

平成30年12月7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

11月2日に紀伊水道の深さ44kmを震源とするM5.4の地震が発生しました。この地震は、発震機構が東北東・西南西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で発生しました。

プレート境界付近を震源とする主な深部低周波地震（微動）を以下の領域で観測しました。

- （1）四国東部から中部：10月30日から11月9日まで
- （2）紀伊半島西部：11月3日から11月6日まで

2. 地殻変動の観測状況

上記（1）、（2）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、周辺の傾斜データにもわずかな変化が見られました。また、上記（1）の期間に同地域及びその周辺のGNSSのデータでも、わずかな地殻変動を観測しています。

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長期的な沈降傾向が継続しています。

GNSS観測によると、2018年春頃から、九州北部でこれまでの傾向とは異なる地殻変動を観測しています。

2018年9月までのGNSS－音響測距観測によると、2017年末頃から、紀伊水道沖の海底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

上記（1）、（2）の深部低周波地震（微動）と、ひずみ、傾斜、GNSSのデータに見られる変化は、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。

GNSS観測で観測されている2018年春頃からの九州北部の地殻変動は、日向灘北部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。

GNSS－音響測距観測で観測されている2017年末頃からの紀伊水道沖の地殻変動は、紀伊水道沖のプレート境界浅部におけるゆっくりすべりに起因するものと推定しています。

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 17 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、海上保安庁、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 30 年 11 月 7 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

平成 30 年 11 月 1 日 ~ 平成 30 年 12 月 7 日 09 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
11/ 2	16:53	紀伊水道	44	5.4	4	フィリピン海プレート内部
11/ 2	16:55	和歌山県南方沖	37	3.7	1	フィリピン海プレート内部
11/ 5	08:19	紀伊水道	45	4.6	3	フィリピン海プレート内部
11/ 5	18:12	紀伊水道	42	3.6	1	フィリピン海プレート内部
11/12	15:10	日向灘	32	3.5	1	フィリピン海プレート内部
11/15	00:07	日向灘	30	3.7	1	フィリピン海プレート内部
11/25	18:19	徳島県南部	42	4.1	3	フィリピン海プレート内部
11/30	02:47	日向灘	16	3.6	1	陸のプレートの地殻内
12/ 3	17:08	和歌山県北部	48	4.0	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。

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><u>10月30日~11月8日</u>・・・(1)</p> <p>11月11日~12日</p> <p>11月14日</p> <p>11月23日~25日</p> <p>11月30日~12月1日</p> <p>12月4日~5日</p> <p>四国中部</p> <p><u>10月30日~11月3日、</u></p> <p><u>11月5日~9日</u>・・・(1)</p> <p>11月11日</p> <p>11月13日</p> <p>11月18日</p> <p>四国西部</p> <p>10月30日~11月1日</p> <p>11月3日</p> <p>11月5日~7日</p> <p>11月11日~13日</p> <p>11月15日~17日</p> <p>11月30日~(継続中)</p>	<p>紀伊半島北部</p> <p>11月4日</p> <p>11月17日</p> <p>11月24日~25日</p> <p>紀伊半島中部</p> <p>11月5日</p> <p>11月7日~8日</p> <p>11月22日~23日</p> <p>11月26日~27日</p> <p>紀伊半島西部</p> <p><u>11月3日~6日</u>・・・(2)</p> <p>11月19日</p> <p>12月3日</p>	<p>10月31日~11月1日</p> <p>11月18日</p> <p>11月22日</p> <p>11月28日</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。

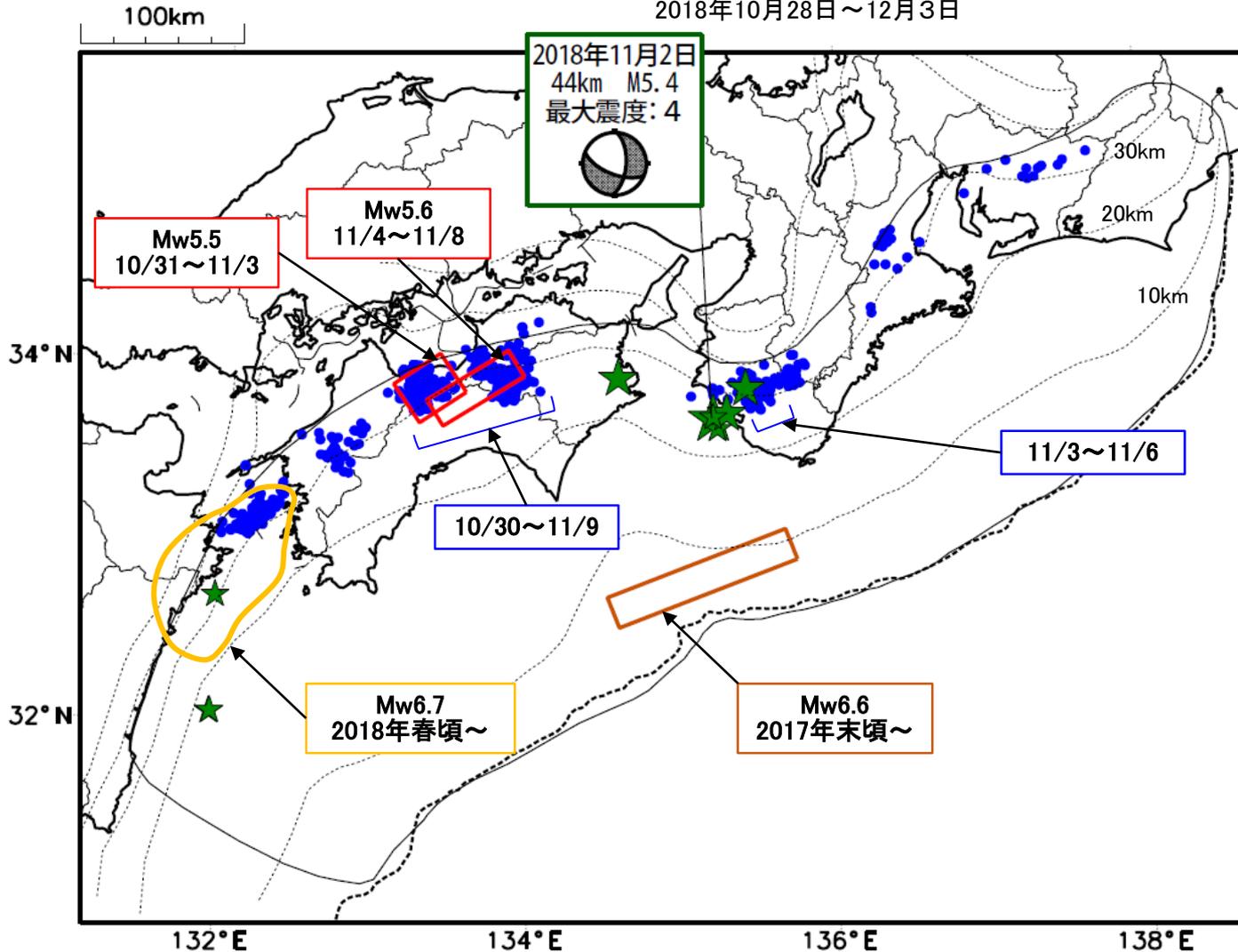
上の表中(1)(2)を付した活動は、今期間、主な深部低周波地震（微動）活動として取り上げたもの。

12月6日以降の地震の震源要素は今後の精査で変更する場合がある。

気象庁作成

最近の南海トラフ周辺の地殻活動

2018年10月28日～12月3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
- 茶(□): 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。

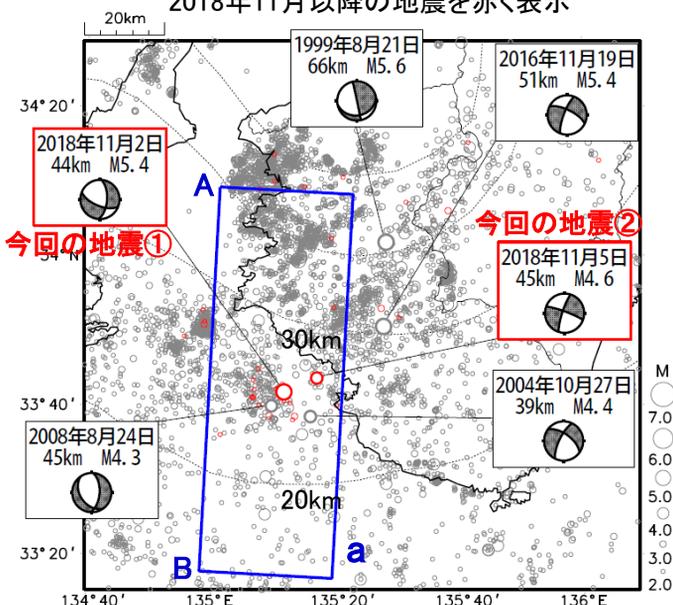
※M5.0以上の地震に吹き出しを付けている。

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)..... 気象庁の解析結果による。
 短期的ゆっくりすべり..... 【四国】産業技術総合研究所の解析結果による。
 長期的ゆっくりすべり..... 【日向灘北部】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。
 ゆっくりすべり..... 【紀伊水道沖】海上保安庁の解析結果による。

11月2日、5日 紀伊水道の地震

震央分布図

(1997年10月1日～2018年11月30日、
M \geq 2.0、深さ0～80km)
2018年11月以降の地震を赤く表示



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

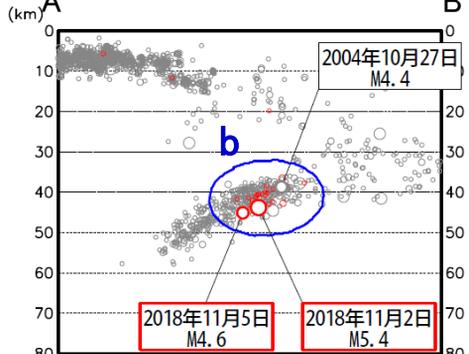
11月2日16時53分に、紀伊水道の深さ44kmでM5.4の地震(最大震度4)が発生した(今回の地震①)。また、11月5日08時19分に深さ45kmでM4.6の地震(最大震度3)が発生した(今回の地震②)。これらの地震はともに、発震機構が東北東-西南西方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で、フィリピン海プレート内部で発生した。

これらの地震の震源付近(領域b)では、11月2日のM5.4の地震の後、11月8日頃にかけてややまとまった地震活動となった。

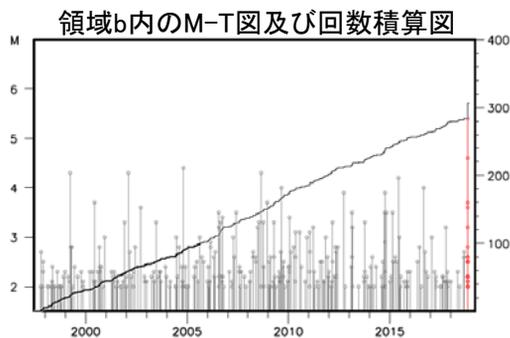
1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近(領域b内)では、M4.0以上の地震は時々発生しているが、M5.0以上の地震は初めてであった。今回の地震の震源周辺のフィリピン海プレート内部では、1999年8月21日にM5.6の地震(最大震度5弱)、2016年11月19日にM5.4の地震(最大震度4)が発生した。

1923年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域c内)では、M6.0以上の地震が時々発生している。1938年1月12日にM6.8の地震が発生し、土塀の崩壊、家屋の小破などの被害が生じた。また、1948年6月15日にM6.7の地震が発生し、死者2人、負傷者33人、家屋倒壊60棟などの被害が生じた。(被害はいずれも「日本被害地震総覧」による)

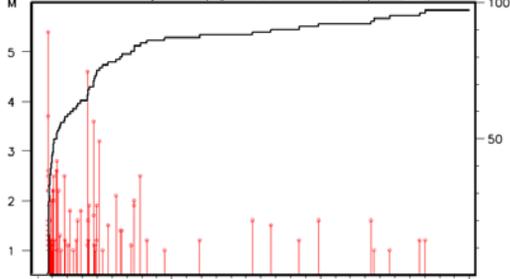
領域a内の断面図(A-B投影)



領域b内のM-T図及び回数積算図

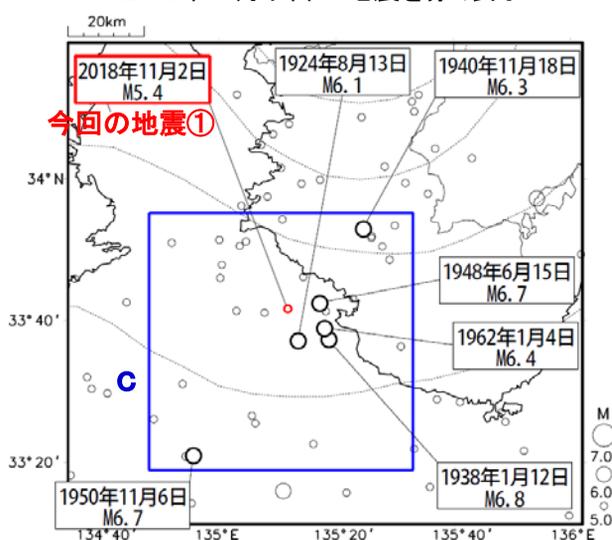


2018年11月2日～30日、M \geq 1.0

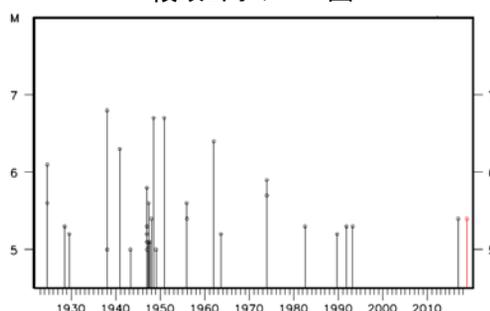


震央分布図

(1923年1月1日～2018年11月30日、M \geq 5.0、深さ0～100km)
2018年11月以降の地震を赤く表示



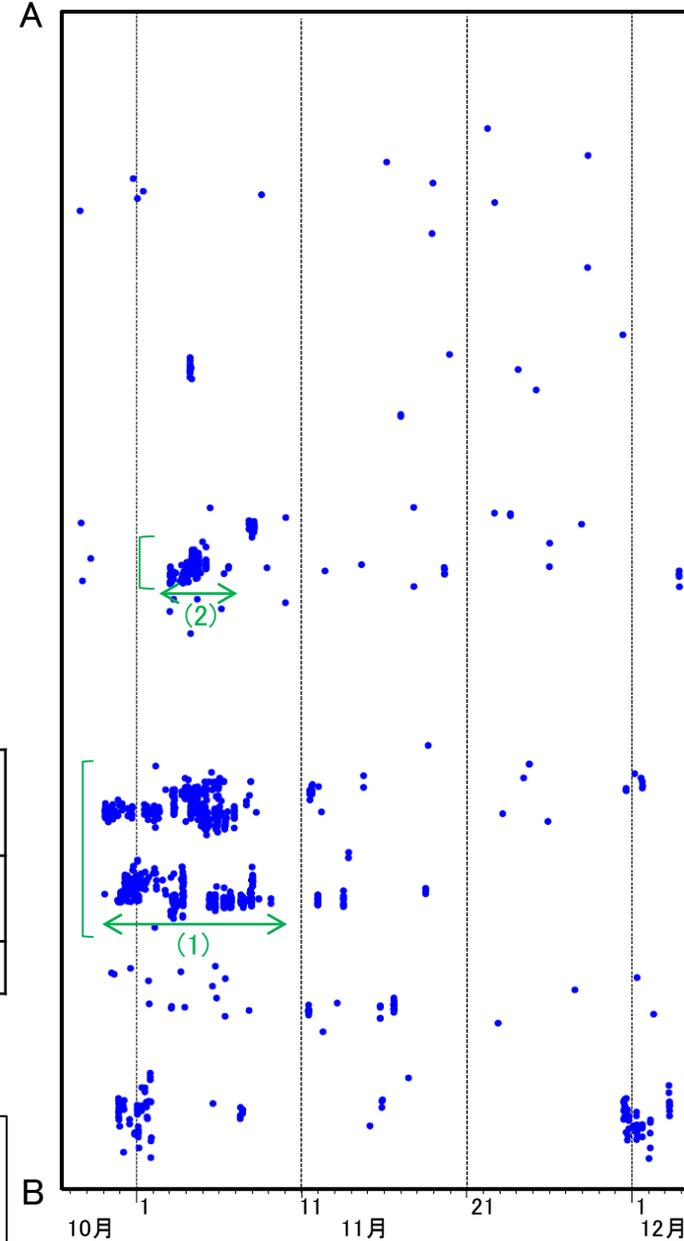
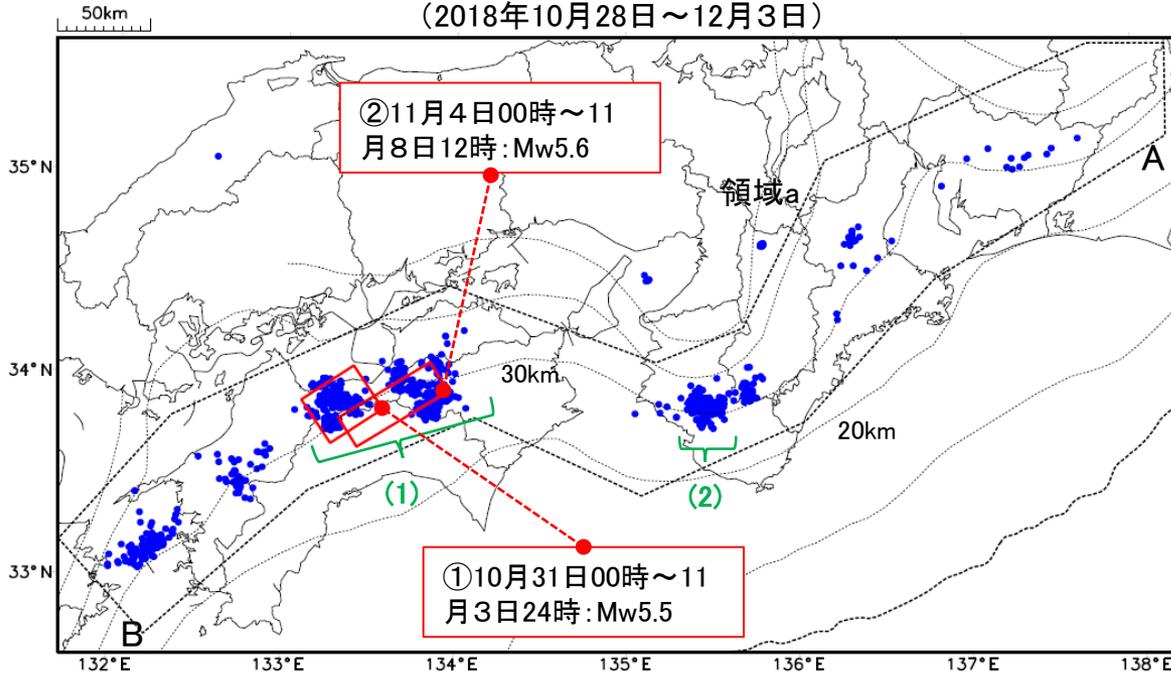
領域c内のM-T図



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
(2018年10月28日~12月3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)



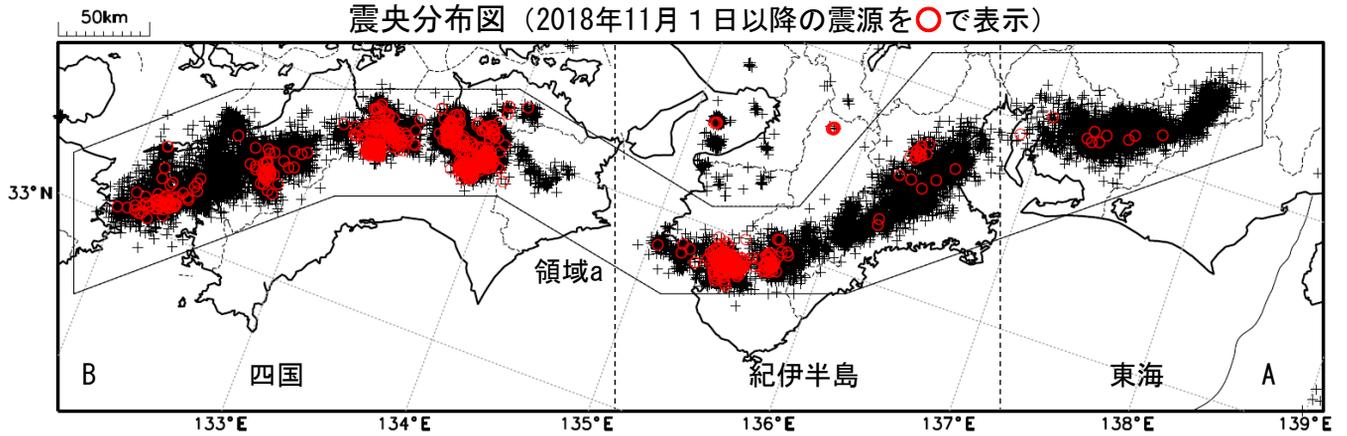
主な深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

深部低周波地震(微動)活動		短期的ゆっくりすべり
活動場所	活動の期間	
(1)	四国東部から 四国中部	①10月31日00時~11月3日24時: Mw5.5 ②11月4日00時~11月8日12時: Mw5.6
(2)	紀伊半島西部	11月3日~11月6日

●: 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(産業技術総合研究所の解析結果を示す)
 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。

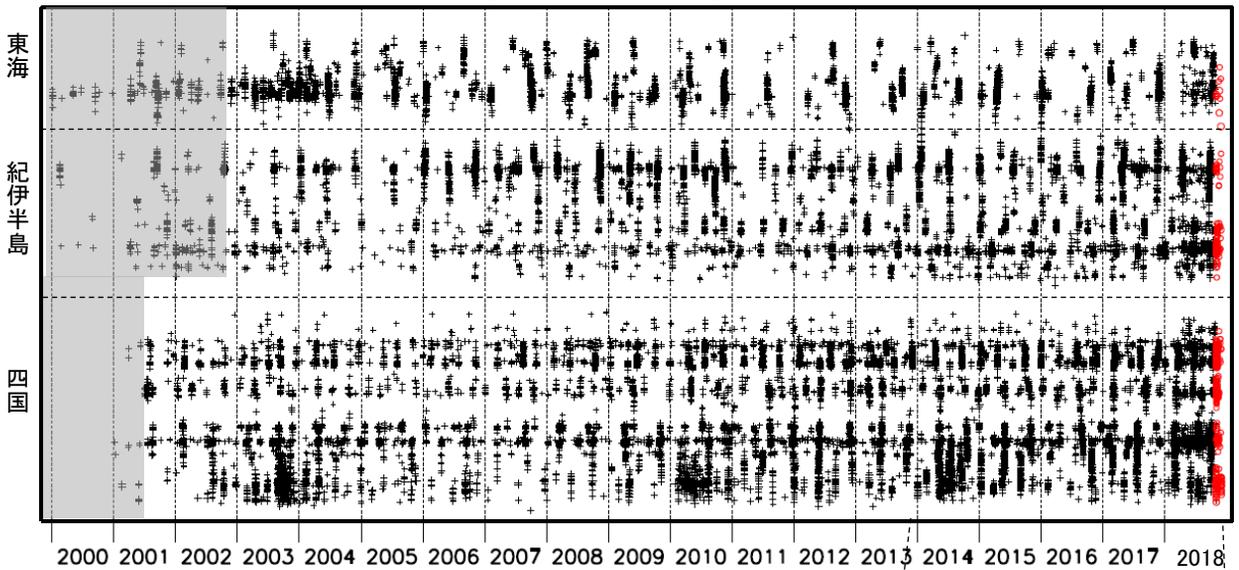
深部低周波地震（微動）活動（2000年1月1日～2018年11月30日）

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。

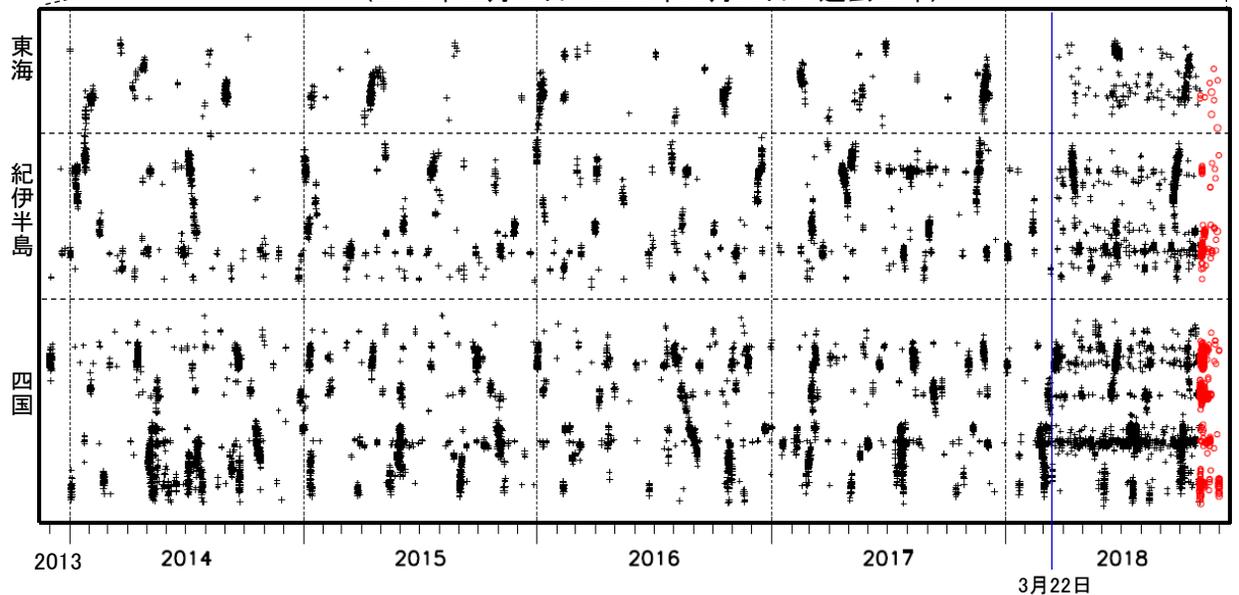


上図領域a内の時空間分布図（A-B投影）

（2000年1月1日～2018年11月30日）



（2013年12月1日～2018年11月30日：過去5年）



※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。

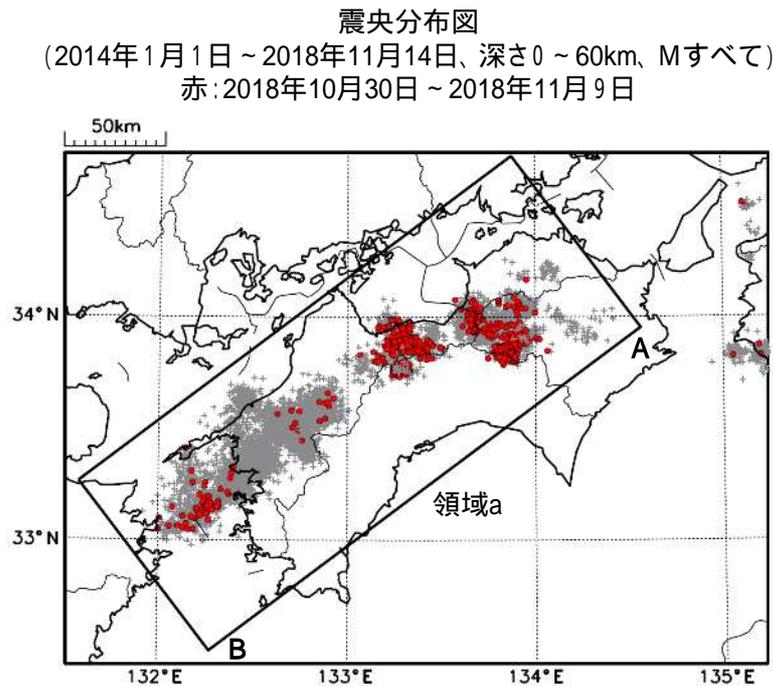
※時空間分布図中、灰色の期間は、それ以降と比較して十分な検知能力がなかったことを示す。

気象庁作成

四国の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

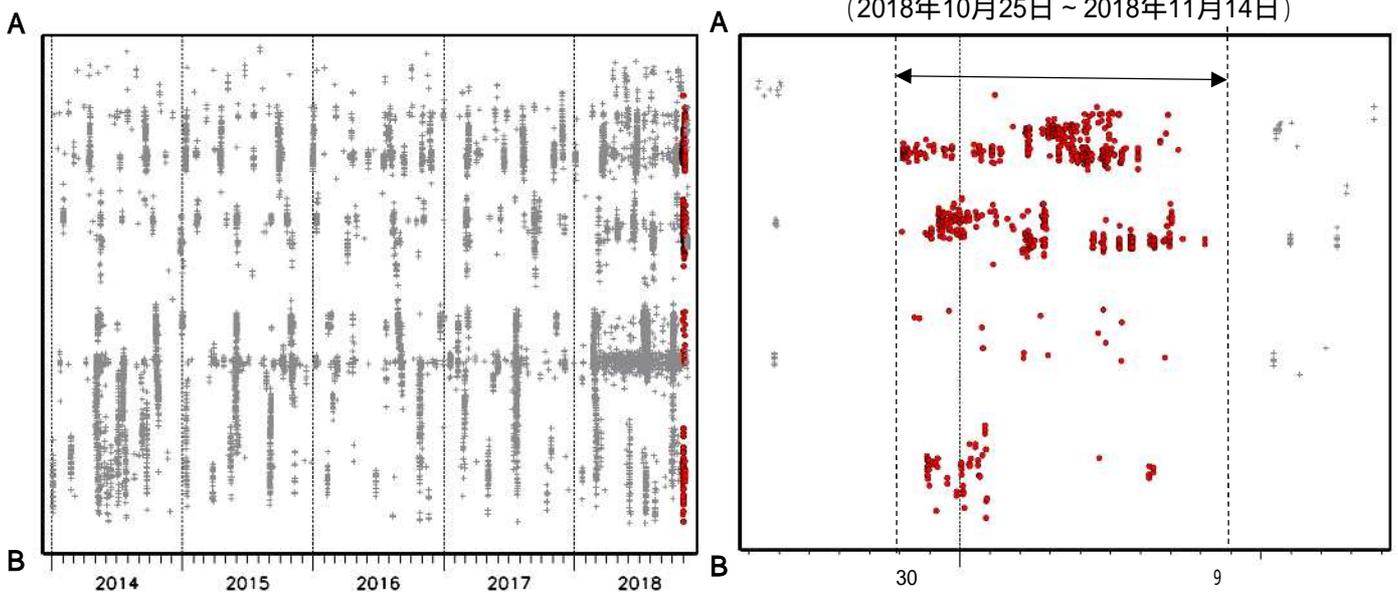
10月30日から11月9日にかけて、四国東部から四国中部で深部低周波地震(微動)を観測した。深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計に変化が現れた。

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。



震央分布図の領域a内の時空間分布図(A - B投影)

(2018年10月25日～2018年11月14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。

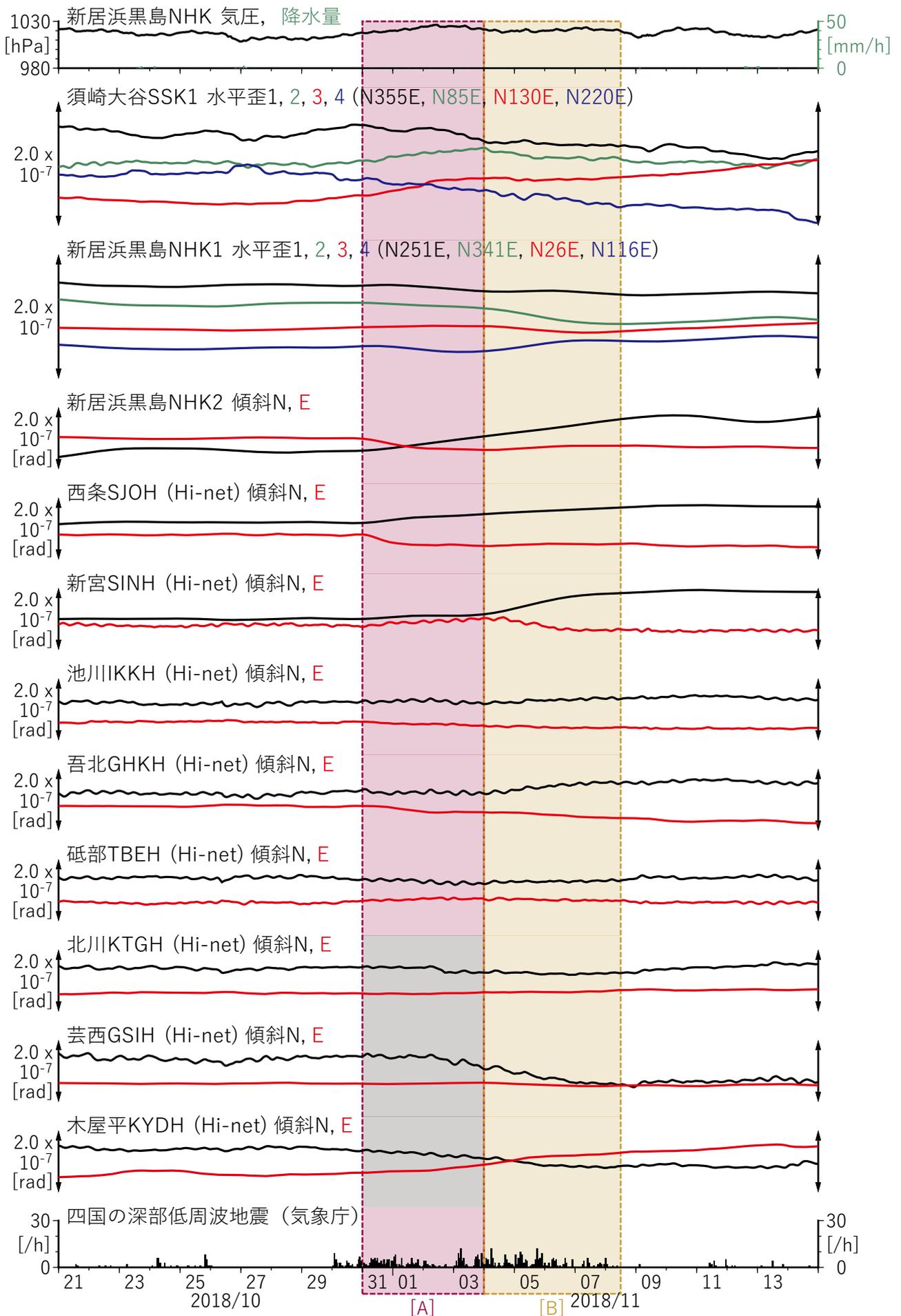
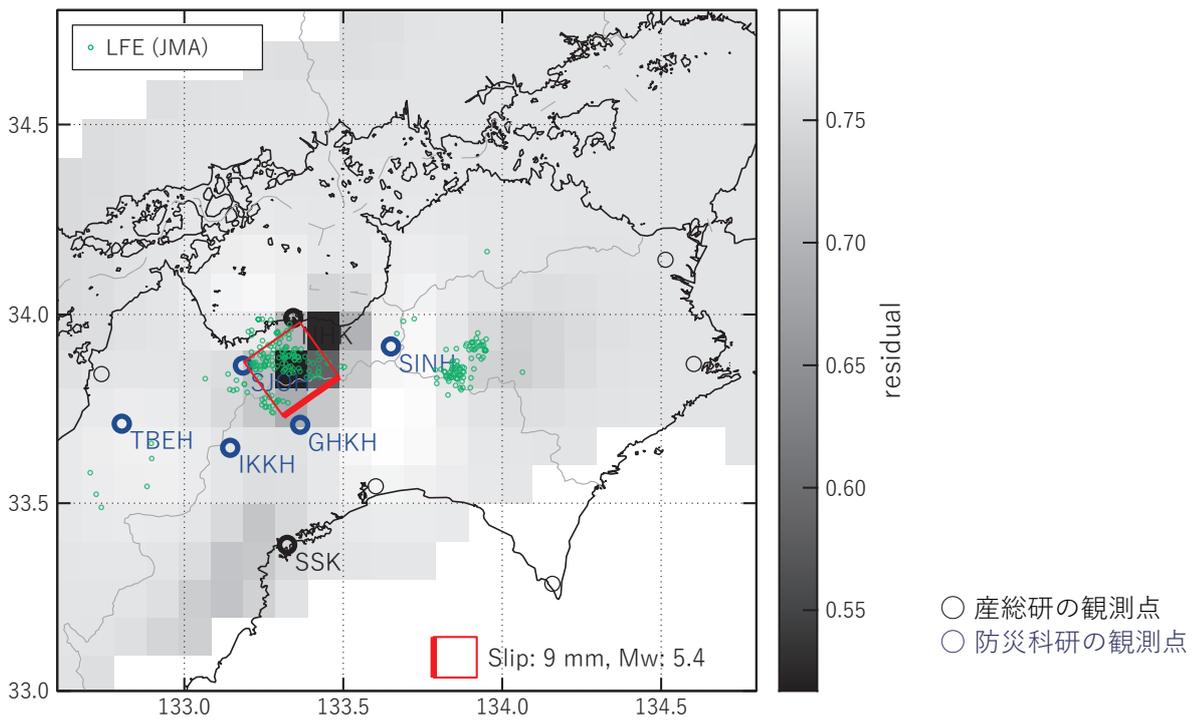


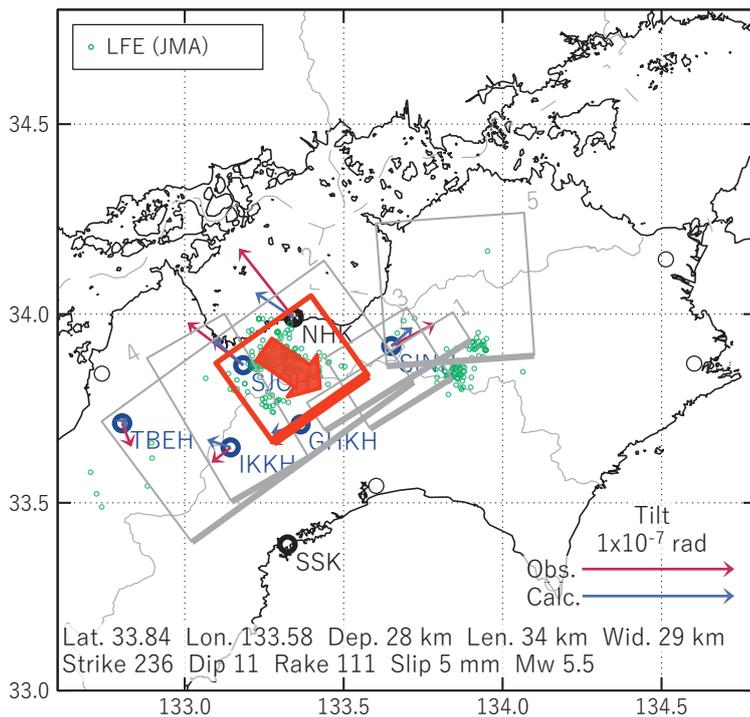
図2 四国地方における歪・傾斜観測結果 (2018/10/21 00:00 - 2018/11/15 00:00 (JST))

[A] 2018/10/31-11/03

(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) 推定された断層モデル



(b2) 主歪

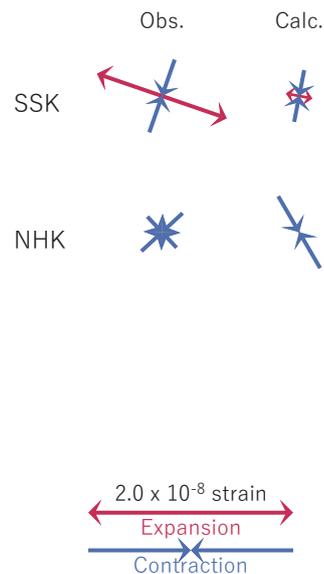


図3 2018/10/31-11/03の歪・傾斜変化 (図2[A]) を説明する断層モデル。

(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。

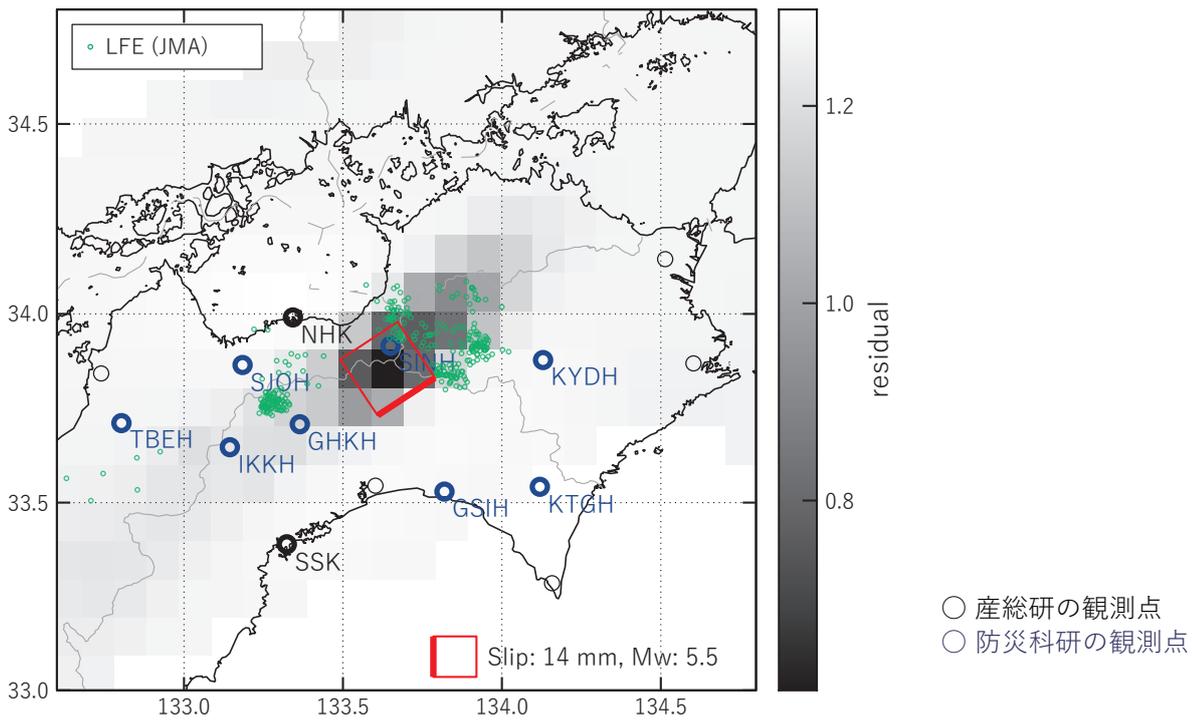
(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

1: 2017/11/03-05 (Mw5.4), 2: 2018/03/10-17 (Mw6.1), 3: 2018/03/18-24 (Mw5.6), 4: 2018/08/08-11 (Mw5.5)
5: 2018/10/10PM-15 (Mw5.8)

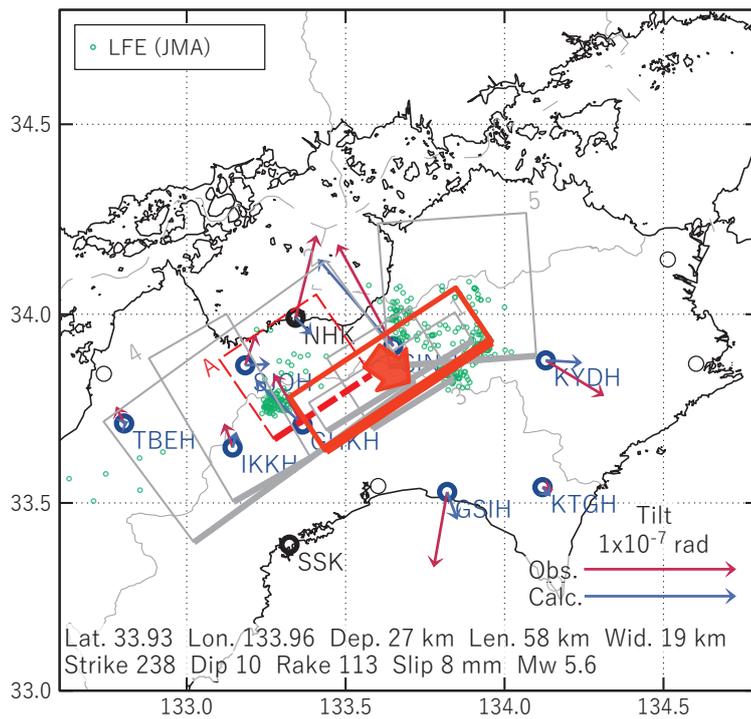
(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[B] 2018/11/04-08AM

(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) 推定された断層モデル



(b2) 主歪

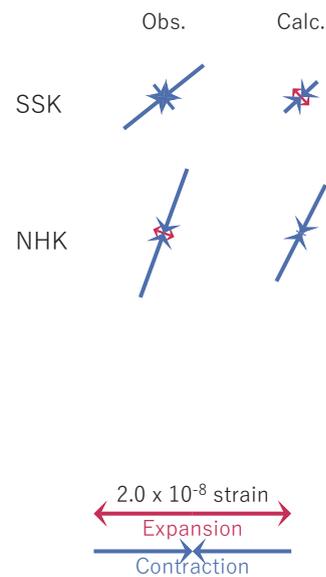


図4 2018/11/04-08AMの歪・傾斜変化（図2[B]）を説明する断層モデル。

(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。

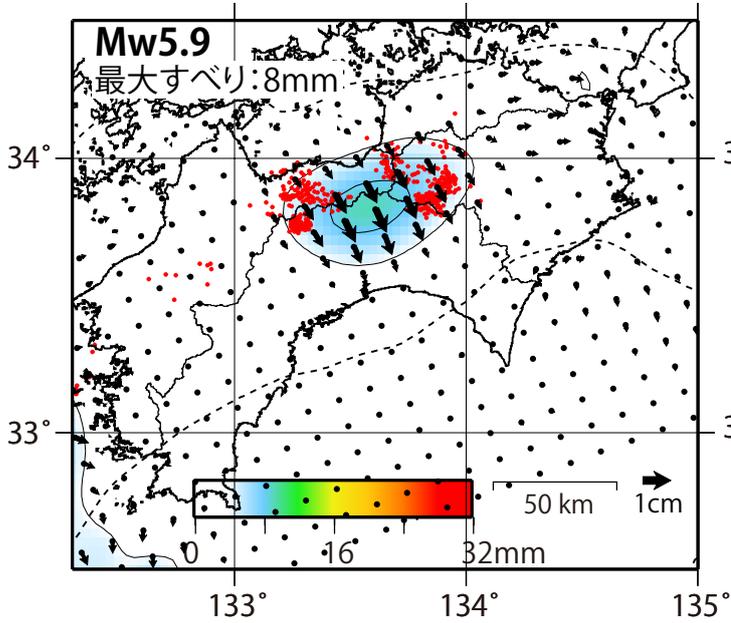
1: 2017/11/03-05 (Mw5.4), 2: 2018/03/10-17 (Mw6.1), 3: 2018/03/18-24 (Mw5.6), 4: 2018/08/08-11 (Mw5.5)
5: 2018/10/10PM-15 (Mw5.8), A: 2018/10/31-11/03 (Mw5.5)

(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。

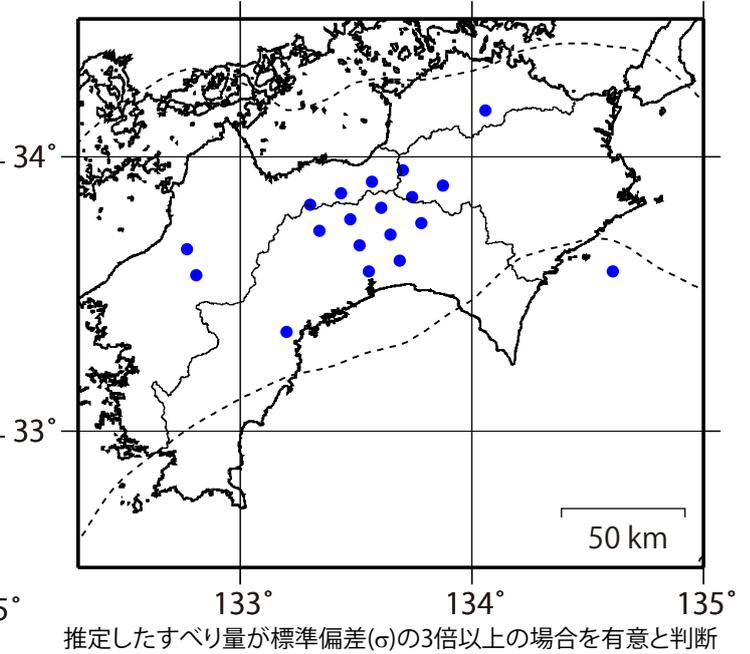
四国中部の深部低周波微動と同期したスロースリップ(暫定)

2018/10/27-11/12

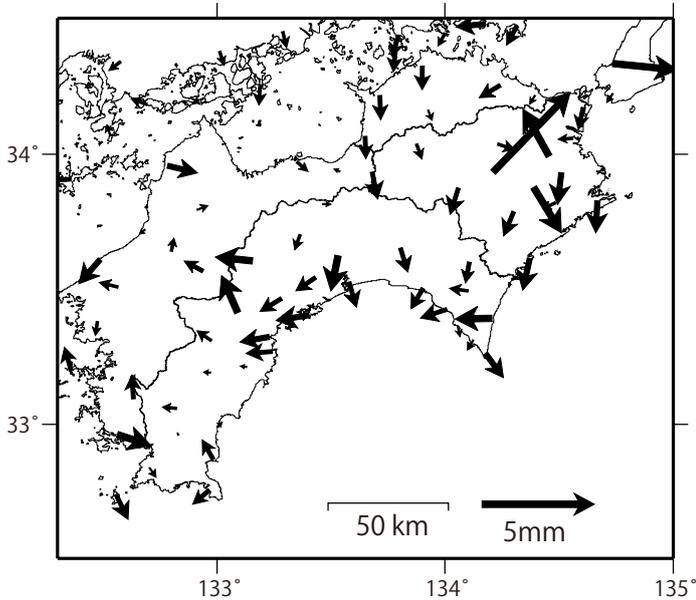
すべり分布(推定)



推定すべりが有意と判断されるグリッド

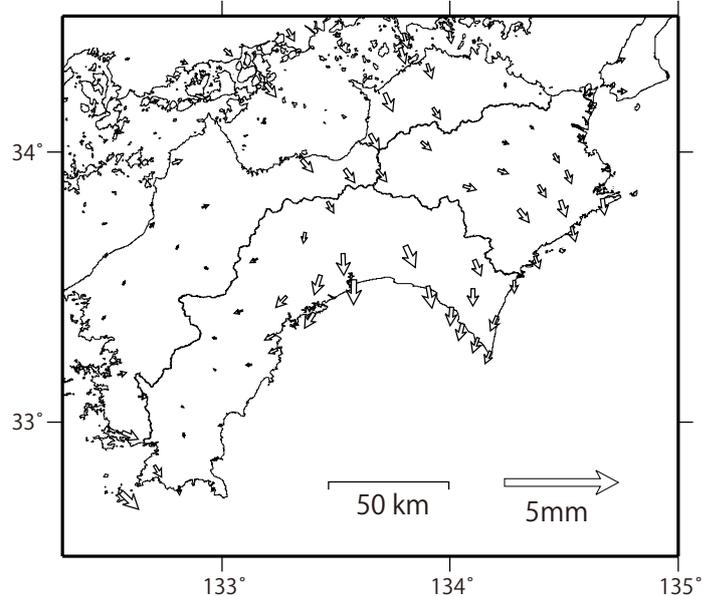


観測値(黒)



全体としての並進を取り除き、10/17-27の平均と11/12-22の平均の差をとった値

計算値(白)



データ:F3解
トレンド期間:2006/1/1-2009/1/1
黒破線:フィリピン海プレート上面の等深線(弘瀬・他、2007)
赤丸:低周波地震(気象庁一元化震源)
固定局:三隅

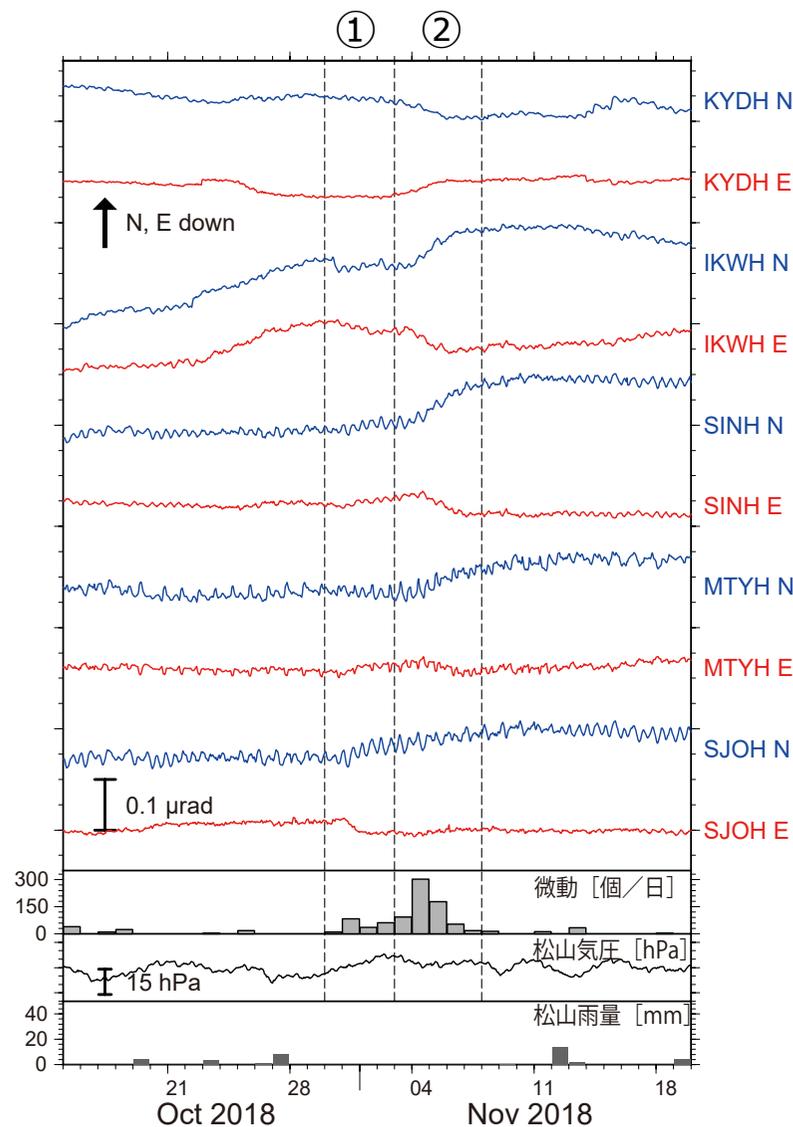


図1: 2018年10月15日～11月19日の傾斜時系列。上方方向への変化が北・東下がりの傾斜変動を表し、BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去した。期間①②の傾斜変化ベクトルを図2に示す。四国中東部での微動活動度・気象庁松山観測点の気圧・雨量をあわせて示す。

謝辞

気象庁のWEBページで公開されている気象データを使用させて頂きました。記して感謝いたします。

・ 四国東部を活動域とする短期的スロースリップイベント (M_w 5.8)
 ・ 2018年2～3月 (M_w 6.4) 以来約8ヶ月ぶり

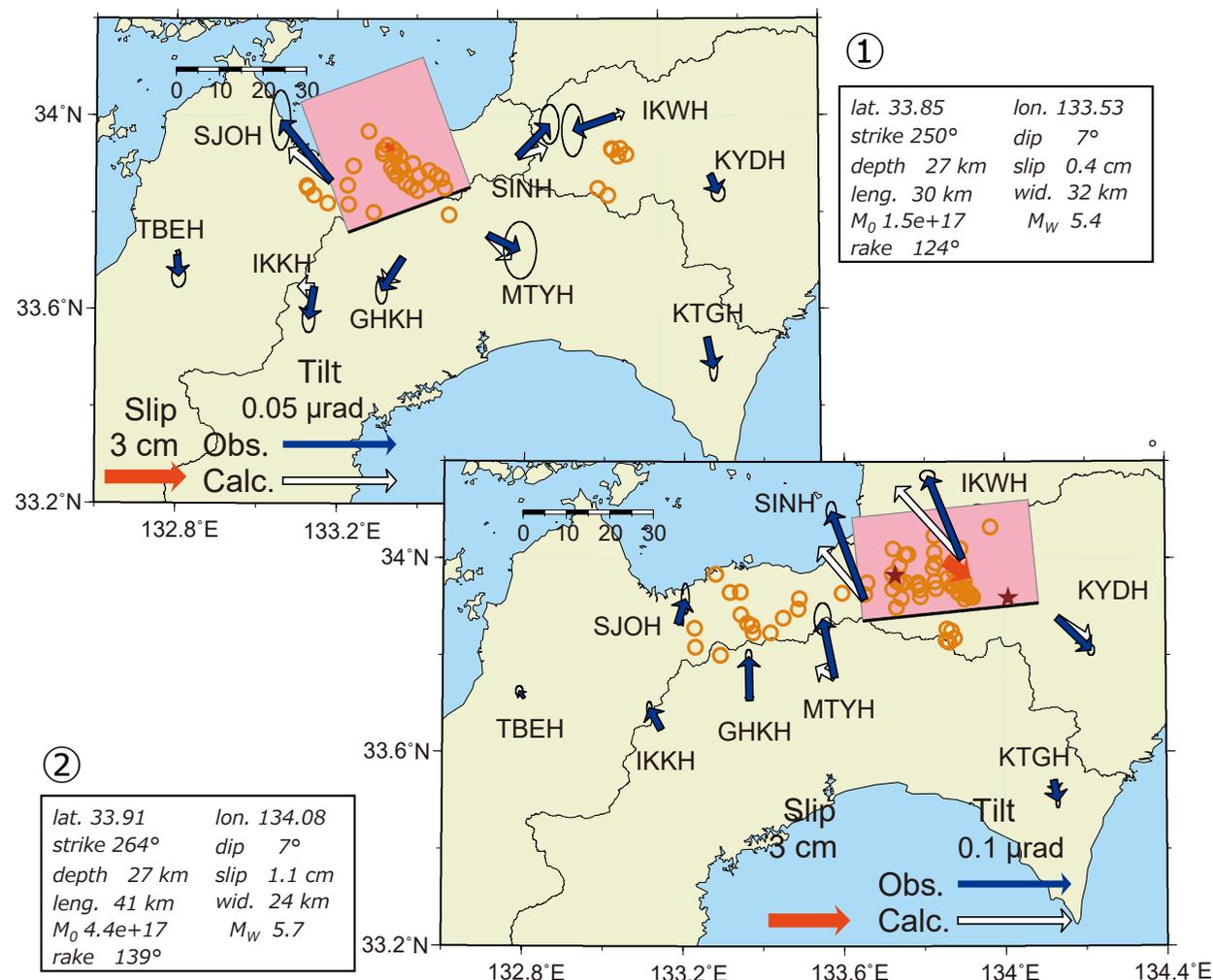
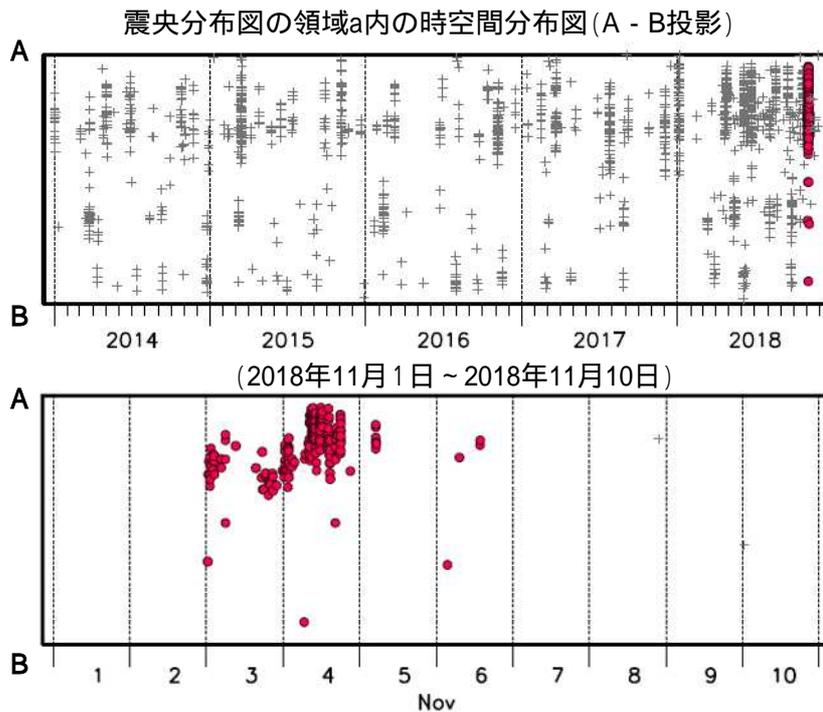
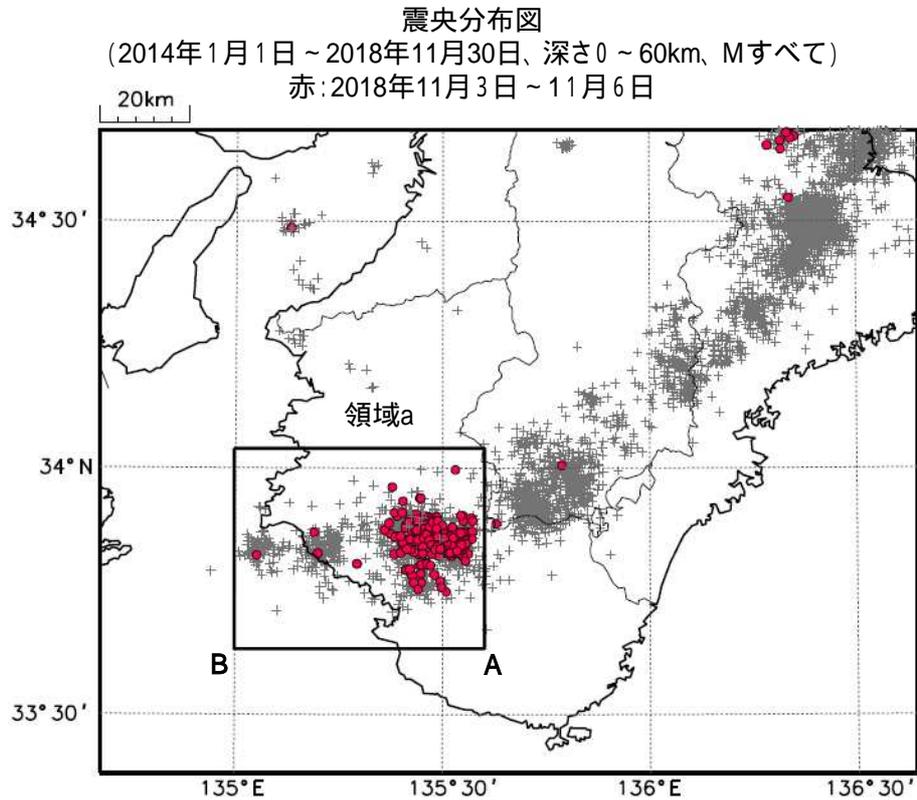


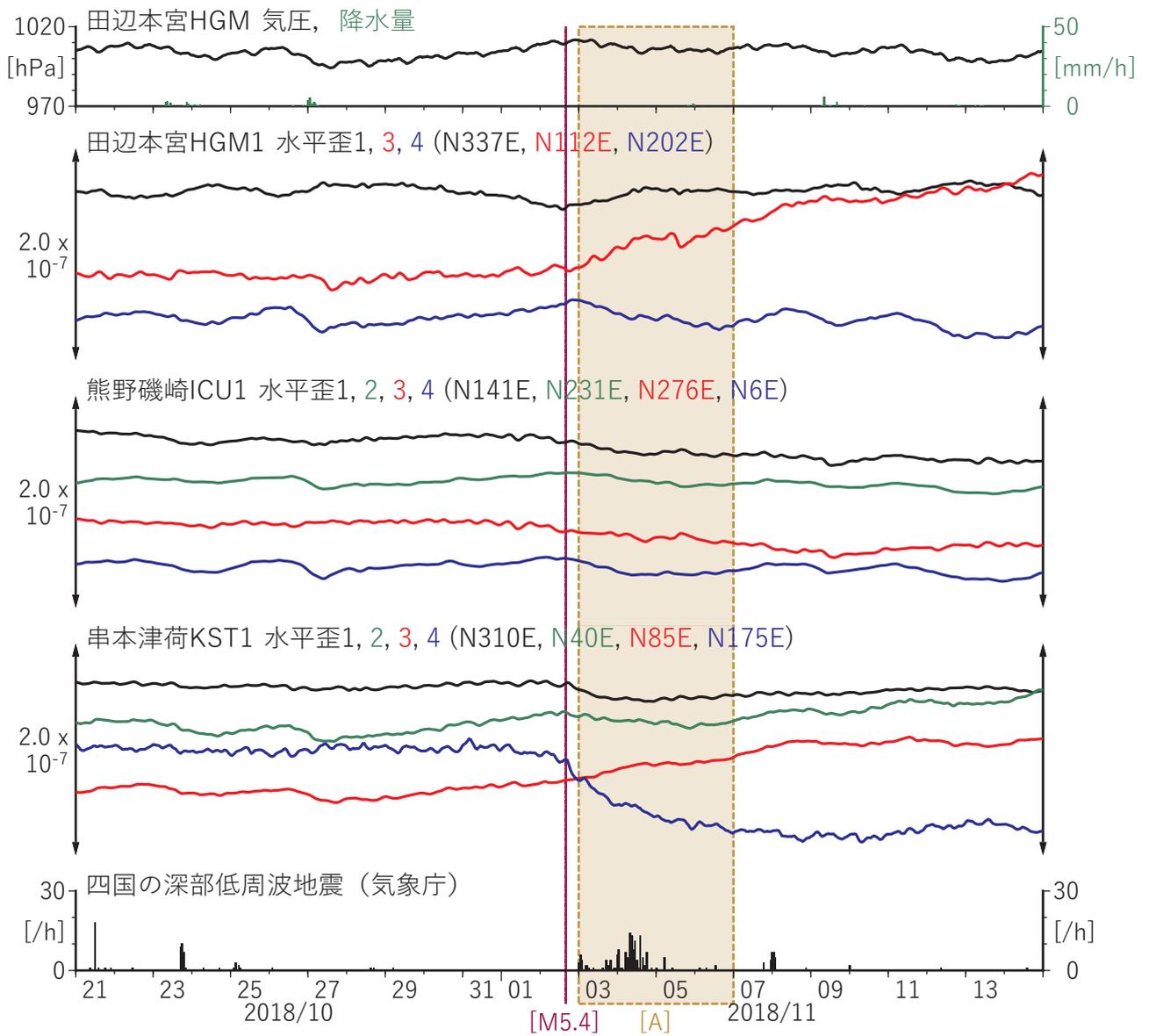
図2: 期間①②に観測された傾斜変化ベクトル (青矢印), 推定されたスロースリップイベントの断層モデル (赤矩形・矢印), モデルから計算される傾斜変化ベクトル (白抜き矢印) を示す。1時間ごとの微動エネルギーの重心位置 (橙丸), 深部超低周波地震の震央 (茶星印) もあわせて示す。すべり角はプレート相対運動方向に固定している。

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

11月3日から6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に変化が現れた。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。



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。



参考図2 紀伊半島における歪観測結果 (2018/10/21 00:00 - 2018/11/15 00:00 (JST))