

令和元年5月13日
地震火山部

南海トラフ地震に関連する情報（定例）について

－最近の南海トラフ周辺の地殻活動－

現在のところ、南海トラフ沿いの大規模地震の発生の可能性が平常時^(注)と比べて相対的に高まったと考えられる特段の変化は観測されていません。

1. 地震の観測状況

5月10日08時48分に日向灘の深さ25kmを震源とするM6.3の地震が発生しました。また、この地震発生前の同日07時43分にほぼ同じ場所でM5.6の地震が発生しました。これらの地震は、発震機構が西北西・東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ました。

5月11日08時59分に、日向灘の深さ36kmを震源とするM5.0の地震が発生しました。この地震は、発震機構が東西方向に張力軸を持つ型で、フィリピン海プレート内部で発生しました。

プレート境界付近を震源とする深部低周波地震（微動）のうち、主なものは以下のとおりです。

- (1) 紀伊半島西部：3月29日から4月2日まで
- (2) 紀伊半島中部：4月1日から4月7日まで
- (3) 東海：4月6日から4月7日まで
- (4) 四国西部：4月17日から4月21日まで
- (5) 四国中部から東部：5月2日から継続中

2. 地殻変動の観測状況

5月10日の日向灘の地震に伴い、GNSS観測で小さな地殻変動を観測しています。上記(1)から(5)の深部低周波地震（微動）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わずかな地殻変動を観測しました。また、深部低周波地震（微動）は観測されていませんが、以下の通り、複数のひずみ計でわずかな地殻変動を観測しました。

- (6) 東海：4月22日から4月23日まで

これらとは別に、5月10日から12日にかけて四国西部に設置されているひずみ計でごくわずかな変化を観測しました。

GNSS観測等によると、御前崎、潮岬及び室戸岬のそれぞれの周辺ではフィリピン海プレートの沈み込みに伴う長期的な沈降傾向が継続しています。

2018年春頃から九州北部のGNSS観測で、また、2018年秋頃から四国西部のGNSS観測及びひずみ観測で、それまでの傾向とは異なる地殻変動を観測しています。

3. 地殻活動の評価

5月10日に発生した日向灘の2回の地震、5月11日に発生した日向灘の地震は、その規模等から南海トラフ沿いのプレート間の固着状態の特段の変化を示す現象ではないと考えられます。

上記(1)から(5)の深部低周波地震（微動）と地殻変動、及び上記(6)の地殻変動は、想定震源域のプレート境界深部において発生した短期的ゆっくりすべりに起因

するものと推定しています。

2018 年春頃からの九州北部の地殻変動及び 2018 年秋頃からの四国西部の地殻変動は、日向灘北部及び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しています。

5 月 10 日から 12 日にかけて四国西部のひずみ計で観測されたごくわずかな変化は、1 観測点のみの変化で、その変化量も小さいことから、この変化の要因を精査するとともに今後の推移を注意深く監視していく必要があります。

その他の今回観測された深部低周波地震（微動）、短期的ゆっくりすべり、および長期的ゆっくりすべりは、それぞれ、従来からも繰り返し観測されてきた現象です。

上記観測結果を総合的に判断すると、南海トラフ地震の想定震源域ではプレート境界の固着状況に特段の変化を示すようなデータは今のところ得られておらず、南海トラフ沿いの大規模地震の発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まったと考えられる特段の変化は観測されていないと考えられます。

以上を内容とする「南海トラフ地震に関連する情報（定例）」を本日 18 時に発表しました。

（注）南海トラフ沿いの大規模地震（M8～M9 クラス）は、「平常時」においても今後 30 年以内に発生する確率が 70～80%であり、昭和東南海地震・昭和南海地震の発生から既に 70 年以上が経過していることから切迫性の高い状態です。

添付の説明資料は、気象庁、国土地理院、防災科学技術研究所及び産業技術総合研究所の資料から作成。

気象庁の資料には、防災科学技術研究所、産業技術総合研究所、東京大学、名古屋大学等のデータも使用。

産業技術総合研究所の資料には、防災科学技術研究所及び気象庁のデータも使用。

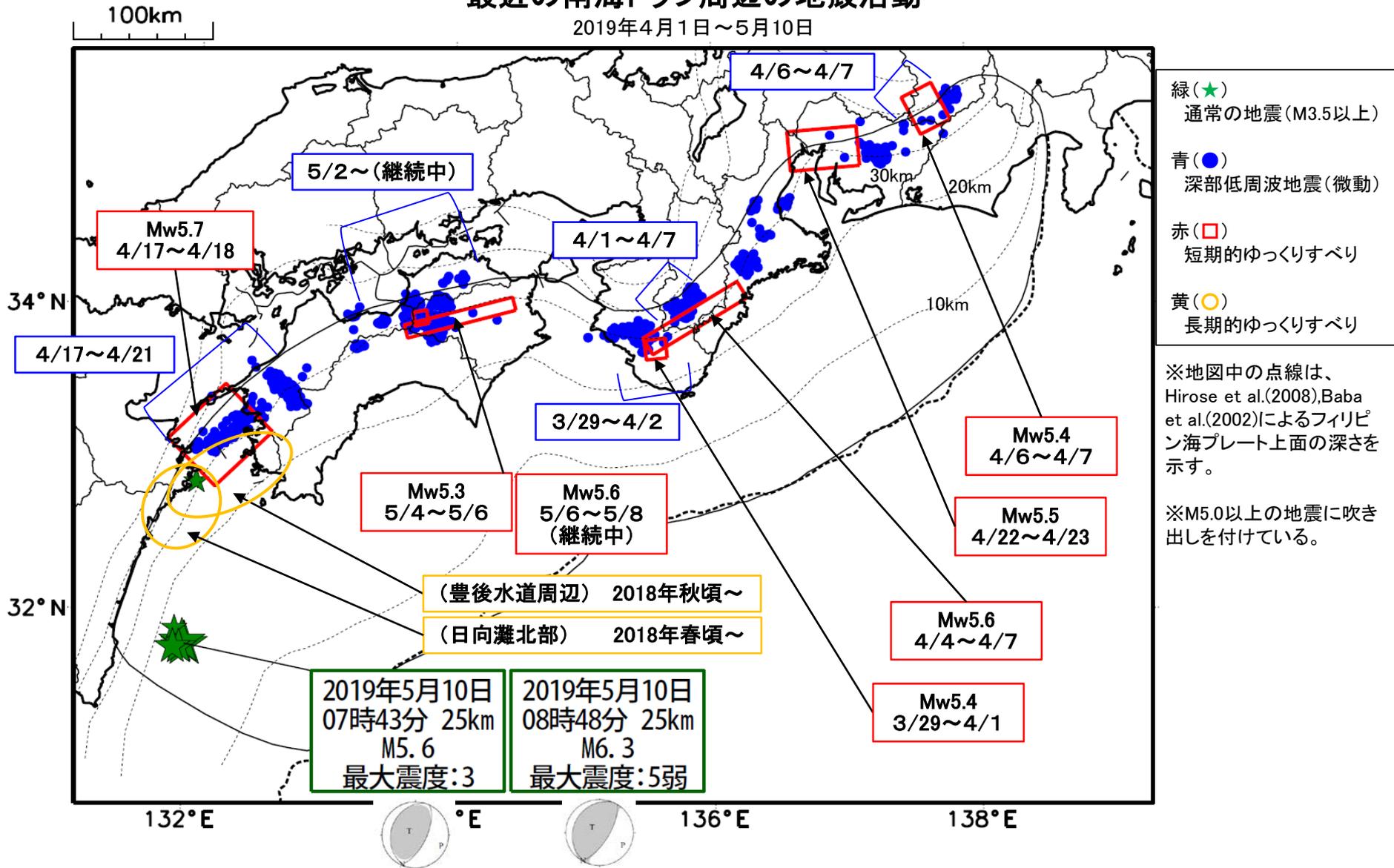
気象庁では、大規模地震の切迫性が高いと指摘されている南海トラフ周辺の地震活動や地殻変動等の状況を定期的に評価するため、南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会、地震防災対策強化地域判定会を毎月開催しています。本資料は本日開催した評価検討会、判定会で評価した、主に前回（平成 31 年 4 月 5 日）以降の調査結果を取りまとめたものです。

問合せ先：地震火山部 地震予知情報課 担当 宮岡

電話 03-3212-8341（内線 4576） FAX 03-3212-2807

最近の南海トラフ周辺の地殻活動

2019年4月1日～5月10日



- 緑(★)
通常の地震(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。

(豊後水道周辺) 2018年秋頃～
(日向灘北部) 2018年春頃～

2019年5月10日 07時43分 25km M5.6 最大震度:3
2019年5月10日 08時48分 25km M6.3 最大震度:5弱

通常の地震(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)防災科学技術研究所及び気象庁の解析結果による。
 ※5月10日の震源は、5月10日16時30分現在で処理済のデータのみ表示している。
 5月10日の地震の震源要素、発震機構解は、今後の精査で変更する場合がある。
 短期的ゆっくりすべり.....【紀伊半島西部・中部、四国西部・中部・東部】産業技術総合研究所の解析結果による。【東海】気象庁の解析結果による。
 長期的ゆっくりすべり.....【日向灘北部】【豊後水道周辺】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。 気象庁作成

平成 31 年 4 月 1 日～令和元年 5 月 13 日 06 時の主な地震活動

○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
4/17	23:04	豊後水道	42	3.5	1	フィリピン海プレート内部
5 /10 ～	5 月 10 日 07:43	日向灘	25	5.6	3	フィリピン海プレートと陸のプレートの境界
	5 月 10 日 08:48	日向灘	25	6.3	5弱	フィリピン海プレートと陸のプレートの境界
・上記の 2 つ地震とほぼ同じ場所で、5 月 10 日 07 時 43 分以降、M3.5 以上の地震が 9 回（上記の 2 つの地震を含む）発生している（5 月 13 日 06 時現在）。						
5/11	08:59	日向灘	36	5.0	4	フィリピン海プレート内部
5/12	15:07	日向灘	37	4.3	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。

※5月12日の地震の震源要素は今後の精査で変更する場合がある。

○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 4月3日～4日 4月9日、4月14日 4月17日～19日 4月23日 5月1日～2日、 <u>5月4日～（継続中）^{注1)}・・・(5)</u>	■紀伊半島北部 4月7日、4月13日 4月25日～26日 4月29日～30日 5月8日～9日 5月11日～（継続中）	4月1日～3日 <u>4月6日～7日・・・(3)</u> 4月9日 4月20日～21日 5月5日～10日 5月12日～（継続中）
■四国中部 4月7日～8日、5月1日～4日 5月11日～（継続中）	■紀伊半島中部 <u>4月1日～7日・・・(2)</u>	
■四国西部 4月1日～2日、4月6日 4月9日～11日、4月13日 <u>4月17日～21日・・・(4)</u> 4月25日～26日 4月28日～29日 5月2日～3日、 5月7日～9日、 5月11日～（継続中）	■紀伊半島西部 <u>3月29日～4月2日・・・(1)</u> 4月5日～7日 4月13日～14日 4月17日～18日 4月27日 4月29日～30日 5月9日 5月12日～（継続中）	

※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。

※地殻変動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）～（5）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、5月2日から継続中。

5月10日 日向灘の地震

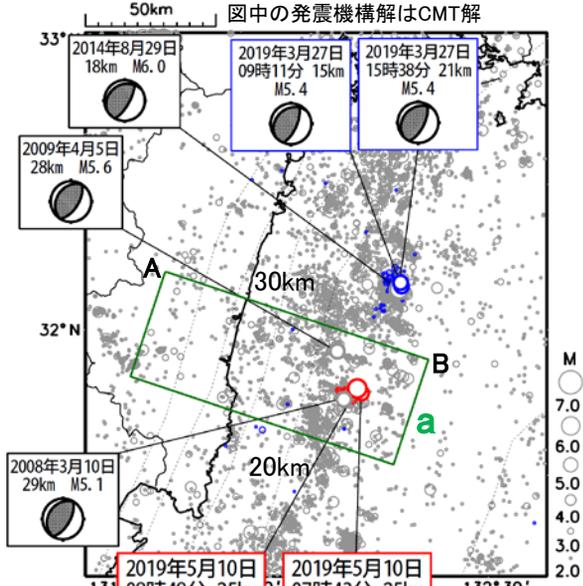
5月10日08時48分に、日向灘でM6.3の地震(深さ25km、最大震度5弱、今回の地震①)が発生した。この地震の発生前の同日07時43分にほぼ同じ場所でM5.6の地震(深さ25km、最大震度3、今回の地震②)が発生した。これらの地震は、いずれも発震機構(CMT解、速報解)が西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した。07時43分の地震発生以降、付近でややまとまった活動となっている。

1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近(領域b内)は、定常的に地震活動が見られ、2009年4月5日にM5.6の地震(最大震度4)が発生した。日向灘では、2019年3月27日にM5.4の地震が2回発生したが、今回の地震は、3月27日の地震とは異なる場所で発生した。

1922年以降の日向灘の地震活動を見ると、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。M6.0以上の地震が発生したのは、2014年8月29日のM6.0の地震(最大震度4)以来であった。

震央分布図

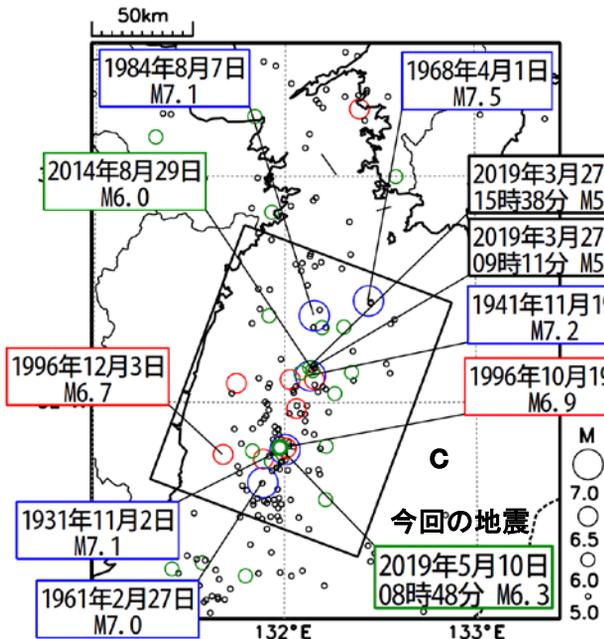
(1997年10月1日～2019年5月10日09時、M \geq 2.0、深さ0～80km)
青:2019年3月27日～5月9日、赤:5月10日



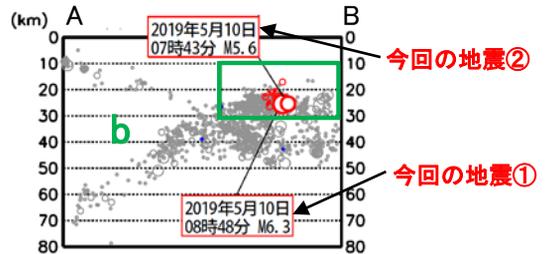
※震央分布図中の点線は、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)によるフィリピン海プレート上面の深さを示す。

震央分布図

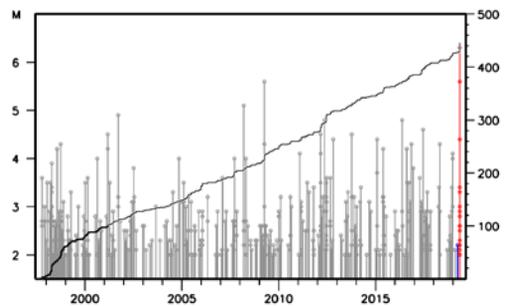
(1922年1月1日～2019年5月10日09時、M \geq 5.0、深さ0～100km)
黒:5.0 \leq M<6.0、緑:6.0 \leq M<6.5、赤:6.5 \leq M<7.0、青:7.0 \leq M



領域a内の断面図(AB投影)

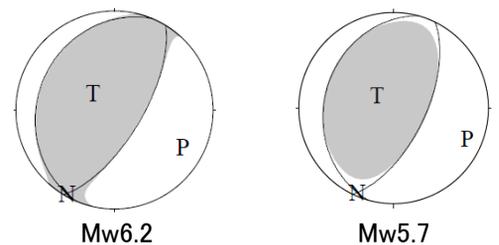


領域b内のM-T図及び回数積算図

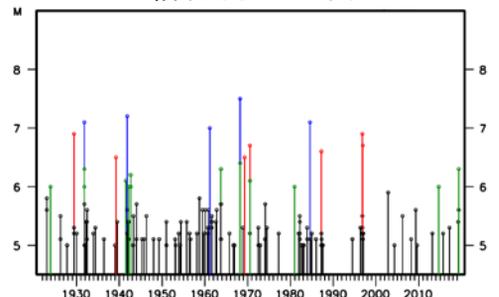


今回の地震の発震機構解(CMT解)

08時48分(M6.3)の地震
07時43分(M5.6)の地震



領域c内のM-T図



※M7.0以上の地震、1990年以降に発生したM6.0以上の地震、2019年の地震(今回の地震は最大規模の地震)に吹き出しを付加している。

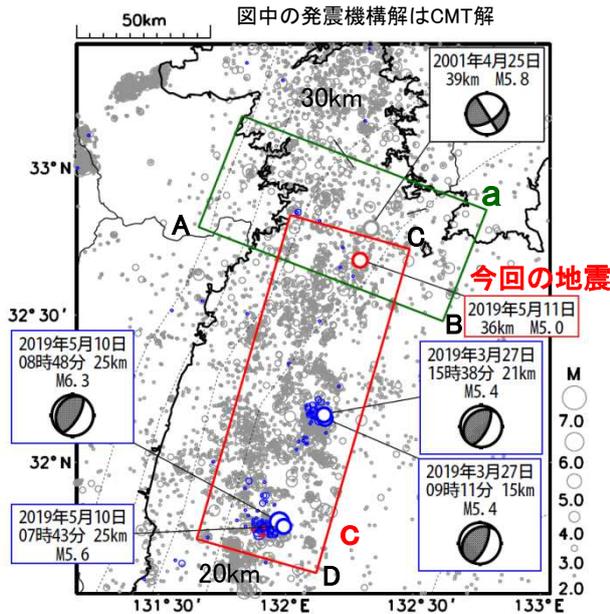
※5月9日以降の地震の震源要素、今回の地震の発震機構解は今後の精査で変更する可能性がある。

5月11日 日向灘の地震

5月11日08時59分に、日向灘でM5.0の地震(深さ36km、最大震度4)が発生した。この地震は発震機構が東西方向に張力軸を持つ型でフィリピン海プレート内部で発生した。

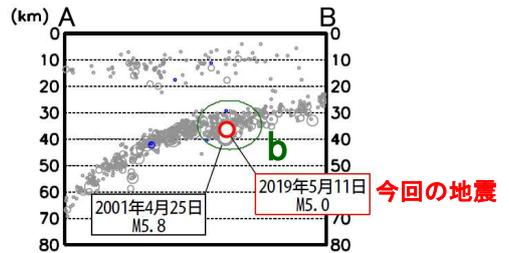
1997年10月以降の活動を見ると、今回の地震の震源付近(領域b内)は、定常的に地震活動が見られ、2001年4月25日にM5.8の地震(最大震度4)が発生した。日向灘では、2019年5月10日にM6.3の地震が発生したが、今回の地震は、5月10日の地震とは北北東に約100km離れた場所で発生した。

震央分布図
(1997年10月1日～2019年5月11日、M \geq 2.0、深さ0～80km)
青: 2019年3月27日～5月10日、赤: 5月11日

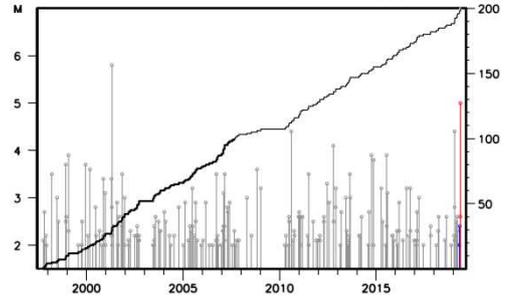


※震央分布図中の点線は、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)によるフィリピン海プレート上面の深さを示す。

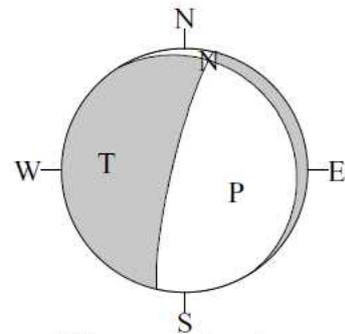
領域a内の断面図(AB投影)



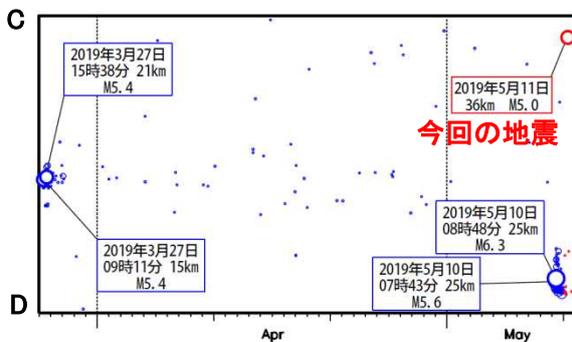
領域b内のM-T図及び回数積算図



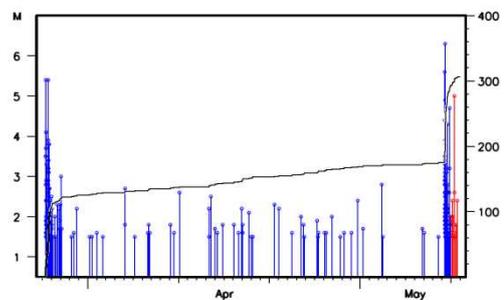
今回の地震の発震機構解(CMT解)



領域c内の時空間分布図
(2019年3月27日～5月11日、M \geq 1.5)



領域c内のM-T図及び回数積算図
(2019年3月27日～5月11日、M \geq 1.5)



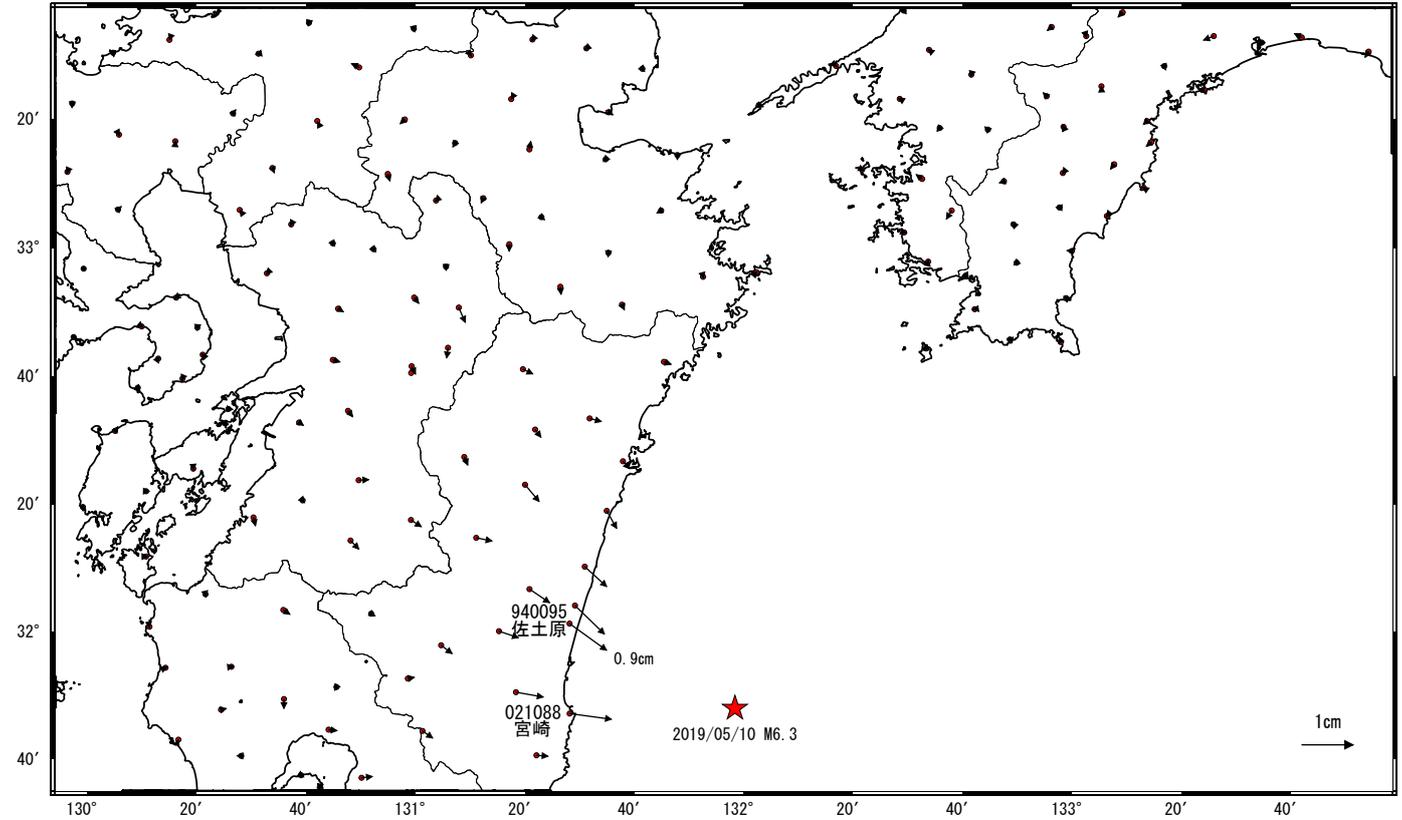
※5月11日以降の地震の震源要素、今回の地震の発震機構解は今後の精査で変更する場合がある。

日向灘の地震(5月10日 M6.3)前後の観測データ (暫定)

この地震に伴い小さな地殻変動が観測された。

地殻変動 (水平)

基準期間: 2019/05/02~2019/05/08 [R3: 速報解]
比較期間: 2019/05/10~2019/05/11 [R3: 速報解]

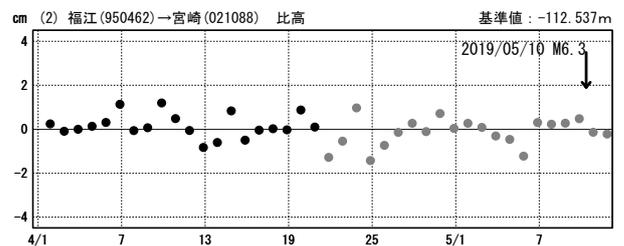
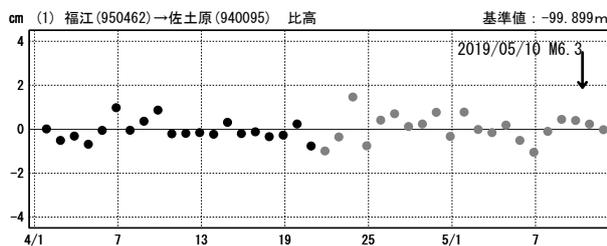
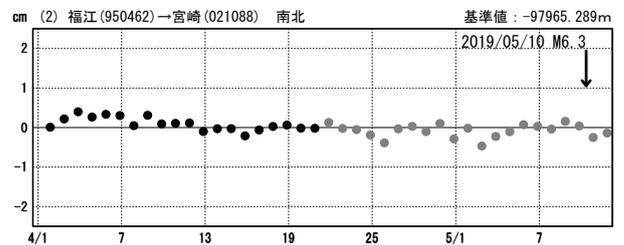
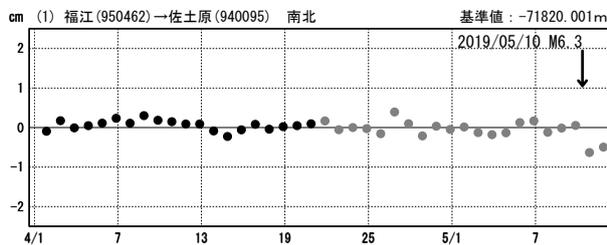
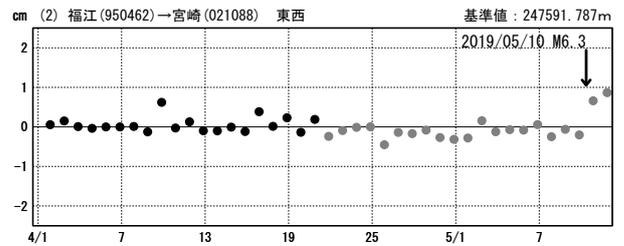
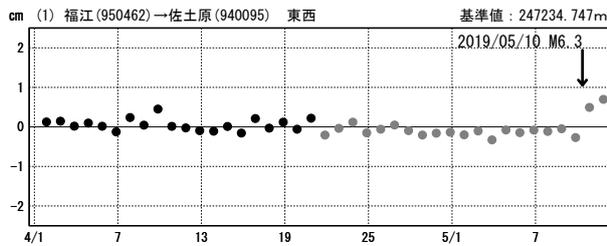


☆ 固定局: 福江 (950462) ☆ 震央

成分変化グラフ

期間: 2019/04/01~2019/05/11 JST

期間: 2019/04/01~2019/05/11 JST

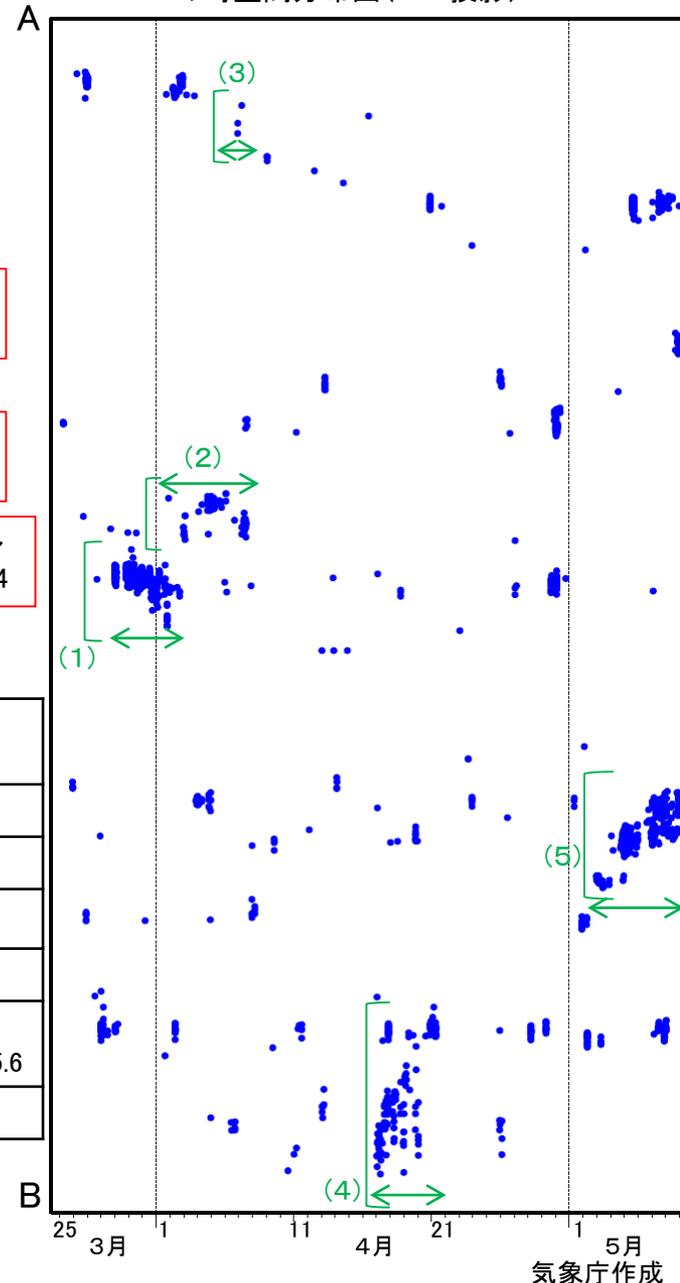
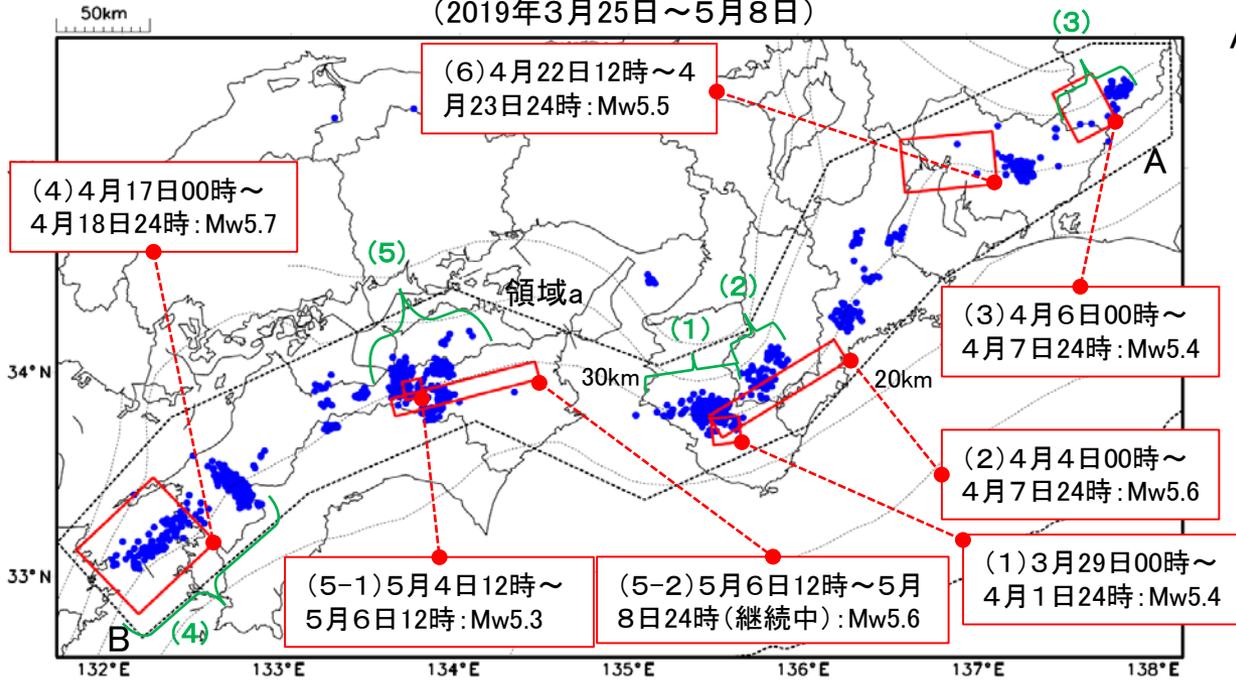


●---[F3: 最終解] ●---[R3: 速報解]

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3月25日～5月8日)

領域a(点線領域)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	3月29日～4月2日	(1)3月29日00時～4月1日24時: Mw5.4
(2)	紀伊半島中部	4月1日～4月7日	(2)4月4日00時～4月7日24時: Mw5.6
(3)	東海	4月6日～4月7日	(3)4月6日00時～4月7日24時: Mw5.4
(4)	四国西部	4月17日～4月21日	(4)4月17日00時～4月18日24時: Mw5.7
(5)	四国中部から東部	5月2日～(継続中)	(5-1)5月4日12時～5月6日12時: Mw5.3 (5-2)5月6日12時～5月8日24時(継続中): Mw5.6
(6)	東海	(活動なし)	(6)4月22日12時～4月23日24時: Mw5.5

●: 深部低周波地震(微動)活動 震央(気象庁の解析結果を示す)
活動の期間(防災科学技術研究所及び気象庁の解析結果を示す)

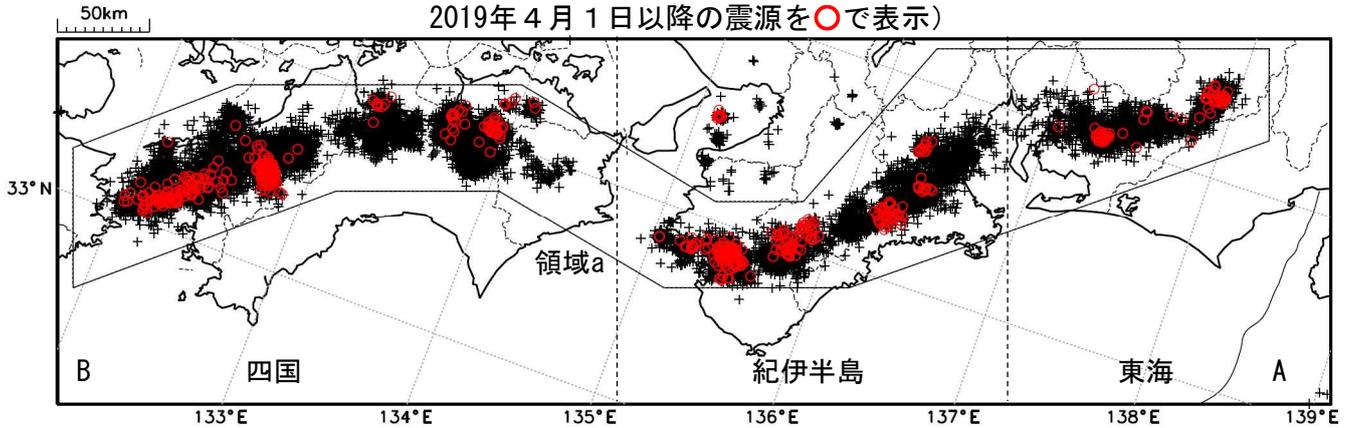
□: 短期的ゆっくりすべりの断層モデル
(紀伊半島西部・中部、四国西部・東部は産業技術総合研究所、東海は気象庁の解析結果を示す)

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5月1日～2019年4月30日）

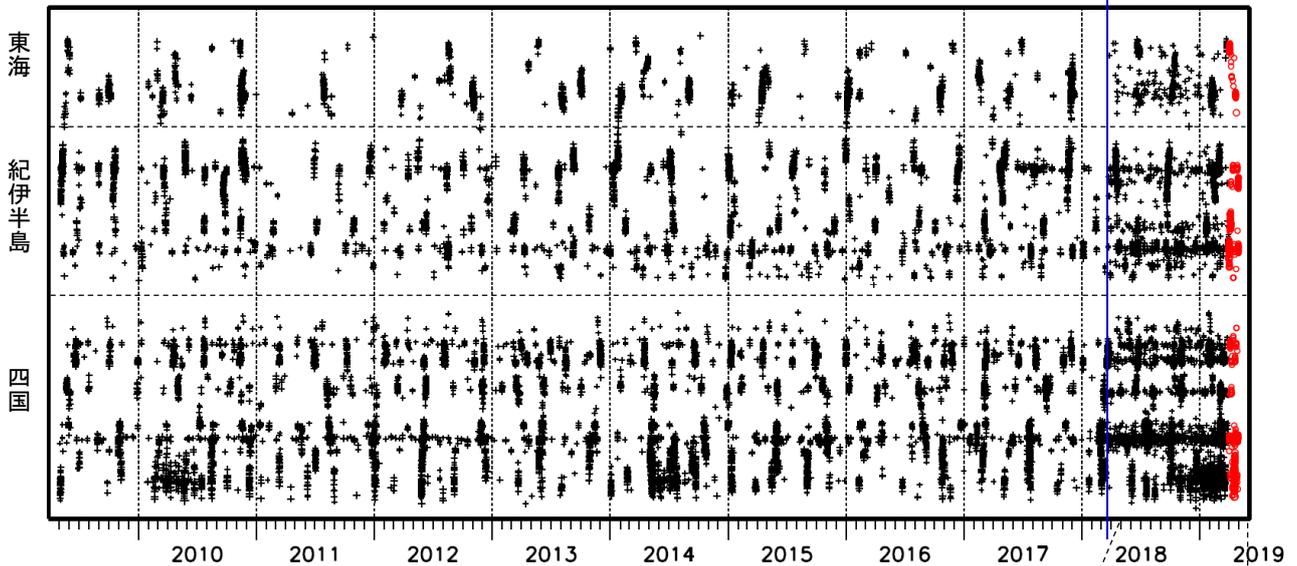
深部低周波地震（微動）は、「短期的ゆっくりすべり」に密接に関連する現象とみられており、プレート境界の状態の変化を監視するために、その活動を監視している。

震央分布図（2009年5月1日～2019年4月30日：過去10年間
2019年4月1日以降の震源を○で表示）

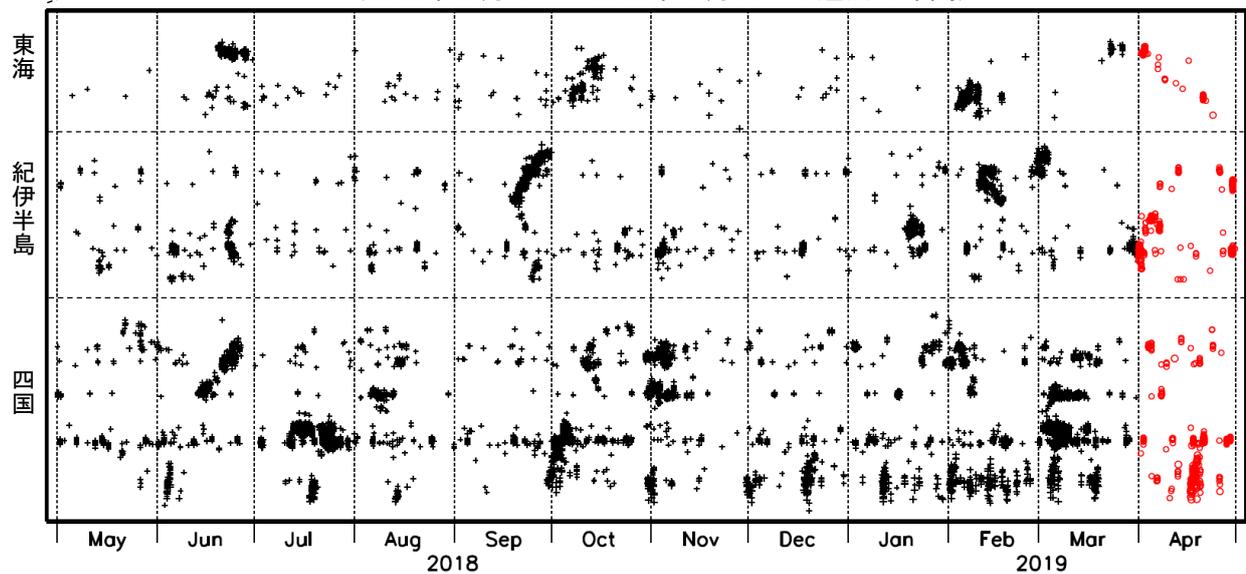


上図領域a内の時空間分布図（A-B投影）

※2018年3月22日



（2018年5月1日～2019年4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。

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

4月6日から4月7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、4月6日から7日にかけて、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。

4月22日から4月23日にかけて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。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。この周辺では、2018年10月2日から4日にかけて、今回と同様に、深部低周波地震(微動)活動を伴わない短期的ゆっくりすべりに起因すると推定されるひずみ変化が観測されている。

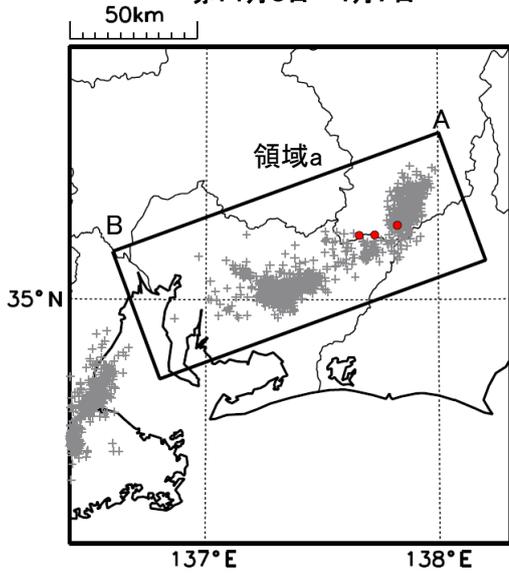
これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

深部低周波地震(微動)活動

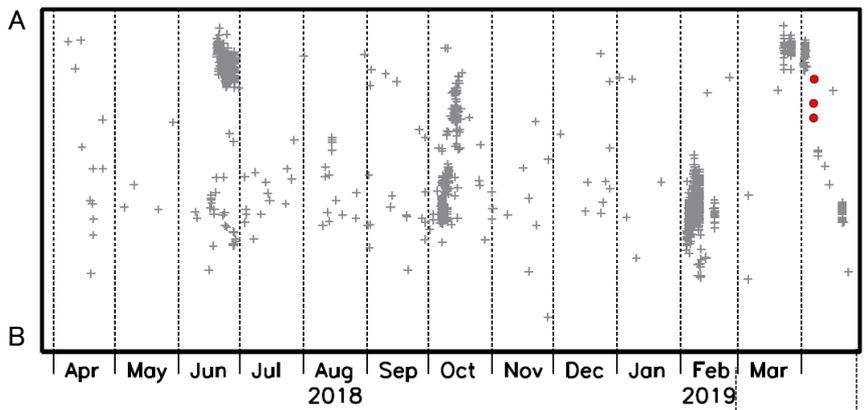
震央分布図

(2018年4月1日～2019年4月24日、深さ0～60km、Mすべて)

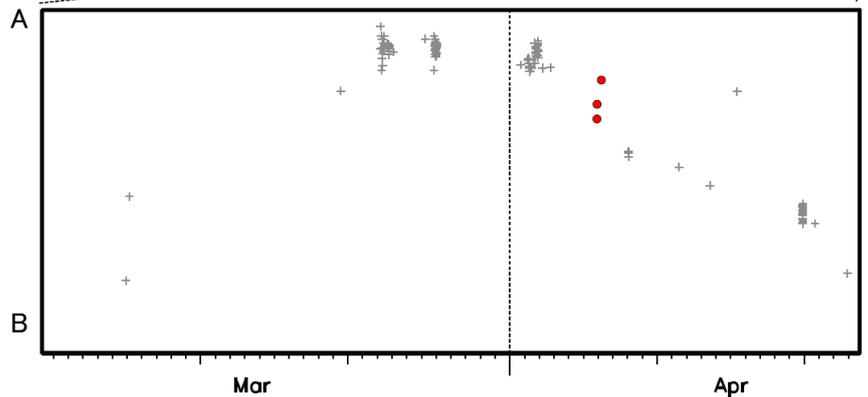
赤: 4月6日～4月7日



震央分布図の領域a内の時空間分布図 (A-B投影)

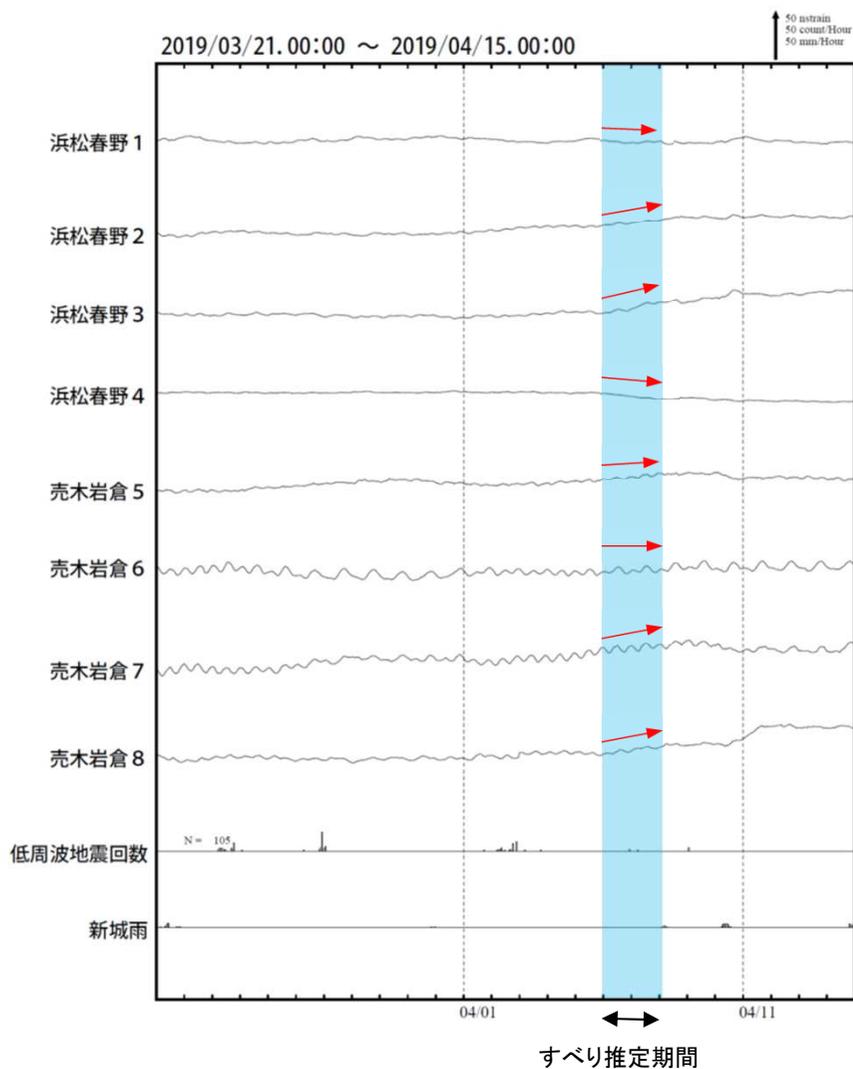


2019年3月1日～4月24日

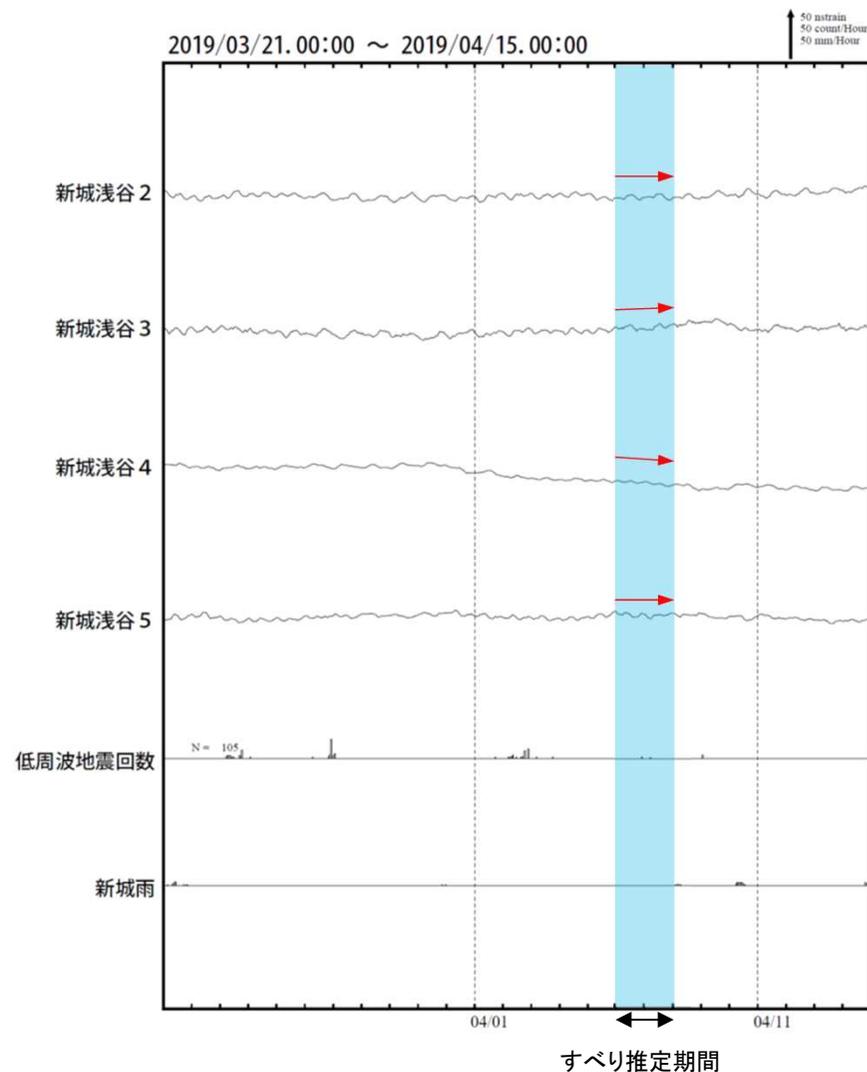


東海で発生した短期的ゆっくりすべり(4月6日~7日)

愛知県から長野県で観測されたひずみ変化

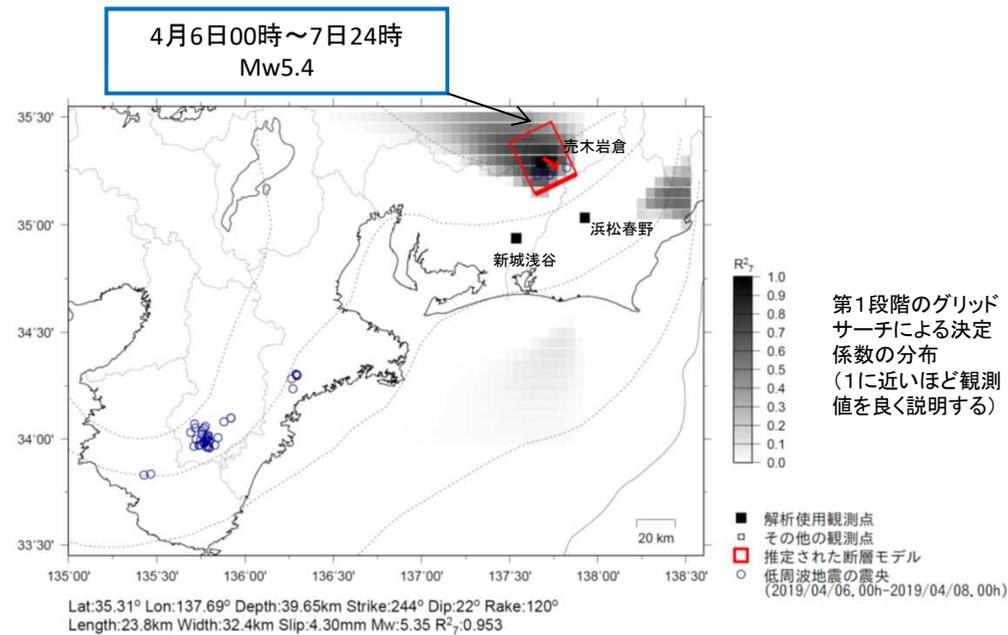


浜松春野は静岡県のひずみ計である。



東海で発生した短期的ゆっくりすべり(4月6日~7日)

ひずみ変化から推定される断層モデル



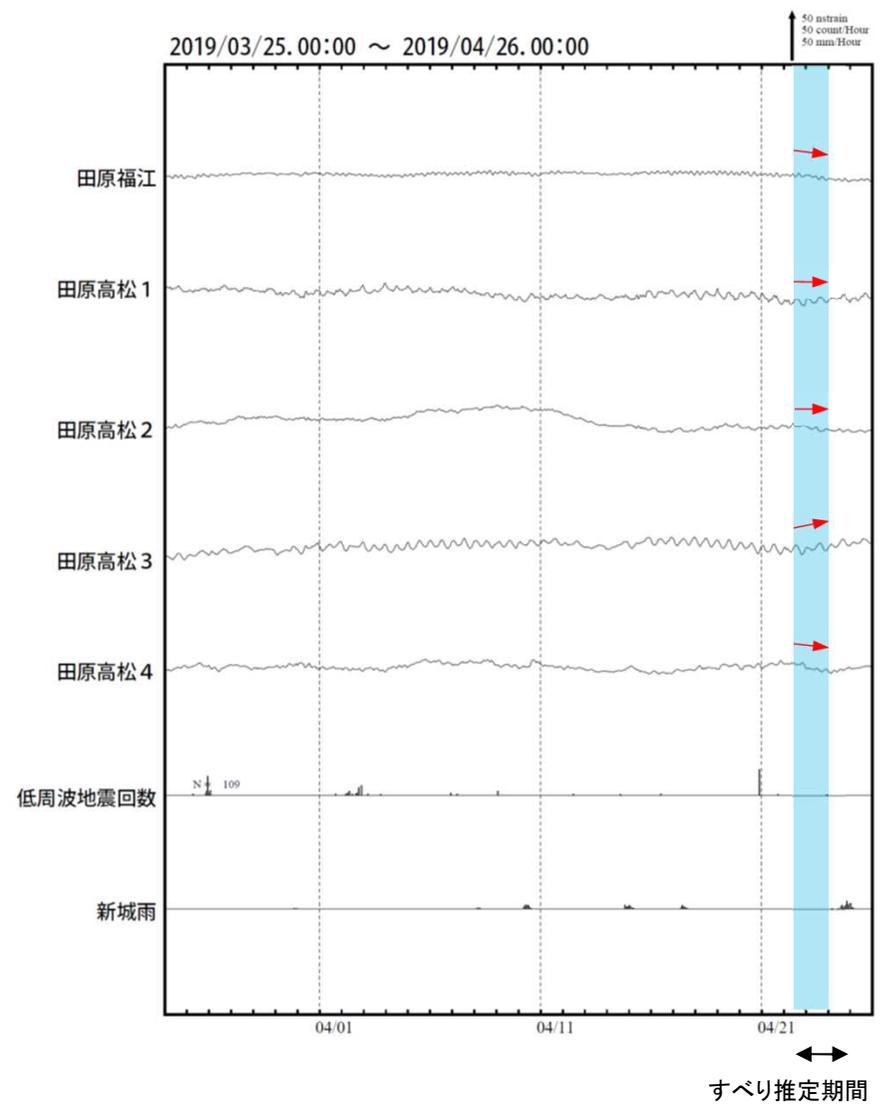
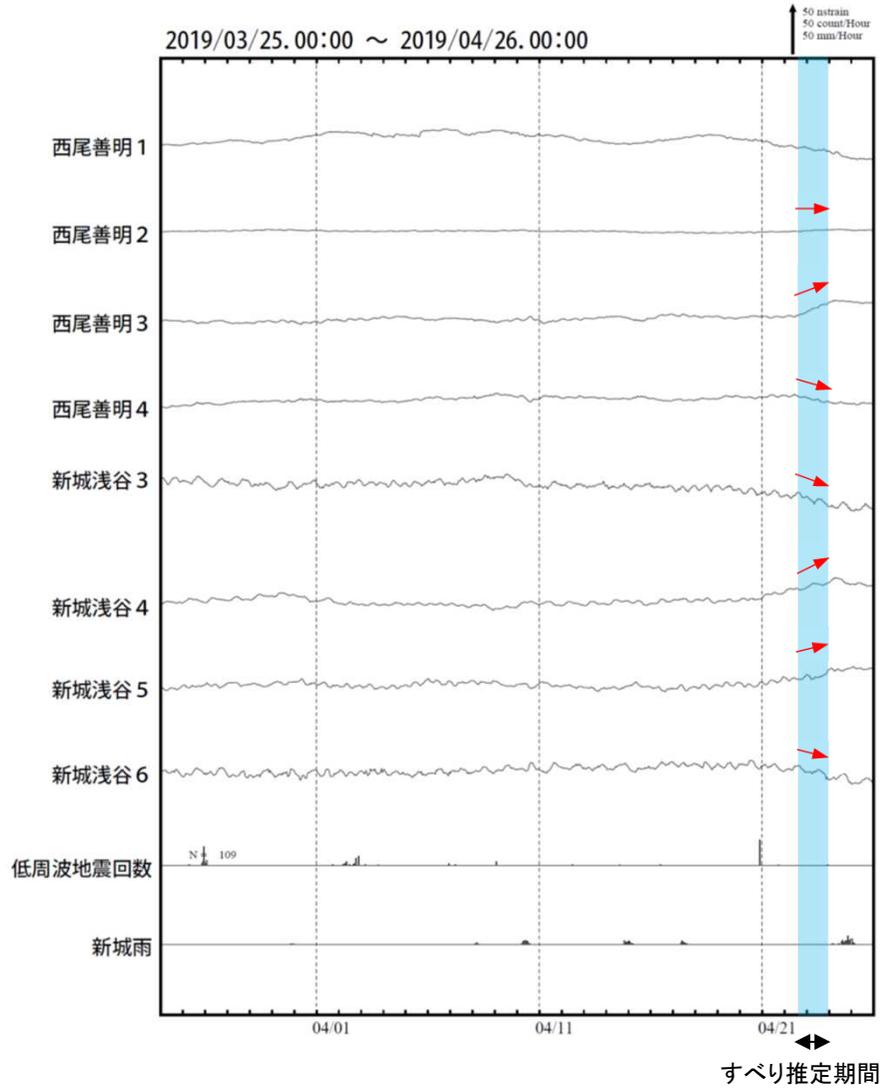
前図に観測されたひずみ変化のうち、赤矢印を付した観測点での変化量を元にすべり推定を行ったところ、低周波地震とほぼ同じ場所にすべり域が求まった。

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。

東海で発生した短期的ゆっくりすべり(4月22日~23日)

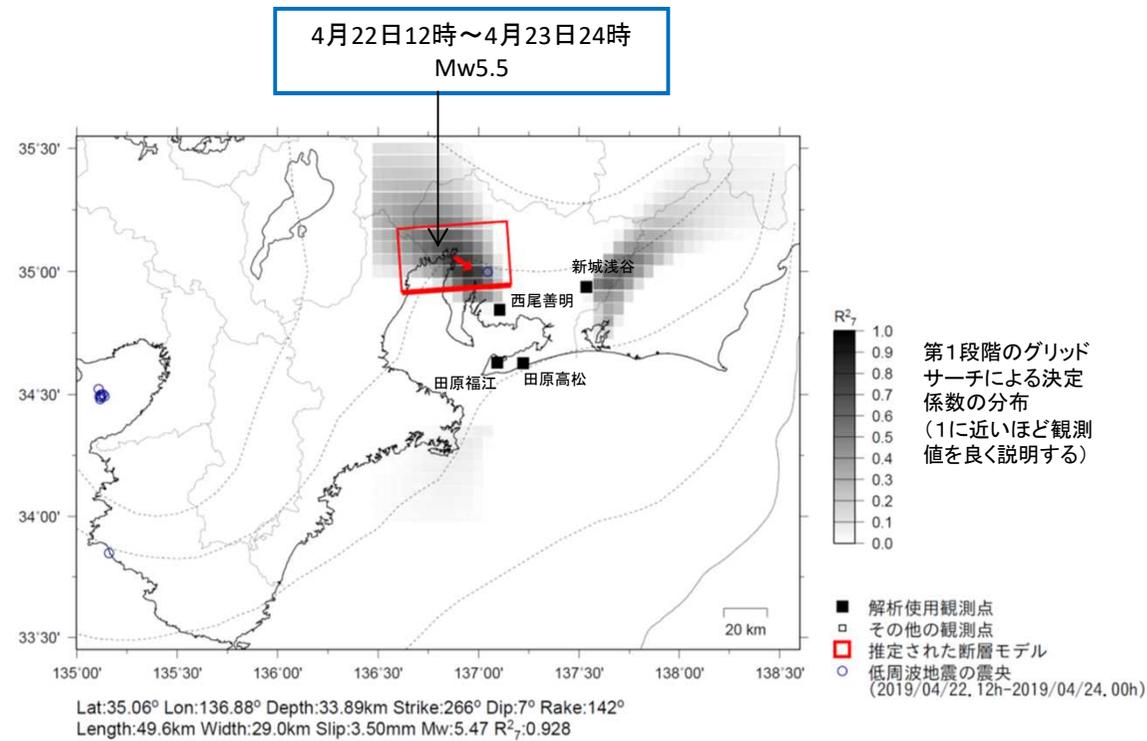
愛知県で観測されたひずみ変化



西尾善明は産業技術総合研究所のひずみ計である。

気象庁作成

東海で発生した短期的ゆっくりすべり(4月22日~23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、上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、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

3月29日から4月2日にかけて紀伊半島西部、4月1日から4月7日にかけて紀伊半島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。

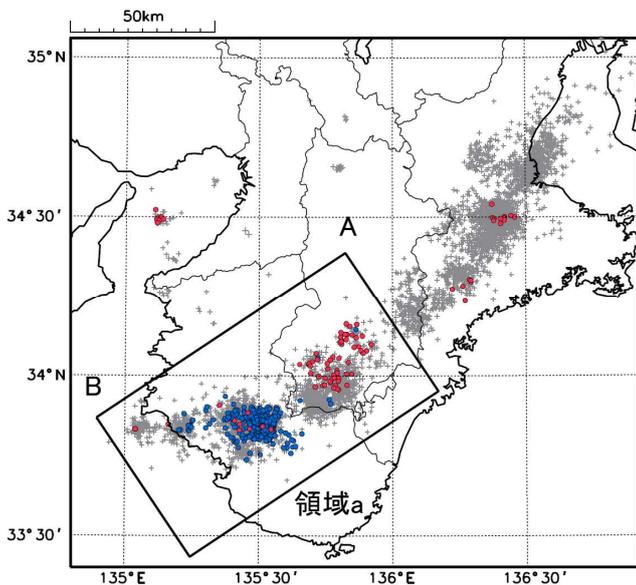
これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

深部低周波地震(微動)活動

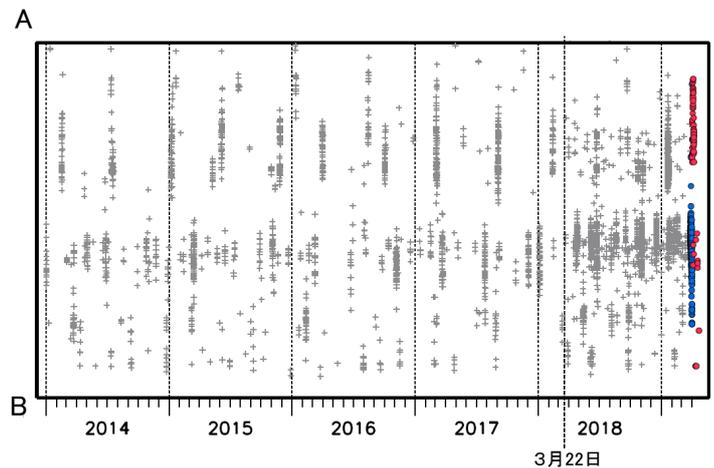
震央分布図

(2014年1月1日～2019年4月24日、
深さ0～60km、Mすべて)

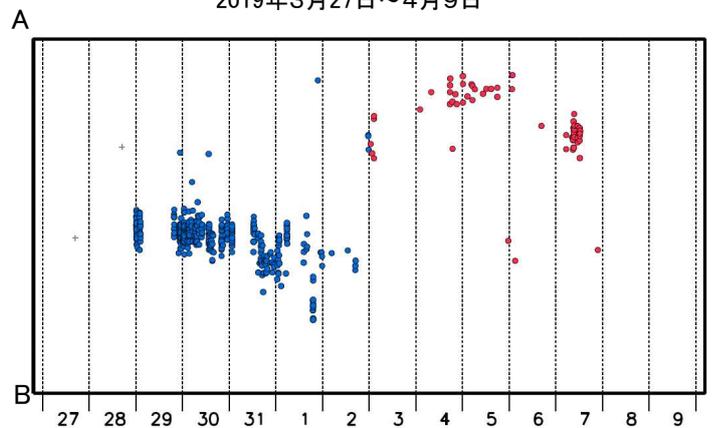
灰: 2014年1月1日～2019年3月28日、
青: 3月29日～4月2日、赤: 4月3日～



震央分布図の領域a内の時空間分布図 (AB投影)



2019年3月27日～4月9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。

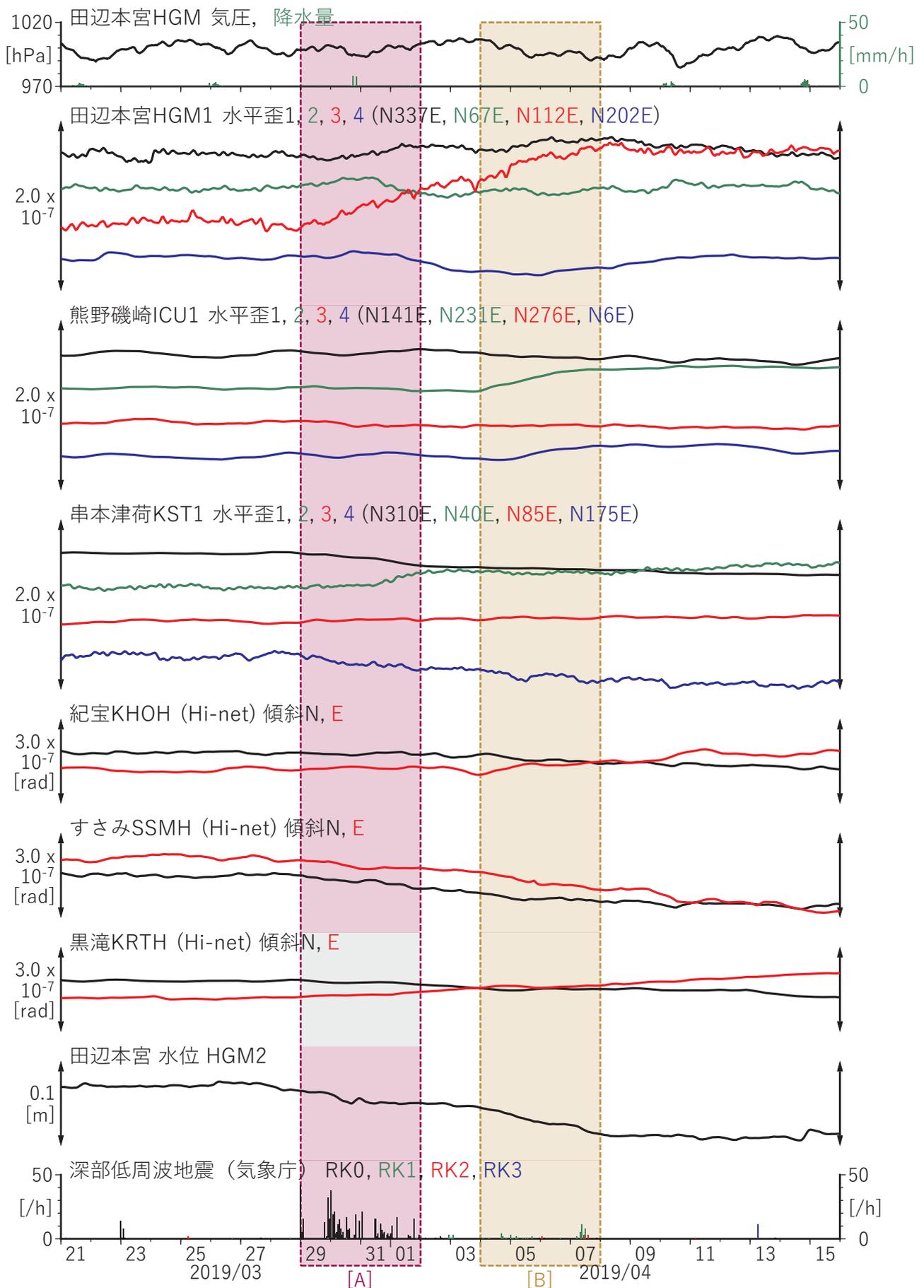
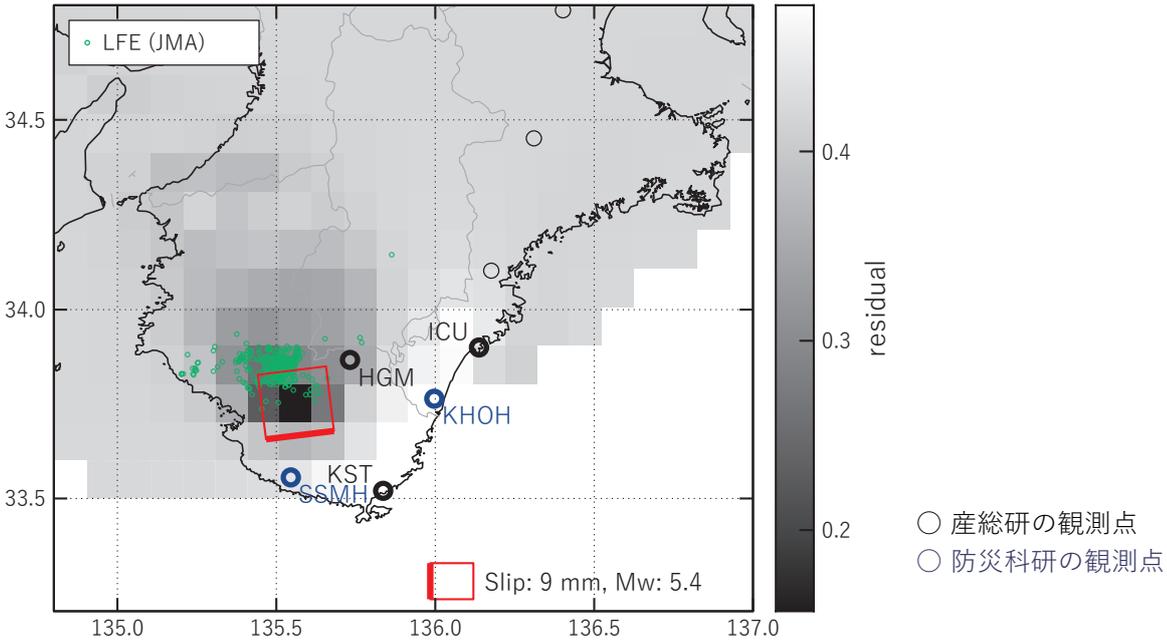


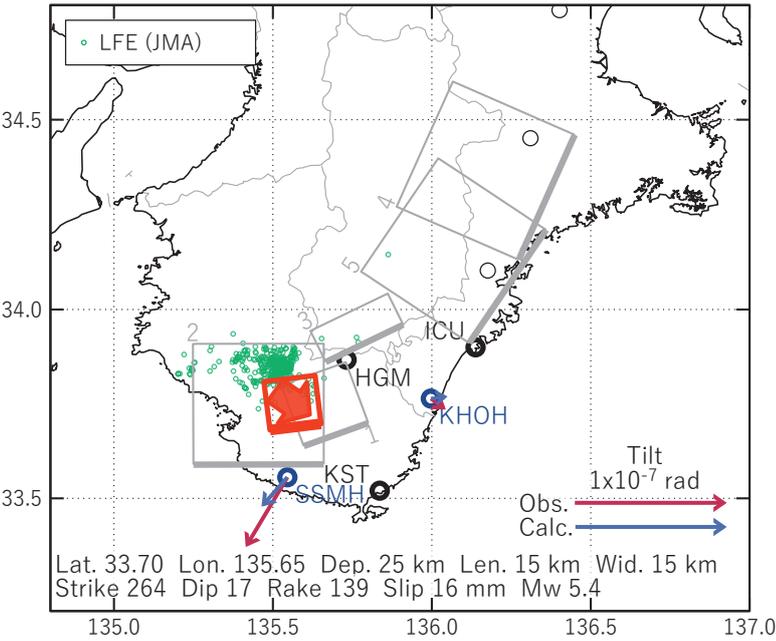
図2 紀伊半島における歪・傾斜・地下水観測結果 (2019/03/21 00:00 - 2019/04/16 00:00 (JST))

[A] 2019/03/29-04/01

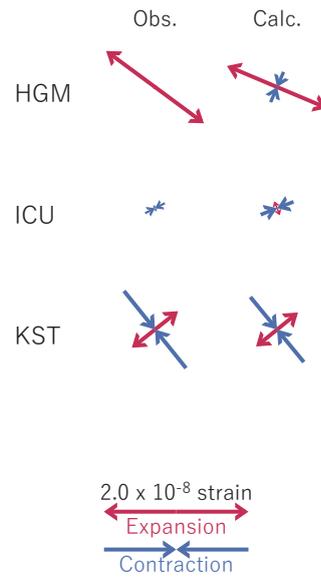
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



(b3) 体積歪

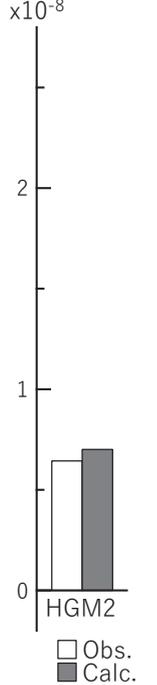


図3 2019/03/29-04/01の歪・傾斜・地下水変化 (図2[A]) を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。赤色破線矩形は今回の一連のイベント。

1: 2018/01/04-05 (Mw5.3), 2: 2018/06/22PM-25AM (Mw5.6), 3: 2019/01/19PM-24AM (Mw5.6)
4: 2019/02/10-15 (Mw5.8), 5: 2019/02/16-18 (Mw5.5)

(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

(b3) 体積歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

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】

4月17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。深部低周波地震(微動)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わずかな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)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)。

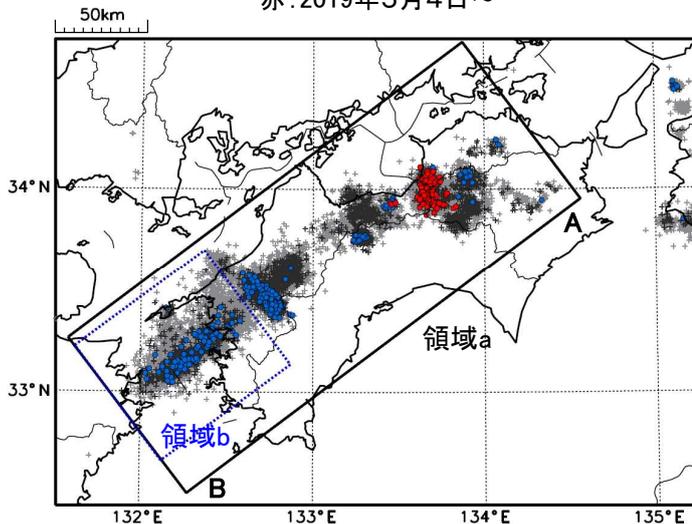
【四国東部】

5月4日以降、四国東部で深部低周波地震(微動)を観測している。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ている。

震央分布図

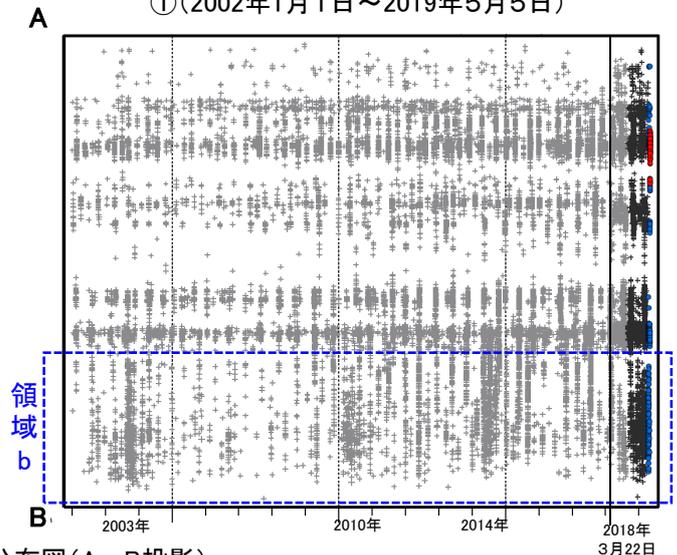
(2002年1月1日~2019年5月5日、深さ0~60km、Mすべて)

黒:2018年9月1日~2019年4月16日、青:2019年4月17日~、赤:2019年5月4日~



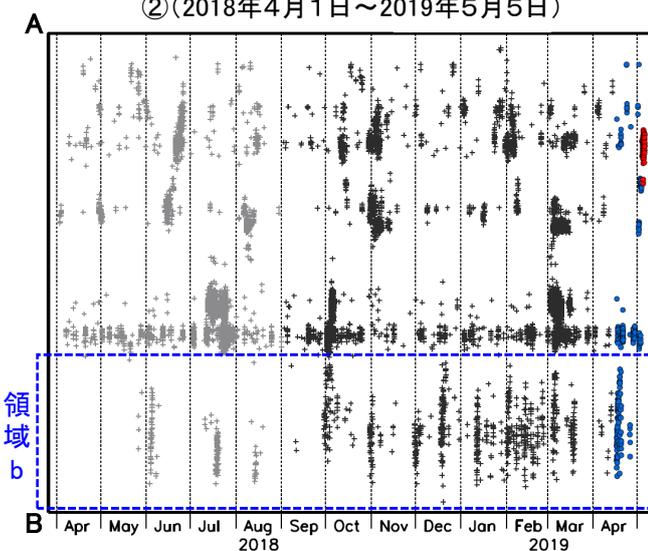
震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)

①(2002年1月1日~2019年5月5日)

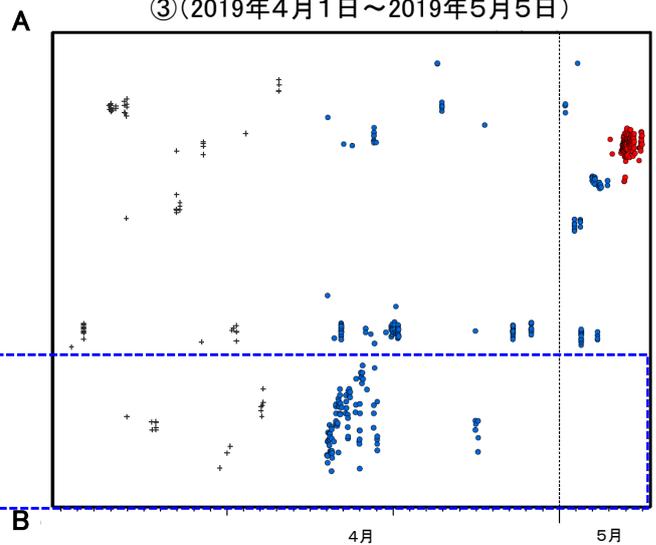


震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)

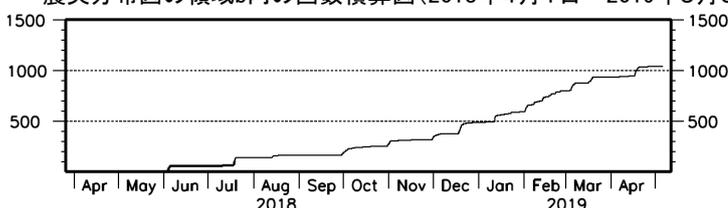
②(2018年4月1日~2019年5月5日)



③(2019年4月1日~2019年5月5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。

四国の深部低周波微動活動状況 (2019年4月)

- 4月17～21日頃に豊後水道から四国西部において、やや活発な微動活動。
- 5月2日頃より四国中部から東部において、微動活動が開始。

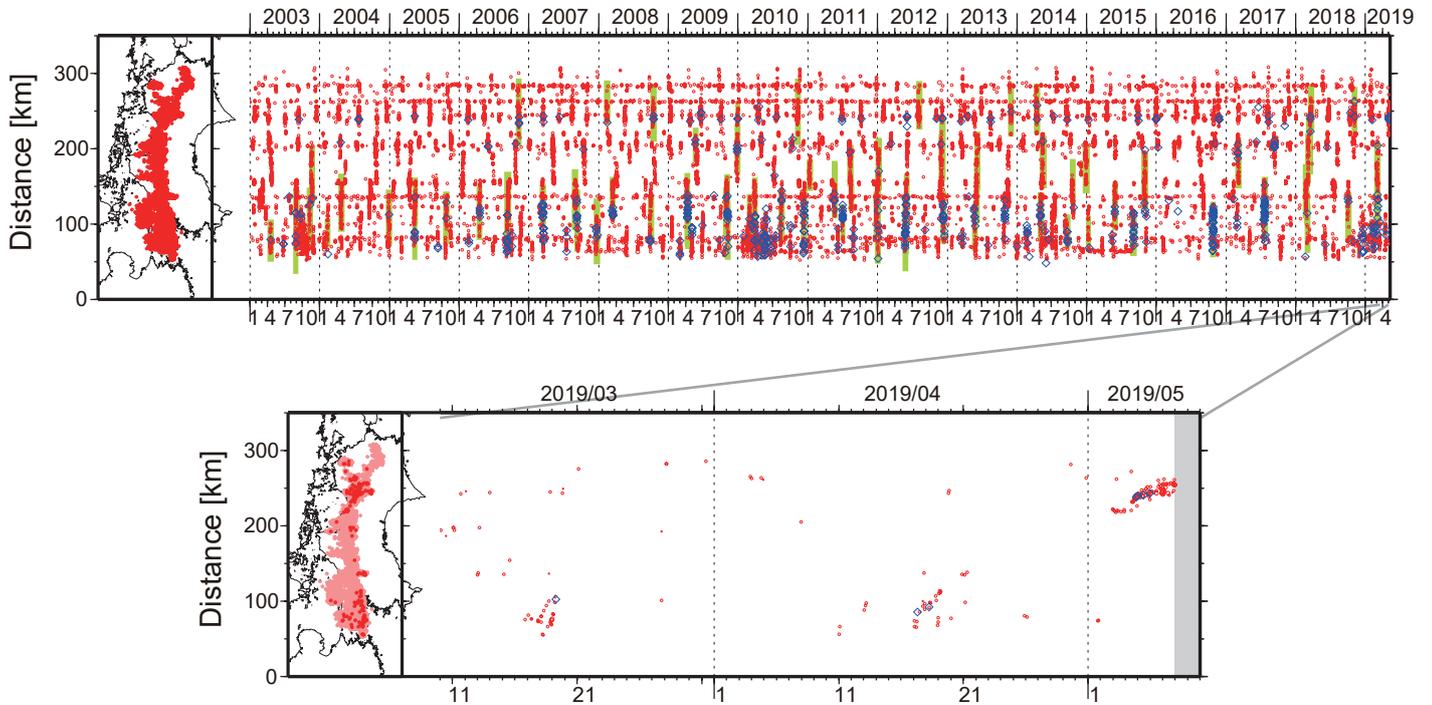


図1. 四国における2003年1月～2019年5月7日までの深部低周波微動の時空間分布(上図). 赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法(Maeda and Obara, 2009)およびクラスタ処理(Obara et al., 2010)によって1時間毎に自動処理された微動分布の重心である. 青菱形は周期20秒に卓越する超低周波地震(Ito et al., 2007)である. 黄緑色太線は、これまでに検出された短期的スロースリップイベント(SSE)を示す. 下図は2019年4月を中心とした期間の拡大図である. 4月17～21日頃には、豊後水道から愛媛県西部においてやや活発な微動活動がみられた. この活動は豊後水道での活動開始後、東方向への活動域の移動がみられた. 5月2日頃からは愛媛県東部で微動活動が開始し、活動の活発化とともに東方向への活動域の移動がみられている.

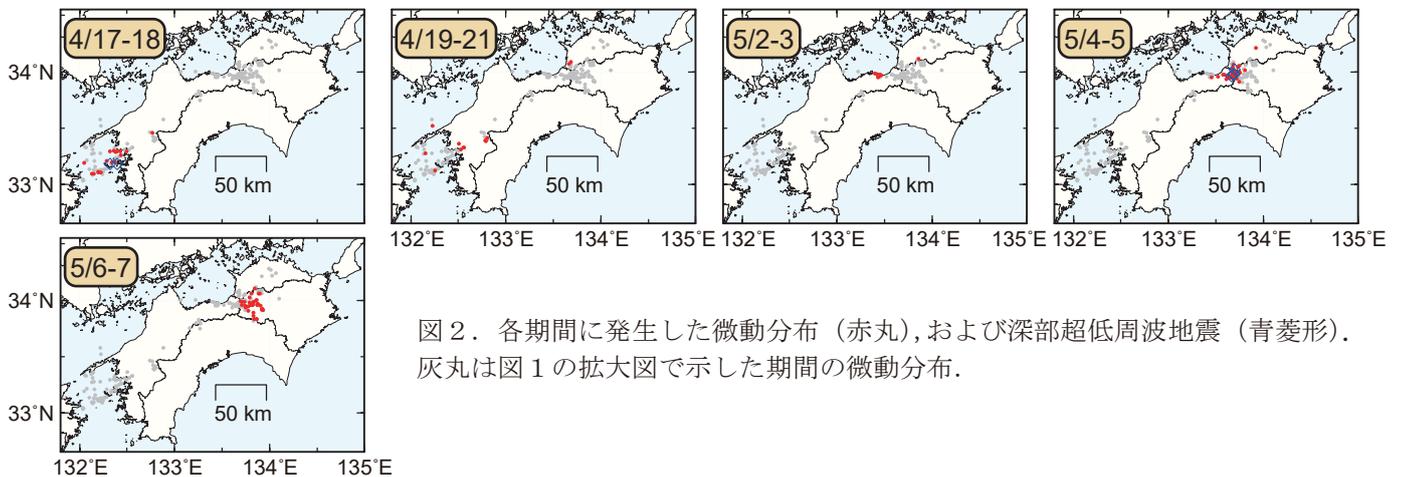


図2. 各期間に発生した微動分布(赤丸), および深部超低周波地震(青菱形). 灰丸は図1の拡大図で示した期間の微動分布.