

強震波形記録による令和6年能登半島地震の震源過程(暫定)

【震源過程解析方法の概要】

- マルチタイムウィンドウ線形波形インバージョン法(Hartzell and Heaton, 1983)で震源過程を推定した。
- K-NET、KiK-net(地中)、F-net(強震計)、気象庁震度計の20観測点での速度波形3成分(0.03~0.5 Hz)のS波部分(地震①のS波初動1秒前から60秒間)を使用した。
- 破壊開始点は、1月1日16時10分9秒の地震①の震源位置(気象庁一元化震源による)に設定した。
- 気象庁一元化震源による余震分布や日本海地震・津波調査プロジェクトによる震源断層モデルなどを参考に、各セグメントの走向、傾斜、長さ、幅を設定した。
- サブ断層サイズは4km×4km、サブ断層のモーメント時間関数の基底関数は時間幅2秒のsmoothed ramp関数を1秒間隔で6個置いた。
- すべり角は $90^\circ \pm 45^\circ$ の範囲に拘束した。時空間のすべり平滑化(Sekiguchi et al., 2000)の強さはABIC最小規準により設定した。
- Green関数は全国1次地下構造モデル(JIVSM)から各観測点直下の一次元構造を抽出し、離散化波数法(Bouchon, 1981)及び反射・透過係数行列(Kennett and Kerry, 1979)により計算した。

【断層モデル設定の概要】

- 地震①(16:10:09)と地震②(16:10:22)が13秒の時間差で発生したと仮定し、震源過程解析用の断層モデルを設定した。
- 地震①の断層面: セグメント1(走向 52° 、傾斜 42°)及びセグメント2(走向 66° 、傾斜 37°)、全長72km、幅24km。セグメント2の位置はNT6断層に対応するが、傾斜は余震分布を参考に低角と仮定した。
- 地震②の断層面: セグメント3(走向 52° 、傾斜 42°)及びセグメント4(走向 61° 、傾斜 60°)、全長72km、幅24km。セグメント3は気象庁一元化震源が載るようにセグメント1の約3km下に位置し、セグメント4はNT4断層に概ね対応すると仮定した。ただし、傾斜については暫定的な設定である。
- 地震①がセグメント2を破壊したと考える方が、能登半島の観測波形を自然に説明できそうである。
- ただし、破壊開始点や断層形状については、詳細な余震分布情報が入った段階で再検討の必要あり。

【推定した震源過程の概要】

- 地震①の破壊が終了する前に、珠洲市付近で地震②の破壊が開始した。
- 地震①破壊開始の約20秒後から、能登半島北西部のやや浅部で、約4~8mの大きなすべりが生じた。能登半島西部での地震動には主に地震①が寄与している。
- 地震②破壊開始の約15秒後から、珠洲の北東沖のやや広い範囲で大きなすべりが生じた。
- 第1タイムウィンドウ破壊フロントの伝播速度は1.9 km/s。

【謝辞】国立研究開発法人防災科学技術研究所 K-NET、KiK-net、F-net、気象庁の強震波形記録、気象庁と文部科学省が協力して処理した震源情報を使用しました。記して感謝します。

		破壊時刻	地震モーメント	平均すべり量	最大すべり量
地震①	セグメント 1+2	16:10:09	1.1×10^{20} Nm (M _w 7.3)	1.9 m	7.7 m
地震②	セグメント 3+4	16:10:22	1.3×10^{20} Nm (M _w 7.3)	2.2 m	6.2 m
全体			2.4×10^{20} Nm (M _w 7.5)	2.1 m	7.7 m

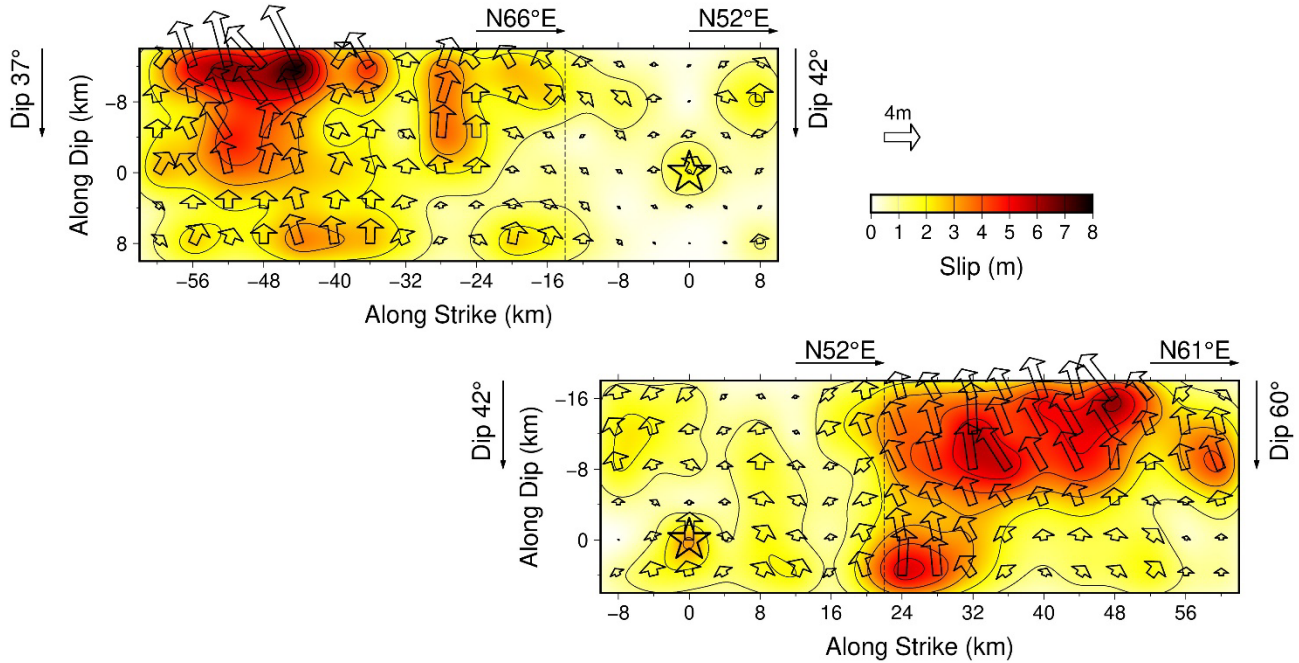


図 1: 断層面上の最終すべり分布(上: セグメント 1+2、下: セグメント 3+4)
 ☆はそれぞれ地震①と地震②の破壊開始点

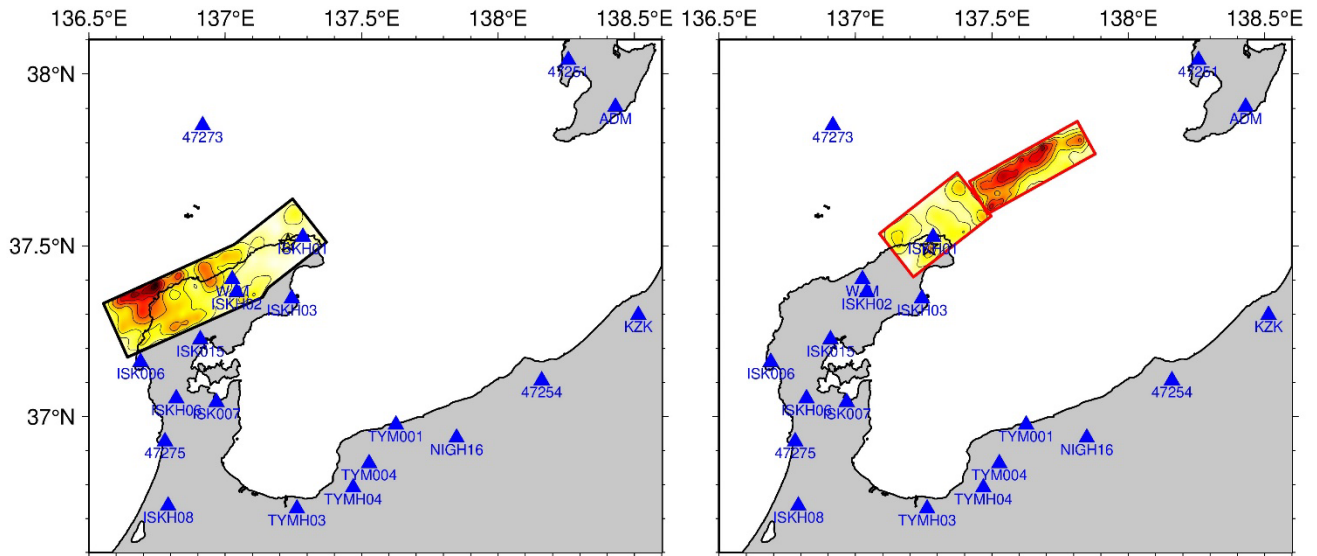


図 2: すべりの地表投影と解析に使用した強震観測点(▲)

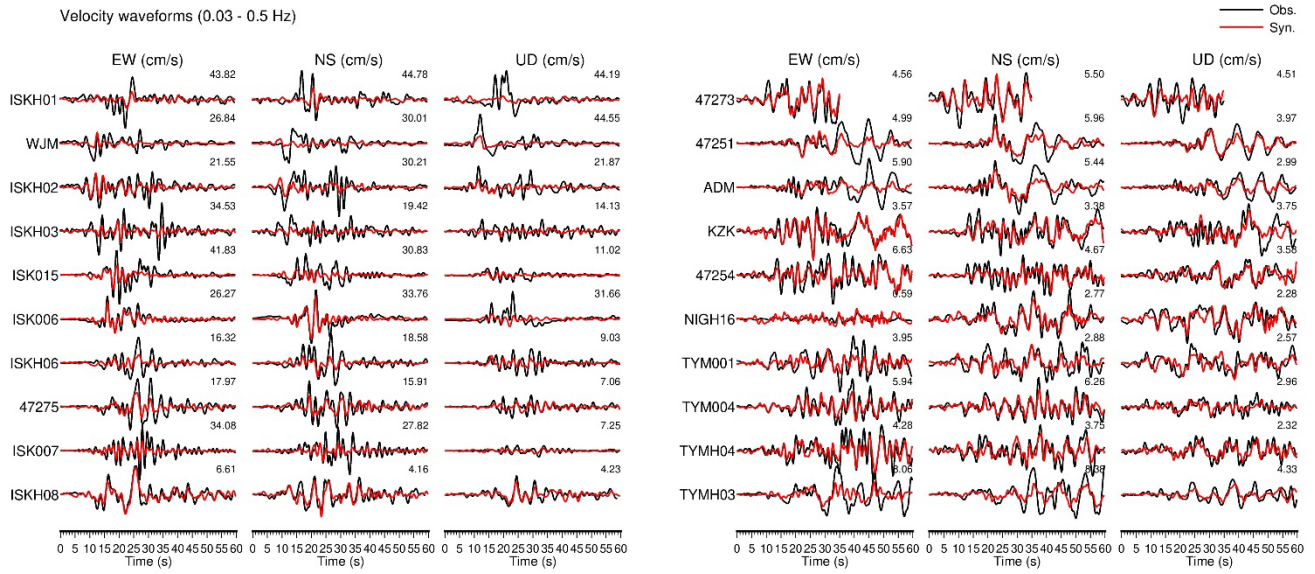


図 3: 速度波形(0.03~0.5 Hz)の比較(黒:観測、赤:合成)

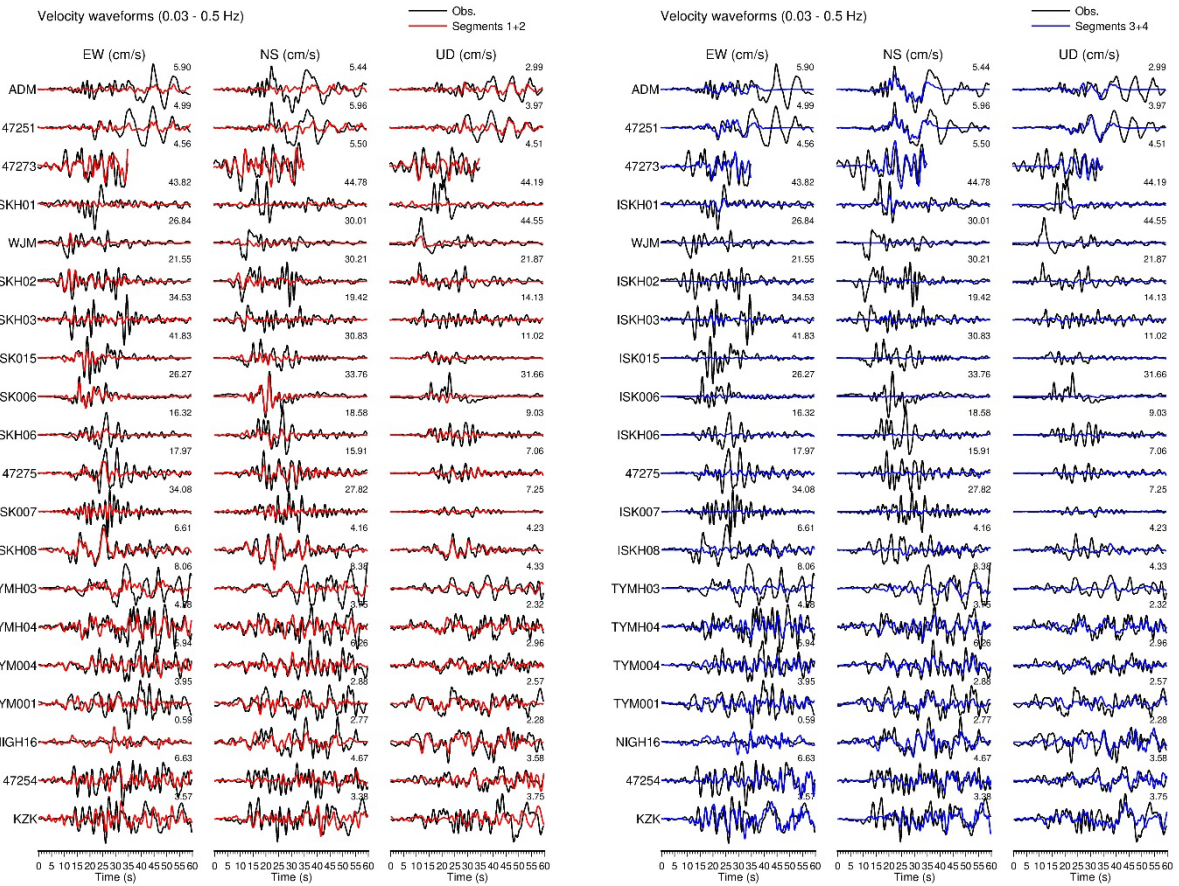


図 4: 地震①(左)と地震②(右)の波形への寄与

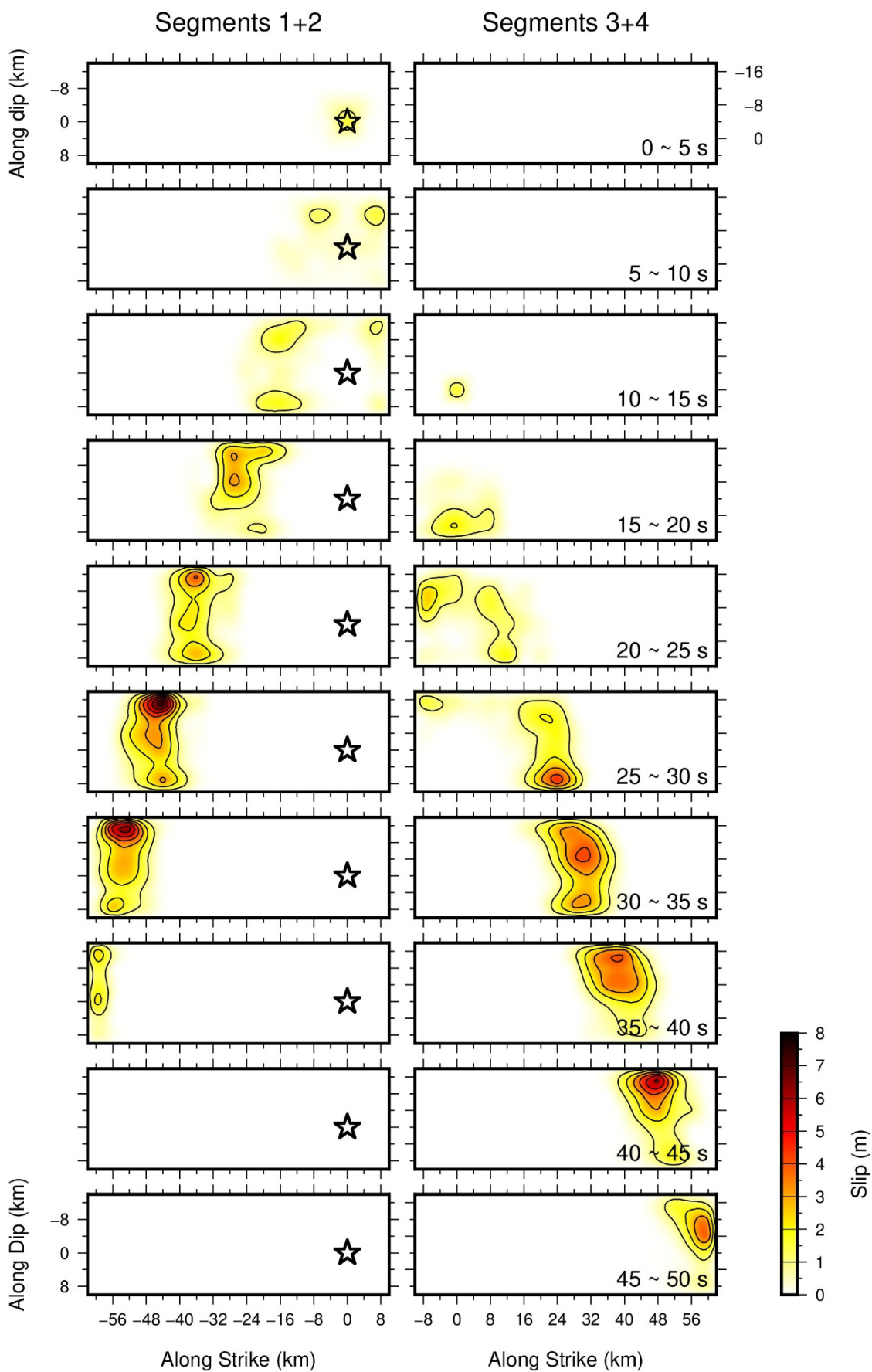


図5: 5秒ごとのすべりのスナップショット