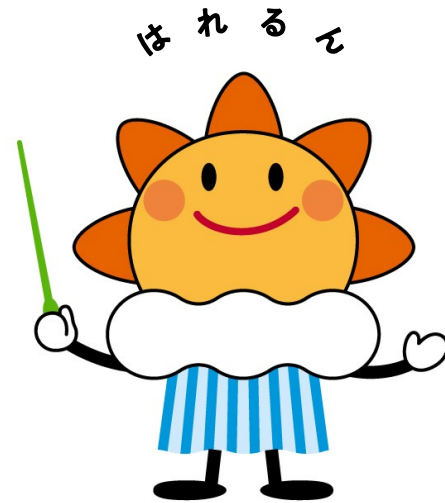


第386回 地震調査委員会資料



令和5年5月12日

気 象 庁



※ 本資料中のデータについて

気象庁では、平成9年11月10日より、国・地方公共団体及び住民が一体となった緊急防災対応の迅速かつ円滑な実施に資するため、気象庁の震度計の観測データに合わせて地方公共団体*及び国立研究開発法人防災科学技術研究所から提供されたものも震度情報として発表している。

また、気象庁では、地震防災対策特別措置法の趣旨に沿って、平成9年10月1日より、大学や国立研究開発法人防災科学技術研究所等の関係機関から地震観測データの提供を受け**、文部科学省と協力してこれを整理し、整理結果等を、同法に基づいて設置された地震調査研究推進本部地震調査委員会に提供するとともに、気象業務の一環として防災情報として適宜発表する等活用している。

注* 令和5年5月11日現在：北海道、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、富山県、石川県、福井県、山梨県、長野県、岐阜県、静岡県、愛知県、三重県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県、鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県、徳島県、香川県、愛媛県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県、札幌市（北海道）、仙台市（宮城県）、千葉市（千葉県）、横浜市（神奈川県）、川崎市（神奈川県）、相模原市（神奈川県）、名古屋市（愛知県）、京都市（京都府）の47都道府県、8政令指定都市。

注** 令和5年5月11日現在：国立研究開発法人防災科学技術研究所、北海道大学、弘前大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、高知大学、九州大学、鹿児島大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国土地理院、国立研究開発法人海洋研究開発機構、公益財団法人地震予知総合研究振興会、青森県、東京都、静岡県、神奈川県温泉地学研究所及び気象庁のデータを用いて作成している。また、2016年熊本地震合同観測グループのオンライン臨時観測点（河原、熊野座）、2022年能登半島における合同地震観測グループによるオンライン臨時観測点（よしが浦温泉、飯田小学校）、米国大学間地震学研究連合（IRIS）の観測点（台北、玉峰、寧安橋、玉里、台東）のデータを用いて作成している。

※ 本資料中の図について

本資料中の地図は、『数値地図25000（行政界・海岸線）』（国土地理院）を加工して作成した。

また、一部の図版作成には GMT (Generic Mapping Tool [Wessel, P., and W. H. F. Smith, New, improved version of Generic Mapping Tools released, *EOS Trans. Amer. Geophys. U.*, vol. 79 (47), pp. 579, 1998]) を使用した。

※ 本資料利用上の注意

・資料中の語句について

M：マグニチュード（通常、揺れの最大振幅から推定した気象庁マグニチュードだが、気象庁 CMT 解のモーメントマグニチュードの場合がある。）

Mw：モーメントマグニチュード（特にことわりがない限り、気象庁 CMT 解のモーメントマグニチュードを表す。）

depth：深さ（km）

UND：マグニチュードの決まらない地震が含まれていることを意味する。

N= xx, yy/ZZ：図中に表示している地震の回数を表す（通常図の右上に示してある）。ZZ は回数の総数を表し、xx, yy は期間別に表示色を変更している場合に、期間毎の回数を表す。

・発震機構解について

発震機構解の図は下半球投影である。また、特にことわりがない限り、P波初動による発震機構解である。

・M-T図について

縦軸にマグニチュード（M）、横軸に時間（T）を表示した図で、地震活動の経過を見るために用いる。

・震央地名について

本資料での震央地名は、原則として情報発表時に使用したものをを用いるが、震央を精査した結果により、情報発表時とは異なる震央地名を用いる場合がある。なお、情報発表時の震央地名及びその領域については、各年の「地震・火山月報（防災編）」1月号の付録「地震・火山月報（防災編）で用いる震央地名」を参照のこと。

・震源と震央について

震源とは地震の発生原因である地球内部の岩石の破壊が開始した点であり、震源の真上の地点を震央という。

・地震の震源要素等について

2016年4月1日以降の震源では、Mの小さな地震は、自動処理による震源を表示している場合がある。自動処理による震源は、震源誤差の大きなものが表示されることがある。

2020年9月以降に発生した地震を含む図については、2020年8月以前までに発生した地震のみによる図と比較して、日本海溝海底地震津波観測網（S-net）や紀伊水道沖の地震・津波観測監視システム（DONET2）による海域観測網の観測データの活用、震源計算処理における海域速度構造の導入及び標高を考慮した震源決定等それまでのデータ処理方法との違いにより、震源の位置や決定数に見かけ上の変化がみられることがある。

震源の深さを「CMT解による」とした場合は、気象庁 CMT 解のセントロイドの深さをを用いている。

地震の震源要素、発震機構解、震度データ等は、再調査後、修正することがある。確定した値、算出方法については地震月報（カタログ編）[気象庁ホームページ：<https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/bulletin/index.html>]に掲載する。

なお、本誌で使用している震源位置・マグニチュードは世界測地系（Japanese Geodetic Datum 2000）に基づいて計算したものである。

・火山の活動解説の火山性地震回数等について

火山性地震や火山性微動の回数等は、再調査後、修正することがある。確定した値については、火山月報（カタログ編）[気象庁ホームページ：https://www.data.jma.go.jp/vois/data/tokyo/STOCK/bulletin/index_vcatalog.html]に掲載する。

令和5年4月の主な地震活動^{注1)}

| 番号 | 月 日 | 時 分 | 震央地名 | 深さ (km) | M | Mw | 最大 震度 | 備考/コメント |
|----|--------|--------|--------------|------------|-----|-----|----------|--|
| 1 | 04月10日 | 03時45分 | 与那国島近海 | 49 | 5.0 | 4.9 | 3 | フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した地震 |
| 2 | 04月17日 | 02時25分 | 福島県沖 | 46 | 4.8 | 4.6 | 4 | 太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震 |
| 3 | | | 石川県能登地方の地震活動 | | | | 3 | 2020年12月から続く石川県能登地方の地震活動の中で発生した地震 2023年4月中に震度1以上を観測する地震が10回(震度3:1回、震度2:1回、震度1:8回)発生した(能登半島沖で発生した地震を含む) このうち最大規模の地震は、6日19時07分に発生したM3.3の地震(最大震度1) 地殻内で発生した地震 |
| 4 | | | 父島近海の地震活動 | | | | 4 | 3月31日から4月30日までに震度1以上を観測する地震が20回(震度4:1回、震度3:2回、震度2:2回、震度1:15回)発生した このうち最大規模の地震は、3月31日14時52分に発生したM5.7の地震(最大震度2) 太平洋プレート内部で発生した地震 |
| 5 | | | 沖縄本島近海の地震活動 | | | | 2 | 津波予報(若干の海面変動)発表 (5月1日12時22分の地震に対して発表) 4月27日から5月7日までに震度1以上を観測する地震が8回(震度2:3回、震度1:5回)発生した このうち最大規模の地震は、5月1日12時22分に発生したM6.4の地震(最大震度2) フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した地震 |

注1) 「主な地震活動」とは、①震度4以上の地震、②M6.0以上の地震、③陸域でM4.5以上かつ震度3以上の地震、④海域でM5.0以上かつ震度3以上の地震、⑤前に取り上げた地震活動で活動が継続しているもの、⑥その他、注目すべき活動。なお、掲載した震源要素については、後日修正されることがある。

期間外の活動^{注2)}

| 番号 | 月 日 | 時 分 | 震央地名 | 深さ (km) | M | Mw | 最大 震度 | 備考/コメント |
|----|-------|--------|--------|------------|-----|-----|----------|---|
| 1 | 5月5日 | 14時42分 | 能登半島沖 | 12 | 6.5 | 6.2 | 6強 | 津波予報(若干の海面変動)発表 (5月5日14時42分の地震に対して発表) 津波観測 : 珠洲市長橋及び輪島港 ^{注3)} で0.1m(速報値) ^{注4)} の津波を観測 (5月5日14時42分の地震で観測) 緊急地震速報(警報)を発表 長周期地震動階級3を観測 (5月5日14時42分の地震により階級3、21時58分の地震により階級2を観測) 2020年12月から続く石川県能登地方の地震活動の中で発生した地震 |
| 2 | 5月5日 | 21時58分 | 能登半島沖 | 14 | 5.9 | 5.7 | 5強 | 5月中は11日08時までに震度1以上を観測する地震が94回(震度6強:1回、震度5強:1回、震度4:4回、震度3:9回、震度2:29回、震度1:50回)発生した(能登半島沖で発生した地震を含む) このうち最大規模の地震は、5月5日14時42分に発生したM6.5の地震(最大震度6強) 地殻内で発生した地震 被害 : 2023年5月の地震による被害は、死者1人、負傷者37人、住家全壊15棟、半壊13棟など(5月11日08時30分現在、総務省消防庁による) |
| 3 | 5月6日 | 02時47分 | 青森県東方沖 | 56 | 5.7 | 5.9 | 4 | 太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震 |
| 4 | 5月11日 | 04時16分 | 千葉県南部 | 40 | 5.2 | - | 5強 | 緊急地震速報(警報)を発表 フィリピン海プレート内部で発生した地震 被害 : 軽傷1人(5月11日08時00分現在、総務省消防庁による) |

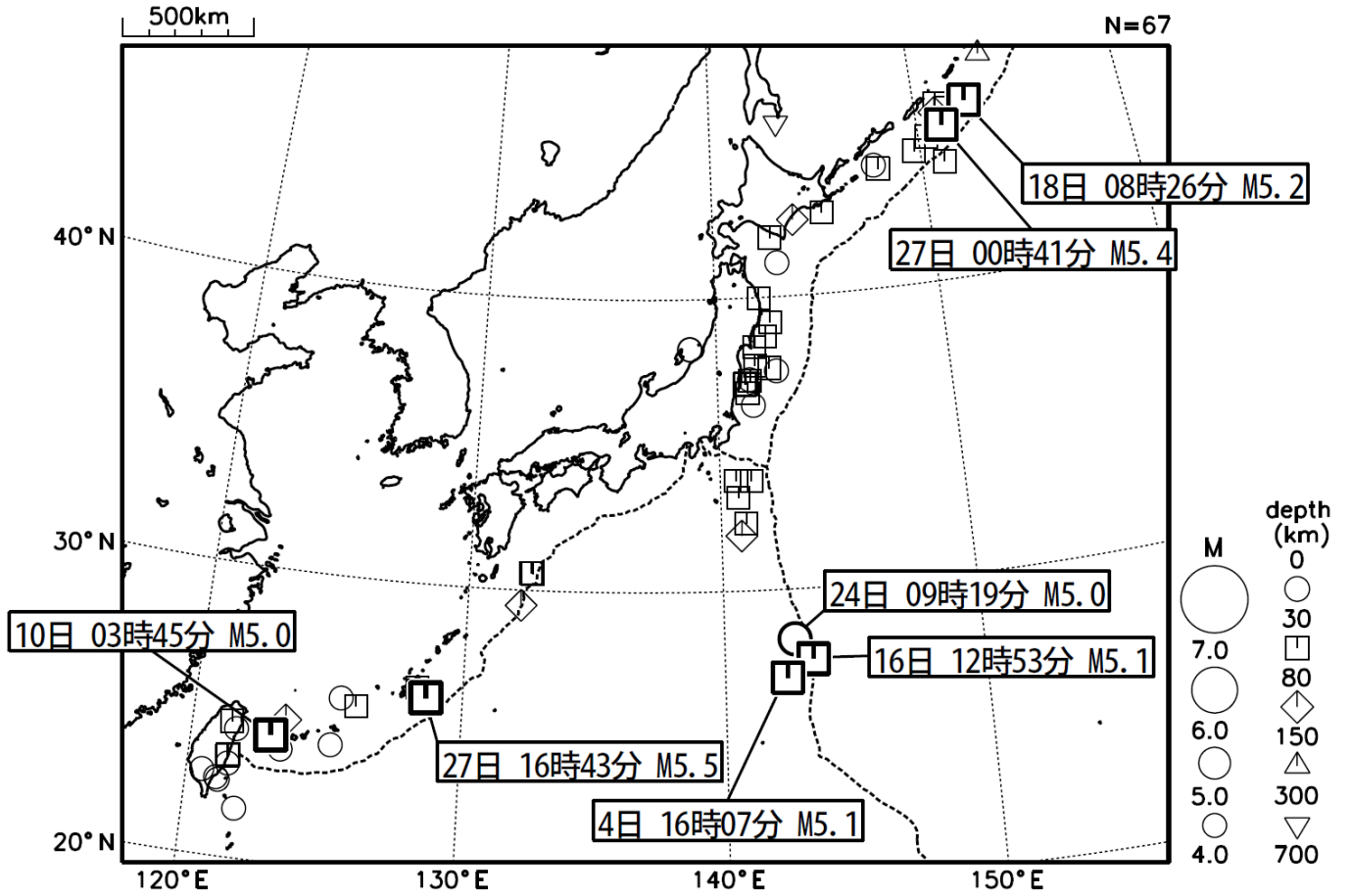
注2) 注1)の主な地震活動の基準に該当する地震で令和5年5月中に発生したもの。ただし、石川県能登地方の地震活動は震度5弱以上の地震を記載している。

注3) 港湾局の観測施設である。

注4) 津波の観測値は後日の精査により変更される場合がある。

2023年4月の全国の地震活動 (マグニチュード4.0以上)

2023 04 01 00:00 -- 2023 04 30 24:00



・特に目立った地震活動はなかった。

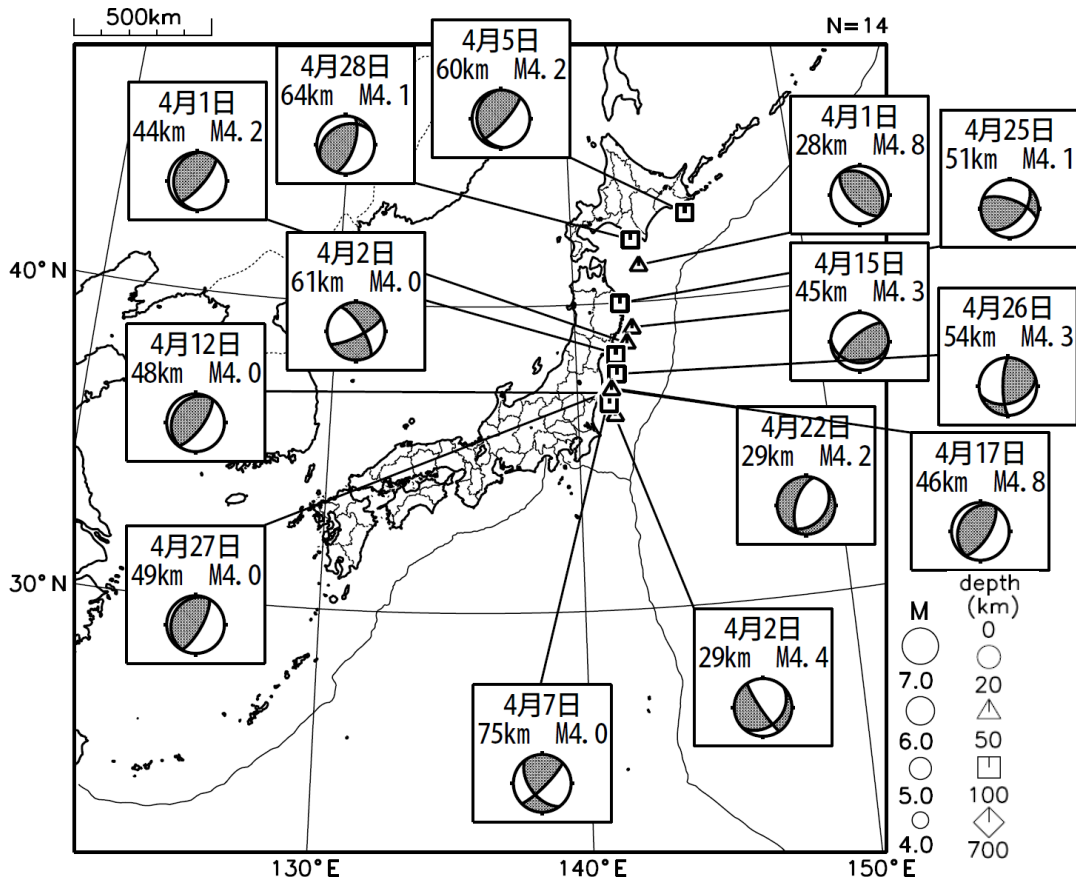
[図中に日時分、マグニチュードを付した地震はM5.0以上の地震、またはM4.0以上で最大震度5弱以上を観測した地震である。
また、上に表記した地震はM6.0以上、またはM4.0以上で最大震度5弱以上を観測した地震である。]

気象庁・文部科学省（気象庁作成資料には、防災科学技術研究所や大学等関係機関のデータも使われています）

主な地震の発震機構 (2023年4月)

2023 04 01 00:00 -- 2023 04 30 24:00

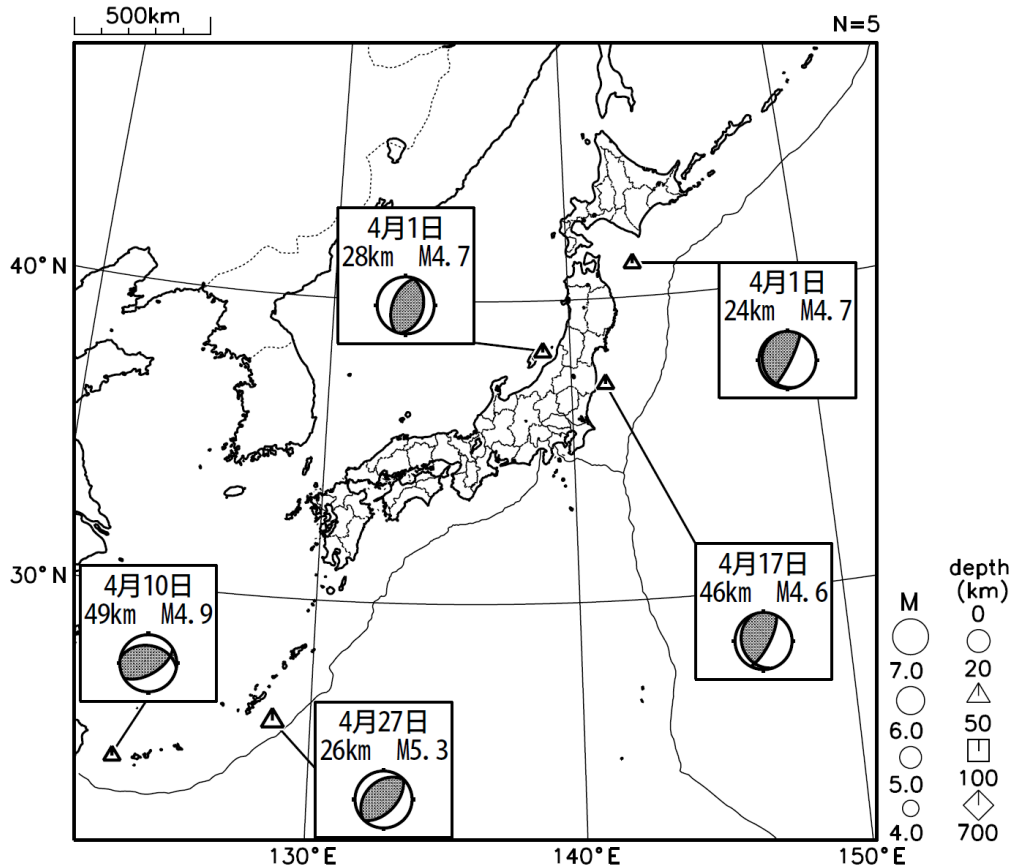
P波初動解



CMT解

MはMwの値、
深さはセントロイド

2023 04 01 00:00 -- 2023 04 30 24:00

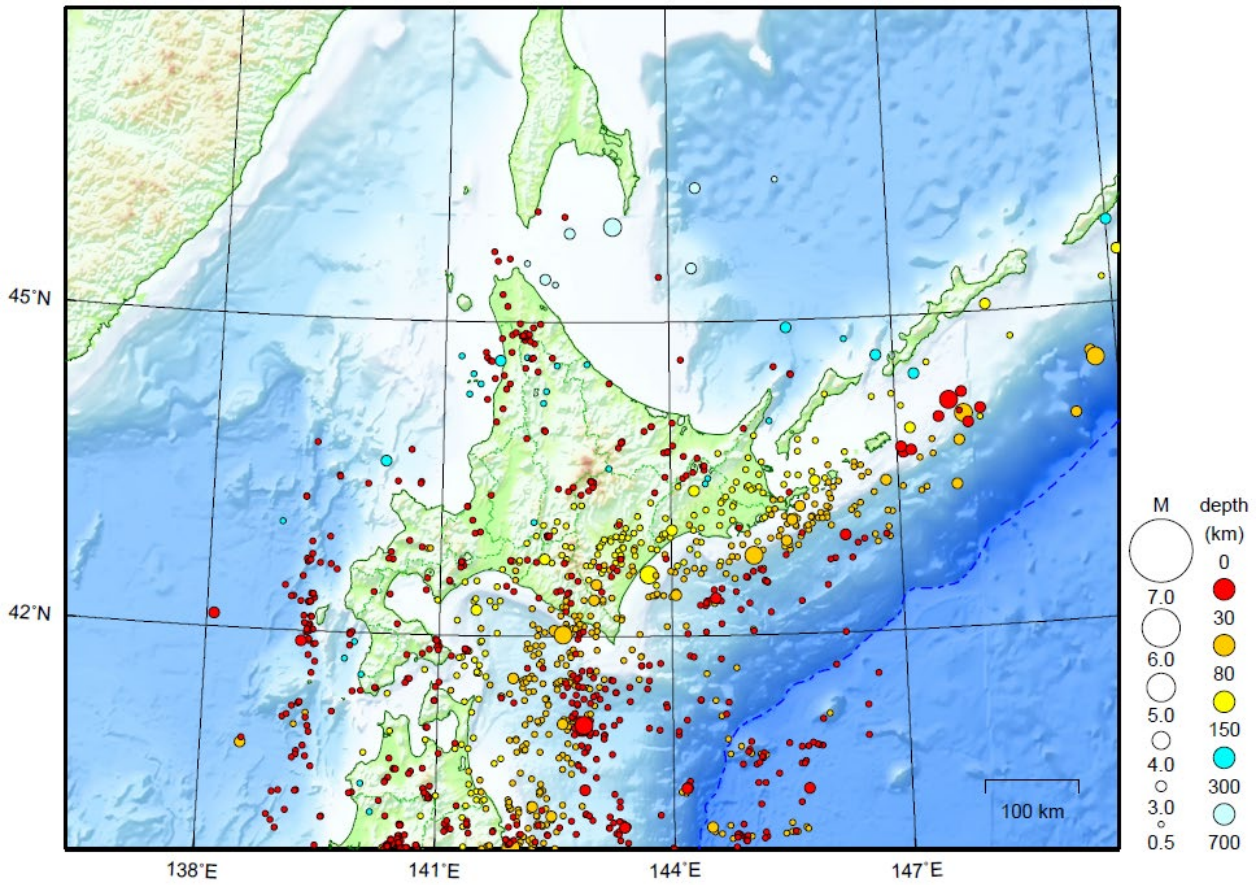


次ページ以降、資料中に発震機構が示されている場合は、特段の断りがない限り「P波初動解」を示す。

北海道地方

2023/04/01 00:00 ~ 2023/04/30 24:00

N=1315



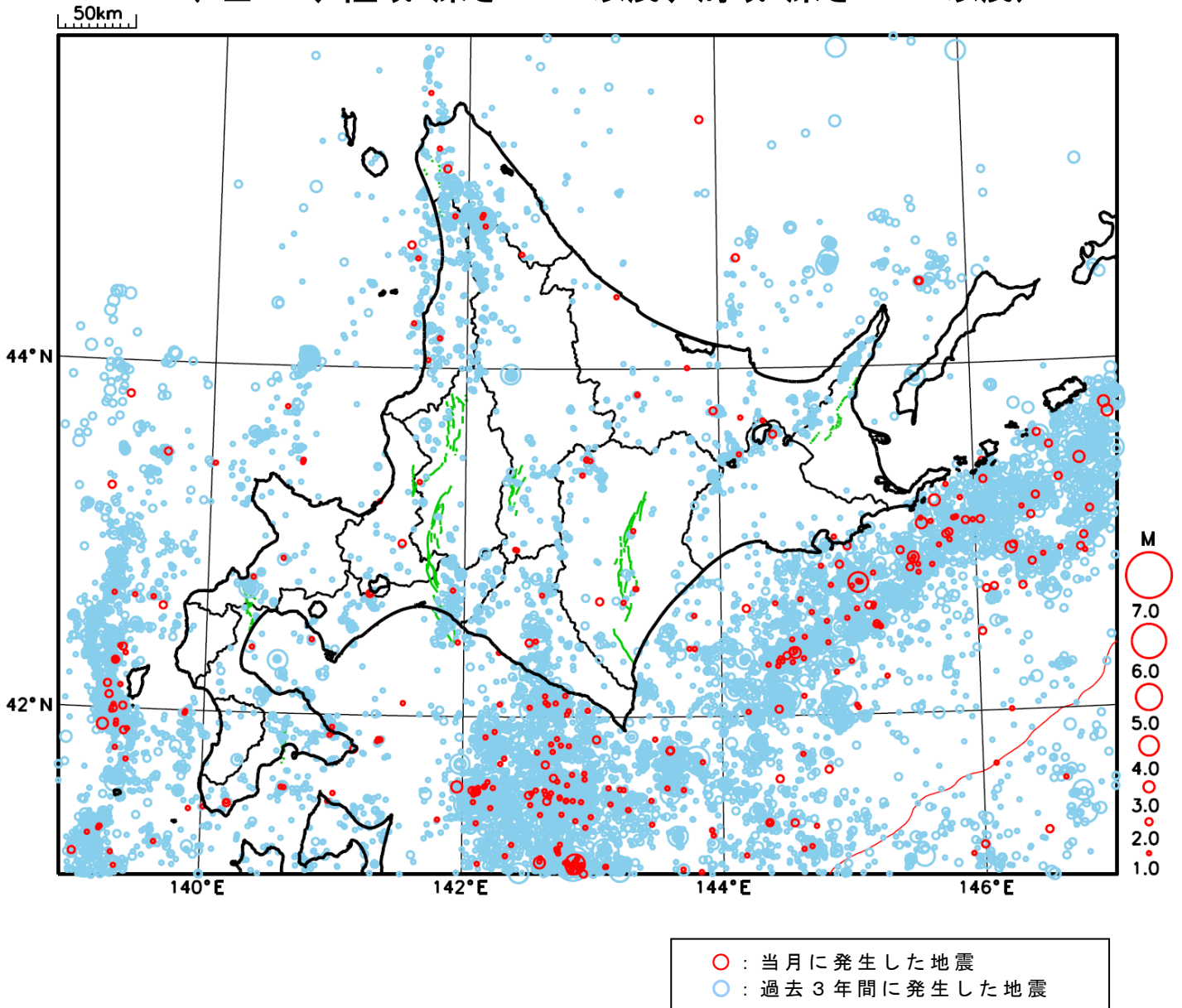
地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOP030、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2v2を使用

特に目立った地震活動はなかった。

[上述の地震は M6.0 以上または最大震度 4 以上、陸域で M4.5 以上かつ最大震度 3 以上、海域で M5.0 以上かつ最大震度 3 以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。]

気象庁・文部科学省

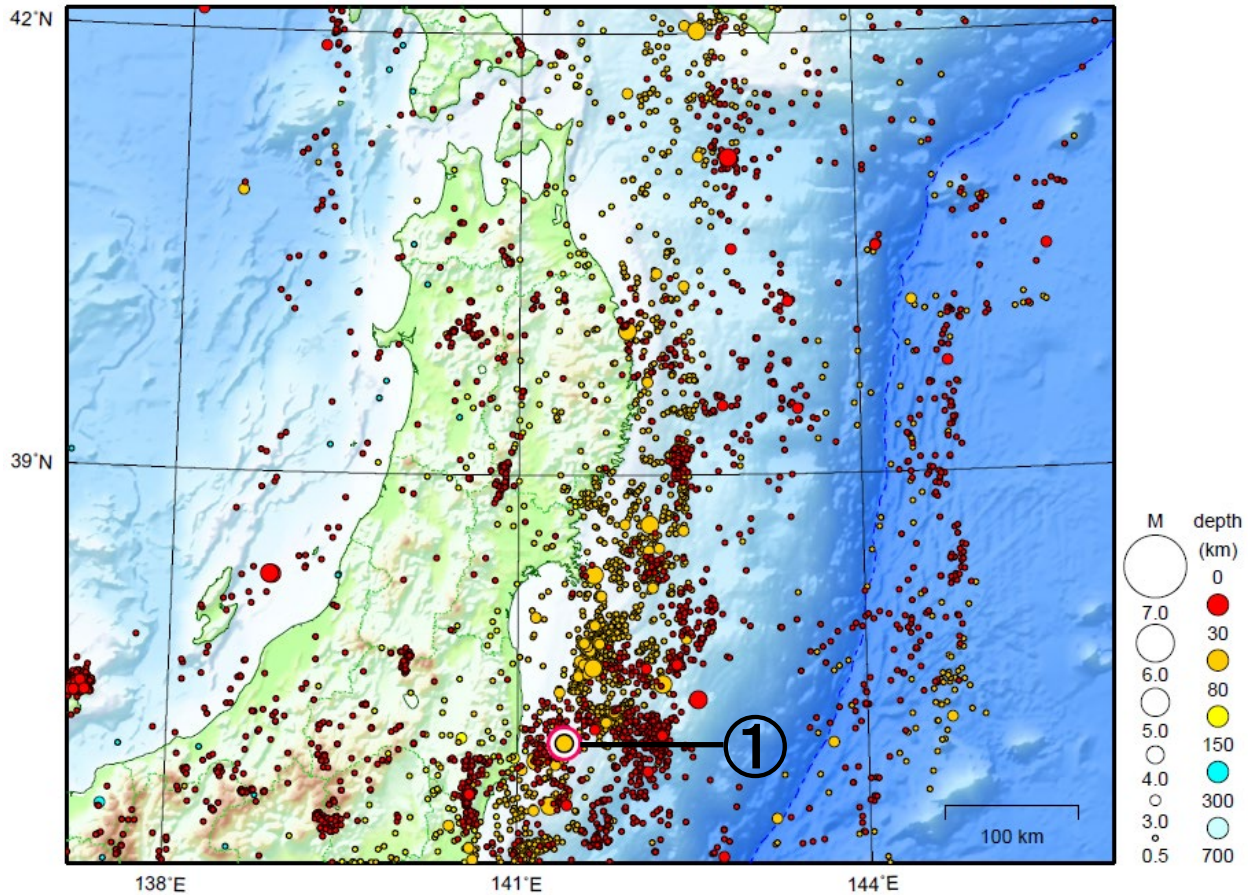
北海道地方における 2023 年 4 月の地震活動 ($M \geq 1.0$ 、陸域 深さ 30km 以浅、海域 深さ 60km 以浅)



東北地方

2023/04/01 00:00 ~ 2023/04/30 24:00

N=6397



地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2v2を使用

① 4月17日に福島県沖でM4.8の地震（最大震度4）が発生した。

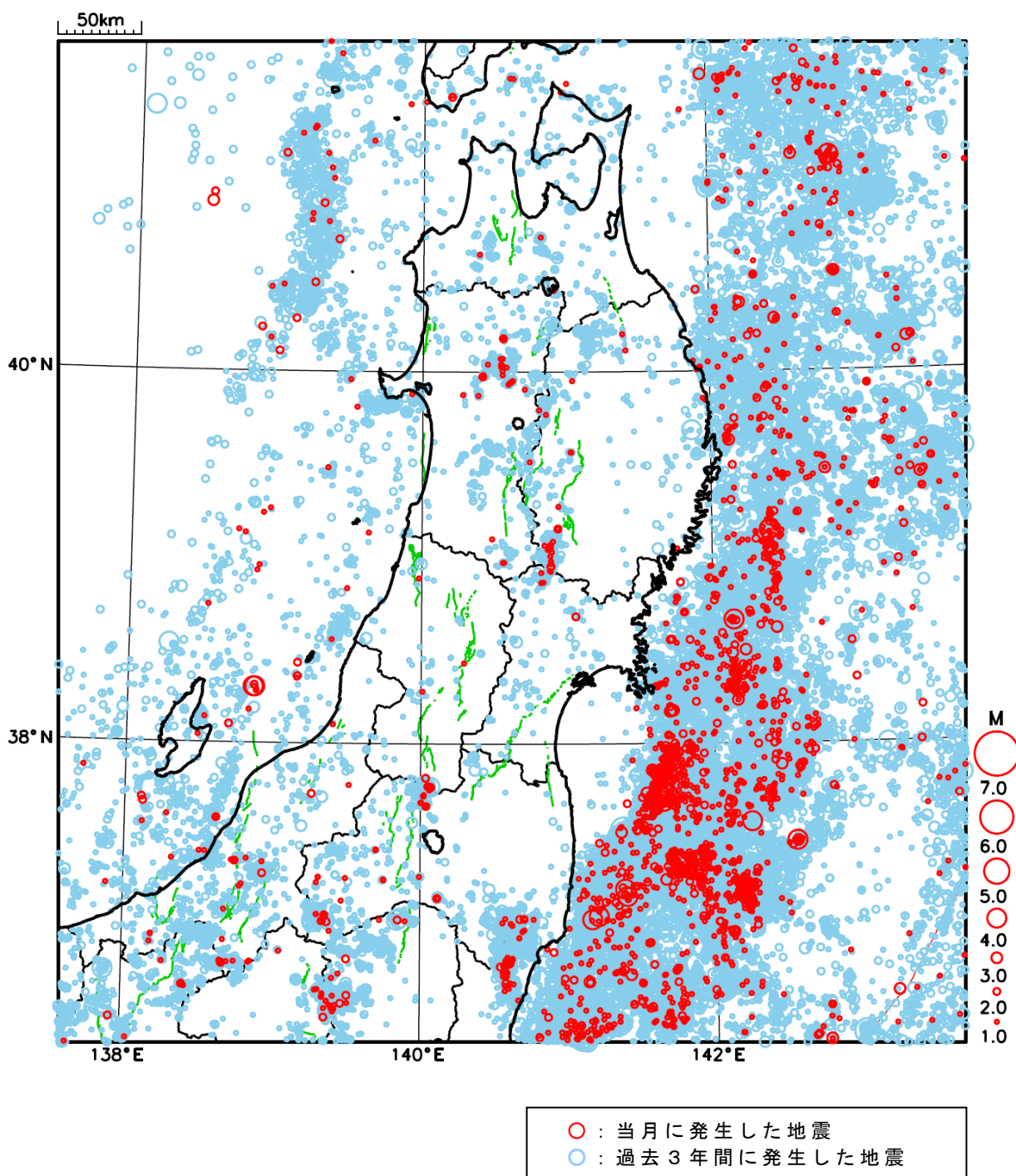
（上記期間外）

5月6日に青森県東方沖でM5.7の地震（最大震度4）が発生した。

[上述の地震はM6.0以上または最大震度4以上、陸域でM4.5以上かつ最大震度3以上、海域でM5.0以上かつ最大震度3以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。]

気象庁・文部科学省

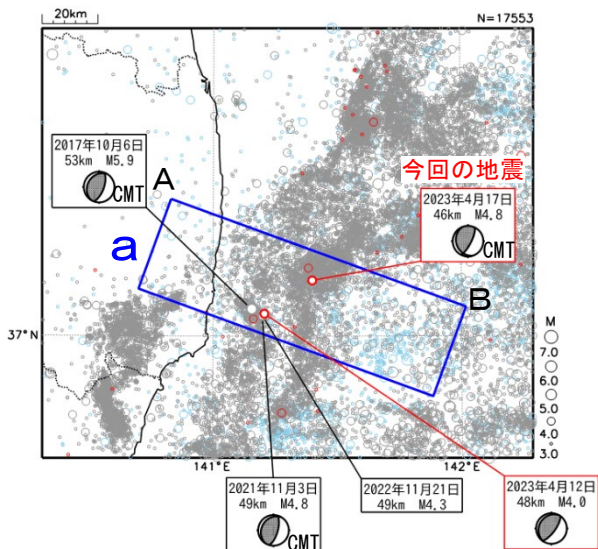
東北地方における 2023 年 4 月の地震活動 ($M \geq 1.0$ 、陸域 深さ 30km 以浅、海域 深さ 60km 以浅)



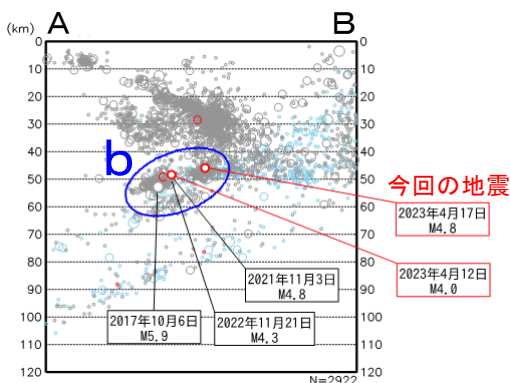
4月17日 福島県沖の地震

震央分布図

(1997年10月1日～2023年4月30日、
深さ0～120km、 $M \geq 3.0$)
2011年3月10日以前に発生した地震を水色、
2011年3月11日以降に発生した地震を灰色、
2023年4月に発生した地震を赤色で表示

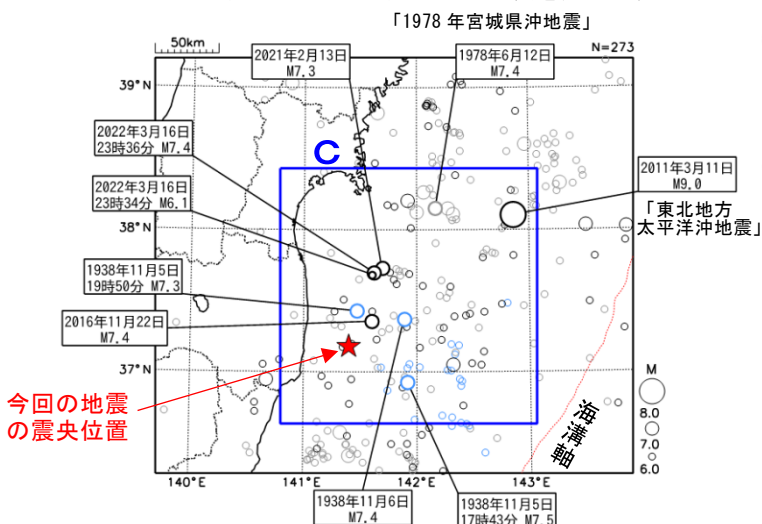


領域 a 内の断面図 (A-B 投影)



震央分布図

(1919年1月1日～2023年4月30日、
深さ0～120km、 $M \geq 6.0$)
1938年11月5日～1938年11月30日の地震を水色、
2011年3月10日以前に発生した地震を灰色、
2011年3月11日以降に発生した地震を黒色で表示

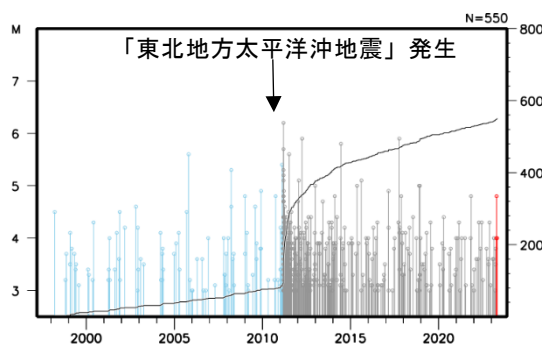


2023年4月17日02時25分に福島県沖の深さ46kmで $M 4.8$ の地震(最大震度4)が発生した。この地震は、発震機構(CMT解)が西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した。

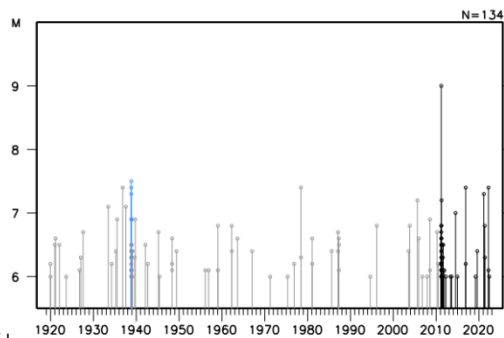
1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近(領域b)では、「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」(以下、「東北地方太平洋沖地震」)の発生以前は $M 5.0$ 以上の地震が時々発生していた。「東北地方太平洋沖地震」の発生以降は地震の発生数が増加している。

1919年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域c)では「東北地方太平洋沖地震」の発生前から $M 7.0$ 以上の地震が時々発生しており、1938年11月5日17時43分には $M 7.5$ の地震(最大震度5)が発生し、宮城県花洲で113cm(全振幅)の津波を観測した。

領域 b 内の M-T 図及び回数積算図



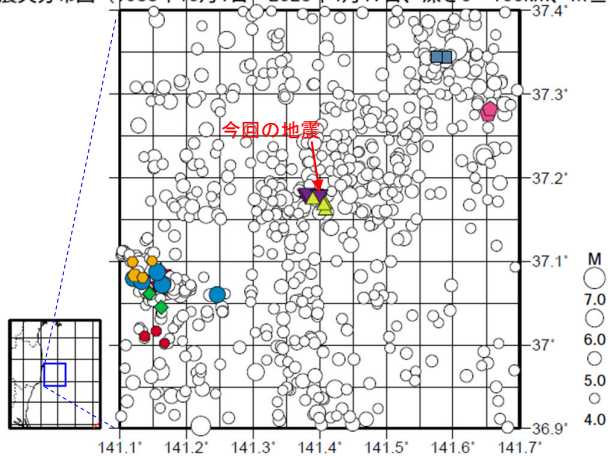
領域 c 内の M-T 図



4月17日 福島県沖の地震（相似地震）

2023年4月17日の福島県沖の地震(M4.8、最大震度4)について強震波形による相関解析を行った結果、既往の相似地震グループの最新の地震として検出された(グループE:今回の地震を含め3地震)^{※1}。

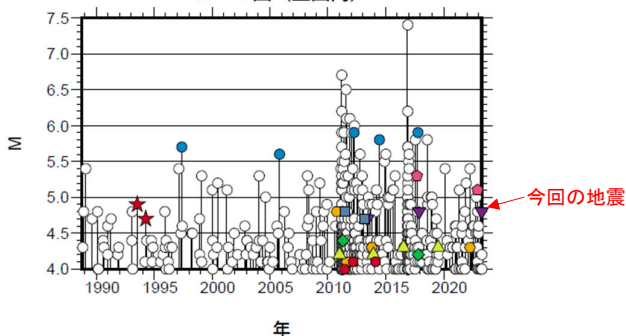
震央分布図 (1988年10月1日~2023年4月17日、深さ0~100km、M≥4.0)



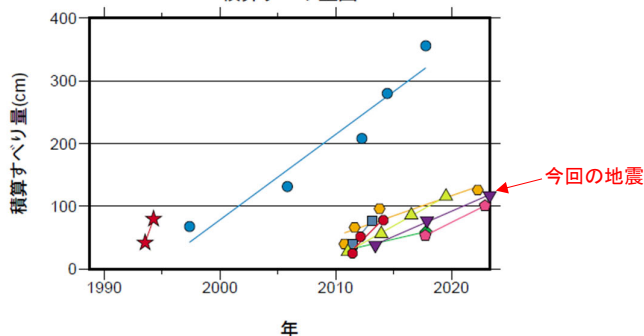
発生間隔と推定年平均すべり量^{※2}

| グループ | 回数 | 平均M | 震度 | | 発生間隔 | | 平均すべり量 (cm/年) | |
|------|----|------|----|----|------|------|---------------|-------|
| | | | 最大 | 最小 | 最短 | 最大 | | |
| ★ A | 2 | 4.80 | 3 | 2 | 0.73 | 0.73 | 0.73 | 51.43 |
| ● B | 5 | 5.78 | A | 4 | 5.10 | 2.21 | 8.45 | 13.61 |
| ◆ C | 2 | 4.30 | 3 | 3 | 6.50 | 6.50 | 6.50 | 4.32 |
| ● D | 4 | 4.38 | 3 | 3 | 3.85 | 0.87 | 8.51 | 6.40 |
| ▼ E | 3 | 4.77 | 4 | 4 | 4.93 | 4.45 | 5.41 | 8.06 |
| ◆ F | 2 | 5.20 | 3 | 3 | 5.19 | 5.19 | 5.19 | 9.16 |
| ■ G | 2 | 4.75 | 3 | 3 | 1.63 | 1.63 | 1.63 | 23.04 |
| ▲ H | 4 | 4.25 | 3 | 3 | 2.84 | 2.59 | 3.02 | 10.39 |
| ● I | 3 | 4.07 | 3 | 3 | 1.32 | 0.70 | 1.94 | 18.63 |

M-T図 (上図内)



積算すべり量^{※2}



※1 各観測点の波形の比較で得られたコヒーレンスの中央値が0.95以上の場合に相似地震として検出し、相似地震のグループ分けはコヒーレンスを用いて機械的に行っている[溜瀧ほか、2014]。

※2 すべり量推定には、モーメントマグニチュードと地震モーメントの関係式[Hanks and Kanamori(1979)]及び地震モーメントとすべり量の関係式[Nadeau and Johnson(1998)]を使用。得られた積算すべり量と経過時間から最小自乗法を用いてグループ毎の年平均すべり量を求めた。

気象庁作成

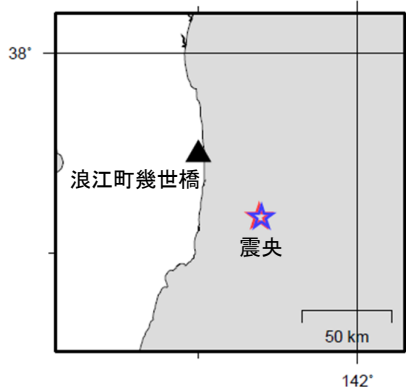
●波形例

強震波形 相関解析

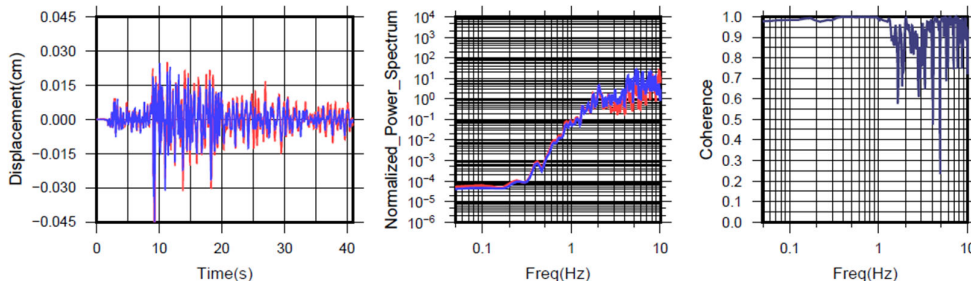
観測点名: 浪江町幾世橋(8B4)

2017/11/17 10:02:47 M4.8

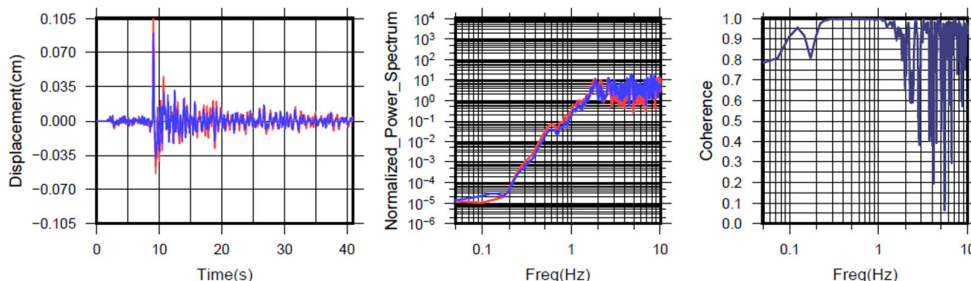
2023/04/17 02:25:07 M4.8



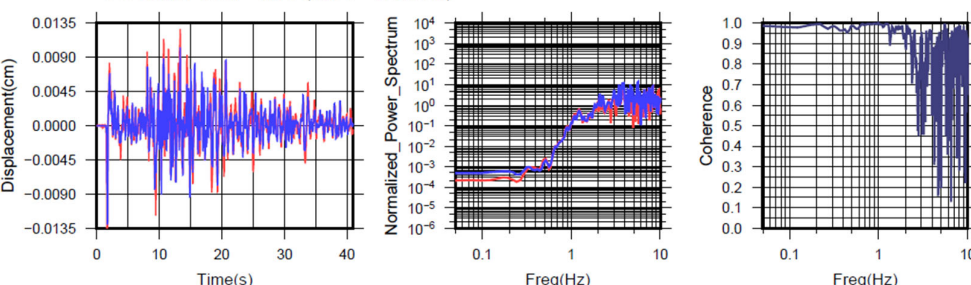
N S成分: Cohr=0.99 (0.34 - 1.42 Hz)



E W成分: Cohr=0.99 (0.34 - 1.42 Hz)



U D成分: Cohr=0.98 (0.34 - 1.42 Hz)

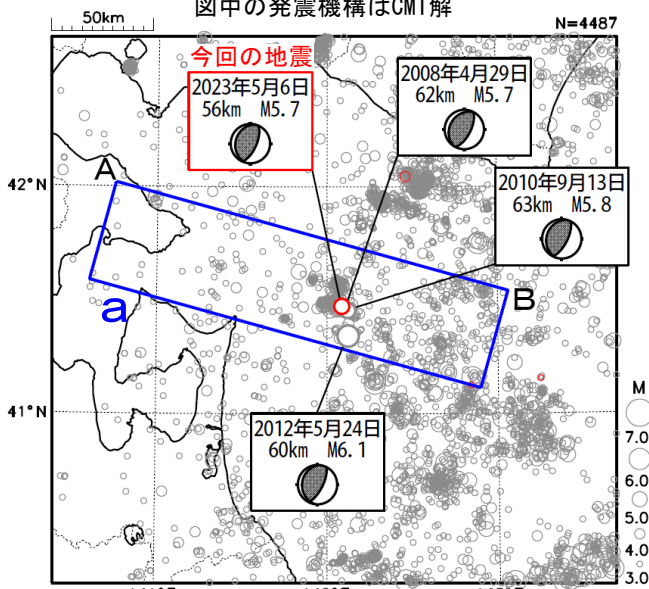


※変位波形は加速度記録を気象庁59型地震計相当に変換したものの

気象庁作成

5月6日 青森県東方沖の地震

震央分布図
(1997年10月1日～2023年5月8日、
深さ0～120km、 $M \geq 3.0$)
2023年5月に発生した地震を赤色で表示
図中の発震機構はCMT解

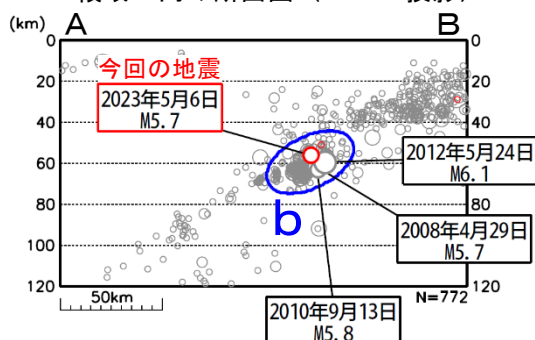


2023年5月6日02時47分に青森県東方沖の深さ56kmでM5.7の地震(最大震度4)が発生した。この地震は発震機構(CMT解)が西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した。

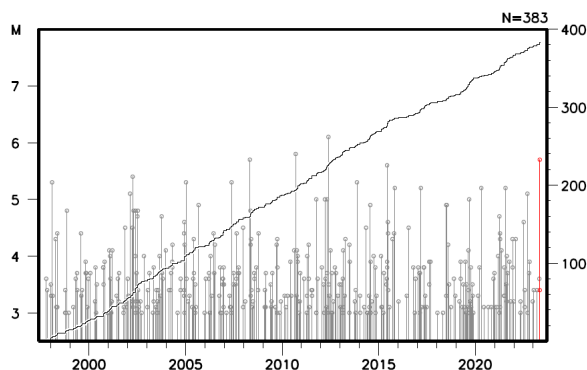
1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近(領域b)では、M5.0以上の地震がしばしば発生している。このうち、2012年5月24日に発生したM6.1の地震(最大震度5強)では、青森県で文教施設の一部破損(ガラス破損など)10箇所などの被害が生じた(被害は総務省消防庁による)。

1919年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域c)では、M6.0以上の地震が時々発生している。この中には、「昭和57年(1982年)浦河沖地震」(M7.1、最大震度6)や「1968年十勝沖地震」の最大余震(M7.5、最大震度5)も含まれている。

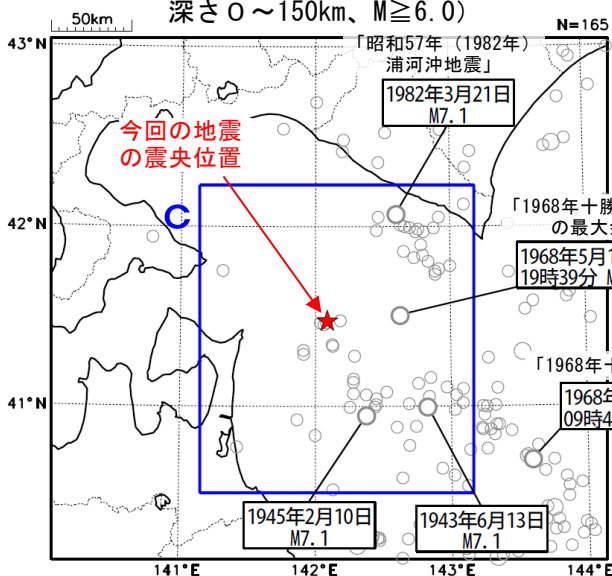
領域a内の断面図 (A-B投影)



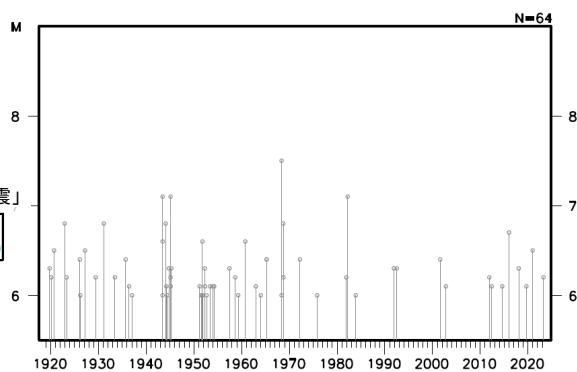
領域b内のM-T図及び回数積算図



震央分布図
(1919年1月1日～2023年5月8日、
深さ0～150km、 $M \geq 6.0$)



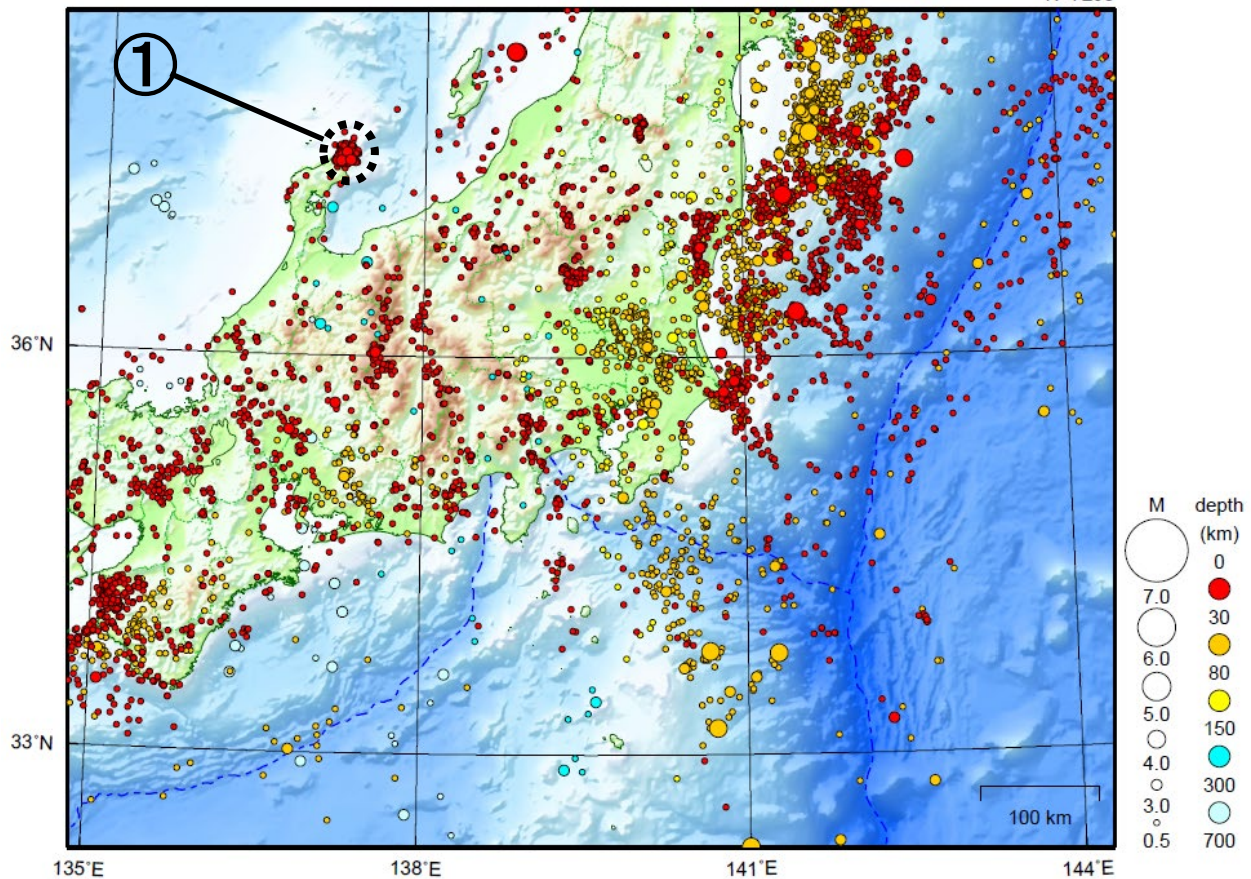
領域c内のM-T図



関東・中部地方

2023/04/01 00:00 ~ 2023/04/30 24:00

N=7298



地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2v2を使用

- ① 石川県能登地方では4月中に震度1以上を観測した地震が10回（震度3：1回、震度2：1回、震度1：8回）発生した。このうち最大規模の地震は、6日に発生したM3.3の地震（最大震度1）である。

能登半島沖で発生した地震を3回含む。

（上記領域外）

4月21日に父島近海で地震（最大震度4）が発生した。父島近海では3月31日から地震活動が活発になり、3月31日から4月30日までに震度1以上を観測した地震が20回（震度4：1回、震度3：2回、震度2：2回、震度1：15回）発生した。このうち最大規模の地震は、3月31日に発生したM5.7の地震（最大震度2）である。

（上記期間外）

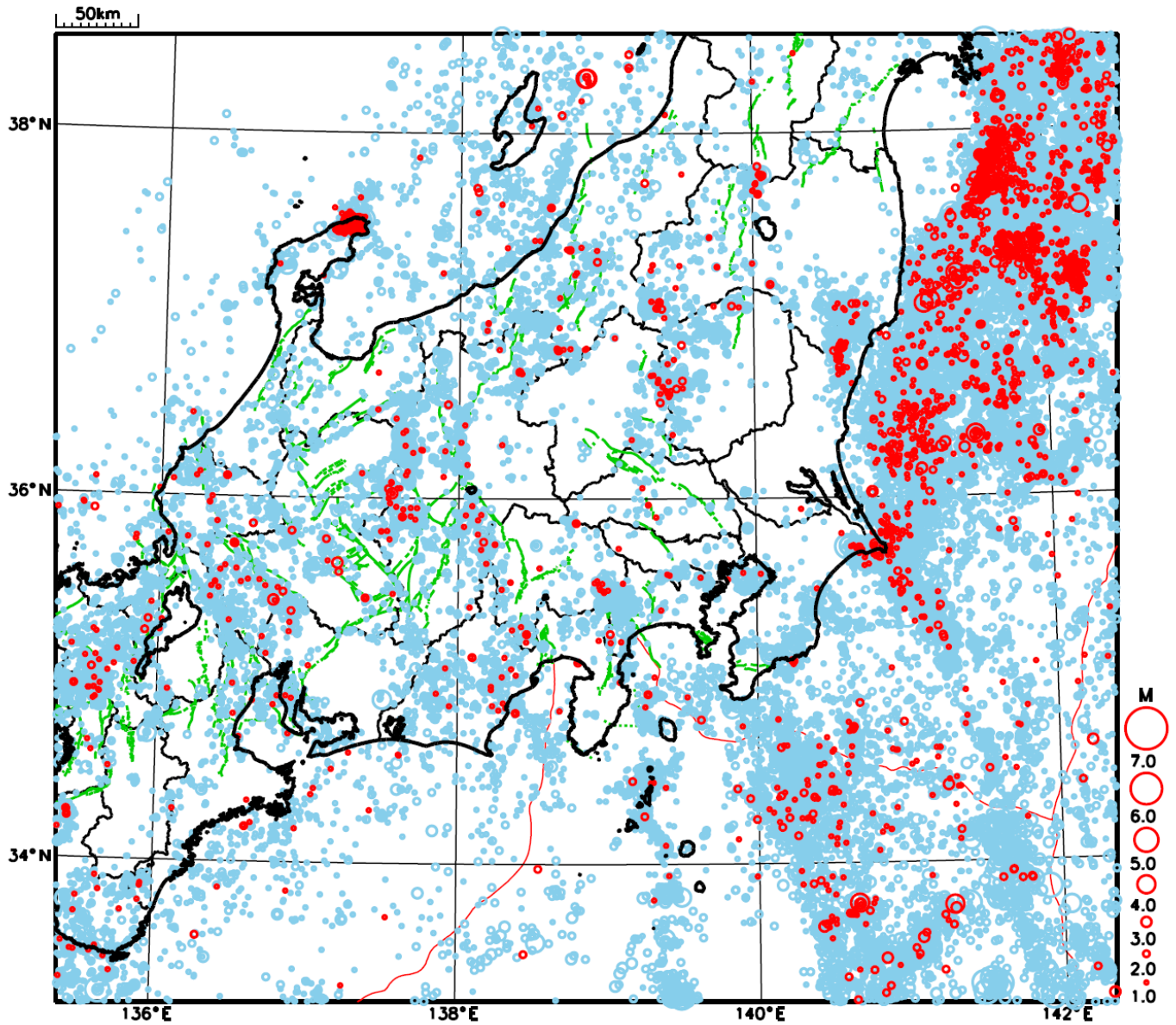
5月5日14時42分に能登半島沖でM6.5の地震（最大震度6強）が、同日21時58分にはM5.9の地震（最大震度5強）が発生した。石川県能登地方では5月1日から11日08時まで震度1以上を観測した地震が94回（震度6強：1回、震度5強：1回、震度4：4回、震度3：9回、震度2：29回、震度1：50回）発生した。

情報発表に用いた震央地名は、5月5日14時42分の地震及び21時58分の地震ともに「石川県能登地方」である。

5月11日に千葉県南部でM5.2の地震（最大震度5強）の地震が発生した。

[上述の地震はM6.0以上または最大震度4以上、陸域でM4.5以上かつ最大震度3以上、海域でM5.0以上かつ最大震度3以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。]

関東・中部地方における 2023 年 4 月の地震活動 ($M \geq 1.0$ 、陸域 深さ 30km 以浅、海域 深さ 60km 以浅)



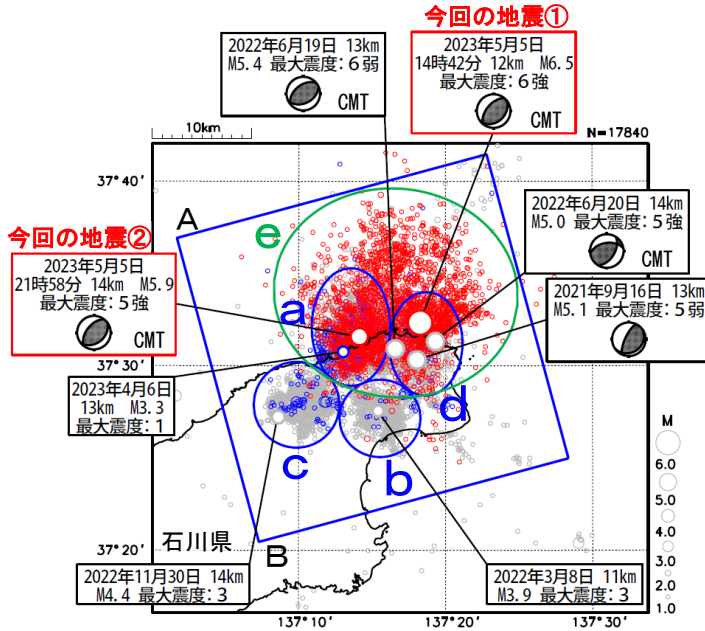
- : 当月に発生した地震
- : 過去3年間に発生した地震

石川県能登地方の地震活動

震央分布図

(2020年12月1日～2023年5月9日、
深さ0～25km、M≥1.0)

2023年4月1日から5月5日14時41分までの地震を青色、
2023年5月5日14時42分以降の地震を赤色で表示
領域a～dの各領域内で最大規模の地震、矩形内で2023年4
月中の最大規模の地震及び震度5弱以上を観測した地震に吹き出しを付加



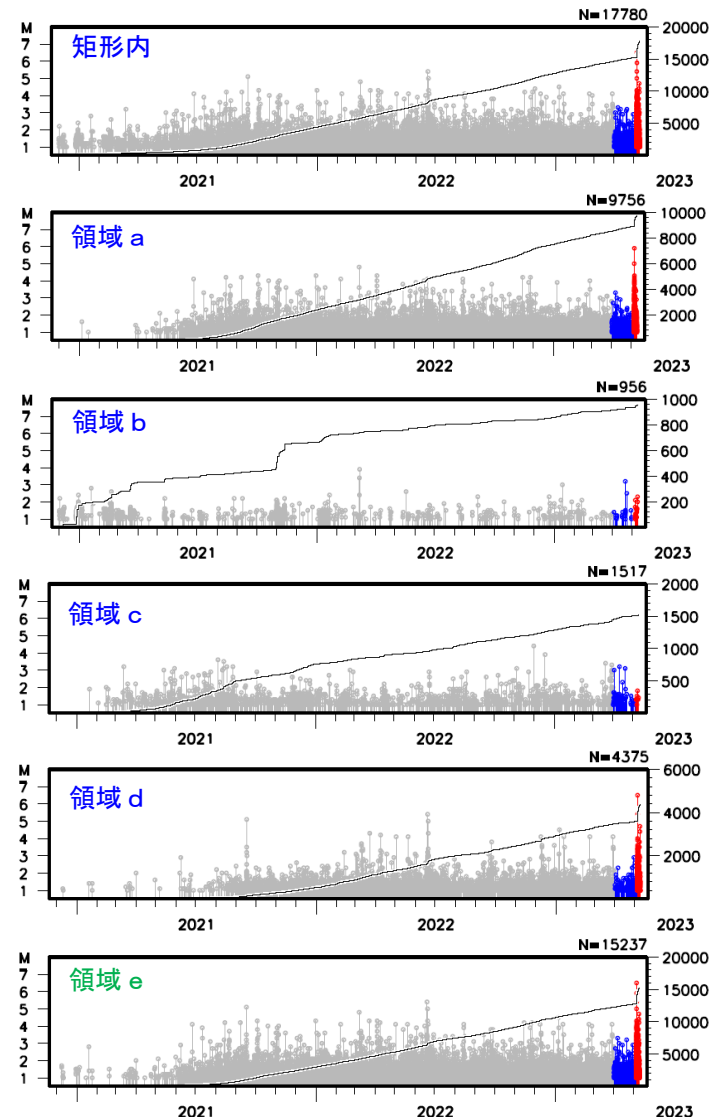
石川県能登地方 (矩形内) では、2018年頃から地震回数が増加傾向にあり、2020年12月から地震活動が活発になり、2021年7月頃からさらに活発になっている。

2023年5月5日14時42分に能登半島沖 (注) の深さ12kmでM6.5の地震 (最大震度6強、今回の地震①) が発生した。この地震により長周期地震動階級3を観測した。また、この地震により、石川県の珠洲市長橋及び輪島港 (港湾局) で0.1m (速報値) の津波を観測した。また、同日21時58分に能登半島沖 (注) の深さ14kmでM5.9の地震 (最大震度5強、今回の地震②) が発生した。この地震により長周期地震動階級2を観測した。これらの地震は地殻内で発生した。発震機構 (CMT解) はともに北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

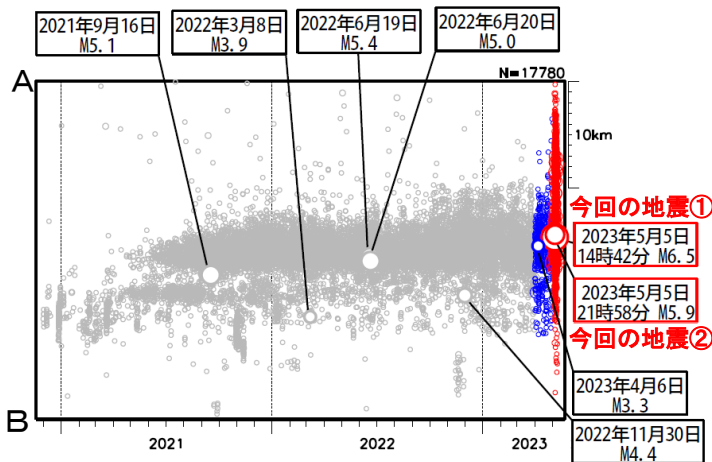
これらの地震により、死者1人、負傷者37人、住家全壊15棟、半壊13棟、一部破損514棟などの被害が生じた (2023年5月11日08時30分現在、総務省消防庁による)。

(注) 情報発表に用いた震央地名は「石川県能登地方」である。

左図矩形内及び領域a～e内の
M-T図及び回数積算図
(2020年12月1日～2023年5月9日)

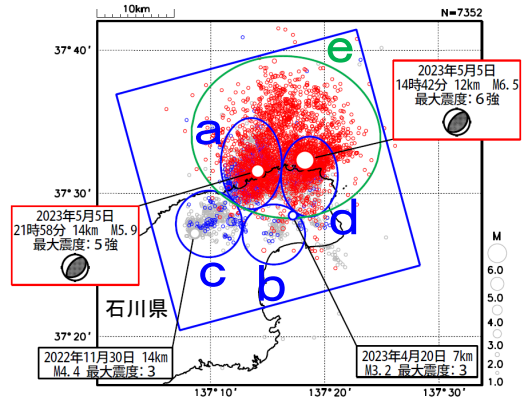


上図矩形内の時空間分布図 (A-B投影)

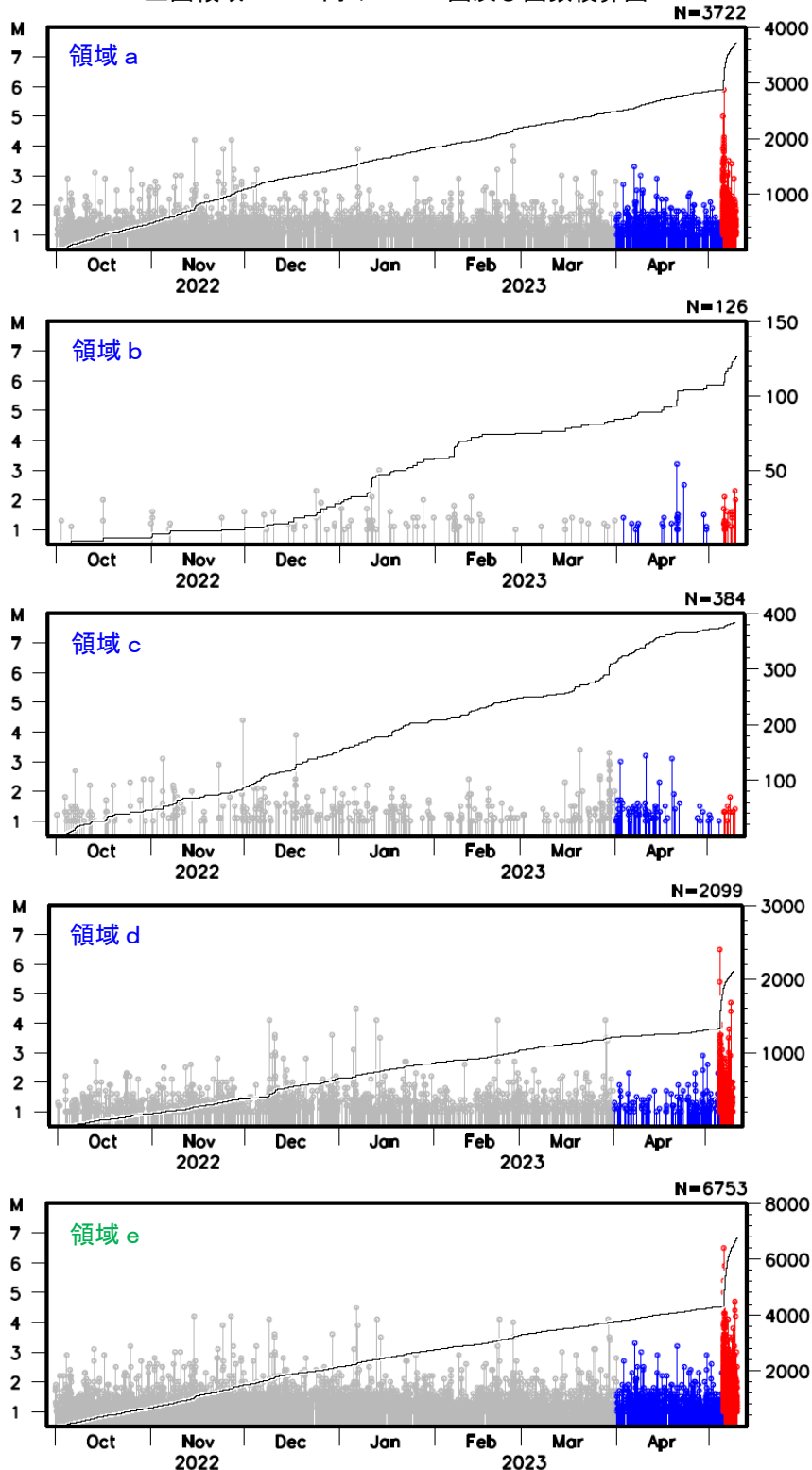


石川県能登地方の地震活動（最近の活動）

震央分布図
 (2022年10月1日～2023年5月9日、
 深さ0～25km、 $M \geq 1.0$)
 2023年4月1日から5月5日14時41分までの地震を青色、
 2023年5月5日14時42分以降の地震を赤色で表示
 各領域で期間内の最大規模の地震に吹き出しを付加
 図中の発震機構はCMT解



上図領域 a～e 内の M-T 図及び回数積算図



気象庁作成

震度1以上の期間別最大震度別地震回数表
(2020年12月1日～2023年5月12日08時)

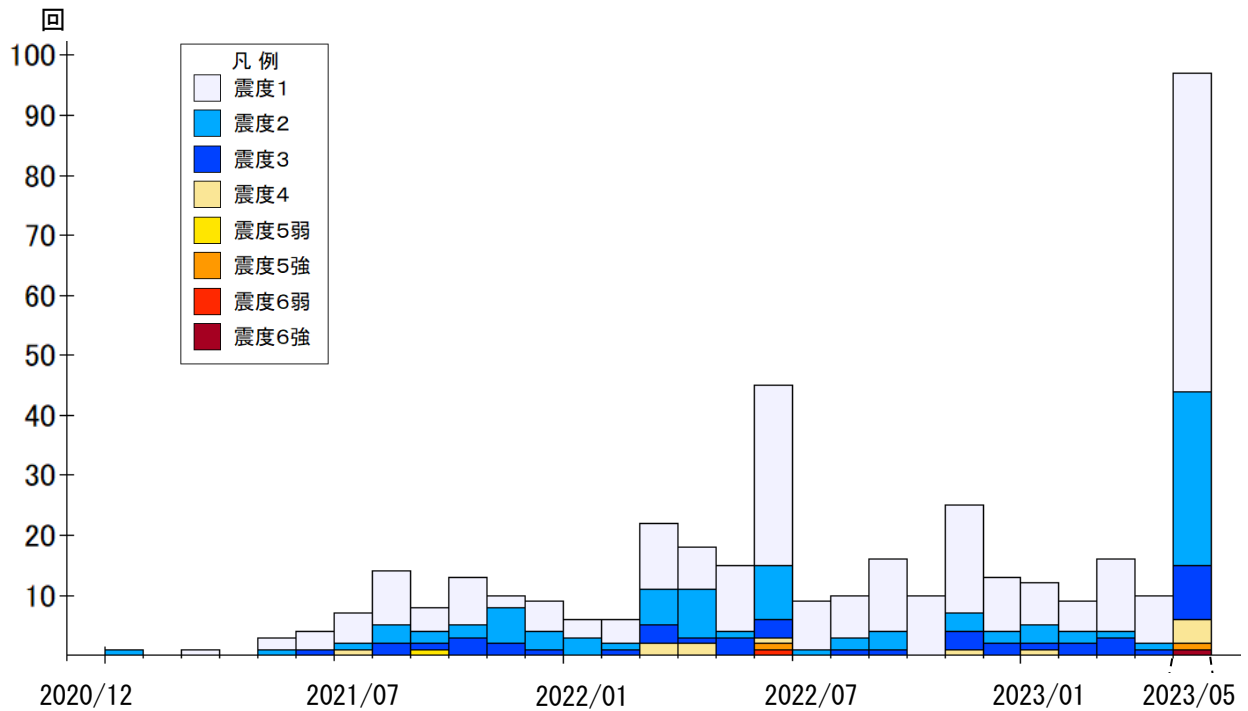
| 月別 | 最大震度別回数 | | | | | | | | | | 震度1以上を 観測した回数 | | 備考 |
|---|---------|----|----|----|----|----|----|----|---|----|------------------|-----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5弱 | 5強 | 6弱 | 6強 | 7 | 回数 | 累計 | | |
| 2020/12/1 - 12/31 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2021/1/1 - 1/31 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 2/1 - 2/28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 3/1 - 3/31 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | |
| 4/1 - 4/30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | |
| 5/1 - 5/31 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5 | |
| 6/1 - 6/30 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 9 | |
| 7/1 - 7/31 | 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 16 | |
| 8/1 - 8/31 | 9 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 30 | |
| 9/1 - 9/30 | 4 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 38 | |
| 10/1 - 10/31 | 8 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 51 | |
| 11/1 - 11/30 | 2 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 61 | |
| 12/1 - 12/31 | 5 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 70 | |
| 2022/1/1 - 1/31 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 76 | |
| 2/1 - 2/28 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 82 | |
| 3/1 - 3/31 | 11 | 6 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 104 | |
| 4/1 - 4/30 | 7 | 8 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 18 | 122 | |
| 5/1 - 5/31 | 11 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 137 | |
| 6/1 - 6/30 | 30 | 9 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 45 | 182 | |
| 7/1 - 7/31 | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 191 | |
| 8/1 - 8/31 | 7 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 201 | |
| 9/1 - 9/30 | 12 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 217 | |
| 10/1 - 10/31 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 227 | |
| 11/1 - 11/30 | 18 | 3 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 252 | |
| 12/1 - 12/31 | 9 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 13 | 265 | |
| 2023/1/1 - 1/31 | 7 | 3 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 277 | |
| 2/1 - 2/28 | 5 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 286 | |
| 3/1 - 3/31 | 12 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 302 | |
| 4/1 - 4/30 | 8 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 312 | |
| 5/1 - 5/31 | 53 | 29 | 9 | 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 97 | 409 | |
| 総計(2020/12/1～) | 254 | 94 | 44 | 12 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | | | 409 | |
| 【参考】 令和5年5月5日 14時42分の地震 (最大震度6強)以降 | 52 | 29 | 9 | 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | | 96 | |

【令和5年5月1日以降の日別発生回数】

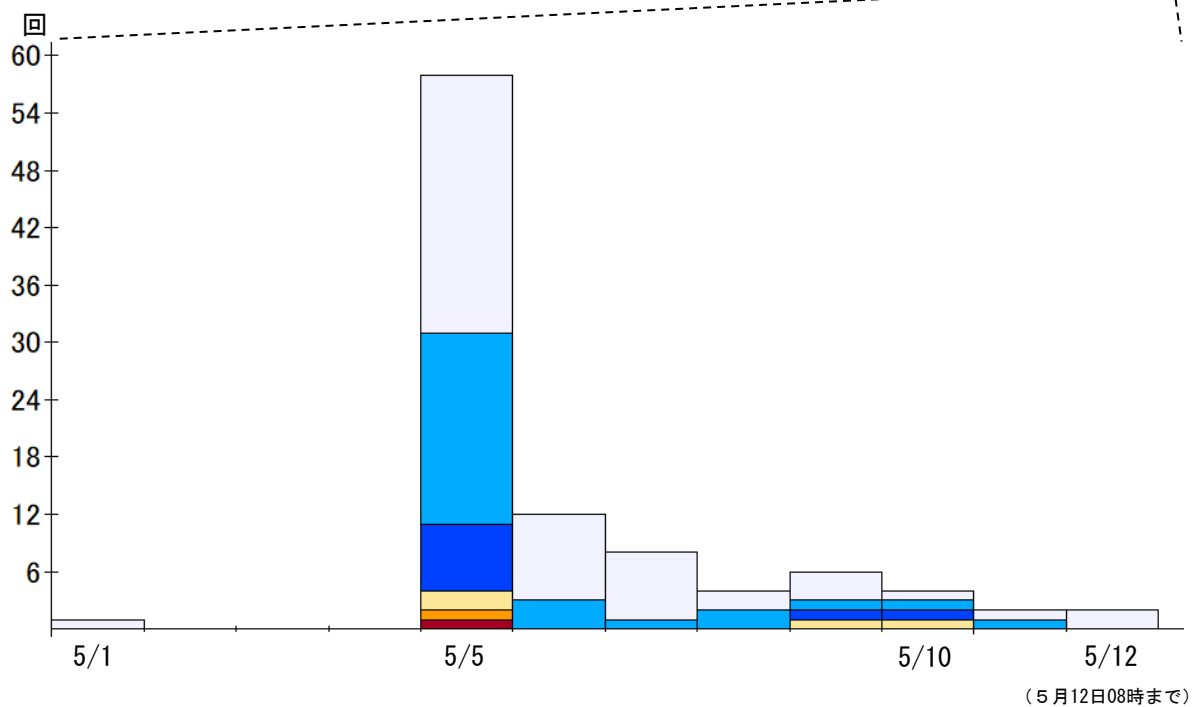
| 日別 | 最大震度別回数 | | | | | | | | | | 震度1以上を 観測した回数 | | 備考 |
|--------------|---------|----|---|---|----|----|----|----|---|----|------------------|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5弱 | 5強 | 6弱 | 6強 | 7 | 回数 | 累計 | | |
| 5/1 00時-24時 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | |
| 5/2 00時-24時 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 5/3 00時-24時 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 5/4 00時-24時 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| 5/5 00時-24時 | 27 | 20 | 7 | 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 58 | 59 | |
| 5/6 00時-24時 | 9 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 71 | |
| 5/7 00時-24時 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 79 | |
| 5/8 00時-24時 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 83 | |
| 5/9 00時-24時 | 3 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 89 | |
| 5/10 00時-24時 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 93 | |
| 5/11 00時-24時 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 95 | |
| 5/12 00時-08時 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 97 | |
| 総計(5月1日～) | 53 | 29 | 9 | 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | | | 97 | |

* [5/7更新]精査により、5/5の回数を変更しました。(震度1:17→27、震度2:15→20)

震度 1 以上の月別地震回数グラフ
(2020年12月 1 日～2023年 5 月12日08時)



震度 1 以上の日別地震回数グラフ
(2023年 5 月 1 日～12日08時)

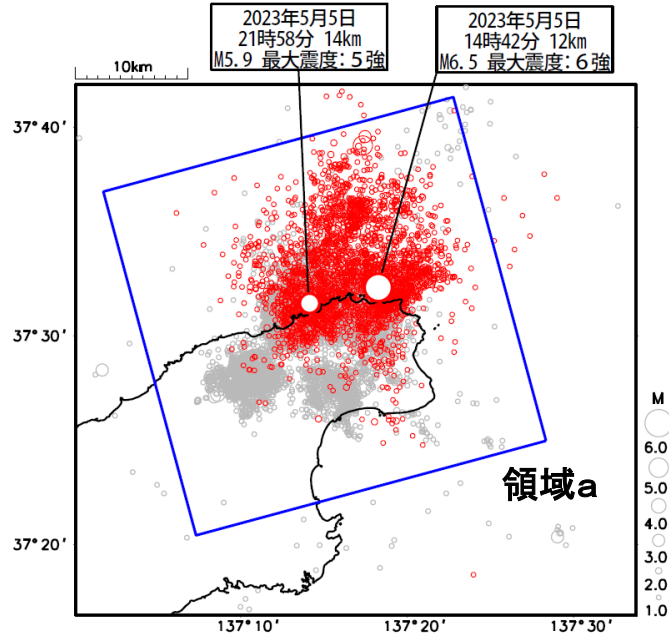


石川県能登地方の地震活動の状況 (5月12日08時現在)

期間 2020年12月1日00時00分
～2023年5月12日08時00分、
深さ0～25km、M \geq 1.0

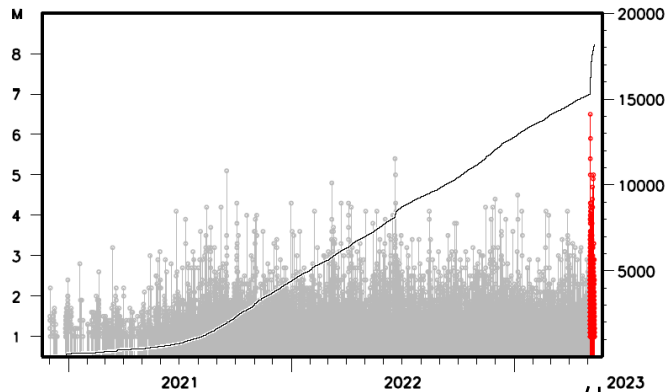
震央分布図

2023年5月5日14時42分
(M6.5の地震発生)以降の地震を赤丸で示す。丸の大きさはマグニチュードの大きさを表す。

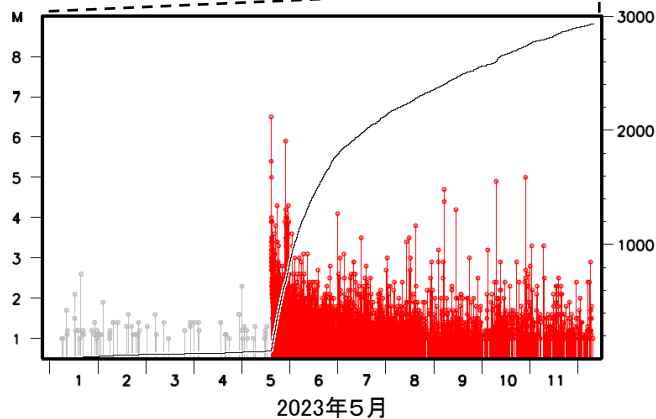


領域a内の地震活動経過及び回数積算図

横軸は時間、縦軸は左がマグニチュード、右が地震の積算回数。折れ線は地震の回数を足し上げたものを示す。



(期間 2023年5月1日00時00分
～5月12日08時00分)



<資料の利用上の留意点>

- 表示している震源は、速報値を含みます。速報値の震源には、発破等の地震以外のものや、震源決定時の計算誤差の大きなものが表示されることがあります。
- 個々の震源の位置や規模ではなく、震源の分布具合や活動の盛衰に着目して地震活動の把握にご利用ください。

石川県能登地方の地震(発震機構)

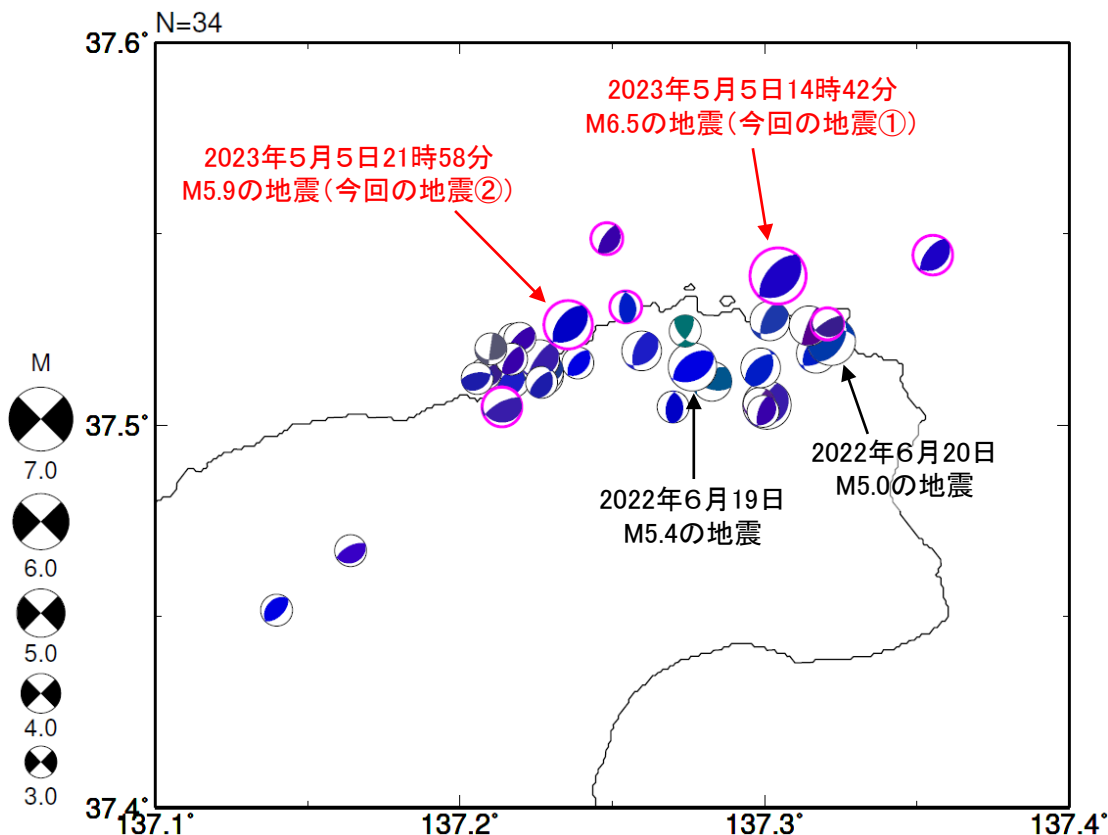
発震機構分布図

(2020年12月1日～2023年5月6日、深さ0～25km)

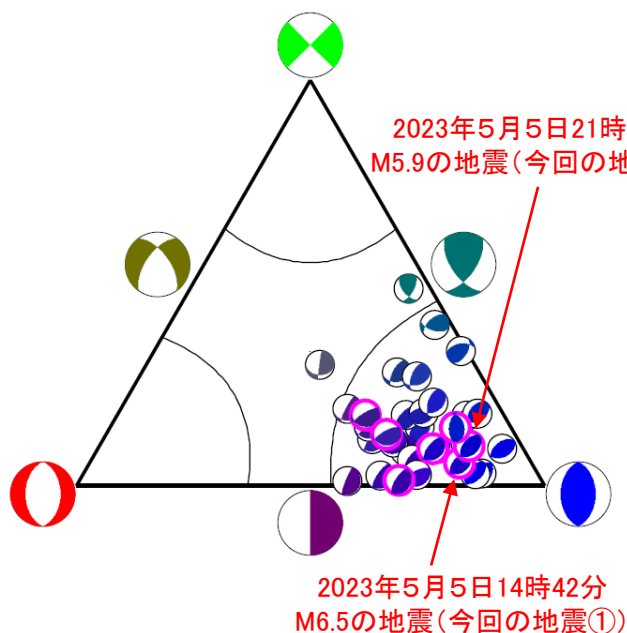
2022年6月19日M5.4、2022年6月20日M5.0、

2023年5月5日14時42分M6.5の地震(今回の地震①)及び21時58分M5.9の地震(今回の地震②)はCMT解、
その他の地震は初動解

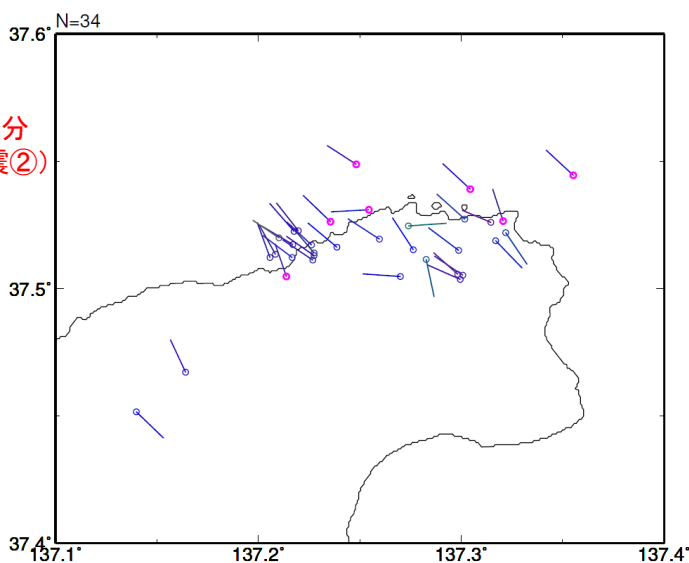
逆断層型の地震を青色、正断層型の地震を赤色、横ずれ断層型の地震を緑色で表示
2023年5月5日14時42分以降の地震をピンク色の丸囲みで表示。



上図内の発震機構の型の分布

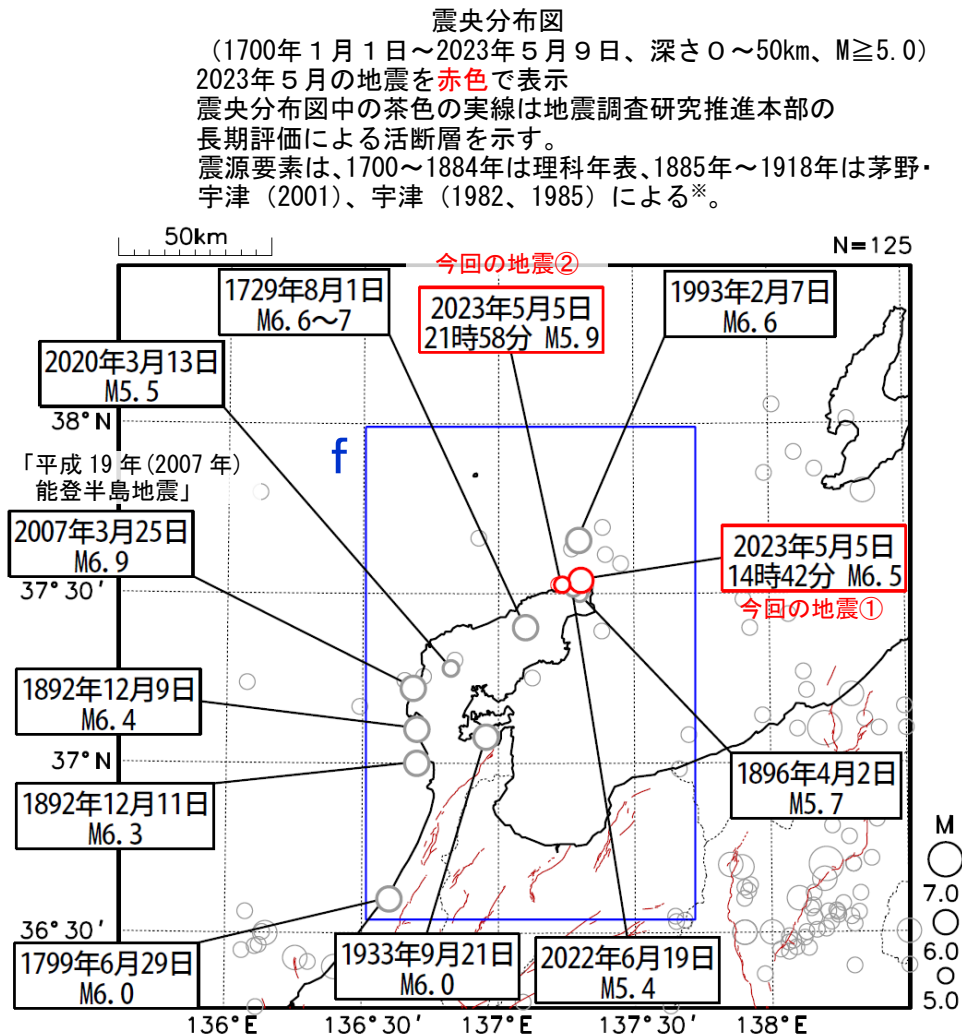


上図内の発震機構のP軸の分布



石川県能登地方の地震活動（過去の活動）

1700年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺（領域 f）では、M5.0以上の地震が時々発生している。2007年3月25日には「平成19年（2007年）能登半島地震」が発生し、石川県珠洲市で22cmの津波を観測した。領域 f 内の地震により石川県で生じた主な被害を下の表に示す。



| 年月日 | マグニチュード | 主な被害 |
|------------|---------|---|
| 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。 |
| 1799年6月29日 | 6.0 | 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 |
| 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。（12月11日にも同程度の地震あり。） |
| 1896年4月2日 | 5.7 | 土蔵倒潰など（注2） |
| 1933年9月21日 | 6.0 | 死者3人、負傷者55人、住家全壊2棟。 |
| 1993年2月7日 | 6.6 | 負傷者30人（重傷者1人、軽傷者29人〔うち1人は新潟県〕） |
| 2007年3月25日 | 6.9 | 死者1人、負傷者356人、住家全壊686棟（注3） |
| 2020年3月13日 | 5.5 | 軽傷者2人（注3） |
| 2022年6月19日 | 5.4 | 軽傷者6人（注3） |

（注1）「日本の地震活動」（第2版），地震調査委員会 に加筆

（注2）被害は「日本被害地震総覧」による。

（注3）被害は総務省消防庁による。

※宇津徳治，日本付近のM6.0以上の地震及び被害地震の表：1885年～1980年，震研彙報，56，401-463，1982。

宇津徳治，日本付近のM6.0以上の地震及び被害地震の表：1885年～1980年（訂正と追加），震研彙報，60，639-642，1985。

茅野一郎・宇津徳治，日本の主な地震の表，「地震の事典」第2版，朝倉書店，2001，657pp。

気象庁作成

石川県能登地方の地震活動（津波観測値）

2023年5月5日14時42分の能登半島沖*の地震（津波観測状況）

*情報発表で用いた震央地名は「石川県能登地方」である。

津波観測値（速報）

| 津波予報区 | 津波観測点名称 | 第一波 | | | 最大波 | | | 高さ m |
|-------|---------|-----|----|----|-----|----|----|---------|
| | | 時刻 | | | 時刻 | | | |
| | | 日 | 時 | 分 | 日 | 時 | 分 | |
| 石川県能登 | 珠洲市長橋 | 05 | 14 | 45 | 05 | 14 | 50 | 0.1 |
| 石川県能登 | 港) 輪島港 | 05 | 15 | 00 | 05 | 15 | 26 | 0.1 |

※これらの読み取り値は今後の精査により変更することがある。

港)は国土交通省港湾局、記載のないものは気象庁

石川県能登地方の地震活動（津波波形）

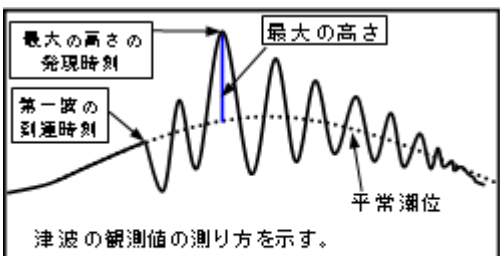
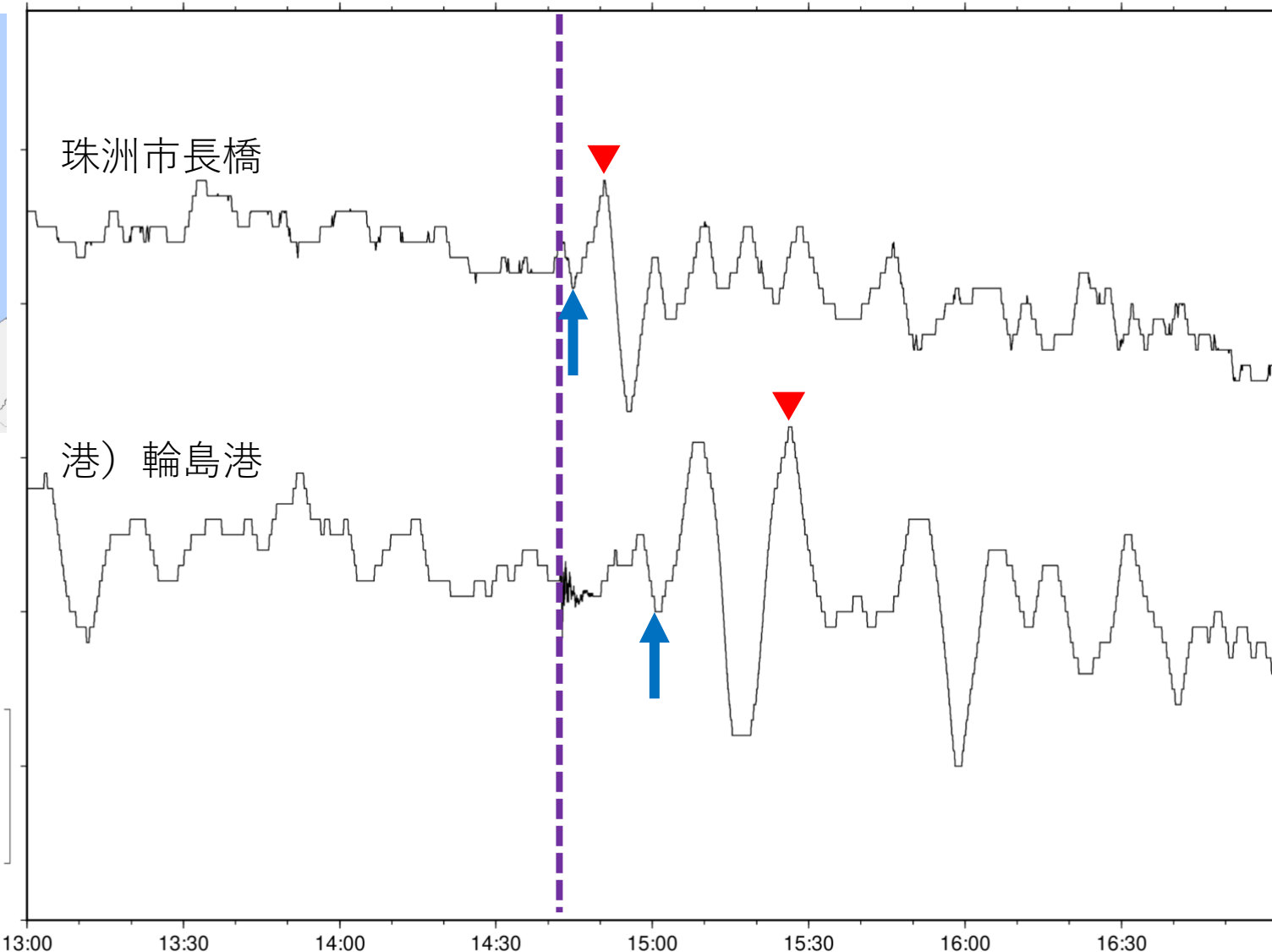
2023年5月5日14時42分 能登半島沖*の地震

※情報発表で用いた震央地名は「石川県能登地方」である。

地震発生時刻

↑ 第一波の到達時刻

▼ 最大の高さの発現時刻



津波の測り方の模式

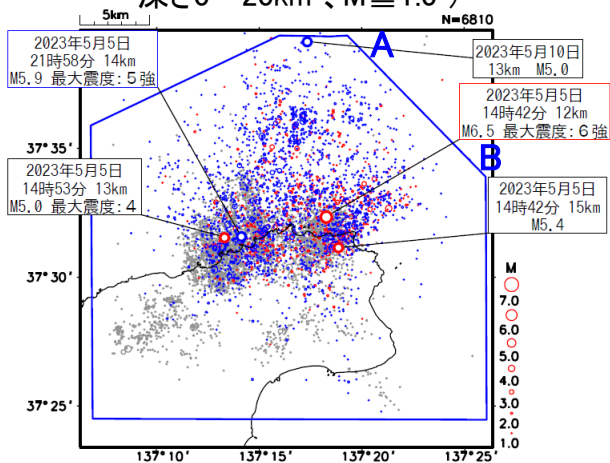
10cm

※ 港) は国土交通省港湾局の所属であることを示す。 気象庁作成

石川県能登地方の地震活動(5/5 M6.5発生前後の地震活動)

震央分布図

(2022年11月1日～2023年5月10日、
深さ0～20km、M \geq 1.0)



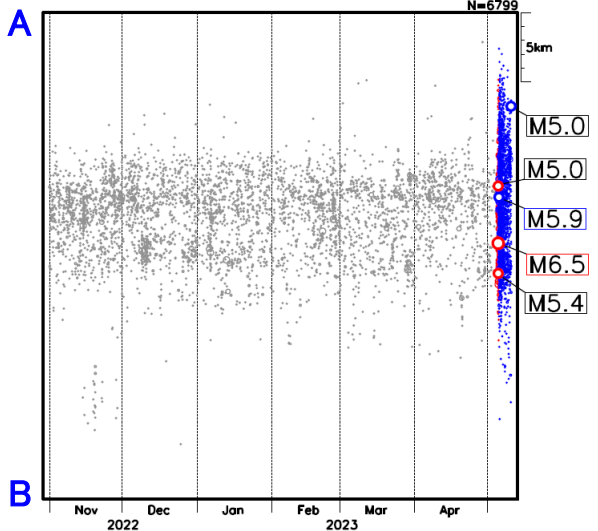
震源データの色分け

灰色: 2022年11月01日00時00分～

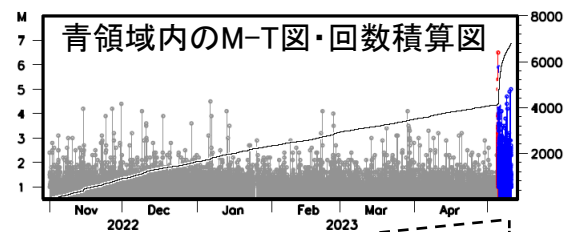
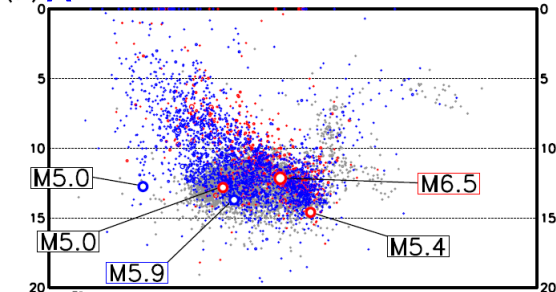
赤色: 2023年05月05日14時42分(M6.5発生)～

青色: 2023年05月05日21時58分(M5.9発生)～

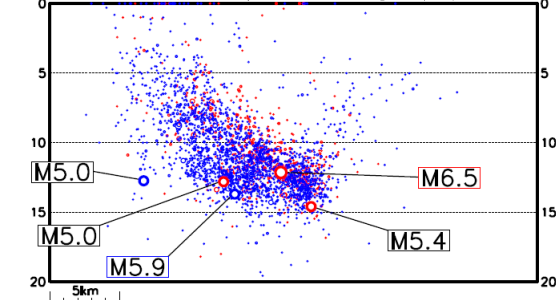
青領域内の時空間分布図(A-B投影)



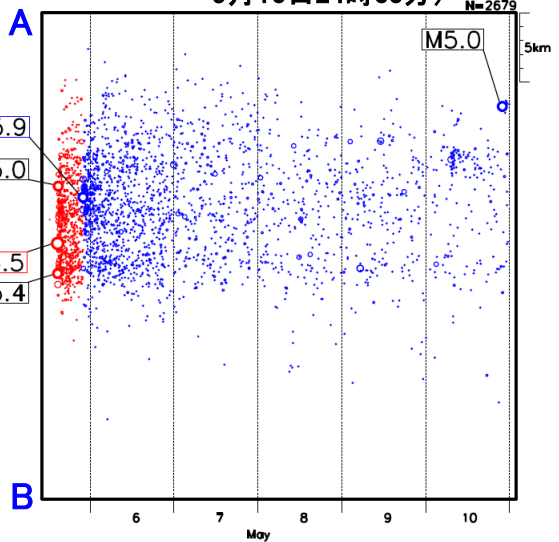
青領域内の断面図(A-B投影)



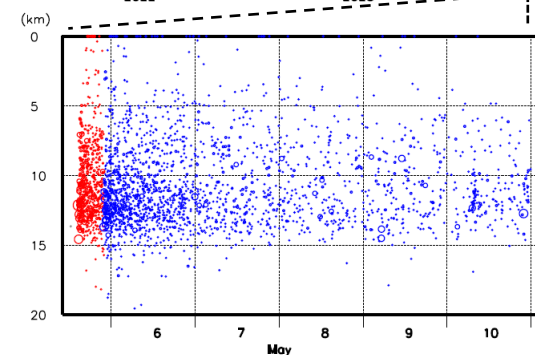
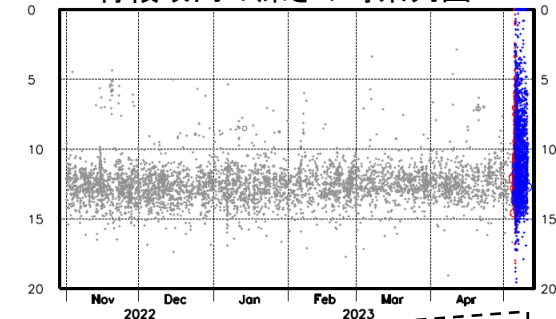
青領域内の断面図(A-B投影)



青領域内のM-T図・回数積算図



青領域内の深さの時系列図

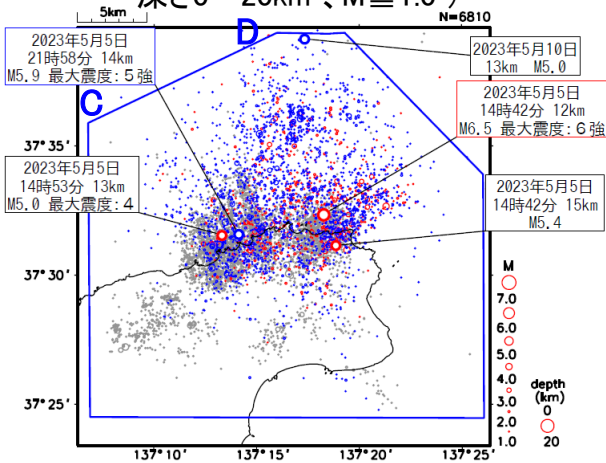


(2023年5月5日12時00分～
5月10日24時00分)

石川県能登地方の地震活動(5/5 M6.5発生前後の地震活動)

震央分布図

(2022年11月1日～2023年5月10日、
深さ0～20km、M \geq 1.0)

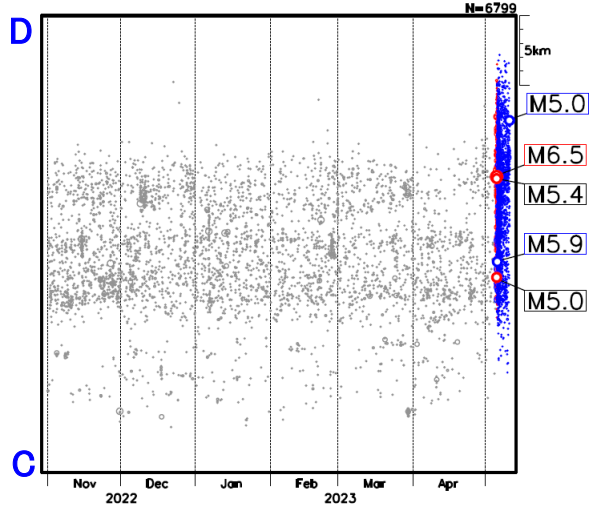


灰色: 2022年11月01日00時00分～

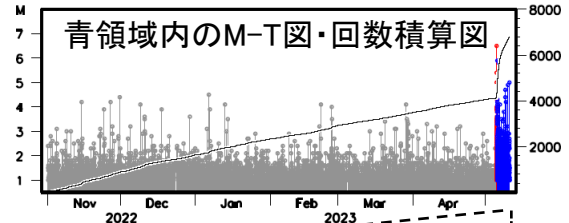
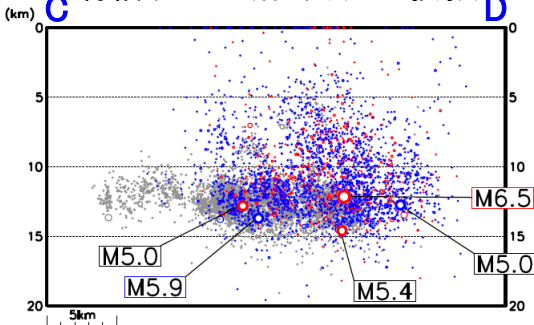
赤色: 2023年05月05日14時42分 (M6.5発生)～

青色: 2023年05月05日21時58分 (M5.9発生)～

青領域内の時空間分布図(C-D投影)

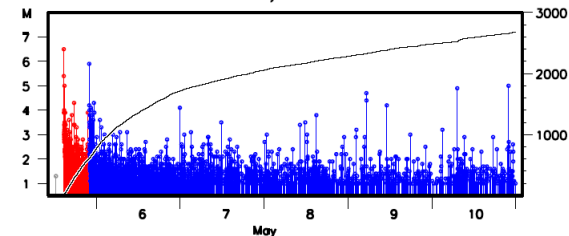
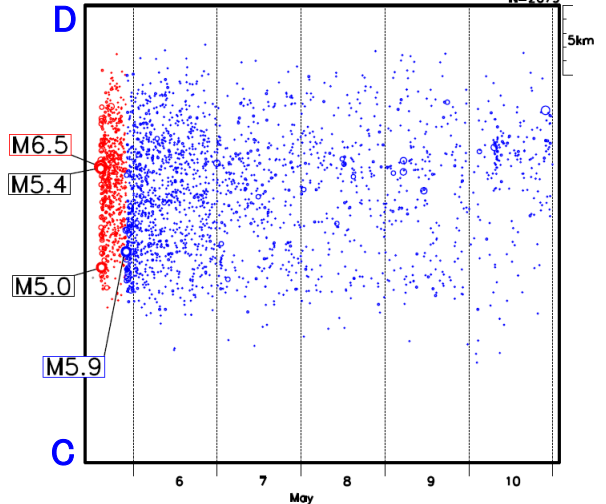
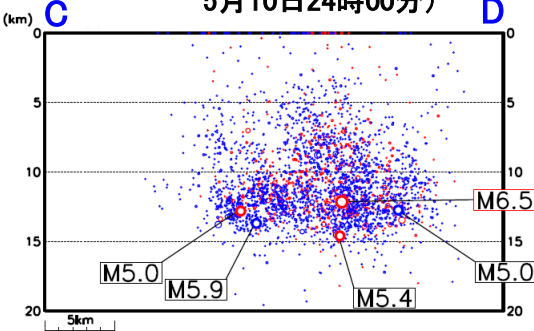


青領域内の断面図(C-D投影)



(2023年5月5日12時00分～
5月10日24時00分)

(2023年5月5日12時00分～
5月10日24時00分)

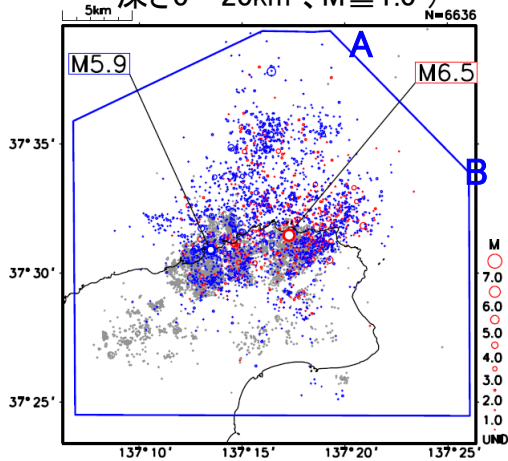


石川県能登地方の地震活動(5/5 M6.5発生前後の地震活動)

<カタログDD法による再計算震源>

震央分布図

(2022年11月1日～2023年5月10日、
深さ0～20km、M \geq 1.0)



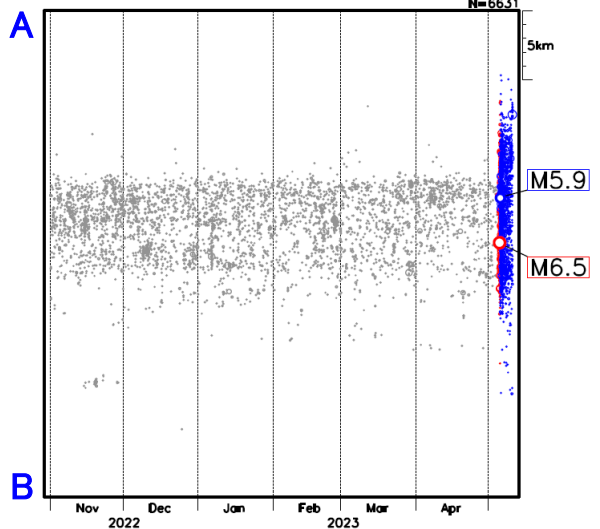
震源データの色分け

灰色: 2022年11月01日00時00分～

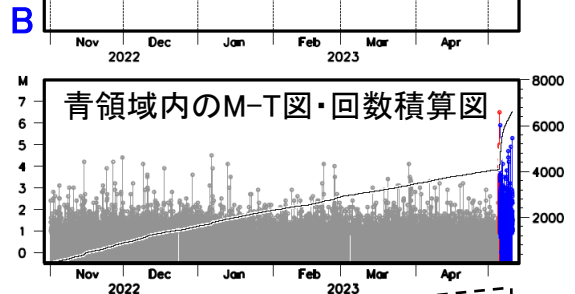
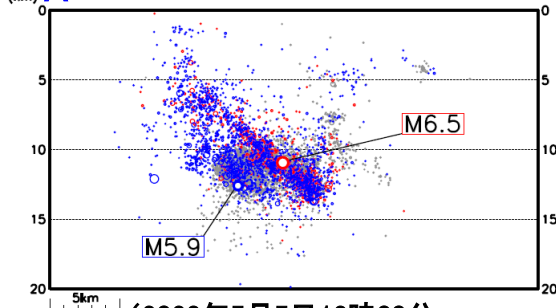
赤色: 2023年05月05日14時42分 (M6.5発生)～

青色: 2023年05月05日21時58分 (M5.9発生)～

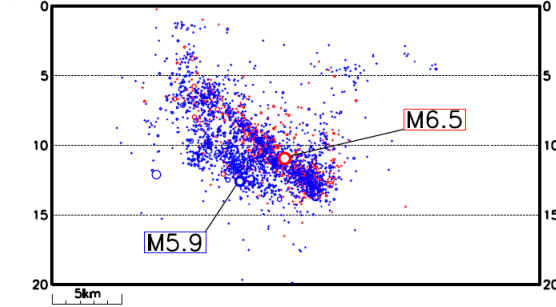
青領域内の時空間分布図 (A-B投影)



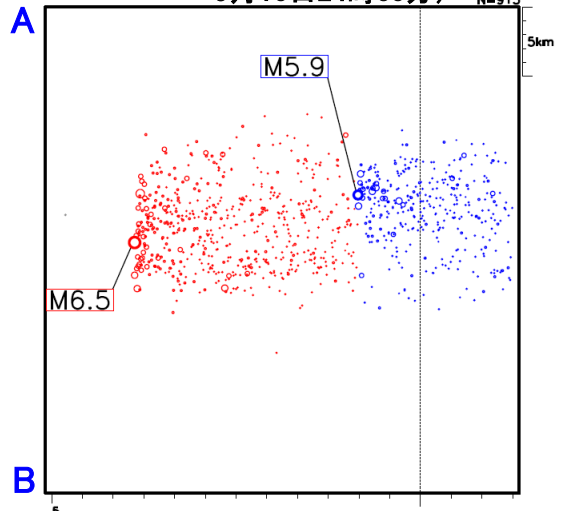
A 青領域内の断面図 (A-B投影) B



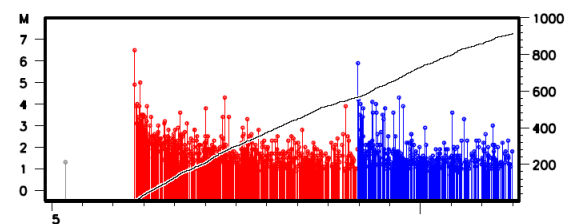
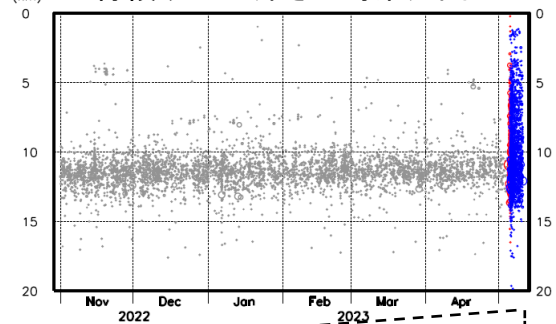
A 青領域内の断面図 (A-B投影) B



(2023年5月5日12時00分～5月10日24時00分)



青領域内の深さの時系列図

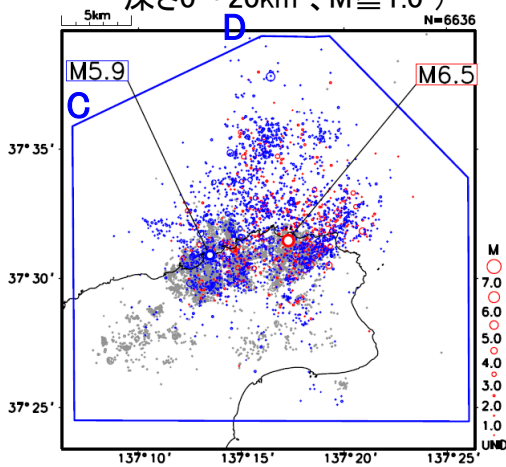


(2023年5月5日12時00分～
5月10日24時00分)

石川県能登地方の地震活動(5/5 M6.5発生前後の地震活動) <カタログDD法による再計算震源>

震央分布図

(2022年11月1日～2023年5月10日、
 深さ0～20km、M≥1.0)

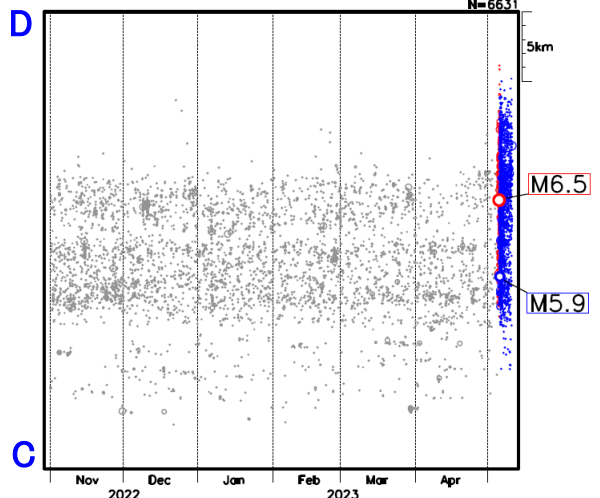


灰色: 2022年11月01日00時00分～

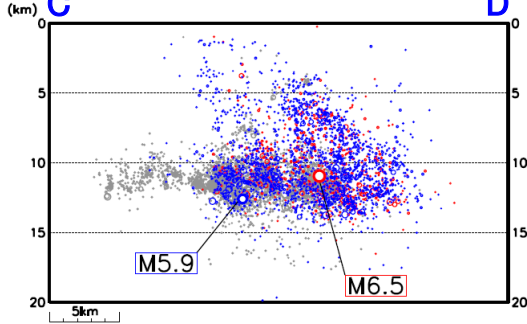
赤色: 2023年05月05日14時42分 (M6.5発生)～

青色: 2023年05月05日21時58分 (M5.9発生)～

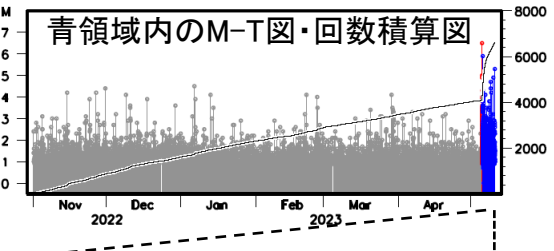
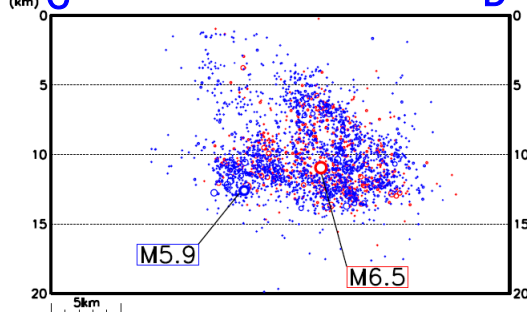
青領域内の時空間分布図(C-D投影)



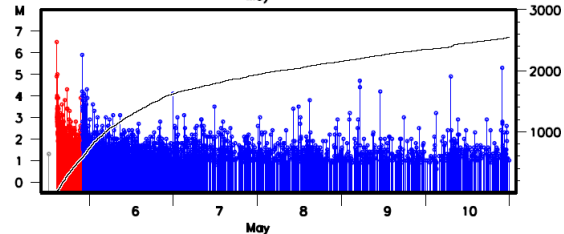
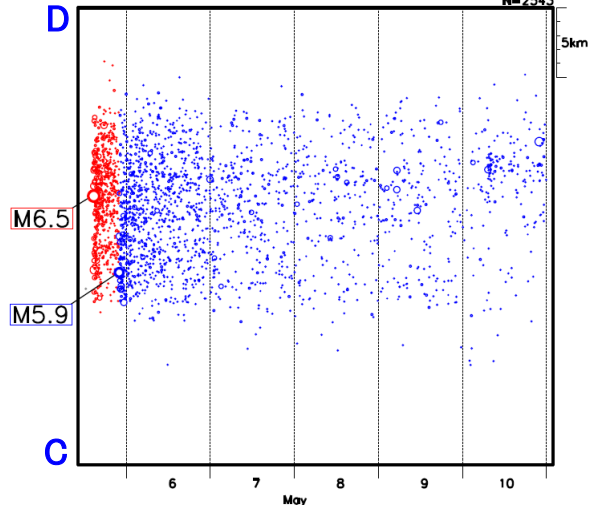
青領域内の断面図(C-D投影)



(2023年5月5日12時00分～
 5月10日24時00分)



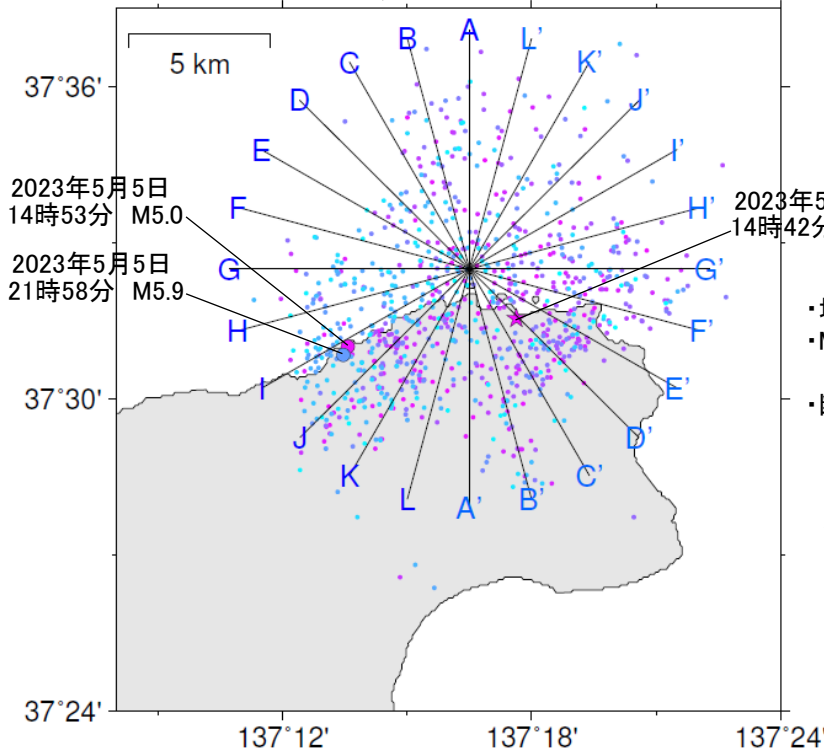
(2023年5月5日12時00分～
 5月10日24時00分)



石川県能登地方の地震活動(カタログDD法による再計算震源)

2023年5月5日14時00分～5月6日03時00分、深さ3～17km、M \geq 1.0

震央分布図

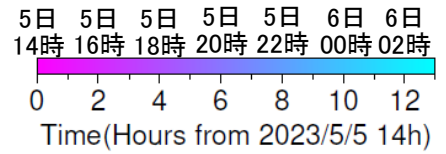


震源再計算対象

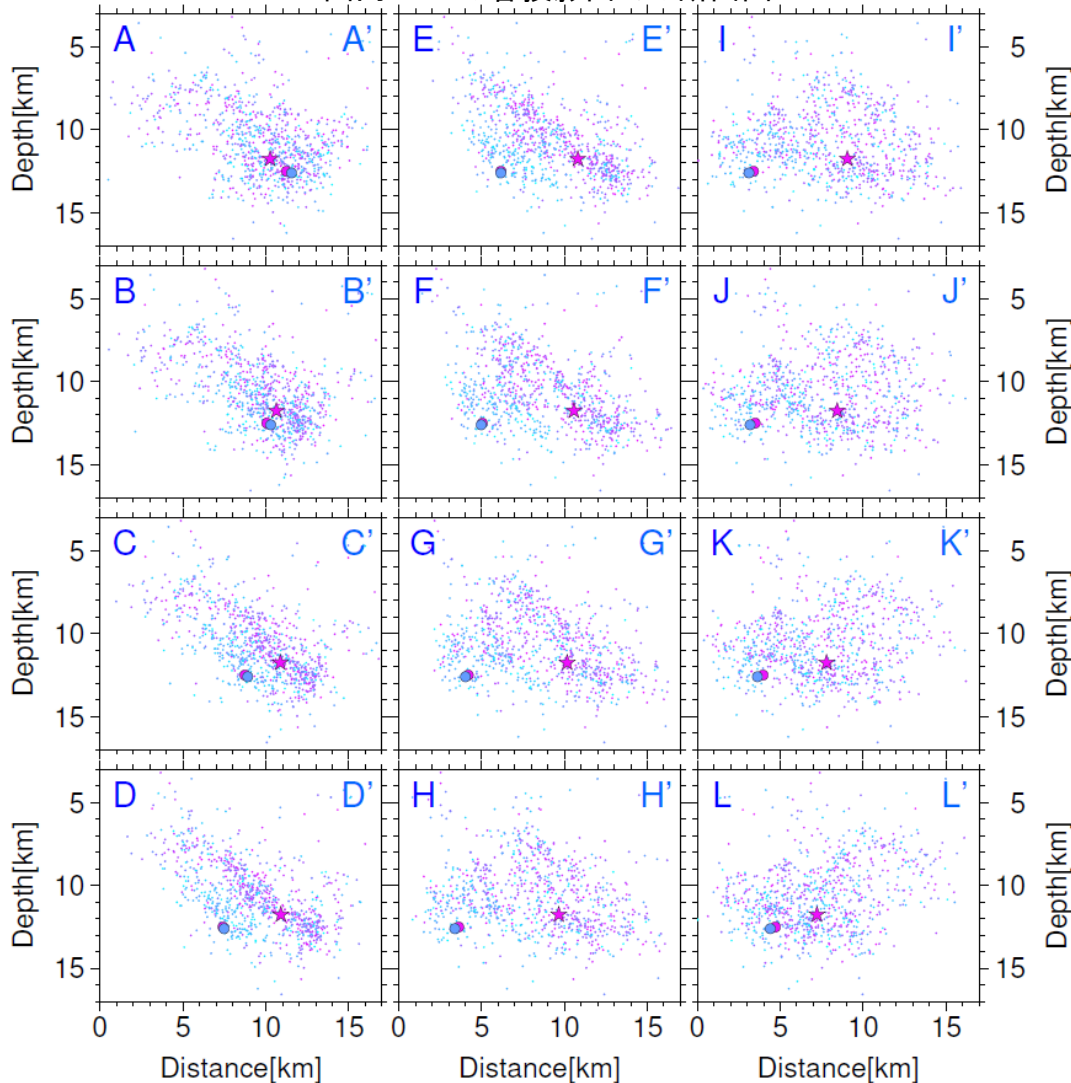
- ・2018年1月1日～2023年5月6日03時00分
- ・深さ 0～25km、M \geq 1.0、フラグKkA

カタログ検測値(P相S相)を用いて、観測点補正値を適用後、Double-Difference法(Walther and Ellsworth, 2000)により決定

- ・地震発生時刻が新しい方を上に重ねて表示
- ・M5.0以上の地震の丸を塗りつぶして前面に表示(吹き出し付)
- ・断面図は各投影面における震央分布図内の全ての震源を表示



上図内A～Lの各投影面での断面図



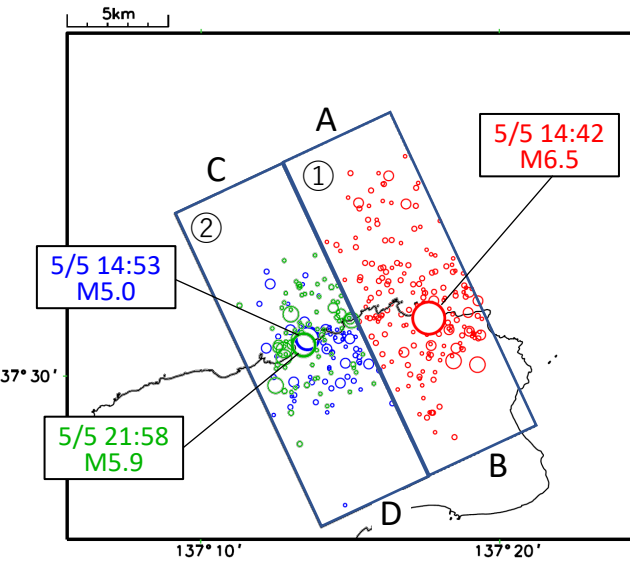
石川県能登地方の地震活動(カタログDD法による再計算震源)

(断層面の傾斜の比較)

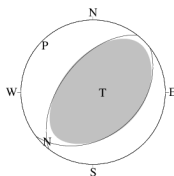
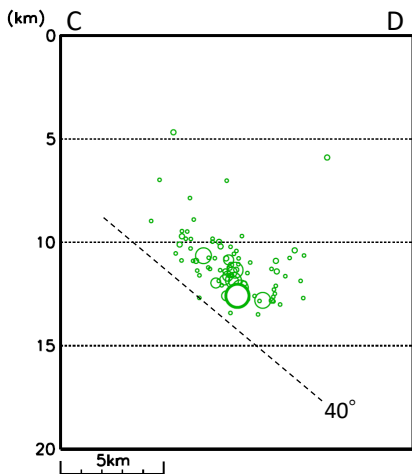
2023年5月5日のM6.5 (14:42) と M5.9 (21:58) の地震発生直後の震源分布 (断層面の傾斜) の比較を行った。

- ○ : 14時42分～18時00分
- : 21時58分～24時00分

- ・ M6.5の地震を含む領域①は南東傾斜 (赤)
- ・ M6.5直後に領域②でも活動があり、ここでは北西傾斜 (青) に見える
- ・ その後、領域②でM5.9が発生し、この活動は南東傾斜 (緑)

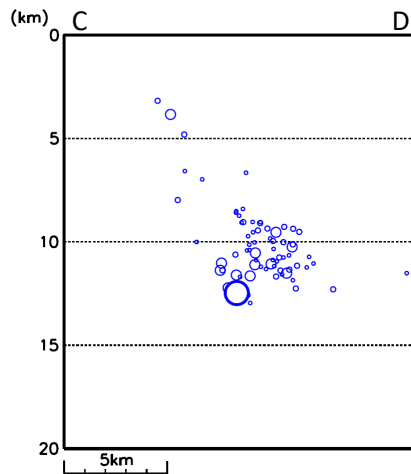


② M5.9直後

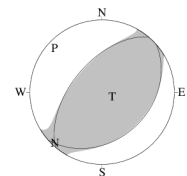
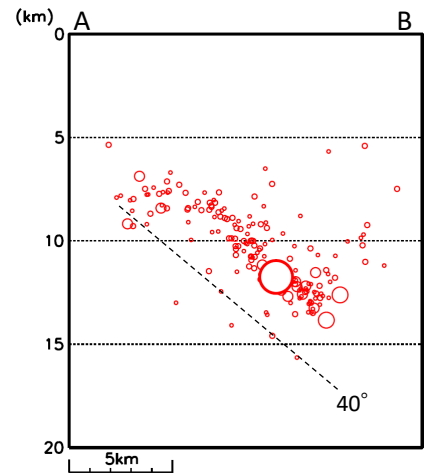


(49/34/97)

② M6.5直後



① M6.5直後



(52/37/102)

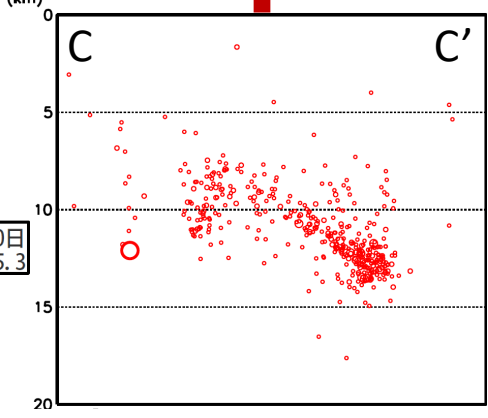
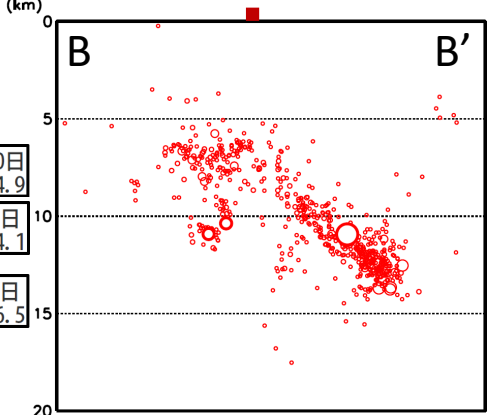
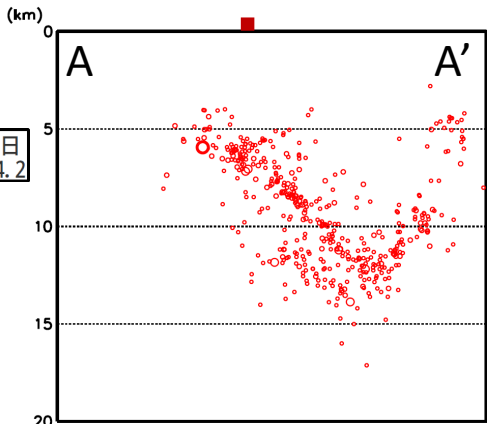
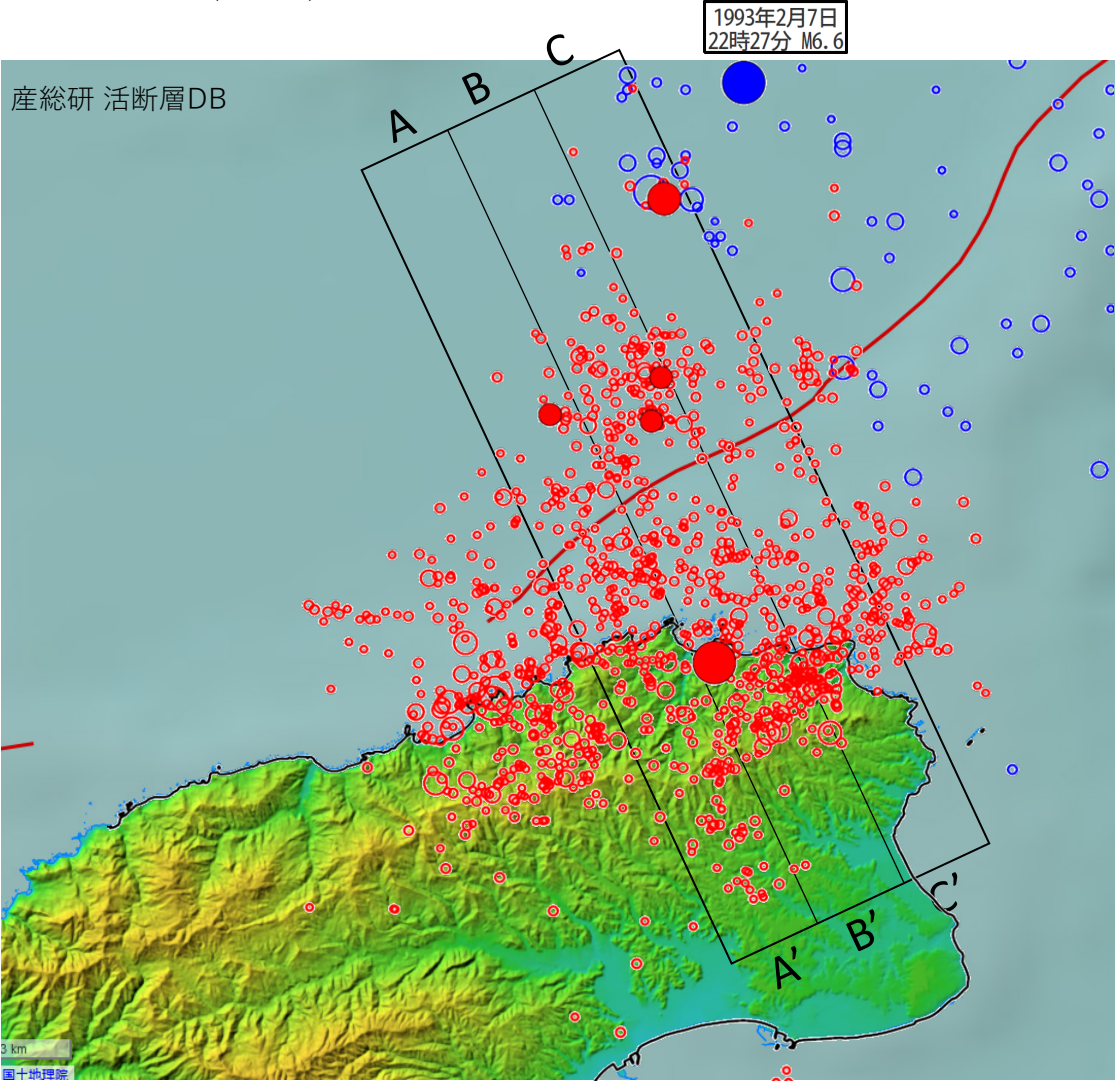
※ 破線は傾斜40° (目安のための仮置き)

左図矩形域の断面図

■ 断層のおおよその位置

珠洲沖セグメントとの位置関係

- 1993年2月7日～2月28日 (気象庁カタログ)
- 2023年5月5日～5月10日 (再計算震源※)
(M \geq 1.5)



(気象庁作成)

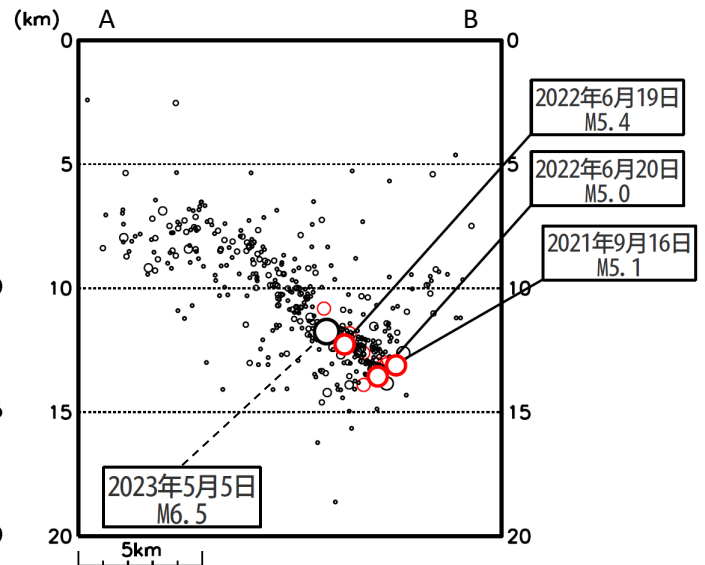
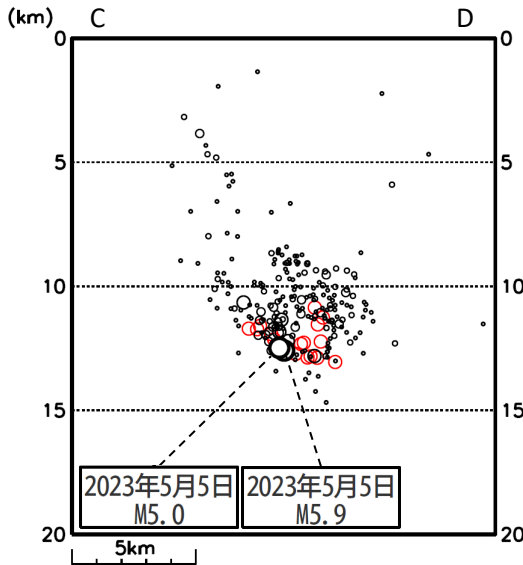
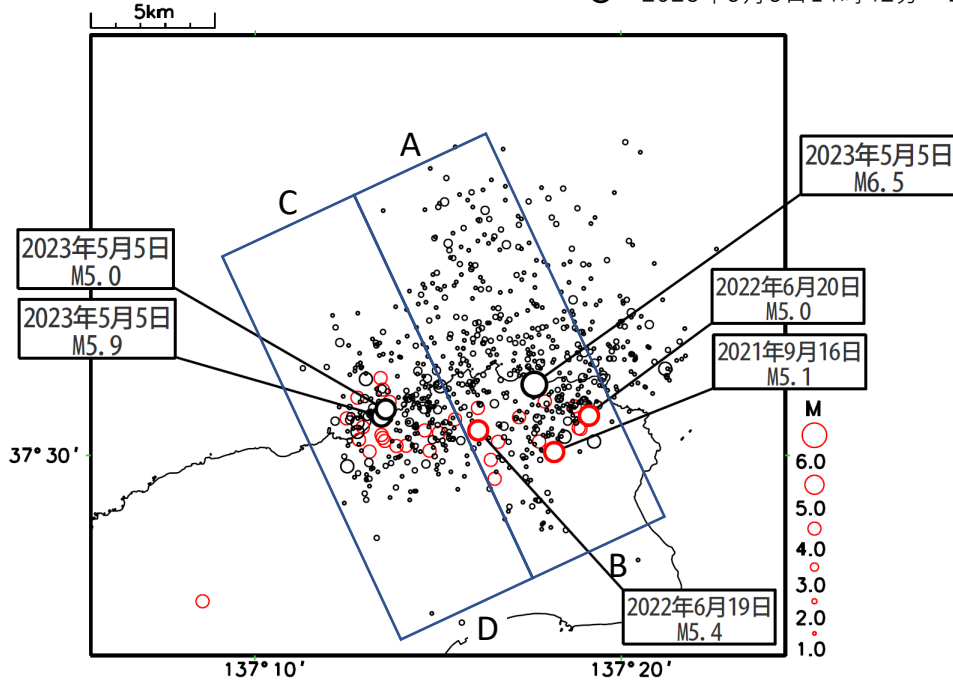
※ カタログDD (観測点限定 + 観測点補正) による再計算震源

石川県能登地方の地震活動(カタログDD法による再計算震源)

(過去の大粒の地震との震源比較 - 1)

2023年5月5日の震源分布に過去に発生したM \geq 4.0の地震 (○: 2021年1月~2023年4月) をプロット (M \geq 5.0に吹き出し)

- : 2021年1月1日~2023年4月30日 (M \geq 4.0)
- : 2023年5月5日14時42分~24時00分 (M \geq 1.0)

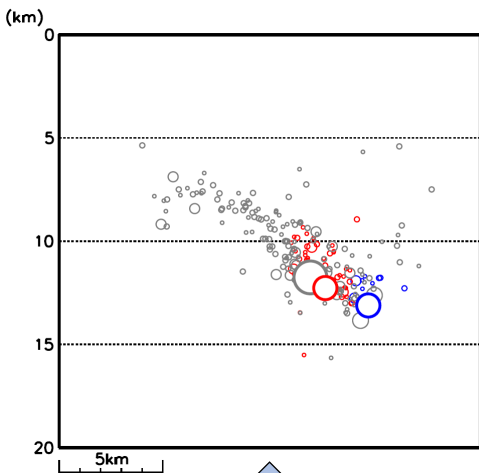
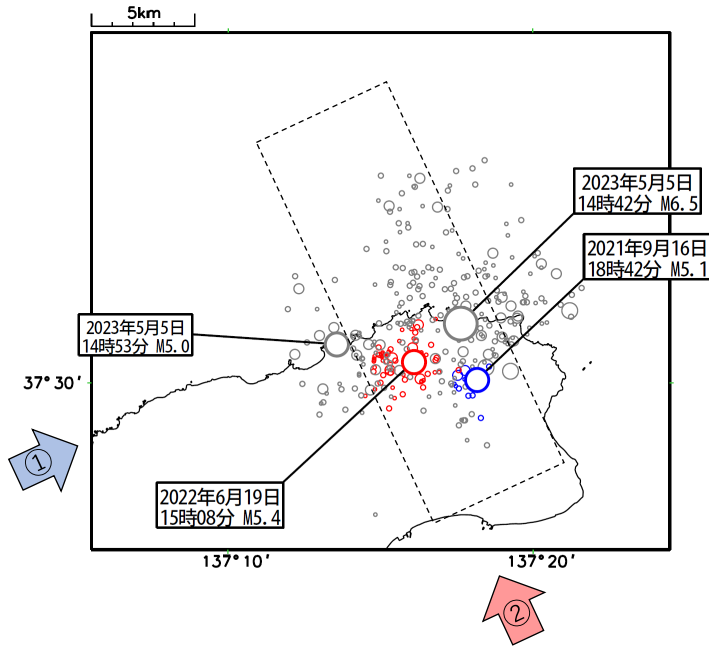


石川県能登地方の地震活動(カタログDD法による再計算震源)

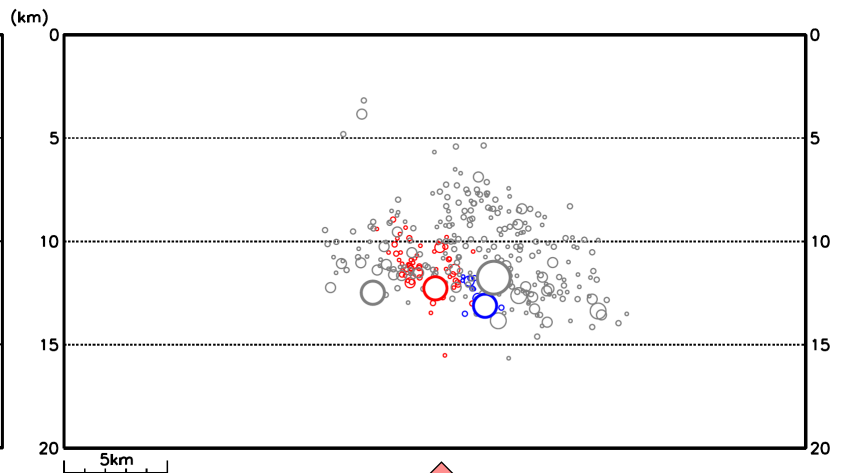
(過去の大粒の地震との震源比較-2)

過去の大き目の地震と今回の地震との震源分布の比較を行った。
下記の3つの地震について、それぞれ発生後数時間の震源を重ねてプロット。

- : 2021年9月16日 M5.1 (18時42分~24時00分)
- : 2022年6月19日 M5.4 (15時08分~24時00分)
- : 2023年5月 5日 M6.5 (14時42分~18時00分) いずれも $M \geq 1.5$



断面図① (矩形領域内のみ)

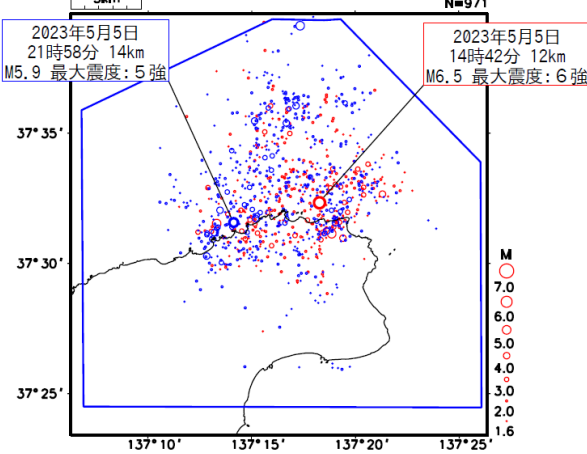


断面図② (全域)

5月5日 石川県能登地方の地震 (大森・宇津フィッティング、b値、余震発生確率)

震央分布図

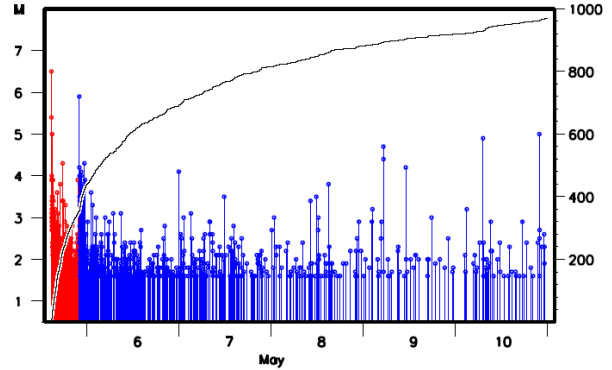
(2023年5月5日 14時42分～10日24時00分、
M \geq 1.6、深さ0～20km)



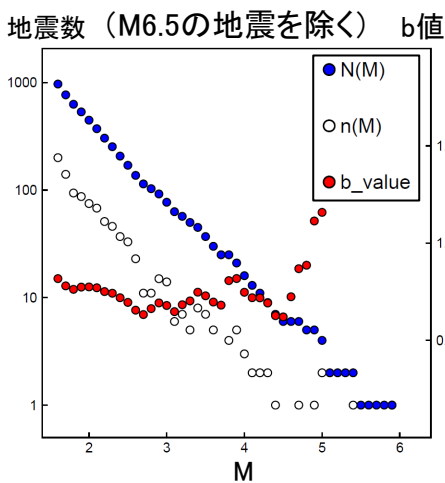
・震源データの色分け

赤色: 2023年05月05日 14時42分 (M6.5発生) ~
青色: 2023年05月05日 21時58分 (M5.9発生) ~

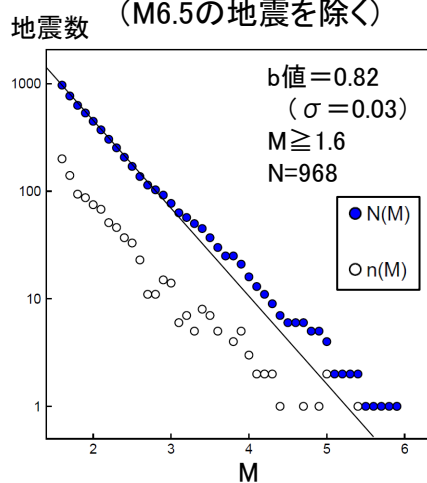
青領域内のMT・回数積算図



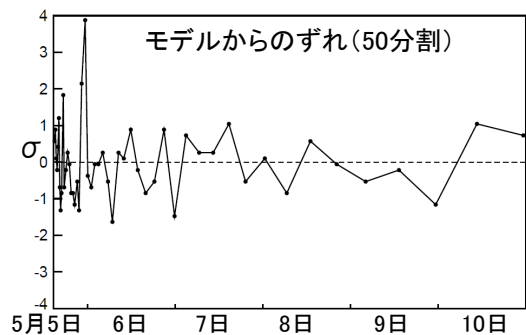
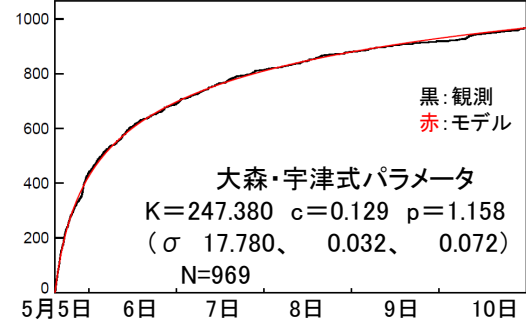
M別度数分布、 M下限別のb値 (M1.0以上)



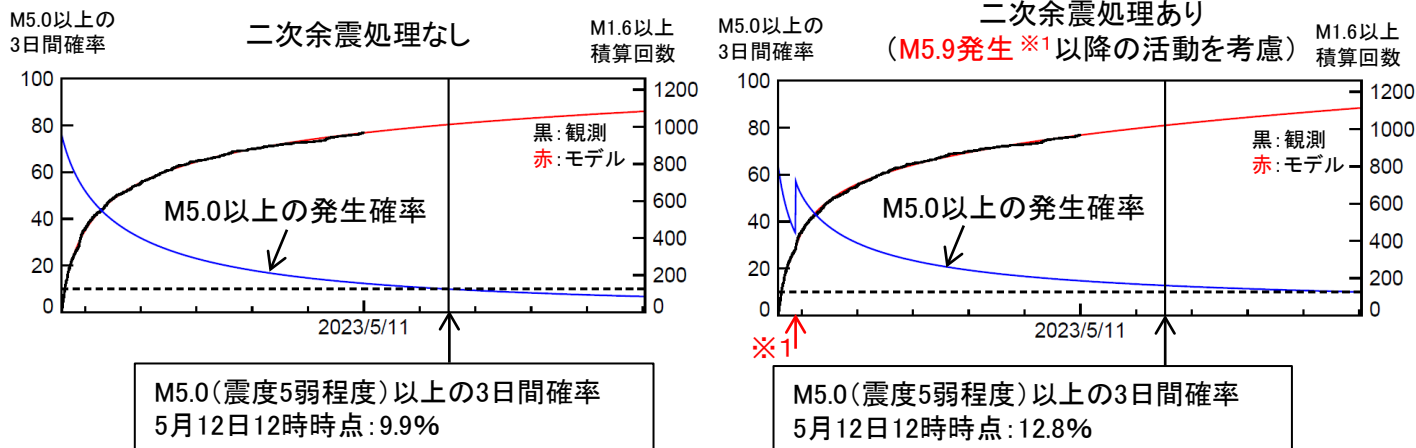
M別度数分布、 Mth1.6のb値 (M6.5の地震を除く)



大森・宇津式フィッティング (M \geq 1.6)

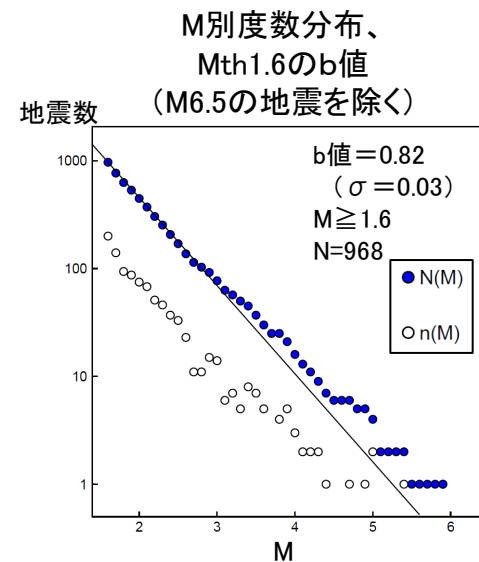
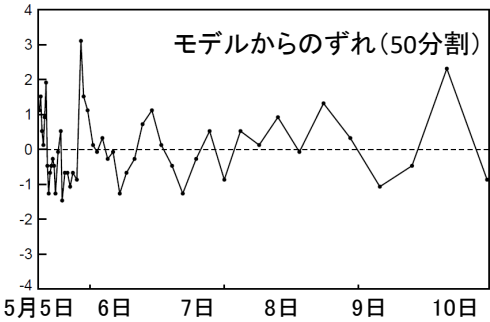
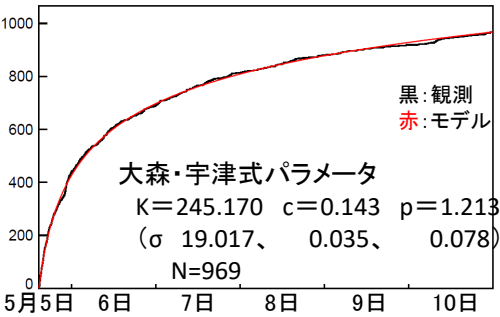


【参考】大森・宇津式+GR (M \geq 1.6) による余震発生確率

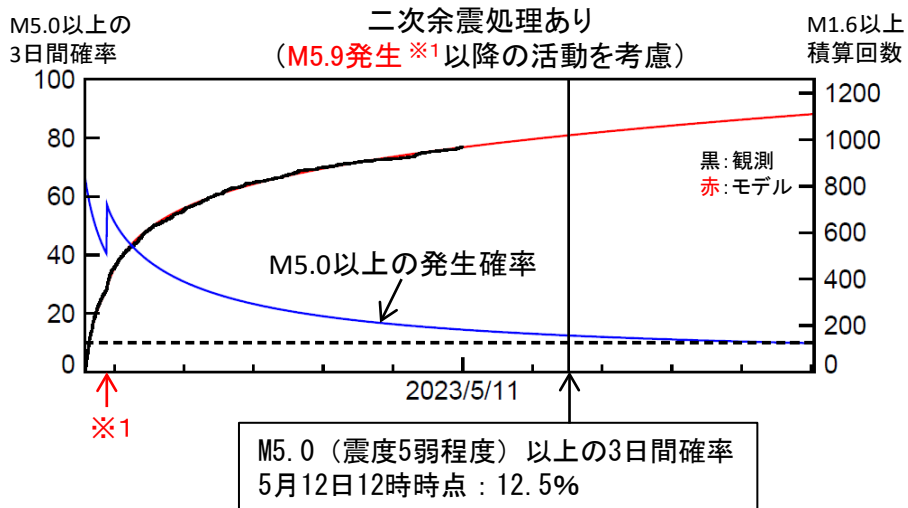
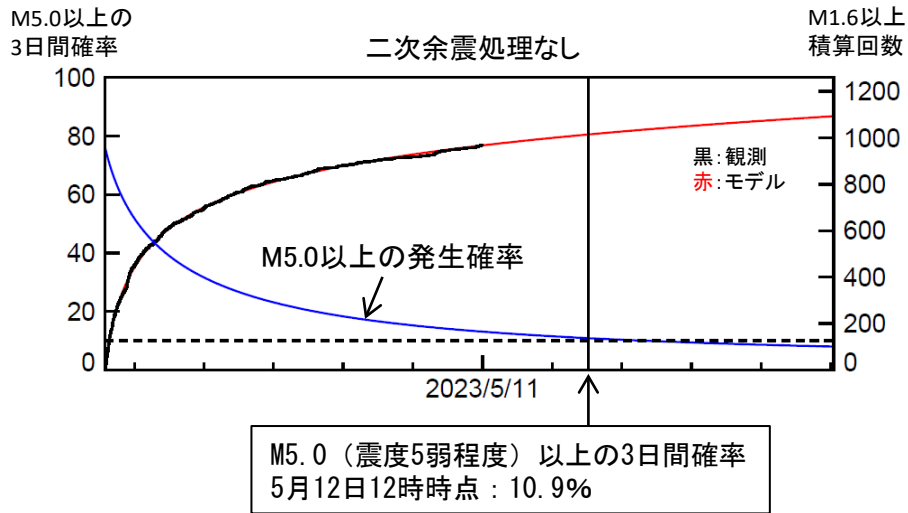


定常的な活動を考慮
M6.5発生前の6か月間(2022/11~2023/4)は、
M1.6以上が4.6回/日

大森・宇津式フィッティング



大森・宇津式+GR(M \geq 1.6)による余震発生確率



5月5日 石川県能登地方の地震(b値)

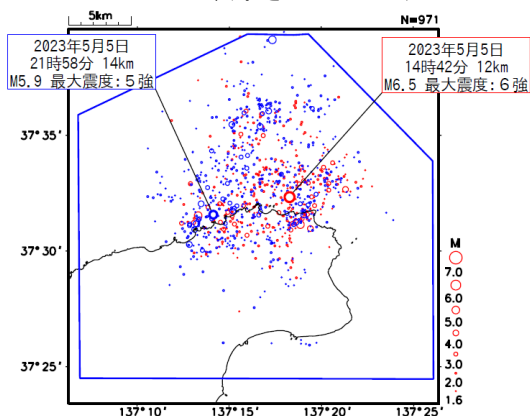
震央分布図

(2023年5月5日14時42分～10日24時00分、
M \geq 1.6、深さ0～20km)

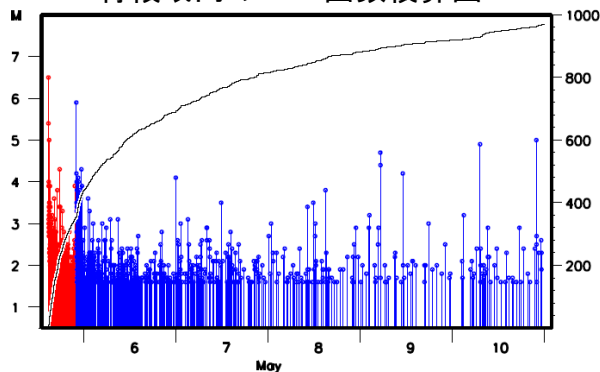
・震源データの色分け

赤色: 2023年05月05日14時42分(M6.5発生)～

青色: 2023年05月05日21時58分(M5.9発生)～



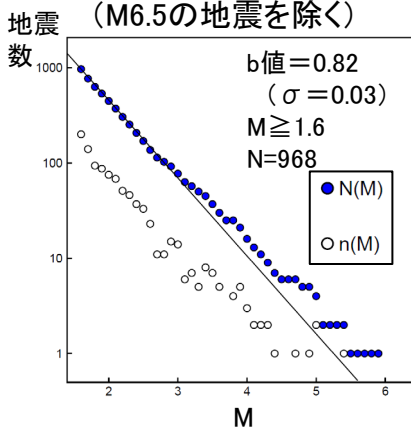
青領域内のMT・回数積算図



青領域内のM別度数分布、Mth1.6のb値

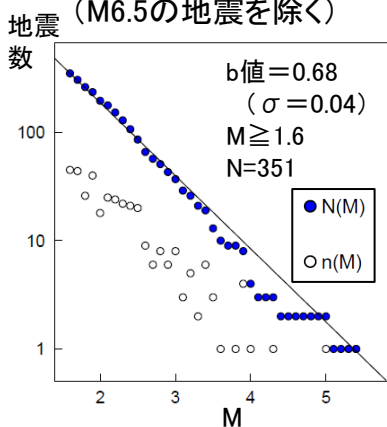
期間: 赤+青の震源

(M6.5の地震を除く)



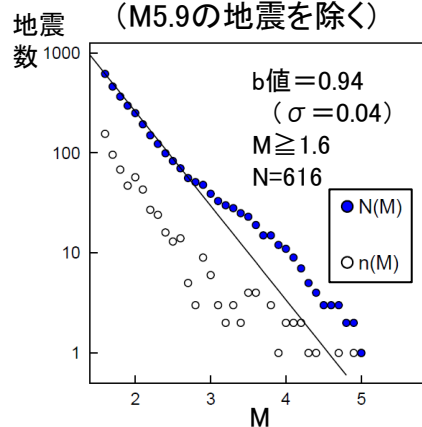
期間: 赤の震源

(M6.5の地震を除く)

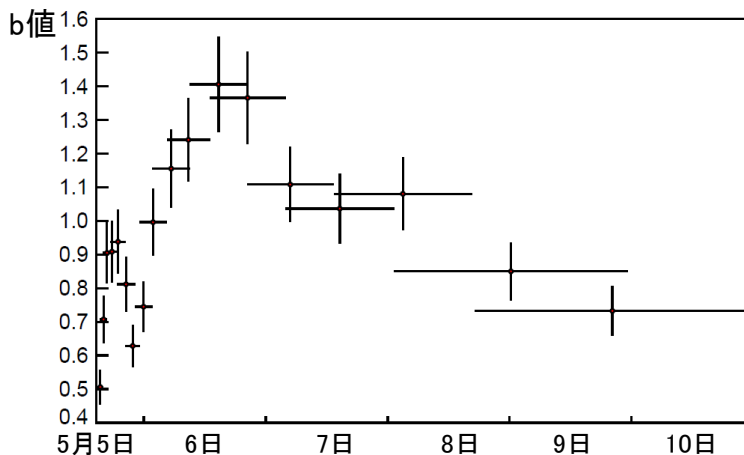


期間: 青の震源

(M5.9の地震を除く)



青領域内のb値の時間変化



M1.6以上の地震100個でb値を計算。期間の終わりから50個ずつずらして、b値を計算してプロット。縦棒は標準誤差、横棒は用いた震源データの期間。

石川県能登地方の地震活動(非定常ETAS解析)

非定常ETASモデル(Kumazawa and Ogata, 2013)による背景地震活動度 $\mu(t)$, 余震誘発強度 $K_0(t)$ を推定した。

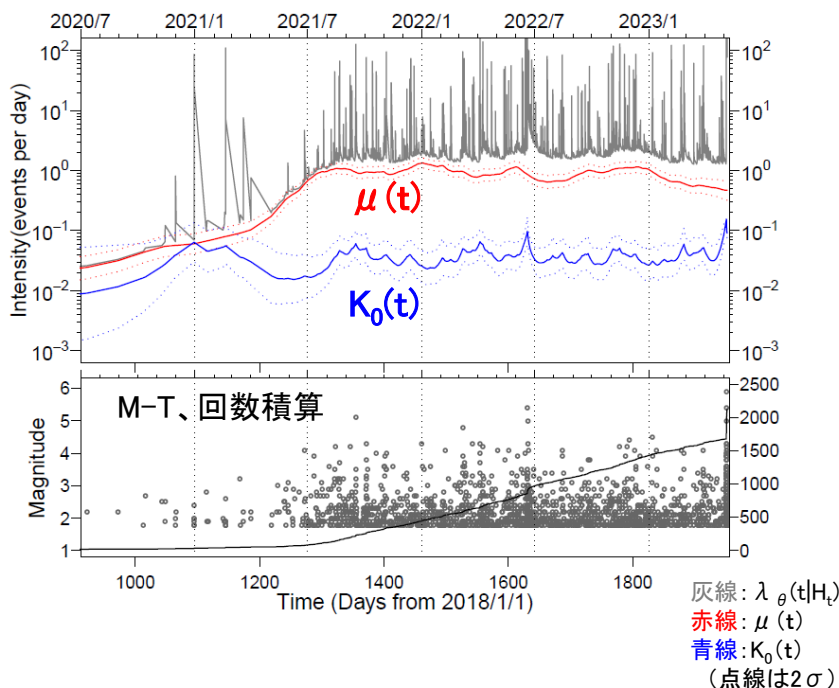
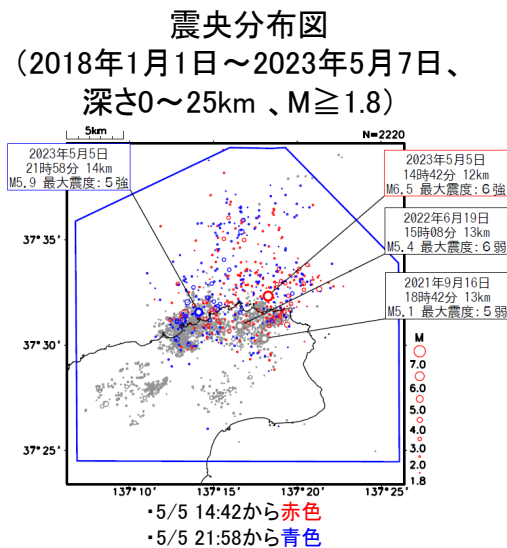
$$\lambda_{\theta}(t|H_t) = \mu(t) + \sum_{\{i:t_i < t\}} \frac{K_0(t_i)e^{\alpha(M_i - M_c)}}{(t - t_i + c)^p}$$

$\lambda_{\theta}(t|H_t)$: 強度関数、 $\mu(t)$: 背景地震活動度、 $K_0(t)$: 余震誘発強度

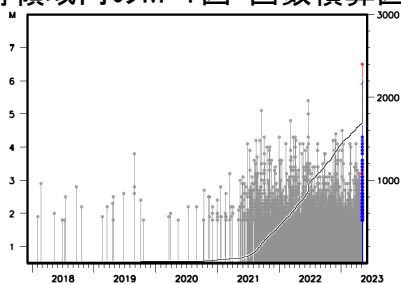
Kumazawa, T., Ogata, Y., 2013. Quantitative description of induced seismic activity before and after the 2011 Tohoku-Oki earthquake by nonstationary ETAS model. J. Geophys. Res.118, 6165–6182.

○震央分布図中の青領域内の2018年1月1日～2023年5月7日、M1.8以上、深さ25km以浅の震源データを使用した。
 μ 、 K_0 の初期値及び α 、 c 、 p は、2021年5月末までの震源を用いて、定常ETAS解析により求めた。

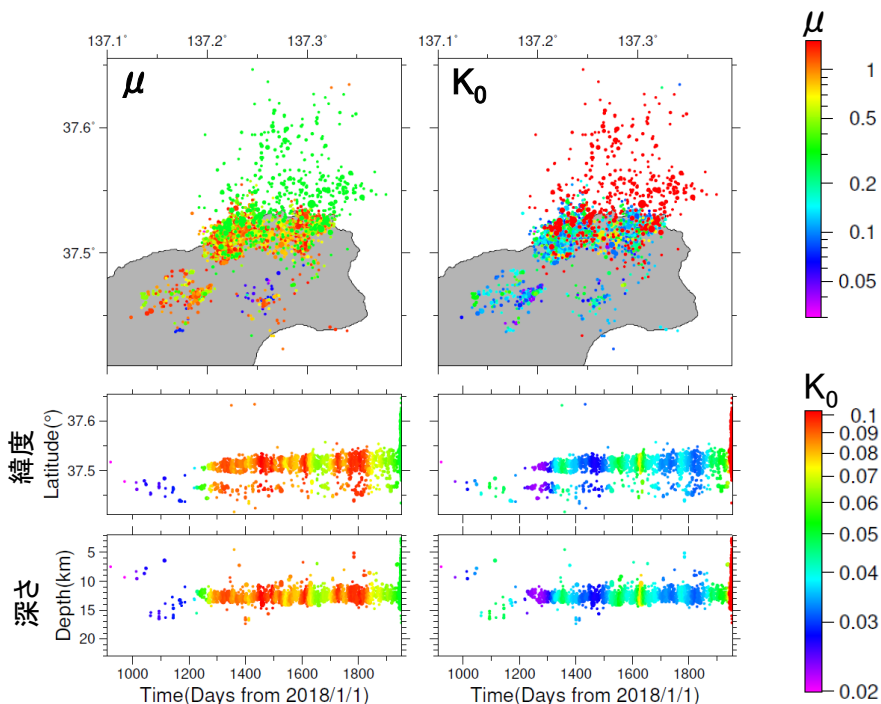
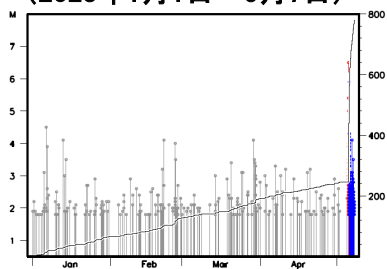
○下の $\mu(t)$ 、 $K_0(t)$ のグラフ・分布図は、2020年7月1日～2023年5月7日を表示。



青領域内のM-T図・回数積算

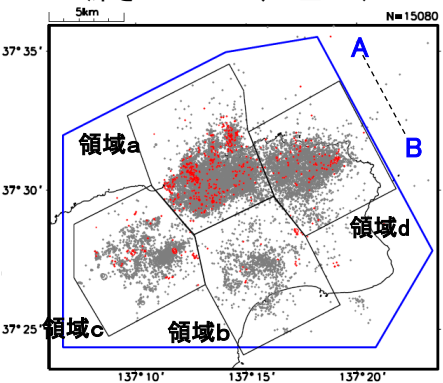


(2023年1月1日～5月7日)

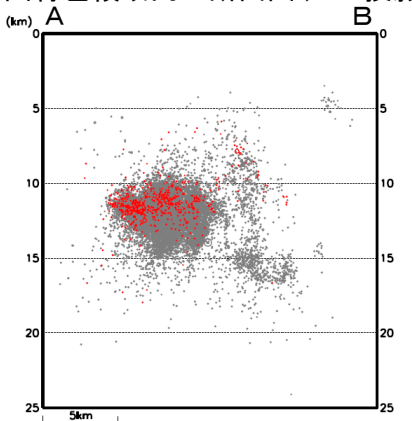


震央分布図

(2020年7月1日～2023年4月30日、
深さ0～25km、 $M \geq 1.0$)



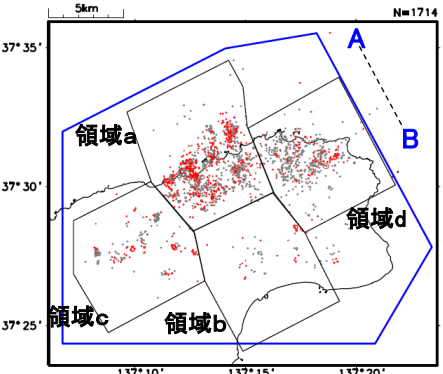
上図青色領域内の断面図(A-B投影)



震央分布図

(最近3か月間:

2023年2月1日～4月30日)



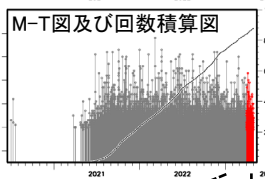
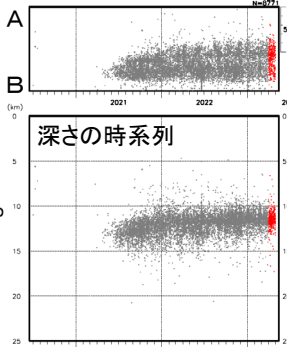
石川県能登地方の地震活動(カタログDD法による再計算震源)

2023年4月の地震
を赤丸で表示

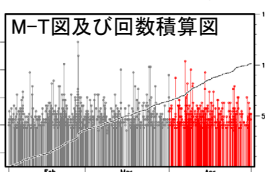
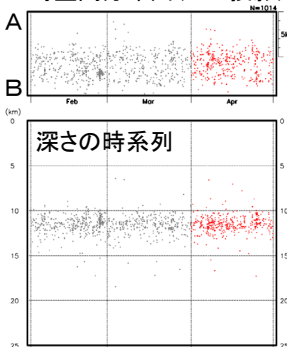
観測点補正值^{※1}を適用した再計算震源に、カタログの検測値を用いたDD法による震源再計算を行った。
^{※1} 臨時観測点を除いた観測点限定 ($\Delta 90\text{km}$ 程度以内)による再計算震源を用いて求めた観測点補正値を、震源の再計算(臨時観測点を含む)に適用した。震源データ: 2018年1月1日～2023年4月30日、深さ0～25km、 $M \geq 1.0$ (震源計算にあたり観測点の標高は考慮していない)

領域a内

時空間分布図(A-B投影)

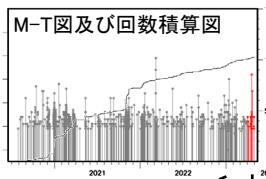
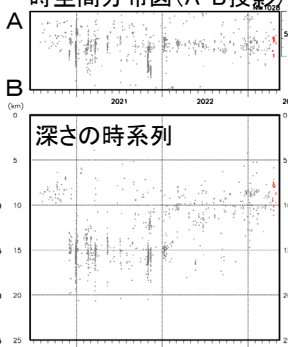


最近3か月間(2023年2月1日～4月30日)

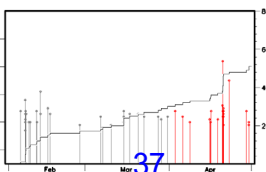
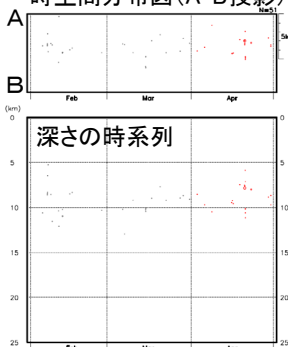


領域b内

時空間分布図(A-B投影)

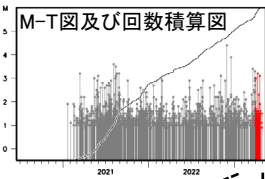
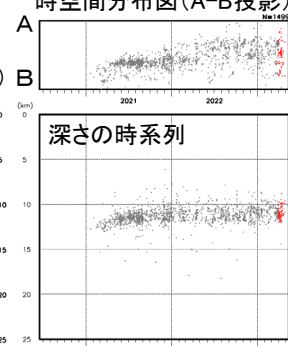


最近3か月間(2023年2月1日～4月30日)

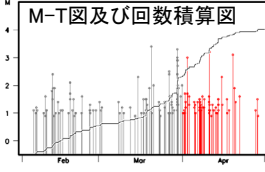
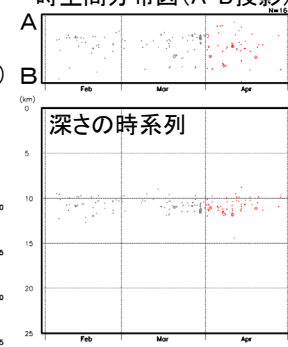


領域c内

時空間分布図(A-B投影)

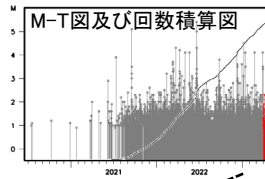
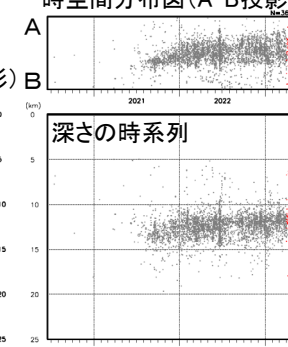


最近3か月間(2023年2月1日～4月30日)

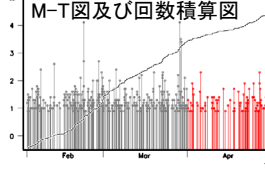
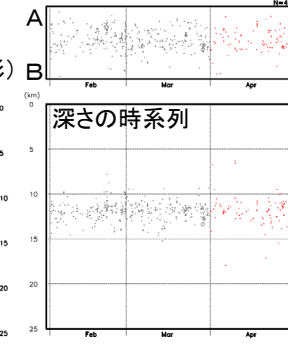


領域d内

時空間分布図(A-B投影)



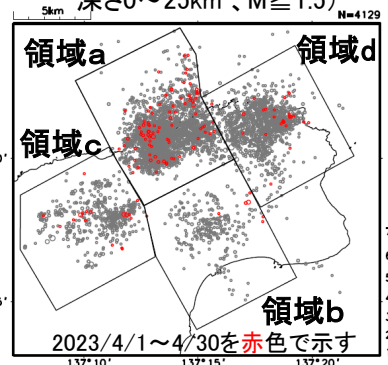
最近3か月間(2023年2月1日～4月30日)



石川県能登地方の地震活動(非定常ETAS解析)

震央分布図

(2018年1月1日~2023年4月30日、
深さ0~25km、M \geq 1.5)



非定常ETASモデル(Kumazawa and Ogata, 2013)による背景地震活動度 $\mu(t)$,
余震誘発強度 $K_0(t)$ を推定した。

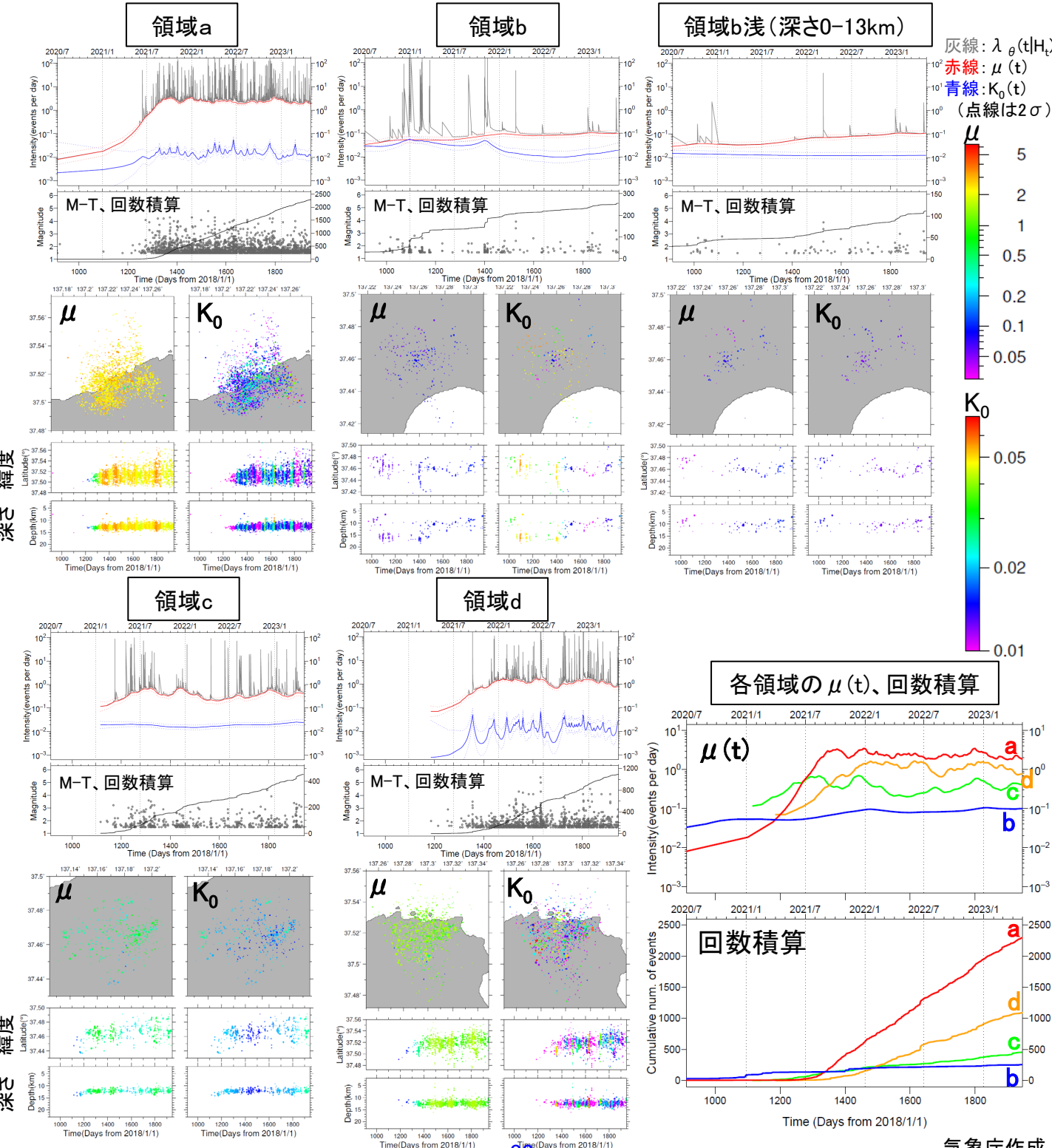
$$\lambda_{\theta}(t|H_t) = \mu(t) + \sum_{\{i:t_i < t\}} \frac{K_0(t_i) e^{\alpha(M_i - M_c)}}{(t - t_i + c)^p}$$

$\lambda_{\theta}(t|H_t)$: 強度関数、 $\mu(t)$: 背景地震活動度、 $K_0(t)$: 余震誘発強度

Kumazawa, T., Ogata, Y., 2013. Quantitative description of induced seismic activity before and after the 2011 Tohoku-Oki earthquake by nonstationary ETAS model. J. Geophys. Res.118, 6165–6182. 37°30'

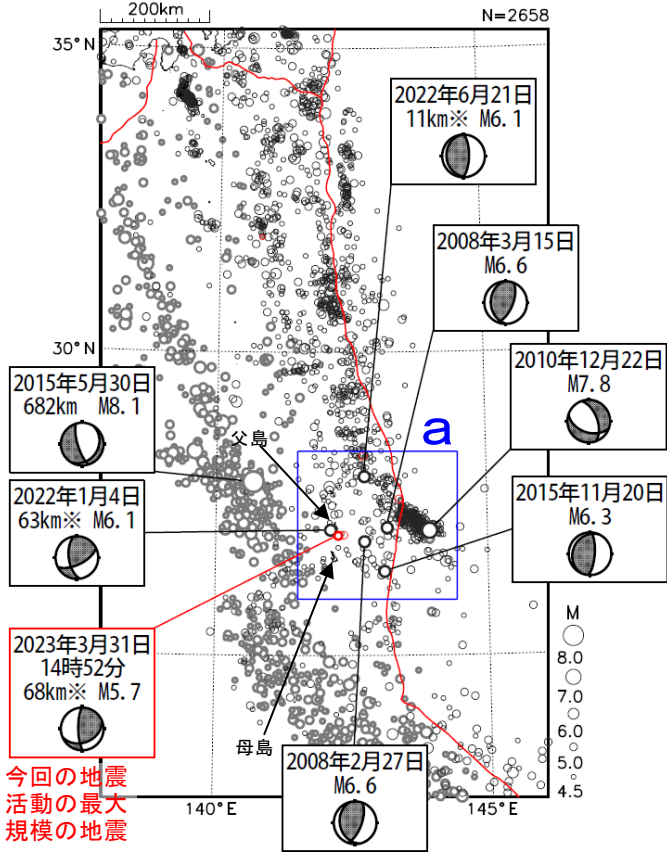
○震央分布図中の各領域a~dにおける、2018年1月1日~2023年4月30日、M1.5以上、深さ25km以浅の震源データを使用した。領域bは浅部のみも使用した。 μ 、 K_0 の初期値及び α 、 c 、 p は、2021年4月末までの震央分布図全体の震源を用いて、定常ETAS解析により求めた。

○下の各グラフ・図は、2020年7月1日~2023年4月30日を表示。



父島近海の地震活動

震央分布図
(1977年10月1日～2023年4月30日、
深さ0～700km、M≥4.5)
2023年3月31日以降の地震を赤く表示
100kmより浅い地震を濃く表示
図中の発震機構はCMT解

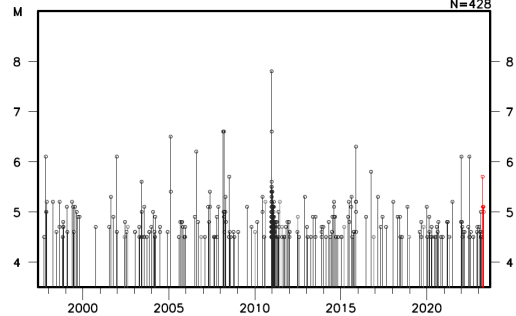


父島近海(領域b)では、2023年3月31日から地震活動が活発になり、4月30日までに震度1以上を観測した地震が20回(震度4:1回、震度3:2回、震度2:2回、震度1:15回)発生した。このうち最大規模の地震は3月31日14時52分に深さ68km(CMT解による)で発生したM5.7の地震(最大震度2)である。この地震は太平洋プレート内部で発生した。この地震の発震機構(CMT解)は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ型である。

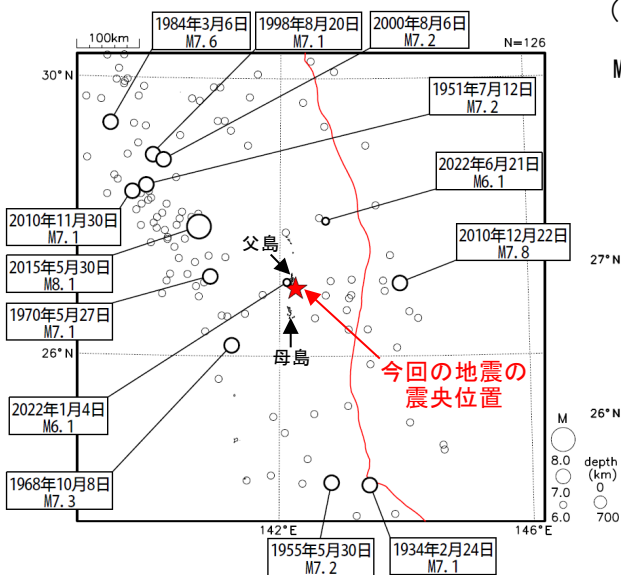
1977年10月以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域a)では、M6.0以上の地震が時々発生している。2010年12月22日のM7.8の地震(最大震度4)では、この地震により津波が発生し、八丈島八重根で0.5mなどの津波を観測した。

1919年以降の活動をみると、小笠原諸島周辺では、M7.0以上の地震が時々発生している。2015年5月30日の深さ682kmで発生したM8.1の地震(最大震度5強)では、この地震により関東地方で軽傷者8人などの被害が生じた(総務省消防庁による)。また、1984年3月6日のM7.6の地震(最大震度4)では、この地震により関東地方を中心に死者1人、負傷者1人などの被害が生じた(「日本被害地震総覧」による)。

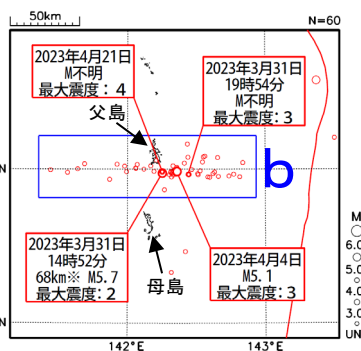
領域a内のM-T図



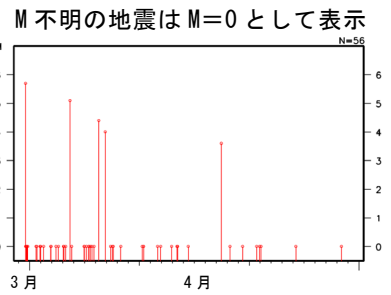
震央分布図
(1919年1月1日～2023年4月30日、
深さ0～700km、M≥6.0)



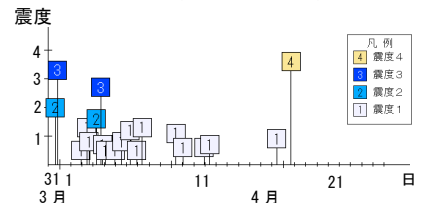
震央分布図
(2023年3月31日～4月30日、
深さ0～700km、Mすべて)
M不明の地震はM=0として表示



領域b内のM-T図



震度1以上を観測した地震の
発生時系列図
(2023年3月31日～4月30日)



2023年3月31日 父島近海の地震(各機関のMT解)

| | 気象庁CMT | 防災科研 (F-net) | USGS (W-phase) | |
|-------------------------|------------|-----------------|-------------------|------------------|
| | | | | |
| 一元化震源 M5.7 深さ80km | | | | |
| Mw | 5.4 | 5.4 | 5.35 | USGS震源 深さ74km |
| 深さ | 68km | 56km | 70.5km | |
| | Global CMT | GEOFON | | |
| | (掲載なし) | (掲載なし) | | |
| Mw | | | | |
| 深さ | km | km | | |

防災科研 (F-net) : <https://www.fnet.bosai.go.jp/event/joho.php?LANG=ja>

USGS (W-phase) : <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/>

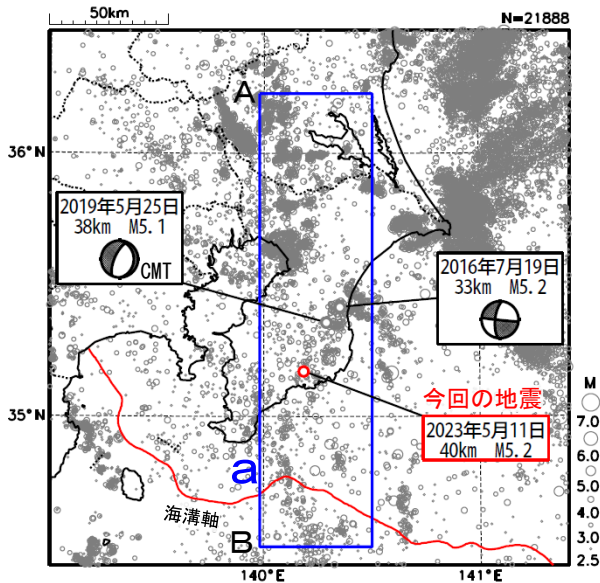
Global CMT : <https://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>

GEOFON MT : <https://geofon.gfz-potsdam.de/eqinfo/list.php?mode=mt>

5月11日 千葉県南部の地震

震央分布図

(1997年10月1日～2023年5月11日10時00分、
深さ0～120km、M \geq 2.5)
2023年5月11日04時16分以降の地震を赤色で表示
速報値を含む

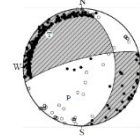


2023年5月11日04時16分に千葉県南部の深さ40kmでM5.2の地震 (最大震度5強) が発生した。この地震はフィリピン海プレート内部で発生した。この地震の発震機構 (速報) は北西-南東方向に張力軸を持つ型である。この地震により、軽傷1人の被害が生じた (2023年5月11日08時00分現在、総務省消防庁による)。

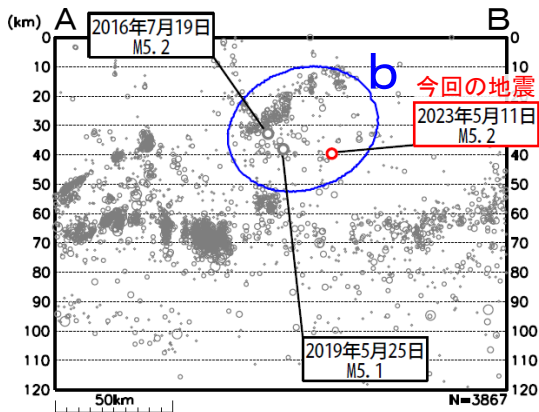
1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近 (領域b) では、M5程度の地震が時々発生している。2019年5月25日にはM5.1の地震 (最大震度5弱) が発生し、この地震により、軽傷1人の被害が生じた (総務省消防庁による)。

1997年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺 (領域c) では、M6.0以上の地震が時々発生している。1987年12月17日に発生したM6.7の地震 (最大震度5) では、死者2人、負傷者161人、住家全壊16棟、住家半壊102棟、住家一部破損72,580棟などの被害が生じた (被害は「日本被害地震総覧」による)。

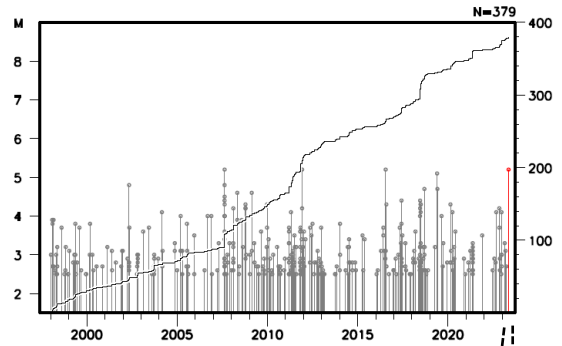
今回の地震の発震機構 (速報)



領域a内の断面図 (A-B投影)

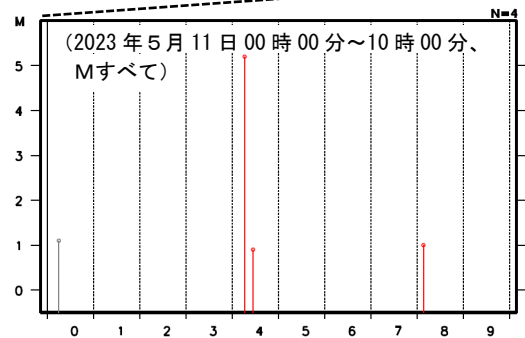
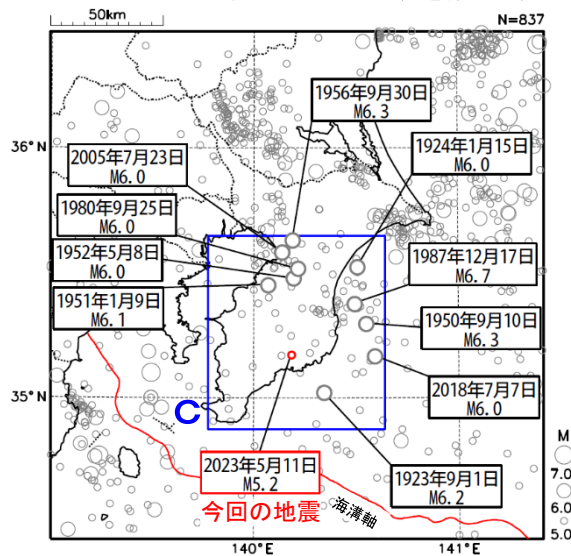


領域b内のM-T図及び回数積算図

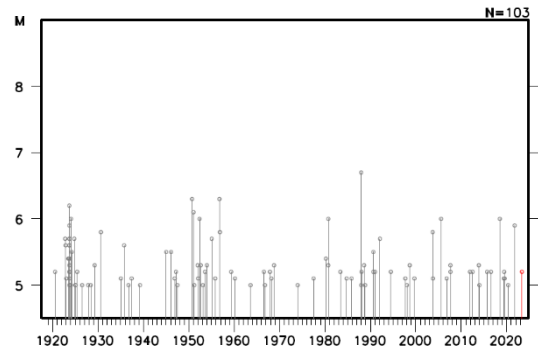


震央分布図

(1919年1月1日～2023年5月11日10時00分、
深さ0～200km、M \geq 5.0)
2023年5月11日04時16分以降の地震を赤色で表示



領域c内のM-T図



気象庁作成

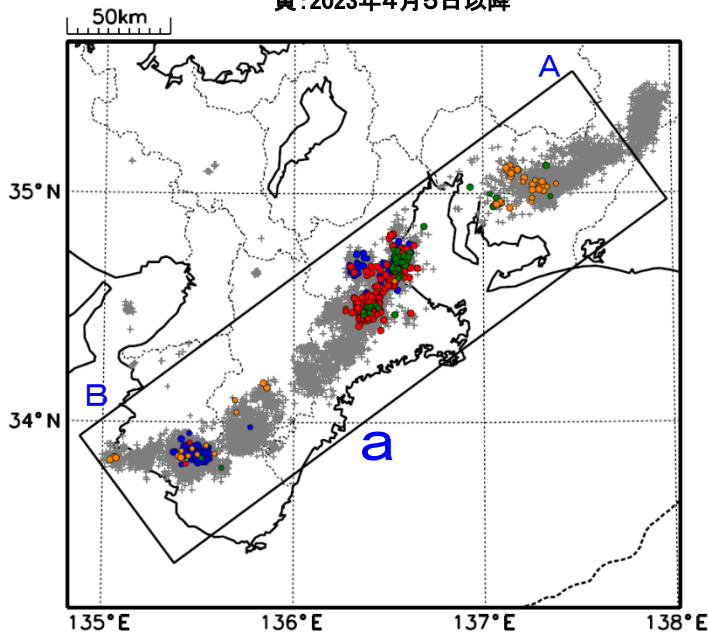
紀伊半島北部から東海の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

3月26日から4月2日にかけて、紀伊半島北部で深部低周波地震(微動)を観測した。
 また、4月2日から3日及び4月6日から9日にかけて、東海で深部低周波地震(微動)を観測した。
 深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測した。これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

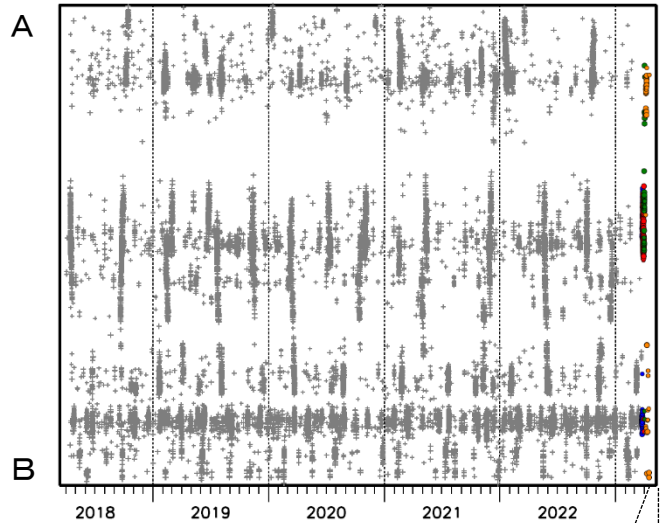
深部低周波地震(微動)活動

震央分布図(2018年4月1日~2023年4月19日、
 深さ0~60km、Mすべて)

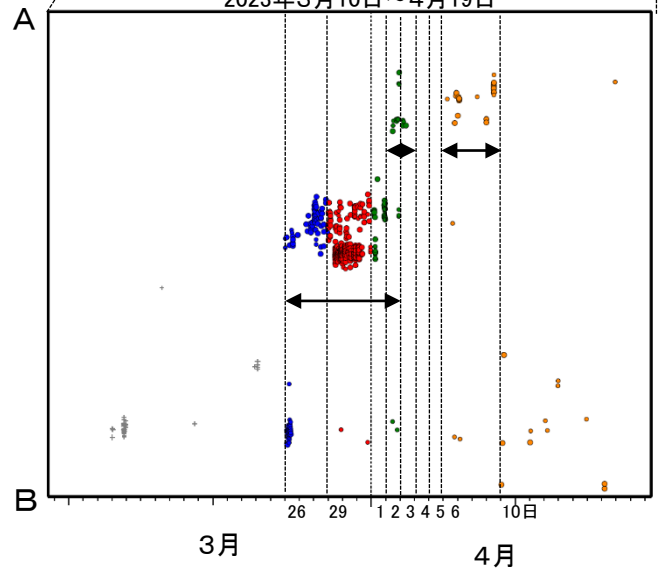
灰: 2018年4月1日~2023年3月25日、
 青: 2023年3月26日~28日
 赤: 2023年3月29日~31日
 緑: 2023年4月1日~4日
 黄: 2023年4月5日以降



領域a内の時空間分布図(A-B投影)

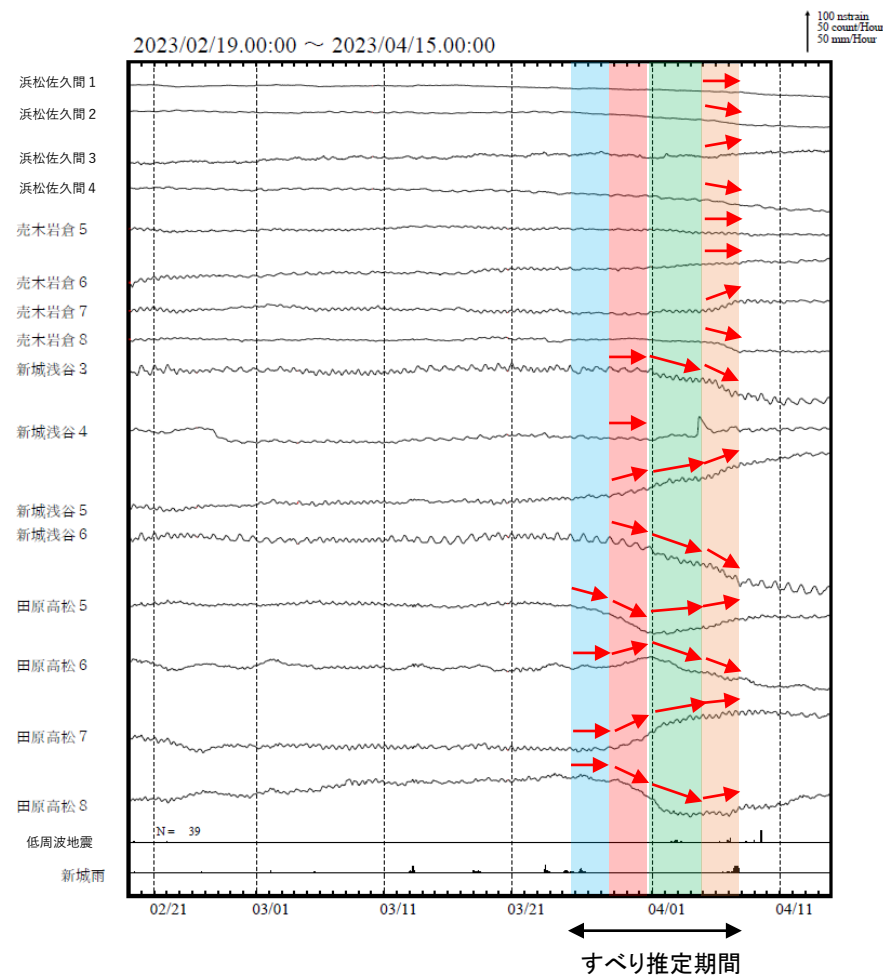
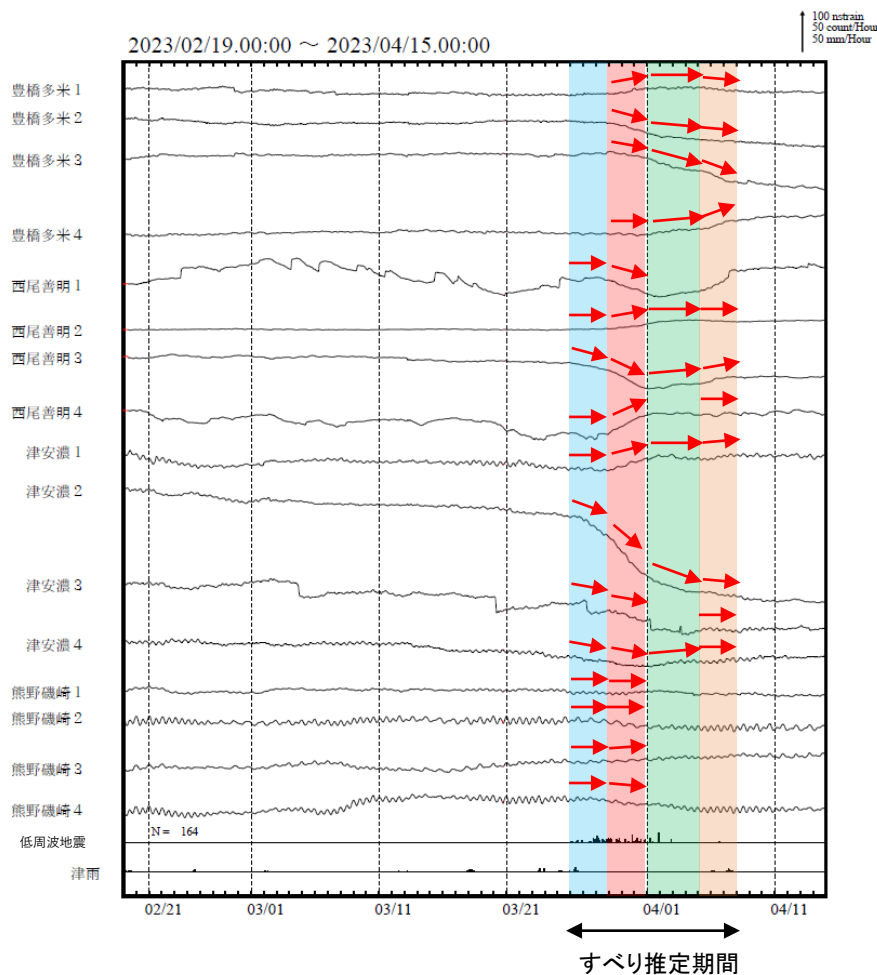


2023年3月10日~4月19日



紀伊半島北部から東海で観測した短期的ゆっくりすべり(3月26日～4月7日)

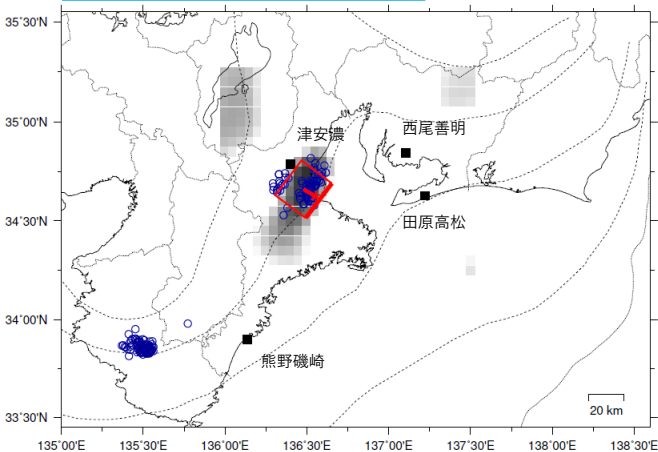
長野県から三重県で観測されたひずみ変化



豊橋多米、西尾善明、津安濃、熊野磯崎、及び津安濃は産業技術総合研究所のひずみ計である。

紀伊半島北部から東海で観測した短期的ゆっくりすべり(3月26日~4月7日)

2023年3月26日0時~28日24時 Mw5.6

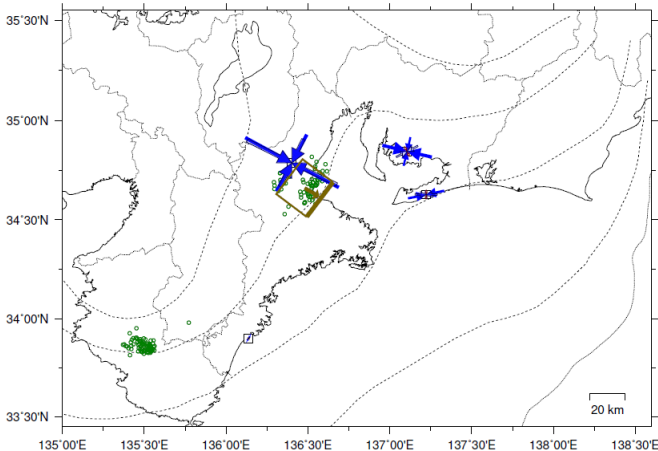


R^2
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0

第1段階のグリッド
サーチによる決定
係数の分布
(1に近いほど観測
値を良く説明する)

■ 解析使用観測点
□ 推定された断層モデル
○ 低周波地震の震央
(2023/03/26,00h-2023/03/28/, 24h)

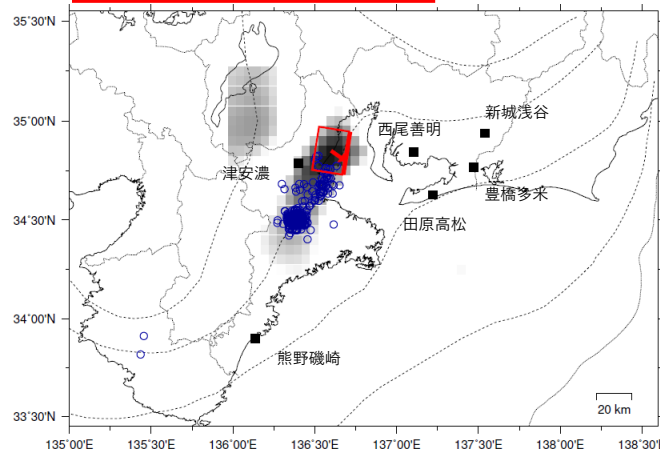
Lat:34.66° Lon:136.48° Depth:27.91km Strike:217° Dip:6° Rake:97°
Length:24.4km Width:21.4km Slip:14.80mm Mw:5.59 R^2 :.0842



観測値 2e-08 [strain]
←→ 伸び
←→ 縮み
○ 伸び
○ 縮み
理論値 2e-08 [strain]
←→ 伸び
←→ 縮み
○ 伸び
○ 縮み

□ 解析使用観測点
□ 推定された断層モデル
○ 低周波地震の震央
(2023/03/26,00h-2023/03/28/, 24h)

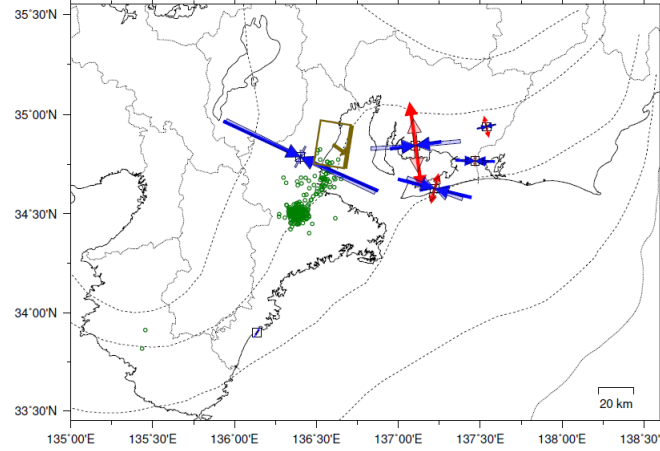
2023年3月29日0時~31日24時 Mw5.8



R^2
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0

■ 解析使用観測点
□ 推定された断層モデル
○ 低周波地震の震央
(2023/03/29,00h-2023/03/31/, 24h)

Lat:34.85° Lon:136.60° Depth:29.06km Strike:189° Dip:4° Rake:64°
Length:24.4km Width:17.6km Slip:36.80mm Mw:5.80 R^2 :.929

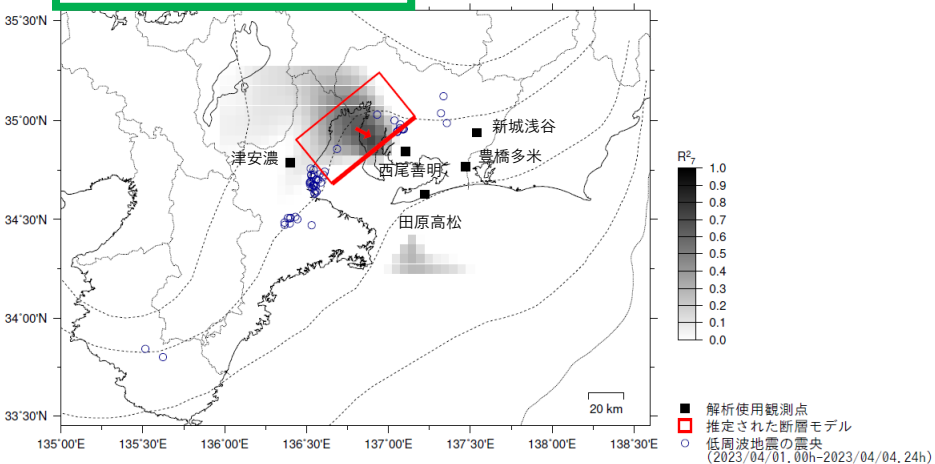


観測値 2e-08 [strain]
←→ 伸び
←→ 縮み
○ 伸び
○ 縮み
理論値 2e-08 [strain]
←→ 伸び
←→ 縮み
○ 伸び
○ 縮み

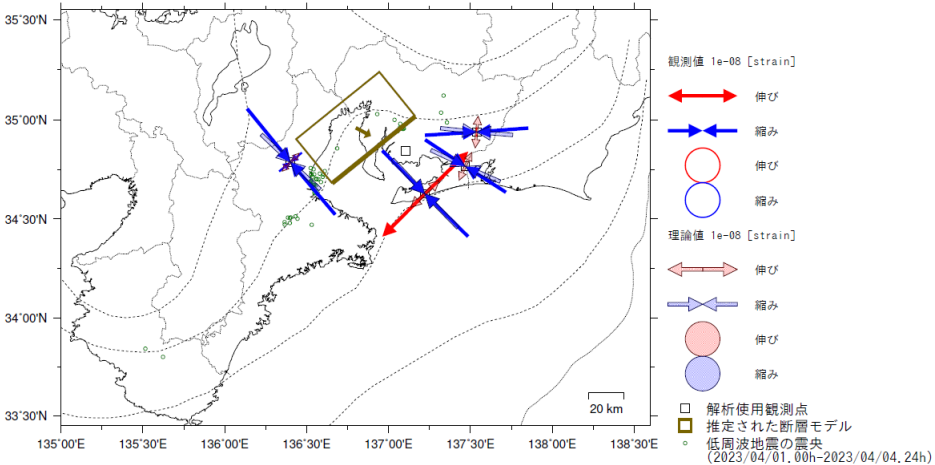
□ 解析使用観測点
□ 推定された断層モデル
○ 低周波地震の震央
(2023/03/29,00h-2023/03/31/, 24h)

紀伊半島北部から東海で観測した短期的ゆっくりすべり(3月26日~4月7日)

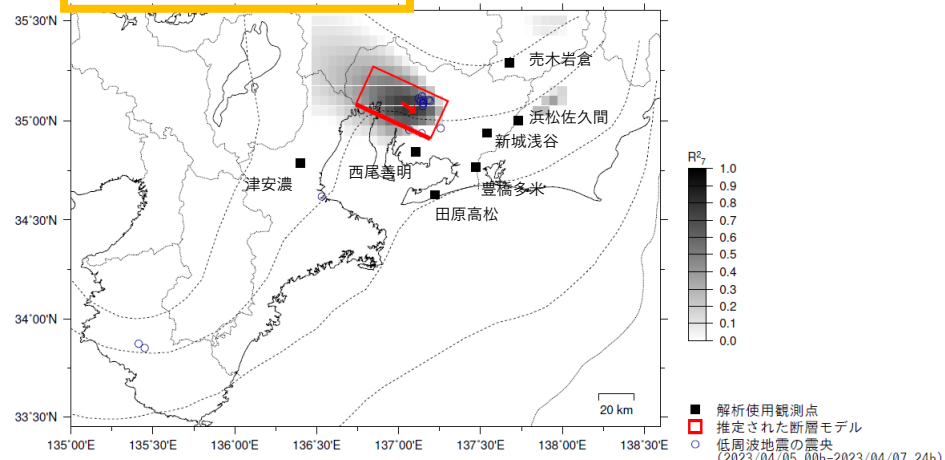
2023年4月1日0時~4日24時 Mw5.7



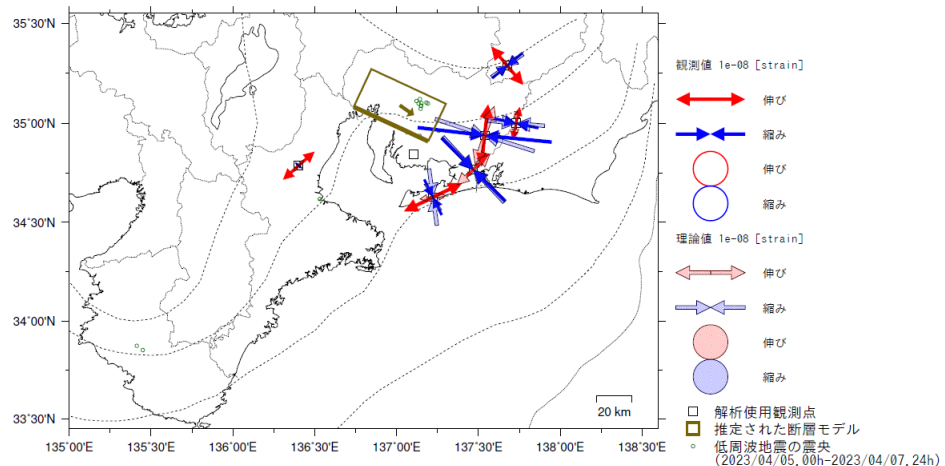
Lat:34.96° Lon:136.80° Depth:28.80km Strike:231° Dip:6° Rake:113°
 Length:59.5km Width:32.0km Slip:6.10mm Mw:5.71 R^2 :0.782



2023年4月5日0時~7日24時 Mw5.6



Lat:35.09° Lon:137.02° Depth:24.06km Strike:295° Dip:11° Rake:170°
 Length:45.7km Width:23.6km Slip:6.50mm Mw:5.56 R^2 :0.811



前図に観測されたひずみ観測点での変化量を元にすべり推定を行ったところ、図の場所にすべり域が求まった。

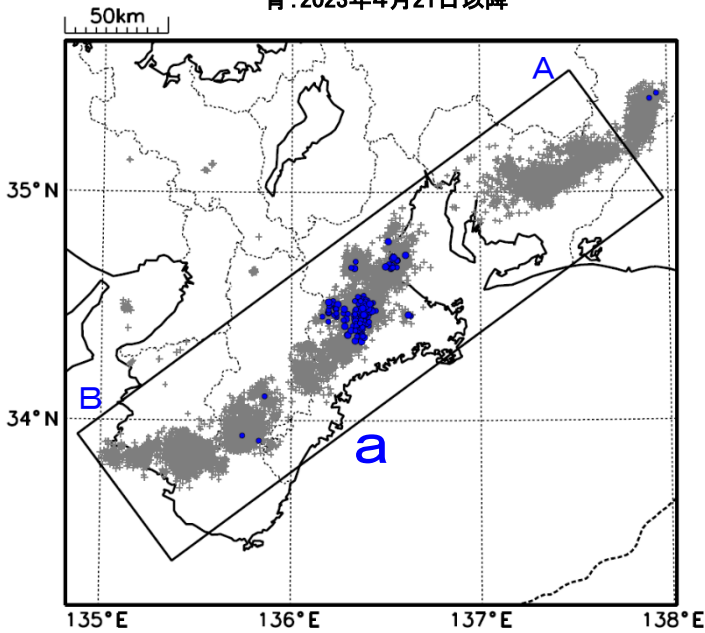
断層モデルの推定は、産総研の解析方法(板場ほか, 2012)を参考に以下の2段階で行う。
 ・断層サイズを20km×20kmに固定し、位置を0.05度単位でグリッドサーチにより推定する。
 ・その位置を中心にして、他の断層パラメータの最適解を求める。

紀伊半島北部の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

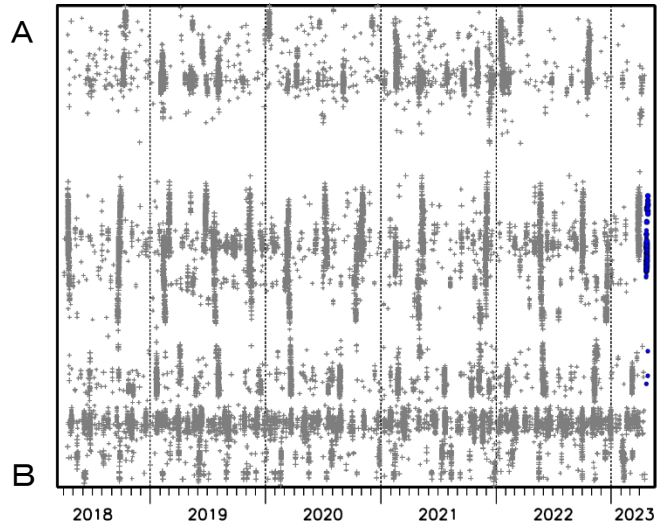
4月21日から25日にかけて、紀伊半島北部で深部低周波地震(微動)を観測した。
深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計及び傾斜計で地殻変動を観測した。これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

深部低周波地震(微動)活動

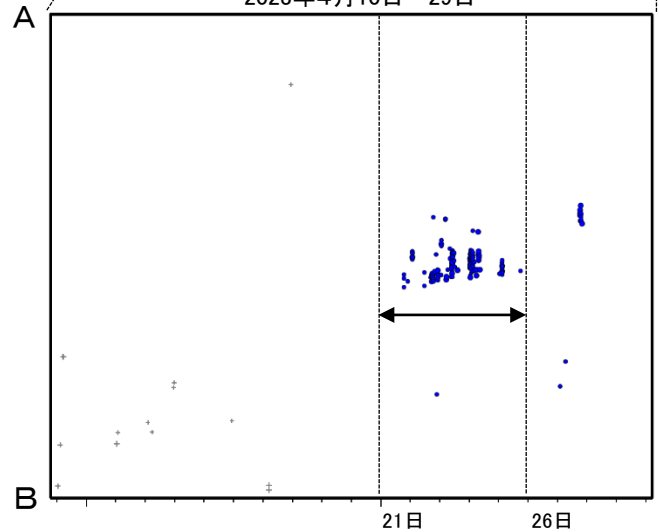
震央分布図(2018年4月1日~2023年4月29日、
深さ0~60km、Mすべて)
灰: 2018年4月1日~2023年4月20日、
青: 2023年4月21日以降



領域a内の時空間分布図(A-B投影)



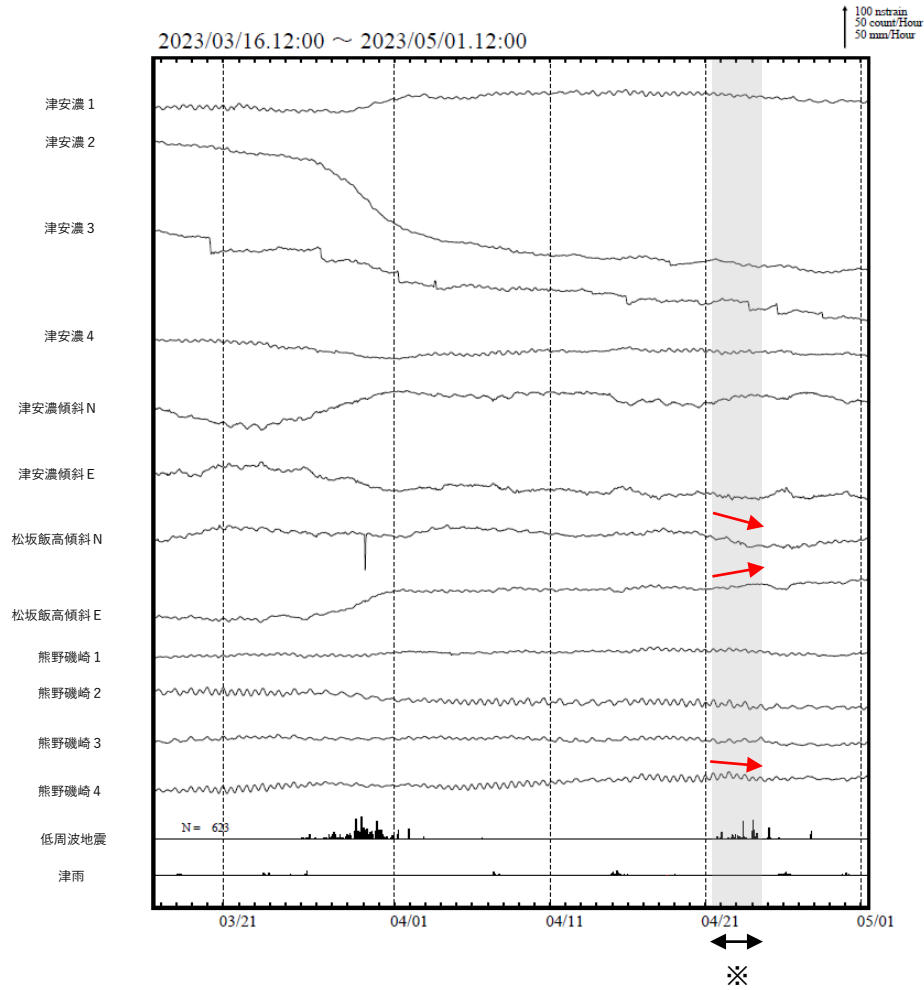
2023年4月10日~29日



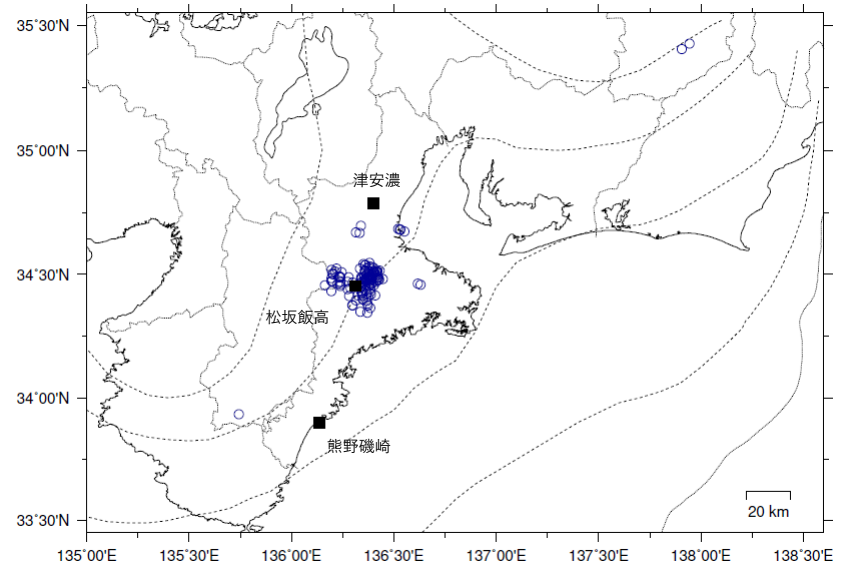
4月

紀伊半島北部で観測したひずみ・傾斜変化(4月21日～24日)

三重県で観測されたひずみ・傾斜変化



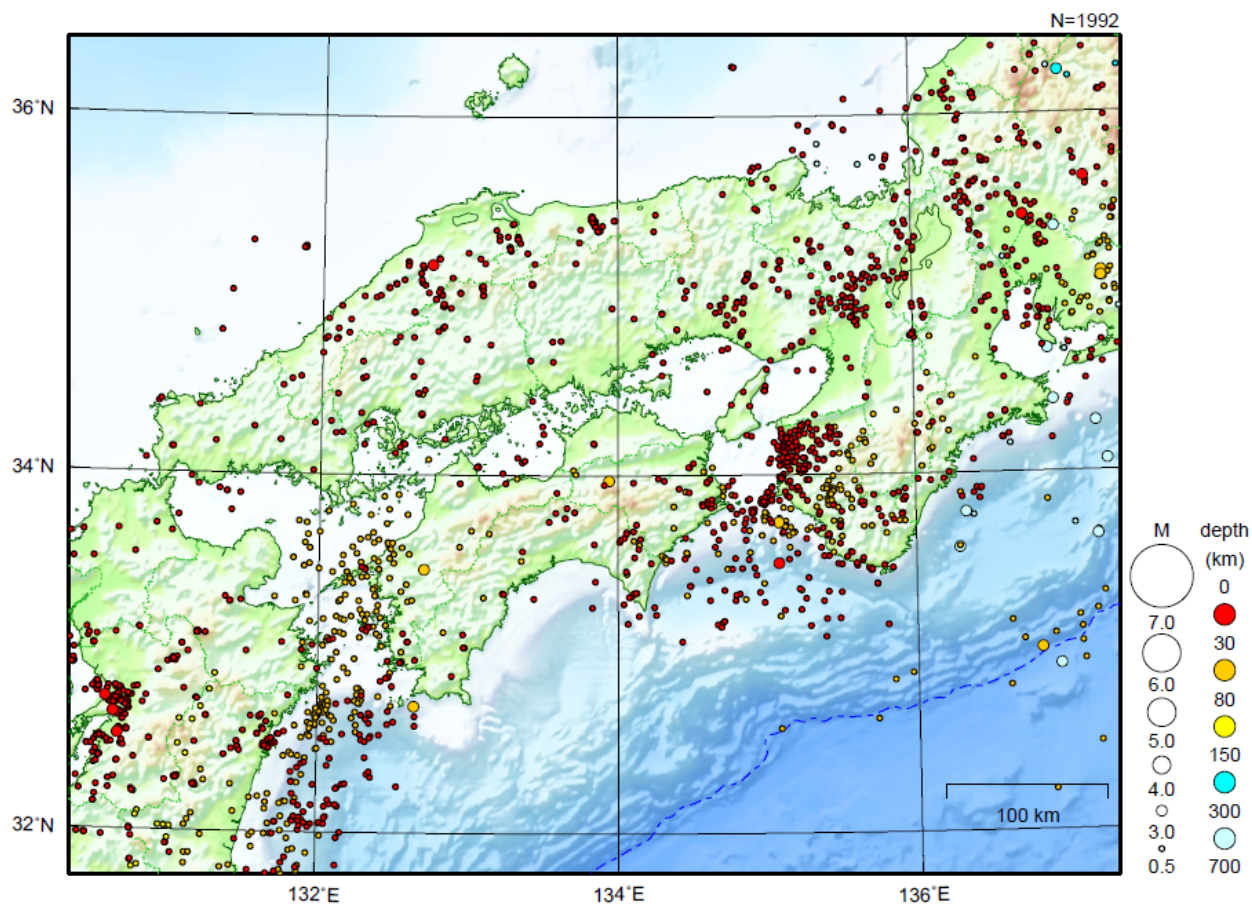
津安濃、松坂飯高及び熊野磯崎は産業技術総合研究所のひずみ・傾斜計である。



*の期間にひずみ・傾斜の変化はみられるものの、断層モデルを精度よく求めることができない。

近畿・中国・四国地方

2023/04/01 00:00 ~ 2023/04/30 24:00



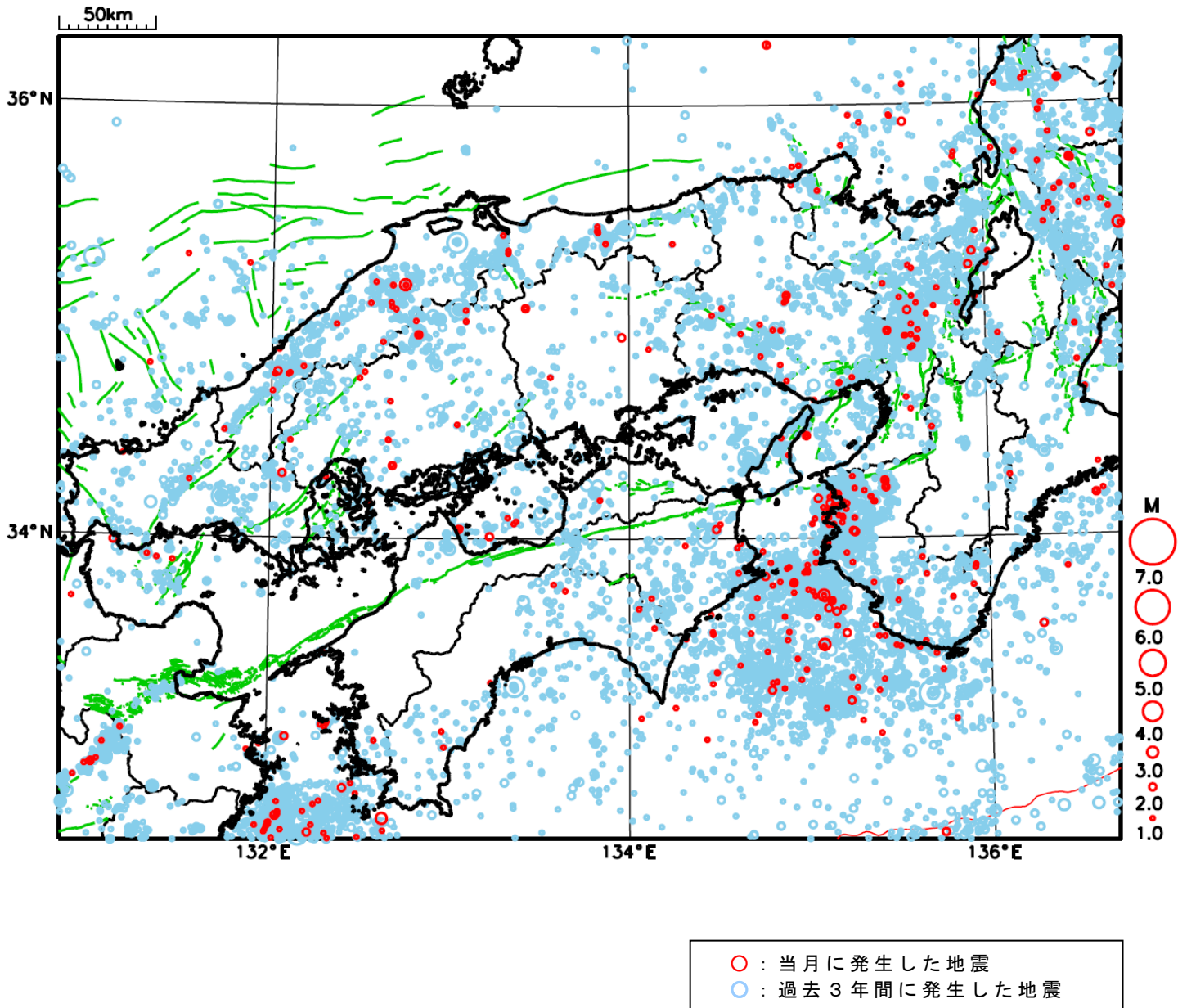
地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOP030、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2v2を使用

特に目立った地震活動はなかった。

[上述の地震は M6.0 以上または最大震度 4 以上、陸域で M4.5 以上かつ最大震度 3 以上、海域で M5.0 以上かつ最大震度 3 以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。]

気象庁・文部科学省

近畿・中国・四国地方における 2023 年 4 月の地震活動 ($M \geq 1.0$ 、陸域 深さ 30km 以浅、海域 深さ 60km 以浅)



四国中部の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

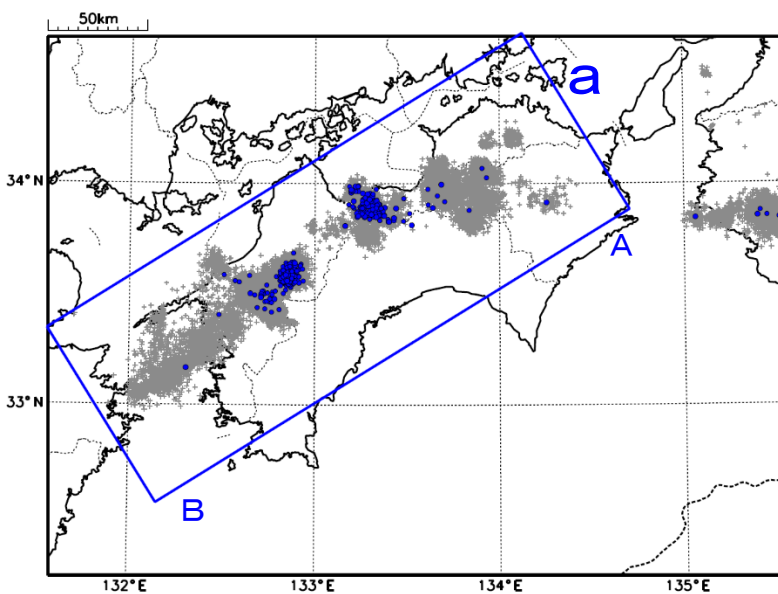
4月1日から7日にかけて、四国中部で深部低周波地震(微動)を観測した。

深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測した。これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

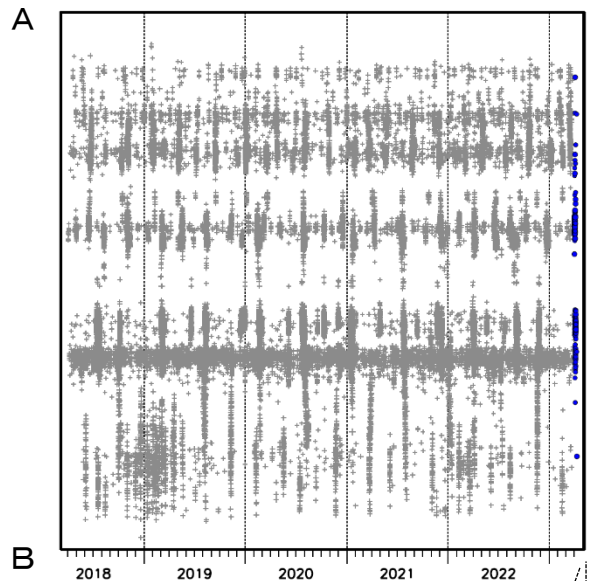
深部低周波地震(微動)活動

震央分布図(2018年4月1日~2023年4月10日、
深さ0~60km、Mすべて)

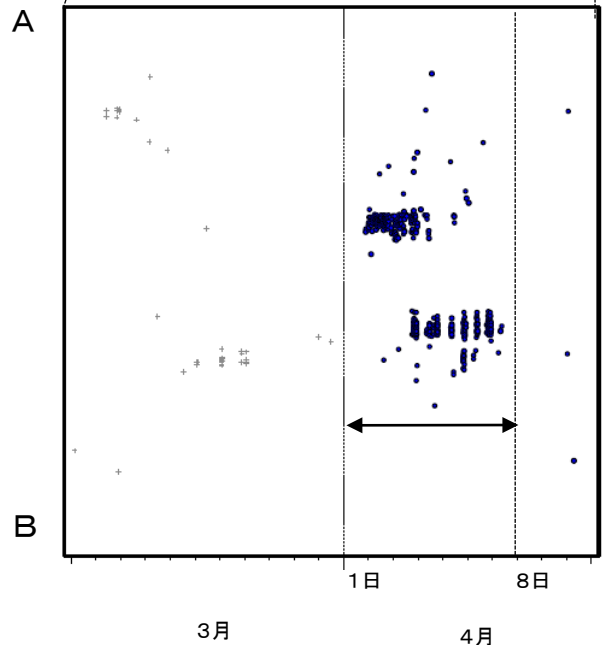
灰: 2018年4月1日~2023年3月31日、
青: 2023年4月1日以降



震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)

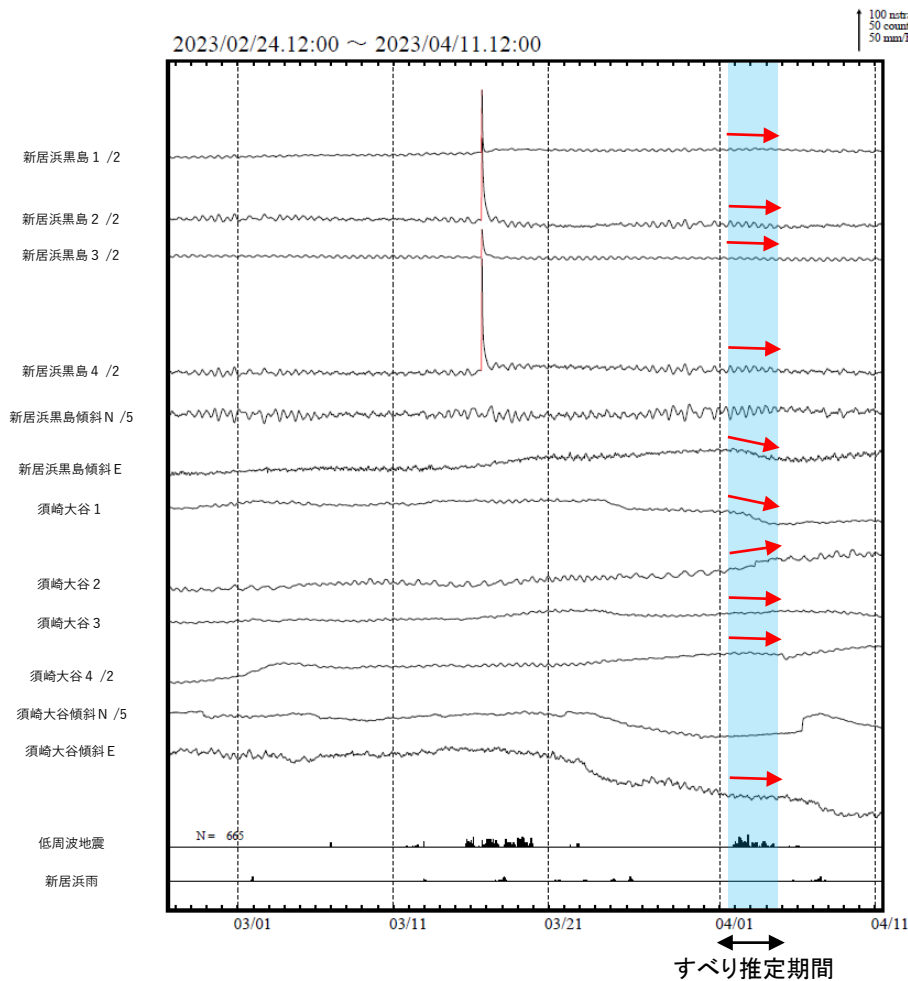


2023年3月21日~4月10日



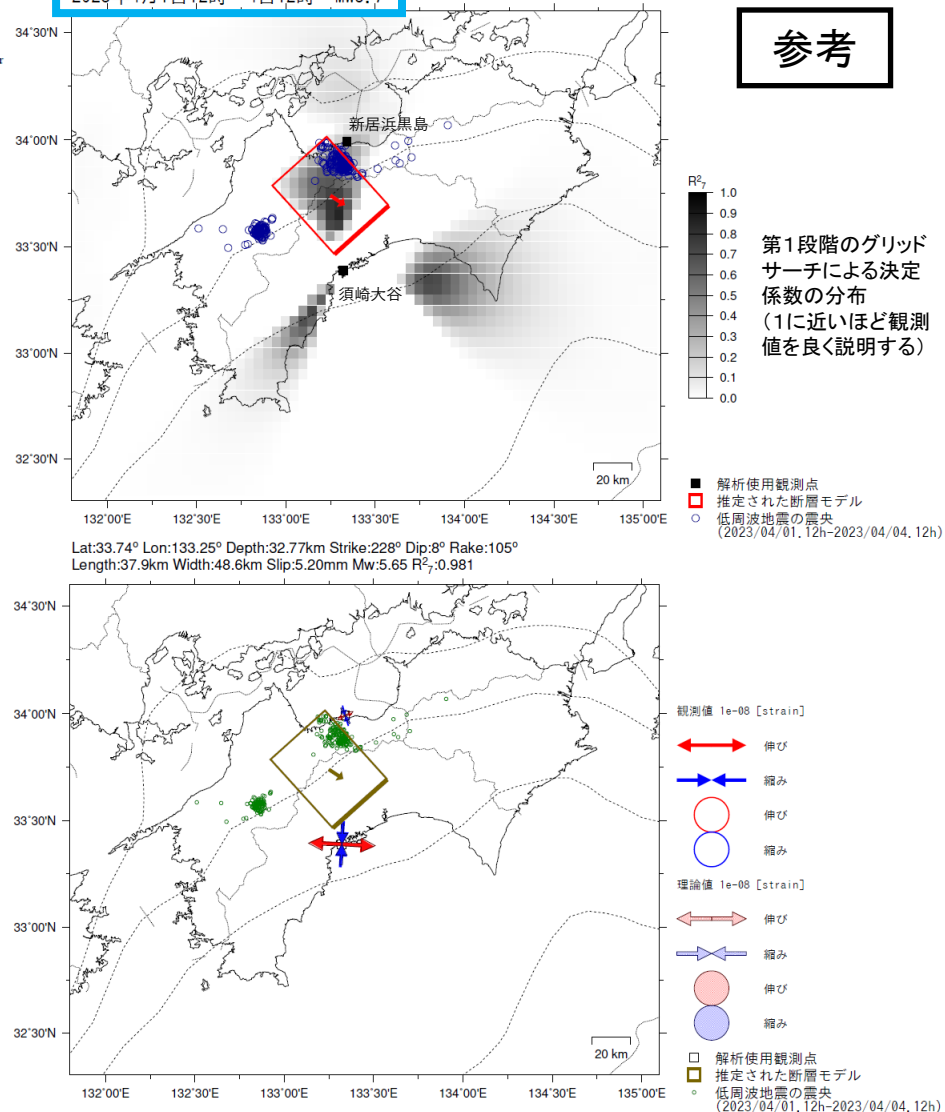
四国中部で観測した短期的ゆっくりすべり(4月1日~4日)

愛媛県から高知県で観測されたひずみ・傾斜変化



新居浜黒島及び須崎大谷は産業技術総合研究所のひずみ・傾斜計である。

2023年4月1日12時~4日12時 Mw5.7



参考

第1段階のグリッドサーチによる決定係数の分布 (1に近いほど観測値を良く説明する)

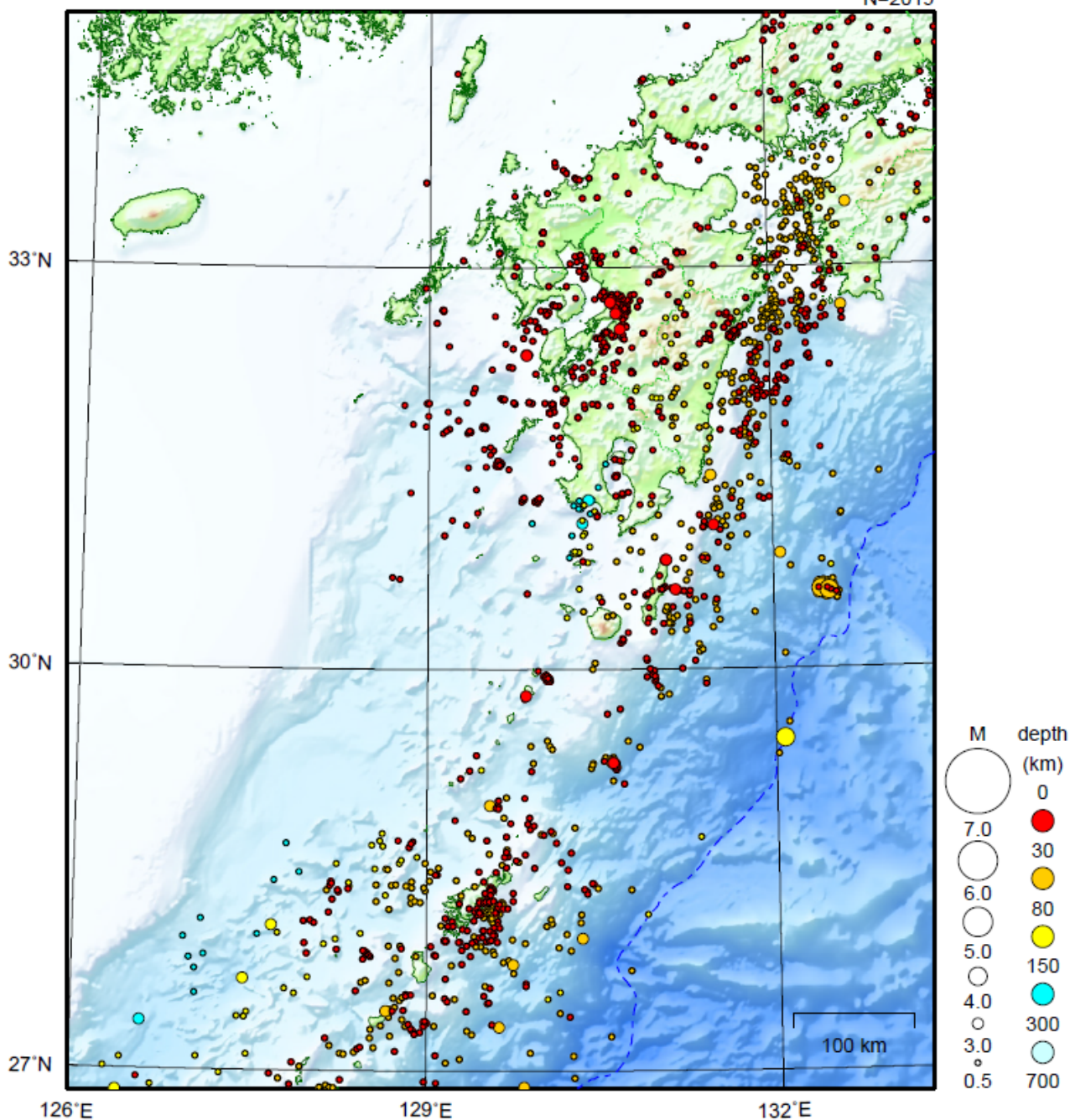
左図に示す観測点での変化量を元にすべり推定を行ったところ、低周波地震とほぼ同じ場所にすべり域が求まった。

断層モデルの推定は、産総研の解析方法(板場ほか, 2012)を参考に以下の2段階で行う。
 ・断層サイズを20km×20kmに固定し、位置を0.05度単位でグリッドサーチにより推定する。
 ・その位置を中心にして、他の断層パラメータの最適解を求める。

九州地方

2023/04/01 00:00 ~ 2023/04/30 24:00

N=2019



地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2v2を使用

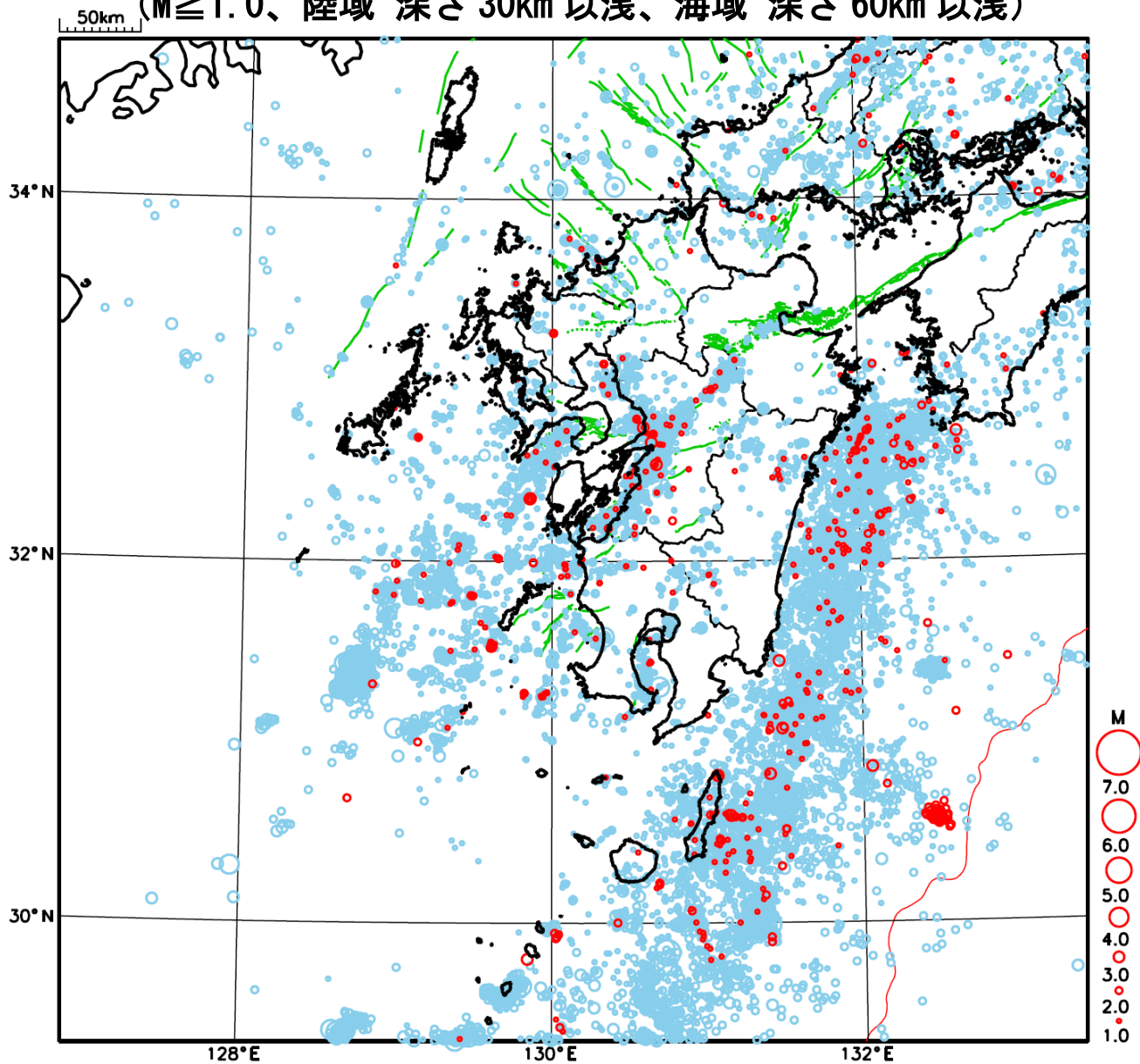
特に目立った地震活動はなかった。

[上述の地震は M6.0 以上または最大震度 4 以上、陸域で M4.5 以上かつ最大震度 3 以上、海域で M5.0 以上かつ最大震度 3 以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。]

気象庁・文部科学省

九州地方における 2023 年 4 月の地震活動

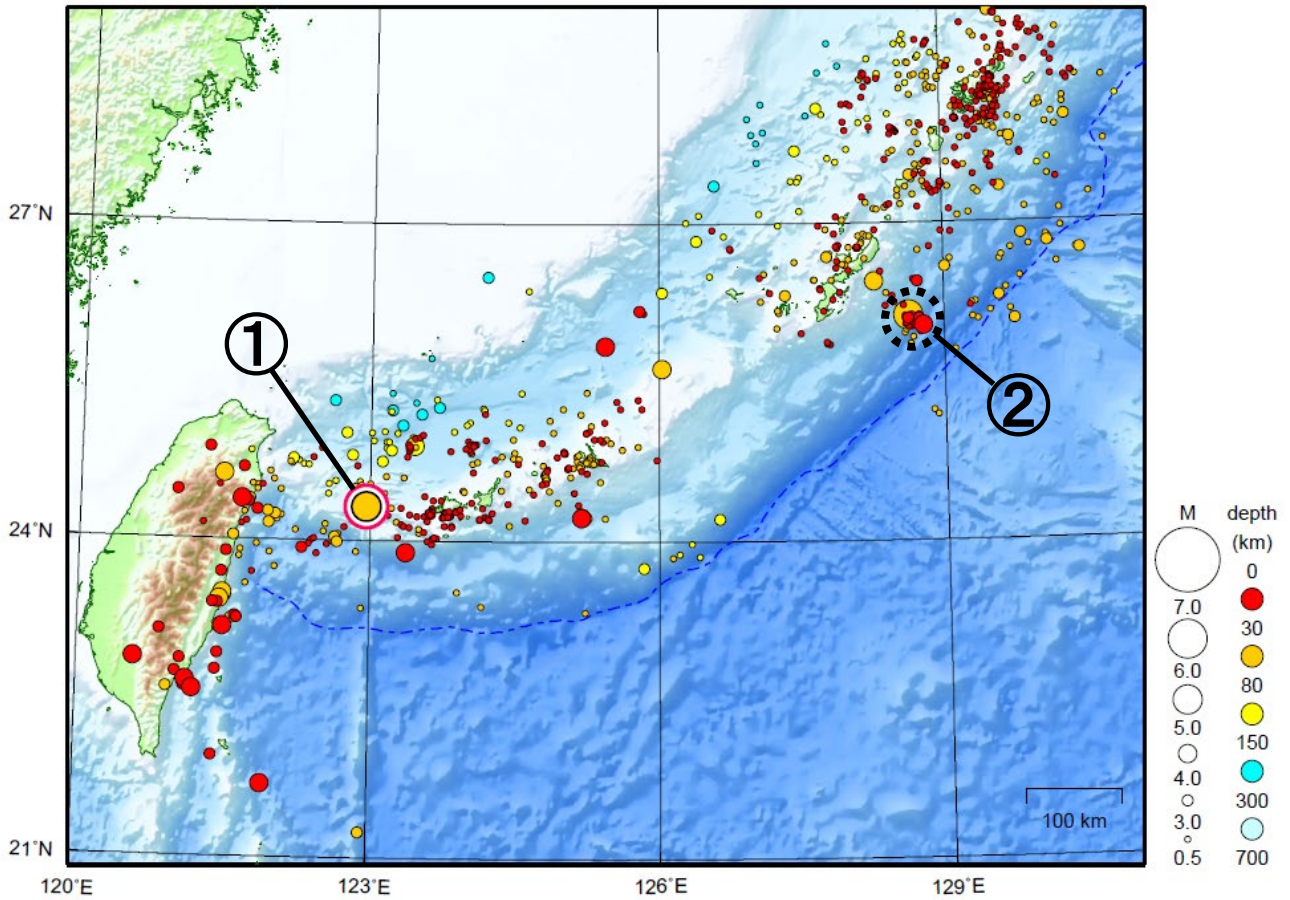
($M \geq 1.0$ 、陸域 深さ 30km 以浅、海域 深さ 60km 以浅)



○ : 当月に発生した地震
○ : 過去 3 年間に発生した地震

沖縄地方

2023/04/01 00:00 ~ 2023/04/30 24:00



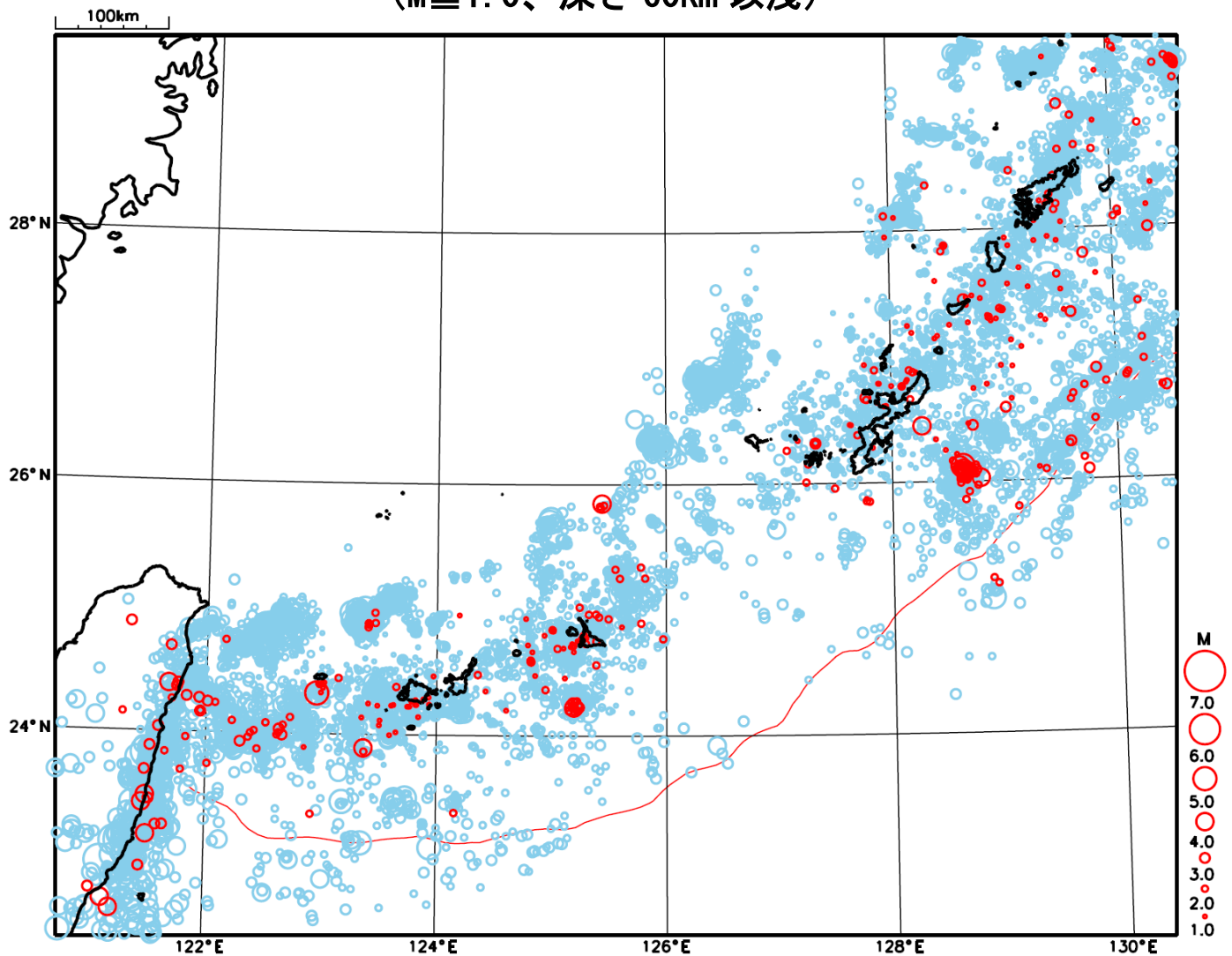
地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOP030、及び米国国立地球物理データセンターのETOP02v2を使用

- ① 4月10日に与那国島近海でM5.0の地震（最大震度3）が発生した。
- ② 沖縄本島近海では4月27日から地震活動が活発になり、4月27日から5月7日までに震度1以上を観測した地震が8回（震度2：3回、震度1：5回）発生した。このうち最大規模の地震は、5月1日に発生したM6.4の地震（最大震度2）である。

[上述の地震はM6.0以上または最大震度4以上、陸域でM4.5以上かつ最大震度3以上、海域でM5.0以上かつ最大震度3以上、その他、注目すべき活動のいずれかに該当する地震。]

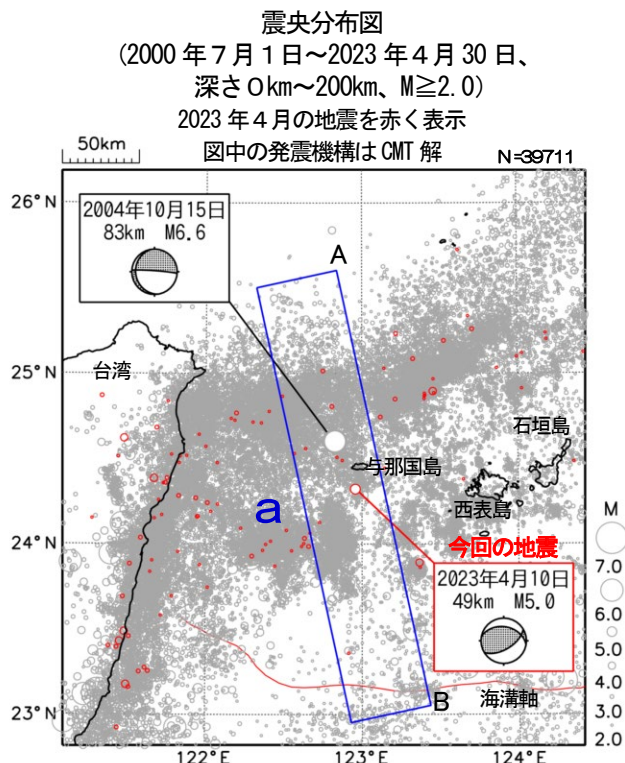
気象庁・文部科学省

沖縄地方における 2023 年 4 月の地震活動 ($M \geq 1.0$ 、深さ 60km 以浅)



- : 当月に発生した地震
- : 過去 3 年間に発生した地震

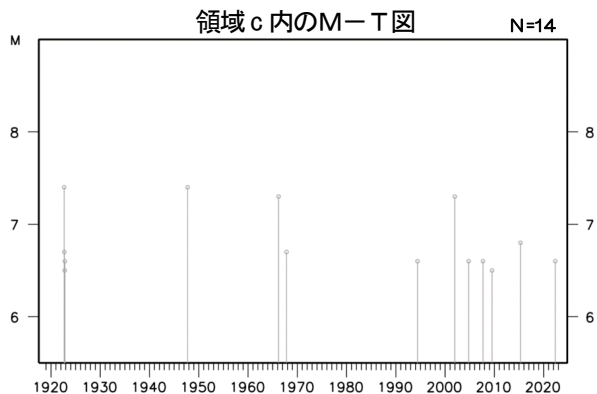
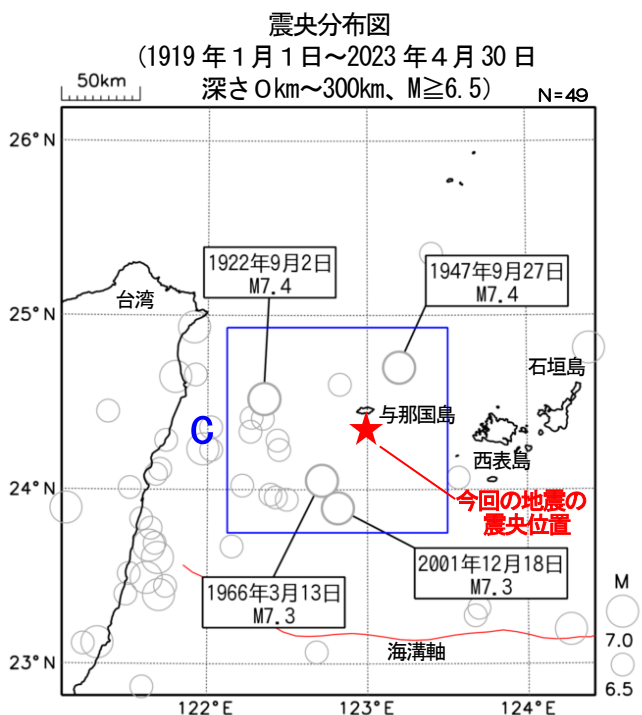
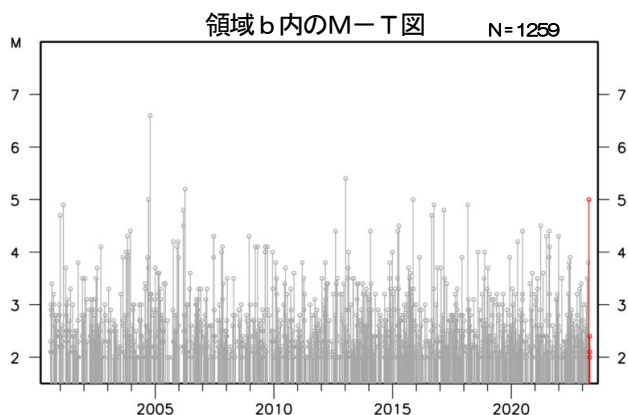
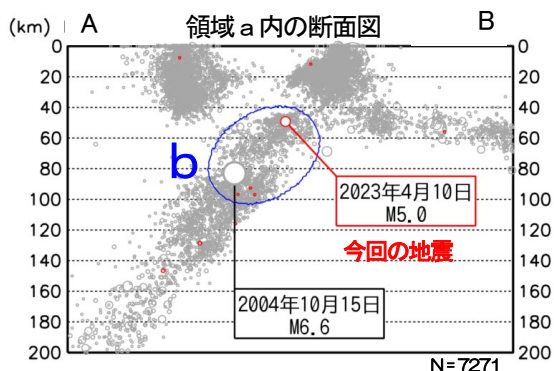
4月10日 与那国島近海の地震



2023年4月10日03時45分に与那国島近海の深さ49kmでM5.0の地震(最大震度3)が発生した。この地震は、発震機構(CMT解)が北北西-南南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した。

2000年7月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近(領域b)では、2004年10月15日にM6.6の地震(最大震度5弱)が発生するなど、M5.0以上の地震が時々発生している。

1919年1月以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域c)では、M7.0以上の地震が4回発生している。1947年9月27日に発生したM7.4の地震(最大震度5)では、石垣島で死者1人、西表島で死者4人などの被害が生じた(「日本被害地震総覧」による)。1966年3月13日に発生したM7.3の地震(最大震度5)では、与那国島で死者2人、家屋全壊1棟、半壊3棟などの被害が生じ、沖縄・九州西海岸で小津波が観測された(被害及び津波の観測は「日本被害地震総覧」による)。2001年12月18日に発生したM7.3の地震(最大震度4)では、与那国島で12cm、石垣島で4cmの津波が観測された。



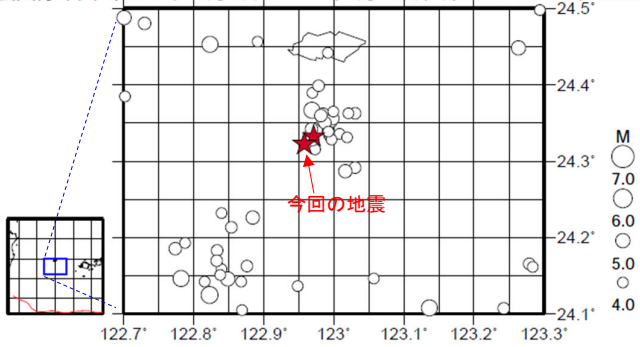
4月10日 与那国島近海の地震（相似地震）

2023年4月10日の与那国島近海の地震（M5.0、最大震度3）について強震波形による相関解析を行った結果、新たな相似地震グループの最新の地震として検出された（グループA：今回の地震を含め2地震）※1。

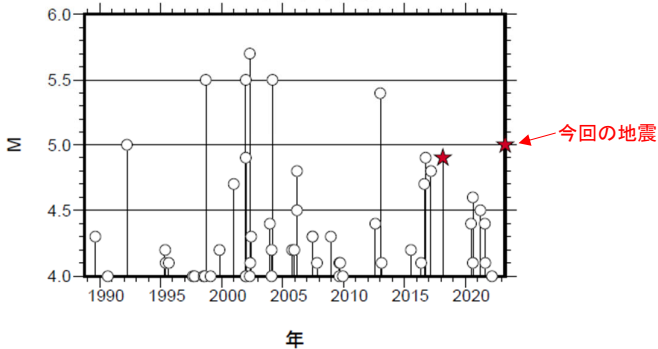
発生間隔と推定年平均すべり量※2

| グループ | 回数 | 平均M | 震度 | | 発生間隔 | | | 平均すべり量 (cm/年) |
|------|----|------|----|----|------|------|------|------------------|
| | | | 最大 | 最小 | 平均 | 最短 | 最大 | |
| ★ A | 2 | 4.95 | 3 | 3 | 5.11 | 5.11 | 5.11 | 8.79 |

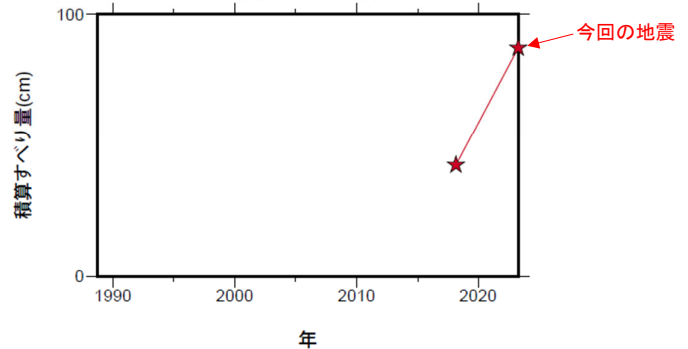
震央分布図（1988年10月1日～2023年4月10日、深さ0～100km、M≥4.0）



M-T図（上図内）



積算すべり量図※2



※1 各観測点の波形の比較で得られたコヒーレンスの中央値が0.95以上の場合に相似地震として検出し、相似地震のグループ分けはコヒーレンスを用いて機械的に行っている[溜瀦ほか、2014]。

※2 すべり量推定には、モーメントマグニチュードと地震モーメントの関係式[Hanks and Kanamori(1979)]及び地震モーメントとすべり量の関係式[Nadeau and Johnson(1998)]を使用。得られた積算すべり量と経過時間から最小自乗法を用いてグループ毎の年平均すべり量を求めた。

気象庁作成

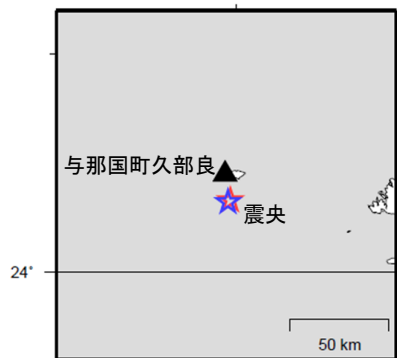
● 波形例

強震波形 相関解析

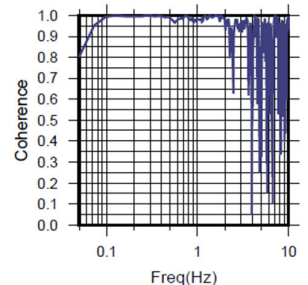
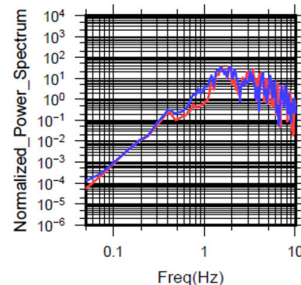
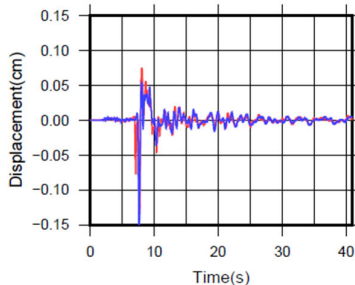
観測点名:与那国町久部良(D3C)

2018/03/02 12:42:27 M4.9

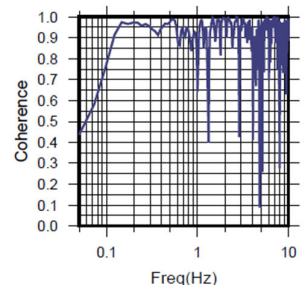
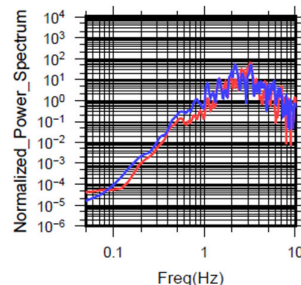
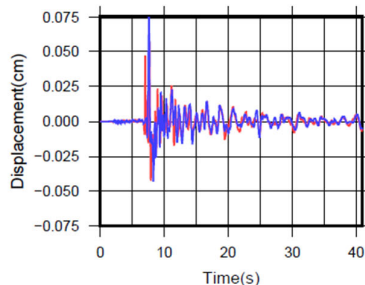
2023/04/10 03:45:37 M5.0



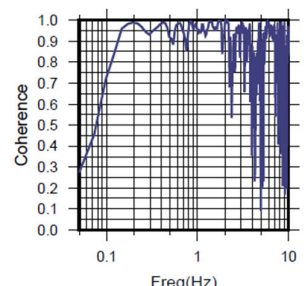
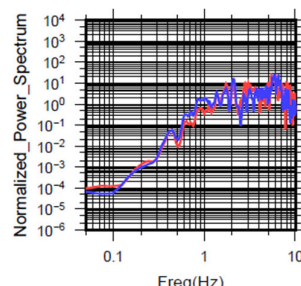
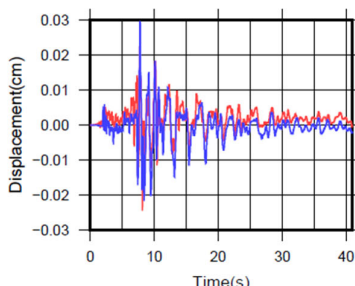
N S成分: Cohn=0.98 (0.32 - 1.29 Hz)



E W成分: Cohn=0.92 (0.32 - 1.29 Hz)



U D成分: Cohn=0.95 (0.32 - 1.29 Hz)



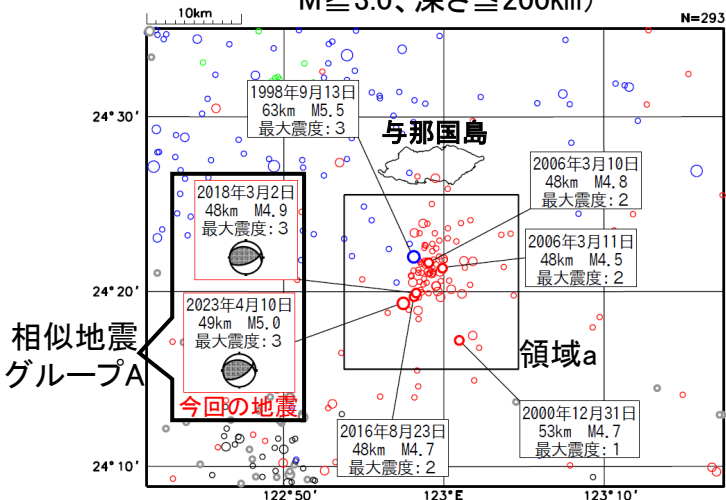
※変位波形は加速度記録を気象庁59型地震計相当に変換したもの

気象庁作成

4月10日 与那国島近海の地震(相似地震とその付近の地震活動)

震央分布図

(1988年10月～2023年4月30日、
M \geq 3.0、深さ \leq 200km)

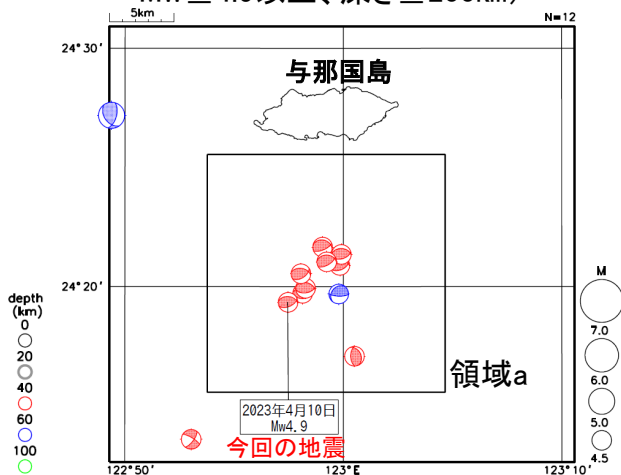


相似地震
グループA

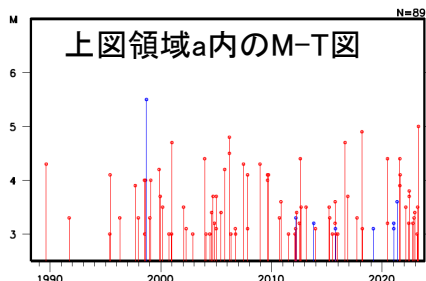
・M4.5以上に吹き出しを付した。

F-net MT解の分布図

(1997年10月～2023年4月30日、
Mw \geq 4.5以上、深さ \leq 200km)

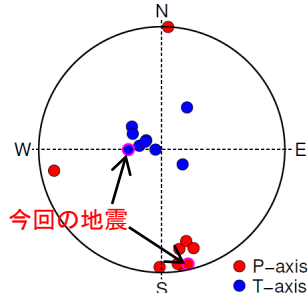


・色分けは左の震央分布図の深さの色分けと同じ。
・F-net MT解は防災科研HP (<https://www.fnet.bosai.go.jp/event/joho.php?LANG=ja>) より引用。



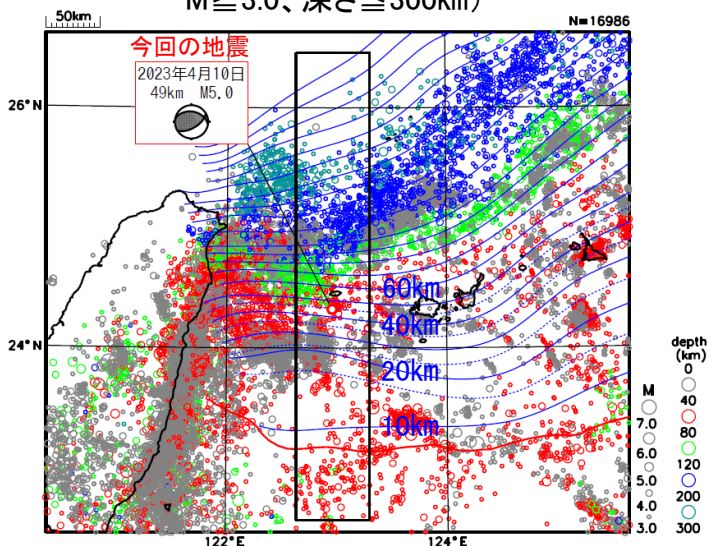
領域a内の相似地震は、今回検出した地震2個以外は、解析に用いる強震波形を収集していない(収集基準未滿の観測震度等)ため、検出できなかった可能性がある。

上図領域a内の
P軸 (赤丸)、T軸 (青丸) の分布



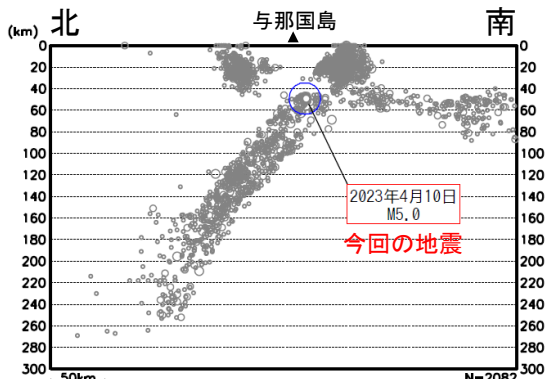
震央分布図

(1997年10月～2023年4月30日、
M \geq 3.0、深さ \leq 300km)

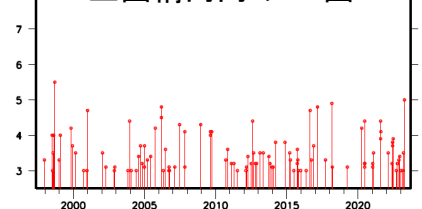


青色コンターはフィリピン海プレート上面モデル (Iwasaki et al., 2015、Lindquist et al., 2004) の等深線を示す。

左図矩形内の断面図(南北投影)

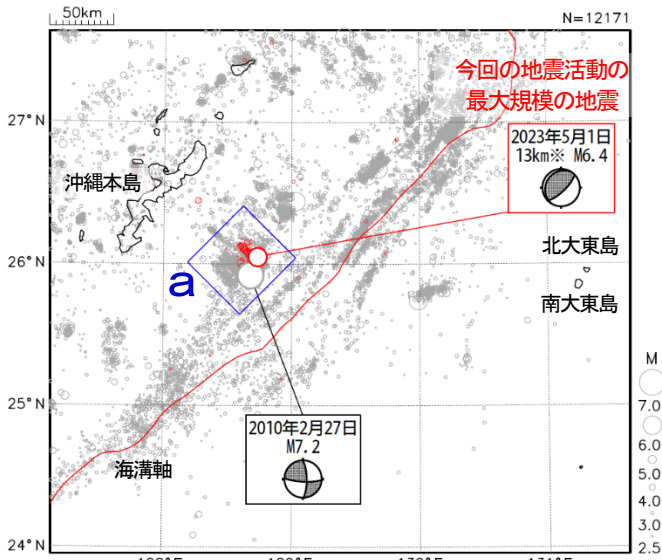


上図楕円内のMT図



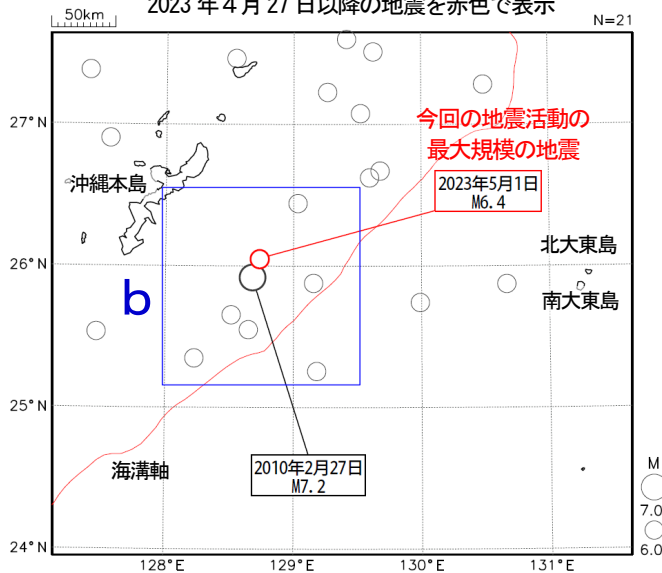
沖縄本島近海の地震活動

震央分布図
(2000年7月1日～2023年5月7日、
深さ0km～90km、 $M \geq 2.5$)
4月27日以降の地震を赤色で表示
図中の発震機構はCMT解



※深さはCMT解による

震央分布図
(1919年1月1日～2023年5月7日、
深さ0km～200km、 $M \geq 6.0$)
2023年4月27日以降の地震を赤色で表示

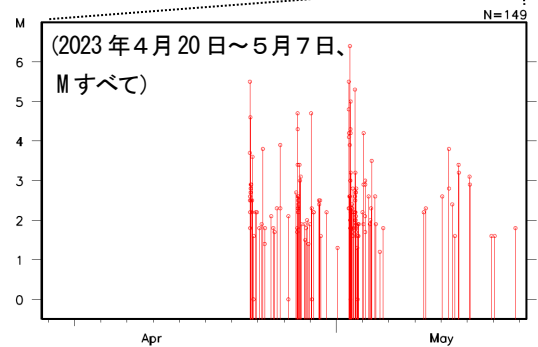
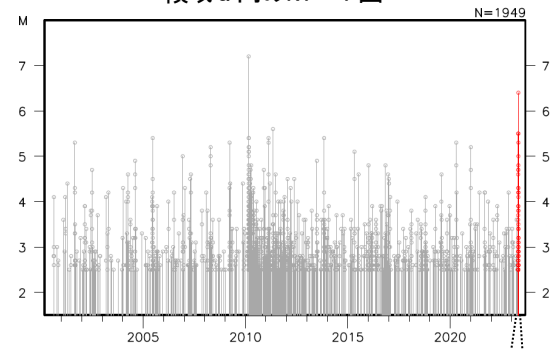


2023年5月1日12時22分に沖縄本島近海の深さ13km (CMT解による) でM6.4の地震 (最大震度2) が発生した。この地震は、発震機構 (CMT解) が北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した。この地震の震央付近 (領域a) では、4月27日から地震活動がやや活発になり、4月27日から5月7日までに震度1以上を観測する地震が8回 (震度2: 3回、震度1: 5回) 発生した。

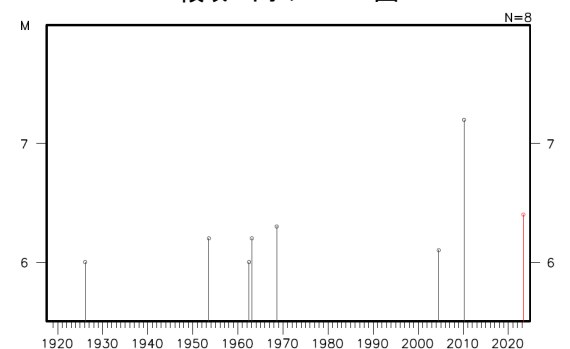
2000年7月以降の活動をみると、今回の震央付近 (領域a) では、2010年2月27日にM7.2の地震が発生し、軽傷者2人、住家一部損壊4棟などの被害が生じた (総務省消防庁による)。また、この地震により南城市安座真で13cm、南大東島漁港で3cmの津波を観測した。

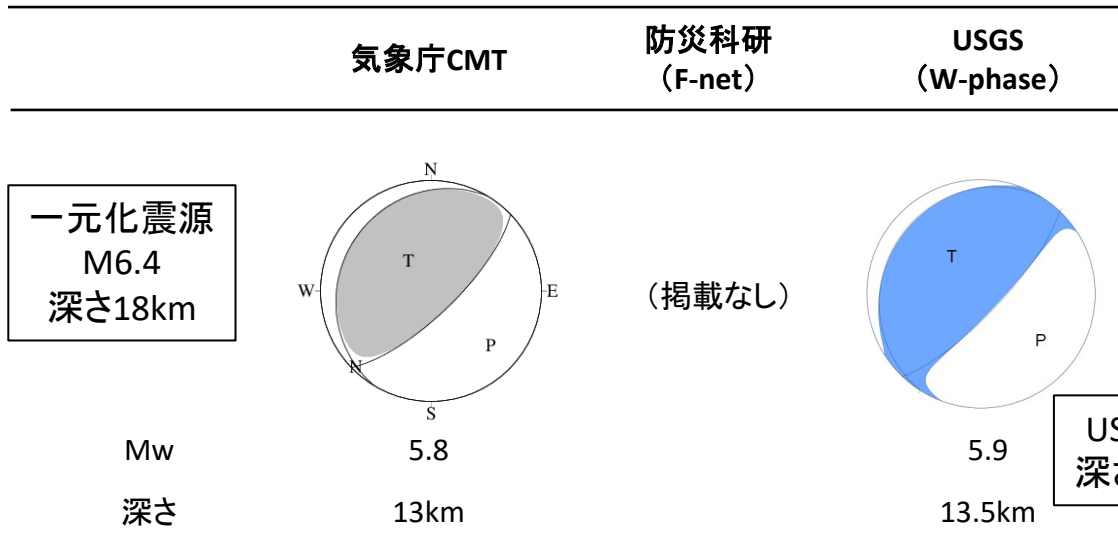
1919年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺 (領域b) では、M6.0以上の地震が時折発生している。

領域a内のM-T図

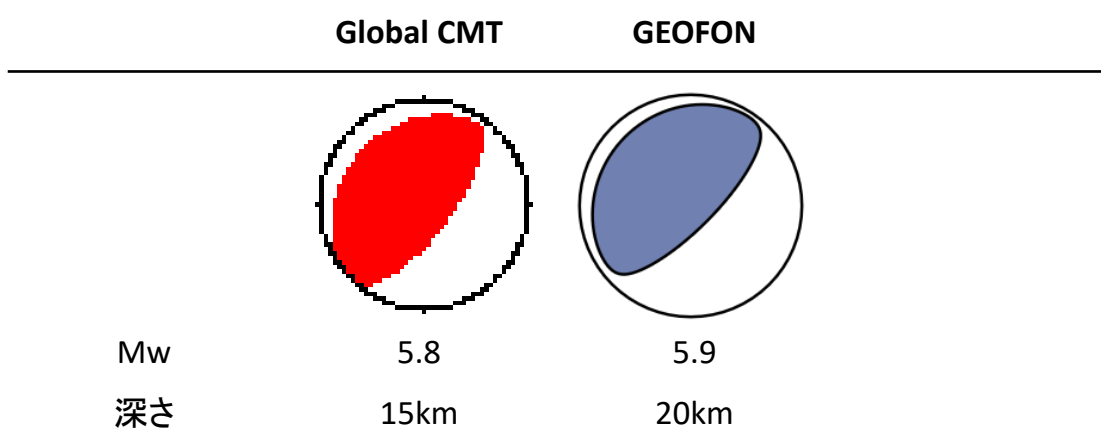


領域b内のM-T図





USGS震源
深さ10.8km



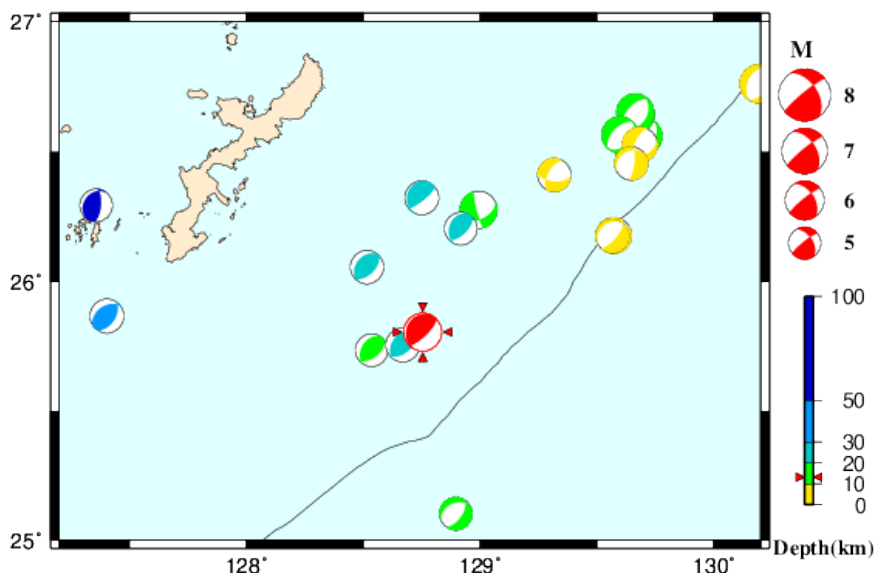
防災科研 (F-net) : <https://www.fnet.bosai.go.jp/event/joho.php?LANG=ja>
 USGS (W-phase) : <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/>
 Global CMT : <https://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
 GEOFON MT : <https://geofon.gfz-potsdam.de/eqinfo/list.php?mode=mt>
 防災科研 (AQUA) : https://www.hinet.bosai.go.jp/AQUA/aqua_catalogue.php?LANG=ja

防災科研 (AQUA)

周辺の気象庁CMT解の分布図

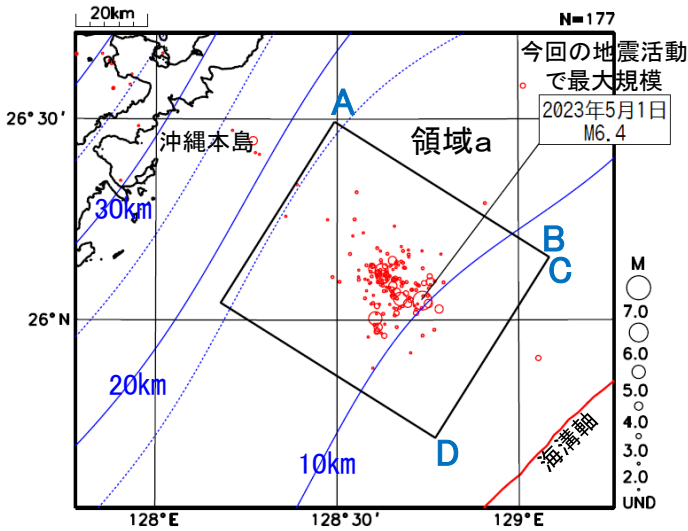
Period:2013/05/01 00:00—2023/05/01 12:22

(掲載なし)



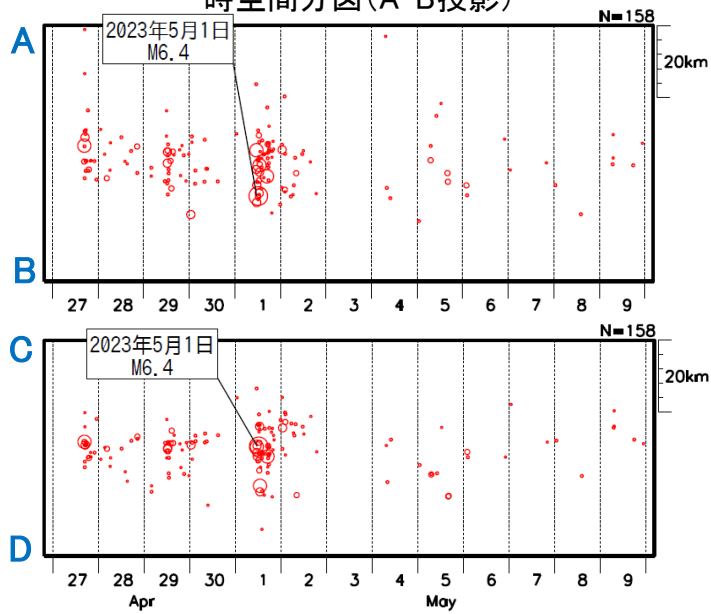
2023年4月27日からの沖縄本島近海の地震活動(今回の地震活動、b値、ETAS)

震央分布図
(2023年4月27日～5月9日、
M全て、深さ≤200km)

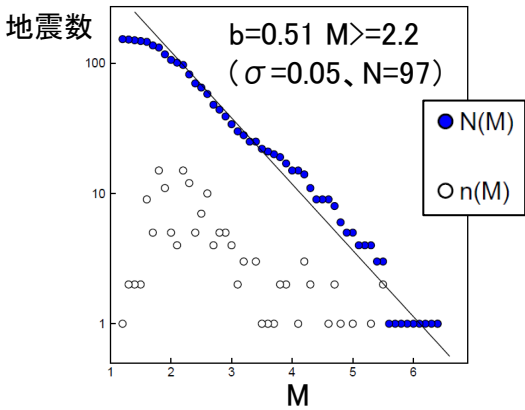


青色コンターはフィリピン海プレート上面モデル (Iwasaki et al., 2015, Lindquist et al., 2004) の等深線を示す。

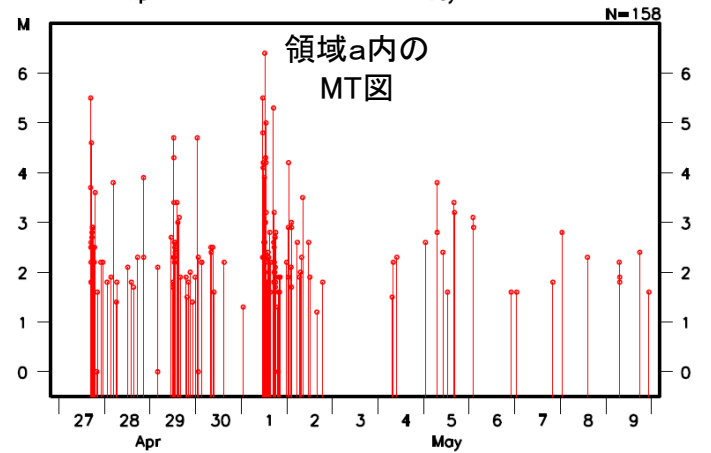
領域a内の
時空間分図(A-B投影)



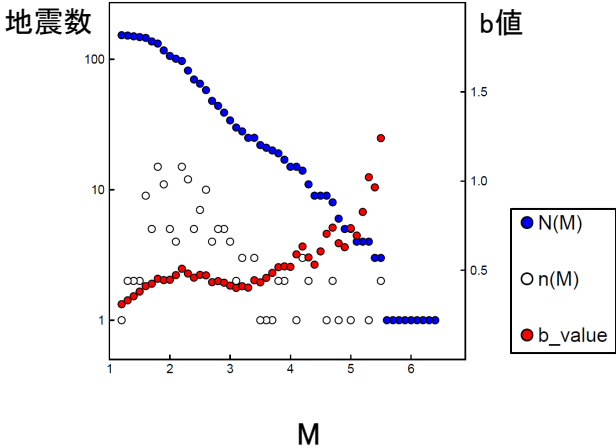
領域a内の
M別度数分布、Mth2.2のb値



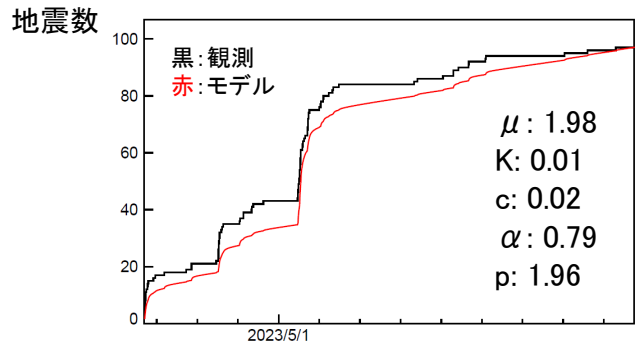
領域a内の
MT図



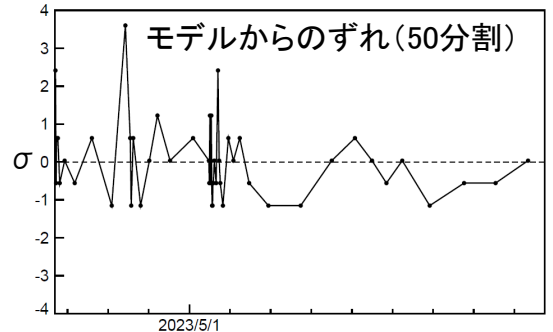
領域a内の
M別度数分布、M下限別のb値



領域a内の
ETASフィッティング (M ≥ 2.2)

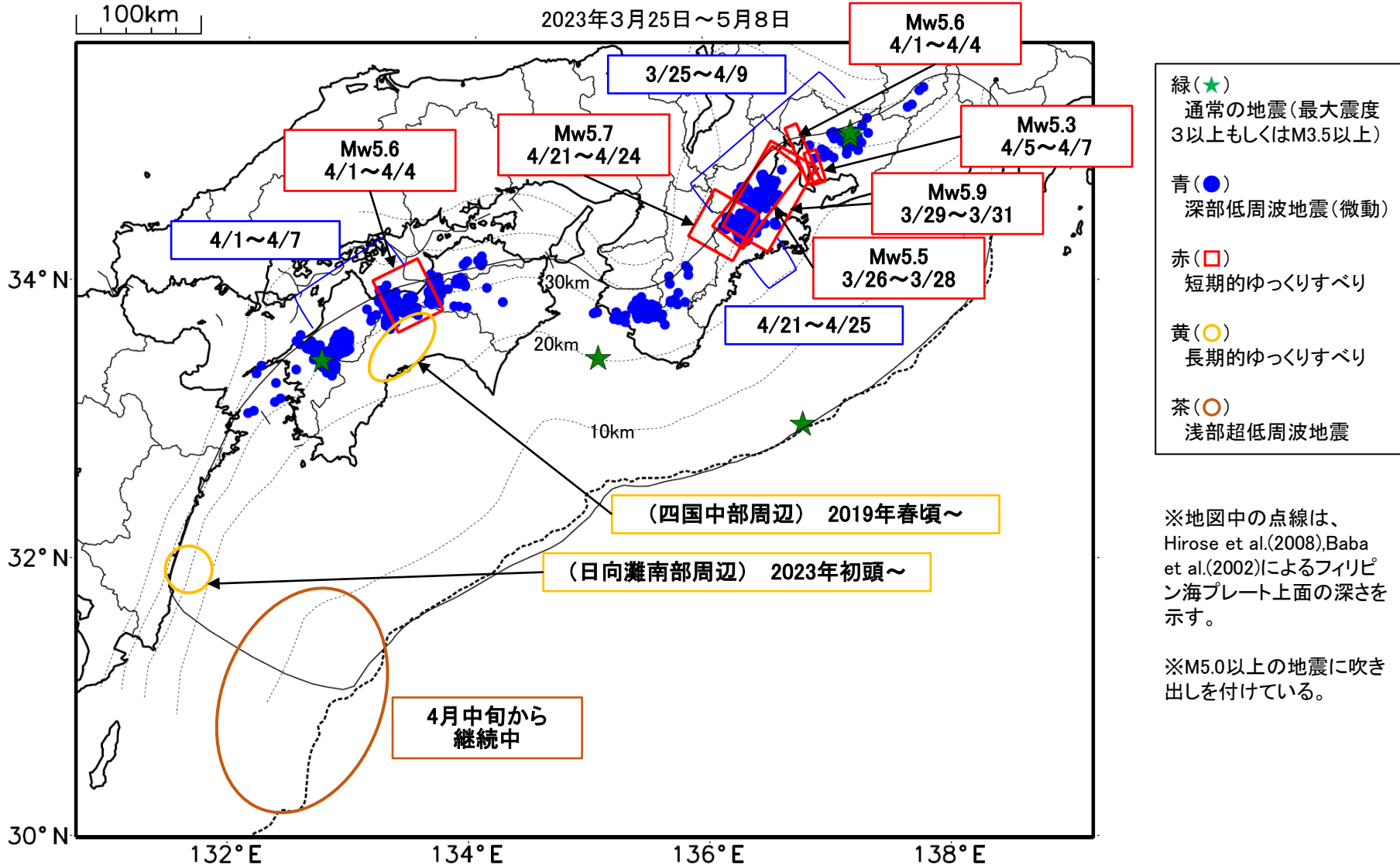


モデルからのずれ (50分割)



最近の南海トラフ周辺の地殻活動

2023年3月25日～5月8日



- 緑(★)
通常の地震(最大震度3以上もしくはM3.5以上)
- 青(●)
深部低周波地震(微動)
- 赤(□)
短期的ゆっくりすべり
- 黄(○)
長期的ゆっくりすべり
- 茶(○)
浅部超低周波地震

※地図中の点線は、Hirose et al.(2008), Baba et al.(2002)によるフィリピン海プレート上面の深さを示す。

※M5.0以上の地震に吹き出しを付けている。

通常の地震(最大震度3以上もしくはM3.5以上).....気象庁の解析結果による。
 深部低周波地震(微動).....(震源データ)気象庁の解析結果による。(活動期間)気象庁及び防災科学技術研究所の解析結果による。
 短期的ゆっくりすべり.....【紀伊半島北部から東海、四国中部、紀伊半島北部】産業技術総合研究所の解析結果を示す。
 長期的ゆっくりすべり.....【四国中部周辺、日向灘南部周辺】国土地理院の解析結果を元におおよその場所を表示している。
 浅部超低周波地震.....【種子島東方沖、大隅半島南東沖、日向灘及び宮崎県東方はるか沖】防災科学技術研究所の解析結果を元に活動期間及びおおよその場所を表示している。

令和5年4月1日～令和5年5月8日の主な地震活動

○南海トラフ巨大地震の想定震源域およびその周辺の地震活動：

【最大震度3以上を観測した地震もしくはM3.5以上の地震及びその他の主な地震】

| 月/日 | 時:分 | 震央地名 | 深さ (km) | M | 最大 震度 | 発生場所 |
|------|-------|---------|------------|-----|----------|--------------|
| 4/4 | 06:05 | 三重県南東沖 | - | 3.6 | - | |
| 4/5 | 06:24 | 愛知県西部 | 39 | 3.7 | 2 | フィリピン海プレート内部 |
| 4/9 | 11:51 | 愛知県西部 | 40 | 3.7 | 2 | フィリピン海プレート内部 |
| 4/20 | 08:40 | 和歌山県南方沖 | 23 | 3.6 | - | |
| 4/24 | 06:22 | 愛媛県南予 | 41 | 3.6 | 1 | フィリピン海プレート内部 |

※震源の深さは、精度がやや劣るものは表記していない。

※太平洋プレートの沈み込みに伴う震源が深い地震は除く。

○深部低周波地震（微動）活動期間

| 四国 | 紀伊半島 | 東海 |
|---|--|---|
| <p>■四国東部</p> <p>4月2日～6日、4月10日～12日 4月15日、4月21日～24日 4月27日、4月30日～5月2日 5月5日～6日</p> <p>■四国中部</p> <p>4月1日～7日 . . . (2) 4月19日、4月21日～22日 4月25日～28日、5月5日～6日</p> <p>■四国西部</p> <p>4月10日～11日、4月15日～16日、 4月18日～20日、4月24日 4月30日～5月2日 5月5日～6日</p> | <p>■紀伊半島北部</p> <p>3月26日～4月2日^{注1)} . . . (1) 4月21日～25日 . . . (3) 4月27日</p> <p>■紀伊半島中部</p> <p>4月13日 4月27日</p> <p>■紀伊半島西部</p> <p>4月2日、4月6日～7日 4月10日 4月12日～13日 4月17日 5月1日～6日 5月8日～（継続中）</p> | <p>4月2日～3日^{注1)} } . . . (1) 4月6日～9日^{注1)} } 4月22日～23日 5月2日 5月5日～6日</p> |

※深部低周波地震（微動）活動は、気象庁一元化震源を用い、地域ごとの一連の活動（継続日数2日以上または活動日数1日の場合で複数個検知したもの）について、活動した場所ごとに記載している。

※ひずみ変化と同期して観測された深部低周波地震（微動）活動を赤字で示す。

※上の表中（1）～（3）を付した活動は、今期間、主な深部低周波地震（微動）活動として取り上げたもの。

注1）防災科学技術研究所による解析では、3月25日から4月9日頃にかけて、活発な微動活動が見られた。

○浅部超低周波地震活動期間

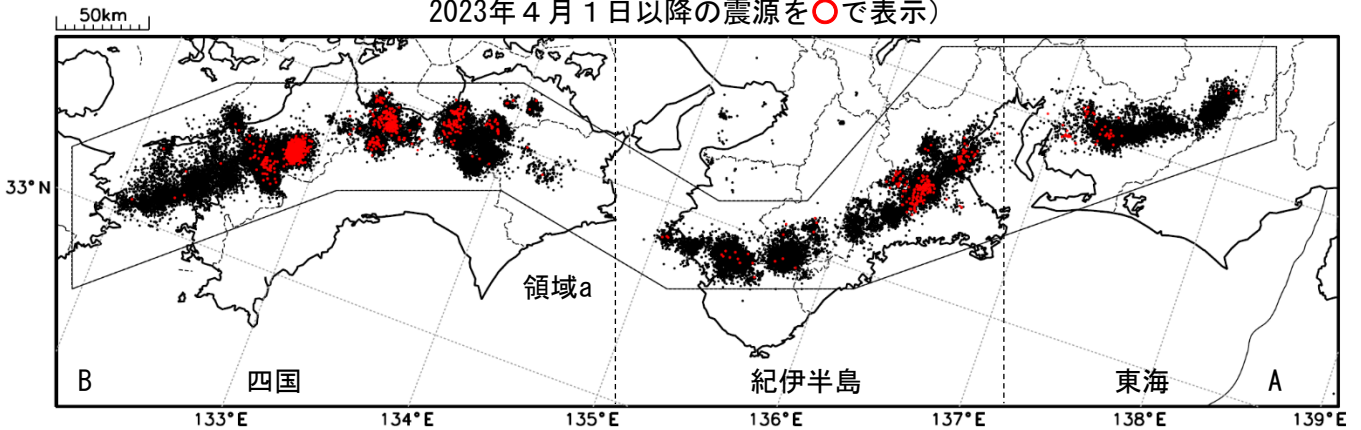
| |
|---|
| <p>■種子島東方沖、大隅半島南東沖、日向灘及び宮崎県東方はるか沖 4月中旬から継続中</p> |
|---|

※浅部超低周波地震活動は、防災科学技術研究所による解析結果について記載している。

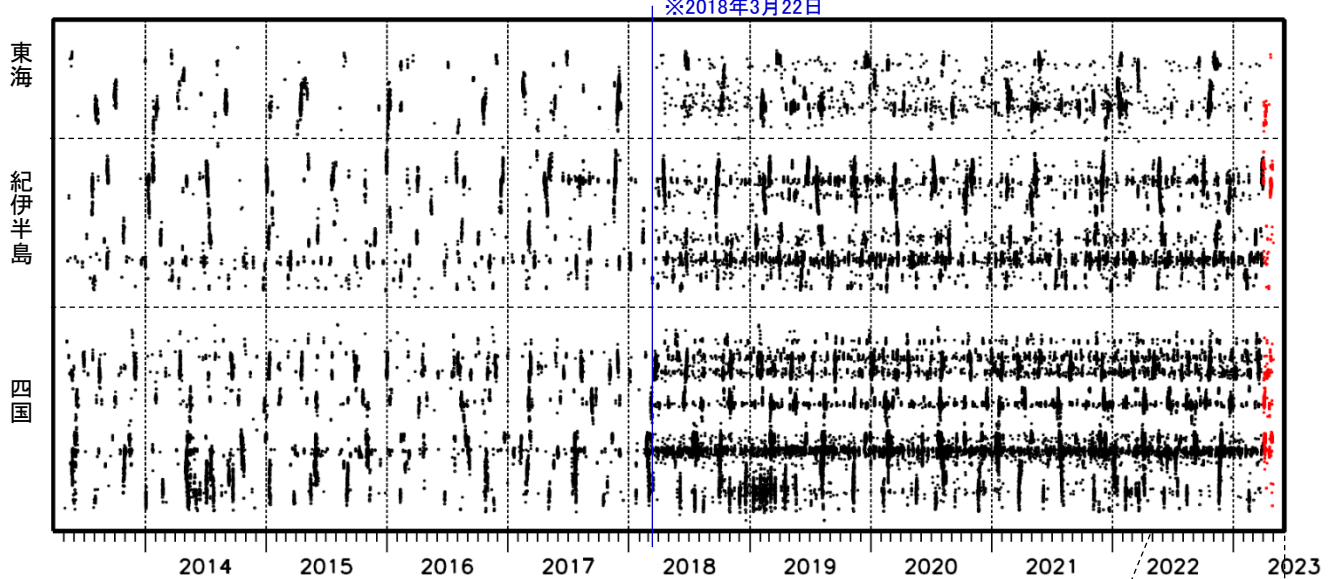
深部低周波地震（微動）活動（2013年5月1日～2023年4月30日）

深部低周波地震（微動）は、「短期的ゆっくりすべり」に密接に関連する現象とみられており、プレート境界の状態の変化を監視するために、その活動を監視している。

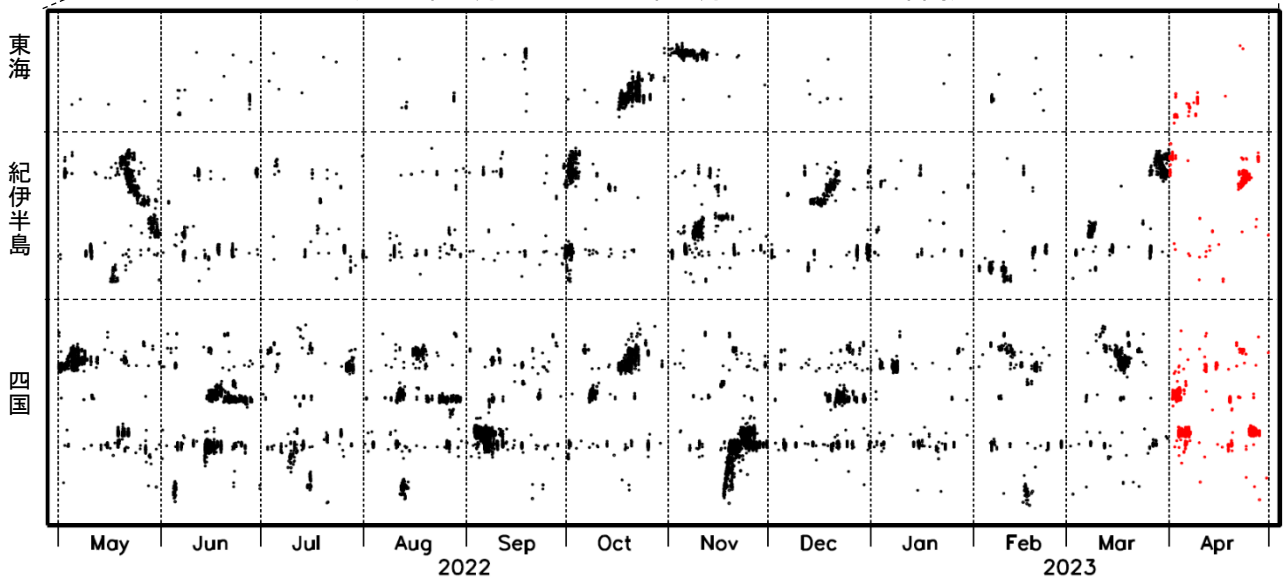
震央分布図（2013年5月1日～2023年4月30日：過去10年間
2023年4月1日以降の震源を○で表示）



上図領域a内の時空間分布図（A-B投影）



（2022年5月1日～2023年4月30日：過去1年間）



※2018年3月22日から、深部低周波地震（微動）の処理方法の変更（Matched Filter法の導入）により、それ以前と比較して検知能力が変わっている。

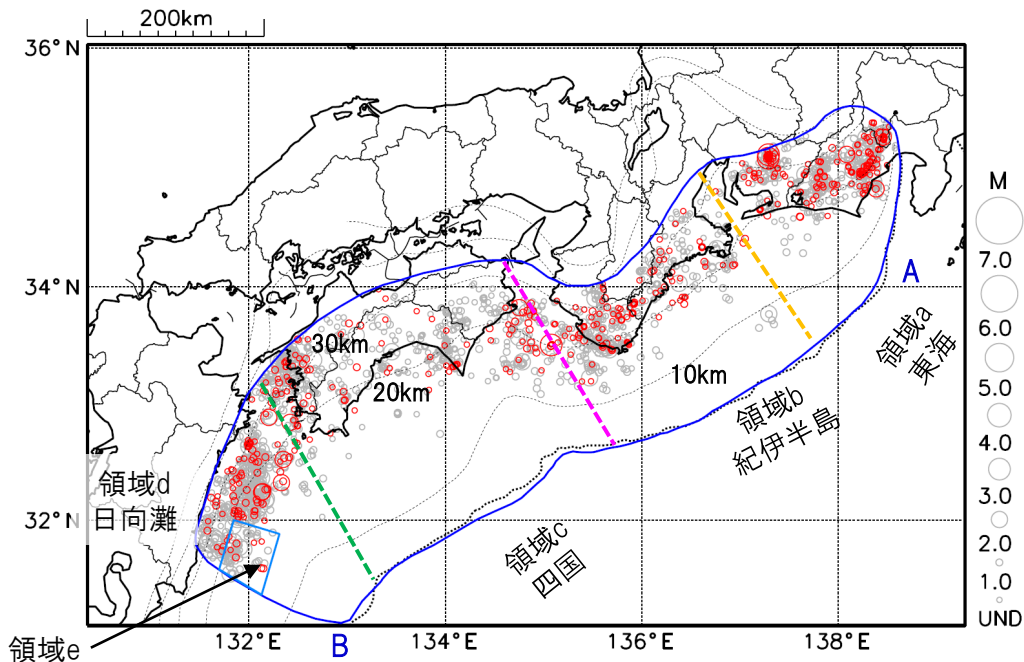
プレート境界とその周辺の地震活動

フィリピン海プレート上面の深さから±8km未満の地震を表示している。

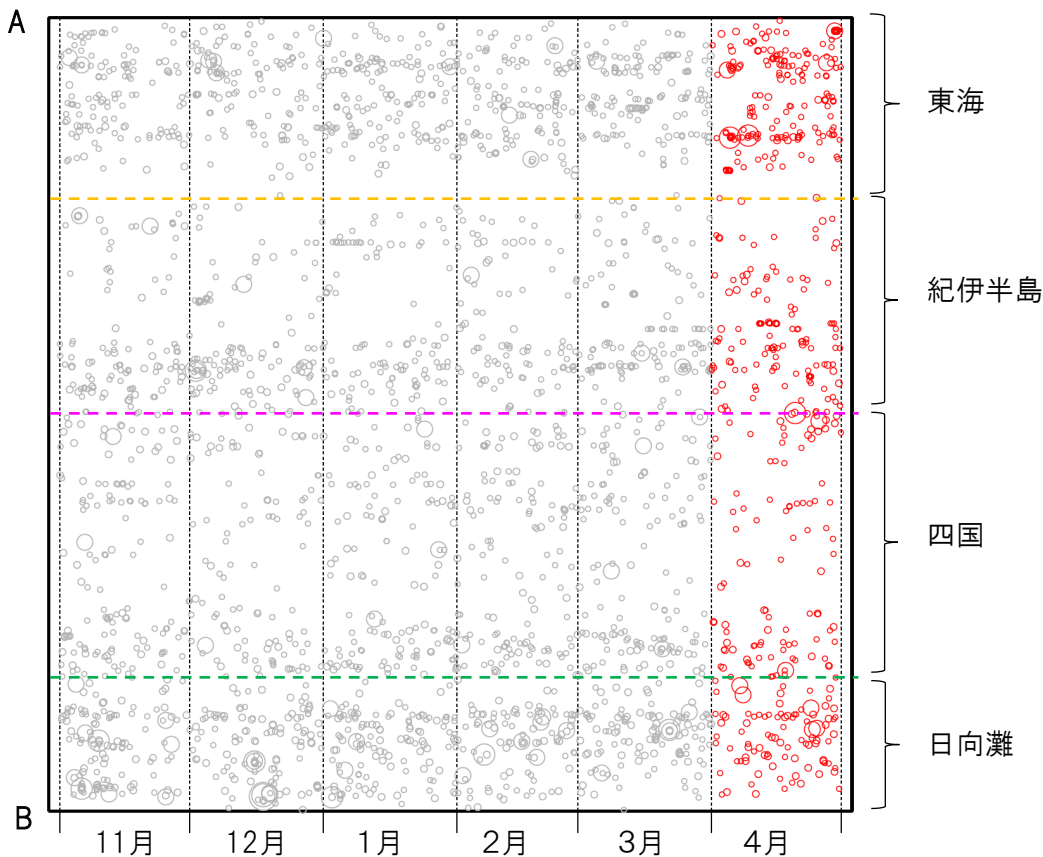
日向灘の領域e内のみ、深さ20km～30kmの地震を追加している。

震央分布図

(2022年11月1日～2023年4月30日、M全て、2023年4月の地震を赤く表示)



南海トラフ巨大地震の想定震源域内の時空間分布図(A-B投影)



・フィリピン海プレート上面の深さは、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)による。震央分布図中の点線は10kmごとの等深線を示す。

・今期間の地震のうち、M3.2以上の地震で想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震に吹き出しを付している。吹き出しの右下の数値は、フィリピン海プレート上面の深さからの差 (+は浅い、-は深い)を示す。

・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

気象庁作成

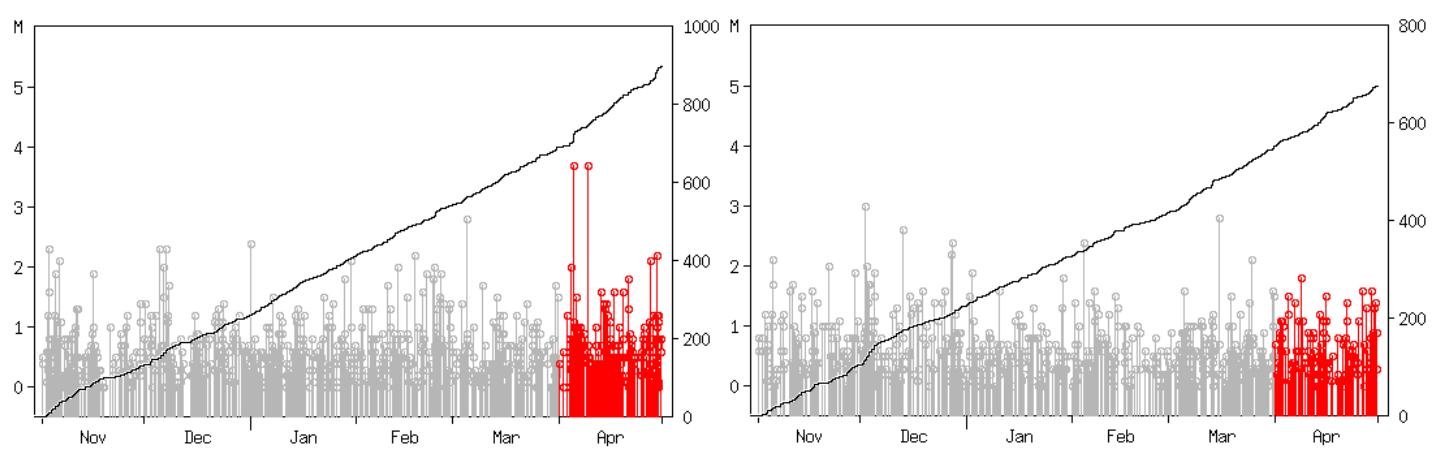
プレート境界とその周辺の地震活動

フィリピン海プレート上面の深さから±8km未満の地震を表示している。

震央分布図の各領域内のMT図・回数積算図
(2022年11月1日～2023年4月30日、M全て、2023年4月の地震を赤く表示)

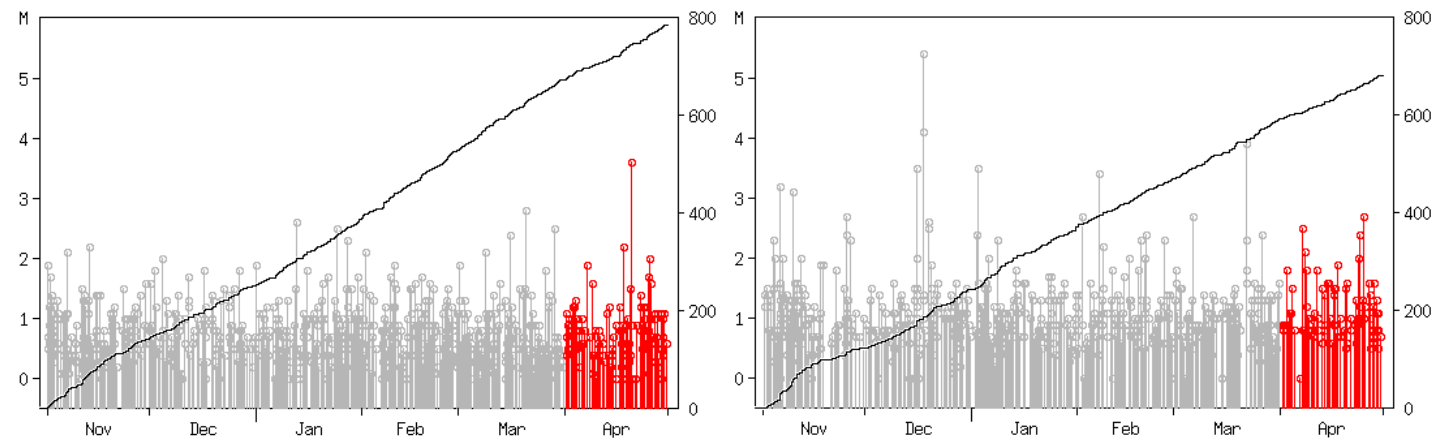
領域a内(東海)

領域b内(紀伊半島)



領域c内(四国)

領域d内(日向灘)

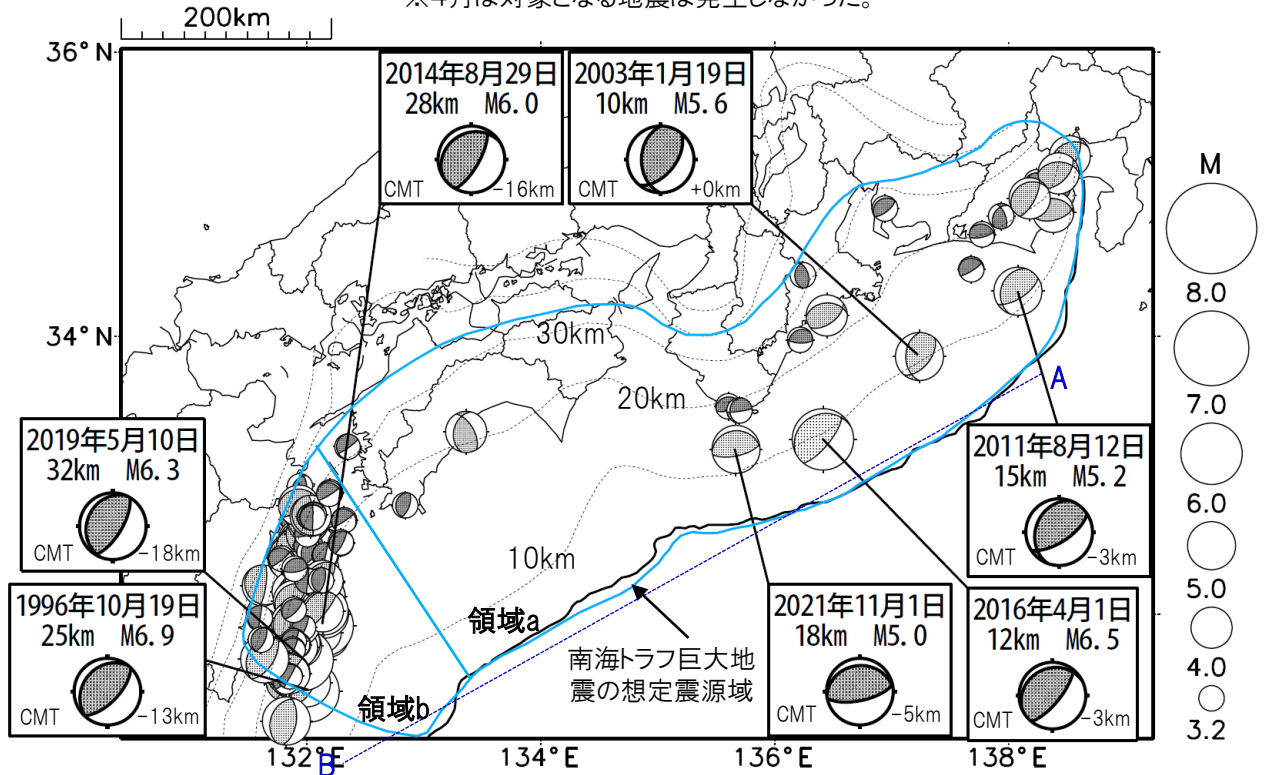


※M全ての地震を表示していることから、検知能力未満の地震も表示しているため、回数積算図は参考として表記している。

想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震

震央分布図(1987年9月1日～2023年4月30日、M \geq 3.2、2023年4月の地震を赤く表示)

※4月は対象となる地震は発生しなかった。



・フィリピン海プレート上面の深さは、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)による。震央分布図中の点線は10kmごとの等深線を示す。

・今期間に発生した地震(赤)、日向灘のM6.0以上、その他の地域のM5.0以上の地震に吹き出しを付けている。

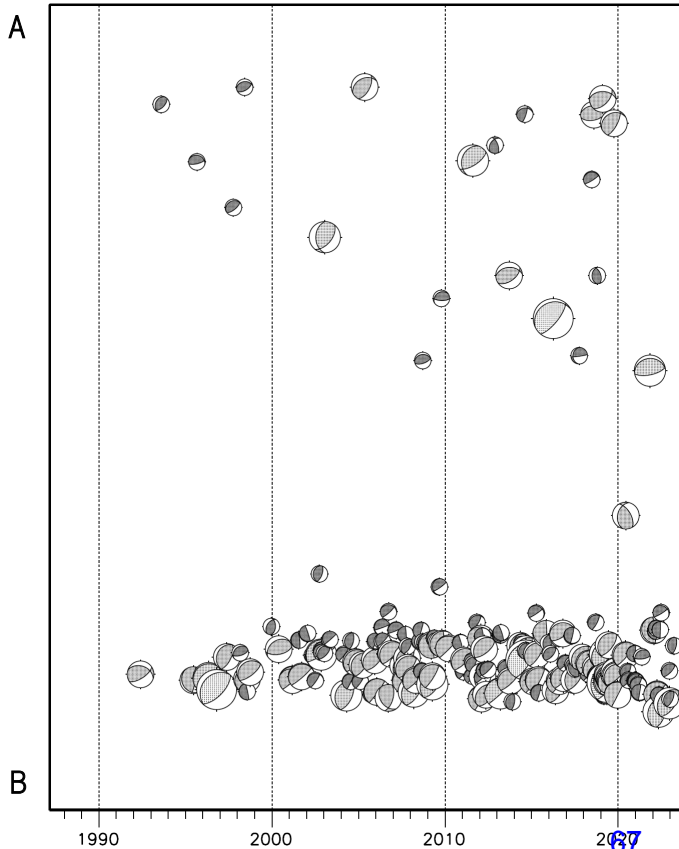
・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

・吹き出しの右下の数値は、フィリピン海プレート上面の深さからの差を示す。+は浅い、-は深いことを示す。

・吹き出しに「CMT」と表記した地震は、発震機構解と深さはCMT解による。Mは気象庁マグニチュードを表記している。

・発震機構解の解析基準は、解析当時の観測網等に応じて変遷しているため一定ではない。

震央分布図内の時空間分布図



プレート境界型の地震と類似の型の発震機構解を持つ地震は以下の条件で抽出した。

【抽出条件】

- ・M3.2以上の地震
- ・領域a内(南海トラフの想定最大規模の想定震源域内)で発生した地震
- ・発震機構解が以下の条件を全て満たしたものを抽出した。

P軸の傾斜角が45度以下

P軸の方位角が65度以上180度以下(※)

T軸の傾斜角が45度以上

N軸の傾斜角が30度以下

※以外の条件は、東海地震と類似の型を抽出する条件と同様

・発震機構解は、CMT解と初動解の両方で検索をした。

・同一の地震で、CMT解と初動解の両方がある場合はCMT解を選択している。

・東海地方から四国地方(領域a)は、フィリピン海プレート上面の深さから±10km未満の地震のみ抽出した。日向灘(領域b)は、+10km～20km未満の震源を抽出した。CMT解はセントロイドの深さを使用した。

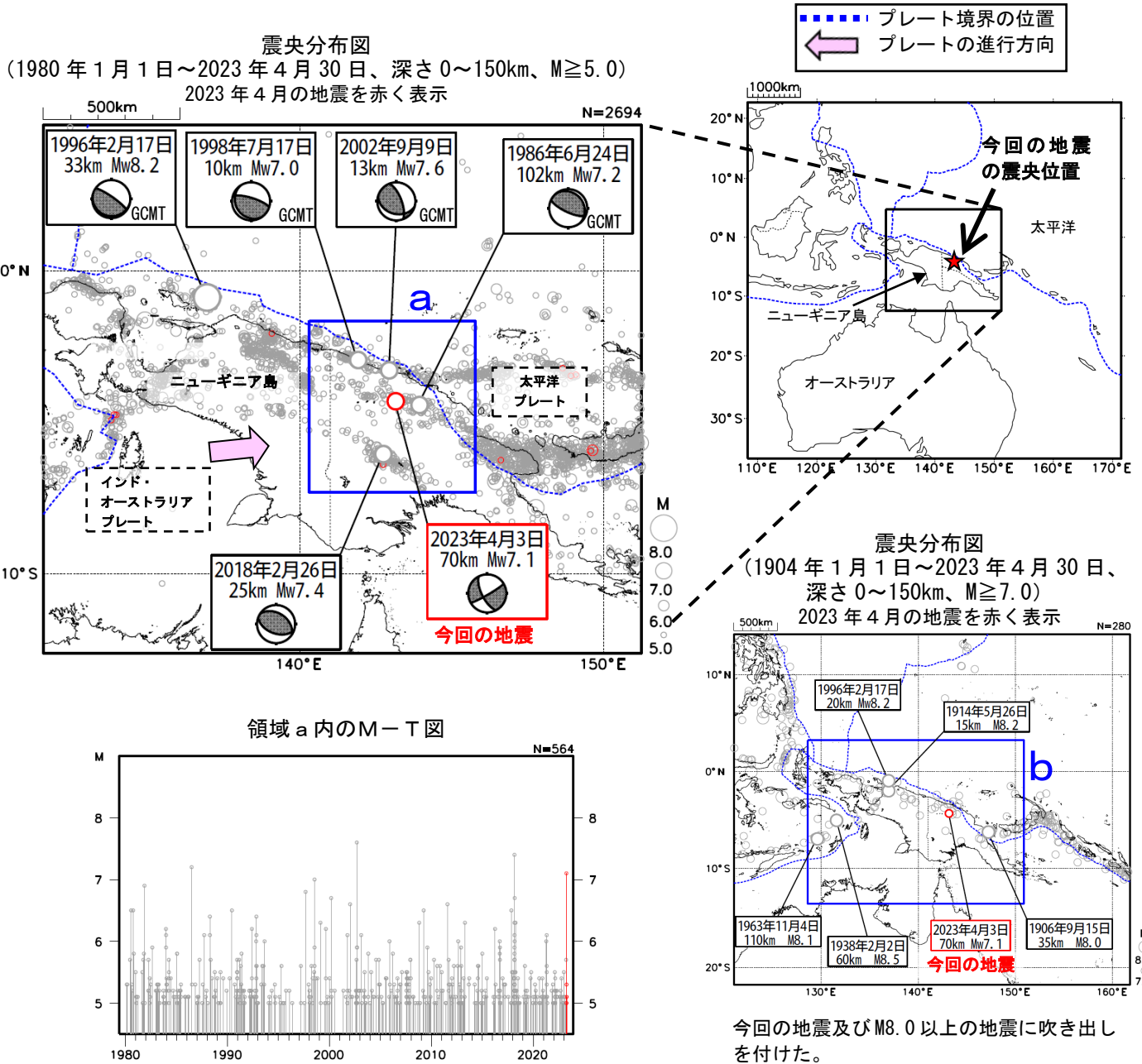
4月3日 パプアニューギニア、ニューギニアの地震

2023年4月3日03時04分（日本時間、以下同じ）にパプアニューギニア、ニューギニアの深さ70kmでMw7.1の地震（Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード）が発生した。この地震の発震機構（気象庁によるCMT解）は、南北方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型である。

気象庁は、この地震に対して、同日03時31分に遠地地震に関する情報（津波の心配なし）を発表した。また、この地震により、死者8人、負傷者11人などの被害が生じた。

1980年以降の活動をみると、今回の地震の震央付近（領域a）では、M6.0以上の地震が時々発生している。1998年7月17日にMw7.0の地震が発生し、死者2,700人、負傷者数千人の被害が生じた。

1904年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺（領域b）では、M8.0以上の地震が5回発生している。1996年2月17日にはMw8.2の地震が発生し、父島（東京都）で104cm、串本（和歌山県）で96cm（ともに平常潮位からの最大の高さ）など、日本でも津波を観測した。



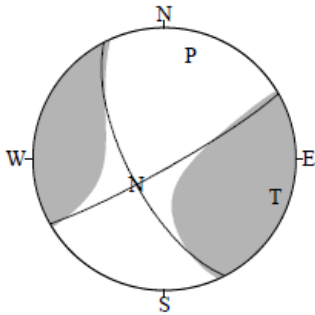
※上図内の震源要素は米国地質調査所（USGS）による（2023年5月9日現在）。ただし、吹き出しのある地震のうち、「GCMT」が付いた地震の発震機構とMwはGlobal CMT、その他の地震は気象庁による。プレート境界の位置はBird（2003）*より引用。今回の地震の被害は、OCHA（UN Office for the Coordination Humanitarian Affairs：国連人道問題調整事務所、2023年5月9日現在）右下図内の震源要素は、2019年まではISC-GEM Global Instrumental Earthquake Catalogue Version 10（1904-2019）、2020年以降は米国地質調査所（USGS）による（2023年5月9日現在）。ただしMwは、1996年2月17日の地震はGlobal CMT、今回の地震は気象庁による。

*参考文献 Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

4月3日 パプアニューギニア、ニューギニアの地震の発震機構解析

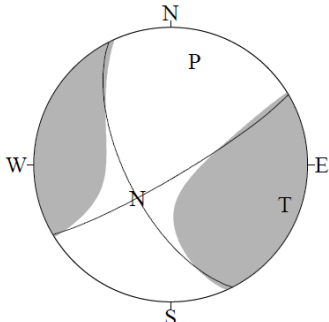
2023年4月3日03時04分（日本時間）にパプアニューギニア、ニューギニアで発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いた発震機構解析を行った。

1. CMT解析 セントロイドは、南緯4.4°、東経143.2°、深さ58kmとなった。



| Mw | M ₀ | 断層面解1 (走向/傾斜/すべり角) | 断層面解2 (走向/傾斜/すべり角) |
|-----|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| 7.1 | 5.69×10 ¹⁹ Nm | 60.3° / 84.3° / -22.9° | 152.8° / 67.2° / -173.8° |

2. W-phaseの解析 セントロイドは、南緯4.4°、東経143.2°、深さ71kmとなった。



W-phaseの解析では、震央距離10°～90°までの27観測点の上下成分、23観測点の水平成分を用い、100～300秒のフィルターを使用した。
注) W-phaseとはP波からS波付近までの長周期の実体波を指す。

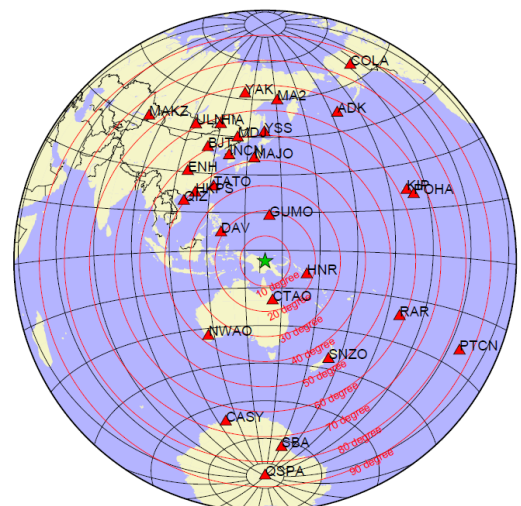
| Mw | M ₀ | 断層面解1 (走向/傾斜/すべり角) | 断層面解2 (走向/傾斜/すべり角) |
|-----|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| 7.1 | 5.69×10 ¹⁹ Nm | 59.3° / 82.6° / -27.0° | 153.1° / 63.2° / -171.7° |

(W-phaseに関する参考文献)

Kanamori, H and L. Rivera, 2008, Geophys. J. Int., **175**, 222-238.

解析データには、米国大学間地震学研究連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より取得した広帯域地震波形記録を使用した。

また、解析には金森博士及び Rivera 博士に頂いたプログラムを使用した。記して感謝する。



解析に使用した観測点配置

2023年4月3日 パプアニューギニア、ニューギニアの地震 — 遠地実体波による震源過程解析（暫定） —

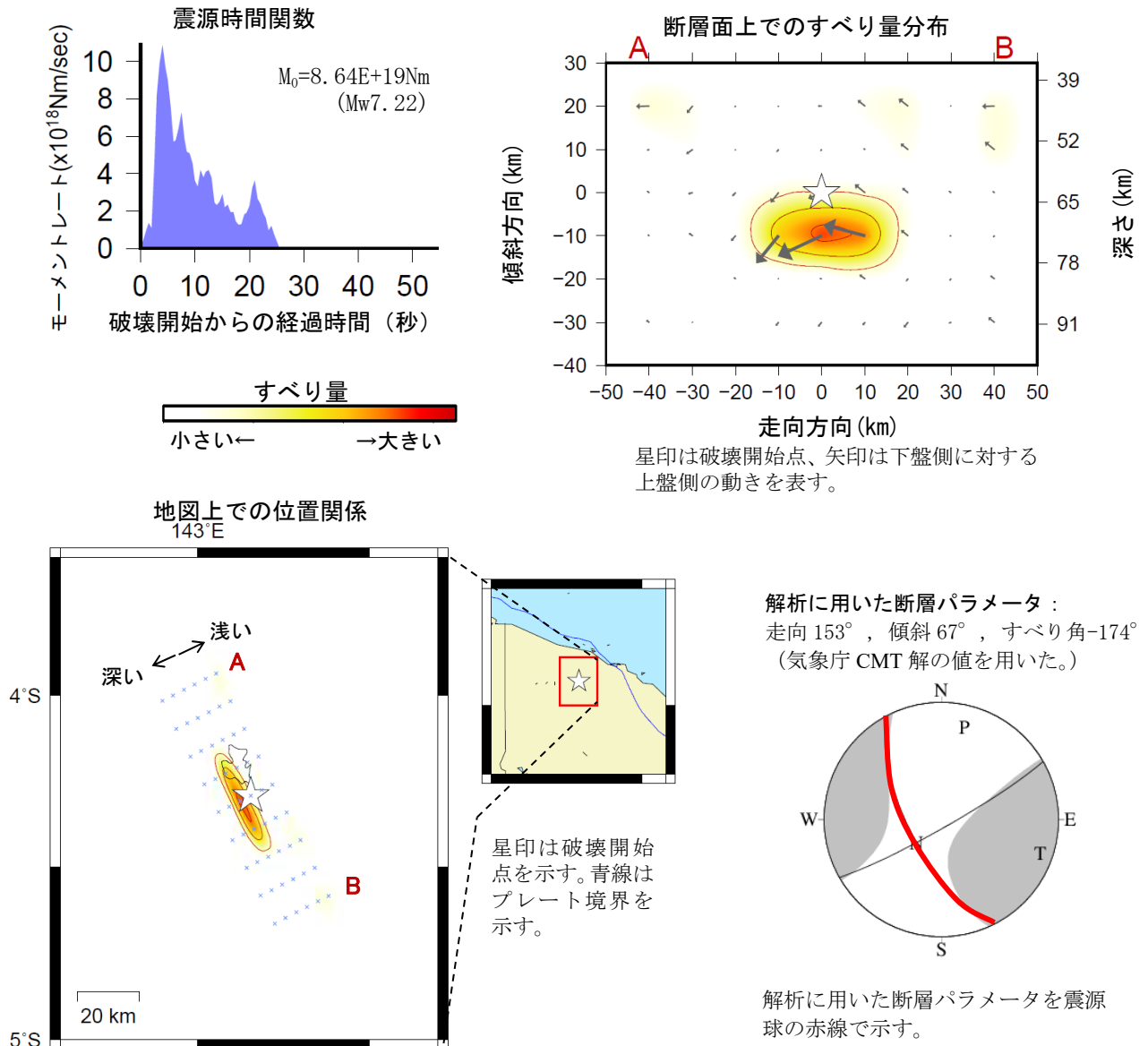
2023年4月3日03時04分（日本時間）にパプアニューギニア、ニューギニアで発生した地震について、米国大学間地震学研究連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析（注1）を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所（USGS）による震源の位置（4° 17.5′ S、143° 9.3′ E、深さ63km）とした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、北北西-南南東走向の節面（走向153°、傾斜67°、すべり角-174°）を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は2.6km/sとした。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。

主な結果は以下のとおり（この結果は暫定であり、今後更新することがある）。

- ・主な破壊領域は走向方向に約40km、傾斜方向に約20kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点からやや深い領域に広がり、最大すべり量は1.6mであった（周辺の構造から剛性率を70GPaとして計算）。
- ・主な破壊継続時間は約10秒であった。
- ・モーメントマグニチュード（Mw）は7.2であった。

結果の見方は、https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/world/about_srcproc.html を参照。



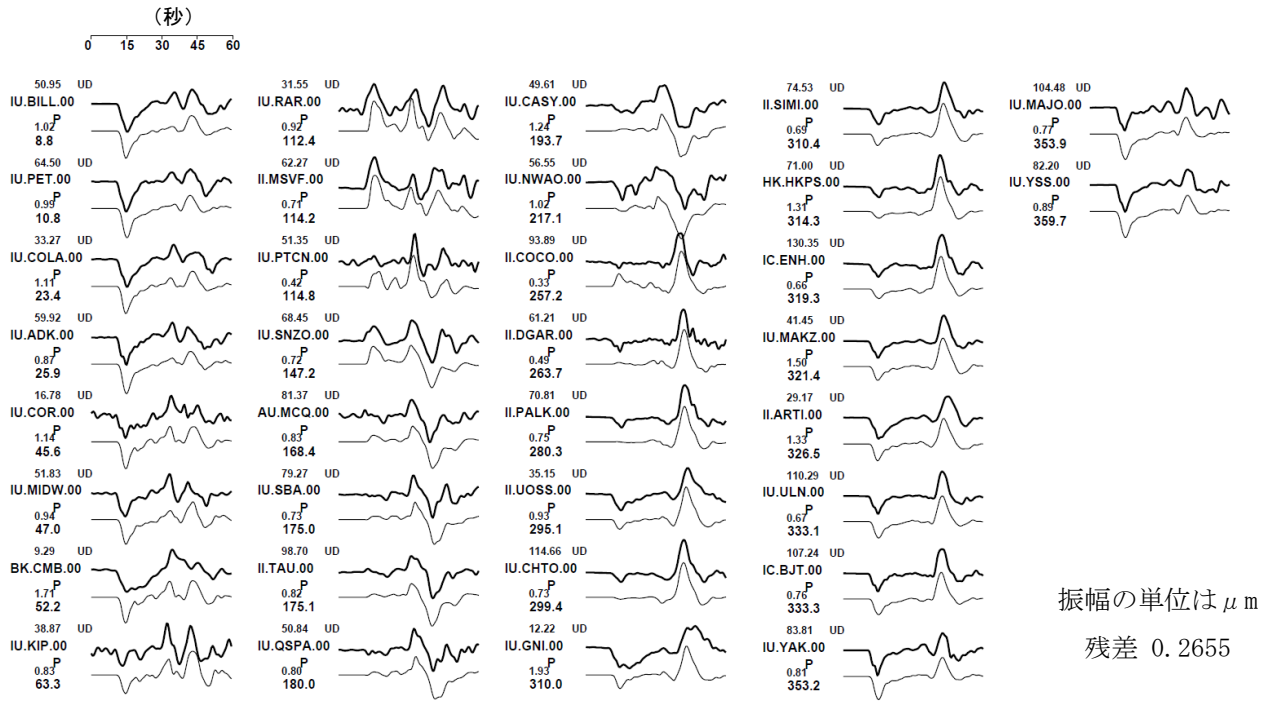
（注1）解析に使用したプログラム

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

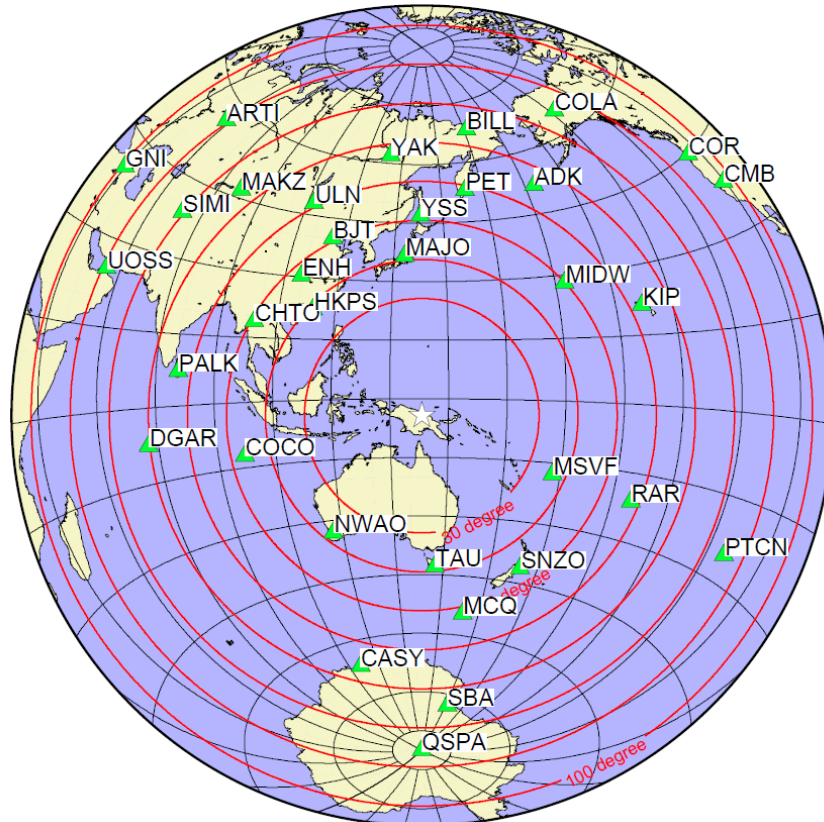
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

作成日：2023/05/01

観測波形（上：0.01Hz-0.5Hz）と理論波形（下）の比較



振幅の単位は μm
残差 0.2655



震央距離 $30^{\circ} \sim 100^{\circ}$ ※1 の 34 観測点※2 (P 波 : 34, SH 波 : 0) を使用。
 ※1 : 近すぎると理論的に扱いつらくなる波の計算があり、逆に遠すぎると、液体である外核を通るため、直達波が到達しない。そのため、評価しやすい距離の波形記録のみを使用。
 ※2 : IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用。

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.

作成日 : 2023/05/01

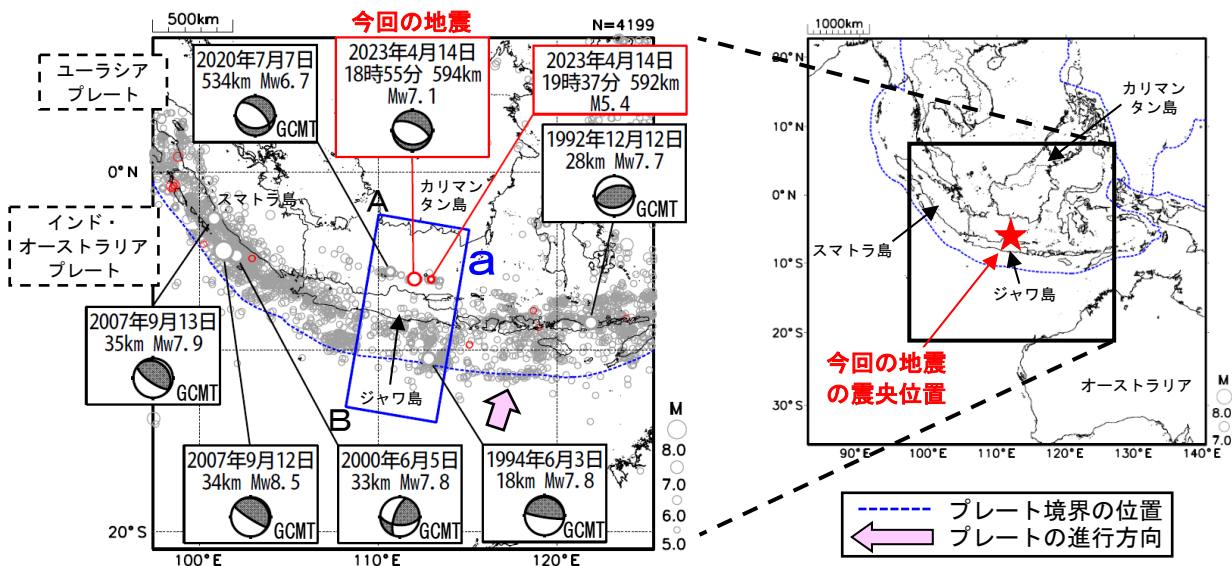
4月14日 インドネシア、ジャワの地震

2023年4月14日18時55分(日本時間、以下同じ)にインドネシア、ジャワの深さ594kmでMw7.1の地震(Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード)が発生した。この地震は、ユーラシアプレートに沈み込むインド・オーストラリアプレート内部で発生した。発震機構(気象庁によるCMT解)は概ね鉛直方向に圧力軸を持つ型である。

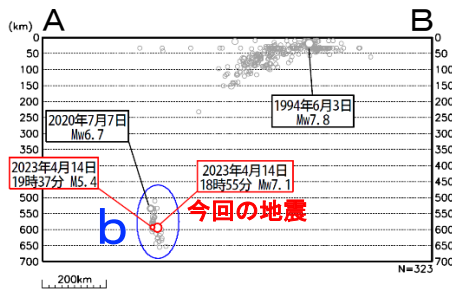
気象庁は、この地震に対して、同日19時21分に遠地地震に関する情報(津波の心配なし)を発表した。この地震により、死者1人などの被害が生じた。

1980年以降の活動をみると、今回の地震の震源付近(領域b)ではM6程度の地震が時々発生しており、M7.0以上の地震は発生していなかった。

震央分布図
(1980年1月1日~2023年4月30日、深さ0~700km、M≥5.0)
2023年4月の地震を赤色で表示

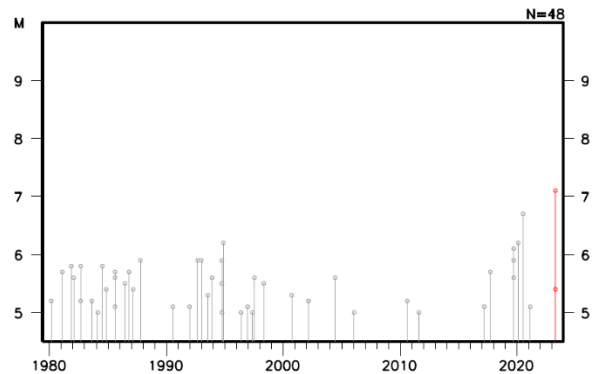


領域 a 内の断面図 (A-B 投影)



断面図で震源が線状分布しているのは、震源の深さを10kmまたは33kmに固定して、震源を決定しているためである。

領域 b 内の M-T 図



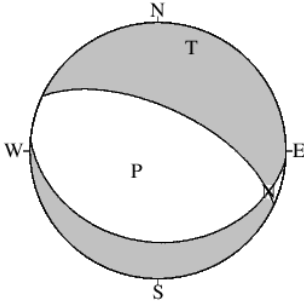
※震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (2023年5月9日現在)。ただし、発震機構と Mw は、吹き出しのある地震のうち、「GCMT」が付いた地震は Global CMT、その他の地震は気象庁による。今回の地震の被害は、OCHA (UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs: 国連人道問題調整事務所、2023年5月9日現在) による。プレート境界の位置と進行方向は Bird (2003) *より引用。

*参考文献 Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

4月14日 インドネシア、ジャワの地震の発震機構解析

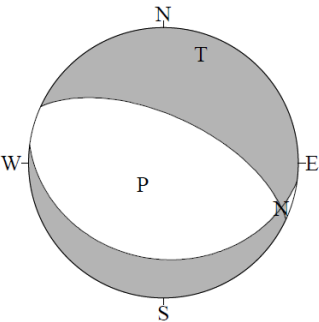
2023年4月14日18時55分（日本時間）にインドネシア、ジャワで発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いた発震機構解析を行った。

1. CMT解析 セントロイドは、南緯6.3°、東経112.1°、深さ601kmとなった。



| Mw | M ₀ | 断層面解1 (走向/傾斜/すべり角) | 断層面解2 (走向/傾斜/すべり角) |
|-----|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 7.1 | 5.01×10 ¹⁹ Nm | 94.9° / 29.1° / -107.8° | 295.0° / 62.5° / -80.4° |

2. W-phaseの解析 セントロイドは、南緯6.3°、東経112.2°、深さ611kmとなった。



W-phaseの解析では、震央距離10°～90°までの47観測点の上下成分、23観測点の水平成分を用い、100～500秒のフィルターを使用した。
注) W-phaseとはP波からS波付近までの長周期の実体波を指す。

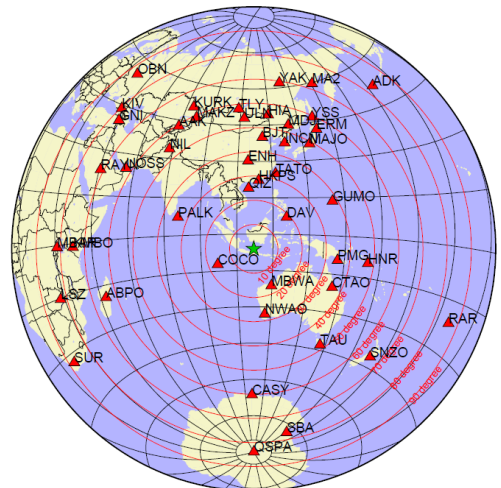
| Mw | M ₀ | 断層面解1 (走向/傾斜/すべり角) | 断層面解2 (走向/傾斜/すべり角) |
|-----|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 7.1 | 5.13×10 ¹⁹ Nm | 97.8° / 29.6° / -104.9° | 294.7° / 61.5° / -81.7° |

(W-phaseに関する参考文献)

Kanamori, H and L. Rivera, 2008, Geophys. J. Int., **175**, 222-238.

解析データには、米国大学間地震学研究連合 (IRIS) のデータ管理センター (DMC) より取得した広帯域地震波形記録を使用した。

また、解析には金森博士及び Rivera 博士に頂いたプログラムを使用した。記して感謝する。



解析に使用した観測点配置

2023年4月14日 インドネシア、ジャワの地震 — 遠地実体波による震源過程解析（暫定） —

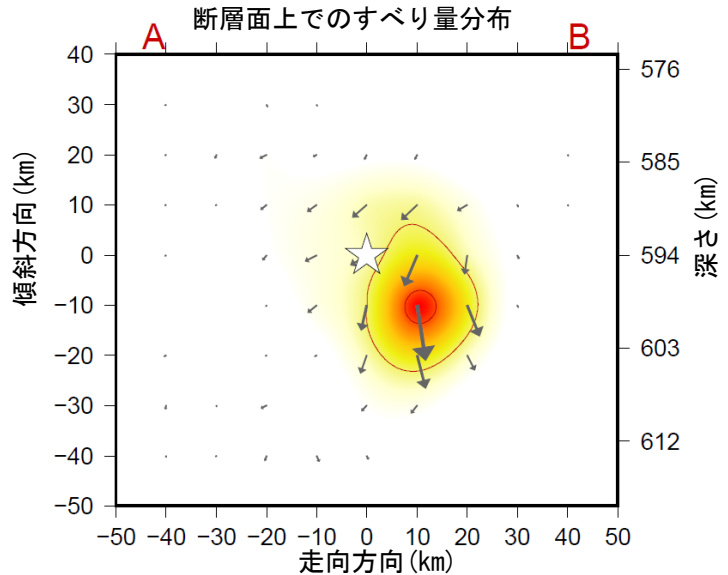
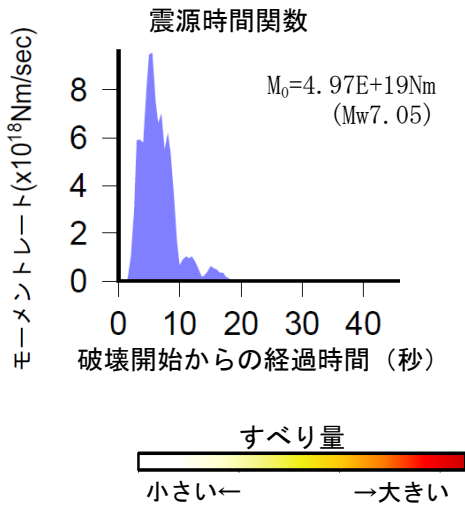
2023年4月14日18時55分（日本時間）にインドネシア、ジャワで発生した地震について、米国大学間地震学研究連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析（注1）を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所（USGS）による震源の位置（6° 1.5′ S、112° 1.9′ E、深さ594km）とした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、東西走向の節面（走向95°、傾斜29°、すべり角-108°）を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は3.9km/sとした。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。

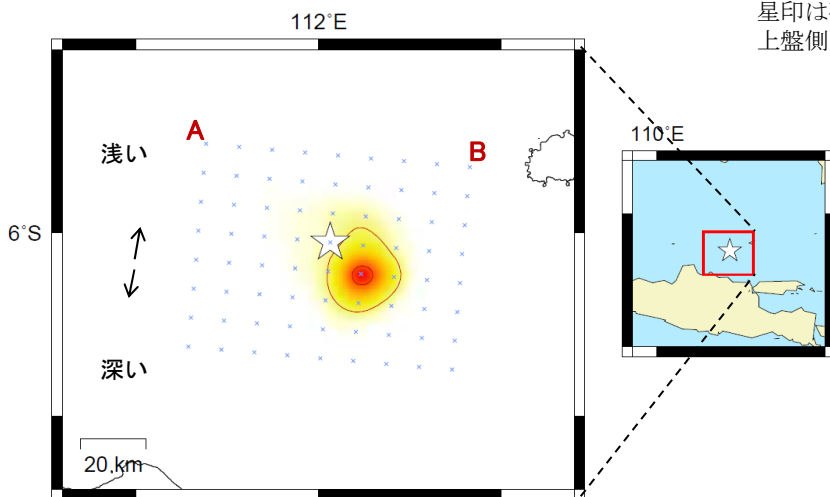
主な結果は以下のとおり（この結果は暫定であり、今後更新することがある）。

- ・主な破壊領域は走向方向に約20km、傾斜方向に約20kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点からやや深い領域に広がり、最大すべり量は0.4mであった（周辺の構造から剛性率を120GPaとして計算）。
- ・主な破壊継続時間は約10秒であった。
- ・モーメントマグニチュード（Mw）は7.1であった。

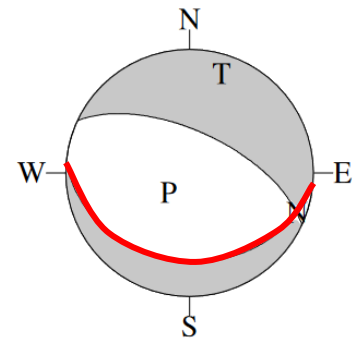
結果の見方は、https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/world/about_srcproc.html を参照。



地図上での位置関係



解析に用いた断層パラメータ：
走向95°、傾斜29°、すべり角-108°
（気象庁CMT解の値を用いた。）

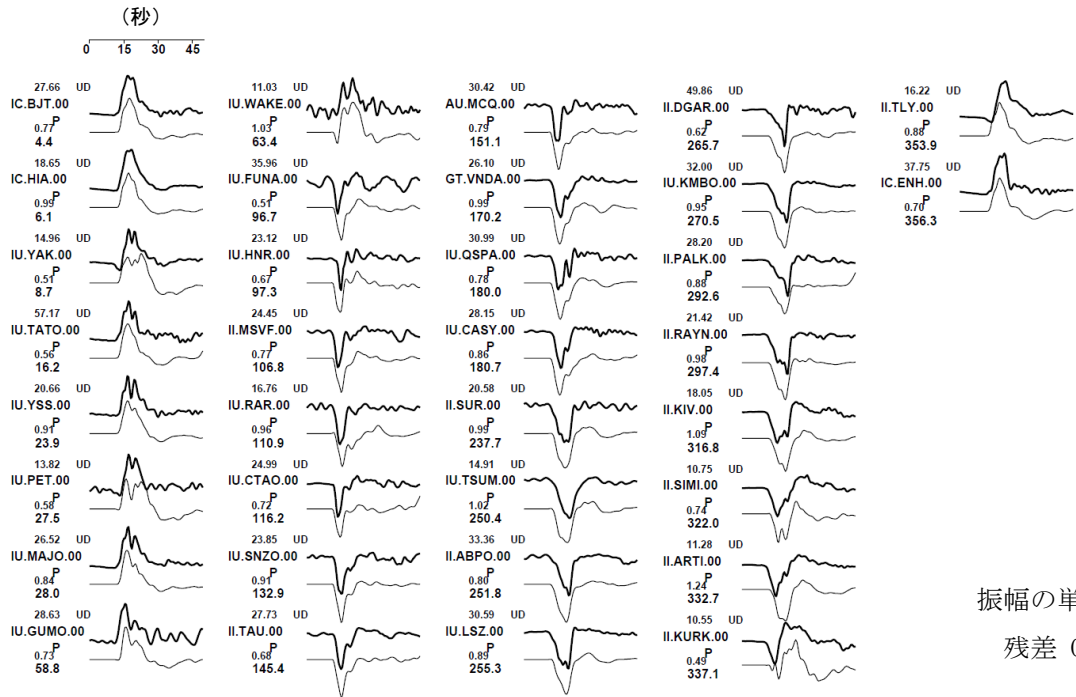


（注1）解析に使用したプログラム

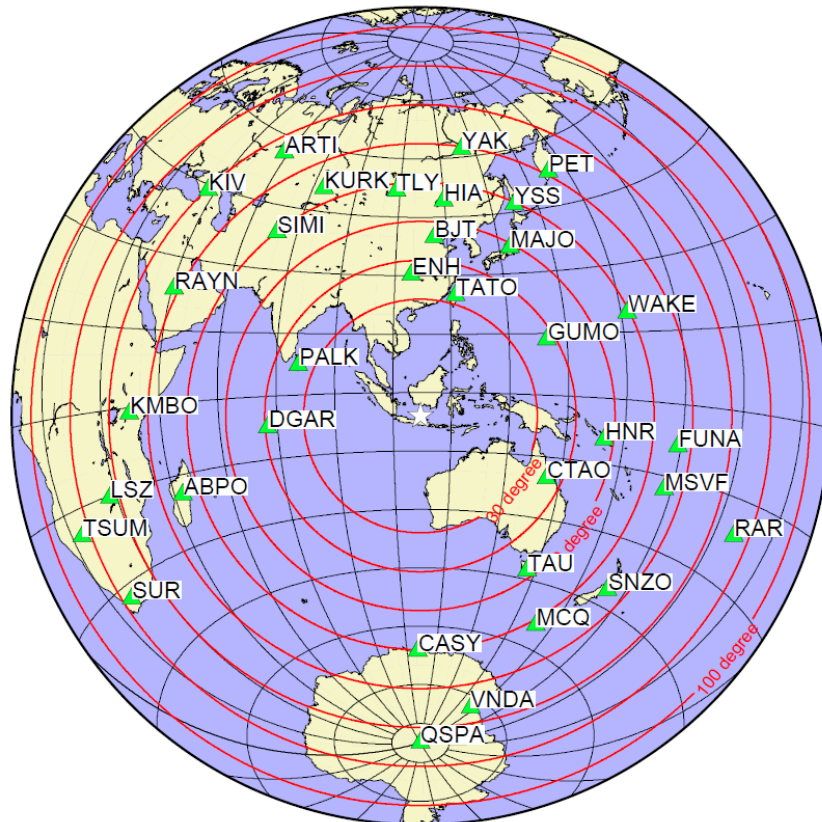
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

作成日：2023/04/26

観測波形（上：0.01Hz-0.5Hz）と理論波形（下）の比較



観測点分布



震央距離 30° ~100° ※1 の 34 観測点※2 (P 波 : 34, SH 波 : 0) を使用。
 ※1 : 近すぎると理論的に扱いづらくなる波の計算があり、逆に遠すぎると、液体である外核を通るため、直達波が到達しない。そのため、評価しやすい距離の波形記録のみを使用。
 ※2 : IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用。

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.

作成日 : 2023/04/26

4月24日 ケルマデック諸島の地震

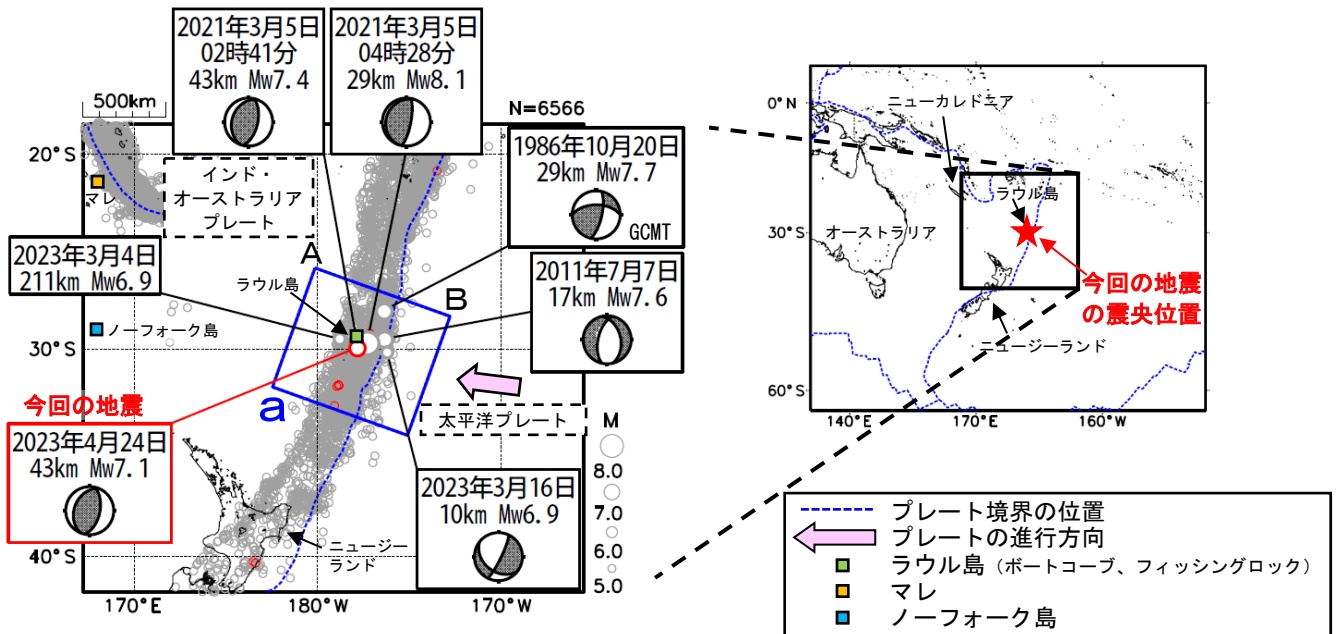
2023年4月24日09時41分（日本時間、以下同じ）にケルマデック諸島の深さ43kmでMw7.1の地震（Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード）が発生した。この地震は、発震機構（気象庁によるCMT解）が西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートとインド・オーストラリアプレートの境界で発生した。

気象庁は、この地震に対して、同日10時03分に遠地地震に関する情報（日本への津波の影響なし）を発表した。この地震により、ラウル島（ニュージーランド）のフィッシングロックで0.11m、ボートコーブで0.09mなどの津波を観測した。

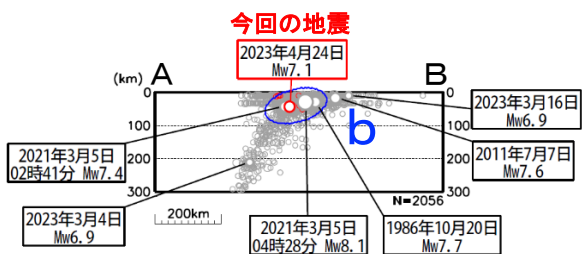
1980年以降の活動をみると、今回の地震の震源付近（領域b）ではM7.0以上の地震が時々発生している。2021年3月5日04時28分にはMw8.1の地震が発生し、マレ（ニューカレドニア）で1m^{*1}、ノーフォーク島（オーストラリア）で0.56mなどの津波を観測した。また、日本国内でも、岩手県の久慈港や東京都の父島二見で最大19cmの津波を観測したほか、北海道から千葉県にかけての太平洋沿岸で津波を観測した。また、この地震の約1時間50分前の02時41分にはMw7.4の地震が発生し、ラウル島のフィッシングロックで0.31mなどの津波を観測した。今回の地震の震源周辺（領域a）では、最近では、2023年3月16日にMw6.9の地震が発生し、ラウル島（ニュージーランド）のボートコーブで0.11mなどの津波を観測した。

震央分布図

(1980年1月1日～2023年4月30日、深さ0～300km、M \geq 5.0)
2023年4月の地震を赤色で表示

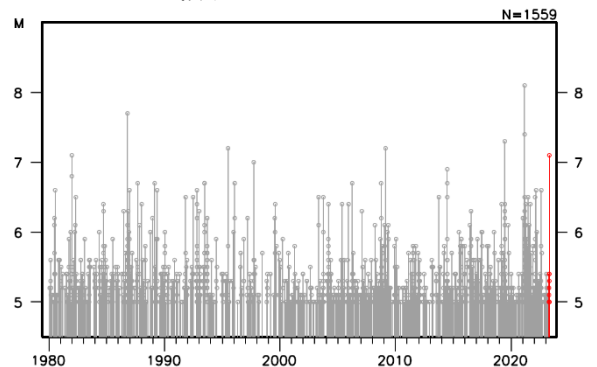


領域a内の断面図（A-B投影）



断面図で震源が線状分布しているのは、震源の深さを10kmまたは33kmに固定して、震源を決定しているためです。

領域b内のM-T図



※震源要素は米国地質調査所（USGS）による（2023年5月9日現在）。ただし、発震機構とMwは、1986年10月20日の地震及び2023年3月4日の地震はGlobal CMT、その他の地震は気象庁による。津波の高さは米国海洋大気庁（NOAA）による（2023年5月9日現在）。プレート境界の位置と進行方向はBird（2003）^{*2}より引用。

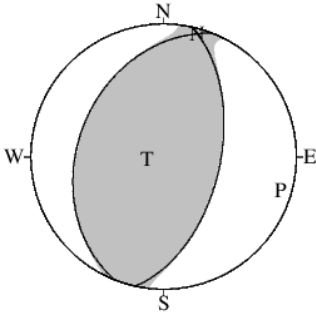
^{*1} マレの津波の高さは目視による。

^{*2} 参考文献 Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

4月24日 ケルマデック諸島の地震の発震機構解析

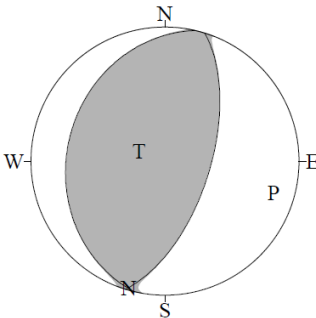
2023年4月24日09時41分（日本時間）にケルマデック諸島で発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いた発震機構解析を行った。

1. CMT解析 セントロイドは、南緯29.7°、西経177.4°、深さ49kmとなった。



| Mw | M ₀ | 断層面解1 (走向/傾斜/すべり角) | 断層面解2 (走向/傾斜/すべり角) |
|-----|--------------------------|-----------------------|------------------------|
| 7.1 | 5.39×10 ¹⁹ Nm | 12.2° / 54.8° / 84.6° | 201.6° / 35.6° / 97.7° |

2. W-phaseの解析 セントロイドは、南緯29.9°、西経177.5°、深さ46kmとなった。



W-phaseの解析では、震央距離10°～90°までの36観測点の上下成分、21観測点の水平成分を用い、100～500秒のフィルターを使用した。
注) W-phaseとはP波からS波付近までの長周期の実体波を指す。

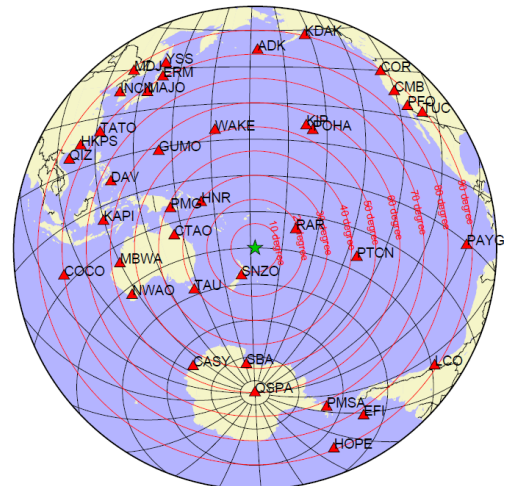
| Mw | M ₀ | 断層面解1 (走向/傾斜/すべり角) | 断層面解2 (走向/傾斜/すべり角) |
|-----|--------------------------|-----------------------|------------------------|
| 7.1 | 6.08×10 ¹⁹ Nm | 17.3° / 62.4° / 91.9° | 193.1° / 27.6° / 86.3° |

(W-phaseに関する参考文献)

Kanamori, H and L. Rivera, 2008, Geophys. J. Int., **175**, 222-238.

解析データには、米国大学間地震学研究連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より取得した広帯域地震波形記録を使用した。

また、解析には金森博士及び Rivera 博士に頂いたプログラムを使用した。記して感謝する。



解析に使用した観測点配置

気象庁作成

2023年4月24日 ケルマデック諸島の地震 — 遠地実体波による震源過程解析（暫定） —

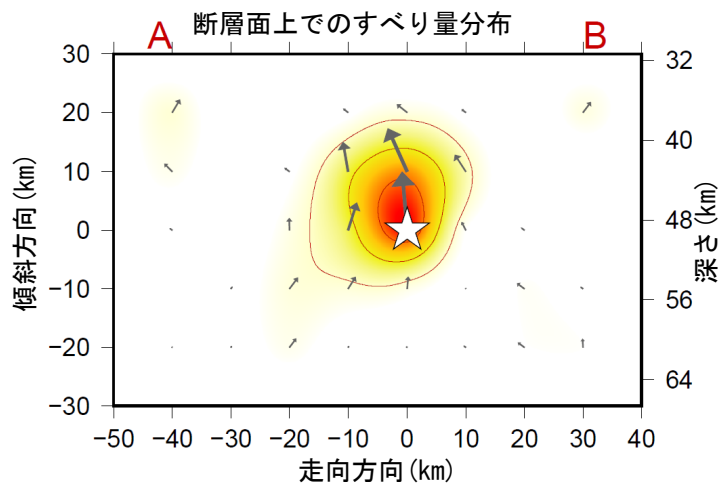
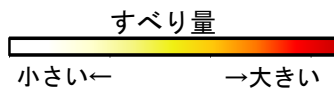
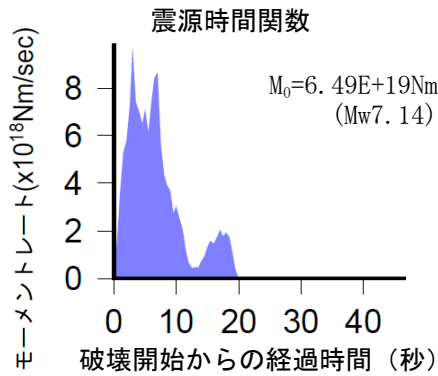
2023年4月24日09時42分（日本時間）にケルマデック諸島で発生した地震について、米国大学間地震学研究連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析（注1）を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所（USGS）による震源の位置（29° 57.2′ S、177° 50.2′ W、深さ49km）とした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、北北東—南南西走向の節面（走向202°、傾斜36°、すべり角98°）を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は3.0km/sとした。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。

主な結果は以下のとおり（この結果は暫定であり、今後更新することがある）。

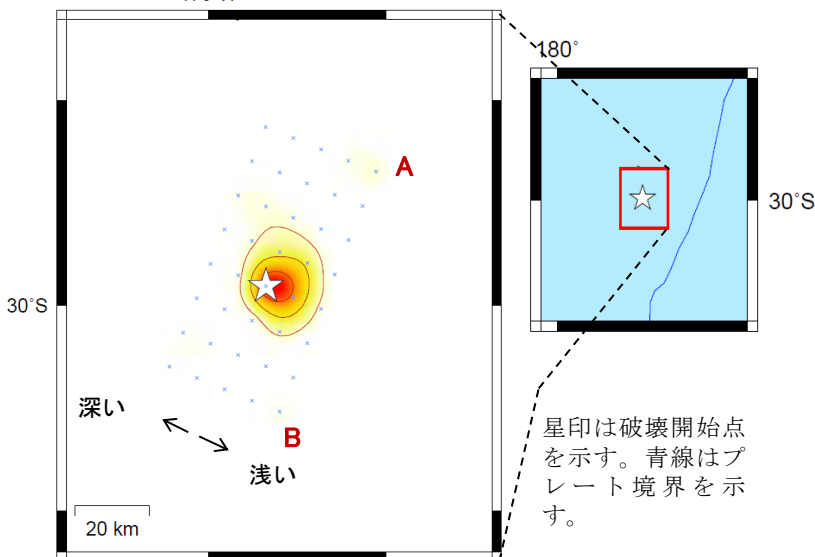
- ・主な破壊領域は走向方向に約20km、傾斜方向に約20kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点周辺に広がり、最大すべり量は1.4mであった（周辺の構造から剛性率を70GPaとして計算）。
- ・主な破壊継続時間は約10秒であった。
- ・モーメントマグニチュード（Mw）は7.1であった。

結果の見方は、https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/world/about_srcproc.html を参照。

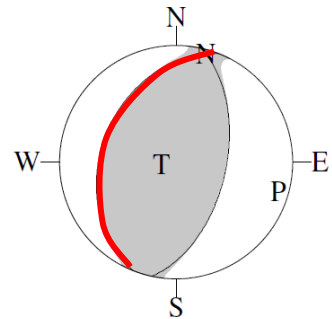


星印は破壊開始点、矢印は下盤側に対する上盤側の動きを表す。

地図上での位置関係
178°W



解析に用いた断層パラメータ：
走向202°、傾斜36°、すべり角98°
（気象庁CMT解の値を用いた。）



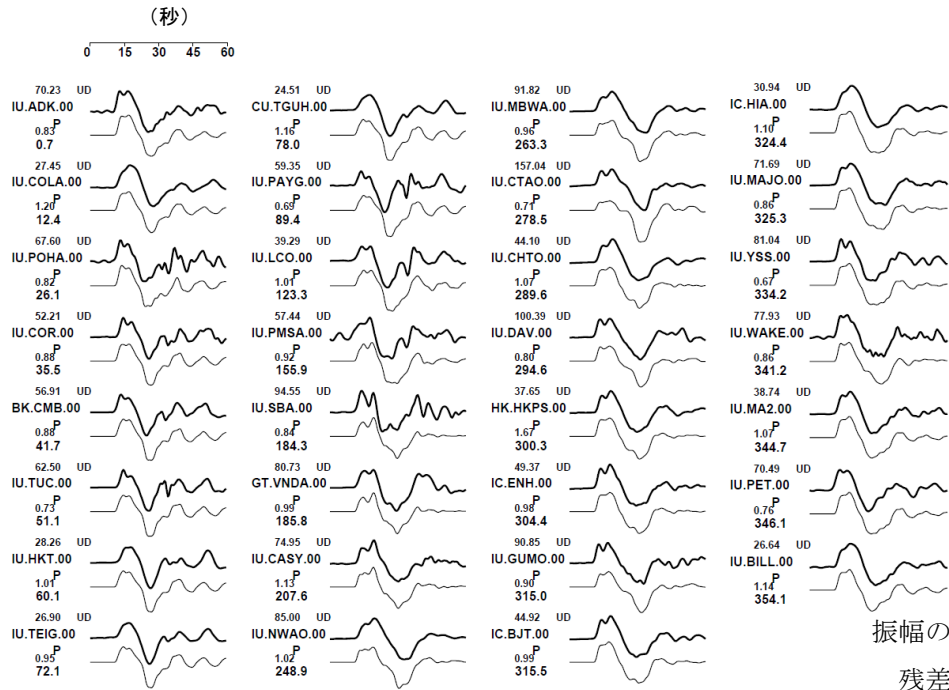
解析に用いた断層パラメータを震源球の赤線で示す。

（注1）解析に使用したプログラム

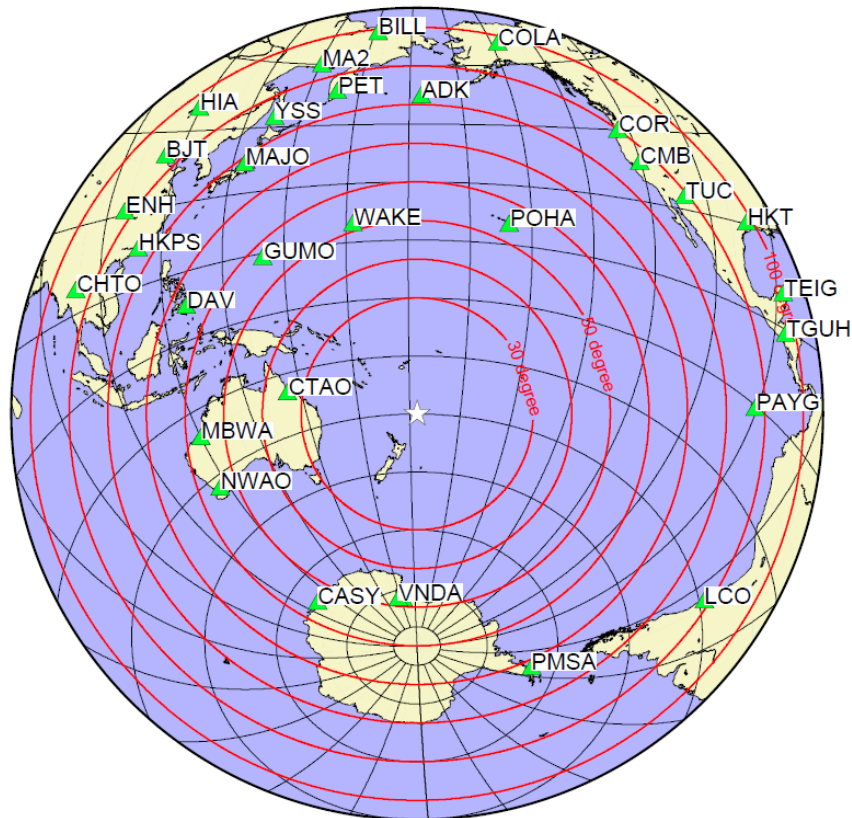
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

作成日：2023/04/26

観測波形（上：0.01Hz-0.5Hz）と理論波形（下）の比較



観測点分布



震央距離 $30^\circ \sim 100^\circ$ ※1 の 31 観測点※2 (P波 : 31, SH波 : 0) を使用。
 ※1 : 近すぎると理論的に扱いつらくなる波の計算があり、逆に遠すぎると、液体である外核を通るため、直達波が到達しない。そのため、評価しやすい距離の波形記録のみを使用。
 ※2 : IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用。

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.

作成日 : 2023/04/26

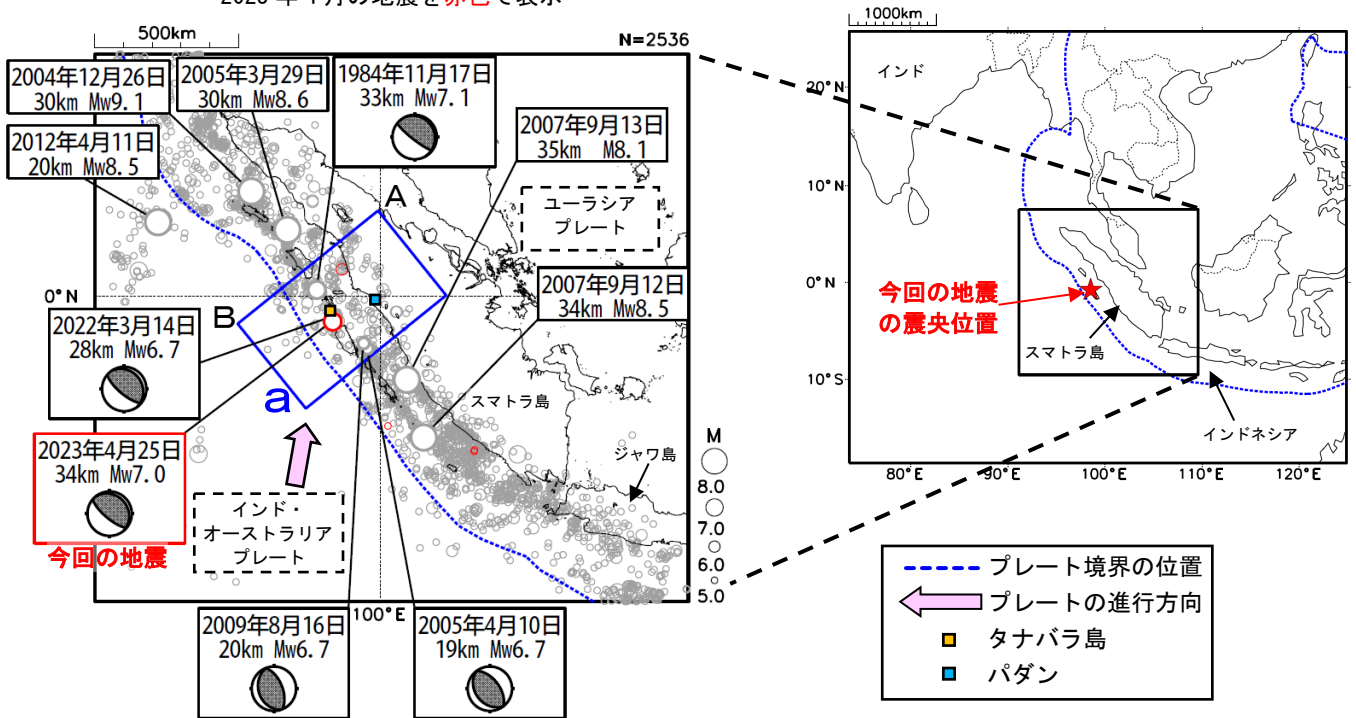
4月25日 インドネシア、スマトラ南部の地震

2023年4月25日05時00分（日本時間、以下同じ）にインドネシア、スマトラ南部の深さ34kmでMw7.0の地震（Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード）が発生した。発震機構（気象庁によるCMT解）は北東-南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

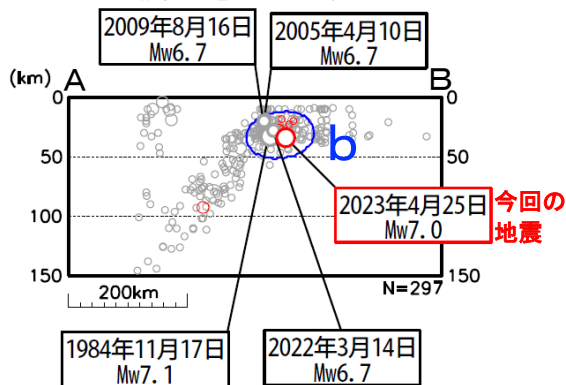
気象庁は、この地震に対して、同日05時32分に遠地地震に関する情報（日本への津波の影響なし）を発表した。この地震により、タナバラ島（インドネシア）で0.1mの津波を観測した。

1980年以降の活動をみると、今回の地震の震源付近（領域b）ではM6.0以上の地震が時々発生している。2009年8月16日にはMw6.7の地震が発生し、負傷者9人などの被害が生じたほか、パダン（インドネシア）で0.18mの津波を観測した。また、今回の地震の震央から北西へ約600km離れたところでは2004年12月26日にMw9.1の地震の地震が発生し、死者283,000人以上などの甚大な被害が生じた。

震央分布図
(1980年1月1日~2023年4月30日、深さ0~150km、M≥5.0)
2023年4月の地震を赤色で表示

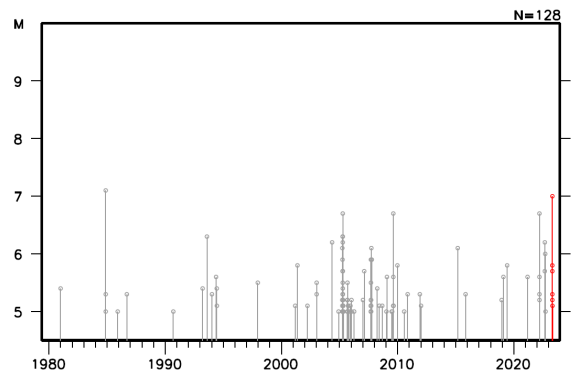


領域 a 内の断面図 (A-B 投影)
縦横比を 2 : 1 で表示



断面図で震源が線状分布しているのは、震源の深さを10kmに固定して、震源を決定しているためである。

領域 b 内の M-T 図



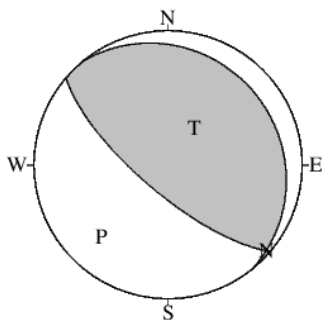
※震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (2023年5月9日現在)。ただし、発震機構と Mw は、2004年12月26日の地震は USGS、今回の地震は気象庁、その他の地震は Global CMT による。地震の被害は宇津及び国際地震工学センターの「世界の被害地震の表」による。津波の高さは米国海洋大気庁 (NOAA) による (2023年5月9日現在)。プレート境界の位置と進行方向は Bird (2003) *より引用。

*参考文献 Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

4月25日 インドネシア、スマトラ南部の地震の発震機構解析

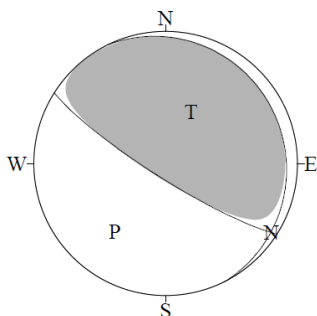
2023年4月25日05時00分(日本時間)にインドネシア、スマトラ南部で発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いた発震機構解析を行った。

1. CMT解析 セントロイドは、南緯1.1°、東経98.4°、深さ23kmとなった。



| Mw | M ₀ | 断層面解 1 (走向/傾斜/すべり角) | 断層面解 2 (走向/傾斜/すべり角) |
|-----|--------------------------|------------------------|------------------------|
| 7.0 | 3.53×10 ¹⁹ Nm | 130.4° / 73.0° / 87.0° | 320.6° / 17.2° / 99.7° |

2. W-phaseの解析 セントロイドは、南緯0.4°、東経98.5°、深さ16kmとなった。



W-phaseの解析では、震央距離10°~90°までの25観測点の上下成分、27観測点の水平成分を用い、100~300秒のフィルターを使用した。

注) W-phaseとはP波からS波付近までの長周期の実体波を指す。

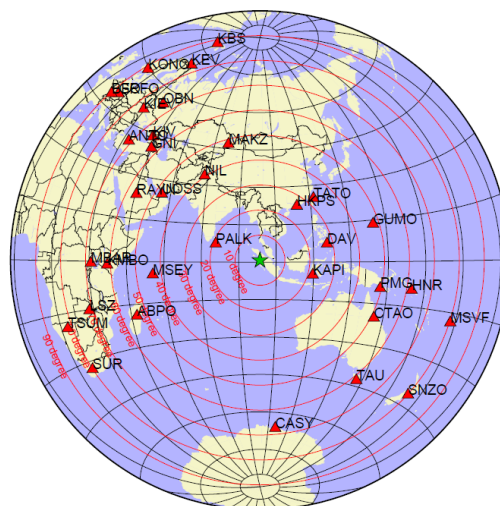
| Mw | M ₀ | 断層面解 1 (走向/傾斜/すべり角) | 断層面解 2 (走向/傾斜/すべり角) |
|-----|--------------------------|------------------------|-------------------------|
| 7.1 | 6.02×10 ¹⁹ Nm | 122.3° / 81.2° / 84.6° | 333.9° / 10.3° / 121.2° |

(W-phaseに関する参考文献)

Kanamori, H and L. Rivera, 2008, Geophys. J. Int., **175**, 222-238.

解析データには、米国大学間地震学研究連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より取得した広帯域地震波形記録を使用した。

また、解析には金森博士及びRivera博士に頂いたプログラムを使用した。記して感謝する。



解析に使用した観測点配置

気象庁作成

2023年4月25日 インドネシア、スマトラ南部の地震 — 遠地実体波による震源過程解析（暫定） —

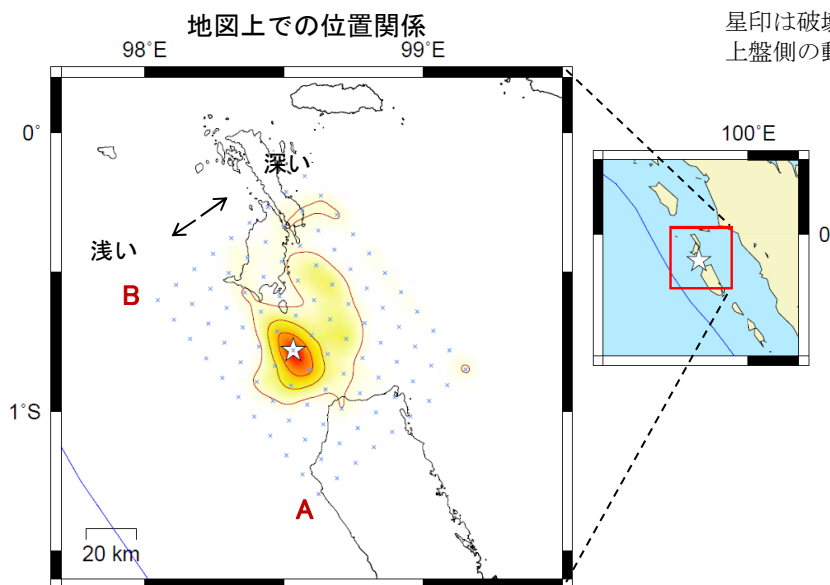
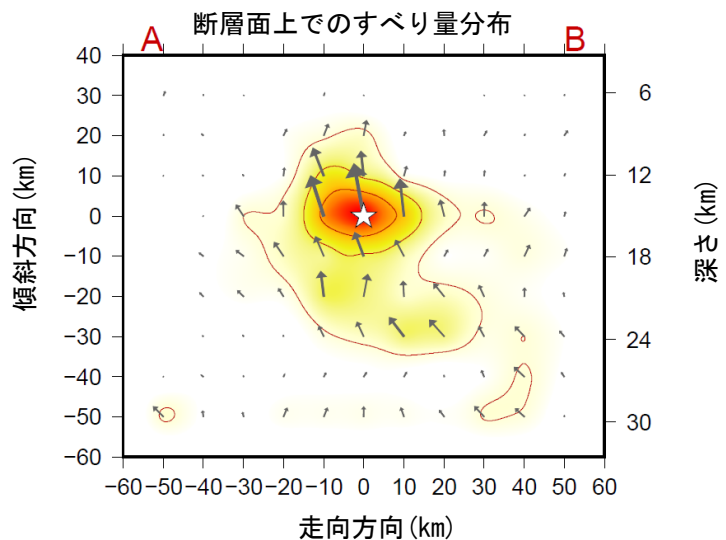
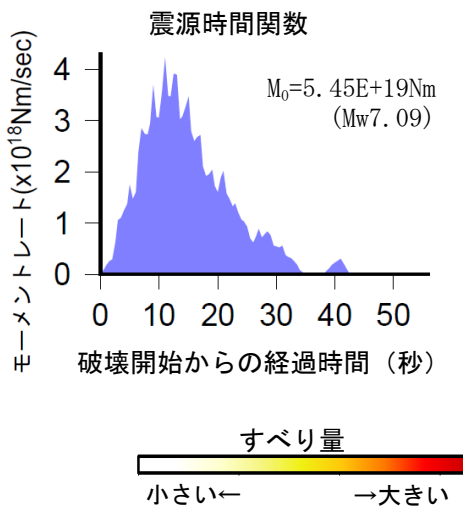
2023年4月25日05時00分（日本時間）にインドネシア、スマトラ南部で発生した地震について、米国大学間地震学研究連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析（注1）を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所（USGS）による震源の位置（ $0^{\circ} 46.8' S$ 、 $98^{\circ} 32.0' E$ 、深さ15km）とした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、北西-南東走向の節面（走向 320° 、傾斜 17° 、すべり角 98° ）を仮定して解析した。最大破壊伝播速度は 2.6km/s とした。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。

主な結果は以下のとおり（この結果は暫定であり、今後更新することがある）。

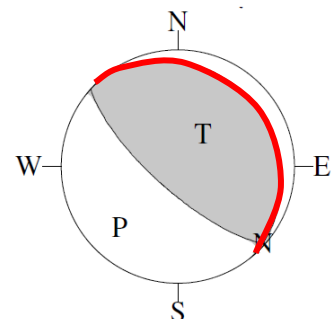
- ・主な破壊領域は走向方向に約40km、傾斜方向に約40kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点周辺に広がり、最大すべり量は0.8mであった（周辺の構造から剛性率を40GPaとして計算）。
- ・主な破壊継続時間は約20秒であった。
- ・モーメントマグニチュード（ M_w ）は7.1であった。

結果の見方は、https://www.data.jma.go.jp/eqev/data/world/about_srcproc.html を参照。



星印は破壊開始点を示す。青線はプレート境界を示す。

解析に用いた断層パラメータ：
走向 320° 、傾斜 17° 、すべり角 98°
(気象庁CMT解の値を用いた。)



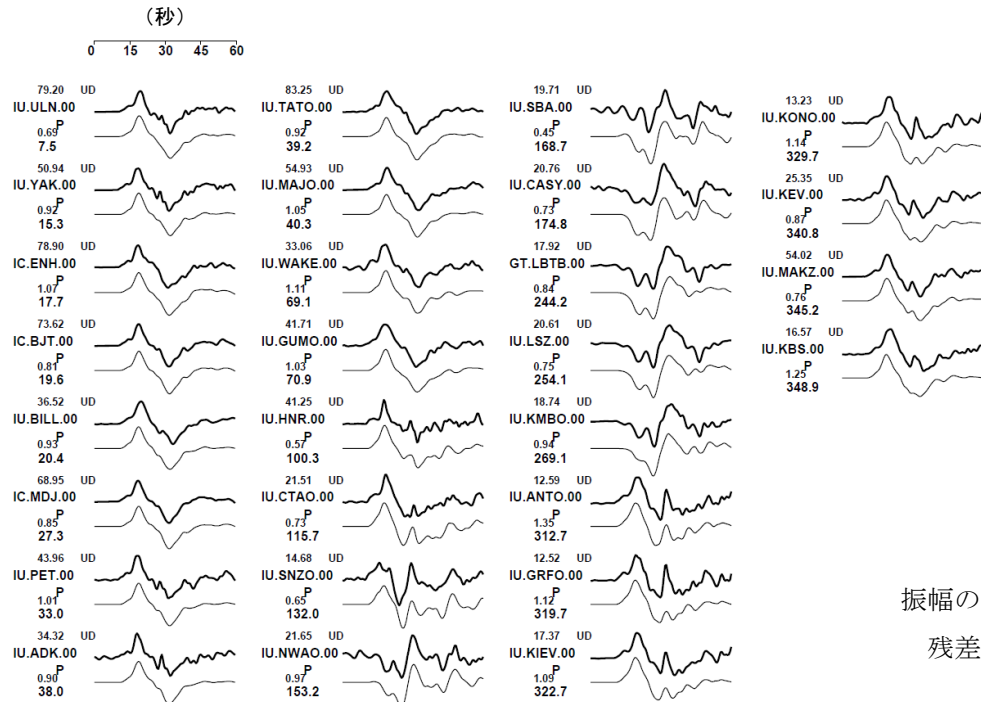
解析に用いた断層パラメータを震源球の赤線で示す。

(注1) 解析に使用したプログラム

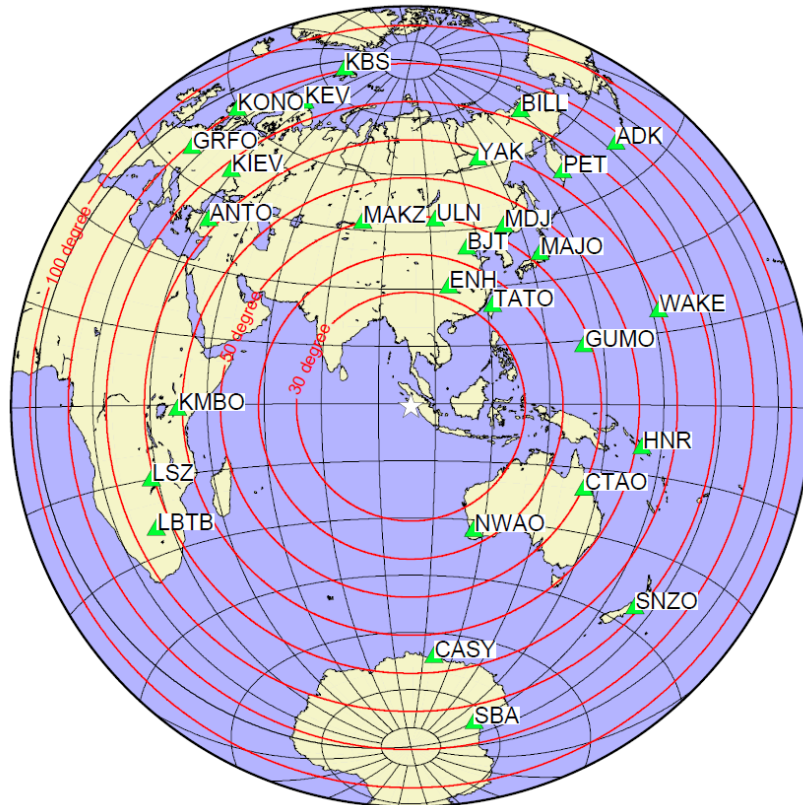
M. Kikuchi and H. Kanamori, Note on Teleseismic Body-Wave Inversion Program,
<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/ETAL/KIKUCHI/>

作成日：2023/04/27

観測波形（上：0.01Hz-0.5Hz）と理論波形（下）の比較



振幅の単位は μm
残差 0.1046



- 震央距離 $30^\circ \sim 100^\circ$ ※1の28観測点※2 (P波: 28, SH波: 0) を使用。
 ※1: 近すぎると理論的に扱いつらくなる波の計算があり、逆に遠すぎると、液体である外核を通るため、直達波が到達しない。そのため、評価しやすい距離の波形記録のみを使用。
 ※2: IRIS-DMC より取得した広帯域地震波形記録を使用。

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.

作成日: 2023/04/27

気象庁作成