

「令和6年能登半島地震」の地震活動

震央分布図

(2020年12月1日～2024年8月31日、
深さ0～30km、 $M \geq 3.0$)

震源のプロット

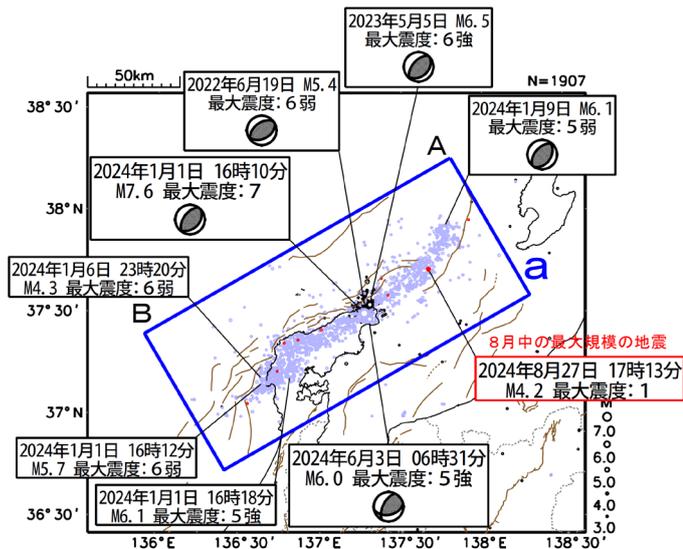
黒色 2020年12月1日～2023年12月31日

水色 2024年1月1日～7月31日

赤色 2024年8月1日～31日

吹き出しは最大震度6弱以上の地震、 $M6.0$ 以上の地震
及び8月中の最大規模の地震

図中の発震機構はCMT解



図中の茶色の線は、地震調査研究推進本部の
長期評価による活断層を示す。

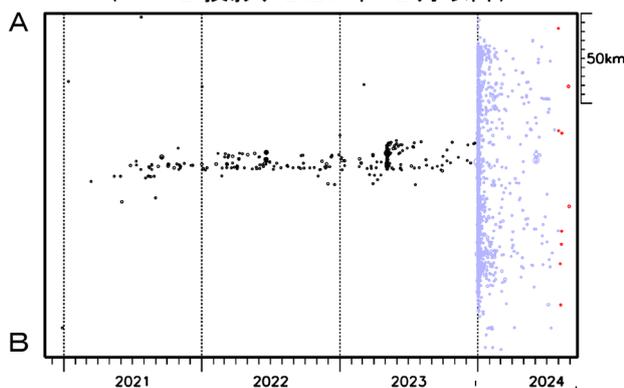
能登半島では2020年12月から地震活動が活発になっており、2023年5月5日には $M6.5$ の地震 (最大震度6強) が発生していた。2023年12月までの活動域は、能登半島北東部の概ね30km四方の範囲であった。

2024年1月1日16時10分に石川県能登地方の深さ16kmで $M7.6$ (最大震度7) の地震が発生した後、地震活動はさらに活発になり、活動域は、能登半島及びその北東側の海域を中心とする北東-南西に延びる150km程度の範囲に広がっている。

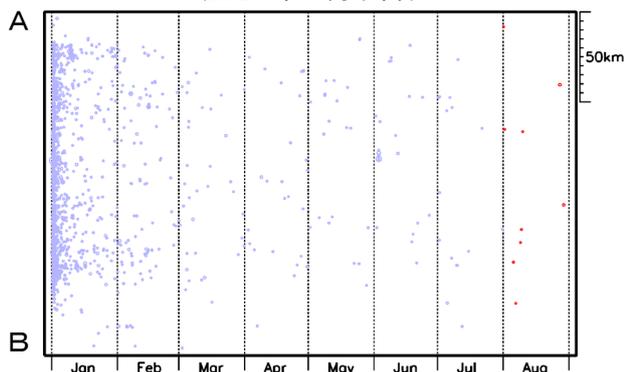
2024年8月中の最大規模の地震は、27日17時13分に佐渡付近の深さ18kmで発生した $M4.2$ の地震 (最大震度1) である。

地震の発生数は増減を繰り返しながら大局的には緩やかに減少してきているが、8月中に震度1以上を観測した地震が18回発生するなど活発な状態が続いている。

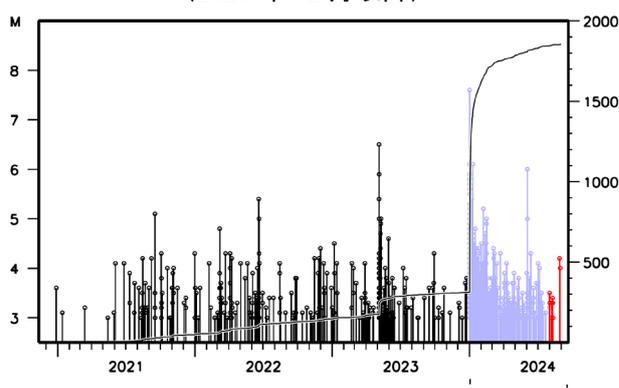
領域 a 内の時空間分布図
(A-B投影、2020年12月以降)



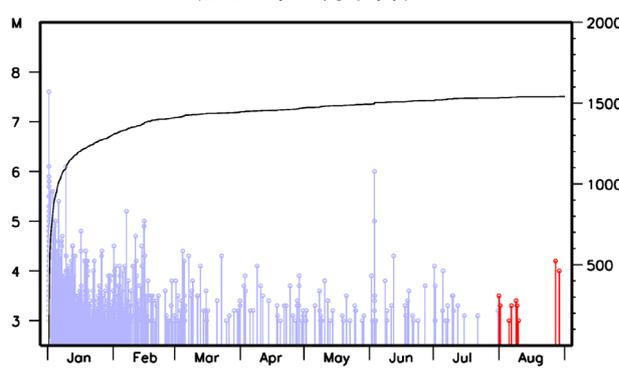
(2024年1月以降)



領域 a 内のM-T図及び回数積算図
(2020年12月以降)



(2024年1月以降)



「令和6年能登半島地震」(M7.6発生後の詳細な震源分布、長期評価による活断層との比較)

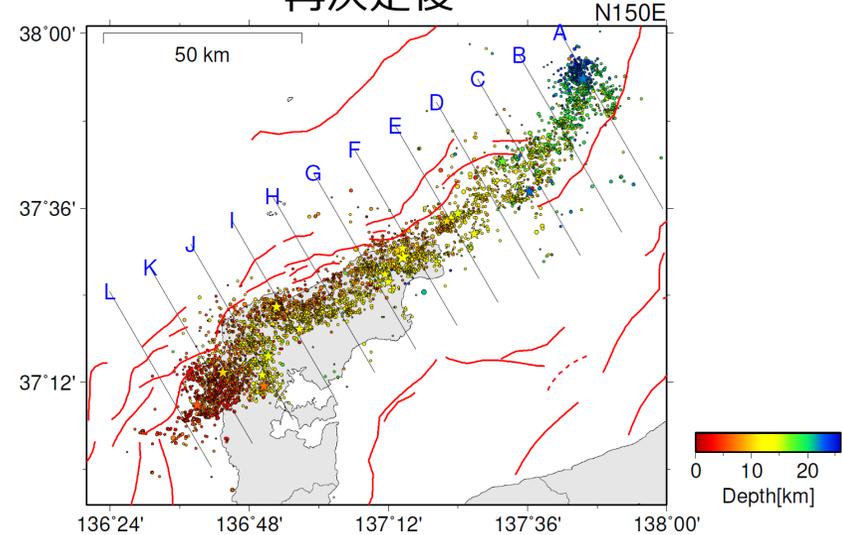
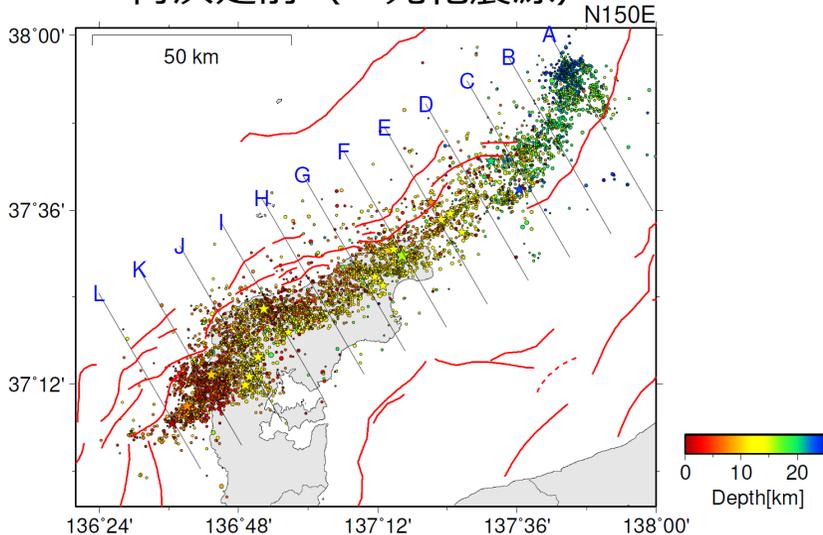
波形相関DD法により再決定した震源データ：2024年1月1日～1月10日、深さ0～40km、M \geq 2.0

- ・Mが大きい震源を手前に表示
- ・M5.0以上の震源を前面に☆で大きく表示

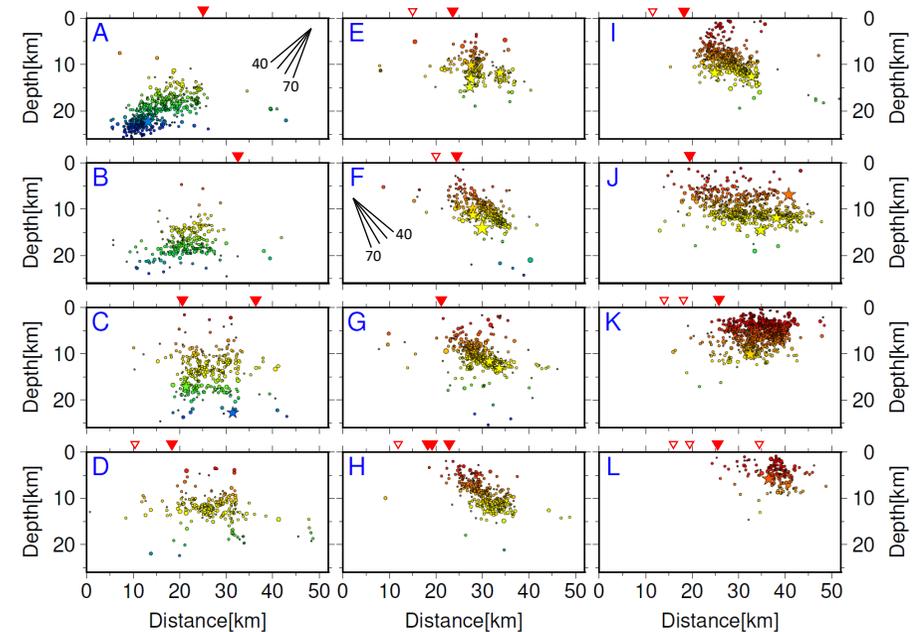
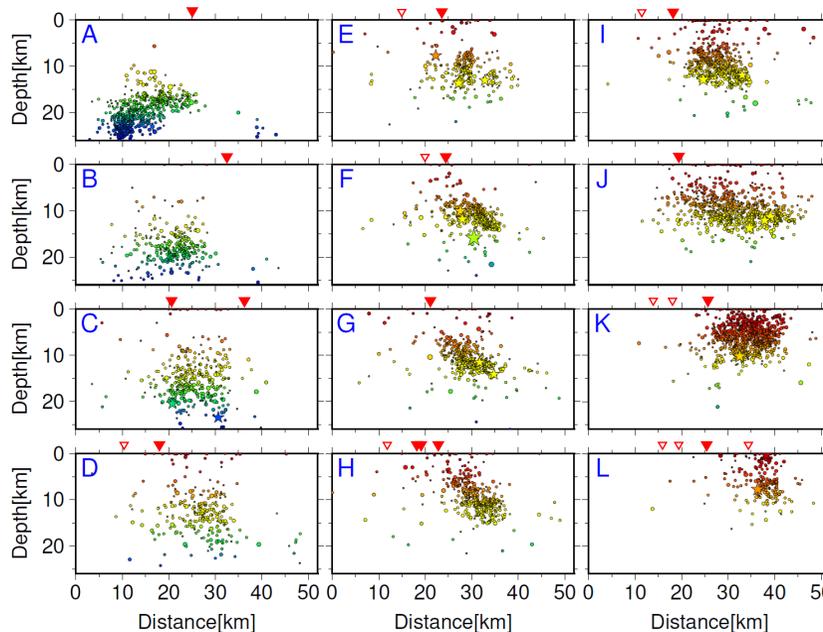
再決定前 (一元化震源)

再決定後

震央分布図



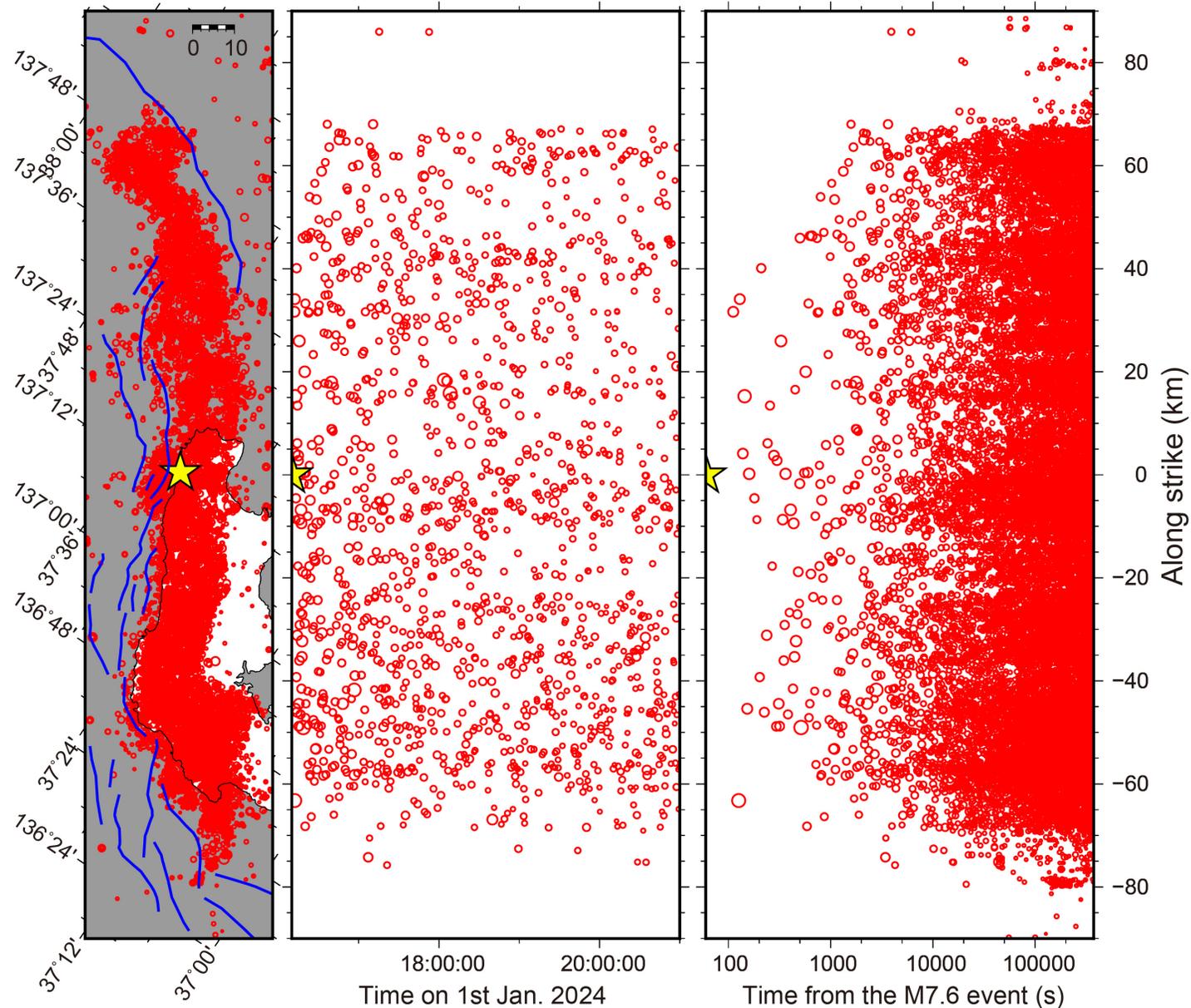
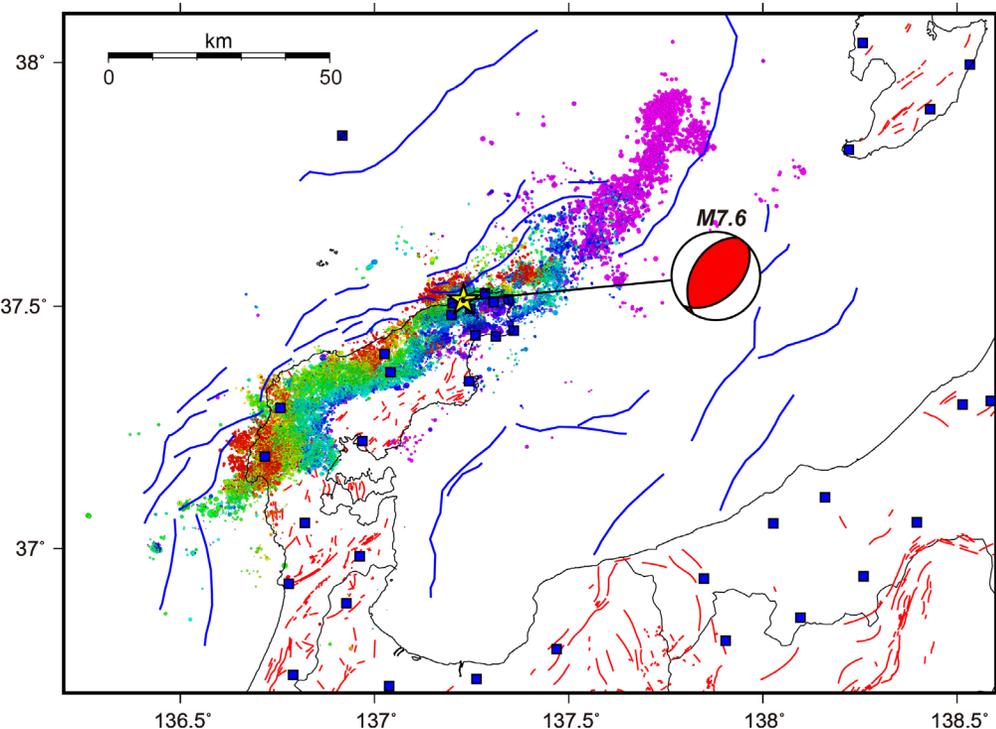
各投影面の断面図



「[調396-(3)-1]気象庁資料」でのM7.6発生後の震源分布図に「日本海側の活断層－兵庫県北方沖～新潟県上越地方沖－(令和6年8月版)」の活断層を重ねて表示
断面図の▼は門前断層帯門前沖区間、能登半島北岸断層帯または富山トラフ西縁断層、▽はそれ以外の活断層の上端に対応する位置を示す

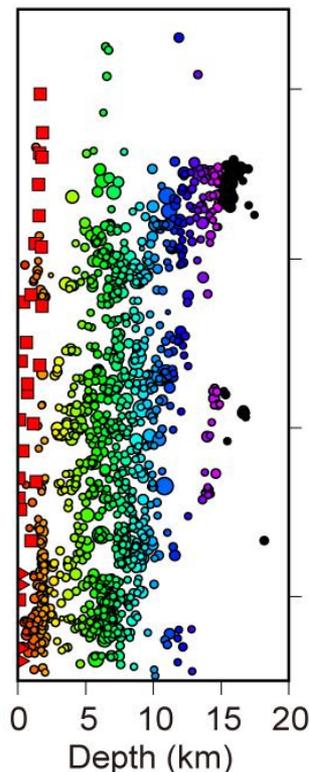
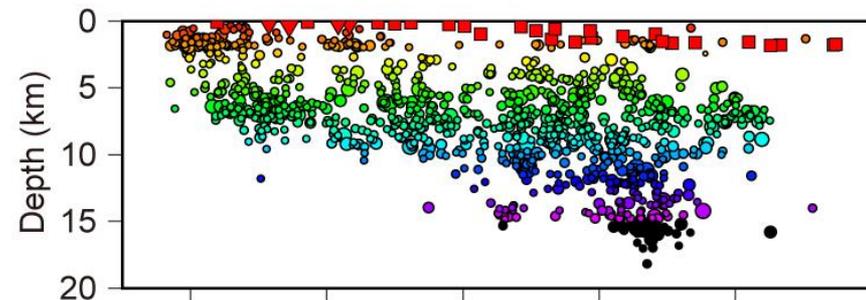
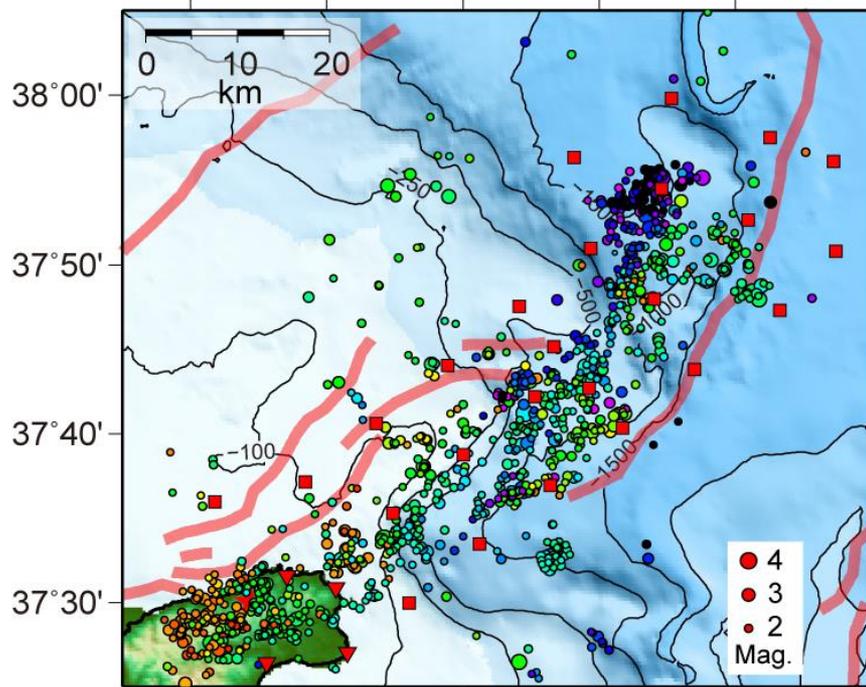
テンプレートマッチングによる地震活動の検出

- ・対象期間: 2024年1月1日～1月5日
- ・テンプレート: M7.6(2024年1月1日)～2月29日
(合計39137個(M \geq 0.8))
- ・観測点数: 55点(下図の■)
- ・検出閾値: $9.0 \times \text{MAD}$
- ・検出数: 27509個
- ・黄色の☆: M5.9 (2024/01/01 16:10:09)



観測・解析結果

137°10' 137°20' 137°30' 137°40' 137°50' 138°00'



OBS DD relocation
2024 Jan. 24 - 2024 Feb. 22
M \geq 1.6, N=1173

一元化イベント(M \geq 1.6,
1173個)を検測・再決定
(1次元速度構造・DD法)

短周期OBS 26点(2月回収)
陸上観測点 4点

○震央分布

・地震本部の評価対象の
海域活断層に沿うように
分布

○震源深さ分布

・震源は深さ約18 km
までの範囲内に分布

・北東側に向かって深い
地震が増える傾向

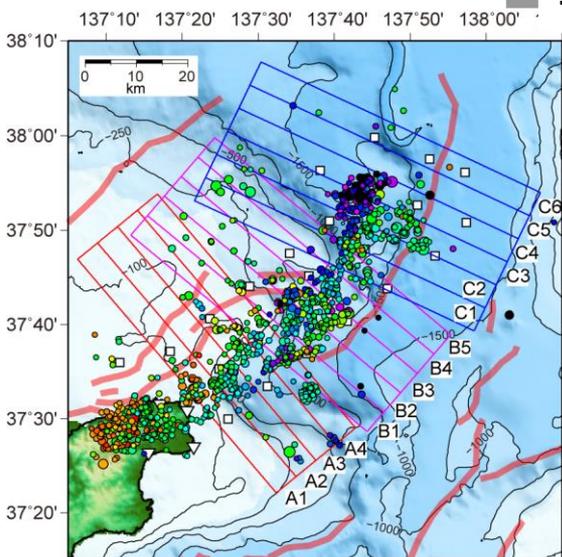
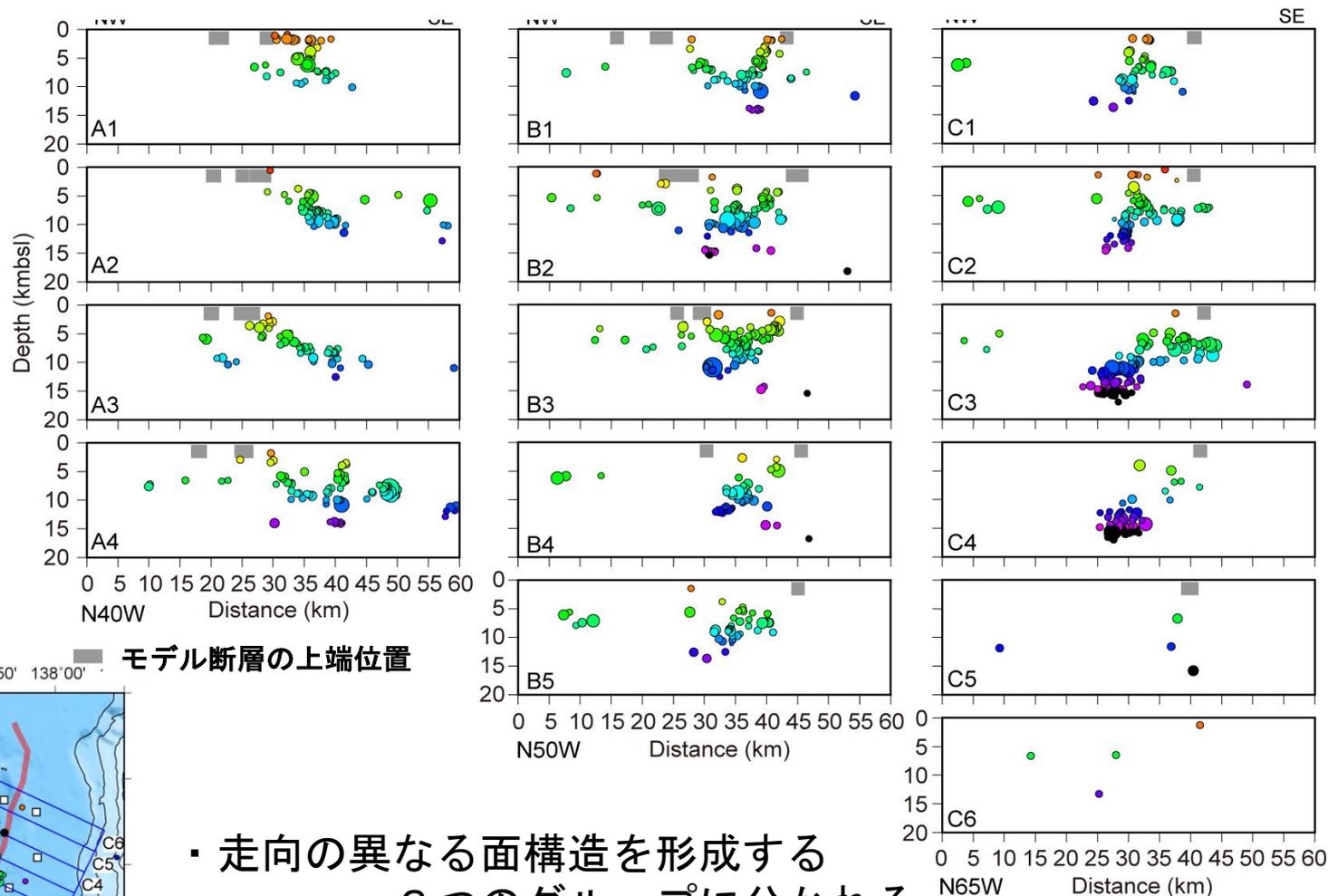
第1期観測(2024.1.24 ~ 2. 22)

短周期OBS 31台 + 広帯域OBS 3台

震源分布(詳細)と断層モデルの関係

日本海側の海域
活断層のモデル

$M \geq 1.6$



- ・ 走向の異なる面構造を形成する
3つのグループに分かれる
- ・ 西側グループは南東側に傾斜
- ・ 中央・東側グループは北西側に傾斜
- ・ 各面構造の浅部延長とモデル断層の上端が対応
- ・ 「富山トラフ西縁断層」北端では地震活動がみられない

「[調 396-(3)-1]気象庁資料」での津波逆伝播及び津波の波源解析結果の図に「日本海側の活断層－兵庫県北方沖～新潟県上越地方沖－（令和6年8月版）」の活断層を重ねて表示

ウ. 沿岸の津波第一波到達時刻から推定した津波波源域

東北地方から中国地方にかけての日本海沿岸にある津波観測点（計11点）において得られた津波の到達時刻を基に津波の波源域を推定した（図7-5）。津波の波源域はおよそ100kmにわたり、能登半島の東北東の沖合にまでおよぶと推定される。また、富山検潮所の早い到達時刻は、その近傍にも波源が存在する可能性を示唆する。

※津波波源域：海底面の地形変化により直接的に海面の高さが変化することで、津波の発生源となった領域。

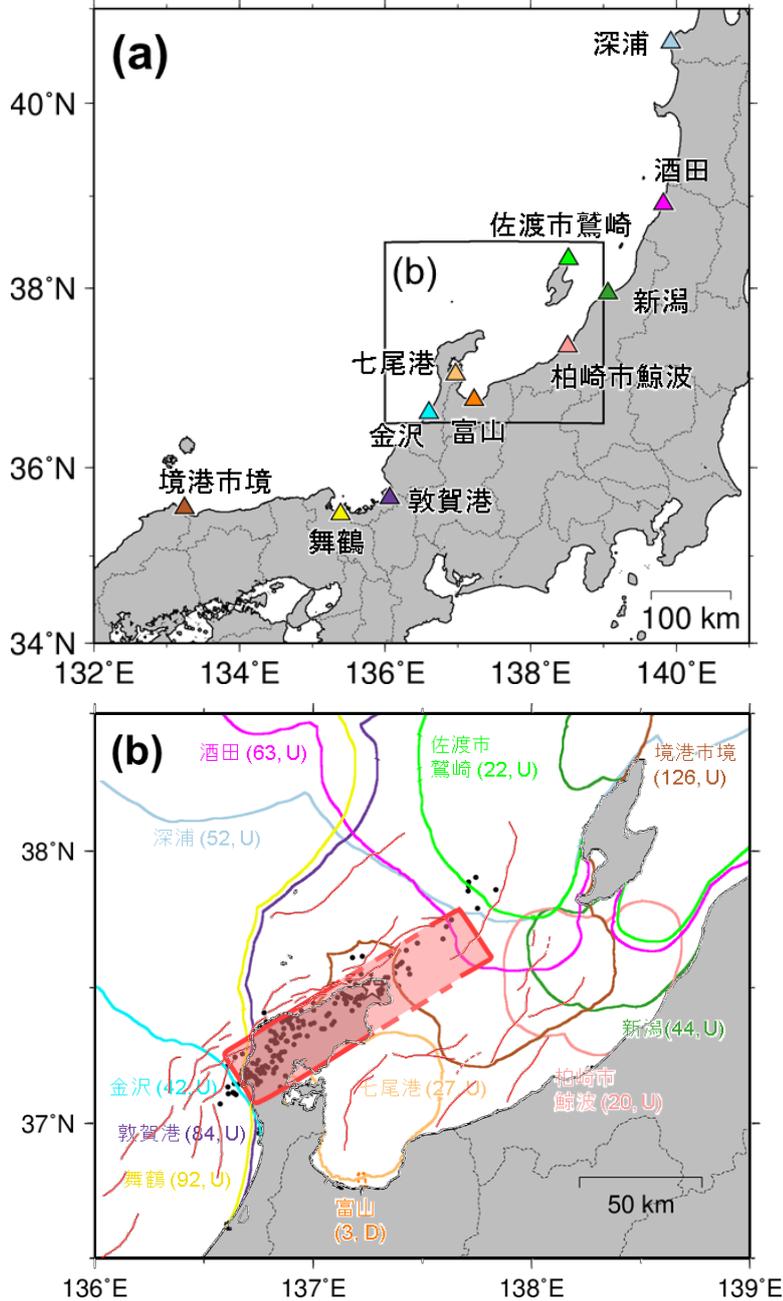


図7-5 津波の逆伝播解析結果

(a) 解析に用いた沿岸の津波観測点の分布。(b) 推定された津波の波源域(赤色の網掛け領域)。曲線は各観測点からの逆伝播波面で、実線は初動が押し(U)、点線は引き(D)を表し、観測点名、津波第一波の観測走時(単位:分)を併記した。星印は2024年1月1日16時10分のM7.6、黒丸印は同日16時以降1日間の地震の震央をそれぞれ示す。逆伝播解析には、文部科学省「日本海地震・津波調査プロジェクト(平成25年度～令和2年度)」による地形データ及び海図(日本水路協会)の水深値から作成した地形モデル、津波走時計算ソフトウェア TTT v3.2 (Geoware)、津波第一波到達時刻の検測値(気象庁の暫定値)を用いた。赤色細実線及び破線は、地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。

<補足>

津波の伝播速度は \sqrt{gh} (g :重力加速度、 h :水深)で近似的に計算できることから、複数の観測点で観測された津波の第一波の到達時刻を基に、各検潮所の逆伝播図から津波の波源域を推定することができる。

2024年1月1日の石川県能登地方の地震 (Mj7.6) の震源過程解析

2024年1月1日 16時10分(日本時間)に石川県能登地方で発生した地震「令和6年能登半島地震」(Mj7.6)について、米国大学間地震学研究連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

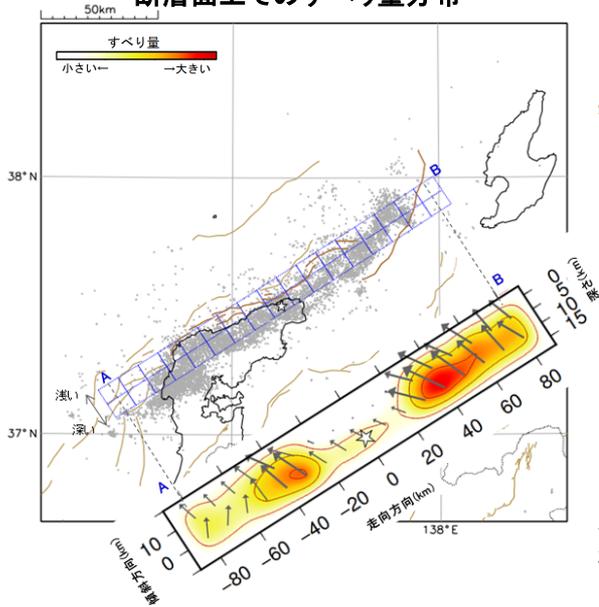
理論波形の計算にはCRUST2.0(Bassin et al., 2000)およびIASP91(Kennett and Engdahl, 1991)の地下構造モデルを用いた。

(1) 断層面の設定

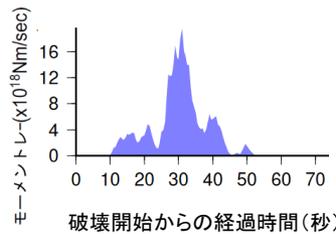
	対応する長期評価の断層	走向	傾斜	すべり角
断層面1	能登半島北岸断層帯 富山トラフ西縁断層	57°	45°	90°

(1)及び(2)で共通の設定 ●最大破壊伝播速度:2.5km/s ●剛性率:31GPa
●破壊開始点:16時10分9秒のM5.9の地震の震源(図中の白色星印)

断層面上でのすべり量分布



震源時間関数



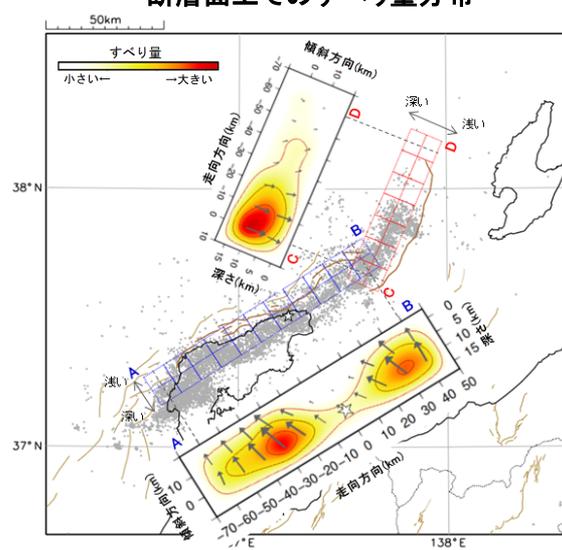
- Mw7.5
- 最大すべり量:約3.5m
- 主な破壊継続時間:約50秒

設定した断層モデルは、地震調査研究推進本部の長期評価を参考にしている。

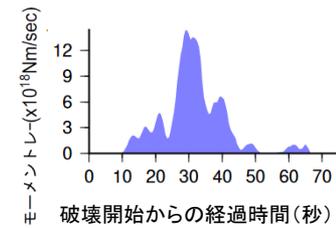
(2) 断層面の設定

	対応する長期評価の断層	走向	傾斜	すべり角
断層面1	能登半島北岸断層帯	57°	45°	90°
断層面2	富山トラフ西縁断層	203°	45°	90°

断層面上でのすべり量分布



震源時間関数



- Mw7.5
- 最大すべり量:約3.8m
- 主な破壊継続時間:約50秒

設定した断層モデルは、地震調査研究推進本部の長期評価を参考にしている。

- 星印は断層面1の破壊開始点を表す。
- 断層面上でのすべり量分布図の矢印は、下盤側に対する上盤側の動きを表す。
- 茶色の線は、地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。能登半島北岸断層帯及び富山トラフ西縁断層を濃く表示。
- 灰色の丸は、2024年1月1日から7月31日までのM2.0以上の震源を表示している。
- 赤色及び青色の点線矩形は、震源過程解析で設定した断層モデルを示す。

※本資料に掲載の解析は、気象庁HPIに掲載している結果とは、主に以下の点で計算条件が異なる。

	破壊開始点	断層モデル
気象庁HP	16時10分22秒のM7.6の地震の震源	CMT解
本資料	16時10分9秒のM5.9の地震の震源	長期評価による

※(1)と(2)のどちらの結果においても、同程度に観測波形を説明できる。

(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/>

参考文献

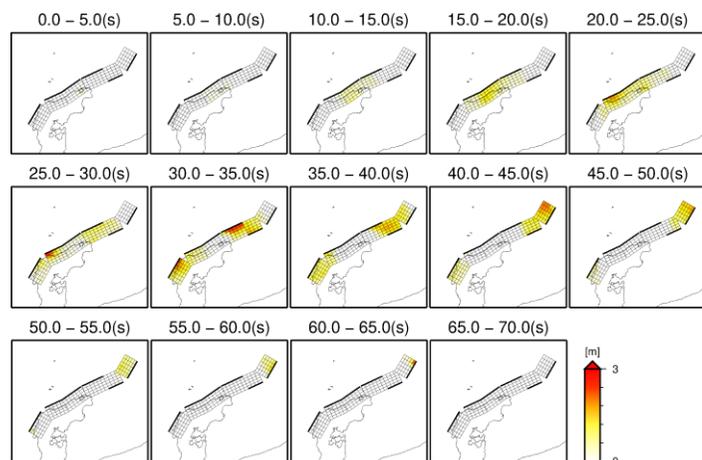
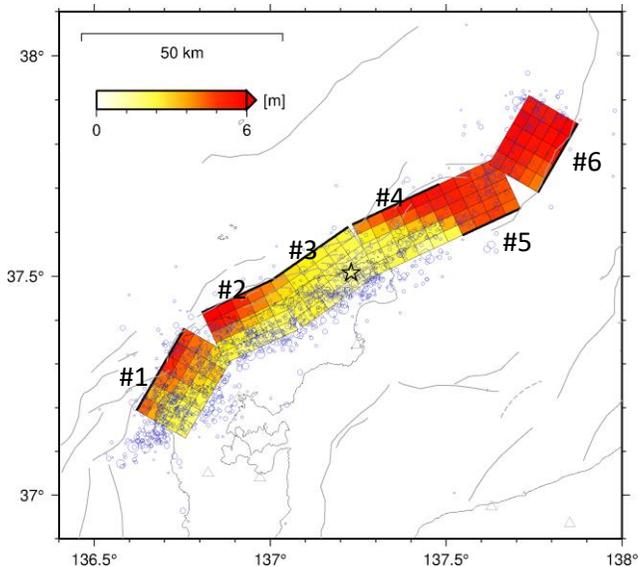
Bassin, C., Laske, G. and Masters, G., 2000, The Current Limits of Resolution for Surface Wave Tomography in North America, EOS Trans AGU, 81, F897.

Kennett, B. L. N. and E. R. Engdahl, 1991, Traveltimes for global earthquake location and phase identification, Geophys. J. Int., 105, 429-465.

令和6年能登半島地震の震源過程（暫定）

北東部を北西傾斜とした断層モデルでの解析

- 推定結果： $M_0=2.7 \times 10^{20}$ Nm (M_w 7.6)、
最大すべり量6.4 m



北東部を南東傾斜とした断層モデルでの解析

- 推定結果： $M_0=3.1 \times 10^{20}$ Nm (M_w 7.6)、
最大すべり量6.8 m

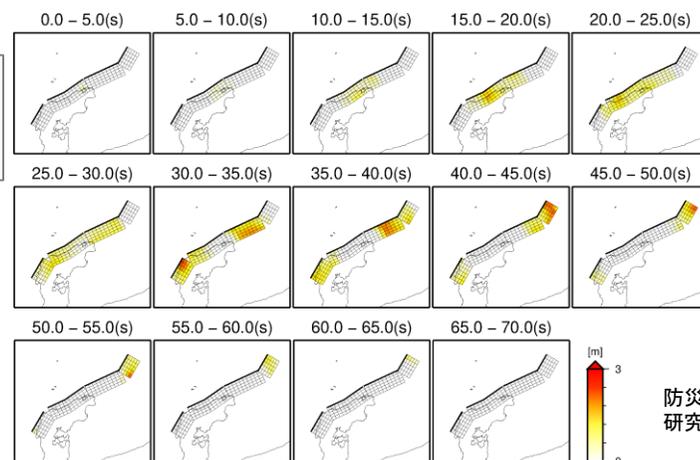
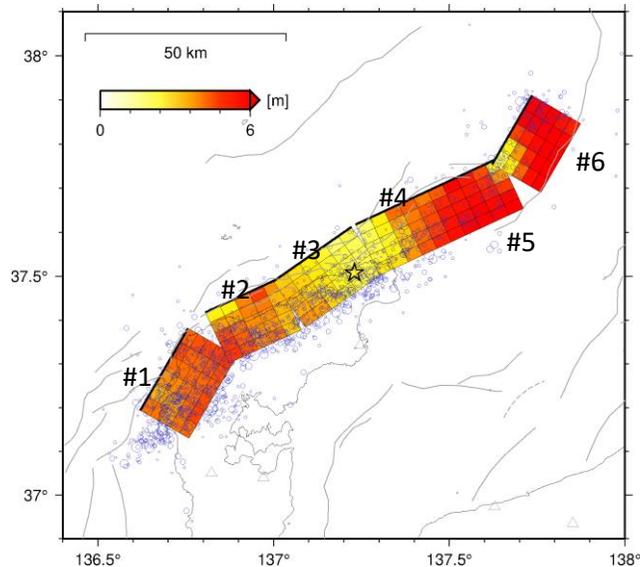


図2：令和6年能登半島地震のすべり分布の地表投影をカラーで、破壊開始点を星で、同地震発生後1日間の余震（M2以上、気象庁震源情報）の空間分布を青丸で示す。地震本部（2024）の海域活断層を灰色線で示す。

図3：破壊の時間進展過程。5秒ごとのすべり分布を地表投影している。

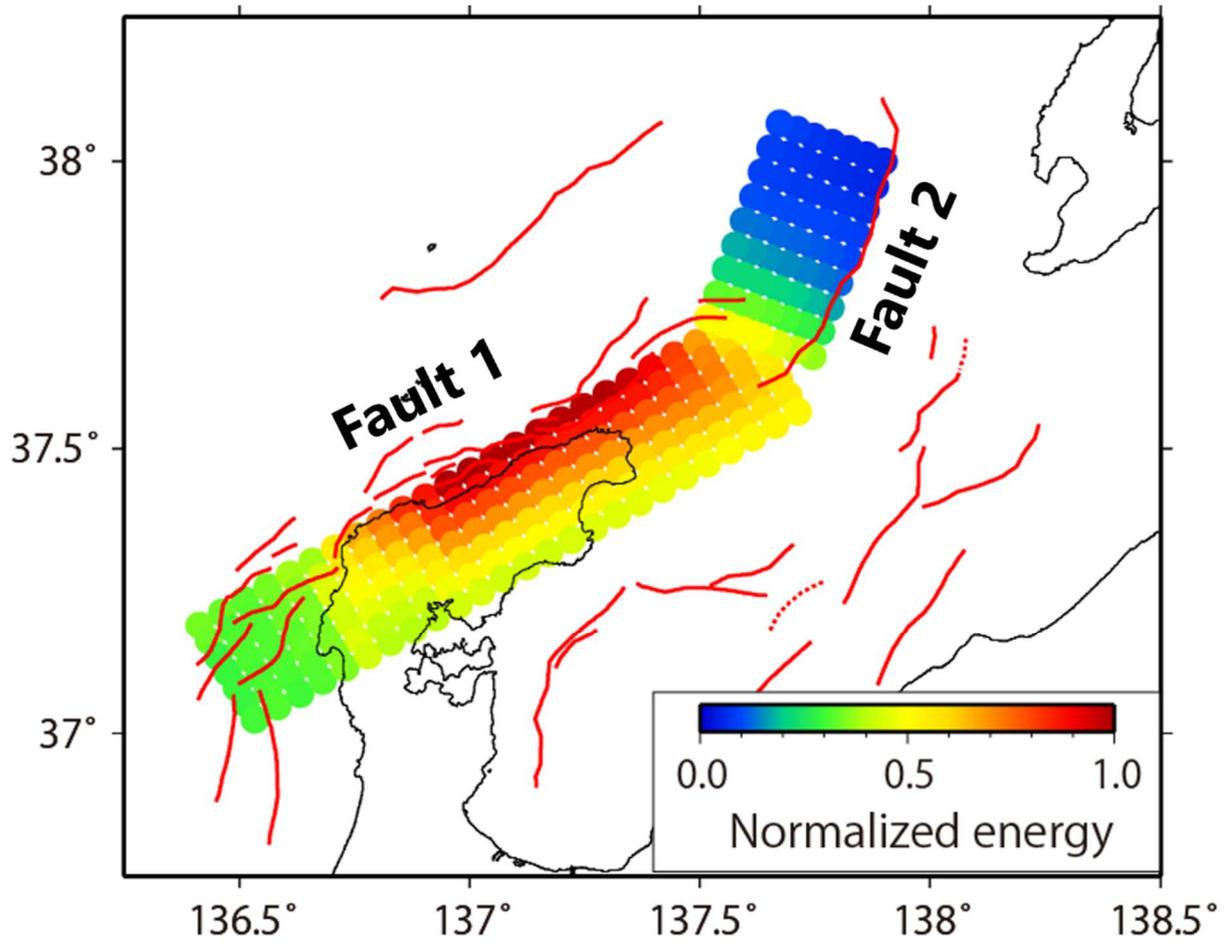


図4 エネルギーの累積分布と活断層との関係.