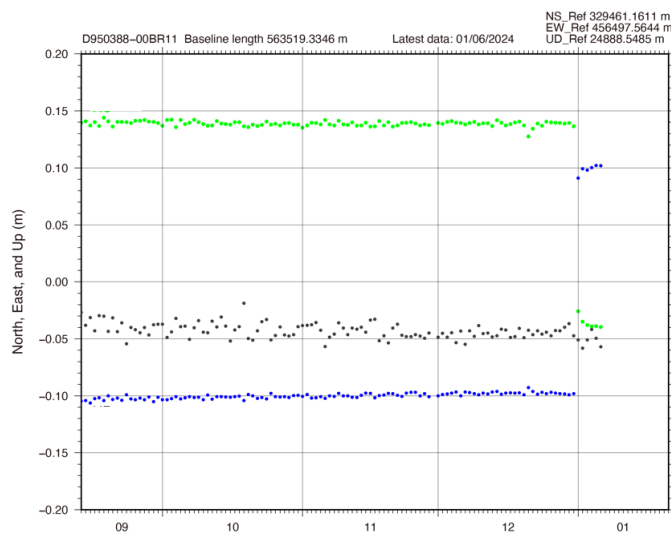


図5 ソフトバンク独自基準点 BR11 の日座標時系列。緑色が南北成分, 青色が東西成分, 黒色が上下成分を示す。