

# 地震及び地震動

ver1.1

地盤の隆起によって海底が露出した輪島市門前町の黒島漁港

# 目次

---

	頁
1. 地震の諸元と地殻変動 . . . . .	1
2. 地殻変動に基づく断層モデル . . . . .	10
3. 観測された地震動 . . . . .	12
4. 能登半島沖の活断層 . . . . .	16
5. 北陸地方における主な被害地震 . . . . .	18

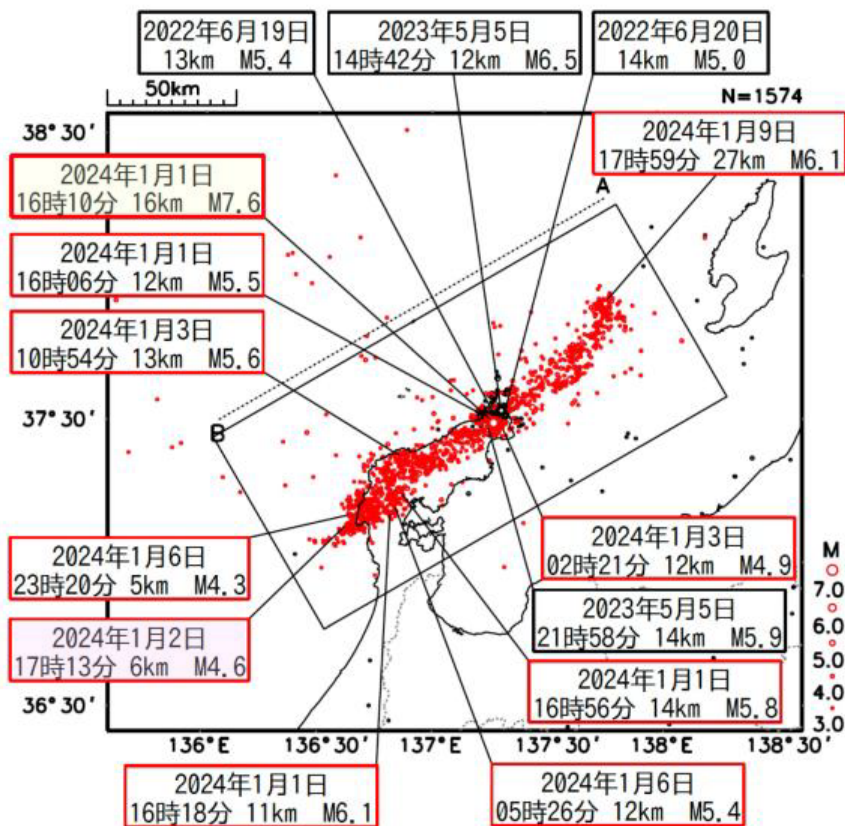
# 1. 地震の諸元と地殻変動

- 発生時刻：2024年1月1日16時10分
- マグニチュード：7.6（暫定値）
- 場所および深さ：石川県能登地方（輪島の東北東30km付近）  
深さ 16km（暫定値）
- 発震機構：北西—南東方向に圧力軸を持つ逆断層型（速報）
- 震度：震度7 志賀町、輪島市（石川県）  
震度6強 七尾市、珠洲市、穴水町、能登町  
震度6弱 中能登町（石川県）、長岡市（新潟県）
- 津波：酒田港で0.8m※、金沢港で80cm、富山港79cmなど（検潮場）
- 地殻変動：
  - ・ 水平2.02m、鉛直1.31m（輪島）、水平1.14m、鉛直1.01m（珠洲）（GNSS 衛星測位システム）
  - 水平：2～3mの西向き変動、鉛直：2～4mの隆起（衛星SAR）

※酒田港の津波高は巨大津波観測計による観測のため、観測単位は0.1m

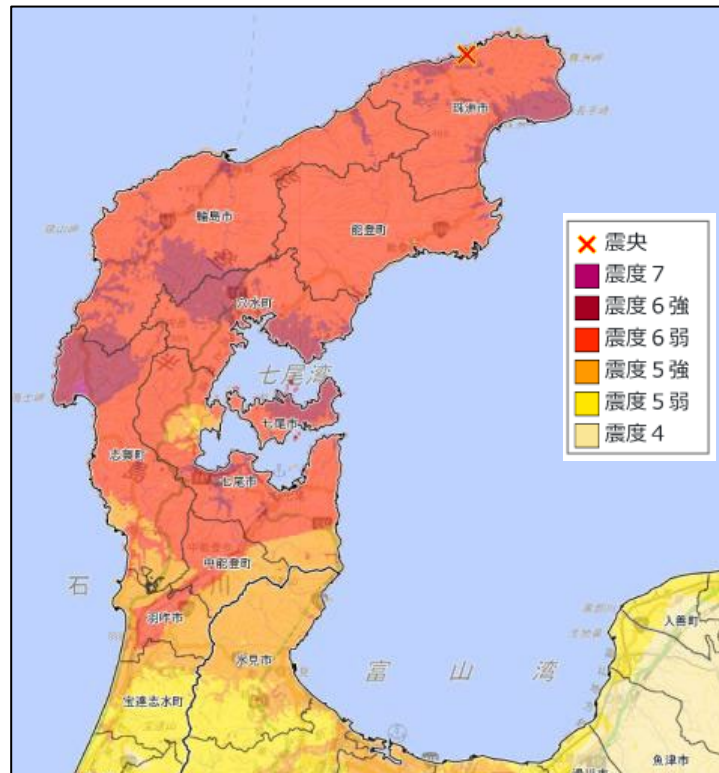
# 震央分布と推計震度分布

## ■ 断層のは海域は150kmに及ぶ



(2020年12月1日～2024年1月15日12時00分、  
深さ0～30km、M3.0以上)

震央分布図



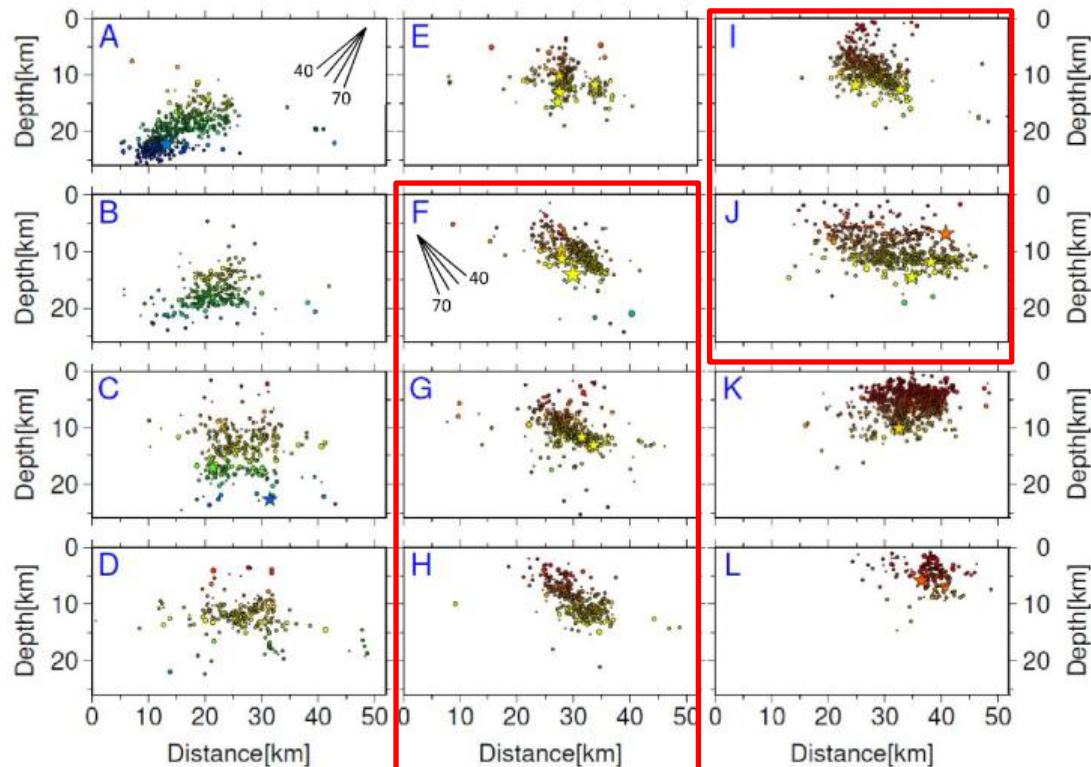
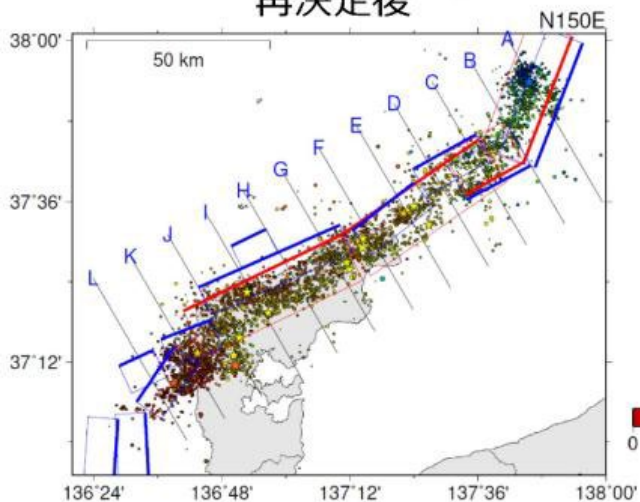
推計震度分布図

気象庁作成

# 断層直交方向の地震の深度分布

波形相関DD法により再決定した震源データ：2024年1月1日～1月10日、深さ0～40km、 $M \geq 2.0$

再決定後



各投影面の断面図

左図の震央分布図中の赤・青線は、それぞれ「日本海における大規模地震に関する調査報告会」、「日本海地震・津波調査プロジェクト」の断層モデルを示す。

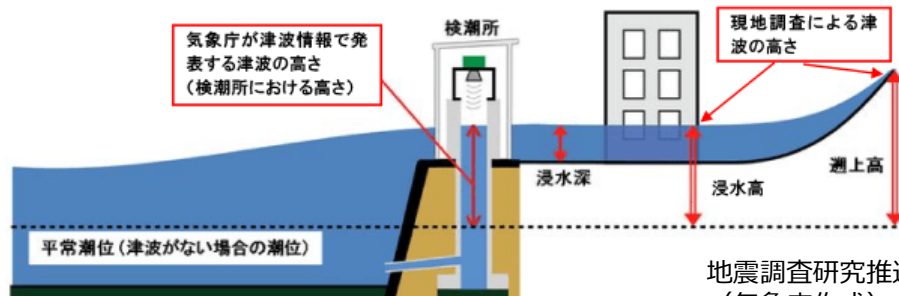
(M7.6発生後の詳細な震源分布)

地震調査研究推進本部 地震調査委員会：令和6年能登半島地震の評価（令和6年2月9日）（気象庁作成）

# 津波痕跡調査による津波高

都道府県	調査地点名	推定した津波の高さ	津波高の種類	調査実施官署
新潟県	上越市柿崎漁港	2.9m	遡上高	新潟地方気象台
新潟県	上越市船見公園	5.8m	遡上高	
新潟県	上越市直江津海水浴場	4.5m	遡上高	
新潟県	佐渡市羽茂港	3.8m	浸水高	
新潟県	佐渡市小木港	1.9m	浸水高	
富山県	朝日町宮崎漁港	1.4m	浸水高	富山地方気象台
富山県	射水市海竜新町	1.5m	遡上高	気象研究所
石川県	珠洲市飯田港	4.3m	浸水高	合同調査班 (気象庁地震火山部 札幌管区気象台 東京管区気象台 前橋地方気象台 静岡地方気象台 大阪管区気象台 長崎地方気象台 沖縄気象台)
石川県	珠洲市鶴飼漁港	2.7m	浸水高	
石川県	珠洲市見附公園	2.9m	浸水高	
石川県	能登町恋路海岸	1.7m	遡上高	
石川県	能登町松波漁港	3.1m	浸水高	
石川県	能登町内浦総合運動公園	4.0m	浸水高	
石川県	能登町白丸	4.7m	浸水高	
石川県	能登町九十九湾	2.2m	浸水高	
石川県	能登町宇出津港	1.3m	浸水高	
石川県	七尾市鶴浦漁港	1.8m	浸水高	
石川県	七尾市下佐々波漁港	2.4m	遡上高	気象研究所
石川県	輪島市舳倉島漁港	2.9m	浸水高	気象庁地震火山部

※推定した津波の高さは速報値であり今後の精査により変更となる可能性がある。

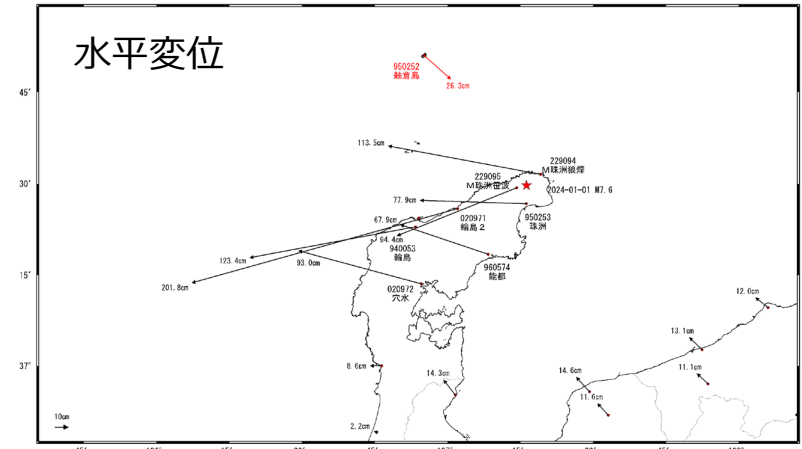


地震調査研究推進本部 地震調査委員会：令和6年能登半島地震\*の評価（令和6年2月9日）  
（気象庁作成）

# 地震による地殻変動 (GNSS)

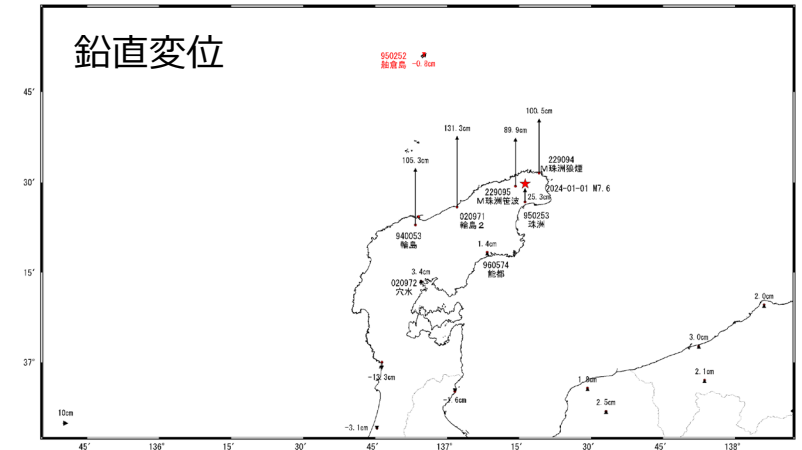
- 衛星測位システム (GNSS) では約20km間隔で全国約1300地点に電子観測点が設置されている
- 測地衛星から電子観測点に電波を放って観測点の位置を測定している
- 輪島では、西南西へ2.02mの水平変位、上方へ1.31mの鉛直変位、珠洲で同様に水平1.14m、鉛直1.05mの変動が観測された

基準期間: 2023-12-25~2023-12-31 [F5: 最終報]  
比較期間: 2024-01-02~2024-01-02 [F5: 最終報]



☆ 固定局: 三旗 (950388) ★ 震央

基準期間: 2023-12-25~2023-12-31 [F5: 最終報]  
比較期間: 2024-01-02~2024-01-02 [F5: 最終報]



☆ 固定局: 三旗 (950388) ★ 震央

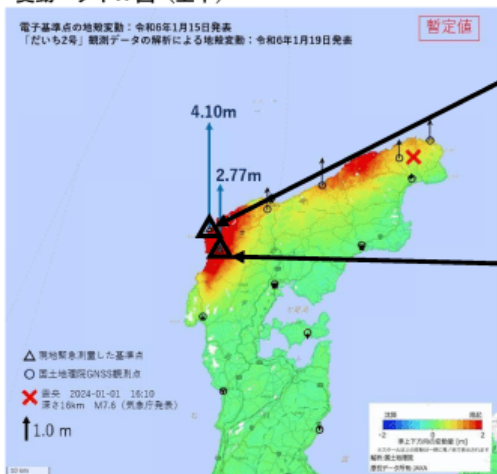
※一部の観測点は、傾斜等の影響を受けている可能性がある。

令和6年能登半島地震(1月1日 M7.6)前後の観測データ(暫定) (第5報)、  
2024年2月15日

# 地震後の現地緊急測量結果（国土地理院）

- 地震後の現地緊急測量（1月20日～21日）で、能登半島北西部の三等三角点「五十洲」において、4.10mの隆起、1.48mの西向きの変動が確認された

変動ベクトル図（上下）



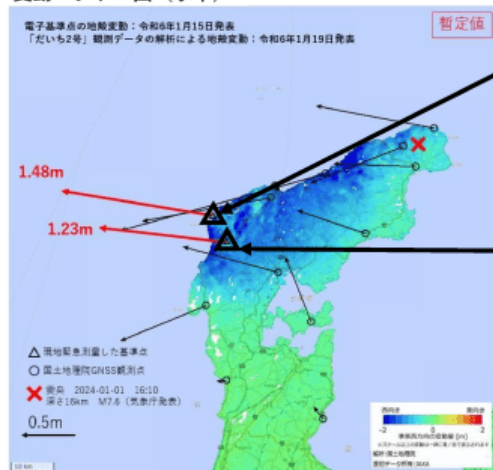
いぎす  
三等三角点「五十洲」  
(輪島市門前町五十洲付近)

現地緊急測量 4.10m隆起  
SAR (だいち2号) 約4.3m隆起

公共基準点  
(輪島市門前町和田付近)

現地緊急測量 2.77m隆起  
SAR (だいち2号) 約2.7m隆起

変動ベクトル図（水平）



いぎす  
三等三角点「五十洲」  
(輪島市門前町五十洲付近)

現地緊急測量 西向きに1.48m移動  
SAR (だいち2号) 西向きに約1.5m移動

公共基準点  
(輪島市門前町和田付近)

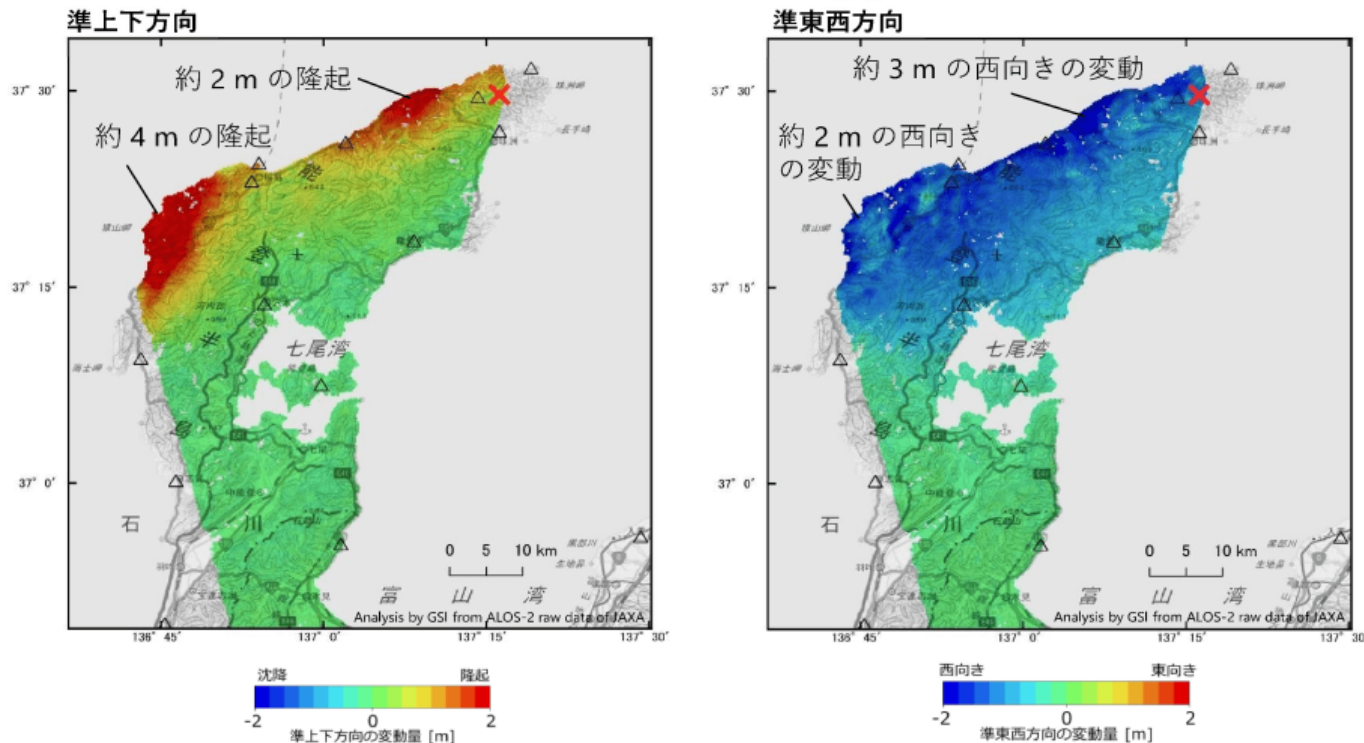
現地緊急測量 西向きに1.23m移動  
SAR (だいち2号) 西向きに約1.1m移動

国土地理院：令和6年(2024年)能登半島地震に関する情報  
－現地緊急測量の結果（1月31日公表）



# 地震による地殻変動（衛星SAR）

- 衛星SARでは、能登半島北西部で約4mの隆起、能登半島北東部で約3mの西向き変位が観測された



△ 国土地理院GNSS観測点  
× 震央 2024-01-01 16:10  
深さ16km M7.6 (気象庁発表)

国土地理院：「だいち2号」観測データの解析による令和6年能登半島地震に伴う地殻変動（2024年1月19日更新）

# 地殻変動による海岸線の陸化地域

- 地震による地盤隆起により、能登半島北部の海岸線が陸化した（SAR強度画像より）



国土地理院：「だいち2号」観測データの解析による令和6年能登半島地震に伴う海岸線の変化（2024年1月11日更新）

# 地殻変動の過去の地震との比較

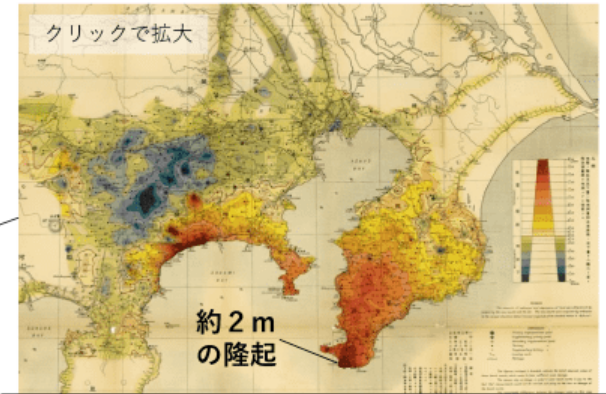
- 令和6年能登半島地震は過去の被害地震に比べて大きな隆起が生じた

【主な地震のマグニチュードと地殻変動量（測地測量による）】

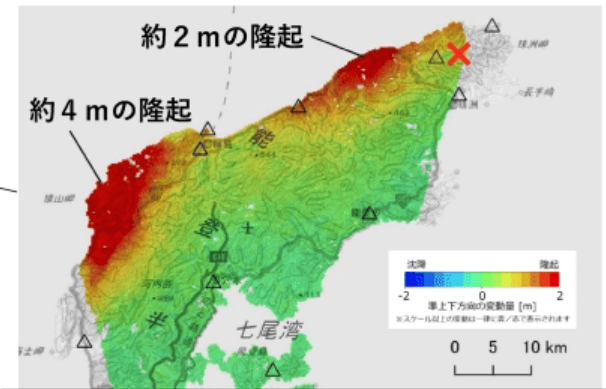
地震 (発生年月日)	マグニ チュード	隆起・沈降量 (最大)	水平変動量 (最大)
大正関東地震 1923年9月1日	M7.9	約2 mの隆起 ※1	約3 m ※1
兵庫県南部地震 1995年1月17日	M7.3	約0.3mの沈降 ※2	約1 m ※2
東北地方太平洋沖地震 2011年3月11日	M9.0	約1.2mの沈降 ※2	約5 m ※2
熊本地震 2016年4月16日	M7.3	約2 mの沈降 ※2	約2 m ※2
令和6年能登半島地震 2024年1月1日	M7.6	約4 mの隆起 ※2	約3 m ※2

参考	断層のずれによる変位量	
	垂直 (最大)	水平 (最大)
濃尾地震 1891年10月28日	M8.0 約6 mの垂直変位 ※3	約8 mの左横ずれ ※3

※1 国土地理院の前身である参謀本部陸地測量部作製の「大正十二年関東震災地盤面変動要図」及び「一等三角点水平位置移動要図」より抜粋  
 ※2 国土地理院による地震後の測量結果  
 ※3 中央防災会議 災害教訓の継承に関する専門調査会「1891 濃尾地震 報告書」より抜粋



関東震災地垂直変動要図（陸地測量部 作製）



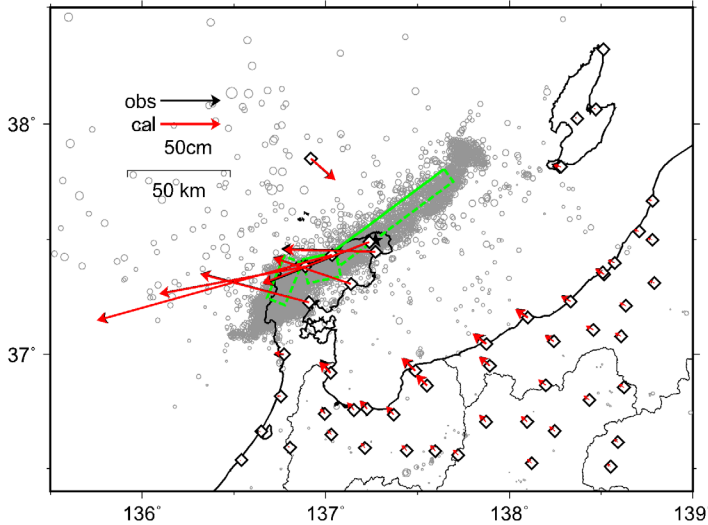
R6年能登半島地震でのSAR解析結果（準上下方向の変動）

国土地理院：令和6年能登半島地震及び過去地震で観測された地殻変動の比較（令和6年1月11日）

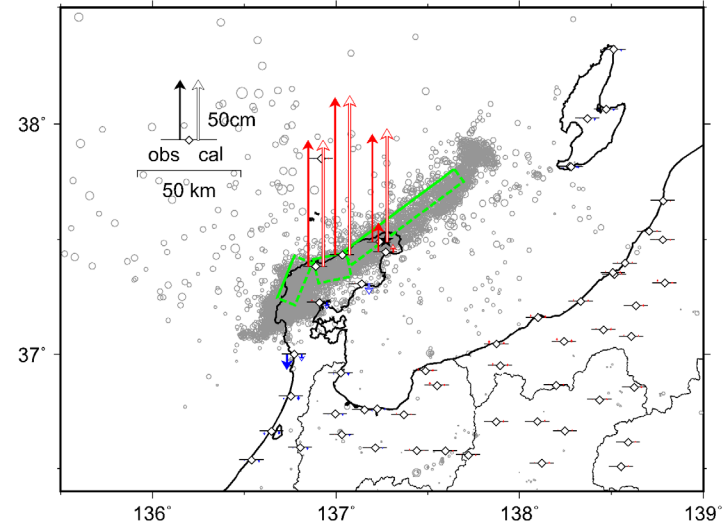
# 2. 地殻変動に基づく断層モデル

基準期間：2023年12月25日～2023年12月31日 (F5解) JST  
 比較期間：2024年1月2日～2024年1月6日 (F5解) JST

【水平変動の観測値と計算値の比較】



【上下変動の観測値と計算値の比較】



- ・ 黒色の星は1月1日のMj7.6の震央、灰色丸は震央分布（気象庁一元化震源（気象庁）を使用）、2024年1月1日16時10分～1月3日23時59分。
- ・ 黄緑色の矩形は震源断層モデルを地表面に投影した位置で、実線が断層上端。

【推定された震源断層パラメータ】

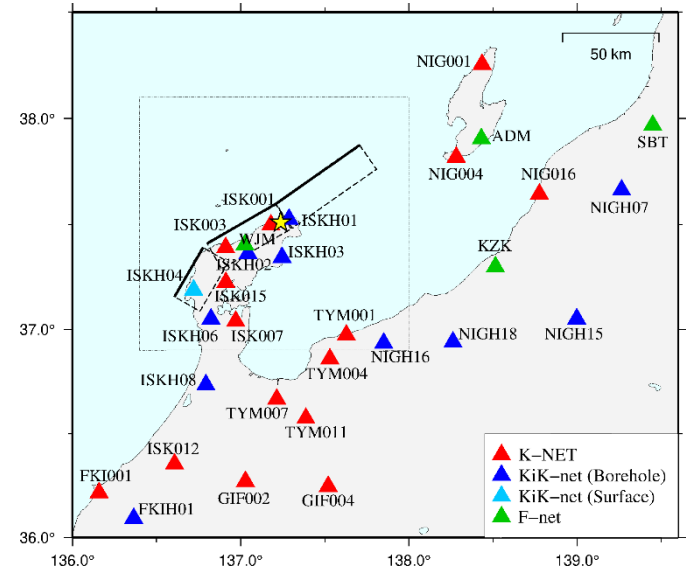
	経度	緯度	上端深さ km	長さ km	幅 km	走向	傾斜	すべり角	すべり量 m	$M_w$
断層1	136.680 (0.002)	37.246 (0.002)	0.1 (0.1)	22.0 (0.3)	12.2 (0.2)	22.7 (1.0)	40.6 (0.4)	84.4 (1.3)	6.79 (0.11)	7.09 (0.01)
断層2	136.876 (0.003)	37.414 (0.001)	0.0 (0.0)	16.2 (0.4)	20.4 (0.5)	78.3 (0.6)	54.9 (0.6)	140.2 (0.7)	2.83 (0.05)	6.90 (0.01)
断層3	137.037 (0.001)	37.445 (0.002)	0.1 (0.1)	66.8 (1.1)	11.5 (0.1)	53.3 (0.4)	49.7 (0.3)	114.6 (0.2)	4.42 (0.04)	7.27 (0.00)

- ・ マルコフ連鎖モンテカルロ (MCMC) 法を用いてモデルパラメータを推定。括弧内は誤差 ( $1\sigma$ ) を示す。
- ・  $M_w$  と断層面積をスケールリング則 (Strasser et al., 2010) に近づくように拘束。
- ・  $M_w$  の計算においては、剛性率を 30GPa と仮定。3枚の断層の合計の  $M_w$  は 7.44。

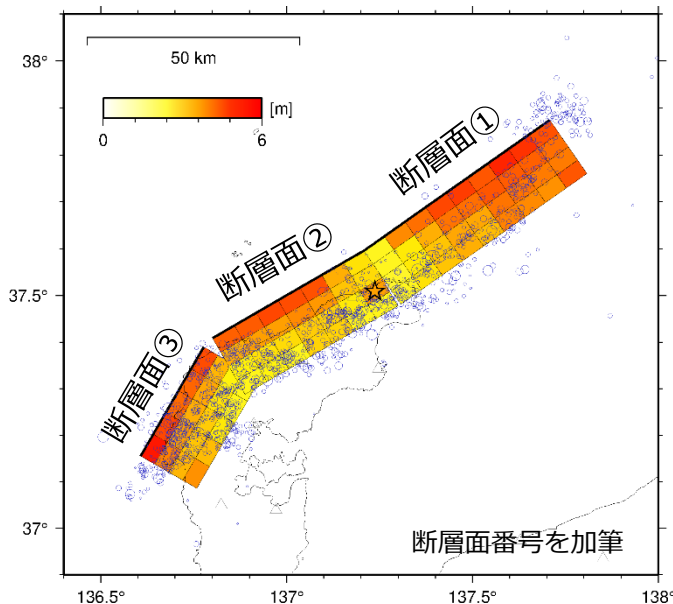
国土地理院：令和6年能登半島地震の震源断層モデル（矩形断層モデル）（令和6年2月29日更新）

# 強震記録を用いた震源インバージョン解析

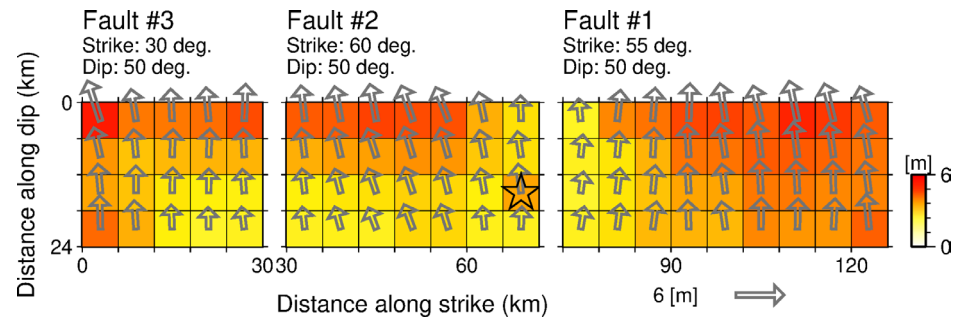
- 断層モデルは三つの矩形断層面で構成される断層面モデルを仮定した。
- 最大すべり量は5.3 m、断層面全体での地震モーメントは $3.6 \times 10^{20}$  Nm (Mw 7.7) である
- 大きなすべりが破壊開始点の北東側に当たる断層面①の浅部領域および南西側の断層面②,③の浅部領域において見られる



断層モデルと周辺の強震観測点



すべり分布の地表投影



断層面上の最終すべり分布

防災科学技術研究所：強震波形記録を用いた令和6年（2024年）能登半島地震（1月1日16時10分、M7.6）の震源インバージョン解析（2024年2月29日）

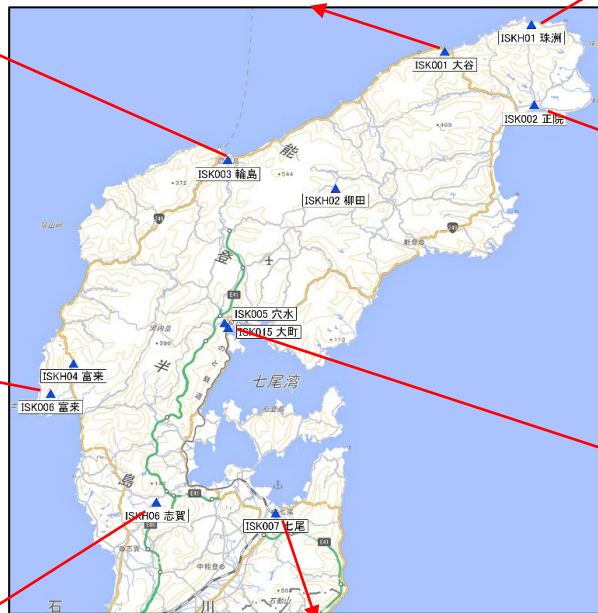
# 3. 観測された地震動 (1)

## ■ 最大加速度 (石川県北部)

輪島 ISK003	
三成分合成	1632
N-S	1496
E-W	1120
U-D	1110
計測震度	6.2

大谷 ISK001	
三成分合成	1469
N-S	904
E-W	1429
U-D	674
計測震度	6.2

珠洲 ISKH01	
三成分合成	1007
N-S	595
E-W	748
U-D	1006
計測震度	6.2



富来 ISK006	
三成分合成	2828
N-S	1479
E-W	2678
U-D	1142
計測震度	6.7

正院 ISK002	
三成分合成	917
N-S	686
E-W	707
U-D	775
計測震度	6.2

志賀 ISKH06	
三成分合成	804
N-S	573
E-W	798
U-D	320
計測震度	5.6

穴水 ISK005	
三成分合成	1280
N-S	1023
E-W	1146
U-D	1044
計測震度	6.5

七尾 ISK007	
三成分合成	459
N-S	374
E-W	359
U-D	283
計測震度	5.8

単位 gal

防災科学技術研究所の強震観測網 (K-NET, KiK-net) のデータを使用

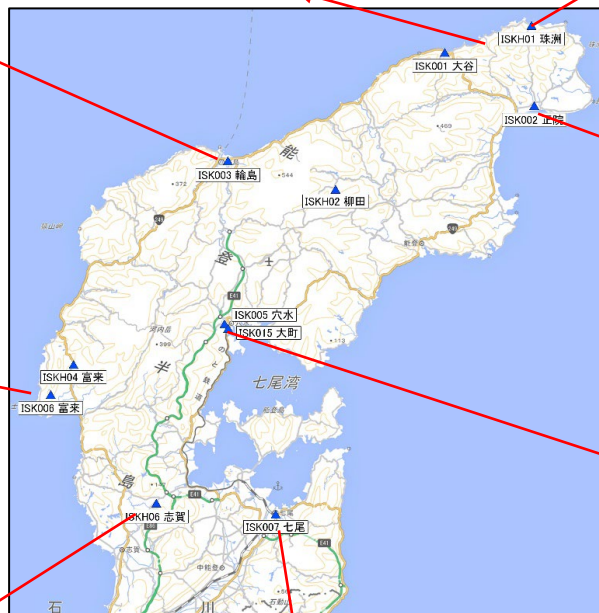
# 観測された地震動（2）

## ■ 最大速度（石川県北部）

輪島 ISK003	
N-S	89.3
E-W	67.5
U-D	73.0
計測震度	6.2

大谷 ISK001	
N-S	79.7
E-W	101.2
U-D	65.8
計測震度	6.2

珠洲 ISKH01	
N-S	115.3
E-W	92.7
U-D	68.8
計測震度	6.2



正院 ISK002	
N-S	98.2
E-W	114.2
U-D	54.4
計測震度	6.2

富来 ISK006	
N-S	66.9
E-W	67.4
U-D	51.3
計測震度	6.7

穴水 ISK005	
N-S	111.5
E-W	153.7
U-D	46.3
計測震度	6.5

志賀 ISKH06	
N-S	45.7
E-W	36.0
U-D	21.1
計測震度	5.6

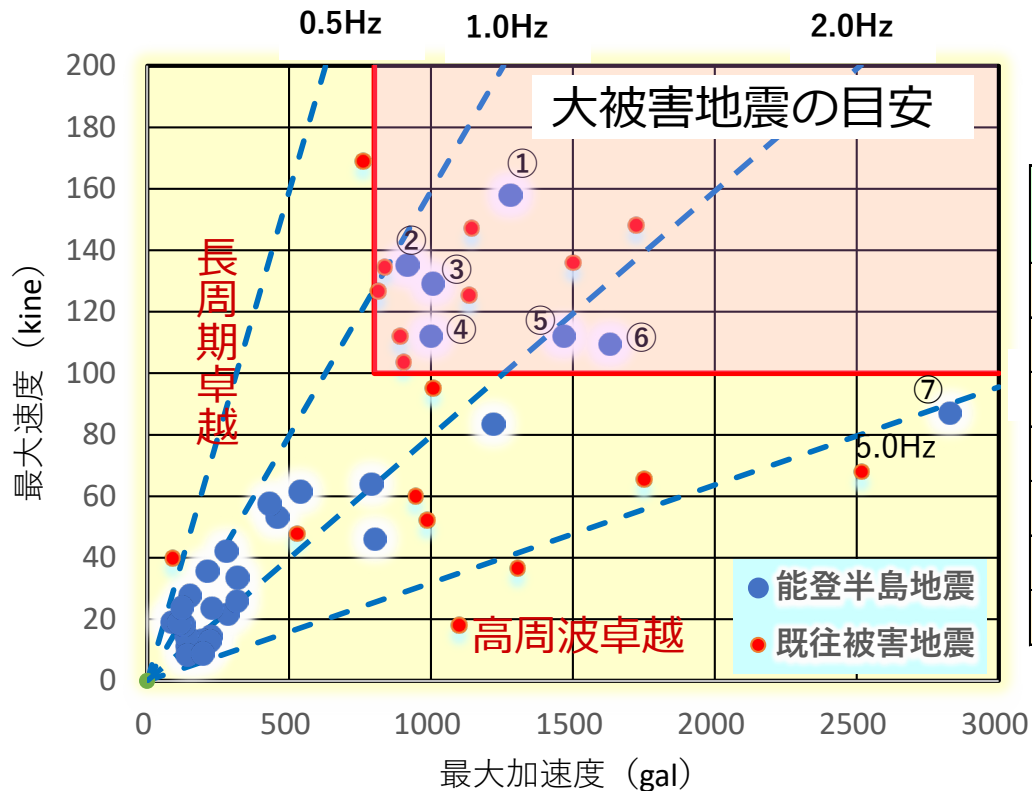
七尾 ISK007	
N-S	40.7
E-W	50.6
U-D	15.8
計測震度	5.8

(単位 cm/sec)

防災科学技術研究所の強震観測網（K-NET, KiK-net）のデータより速度を算定

# 最大加速度と最大速度の関係

- 過去の被害の分析から大被害になる地震動は最大速度 $\geq 100\text{cm/s}$ でかつ最大加速度 $\geq 800\text{gal}$ の領域に入ると言われている（瀬川 1988）
- 今回の地震も震源に近い珠洲市、輪島市、穴水市などの被害甚大な奥能登地域がこの領域に入り、等価周波数（=最大加速度/最大速度）も木造住宅の被害が多い1～2 Hzの範囲に入る



番号	地点	基盤深度	地盤の固有周期 (sec)	地盤種別
①	穴水	16m	0.75	Ⅲ種地盤
②	正院	>20m	0.53以上	Ⅱ～Ⅲ種地盤
③	珠洲	8m	0.13	I種地盤
④	大町	5m	0.07	I種地盤
⑤	大谷	3m	0.06	I種地盤
⑥	輪島	2m	0.03	I種地盤
⑦	富来	8m	0.12	I種地盤

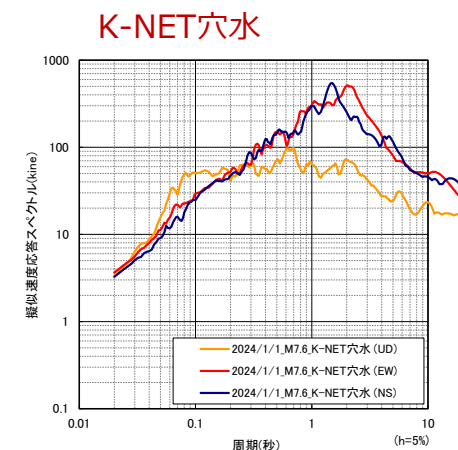
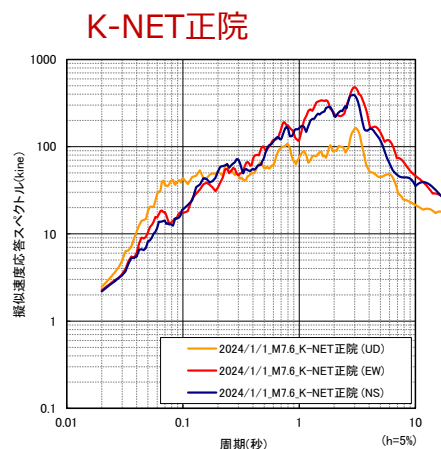
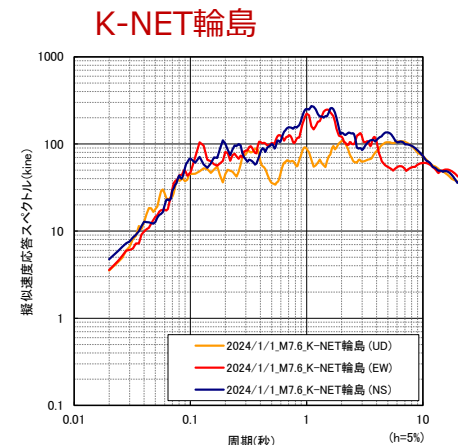
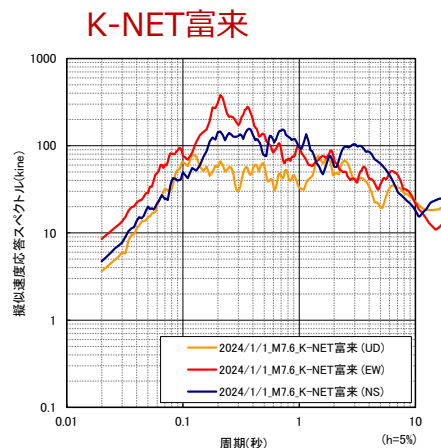
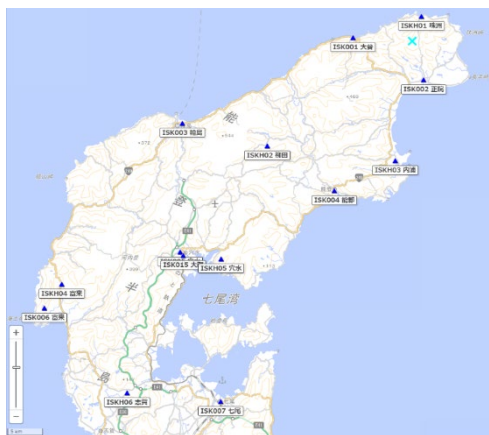
※既往地震のデータ（●）は、（最大）加速度・（最大）速度・計測震度について（防災科研）を使用した。

※防災科学技術研究所の強震観測網（K-NET, KiK-net）のデータを使用



# 地震動の周期特性（速度応答スペクトル）

- 最大加速度を記録したが大きな被害が出ていない富来では0.2秒付近にピークがあり、短周期が卓越した地震動である
- 家屋被害の多かった輪島、正院（珠洲）、穴水ではピーク周期が1~3秒とやや長周期であり、これによって家屋が倒壊したと推定される

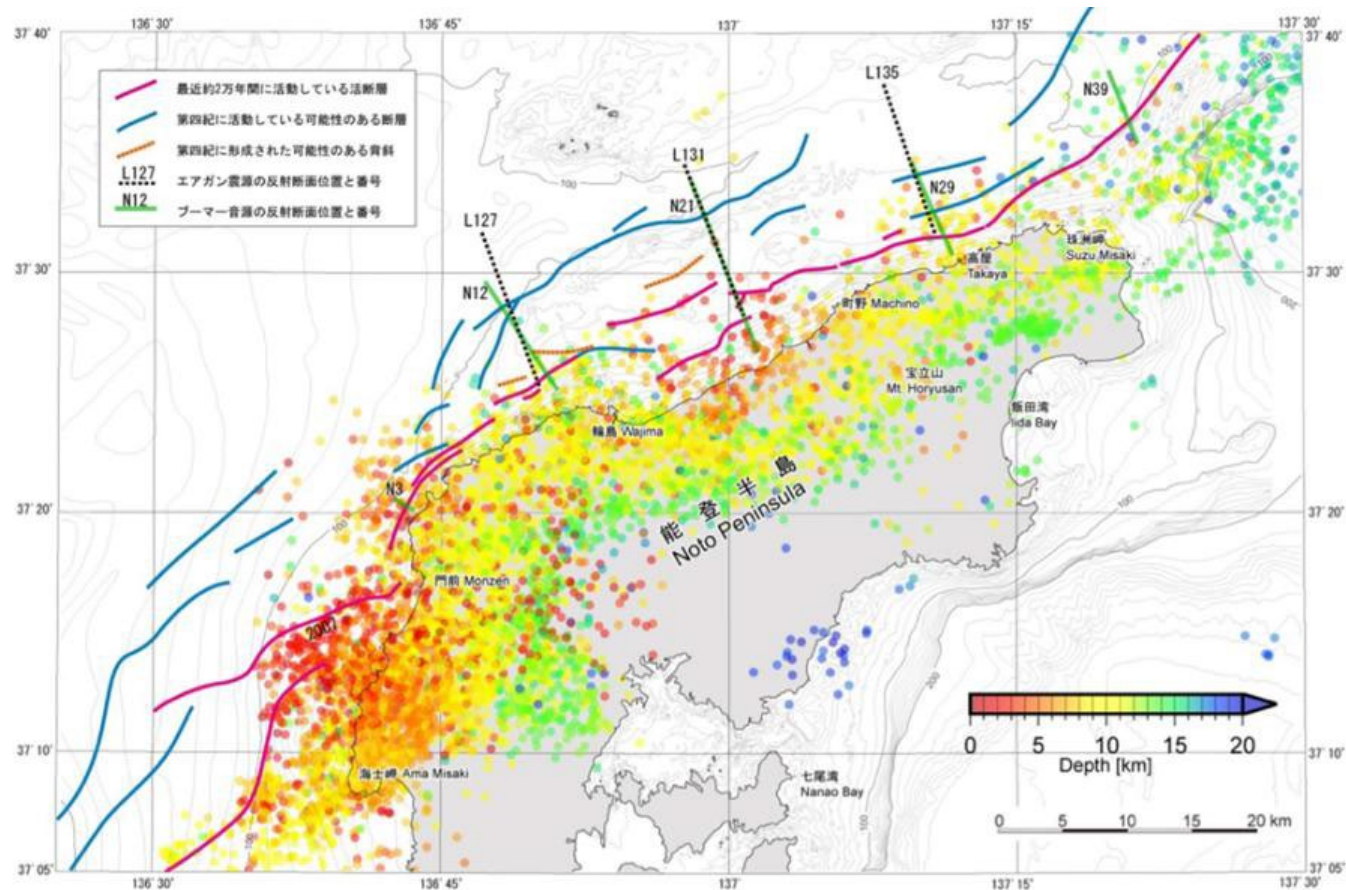


防災科学技術研究所の強震観測網（K-NET, KiK-net）のデータより疑似速度応答をスペクトル算定

## 4. 能登半島沖の活断層

- 能登半島北部沿岸海域で取得したエアガン震源の反射断面とブーマー音源の反射断面を用いて、活断層の断層分布図が作成された
- 次頁図の赤矢印は最終氷期（約2万年前）以降に活動したことがほぼ間違いない断層で、能登半島の北岸に沿って連続している
- 青線は活動時期が明確ではないが、第四紀（258.8万年前から現在まで）に活動した可能性がある南東傾斜の逆断層である。赤線の断層よりは長さも短く、累積変位量はかなり小さいと考えらる
- 反射断面上でも変位量が大きく、いずれも南東側に傾斜する逆断層である
- 能登半島の西部では断層の走向が、半島の海岸に沿って南南西に変化する。そのこの反射断面では約2万年前の浸食面に20m以上の垂直変位が観察できる
- 垂直方向の平均変位速度は千年で1m以上であると推定される。南西側には2007年能登半島地震の地震断層が分布する

# 能登半島北部沿岸海域の活断層



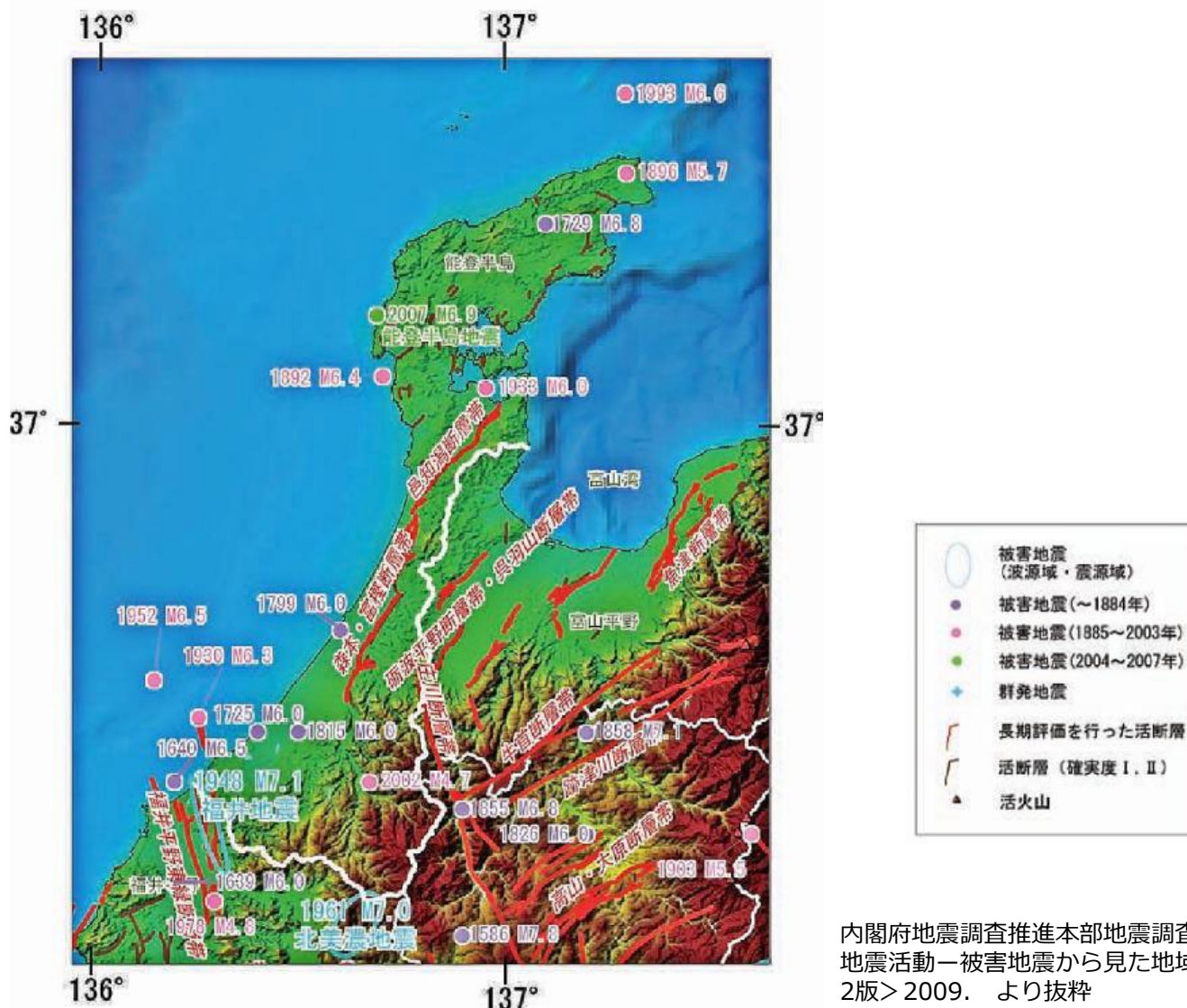
能登半島北部沿岸海域の構造図（暫定版）と令和6年能登半島地震の余震分布

岡村・佐脇・内出・宮下：令和6年（2024年）能登半島地震の関連情報—第五報 能登半島北部沿岸域の構造図と令和6年（2024年）能登半島地震の余震分布、産業技術総合研究所—地質調査総合センター

# 5. 北陸地方における主な被害地震

地震名・発生地域	発生年月日	マグニ チュード	被害の概要
能登・佐渡	1729年8月1日	6.6～7.0	珠洲郡、鳳至郡で死者5人、家屋全壊・同損壊791棟、輪島村で家屋全壊28棟。能登半島先端で被害が大きい。
加賀（金沢地震とも呼ばれる）	1799年6月29日		金沢城下で家屋全壊26棟、能美・石川・河北郡で家屋全壊964棟、死者は全体で21人。
羽前・羽後・越後・佐渡	1833年12月7日	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	死者47人。
濃尾地震	1891年10月28日	8.0	家屋全壊25棟。
能登半島	1892年12月9日	6.4	羽咋郡高浜町・火打谷村で家屋破損あり。堀松村末吉で、死者1人、負傷者5人、家屋全壊2棟。（11日にも同程度の地震あり。）
能登半島	1933年9月21日	6.0	死者3人、負傷者55人、住家全壊2棟。
東南海地震	1944年12月7日	7.9	住家全壊3棟。
福井地震	1948年6月28日	7.1	死者41人、負傷者453人、家屋全壊802棟。
大聖寺沖地震	1952年3月7日	6.5	死者7人、負傷者8人。
北美濃地震	1961年8月19日	7.0	死者4人、負傷者7人。
能登半島沖地震	1993年2月7日	6.6	負傷者29人
能登半島地震	2007年3月25日	6.9	死者1人、負傷者356人、家屋全壊686棟（消防庁 第49報）。
石川県能登地方	2022年6月19日	5.4	負傷者6人、一部破損73棟（消防庁 第11報）。
石川県能登地方	2023年5月5日	6.5	死者1人、負傷者49人、住家全壊40棟（消防庁 第23報）。

# 能登半島周辺の主な被害地震



内閣府地震調査推進本部地震調査委員会：日本の地震活動—被害地震から見た地域別の特徴—〈第2版〉2009. より抜粋