

## 「最近の南海トラフ周辺の地殻活動」について

平成 29 年 11 月 27 日に気象庁において第 1 回南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会、第 379 回地震防災対策強化地域判定会（定例）を開催し、気象庁は「最近の南海トラフ周辺の地殻活動」として次の内容の南海トラフ地震に関連する情報（定例）を発表した。これに関連する資料を p 21～p 41 に掲載する。

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

主な深部低周波地震（微動）として、11月15日以降、奈良県から愛知県のプレート境界付近を震源とする深部低周波地震（微動）を観測しました。

### 2. 地殻変動の観測状況

G N S S 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。

また、11月15日以降、三重県、愛知県、静岡県及び長野県の複数のひずみ観測点でわずかな地殻変動を観測しました。

### 3. 地殻活動の評価

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いません。

一方、上記の深部低周波地震（微動）及びひずみ観測点で観測した地殻変動は、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」に起因すると推定しています。

以上のように、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。

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委員の意見提供等を受け、現在の状況を「最近の南海トラフ周辺の地殻活動」として取りまとめ南海トラフ地震に関連する情報（定例）を発表している。

### 【「最近の南海トラフ周辺の地殻活動」についての頁で使われる用語】

#### ・「想定震源域」

南海トラフ沿いの大規模地震発生時に、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界が破壊されると想定される領域。「想定震源域」全体もしくは一部が破壊されると考えられている。

#### ・「クラスタ」、「クラスタ除去」

地震は時間空間的に群（クラスタ：cluster）をなして起きることが多くある。「本震とその後に起きる余震」、「群発地震」などが典型的なクラスタで、余震活動等の影響を取り除いて地震活動全体の推移を見ることを「クラスタ除去」と言う。例えば、相互の震央間の距離が 3 km 以内で、相互の発生時間差が 7 日以内の地震群をクラスタとして扱い、その中の最大の地震をクラスタに含まれる地震の代表とし、地震が 1 つ発生したと扱う。

#### ・「長期的ゆっくりすべり（長期的スロースリップ）」

想定震源域の深部で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界が数ヶ月～数年間かけてゆっくりとすべる現象で、数年～十年程度の間隔で繰り返し発生していると考えられている。例えば、東海地域では、前々回は 2000 年秋頃～2005 年夏頃にかけて発生し、前回は 2013 年はじめ頃から 2017 年はじめ頃にかけて発生した。

#### ・「深部低周波地震（微動）」

深さ約 30km～40km で発生する、通常の地震より長周期の波が卓越する地震を「深部低周波地震」と言う。長野県南部～日向灘にかけては帯状につながる深部低周波地震の震央分布が見られる。深部低周波微動は、P 波や S 波が明瞭ではなく震動が継続するもので、現象的には深部低周波地震と同じであるが、解析手法に違いがあるため、深部低周波地震が観測されない場合にも観測されることがある。

#### ・「短期的ゆっくりすべり（短期的スロースリップ）」

「短期的ゆっくりすべり」は、長期的ゆっくりすべりが発生する領域のさらに深部の、深部低周波地震（微動）の発生領域とほぼ同じ領域でのフィリピン海プレートと陸のプレートの境界のすべりと考えられている。数日～1 週間程度継続する「短期的ゆっくりすべり（短期的スロースリップ）」が観測されるときは、ほぼ同時に深部低周波地震（微動）活動が観測されることが多い。短期的ゆっくりすべりは、数ヶ月から 1 年程度の間隔で繰り返し発生している。

注）地震活動および地殻活動の解析には Hirose et al. (2008)\* によるフィリピン海プレートと陸のプレートの境界データを使用している。

\* Hirose, F., J. Nakajima, and A. Hasegawa (2008), Three-dimensional seismic velocity structure and configuration of the Philippine Sea slab in southwestern Japan estimated by double-difference tomography, J. Geophys. Res., 113, B09315, doi:10.1029/2007JB005274.

## 平成 29 年 10 月 1 日～11 月 15 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
10/2	12:24	徳島県南部	35	3.5	2	フィリピン海プレート内部
10/6	10:55	徳島県南部	6	3.5	2	地殻内
10/30	20:56	和歌山県南部	43	3.5	2	フィリピン海プレート内部
11/3	13:49	和歌山県北部	8	3.5	3	地殻内
11/15	23:22	日向灘	22	3.7	1	(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可能性がある。)

○深部低周波地震（微動）活動期間

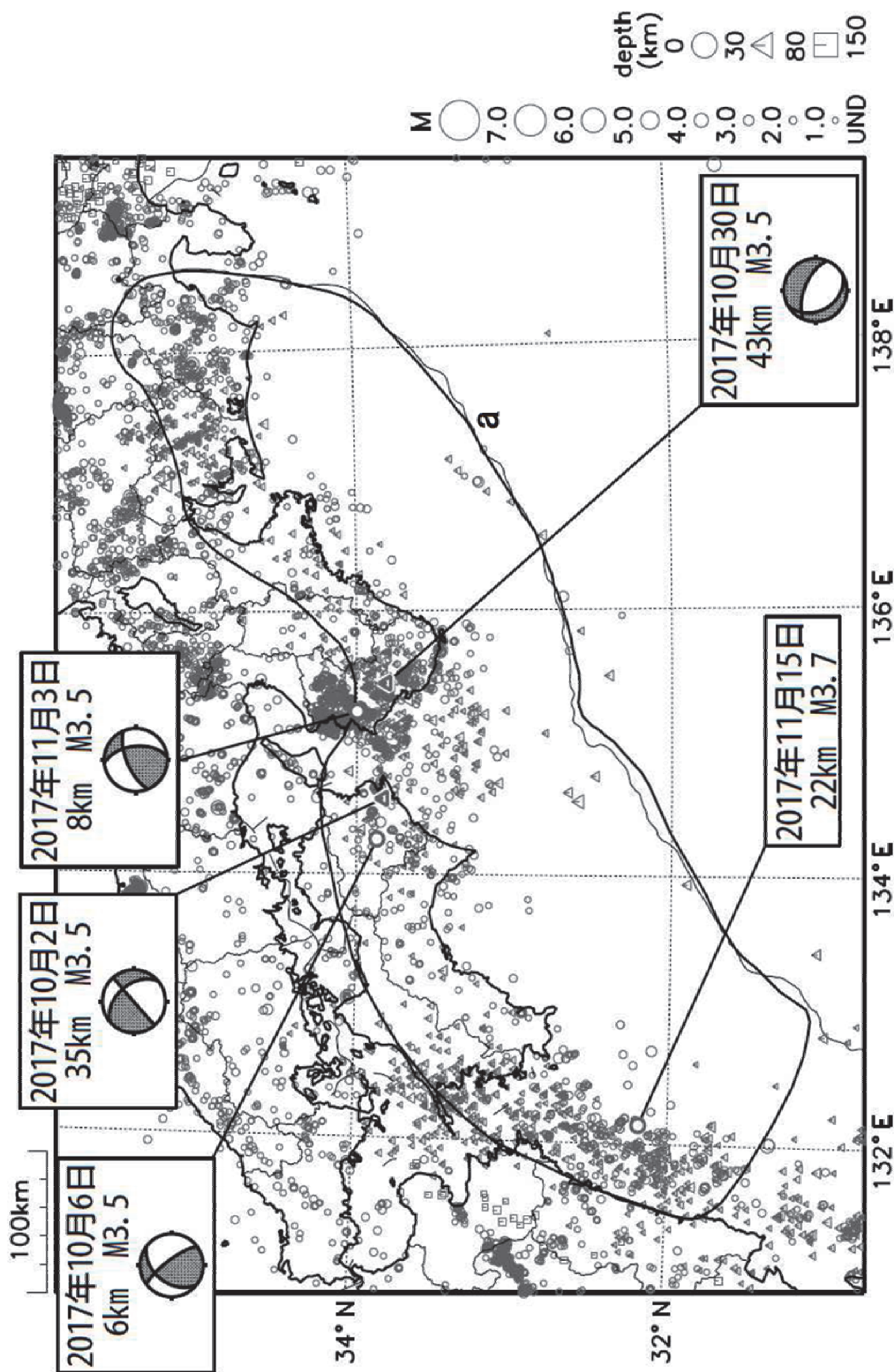
四国	紀伊半島	東海
10月10日 10月15日～16日 10月17日 10月18日～19日 10月20日 10月27日～28日  11月3日～5日 11月7日 11月10日～13日	10月20日 10月26日 10月30日～31日          <b>11月15日～（継続）</b>	10月3日

※深部低周波地震（微動）活動期間は特定の場所での一連の活動期間を記載する。

※深部低周波地震（微動）活動と同期してひずみ変化が観測された活動（期間）を赤字で示している。

※深部低周波地震（微動）活動の地域は、次々頁の震央分布図に示している。

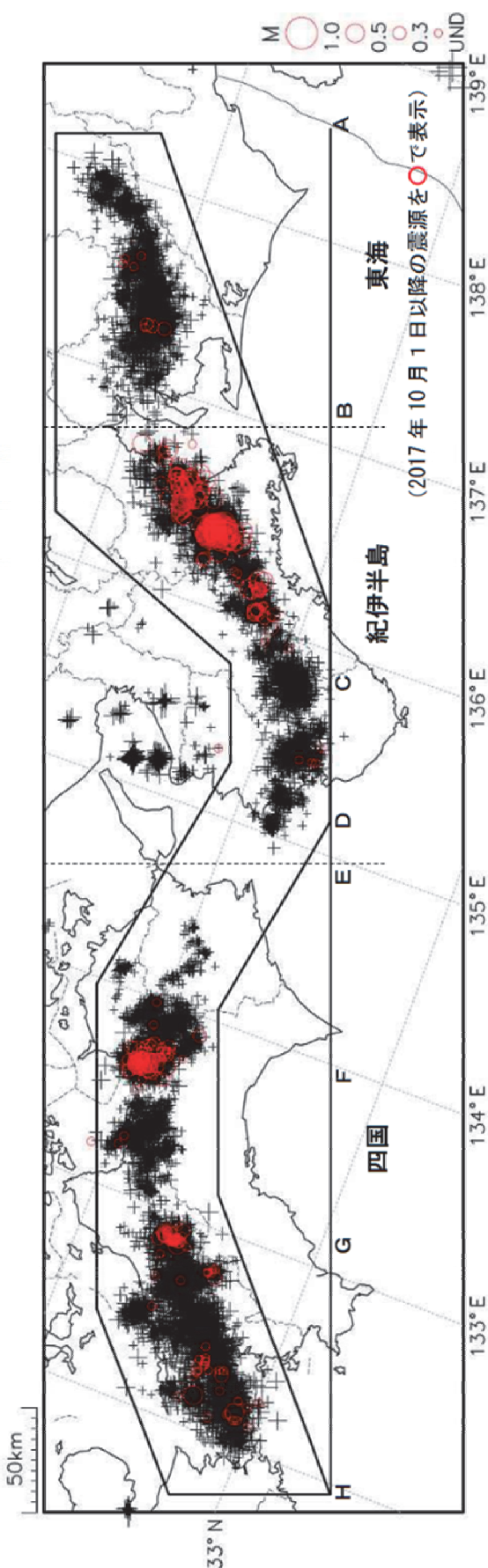
南海トラフ沿いとその周辺の広域地震活動(2017年10月1日～2017年11月15日)



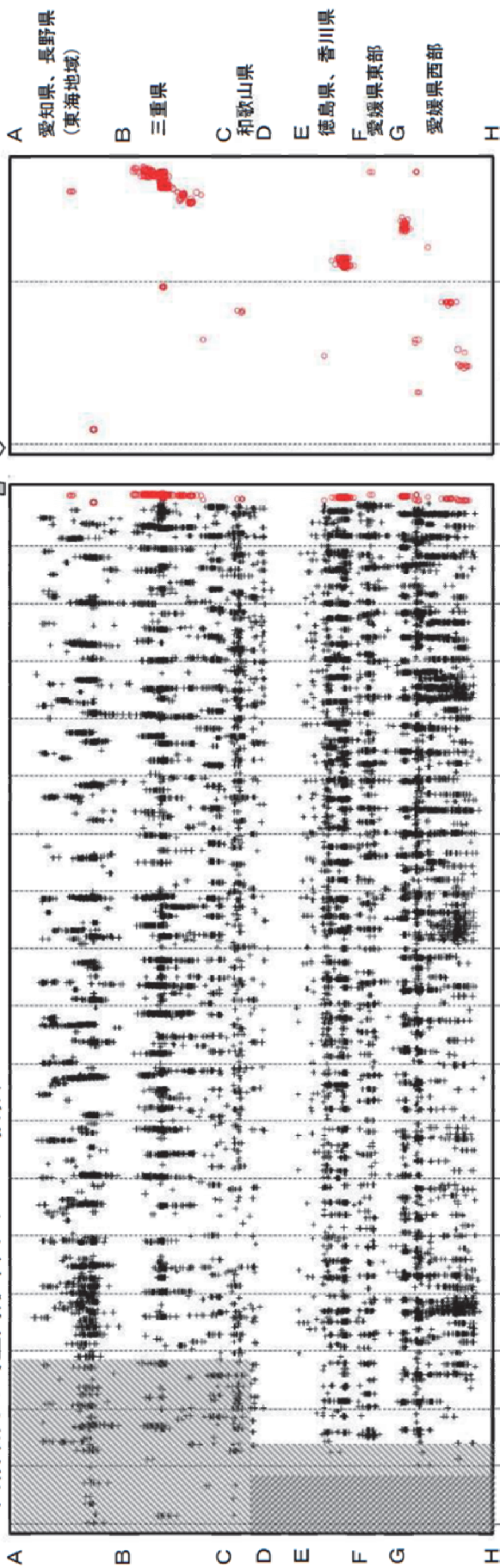
図中の吹き出しは、南海トラフ巨大地震の想定震源域(領域a内)で最大震度3以上を観測した地震もしくはM3.5以上の地震、それ以外(領域a内以外)の陸域M5.0以上・海域M6.0以上とその他の他の主な地震

気象庁作成

深部低周波地震活動 (2000 年 1 月 1 日 ~ 2017 年 11 月 22 日)  
 深部低周波地震は、「短期的ゆっく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。



上図領域内の時空間分布図 (A-H 投影) (2017 年 10 月 1 日 ~ 2017 年 11 月 22 日)



2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016

※時空間分布図中、網掛けした期間は現在と比較して十分な検知能力がなかったことを示す。

10 月

11 月  
 気象庁作成

## 愛知県から紀伊半島の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

11月15日以降、奈良県から愛知県を震央とする深部低周波地震(微動)を観測している。11月15日に奈良県と三重県の県境付近で始まった深部低周波地震(微動)の活動領域は次第に北東へ移動し、伊勢湾まで広がった。その後、25日夜からは愛知県で活動が見られている。

深部低周波地震(微動)活動とはほぼ同期して、三重県、愛知県、静岡県、長野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。

これらは、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と推定される。

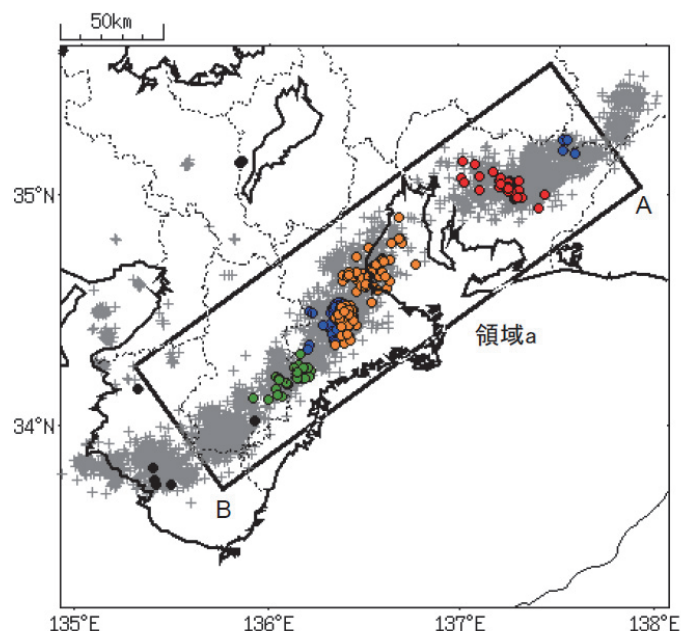
### 深部低周波地震(微動)活動

震央分布図

(2010年1月1日～2017年11月27日07時、深さ0～60km、Mすべて)

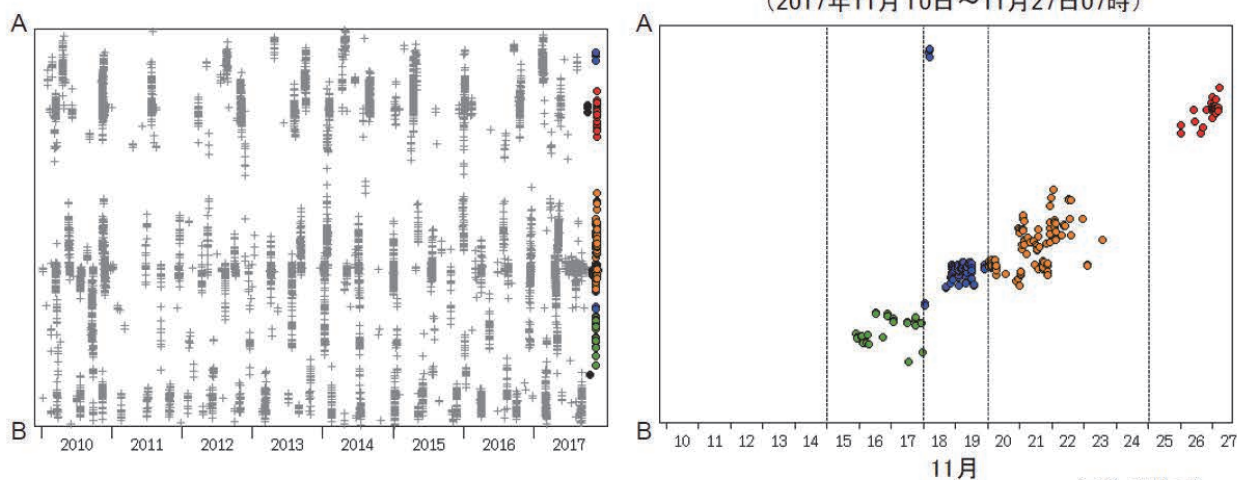
黒色:2017年10月1日以降

緑色:11月15日～11月17日、青色:11月18日～11月19日、橙色:11月20日～24日、赤色:11月25日以降



震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)

(2017年11月10日～11月27日07時)



気象庁作成

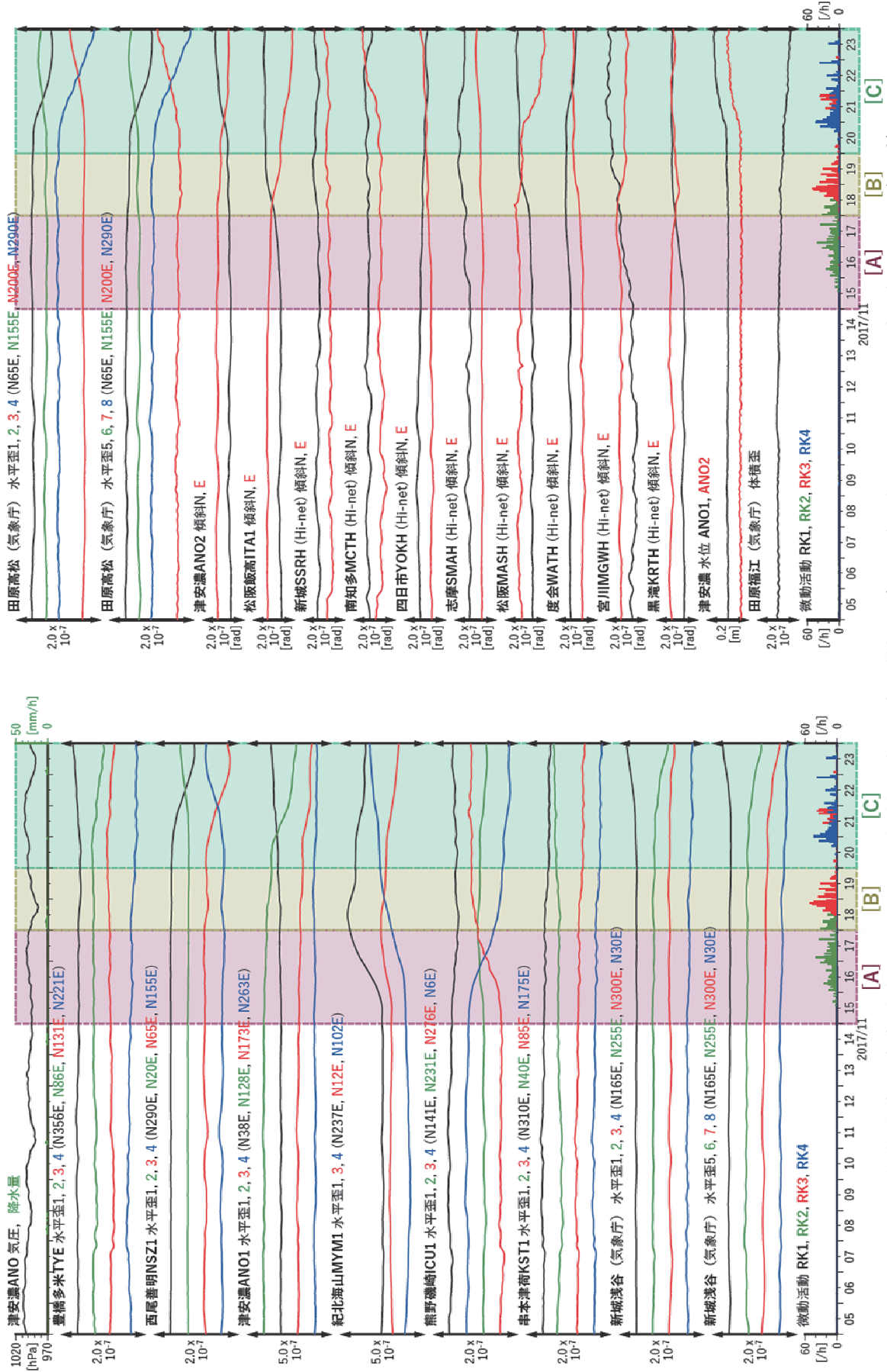
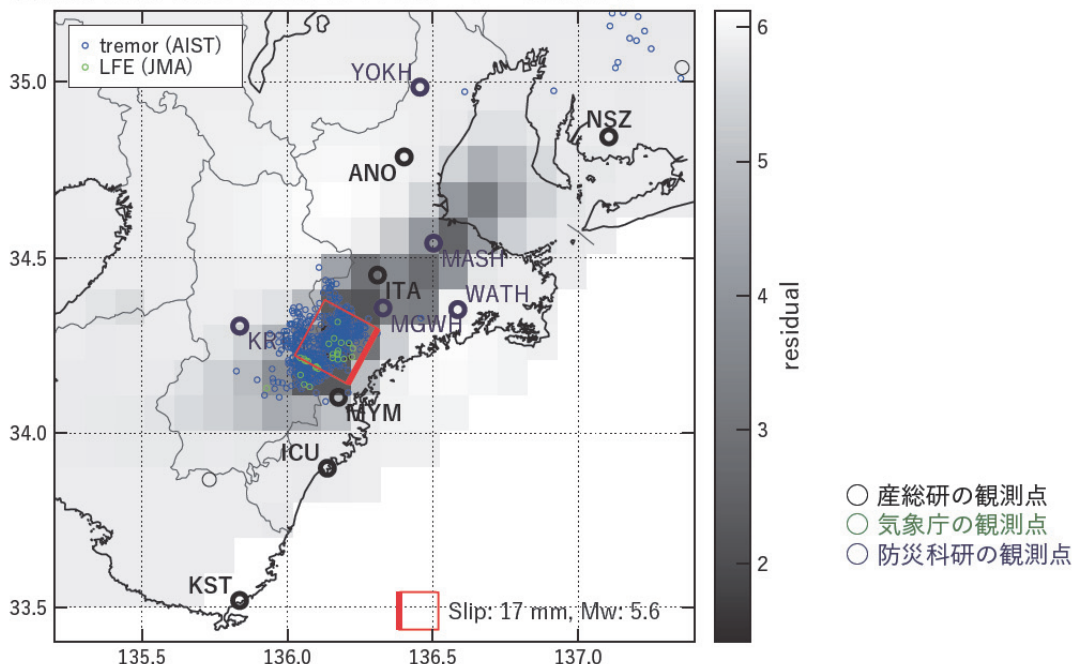


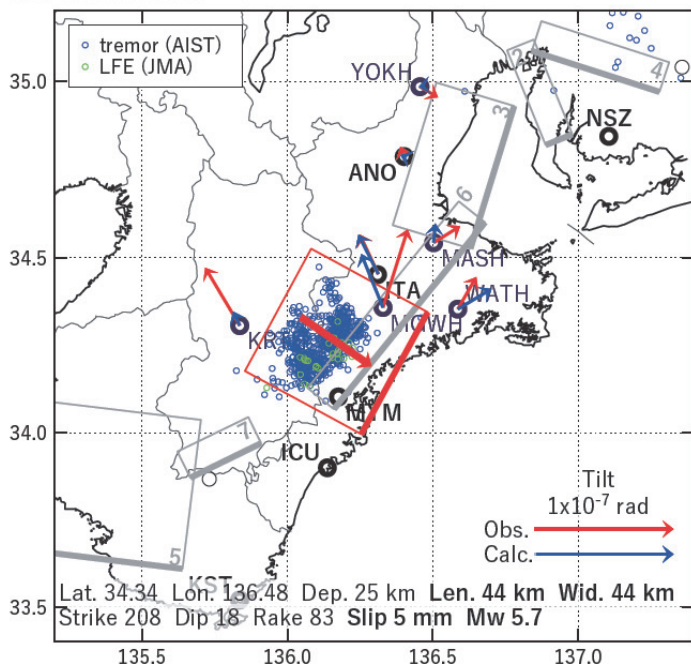
図2 紀伊半島・東海地方における歪・傾斜・地下水観測結果 (2017/11/05 00:00 - 2017/11/24 00:00 (JST))

[A] 2017/11/15-17

(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

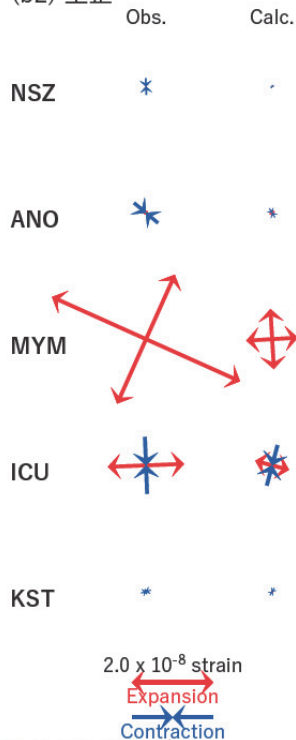
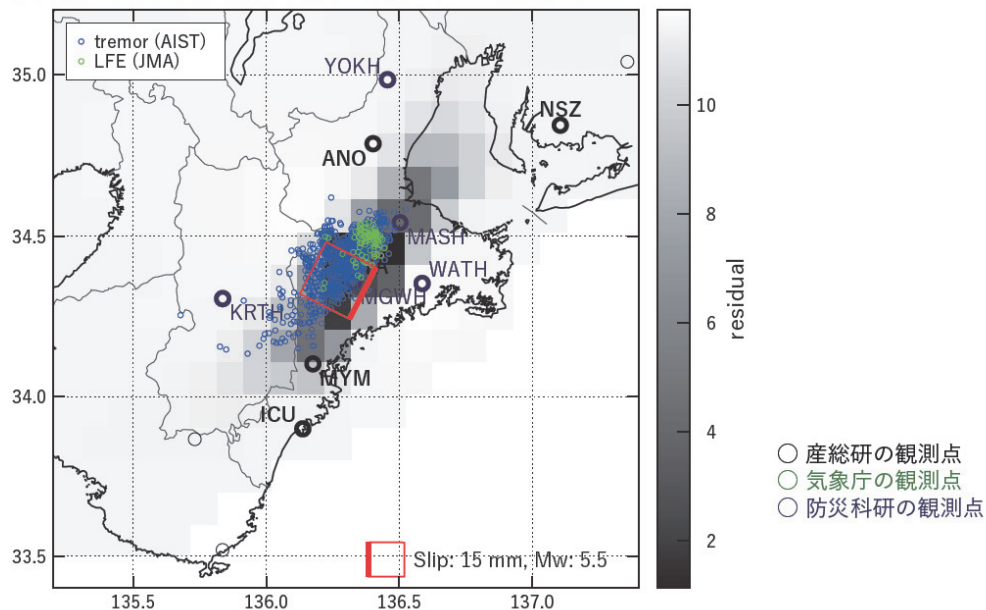


図3 2017/11/15-17の歪・傾斜変化 (図2[A]) を説明する断層モデル。

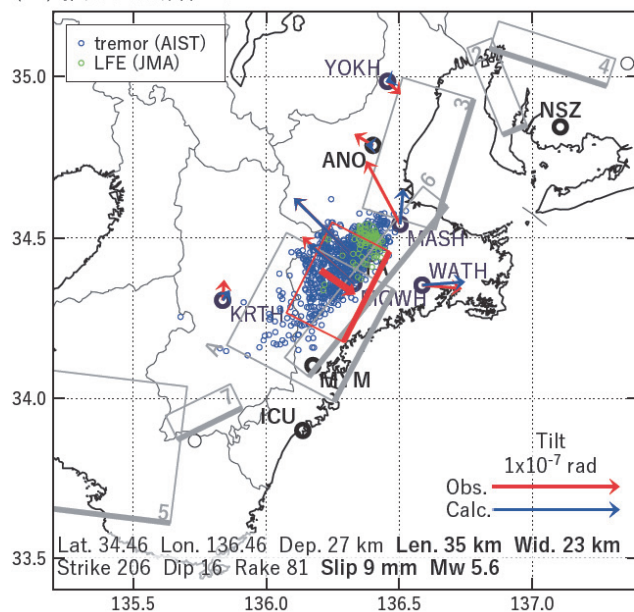
- (a) プレート境界面に沿って20 x 20 kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの、対応する残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。
- (b1) (a)の断層面付近をグリッドサーチして推定した断層面 (赤色矩形) と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面。  
 2: 2017/03/28-04/03 (Mw5.8), 3: 2017/05/04-08 (Mw5.5), 4: 2017/05/17-19 (Mw5.5), 5: 2017/07/25-28 (Mw5.6),  
 6: 2017/08/02-06 (Mw5.6), 7: 2017/09/03-05 (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。

[B] 2017/11/18-19

(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

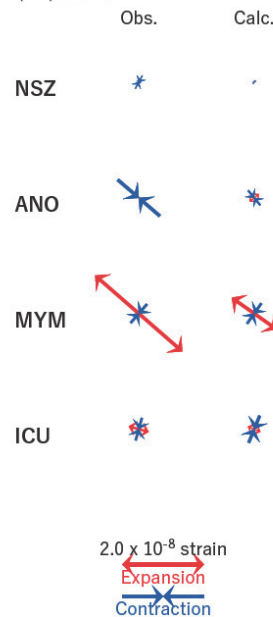


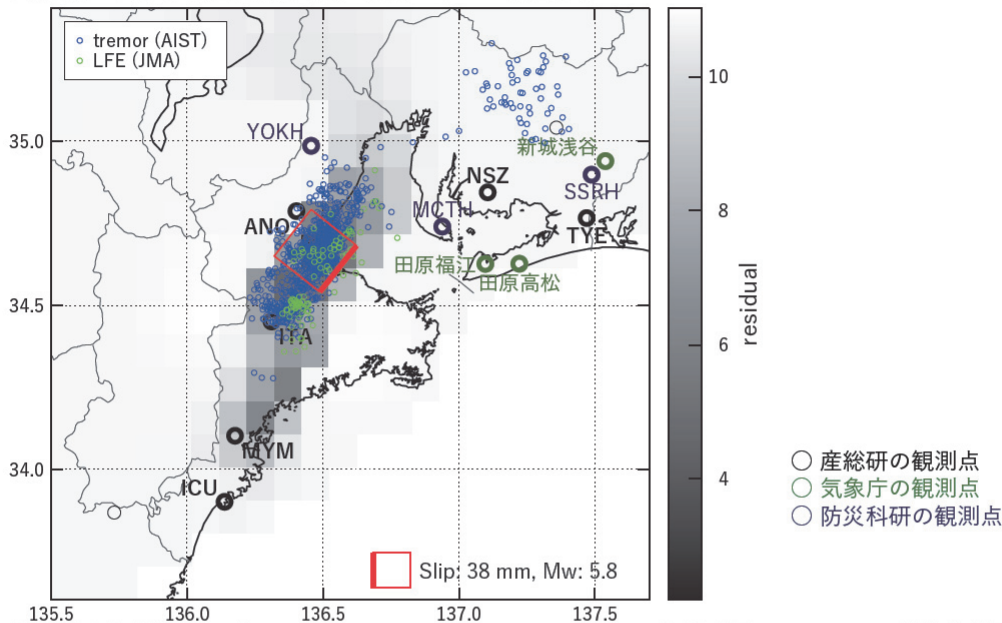
図4 2017/11/18-19の歪・傾斜変化（図2[B]）を説明する断層モデル。

- (a) プレート境界面に沿って20 x 20 kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの、対応する残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。
- (b1) (a)の断層面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短期的SSEの推定断層面。  
 2: 2017/03/28-04/03 (Mw5.8), 3: 2017/05/04-08 (Mw5.5), 4: 2017/05/17-19 (Mw5.5), 5: 2017/07/25-28 (Mw5.6),  
 6: 2017/08/02-06 (Mw5.6), 7: 2017/09/03-05 (Mw5.5), A: 2017/11/15-17 (Mw5.7)
- (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。

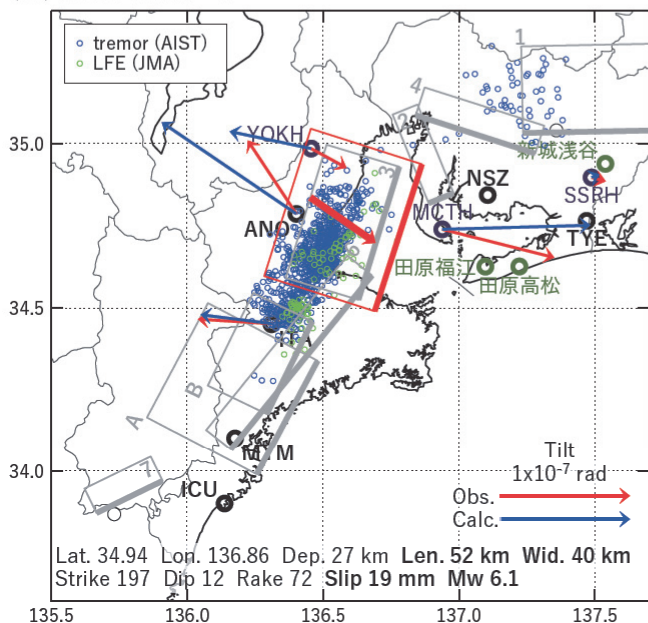


[C] 2017/11/20-23

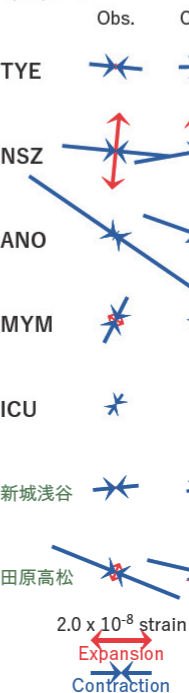
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



(b3) 体積歪

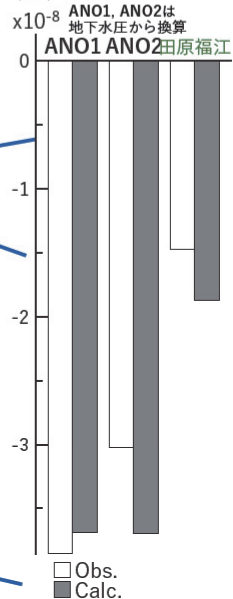
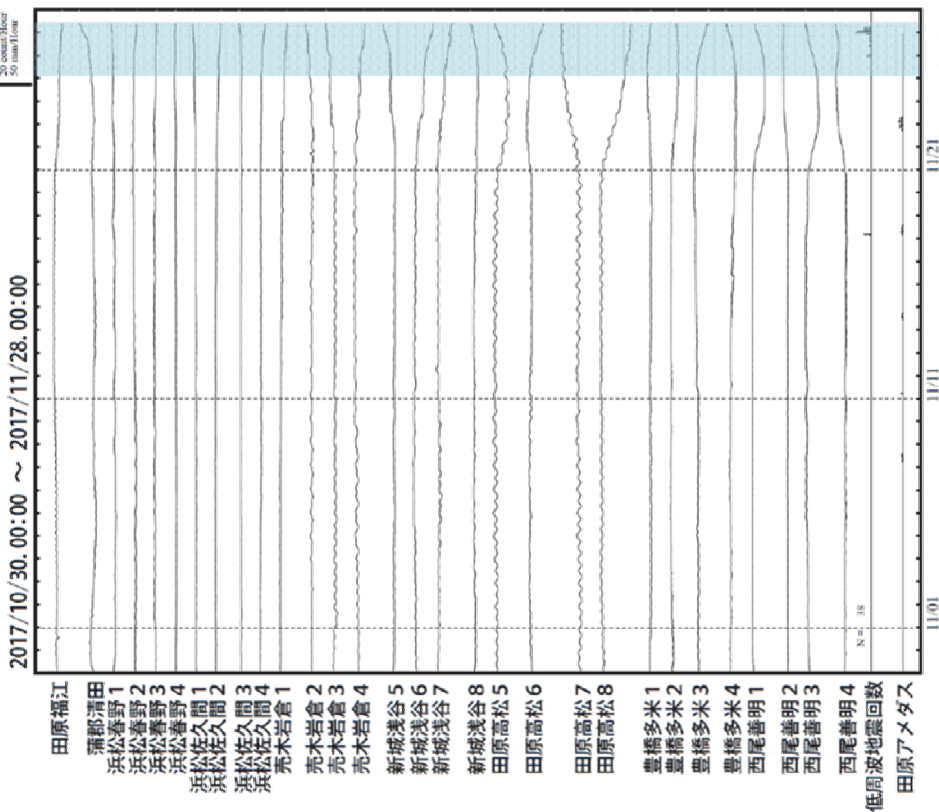


図5 2017/11/20-23の歪・傾斜・地下水変化（図2[C]）を説明する断層モデル。

- (a) プレート境界面に沿って20 x 20 kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの、対応する残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。
- (b1) (a)の断層面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短期的SSEの推定断層面。  
 1: 2017/02/13PM-17 (Mw5.8), 2: 2017/03/28-04/03 (Mw5.8), 3: 2017/05/04-08 (Mw5.5), 4: 2017/05/17-19 (Mw5.5),  
 6: 2017/08/02-06 (Mw5.6), 7: 2017/09/03-05 (Mw5.5), A: 2017/11/15-17 (Mw5.7), B: 2017/11/18-19 (Mw5.6)
- (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。

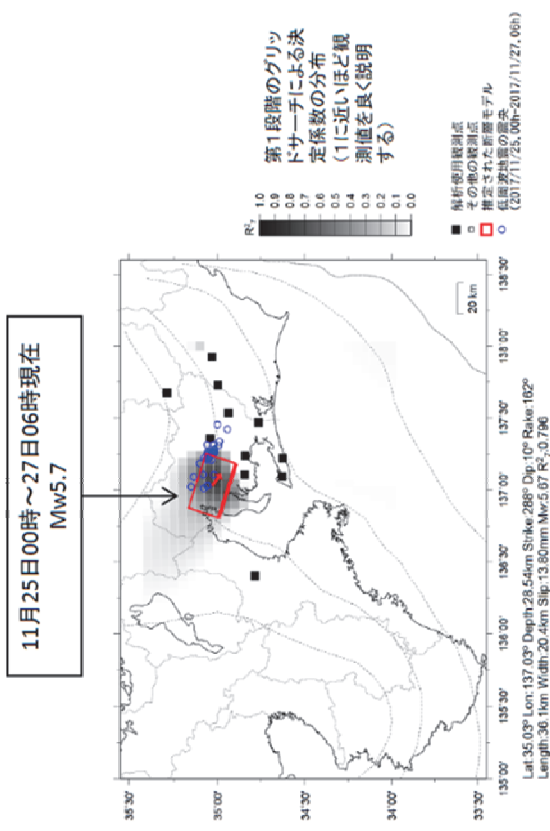
# 愛知県で発生した短期的ゆっくりすべり(速報)

愛知県周辺で観測されたひずみ変化



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。

ひずみ変化から推定される断層モデル



左図に示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。この領域で短期的ゆっくりすべりを観測したのは、2016年10月16日～20日の活動(Mw5.7)以来、約13ヶ月ぶりである。

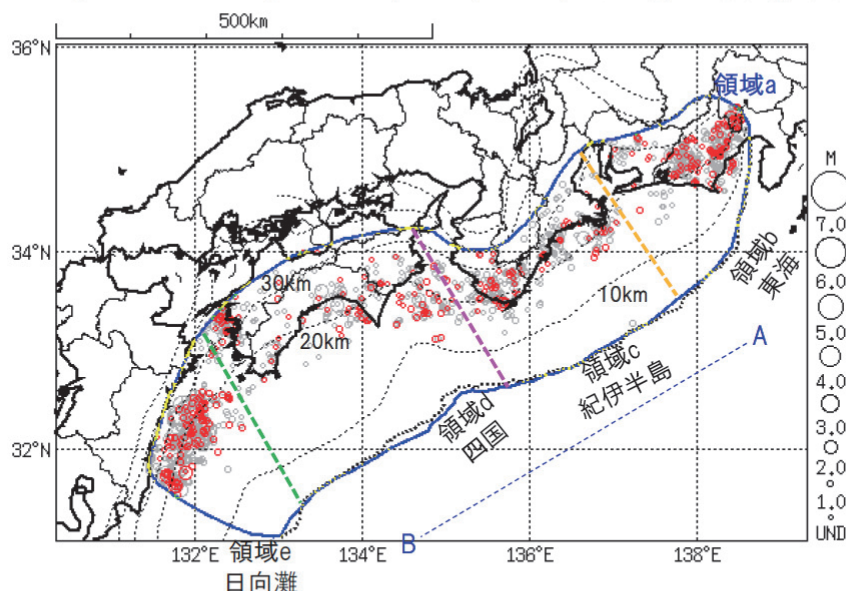
断層モデルの推定は、産総研の解析方法(坂場ほか、2012)を参考に以下の2段階で行う。  
 ・断層サイズを20km × 20kmに固定し、位置を0.05度単位でグリッドサーチにより推定する。  
 ・その位置を中心にして、他の断層パラメータの最適解を求める。

気象庁作成

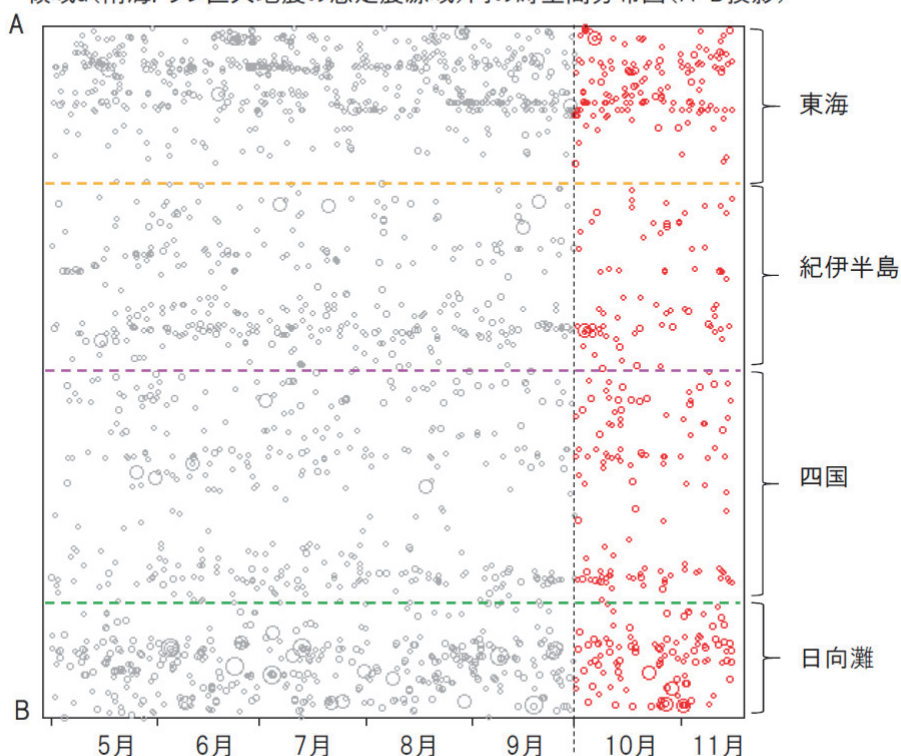
## プレート境界とその周辺の地震活動

Hirose et al.(2008)による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  
(2017年5月1日～2017年11月15日、M全て、2017年10月以降の地震を赤く表示)



領域a(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)

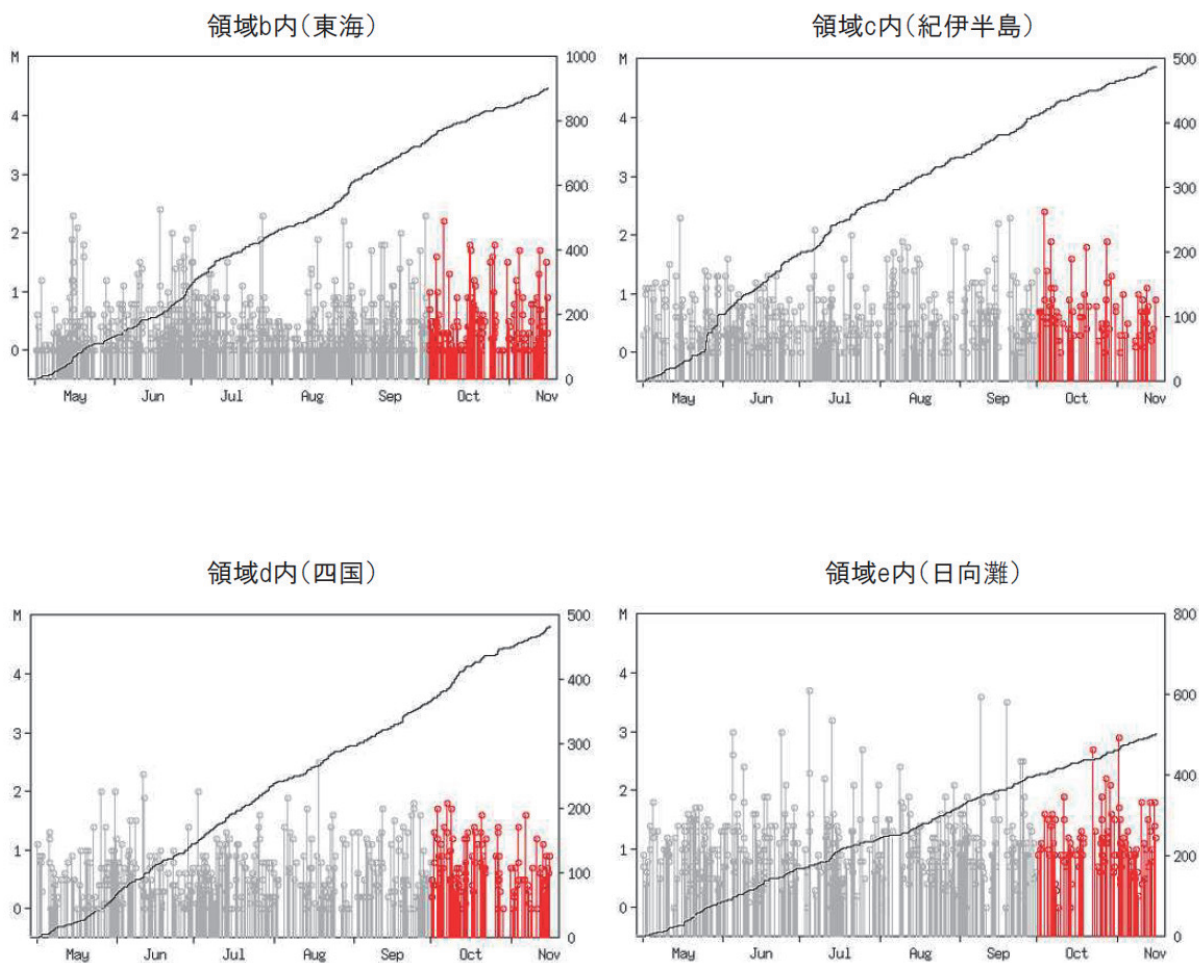


- ・震央分布図中の点線は、Hirose et al.(2008)によるフィリピン海プレート上面の深さを示す。
- ・今期間に発生した地震のうち、発震機構解が決定できた地震に吹き出しを付している(ただし、東海地震の想定震源域内は除く)。

## プレート境界とその周辺の地震活動

Hirose et al.(2008)による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。

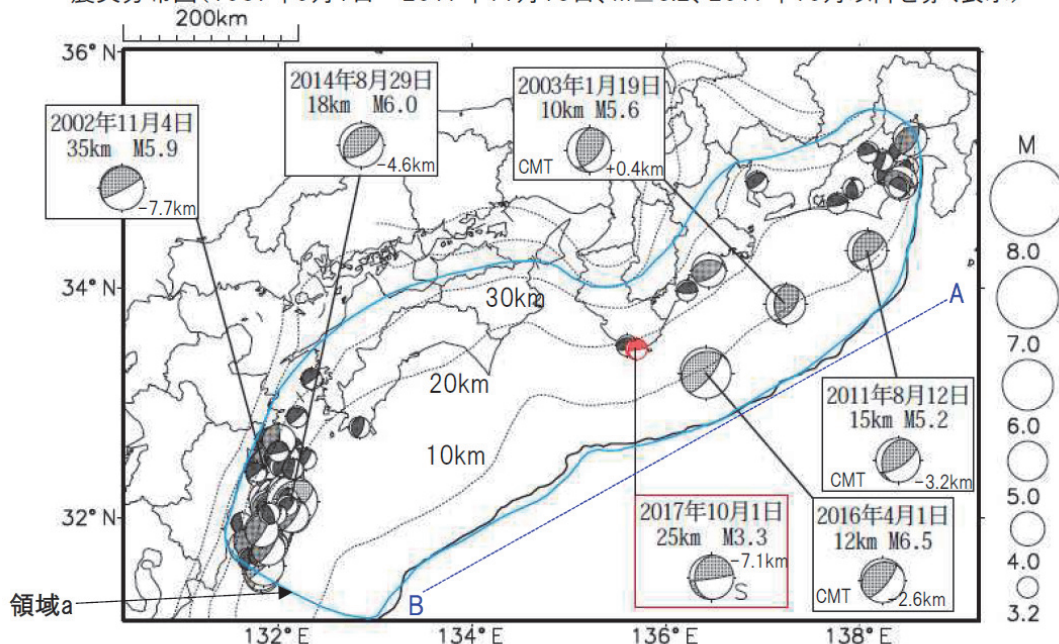
震央分布図の各領域内のMT図・回数積算図



※回数積算図は参考として表記している。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、回数積算図の傾きと実際の地震活動の活発化・静穏化とは必ずしも一致しないことがある。

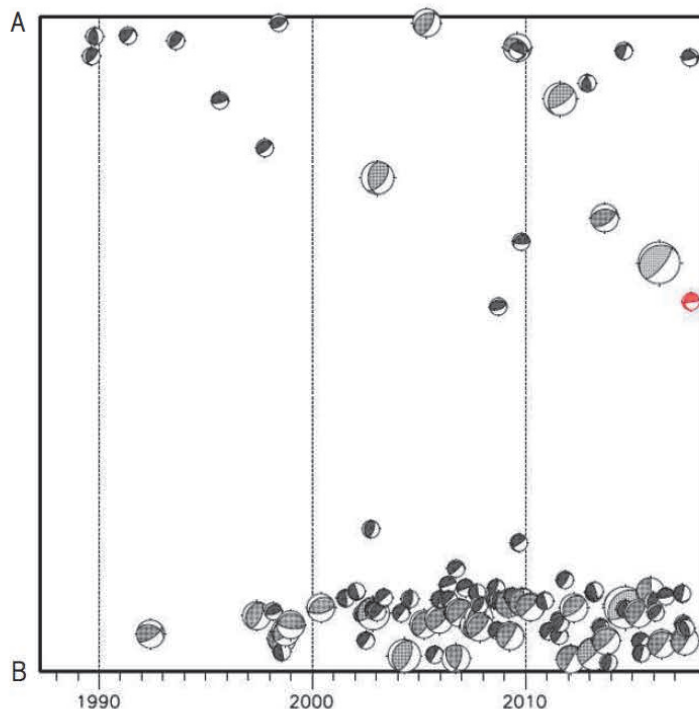
## 想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震

震央分布図(1987年9月1日～2017年11月15日、M $\geq$ 3.2、2017年10月以降を赤く表示)



- ・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。
- ・今期間に発生した地震(赤)、日向灘のM5.5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。
- ・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。

領域a(南海トラフ巨大地震の想定震源域)内の時空間分布図



プレート境界型の地震と類似の型のメカニズム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
- ・メカニズム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225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
- ・メカニズムは、CMT解と初動解の両方で検索をした。
- ・Hirose et al.(2008)による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。CMT解はセントロイドの深さを使用した。
- ・同一の地震で、CMT解と初動解の両方で上記の条件を満たした場合はCMT解を選択している。

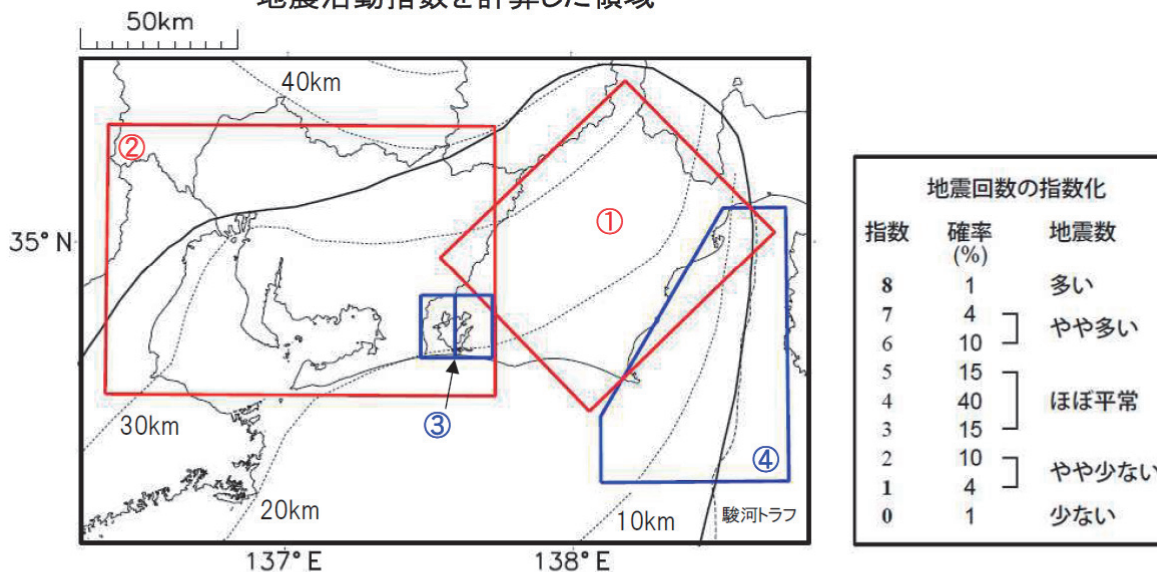
## 東海地域の地震活動指数

2017年11月15日

領域	① 静岡県中西部		② 愛知県		③ 浜名湖周辺			④ 駿河湾	
	地殻内	プレート内	地殻内	プレート内	プレート内			全域	
					全域	西側	東側		
地震活動指数	5	5	4	5	1	2	3	5	
平均回数	16.1	18.4	26.4	13.6	13.2	6.4	6.9	13.5	
Mしきい値	1.1		1.1		1.1			1.4	
クラスタ除去	距離	3km		3km		3km			10km
	日数	7日		7日		7日			10日
対象期間	60日	90日	60日	30日	360日			60日	
深さ	0~30km	0~60km	0~30km	0~60km	0~60km	0~60km	0~60km	0~60km	

\* 基準期間は、全領域1997年10月1日～2017年11月15日

地震活動指数を計算した領域

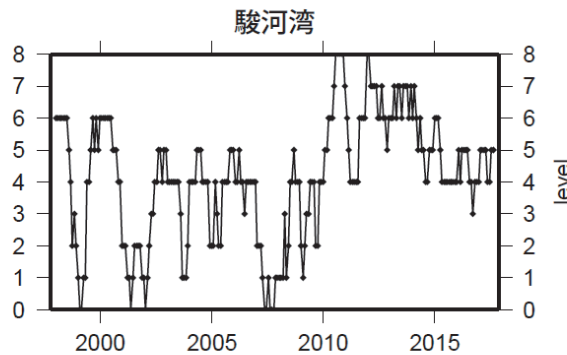
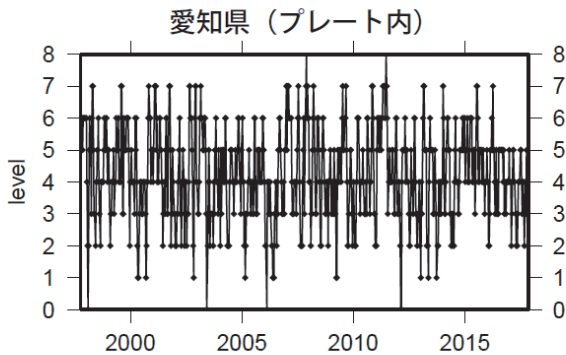
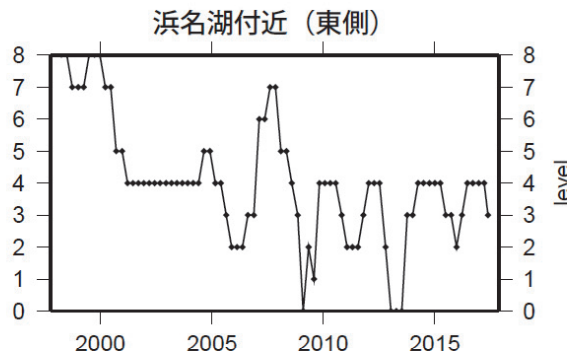
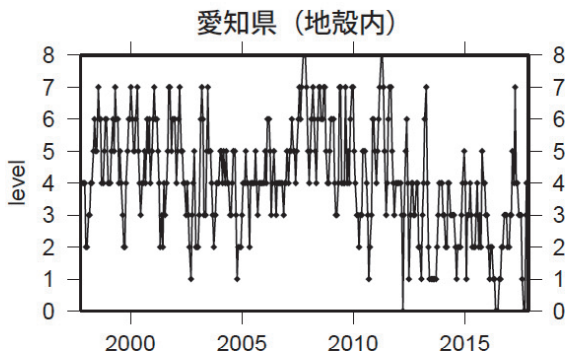
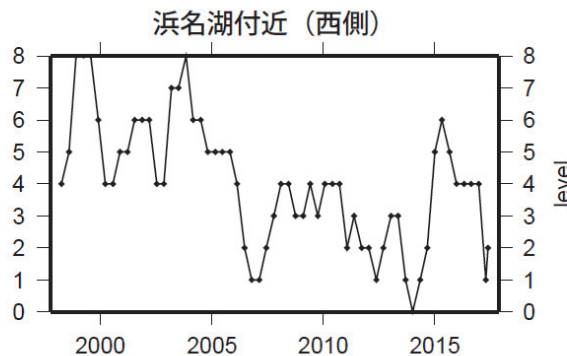
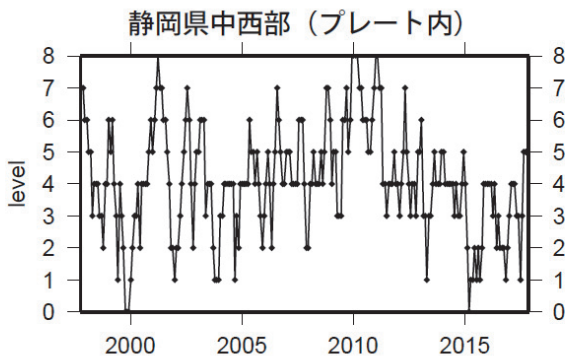
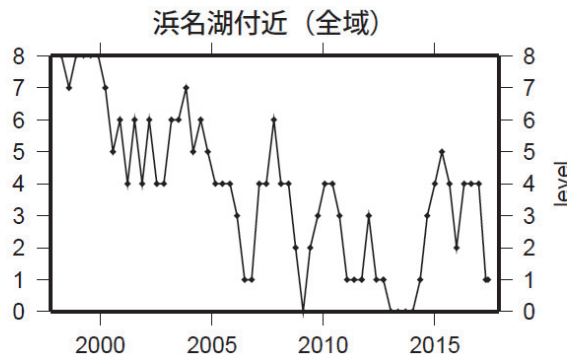
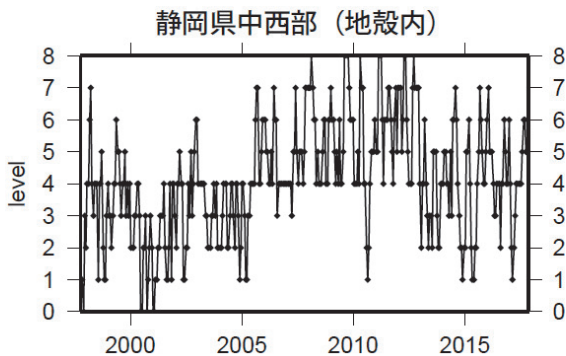


\* 黒色実線は、南海トラフ巨大地震の想定震源域を示す。

\* Hirose et al.(2008)によるプレート境界の等深線を破線で示す。

# 地震活動指数一覽

2017年11月15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

## 東海地域以外の地震活動指数

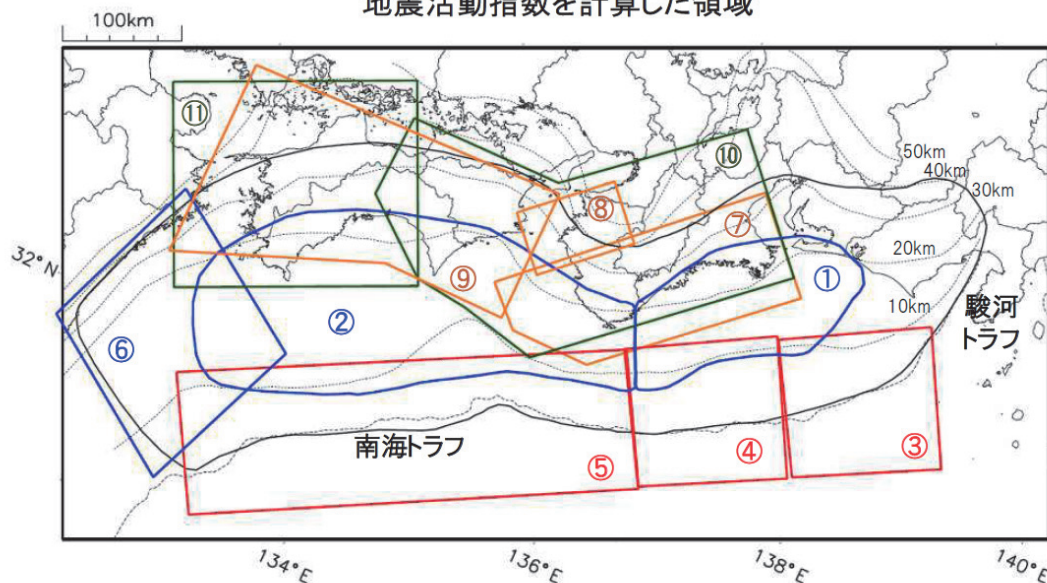
2017年11月15日

領域	①	②	南海トラフ沿い			⑥ 日向灘
	東南海	南海	③東側	④三重沖	⑤西側	
地震活動指数	5	5	3	1	4	5
平均回数	19.9	21.6	11.5	17.8	15.1	20.7
Mしきい値	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	2.0
クラスタ除去	距離	10km	10km	10km	10km	10km
	日数	10日	10日	10日	10日	10日
対象期間	360日	90日	720日	360日	360日	60日
深さ	0~100km	0~100km	0~100km	0~100km	0~100km	0~100km

領域	⑦紀伊半島 (地殻内)	⑧和歌山 (地殻内)	⑨四国 (地殻内)	⑩紀伊半島(プ レート内)	⑪四国(プレート 内)
地震活動指数	2	3	5	5	5
平均回数	23.1	42.6	30.1	27.5	28.0
Mしきい値	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
クラスタ除去	距離	3km	3km	3km	3km
	日数	7日	7日	7日	7日
対象期間	120日	60日	90日	30日	30日
深さ	0~20km	0~20km	0~20km	20~100km	20~100km

\* 基準期間は、全領域1997年10月1日~2017年11月15日

### 地震活動指数を計算した領域

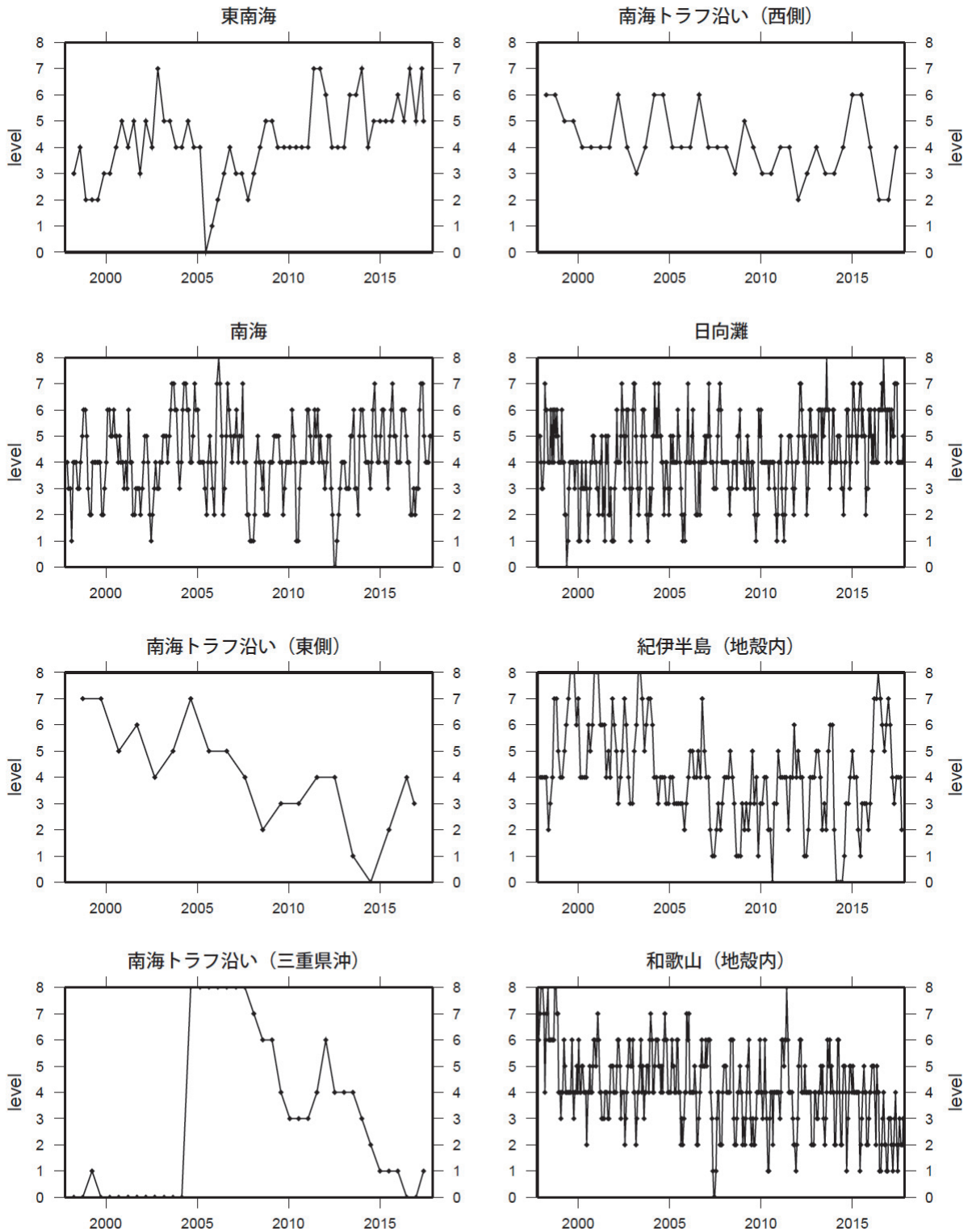


\* 黒色実線は、南海トラフ巨大地震の想定震源域を示す。  
\* Hirose et al.(2008)によるプレート境界の等深線を破線で示す。



# 地震活動指数一覧

2017年11月15日

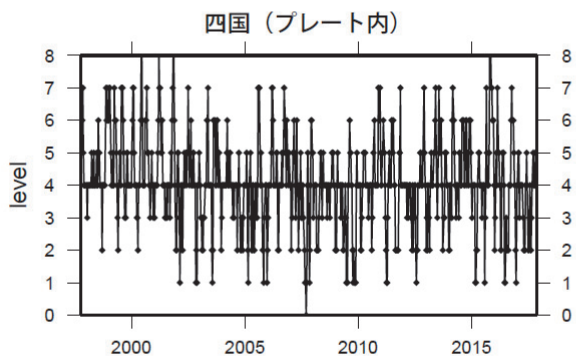
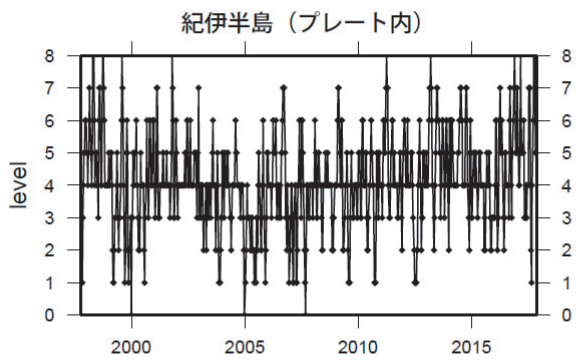
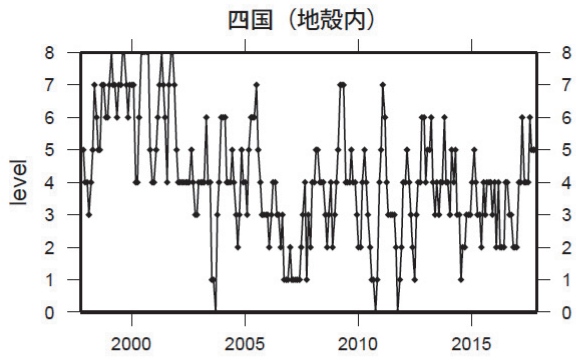


活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率 (%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数	少	← 平常		→		多			

気象庁作成

# 地震活動指数一覧

2017年11月15日

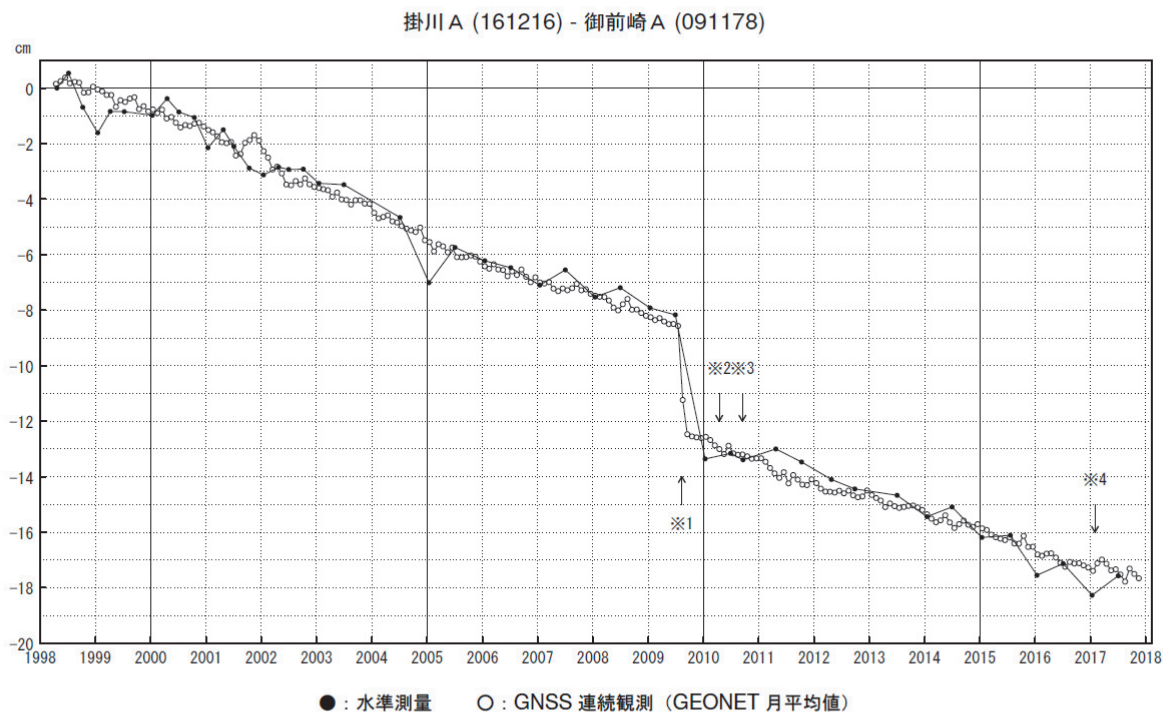


活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率 (%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数	少	← 平常		→		多			

気象庁作成

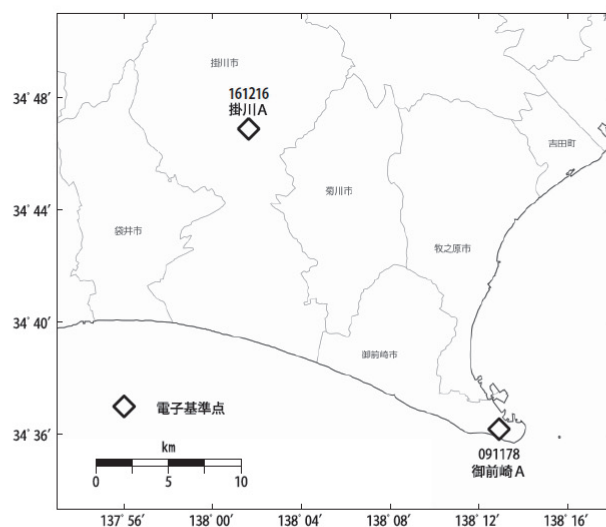
## 御前崎 電子基準点の上下変動 水準測量と GNSS 連続観測

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。



・ 最新のプロット点は 11/01~11/04 の平均。

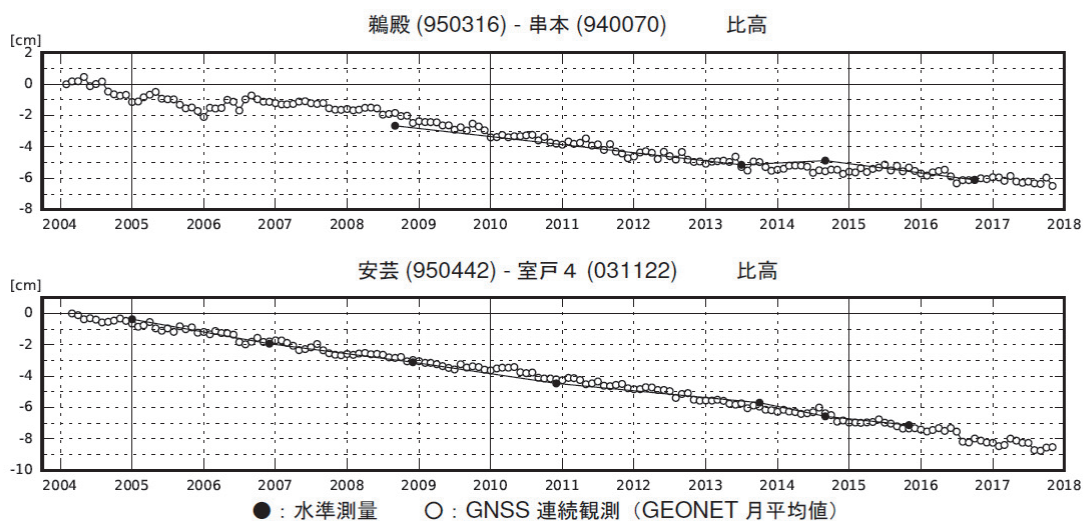
- ※1 電子基準点「御前崎」は 2009 年 8 月 11 日の駿河湾の地震 (M6.5) に伴い、地表付近の局所的な変動の影響を受けた。
- ※2 2010 年 4 月以降は、電子基準点「御前崎」をより地盤の安定している場所に移転し、電子基準点「御前崎 A」とした。上記グラフは電子基準点「御前崎」と電子基準点「御前崎 A」のデータを接続して表示している。
- ※3 水準測量の結果は移転後初めて変動量が計算できる 2010 年 9 月から表示している。
- ※4 2017 年 1 月 30 日以降は、電子基準点「掛川」は移転し、電子基準点「掛川 A」とした。上記グラフは電子基準点「掛川」と電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



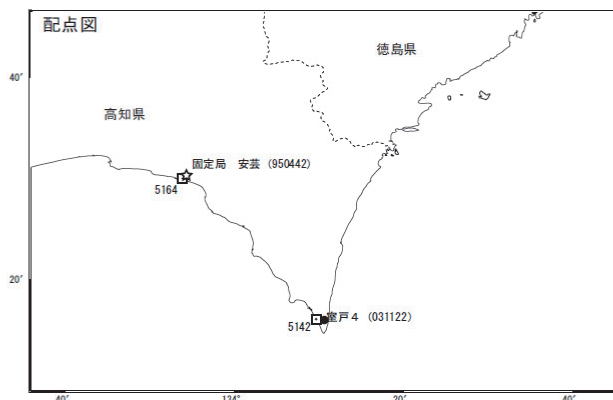
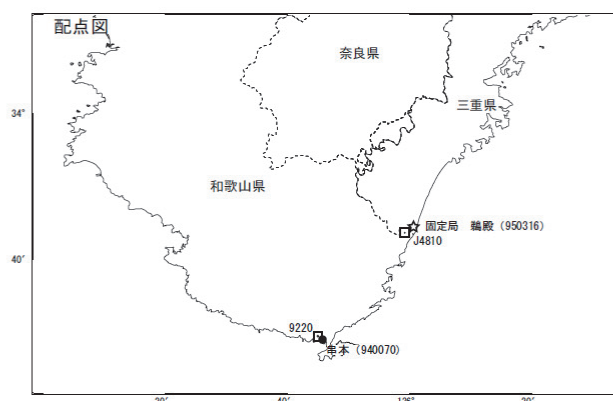
国土地理院

## 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。

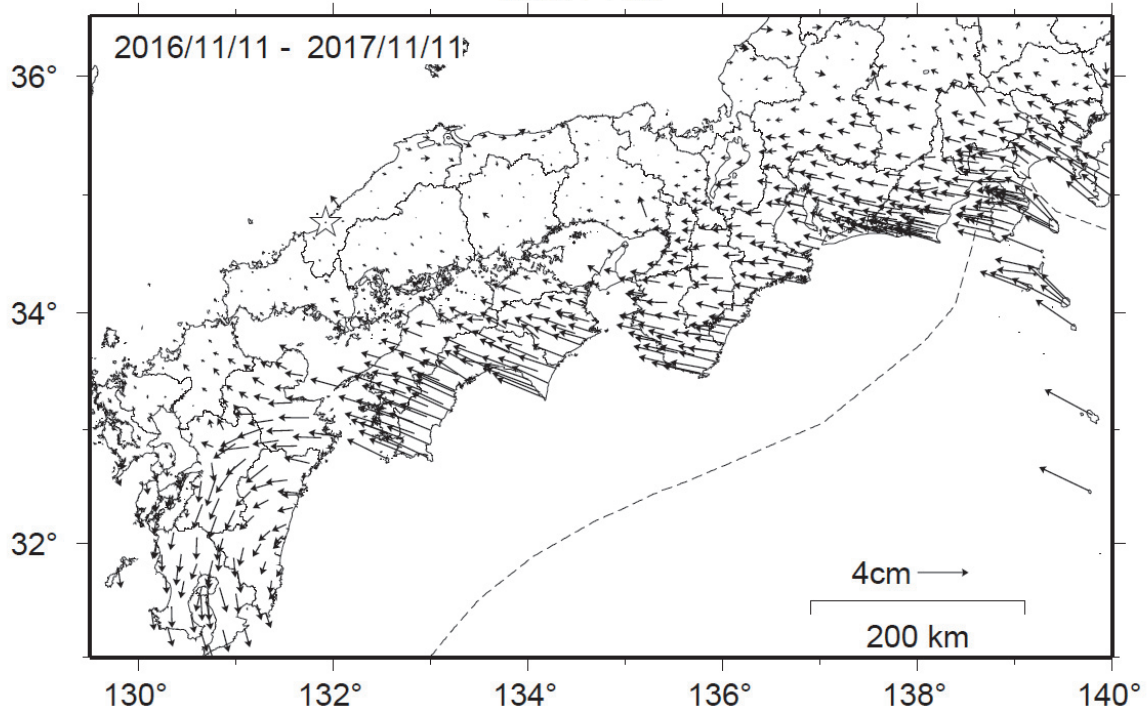


- ・ 最新のプロット点は 11/1～11/4 の平均。
- ・ 水準測量による結果については、最寄り的一等水準点の結果を表示している。

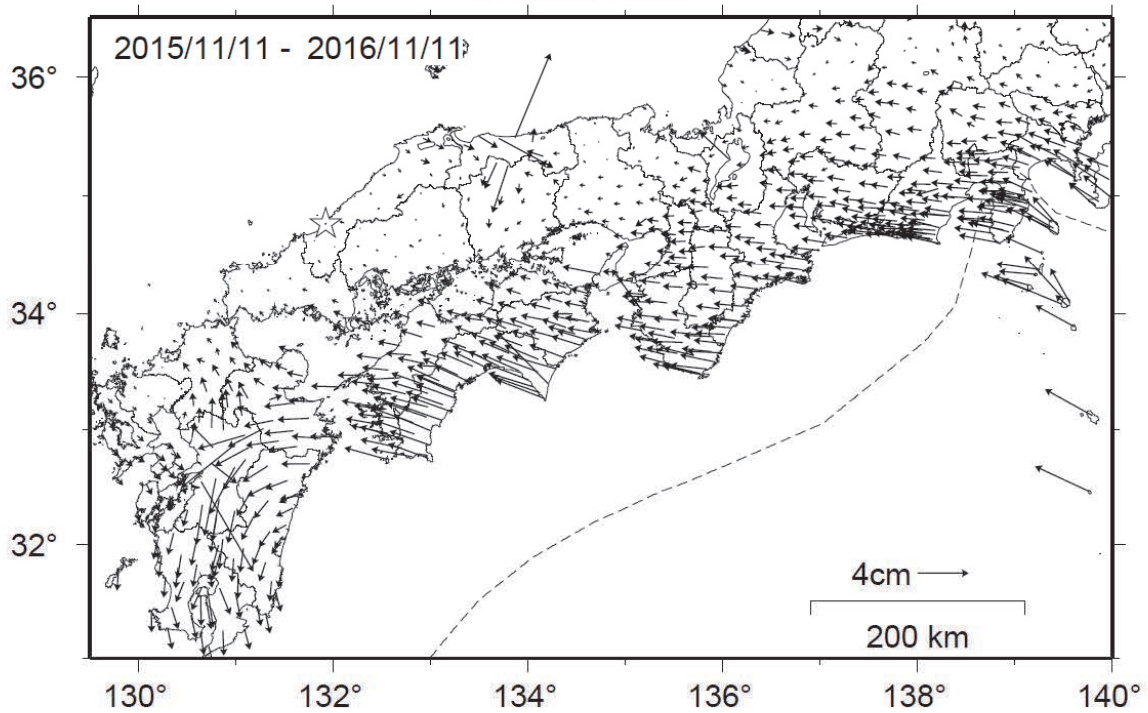


### 南海トラフ沿いの水平地殻変動【固定局：三隅】

【最近 1 年間】



【1 年前の 1 年間】



国土地理院