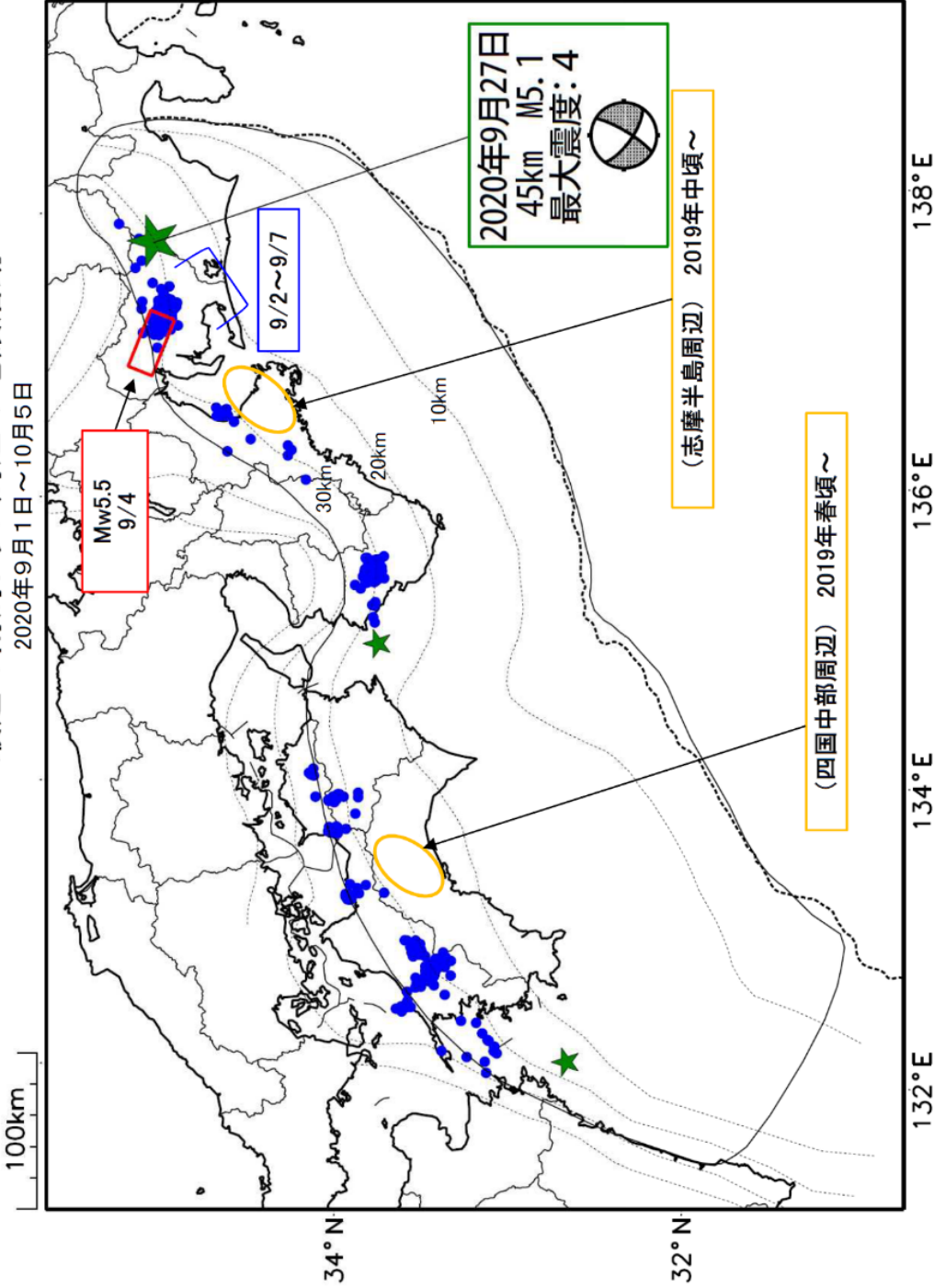


最近の南海トラフ周辺の地殻活動

2020年9月1日～10月5日



緑(★) 通常の地震(最大震度3以上もしくは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。

通常の地震(最大震度3以上もしくは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)気象庁の解析結果による。
 短期的ゆっくりすべり.....【東海】気象庁の解析結果による。
 長期的ゆっくりすべり.....【四国中部周辺、志摩半島周辺】国土地理院の解析結果を元におよその場所を表示している。

気象庁作成

令和2年9月1日～令和2年10月5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
9/26	04:57	日向灘	39	3.9	2	フィリピン海プレート内部
9/27	00:41	紀伊水道	42	3.5	1	フィリピン海プレート内部
9/27	13:13	静岡県西部	45	5.1	4	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。

※太平洋プレートの沈み込みに伴う震源が深い地震は除く。

○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>9月6日～9日</p> <p>9月14日～15日</p> <p>9月30日～10月2日</p> <p>10月5日～（継続中）</p> <p>■四国中部</p> <p>9月9日～10日</p> <p>9月16日</p> <p>■四国西部</p> <p>9月4日～5日</p> <p>9月7日～8日</p> <p>9月11日～19日</p> <p>9月26日</p> <p>9月30日</p>	<p>■紀伊半島北部</p> <p>9月7日～8日</p> <p>9月15日～16日</p> <p>9月25日</p> <p>■紀伊半島中部</p> <p>（特段の活動はなかった）</p> <p>■紀伊半島西部</p> <p>9月12日</p> <p>9月21日</p> <p>9月29日～30日</p> <p>10月2日～（継続中）</p>	<p>9月2日～7日 . . . (1)</p> <p>9月12日～13日</p> <p>9月15日～16日</p> <p>10月5日～（継続中）</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。

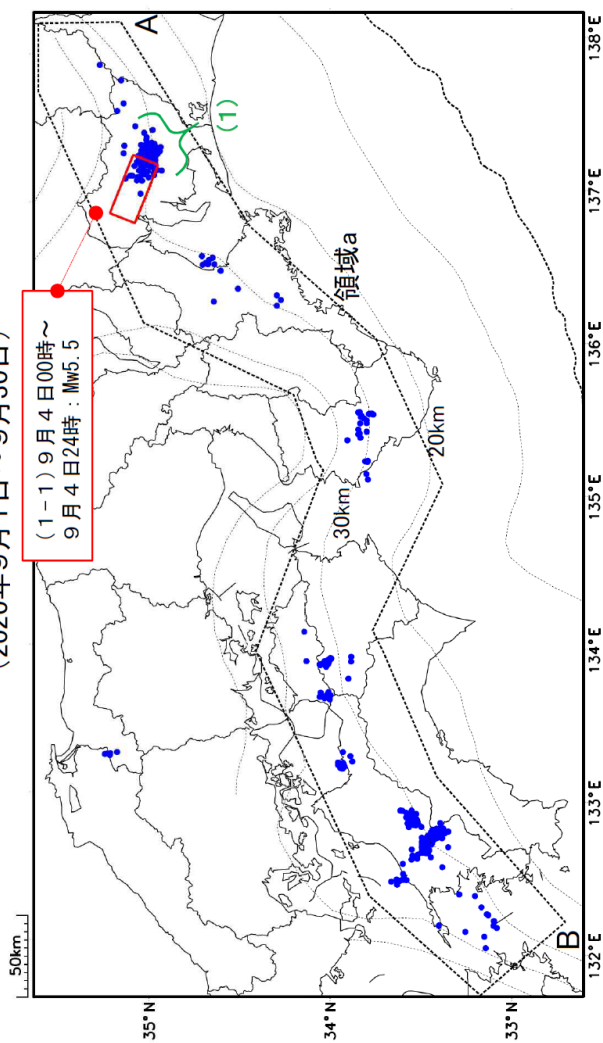
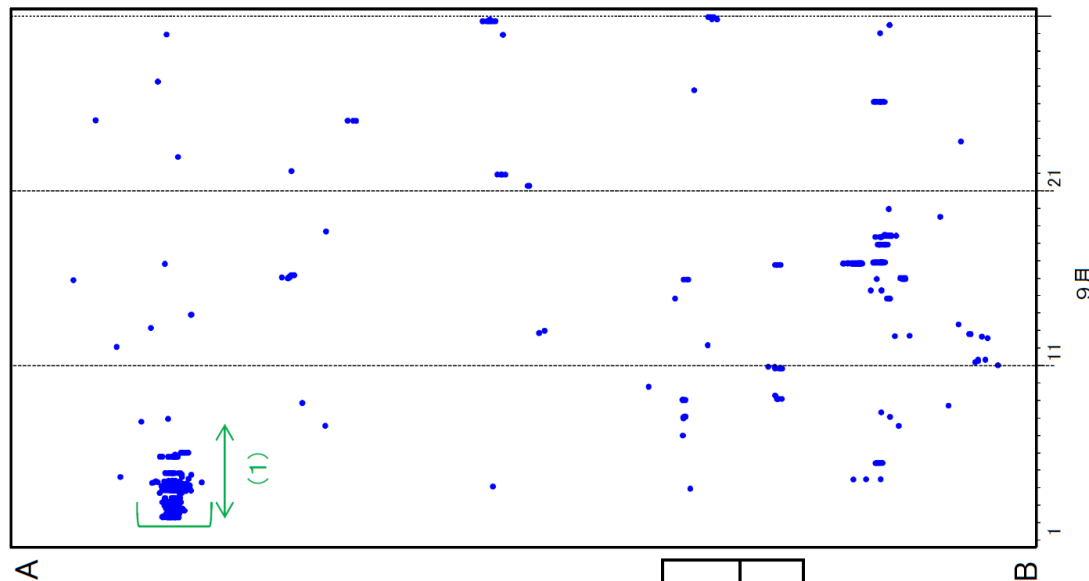
※ひずみ変化と同期して観測された深部低周波地震（微動）活動を**赤字**で示す。

※上の表中（1）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。

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

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
 (2020年9月1日～9月30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

活動場所	深部低周波地震(微動)活動の期間	短期的ゆっくりすべりの期間と規模
(1) 東海	9月2日～9月7日	(1-1) 9月4日00時～9月4日24時: Mw5.5

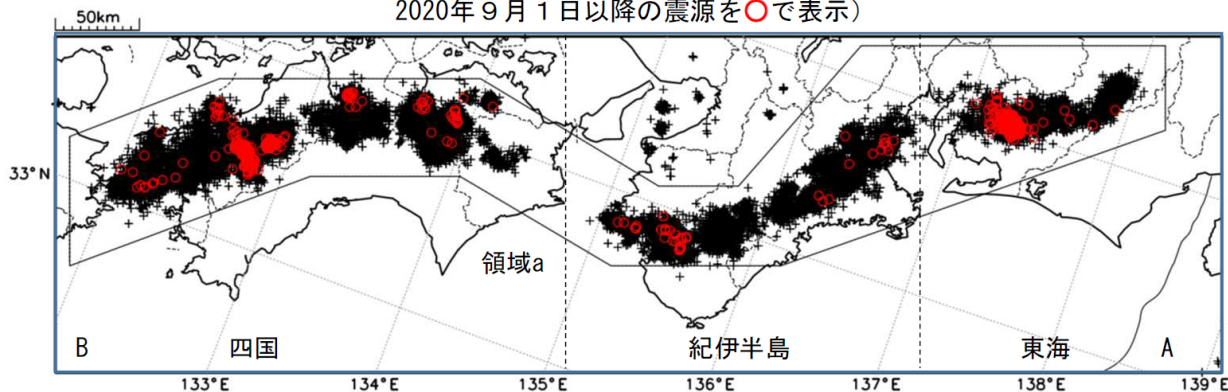
●: 深部低周波地震(微動)震央(気象庁の解析結果を示す) 期間(気象庁の解析結果を示す)
 □: 短期的ゆっくりすべりの断層モデル(東海: 気象庁の解析結果を示す)
 点線は、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)によるフィリピン海プレート上面の深さ(10kmごとの等深線)を示す。

気象庁作成

深部低周波地震（微動）活動（2010年10月1日～2020年9月30日）

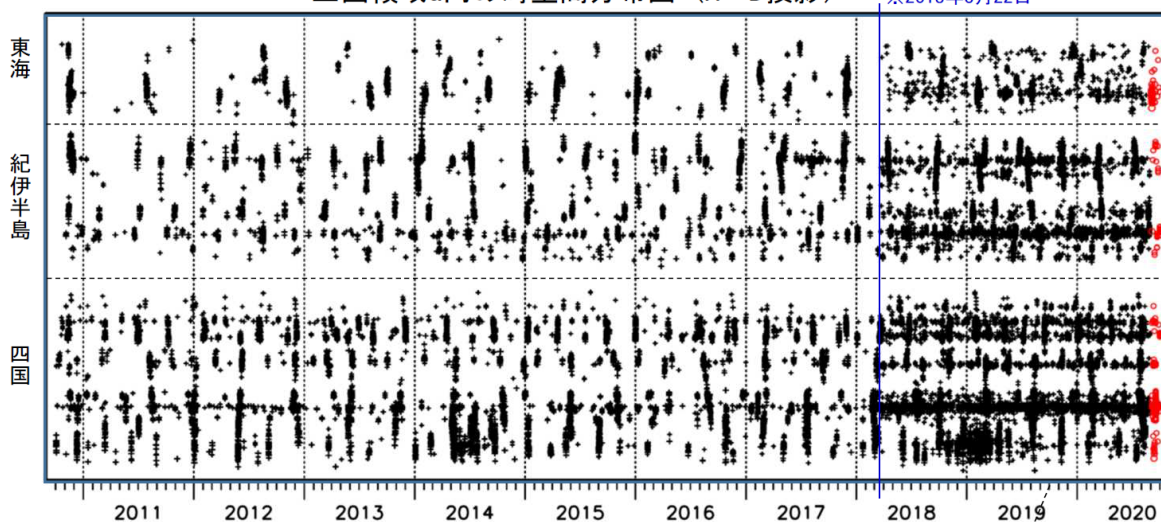
深部低周波地震（微動）は、「短期的ゆっくりすべり」に密接に関連する現象とみられており、プレート境界の状態の変化を監視するために、その活動を監視している。

震央分布図（2010年10月1日～2020年9月30日：過去10年間
2020年9月1日以降の震源を○で表示）

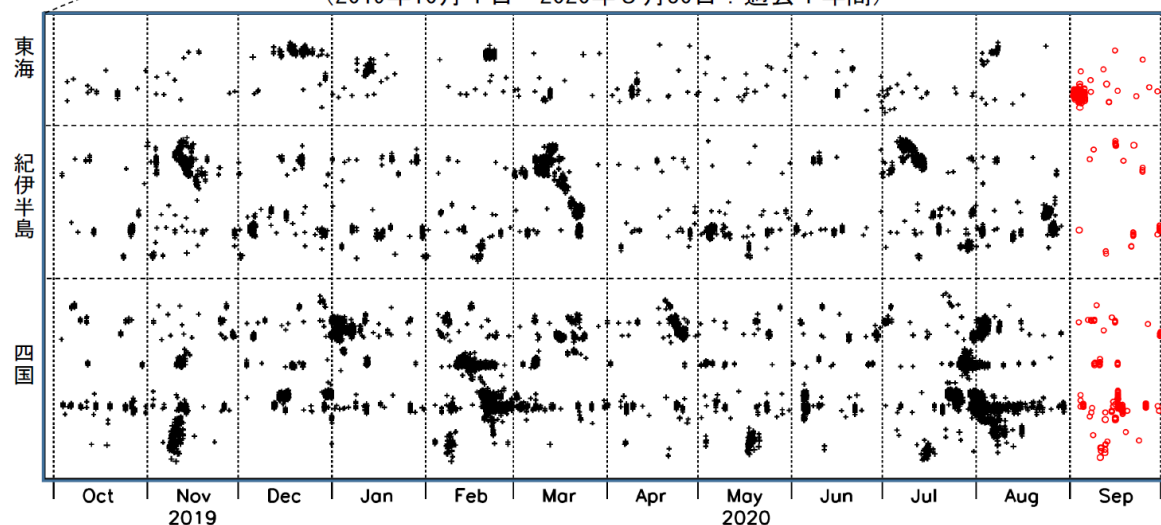


上図領域a内の時空間分布図（A-B投影）

※2018年3月22日



（2019年10月1日～2020年9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。

気象庁作成

紀伊半島・東海地域の深部低周波微動活動状況
(2020年9月)



● 9月2～5日頃に東海地方において、やや活発な微動活動。

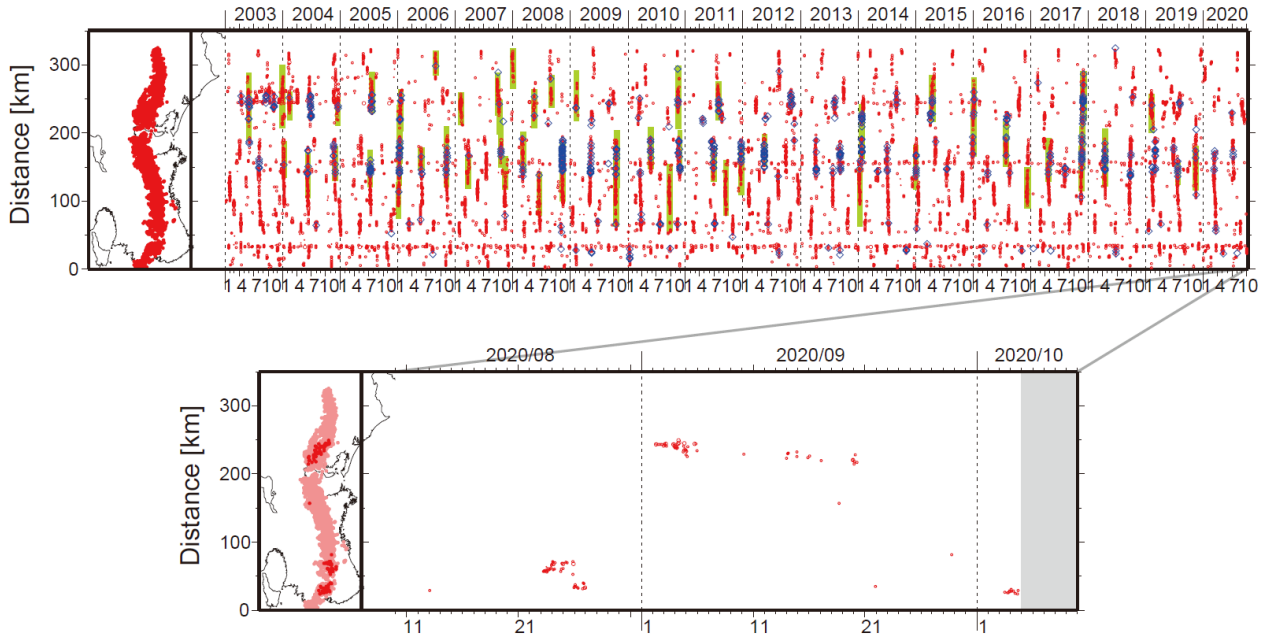


図1. 紀伊半島・東海地域における2003年1月～2020年10月4日までの深部低周波微動の時空間分布(上図). 赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法 (Maeda and Obara, 2009) およびクラスター処理 (Obara et al., 2010) によって1時間毎に自動処理された微動分布の重心である. 青菱形は周期20秒に卓越する超低周波地震 (Ito et al., 2007) である. 黄緑色の太線はこれまでに検出された短期的スロースリップイベント (SSE) を示す. 下図は2020年9月を中心とした期間の拡大図である. 9月2～5日頃に愛知県中部から西部において、やや活発な微動活動がみられた. この活動は愛知県中部で開始し、西方向への活動域の拡大がみられた. この活動域の西側にあたる愛知県西部においては、9月13～17日頃に小規模な活動が、9月19～20日頃にはごく小規模な活動がみられた. 10月3日頃からは和歌山県中部において、微動活動が開始している.

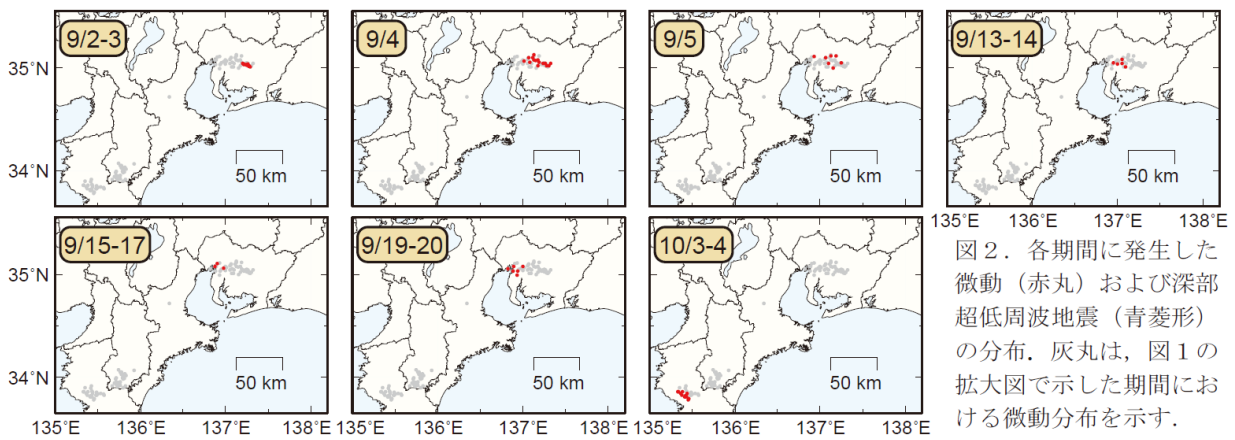


図2. 各期間に発生した微動(赤丸)および深部超低周波地震(青菱形)の分布. 灰丸は、図1の拡大図で示した期間における微動分布を示す.

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

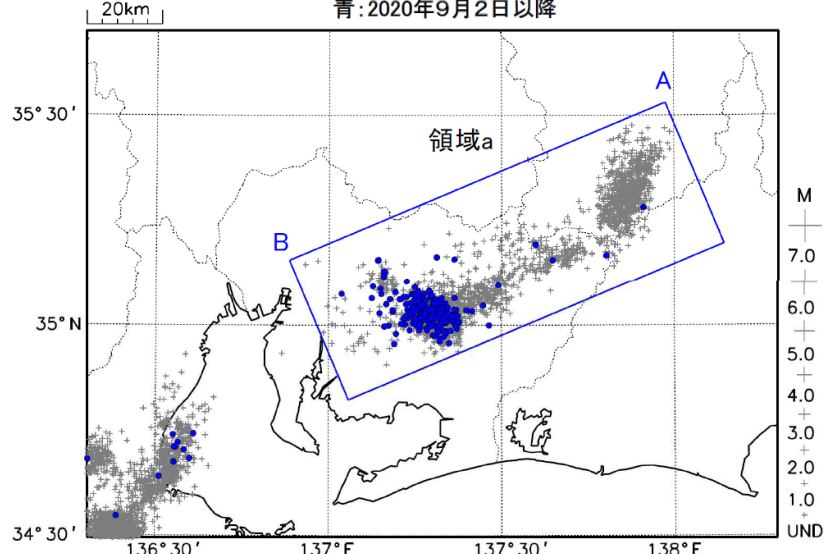
9月2日から7日にかけて、東海で深部低周波地震（微動）を観測した。
深部低周波地震（微動）活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測した。これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

深部低周波地震（微動）活動

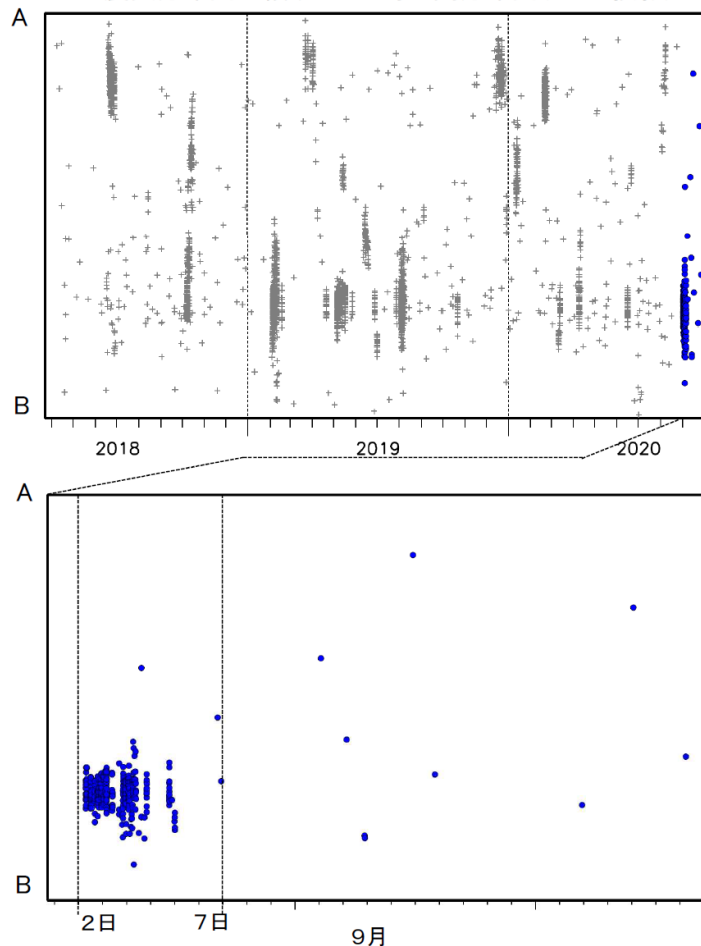
震央分布図（2018年4月1日～2020年9月27日、深さ0～60km、Mすべて）

灰：2018年4月1日～2020年9月1日、

青：2020年9月2日以降



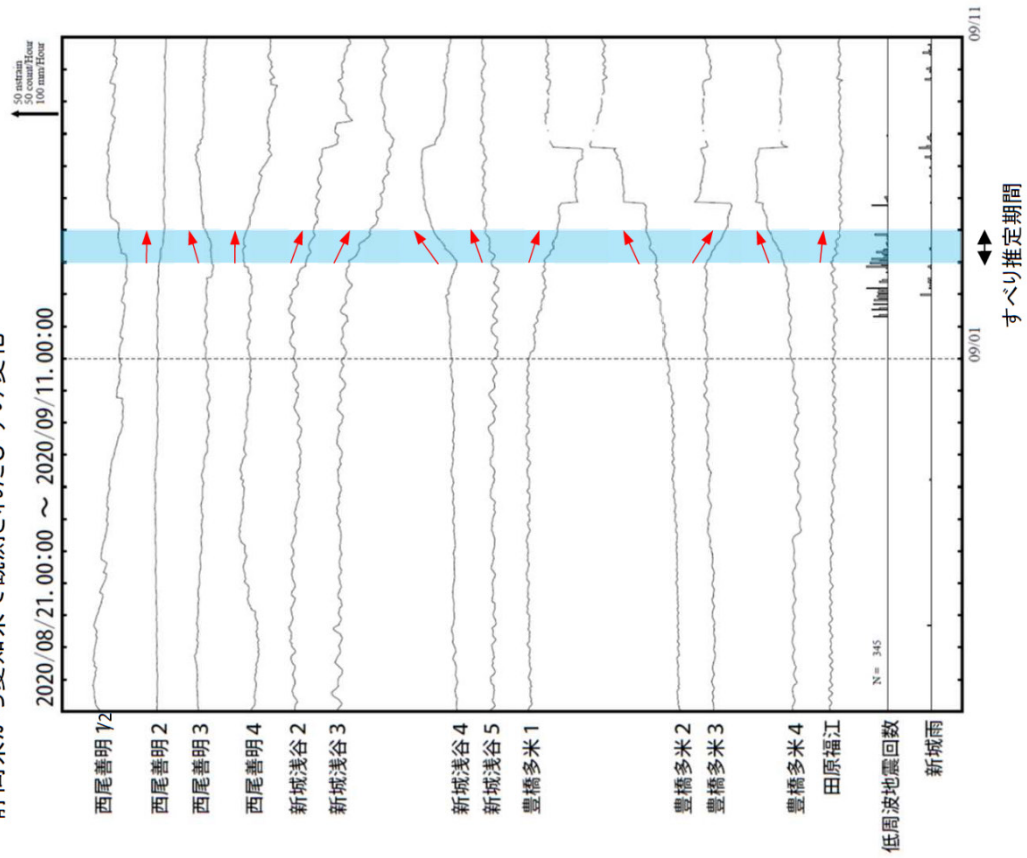
震央分布図の領域a内の時空間分布図 (A-B投影)



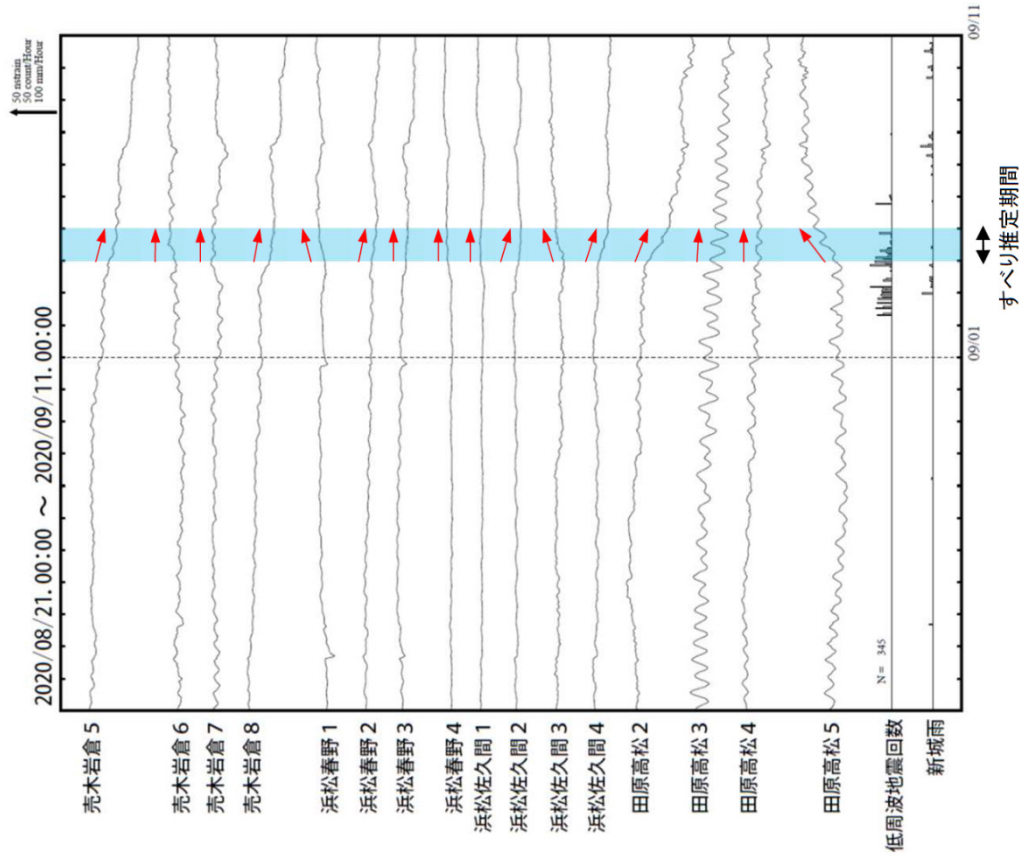
気象庁作成

東海で観測した短期的ゆっくりすべり(9月4日)

静岡県から愛知県で観測されたひずみ変化

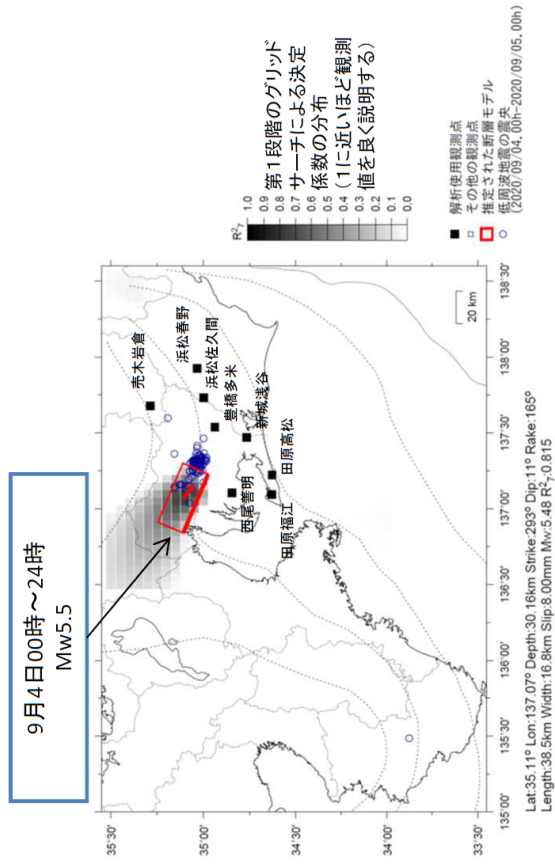


西尾善明及び豊橋多米は産業技術総合研究所、浜松春野は静岡県のひずみ計である。



気象庁作成

東海で観測した短期的ゆっくりすべり(9月4日)



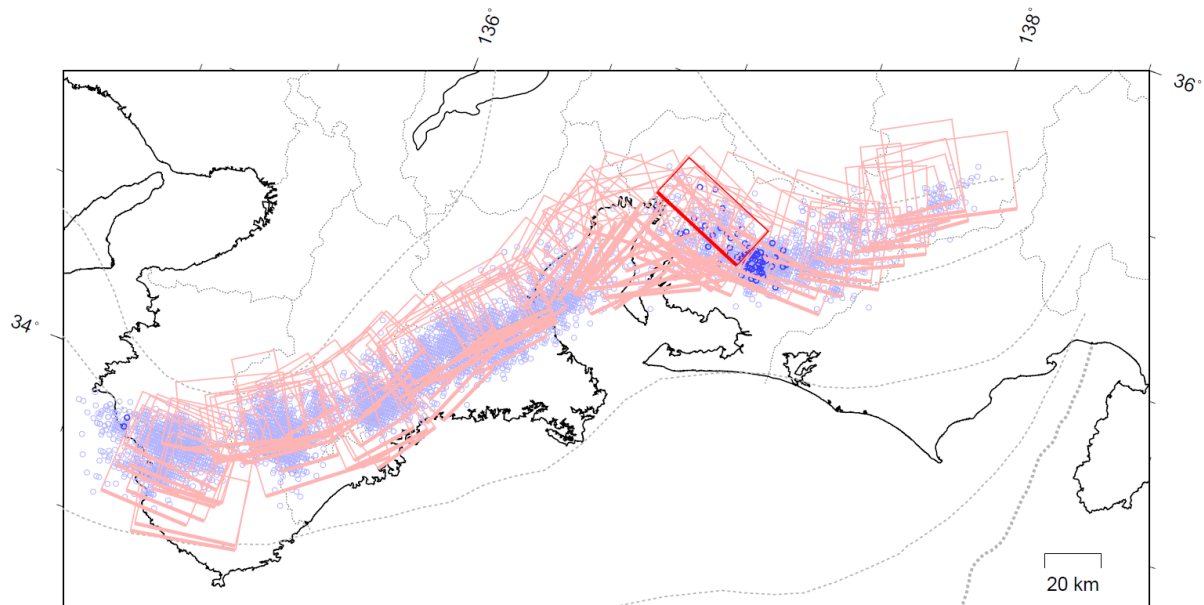
前図に観測されたひずみ観測点での変化量を元にすべり推定を行ったところ、
低周波地震とほぼ同じ場所にすべり域が求まった。

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、他の断層パラメータの最適解を求める。

東海～紀伊半島 短期的ゆっくりすべりの活動状況

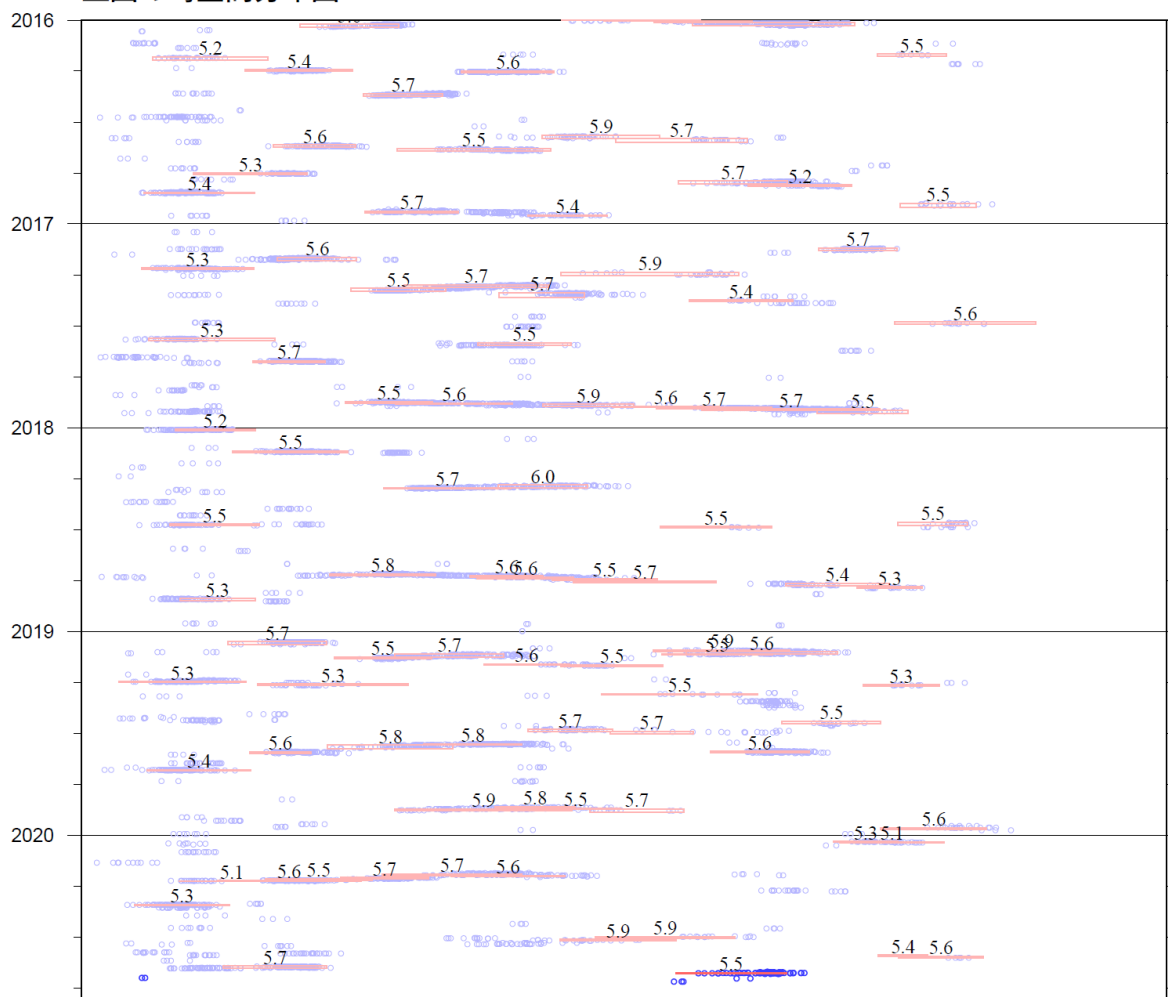
2016年1月1日～2020年9月30日

(2020年9月1日以降を濃く表示)



※破線は、フィリピン海プレート上面の等深線を示す。
 ※赤矩形は、気象庁による短期的ゆっくりすべりの断層モデル（参考解を含む）を示す。

上図の時空間分布図



※短期的ゆっくりすべりの解析には、気象庁、産業技術総合研究所及び静岡県等のデータを用いている。

※赤矩形の上に表示されている数字は解析されたMwを示す。

※青丸はエンベロップ相関法（防災科学技術研究所、東京大学地震研究所との共同研究による成果）で得られた低周波微動の震央を示す。

気象庁作成

四国の深部低周波微動活動状況（2020年9月）



● 顕著な活動は、とくにみられなかった。

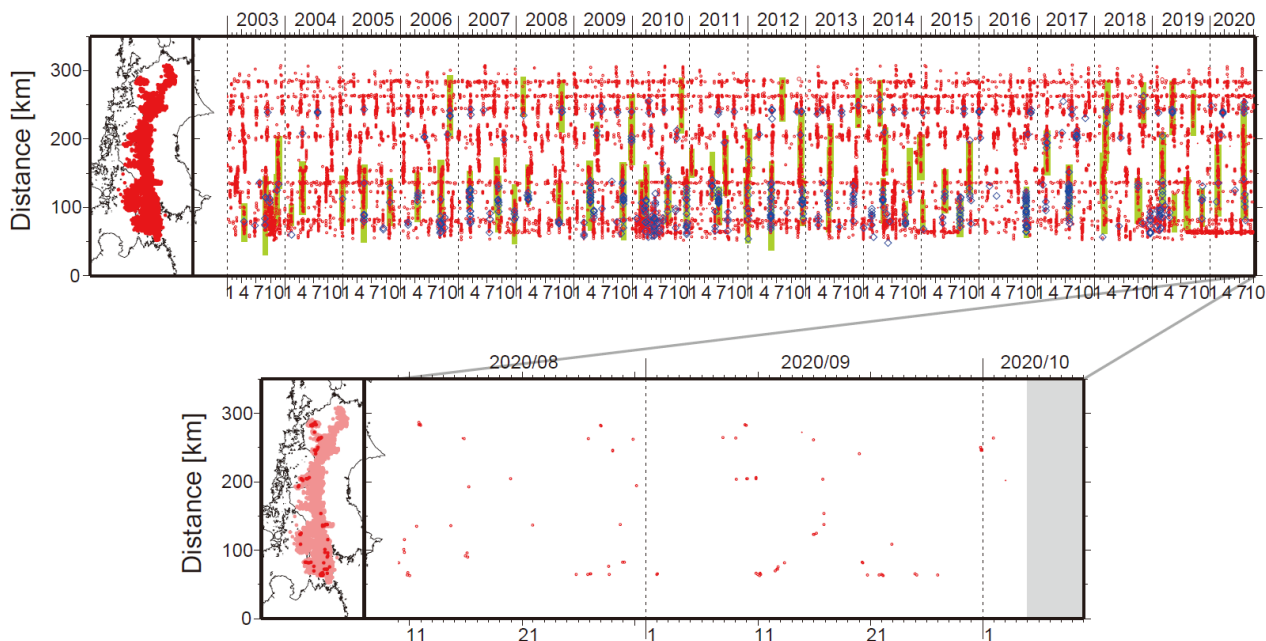


図1. 四国における2003年1月～2020年10月4日までの深部低周波微動の時空間分布(上図). 赤丸はエンベロップ相関・振幅ハイブリッド法 (Maeda and Obara, 2009) およびクラスター処理 (Obara et al., 2010) によって1時間毎に自動処理された微動分布の重心である. 青菱形は周期20秒に卓越する超低周波地震 (Ito et al., 2007) である. 黄緑色太線は、これまでに検出された短期的スロースリップイベント (SSE) を示す. 下図は2020年9月を中心とした期間の拡大図である. 顕著な活動はとくに見られなかったものの、9月9日～10日頃には愛媛県東部において、9月10～13日頃には豊後水道付近において、9月30日～10月1日頃には愛媛・香川・徳島県境付近において、それぞれ小規模な活動がみられた. 9月9日頃には香川県付近において、9月15～16日頃には愛媛県西部において、9月20～22日頃には豊後水道において、それぞれごく小規模な活動がみられた.

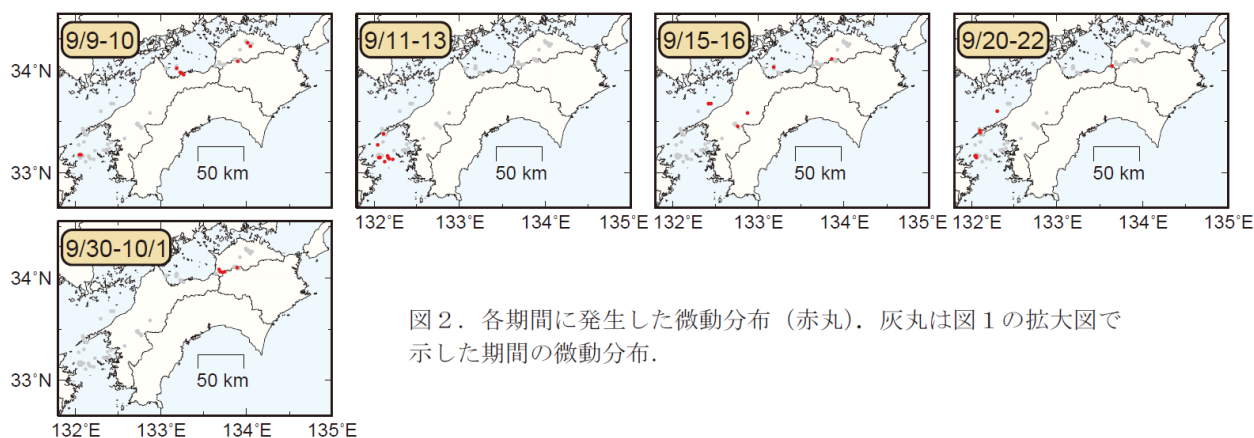
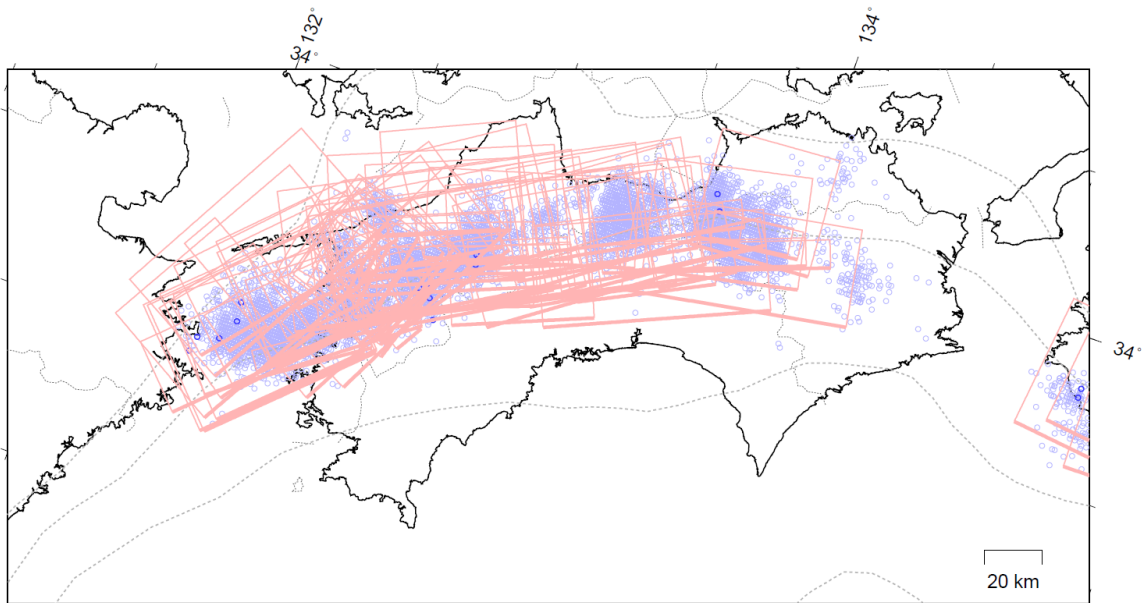


図2. 各期間に発生した微動分布 (赤丸). 灰丸は図1の拡大図で示した期間の微動分布.

四国 短期的ゆっくりすべりの活動状況

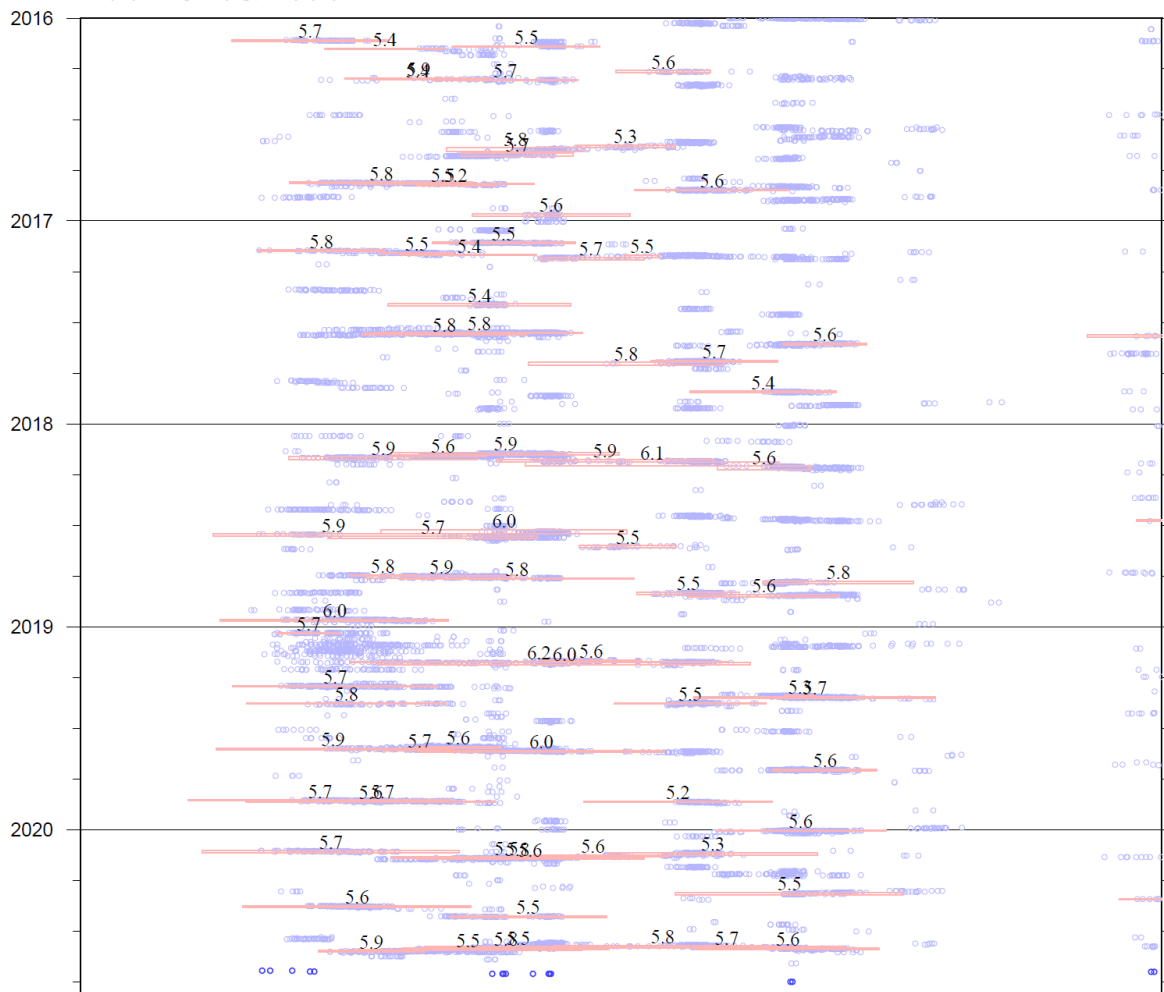
2016年1月1日～2020年9月30日

(2020年9月1日以降を濃く表示)



※破線は、フィリピン海プレート上面の等深線を示す。
 ※赤矩形は、産業技術総合研究所による短期的ゆっくりすべりの断層モデルを示す。

上図の時空間分布図

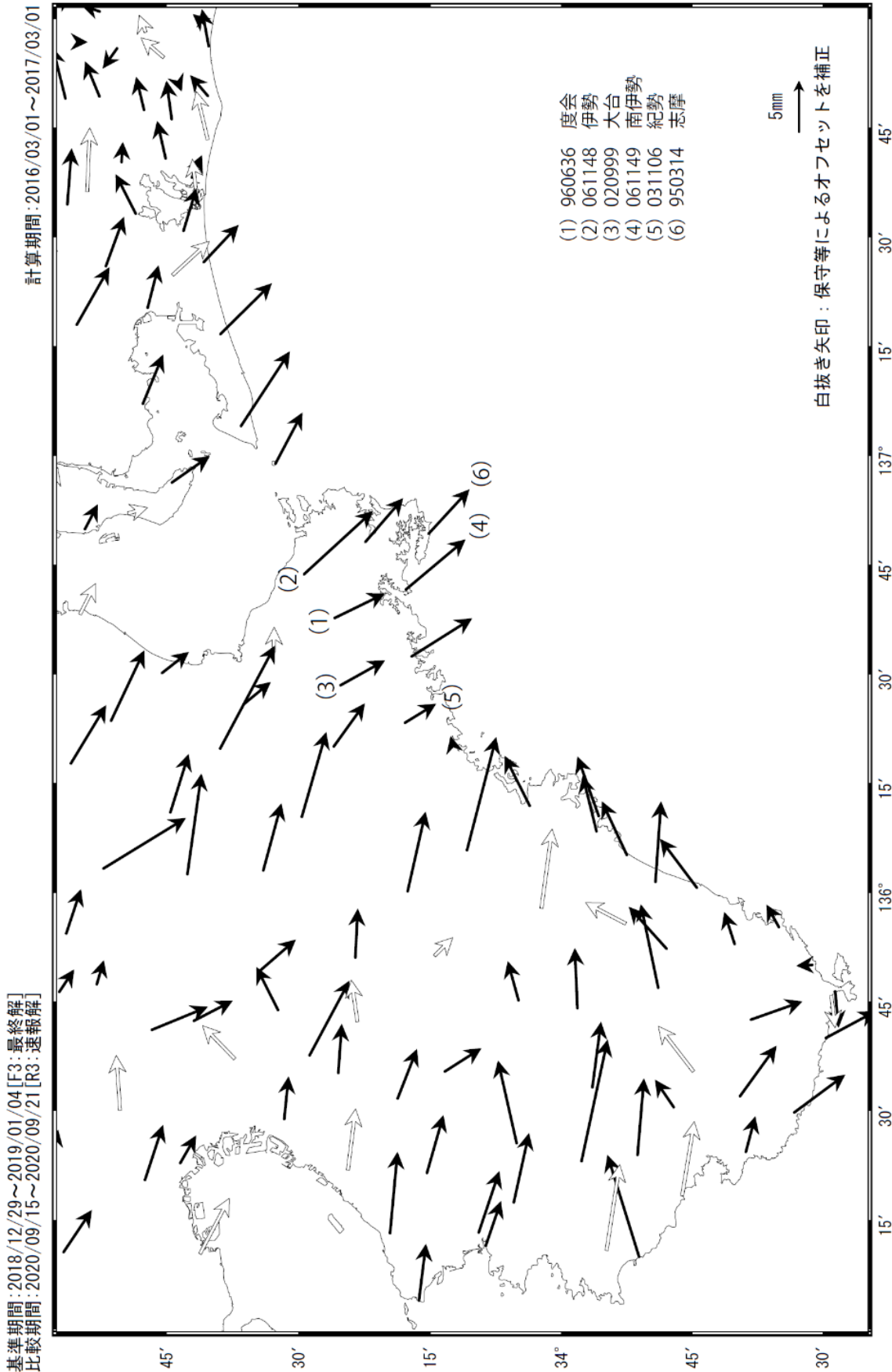


※短期的ゆっくりすべりの解析には、産業技術総合研究所及び防災科学技術研究所のデータを用いている。
 ※赤矩形の上に表示されている数字は解析されたMwを示す。
 ※青丸はエンベロープ相関法（防災科学技術研究所、東京大学地震研究所との共同研究による成果）で得られた低周波微動の震央を示す。

気象庁作成

（国土地理院による GNSS 解析）

志摩半島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）

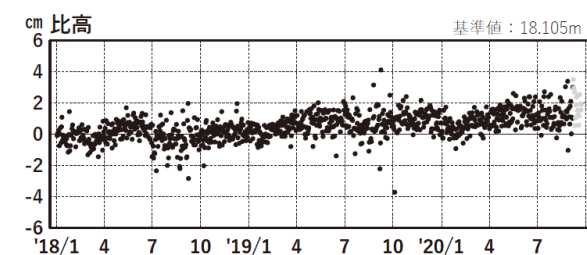
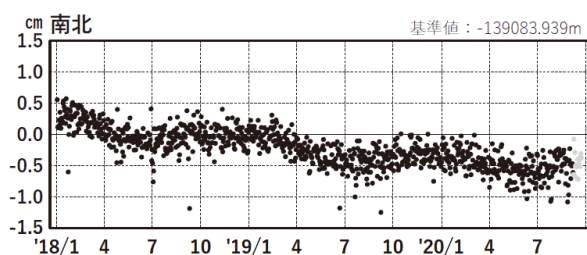
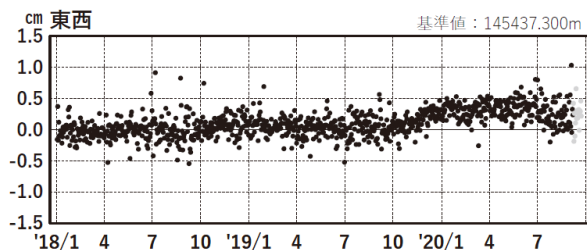


志摩半島 G N S S 連続観測時系列（1）
1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

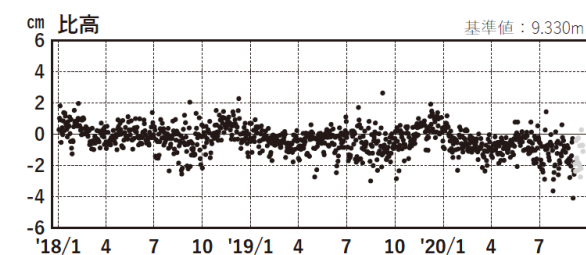
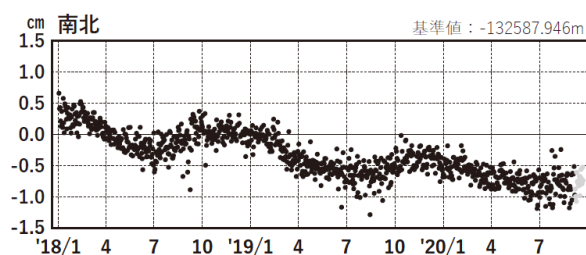
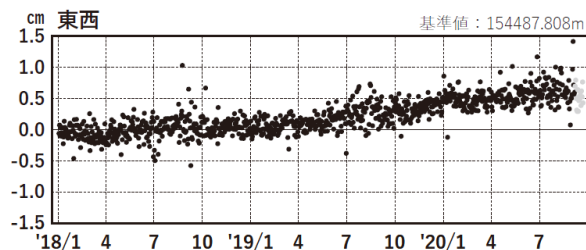
期間: 2018/01/01~2020/09/21 JST

計算期間: 2016/03/01~2017/03/01

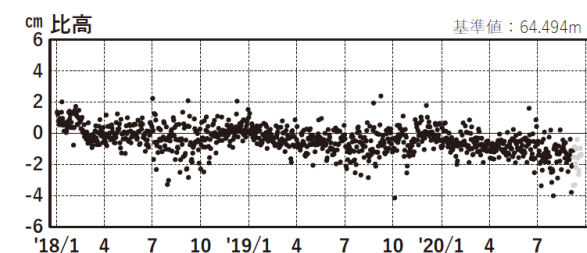
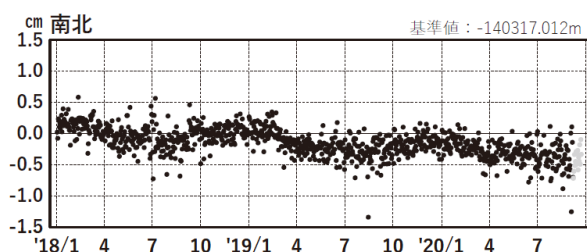
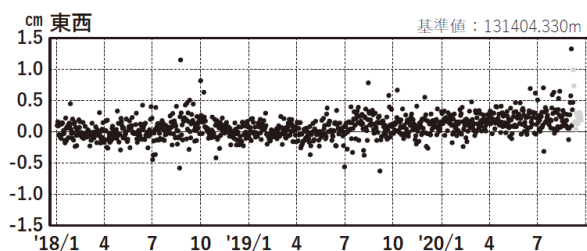
(1) 網野(960640)→一度会(960636)



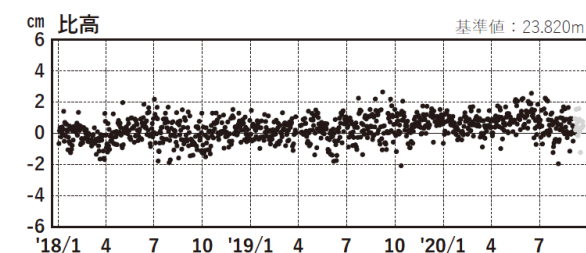
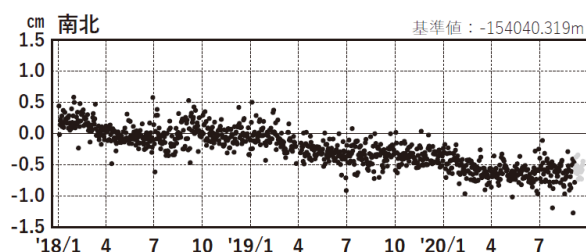
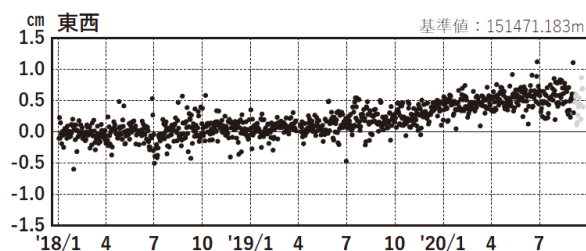
(2) 網野(960640)→伊勢(061148)



(3) 網野(960640)→大台(020999)



(4) 網野(960640)→南伊勢(061149)



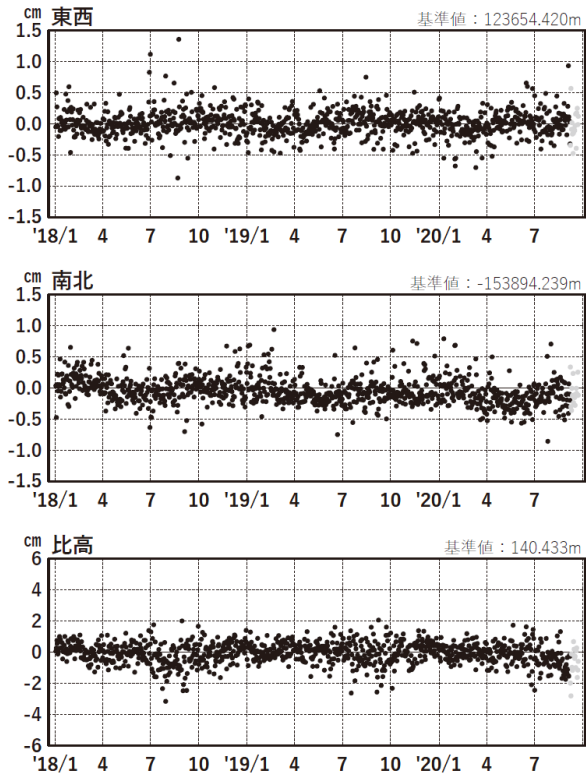
●---[F3:最終解] ●---[R3:速報解]

志摩半島 G N S S連続観測時系列（2）
1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

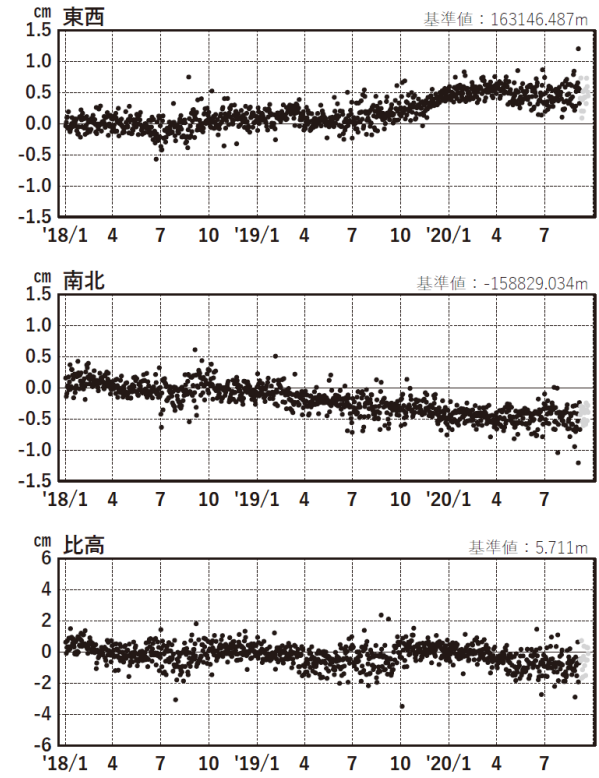
期間：2018/01/01～2020/09/21 JST

計算期間：2016/03/01～2017/03/01

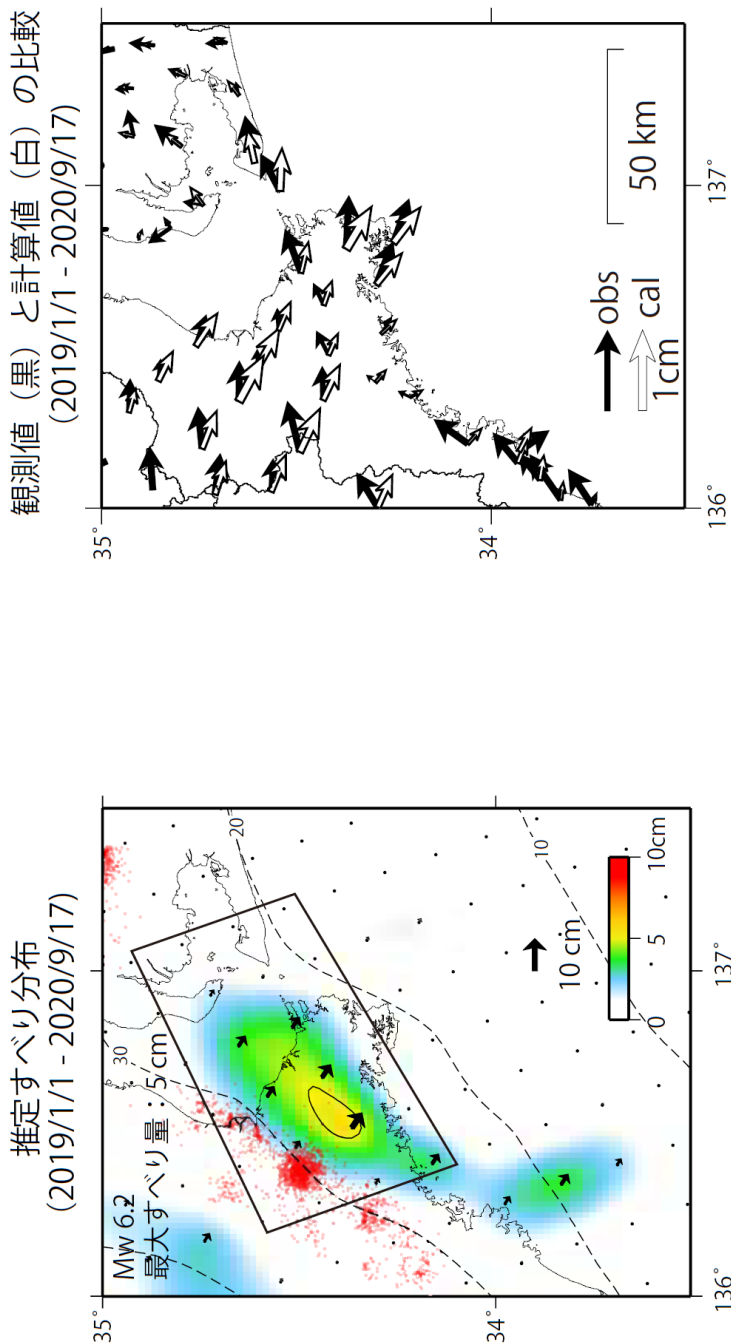
(5) 網野(960640)→紀勢(031106)



(6) 網野(960640)→志摩(950314)



GNSSデータから推定された
志摩半島の長期的ゆっくりすべり（暫定）



使用データ：F3解 (2018/1/1 - 2020/9/5) + R3解 (2020/9/6 - 2020/9/17) ※電子基準点の保守等による変動は補正済み
 トレンド期間：2016/3/1 - 2017/3/1 (年周・半年周成分は2017/1/1 - 2020/9/17のデータで補正)

モーメント計算範囲：左図の黒枠内側

観測値：3日間の平均値をカルマンフィルタで平滑化した値

黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線 (弘瀬・他、2007)

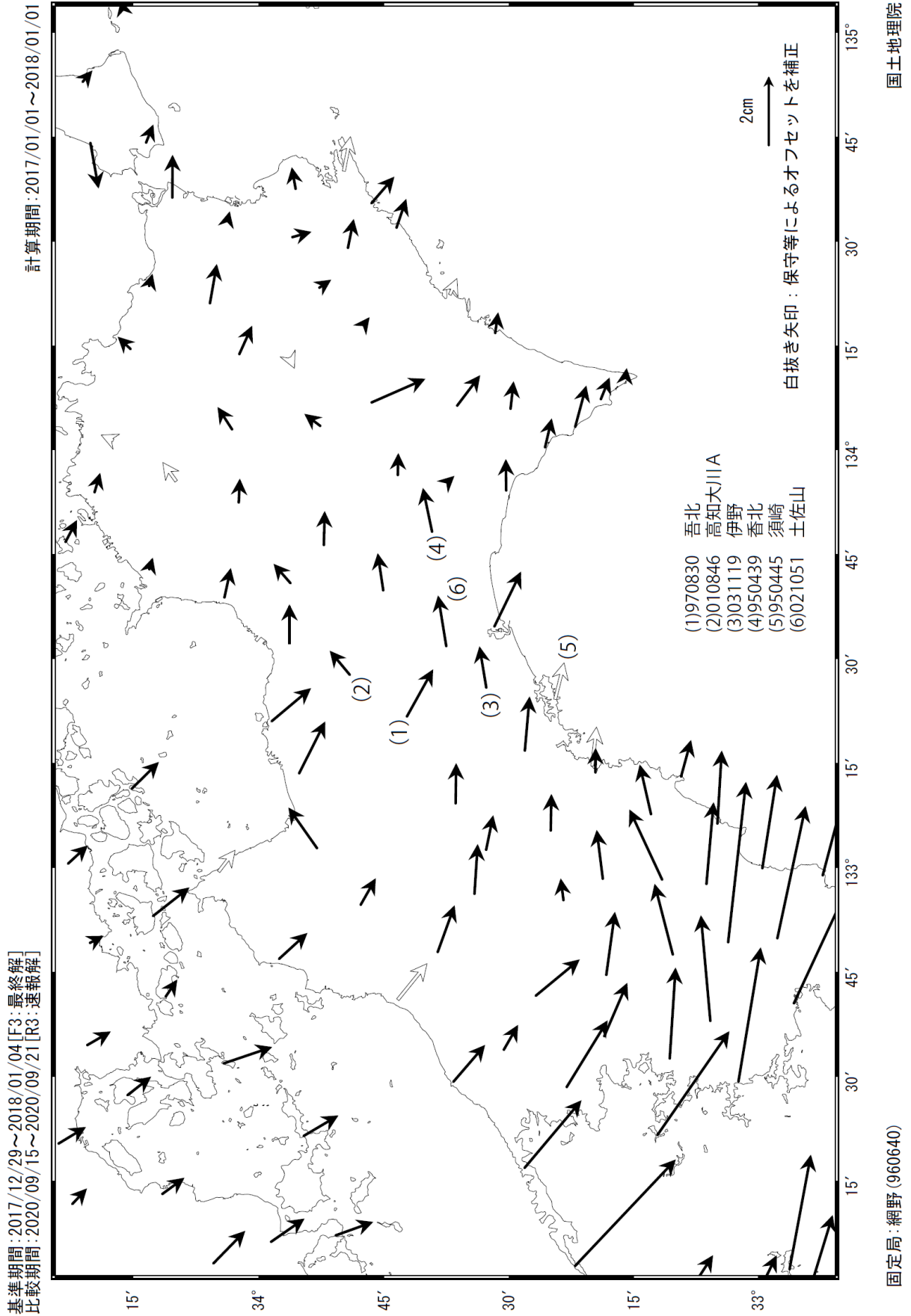
すべり方向：プレートの沈み込み方向と平行な方向に拘束

赤丸：低周波地震 (気象庁一元化震源)

固定局：網野

（国土地理院による GNSS 解析）

四国中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)

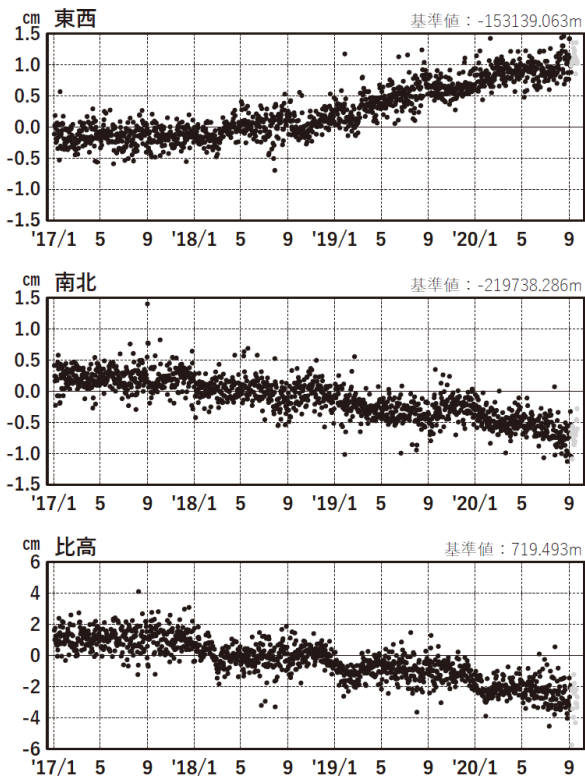


四国中部 G N S S連続観測時系列（1）
1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

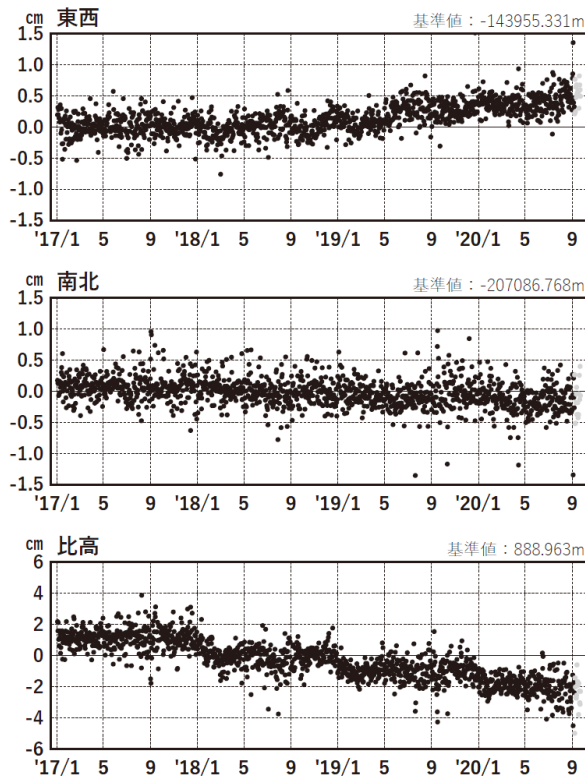
期間：2017/01/01～2020/09/21 JST

計算期間：2017/01/01～2018/01/01

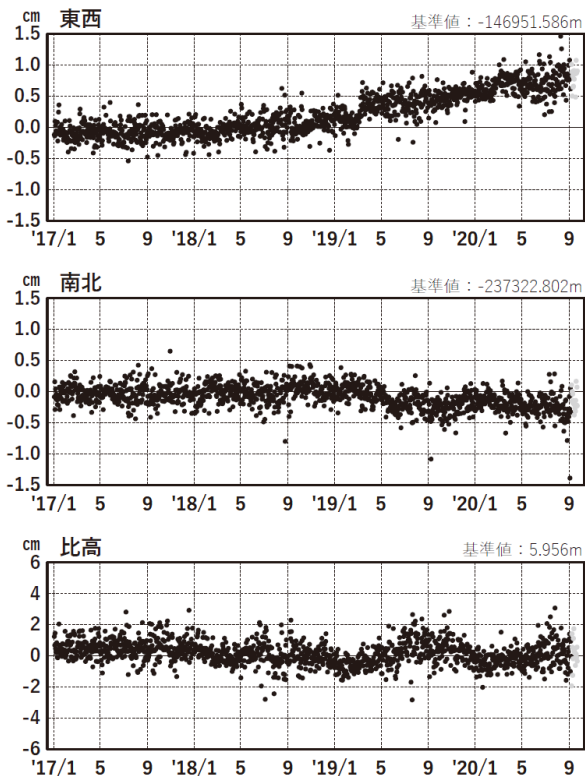
(1) 網野(960640)→吾北(970830)



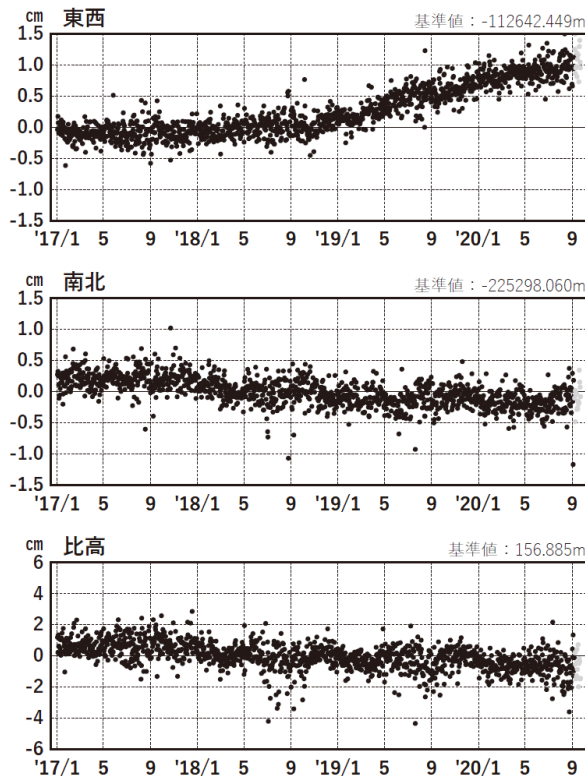
(2) 網野(960640)→高知大川A(010846)



(3) 網野(960640)→伊野(031119)



(4) 網野(960640)→香北(950439)



●---[F3:最終解] ●---[R3:速報解]

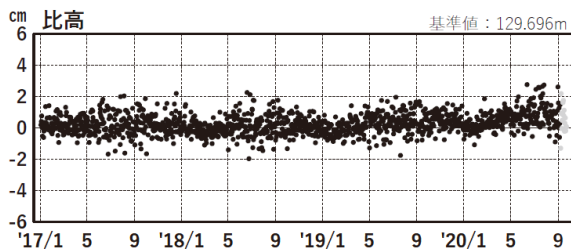
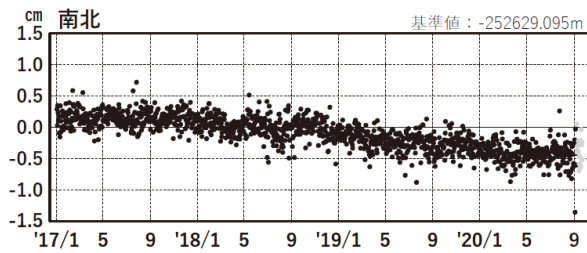
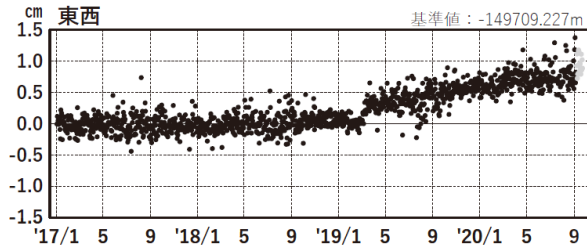
国土地理院

四国中部 G N S S 連続観測時系列（2）
1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

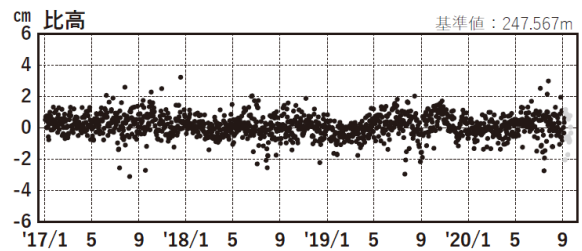
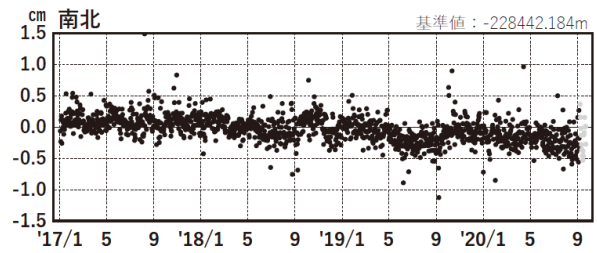
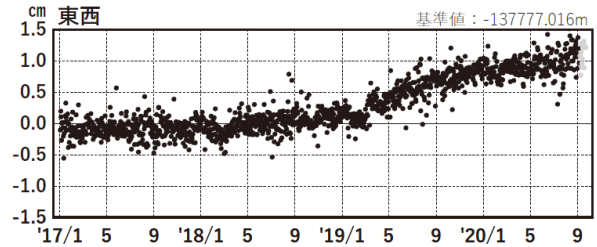
期間: 2017/01/01~2020/9/21 JST

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01

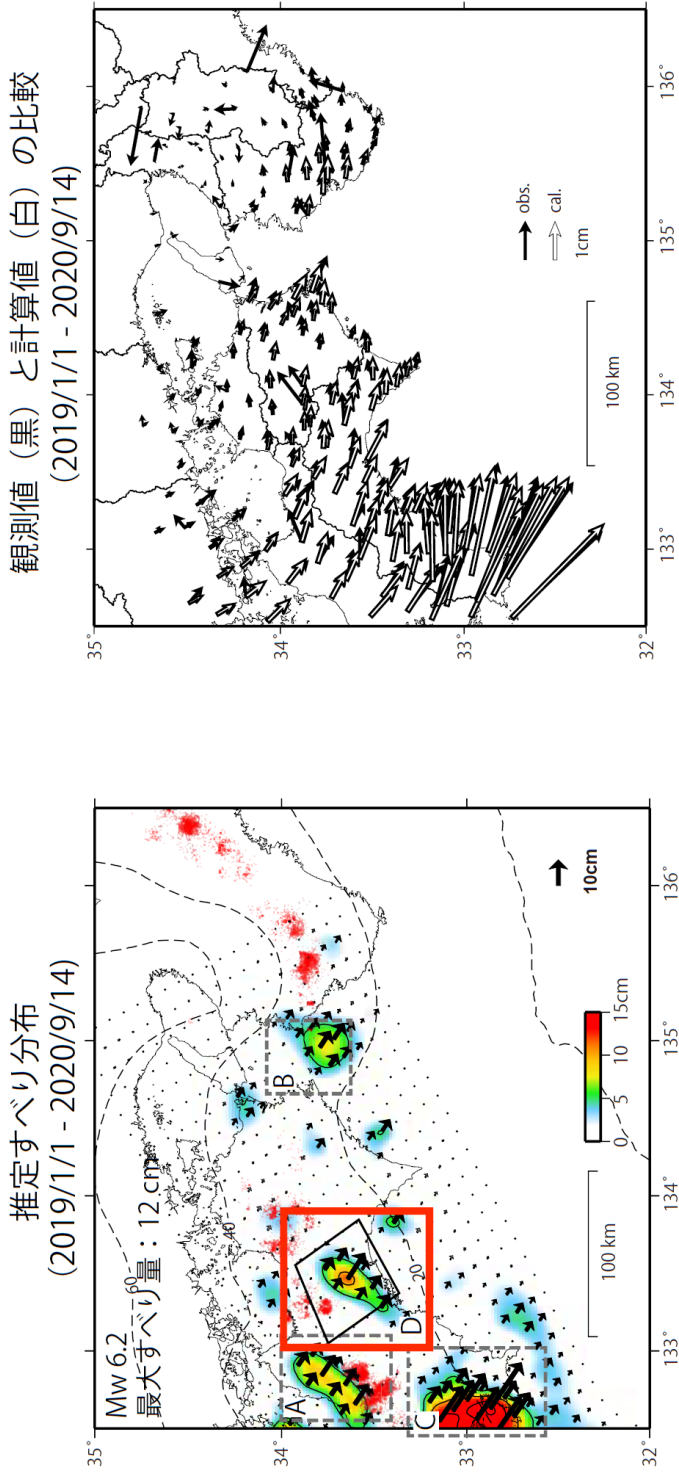
(5) 網野(960640)ー須崎(950445)



(6) 網野(960640)ー土佐山(021051)



GNSSデータから推定された
四国中部の長期的ゆっくりすべり（暫定）



- A 四国西部の短期的ゆっくりすべり
- B 紀伊水道の長期的ゆっくりすべり
- C 豊後水道の長期的ゆっくりすべり
- D **四国中部の長期的ゆっくりすべり**

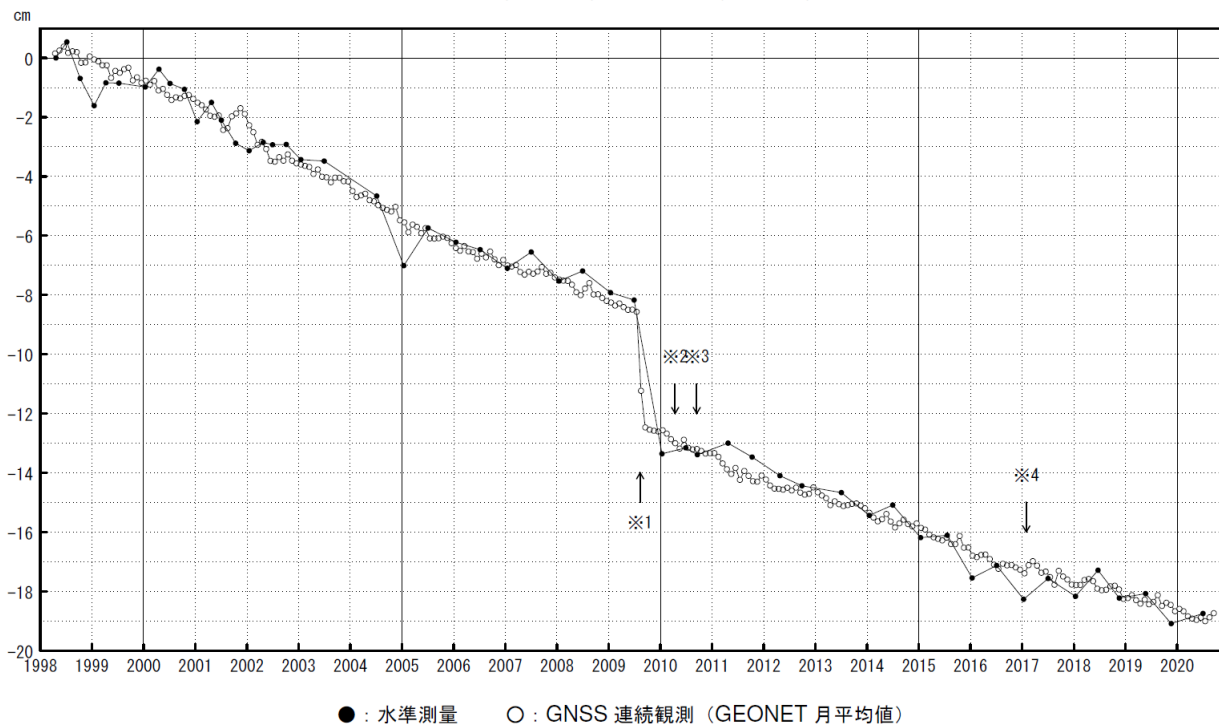
使用データ：F3解 (2019/1/1 - 2020/9/5) + R3解 (2020/9/6 - 2020/9/14) ※電子基準点の保守等による変動は補正済み
 トレンド期間：2017/1/1 - 2018/1/1 (年周・半年周成分は2017/1/1 - 2020/9/14のデータで補正)
 モーメント計算範囲：左図の黒枠内側
 観測値：3日間の平均値をカルマンフィルターで平滑化した値
 黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線(弘瀬・他、2007)
 すべり方向：プレートの沈み込み方向と平行な方向に拘束
 赤丸：低周波地震(気象庁一元化震源)
 固定局：網野

御前崎 電子基準点の上下変動

水準測量と GNSS 連続観測

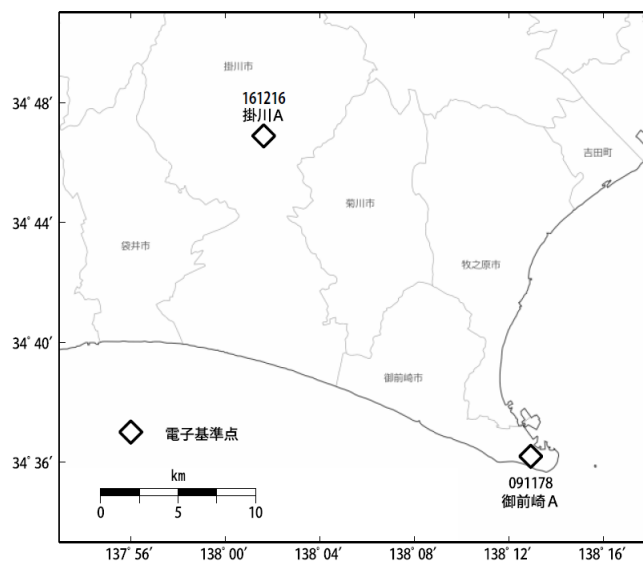
掛川に対して、御前崎が沈降する長期的な傾向が続いている。

掛川 A (161216) - 御前崎 A (091178)



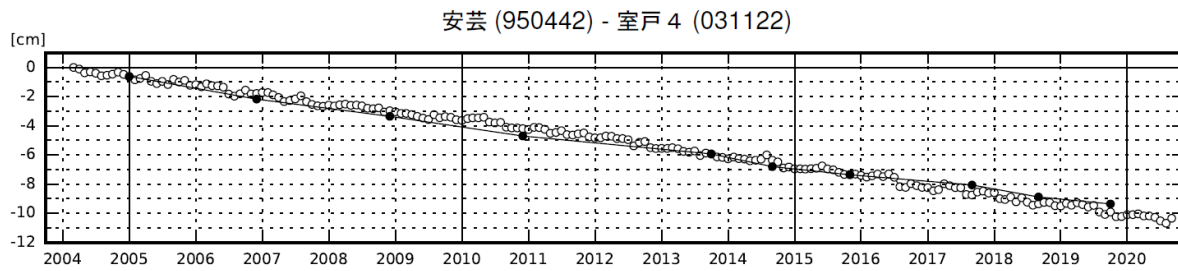
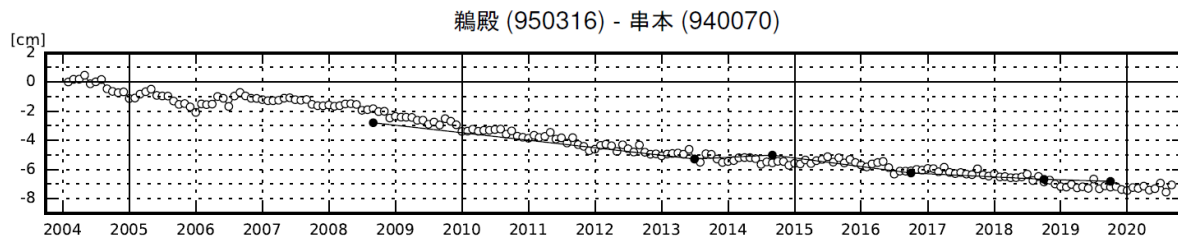
・ 最新のプロット点は 09/01～09/05 の平均。

- ※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。



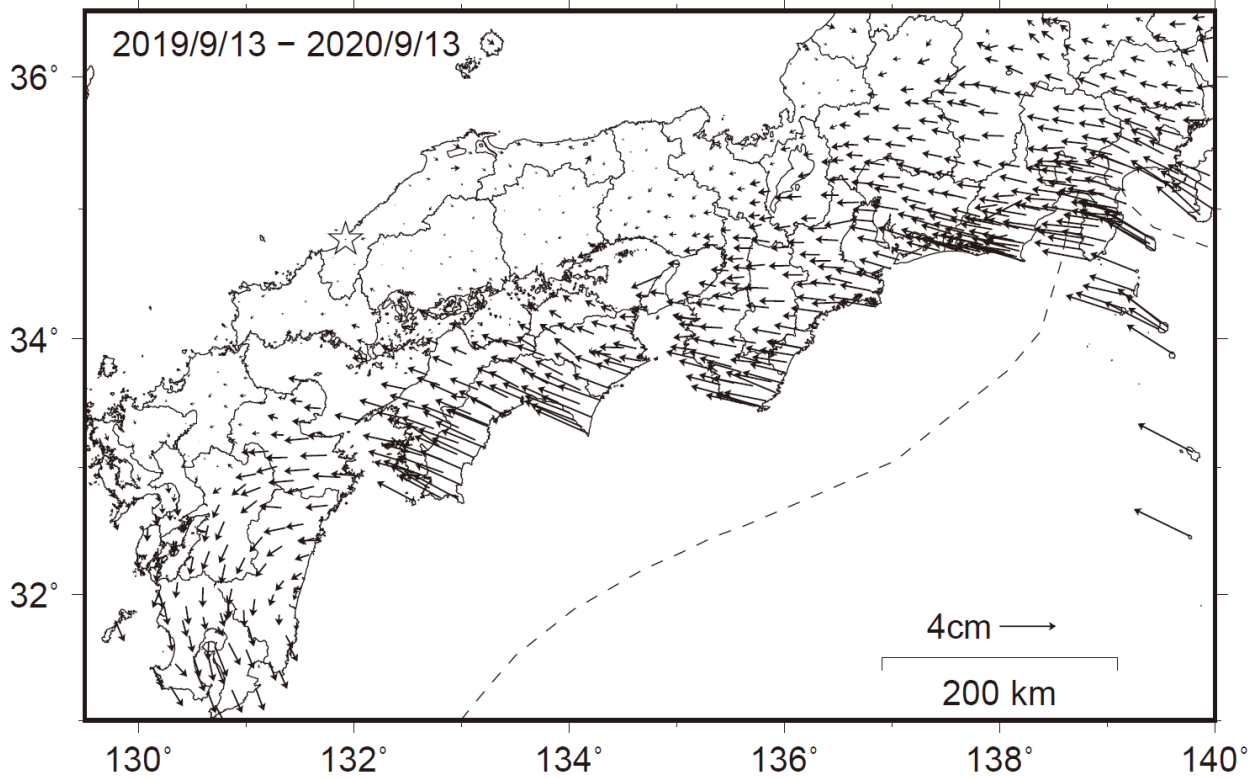
● : 水準測量 ○ : GNSS 連続観測 (GEONET 月平均値)

- ・ 最新のプロット点は 9/1~9/5 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。

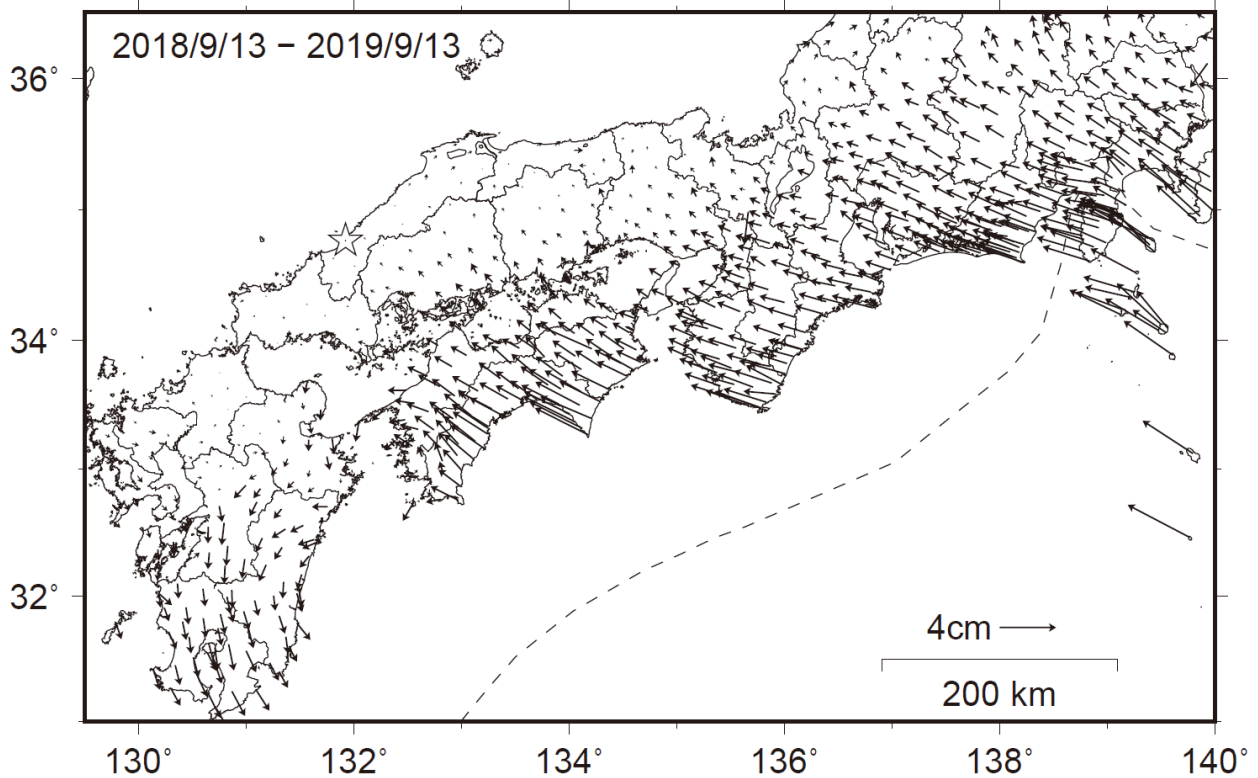


南海トラフ沿いの水平地殻変動【固定局：三隅】

【最近1年間】



【1年前の1年間】



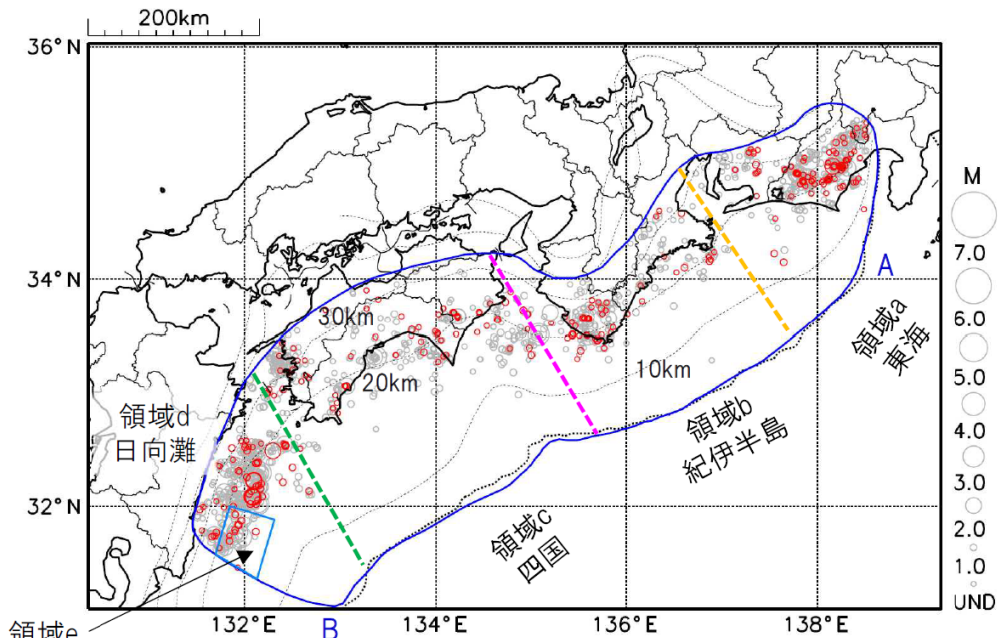
・各日付 ± 6日の計 13日間の変動量の中央値をとり、その差から1年間の変動量を表示している。

プレート境界とその周辺の地震活動

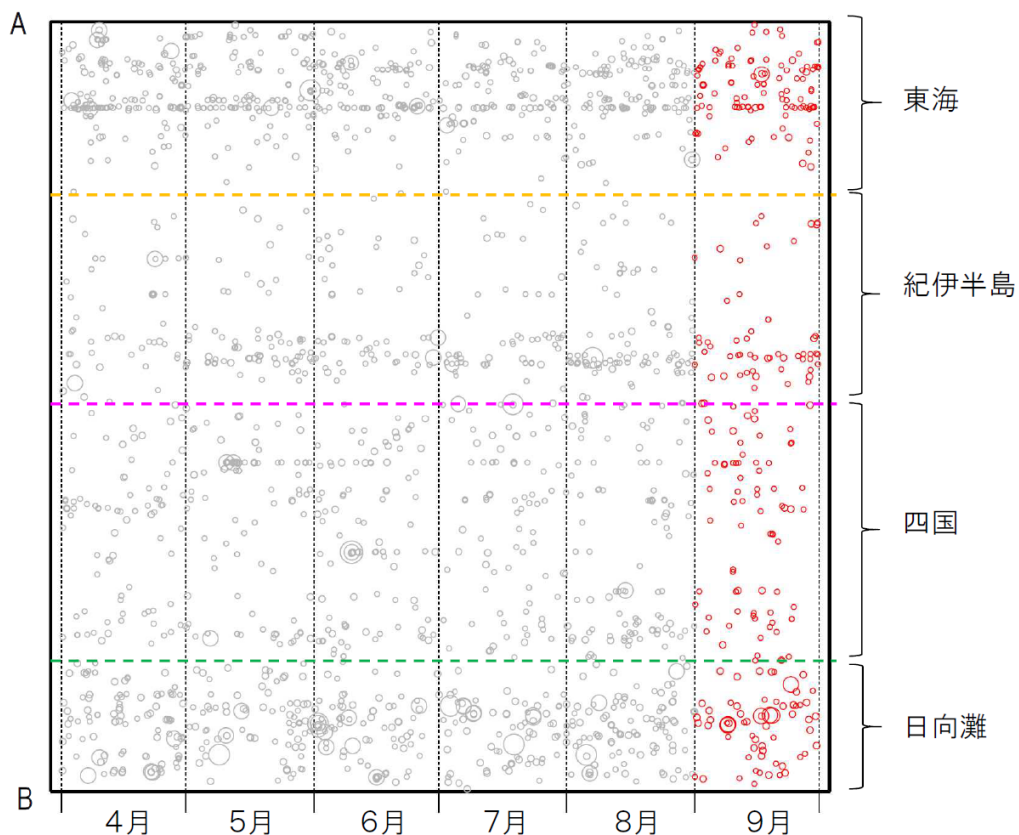
フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。
日向灘の領域e内のみ、深さ20km～30kmの地震を追加している。

震央分布図

(2020年4月1日～2020年9月30日、M全て、2020年9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)



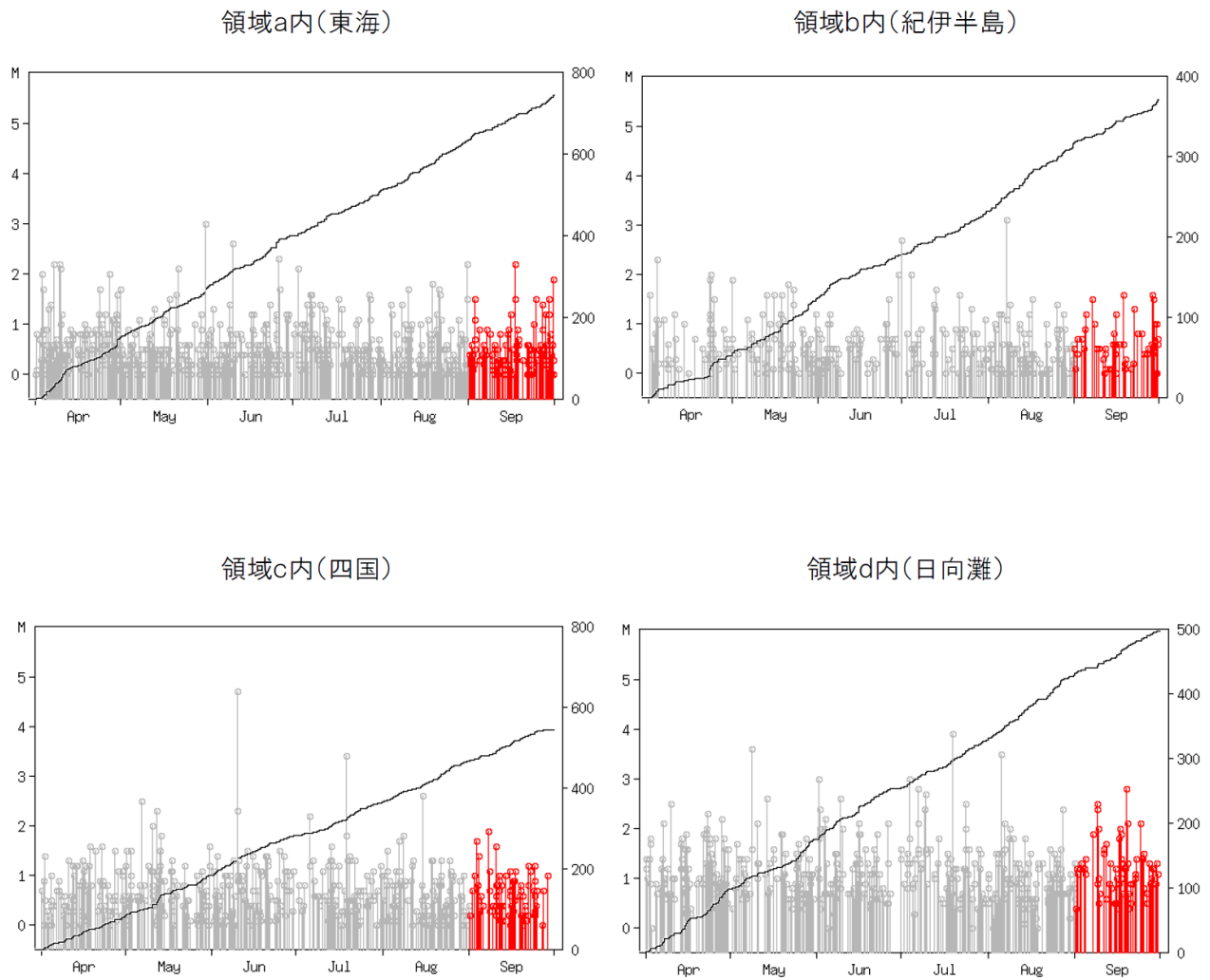
- ・フィリピン海プレート上面の深さは、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)による。震央分布図中の点線は10kmごとの等深線を示す。
- ・今期間の地震のうち、M3.2以上の地震で想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震に吹き出しを付している。吹き出しの右下の数値は、フィリピン海プレート上面の深さからの差(+は浅い、-は深い)を示す。
- ・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

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

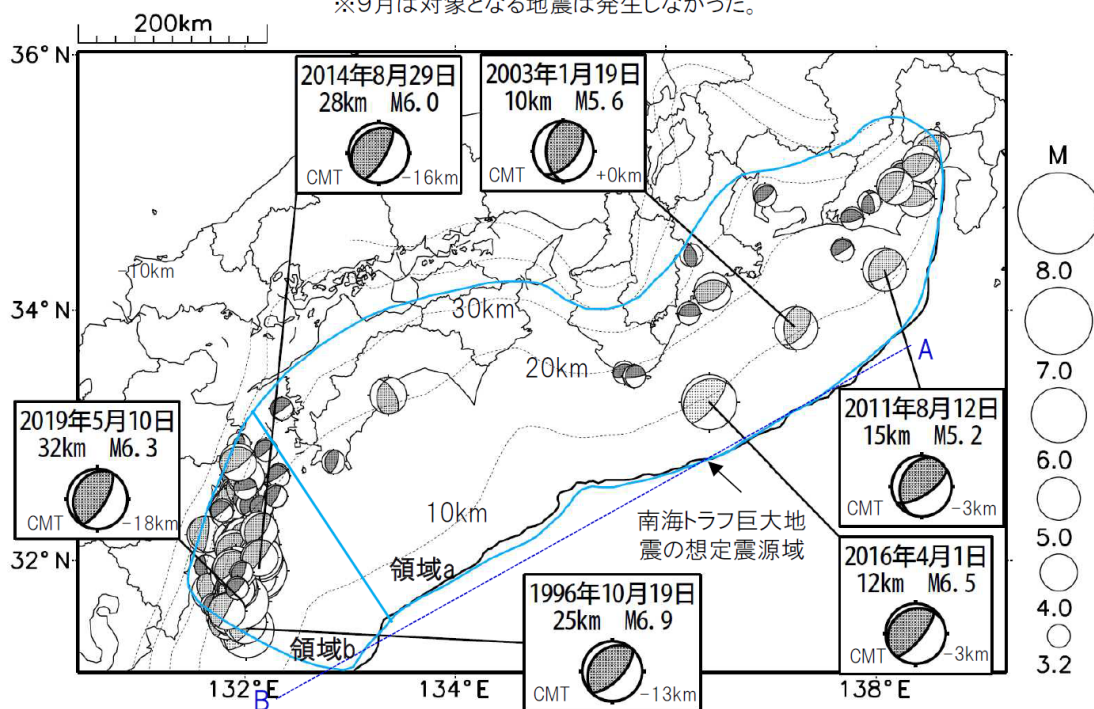


※M全ての地震を表示していることから、検知能力未満の地震も表示しているため、回数積算図は参考として表記している。

想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震

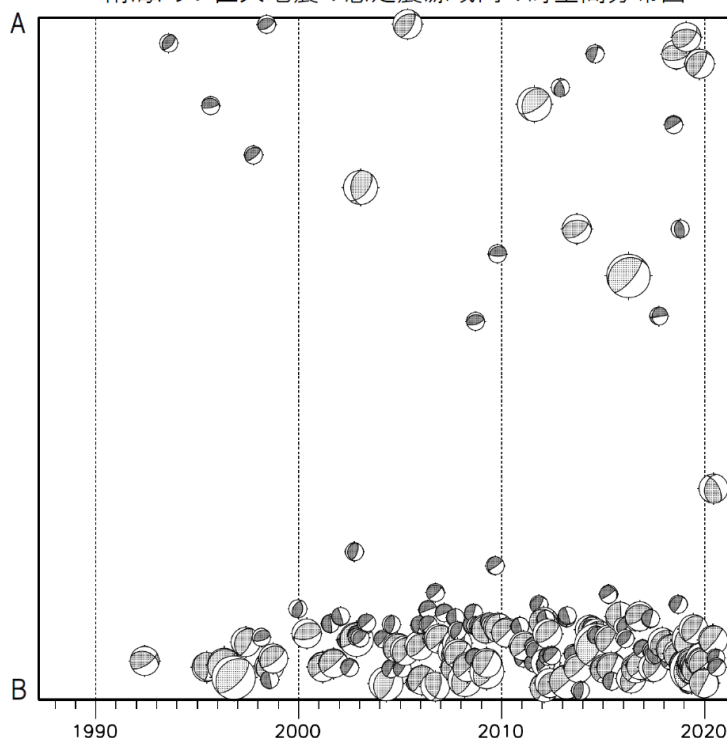
震央分布図(1987年9月1日～2020年9月30日、M \geq 3.2、2020年9月の地震を赤く表示)

※9月は対象となる地震は発生しなかった。



- ・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。

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

2020年9月30日

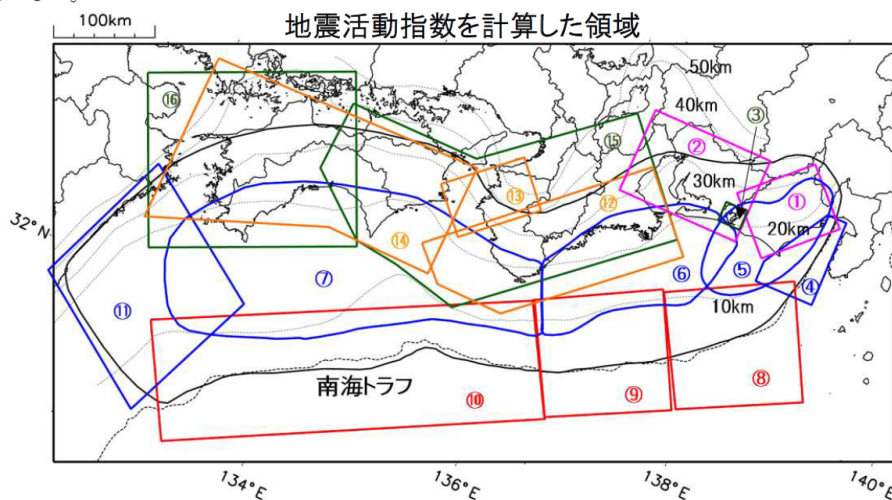
領域	①静岡県 中西部		②愛知県		③浜名湖 周辺	④駿河 湾	⑤東海	⑥東南 海	⑦南海
	地	プ	地	プ	プ	全	全	全	全
地震活動指数	4	4	2	7	6	4	6	3	6
平均回数	16.5	18.5	26.6	13.7	13.4	13.2	18.3	19.5	21.3
MLきい値	1.1		1.1		1.1	1.4	1.5	2.0	2.0
クラスタ 除去	距離		3km		3km	10km	10km	10km	10km
	日数		7日		7日	10日	10日	10日	10日
対象期間	60日	90日	60日	30日	360日	180日	90日	360日	90日
深さ	0～ 30km	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	全	全	地	地	地	プ	プ	
地震活動指数	6	3	4	3	1	4	5	0	
平均回数	12.2	14.9	20.6	22.8	41.9	30.4	27.7	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1月31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	
6	10	やや多い
5	15	
4	40	ほぼ平常
3	15	
2	10	やや少ない
1	4	
0	1	少ない

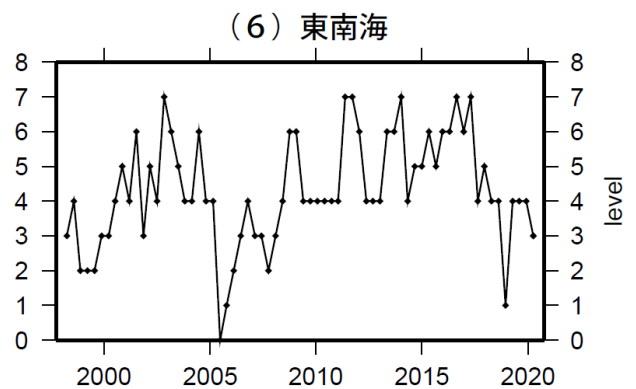
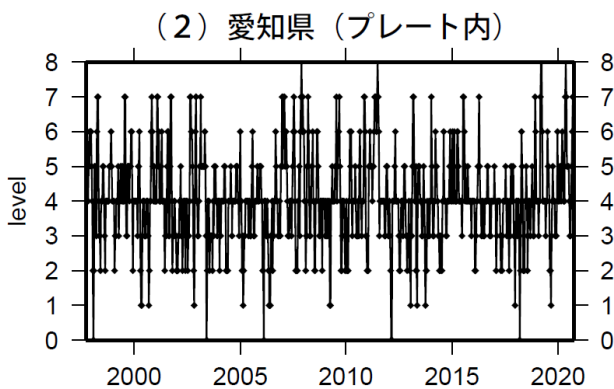
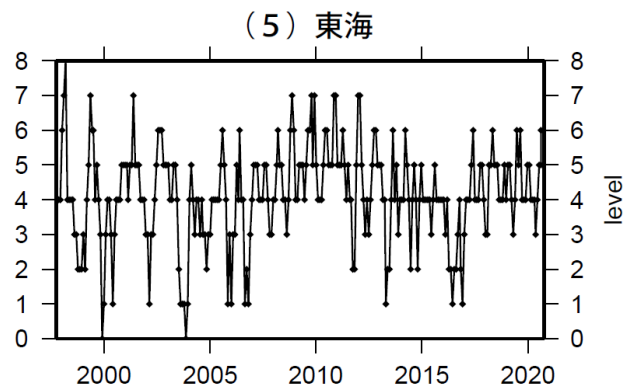
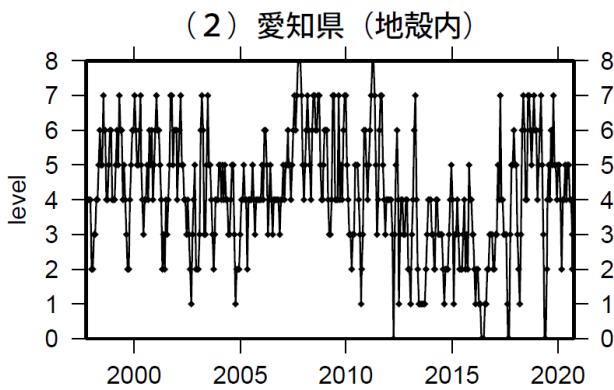
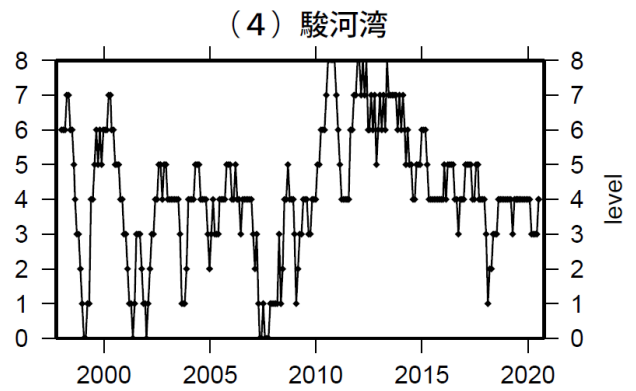
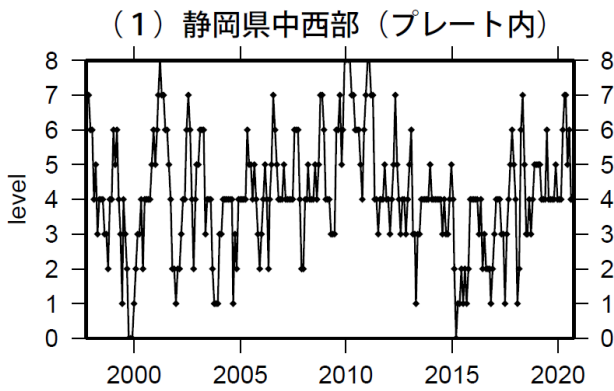
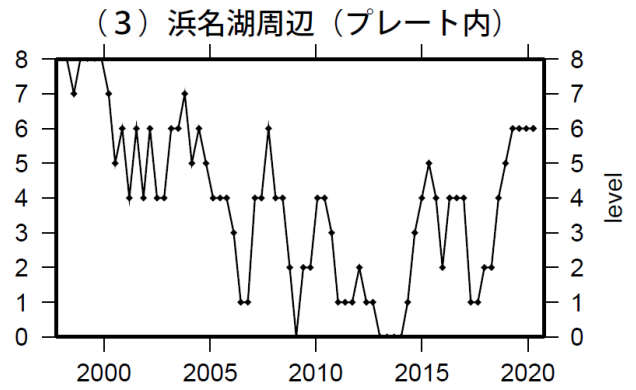
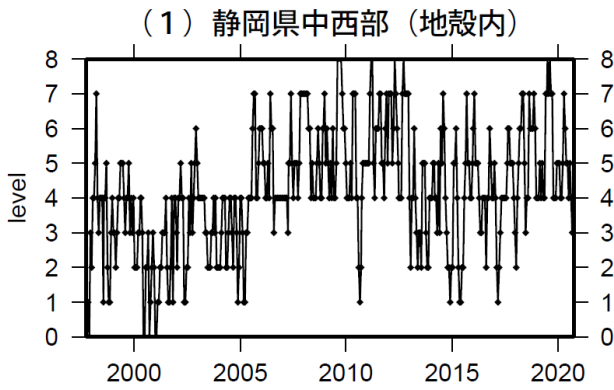
* 黒色実線は、南海トラフ巨大地震の想定震源域を示す。

* 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

2020年09月30日



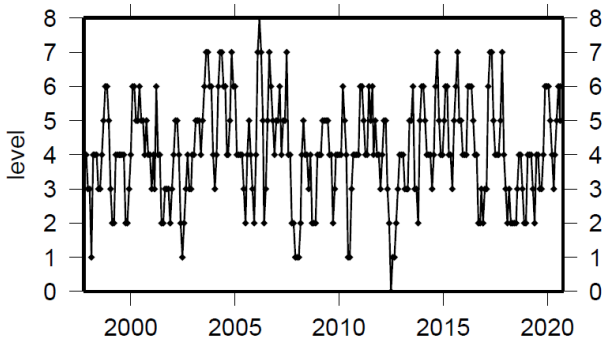
活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率 (%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数		少	←	平常	→		多		

気象庁作成

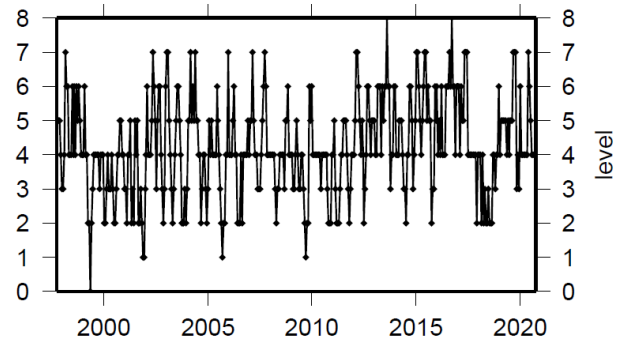
地震活動指数一覧

2020年09月30日

(7) 南海



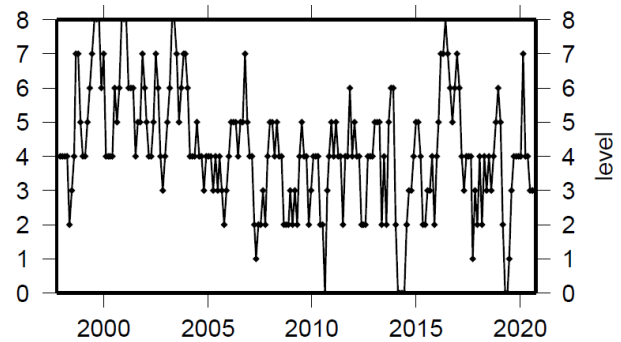
(11) 日向灘



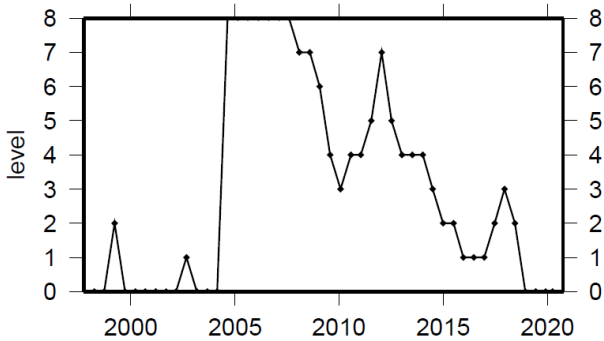
(8) 南海トラフ沿い（東側）



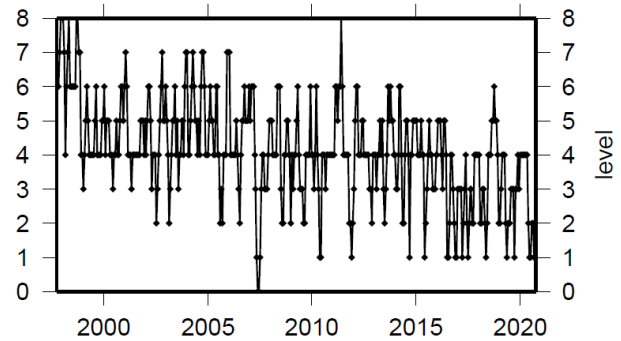
(12) 紀伊半島（地殻内）



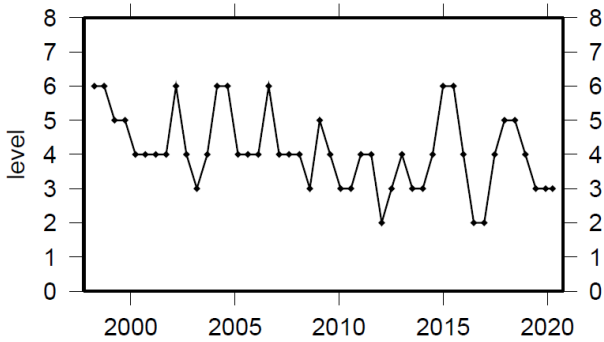
(9) 南海トラフ沿い（三重県沖）



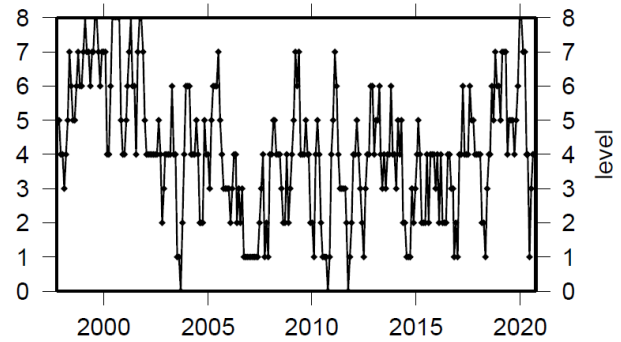
(13) 和歌山（地殻内）



(10) 南海トラフ沿い（西側）



(14) 四国（地殻内）



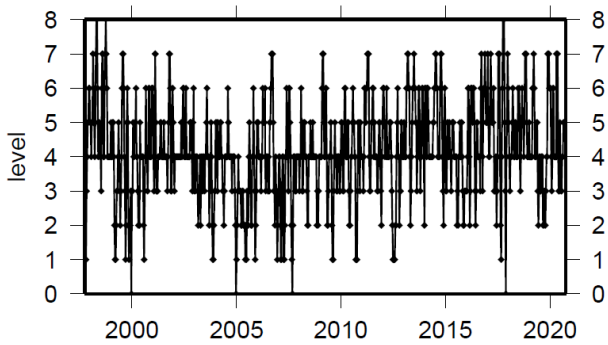
活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率 (%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数	少	←	←	←	←	←	←	←	多

気象庁作成

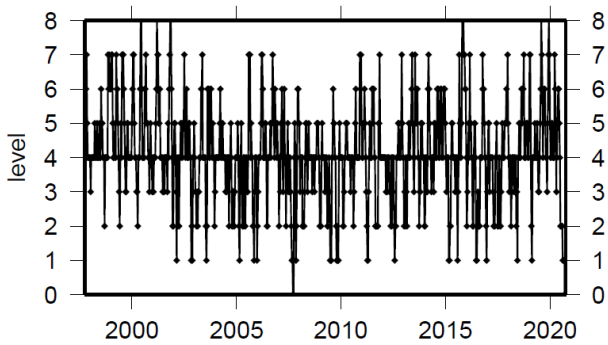
地震活動指数一覧

2020年09月30日

(15) 紀伊半島（プレート内）



(16) 四国（プレート内）



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	←		平常	→		多		