

四国の深部低周波地震(微動)活動とゆっくりすべり

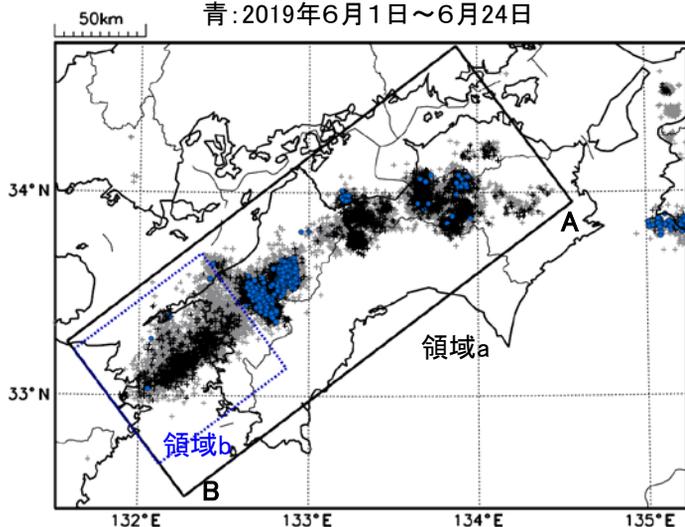
四国西部の南西側(領域b:豊後水道とその付近)では、2018年秋頃から深部低周波地震(微動)活動が活発になっている。また、2018年秋頃から、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測している。これは、豊後水道周辺のプレート境界深部において発生している長期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。なお、深部低周波地震(微動)活動は2019年春頃から減衰傾向がみられる。

震央分布図

(2002年1月1日～2019年6月24日、深さ0～60km、Mすべて)

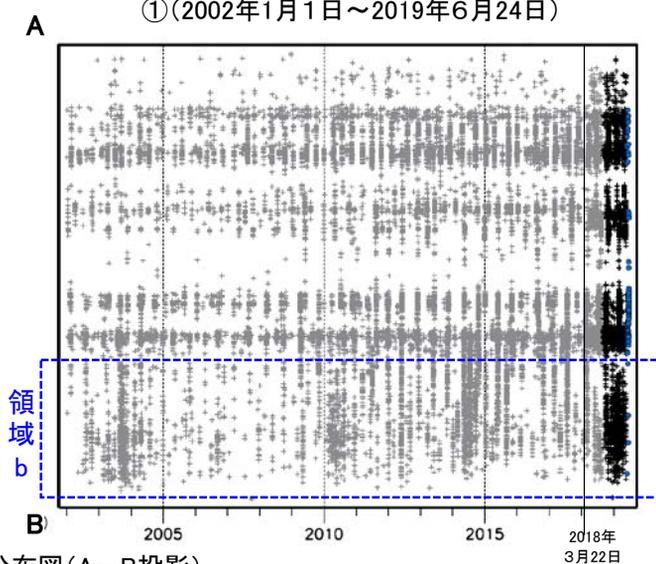
黒:2018年9月1日～2019年5月31日、

青:2019年6月1日～6月24日



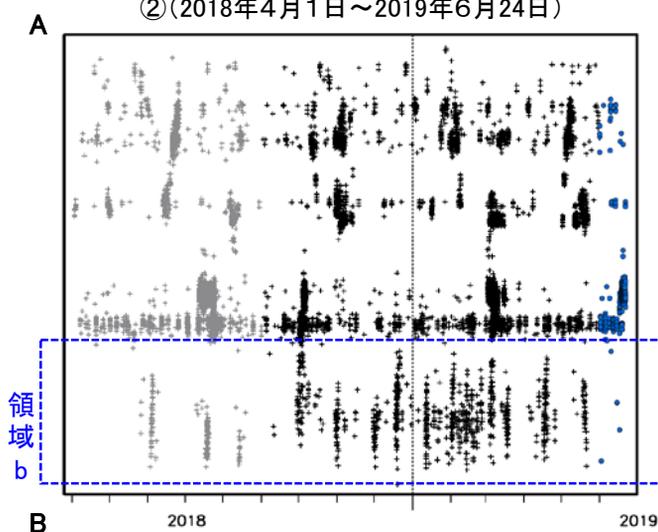
震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)

①(2002年1月1日～2019年6月24日)

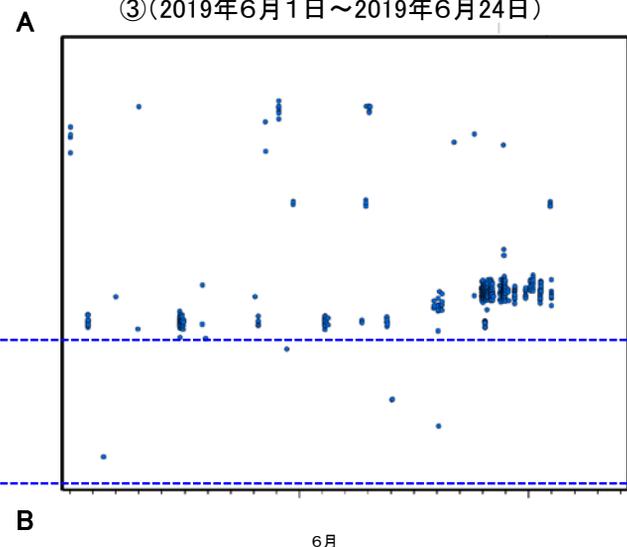


震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)

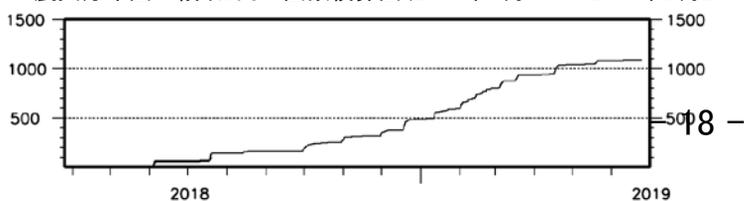
②(2018年4月1日～2019年6月24日)



③(2019年6月1日～2019年6月24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6月24日)



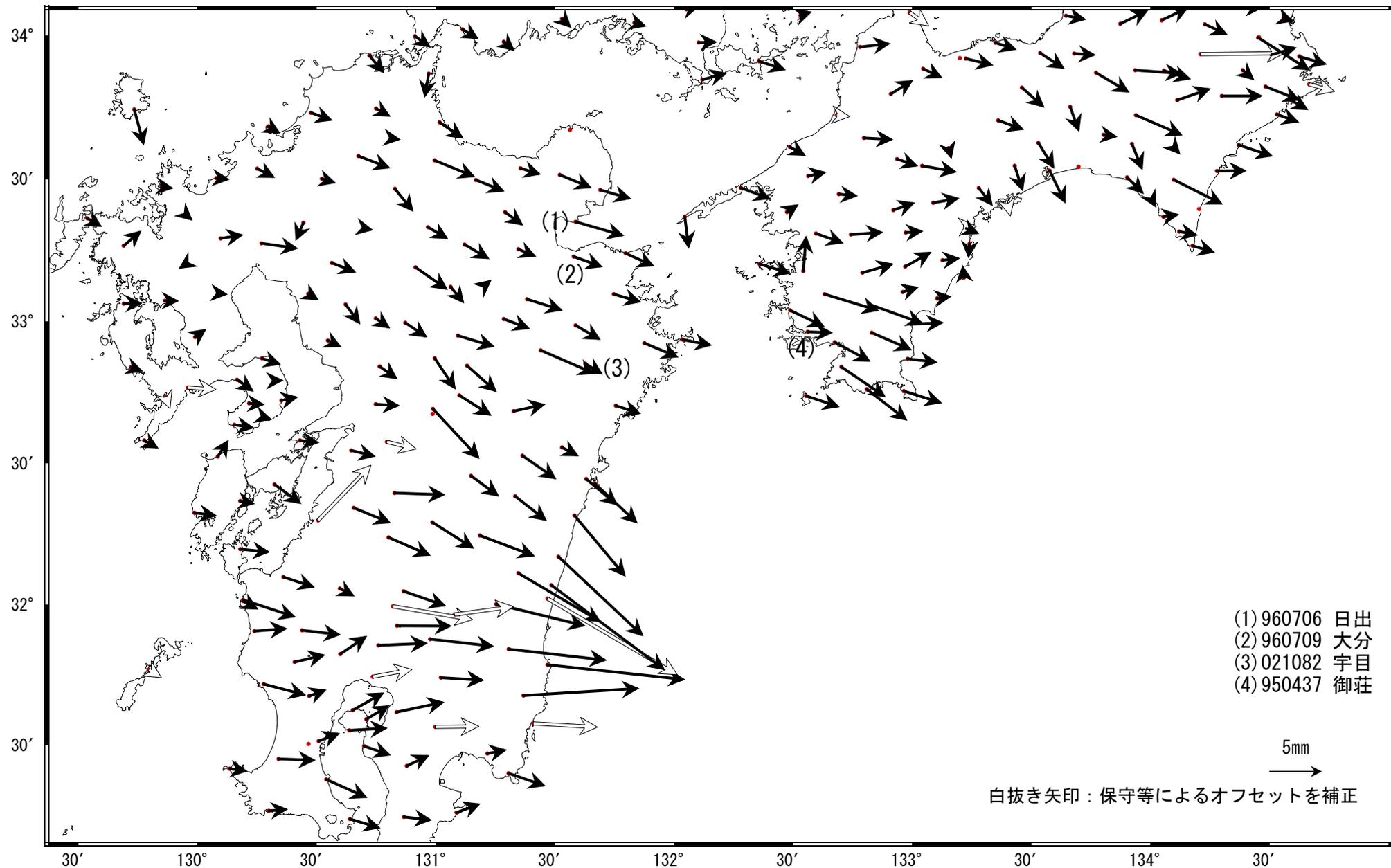
※2018年3月22日から、深部低周波地震(微動)の処理方法の変更(Matched Filter法の導入)により、それ以前と比較して検知能力が変わっている。

九州北部・四国西部の非定常水平地殻変動(1次トレンド・年周期・半年周期除去後)

基準期間: 2019/04/29~2019/05/05 [F3: 最終解]

比較期間: 2019/06/13~2019/06/19 [R3: 速報解]

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01



☆ 固定局: 福江 (950462)

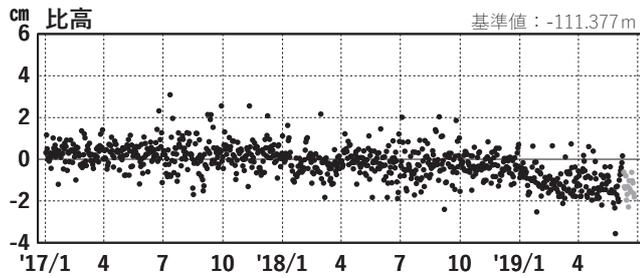
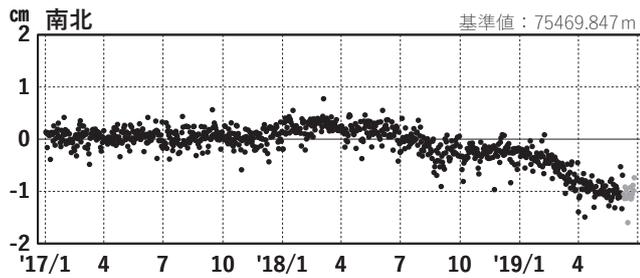
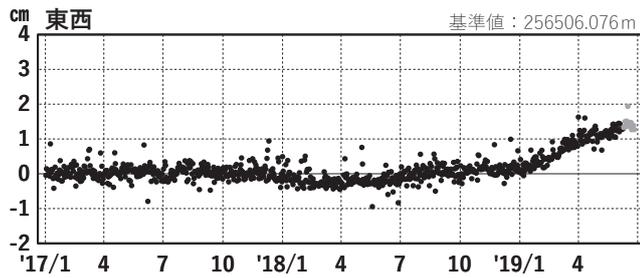
九州北部・四国西部 G N S S 連続観測時系列

1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

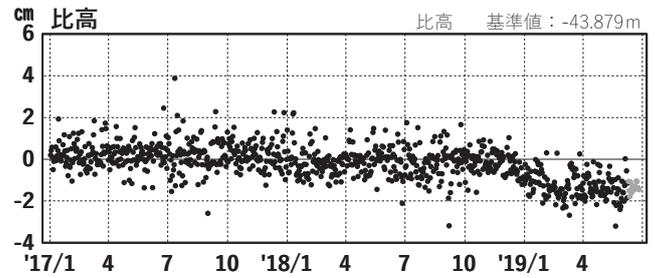
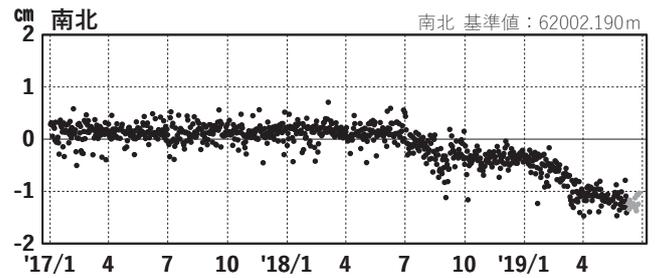
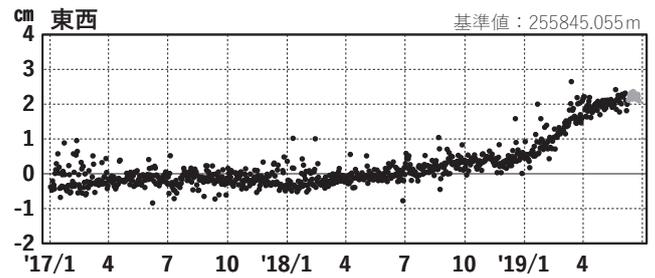
期間: 2017/01/01~2019/06/26 JST

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01

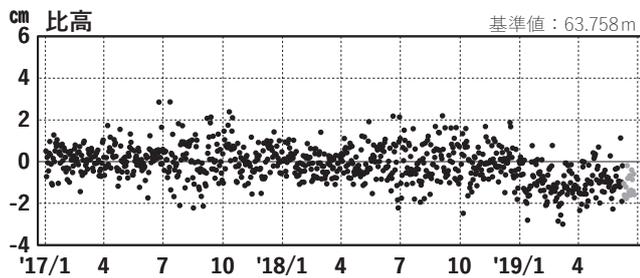
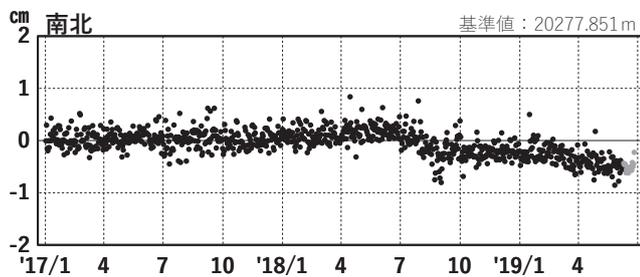
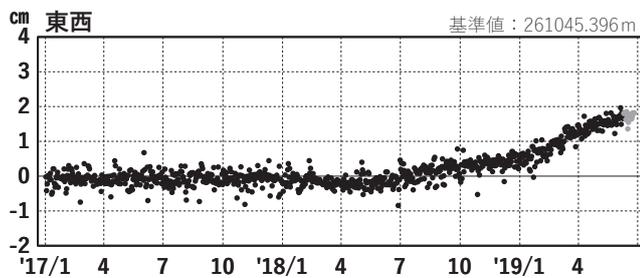
(1) 福江(950462)→日出(960706)



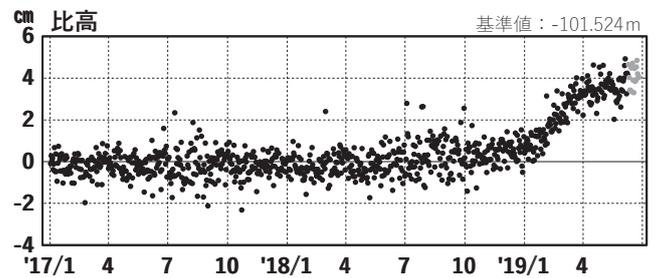
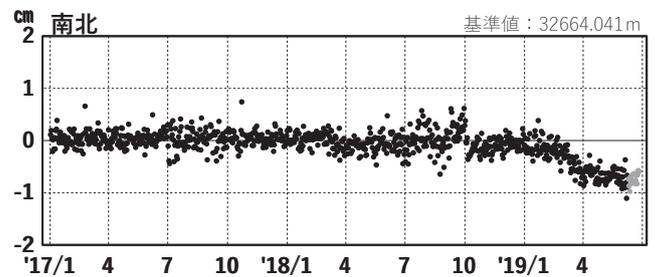
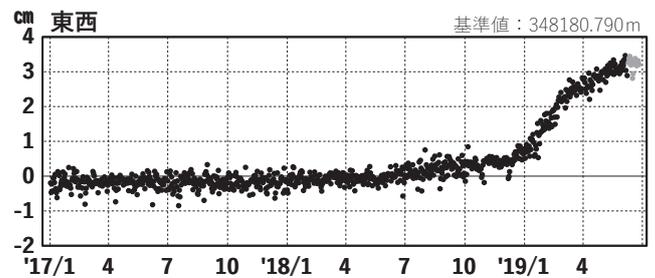
(2) 福江(950462)→大分(960709)



(3) 福江(950462)→宇目(021082)



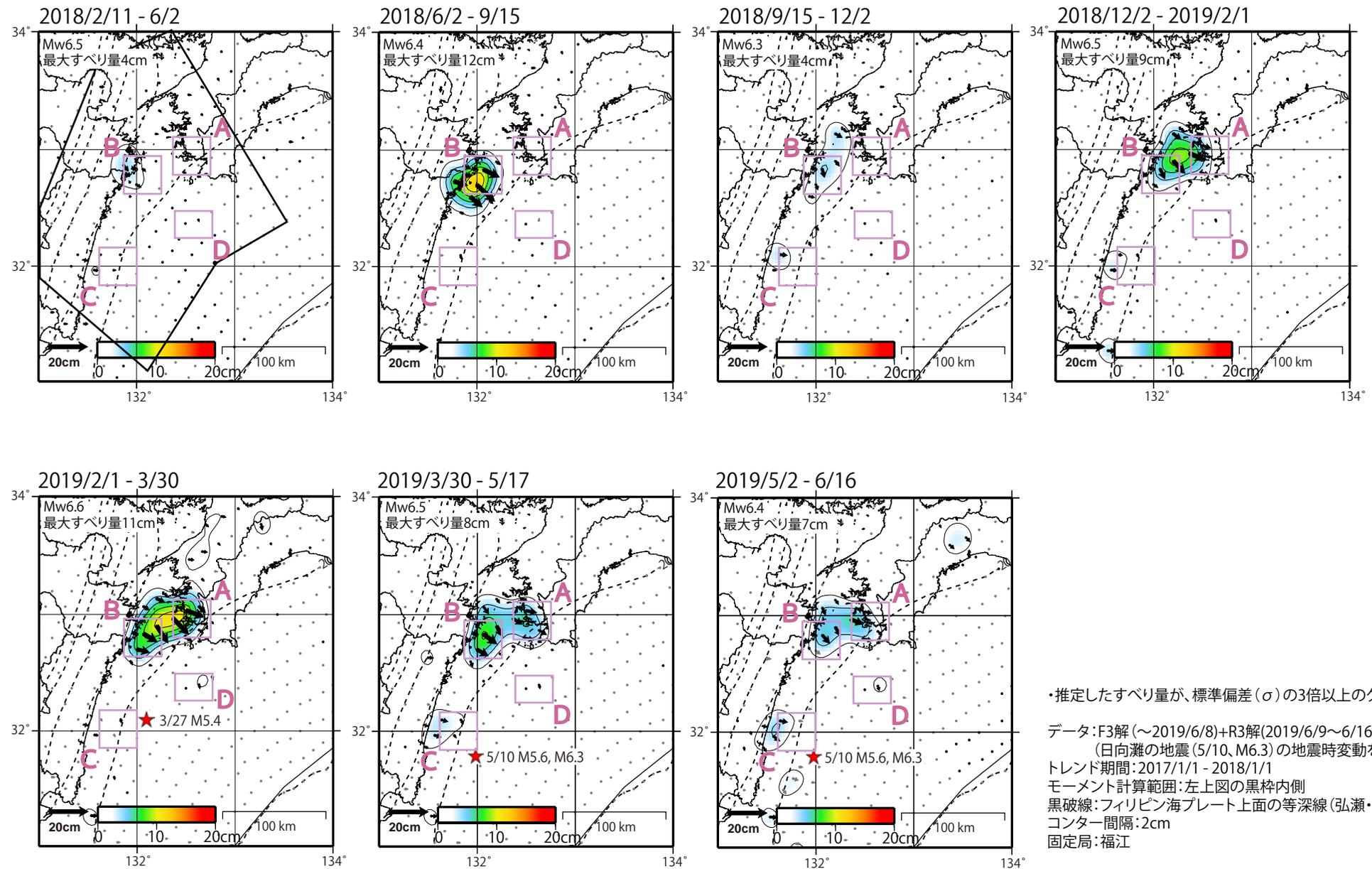
(4) 福江(950462)→御荘(950437)



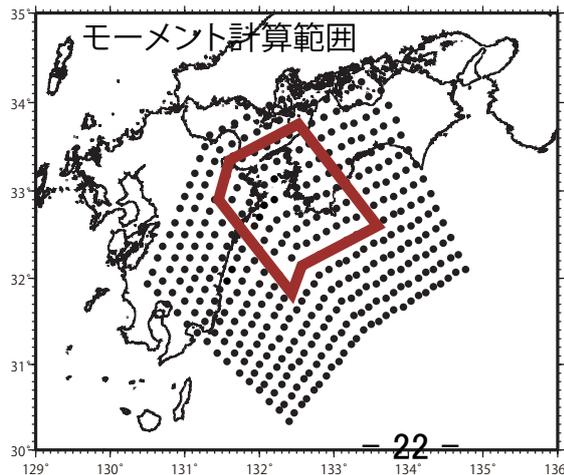
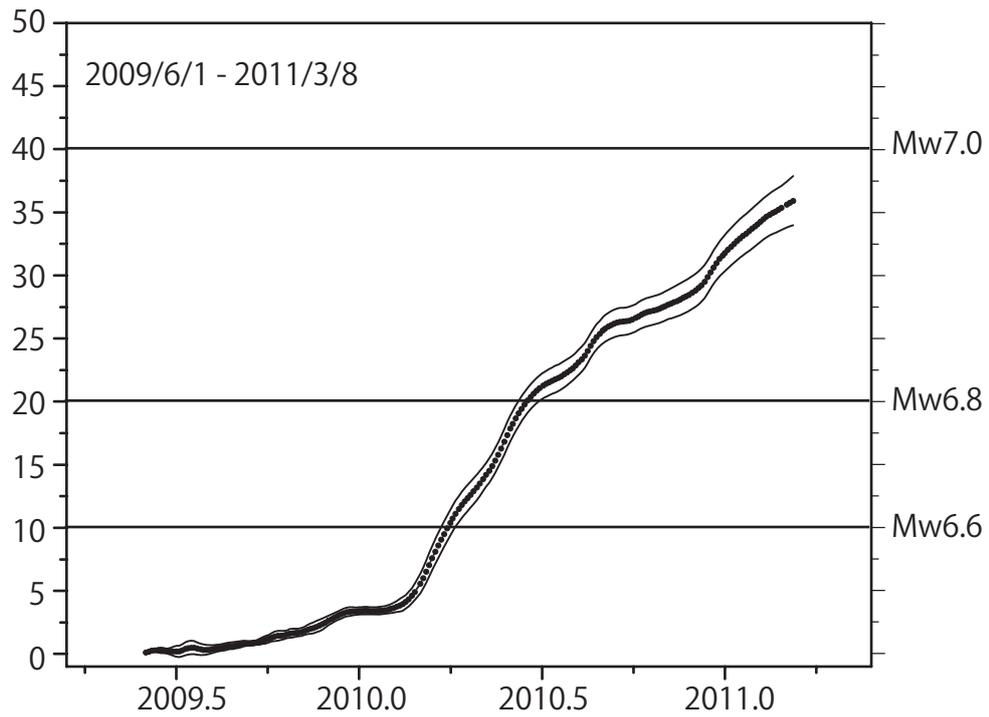
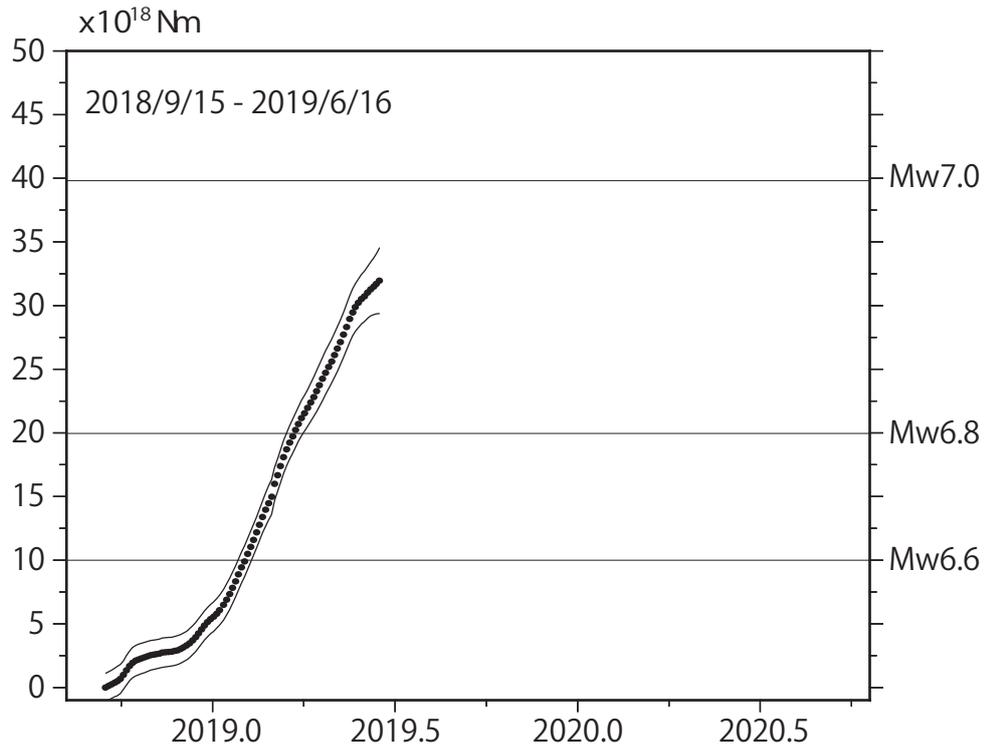
●---[F3:最終解] ●---[R3:速報解]

GNSSデータから推定された日向灘・豊後水道の長期的ゆっくりすべり(暫定)

推定すべり分布



モーメント^{*} 積算図(試算)

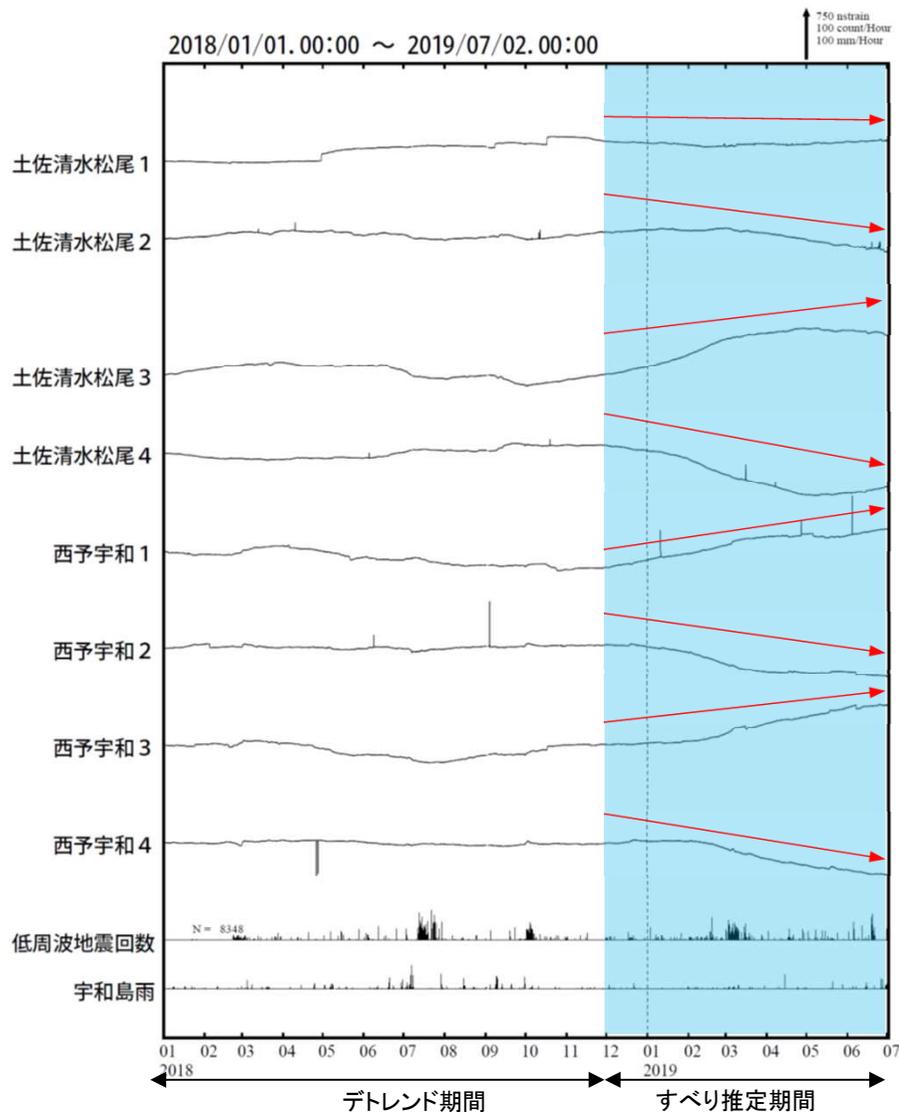


モーメント積算図には、標準偏差 (σ) の3倍を誤差として表示。

※モーメント
断層運動のエネルギーの目安となる量。
地震の場合のMw (モーメント・マグニチュード) に換算できる。

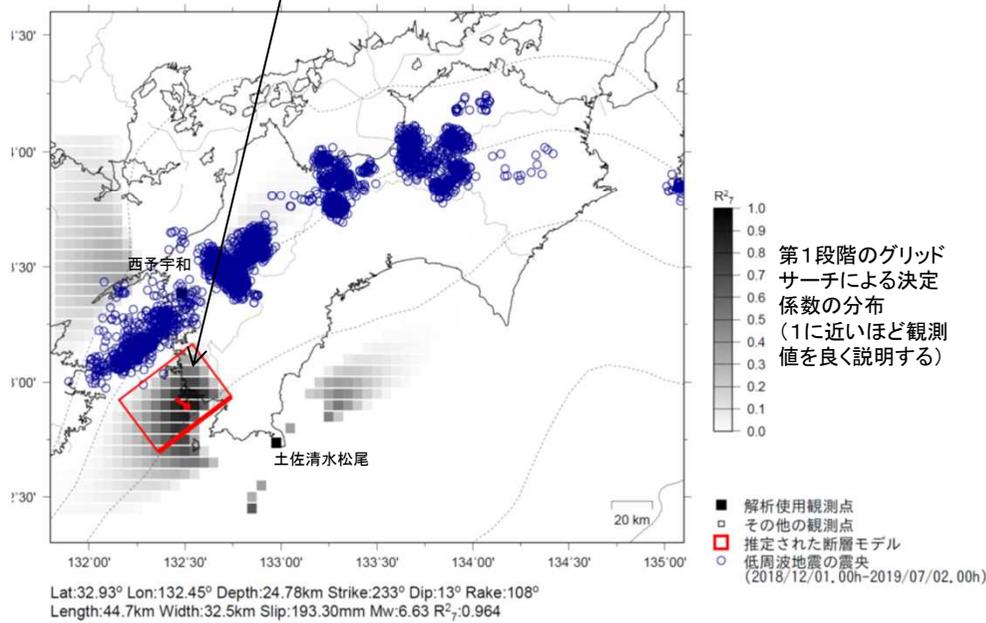
豊後水道で発生している長期的ゆっくりすべり

愛媛県から高知県で観測されたひずみ変化



ひずみ変化から推定される断層モデル

2018年12月1日～2019年7月1日
Mw6.6



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。

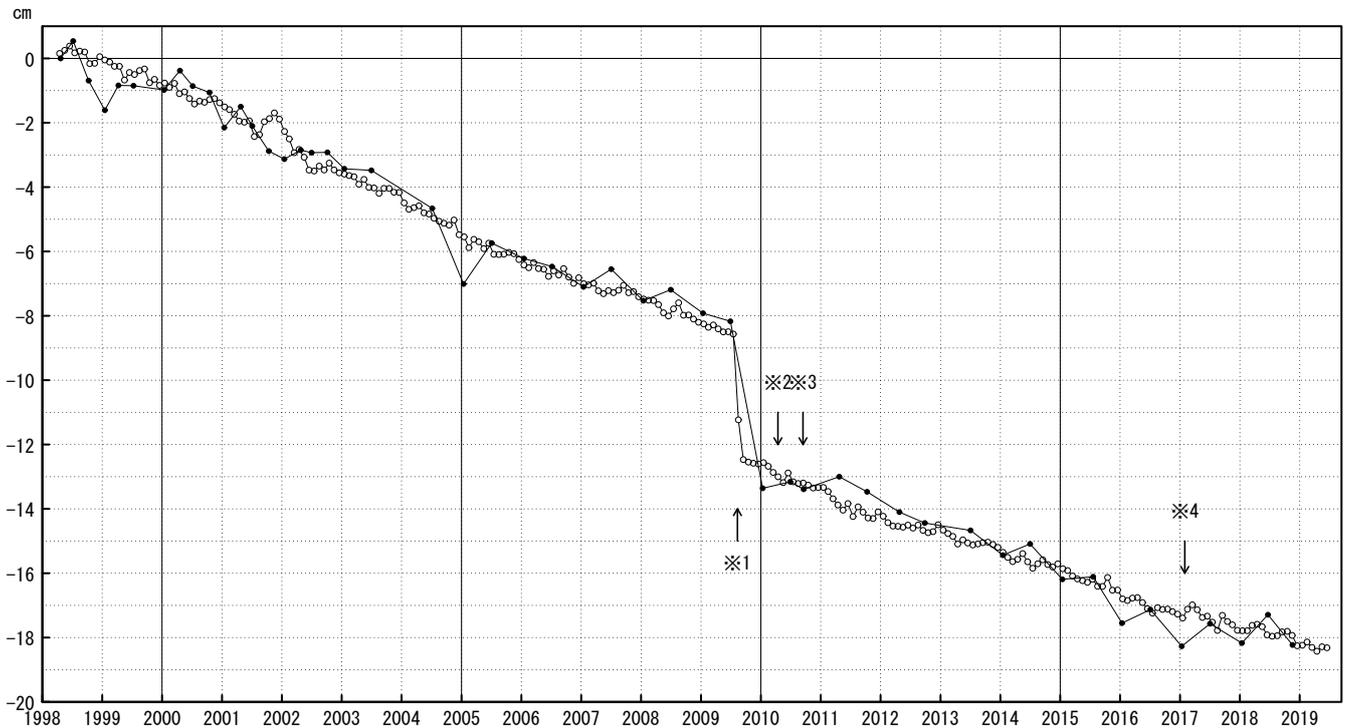
土佐清水松尾及び西予宇和は産業技術総合研究所のひずみ計である。

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。

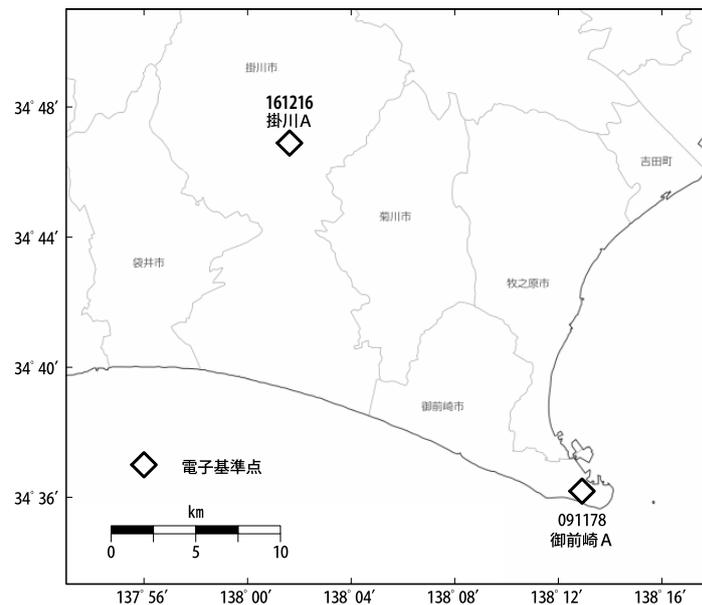
掛川 A (161216) - 御前崎 A (091178)



● : 水準測量 ○ : GNSS 連続観測 (GEONET 月平均値)

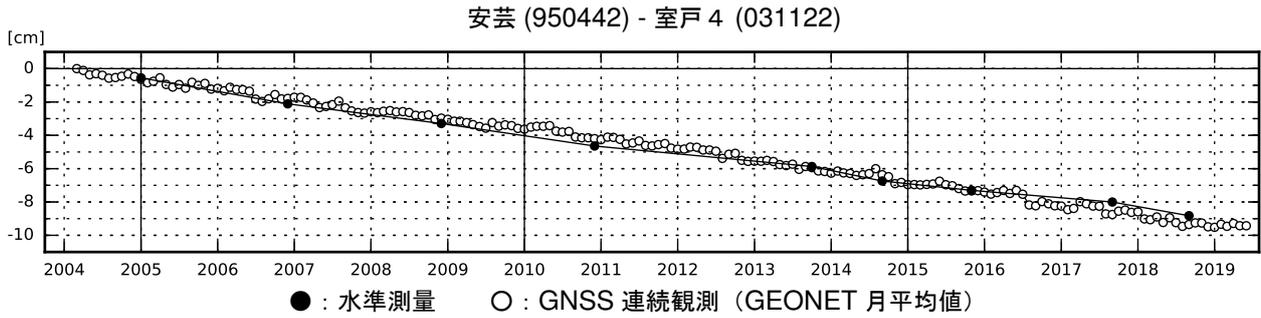
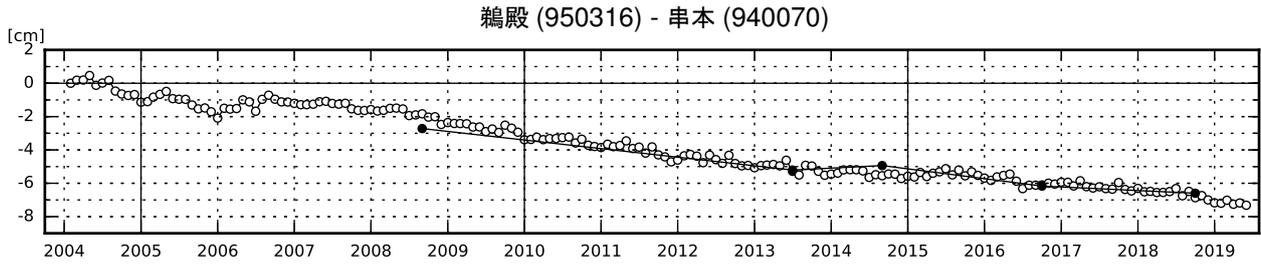
・ 最新のプロット点は 06/01~06/08 の平均。

- ※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。

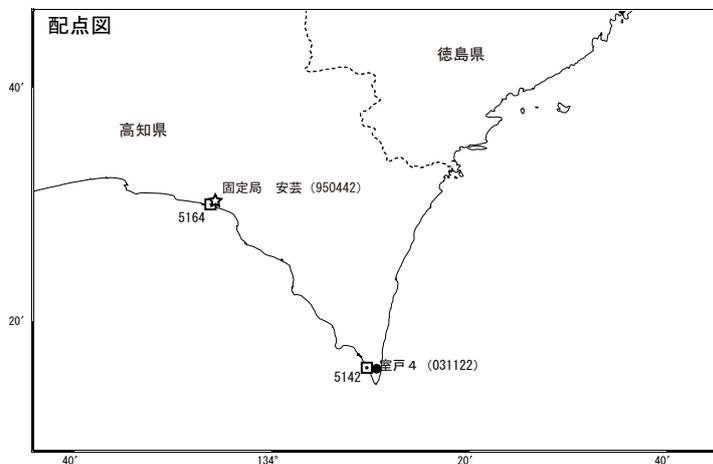
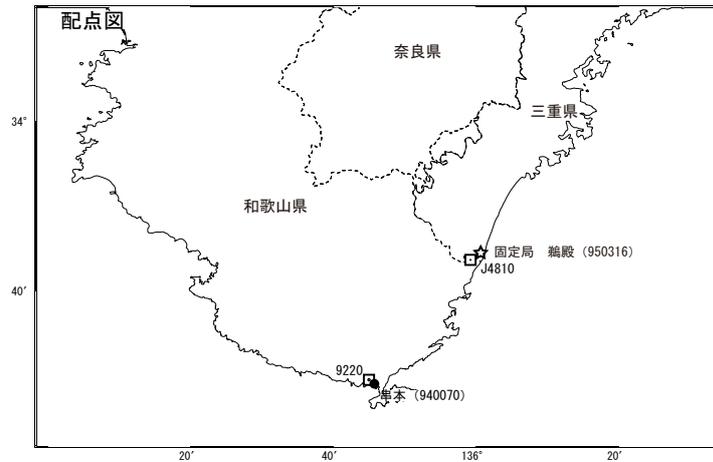


紀伊半島及び室戸岬周辺 電子基準点の上下変動

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。

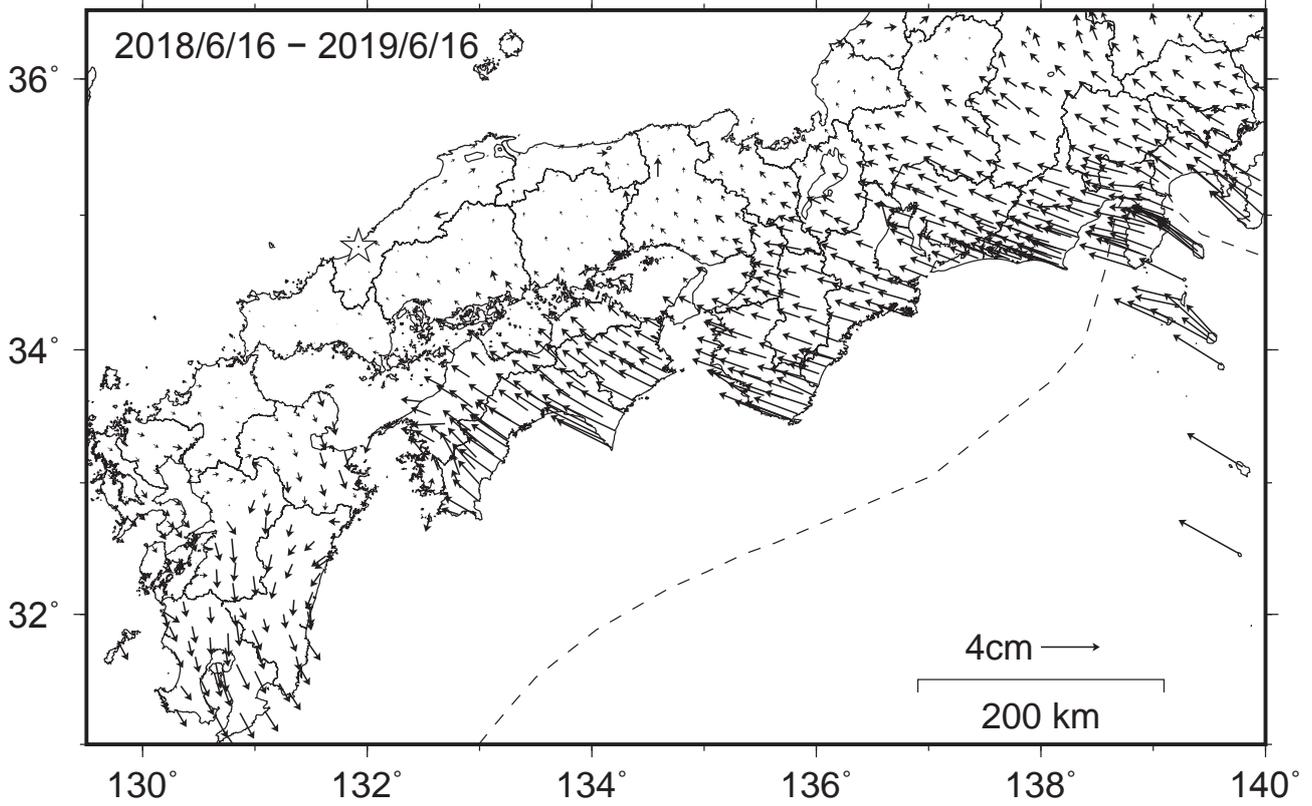


- ・ 最新のプロット点は6/1~6/8の平均。
- ・ 水準測量による結果については、最寄りの一等水準点の結果を表示している。

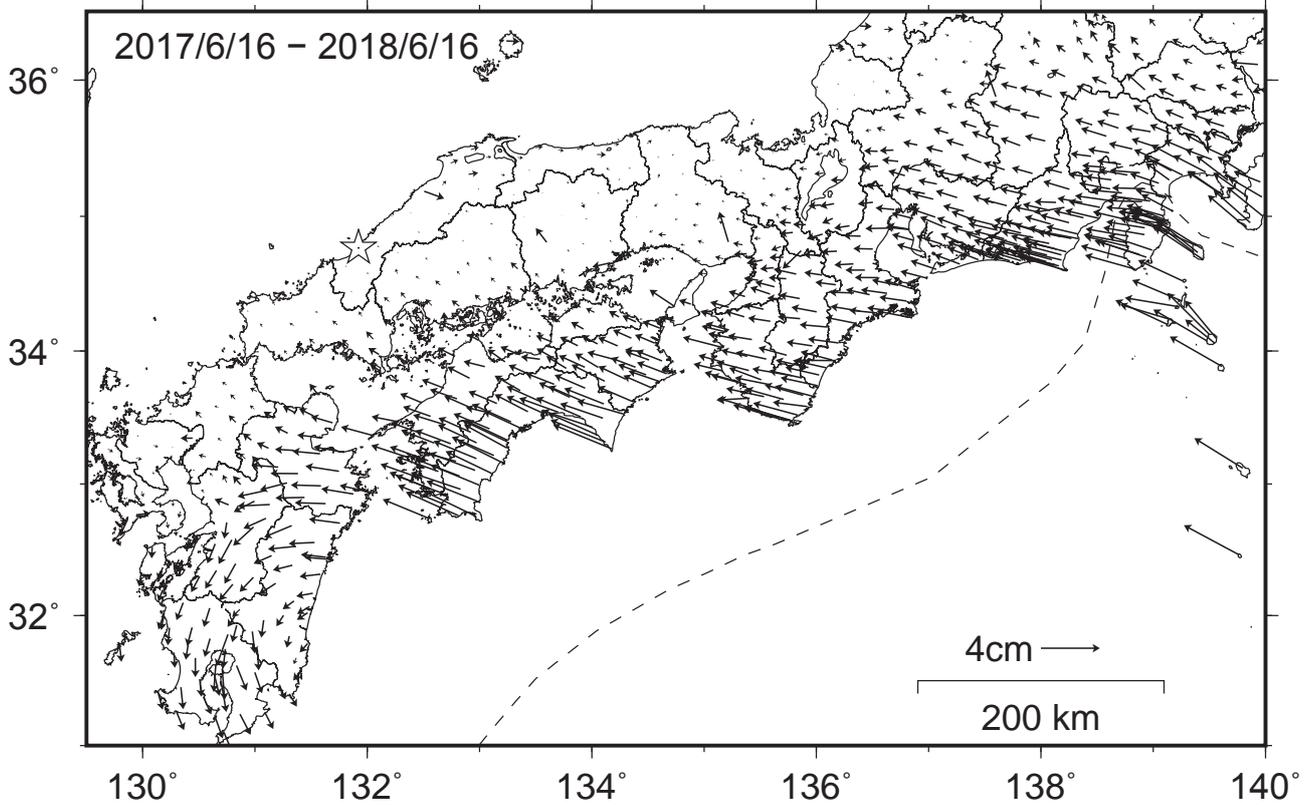


南海トラフ沿いの水平地殻変動【固定局：三隅】

【最近1年間】



【1年前の1年間】



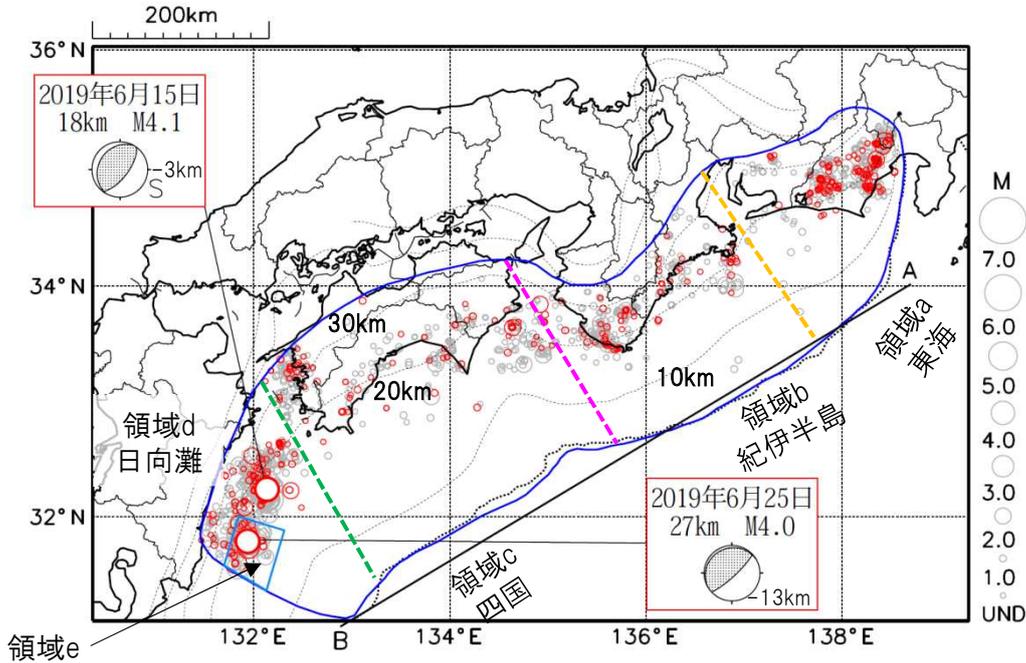
・各日付から6日間の変動量の平均をとり、その差から1年間の変動量を示している。

プレート境界とその周辺の地震活動

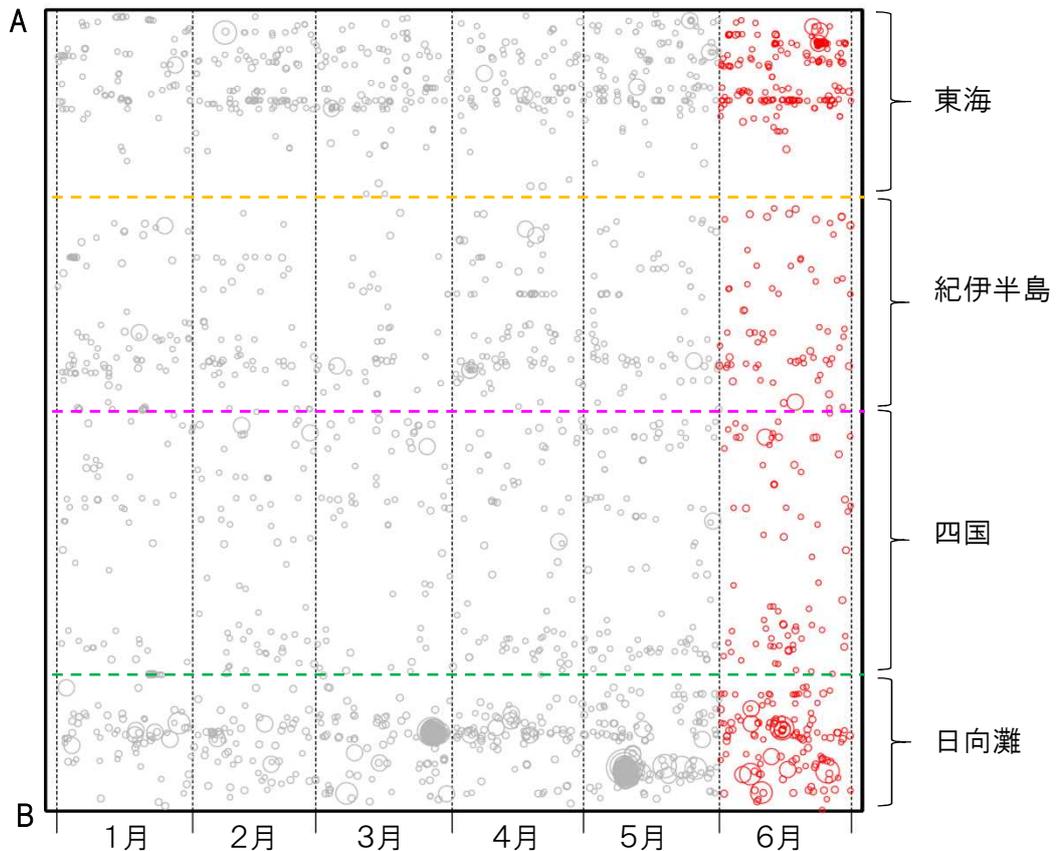
フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。
日向灘の領域e内のみ、深さ20km～30kmの地震を追加している。

震央分布図

(2019年1月1日～2019年6月30日、M全て、2019年6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。

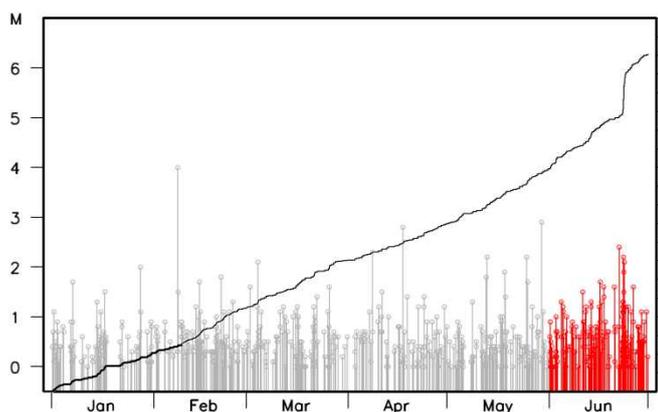
気象庁作成

プレート境界とその周辺の地震活動

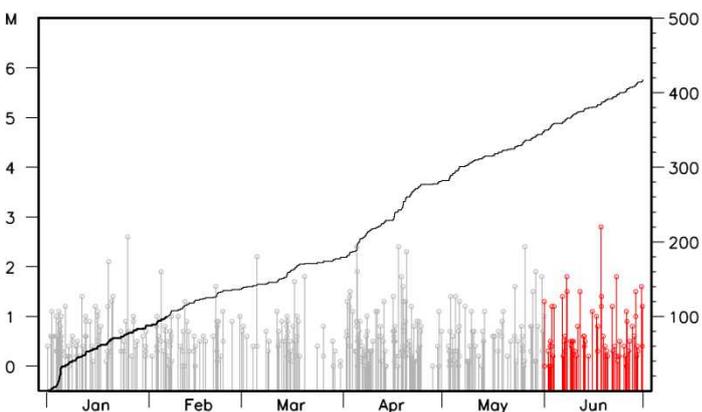
フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。

震央分布図の各領域内のMT図・回数積算図

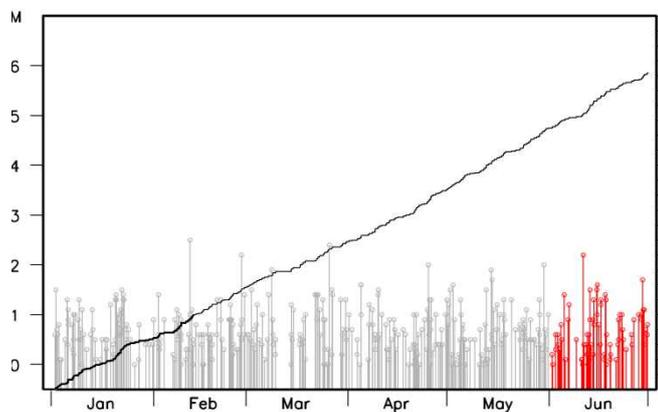
領域a内(東海)



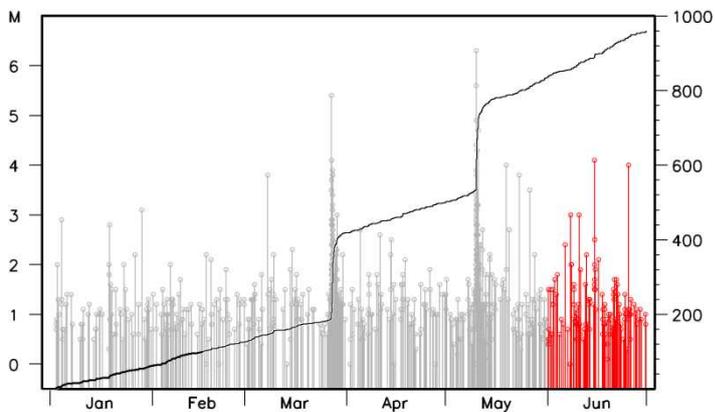
領域b内(紀伊半島)



領域c内(四国)



領域d内(日向灘)

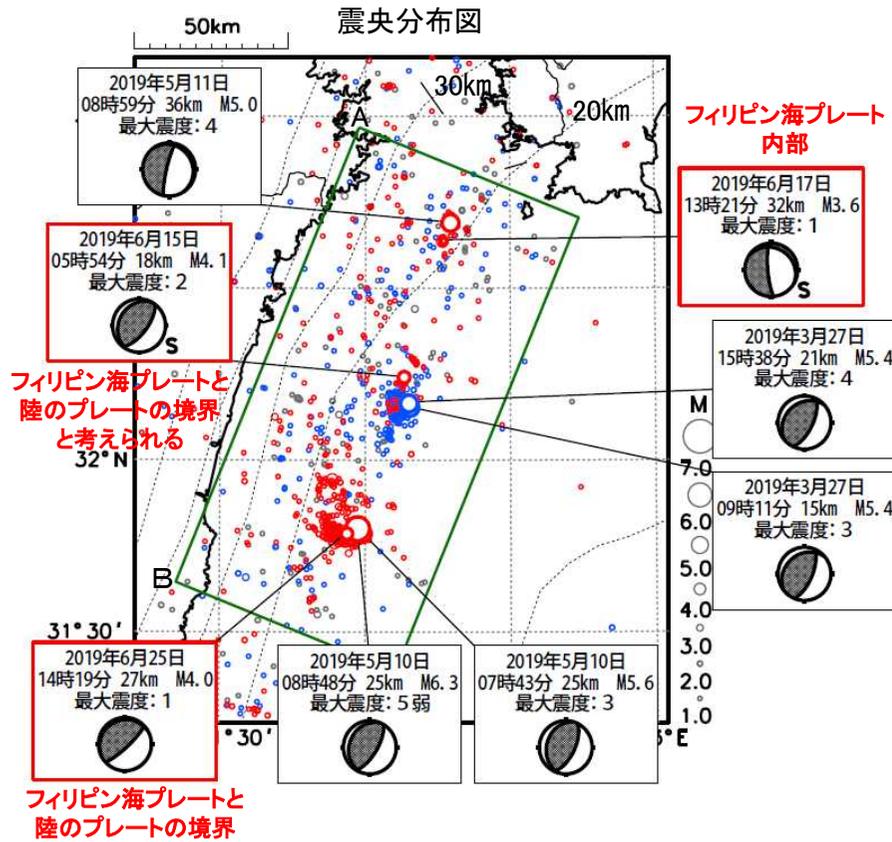


※M全ての地震を表示していることから、検知能力未満の地震も表示しているため、回数積算図は参考として表記している。

2019年3月以降の日向灘の活動

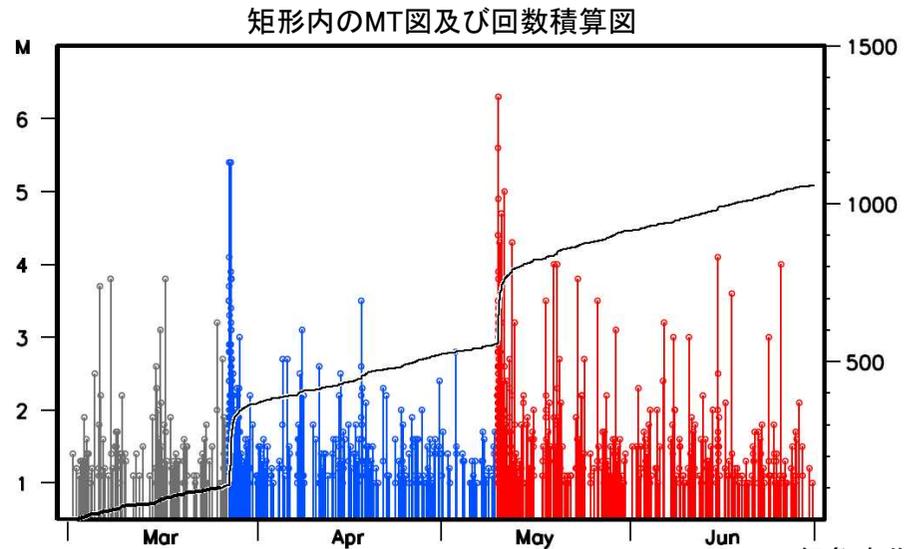
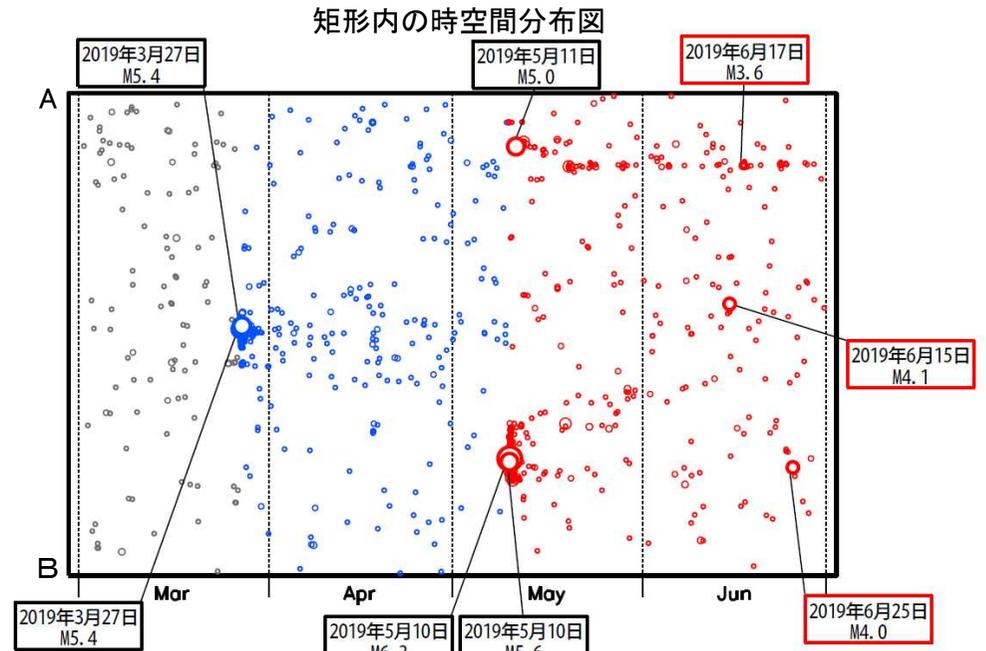
2019年3月1日～6月30日、 $M \geq 1.0$ 、深さ0～100km

灰: 2019年3月1日～3月26日、青: 3月27日～5月9日、赤: 5月10日～6月30日



※ $M5.0$ 以上の地震、6月に発生した $M3.5$ 以上の地震に吹き出しを付加している。6月の地震の吹き出しを赤で表示している。

※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。



気象庁作成

2019年3月以降の日向灘の活動～活動域ごとの活動経過～

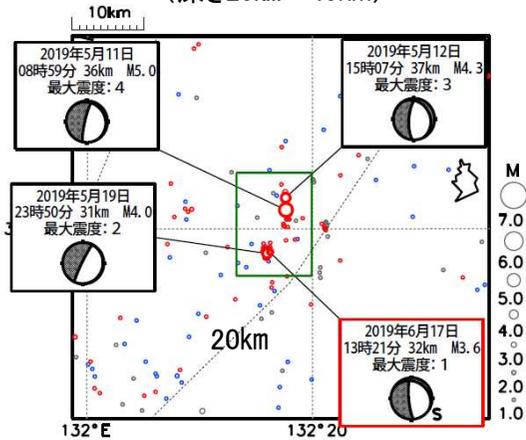
2019年3月1日～6月30日、M \geq 1.0

灰: 2019年3月1日～3月26日、青: 3月27日～5月9日、赤: 5月10日～6月30日

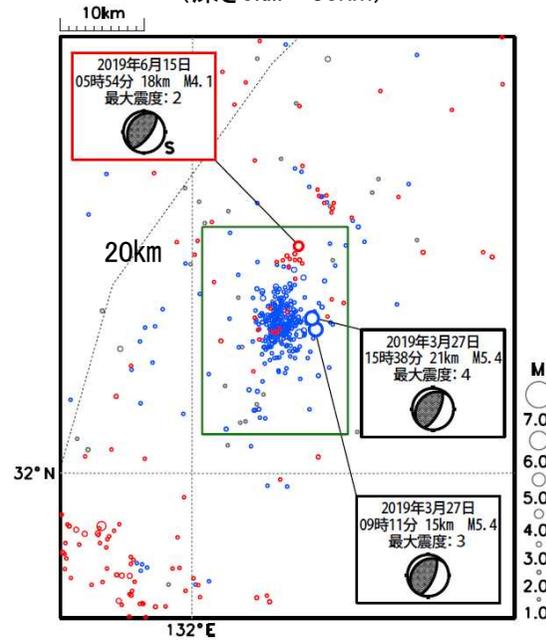
上段: 震央分布図

下段: 各震央分布図の矩形内のMT図及び回数積算図

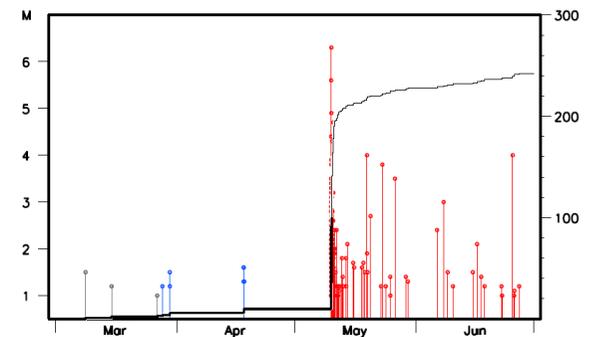
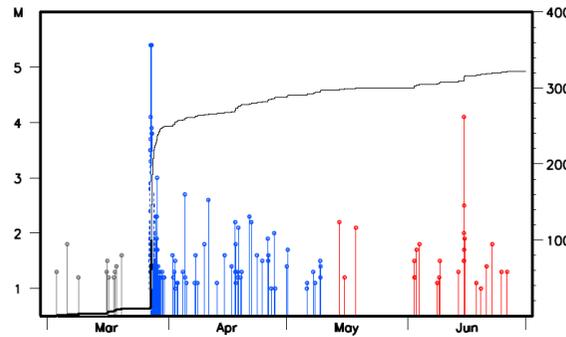
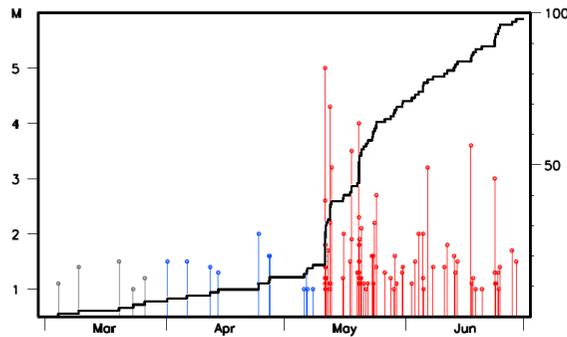
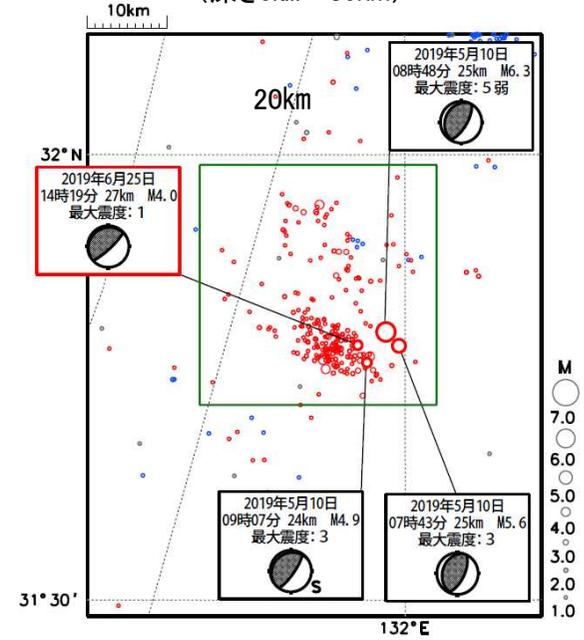
5月11日 (M5.0) の地震の活動域
(深さ20km～40km)



3月27日 (M5.4) の地震の活動域
(深さ0km～30km)



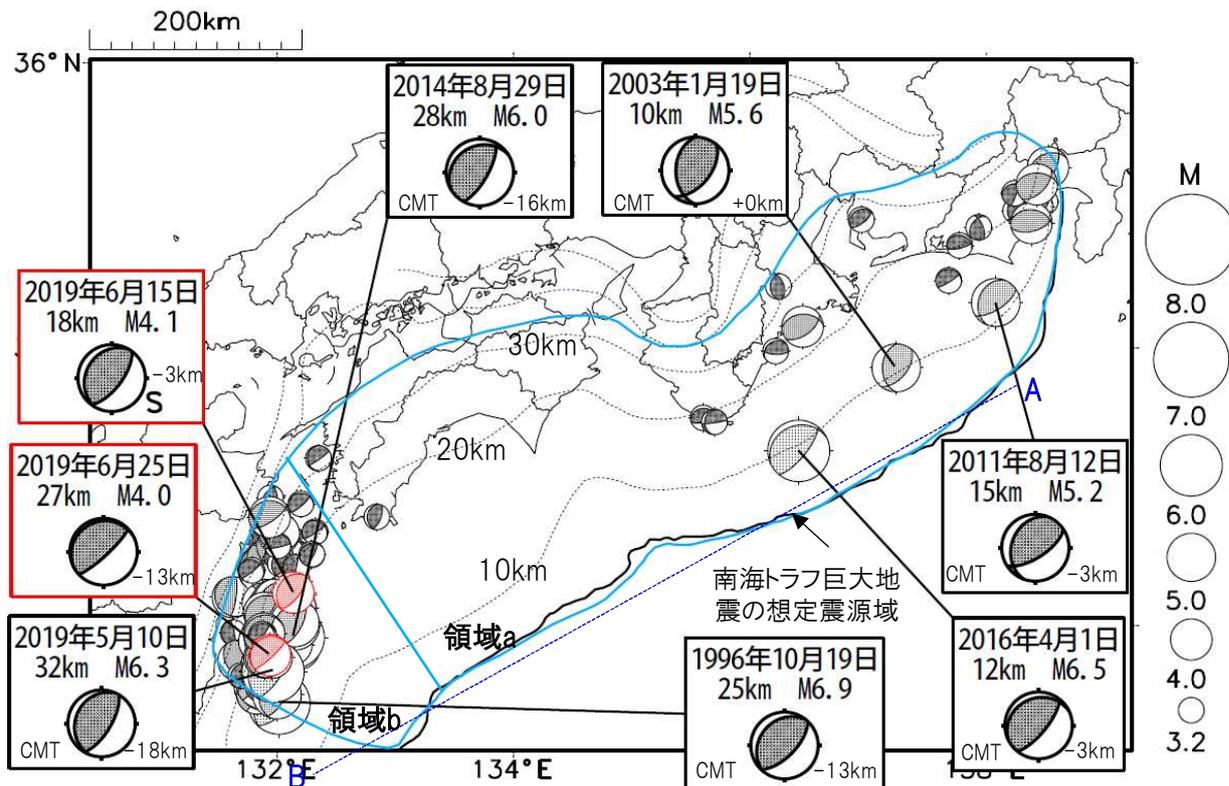
5月10日 (M6.3) の地震の活動域
(深さ0km～30km)



※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。

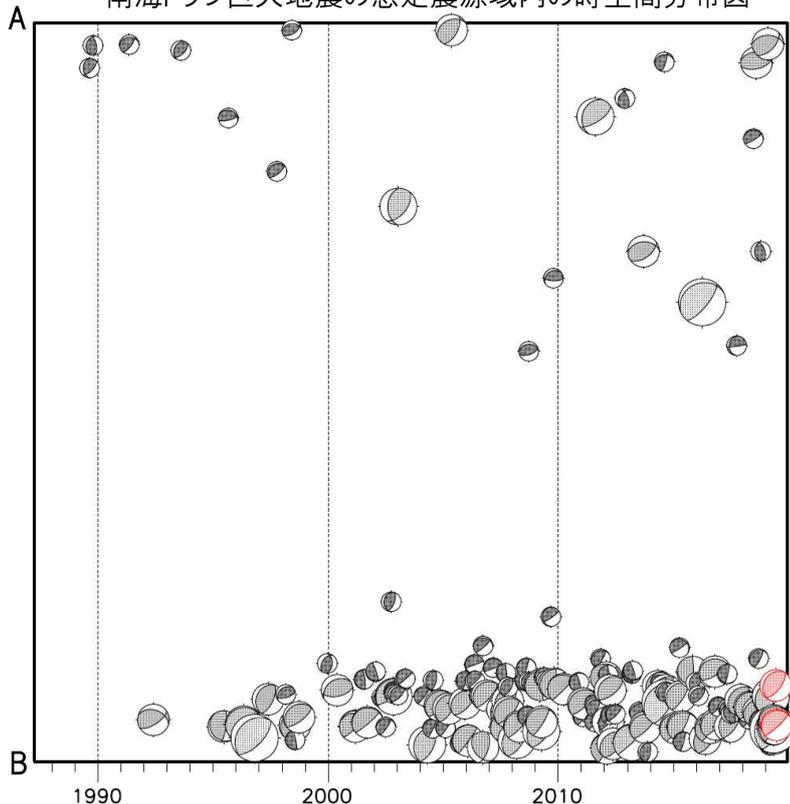
想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震

震央分布図(1987年9月1日～2019年6月30日、M \geq 3.2、2019年6月の地震を赤く表示)



- ・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。

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

2019年6月30日

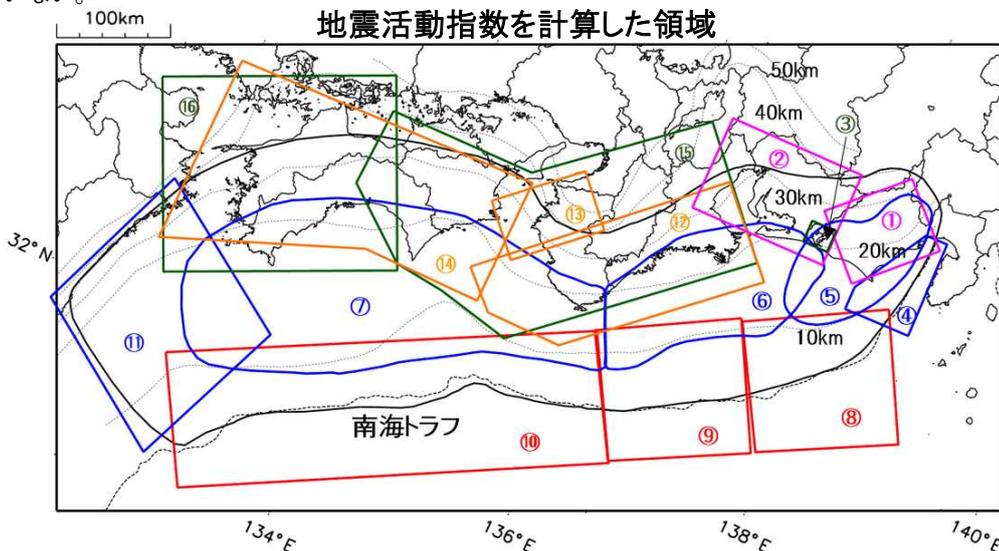
領域	①静岡県 中西部		②愛知県		③浜名湖 周辺	④駿河 湾	⑤ 東海	⑥東南 海	⑦ 南海
	地	プ	地	プ	プ	全	全	全	全
地震活動指数	8	4	0	4	6	3	4	1	3
平均回数	16.3	18.4	26.5	13.6	13.1	13.3	18.2	19.7	21.3
MLきい値	1.1		1.1		1.1	1.4	1.5	2.0	2.0
クラスタ 除去	距離	3km		3km		3km	10km	10km	10km
	日数	7日		7日		7日	10日	10日	10日
対象期間	60日	90日	60日	30日	360日	180日	90日	360日	90日
深さ	0~ 30km	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	6	4	5	0	2	5	3	4
平均回数	12.0	15.0	20.5	22.9	42.3	30.2	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	3km
	日数	10日	10日	10日	7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6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。



地震活動指数を計算した領域

地震活動指数と地震数

地震回数の指数化		
指数	確率 (%)	地震数
8	1	多い
7	4	やや多い
6	10	
5	15	ほぼ平常
4	40	
3	15	やや少ない
2	10	
1	4	
0	1	少ない

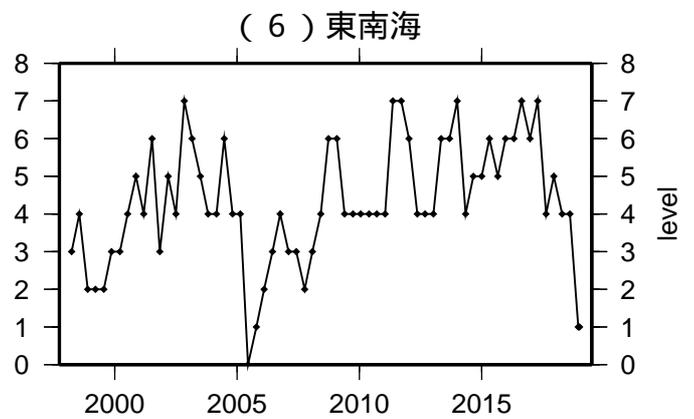
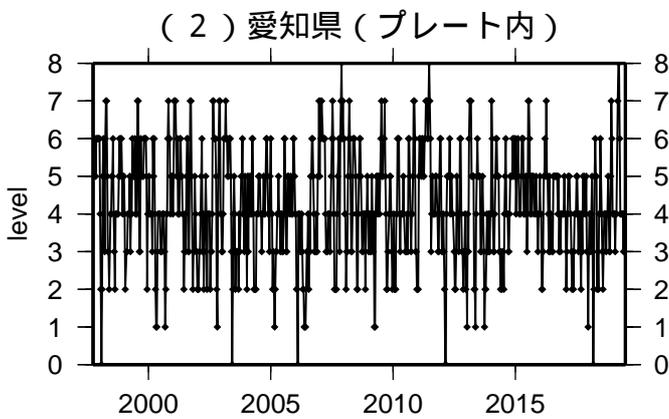
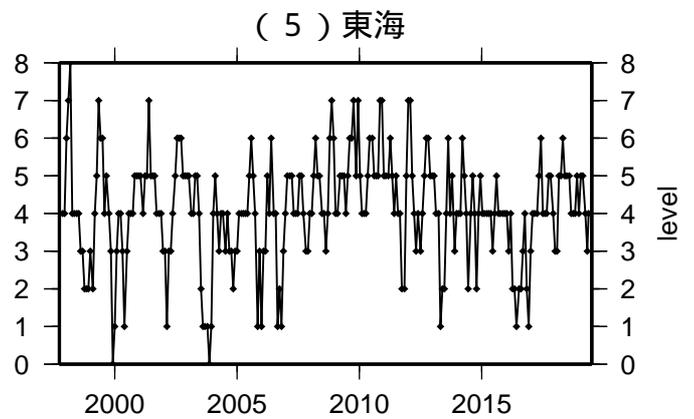
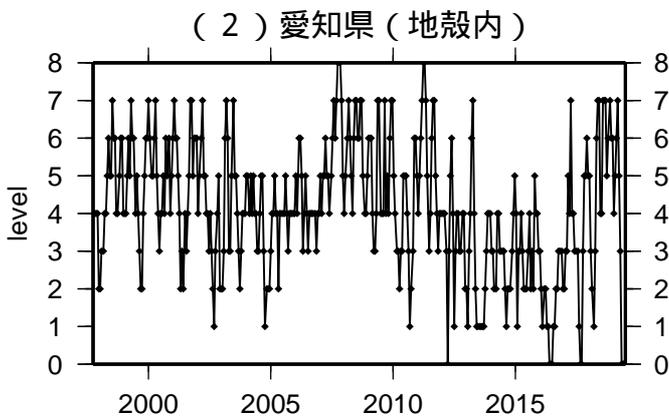
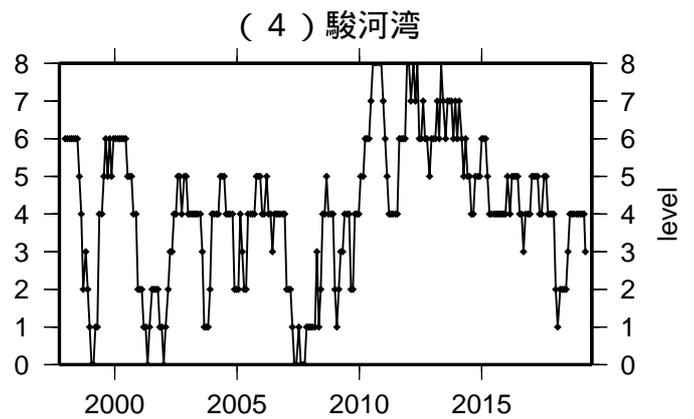
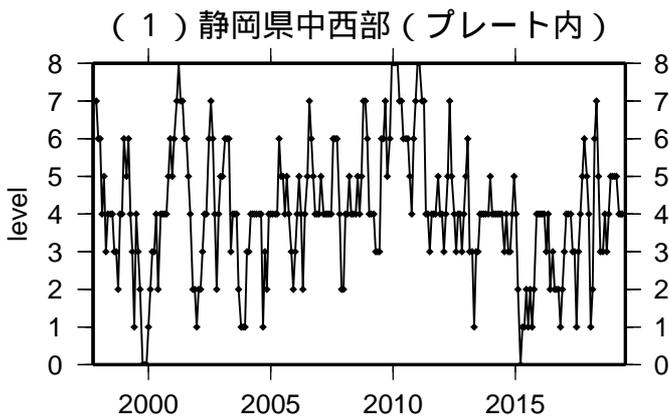
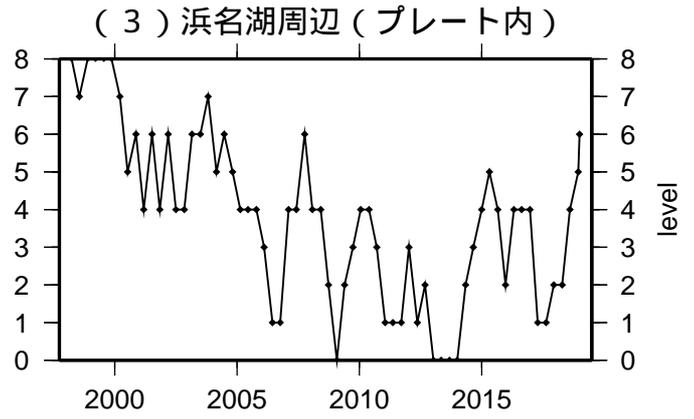
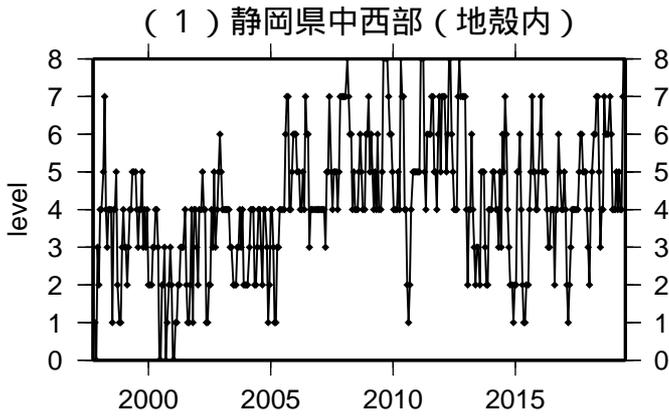
* 黒色実線は、南海トラフ巨大地震の想定震源域を示す。

* 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

2019年06月30日

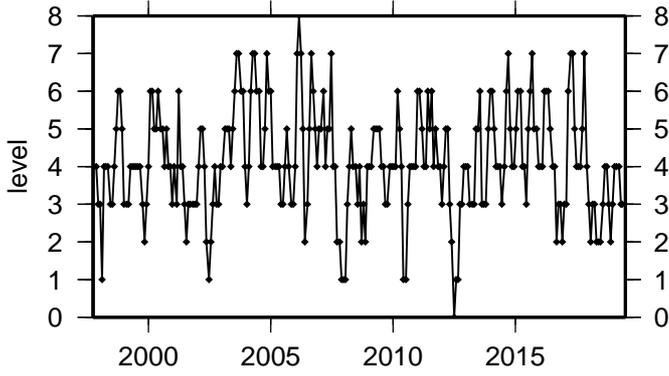


活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率 (%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数	少	←		平常	→		多		

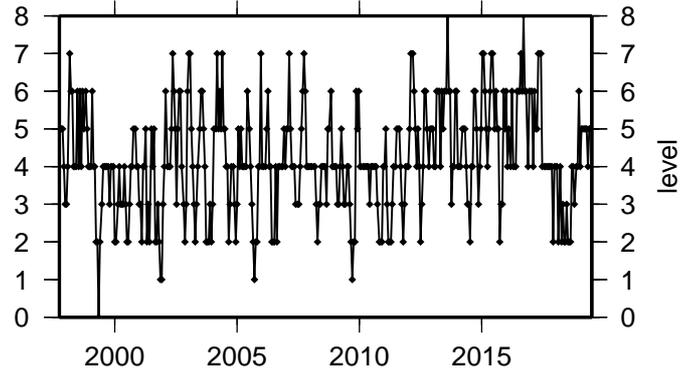
地震活動指数一覽

2019年06月30日

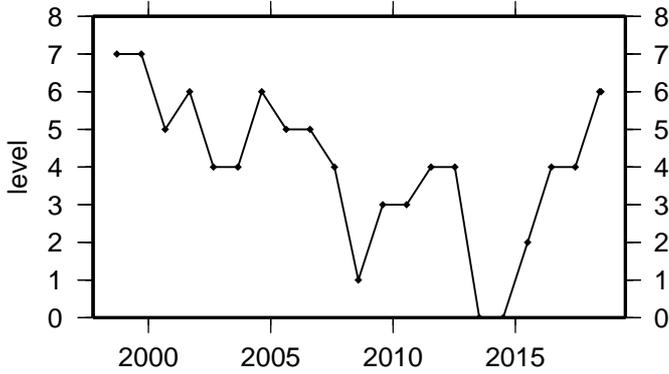
(7) 南海



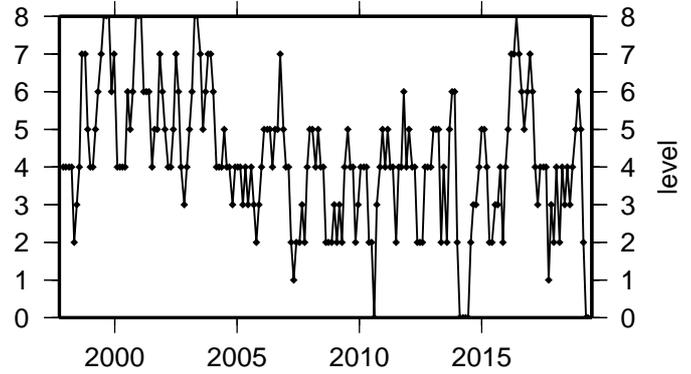
(11) 日向灘



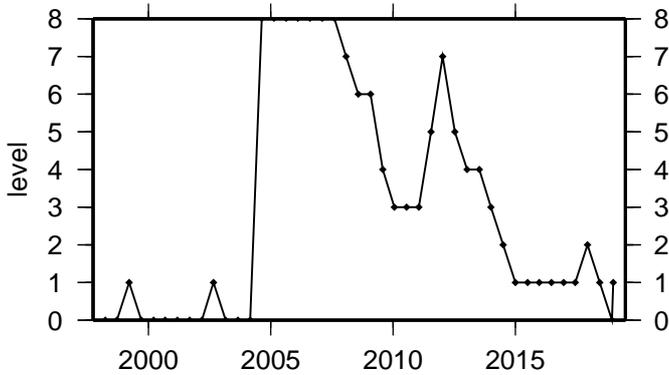
(8) 南海トラフ沿い(東側)



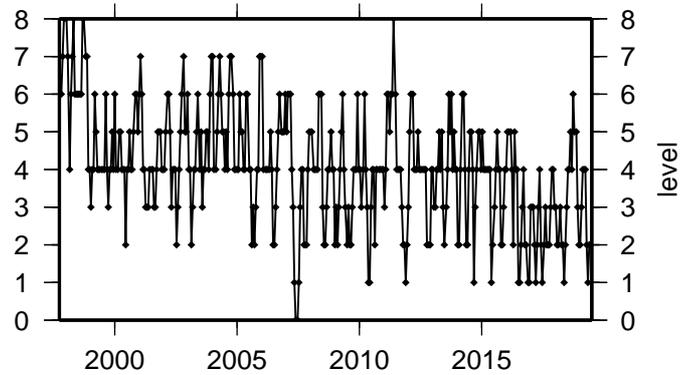
(12) 紀伊半島(地殻内)



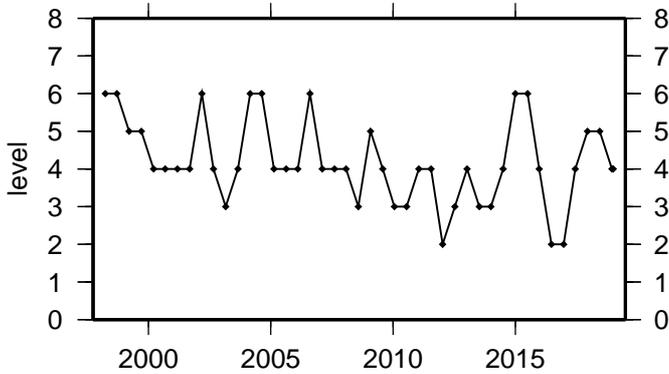
(9) 南海トラフ沿い(三重県沖)



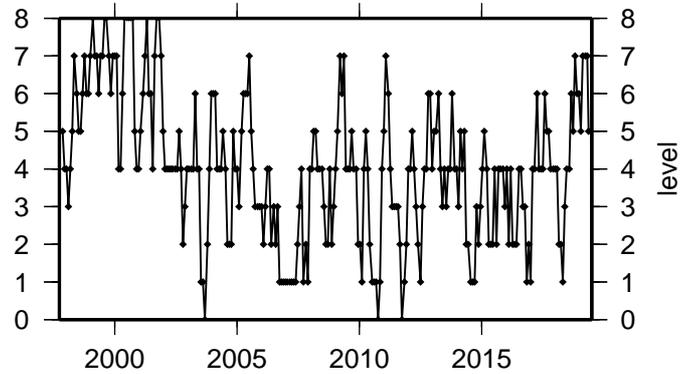
(13) 和歌山(地殻内)



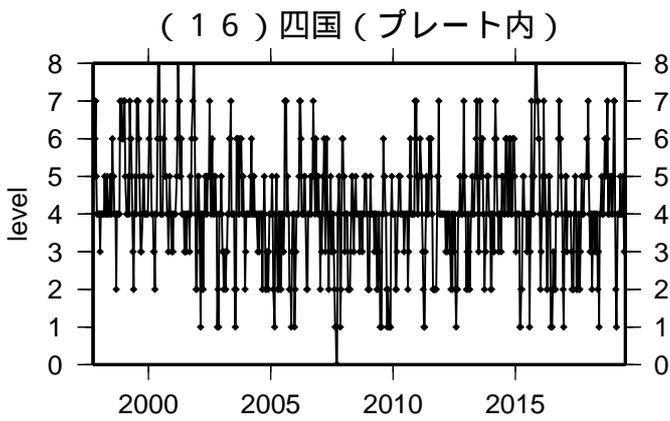
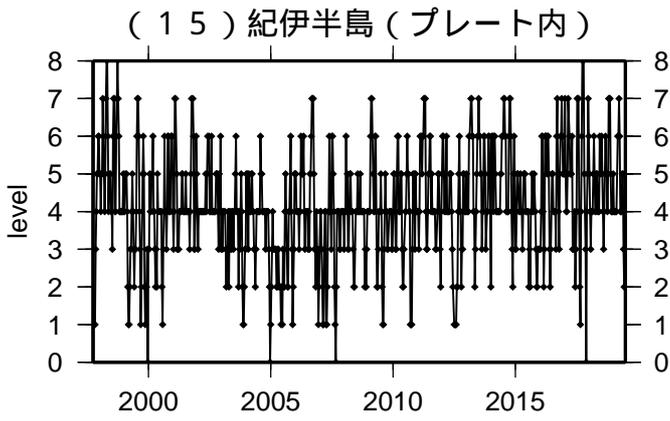
(10) 南海トラフ沿い(西側)



(14) 四国(地殻内)



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	←	←	←	←	←	←	←	多



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					