

4-1 関東・中部地方とその周辺の地震活動（2023 年 5 月～10 月） Seismic Activity in and around the Kanto and Chubu Districts (May – October 2023)

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 153 回、M5.0 以上の地震は 20 回発生した。このうち最大は、2023 年 5 月 5 日に能登半島沖で発生した M6.5 の地震であった。

2023 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) 石川県能登地方の地震活動（今期間の最大 M6.5，最大震度 6 強，第 2 図 (a)～(o)）

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。2023 年 10 月中も活発な状態が継続している。2020 年 12 月から 2023 年 10 月までに震度 1 以上を観測した地震は 493 回（震度 6 強：1 回，震度 6 弱：1 回，震度 5 強：2 回，震度 5 弱：1 回，震度 4：13 回，震度 3：49 回，震度 2：117 回，震度 1：309 回）発生した。活動の全期間を通じて最大規模の地震は、2023 年 5 月 5 日に発生した M6.5 の地震（最大震度 6 強）であり、この地震により輪島港で 10 cm 等の津波を観測した。近地強震波形を用いた震源過程解析によると、M6.5 の主なすべりは地震活動域の沖合北西の浅部側に分布する。この M6.5 の地震発生後、地震活動域は北から東方の海域に広がり、さらに活発になっていたが、時間の経過とともに地震の発生数は減少している。非定常 ETAS 解析による背景地震活動度 $\mu(t)$ は、2023 年 5 月頃からやや低下しているが、2021 年前半以前に比べると、最近も高い状態が続いている。

(2) 千葉県南部の地震（M5.2，最大震度 5 強，第 3 図 (a)～(c)）

2023 年 5 月 11 日 04 時 16 分に千葉県南部の深さ 40km で M5.2 の地震（最大震度 5 強）が発生した。この地震はフィリピン海プレート内部で発生した。この地震の発震機構は北西－南東方向に張力軸を持つ型である。

(3) 新島・神津島近海の地震活動（最大 M5.3，最大震度 5 弱，第 5 図 (a)，(b)）

新島・神津島近海では、2023 年 5 月 22 日から地震活動が活発となり、5 月 31 日までに震度 1 以上を観測した地震が 61 回（震度 5 弱：1 回，震度 4：1 回，震度 3：4 回，震度 2：13 回，震度 1：42 回）発生した。5 月 22 日 16 時 42 分には深さ 11km で M5.3 の地震（最大震度 5 弱）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横ずれ断層型である。これらの地震はフィリピン海プレートの地殻内で発生した。

(4) 千葉県東方沖の地震（M6.2，最大震度 5 弱），千葉県北東部の地震（M4.9，最大震度 4）（第 6 図 (a)～(d)）

2023 年 5 月 26 日 19 時 03 分に千葉県東方沖の深さ 50km で M6.2 の地震（最大震度 5 弱）が発生した。また、6 月 16 日 21 時 24 分に千葉県北東部の深さ 49km で M4.9 の地震（最大震度 4）が発生した。これらの地震は発震機構が東西方向の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。5 月 26 日の M6.2 の地震発生から 6 月 30 日までに震度 1 以上を観測した地震が 12 回（震度 5 弱：1 回，震度 4：1 回，震度 2：5 回，震度 1：5 回）発生した。

(5) 硫黄島近海の地震（M6.5，第 7 図 (a)，(b)）

2023 年 5 月 30 日 09 時 52 分に硫黄島近海の深さ 12km（CMT 解による）で M6.5 の地震（震度 1 以上を観測した地点はなし）が発生した。この地震の発震機構（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。

(6) 鳥島近海の地震活動（最大 M6.5，第 14 図 (a-1)～(a-17)，(b-1)～(b-13)）

鳥島近海（鳥島から南西に約 100km）では、2023 年 10 月 2 日から 9 日にかけて、M6.0 以上の地震が 4 回発生するなど、地震活動が活発になった。このうち、最大規模の地震は、5 日 10 時 59 分に深さ 10km（CMT 解による）で発生した M6.5 の地震（震度 1 以上を観測した地点はなし）で、発震機構（CMT 解）は東北東－西南西方向に張力軸を持つ正断層型である。この地震はフィリピン海プレート内で発生した。気象庁はこの地震に伴い、5 日 11 時 06 分に伊豆諸島に津波注意報を発表した（5 日 13 時 15 分に解除）。この地震により、東京都の八丈島八重根で 0.2 m の津波を観測した。

また、6 日 10 時 31 分には M6.0 の地震（震度 1 以上を観測した地点はなし）が発生し、気象庁はこの地震に伴い、伊豆諸島及び小笠原諸島に津波予報（若干の海面変動）を発表した。この地震により、八丈島八重根で 0.2 m などの津波を観測した。

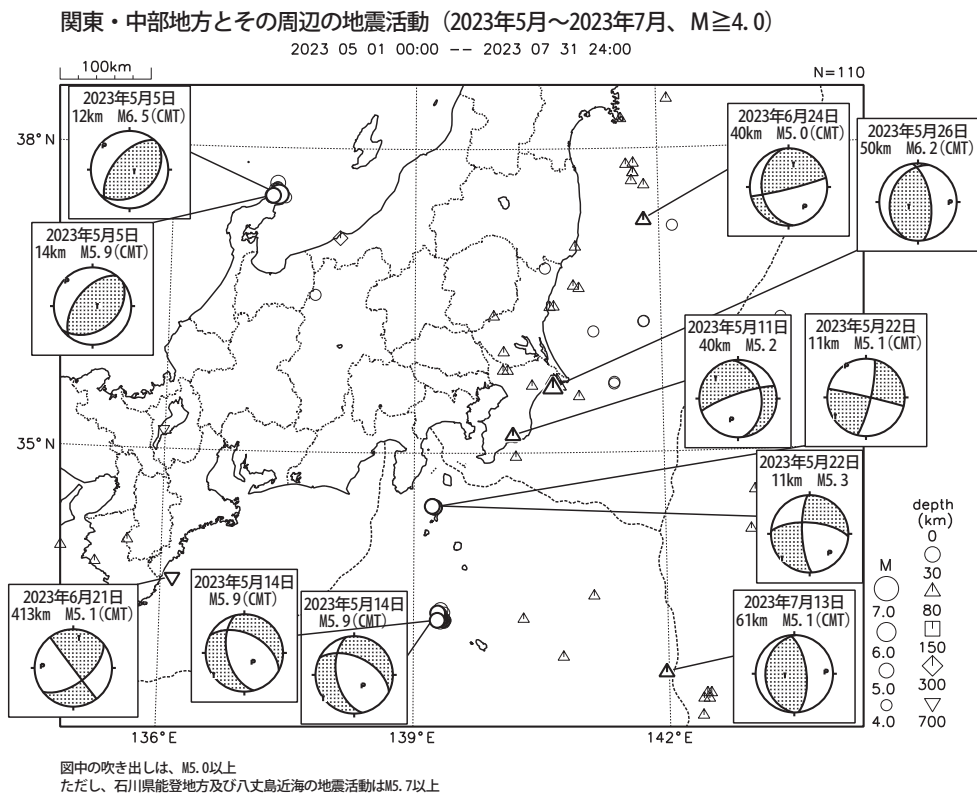
さらに、これらの地震の震源付近では、9 日 04 時頃から 06 時台にかけて、規模が小さいうゑに地震波の P 相及び S 相が不明瞭なため震源が決まらないものも含めて地震が多発した（T 相を伴う地震が少なくとも 14 回発生）。このため、気象庁では地震及び津波の監視を強化していたところ、八丈島八重根で津波を観測したことから、9 日 06 時 40 分に伊豆諸島及び小笠原諸島に津波注意報を発表し、その後、津波注意報の範囲を拡大する続報を順次発表した（9 日 12 時 00 分に解除）。この地震活動により、八丈島八重根で 0.7 m など、伊豆諸島、小笠原諸島及び千葉県から沖縄県にかけての太平洋沿岸で津波を観測した。

9 日 04 時頃から 06 時台に 14 回観測した T 相の発生源は嬬婦岩（そうふがん）の西方に推定された。9 日 04 時 10 分から 06 時 28 分にかけて宮崎県及び鹿児島県で観測した震度データを精査したところ、この T 相によるものと考えられる震度（震度 2～1）を観測していたことを確認した。

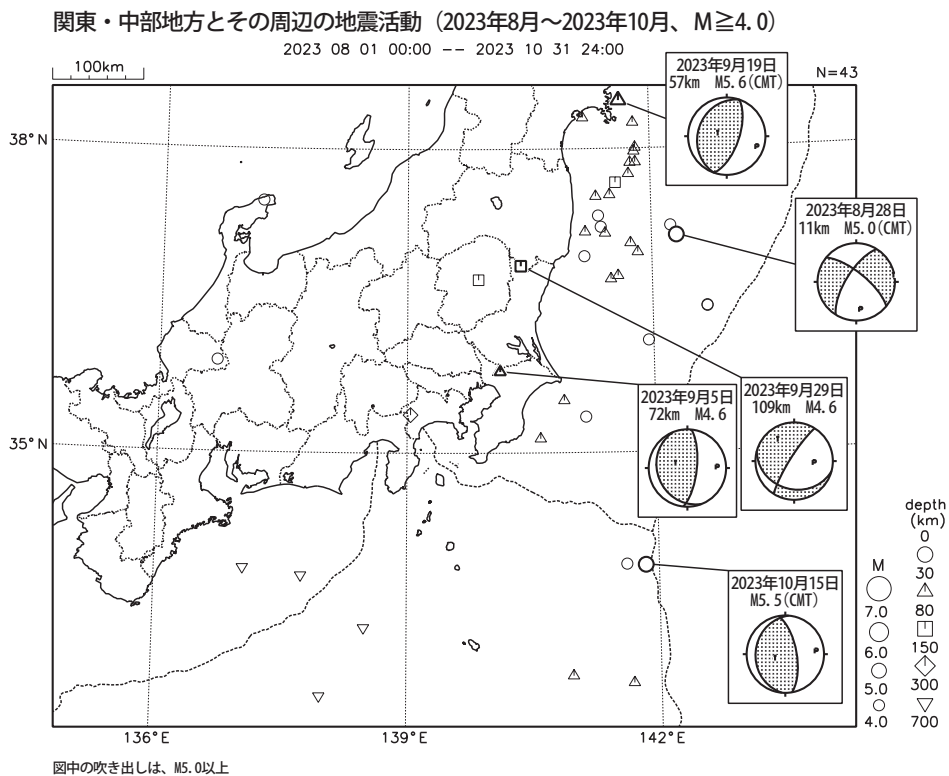
(7) その他の地震活動

発生年月日	震央地名	規模 (M)	深さ (km)	最大震度
2023 年				
5 月 14 日	八丈島近海	5.6		3 (第 4 図)
6 月 4 日	千葉県北西部	4.6	70	3 (第 8 図)

7月22日	茨城県沖	4.8	52	4	(第9図(a), (b))
7月29日	茨城県南部	4.6	77	3	(第10図(a), (b))
9月5日	千葉県北西部	4.6	72	3	(第11図)
9月19日	鳥島近海	6.1	10		(第12図(a), (b))
9月29日	茨城県北部	4.6	109	3	(第13図)



第 1 図 (a) 関東・中部地方とその周辺の地震活動 (2023 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 2023, $M \geq 4.0$, depth ≤ 700 km).



第 1 図 (b) つづき (2023 年 8 月 ~ 10 月, $M \geq 4.0$, 深さ ≤ 700 km)
Fig. 1(b) Continued (August – October 2023, $M \geq 4.0$, depth ≤ 700 km).

石川県能登地方の地震活動

(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た。このような中で、2023年5月5日14時42分に能登半島沖^(注1)の深さ12kmでM6.5の地震(今回の地震①)が発生し、石川県珠洲市で震度6強を観測したほか、東北地方から中国・四国地方にかけて震度5強～1を観測した。また、石川県能登で長周期地震動階級3を観測したほか、北陸地方及び長野県で長周期地震動階級2～1を観測した。気象庁はこの地震に対して、最初の地震波の検知から7.3秒後の14時42分14.2秒に緊急地震速報(警報)を発表した。この地震により、石川県の珠洲市長橋で4cm、輪島港(港湾局)で10cmの津波を観測した。

また、今回の地震①の発生から約7時間後の同日21時58分に能登半島沖^(注1)の深さ14kmでM5.9の地震(今回の地震②)が発生し、石川県珠洲市で震度5強を観測したほか、東北地方から四国地方にかけて震度5弱～1を観測した。また、この地震により、石川県能登で長周期地震動階級2を観測したほか、新潟県、石川県及び長野県で長周期地震動階級1を観測した。気象庁はこの地震に対して、21時58分14.2秒及び21時58分16.9秒に緊急地震速報(警報)を発表した(この地震に対する緊急地震速報の発表状況の詳細は39～43ページを参照)。

今回の地震①及び②は地殻内で発生した。発震機構(CMT解)はともに北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

これらの地震の震源付近では、5月1日から6月8日08時までに震度1以上を観測した地震が125回(震度6強:1回、震度5強:1回、震度4:5回、震度3:10回、震度2:37回、震度1:71回)^(注2)発生した。

これらの地震により、死者1人、重傷者2人、軽傷者46人、住家全壊30棟、半壊169棟、一部破損535棟の被害が生じた(2023年6月7日13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、今回の地震①の発生以降の震度1以上の日別地震回数グラフを図1-2に示す。

(注1) 情報発表に用いた震央地名は「石川県能登地方」である。

(注2) 能登半島沖及び富山湾で発生した地震を含む。

表1-1 2023年5月5日の能登半島沖の地震による被害状況
(2023年6月7日13時00分現在、総務省消防庁による)

都道府 県名	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	小計					
人	人	人	人	人	人	棟	棟	棟	棟	
富山県				1	1	1				
石川県	1		2	45	47	48	30	169	535	734
合 計	1		2	46	48	49	30	169	535	734

第2図(a) 石川県能登地方の地震活動

Fig. 2(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～2023年6月8日08時)

月別	最大震度別回数							震度 1 以上を観測した回数		備考	
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7		回数
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	1	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 - 7/31	8	1	0	0	0	0	0	0	0	9	191
8/1 - 8/31	7	2	1	0	0	0	0	0	0	10	201
9/1 - 9/30	12	3	1	0	0	0	0	0	0	16	217
10/1 - 10/31	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	227
11/1 - 11/30	18	3	3	1	0	0	0	0	0	25	252
12/1 - 12/31	9	2	2	0	0	0	0	0	0	13	265
2023/1/1 - 1/31	7	3	1	1	0	0	0	0	0	12	277
2/1 - 2/28	5	2	2	0	0	0	0	0	0	9	286
3/1 - 3/31	12	1	3	0	0	0	0	0	0	16	302
4/1 - 4/30	8	1	1	0	0	0	0	0	0	10	312
5/1 - 5/31	69	35	10	5	0	1	0	1	0	121	433
6/1 -	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4	437
総計(2020/12/1～)	272	102	45	13	1	2	1	1	0		437
【参考】 令和5年5月5日 14時42分の地震 (最大震度6強)以降	70	37	10	5	0	1	0	1	0		124

【令和5年5月1日以降の日別発生回数】

日別	最大震度別回数							震度 1 以上を観測した回数		備考	
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	7		回数
5/1 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
5/2 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5/3 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5/4 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5/5 00時-24時	27	20	7	2	0	1	0	1	0	58	59
5/6 00時-24時	9	3	0	0	0	0	0	0	0	12	71
5/7 00時-24時	7	1	0	0	0	0	0	0	0	8	79
5/8 00時-24時	2	2	0	0	0	0	0	0	0	4	83
5/9 00時-24時	3	1	1	1	0	0	0	0	0	6	89
5/10 00時-24時	1	1	1	1	0	0	0	0	0	4	93
5/11 00時-24時	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	95
5/12 00時-24時	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	100
5/13 00時-24時	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	102
5/14 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102
5/15 00時-24時	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	105
5/16 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105
5/17 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	106
5/18 00時-24時	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	107
5/19 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107
5/20 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	107
5/21 00時-24時	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	109
5/22 00時-24時	3	3	0	0	0	0	0	0	0	6	115
5/23 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	115
5/24 00時-24時	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	117
5/25 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117
5/26 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117
5/27 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117
5/28 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117
5/29 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	117
5/30 00時-24時	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3	120
5/31 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	121
6/1 00時-24時	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	122
6/2 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122
6/3 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	123
6/4 00時-24時	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	124
6/5 00時-24時	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	125
6/6 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
6/7 00時-24時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
6/8 00時-08時	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125
総計(5月1日～)	71	37	10	5	0	1	0	1	0		125

第 2 図 (a) つづき
Fig. 2(a) Continued.

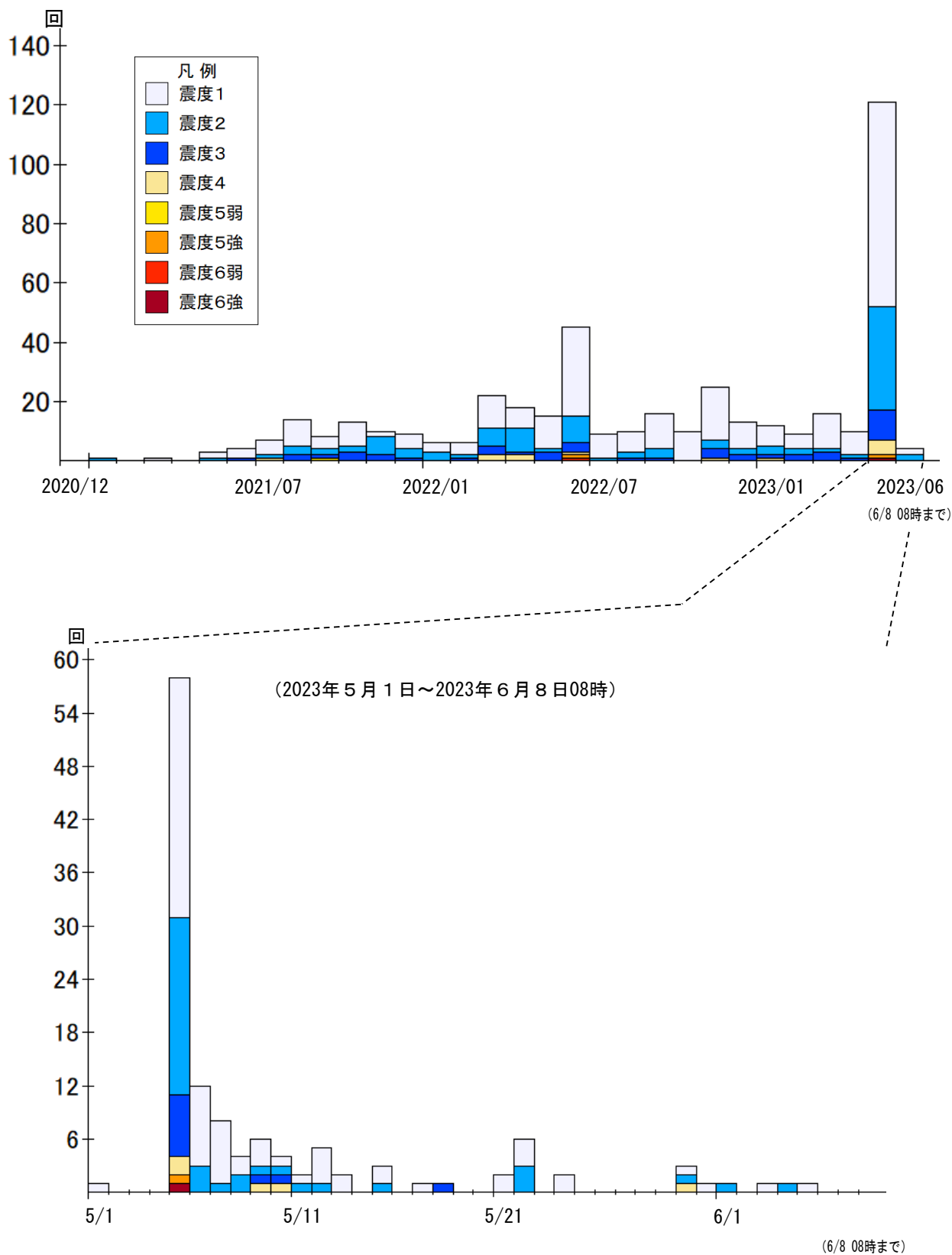


図 1 - 1 震度 1 以上の月別地震回数グラフ
(2020年12月1日～2023年6月8日08時)

第 2 図 (a) つづき
Fig. 2(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の破線矩形内)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た。このような中で、2023年5月5日14時42分に深さ12kmでM6.5の地震(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。また、今回の地震①の発生から約7時間後の同日21時58分に深さ14kmでM5.9の地震(今回の地震②)が発生した。今回の地震①及び②はともに地殻内で発生した。発震機構(CMT解)はともに北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

2020年12月以降の地震活動をみると、最初に領域bで活動が活発になり、続いて領域cで、さらに2021年半ば頃からは領域a及びdでも活動が活発になった(図2-3)。特に領域a及びdで地震活動が活発であり、今回の地震①は領域dで、今回の地震②は領域aで発生した。

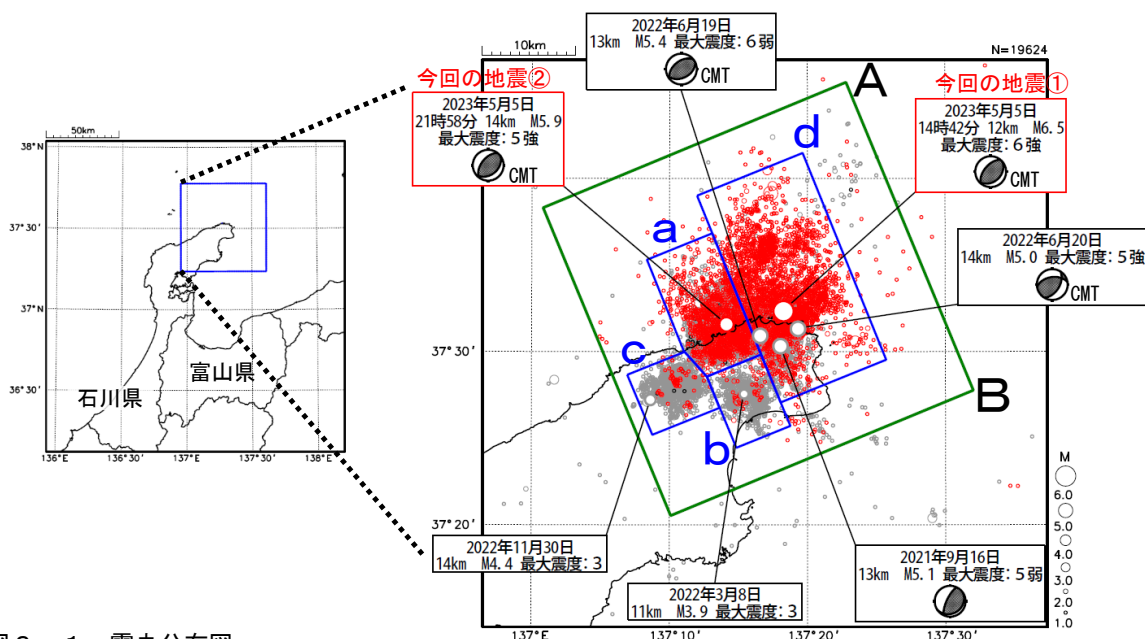


図2-1 震央分布図

(2020年12月1日~2023年5月31日、深さ0~25km、 $M \geq 1.0$)

領域a~dの各領域内で最大規模の地震及び最大震度5弱以上の地震に吹き出しを付加
2023年4月以前の地震を薄く、2023年5月1日から今回の地震①の発生前までを濃く、
それ以降を赤色で表示

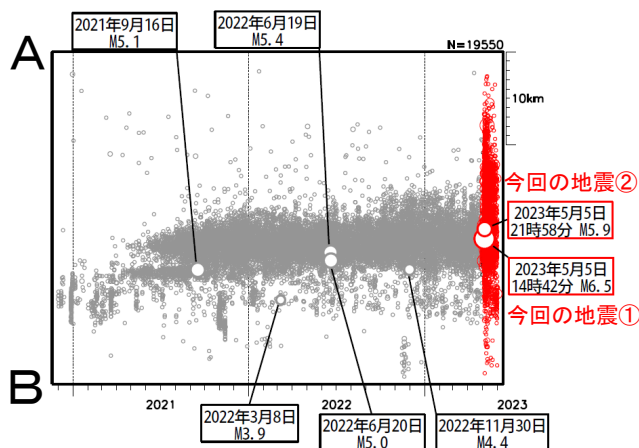


図2-2 図2-1の緑色矩形内の時空間分布図(A-B投影)
吹き出しは図2-1と同じ

第2図(b) つづき

Fig. 2(b) Continued.

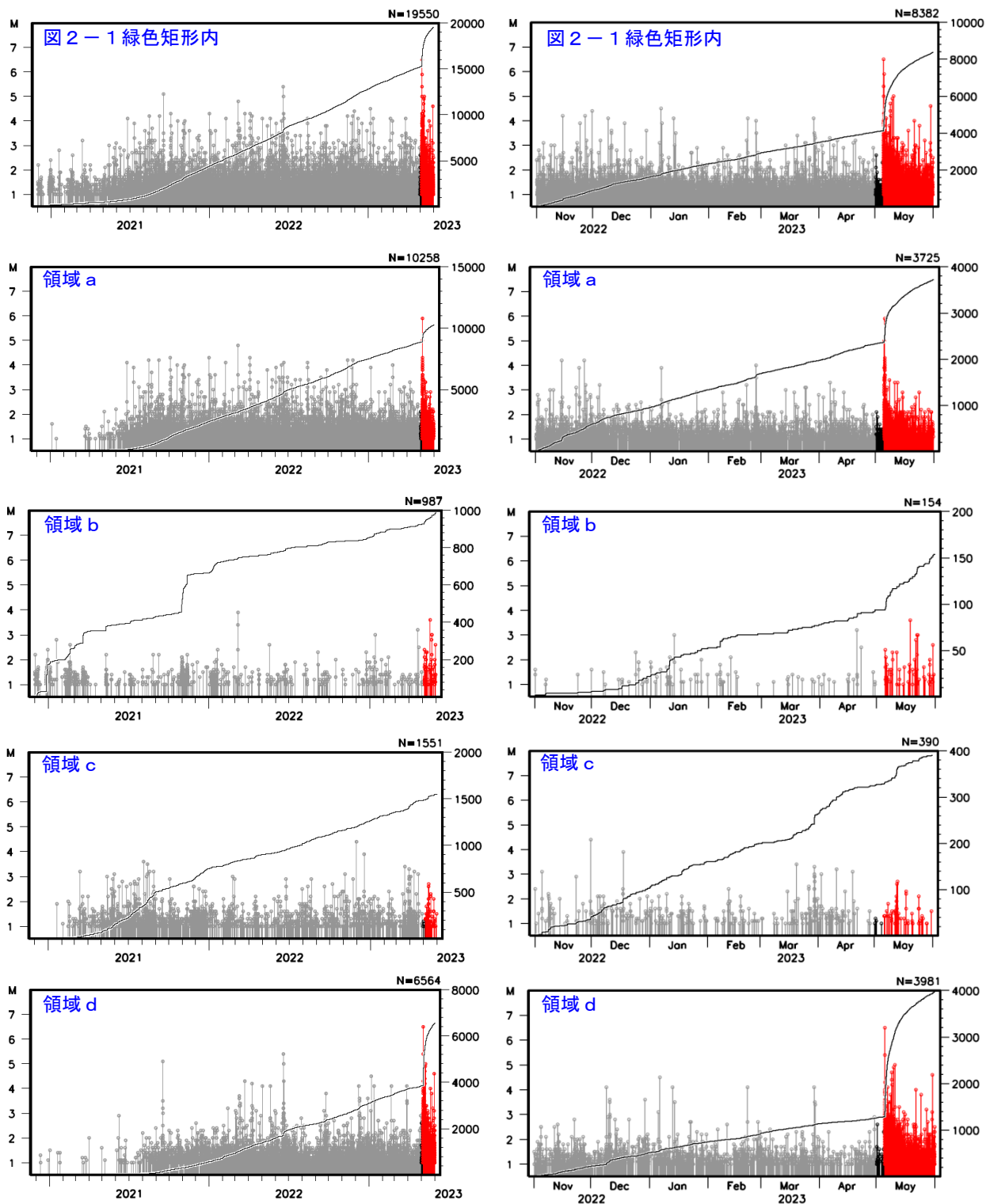


図 2-3 図 2-1 の緑色矩形内及び領域 a ~ d 内の M-T 図及び回数積算図
 左 : 2020 年 12 月 1 日 ~ 2023 年 5 月 31 日
 右 : 2022 年 11 月 1 日 ~ 2023 年 5 月 31 日

第 2 図 (b) つづき
 Fig. 2(b) Continued.

イ. 発震機構

2020年12月から2023年5月までに発生した地震の発震機構を図2-4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2-5に、図2-4の領域内の地震の発震機構の型及び圧力軸の分布を示す。

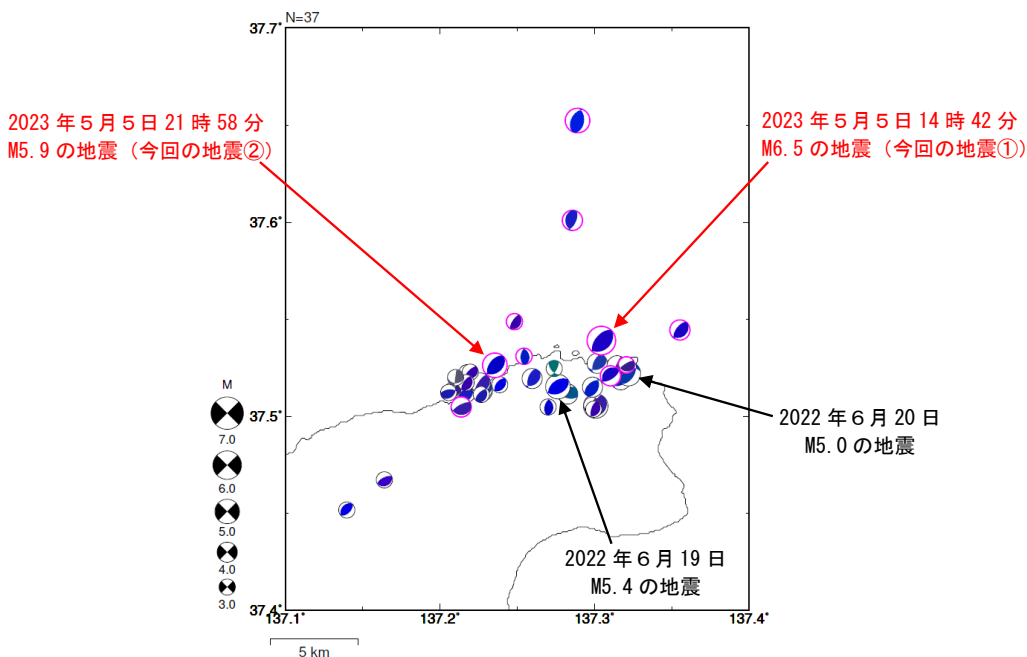


図2-4 発震機構分布図

(2020年12月1日~2023年5月31日、深さ0km~25km、 $M \geq 3.0$)

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 (Frohlich (2001) による分類)。

ピンク色の丸囲みで表示している地震は2023年5月5日14時42分以降の地震。

CMT解を表示している地震：2022年6月19日のM5.4の地震、2022年6月20日のM5.0の地震、2023年5月5日14時42分のM6.5の地震(今回の地震①)、同日21時58分のM5.9の地震(今回の地震②)、2023年5月9日のM4.7の地震、2023年5月10日07時14分のM4.9の地震及び同日21時54分のM5.0。

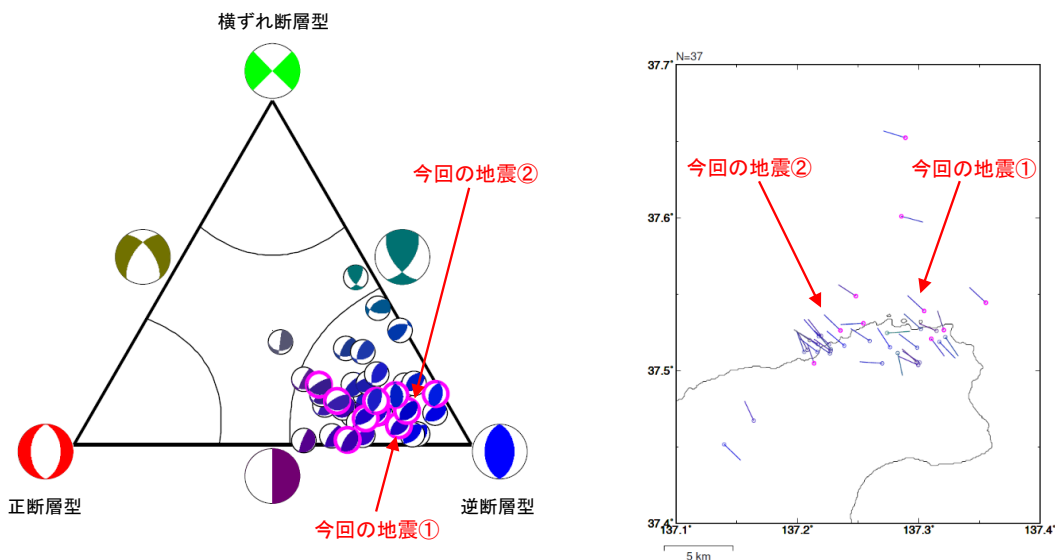


図2-5 図2-4の領域内の地震の発震機構の型の分布(左)と発震機構の圧力軸の分布(右)

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 (Frohlich (2001) による分類)。

ピンク色の丸囲みで表示している地震は2023年5月5日14時42分以降の地震。

第2図(c) つづき

Fig. 2(c) Continued.

ウ. 近地強震波形による震源過程解析

2023 年 5 月 5 日 14 時 42 分（日本時間）に能登半島沖で発生した地震（M_{JMA}6.5）について、国立研究開発法人防災科学技術研究所の強震観測網（K-NET、KiK-net）及び気象庁震度計の近地強震波形を用いた震源過程解析（暫定）を行った。

破壊開始点は、気象庁による震源の位置（37° 32.3′ N、137° 18.2′ E、深さ 12km）とした。断層面は走向 49°、傾斜 45° を仮定して解析した。走向は気象庁 CMT 解の 2 枚の節面のうち南東傾斜の面、傾斜は DD 法による震源分布の傾斜とした。最大破壊伝播速度は 2.7km/s とした。理論波形の計算には、Koketsu et al. (2012)の結果から設定した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）。

- ・ 主なすべり域の大きさは走向方向に約 10km、傾斜方向に約 10km であった。
- ・ 主なすべりは破壊開始点から北西のやや浅い領域に広がり、最大すべり量は 1.0m であった（周辺の構造から剛性率を 31GPa 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は 6.3 であった。

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

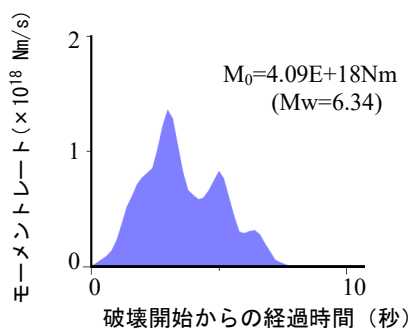
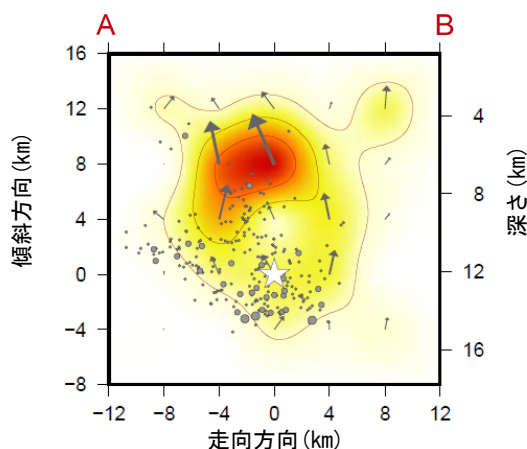
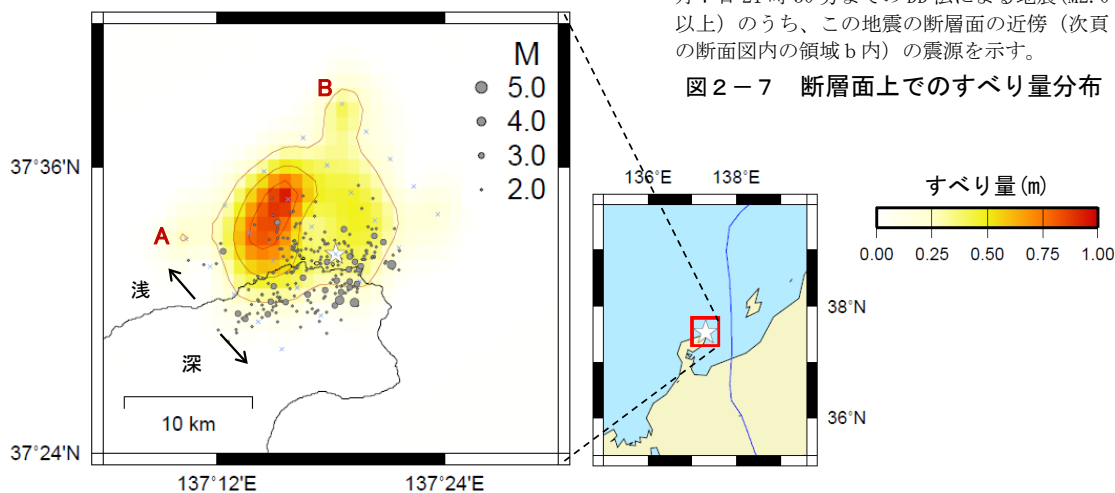


図 2-6 震源時間関数



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。灰色丸はこの地震発生から 5 月 7 日 21 時 30 分までの DD 法による地震 (M2.0 以上) のうち、この地震の断層面の近傍（次頁の断面図内の領域 b 内）の震源を示す。

図 2-7 断層面上でのすべり量分布



星印は破壊開始点を示す。灰色丸はこの地震発生から 5 月 7 日 21 時 30 分までの DD 法による地震 (M2.0 以上) の震央を示す。

図 2-8 地図上に投影したすべり量分布

作成日：2023/05/26

第 2 図 (d) つづき

Fig. 2(d) Continued.

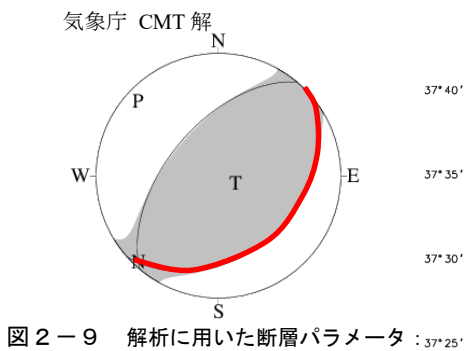
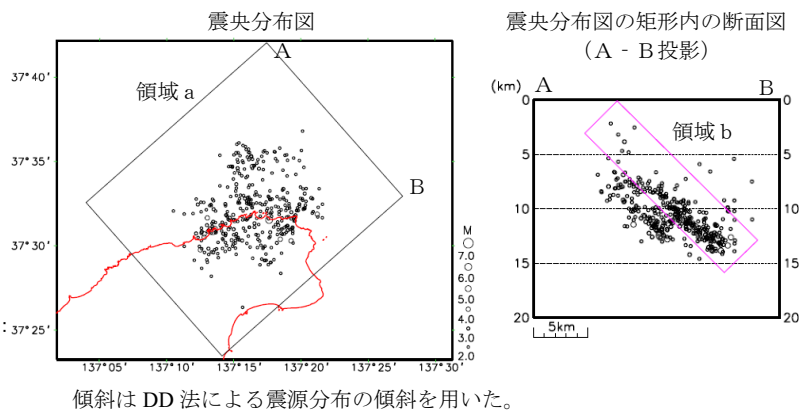


図 2-9 解析に用いた断層パラメータ : 走向 49°, 傾斜 45°, すべり角 97°
 走向とすべり角は気象庁 CMT 解の値を用いた。解析に用いた断層パラメータを震源球の赤線で示す。



傾斜は DD 法による震源分布の傾斜を用いた。

図 2-10 DD 法による震源分布
 (2023 年 5 月 5 日 14 時 42 分 ~ 5 月 7 日 21 時 30 分)

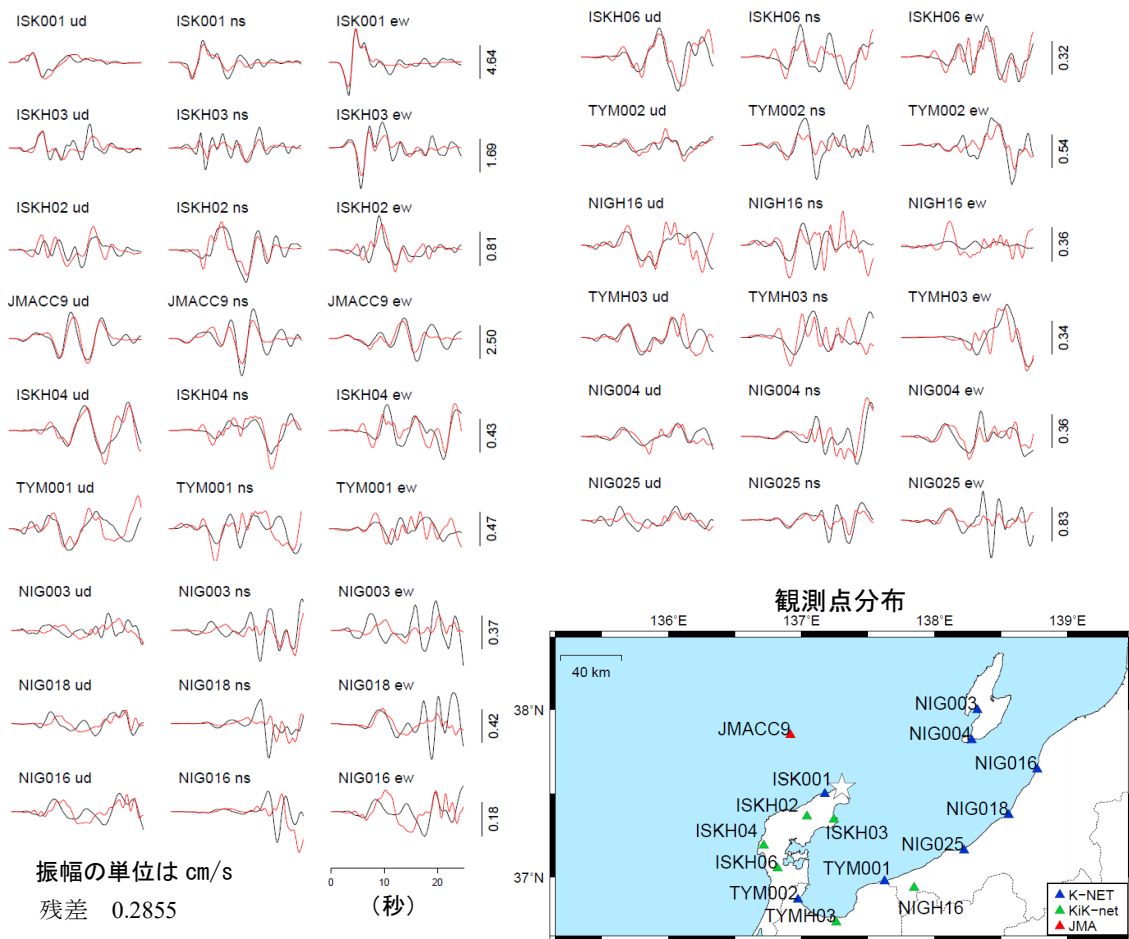


図 2-11 観測波形 (黒 : 0.05Hz-0.2Hz) と理論波形 (赤) の比較

謝辞 国立研究開発法人防災科学技術研究所の強震観測網 (K-NET、KiK-net) を使用しました。

参考文献

Koketsu, K., H. Miyake and H. Suzuki, Japan Integrated Velocity Structure Model Version 1, paper no. 1773. Paper Presented at the 15th World Conference on Earthquake Engineering, International Association for Earthquake Engineering, Lisbon, 24-28 Sept. 2012.

第 2 図 (d) つづき
 Fig. 2(d) Continued.

エ. 周辺の過去の地震活動

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

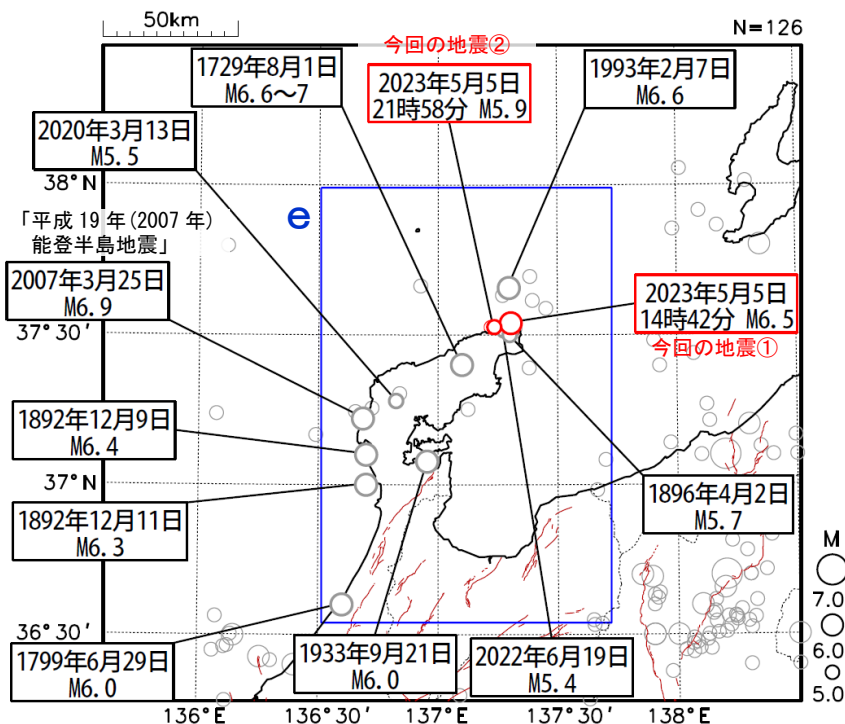


図 2-12 震央分布図
 (1700年1月1日～2023年5月31日、深さ0～50km、M≥5.0)
 2023年5月の地震を赤色で表示
 震央分布図中の茶色の実線は地震調査研究推進本部の長期評価による活断層を示す。
 震源要素は、1700～1884年は理科年表、1885年～1918年は茅野・宇津 (2001)、宇津 (1982、1985) による*。

表 2-1 領域 e 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356人、住家全壊686棟 (注3)
2020年3月13日	5.5	軽傷者2人 (注3)
2022年6月19日	5.4	軽傷者6人 (注3)

(注1) 「日本の地震活動」(第2版), 地震調査委員会 に加筆

(注2) 被害は「日本被害地震総覧」による。

(注3) 被害は総務省消防庁による。

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

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

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

第2図(e) つづき

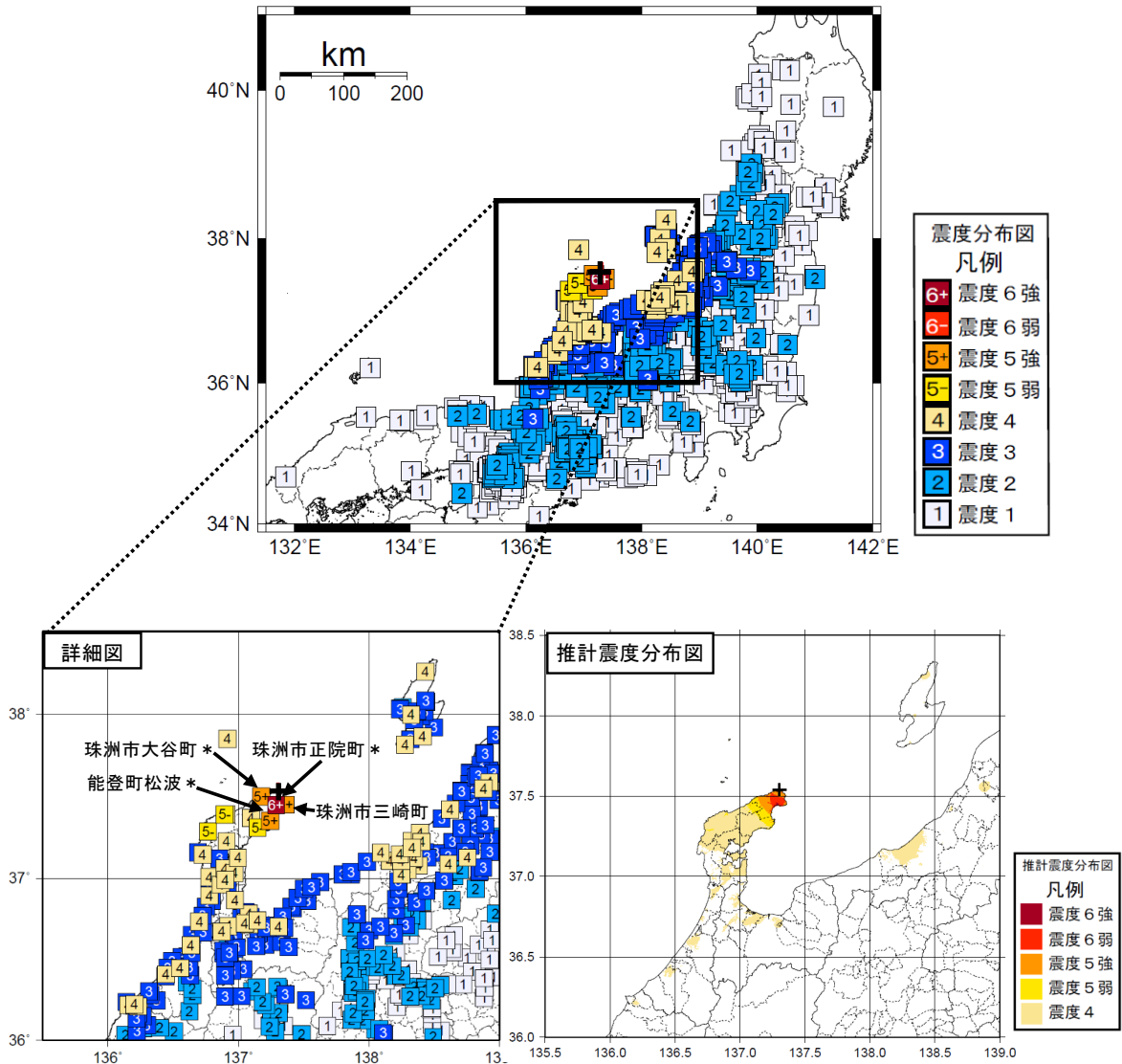
Fig. 2(e) Continued.

(3) 震度と加速度

2023年5月5日14時42分に発生した地震（M6.5）により、石川県珠洲市で震度6強を観測したほか、東北地方から中国・四国地方にかけて震度5強～1を観測した。また同日21時58分に発生した地震（M5.9）により、石川県珠洲市で震度5強を観測したほか、東北地方から四国地方にかけて震度5弱～1を観測した。

ア. 5月5日14時42分のM6.5の地震の震度と加速度

この地震の震度分布図を図3-1に、震度5弱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、各震度観測点における計測震度の距離別分布を図3-2に示す。



観測点名の*印は、気象庁以外の震度観測点を示す。

<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。

図3-1 2023年5月5日14時42分 能登半島沖の地震（M6.5、深さ12km、最大震度6強）の震度分布図及び推計震度分布図（+印は震央を表す）

第2図(f) つづき

Fig. 2(f) Continued.

表 3-1 2023 年 5 月 5 日 14 時 42 分 能登半島沖の地震の計測震度および最大加速度（震度 5 弱以上）

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)				
					合成	南北成分	東西成分	上下成分	震央距離 (km)
石川県	珠洲市	珠洲市正院町*	6 強	6.1	675.9	560.4	465.4	376.5	10.3
石川県	珠洲市	珠洲市三崎町	5 強	5.0	381.9	275.7	337.6	163.3	11.0
石川県	珠洲市	珠洲市大谷町*	5 強	5.4	531.3	377.9	451.8	240.0	12.1
石川県	能登町	能登町松波*	5 強	5.2	246.8	228.3	165.7	110.8	21.3
石川県	輪島市	輪島市鳳至町	5 弱	4.9	170.2	166.2	146.0	52.2	39.8
石川県	輪島市	輪島市門前町走出*	5 弱	4.6	94.8	78.2	72.5	27.6	55.1
石川県	能登町	能登町宇出津	5 弱	4.6	138.6	124.2	84.4	108.8	28.9

*は気象庁以外の震度観測点を示す。

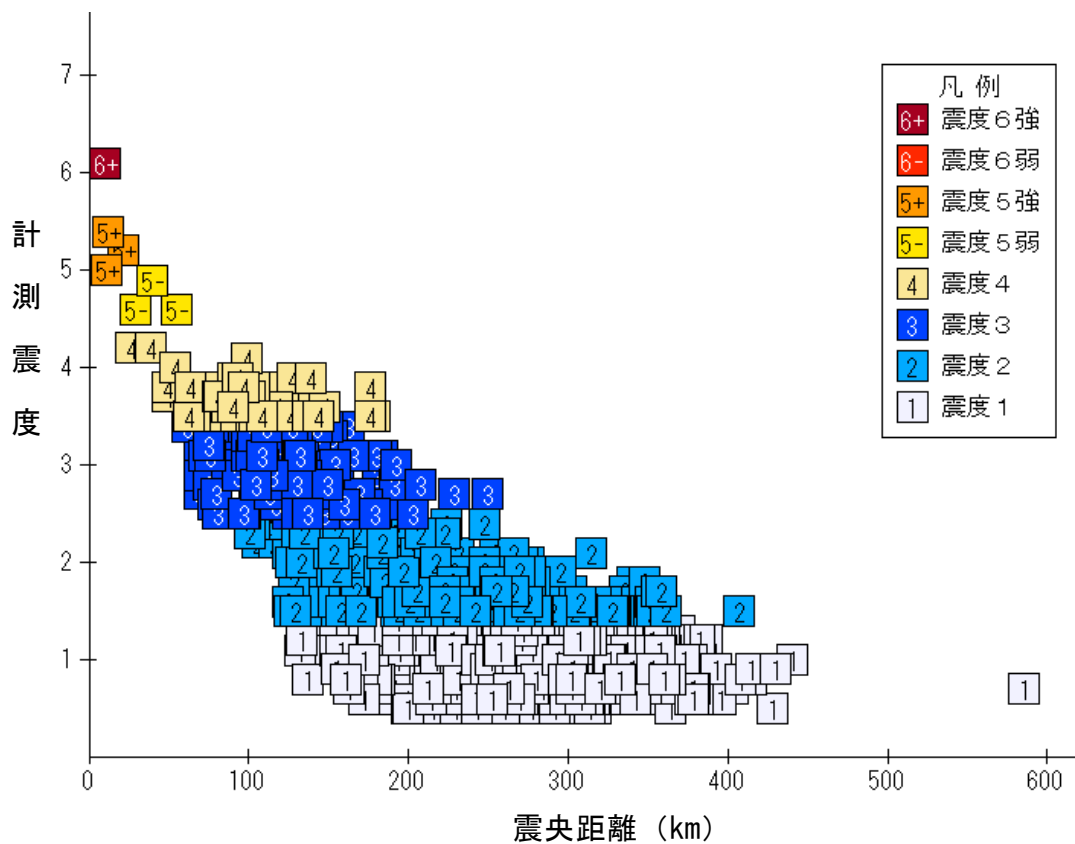


図 3-2 2023 年 5 月 5 日 14 時 42 分 能登半島沖の地震（M6.5、深さ 12km、最大震度 6 強）の各震度観測点における計測震度の距離別分布
 図中のシンボルの中の数字は震度階級

第 2 図 (f) つづき
 Fig. 2(f) Continued.

イ. 5月5日21時58分のM5.9の地震の震度と加速度

この地震の震度分布図を図3-3に、震度5弱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、各震度観測点における計測震度の距離別分布を図3-4に示す。

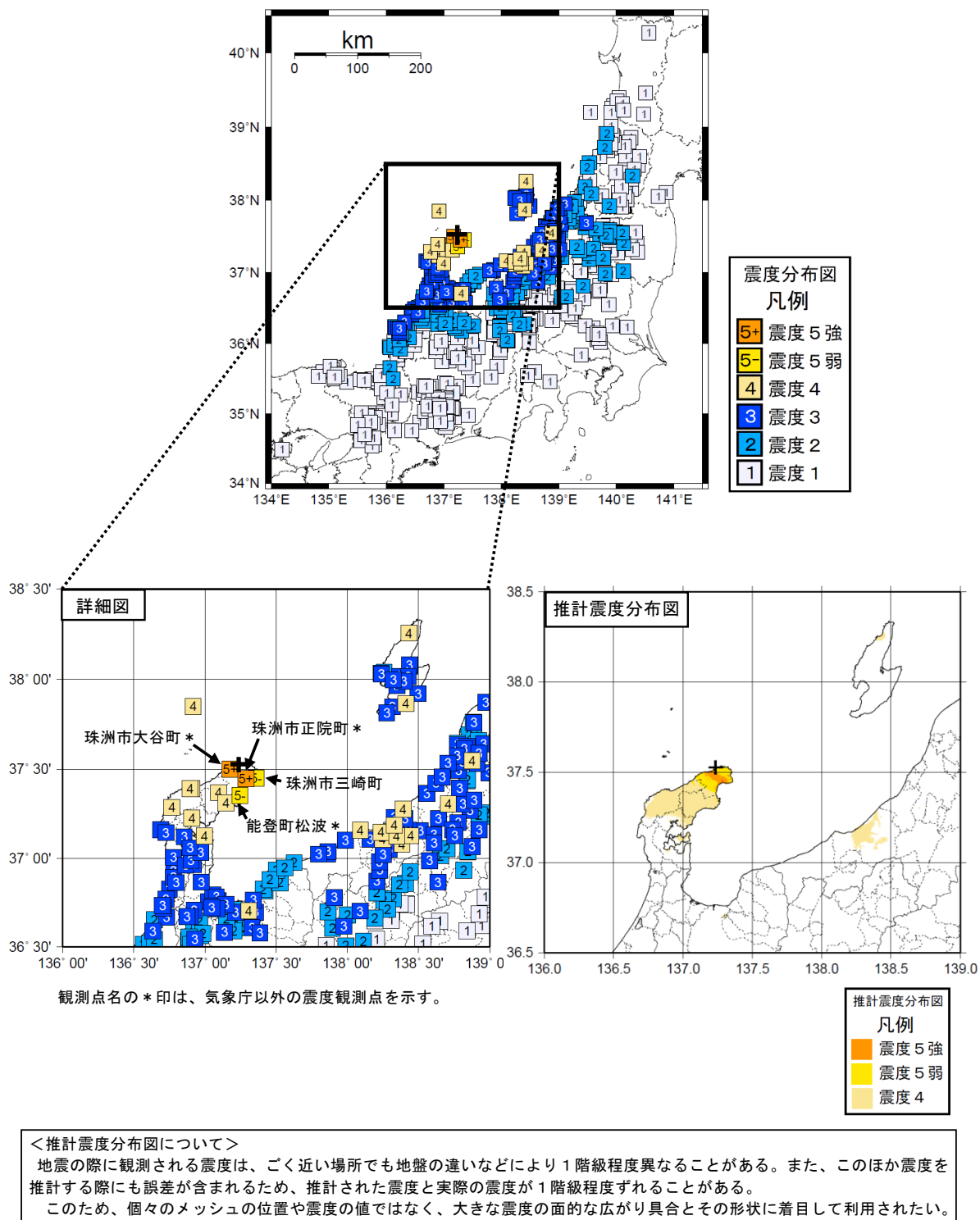


図3-3 2023年5月5日21時58分 石川県能登地方の地震(M5.9、深さ14km、最大震度5強)の震度分布図及び推計震度分布図(+印は震央を表す)

第2図(f) つづき
Fig.2(f) Continued.

表 3-2 2023 年 5 月 5 日 21 時 58 分 能登半島沖の地震の計測震度および最大加速度（震度 5 弱以上）

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)				
					合成	南北成分	東西成分	上下成分	震央距離(km)
石川県	珠洲市	珠洲市正院町*	5 強	5.4	409.7	361.1	264.6	297.3	9.9
石川県	珠洲市	珠洲市大谷町*	5 強	5.1	624.9	361.3	570.9	192.1	6.0
石川県	珠洲市	珠洲市三崎町	5 弱	4.8	320.2	165.3	283.4	98.0	13.8
石川県	能登町	能登町松波*	5 弱	4.6	232.8	171.3	196.1	119.1	19.2

*は気象庁以外の震度観測点を示す。

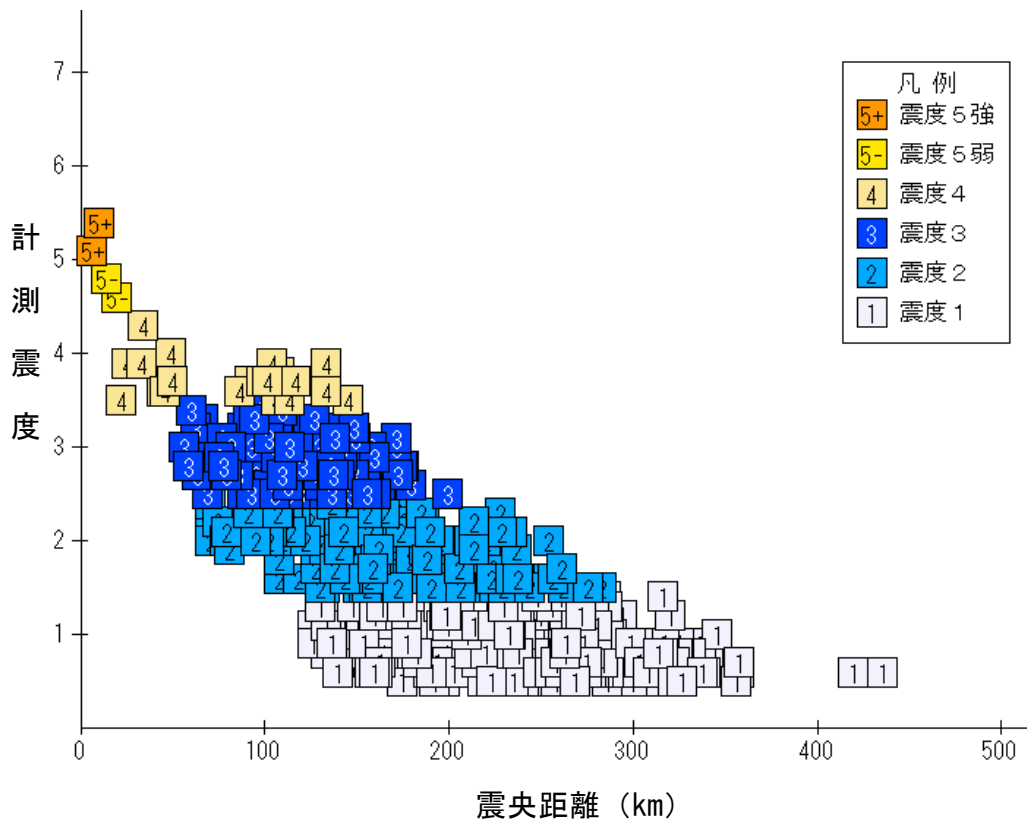


図 3-4 2023 年 5 月 5 日 21 時 58 分 能登半島沖の地震 (M5.9、深さ 14km、最大震度 5 強) の各震度観測点における計測震度の距離別分布
 図中のシンボルの中の数字は震度階級

第 2 図 (f) つづき
 Fig. 2(f) Continued.

(6) 津波

2023年5月5日14時42分に発生した能登半島沖の地震(M6.5)により、石川県の珠洲市長橋で4cm、輪島港(港湾局)で10cmの津波を観測した。

表 6-1 津波観測値

都道府県	観測点名	所属	第一波	最大波	
			到達時刻	発現時刻	高さ (cm)
石川県	珠洲市長橋	気象庁	05日 14:46	05日 14:50	4
	輪島港	国土交通省港湾局	05日 15:04	05日 15:26	10

※観測値は後日の精査により変更される場合がある
 ※所属機関の観測波形データをもとに気象庁が読み取った値
 - は値が決定できないことを示す

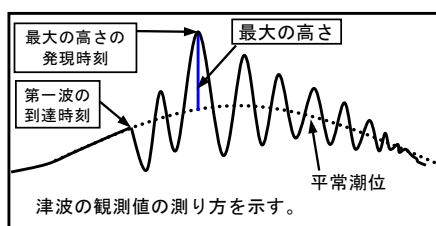


図 6-1 津波の測り方の模式

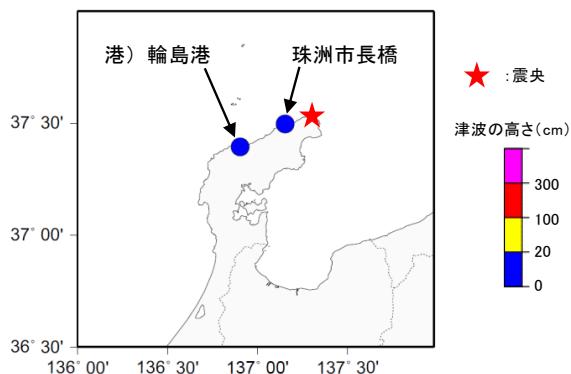


図 6-2 津波を観測した地点

※ 港) は国土交通省港湾局の所属であることを示す。

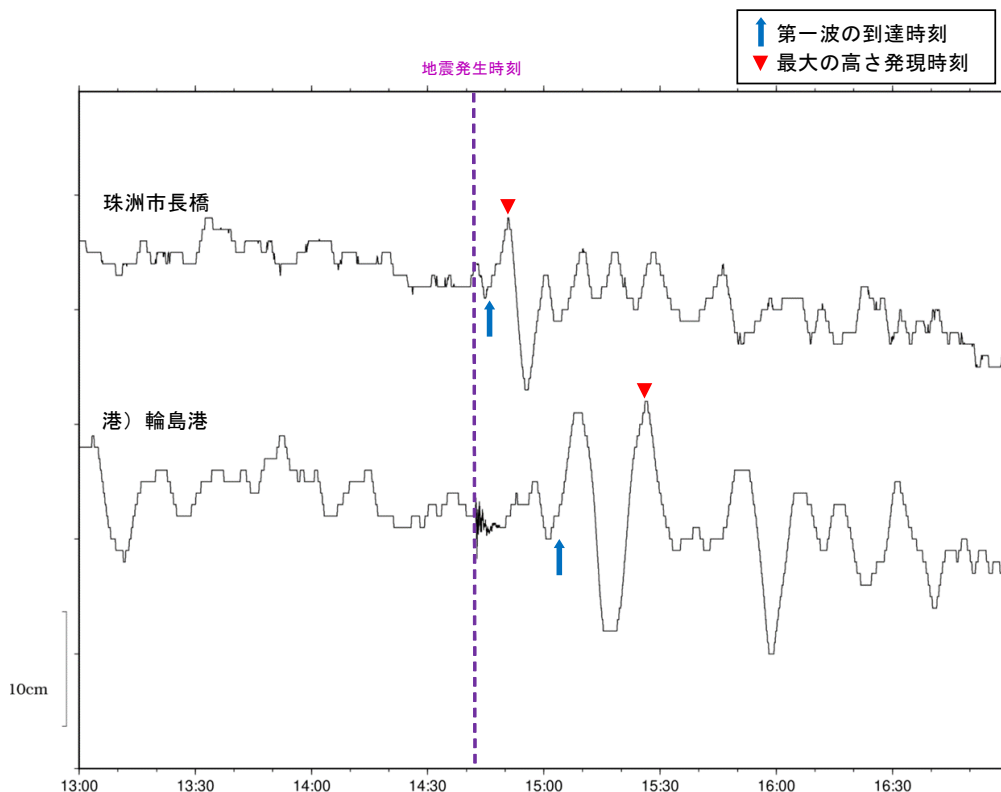


図 6-3 津波波形

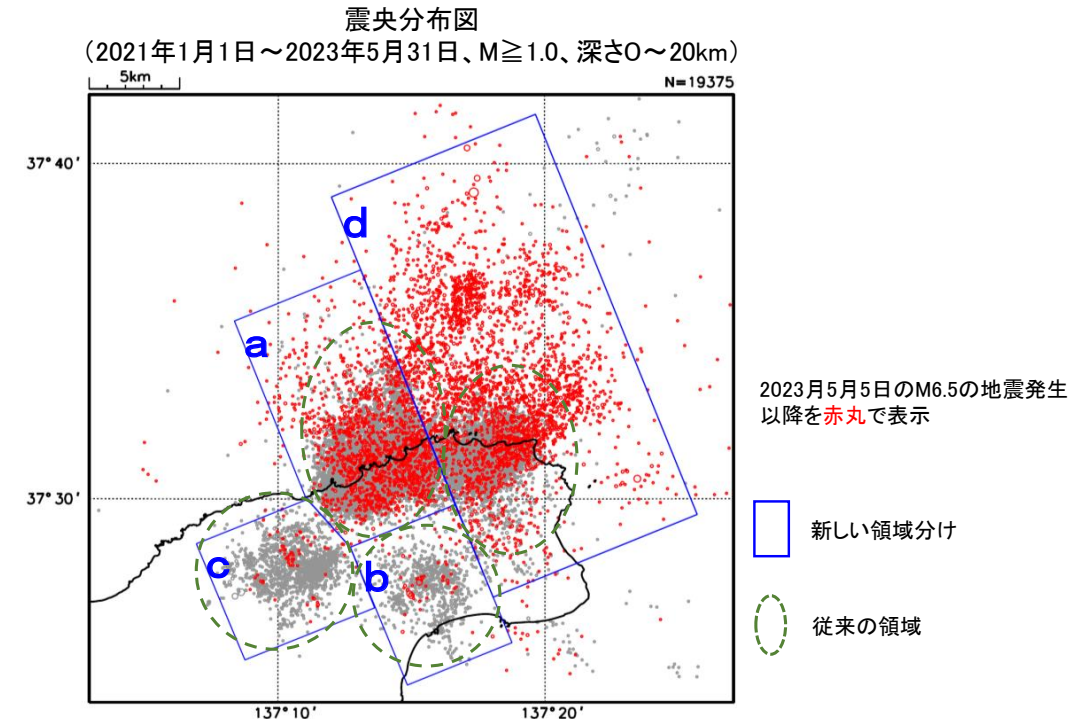
※ 港) は国土交通省港湾局の所属であることを示す。

第 2 図 (g) つづき
 Fig. 2(g) Continued.

石川県能登地方の地震活動 領域分けの変更

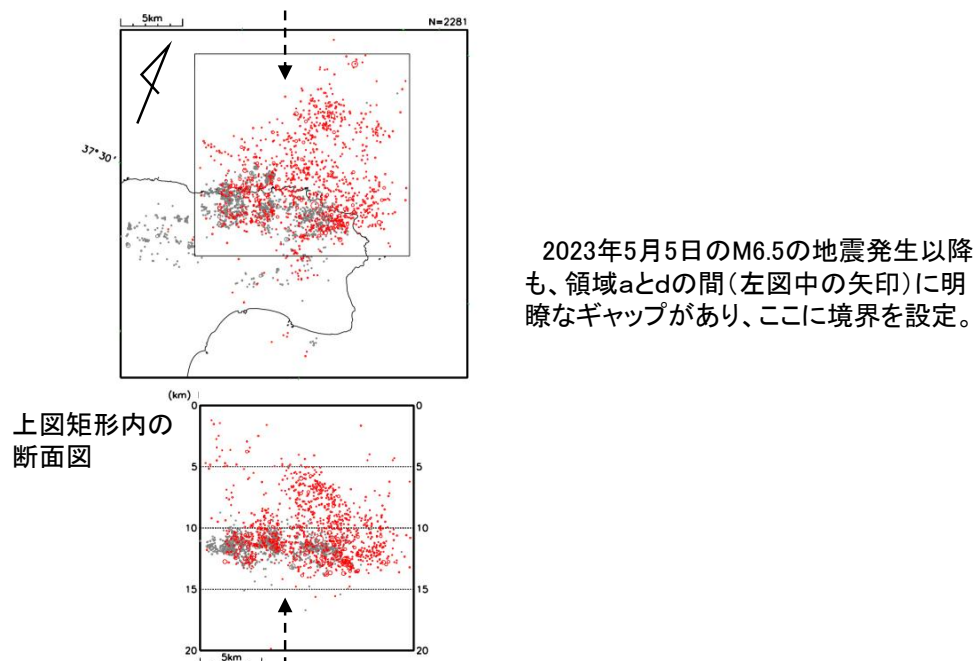
(参考)

2023年5月5日のM6.5の地震発生以降、地震活動域が広がったことから、領域を下記の様に再設定した。基本的に従来同様、今後も主にa~dの4領域に分けて監視・評価を行う。



領域分けの検討

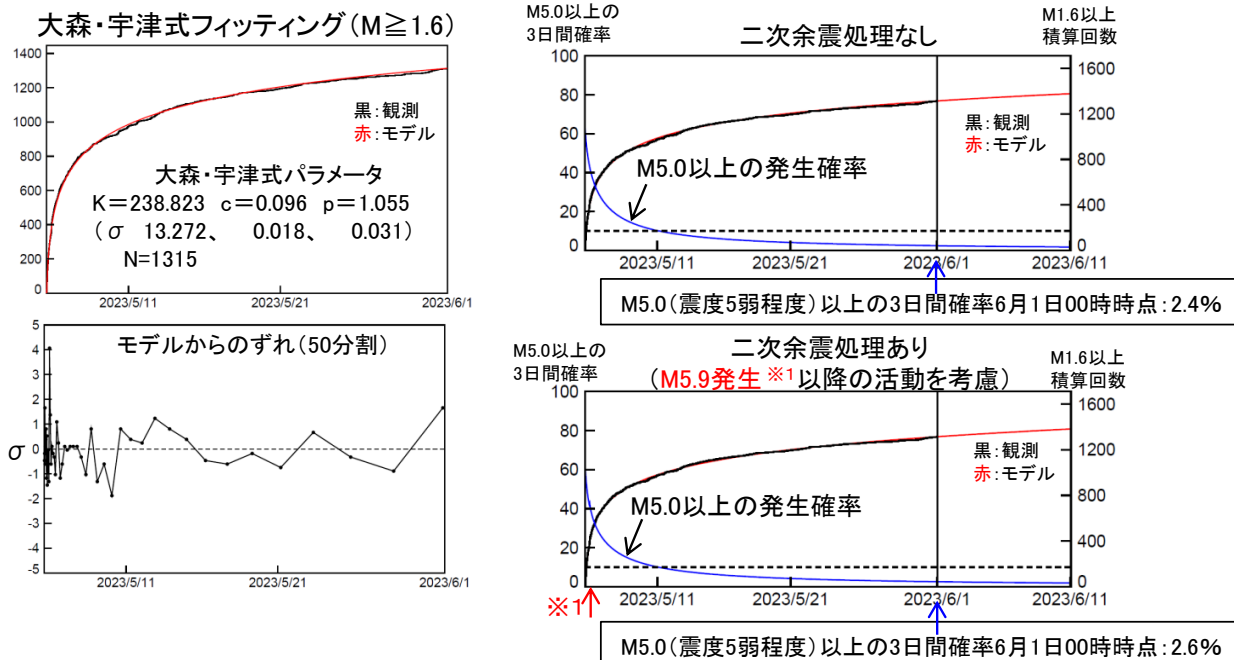
震央分布図
(上図の震央分布図を時計回りに22°回転)



第 2 図 (h) つづき
Fig. 2(h) Continued.

5月5日M6.5の地震発生からの石川県能登地方の地震活動(b値)
 (大森・宇津フィッティング、余震発生確率)

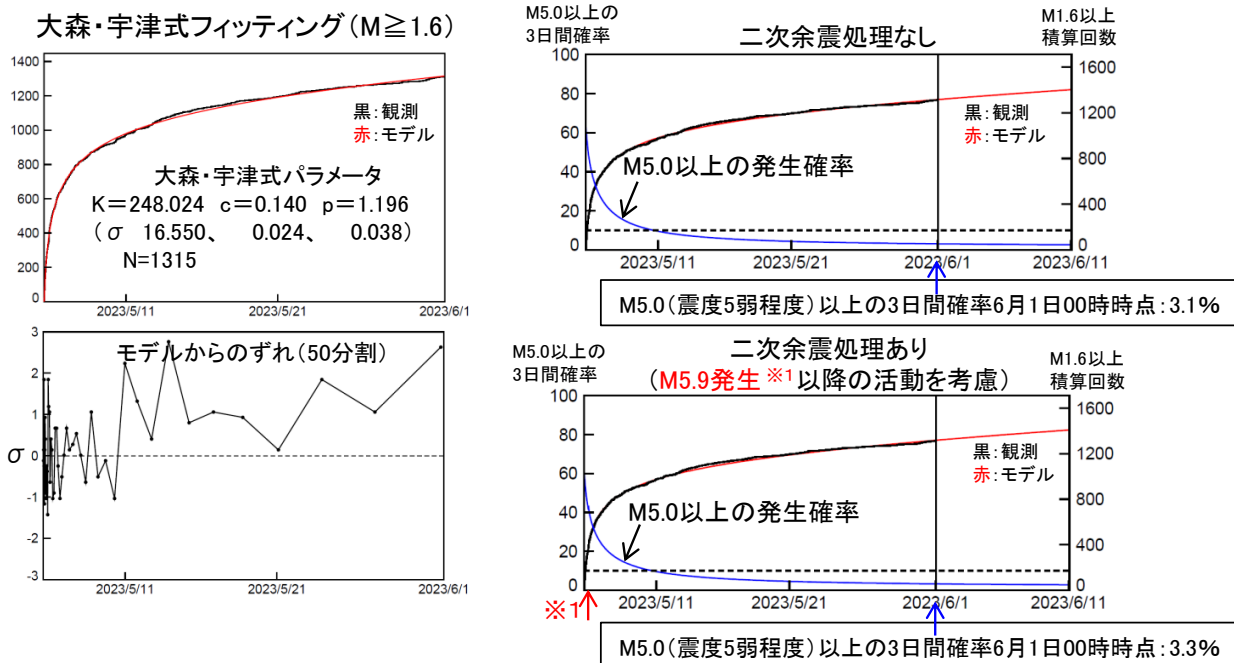
【参考】大森・宇津式+GR(M \geq 1.6)による余震発生確率



定常的な活動を考慮

M6.5発生前の6か月間(2022/11~2023/4)は、M1.6以上が4.6回/日

【参考】大森・宇津式+GR(M \geq 1.6)による余震発生確率



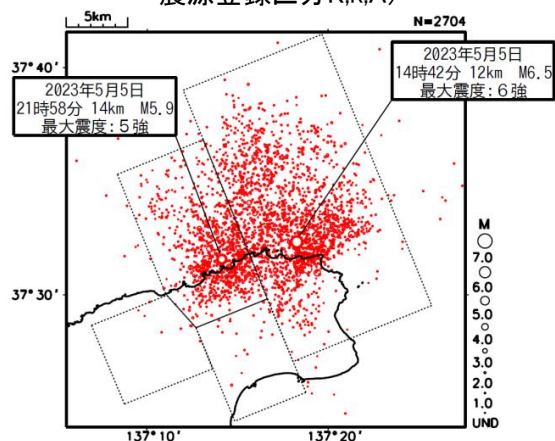
第 2 図 (i) つづき
 Fig. 2(i) Continued.

石川県能登地方の地震活動

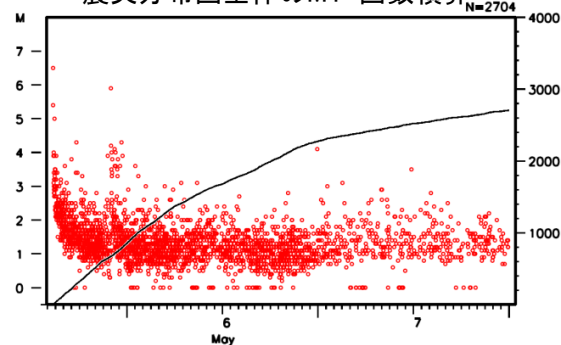
「2023年5月5日14時42分(M6.5発生)～7日24時00分」における震源決定の追加処理

追加処理前

震央分布図
(2023年5月5日14時42分～
7日24時00分、深さ0～25km、M全て、
震源登録区分K,k,A)

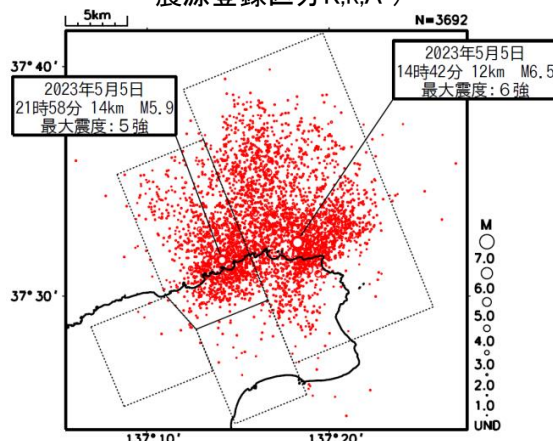


震央分布図全体のMT・回数積算

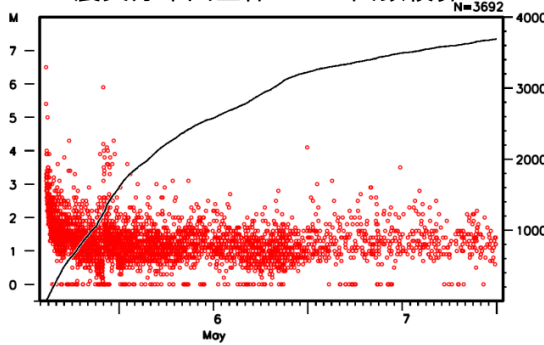


追加処理後

震央分布図
(2023年5月5日14時42分～
7日24時00分、深さ0～25km、M全て、
震源登録区分K,k,A)



震央分布図全体のMT・回数積算



＜追加処理の概要＞

石川県能登地方における「2023年5月5日14時42分(M6.5発生)～5月7日24時00分」の期間は、地震活動の活発化により、震源決定作業に遅れが生じたため、震度1以上を観測した地震は精査検測の対象とし、それ以外は自動決定による震源(以下、自動震源)をそのまま登録した。

そのため、当該期間について、以下の追加処理を行い、**2023年8月21日に一元化震源データに反映した。**

- 登録済みの自動震源について、通常の検測基準に従い、M1.7以上は精査検測、M1.7未満は簡易検測を行った。
- 地震活動の活発化によるトリガレベルの上昇により自動で検知できなかった概ねM1.0を超える地震についても、追加で検測を行った。

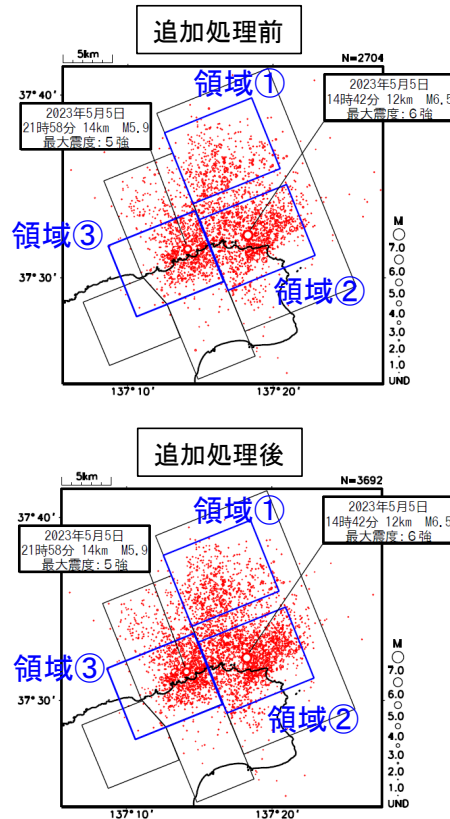
当該期間における追加処理前後の震源データを左図に示す。

第2図(j) つづき
Fig. 2(j) Continued.

石川県能登地方の地震活動

「2023年5月5日14時42分(M6.5発生)～7日24時00分」における震源決定の追加処理(追加処理前後の比較)

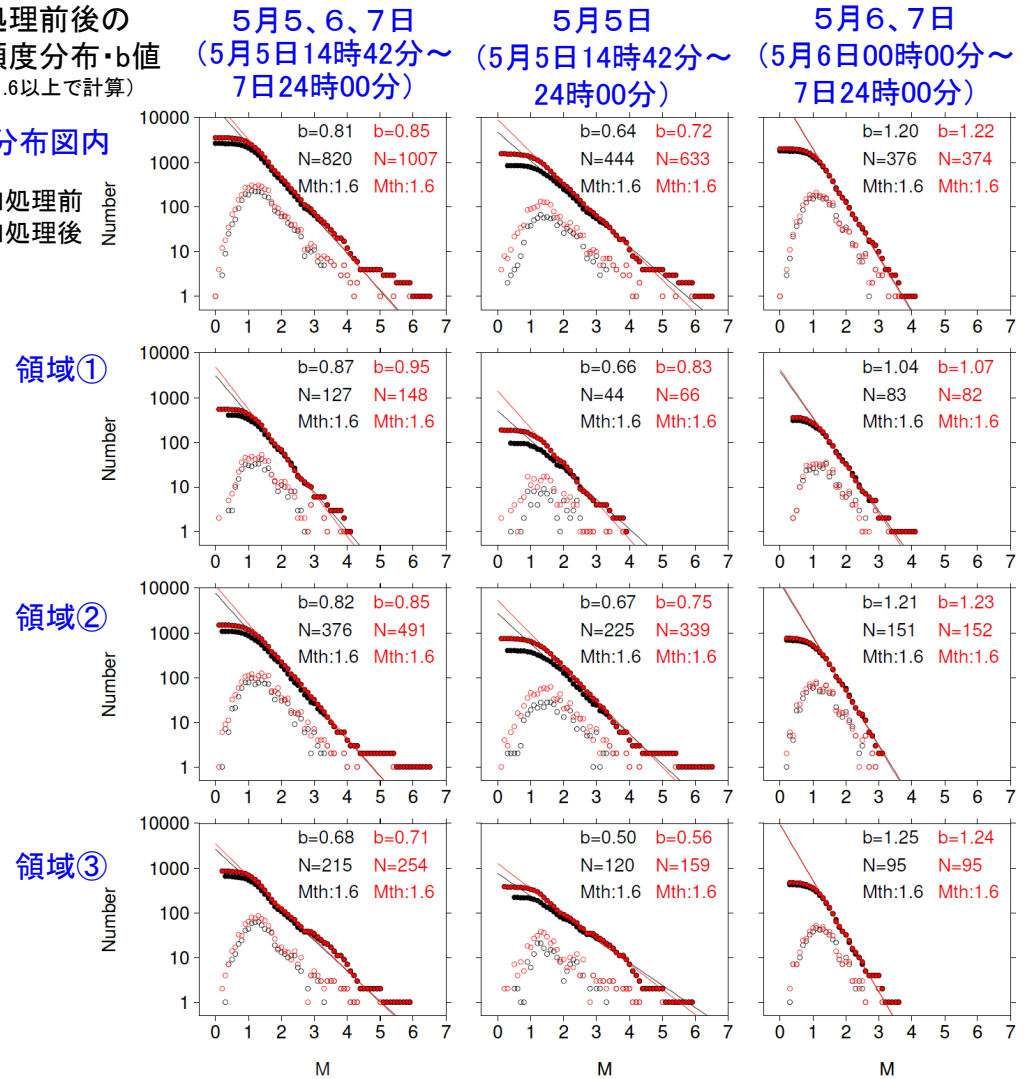
追加処理前後の
震央分布図
(2023年5月5日14時42分～
7日24時00分、深さ0～25km、M全て)



追加処理前後の
規模別頻度分布・b値
(b値はM1.6以上で計算)

震央分布図内

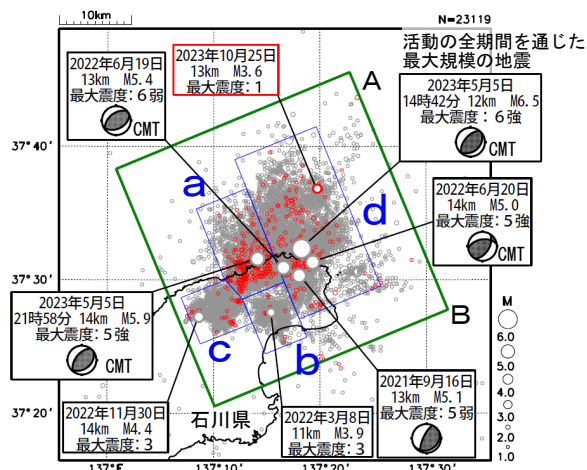
黒: 追加処理前
赤: 追加処理後



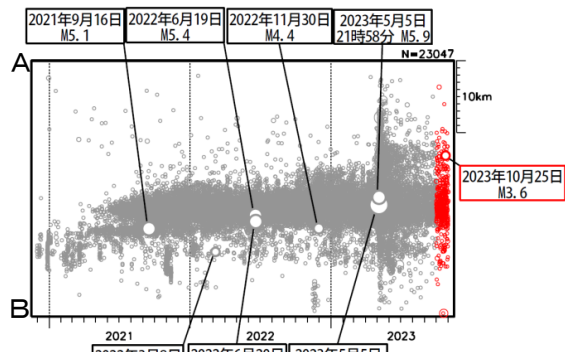
第2図(j) つづき
Fig. 2(j) Continued.

石川県能登地方の地震活動

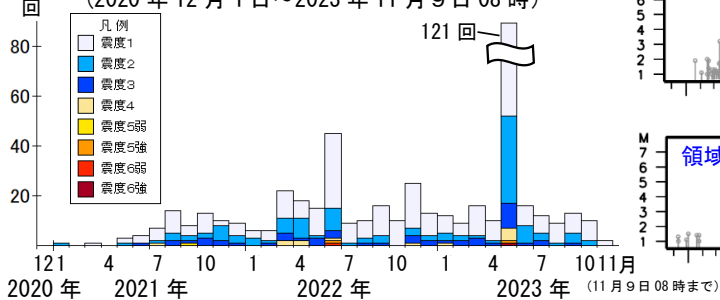
震央分布図
 (2020 年 12 月 1 日～2023 年 10 月 31 日、
 深さ 0～25km、 $M \geq 1.0$)
 2023 年 10 月の地震を赤色で表示
 ・ 黒色の吹き出し：領域 a～d の各領域内で最大規模の地震及び最大震度 5 弱以上の地震
 ・ 赤色の吹き出し：緑色矩形内で 2023 年 10 月中の最大規模の地震



上図緑色矩形内の時空間分布図 (A-B 投影)



上図緑色矩形内の地震の月別震度別発生回数
 (2020 年 12 月 1 日～2023 年 11 月 9 日 08 時)



期間別・震度別の地震発生回数表

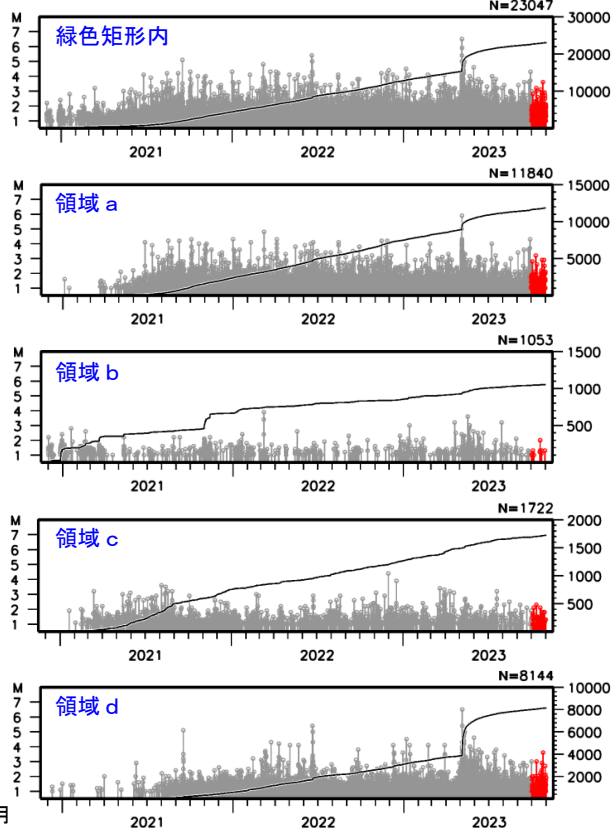
期間	最大震度別回数								
	1	2	3	4	5弱	5強	6弱	6強	計
2020 年 12 月 1 日 ～2023 年 9 月 30 日	301	115	49	13	1	2	1	1	483
2023 年 10 月 1 日～31 日	8	2	0	0	0	0	0	0	10
2023 年 11 月 1 日～9 日 08 時	2	0	0	0	0	0	0	0	2
計	311	117	49	13	1	2	1	1	495

石川県能登地方(震央分布図の緑色矩形内)では、2018 年頃から地震回数が増加傾向にあり、2020 年 12 月から地震活動が活発になり、2021 年 7 月頃からさらに活発になっている。2023 年 10 月中も活発な状態が継続している。2023 年 10 月中の最大規模の地震は、25 日に発生した M3.6 の地震(最大震度 1)である。なお、活動の全期間を通じた最大規模の地震は、2023 年 5 月 5 日 14 時 42 分に発生した M6.5 の地震(最大震度 6 強)である。

2023 年 5 月 5 日に M6.5 の地震(最大震度 6 強)が発生した後、地震活動がさらに活発になっていたが、時間の経過とともに地震の発生数は減少している。

緑色矩形領域内で震度 1 以上を観測した地震の回数は、期間別・震度別地震発生回数のグラフ及び表のとおり。

左図緑色矩形内及び領域 a～d 内の
 M-T 図及び回数積算図
 (2020 年 12 月 1 日～2023 年 10 月 31 日)



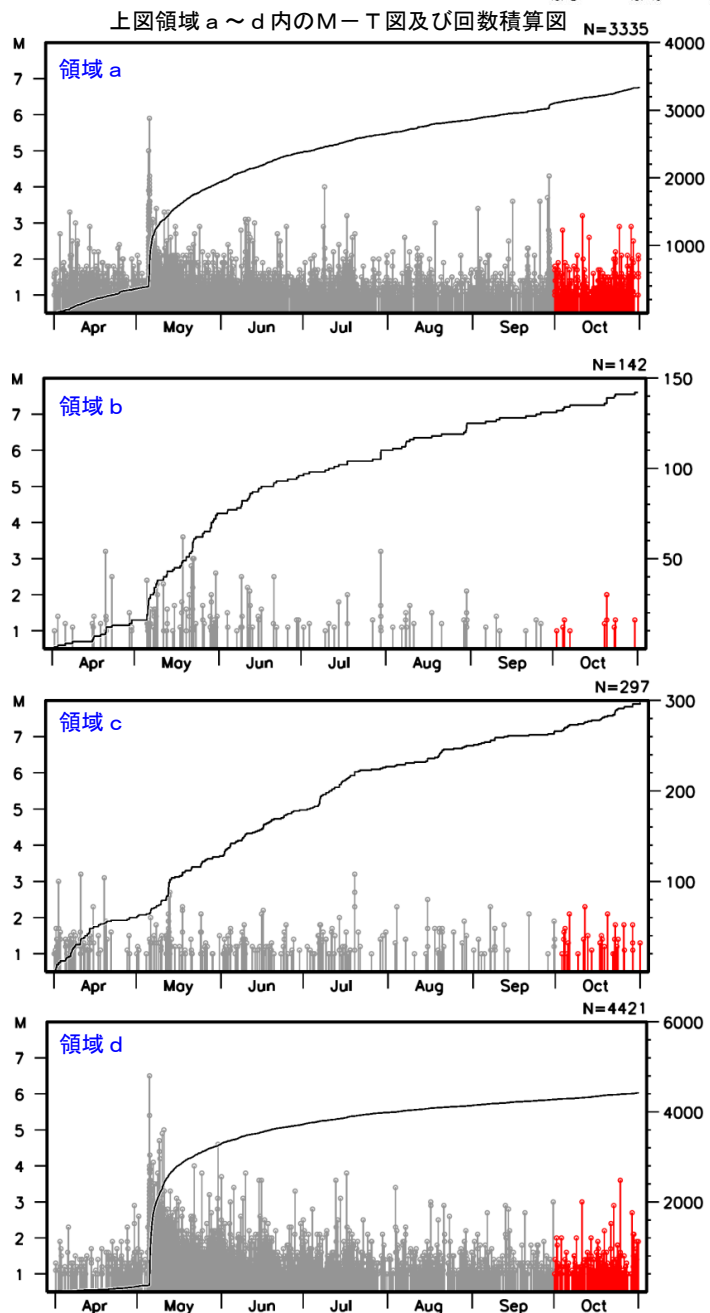
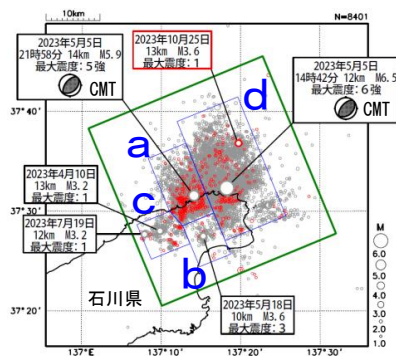
第 2 図 (k) つづき

Fig. 2(k) Continued.

石川県能登地方の地震活動（最近の活動）

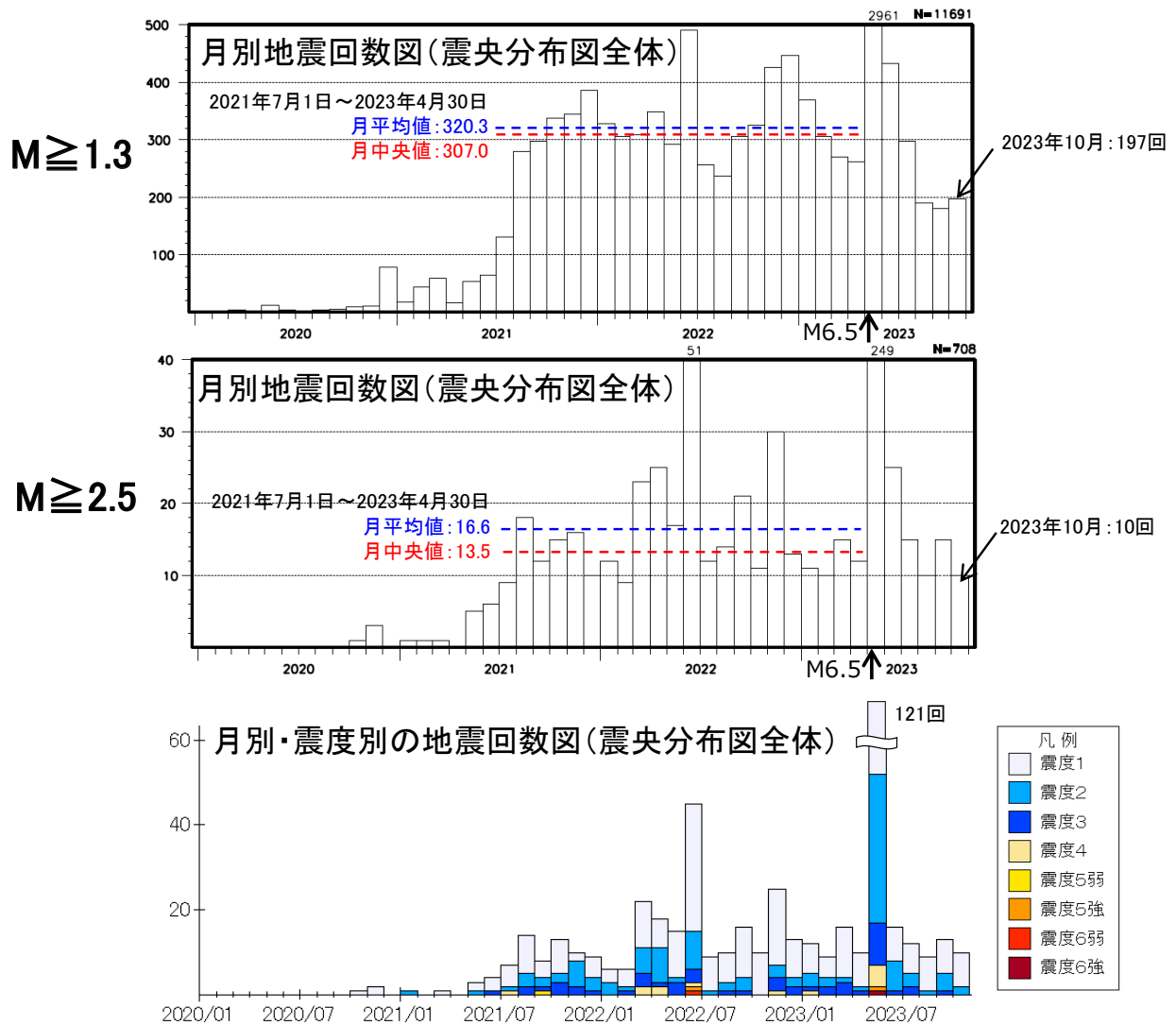
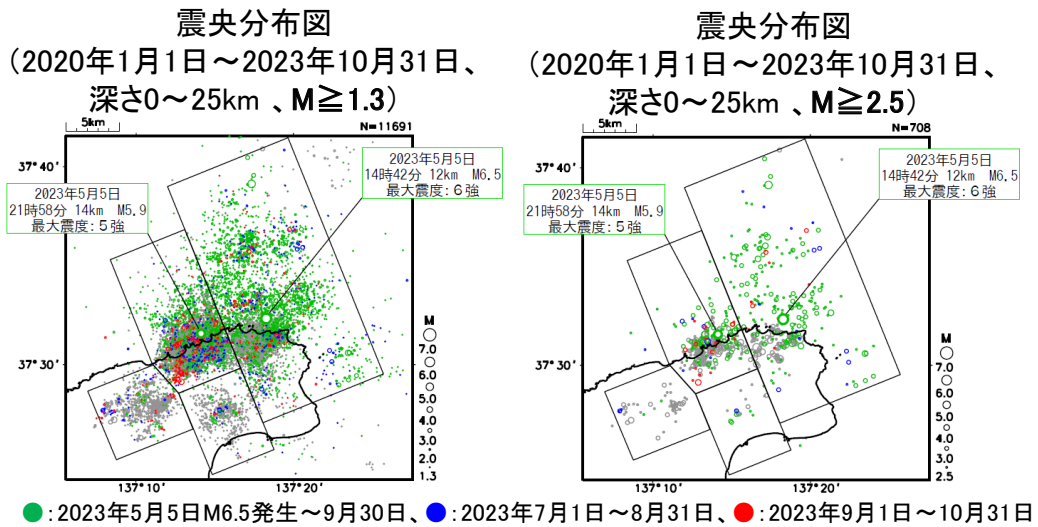
震央分布図
 (2023 年 4 月 1 日～2023 年 10 月 31 日、
 深さ 0～25km、 $M \geq 1.0$)

- 2023 年 10 月の地震を **赤色** で表示
- ・ 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：緑色矩形形で 2023 年 10 月中の最大規模の地震



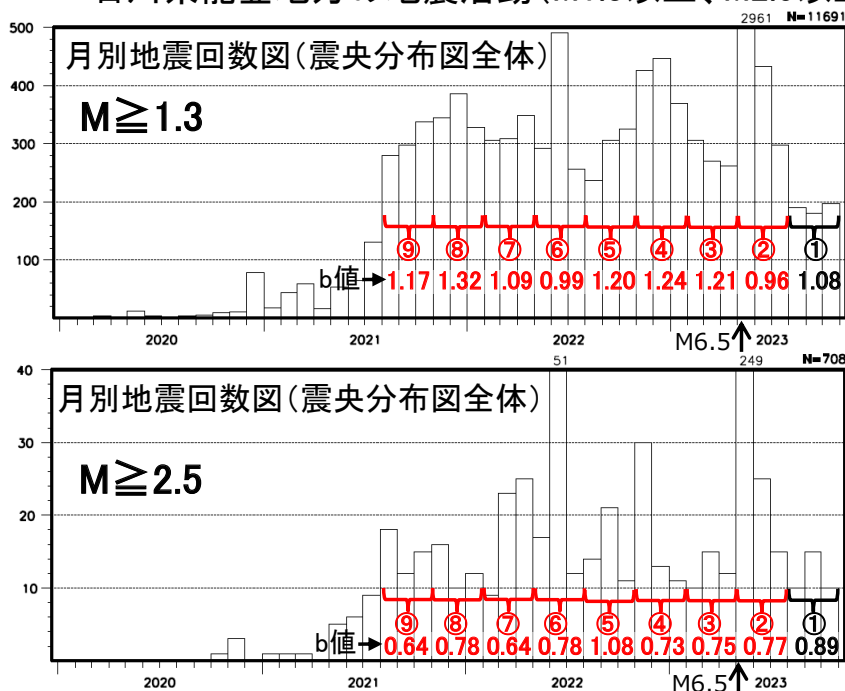
第 2 図 (l) つづき
 Fig. 2(l) Continued.

石川県能登地方の地震活動(月別地震回数)



第 2 図 (m) つづき
Fig. 2(m) Continued.

石川県能登地方の地震活動(M1.3以上、M2.5以上の月別地震回数)

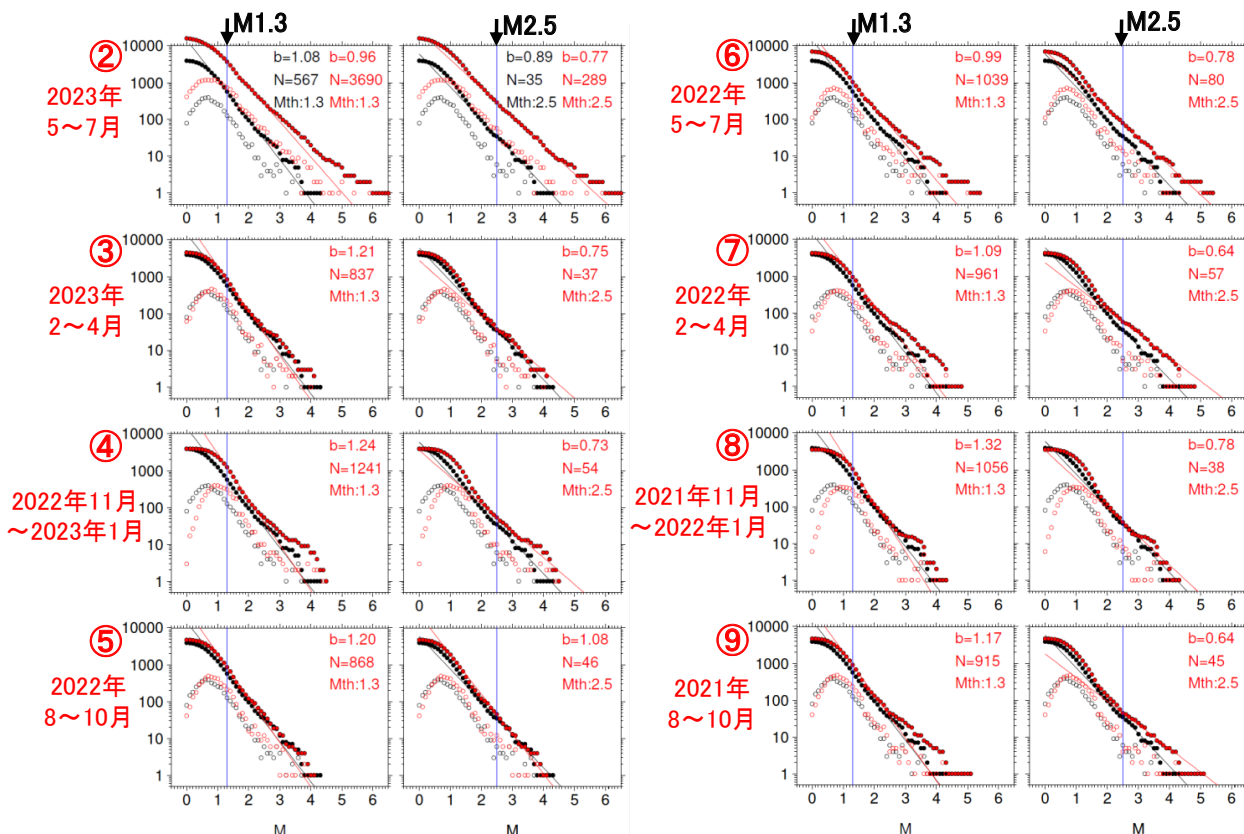


最近(①)と過去(M6.5発生以前:③~⑨)の各3か月分の地震回数を比べると、M1.3以上では最近は少ないが、M2.5以上では過去と同程度か少ない傾向である。

このことを規模別頻度分布で確認すると、最近(①)と過去(M6.5発生以前:③~⑨)の累積回数を比較すると、Mth1.3付近で過去が大きく、Mth2.5付近では同程度か過去がやや大きいという傾向に表れている。また、Mth1.3での最近のb値1.08は過去(b値0.99~1.32)より概ね小さく、Mth2.5での最近のb値0.89は過去(b=0.64~1.08)より概ね大きい傾向であり、上記の回数の特徴が表れている。

最近3か月間(期間①:下図黒丸)と、過去の各3か月間(期間②~⑨:下図赤丸)の規模別頻度分布の比較

塗りつぶしの丸は累積個数を表す

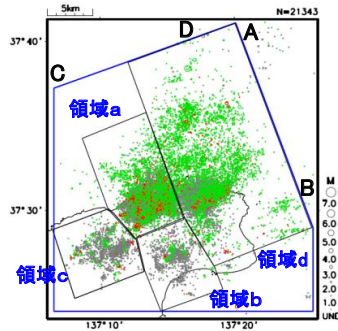


第 2 図 (m) つづき
Fig. 2(m) Continued.

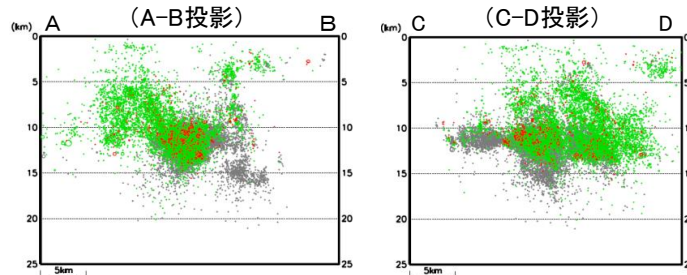
石川県能登地方の地震活動(カタログDD法による再計算震源)

観測点補正值^{※1}を適用した再計算震源に、カタログの検測値を用いたDD法による震源再計算を行った。
 ※1) 臨時観測点を除いた観測点限定(Δ90km程度以内)による再計算震源を用いて求めた観測点補正値を、震源の再計算(臨時観測点を含む)に適用した。震源データ: 2018年1月1日~2023年10月31日、深さ0~25km、M≥1.0(震源計算にあたり観測点の標高は考慮していない)

震央分布図
 (2020年7月1日~2023年10月31日、
 深さ0~25km、M≥1.0)

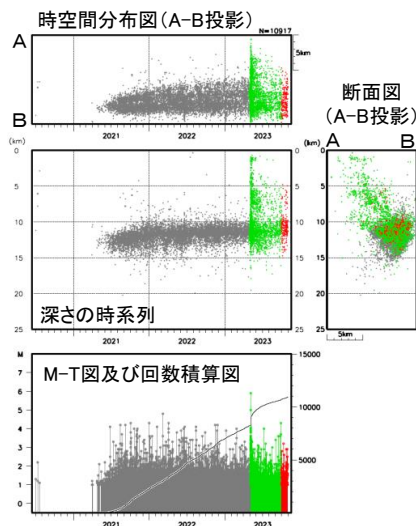


全体(青色領域内)の断面図

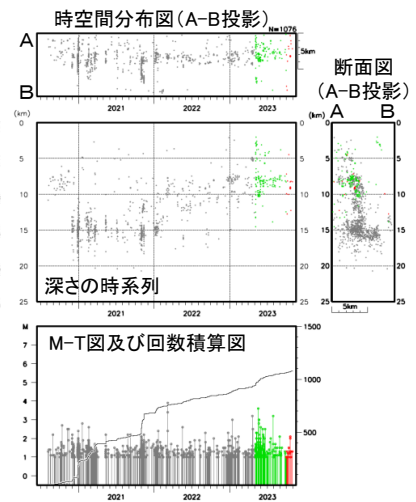


緑丸: 2023年5月5日M6.5発生~9月30日
 赤丸: 2023年10月1日~31日
 灰丸: 上記以外の期間

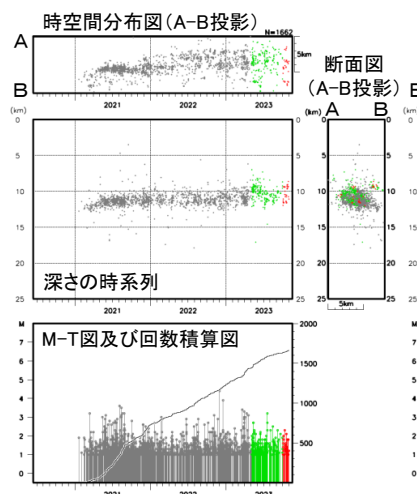
領域a内



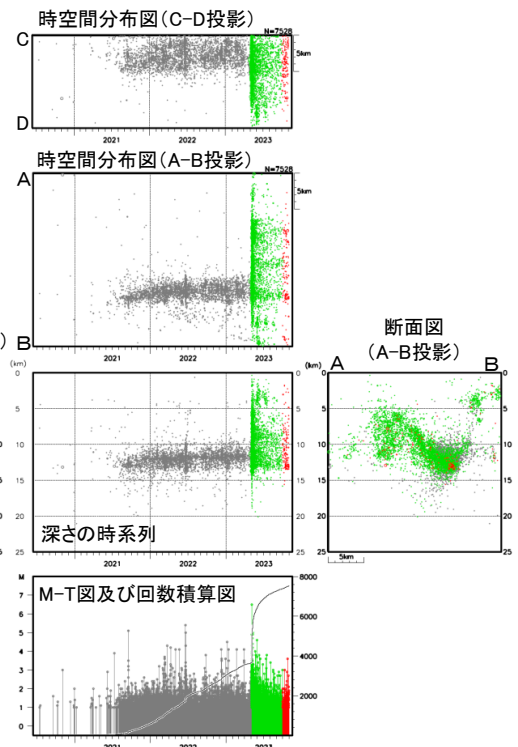
領域b内



領域c内



領域d内



第2図(n) つづき
 Fig. 2(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。

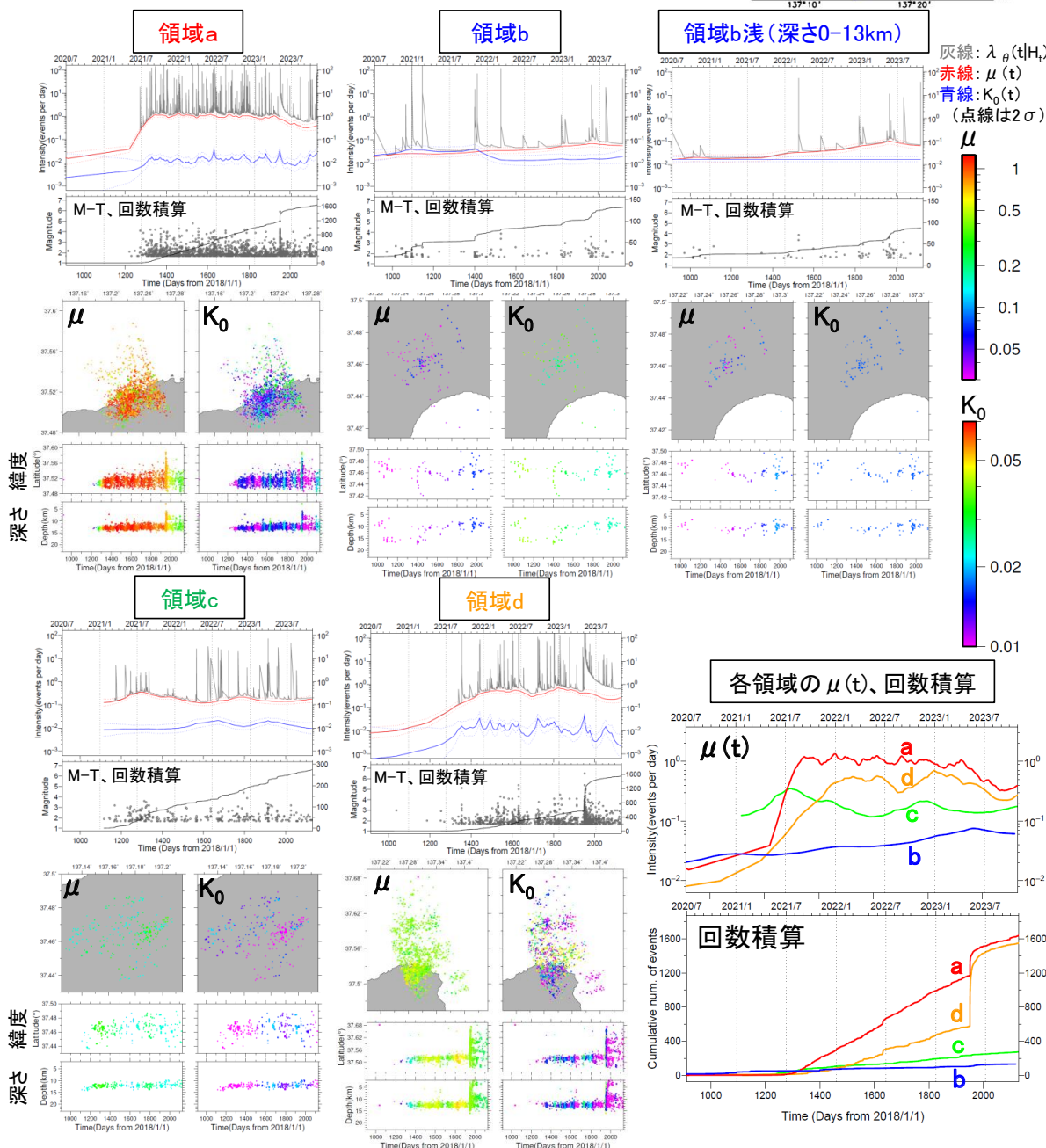
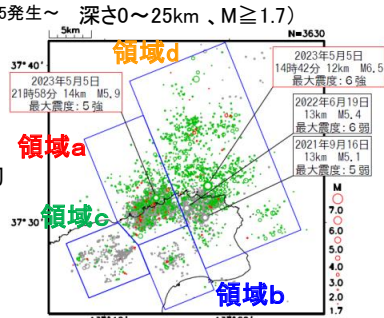
$$\lambda_{\theta}(t|H_t) = \mu(t) + \sum_{\{i:t_i < t\}} \frac{K_0(t_i)e^{\alpha(M_i - M_c)}}{(t - t_i + c)^p}$$

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

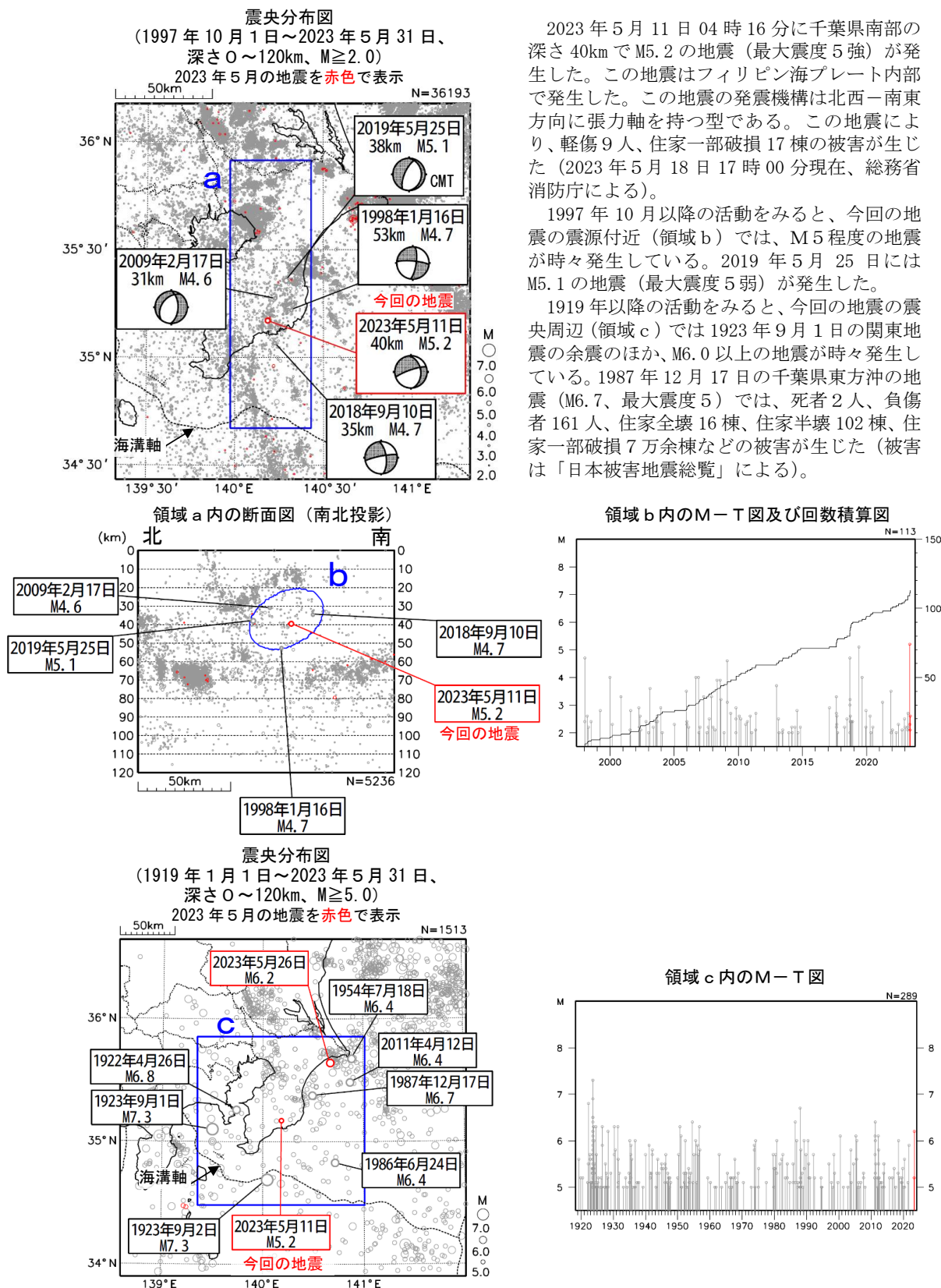
○非定常ETAS解析には右の震央分布図に示す震源データを使用した。 μ 、 K_0 の初期値及び固定値 α 、 c 、 p は、2020年12月までの震央分布図内の主に陸域M1.0以上で定常ETAS解析により求めた値を基本としたが、領域a、c、dの α 、 p は、ABICを比較して先行研究(Ogata, 2011)の今回の活動付近の値とした。
○下の各グラフ・図は、(2020年7月1日～2023年10月31日)を表示。

震央分布図
(2018年1月1日～2023年10月31日、深さ0～25km、 $M \geq 1.7$)



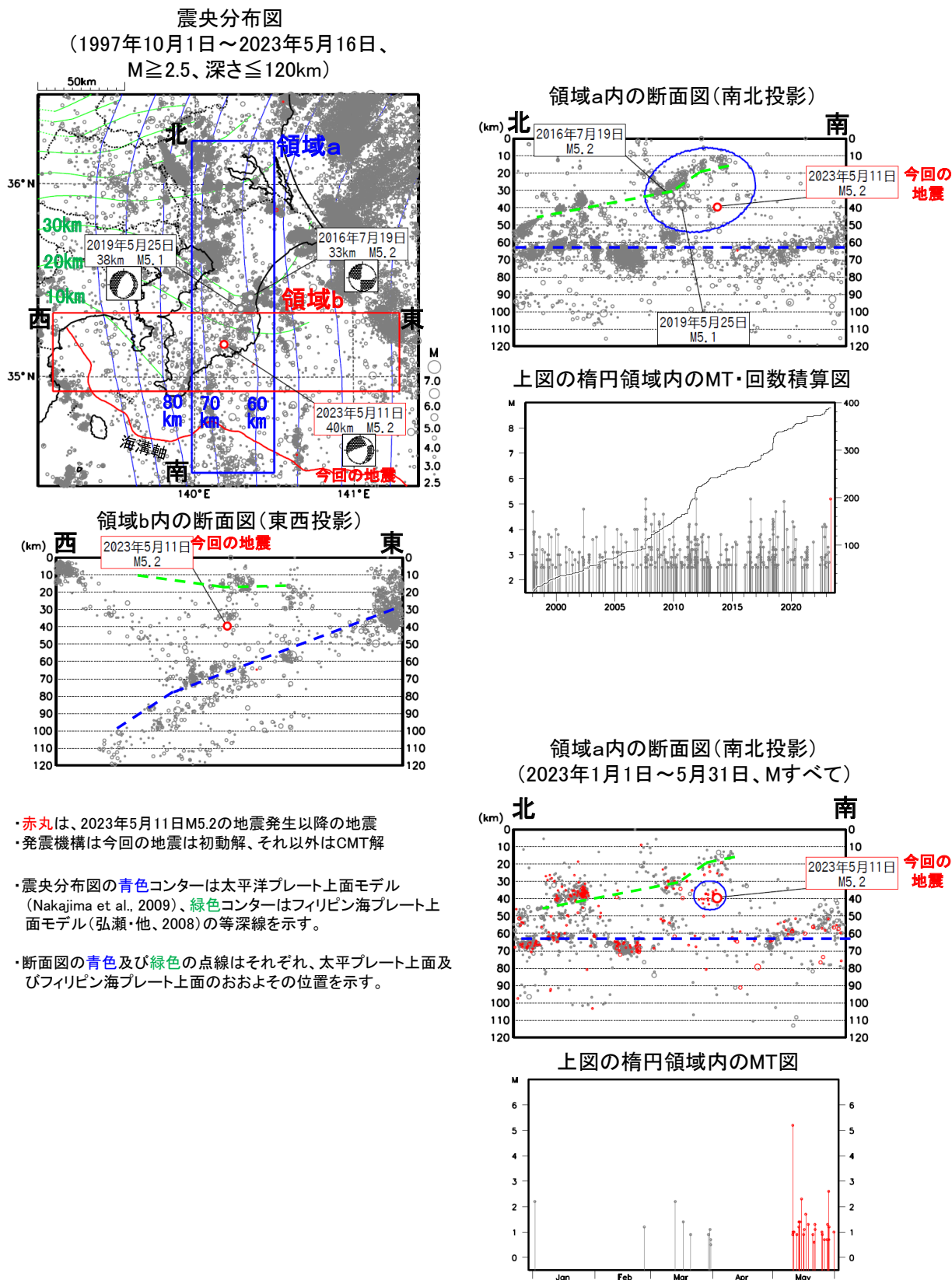
第 2 図 (o) つづき
Fig. 2(o) Continued.

5 月 11 日 千葉県南部の地震



第 3 図 (a) 2023 年 5 月 11 日 千葉県南部の地震
Fig. 3(a) The earthquake in the southern part of Chiba Prefecture on May 11, 2023.

5月11日 千葉県南部の地震(今回の地震活動)



第 3 図 (b) つづき
Fig. 3(b) Continued.

5月11日 千葉県南部の地震(「木更津市富士見」の震度の傾向)

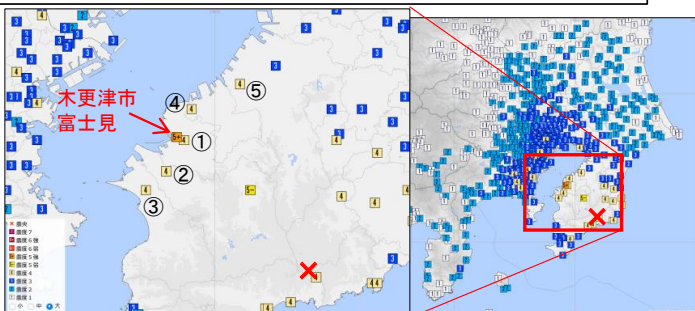
今回の地震では「木更津市富士見」で周辺の観測点よりも大きな震度を観測した。地震発生日に実施した現地調査では震度観測点の観測環境に異常は認められなかった。

過去に観測された「木更津市富士見」の震度は、その周辺で観測された震度に比べて、震央が遠い地震では特に大きい傾向ではなかった(下記調査(1))が、震央に近い千葉県南部の地震では震度が大きくなる傾向がある(下記調査(2))。

今回の地震「2023年05月11日04時16分千葉県南部の地震(M5.2、深さ40km)」の震度分布

- 木更津市富士見(震央距離33km):計測震度 5.2
- 木更津市富士見より15 km以内の観測点との計測震度差

- ①木更津市太田: 計測震度 3.8 (-1.4)
- ②君津市久保: 計測震度 3.7 (-1.5)
- ③富津市下飯野: 計測震度 3.7 (-1.5)
- ④袖ヶ浦市坂戸市場: 計測震度 4.0 (-1.2)
- ⑤市原市姉崎: 計測震度 4.0 (-1.2)

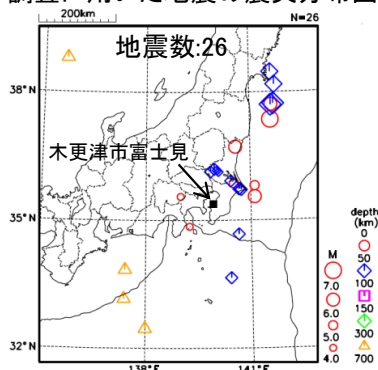


「木更津市富士見」の周辺15km以内の5観測点との計測震度の差を調査

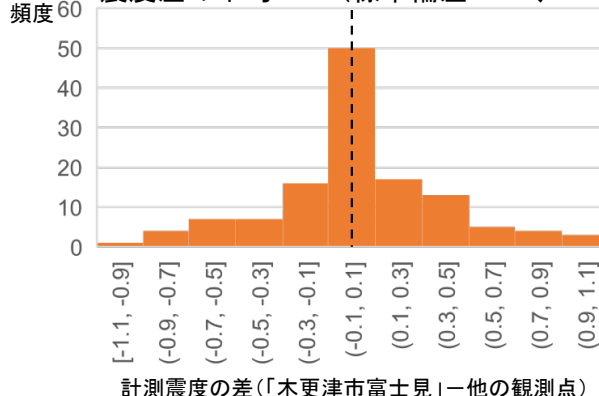
使用した震源データの期間:2015年9月24日(「木更津市富士見」活用以降)~2023年5月10日

- (1)M4.0以上、「木更津市富士見」から震央距離75km以上の地震のうち「木更津市富士見」で計測震度1.5以上

調査に用いた地震の震央分布図

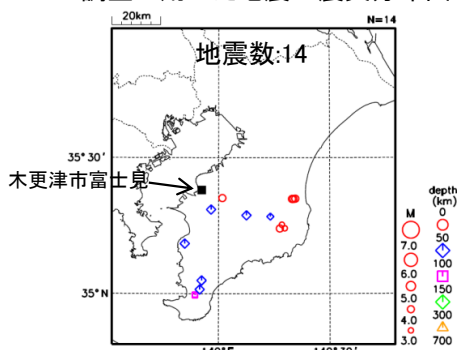


震度差の平均:0.03(標準偏差:0.40、N=127)

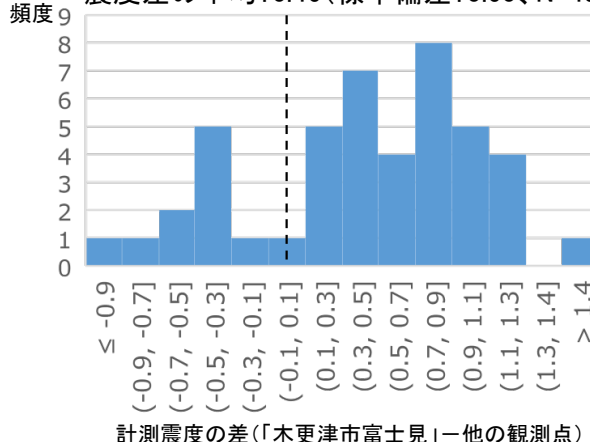


- (2)M3.0以上、「木更津市富士見」から震央が近い地震(震央地名が千葉県南部)のうち「木更津市富士見」で計測震度0.5以上

調査に用いた地震の震央分布図



震度差の平均:0.46(標準偏差:0.60、N=45)



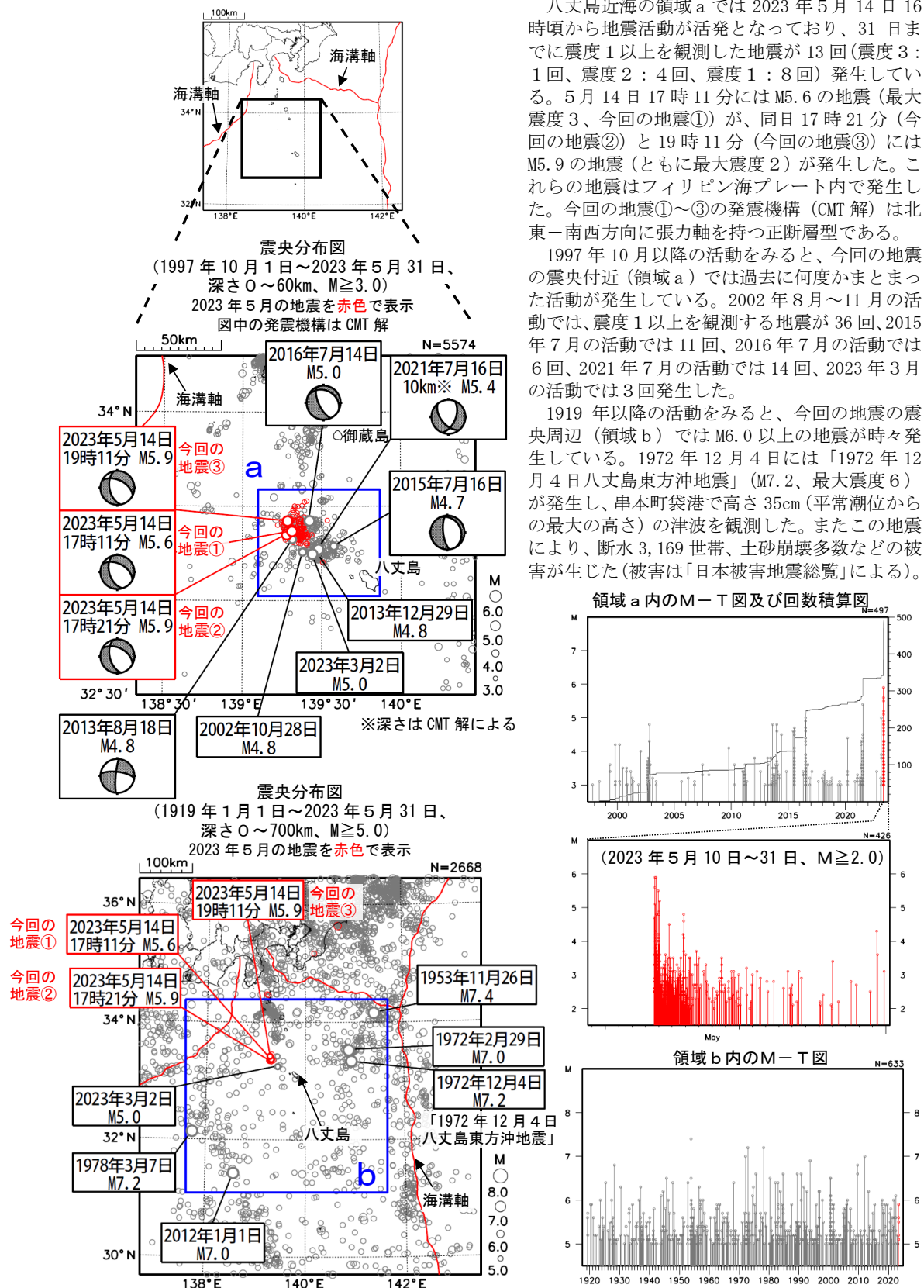
第 3 図 (c) つづき
Fig. 3(c) Continued.

八丈島近海の地震活動

八丈島近海の領域 a では 2023 年 5 月 14 日 16 時頃から地震活動が活発となっており、31 日までに震度 1 以上を観測した地震が 13 回(震度 3 : 1 回、震度 2 : 4 回、震度 1 : 8 回) 発生している。5 月 14 日 17 時 11 分には M5.6 の地震(最大の震度 3、今回の地震①)が、同日 17 時 21 分(今回の地震②)と 19 時 11 分(今回の地震③)には M5.9 の地震(ともに最大の震度 2)が発生した。これらの地震はフィリピン海プレート内で発生した。今回の地震①~③の発震機構(CMT 解)は北東-南西方向に張力軸を持つ正断層型である。

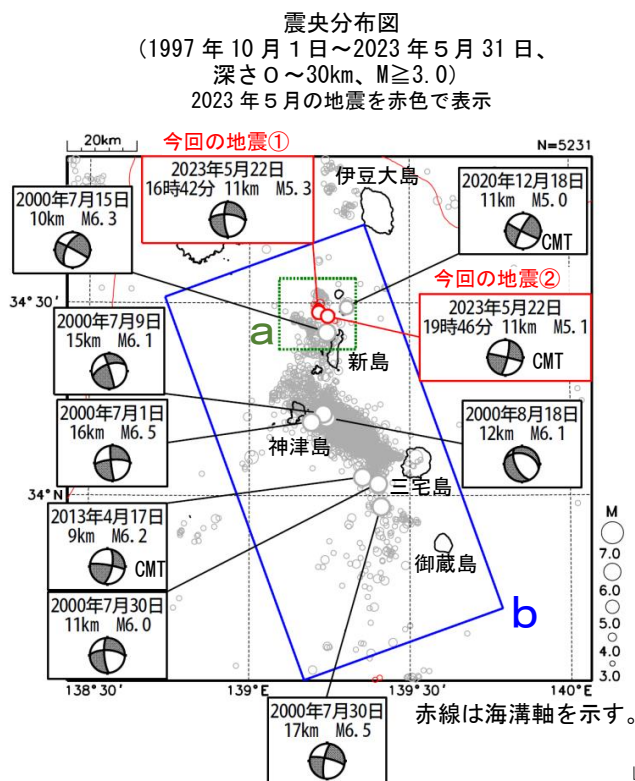
1997 年 10 月以降の活動をみると、今回の地震の震央付近(領域 a)では過去に何度かまとまった活動が発生している。2002 年 8 月~11 月の活動では、震度 1 以上を観測する地震が 36 回、2015 年 7 月の活動では 11 回、2016 年 7 月の活動では 6 回、2021 年 7 月の活動では 14 回、2023 年 3 月の活動では 3 回発生した。

1919 年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域 b)では M6.0 以上の地震が時々発生している。1972 年 12 月 4 日には「1972 年 12 月 4 日八丈島東方沖地震」(M7.2、最大の震度 6)が発生し、串本町袋港で高さ 35cm(平常潮位からの最大の高さ)の津波を観測した。またこの地震により、断水 3、169 世帯、土砂崩壊多数などの被害が生じた(被害は「日本被害地震総覧」による)。



第 4 図 2023 年 5 月 14 日 八丈島近海の地震
 Fig. 4 The earthquake near Hachijojima Island on May 14, 2023.

新島・神津島近海の地震活動

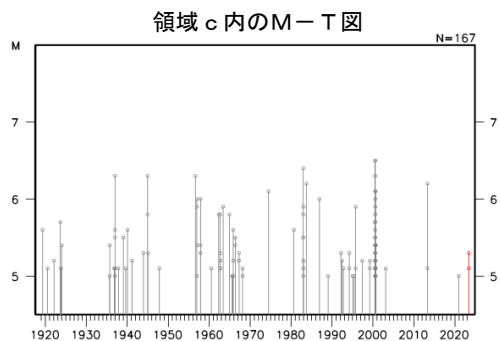
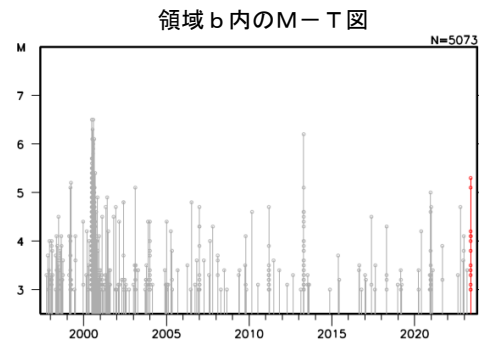
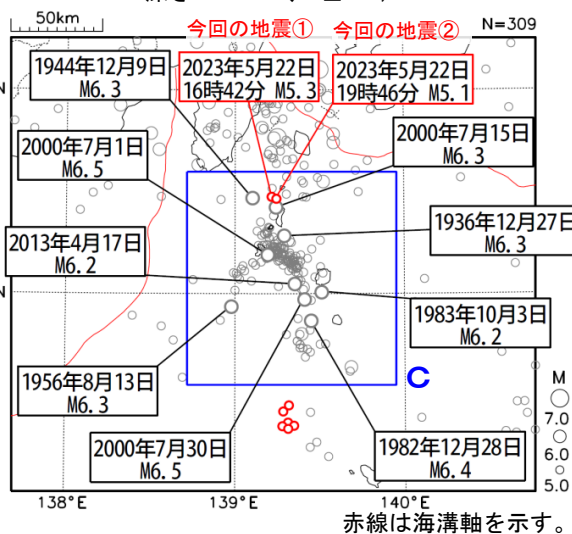
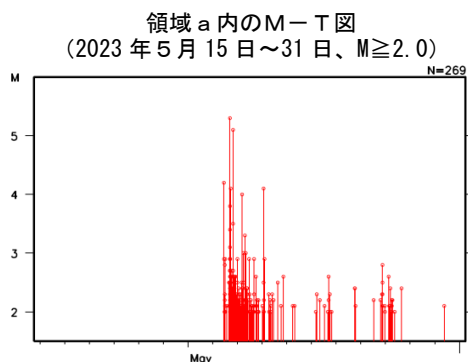


新島・神津島近海の領域 a では、2023 年 5 月 22 日から地震活動が活発となっており、31 日までに震度 1 以上を観測した地震が 61 回（震度 5 弱：1 回、震度 4：1 回、震度 3：4 回、震度 2：13 回、震度 1：42 回）発生している。5 月 22 日 16 時 42 分には深さ 11km で M5.3 の地震（最大震度 5 弱、今回の地震①）が、同日 19 時 46 分には深さ 11km で M5.1 の地震（最大震度 4、今回の地震②）が発生した。これらの地震はフィリピン海プレートの地殻内で発生した。今回の地震①の発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型である。今回の地震②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。

1997 年 10 月以降の活動をみると、新島・神津島から三宅島にかけての領域 b で、三宅島の火山活動が活発であった 2000 年の 7 月から 8 月にかけて M6.0 以上の地震が 6 回発生した。このうち 7 月 1 日に発生した M6.5 の地震により、死者 1 名などの被害が生じた（総務省消防庁による）。

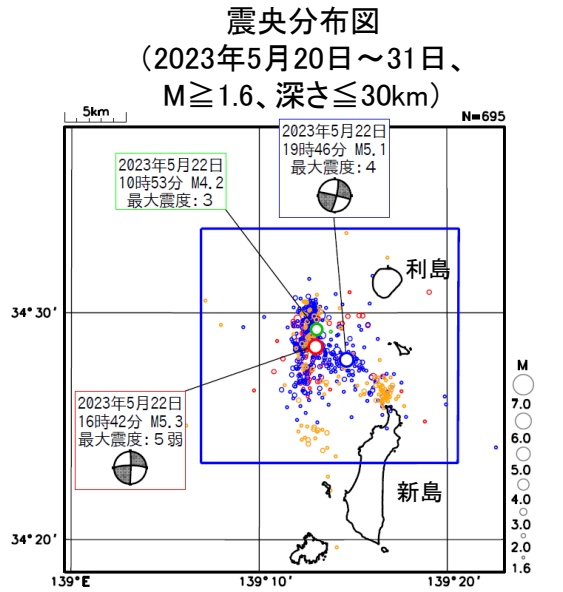
1919 年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺（領域 c）では M6.0 以上の地震が時々発生している。

震央分布図
(1919 年 1 月 1 日～2023 年 5 月 31 日、
深さ 0～30km、 $M \geq 5.0$)

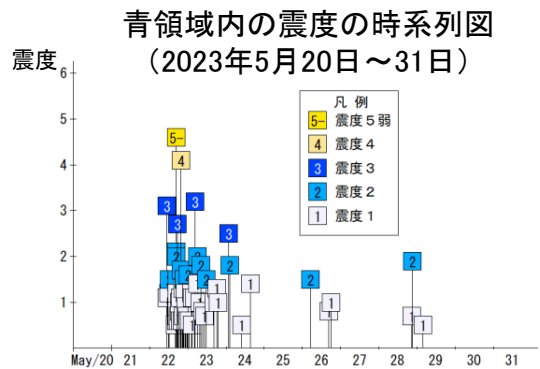
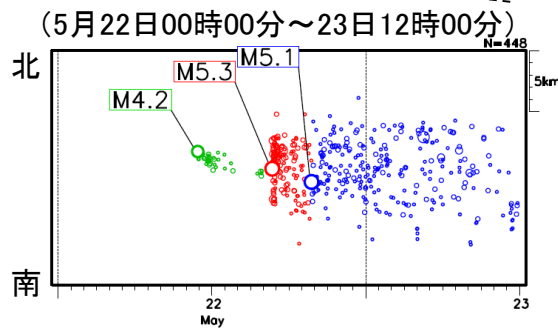
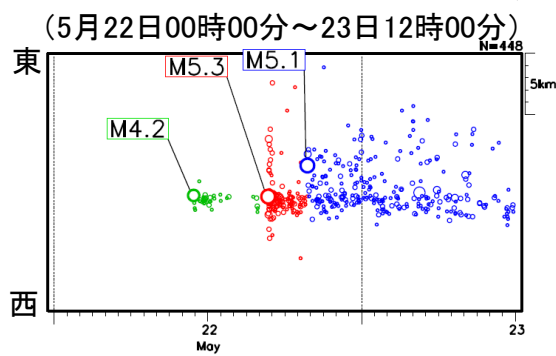
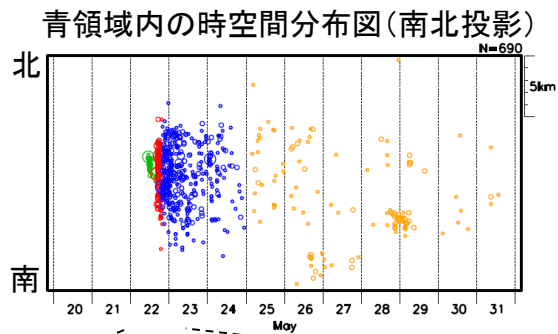
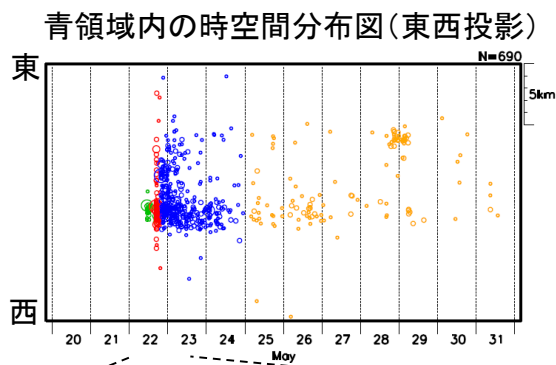
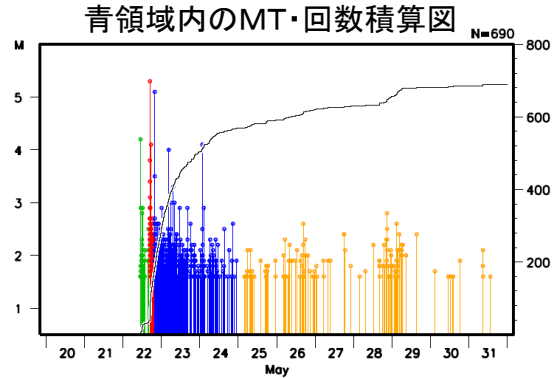


第 5 図 (a) 新島・神津島近海の地震活動
Fig. 5(a) Seismic activity near the Niijima and Kozushima Islands.

新島・神津島近海の地震(地震活動状況)

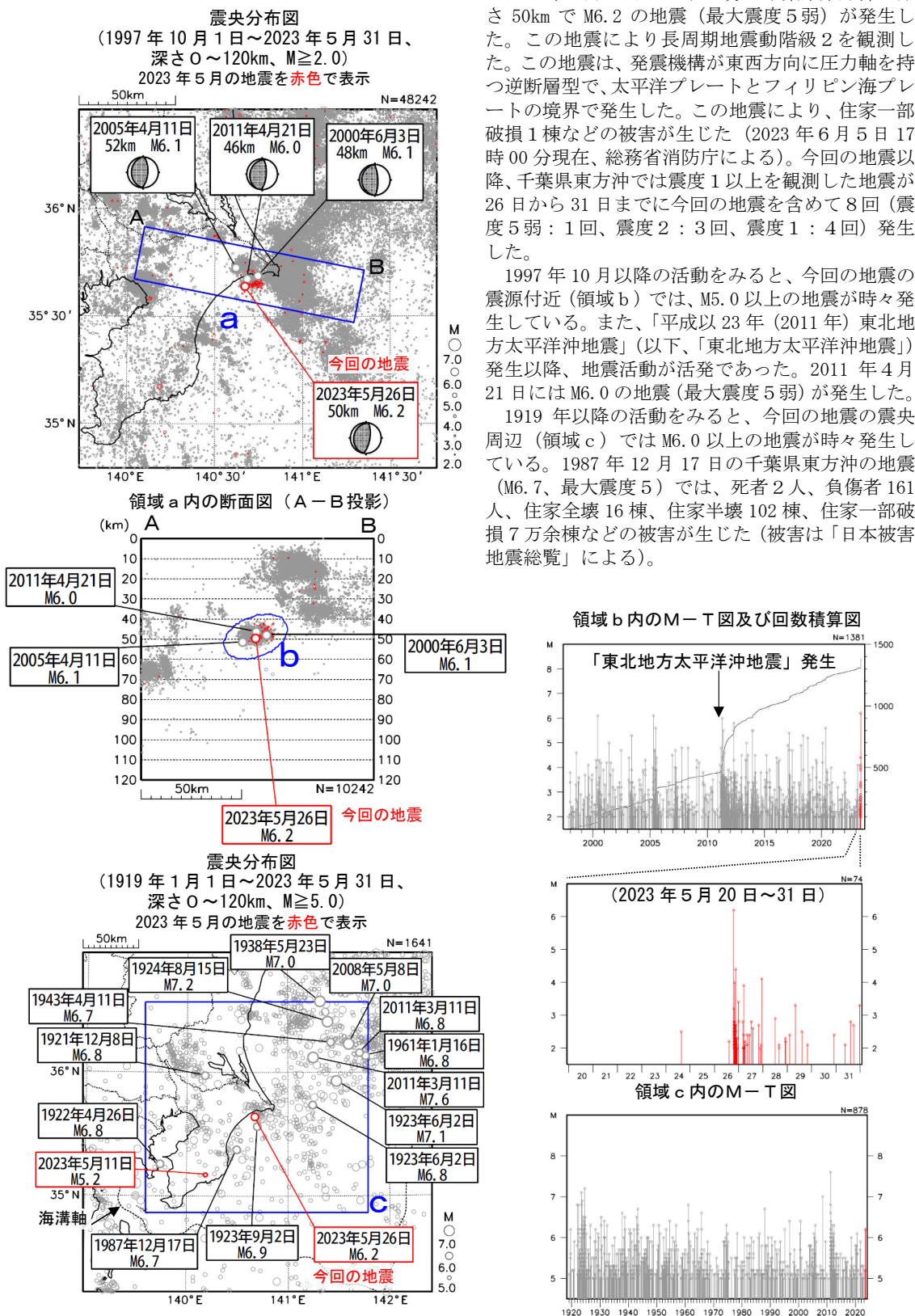


- ・5月22日16時42分のM5.3の地震発生より前を**緑色**
- ・5月22日16時42分のM5.3の地震発生以降を**赤色**
- ・5月22日19時46分のM5.1の地震発生以降を**青色**
- ・5月25日以降を**橙色**



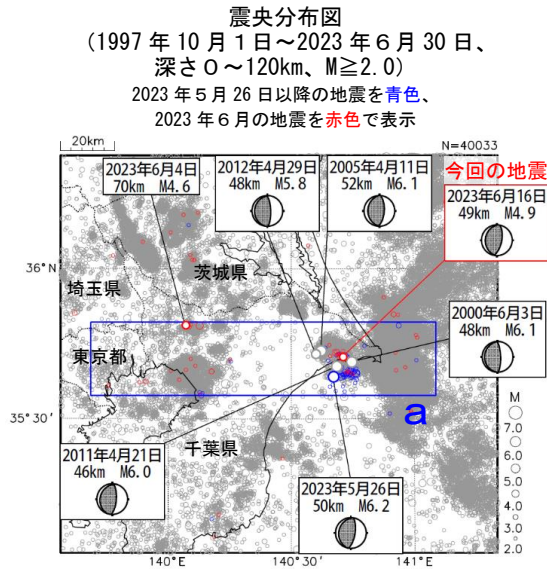
第 5 図 (b) つづき
Fig. 5(b) Continued.

5 月 26 日 千葉県東方沖の地震



第 6 図 (a) 2023 年 5 月 26 日 千葉県東方沖の地震
Fig. 6(a) The earthquake east off Chiba Prefecture on May 26, 2023.

6月16日 千葉県北東部の地震

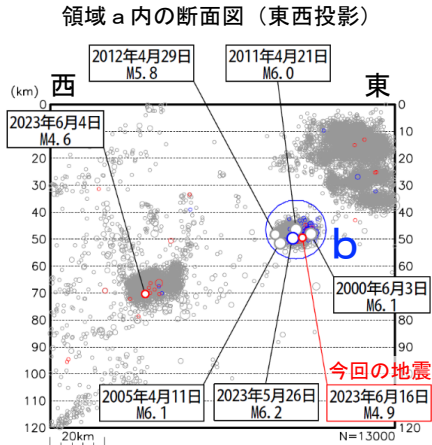


2023年6月16日21時24分に千葉県北東部の深さ49kmでM4.9の地震(最大震度4)が発生した。この地震は、発震機構が東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界で発生した。

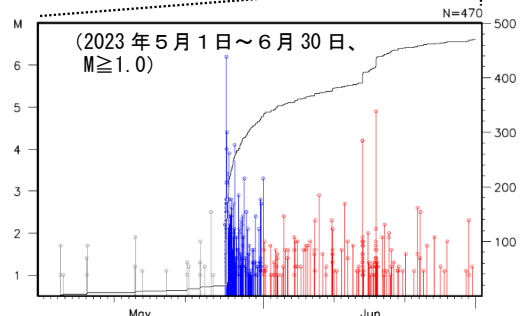
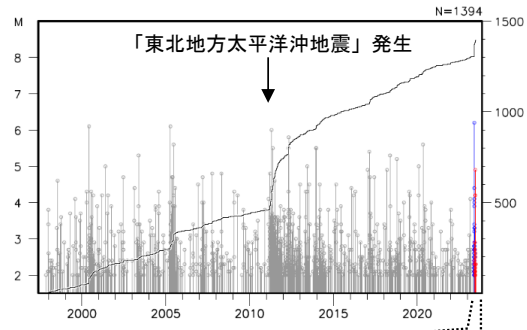
今回の地震の震源付近(領域b)では、2023年5月26日にM6.2の地震(最大震度5弱)が発生した後、今回の地震を含めて、5月26日から6月30日までに震度1以上を観測した地震が12回(震度5弱:1回、震度4:1回、震度2:5回、震度1:5回)発生した。

1997年10月以降の活動をみると、領域bでは、M5.0以上の地震が時々発生している。また、「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。

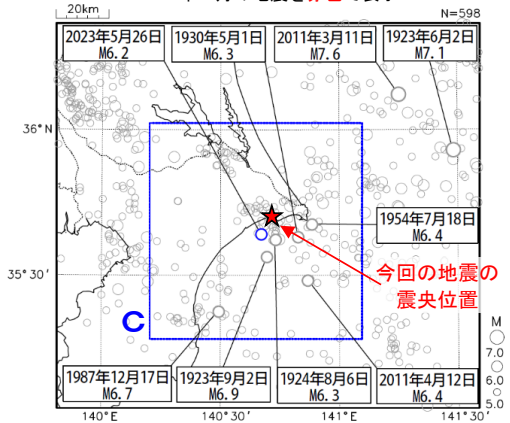
1919年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域c)では、M6.0以上の地震が時々発生している。1987年12月17日に発生したM6.7の地震(最大震度5)では、死者2人、負傷者161人、住家全壊16棟などの被害が生じた(被害は「日本被害地震総覧」による)。



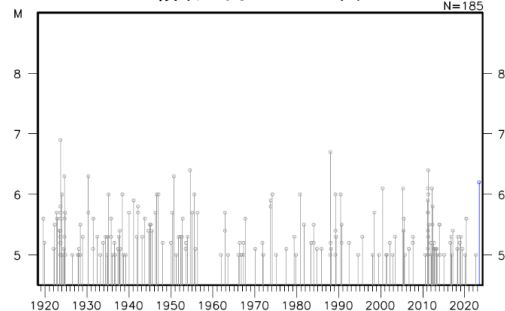
領域b内のM-T図及び回数積算図



震央分布図
(1919年1月1日～2023年6月30日、
深さ0～120km、 $M \geq 5.0$)
2023年5月26日以降の地震を青色、
2023年6月の地震を赤色で表示



領域c内のM-T図

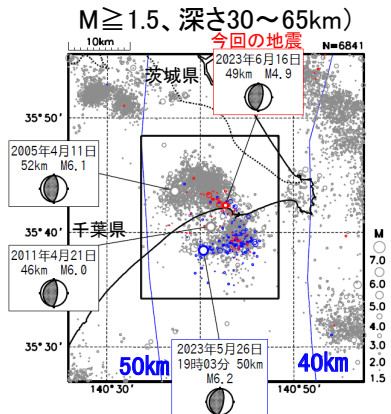


第6図(b) つづき
Fig. 6(b) Continued.

6月16日千葉県北東部の地震(5月26日M6.2からの地震活動、過去の地震活動)

震央分布図

(2002年10月1日~2023年6月27日、**青丸**:2023年5月26日M6.2発生以降
赤丸:2023年6月1日以降

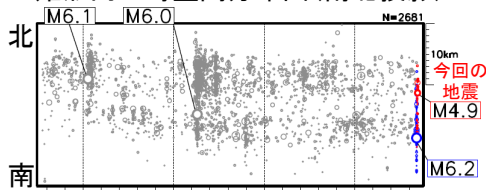


・震央分布図中の**青色**コンターは太平洋プレート上面モデル (Nakajima et al., 2009) の等深線を示す。

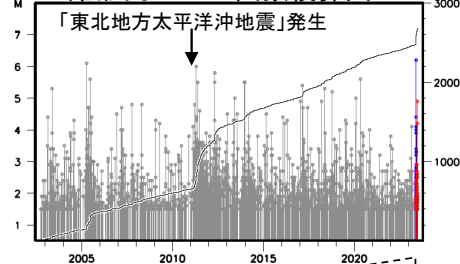
矩形内の断面図 (東西投影)



矩形内の時空間分布図 (南北投影)

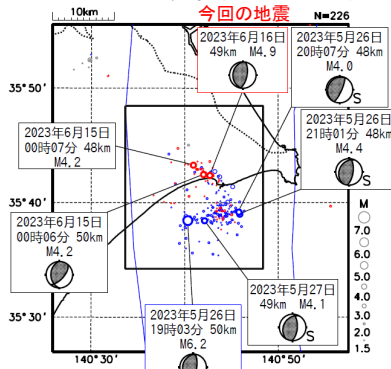


矩形内のMT・回数積算図



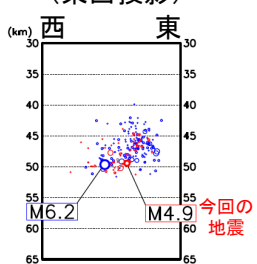
震央分布図

(2023年5月20日~6月27日、
M ≥ 1.5、深さ30~65km)

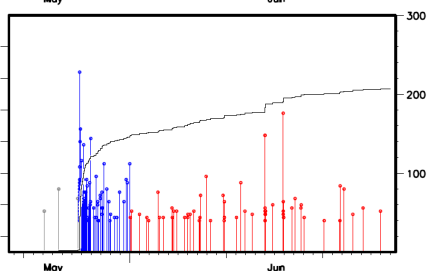
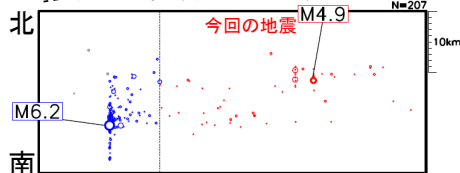


・発震機構の横の「S」は、精度がやや劣る解であることを示す。

矩形内の断面図 (東西投影)



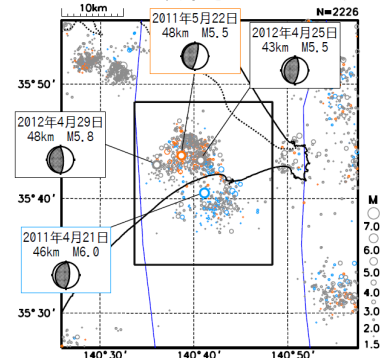
(2023年5月20日~6月27日)



2011年~2012年の2年間の地震活動

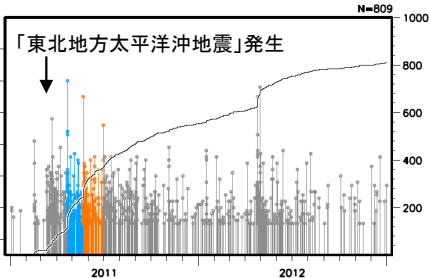
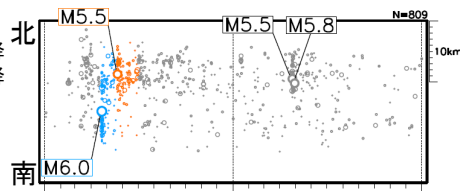
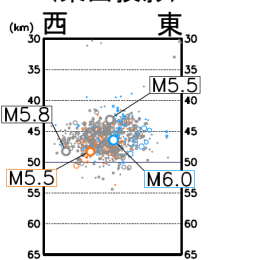
震央分布図

(2011年1月1日~2012年12月31日、
M ≥ 1.5、深さ30~65km)



・**水丸**:2011年4月21日M6.0発生以降
・**橙丸**:2011年5月22日M5.5発生以降
2011年6月まで

矩形内の断面図 (東西投影)



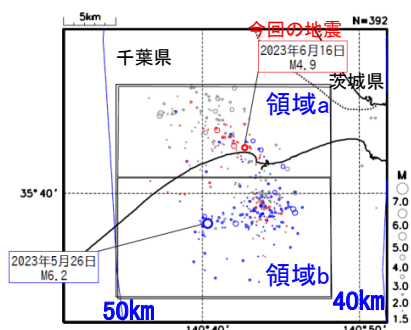
第 6 図 (c) つづき
Fig. 6(c) Continued.

6月16日千葉県北東部の地震(カタログDD法による再計算震源)

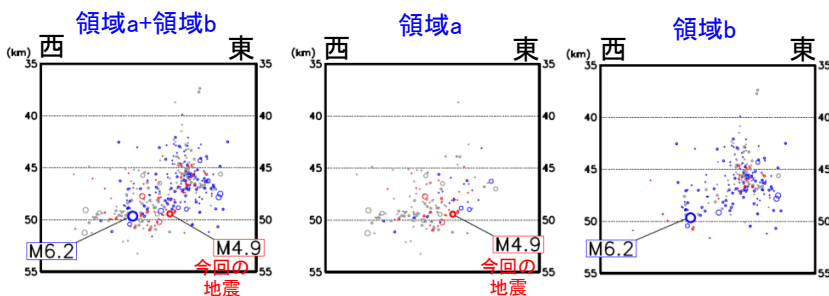
一元化震源(再計算前)

震央分布図
(2020年9月1日:S-net活用開始~2023年6月26日、
M \geq 1.5、深さ35~55km)

- ・青丸: 2023年5月26日M6.2の地震発生以降の地震
- ・赤丸: 2023年6月1日以降に発生した地震



矩形内の断面図(東西投影)

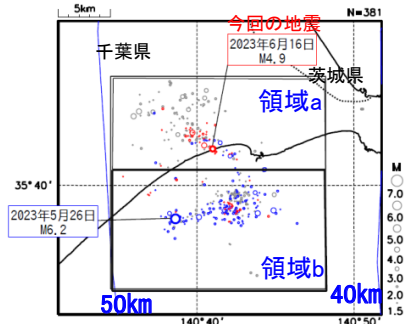
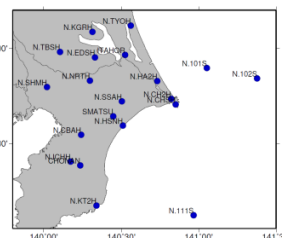


・震央分布図中の青色コンターは太平洋プレート上面モデル (Nakajima et al., 2009) の等深線を示す。

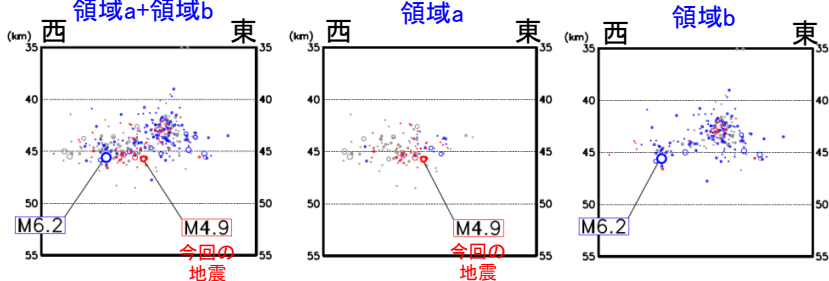
カタログDD法による再計算震源

震央分布図
(2020年9月1日:S-net活用開始~2023年6月26日、
M \geq 1.5、深さ35~55km)

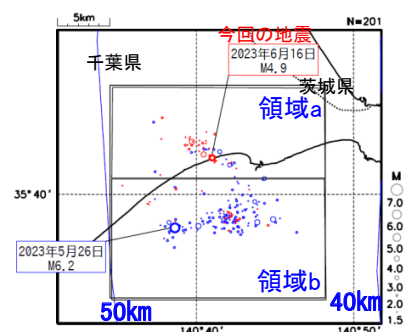
再計算に用いた
観測点分布



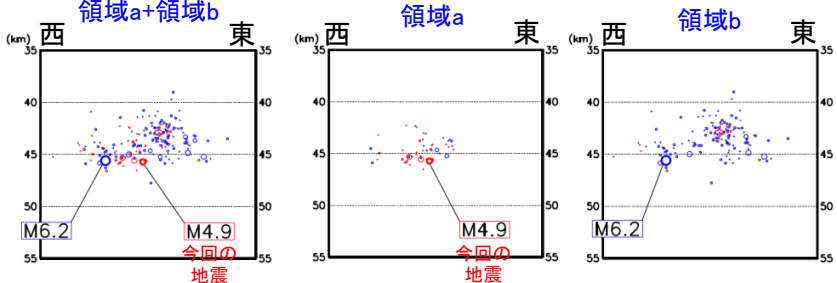
矩形内の断面図(東西投影)



<2023年5月26日M6.2の地震発生以降(青色+赤色の震源)>

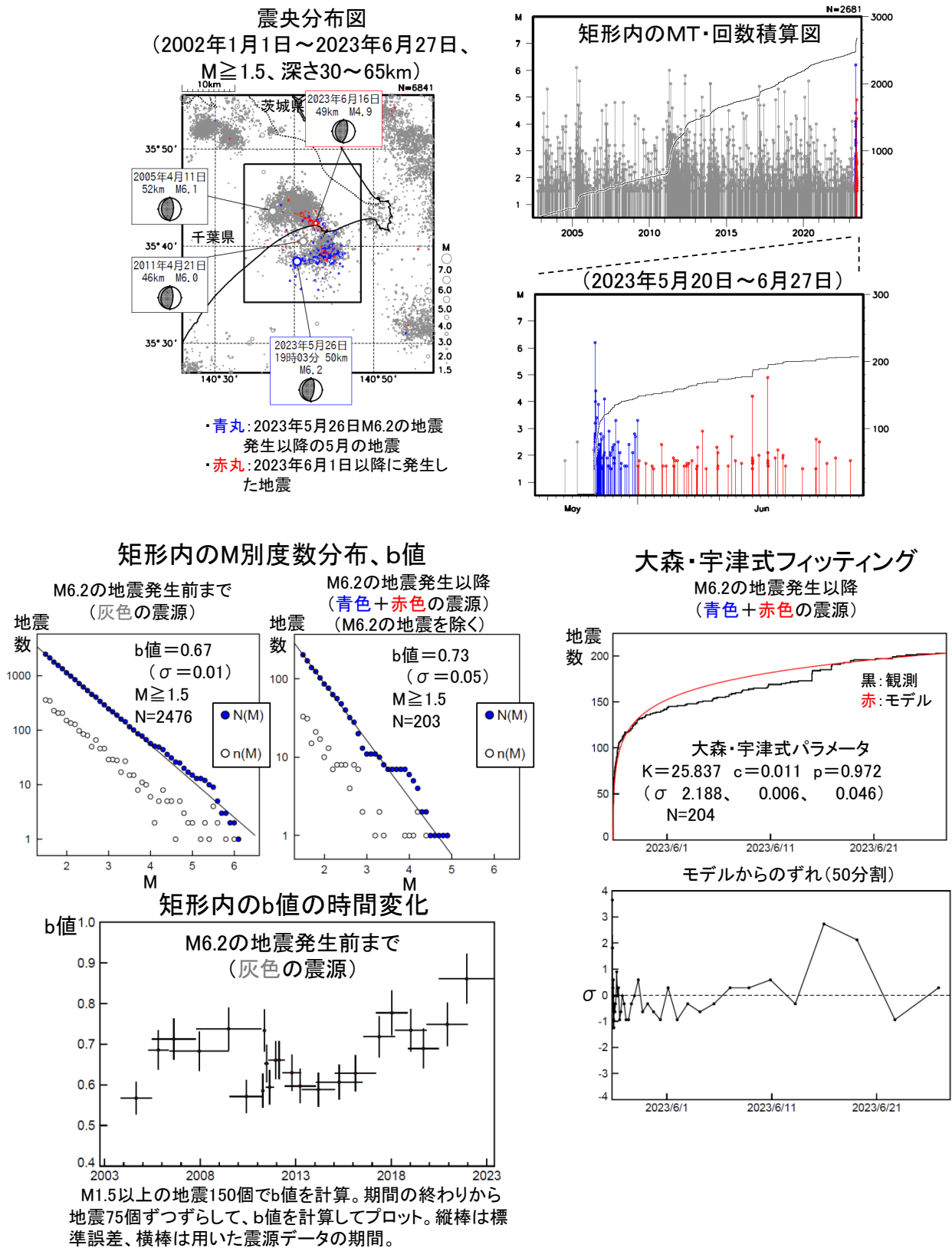


矩形内の断面図(東西投影)



第 6 図 (c) つづき
Fig. 6(c) Continued.

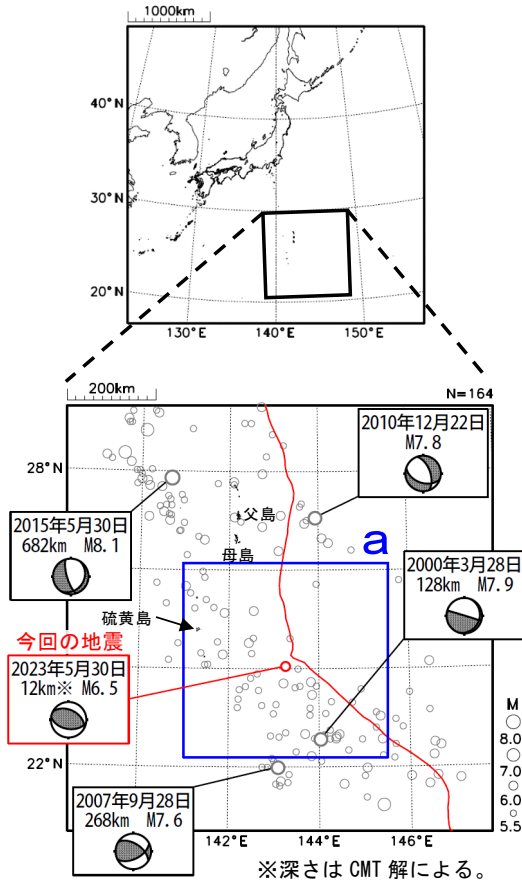
6月16日千葉県北東部の地震(b値、大森宇津式フィッティング)



第 6 図 (d) つづき
Fig. 6(d) Continued.

5 月 30 日 硫黄島近海の地震

震央分布図
(2000 年 1 月 1 日～2023 年 5 月 31 日、
深さ 0～700km、 $M \geq 5.5$)
2023 年 5 月の地震を赤色で表示
図中の発震機構は CMT 解

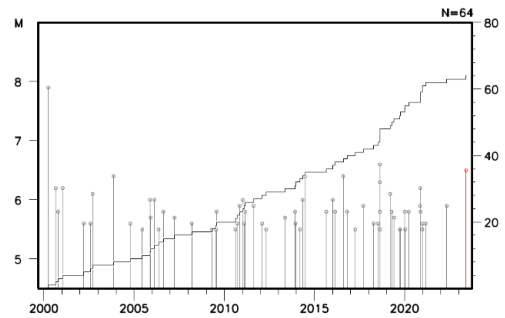


2023 年 5 月 30 日 09 時 52 分に硫黄島近海の深さ 12km (CMT 解による) で M6.5 の地震 (震度 1 以上を観測した地点はなし) が発生した。この地震の発震機構 (CMT 解) は北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。

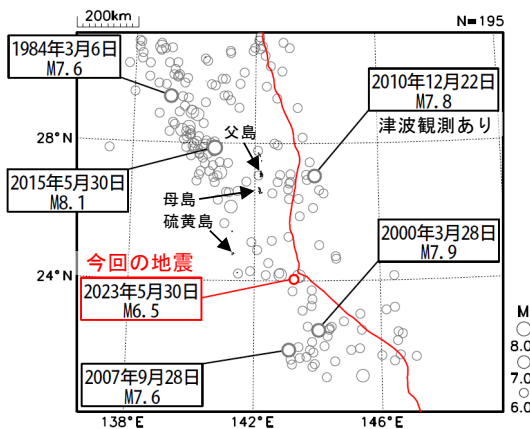
1997 年 10 月以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺 (領域 a) では、M6.0 以上の地震が時々発生している。

1919 年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺では、M7.5 以上の地震が時々発生している。2010 年 12 月 22 日には父島近海で M7.8 の地震 (最大震度 4) が発生し、八丈島八重根で 0.5m の津波など、東北地方から沖縄地方にかけて津波を観測した。

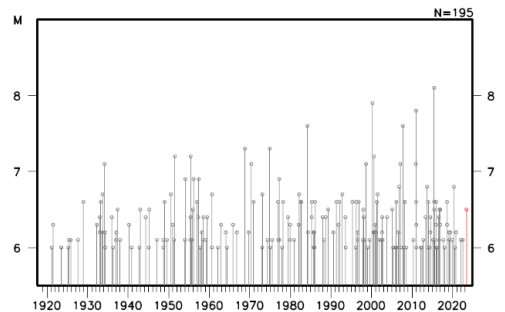
領域 a 内の M-T 図及び回数積算図



震央分布図
(1919 年 1 月 1 日～2023 年 5 月 31 日、
深さ 0～700km、 $M \geq 6.0$)
2023 年 5 月の地震を赤色で表示

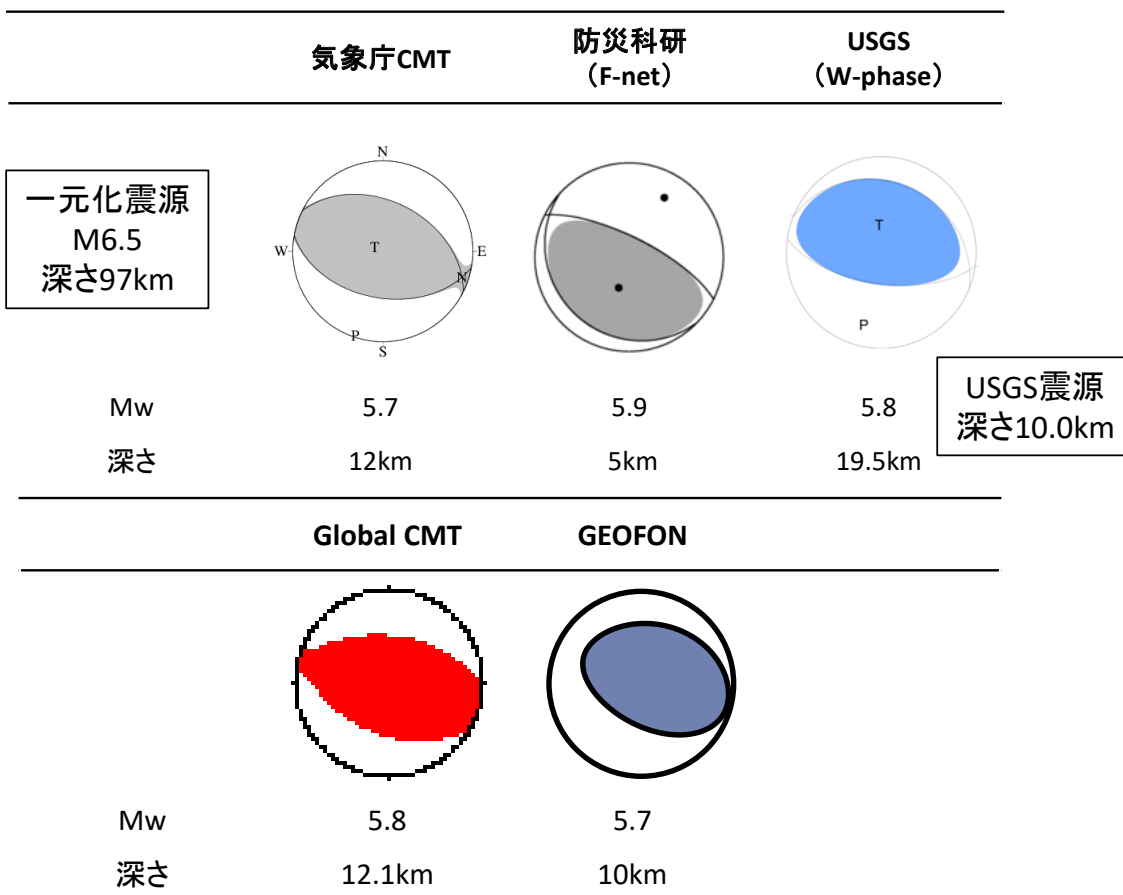


左図の領域内の M-T 図



第 7 図 (a) 2023 年 5 月 30 日 硫黄島近海の地震
Fig. 7(a) The earthquake near Itoya island on May 30, 2023.

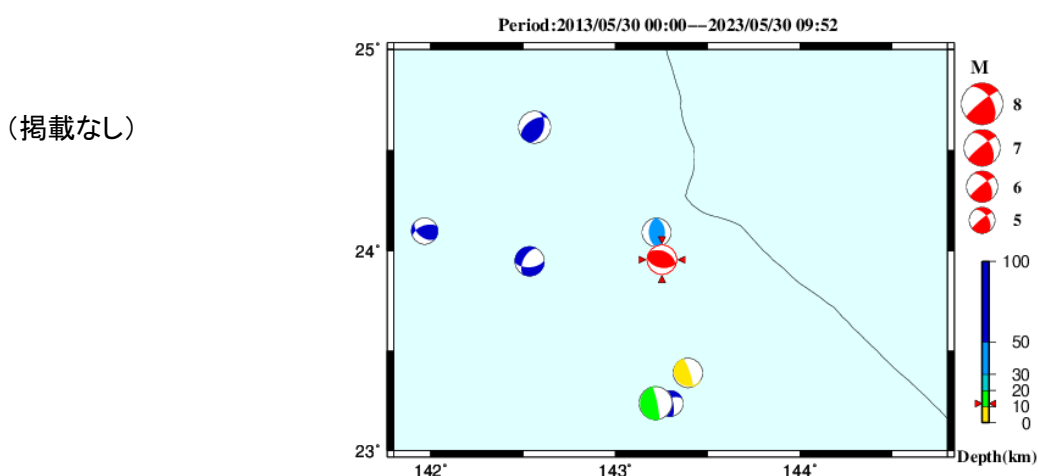
2023年5月30日09時52分 硫黄島近海の地震Mj6.5(各機関のMT解)



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

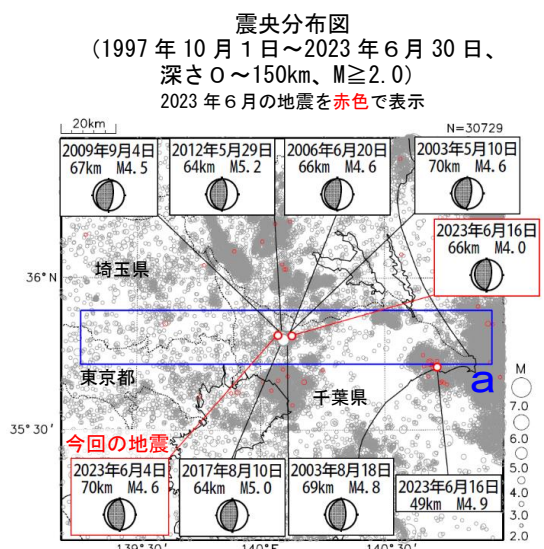
防災科研 (AQUA)

周辺の気象庁CMT解の分布図



第 7 図 (b) つづき
 Fig. 7(b) Continued.

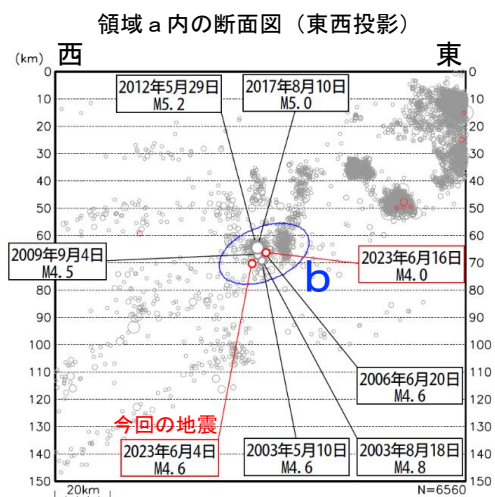
6 月 4 日 千葉県北西部の地震



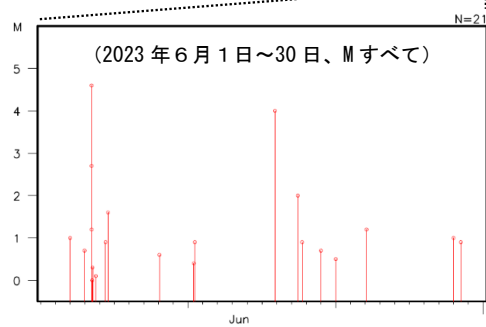
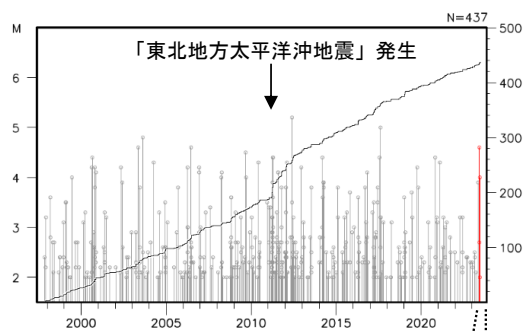
2023 年 6 月 4 日 10 時 58 分に千葉県北西部の深さ 70km で M4.6 の地震 (最大震度 3) が発生した。この地震は、発震機構が東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界で発生した。

1997 年 10 月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近 (領域 b) は、M4.0 以上の地震がしばしば発生している。また、「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、地震活動が一時的に活発になった。

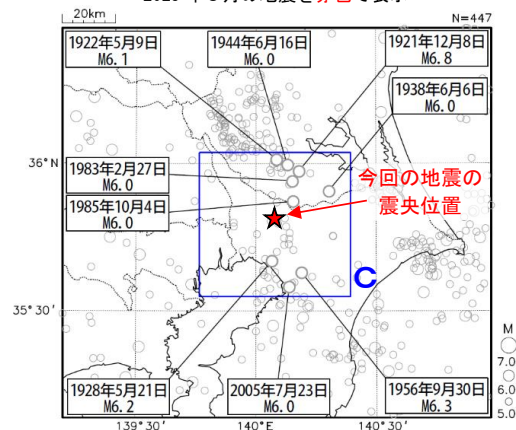
1919 年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺 (領域 c) では、M6.0 以上の地震が時々発生している。1956 年 9 月 30 日に発生した M6.3 の地震 (最大震度 4) では、負傷者 4 人などの被害が生じた (被害は「日本被害地震総覧」による)。



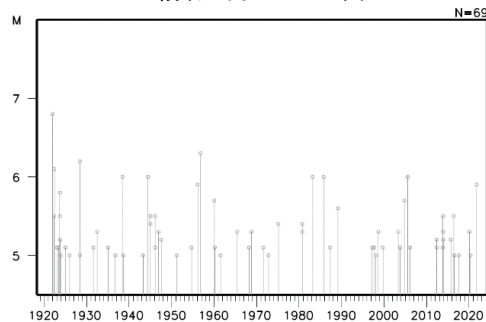
領域 b 内の M-T 図及び回数積算図



震央分布図
(1919 年 1 月 1 日～2023 年 6 月 30 日、
深さ 0～150km、 $M \geq 5.0$)
2023 年 6 月の地震を赤色で表示



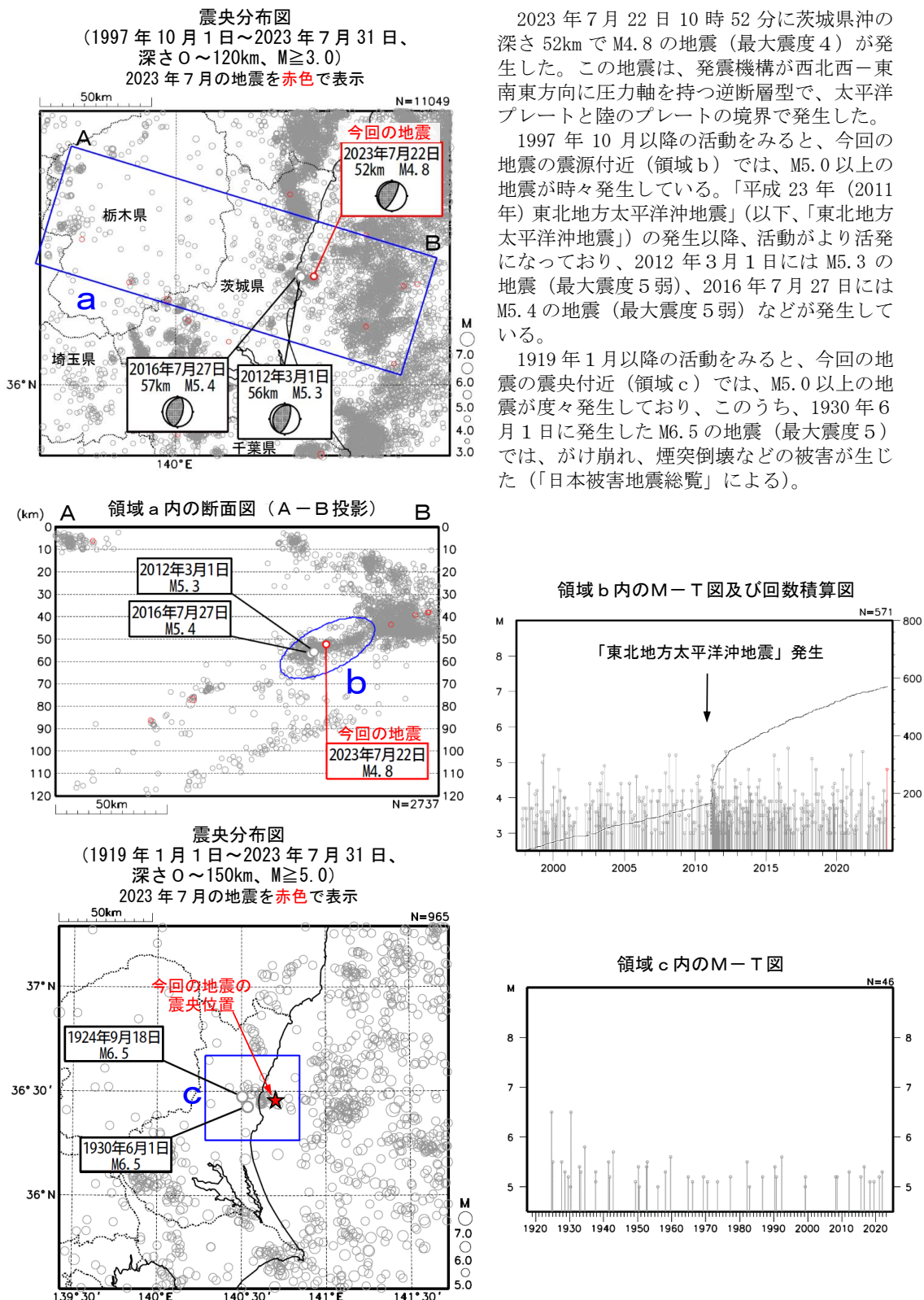
領域 c 内の M-T 図



第 8 図 2023 年 6 月 4 日 千葉県北西部の地震

Fig. 8 The earthquake in the north-western part of Chiba Prefecture on June 4, 2023.

7 月 22 日 茨城県沖の地震

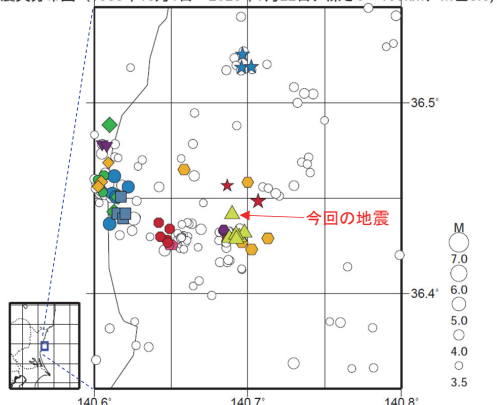


第 9 図 (a) 2023 年 7 月 22 日 茨城県沖の地震
Fig. 9(a) The earthquake off Ibaraki Prefecture on July 22, 2023.

7月22日 茨城県沖の地震（相似地震）

2023年7月22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H：今回の地震を含め6地震）※1。

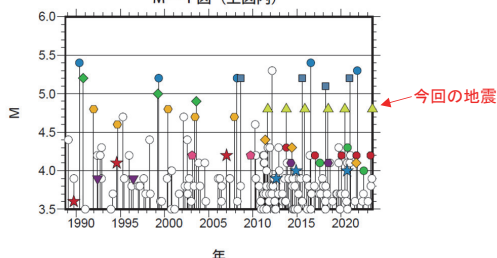
震央分布図（1988年10月1日～2023年7月22日、深さ0～100km、M≥3.5）



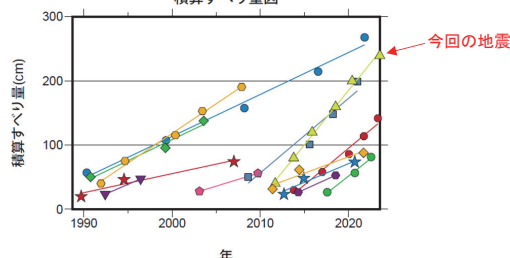
発生間隔と推定年平均すべり量※2

グループ	回数	平均M	震度		発生間隔			年平均すべり量 (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	5.30	A	4	7.87	5.27	8.98	6.54
◆ C	3	5.03	4	4	6.41	4.36	8.47	6.59
● D	5	4.72	4	3	3.99	2.72	5.71	9.23
▼ E	2	3.90	3	2	4.03	4.03	4.03	5.84
● F	2	4.20	3	3	6.63	6.63	6.63	4.23
■ G	4	5.17	4	4	4.12	2.65	6.95	11.64
▲ H	6	4.80	4	4	2.37	1.88	3.13	16.97
● I	5	4.22	4	3	2.38	1.59	3.25	11.48
★ J	3	3.97	3	3	4.01	2.25	5.78	5.84
● K	3	4.13	3	3	2.49	1.86	3.12	10.83
◆ L	3	4.27	3	3	5.16	3.02	7.29	5.11
● M	2	4.10	3	3	4.23	4.23	4.23	6.26

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[瀧澤ほか、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。

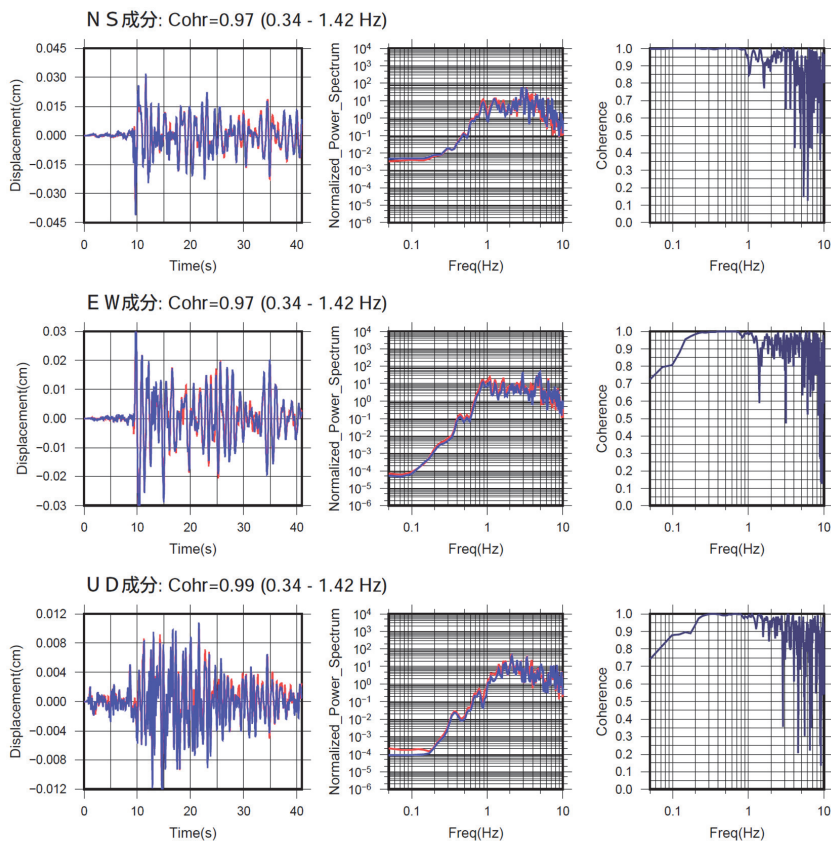
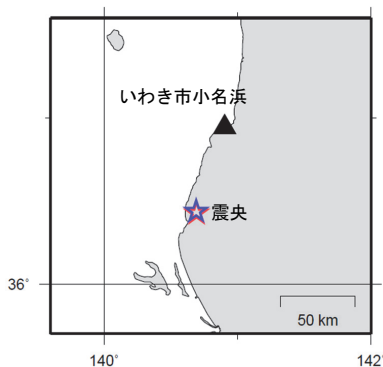
● 波形例

強震波形 相関解析

観測点名: いわき市小名浜(E0E)

2018/07/17 04:34:12 M4.8 (Red line)

2023/07/22 10:52:28 M4.8 (Blue line)



※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

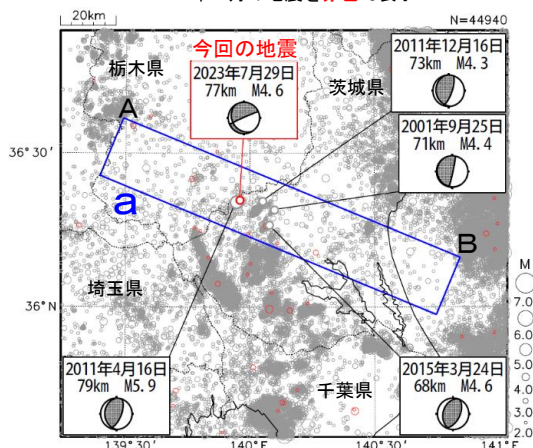
第 9 図 (b) つづき

Fig. 9(b) Continued.

7 月 29 日 茨城県南部の地震

情報発表に用いた震央地名は「栃木県南部」である。

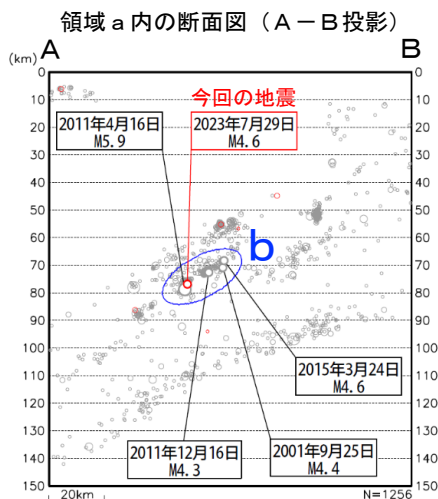
震央分布図
(1977 年 10 月 1 日～2023 年 7 月 31 日、
深さ 0～150km、 $M \geq 2.0$)
2023 年 7 月の地震を赤色で表示



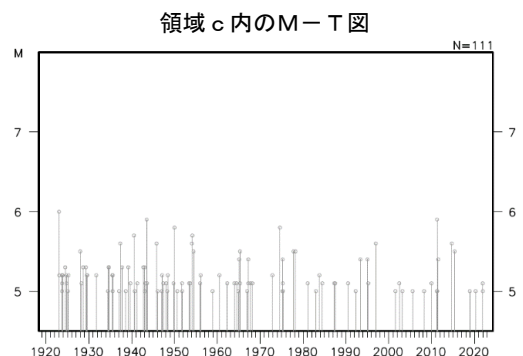
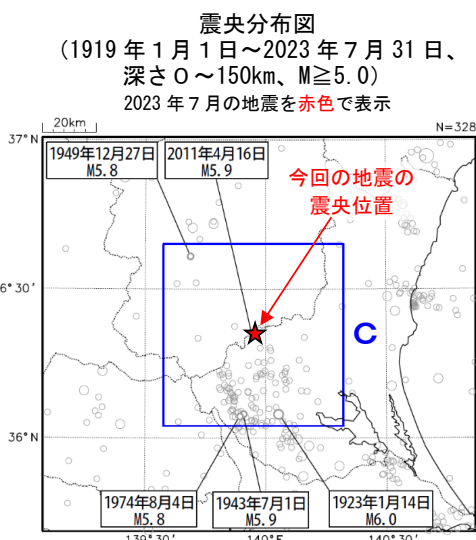
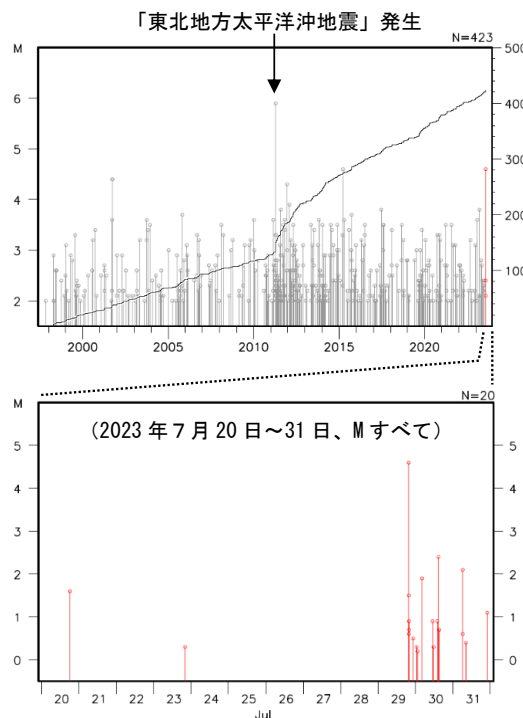
2023 年 7 月 29 日 19 時 34 分に茨城県南部の深さ 77km で $M4.6$ の地震 (最大震度 3) が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ型である。

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、 $M4.0$ 以上の地震が時々発生している。また、「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、地震活動がより活発になっており、2011 年 4 月 16 日には $M5.9$ の地震 (最大震度 5 強) 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、 $M6.0$ 程度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 (最大震度 3) 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)。



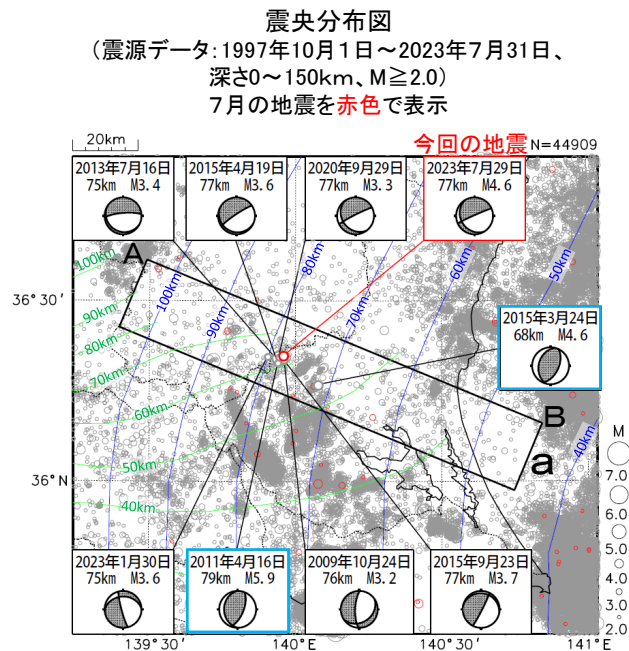
領域 b 内の M-T 図及び回数積算図



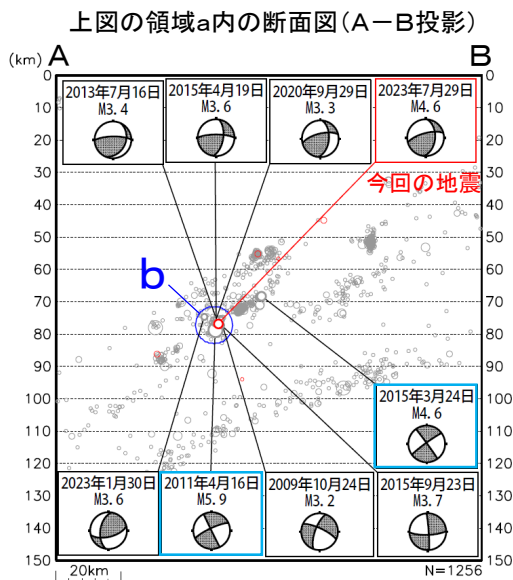
第 10 図 (a) 2023 年 7 月 29 日 茨城県南部の地震

Fig. 10(a) The earthquake in the southern part of Ibaraki Prefecture on July 29, 2023.

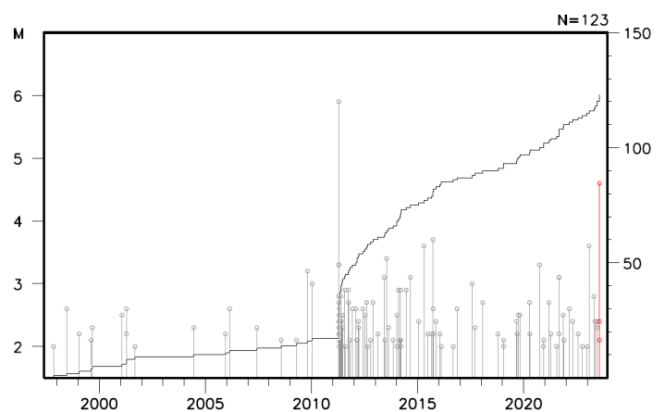
2023年7月29日 茨城県南部の地震 震源付近での過去の地震の発震機構



発震機構は初動解を示す。
水色枠の吹き出しは、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と示唆される逆断層型の地震。
青線はNakajima et al. (2009, GRL)による太平洋プレート上面の等深度線、緑線は弘瀬・他(2008, 地震)によるフィリピン海プレート上面の等深度線を示す。



領域b内のM-T図及び回数積算図

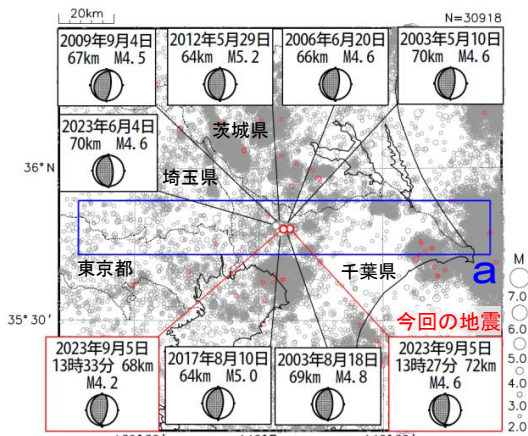


発震機構は断面図に投影して表示。

第 10 図 (b) つづき
Fig. 10(b) Continued.

9 月 5 日 千葉県北西部の地震

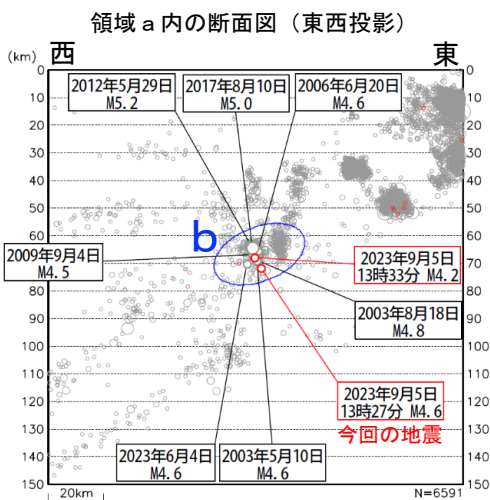
震央分布図
(1997 年 10 月 1 日～2023 年 9 月 30 日、
深さ 0～150km、 $M \geq 2.0$)
2023 年 9 月の地震を赤色で表示



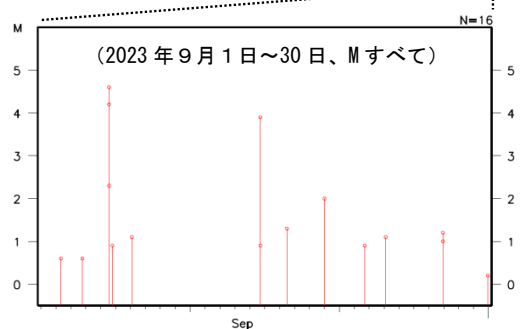
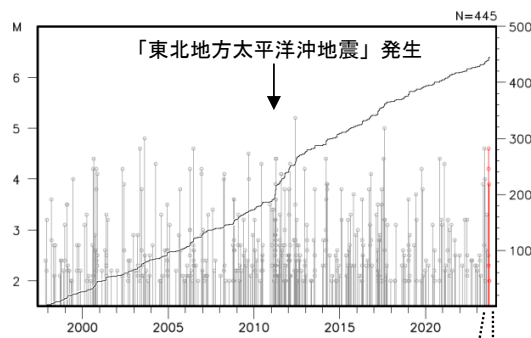
2023 年 9 月 5 日 13 時 27 分に千葉県北西部の深さ 72km で M4.6 の地震 (最大震度 3) が発生した。この地震は、発震機構が東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートとフィリピン海プレートの境界で発生した。また、この地震の震源付近では、同日 13 時 33 分に深さ 68km で M4.2 の地震 (最大震度 2) が発生した。

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、M4.0 以上の地震がしばしば発生している。また、「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、地震活動が一時的に活発になった。

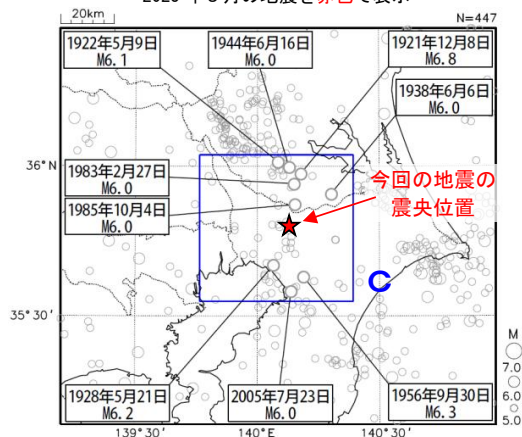
1919 年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺 (領域 c) では、M6.0 以上の地震が時々発生している。1956 年 9 月 30 日に発生した M6.3 の地震 (最大震度 4) では、負傷者 4 人などの被害が生じた (被害は「日本被害地震総覧」による)。



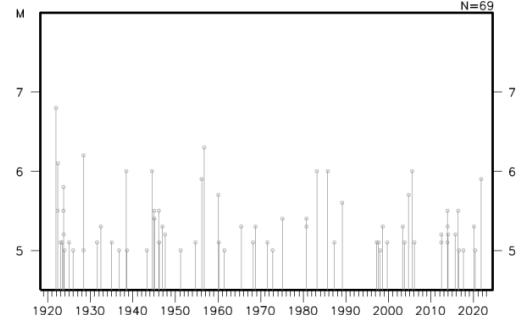
領域 b 内の M-T 図及び回数積算図



震央分布図
(1919 年 1 月 1 日～2023 年 9 月 30 日、
深さ 0～150km、 $M \geq 5.0$)
2023 年 9 月の地震を赤色で表示



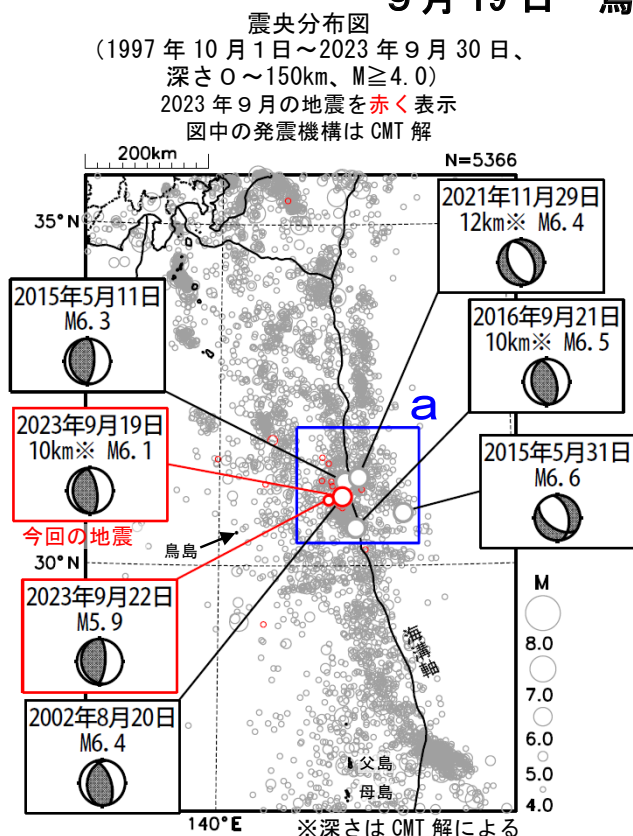
領域 c 内の M-T 図



第 11 図 2023 年 9 月 5 日 千葉県北西部の地震

Fig. 11 The earthquake in the north-western part of Chiba Prefecture on September 5, 2023.

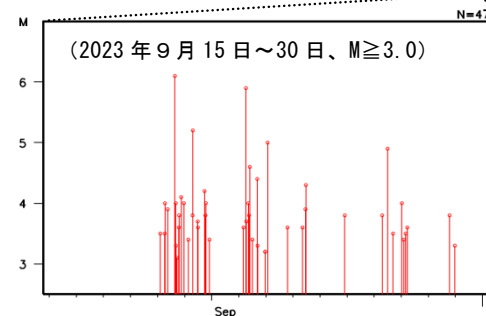
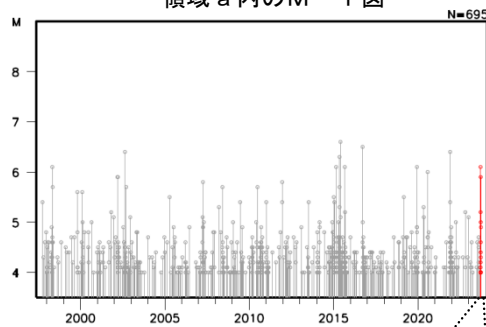
9 月 19 日 鳥島近海の地震



2023 年 9 月 19 日 15 時 22 分に鳥島近海の深さ 10km (CMT 解による) で M6.1 の地震 (震度 1 以上を観測した地点はなし) 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、19 日 (19 日 15 時 22 分の M6.1 の地震発生前) から地震活動がみられている。9 月 22 日には M5.9 の地震 (震度 1 以上を観測した地点はなし) が発生した。

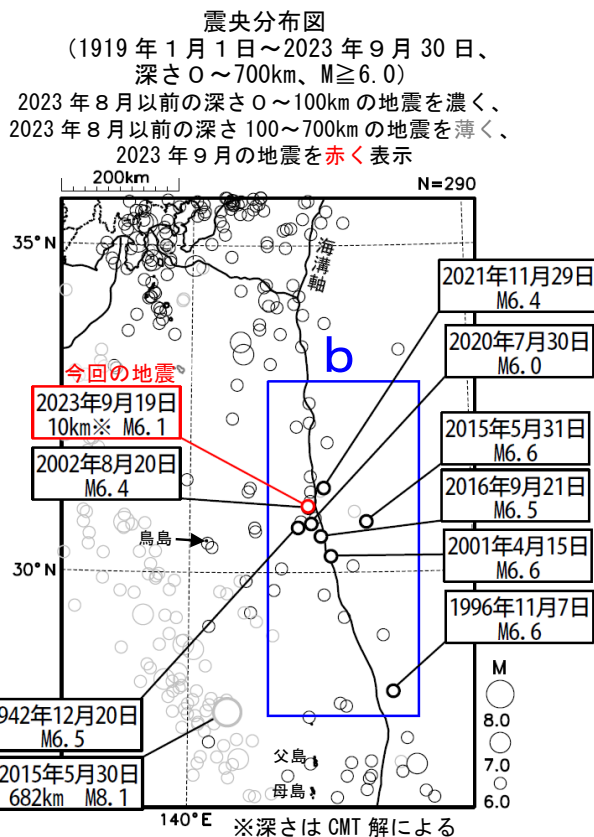
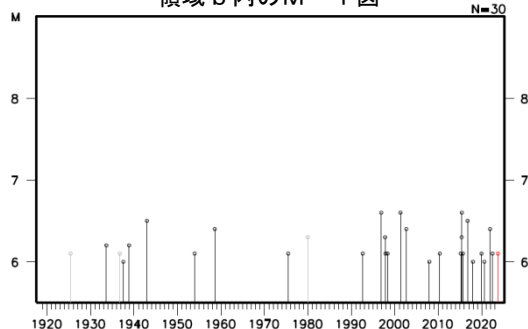
1997 年 10 月以降の活動をみると、今回の地震の震央付近 (領域 a) では、M6.0 以上の地震が時々発生している。

領域 a 内の M-T 図



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が、被害が生じた地震は発生していない。なお、2015 年 5 月 30 日に深さ 682km で発生した M8.1 の地震 (最大震度 5 強) では、軽傷 8 人、住家一部破損 2 棟などの被害が生じた (総務省消防庁による)。

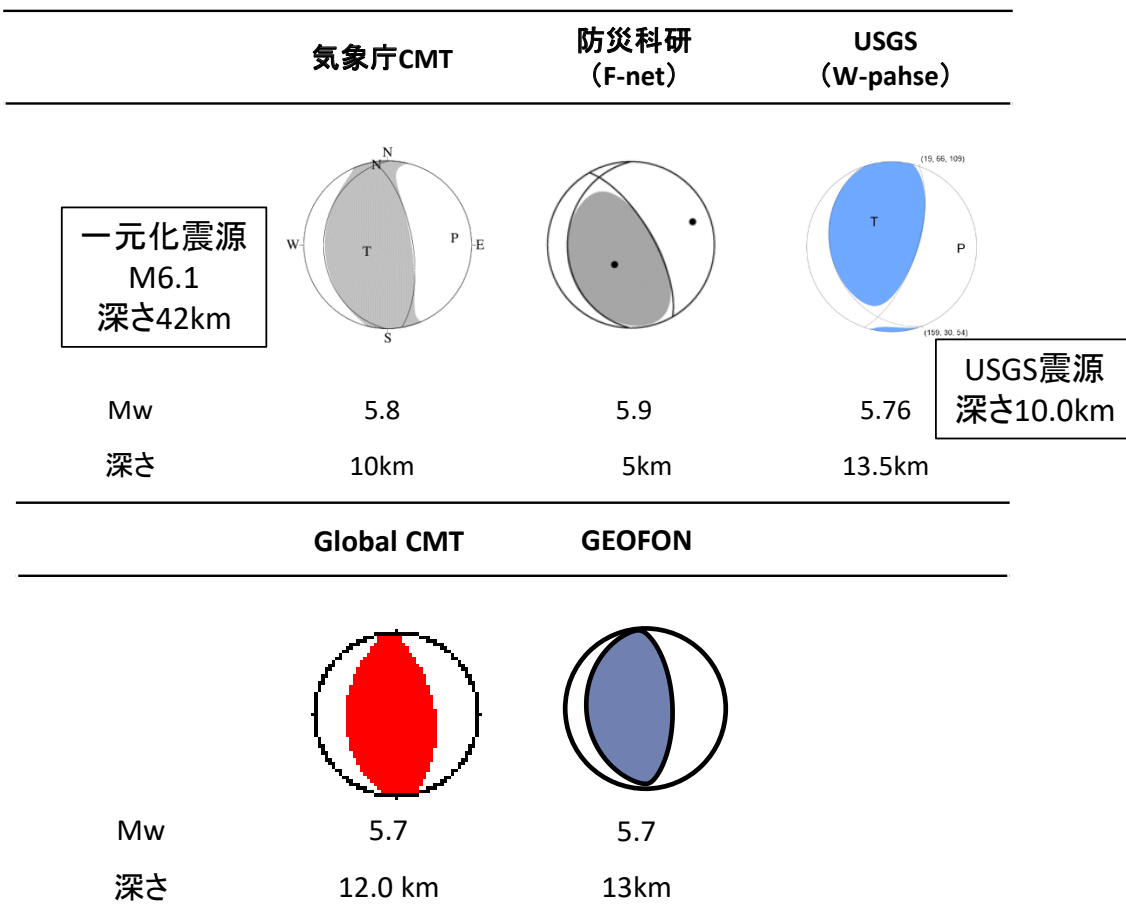
領域 b 内の M-T 図



第 12 図 (a) 2023 年 9 月 19 日 鳥島近海の地震

Fig. 12(a) The earthquake near Torishima Island on September 19, 2023.

2023年9月19日15時22分 鳥島近海の地震Mj6.1(各機関のMT解)

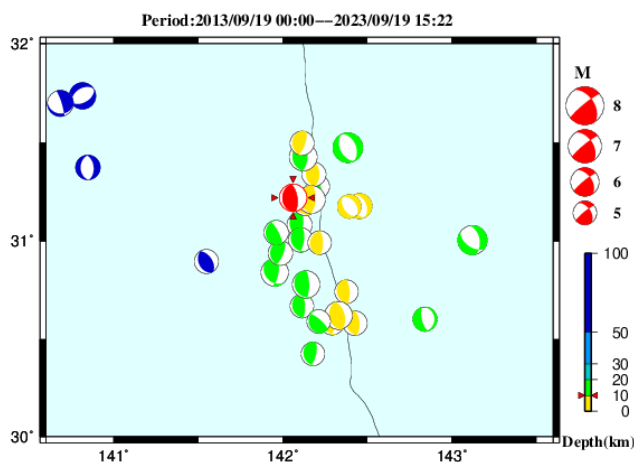


防災科研 (F-net) : <https://www.fnet.bosai.go.jp/event/joho.php?LANG=ja>
 USGS (W-phase) : <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/>
 Global CMT : <https://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
 GEOFON MT : <https://geofon.gfz-potsdam.de/eqinfo/list.php?mode=mt>
 防災科研 (AQUA) : https://www.hinet.bosai.go.jp/AQUA/aqua_catalogue.php?LANG=ja

防災科研 (AQUA)

周辺の気象庁CMT解の分布図

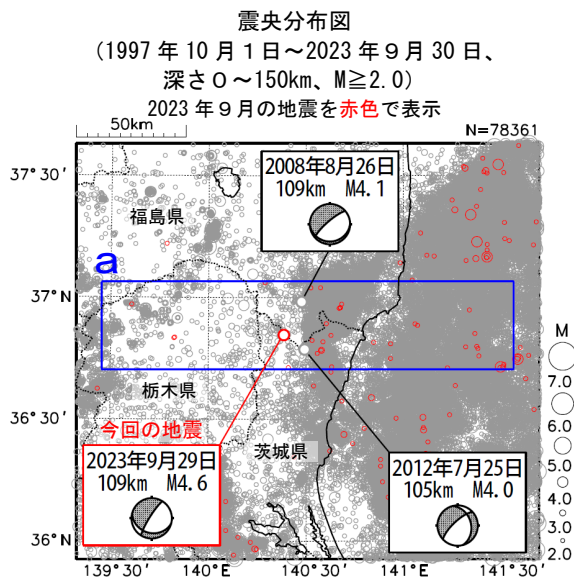
(掲載なし)



第 12 図 (b) つづき
Fig. 12(b) Continued.

9 月 29 日 茨城県北部の地震

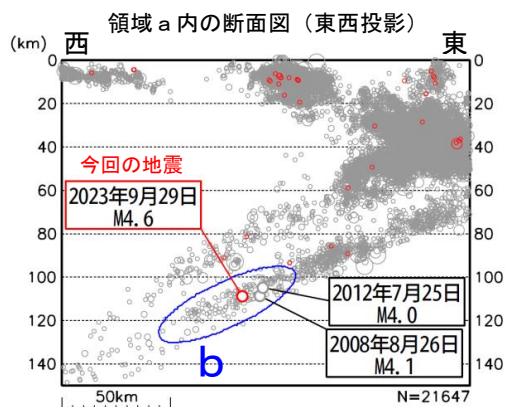
情報発表に用いた震央地名は「福島県中通り」である。



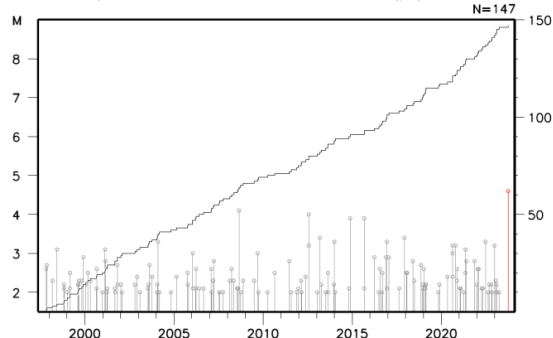
2023 年 9 月 29 日 16 時 57 分に茨城県北部の深さ 109km で M4.6 の地震 (最大震度 3) が発生した。この地震は太平洋プレート内部 (二重地震面の下面) で発生した。発震機構は東西方向に圧力軸を持つ型である。

1997 年 10 月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近 (領域 b) では、これまでに M4.0 以上の地震が今回の地震を含めて 3 回発生している。

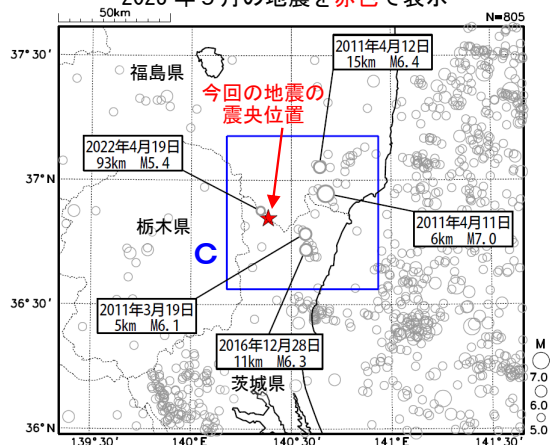
1919 年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺 (領域 c) では、「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震」の発生以降、2016 年までに M6.0 以上の地震が 5 回発生している。このうち、2011 年 4 月 11 日に発生した M7.0 の地震 (最大震度 6 弱) により死者 4 人、負傷者 10 人、翌 12 日に発生した M6.4 の地震 (最大震度 6 弱) により負傷者 1 人の被害が生じた (被害は「日本被害地震総覧」による)。また、2016 年 12 月 28 日に発生した M6.3 の地震 (最大震度 6 弱) により軽傷 2 人、住家半壊 1 棟、住家一部破損 25 棟などの被害が生じた (被害は総務省消防庁による)。



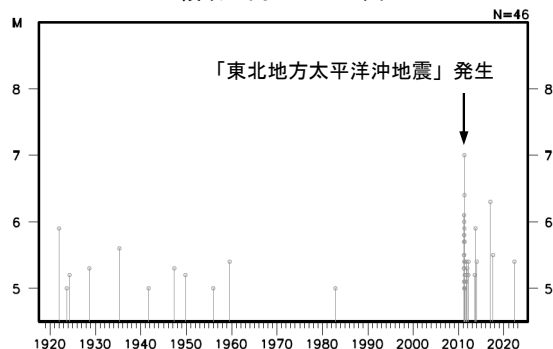
領域 b 内の M-T 図及び回数積算図



震央分布図
(1919 年 1 月 1 日～2023 年 9 月 30 日、
深さ 0～150km、 $M \geq 5.0$)
2023 年 9 月の地震を赤色で表示



領域 c 内の M-T 図



第 13 図 2023 年 9 月 29 日 茨城県北部の地震

Fig. 13 The earthquake in the northern part of Ibaraki Prefecture on September 29, 2023.

2023年10月2日からの鳥島近海の地震活動

(1) 概要

鳥島近海（鳥島から南西に約100km）では、2023年10月2日から9日にかけて、M6.0以上の地震が4回発生するなど、地震活動が活発になった。このうち、最大規模の地震は、5日10時59分に深さ10km（CMT解による）で発生したM6.5の地震（震度1以上を観測した地点はなし）で、発震機構（CMT解）は東北東－西南西方向に張力軸を持つ正断層型である。この地震はフィリピン海プレート内で発生した。気象庁はこの地震に伴い、5日11時06分に伊豆諸島に津波注意報を発表した（5日13時15分に解除）。この地震により、東京都の八丈島八重根で0.2mの津波を観測した。

また、6日10時31分にはM6.0の地震（震度1以上を観測した地点はなし）が発生し、気象庁はこの地震に伴い、伊豆諸島及び小笠原諸島に津波予報（若干の海面変動）を発表した。この地震により、八丈島八重根で0.2mなどの津波を観測した。

さらに、これらの地震の震源付近では、9日04時頃から06時台にかけて、規模が小さいうえに地震波のP相及びS相が不明瞭なため震源が決まらないものも含めて地震が多発した。このため、気象庁では地震及び津波の監視を強化していたところ、八丈島八重根で津波を観測したことから、9日06時40分に伊豆諸島及び小笠原諸島に津波注意報を発表し、その後、津波注意報の範囲を拡大する続報を順次発表した（9日12時00分に解除）。この地震活動により、八丈島八重根で0.7mなど、伊豆諸島、小笠原諸島及び千葉県から沖縄県にかけての太平洋沿岸で津波を観測した。また、9日04時10分から06時28分にかけて宮崎県及び鹿児島県で観測したデータを精査したところ、この地震活動に伴うT相^(注1)によるものと考えられる震度（震度2～1）を観測していたことを確認した。

10月5日及び9日の鳥島近海の地震に伴い発表した津波注意報をそれぞれ図1-1及び図1-2に、10月5日から9日にかけて気象庁が発表した主な情報及び報道発表を表1に示す。

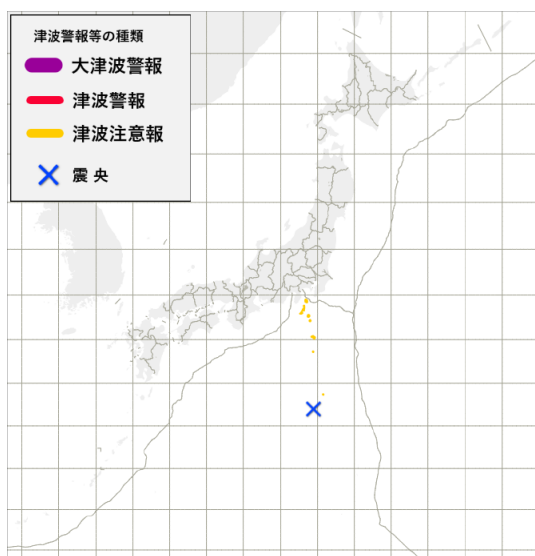


図1-1 10月5日の鳥島近海の地震に対して発表した津波注意報

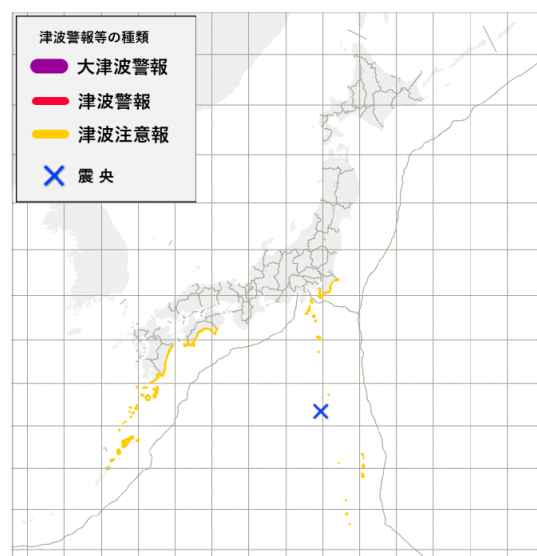


図1-2 10月9日の鳥島近海の地震に対して発表した津波注意報

(注1) 地震波が海底面で音波に変換され海中を伝わったもの。

表 1 気象庁が発表した主な情報及び報道発表（2023年10月5日～9日）

月 日	時刻	情報発表、報道発表等の状況	備考（主な内容等）
10月5日	10時59分	地震発生	鳥島近海、M6.5、震度1以上を観測した地点はなし
	11時06分	津波注意報	伊豆諸島に津波注意報を発表
		津波予報（若干の海面変動）	
	11時07分	津波情報（各地の満潮時刻・津波到達予想時刻に関する情報）	
	11時09分	地震情報（震源・震度に関する情報）	5日11時00分頃に鳥島近海で地震発生。震度1以上を観測した地点はなし
	12時05分	報道発表	令和5年10月5日11時00分頃の鳥島近海の地震について
	12時20分	津波情報（津波観測に関する情報）	[5日12時20分現在の値]
	13時15分	津波注意報の解除	
		津波予報（若干の海面変動）	
	13時16分	津波情報（津波観測に関する情報）	[5日12時20分現在の値]
14時00分	報道発表	令和5年10月5日11時00分頃の鳥島近海の地震について（第2報）	
10月6日	10時31分	地震発生	鳥島近海、M6.0、震度1以上を観測した地点はなし
	10時46分	地震情報（震源・震度に関する情報）	6日10時31分頃に鳥島近海で地震発生。震度1以上を観測した地点はなし
	10時47分	津波予報（若干の海面変動）	
10月9日	04時頃～06時台	地震が多発	鳥島近海
	06時40分	津波注意報	伊豆諸島及び小笠原諸島に津波注意報を発表
		津波情報（各地の満潮時刻・津波到達予想時刻に関する情報）	
	06時41分	地震情報（震源・震度に関する情報）	9日05時25分頃に鳥島近海で地震発生。震度1以上を観測した地点はなし
	06時45分	津波情報（津波観測に関する情報）	[9日06時42分現在の値]
	07時01分	津波情報（津波観測に関する情報）	[9日06時59分現在の値]
	07時21分	津波情報（津波観測に関する情報）	[9日07時19分現在の値]
	07時26分	津波注意報の切り替え	津波予報（若干の海面変動）を発表
	07時44分	津波注意報の切り替え	高知県に津波注意報を発表
	07時45分	津波情報（各地の満潮時刻・津波到達予想時刻に関する情報）	
	07時49分	津波情報（津波観測に関する情報）	[9日07時47分現在の値]
	07時51分	津波注意報の切り替え	千葉県九十九里・外房及び千葉県内房に津波注意報を発表
	07時52分	津波情報（各地の満潮時刻・津波到達予想時刻に関する情報）	
	07時54分	津波情報（津波観測に関する情報）	[9日07時52分現在の値]
	08時09分	津波情報（津波観測に関する情報）	[9日08時08分現在の値]
	08時24分	津波注意報の切り替え	宮崎県、鹿児島県東部、種子島・屋久島地方及び奄美群島・トカラ列島に津波注意報を発表
	08時25分	津波情報（各地の満潮時刻・津波到達予想時刻に関する情報）	
	08時30分	津波情報（津波観測に関する情報）	[9日08時28分現在の値]
	08時40分	報道発表	令和5年10月9日05時25分頃の鳥島近海の地震について
	08時41分	津波情報（津波観測に関する情報）	[9日08時39分現在の値]
11時00分	報道発表	令和5年10月9日05時25分頃の鳥島近海の地震について（第2報）	
12時00分	津波注意報の解除		
	津波予報（若干の海面変動）		
12時02分	津波情報（津波観測に関する情報）	[9日11時59分現在の値]	

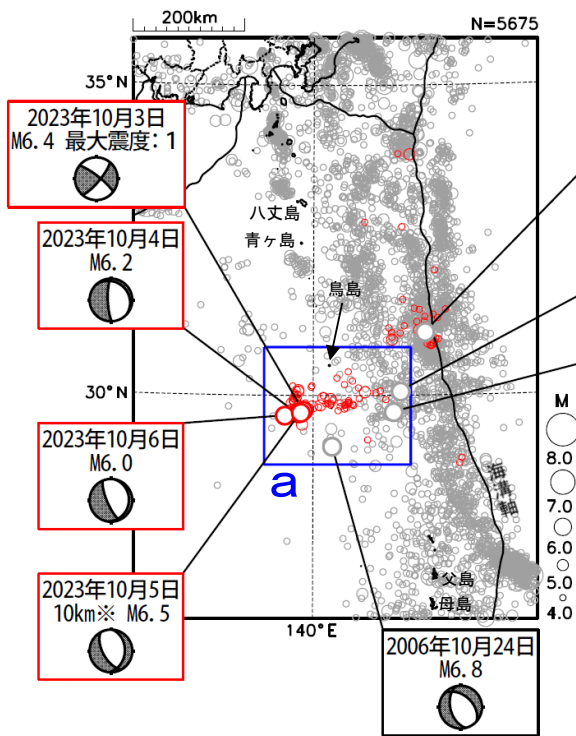
第 14 図 (a-2) つづき
Fig. 14(a-2) Continued.

(2) 地震活動

ア. 鳥島近海の地震活動

鳥島近海(領域 a)では、2023年10月2日から9日にかけて地震活動が活発になり、3日20時38分にはM6.4の地震(最大震度1)、5日10時59分にはM6.5の地震(震度1以上を観測した地点はなし)が発生するなど、M6.0以上の地震が4回発生した。このうち、最大規模の地震は、5日10時59分に深さ10km(CMT解による)で発生したM6.5の地震(震度1以上を観測した地点はなし)で、発震機構(CMT解)は東北東-西南西方向に張力軸を持つ正断層型である。この地震はフィリピン海プレート内で発生した。また、これらの地震の震源付近では、9日04時頃から06時台にかけて、規模が小さいうえに地震波のP相及びS相が不明瞭なため震源が決まらないものも含めて地震が多発した。

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、M5.0以上の地震が時々発生している。2006年10月24日にはM6.8の地震(最大震度2)が発生し、三宅島坪田で16cmなどの津波を観測した。



※深さは CMT 解による

図 2-1 震央分布図(1997年10月1日~2023年10月31日、深さ0~150km、 $M \geq 4.0$)
2023年10月の地震を赤色で表示、図中の発震機構はCMT解

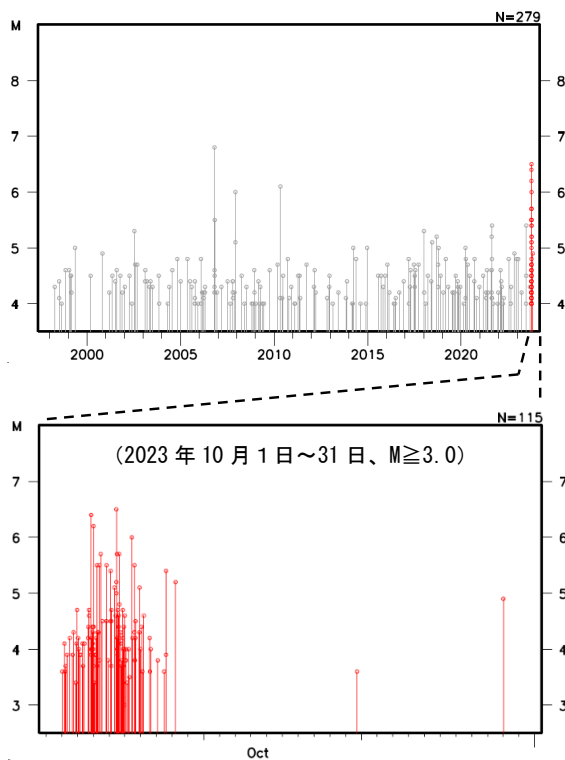
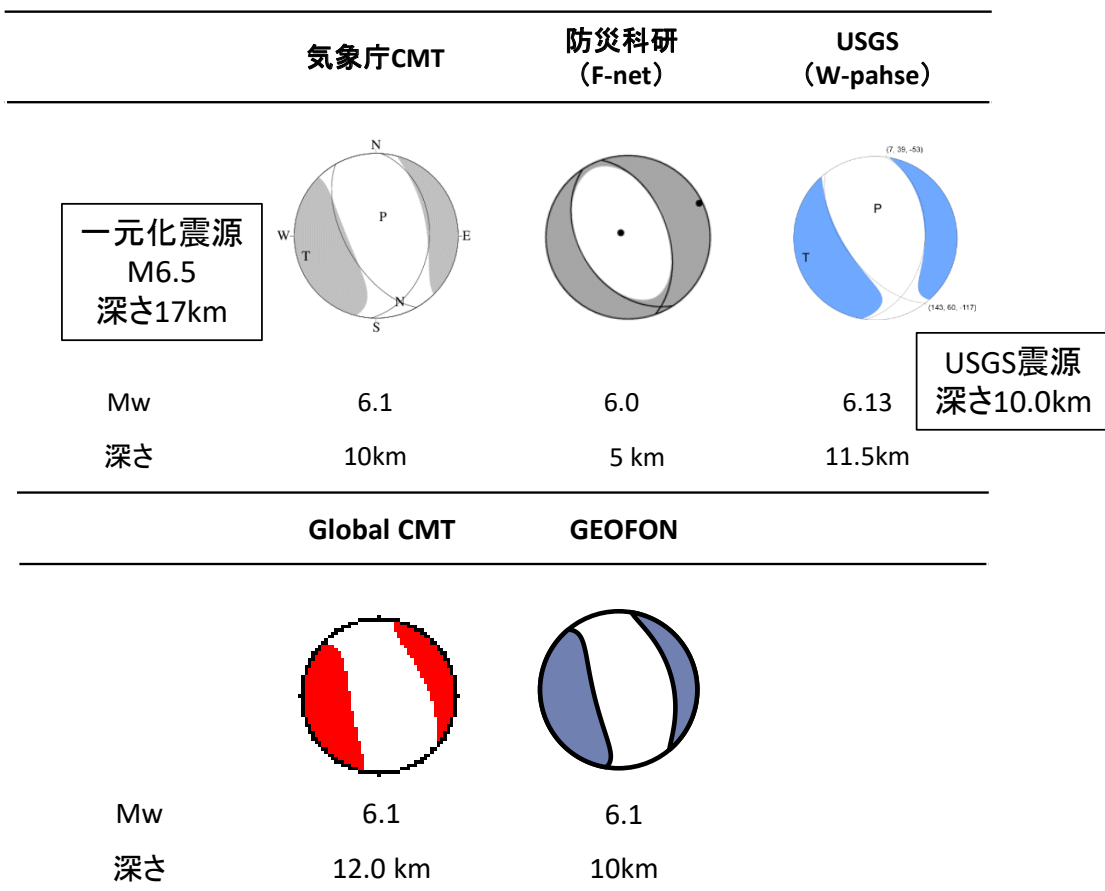


図 2-2 図 2-1 の領域 a 内の M-T 図

2023年10月5日10時59分 鳥島近海の地震Mj6.5(各機関のCMT解)



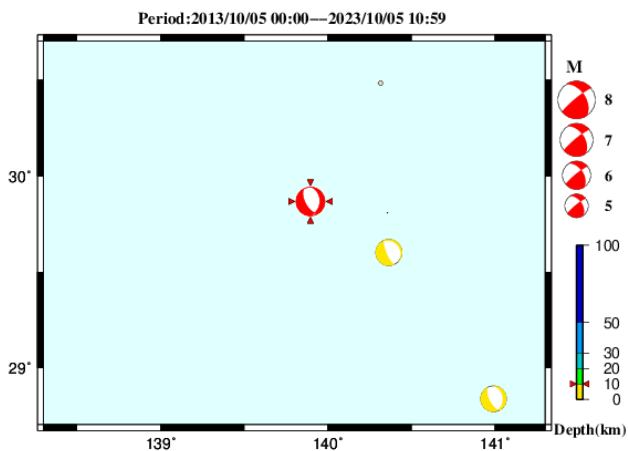
USGS震源
深さ10.0km

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

防災科研 (AQUA)

周辺の気象庁CMT解の分布図

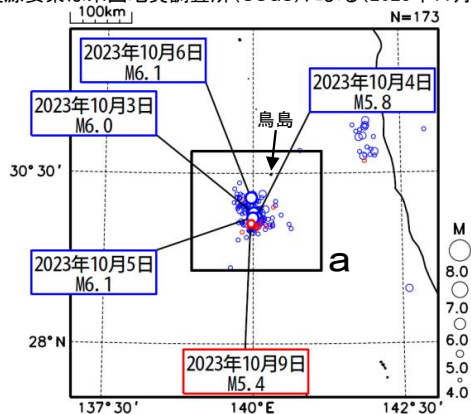
(掲載なし)



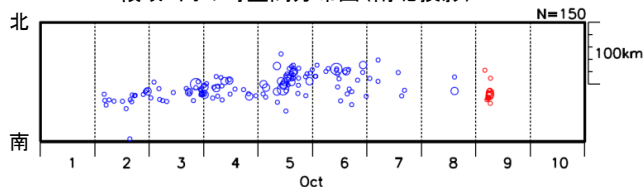
第 14 図 (a-4) つづき
Fig. 14(a-4) Continued.

2023年10月2日からの鳥島近海の地震活動 (USGS震源の分布)

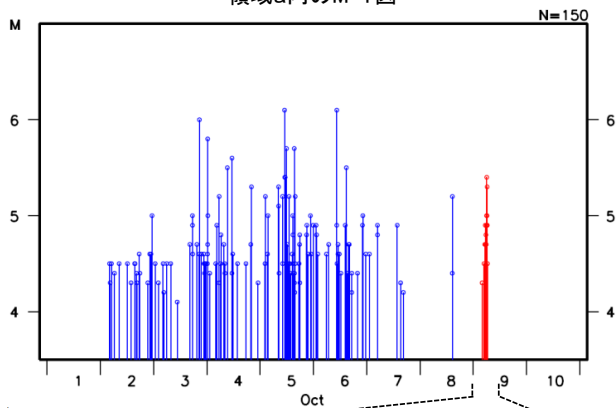
震央分布図
(2023年10月1日～10月10日、深さ0～30km、 $M \geq 4.0$)
2023年10月1日～8日の地震を青色、10月9日以降の地震を赤色で表示
震源要素は米国地質調査所(USGS)による(2023年11月7日現在)



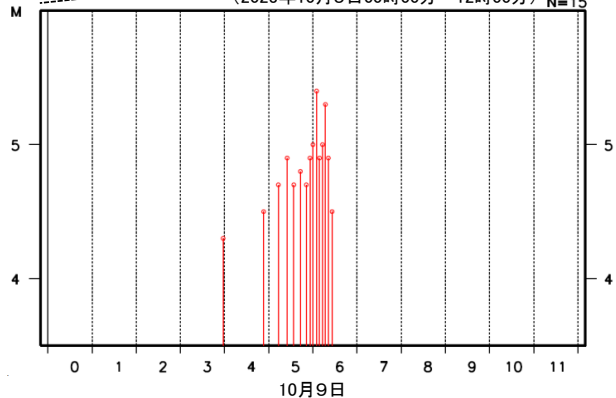
領域a内の時空間分布図(南北投影)



領域a内のM-T図



(2023年10月9日00時00分～12時00分) N=15



第 14 図 (a-5) つづき
Fig. 14(a-5) Continued.

イ. 地震波形

気象庁の八丈島三根観測点（HACHJ3）及び国立研究開発法人防災科学技術研究所の小笠原観測点（OSW）で観測された広帯域地震計の上下動成分の記録について、10月3日20時38分の地震（M6.4）、10月5日10時59分の地震（M6.5）、10月6日10時31分の地震（M6.0）及び10月9日05時25分の地震の波形を比較したものを図2-3から図2-5に示す。また、八丈島三根観測点及び小笠原観測点における10月9日05時25分の地震の広帯域地震計の上下動成分の記録を図2-6に示す。10月9日05時25分の地震は他の地震に比べて振幅が小さいが、振幅を拡大すると地震波が記録されていることが分かるが、地震波のP相及びS相は不明瞭である。

気象庁震度計の父島観測点での10月9日04時から07時までの上下動成分の記録を図2-7に示す。同時帯において、振幅の大きな波形（T相と考えられる）が少なくとも14個みられる。

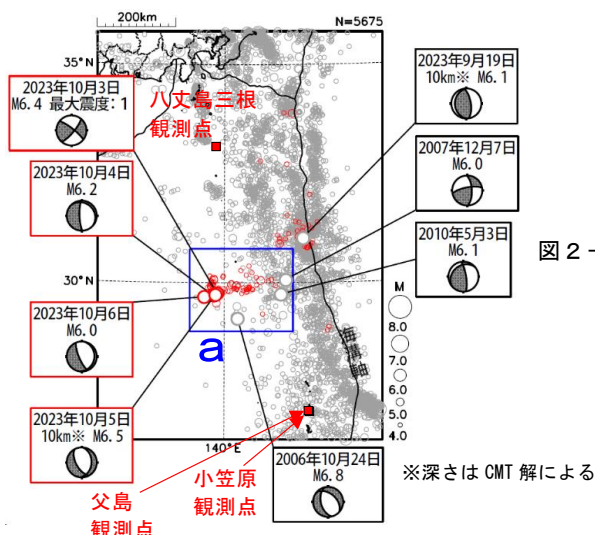


図2-3 震央分布図（図2-1に同じ）に重ねた観測点の配置

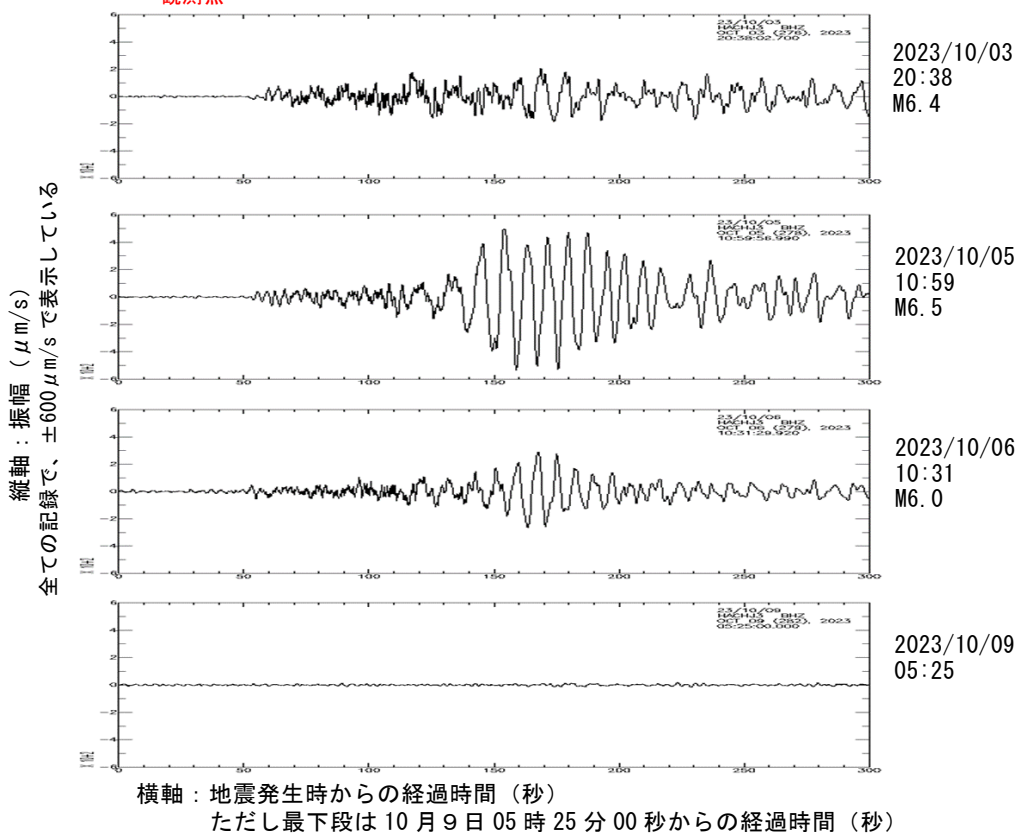


図2-4 気象庁・八丈島三根観測点（HACHJ3）における広帯域地震計の上下動成分の記録

第 14 図 (a-6) つづき
Fig. 14(a-6) Continued.

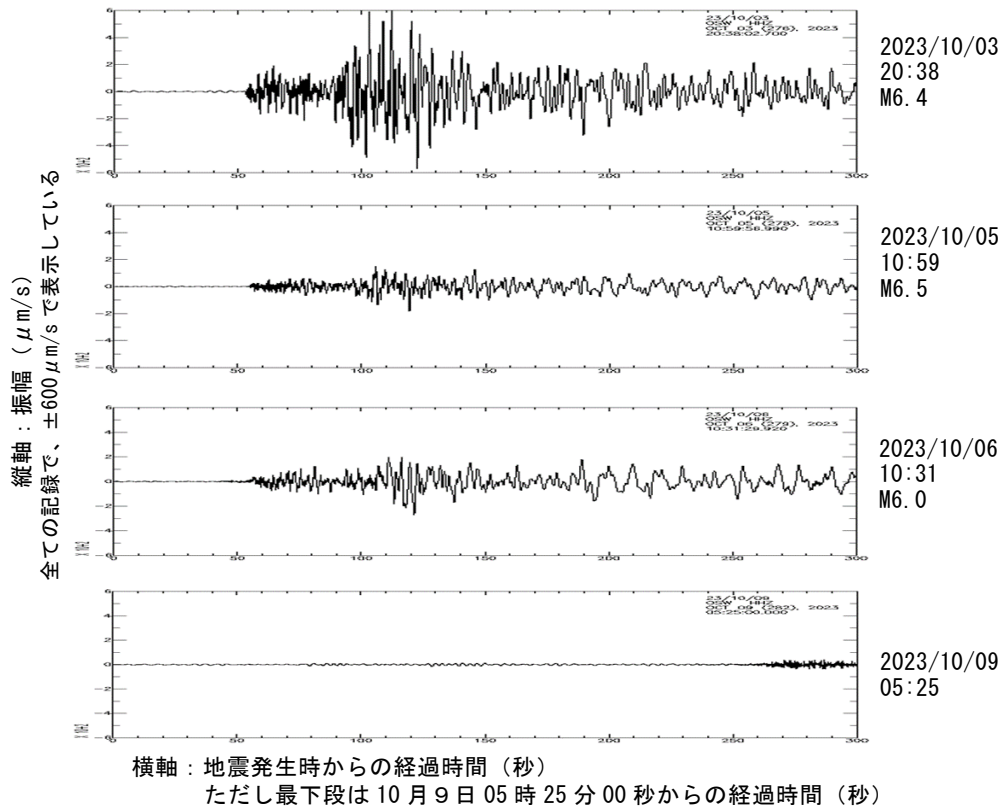


図 2-5 防災科学技術研究所・小笠原観測点 (OSW) における広帯域地震計の上下動成分の記録
 国立研究開発法人防災科学技術研究所のF-net観測点の波形データを用いた

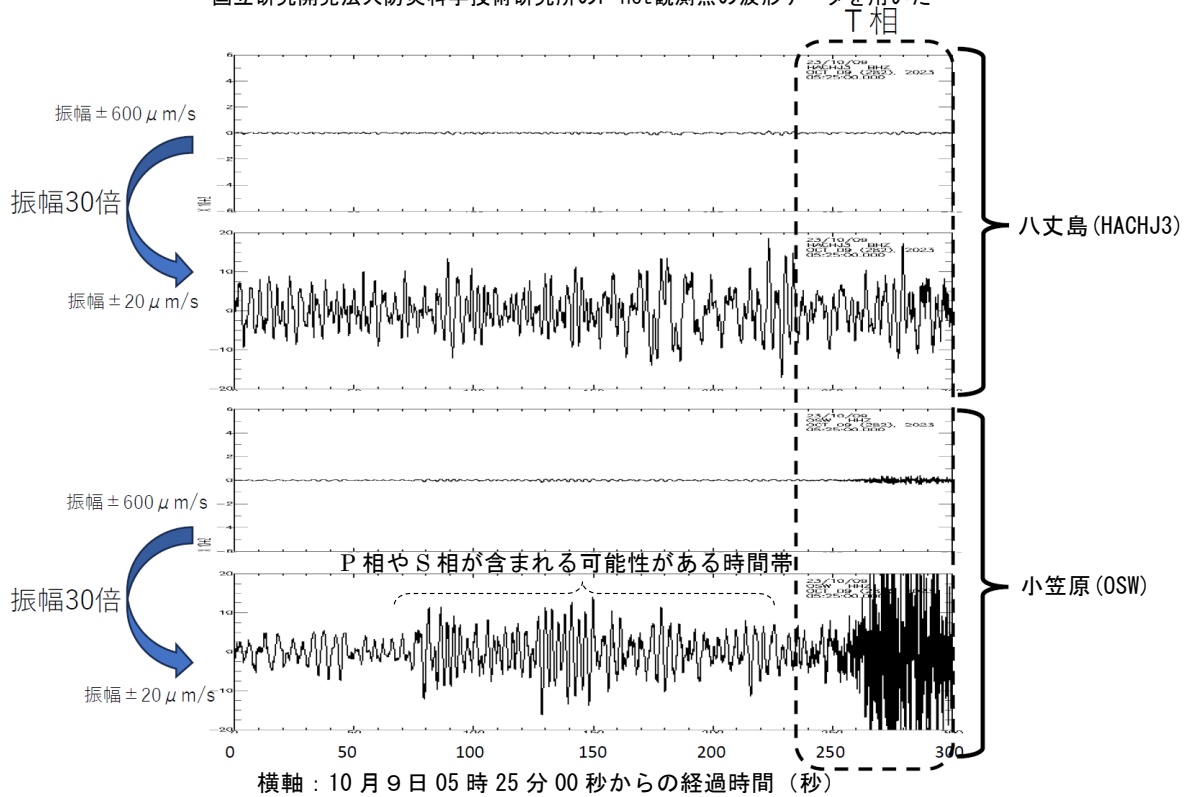


図 2-6 八丈島三根観測点及び小笠原観測点における広帯域地震計の上下動成分の記録
 国立研究開発法人防災科学技術研究所のF-net観測点の波形データを用いた

第 14 図 (a-7) つづき
 Fig. 14(a-7) Continued.

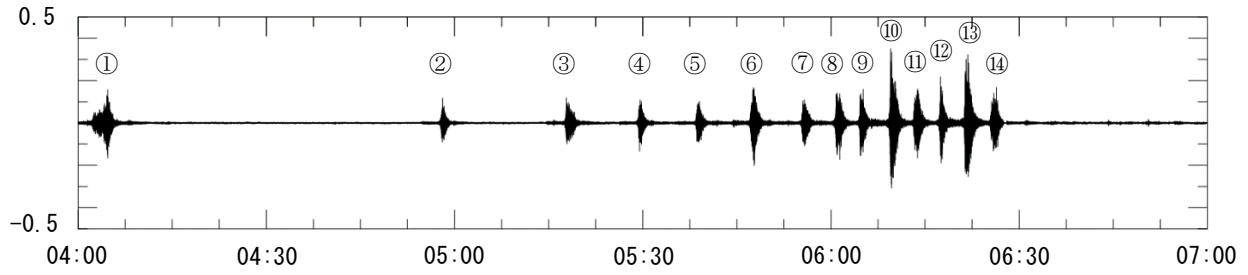
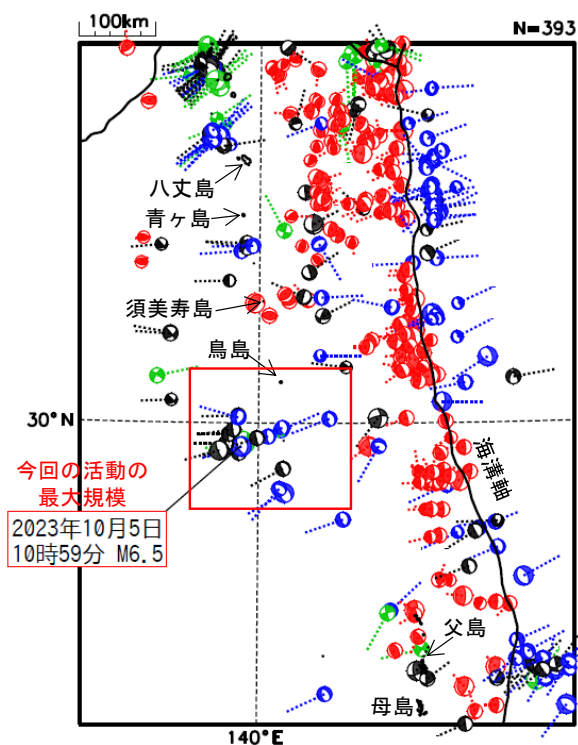


図 2-7 気象庁震度計（多機能型地震観測点）の父島観測点における10月9日04時00分から07時00分までの上下動成分の記録
縦軸は加速度 (gal)、横軸は時刻を示す。

第 14 図 (a-8) つづき
Fig. 14(a-8) Continued.

ウ. 発震機構

今回の地震活動域周辺の発震機構分布図を図 2-8 から図 2-10 に示す。今回の地震活動の周辺では、概ね東北東-西南西方向に張力軸を持つ型の地震が多く発生している。また、今回の地震活動の東側の海溝軸付近では、概ね東北東-西南西方向に圧力軸を持つ型の地震が多く発生している。



発震機構 (CMT 解) を一元化震源の位置に表示
赤: 逆断層型、青: 正断層型、緑: 横ずれ断層型、灰: その他

図 2-8 発震機構 (CMT 解) の分布図 (1994年9月1日~2023年10月31日、深さ0~100km) 張力軸を震源球からのびる点線で表示

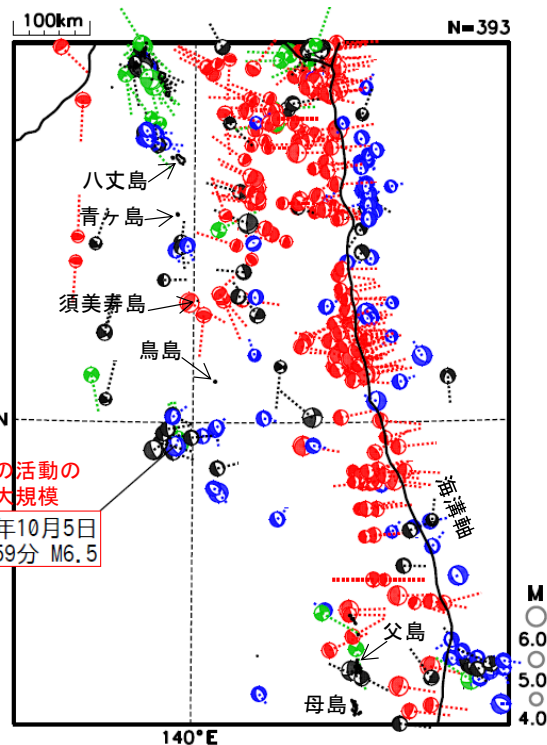


図 2-9 発震機構 (CMT 解) の分布図 (1994年9月1日~2023年10月31日、深さ0~100km) 圧力軸を震源球からのびる点線で表示

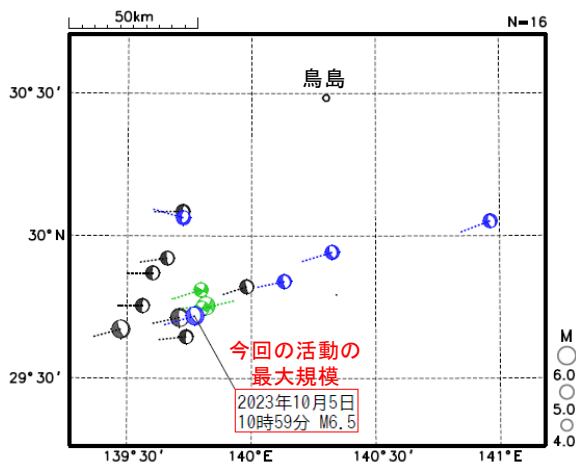


図 2-10 図 2-8 の赤色矩形内の拡大図 (2023年10月2日~31日を表示)

第 14 図 (a-9) つづき
Fig. 14(a-9) Continued.

Ⅱ. 過去の地震活動

1980 年以降の今回の地震活動域周辺の地震活動を図 2-11 から図 2-13 に示す。各図には、フィリピン海プレート内で発生した地震で津波を観測した地震を明示した。今回の地震活動域の北方の須美寿島付近では、M6.0 程度の規模にもかかわらず津波を観測した地震が時々発生しており、これらの地震の発震機構 (CMT 解) はよく似ている。1984 年の M5.9 の地震について、Kanamori et al. (1993)^(注3) はマグマが関与した地殻変動によって津波が発生した可能性があることを示している。今回の地震活動 (発震機構は図 2-1 も参照) 及び 2006 年の M6.8 の地震は、これらの須美寿島付近の地震とは発震機構の特徴が異なっている。

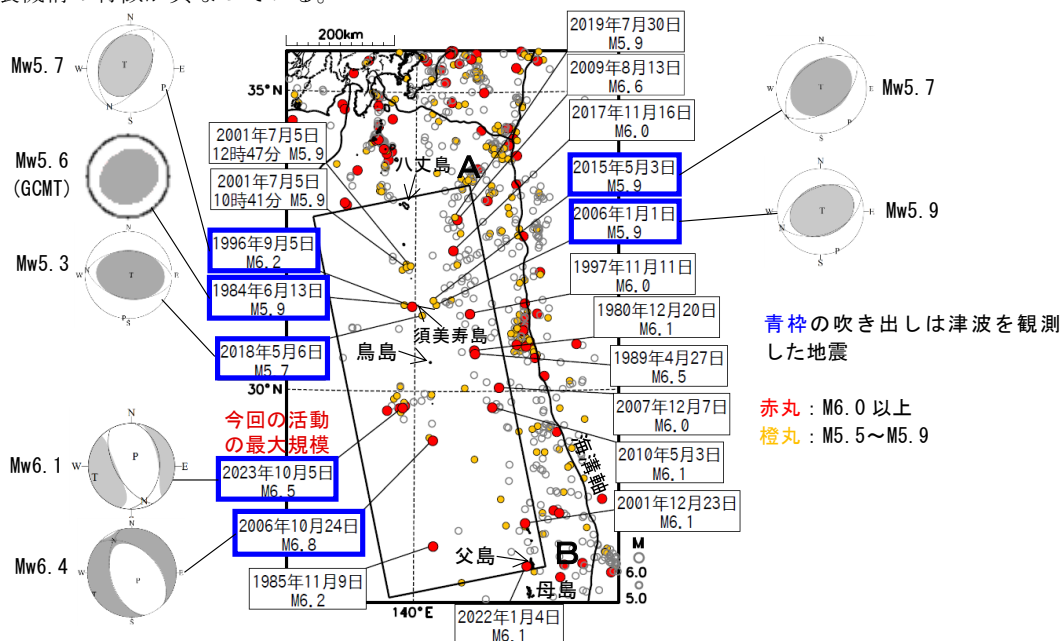


図 2-11 震央分布図 (1980年 1 月 1 日~2023年10月31日、深さ0~100km、M≥5.0)
 矩形領域内は、フィリピン海プレート内で発生したと考えられる地震
 ただし、矩形領域内の東端付近は太平洋プレート内の地震を含む
 吹き出しは、矩形領域内で M5.9 以上及び 2018 年 5 月 6 日 M5.7 の地震
 発震機構は 1984 年 6 月 13 日の地震は Global CMT、その他の地震は気象庁の CMT 解

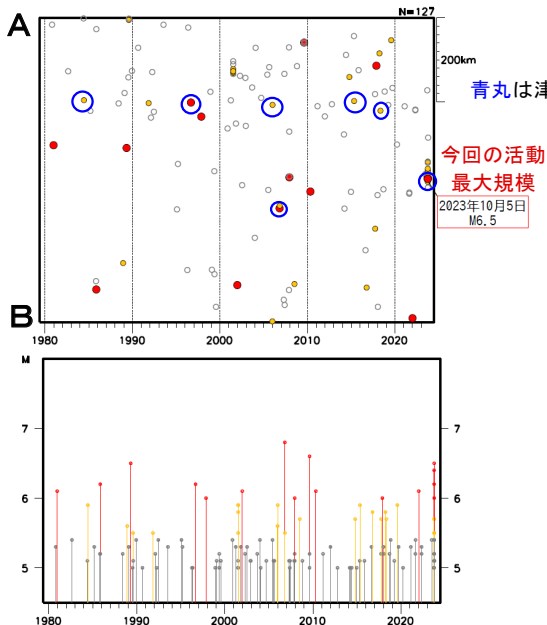


図 2-12 図 2-11 の矩形領域内の
 時空間分布図 (A-B 投影)

図 2-13 図 2-11 の矩形領域内の
 M-T 図

(注3) 参考文献 Kanamori, H., G. Ekstrom, A. Dziewonski, J. S. Barker, and S. A. Sipkin, 1993, J. Geophys. Res., 98, 6511-6522

1919 年以降の地震活動を図 2-14 及び図 2-15 に示す。今回の地震の震央周辺（領域 b）では、M 7 程度の地震が時々発生している。2015 年 5 月 30 日に深さ 682km で発生した M8.1 の地震（最大震度 5 強）では、軽傷 8 人、住家一部破損 2 棟などの被害が生じた（総務省消防庁による）。

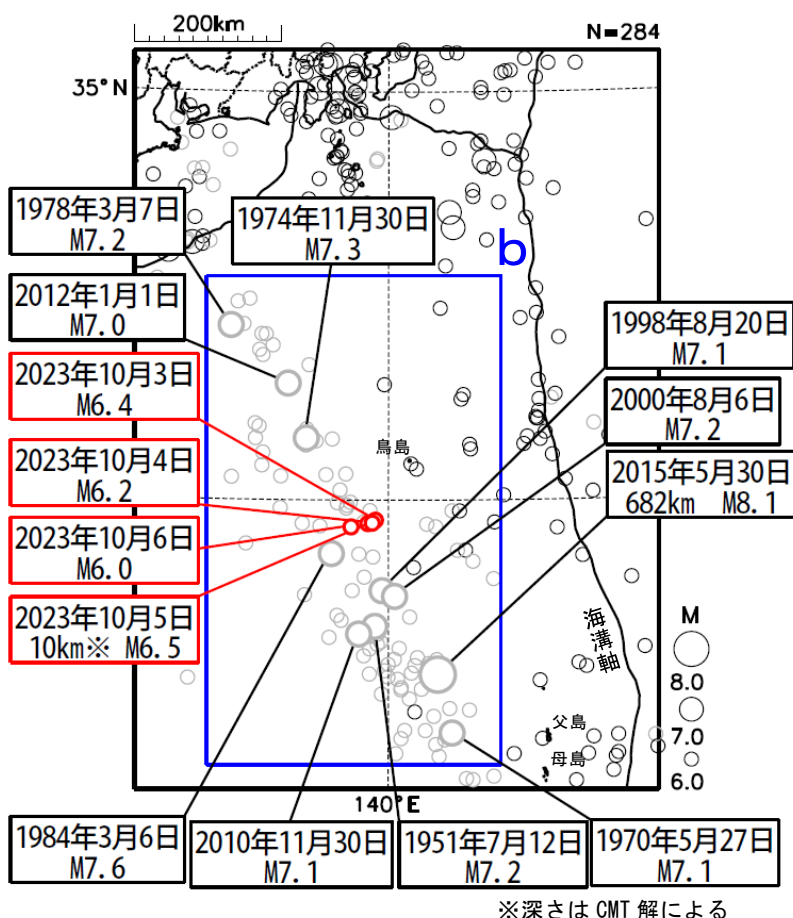


図 2-14 震央分布図（1919 年 1 月 1 日～2023 年 10 月 31 日、深さ 0～700km、 $M \geq 6.0$ ）
 2023 年 9 月以前の深さ 0～100km の地震を濃く、
 2023 年 9 月以前の深さ 100～700km の地震を薄く、
 2023 年 10 月の地震を赤く表示

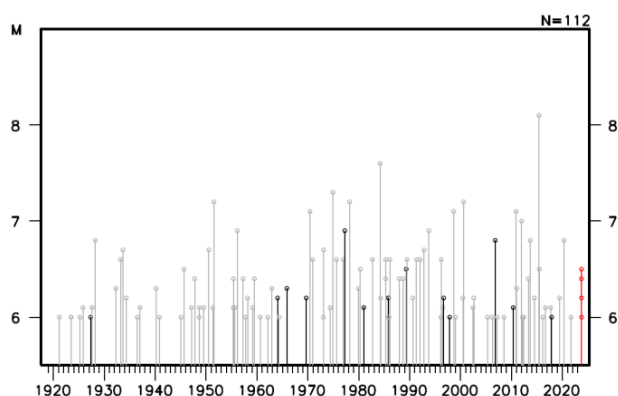
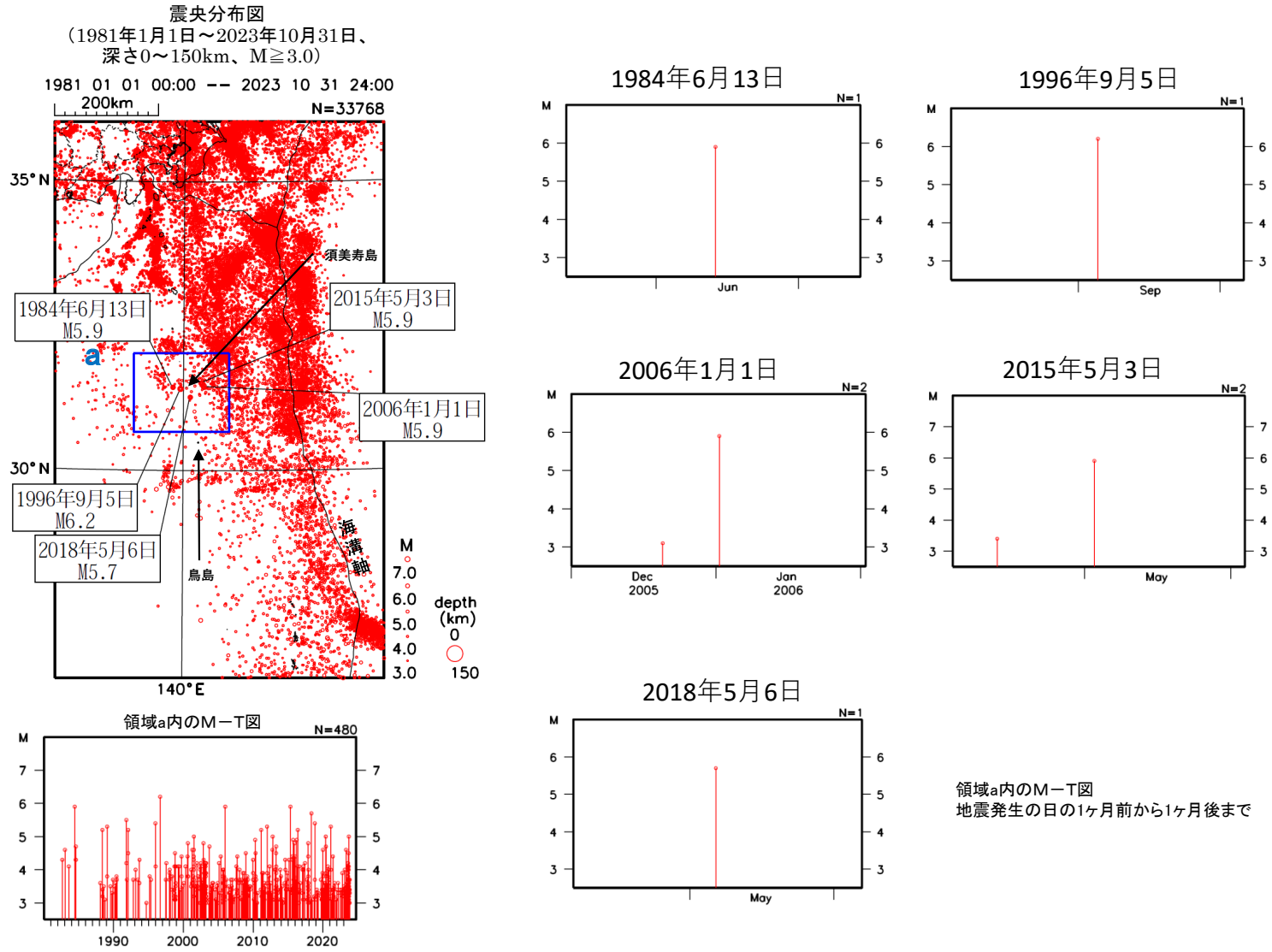


図 2-15 図 2-14 の領域 b 内の M-T 図

第 14 図 (a-11) つづき
 Fig. 14(a-11) Continued.

須美寿島付近で過去に津波を伴った地震の前後 1 ヶ月の地震活動



第 14 図 (a-12) つづき
Fig. 14(a-12) Continued.

(3) 津波

ア. 2023年10月5日10時59分 鳥島近海の地震 (M6.5)

この地震により、伊豆諸島の八丈島八重根で最大0.2mの津波を観測した。精査後の津波観測値は以下のとおり。

表 3 - 1 津波観測値 (2023 年 10 月 5 日)

都道府県	観測点名	所属	第一波	最大波	
			到達時刻	発現時刻	高さ (cm)
東京都	八丈島八重根*1	気象庁	05 日 11:-	05 日 12:17	0.2m

- は値が決定できないことを示す。
 ※観測値は後日の精査により変更される場合がある。
 *1 は巨大津波観測計により観測されたことを示す (観測単位は 0.1m)。

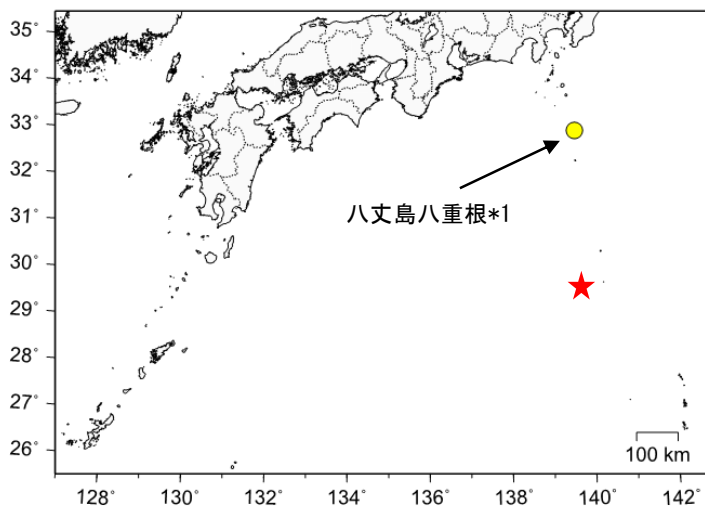


図 3 - 2 津波を観測した地点 (2023 年 10 月 5 日)

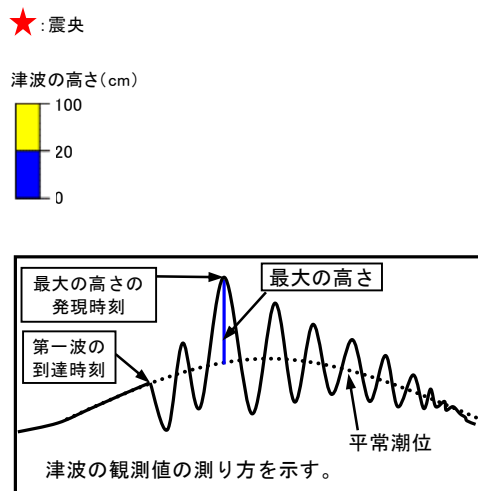


図 3 - 1 津波の測り方の模式

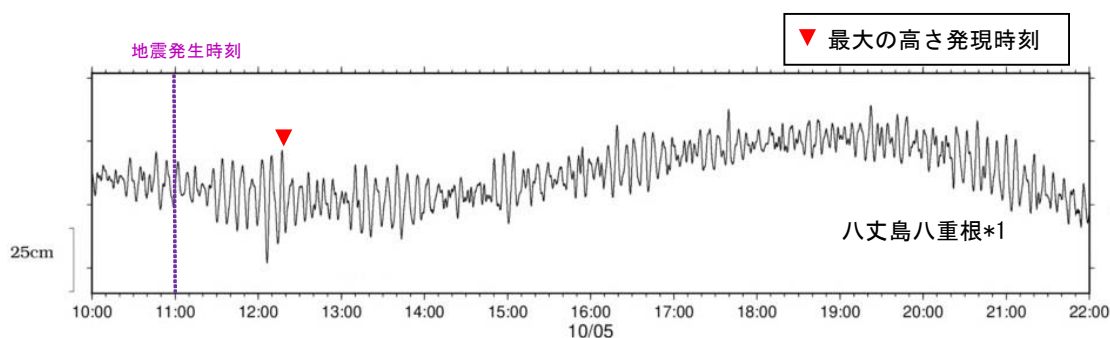


図 3 - 3 津波波形 (2023 年 10 月 5 日)

第 14 図 (a-13) つづき
 Fig. 14(a-13) Continued.

イ. 2023年10月6日10時31分 鳥島近海の地震 (M6.0)

この地震に伴う津波について精査した結果、伊豆諸島の八丈島八重根などで最大0.2mの津波を確認した。精査後の津波観測値は以下のとおり。

表 3-2 津波観測値 (2023 年 10 月 6 日)

都道府県	観測点名	所属	第一波	最大波	
			到達時刻	発現時刻	高さ (cm)
東京都	八丈島神湊	海上保安庁	06 日 11:-	06 日 11:52	5
	八丈島八重根*1	気象庁	06 日 11:-	06 日 11:40	0.2m
鹿児島県	南大隅町大泊	海上保安庁	06 日 -:-	06 日 13:44	6
	中之島	海上保安庁	06 日 -:-	06 日 12:27	8

- は値が決定できないことを示す。
 ※観測値は後日の精査により変更される場合がある。
 ※所属機関の観測波形データをもとに気象庁が検測した値。
 *1 は巨大津波観測計により観測されたことを示す (観測単位は 0.1m)。

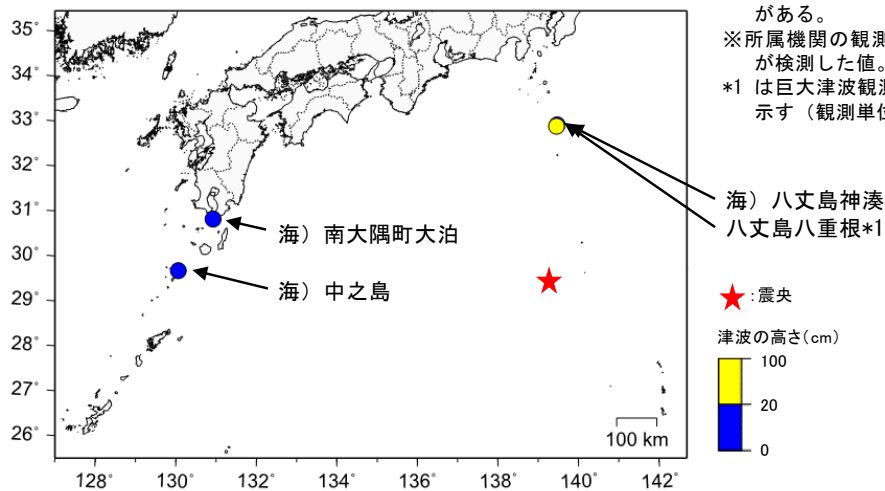


図 3-4 津波を観測した地点 (2023 年 10 月 6 日)

※ 海) は海上保安庁の所属であることを表す。

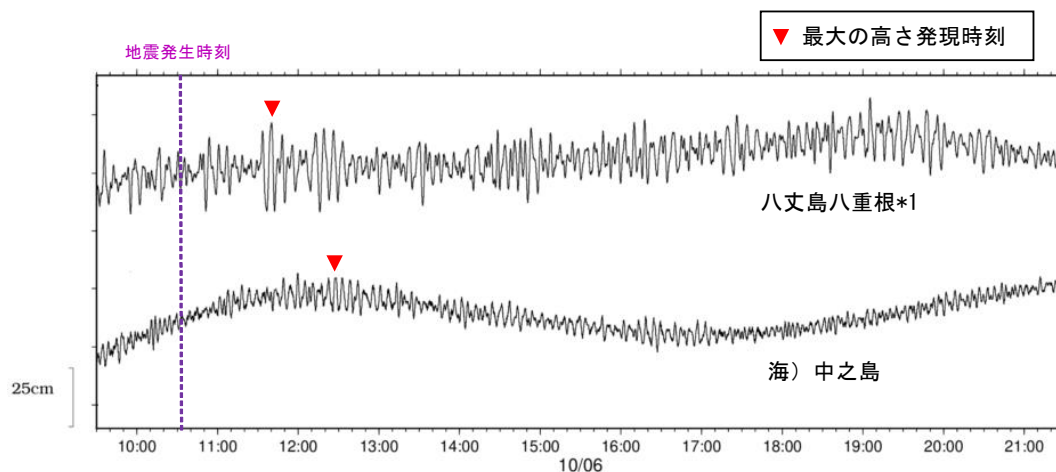


図 3-5 主な津波波形 (2023 年 10 月 6 日)

※ 海) は海上保安庁の所属であることを表す。

第 14 図 (a-14) つづき
 Fig. 14(a-14) Continued.

ウ. 2023年10月9日04時頃から06時台に鳥島近海で発生した地震活動

この地震活動により、伊豆諸島の八丈島八重根で最大0.7mの津波を観測したほか、千葉県から沖縄県にかけて津波を観測した。精査後の津波観測値は以下のとおり。

表 3 - 3 津波観測値 (2023 年 10 月 9 日)

都道府県	観測点名	所属	第一波	最大波	
			到達時刻	発現時刻	高さ (cm)
千葉県	館山市布良	気象庁	09日 --:	09日 07:43	17
東京都	伊豆大島岡田	気象庁	09日 --:	09日 08:37	17
	神津島神津島港	海上保安庁	09日 --:	09日 08:01	44
	三宅島坪田	気象庁	09日 --:	09日 08:11	41
	三宅島阿古	海上保安庁	09日 --:	09日 07:45	29
	八丈島神湊	海上保安庁	09日 --:	09日 07:12	23
	八丈島八重根*1	気象庁	09日 --:	09日 07:17	0.7m
	父島二見	気象庁	09日 --:	09日 07:24	16
神奈川県	三浦市三崎漁港*1	気象庁	09日 --:	09日 09:01	0.1m
静岡県	南伊豆町手石港	気象庁	09日 --:	09日 08:21	16
	伊東	国土地理院	09日 --:	09日 07:59	10
愛知県	田原市赤羽根	気象庁	09日 --:	09日 09:01	12
三重県	熊野市遊木	気象庁	09日 --:	09日 07:58	11
和歌山県	串本町袋港	気象庁	09日 --:	09日 07:15	13
	御坊市祓井戸	気象庁	09日 --:	09日 08:42	15
徳島県	徳島由岐	気象庁	09日 --:	09日 07:11	8
愛媛県	宇和島	気象庁	09日 --:	09日 11:04	10
高知県	室戸市室戸岬	気象庁	09日 --:	09日 08:17	13
	土佐清水	気象庁	09日 --:	09日 08:09	34
	中土佐町久礼港	国土地理院	09日 --:	09日 08:15	18
大分県	佐伯市松浦	気象庁	09日 --:	09日 10:20	6
宮崎県	日南市油津	気象庁	09日 --:	09日 08:08	14
鹿児島県	志布志港*1	気象庁	09日 --:	09日 08:54	0.2m
	南大隅町大泊	海上保安庁	09日 --:	09日 08:18	26
	種子島西之表	海上保安庁	09日 --:	09日 09:27	10
	奄美市小湊	気象庁	09日 --:	09日 08:06	9
	中之島	海上保安庁	09日 --:	09日 09:46	31
沖縄県	南城市安座真	国土地理院	09日 --:	09日 08:52	5

- は値が決定できないことを示す。

※観測値は後日の精査により変更される場合がある。

※所属機関の観測波形データをもとに気象庁が検出した値。

*1 は巨大津波観測計により観測されたことを示す (観測単位は0.1m)。

第 14 図 (a-15) つづき

Fig. 14(a-15) Continued.

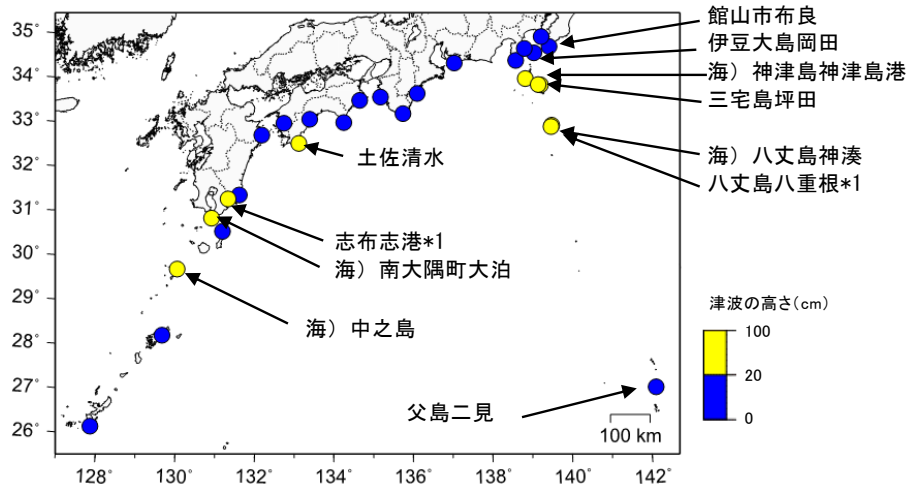


図 3-6 津波を観測した地点 (2023 年 10 月 9 日)
 ※ 海) は海上保安庁の所属であることを表す。

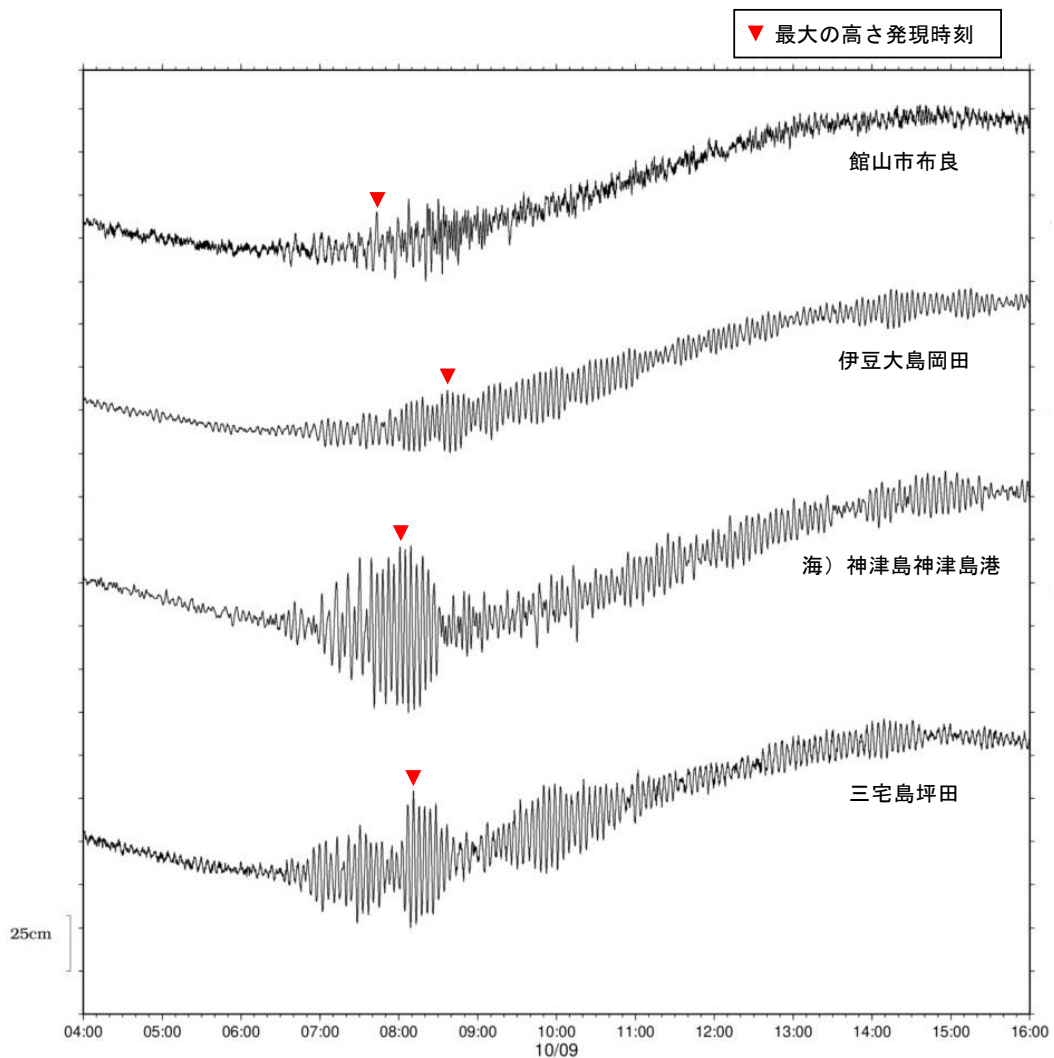


図 3-7-1 主な津波波形 (2023 年 10 月 9 日)
 ※ 海) は海上保安庁の所属であることを表す。

第 14 図 (a-16) つづき
 Fig. 14(a-16) Continued.

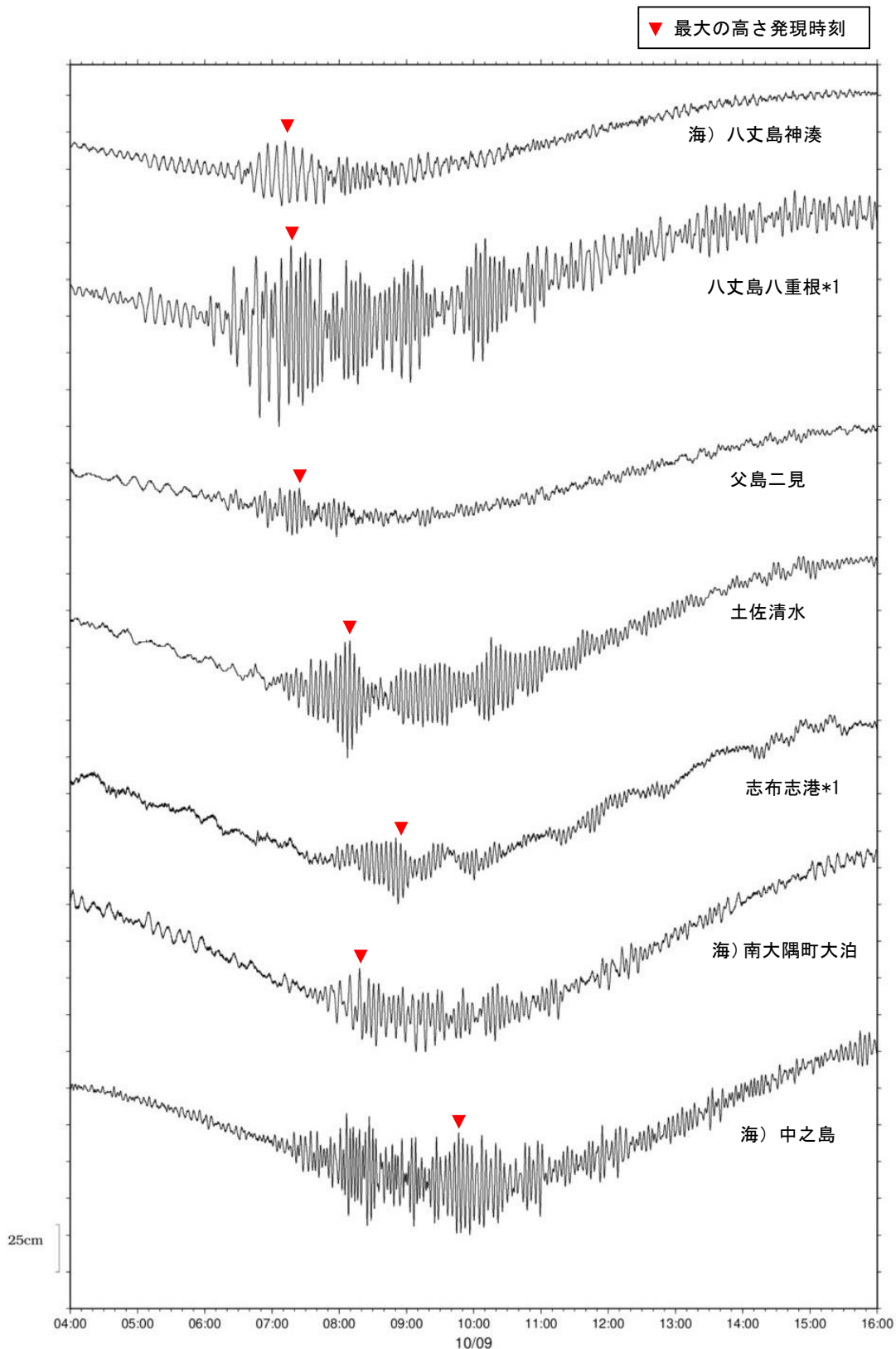
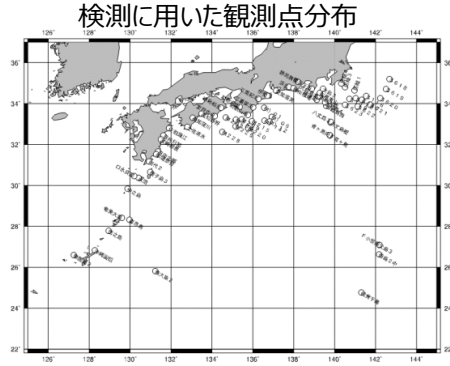


図 3-7-2 主な津波波形 (2023 年 10 月 9 日)
 ※ 海) は海上保安庁の所属であることを表す。

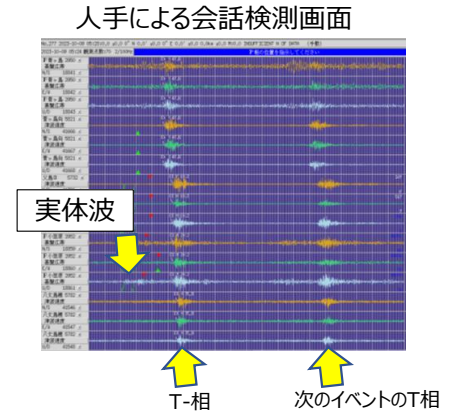
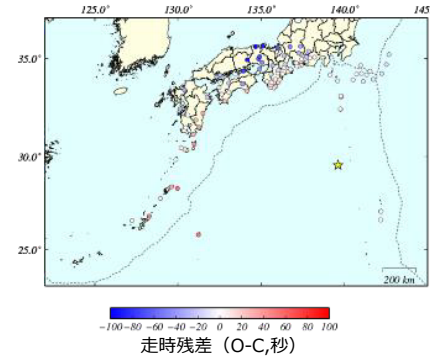
第 14 図 (a-17) つづき
 Fig. 14(a-17) Continued.

2023年10月 鳥島近海の地震活動 (T相の発生源決定)

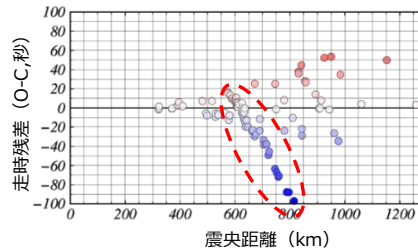
(1) T相の到着時刻の検出



10月09日05時25分M4.4のイベントの
走時残差 (O-C,秒) の分布



通常の地震波検出のように時間軸を拡大すると、T相の立ち上がり部分は不明瞭なため、検出の任意性が高い。そのため時間軸をあまり拡大せずに、T相の大振幅の立ち上がり部分を検出した。



予備的な検出によると、内陸の観測点ではT相の見かけ速度から大きく外れる波群 (上図の赤点線部分。実体波の走時と合う) を検出してしまったため、T相の検出には海底地震計と沿岸部の観測点の波形データを使用した。

(2) T相の発生源の決定方法

■ 次の2 stepで実施

Step 1 グリッドサーチ

北緯10°~50°、東経110°~160°の範囲における2°間隔、時間は30秒間隔でグリッドサーチ (深さ0km固定、 $V=1.5\text{km/s}$ の均質構造) により、走時残差のRMS最小のグリッドを求め、そのグリッドからさらに $\pm 2^\circ$ の範囲における10'間隔、時間は1秒間隔でグリッドサーチを実施。

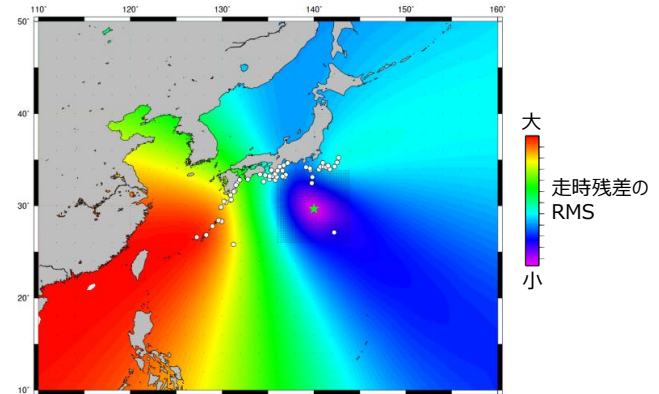
Step 2 Step 1のグリッドサーチの結果を初期値とした一元化震源決定処理

深さ0km固定、 $V=1.5\text{km/s}$ の均質構造により、発生源及びMを決定

■ Mの決定

T相ではなく実体波の部分で最大振幅を検出し、一元化震源決定処理により速度マグニチュードを計算した。

10月9日05時56分のイベントの
グリッドサーチの結果 (上記Step 1)



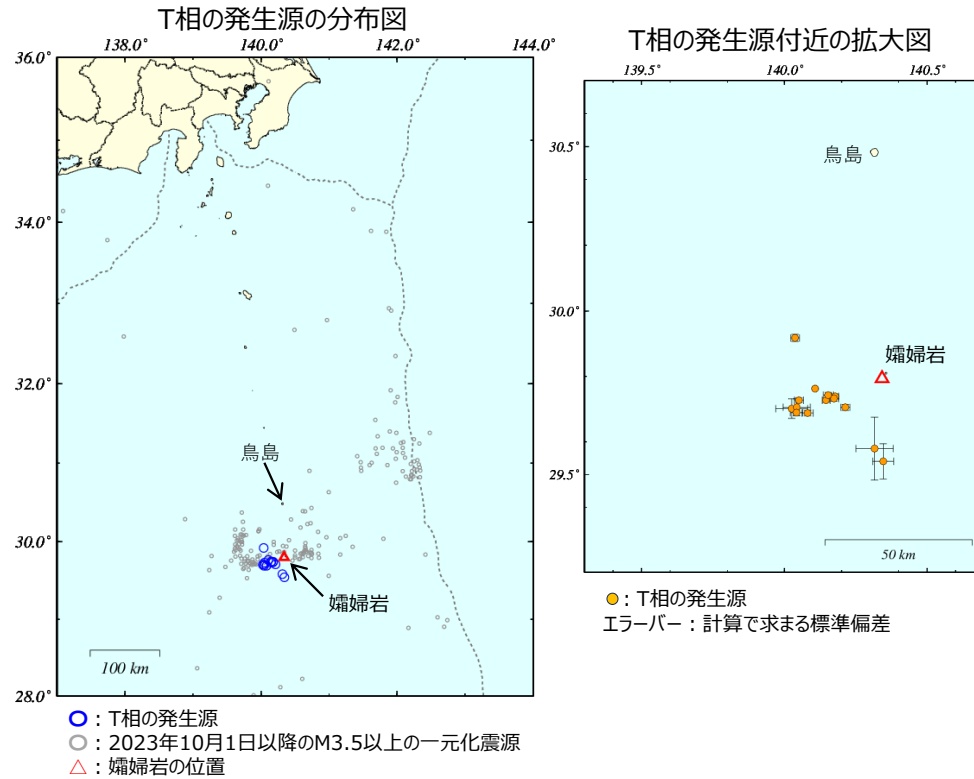
グリッドサーチで決まったT相の発生源を星印、検出した観測点を白丸、走時残差のRMSが大きい領域を赤色、小さい領域を青色で示す。

第14図 (b-1) 鳥島近海の地震活動 (T相)

Fig. 14(b-1) Seismic activity near the Torishima Island (T-phase).

2023年10月 鳥島近海の地震活動 (T相の発生源決定)

(3) T相の発生源の決定結果

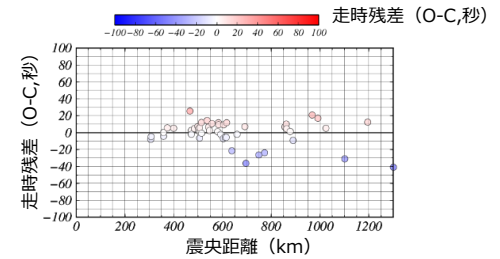
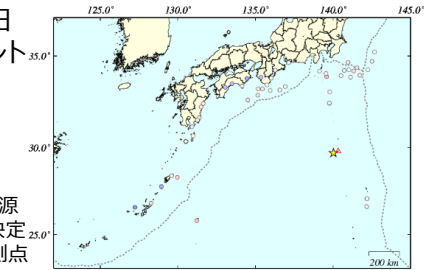


T相の発生源は嬬婦岩の西側から南側に決まる。
計算で求まる標準偏差は数km程度で、嬬婦岩の南側の発生源の値が大きい。

走時残差 (O-C,秒) の分布

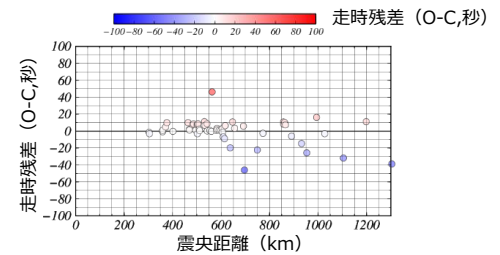
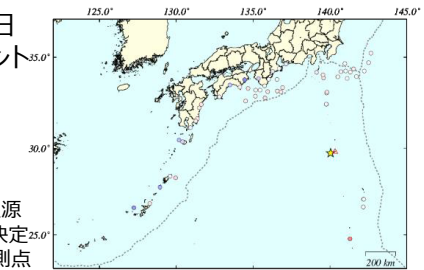
2023年10月9日
03時58分のイベント

★ : T相の発生源
○ : 発生源の決定
に用いた観測点



2023年10月9日
05時25分のイベント

★ : T相の発生源
○ : 発生源の決定
に用いた観測点

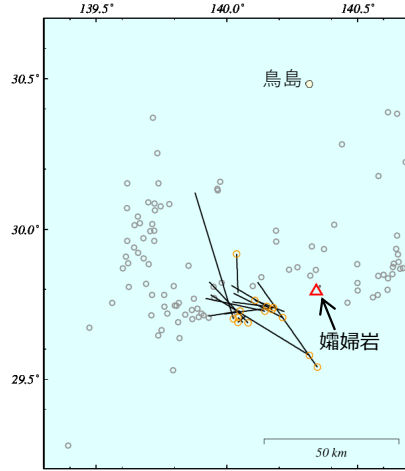


第 14 図 (b-2) つづき
Fig. 14(b-2) Continued.

2023年10月 鳥島近海の地震活動（T相の発生源決定）

(4) USGS震源との比較

T相の発生源をUSGSで決定されていた震源と比較した。



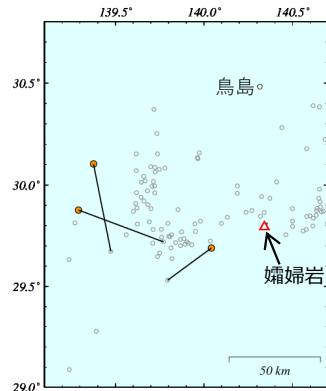
○ : T相の発生源
黒線の先 : USGSによる震央

Event No.	T相の発生源				USGSで決定された震源 (2023年10月31日時点)				
	Origin Time	Lon.(°)	Lat.(°)	Mag.	Origin Time	Lon.(°)	Lat.(°)	Dep.(km)	Mag.
1	2023/10/09 03:58:13.38	140.0258	29.7018	4.4(V)	2023/10/09 03:58:10.35	139.8780	30.1220	10.0	4.3(mb)
2	2023/10/09 04:53:44.11	140.0432	29.7062	4.8(V)	2023/10/09 04:53:46.09	140.0610	29.6900	10.0	4.5(mb)
3	2023/10/09 05:13:49.09	140.0423	29.6898	4.8(V)	2023/10/09 05:13:51.05	140.0700	29.7100	10.0	4.7(mb)
4	2023/10/09 05:25:21.59	140.0508	29.7277	4.4(V)	2023/10/09 05:25:22.66	139.9300	29.7110	10.0	4.9(mb)
5	2023/10/09 05:34:32.94	140.1778	29.7393	4.8(v)	2023/10/09 05:34:32.71	139.9900	29.7180	10.0	4.7(mb)
6	2023/10/09 05:43:14.05	140.1080	29.7630	-	2023/10/09 05:43:09.46	140.2200	29.7260	10.0	4.8(mb)
7	2023/10/09 05:51:25.84	140.1462	29.7273	-	2023/10/09 05:51:25.66	139.9190	29.7700	10.0	4.7(mb)
8	2023/10/09 05:56:47.73	140.0813	29.6882	-	2023/10/09 05:56:48.38	139.9330	29.8250	10.0	4.9(mb)
9	2023/10/09 06:00:39.90	140.1738	29.7325	4.4(v)	2023/10/09 06:00:41.70	140.0180	29.8130	10.0	5.0(mb)
10	2023/10/09 06:05:33.32	140.1538	29.7428	-	2023/10/09 06:05:33.64	140.0210	29.7580	10.0	5.3(mb)
11	2023/10/09 06:08:58.21	140.3462	29.5405	-	2023/10/09 06:09:16.47	140.1180	29.8240	10.0	4.9(mb)
12	2023/10/09 06:13:40.85	140.0375	29.9177	-	2023/10/09 06:13:28.93	140.0430	29.7890	10.0	5.1(mb)
13	2023/10/09 06:17:24.23	140.2137	29.7058	-	2023/10/09 06:17:29.57	140.0260	29.7870	10.0	5.4(mb)
14	2023/10/09 06:21:13.07	140.3160	29.5797	-	2023/10/09 06:21:42.19	139.9380	29.7820	10.0	4.9(mb)

T相の発生源のマグニチュードが決まっていない理由は、T相が短時間に連続して波形に現れ、実体波部分が不明瞭なため。

(5) 一元化震源との比較

鳥島近海の一元化震源3個についても、T相の発生源を決定し、一元化震源と比較した。



○ : T相の発生源
黒線の先 : 一元化震源の震央

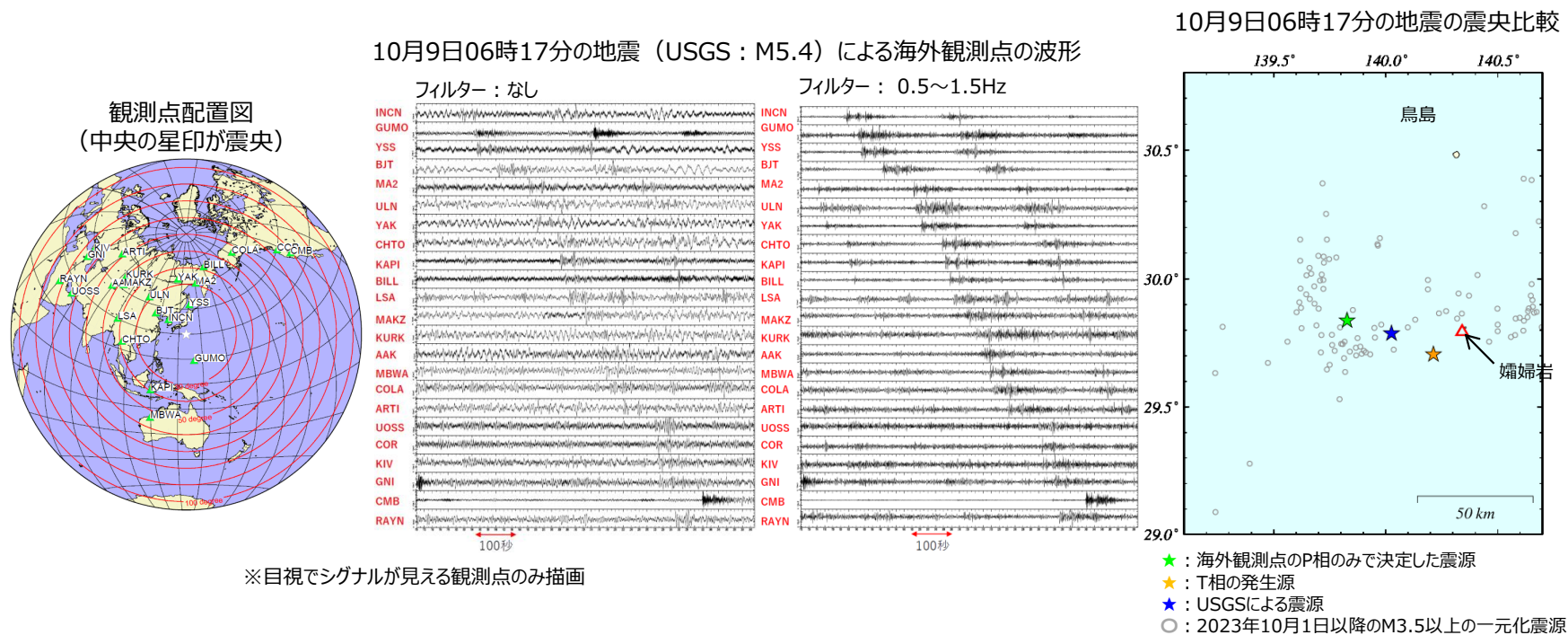
Event No.	T相の発生源				一元化震源				
	Origin Time	Lon.(°)	Lat.(°)	Mag.	Origin Time	Lon.(°)	Lat.(°)	Dep.(km)	Mag.
1	2023/10/05 10:59:16.36	139.2916	29.8768	-	2023/10/05 10:59:56.99	139.7727	29.7193	17.0	6.5(D)
2	2023/10/06 10:30:39.48	139.3767	30.1033	-	2023/10/06 10:31:29.92	139.4748	29.6720	19.0	6.0(D)
3	2023/10/09 05:13:49.09	140.0423	29.6898	4.8(V)	2023/10/09 05:13:48.49	139.7947	29.5303	1.0	5.2(D)

第14図 (b-3) つづき
Fig. 14(b-3) Continued.

2023年10月 鳥島近海の地震活動（T相の発生源決定）

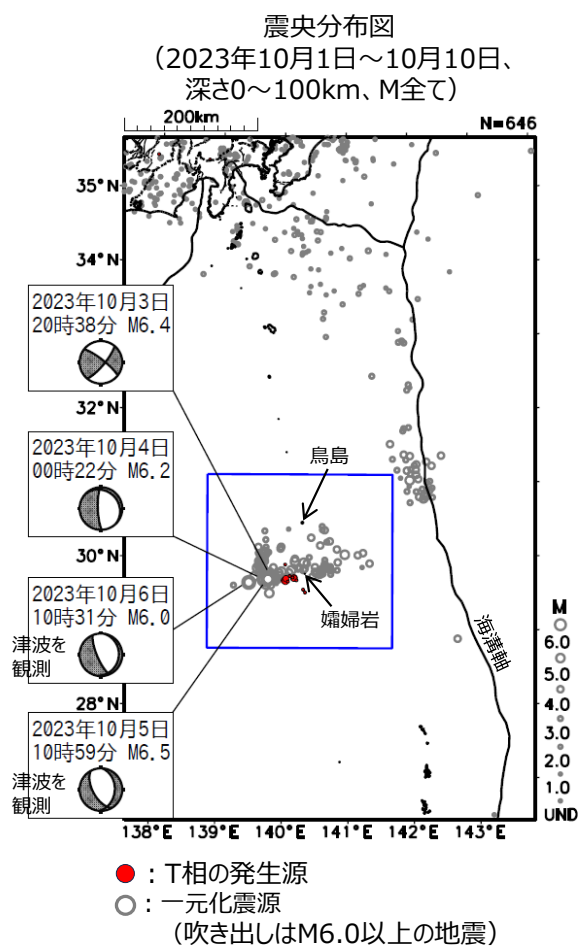
（6）海外観測点を用いて決定した震源との比較

海外観測点のP相のみを用いて2023年10月9日 06時17分の地震の震源を決定した。
P相の検測にあたっては、0.5～1.5Hzのバンドパスフィルターを通した波形（下図右側の波形）を用いた。

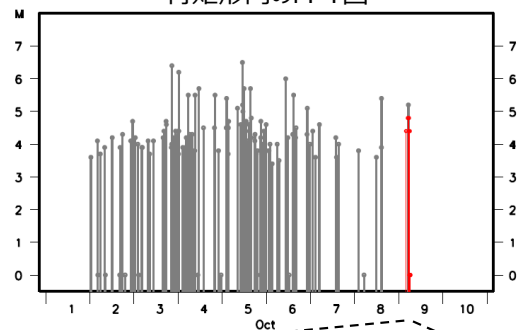


第 14 図 (b-4) つづき
Fig. 14(b-4) Continued.

2023年10月 鳥島近海の地震活動（T相の発生源）

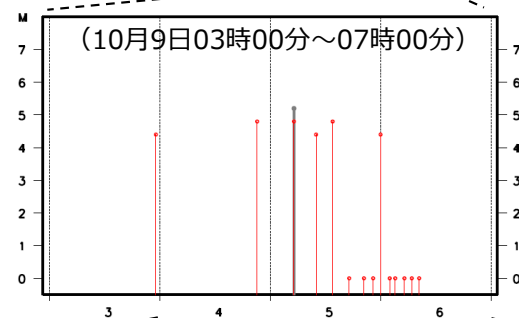


青矩形内のM-T図



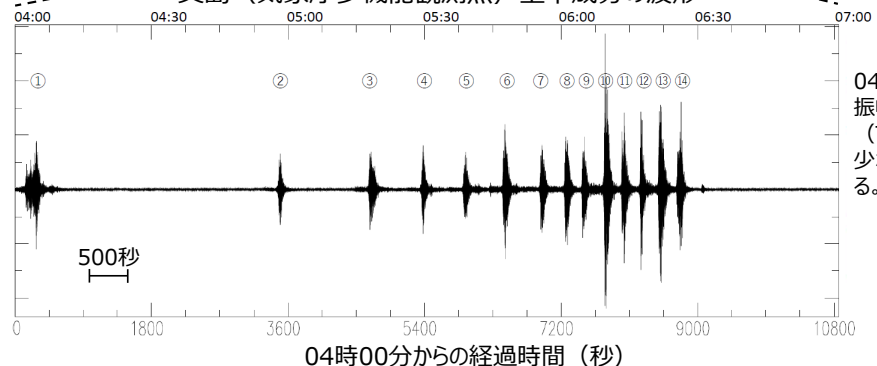
10月9日04時頃から06時台の
T相の発生源に対応する地震活
動について、マグニチュードが推定
できたものの最大はM4.8である。

(10月9日03時00分～07時00分)



赤色はT相の発生源のマグニチュード。
マグニチュードが決定できなかったものは
マグニチュード0.0で表示。

父島（気象庁多機能観測点）上下成分の波形

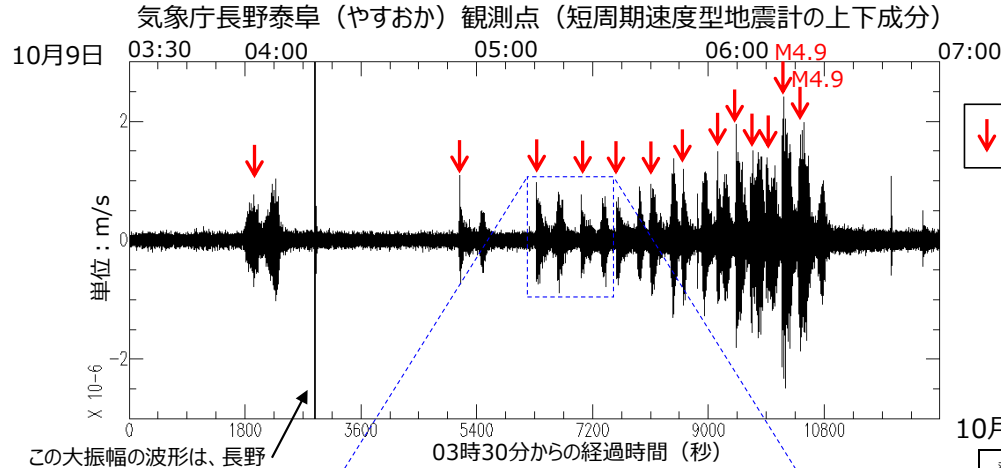


04時頃～06時台に
振幅の大きな波形
(T相と考えらる)が
少なくとも14個みられ
る。

第14図(b-5) つづき
Fig. 14(b-5) Continued.

2023年10月 鳥島近海の地震活動（10月9日04時頃から06時台における地震活動の規模の上限の推定）

10月9日04時頃から06時台における地震活動の規模の上限を推定するため、T相の影響をあまりうけない内陸の「長野泰阜観測点」における、この期間における各地震の実体波部分の最大振幅に対応する観測点Mを推定した結果、最大規模の地震はM4.9と推定された。



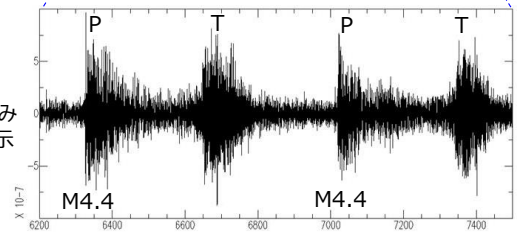
↓ 実体波部分の最大振幅の発現時刻



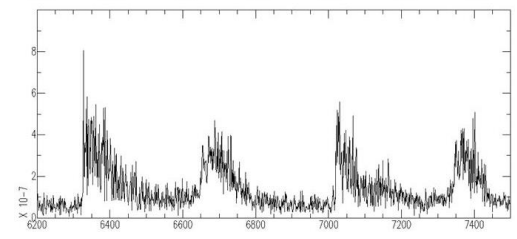
10月9日06時17分の地震のUSGSによる震源位置を元に、気象庁一元化震源処理と同じ手法で速度Mを計算した

この大振幅の波形は、長野県南部で04時17分に発生した地震（M2.0）に対応

上図の青点線囲みの波形を拡大表示



上図の波形のエンベロープ表示



10月9日04時頃から06時台の各地震のマグニチュード比較

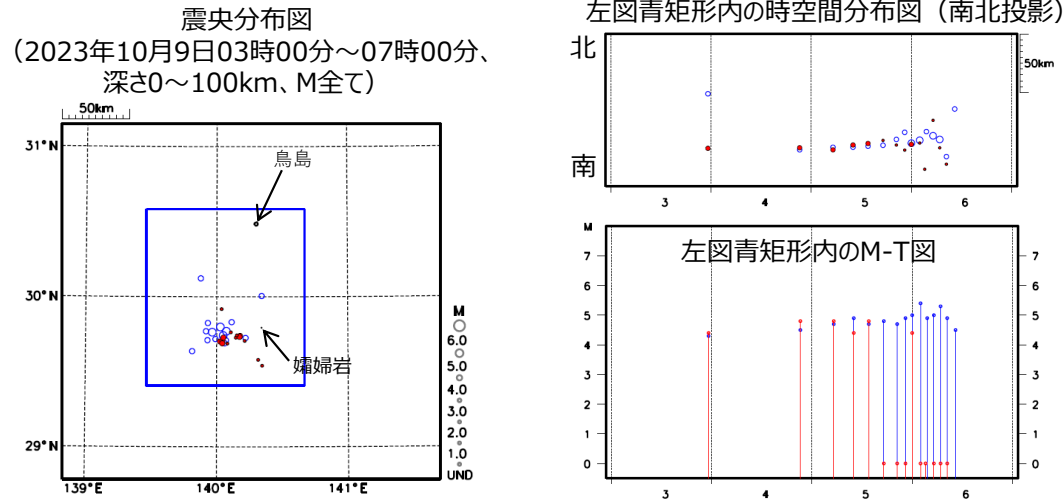
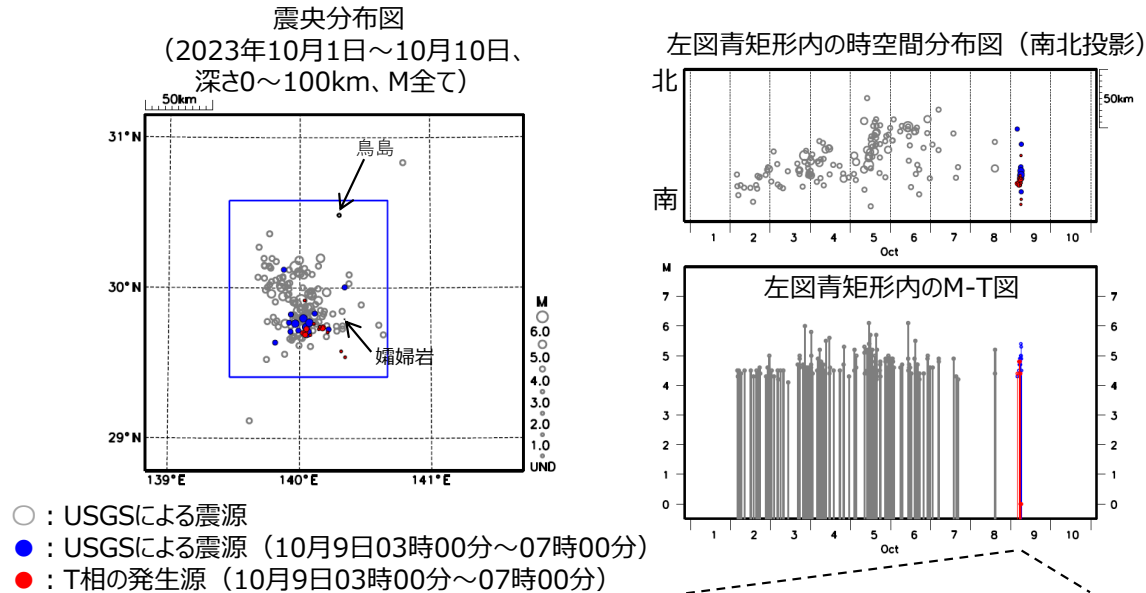
発生時刻 (USGS震源)	T相発生源M	USGS mb	長野泰阜観測点 速度M
3:58	4.4V	4.3	4.1
4:53	4.8V	4.5	4.4
5:13	4.8V	4.7	4.4
5:25	4.4V	4.9	4.4
5:34	4.8v	4.7	4.4
5:43	-	4.8	4.4
5:51	-	4.7	4.6
5:56	-	4.9	-
6:00	4.4v	5.0	4.6
6:05	-	5.4	4.8
6:09	-	4.9	4.6
6:13	-	5.0	4.6
6:17	-	5.3	4.9
6:21	-	4.9	4.9

灰色ハッチはM未決定を示す

(USGSの震源データは2023年11月7日時点)

第 14 図 (b-6) つづき
Fig. 14(b-6) Continued.

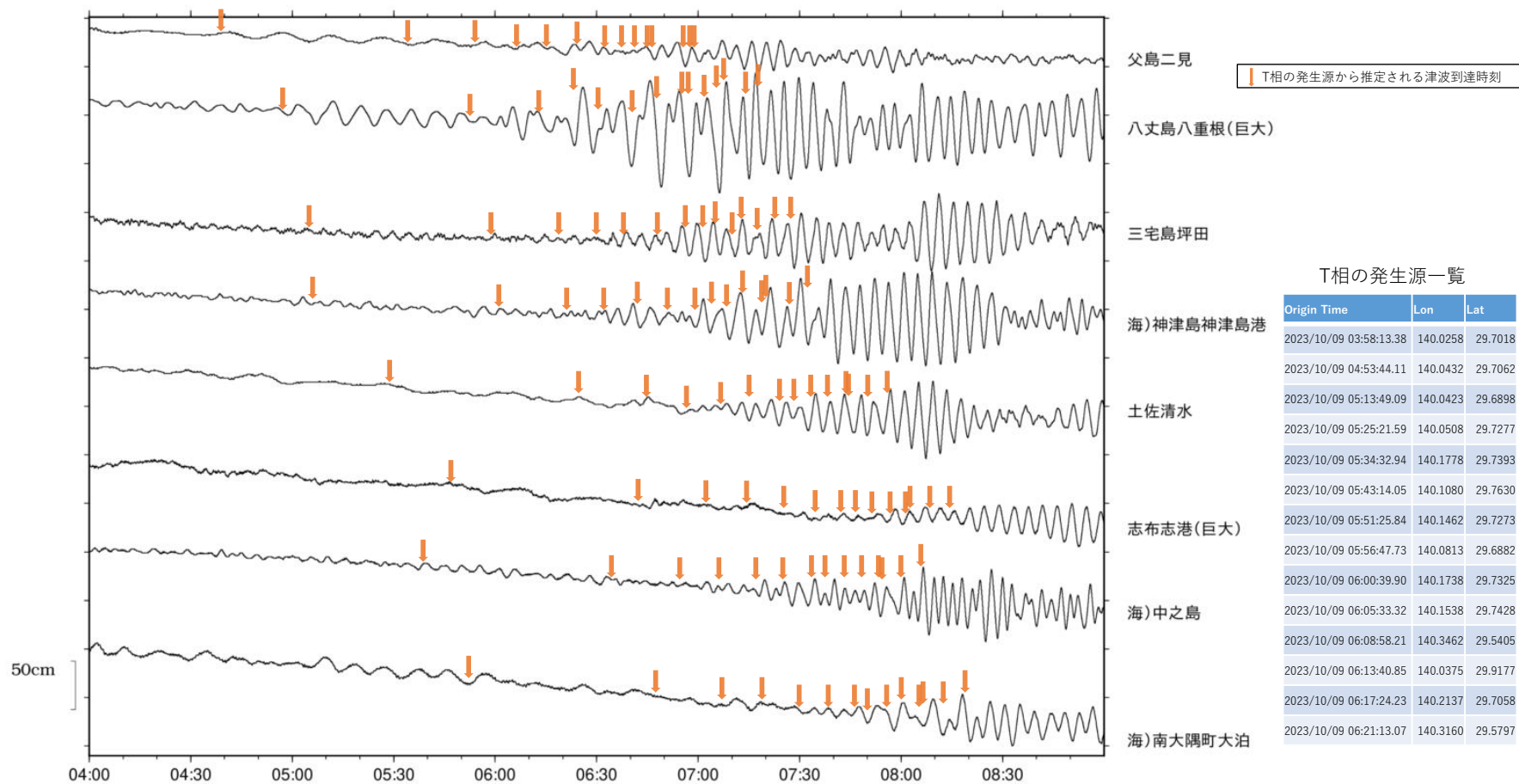
2023年10月 鳥島近海の地震活動（T相の発生源とUSGS震源の比較）



(USGSによる震源データは
2023年11月7日時点)

第14図 (b-7) つづき
Fig. 14(b-7) Continued.

2023年10月9日の検潮記録と、T相の発生源から推定される津波到達時刻



第 14 図 (b-8) つづき
Fig. 14(b-8) Continued.

(4) T相によるものと考えられる震度

2023 年 10 月 9 日 04 時 10 分から 06 時 28 分にかけて宮崎県及び鹿児島県で観測したデータを精査したところ、T相によるものと考えられる震度（震度 2～1）を観測していたことを確認した（表 4-1、図 4-1）。これらの震度の観測時刻は、鳥島近海で発生した一連の地震活動^(注4)により気象庁震度計の父島観測点で観測された顕著な T相（図 4-2）が、1.5km/s で各震度観測点に到達したと考えると整合する。米国地質調査所（USGS）による震央を囲む、海沿い及び島嶼部の気象庁震度計で観測された加速度波形を見ると、喜界町滝川観測点以外の観測点では、それより小さな振幅の T相しか観測されていないことが分かる（図 4-3）。

06 時 16 分に震度 1 を観測した喜界町滝川観測点の波形及びランニングスペクトルを図 4-4 上に示す。伊豆諸島や小笠原諸島の地震により喜界町滝川観測点では過去にも T相を観測したことがある。例えば、10 月 5 日 10 時 59 分に発生した鳥島近海の地震でも T相が観測されているが、喜界町滝川観測点での震度は 1 未満であった（図 4-4 下）。10 月 9 日に観測された T相（図 4-4 上）は、10 月 5 日 10 時 59 分に発生した通常地震で観測された T相（図 4-4 下）と比較すると、振幅が大きく、高周波成分が含まれており、パルス的で継続時間が短いという点が異なっている。

(注4) 参考情報として米国地質調査所（USGS）で決定された震源を表 4-2 に示す。

謝辞：観測された震度データの確認のため、宮崎県が設置した震度計の波形データを提供いただいた。また、国立研究開発法人防災科学技術研究所のホームページから K-NET 観測点の波形データをダウンロードし、データの確認を行った。

表 4-1 10 月 9 日に観測された T相によるものと考えられる震度

震度観測点名称	震度	計測震度	観測時刻	対応事象※
宮崎都農町役場*	1	0.6	4時10分18秒	①
宮崎都農町役場*	1	0.8	5時03分43秒	②
宮崎都農町役場*	1	0.7	5時52分56秒	⑥
宮崎都農町役場*	1	0.5	6時01分09秒	⑦
宮崎都農町役場*	1	0.5	6時06分34秒	⑧
宮崎都農町役場*	1	1.1	6時10分23秒	⑨
川南町川南*	1	0.6	6時10分24秒	
宮崎都農町役場*	2	1.7	6時15分14秒	⑩
川南町川南*	1	1.2	6時15分15秒	
木城町高城*	1	0.5	6時15分19秒	
喜界町滝川	1	1.1	6時16分49秒	
宮崎都農町役場*	1	1.0	6時18分59秒	⑪
宮崎都農町役場*	1	1.1	6時23分10秒	⑫
宮崎都農町役場*	2	1.7	6時27分10秒	⑬
川南町川南*	1	0.9	6時27分11秒	
喜界町滝川	1	0.9	6時28分45秒	

* 印は気象庁以外の震度観測点である。

※図 4-2 参照

第 14 図 (b-9) つづき
Fig. 14(b-9) Continued.

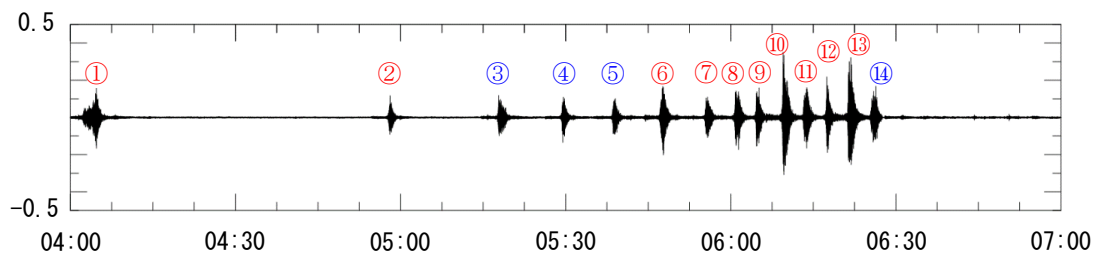
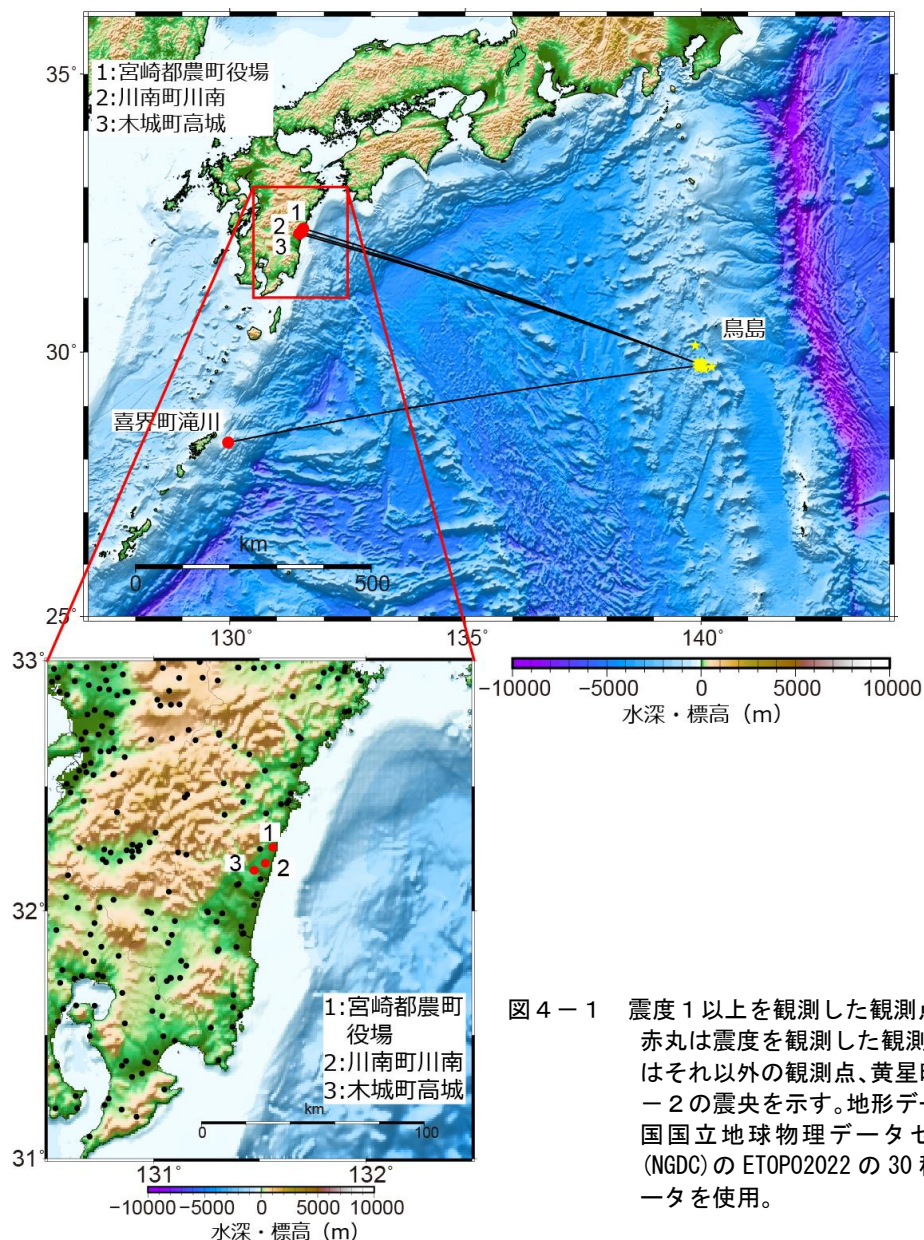


図 4-2 2023/10/09 04:00~07:00 に父島観測点で観測された T 相
気象庁震度計 (多機能型地震観測点) の上下動成分。縦軸は加速度 (gal)、横軸は時刻を示す。また、赤色の丸数字は震度 1 以上を観測した地震に対応した T 相を示す。

第 14 図 (b-10) つづき
Fig. 14(b-10) Continued.

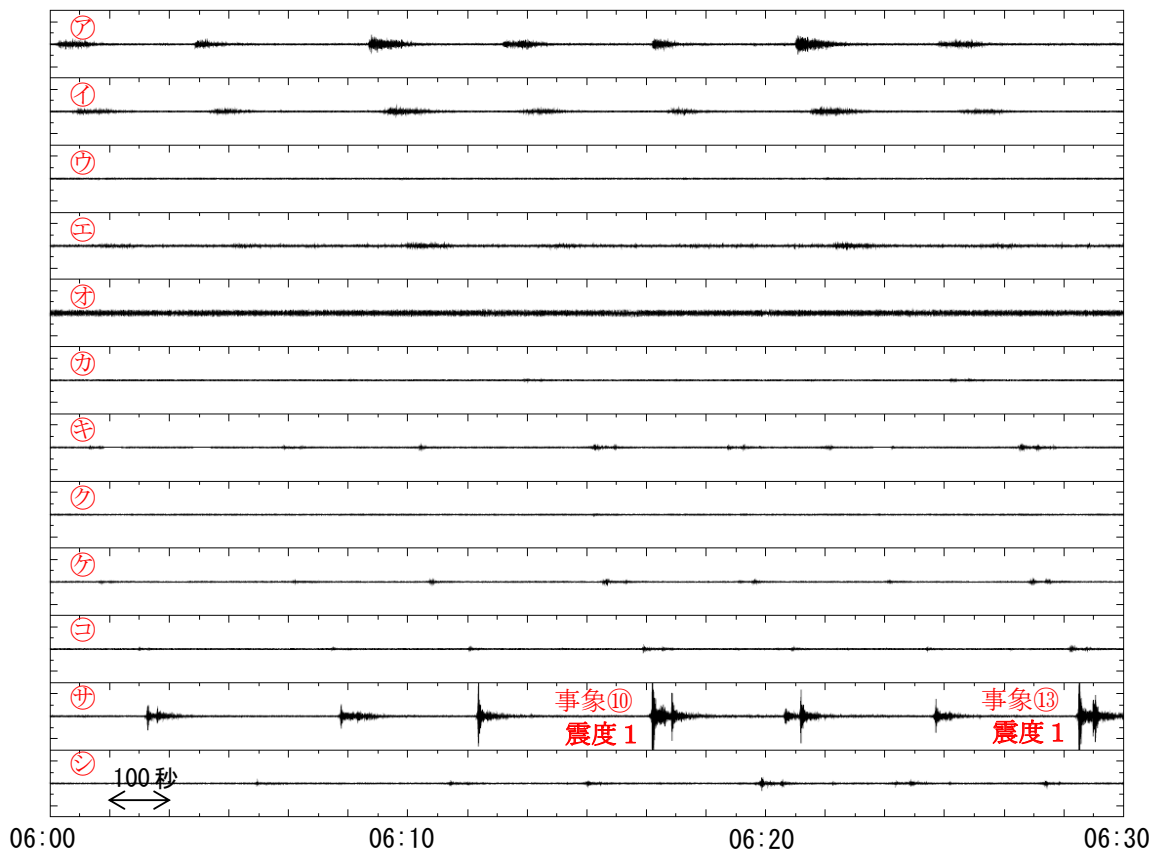
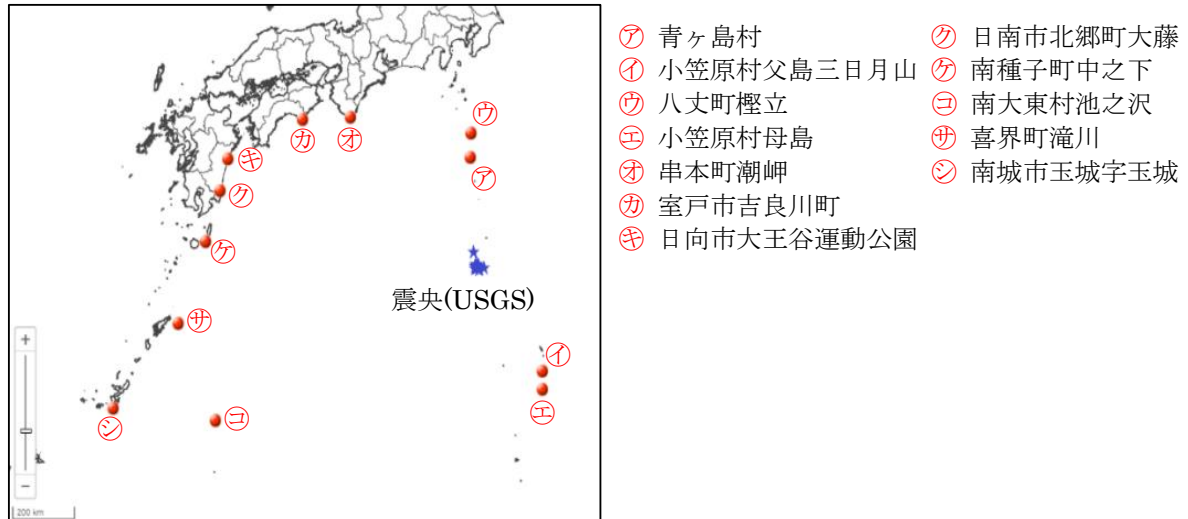


図 4-3 気象庁震度計（多機能型地震地震計）の観測点の配置図（上）と 2023/10/9 06:00～06:30 に各地で観測された T 相（上下動成分、縦軸のスケールはすべての記録で ±3 gal）（下）
 上図の赤丸（㉞～㊵）は観測点の位置、青星印は USGS で決定された震央（表 4-2）の位置を示す。

第 14 図 (b-11) つづき
 Fig. 14(b-11) Continued.

表 4-2 2023/10/9 03:58~06:21 頃にかけて鳥島近海で発生した地震の震源 (USGS)
 ※参考情報 (2023/11/6 時点)

番号	地震発生時刻	緯度(° N)	経度(° E)	深さ(km)	mb
①	2023/10/9 3:58:10	30.122	139.878	10.0	4.3
②	2023/10/9 4:53:46	29.690	140.061	10.0	4.5
③	2023/10/9 5:13:51	29.710	140.070	10.0	4.7
④	2023/10/9 5:25:22	29.711	139.930	10.0	4.9
⑤	2023/10/9 5:34:32	29.718	139.990	10.0	4.7
⑥	2023/10/9 5:43:09	29.726	140.220	10.0	4.8
⑦	2023/10/9 5:51:25	29.770	139.919	10.0	4.7
⑧	2023/10/9 5:56:48	29.825	139.933	10.0	4.9
⑨	2023/10/9 6:00:41	29.813	140.018	10.0	5.0
⑩	2023/10/9 6:05:32	29.764	139.966	10.0	5.4
⑪	2023/10/9 6:09:16	29.831	140.114	10.0	4.9
⑫	2023/10/9 6:13:27	29.799	140.028	10.0	5.0
⑬	2023/10/9 6:17:28	29.770	140.074	10.0	5.3
⑭	2023/10/9 6:21:41	29.637	139.813	10.0	4.9

- ・震源要素は米国地質調査所 (USGS) ホームページの “Search Earthquake Catalog” (<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>) による。
- ・地震発生時刻は日本時間 [日本時間=協定世界時+9時間] である。
- ・赤色の丸数字は震度 1 以上を観測した地震を示す。

第 14 図 (b-12) つづき
 Fig. 14(b-12) Continued.

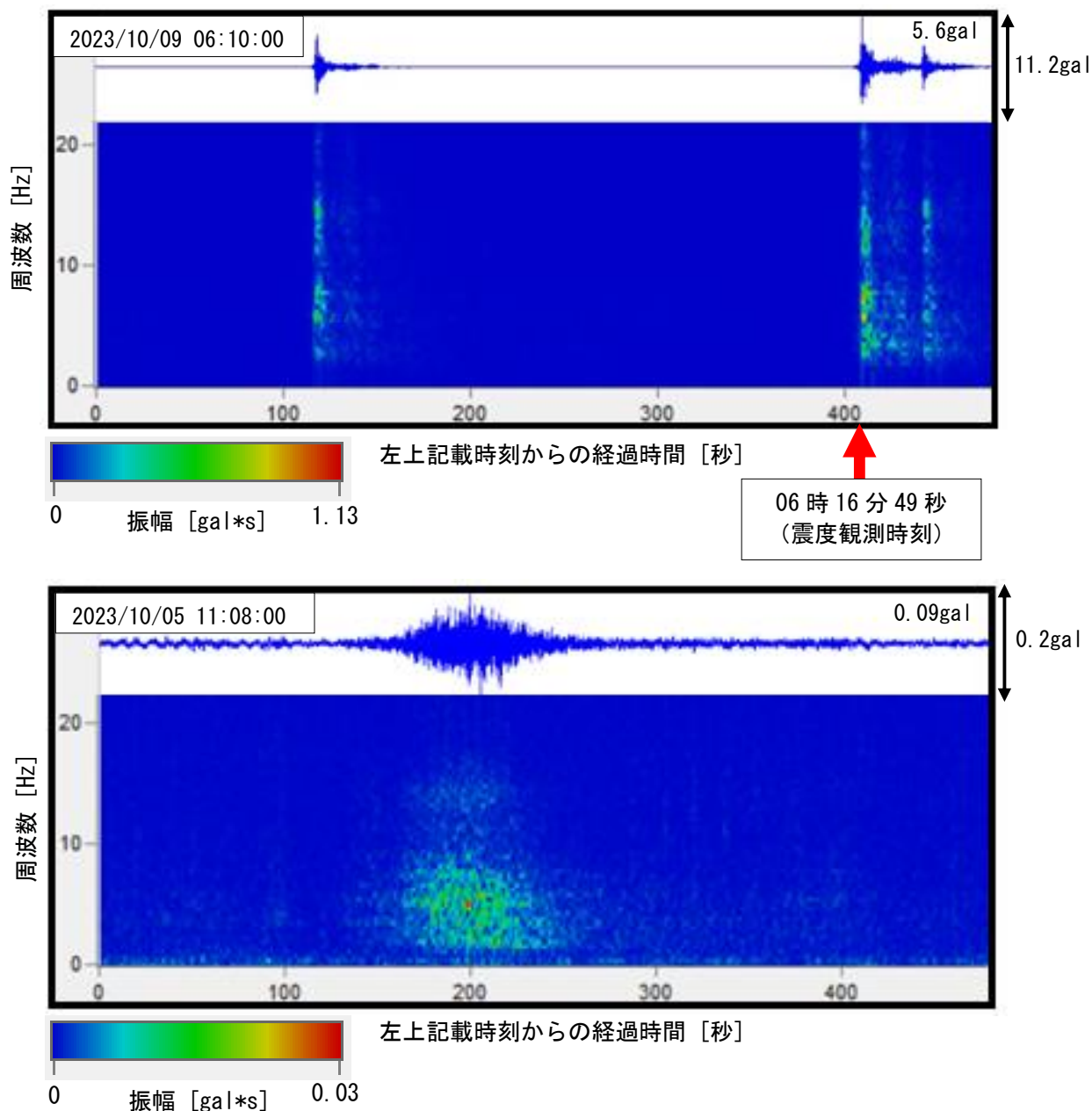


図 4-4 喜界町滝川観測点で観測された T 相の波形（上段）及びランニングスペクトル（下段）

上図は 2023 年 10 月 9 日 06 時 10 分 00 秒から 8 分間の波形及びランニングスペクトル、下図は 2023 年 10 月 5 日 11 時 08 分 00 秒から 8 分間の波形及びランニングスペクトルを示す。気象庁震度計（多機能型地震計）の加速度の上下動成分を用いている。ランニングスペクトルのウィンドウ幅は約 2.5 秒で、0.5 秒ずつずらして解析している。
 波形及びランニングスペクトルの描画は、（国研）防災科学技術研究所の SMDA2 を使用した。

第 14 図 (b-13) つづき
 Fig. 14(b-13) Continued.