

4-1 関東・中部地方とその周辺の地震活動（2022 年 5 月～10 月）

Seismic Activity in and around the Kanto and Chubu Districts (May – October 2022)

気象庁

Japan Meteorological Agency

今期間、関東・中部地方とその周辺で M4.0 以上の地震は 206 回、M5.0 以上の地震は 39 回発生した。このうち最大は、2022 年 5 月 23 日に八丈島東方沖で発生した M6.1 の地震であった。

2022 年 5 月～10 月の M4.0 以上の地震の震央分布を第 1 図 (a) 及び (b) に示す。

主な地震活動は以下のとおりである。

(1) 茨城県沖の地震（M6.0，最大震度 5 弱，第 4 図 (a)，(b)）

2022 年 5 月 22 日 12 時 24 分に茨城県沖の深さ 5km で M6.0 の地震（最大震度 5 弱）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。この地震は陸のプレートの地殻内で発生した。発震機構（CMT 解）は、東西方向に張力軸を持つ横ずれ断層型である。

(2) 八丈島東方沖の地震（M6.1，最大震度 1，第 5 図 (a)，(b)）

2022 年 5 月 23 日 00 時 17 分に八丈島東方沖の深さ 10km（CMT 解による）で M6.1 の地震（最大震度 1）が発生した。この地震の発震機構（CMT 解）は、東西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。この地震の震央付近では、5 月 17 日から地震活動が活発になり、31 日までに M5.0 以上の地震が 7 回発生している。

(3) 茨城県沖の地震（M5.3，最大震度 4，第 6 図 (a)，(b)）

2022 年 5 月 29 日 15 時 55 分に茨城県沖の深さ 44km で M5.3 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。この地震は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。

(4) 石川県能登地方の地震活動（今期間の最大 M5.4，最大震度 6 弱，第 7 図 (a)～(p)）

石川県能登地方では、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。2022 年 10 月中もその傾向は継続している。活動の全期間を通じて最大規模の地震は、2022 年 6 月 19 日 15 時 08 分に深さ 13km で発生した M5.4 の地震（最大震度 6 弱）である。この地震により、長周期地震動階級 1 を観測した。発震機構（CMT 解）は北北西－南南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。また、6 月 20 日 10 時 31 分に深さ 14km で M5.0 の地震（最大震度 5 強）が発生した。この地震の発震機構（CMT 解）は北西－南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。いずれの地震も地殻内で発生した。2022 年 7 月 3 日及び 9 日には、これまでの地震活動の深さ（10～15km 程度）よりも深い、深さ 25km 程度で小規模な地震活動が一時的にみられた。2020 年 12 月から 2022 年 10 月までに震度 1 以上を観測した地震は 227 回（震度 6 弱：1 回，震度 5 強：1 回，震度 5 弱：1 回，震度 4：6 回，震度 3：23 回，震度 2：53 回，震度 1：142 回）発生した。波形相関を用いた Double-Difference 法¹⁾によ

る詳細な震源分布をみると、主に南東傾斜の線状・面状のクラスタ内の震源深さが時間経過とともに浅くなっている。非定常 ETAS 解析による背景地震活動度 $\mu(t)$ は領域 b の深部では 2020 年 12 月頃から、また、領域 a, c, d では 2021 年の初めから高くなりはじめ、最近も高い状態が続いている。

(5) 父島近海の地震 (M6.1, 最大震度 2, 第 8 図 (a) ~ (c))

2022 年 6 月 21 日 16 時 14 分に父島近海の深さ 11km (CMT 解による) で M6.1 の地震 (最大震度 2) が発生した。この地震は、発震機構 (CMT 解) が東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界で発生した。

(6) 八丈島東方沖の地震活動 (M5.7, 震度 1 以上の観測なし, 第 9 図 (a) ~ (c))

八丈島東方沖の海溝軸東側では、2022 年 7 月 29 日から地震活動が活発になり、9 月 6 日までに M5.0 以上の地震が 16 回 (7 月: 3 回, 8 月: 11 回, 9 月: 2 回) 発生した (以下、今回の地震活動)。このうち最大規模の地震は、8 月 4 日 12 時 39 分に発生した M5.7 の地震 (震度 1 以上の観測なし) であった。今回の地震活動は海溝軸東側の太平洋プレート内部で発生した。主な地震の発震機構 (CMT 解) は、北東-南西方向から東西方向に張力軸を持つ正断層型である。また、この他、今回の地震活動域の北北西約 80km の海溝軸付近でも、8 月 17 日に M5.7, 20 日に M5.2 の地震 (ともに震度 1 以上の観測なし) が発生した。このうち、8 月 20 日 M5.2 の地震は高周波成分の振幅が小さく、比較的低周波の振動が長時間続き、また、大きな振幅の T 相がみられる。

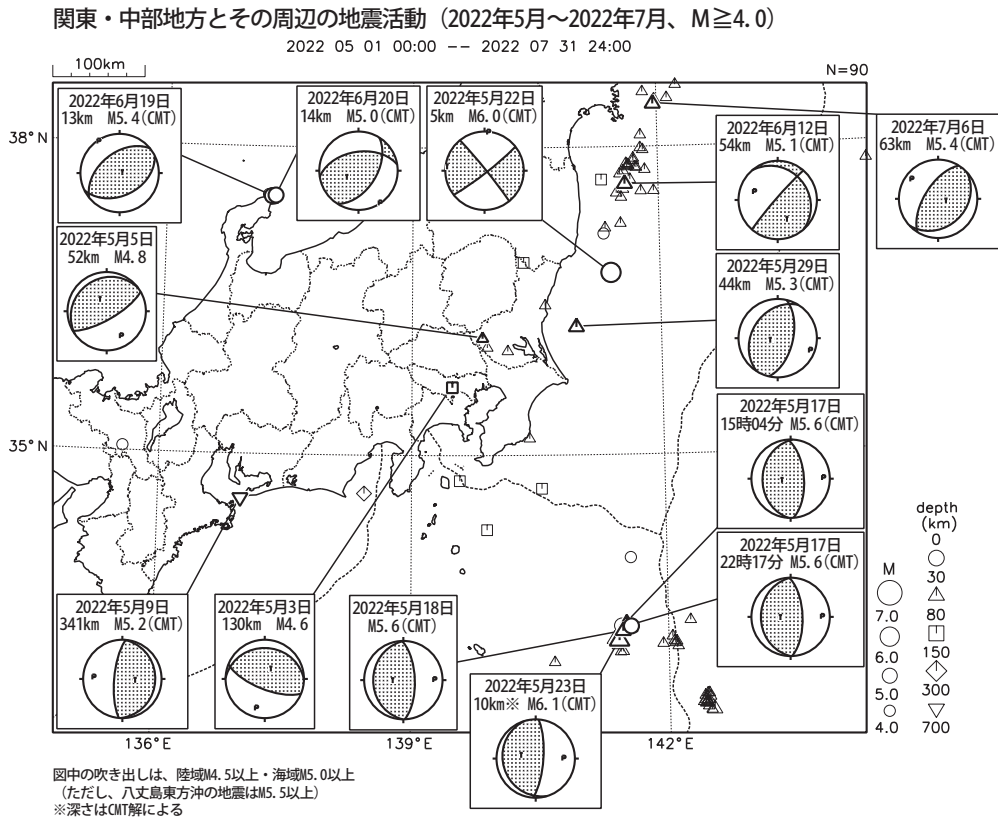
(7) その他の地震活動

発生年月日	震央地名	規模 (M)	深さ (km)	最大震度	
2022 年					
5 月 3 日	東京都多摩東部	4.6	130	3	(第 2 図)
5 月 5 日	茨城県南部	4.8	52	4	(第 3 図 (a), (b))
8 月 6 日	茨城県沖	5.0	30	3	(第 10 図 (a), (b))
8 月 18 日	千葉県東方沖	5.0	20	3	(第 11 図 (a), (b))
9 月 9 日	茨城県北部	4.5	7	3	(第 12 図)
9 月 18 日	千葉県北東部	4.7	51	3	(第 13 図)
9 月 23 日	茨城県南部	4.7	83	3	(第 14 図)
9 月 30 日	茨城県南部	4.4	47	4	(第 15 図 (a), (b))

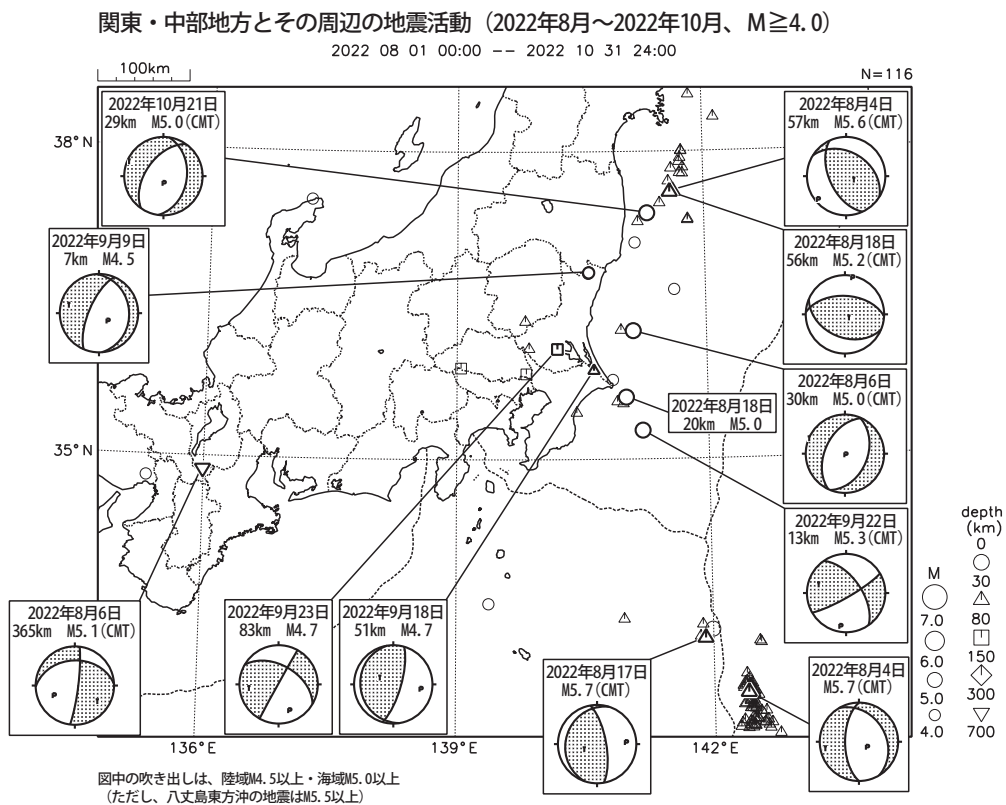
参考文献

1) Waldhauser, F. and W. L. Ellsworth. (2000), *Bull. Seismo. Soc. AM.*, **90**, 1353-1367.

A Double-Difference Earthquake Location Algorithm: Method and Application to the Northern Hayward Fault, California.

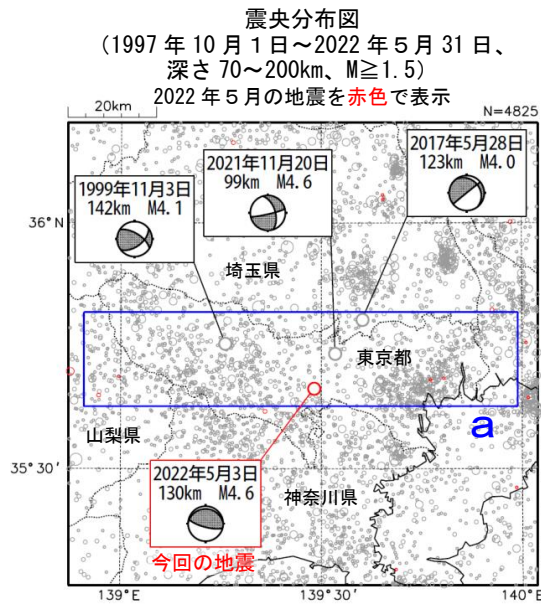


第 1 図 (a) 関東・中部地方とその周辺の地震活動 (2022 年 5 月 ~ 7 月, $M \geq 4.0$, 深さ ≤ 700 km).
Fig. 1(a) Seismic activity in and around the Kanto and Chubu districts (May – July 2022, $M \geq 4.0$, depth ≤ 700 km).



第 1 図 (b) つづき (2022 年 8 月 ~ 10 月, $M \geq 4.0$, 深さ ≤ 700 km).
Fig. 1(b) Continued (August – October 2022, $M \geq 4.0$, depth ≤ 700 km).

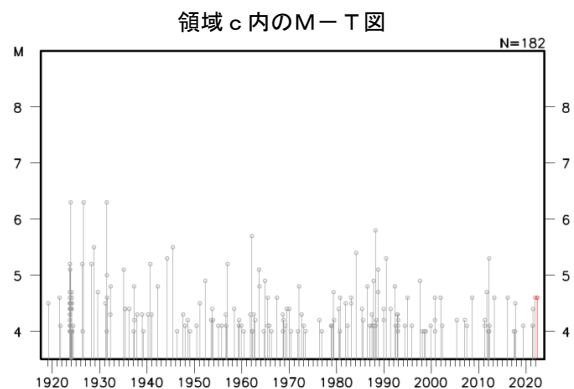
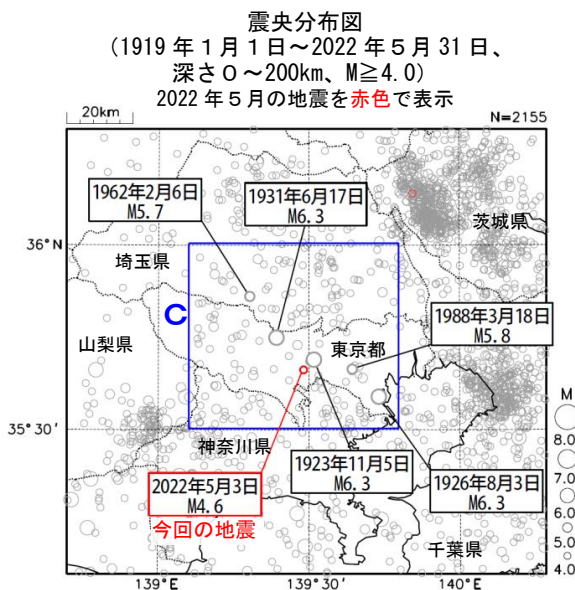
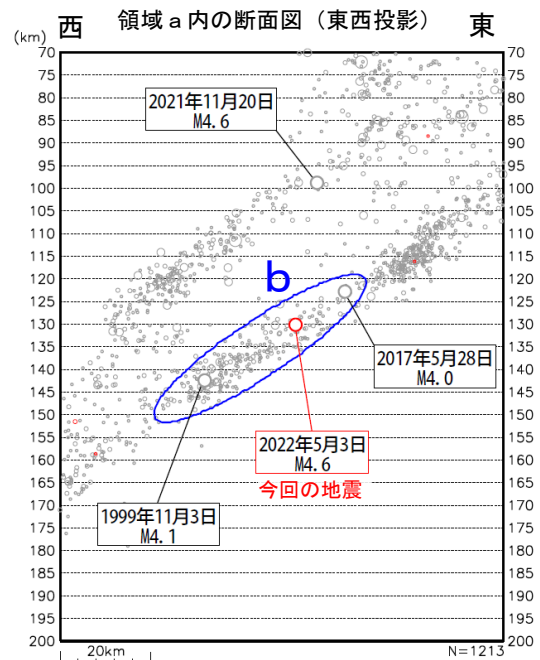
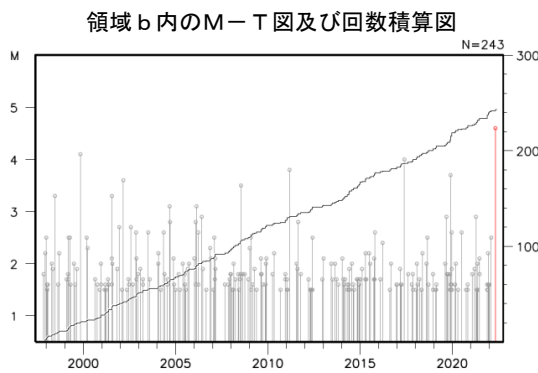
5 月 3 日 東京都多摩東部の地震



2022 年 5 月 3 日 19 時 39 分に東京都多摩東部の深さ 130km で M4.6 の地震 (最大震度 3) 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、北北東-南南西方向に圧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、M4 程度の地震が数回発生している。

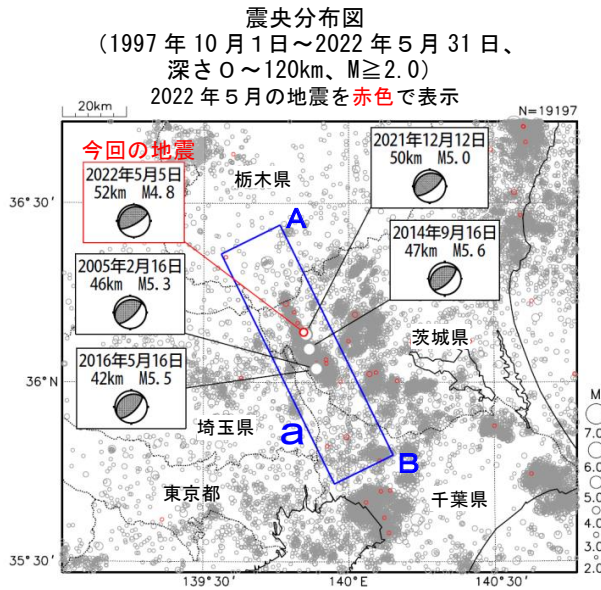
1919 年以降の活動をみると、今回の地震の震央付近 (領域 c) では、M5.0 以上の地震が時々発生している。1988 年 3 月 18 日に発生した M5.8 の地震 (最大震度 4) では、負傷者 9 人などの被害が生じた (被害は「日本被害地震総覧」による)。



第 2 図 2022 年 5 月 3 日 東京都多摩東部の地震.

Fig. 2 The earthquake in the eastern part of Tama region, Tokyo Metropolis on May 3, 2022.

5 月 5 日 茨城県南部の地震

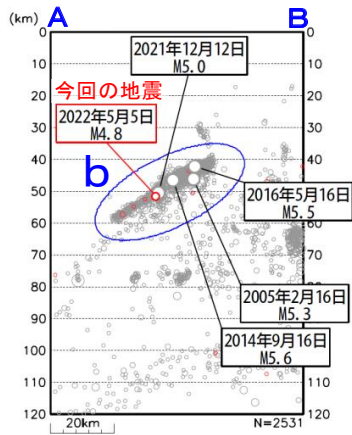


2022 年 5 月 5 日 18 時 42 分に茨城県南部の深さ 52km で M4.8 の地震 (最大震度 4) が発生した。この地震は、発震機構が北北西-南南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した。

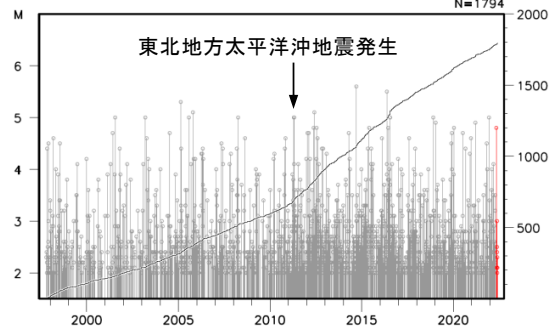
1997 年 10 月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近 (領域 b) は活動が活発な領域で、「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震」発生以降、地震活動がより活発になった。最近では 2021 年 12 月 12 日に M5.0 の地震 (最大震度 4) が発生した。また、2014 年 9 月 16 日に M5.6 の地震 (最大震度 5 弱) が発生し、負傷者 10 人、住家一部破損 1,060 棟等の被害を生じた (総務省消防庁による)。

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。

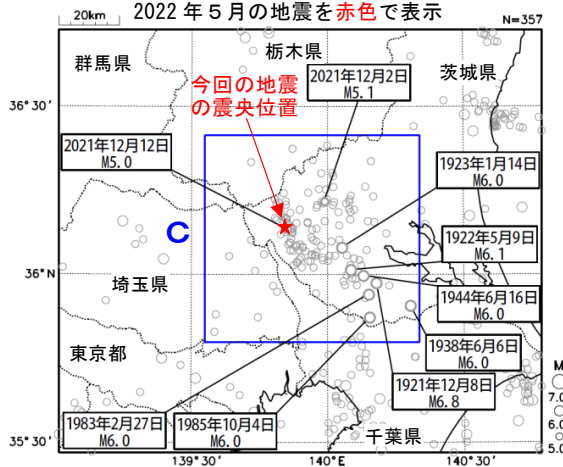
領域 a 内の断面図 (A-B 投影)



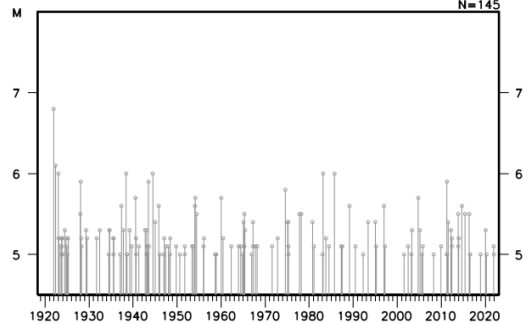
領域 b 内の M-T 図及び回数積算図



震央分布図
(1919 年 1 月 1 日～2022 年 5 月 31 日、
深さ 0～120km、 $M \geq 5.0$)
2022 年 5 月の地震を赤色で表示



領域 c 内の M-T 図



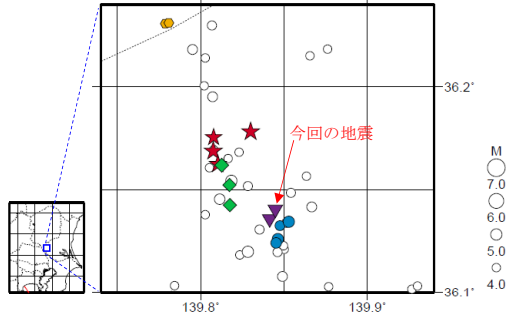
第 3 図 (a) 2022 年 5 月 5 日 茨城県南部の地震.

Fig. 3(a) The earthquake in the southern part of Ibaraki Prefecture on May 5, 2022.

5月5日 茨城県南部の地震（相似地震）

2022年5月5日の茨城県南部の地震（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、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E：今回の地震を含めM4.8の2地震）※1。

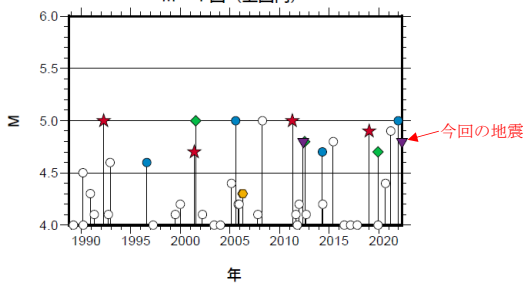
震央分布図（1988年10月1日～2022年5月5日、深さ0～100km、M≥4.0）



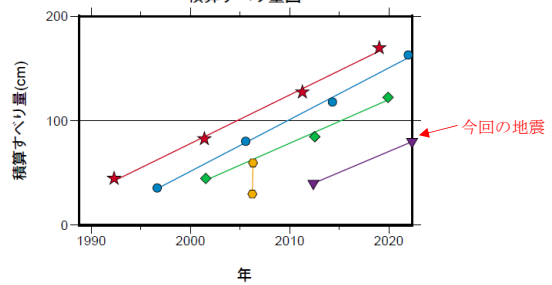
発生間隔と推定年平均すべり量 ※2

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	平均	最短		最大
★ A	4	4.90	4	4	8.92	7.74	9.88	4.64
● B	4	4.83	4	3	8.44	7.65	8.95	4.95
◆ C	3	4.83	4	4	9.19	7.38	10.99	4.17
● D	2	4.30	3	3	0.05	0.05	0.05	603.68
▼ E	2	4.80	4	4	9.96	9.96	9.96	4.01

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している[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。

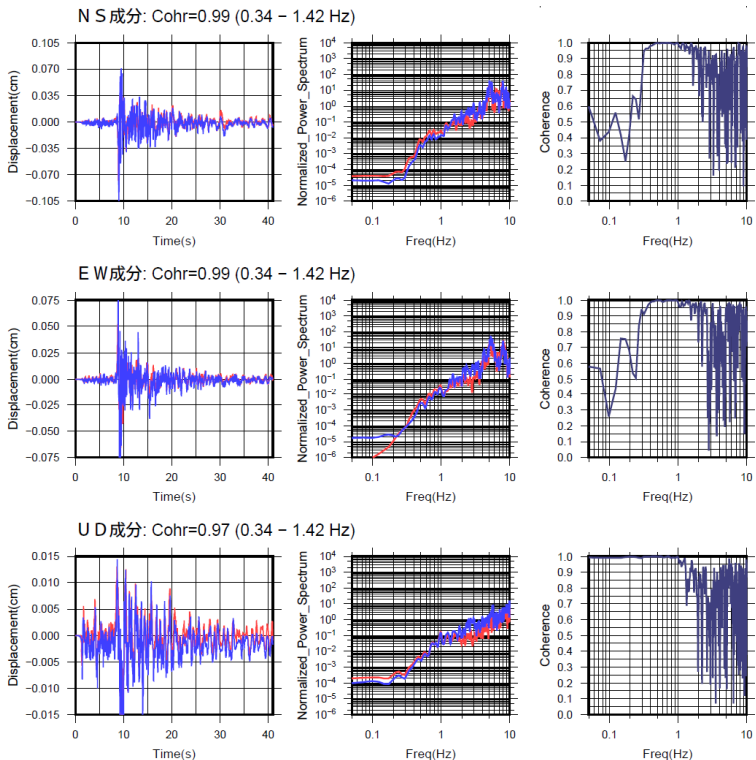
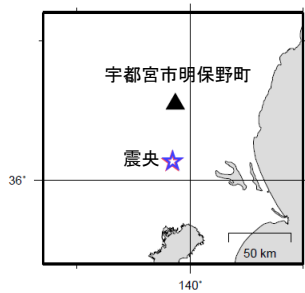
● 波形例

強震波形 相関解析

観測点名: 宇都宮市明保野町(E1F)

2012/05/18 17:18:58 M4.8

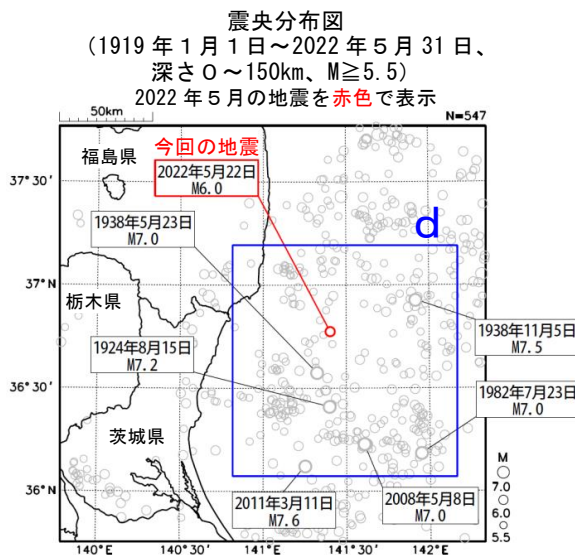
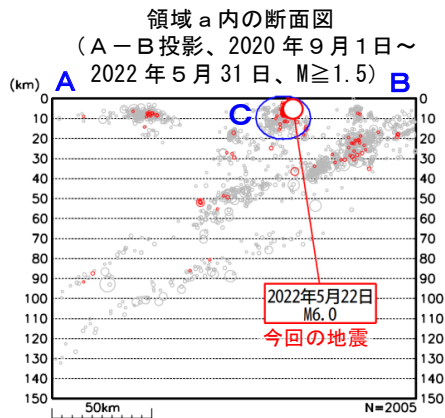
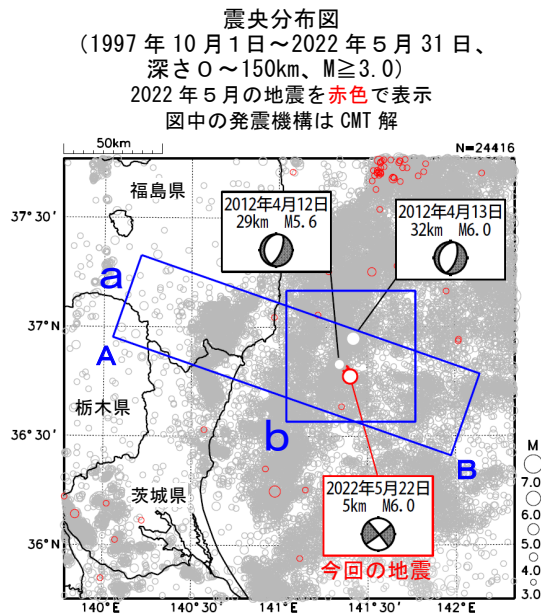
2022/05/05 18:42:02 M4.8



※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

第 3 図 (b) つづき。
Fig. 3(b) Continued.

5 月 22 日 茨城県沖の地震

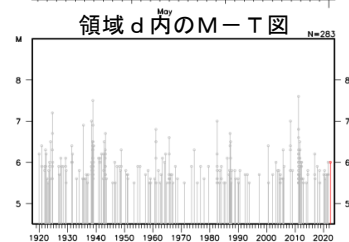
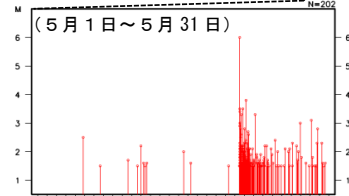
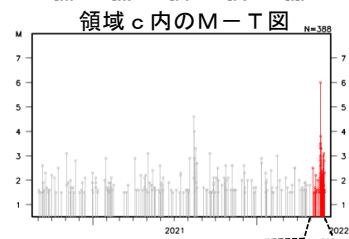
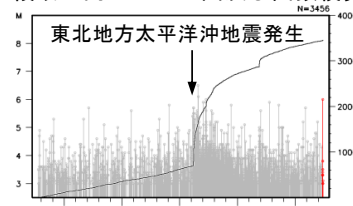


2022 年 5 月 22 日 12 時 24 分に茨城県沖の深さ 5 km で $M 6.0$ の地震 (最大震度 5 弱) が発生した。この地震により、長周期地震動階級 2 を観測した。この地震は陸のプレートの地殻内で発生した。発震機構 (CMT 解) は、東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型である。今回の地震により住家一部破損 1 棟などの被害が生じた (5 月 30 日 17 時 00 分現在、総務省消防庁による)。

1997 年 10 月以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近 (領域 b) では、「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震」の発生以降、地震の発生数が増加し、 $M 5.0$ 以上の地震がしばしば発生している。2012 年には、4 月 12 日から福島県南部と茨城県北部の沖合いでまとまった地震活動が発生し、13 日の $M 6.0$ の地震が最大規模の地震であった。

1919 年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺 (領域 d) では、 $M 6.0$ 以上の地震がしばしば発生している。1938 年 5 月 23 日に発生した $M 7.0$ の地震では、福島県小名浜で 83cm (全振幅) の津波が観測された (「日本被害地震総覧」による)。また、2011 年 3 月 11 日 15 時 15 分に発生した $M 7.6$ の地震 (最大震度 6 強) は、東北地方太平洋沖地震の最大余震である。

領域 b 内の M-T 図及び回数積算図



第 4 図 (a) 2022 年 5 月 22 日 茨城県沖の地震。

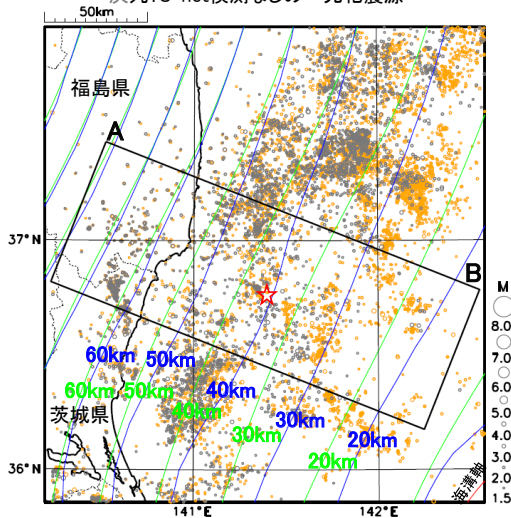
Fig. 4(a) The earthquake off Ibaraki Prefecture on May 22, 2022.

5月22日 茨城県沖の地震 (S-netを活用した震源決定処理による震源分布)

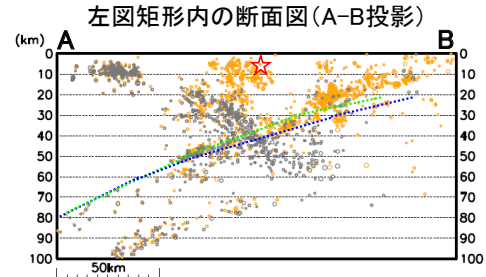
一元化震源処理へのS-net活用前(2020年1月1日~8月31日)における
「S-net検測ありの自動震源※1」(橙丸)と「S-net検測なしの一元化震源」(灰丸)の比較
(一元化震源決定へのS-net活用開始は2020年9月1日)

震央分布図
(2020年1月1日~2020年8月31日、深さ0~100km、 $M \geq 1.5$)

橙丸: S-net検測ありの自動震源※1
灰丸: S-net検測なしの一元化震源



赤星は今回の地震(M6.0)の震源の概ねの位置



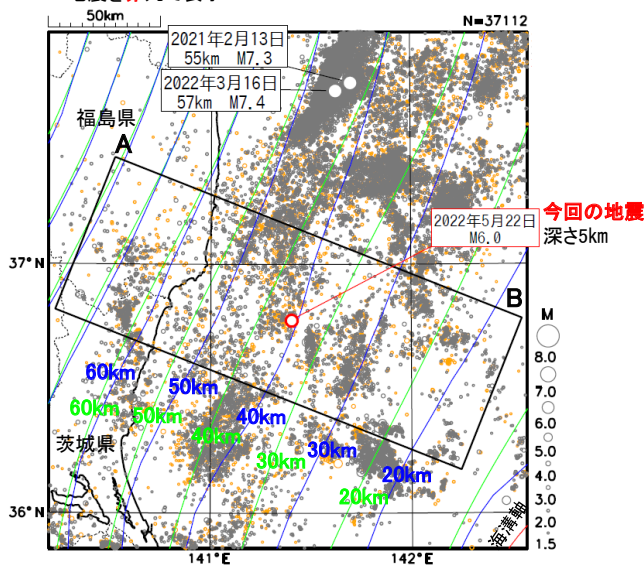
青線(Nakajima et al., 2009)と緑線(Iwasaki et al., 2015, Lindquist et al., 2004)は太平洋プレート上面モデルの等深線を示す。断面図中の点線は、その等深線の深さ20km~80kmの概ねの位置を示す。

※1) S-net検測ありの自動震源データはTamaribuchi et al. 2021 (<https://doi.org/10.1186/s40623-021-01411-6>)より引用

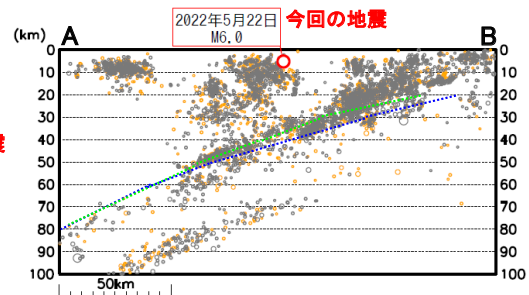
橙丸: 2020年1月1日~8月31日 S-net検測ありの自動震源※1
灰丸・赤丸: 2020年9月1日~2022年5月22日12時24分 S-net検測ありの一元化震源
(一元化震源決定へのS-net活用開始は2020年9月1日)

震央分布図
(2020年1月1日~2022年5月22日12時24分、
深さ0~100km、 $M \geq 1.5$)

2022年5月22日12時24分のM6.0の地震発生以降の
地震を赤丸で表示

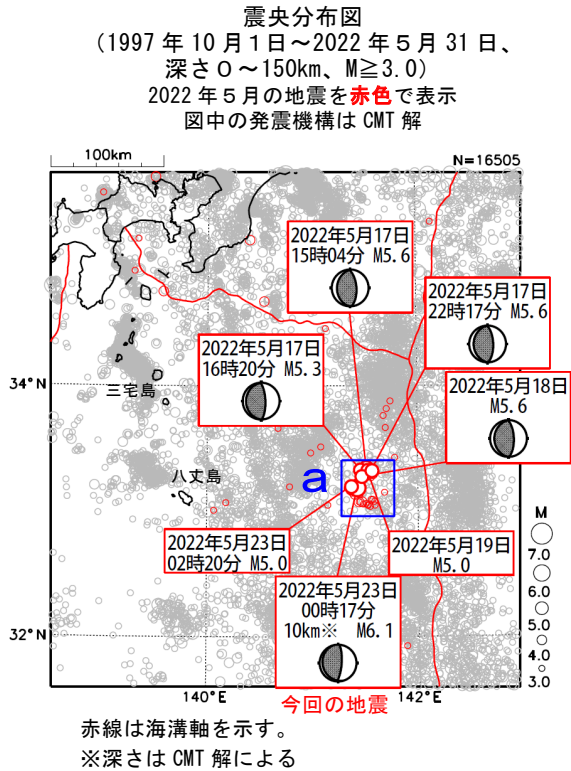


左図矩形内の断面図(A-B投影)



第4図(b) つづき。
Fig.4(b) Continued.

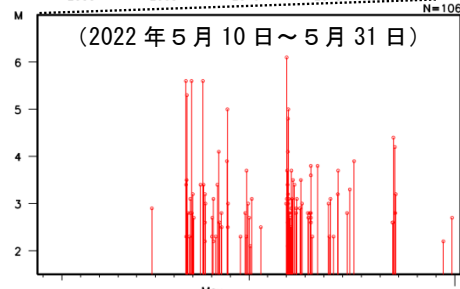
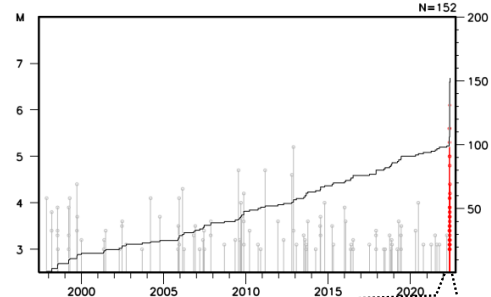
5 月 23 日 八丈島東方沖の地震（5 月 17 日からの地震活動）



2022 年 5 月 23 日 00 時 17 分に八丈島東方沖の深さ 10km (CMT 解による) で $M6.1$ の地震 (最大震度 1) が発生した。この地震の発震機構 (CMT 解) は、東西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。この地震の震央付近では、5 月 17 日から地震活動が活発になり、31 日までに $M5.0$ 以上の地震が 7 回発生している。

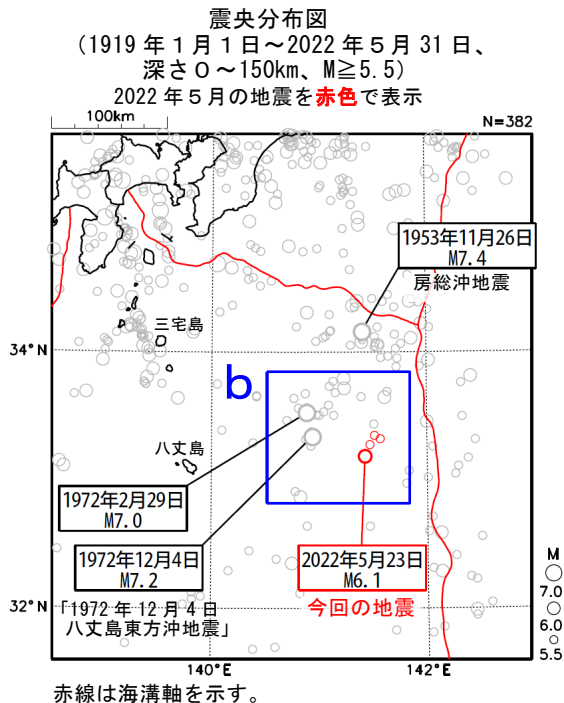
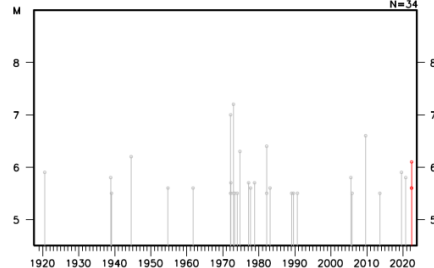
1997 年 10 月以降の活動をみると、今回の地震の震央付近 (領域 a) では、 $M4.0$ 以上の地震が時々発生している。

領域 a 内の M-T 図及び回数積算図



1919 年以降の活動をみると、今回の震央周辺 (領域 b) では、 $M6.0$ 以上の地震が時々発生している。1972 年 2 月 29 日の $M7.0$ の地震 (最大震度 5) では館山市布良で最大 23cm (平常潮位からの最大の高さ) を、また同年 12 月 4 日の $M7.2$ の地震 (「1972 年 12 月 4 日八丈島東方沖地震」、最大震度 6) では串本町袋港で最大 35cm (平常潮位からの最大の高さ) の津波を観測した。また、これらの地震により、八丈島で道路・水道の損壊や落石等の被害が生じた (被害は「日本被害地震総覧」による)。

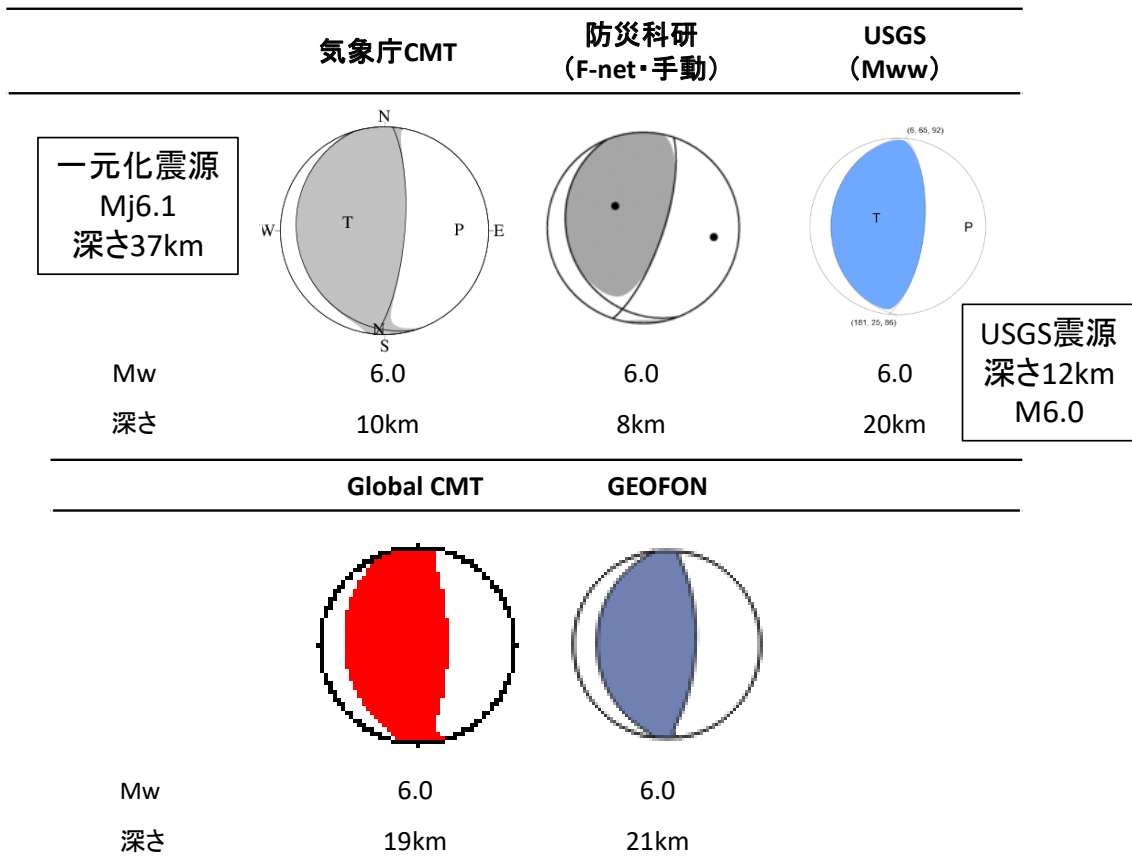
領域 b 内の M-T 図



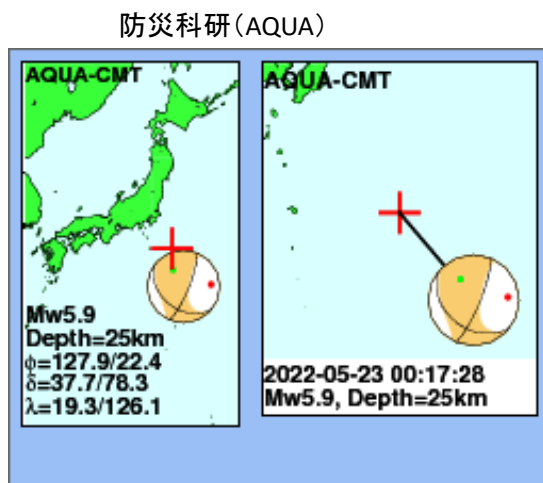
第 5 図 (a) 2022 年 5 月 23 日 八丈島東方沖の地震。

Fig. 5(a) The earthquake east off Hachijojima Island on May 23, 2022.

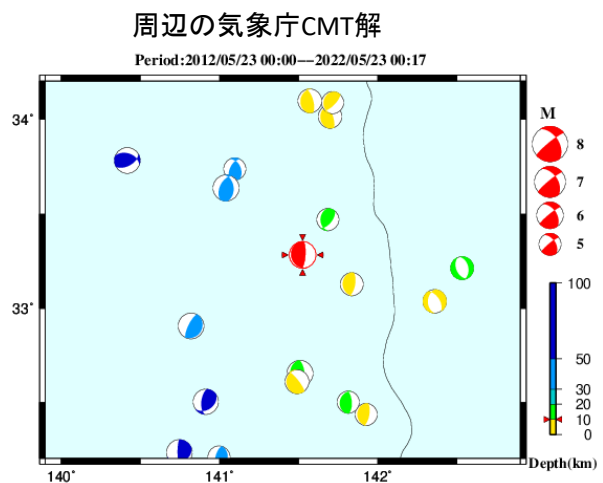
5月23日 八丈島東方沖の地震(各機関のMT解)



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

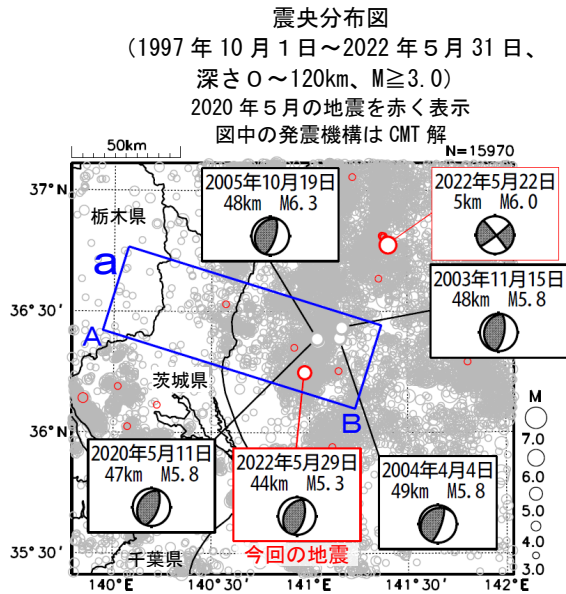


http://www.hinet.bosai.go.jp/AQUA/aqua_catalogue.php?LANG=ja



第 5 図 (b) つづき.
 Fig. 5(b) Continued.

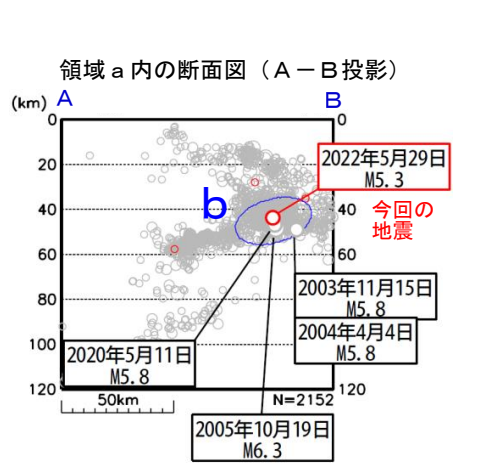
5 月 29 日 茨城県沖の地震



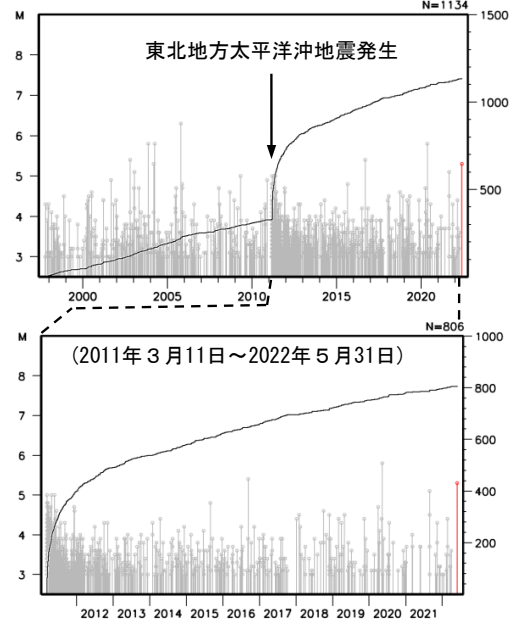
2022 年 5 月 29 日 15 時 55 分に茨城県沖の深さ 44km で $M5.3$ の地震（最大震度 4）が発生した。この地震は、発震機構（CMT 解）が西北西－東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した。

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、2005 年 10 月 19 日に $M6.3$ の地震（最大震度 5 弱）が発生している。「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」の発生以降は地震活動が一時的に活発になったほか、 $M5.0$ 以上の地震が時々発生していた。

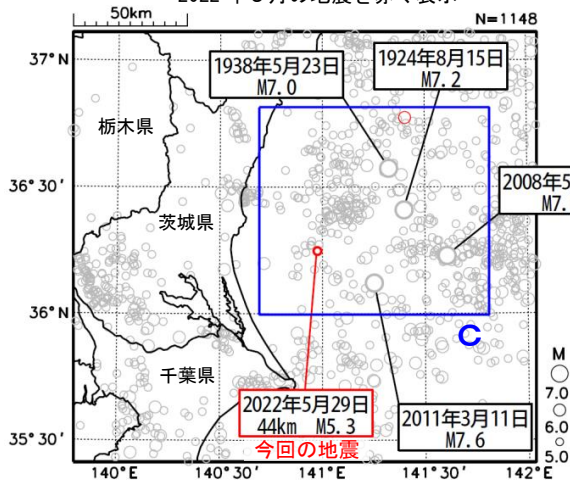
1919 年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺（領域 c）では、 $M7.0$ 以上の地震が 4 回発生している。このうち 1938 年 5 月 23 日に発生した $M7.0$ の地震では、福島県小名浜で 83cm（全振幅）の津波が観測された（「日本被害地震総覧」による）。



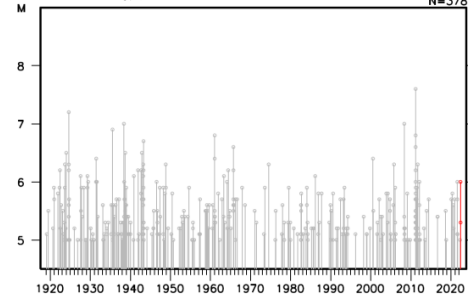
領域 b 内の M-T 図及び回数積算図



震央分布図
(1919 年 1 月 1 日～2022 年 5 月 31 日、
深さ 0～120km、 $M \geq 5.0$)
2022 年 5 月の地震を赤く表示



領域 c 内の M-T 図



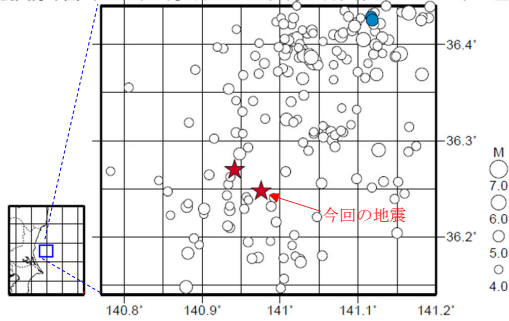
第 6 図 (a) 2022 年 5 月 29 日 茨城県沖の地震。

Fig. 6(a) The earthquake off Ibaraki Prefecture on May 29, 2022.

5月29日 茨城県沖の地震（相似地震）

2022年5月29日の茨城県沖の地震（M5.3、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、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M5.3の2地震）※1。

震央分布図（1988年10月1日～2022年5月29日、深さ0～100km、M \geq 4.0）

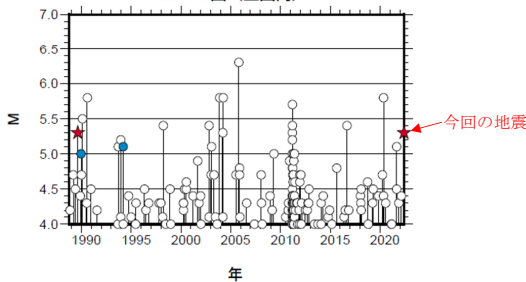


発生間隔と推定年平均すべり量※2

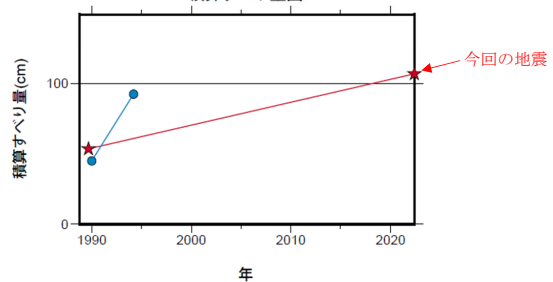
グループ	回数	平均M	震度		発生間隔			平均すべり量 (cm/年)
			最大	最小	平均	最短	最大	
★ A	2	5.30	4	3	32.76	32.76	32.76	1.63 ※3
● B	2	5.05	3	3	4.21	4.21	4.21	11.30

※3 今回の地震を含む相似地震グループAのように、検出された相似地震の発生間隔が長い理由は、強震波形の収集基準である震度の閾値が大きい期間（1997年4月～2004年12月）において強震波形が収集されていない等の可能性も考えられる。

M-T図（上図内）



積算すべり量図※2

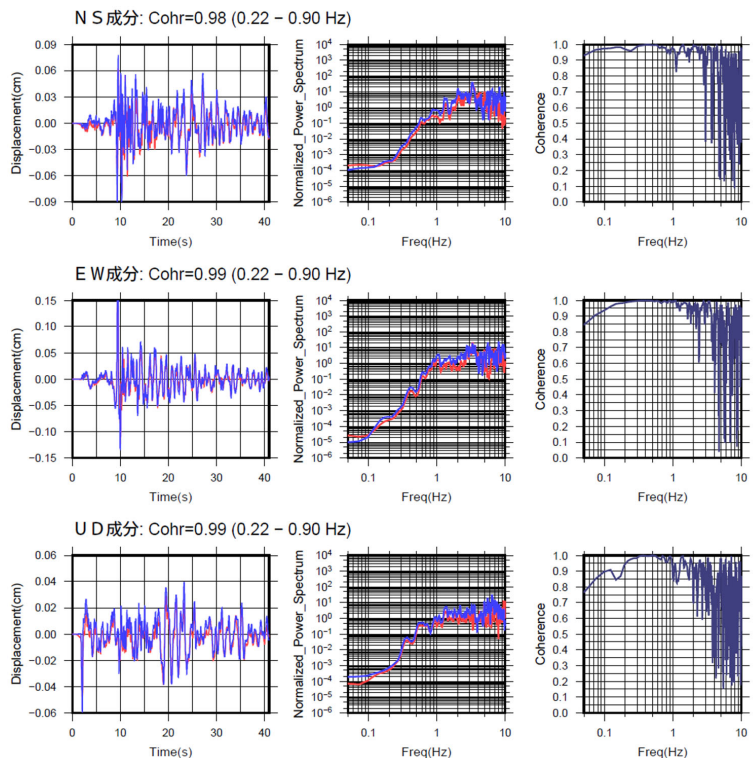
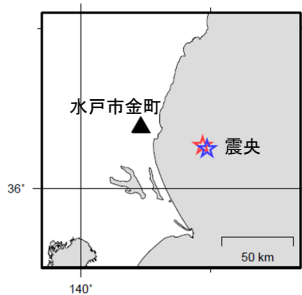


※1 各観測点の波形の比較で得られたコヒーレンスの中央値が0.95以上の場合に相似地震として検出し、相似地震のグループ分けはコヒーレンスを用いて機械的に行っている[溜瀧ほか、2014]。
 ※2 すべり量推定には、モーメントマグニチュードと地震モーメントの関係式[Hanks and Kanamori(1979)]及び地震モーメントとすべり量の関係式[Nadeau and Johnson(1998)]を使用。得られた積算すべり量と経過時間から最小自乗法を用いてグループ毎の年平均すべり量を求めた。

● 波形例

強震波形 相関解析

観測点名:水戸市金町 (旧) (E2D)
 1989/08/26 09:11:43 M5.3
 2022/05/29 15:55:22 M5.3



※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

第 6 図 (b) つづき。
 Fig. 6(b) Continued.

6月19日 石川県能登地方の地震

(1) 概要

石川県能登地方では、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。2022年6月中もその傾向は継続している。

2022年6月19日15時08分に石川県能登地方の深さ13kmでM5.4の地震が発生し、石川県珠洲市で震度6弱を観測したほか、東北地方から近畿地方にかけて震度5弱～1を観測した。また、石川県能登で長周期地震動階級1を観測した。この地震は地殻内で発生した。発震機構(CMT解)は北北西-南南東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、最初の地震波の検知から8.6秒後の15時08分19.1秒に緊急地震速報(警報)を発表した。

この地震の震源付近では、20日10時31分に最大震度5強の地震が発生し、19日の地震の発生以降7月8日09時まで震度1以上を観測した地震が35回(震度6弱:1回、震度5強:1回、震度4:1回、震度3:2回、震度2:6回、震度1:24回)^{*}発生した。

これらの地震により、軽傷者7人及び住家一部破損3棟の被害が生じた(2022年7月1日17時00分現在、総務省消防庁による)。

金沢地方気象台は、震度5強以上を観測した震度観測点について点検を実施し、震度観測点の観測環境が地震によって変化していないことを確認した。また、震度観測点周辺の被害や揺れの状況について確認した。

被害状況を表1-1に、最大震度別地震回数表を表1-2に、2020年12月以降の震度1以上の月別地震回数グラフを図1-1に、6月19日15時08分の地震発生以降の震度1以上の日別地震回数グラフを図1-2に示す。

※ 6月26日21時04分の能登半島沖の地震(最大震度1)を含む。

表1-1 2022年6月19日、20日の石川県能登地方の地震による被害状況
(2022年7月1日17時00分現在、総務省消防庁による)

都道府 県名	市町名	人的被害				住家被害				
		死者	行方 不明	負傷者		合計	全壊	半壊	一部 破損	合計
				重傷	軽傷					
人	人	人	人	人	棟	棟	棟	棟		
石川県	珠洲市				6	6			3	3
	能登町				1	1				
合 計					7	7			3	3

第7図(a) 石川県能登地方の地震活動。

Fig. 7(a) Seismic activity in Noto region of Ishikawa Prefecture.

表 1-2 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～2022年7月8日09時)

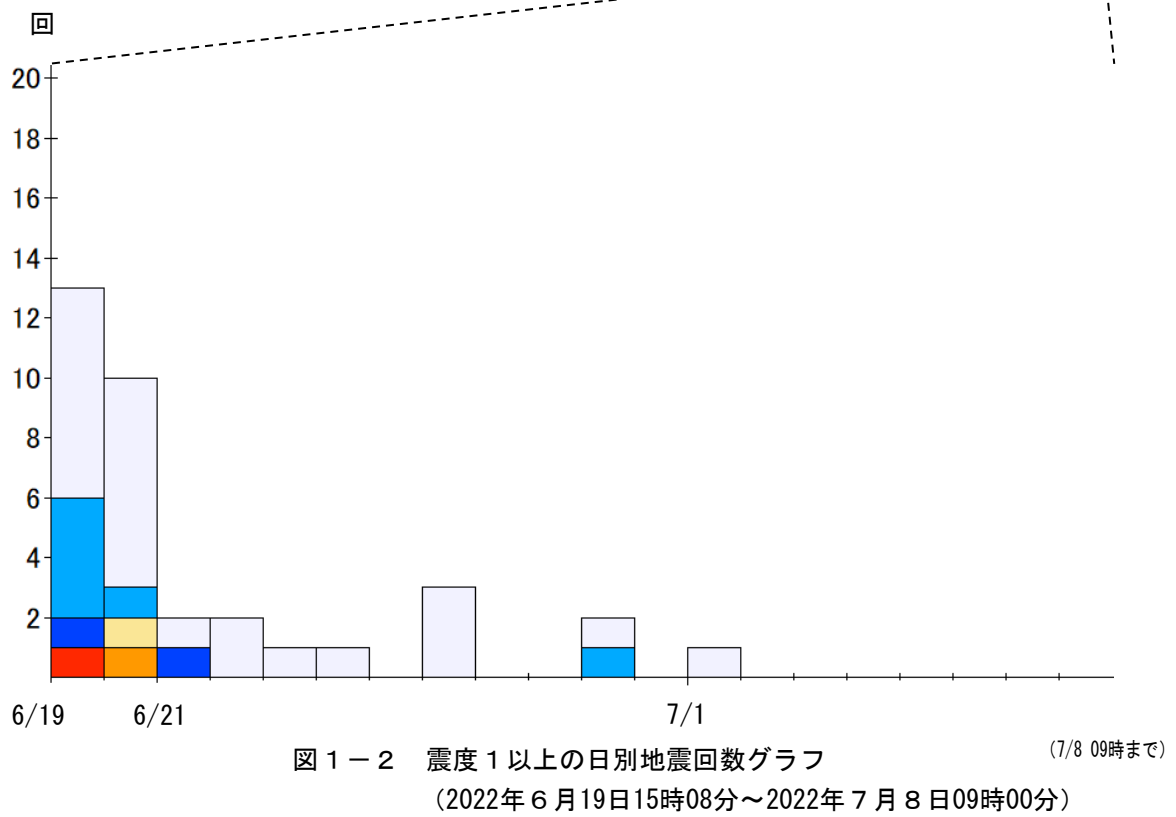
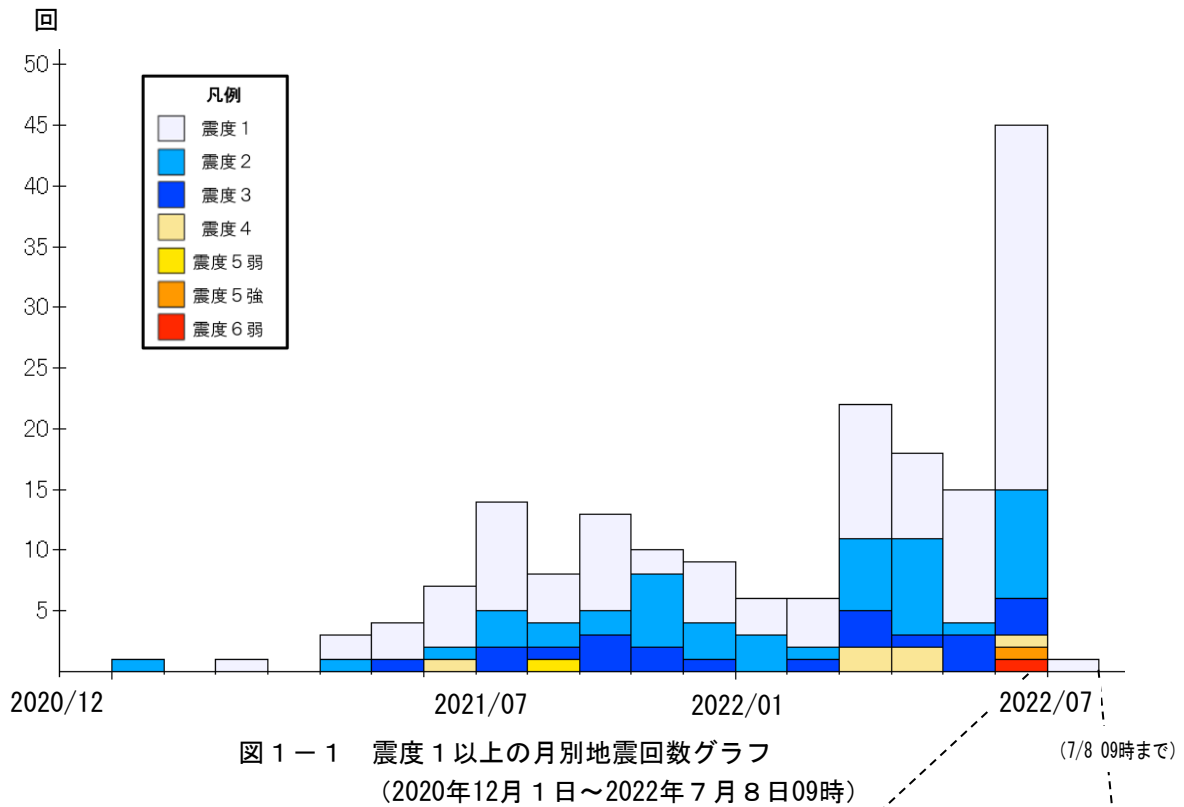
月別	最大震度別回数									震度1以上を 観測した回数	
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7	回数	累計
2020/12/1 - 12/31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2021/1/1 - 1/31	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2/1 - 2/28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3/1 - 3/31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
4/1 - 4/30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
5/1 - 5/31	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	5
6/1 - 6/30	3	0	1	0	0	0	0	0	0	4	9
7/1 - 7/31	5	1	0	1	0	0	0	0	0	7	16
8/1 - 8/31	9	3	2	0	0	0	0	0	0	14	30
9/1 - 9/30	4	2	1	0	1	0	0	0	0	8	38
10/1 - 10/31	8	2	3	0	0	0	0	0	0	13	51
11/1 - 11/30	2	6	2	0	0	0	0	0	0	10	61
12/1 - 12/31	5	3	1	0	0	0	0	0	0	9	70
2022/1/1 - 1/31	3	3	0	0	0	0	0	0	0	6	76
2/1 - 2/28	4	1	1	0	0	0	0	0	0	6	82
3/1 - 3/31	11	6	3	2	0	0	0	0	0	22	104
4/1 - 4/30	7	8	1	2	0	0	0	0	0	18	122
5/1 - 5/31	11	1	3	0	0	0	0	0	0	15	137
6/1 - 6/30	30	9	3	1	0	1	1	0	0	45	182
7/1 -	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	183
総計(2020/12/1～)	106	47	21	6	1	1	1	0	0		183

【令和4年6月19日15時08分の地震(最大震度6弱)以降の発生回数】

日別	最大震度別回数									震度1以上を 観測した回数	
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7	回数	累計
6/19 15時-24時	7	4	1	0	0	0	1	0	0	13	13
6/20 00時-24時	7	1	0	1	0	1	0	0	0	10	23
6/21 00時-24時	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	25
6/22 00時-24時	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	27
6/23 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	28
6/24 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	29
6/25 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29
6/26 00時-24時	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	32
6/27 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
6/28 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
6/29 00時-24時	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	34
6/30 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	34
7/1 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	35
7/2 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
7/3 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
7/4 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
7/5 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
7/6 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
7/7 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
7/8 00時-08時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35
総計(6/19 15時～)	24	6	2	1	0	1	1	0	0		35

第 7 図 (a) つづき.

Fig. 7(a) Continued.



第 7 図 (a) つづき.
Fig. 7(a) Continued.

(2) 地震活動

ア. 石川県能登地方の地震活動

石川県能登地方(図2-1の矩形内)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。2022年6月中もその傾向は継続している。

2022年6月19日15時08分に深さ13kmでM5.4の地震(最大震度6弱、今回の地震①)が発生した。この地震は活動の全期間を通じて最大規模の地震である。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逆断層型であった。この地震により、軽傷者7人などの被害が生じた(2022年7月1日17時00分現在、総務省消防庁による)。また、6月20日10時31分に深さ14kmでM5.0の地震(最大震度5強、今回の地震②)が発生した。この地震の発震機構(CMT解)は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。いずれの地震も地殻内で発生した。

2020年12月以降の領域別の地震活動をみると、最初に活発化した領域bの活動は、2021年4月以降鈍化傾向であるが、2021年11月初頭前後、2022年1月頃及び3月頃に一時的に活発になった(図2-3)。領域bに続き活発化した領域cの活動も、2021年9月以降鈍化傾向であるが、2021年12月にやや活発になった。一方、遅れて2021年半ば頃から活発化した領域a及び領域dの活動は依然活発である。

2022年4月以降における石川県能登地方の地震活動について、図2-4及び図2-5に示す。

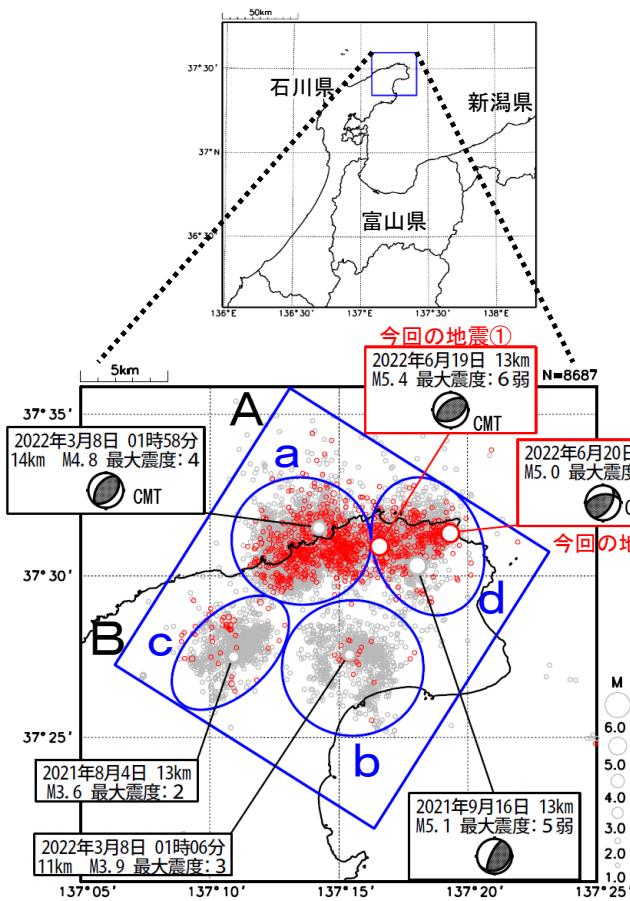


図2-1 震央分布図

(2020年12月1日~2022年6月30日、深さ0~25km、 $M \geq 1.0$)

黒色の吹き出しは領域a~dの各領域内で最大規模の地震及び最大震度5弱以上の地震
2022年6月の地震を赤色で表示

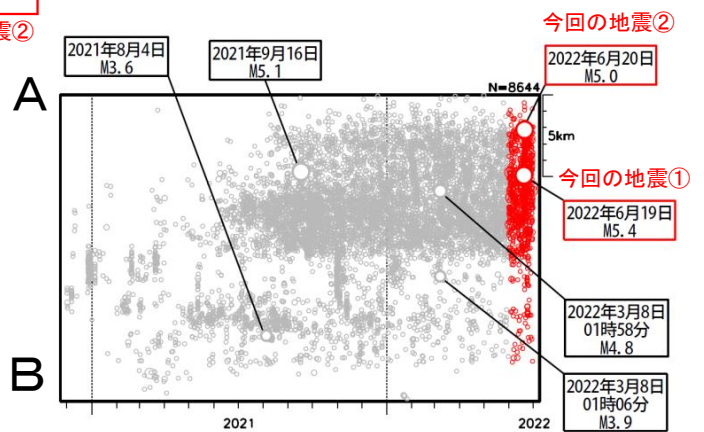


図2-2 図2-1矩形内の時空間分布図(A-B投影)
吹き出しは図2-1と同じ

第7図(b) つづき.

Fig. 7(b) Continued.

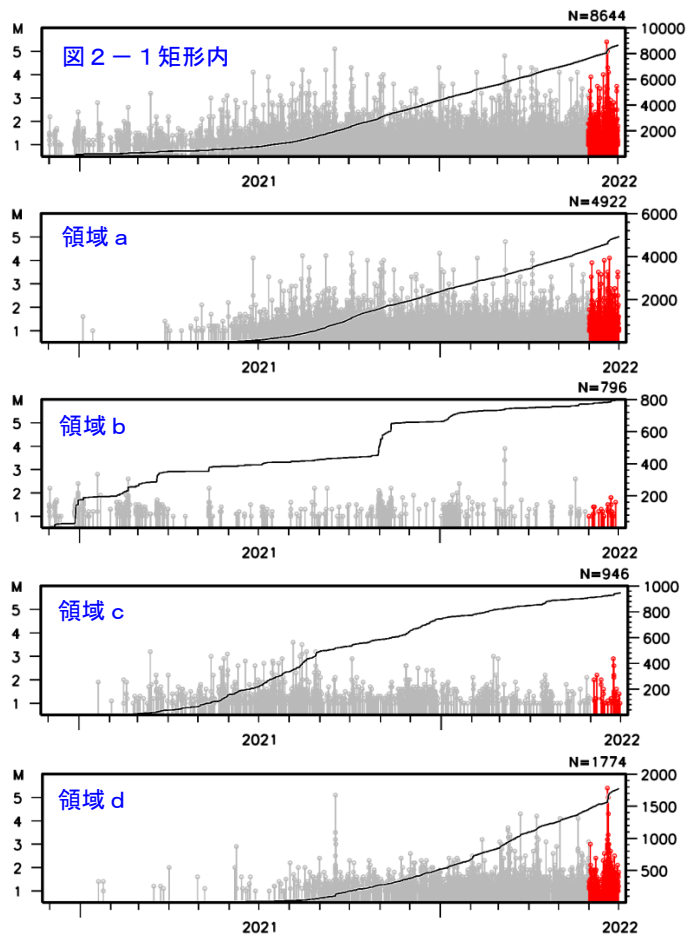


図 2-3 図 2-1 矩形内及び領域 a ~ d 内の M-T 図及び回数積算図 (2020 年 12 月 1 日 ~ 2022 年 6 月 30 日)

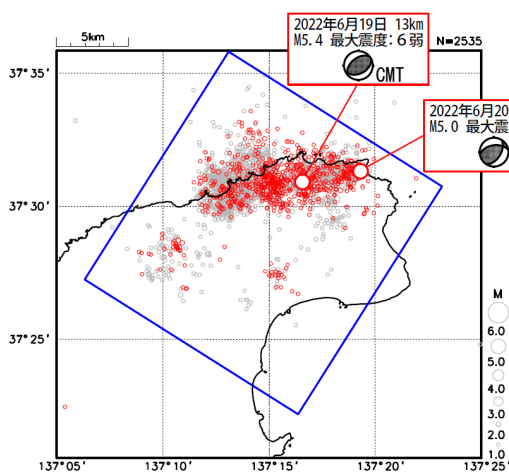


図 2-4 震央分布図 (2022 年 4 月 1 日 ~ 2022 年 7 月 6 日、深さ 0 ~ 25km、 $M \geq 1.0$)
 矩形は図 2-1 と同じ
 6 月 19 日の M5.4 の地震発生以降を赤色で表示

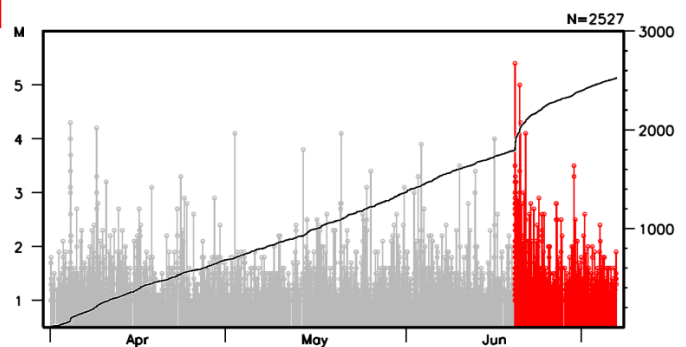


図 2-5 図 2-4 矩形内の M-T 図及び回数積算図

第 7 図 (b) つづき.
 Fig. 7(b) Continued.

イ. 発震機構

2020年12月から2022年6月までに発生した地震の発震機構を図2-6に示す。今回の地震の震源付近では、逆断層型の地震が多く発生している。

また、図2-7に、2022年6月19日以降の発震機構の分布と発震機構の型の分布を示す。

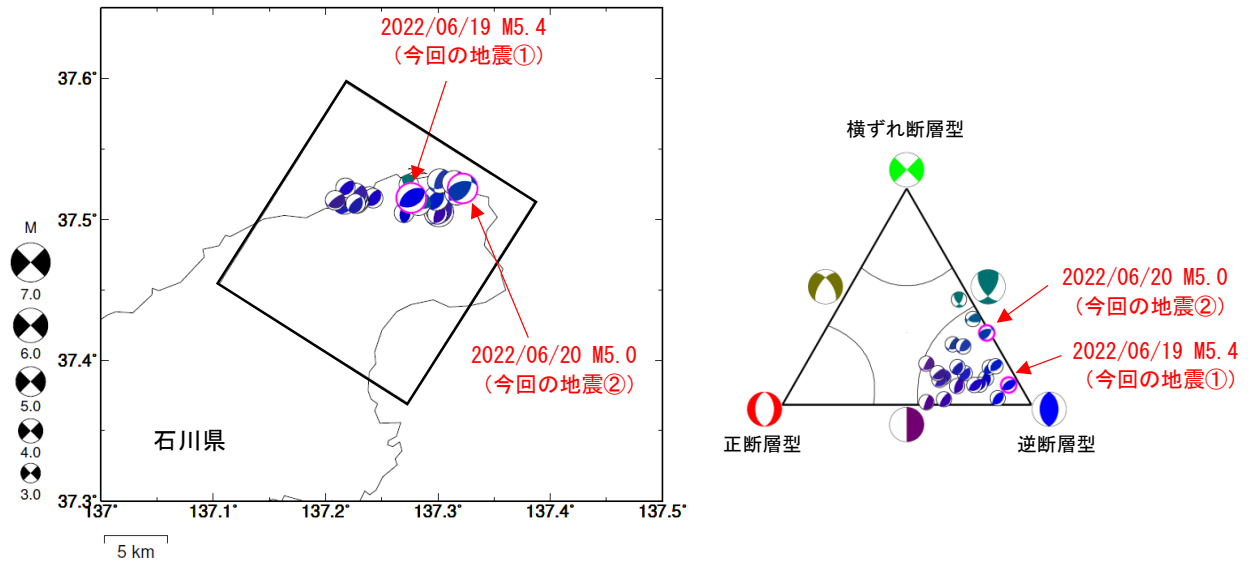


図2-6 発震機構分布図(左)と矩形内の発震機構の型の分布(右)
 2020年12月1日~2022年6月30日、深さ0km~25km、 $M \geq 3.0$
 2022/06/19 M5.4の地震(今回の地震①)及び
 2022/06/20 M5.0の地震(今回の地震②)はCMT解、その他は初動解
 逆断層型の地震を青色、正断層型の地震を赤色、横ずれ断層型を緑色で表示した。

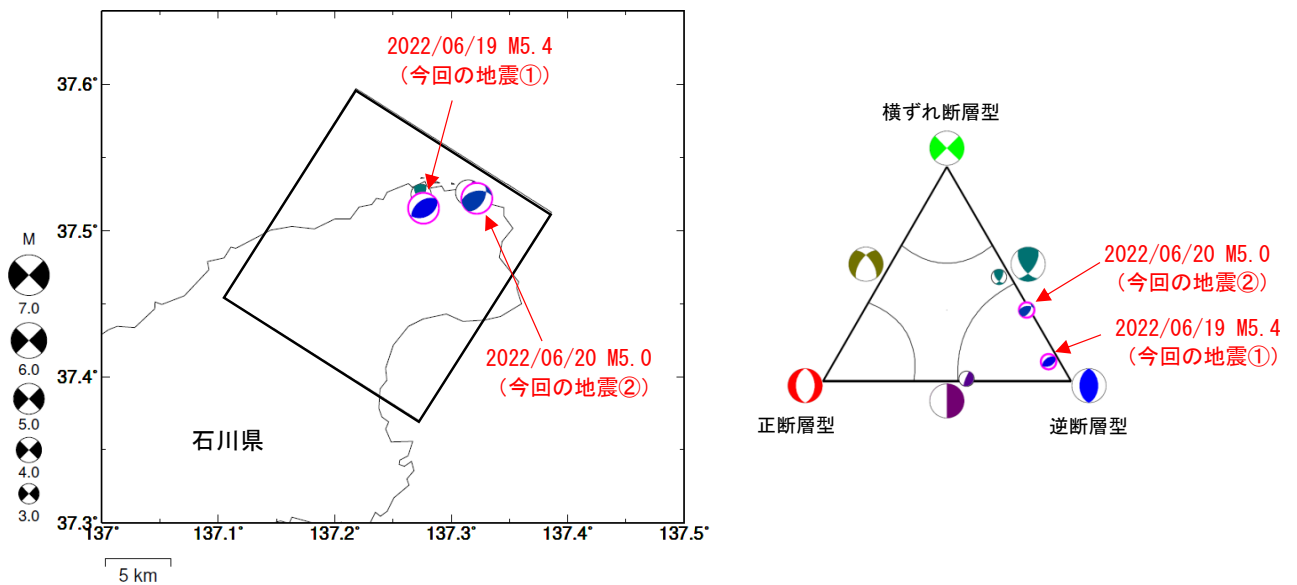


図2-7 発震機構分布図(左)と矩形内の発震機構の型の分布(右)
 2022年6月19日~6月30日、深さ0km~25km、 $M \geq 3.0$
 2022/06/19 M5.4の地震(今回の地震①)及び
 2022/06/20 M5.0の地震(今回の地震②)はCMT解、その他は初動解
 逆断層型の地震を青色、正断層型の地震を赤色、横ずれ断層型を緑色で表示した。

第7図(c) つづき.
 Fig. 7(c) Continued.

ウ. 過去の地震活動

1700年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺（領域c）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c内の地震により石川県で生じた主な被害を表2-1に示す。

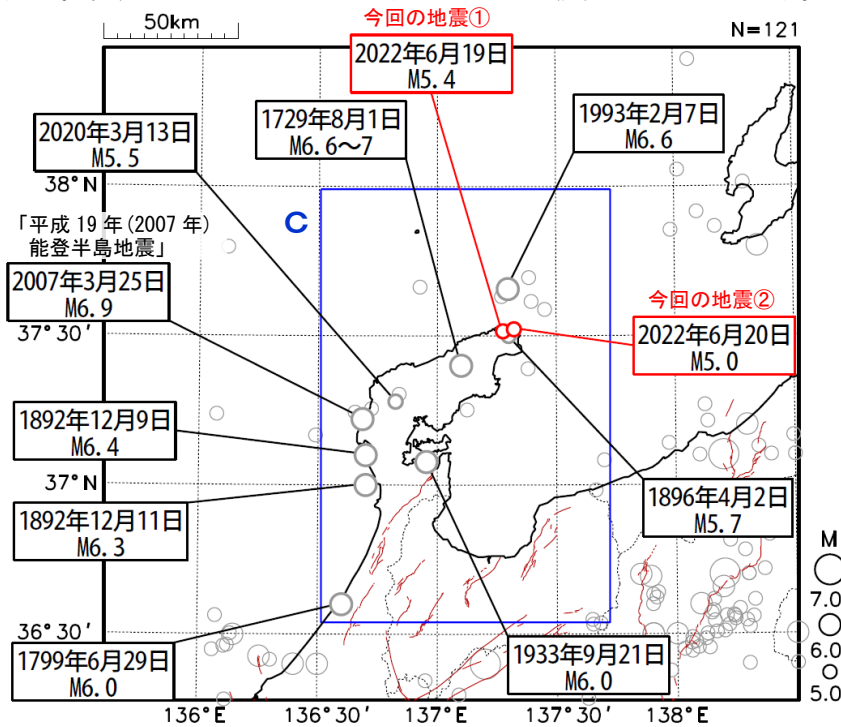


図2-8 震央分布図
 (1700年1月1日～2022年6月30日、深さ0～50km、M≥5.0)
 2022年6月の地震を赤色で表示
 震央分布図中の茶色の実線は地震調査研究推進本部の
 長期評価による活断層を示す。
 震源要素は、1700～1884年は理科年表、1885年～1918年は茅野・
 宇津（2001）、宇津（1982、1985）による*。

表2-1 領域c内の地震により石川県で生じた主な被害^(注1)

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338人、住家全壊384棟。
2020年3月13日	5.5	軽傷者2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.

第7図(d) つづき.

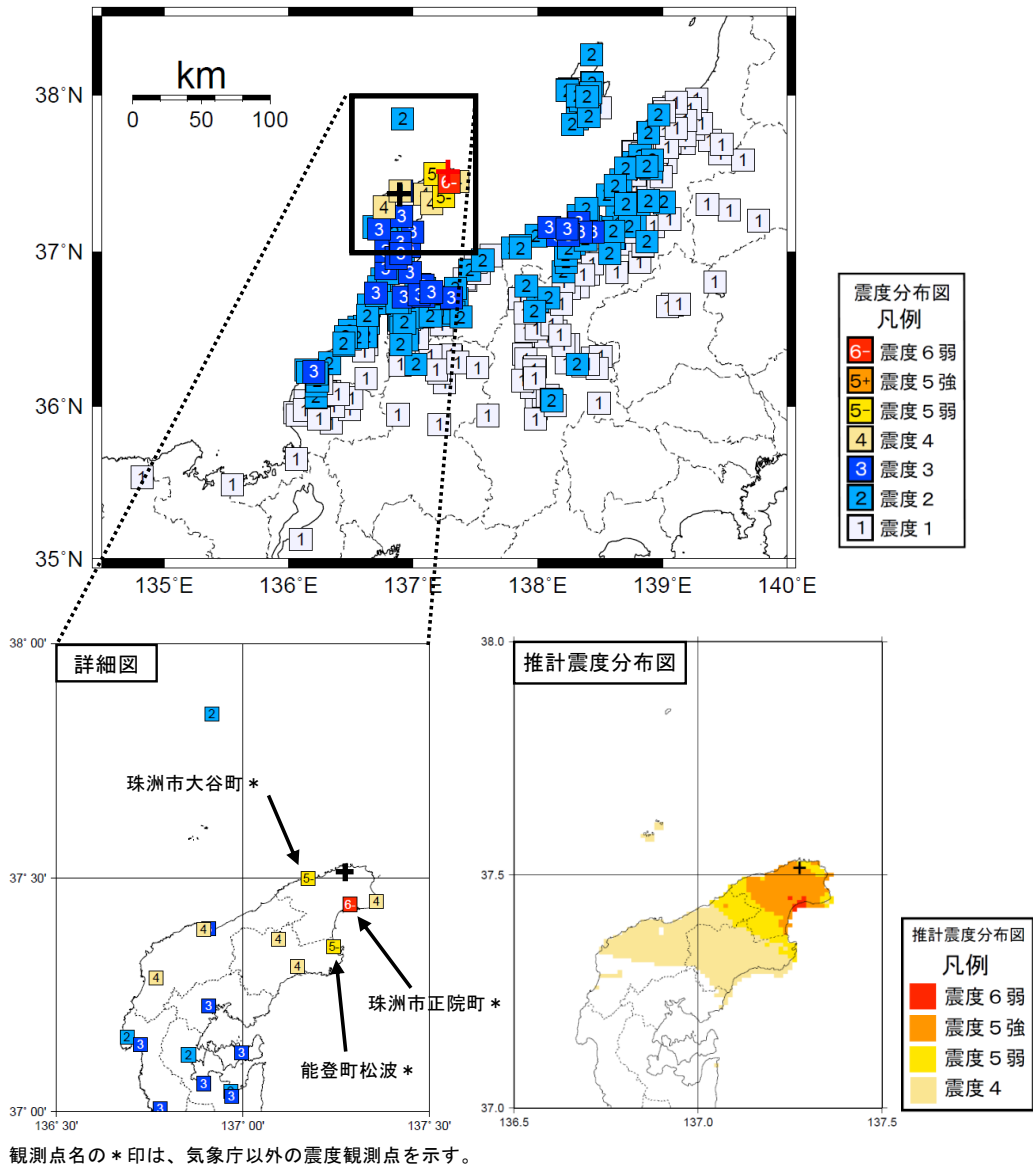
Fig. 7(d) Continued.

(3) 震度と加速度

2022年6月19日15時08分に発生した地震(M5.4)により、石川県珠洲市で震度6弱を観測したほか、東北地方から近畿地方にかけて震度5弱～1を観測した。また20日10時31分に発生したの地震(M5.0)により、石川県珠洲市で震度5強を観測したほか、東北地方から近畿地方にかけて震度4～1を観測した。

ア. 6月19日15時08分のM5.4の地震の震度と加速度

この地震の震度分布図を図3-1-1に、震度4以上を観測した地点の計測震度及び最大加速度を表3-1に示す。また、各震度観測点の距離別分布を図3-1-2に示す。



<推計震度分布図について>
地震の際に観測される震度は、ごく近い場所でも地盤の違いなどにより1階級程度異なることがある。また、このほか震度を推計する際にも誤差が含まれるため、推計された震度と実際の震度が1階級程度ずれることがある。
このため、個々のメッシュの位置や震度の値ではなく、大きな震度の面的な広がり具合とその形状に着目して利用されたい。
なお、この推計震度分布図は震度の精査後に再作成したものであり、地震発生直後に発表したものと一部異なる。

図3-1-1 2022年6月19日15時08分 石川県能登地方の地震(M5.4、深さ13km、最大震度6弱)の震度分布図及び推計震度分布図(+印は震央を表す)

第7図(e) つづき.
Fig. 7(e) Continued.

表 3-1 2022 年 6 月 19 日 15 時 08 分 石川県能登地方の地震の計測震度および最大加速度（震度 4 以上）

都道府県	市区町村	観測点名	震度	計測震度	最大加速度(gal=cm/s/s)				震央 距離 (km)
					合成	南北 成分	東西 成分	上下 成分	
石川県	珠洲市	珠洲市正院町*	6 弱	5.5	605.9	524.1	443.4	242.1	8.3
石川県	珠洲市	珠洲市大谷町*	5 弱	4.9	232.6	166.9	224.8	122.4	8.8
石川県	能登町	能登町松波*	5 弱	4.6	241.5	240.4	116.4	82.7	18.5
石川県	輪島市	輪島市鳳至町	4	3.9	49.6	41.7	40.8	18.6	36.3
石川県	輪島市	輪島市門前町走出*	4	3.6	38.2	30.1	31.8	12.5	51.6
石川県	珠洲市	珠洲市三崎町	4	4.4	308.5	107.7	301.6	78.1	10.7
石川県	能登町	能登町宇出津	4	4.2	79.1	77.4	56.1	33.4	25.6
石川県	能登町	能登町柳田*	4	3.7	84.6	35.8	81.6	37.2	23.0

*は気象庁以外の震度観測点を示す。

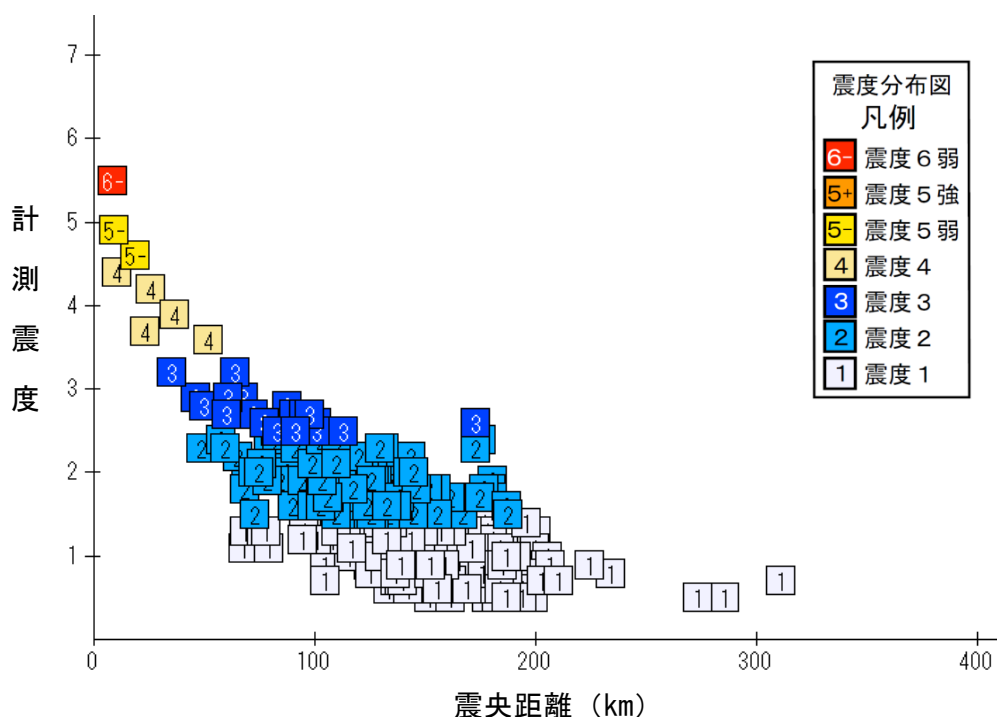
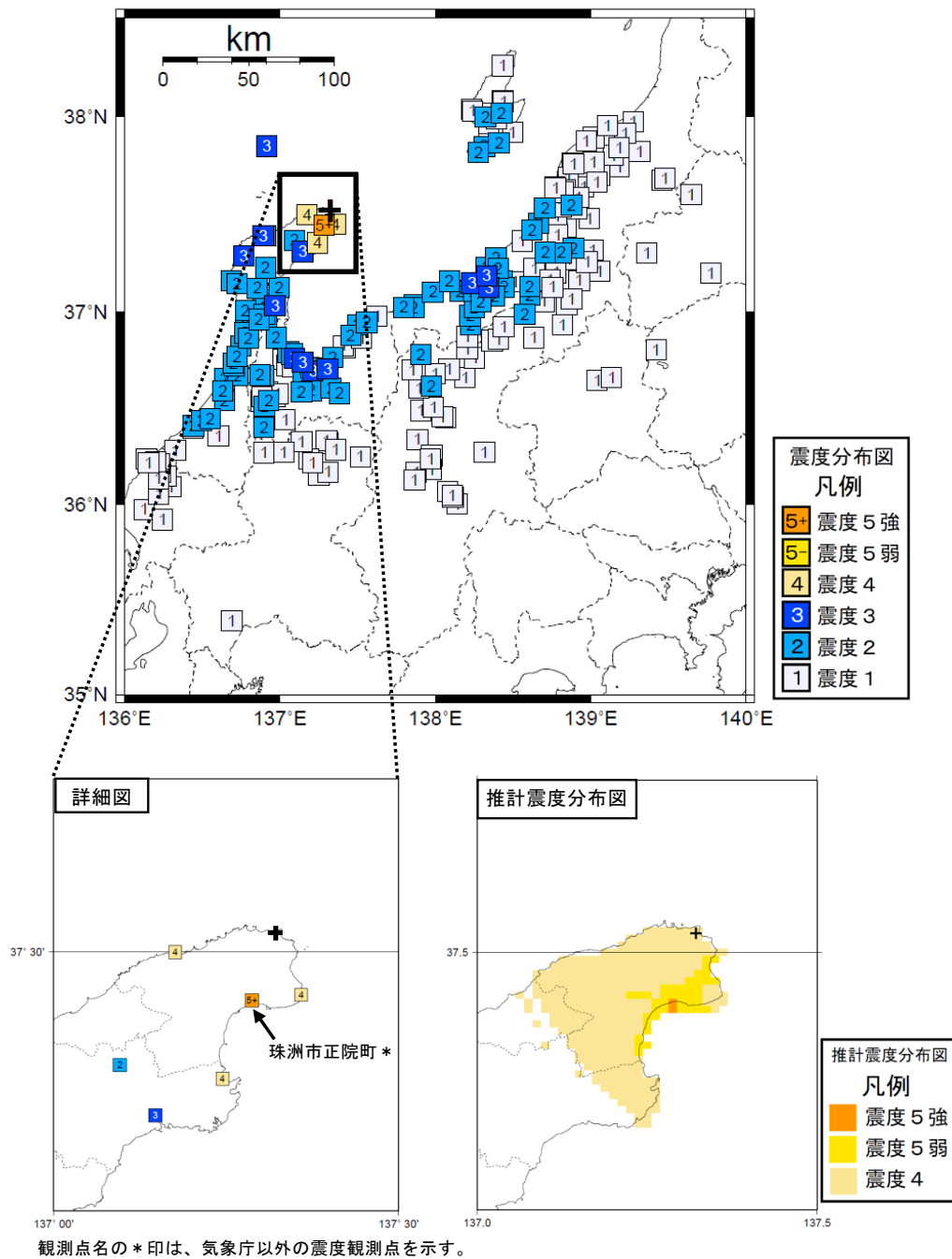


図 3-1-2 2022 年 6 月 19 日 15 時 08 分 石川県能登地方の地震（M5.4、深さ 13km、最大震度 6 弱）の震度観測点における計測震度の距離別分布
図中のシンボルの中の数字は震度階級

第 7 図 (e) つづき.
Fig. 7(e) Continued.

イ. 6月20日10時31分のM5.0の地震の震度と加速度

この地震の震度分布図を図3-2-1に、震度4以上を観測した地点の計測震度及び最大加速度を表3-2に示す。また、各震度観測点の距離別分布を図3-2-2に示す。



<推計震度分布図について>
地震の際に観測される震度は、ごく近い場所でも地盤の違いなどにより1階級程度異なることがある。また、このほか震度を推計する際にも誤差が含まれるため、推計された震度と実際の震度が1階級程度ずれることがある。
このため、個々のメッシュの位置や震度の値ではなく、大きな震度の面的な広がり具合とその形状に着目して利用されたい。
なお、この推計震度分布図は震度の精査後に再作成したものであり、地震発生直後に発表したものと一部異なる。

図3-2-1 2022年6月20日10時31分 石川県能登地方の地震(M5.0、深さ14km、最大震度5強)の震度分布図及び推計震度分布図(+印は震央を表す)

第7図(e) つづき.
Fig.7(e) Continued.

表 3-2 2022 年 6 月 20 日 10 時 31 分 石川県能登地方の地震の計測震度および最大加速度（震度 4 以上）

都道府県	市区町村	観測点名	震度	計測震度	最大加速度(gal=cm/s/s)				震央距離 (km)
					合成	南北成分	東西成分	上下成分	
石川県	珠洲市	珠洲市正院町*	5 強	5.0	649.3	645.6	254.7	139.1	9.4
石川県	珠洲市	珠洲市三崎町	4	3.9	167.3	150.4	98.2	60.2	9.0
石川県	珠洲市	珠洲市大谷町*	4	3.6	138.8	87.5	130.6	55.8	12.9
石川県	能登町	能登町松波*	4	3.9	137.7	134.1	54.1	57.5	20.2

*は気象庁以外の震度観測点を示す。

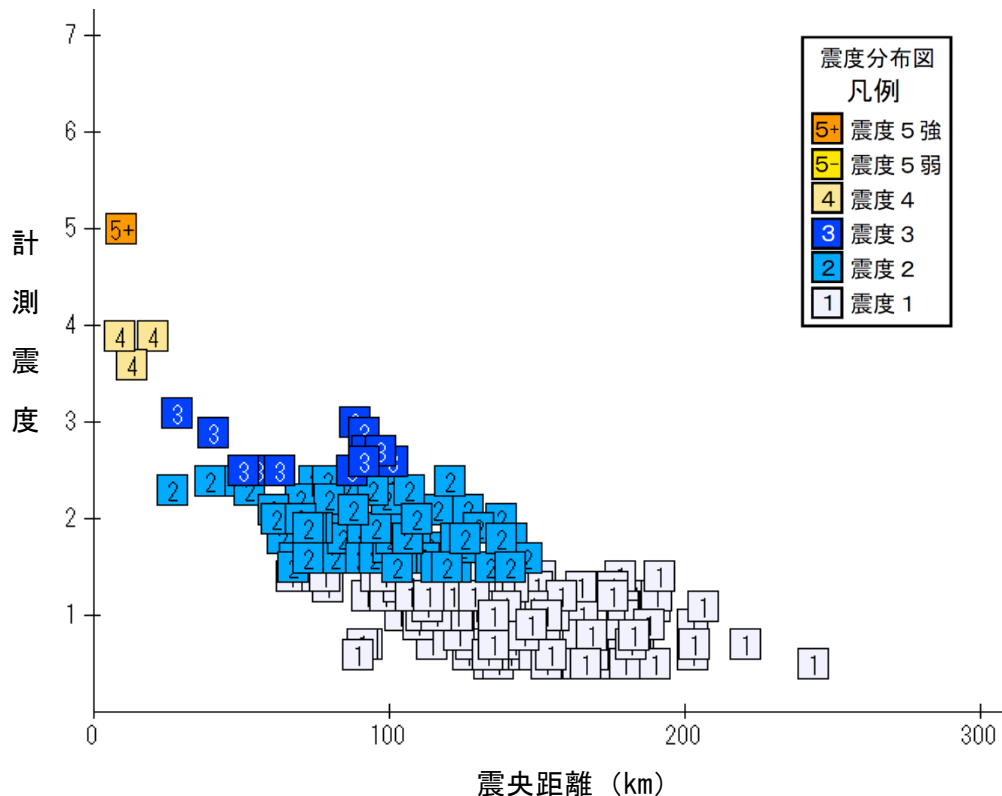


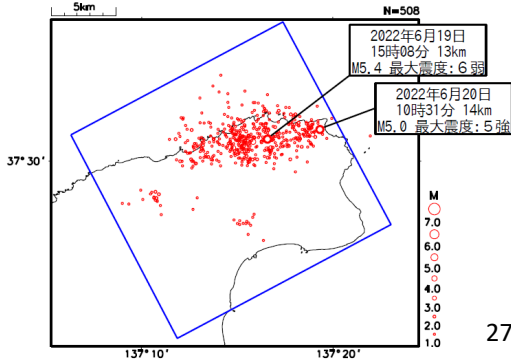
図 3-2-2 2022 年 6 月 20 日 10 時 31 分 石川県能登地方の地震 (M5.0、深さ 14km、最大震度 5 強) の震度観測点における計測震度の距離別分布
 図中のシンボルの中の数字は震度階級

第 7 図 (e) つづき.
 Fig. 7(e) Continued.

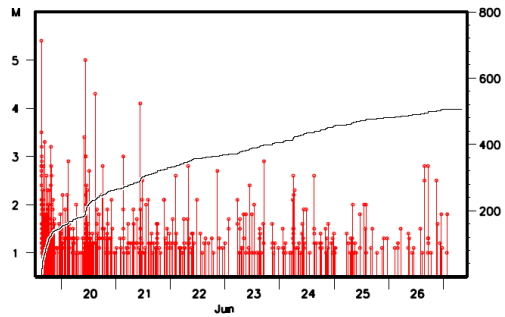
6月19日 石川県能登地方の地震 (大森・宇津フィッティング、b値、余震発生確率)

震央分布図

(2022年6月19日15時08分～27日08時00分、
M \geq 1.0、深さ0～25km)

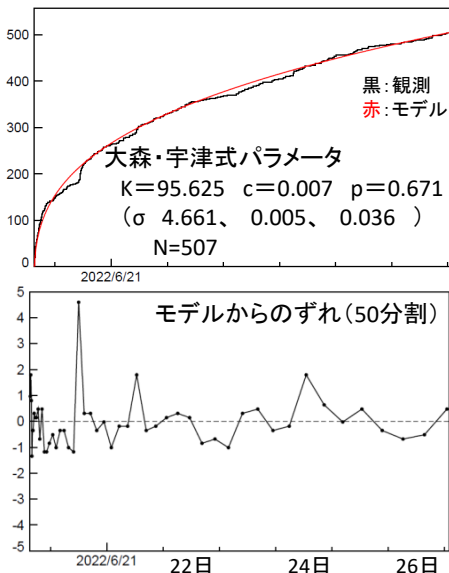


震央分布図内のMT・回数積算図

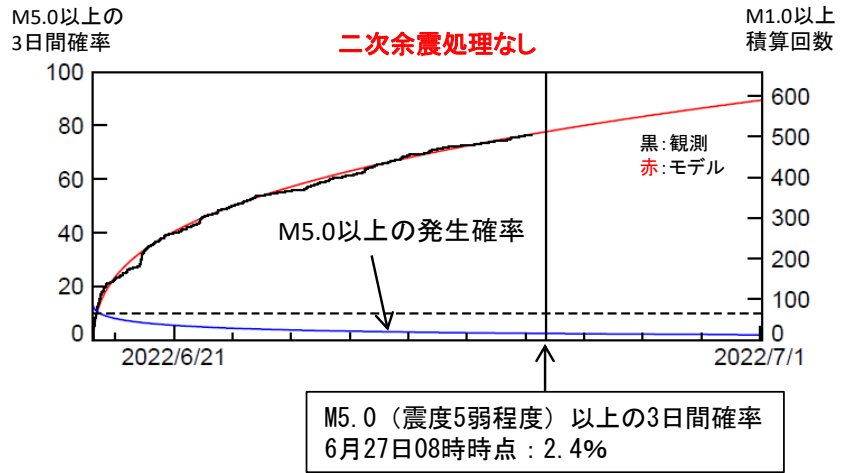


27日に発生した地震は自動震源を使用

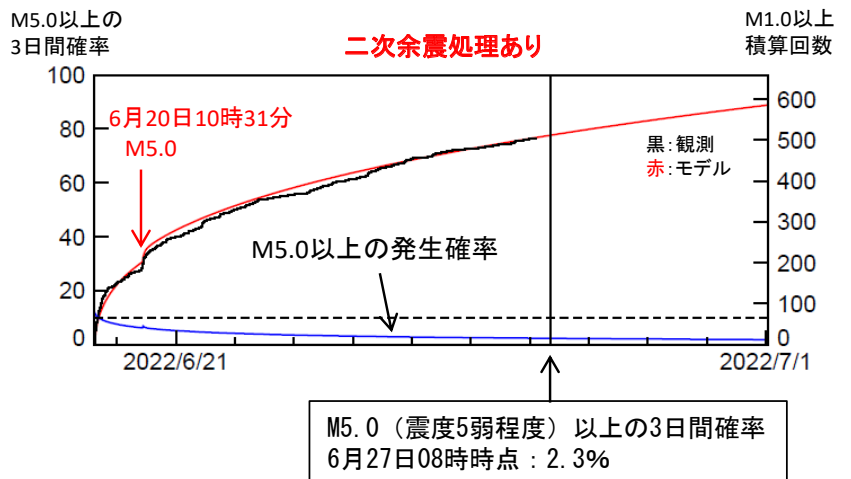
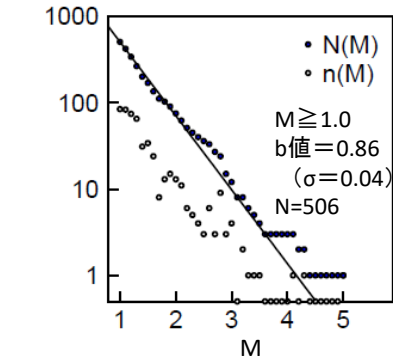
大森・宇津式フィッティング



大森・宇津式+GR(M \geq 1.0)による余震発生確率



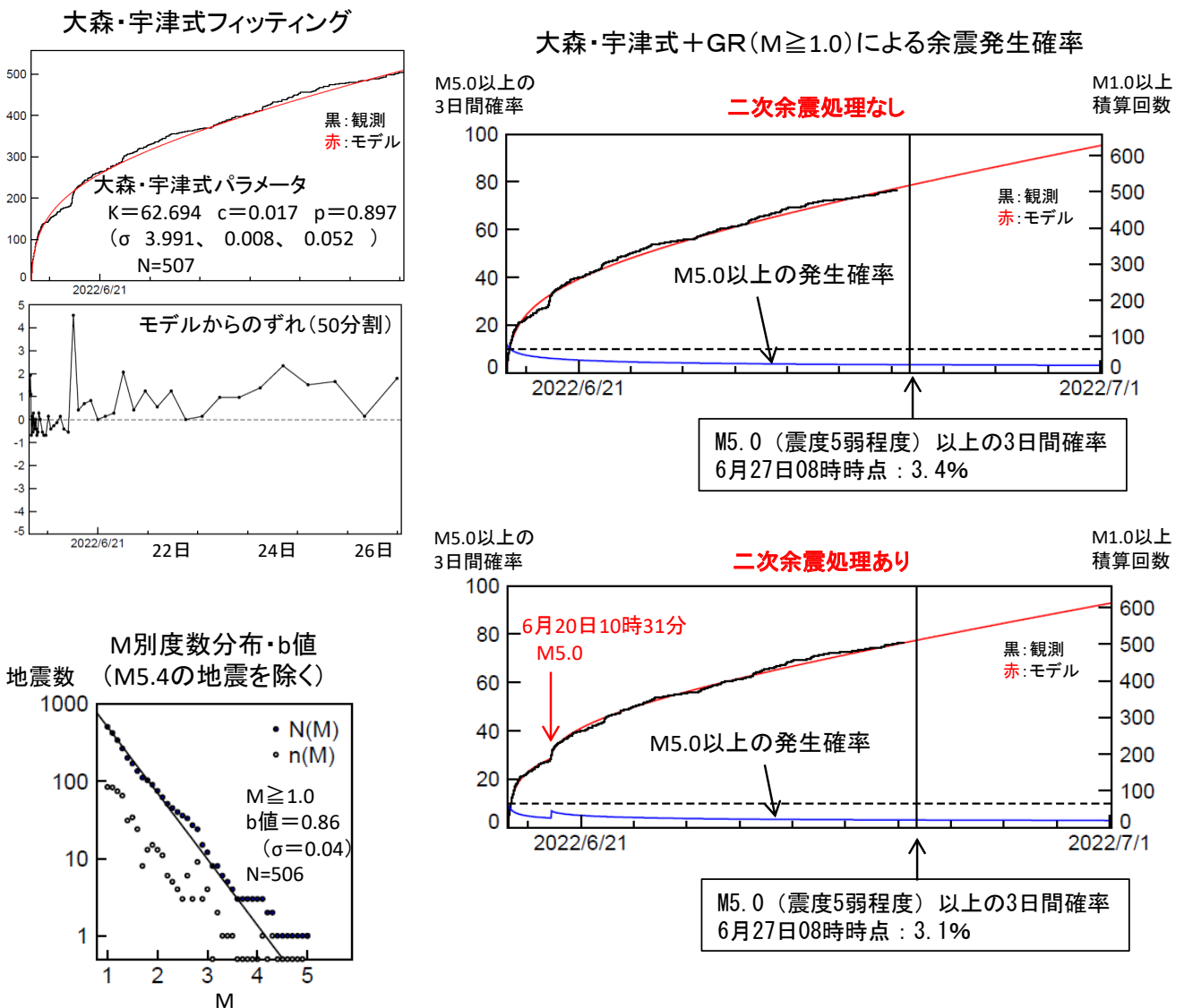
M別度数分布・b値 (M5.4の地震を除く)



第 7 図 (f) つづき.
Fig. 7(f) Continued.

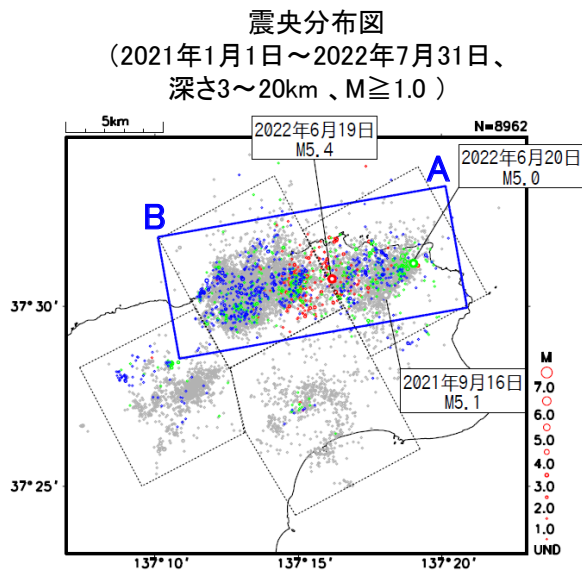
6月19日 石川県能登地方の地震
(大森・宇津フィッティング、b値、余震発生確率)

定常的な活動を考慮
(M5.4発生前の2か月間は、M1以上が21.78回/日)

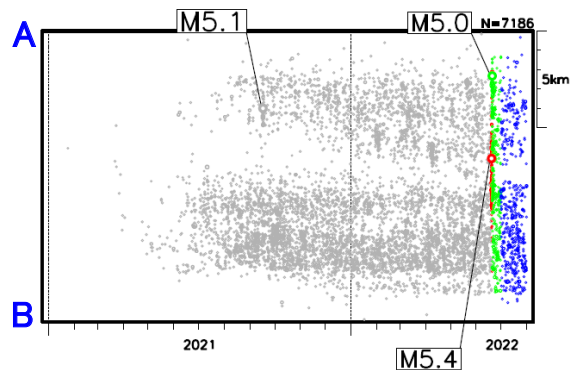


第7図(f) つづき.
Fig. 7(f) Continued.

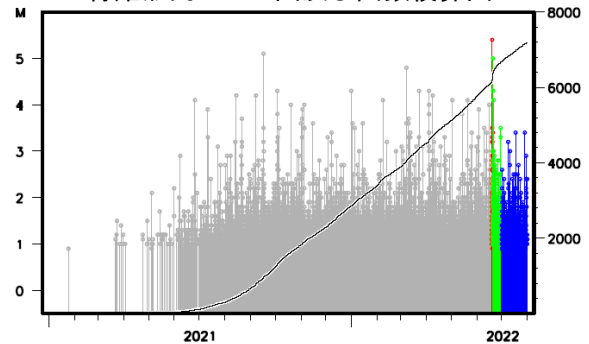
石川県能登地方の地震活動(2022年6月19日 M5.4発生前後の地震活動)



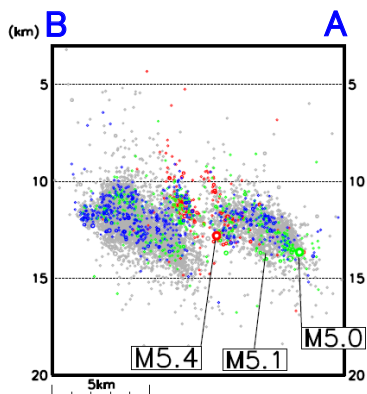
青矩形内の時空間分布図(A-B投影)



青矩形内のM-T図及び回数積算図

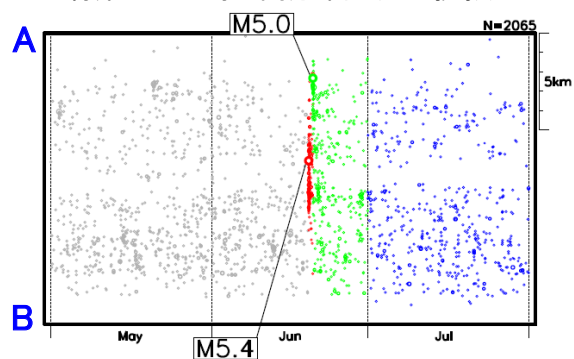


青矩形内の断面図(A-B投影)

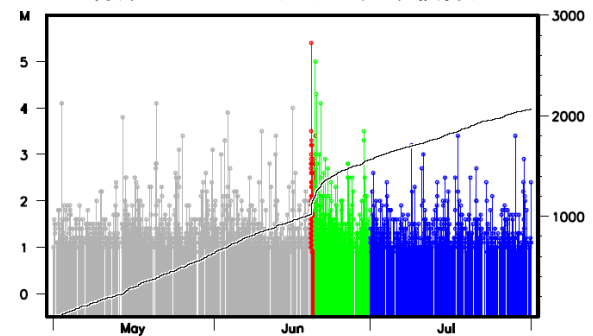


(2022年5月1日～7月31日)

青矩形内の時空間分布図(A-B投影)



青矩形内のM-T図及び回数積算図



震源データはカタログDD法による再計算震源

2021年1月1日00時00分～: 灰色

2022年6月19日15時08分(M5.4発生)～: 赤色

2022年6月20日10時31分(M5.0発生)～: 緑色

2022年7月1日00時00分～: 青色

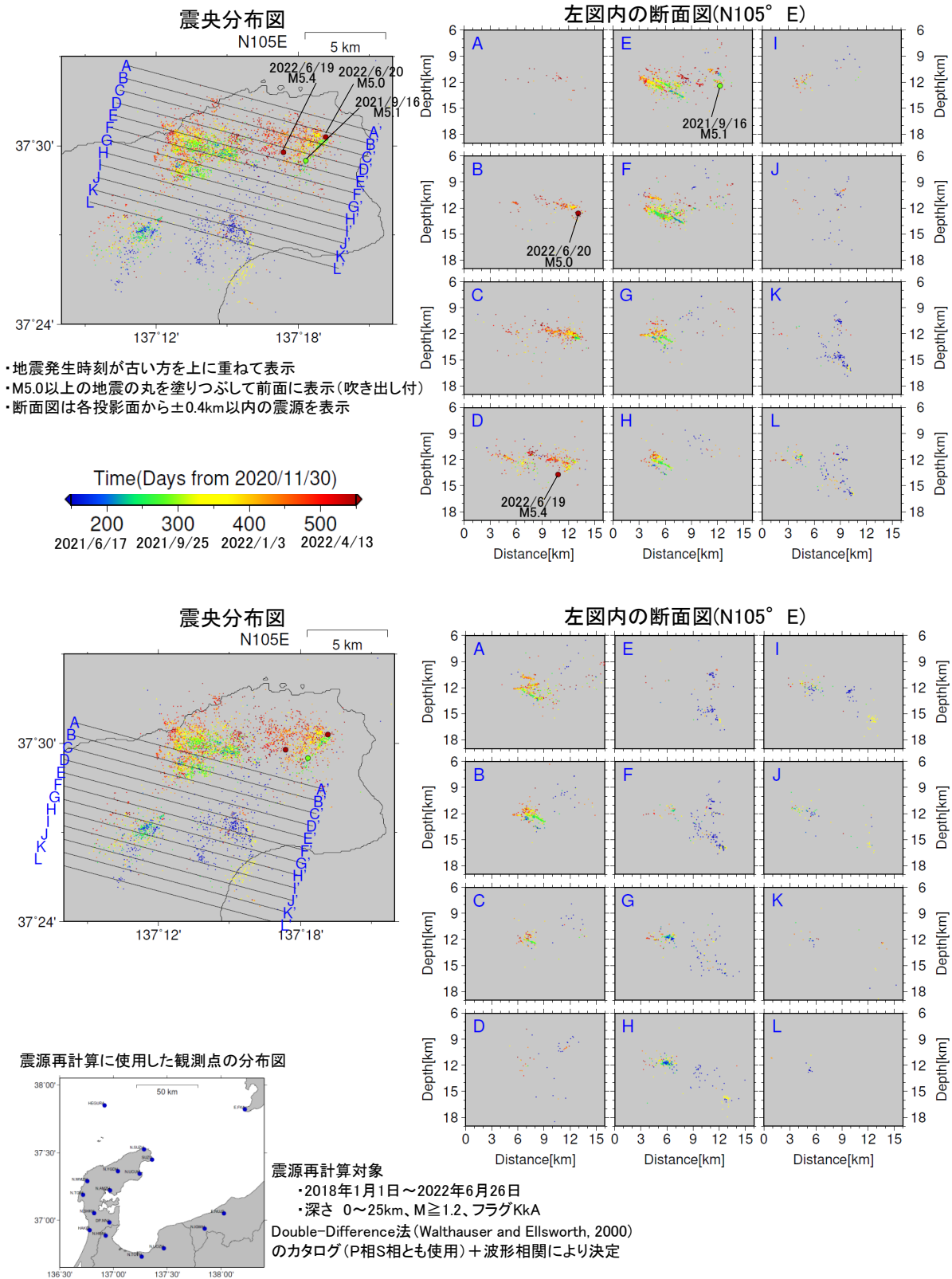
※M5.0以上の地震に吹き出しを付けた

第 7 図 (g) つづき.

Fig. 7(g) Continued.

石川県能登地方の地震活動(波形相関DD法による再計算震源)

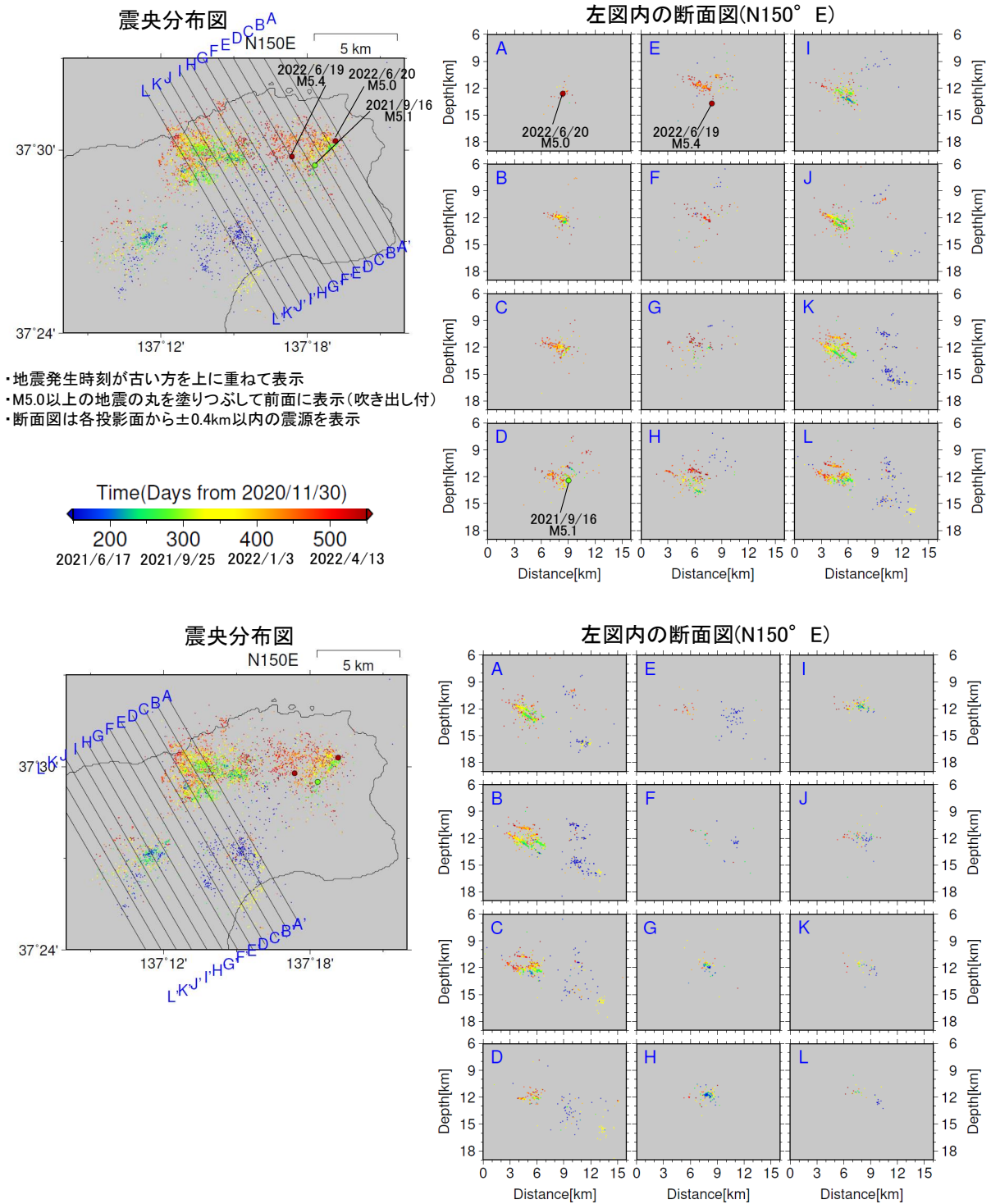
2018年1月1日～2022年6月26日、深さ6～19km、 $M \geq 1.2$



第 7 図 (h) つづき.
Fig. 7(h) Continued.

石川県能登地方の地震活動(波形相関DD法による再計算震源)

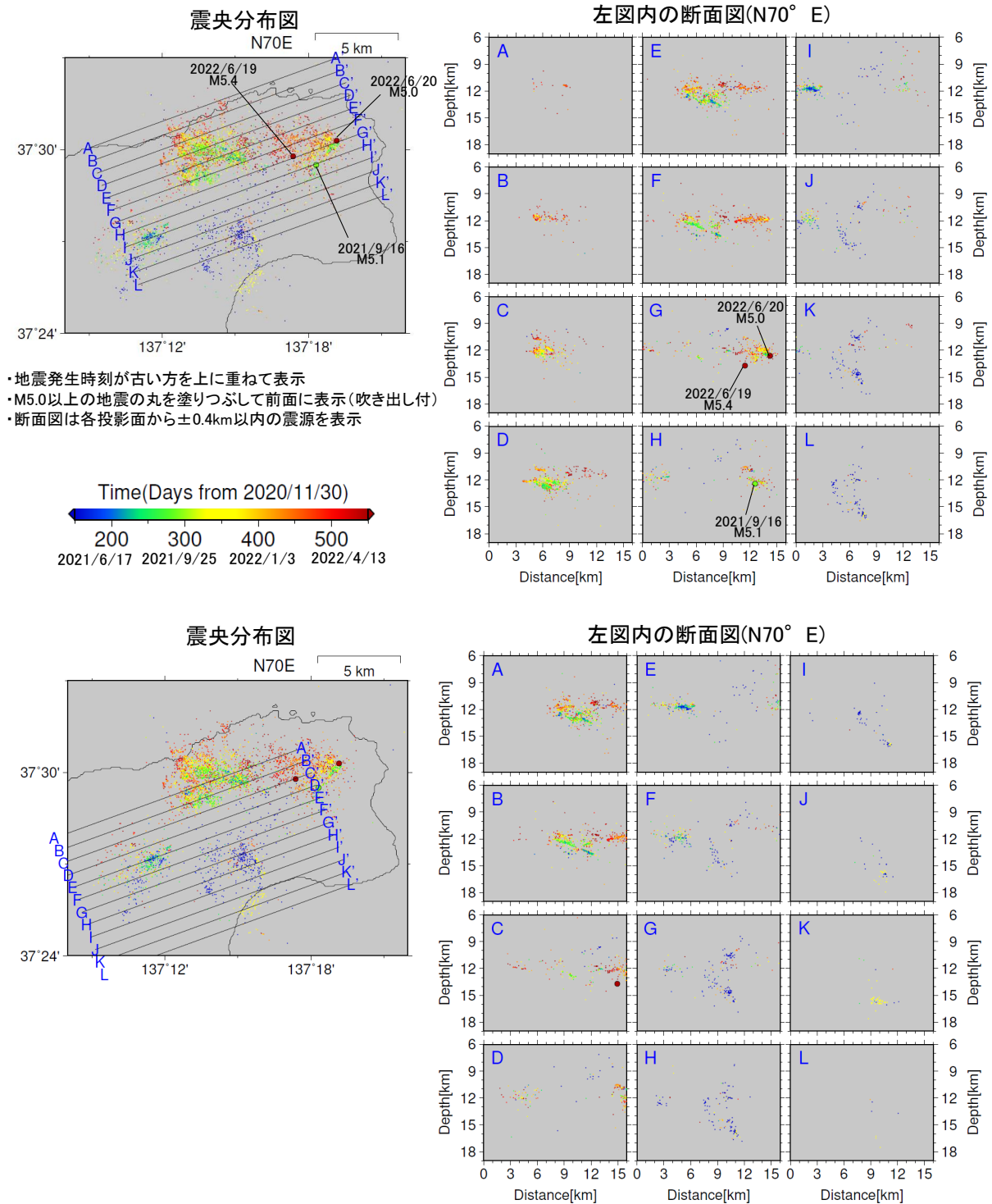
2018年1月1日～2022年6月26日、深さ6～19km、 $M \geq 1.2$



第 7 図 (h) つづき.
Fig. 7(h) Continued.

石川県能登地方の地震活動(波形相関DD法による再計算震源)

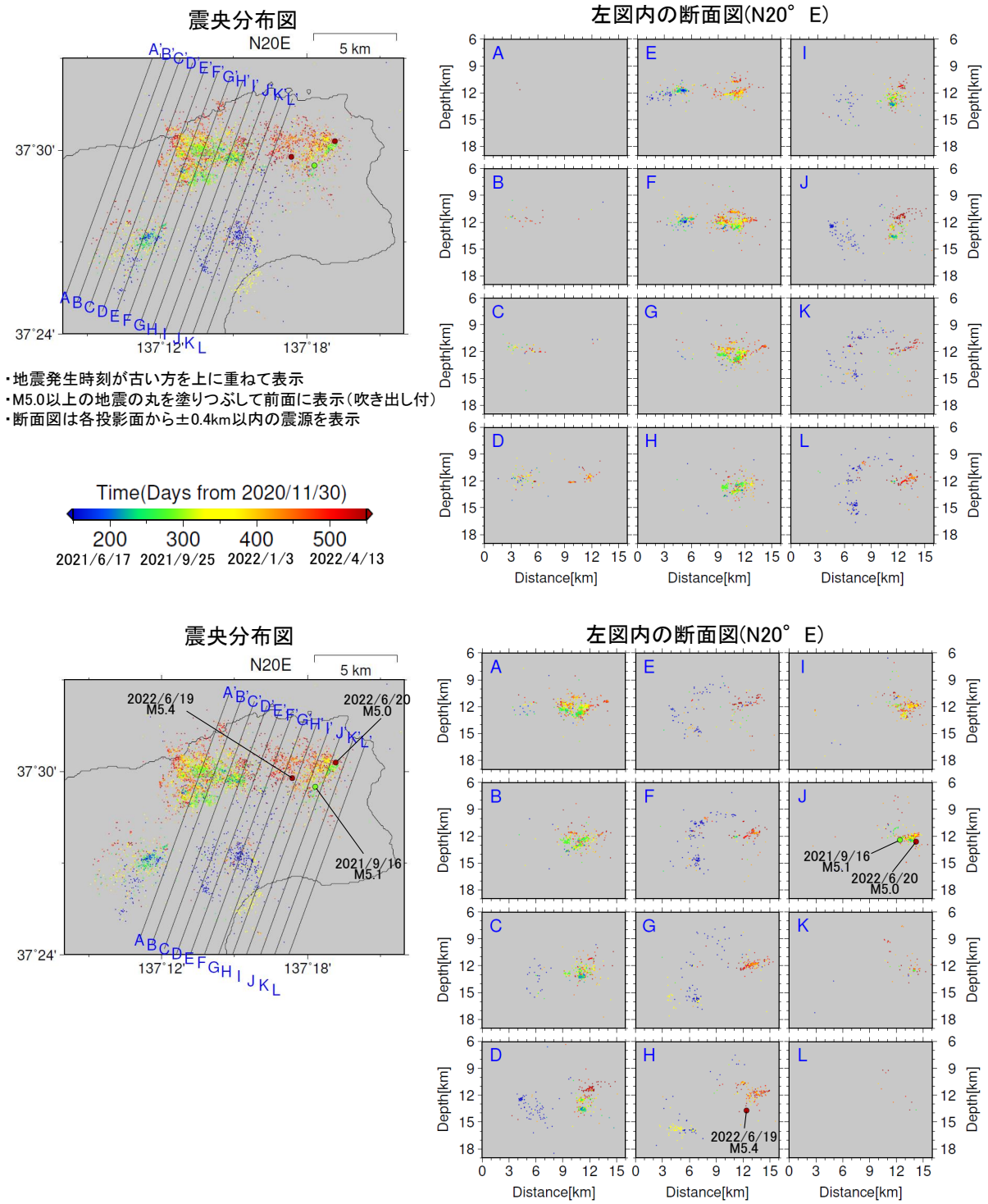
2018年1月1日～2022年6月26日、深さ6～19km、 $M \geq 1.2$



第 7 図 (h) つづき.
Fig. 7(h) Continued.

石川県能登地方の地震活動(波形相関DD法による再計算震源)

2018年1月1日～2022年6月26日、深さ6～19km、 $M \geq 1.2$

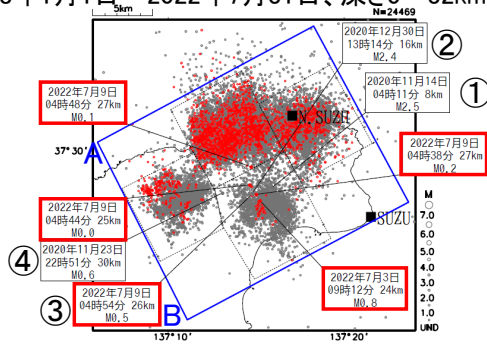


第 7 図 (h) つづき.
Fig. 7(h) Continued.

石川県能登地方の地震活動(深い地震)

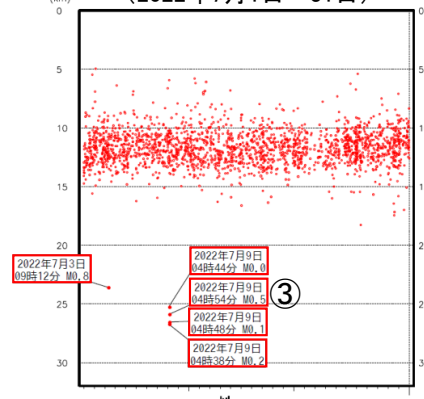
震央分布図

(2018年1月1日～2022年7月31日、深さ0～32km、M全て)



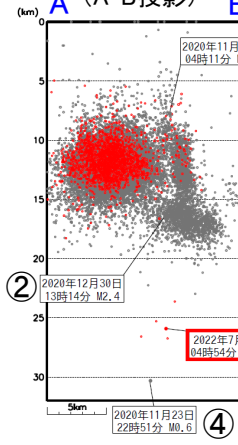
- ・2022年7月1日以降を赤丸で示す。
- ・赤枠の吹き出しは、2022年7月の24km以深の地震。
- ・①～④は波形図を示したイベント

青矩形内の深さの時系列 (2022年7月1日～31日)

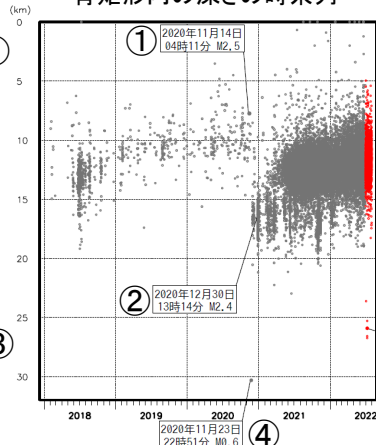


青矩形内の断面図

A (A-B投影) B

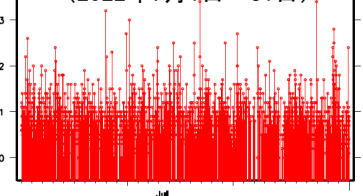


青矩形内の深さの時系列

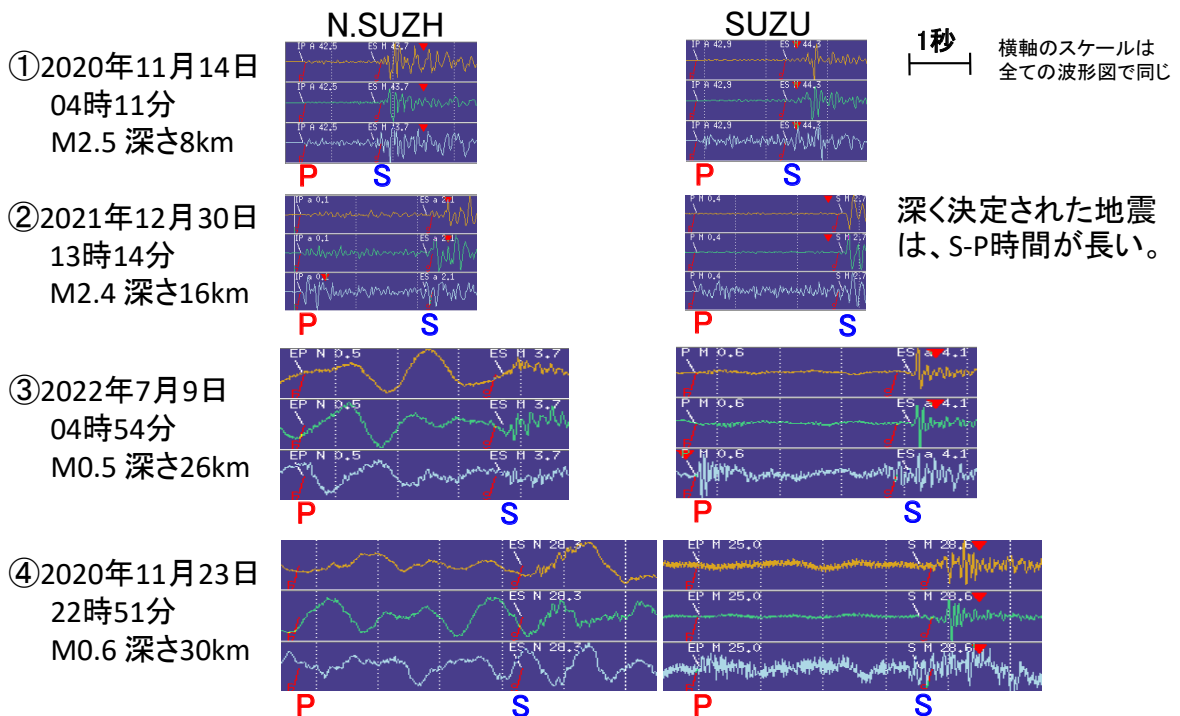


青矩形内のM-T図

(2022年7月1日～31日)



上図内イベント①～④の一元化検測に用いた直近2観測点の速度波形3成分

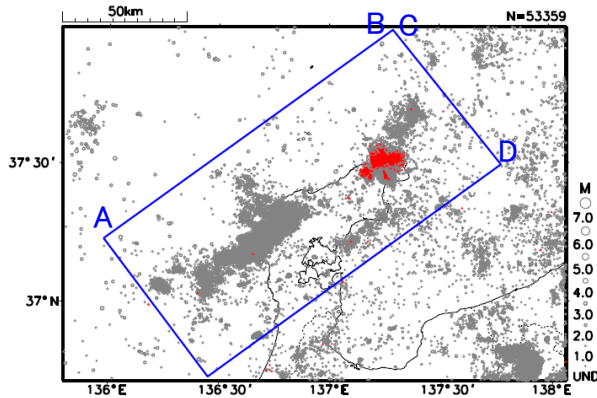


第 7 図 (i) つづき。
Fig. 7(i) Continued.

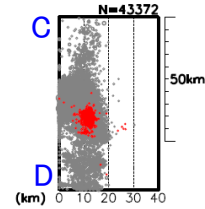
石川県能登地方の地震活動(周辺の地震の深さ)

震央分布図

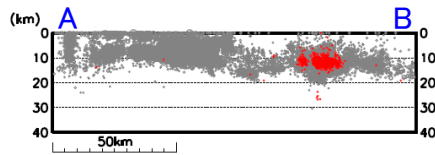
(2002年10月1日～2022年7月11日、深さ0～40km、M全て)



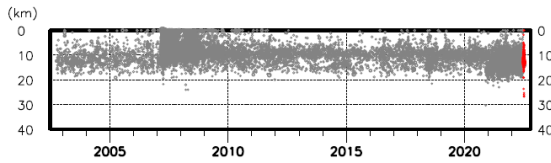
青矩形内の断面図 (C-D投影)



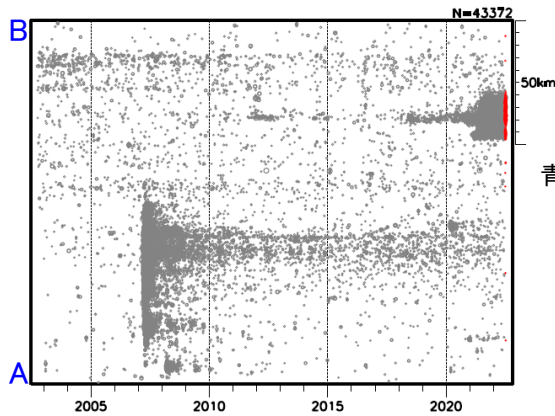
・2022年7月1日以降を赤丸で示す。



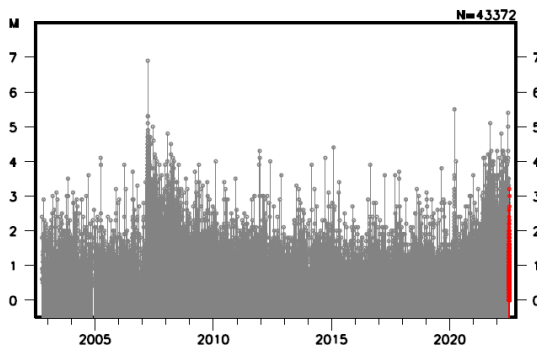
青矩形内の断面図 (A-B投影)



青矩形内の深さの時系列



青矩形内の時空間分布図 (A-B投影)

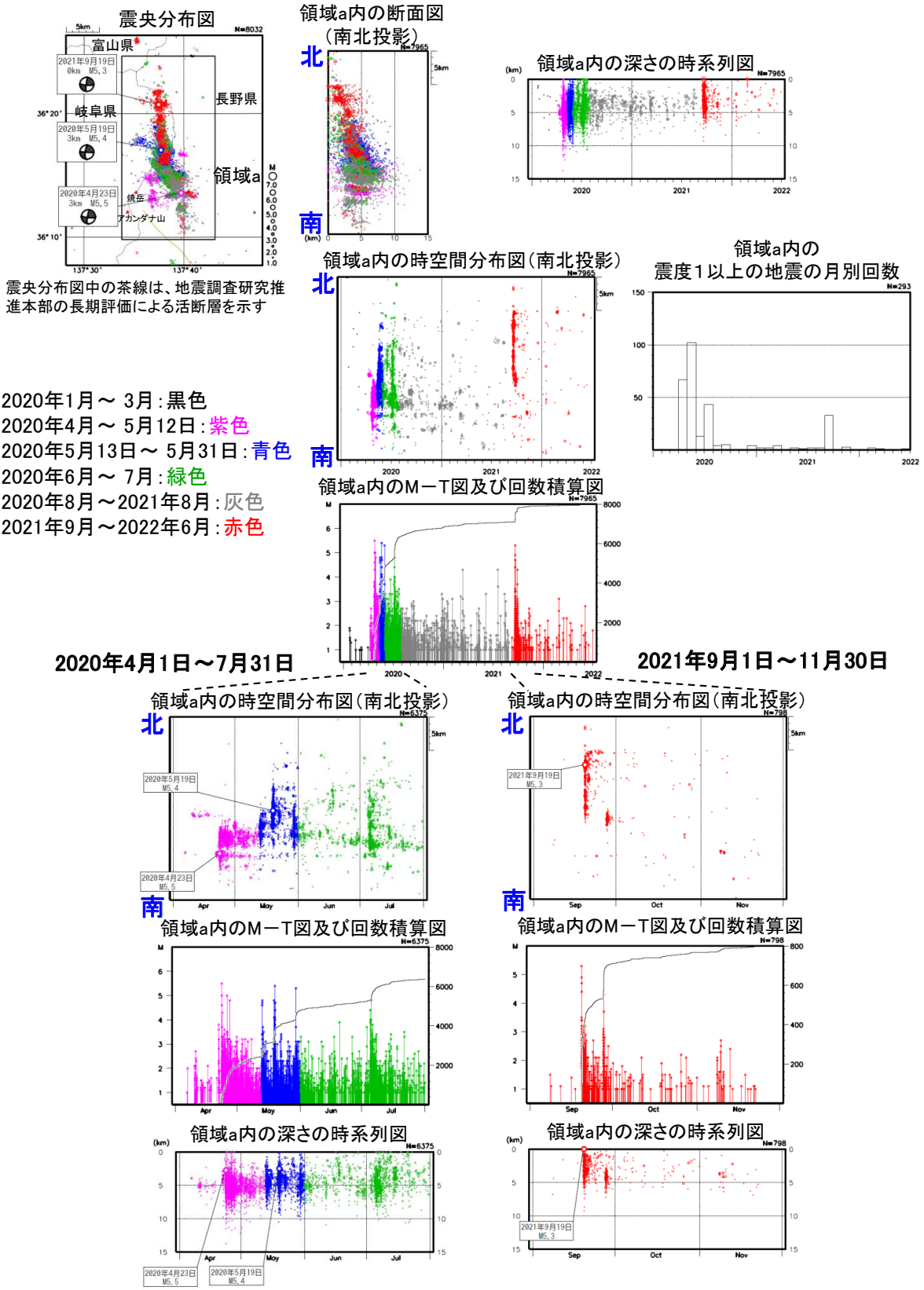


青矩形内のM-T図

第 7 図 (i) つづき.
Fig. 7(i) Continued.

同規模の地震が長期間継続した事例 <長野・岐阜県境付近>

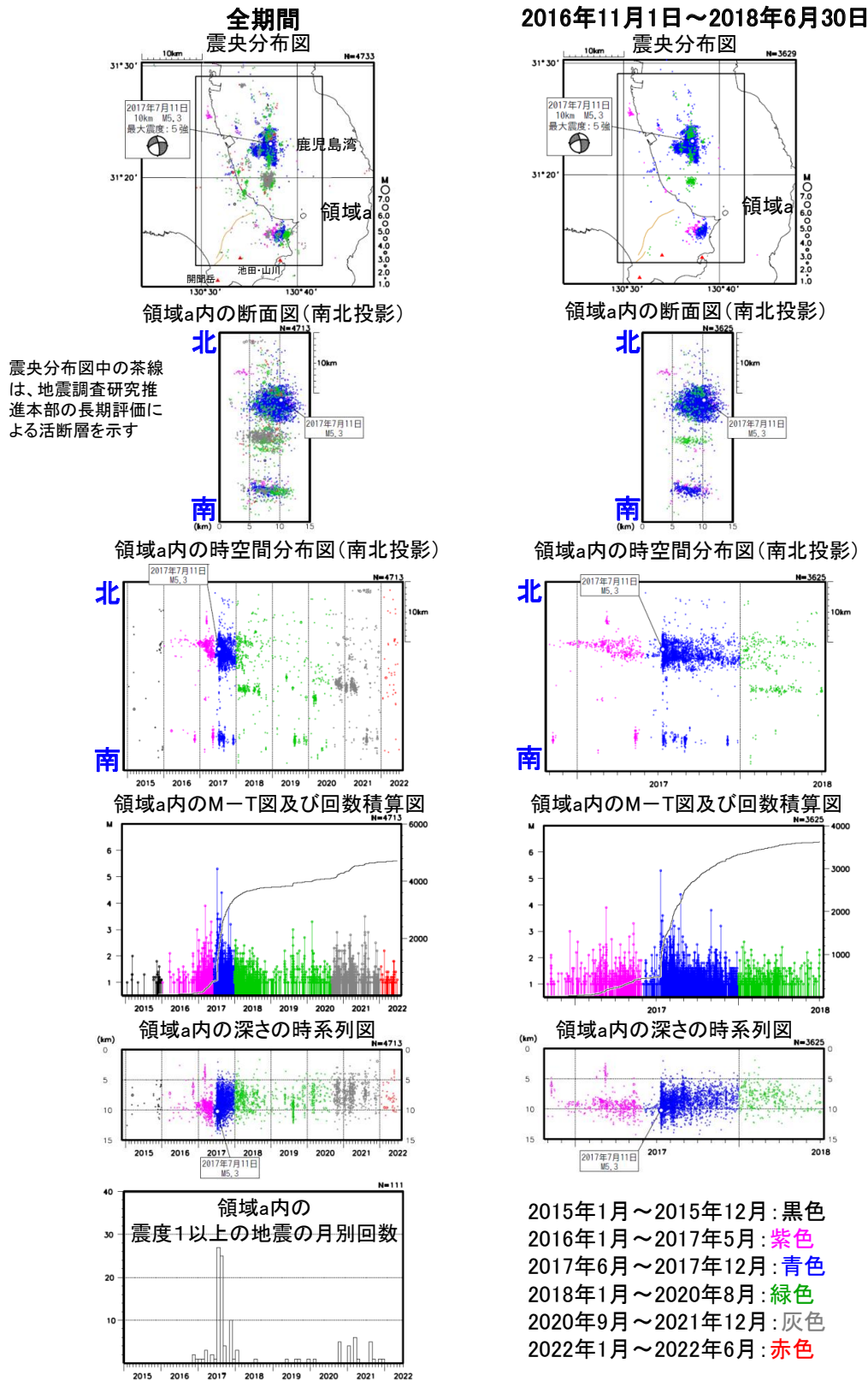
表示期間2020年1月1日～2022年6月30日、深さ0～15km、M≥1.0



第 7 図 (j) つづき.
Fig. 7(j) Continued.

同規模の地震が長期間継続した事例 <鹿児島湾>

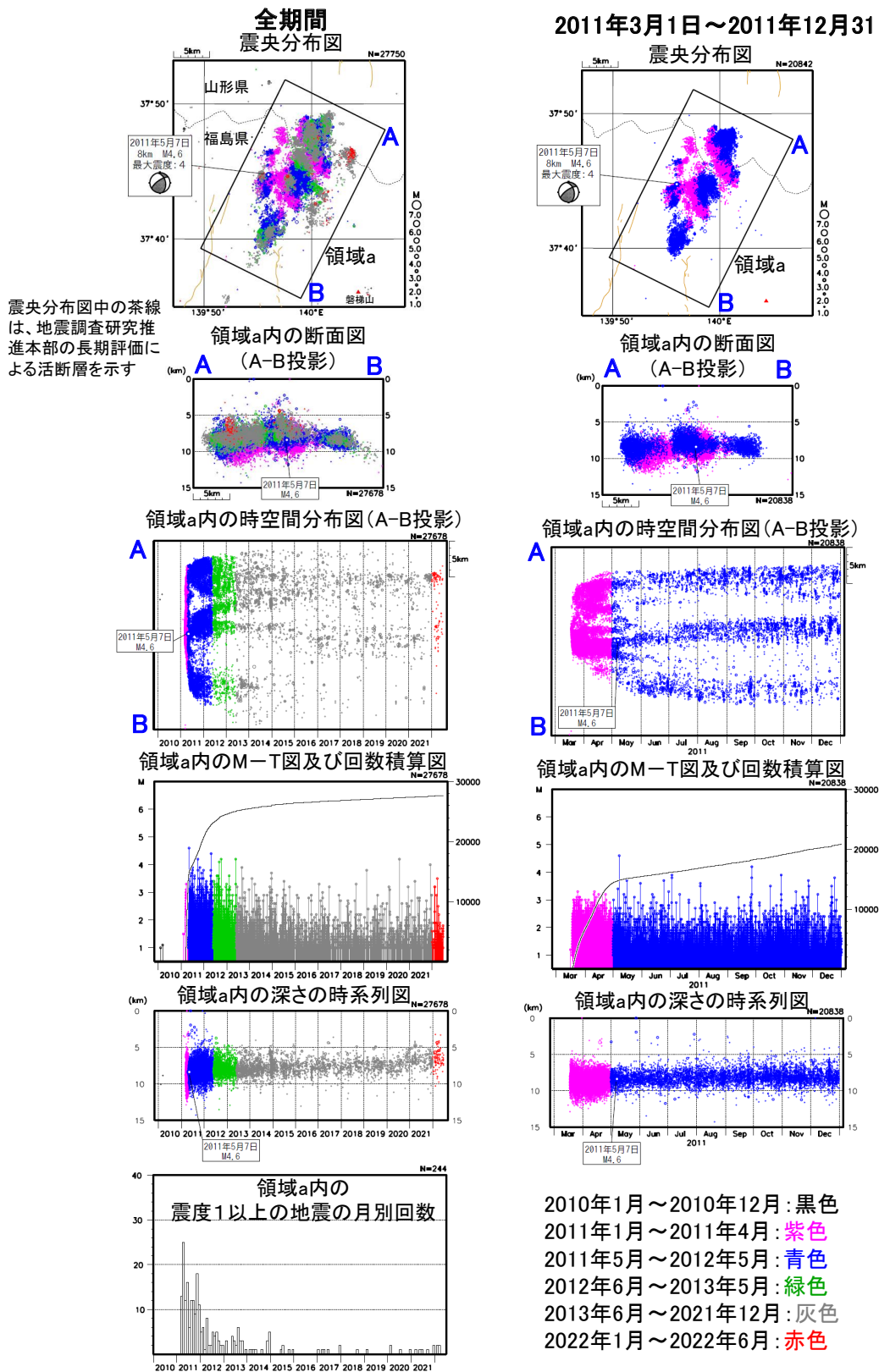
表示期間2015年1月1日～2022年6月30日、深さ0～15km、 $M \geq 1.0$



第 7 図 (j) つづき.
 Fig. 7(j) Continued.

同規模の地震が長期間継続した事例 <福島県会津から山形県置賜地方>

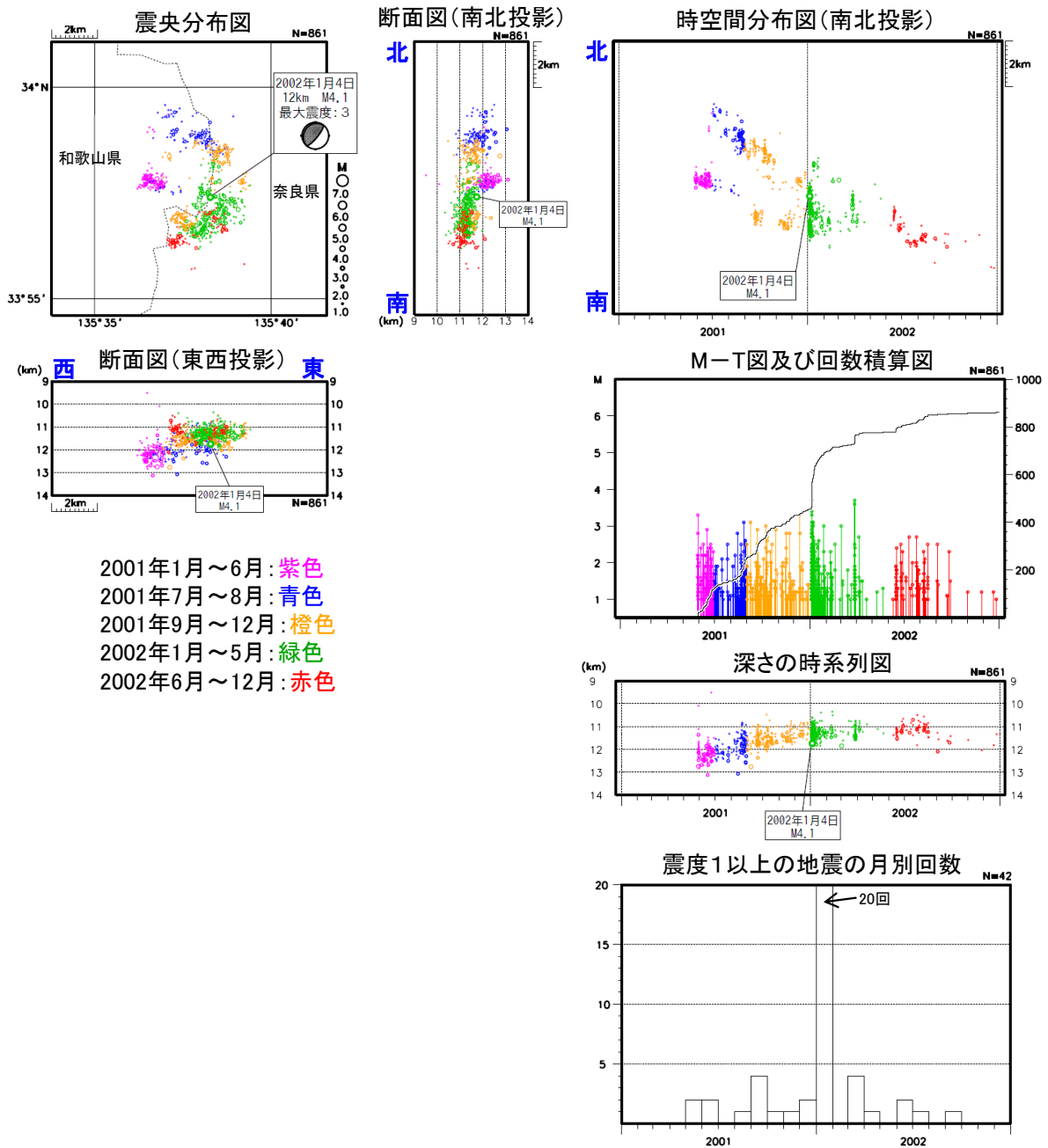
表示期間2010年1月1日～2022年6月30日、深さ0～15km、M \geq 1.0



第 7 図 (j) つづき.
 Fig. 7(j) Continued.

同規模の地震が長期間継続した事例 <和歌山・奈良県境付近>

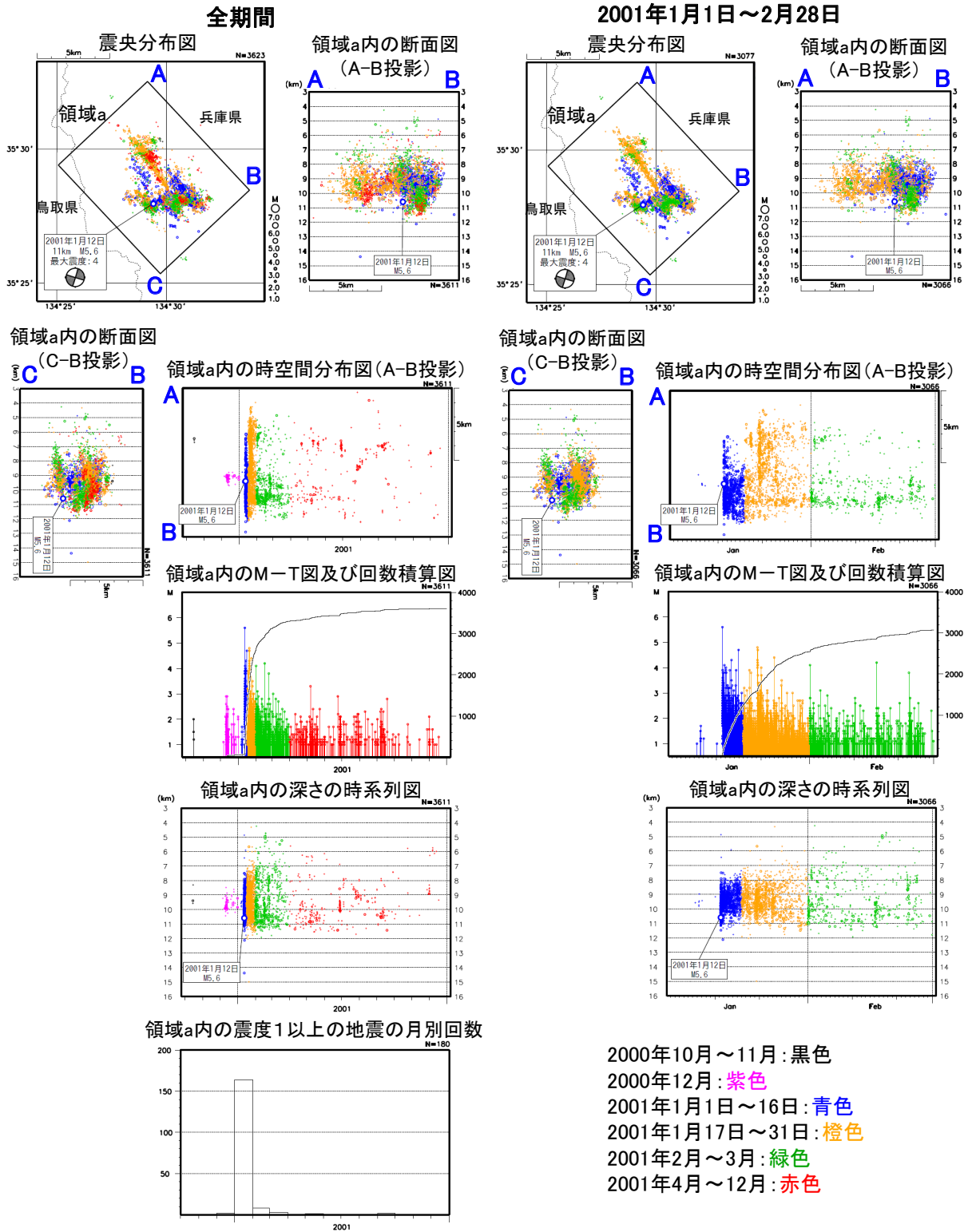
表示期間2001年1月1日～2002年12月31日、深さ9～14km、 $M \geq 1.0$



第 7 図 (j) つづき.
 Fig. 7(j) Continued.

同規模の地震が長期間継続した事例 <兵庫県北部>

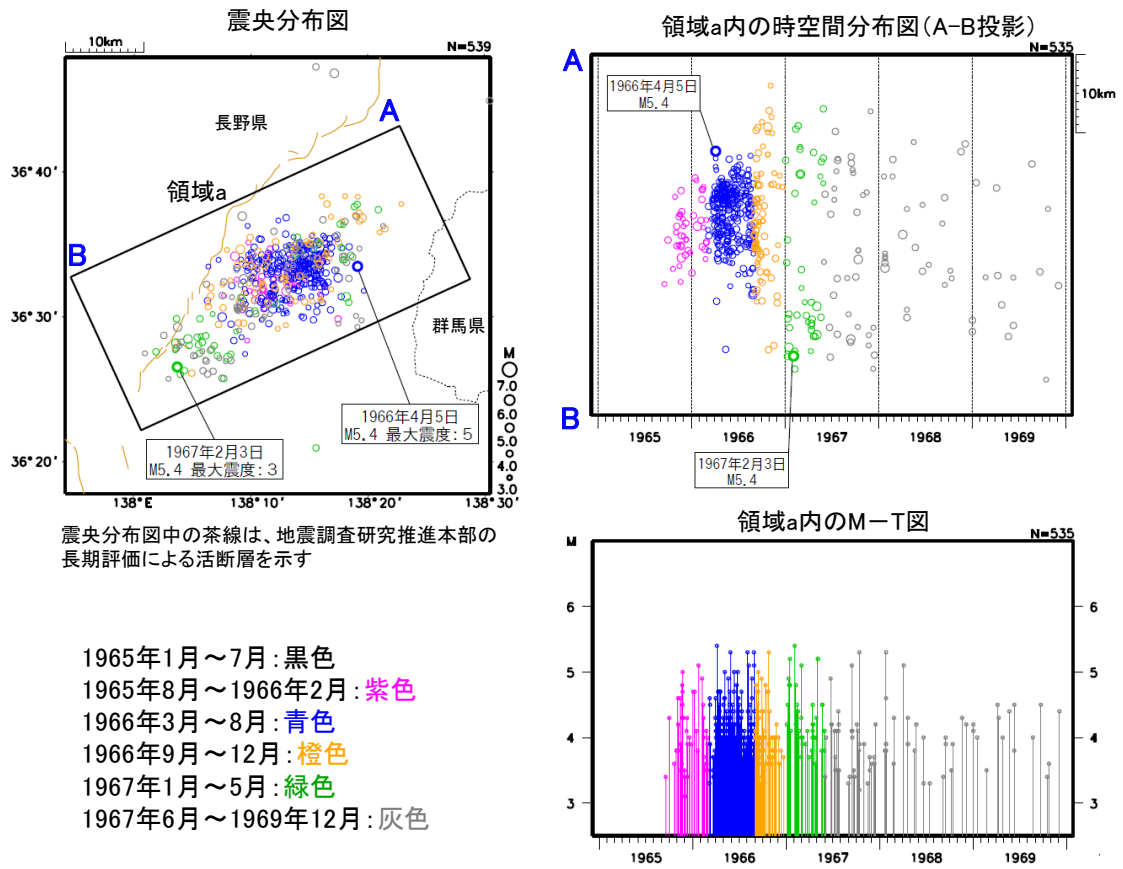
表示期間2000年10月1日～2001年12月31日、深さ3～16km、 $M \geq 1.0$



第 7 図 (j) つづき.
 Fig. 7(j) Continued.

同規模の地震が長期間継続した事例 <松代群発地震>

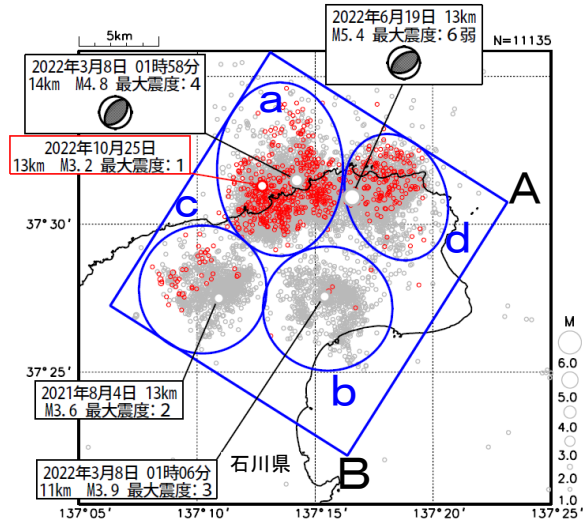
表示期間1965年1月～1969年12月、深さ0～25km、 $M \geq 3.0$



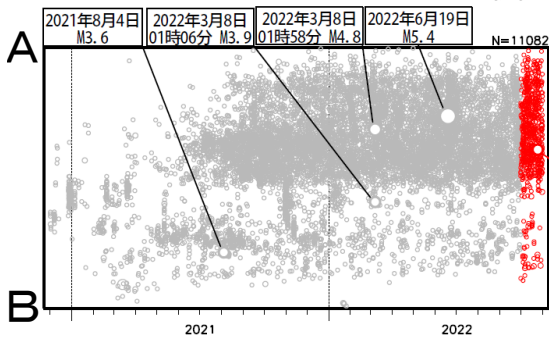
第 7 図 (j) つづき.
 Fig. 7(j) Continued.

石川県能登地方の地震活動

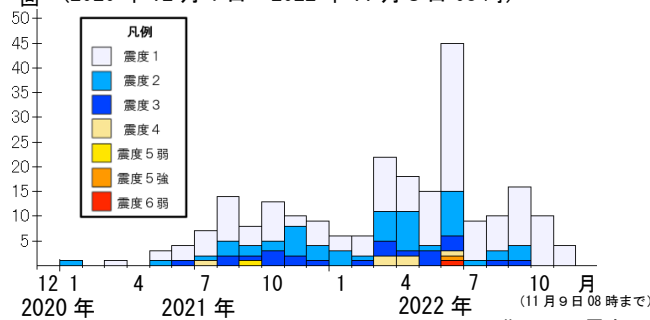
震央分布図
(2020 年 12 月 1 日～2022 年 10 月 31 日、
深さ 0～25km、 $M \geq 1.0$)
2022 年 10 月の地震を赤色で表示、図中の発震機構は CMT 解
・ 黒色の吹き出し：領域 a～d の各領域内で最大規模の地震
・ 赤色の吹き出し：矩形内で 2022 年 10 月中の最大規模の地震



上図矩形内の時空間分布図 (A-B 投影)



矩形内の地震の月別震度別発生回数
(2020 年 12 月 1 日～2022 年 11 月 9 日 08 時)



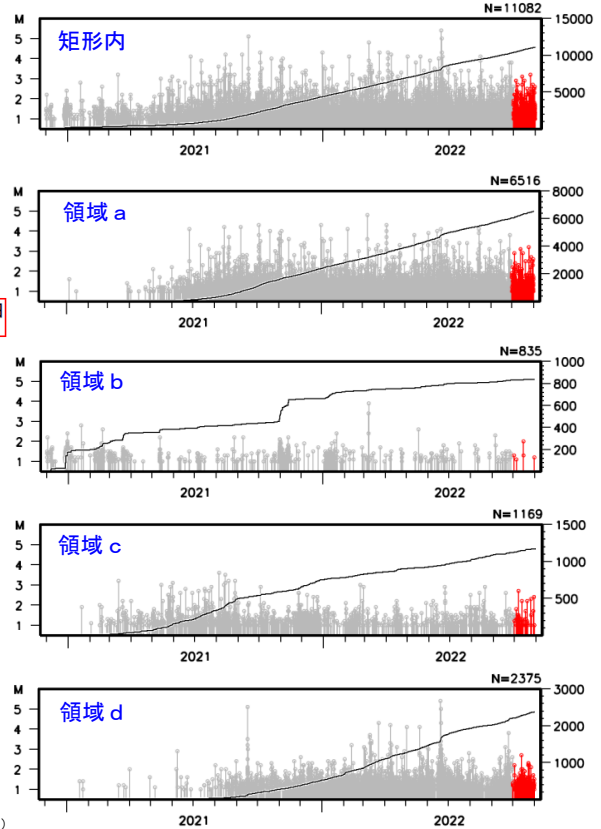
期間別・震度別の地震発生回数表

期間	最大震度別回数							計
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	
2020 年 12 月 1 日 ～2022 年 9 月 30 日	132	53	23	6	1	1	1	217
2022 年 10 月 1 日～31 日	10	0	0	0	0	0	0	10
2022 年 11 月 1 日～9 日 08 時	4	0	0	0	0	0	0	4
計	146	53	23	6	1	1	1	231

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。2022 年 10 月中もその傾向は継続している。2022 年 10 月中の最大規模の地震は、25 日に発生した M3.2 の地震 (最大震度 1) である。なお、活動の全期間を通じて最大規模の地震は、2022 年 6 月 19 日に発生した M5.4 の地震 (最大震度 6 弱) である。

2020 年 12 月以降の領域別の地震活動をみると、最初に活発化した領域 b の活動は、2021 年 4 月以降鈍化傾向であるが、2021 年 11 月初頭前後、2022 年 1 月頃及び 3 月頃に一時的に活発になった。領域 b に続き活発化した領域 c の活動も、2021 年 9 月以降鈍化傾向であるが、2021 年 12 月にやや活発になった。一方、遅れて 2021 年半ば頃から活発化した領域 a 及び領域 d の活動は依然活発である。矩形領域内で震度 1 以上を観測した地震の回数は期間別・震度別の地震発生回数表のとおり。

左図矩形内及び領域 a～d 内の
M-T 図及び回数積算図
(2020 年 12 月 1 日～2022 年 10 月 31 日)

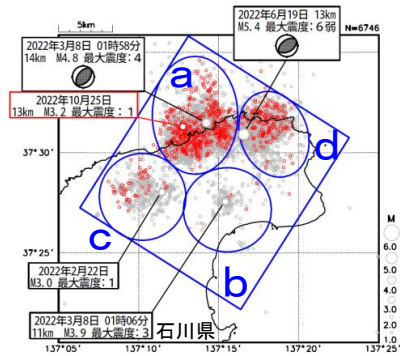


第 7 図 (k) つづき.
Fig. 7(k) Continued.

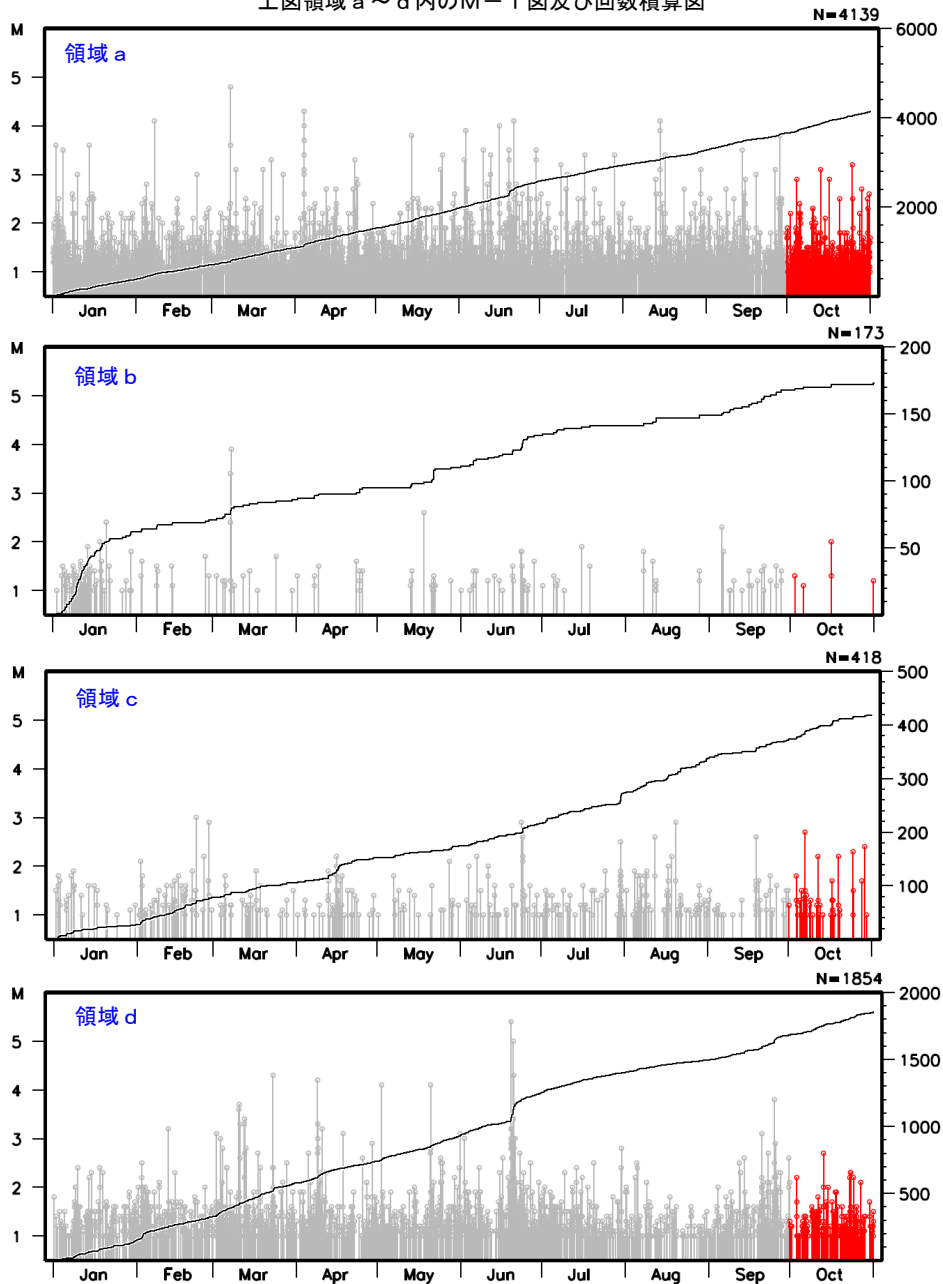
石川県能登地方の地震活動（最近の活動）

震央分布図
 (2022 年 1 月 1 日～2022 年 10 月 31 日、
 深さ 0～25km、 $M \geq 1.0$)
 2022 年 10 月の地震を赤色で表示
 図中の発震機構は CMT 解

- ・ 黒色の吹き出し：領域 a～d の各領域内で最大規模の地震
- ・ 赤色の吹き出し：矩形内で 2022 年 10 月中の最大規模の地震

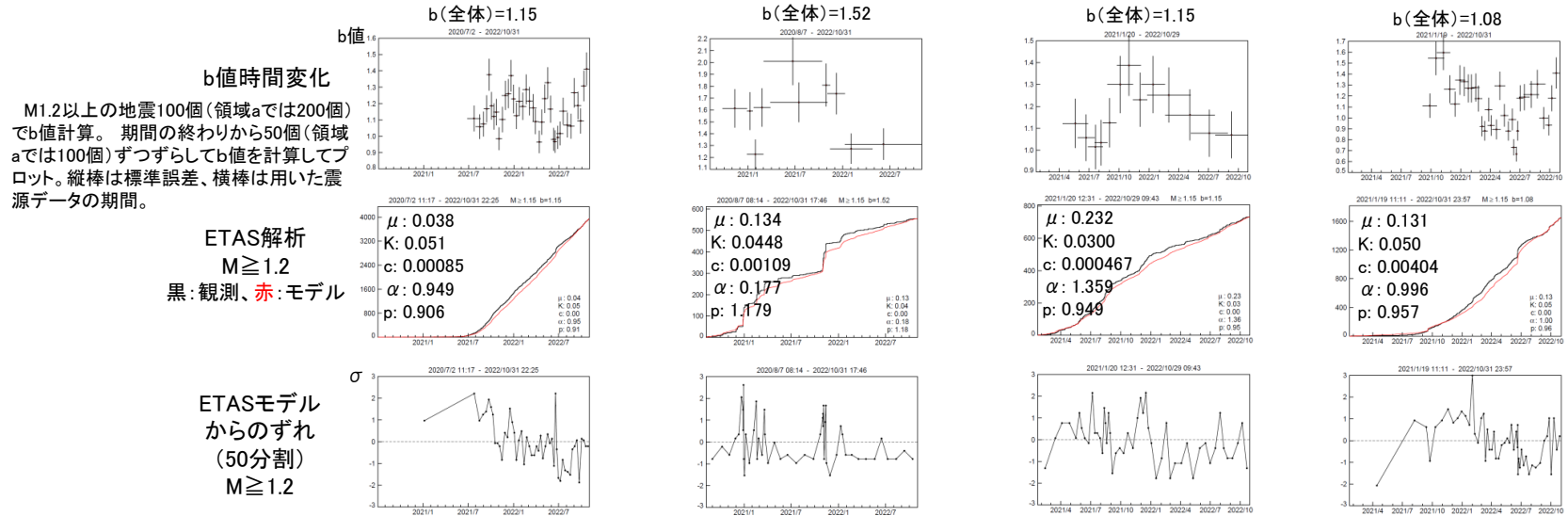
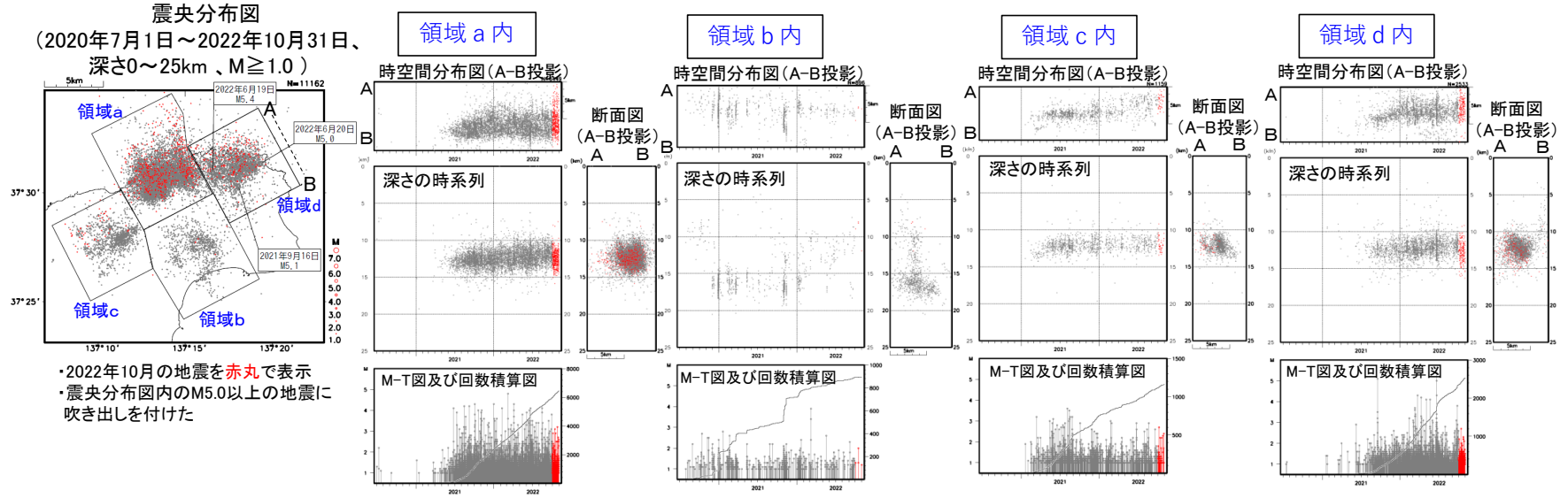


上図領域 a～d 内の M-T 図及び回数積算図



第 7 図 (l) つづき.
 Fig. 7(l) Continued.

石川県能登地方の地震活動(震源分布、b値時間変化、ETAS解析)

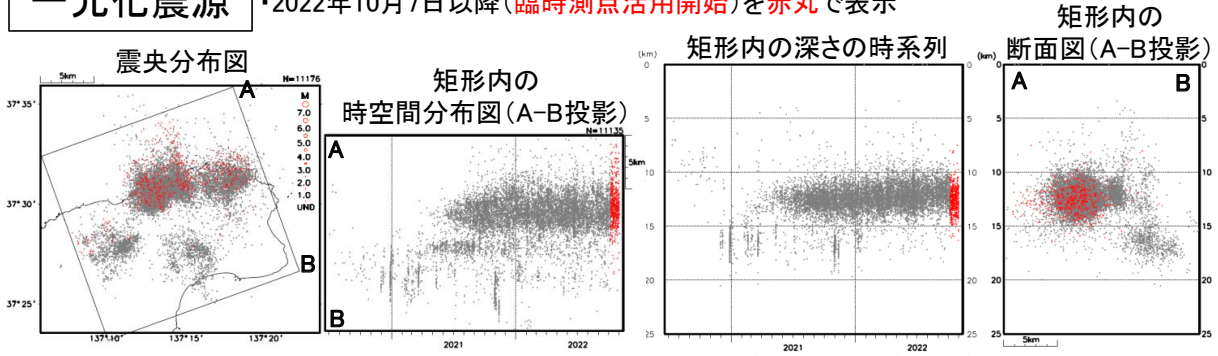


第7図(m) つづき。
Fig. 7(m) Continued.

石川県能登地方の地震活動(臨時観測点追加前後の比較)

一元化震源

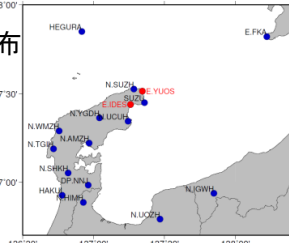
- ・2020年7月1日～2022年10月31日、深さ0～25km、 $M \geq 1.0$
- ・2022年10月7日以降(臨時観測点活用開始)を赤丸で表示



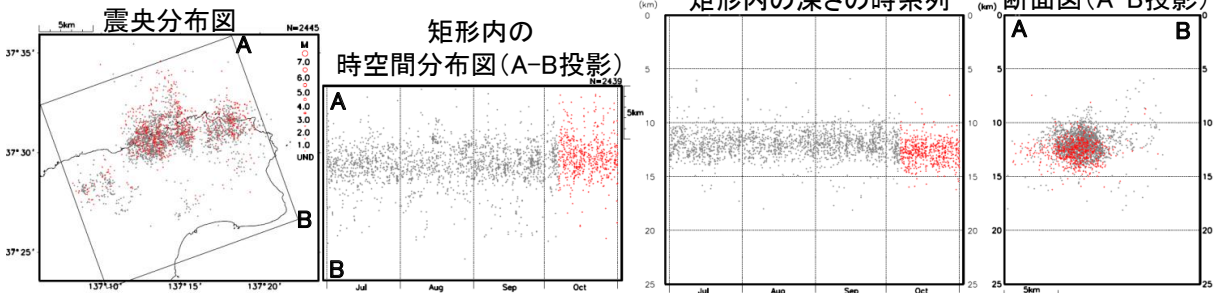
再計算震源

再計算に用いた観測点分布
(臨時観測点を赤で示す)

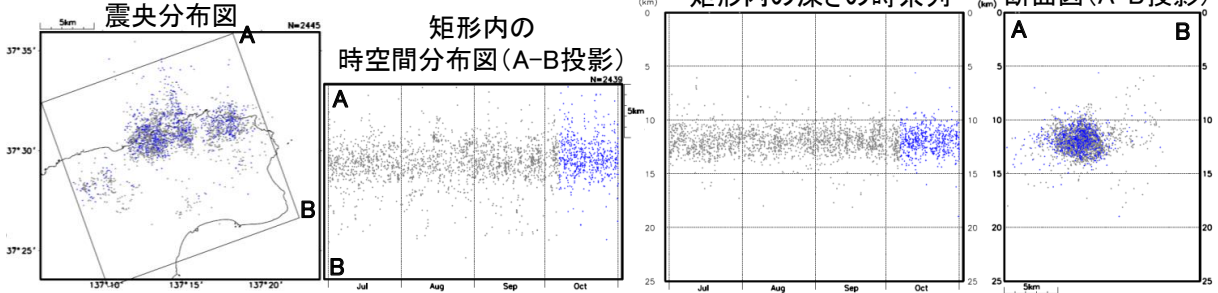
- ・2022年7月1日～10月31日、深さ0～25km、 $M \geq 1.0$
- ・再計算にあたり観測点の標高は考慮していない。
- ・10月7日以降を赤丸(臨時観測点を含む)及び青丸(臨時観測点を除く)で表示



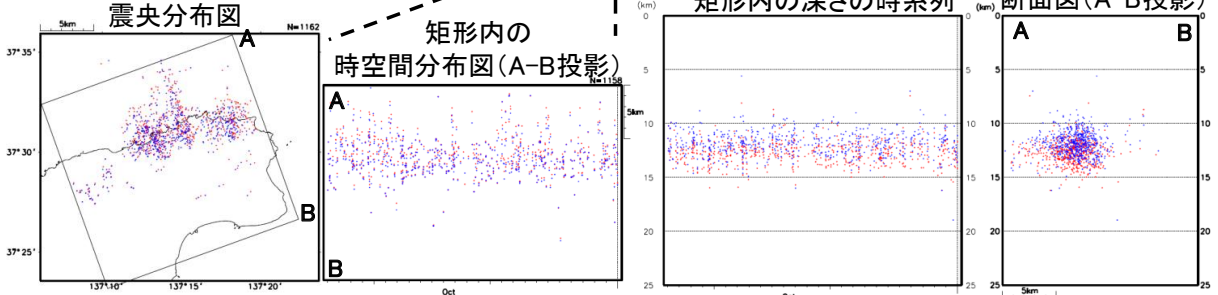
(1) 臨時観測点を含む



(2) 臨時観測点を除く



(3) (1)と(2)の比較(10月7日～10月31日)



第 7 図 (n) つづき.
Fig. 7(n) Continued.

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。

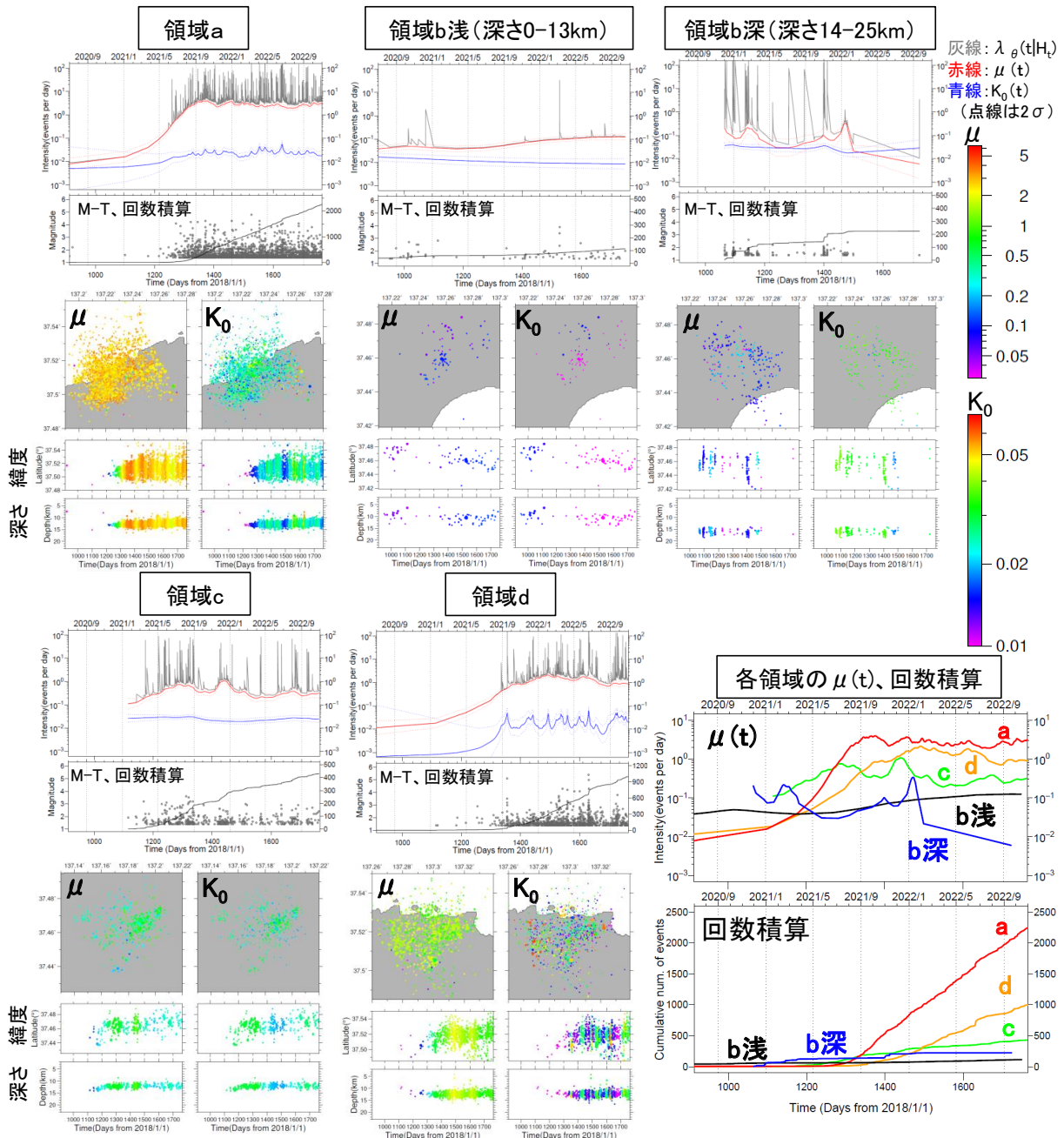
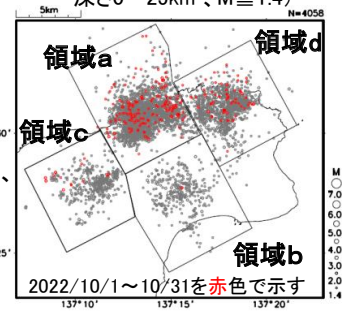
$$\lambda_{\theta}(t|H_t) = \mu(t) + \sum_{\{i:t_i < t\}} \frac{K_0(t_i)e^{\alpha(M_i - M_c)}}{(t - t_i + c)^p}$$

$\lambda_{\theta}(t|H_t)$: 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. 37.30*

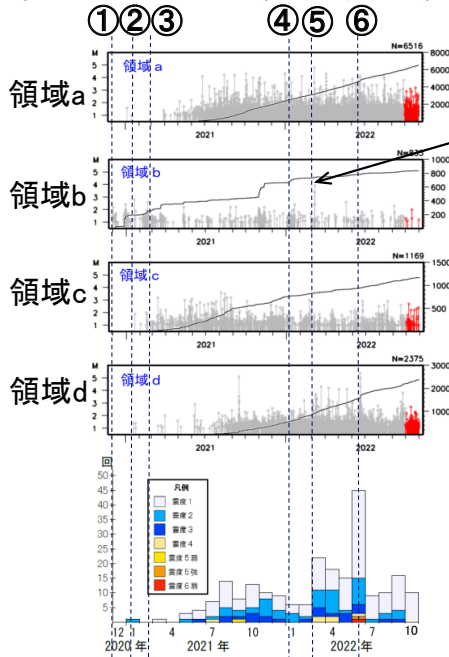
- 震央分布図中の各領域a~dにおける、2018年1月1日~2022年10月31日、M1.4以上、深さ25km以浅の震源データを使用した。領域bは深さを2分割した。 μ 、 K_0 の初期値及び α 、 c 、 p は、2020年12月末までの全領域の震源(震央分布図全体)を用いて、定常ETAS解析により求めた。
- 下の各グラフ・図は、2020年7月1日~2022年10月31日を表示。

震央分布図
(2018年1月1日~2022年10月31日、
深さ0~25km、 $M \geq 1.4$)



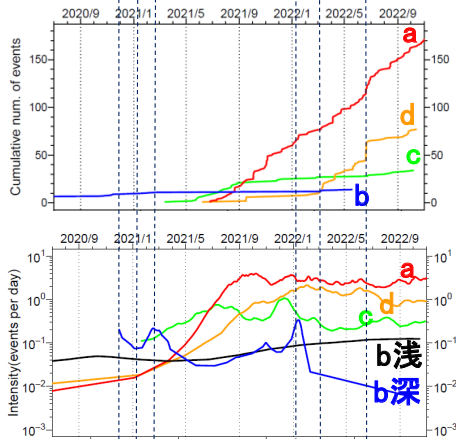
第 7 図 (o) つづき。
Fig. 7(o) Continued.

石川県能登地方の地震活動(地震活動とGNSS観測データの比較)



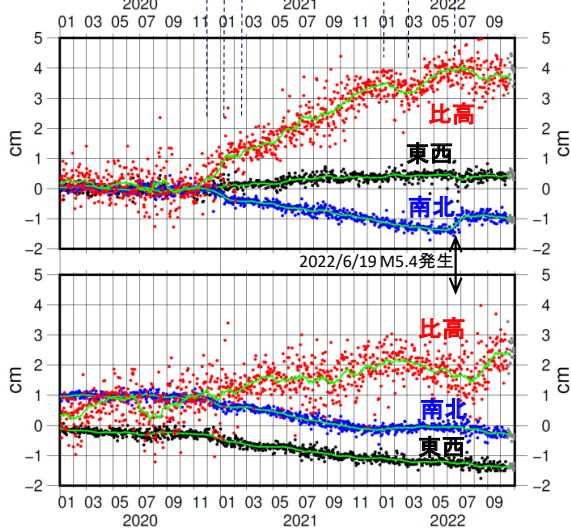
各領域a~dの
M-T・回数積算図(M \geq 1.0)
(表示期間:2020/12/1~2022/10/31)

震度1以上の月別地震回数
(表示期間:2020/12/1~2022/10/31)



各領域a~dの
回数積算図(M \geq 2.5)
(表示期間:2020/7/1~2022/10/31)

各領域a~dの
非定常ETASの μ
(表示期間:2020/7/1~2022/10/31)



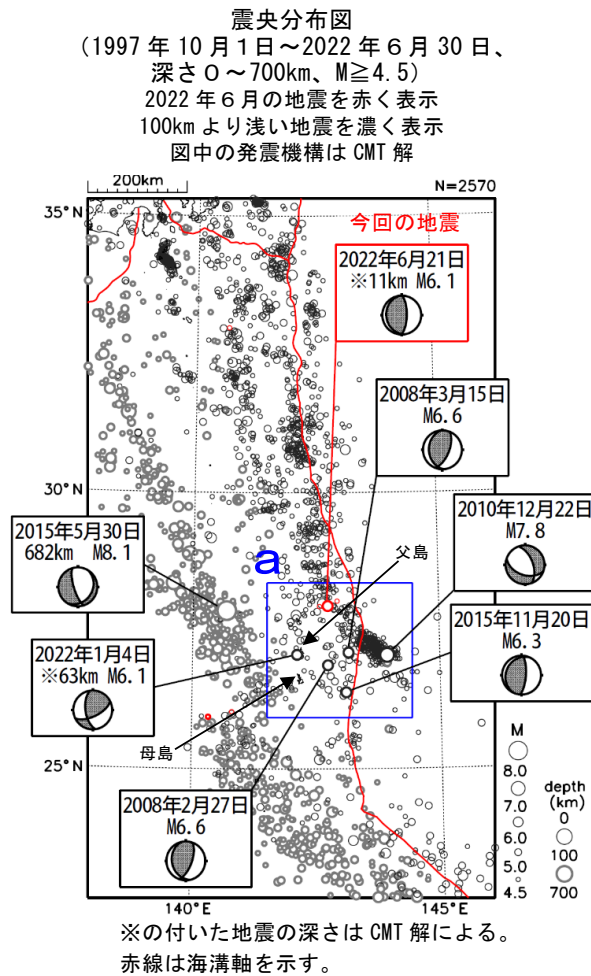
国土地理院GNSS観測データ
舳倉島→珠洲 ※1
(表示期間:2020/1/1~2022/11/2)

国土地理院GNSS観測データ
舳倉島→能都 ※1

※1) 舳倉島を基準とした珠洲及び能都観測点におけるGNSS観測時系列データ(国土地理院より提供)。トレンド推定期間2017/09/01~2020/09/01、1次トレンド・年周・半年周成分除去済み。2022/10/15まではF5解、2022/10/16以降はR5解(R5解は図中に灰色丸で表記)。緑色線は中心データの前後15日間の移動平均。電子基準点「珠洲」の位置が、地震(2022/6/19 M5.4)に伴いごくわずかに変化した可能性がある。

第 7 図 (p) つづき。
Fig. 7(p) Continued.

6 月 21 日 父島近海の地震

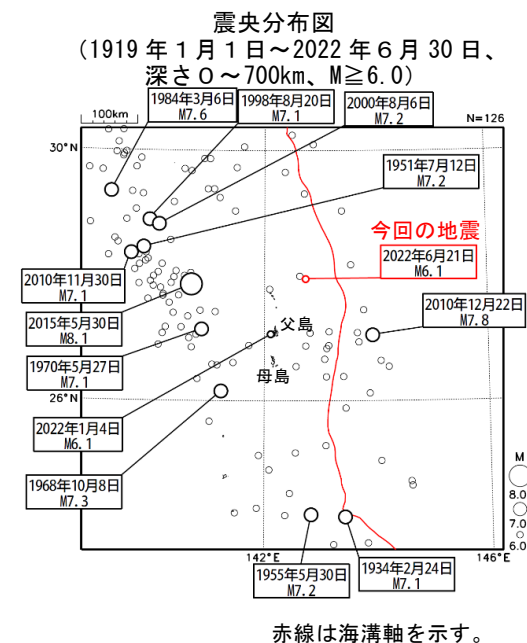
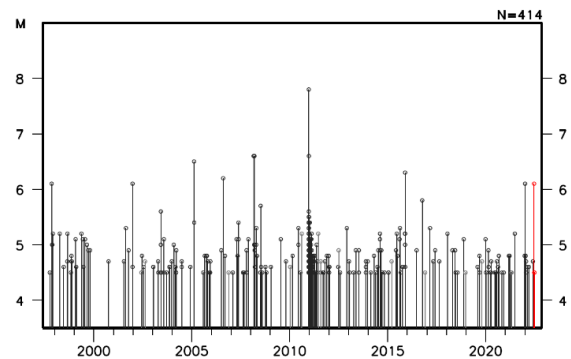


2022 年 6 月 21 日 16 時 14 分に父島近海の深さ 11km (CMT 解による) で $M 6.1$ の地震 (最大震度 2) が発生した。この地震は、発震機構 (CMT 解) が東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界で発生した。

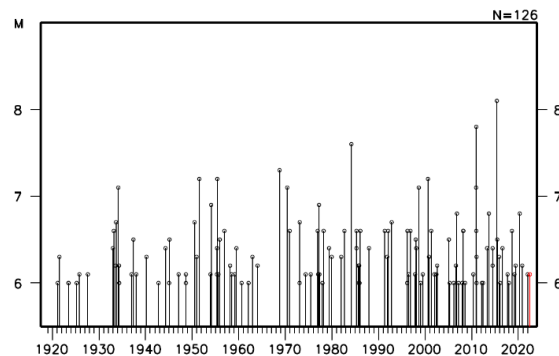
1997 年 10 月以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺 (領域 a) では、 $M 6.0$ 以上の地震が時々発生している。2010 年 12 月 22 日の $M 7.8$ の地震 (最大震度 4) では、この地震により津波が発生し、八丈島八重根で 0.5m 等の津波を観測した。

1919 年以降の活動をみると、小笠原諸島周辺では、 $M 7.0$ 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 $M 8.1$ 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 人等の被害が生じた (総務省消防庁による)。また、1984 年 3 月 6 日の $M 7.6$ 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 人等の被害が生じた (「日本被害地震総覧」による)。

領域 a 内の M-T 図



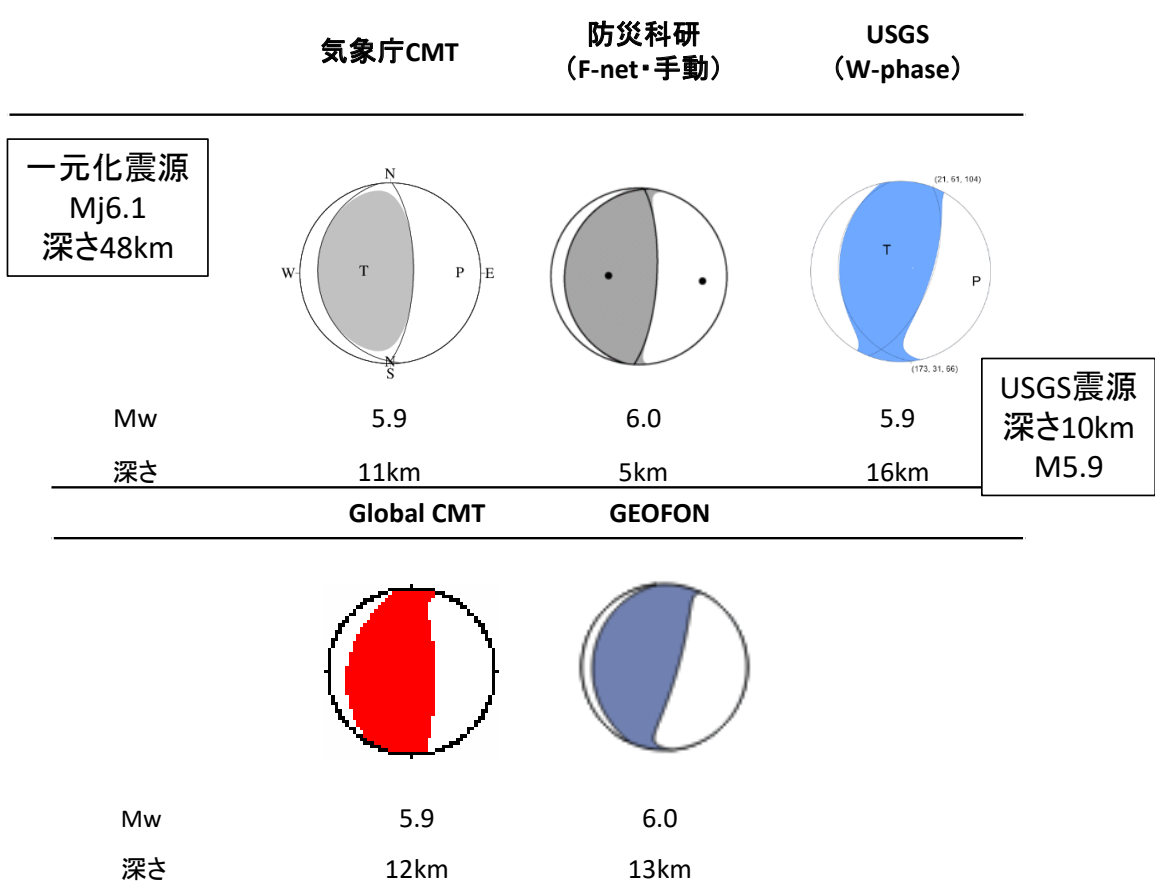
左図内の M-T 図



第 8 図 (a) 2022 年 6 月 21 日 父島近海の地震。

Fig. 8(a) The earthquake near Chichijima Island on June 21, 2022.

6 月 21 日 父島近海の地震（各機関のMT解）

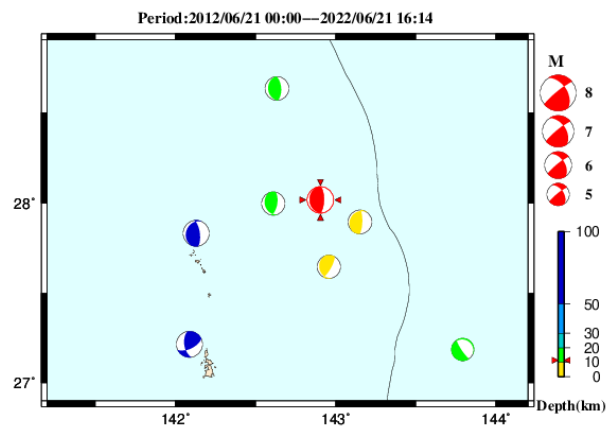


防災科研 (F-net) : <http://www.fnet.bosai.go.jp/event/joho.php?LANG=ja>
 USGS (W-phase) : <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/>
 Global CMT : <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
 GEOFON MT : <http://geofon.gfz-potsdam.de/eqinfo/list.php?mode=mt>

防災科研 (AQUA)

(なし)

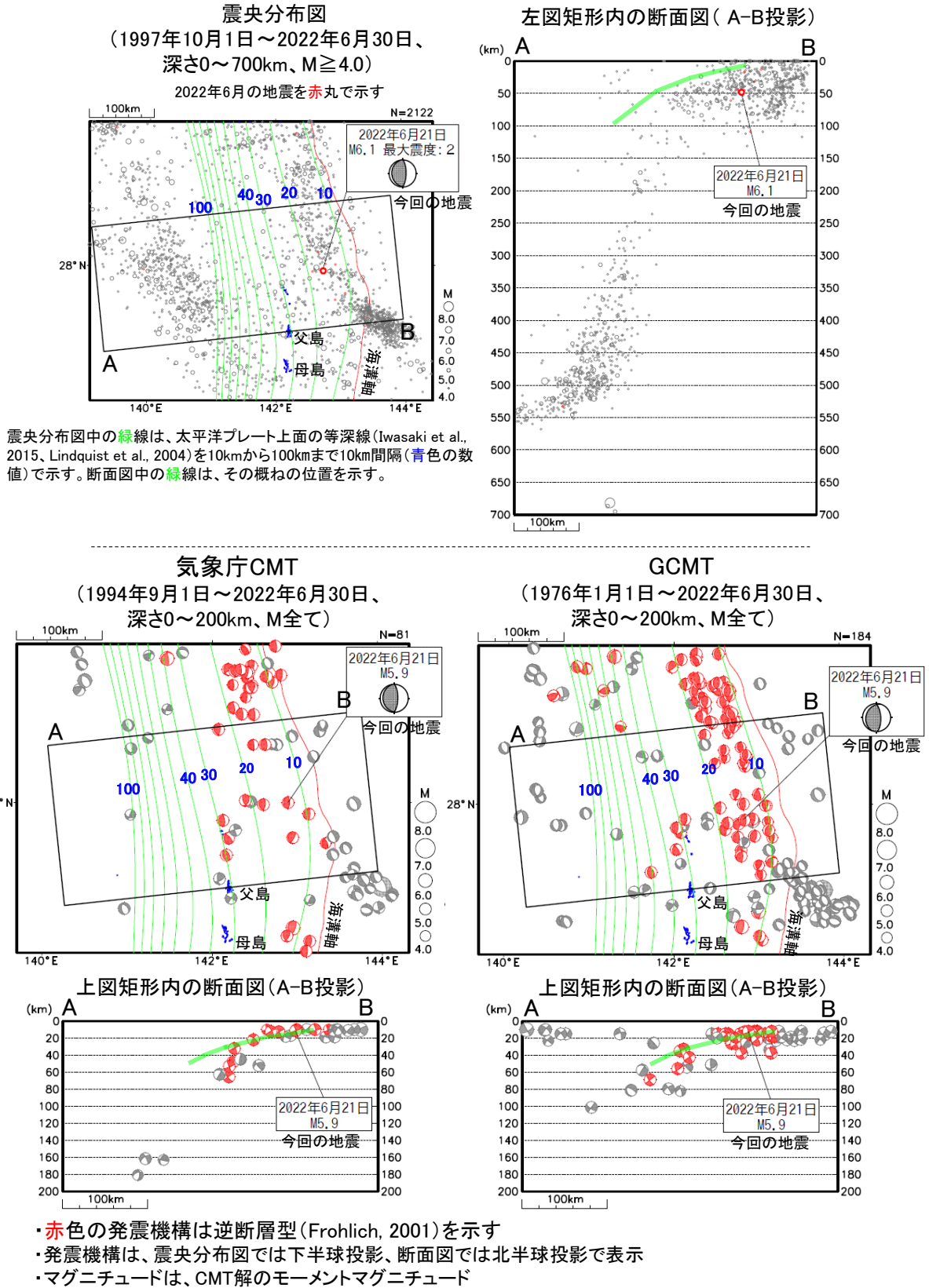
周辺の気象庁CMT解



http://www.hinet.bosai.go.jp/AQUA/aqua_catalogue.php?LANG=ja

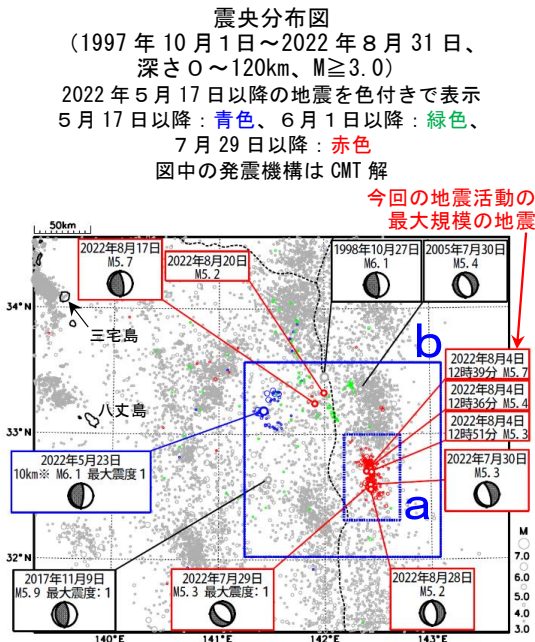
第 8 図 (b) つづき.
 Fig. 8(b) Continued.

6月21日 父島近海の地震(太平洋プレート上面の位置)

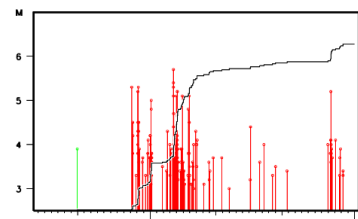


第 8 図 (c) つづき.
Fig. 8(c) Continued.

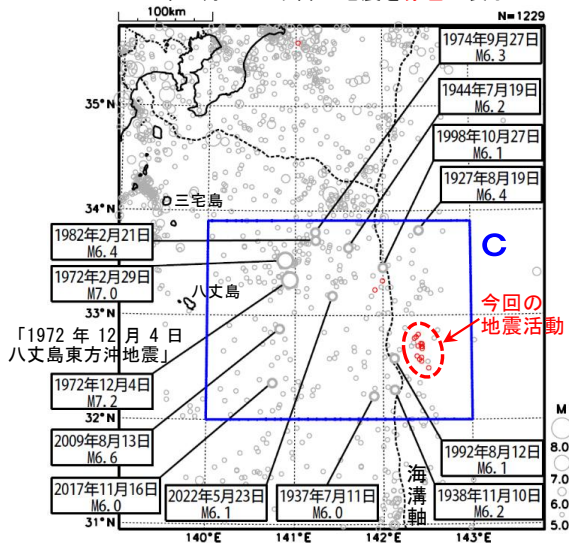
八丈島東方沖の地震活動



領域 a 内の M-T 図及び回数積算図
(2022 年 7 月 15 日～8 月 31 日)



震央分布図
(1919 年 1 月 1 日～2022 年 8 月 31 日、
深さ 0～150km、 $M \geq 5.0$)
2022 年 7 月 29 日以降の地震を赤色で表示



第 9 図 (a) 八丈島東方沖の地震活動.

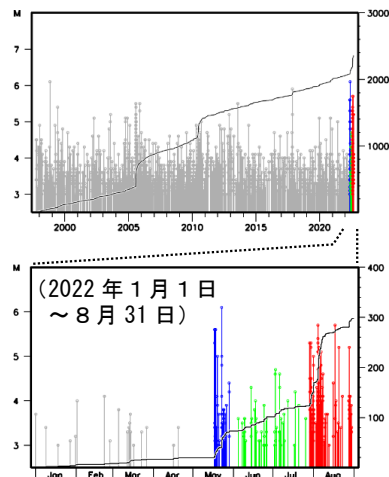
Fig. 9(a) Seismic activity in east off Hachijojima Island.

八丈島東方沖の海溝軸東側(領域 a)では、2022 年 7 月 29 日から地震活動が活発になり、9 月 6 日まで M5.0 以上の地震が 16 回(7 月：3 回、8 月：11 回、9 月：2 回)発生した(以下、今回の地震活動)。このうち最大規模の地震は、8 月 4 日 12 時 39 分に発生した M5.7 の地震(震度 1 以上の観測なし)であった。今回の地震活動は太平洋プレート内部で発生した。主な地震の発震機構(CMT 解)は、北東-南西方向から東西方向に張力軸を持つ正断層型である。

また、この他、今回の地震活動域の北北西約 80km の海溝軸付近でも、8 月 17 日に M5.7、20 日に M5.2 の地震(ともに震度 1 以上の観測なし)が発生した。

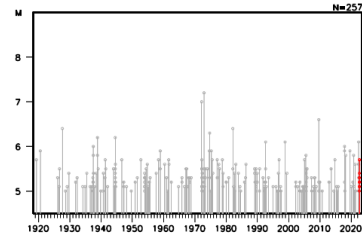
1997 年 10 月以降の活動をみると、今回の地震活動域の付近(領域 b)では、M5.0 以上の地震が時々発生している。2022 年 5 月 17 日から 23 日には、領域 b 内の北西部で、M5.0 以上の地震が 7 回発生した(最大規模は 5 月 23 日に発生した M6.1)。

領域 b 内の M-T 図及び回数積算図

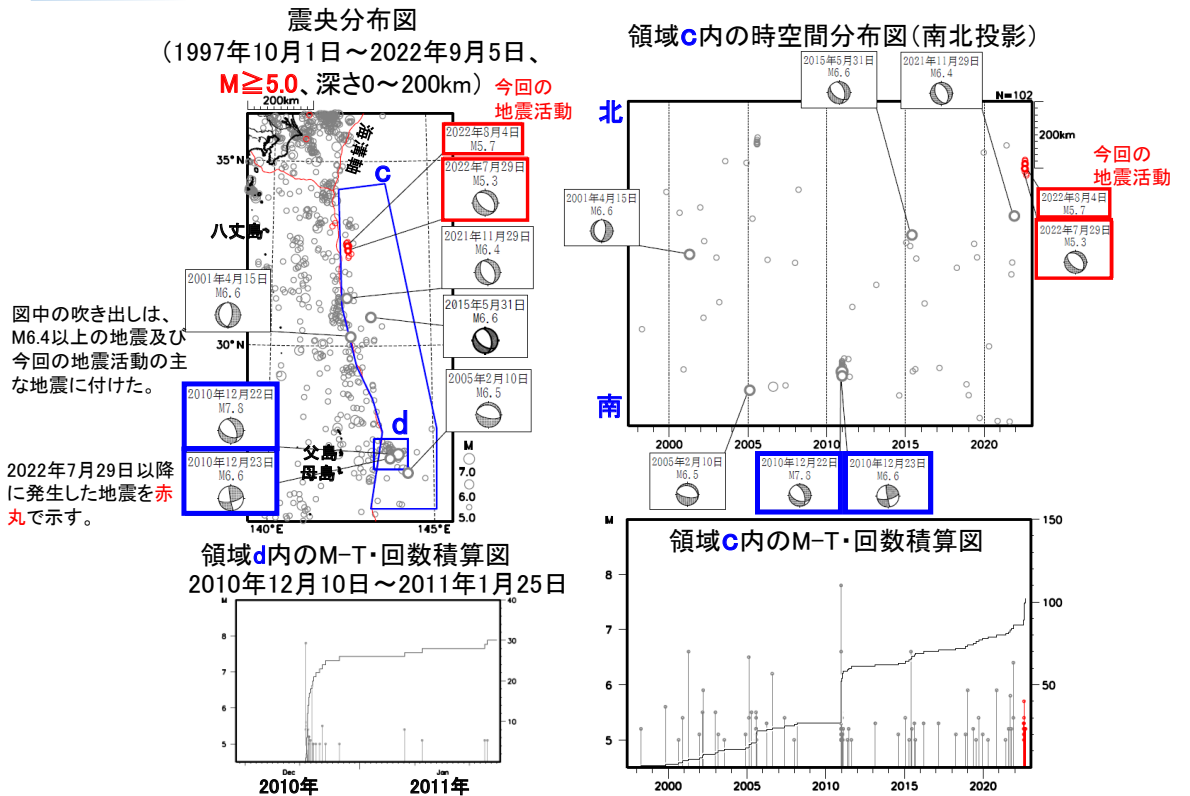
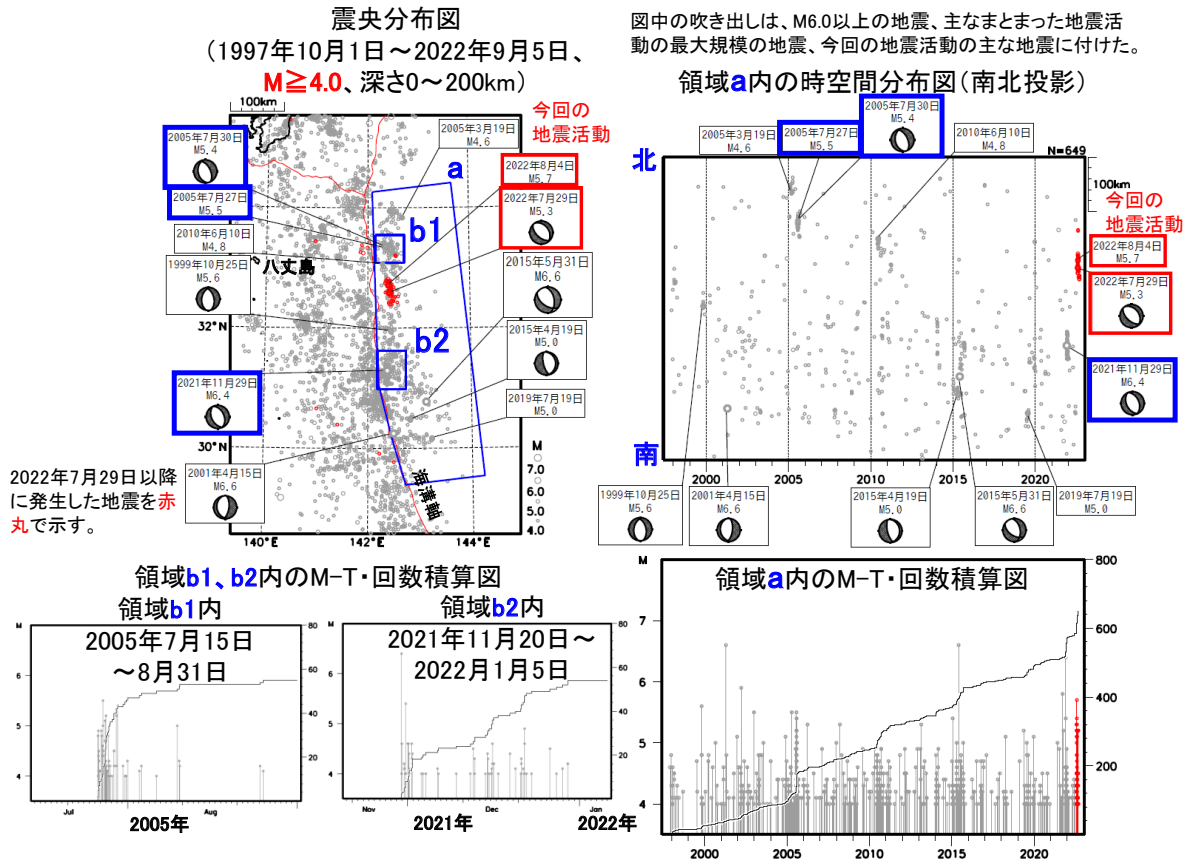


1919 年以降の活動をみると、今回の地震活動域の周辺(領域 c)では、M6.0 以上の地震が時々発生している。1972 年 2 月 29 日の M7.0 の地震(最大震度 5)では館山市布良で最大 23cm(平常潮位からの最大の高さ)を、また同年 12 月 4 日の M7.2 の地震(「1972 年 12 月 4 日八丈島東方沖地震」、最大震度 6)では串本町袋港で最大 35cm(平常潮位からの最大の高さ)の津波を観測した。また、これらの地震により、八丈島で道路・水道の損壊や落石等の被害が生じた(被害は「日本被害地震総覧」による)。

領域 c 内の M-T 図



八丈島東方沖の地震活動（海溝軸東側の太平洋プレート内における地震活動）

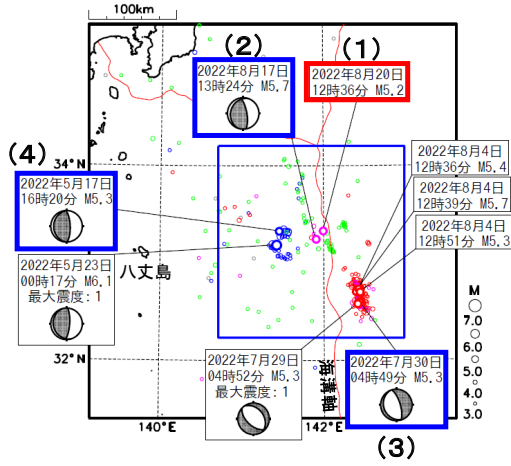


第 9 図 (b) つづき。
Fig. 9(b) Continued.

八丈島東方沖の地震活動 (8/20 M5.2の地震)

震央分布図

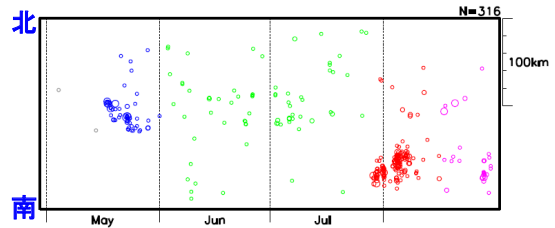
(2022年5月1日～8月30日、 $M \geq 3.0$ 、深さ0～120km)



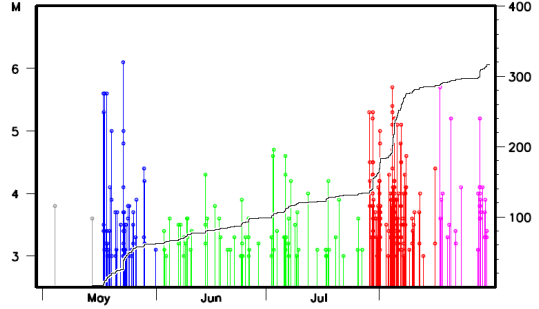
<震源の色分け>

- 5月17日～: 青色
- 6月1日～: 緑色
- 7月29日～: 赤色
- 8月17日～: 紫色

矩形領域内の時空間分布図(南北投影)



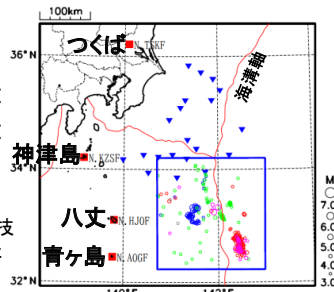
矩形領域内のM-T・回数積算図



以降に示す図に波形を表示した観測点の分布

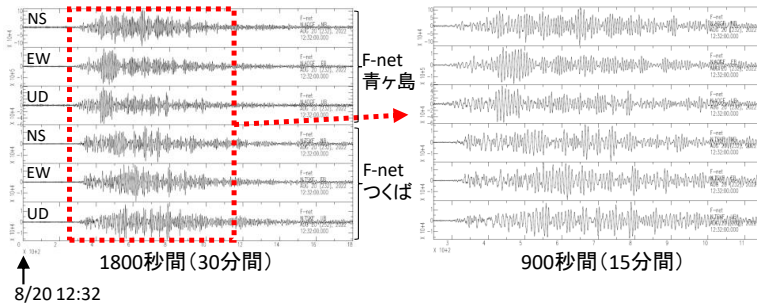
- : F-net
- ▼: S-net

国立研究開発法人防災科学技術研究所の波形データを用いた

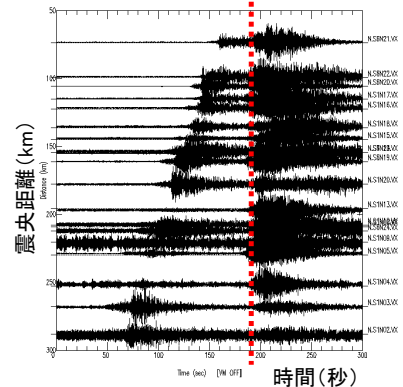


8/20 M5.2の地震(イベント(1))は短周期成分が少ない。
また、大きな振幅のT相がみられる。

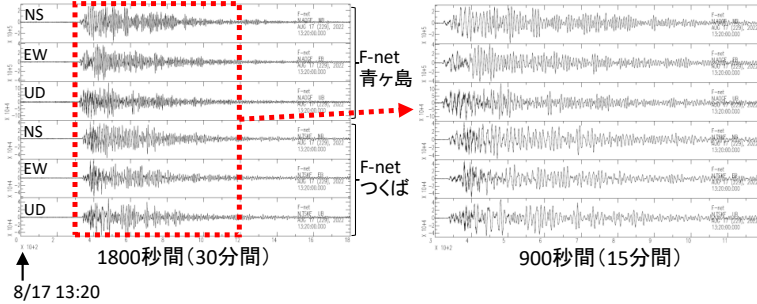
(1) 8月20日12時36分M5.2



8/20 M5.2の地震(イベント(1))について、S-netで観測された波形(速度計X成分)のペーストアップ
1.5km/s(赤点線)でリデュース



(2) 8月17日13時24分M5.7

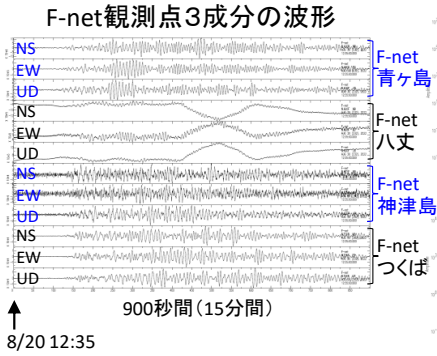


第 9 図 (c) つづき。
Fig. 9(c) Continued.

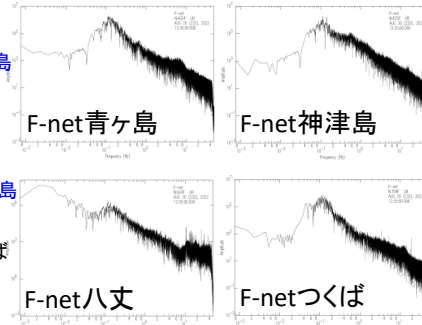
八丈島東方沖の地震活動 (8/20 M5.2の地震)

8/20 M5.2の地震(イベント(1))では、高周波成分の振幅が小さく、比較的low周波(0.1~0.3Hz程度)の振動が長時間続いている。

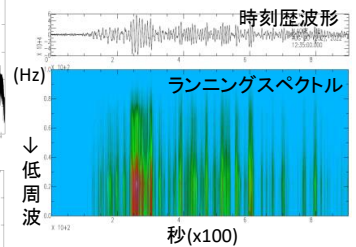
(1) 8月20日12時36分M5.2



F-net観測点(UD)の
FFT振幅スペクトル

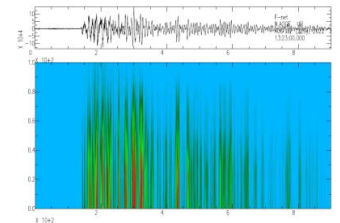
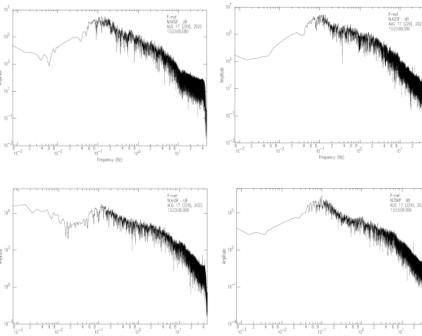
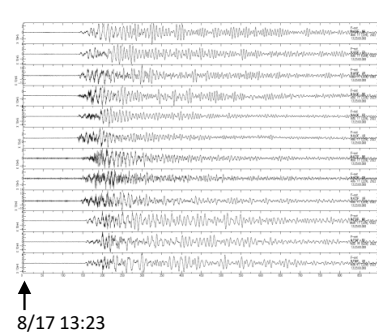


F-net青ヶ島(UD)の
ランニングスペクトル※1

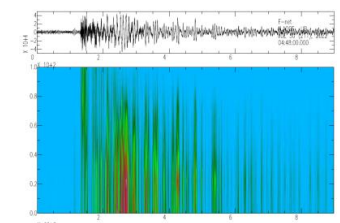
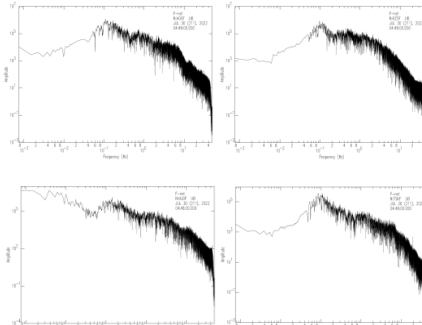
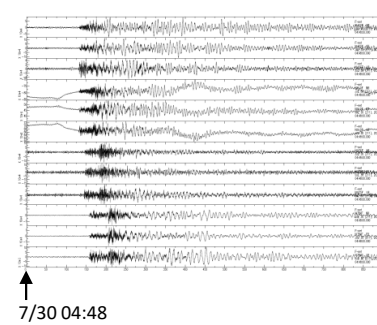


※1) 縦軸は周波数(～1Hz)、横軸は時間(～900秒)。スペクトル振幅(暖色系が大きい)は波形成分毎に規格化。

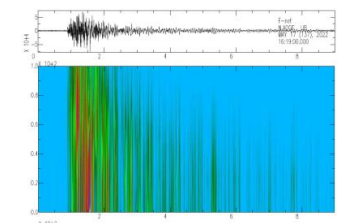
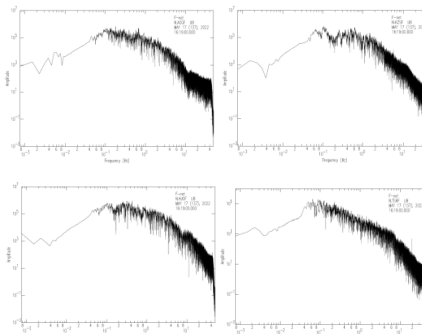
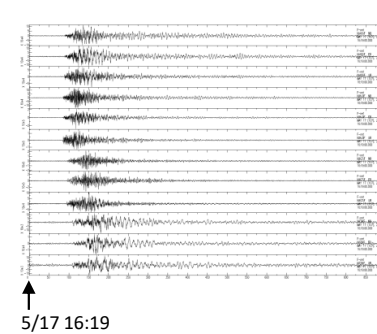
(2) 8月17日13時24分M5.7



(3) 7月30日04時49分M5.3



(4) 5月17日16時20分M5.3



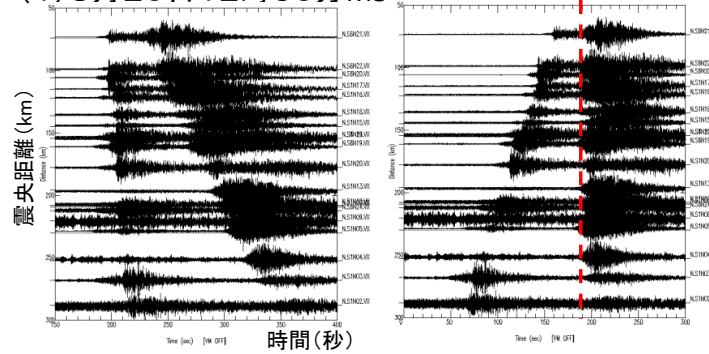
第9図(c) つづき.
Fig. 9(c) Continued.

八丈島東方沖の地震活動（8/20 M5.2の地震）

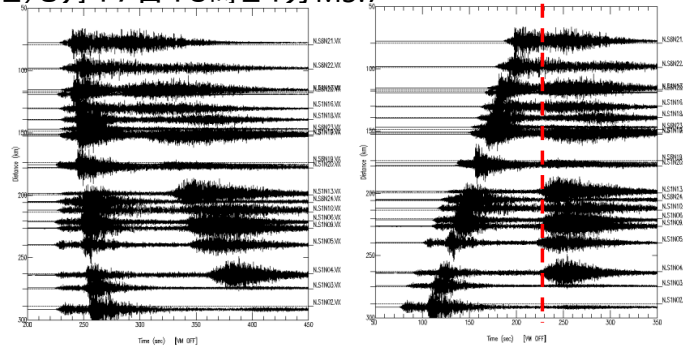
8/20 M5.2の地震(イベント(1))は、大きな振幅のT相がみられる。

S-netで観測された波形(速度計X成分)のペーストアップ
 6.5km/sでリデュース 1.5km/s(赤点線)でリデュース

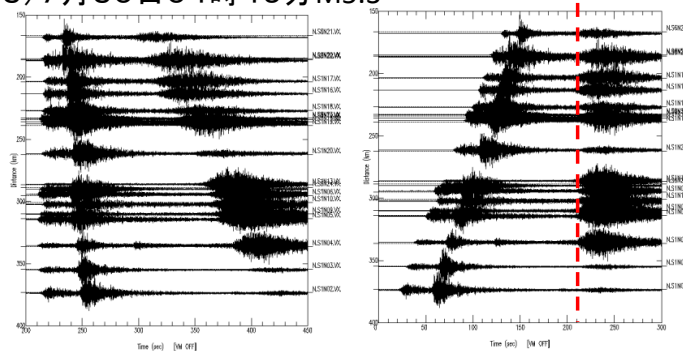
(1) 8月20日12時36分M5.2



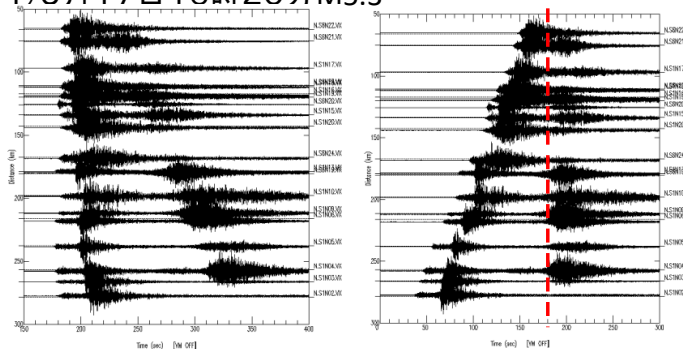
(2) 8月17日13時24分M5.7



(3) 7月30日04時49分M5.3

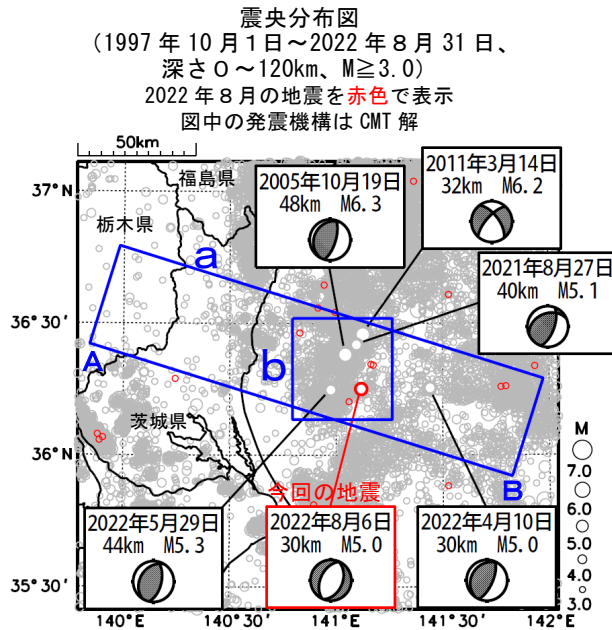


(4) 5月17日16時20分M5.3



第 9 図 (c) つづき.
 Fig. 9(c) Continued.

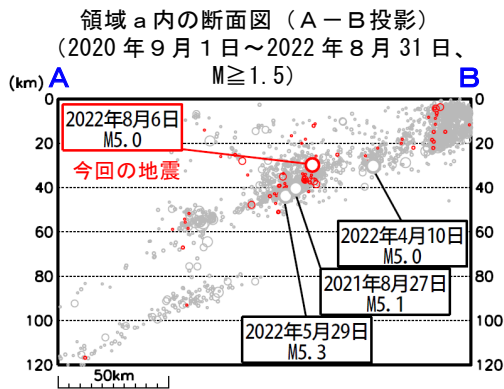
8 月 6 日 茨城県沖の地震



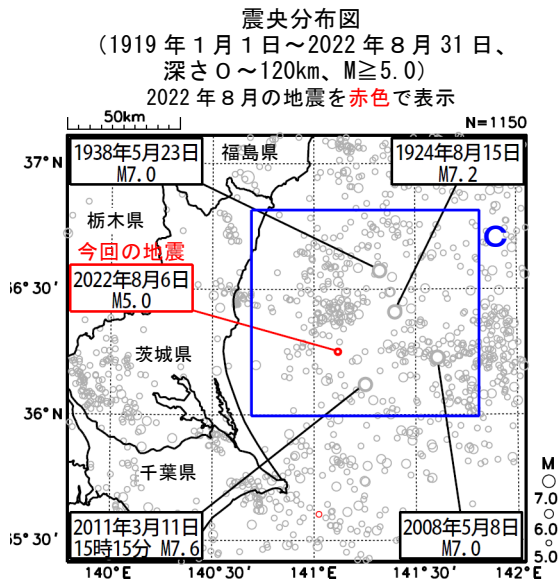
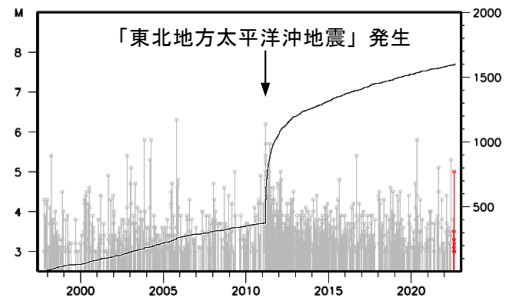
2022 年 8 月 6 日 21 時 23 分に茨城県沖の深さ 30km で M5.0 の地震 (最大震度 3) が発生した。この地震は陸のプレート内で発生した。発震機構 (CMT 解) は、西北西-東南東方向に張力軸を持つ正断層型である。

1997 年 10 月以降の活動を見ると、今回の地震の震央付近 (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」) の発生以降、地震の発生数が増加した。2011 年 3 月 14 日には M6.2 の地震 (最大震度 5 強) が発生した。

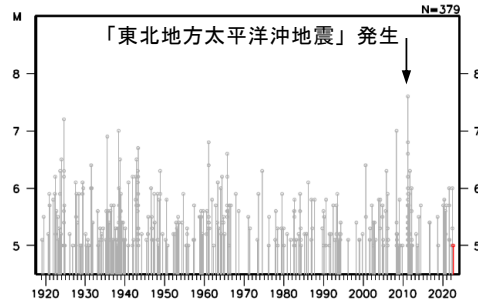
1919 年以降の活動を見ると、今回の地震の震央周辺 (領域 c) では、M6.0 以上の地震がしばしば発生している。1938 年 5 月 23 日に発生した M7.0 の地震では、福島県小名浜で 83cm (全振幅) の津波が観測された (「日本被害地震総覧」による)。また、2011 年 3 月 11 日 15 時 15 分に発生した M7.6 の地震 (最大震度 6 強) は、「東北地方太平洋沖地震」の最大余震である。



領域 b 内の M-T 図及び回数積算図



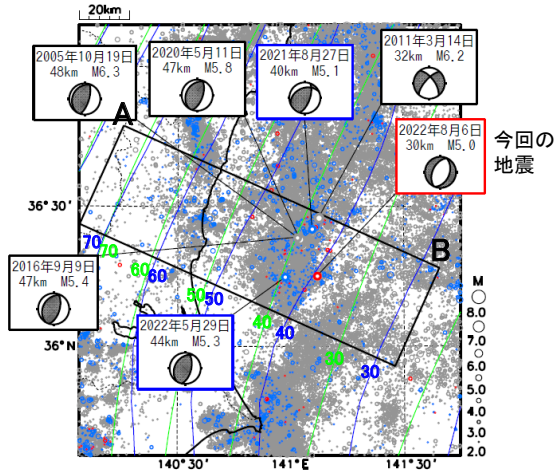
領域 c 内の M-T 図



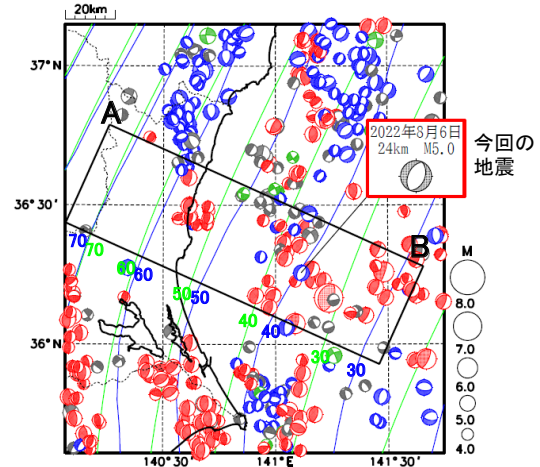
第 10 図 (a) 2022 年 8 月 6 日 茨城県沖の地震。
Fig. 10(a) The earthquake off Ibaraki Prefecture on August 6, 2022.

8月6日 茨城県沖の地震(太平洋プレート上面の位置)

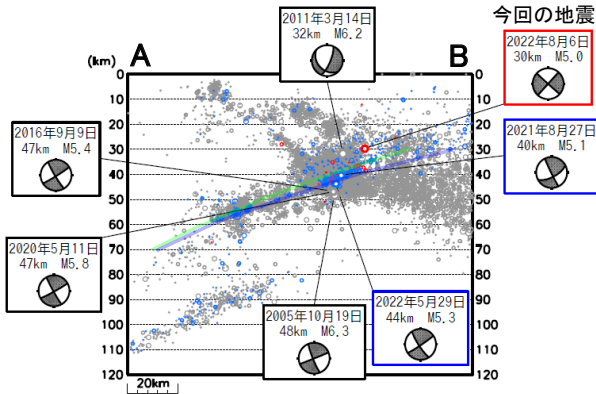
震央分布図
 (2002年10月1日～2022年8月26日、
 深さ0～120km、M \geq 2.0)
 灰丸: 2002年10月 (Hi-net活用開始)～2020年8月
 青丸: 2020年9月 (S-net活用開始)～2022年7月
 赤丸: 2022年8月1日～26日



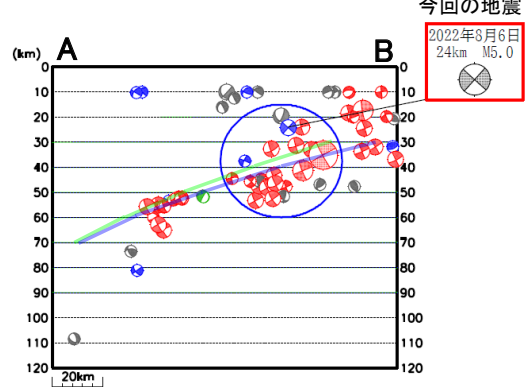
発震機構分布図
 (1994年9月1日～2022年8月26日、
 深さ0～120km、M全て)
 気象庁CMT解をセントロイドの位置に描画
 赤: 逆断層型、青: 正断層型、
 緑: 横ずれ断層型、灰: その他



上図矩形内の断面図(A-B投影)



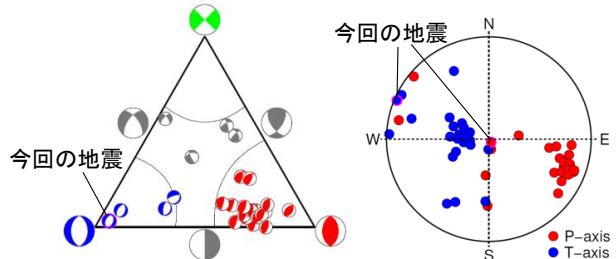
上図矩形内の断面図(A-B投影)



断面図中の楕円領域内の

断層型分類

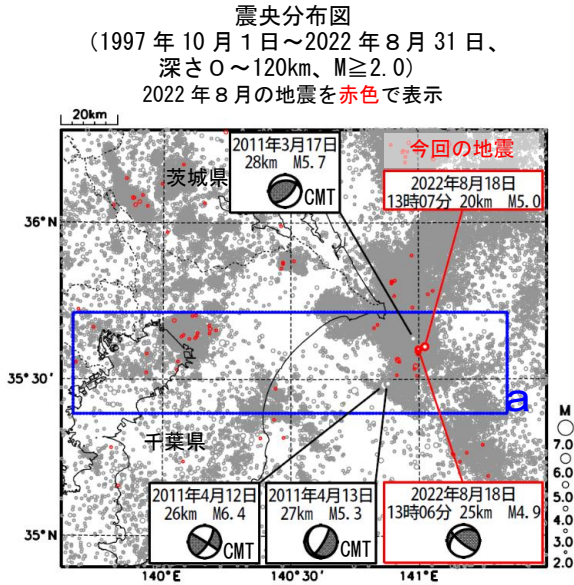
P軸、T軸の向き



- ・地図中の青線(Nakajima and Hasegawa, 2006)と緑線(Iwasaki et al., 2015, Lindquist et al., 2004)は太平洋プレート上面モデルの等深線(10 km間隔)を示す。その概ねの位置を、青線と緑線で断面図に示す。
- ・発震機構の表示は、断面図では北東(A-B投影面と直交)半球投影、それ以外の図では下半球投影、断層型分類はFrohlich, 2001による。

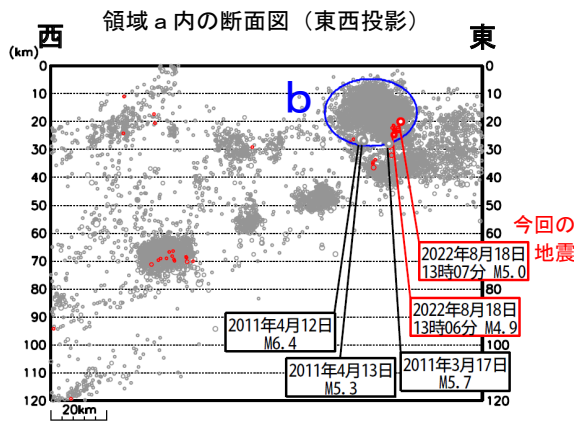
第 10 図 (b) つづき。
 Fig. 10(b) Continued.

8 月 18 日 千葉県東方沖の地震

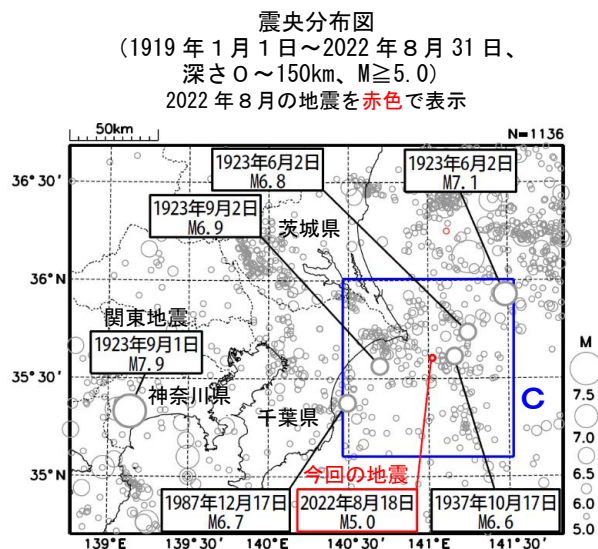
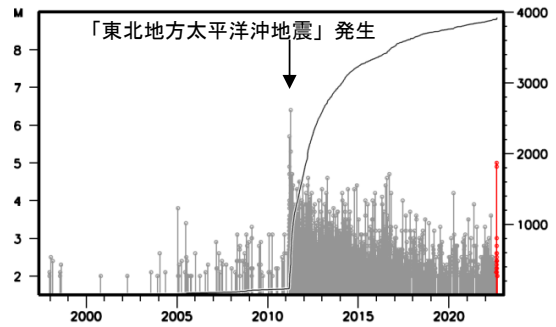


2022 年 8 月 18 日 13 時 07 分に千葉県東方沖の深さ 20km で $M 5.0$ の地震 (最大震度 3) が発生した。また、この地震発生直前の 13 時 06 分には、ほぼ同じ場所の深さ 25km で $M 4.9$ の地震が発生した。この地震の発震機構は北北東-南南西方向に圧力軸を持つ型である。

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、「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」) の発生以降地震活動が活発になった領域であり、2011 年 3 月 17 日に $M 5.7$ (最大震度 4)、同年 4 月 12 日に $M 6.4$ の地震 (最大震度 5 弱) が発生した。

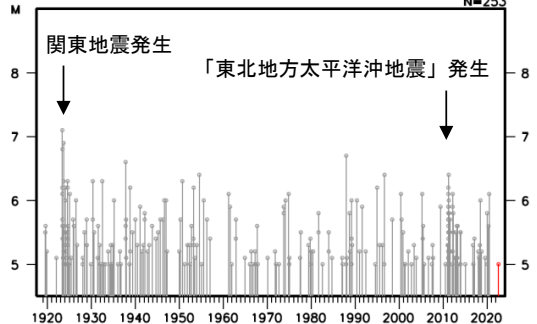


領域 b 内の M-T 図及び回数積算図



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いる。また、関東地震の前後や「東北地方太平洋沖地震」の直後には、ややまとまって地震が発生している。

領域 c 内の M-T 図



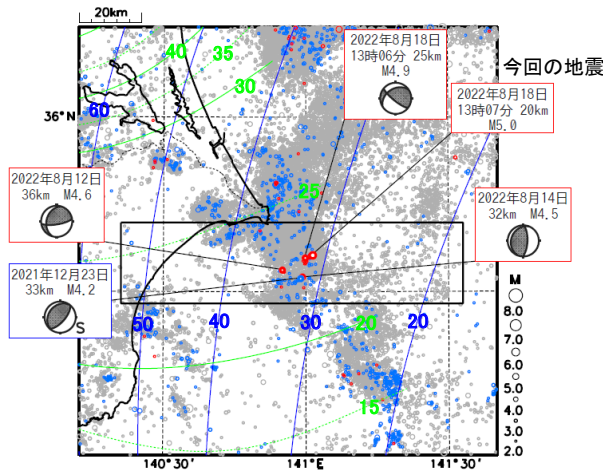
第 11 図 (a) 2022 年 8 月 18 日 千葉県東方沖の地震.

Fig. 11(a) The earthquake east off Chiba Prefecture on August 18, 2022.

8月18日 千葉県東方沖の地震 (太平洋プレート上面及びフィリピン海プレート上面の位置)

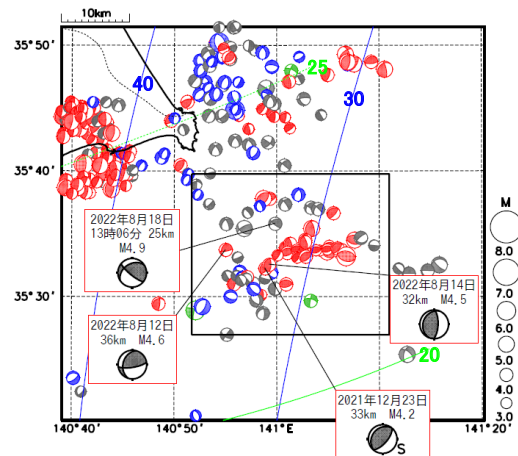
震央分布図
(2002年10月1日～2022年8月26日、
深さ0～100km、 $M \geq 2.0$)

灰丸: 2002年10月 (Hi-net活用開始)～2020年8月
青丸: 2020年9月 (S-net活用開始)～2022年7月
赤丸: 2022年8月1日～26日

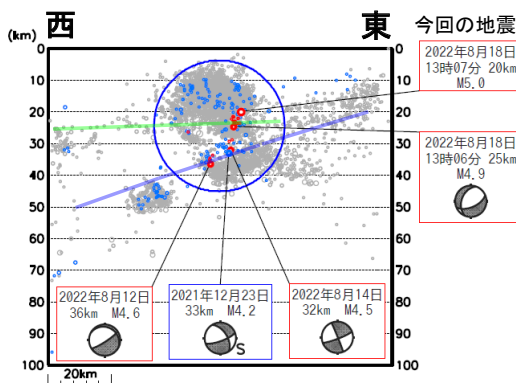


発震機構 (初動解) 分布図
(2002年10月1日～2022年8月26日、
深さ0～60km、 M 全て)

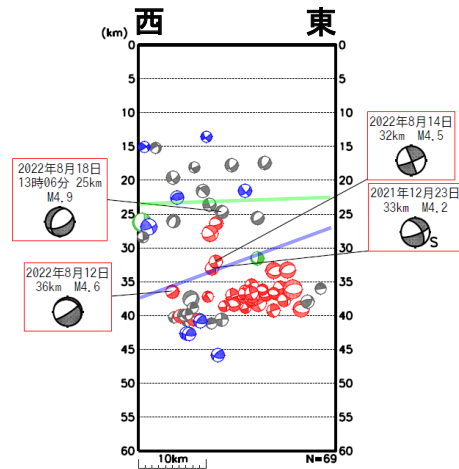
赤: 逆断層型、青: 正断層型、
緑: 横ずれ断層型、灰: その他



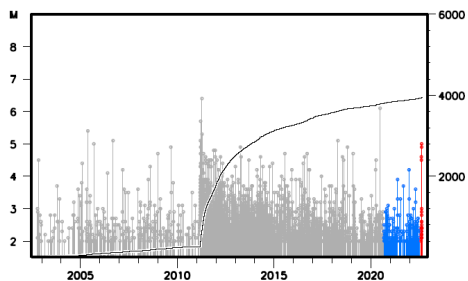
上図矩形内の断面図 (東西投影)



上図矩形内の断面図 (東西投影)



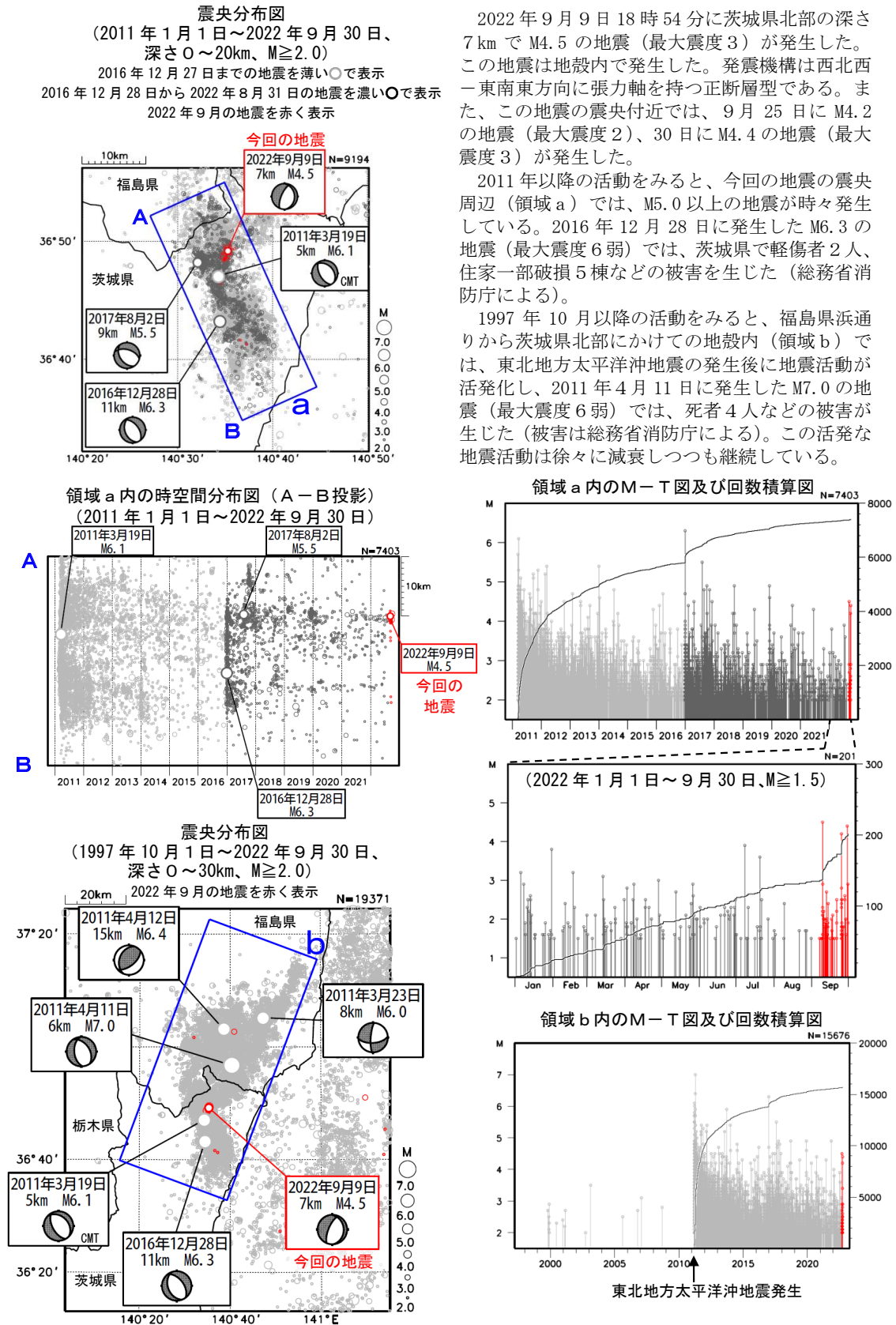
断面図中の円領域内の
M-T・回数積算図



- ・地図中の青線及び緑線はそれぞれ、太平洋プレート上面及びフィリピン海プレート上面の等深線 (Iwasaki et al., 2015, Lindquist et al., 2004) を示す。その概ねの位置を、青線と緑線で断面図に示す。
- ・発震機構の表示は、断面図では北半球投影、それ以外の図では下半球投影、断層型分類はFrohlich, 2001による。
- ・発震機構に「S」(参考解)の記載があるものは解が不安定なもの

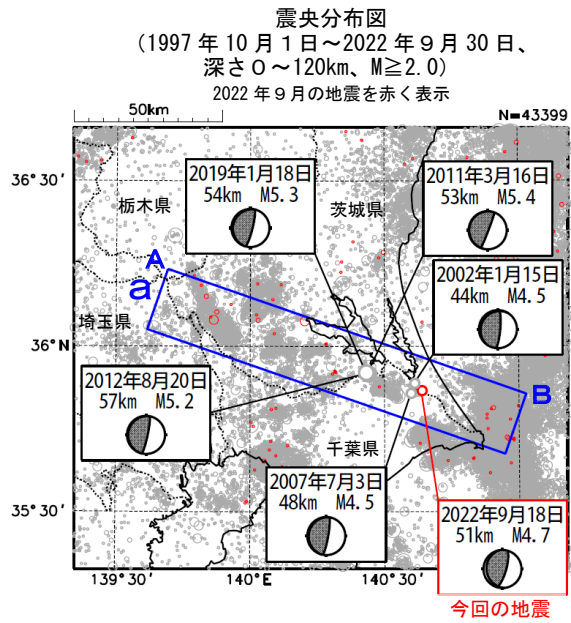
第 11 図 (b) つづき.
Fig. 11(b) Continued.

9 月 9 日 茨城県北部の地震



第 12 図 2022 年 9 月 9 日 茨城県北部の地震.
 Fig. 12 The earthquake in the northern part of Ibaraki Prefecture on September 9, 2022.

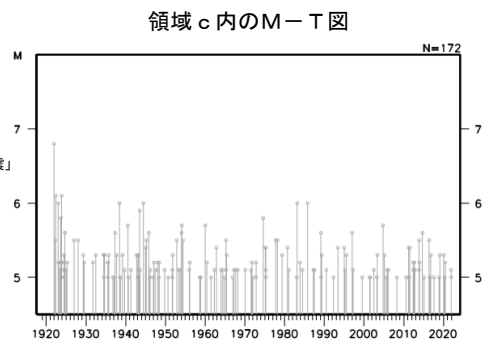
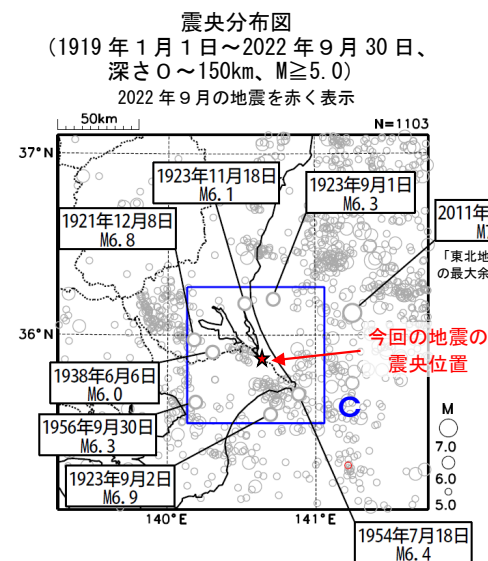
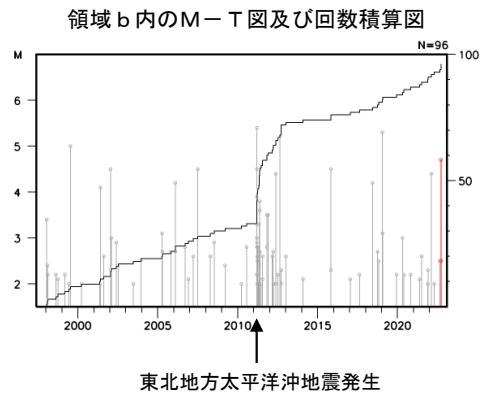
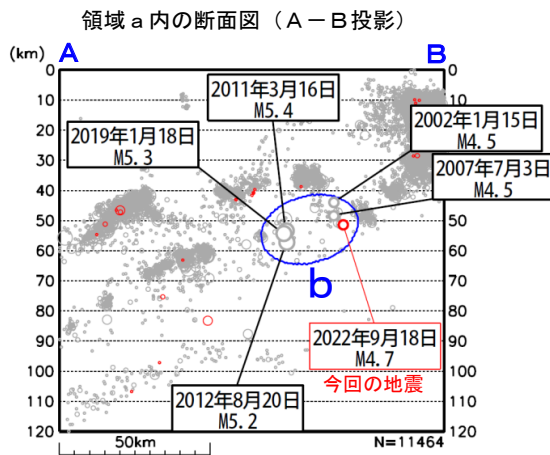
9 月 18 日 千葉県北東部の地震



2022 年 9 月 18 日 11 時 09 分に千葉県北東部の深さ 51km で $M4.7$ の地震 (最大震度 3) が発生した。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、太平洋プレートとフィリピン海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、 $M5$ 程度の地震が時々発生している。「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) の発生後に地震活動が増加し、2011 年 3 月 16 日に $M5.4$ の地震 (最大震度 4) が発生した。

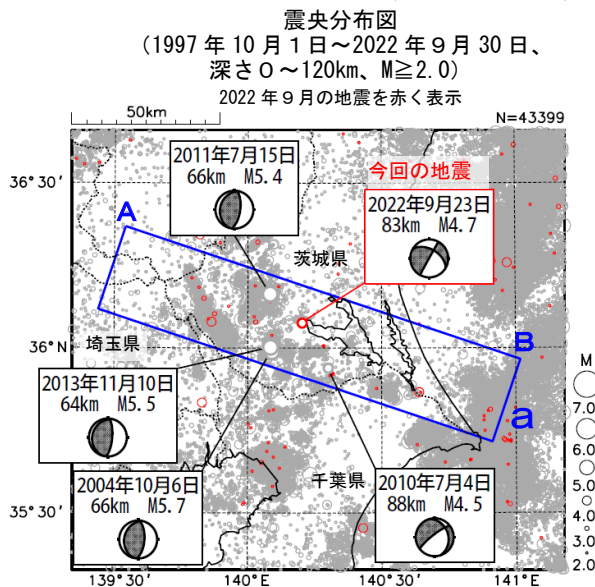
1919 年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺 (領域 c) では、 $M6.0$ 以上の地震が時々発生している。1956 年 9 月 30 日に発生した $M6.3$ の地震では、負傷者 4 人などの被害を生じた (被害は「日本被害地震総覧」による)。



第 13 図 2022 年 9 月 18 日 千葉県北東部の地震.

Fig. 13 The earthquake in the north-eastern part of Chiba Prefecture on September 18, 2022.

9 月 23 日 茨城県南部の地震

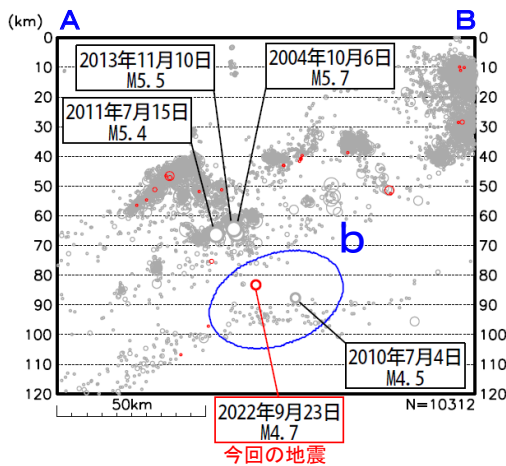


2022 年 9 月 23 日 09 時 53 分に茨城県南部の深さ 83km で M4.7 の地震（最大震度 3）が発生した。この地震の発震機構は東西方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で、太平洋プレート内部で発生した。

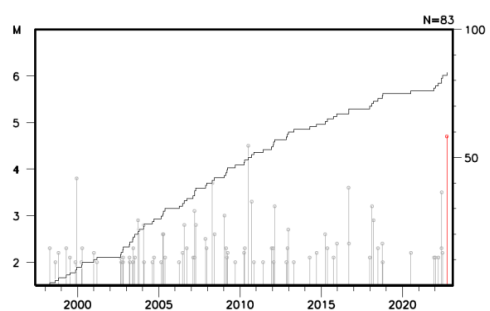
1997 年 10 月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近（領域 b）では、M3.0 以上の地震が時々発生している。2010 年 7 月 4 日には M4.5 の地震（最大震度 3）が発生した。

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 以上の地震が時々発生している。1923 年 1 月 14 日に発生した M6.0 の地震では、負傷者 1 人などの被害が生じた（被害は「日本被害地震総覧」による）。

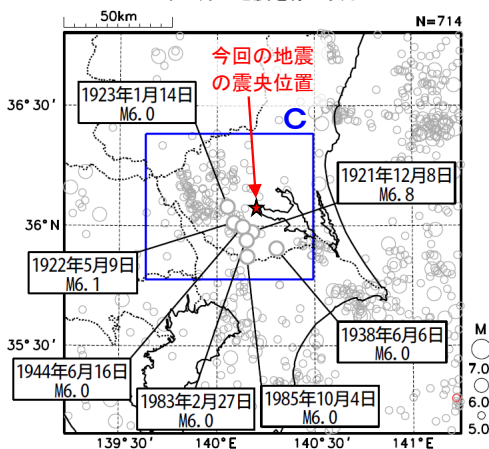
領域 a 内の断面図（A-B 投影）



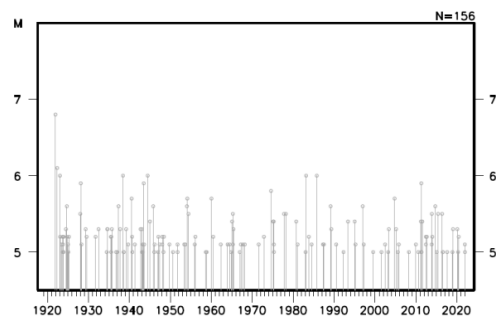
領域 b 内の M-T 図及び回数積算図



震央分布図
(1919 年 1 月 1 日～2022 年 9 月 30 日、
深さ 0～150km、 $M \geq 5.0$)
2022 年 9 月の地震を赤く表示



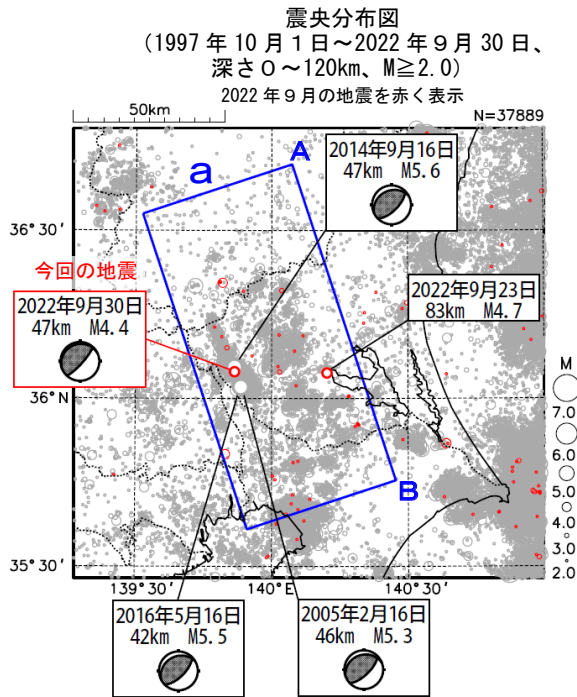
領域 c 内の M-T 図



第 14 図 2022 年 9 月 23 日 茨城県南部の地震.

Fig. 14 The earthquake in the southern part of Ibaraki Prefecture on September 23, 2022.

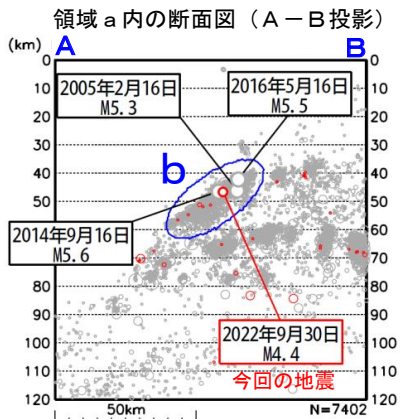
9 月 30 日 茨城県南部の地震



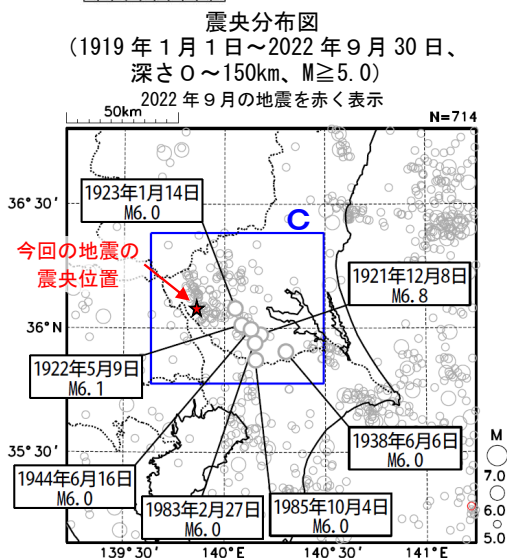
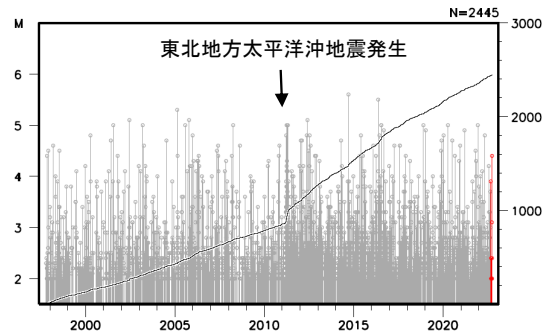
2022 年 9 月 30 日 14 時 58 分に茨城県南部の深さ 47km で $M4.4$ の地震（最大震度 4）が発生した。この地震の発震機構は北西－南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した。

1997 年 10 月以降の活動をみると、この地震の震源付近（領域 b）は活動が活発な領域で、「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」発生以降、地震活動がより活発になった。2014 年 9 月 16 日に $M5.6$ の地震（最大震度 5 弱）が発生し、負傷者 10 人、住家一部破損 1,060 棟などの被害を生じた（総務省消防庁による）。

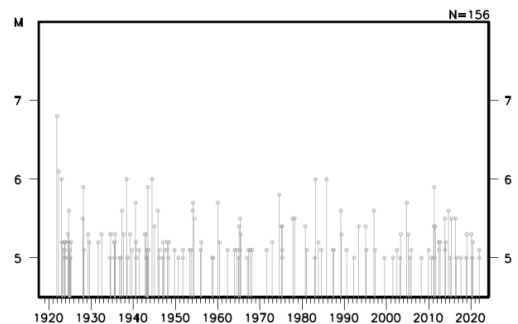
1919 年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺（領域 b）では、 $M6.0$ 以上の地震が時々発生している。1923 年 1 月 14 日に発生した $M6.0$ の地震では、負傷者 1 人などの被害が生じた（被害は「日本被害地震総覧」による）。



領域 b 内の M-T 図及び回数積算図



領域 c 内の M-T 図



第 15 図 (a) 2022 年 9 月 30 日 茨城県南部の地震。

Fig. 15(a) The earthquake in the southern part of Ibaraki Prefecture on September 30, 2022.

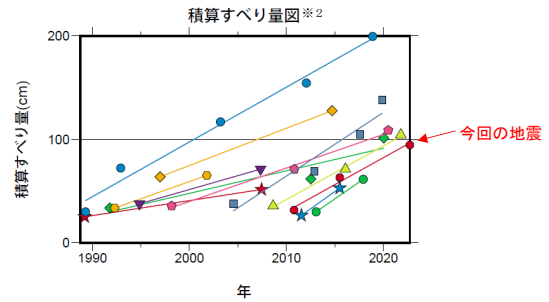
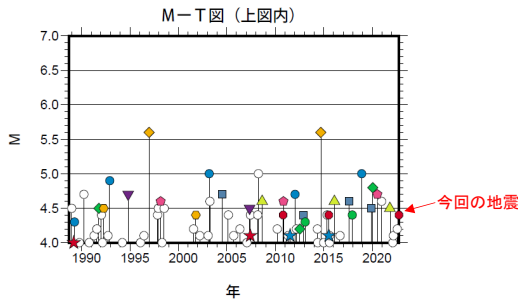
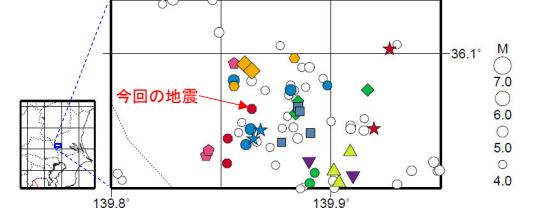
9月30日 茨城県南部の地震（相似地震）

2022年9月30日の茨城県南部の地震(M4.4、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I:今回の地震を含め3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	4.05	3	2	18.23	18.23	18.23	1.45
● B	5	4.78	4	3	7.41	3.63	10.29	5.29
◆ C	3	4.50	4	3	14.12	7.51	20.73	2.18
● D	2	4.45	3	3	9.49	9.49	9.49	3.33
▼ E	2	4.60	3	3	12.51	12.51	12.51	2.68
● F	3	4.63	4	4	11.17	9.68	12.66	3.25
■ G	4	4.55	4	3	5.12	2.30	8.38	6.16
▲ H	3	4.57	4	4	6.59	5.72	7.47	5.20
● I	3	4.40	4	3	5.97	4.71	7.23	5.21
★ J	2	4.10	3	3	3.97	3.97	3.97	6.66
● K	2	4.35	4	3	4.83	4.83	4.83	6.53
◆ L	2	5.60	A	A	17.74	17.74	17.74	3.60

震央分布図 (1988年10月1日~2022年9月30日、深さ0~100km、M \geq 4.0)

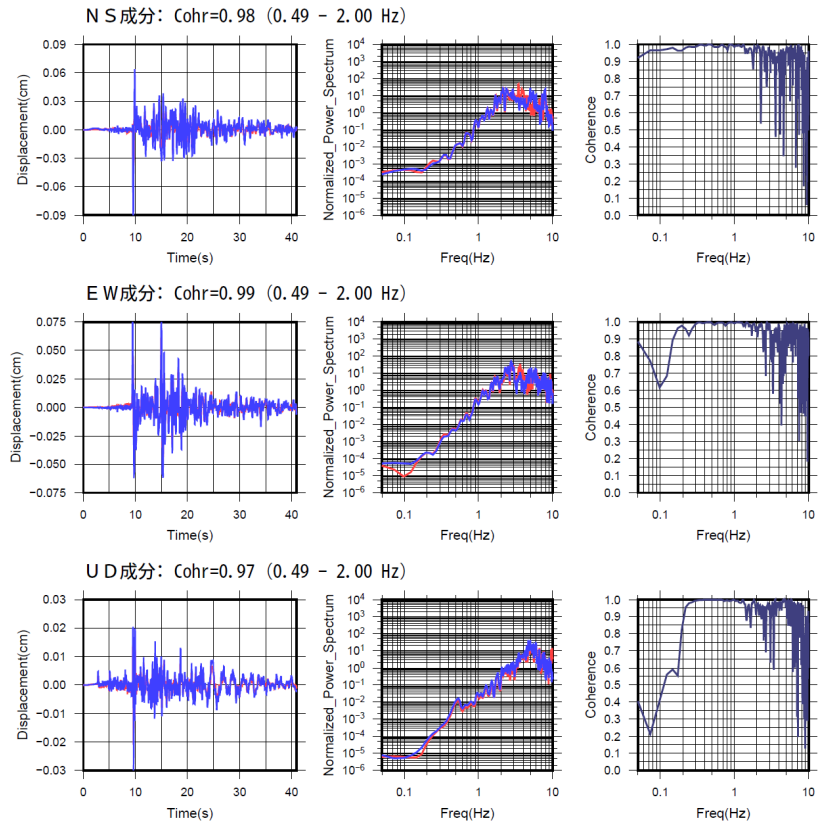
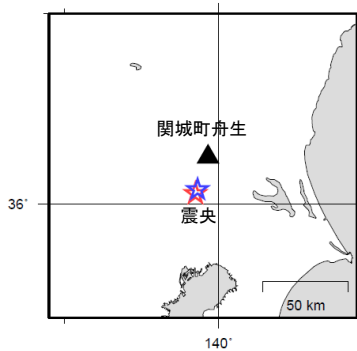


※1 各観測点の波形の比較で得られたコヒーレンスの中央値が0.95以上の場合に相似地震として検出し、相似地震のグループ分けはコヒーレンスを用いて機械的に行っている[溜瀬ほか、2014]。
 ※2 すべり量推定には、モーメントマグニチュードと地震モーメントの関係式[Hanks and Kanamori(1979)]及び 地震モーメントとすべり量の関係式[Nadeau and Johnson(1998)]を使用。得られた積算すべり量と経過時間から最小自乗法を用いてグループ毎の年平均すべり量を求めた。

● 波形例

強震波形 相関解析

観測点名: 関城町舟生 (900)
 2010/10/24 13:50:42 M4.4
 2022/09/30 14:58:36 M4.4



※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を示す。

第 15 図 (b) つづき。
 Fig. 15(b) Continued.