

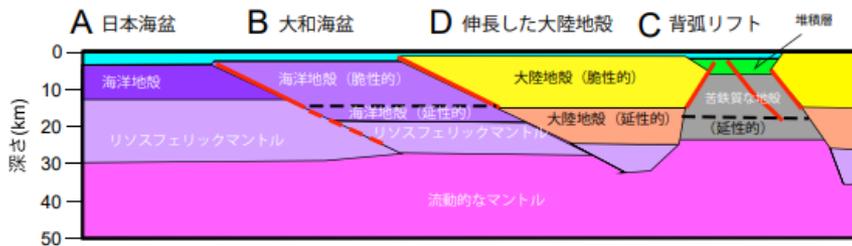
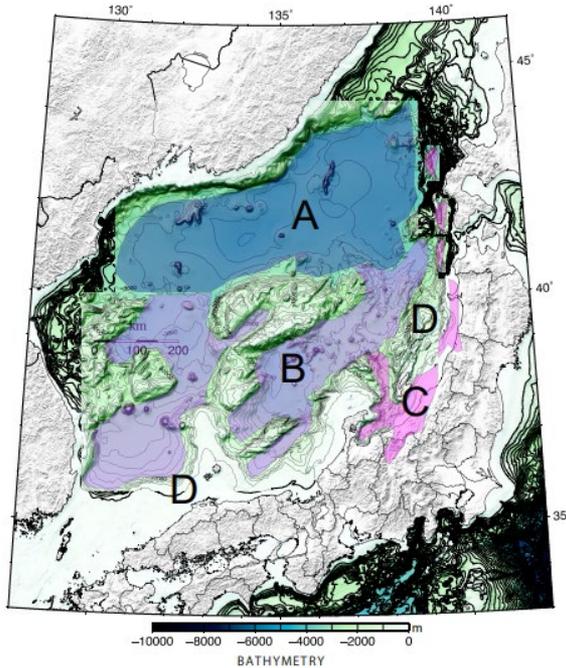
日本海南東部（仮称）における
地震活動の特徴と
断層面の下端の深さについて

令和6年3月4日（月）

第26回海域活断層評価手法検討分科会

⑪断層面の下端の深さの決め方

海活21参考資料2より



H25年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書より

日本海南西部の海域活断層の長期評価（第一版）2022より

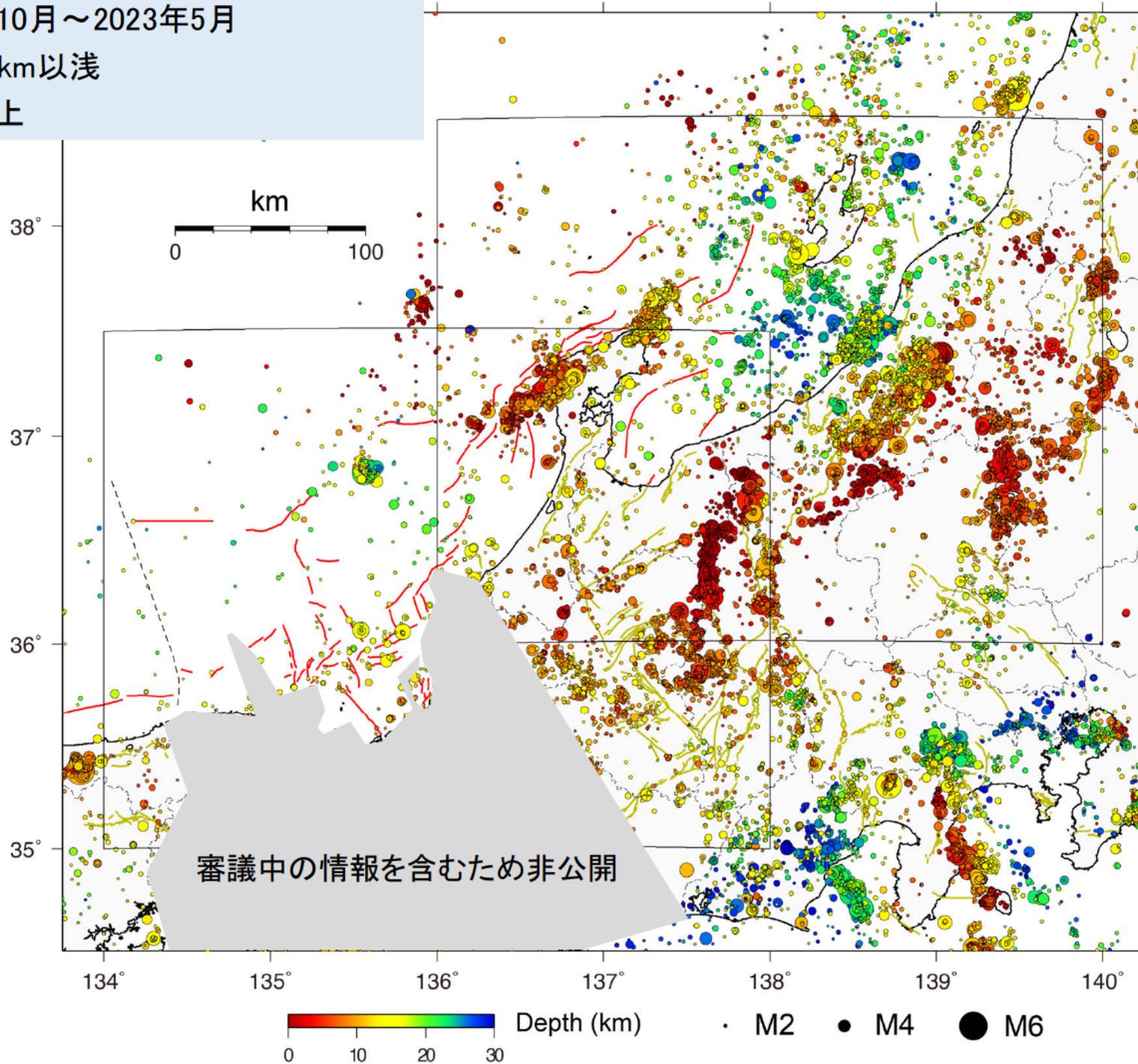
本評価対象海域では一部を除いて**地殻内の地震活動が低調**であり、地震観測結果に基づいて地震発生層の下限を推定することは容易ではない（例えば、文部科学省研究開発局・東京大学地震研究所, 2014）。さらに、本評価対象海域においては、定常的な地震観測網は陸域にのみあるため、深さに関する震源決定精度ならびに微小地震の検知能力は陸域に比べて低い。

これらの背景から、文部科学省研究開発局・東京大学地震研究所（2014）では、速度構造や水深、構造的な変形特性から、日本海周辺の地殻構造を海洋性地殻、厚い海洋性地殻、背弧リフトならびに大陸地殻に区分し、それらのレオロジー特性や地震活動を考慮して地震発生層の下限の深さを推定した（図19）。**本評価対象海域は、これらの区分では全域が大陸地殻に分類されており、その地震発生層の下限の深さは 15 km と推定**されている。

- 十分な地震活動があれば、それに基づいて下限の深さを推定することでよいか
- 地震活動が低調の場合は、日本海南西部と同様の考え方で下限の深さを推定することでよいか

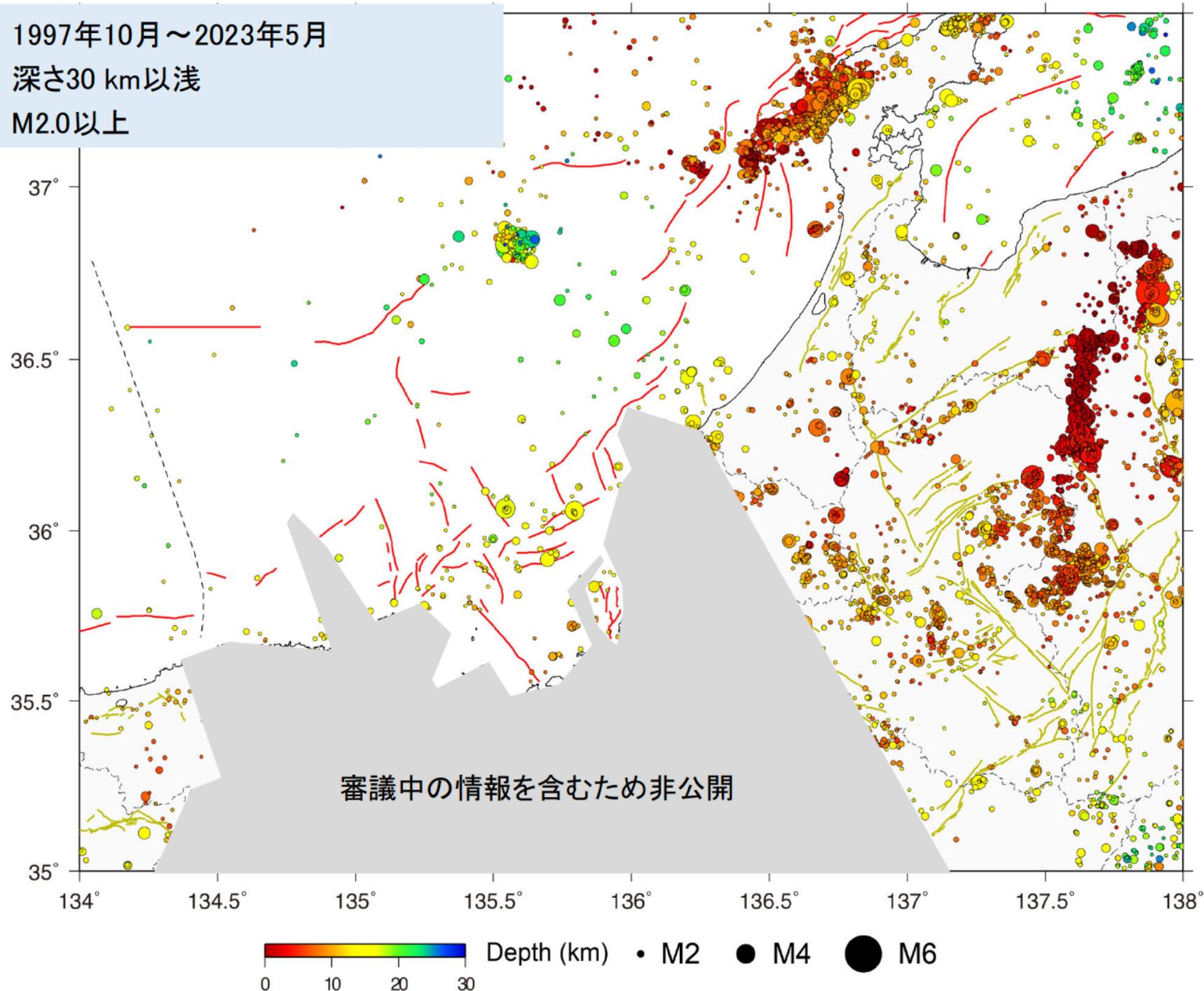
日本海南東部の地震活動(気象庁一元化震源による)

- 1997年10月～2023年5月
- 深さ30 km以浅
- M2.0以上



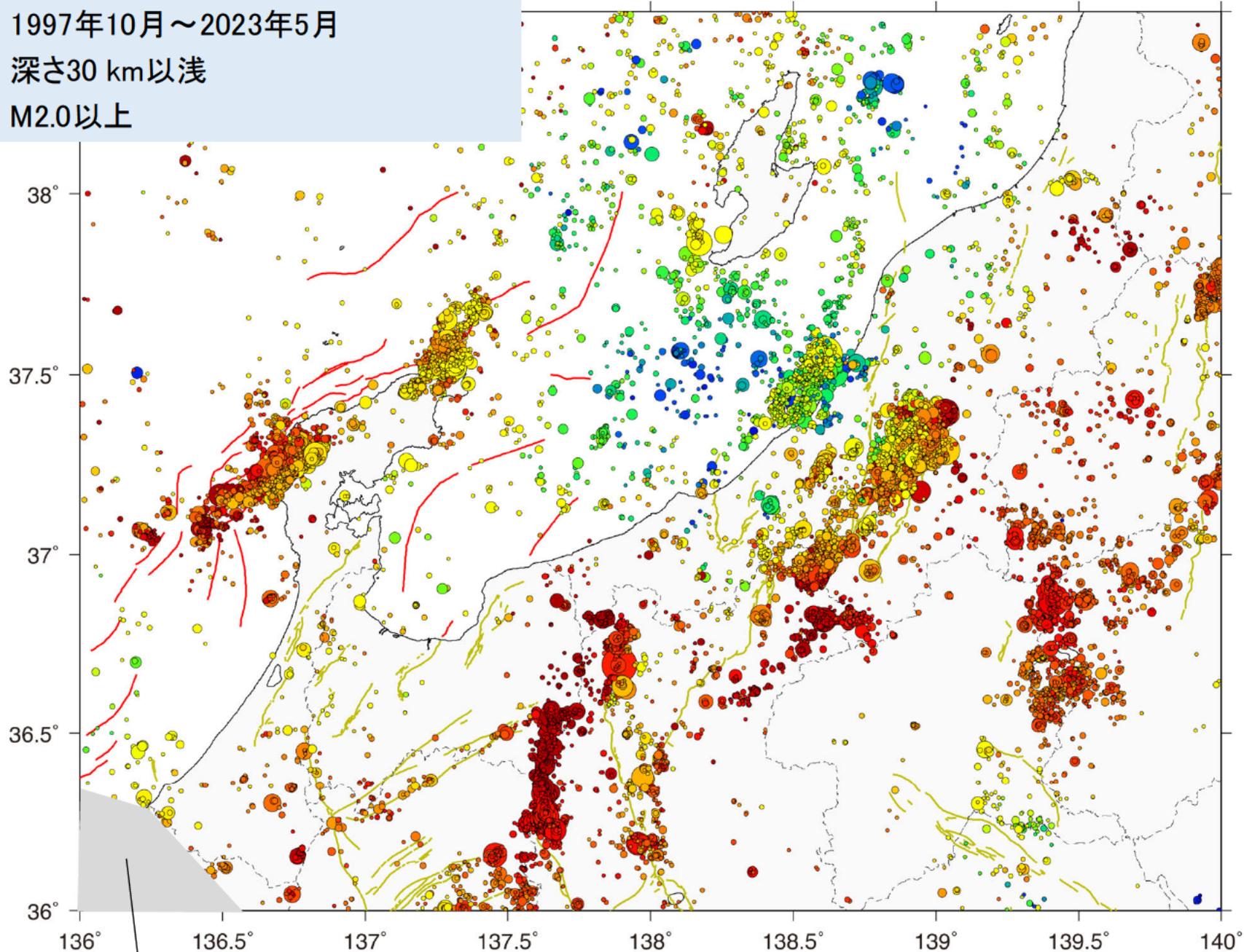
日本海南東部の地震活動(気象庁一元化震源による)

- 1997年10月～2023年5月
- 深さ30 km以浅
- M2.0以上

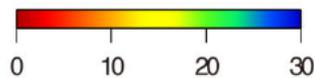


日本海南東部の地震活動(気象庁一元化震源による)

- 1997年10月～2023年5月
- 深さ30 km以浅
- M2.0以上

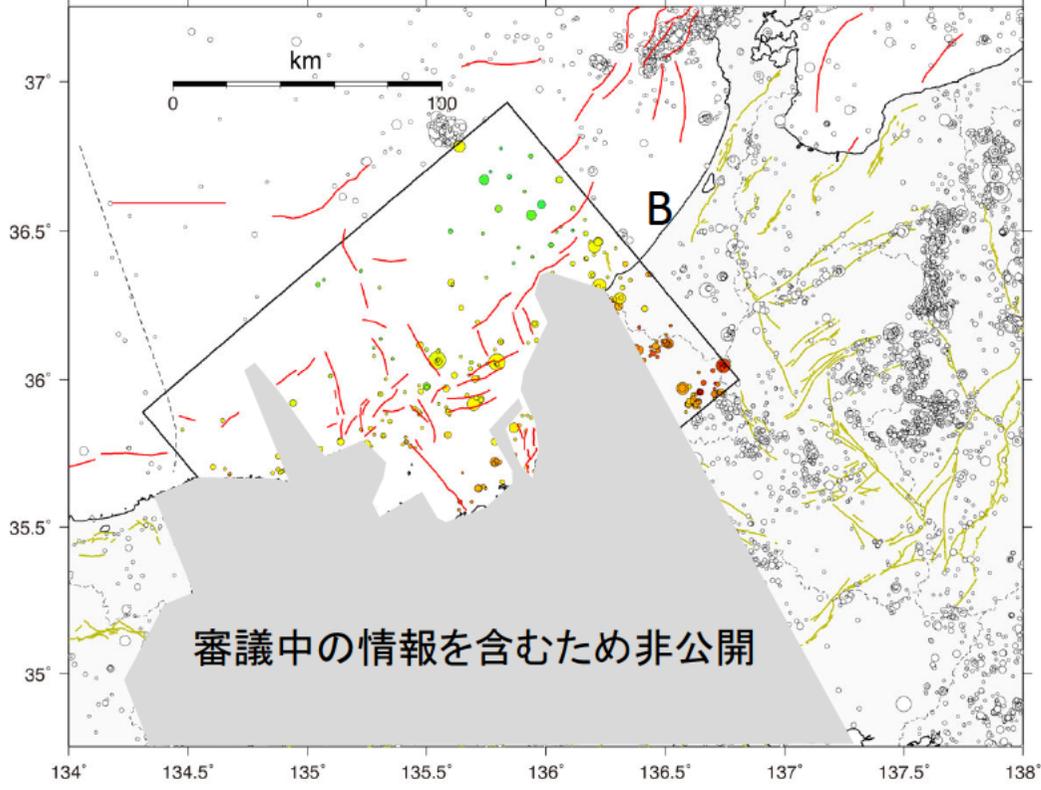


審議中の情報を含むため
非公開

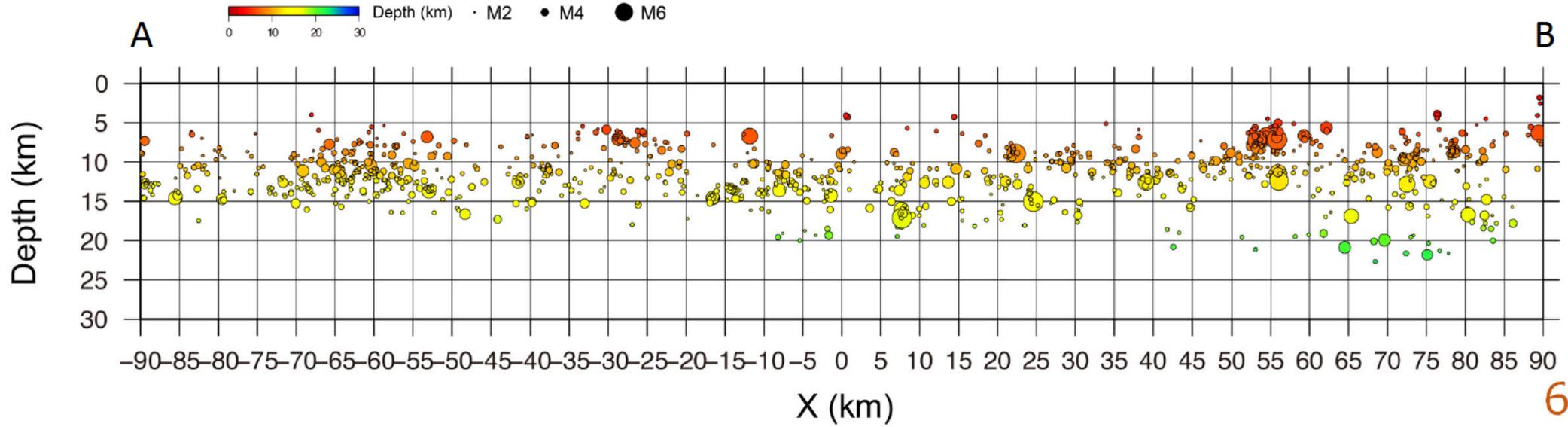


Depth (km) • M2 ● M4 ● M6

若狭湾ならびに周辺域における地震活動断面図 (気象庁による)

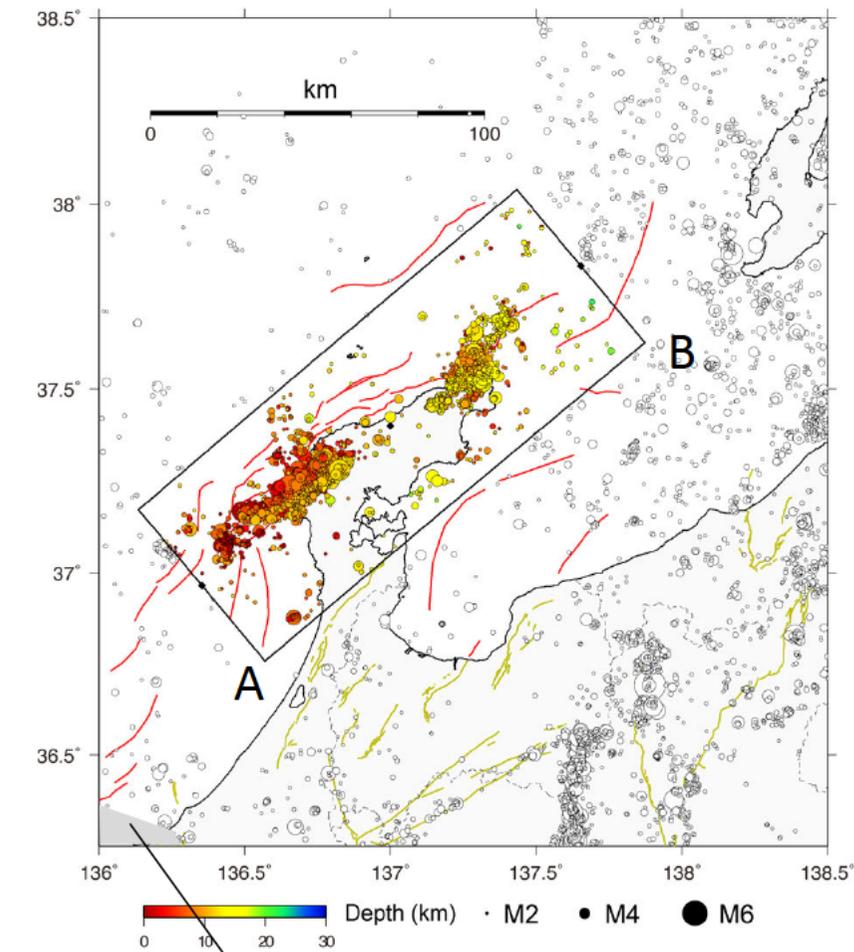


若狭湾ならびに周辺域における地震活動の深さ断面図からは、沖合で震源が若干深くなる傾向が認められるが、概ね15 km以浅に分布する。一方、沖合で発生した地震の震源深さは15-20 km程度に達するものも見られる。

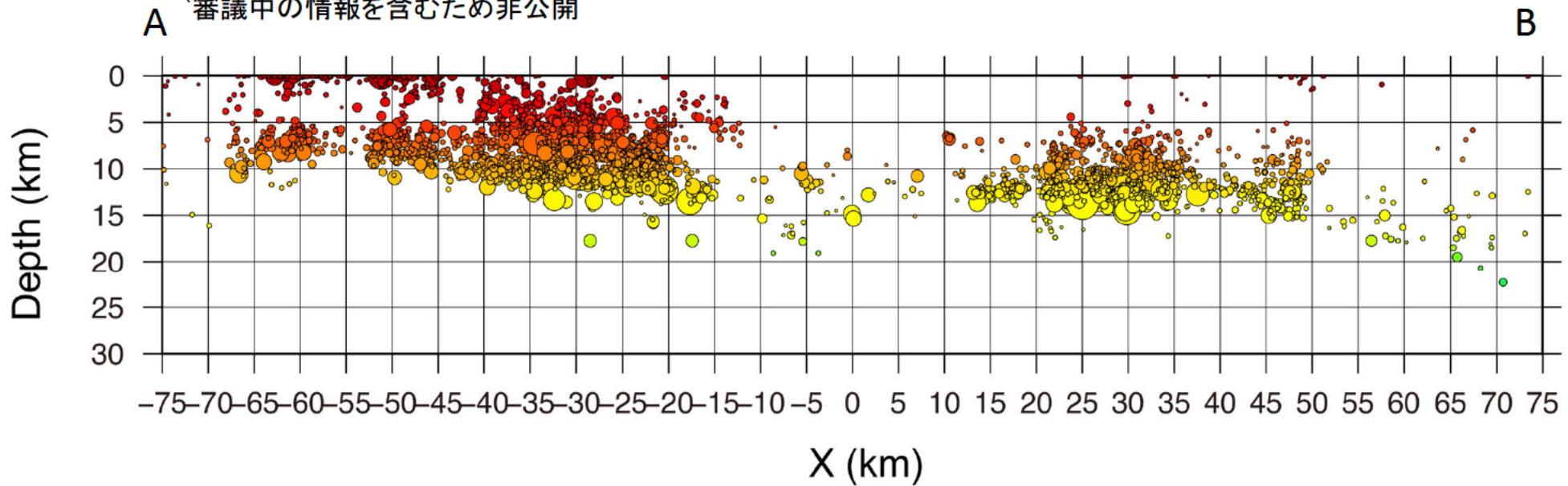


2007年能登半島地震の震源域 ならびに周辺域の地震活動断面 面図(気象庁による)

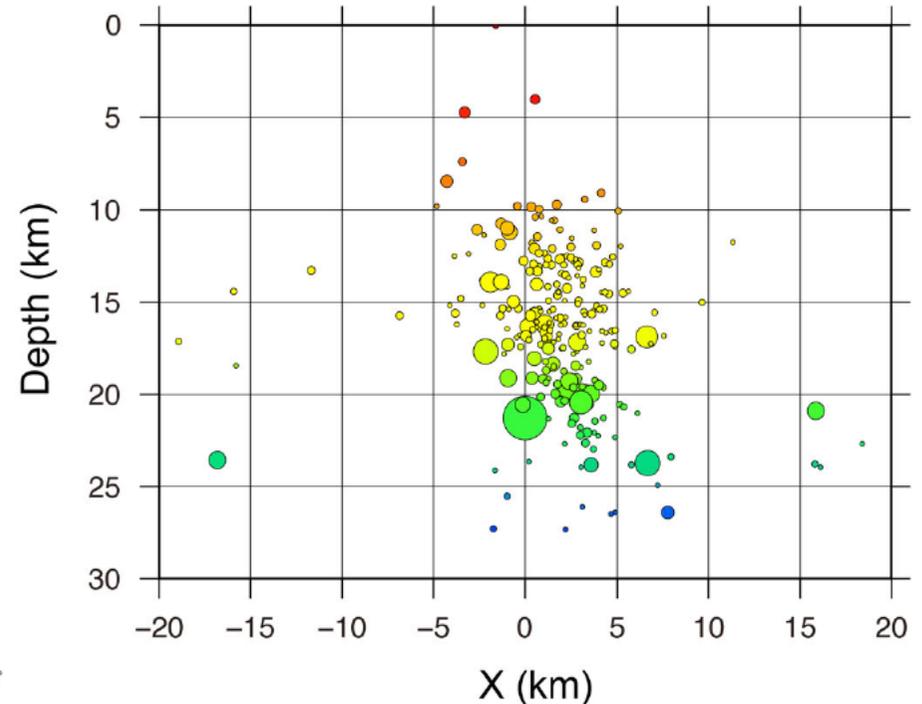
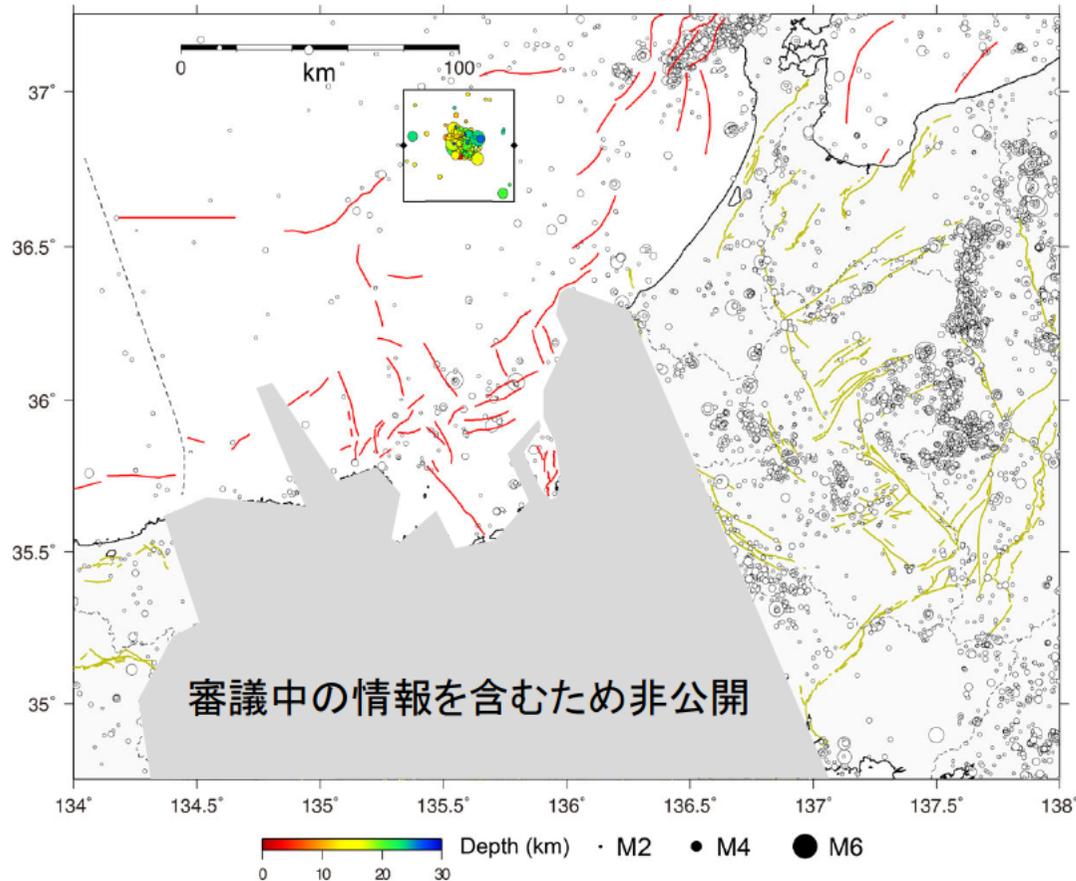
2007年能登半島地震の震源域ならびに、2020年12月ごろから活発化した石川県能登地方の地震活動の深さ断面図からは、沖合で震源が若干深くなる傾向が認められるが、概ね15 km以浅に分布する



A 審議中の情報を含むため非公開



2000年6月7日の石川県西方沖の地震に伴う地震活動 断面図(気象庁による)



石川県西方沖で2000年6月7日に発生したM6.2の地震ならびにそれに伴う地震活動の深さ断面図からは、深さ20 km以深に震源が決定された地震が見られる
→沖合で発生した地震であり、震源決定精度については陸域ならびに沿岸域で発生した地震に比べ低い影響も考えられる

2000年6月7日の地震(M6.2; F-netメカニズム解)

※最新のカタログにおける気象庁Mは6.2

F-net 地震のメカニズム情報【詳細】

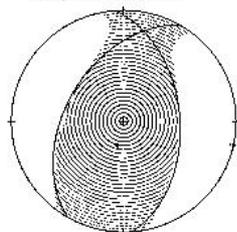
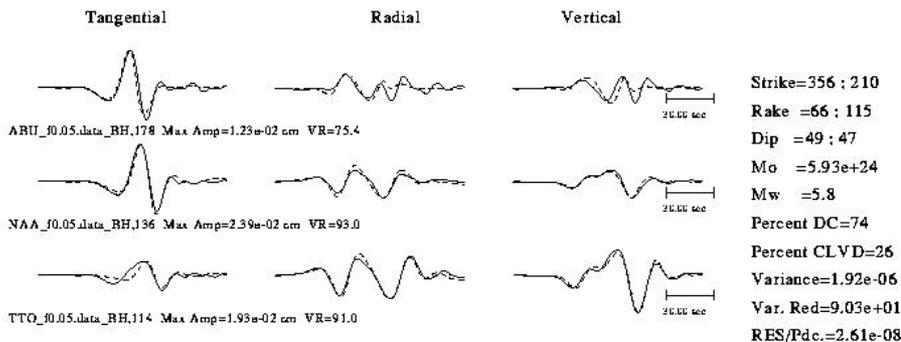
■ 気象庁による震源情報

地震発生時刻 (JST)	緯度 (°)	経度 (°)	震央地名	深さ (km)	Mj
2000/06/07,06:16:43.01	36.8370	135.5505	石川県西方沖	22.07	6.1

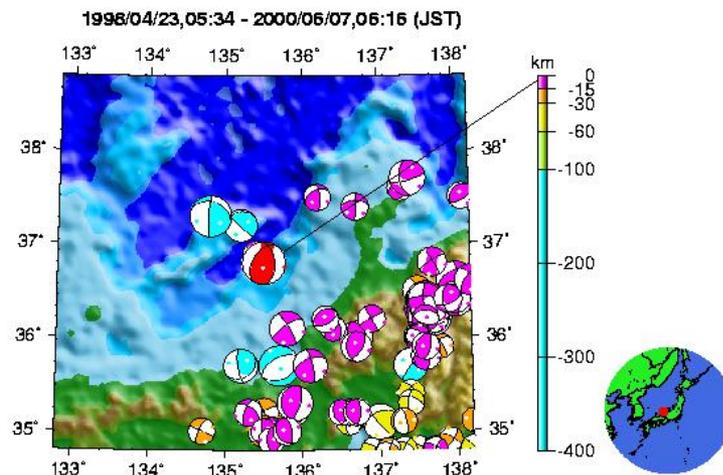
■ 手動メカニズム推定結果

緯度 (°)	経度 (°)	深さ (km)	走向 (°)	傾斜 (°)	すべり角 (°)	M ₀ (Nm)	M _w	品質
36.8370	135.5505	5	356 ; 210	49 ; 47	66 ; 115	5.93e+17	5.8	90.27

実線:観測 点線:計算



■ 周辺の地震活動 詳細版



波形データ取得

- 地震波形
- ⇒ 01. ABU 阿武山 波形画像
 - ⇒ 02. NAA 旭 波形画像
 - ⇒ 03. TTO 高遠 波形画像
 - ⇒ 04. KZK 柏崎 波形画像
 - ⇒ 05. FUJ 富士川 波形画像
 - ⇒ 06. ISI 徳島 波形画像
 - ⇒ 07. KIS 紀和 波形画像
 - ⇒ 08. SGN 都留菅野 波形画像
 - ⇒ 09. SBT 新発田 波形画像
 - ⇒ 10. JIZ 中伊豆 波形画像

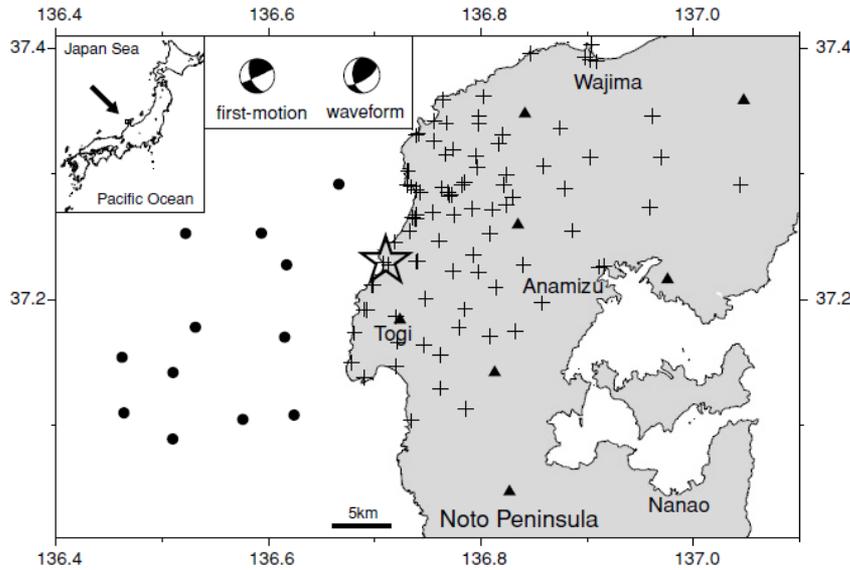
海陸観測網による2007年能登半島地震の余震活動分布

Highly resolved distribution of aftershocks of the 2007 Noto Hanto Earthquake by a dense seismic observation

Shin'ichi Sakai¹, Aitaro Kato¹, Takashi Iidaka¹, Takaya Iwasaki¹, Eiji Kurashimo¹, Toshihiro Igarashi¹, Naoshi Hirata¹, Toshihiko Kanazawa¹, and the group for the joint aftershock observation of the 2007 Noto Hanto Earthquake

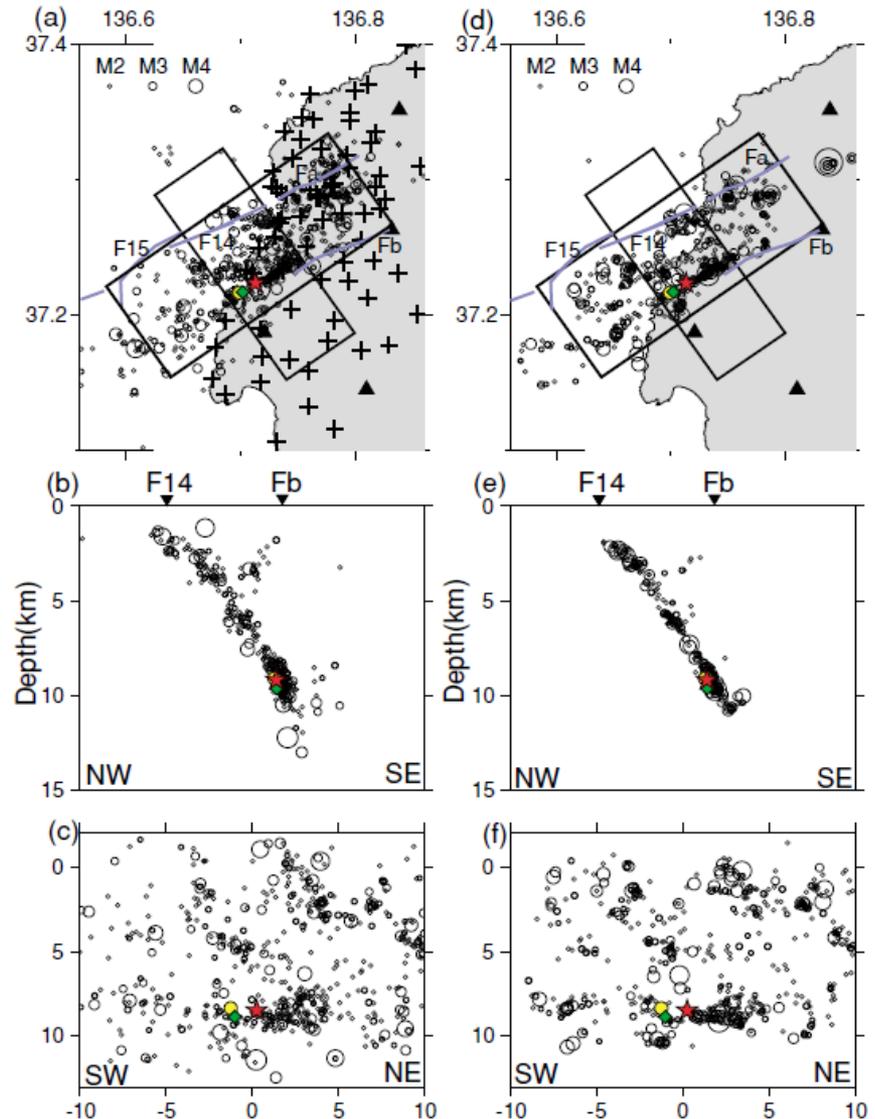
¹Earthquake Research Institute, University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0032, Japan

(Received July 8, 2007; Revised December 6, 2007; Accepted December 8, 2007; Online published February 19, 2008)

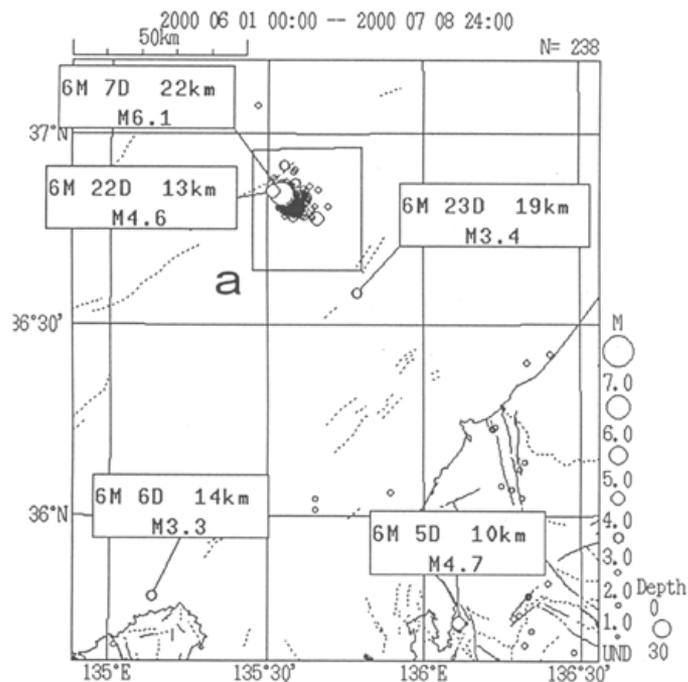


- + : 臨時観測点
- ▲ : テレメータ観測点
- : 海底地震観測点

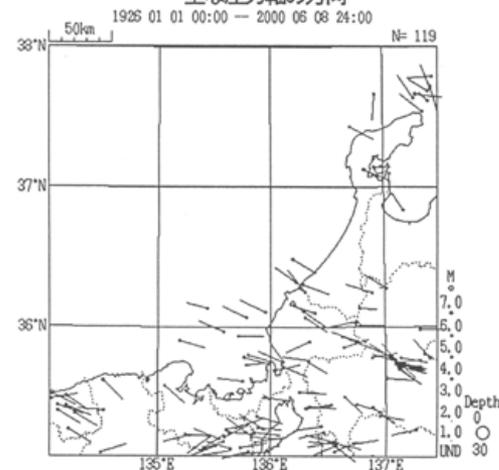
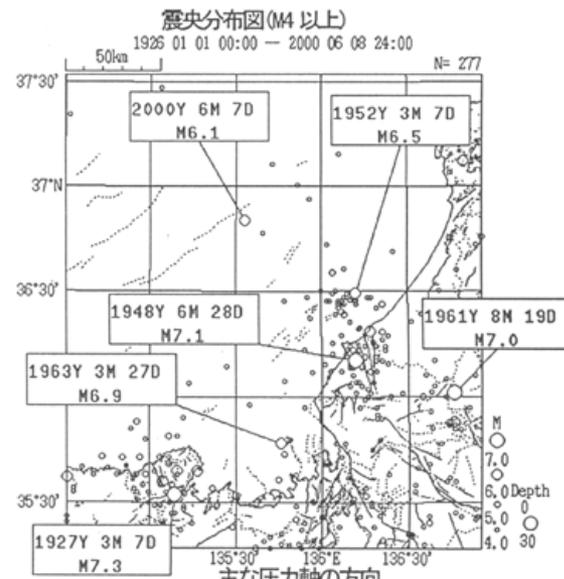
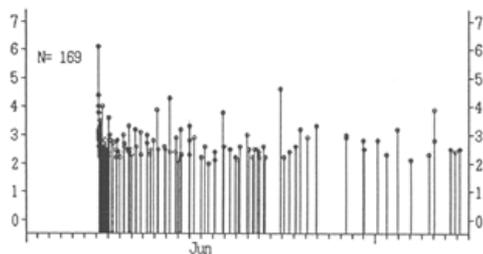
臨時観測点を含めて震源再決定を行った、2007年能登半島地震の余震活動は、深さ15 km以浅に収まる



2000年6月7日の地震(M6.2)



領域aの地震活動経過図(規模)



7日にM6.1、深さ22kmの地震が発生した。余震が多数発生し、22日に余震中最大のM4.6の地震が発生した。本震のメカニズムは西北西—東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型だった。(2000年6月の地震活動の評価)

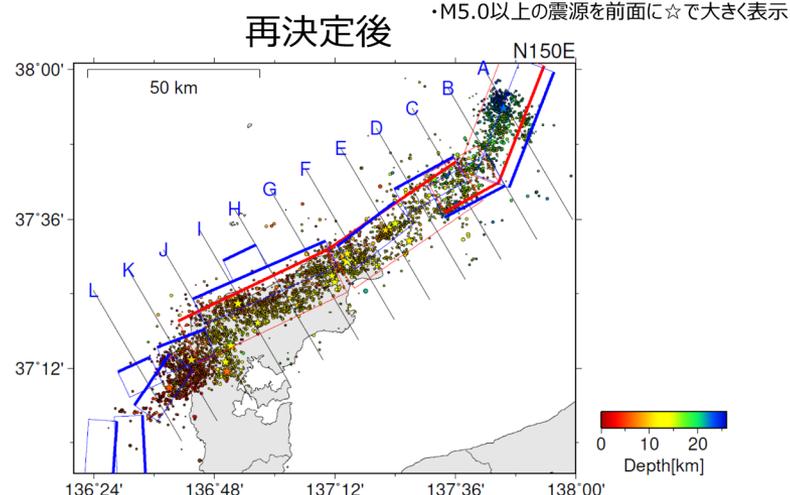
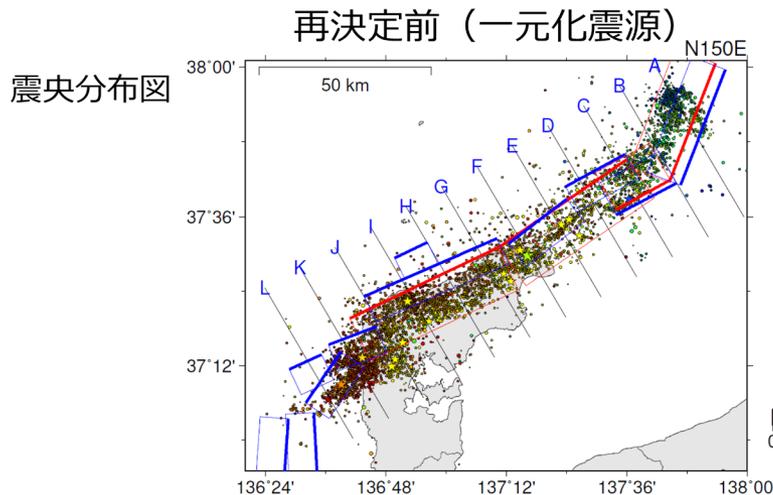
※気象庁による初動解は横ずれ型、CMT解は逆断層型

令和6年能登半島地震に伴う地震活動

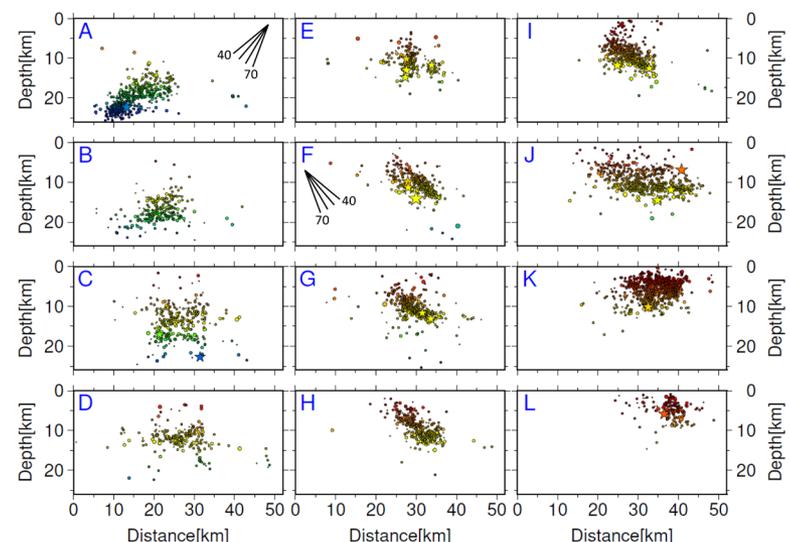
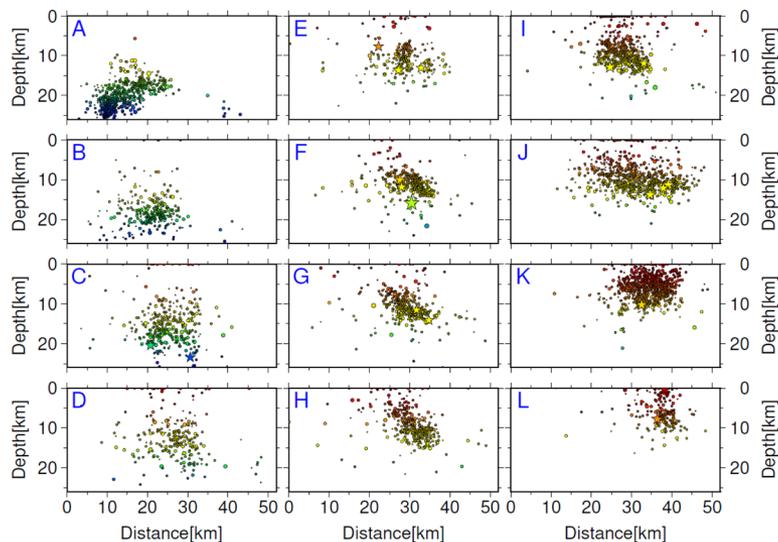
「令和6年能登半島地震」(M7.6発生後の詳細な震源分布、既存の断層モデルとの比較)

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



各投影面の断面図



震央分布図中の赤と青の矩形及び断面図内の赤と青の線はそれぞれ、赤は「日本海における大規模地震に関する調査報告会」、青は「日本海地震・津波調査プロジェクト」の断層モデルを示す。

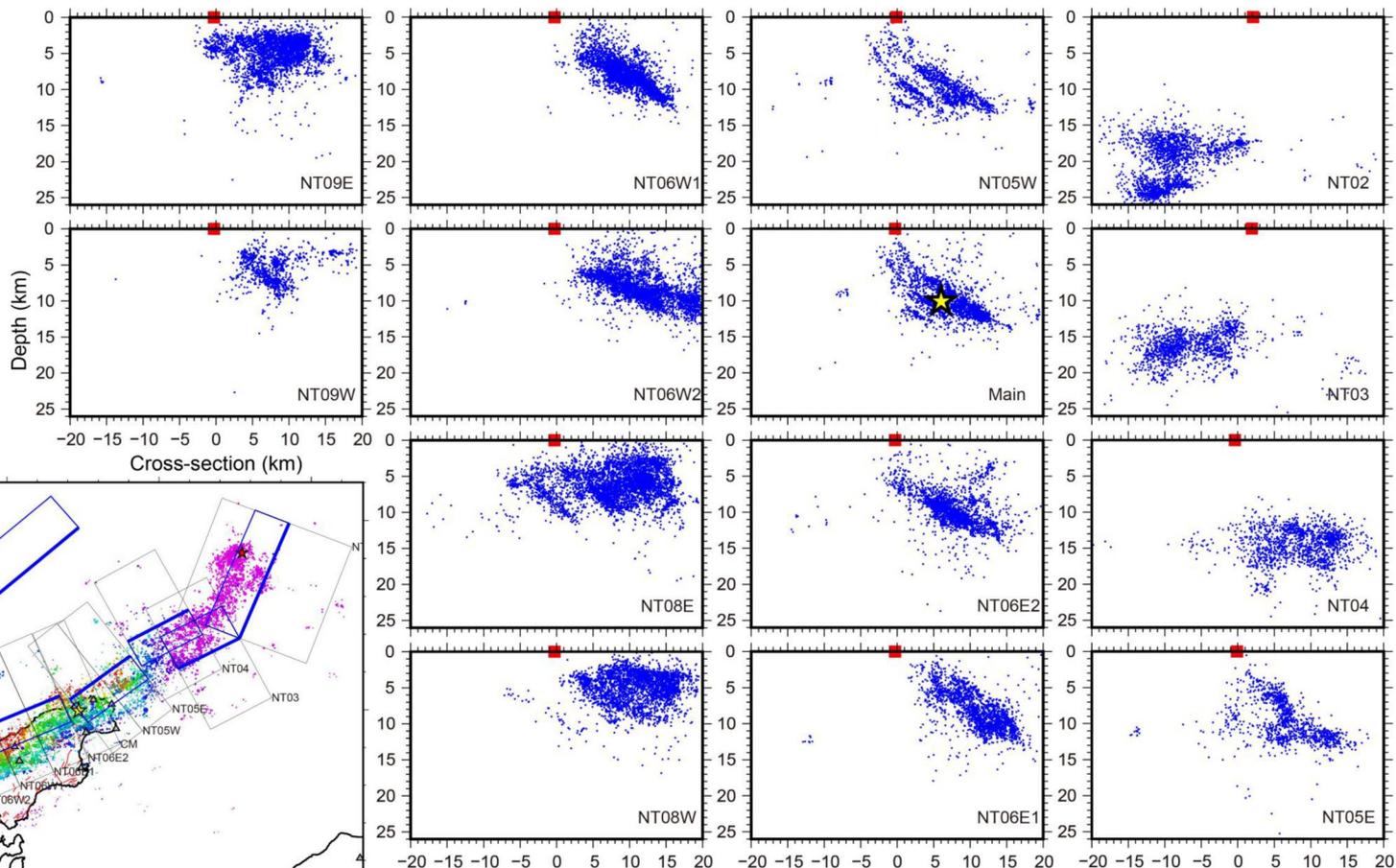
気象庁作成

令和6年能登半島地震の評価 (令和6年2月9日公表)
(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2024)

令和6年能登半島地震に伴う地震活動

2024年1月1日M7.6地震後の地震活動

解析対象期間:
2024年1月1日～1月27日



東京大学

■:震源断層モデル(日本海プロジェクト)の地表トレース位置

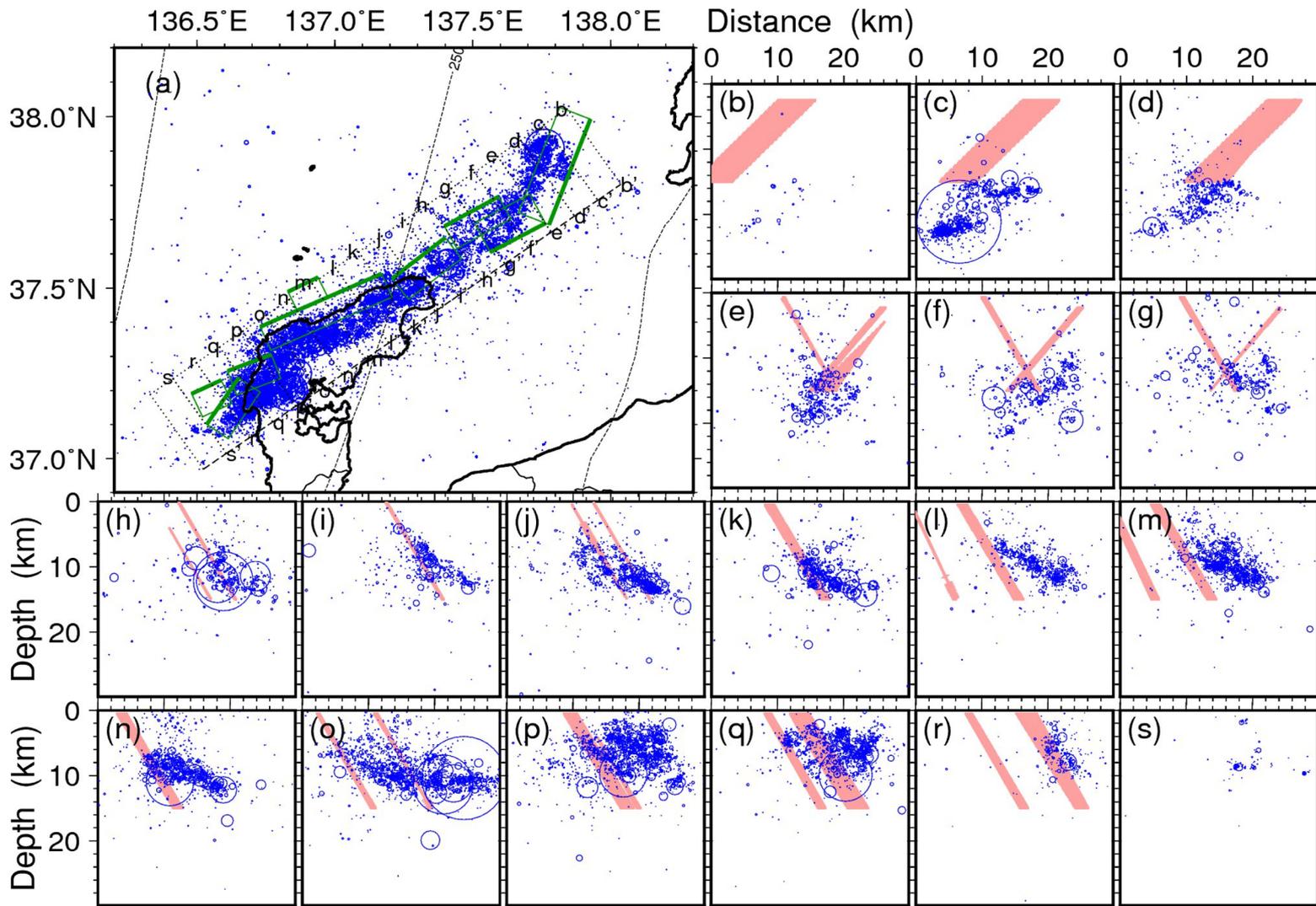
令和6年能登半島地震の評価(令和6年2月9日公表)
(地震調査研究推進本部地震調査委員会, 2024)

令和6年能登半島地震に伴う地震活動

再決定 震源

16536個
($M > 1$)の地震を再決定

東北大学



日本海南東部海域周辺の陸域活断層における地震発生層の下限

邑知潟断層帯 約20 km

森本・富樫断層帯 15-20 km 程度

福井平野東縁断層帯主部 約15 km

福井平野東縁断層帯西部 約15 km

柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部 15 km 程度

浦底-柳ヶ瀬山断層帯 15 km 程度

野坂断層帯 15 km程度

集福寺断層 15 km程度

山田断層帯主部 約10 km

郷村断層帯 約15 km

湖北山地断層帯北西部 約15 km

湖北山地断層帯南東部 約15 km

高田平野西縁断層帯 15-20 km 程度

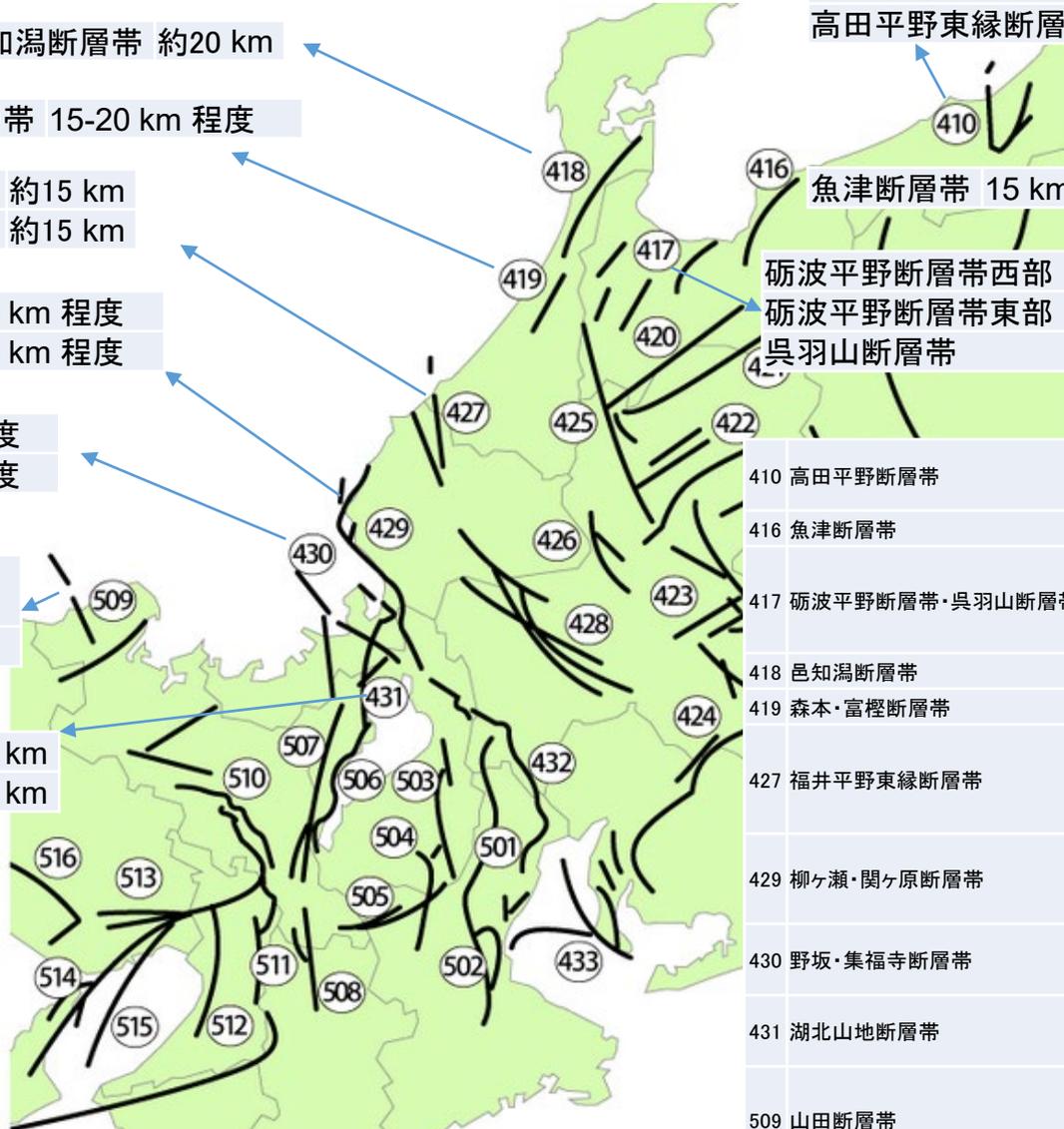
高田平野東縁断層帯 15-20 km 程度

魚津断層帯 15 km 程度

砺波平野断層帯西部 15-20 km 程度

砺波平野断層帯東部 15-20 km 程度

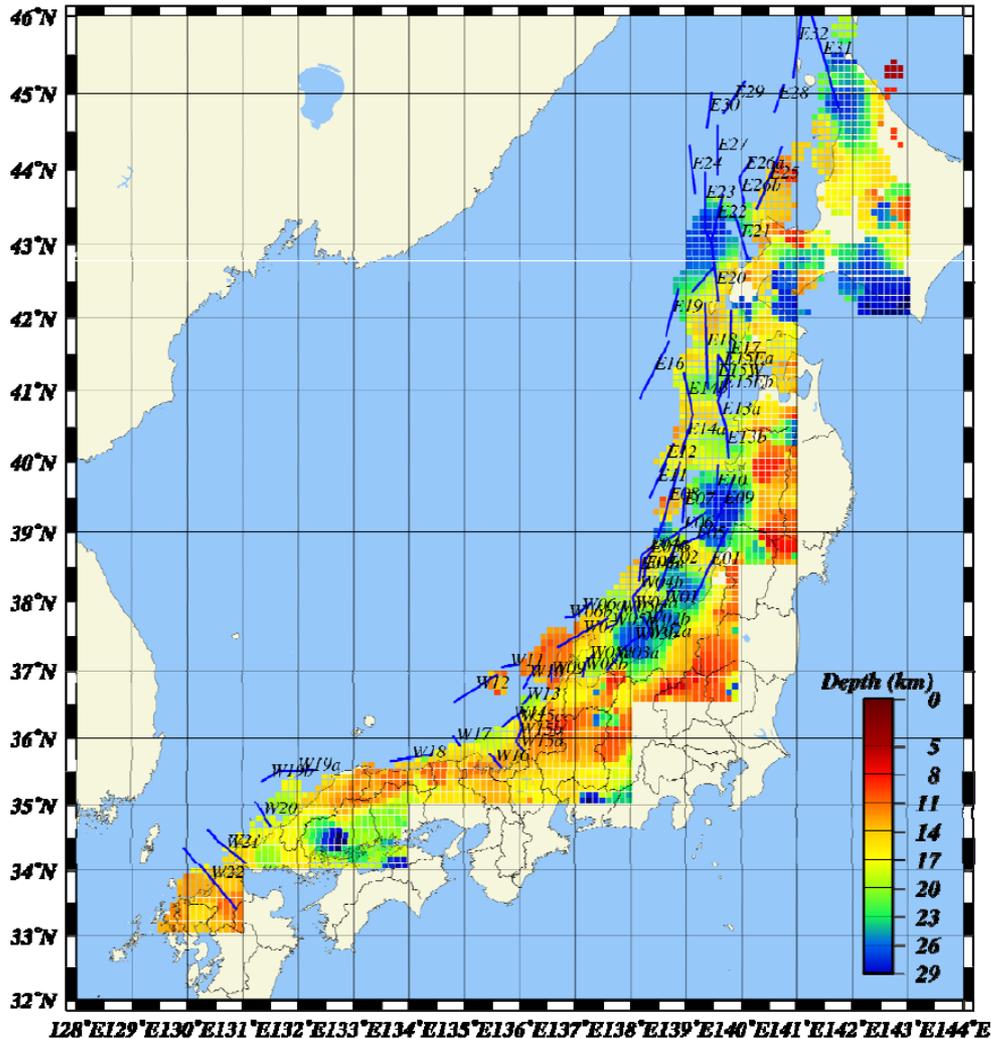
呉羽山断層帯 15-20 km 程度



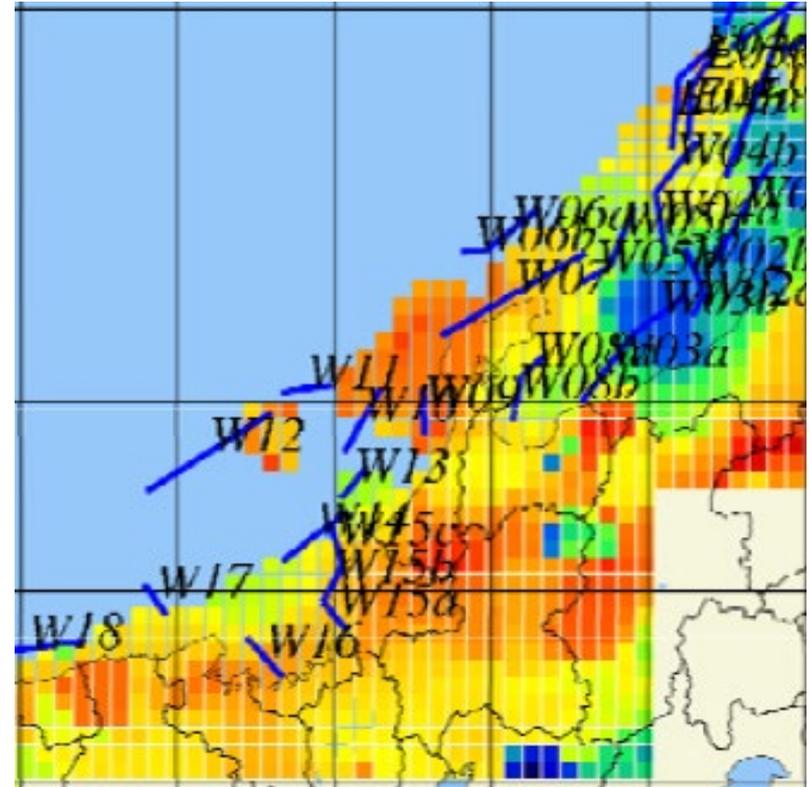
410	高田平野断層帯	高田平野西縁断層帯	15-20 km 程度
		高田平野東縁断層帯	15-20 km 程度
416	魚津断層帯	魚津断層帯	15 km 程度
417	砺波平野断層帯・呉羽山断層帯	砺波平野断層帯西部	15-20 km 程度
		砺波平野断層帯東部	15-20 km 程度
		呉羽山断層帯	15-20 km 程度
418	邑知潟断層帯	邑知潟断層帯	約20 km
419	森本・富樫断層帯	森本・富樫断層帯	15-20 km 程度
427	福井平野東縁断層帯	福井平野東縁断層帯主部	約15 km
		福井平野東縁断層帯西部	約15 km
429	柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯	柳ヶ瀬・関ヶ原断層帯主部	15 km 程度
		浦底-柳ヶ瀬山断層帯	15 km 程度
430	野坂・集福寺断層帯	野坂断層帯	15 km程度
		集福寺断層	15 km程度
431	湖北山地断層帯	湖北山地断層帯北西部	約15 km
		湖北山地断層帯南東部	約15 km
509	山田断層帯	山田断層帯主部	約10 km
		郷村断層帯	約15 km

審議中の情報を含むため非公開

Hi-netのルーチン震源データから推定されたD90の分布

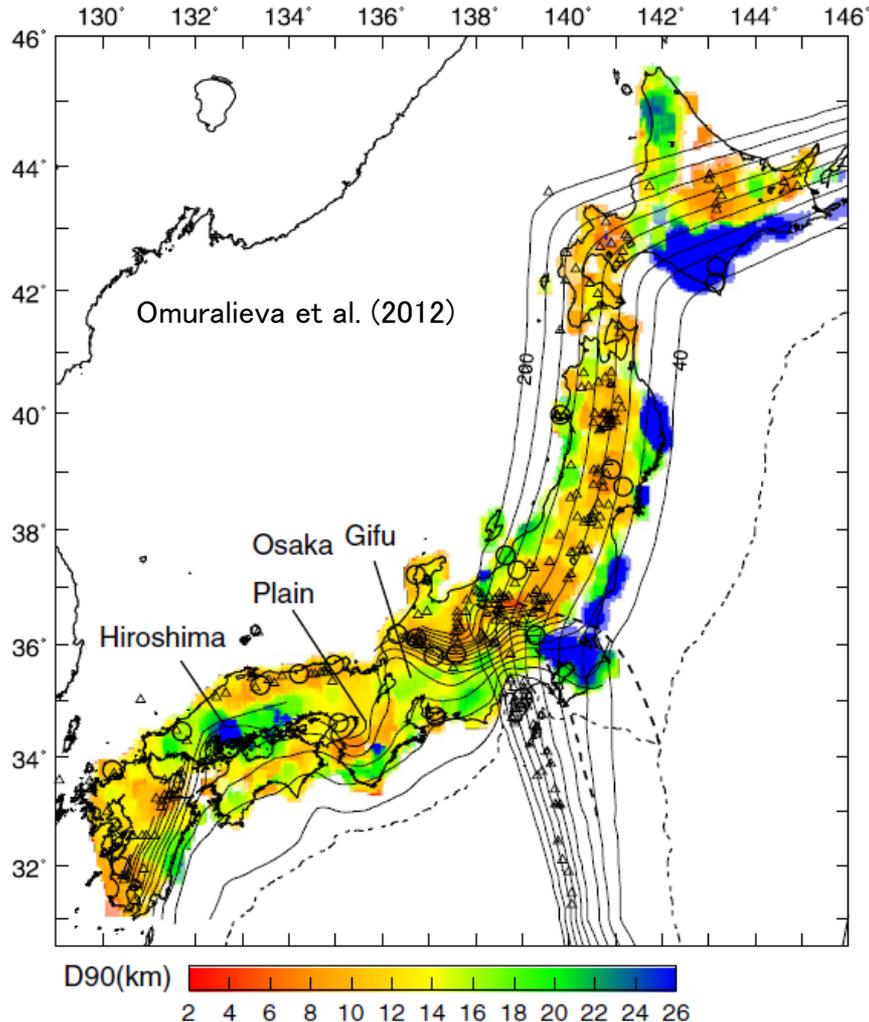


対象海域拡大図

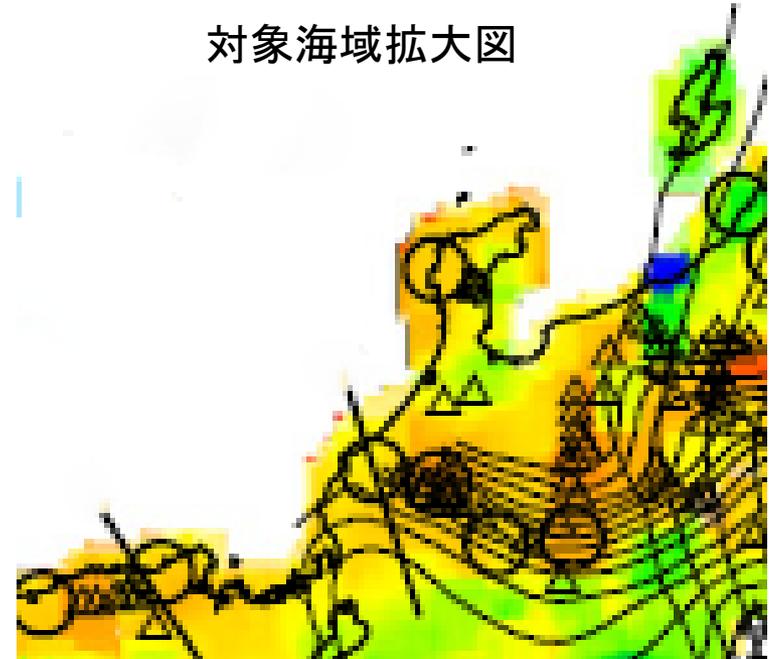


3次元地震波速度構造を用いた再決定震源に基づく カットオフ深度(D90)の分布

日本列島の3次元地震波速度構造を推定し、これを用いて2001年から2010年の気象庁一元化震源を再決定した。再決定された震源に基づき、(地殻内)浅発地震のカットオフ深度(D90)を推定するとともに、地殻熱流量や顕著地震との対応性について議論している。



対象海域拡大図

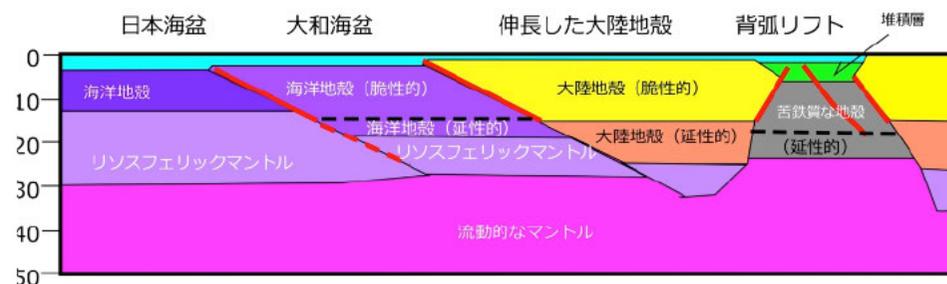


対象海域においては、D90は殆ど推定されていないが、沿岸域におけるD90は概ね15 km以浅

○: 1926~2010年に発生したM>6.5地震の震央
△: 活火山ならびに第四紀火山の分布

日本海南東部における地震発生層の下端(断層の幅)について

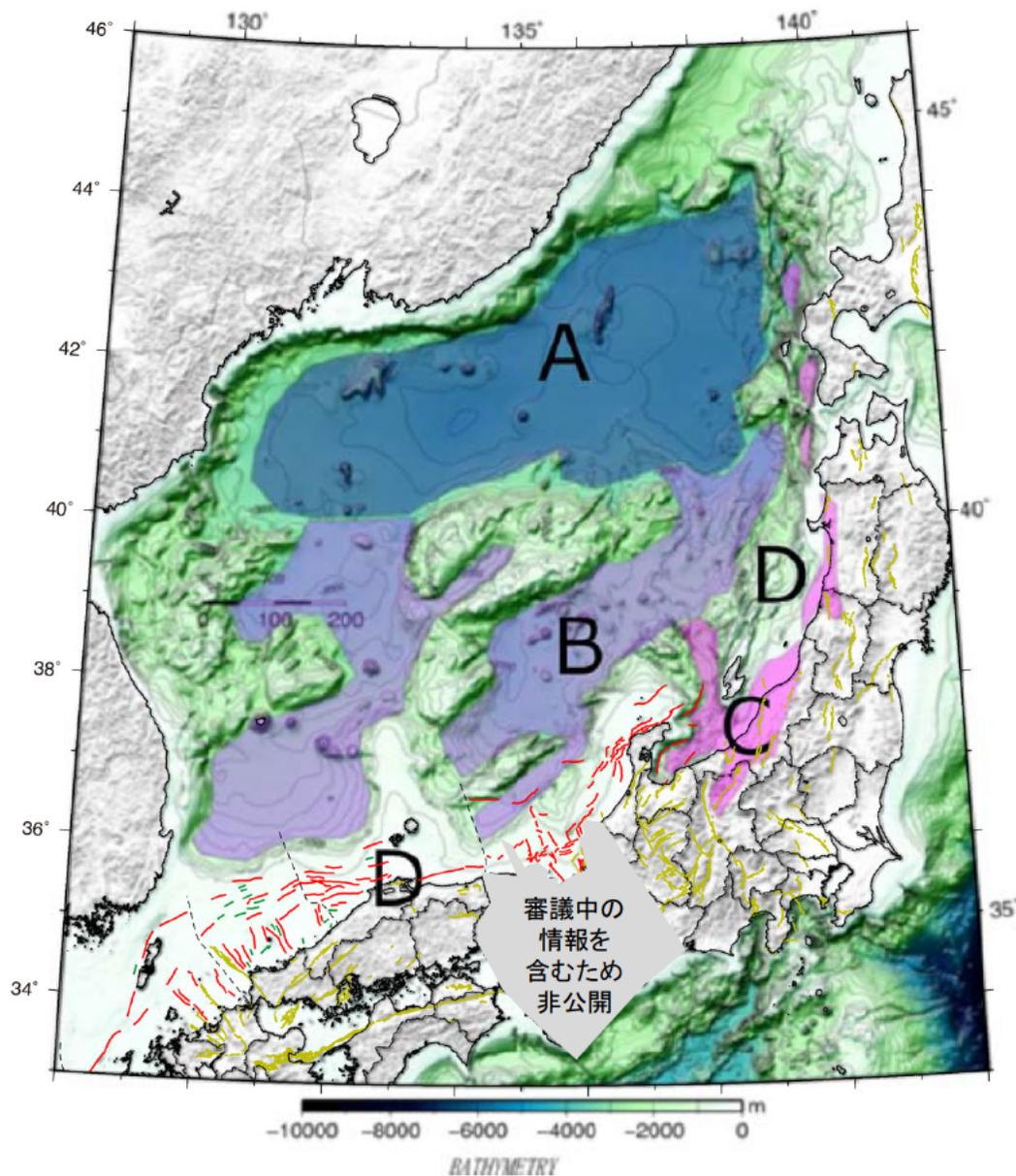
日本海東部の地震発生層概念図



大陸地殻内: 15 km 背弧リフト内: 18 km
 背弧リフト縁: 15 km 海洋地殻/大陸地殻境界: 18 km
 海洋地殻/厚い海洋地殻: 18 km(25 km)

日本海の地殻構造の区分(佐藤・他、2014)

- A: 海洋地殻
- B: 厚い海洋地殻
- C: 背弧リフト
- D: 大陸地殻



H25年度「日本海地震・津波調査プロジェクト」
 成果報告書に加筆

- ◆ 日本海南東部における評価対象海域活断層は、日本海南西部と同様に概ね「D: 大陸地殻」に分類される。また、海陸観測網による2007年能登半島地震の余震活動は深さ15 km以浅に収まる。
- ◆ 一部の断層については、「B: 厚い海洋地殻」や「C: 背弧リフト」に分類されるものもある。

ご審議いただきたいこと

日本海の地殻構造の区分(佐藤・他、2014)

- A: 海洋地殻
- B: 厚い海洋地殻
- C: 背弧リフト
- D: 大陸地殻

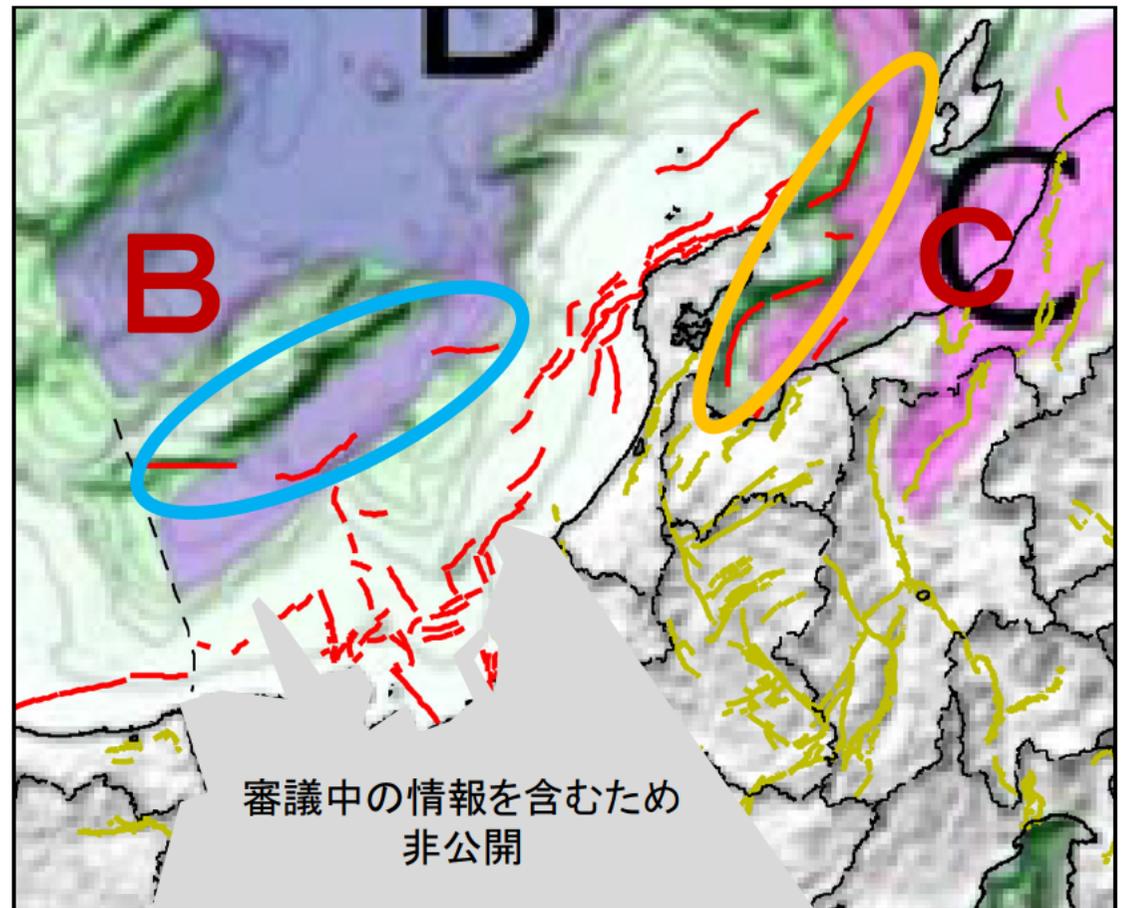
大陸地殻内: 15 km

背弧リフト内: 18 km

背弧リフト縁: 15 km

海洋地殻/大陸地殻境界: 18 km

海洋地殻/厚い海洋地殻: 18 km(25 km)



• 地震発生層の下限について、下記のように仮定してよろしいか？

• 隠岐海嶺の南縁付近(隠岐海嶺南縁、②7若狭海丘列北縁)

: 15-20 km程度

• 富山舟状海盆付近(富山湾西縁、③2富山舟状海盆西縁)

: 15-20 km程度

• それ以外の領域: 15 km程度