

第 3 9 2 回 地震調査委員会資料

令和5年11月10日

気 象 庁



※ 本資料中のデータについて

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

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

注* 令和5年11月9日現在：北海道、青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、新潟県、富山県、石川県、福井県、山梨県、長野県、岐阜県、静岡県、愛知県、三重県、滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県、鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県、徳島県、香川県、愛媛県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県、札幌市（北海道）、仙台市（宮城県）、千葉市（千葉県）、横浜市（神奈川県）、川崎市（神奈川県）、相模原市（神奈川県）、名古屋市（愛知県）、京都市（京都府）の47都道府県、8政令指定都市。

注** 令和5年10月31日現在：国立研究開発法人防災科学技術研究所、北海道大学、弘前大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、高知大学、九州大学、鹿児島大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国土地理院、国立研究開発法人海洋研究開発機構、公益財団法人地震予知総合研究振興会、青森県、東京都、静岡県、神奈川県温泉地学研究所及び気象庁のデータを用いて作成している。また、2016年熊本地震合同観測グループのオンライン臨時観測点（河原、熊野座）、2022年能登半島における合同地震観測グループによるオンライン臨時観測点（よしが浦温泉、飯田小学校）、米国大学間地震学研究連合（IRIS）の観測点（台北、玉峰、寧安橋、玉里、台東）のデータを用いて作成している。

※ 本資料中の図について

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

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

※ 本資料利用上の注意

・資料中の語句について

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

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

depth：深さ（km）

UND：マグニチュードの決まらない地震が含まれていることを意味する。

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

・発震機構解について

発震機構解の図は下半球投影である。また、特にことわりがない限り、P波初動による発震機構解である。初動発震機構解が求められない場合や、十分な精度が得られない場合には、初動発震機構解に替えてCMT解を掲載する場合がある。

・発震機構解の図中の語句について

P：P軸（圧力軸） T：T軸（張力軸） N：N軸（中立軸）

・Global CMT解について

Global CMT解は、米国のコロンビア大学とハーバード大学で行っている、世界で発生した規模の大きな地震のCMT解を求めるプロジェクト（Global CMT Project）により求められた解である。

・M-T図について

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

・震央地名について

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

・震源と震央について

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

・地震の震源要素等について

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

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

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

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

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

・火山の活動解説の火山性地震回数等について

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

令和5年10月の主な地震活動^{注1)}

番号	月 日	時 分	震央地名	深さ (km)	M	M _w	最大 震度	備考/コメント
1	10月3日	20時38分	鳥島近海	22	6.4	6.0	1	津波注意報発表 (10月5日10時59分及び10月9日の地震活動に対して発表) 津波予報(若干の海面変動)発表 (10月6日10時31分の地震に対して発表) 津波観測 : 八丈島八重根で0.2m ^{注4)} の津波を観測 (10月5日10時59分の地震で観測) 八丈島八重根で0.2m ^{注4)} の津波を観測するなど八丈島と鹿児島県で津波を観測 (10月6日10時31分の地震で観測) 八丈島八重根で0.7m ^{注4)} の津波を観測するなど、伊豆諸島、小笠原諸島及び千葉県から沖縄県で津波を観測 (10月9日04時頃から06時台の地震活動で観測) フィリピン海プレート内で発生した地震
	10月4日	00時22分		12	6.2	6.0	-	
	10月5日	10時59分		10 ^{注2)}	6.5	6.1	-	
	10月6日	10時31分		19	6.0	6.3	-	
	10月9日	04時頃から 06時台		-	-	-	2 ^{注3)}	
2	10月16日	19時42分	宮古島近海	17 ^{注2)}	6.0	5.7	4	緊急地震速報(警報)を発表 陸のプレート内で発生した地震
3	10月24日	08時05分	与那国島近海	33	5.9	5.9	3	
4			石川県能登地方の地震活動				2	2020年12月から続く石川県能登地方の地震活動 2023年10月中に震度1以上を観測する地震が10回(震度2:2回、震度1:8回)発生した(能登半島沖及び富山湾で発生した地震を含む) 10月中の最大規模の地震は、25日08時50分に発生したM3.6の地震(最大震度1)地殻内で発生した地震

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

注2) 気象庁のCMT解による。

注3) T相によるものと考えられる震度

注4) 津波の観測値は後日の精査により変更される場合がある。

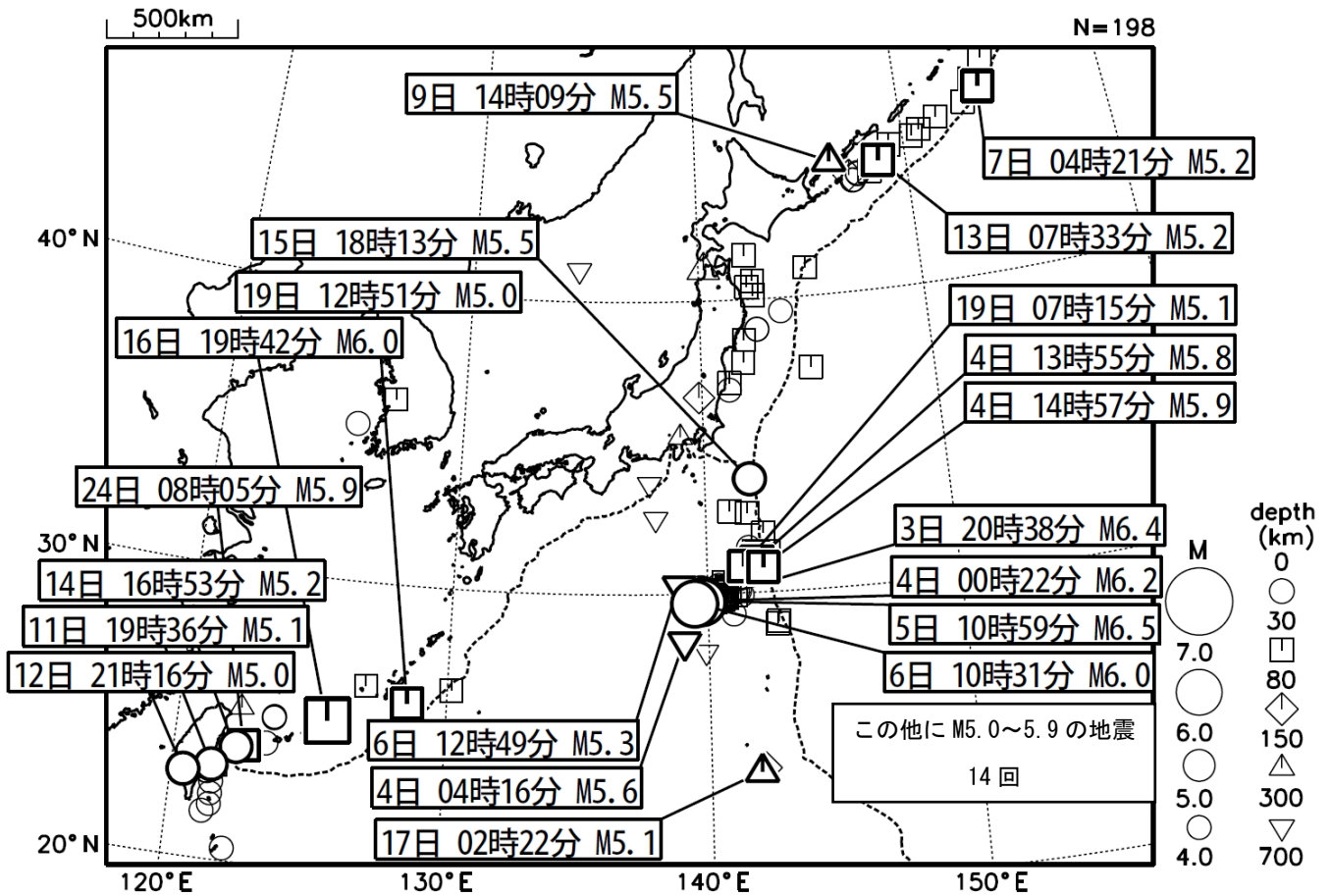
期間外の活動^{注5)}

番号	月 日	時 分	震央地名	深さ (km)	M	M _w	最大 震度	備考/コメント
1	11月1日	07時34分	紀伊水道	46	4.9	-	3	フィリピン海プレート内部で発生した地震
2	11月6日	02時10分	福島県沖	56	5.0	4.8	4	太平洋プレート内部で発生した地震

注5) 注1)の主な地震活動の基準に該当する地震で令和5年11月中に発生したものの。

2023年10月の全国の地震活動 (マグニチュード4.0以上)

2023 10 01 00:00 -- 2023 10 31 24:00



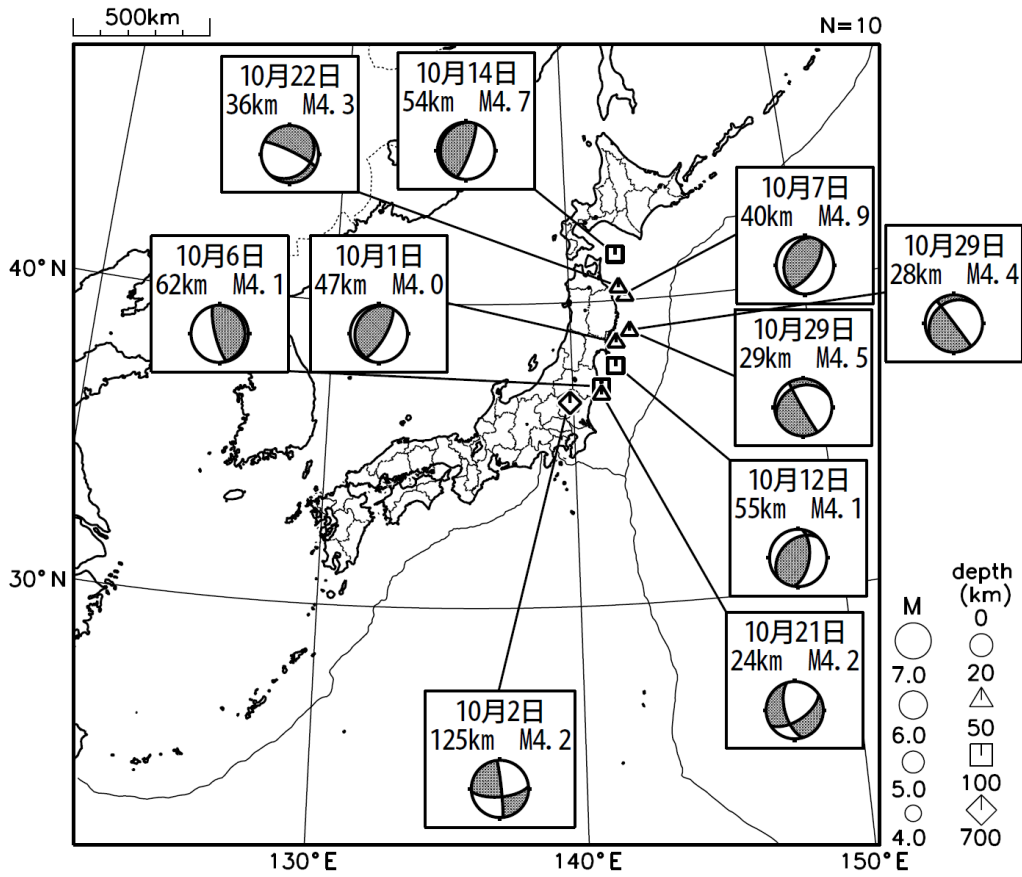
- ・10月3日に鳥島近海でM6.4の地震（最大震度1）が発生した。
- ・10月4日に鳥島近海でM6.2の地震（震度1以上を観測した地点はなし）が発生した。
- ・10月5日に鳥島近海でM6.5の地震（震度1以上を観測した地点はなし）が発生した。
- ・10月6日に鳥島近海でM6.0の地震（震度1以上を観測した地点はなし）が発生した。
- ・10月16日に宮古島近海でM6.0の地震（最大震度4）が発生した。

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

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

主な地震の発震機構 (2023年10月)

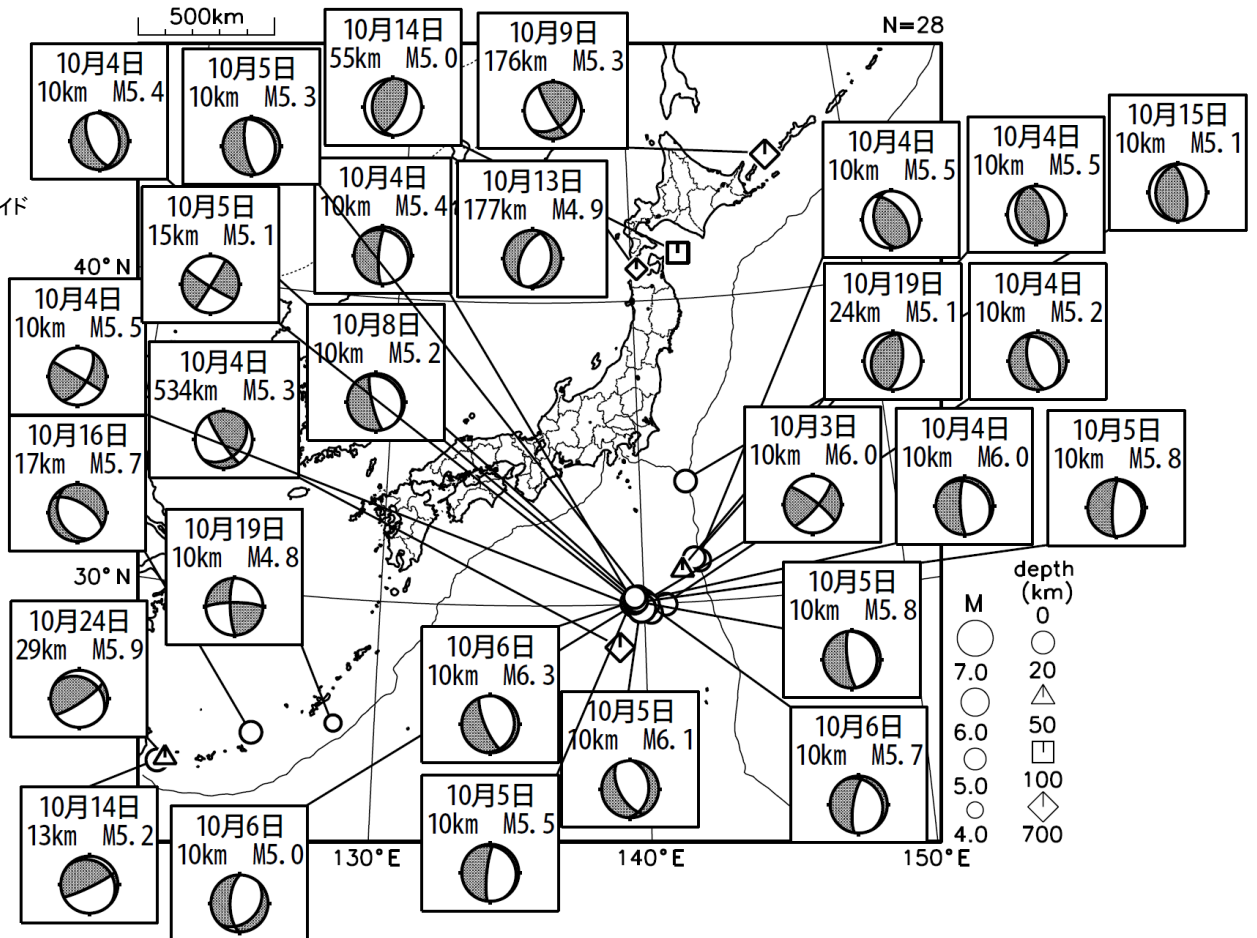
P波初動解



2023 10 01 00:00 -- 2023 10 31 24:00

CMT解

MはMwの値、
深さはセントロイド

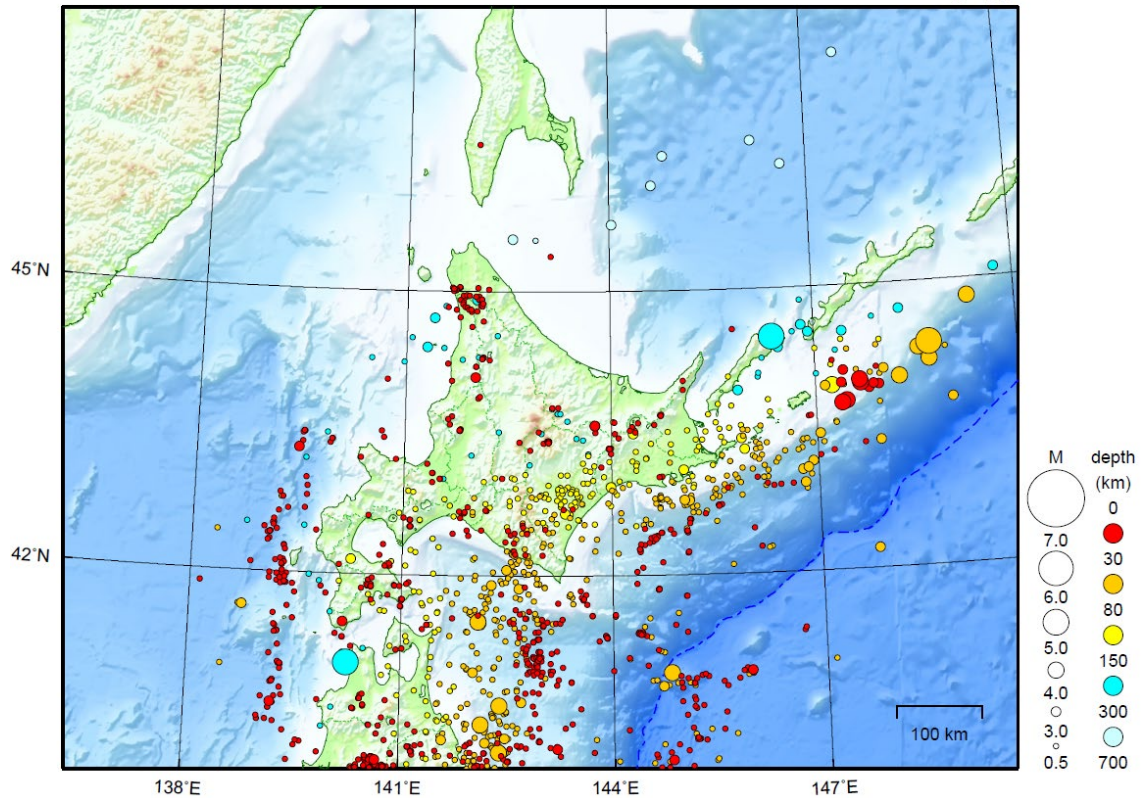


次ページ以降、資料中に発震機構が示されている場合は、特段の断りがない限り「P波初動解」を示す。

北海道地方

2023/10/01 00:00 ~ 2023/10/31 24:00

N=1519



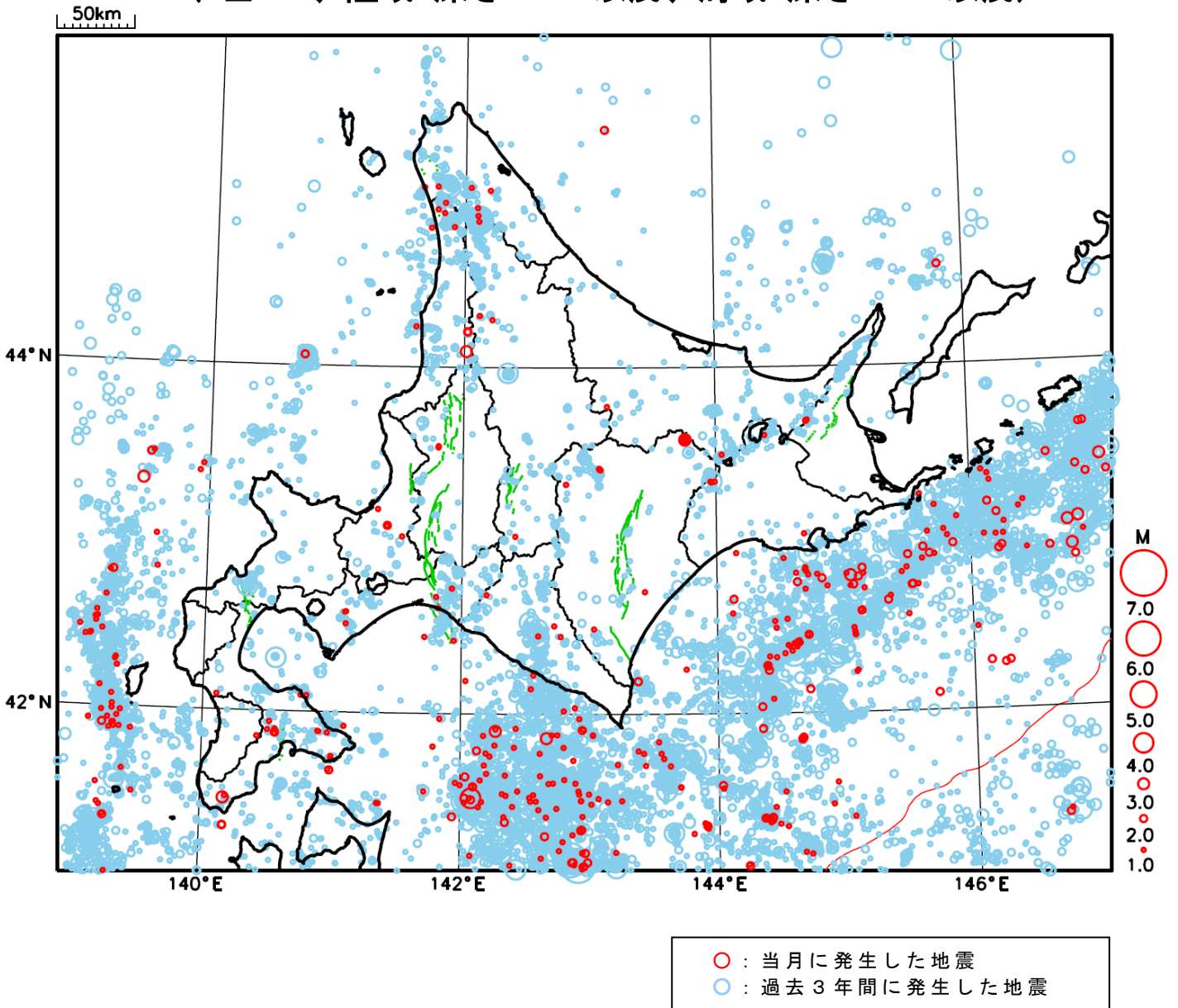
地形データは日本海洋データセンターの J-EGG500、米国地質調査所の GTOPO30 及び米国国立地球物理データセンターの ETOP02v2 を使用

特に目立った地震活動はなかった。

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

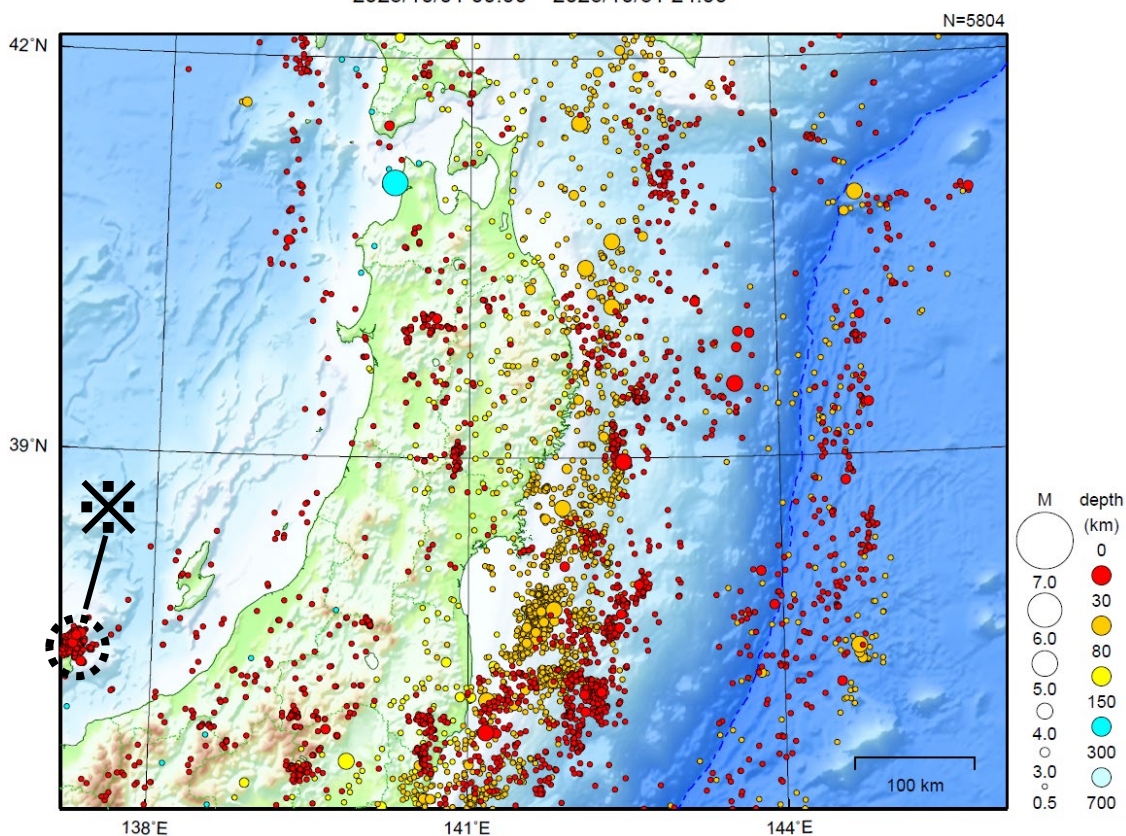
気象庁・文部科学省

北海道地方における 2023 年 10 月の地震活動 ($M \geq 1.0$ 、陸域 深さ 30km 以浅、海域 深さ 60km 以浅)



東北地方

2023/10/01 00:00 ~ 2023/10/31 24:00



地形データは日本海洋データセンターの J-EGG500、米国地質調査所の GTOPO30 及び米国国立地球物理データセンターの ETOP02v2 を使用

特に目立った地震活動はなかった。

※で示した地震については関東・中部地方の資料を参照。

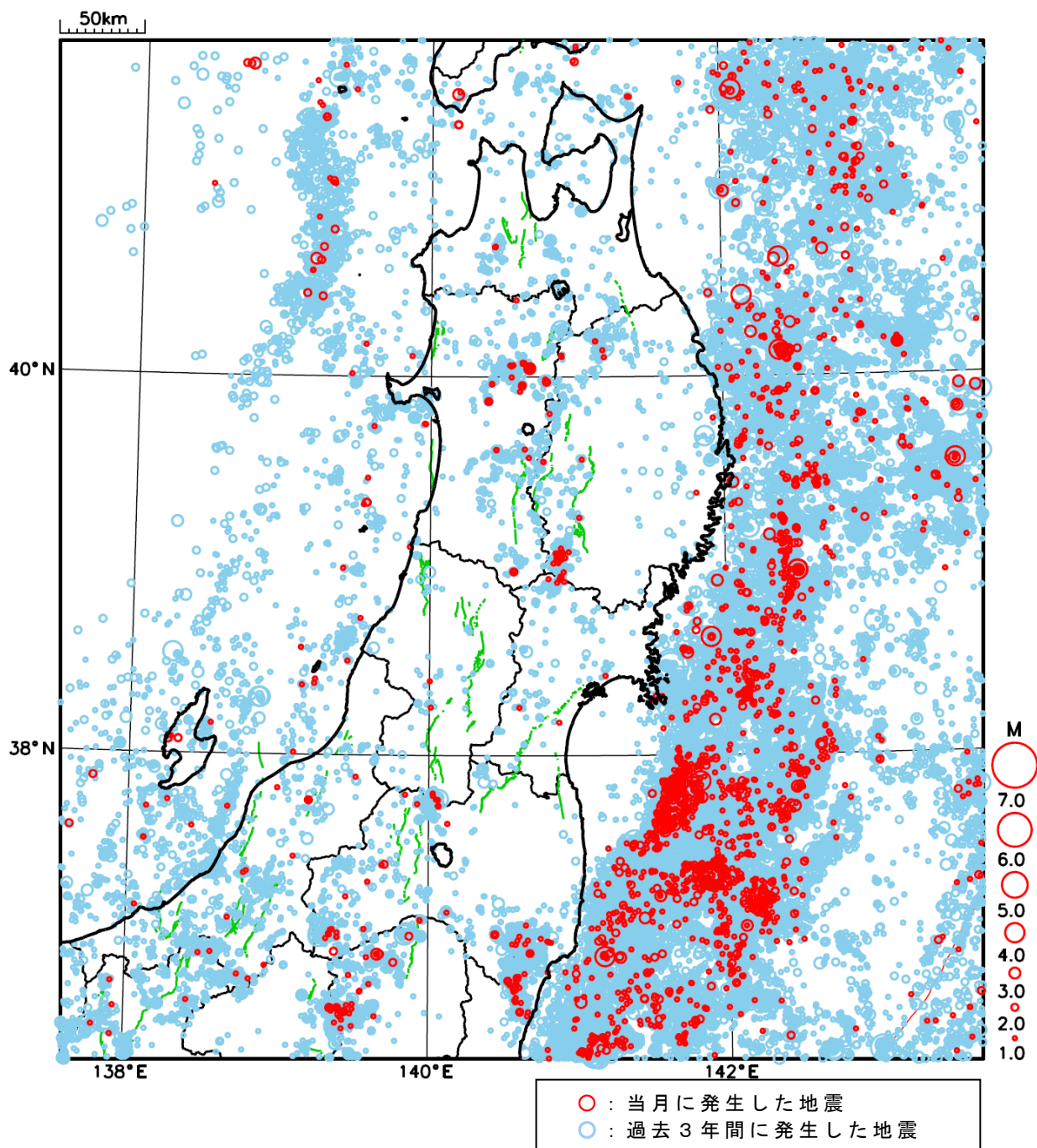
(上記期間外)

11月6日に福島県沖でM5.0の地震(最大震度4)が発生した。

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

気象庁・文部科学省

東北地方における 2023 年 10 月の地震活動 ($M \geq 1.0$ 、陸域 深さ 30km 以浅、海域 深さ 60km 以浅)

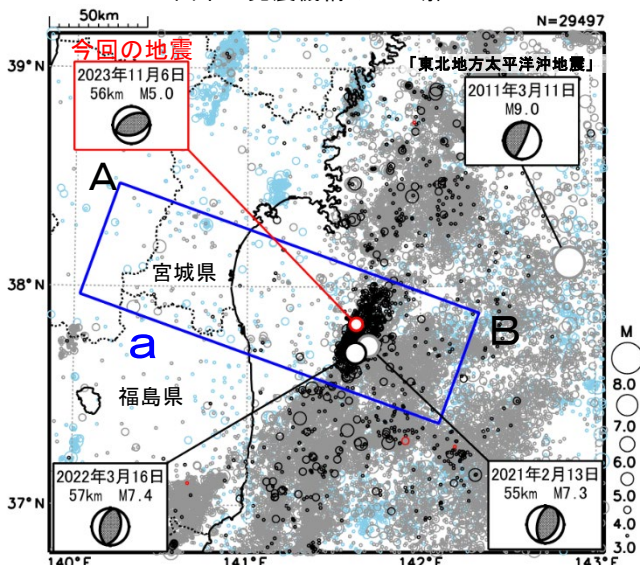


11月6日 福島県沖の地震

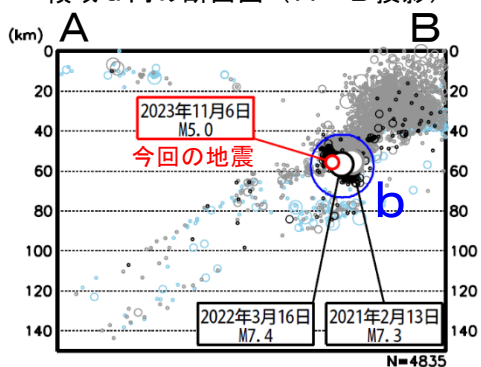
震央分布図

(1997年10月1日～2023年11月6日、
深さ0～150km、 $M \geq 3.0$)

2011年3月10日以前に発生した地震を水色、
2011年3月11日以降に発生した地震を灰色、
2022年3月16日以降に発生した地震を黒色、
2023年11月に発生した地震を赤色で表示
図中の発震機構はCMT解



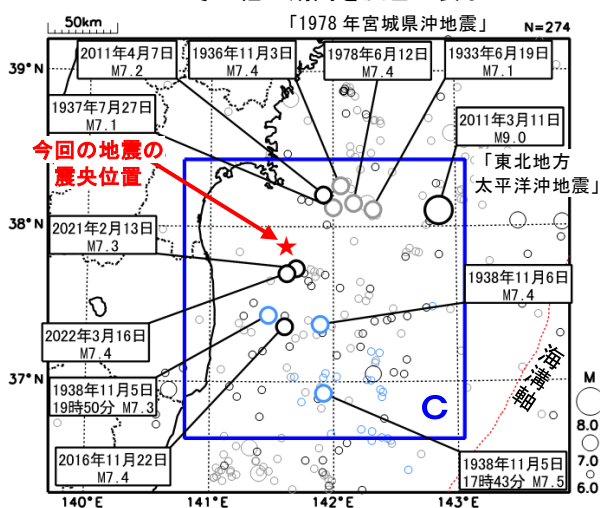
領域a内の断面図 (A-B投影)



震央分布図

(1919年1月1日～2023年11月6日、
深さ0～150km、 $M \geq 6.0$)

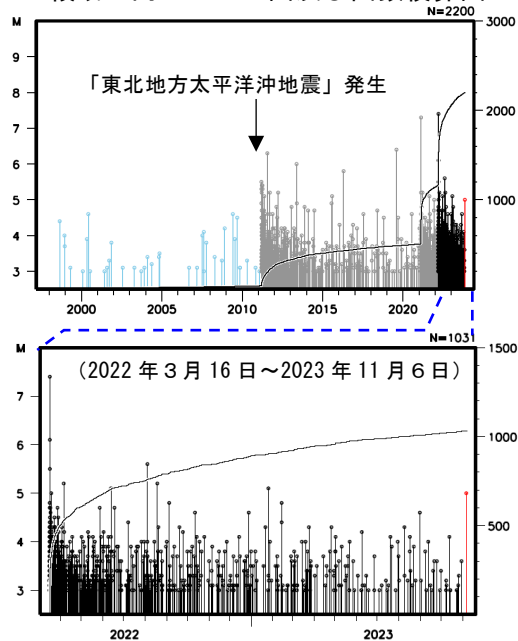
1938年11月5日～1938年11月30日の地震を水色、
2011年3月11日以降の地震を黒色、
その他の期間を灰色で表示



2023年11月6日02時10分に福島県沖の深さ56kmでM5.0の地震（最大震度4）が発生した。この地震は太平洋プレート内部で発生した。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。この地震の震源付近（領域b）では、2022年3月16日にM7.4の地震（最大震度6強）が発生し、地震活動が活発となった。2022年3月16日以降の活動をみると、当初と比べると活動は低下しているものの、地震回数の多い状態が継続している。

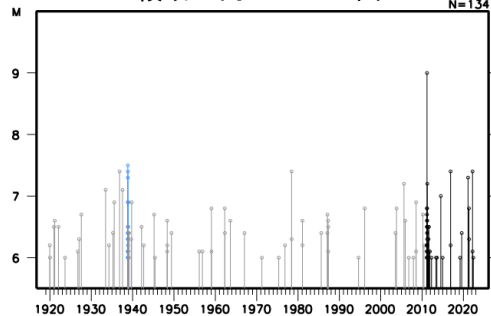
1997年10月以降の活動をみると、この地震の震源付近（領域b）では「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」（以下、「東北地方太平洋沖地震」）の発生前はM5.0以上の地震は発生していなかったが、「東北地方太平洋沖地震」の発生以降は地震の発生数が増加し、M5.0以上の地震が時々発生している。

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、「東北地方太平洋沖地震」の発生以前からM7.0以上の地震が時々発生しており、1938年11月5日17時43分にはM7.5の地震（最大震度5）が発生し、宮城県花巻で113cm（全振幅）の津波を観測した。

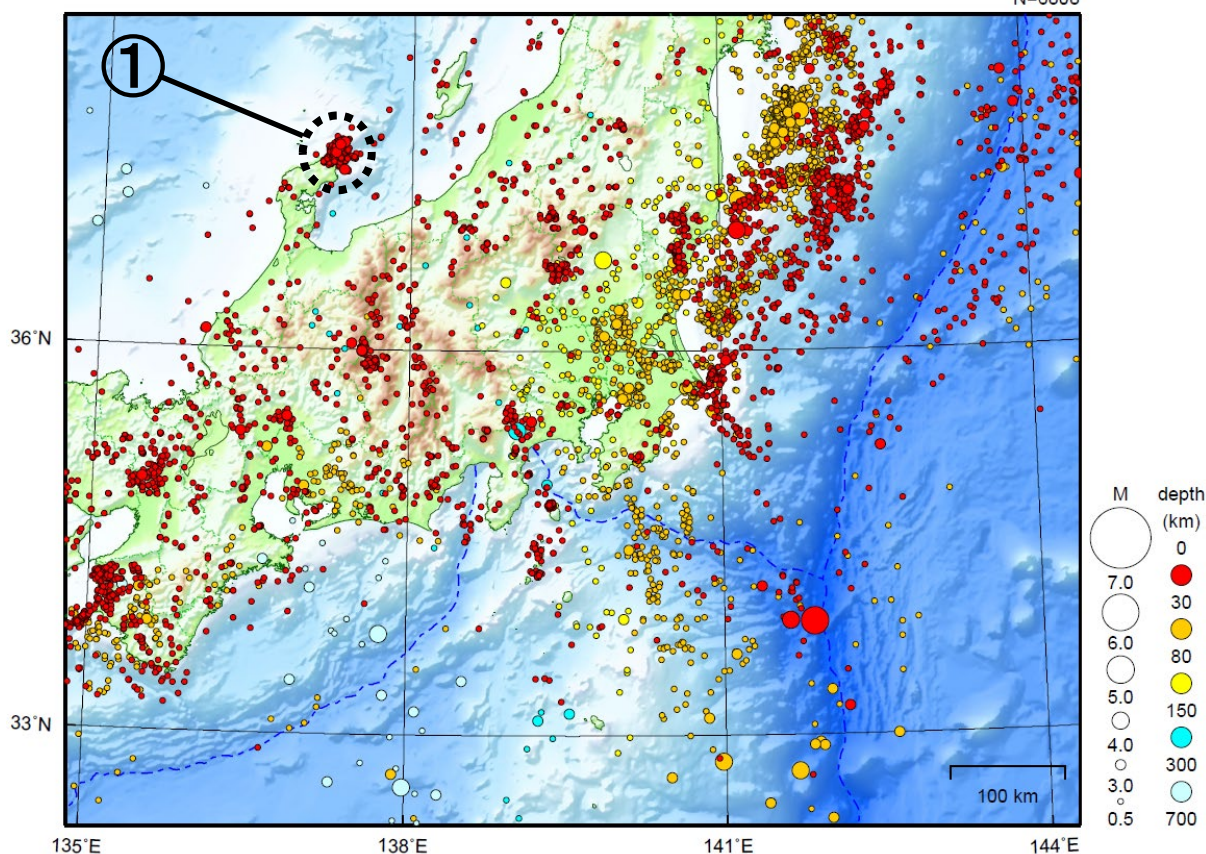
領域c内のM-T図



関東・中部地方

2023/10/01 00:00 ~ 2023/10/31 24:00

N=6808



地形データは日本海洋データセンターの J-EGG500、米国地質調査所の GTOPO30 及び米国国立地球物理データセンターの ETOP02v2 を使用

- ① 石川県能登地方では、10 月中に震度 1 以上を観測した地震が 10 回（震度 2：2 回、震度 1：8 回）発生した。このうち最大規模の地震は、25 日に発生した M3.6 の地震（最大震度 1）である。

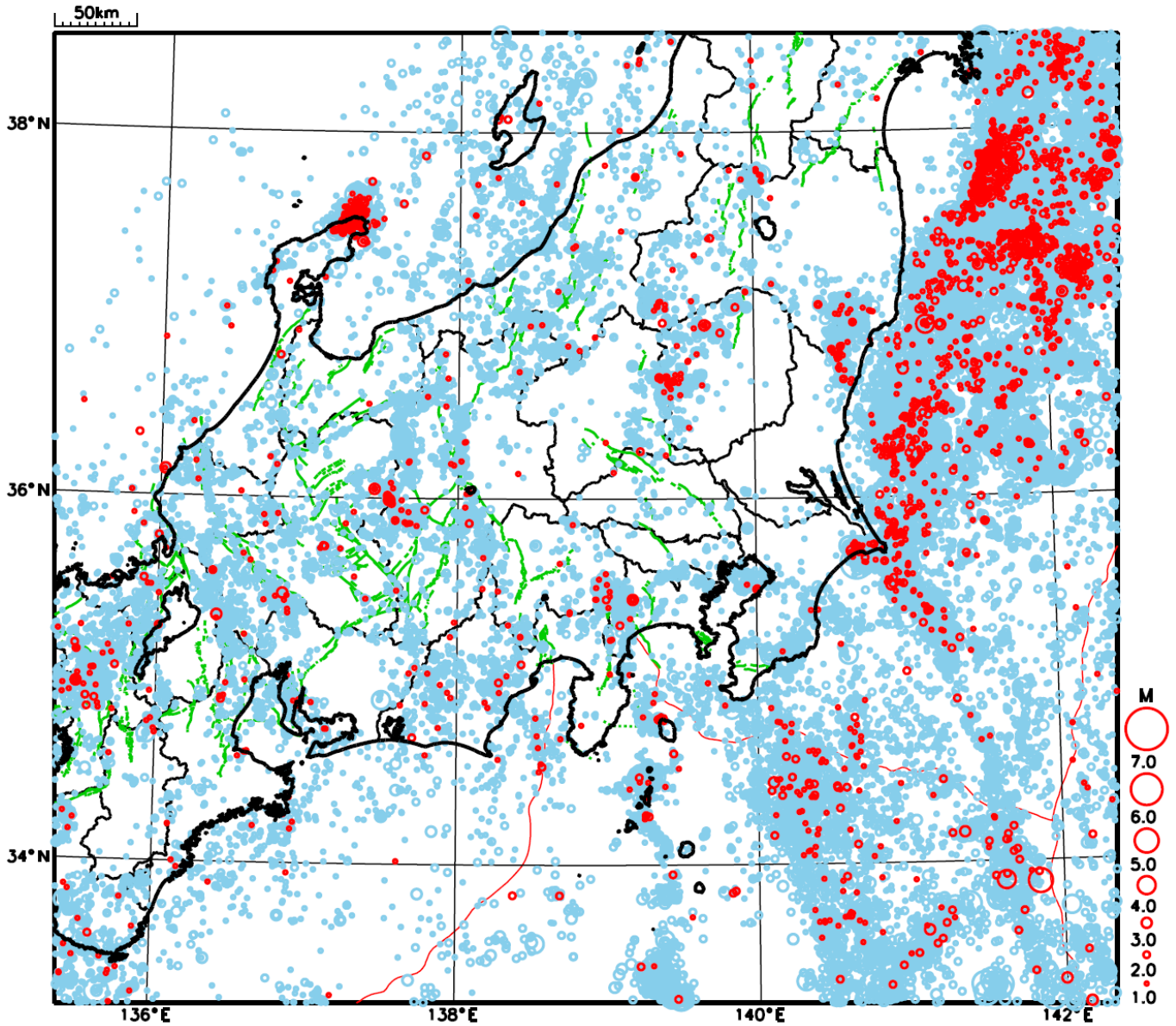
（上記領域外）

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）である。

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

気象庁・文部科学省

関東・中部地方における 2023 年 10 月の地震活動 ($M \geq 1.0$ 、陸域 深さ 30km 以浅、海域 深さ 60km 以浅)

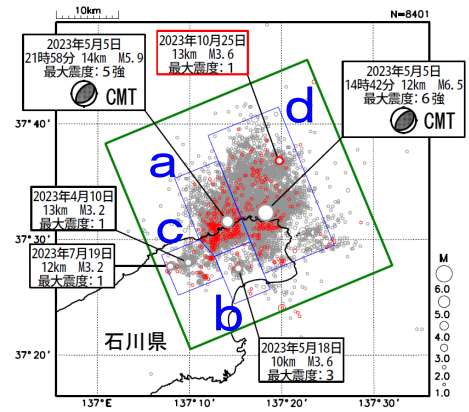


○ : 当月に発生した地震
○ : 過去3年間に発生した地震

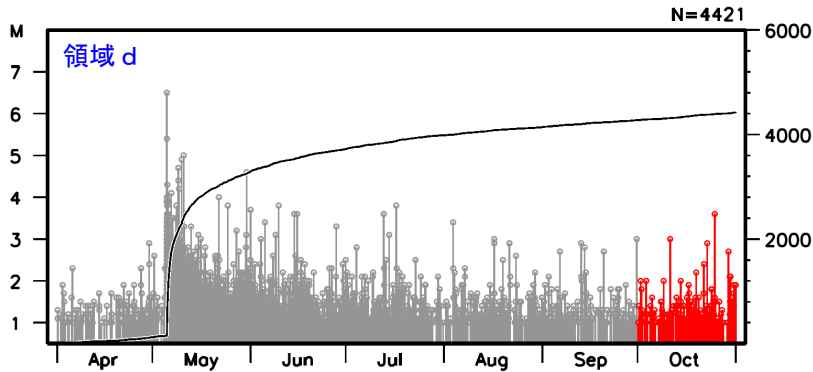
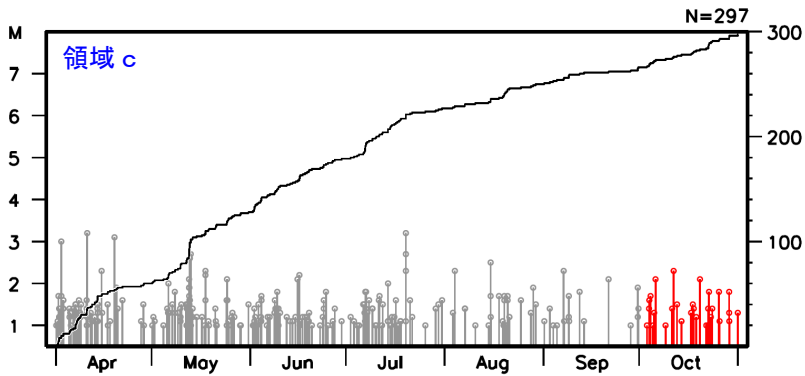
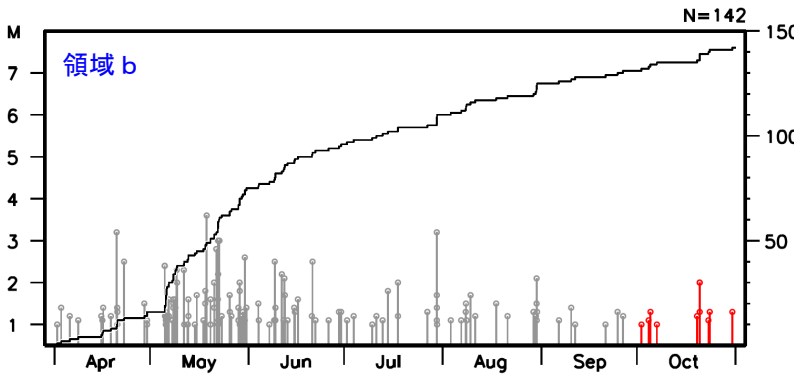
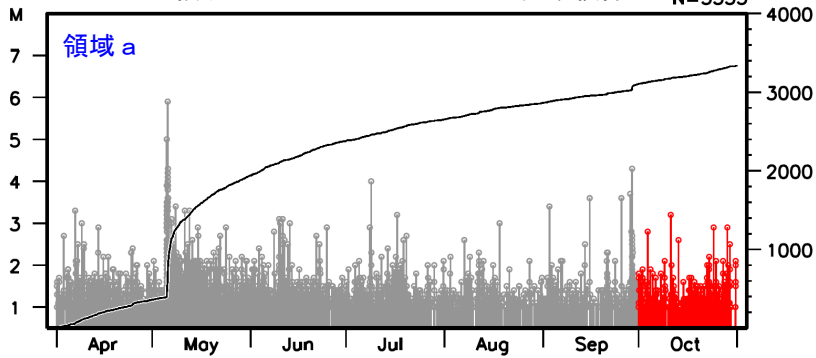
石川県能登地方の地震活動（最近の活動）

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：緑色矩形内で2023年10月中の最大規模の地震



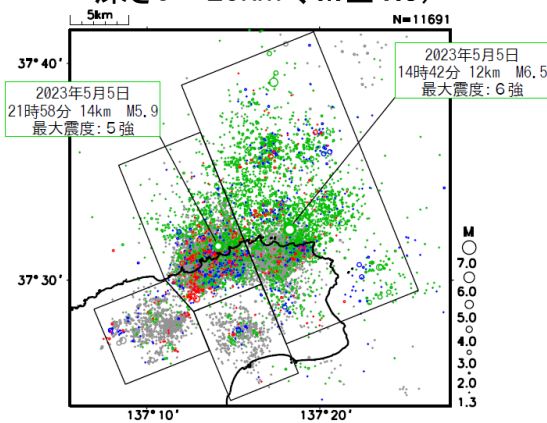
上図領域a～d内のM-T図及び回数積算図 N=3335



石川県能登地方の地震活動(月別地震回数)

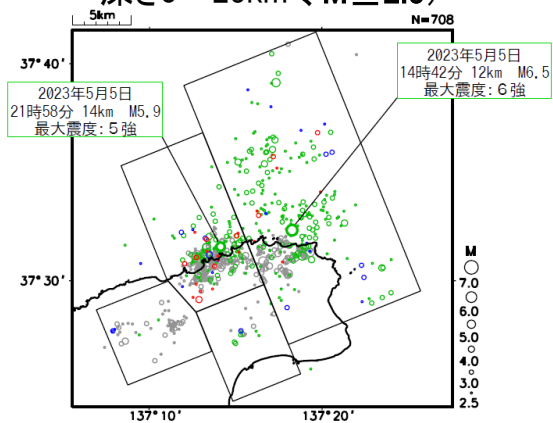
震央分布図

(2020年1月1日～2023年10月31日、
深さ0～25km、 $M \geq 1.3$)



震央分布図

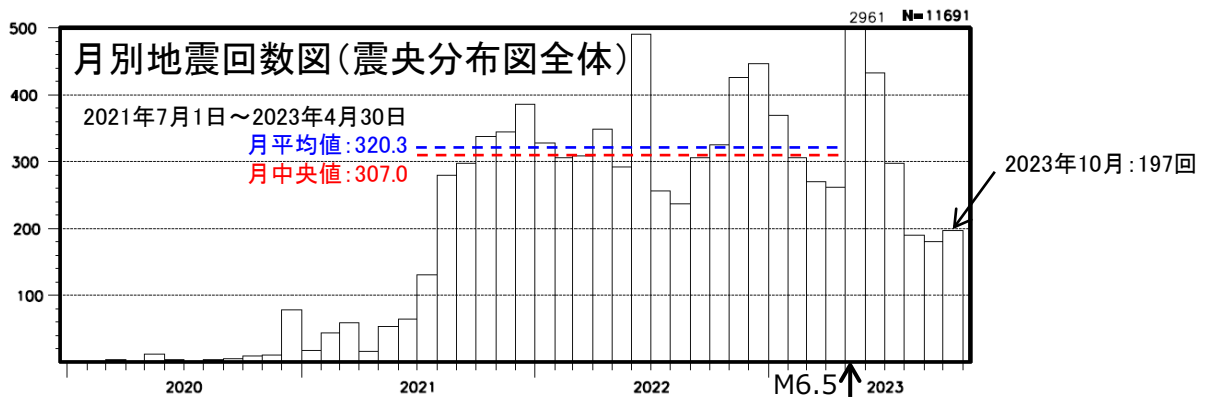
(2020年1月1日～2023年10月31日、
深さ0～25km、 $M \geq 2.5$)



● : 2023年5月5日 $M6.5$ 発生～9月30日、● : 2023年7月1日～8月31日、● : 2023年9月1日～10月31日

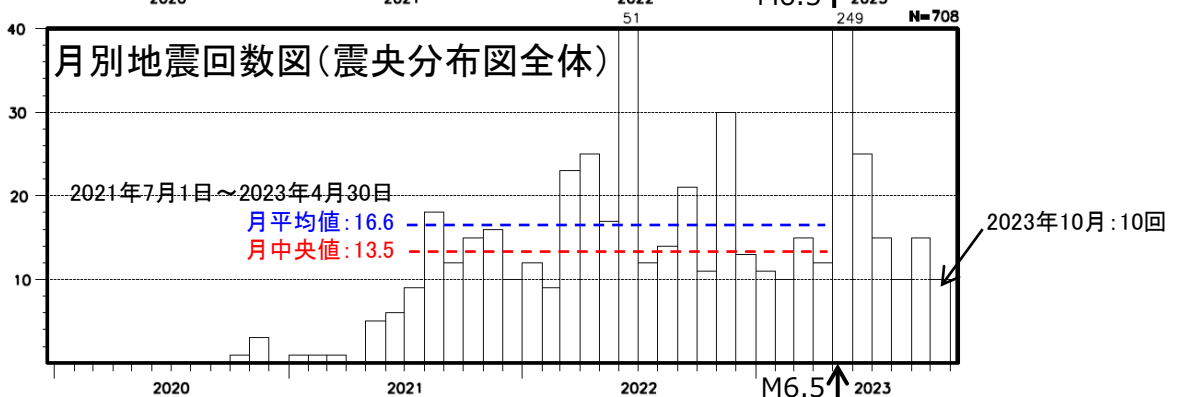
月別地震回数図(震央分布図全体)

$M \geq 1.3$

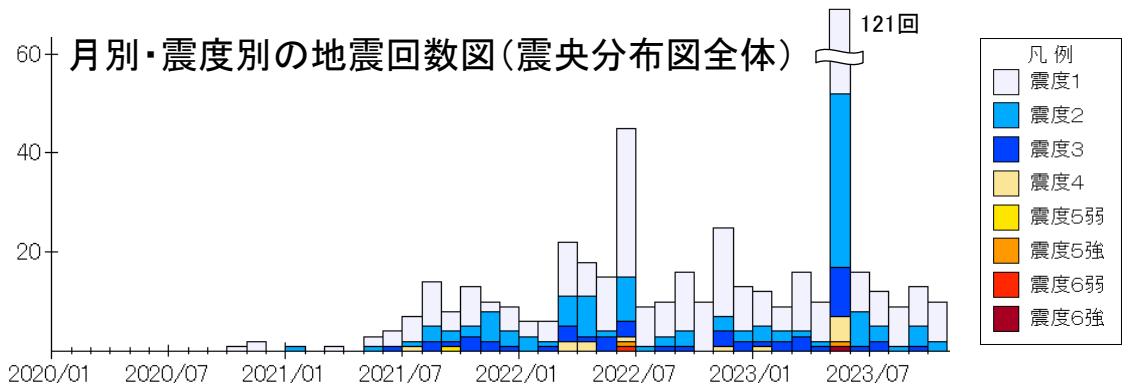


月別地震回数図(震央分布図全体)

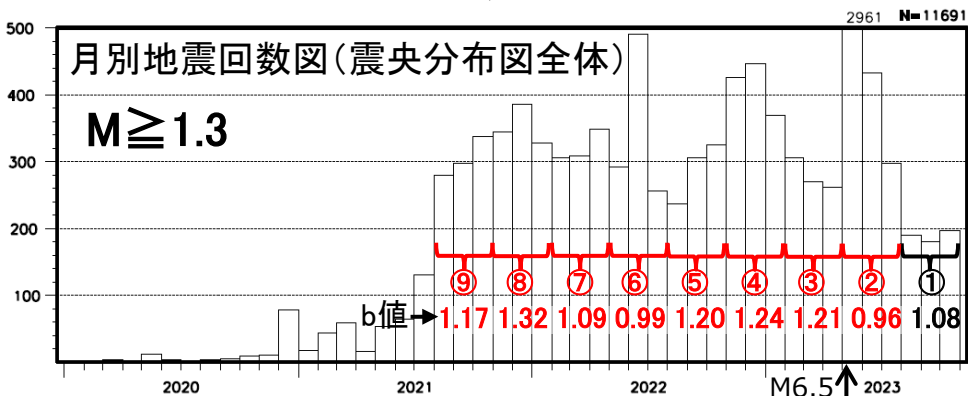
$M \geq 2.5$



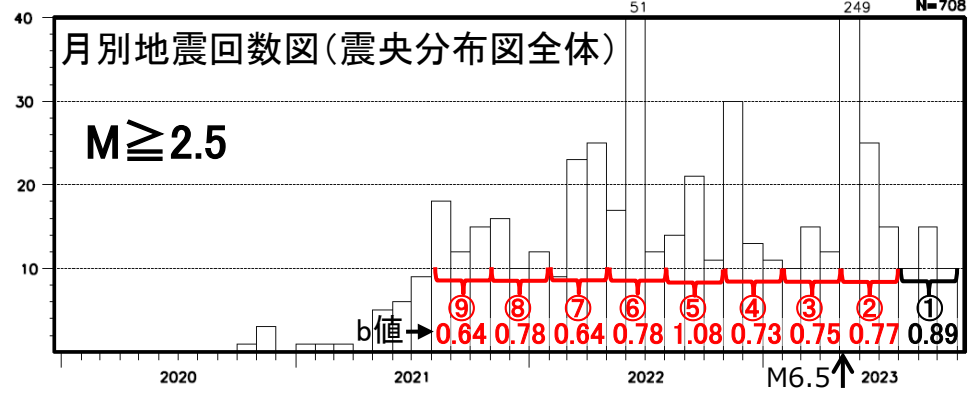
月別・震度別の地震回数図(震央分布図全体)



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。

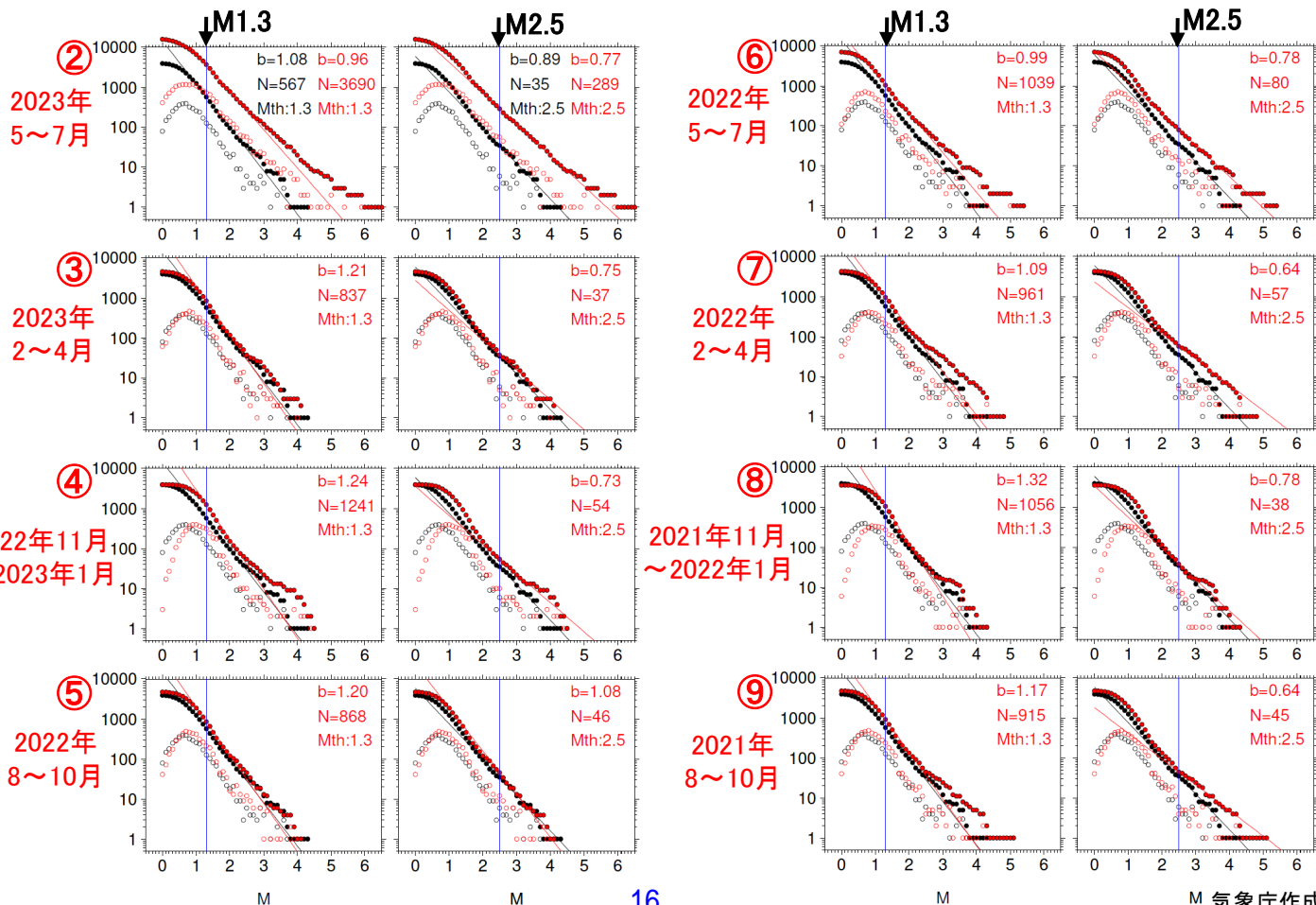


このことを規模別頻度分布で確認すると、最近(①)と過去(M6.5発生以前: ③~⑨)の累積回数を比較すると、Mth1.3付近で過去が大きく、Mth2.5付近では同程度か過去がやや大きいという傾向に表れている。

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

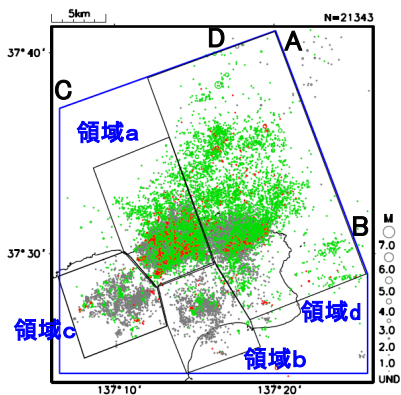


石川県能登地方の地震活動(カタログDD法による再計算震源)

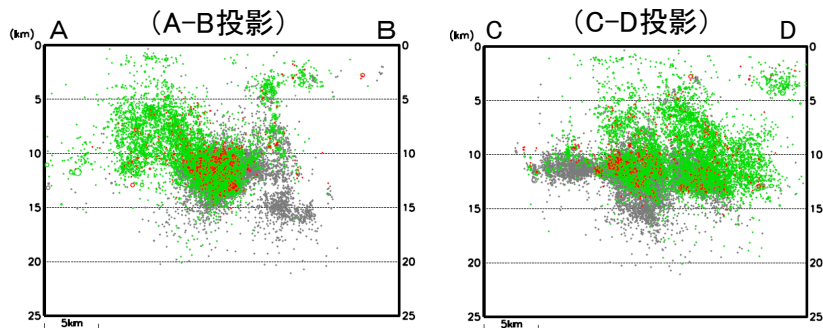
観測点補正值^{※1}を適用した再計算震源に、カタログの検測値を用いたDD法による震源再計算を行った。
 ※1) 臨時観測点を除いた観測点限定(Δ90km程度以内)による再計算震源を用いて求めた観測点補正値を、震源の再計算(臨時観測点を含む)に適用した。震源データ:2018年1月1日~2023年10月31日、深さ0~25km、M \geq 1.0(震源計算にあたり観測点の標高は考慮していない)

震央分布図

(2020年7月1日~2023年10月31日、
深さ0~25km、M \geq 1.0)



全体(青色領域内)の断面図



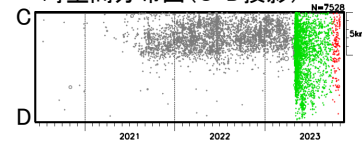
緑丸: 2023年5月5日M6.5発生~9月30日

赤丸: 2023年10月1日~31日

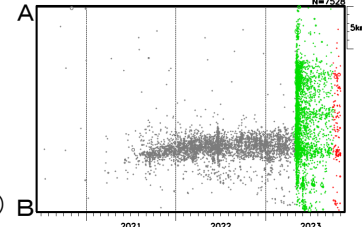
灰丸: 上記以外の期間

領域d内

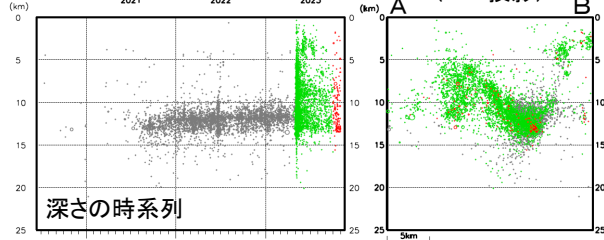
時空間分布図(C-D投影)



時空間分布図(A-B投影)

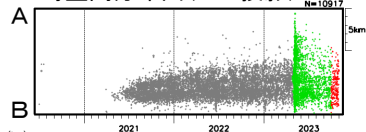


断面図(A-B投影)

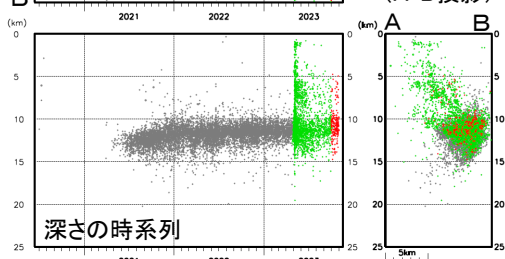


領域a内

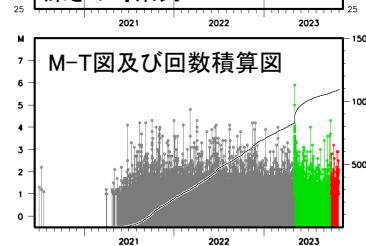
時空間分布図(A-B投影)



断面図(A-B投影)

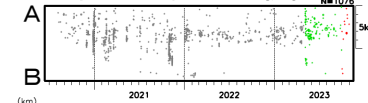


深さの時系列

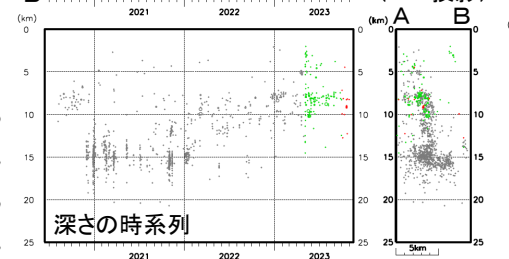


領域b内

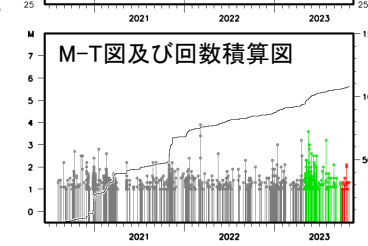
時空間分布図(A-B投影)



断面図(A-B投影)

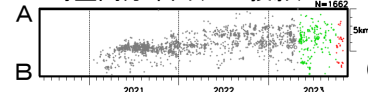


深さの時系列

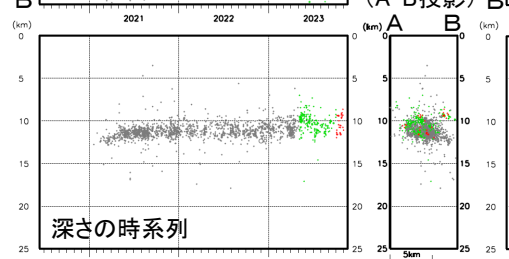


領域c内

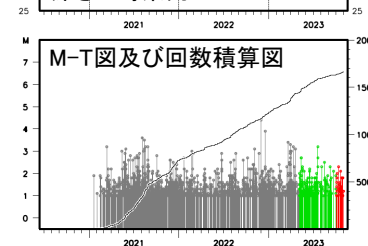
時空間分布図(A-B投影)



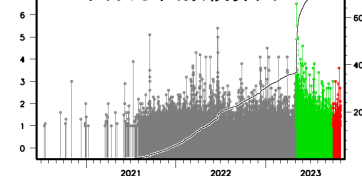
断面図(A-B投影)



深さの時系列



M-T図及び回数積算図



石川県能登地方の地震活動(非定常ETAS解析)

震央分布図

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。

(2018年1月1日~2023年10月31日、

緑丸: 2023年5月5日M6.5発生~ 深さ0~25km、 $M \geq 1.7$)

青丸: 2023年7月1日~

赤丸: 2023年9月1日~

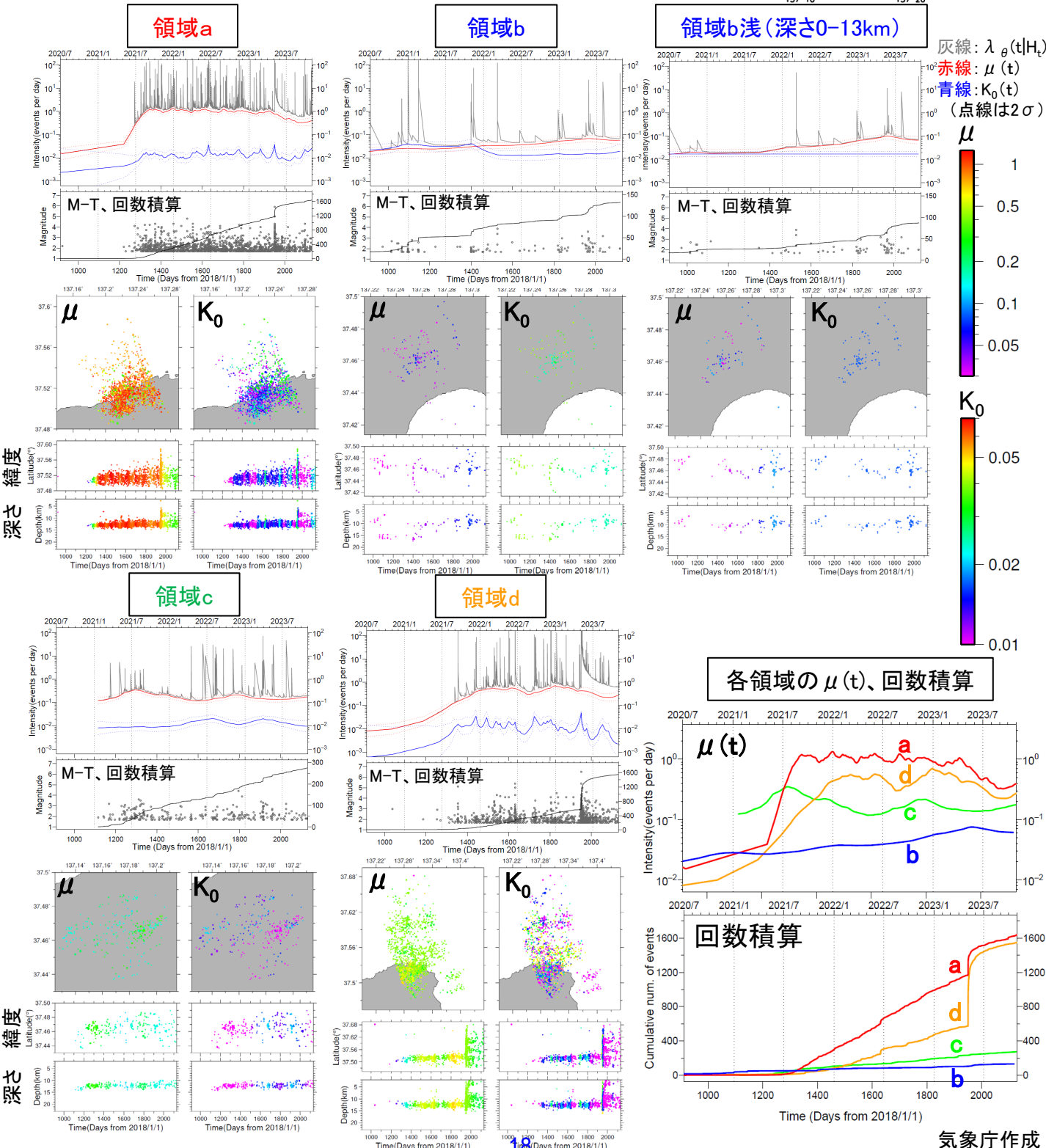
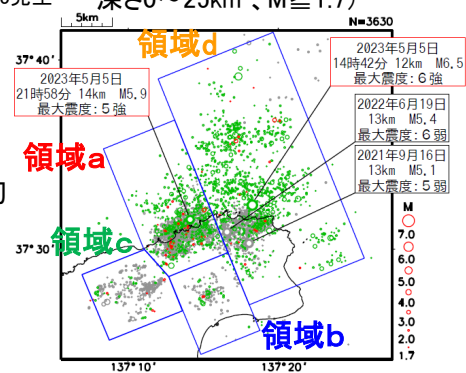
$$\lambda_{\theta}(t|H_t) = \mu(t) + \sum_{\{i:t_i < t\}} \frac{K_0(t_i)e^{\alpha(M_i - M_c)}}{(t - t_i + c)^p}$$

$\lambda_{\theta}(t|H_t)$: 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。



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。

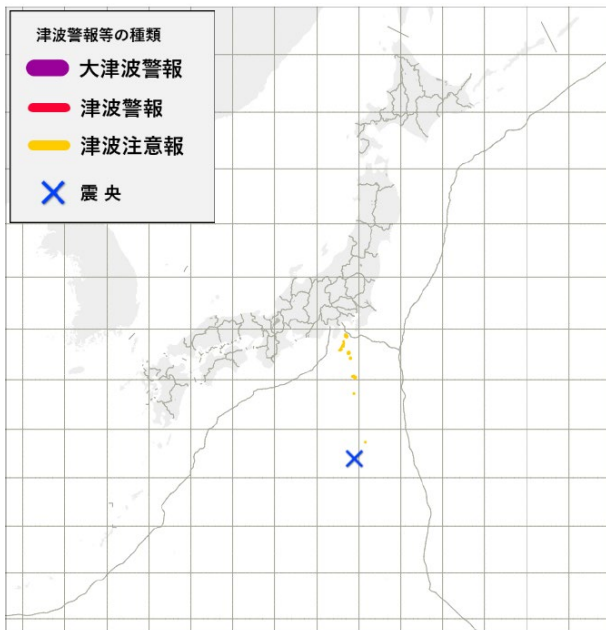


図1－1 10月5日の鳥島近海の地震に対して発表した津波注意報

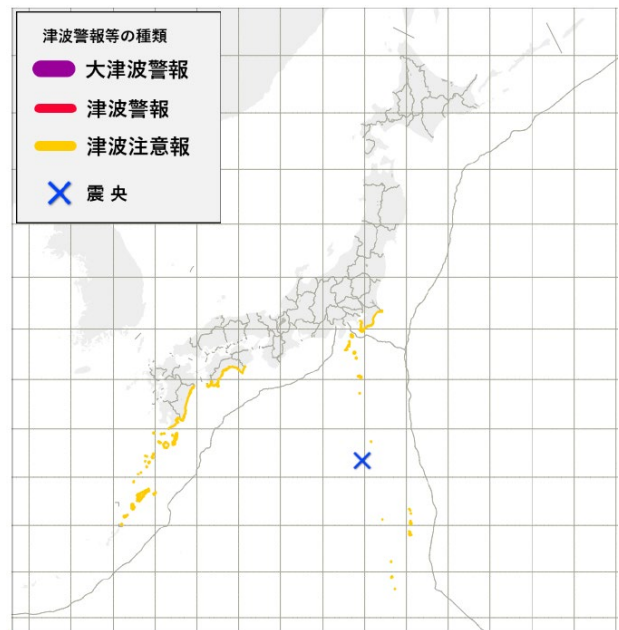


図1－2 10月9日の鳥島近海の地震に対して発表した津波注意報

(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]	

(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。

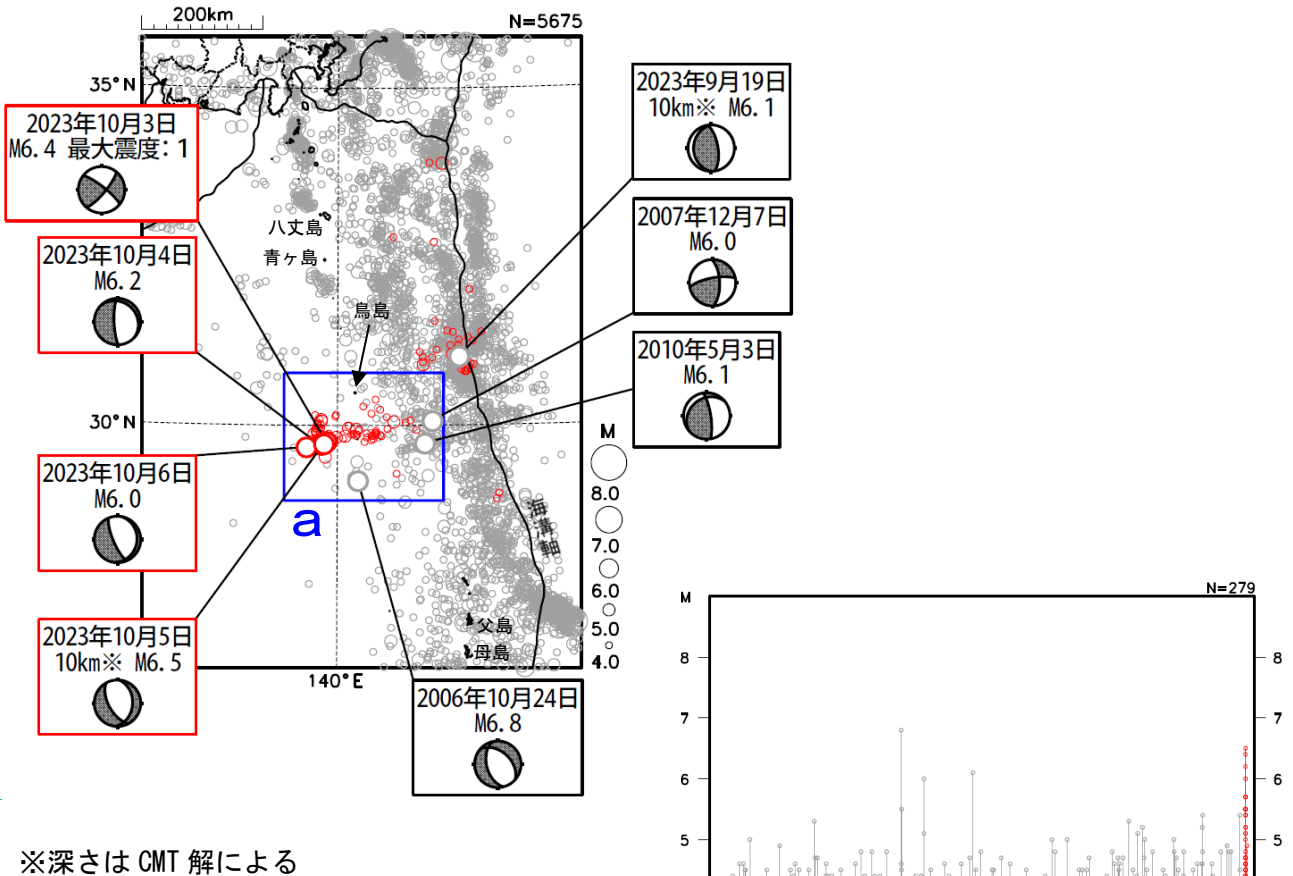


図 2-1 震央分布図（1997年10月1日～2023年10月31日、深さ0～150km、M≥4.0）
2023年10月の地震を赤色で表示、図中の発震機構はCMT解

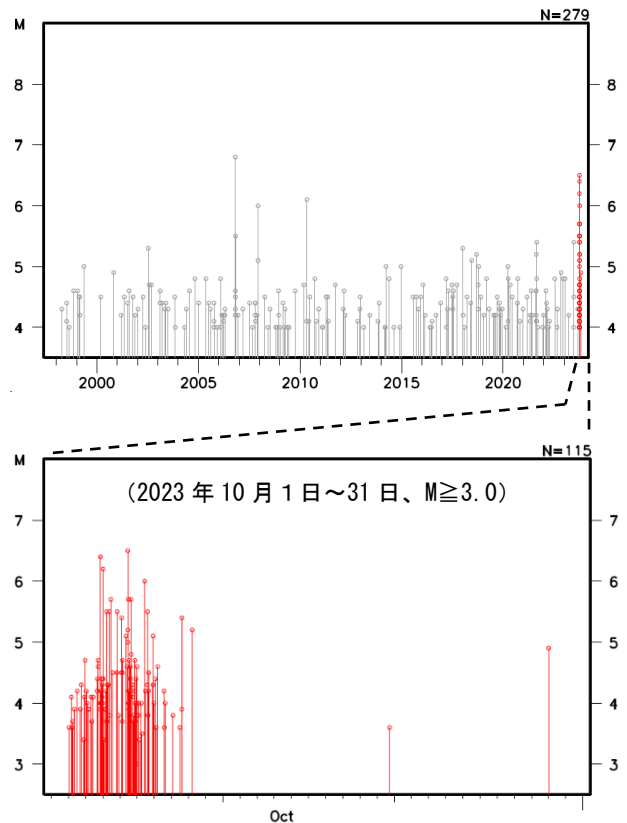
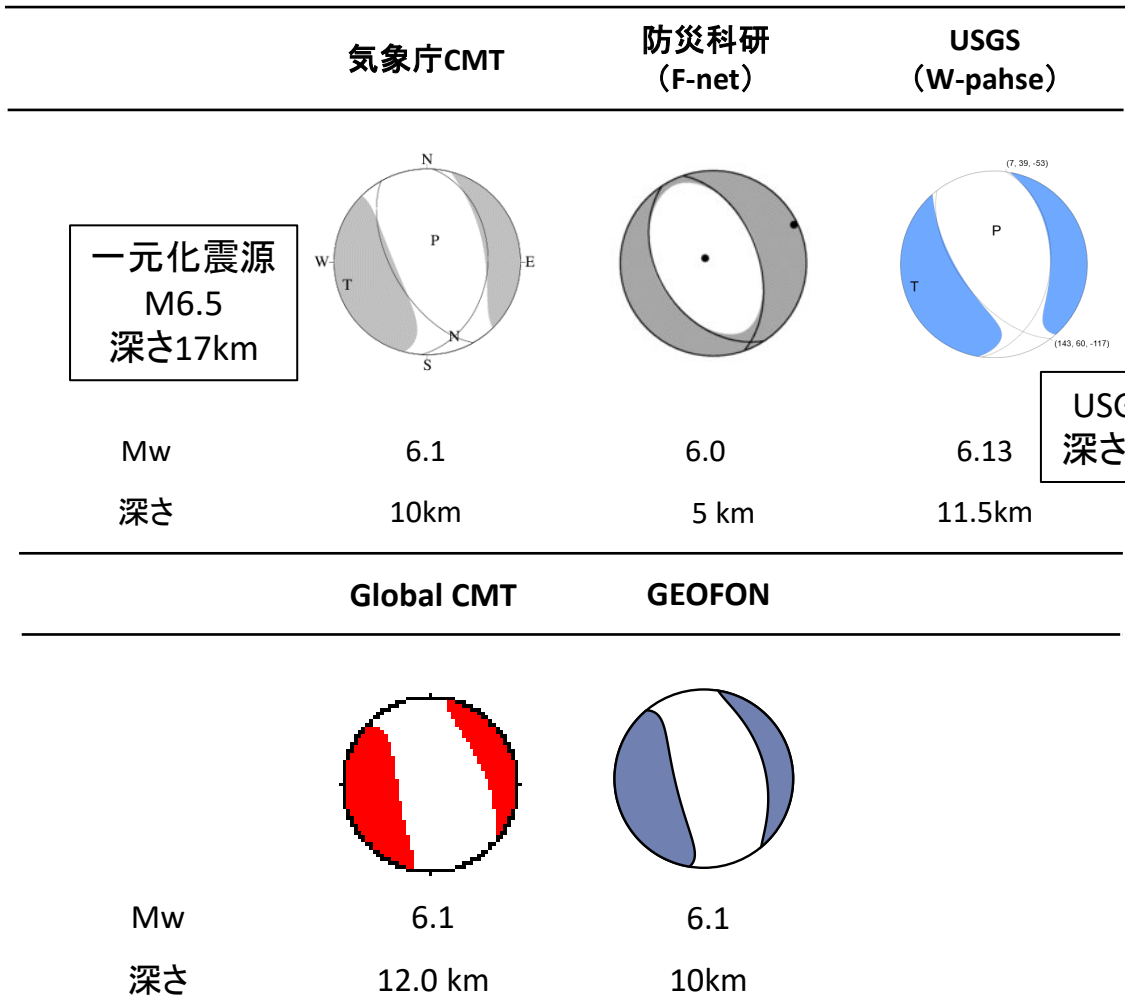


図 2-2 図 2-1 の領域 a 内の M-T 図

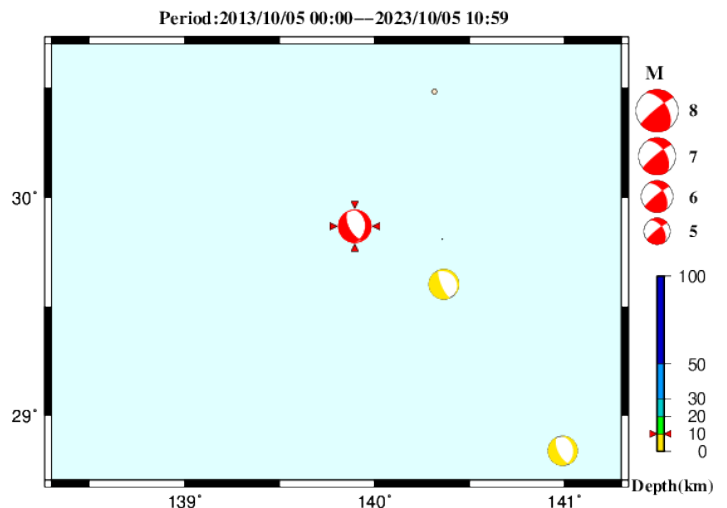


防災科研 (F-net) : <https://www.fnet.bosai.go.jp/event/joho.php?LANG=ja>
 USGS (W-phase) : <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/>
 Global CMT : <https://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>
 GEOFON MT : <https://geofon.gfz-potsdam.de/eqinfo/list.php?mode=mt>
 防災科研 (AQUA) : https://www.hinet.bosai.go.jp/AQUA/aqua_catalogue.php?LANG=ja

防災科研 (AQUA)

周辺の気象庁CMT解の分布図

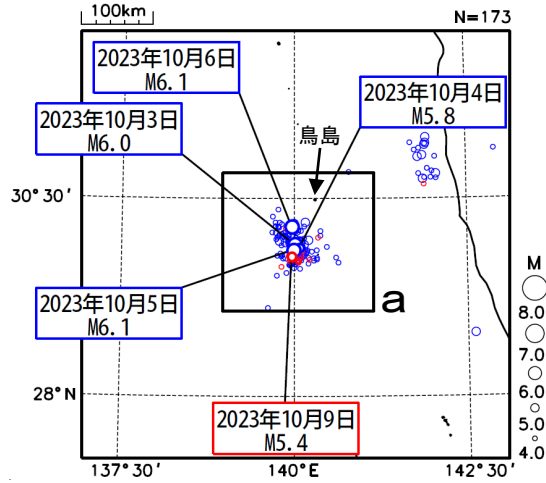
(掲載なし)



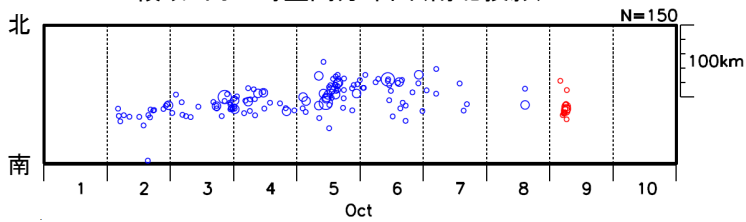
2023年10月2日からの鳥島近海の地震活動 (USGS震源の分布)

震央分布図

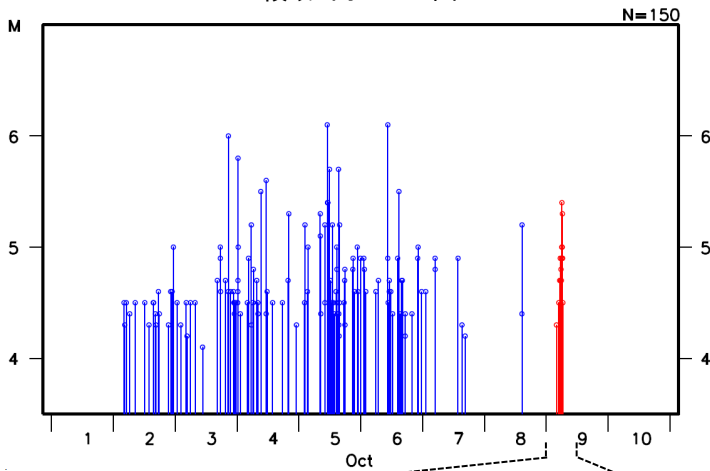
(2023年10月1日～10月10日、深さ0～30km、 $M \geq 4.0$)
 2023年10月1日～8日の地震を青色、10月9日以降の地震を赤色で表示
 震源要素は米国地質調査所(USGS)による(2023年11月7日現在)



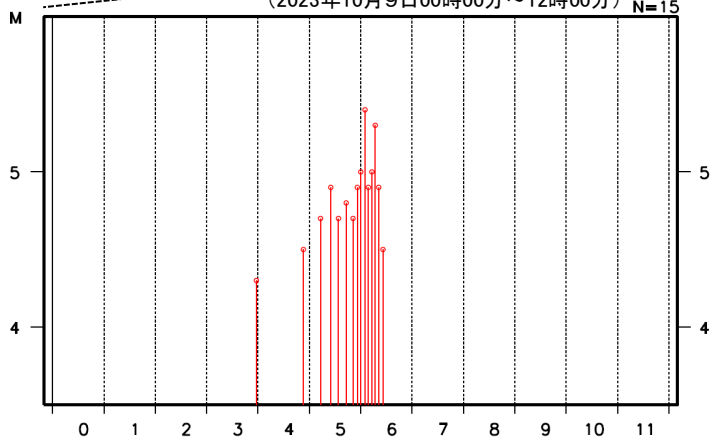
領域a内の時空間分布図(南北投影)



領域a内のM-T図



(2023年10月9日00時00分～12時00分)



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。

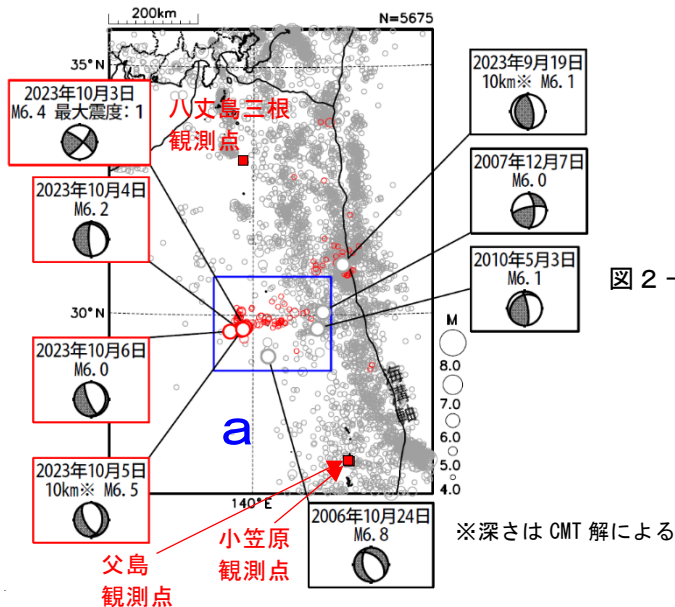


図2-3 震央分布図 (図2-1と同じ) に重ねた観測点の配置

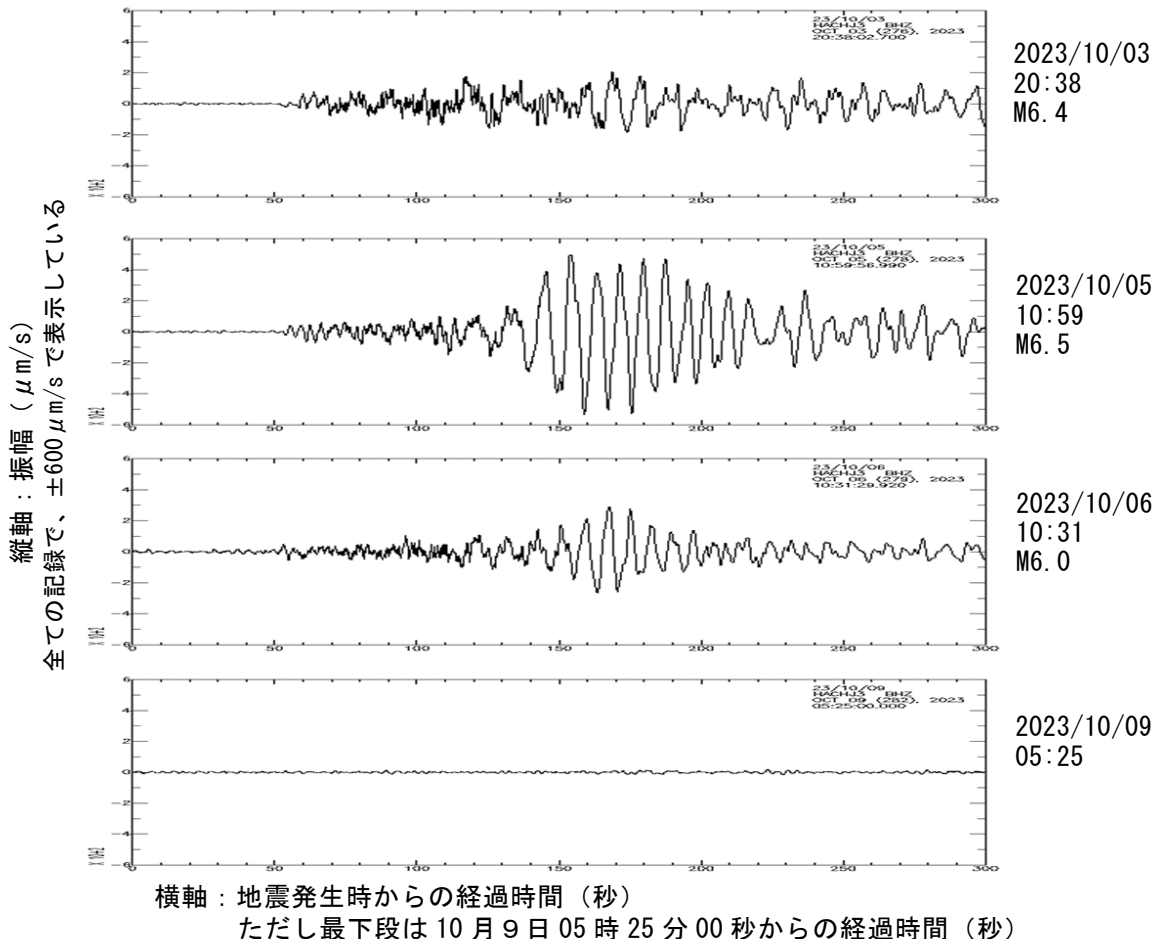
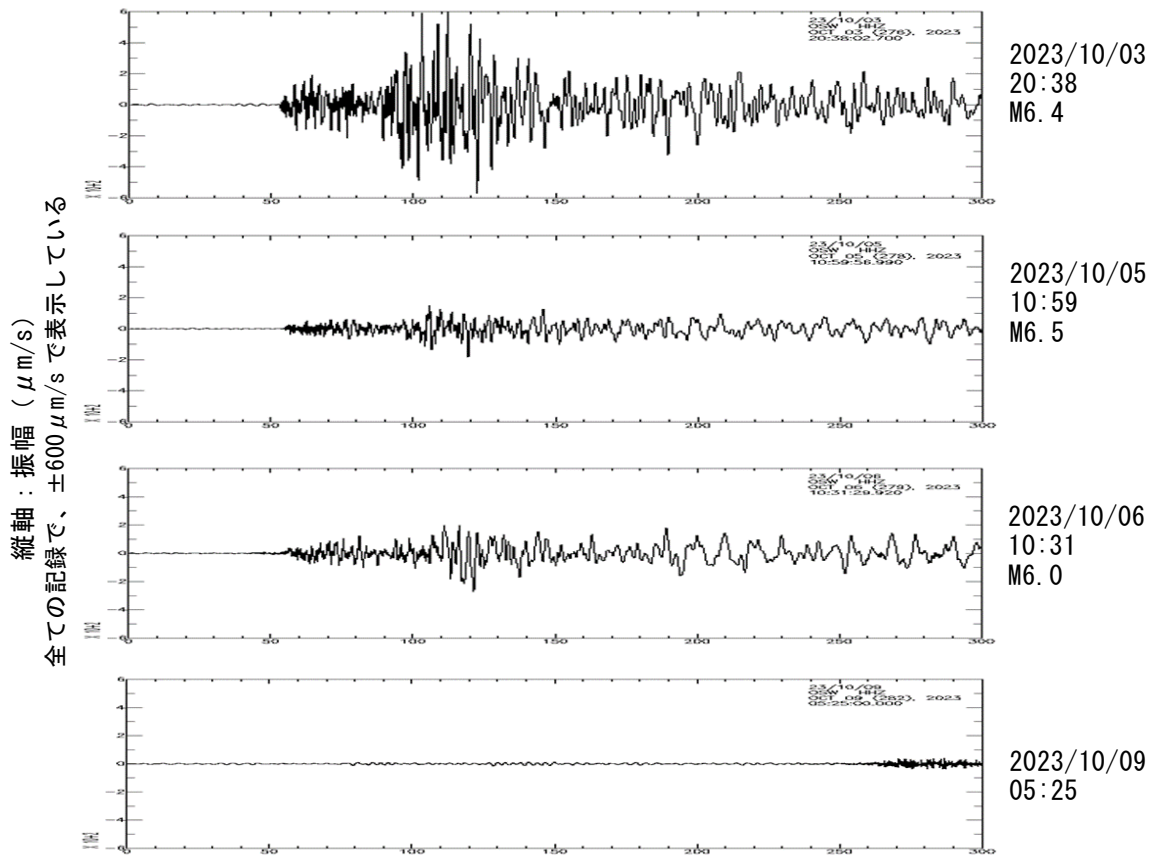


図2-4 気象庁・八丈島三根観測点（HACHJ3）における広帯域地震計の上下動成分の記録

気象庁作成



横軸：地震発生時からの経過時間（秒）
 ただし最下段は10月9日05時25分00秒からの経過時間（秒）

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

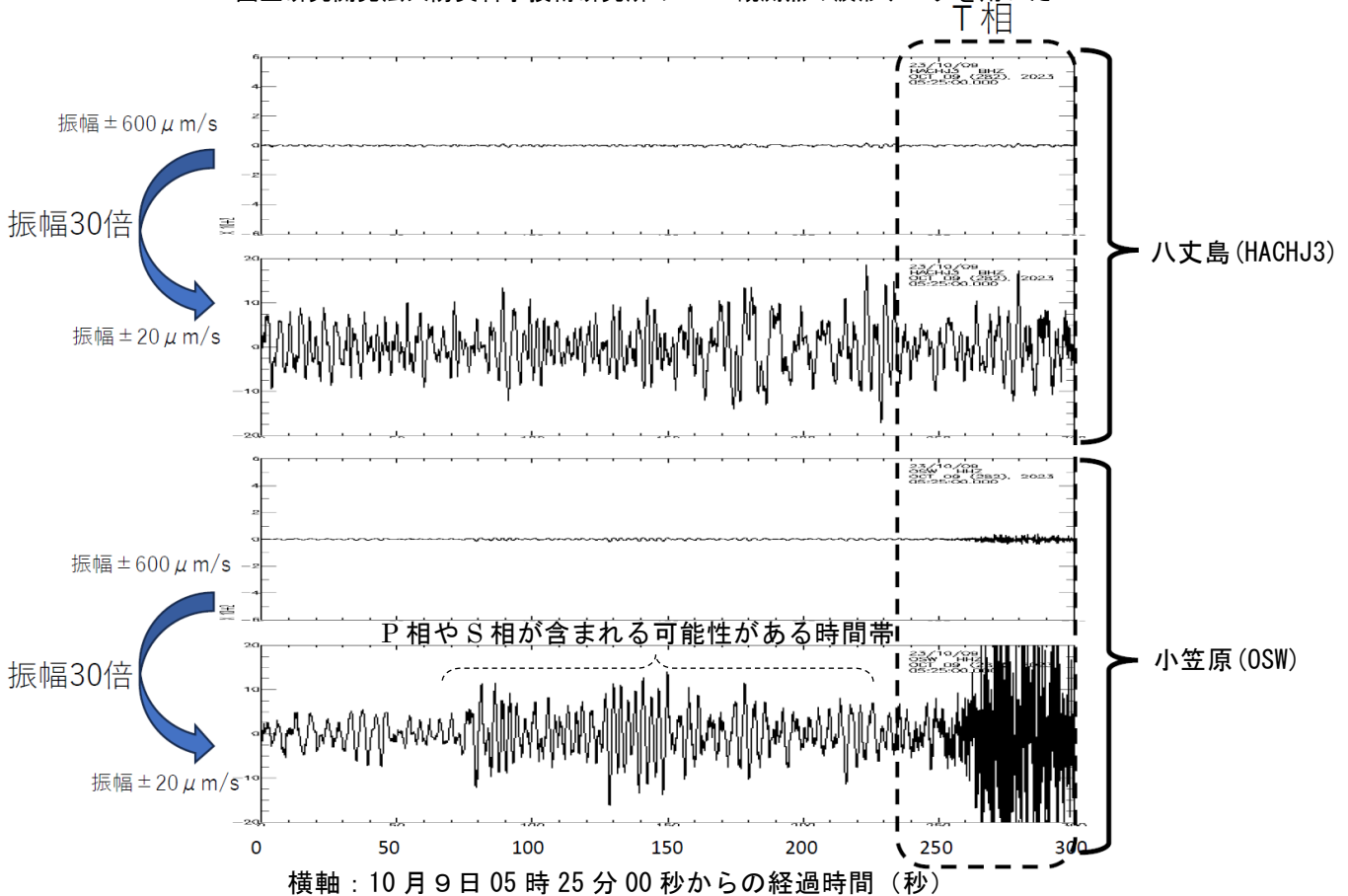


図2-6 八丈島三根観測点及び小笠原観測点における広帯域地震計の上下動成分の記録
 国立研究開発法人防災科学技術研究所のF-net観測点の波形データを用いた

気象庁作成

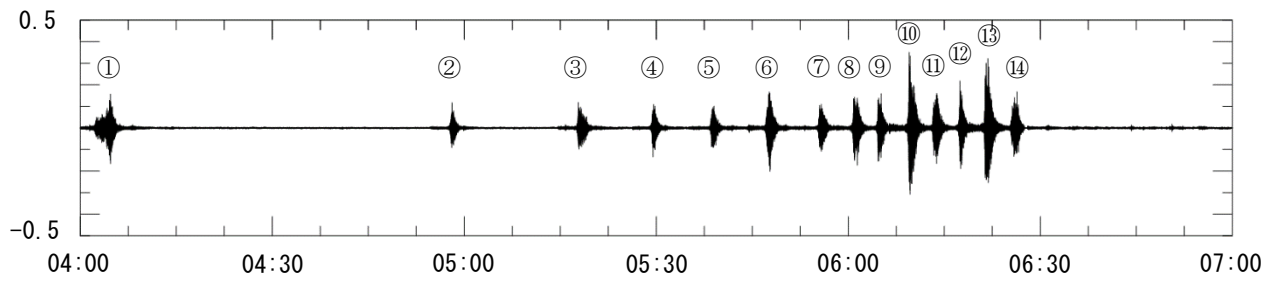
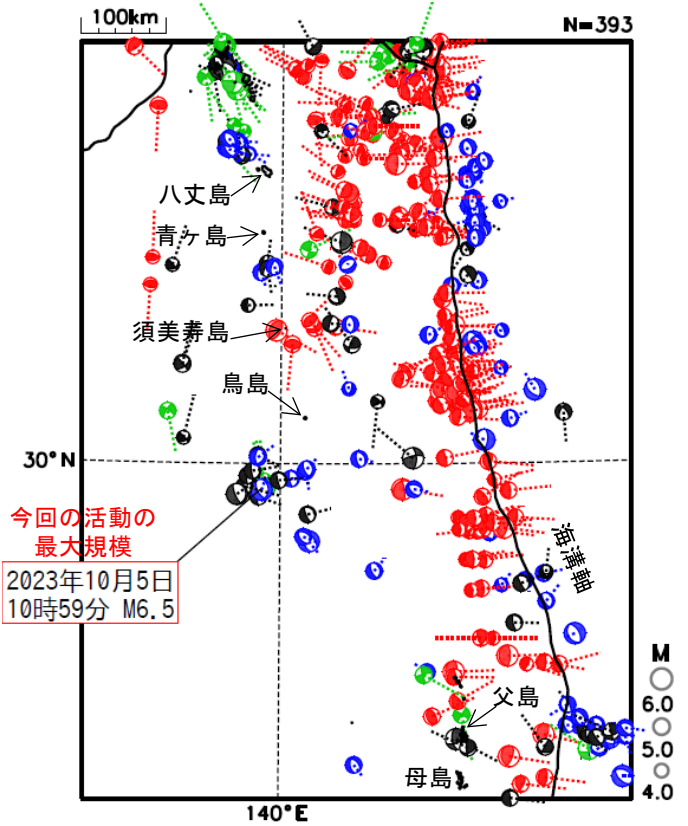
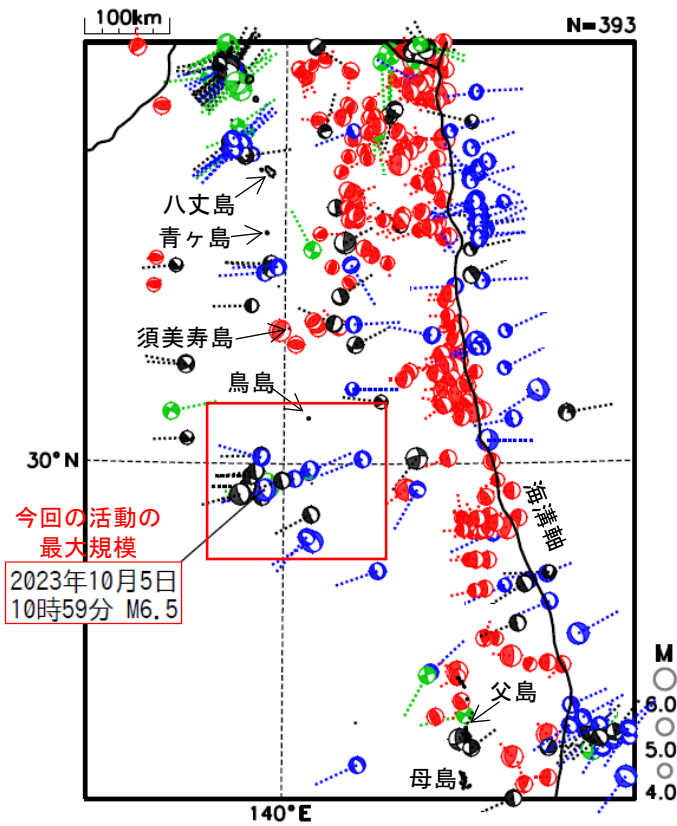


図 2 - 7 気象庁震度計（多機能型地震観測点）の父島観測点における10月9日04時00分から07時00分までの上下動成分の記録
 縦軸は加速度 (gal)、横軸は時刻を示す。

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

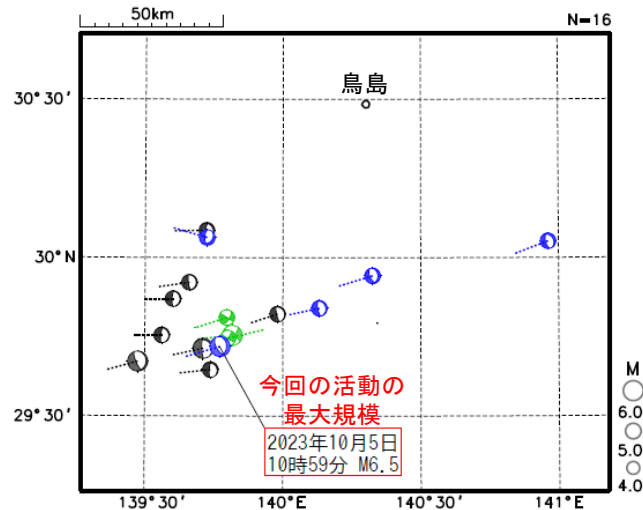


図2-10 図2-8の赤色矩形内の拡大図（2023年10月2日～31日を表示）

エ. 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。

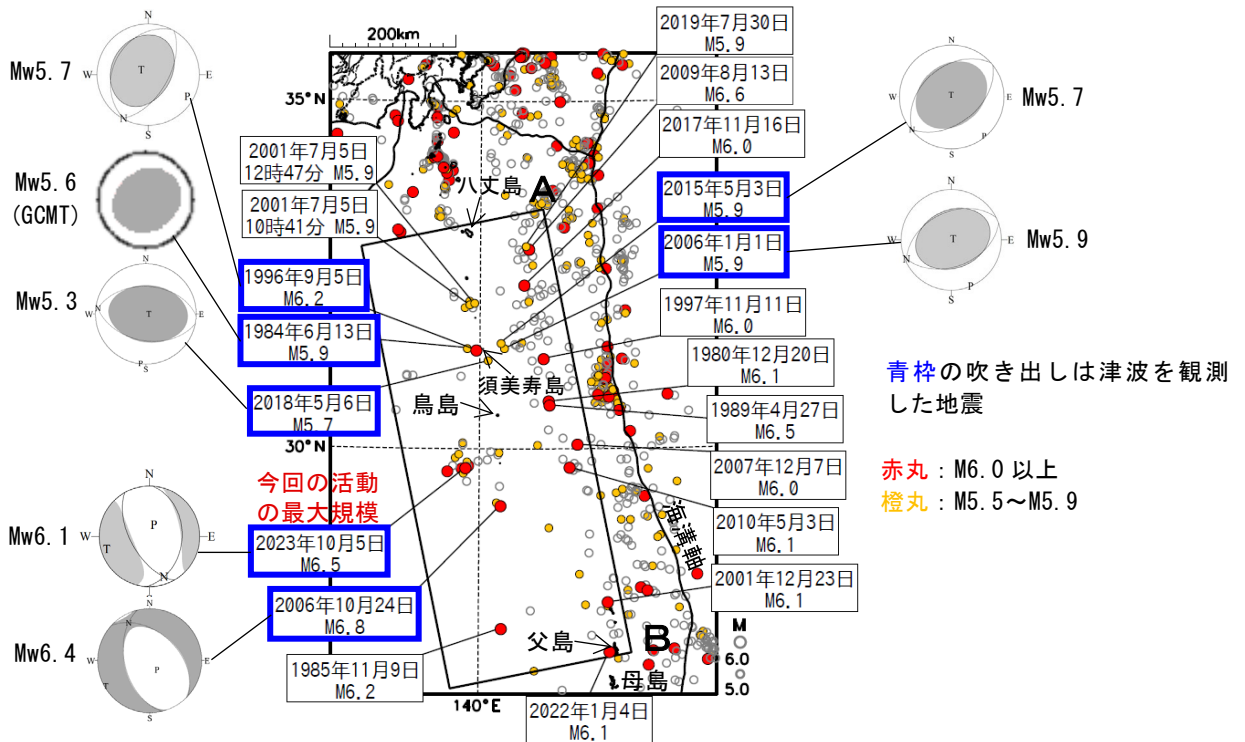


図2-11 震央分布図(1980年1月1日~2023年10月31日、深さ0~100km、 $M \geq 5.0$)
 矩形領域内は、フィリピン海プレート内で発生したと考えられる地震
 ただし、矩形領域内の東端付近は太平洋プレート内の地震を含む
 吹き出しは、矩形領域内でM5.9以上及び2018年5月6日M5.7の地震
 発震機構は1984年6月13日の地震はGlobal CMT、その他の地震は気象庁のCMT解

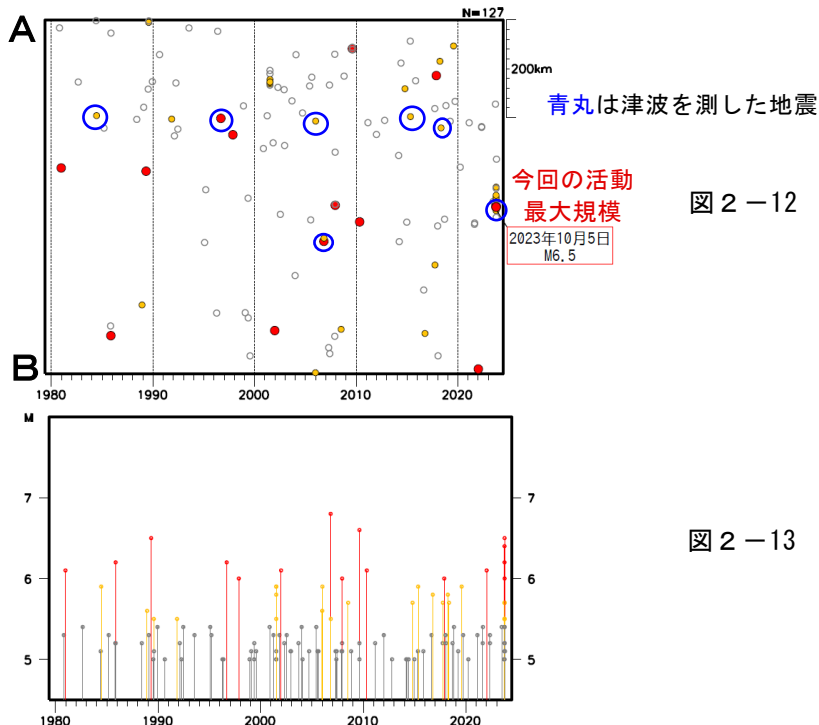


図2-12 図2-11の矩形領域内の時空間分布図(A-B投影)

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
 気象庁作成

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、M7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）。

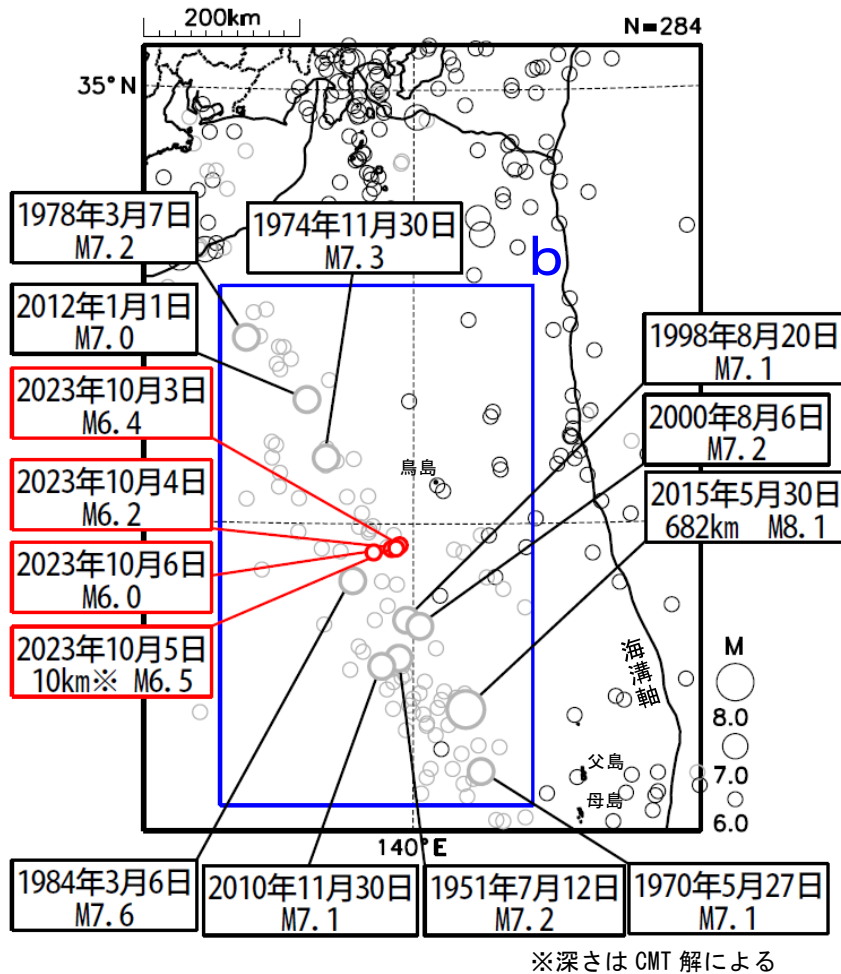


図2-14 震央分布図（1919年1月1日～2023年10月31日、深さ0～700km、 $M \geq 6.0$ ）
 2023年9月以前の深さ0～100kmの地震を濃く、
 2023年9月以前の深さ100～700kmの地震を薄く、
 2023年10月の地震を赤く表示

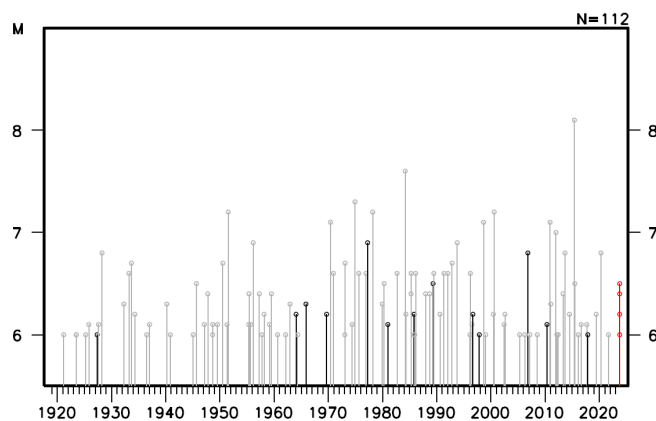
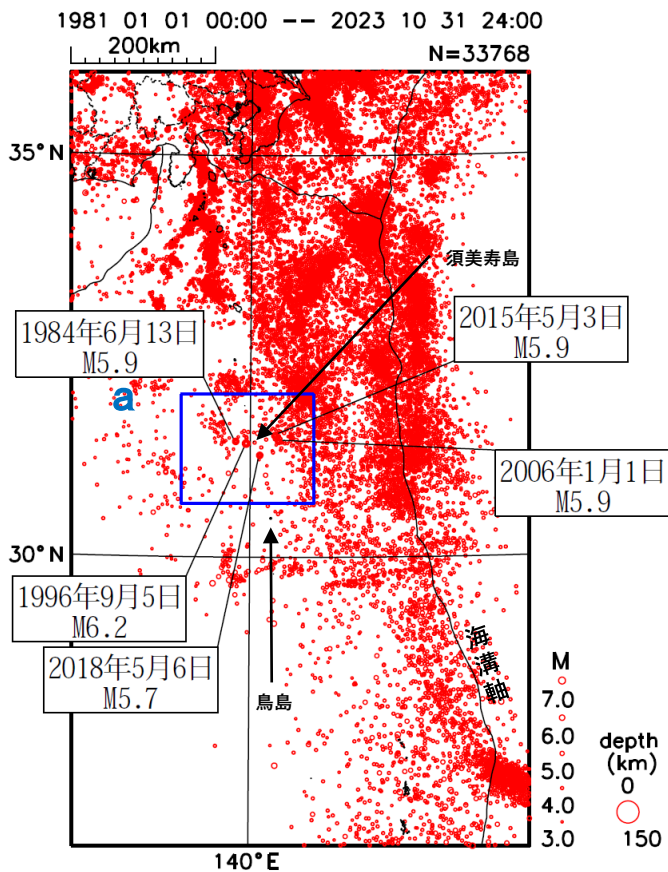


図2-15 図2-14の領域b内のM-T図

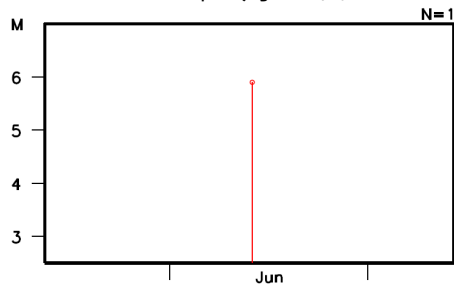
須美寿島付近で過去に津波を伴った地震の前後1ヶ月の地震活動

震央分布図

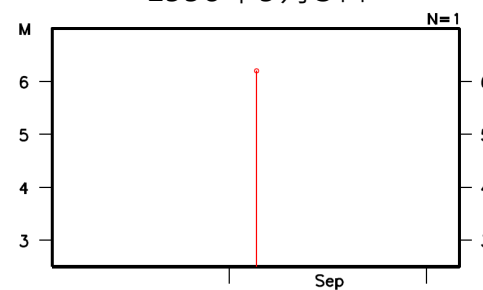
(1981年1月1日~2023年10月31日、
深さ0~150km、 $M \geq 3.0$)



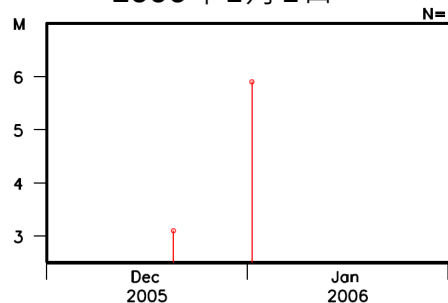
1984年6月13日



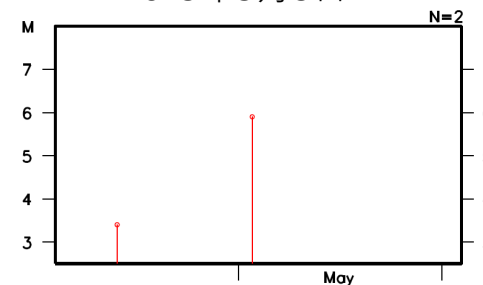
1996年9月5日



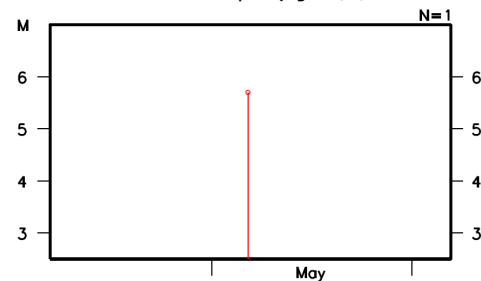
2006年1月1日



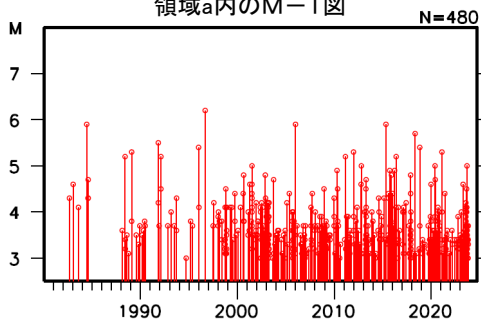
2015年5月3日



2018年5月6日



領域a内のM-T図



領域a内のM-T図
地震発生の日の1ヶ月前から1ヶ月後まで

(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)。

★: 震央

津波の高さ(cm)

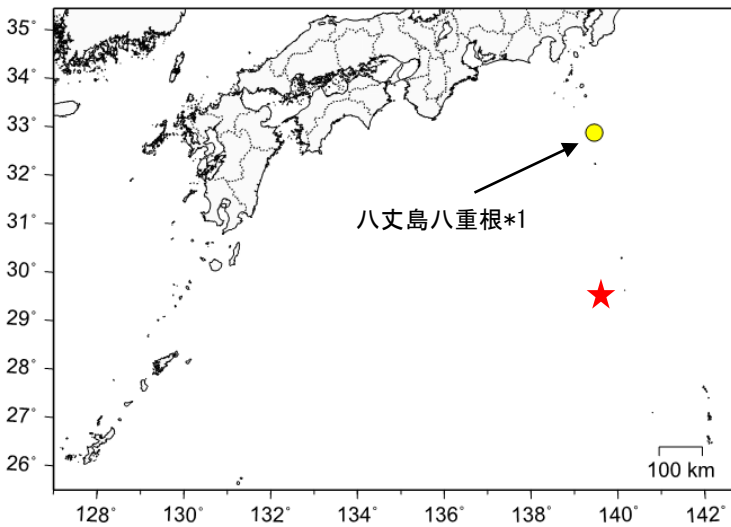
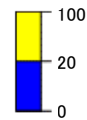


図3-2 津波を観測した地点 (2023年10月5日)

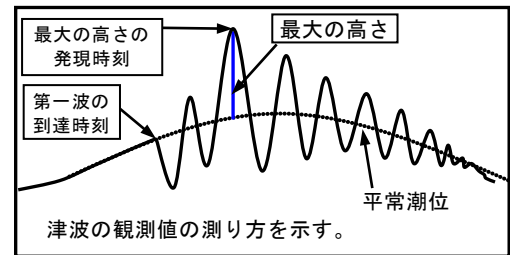


図3-1 津波の測り方の模式

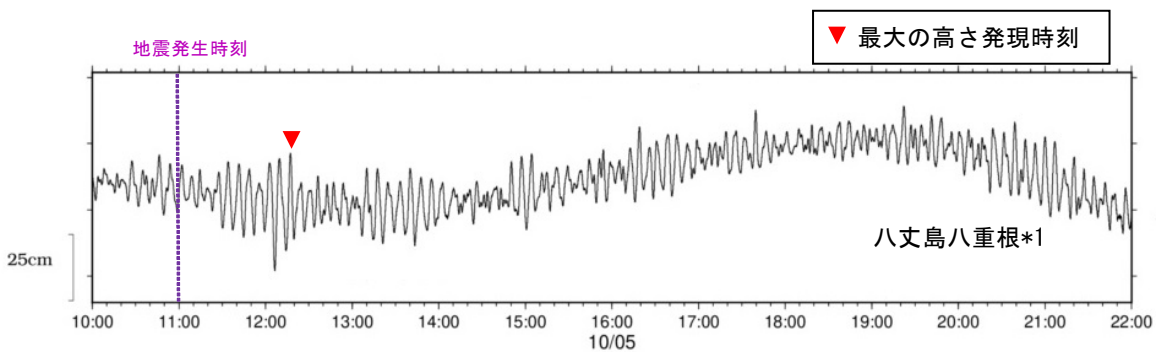


図3-3 津波波形 (2023年10月5日)

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)。

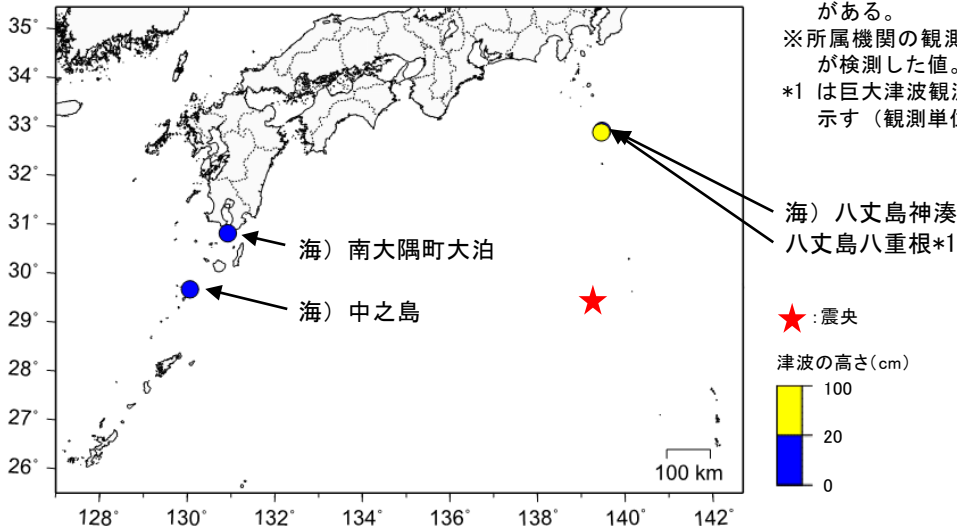


図3-4 津波を観測した地点 (2023年10月6日)

※ 海) は海上保安庁の所属であることを表す。

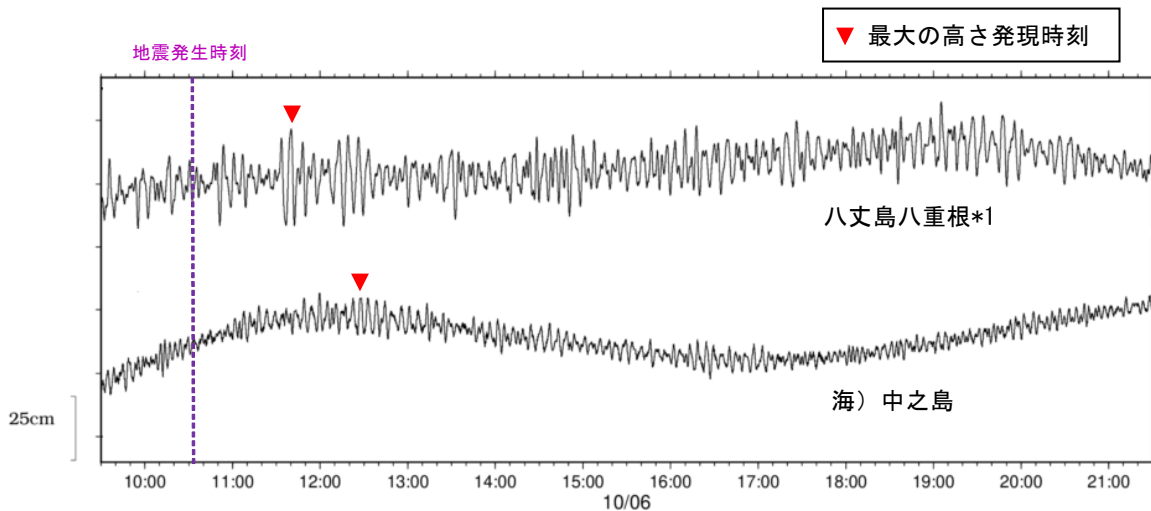


図3-5 主な津波波形 (2023年10月6日)

※ 海) は海上保安庁の所属であることを表す。

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）。

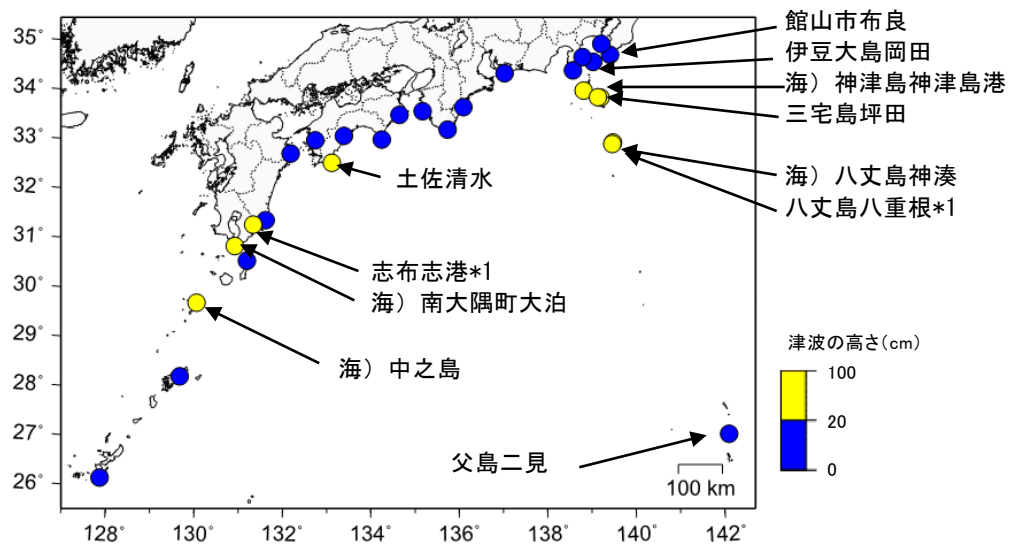


図3-6 津波を観測した地点 (2023年10月9日)
 ※ 海) は海上保安庁の所属であることを表す。

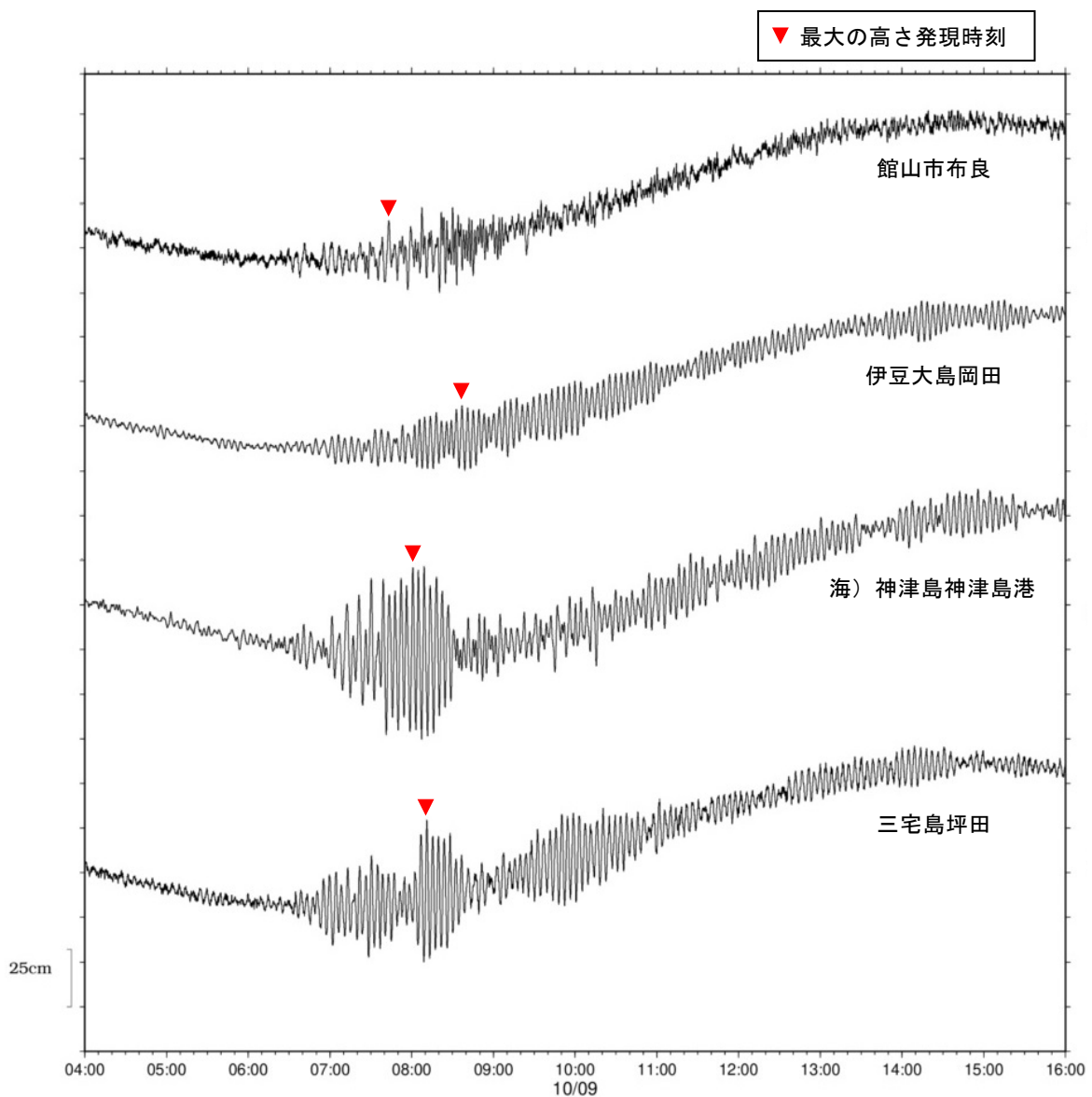


図3-7-1 主な津波波形 (2023年10月9日)
 ※ 海) は海上保安庁の所属であることを表す。

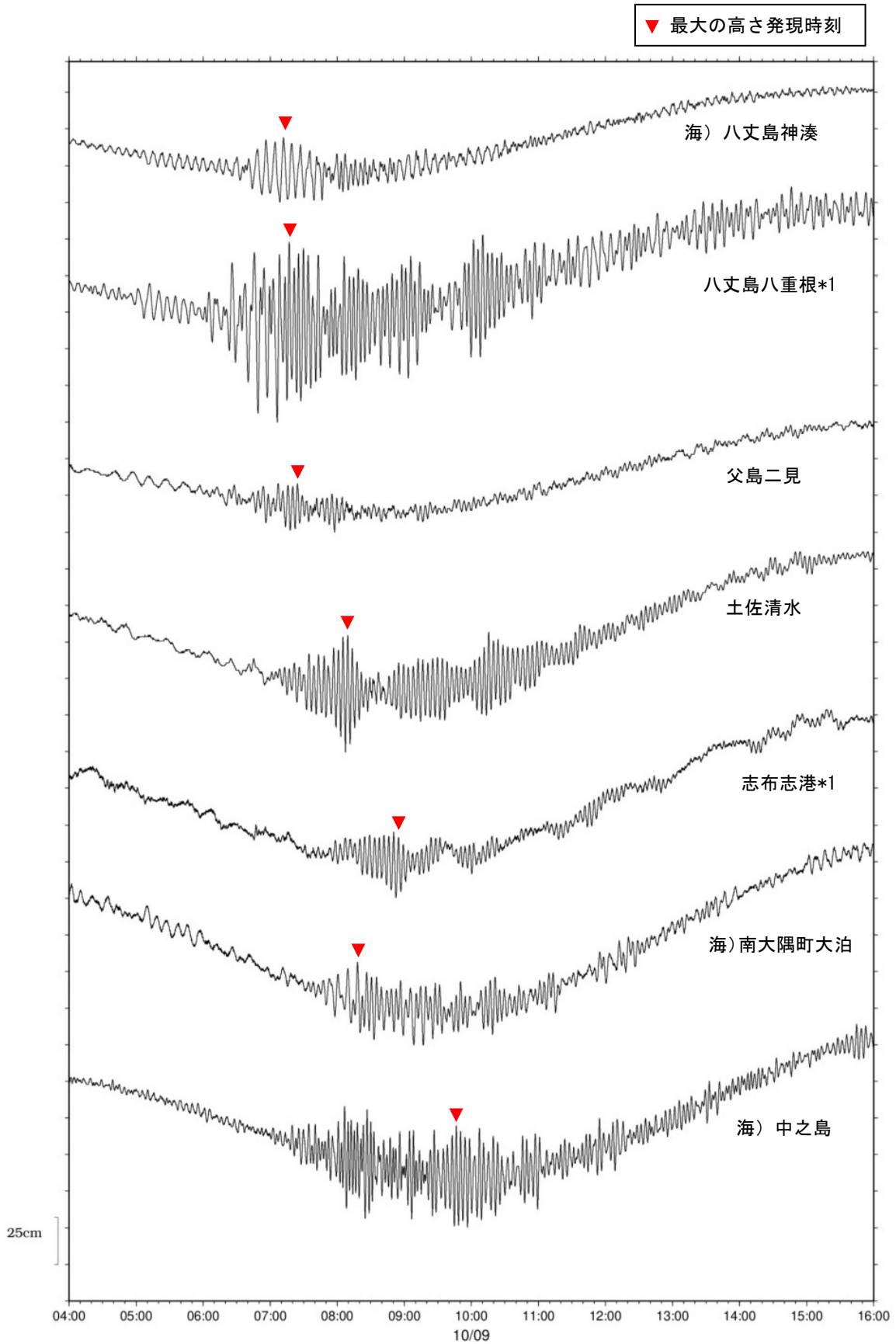


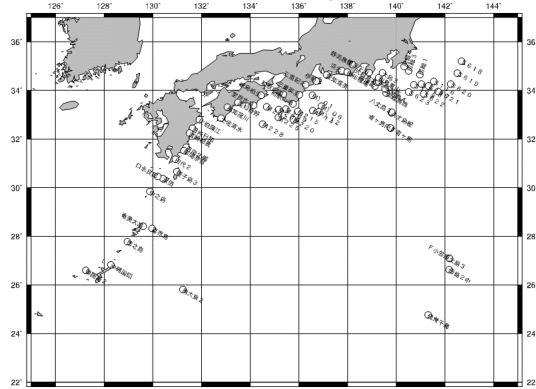
図 3-7-2 主な津波波形 (2023 年 10 月 9 日)

※ 海) は海上保安庁の所属であることを表す。

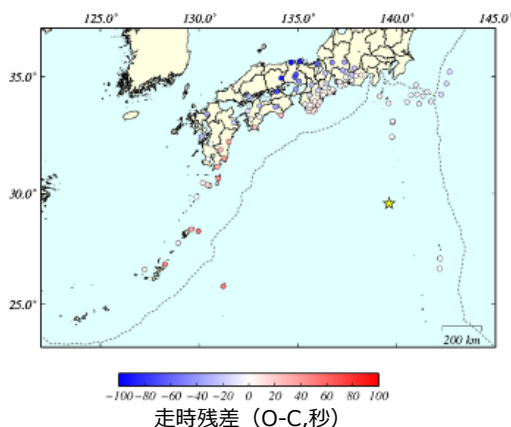
2023年10月 鳥島近海の地震活動 (T相の発生源決定)

(1) T相の到着時刻の検出

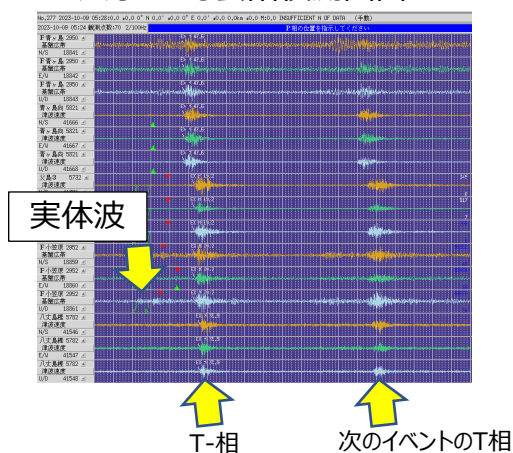
検出に用いた観測点分布



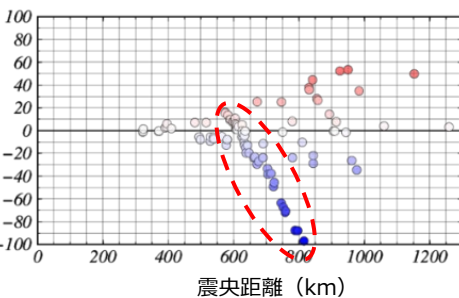
10月09日05時25分M4.4のイベントの
走時残差 (O-C,秒) の分布



人手による会話検出画面



通常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、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±2°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。

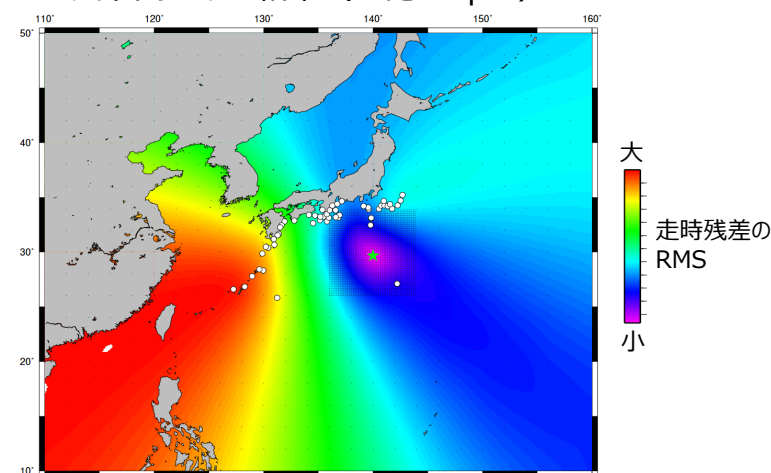
Step 2 Step 1のグリッドサーチの結果を初期値とした一元化震源決定処理

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)

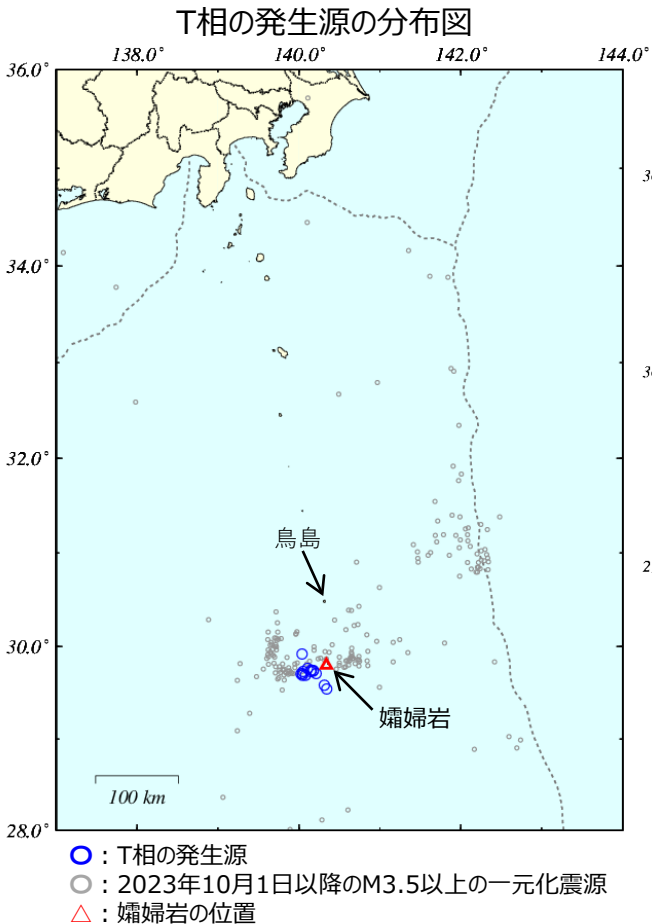


グリッドサーチで決まったT相の発生源を星印、検出した観測点を白丸、走時残差のRMSが大きい領域を赤色、小さい領域を青色で示す。

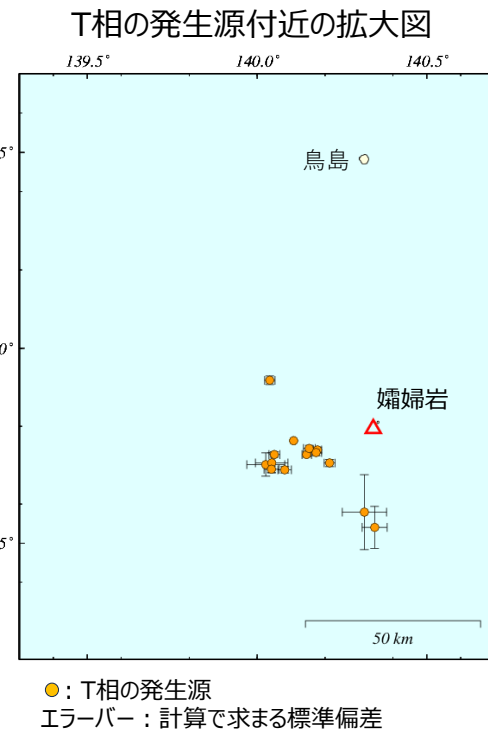
(気象庁作成)

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



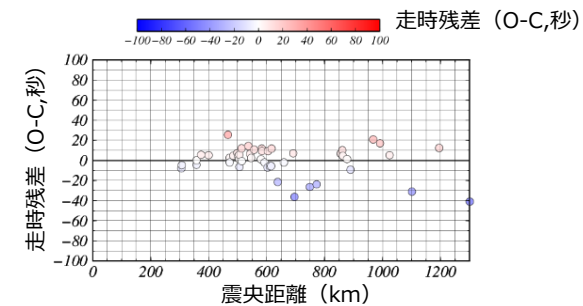
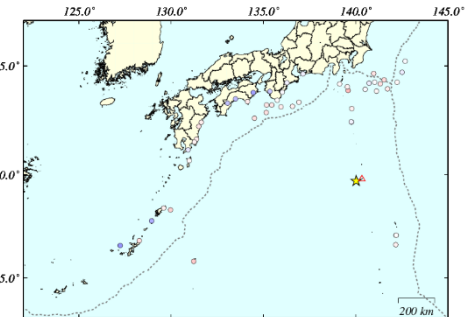
T相の発生源は壻婦岩の西側から南側に決まる。
計算で求まる標準偏差は数km程度で、壻婦岩の南側の発生源の値が大きい。



走時残差 (O-C,秒) の分布

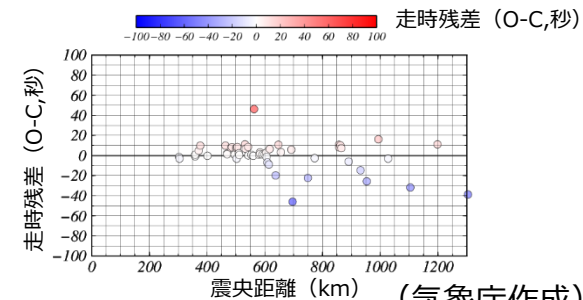
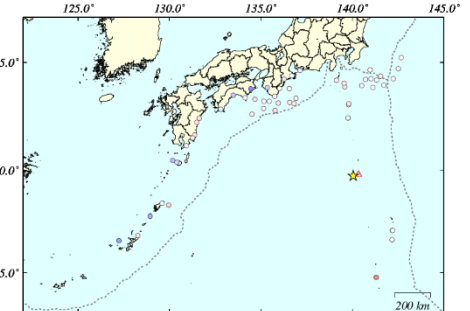
2023年10月9日
03時58分のイベント

★ : 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

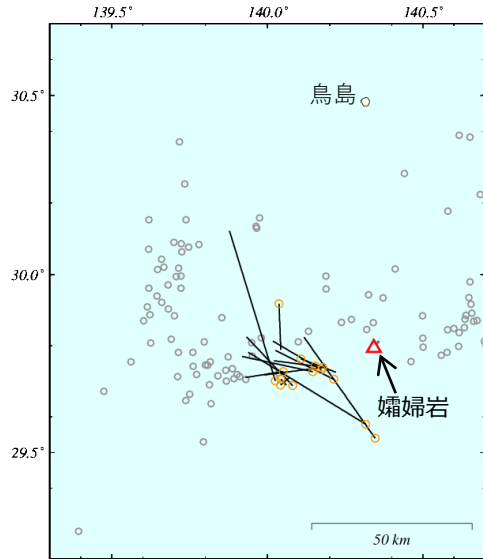
★ : T相の発生源
○ : 発生源の決定に用いた観測点



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。



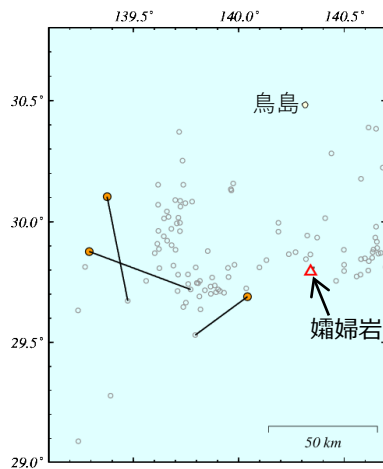
● : T相の発生源
黒線先の : USGSによる震央

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
黒線先の : 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)

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。

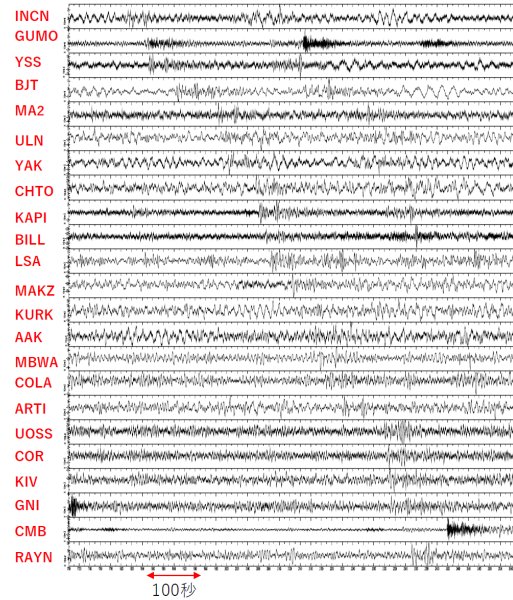
10月9日06時17分の地震 (USGS : M5.4) による海外観測点の波形

観測点配置図
(中央の星印が震央)

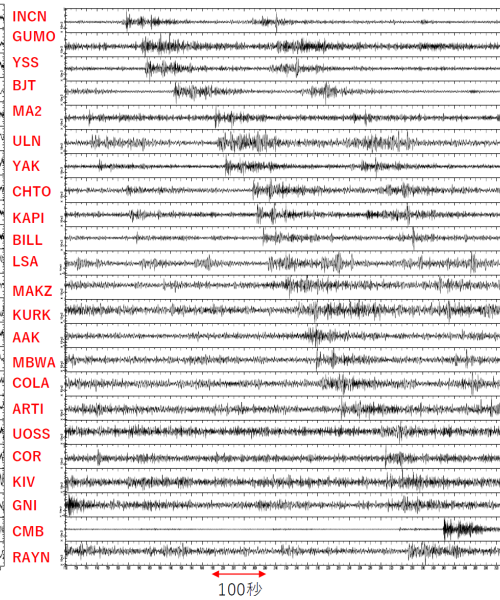


※目視でシグナルが見える観測点のみ描画

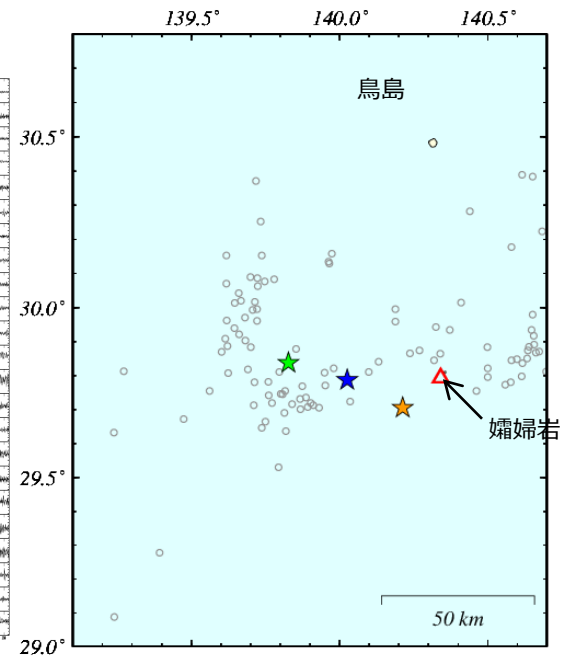
フィルター：なし



フィルター：0.5~1.5Hz



10月9日06時17分の地震の震央比較

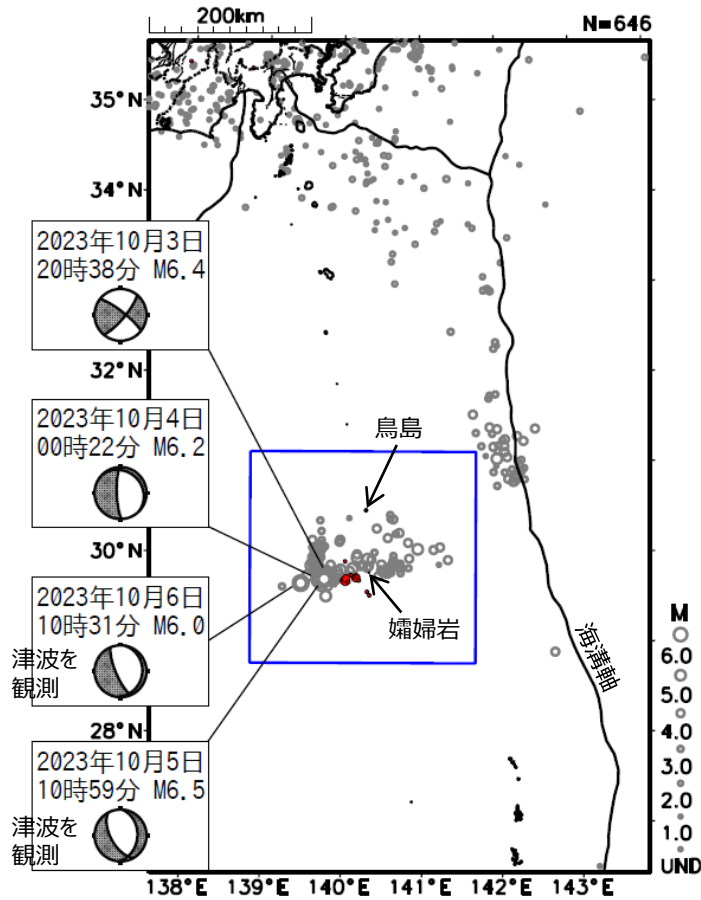


- ★ : 海外観測点のP相のみで決定した震源
- ★ : T相の発生源
- ★ : USGSによる震源
- : 2023年10月1日以降のM3.5以上の一元化震源

2023年10月 鳥島近海の地震活動 (T相の発生源)

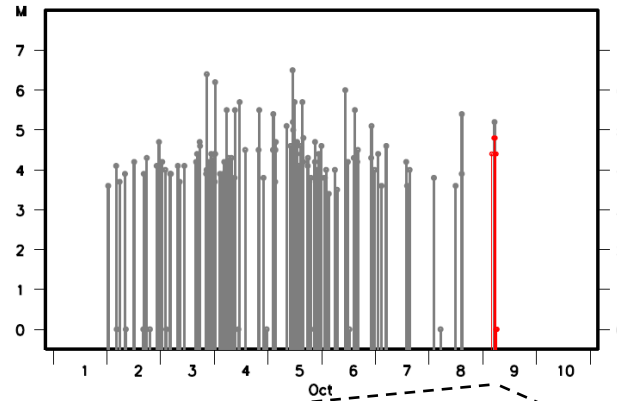
震央分布図

(2023年10月1日～10月10日、
深さ0～100km、M全て)

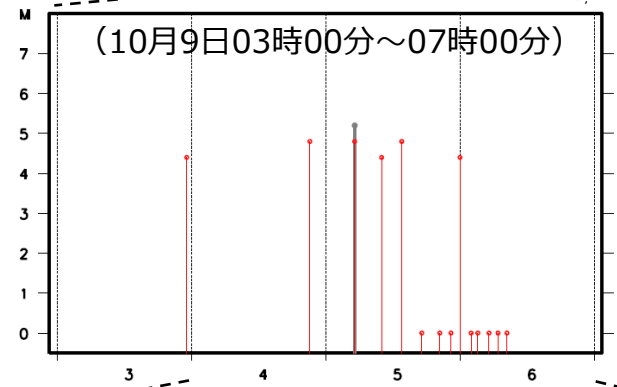


- : T相の発生源
- : 一元化震源
(吹き出しはM6.0以上の地震)

青矩形内のM-T図

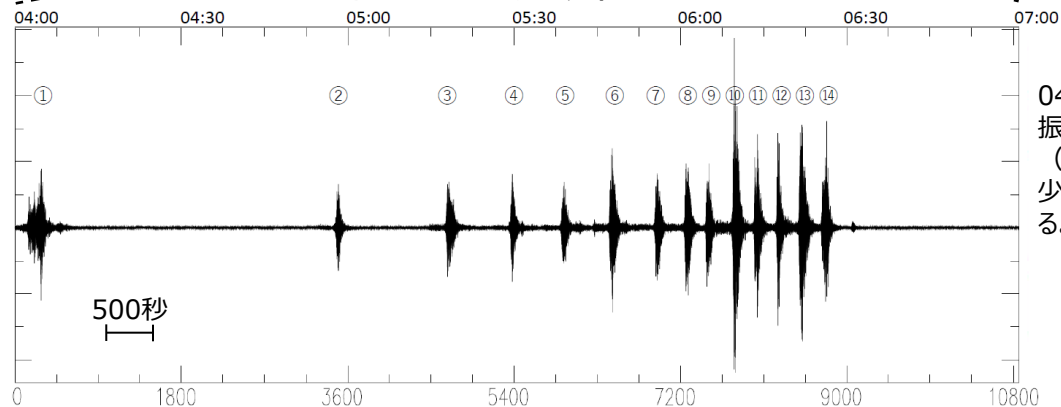


10月9日04時頃から06時台の
T相の発生源に対応する地震活
動について、マグニチュードが推定
できたものの最大はM4.8である。



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



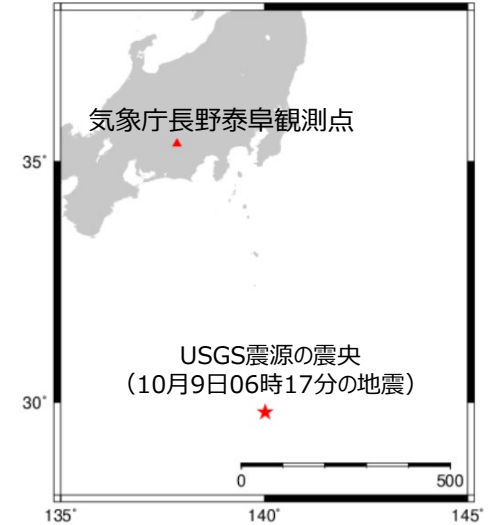
04時頃～06時台に
振幅の大きな波形
(T相と考えらる) が
少なくとも14個みられ
る。

04時00分からの経過時間 (秒)

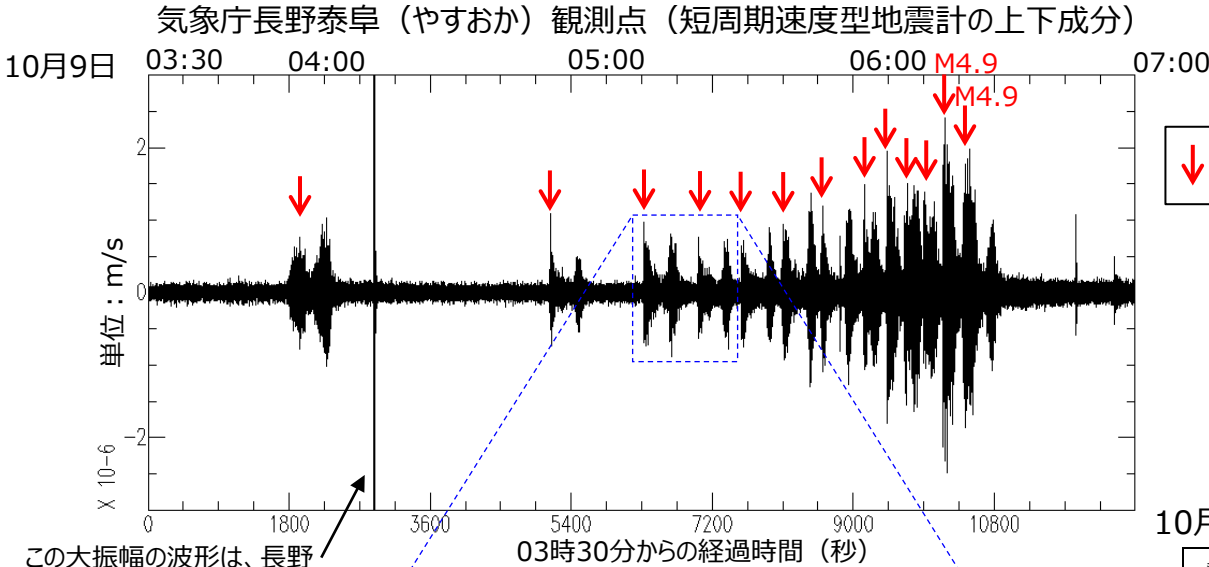
2023年10月 鳥島近海の地震活動（10月9日04時頃から06時台における地震活動の規模の上限の推定）

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。

観測点と震央位置



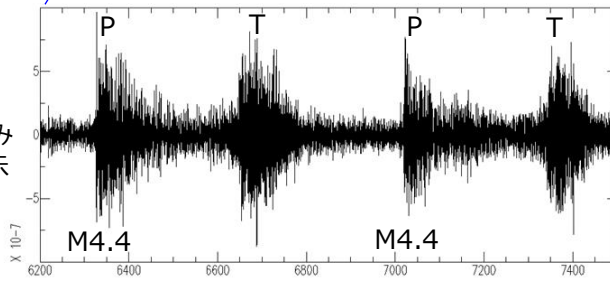
10月9日06時17分の地震のUSGSによる震源位置を元に、気象庁一元化震源処理と同じ手法で速度Mを計算した



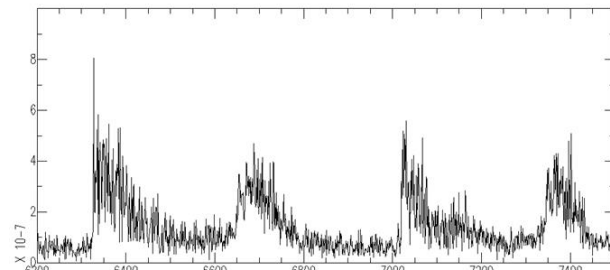
↓ 実体波部分の最大振幅の発現時刻

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

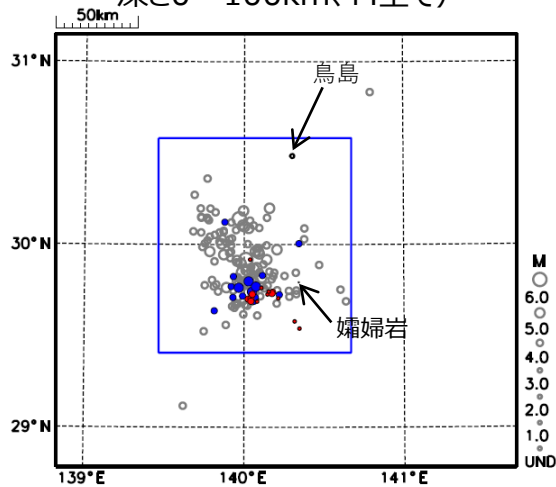
(USGSの震源データは2023年11月7日時点)

気象庁作成

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）

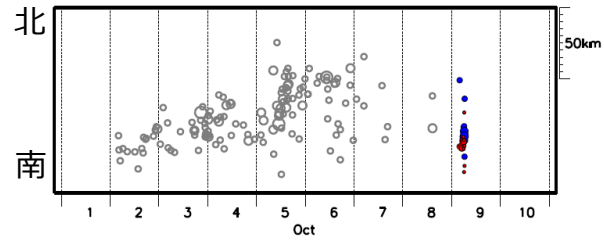
震央分布図

（2023年10月1日～10月10日、
深さ0～100km、M全て）

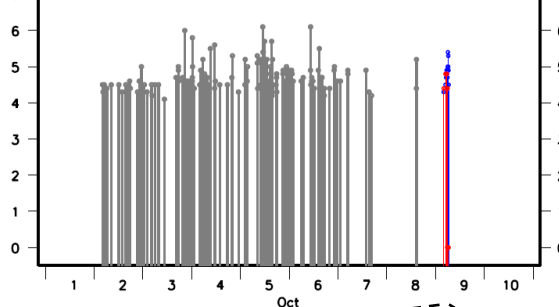


- : USGSによる震源
- : USGSによる震源（10月9日03時00分～07時00分）
- : T相の発生源（10月9日03時00分～07時00分）

左図青矩形内の時空間分布図（南北投影）

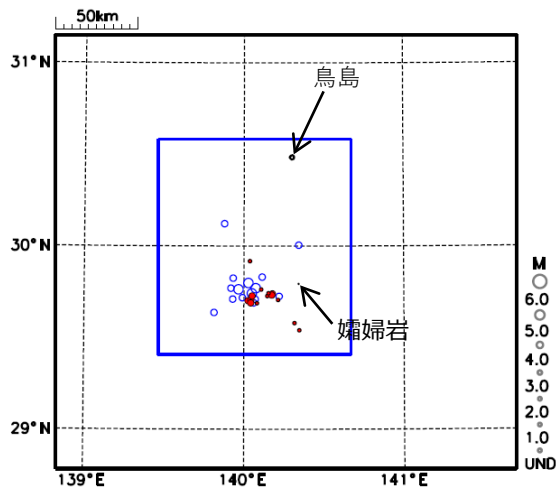


左図青矩形内のM-T図

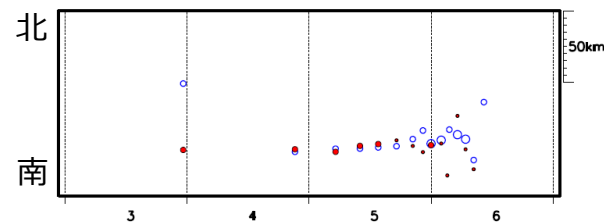


震央分布図

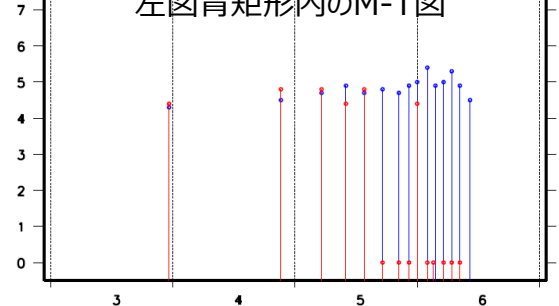
（2023年10月9日03時00分～07時00分、
深さ0～100km、M全て）



左図青矩形内の時空間分布図（南北投影）

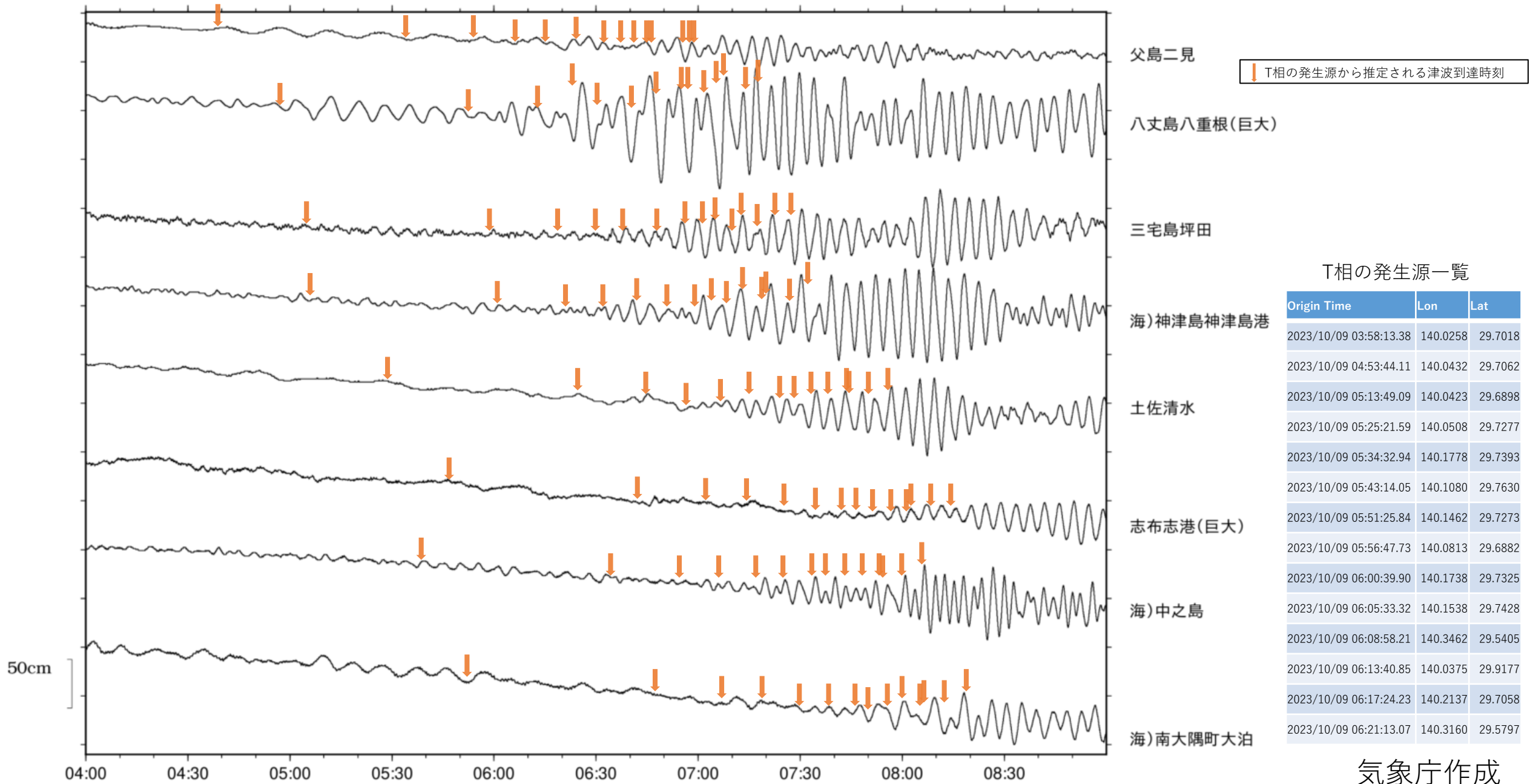


左図青矩形内のM-T図



（USGSによる震源データは
2023年11月7日時点）

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



(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分に発生した通常の地震で観測された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

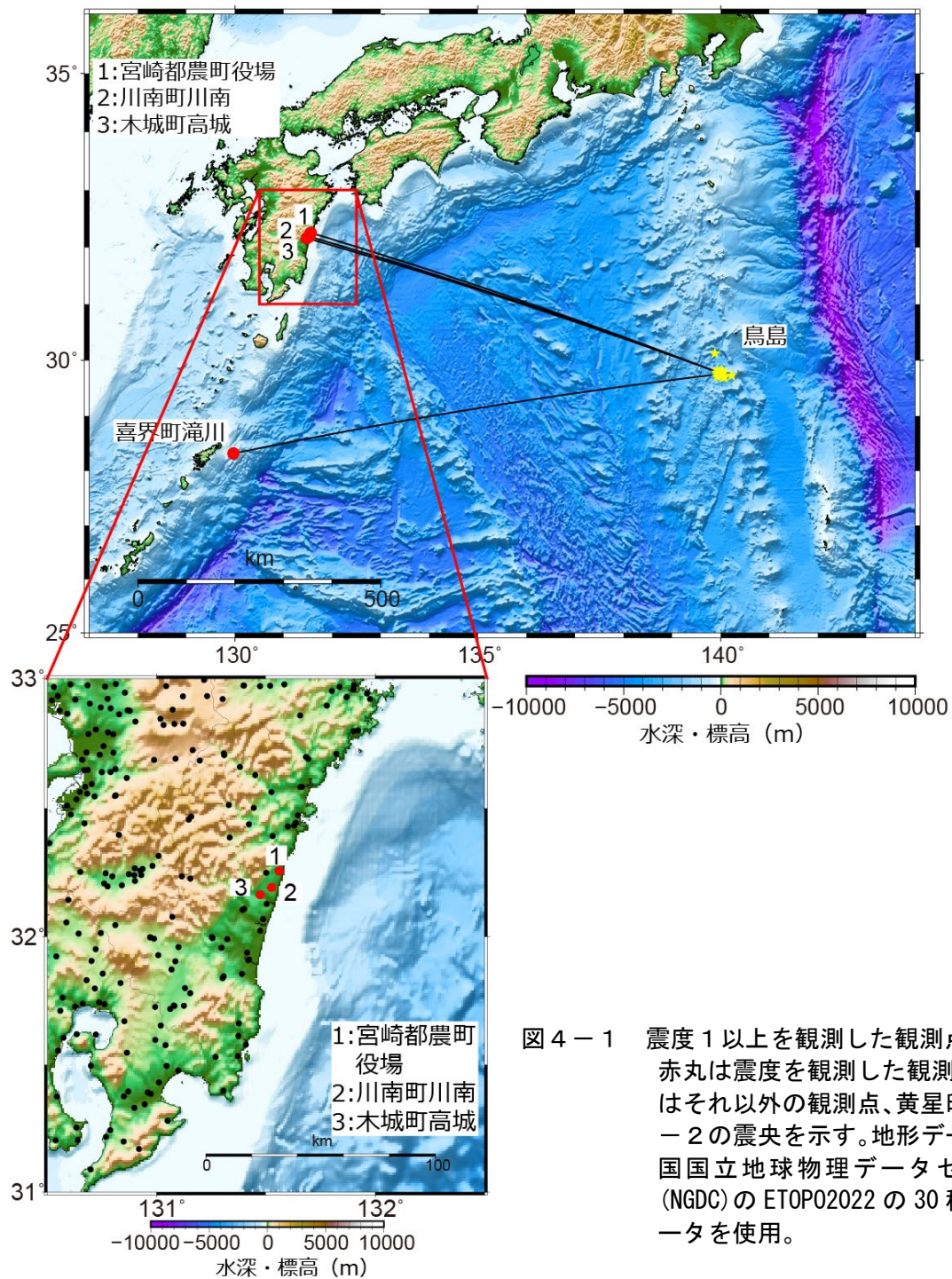


図4-1 震度1以上を観測した観測点の位置
赤丸は震度を観測した観測点、黒点
はそれ以外の観測点、黄星印は表4
-2の震央を示す。地形データは米
国国立地球物理データセンター
(NGDC)のETOPO2022の30秒毎のデ
ータを使用。

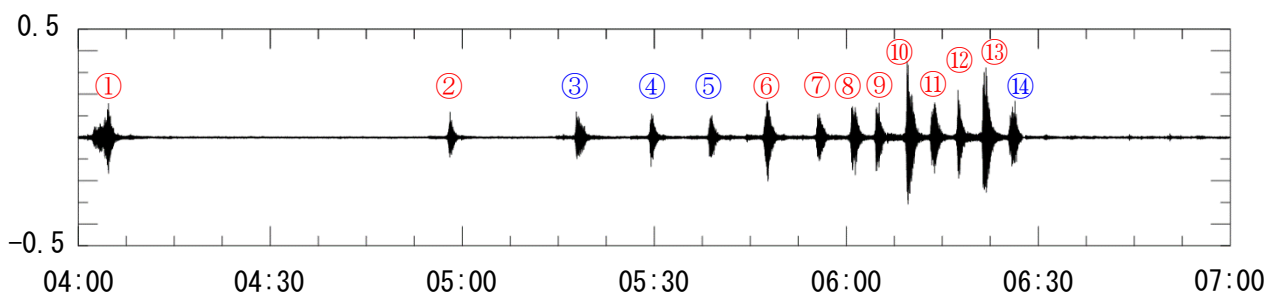


図4-2 2023/10/09 04:00~07:00に父島観測点で観測されたT相
気象庁震度計(多機能型地震観測点)の上下動成分。縦軸は加速度(gal)、横軸は
時刻を示す。また、赤色の丸数字は震度1以上を観測した地震に対応したT相を
示す。

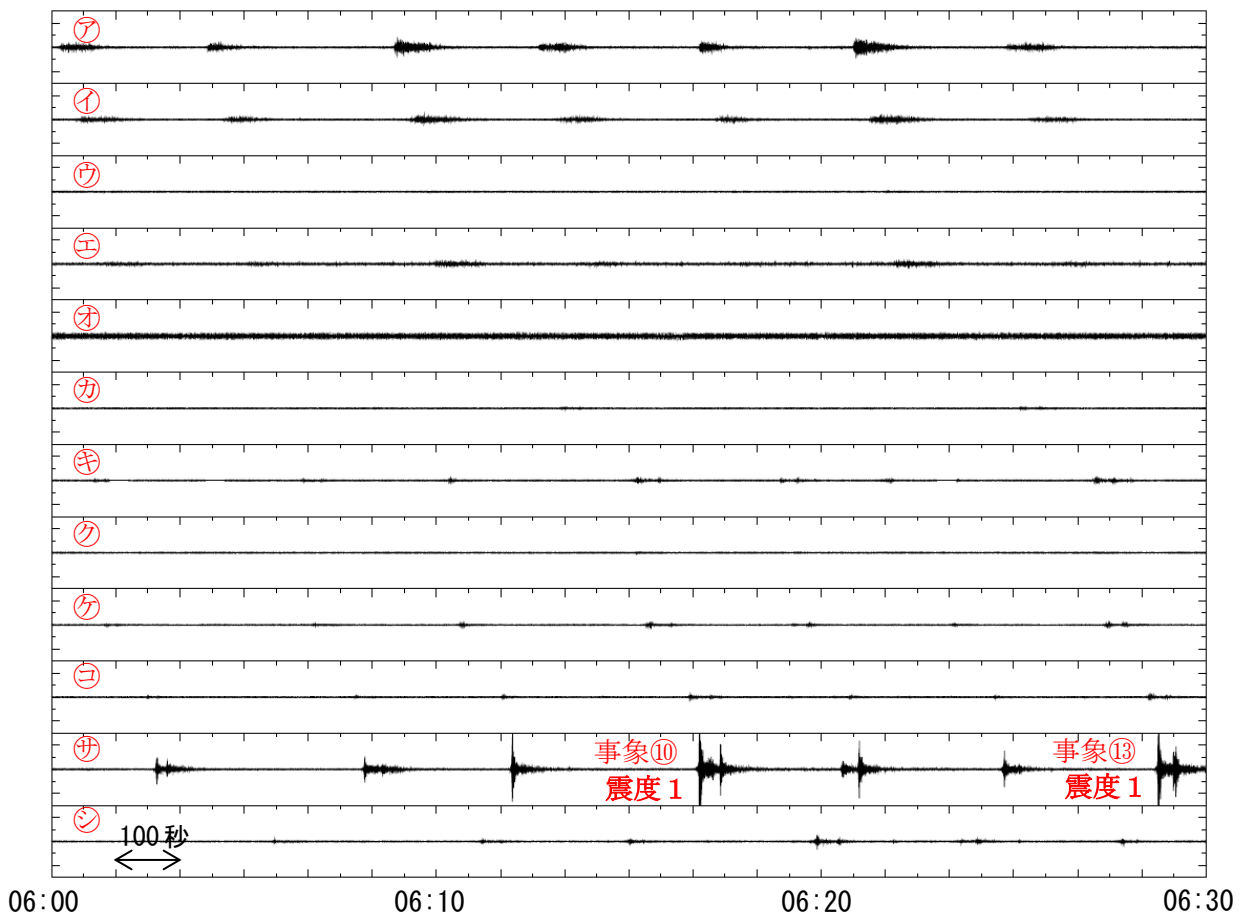
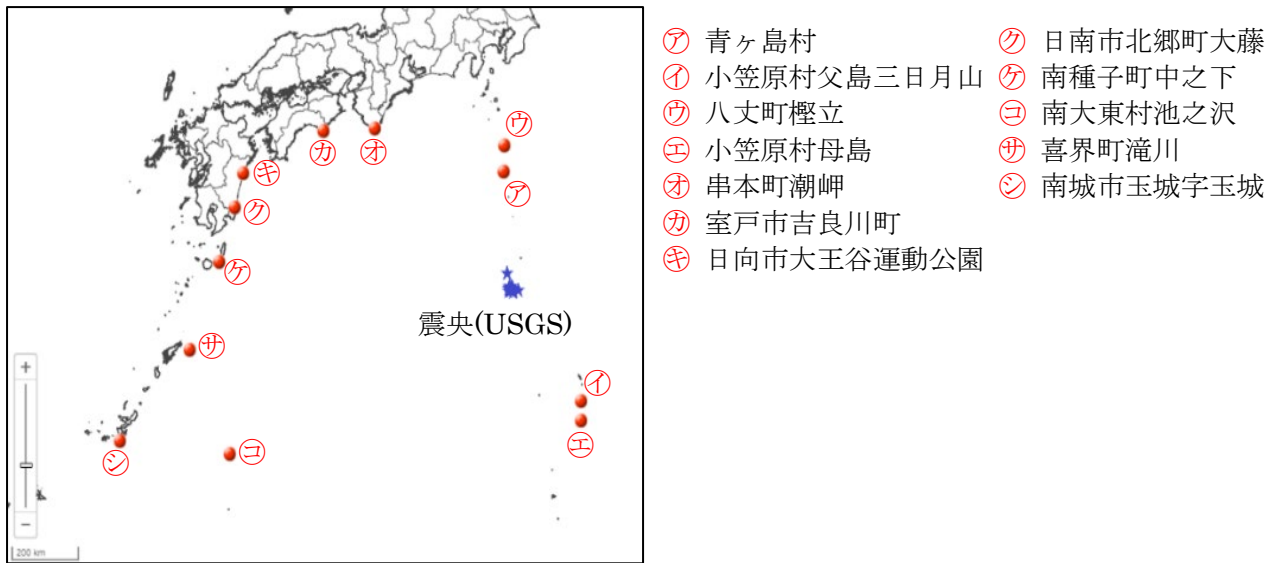


図4-3 気象庁震度計（多機能型地震地震計）の観測点の配置図（上）と2023/10/9 06:00～06:30に各地で観測されたT相（上下動成分、縦軸のスケールはすべての記録で±3 gal）（下）
 上図の赤丸（㉗～㉝）は観測点の位置、青星印はUSGSで決定された震央（表4-2）の位置を示す。

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。

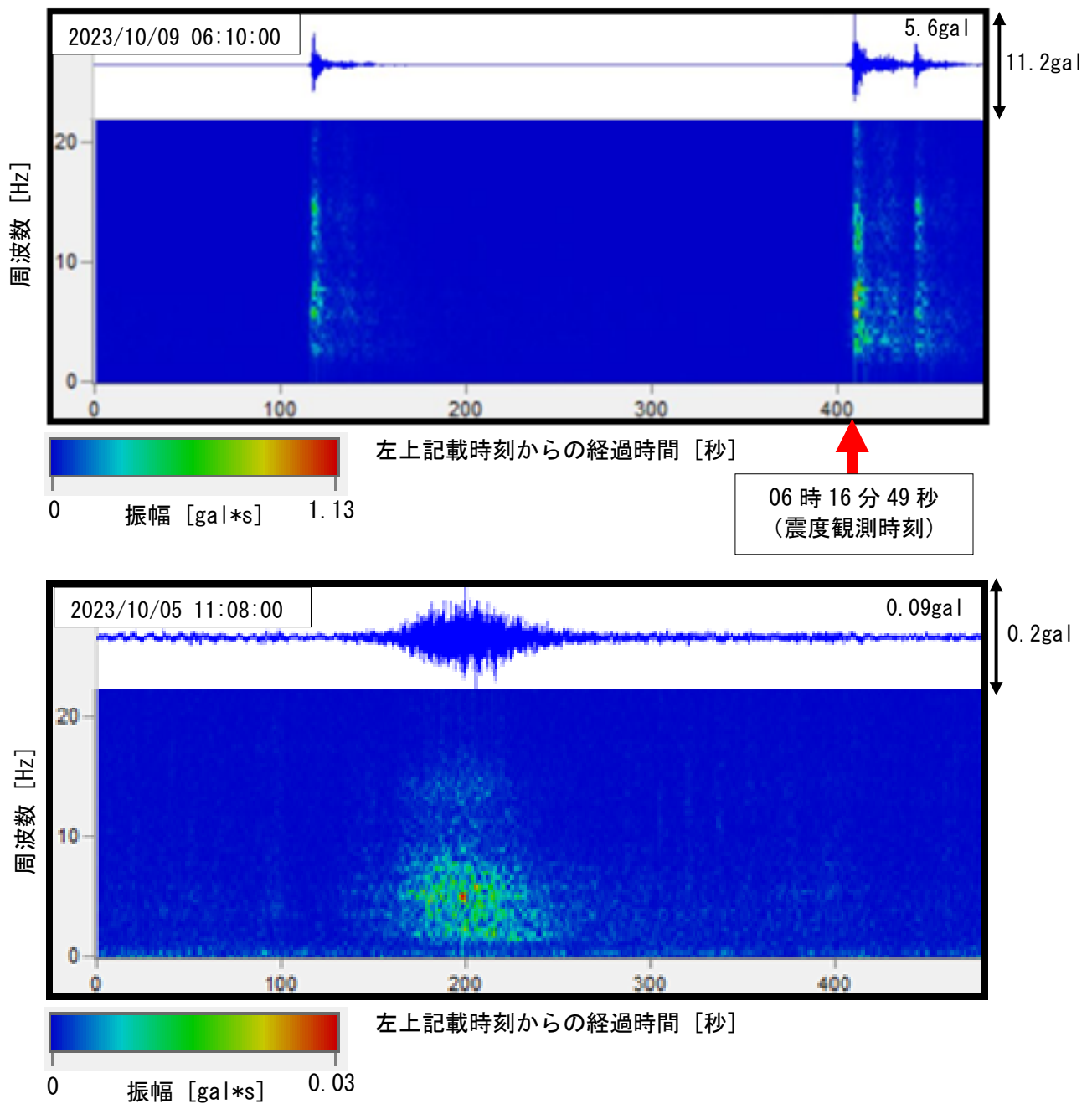


図4-4 喜界町滝川観測点で観測されたT相の波形（上段）及びランニングスペクトル（下段）

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。

海洋気象観測船「啓風丸」による 鳥島近海での軽石の採取について

海洋気象観測船「啓風丸」は、鳥島近海で海面に点在している軽石を確認・採取しました。採取した軽石は、今後関係機関の協力を得て調査を進めてまいります。

10月20日、海上保安庁が実施した上空からの観測により、鳥島（火山名：伊豆鳥島）の西方約50kmの海域において、軽石とみられる浮遊物が点在しているのが確認されたことを受け、気象庁では、日本の南の海上での海洋観測を終えた海洋気象観測船「啓風丸」を現場海域に向かわせ、10月27日から31日にかけて軽石の観測を行いました。

この結果、10月27日、28日及び31日に、鳥島の南西約100kmの海域において、海面に点在している軽石を確認するとともに、それらの一部を採取しました（別紙）。今後、啓風丸は11月2日に東京へ帰港する予定です。

採取した軽石については、国立大学法人東京大学地震研究所及び国立研究開発法人産業技術総合研究所に提供し、化学組成の分析等を実施いただく予定です。

なお、気象衛星ひまわりの観測では、今回軽石を採取した付近の活火山（伊豆鳥島、嬬婦岩（そうふがん））の周辺において、噴煙等は観測されていません。

気象庁では、引き続き火山活動及び地震活動について監視し、変化が認められた場合には噴火警報等を発表してまいります。

問い合わせ先：（啓風丸による軽石の観測・採取に関する問い合わせ先）

大気海洋部業務課 担当 吉田

電話 03-6758-3900（内線 4117）

（軽石の分析や周辺の火山の活動状況に関する問い合わせ先）

地震火山部火山監視課 担当 長谷川、山里

電話 03-6758-3900（内線 5186、5187）

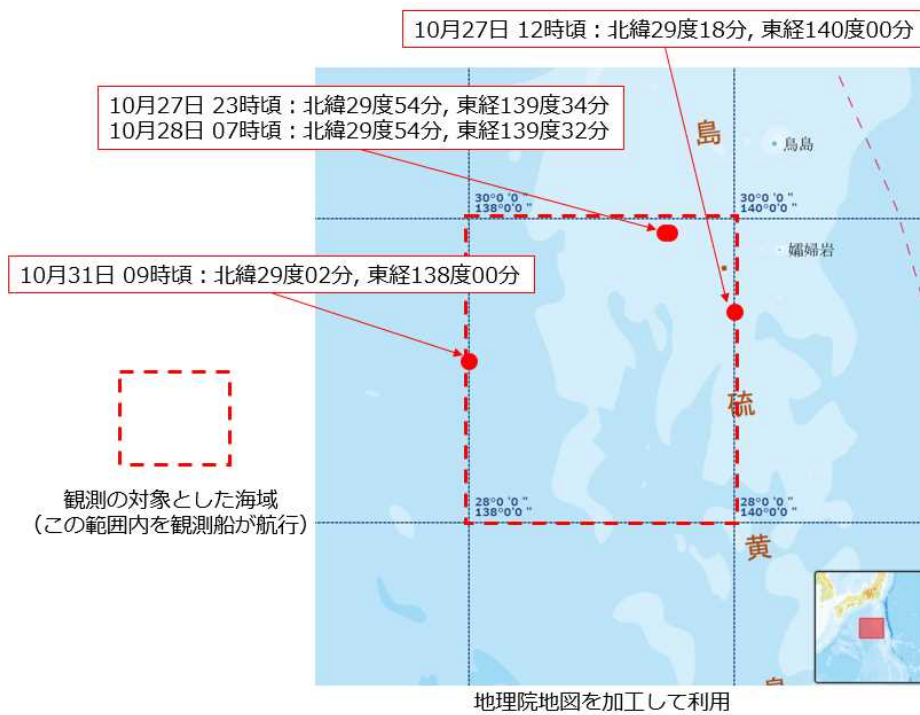


図1 軽石を観測・採取した日時・海域



図2 10月27日12時頃に確認された軽石の様子（海面に点在）



図3 10月31日9時頃に確認された軽石の様子（プラスチックに混ざり点在）



図4 10月27日12時頃に採取された軽石（左：一番大きなもの、右：その他）



図5 10月27日23時頃に採取された軽石



図6 10月28日7時頃に採取された軽石



図7 10月31日9時頃に採取された軽石（左：大粒なもの、右：小粒なもの）

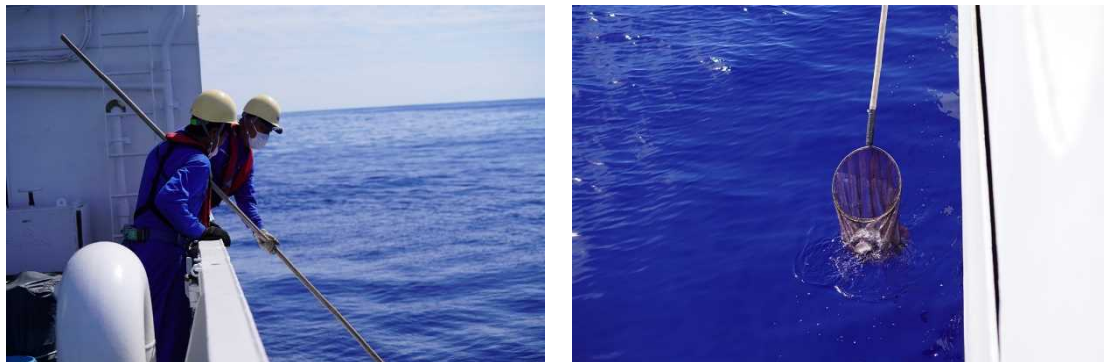


図8 10月27日12時頃の軽石採取作業の様子



総トン数	1,483 トン
全長	81.4 m
航海速度	14.0 ノット
竣工年月日	平成12年9月27日

図9 啓風丸の外観（左）及び諸元（右）

鳥島近海で採取した軽石の分析結果について

海洋気象観測船「啓風丸」が鳥島近海で採取した軽石について、国立大学法人東京大学地震研究所及び国立研究開発法人産業技術総合研究所の化学組成の分析によると、伊豆弧火山フロントの西方に連なる背弧リフト帯に分布する流紋岩の特徴と類似していることが分かりました。

気象庁の海洋気象観測船「啓風丸」は、10月27日、28日及び31日に、鳥島の南西約100kmの海域において軽石を採取しました（令和5年11月1日報道発表の通り）。採取した軽石に関して、分析を依頼しました国立大学法人東京大学地震研究所及び国立研究開発法人産業技術総合研究所による分析結果ができましたのでお知らせします。

○10月27日12時頃に採取した白色の軽石

- ・最近の火山活動で生産された軽石と考えられる。
- ・化学組成は、鳥島を含む伊豆弧火山フロントの西方に連なる背弧リフト帯（鳥島凹地等）に分布する流紋岩の特徴と類似しており、最近火山活動が確認されている福徳岡ノ場、硫黄島、海徳海山の噴出物とは異なる。

○10月27日23時頃、28日7時頃、31日9時頃に採取された灰色の軽石

- ・形状等からみて長期間漂流していたものと推定され、最近の火山活動で生産された軽石ではないと考えられる。

今回見つかった軽石と周辺の火山活動や地震活動との関連については現時点では不明ですが、気象庁では引き続き火山活動及び地震活動について監視し、変化が認められた場合には噴火警報等を発表してまいります。

分析結果の詳細については両機関のホームページをご覧ください。

- ・東京大学地震研究所
<https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/eq/20272/>
- ・産業技術総合研究所
<https://www.gsj.jp/hazards/volcano/index.html>

【関連報道発表】

令和5年11月1日 海洋気象観測船「啓風丸」による鳥島近海での軽石の採取について

https://www.jma.go.jp/jma/press/2311/01b/20231101_keihu-karuishi.html

問い合わせ先： 地震火山部火山監視課 担当 長谷川、山里
電話 03-6758-3900（内線 5186、5187）

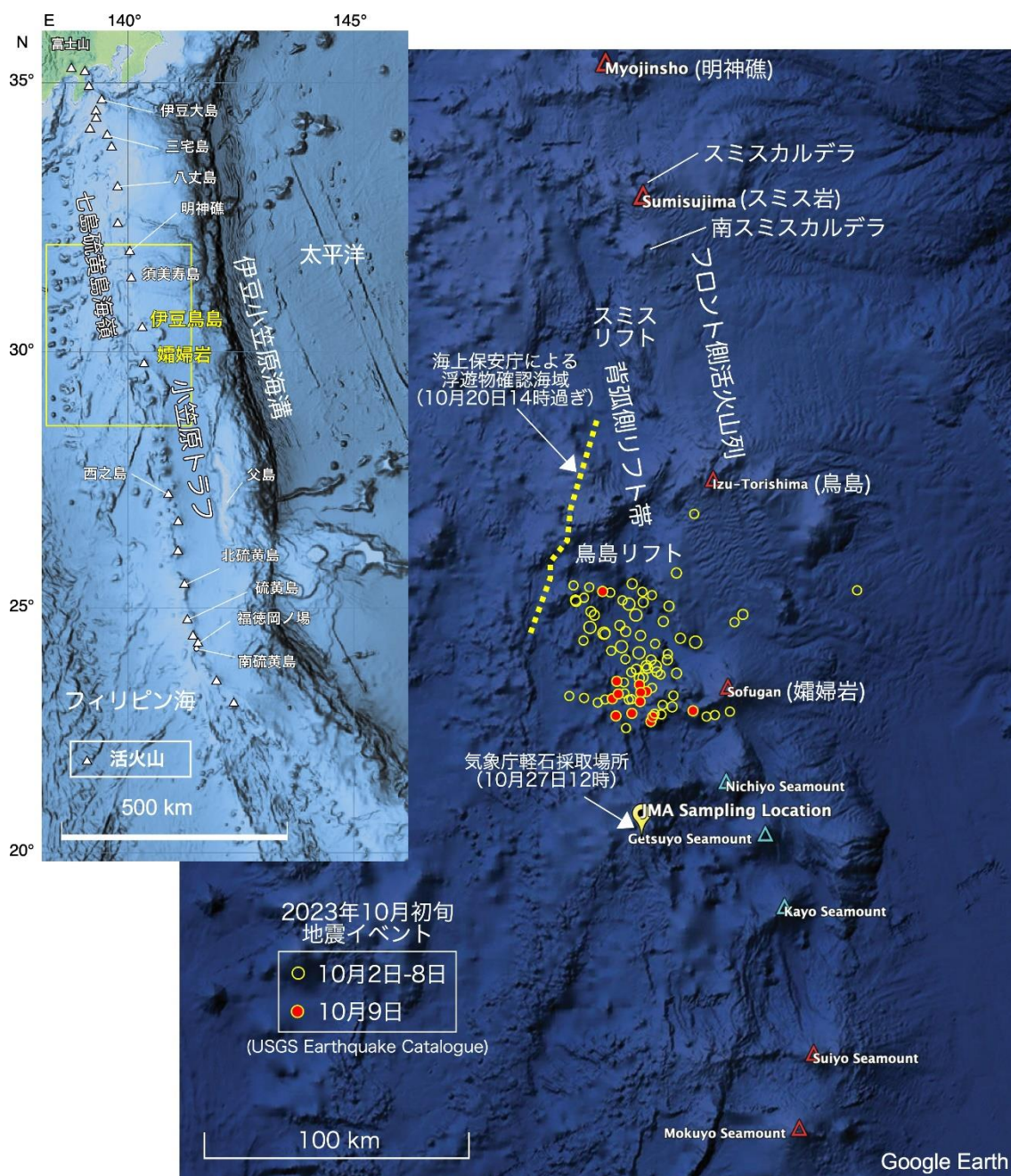


図 気象庁による軽石採取地点、海上保安庁による浮遊物確認海域、周辺火山および10月初旬の地震イベント (Sandarbata et al. doi:10.22541/essoar.169878726.62136311/v1 を参照) との位置関係

上記図は東京大学地震研究所資料より引用
<https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/eq/20272/>

東海の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

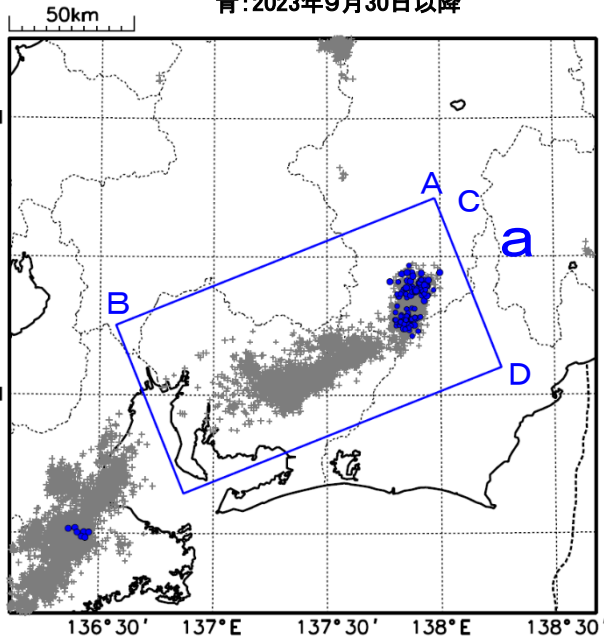
9月30日から10月4日にかけて、東海で深部低周波地震(微動)を観測した。

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

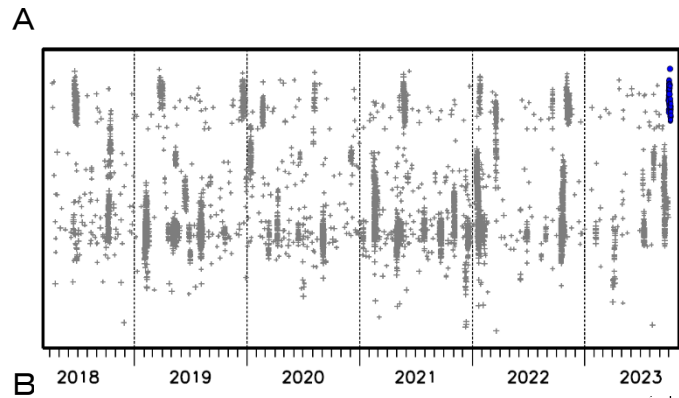
深部低周波地震(微動)活動

震央分布図(2018年4月1日~2023年10月11日、
深さ0~60km、Mすべて)

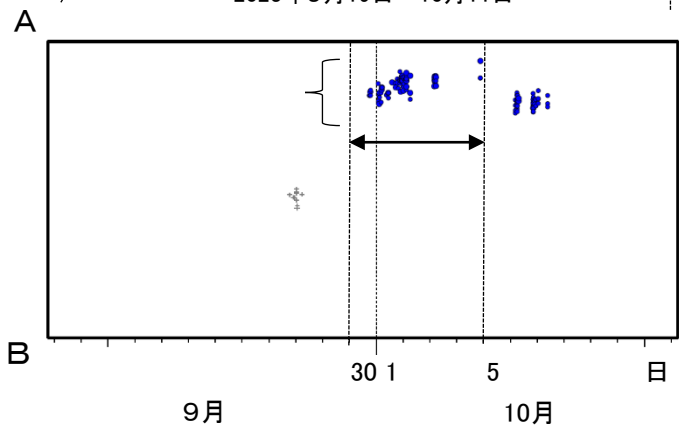
灰: 2018年4月1日~2023年9月29日、
青: 2023年9月30日以降



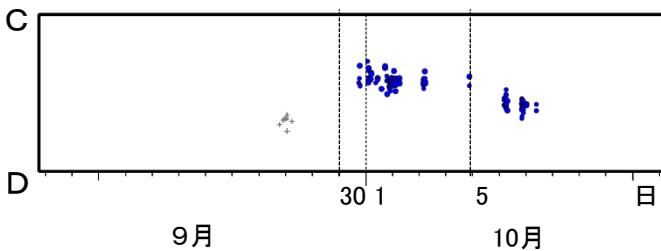
震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)



2023年9月19日~10月11日

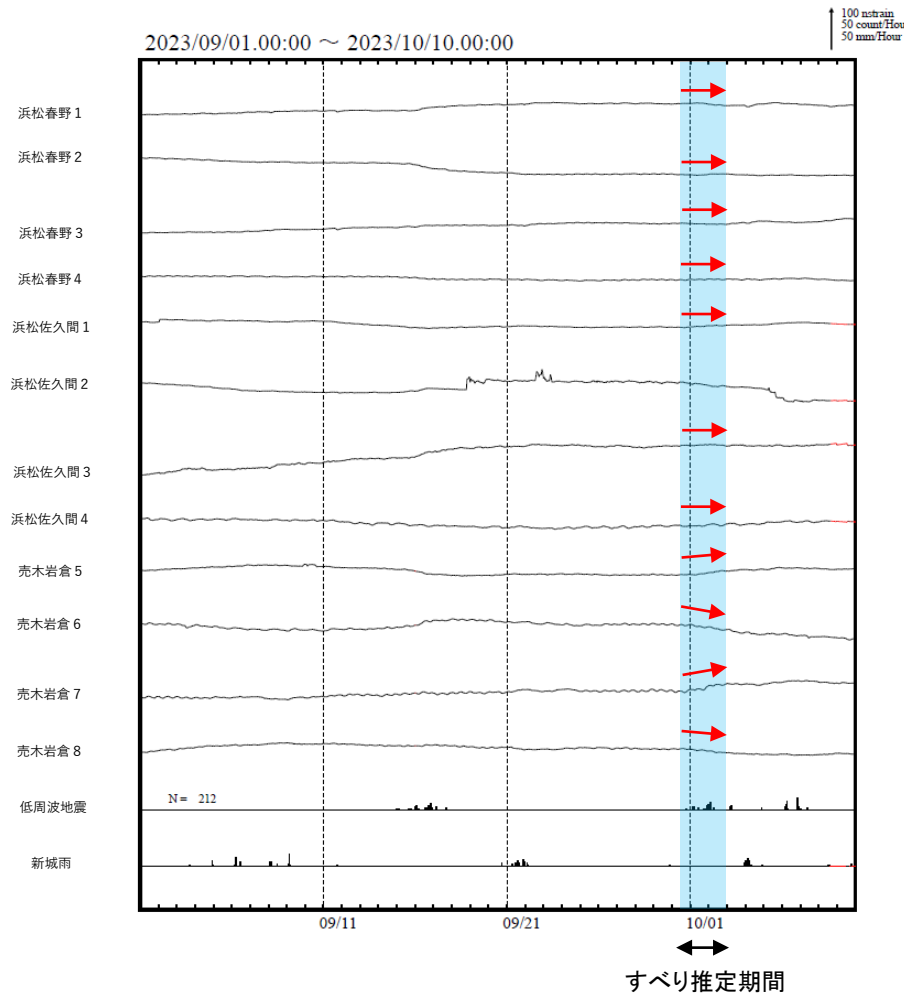


震央分布図の領域a内の時空間分布図
(C-D投影、2023年9月19日~10月11日)



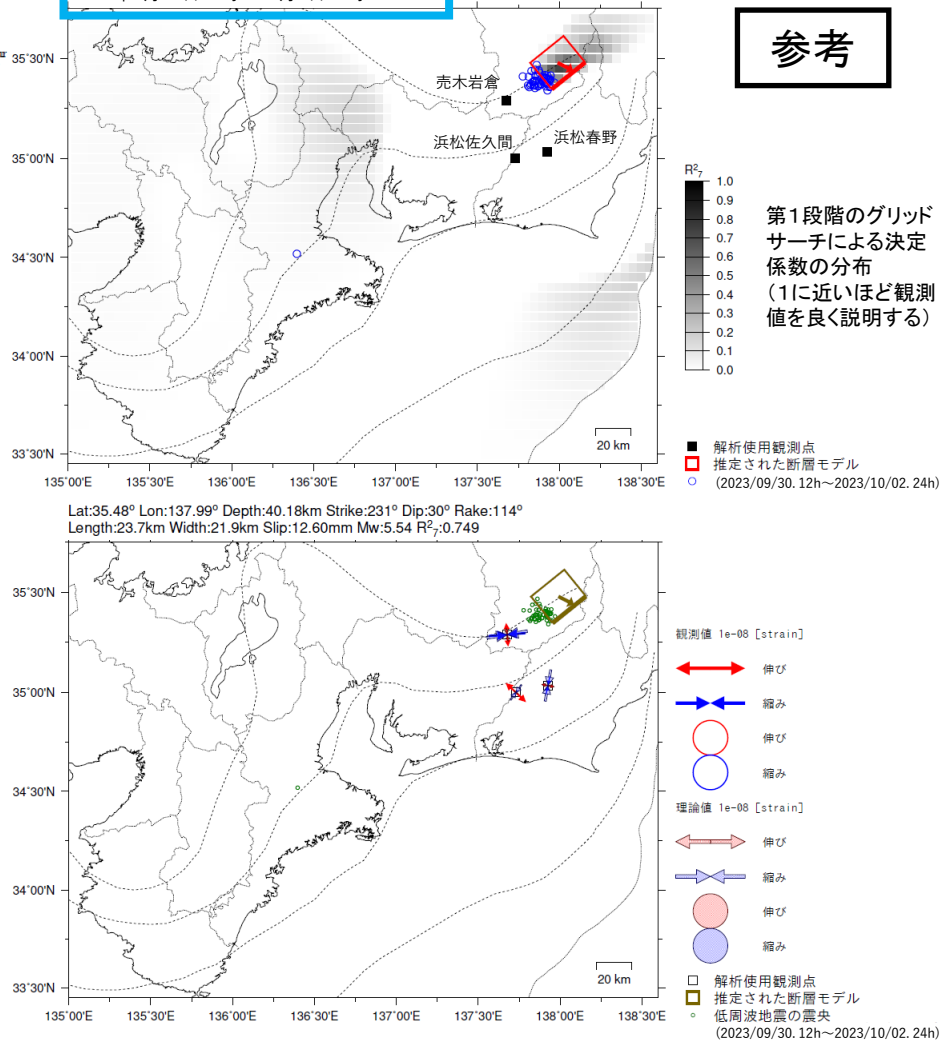
東海で観測した短期的ゆっくりすべり(9月30日～10月2日)

静岡県から長野県で観測されたひずみ変化



浜松春野は静岡県のひずみ計である。

2023年9月30日12時～10月2日24時 Mw5.5



左図に示す観測点での変化量を元にすべり推定を行ったところ、図の場所にすべり域が求まった。

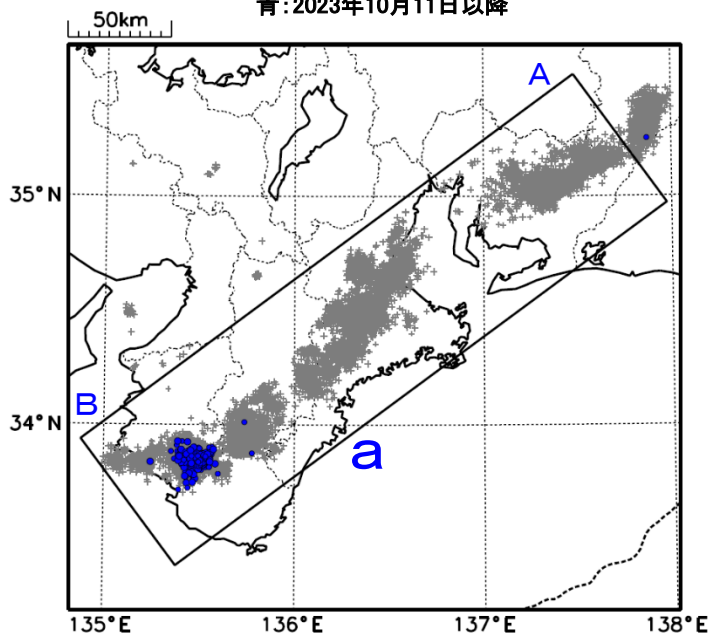
断層モデルの推定は、産総研の解析方法(板場ほか, 2012)を参考に以下の2段階で行う。
 ・断層サイズを20km×20kmに固定し、位置を0.05度単位でグリッドサーチにより推定する。
 ・その位置を中心にして、他の断層パラメータの最適解を求める。

紀伊半島西部の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

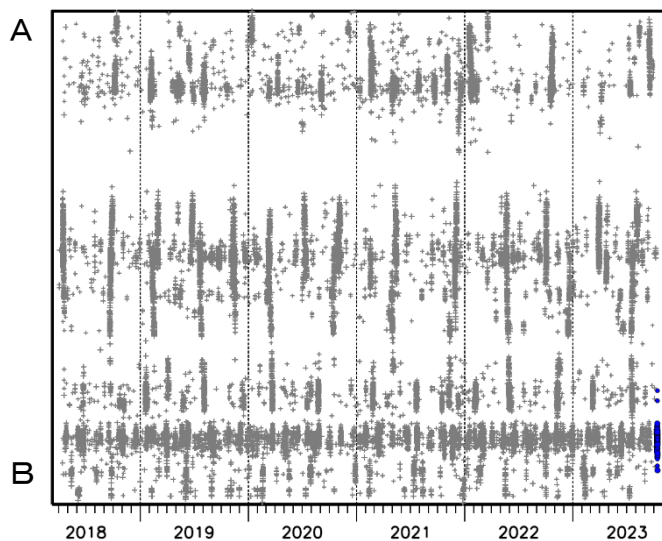
10月11日から13日にかけて、紀伊半島西部で深部低周波地震(微動)を観測した。深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測した。これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

深部低周波地震(微動)活動

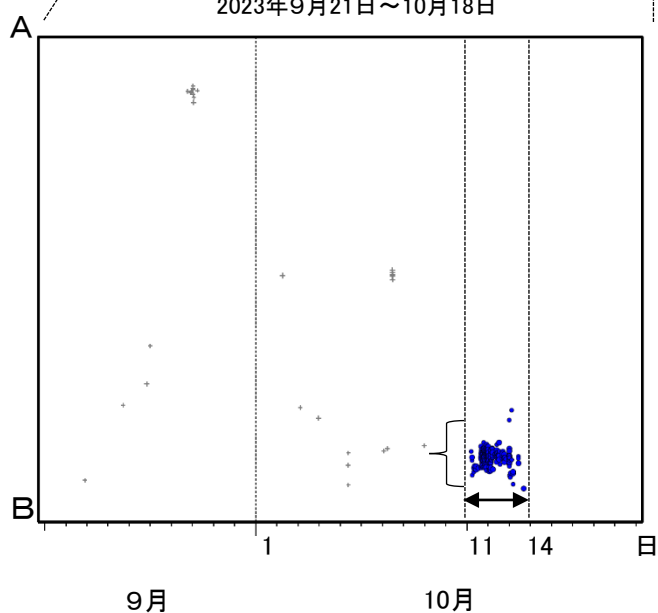
震央分布図(2018年4月1日~2023年10月18日、
深さ0~60km、Mすべて)
灰:2018年4月1日~2023年10月10日、
青:2023年10月11日以降



領域a内の時空間分布図(A-B投影)

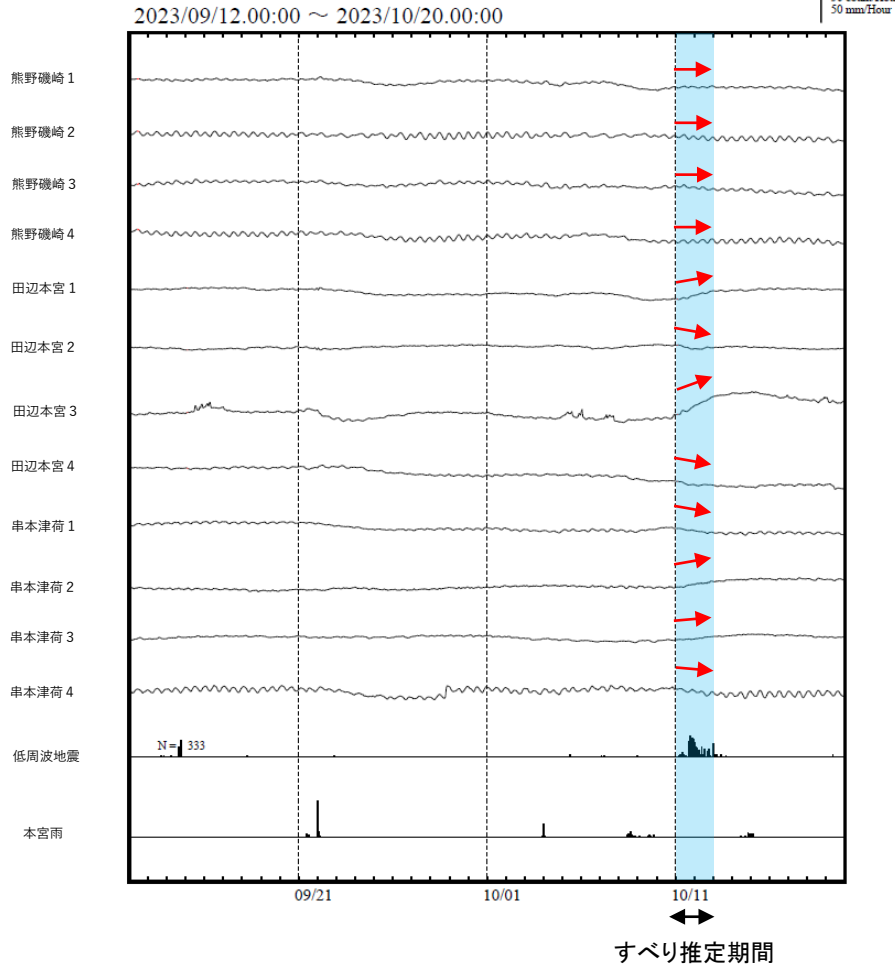


2023年9月21日~10月18日



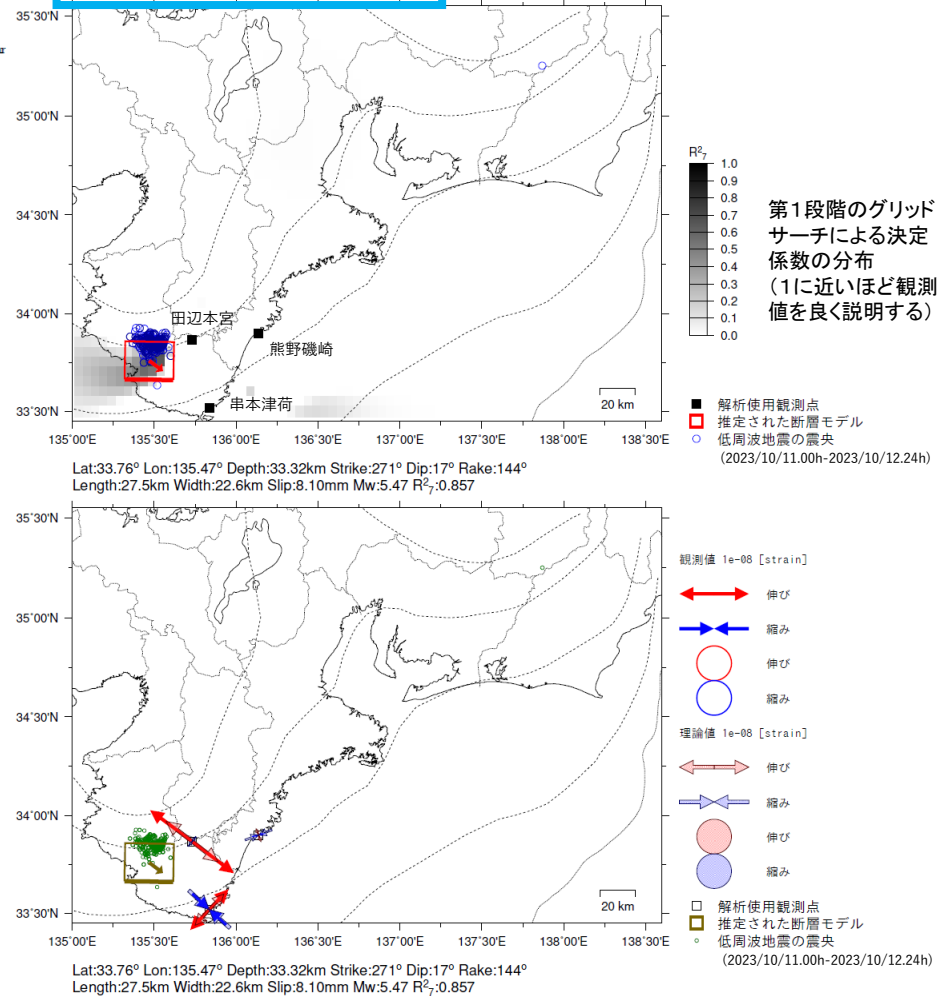
紀伊半島西部で観測した短期的ゆっくりすべり(10月11日～12日)

三重県から和歌山県で観測されたひずみ変化



熊野磯崎、田辺本宮及び串本津荷は産業技術総合研究所のひずみ計である。

2023年10月11日0時～12日24時 Mw5.5



左図に示す観測点での変化量を元にすべり推定を行ったところ、図の場所にすべり域が求まった。

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

東海の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

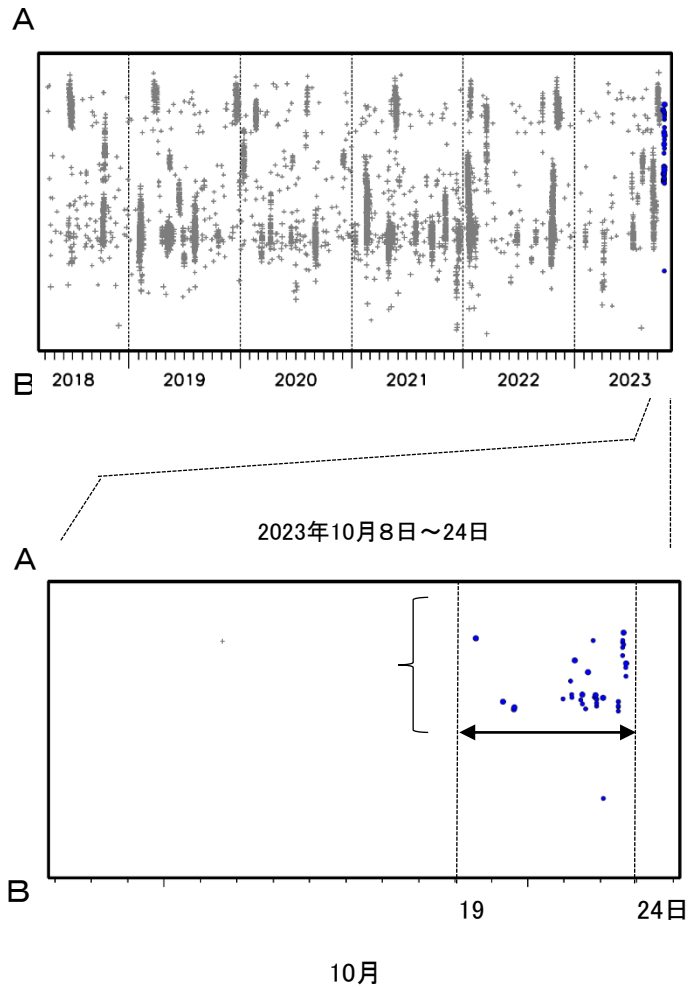
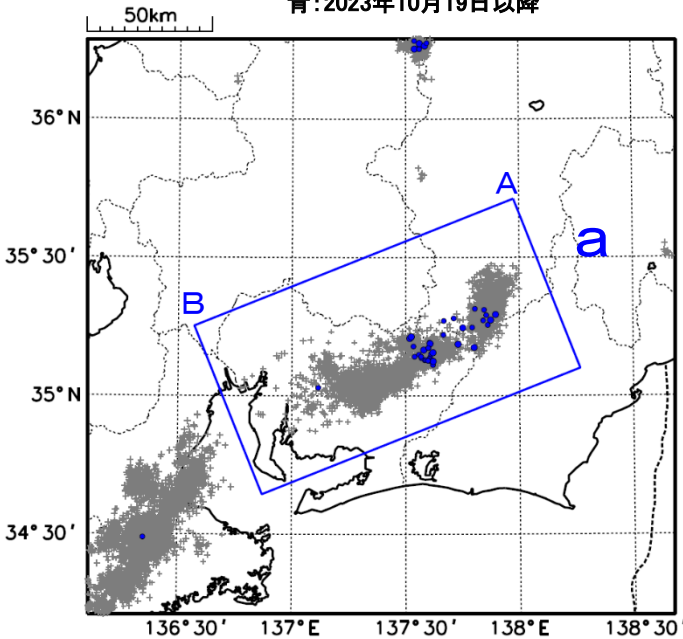
10月19日から23日にかけて、東海で深部低周波地震(微動)を観測した。

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

深部低周波地震(微動)活動

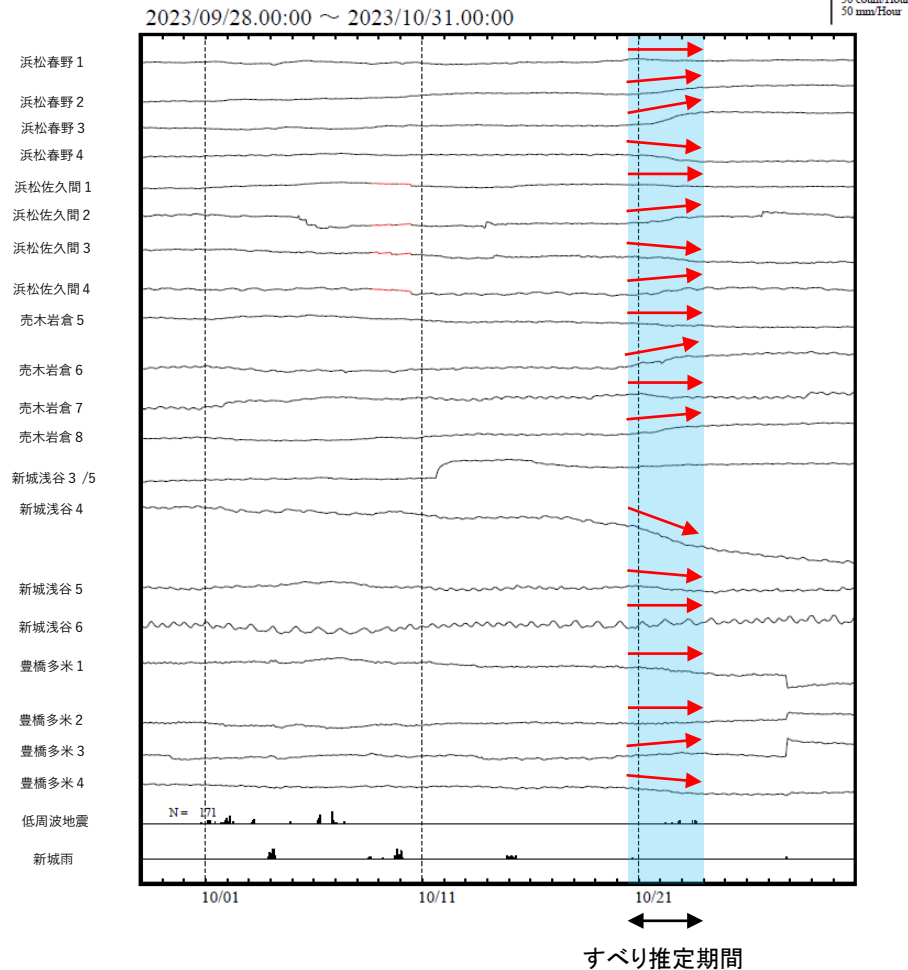
震央分布図(2018年4月1日~2023年10月24日、
深さ0~60km、Mすべて)
灰: 2018年4月1日~2023年10月18日、
青: 2023年10月19日以降

領域a内の時空間分布図(A-B投影)

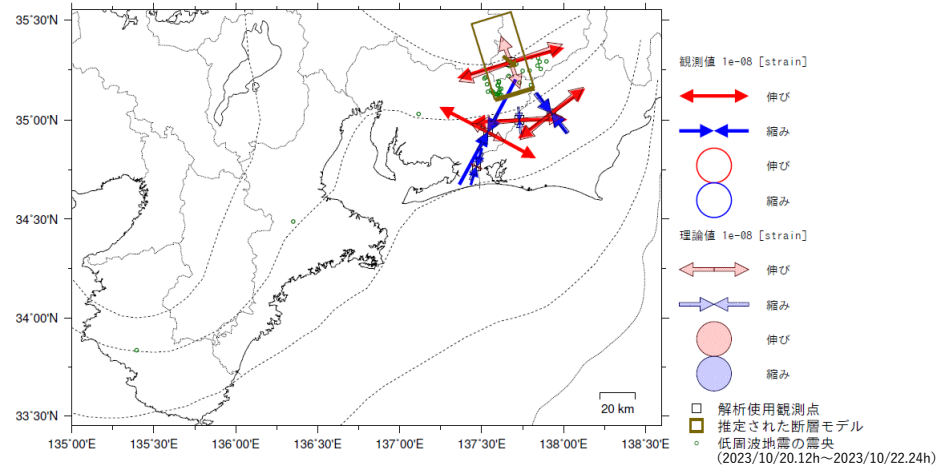
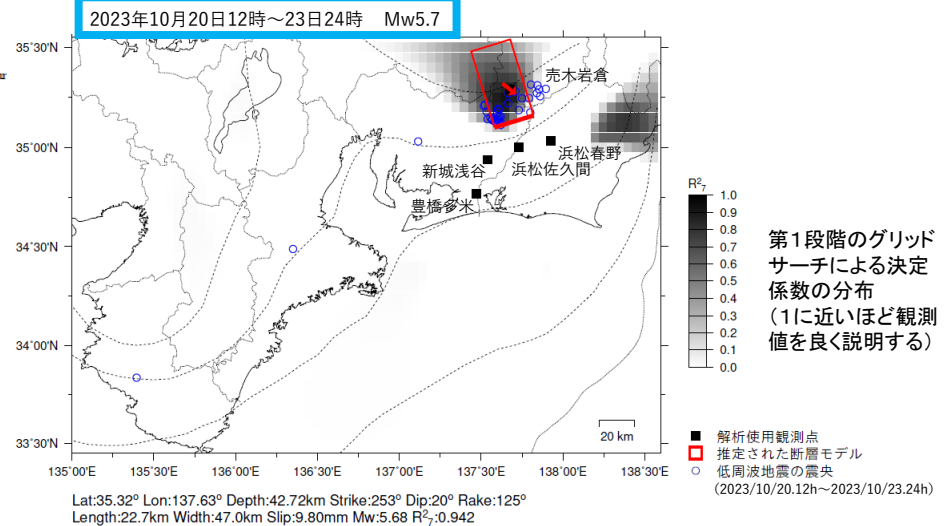


東海で観測した短期的ゆっくりすべり(10月20日～23日)

静岡県から愛知県で観測されたひずみ変化



浜松春野は静岡県、豊橋多米は産業技術総合研究所のひずみ計である。

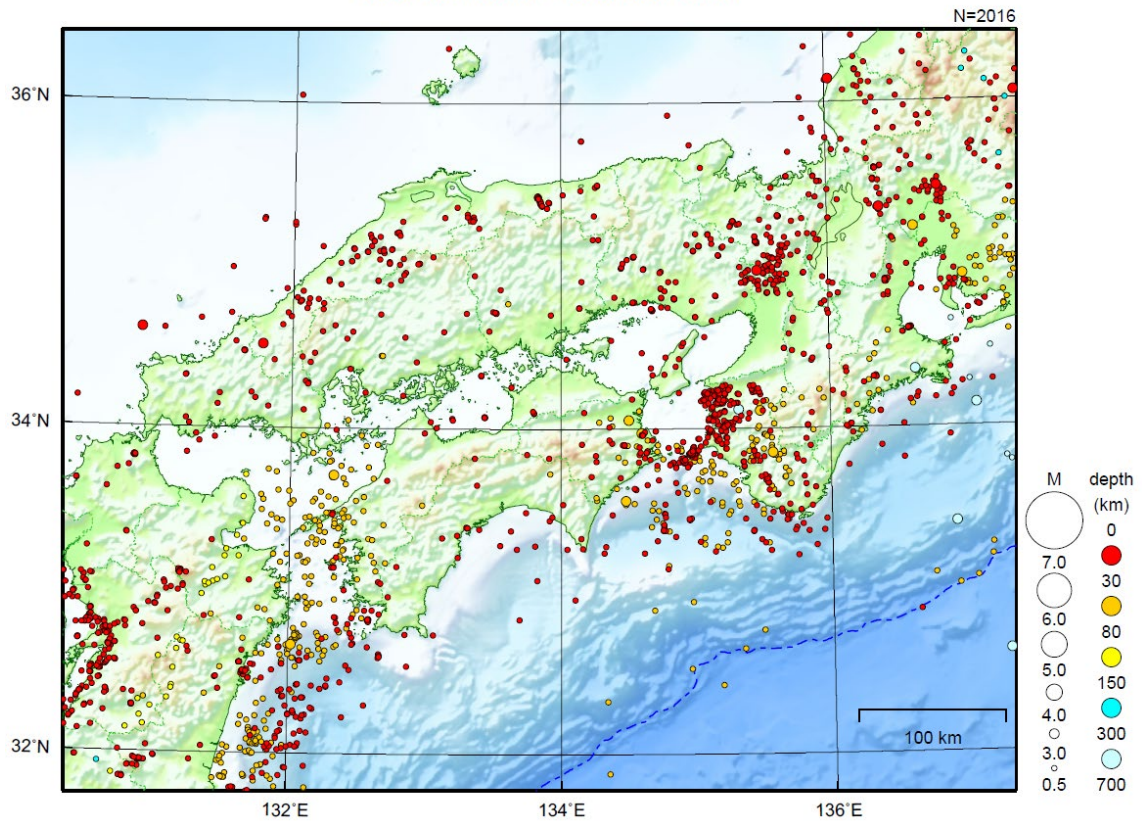


左図に示す観測点での変化量を元にすべり推定を行ったところ、図の場所にすべり域が求まった。

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

近畿・中国・四国地方

2023/10/01 00:00 ~ 2023/10/31 24:00



地形データは日本海洋データセンターの J-EGG500、米国地質調査所の GTOPO30 及び米国国立地球物理データセンターの ETOP02v2 を使用

特に目立った地震活動はなかった。

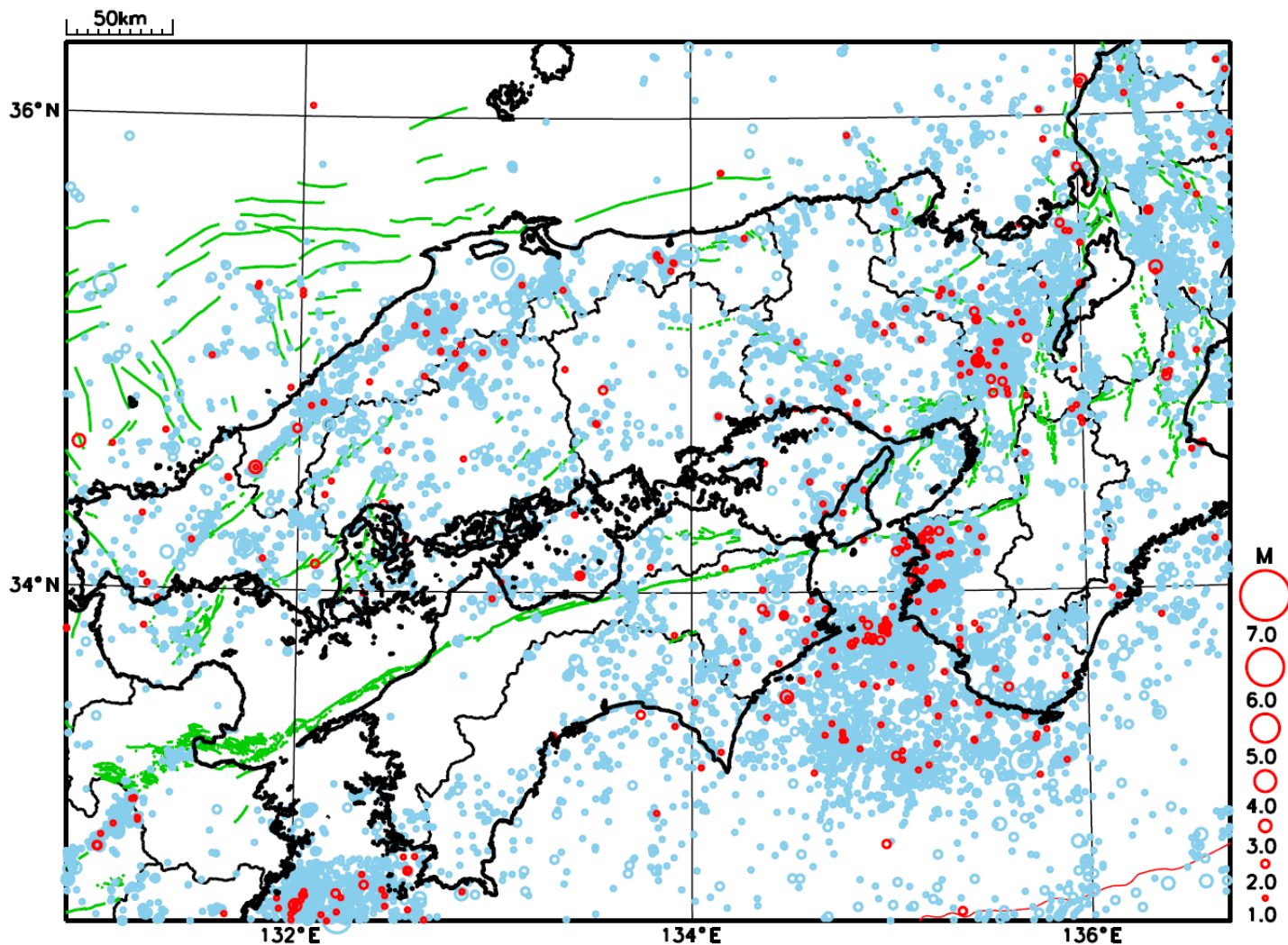
(上記期間外)

11月1日に紀伊水道でM4.9の地震(最大震度3)が発生した。

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

気象庁・文部科学省

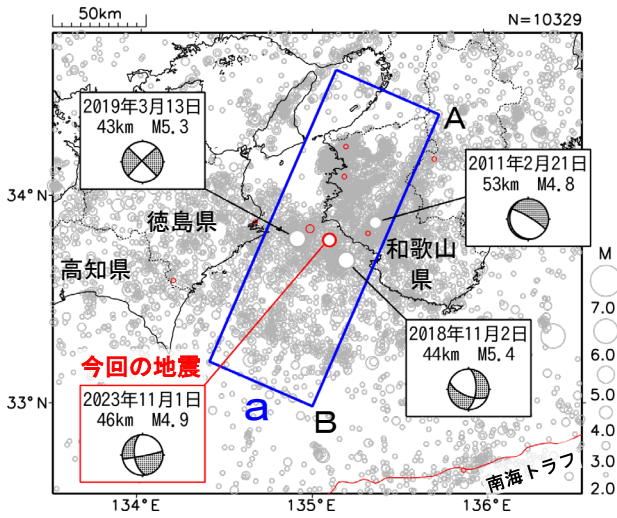
近畿・中国・四国地方における 2023 年 10 月の地震活動 ($M \geq 1.0$ 、陸域 深さ 30km 以浅、海域 深さ 60km 以浅)



○ : 当月に発生した地震
○ : 過去3年間に発生した地震

11月1日 紀伊水道の地震

震央分布図
(1997年10月1日～2023年11月5日、
深さ0～80km、 $M \geq 2.0$)
2023年11月の地震を赤色で表示

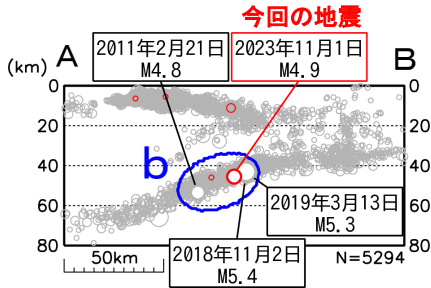


2023年11月1日07時34分に紀伊水道の深さ46kmで $M 4.9$ の地震 (最大震度3) が発生した。この地震はフィリピン海プレート内部で発生した。発震機構は、北西-南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型である。

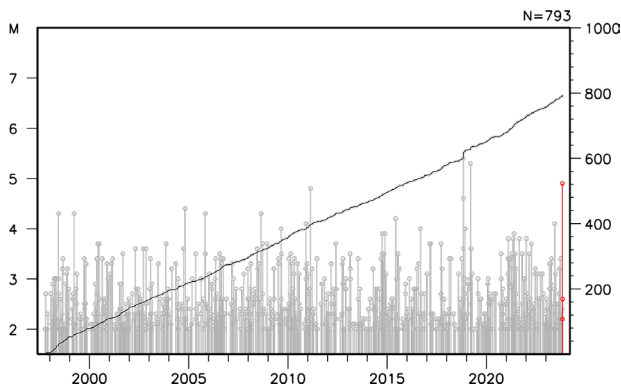
1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近 (領域b) では、 $M 4.0$ 以上の地震が時々発生しており、 $M 5.0$ 以上の地震も発生している。

1919年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺からその南側の南海トラフにかけての領域 (領域c) では、1960年頃にかけて $M 6.0$ 以上の地震が多数発生している。それらの地震のうち、規模が大きなもの、昭和東南海・南海地震前後に発生しており、例えば1948年6月15日に発生した $M 6.7$ の地震では、死者2人、負傷者33人、家屋倒壊60棟などの被害が生じている (「日本被害地震総覧」による)。

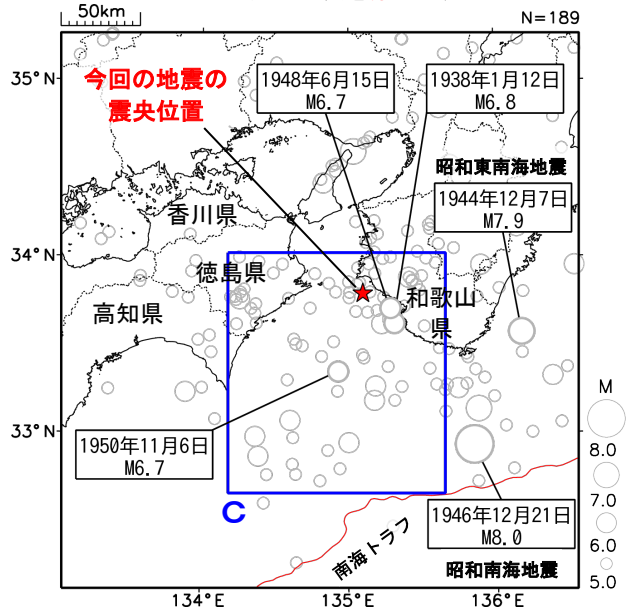
領域a内の断面図 (A-B投影)



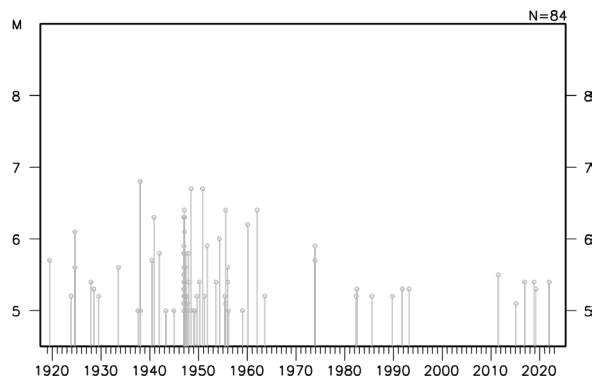
領域b内のM-T図及び回数積算図



震央分布図
(1919年1月1日～2023年11月5日、
深さ0～100km、 $M \geq 5.0$)
2023年11月の地震を赤色で表示



領域c内のM-T図



四国東部の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

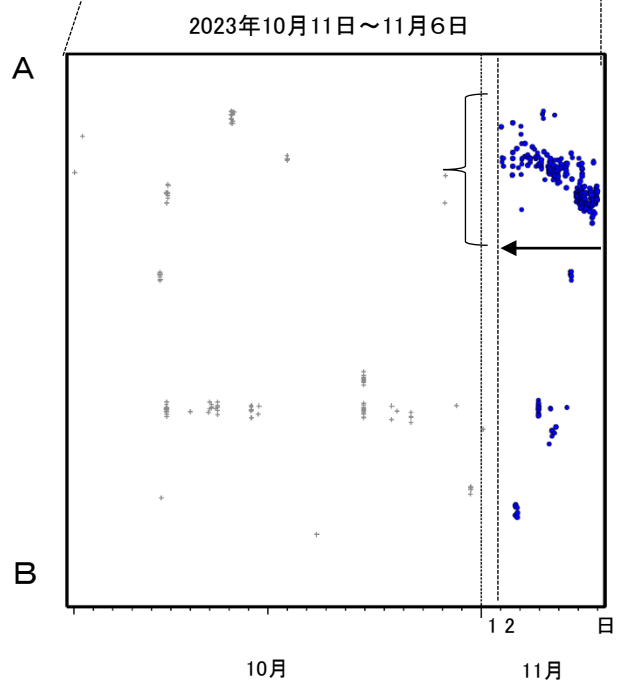
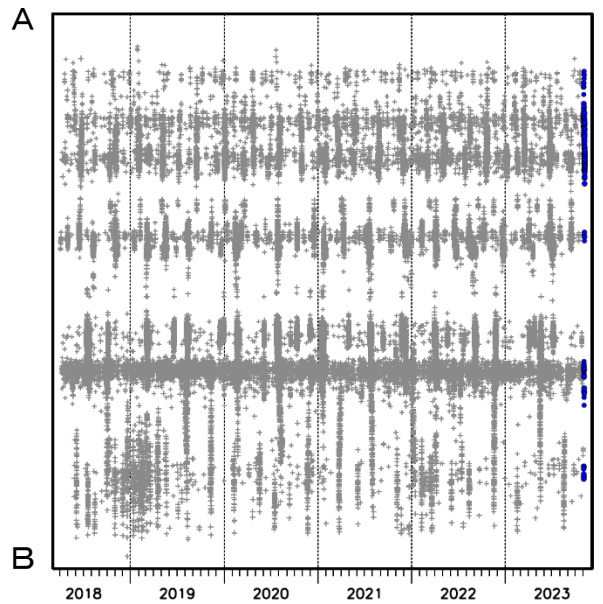
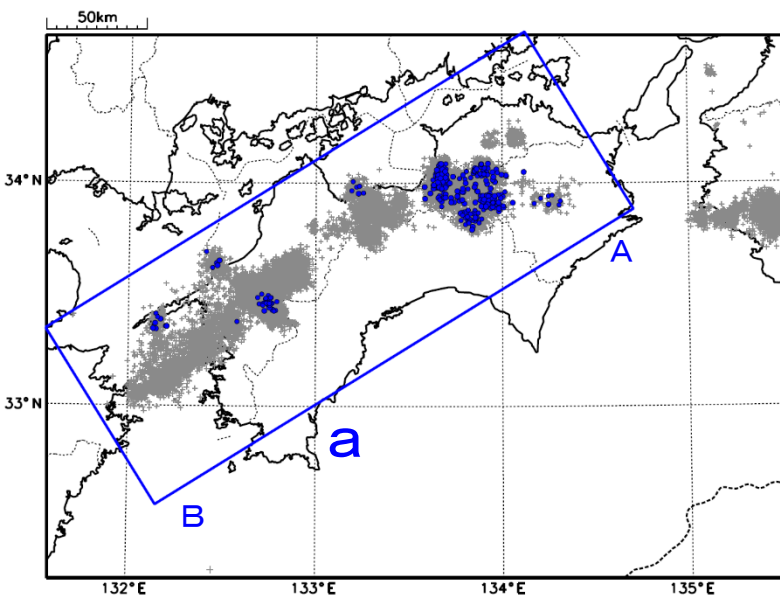
11月2日以降、四国東部で深部低周波地震(微動)を観測している。

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

深部低周波地震(微動)活動

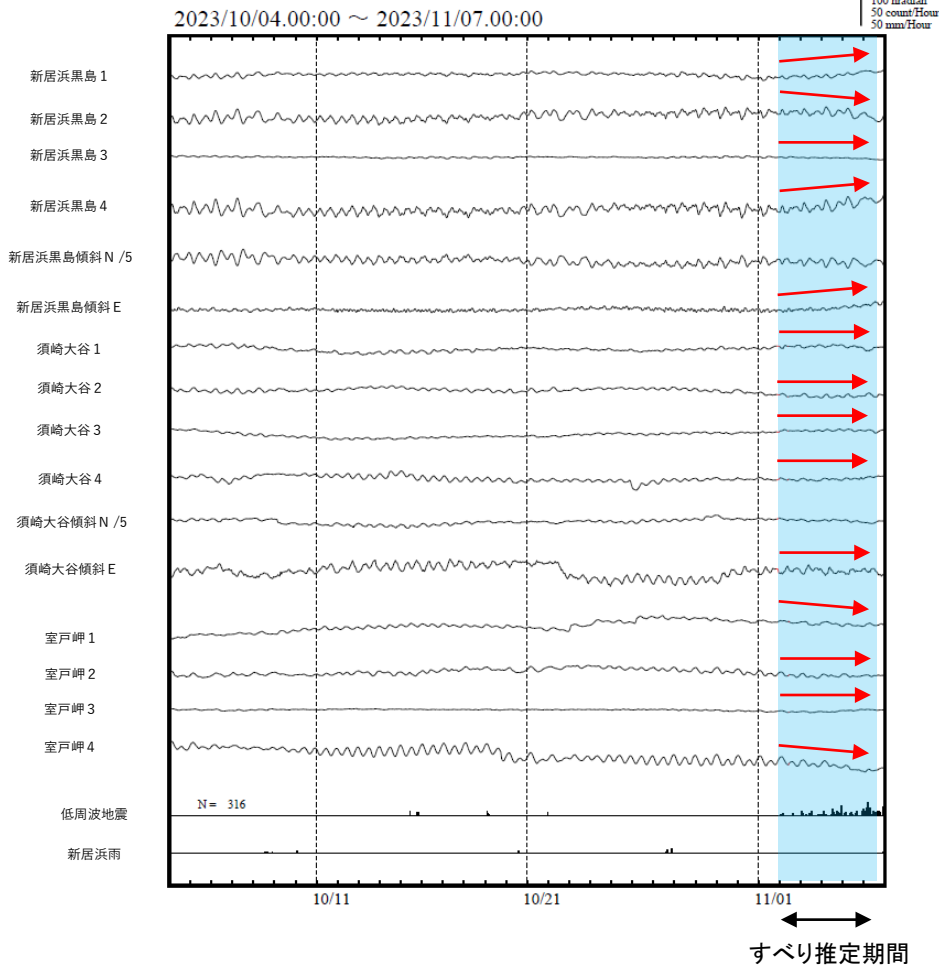
震央分布図(2018年4月1日~2023年11月6日、
深さ0~60km、Mすべて)
灰: 2018年4月1日~2023年11月1日、
青: 2023年11月2日以降

震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)



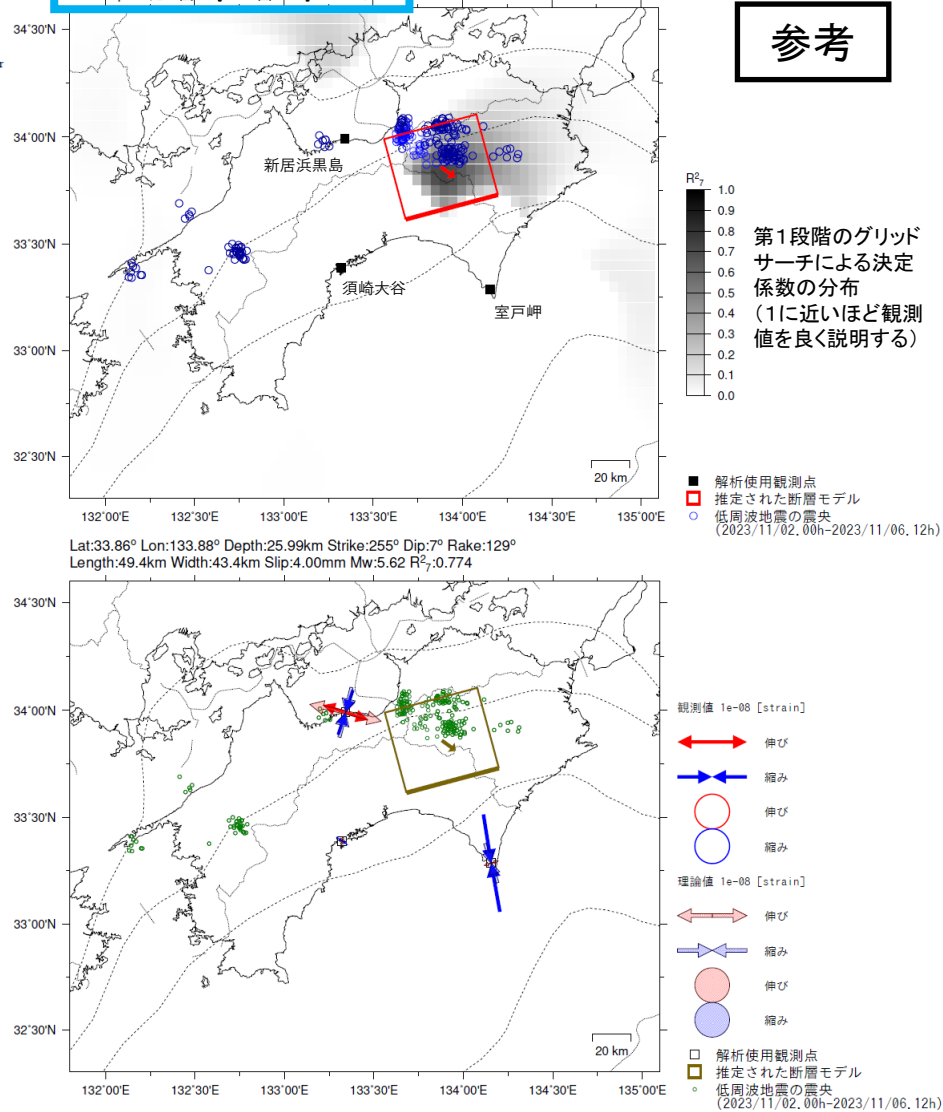
四国東部で観測した短期的ゆっくりすべり(11月2日～)

愛媛県から高知県で観測されたひずみ・傾斜変化



新居浜黒島、須崎大谷及び室戸岬は産業技術総合研究所のひずみ・傾斜計である。

2023年11月2日0時～6日12時 Mw5.6



参考

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

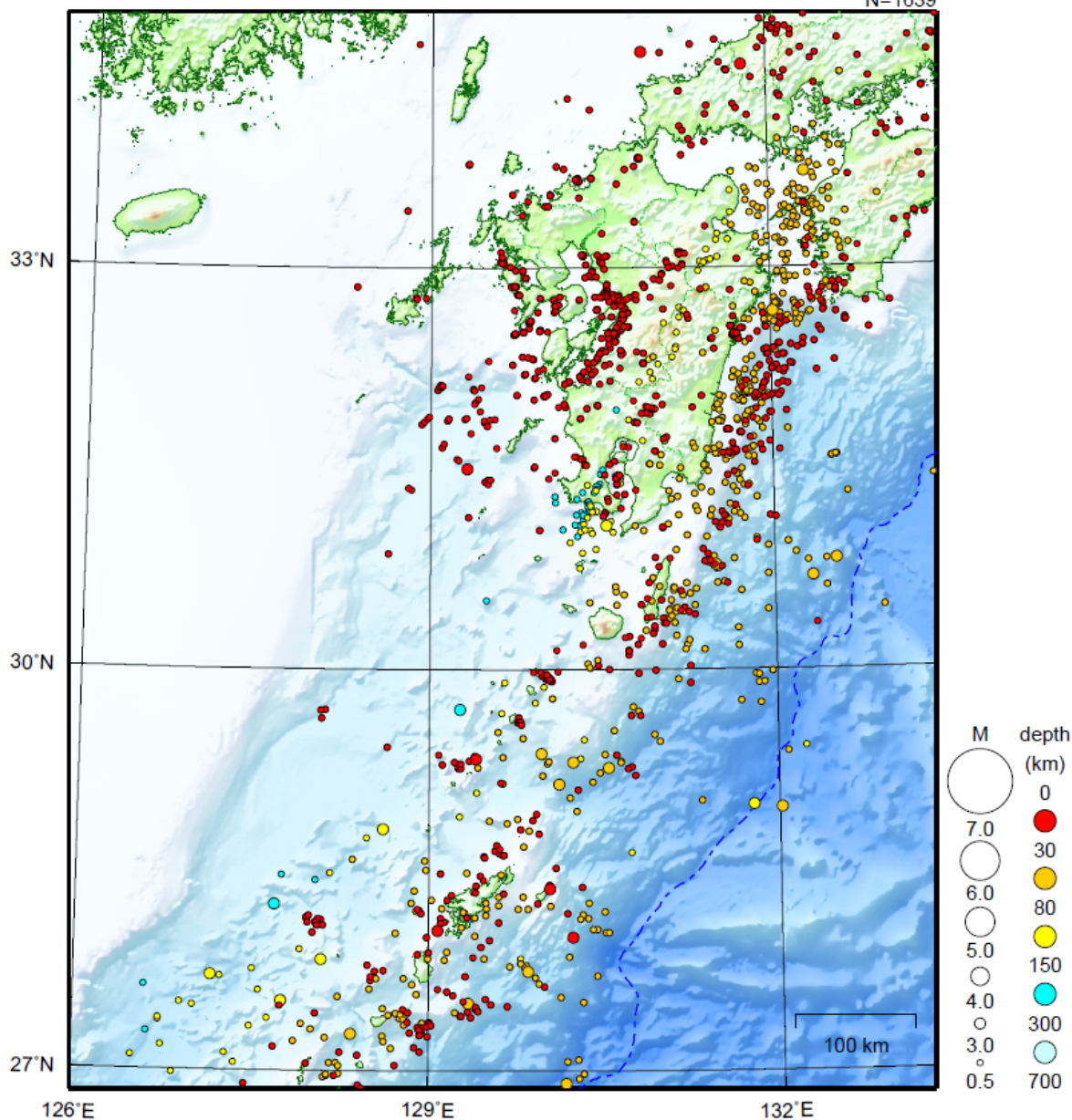
左図に示す観測点での変化量を元にすべり推定を行ったところ、図の場所にすべり域が求まった。

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

九州地方

2023/10/01 00:00 ~ 2023/10/31 24:00

N=1639



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

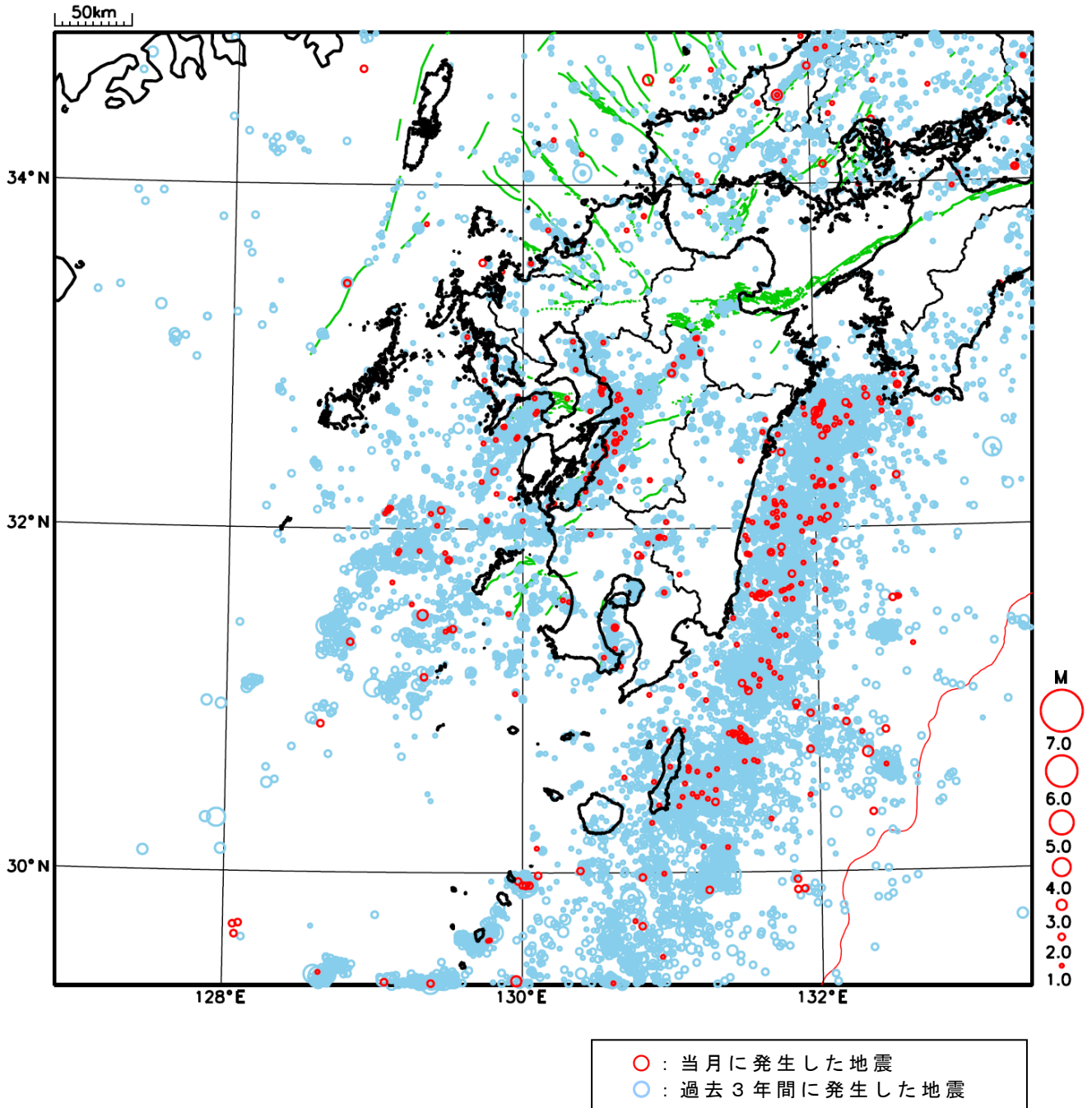
特に目立った地震活動はなかった。

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

気象庁・文部科学省

九州地方における 2023 年 10 月の地震活動

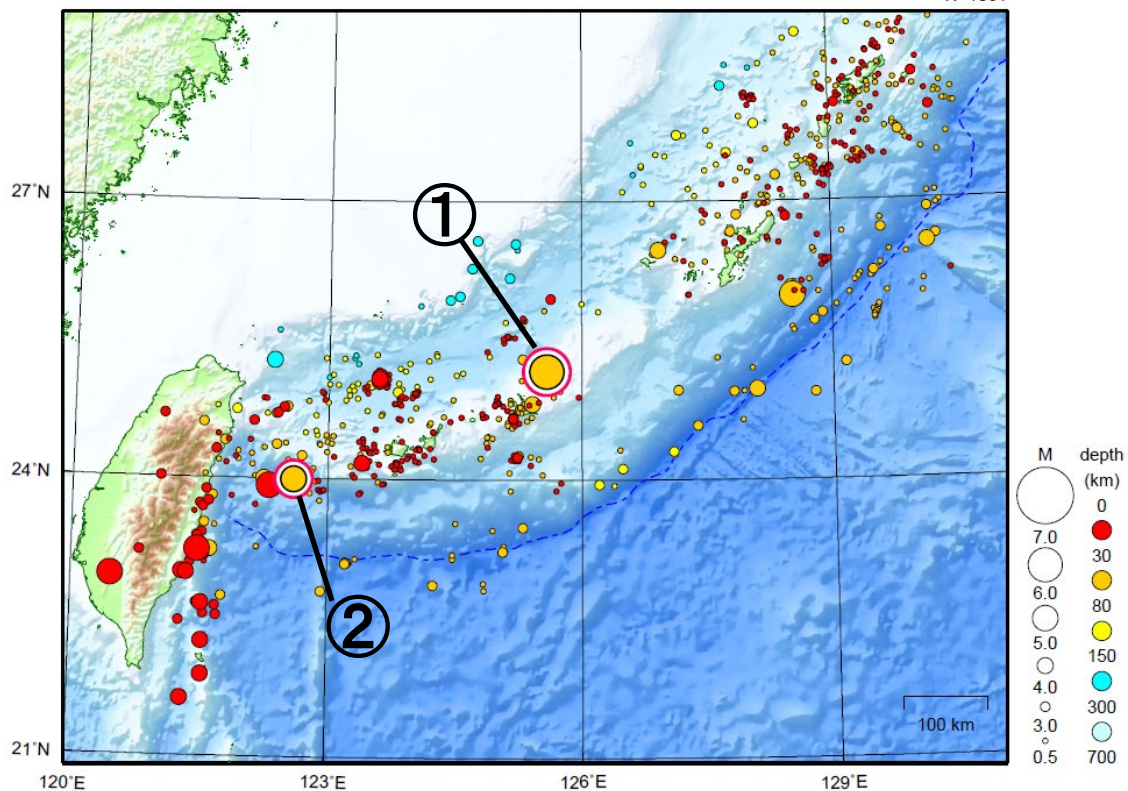
($M \geq 1.0$ 、陸域 深さ 30km 以浅、海域 深さ 60km 以浅)



沖縄地方

2023/10/01 00:00 ~ 2023/10/31 24:00

N=1061



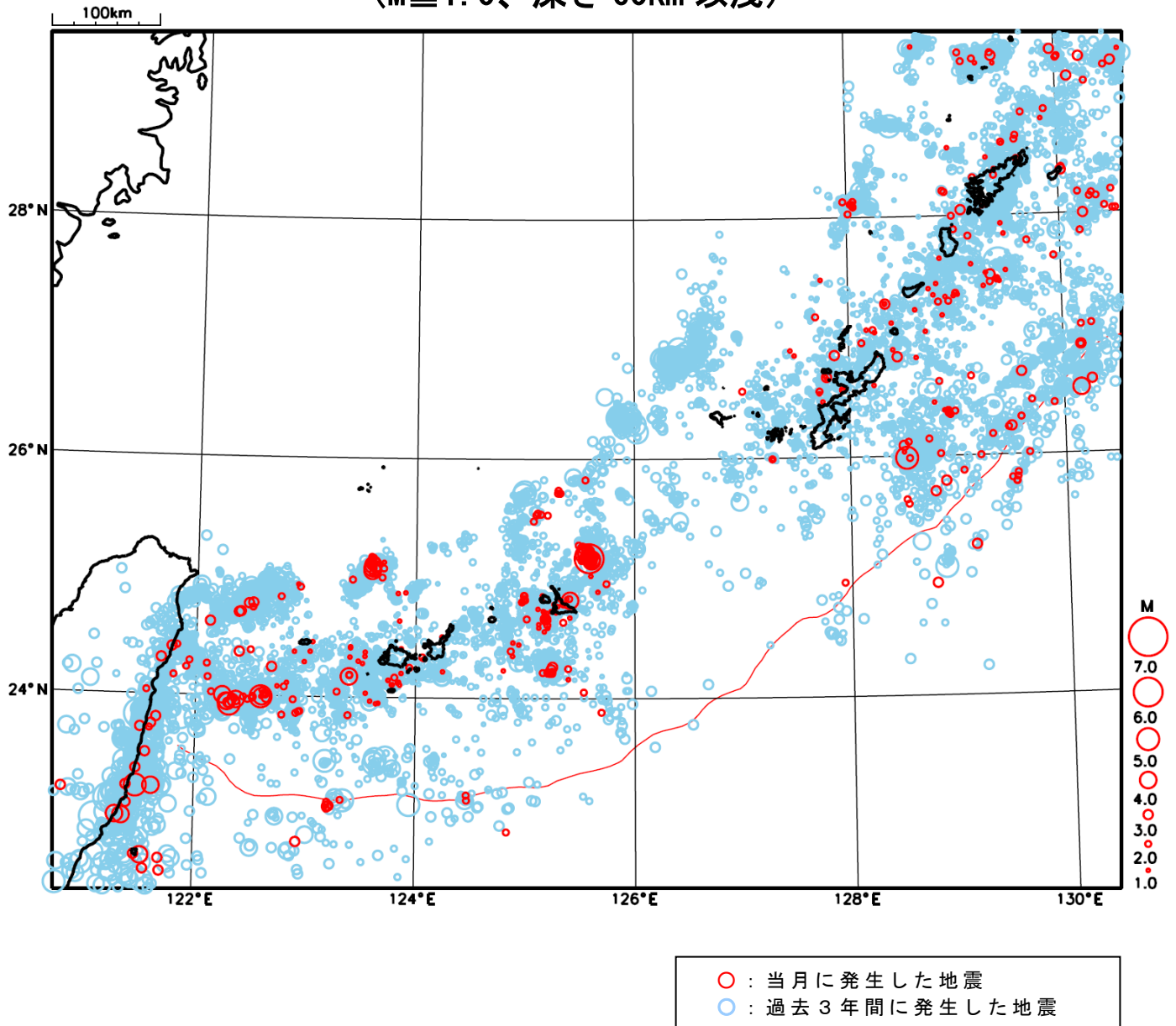
地形データは日本海洋データセンターの J-EGG500、米国地質調査所の GTOPO30 及び米国国立地球物理データセンターの ETOP02v2 を使用

- ① 10月16日に宮古島近海で M6.0 の地震（最大震度 4）が発生した。
- ② 10月24日に与那国島近海で M5.9 の地震（最大震度 3）が発生した。

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

気象庁・文部科学省

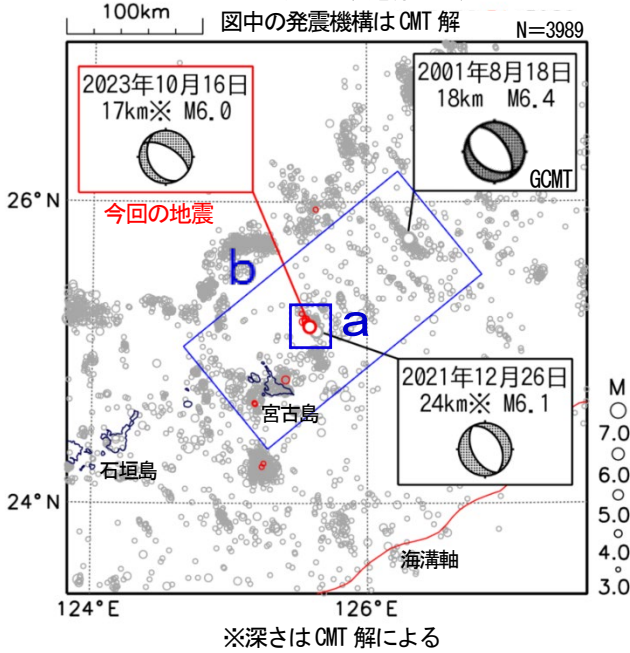
沖縄地方における 2023 年 10 月の地震活動 ($M \geq 1.0$ 、深さ 60km 以浅)



10月16日 宮古島近海の地震

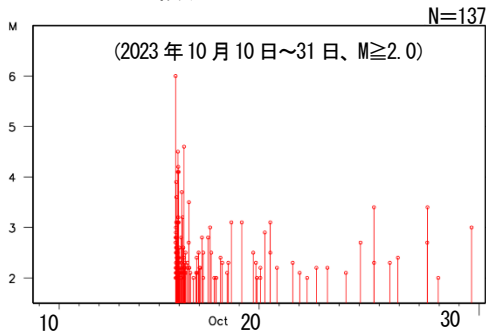
震央分布図

(2000年7月1日～2023年10月31日、
深さ0km～60km、M \geq 3.0)
2023年10月の地震を赤色で表示
図中の発震機構はCMT解



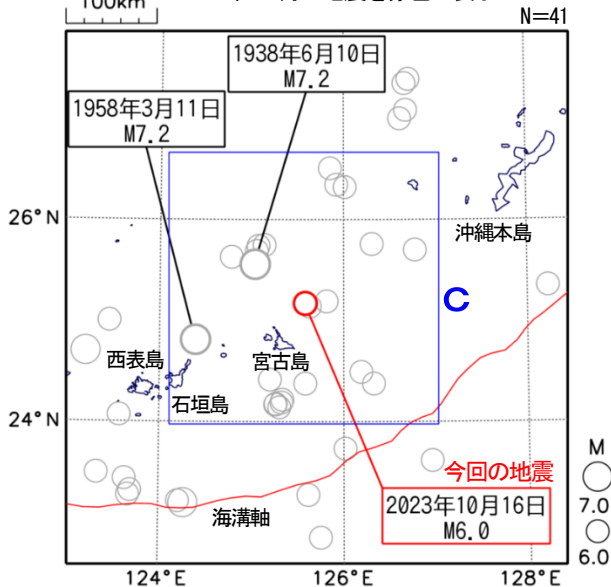
※深さはCMT解による

領域a内のM-T図



震央分布図

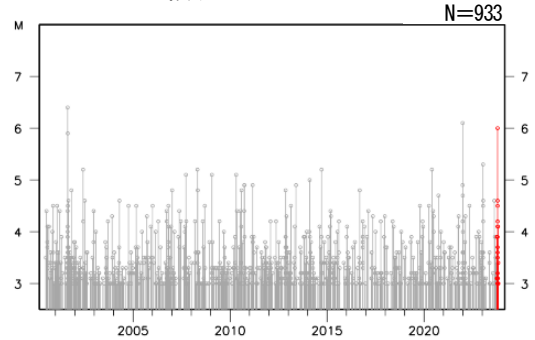
(1919年1月1日～2023年10月31日、
深さ0km～100km、M \geq 6.0)
2023年10月の地震を赤色で表示



2023年10月16日19時42分に宮古島近海の深さ17km (CMT解による) でM6.0の地震 (最大震度4) が発生した。この地震は、発震機構 (CMT解) が北東-南西方向に張力軸を持つ正断層型で、陸のプレート内で発生した。この地震の震央付近では、31日までに震度1を観測する地震が6回 (震度4: 1回、震度2: 2回、震度1: 3回) 発生している。今回の地震の震央付近 (領域a) では、2023年10月16日の地震の発生以降、地震活動が一時的に活発となった。

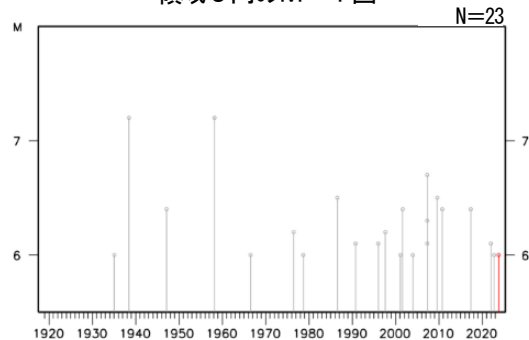
2000年7月以降の活動をみると、M5.0以上の地震が時々発生している。今回の地震の震央周辺 (領域b) では、2001年8月18日にM6.4の地震 (最大震度3) が発生している。また、2021年12月26日にM6.1の地震 (最大震度4) が発生している。

領域b内のM-T図

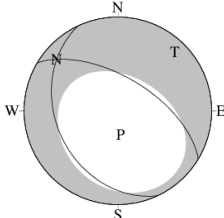
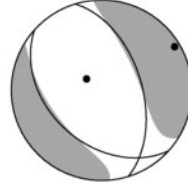
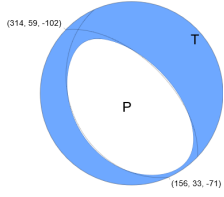
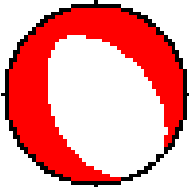
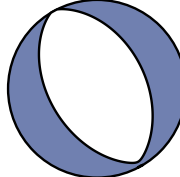


1919年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺 (領域c) では、過去にM6.0以上の地震が時々発生している。1938年6月10日にM7.2の地震 (最大震度4) が発生し、宮古島平良港で1.5m程度の津波が目撃されており、桟橋の流出などの被害があった。また、1958年3月11日にM7.2の地震 (最大震度5) が発生し、先島諸島で死者2人、負傷者4人のほか家屋損壊等の被害が生じた (被害は、「日本被害地震総覧」による)。

領域c内のM-T図



(この期間は検知能力が低い)

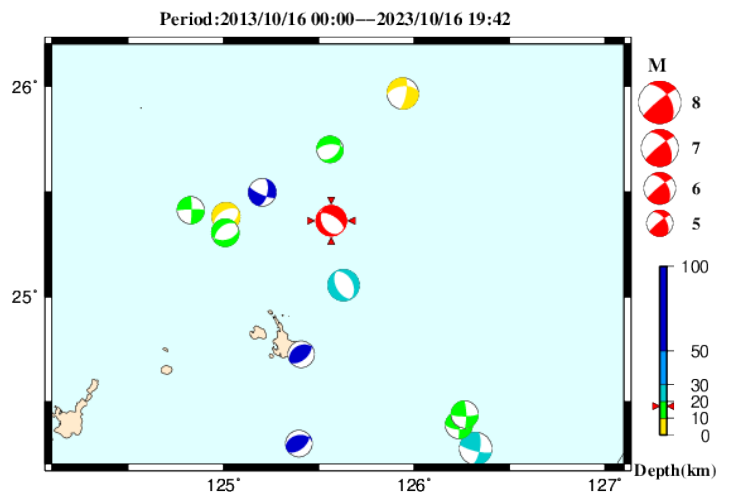
	気象庁CMT	防災科研 (F-net)	USGS (W-pahse)
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 一元化震源 M6.0 深さ33km </div>			
Mw	5.7	5.6	5.65
深さ	17km	11 km	17.5km
			<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> USGS震源 深さ27.9km </div>
	Global CMT	GEOFON	
			
Mw	5.6	5.6	
深さ	16.9 km	17km	

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

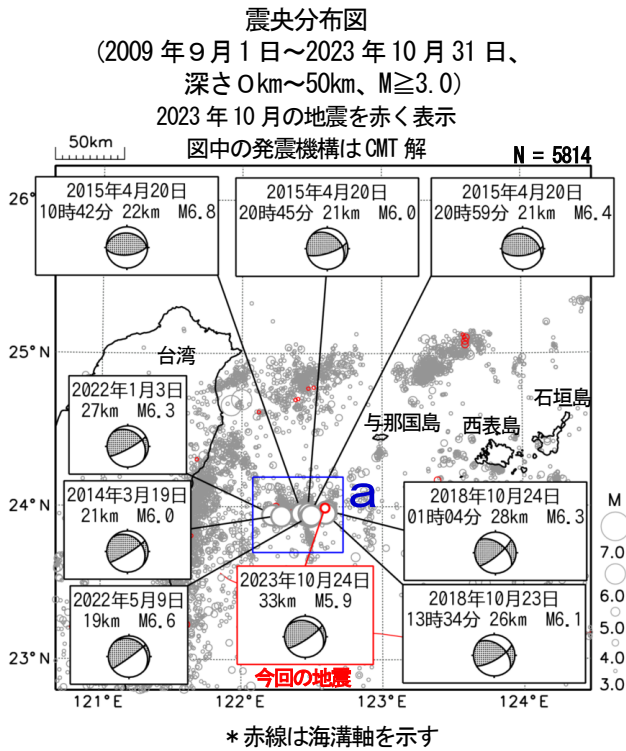
防災科研 (AQUA)

周辺の気象庁CMT解の分布図

(掲載なし)



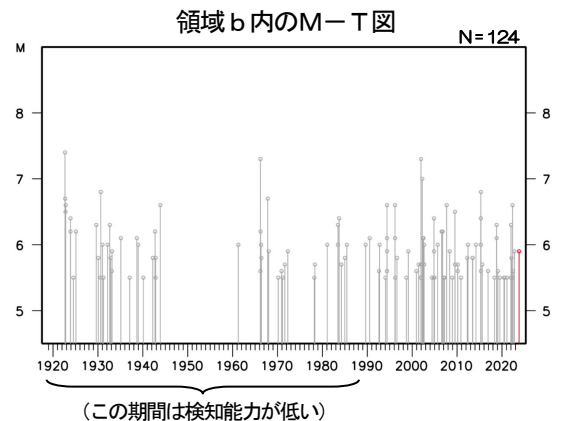
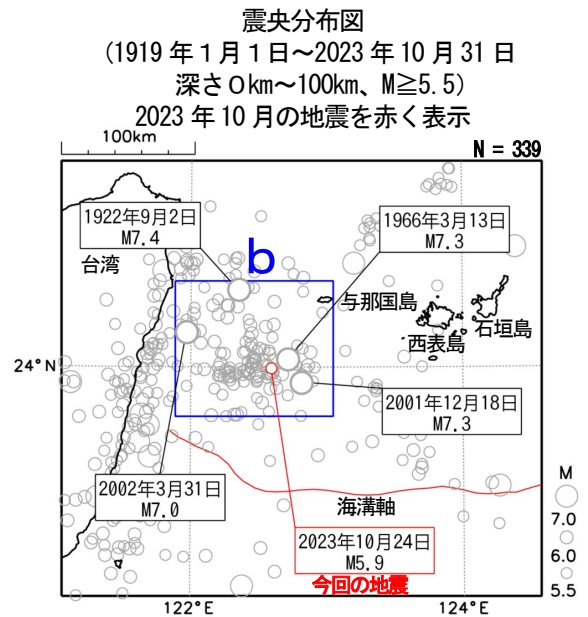
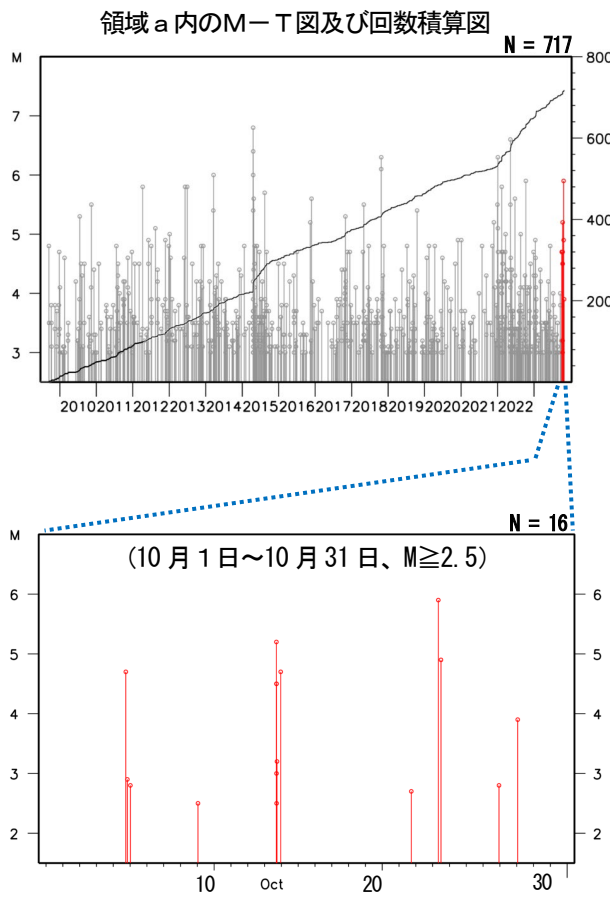
10月24日 与那国島近海の地震



2023年10月24日08時05分に与那国島近海の深さ33kmでM5.9の地震(最大震度3)が発生した。この地震の発震機構(CMT解)は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ型である。

2009年9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。2015年4月20日10時42分にM6.8の地震(最大震度4)が発生し、同日20時45分にM6.0の地震(最大震度3)、同日20時59分にM6.4の地震(最大震度2)が発生した。また、2018年10月23日13時34分にM6.1の地震(最大震度3)が発生し、翌24日01時04分にM6.3の地震(最大震度3)が発生した。

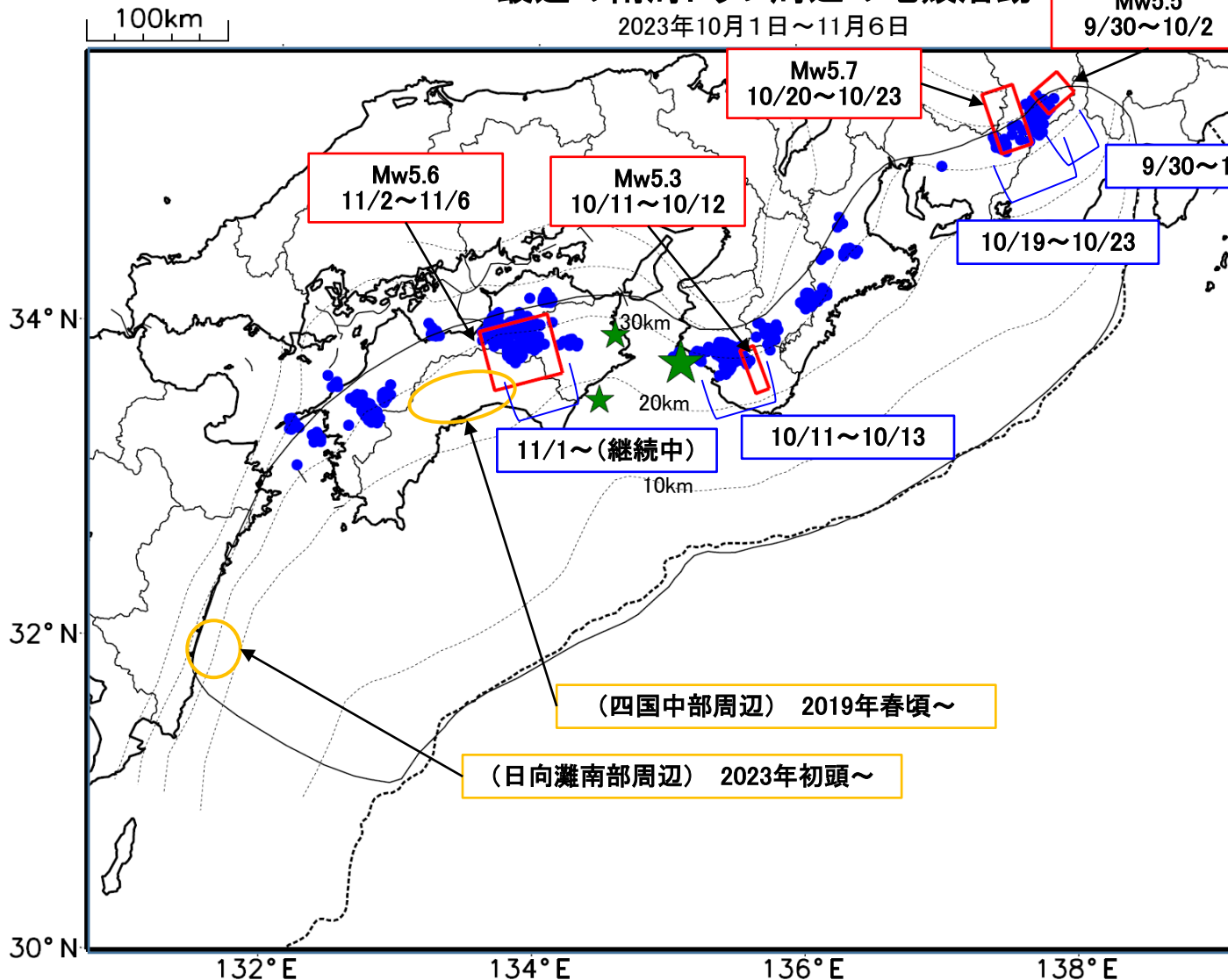
1919年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域b)では、M7.0以上の地震が4回発生している。1966年3月13日に発生したM7.3の地震(最大震度5)では、与那国島で死者2人、家屋全壊1棟などの被害が生じた(被害は「日本被害地震総覧」による)。2001年12月18日に発生したM7.3の地震(最大震度4)では、与那国島で12cm、石垣島で4cmの津波を観測している。



最近の南海トラフ周辺の地殻活動

2023年10月1日～11月6日

Mw5.5
9/30～10/2



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

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

※M5.0以上の地震に吹き出しを付けている。

※深部低周波地震(微動)及び短期的ゆっくりすべりは、9月30日以降のものを示す。

通常の地震(最大震度3以上もしくはM3.5以上).....気象庁の解析結果による。

深部低周波地震(微動).....(震源データ)気象庁の解析結果による。(活動期間)気象庁及び防災科学技術研究所の解析結果による。

短期的ゆっくりすべり.....【東海、四国東部】気象庁の解析結果を示す。【紀伊半島西部】産業技術総合研究所の解析結果を示す。

長期的ゆっくりすべり.....【四国中部周辺、日向灘南部周辺】国土地理院の解析結果を元におおよその場所を表示している。

令和5年10月1日～令和5年11月6日の主な地震活動

○南海トラフ巨大地震の想定震源域およびその周辺の地震活動：

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

月/日	時:分	震央地名	深さ (km)	M	最大 震度	発生場所
10/5	02:01	徳島県北部	46	3.6	1	フィリピン海プレート内部
10/23	02:57	四国沖	33	3.6	2	フィリピン海プレート内部
11/1	07:34	紀伊水道	46	4.9	3	フィリピン海プレート内部

※震源の深さは、精度がやや劣るものは表記していない。

※太平洋プレートの沈み込みに伴う震源が深い地震は除く。

○深部低周波地震（微動）活動期間

四国	紀伊半島	東海
<p>■四国東部</p> <p>9月30日～10月3日</p> <p>10月11日</p> <p>10月15日</p> <p>10月19日</p> <p>10月21日</p> <p>10月30日</p> <p>11月2日～（継続中）^{注1)} . . . (4)</p> <p>■四国中部</p> <p>10月15日</p> <p>11月5日</p> <p>■四国西部</p> <p>10月7日～8日</p> <p>10月15日</p> <p>10月17日～18日</p> <p>10月20日</p> <p>10月25日</p> <p>10月27日～28日</p> <p>10月30日～11月5日</p>	<p>■紀伊半島北部</p> <p>10月7日</p> <p>10月26日～29日</p> <p>■紀伊半島中部</p> <p>10月3日</p> <p>10月13日</p> <p>10月30日～11月2日</p> <p>■紀伊半島西部</p> <p>10月5日</p> <p>10月7日～8日</p> <p>10月11日～13日 . . . (2)</p> <p>10月19日</p> <p>10月27日～30日</p>	<p>9月30日～10月4日 . . . (1)</p> <p>10月6日～7日</p> <p>10月19日～23日 . . . (3)</p>

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

※ひずみ変化と同期して観測された深部低周波地震（微動）活動を赤字で示す。

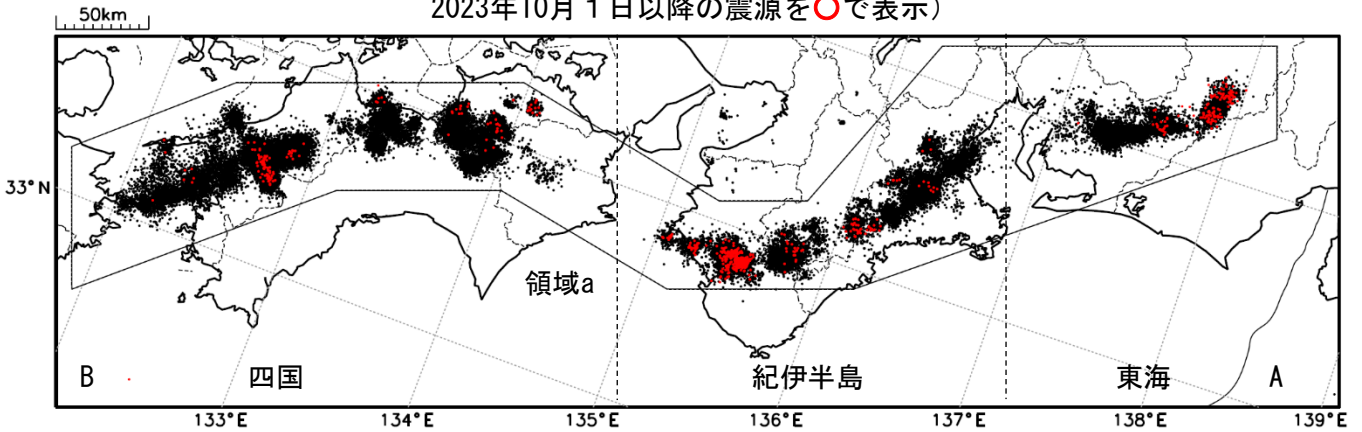
※上の表中（1）～（4）を付した活動は、今期間、主な深部低周波地震（微動）活動として取り上げたもの。

注1）防災科学技術研究所による解析では、11月1日頃から微動活動が見られた。

深部低周波地震（微動）活動（2013年11月1日～2023年10月31日）

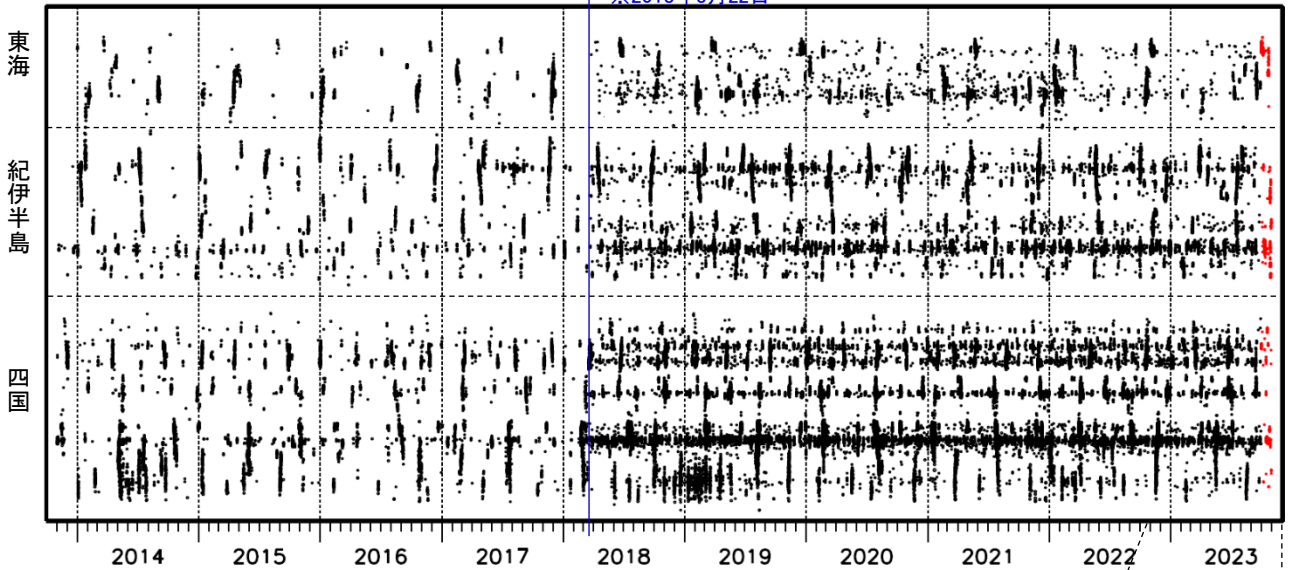
深部低周波地震（微動）は、「短期的ゆっくりすべり」に密接に関連する現象とみられており、プレート境界の状態の変化を監視するために、その活動を監視している。

震央分布図（2013年11月1日～2023年10月31日：過去10年間
2023年10月1日以降の震源を○で表示）

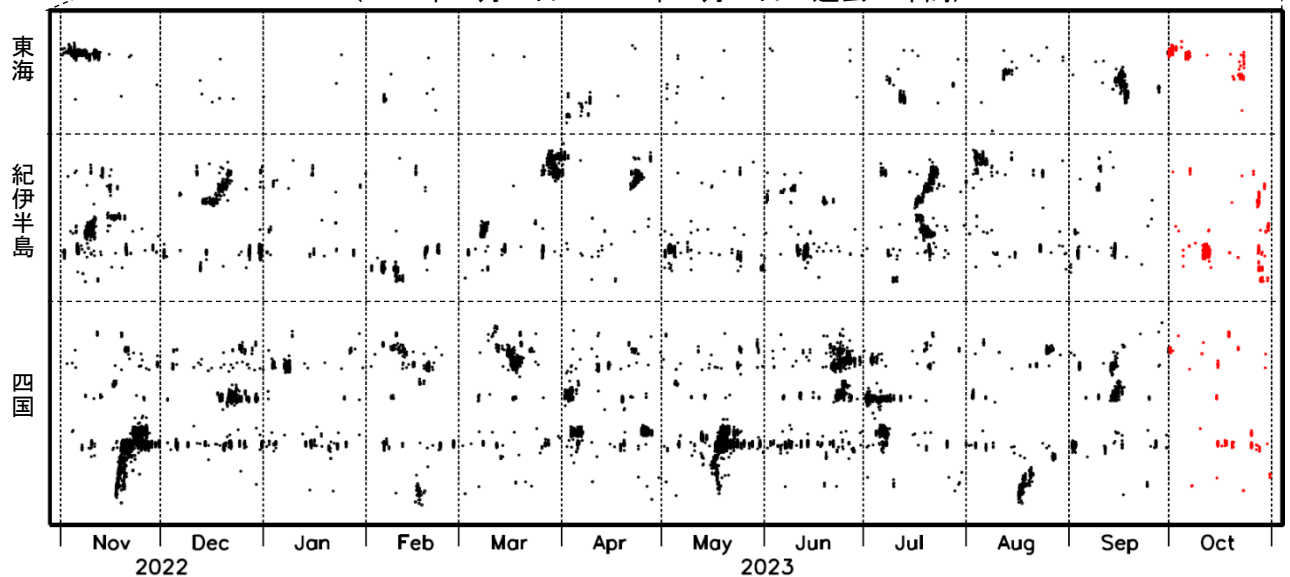


上図領域a内の時空間分布図（A-B投影）

※2018年3月22日



（2022年11月1日～2023年10月31日：過去1年間）



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

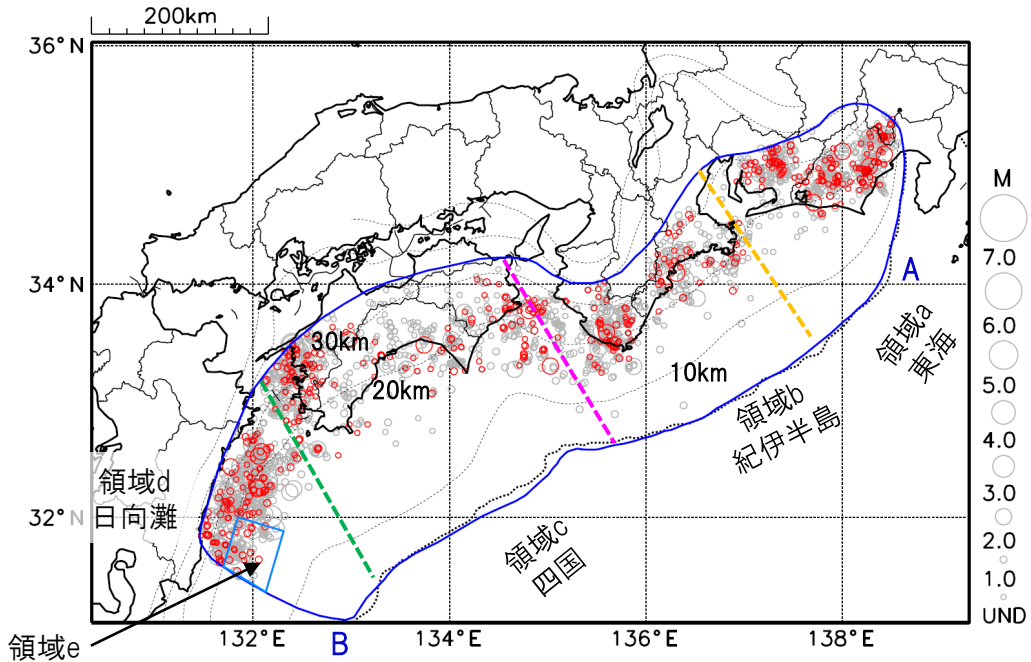
プレート境界とその周辺の地震活動

フィリピン海プレート上面の深さから±8km未満の地震を表示している。

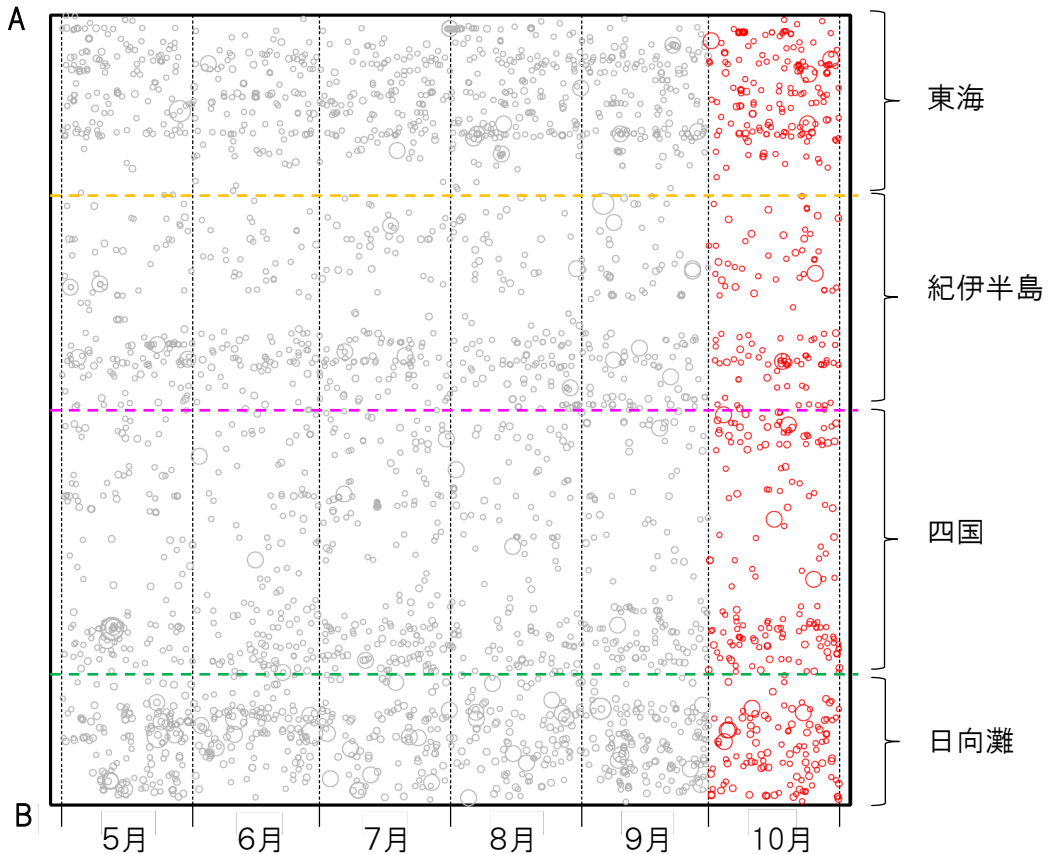
日向灘の領域e内のみ、深さ20km～30kmの地震を追加している。

震央分布図

(2023年5月1日～2023年10月31日、M全て、2023年10月の地震を赤く表示)



南海トラフ巨大地震の想定震源域内の時空間分布図 (A-B投影)



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

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

・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

気象庁作成

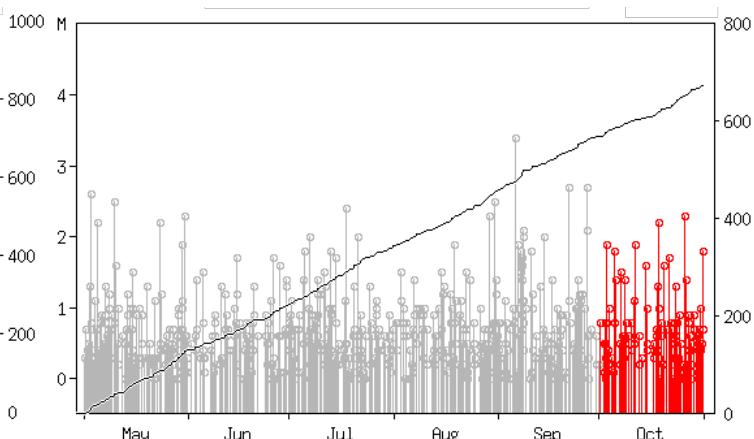
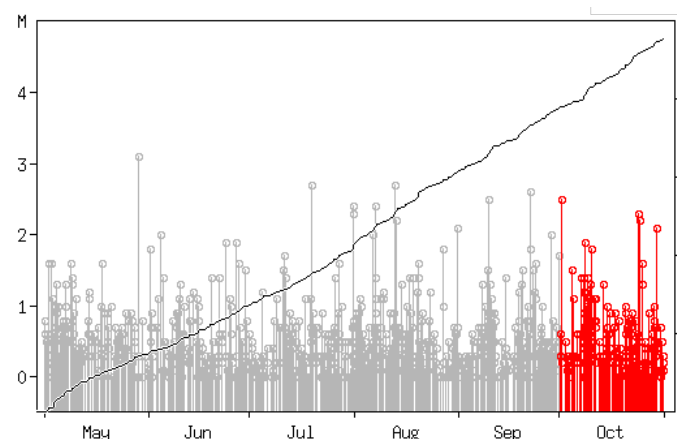
プレート境界とその周辺の地震活動

フィリピン海プレート上面の深さから±8km未満の地震を表示している。

震央分布図の各領域内のMT図・回数積算図
(2023年5月1日～2023年10月31日、M全て、2023年10月の地震を赤く表示)

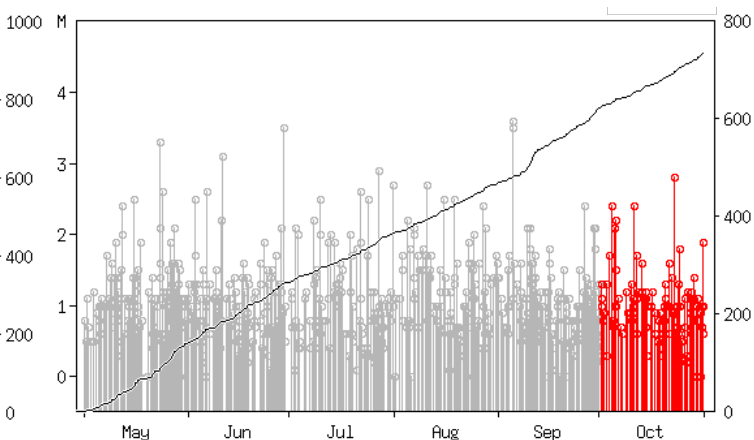
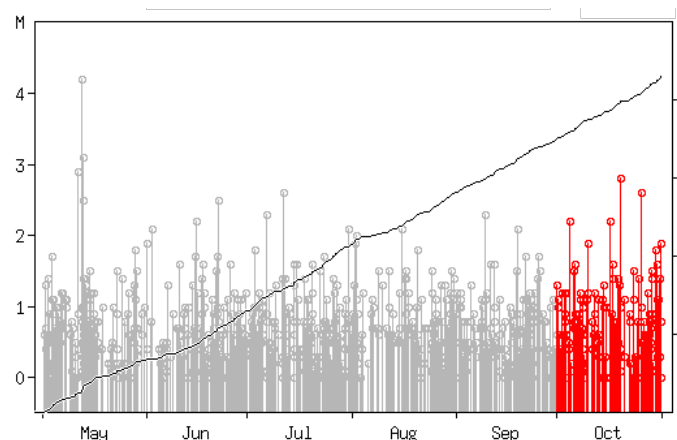
領域a内(東海)

領域b内(紀伊半島)



領域c内(四国)

領域d内(日向灘)

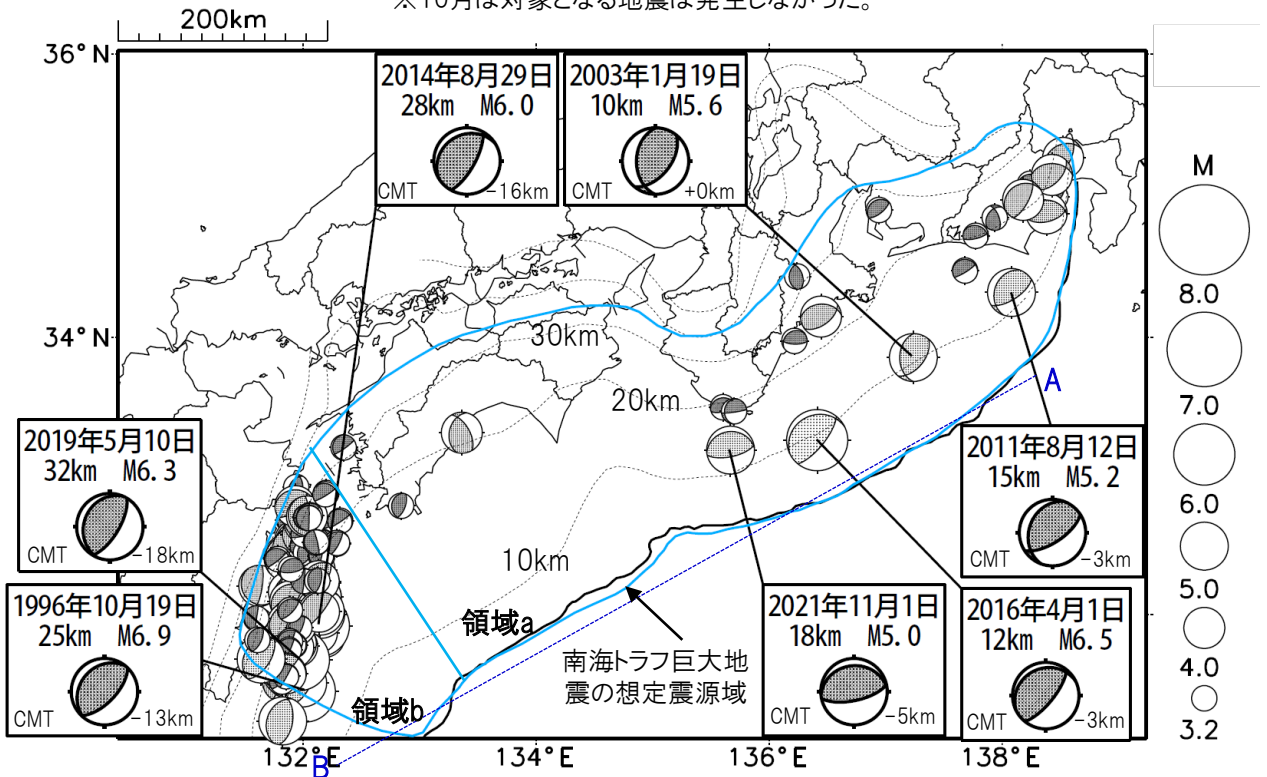


※M全ての地震を表示していることから、検知能力未満の地震も表示しているため、回数積算図は参考として表記している。

想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震

震央分布図(1987年9月1日～2023年10月31日、M \geq 3.2、2023年10月の地震を赤く表示)

※10月は対象となる地震は発生しなかった。



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

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

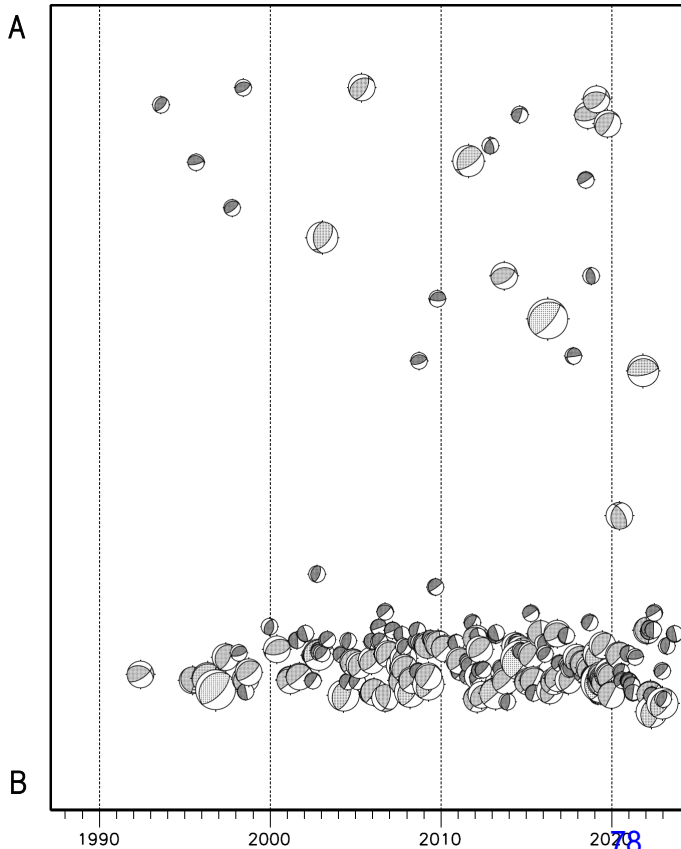
・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

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

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

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

震央分布図内の時空間分布図



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

【抽出条件】

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

P軸の傾斜角が45度以下

P軸の方位角が65度以上180度以下(※)

T軸の傾斜角が45度以上

N軸の傾斜角が30度以下

※以外の条件は、東海地震と類似の型を抽出する条件と同様

・発震機構解は、CMT解と初動解の両方で検索をした。

・同一の地震で、CMT解と初動解の両方がある場合はCMT解を選択している。

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

10月7日 アフガニスタン北西部の地震

(1) 概要及び最近の地震活動 (注1)

2023年10月7日15時41分(日本時間、以下同じ)にアフガニスタン北西部の深さ14kmでMw6.3の地震(Mwは気象庁によるモーメントマグニチュード)が発生した。この地震の発震機構(気象庁によるCMT解)は南北方向に圧力軸を持つ逆断層型である。この地震の震源付近(領域b)では、10月7日15時41分にMw6.3の地震が発生した後、約30分後の同日16時12分、11日09時41分及び15日12時36分にそれぞれMw6.3の地震(Mwはいずれも気象庁による)が発生した。これらの地震はユーラシアプレート内で発生した。これらの地震により、死者1,482人、負傷者2,100人などの被害が生じた(2023年11月3日現在)。

1980年以降の活動をみると、今回の地震の震央付近は地震活動が多い地域ではないが、周辺地域(領域b)ではM5.0以上の地震が時々発生しており、1997年5月10日にはMw7.2の地震が発生し、死者1,572人などの被害が生じた。

アフガニスタンでは、南東部で、2022年6月22日にMw6.1の地震が発生し、死者1,036人、負傷者2,949人などの被害が生じた。

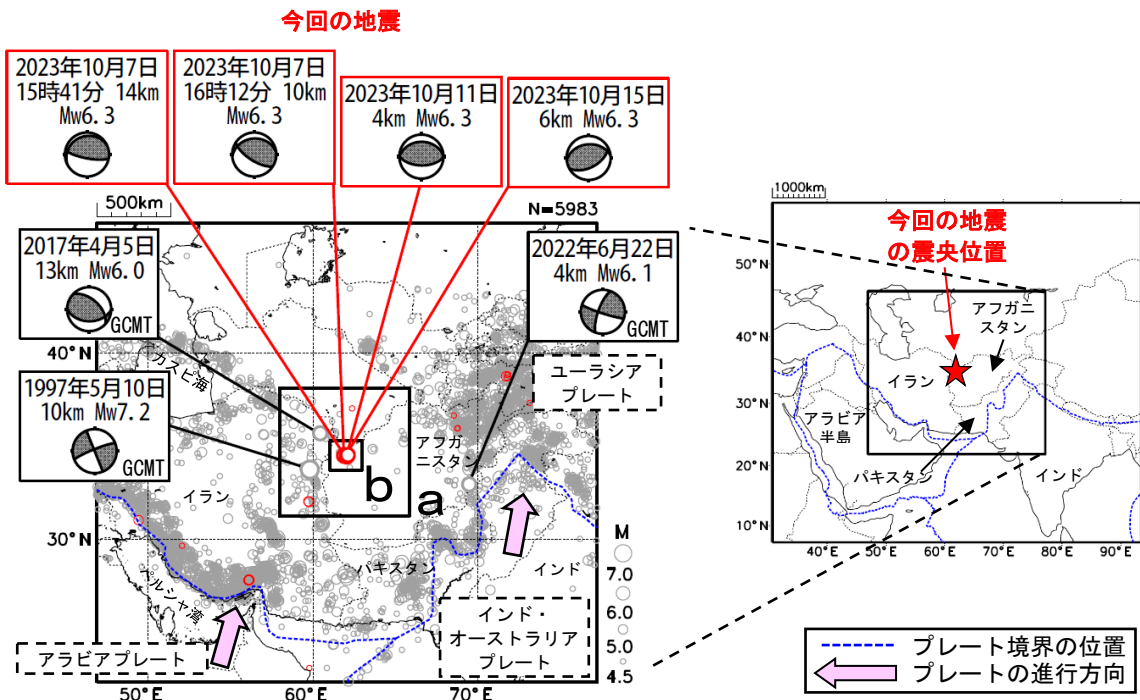


図1-1 震央分布図(1980年1月1日~2023年10月31日、深さ0~100km、M≥4.5)
2023年10月の地震を赤色で表示

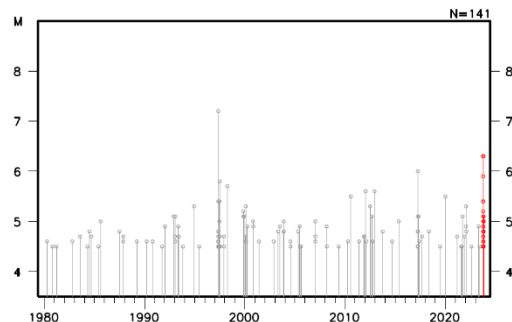


図1-2 図1-1の領域a内のM-T図

(注1) 震源要素は米国地質調査所(USGS)による(2023年11月8日現在)。ただし、吹き出しのある地震のうち、発震機構とMwは、今回の地震は気象庁、その他の地震はGlobal CMTによる。被害は、今回の地震及び2022年6月22日の地震はOCHA(UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs: 国連人道問題調整事務所、2023年11月3日現在)、その他の地震は宇津及び国際地震工学センターの「世界の被害地震の表」による。プレート境界の位置はBird(2003)*1より引用。

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

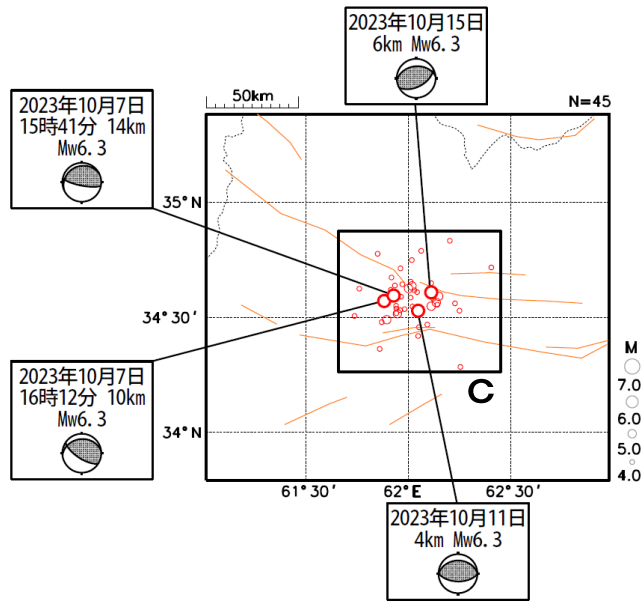


図 1-3 図 1-1 の領域 b 内の拡大図 (2023 年 10 月 1 日~2023 年 10 月 31 日、深さ 0~100km、 $M \geq 4.0$) (注2)
 図中の橙色線は活断層 (Styron and Pagani, 2020*) を示す。

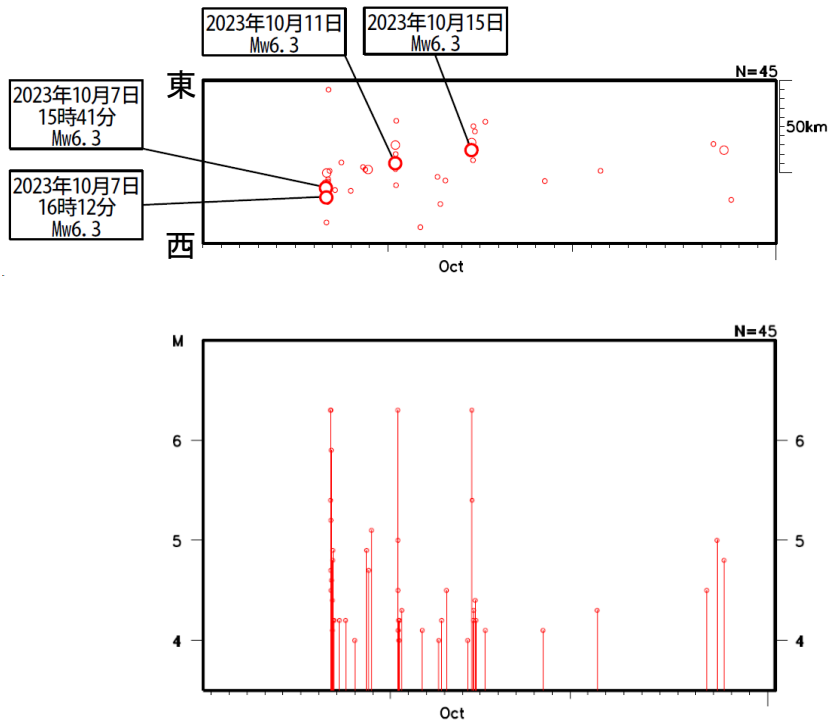


図 1-4 図 1-3 の領域 c 内の時空間分布図 (東西投影) (上) 及び M-T 図 (下)

(注2) 震源要素は米国地質調査所 (USGS) による (2023 年 11 月 8 日現在)。ただし、吹き出しのある地震の発震機構と Mw は気象庁による。図中の橙色線は活断層 (Styron and Pagani, 2020*) を示す。

*2 参考文献 Styron, R. and Pagani, M. (2020) The GEM Global Active Faults Database. Earthquake Spectra, 36(1), pp. 160-180, doi:10.1177/8755293020944182.

(2) 発震機構 (注3)

今回の地震の震央周辺地域 (領域 a) の発震機構の分布をみると、概ね北東-南西方向に圧力軸を持つ逆断層型又は横ずれ断層型の地震が多く発生している (図2)。

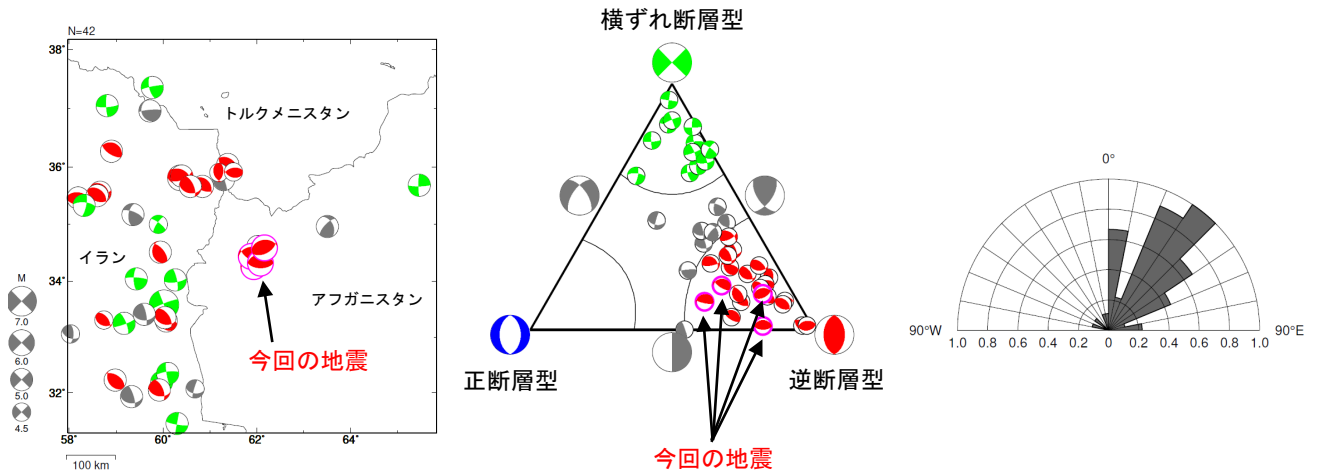


図2 発震機構分布図 (左)、発震機構の型の分布 (中) 及び発震機構の圧力軸の方位分布 (右) (1980年1月1日~2023年10月31日、深さ0~100km、M \geq 4.5) 正断層型の地震を青色、逆断層型の地震を赤色、横ずれ断層型の地震を緑色で表示 (Frohlich (2001)による分類)。

(3) 過去に発生した主な地震 (注4)

1904年以降の活動をみると、アフガニスタン周辺 (領域 c) では、M7.0以上の地震が時々発生しており、大きな被害を伴っている。2005年10月8日にはM7.6の地震が発生し、死者数万人などの被害が生じた。

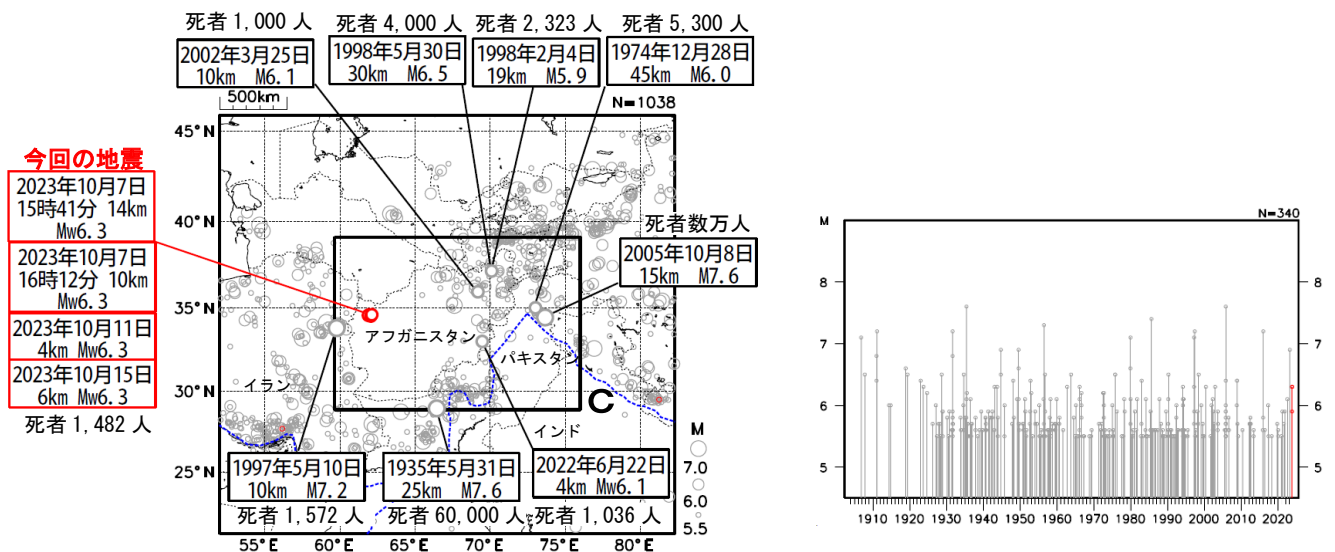


図3-1 震央分布図 (1904年1月1日~2023年10月31日、深さ0~100km、M \geq 5.5) 2023年10月の地震を赤色で表示 死者1,000人以上の地震に吹き出しを付加

図3-2 図3-1の領域c内のM-T図

(注3) 震源要素及び発震機構は、2023年10月の地震は気象庁、その他の地震はGlobal CMTによる。震源の位置はセントロイドの位置。
 (注4) 震源要素は、2019年まではISC-GEM Global Instrumental Earthquake Catalogue Version 10 (1904-2019)、2020年以降は米国地質調査所 (USGS) による (2023年11月8日現在)。ただし、吹き出しのある地震のMwは、今回の地震は気象庁、その他の地震はGlobal CMTによる。被害は、今回の地震及び2022年6月22日の地震はOCHA (UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs: 国連人道問題調整事務所、2023年11月3日現在)、その他の地震は宇津及び国際地震工学センターの「世界の被害地震の表」による。プレート境界の位置はBird (2003) *1より引用。

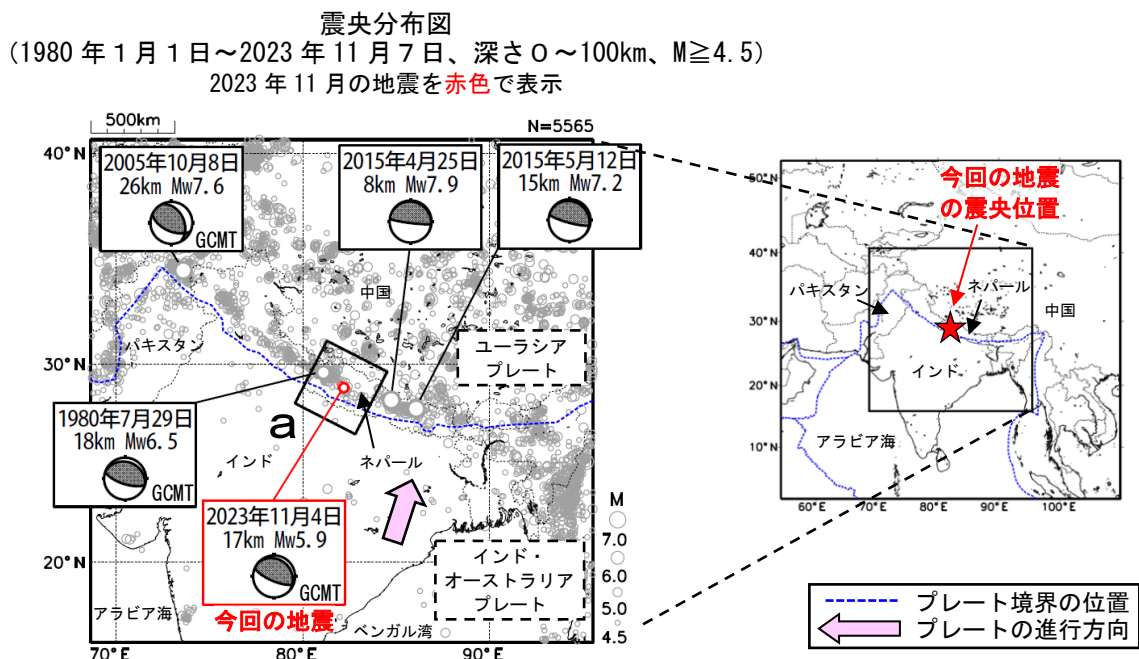
*1 参考文献 Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.

11月4日 ネパールの地震

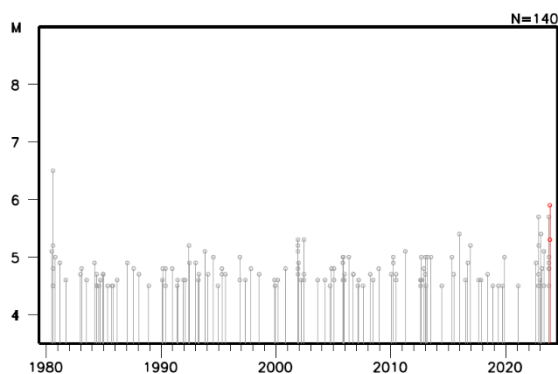
2023年11月4日03時02分(日本時間、以下同じ)にネパールの深さ17kmでMw5.9の地震(MwはGlobal CMTによるモーメントマグニチュード)が発生した。この地震の発震機構(Global CMTによる)は北北東-南南西方向に圧力軸を持つ逆断層型である。今回の地震により、死者157人、負傷者349人などの被害が生じた(2023年11月6日現在)。

1980年以降の活動をみると、今回の地震の震央付近(領域a)ではM5.0以上の地震が時々発生しており、1980年7月29日にはMw6.5の地震が発生し、死者100人などの被害が生じた。

今回の地震の震央周辺は、インド・オーストラリアプレートがユーラシアプレートに衝突している地域で、大きな被害を伴う地震が度々発生している地域である。今回の地震の震央の東南東約250kmでは、2015年4月25日にMw7.9の地震が発生し、この地震により死者8,776人などの被害が生じた。



領域a内のM-T図



※震源要素は、米国地質調査所(USGS)による(2023年11月8日現在)。ただし、吹き出しを付けた地震の発震機構及びMwは、2015年4月25日の地震及び2015年5月12日の地震は気象庁、その他の地震はGlobal CMTによる。地震の被害は、今回の地震はOCHA(UN Office for the Coordination of Humanitarian Affairs:国連人道問題調整事務所、2023年11月7日現在)、その他の地震は宇津及び国際地震工学センターの「世界の被害地震の表」による。プレート境界の位置はBird(2003)*1より引用。
*1 参考文献 Bird, P. (2003) An updated digital model of plate boundaries, *Geochemistry Geophysics Geosystems*, 4(3), 1027, doi:10.1029/2001GC000252.