

第 21 回 南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会
第 399 回 地震防災対策強化地域判定会

気 象 庁 資 料



令和元年 7 月 5 日

本資料は、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ます。また、2016 年熊本地震合同観測グループのオンライン臨時観測点（河原、熊野座）、米国大学間地震学研究連合（IRIS）の観測点（台北、玉峰、寧安橋、玉里、台東）のデータを用いて作成しています。

以下の資料は暫定であり、後日の調査で変更されることがあります。

令和元年6月1日～令和元年6月30日の主な地震活動

○南海トラフ巨大地震の想定震源域およびその周辺の地震活動：

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

月/日	時:分	震央地名	深さ (km)	M	最大 震度	発生場所
6/11	00:25	静岡県中部	29	4.0	2	フィリピン海プレート内部
6/15	05:54	日向灘	18	4.1	2	フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生したと考えられる
6/17	13:21	日向灘	32	3.6	1	フィリピン海プレート内部
6/24	19:22	伊豆半島東方沖	8	4.1	4	フィリピン海プレートの地殻内
6/25	14:19	日向灘	27	4.0	1	フィリピン海プレートと陸のプレートの境界

※震源の深さは、精度がやや劣るものは表記していない。

○深部低周波地震（微動）活動期間

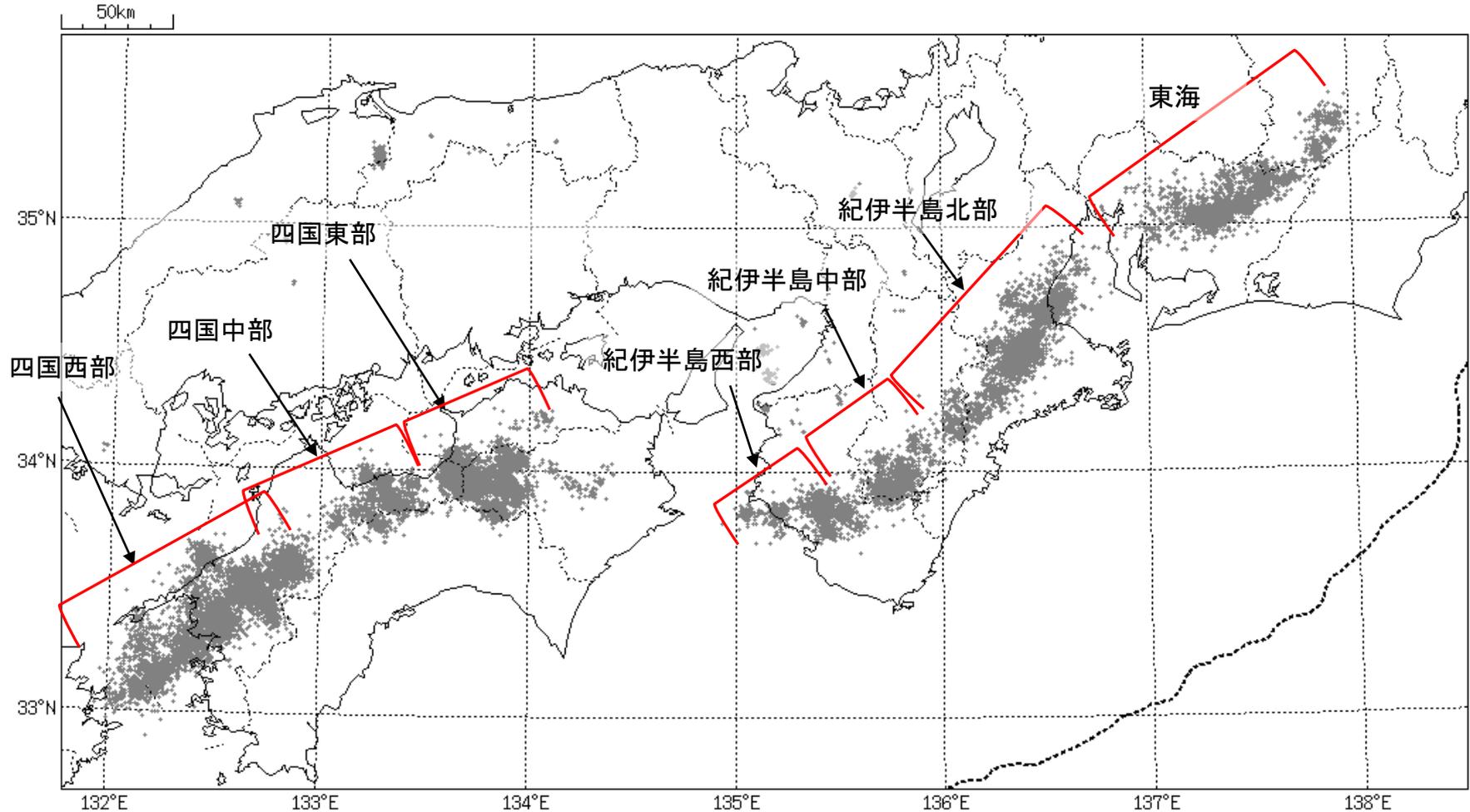
四国	紀伊半島	東海
■四国東部 5月28日～6月1日 6月9日～10日 6月13日～14日 6月17日～19日 6月28日 ■四国中部 6月10日 6月13日 6月19日 6月21日 6月28日 ■四国西部 6月1日～3日 6月5日～6日 6月9日～10日 6月12日～21日 6月30日	■紀伊半島北部 6月10日 6月18日～19日 <u>6月23日～29日</u> ・・・(3) ■紀伊半島中部 6月3日 6月8日 ■紀伊半島西部 <u>6月2日～9日</u> <u>6月11日～14日</u> } ・・・(1) 6月20日 6月26日	<u>6月12日</u> <u>6月14日～18日</u> } ・・・(2) 6月26日～27日 6月30日

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

※ひずみ変化と同期して観測された深部低周波地震（微動）活動を赤字で示す。

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

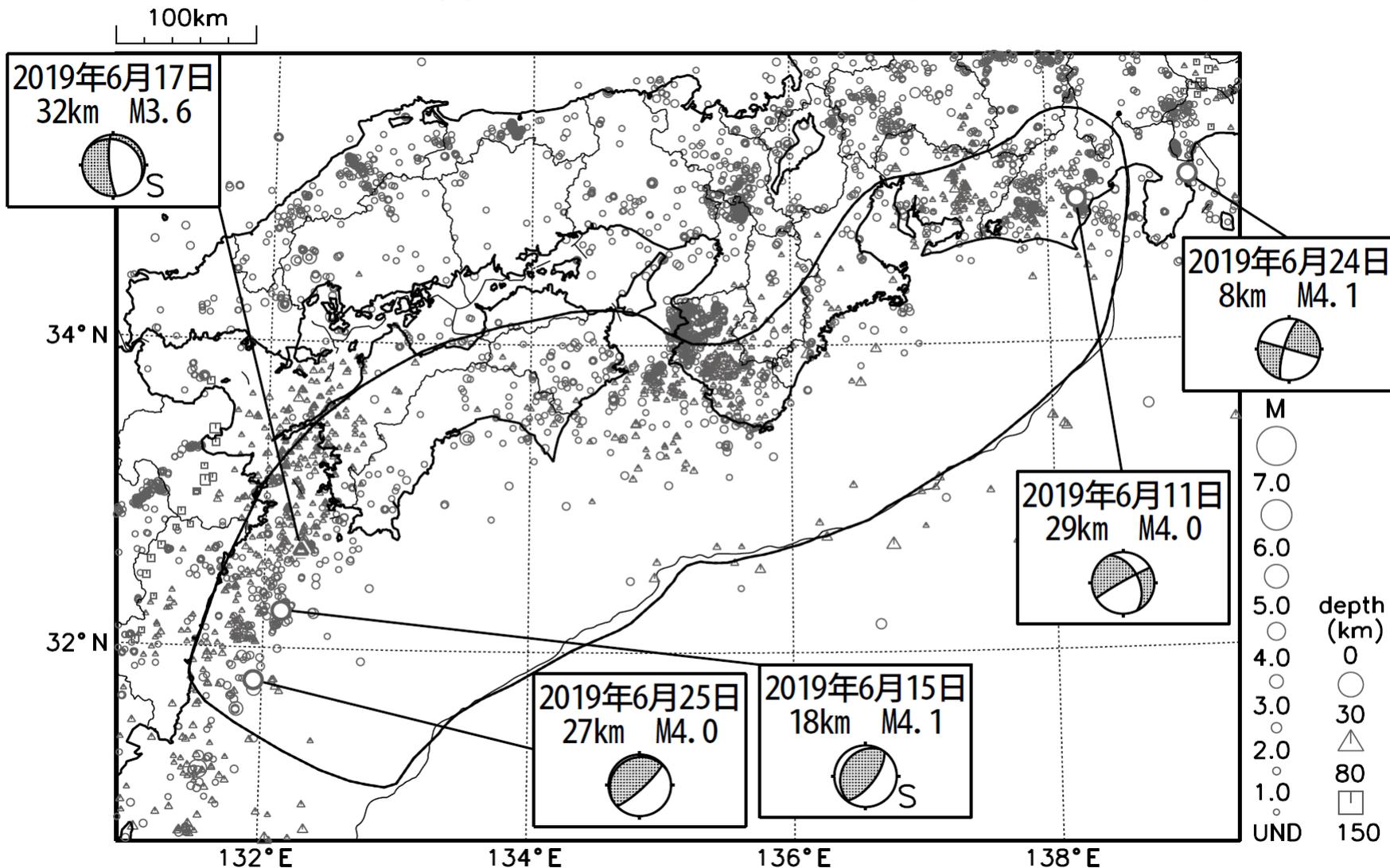
概況に記載している深部低周波地震(微動)の活動の場所



領域はObara(2010)を参考に作成。

出典 : Obara, K. (2010), Phenomenology of deep slow earthquake family in southwest Japan: Spatiotemporal characteristics and segmentation, *J. Geophys. Res.*, 115, B00A25, doi:10.1029/2008JB006048.

南海トラフ沿いとその周辺の広域地震活動(2019年6月1日~2019年6月30日)



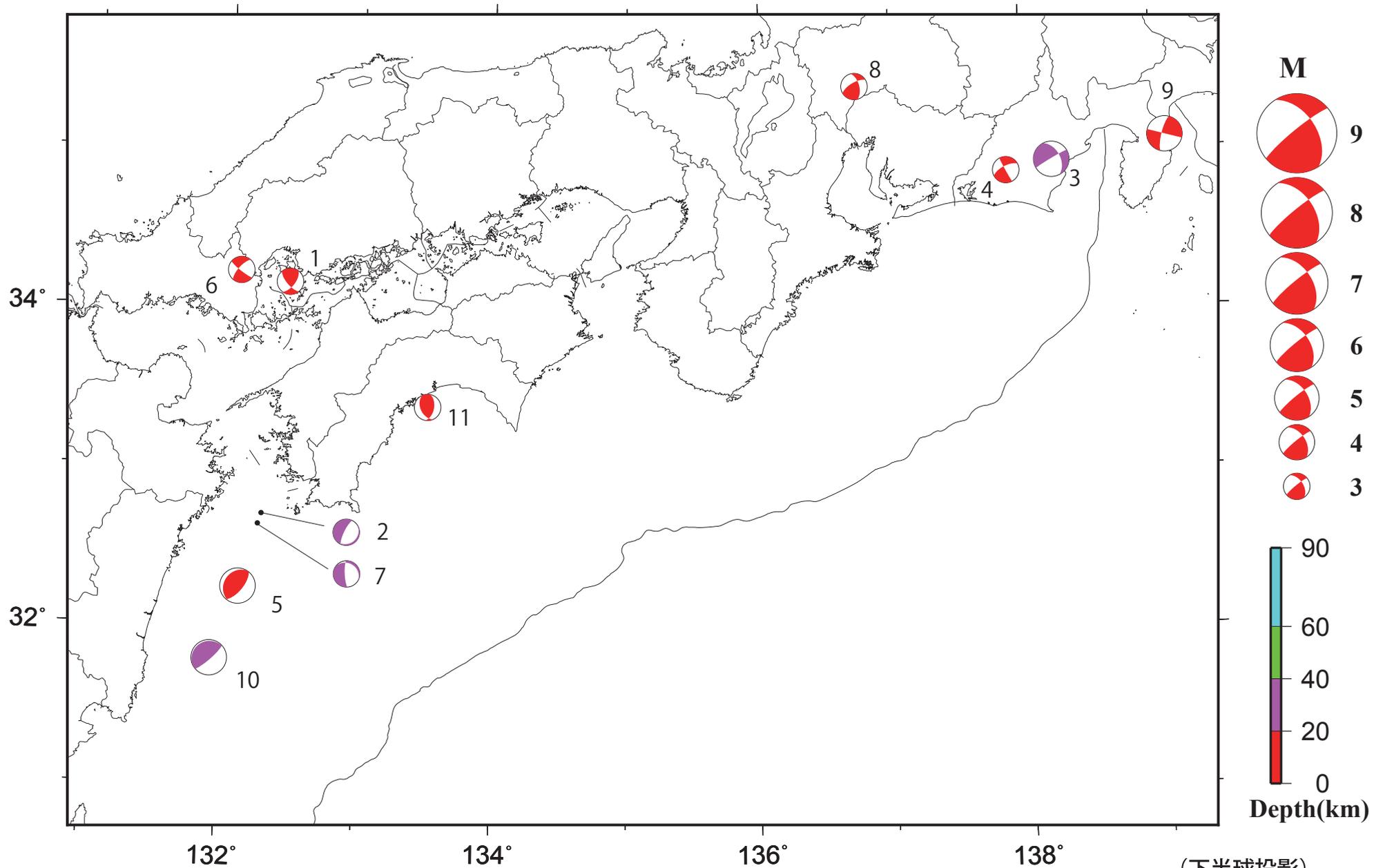
・図中の吹き出しは、南海トラフ巨大地震の想定震源域とその周辺で最大震度3以上を観測した地震もしくはM3.5以上の地震、それ以外の陸域M5.0以上・海域M6.0以上とその他の主な地震。

・震源の深さは、精度がやや劣るものは表記していない。

・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。

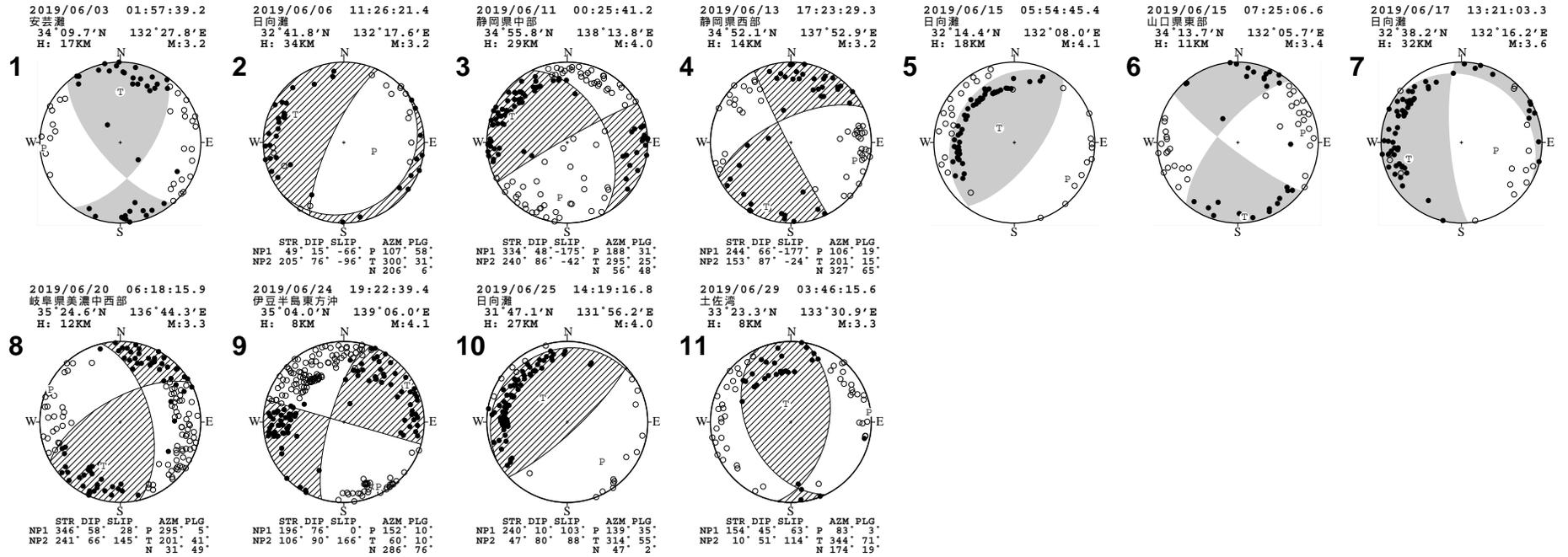
南海トラフ沿いとその周辺の発震機構解

Period:2019/06/01 00:00—2019/06/30 24:00



(下半球投影)
[気象庁作成]

南海トラフ沿いとその周辺の発震機構解 (2)



(下半球投影)
[気象庁作成]

6月11日 静岡県中部の地震

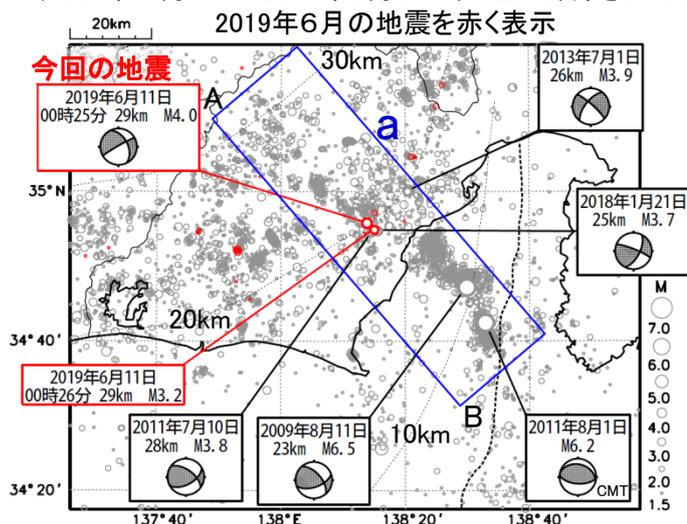
6月11日00時25分に、静岡県中部でM4.0の地震(深さ29km、最大震度2)が発生した。この地震は発震機構が西北西-東南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型でフィリピン海プレート内部で発生した。この地震の発生直後には、00時26分にM3.2の地震が発生するなどややまとまった活動となった。

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内)は、定常的に地震活動がみられ、2011年7月10日にはM3.8の地震(最大震度2)、2013年7月1日にはM3.9の地震(最大震度2)、2018年1月21日にはM3.7の地震(最大震度2)が発生した。

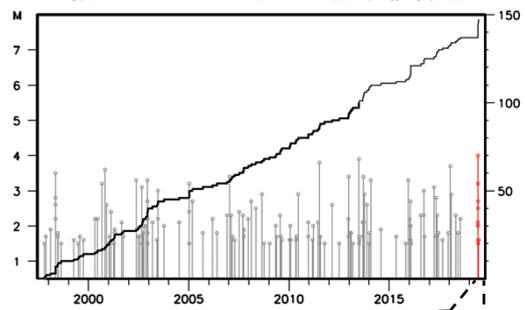
1922年以降の地震活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域c内)ではM6.0以上の地震が4回発生している。

震央分布図

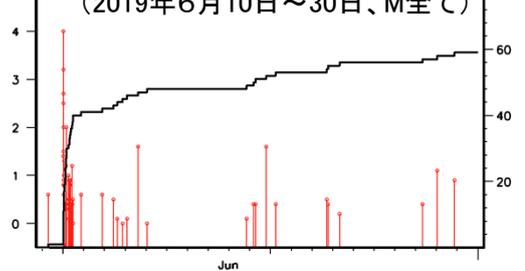
(1997年10月1日～2019年6月30日、M \geq 1.5、深さ0～80km)



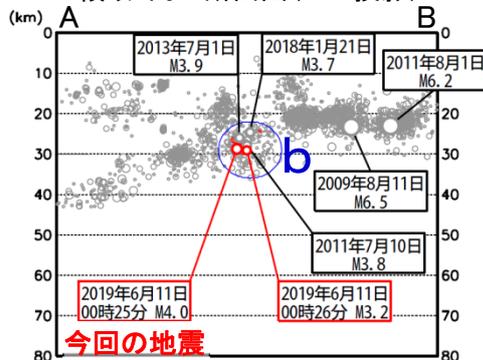
領域b内のM-T図及び回数積算図



(2019年6月10日～30日、M全て)

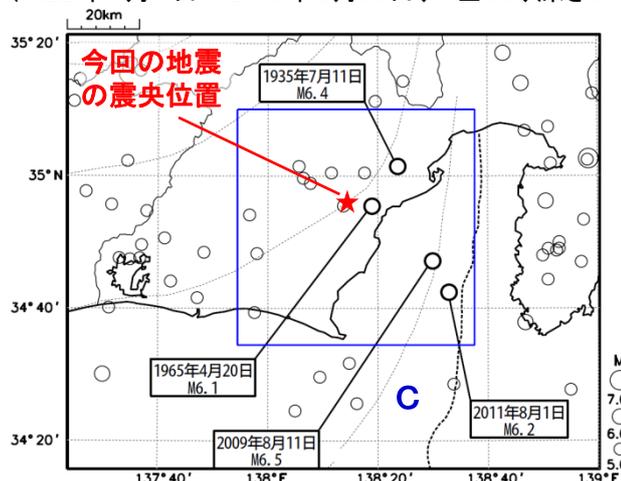


領域a内の断面図(A-B投影)

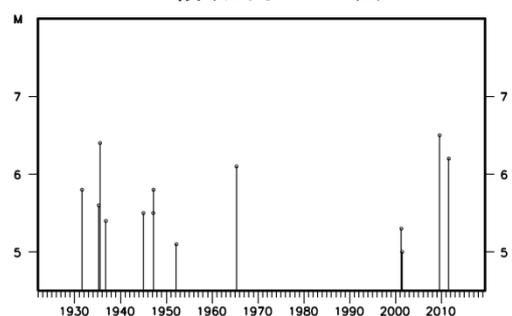


震央分布図

(1922年1月1日～2019年6月30日、M \geq 5.0、深さ0～80km)



領域c内のM-T図



※震央分布図中の点線は、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。

6月15日 日向灘の地震

6月15日05時54分に、日向灘でM4.1の地震(深さ18km、最大震度2)が発生した。この地震は発震機構(参考解)が北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生したと考えられる。

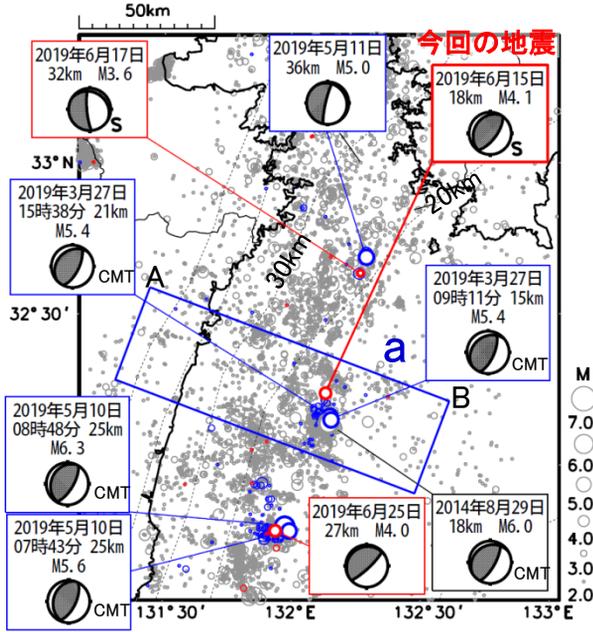
日向灘では、2019年3月27日にM5.4の地震が2回発生し、2019年5月10日にM6.3の地震が発生したが、今回の地震は2019年3月27日に発生した地震の付近で発生した。なお、17日13時21分に日向灘で発生したM3.6の地震(深さ32km、最大震度1)は、2019年5月11日に発生したM5.0の地震の付近で発生し、フィリピン海プレート内部の地震と考えられる。

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内)は、定常的に地震活動がみられ、2014年8月29日にM6.0の地震(最大震度4)が発生した。

1922年以降の日向灘の地震活動をみると、M5.0以上の地震はしばしば発生している。M6.5以上の地震も時々発生しているが、1997年以降は発生していない。

震央分布図

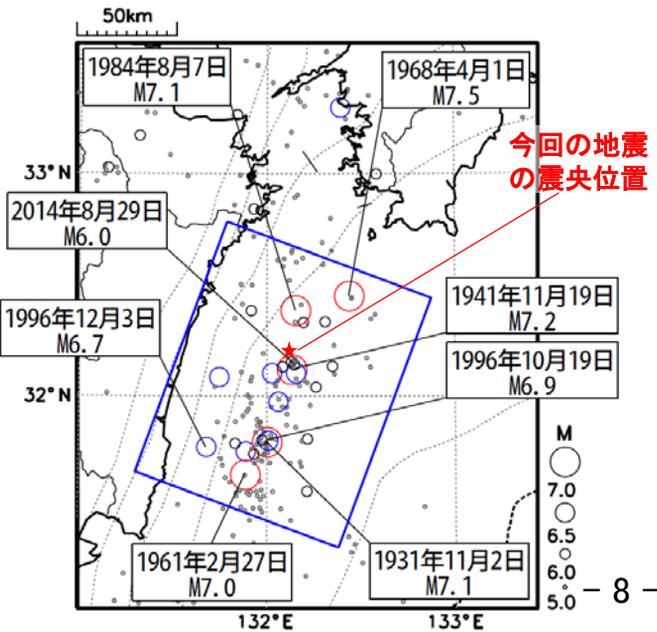
(1997年10月1日~2019年6月30日、M \geq 2.0、深さ0~80km
青:2019年3月27日~5月31日、赤:6月1日~20日)



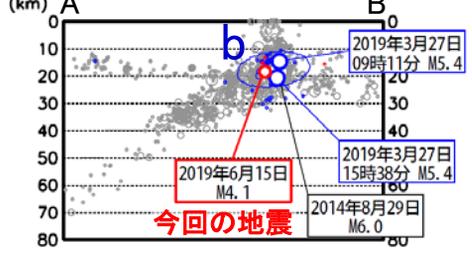
※震央分布図中の点線は、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)によるフィリピン海プレート上面の深さを示す。

震央分布図

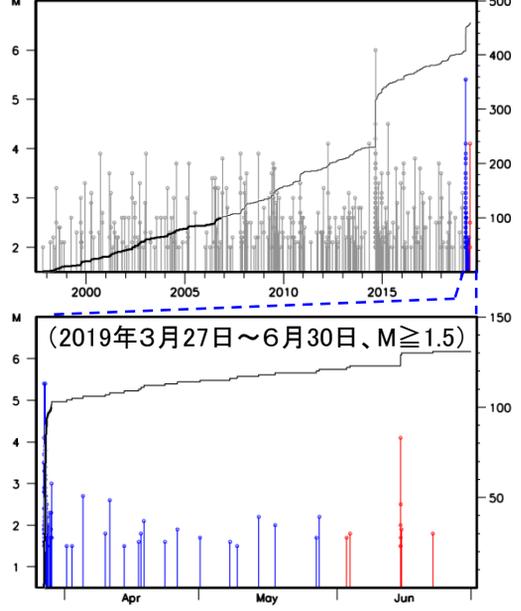
(1922年1月1日~2019年6月30日、M \geq 5.0、深さ0~100km)
灰:M<6.0、黒:6.0 \leq M<6.5、青:6.5 \leq M<7.0、赤:M \geq 7.0



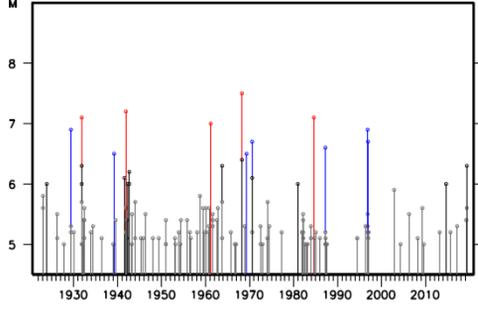
領域a内の断面図(A-B投影)



領域b内のM-T図及び回数積算図

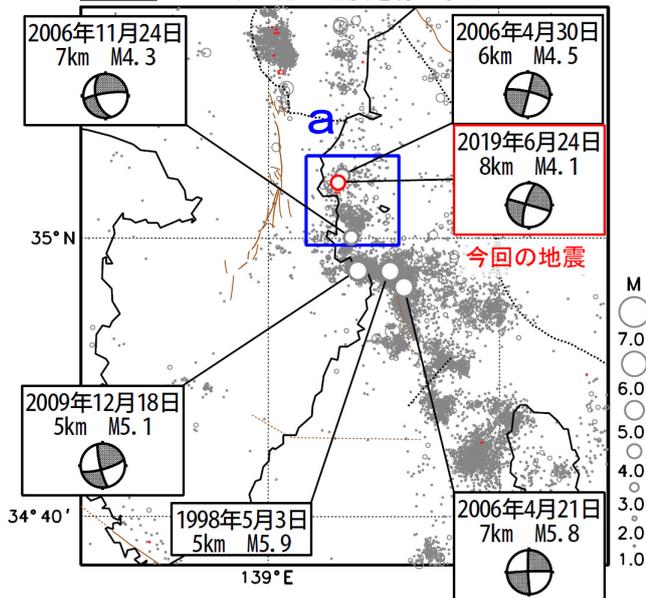


領域c内のM-T図



6月24日 伊豆半島東方沖の地震

震央分布図
(1997年10月1日～2019年6月30日、
深さ0～20km、M≥1.0)
2019年6月の地震を赤く表示

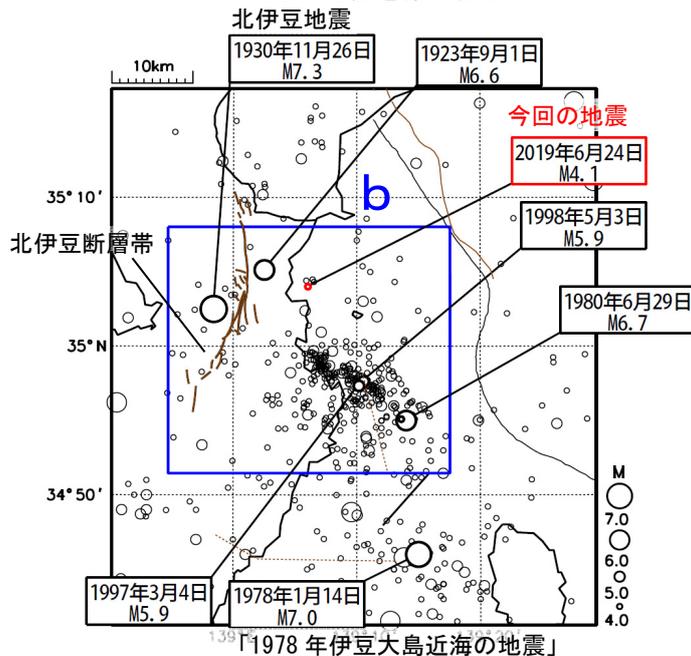


2019年6月24日19時22分に伊豆半島東方沖の深さ8kmでM4.1の地震(最大震度4)が発生した。この地震は、フィリピン海プレートの地殻内で発生した。発震機構は、北北西-南南東方向に圧力軸を持つ横ずれ断層型である。

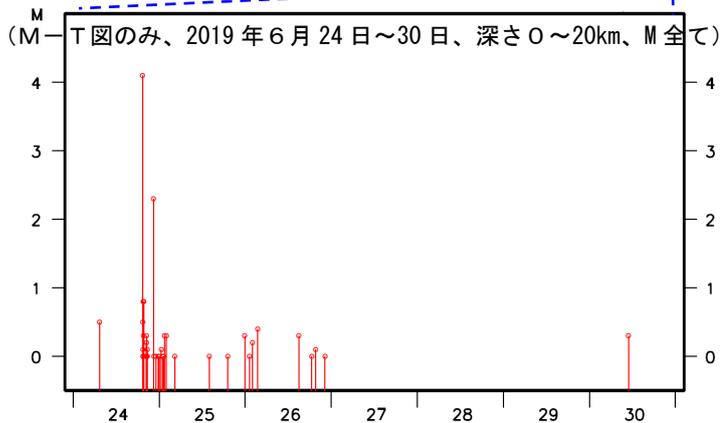
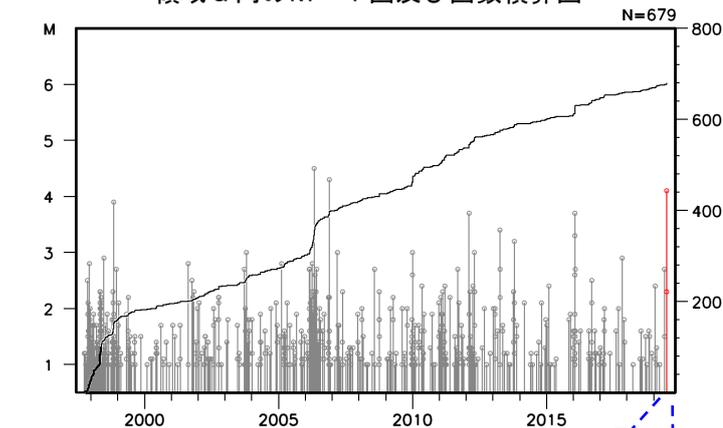
1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震央付近(領域a)は、定常的に地震活動の見られる領域であり、2006年4月30日にはM4.5の地震(最大震度5弱)が発生した。今回の地震の南側では、伊豆東部火山群のマグマの貫入に伴うまとまった地震活動が時々見られている。

1922年以降の活動をみると、今回の地震の震央付近では、1930年11月26日にM7.3の地震(最大震度5)が発生した。この地震により、死者272人、負傷者572人、住家全壊2,165棟の被害が生じた(「日本被害地震総覧」による)。

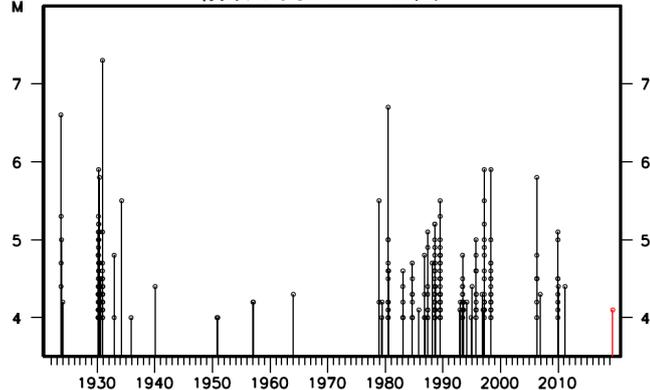
震央分布図
(1922年1月1日～2019年6月30日、
深さ0～50km、M≥4.0)
2019年6月の地震を赤く表示



領域a内のM-T図及び回数積算図



領域b内のM-T図



震央分布図中の茶色の細線は、地震調査研究推進本部の長期評価による活断層帯を示す。

6月25日 日向灘の地震

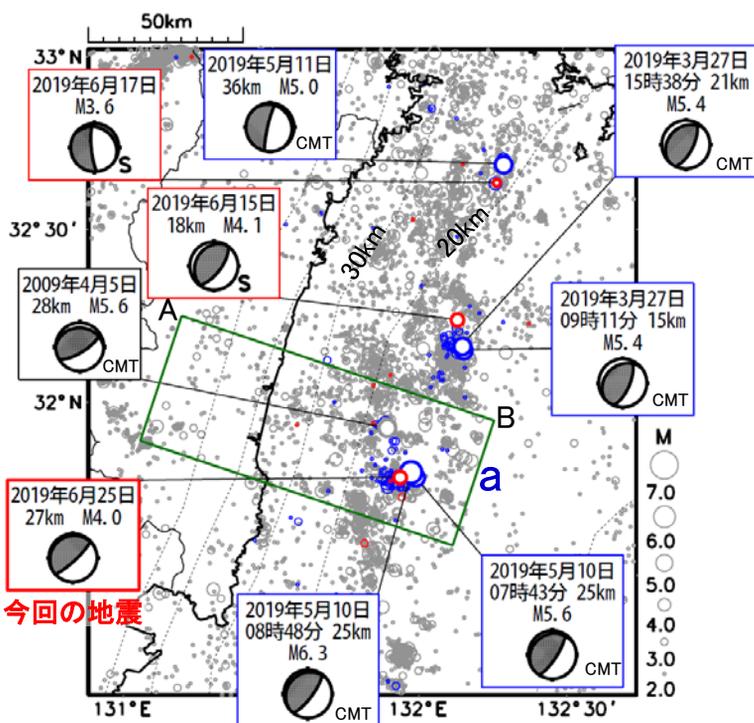
6月25日14時19分に、日向灘でM4.0の地震(深さ27km、最大震度1)が発生した。この地震は、発震機構が北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した。

日向灘では、2019年3月27日にM5.4の地震が2回発生し、2019年5月10日にM6.3の地震が発生したが、今回の地震は2019年5月10日に発生した地震の付近で発生した。2019年5月10日の活動は徐々に減衰している。

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内)は、定常的に地震活動がみられ、2019年5月10日の活動よりも前には2009年4月5日にM5.6の地震(最大震度4)が発生した。

震央分布図

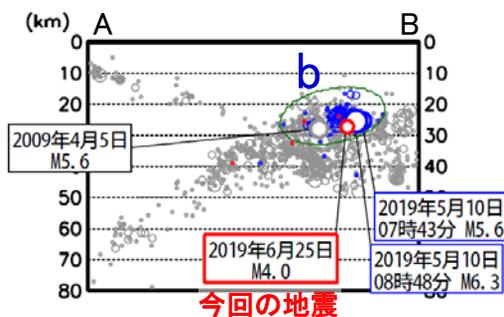
(1997年10月1日~2019年6月30日、M \geq 2.0、深さ0~80km
青:2019年3月27日~5月31日、赤:6月1日~30日)



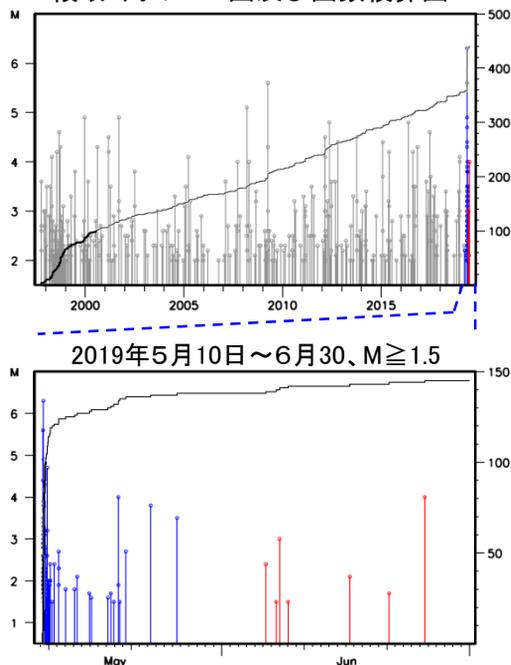
※発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

※震央分布図中の点線は、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。

領域a内の断面図(A-B投影)



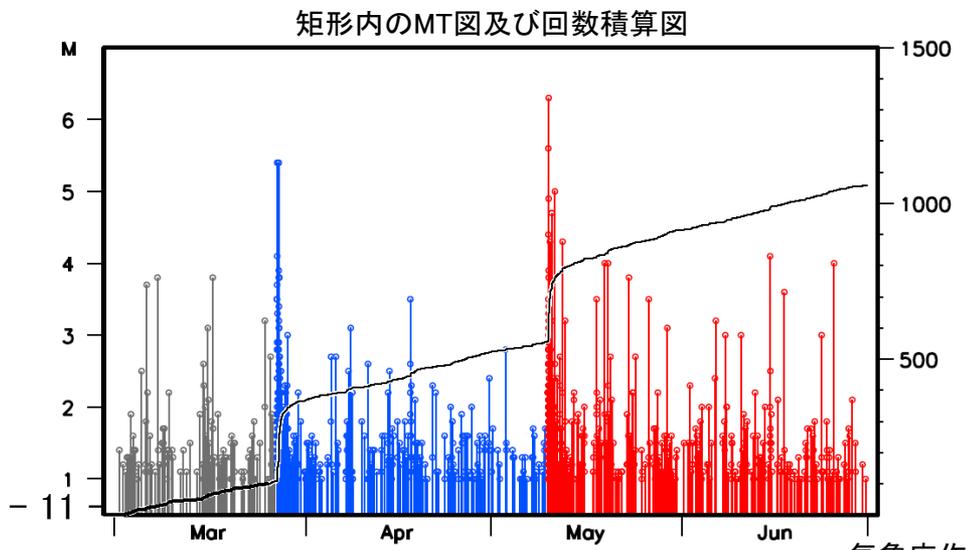
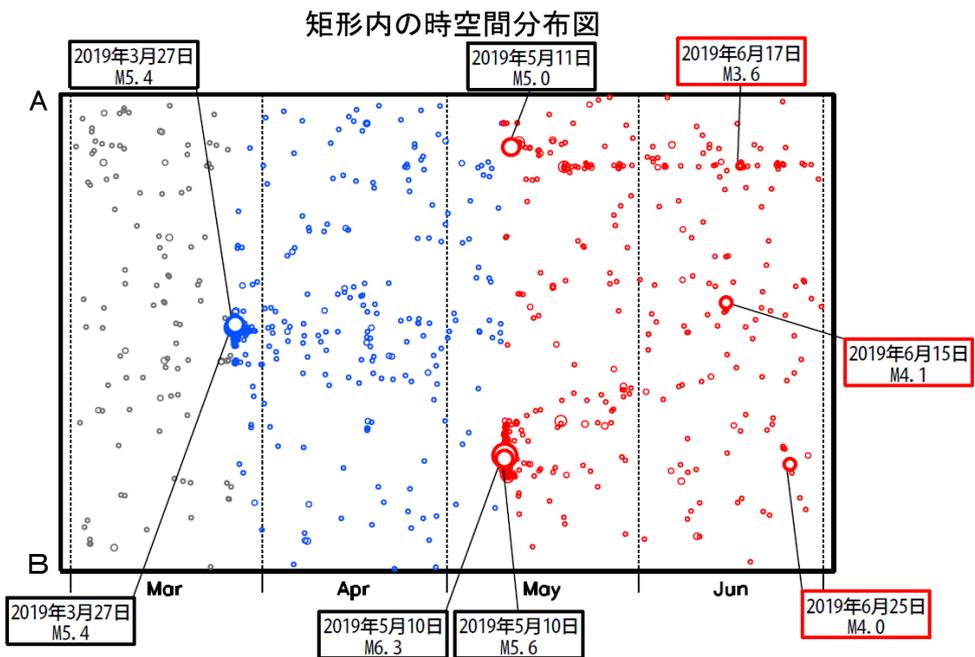
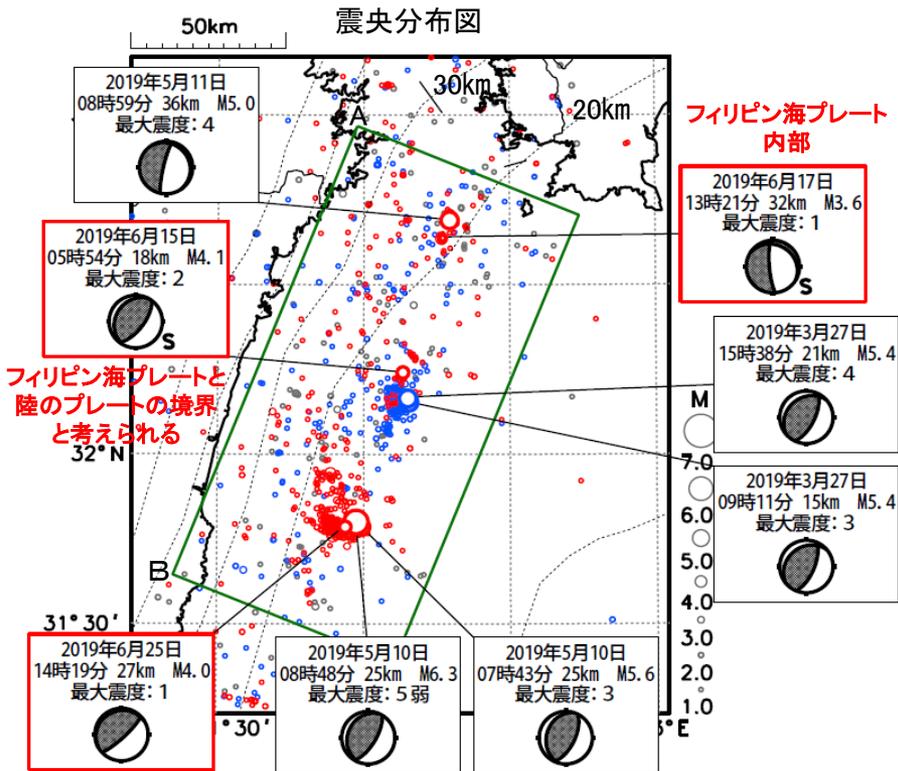
領域b内のM-T図及び回数積算図



2019年3月以降の日向灘の活動

2019年3月1日～6月30日、 $M \geq 1.0$ 、深さ0～100km

灰: 2019年3月1日～3月26日、青: 3月27日～5月9日、赤: 5月10日～6月30日



※M5.0以上の地震、6月に発生したM3.5以上の地震に吹き出しを付加している。6月の地震の吹き出しを赤で表示している。

※震央分布図中の点線は、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。

2019年3月以降の日向灘の活動～活動域ごとの活動経過～

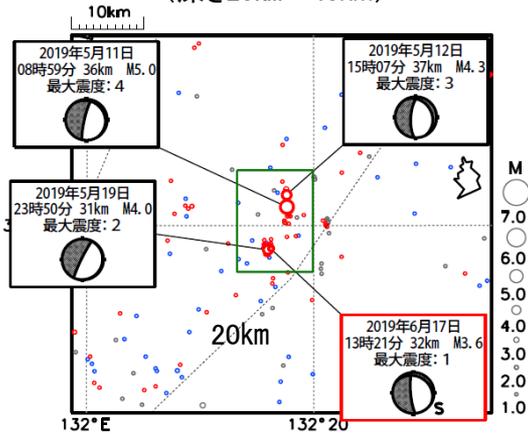
2019年3月1日～6月30日、 $M \geq 1.0$

灰: 2019年3月1日～3月26日、青: 3月27日～5月9日、赤: 5月10日～6月30日

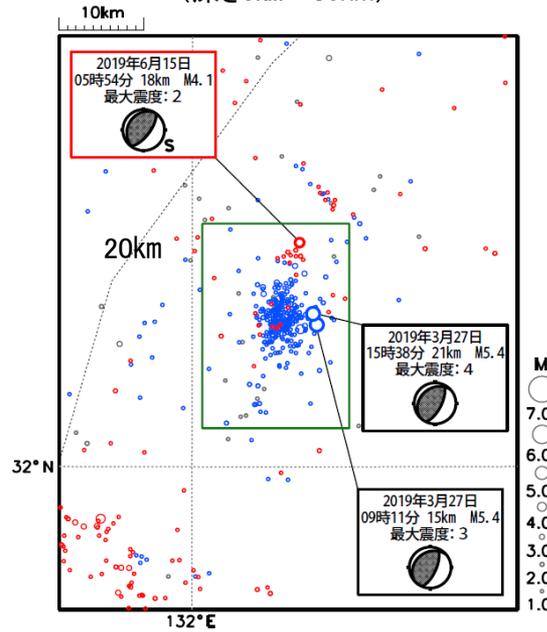
上段: 震央分布図

下段: 各震央分布図の矩形内のMT図及び回数積算図

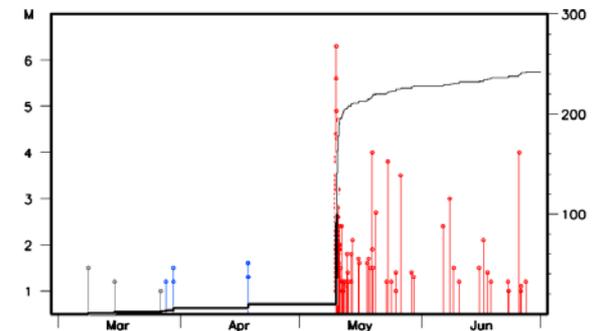
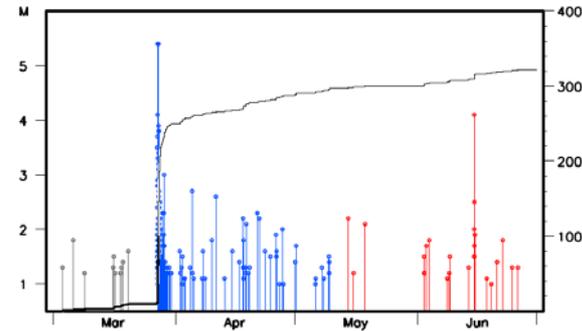
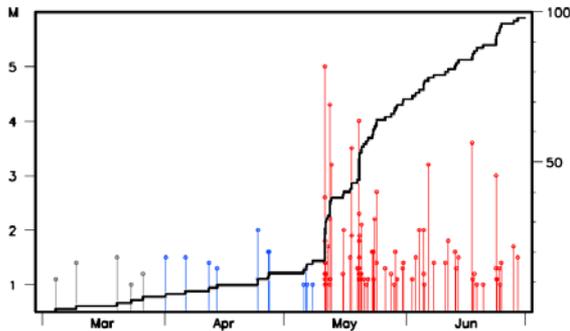
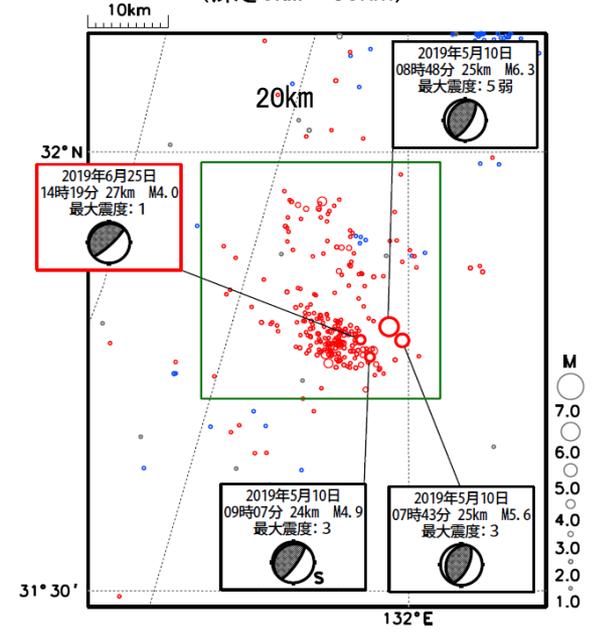
5月11日 (M5.0) の地震の活動域
(深さ20km～40km)



3月27日 (M5.4) の地震の活動域
(深さ0km～30km)



5月10日 (M6.3) の地震の活動域
(深さ0km～30km)

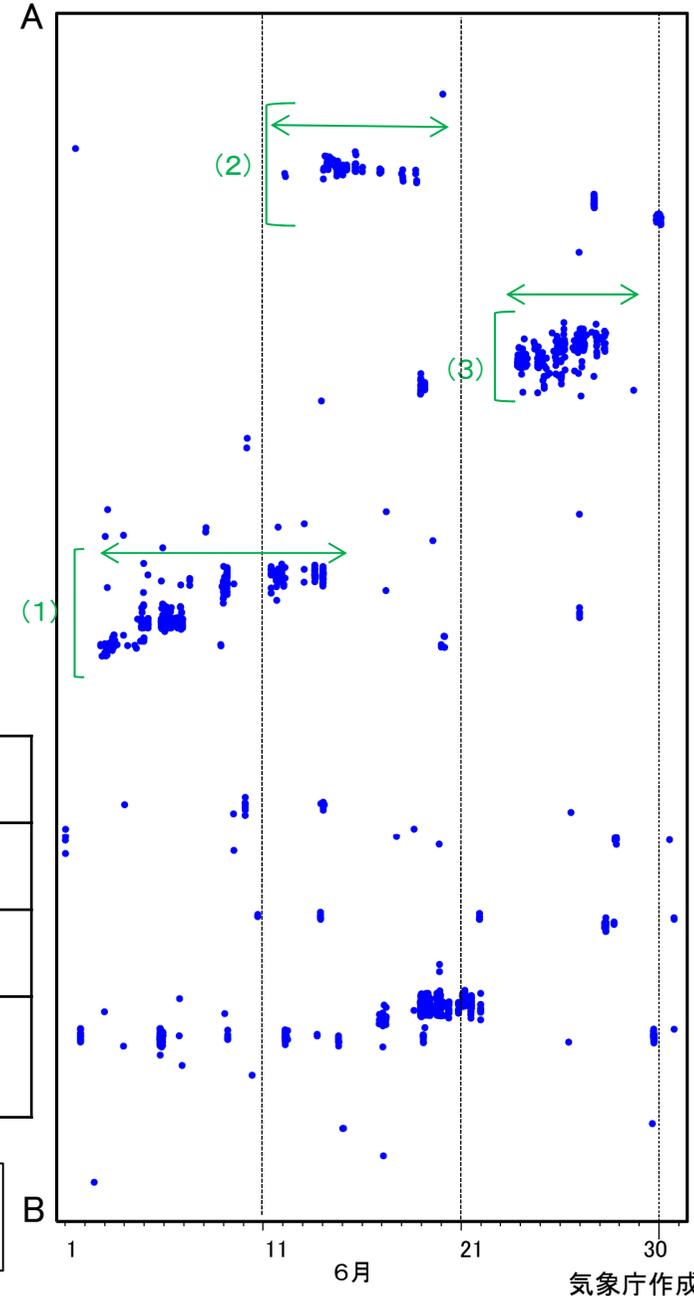
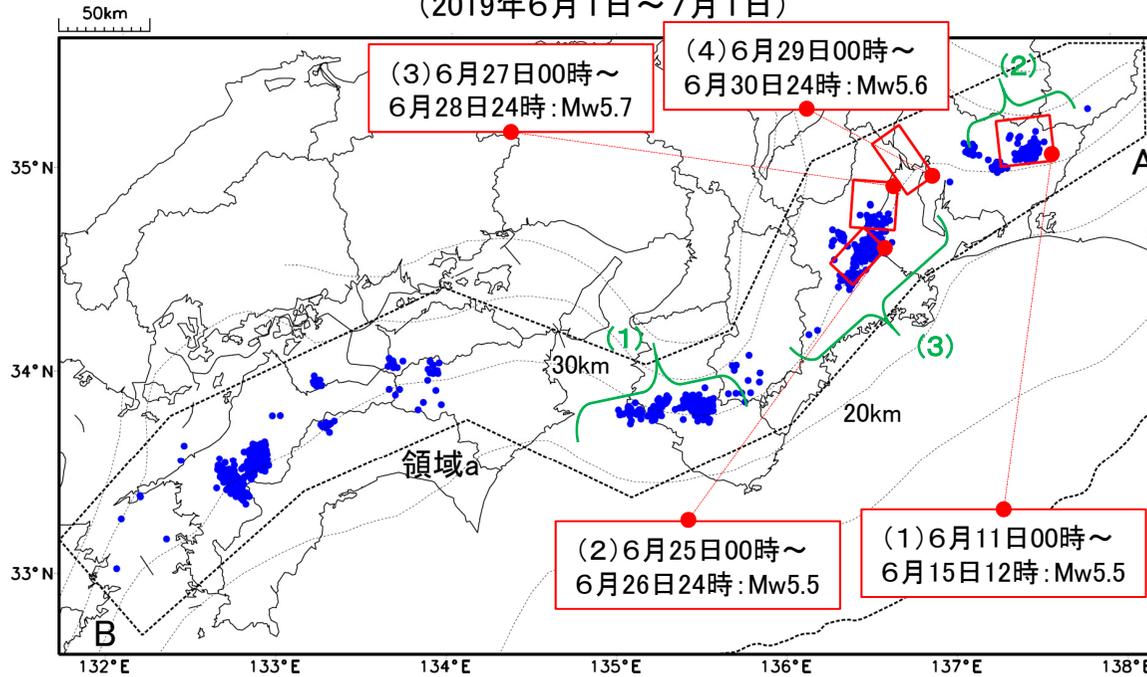


※震央分布図中の点線は、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)によるフィリピン海プレート上面の深さを示す。

深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべりの全体概要

深部低周波地震(微動)の震央分布図と短期的ゆっくりすべりの断層モデル
(2019年6月1日～7月1日)

領域a(点線矩形)内の深部低周波地震(微動)の時空間分布図(A-B投影)



主な深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

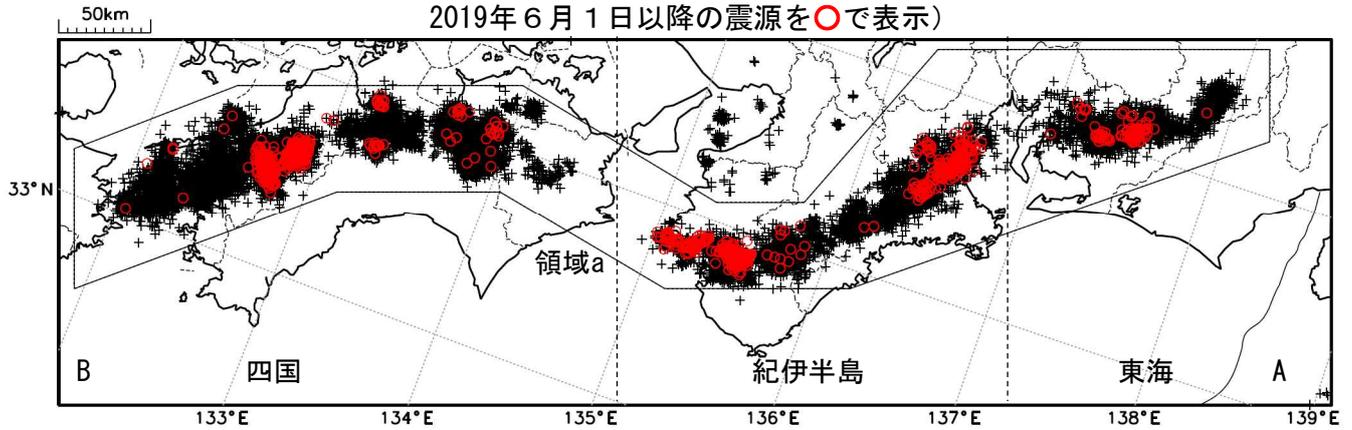
活動場所		深部低周波地震(微動)活動の活動の期間	短期的ゆっくりすべりの期間と規模
(1)	紀伊半島西部	6月2日～6月9日、 6月11日～6月14日	(精度良く解析できない)
(2)	東海	6月12日、 6月14日～18日	(1)6月11日00時～6月15日12時: Mw5.5
(3)	紀伊半島北部	6月23日～6月29日	(2)6月25日00時～6月26日24時: Mw5.5 (3)6月27日00時～6月28日24時: Mw5.7 (4)6月29日00時～6月30日24時: Mw5.6

●: 深部低周波地震(微動)の震央(気象庁の解析結果を示す)
 □: 短期的ゆっくりすべりの断層モデル(気象庁の解析結果を示す)
 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(10kmごとの等深線)を示す。

深部低周波地震（微動）活動（2009年7月1日～2019年6月30日）

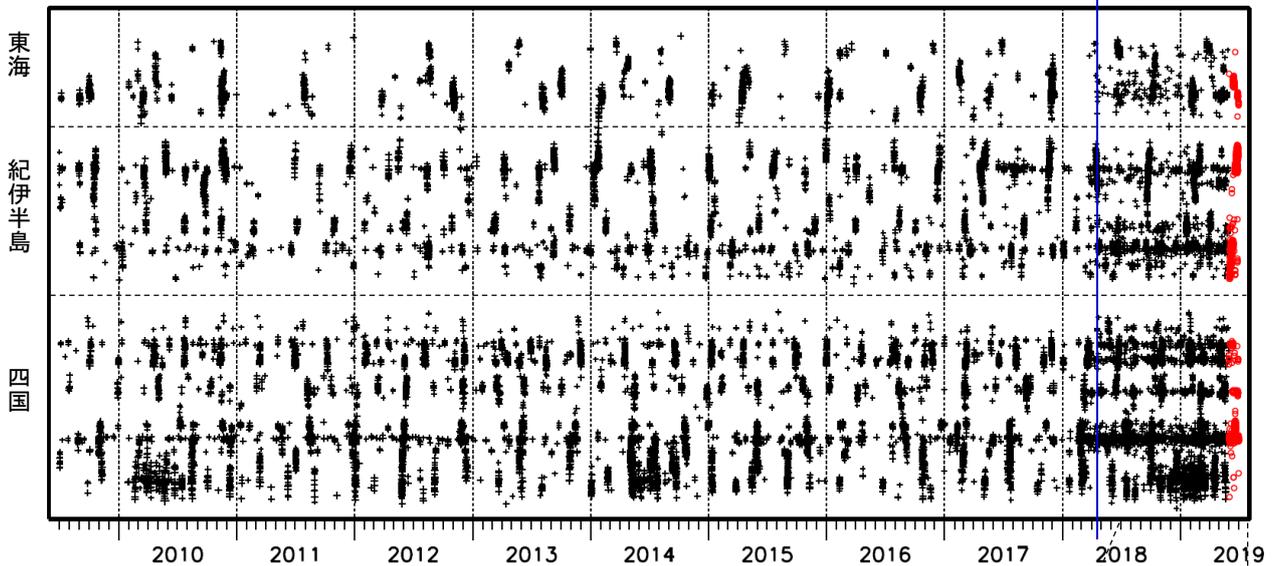
深部低周波地震（微動）は、「短期的ゆっくりすべり」に密接に関連する現象とみられており、プレート境界の状態の変化を監視するために、その活動を監視している。

震央分布図（2009年7月1日～2019年6月30日：過去10年間
2019年6月1日以降の震源を○で表示）

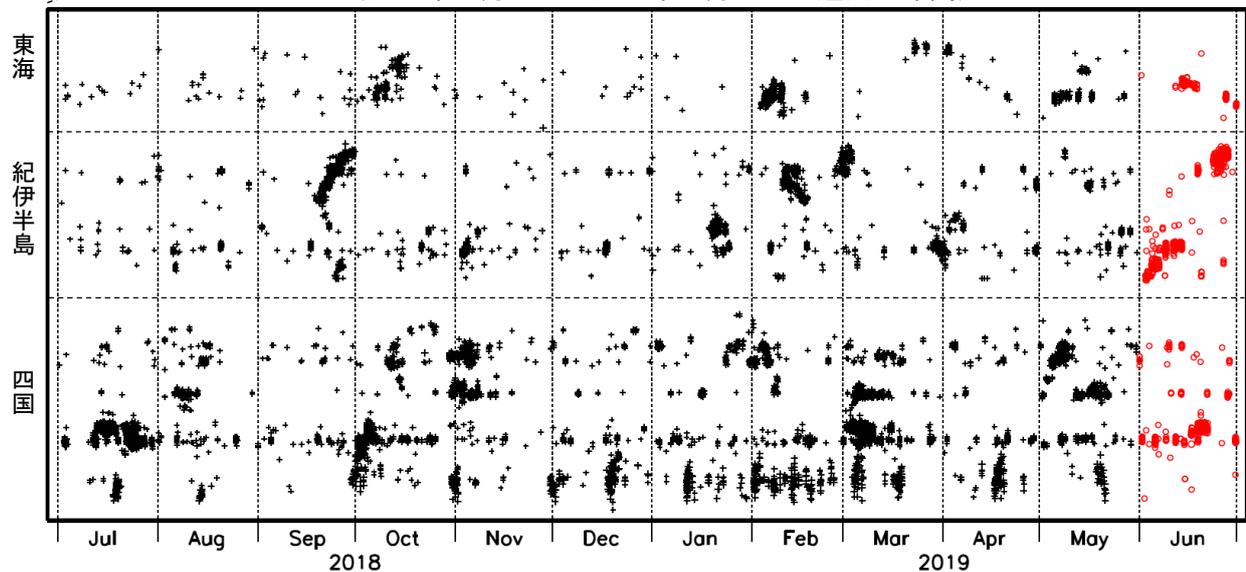


上図領域a内の時空間分布図（A-B投影）

※2018年3月22日



（2018年7月1日～2019年6月30日：過去1年間）

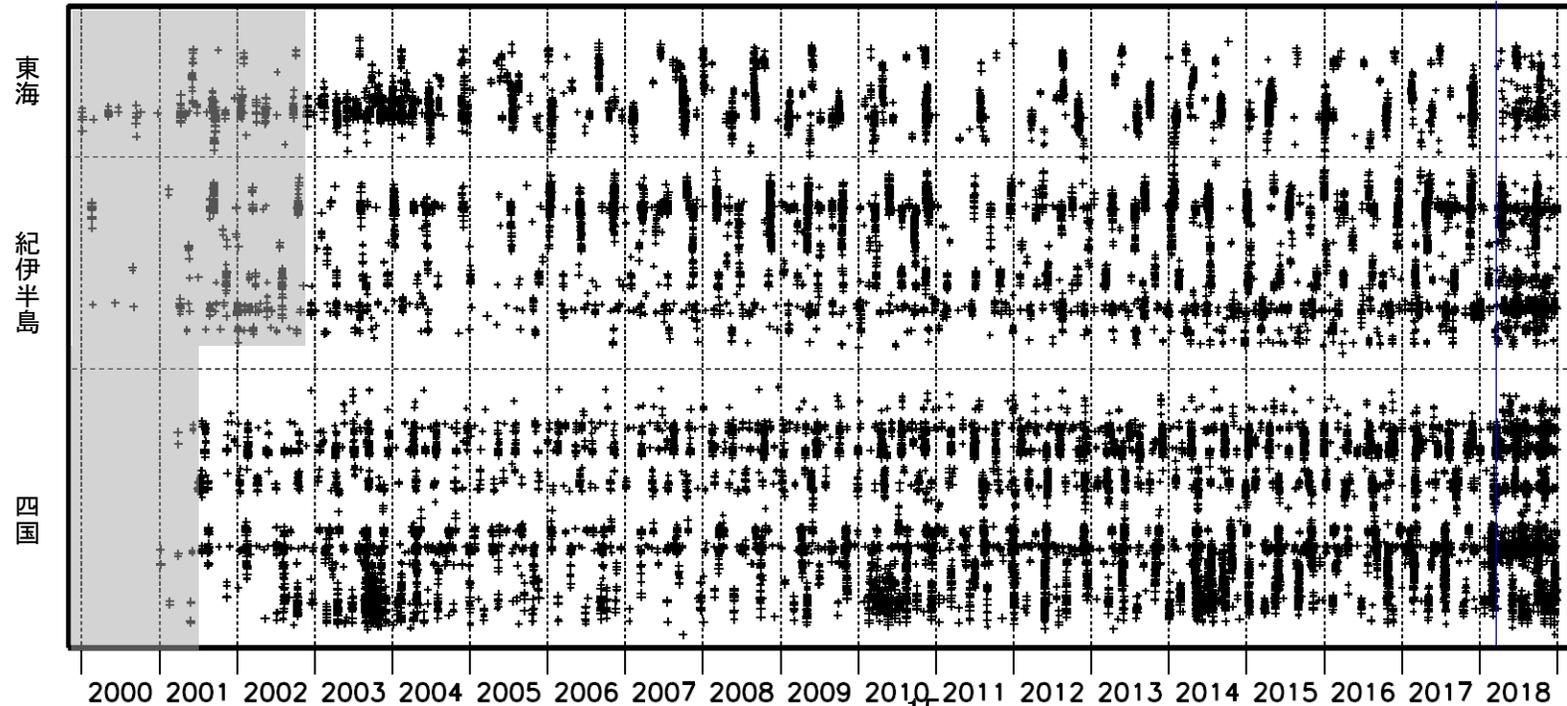
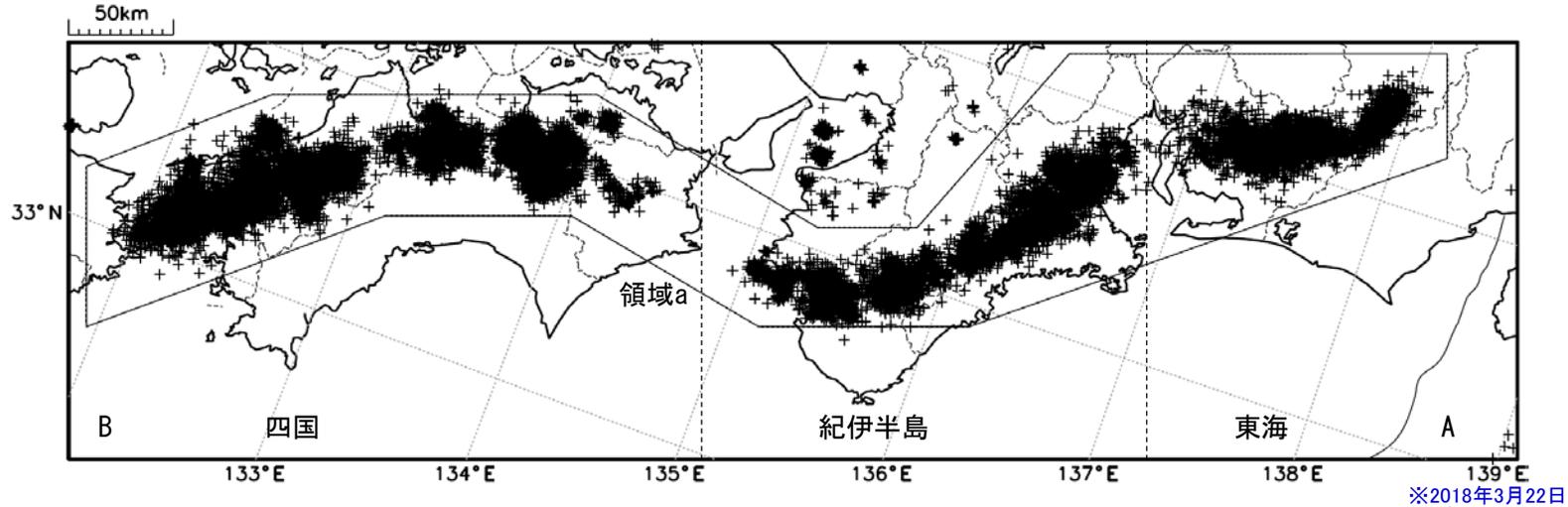


※2018年3月22日から、深部低周波地震（微動）の処理方法の変更（Matched Filter法の導入）により、それ以前と比較して検知能力が変わっている。

気象庁作成

深部低周波地震（微動）活動（2000年1月1日～2018年12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。



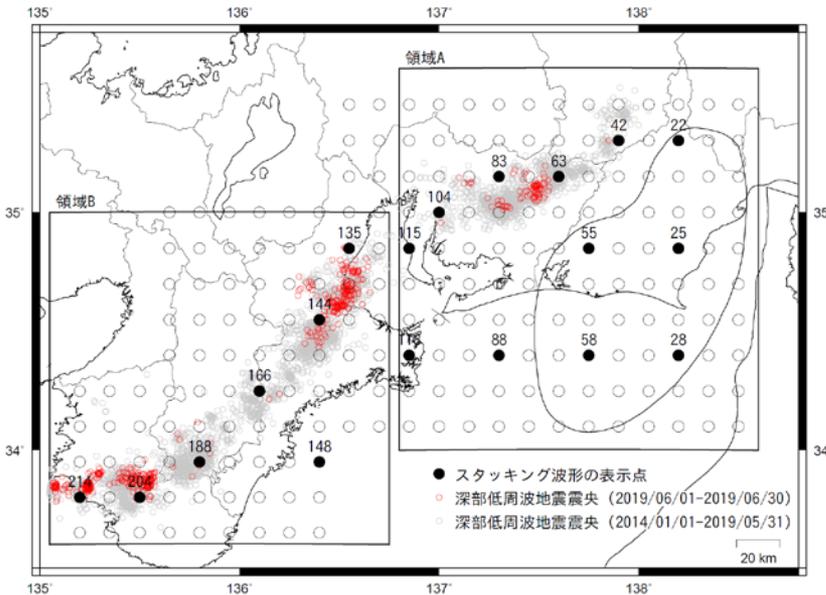
※2018年3月22日から、深部低周波地震（微動）の処理方法の変更（Matched Filter法の導入）により、それ以前と比較して検知能力が変わっている。

※時空間分布图中、灰色の期間は、それ以降と比較して十分な検知能力がなかったことを示す。

スタッキング波形によるプレート境界のすべりの監視

下図に示した監視点のスタッキングデータにおいて今期間に以下の点で短期的ゆっくりすべりによる有意な変化を検出した。

- 214番等, 6月4日~6日 Mw5.3
- 63番等, 6月14日~15日 Mw5.0
- 144番等, 6月26日~27日 Mw5.6
- 135番等, 6月28日~30日 Mw5.6



スタッキング波形は、上図の各監視点について、宮岡・横田(2012)の手法により、気象庁、静岡県、国立研究開発法人産業技術総合研究所のひずみ計データを基に作成している。

48時間階差のスタッキングデータのS/N比と、元データの観測値と理論値の一致度から有意な変化を検出し、規模を推定している。

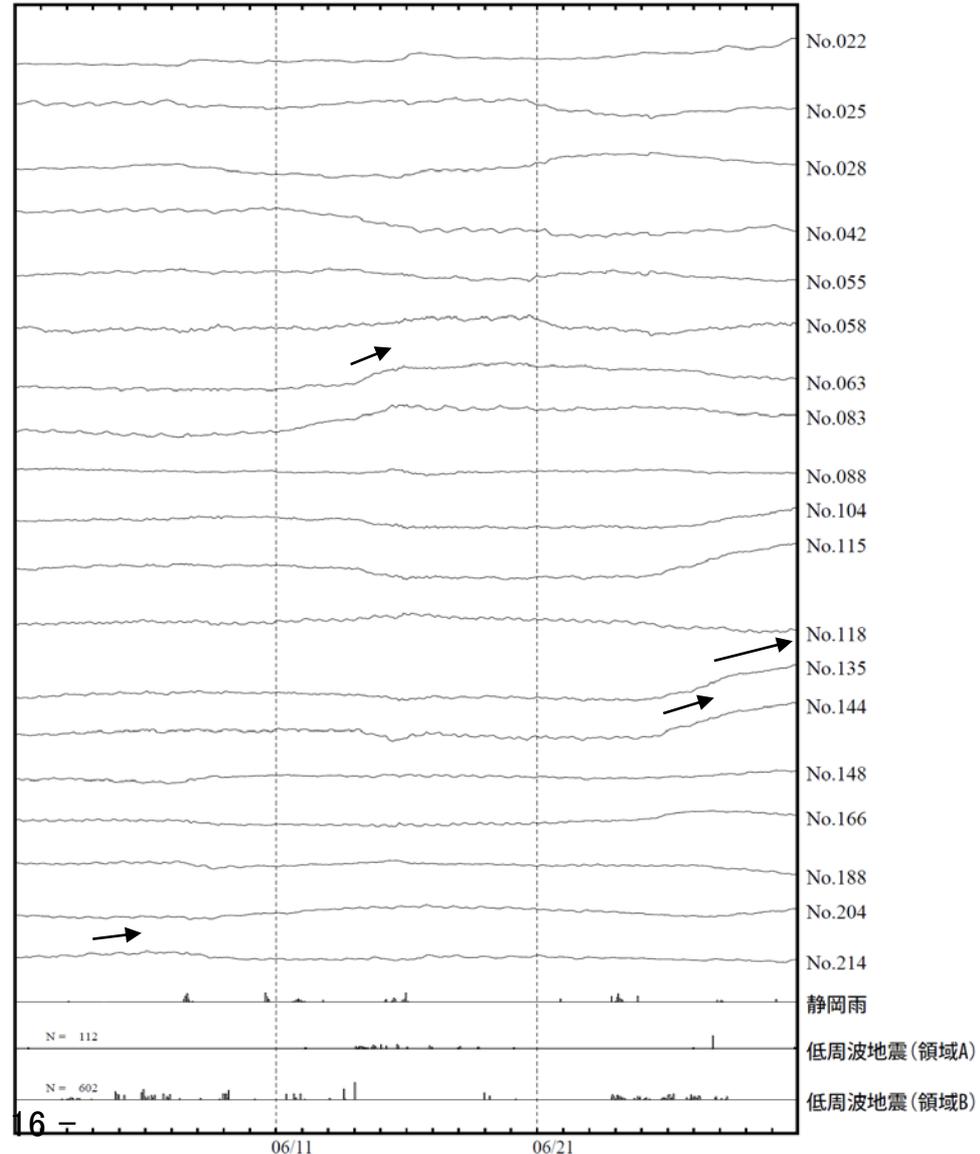
(参考)

- ・宮岡一樹・横田崇(2012):地殻変動検出のためのスタッキング手法の開発,地震,2,65,205-218.
- ・露木貴裕・他(2017):新しい地震活動等総合監視システム(EPOS)における地殻変動監視手法の改善, 験震時報,81,5.

スタッキング波形

表示期間: 2019/06/01.00:00 - 2019/06/30.23:00

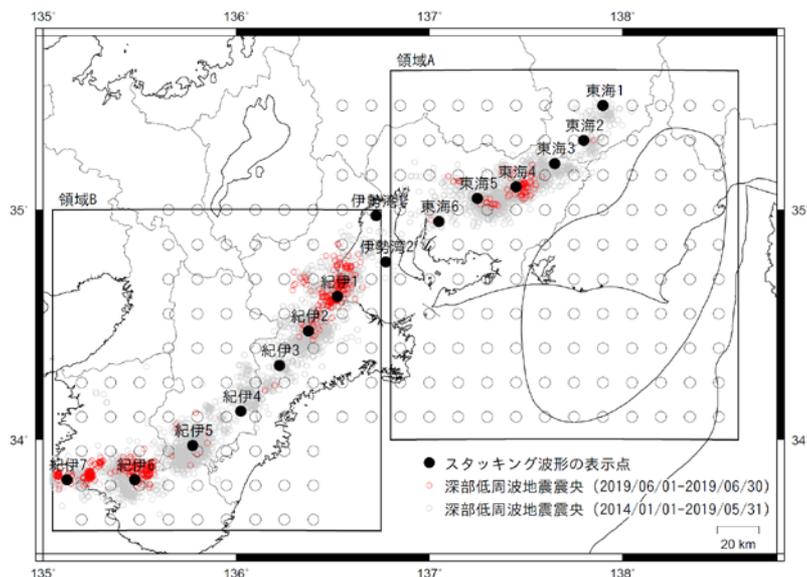
↑ 200 nstrain
50 mm/hour
50 回/hour



スタッキング波形による短期的ゆっくりすべりの監視

下図に示した監視点のスタッキングデータにおいて、今期間に以下の点で短期的ゆっくりすべりによる有意な変化を検出した。

- 紀伊7, 6月4日～ 6日 Mw5.4
- 東海4, 6月14日～ 15日 Mw5.2
- 紀伊1, 6月27日～ 28日 Mw5.6
- 伊勢湾1, 6月28日 Mw5.5
- 紀伊2, 6月28日 Mw5.6



スタッキング波形は、上図の各監視点について、宮岡・横田(2012)の手法により、気象庁、静岡県、国立研究開発法人産業技術総合研究所のひずみ計データを基に作成している。

48時間階差のスタッキングデータのS/N比と、元データの観測値と理論値の一致度から有意な変化を検出し、規模を推定している。

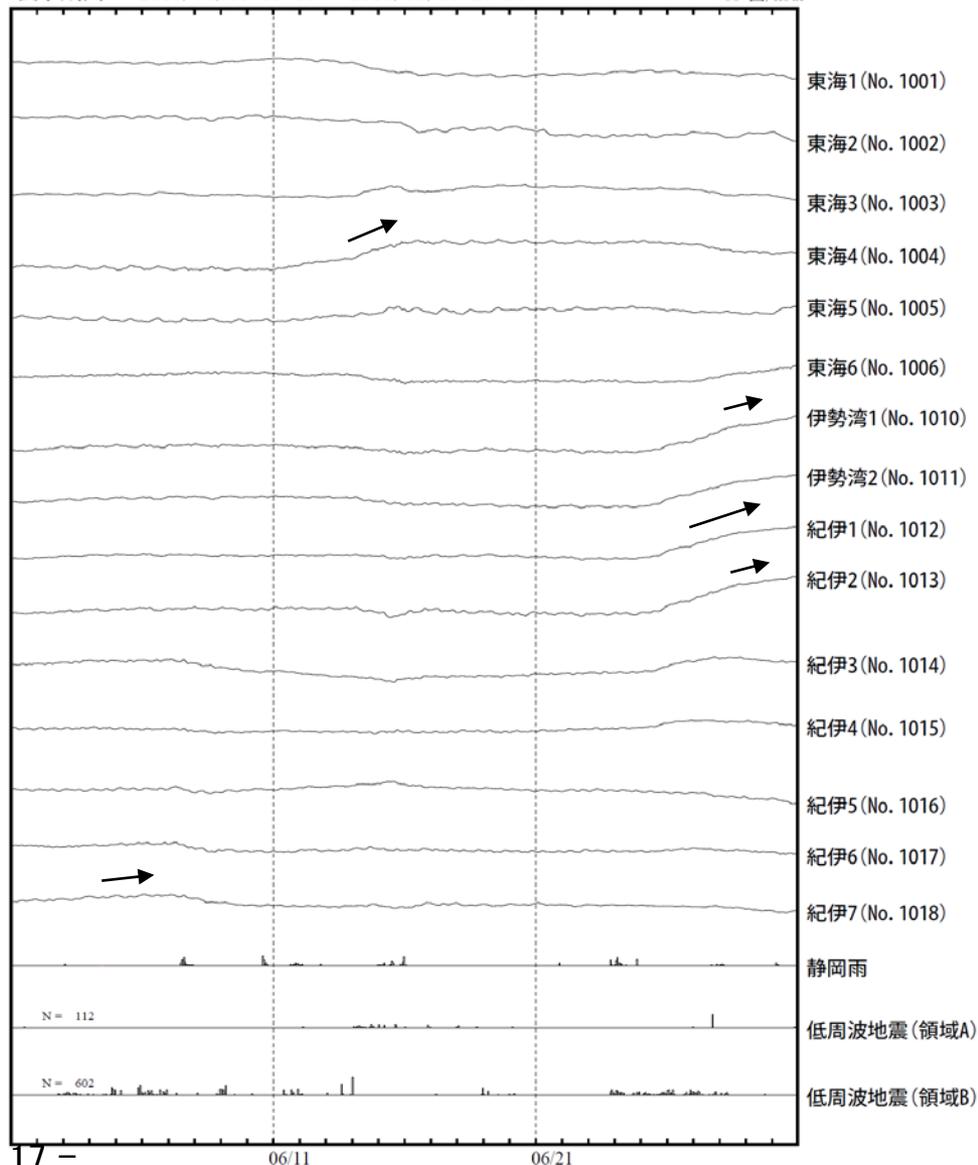
(参考)

- ・宮岡一樹・横田崇(2012):地殻変動検出のためのスタッキング手法の開発,地震,2,65,205-218.
- ・露木貴裕・他(2017):新しい地震活動等総合監視システム(EPOS)における地殻変動監視手法の改善, 験震時報,81,5.

スタッキング波形

表示期間: 2019/06/01.00:00 - 2019/06/30.23:00

↑ 200 nstrain
50 mm/hour
50 回/hour



東海から紀伊半島北部の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

(A) 6月2日から9日及び11日から14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。周辺に設置されているひずみ計で、深部低周波地震(微動)に関連すると思われるわずかな地殻変動が観測された。

(B) 6月12日及び14日から18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。

(C) 6月23日から29日にかけて、紀伊半島北部で深部低周波地震(微動)を観測した。深部低周波地震(微動)の活動域は、次第に北東へ移動した。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。

なお、対応する深部低周波地震(微動)活動は観測されていないが、6月29日以降も、三重県、愛知県に設置されている複数のひずみ計に変化が現れている。

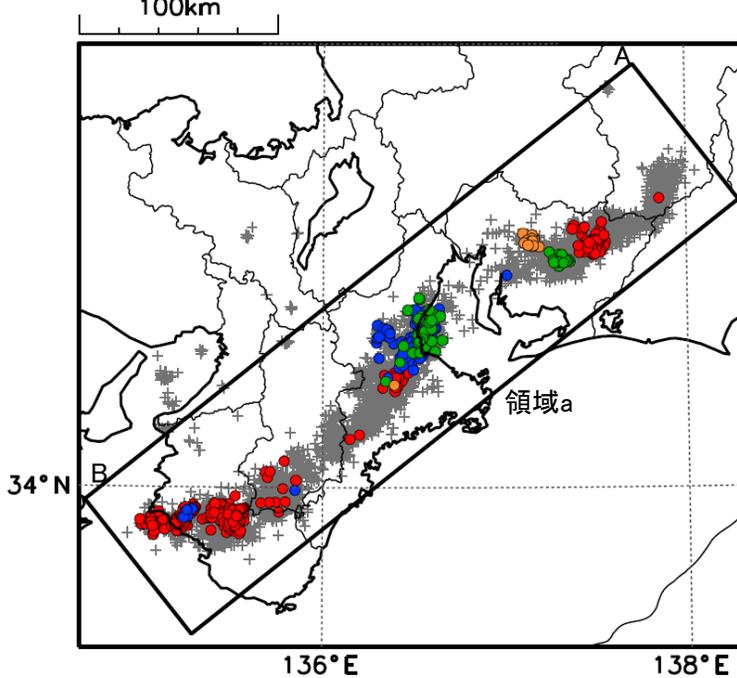
深部低周波地震(微動)活動

震央分布図

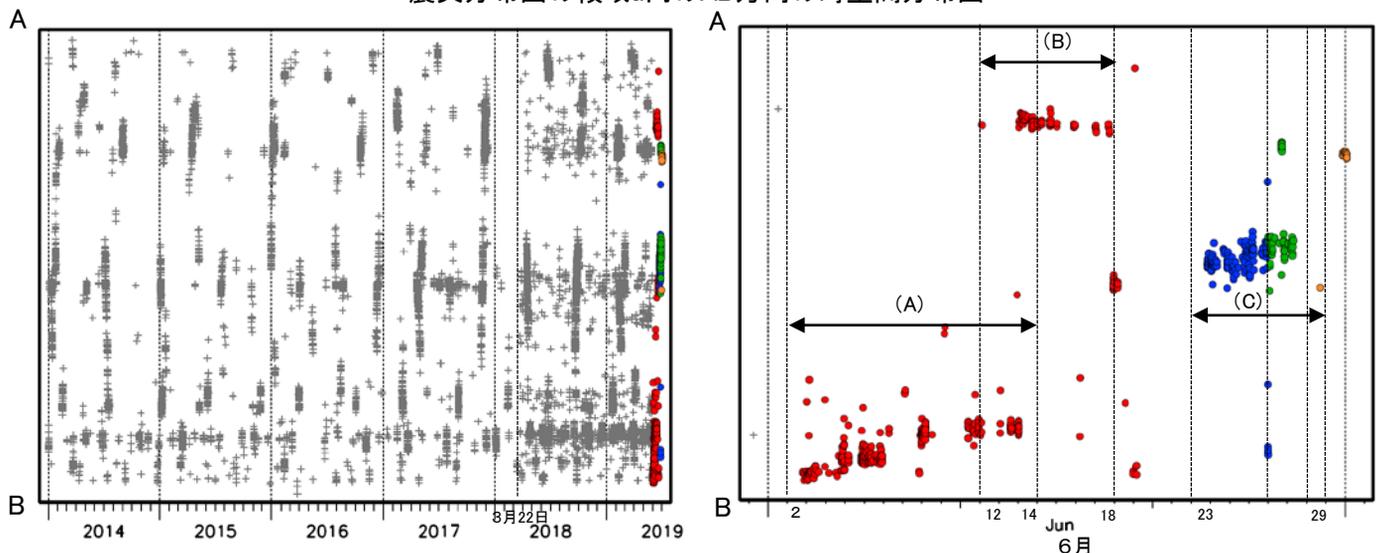
(2014年1月1日～2019年7月1日、深さ0～60km、Mすべて)

灰: 2014年1月1日～2019年6月22日、

赤: 2019年6月1日～6月22日、青: 6月23日～26日、緑: 6月27日～28日、橙: 6月29日～



震央分布図の領域a内のAB方向の時空間分布図

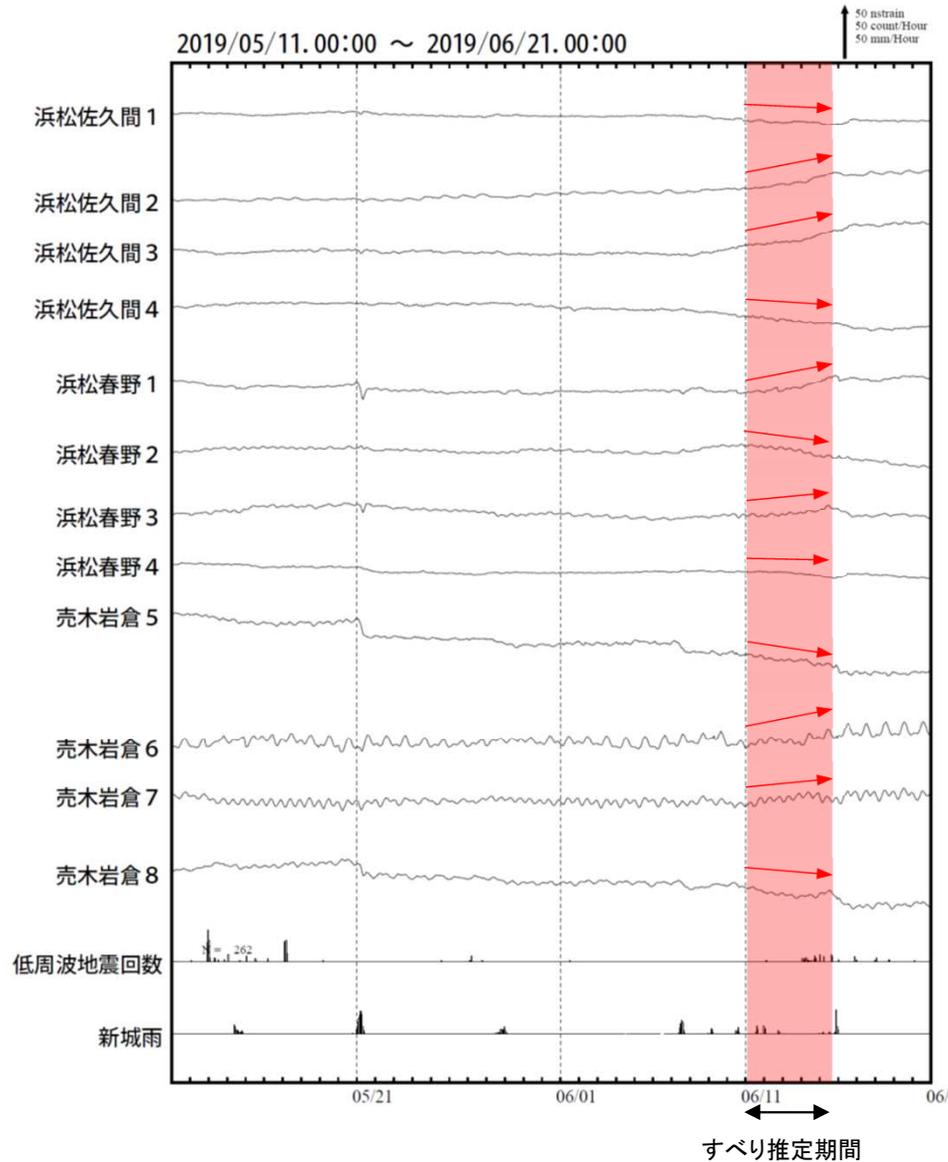


※2018年3月22日から、深部低周波地震(微動)の処理方法の変更(Matched Filter法の導入)により、それ以前と比較して検知能力が変わっている。

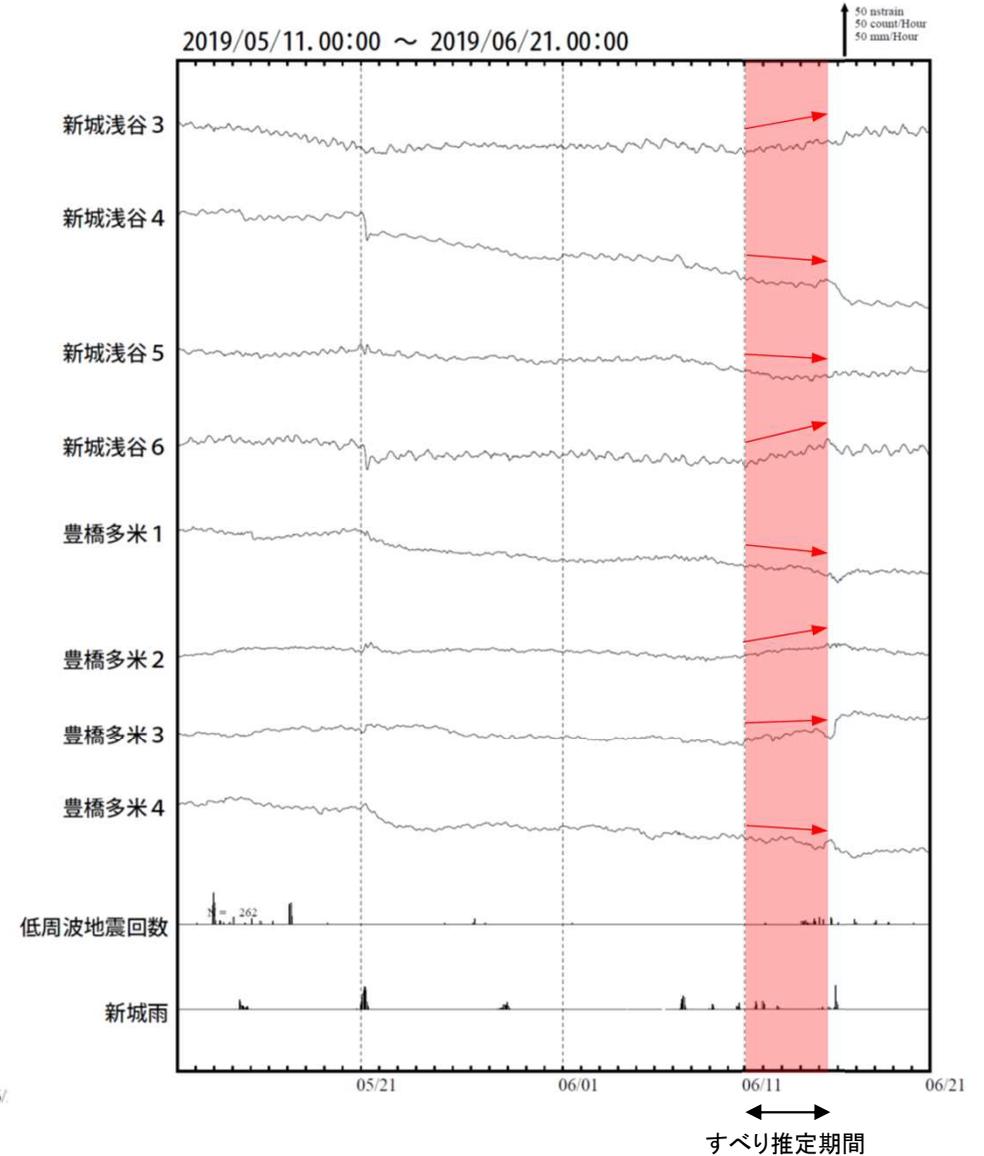
※2019年7月1日以降の震源要素は、今後の精査で変更する場合がある。

東海で発生した短期的ゆっくりすべり(6月11日～15日)

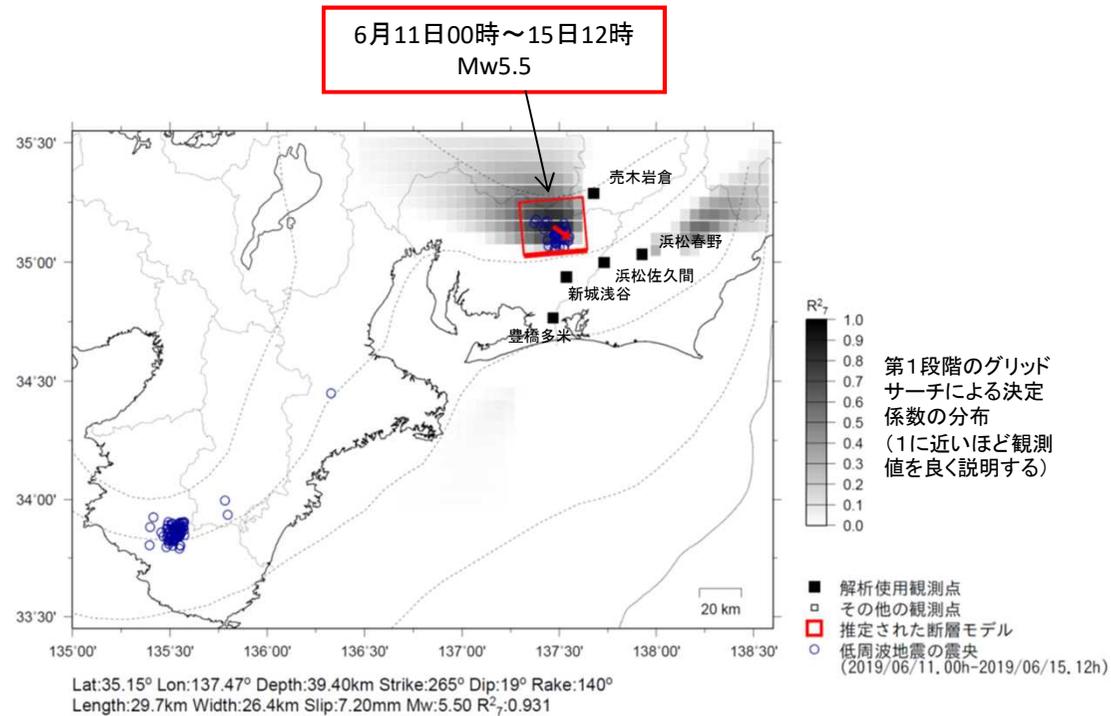
愛知県から静岡県で観測されたひずみ変化



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。



東海で発生した短期的ゆっくりすべり(6月11日～15日)



観測されたひずみ変化量を基にすべり推定を行ったところ、低周波地震とほぼ同じ場所にすべり域が求まった。

断層モデルの推定は、産総研の解析方法(板場ほか, 2012)を参考に以下の2段階で行う。

- ・断層サイズを20km×20kmに固定し、位置を0.05度単位でグリッドサーチにより推定する。
- ・その位置を中心にして、他の断層パラメータの最適解を求める。