

2024能登半島地震

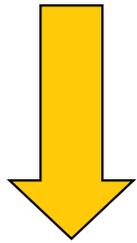


中日本航空提供

山岡耕春
名古屋大学

【準備】地震とマグニチュードについて

地面が揺れることだが...
地下に原因があってゆれる
「地震?なんだ〇〇か
「地震のような揺れ」



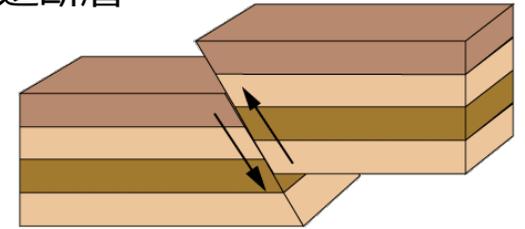
地下の岩盤の破壊によって揺れが発生し地面がゆれること。

一連の現象を「地震」と呼ぶ

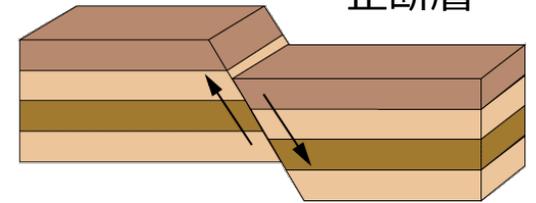


地震は断層運動

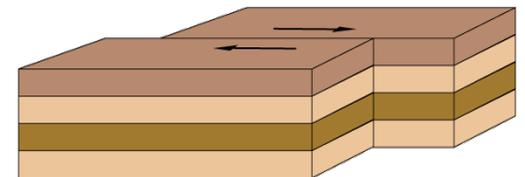
逆断層



正断層



横ずれ断層



【準備】地震とマグニチュードについて

大きなマグニチュードの地震は、広い断層のずれとなる

M9

東北地方太平洋沖地震
東西 200km 南北 500km
ずれ最大 50m

M8

100km x 100km
ずれ 5 m

M7



30km x 30km
ずれ 1.5m

M6



10km x 10km
ずれ 50cm

M5



3km x 3km
ずれ 15cm

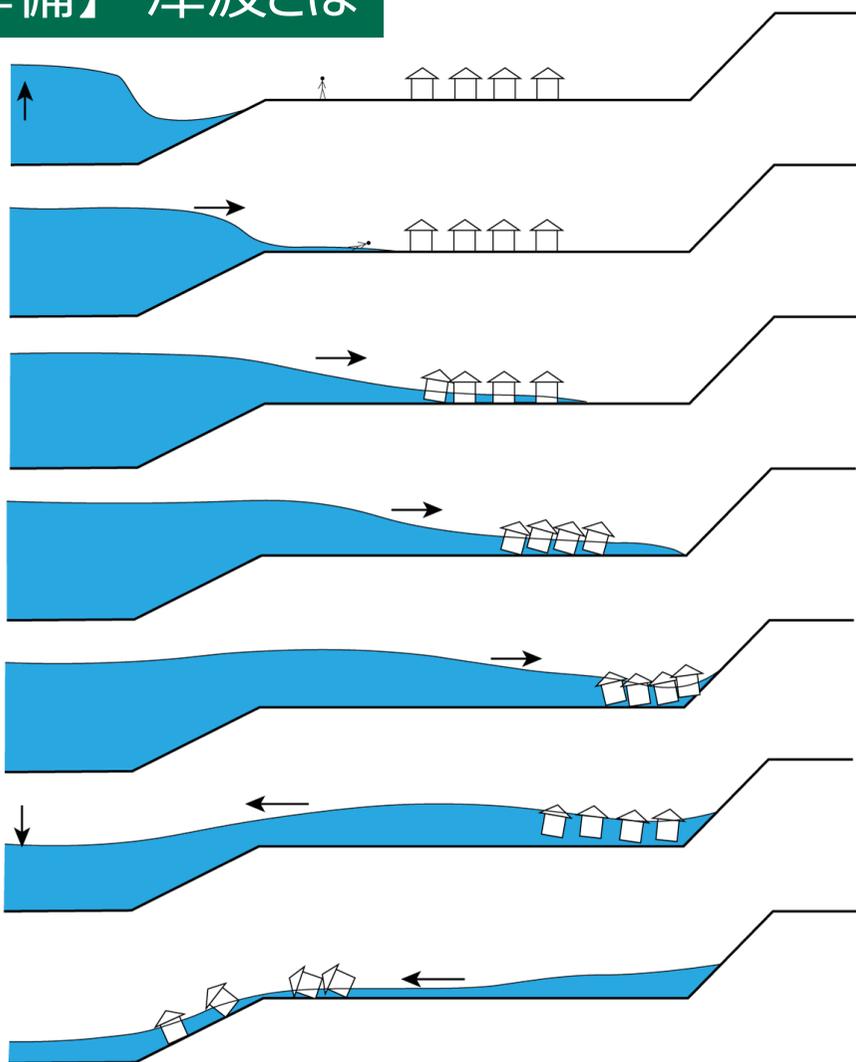
断層のずれが大きくなると地表にもズレが現れる

熊本地震



(産総研 地震予知連資料)

【準備】津波とは



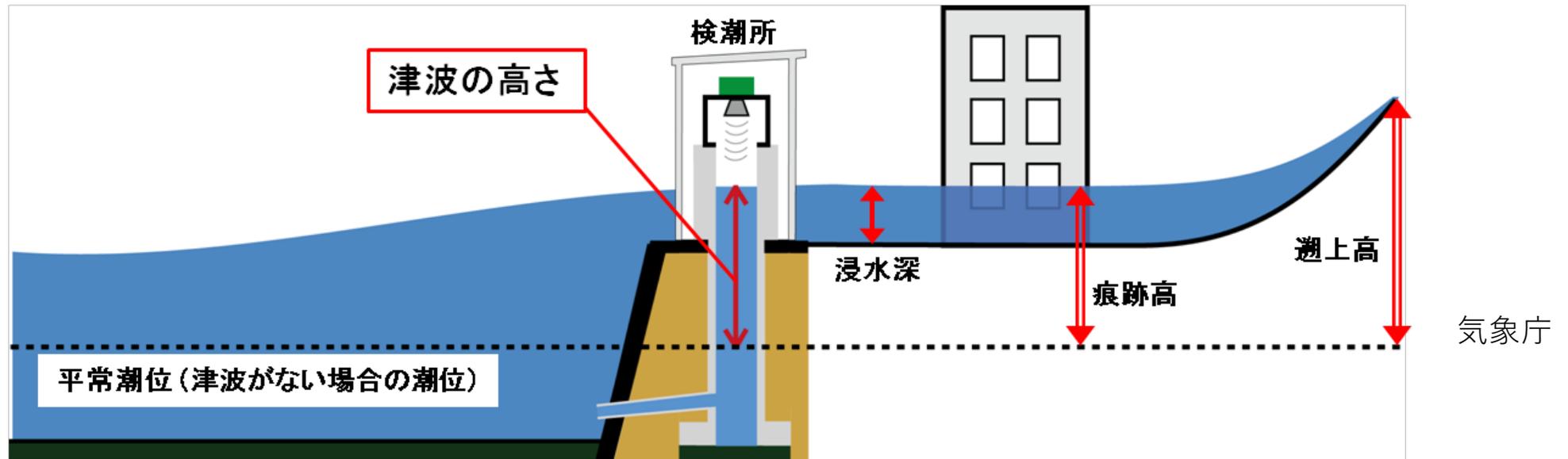
津波は普通の波とは異なる

「波長が長い」はわかりにくいので…
海岸で水位が上昇してから下降するまでの時間が長い

そのため、海水が内陸奥深くにまで、強い流れとなって浸入する

海水が海に戻るときも、強い流れとなる。

【準備】 津波の高さ・浸水深



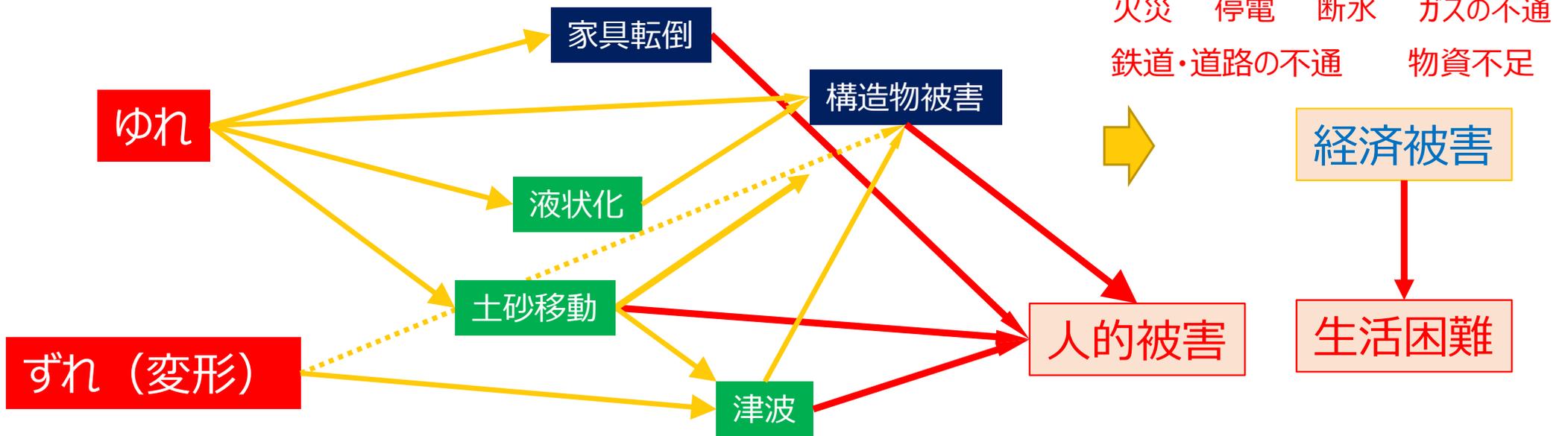
気象庁の発表は「津波の高さ」

ハザードマップは「浸水深」

- ✓ 震源想定、地形により異なる
- ✓ 津波の高さのまま内陸が浸水するわけでもない
- ✓ ハザードマップで確認

【準備】地震による災害

生命と生活を守ることが防災の目的



備え

- 家族防災会議
- 建物の耐震化
- 家具の転倒防止
- 避難路確認
- 非常用品の準備
- 非常食・水
- その他

発災

- 身の安全の確保
- 避難
- 余震への警戒
- その他

発災後の生活

- 停電・断水対応
- 避難所での生活
- 移動手段・物流の確保
- その他

余震

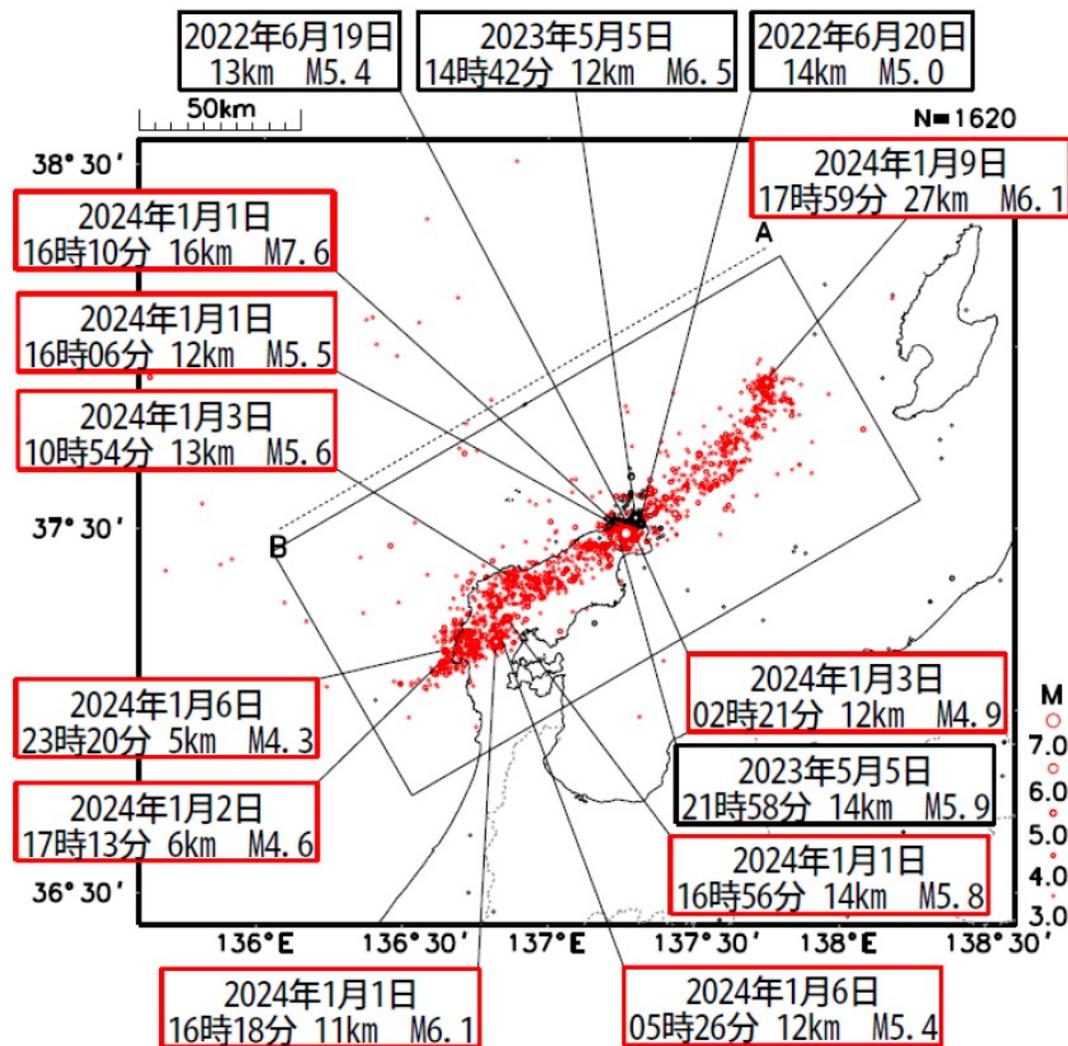
気象庁 2024年1月22日報告

余震分布がおおむね地震時に動いた断層の範囲を示す。能登半島北部全域を含み、東は佐渡島付近まで伸びている。

最大余震は1月1日16:18に、断層の西端で発生
(M6.1, 深さ11km)

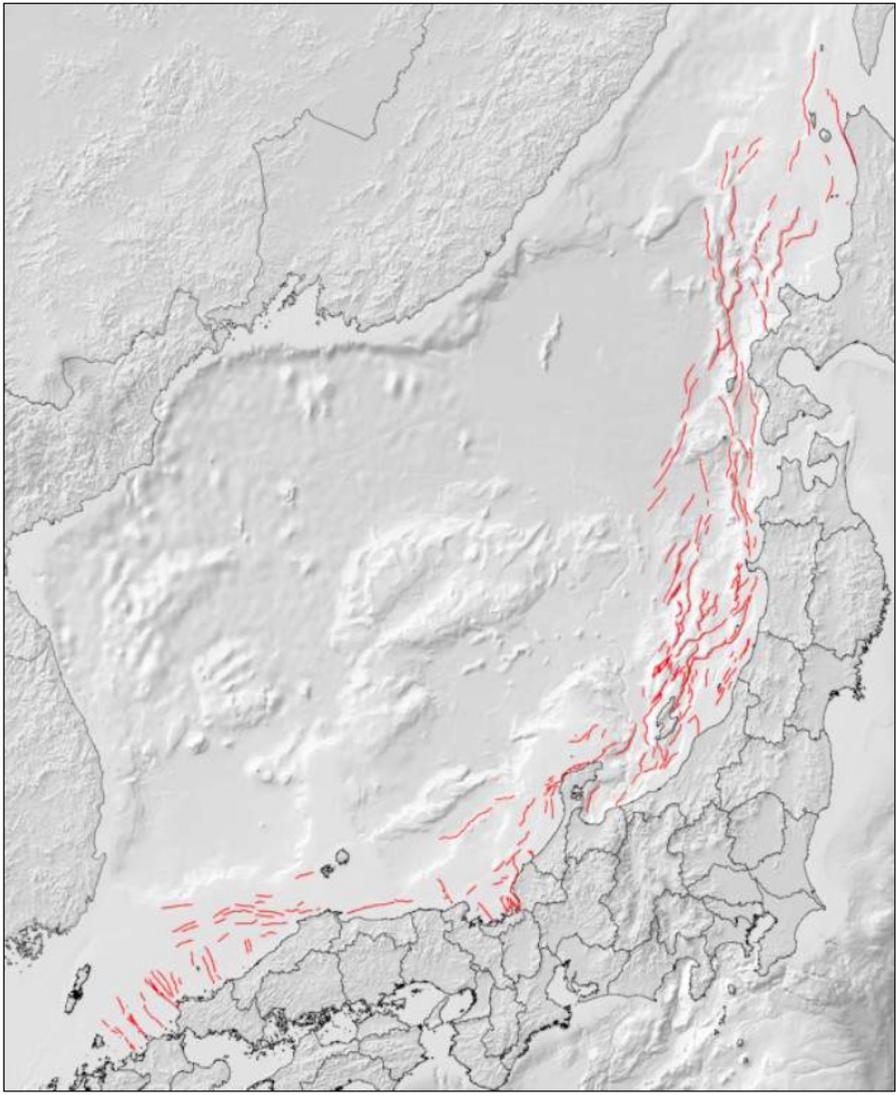
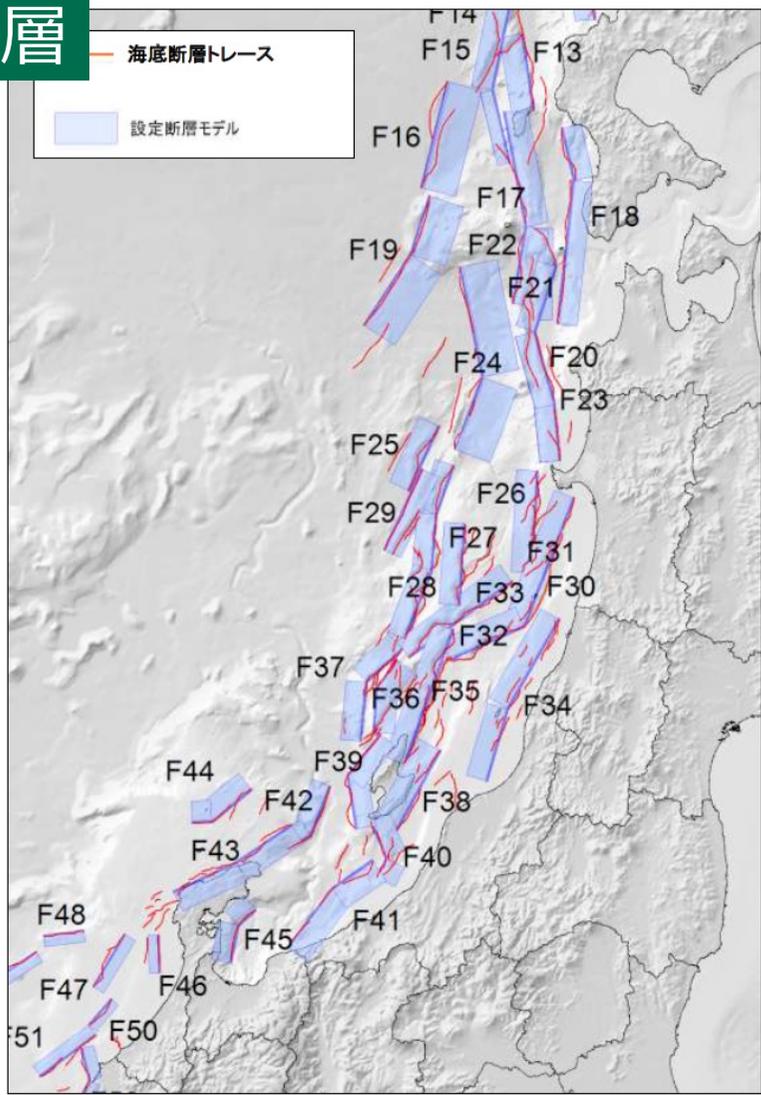
および

1月9日17:59に断層の東端で発生
(M6.1, 深さ27km)



日本海東縁の断層

東日本大震災後、日本海沿岸の津波ハザード評価のため、国土交通省・内閣府・文部科学省が合同して、日本海東縁部海底の活断層の分布についてとりまとめた。



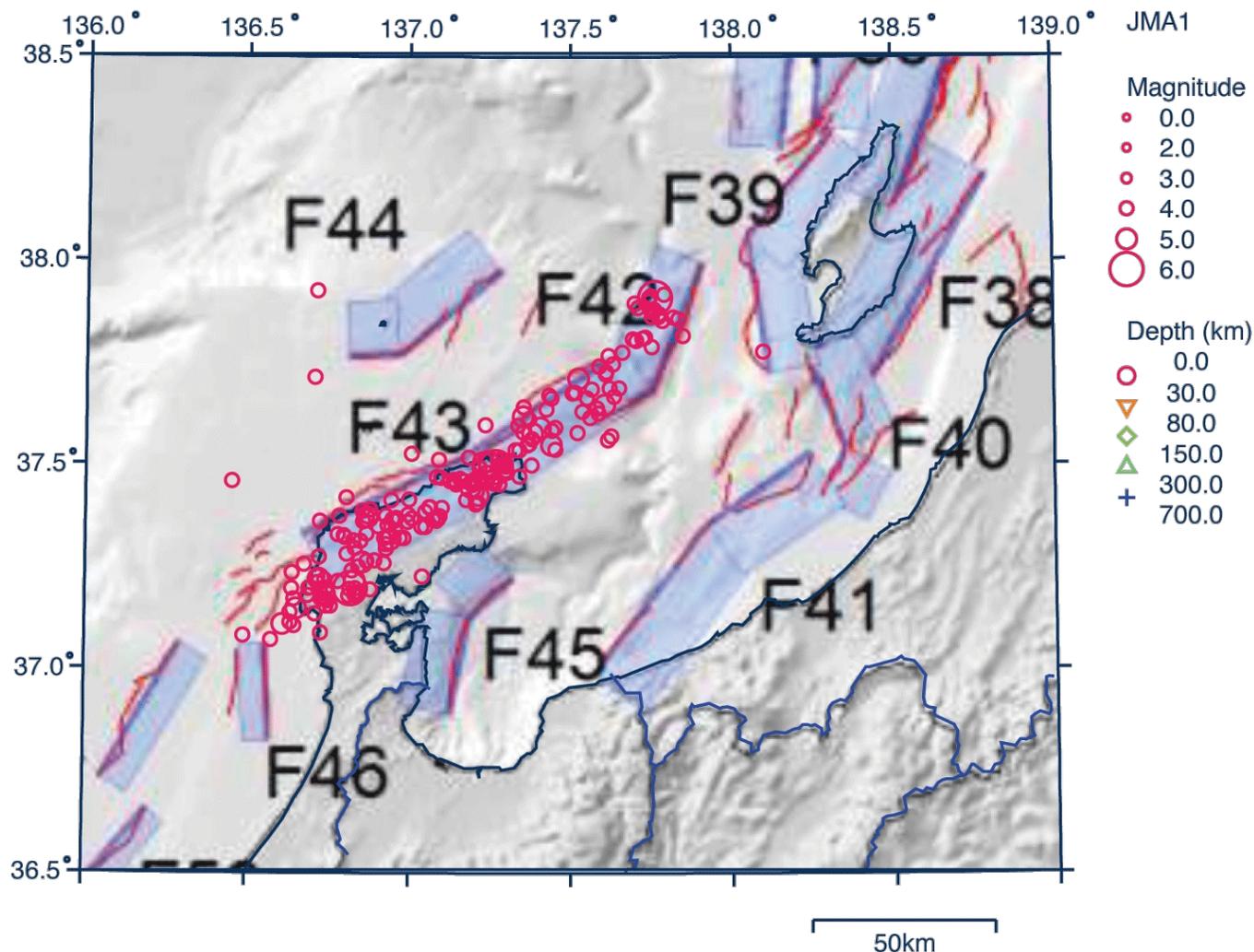
2024年能登半島地震との比較

2024/01/01 00:00-2024/01/21 24:00 N= 204
H :0.0- 50.0km M: 4.0-9.9

F43断層の全域 + F42断層と重なっている。

F43断層は、能登半島方向（南東方向）に傾斜する逆断層。

F42断層は、北西方向に傾斜する逆断層



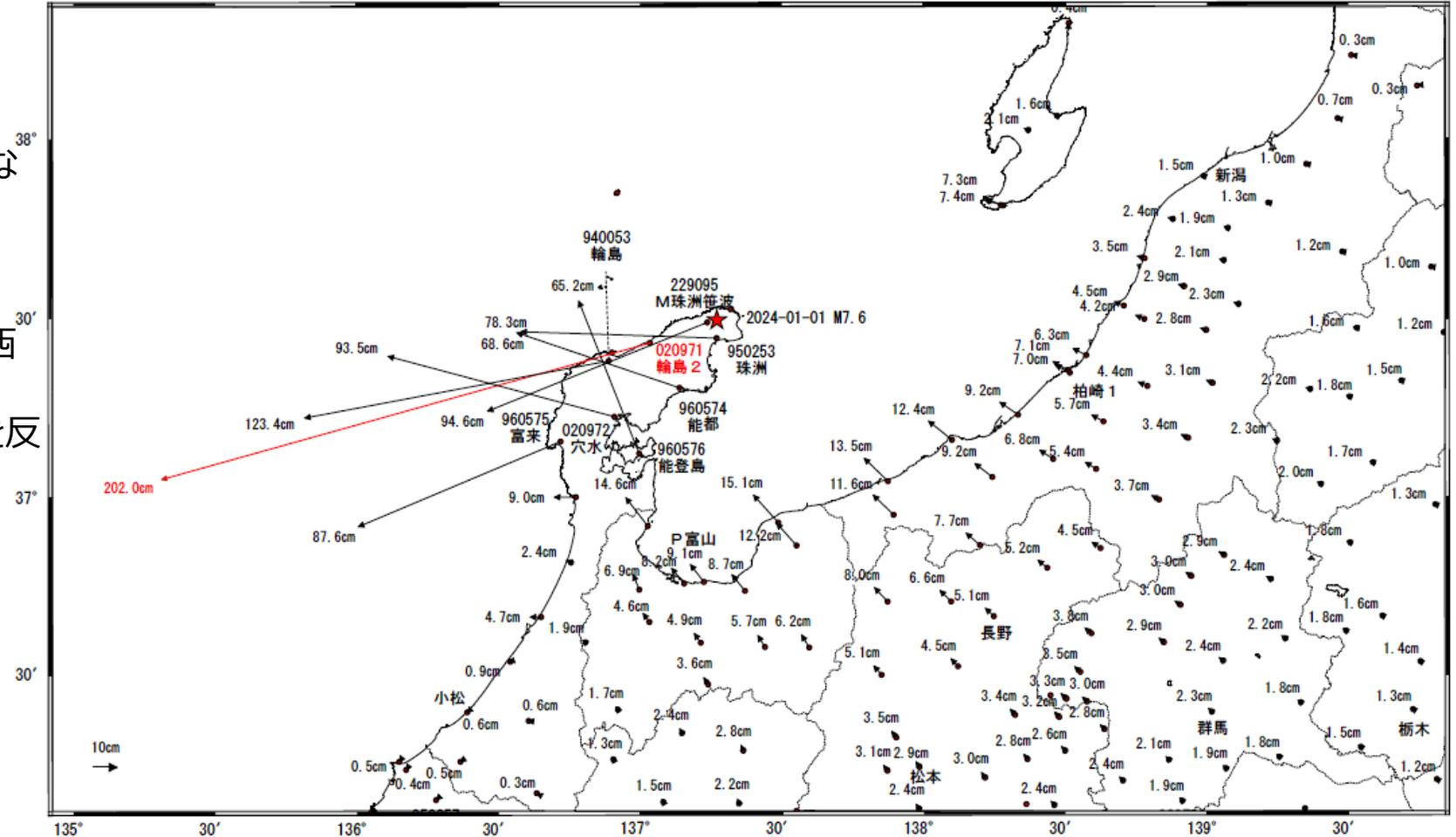
地殻変動

基準期間: 2023-12-25~2023-12-31 [R5: 速報解]
比較期間: 2024-01-02~2024-01-07 [R5: 速報解]

GNSSによる観測
水平方向の動き

離れた場所では逆断層的な動きを反映
→ 逆断層が主な動き

輪島・珠洲・穴水などでは西
向きの動きが目立つ
→ 局所的な断層の動きを反映しているのだろうか



国土地理院

☆ 固定局: 三隅 (950388) ★ 震央

地殻変動

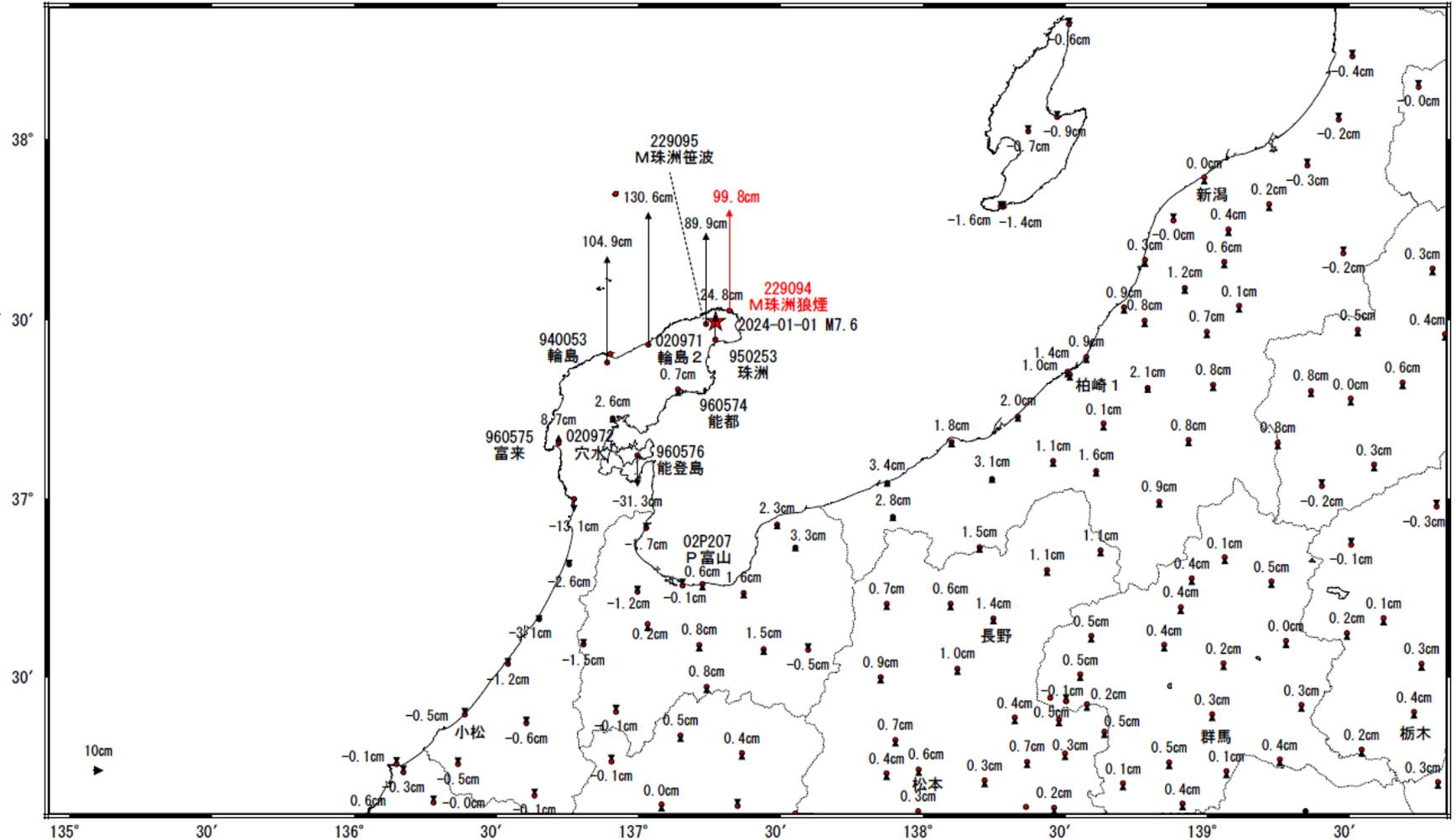
基準期間: 2023-12-25~2023-12-31 [R5: 速報解]
比較期間: 2024-01-02~2024-01-08 [R5: 速報解]

GNSSによる観測
上下方向の動き

能登半島北部では隆起

穴水・能登島では沈降

逆断層の動き



国土地理院

☆ 固定局: 三隅 (950388) ★ 震央

※一部の観測点は、局所的な地盤変動の影響を受けている可能性がある。

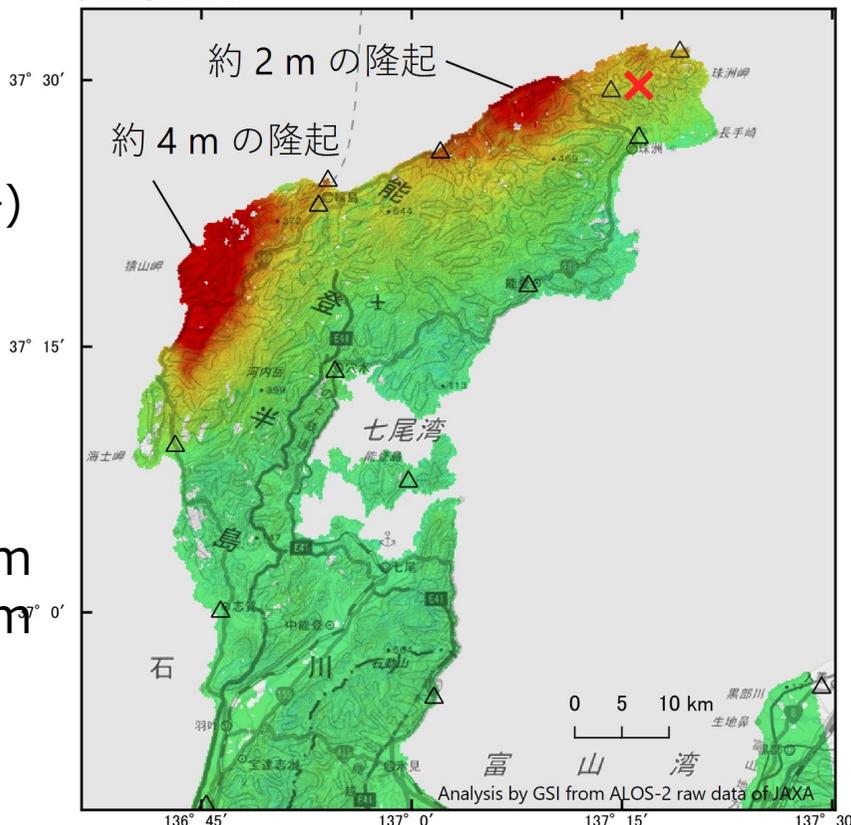
地殻変動

ALOS-2 (だいち2号)
のデータを解析
(国土地理院)

隆起量

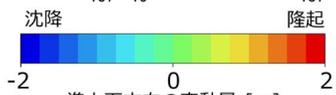
珠洲市の北海岸は2m
輪島市の西海岸は4m

準上下方向



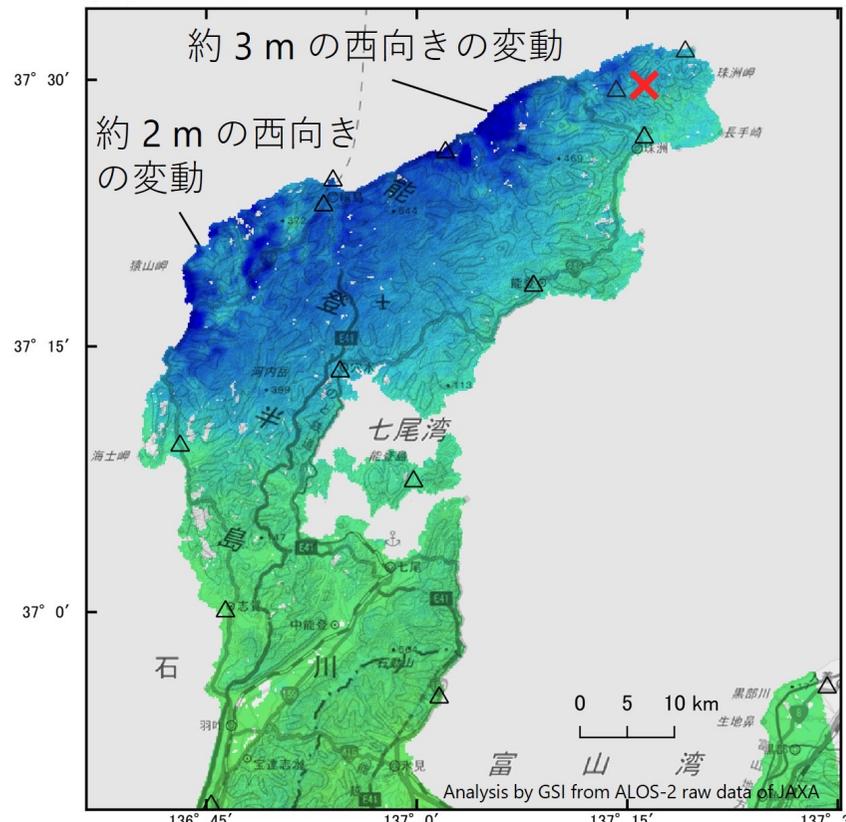
△ 国土地理院GNSS観測点

× 震央 2024-01-01 16:10
深さ16km M7.6 (気象庁発表)



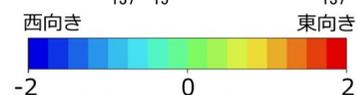
※スケール以上の変動は一律に青/赤で表示されます

準東西方向



△ 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)

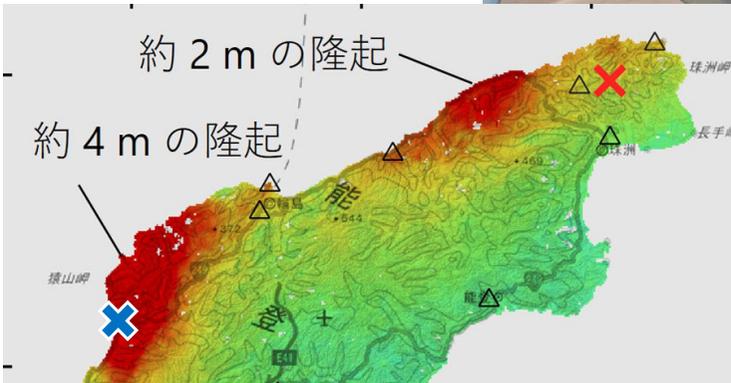


※スケール以上の変動は一律に青/赤で表示されます

隆起した海岸



Photo by Yamaoka on Jan. 7, 2024



隆起した海岸

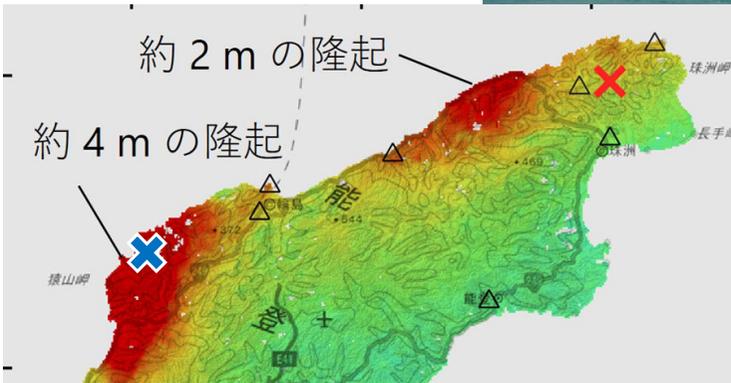


Photo by Yamaoka on Jan. 7, 2024

隆起した海岸

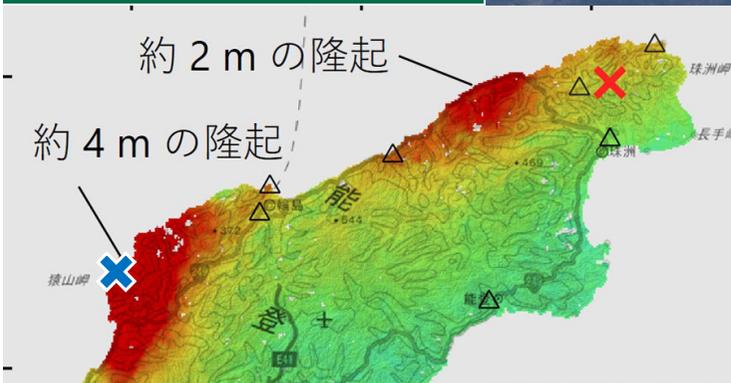


Photo by Yamaoka on Jan. 7, 2024

崩れた海岸の崖

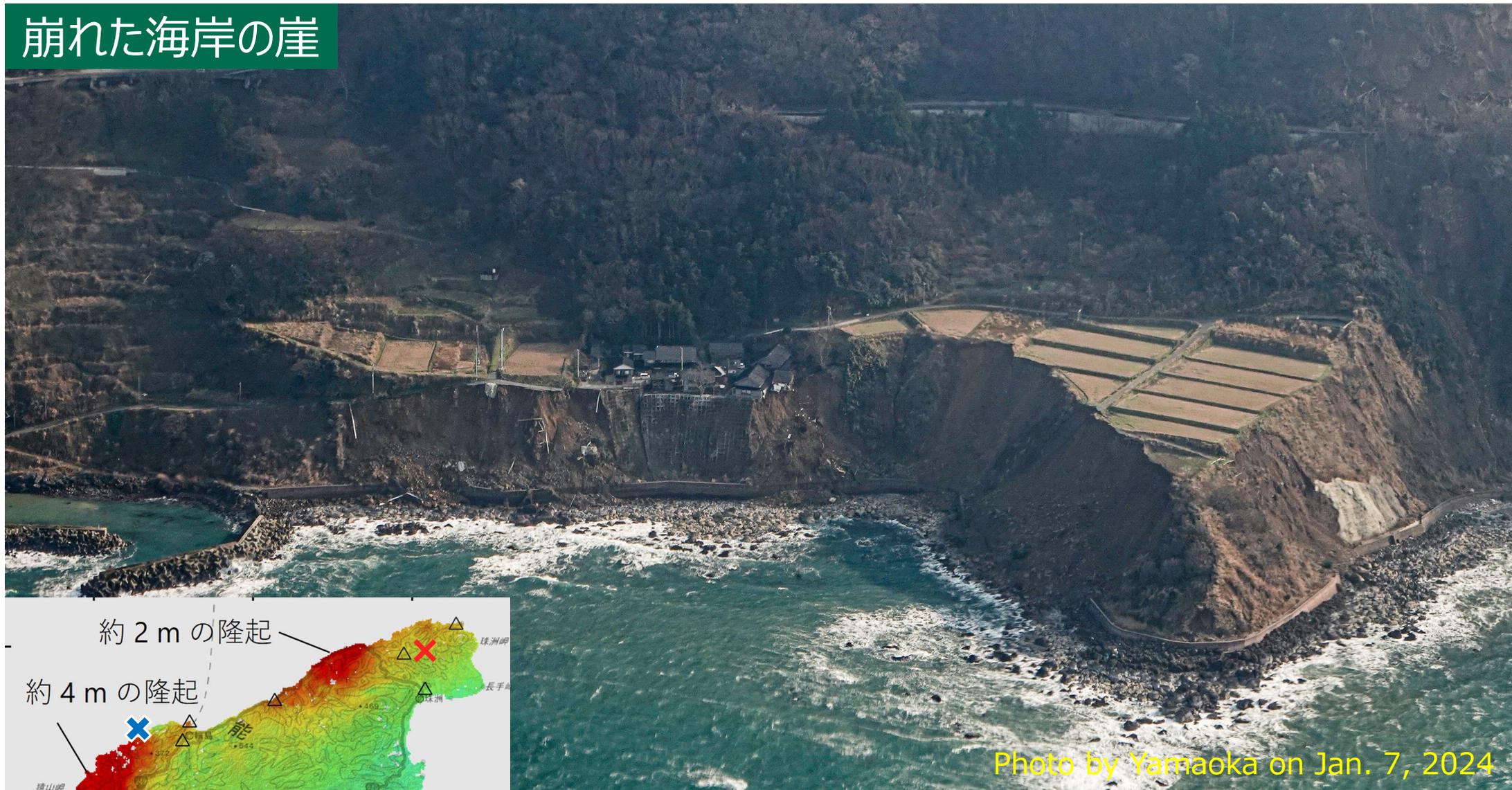


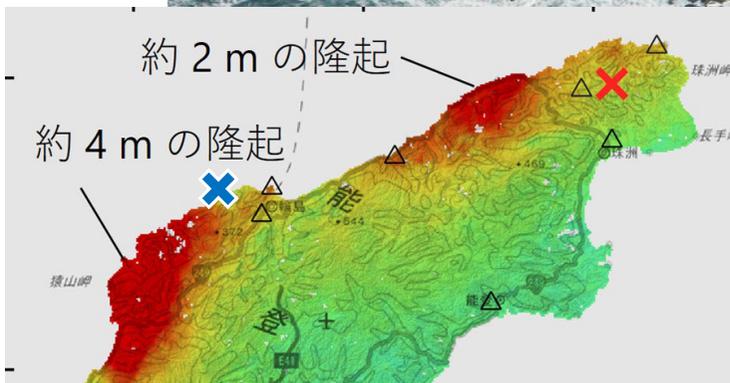
Photo by Yamaoka on Jan. 7, 2024



隆起した海岸



Photo by Yamaoka on Jan. 7, 2024



隆起した海岸



Photo by Yamaoka on Jan. 7, 2024



隆起した海岸

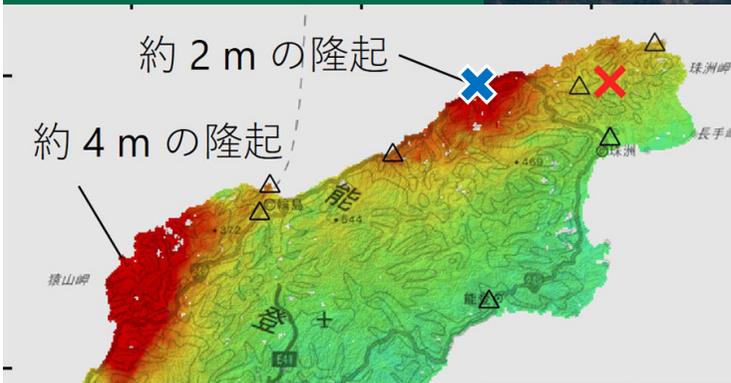


Photo by Yamaoka on Jan. 7, 2024

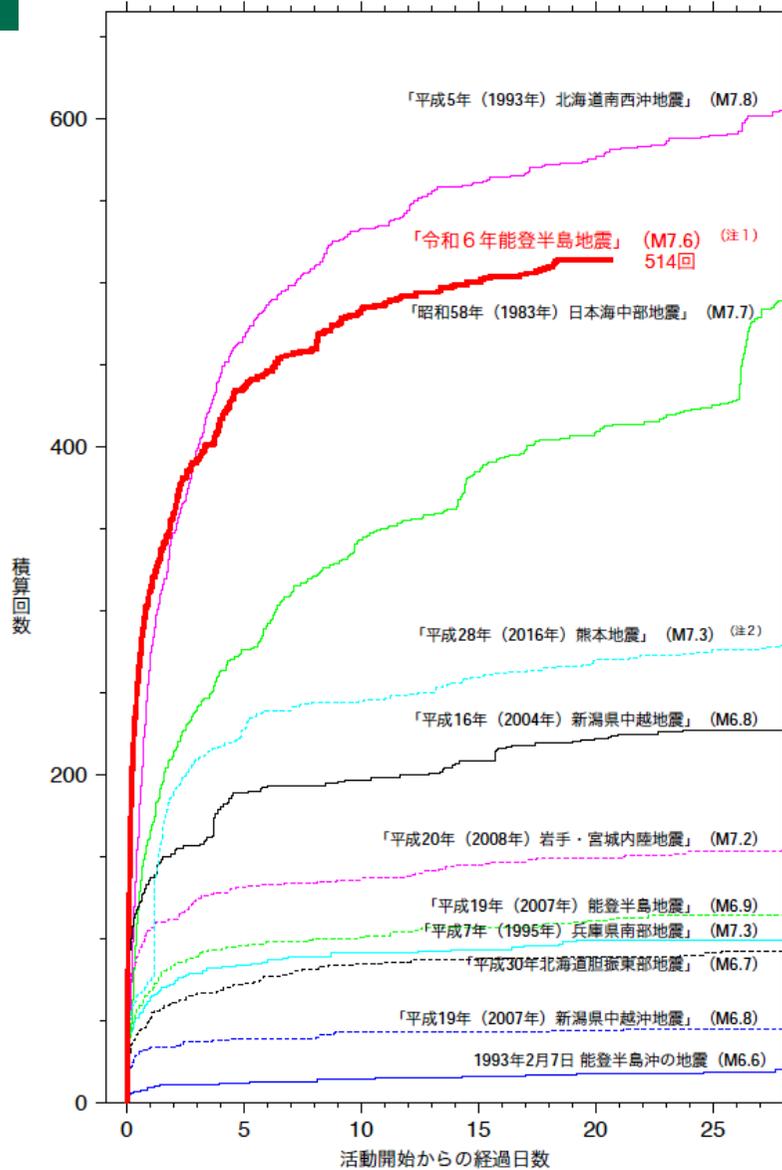
余震

余震の数は、同程度の地震としては平均的

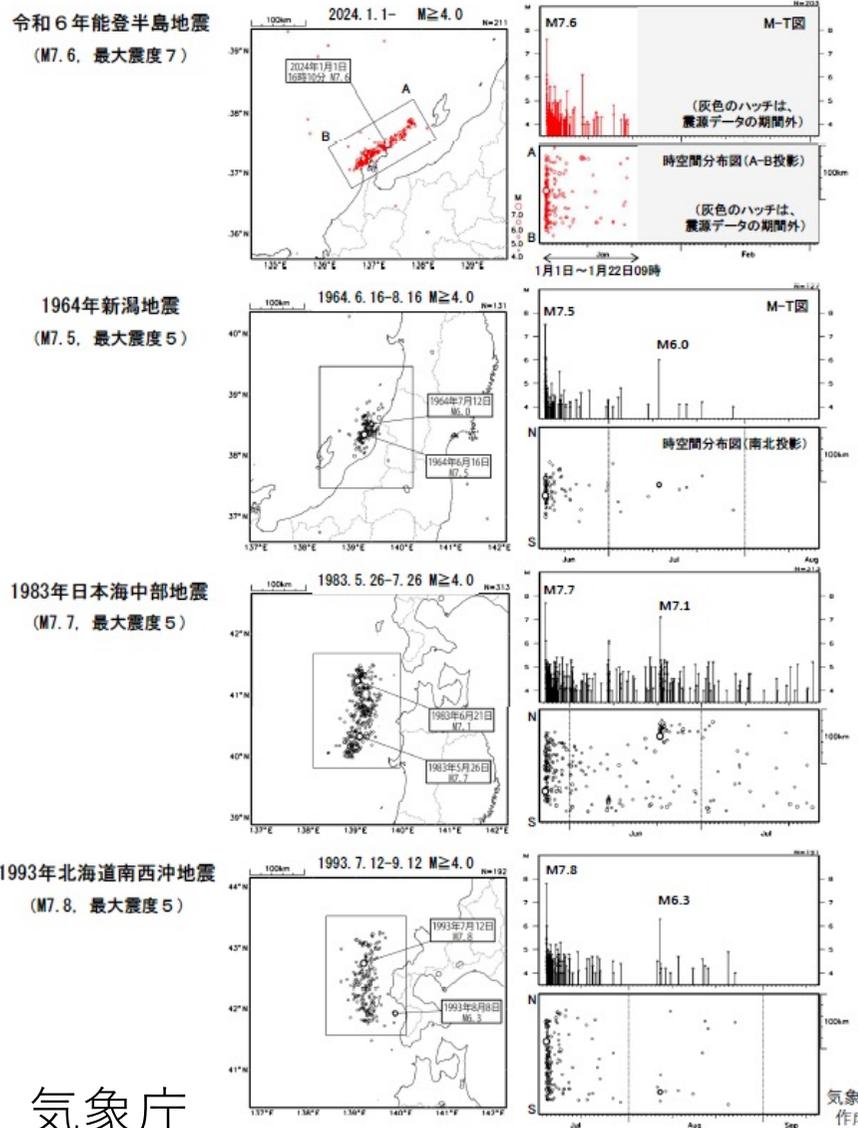
熊本地震よりは圧倒的に多い

今後：忘れた頃に大きめの地震が発生することもあるので、注意

陸のプレートでの主な地震活動の地震回数比較 (マグニチュード3.5以上)
2024年01月22日09時00分現在



日本海沿岸で発生した過去の大地震 (地震活動比較、2か月間)



気象庁

気象庁
作成

断層の動き

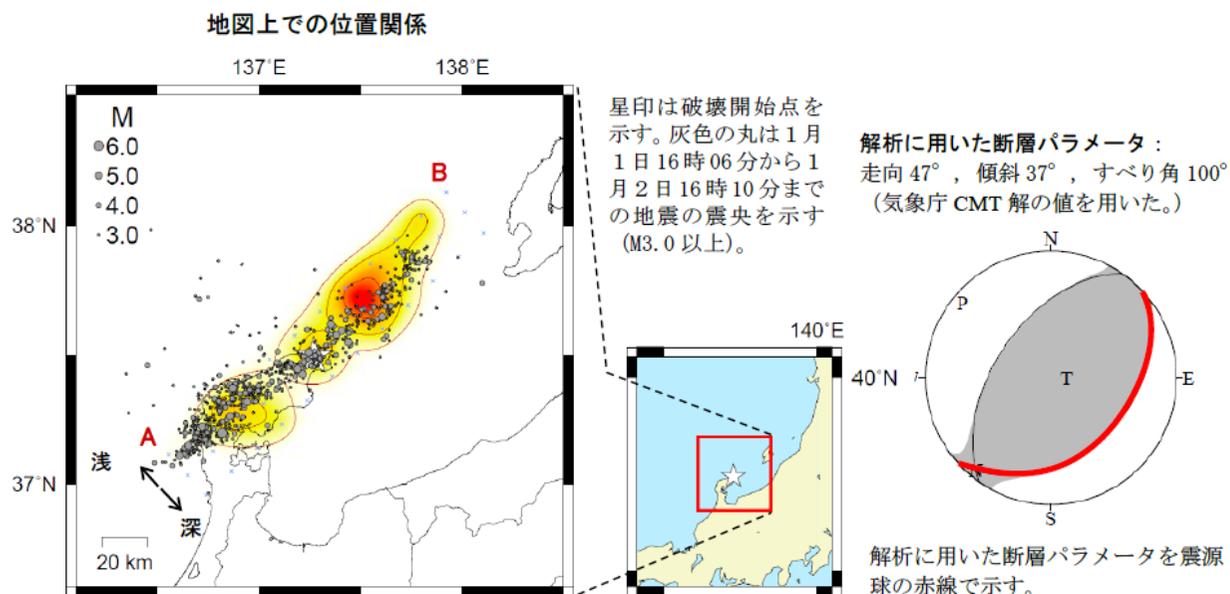
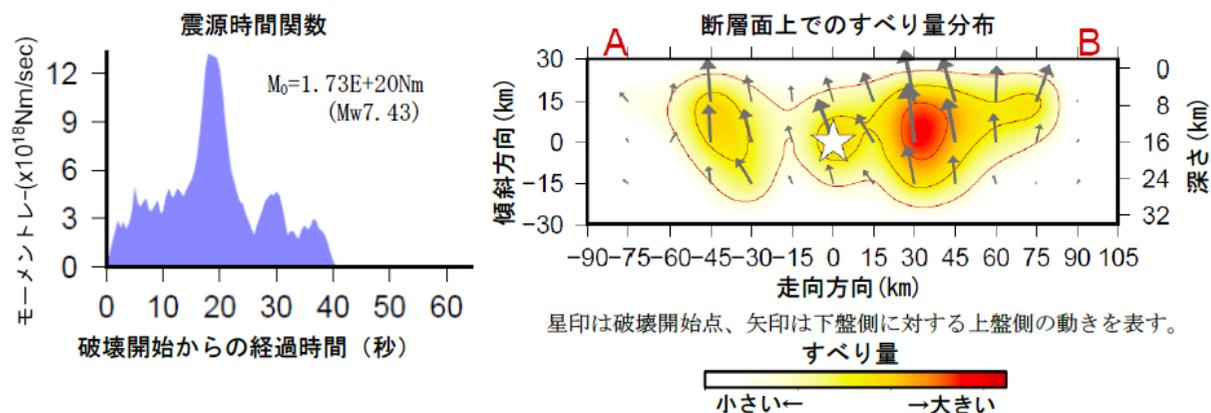
断層破壊の継続時間（断層がずれ始めてからずれ終わるまでの時間）は、約40秒

→長い時間揺すられ続けた

断層は能登半島北部の直下にまで及ぶ

→揺れが強かった。

強い揺れが長時間続いたことで、被害を増大させた。



(注1) 解析に使用したプログラム

M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

作成日：2024/01/05

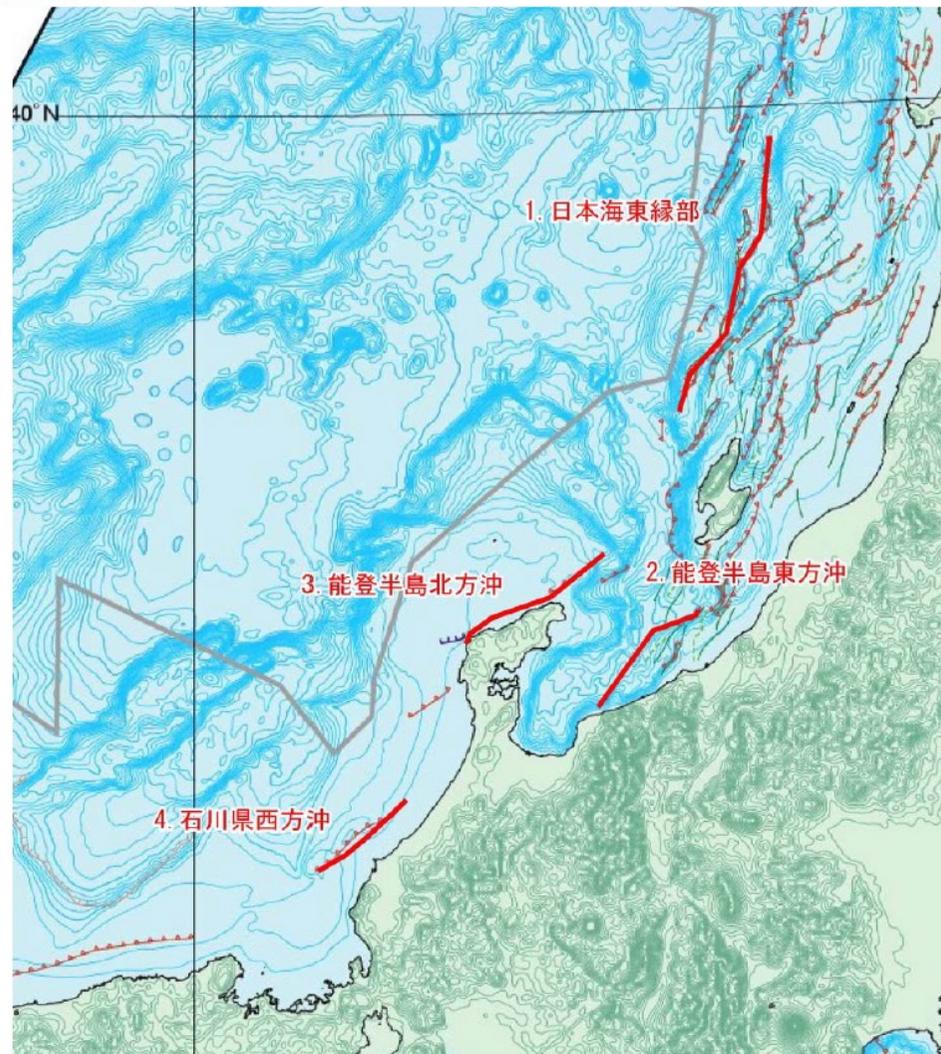
気象庁 (地震調査委員会資料)

津波想定

石川県は、国土交通省などの海域断層調査をもとに、断層モデルを設定し、津波ハザードマップを作っていた。

3. 能登半島北方沖の断層は、2024年能登半島沖地震の震源断層とほぼ一致する。

想定波源位置図



「日本周辺海域中新世最末期以降の構造発達史の付図『日本周辺海域の第四紀地質構造図』2001」に加筆

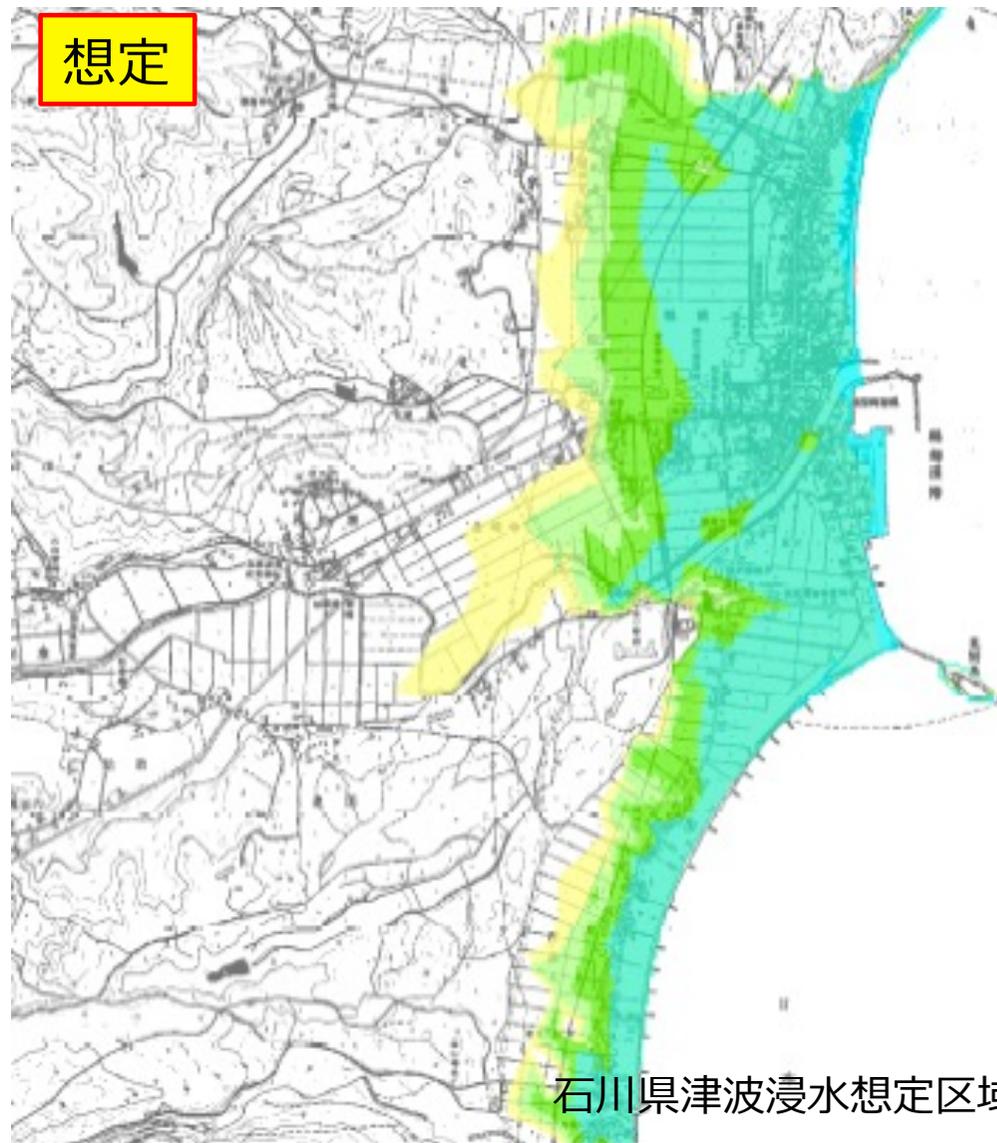
石川県津波浸水想定区域図

津波想定

実際



想定



志賀原発の審査資料

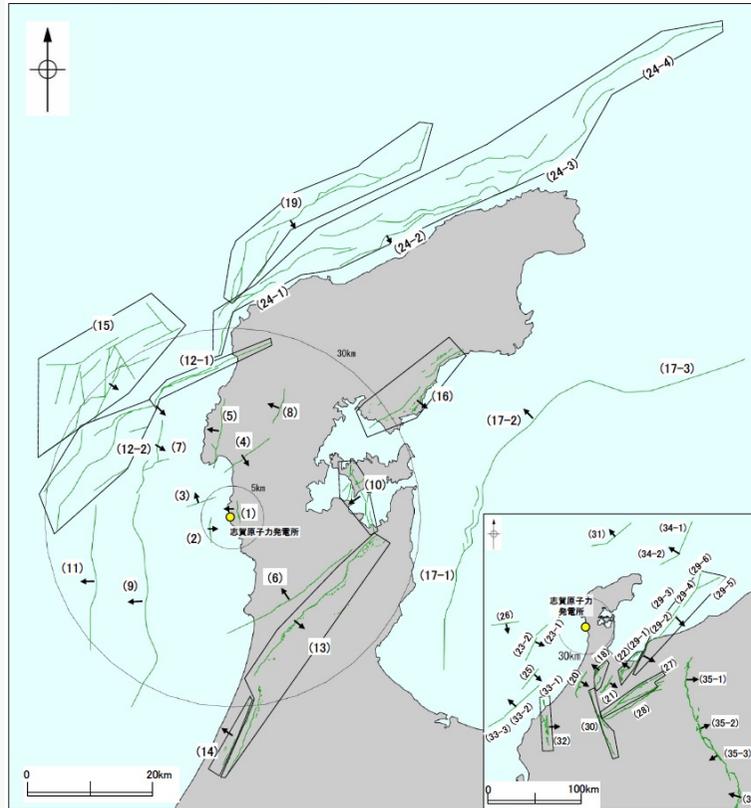
周辺の断層

志賀原子力発電所の原子力規制庁の審査資料に、記載がある。「能登半島北部沿岸断層帯」の4つのセグメントが連動して破壊したのと思われる。

Ⅱ. 敷地周辺の断層の分布と評価結果 一概要一

○敷地周辺において、震源として考慮する活断層を下図表に示す。
○なお、文献調査等により抽出した全ての断層等の評価概要をP.6～9に示す。

紫字は設置変更許可申請以降、追加・評価を見直した箇所



能登半島周辺に分布する断層は、日本海の形成時に伸張応力場で形成された古い地質構造に強く規制されており、正断層として形成されたものが、現在の東西圧縮のもと、逆断層として再活動している(インバージョンテクトニクス)と考えられている。伸張応力場で形成された正断層は、一般に高角度とされている。

※1: []内の長さは文献に示された長さ
※2: 断層の傾斜角は、調査結果に基づくものである。
地震動評価及び津波評価においては、調査結果の不確実性を考慮して傾斜角を別途設定する。

震源として考慮する活断層

断層名	断層長さ	運動の評価	傾斜 ^{※2}	備考
(1) 福浦断層	3.2 km		60~80° W	第1009回、第1064回審査会で説明
(2) 兎岩沖断層	4.0 km		E	
(3) 基盤島沖断層	4.9 km		NW	
(4) 富来川南岸断層	9.0 km		60° SE	
(5) 酒見断層	11.0 km		W	次回以降説明
(6) 窟文山第2断層	23.0 km		60° NW	
(7) 海士岬沖断層帯	12.2 km		60° SE	今回説明
(8) 富来川断層	5.6 km		W	次回以降説明
(9) 羽咋冲東拗曲	33.6 km		60° W	
(10) 能登半島の浦断層帯	11.6 km		60° W	今回説明
(11) 羽咋冲西拗曲	23.0 km		60° W	
(12-1) 笹波冲断層帯(東部)	20.6 km	笹波冲断層帯(全長) 45.5km	60° SE	
(12-2) 笹波冲断層帯(西部)	25.3 km			
(13) 島知海南縁断層帯	44.3 km		30° SE	次回以降説明
(14) 埴山一八野断層	11.8 km		40° W	
(15) 前ノ瀬東方断層帯	29.5 km		SE	今回説明
(16) 能都断層帯	19.8 km		SE	次回以降説明
(17-1) 富山湾西側海域断層(南部)	22 km	富山湾西側海域断層 79 km	30~50° NW	今回説明
(17-2) 富山湾西側海域断層(北部)	7.0 km			
(17-3) TB3	[24 km] ^{※1}			
(18) 砺波平野断層帯(西部)	26 km		45~50° NW	次回以降説明
(19) 猿山岬北方断層	41 km		65° SE	今回説明
(20) 森本・富樫断層帯	28 km		40~60° E	
(21) 砺波平野断層帯(東部)	21 km		SE	次回以降説明
(22) 奥羽山断層帯	35 km		45° NW	
(23-1) KZ3	16 km	KZ3・KZ4	60° SE	
(23-2) KZ4	26 km			
(24-1) 猿山沖セグメント	28 km	能登半島北部沿岸断層帯 96 km	60° SE	今回説明
(24-2) 輪島沖セグメント	28 km			
(24-3) 珠洲沖セグメント	26 km			
(24-4) 根剱セグメント	26 km			
(25) KZ6	26 km		55° SE	
(26) KZ5	28 km		60° S	
(27) 牛首断層帯	78 km		ほぼ垂直	次回以降説明
(28) 跡津川断層帯	69 km		ほぼ垂直	
(29-1) 魚津断層帯	40 km	能登半島東方沖の断層 85 km	魚津断層帯及び能登半島東方沖の断層 128 km	30~45° SE
(29-2) TB5	29 km			
(29-3) TB6	17 km			
(29-4) J01	22 km			
(29-5) J02	27 km			
(29-6) J03	17 km			
(30) 御母衣断層	74 km		高角	次回以降説明
(31) NT1	45 km		50° NW	今回説明
(32) 福井平野東縁断層帯	45 km		20~40° E	次回以降説明
(33-1) FU1	6.7 km	石川県西方沖の断層 65 km	50~60° NW	今回説明
(33-2) FU2	21 km			
(33-3) FU3	21 km			
(34-1) NT2	37 km	NT2・NT3	50° NW	
(34-2) NT3	20 km			
(35-1) 糸魚川-静岡構造線活断層系(北部)	50 km	糸魚川-静岡構造線活断層系 158 km	30~60° E	次回以降説明
(35-2) 糸魚川-静岡構造線活断層系(中北部)	45 km			
(35-3) 糸魚川-静岡構造線活断層系(中南部)	33 km			
(35-4) 糸魚川-静岡構造線活断層系(南部)	48 km			

津波評価に影響を与える海域の断層(海域から連続する陸域の断層を含む)の評価について今回説明する。

確率論的 地震動予測地図

確率論的地震動予測地図には、能登半島北方沖の断層が反映されていない。



日本海東縁の断層の評価がまだ終わっていない。
断層の位置はわかっても、繰り返し間隔は不明。



確率評価ができない。

