

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

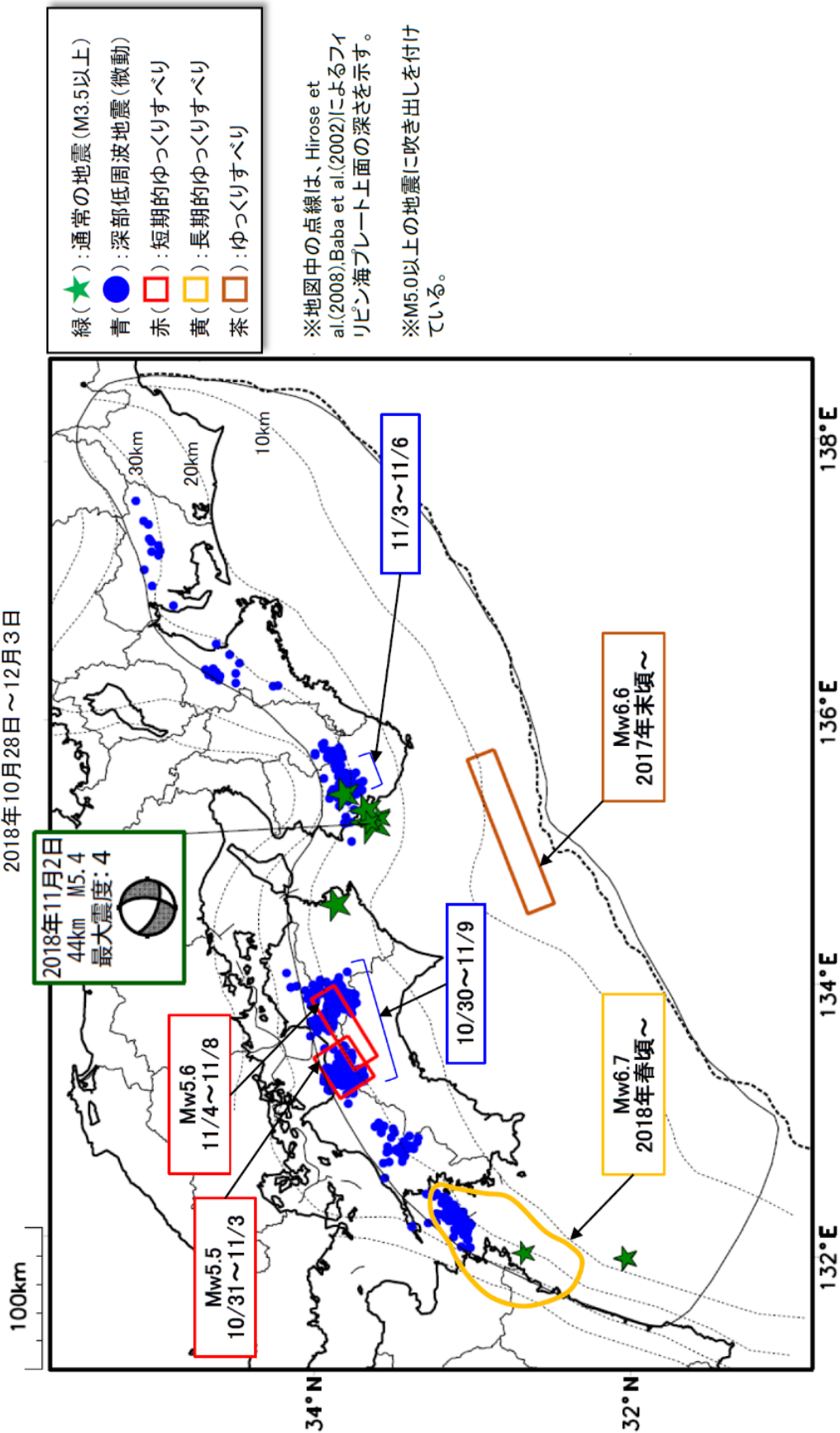
※上の表中(1)(2)を付した活動は、今期間、主な深部低周波地震（微動）活動として取り上げたもの。

※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。

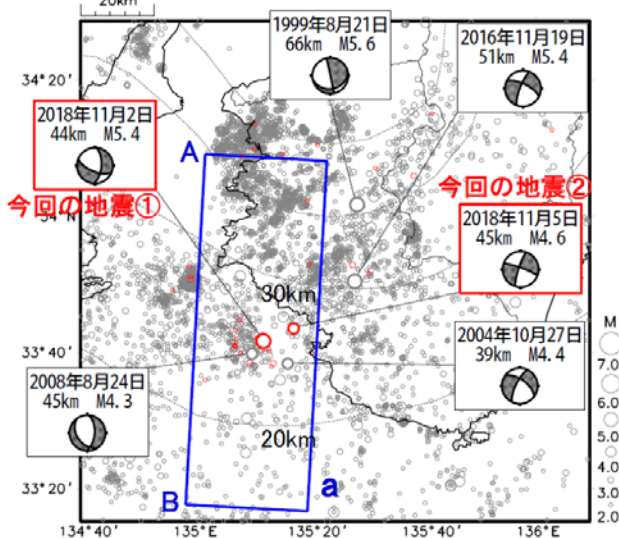
気象庁作成

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



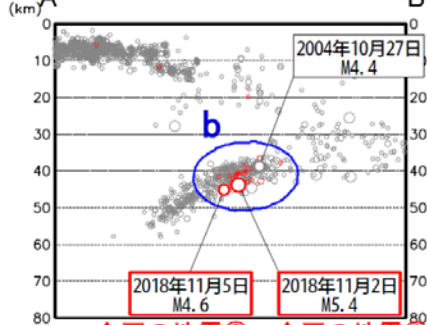
※震央分布図中の点線は、Hirose et al.(2008) によるフィリピン海プレート上面の深さを示す。

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。

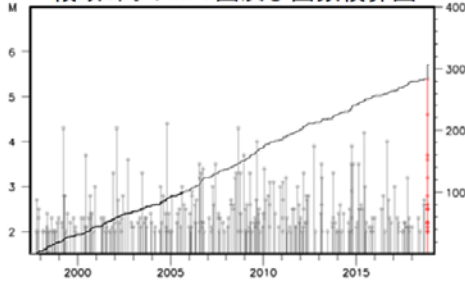
1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近(領域b内)では、M4.0以上の地震は時々発生しているが、M5.0以上の地震は初めてであった。今回の地震の震源周辺のフィリピン海プレート内部では、1999年8月21日にM5.6の地震(最大震度5弱)、2016年11月19日にM5.4の地震(最大震度4)が発生した。

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、土壌の崩壊、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)

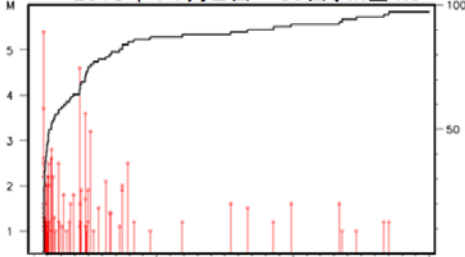
領域a内の断面図(A-B投影)



領域b内のM-T図及び回数積算図

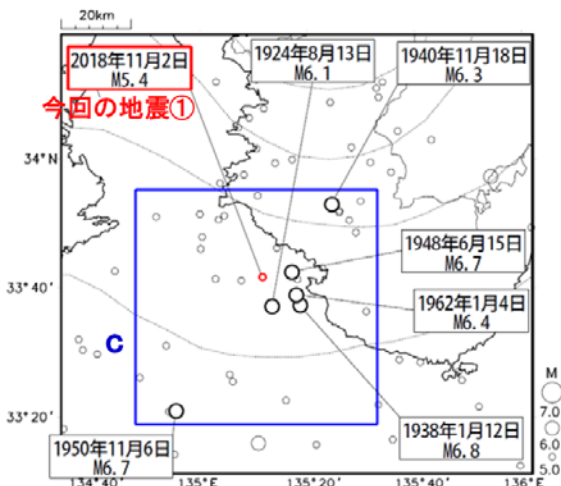


2018年11月2日～30日、M \geq 1.0

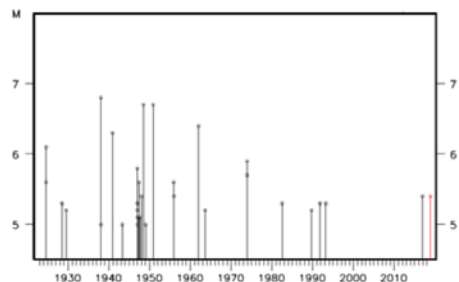


震央分布図

(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

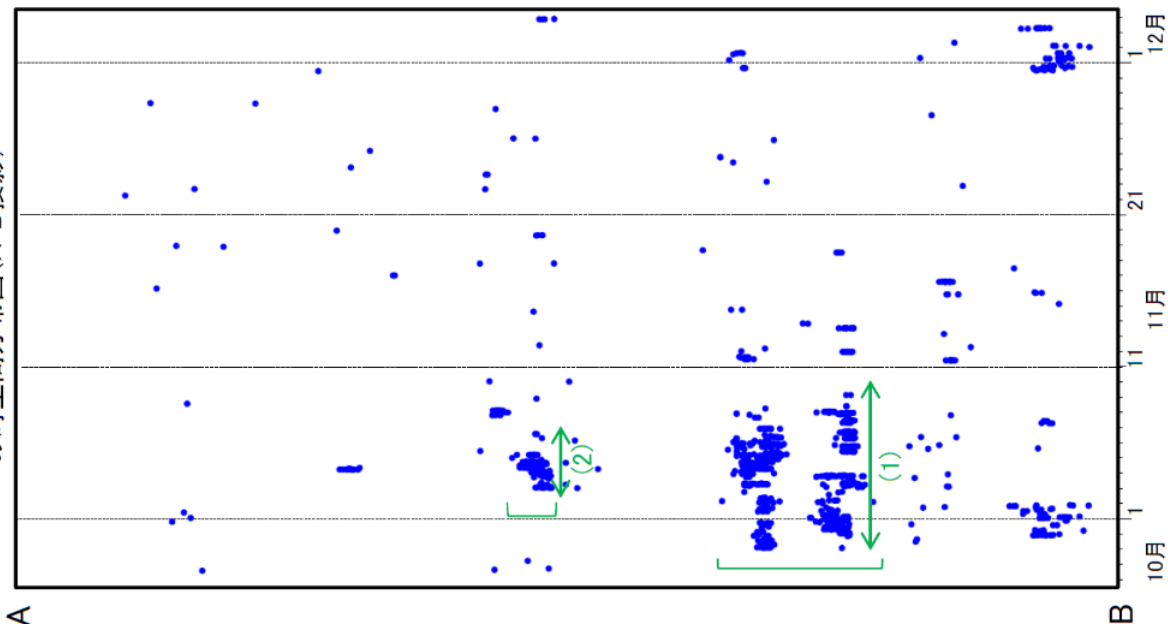
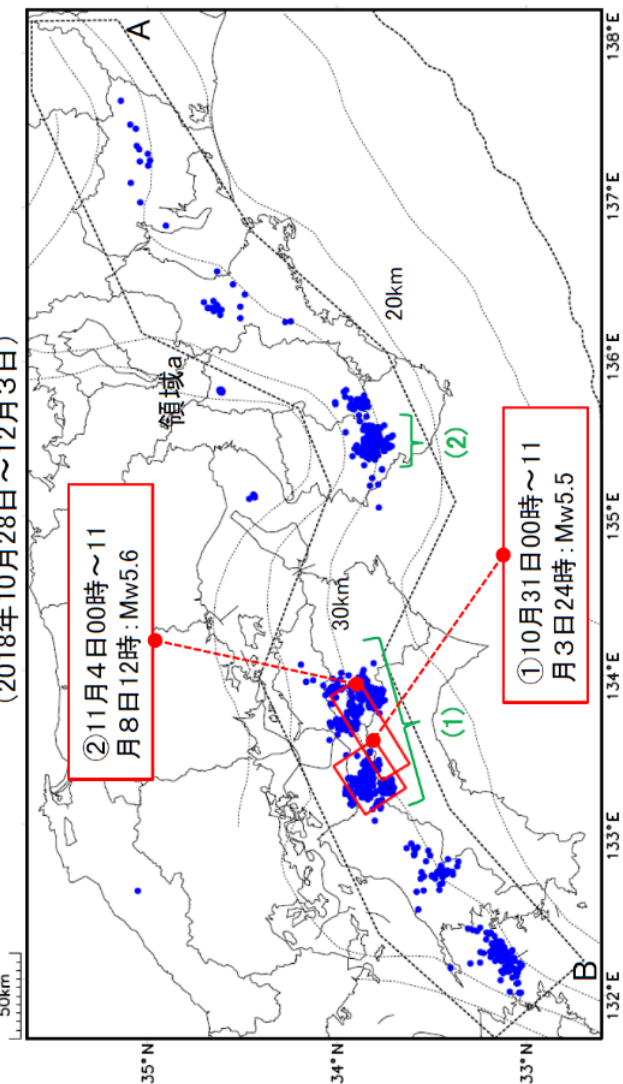


気象庁作成

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

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)

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)



主な深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

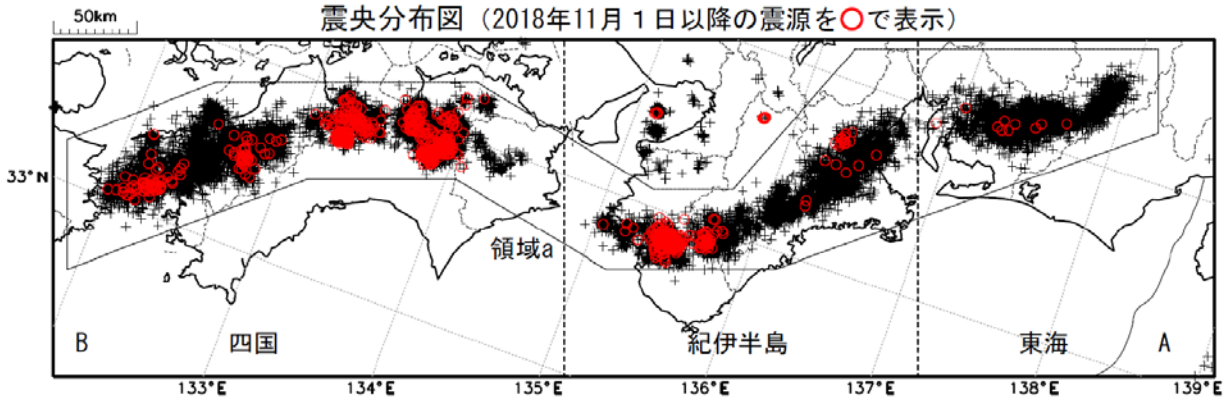
深部低周波地震(微動)活動		活動の期間	短期的ゆっくりすべり
活動場所			
(1)	四国東部から 四国中部	10月30日～11月9日	①10月31日00時～11月3日24時:Mw5.5 ②11月4日00時～11月8日12時:Mw5.6
(2)	紀伊半島西部	11月3日～11月6日	

●: 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。

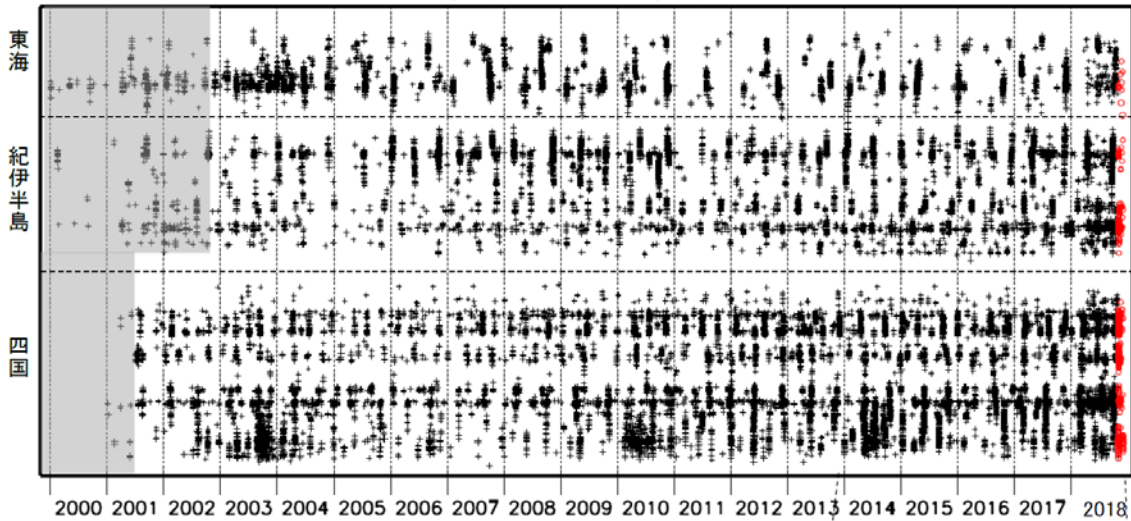
気象庁作成

深部低周波地震（微動）活動（2000年1月1日～2018年11月30日）

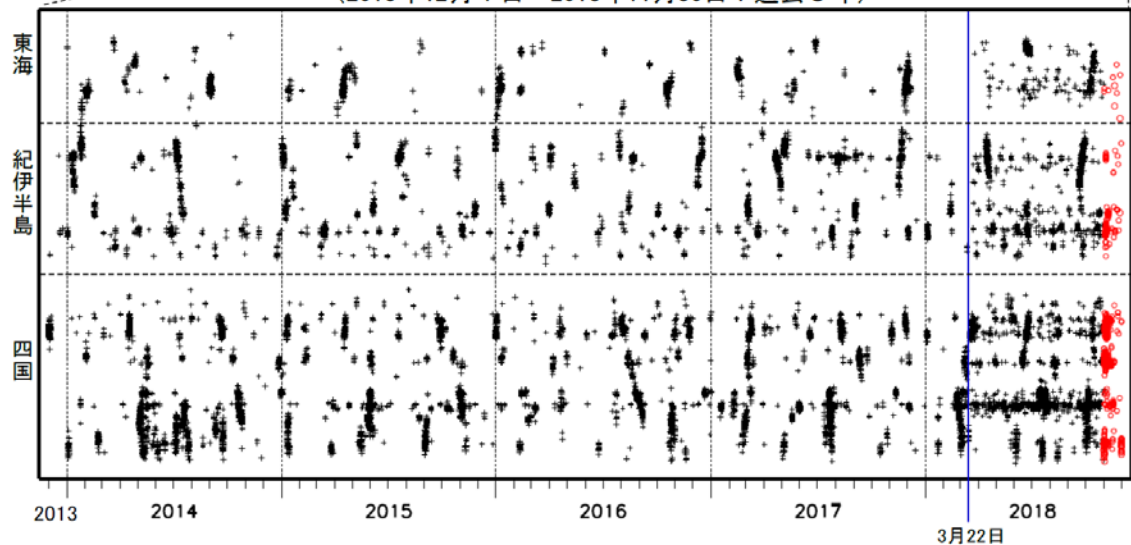
深部低周波地震（微動）は、「短期的ゆっくりすべり」に密接に関連する現象とみられており、プレート境界の状態の変化を監視するために、その活動を監視している。



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。

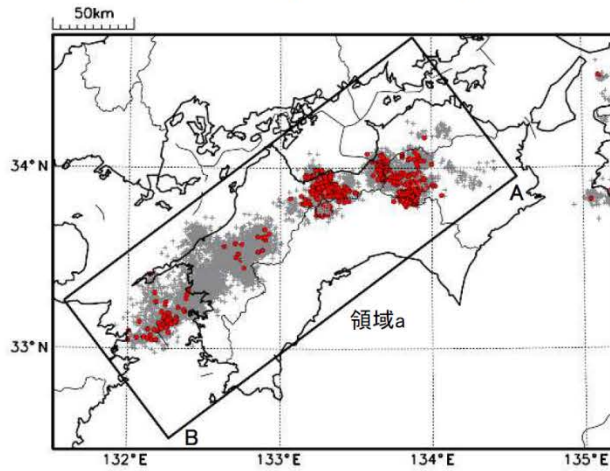
気象庁作成

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

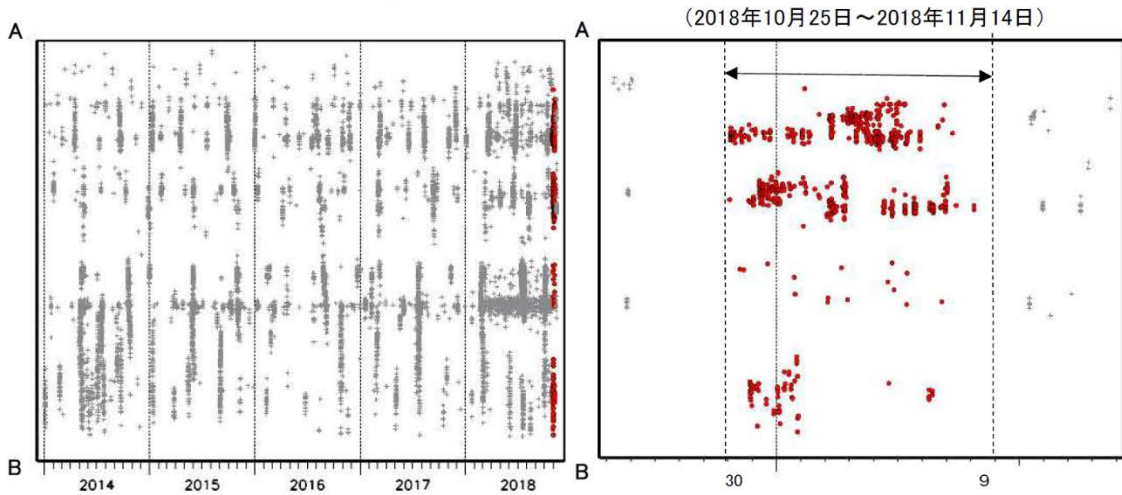
10月30日から11月9日にかけて、四国東部から四国中部で深部低周波地震(微動)を観測した。深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計に変化が現れた。

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
(2014年1月1日～2018年11月14日、深さ0～60km、Mすべて)
赤：2018年10月30日～2018年11月9日



震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)



※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

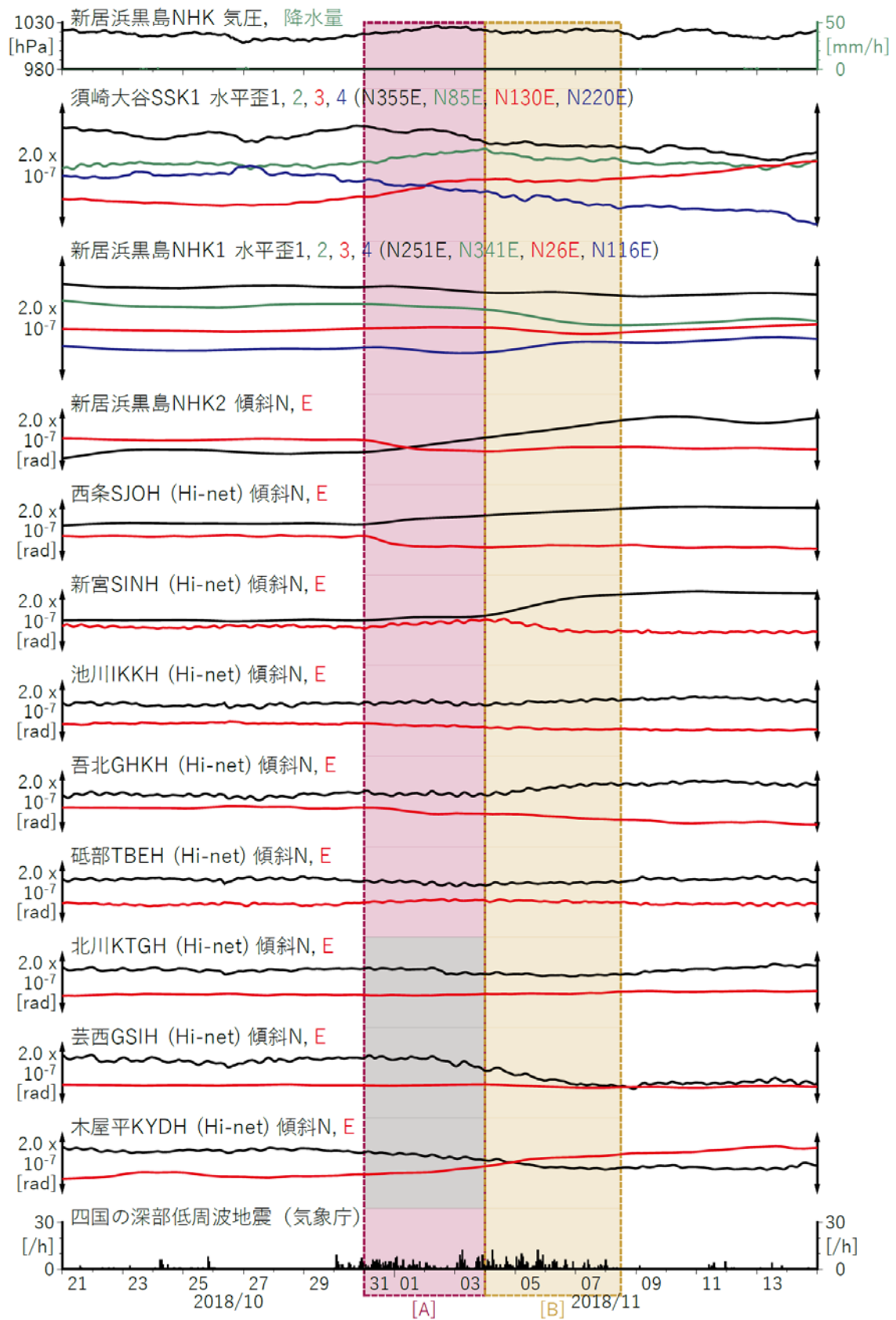
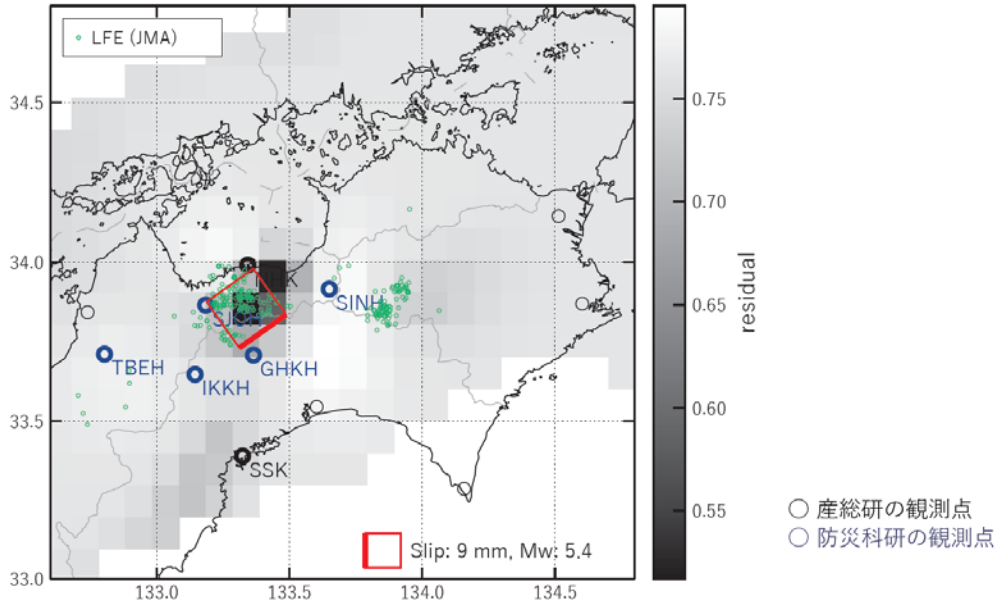


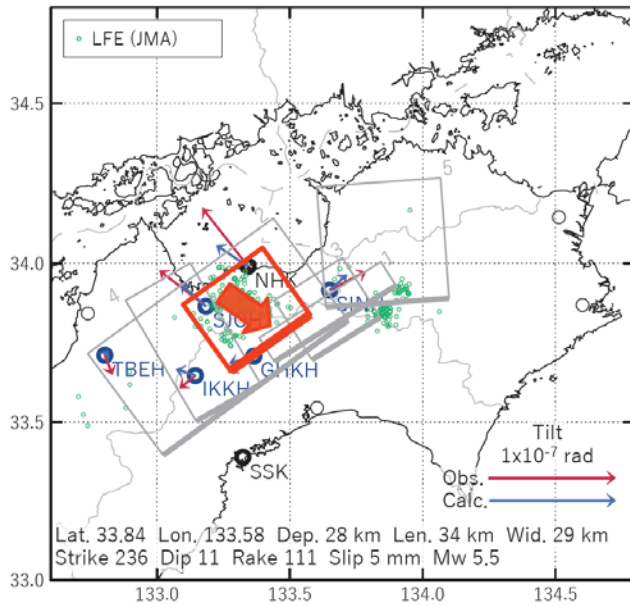
図2 四国地方における歪・傾斜観測結果 (2018/10/21 00:00 - 2018/11/15 00:00 (JST))

[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

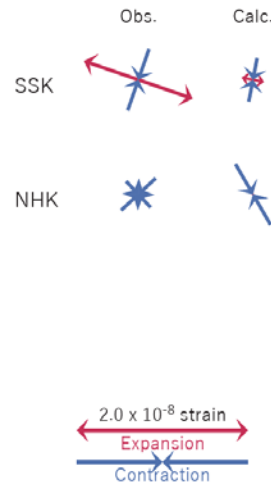


図3 2018/10/31-11/03の歪・傾斜変化(図2[A])を説明する断層モデル。

(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。

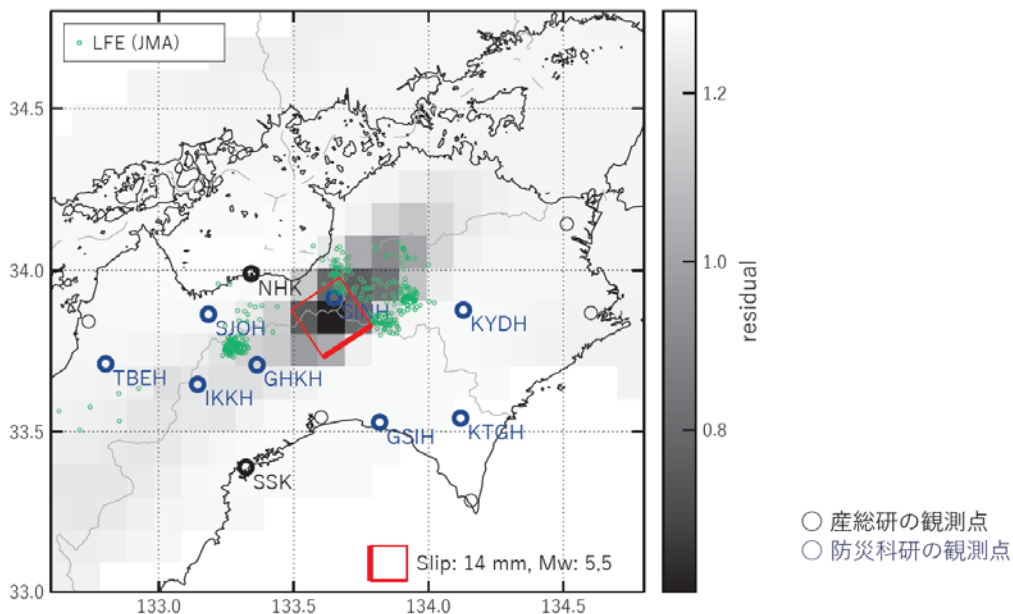
(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面(赤色矩形)と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

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)

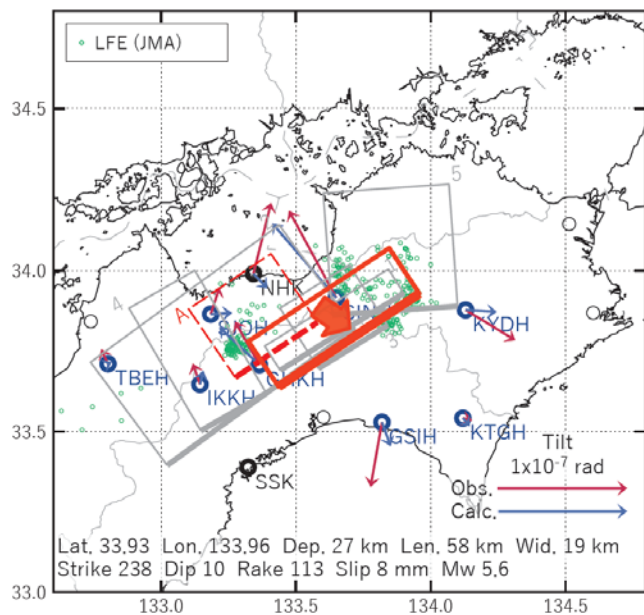
(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[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

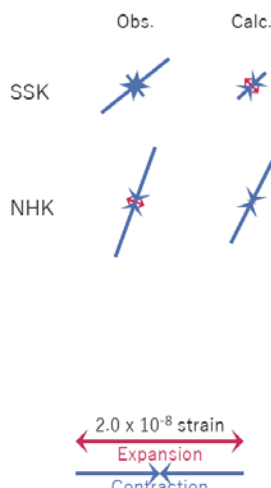


図4 2018/11/04-08AMの歪・傾斜変化(図2[B])を説明する断層モデル。

(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)

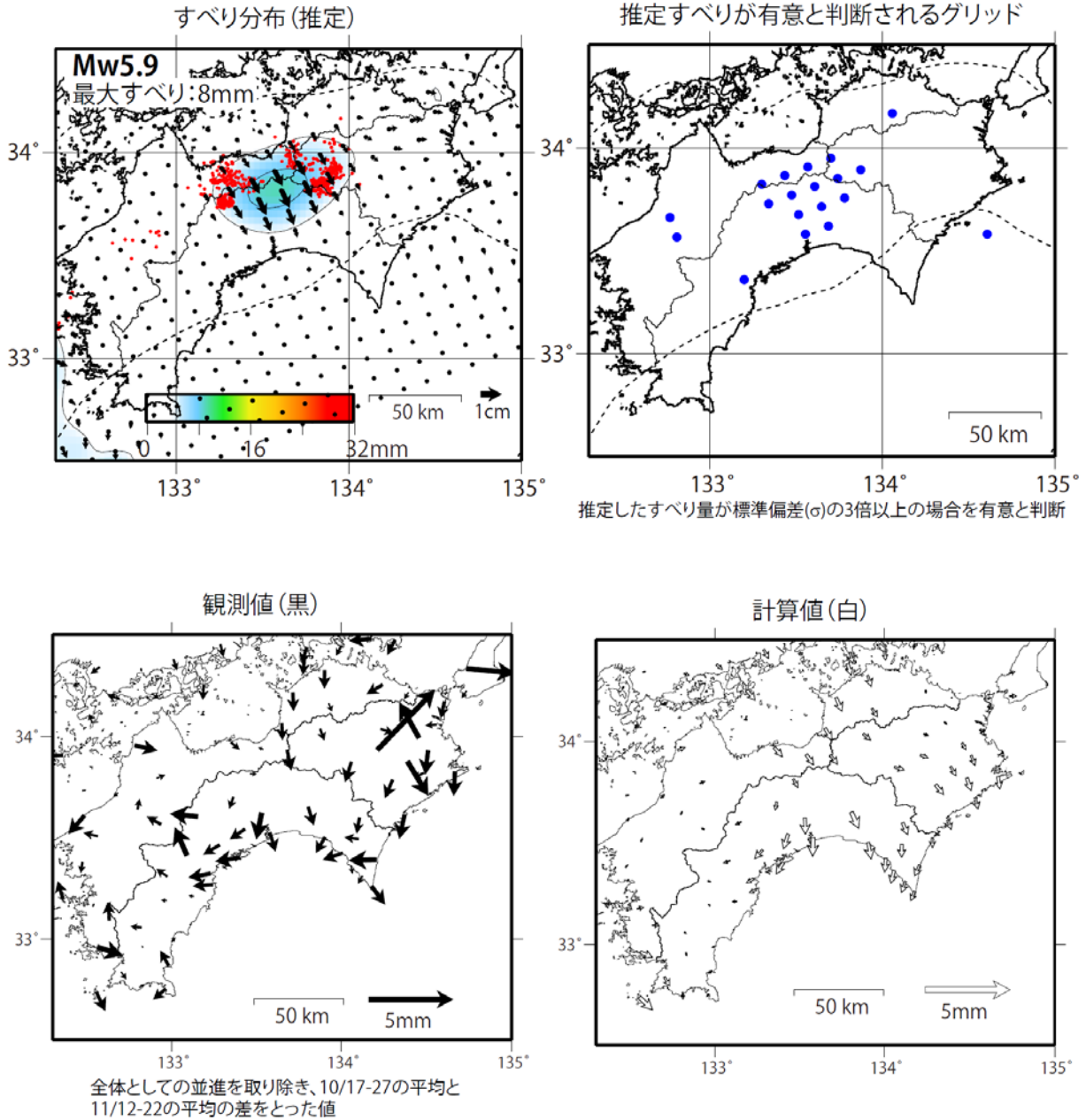
5: 2018/10/10PM-15 (Mw5.8), A: 2018/10/31-11/03 (Mw5.5)

(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。

(国土地理院による GNSS 解析)

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



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

国土地理院

四国東部の短期的スローリップ活動状況 (2018年10～11月)

防災科学技術研究所 **NIED** MOWLAS

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

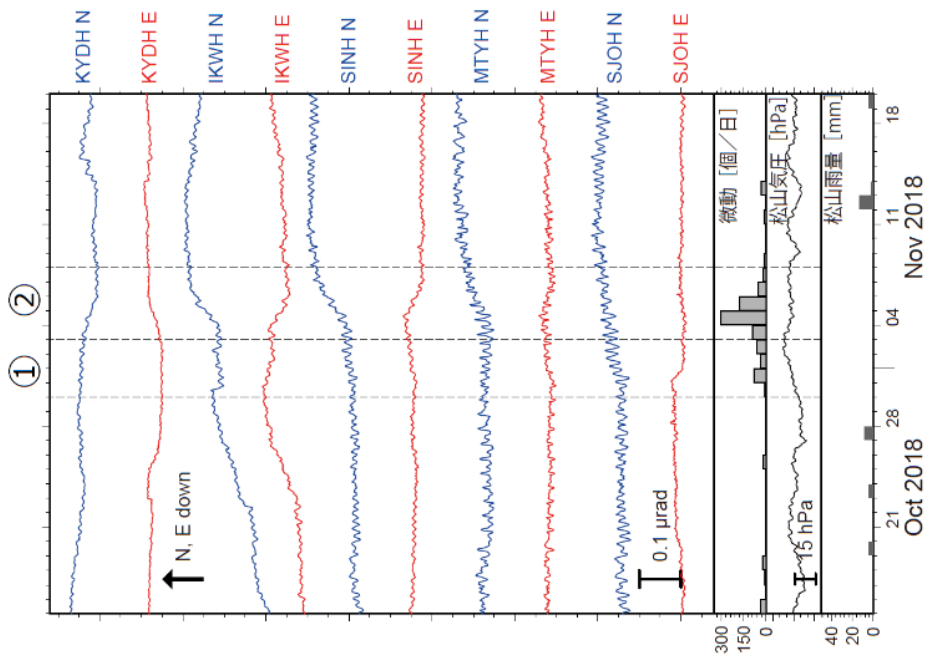


図1: 2018年10月15日～11月19日の傾斜時系列。上方方向の変化が北・東下がりの傾斜変動を表し、BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去した。期間①②の傾斜変化ベクトルを図2に示す。四国中東部での微動活動度・気象庁松山観測点の気圧・雨量をあわせて示す。

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。

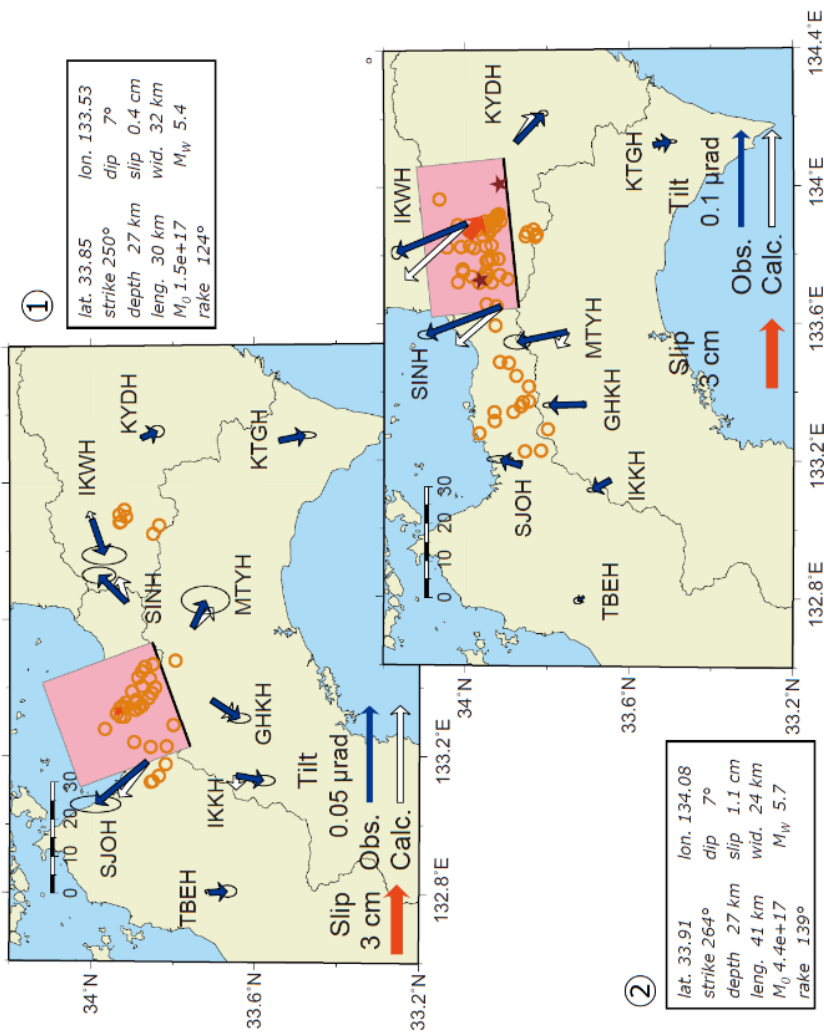
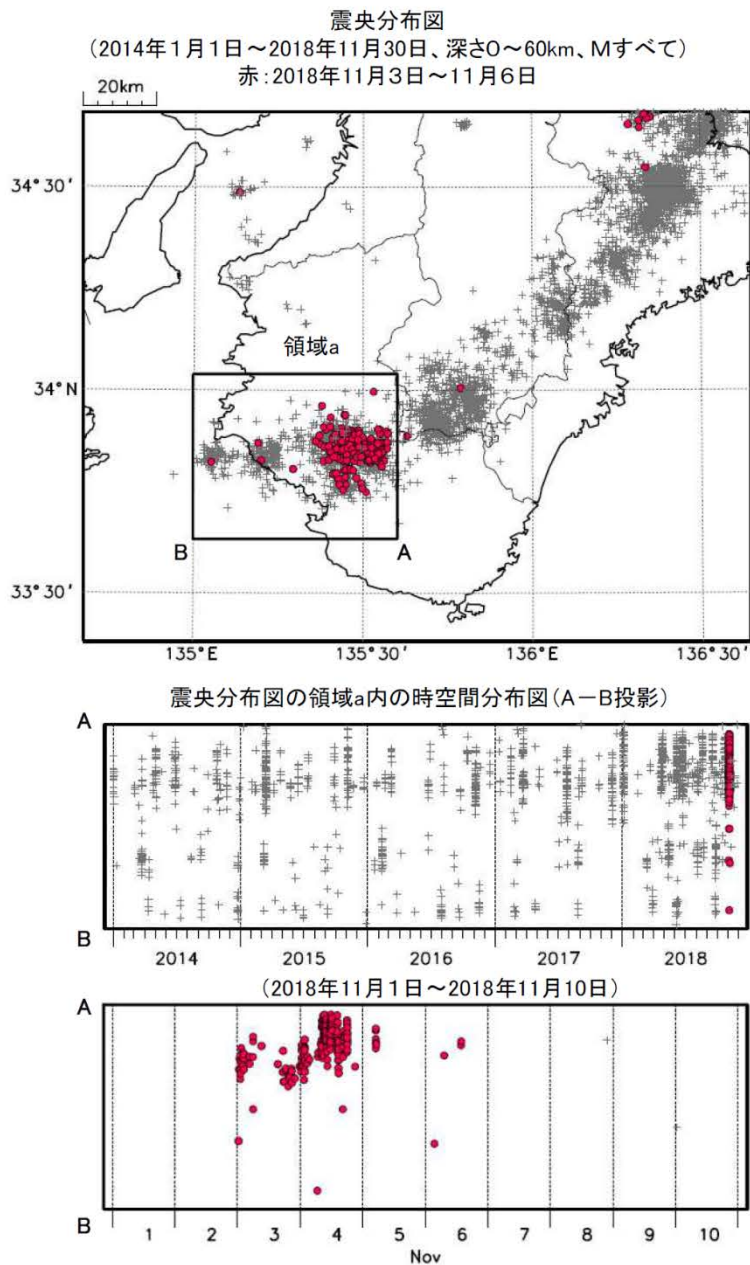


図2: 期間①②に観測された傾斜変化ベクトル (青矢印)、推定されたスローリップイベントの断層モデル (赤矩形・矢印)、モデルから計算される傾斜変化ベクトル (白抜き矢印) を示す。1時間ごとの微動エネルギーの重心位置 (橙丸)、深部超低周波地震の震央 (茶呈印) もあわせて示す。すべり角はプレート相対運動方向に固定している。

防災科学技術研究所資料

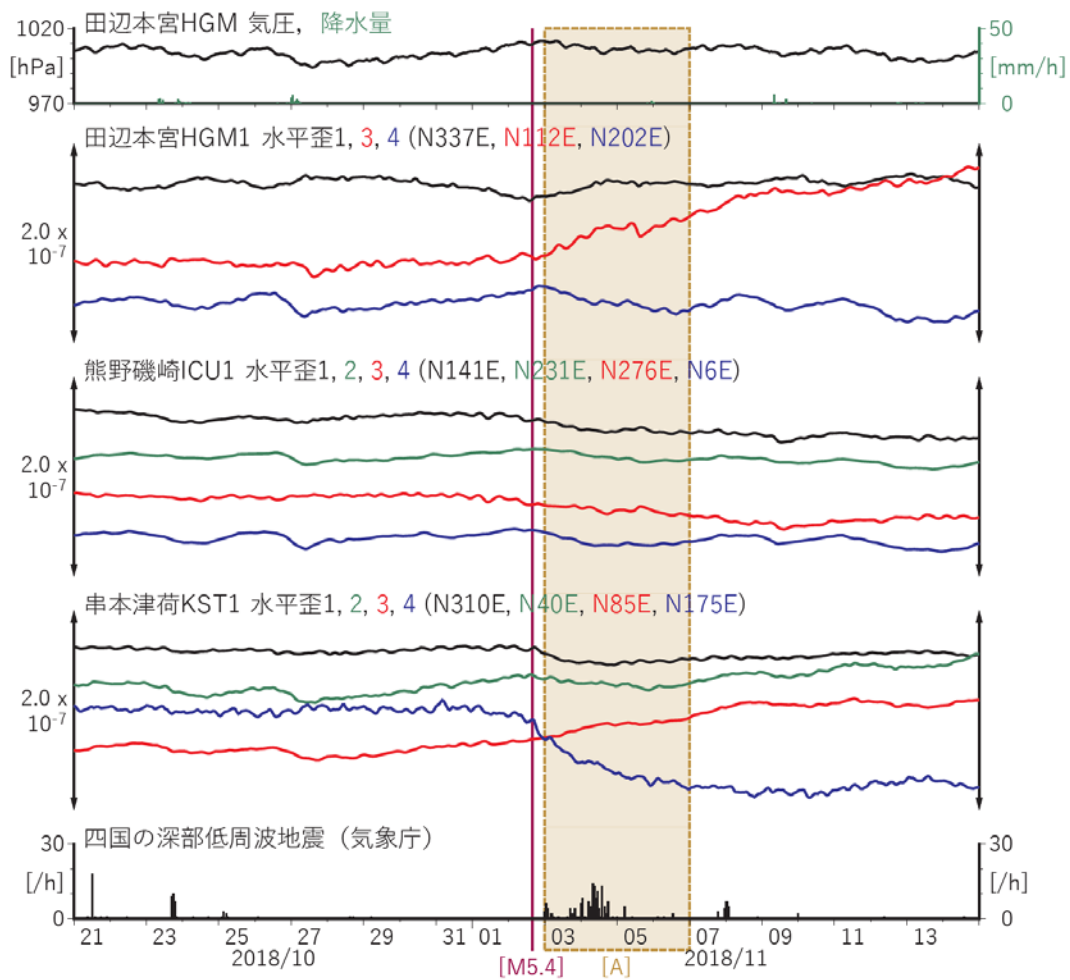
紀伊半島西部の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

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。



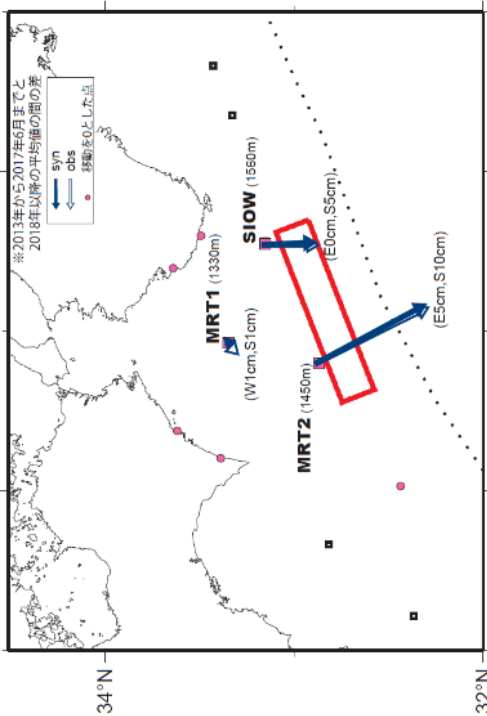
※2018年3月22日から、深部低周波地震(微動)の処理方法の変更(Matched Filter法の導入)により、それ以前と比較して検知能力が変わっている。

気象庁作成

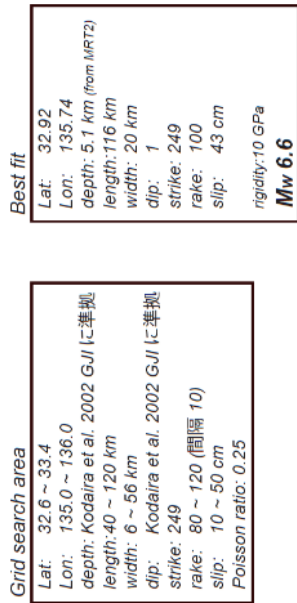


参考図2 紀伊半島における歪観測結果 (2018/10/21 00:00 - 2018/11/15 00:00 (JST))

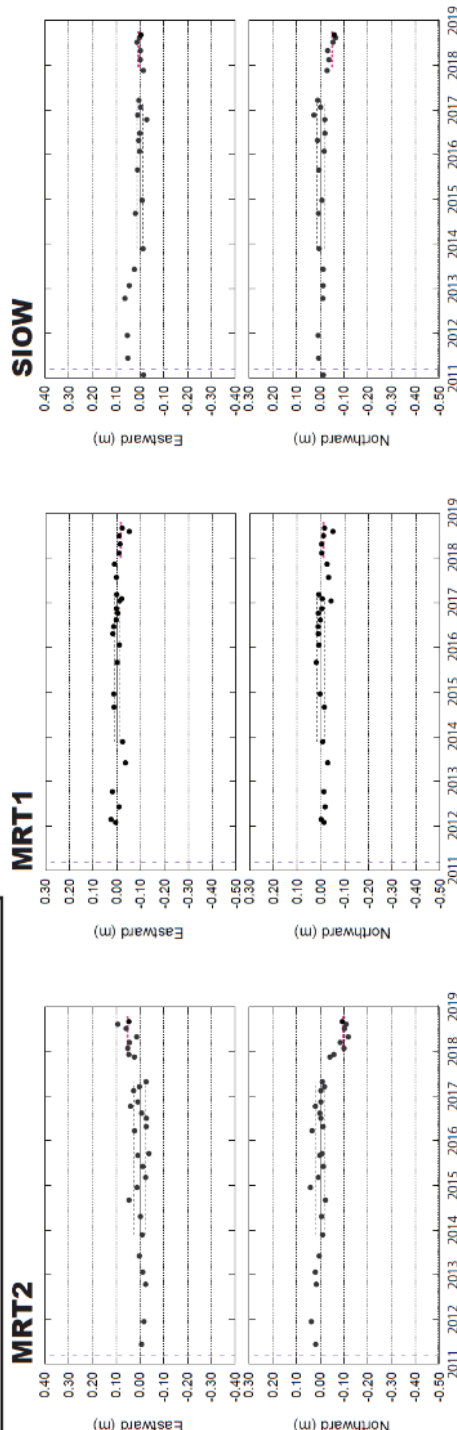
紀伊水道沖の非正常変動 (深部音速傾斜推定解) を説明する断層モデル



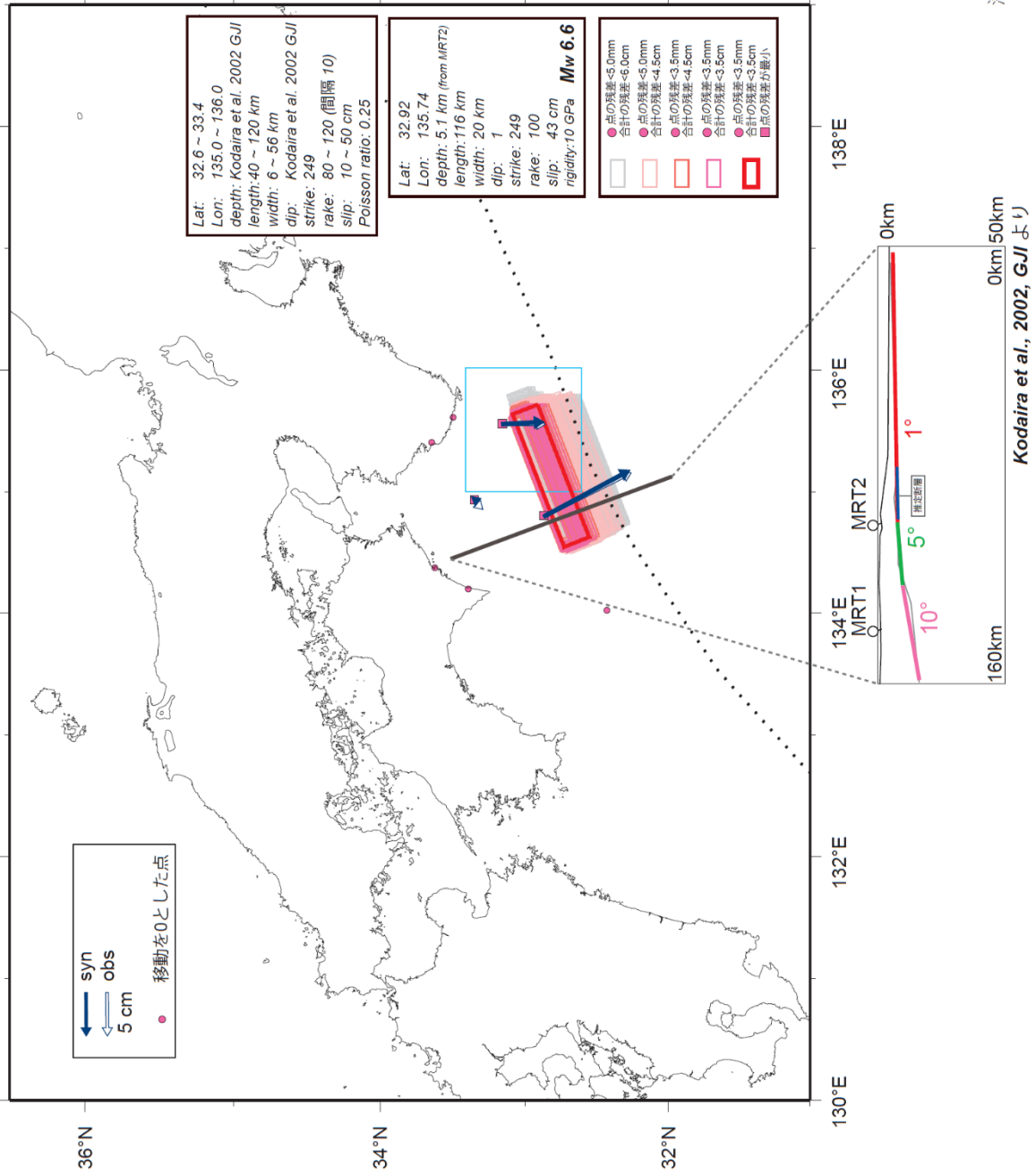
時系列は深部音速傾斜を推定する手法 [Yokota et al., 2018, MGRJ] により推定した。
観測結果を説明するSSEモデルをグリッドサーチにより推定した。
推定には Okada [1992, BSSA] を用いた。
矩形断層モデルは Kodaira et al. [2002, GJI] に準拠して設定されている。



2013.5-2017.5の期間のトレンドを除去した時系列



断層モデルの推定過程 (深部音速傾斜推定解)



海上保安庁

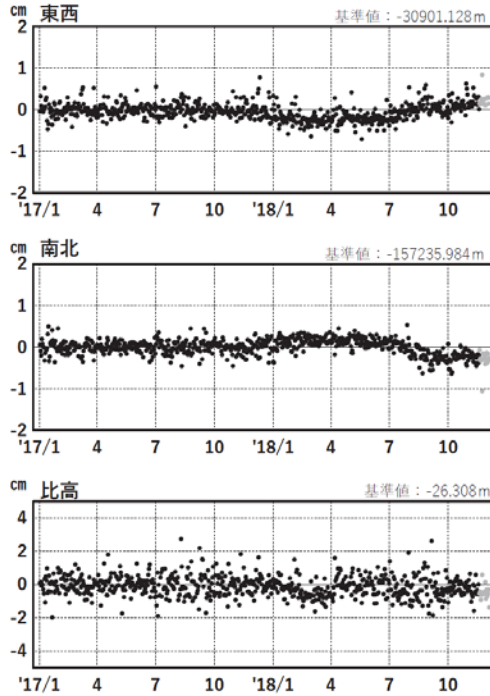
九州北部 G N S S連続観測時系列

1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

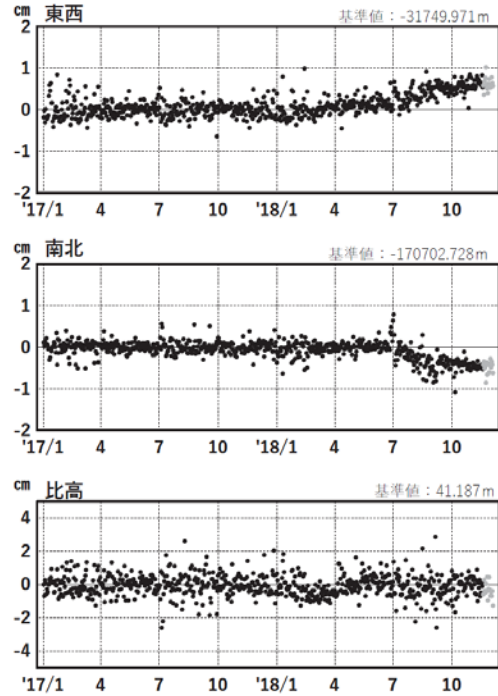
期間: 2017/01/01~2018/12/04 JST

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01

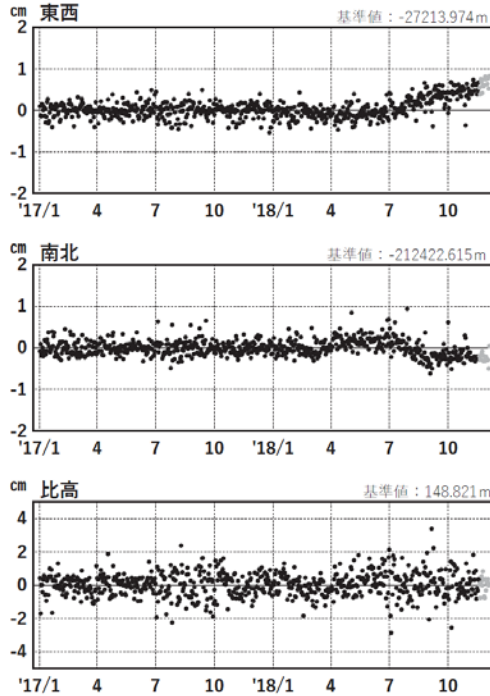
(1) 三隅(950388)―日出(960706)



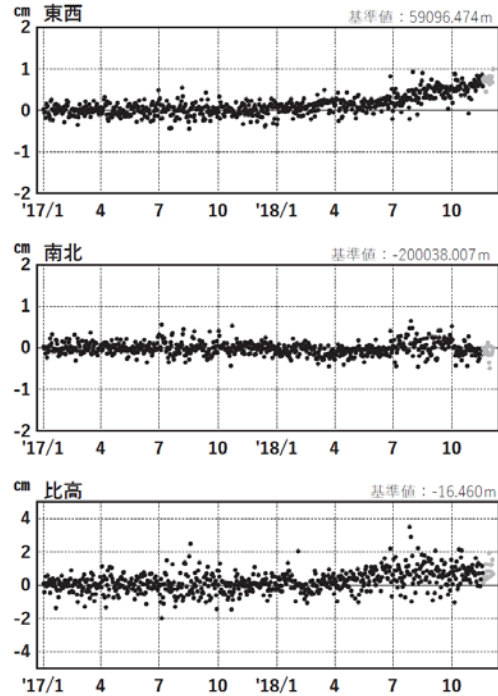
(2) 三隅(950388)―大分(960709)



(3) 三隅(950388)―宇目(021082)



(4) 三隅(950388)―御荘(950437)



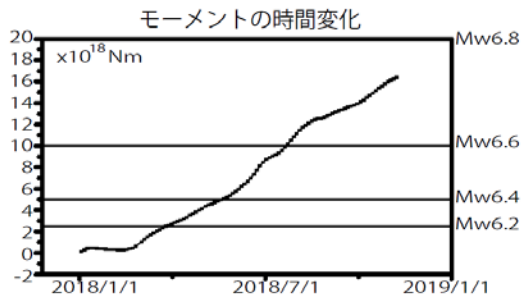
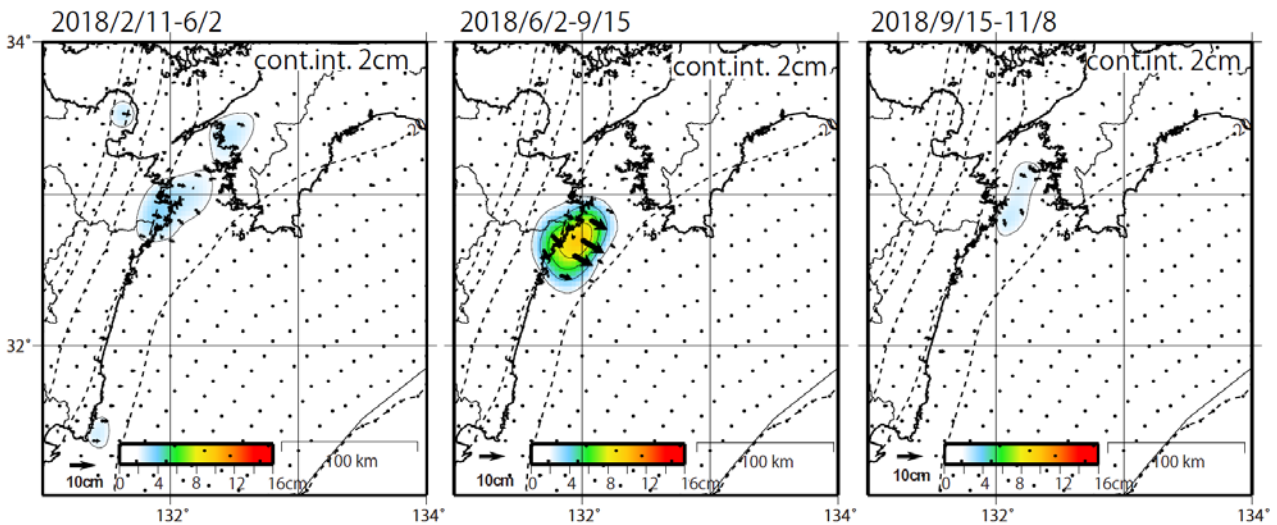
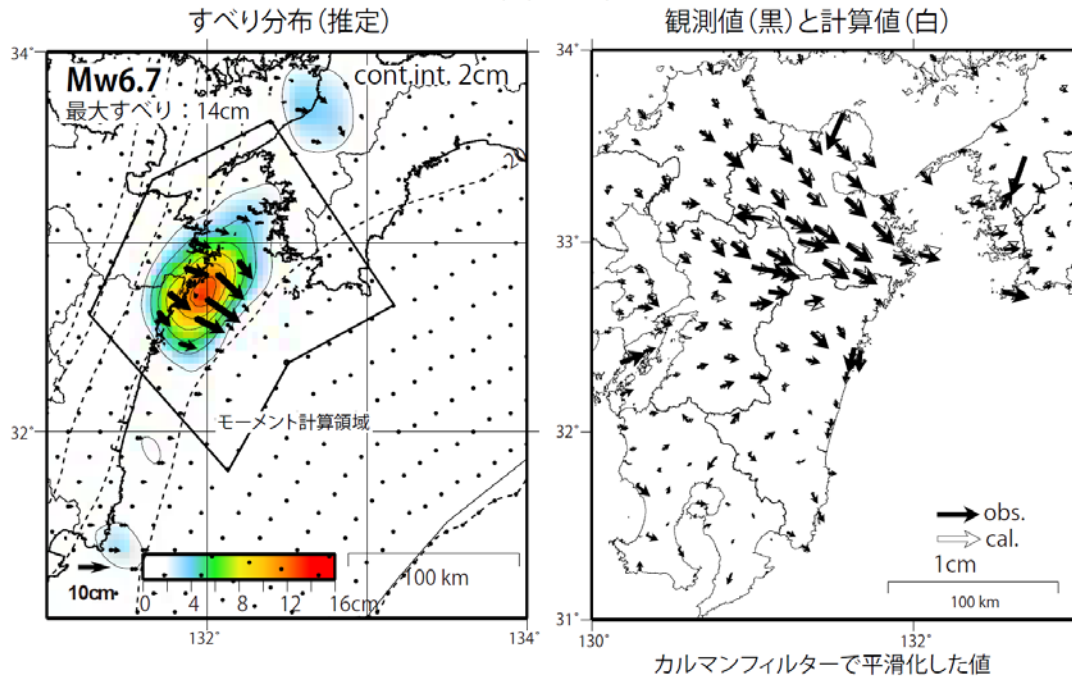
●---[F3:最終解] ●---[R3:速報解]

国土地理院

(国土地理院による GNSS 解析)

日向灘北部において推定される長期的ゆっくりすべり(暫定)

2018/2/11-11/8



データ:F3解(~10/25)+R3解(10/26~11/8)
 トレンド期間:2017/1/1-2018/1/1
 黒破線:フィリピン海プレート上面の等深線(弘瀬・他、2007)
 固定局:三隅

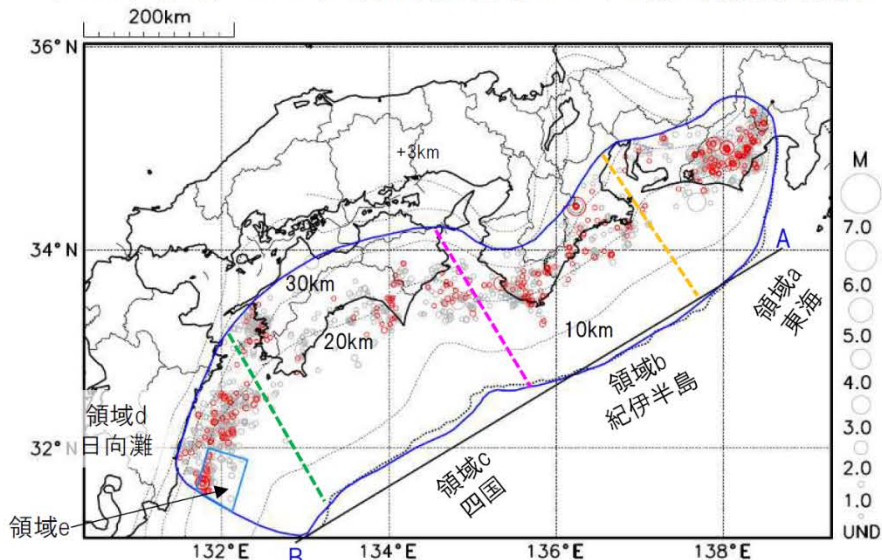
国土地理院

プレート境界とその周辺の地震活動

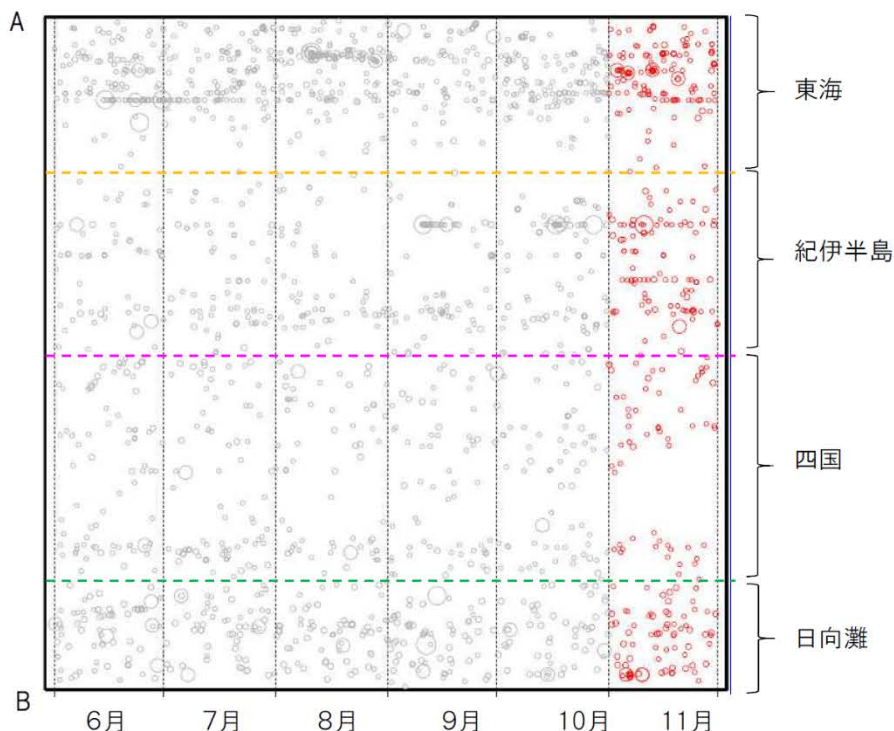
フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。
日向灘の領域e内のみ、深さ20km～30kmの地震を追加している。

震央分布図

(2018年6月1日～2018年11月30日、M全て、2018年11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)



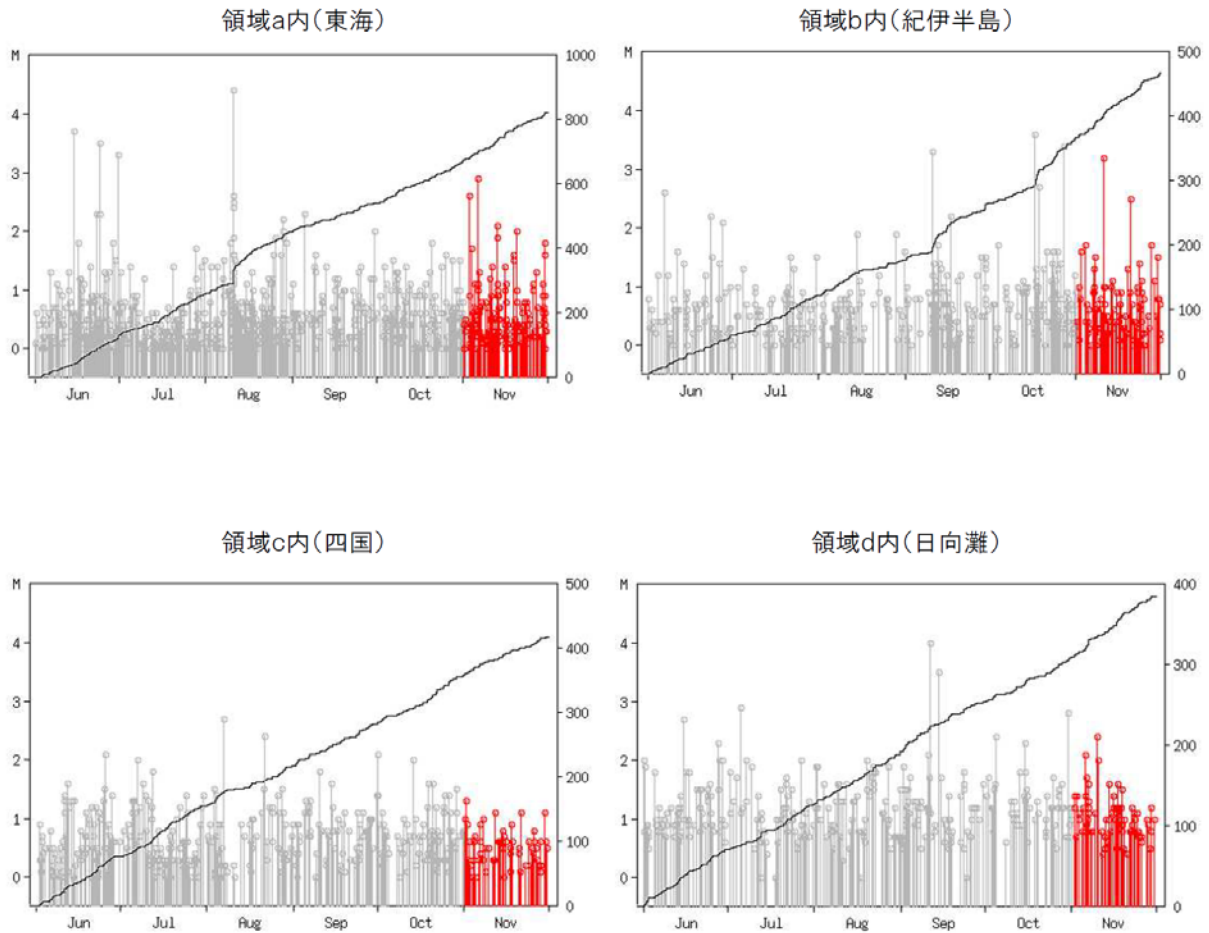
- ・フィリピン海プレート上面の深さは、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)による。震央分布図中の点線は10kmごとの等深線を示す。
- ・今期間の地震のうち、M3.2以上の地震で想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震に吹き出しを付している。吹き出しの右下の数値は、フィリピン海プレート上面の深さからの差（+は浅い、-は深い）を示す。
- ・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

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±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。

震央分布図の各領域内のMT図・回数積算図



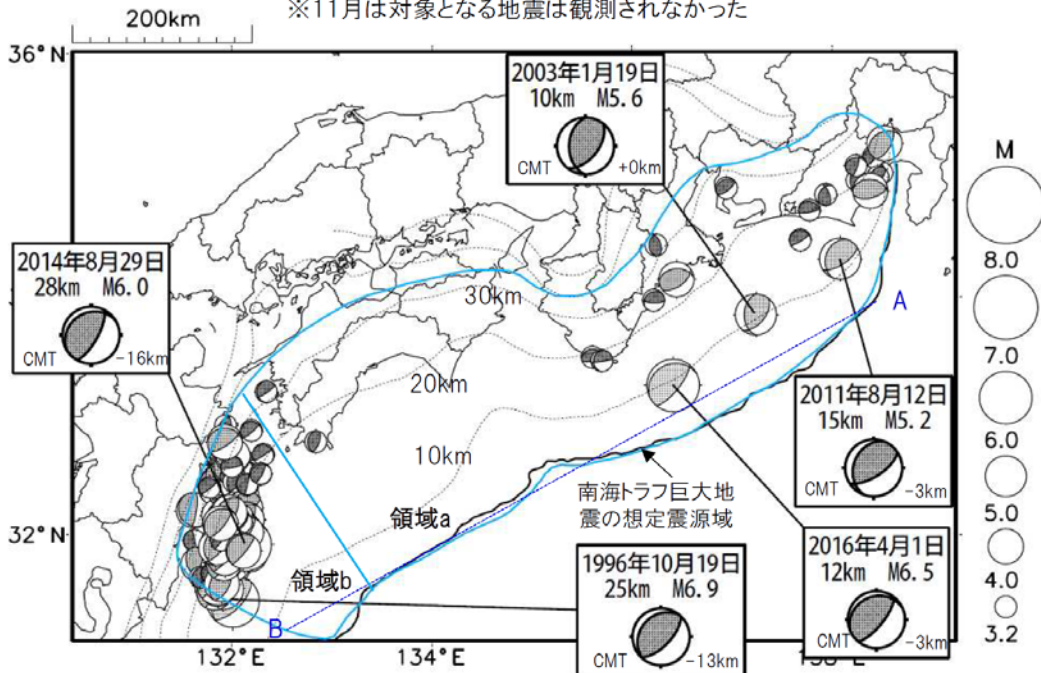
※M全ての地震を表示していることから、検知能力未満の地震も表示しているため、回数積算図は参考として表記している。

気象庁作成

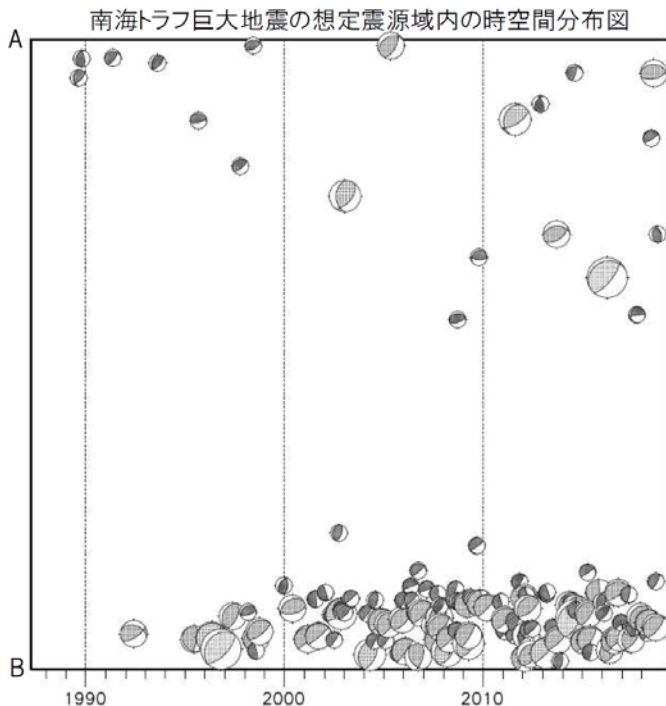
想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震

震央分布図(1987年9月1日～2018年11月30日、M \geq 3.2、2018年11月の地震を赤く表示)

※11月は対象となる地震は観測されなかった



- ・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。



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。

気象庁作成

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

2018年11月30日

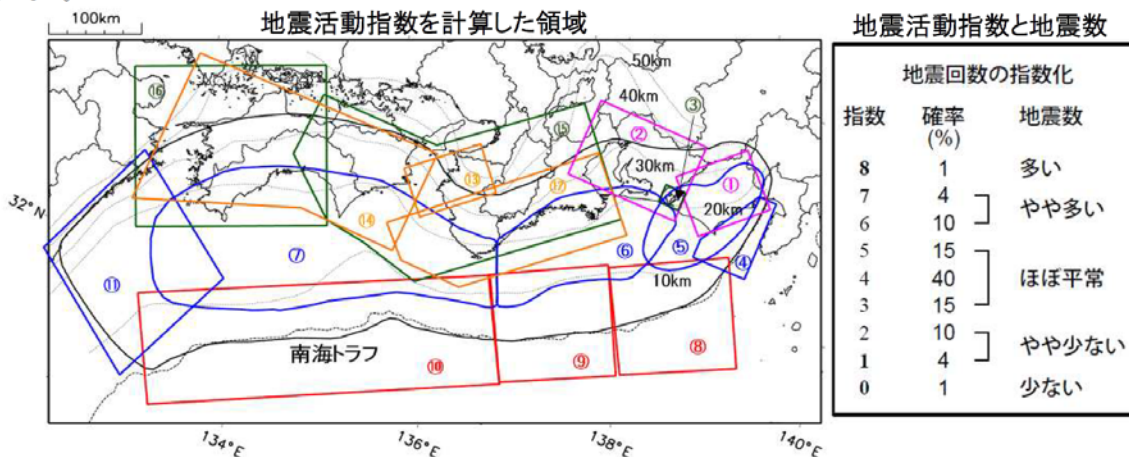
領域	①静岡県 中西部		②愛知県		③浜名湖 周辺	④駿河 湾	⑤東海	⑥東南 海	⑦南海
	地	プ	地	プ	プ	全	全	全	全
地震活動指数	7	4	7	3	2	4	4	4	4
平均回数	16.3	18.3	26.5	13.6	12.9	13.4	18.2	19.8	21.3
MLきい値	1.1		1.1		1.1	1.4	1.5	2.0	2.0
クラス タ除去	距離		3km		3km	10km	10km	10km	10km
	日数		7日		7日	10日	10日	10日	10日
対象期間	60日	90日	60日	30日	360日	180日	90日	360日	90日
深さ	0~ 30km	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	プ	プ
	全	全	全	地	地	地	プ	プ
地震活動指数	5	5	4	4	6	6	7	5
平均回数	11.6	15.2	20.5	23.1	42.4	30.0	27.6	28.0
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～2018年11月30日

* 領域欄の「地」は地殻内、「プ」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。



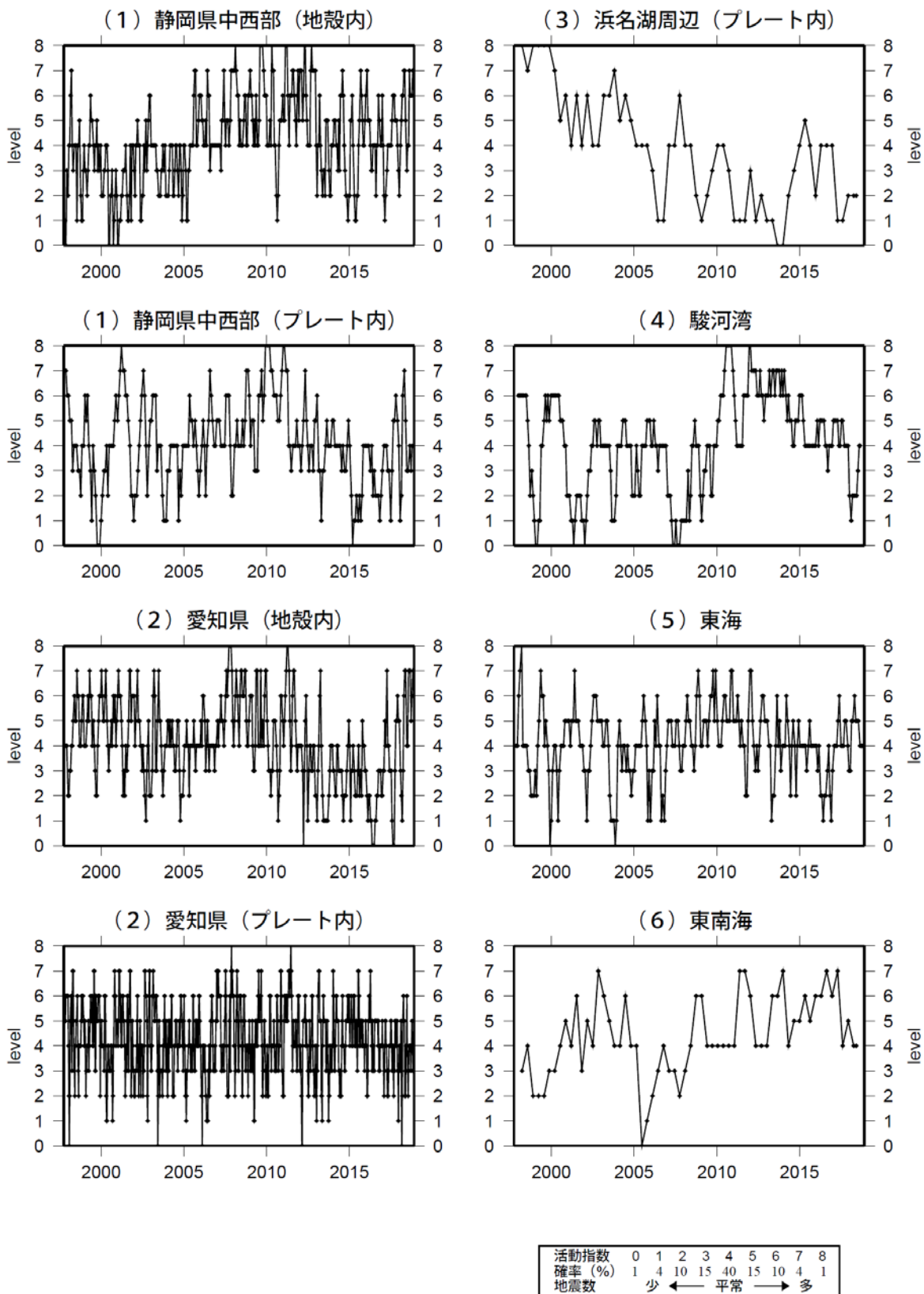
* 黒色実線は、南海トラフ巨大地震の想定震源域を示す。

* 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。

気象庁作成

地震活動指数一覧

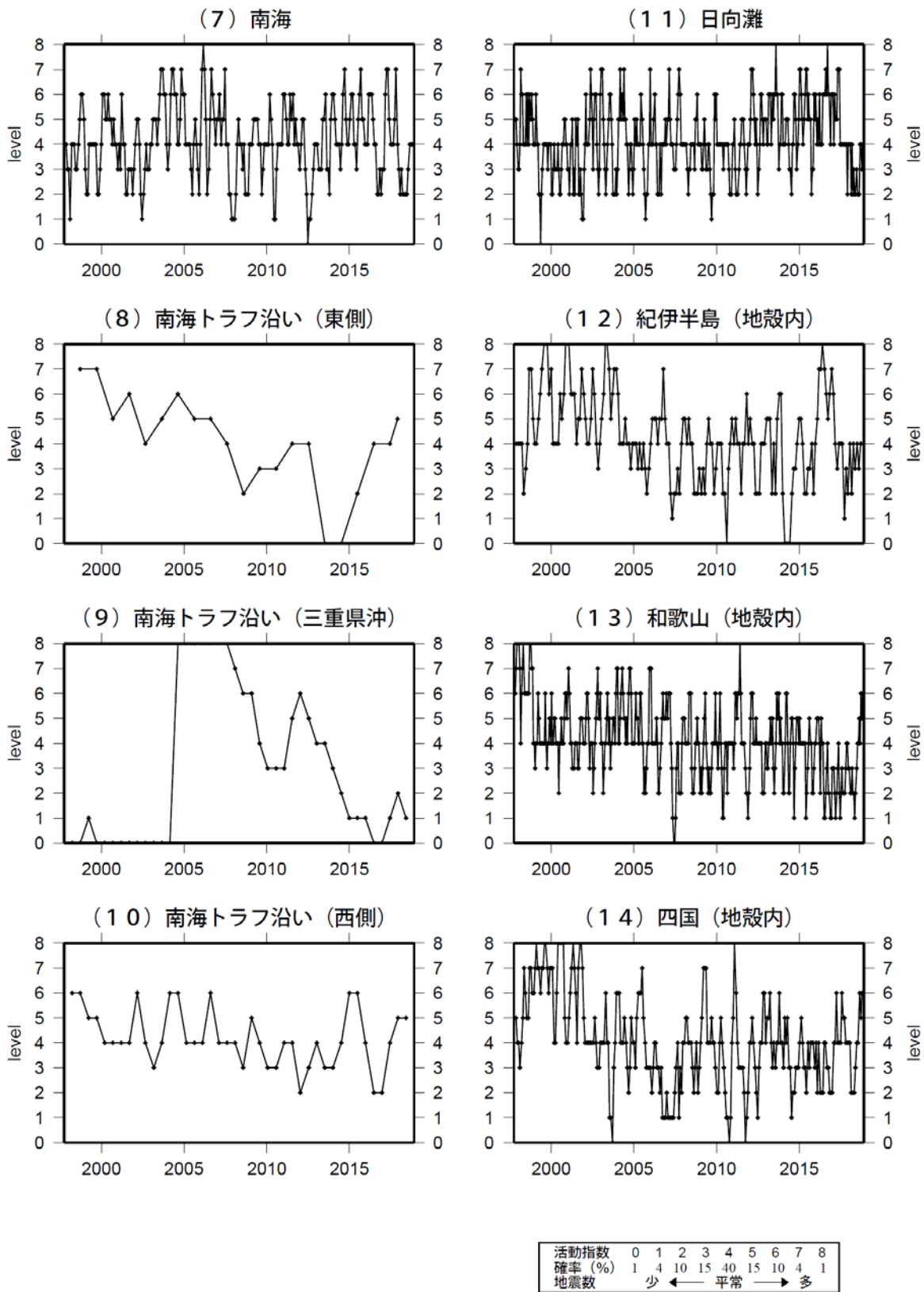
2018年11月30日



気象庁作成

地震活動指数一覧

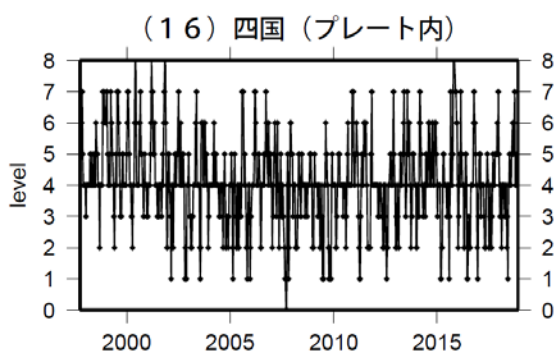
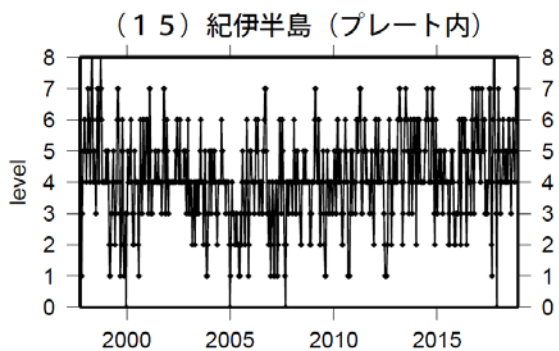
2018年11月30日



気象庁作成

地震活動指数一覧

2018年11月30日



活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率 (%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数	少	←		平常	→		多		

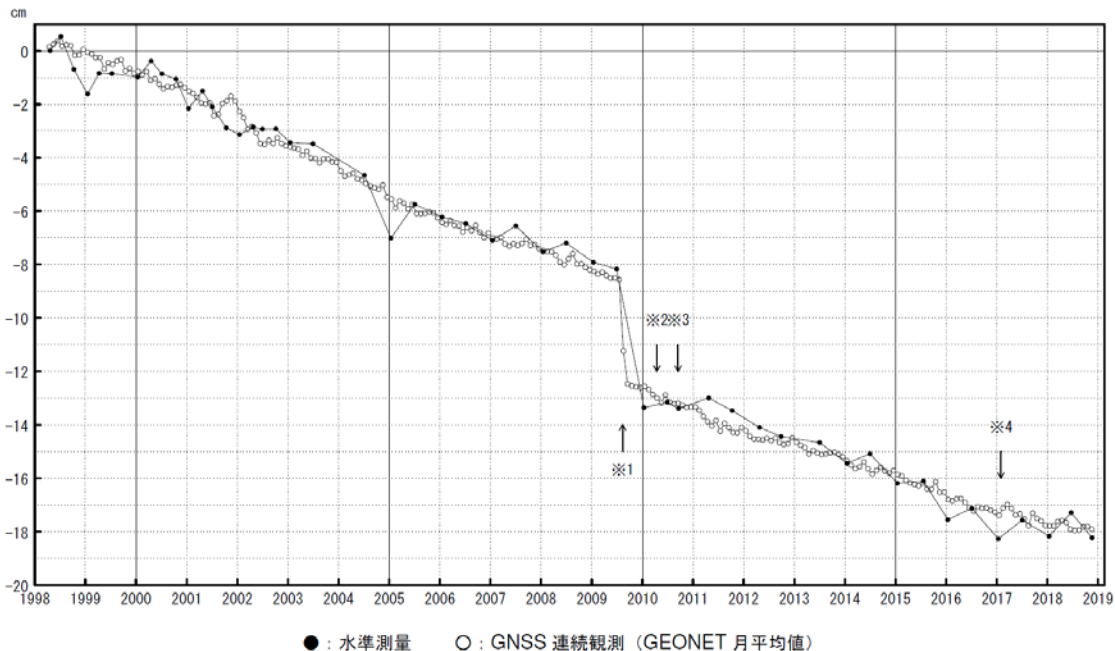
気象庁作成

御前崎 電子基準点の上下変動

水準測量と GNSS 連続観測

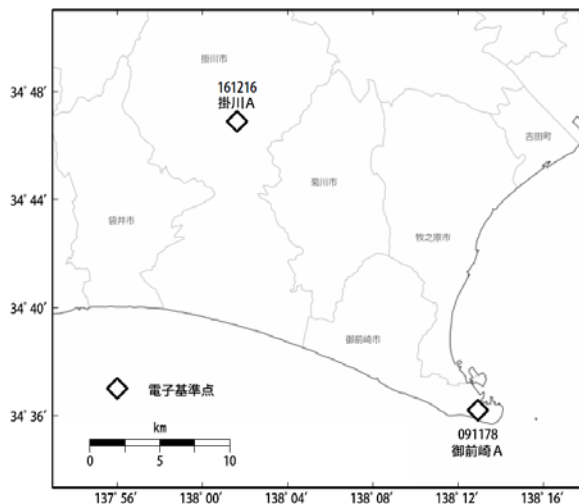
掛川に対して、御前崎が沈降する長期的な傾向が続いている。

掛川 A (161216) - 御前崎 A (091178)



・最新のプロット点は11/01~11/17の平均。

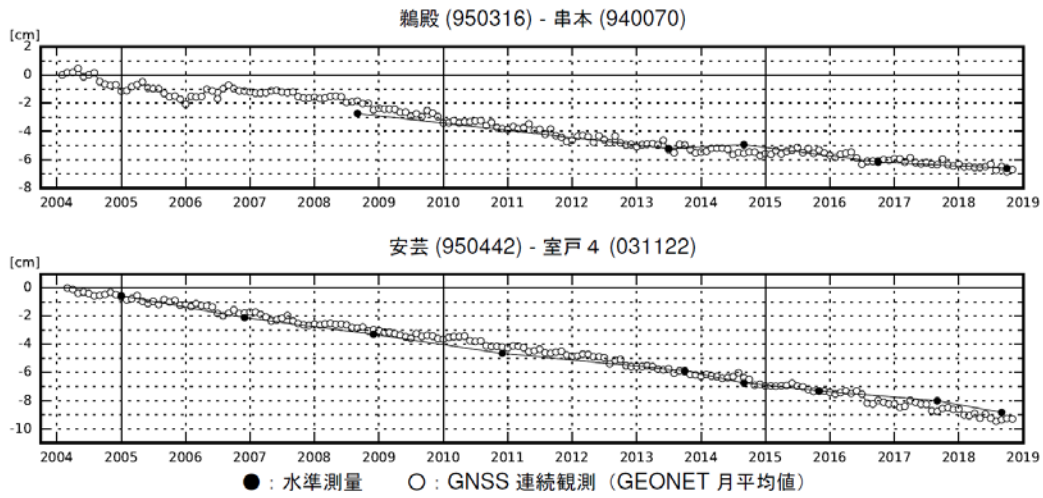
- ※1 電子基準点「御前崎」は2009年8月11日の駿河湾の地震(M6.5)に伴い、地表付近の局所的な変動の影響を受けた。
- ※2 2010年4月以降は、電子基準点「御前崎」をより地盤の安定している場所に移転し、電子基準点「御前崎A」とした。上記グラフは電子基準点「御前崎」と電子基準点「御前崎A」のデータを接続して表示している。
- ※3 水準測量の結果は移転後初めて変動量が計算できる2010年9月から表示している。
- ※4 2017年1月30日以降は、電子基準点「掛川」は移転し、電子基準点「掛川A」とした。上記グラフは電子基準点「掛川」と電子基準点「掛川A」のデータを接続して表示している。



国土地理院

紀伊半島及び室戸岬周辺 電子基準点の上下変動

潮岬周辺及び室戸岬周辺の長期的な沈降傾向が続いている。



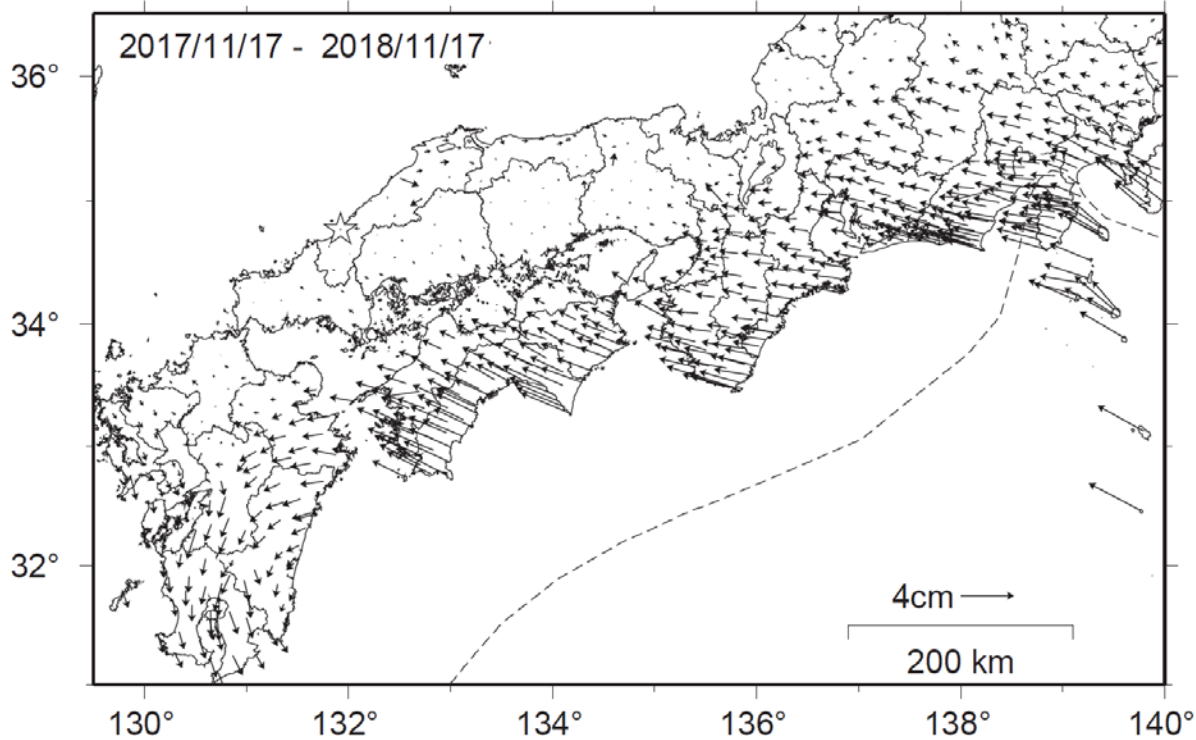
- ・ 最新のプロット点は11/1～11/17の平均。
- ・ 水準測量による結果については、最寄りの一等水準点の結果を表示している。



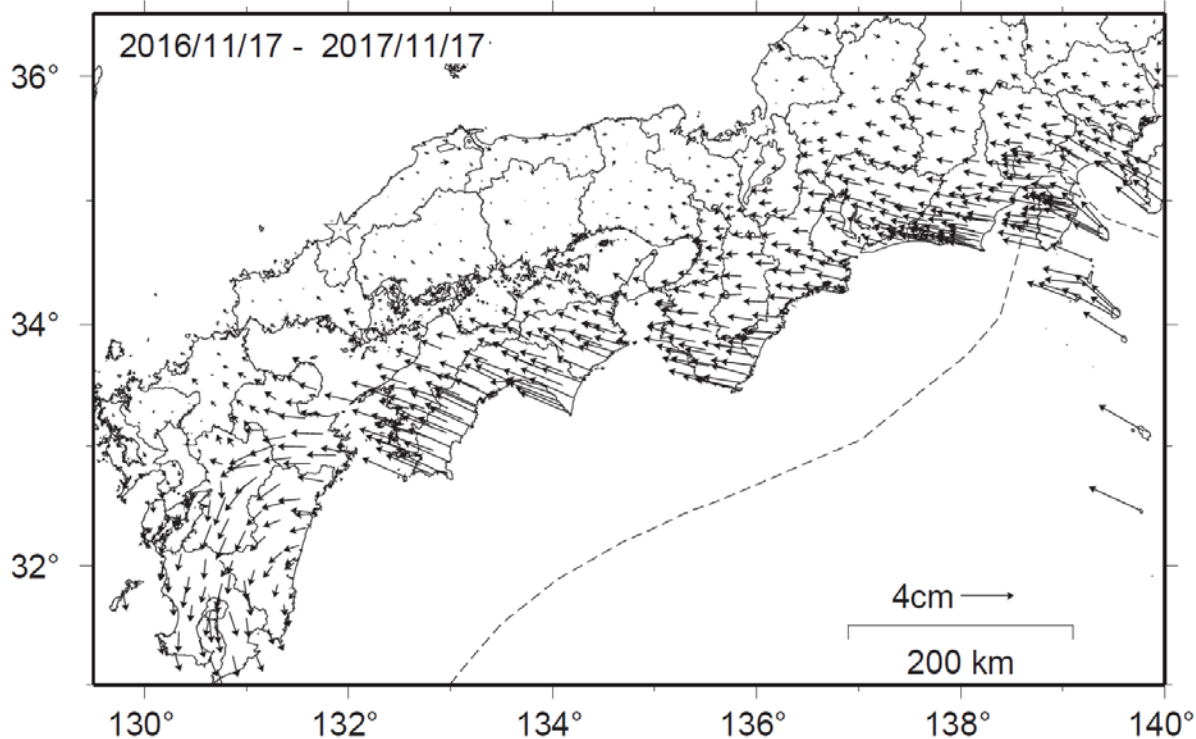
国土地理院

南海トラフ沿いの水平地殻変動【固定局：三隅】

【最近1年間】



【1年前の1年間】



国土地理院