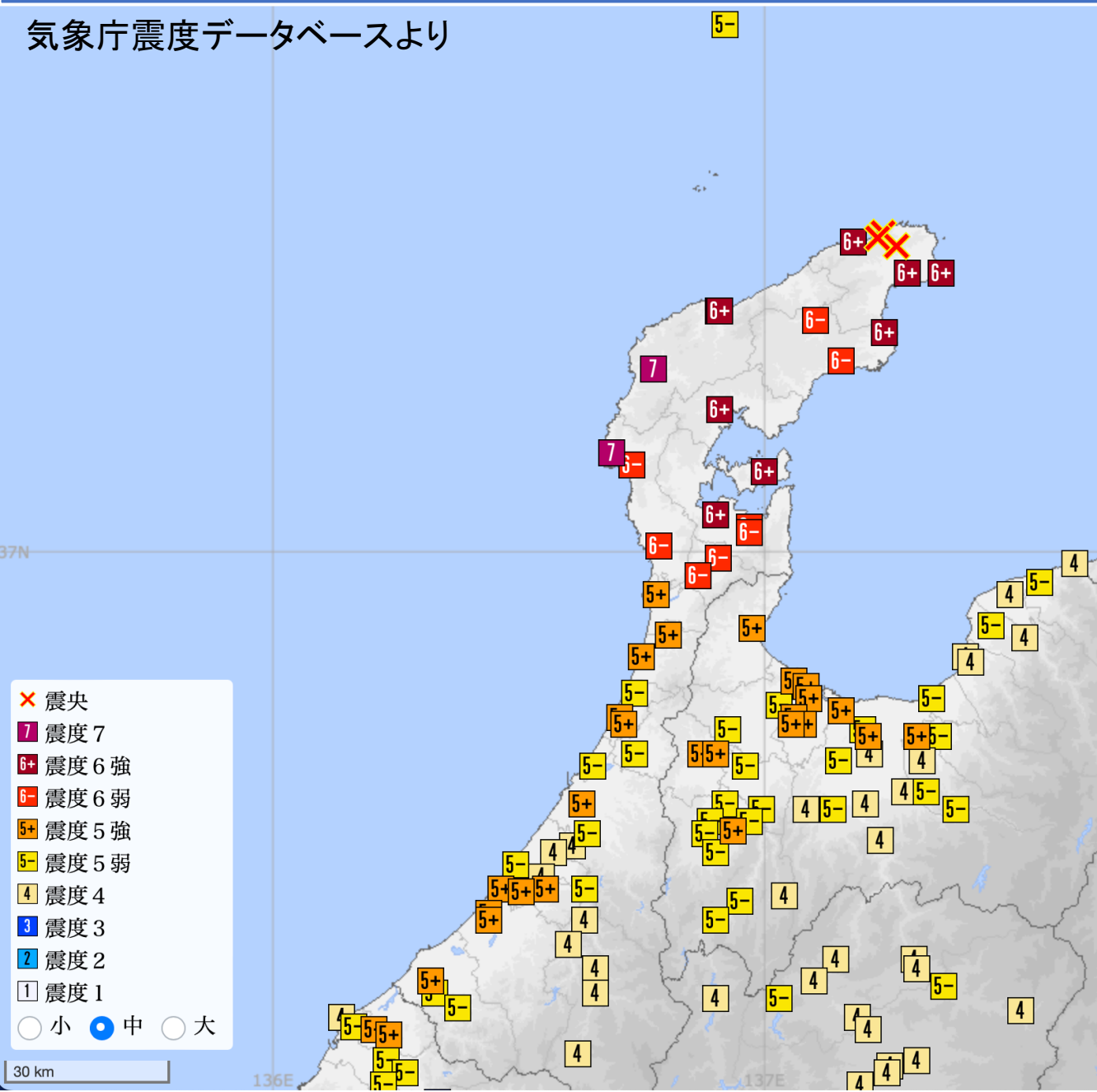


# 令和5年度 科学研究費助成事業(特別研究促進費):2023年5月5日の地震を含む 能登半島北東部陸海域で継続する地震と災害の総合調査

|       |  |
|-------|--|
| 研究概要  | <p>総合調査を実施する中、令和6年1月1日に、M7.6、最大震度7を観測する地震が発生。地震活動の範囲が能登半島北東沖等に拡大したことや、広い範囲で津波を観測し、被害が発生したことなどを踏まえ、海域での地震・電磁気観測等を追加実施するとともに、新たに津波調査や地域経済への影響調査等を実施。研究成果を国の機関や地元自治体・住民に提供することにより、今後の地震調査研究の推進や地震防災対策に貢献。</p>   |
| 研究組織  | <p>研究代表者:平松良浩(金沢大学)(全33機関、計69名 ※赤下線はM7.6の地震発生による追加助成による新規参加)<br/>         金沢大学、東北大学、<u>東北大学災害科学国際研究所</u>、筑波大学、東京大学、東京大学地震研究所、富山大学、<u>金沢工業大学</u>、<u>北陸学院大学</u>、福井大学、信州大学、<u>滋賀県立大学</u>、京都大学、京都大学防災研究所、<u>神戸大学</u>、兵庫県立大学、岡山大学、海洋研究開発機構、<u>産業技術総合研究所</u>、<u>北海道大学</u>、<u>弘前大学</u>、<u>山形大学</u>、<u>新潟大学</u>、<u>新潟大学災害・復興科学研究所</u>、<u>長岡技術科学大学</u>、<u>富山県立大学</u>、<u>北陸先端科学技術大学院大学</u>、<u>名古屋大学</u>、<u>徳島大学</u>、<u>香川大学</u>、<u>九州大学</u>、<u>気象庁気象研究所</u>、<u>防災科学技術研究所</u></p>   |
| 研究テーマ | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 陸域地震観測による震源域の断層帯および流体供給系の分布・挙動の解明</li> <li>2. <u>海陸統合</u>臨時地震観測による群発地震活動の把握</li> <li>3. 測地観測による地殻変動メカニズムの解明</li> <li>4. 群発地震域～M7.6地震破壊域における流体分布把握のための<u>海陸</u>電磁気観測</li> <li>5. 超高感度地殻活動観測による地殻流体挙動の解明</li> <li>6. 温泉水の化学分析による能登半島の物質循環像の調査</li> <li>7. 活構造調査による震源域の古地震活動像の解明</li> <li>8. 震源過程と強震観測に基づく高震度生成過程調査</li> <li>9. <u>震災による被害状況の調査と再建に関する検討</u></li> <li>10. <u>社会的脆弱性による災害時の地域への影響調査</u></li> <li>11. <u>津波の生成・伝播・遡上特性の解明と断層破壊過程の推定</u></li> <li>12. <u>地域経済への影響と復興過程の調査</u></li> </ol> |

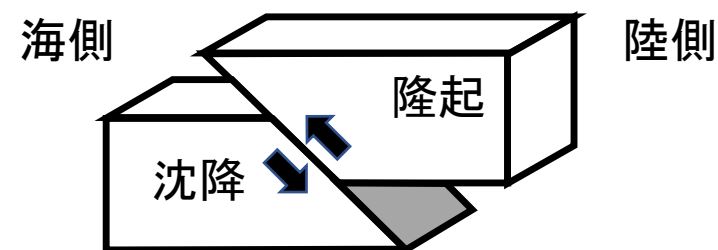
# 令和6年能登半島地震

気象庁震度データベースより



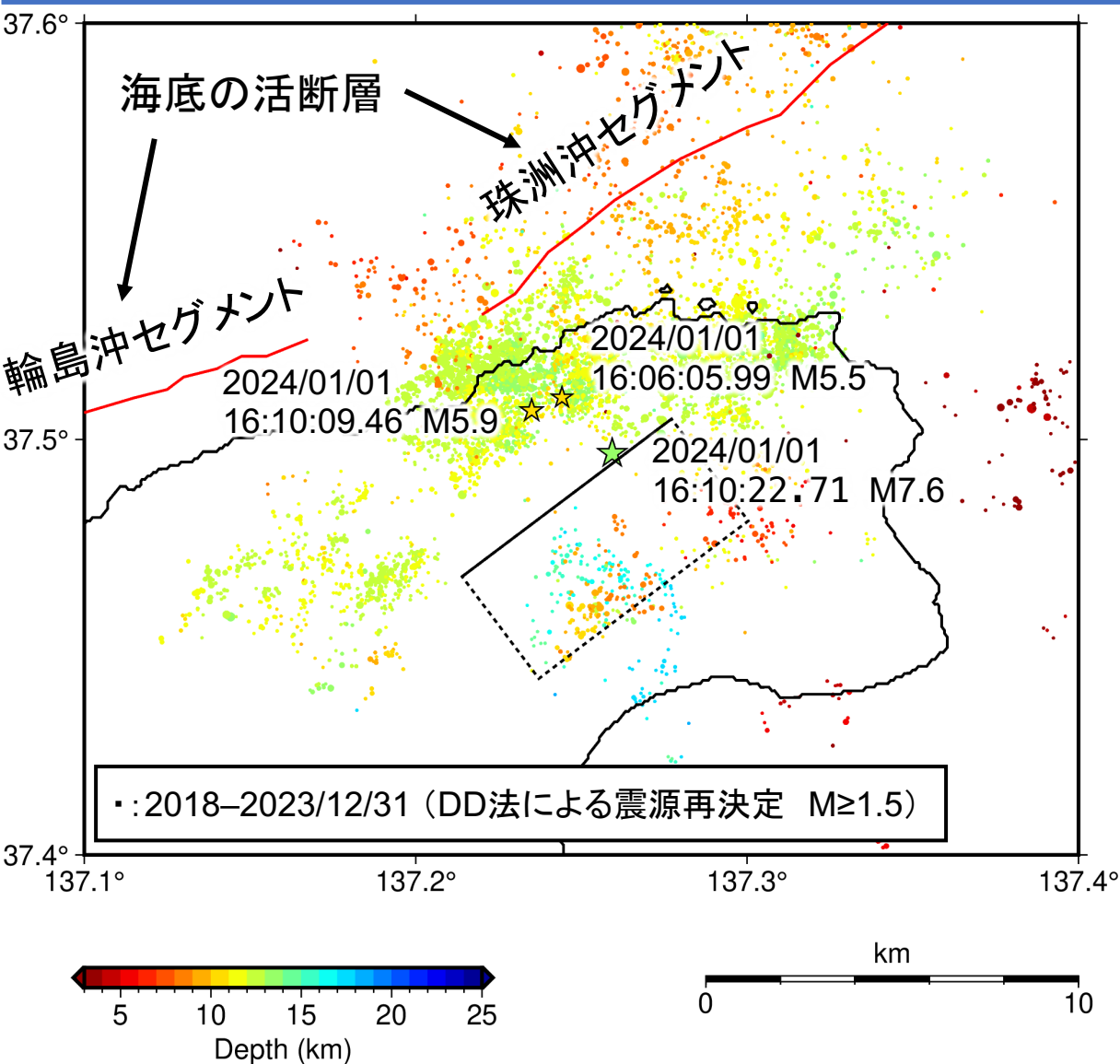
発生時刻: 2024年1月1日16時10分  
マグニチュード(M) 7.6

- 石川県で発生した地震としては史上最大
- 石川県で初となる震度7
- 2007年能登半島地震の約11倍のエネルギー
- 2023年12月末までの群発地震の全エネルギーの約35倍
- 北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型(横ずれを伴う)



- 広範囲で地震・津波被害

# 震源付近の地震活動(M7.6の地震とそれ以前の地震活動)



## 2020年12月頃から地震活動の活発化

|           |      |        |
|-----------|------|--------|
| 2021/9/16 | M5.1 | 最大震度5弱 |
| 2022/6/19 | M5.4 | 最大震度6弱 |
| 2023/5/5  | M6.5 | 最大震度6強 |

## 2020年12月頃から非地震性の地殻変動

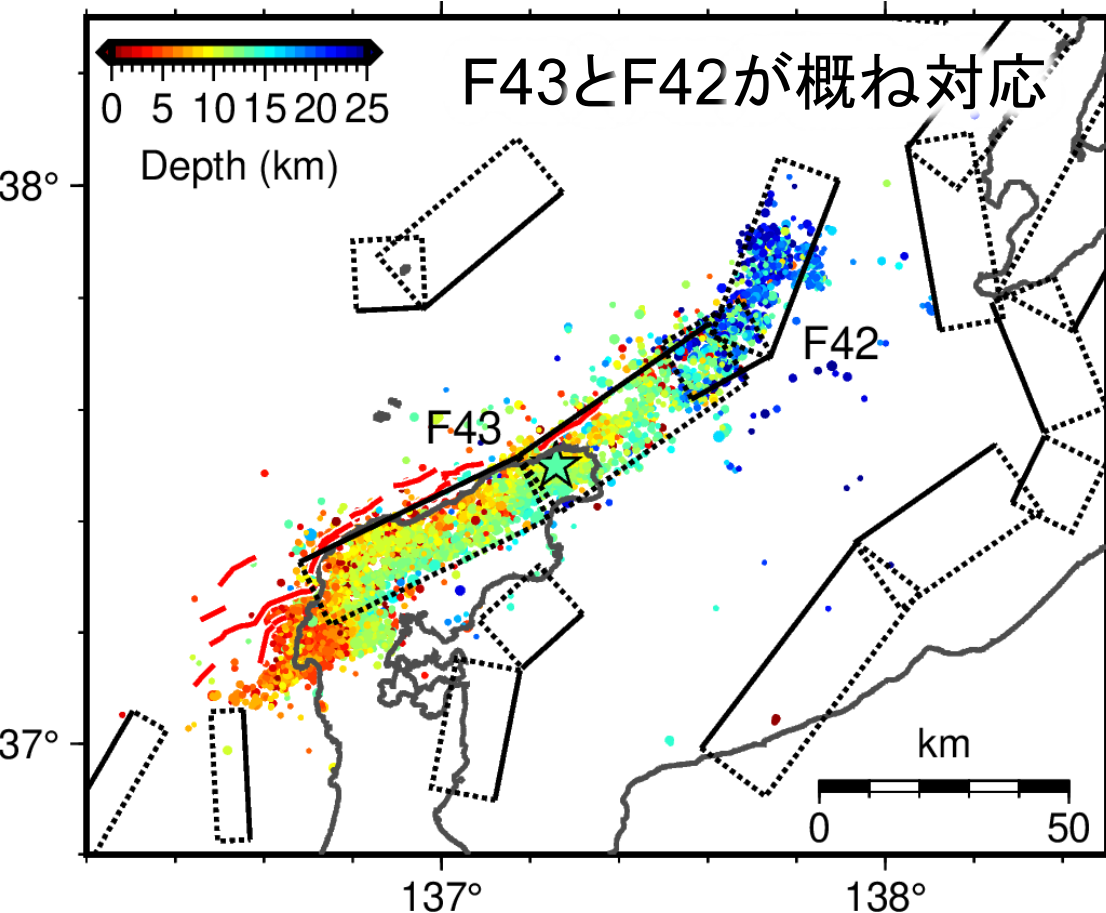
- 拡散的な震源移動(移動距離  $\propto \sqrt{\text{時間}}$ )
- 地殻変動の変動源:断層の開口とスロースリップ(非地震性の断層運動)
- 地震波速度の遅い領域
- 低比抵抗領域(電気を通しやすい)

➡ 水のような流体が原因

図中央の矩形は Nishimura et al. (2023) の2021/06/21-30 から2022/06/9-18 の期間で推定された開口せん断断層の位置

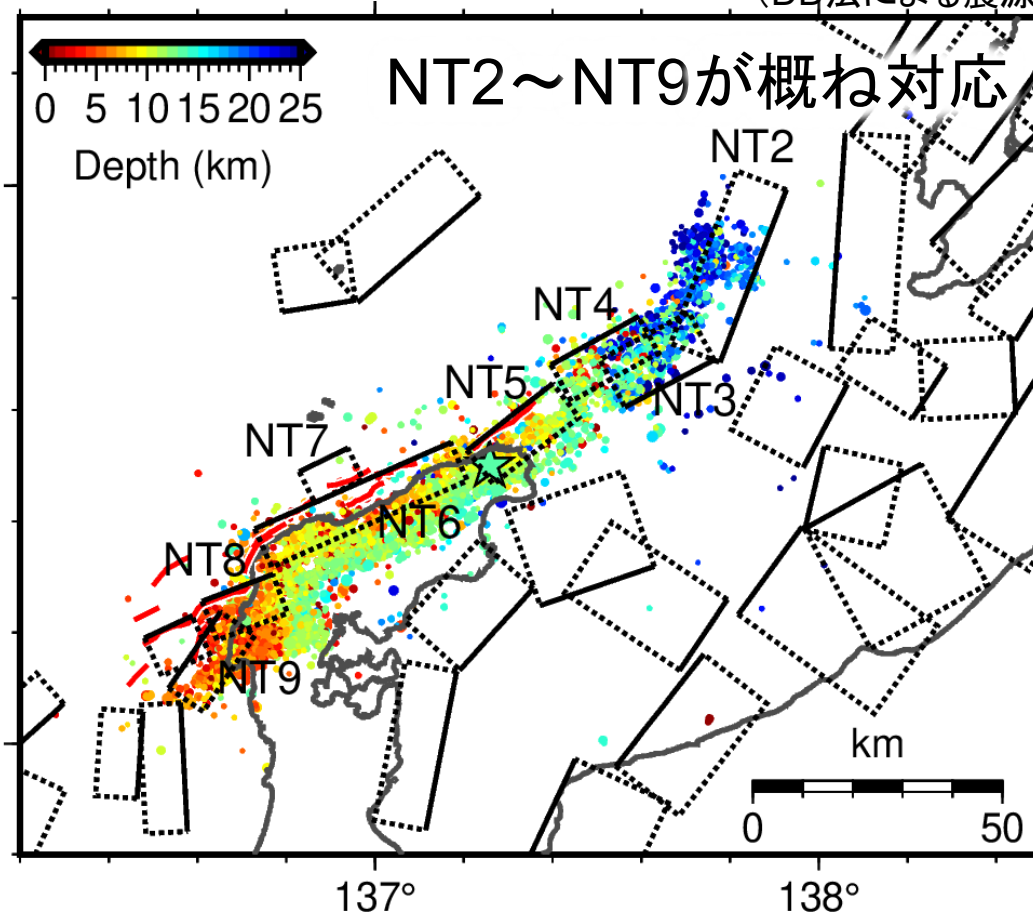
# M7.6の地震以後の地震活動と既往断層モデル

日本海における大規模地震に関する調査検討会



日本海地震・津波プロジェクト

2024/01/01-01/31  
(DD法による震源再決定 M $\geq$ 2.0)



- 海域の観測が総合調査グループ テーマ2, 4によって実施中
- 総合調査グループ テーマ1の震源決定結果によると能登半島北岸沖合の海底活断層の可能性が高い

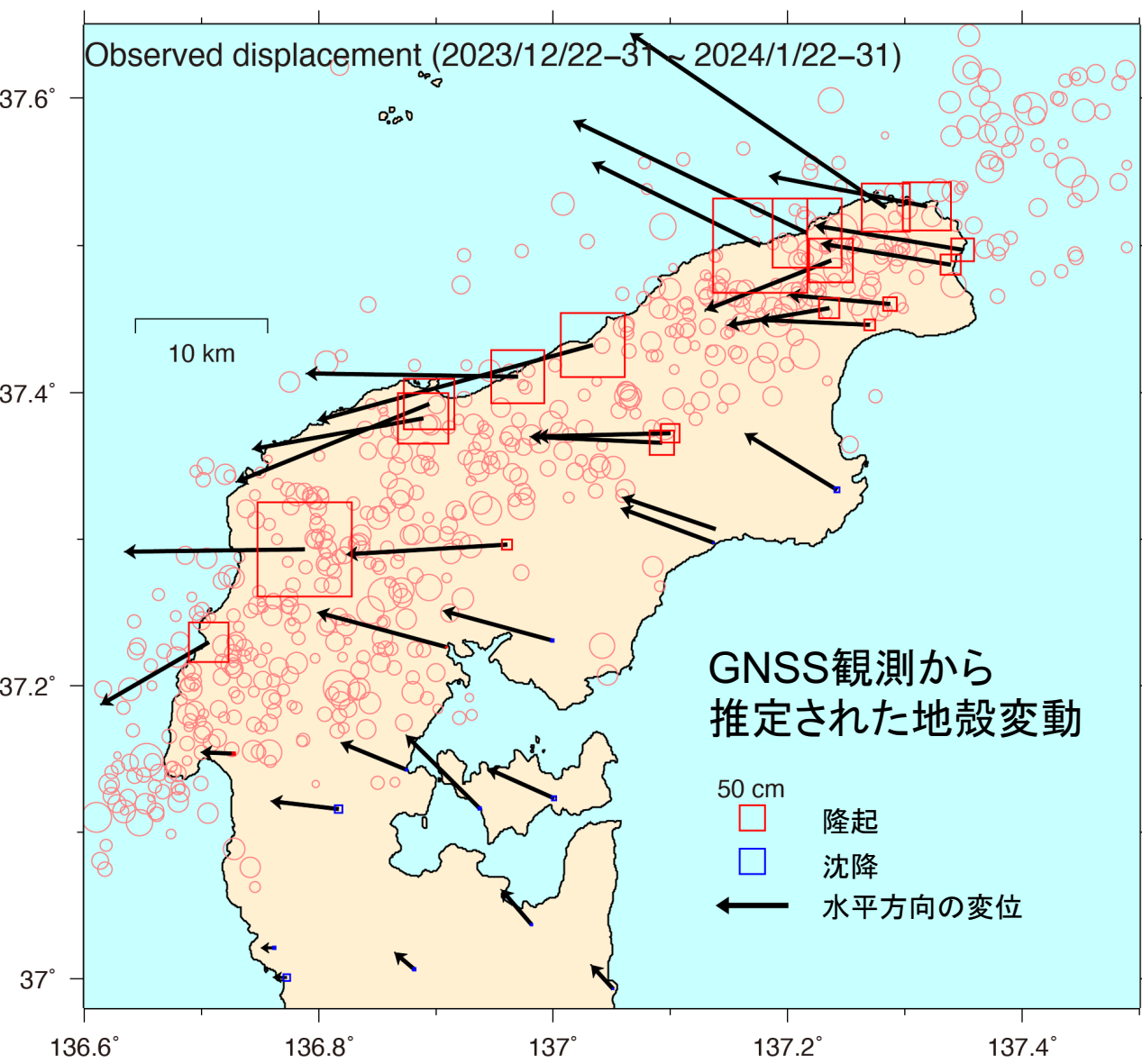
注: 全てがM7.6の地震時に活動したかは不明

奥能登周辺での想定地震の断層モデルの再考が必要

国から断層モデルの公表が予定されている



# 令和6年能登半島地震による地殻変動



総合調査グループ テーマ7

外浦沿岸での1 m を超える大きな地盤隆起は津波を防ぐ効果があった

この隆起は自然に元に戻ることはない

**津波浸水想定の見直しが必要**

# 地震波形から推定された令和6年能登半島地震の断層モデル(暫定)

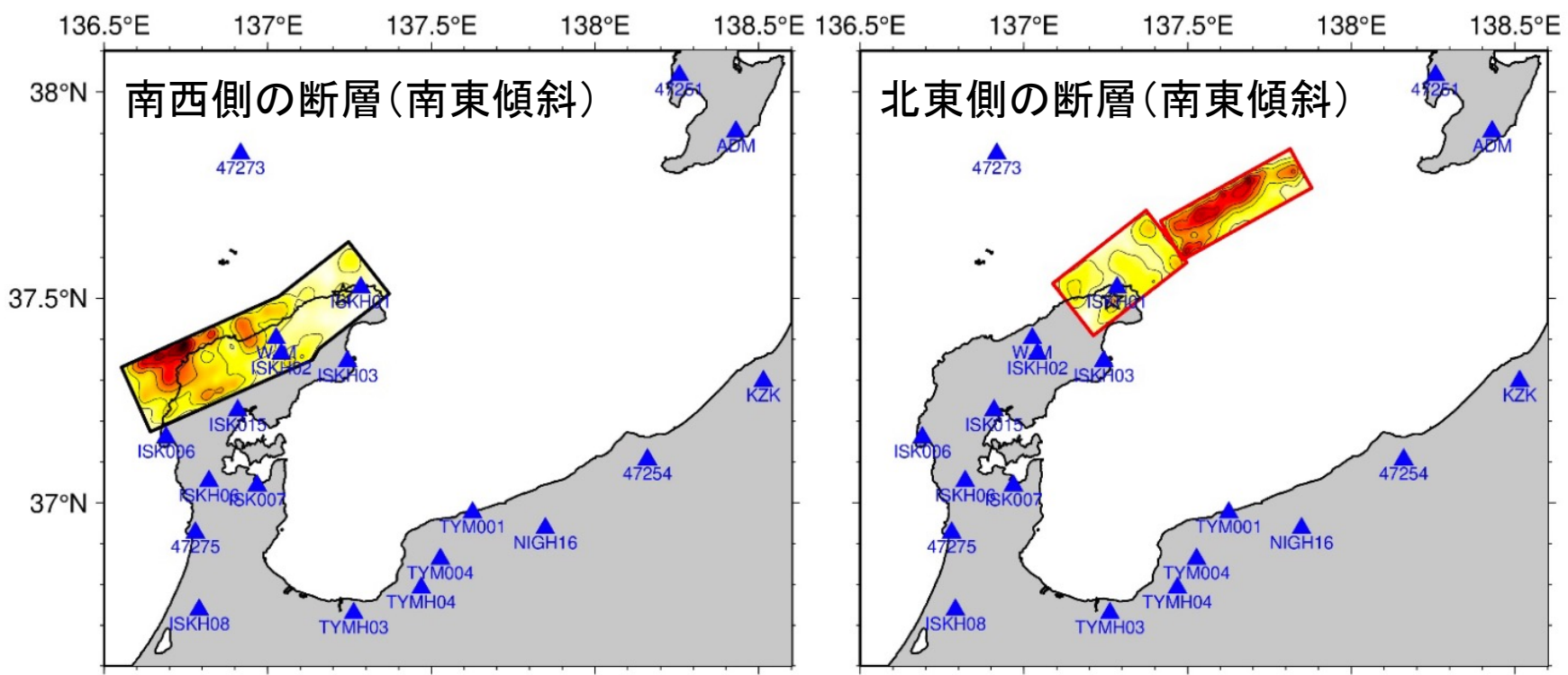


図2: すべりの地表投影と解析に使用した強震観測点(▲)

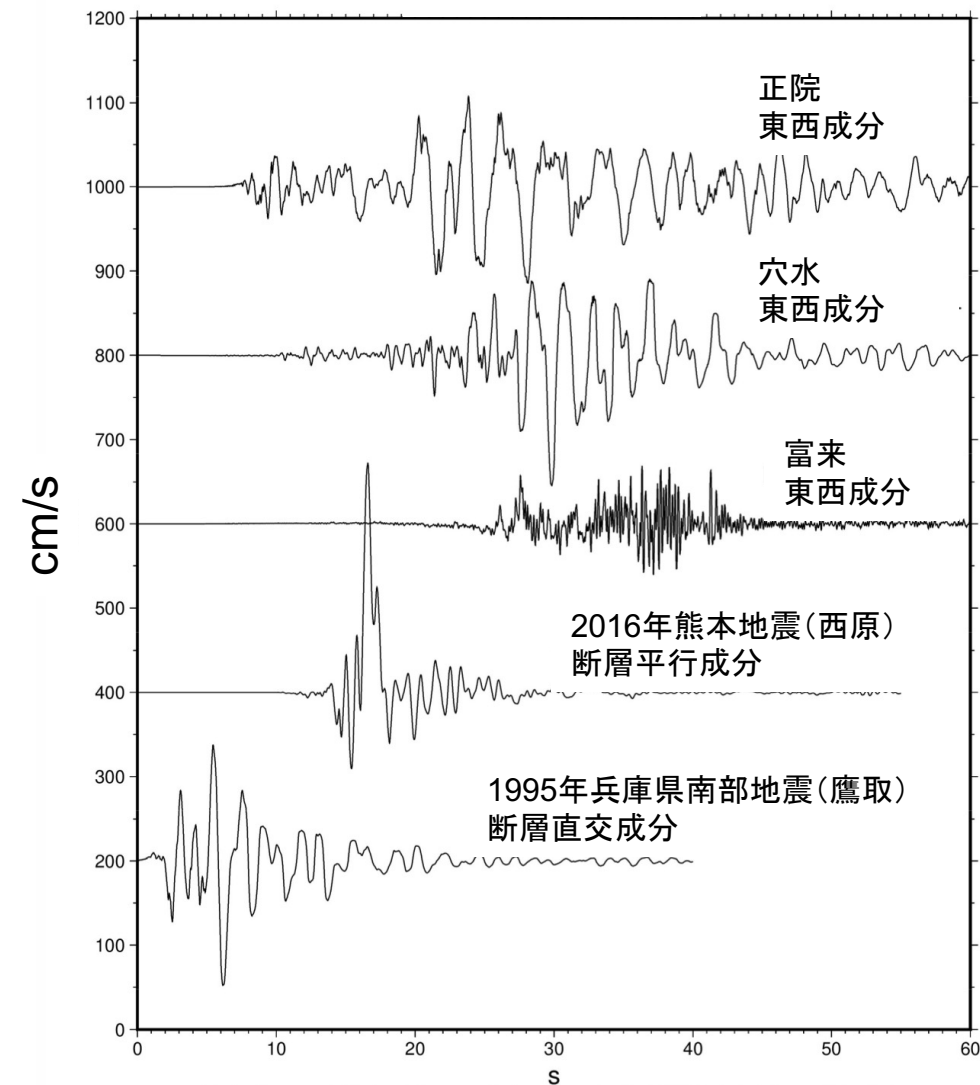
|     |           | 破壊時刻     | 地震モーメント                          | 平均すべり量 | 最大すべり量 |
|-----|-----------|----------|----------------------------------|--------|--------|
| 地震① | セグメント 1+2 | 16:10:09 | $1.1 \times 10^{20}$ Nm (Mw 7.3) | 1.9 m  | 7.7 m  |
| 地震② | セグメント 3+4 | 16:10:22 | $1.3 \times 10^{20}$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

地震モーメント: 地震の物理的な大きさを示す量(剛性率 × 断層面積 × 平均すべり量)  
 Mw: モーメントマグニチュード(地震モーメントから計算されるマグニチュード)

- 南西側の断層浅部での大きなすべり量  
 ↓  
 能登半島北西部での大きな海岸隆起(～約4m)
  - 北東側(海域)の断層浅部での大きなすべり量  
 ↓  
 海底での大きな地殻変動(津波の励起源)
- Mw 7.3 の地震の13秒差での2連発と見ることできる

# 令和6年能登半島地震の地震動：他の地震との比較

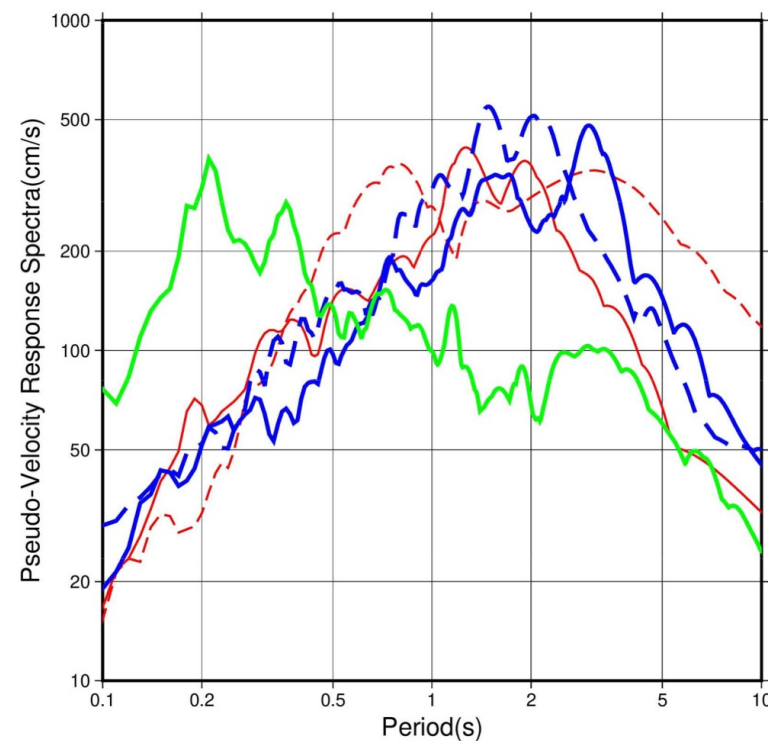
## 速度波形



過去の地震との速度時刻歴波形の比較

令和6年能登半島地震

ISK002(正院) ————  
 ISK005(穴水) - - - -  
 ISK006(富来) ————  
 L93048(西原村) ————  
 TKT(鷹取) - - - -



過去の地震との擬似速度応答スペクトル(5%, RotD100)の比較

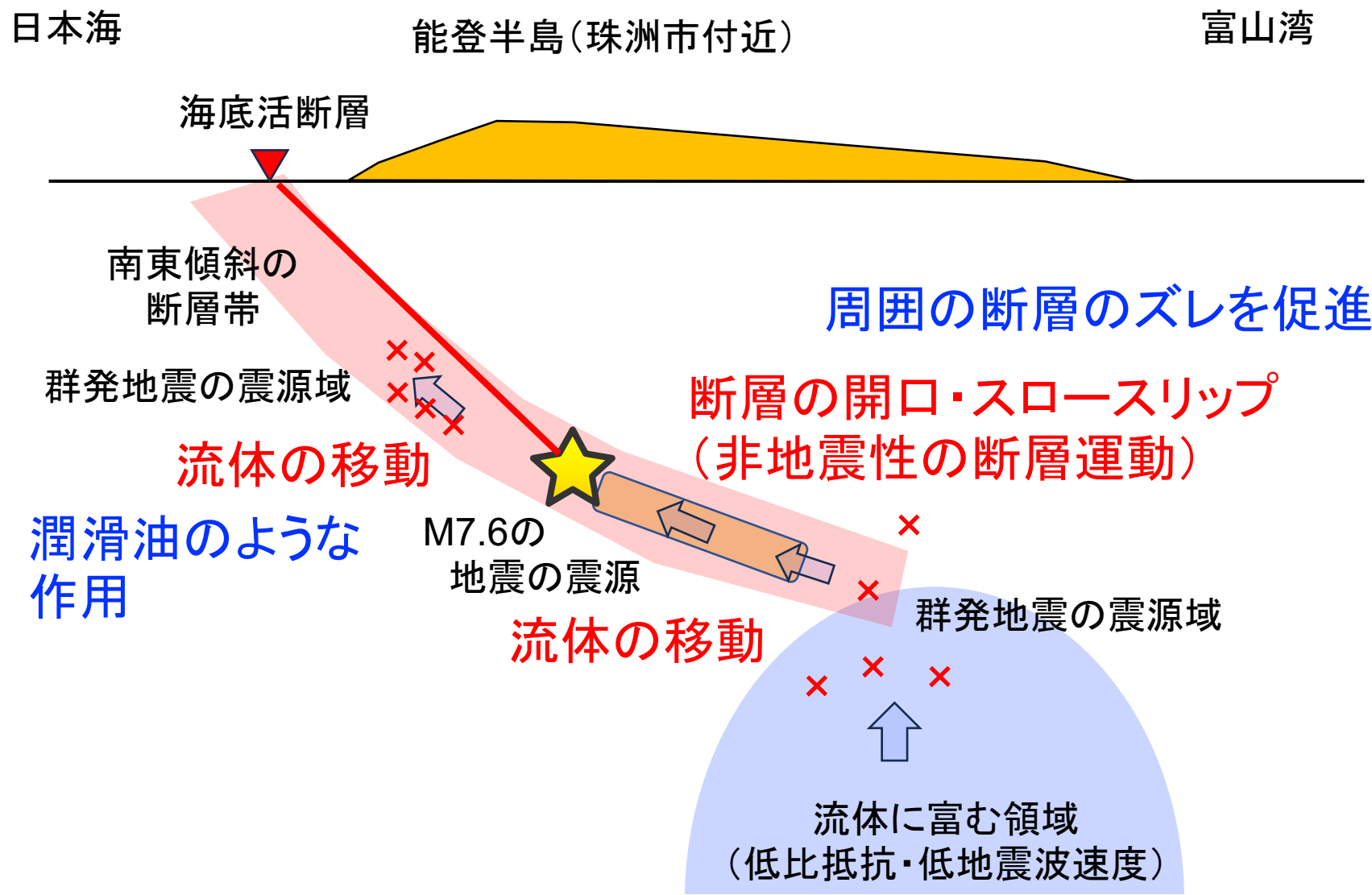
- 周期1～3秒程度の継続時間が長く振幅の大きな地震波

揺れの最大値は阪神淡路大震災での鷹取や熊本地震での西原より小さいが、長い時間揺れ続けている



# 2020/12頃から継続する群発地震及びM7.6の地震の震源付近の概念図

昨年度および今年度の総合調査の成果に基づく



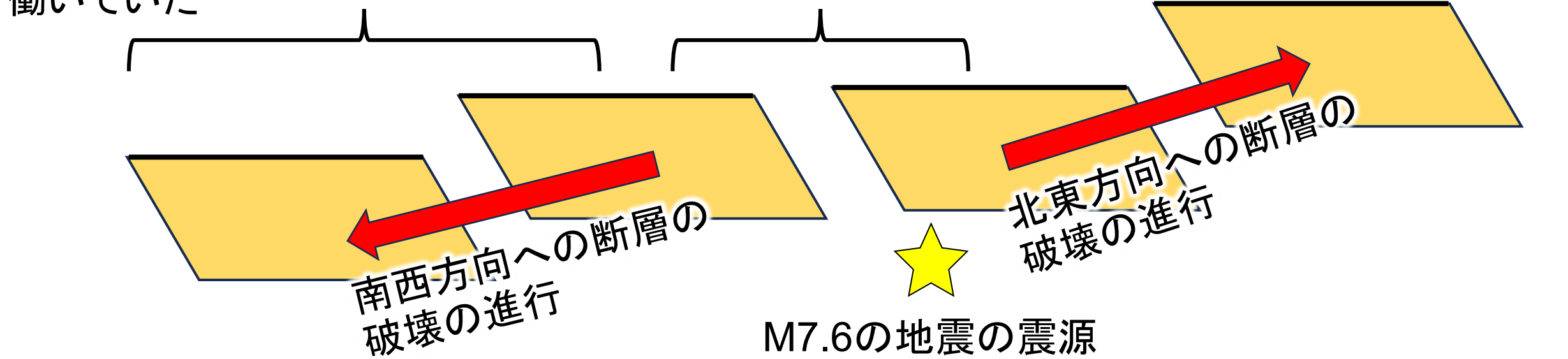
## M7.6の地震をトリガー



# 能登半島北岸沖の断層帯での断層破壊の連動の概念図

2007年能登半島地震により、西側の断層帯には断層運動を促進する力が働いていた

非地震性の断層運動により、震源両側の断層帯の震源に近い部分では断層運動を促進する力が働いていた

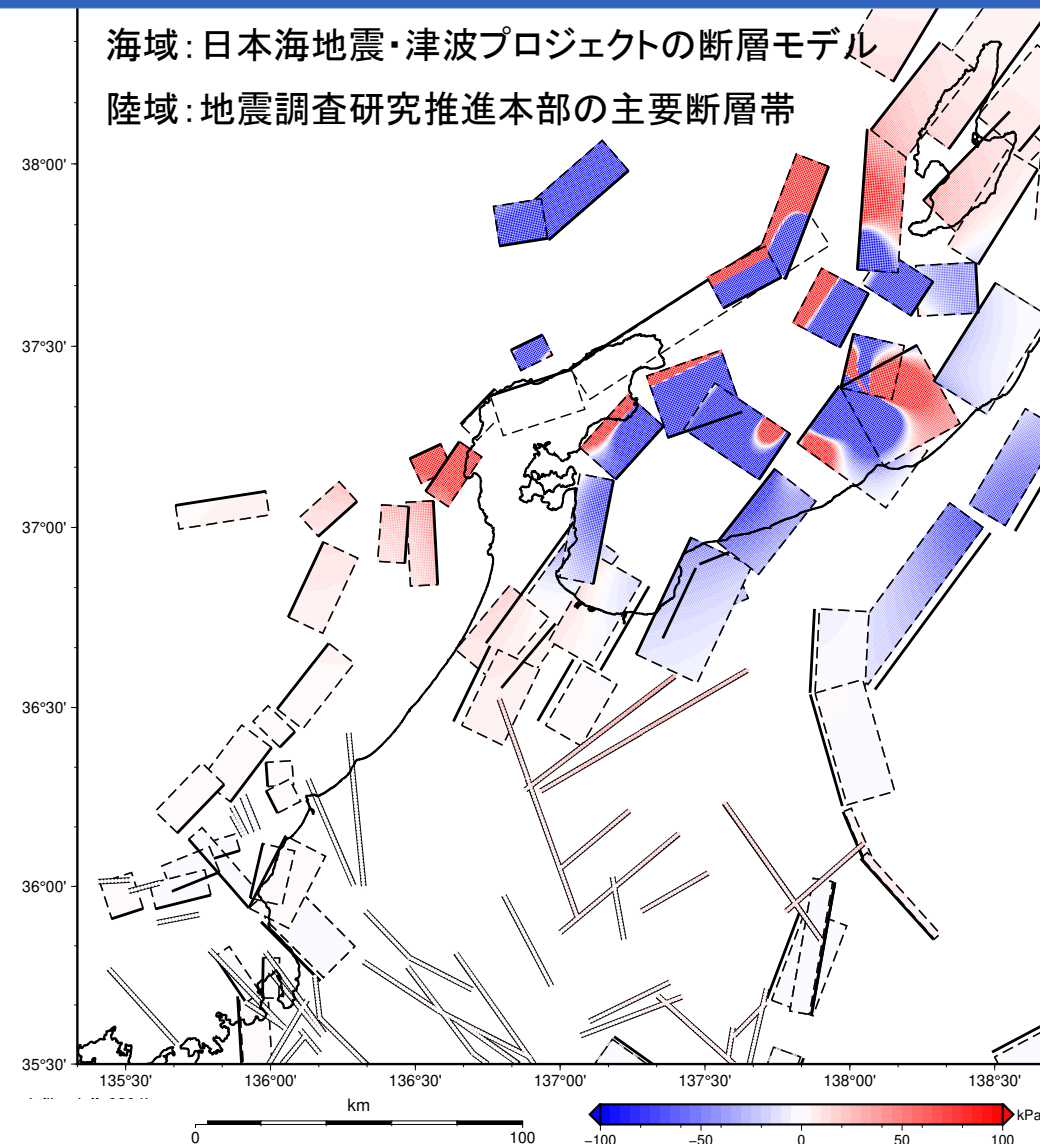
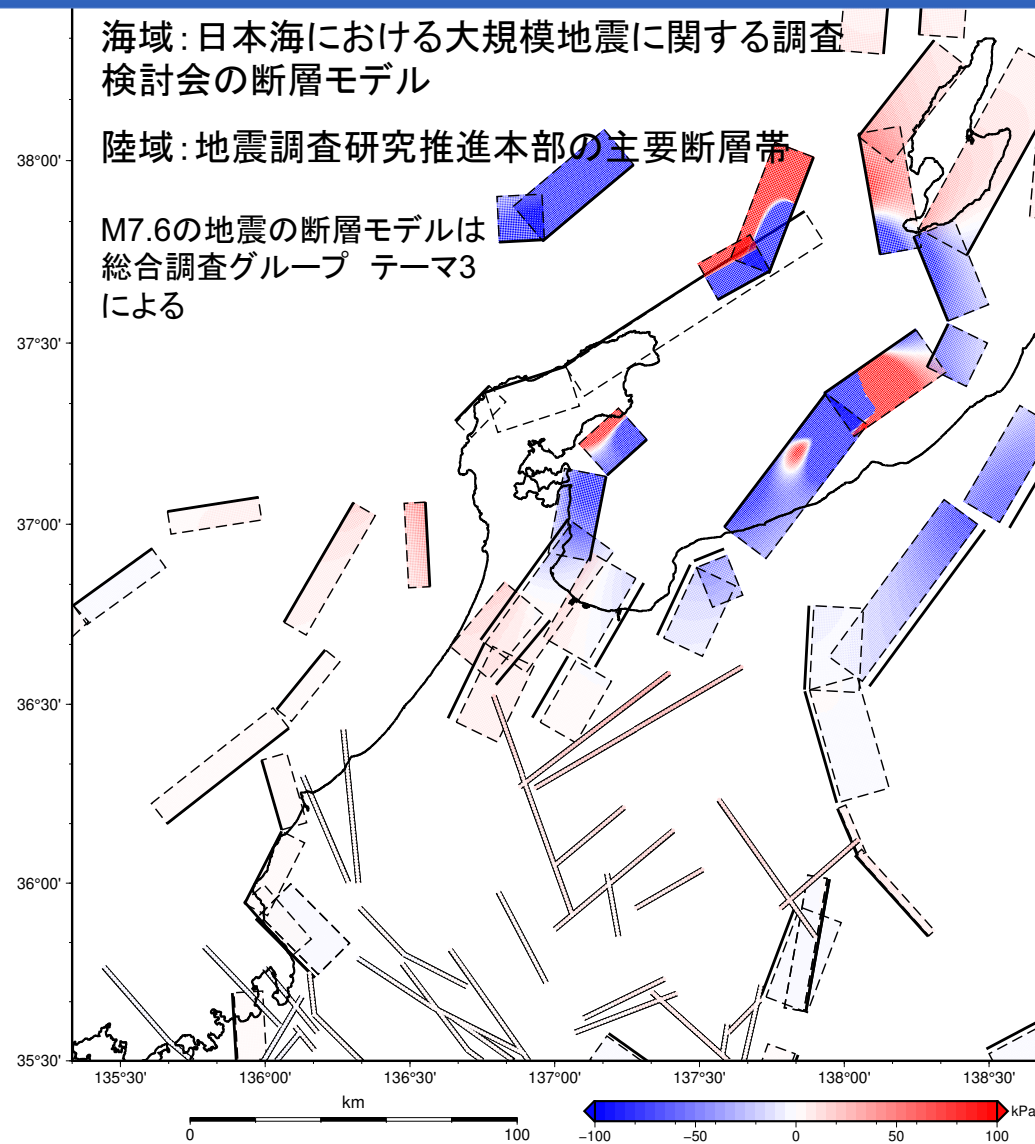


2007年能登半島地震

- 既知の海底活断層の活動の可能性が高い
- 1729年の輪島沖セグメント付近の地震の震源断層との関連は不明

奥能登周辺での想定地震の断層モデルの再考が必要

# M7.6の地震による各断層帯での地震発生への影響



色が赤い断層帯は地震がより起こりやすくなった  
次の地震が早まったとも言える

邑知潟断層帯以南の断層帯での地震による  
地震被害想定は速やかに進めるべき

- 複数の能登半島北岸沖の断層が連動  
奥能登周辺での想定地震の断層モデルの再考が必要  
国による断層モデルの公表が予定
- 外浦沿岸の広い範囲での1 m を超える地盤隆起  
津波浸水想定の見直しが必要
- 奥能登の市町で甚大な被害（社会データの喪失）  
社会データがある程度整った時点で被害想定が可能  
地震動のみの想定は実施可能