

第346回 地震調査委員会資料



令和2年7月9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2年6月30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2年6月30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）、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

本資料中の地図の作成に当たっては、国土地理院長の承認を得て、同院発行の『数値地図 25000（行政界・海岸線）』を使用したものである（承認番号 平29情使、第798号）。

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7月8日現在、2020年4月18日以降の地震について、暫定的に震源精査の基準を変更しているため、それ以前と比較して微小な地震での震源決定数の変化（増減）が見られる。

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/svd/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/svd/vois/data/tokyo/STOCK/bulletin/index_vcatalog.html]に掲載する。

令和 2 年 6 月の主な地震活動^{注 1)}

番号	月 日	時 分	震央地名	深さ (km)	M	M _w	最大 震度	備考/コメント
1	6月1日	6時02分	茨城県北部	97	5.2	5.3	4	太平洋プレート内部で発生した地震
2	6月1日	9時33分	薩摩半島西方沖	9	4.3	4.2	4	地殻内で発生した地震
3	6月4日	5時31分	茨城県沖	52	4.8	4.7	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	6月10日	0時22分	土佐湾	21	4.7	4.6	4	陸のプレートの地殻内で発生した地震
5	6月14日	0時51分	奄美大島北西沖	165	6.3	6.6	4	フィリピン海プレート内部で発生した地震 長周期地震動階級 1 を観測
6	6月17日	15時03分	岐阜県美濃中西部	6	4.4	-	4	地殻内で発生した地震
7	6月25日	4時47分	千葉県東方沖	36	6.1	6.0	5弱	緊急地震速報（警報）を発表 長周期地震動階級 1 を観測 被害：重傷者 1 人、軽傷者 1 人（7月2日 17時00分現在、総務省消防庁による）
8			長野・岐阜県境付近 の地震活動 ^{注 2)}					地殻内で発生した地震 6 月中に震度 1 以上を観測する地震が 13 回 （震度 2：2 回、震度 1：11 回）発生し、 このうち最大規模の地震は、6 月 20 日 03 時 03 分に発生した M3.9 の地震（最大震度 2）
9			与那国島近海の地震 活動 ^{注 3)}					陸のプレート内で発生した地震 6 月中に震度 1 以上を観測する地震が 9 回 （震度 2：2 回、震度 1：7 回）発生し、 このうち最大規模の地震は、6 月 15 日 04 時 26 分に発生した M5.9 の地震（最大震度 1）

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。

注 2) 情報発表に用いた震央地名は「長野県中部」及び「岐阜県飛騨地方」である。

注 3) 情報発表に用いた震央地名は「与那国島近海」、「石垣島近海」及び「石垣島北西沖」である。

期間外の活動^{注 4)}

番号	月 日	時 分	震央地名	深さ (km)	M	M _w	最大 震度	備考/コメント
1	7月5日	15時09分	長野県中部 ^{注 5)・6)}	4	4.8	4.7	3	地殻内で発生した地震

注 4) 注 1) の主な地震活動の基準に該当する地震で令和 2 年 7 月中に発生したものを。

注 5) 注 2) の一連の地震活動の地震の一つである。

注 6) 情報発表に用いた震央地名は「岐阜県飛騨地方」である。

・最近の南海トラフ周辺の地殻活動について

令和2年7月7日に気象庁において第33回南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会（定例）、第411回地震防災対策強化地域判定会（定例）を開催し、気象庁は「最近の南海トラフ周辺の地殻活動」として次の内容を南海トラフ地震関連解説情報で発表しました。その後も、南海トラフ沿いの大規模地震の発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まったと考えられる特段の変化は観測されていません。

現在のところ、南海トラフ沿いの大規模地震の発生の可能性が平常時^(注)と比べて相対的に高まったと考えられる特段の変化は観測されていません。

(注) 南海トラフ沿いの大規模地震(M8～M9クラス)は、「平常時」においても今後30年以内に発生する確率が70～80%であり、昭和東南海地震・昭和南海地震の発生から既に70年以上が経過していることから切迫性の高い状態です。

1. 地震の観測状況

(顕著な地震活動に関する現象)

南海トラフ周辺では、特に目立った地震活動はありませんでした。

(ゆっくりすべりに関係する現象)

プレート境界付近を震源とする深部低周波地震(微動)のうち、主なものは以下のとおりです。

(1) 四国西部：6月4日から6月6日

(2) 東海：6月29日から継続中

2. 地殻変動の観測状況

(ゆっくりすべりに関係する現象)

上記(1)、(2)の深部低周波地震(微動)とほぼ同期して、周辺に設置されているひずみ計でわずかな地殻変動を観測しました。周辺の傾斜データでも、わずかな変化が見られています。

GNS観測によると、2019年春頃から四国中部でそれまでの傾向とは異なる地殻変動が観測されています。また、2019年春頃から紀伊半島西部・四国東部で観測されていた、それまでの傾向とは異なる地殻変動は、収束したとみられます。さらに、2019年中頃から志摩半島で観測されているそれまでの傾向とは異なるわずかな地殻変動は、最近鈍化しているように見えます。

(長期的な地殻変動)

GNS観測等によると、御前崎、潮岬及び室戸岬のそれぞれの周辺では長期的な沈降傾向が継続しています。

3. 地殻活動の評価

(ゆっくりすべりに関係する現象)

上記(1)、(2)の深部低周波地震(微動)と地殻変動は、想定震源域のプレート境界深部において発生した短期的ゆっくりすべりに起因するものと推定しています。

2019年春頃からの四国中部の地殻変動、2019年春頃からの紀伊半島西部・四国東部の地殻変動及び2019年中頃からの志摩半島での地殻変動は、それぞれ四国中部周辺、紀伊水道周辺及び志摩半島周辺のプレート境界深部における長期的ゆっくりすべりに起因するものと推定しています。このうち、紀伊水道周辺の長期的ゆっくりすべりは、すでに停止していると考えられます。また、志摩半島周辺の長期的ゆっくりすべりは、最近鈍化しています。

これらの深部低周波地震(微動)、短期的ゆっくりすべり、及び長期的ゆっくりすべりは、それぞれ、

従来からも繰り返し観測されてきた現象です。

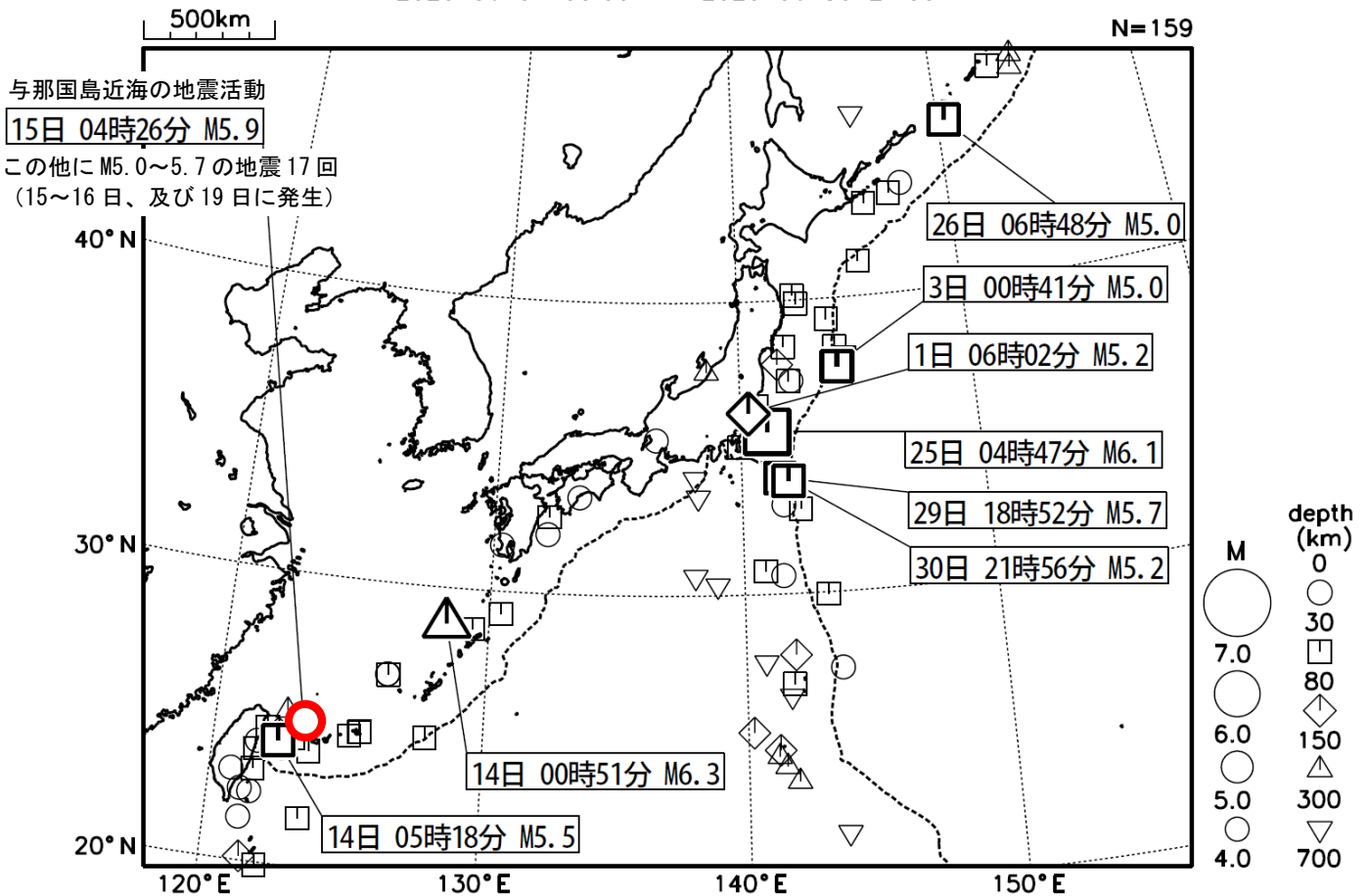
(長期的な地殻変動)

御前崎、潮岬及び室戸岬のそれぞれの周辺で見られる長期的な沈降傾向はフィリピン海プレートの沈み込みに伴うもので、その傾向に大きな変化はありません。

上記観測結果を総合的に判断すると、南海トラフ地震の想定震源域ではプレート境界の固着状況に特段の変化を示すようなデータは得られておらず、南海トラフ沿いの大規模地震の発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まったと考えられる特段の変化は観測されていません。

2020年6月の全国の地震活動 (マグニチュード4.0以上)

2020 06 01 00:00 -- 2020 06 30 24:00



- ・ 6月14日に奄美大島北西沖でM6.3の地震（最大震度4）が発生した。
- ・ 6月25日に千葉県東方沖でM6.1の地震（最大震度5弱）が発生した。

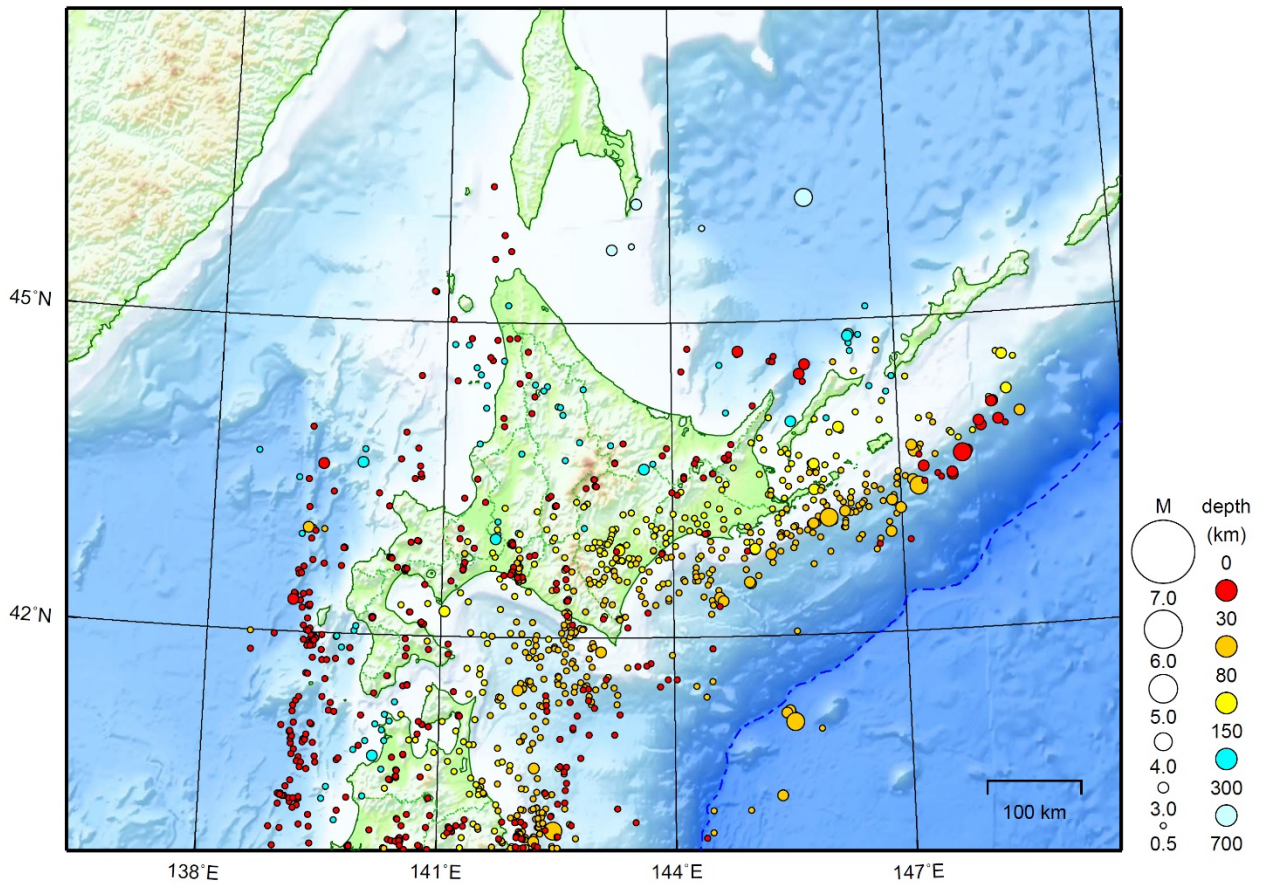
・ なお、6月14日から与那国島近海（図の赤丸）で地震活動が活発になり、M5.0以上の地震が18回、M4.0以上の地震が75回発生している。最大規模の地震は15日のM5.9の地震（最大震度1）である。

[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）

北海道地方

2020/06/01 00:00 ~ 2020/06/30 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

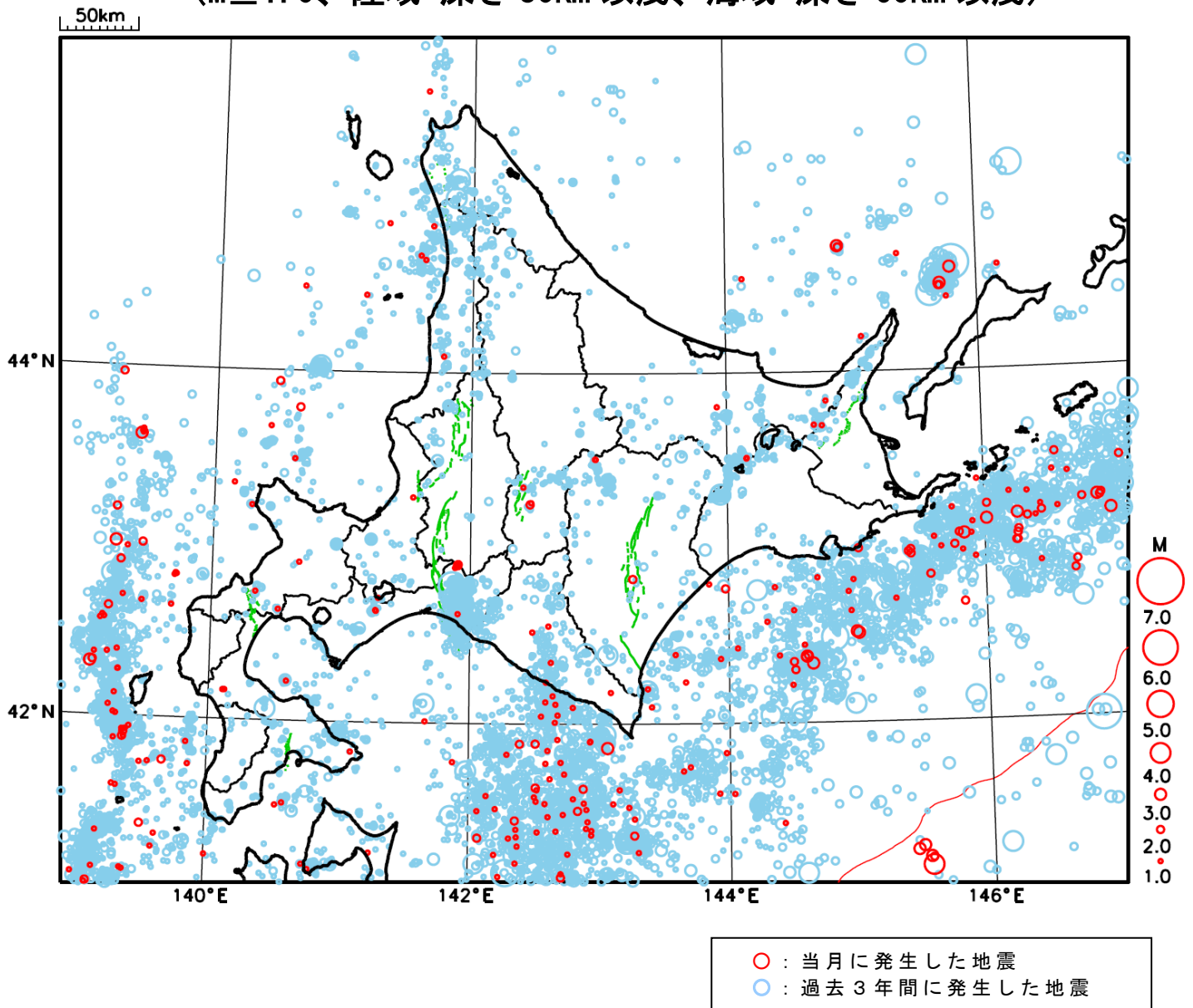
特に目立った地震活動はなかった。

[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

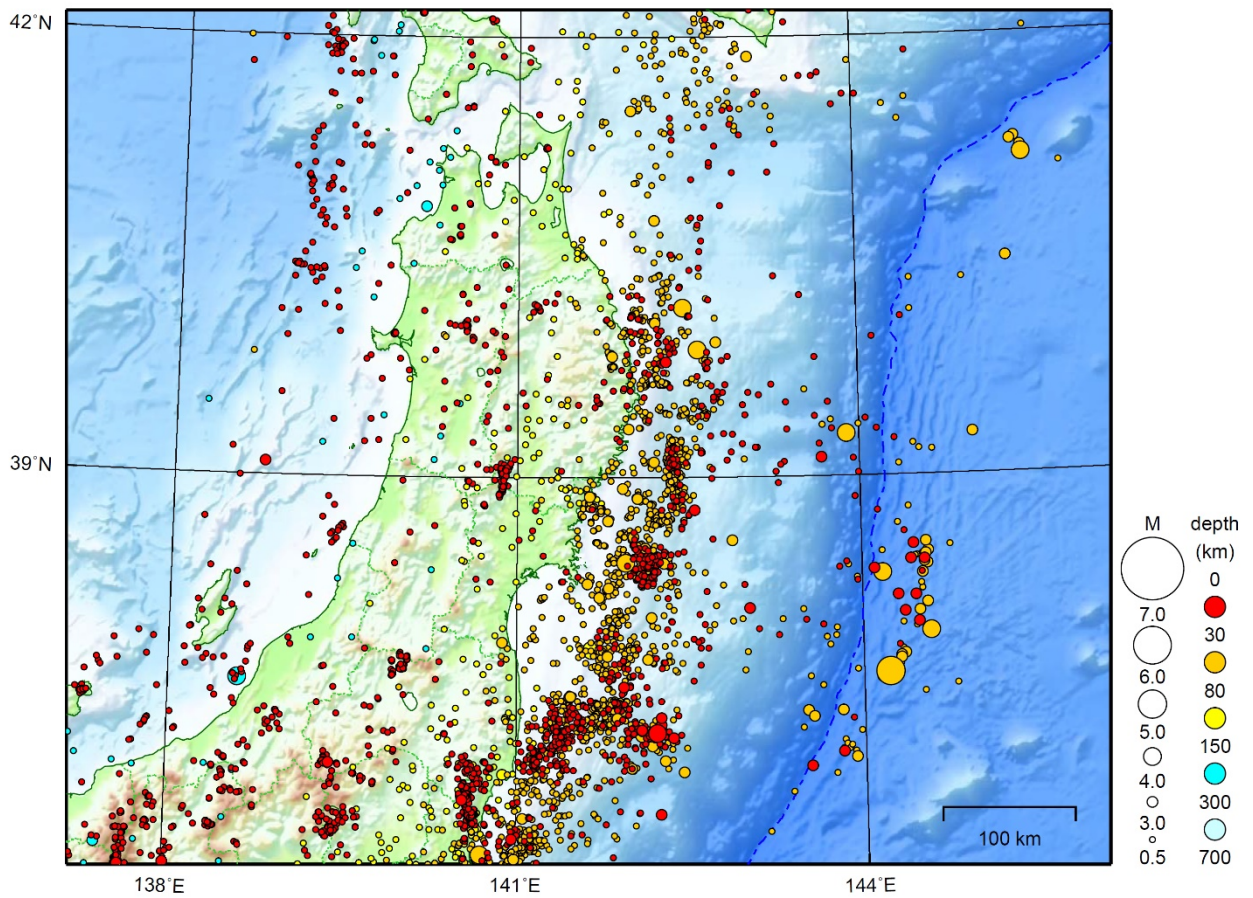
北海道地方における 2020 年 6 月の地震活動

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



東北地方

2020/06/01 00:00 ~ 2020/06/30 24:00



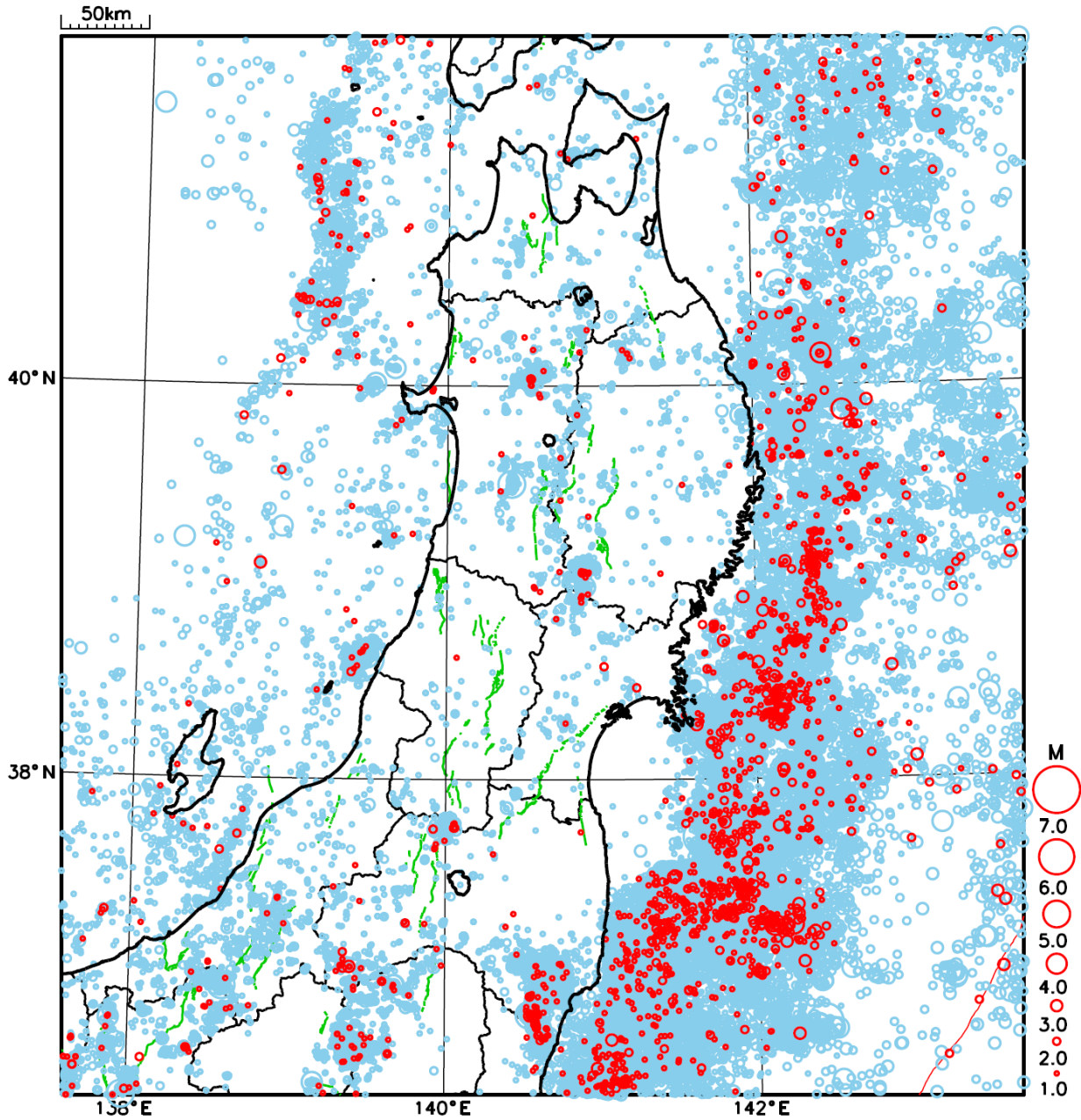
地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOP030、及び米国国立地球物理データセンターのETOP02v2を使用

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

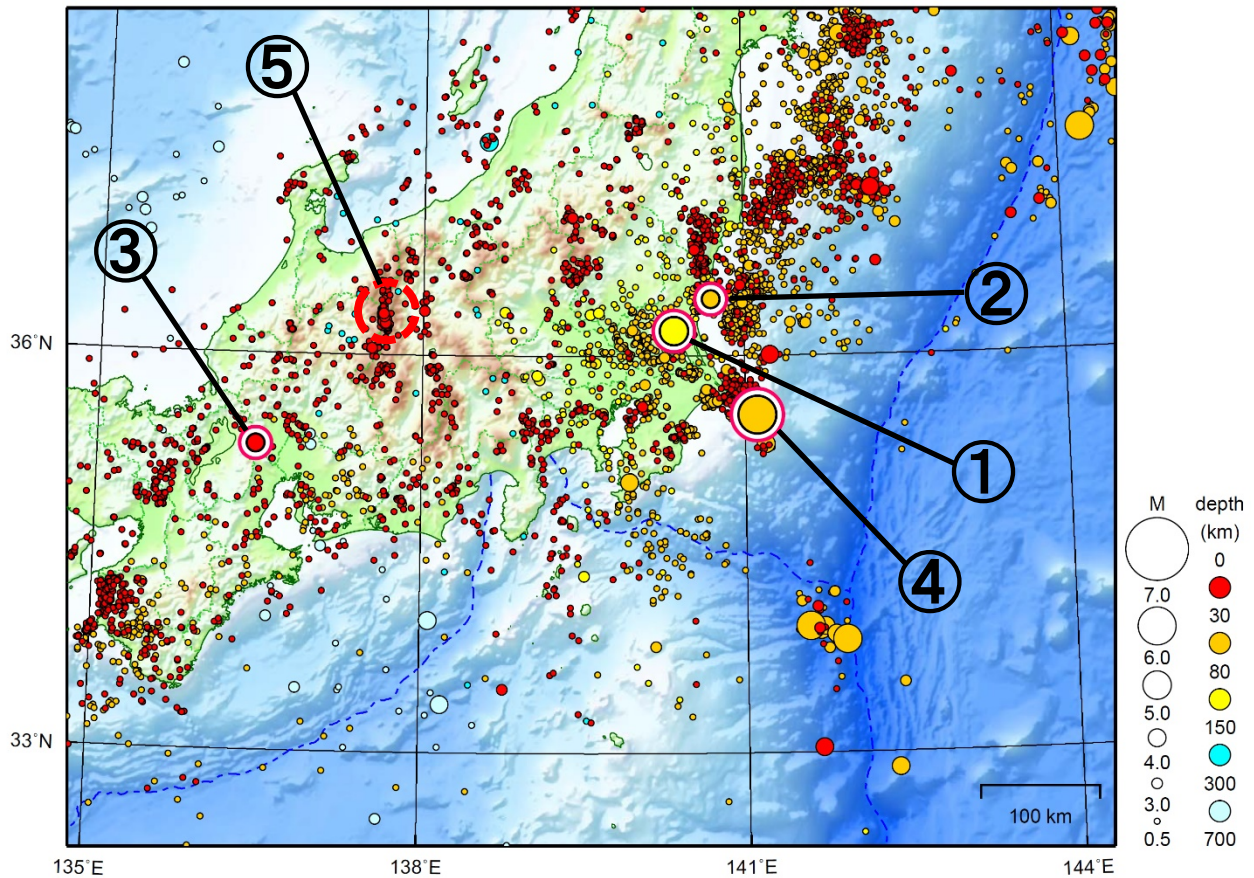
東北地方における 2020 年 6 月の地震活動 ($M \geq 1.0$ 、陸域 深さ 30km 以浅、海域 深さ 60km 以浅)



○ : 当月に発生した地震
○ : 過去 3 年間に発生した地震

関東・中部地方

2020/06/01 00:00 ~ 2020/06/30 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GTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOP02v2を使用

- ① 6月1日に茨城県北部でM5.2の地震（最大震度4）が発生した。
- ② 6月4日に茨城県沖でM4.8の地震（最大震度4）が発生した。
- ③ 6月17日に岐阜県美濃中西部でM4.4の地震（最大震度4）が発生した。
- ④ 6月25日に千葉県東方沖でM6.1の地震（最大震度5弱）が発生した。
- ⑤ 長野・岐阜県境付近では6月中に最大震度2を観測した地震が2回、最大震度1を観測した地震が11回発生した。

情報発表に用いた震央地名は〔長野県中部〕及び〔岐阜県飛騨地方〕である。

（上記期間外）

7月5日に長野県中部でM4.8の地震（最大震度3）が発生した。

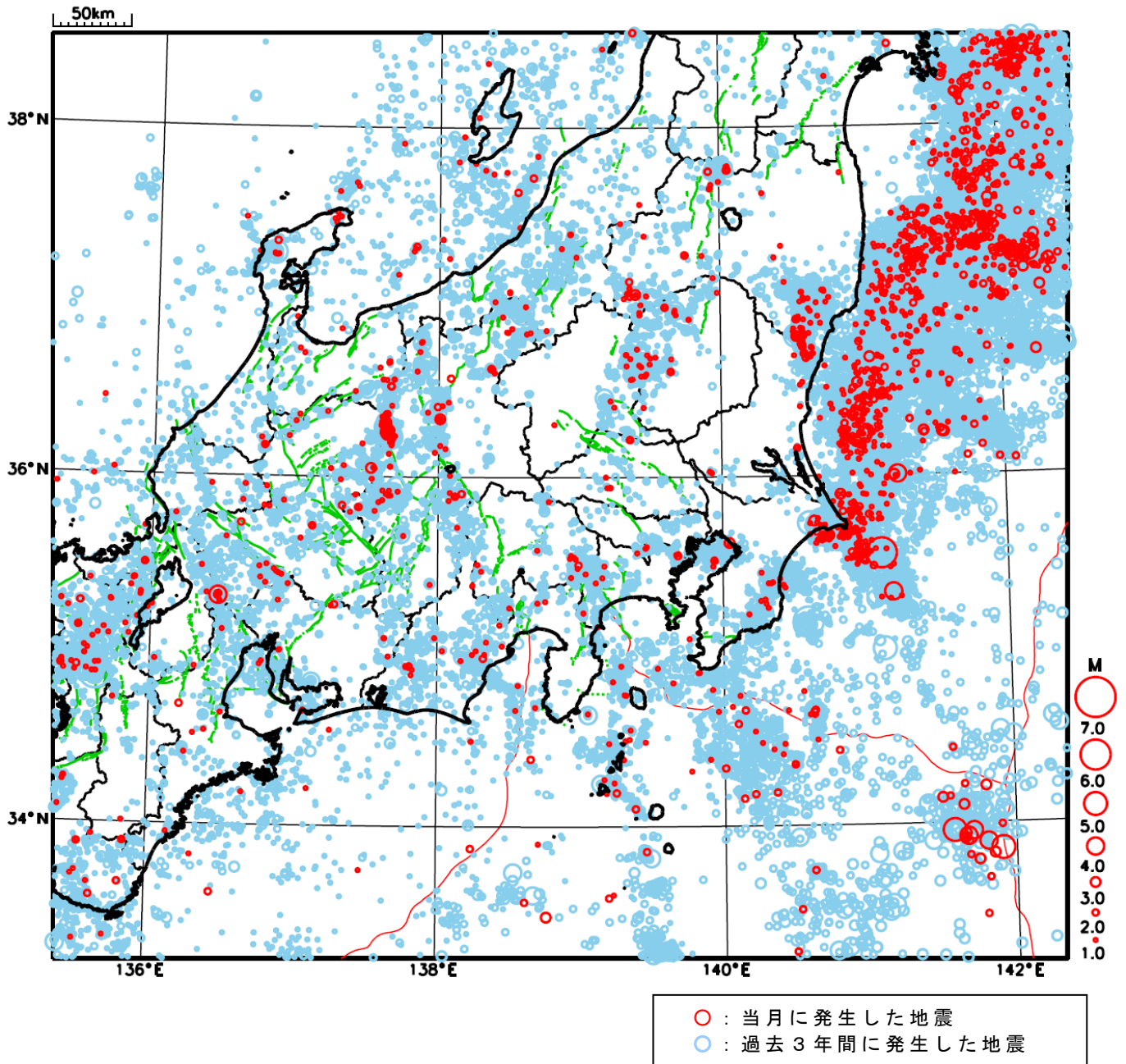
この地震は⑤の長野・岐阜県境付近の一連の地震活動の中で発生した。

情報発表に用いた震央地名は〔岐阜県飛騨地方〕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。]

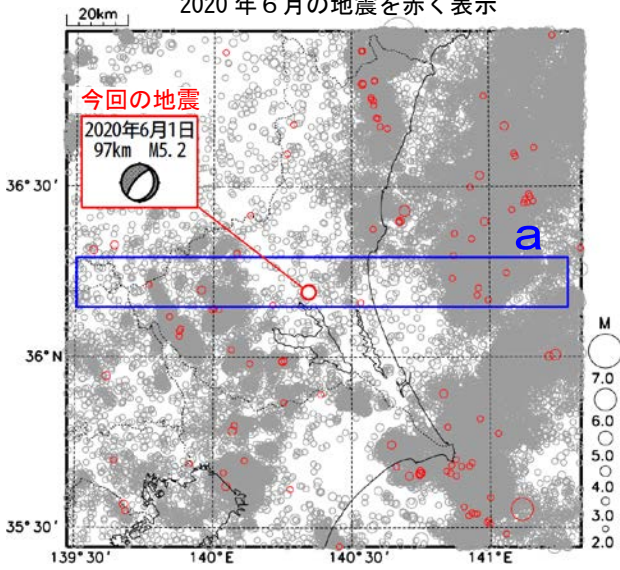
気象庁・文部科学省

関東・中部地方における 2020 年 6 月の地震活動 ($M \geq 1.0$ 、陸域 深さ 30km 以浅、海域 深さ 60km 以浅)



6月1日 茨城県北部の地震

震央分布図
(1997年10月1日～2020年6月30日、
深さ0～150km、 $M \geq 2.0$)
2020年6月の地震を赤く表示

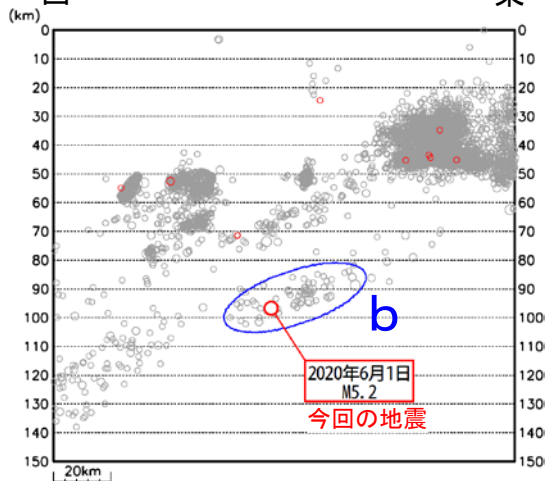


2020年6月1日06時02分に、茨城県北部の深さ97kmでM5.2の地震（最大震度4）が発生した。この地震は、太平洋プレート内部で発生した。この地震の発震機構は、太平洋プレートの沈み込む方向に張力軸を持つ型である。

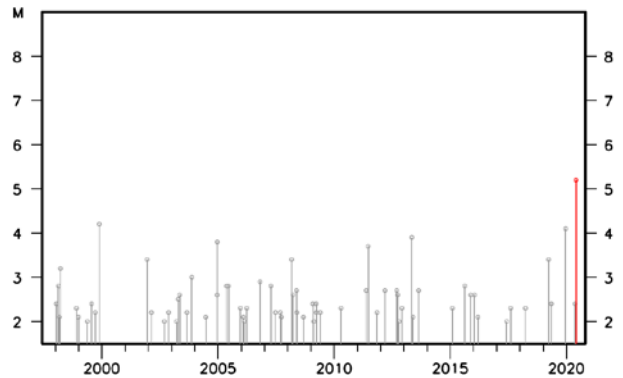
1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近（領域b）では、M5.0以上の地震は今回の地震のみである。

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、M5.0以上の地震が時々発生している。

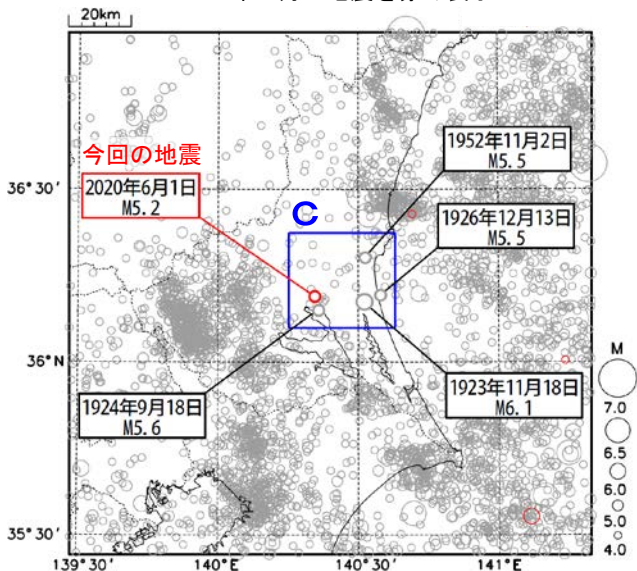
西 領域a内の断面図（東西投影）東



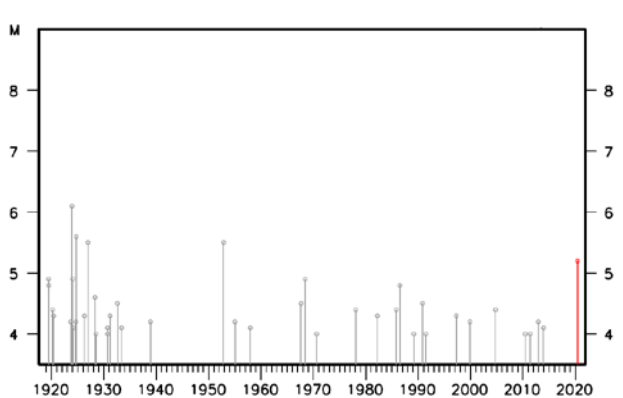
領域b内のM-T図



震央分布図
(1919年1月1日～2020年6月30日、
深さ0～150km、 $M \geq 4.0$)
2020年6月の地震を赤く表示



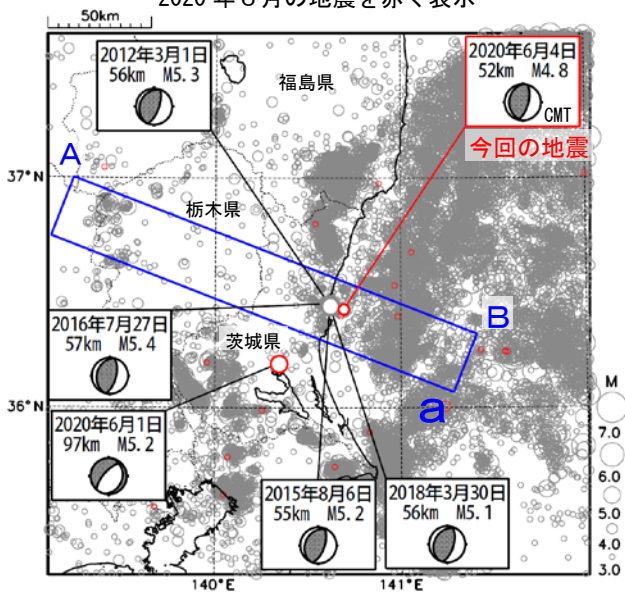
領域c内のM-T図



気象庁作成

6月4日 茨城県沖の地震

震央分布図
(1997年10月1日～2020年6月30日、
深さ0～150km、 $M \geq 3.0$)
2020年6月の地震を赤く表示

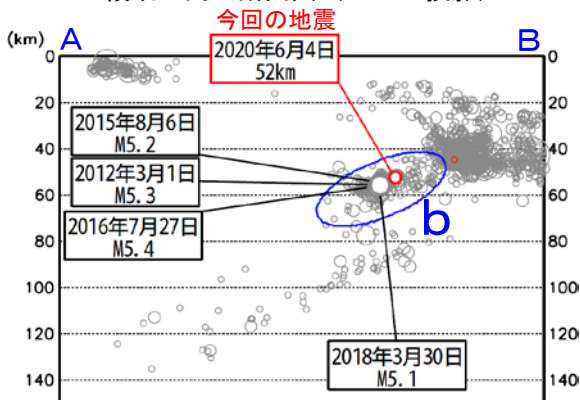


2020年6月4日05時31分に茨城県沖の深さ52kmでM4.8の地震(最大震度4)が発生した。この地震は、発震機構(CMT解)が東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した。

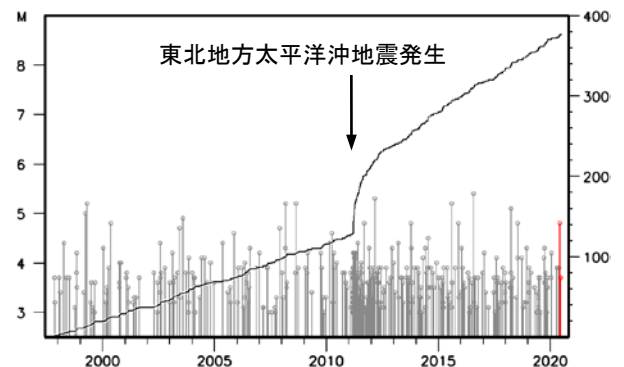
1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近(領域b)は、M5.0以上の地震が時々発生している。東北地方太平洋沖地震の発生以降、活動がより活発になっており、2012年3月1日にはM5.3の地震(最大震度5弱)、2016年7月27日にはM5.4の地震(最大震度5弱)などが発生している。

1919年以降の活動をみると、今回の地震の震央付近(領域c)では、M5.0以上の地震が度々発生しており、このうち、1930年6月1日に発生したM6.5の地震(最大震度5)では、がけ崩れ、煙突倒壊などの被害が生じた(被害は「日本被害地震総覧」による)。

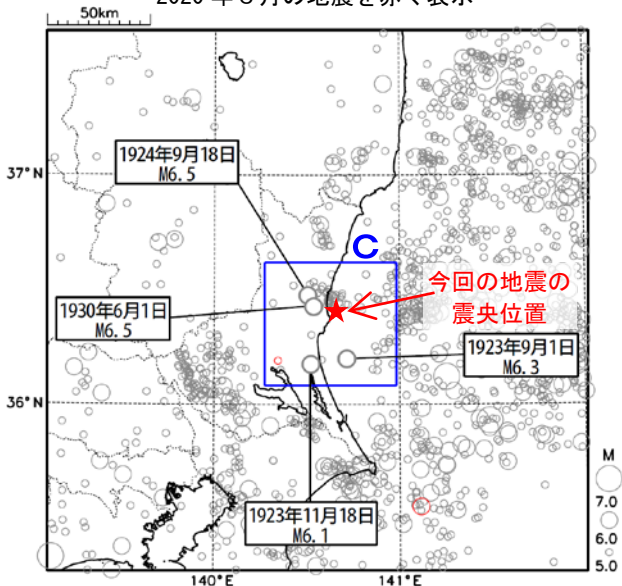
領域a内の断面図(A-B投影)



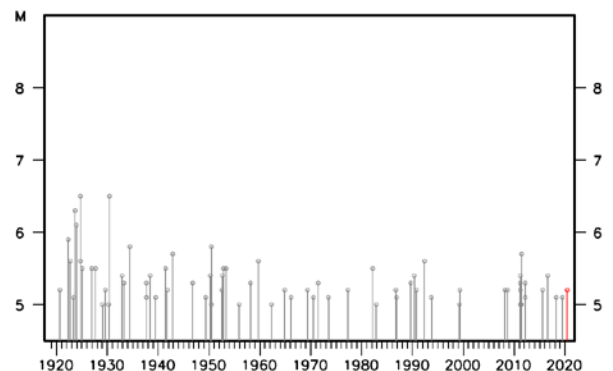
領域b内のM-T図及び回数積算図



震央分布図
(1919年1月1日～2020年6月30日、
深さ0～150km、 $M \geq 5.0$)
2020年6月の地震を赤く表示

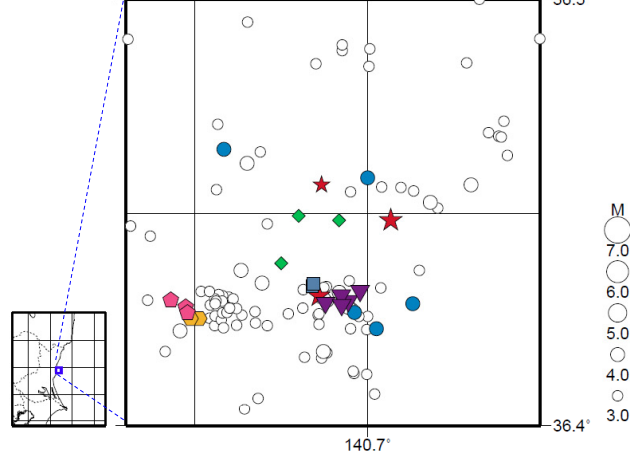


領域c内のM-T図



6月4日 茨城県沖の地震（相似地震）

震央分布図 (1988年10月1日~2020年6月4日、深さ0~100km、M \geq 3.0)

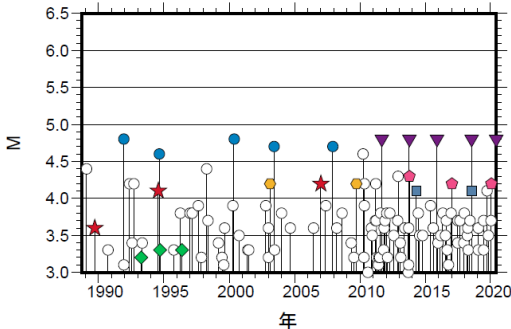


発生間隔と推定年平均すべり量 ※2

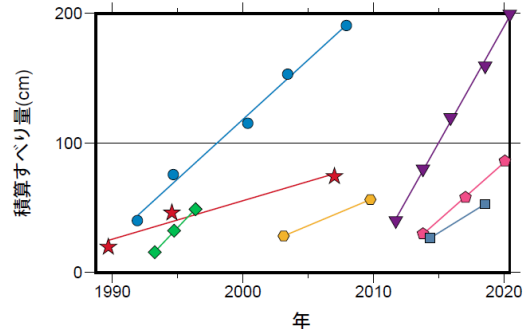
グループ	回数	平均M	震度		発生間隔			平均すべり量 (cm/年)
			最大	最小	平均	最短	最大	
★ A	3	3.97	3	2	8.65	4.86	12.44	2.97
● B	5	4.72	4	3	3.99	2.72	5.71	9.23
◆ C	3	3.27	2	2	1.56	1.45	1.66	10.58
● D	2	4.20	3	3	6.63	6.63	6.63	4.23
▼ E	5	4.80	4	4	2.18	1.88	2.65	17.91
◆ F	3	4.23	4	4	3.13	3.01	3.25	8.97
■ G	2	4.10	3	3	4.23	4.23	4.23	6.26

2020年6月4日の茨城県沖の地震 (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 ▼ : 今回を含めM4.8の5地震) ※1。

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相関係数の中央値が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相関係数を用いて機械的に行っている [溜淵ほか, 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。

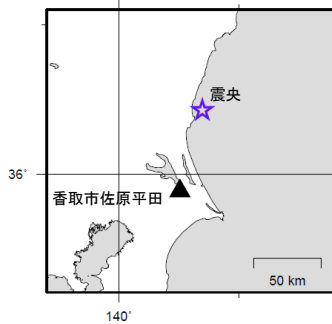
● 波形例

強震波形 相関解析

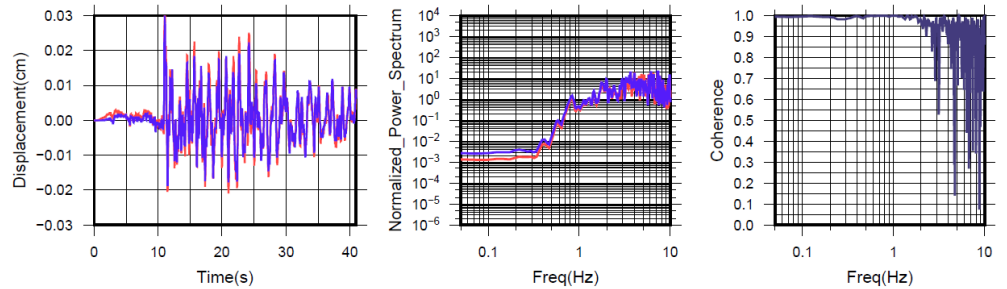
観測点名: 香取市佐原平田 (521)

2018/07/17 04:34:12 M4.8 (赤線)

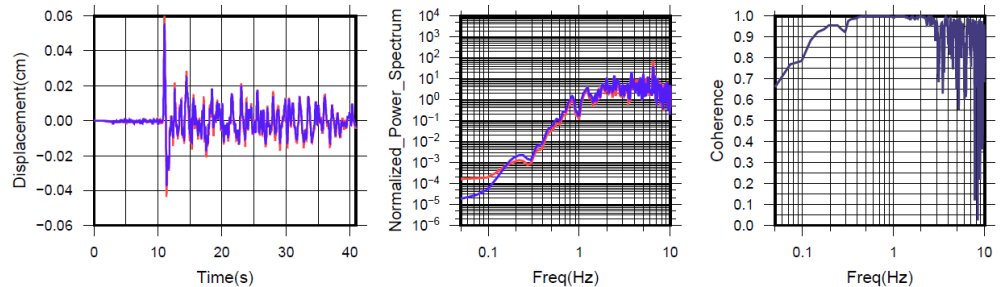
2020/06/04 05:31:18 M4.8 (青線)



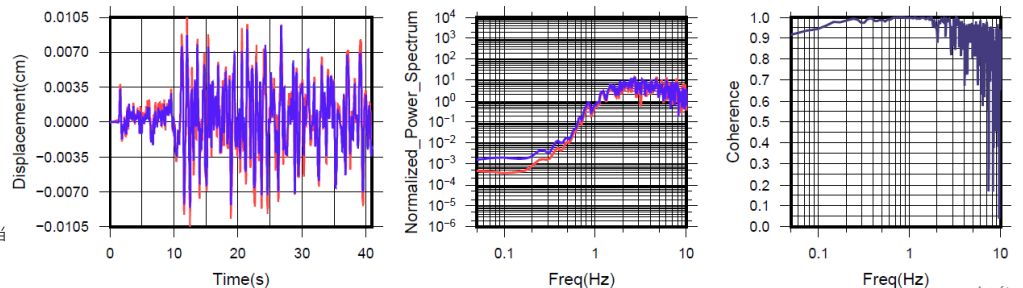
N S成分: Cocr=1.00 (0.34 - 1.42 Hz)



E W成分: Cocr=1.00 (0.34 - 1.42 Hz)



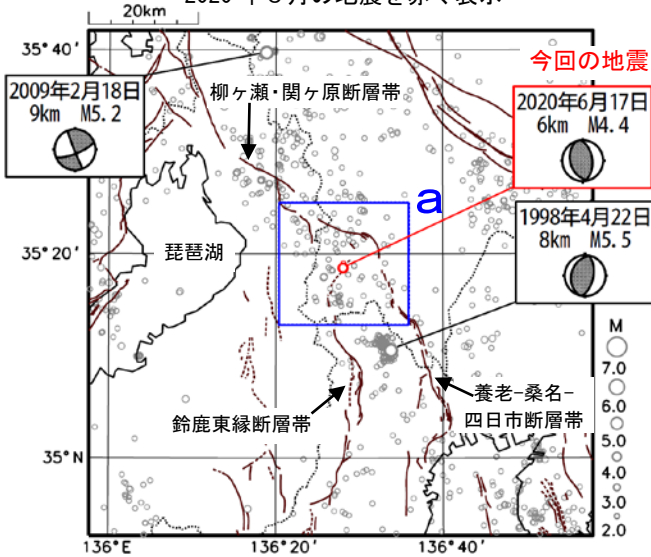
U D成分: Cocr=1.00 (0.34 - 1.42 Hz)



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て求めたもの

6月17日 岐阜県美濃中西部の地震

震央分布図
(1997年10月1日～2020年6月30日、
深さ0～20km、M≥2.0)
2020年6月の地震を赤く表示

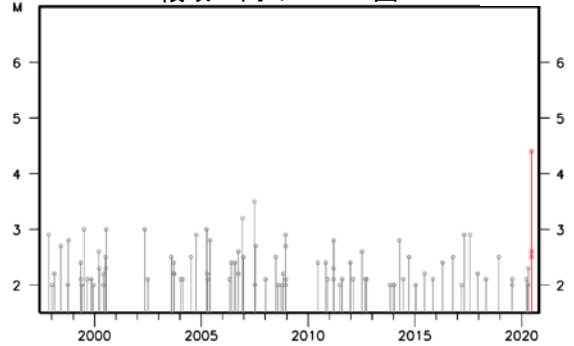


茶線は地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。

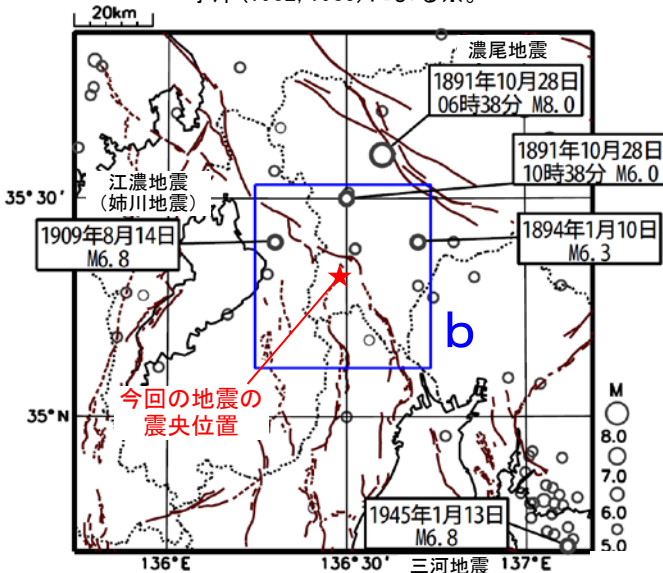
2020年6月17日15時03分に岐阜県美濃中西部の深さ6kmでM4.4の地震（最大震度4）が発生した。この地震は、地殻内で発生した。この地震の発震機構は、東西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

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a）では、これまでM3.0程度の地震が時々発生していたが、M4.0を超える地震は今回が初めてであった。また、今回の地震の震央周辺では、1998年4月22日にM5.5の地震（最大震度4）が発生し、負傷者2人、住家一部破損5棟などの被害が生じた（総務省消防庁による）。

領域a内のM-T図

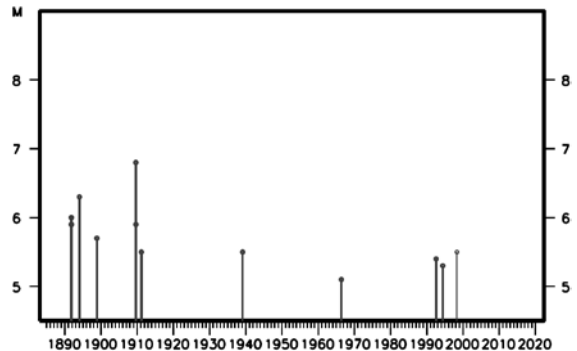


震央分布図
(1885年1月1日～2020年6月30日、
深さ0～60km、M≥5.0)
震源要素は、1885年～1918年は茅野・宇津(2001)、
宇津(1982, 1985)による※。



1885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、1909年8月14日に江濃地震（姉川地震、M6.8）が発生するなど、1890年代から1910年代にかけて地震活動が活発であった。

領域b内のM-T図



※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, 439-642, 1985.

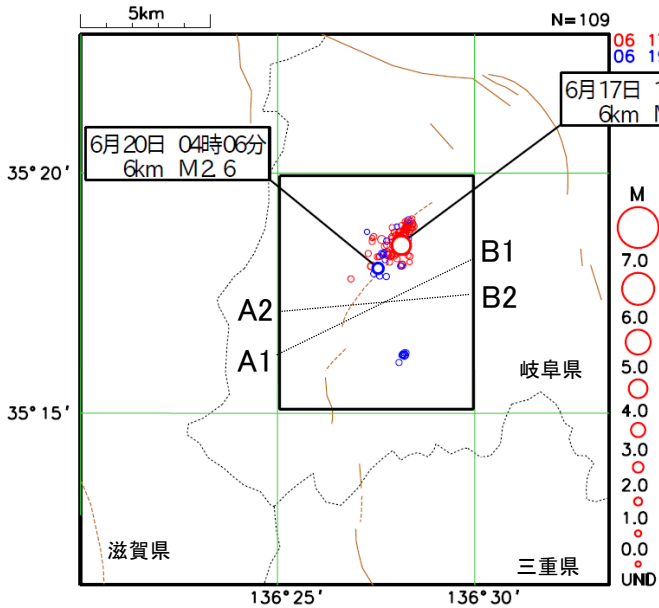
茅野一郎・宇津徳治, 日本の主な地震の表, 「地震の事典」第2版, 朝倉書店, 2001, 657pp.

6月17日岐阜県美濃中西部の地震 (波形相関DD法による震源分布)

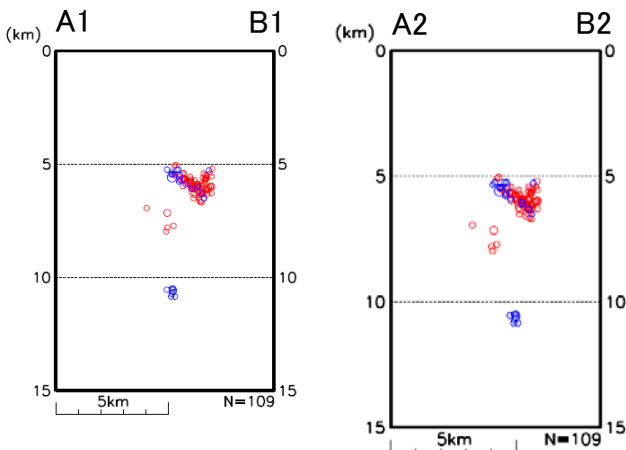
期間：2020年6月17日00時～6月23日24時

フラグ：KkA M:0.0以上

最大規模の地震（M4.4）から半径10km以内の地震を対象
断層面解1・2の走向に直交するように断面を描画



茶線は地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。



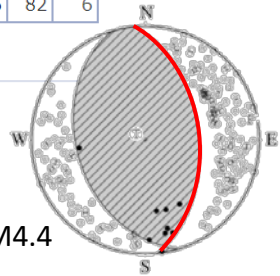
震源分布は断層面解2（東下がりの節面）に調和的である。
なお、最大規模の地震（M4.4）は分布の深い側に位置し、次に規模が大きい地震（M2.6）は分布の浅い側に位置する。

発震機構解

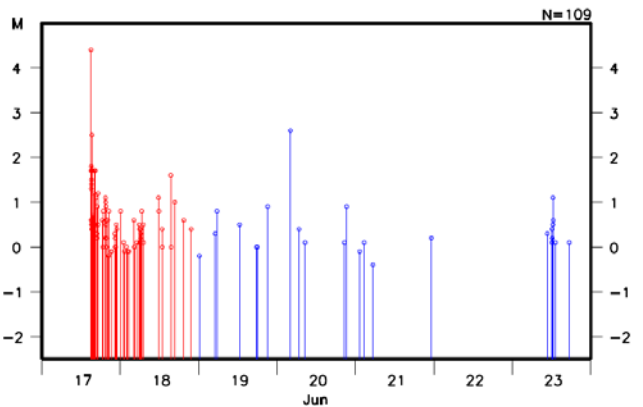
	走向	傾斜	すべり角		P軸	T軸	N軸
断層面解1	163	39	81	方位	79	304	170
断層面解2	354	51	97	傾斜	6	82	6

使用観測点数とスコア

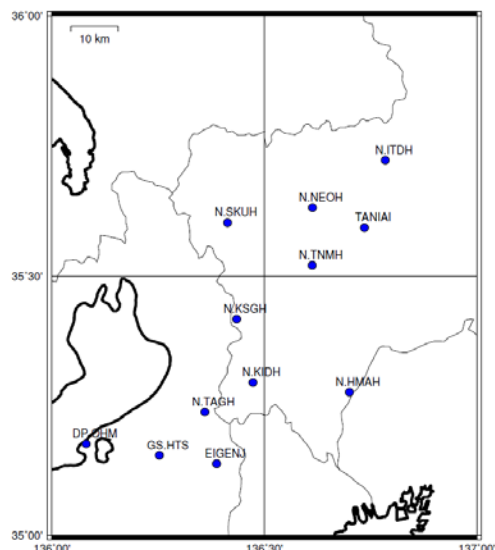
観測点数 189点 スコア 100%



6/17 15:03 M4.4



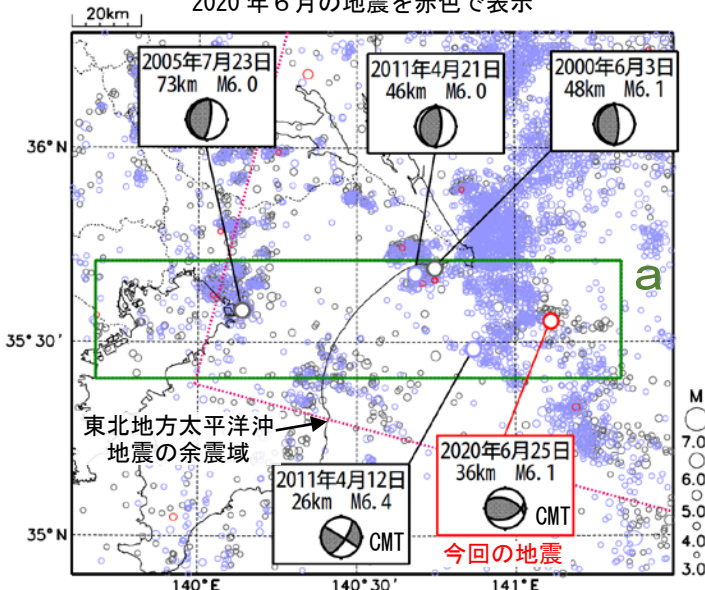
震源再計算に使用した観測点



6月25日 千葉県東方沖の地震

震央分布図

(1997年10月1日～2020年6月30日、
深さ0～100km、 $M \geq 3.0$)
2011年3月11日14時46分以降を薄青色で、
2020年6月の地震を赤色で表示

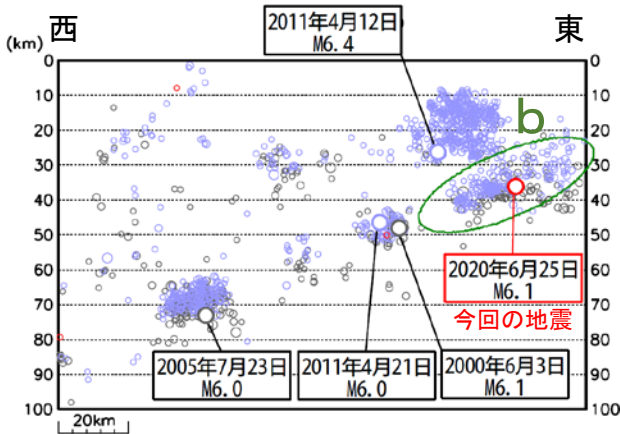


2020年6月25日04時47分に、千葉県東方沖の深さ36kmで $M 6.1$ の地震 (最大震度5弱) が発生した。この地震の発震機構 (CMT解) は、南北方向に圧力軸を持つ逆断層型である。この地震により、重傷者1人、軽傷者1人の被害が生じた (7月2日現在、総務省消防庁による)。

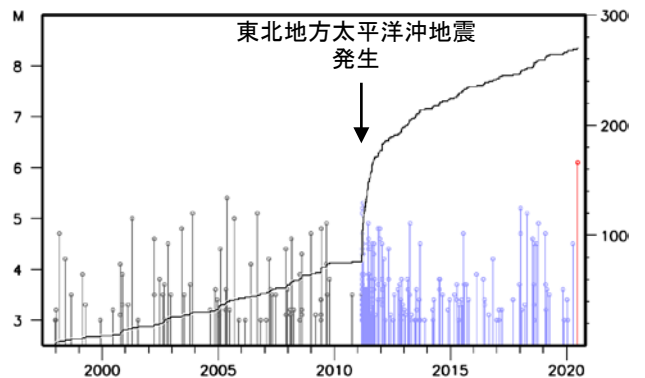
1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近 (領域b) では、「平成23年 (2011年) 東北地方太平洋沖地震」 (以下、東北地方太平洋沖地震) 以降、活動が活発であった。領域bの近傍では、2011年4月12日に $M 6.4$ の地震 (最大震度5弱) が発生している。

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、 $M 6.0$ 以上の地震が時々発生しており、1923年6月2日には $M 7.1$ の地震が発生した。なお、その7日前の5月26日に $M 6.2$ の地震が、2日前の5月31日に $M 6.1$ の地震が発生している。

領域a内の断面図 (東西投影)

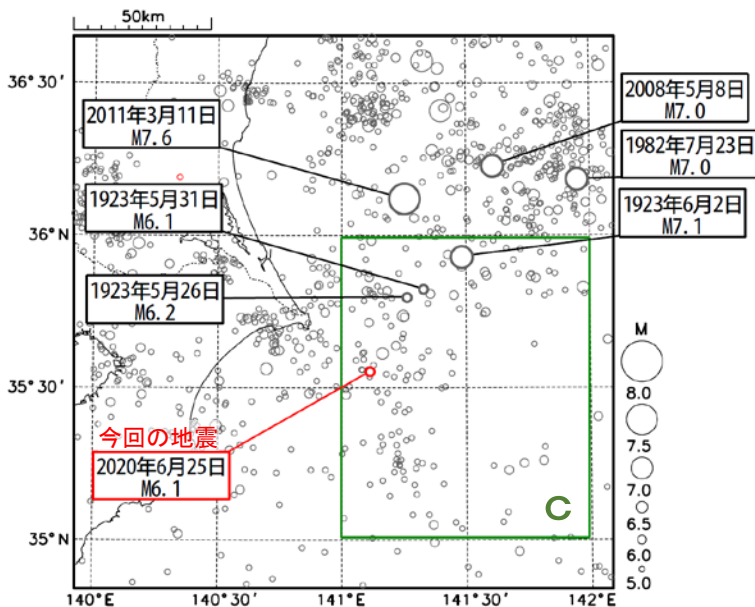


領域b内のM-T図及び回数積算図

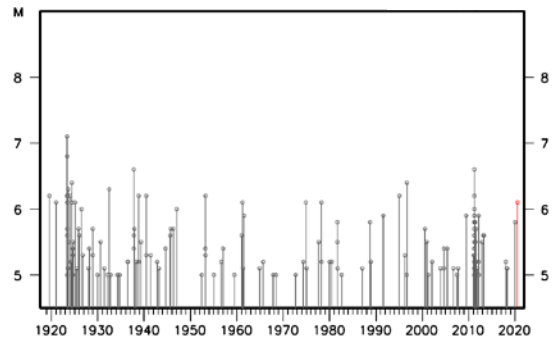


震央分布図

(1919年1月1日～2020年6月30日、
深さ0～150km、 $M \geq 6.0$)
2020年6月の地震を赤く表示



領域c内のM-T図

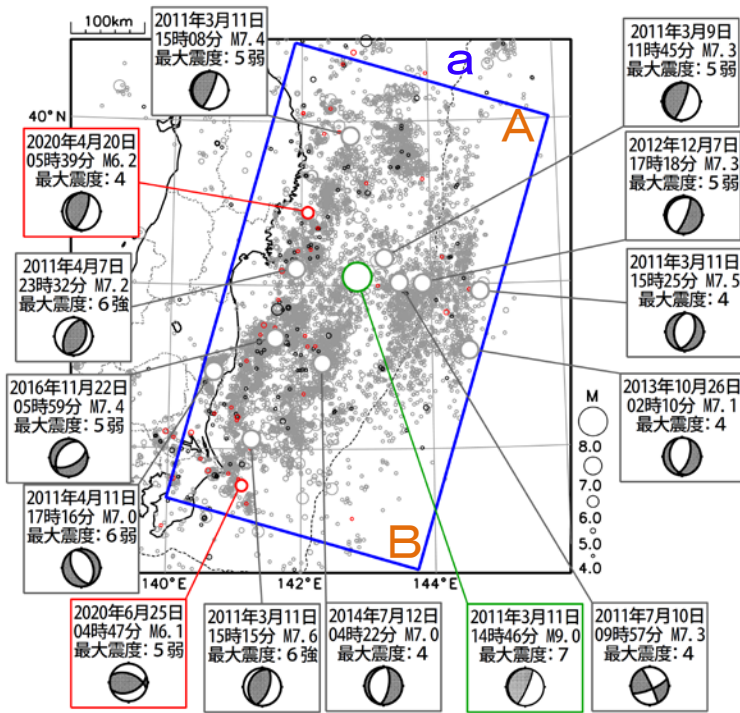


気象庁作成

平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の余震活動

震央分布図

(2011年3月1日～2020年6月30日、深さすべて、 $M \geq 4.0$)
 2019年6月以前の地震を薄く、2019年7月～2020年3月の地震を濃く、
 2020年4月～2020年6月の地震を赤く表示。図中の発震機構はCMT解。

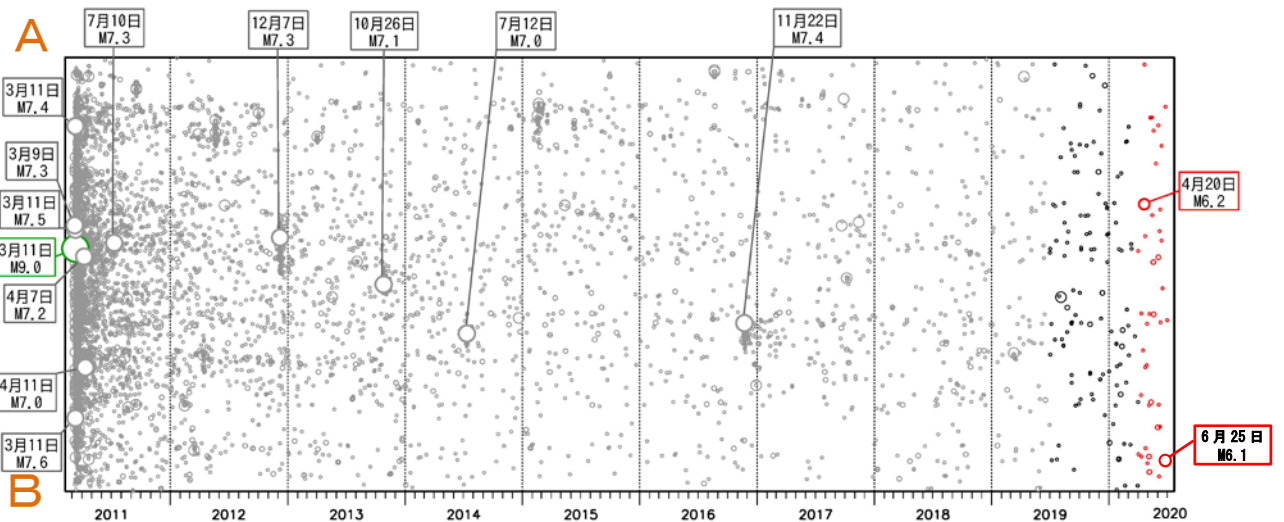


2011年3月11日に発生した「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」の余震回数は次第に少なくなってきているものの、本震発生以前に比べて地震回数の多い状態が継続している。

余震域で発生したM4.0以上の地震回数は、本震発生後1年間（5,383回）と比べて、8年後からの1年間（2019年3月11日14時46分～2020年3月11日14時45分：175回）では30分の1以下にまで、時間の経過とともに大局的には減少してきている。しかし、本震発生前の平均的な地震回数（2001年～2010年の年平均回数：138回）に比べると引き続き地震回数が多い状態にある。

領域a内のM7.0以上の地震、2020年4月～2020年6月の最大規模の地震及び2020年6月25日の千葉県東方沖の地震（M6.1）に吹き出しをつけた。吹き出し緑枠の地震は、2011年3月11日M9.0の本震である。

領域a内の地震の時空間分布（A-B投影）



領域a内の地震の月別回数（ $M \geq 4.0$ ）

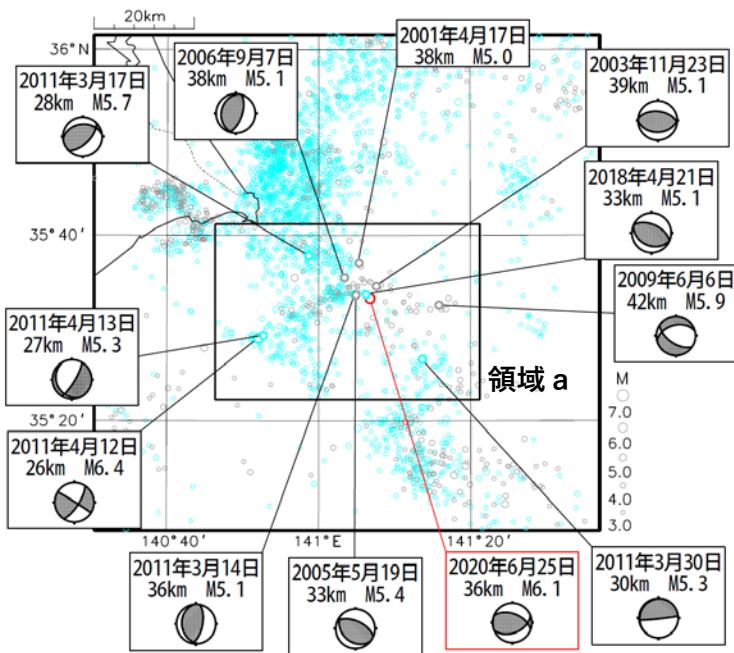


気象庁作成

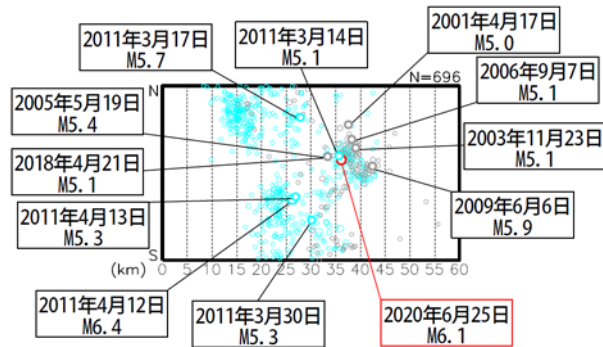
6月25日 千葉県東方沖の地震（付近の地震活動、発震機構解）

震央分布図（1997年10月1日～2020年6月30日、 $M \geq 3.0$ 、60km以浅）

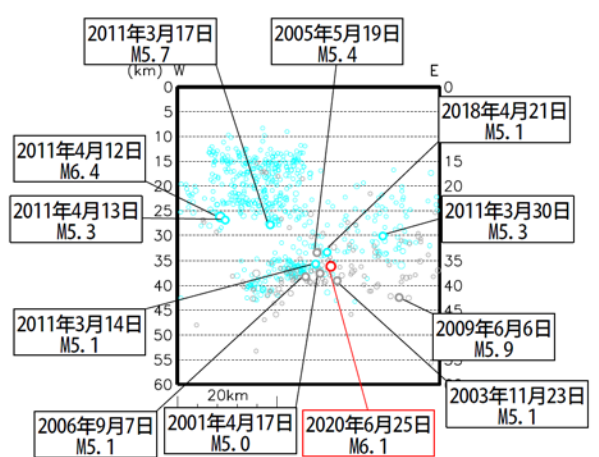
東北地方太平洋沖地震発生前を灰色、同地震発生～2020年5月を水色、2020年6月を赤色で表示



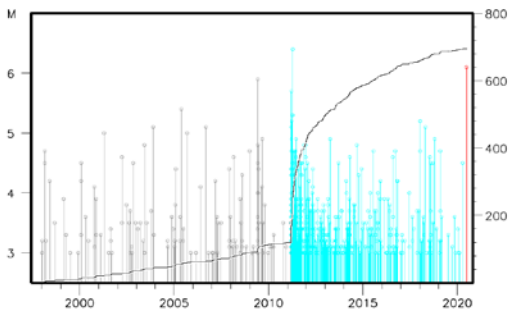
領域 a 内の断面図（南北投影）



領域 a 内の断面図（東西投影）



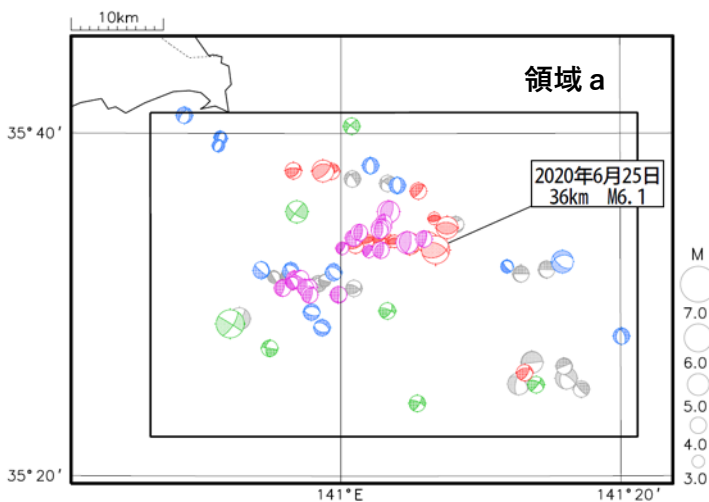
領域 a 内の MT・回数積算図



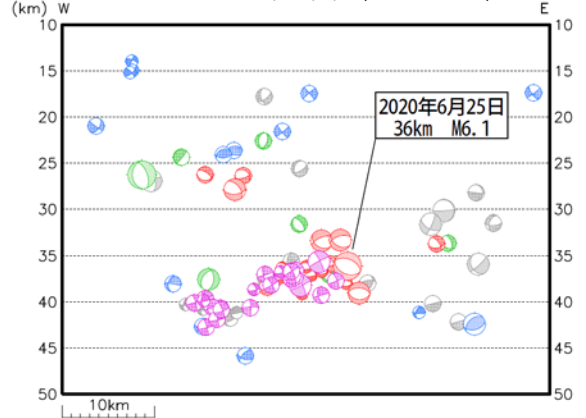
- 2005年5月19日の地震 (M5.4) は「太平洋プレート内部の沈み込みに伴う地震と考えられる」と評価
- 2009年6月6日の地震 (M5.9) は「太平洋プレート内部の地震と考えられる」と評価
- 2011年4月12日の地震 (M6.4) は「フィリピン海プレート内の地震」と評価

発震機構解分布（1997年10月1日～2020年6月30日、 $M \geq 3.0$ 、深さ10～50km）

領域 a 内の解のみ表示し、CMT解・P波初動解 (K登録) が両方ある場合はCMT解をプロット



領域 a 内の断面図（東西投影）



赤：逆断層型、青：正断層型、緑：横ずれ断層型、灰：その他の型、紫：プレート境界型（太平洋プレート～フィリピン海プレート）※で色分け

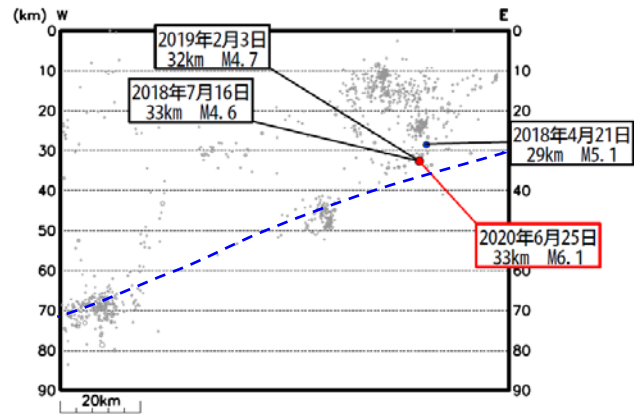
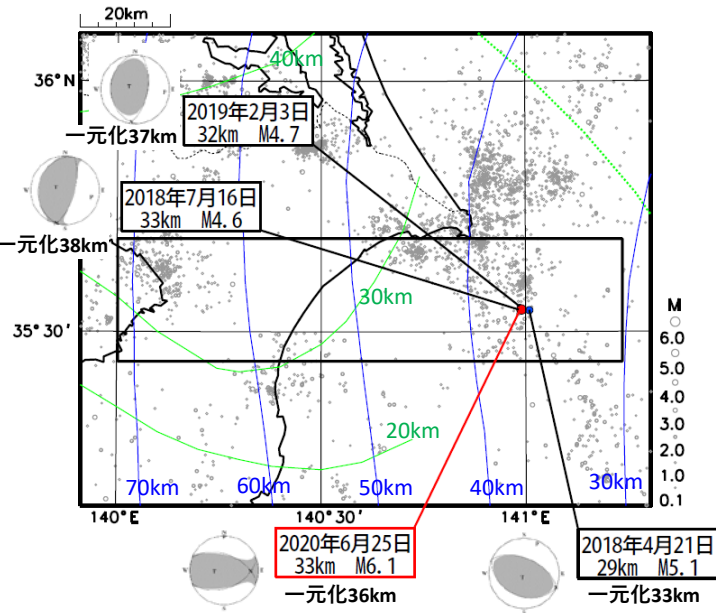
※ここでは、以下条件を満たす発震機構解をプレート境界型と仮定した。
P軸の傾斜角 ≤ 45 度、T軸の傾斜角 ≥ 45 度、N軸の傾斜角 ≤ 20 度、 45 度 \leq P軸の方位角 ≤ 135 度

6月25日 千葉県東方沖の地震 (S-netを使用した震源での比較)

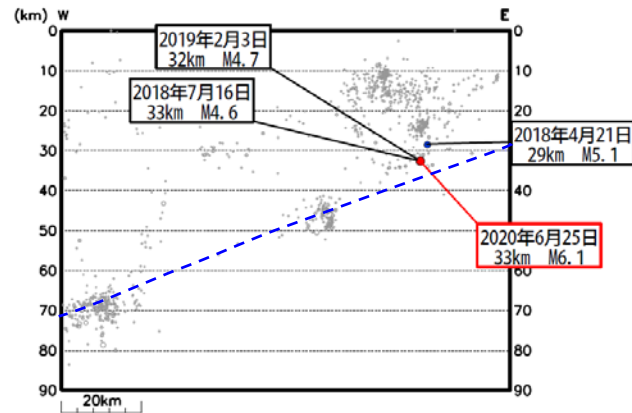
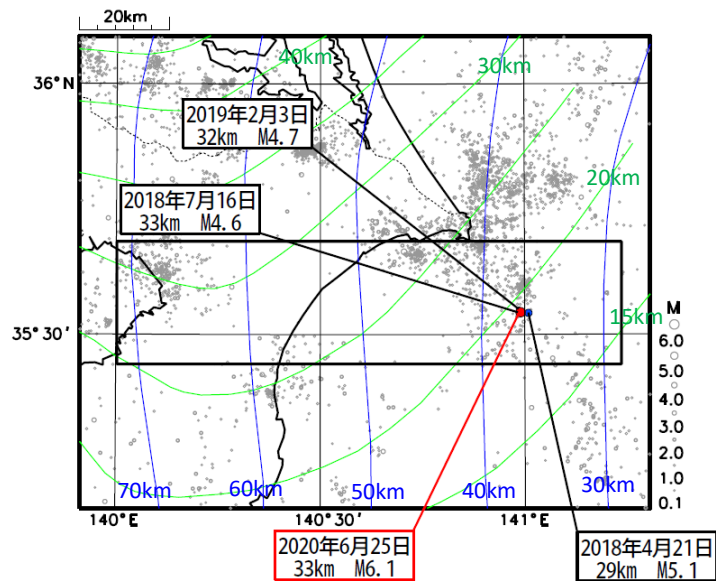
震央分布図 (M ≥ 0.1、90km以浅)

左図矩形内図の断面図 (東西投影)

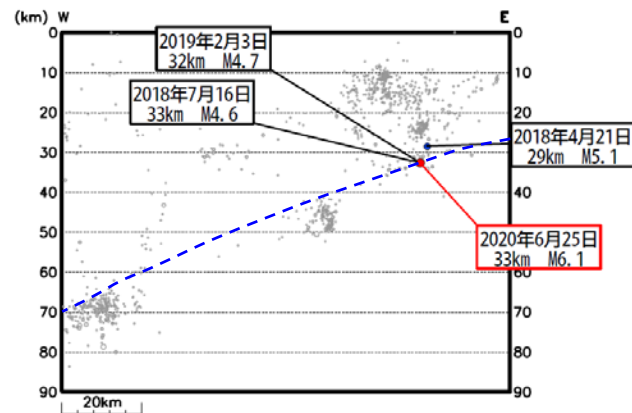
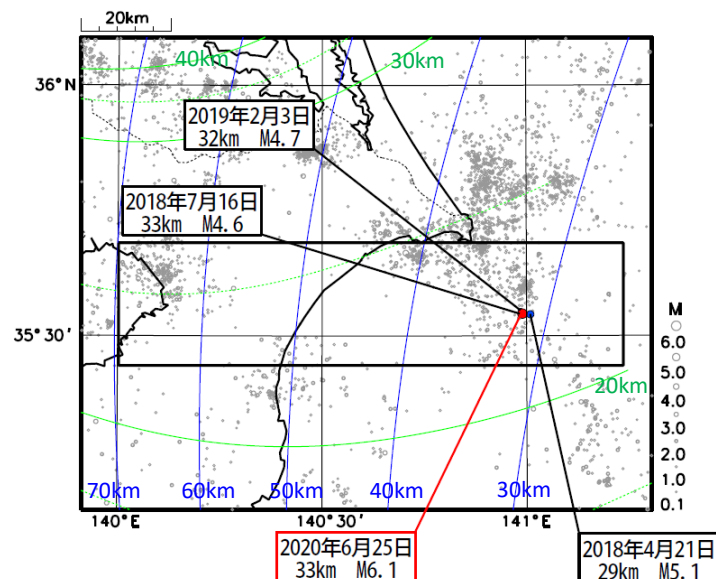
灰色は既存観測点+S-net観測点のデータを使用した自動震源 (2019年10月21日~2020年5月22日09時)、吹き出しの地震はS-net検測値を手動で追加して再決定した震源、発震機構解はCMT解



太平洋プレート (青) 及びフィリピン海プレート (緑) の上面の位置はNakajima and Hasegawa (2006, GRL), 弘瀬・他 (2008, 地震), Nakajima et al. (2009, JGR)による。フィリピン海プレートの北東限 (緑点線) の位置はUchida et al. (2009, EPSL)による。



太平洋プレート (青) 及びフィリピン海プレート (緑) の上面の位置は内閣府 (2013、首都直下地震モデル検討会報告書)による。



太平洋プレート (青) 及びフィリピン海プレート (緑) の上面の位置はIwasaki et al. (2015, AGU Fall Meeting), Lindquist et al. (2004, Eos)による。

長野・岐阜県境付近（長野県中部、岐阜県飛騨地方）の地震活動

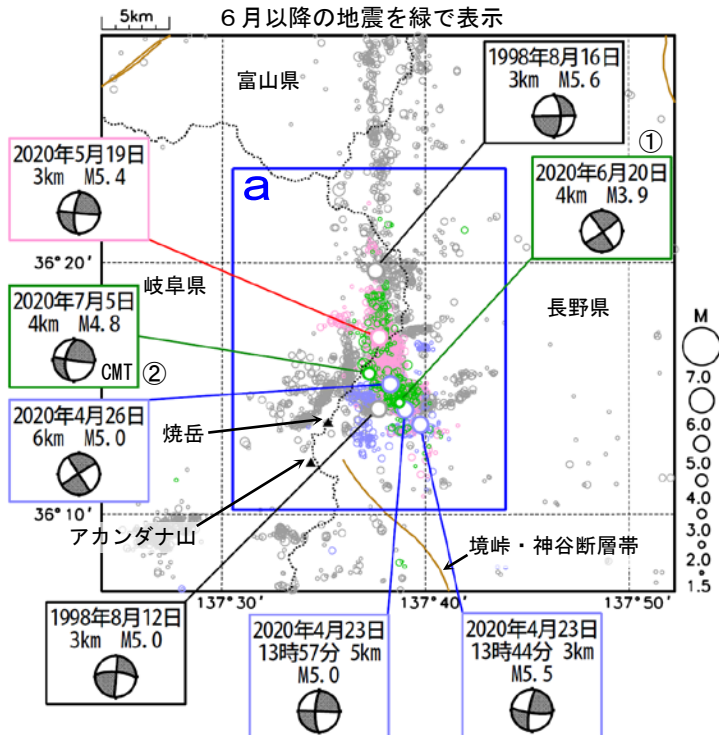
長野・岐阜県境付近（長野県中部、岐阜県飛騨地方）の地殻内（領域a）では、2020年4月から一連の地震活動が続いており、最大震度1以上を観測する地震が6月は13回（最大震度2：2回、最大震度1：11回）発生した。領域a内で6月に発生した地震の内、最大規模の地震は6月20日03時03分に発生した長野県中部の地震（M3.9、最大震度2；図中の①の地震）であった。

また、一連の活動では、7月5日15時09分に長野県中部（情報発表に用いた震央地名は〔岐阜県飛騨地方〕）の深さ4kmでM4.8の地震（最大震度3；図中の②の地震）が発生した。この地震の発震機構（CMT解）は、北北西－南南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型である。

震央分布図

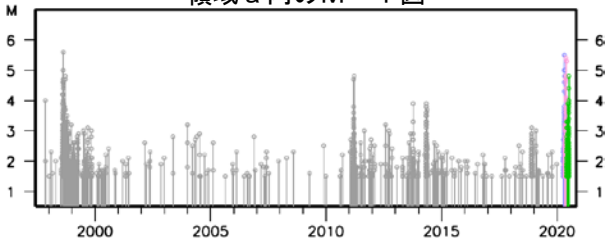
(1997年10月1日～2020年7月5日、深さ0～30km、M≥1.5)

2020年4月の地震を薄青、5月の地震を薄赤、6月以降の地震を緑で表示



茶線は地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。

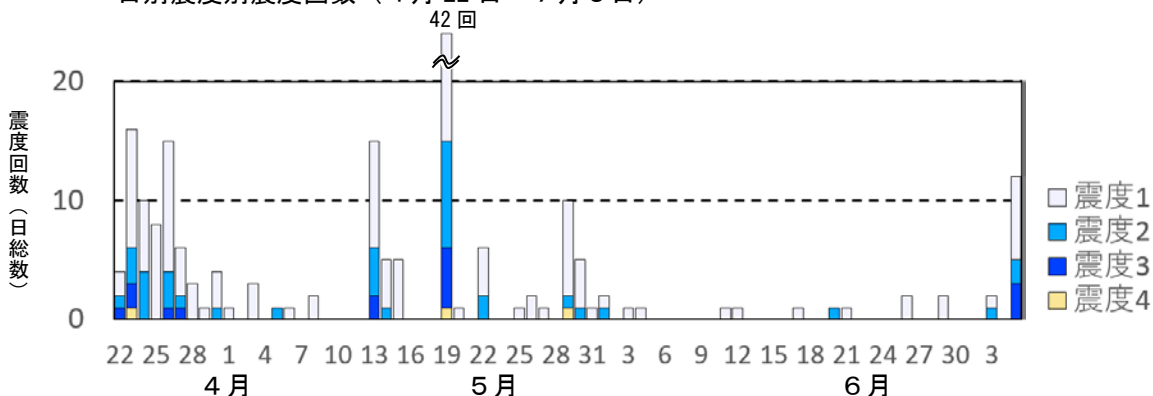
領域a内のM-T図



日別震度別回数表 (2020年4月22日～7月5日)

月日	震度1	震度2	震度3	震度4	合計
4月合計	48	13	5	1	67
5月合計	74	19	7	2	102
6/1	1	1	0	0	2
6/2	0	0	0	0	0
6/3	1	0	0	0	1
6/4	1	0	0	0	1
6/5	0	0	0	0	0
6/6	0	0	0	0	0
6/7	0	0	0	0	0
6/8	0	0	0	0	0
6/9	0	0	0	0	0
6/10	0	0	0	0	0
6/11	1	0	0	0	1
6/12	1	0	0	0	1
6/13	0	0	0	0	0
6/14	0	0	0	0	0
6/15	0	0	0	0	0
6/16	0	0	0	0	0
6/17	1	0	0	0	1
6/18	0	0	0	0	0
6/19	0	0	0	0	0
6/20	0	1	0	0	1
6/21	1	0	0	0	1
6/22	0	0	0	0	0
6/23	0	0	0	0	0
6/24	0	0	0	0	0
6/25	0	0	0	0	0
6/26	2	0	0	0	2
6/27	0	0	0	0	0
6/28	0	0	0	0	0
6/29	2	0	0	0	2
6/30	0	0	0	0	0
7/1	0	0	0	0	0
7/2	0	0	0	0	0
7/3	1	1	0	0	2
7/4	0	0	0	0	0
7/5	7	2	3	0	12
合計	141	37	15	3	196

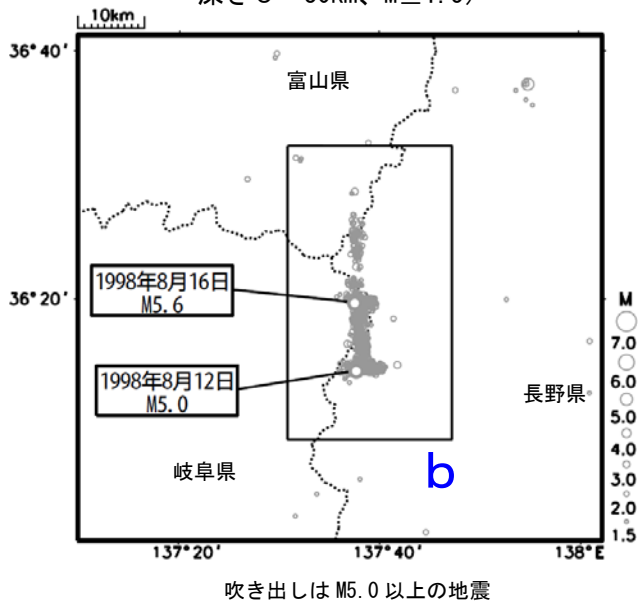
日別震度別震度回数（4月22日～7月5日）



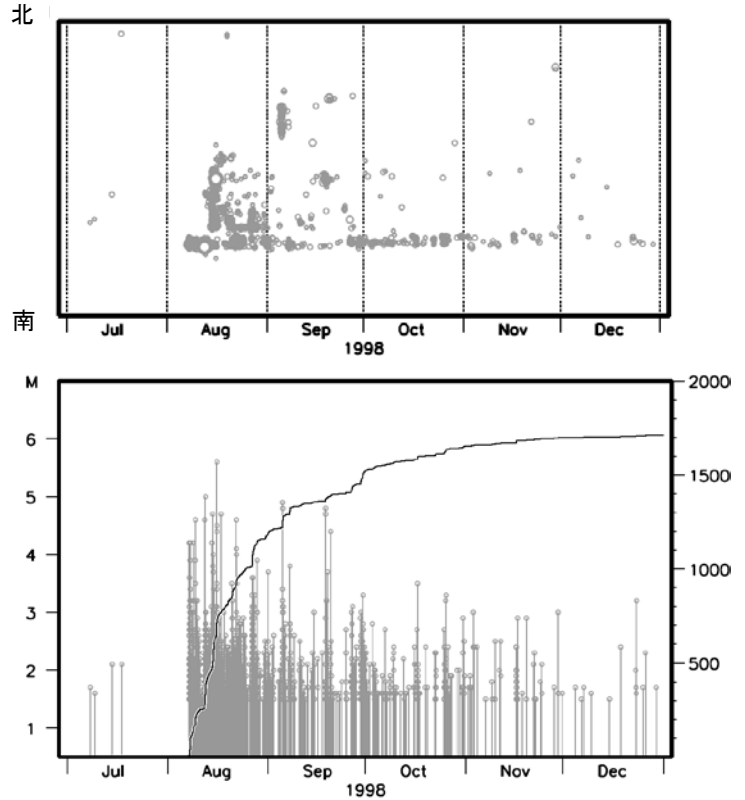
気象庁作成

今回の地震活動と1998年の地震活動を比較してみると、今回の地震活動では6月も、1998年の地震活動の範囲内に収まっている。また、活動開始から約3ヶ月が経過し、1998年の時と同様に活動は消長を繰り返しながら推移している。

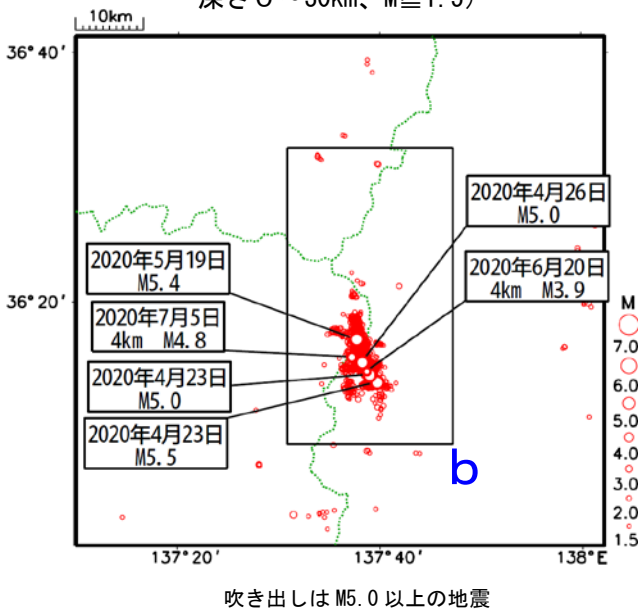
1998年の地震活動の震央分布図
(1998年7月1日～12月31日、
深さ0～30km、 $M \geq 1.5$)



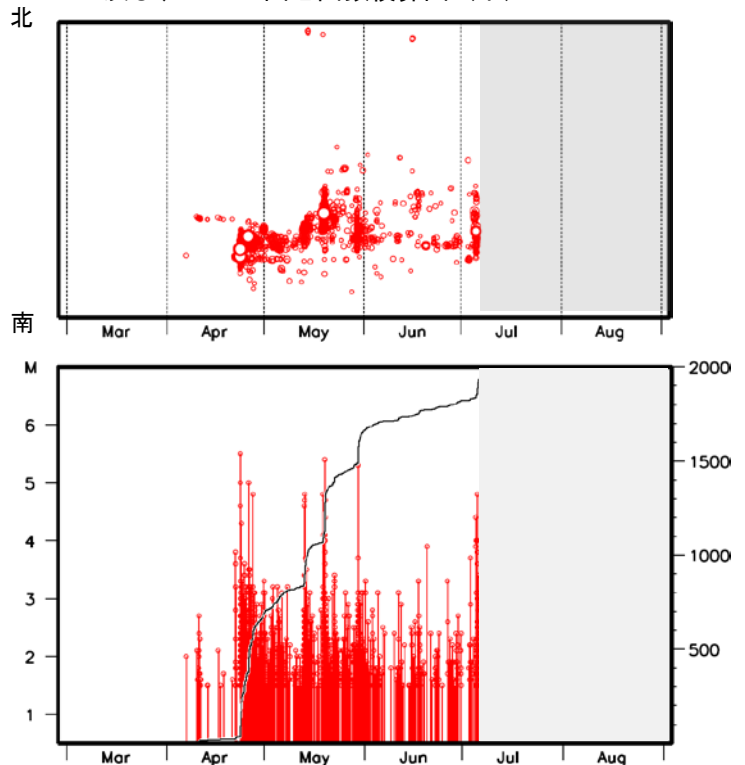
左図領域 b の時空間分布図 (南北投影) (上)、
及び、M-T 図と回数積算図 (下)



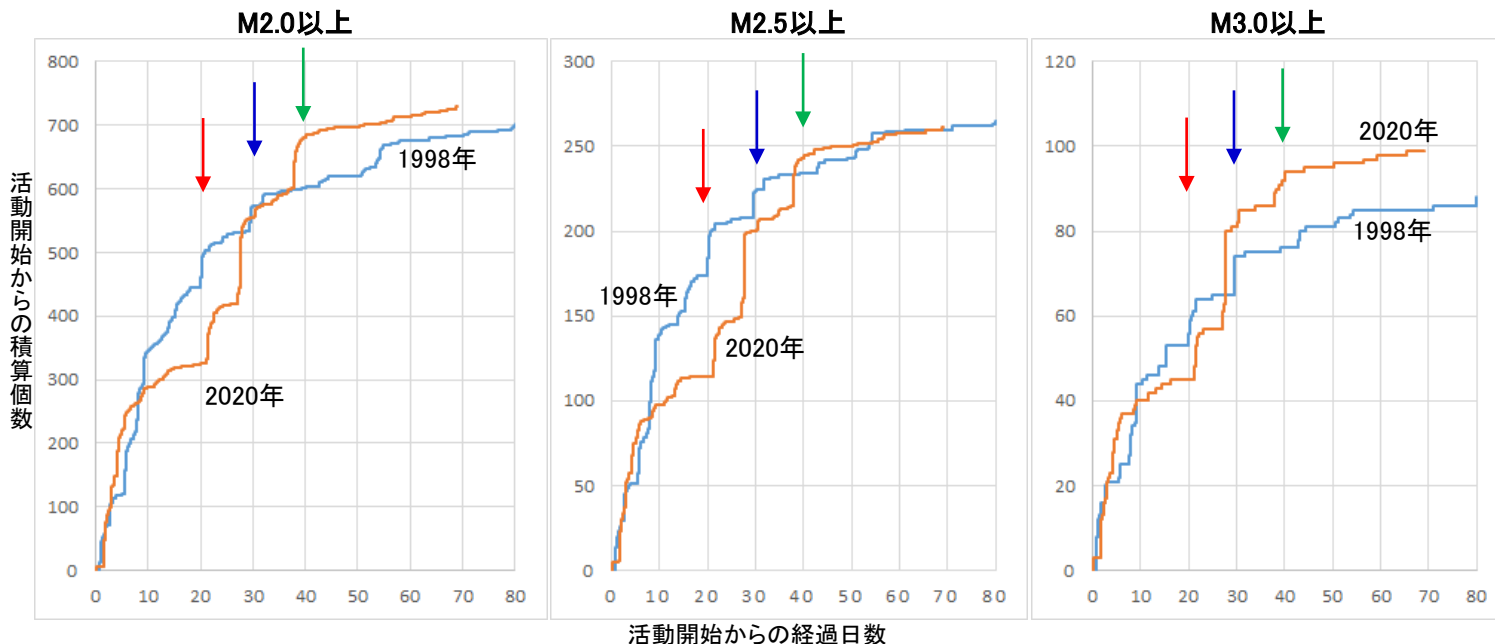
2020年の地震活動の震央分布図
(2020年3月1日～7月5日、
深さ0～30km、 $M \geq 1.5$)



左図領域 b の時空間分布図 (南北投影) (上)、
及び、M-T 図と回数積算図 (下)



長野岐阜県境の活動 1998年の活動との比較(回数比較グラフ)



今回の活動と1998年の活動のM別回数比較グラフ
(青:1998年 橙:2020年)

(積算開始日)
1998年: 8月7日0時
2020年: 4月22日0時

- ・2020年の活動は6月29日まで(活動開始から69日後まで)を表示している。
- ・回数をカウントした領域は下図に示す。

・活動開始から約2か月間の2020年と1998年の活動を比較すると、全体としてよく似た活動経過をたどっている。

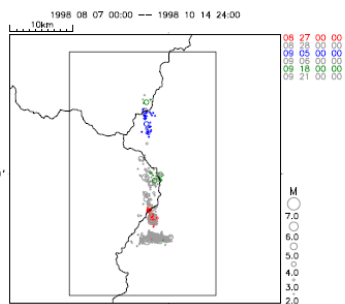
・両活動とも、活動開始から1か月半程度は、大きく減衰することなく活動が継続しており、1か月半が経過した頃から、明瞭に減衰している。

・活動開始直後(概ね10日間)を除くと、その後まとまった活動となった時期は、1998年も今回も、活動開始からの経過日数が、約20日、約30日、約40日前後であった。

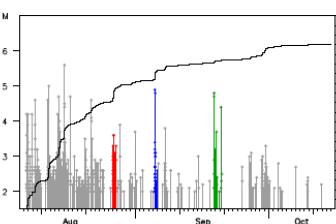
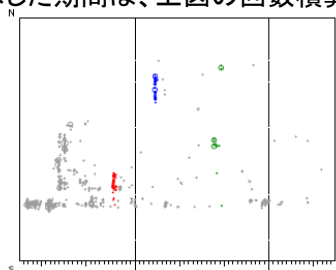
活動開始から69日間の活動状況

赤、青、緑で示した期間は、上図の回数積算グラフに矢印で示した時期の活動に対応する。

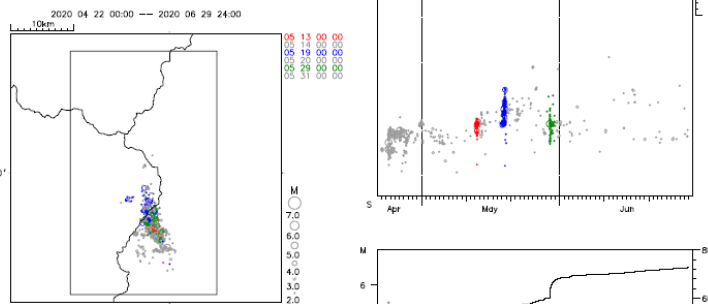
1998年の活動



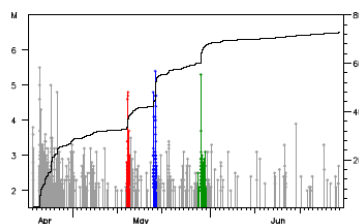
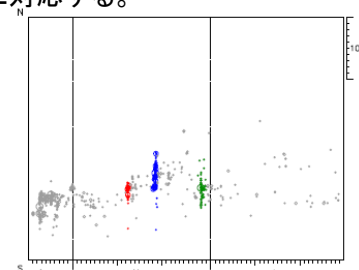
赤: 8月27日
青: 9月5日
緑: 9月18日~20日



2020年の活動



赤: 5月13日
青: 5月19日
緑: 5月29日~30日

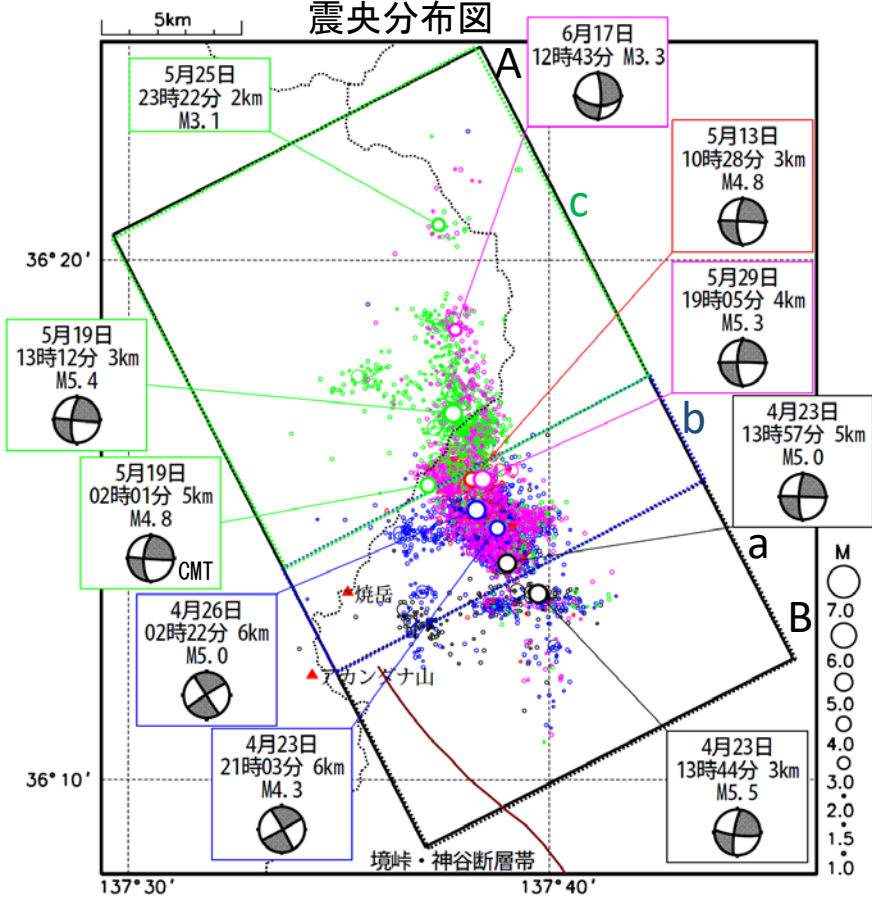


長野・岐阜県境付近の一連の地震活動における領域ごとのM-T図

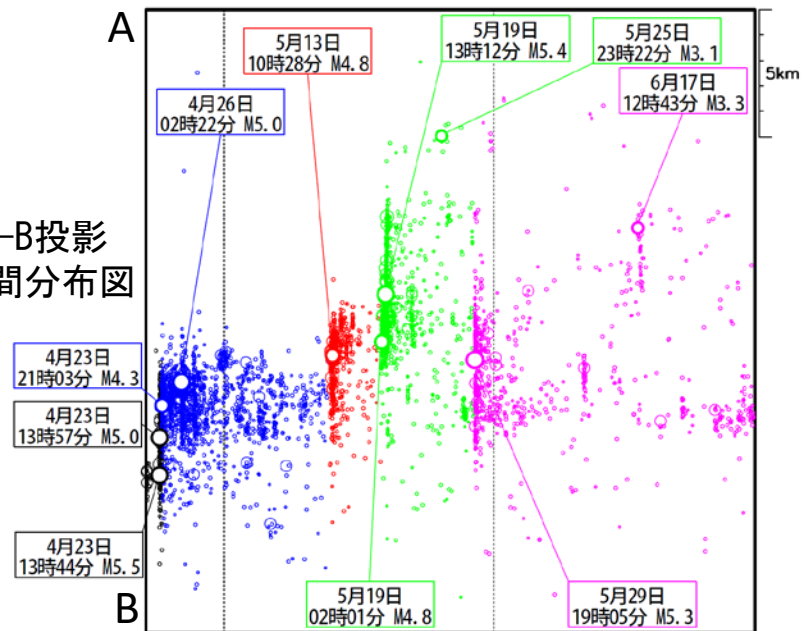
2020年4月22日～6月30日 深さ ≤ 30 km、 $M \geq 1.0$ 、

4/22～4/23 21時まで黒、4/23 21時～5/12まで青、5/13～5/18 まで赤、5/19～5/28 18時まで緑、5/28 18時～ 紫、で表示

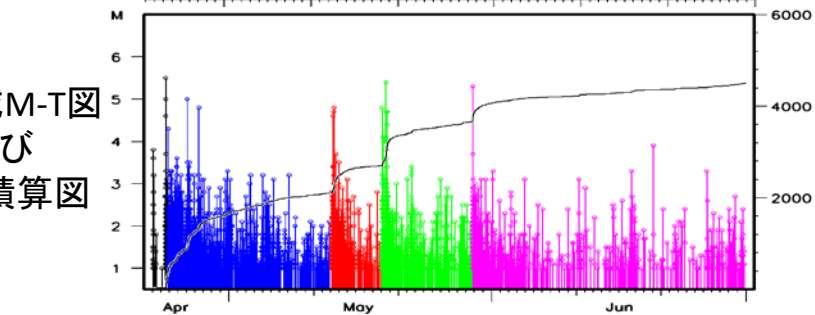
震央分布図



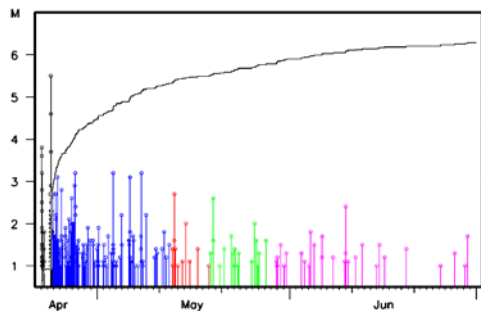
A-B投影 空間分布図



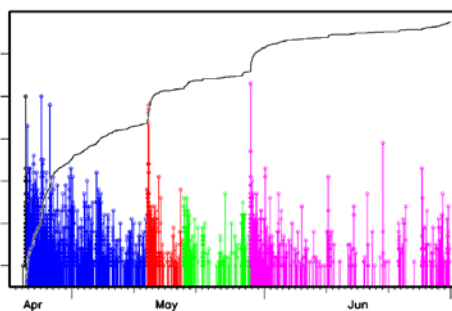
全領域M-T図 及び 回数積算図



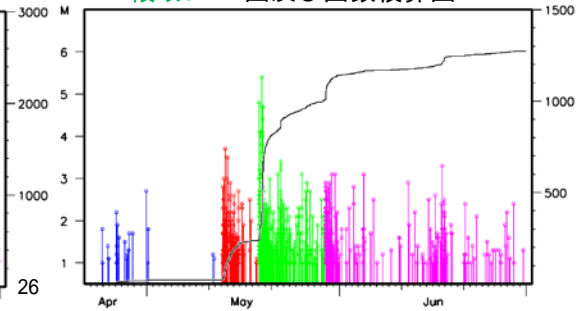
領域a M-T図及び回数積算図



領域b M-T図及び回数積算図

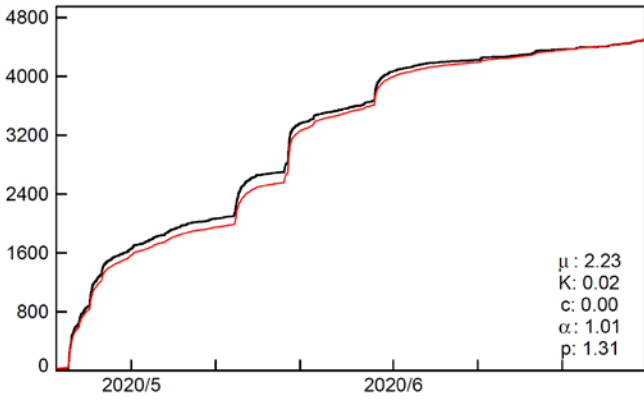
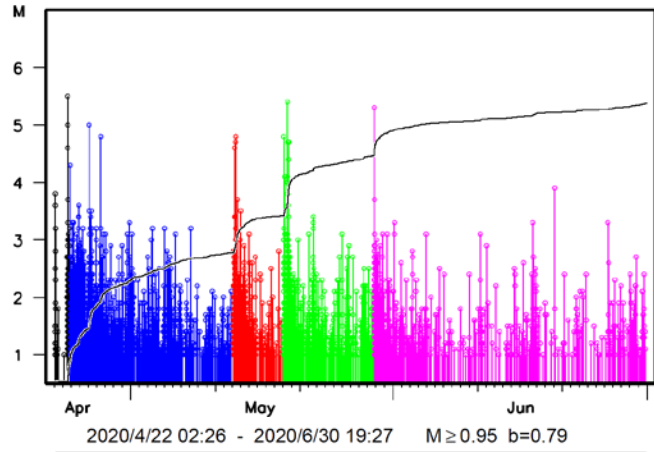


領域c M-T図及び回数積算図

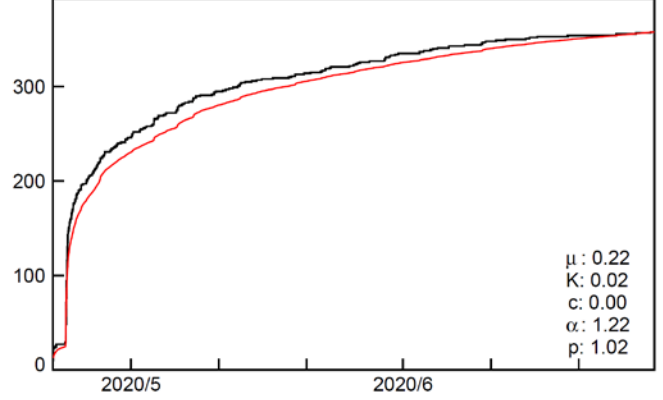
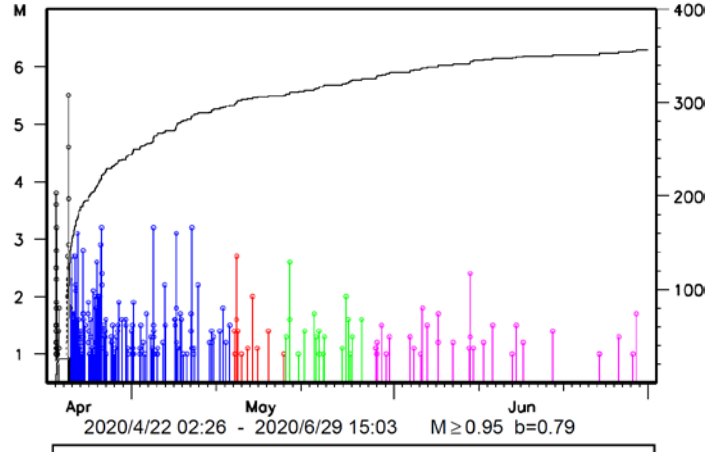


各領域のETAS解析・b値

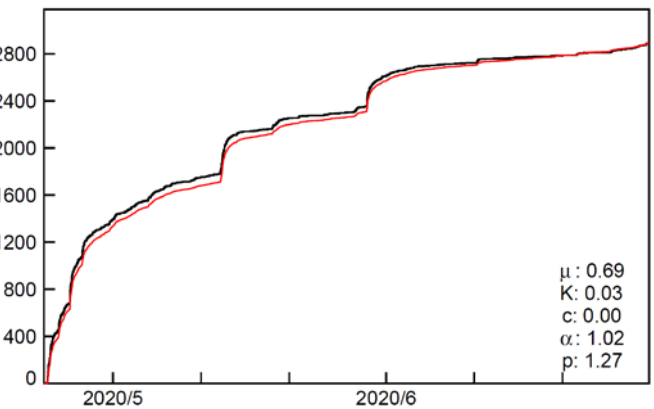
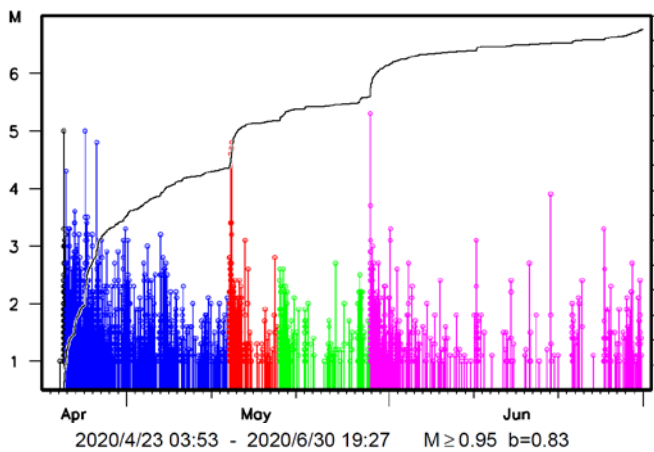
矩形領域内のETAS解析・b値



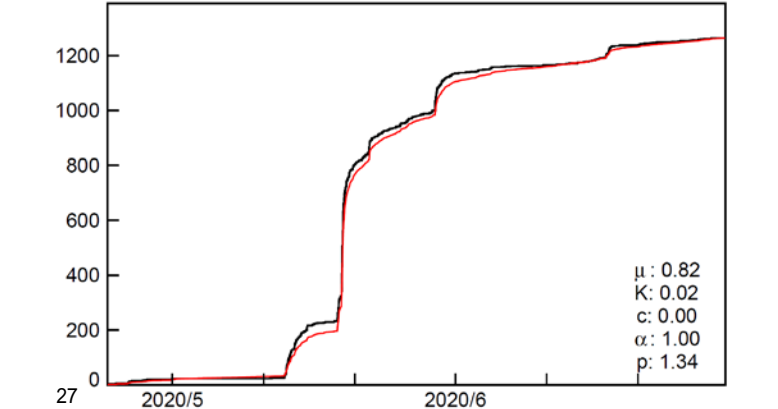
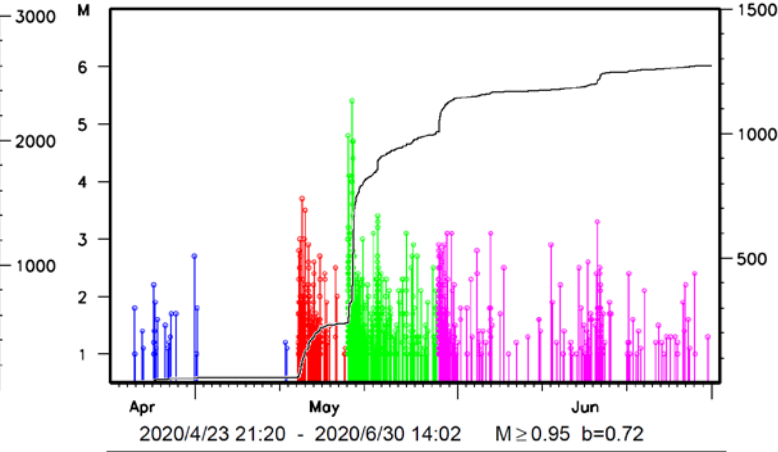
領域a内のETAS解析・b値



領域b内のETAS解析・b値



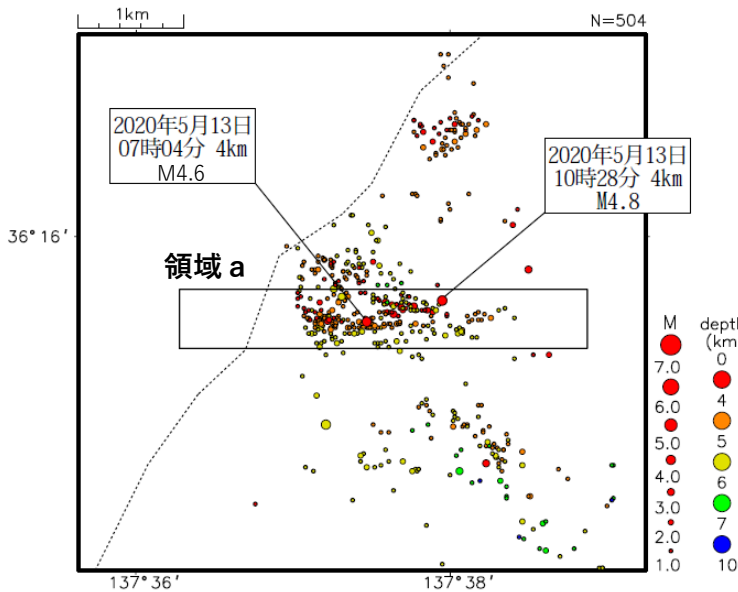
領域c内のETAS解析・b値



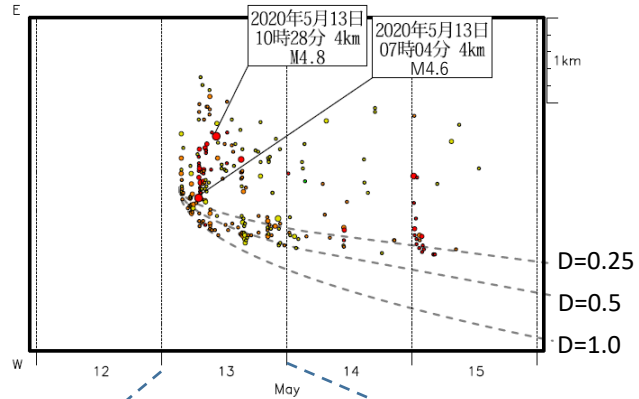
長野岐阜県境付近の地震活動（震源分布にみられる移動の例）

震央分布図（2020年5月12日～15日、M \geq 1.0、10km以浅）

波形相関DDによる再決定震源を使用

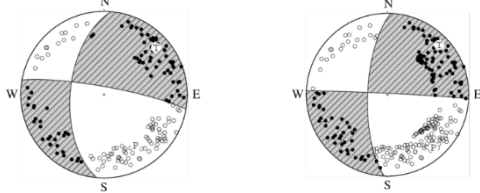


領域 a 内の時空間分布 (東西投影)

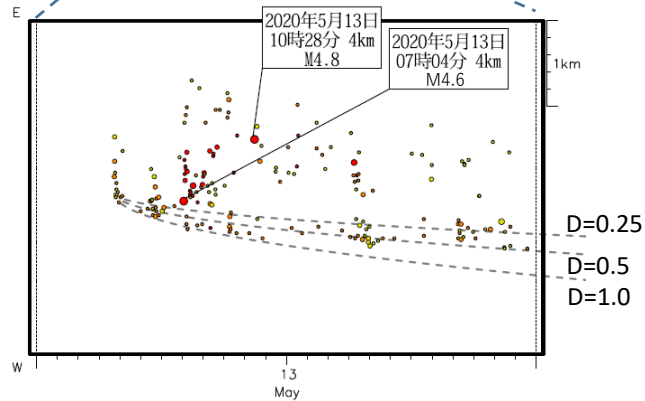


上図の吹き出しの地震の発震機構解

13日07時04分・M4.6 13日10時28分・M4.8

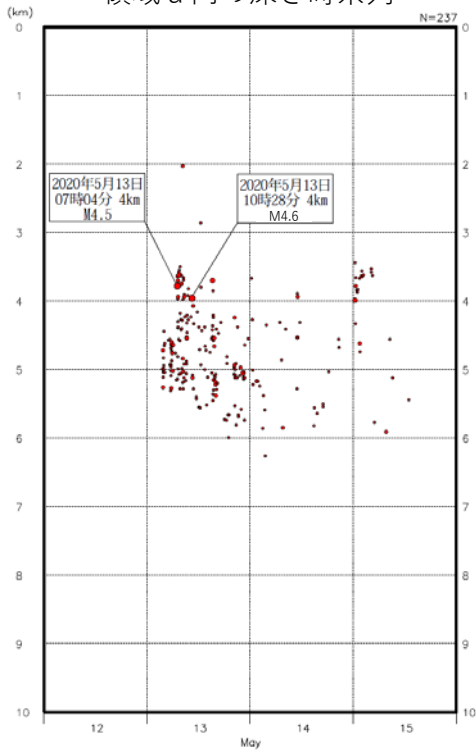


13日を拡大

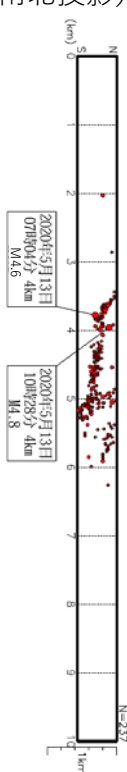


点線は多孔質媒質中の流体拡散を仮定した理論曲線 ($r = \sqrt{4\pi Dt}$, Shapiro et al., 1997)

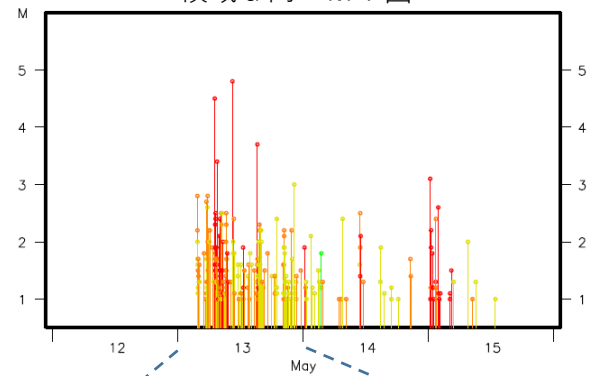
領域 a 内の深さ時系列



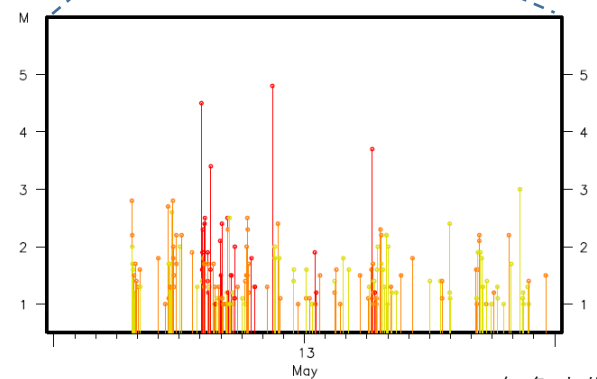
領域 a 内の断面図 (南北投影)



領域 a 内の MT 図



13日を拡大



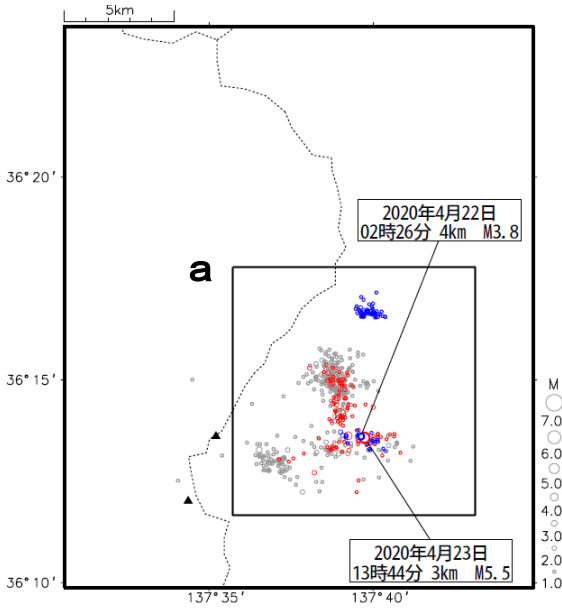
長野・岐阜県境付近の活動（大きな地震の前後のb値）

(注)2020年4月18日から、暫定的に震源精査の基準を変更しており、求めたパラメータ等は後日修正される場合がある。

震央分布図

(2020年4月1日～23日、深さ0～20km、 $M \geq 1.0$)

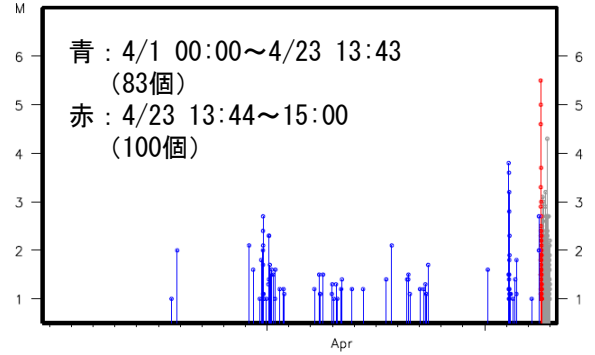
M5.5の地震の前を青、M5.5の地震以降100個を赤、それ以外を灰色で表示



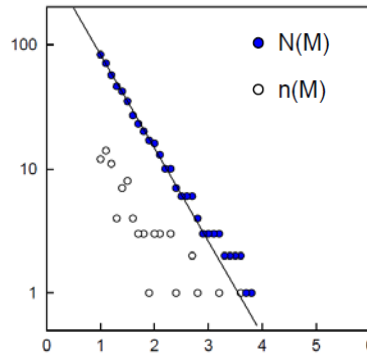
AIC (期間分割あり) - AIC (期間分割なし) = -1.025

b値には差があるとはいえない

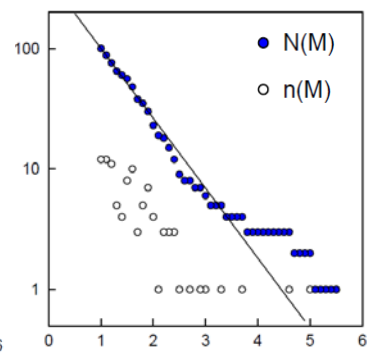
左図領域 a のMT図



青 (M5.5の前) の地震のb値



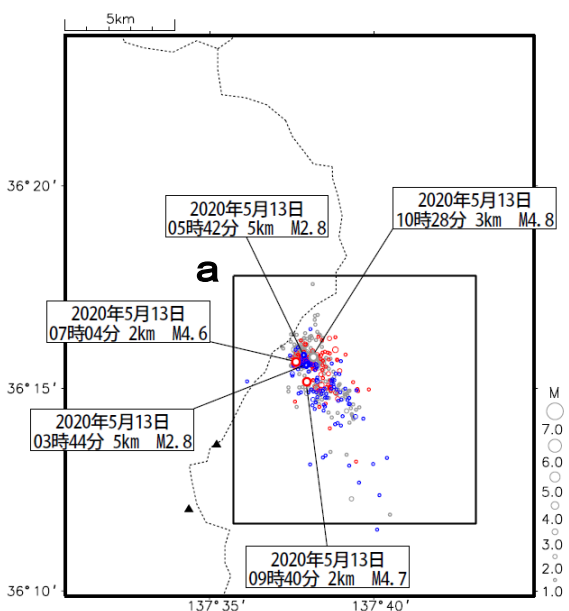
赤 (M5.5以降) の地震のb値



震央分布図

(2020年5月10日～13日、深さ0～20km、 $M \geq 1.0$)

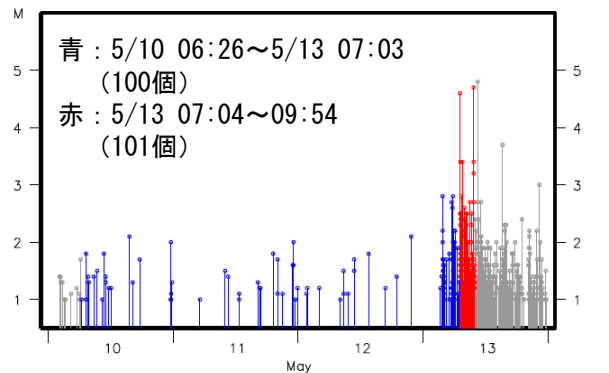
M4.6の地震の前100個を青、M4.6の地震以降101個を赤、それ以外を灰色で表示



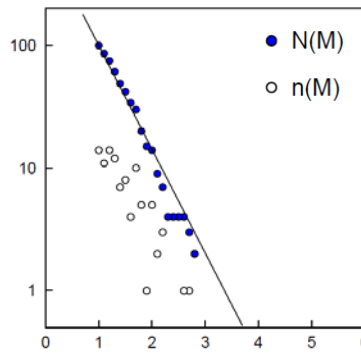
AIC (期間分割あり) - AIC (期間分割なし) = -4.708

b値には差がある (危険率1.285%)

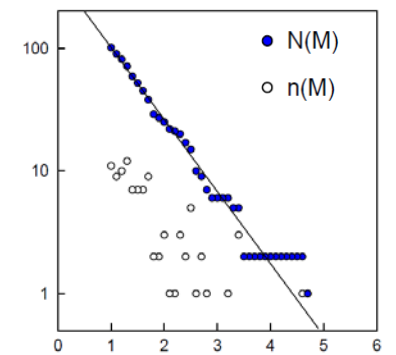
左図領域 a のMT図



青 (M4.6の前) の地震のb値



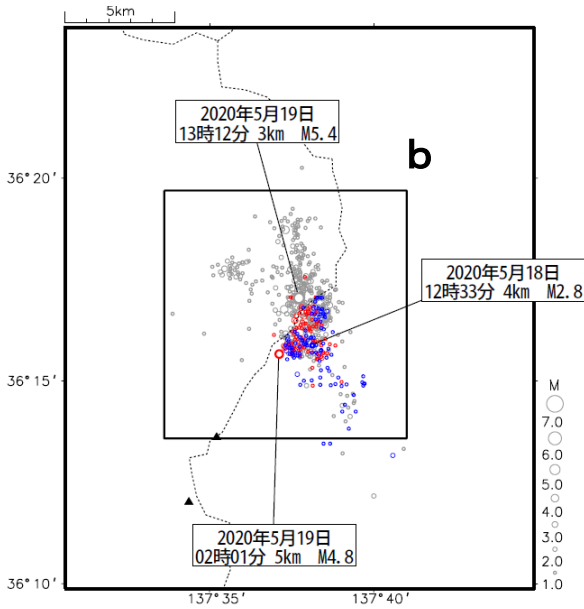
赤 (M4.6以降) の地震のb値



震央分布図

(2020年5月15日～19日、深さ0～20km、 $M \geq 1.0$)

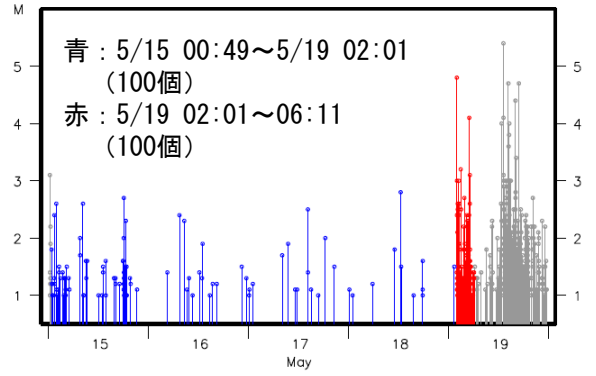
M4.8の地震の前100個を青、M4.8の地震以降100個を赤、それ以外を灰色で表示



AIC (期間分割あり) - AIC (期間分割なし) = -5.783

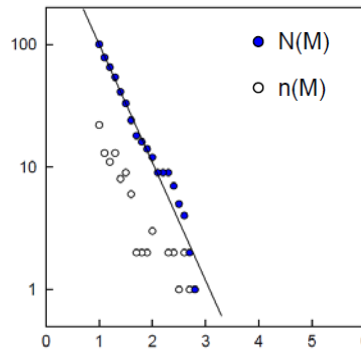
b値には差がある (危険率0.751%)

左図領域 b のMT図

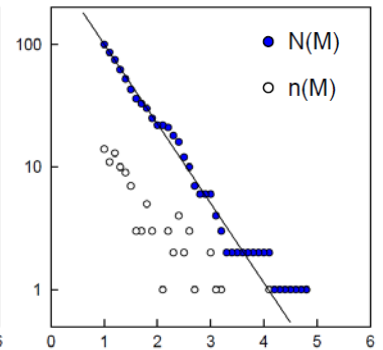


青 (M4.8の前) の地震の b 値

赤 (M4.8以降) の地震の b 値



b=0.96 ($\sigma=0.10$)
N=100 AIC=42.742

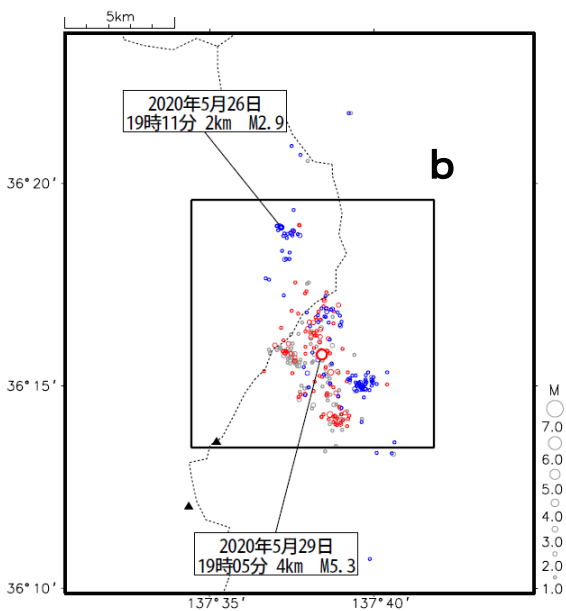


b=0.65 ($\sigma=0.06$)
N=100 AIC=121.904

震央分布図

(2020年5月26日～29日、深さ0～20km、 $M \geq 1.0$)

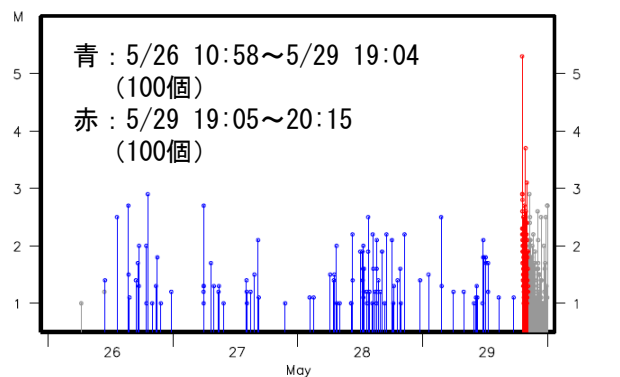
M5.3の地震の前100個を青、M5.3の地震以降100個を赤、それ以外を灰色で表示



AIC (期間分割あり) - AIC (期間分割なし) = -5.299

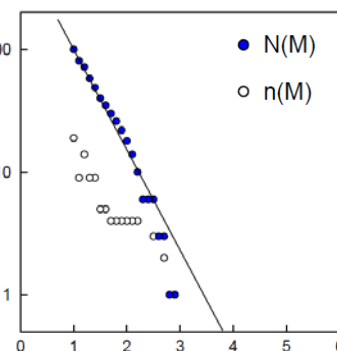
b値には差がある (危険率0.956%)

左図領域 a のMT図

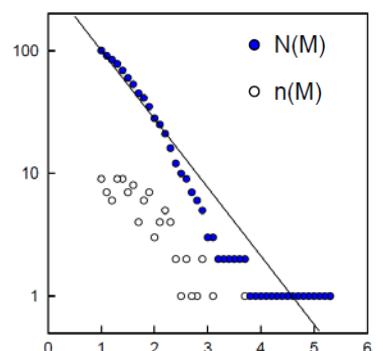


青 (M4.6の前) の地震の b 値

赤 (M4.6以降) の地震の b 値



b=0.82 ($\sigma=0.08$)
N=100 AIC=75.401

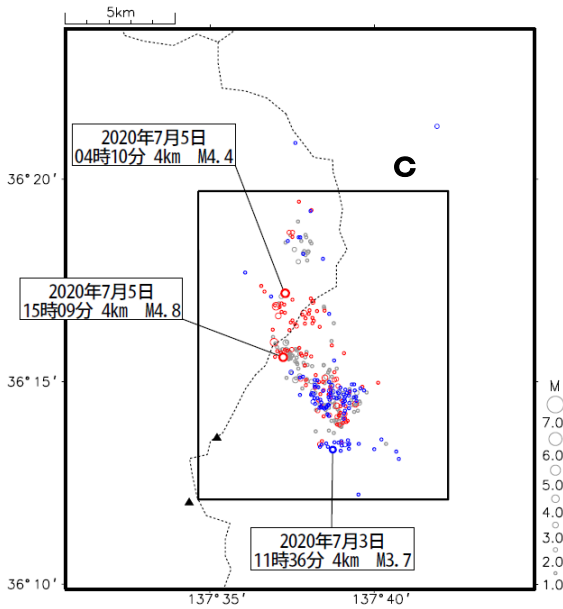


b=0.56 ($\sigma=0.06$)
N=100 AIC=152.051

震央分布図

(2020年5月15日～19日、深さ0～20km、 $M \geq 1.0$)

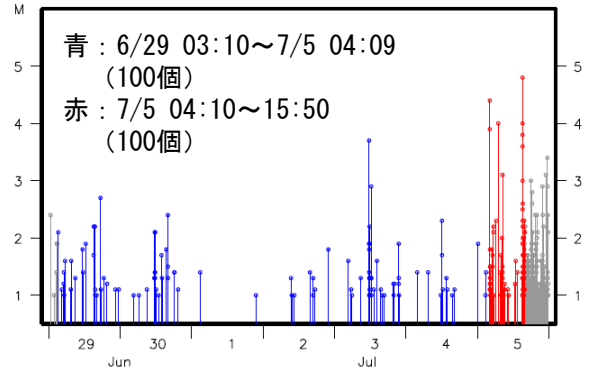
M4.4の地震の前100個を青、M4.4の地震以降100個を赤、
それ以外を灰色で表示



AIC (期間分割あり) - AIC (期間分割なし) = -7.319

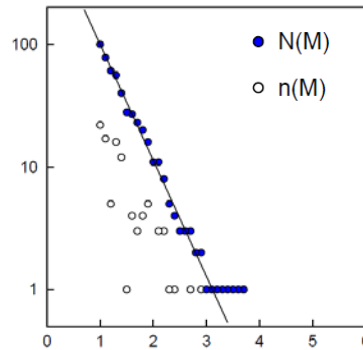
b値には差がある (危険率0.348%)

左図領域cのMT図

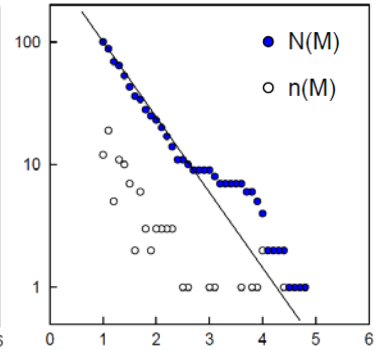


青 (M4.4の前) の地震のb値

赤 (M4.4以降) の地震のb値



b=0.95 ($\sigma=0.09$)
N=100 AIC=46.259

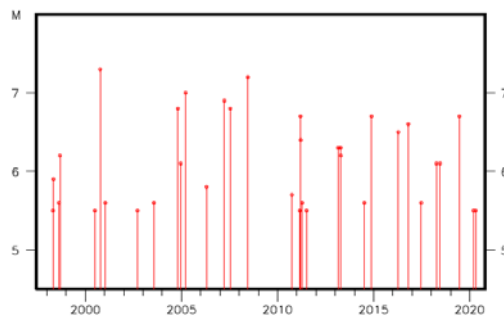
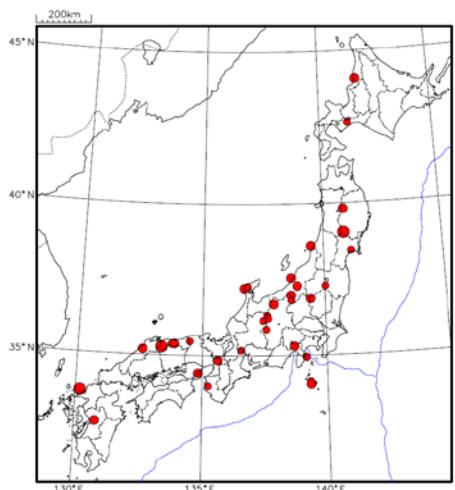


b=0.61 ($\sigma=0.06$)
N=100 AIC=132.938

陸域の浅い地震活動におけるETASのα値

震央分布図（1997年10月～2020年6月、M≥5.5、30km以浅）

左図のMT図



一元化以降に発生したM5.5以上の地震について、明田川・福満（2011）の手法により余震を除外した震源のうち、陸域の浅い地震活動を調査対象とした。これら震源のうちの最初の地震を震央分布図とMT図に示す。

ETAS解析は、定常ETASモデル（下式の発生率λによる地震活動モデル）を用い、フィッティング期間は、最初の地震の発生日から30日間（その前から活動があった場合は、最初にM2.0以上の地震が発生した日から30日間）とし、領域は最大規模の地震の震源域を含めてやや広めにとった。

$$\lambda(t) = \mu + \sum_{t_i < t} K_i (t - t_i + c)^{-p} \quad K_i = K e^{-\alpha(M_i - M_c)}$$

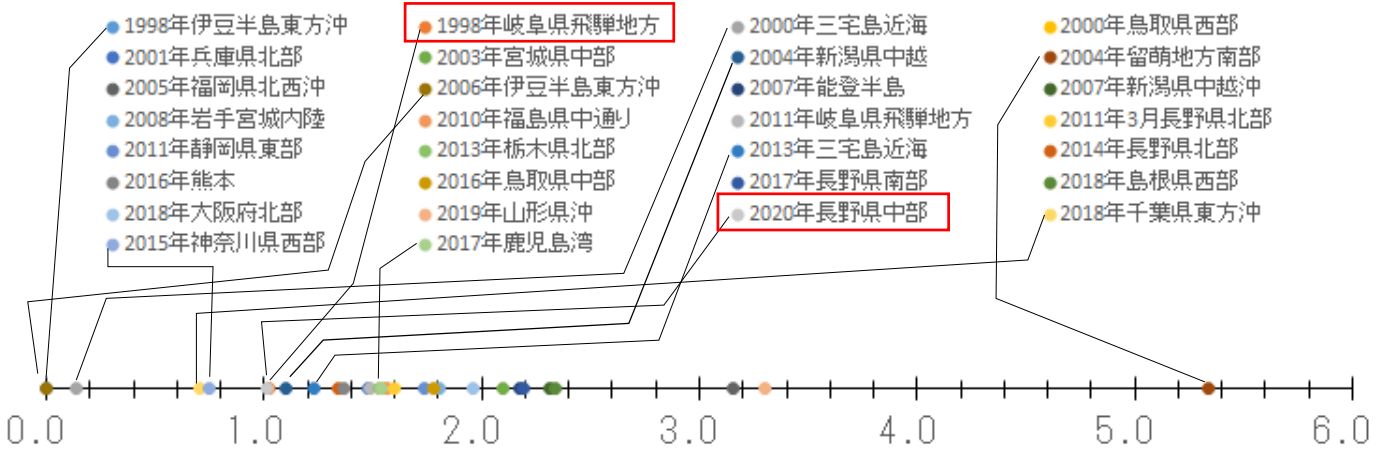
M_c : 対象とする地震のMのしきい値 t_i : M_c 以上の地震の発生時刻 M_i : M_c 以上の地震のマグニチュード

パラメータμは常時地震活動率、パラメータαは誘発地震のMに対応する誘発された地震（余震）の期待個数を左右する量、パラメータKは同じM値での余震の生産効率性を表す（熊澤，2015）。

解析期間でM2.0以上の震源数が100個以上あった27事例について、M2.0以上のデータで求めたETASパラメータ及びb値を以下に示す。

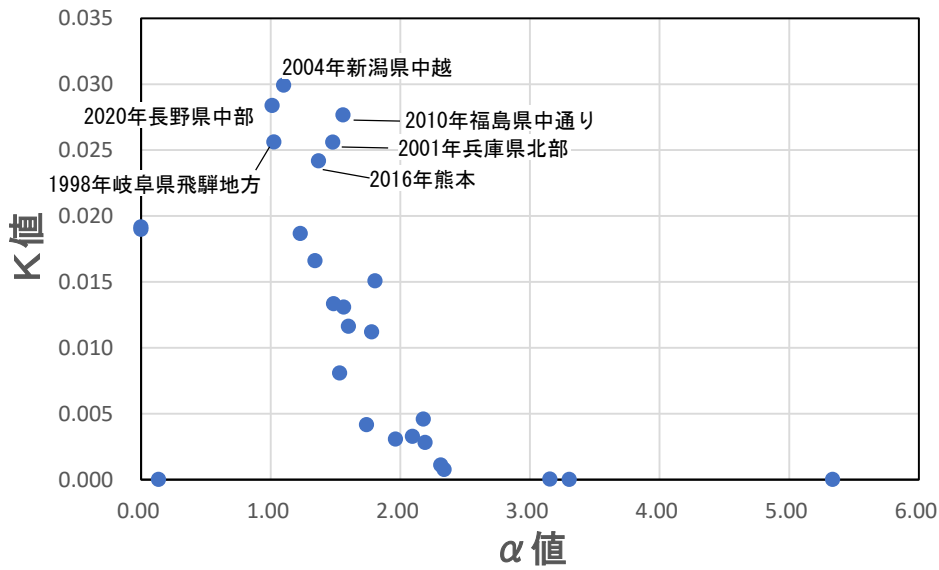
発生年月日	震央地名 または地震名	M	深さ (km)	最大 震度	フィッティング 開始日	最大M 更新	2番目に 大きな M	30日間 M2以上	ETASパラメータ					b値
									μ	K	c	α	p	
1998/05/03	伊豆半島東方沖	5.9	5	4	1998/04/21	-	5.0	1098	1.58	0.019	0.005	0.00	1.67	0.82
1998/08/16	岐阜県飛騨地方	5.6	3	4	1998/08/07	-	5.0	563	1.10	0.026	0.001	1.03	1.20	0.85
2000/06/29	三宅島近海	5.5	17	4	2000/06/27	6.5	6.3	9238	31.48	0.000	0.180	0.14	大	0.46
2000/10/06	2000年鳥取県西部	7.3	9	6強	2000/10/06	-	5.6	1510	2.83	0.028	0.112	1.56	1.40	0.80
2001/01/12	兵庫県北部	5.6	11	4	2001/01/12	-	4.8	701	0.55	0.026	0.012	1.48	1.33	0.94
2003/07/26	宮城県中部	5.6	12	6弱	2003/07/26	6.4	5.6	557	1.87	0.003	0.036	2.09	1.24	0.70
2004/10/23	2004年新潟県中越	6.8	13	7	2004/10/23	-	6.5	2123	2.19	0.030	0.019	1.10	1.31	0.65
2004/12/24	留萌地方南部	6.1	9	5強	2004/12/24	-	4.8	108	0.28	0.000	0.030	5.34	1.18	0.71
2005/03/20	福岡県北西沖	7.0	9	6弱	2005/03/20	-	5.4	1158	4.58	0.000	0.180	3.16	1.29	0.72
2006/4/21	伊豆半島東方沖	5.8	7	4	2006/04/18	-	5.1	282	0.66	0.019	0.002	0.00	1.53	1.03
2007/03/25	2007年能登半島	6.9	11	6強	2007/03/25	-	5.3	1628	6.16	0.005	0.154	2.18	1.37	0.74
2007/07/16	2007年新潟県中越沖	6.8	17	6強	2007/07/16	-	5.8	636	1.56	0.001	0.096	2.31	1.47	0.76
2008/06/14	2008年岩手宮城内陸	7.2	8	6強	2008/06/14	-	5.7	2076	3.84	0.015	0.147	1.81	1.37	0.73
2010/09/29	福島県中通り	5.7	8	4	2010/09/29	-	4.8	200	0.40	0.013	0.004	1.56	1.20	0.75
2011/02/27	岐阜県飛騨地方	5.5	4	4	2011/02/27	-	5.0	105	0.33	0.013	0.003	1.49	1.19	0.80
2011/03/12	長野県北部	6.7	8	6強	2011/03/12	-	5.9	442	0.33	0.012	0.024	1.60	1.16	0.62
2011/03/15	静岡県東部	6.4	14	6強	2011/03/15	-	4.2	155	0.41	0.004	0.028	1.74	1.51	0.83
2013/02/25	栃木県北部	6.3	3	5強	2013/02/23	-	4.7	169	0.75	0.008	0.019	1.53	1.48	0.83
2013/04/17	三宅島近海	6.2	9	5強	2013/04/17	-	5.1	229	0.53	0.019	0.014	1.23	1.42	0.74
2014/11/22	長野県北部	6.7	5	6弱	2014/11/18	-	4.5	205	0.79	0.017	0.015	1.34	1.28	0.82
2016/04/14	2016年熊本	6.5	11	7	2016/04/14	7.3	6.5	5285	4.70	0.024	0.023	1.37	1.37	0.71
2016/10/21	鳥取県中部	6.6	11	6弱	2016/10/21	-	5.0	877	0.56	0.011	0.022	1.78	1.34	0.83
2017/06/25	長野県南部	5.6	7	5強	2017/06/25	-	4.7	101	0.45	0.003	0.012	2.19	1.07	0.80
2018/04/09	島根県西部	6.1	12	5強	2018/04/08	-	4.9	186	0.55	0.001	0.010	2.34	1.24	0.72
2018/06/18	大阪府北部	6.1	13	6弱	2018/06/18	-	4.1	125	0.55	0.003	0.005	1.96	0.98	0.73
2019/06/18	山形県沖	6.7	14	6強	2019/06/18	-	4.3	253	1.49	0.000	0.022	3.30	1.34	0.83
2020/04/23	長野県中部	5.5	3	4	2020/04/22	-	5.4	542	0.94	0.028	0.002	1.01	1.20	0.81

ETASの α 値の比較

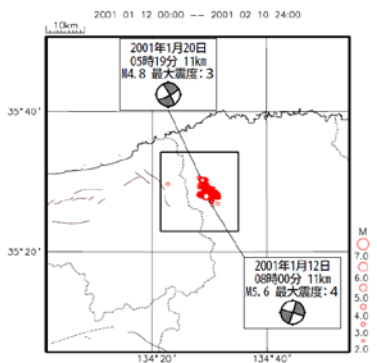


2018年千葉県東方沖、2015年神奈川県西部、2017年鹿児島湾は、M1以上、長期間のフィッティングによる。それ以外は前頁の表による。

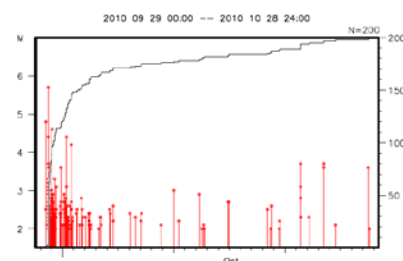
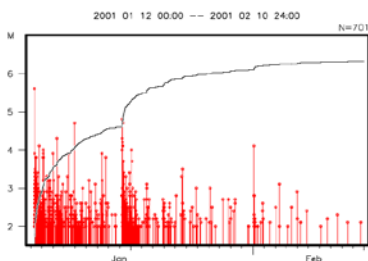
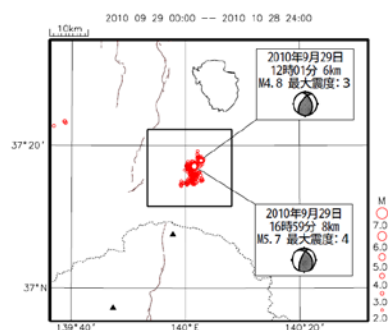
(参考) α 値とK値のプロット



2001年兵庫県北部



2010年福島県中通り



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

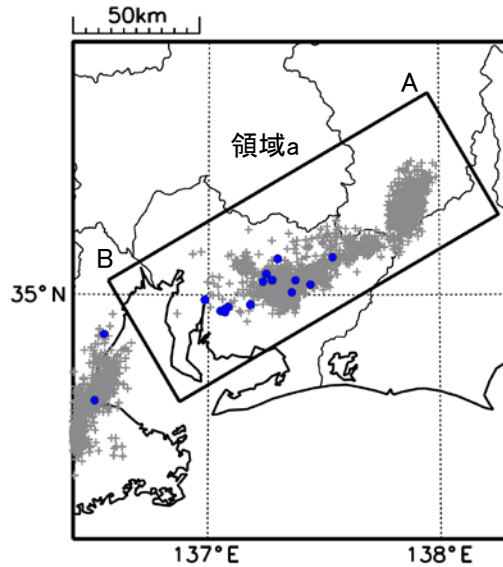
6月29日以降、東海で深部低周波地震(微動)を観測している。
深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測した。
これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

深部低周波地震(微動)活動

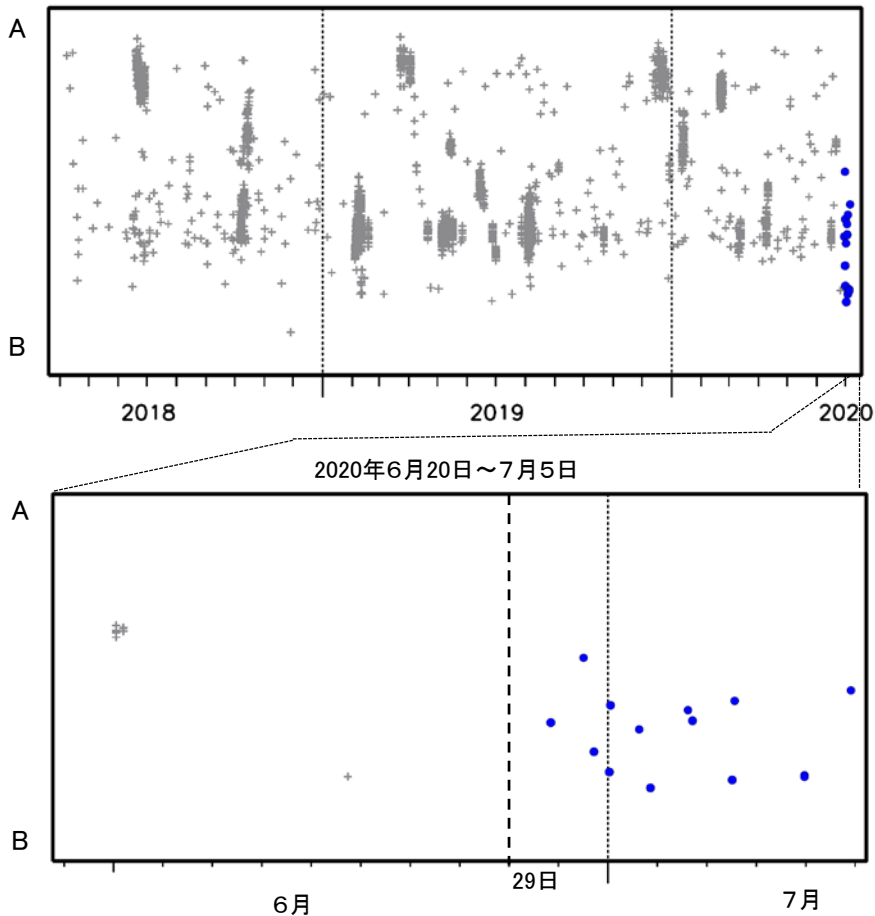
震央分布図

(2018年4月1日～2020年7月5日、深さ0～60km、Mすべて)

灰:2018年4月1日～2020年6月28日、青:2020年6月29日～



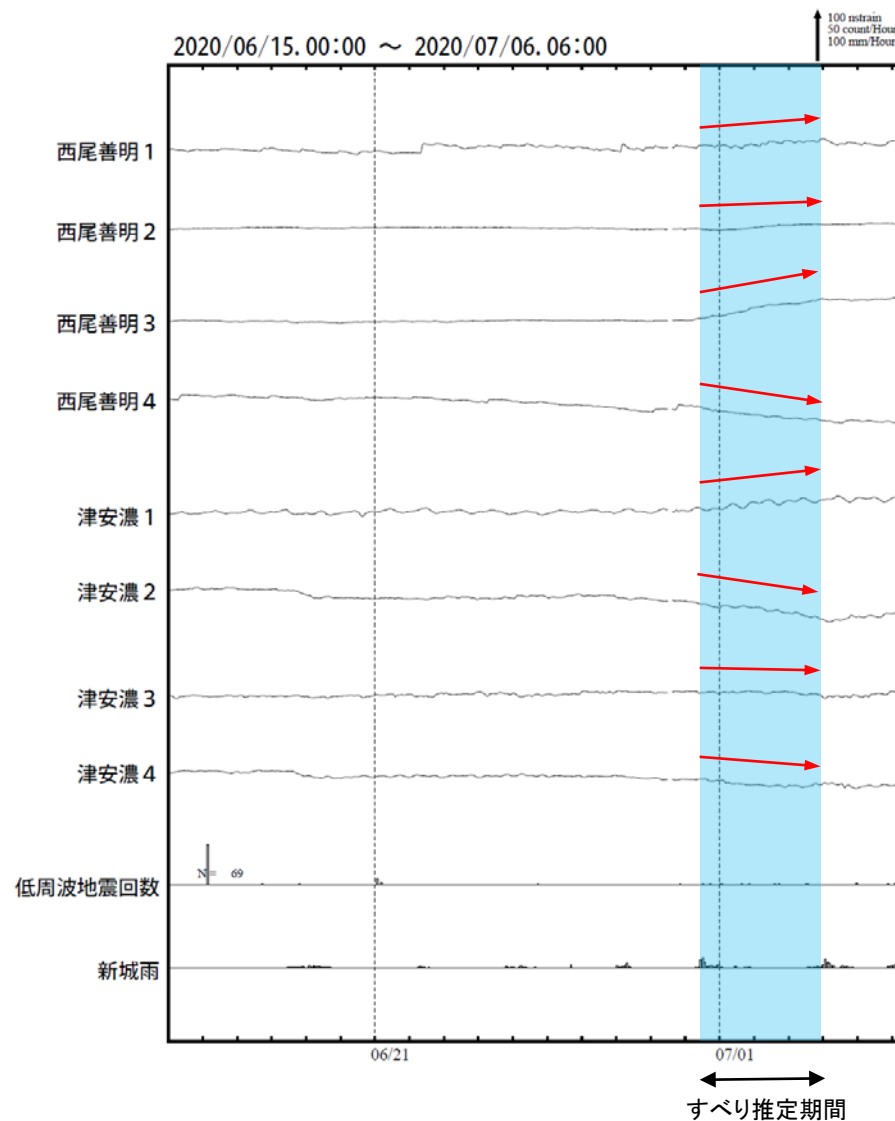
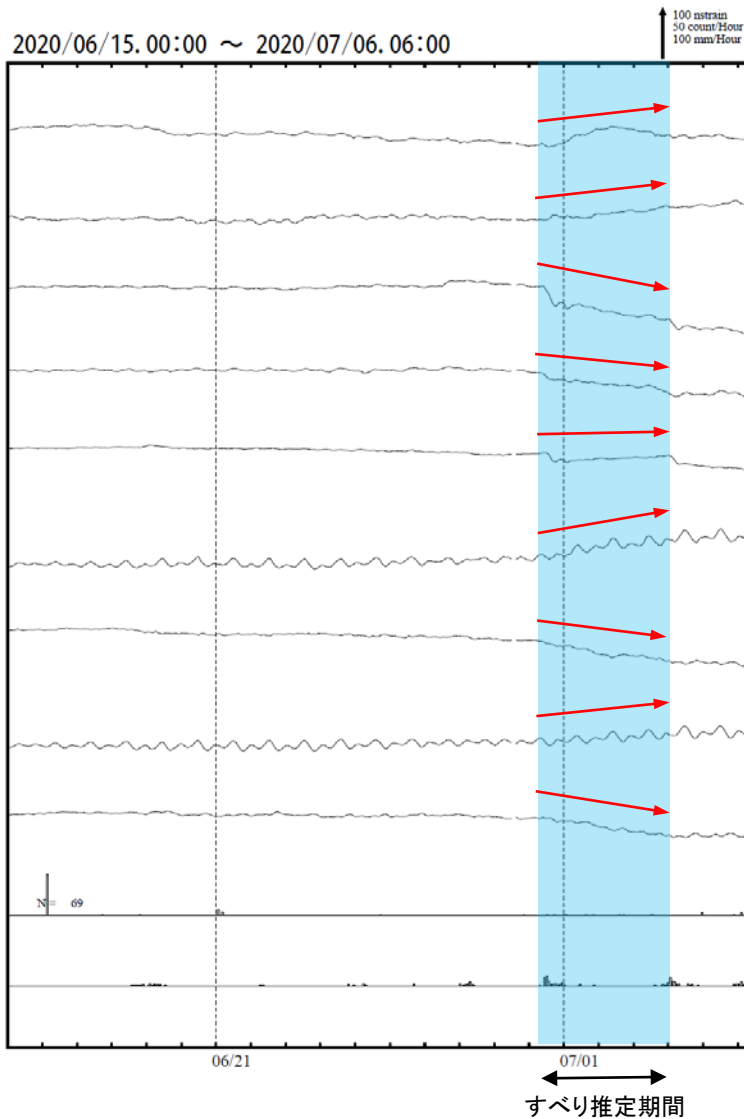
震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)



※2020年7月5日の震源要素は、今後の精査で変更する場合があります。

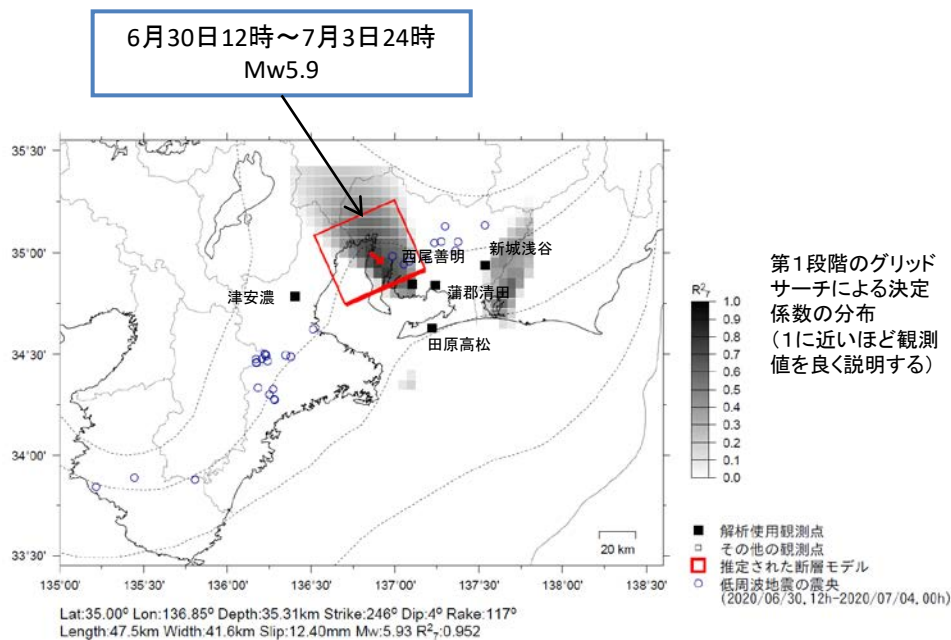
東海で観測した短期的ゆっくりすべり(6月30日~7月3日)(速報)

愛知県、三重県で観測されたひずみ変化



西尾善明及び津安濃は産業技術総合研究所のひずみ計である。

東海で観測した短期的ゆっくりすべり(6月30日~7月3日)(速報)



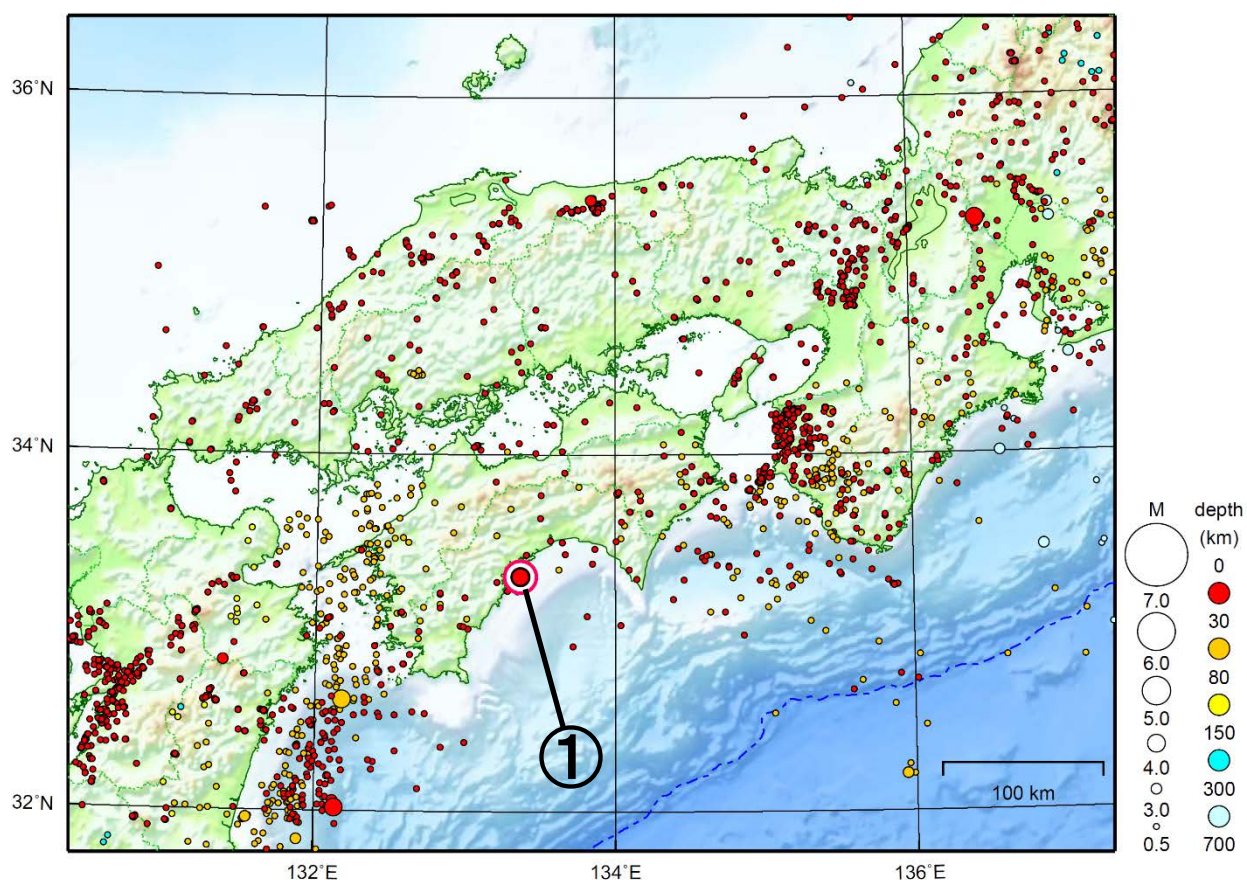
前図に観測されたひずみ観測点での変化量を元にすべり推定を行ったところ、低周波地震とほぼ同じ場所にすべり域が求まった。

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。

近畿・中国・四国地方

2020/06/01 00:00 ~ 2020/06/30 24:00



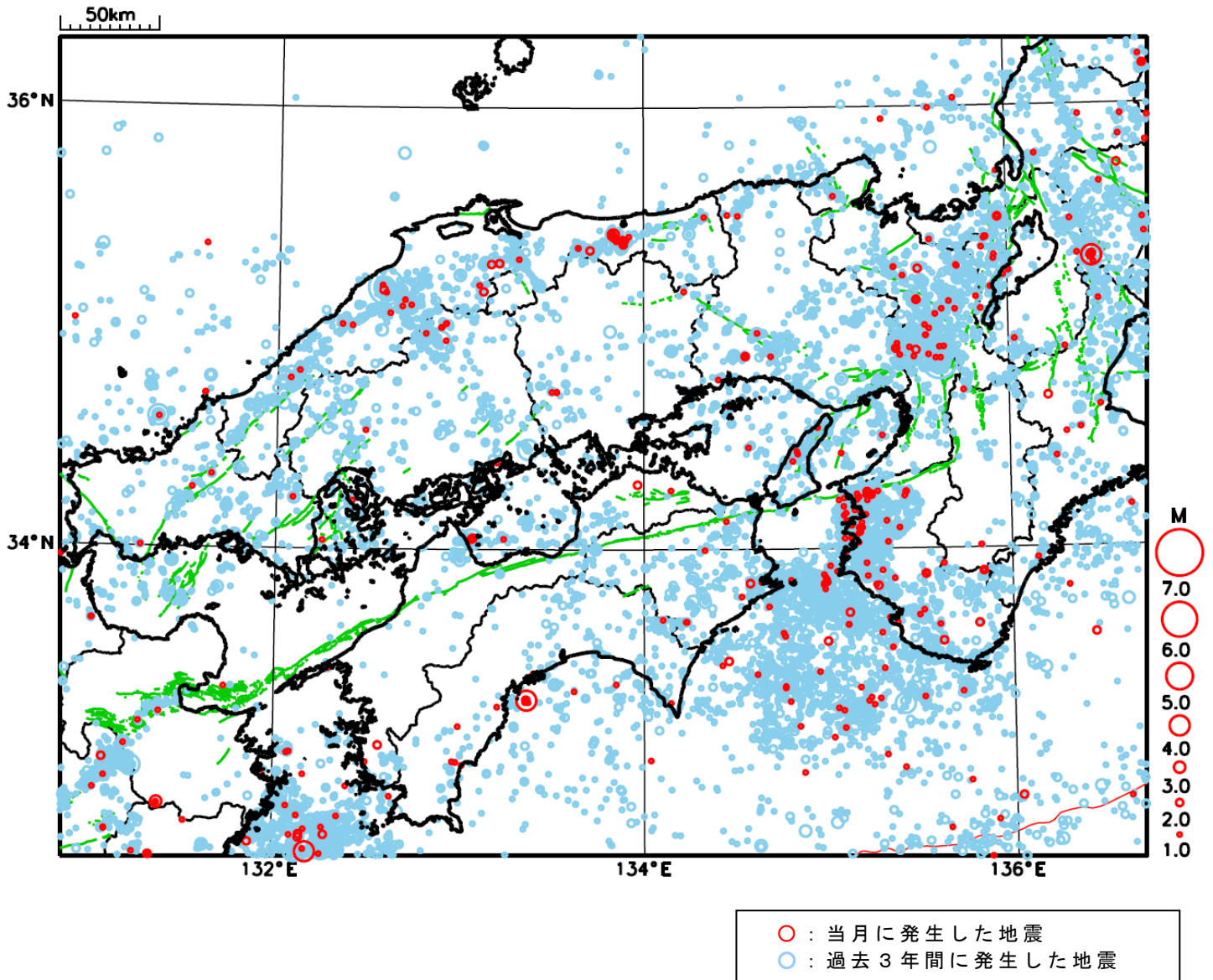
地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOP030、及び米国国立地球物理データセンターのETOP02v2を使用

- ① 6月10日に土佐湾でM4.7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。]

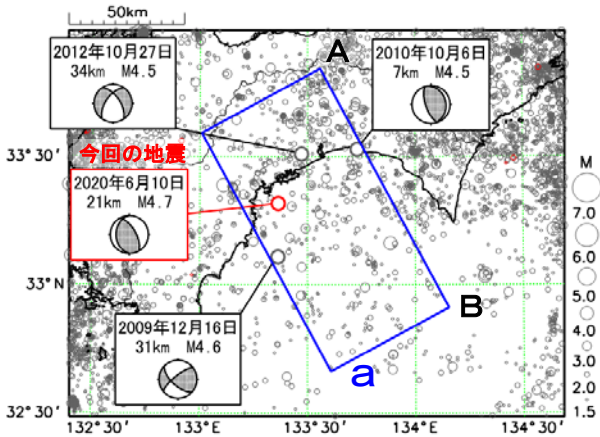
気象庁・文部科学省

近畿・中国・四国地方における 2020 年 6 月の地震活動 ($M \geq 1.0$ 、陸域 深さ 30km 以浅、海域 深さ 60km 以浅)



6月10日 土佐湾の地震

震央分布図
(1997年10月1日～2020年6月30日、
深さ0～60km、 $M \geq 1.5$
2020年6月の地震を赤く表示)

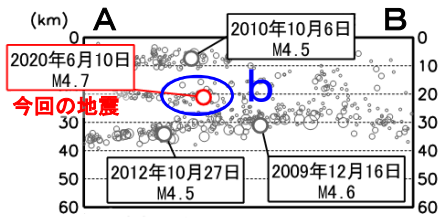


2020年6月10日00時22分に土佐湾の深さ21kmでM4.7の地震 (最大震度4) が発生した。この地震は、発震機構が東北東-西南西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、陸のプレートの地殻内で発生した。

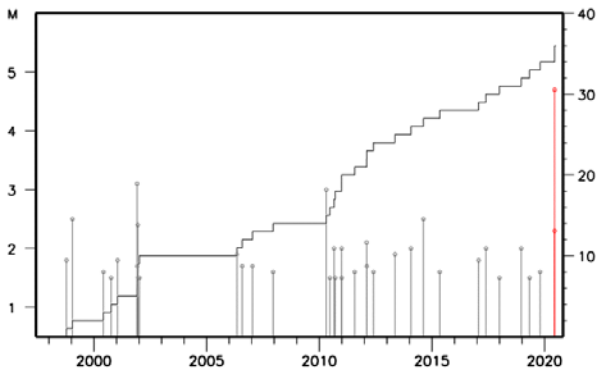
1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近 (領域b) では、M3.0を超える地震の発生はまれである。また、今回の地震の震央周辺 (領域a) では、地殻内で2010年10月6日にM4.5の地震 (最大震度4)、フィリピン海プレート内部で2009年12月16日にM4.6の地震 (最大震度4) などが発生した。

1919年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺 (領域c) では、M5.0を超える地震が時々発生している。このうち1946年の昭和南海地震 (M8.0: 図欄外) の影響を受けたと見られるややまとまった活動があった。

領域a内の断面図 (A-B投影)

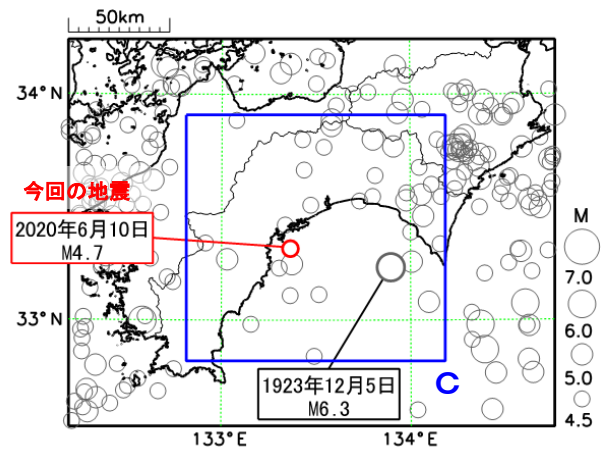


領域b内のM-T図及び回数積算図

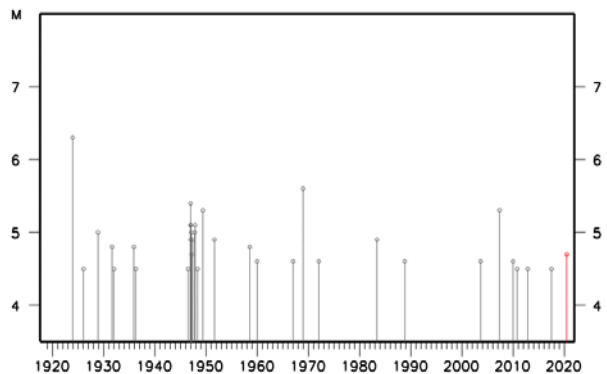


震央分布図

(1919年1月1日～2020年6月30日、
深さ0～100km、 $M \geq 4.5$
2020年6月の地震を赤く表示)

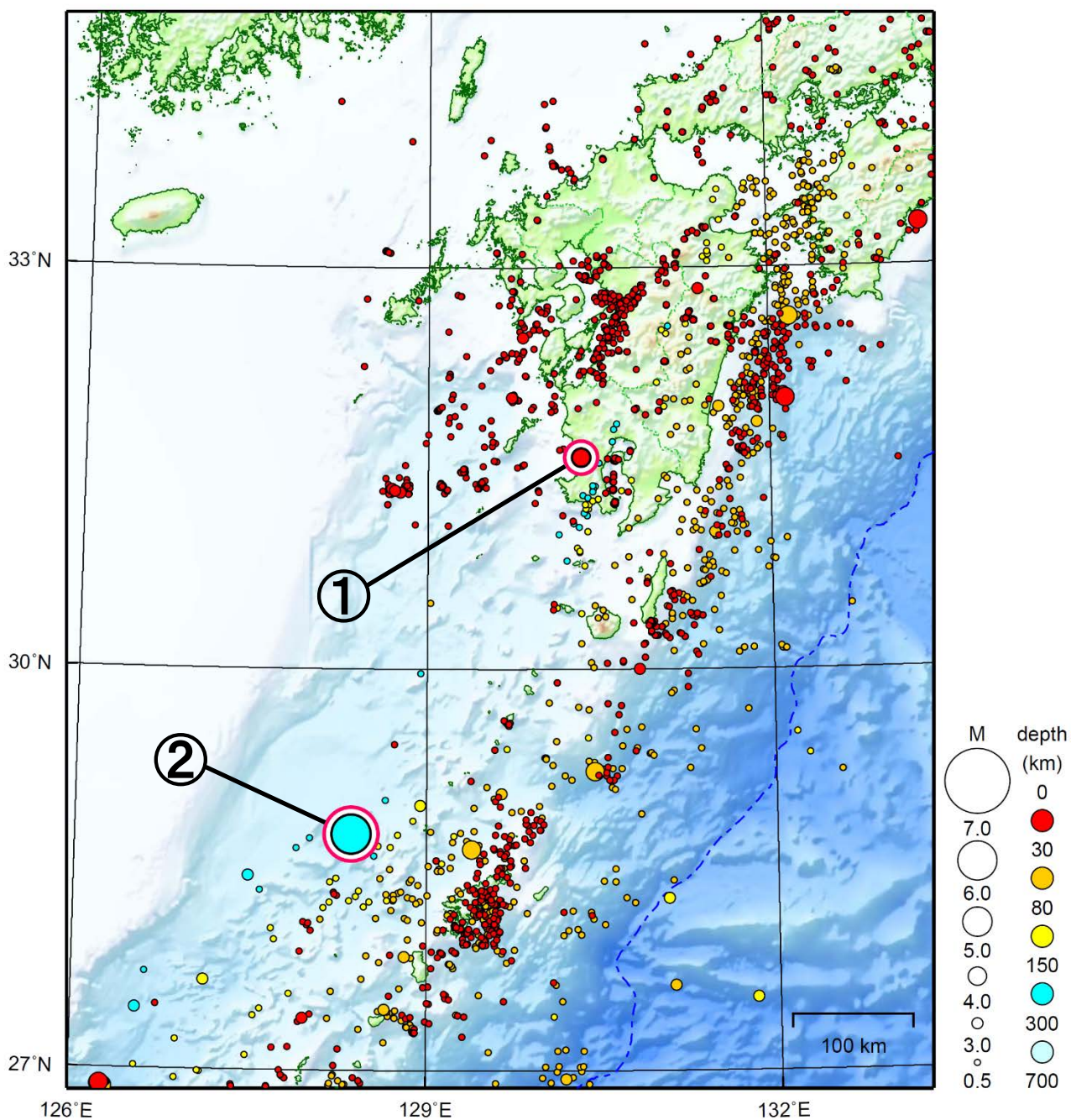


領域c内のM-T図



九州地方

2020/06/01 00:00 ~ 2020/06/30 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GTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOP02v2を使用

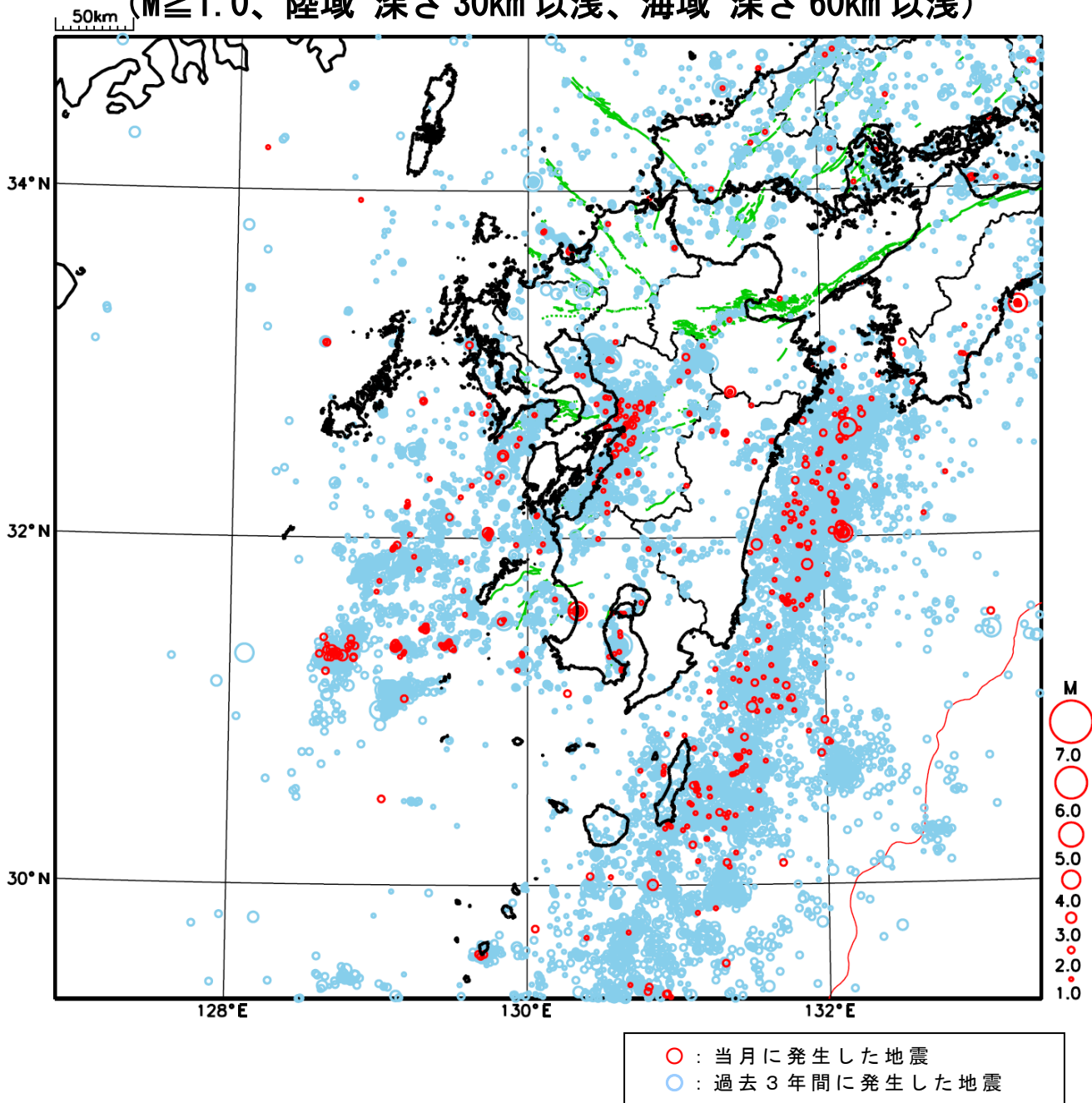
- ① 6月1日に薩摩半島西方沖でM4.3の地震（最大震度4）が発生した。
- ② 6月14日に奄美大島北西沖でM6.3の地震（最大震度4）が発生した。

[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

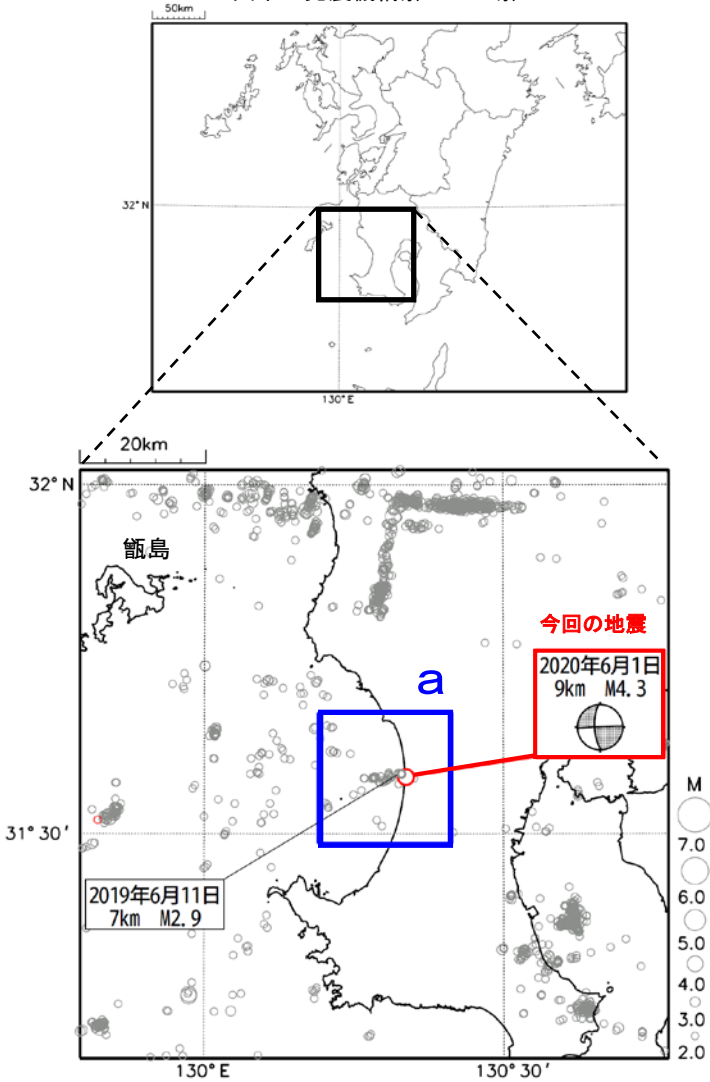
九州地方における 2020 年 6 月の地震活動

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



6月1日 薩摩半島西方沖の地震

震央分布図
(1997年10月1日～2020年6月30日、
深さ0～20km、 $M \geq 2.0$)
2020年6月の地震を赤く表示、
図中の発震機構解はCMT解

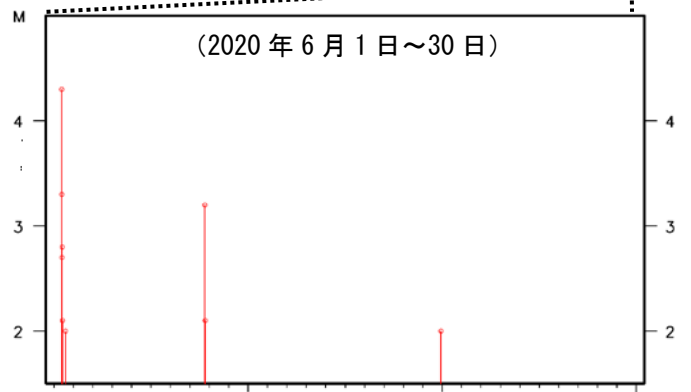
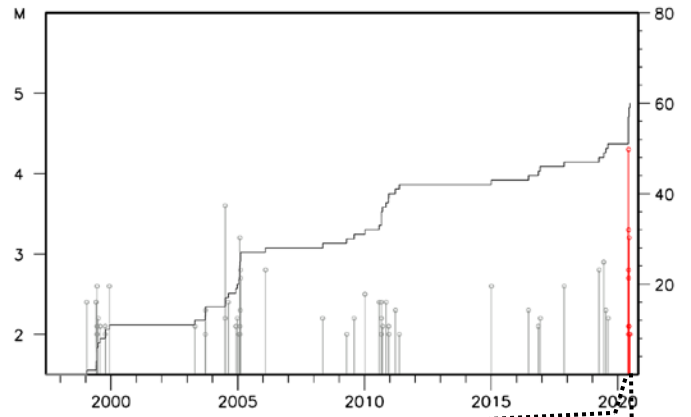


2020年6月1日09時33分に薩摩半島西方沖の深さ9kmで $M 4.3$ の地震（最大震度4）が発生した。この地震は地殻内で発生した。発震機構（CMT解）は北西-南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型である。

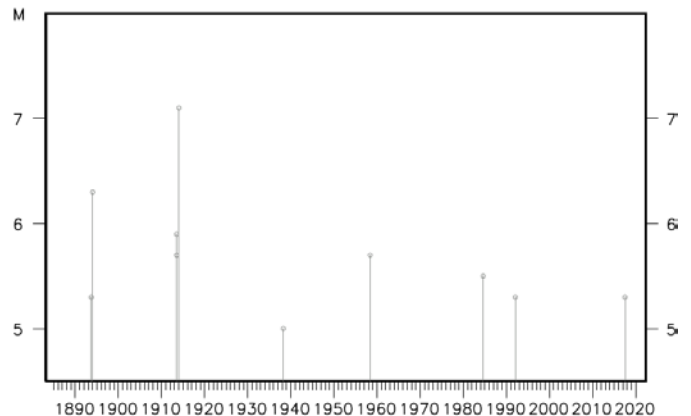
1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近（領域a）では、 $M 4.0$ 以上の地震は発生していなかった。近年では2019年6月11日に $M 2.9$ の地震（最大震度2）が発生している。

1885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 $M 5.5$ 以上の地震が6回発生している。1913年6月29日には $M 5.7$ の地震が発生し、がけ崩れの被害が生じた。また、翌30日には $M 5.9$ の地震が発生し、山崩れ、家屋倒潰1などの被害が生じた（被害はいずれも「日本被害地震総覧」による）。

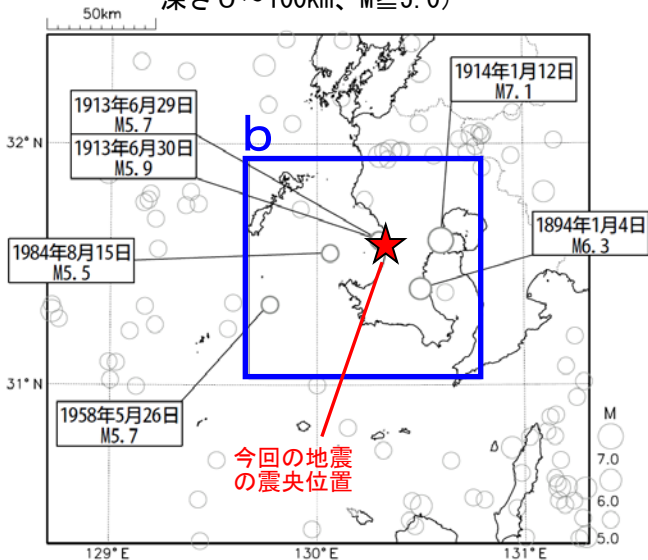
領域a内のM-T図及び回数積算図



領域b内のM-T図

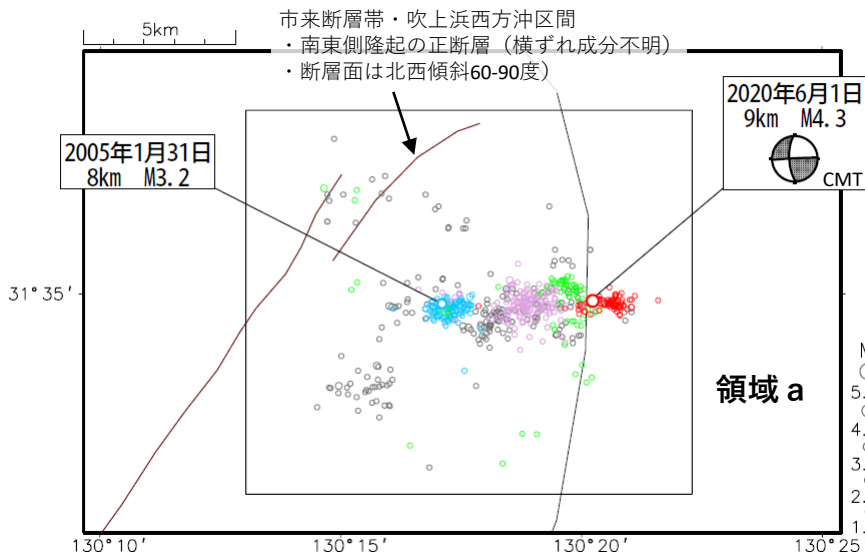


震央分布図
(1885年1月1日～2020年6月30日、
深さ0～100km、 $M \geq 5.0$)



気象庁作成

6月1日薩摩半島西方沖の地震



震央分布図

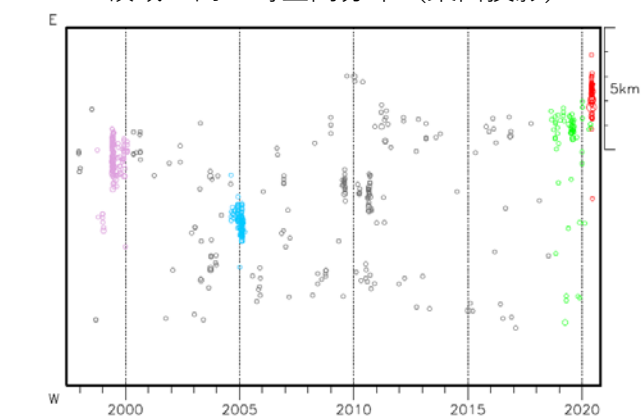
(1997年10月1日～2020年6月29日、
M \geq 1.0、15km以浅)

- 薄紫：1998年10月1日～2000年1月31日
- 薄青：2004年8月15日～2005年3月31日
- 黄緑：2018年8月23日～2020年5月31日
- 赤：2020年6月1日～
- 灰：上記以外

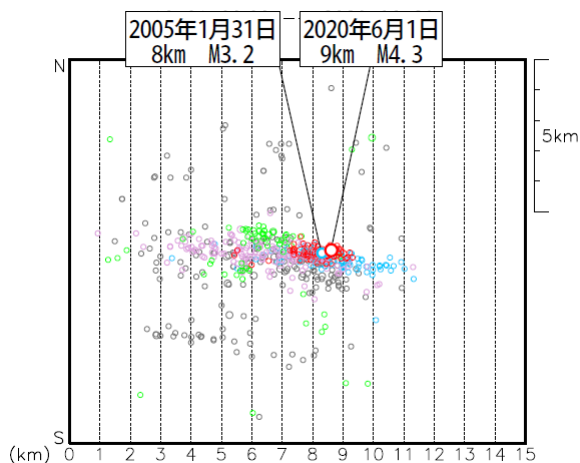
(注) 領域 a 内の一元化震源 (フラグ K、k、A) だけを表示している

茶線は地震本部の長期評価による活断層の位置を示す。

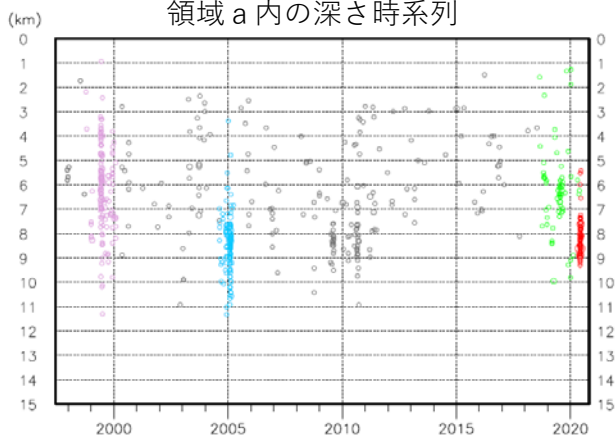
領域 a 内の時空間分布 (東西投影)



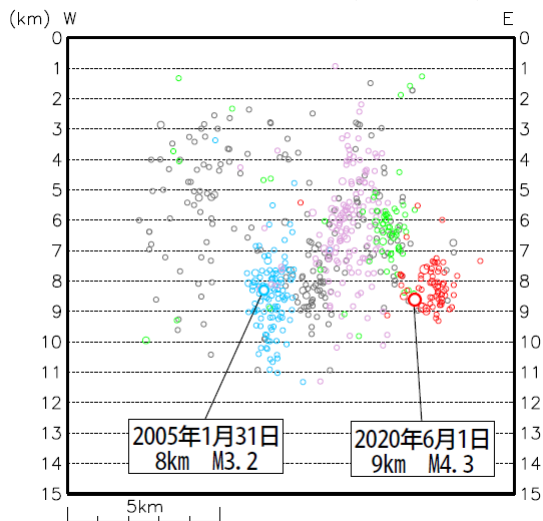
領域 a 内の断面図 (南北投影)



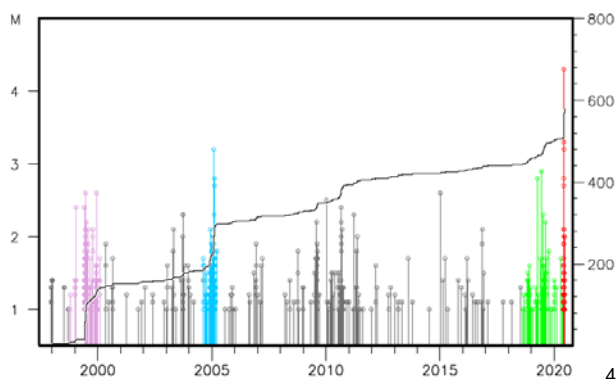
領域 a 内の深さ時系列



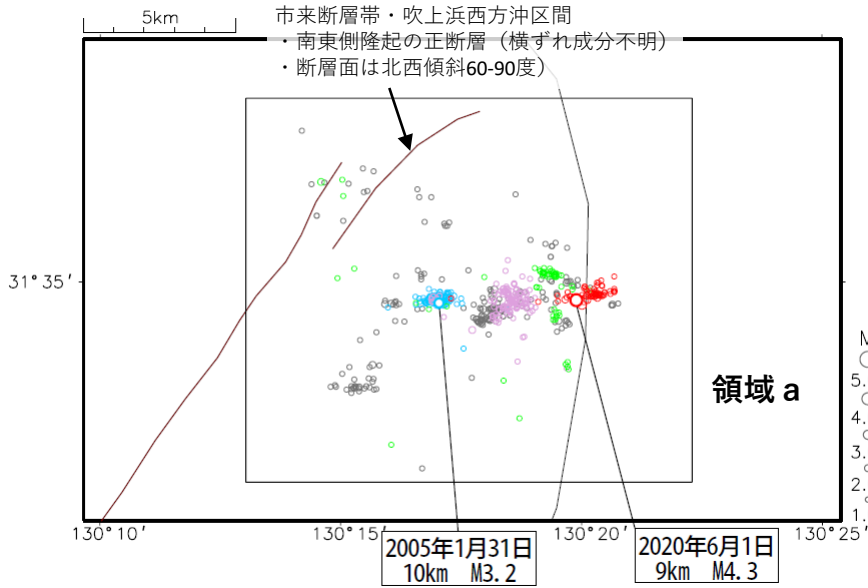
領域 a 内の断面図 (東西投影)



領域 a 内のMT・回数積算図



(前頁の震源のDD法による再計算結果)

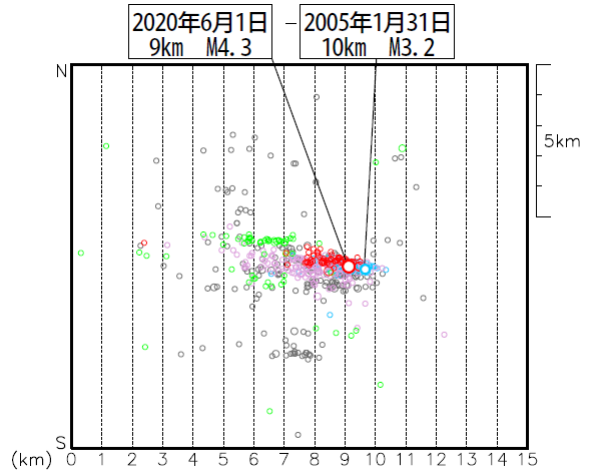
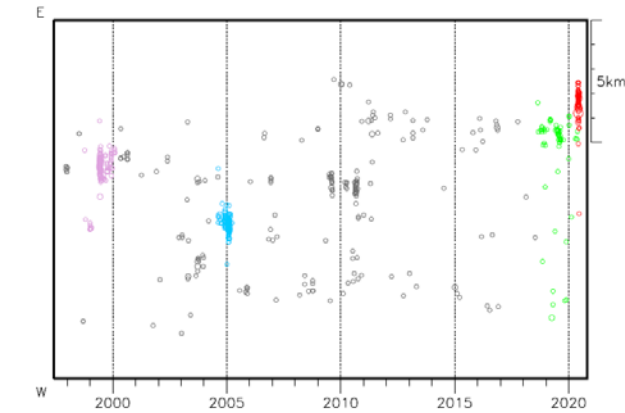


震央分布図
(1997年10月1日～2020年6月29日、 $M \geq 1.0$ 、15km以浅)

- 薄紫：1998年10月1日～2000年1月31日
- 薄青：2004年8月15日～2005年3月31日
- 黄緑：2018年8月23日～2020年5月31日
- 赤：2020年6月1日～
- 灰：上記以外

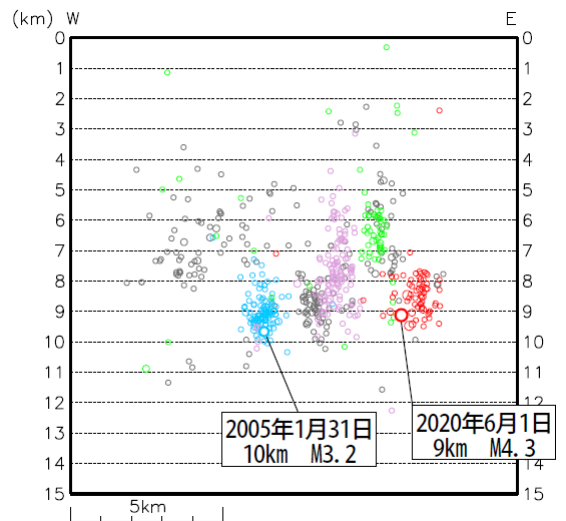
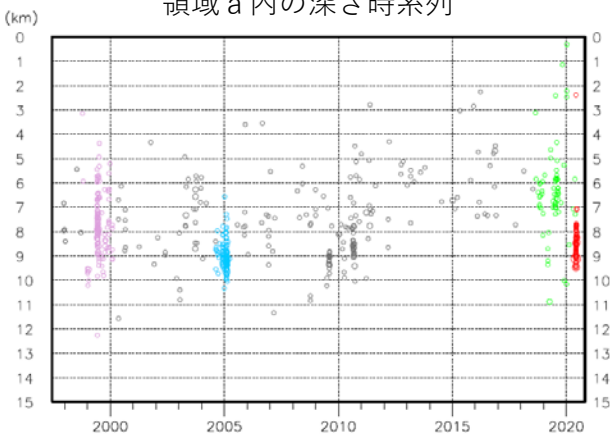
領域 a 内の時空間分布 (東西投影)

領域 a 内の断面図 (南北投影)

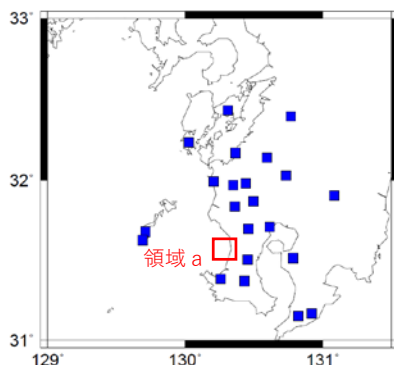


領域 a 内の深さ時系列

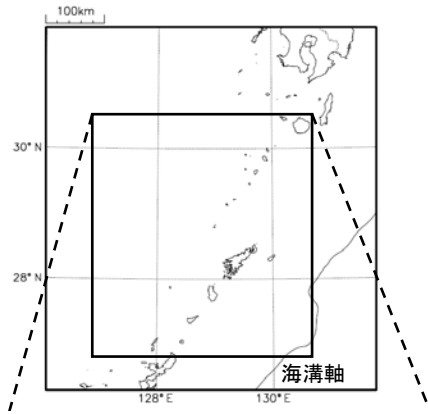
領域 a 内の断面図 (東西投影)



震源再計算に使用した観測点 (■)



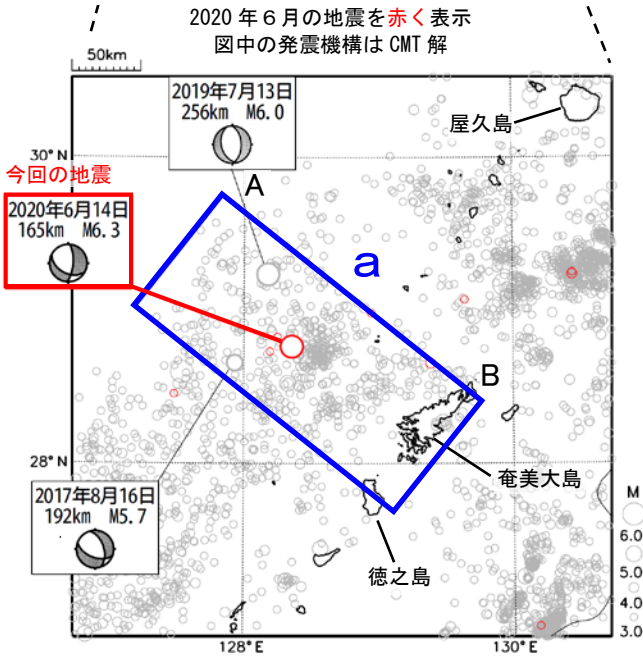
6月14日 奄美大島北西沖の地震



震央分布図

(1977年10月1日～2020年6月30日
深さ 50～300km、 $M \geq 3.0$)

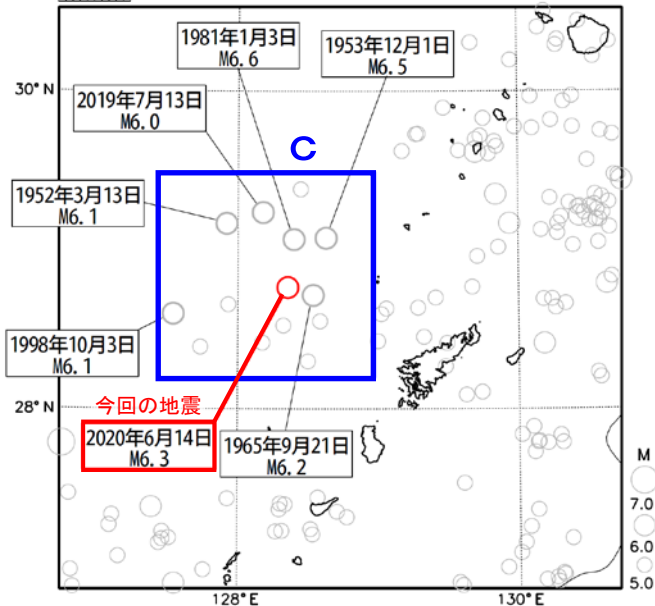
2020年6月の地震を赤く表示
図中の発震機構はCMT解



震央分布図

(1919年1月1日～2020年6月30日、
深さ 50～300km、 $M \geq 5.0$)

2020年6月の地震を赤く表示

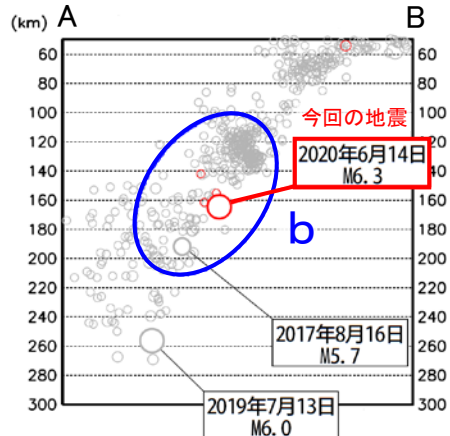


2020年6月14日00時51分に奄美大島北西沖の深さ165kmでM6.3の地震 (最大震度4) が発生した。この地震はフィリピン海プレート内部で発生した。発震機構 (CMT解) はフィリピン海プレートが沈み込む方向に圧力軸を持つ型である。

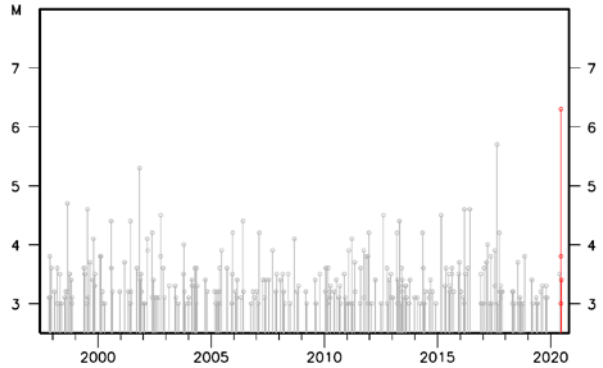
1977年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近 (領域b) では、2017年8月16日にM5.7の地震 (最大震度2) が発生した。

1919年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺 (領域c) では、M6.0以上の地震が6回発生している。1981年1月3日にはM6.6の地震 (最大震度4) が発生した。

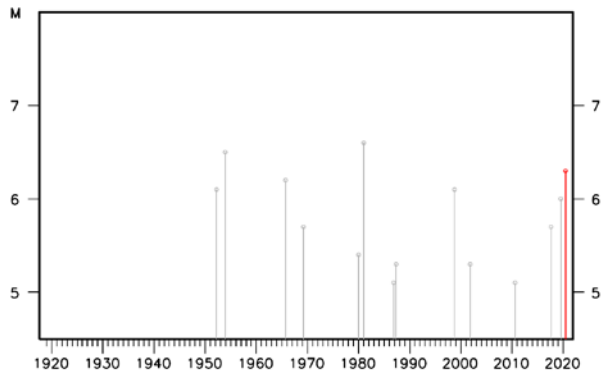
領域a内の断面図 (A-B投影)



領域b内のM-T図



領域c内のM-T図



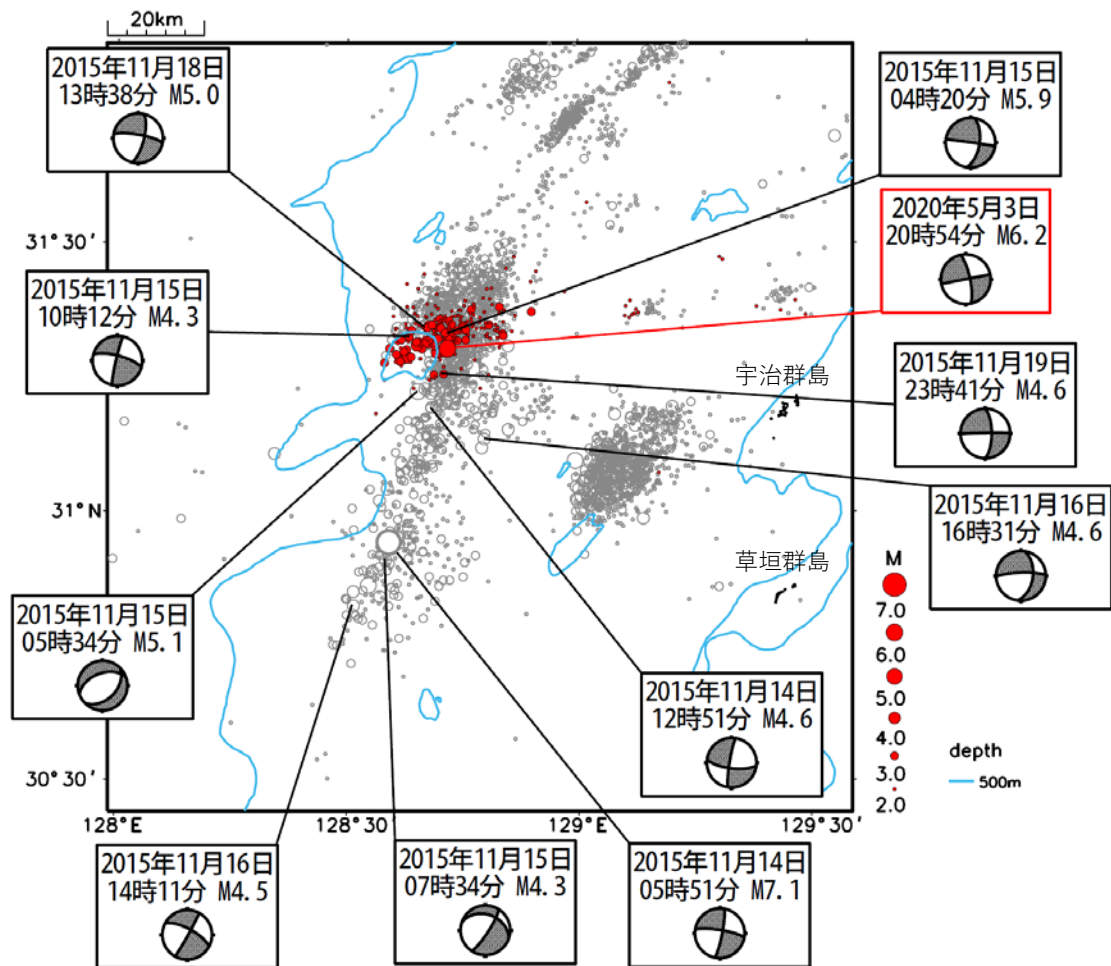
(この期間は検知能力が低い)

気象庁作成

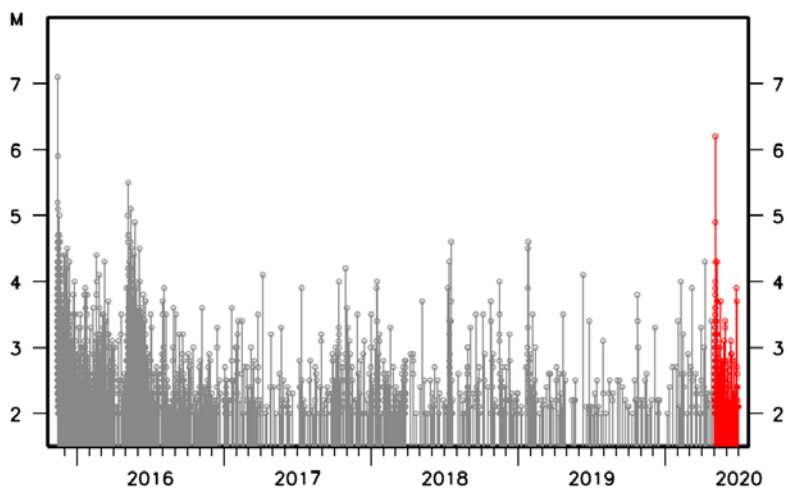
5月3日 薩摩半島西方沖の地震

震央分布図（2015年11月14日～2020年6月30日、 $M \geq 2.0$ 、30km以浅）

2020年5月以降を赤で表示、発震機構はCMT解、青線は水深500mの位置を示す

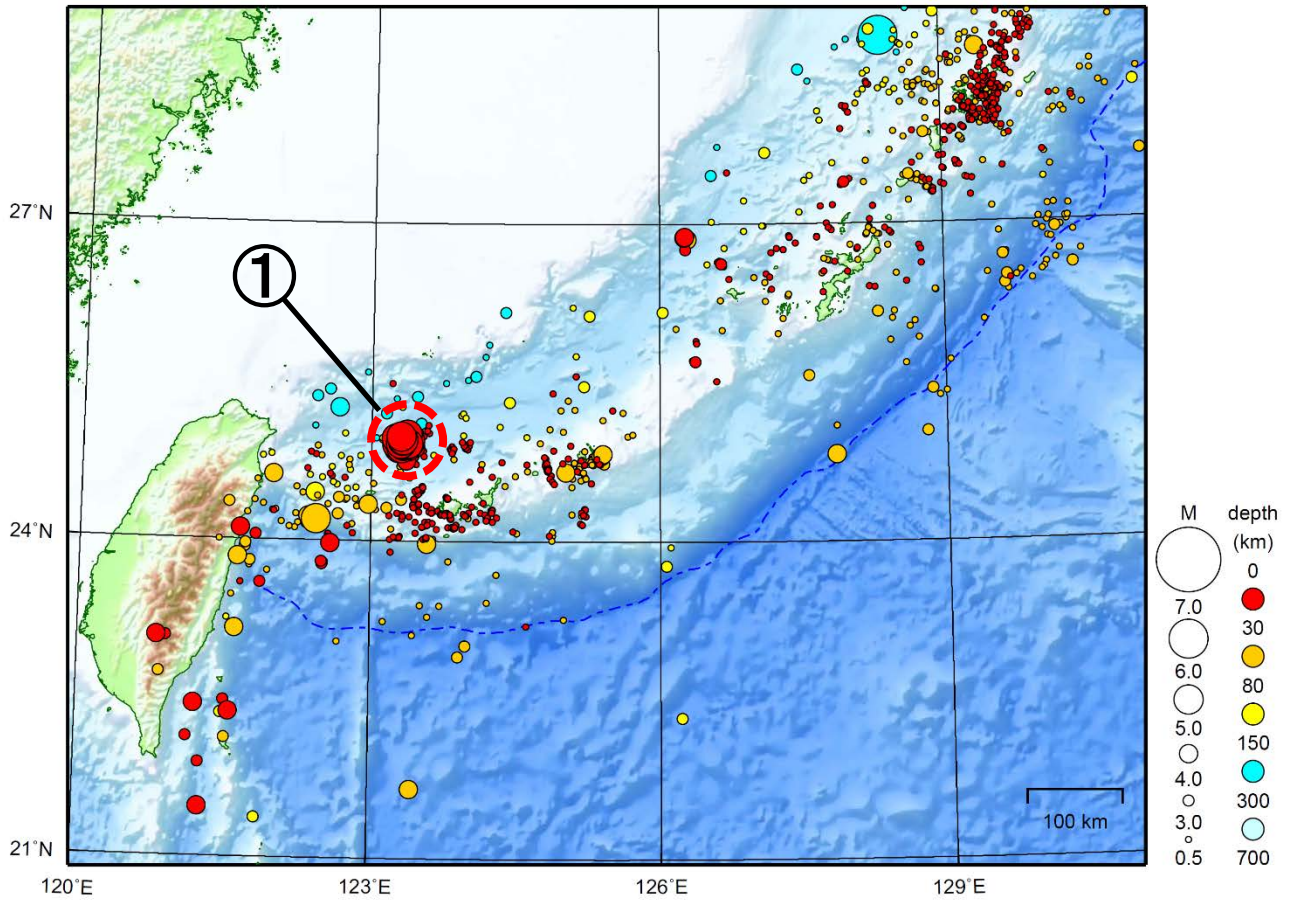


上図のMT図



沖縄地方

2020/06/01 00:00 ~ 2020/06/30 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

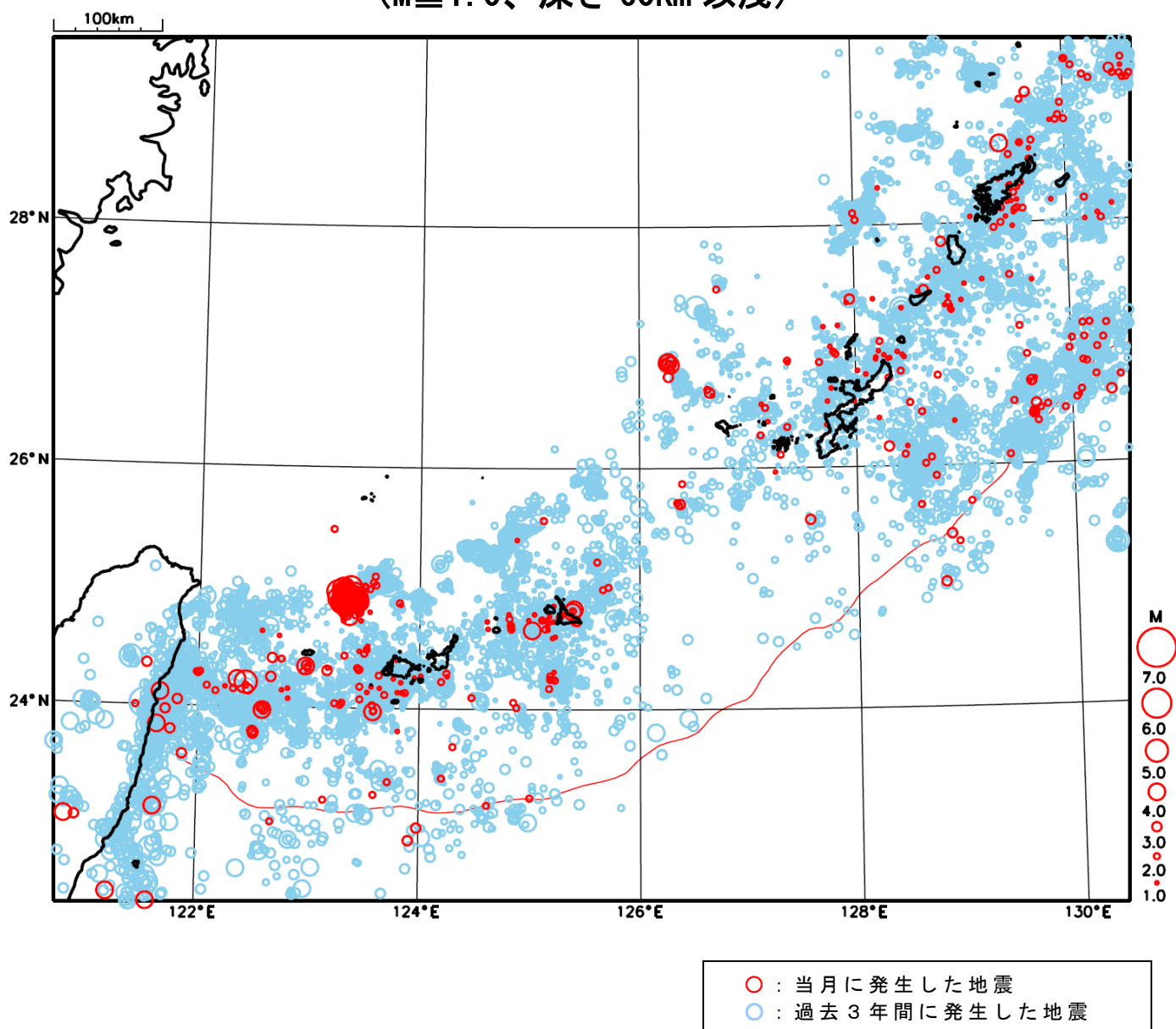
① 6月14日から与那国島近海で地震活動が活発化し、30日までに最大震度2を観測した地震が2回、最大震度1を観測した地震が7回発生した。

情報発表に用いた震央地名は〔与那国島近海〕、〔石垣島近海〕及び〔石垣島北西沖〕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

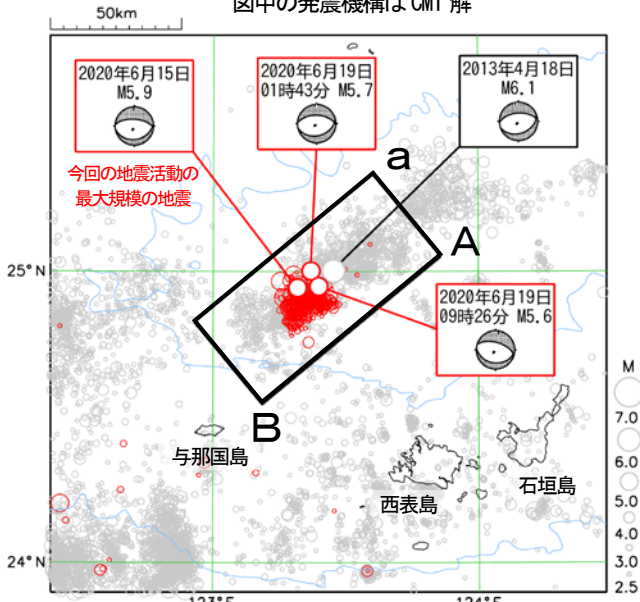
沖縄地方における 2020 年 6 月の地震活動 ($M \geq 1.0$ 、深さ 60km 以浅)



6月14日以降の与那国島近海の地震活動

震央分布図

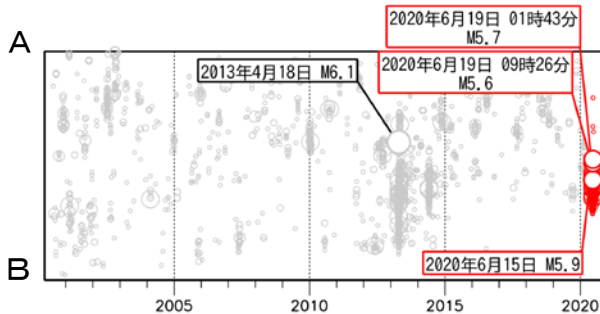
(2000年7月1日～2020年6月30日、
深さ0km～60km、 $M \geq 2.5$)
2020年6月14日以降の地震を赤色で表示
図中の発震機構はCMT解



領域a内で2013年4月と今回(2020年6月14日～30日)の地震活動について、規模の大きい地震に吹き出しをつけた。

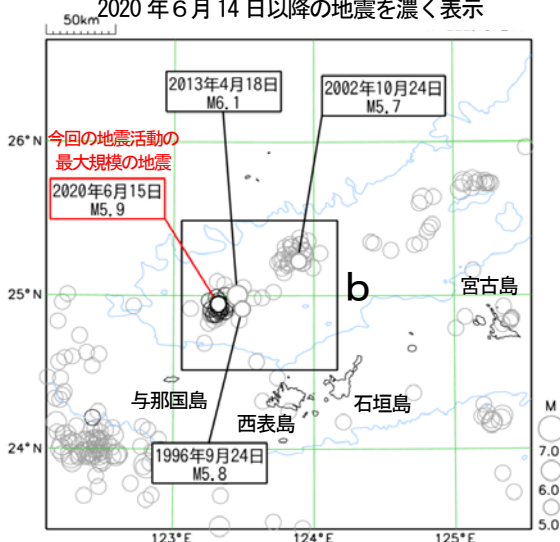
図中の青色の等値線は水深1500mを示す

領域a内の時空間分布図 (A-B投影)
(2000年7月1日～2020年6月30日)



震央分布図

(1990年1月1日～2020年6月30日、
深さ0km～60km、 $M \geq 5.0$)
2020年6月14日以降の地震を濃く表示



図中の青色の等値線は水深1500mを示す

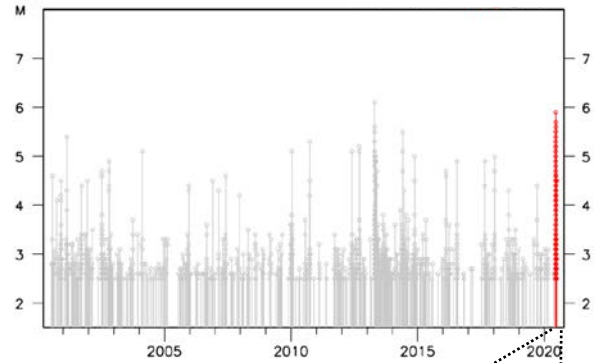
2020年6月14日から与那国島近海で地震活動が活発になり、30日までに震度1以上を観測する地震が9回(震度2:2回、震度1:7回)発生している。そのうち最大規模の地震は6月15日04時26分に与那国島近海で発生したM5.9の地震(最大震度1)であり、発震機構(CMT解)は南北方向に張力軸を持つ正断層型である。

この地震活動は、沖縄トラフでの活動で陸のプレート内で発生している。

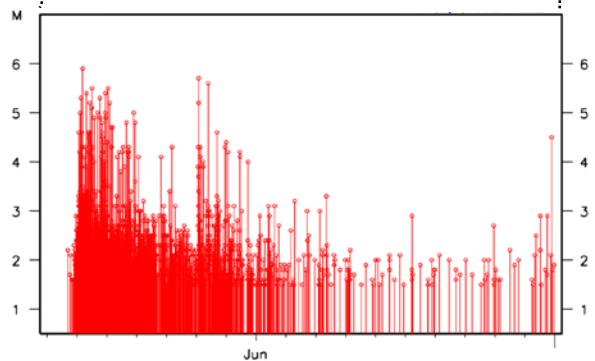
2000年7月以降の活動をみると、今回の震央付近(領域a)ではM5以上を最大規模とした地震活動の一時的な活発化が時々みられる。2013年4月の活発化の際には同月18日にM6.1の地震(最大震度1)が発生した。

1990年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺(領域b)では、M5以上の地震が時々発生している。

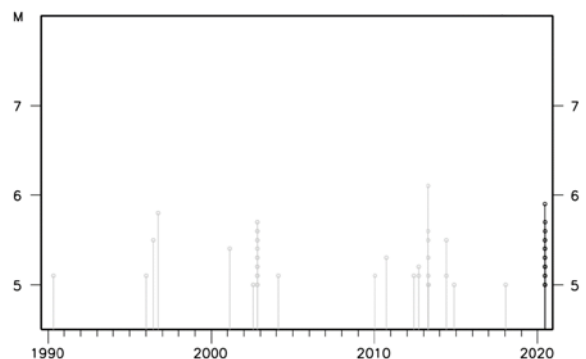
領域a内のM-T図



(2020年6月14日～30日、 $M \geq 1.5$)

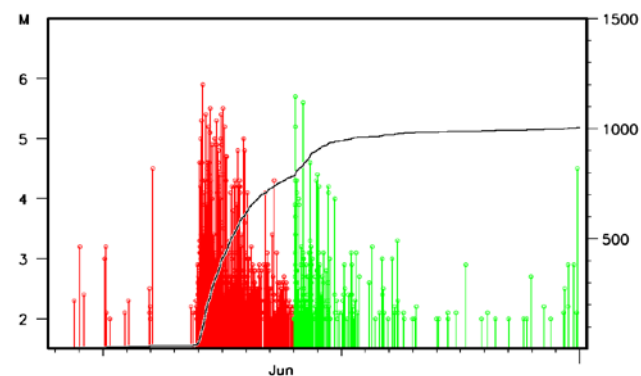
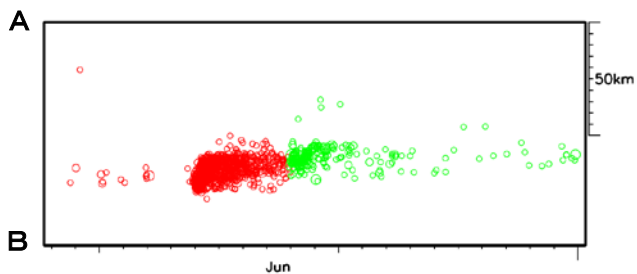
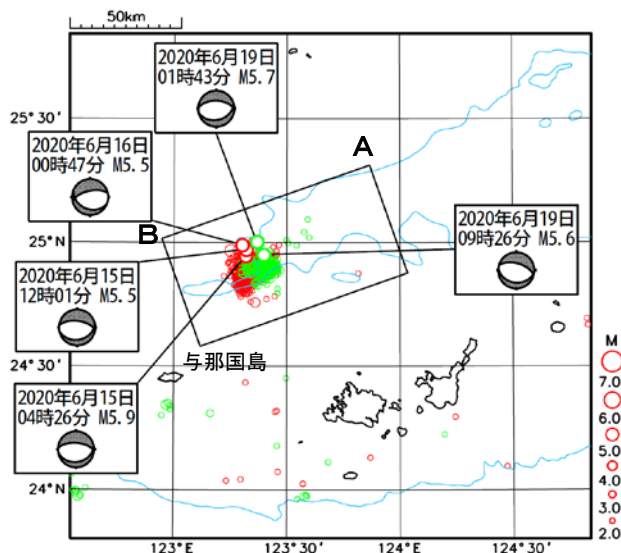


領域b内のM-T図



震央分布図

(2020年6月9日～6月30日、深さ0～60km、M2.0以上)
 2020年6月9日～18日を赤、2020年6月19日以降を緑で表示
 震央分布図の青線は水深2000mを表す。



与那国島近海の地震活動

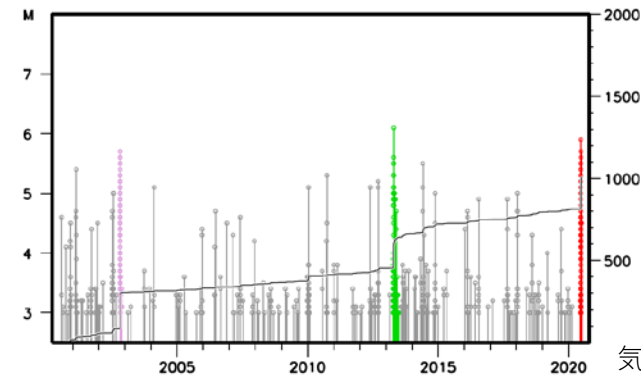
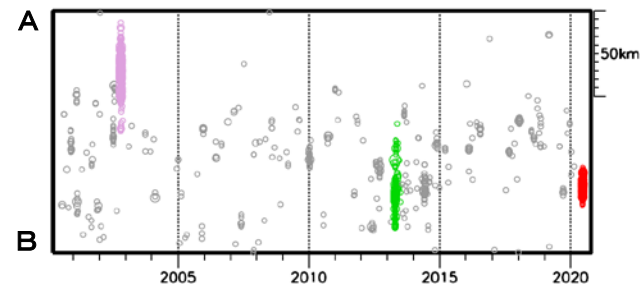
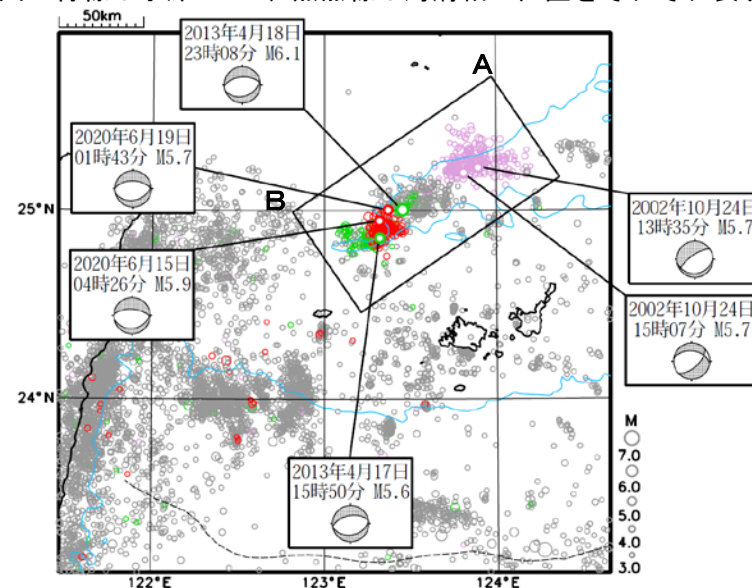
- ・6月14日夜から与那国島近海を震源とする地震回数が増加し、15日から16日にかけてM5程度の地震がまとまって発生した。
- ・19日01時43分にM5.7の地震が発生するなど、19日に再びM5を超える地震が発生した。
- ・発震機構（CMT解）は概ね南北方向に張力軸を持つ正断層型
- ・この付近では2013年4月（最大M6.1、最大震度1）、2002年10月（最大M5.7、震度1以上の観測なし）にも同様な活動がみられている

上図の矩形領域内の
時空間分布 (AB投影)

上図の矩形領域内の
地震活動経過および
回数積算図

震央分布図

(2000年7月1日～2020年6月30日、深さ0～60km、M3.0以上)
 2002年10月～11月を紫、2013年4月～6月を緑、2020年6月を赤で表示
 震央分布図の青線は水深2000m、黒点線は海溝軸の位置をそれぞれ表す。



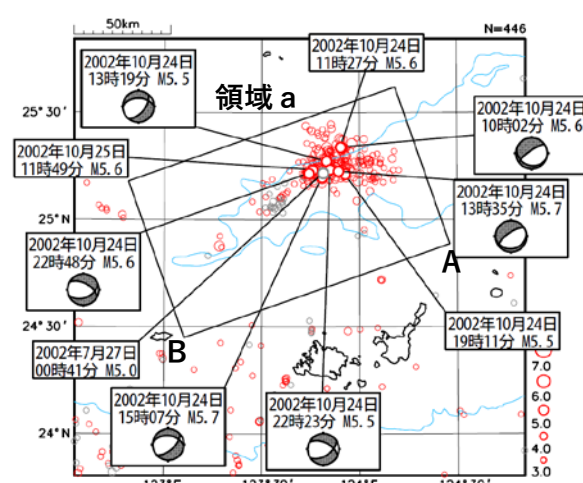
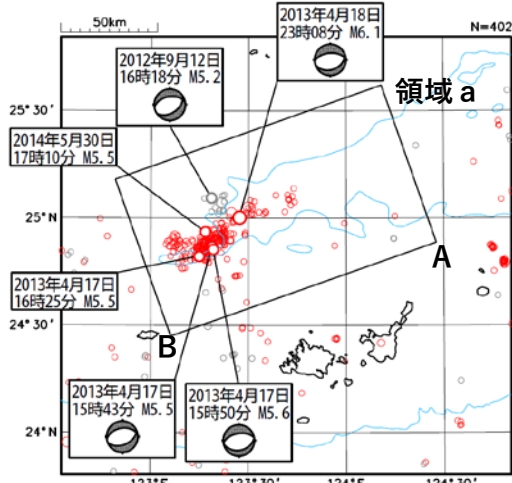
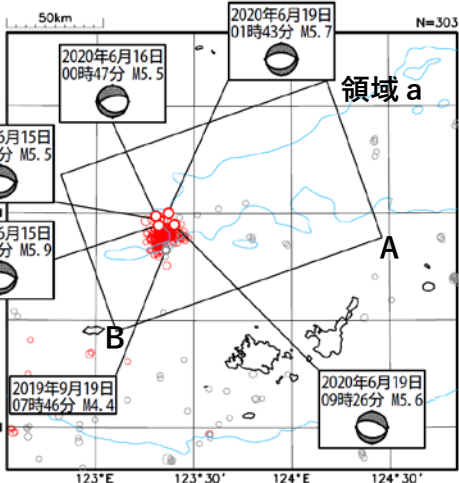
与那国島近海の地震活動（過去事例との比較）

今回（2019年9月～2020年6月）

2012年9月～2014年8月

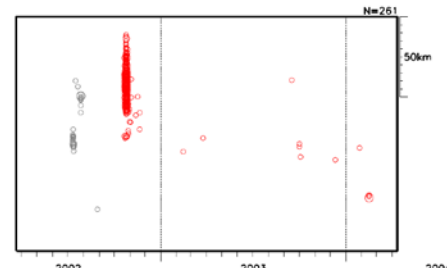
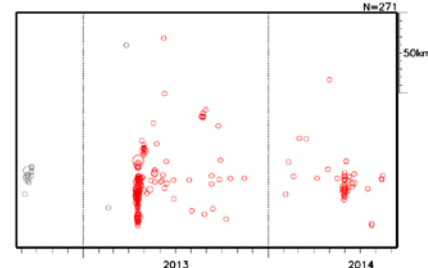
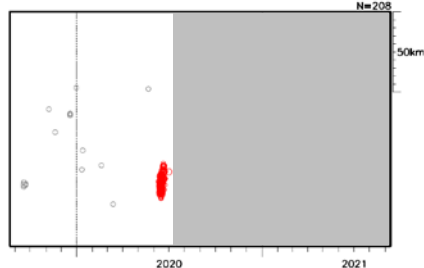
2002年4月～2004年3月

震央分布図
($M \geq 3.0$ 、60km以浅)

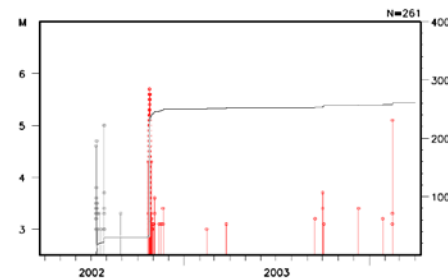
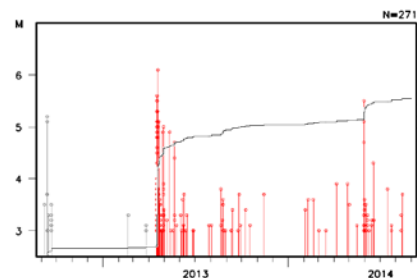
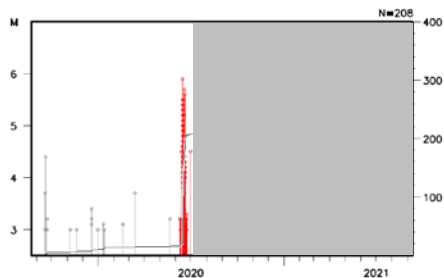


水色の線は水深1500mの位置を示す。発震機構はCMT解。活発化前の震源を灰、活発化以降を赤で表示。活発化前の付近最大規模の地震と活発化以降のM5.5以上の地震に吹き出し。

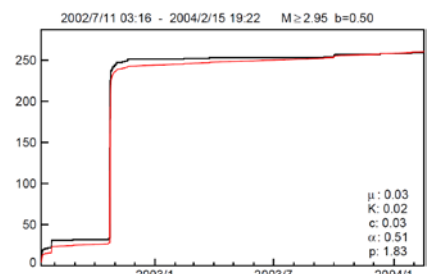
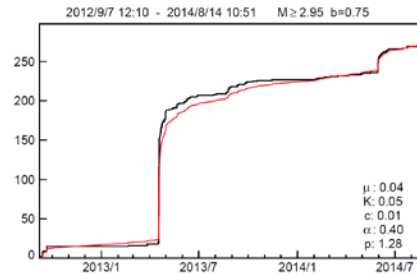
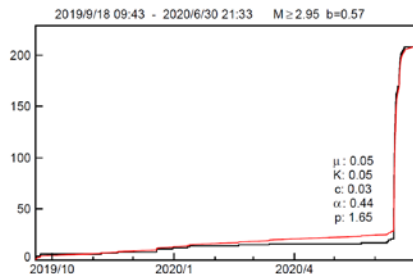
上図の領域 a 内の時空間分布 (A B 投影)



上図の領域 a 内の M T · 回数積算図



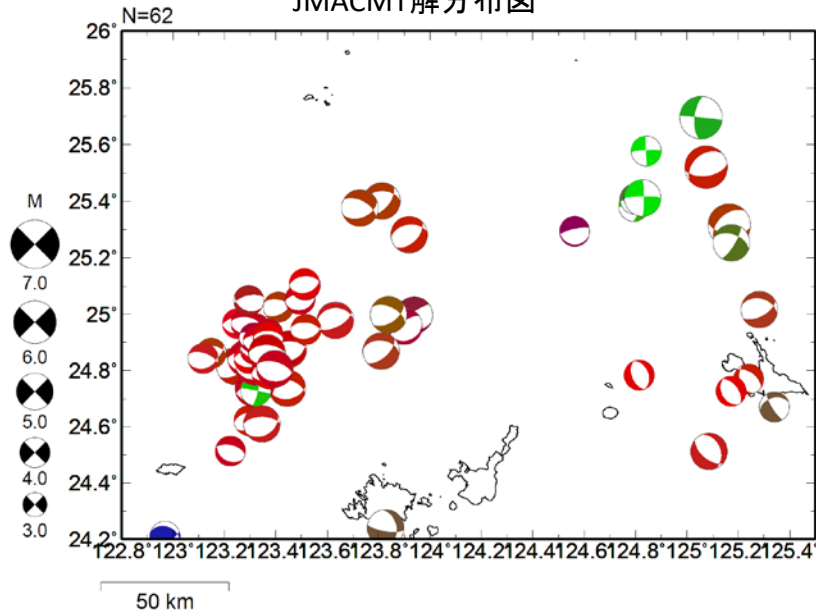
上図の領域 a 内の E T A S 解析 · b 値



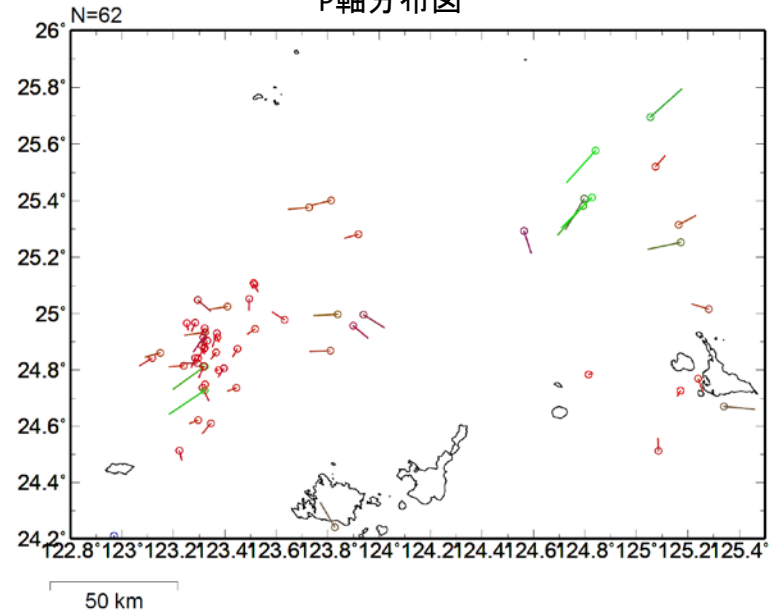
与那国島近海の地震活動(周辺のJMACMT解等の分布)

1997年10月1日～2020年6月30日 M \geq 3.0、深さ \leq 50km

JMACMT解分布図

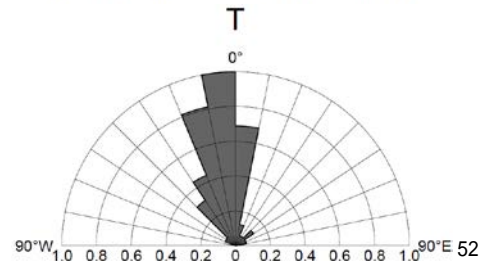
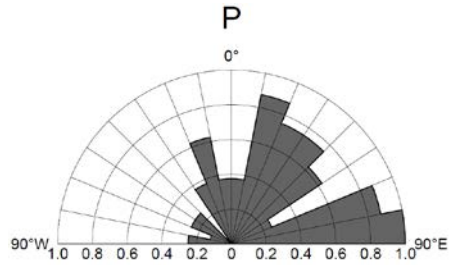
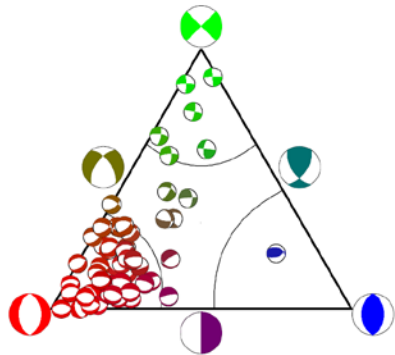


P軸分布図

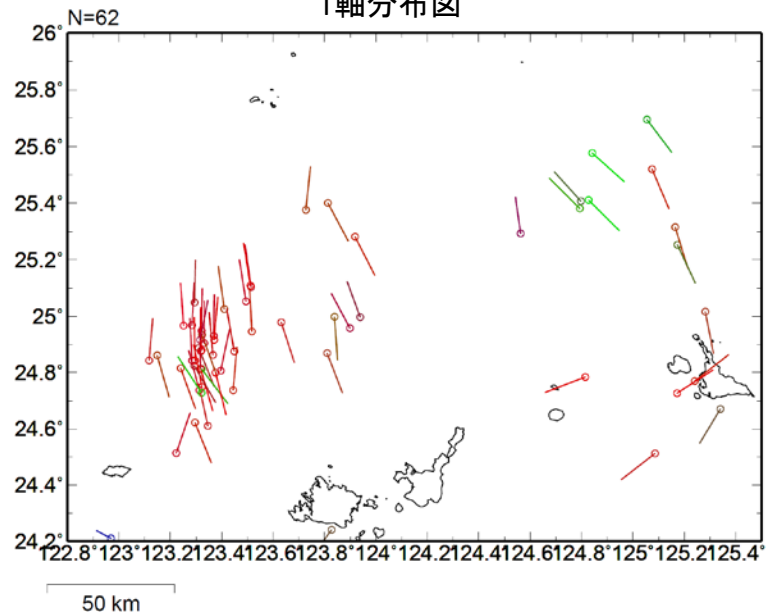


P軸とT軸の方位分布
 ※最も個数の多い方位を1とした
 方位別の割合を示す

CMT解の型の分布

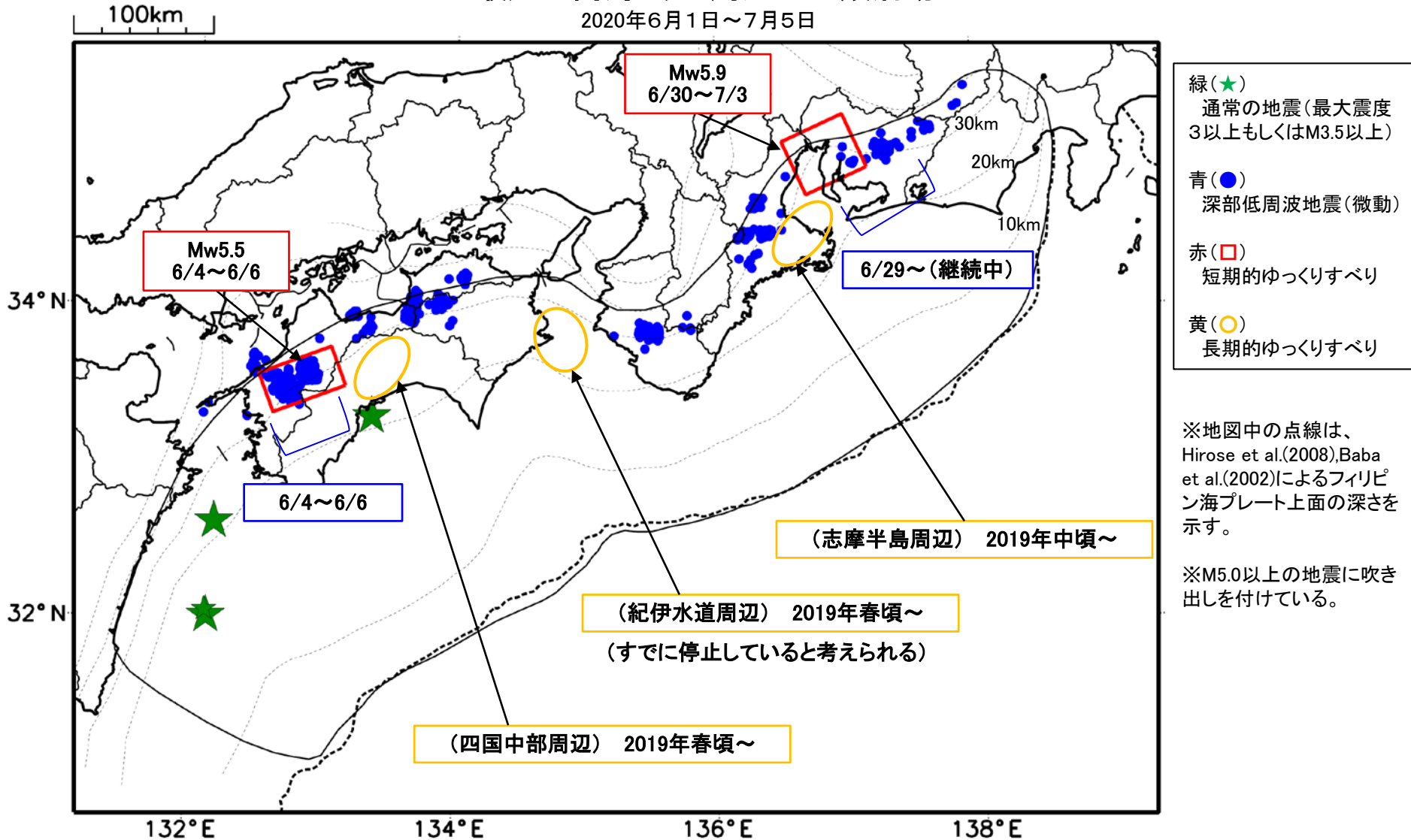


T軸分布図



最近の南海トラフ周辺の地殻活動

2020年6月1日～7月5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

※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)気象庁の解析結果による。
 短期的ゆっくりすべり.....【四国西部】産業技術総合研究所の解析結果による。【東海】気象庁の解析結果による。
 長期的ゆっくりすべり.....【四国中部周辺、紀伊水道周辺、志摩半島周辺】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。

令和2年6月1日～令和2年7月5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
6/1	20:45	日向灘	19	4.2	1	フィリピン海プレートと陸のプレートの境界
6/10	00:22	土佐湾	21	4.7	4	陸のプレートの地殻内
6/12	20:30	日向灘	40	4.2	3	フィリピン海プレート内部
6/15	02:28	日向灘	24	3.8	1	

※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>6月3日～4日</p> <p>6月10日～11日</p> <p>6月19日～20日</p> <p>6月28日～7月4日</p> <p>■四国中部</p> <p>6月10日</p> <p>6月14日</p> <p>6月26日～27日</p> <p>■四国西部</p> <p>6月4日～6日 . . . (1)</p> <p>6月10日～11日</p> <p>6月17日～18日</p> <p>6月20日～22日</p> <p>7月5日～（継続中）</p>	<p>■紀伊半島北部</p> <p>6月8日</p> <p>6月10日</p> <p>6月30日～7月1日</p> <p>7月3日～（継続中）</p> <p>■紀伊半島中部</p> <p>6月6日～7日</p> <p>■紀伊半島西部</p> <p>6月1日～5日</p> <p>6月14日～15日</p> <p>6月17日</p> <p>6月24日～25日</p> <p>7月2日～3日</p>	<p>6月16日～18日</p> <p>6月21日</p> <p>6月29日～（継続中） . . . (2)</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）（2）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の。

気象庁作成

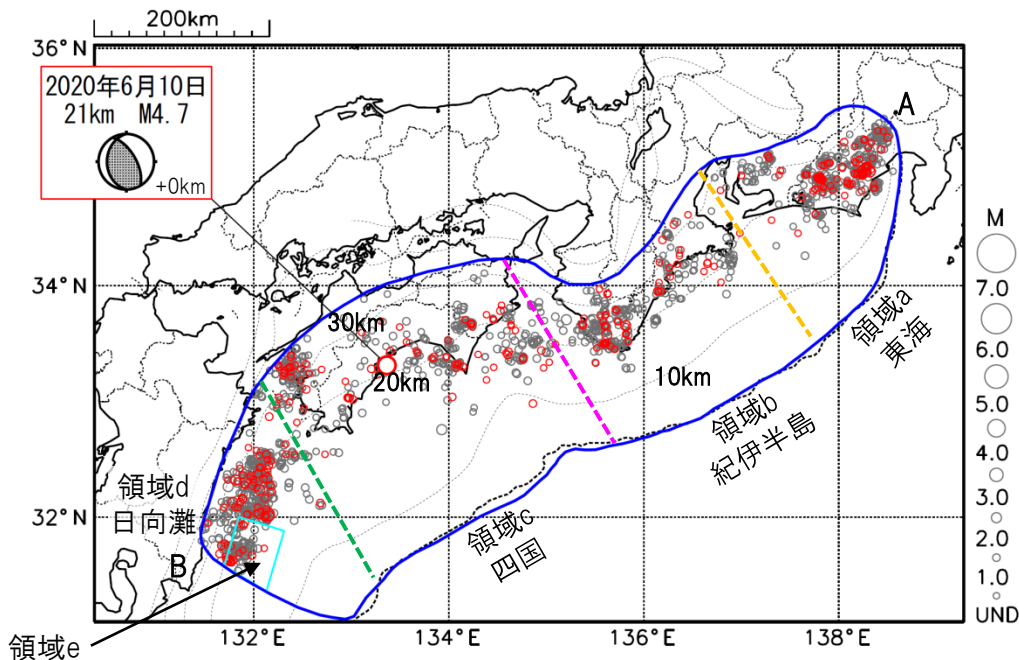
プレート境界とその周辺の地震活動

フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。

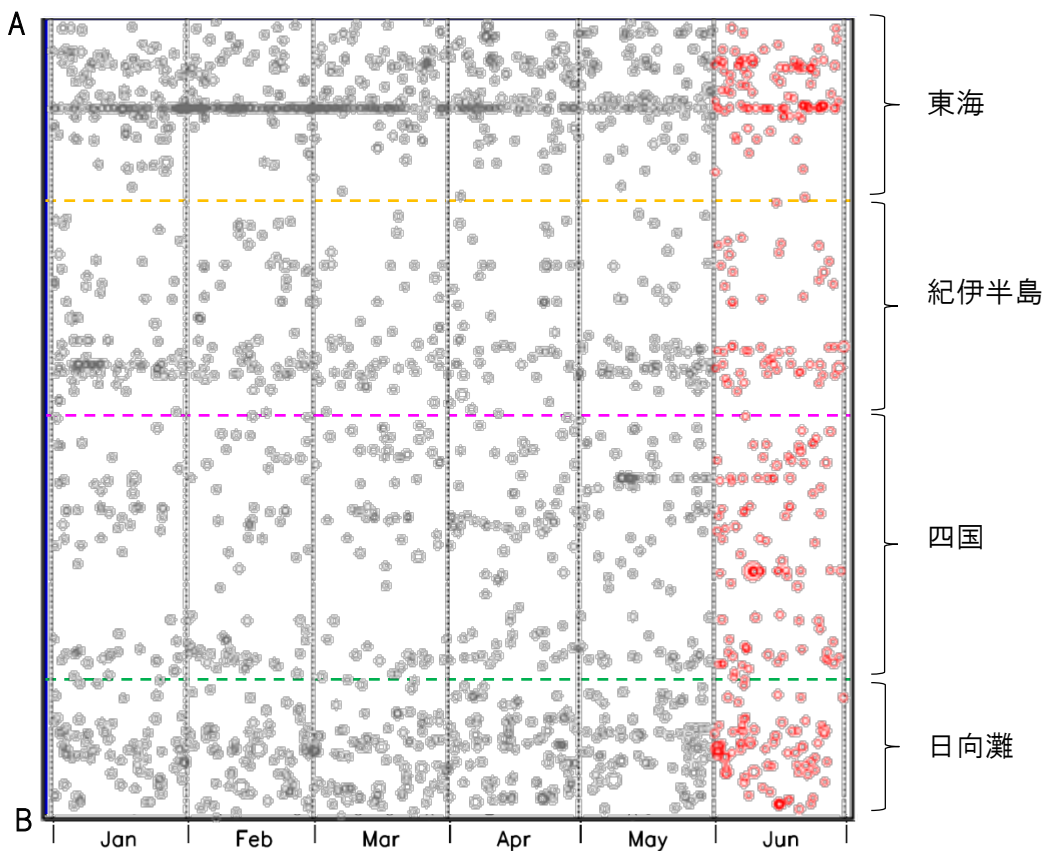
日向灘の領域e内のみ、深さ20km～30kmの地震を追加している。

震央分布図

(2019年12月1日～2020年6月30日、M全て、2020年6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。

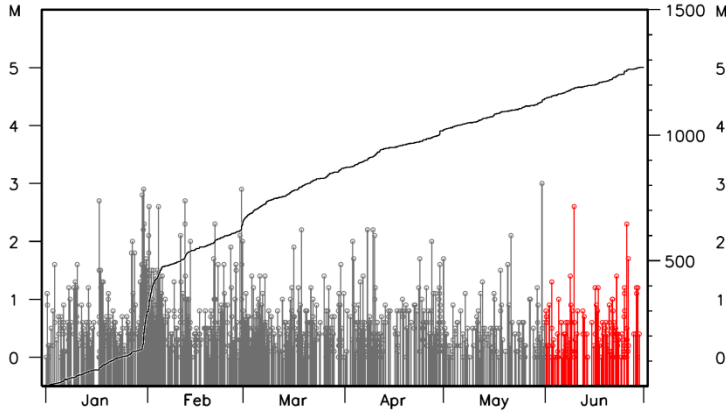
気象庁作成

プレート境界とその周辺の地震活動

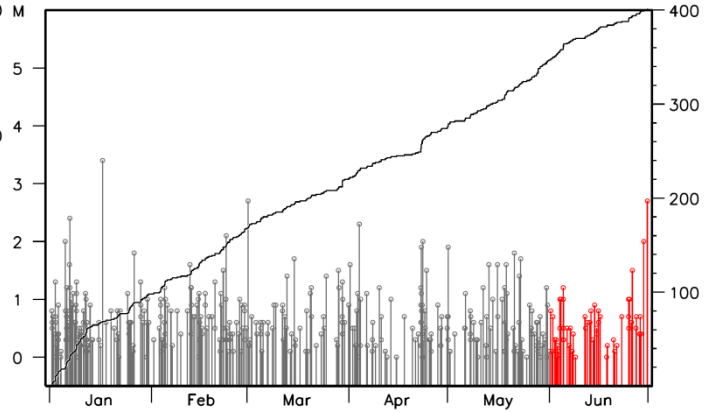
フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。

震央分布図の各領域内のMT図・回数積算図

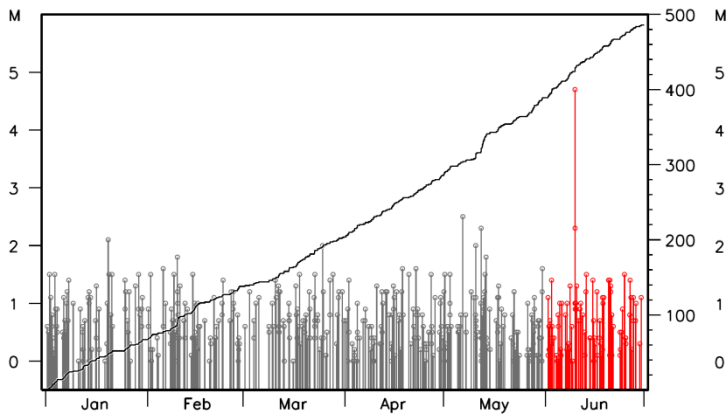
領域a内(東海)



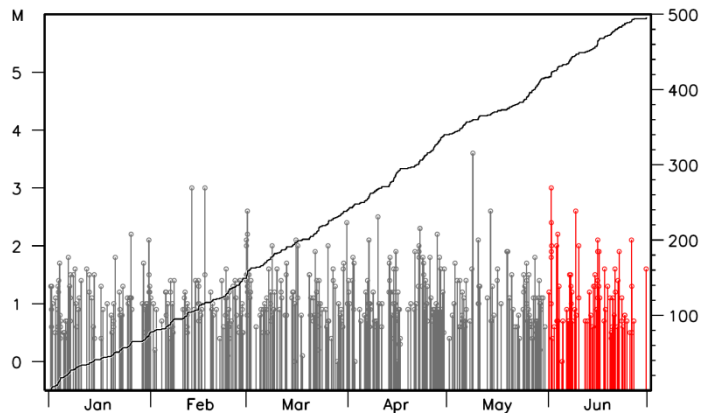
領域b内(紀伊半島)



領域c内(四国)



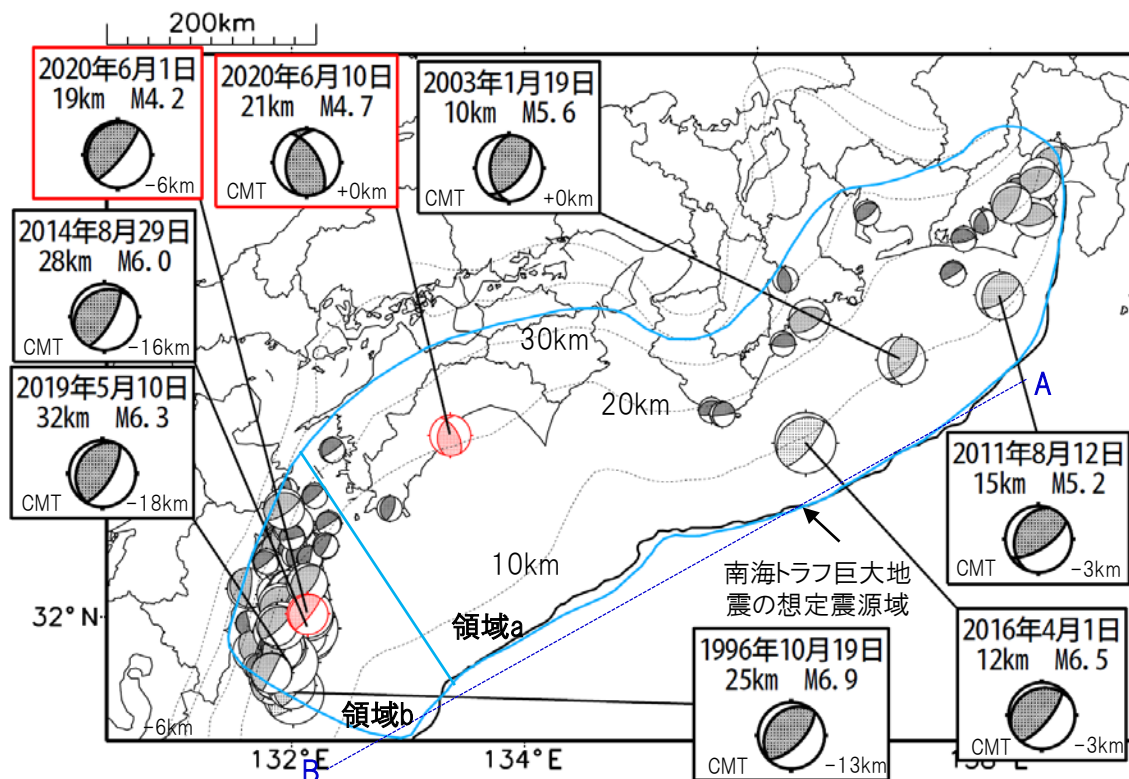
領域d内(日向灘)



※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～2020年6月30日、M \geq 3.2、2020年6月の地震を赤く表示)



・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。

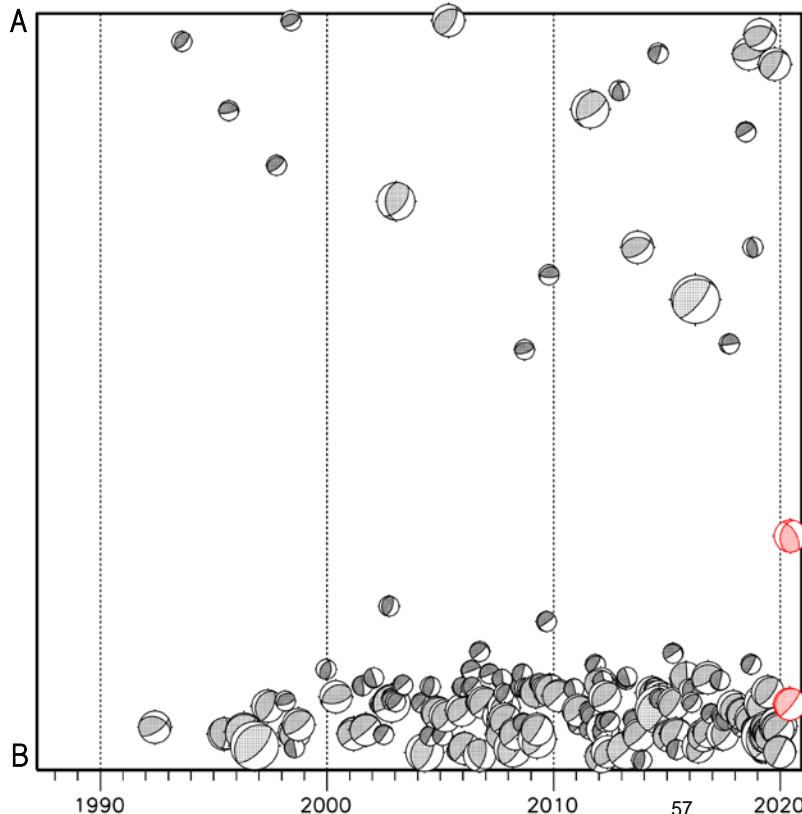
・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

・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。

南海トラフ巨大地震の想定震源域内の時空間分布図



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。

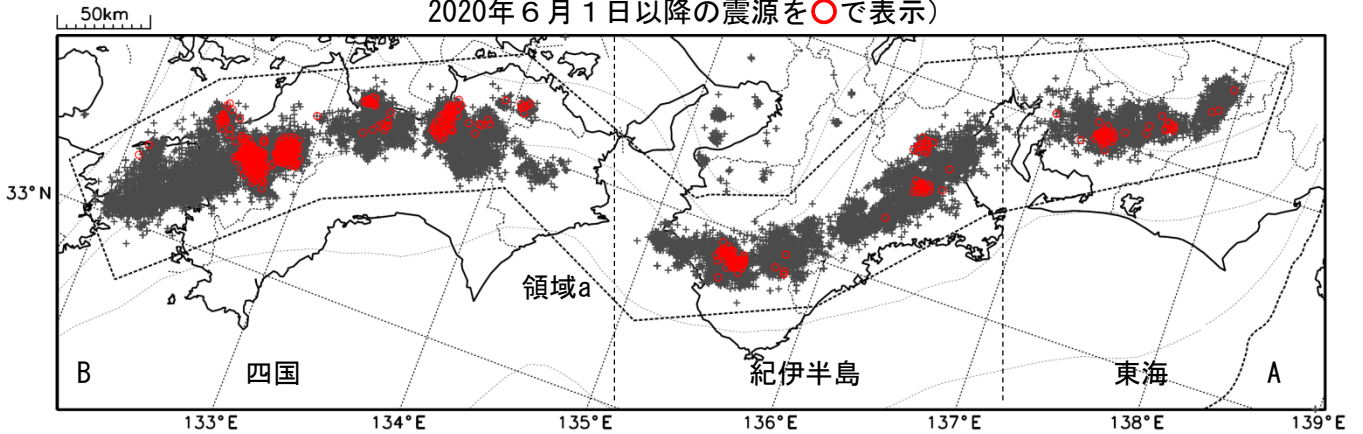
・同一の地震で、CMT解と初動解の両方がある場合はCMT解を選択している。

・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。

深部低周波地震（微動）活動（2010年7月1日～2020年6月30日）

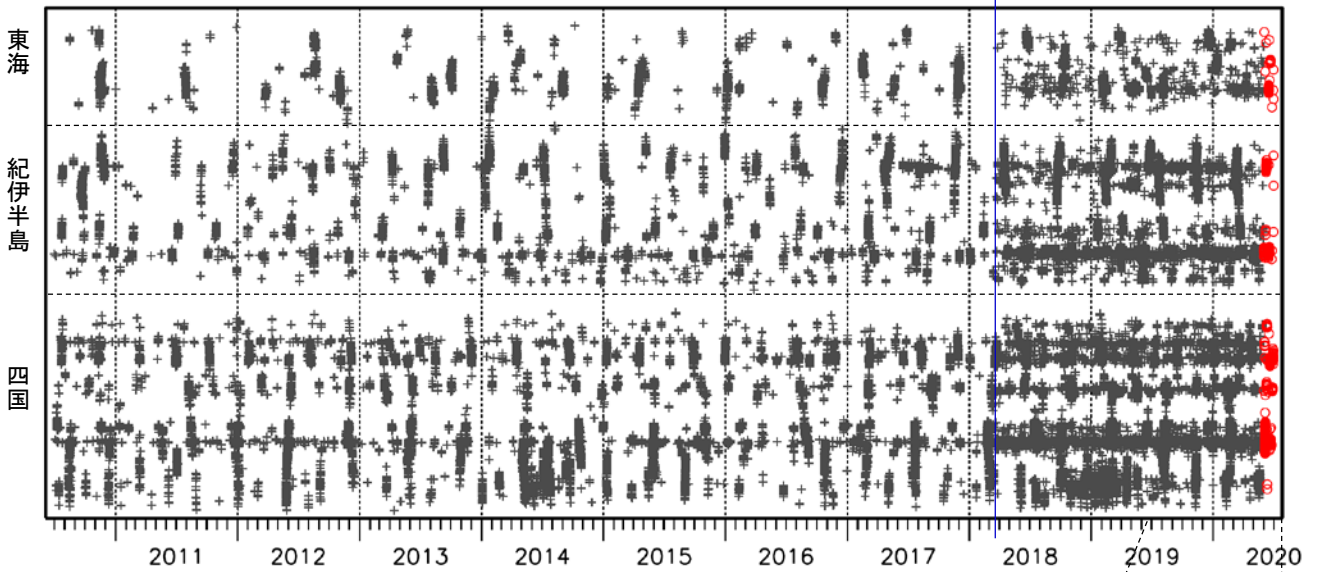
深部低周波地震（微動）は、「短期的ゆっくりすべり」に密接に関連する現象とみられており、プレート境界の状態の変化を監視するために、その活動を監視している。

震央分布図（2010年7月1日～2020年6月30日：過去10年間
2020年6月1日以降の震源を○で表示）

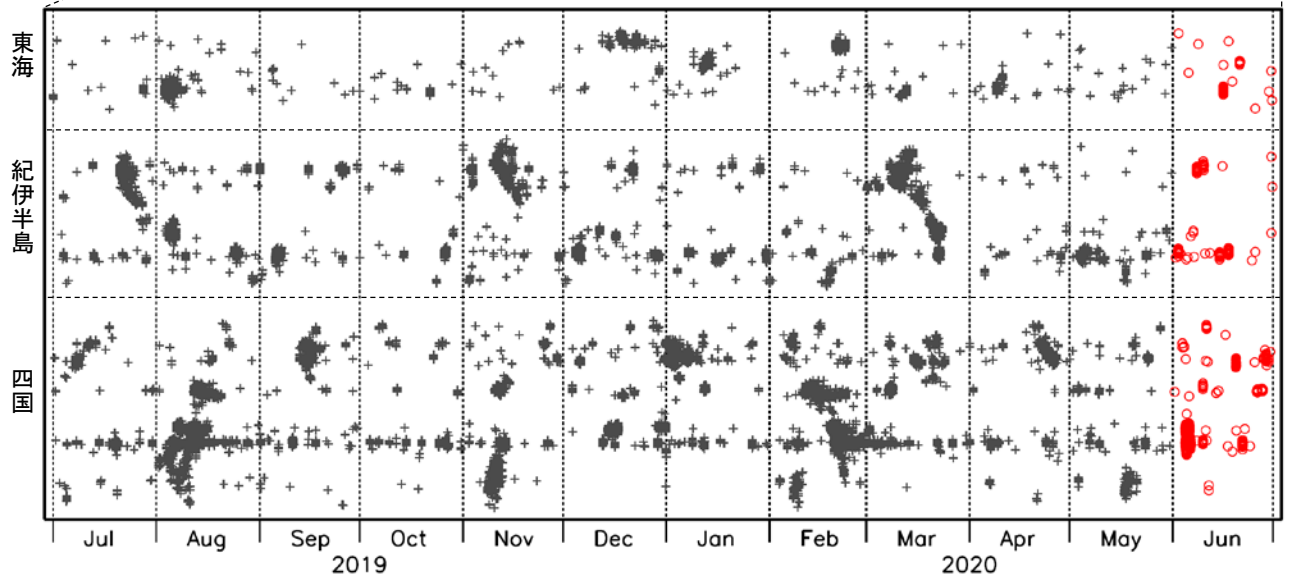


上図領域a内の時空間分布図（A-B投影）

※2018年3月22日



（2019年7月1日～2020年6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。

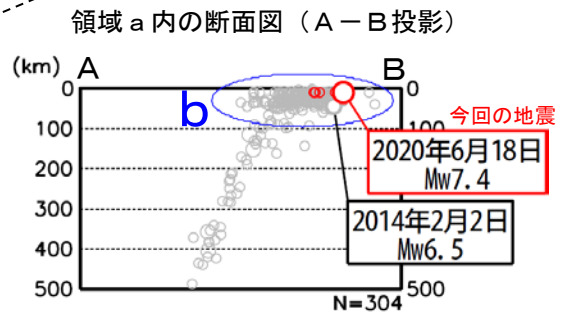
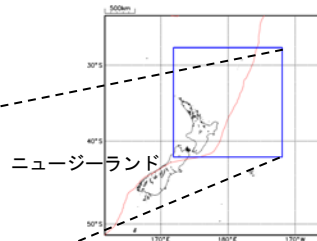
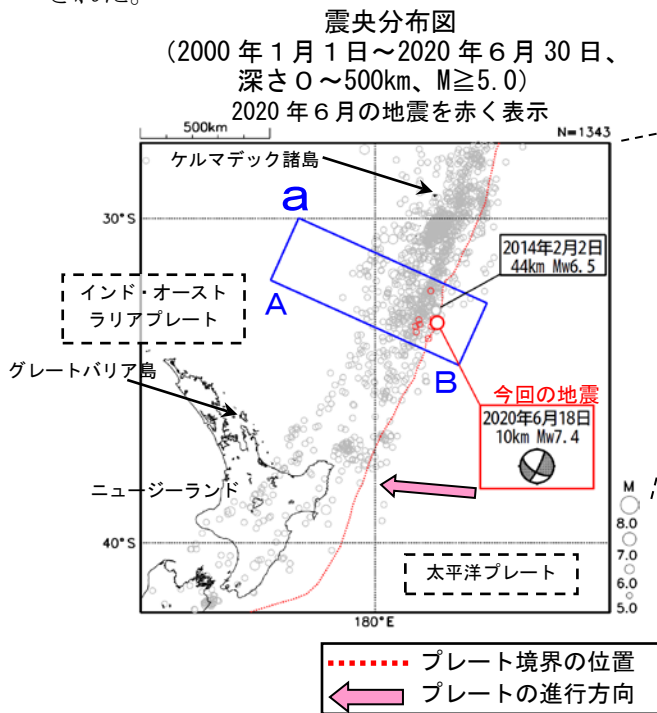
6月18日 ケルマデック諸島南方の地震

2020年6月18日21時49分（日本時間、以下同じ）に、ケルマデック諸島南方の深さ10kmでMw7.4の地震が発生した。この地震は、発震機構（気象庁によるCMT解）が、北北西-南南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型で、太平洋プレートの内部で発生した。

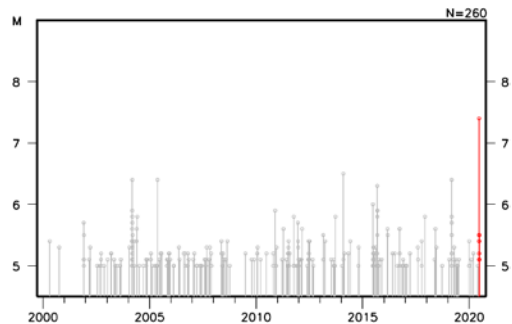
気象庁は、この地震により、同日22時15分に遠地地震に関する情報（日本への津波の影響なし）を発表した。

この地震により、ニュージーランドのグレートバリア島で0.11mなどの津波を観測した。

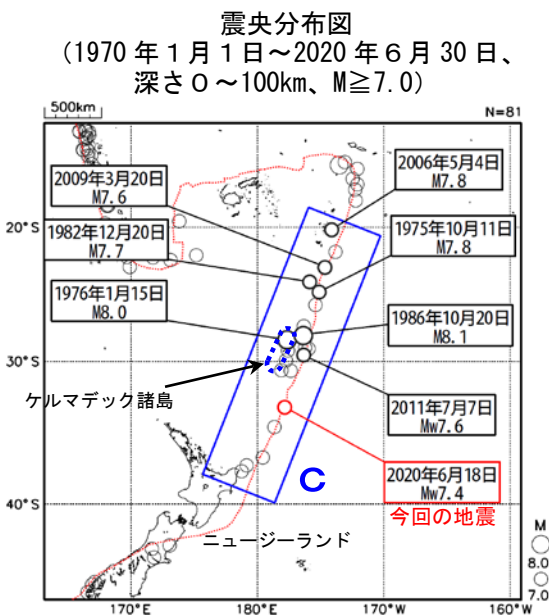
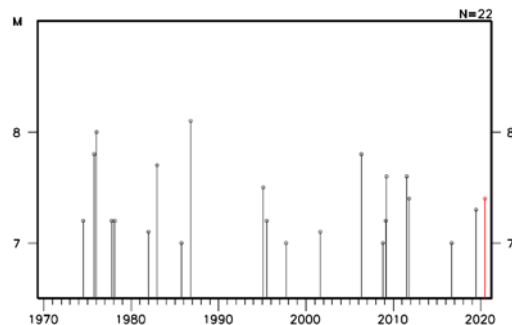
1970年以降の地震活動を見ると、領域b内のケルマデック諸島周辺では、M7.0以上の地震がしばしば発生している。このうち、今回の地震の震央付近では1986年10月20日にM8.1の地震が発生した。また、2011年7月7日にMw7.6の地震が発生し、ケルマデック諸島のラウル島で1.2mの津波が観測された。



領域b内のM-T図



領域c内のM-T図



※本資料中、今回の地震の発震機構とMw、及び2011年7月7日の地震のMwは気象庁による。その他の震源要素は、米国地質調査所（USGS）による。海外の津波観測施設の観測値は米国海洋大気庁（NOAA）による（7月1日10時現在）。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

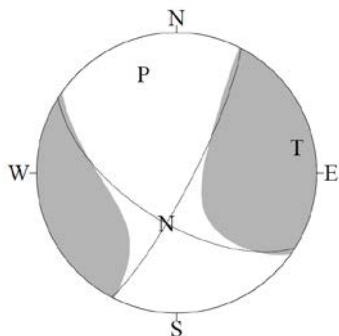
Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4 (3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

気象庁作成

6月18日 ケルマデック諸島南方の地震の発震機構解析

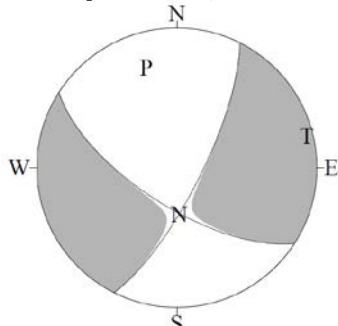
2020年6月18日21時49分（日本時間）にケルマデック諸島南方で発生した地震についてCMT解析及びW-phaseを用いた発震機構解析を行った。

1. CMT解析 セントロイドは、南緯33.2°、西経177.7°、深さ32km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)
7.4	1.43×10 ²⁰ Nm	27.5° / 80.8° / -28.8°	122.5° / 61.6° / -169.6°

2. W-phaseの解析 セントロイドは、南緯33.4°、西経177.7°、深さ31kmとなった。



W-phaseの解析では、震央距離10°～90°までの29観測点の上下成分、25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。

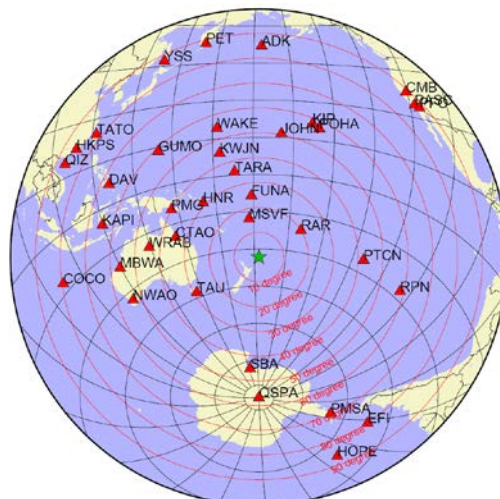
Mw	M ₀	断層面解1 (走向/傾斜/すべり角)	断層面解2 (走向/傾斜/すべり角)
7.4	1.53×10 ²⁰ Nm	26.7° / 75.9° / -23.0°	122.6° / 67.8° / -164.7°

(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

2020年6月18日 ケルマデック諸島南方の地震 — 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) — (その1)

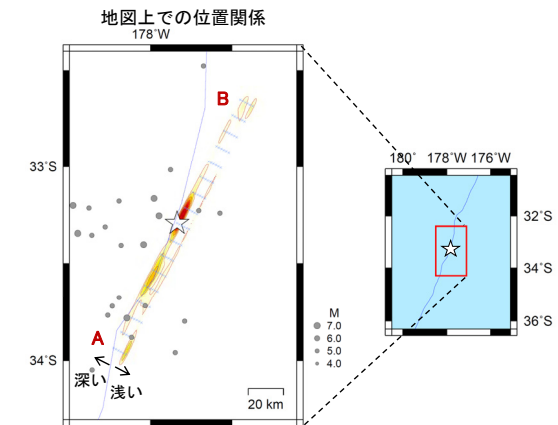
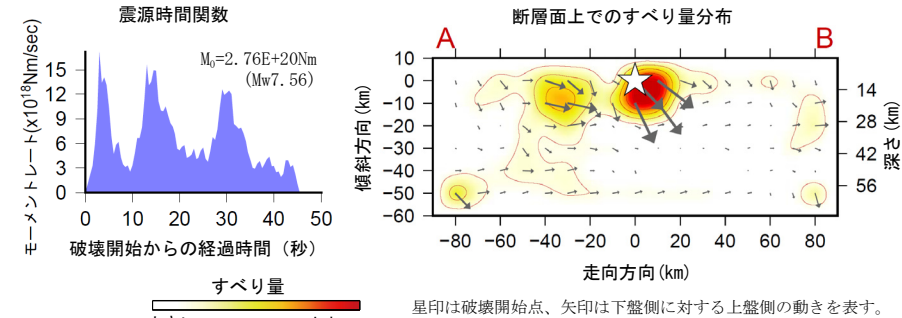
2020年6月18日21時49分(日本時間)にケルマデック諸島南方で発生した地震について、米国大学間地震学研究連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(33°17.6'S, 177°50.3'W, 深さ10km)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27°、傾斜81°、すべり角-29°)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)。

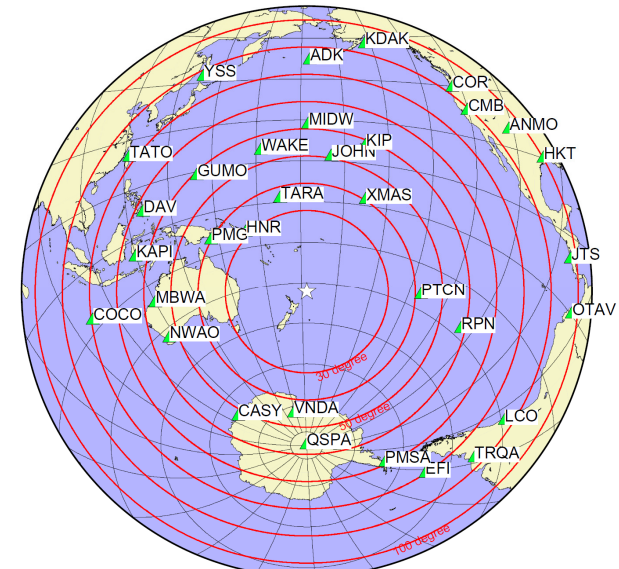
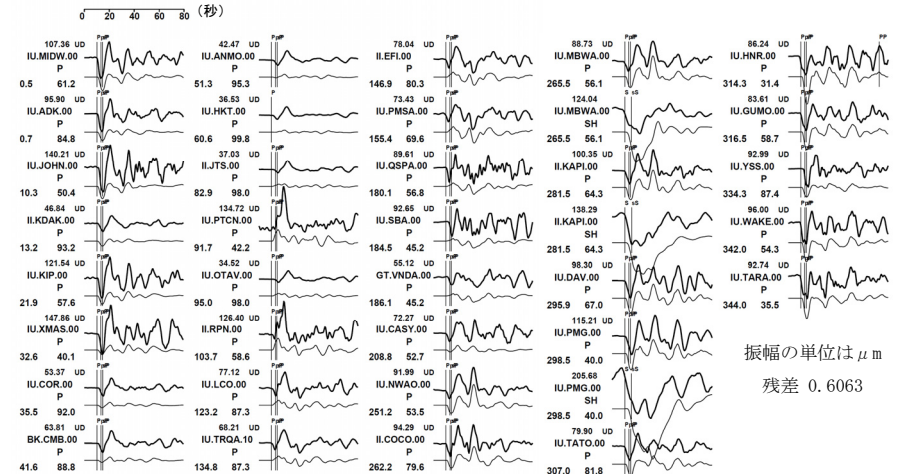
- 主な破壊領域は走向方向に約60km、傾斜方向に約20kmであった。
- 主なすべりは破壊開始点から北北東方向に広がり、最大すべり量は5.0mであった(周辺の構造から剛性率を30GPaとして計算)。
- 主な破壊継続時間は約40秒であった。
- モーメントマグニチュード(Mw)は7.6であった。

結果の見方は、https://www.data.jma.go.jp/svd/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/>

観測波形(上: 0.01Hz-0.5Hz)と理論波形(下)の比較



*1: 近すぎる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.

2020年6月18日 ケルマデック諸島南方の地震 — 遠地実体波による震源過程解析（暫定）—（その2）

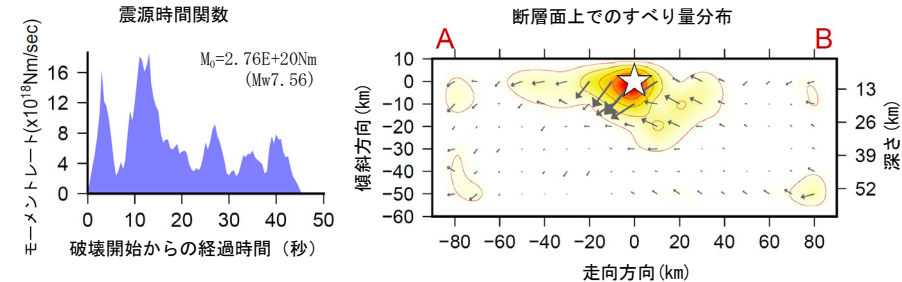
2020年6月18日21時49分（日本時間）にケルマデック諸島南方で発生した地震について、米国大学間地震学研究連合（IRIS）のデータ管理センター（DMC）より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析（注1）を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所（USGS）による震源の位置（33° 17.6′ S、177° 50.3′ W、深さ10km）とした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、西北西—東南東走向の節面（走向122°、傾斜62°、すべり角-170°）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。

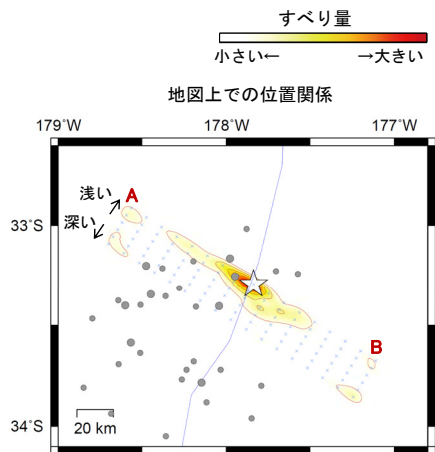
主な結果は以下のとおり（この結果は暫定であり、今後更新することがある）。

- ・主な破壊領域は走向方向に約30km、傾斜方向に約20kmであった。
- ・主なすべりは破壊開始点から西北西方向に広がり、最大すべり量は6.5mであった（周辺の構造から剛性率を30GPaとして計算）。
- ・主な破壊継続時間は約45秒であった。
- ・モーメントマグニチュード（ M_w ）は7.6であった。

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

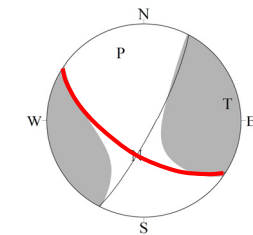


星印は破壊開始点、矢印は下盤側に対する上盤側の動きを表す。

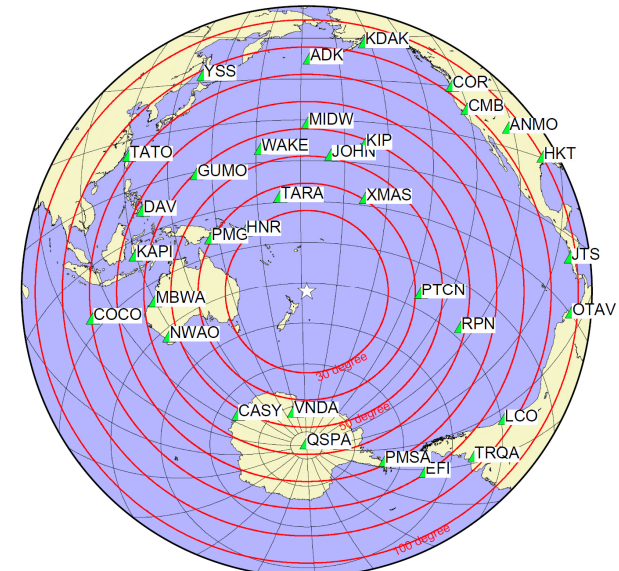
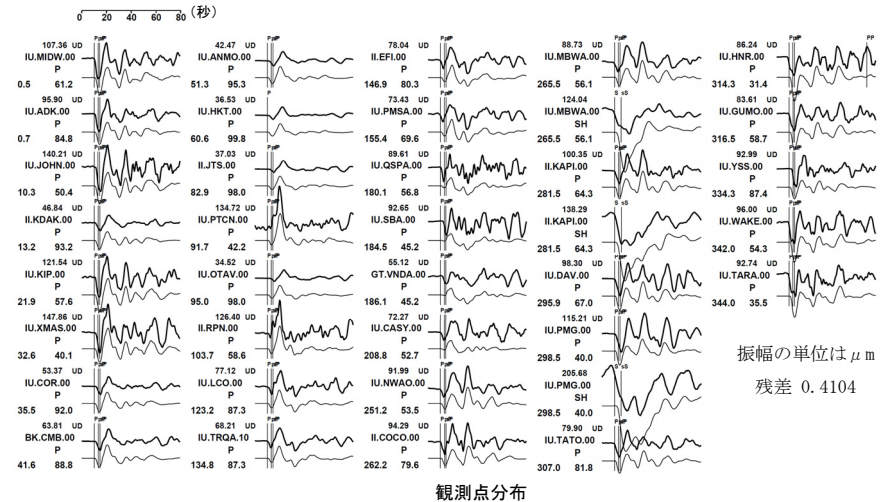


星印は破壊開始点を示す。灰色の丸は今回の地震の発生後10日以内の地震の震央を示す（ $M_4.0$ 以上、USGSによる）。青線はプレート境界を示す。

解析に用いた断層パラメータ：
走向122°、傾斜62°、すべり角-170°
（気象庁CMT解の値を用いた。）



観測波形（上：0.01Hz-0.5Hz）と理論波形（下）の比較



- 震央距離 $30^\circ \sim 100^\circ$ の37観測点*²（P波：34、SH波：3）を使用。
 ※1：近すぎる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。

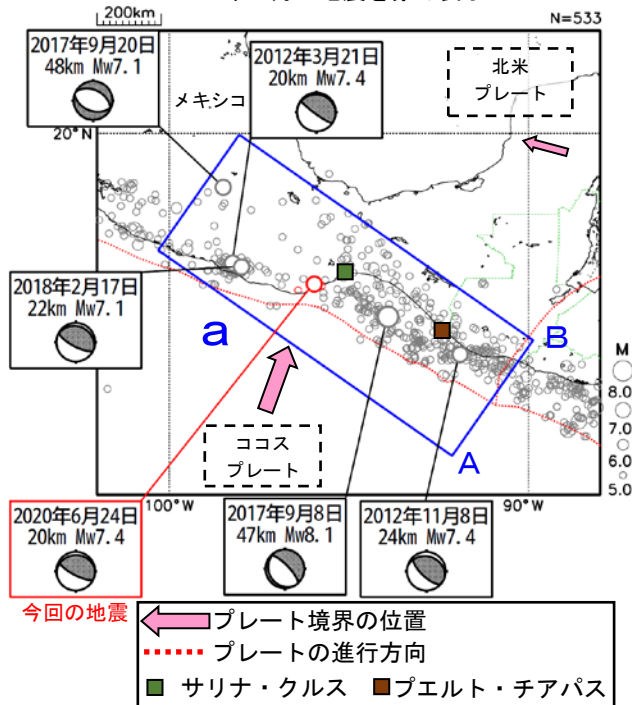
参考文献

- 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.

（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/>

6月24日 メキシコ、オアハカ州沿岸の地震

震央分布図
(2000年1月1日~2020年6月30日、
深さ0~150km、M \geq 5.0)
2020年6月の地震を赤く表示



2020年6月24日00時29分(日本時間、以下同じ)に、メキシコ、オアハカ州沿岸の深さ20kmでMw7.4の地震が発生した。この地震の発震機構(気象庁によるCMT解)は、北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

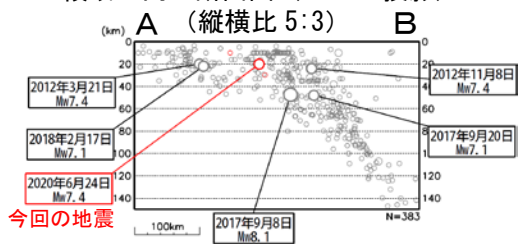
気象庁は、この地震により、同日01時08分に遠地地震に関する情報(日本沿岸で若干の海面変動あり)を発表した。

この地震により、メキシコのサリナ・クルスで0.68mなどの津波を観測した。また、この地震により、死者が10人に達するなどの被害が発生した(6月26日現在)。

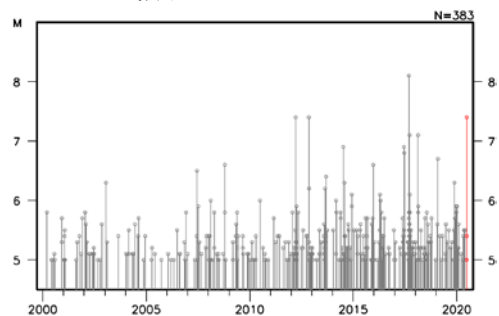
2000年以降の地震活動を見ると、今回の地震の震央付近(領域a)では、M6.0以上の地震がしばしば発生している。このうち、2017年9月8日に発生したMw8.1の地震では、メキシコのプエルト・チアパスで1.76mの津波を観測したほか、約100名の死者などの被害が生じた。

1960年以降の地震活動を見ると、メキシコ太平洋側沿岸では、M7.0以上の地震が時々発生している。1985年9月19日のM8.1の地震では、死者9500人などの被害が生じた(宇津の「世界の被害地震の表」による)。

領域a内の断面図(A-B投影)

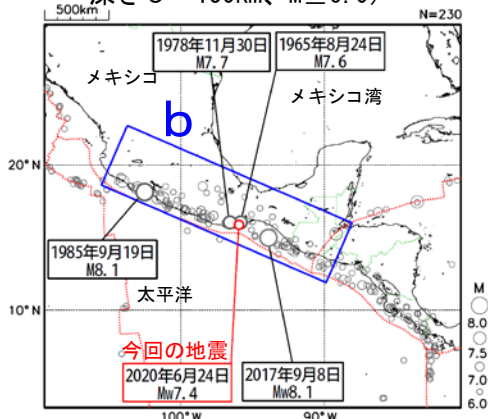


領域a内のM-T図

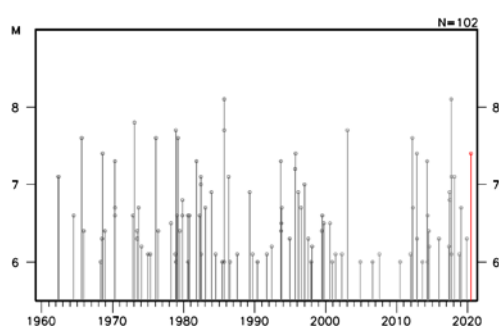


震央分布図**

(1960年1月1日~2020年6月30日、
深さ0~150km、M \geq 6.0)



領域b内のM-T図



※本資料中、領域a内における吹き出しの地震の発震機構とMwは気象庁による。その他の震源要素は、米国地質調査所(USGS)による。海外の津波観測施設の観測値は米国海洋大気庁(NOAA)による(7月8日12時現在)。プレート境界の位置と進行方向はBird(2003)*より引用。出典のない地震の被害については、国連人道問題調整事務所(OCHA)による。

※震源データは、1960年から2016年までは国際地震センター(ISC)、2017年以降は米国地質調査所(USGS)のものを使用した。但し、2017年9月8日のMw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.

宇津徳治, 2004, 世界の被害地震の表(古代から2002年まで), 宇津徳治先生を偲ぶ会, 東京, 電子ファイル最終版. 改定・更新版: <http://iisee.kenken.go.jp/utsu/index.html>.

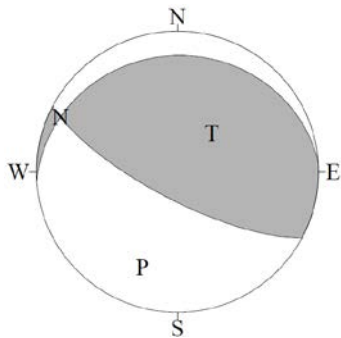
気象庁作成

6月24日 メキシコ、オアハカ州沿岸の地震の発震機構解析

2020年6月24日00時29分（日本時間）にメキシコ、オアハカ州沿岸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

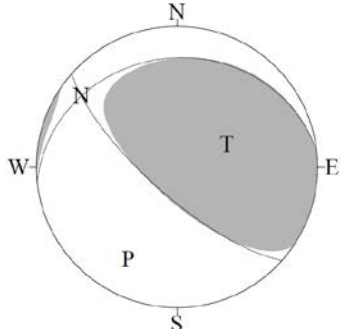
セントロイドは、北緯16.0°、西経95.9°、深さ23kmとなった。



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)
7.4	1.37×10 ²⁰ Nm	117.8° / 74.3° / 99.5°	266.1° / 18.3° / 59.6°

2. W-phaseの解析

セントロイドは、北緯15.8°、西経95.8°、深さ26km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、36観測点の水平成分を用い、200～600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)
7.3	1.26×10 ²⁰ Nm	131.5° / 73.8° / 107.1°	263.6° / 23.4° / 44.5°

(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

2020年6月24日 メキシコ、オアハカ州沿岸の地震 — 遠地実体波による震源過程解析 (暫定) —

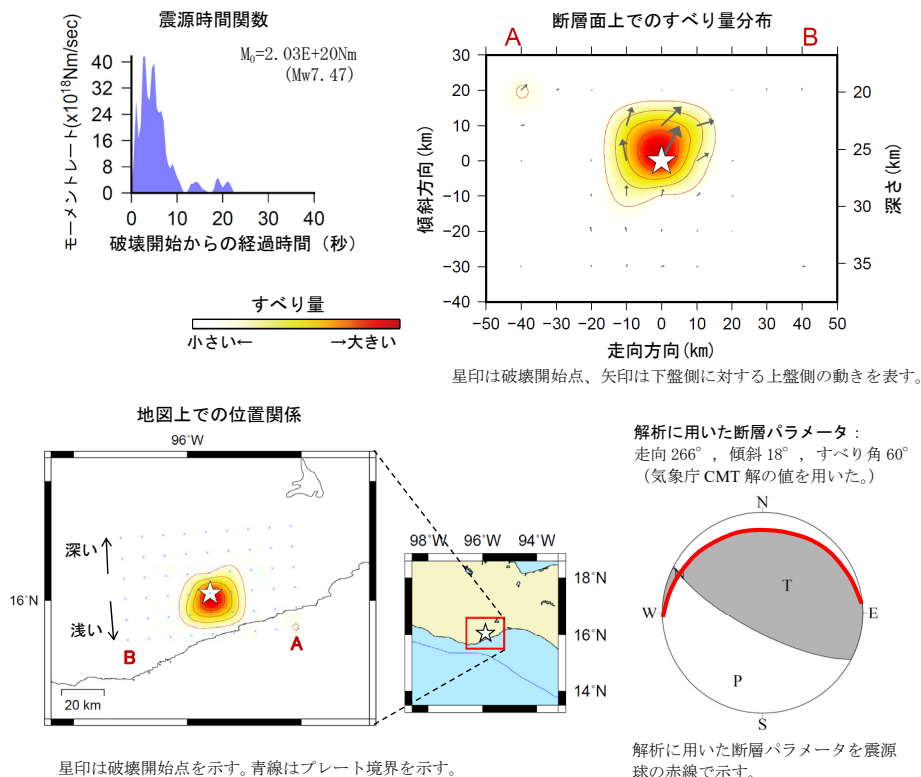
2020年6月24日00時29分(日本時間)にメキシコ、オアハカ州沿岸で発生した地震について、米国大学間地震学研究連合(IRIS)のデータ管理センター(DMC)より広帯域地震波形記録を取得し、遠地実体波を用いた震源過程解析(注1)を行った。

破壊開始点は、米国地質調査所(USGS)による震源の位置(16° 01.7' N, 95° 54.1' W、深さ26km)とした。断層面は、気象庁CMT解の2枚の節面のうち、プレート境界面に整合的な北傾斜の節面(走向266°、傾斜18°、すべり角60°)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からやや浅い領域に広がり、最大すべり量は10.2m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10秒であった。
- ・モーメントマグニチュード(Mw)は7.5であった。

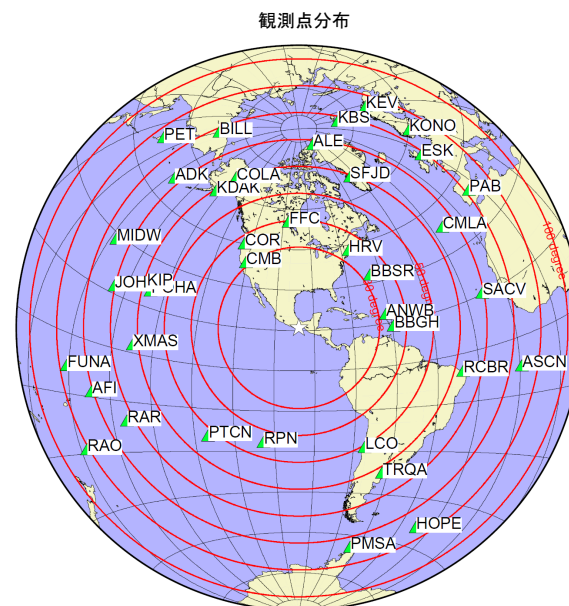
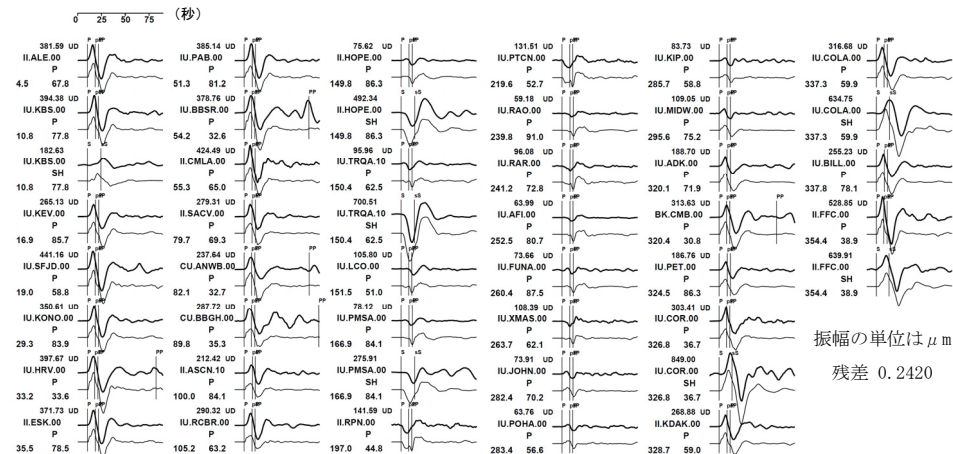
結果の見方は、https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/world/about_srcproc.htmlを参照。



(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/>

観測波形(上: 0.01Hz-0.5Hz)と理論波形(下)の比較



- 震央距離 $30^\circ \sim 100^\circ$ の45観測点^{*2}(P波: 38, SH波: 7)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.