

8-3 南海トラフ周辺の地殻活動 (2019年5月～10月) Crustal Activity around the Nankai Trough (May - October 2019)

気象庁
Japan Meteorological Agency

1. 南海トラフ周辺の地殻活動 (第1図, 第2図)

2019年5月～10月の南海トラフ沿いとその周辺地域の震央分布図を第1図に、東海地域から豊後水道にかけての深部低周波地震の震央分布図を第2図に示す。また、主な地震の発震機構解を第3図に示す。詳細は、地震・火山月報(防災編)を参照^{1)~6)}。

【南海トラフ周辺】

今期間、M5.0以上の地震は以下のとおりであった。

- ・2019年5月10日07時43分21秒 日向灘(フィリピン海プレートと陸のプレートの境界の地震) M5.6
- ・2019年5月10日08時48分41秒 日向灘(フィリピン海プレートと陸のプレートの境界の地震) M6.3
- ・2019年5月11日08時59分40秒 日向灘(フィリピン海プレート内部の地震) M5.0

以下の期間でまとまった深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべりが観測された。

- ・2019年5月1日から5月12日まで、四国中部から東部(第4図(a),(b))。周辺の複数のひずみ計で変化あり。
- ・2019年5月5日から5月10日まで、東海(第5図(a),(b))。周辺の複数のひずみ計で変化あり。
- ・2019年5月11日から5月23日まで、四国中部(第4図(a),第6図)。周辺の複数のひずみ計で変化あり。
- ・2019年5月11日から5月21日まで、四国西部(第4図(a),第7図)。周辺の複数のひずみ計で変化あり。
- ・2019年6月2日から6月9日及び6月11日から6月14日まで、紀伊半島西部(第8図(a),(b))。周辺の複数のひずみ計で変化あり。
- ・2019年6月12日及び6月14日から6月18日まで、東海(第8図(a),第9図)。周辺の複数のひずみ計で変化あり。
- ・2019年6月23日から7月1日まで、紀伊半島北部から東海(第10図(a),(b))。周辺の複数のひずみ計で変化あり。
- ・2019年7月21日から7月27日まで、紀伊半島北部(第11図(a),(b))。周辺の複数のひずみ計で変化あり。
- ・2019年8月1日から8月20日まで、四国西部から中部(第12図(a),(b))。周辺の複数のひずみ計で変化あり。
- ・2019年8月1日から8月8日まで、東海(第13図(a),(b))。周辺の複数のひずみ計で変化あり。
- ・2019年8月3日から8月7日まで、紀伊半島中部(第14図(a),(b))。周辺の複数のひずみ計で変化あり。

- ・2019年9月5日から9月8日まで、紀伊半島西部（第15図(a),(b)）。周辺の複数のひずみ計で変化あり。
- ・2019年9月12日から9月20日まで、四国東部（第16図(a),(b)）。周辺の複数のひずみ計で変化あり。

また、豊後水道周辺のプレート境界深部における長期的ゆっくりすべりに起因するものと推定される、2018年秋頃からの四国西部のひずみ計データのやや長期的な変化は、2019年6月頃から停滞しているように見える（第17図）。

2. プレート境界とその周辺の地震活動（第18図～第19図）

想定南海トラフ地震は、陸側のプレートと沈み込むフィリピン海プレートの境界で発生する地震である。ここでは、震源の深さと発震機構解の型からプレート境界付近で発生した地震及び発震機構解を抽出し、プレート境界付近の地震活動の推移を示す。

第18図は、Hirose et al. (2008)⁷⁾及びBaba et al. (2002)⁸⁾によるフィリピン海プレート上面の深さから±6kmの地震を抽出し地震活動の推移を見たものである。

第19図は、想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震を抽出したものである。プレート境界で発生したと考えられる地震の他、その震源の深さから考えて明らかに地殻内やスラブ内で発生したと推定される地震も含まれている。

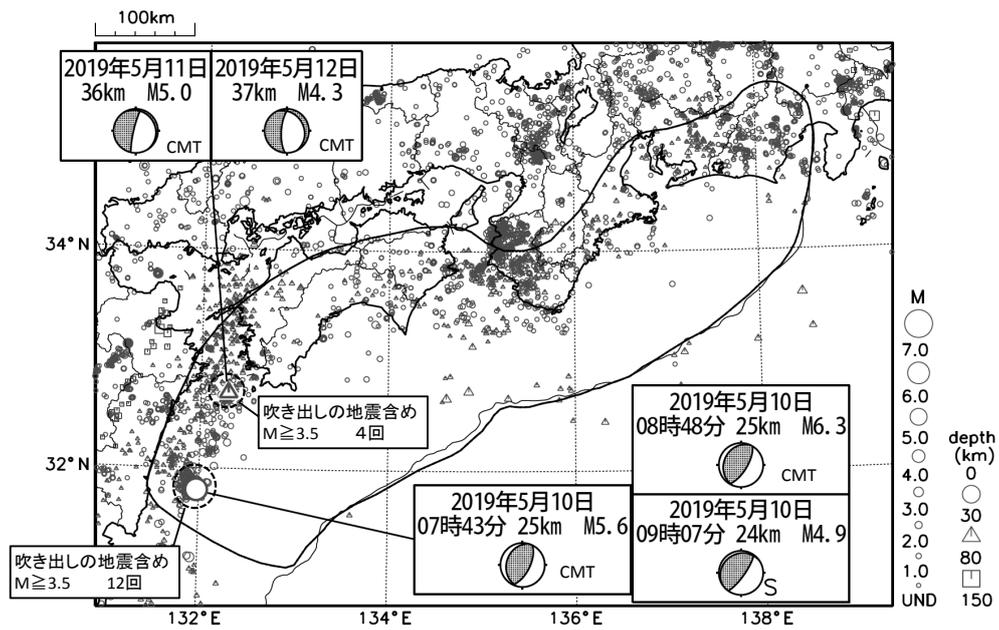
3. 南海トラフ周辺の地震活動の推移（第20図～第21図）

想定南海トラフ地震は、陸側のプレートと沈み込むフィリピン海プレートの境界で発生する地震であるが、南海トラフ周辺では、日向灘を除きプレート境界で発生する地震が少ない。ここでは、南海トラフ周辺を個々の領域に分け、地殻内の地震とフィリピン海プレート内、もしくは浅い地震から深い地震まで全ての深さの地震について地震活動の推移を示す。第20図は、それぞれの領域について直近の地震活動指数を表にまとめたものである。第21図は、それらの地震活動指数の変化を示すグラフである。

参考文献

- 1) 気象庁：南海トラフ周辺の地殻活動，令和元年5月地震・火山月報（防災編），24(2019).
- 2) 気象庁：南海トラフ周辺の地殻活動，令和元年6月地震・火山月報（防災編），18(2019).
- 3) 気象庁：南海トラフ周辺の地殻活動，令和元年7月地震・火山月報（防災編），20(2019).
- 4) 気象庁：南海トラフ周辺の地殻活動，令和元年8月地震・火山月報（防災編），19(2019).
- 5) 気象庁：南海トラフ周辺の地殻活動，令和元年9月地震・火山月報（防災編），12(2019).
- 6) 気象庁：南海トラフ周辺の地殻活動，令和元年10月地震・火山月報（防災編），13(2019).
- 7) Hirose, F., J. Nakajima, and A. Hasegawa : Three-dimensional seismic velocity structure and configuration of the Philippine Sea slab in southwestern Japan estimated by double-difference tomography, *J. Geophys. Res.*, 113, doi:10.1029/2007JB005274 (2008).
- 8) Baba, T., Y. Tanioka, P. R. Cummins, and K. Uhira : The slip distribution of the 1946 Nankai earthquake estimated from tsunami inversion using a new plate model, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 132, 59-73 (2002).

南海トラフ沿いの地震活動 2019年05月

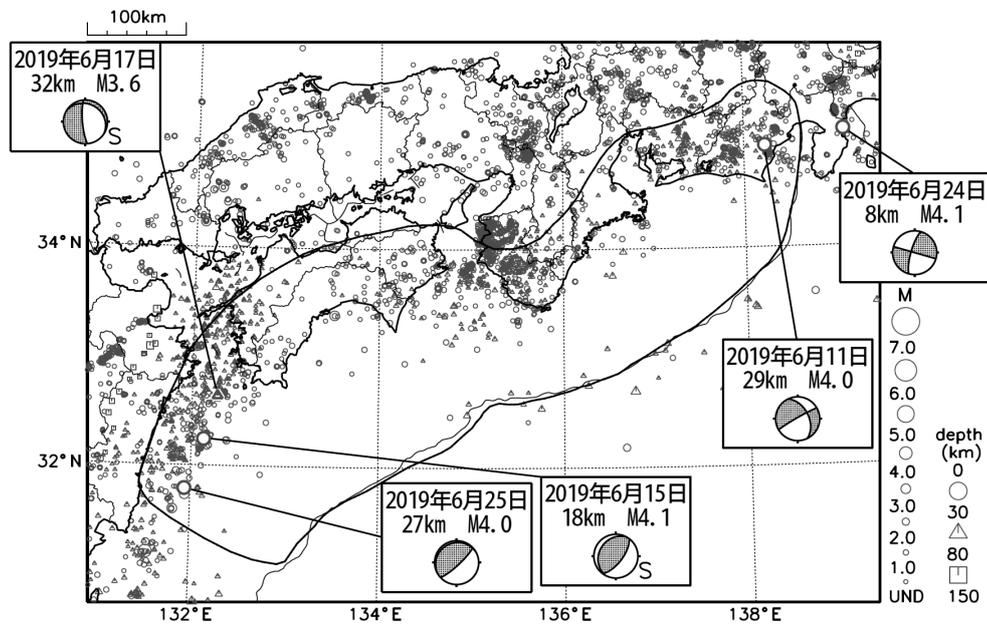


・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

第1図(a) 南海トラフ周辺の月別震央分布 (2019年5月)

Fig. 1(a) Monthly epicenter distribution in and around the Nankai Trough (May 2019).

南海トラフ沿いの地震活動 2019年06月

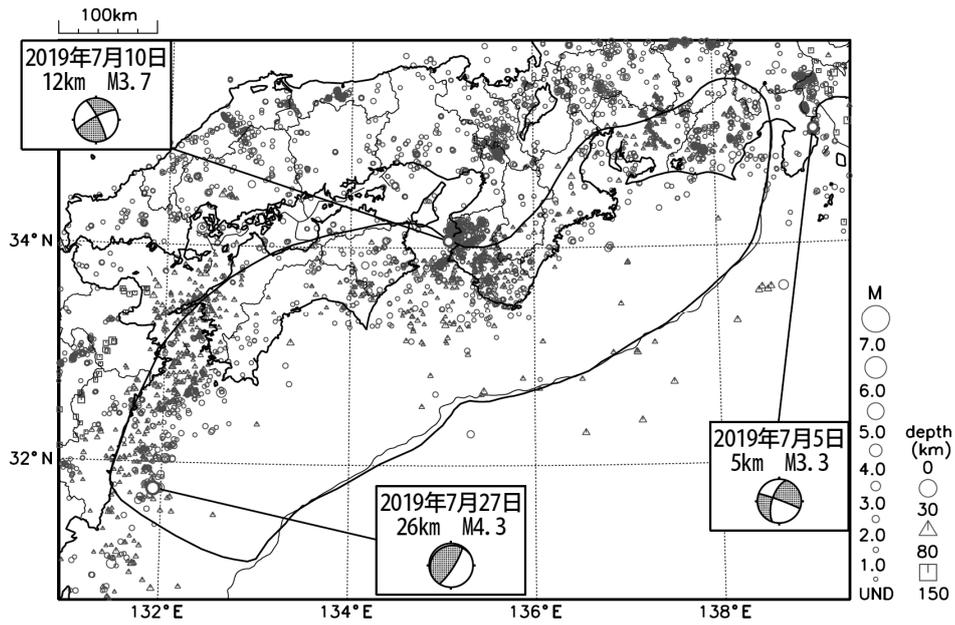


・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

第1図(b) つづき (2019年6月)

Fig. 1(b) Monthly epicenter distribution in and around the Nankai Trough (June 2019).

南海トラフ沿いの地震活動 2019年07月

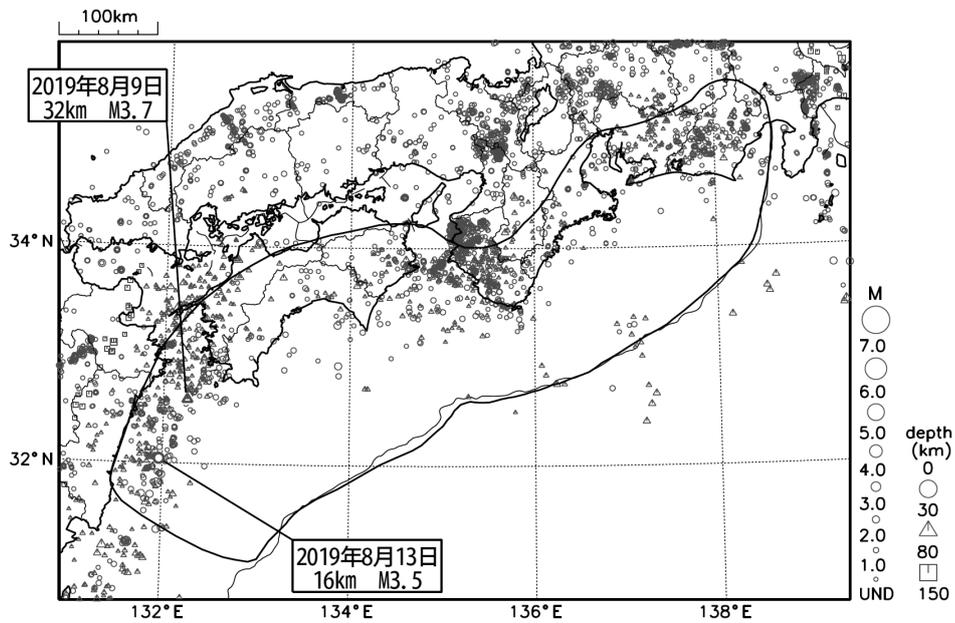


・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

第1図(c) つづき (2019年7月)

Fig. 1(c) Monthly epicenter distribution in and around the Nankai Trough (July 2019).

南海トラフ沿いの地震活動 2019年08月

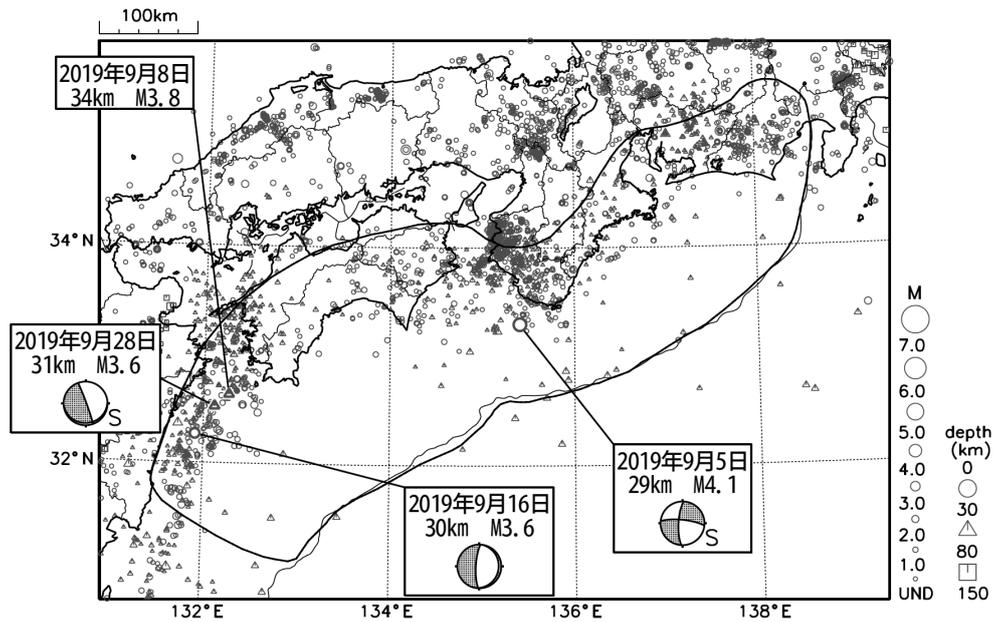


・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

第1図(d) つづき (2019年8月)

Fig. 1(d) Monthly epicenter distribution in and around the Nankai Trough (August 2019).

南海トラフ沿いの地震活動 2019年09月

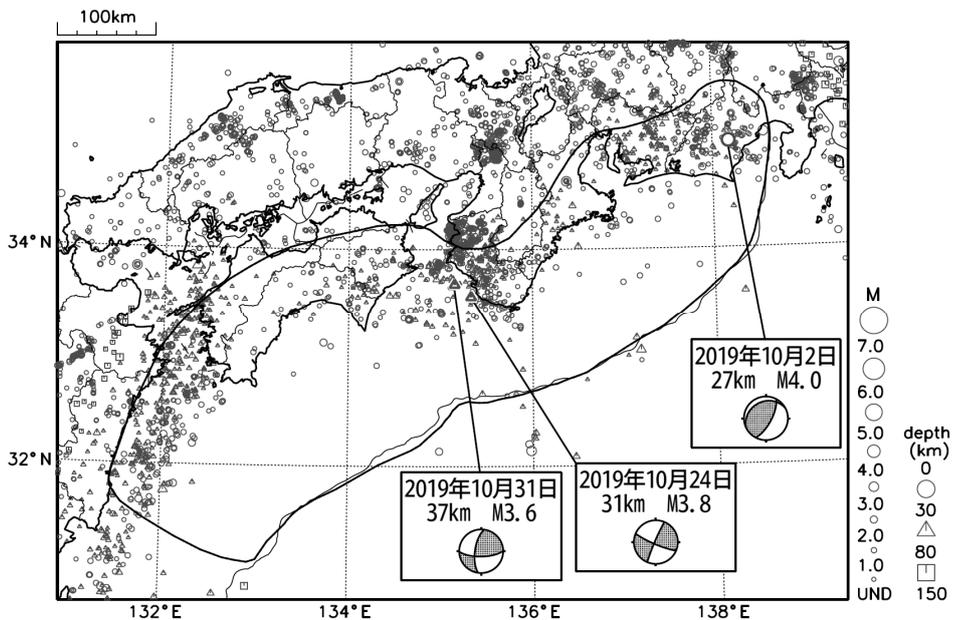


・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

第1図(e) つづき (2019年9月)

Fig. 1(d) Monthly epicenter distribution in and around the Nankai Trough (September 2019).

南海トラフ沿いの地震活動 2019年10月

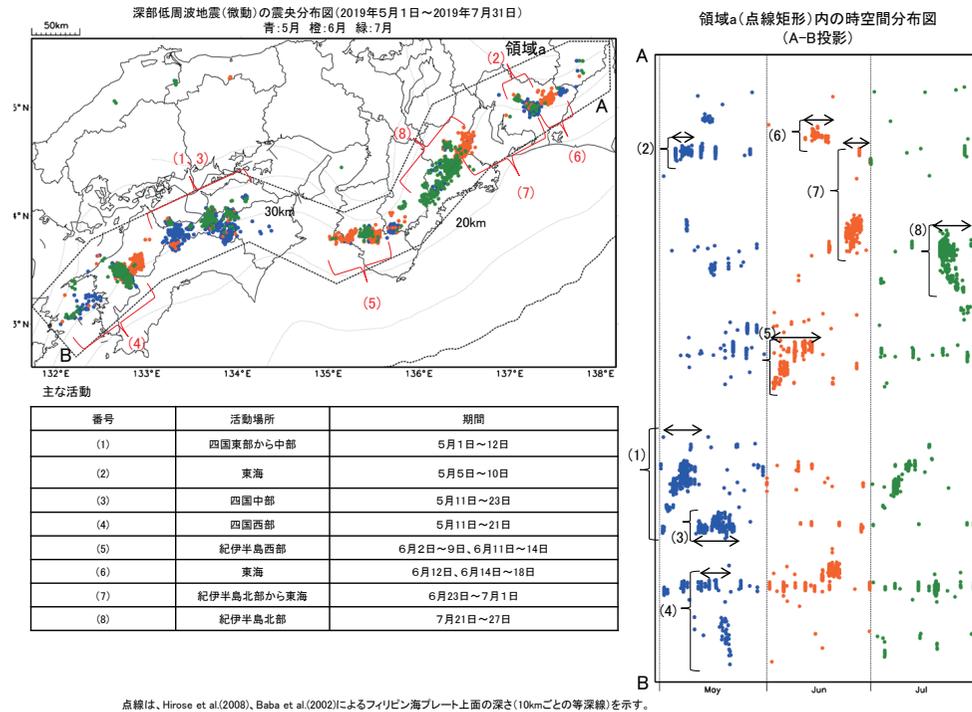


・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

第1図(f) つづき (2019年10月)

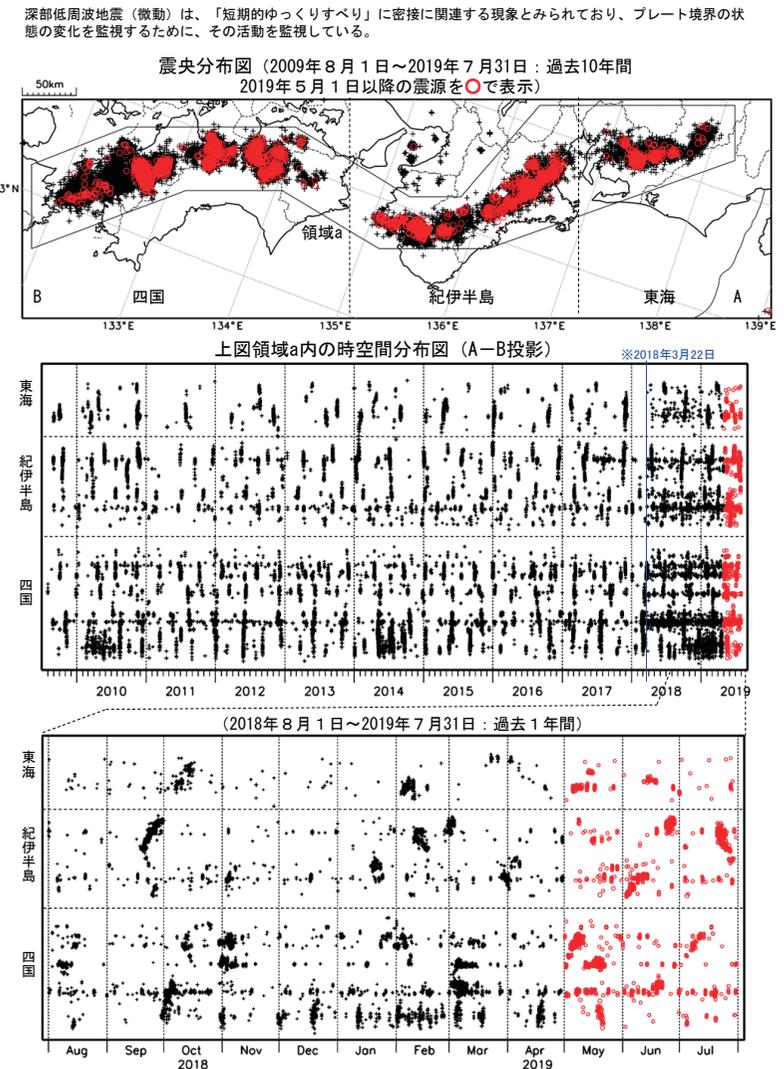
Fig. 1(f) Monthly epicenter distribution in and around the Nankai Trough (October 2019).

深部低周波地震（微動）活動



第2図(a) 東海地域から豊後水道にかけての深部低周波地震活動(2019年5月～7月).
Fig. 2(a) Seismic activity of Low-Frequency Events from the Tokai region to the Bungo Channel (May – July 2019).

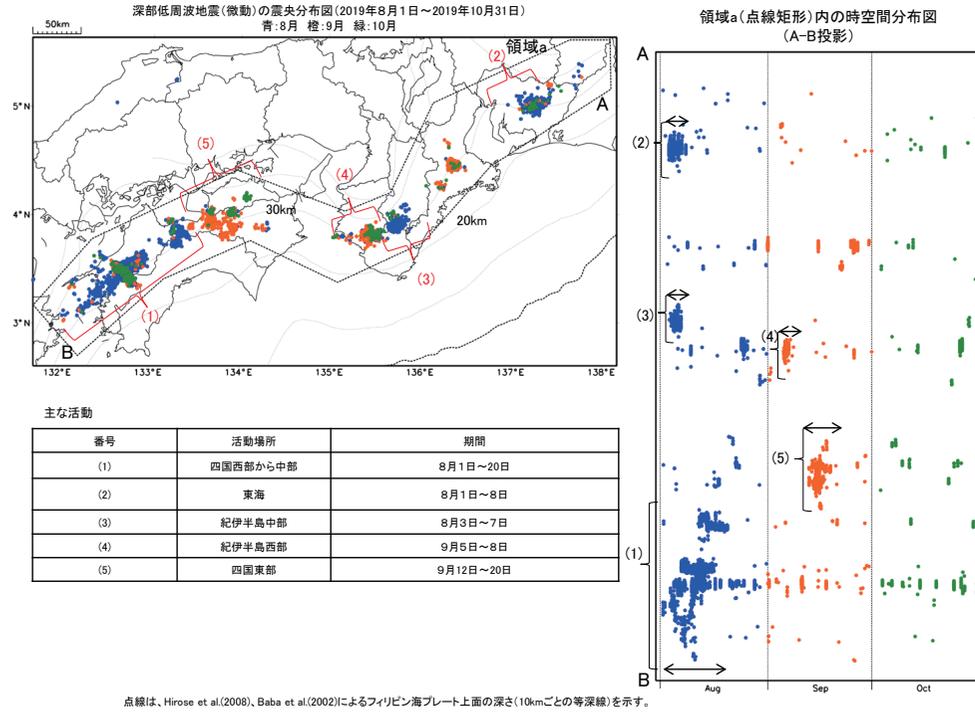
深部低周波地震（微動）活動（2009年8月1日～2019年7月31日）



※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。

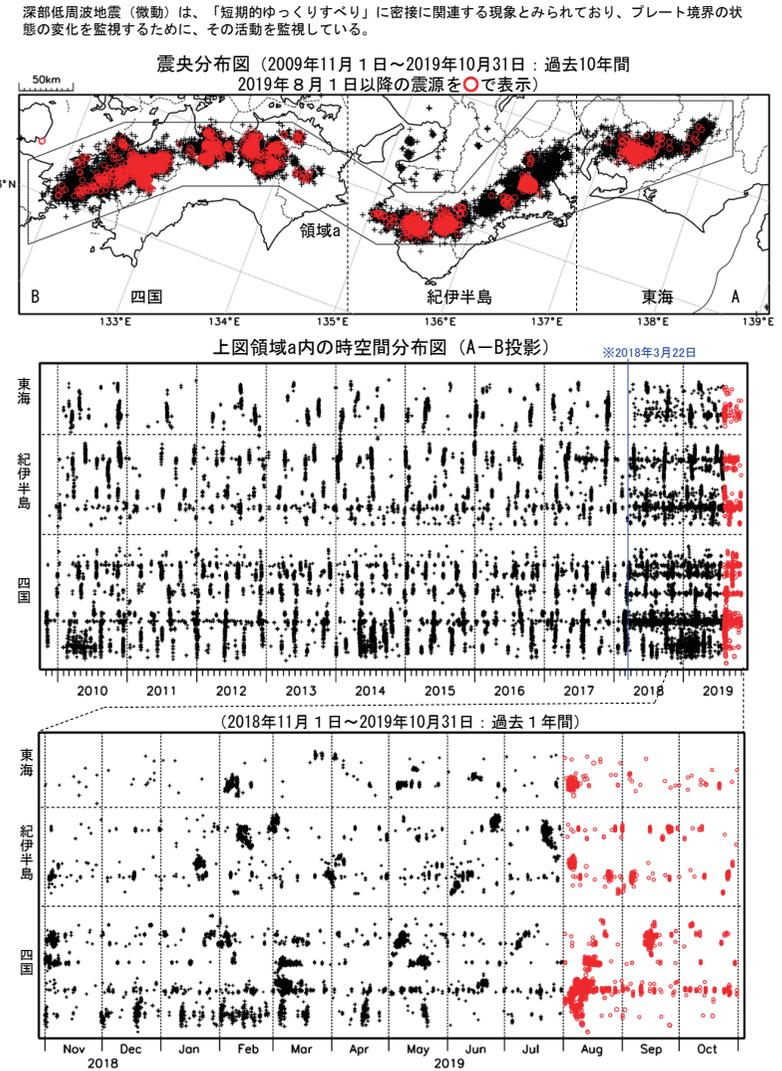
第2図(b) つづき (2009年8月～2019年7月).
Fig. 2(b) Continued (August 2009 – July 2019).

深部低周波地震（微動）活動



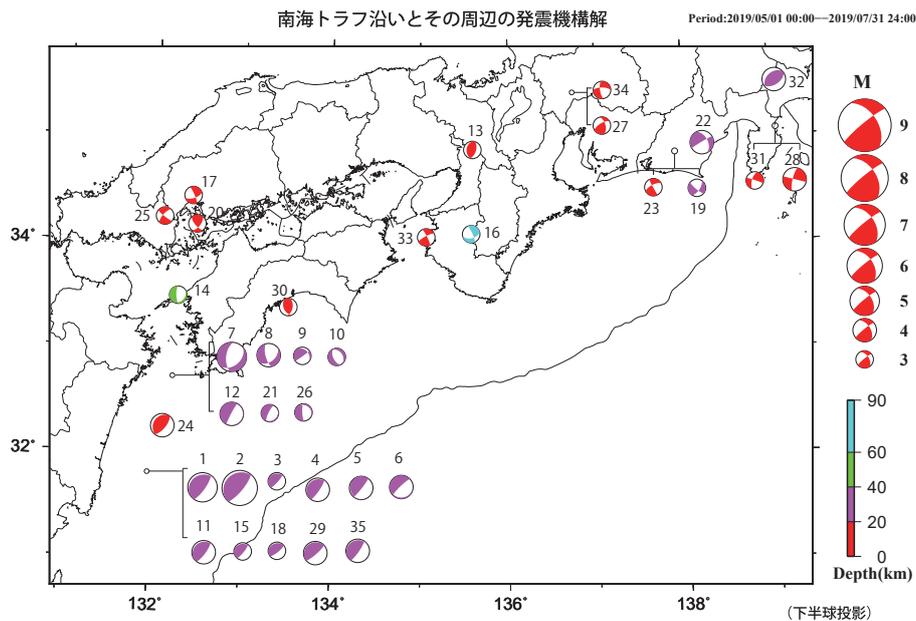
第2図(c) 東海地域から豊後水道にかけての深部低周波地震活動（2019年8月～10月）.
Fig. 2(c) Seismic activity of Low-Frequency Events from the Tokai region to the Bungo Channel (August – October 2019).

深部低周波地震（微動）活動（2009年11月1日～2019年10月31日）

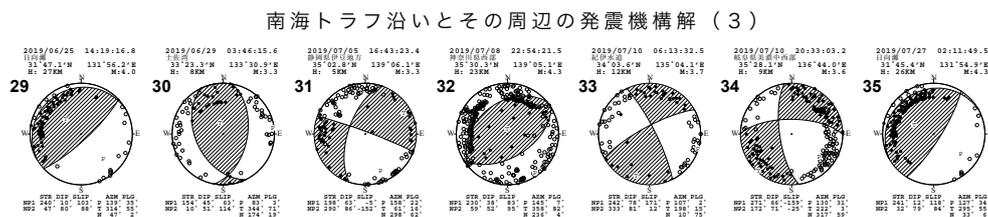
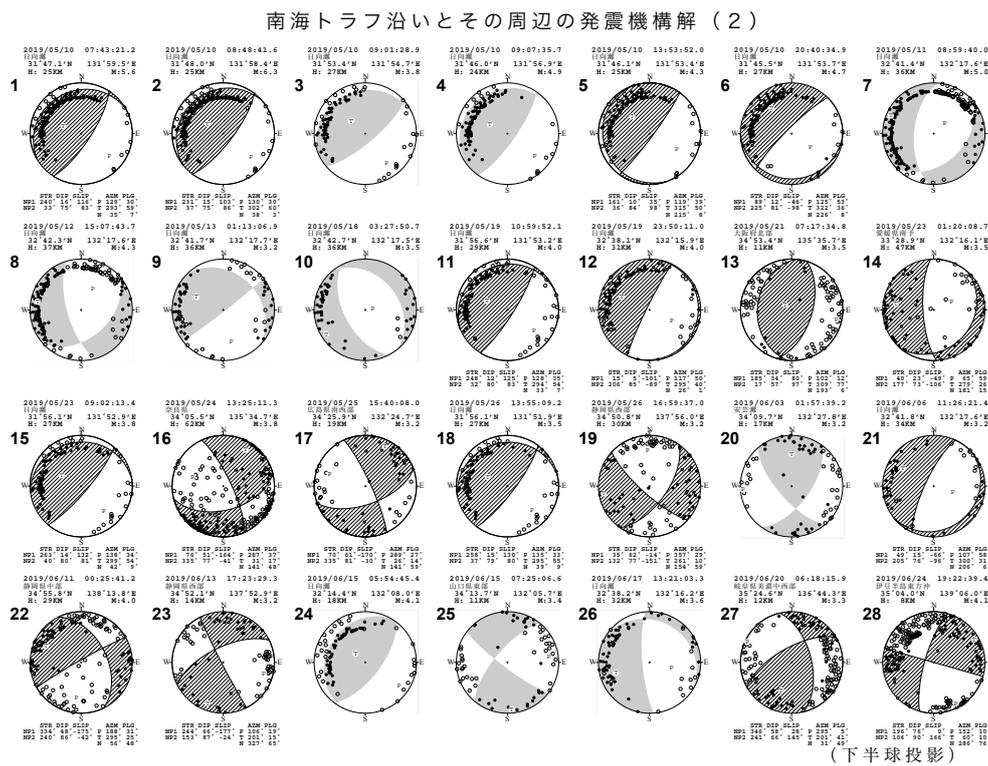


※2018年3月22日から、深部低周波地震（微動）の処理方法の変更(Matched Filter法の導入)により、それ以前と比較して検知能力が変わっている。

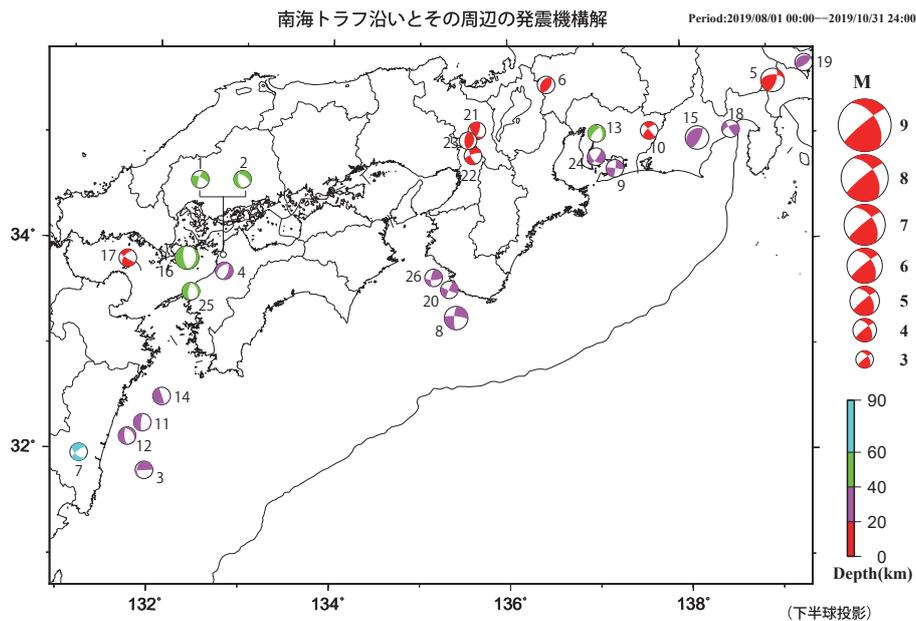
第2図(d) つづき（2009年11月～2019年10月）.
Fig. 2(d) Continued (November 2009 – October 2019).



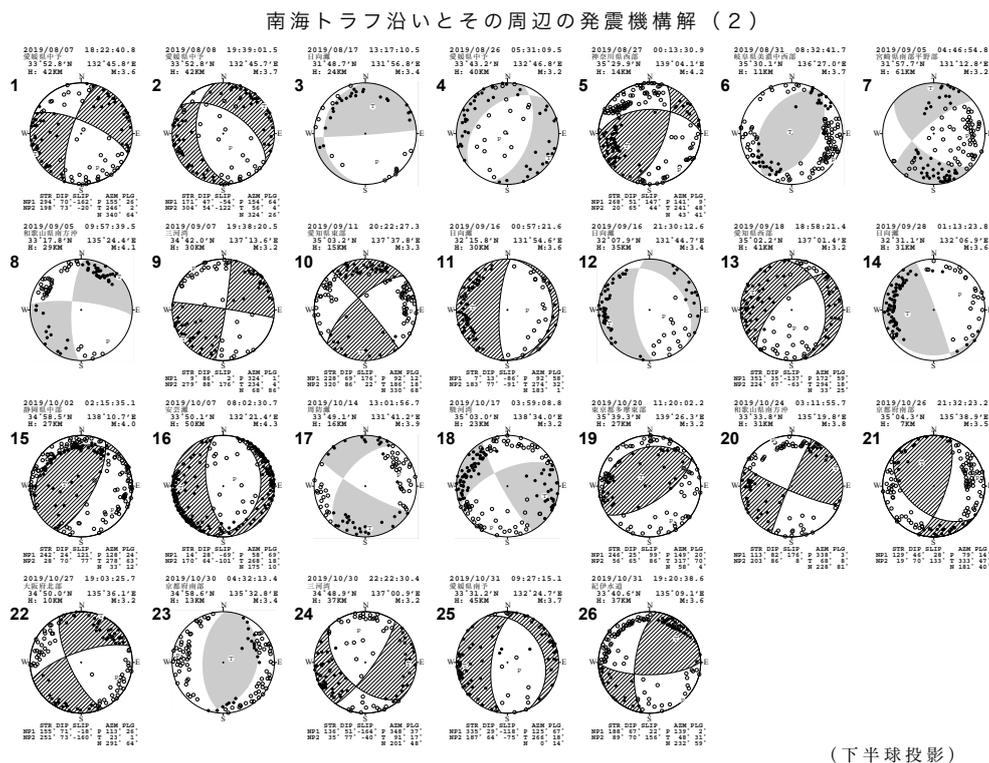
第3図(a) 南海トラフ周辺で発生した主な地震の発震機構解 (2019年5月~7月)
 Fig. 3(a) Focal mechanism solutions for major earthquakes in and around the Nankai Trough (May - July 2019).



第3図(b) つづき (2019年5月~7月)
 Fig. 3(b) Continued (May - July 2019).



第3図(c) つづき (2019年8月～10月)
Fig. 3(c) Continued (August – October 2019).



第3図(d) つづき (2019年8月～10月)
Fig. 3(d) Continued (August – October 2019).

四国の深部低周波地震(微動)活動とゆっくりすべり

【四国東部、四国中部】

(A) 5月1日から12日にかけて四国中部から四国東部で深部低周波地震(微動)を観測した。

(B) 5月11日から23日にかけて四国中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。

【四国西部】

(C) 5月11日から21日にかけて四国西部で深部低周波地震(微動)を観測した。このうち、5月18日から21日にかけて豊後水道付近(領域b)で、まとまった活動がみられた。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。

四国西部の南西側(領域b:豊後水道とその付近)では、2018年秋頃から深部低周波地震(微動)活動が活発になっている。また、2018年秋頃から、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ている。これは、豊後水道周辺のプレート境界深部において発生している長期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。豊後水道周辺では、2003年~2004年、2010年、2014年にも深部低周波地震(微動)活動が活発となった。これらの時期は、豊後水道周辺で長期的ゆっくりすべりが発生した(国土地理院, 2015, 地震予知連絡会会報第94巻)。

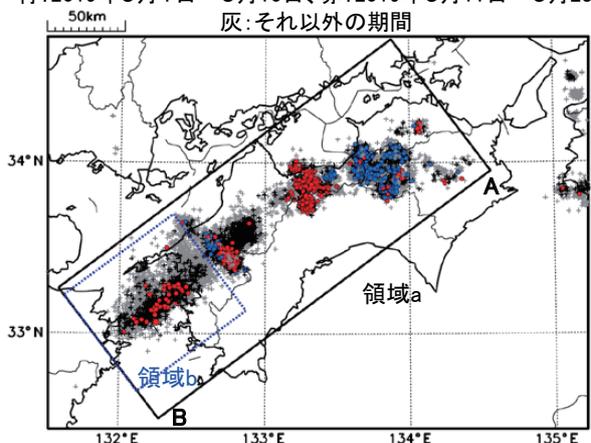
震央分布図

(2002年1月1日~2019年5月31日、深さ0~60km、Mすべて)

黒: 2018年9月1日~2019年4月30日、

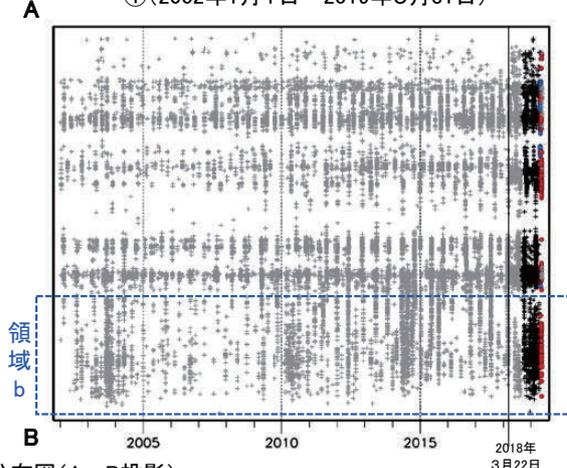
青: 2019年5月1日~5月10日、赤: 2019年5月11日~5月23日

灰: それ以外の期間



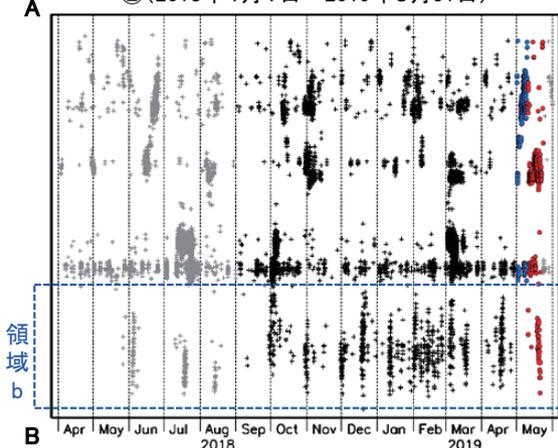
震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)

①(2002年1月1日~2019年5月31日)

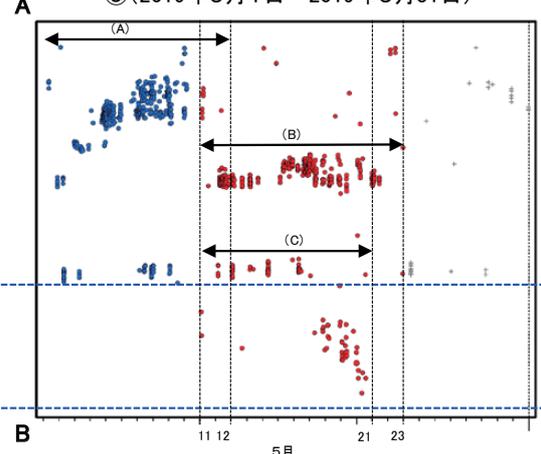


震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)

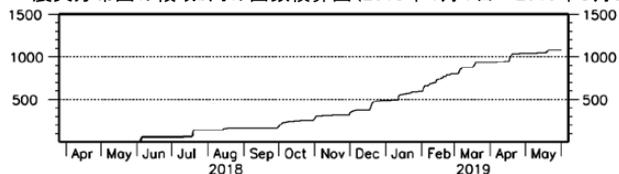
②(2018年4月1日~2019年5月31日)



③(2019年5月1日~2019年5月31日)



震央分布図の領域b内の回数積算図(2018年4月1日~2019年5月31日)

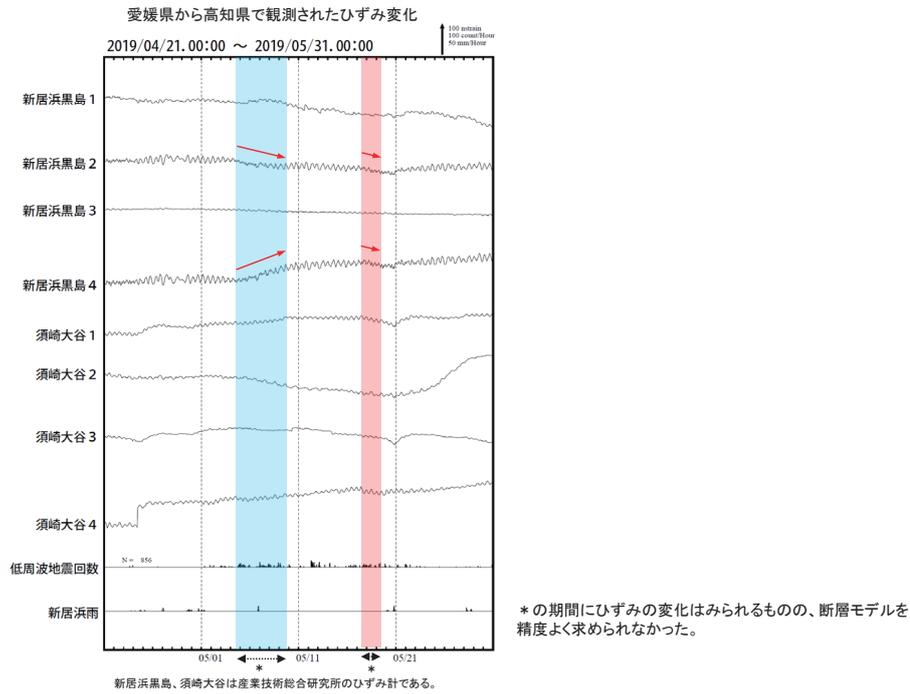


※2018年3月22日から、深部低周波地震(微動)の処理方法の変更(Matched Filter法の導入)により、それ以前と比較して検知能力が変わっている。

第4図(a) 四国の深部低周波地震活動

Fig. 4(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in Shikoku region.

四国東部および中部で観測したひずみ変化(5月4日~9日及び5月17日~19日)



第4図(b) 四国中部から東部のひずみ変化

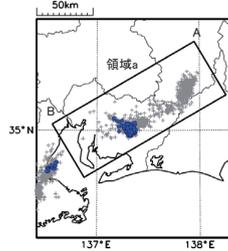
Fig. 4(b) Strain changes in central to eastern Shikoku.

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

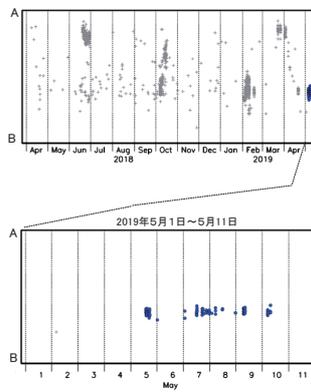
5月5日から5月10日にかけて東海で深部低周波地震(微動)を観測した。周辺に設置されているひずみ計で、深部低周波地震(微動)に関連すると思われるわずかな地殻変動が観測された。

深部低周波地震(微動)活動

震央分布図
(2018年4月1日～2019年5月11日、
深さ0～60km、Mすべて)
灰:2018年4月1日～2019年5月4日
青:6月5日～6月10日



震央分布図の領域a内の時空間分布図(AB投影)

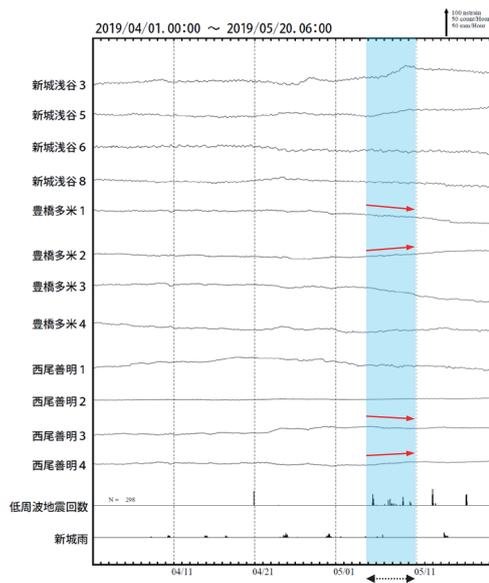


第5図(a) 東海の深部低周波地震活動とひずみ変化

Fig. 5(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in Tokai region and strain changes.

東海で観測したひずみ変化(5月5日～10日)

愛知県で観測されたひずみ変化



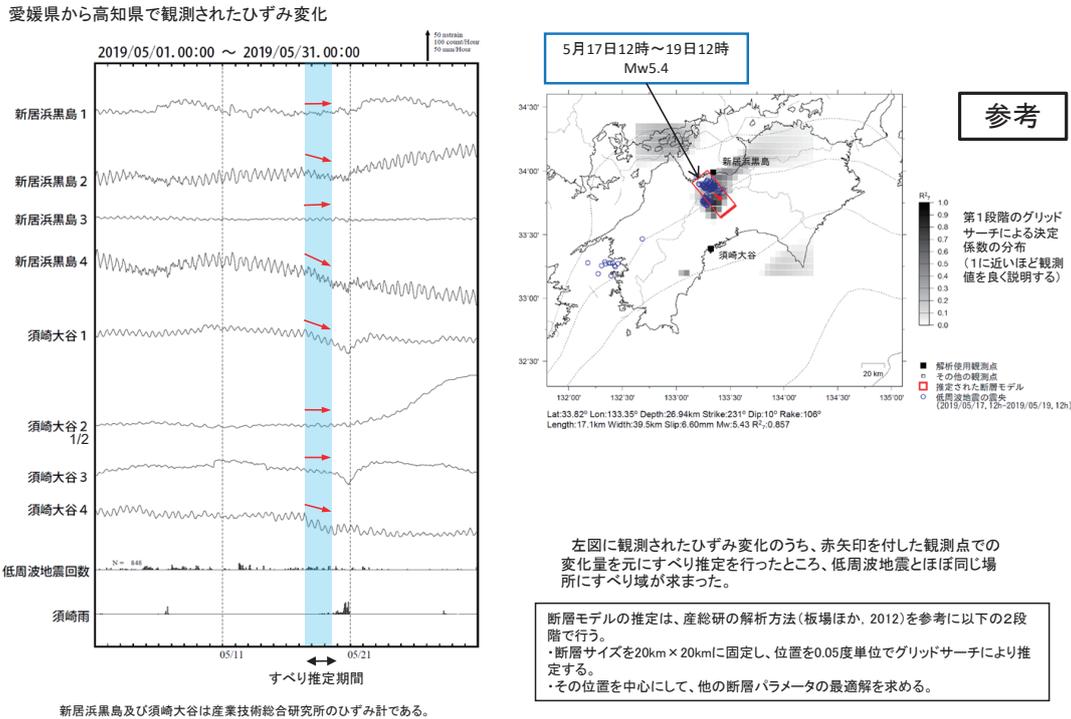
*の期間にひずみの変化はみられるものの、断層モデルを精度よく求められなかった。

豊橋多米及び西尾善明は産業技術総合研究所のひずみ計である。

第5図(b) つづき

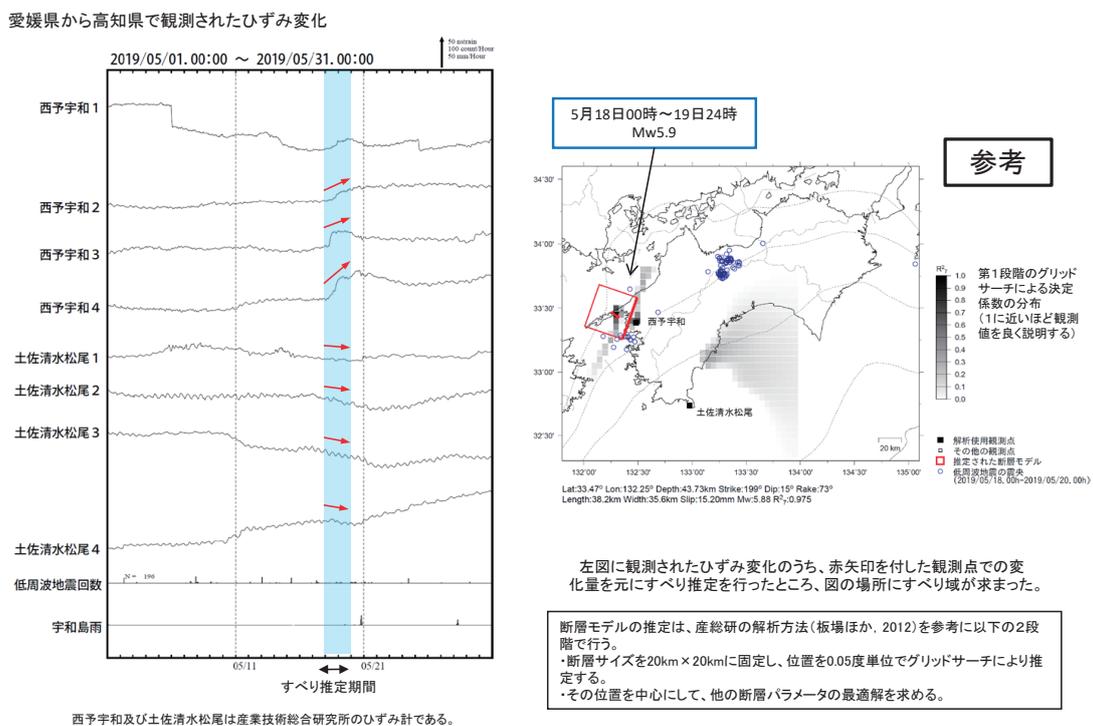
Fig. 5(b) Continued.

四国中部で発生した短期的ゆっくりすべり(5月17日～19日)



第 6 図 四国中部のひずみ変化, 及び推定されるゆっくりすべり領域
Fig. 6 Strain changes, and the estimated slow slip region in central Shikoku.

四国西部で発生した短期的ゆっくりすべり(5月18日～19日)



第 7 図 四国西部のひずみ変化, 及び推定されるゆっくりすべり領域
Fig. 7 Strain changes, and the estimated slow slip region in western Shikoku.

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。

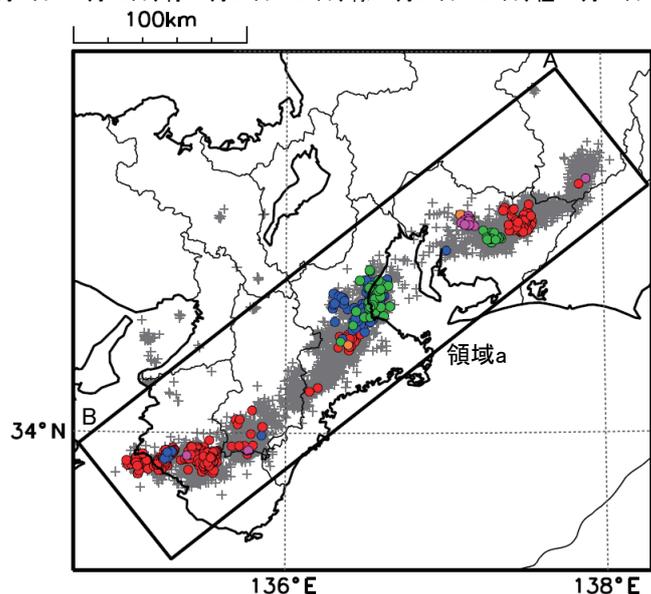
深部低周波地震(微動)活動

震央分布図

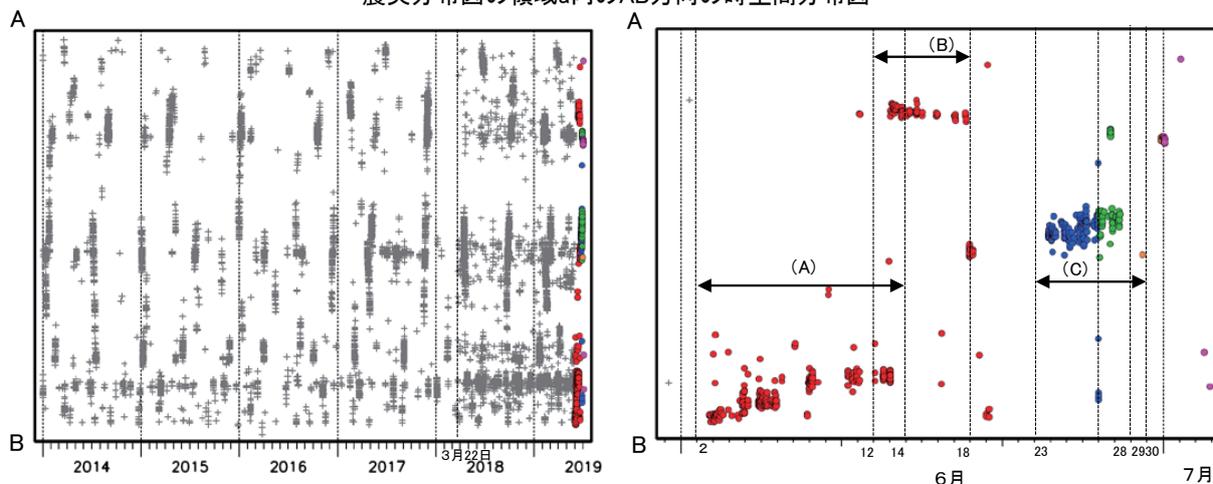
(2014年1月1日～2019年7月3日、深さ0～60km、Mすべて)

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～30日、桃: 7月1日～



震央分布図の領域a内のAB方向の時空間分布図



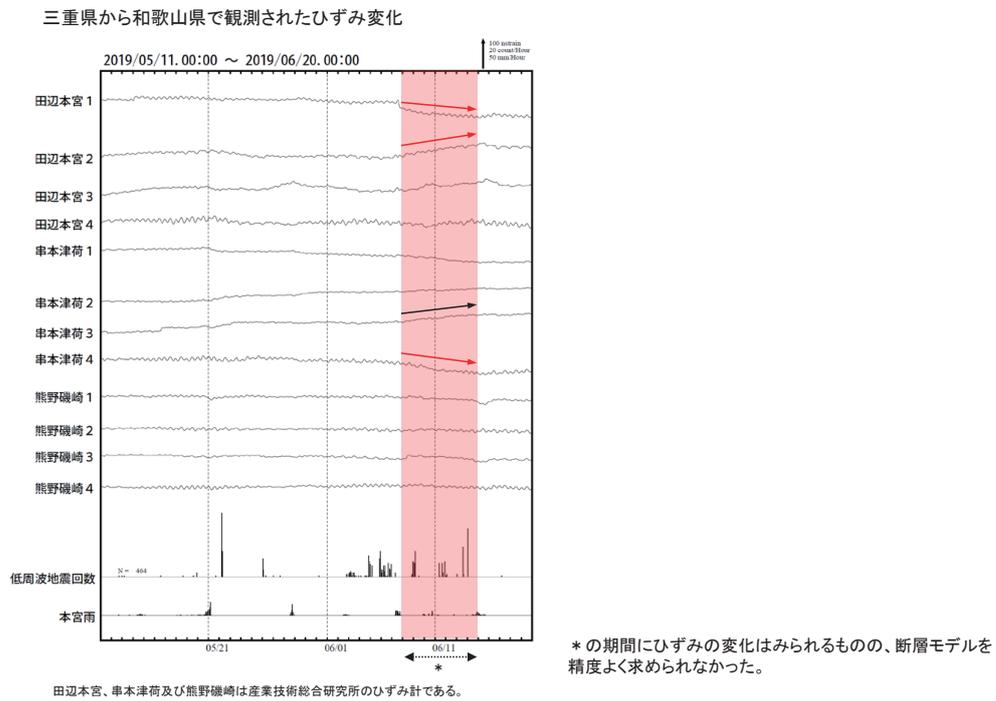
※2018年3月22日から、深部低周波地震(微動)の処理方法の変更(Matched Filter法の導入)により、それ以前と比較して検知能力が変わっている。

※2019年7月3日以降の震源要素は、今後の精査で変更する場合がある。

第8図(a) 紀伊半島西部から東海の深部低周波地震活動

Fig. 8(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in western part of Kii Peninsula to Tokai region.

紀伊半島西部で観測されたひずみ変化



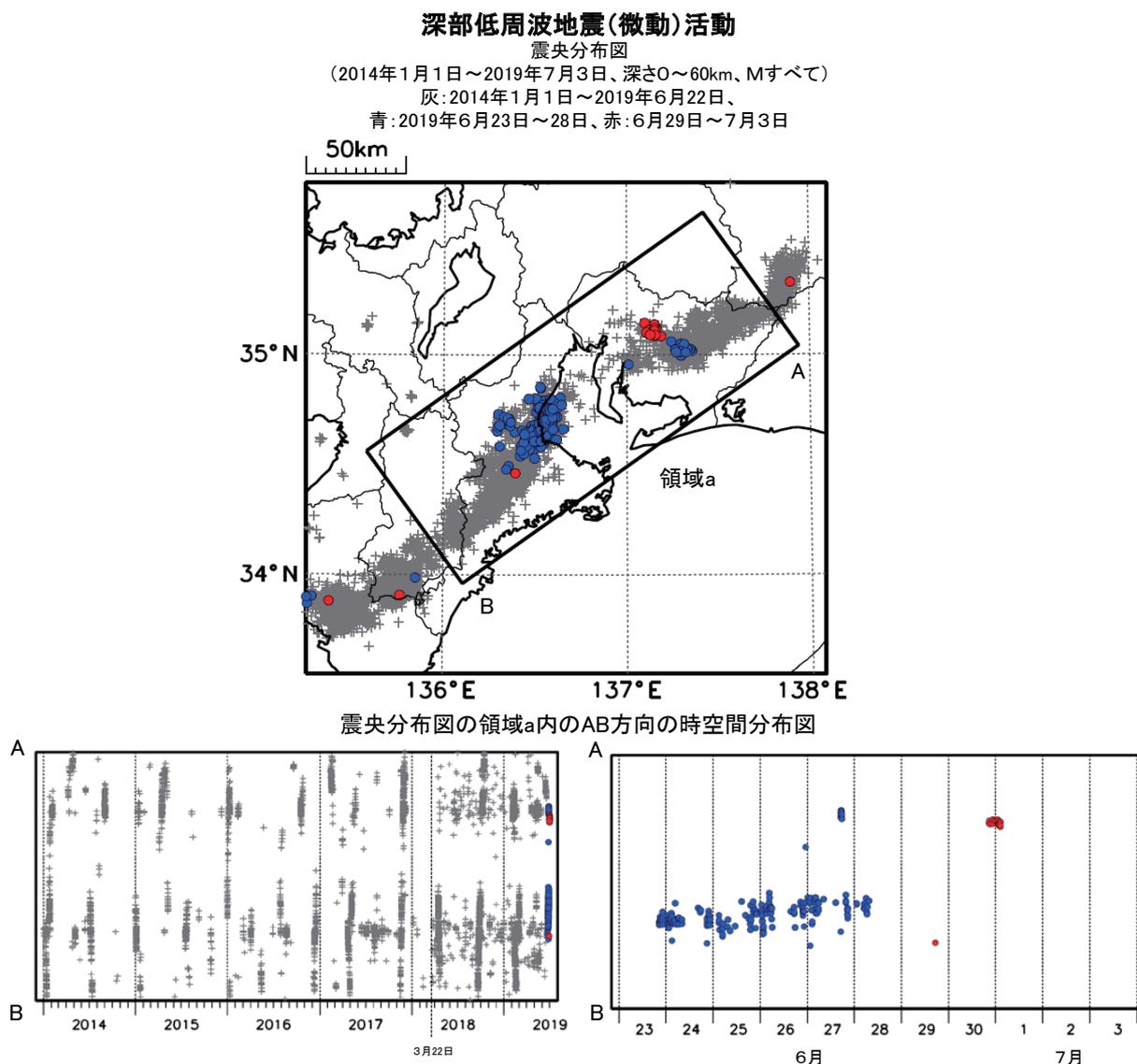
第 8 図 (b) 紀伊半島西部のひずみ変化
Fig. 8(b) Strain changes in western part of Kii Peninsula.

紀伊半島北部から東海の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

6月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。

6月29日から7月3日にかけて、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たが、対応する深部低周波地震(微動)活動は観測されていない。この変化は、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

6月30日から7月1日にかけて東海で深部低周波地震(微動)を観測した。



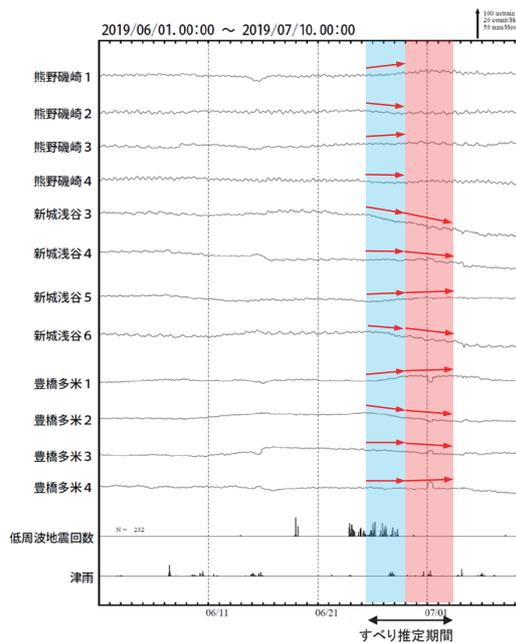
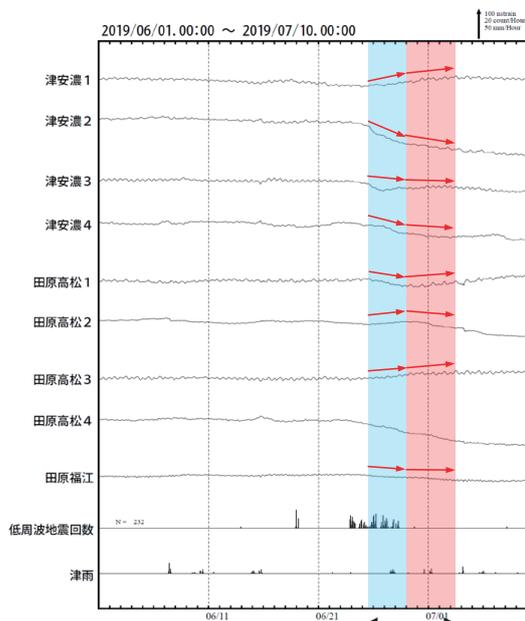
※2018年3月22日から、深部低周波地震(微動)の処理方法の変更(Matched Filter法の導入)により、それ以前と比較して検知能力が変わっている。

第10図(a) 紀伊半島北部から東海の深部低周波地震活動とひずみ変化、及び推定されるゆっくりすべり領域

Fig. 10(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in northern part of Kii Peninsula to Tokai region and strain changes, and the estimated slow slip region.

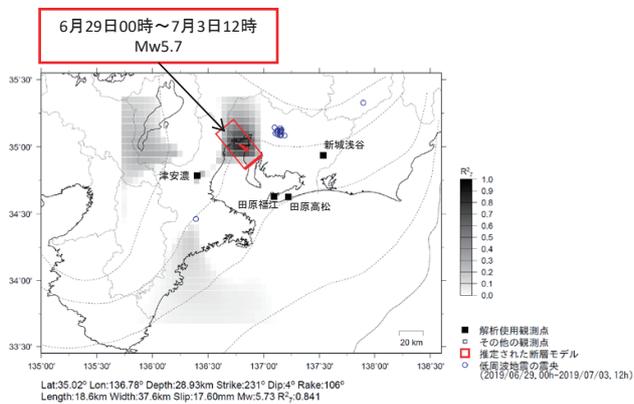
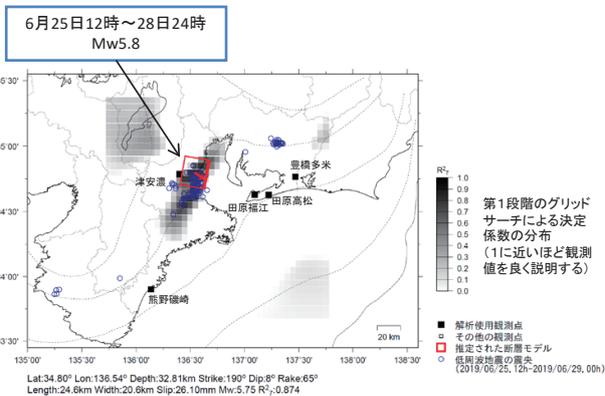
紀伊半島北部から東海で発生した短期的ゆっくりすべり(6月25日～7月3日)

三重県から愛知県で観測されたひずみ変化



津安濃、熊野磯崎及び豊橋多米は産業技術総合研究所のひずみ計である。

紀伊半島北部から東海で発生した短期的ゆっくりすべり(6月25日～7月3日)



前頁に観測されたひずみ変化等の変化量を基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。

第10図(b) つづき
Fig. 10(b) Continued.

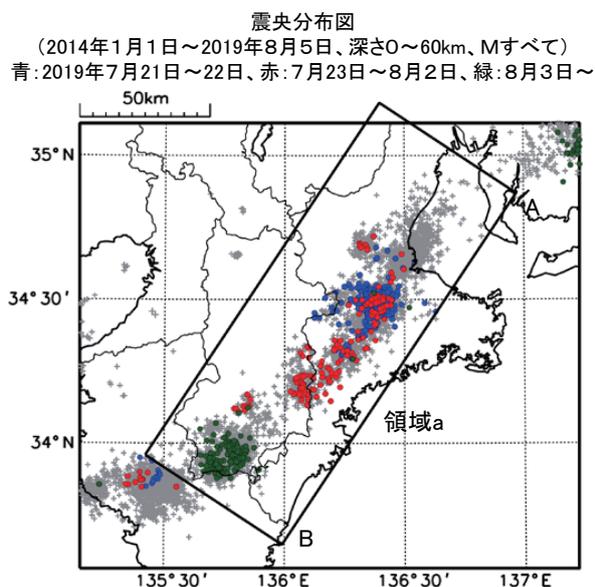
紀伊半島北部及び中部の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

7月21日から27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、次第に南西へ移動した。

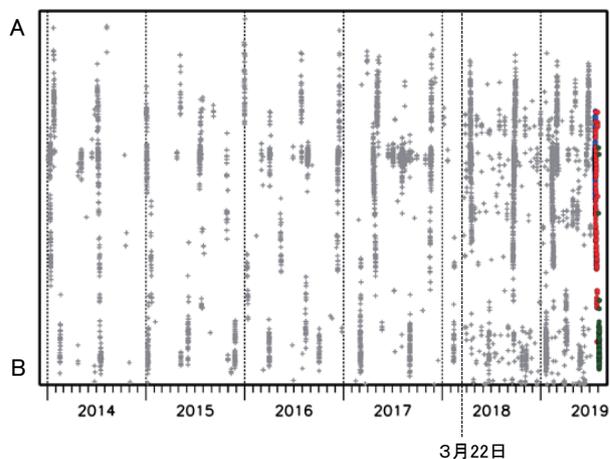
深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測した。これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

また、8月3日以降、紀伊半島中部で深部低周波地震(微動)を観測している。

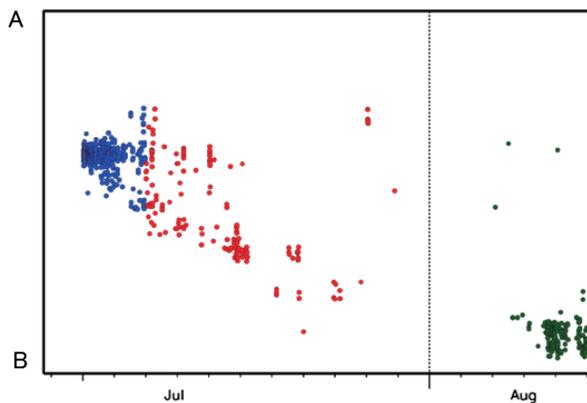
深部低周波地震(微動)活動



震央分布図の領域a内のAB方向の時空間分布図



2019年7月20日～8月5日



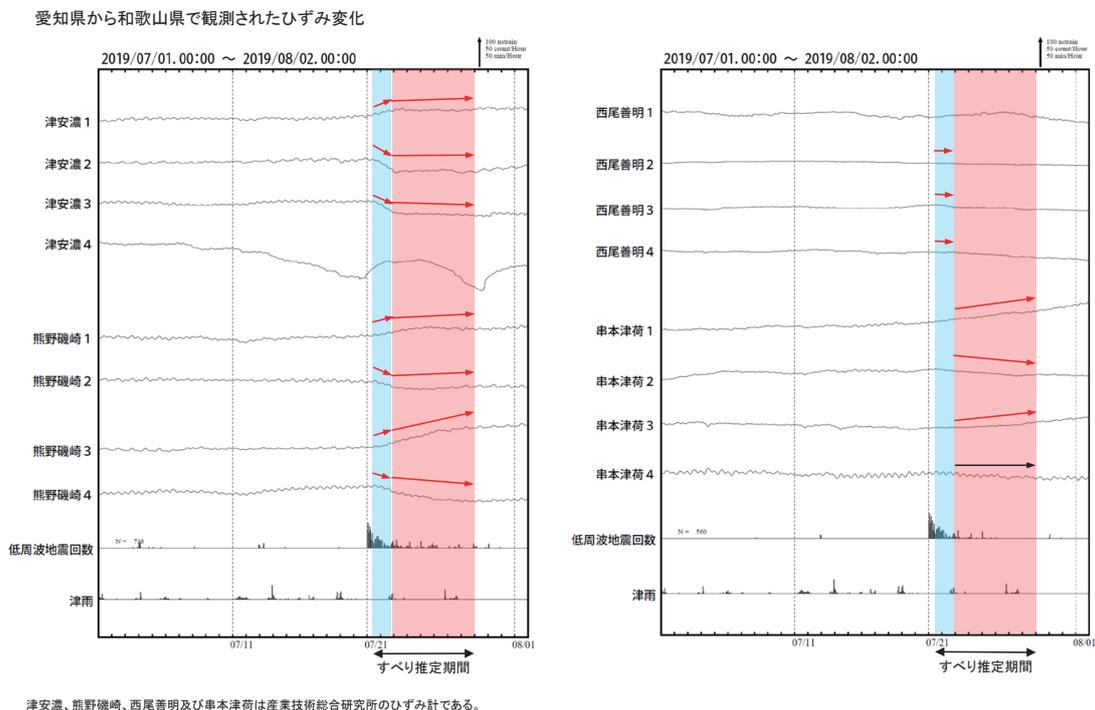
※2018年3月22日から、深部低周波地震(微動)の処理方法の変更(Matched Filter法の導入)により、それ以前と比較して検知能力が変わっている。

※2019年8月5日の震源要素は、今後の精査で変更する可能性がある。

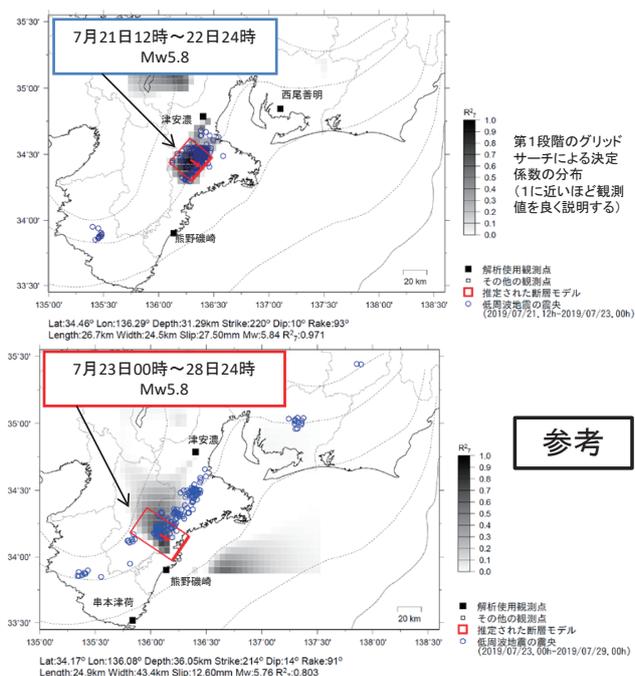
第11図(a) 紀伊半島北部の深部低周波地震活動とひずみ変化、及び推定されるゆっくりすべり領域

Fig. 11(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in northern part of Kii Peninsula and strain changes, and the estimated slow slip region.

紀伊半島北部で発生した短期的ゆっくりすべり(7月21日~28日)



紀伊半島北部で発生した短期的ゆっくりすべり(7月21日~28日)



前図に観測されたひずみ変化等の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。

第11図(b) つづき
 Fig. 11(b) Continued.

四国の深部低周波地震(微動)活動とゆっくりすべり

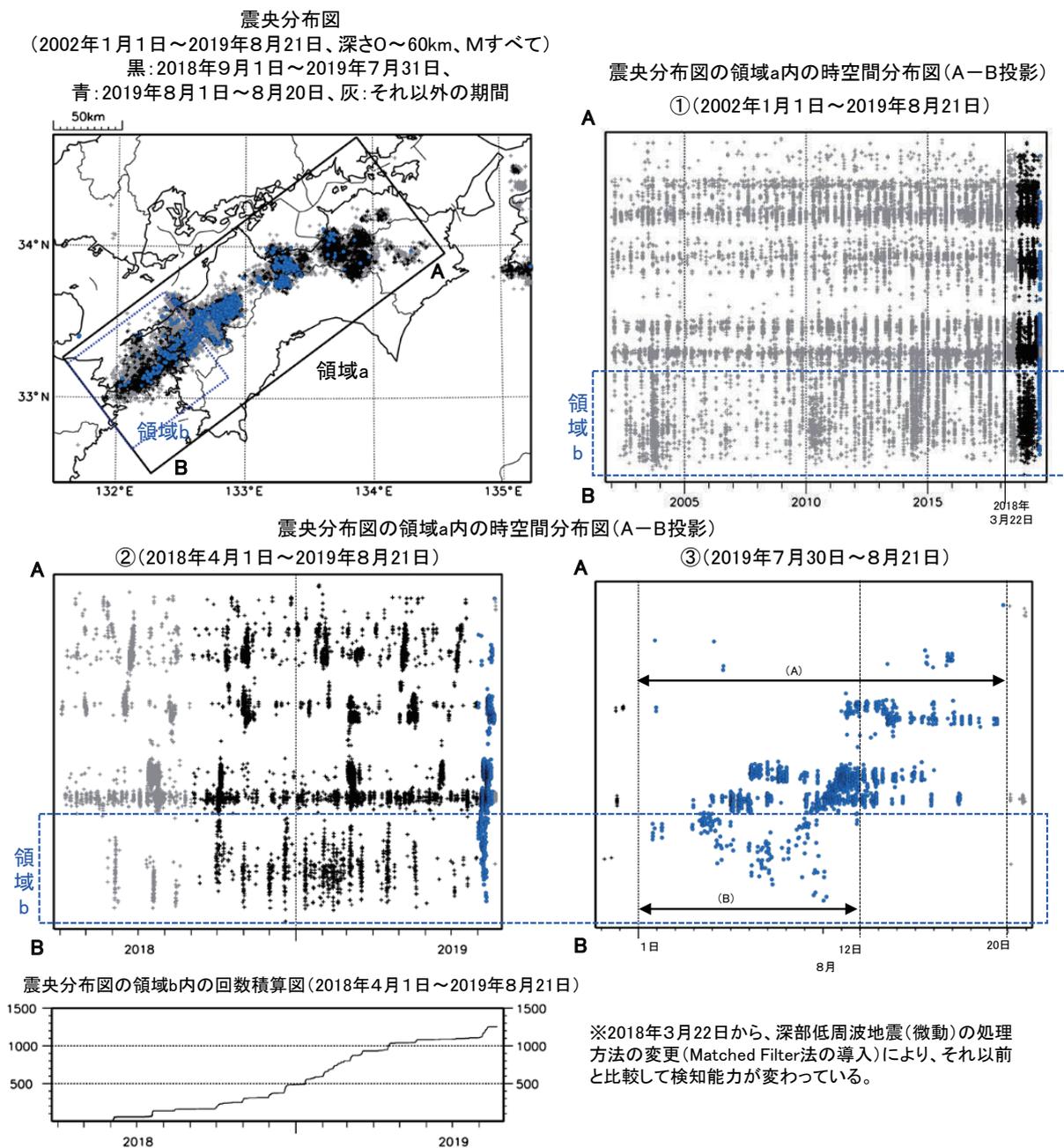
【四国西部、四国中部】

(A) 8月1日から20日にかけて四国西部から四国中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。

【四国西部の南西側(領域b:豊後水道とその付近)】

(B) (A)の活動期間のうち、8月1日から12日にかけて豊後水道付近(領域b)で、まとまった活動がみられた。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。

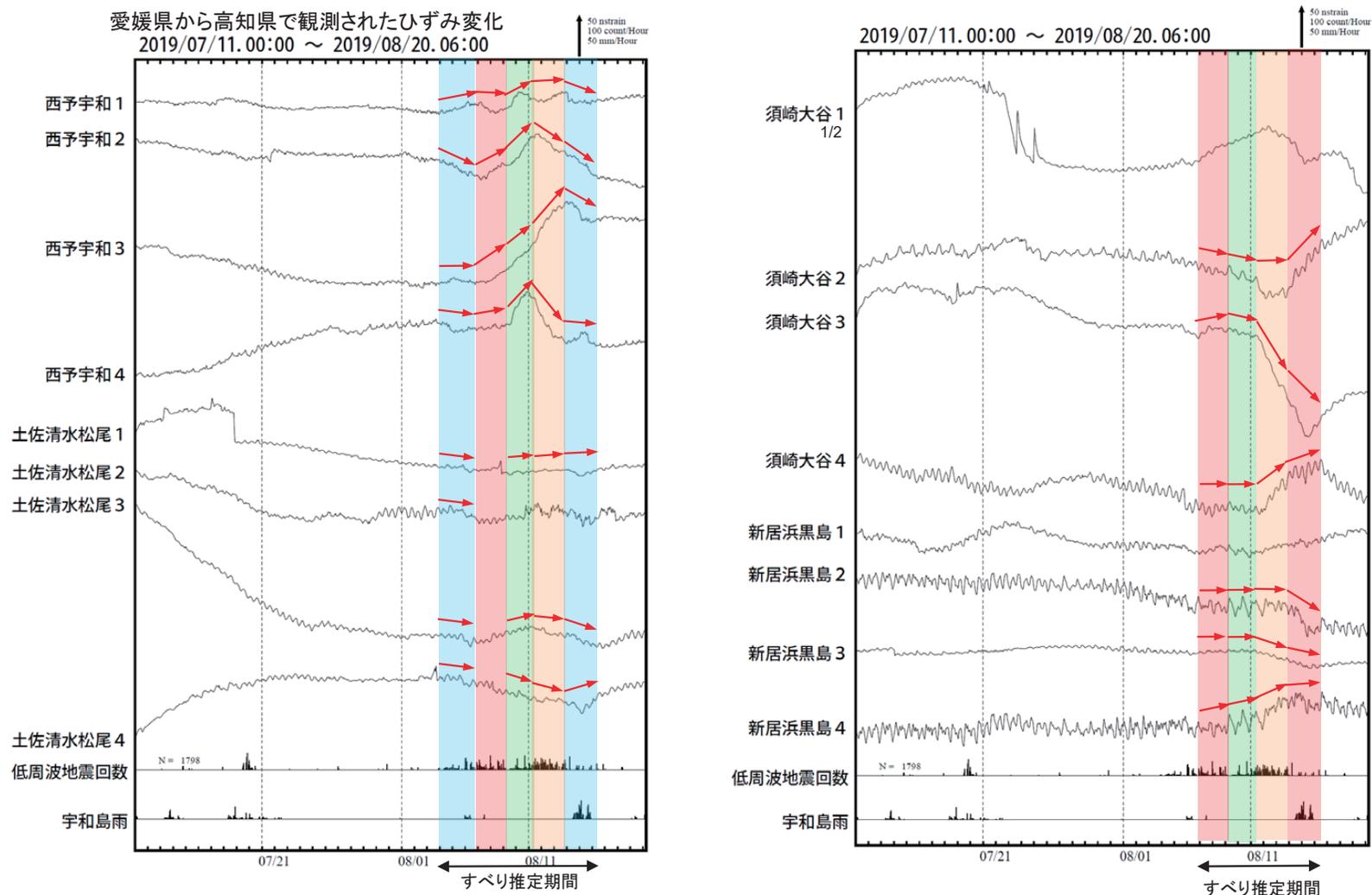
豊後水道付近(領域b)では、2018年秋頃から深部低周波地震(微動)活動が活発になっていたが、2019年6月頃から7月頃にかけて減衰傾向がみられた。また、2018年秋頃から、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測している。これらは、豊後水道周辺のプレート境界深部において発生している長期的ゆっくりすべりに関係すると推定される。この長期的ゆっくりすべりは、2019年6月頃から停滞しているように見える。



第12図(a) 四国の深部低周波地震活動とひずみ変化、及び推定されるゆっくりすべり領域

Fig. 12(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in Shikoku region and strain changes, and the estimated slow slip region.

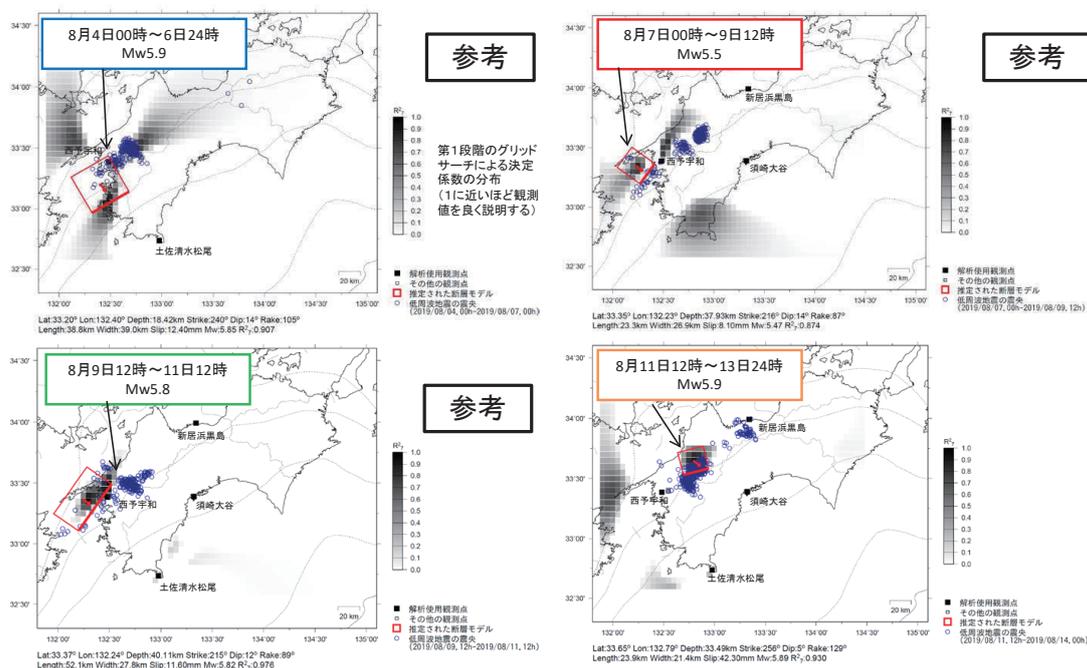
四国で発生した短期的ゆっくりすべり(8月4日～16日)



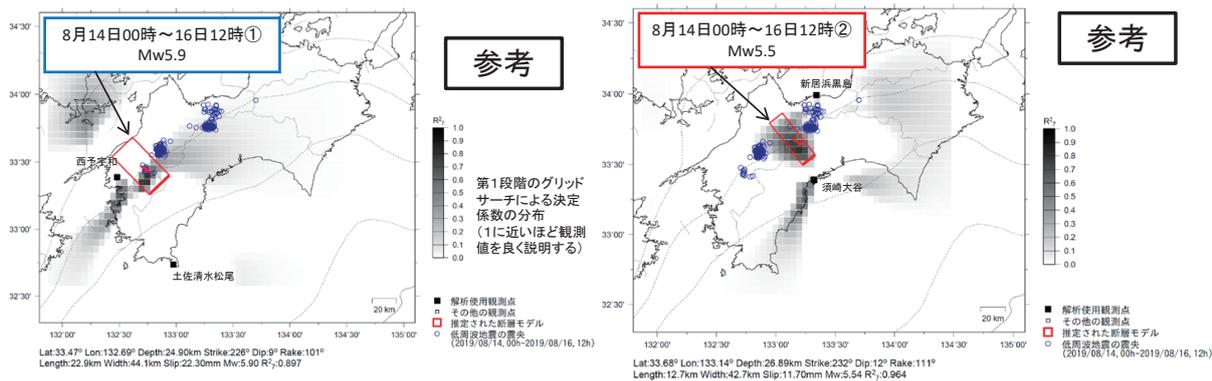
西予宇和、土佐清水松尾、須崎大谷及び新居浜黒島は産業技術総合研究所のひずみ計である。

第 12 図 (b) つづき
Fig. 12(b) Continued.

四国で発生した短期的ゆっくりすべり(8月4日～16日)



四国で発生した短期的ゆっくりすべり(8月4日～16日)



前図に観測されたひずみ変化のうち、赤矢印を付した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。

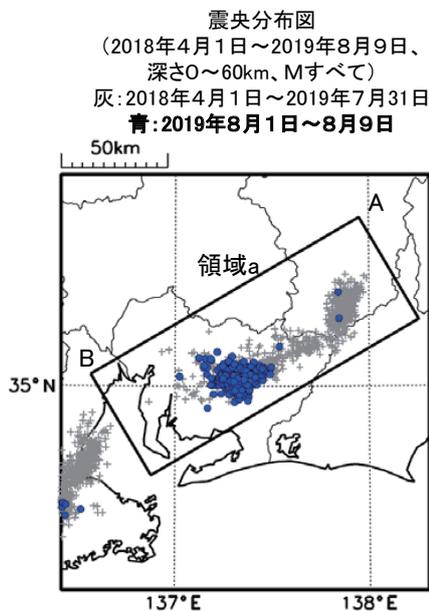
断層モデルの推定は、産総研の解析方法(坂場ほか、2012)を参考に以下の2段階で行う。
 ・断層サイズを20km×20kmに固定し、位置を0.05度単位でグリッドサーチにより推定する。
 ・その位置を中心にして、他の断層パラメータの最適解を求める。

第12図 (b) つづき
 Fig. 12(b) Continued.

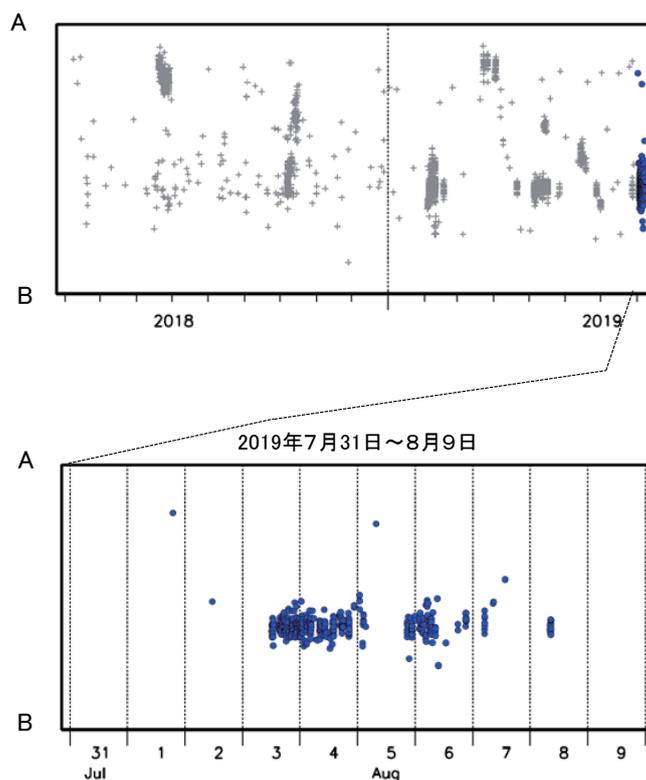
東海の深部低周波地震(微動)活動と 短期的ゆっくりすべり

8月1日から8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



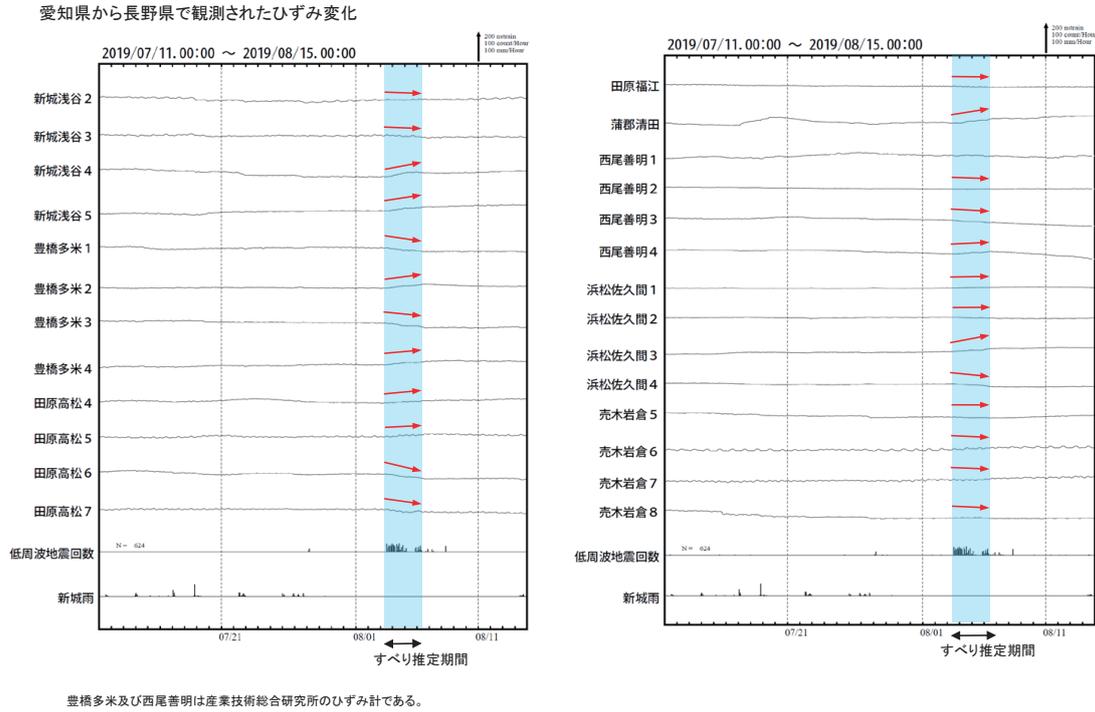
震央分布図の領域a内の時空間分布図(AB投影)



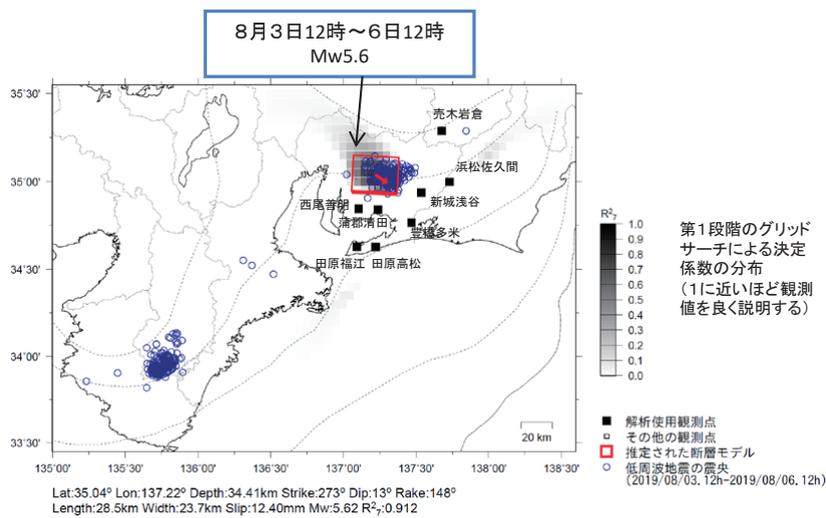
第13図(a) 東海の深部低周波地震活動とひずみ変化, 及び推定されるゆっくりすべり領域

Fig. 13(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in Tokai region and strain changes, and the estimated slow slip region.

東海で発生した短期的ゆっくりすべり(8月3日~8月6日)



東海で発生した短期的ゆっくりすべり(8月3日~8月6日)



前図に観測されたひずみ変化等の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。

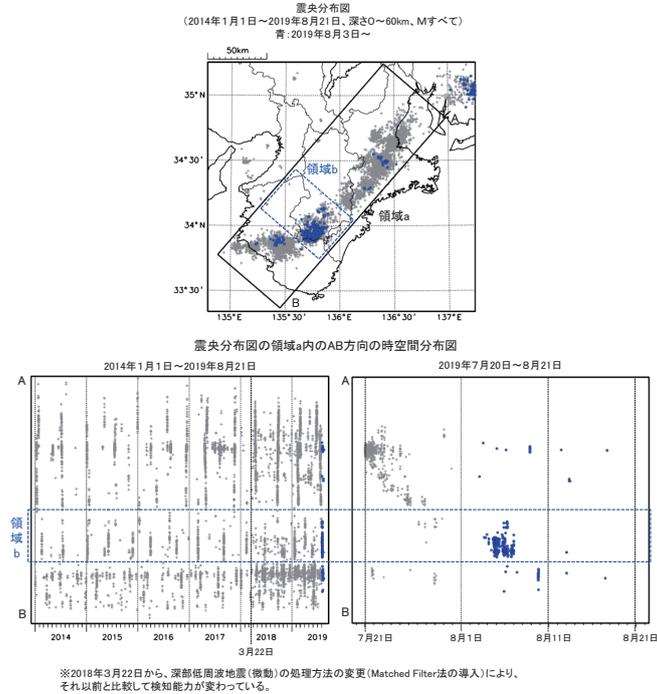
断層モデルの推定は、産総研の解析方法(板場ほか、2012)を参考に以下の2段階で行う。
・断層サイズを20km×20kmに固定し、位置を0.05度単位でグリッドサーチにより推定する。
・その位置を中心にして、他の断層パラメータの最適解を求める。

第13図(b) つづき
Fig. 13(b) Continued.

紀伊半島中部の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

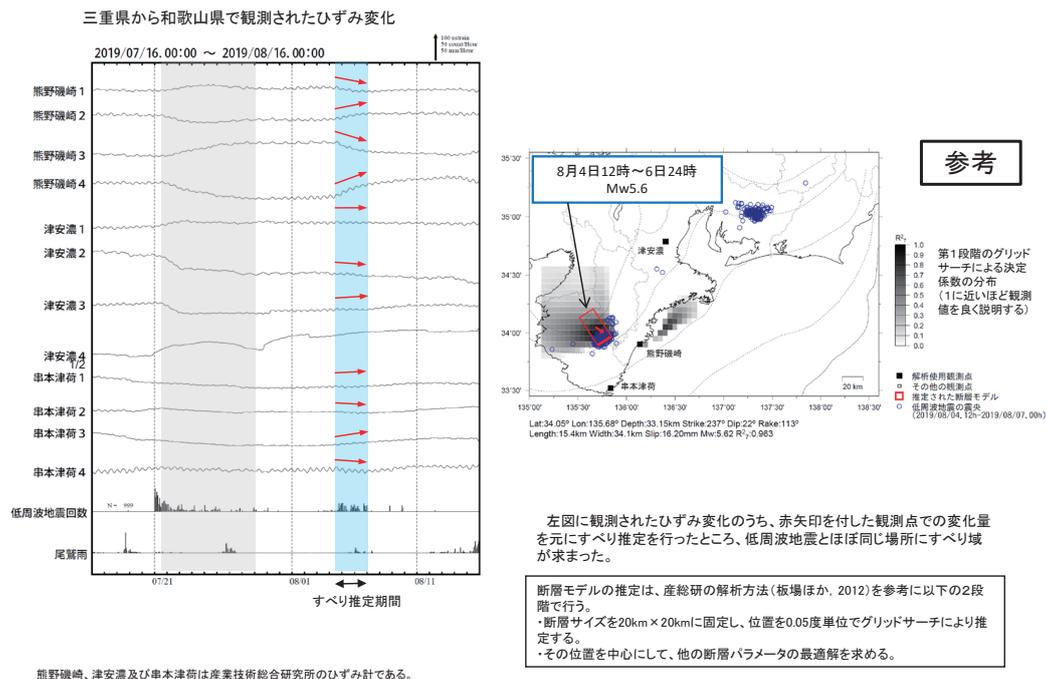
8月3日から7日にかけて、紀伊半島中部(領域b)で深部低周波地震(微動)を観測した。周辺に設置されているひずみ計で、深部低周波地震(微動)に関連すると思われるわずかな地殻変動が観測された。

深部低周波地震(微動)活動



第14図(a) 紀伊半島中部の深部低周波地震活動とひずみ変化、及び推定されるゆっくりすべり領域
Fig. 14(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in central part of Kii Peninsula and strain changes, and the estimated slow slip region.

紀伊半島中部で発生した短期的ゆっくりすべり(8月4日～6日)

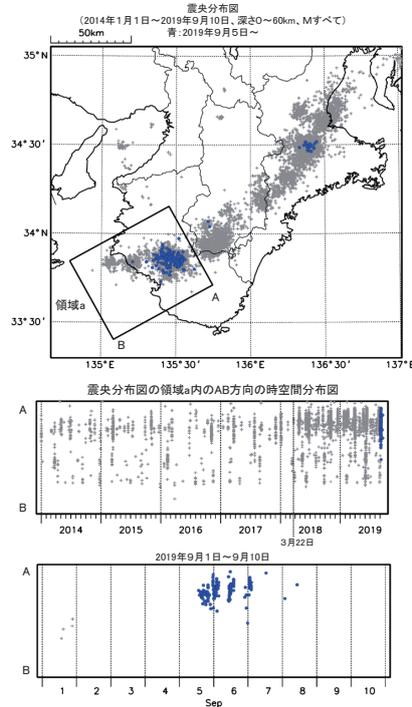


第14図(b) つづき
Fig. 14(b) Continued.

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

9月5日から8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複数のひずみ計で、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。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。

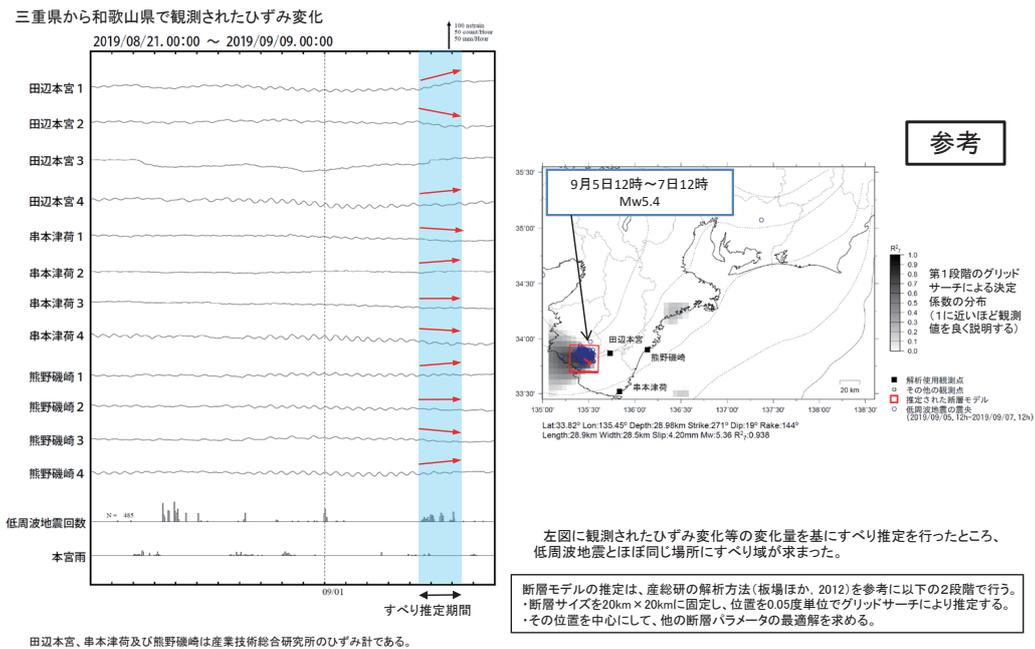
深部低周波地震(微動)活動



※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。

第 15 図 (a) 紀伊半島西部の深部低周波地震活動とひずみ変化, 及び推定されるゆっくりすべり領域
Fig. 15(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in western part of Kii Peninsula and strain changes, and the estimated slow slip region.

紀伊半島西部で発生した短期的ゆっくりすべり(9月5日~7日)



第 15 図 (b) つづき
Fig. 15(b) Continued.

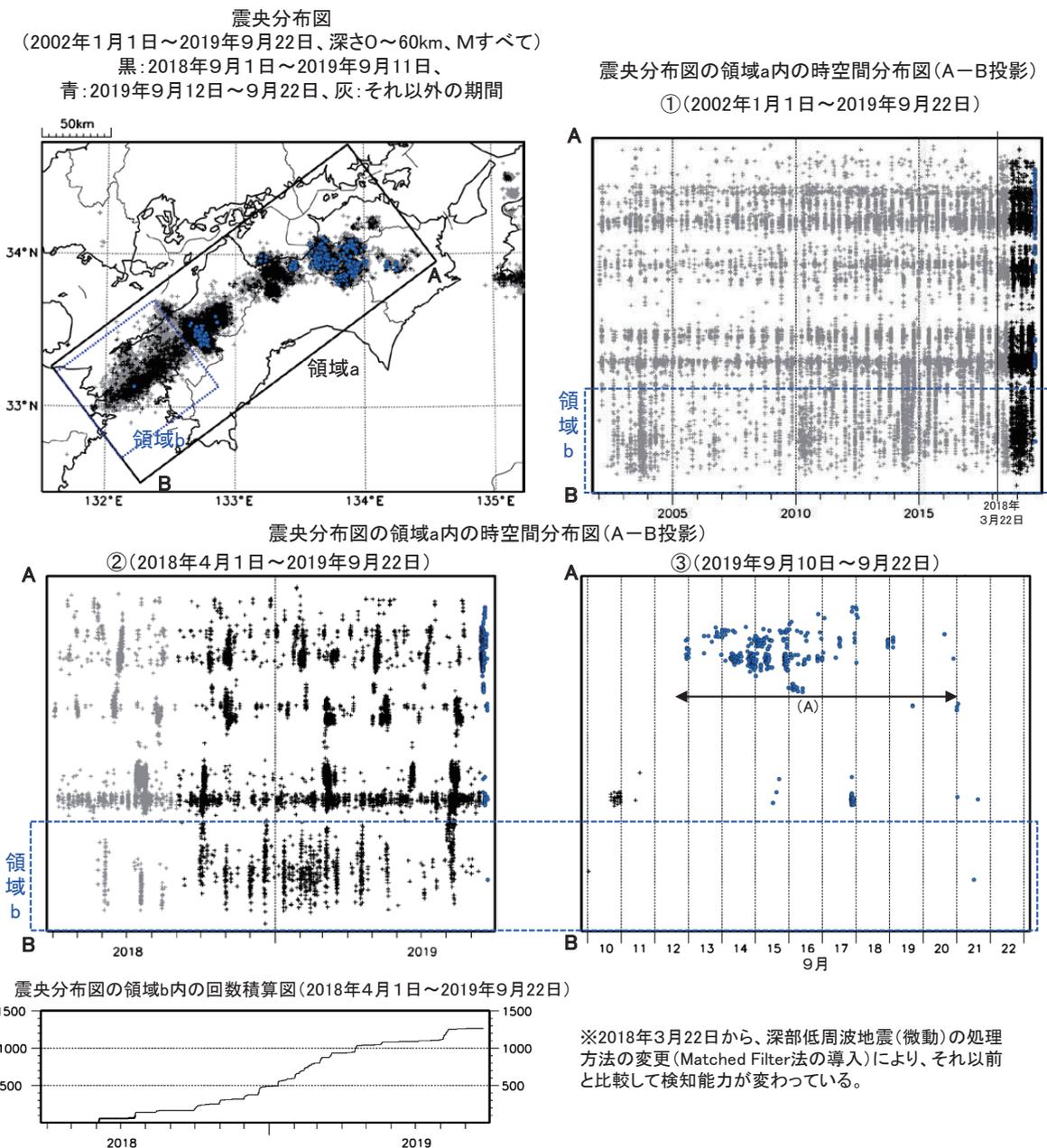
四国の深部低周波地震(微動)活動とゆっくりすべり

【四国東部】

(A) 9月12日から20日にかけて、四国東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。

【四国西部の南西側(領域b:豊後水道とその付近)】

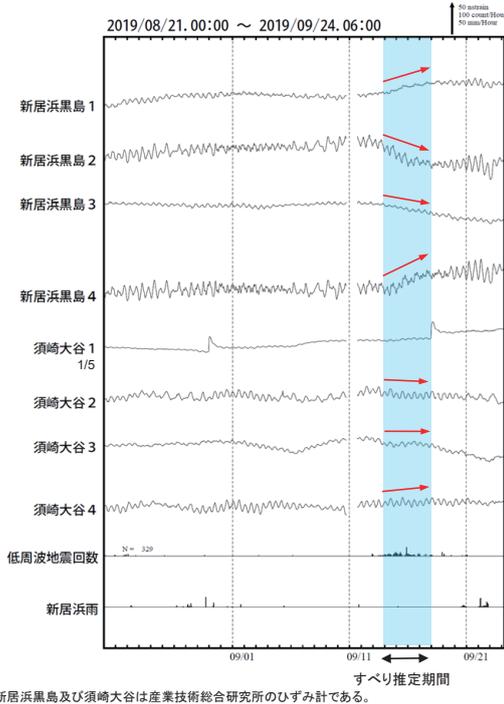
豊後水道付近(領域b)では、2018年秋頃から深部低周波地震(微動)活動が活発になっていたが、2019年6月頃から減衰傾向がみられている。また、2018年秋頃から、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測している。これらは、豊後水道周辺のプレート境界深部において発生している長期的ゆっくりすべりに関係すると推定される。この長期的ゆっくりすべりは、2019年6月頃から停滞しているようにみえる。



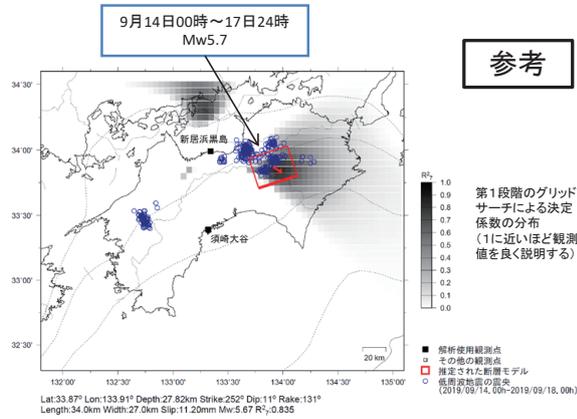
第16図(a) 四国東部の深部低周波地震活動とひずみ変化、及び推定されるゆっくりすべり領域
Fig. 16(a) Activity of deep low-frequency earthquakes in eastern Shikoku and strain changes, and the estimated slow slip region.

四国東部で発生した短期的ゆっくりすべり(9月14日～17日)

愛媛県から高知県で観測されたひずみ変化



新居浜黒島及び須崎大谷は産業技術総合研究所のひずみ計である。



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)

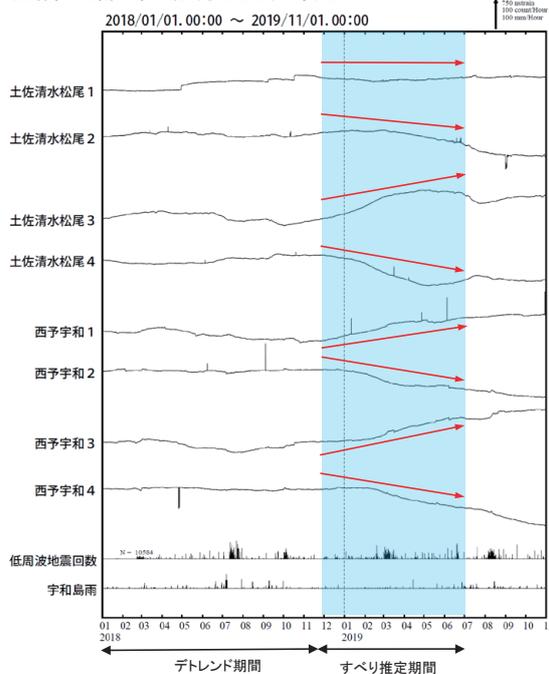
左図に観測されたひずみ変化等の変化量を基にすべり推定を行ったところ、低周波地震とほぼ同じ場所にすべり域が求まった。

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。

第16図 (b) つづき
 Fig. 16(b) Continued.

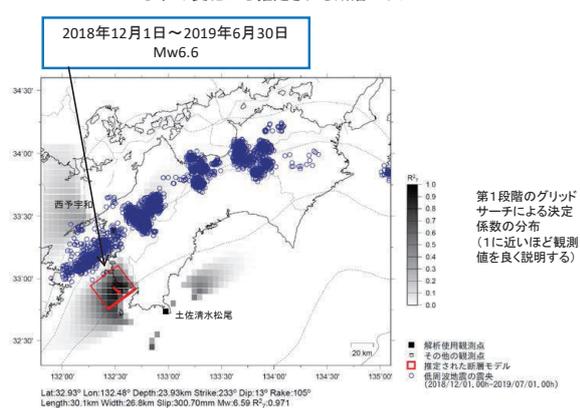
豊後水道で発生している長期的ゆっくりすべり

愛媛県から高知県で観測されたひずみ変化



土佐清水松尾及び西予宇和は産業技術総合研究所のひずみ計である。

ひずみ変化から推定される断層モデル



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)

左図に観測されたひずみ変化のうち、赤矢印を付した観測点での変化量を元にすべり推定を行ったところ、上図に示す領域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。

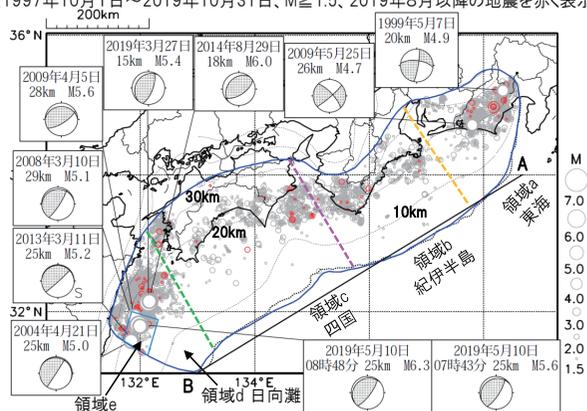
第17図 四国西部(豊後水道周辺)のひずみ変化, 及び推定されるゆっくりすべり領域
 Fig. 17 Strain changes, and the estimated slow slip region in western Shikoku (around the Bungo Channel).

プレート境界とその周辺の地震活動

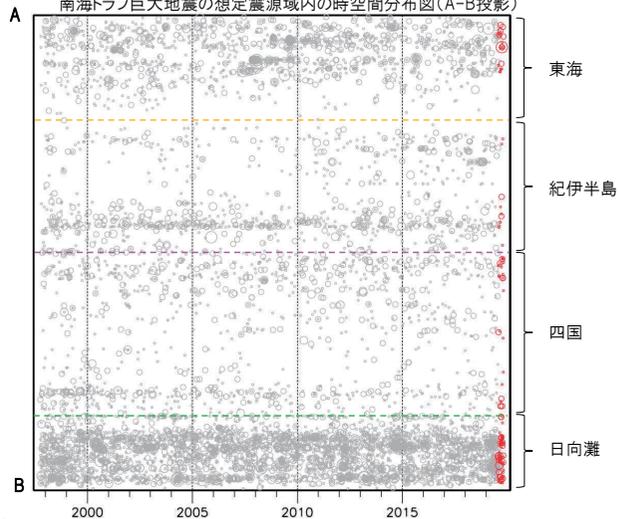
フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。
日向灘の領域e内のみ、深さ20km~30kmの地震を追加している。

震央分布図

(1997年10月1日~2019年10月31日、M \geq 1.5、2019年8月以降の地震を赤く表示)



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。
- ・日向灘のM5.0以上の地震、その他の領域のM4.5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。
- ・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。

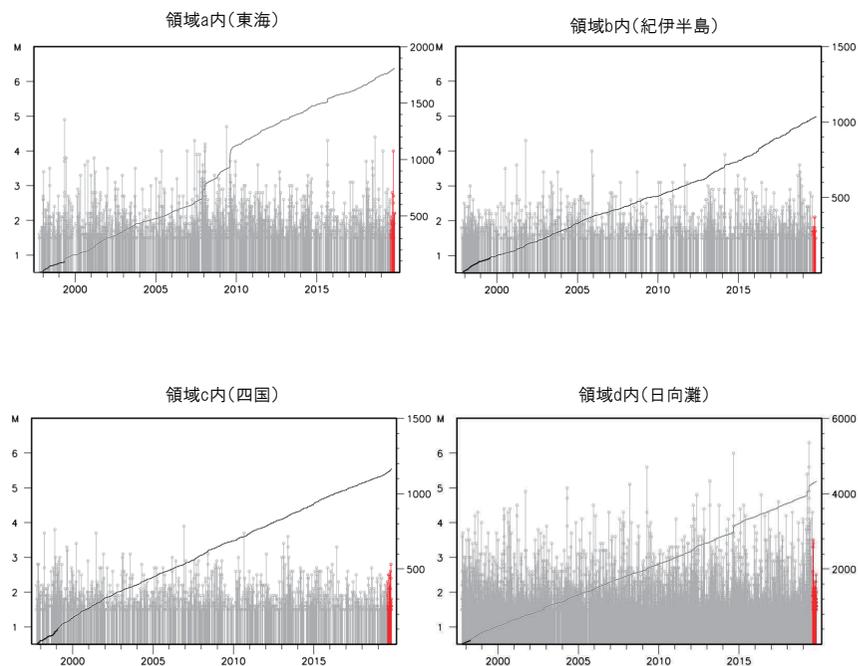
第 18 図 プレート境界とその周辺の地震活動

Fig. 18 Seismic activity around the plate boundary.

プレート境界とその周辺の地震活動

フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。

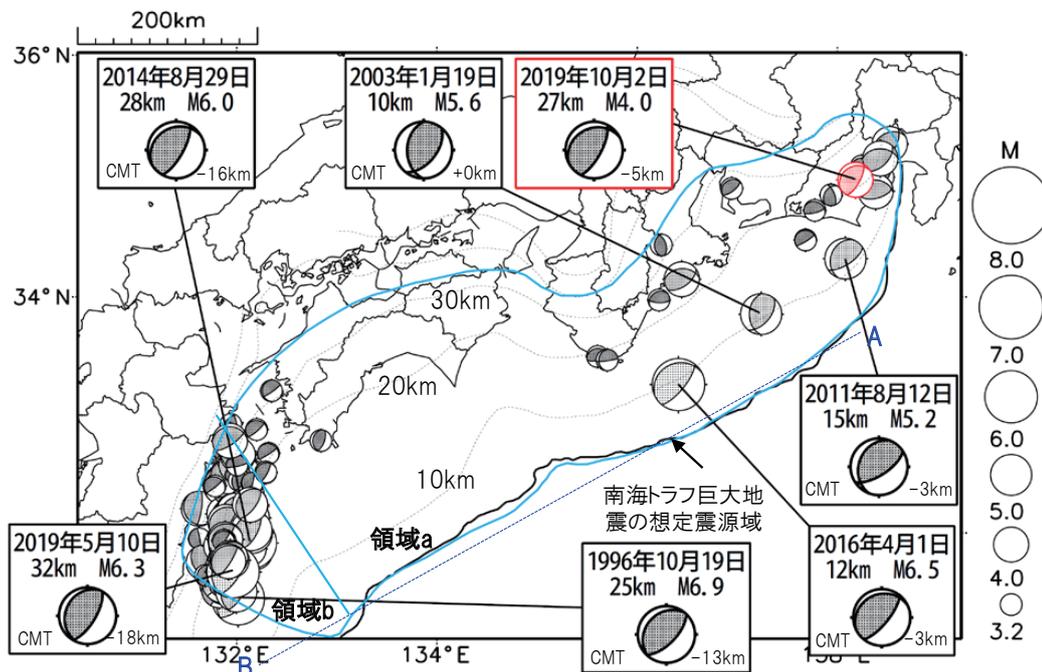
震央分布図の各領域内のMT図・回数積算図



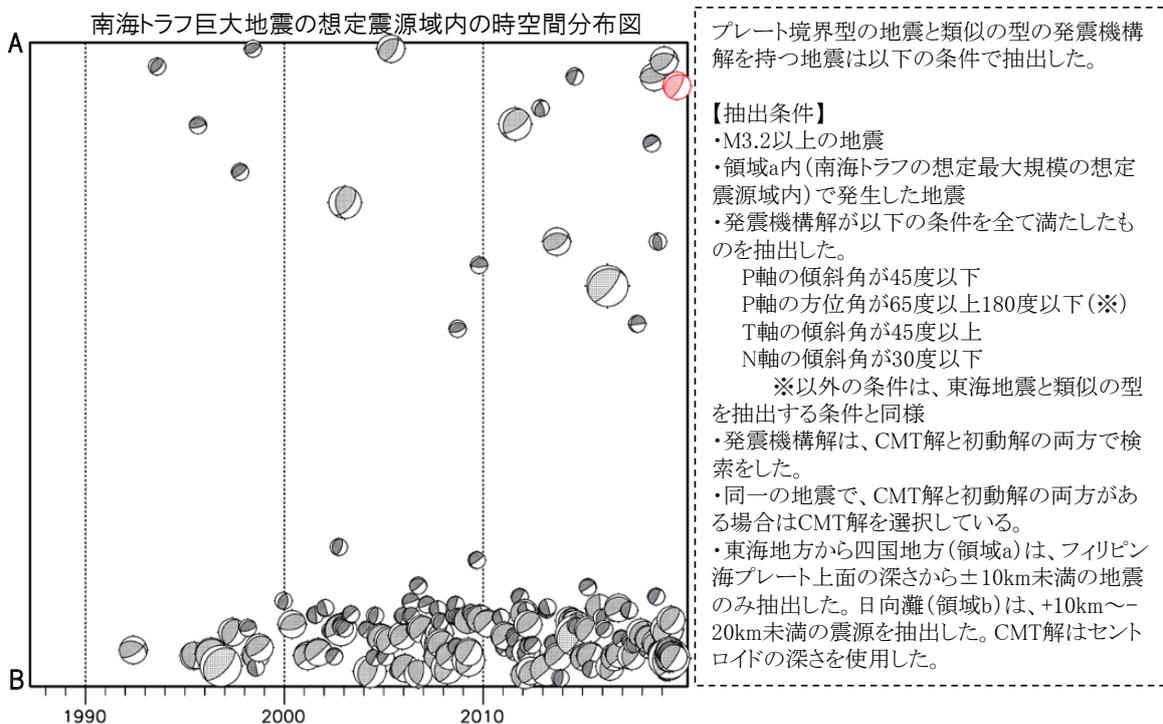
※M1.5以上の地震を表示していることから、検知能力未満の地震も表示しているため、回数積算図は参考として表記している。

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~2019年10月31日、M \geq 3.2、2019年8月以降の地震を赤く表示)



- ・フィリピン海プレート上面の深さは、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)による。震央分布図中の点線は10kmごとの等深線を示す。
- ・今期間に発生した地震(赤)、日向灘のM6.0以上、その他の地域のM5.0以上の地震に吹き出しを付けている。
- ・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。
- ・吹き出しの右下の数値は、フィリピン海プレート上面の深さからの差を示す。+は浅い、-は深いことを示す。
- ・吹き出しに「CMT」と表記した地震は、発震機構解と深さはCMT解による。Mは気象庁マグニチュードを表記している。
- ・発震機構解の解析基準は、解析当時の観測網等に応じて変遷しているため一定ではない。



第19図 想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震

Fig. 19 Earthquakes whose focal mechanisms were similar to that of the anticipated Nankai Trough earthquake.

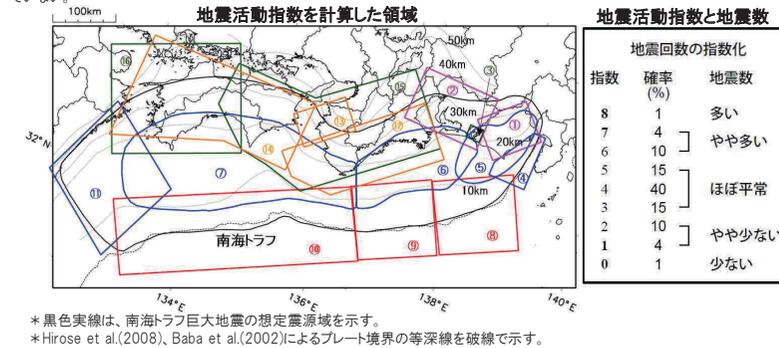
南海トラフ巨大地震の想定震源域とその周辺の地震活動指数

2019年10月31日

領域	①静岡県 中西部		②愛知県		③浜名湖 周辺	④駿河 湾	⑤東 海	⑥東南 海	⑦南 海
	地	ブ	地	ブ	ブ	全	全	全	全
地震活動指数	6	4	5	4	6	4	4	4	4
平均回数	16.5	18.4	26.6	13.6	13.1	13.3	18.3	19.7	21.2
MLきい値	1.1		1.1		1.1	1.4	1.5	2.0	2.0
クラスタ 除去	距離		3km		3km	10km	10km	10km	10km
	日数		7日		7日	10日	10日	10日	10日
対象期間	60日	90日	60日	30日	360日	180日	90日	360日	90日
深さ	0~ 30km	0~ 60km	0~ 30km	0~ 60km	0~ 60km	0~ 60km	0~ 60km	0~ 100km	0~ 100km

領域	南海トラフ沿い		⑪日向 灘	⑫紀伊 半島	⑬和歌 山	⑭四国	⑮紀伊半 島	⑯四国
	⑧東側	⑩西側	全	地	地	地	ブ	ブ
地震活動指数	6	3	7	5	1	4	4	4
平均回数	12.0	15.1	20.6	22.9	42.1	30.3	27.6	28.1
MLきい値	2.5	2.5	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
クラスタ 除去	距離		10km	10km	10km	3km	3km	3km
	日数		10日	10日	10日	7日	7日	7日
対象期間	720日	360日	60日	120日	60日	90日	30日	30日
深さ	0~ 100km	0~ 100km	0~ 100km	0~ 20km	0~ 20km	0~ 20km	20~ 100km	20~ 100km

*基準期間は、全領域1997年10月1日～2019年10月31日
 *領域欄の「地」は地殻内、「ブ」はフィリピン海プレート内で発生した地震であることを示す。ただし、震源の深さから便宜的に分類しただけであり、厳密に分離できていない場合もある。「全」は浅い地震から深い地震まで全ての深さの地震を含む。
 *⑨の領域(三重県南東沖)は、2004年9月5日以降の地震活動の影響で、地震活動指数を正確に計算できないため、掲載していない。

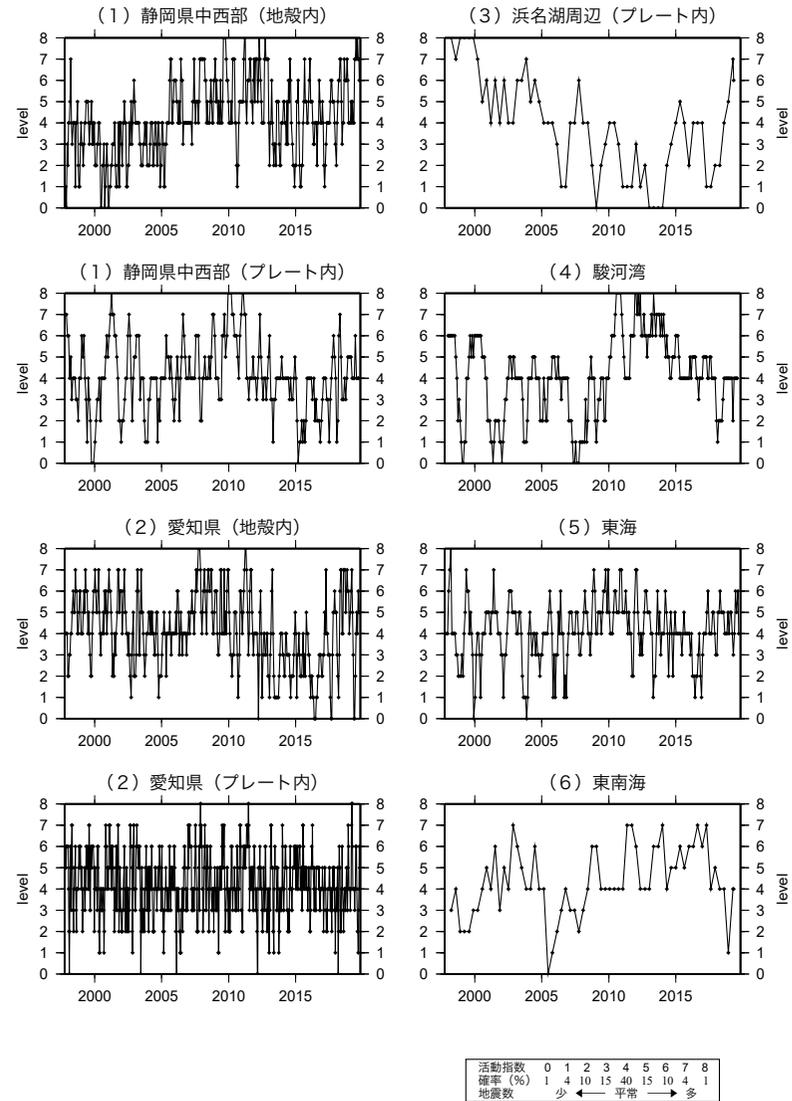


* 黒色実線は、南海トラフ巨大地震の想定震源域を示す。
 * Hirose et al.(2008), Baba et al.(2002)によるプレート境界の等深線を破線で示す。

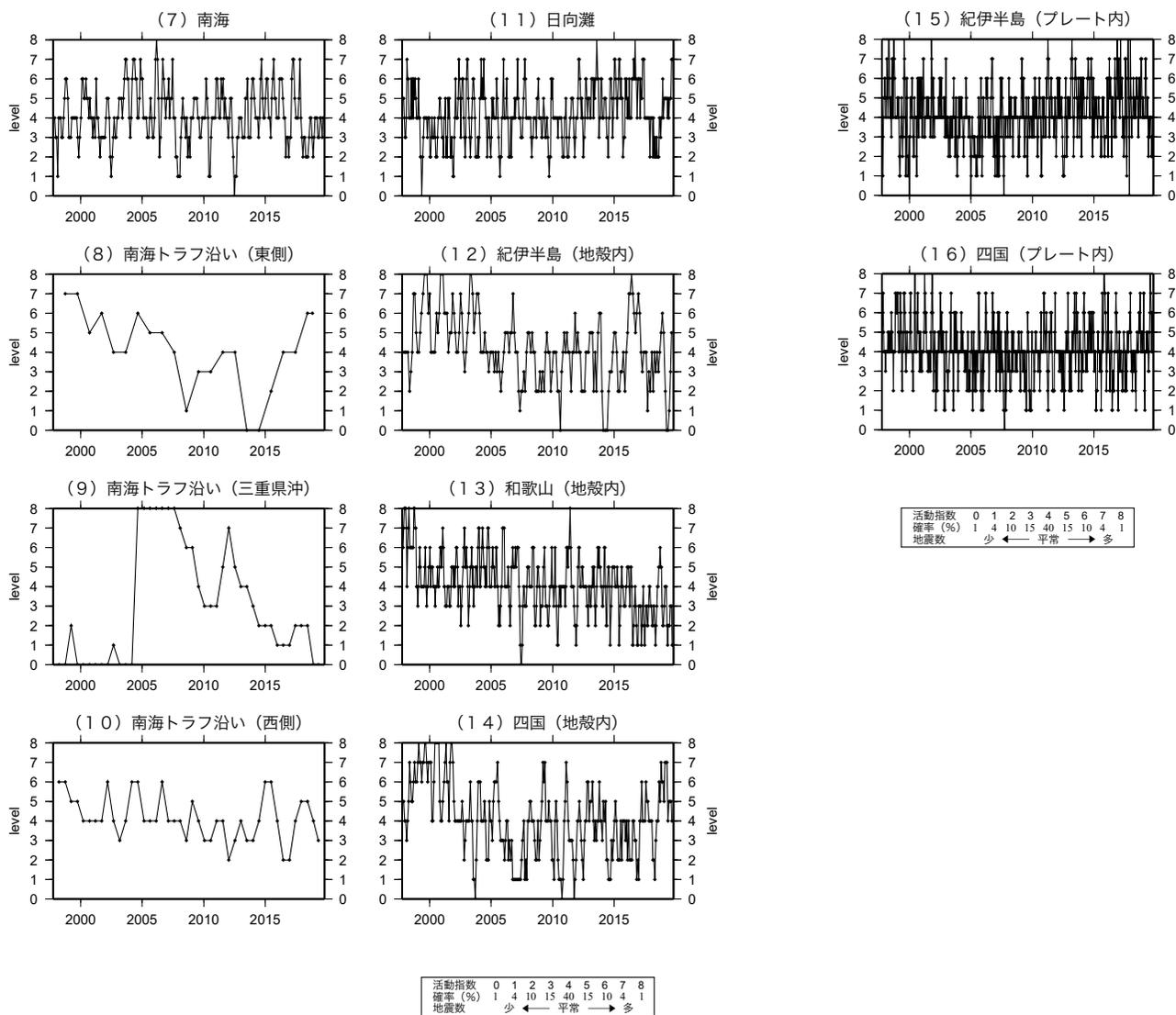
第20図 南海トラフ周辺の地震活動指数の表
 Fig. 20 Table of seismic activity levels in and around the Nankai Trough.

地震活動指数一覧

2019年10月31日



第21図 南海トラフ周辺の地震活動指数の推移
 Fig. 21 Time series of seismic activity levels in and around the Nankai Trough.



第 21 図 南海トラフ周辺の地震活動指数の推移

Fig. 21 Time series of seismic activity levels in and around the Nankai Trough.