

南海トラフ地震関連解説情報について

—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。

(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。

1. 地震の観測状況

(顕著な地震活動に関係する現象)

11月1日05時35分に和歌山県南方沖の深さ20kmを震源とするM5.0の地震が発生しました。この地震は、発震機構が南北方向に圧力軸を持つ逆断層型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生しました。

12月3日09時28分に紀伊水道の深さ18kmを震源とするM5.4の地震が発生しました。この地震は、発震機構が北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、地殻内で発生しました。

(ゆっくりすべりに関係する現象)

プレート境界付近を震源とする深部低周波地震(微動)のうち、主なものは以下のとおりです。

- (1) 東海：11月2日から5日
- (2) 四国西部：11月3日から9日
- (3) 紀伊半島北部から紀伊半島中部：11月4日から16日
- (4) 紀伊半島西部：11月18日から23日
- (5) 紀伊半島北部：11月27日から継続中

2. 地殻変動の観測状況

(ゆっくりすべりに関係する現象)

上記(1)~(5)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。周辺の傾斜データでも、わずかな変化が見られています。

GNS観測によると、2019年春頃から四国中部でそれまでの傾向とは異なる地殻変動が観測されています。また、2020年夏頃から紀伊半島西部・四国東部でそれまでの傾向とは異なる地殻変動が観測されています。加えて、2020年夏頃から九州南部で観測されている、それまでの傾向とは異なる地殻変動は、2021年春頃に鈍化したまま、現在もその状態が続いているように見えます。

(長期的な地殻変動)

GNS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。

3. 地殻活動の評価

(顕著な地震活動に関する現象)

11月1日に発生した和歌山県南方沖の地震は、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地震で、その規模から南海トラフ沿いのプレート間の固着状態の特段の変化を示すものではないと考えられます。

12月3日に発生した紀伊水道の地震は、地殻内で発生した地震で、その規模から南海トラフ沿いのプレート間の固着状態の特段の変化を示すものではないと考えられます。

(ゆっくりすべりに関係する現象)

上記(1)～(5)の深部低周波地震(微動)と地殻変動は、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ものと推定しています。

2019年春頃からの四国中部の地殻変動、2020年夏頃からの紀伊半島西部・四国東部及び九州南部での地殻変動は、それぞれ四国中部周辺、紀伊水道周辺及び日向灘南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。このうち、日向灘南部の長期的ゆっくりすべりは、2021年春頃に鈍化したまま、現在もその状態が続いています。

これらの深部低周波地震(微動)、短期的ゆっくりすべり、及び長期的ゆっくりすべりは、それぞれ、従来からも繰り返し観測されてきた現象です。

(長期的な地殻変動)

御前崎、潮岬及び室戸岬のそれぞれの周辺で見られる長期的な沈降傾向はフィリピン海プレートの沈み込みに伴うもので、その傾向に大きな変化はありません。

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ません。

以上を内容とする「南海トラフ地震関連解説情報」を本日17時00分に発表しました。

添付の説明資料は、気象庁、国土地理院、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。

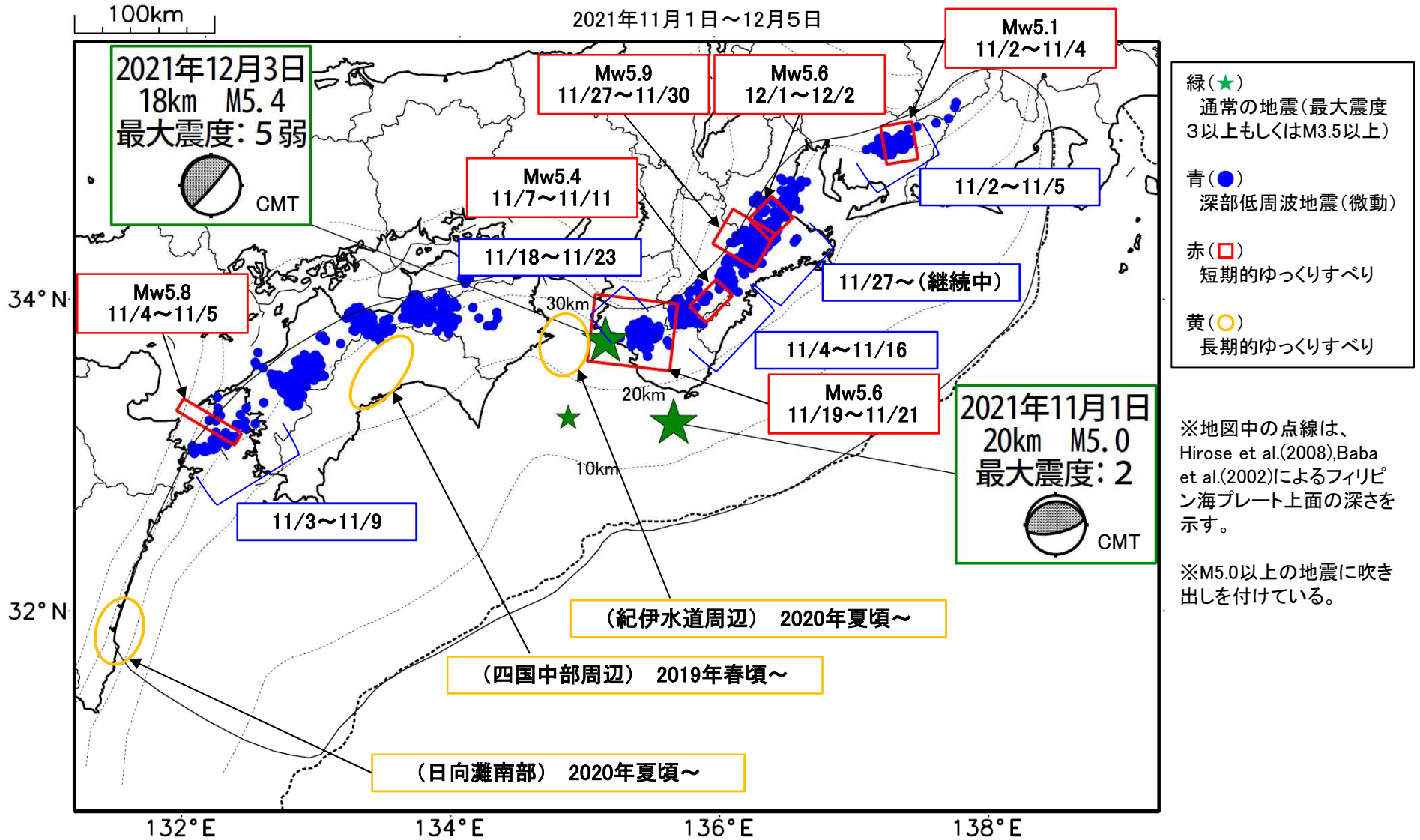
産業技術総合研究所の資料には、防災科学技術研究所及び気象庁のデータも使用。

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(令和3年11月8日)以降の調査結果を取りまとめたものです。なお、日時のデータなど、精査後修正することがあります。

問合せ先：地震火山部 地震火山技術・調査課 大規模地震調査室 担当 重野 電話 03-6758-3900 (内線 5244)

最近の南海トラフ周辺の地殻活動

2021年11月1日～12月5日



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、紀伊半島北部】気象庁の解析結果による。
 長期的ゆっくりすべり.....【紀伊半島北部から紀伊半島中部、紀伊半島西部、四国西部】産業技術総合研究所の解析結果による。
【四国中部周辺、紀伊水道周辺、日向灘南部】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。

令和3年11月1日～令和3年12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
11/1	05:35	和歌山県南方沖	20	5.0	2	フィリピン海プレートと陸のプレートの境界
11/23	20:30	四国沖	31	3.6	1	フィリピン海プレート内部
12/3	09:28	紀伊水道	18	5.4	5弱	地殻内

※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>11月5日 11月8日～17日 11月27日～12月2日</p> <p>■四国中部</p> <p>11月3日 11月19日 11月22日～24日 12月3日～（継続中）</p> <p>■四国西部</p> <p>10月30日～11月2日 11月3日～9日 . . . (2) 11月10日～13日 11月16日～26日 11月29日～12月1日 12月3日～（継続中）</p>	<p>■紀伊半島北部</p> <p>11月8日～16日 . . . (3) 11月27日～（継続中） . . . (5)</p> <p>■紀伊半島中部</p> <p>11月4日～10日 11月13日～14日 } . . . (3) 11月17日～18日</p> <p>■紀伊半島西部</p> <p>11月10日 11月13日 11月16日 11月18日～23日 . . . (4) 11月27日～28日 12月3日～（継続中）</p>	<p>11月2日～5日 . . . (1) 11月28日～29日 12月3日～4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。

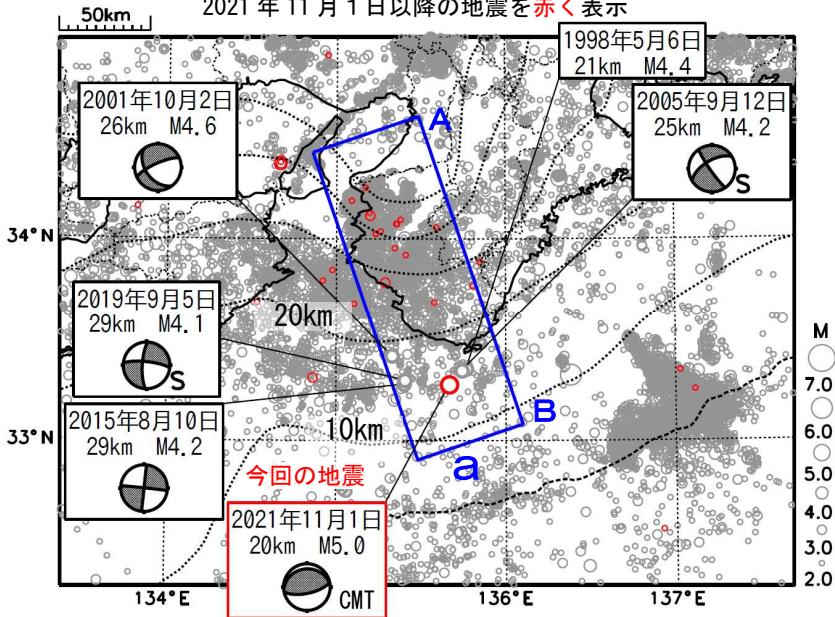
※ひずみ変化と同期して観測された深部低周波地震（微動）活動を**赤字**で示す。

※上の表中（1）～（5）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

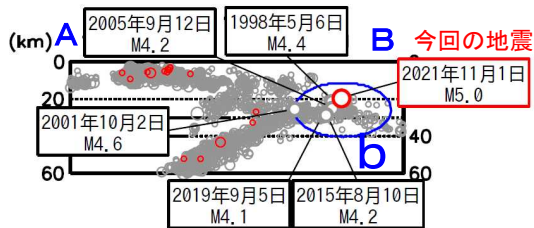
11月1日 和歌山県南方沖の地震

震央分布図
(1997年10月1日～2021年11月30日、
深さ0～60km、 $M \geq 2.0$)
2021年11月1日以降の地震を赤く表示

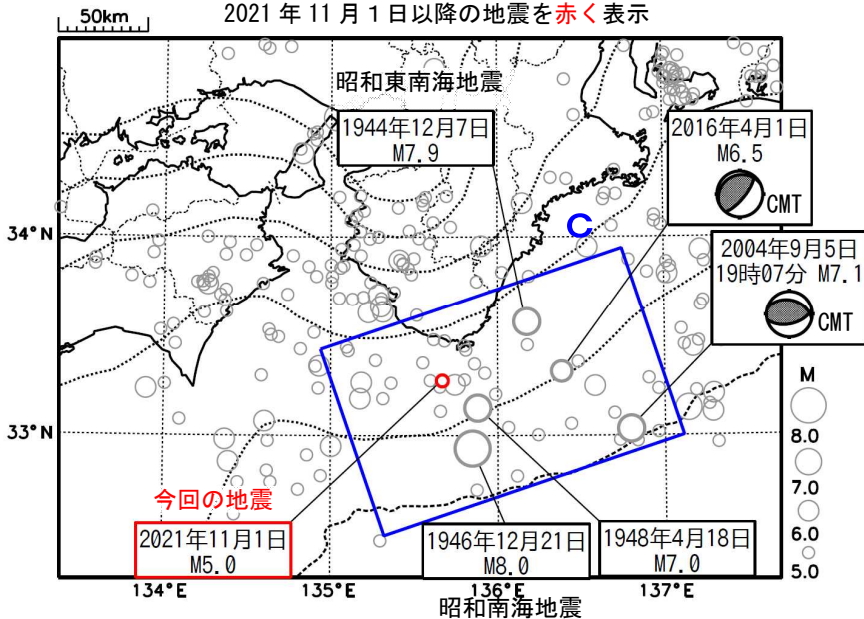


※ 発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

領域a内の断面図 (A-B投影)



震央分布図
(1919年1月1日～2021年11月30日、
深さ0～100km、 $M \geq 5.0$)
2021年11月1日以降の地震を赤く表示



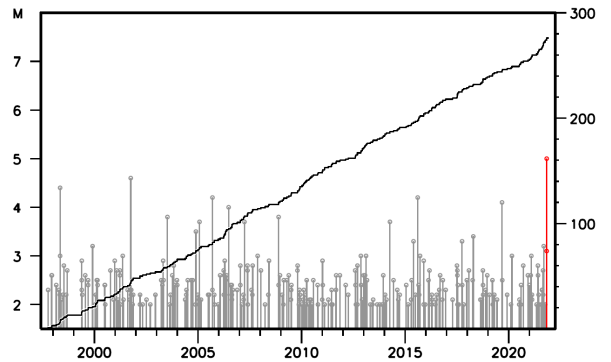
※ 震央分布図中の黒色の点線は、Hirose et al. (2008)、Baba et al. (2002)によるフィリピン海プレート上面のおよその深さを示す。

2021年11月1日05時35分に和歌山県南方沖の深さ20kmでM5.0の地震 (最大震度2) が発生した。この地震は、発震機構 (CMT解) が南北方向に圧力軸を持つ逆断層型で、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。

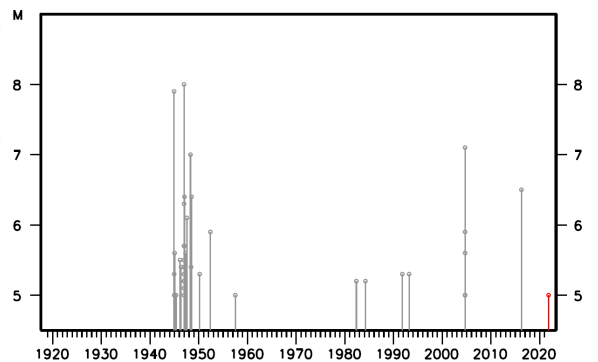
1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源周辺 (領域b) では、M4.0以上の地震が時々発生している。2001年10月2日にはM4.6の地震 (最大震度2) が発生した。

1919年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺 (領域c) では、1944年の昭和東南海地震 (M7.9) や1946年の昭和南海地震 (M8.0) が発生している。

領域b内のM-T図及び回数積算図

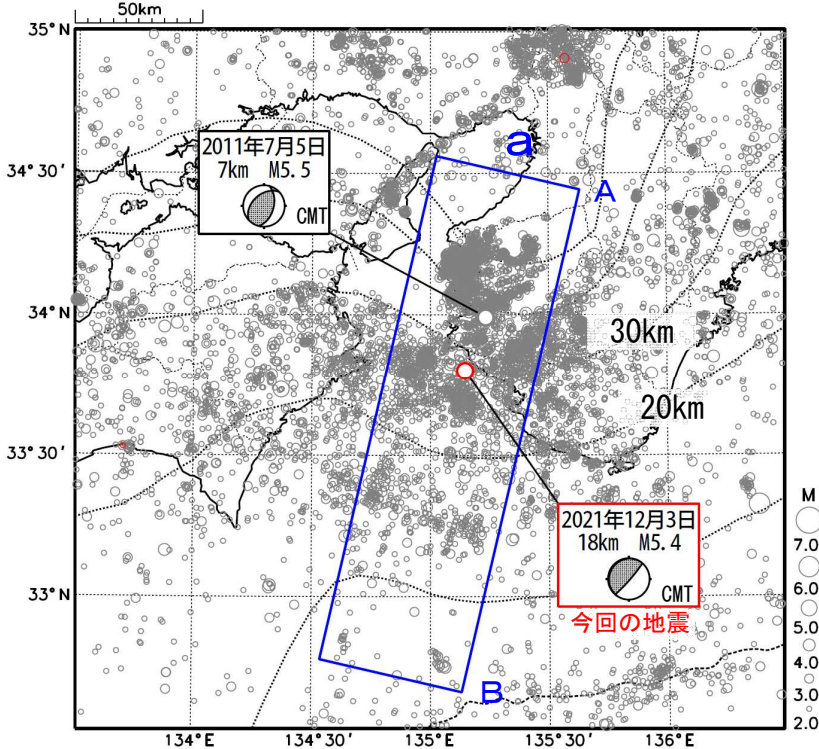


領域c内のM-T図



12月3日 紀伊水道の地震

震央分布図
(1997年10月1日～2021年12月4日、
深さ0～60km、 $M \geq 2.0$)
2021年12月3日以降の地震を赤く表示

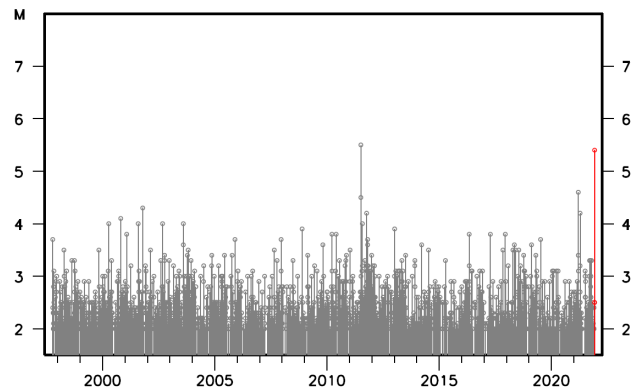


2021年12月3日09時28分に紀伊水道の深さ18kmでM5.4の地震(最大震度5弱)が発生した。この地震は、地殻内で発生した。発震機構(CMT解)は、北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。

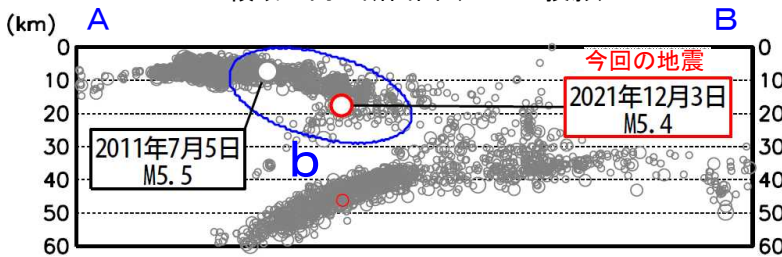
1997年10月以降の活動をみると、今回の地震の震源付近(領域b)ではM4.0以上の地震が時々発生している。そのうち、2011年7月5日にはM5.5の地震(最大震度5強)が発生している。

1919年以降の活動をみると、今回の地震の震央周辺(領域c)では、M5.5以上の地震が時々発生している。

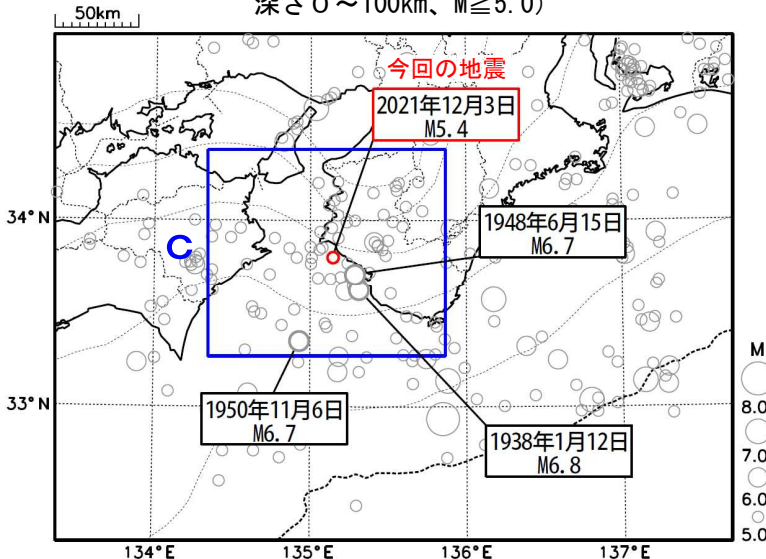
領域b内のM-T図



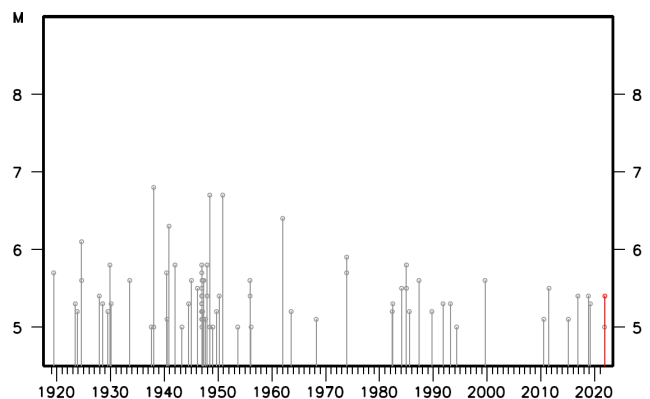
領域a内の断面図 (A-B投影)



震央分布図
(1919年1月1日～2021年12月4日、
深さ0～100km、 $M \geq 5.0$)



領域c内のM-T図

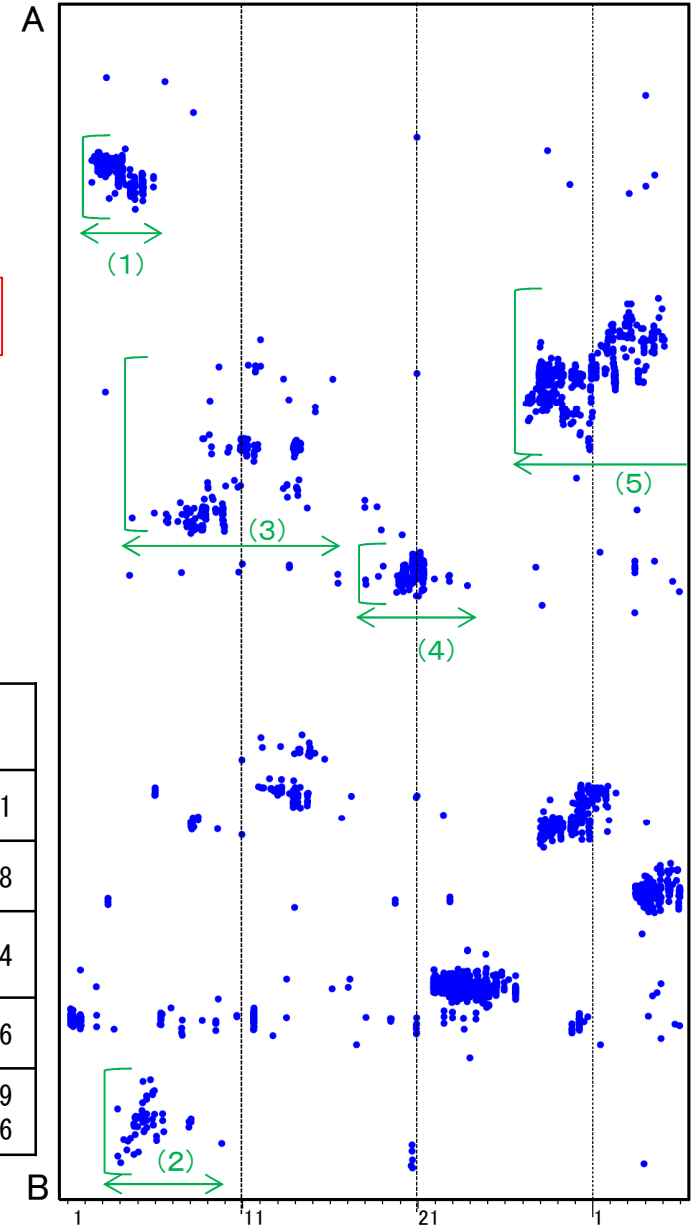
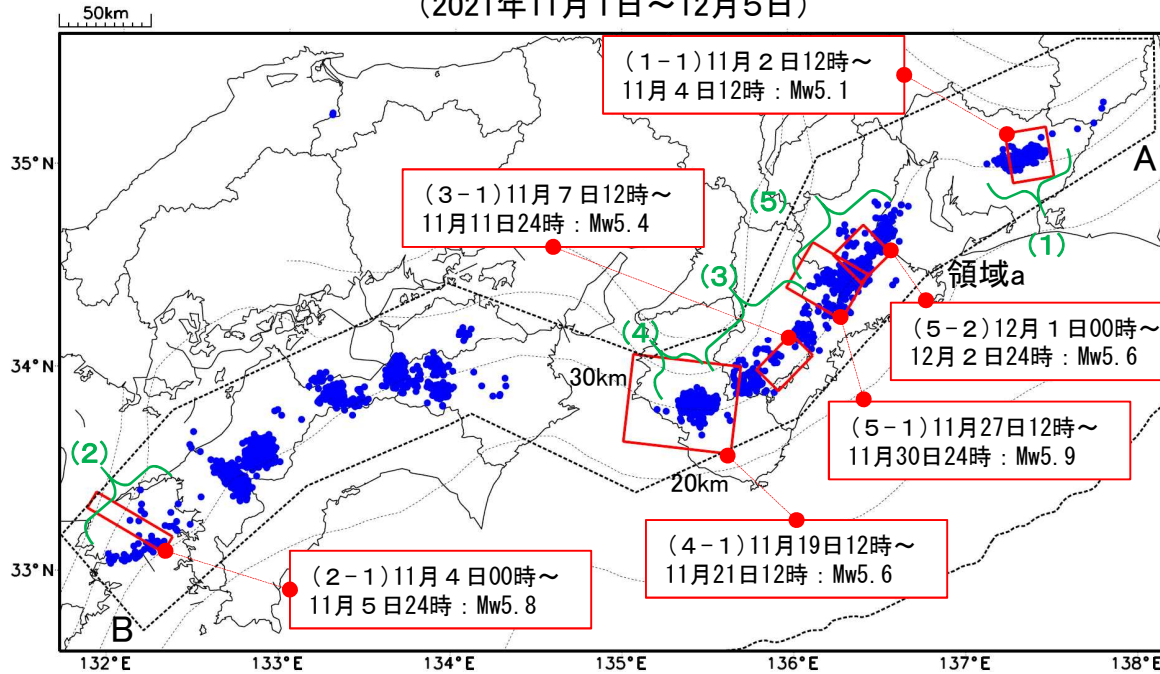


※ 震央分布図中の黒色の点線は、Hirose et al. (2008)、Baba et al. (2002)によるフィリピン海プレート上面のおおよその深さを示す。

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
(2021年11月1日~12月5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

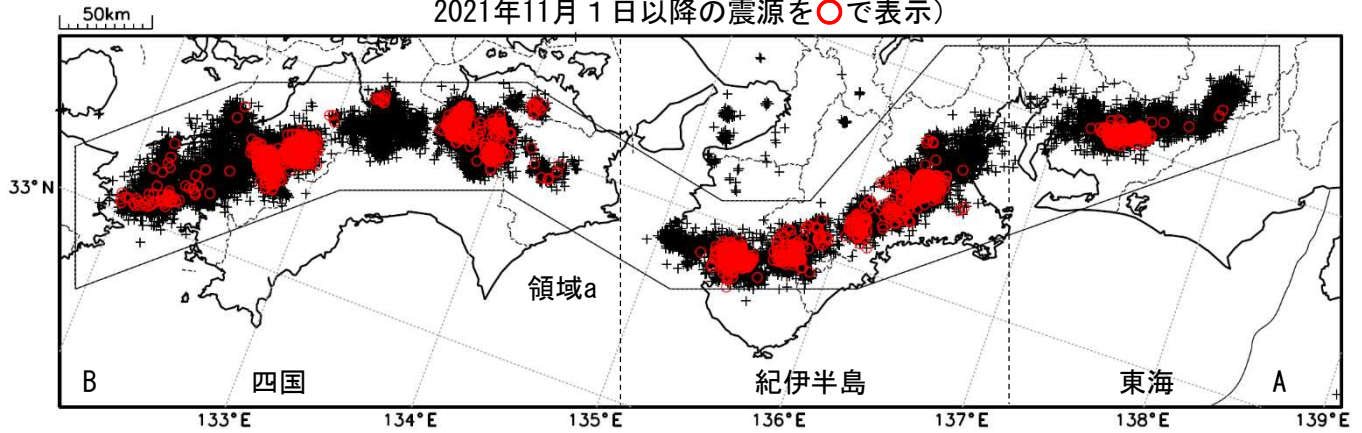
活動場所		深部低周波地震(微動)活動の期間	短期的ゆっくりすべりの期間と規模
(1)	東海	11月2日~5日	(1-1)11月2日12時~11月4日12時 : Mw5.1
(2)	四国西部	11月3日~9日	(2-1)11月4日00時~11月5日24時 : Mw5.8
(3)	紀伊半島北部から 紀伊半島中部	11月4日~16日	(3-1)11月7日12時~11月11日24時 : Mw5.4
(4)	紀伊半島西部	11月18日~23日	(4-1)11月19日12時~11月21日12時 : Mw5.6
(5)	紀伊半島北部	11月27日~ (継続中)	(5-1)11月27日12時~11月30日24時 : Mw5.9 (5-2)12月1日00時~12月2日24時 : Mw5.6

●: 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、紀伊半島北部: 気象庁の解析結果を示す。紀伊半島北部から紀伊半島中部、紀伊半島西部、四国西部: 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。

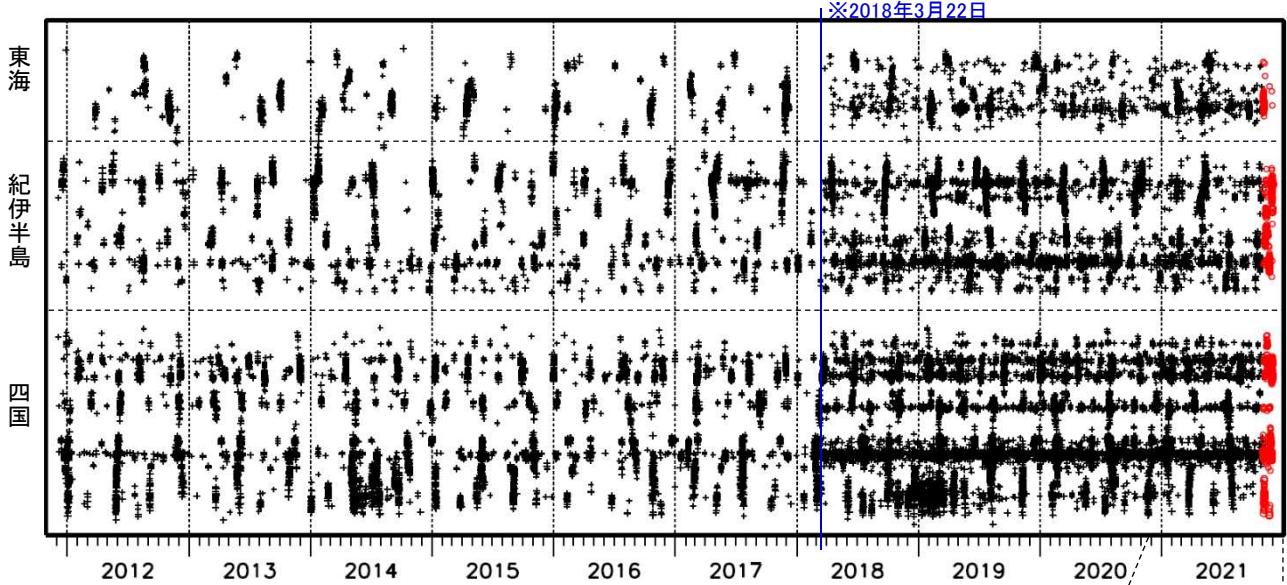
深部低周波地震（微動）活動（2011年11月1日～2021年11月30日）

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。

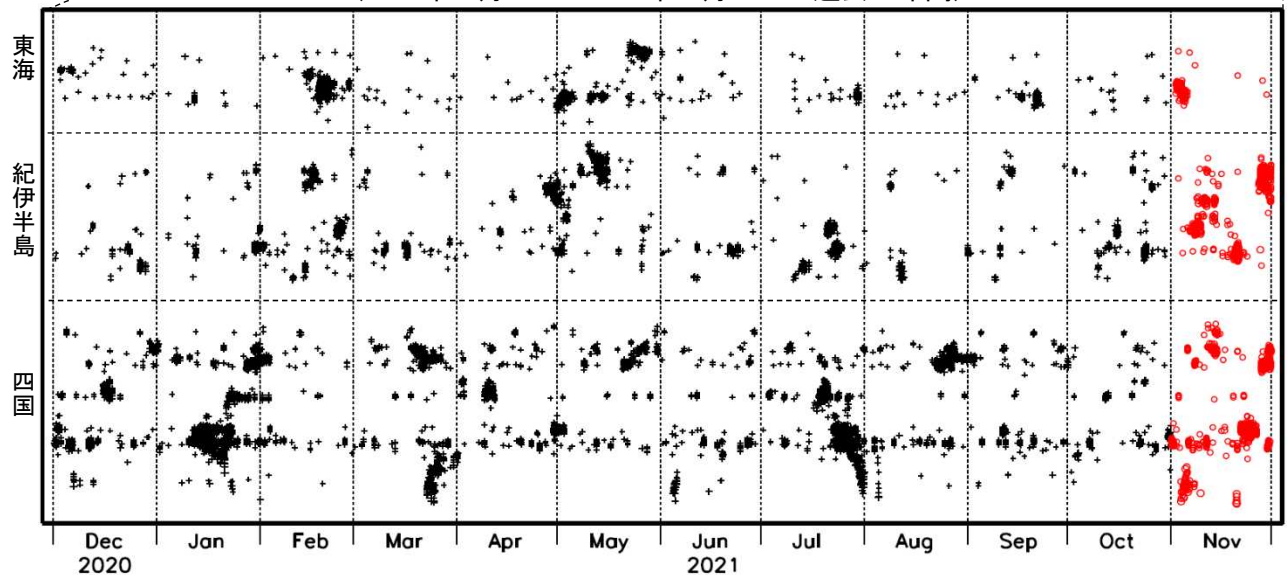
震央分布図（2011年12月1日～2021年11月30日：過去10年間
2021年11月1日以降の震源を○で表示）



上図領域a内の時空間分布図（A-B投影）



（2020年12月1日～2021年11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。

紀伊半島・東海地域の深部低周波微動活動状況 (2021年11月)



防災科研



- 11月7～14日頃に紀伊半島南部において、やや活発な微動活動。
- 11月27日頃より紀伊半島中部から北部において、微動活動が開始。

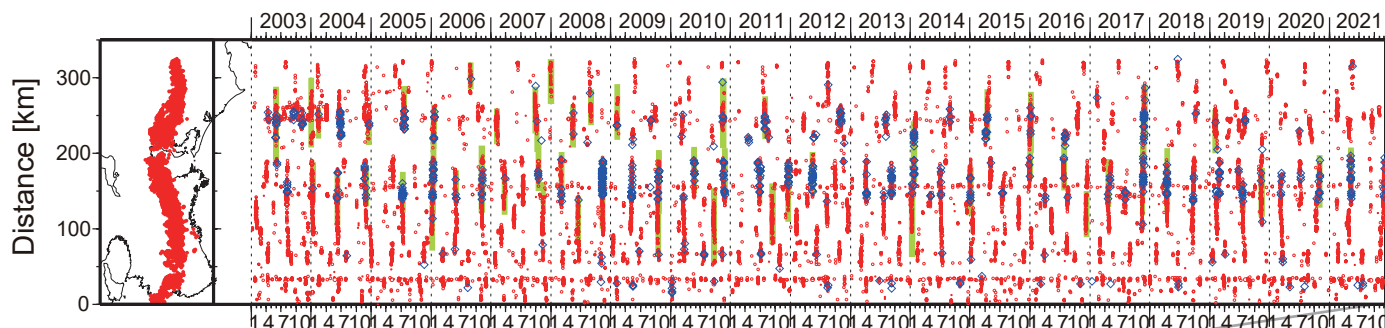


図1. 紀伊半島・東海地域における2003年1月～2021年12月4日までの深部低周波微動の時空間分布(上図). 赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法(Maeda and Obara, 2009)およびクラスタ処理(Obara et al., 2010)によって1時間毎に自動処理された微動分布の重心である. 青菱形は周期20秒に卓越する超低周波地震(Ito et al., 2007)である. 黄緑色の太線はこれまでに検出された短期的スロースリップイベント(SSE)を示す. 下図は2021年11月を中心とした期間の拡大図である.

11月7～14日頃には奈良県南部から三重・奈良県境付近において、やや活発な微動活動がみられた。この活動は奈良県南部から開始し、10日頃から三重・奈良県境付近で主に活動がみられた。11月27日頃からは、三重・奈良県境付近から三重県北部において、微動活動が開始している。この活動においては北東・南西方向への活動域の移動がみられ、北東方向については12月1日以降も継続して活動がみられる。11月2～5日頃には愛知県東部において、11月19～21日頃には和歌山県中部において、それぞれ小規模な微動活動がみられた。

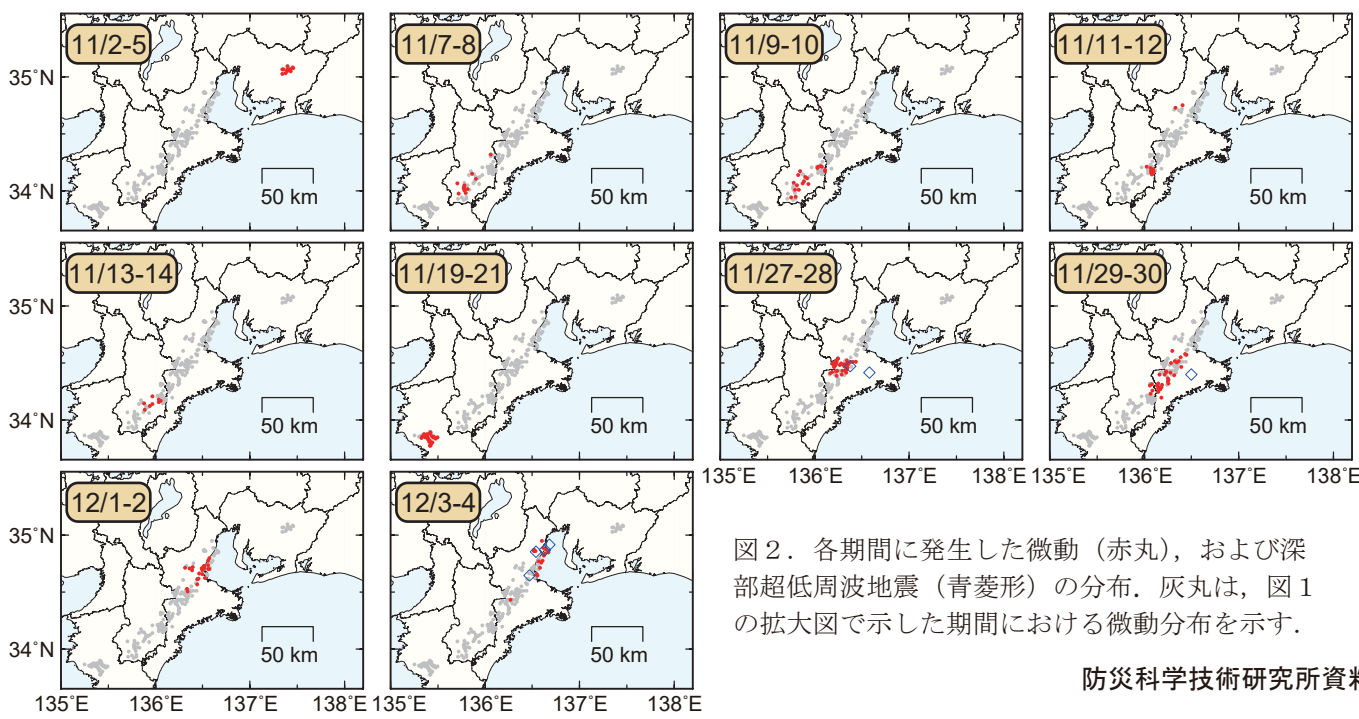
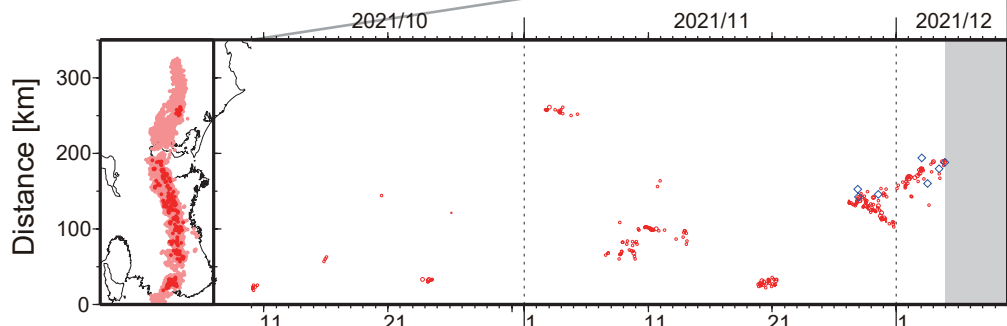


図2. 各期間に発生した微動(赤丸), および深部超低周波地震(青菱形)の分布. 灰丸は, 図1の拡大図で示した期間における微動分布を示す.

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

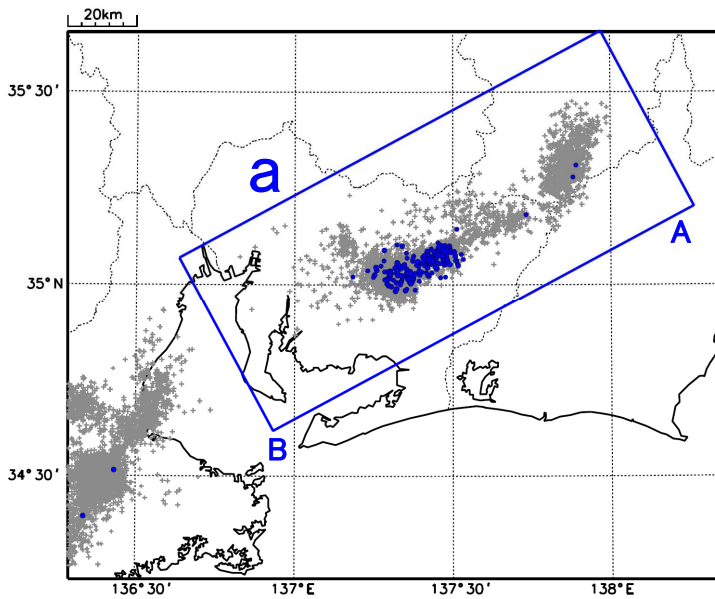
11月2日から5日にかけて、東海で深部低周波地震(微動)を観測した。

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。

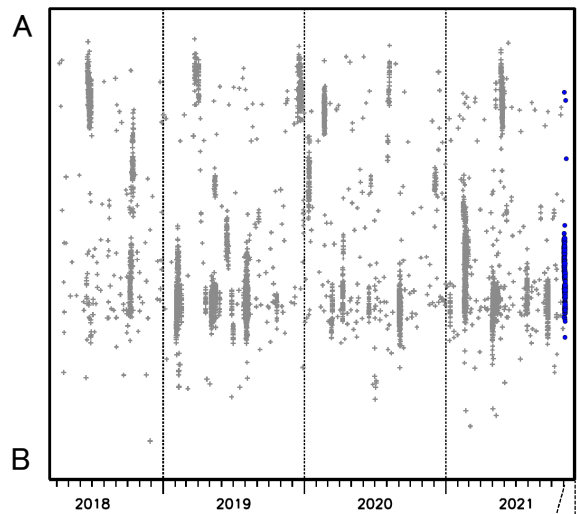
深部低周波地震(微動)活動

震央分布図(2018年4月1日~2021年11月10日、
深さ0~60km、Mすべて)

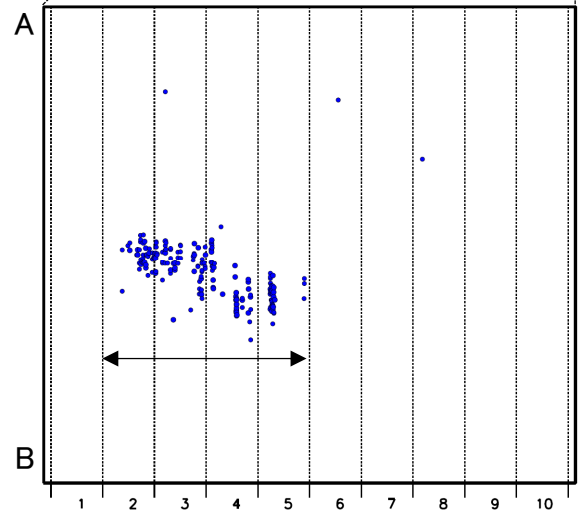
灰: 2018年4月1日~2021年11月1日、
青: 2021年11月2日~11月10日



領域a内の時空間分布図(A-B投影)



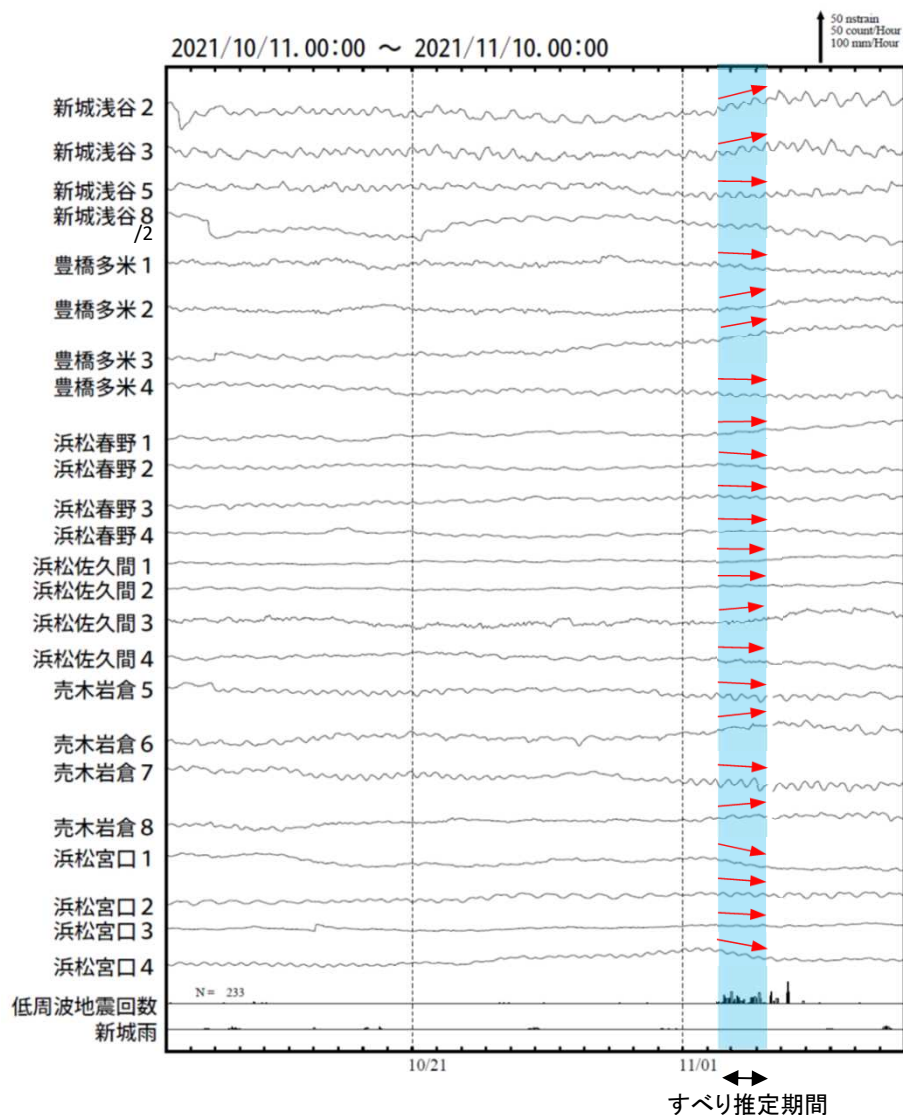
2021年11月1日~11月10日



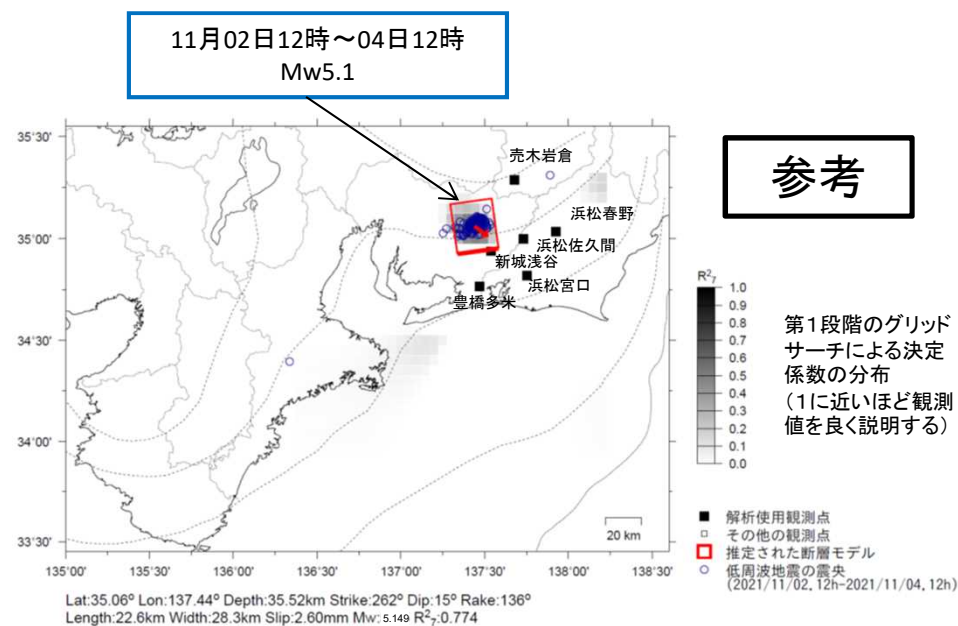
11月

東海で観測した短期的ゆっくりすべり(11月2日～4日)

静岡県から愛知県で観測されたひずみ変化



豊橋多米は産業技術総合研究所の、浜松春野は静岡県のひずみ計である。



左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。
- ・その位置を中心にして、他の断層パラメータの最適解を求める。

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4日から16日にかけて、紀伊半島北部から紀伊半島中部で深部低周波地震(微動)を観測した。また、11月18日から23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。さらに、11月27日以降、紀伊半島北部で深部低周波地震(微動)を観測している。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ている。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～2021年12月5日、
深さ0～60km、Mすべて)

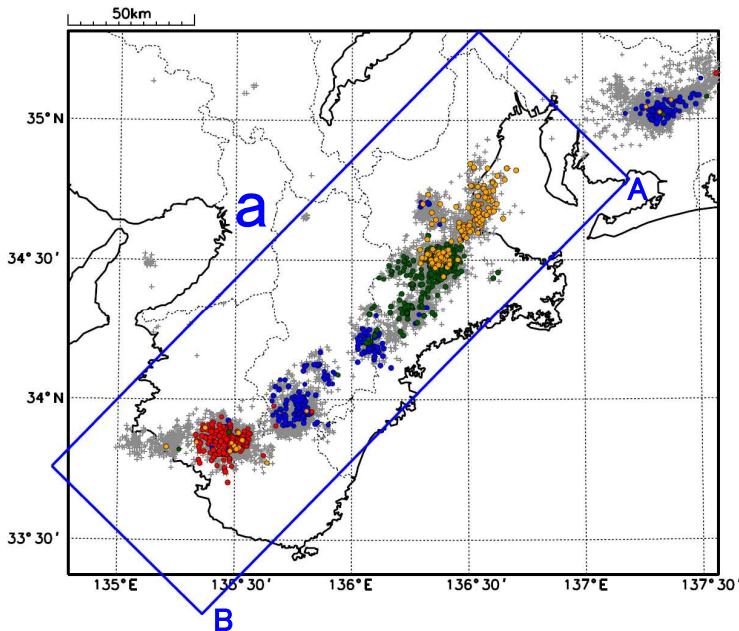
灰: 2018年4月1日～2021年11月3日、

青: 2021年11月4日～11月17日、

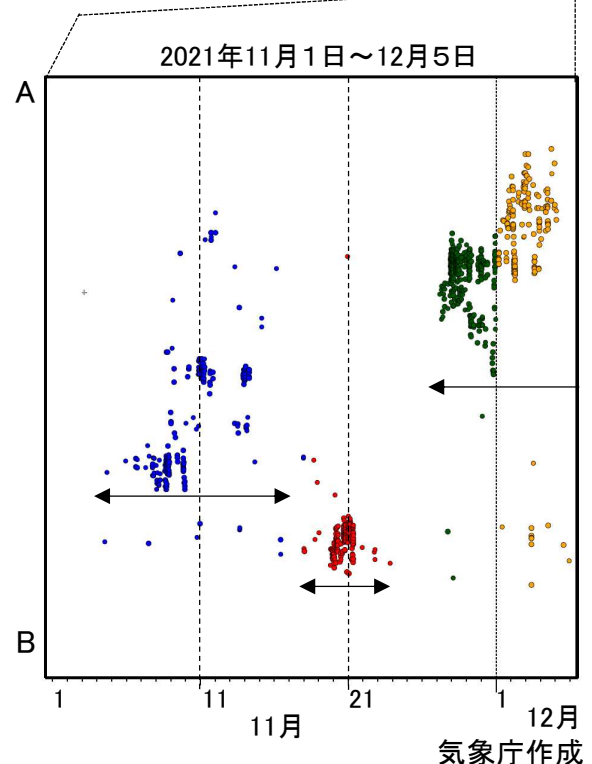
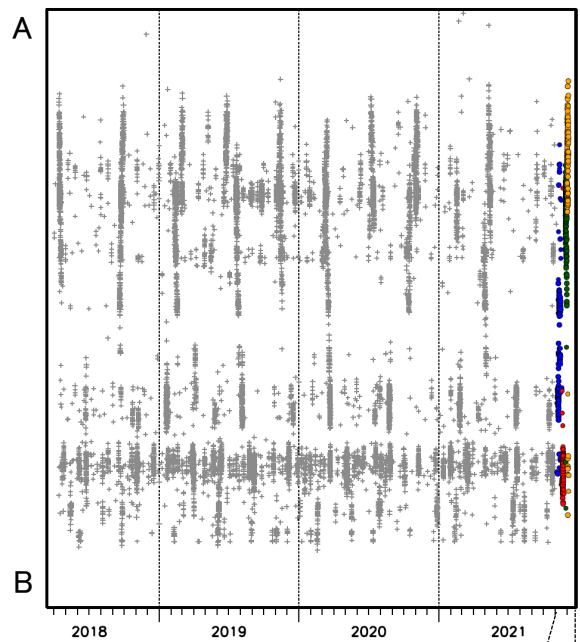
赤: 2021年11月18日～11月26日、

緑: 2021年11月27日～11月30日

橙: 2021年12月1日～12月5日



領域a内の時空間分布図(A-B投影)



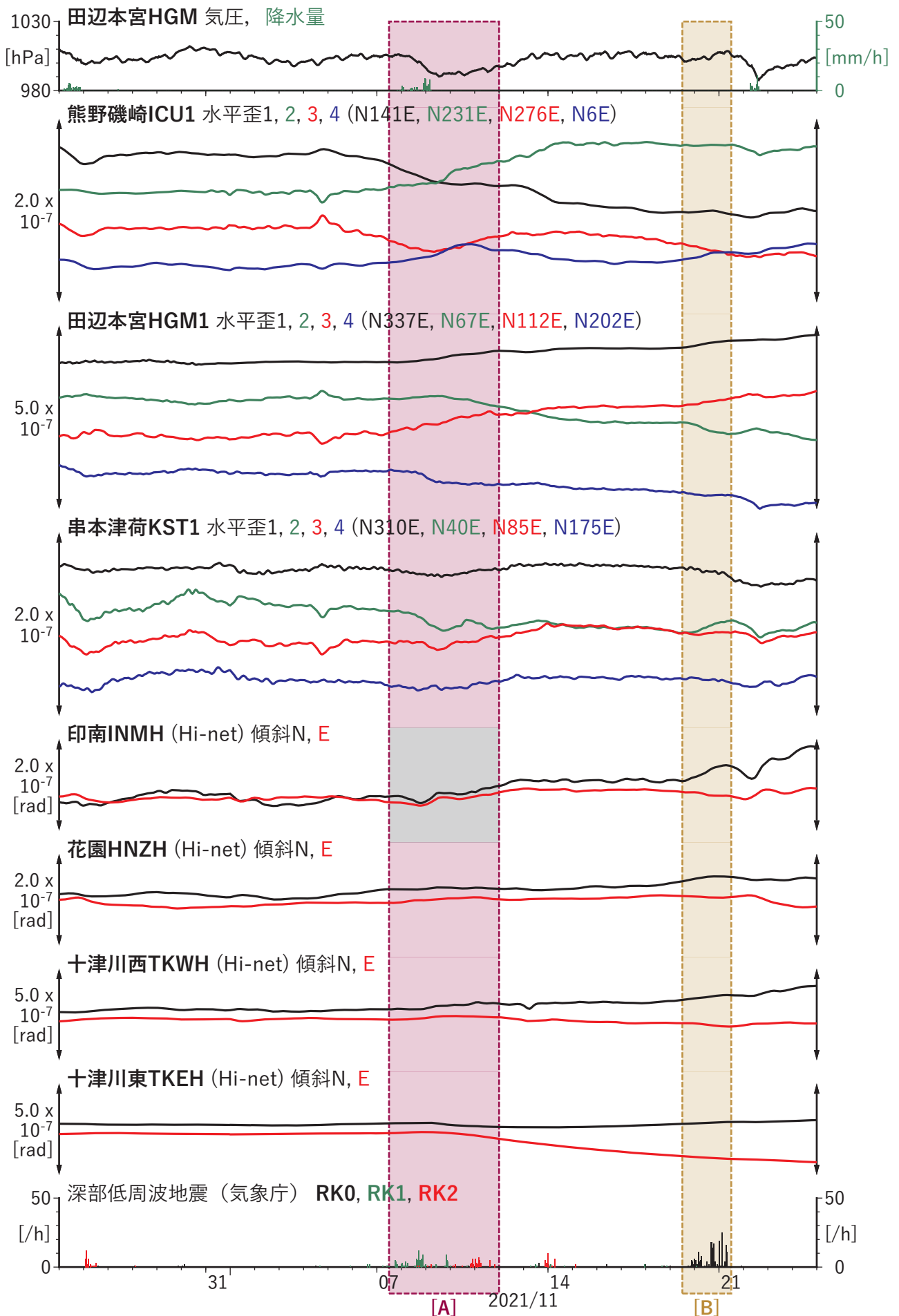
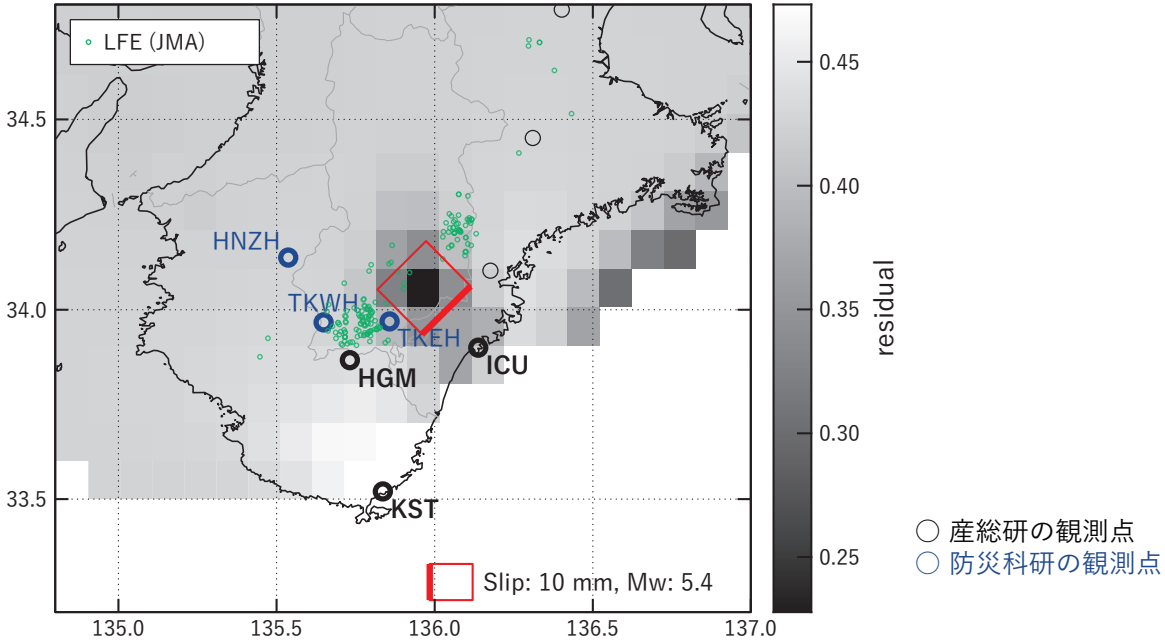


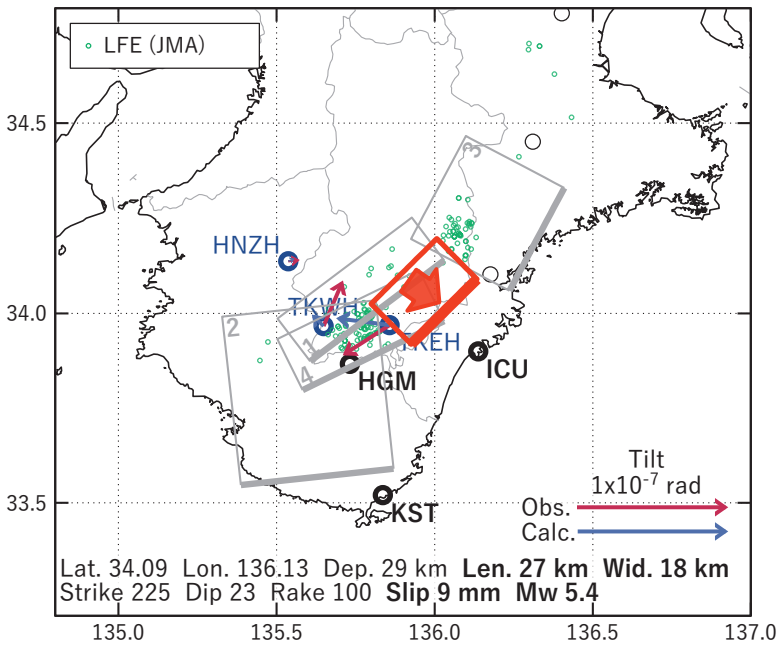
図5 歪・傾斜の時間変化 (2021/10/25 00:00-2021/11/25 00:00 (JST))

[A] 2021/11/07PM-11

(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

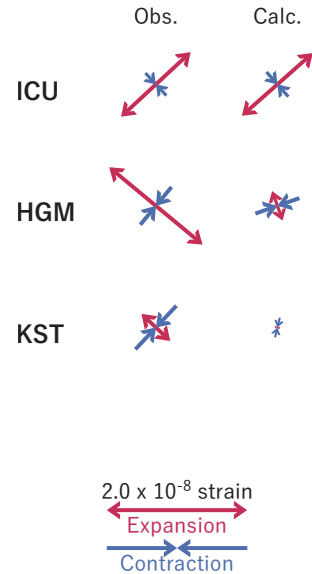


図6 2021/11/07PM-11の歪・傾斜変化 (図5[A]) を説明する断層モデル。

(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。

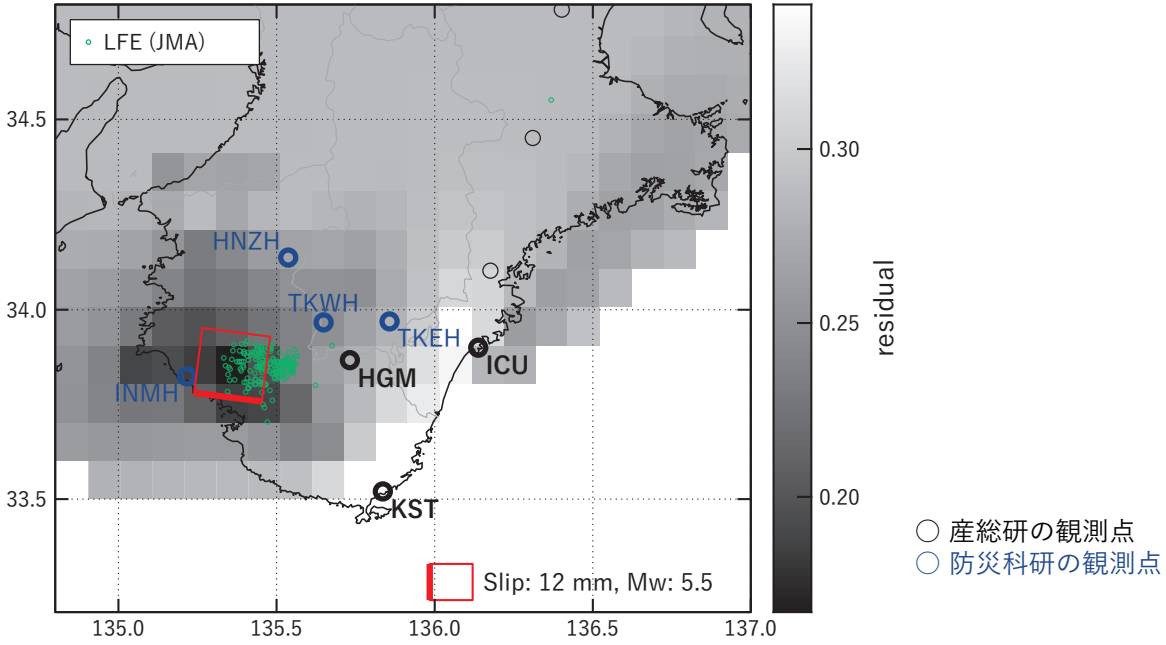
(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面 (赤色矩形) と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

1: 2021/02/23PM-26AM (Mw 5.8), 2: 2021/03/16PM-17AM (Mw 5.4), 3: 2021/04/29PM-05/02 (Mw 5.7), 4: 2021/07/20PM-22AM (Mw 5.6)

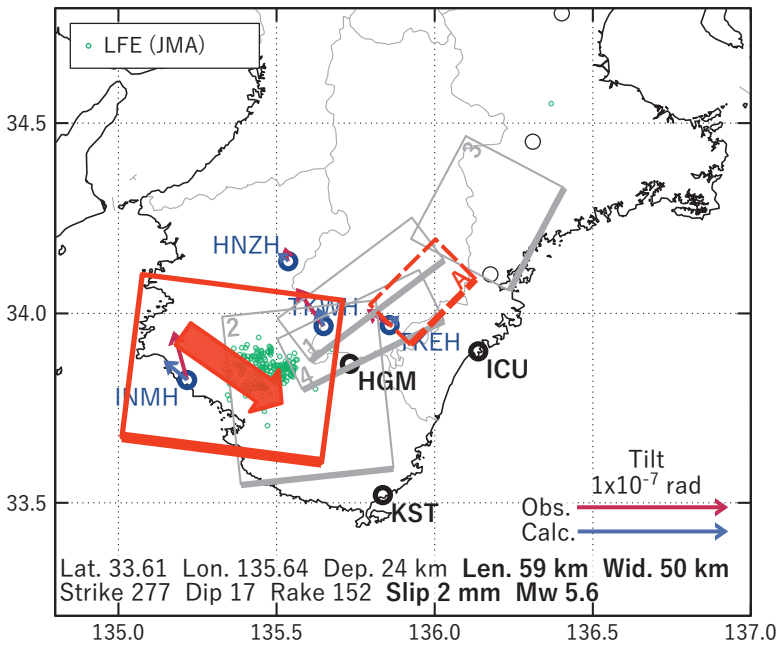
(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[B] 2021/11/19PM-21AM

(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

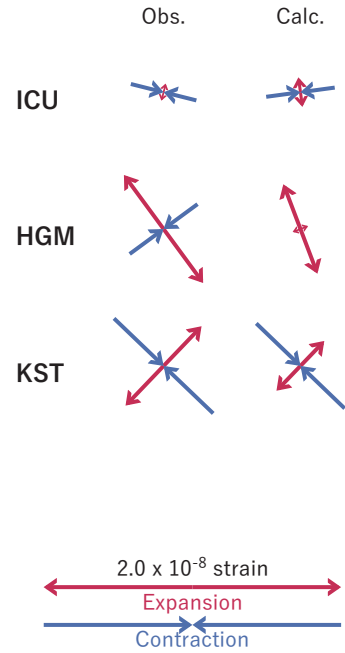


図7 2021/11/19PM-21AMの歪・傾斜変化（図5[B]）を説明する断層モデル。

(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。

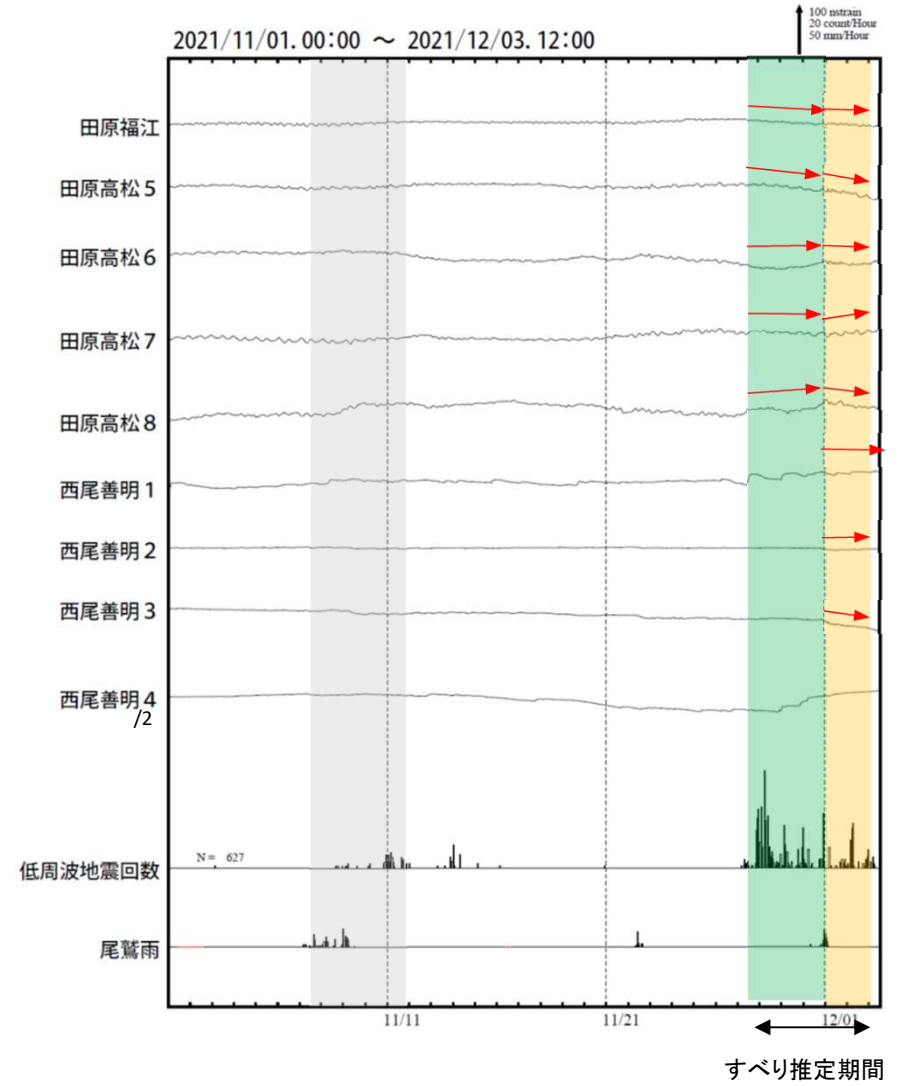
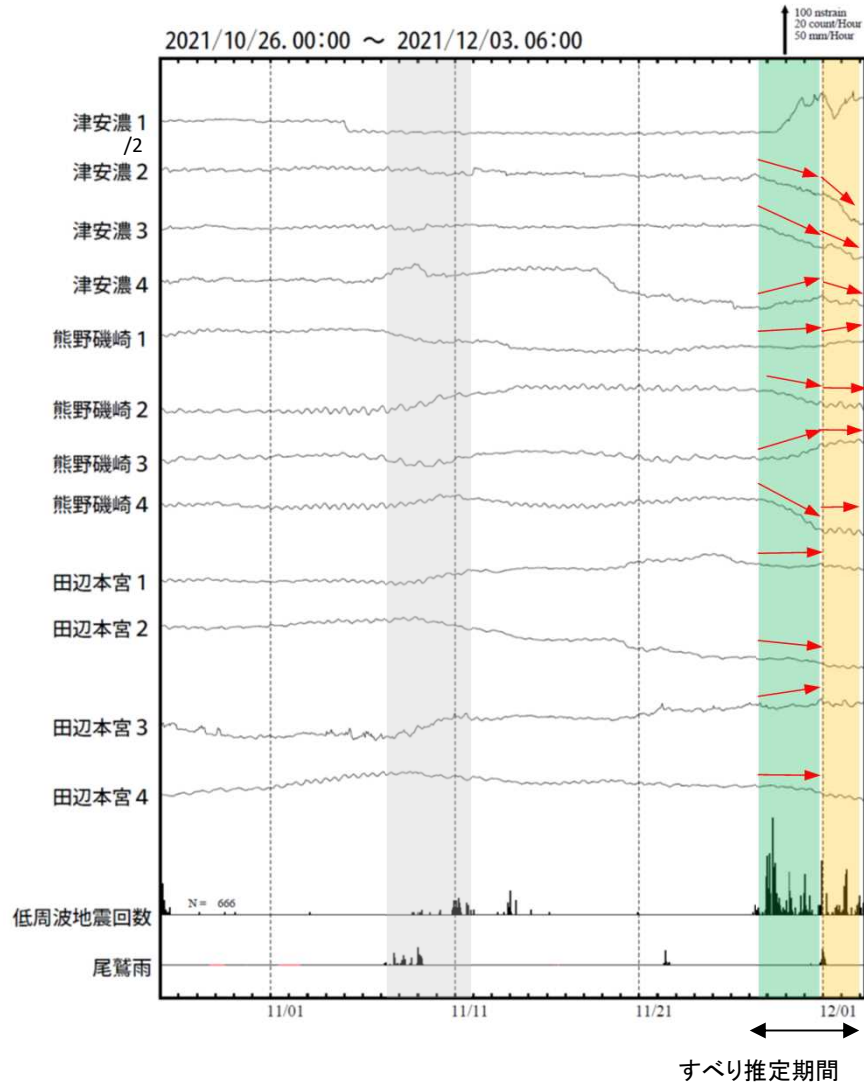
(b1) (a)の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。赤色破線矩形は今回の一連のイベント（図6参照）。

1: 2021/02/23PM-26AM (Mw 5.8), 2: 2021/03/16PM-17AM (Mw 5.4), 3: 2021/04/29PM-05/02 (Mw 5.7), 4: 2021/07/20PM-22AM (Mw 5.6), A: 2021/11/07PM-11 (Mw 5.4)

(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。

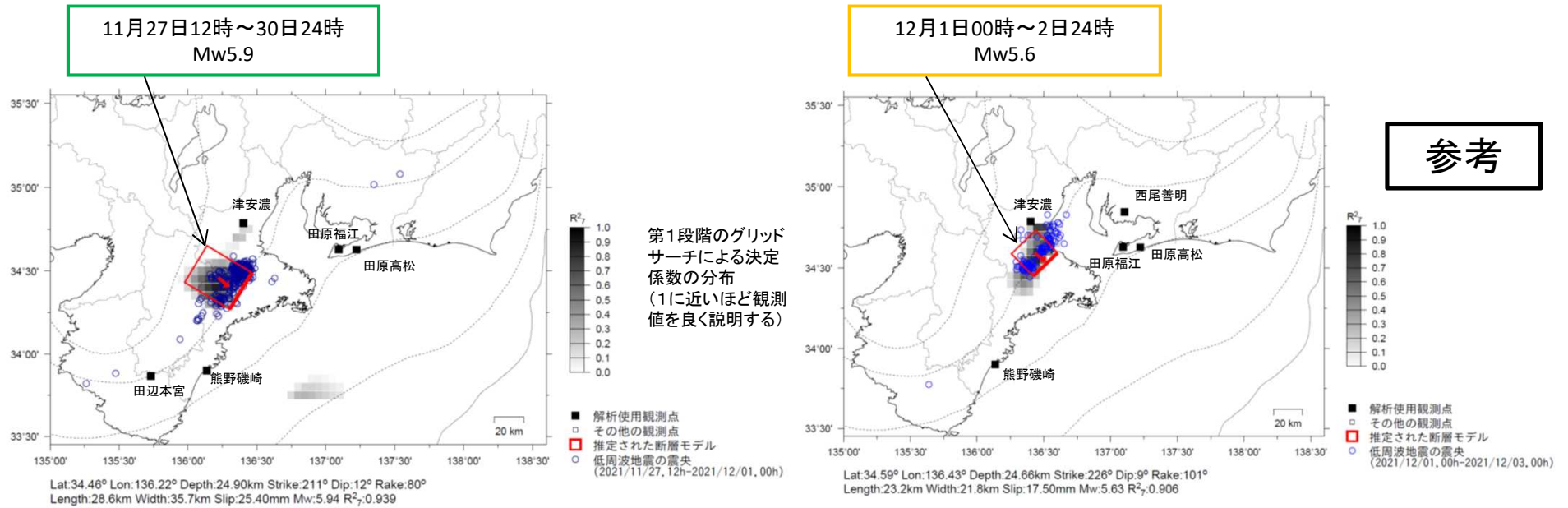
紀伊半島北部で観測した短期的ゆっくりすべり(11月27日～12月2日)(速報)

愛知県から和歌山県で観測されたひずみ変化



津安濃、熊野磯崎、田辺本宮及び西尾善明は産業技術総合研究所のひずみ計である。

紀伊半島北部で観測した短期的ゆっくりすべり(11月27日～12月2日)(速報)



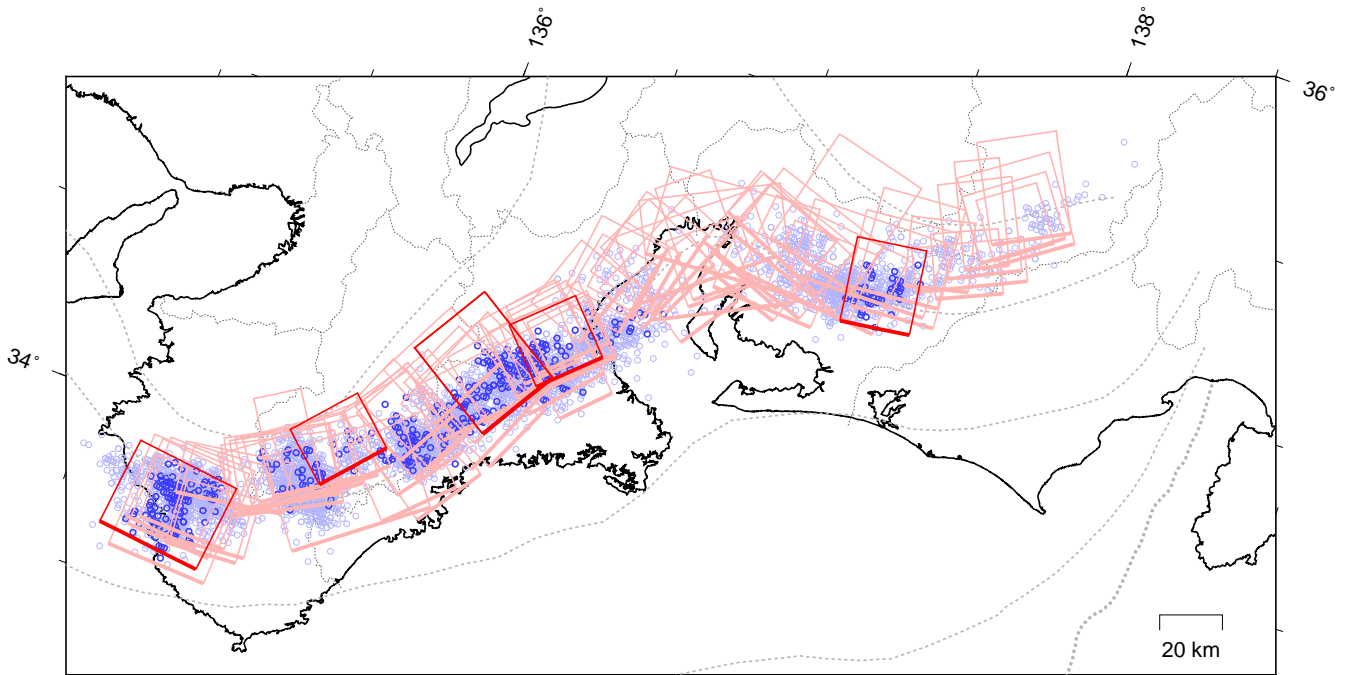
前図に観測されたひずみ観測点での変化量を元にすべり推定を行ったところ、低周波地震とほぼ同じ場所にすべり域が求まった。

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。
 ・その位置を中心にして、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

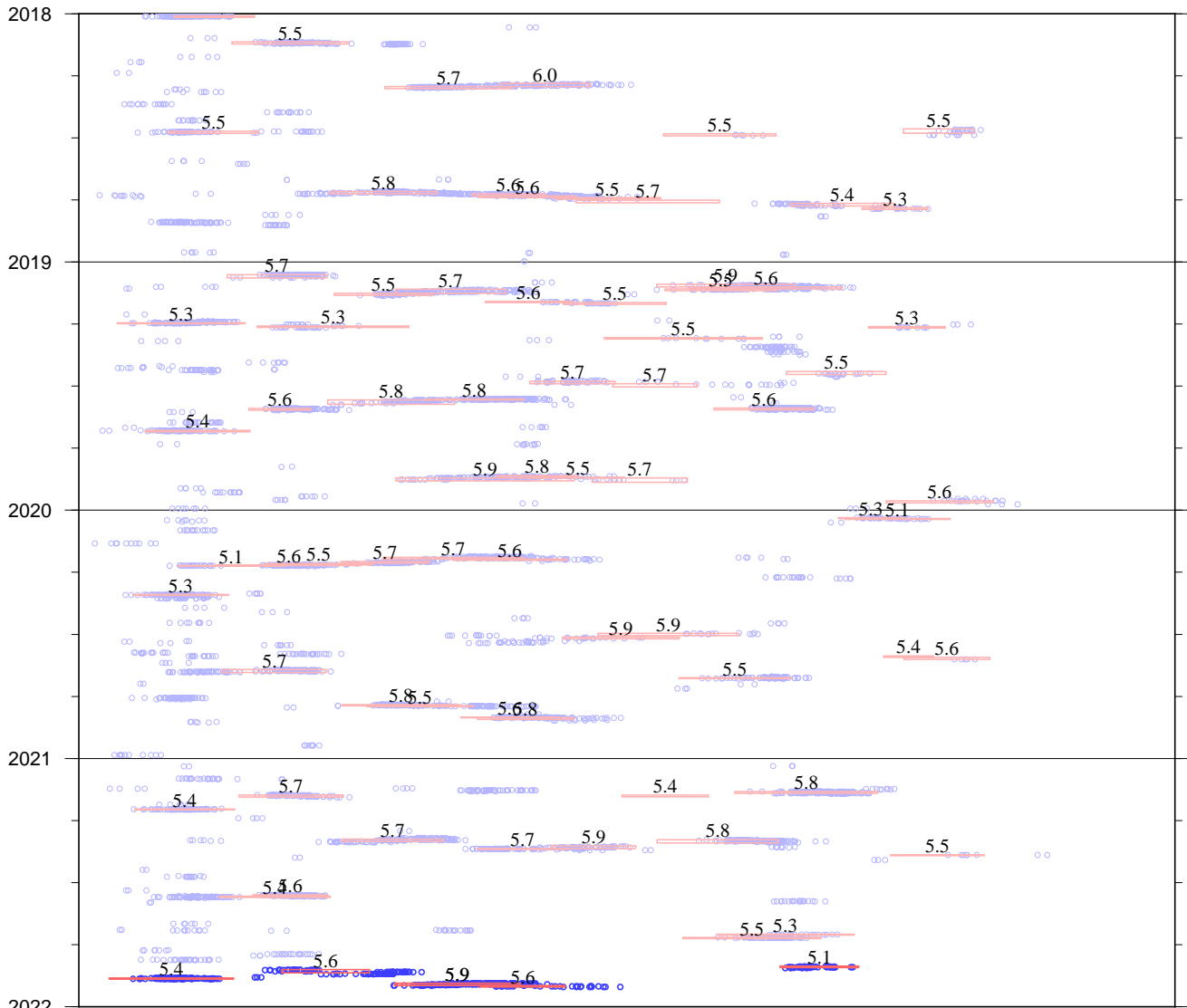
2018年1月1日～2021年12月2日

(2021年11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 (2021年11月)



防災科研



- 11月10～15日頃に四国東部において、やや活発な微動活動。
- 11月22～25日頃に四国西部において、やや活発な微動活動。
- 11月27日頃より四国東部において、微動活動が開始。

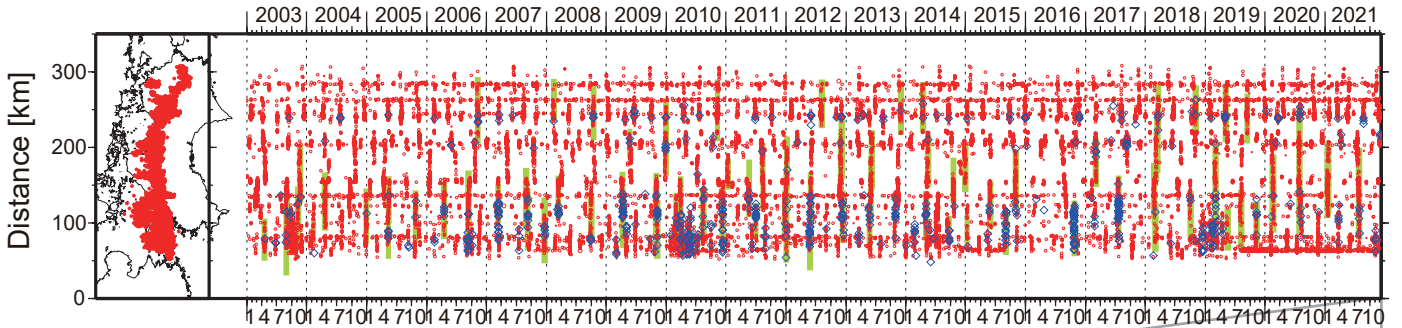


図1. 四国における2003年1月～2021年12月4日までの深部低周波微動の時空間分布(上図). 赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法 (Maeda and Obara, 2009) およびクラスタ処理 (Obara et al., 2010) によって1時間毎に自動処理された微動分布の重心である. 青菱形は

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2021年11月を中心とした期間の拡大図である. 11月10～15日頃には徳島県中部から愛媛県において、やや活発な微動活動がみられた. この活動では徳島県中部で活動が開始し、東西方向に活動域が拡大した. 11月22～25日頃には愛媛県中部で、やや活発な微動活動がみられた. 11月27日頃からは、愛媛・香川・徳島県境付近で活動が開始し、12月2日頃まで東方向への活動域の移動がみられた. その後、3日頃からは愛媛県東部で活動が開始している. 11月4～6日頃には豊後水道において、11月8～9日頃には愛媛・香川・徳島県境付近において小規模な活動がみられた.

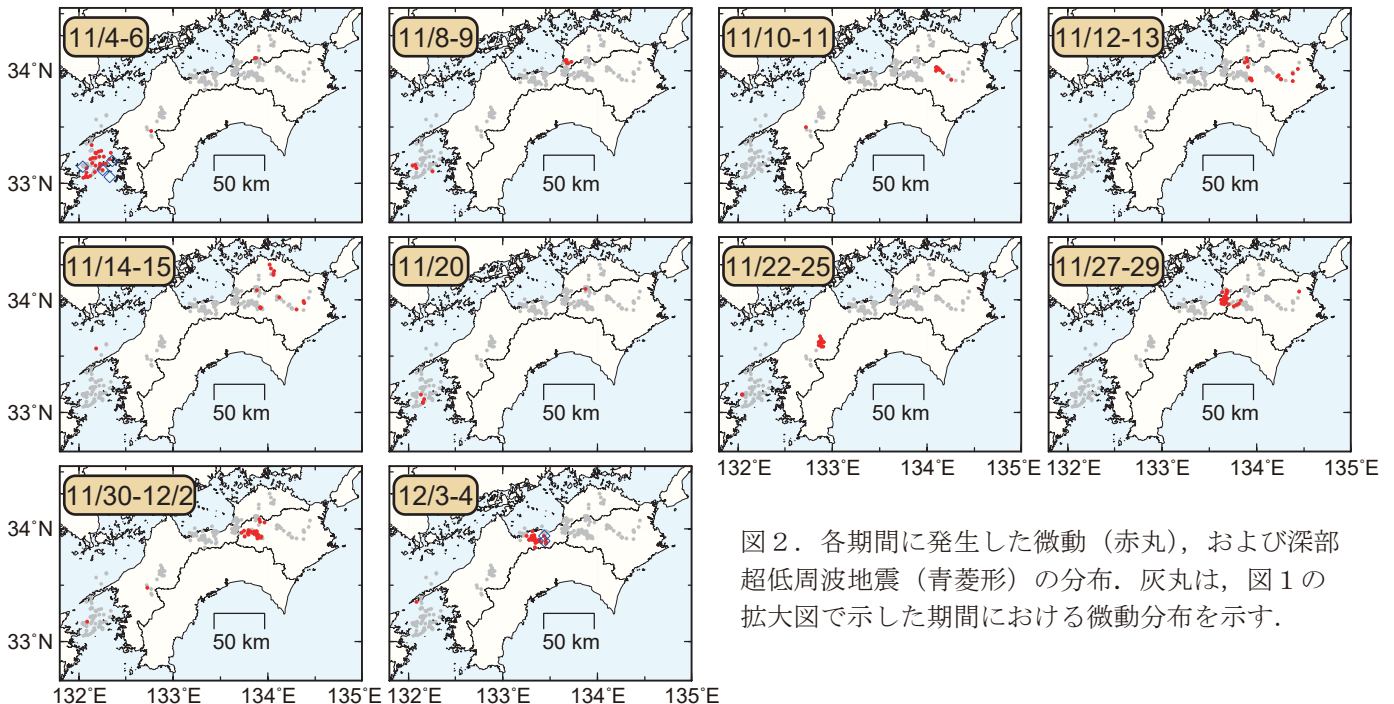
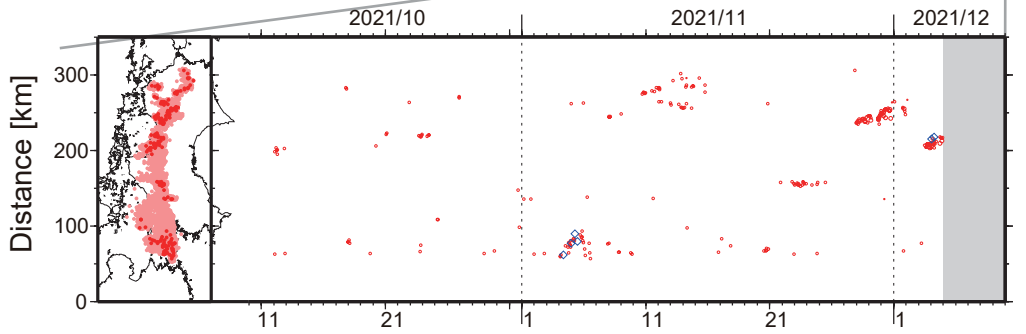


図2. 各期間に発生した微動(赤丸), および深部超低周波地震(青菱形)の分布. 灰丸は、図1の拡大図で示した期間における微動分布を示す.

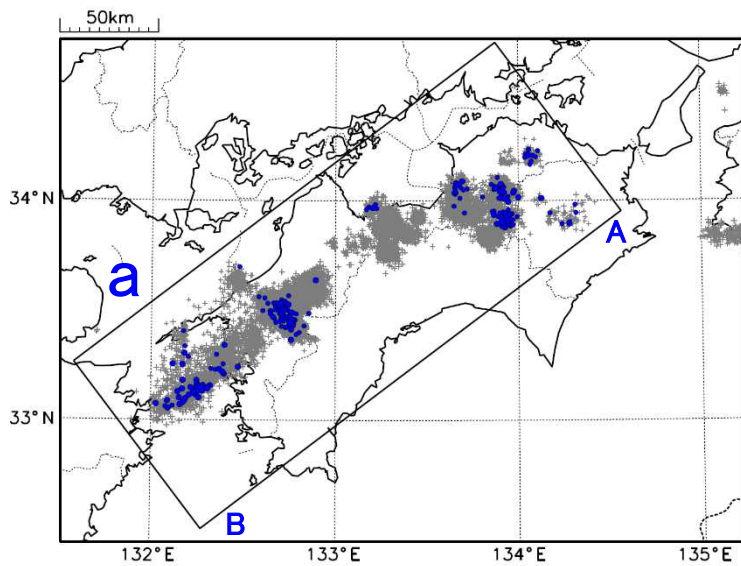
四国西部の深部低周波地震(微動)活動と 短期的ゆっくりすべり

11月3日から9日にかけて、四国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ひずみ計で地殻変動を観測した。

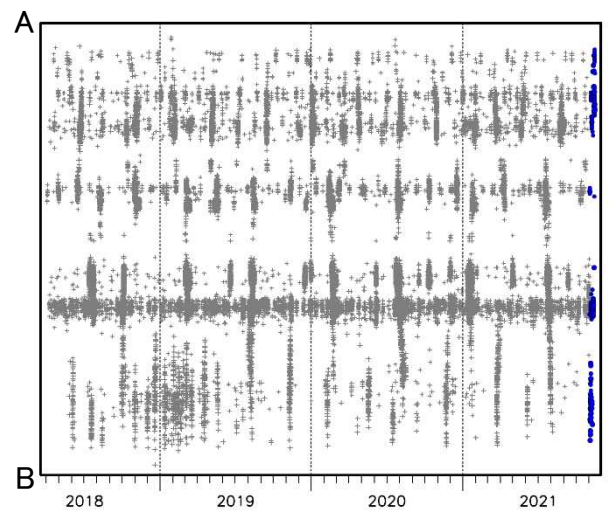
深部低周波地震(微動)活動

震央分布図(2018年4月1日~2021年11月15日、
深さ0~60km、Mすべて)

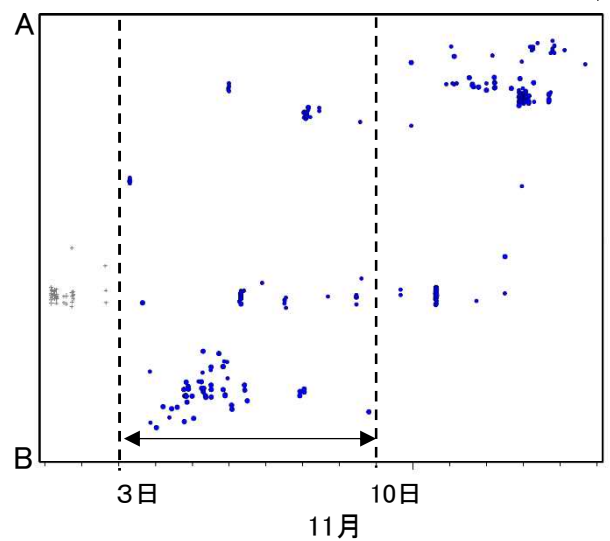
灰:2018年4月1日~2021年11月2日、
青:2021年11月3日~11月15日



領域a内の時空間分布図(A-B投影)



2021年11月1日~15日



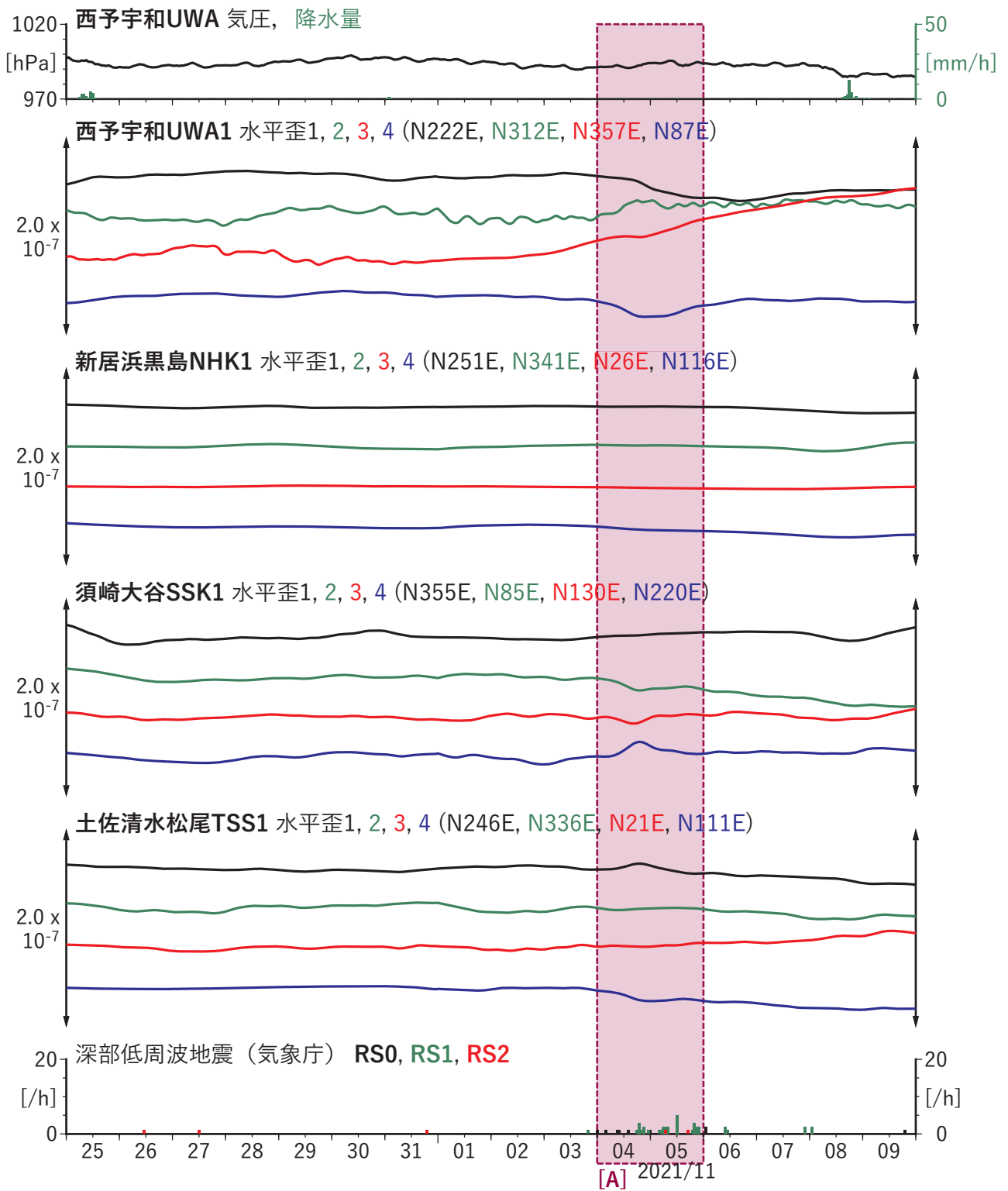


図2 歪・傾斜の時間変化(1) (2021/10/25 00:00-2021/11/10 00:00 (JST))

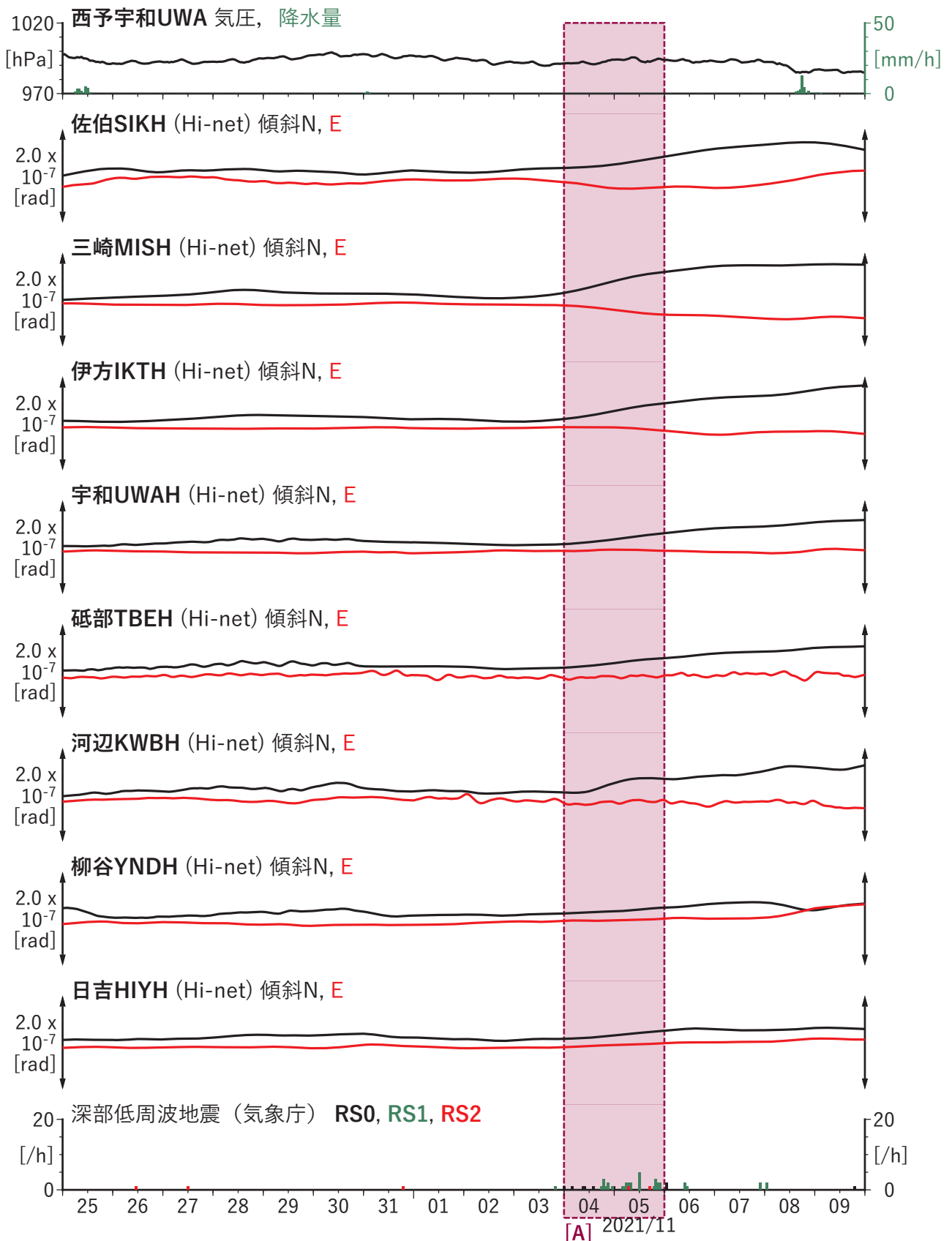
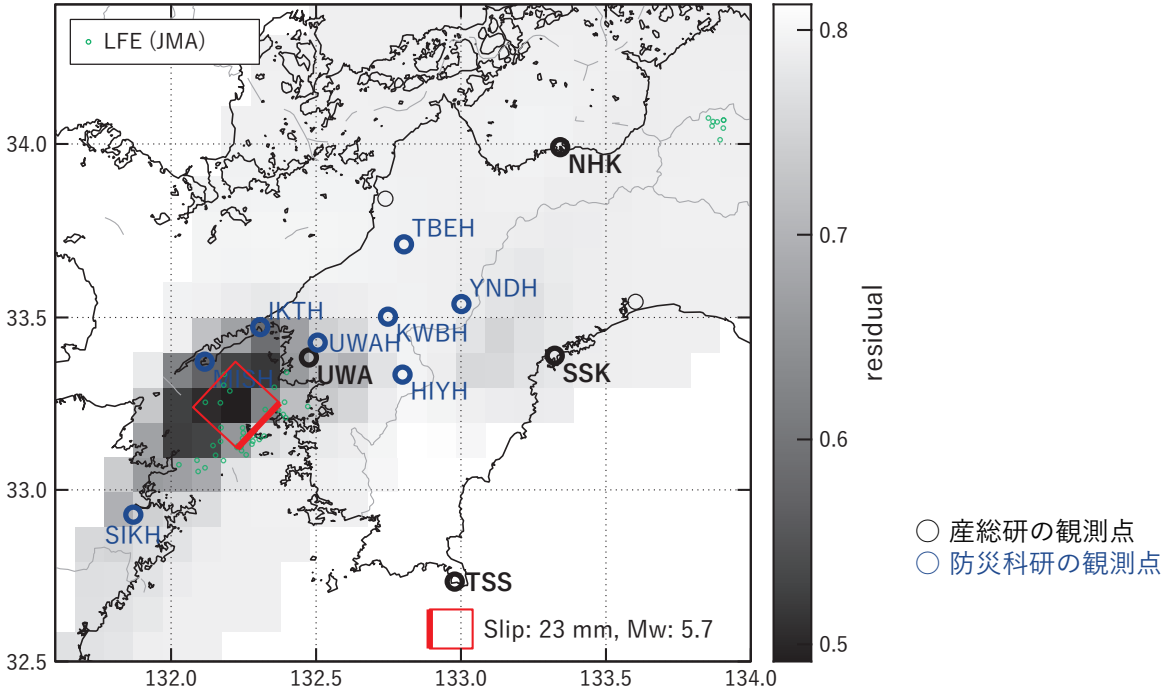


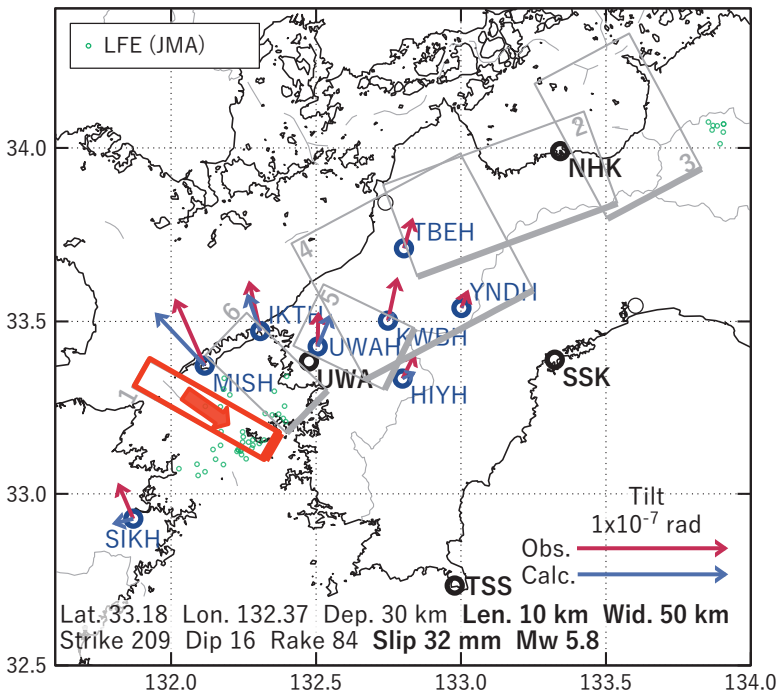
図2 歪・傾斜の時間変化(2) (2021/10/25 00:00-2021/11/10 00:00 (JST))

[A] 2021/11/04-05

(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

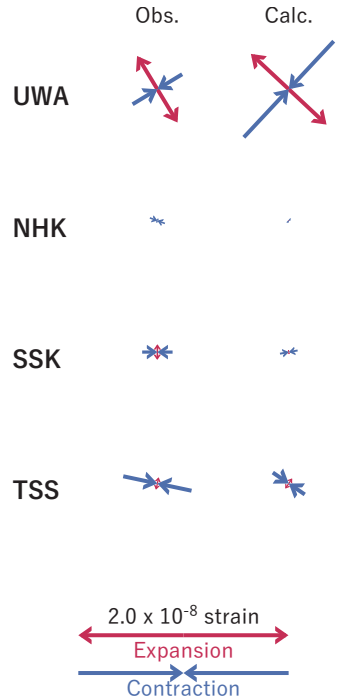


図3 2021/11/04-05の歪・傾斜変化（図2[A]）を説明する断層モデル。

(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。

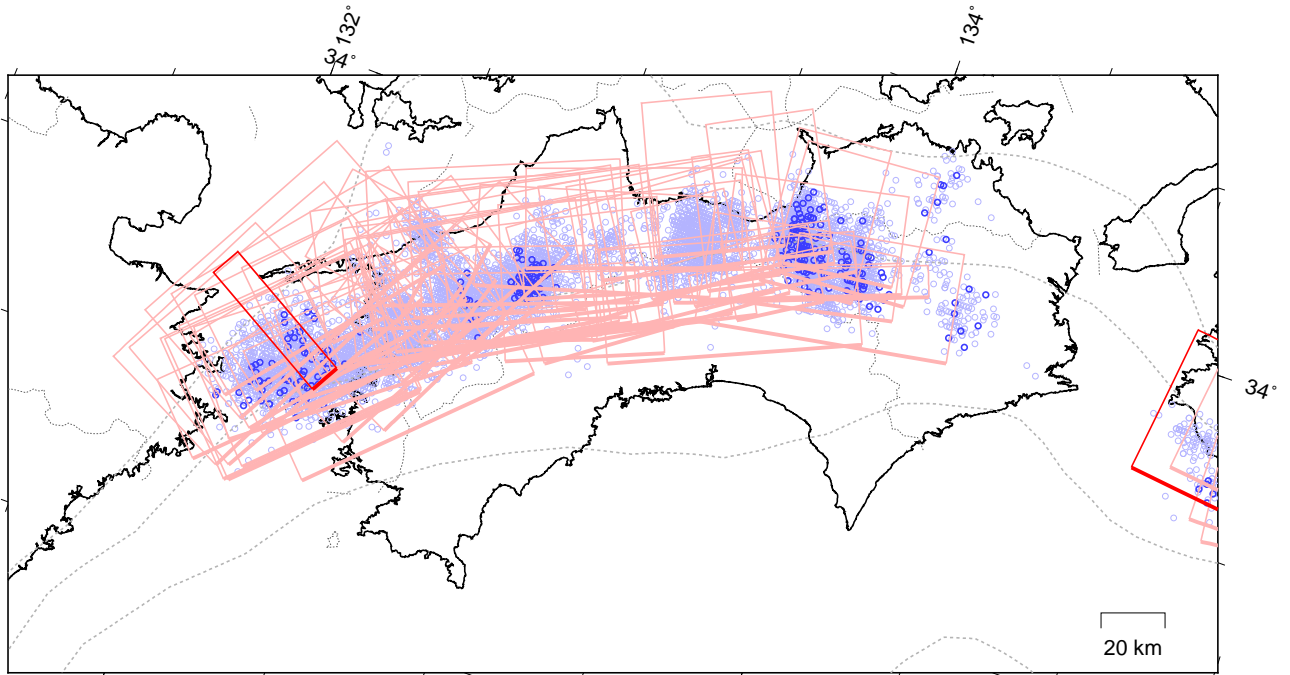
1: 2021/03/23-24 (Mw 5.7), 2: 2021/07/18-19AM (Mw 5.6), 3: 2021/07/19PM-21AM (Mw 5.6), 4: 2021/07/21PM-27 (Mw 6.1), 5: 2021/07/28 (Mw 5.5), 6: 2021/07/29-08/01AM (Mw 5.9)

(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 短期的ゆっくりすべりの活動状況

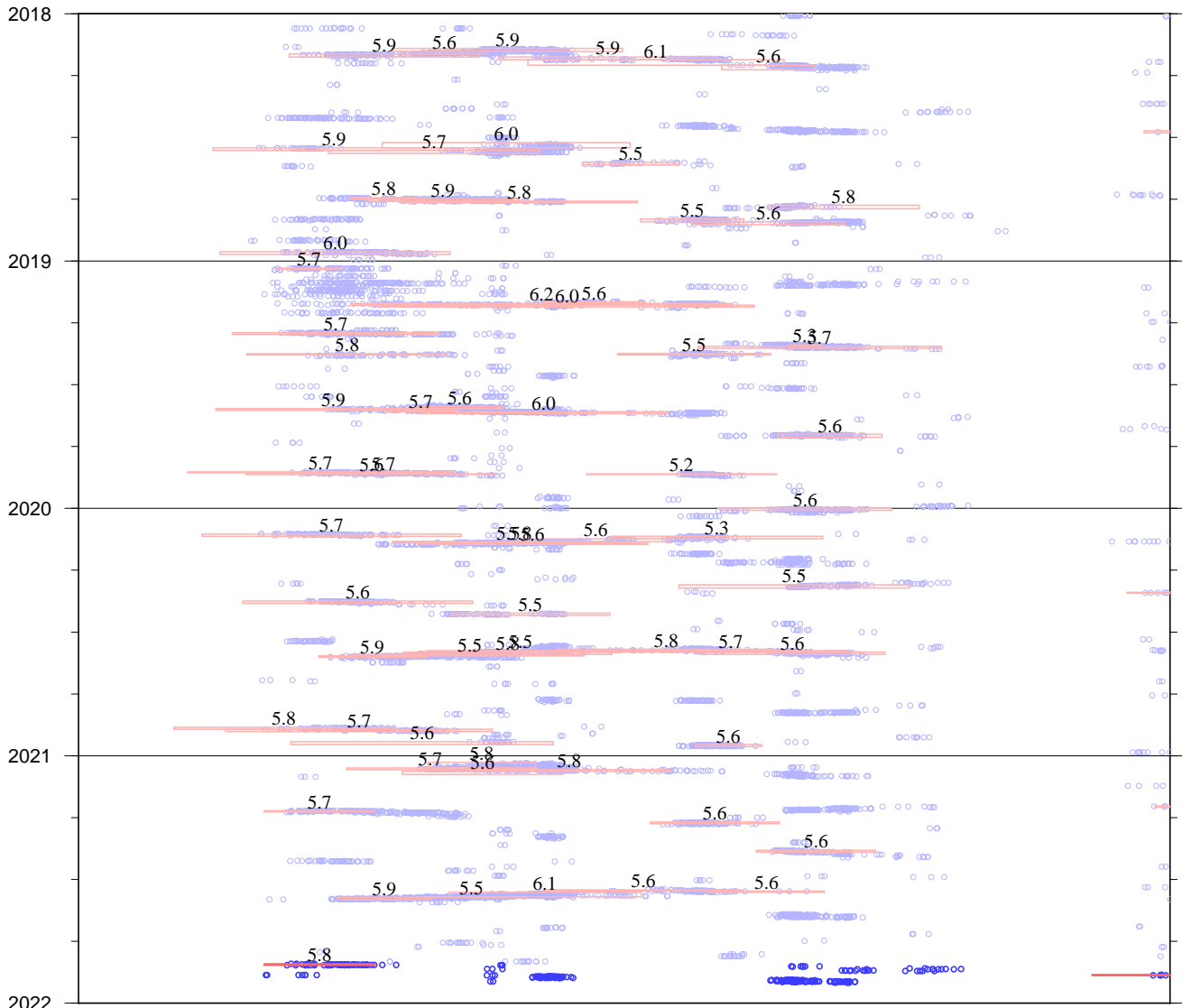
2018年1月1日～2021年12月2日

(2021年11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



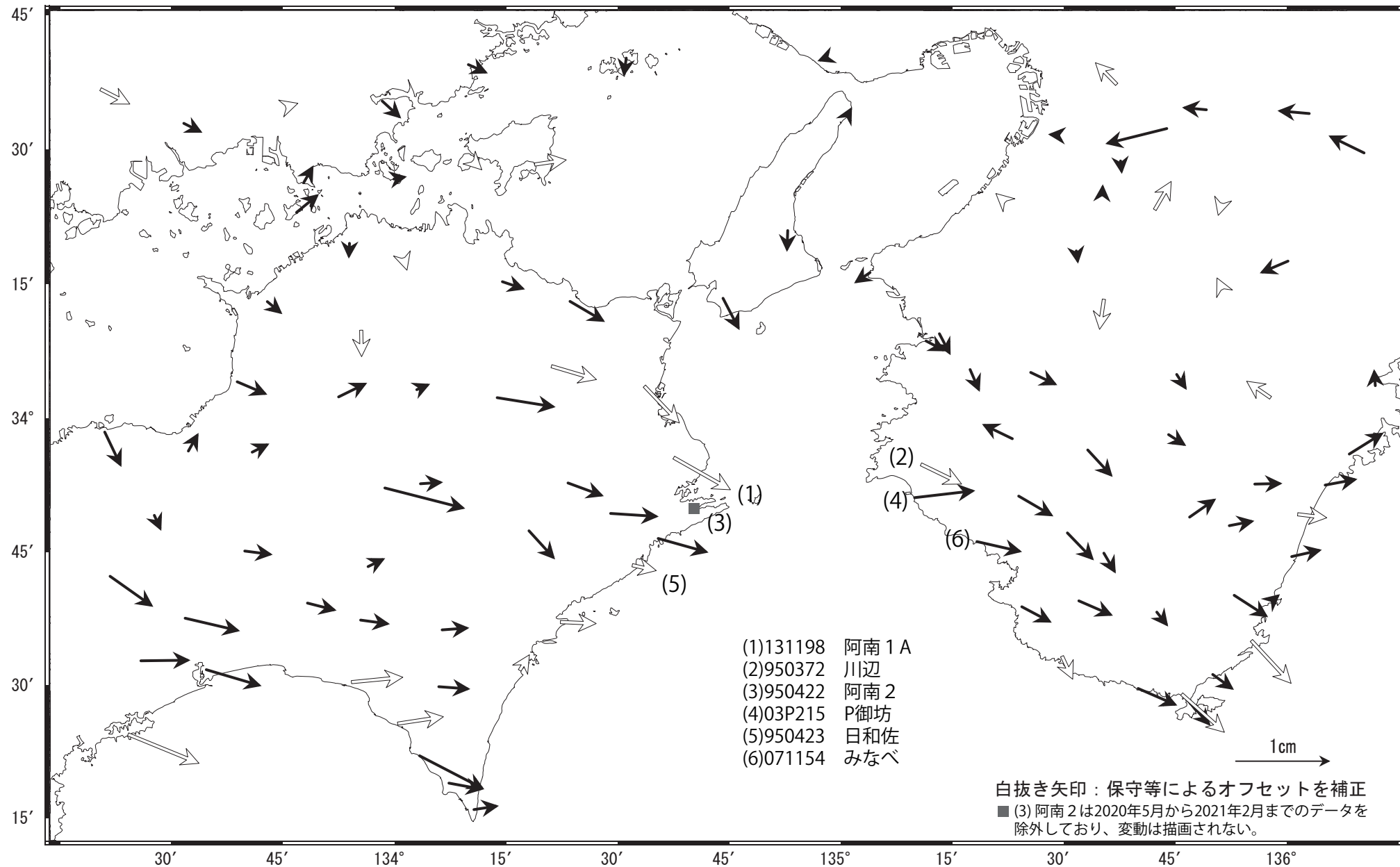
短期的ゆっくりすべりの解析には、産業技術総合研究所及び防災科学技術研究所のデータを用いている。
赤矩形の上に表示されている数字は解析されたMwを示す。
青丸はエンベロープ相関法（防災科学技術研究所、東京大学地震研究所との共同研究による成果）で得られた低周波微動の震央を示す。

紀伊半島西部・四国東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: 2020/05/29~2020/06/04 [F5: 最終解]

比較期間: 2021/11/09~2021/11/15 [R5: 速報解]

計算期間: 2017/01/01~2017/12/31

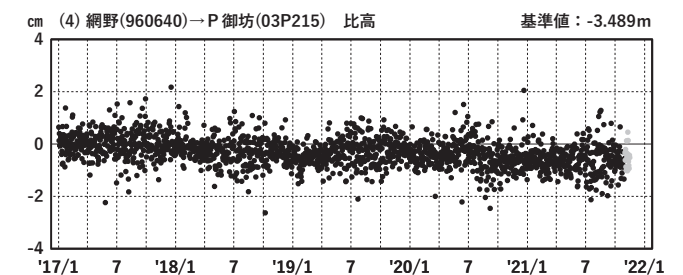
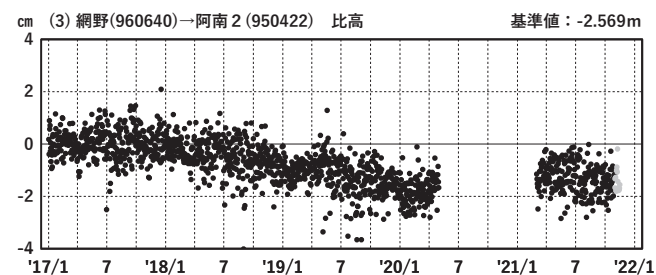
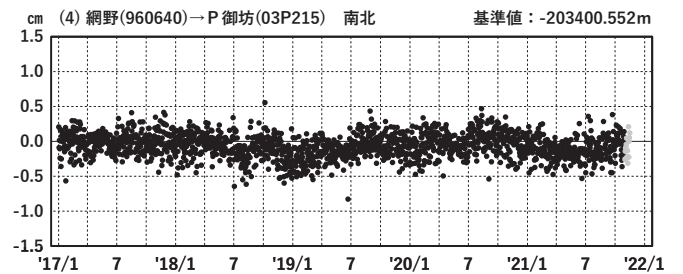
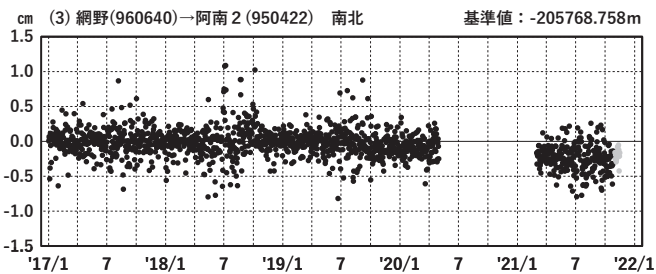
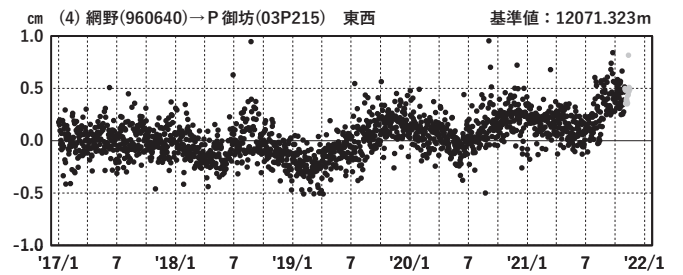
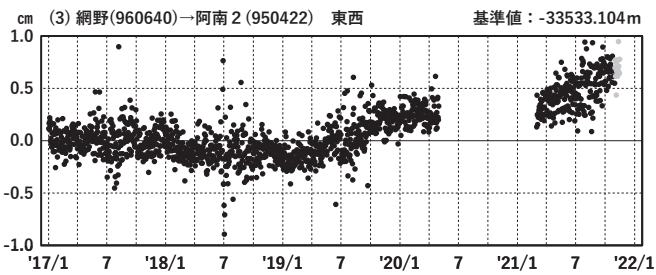
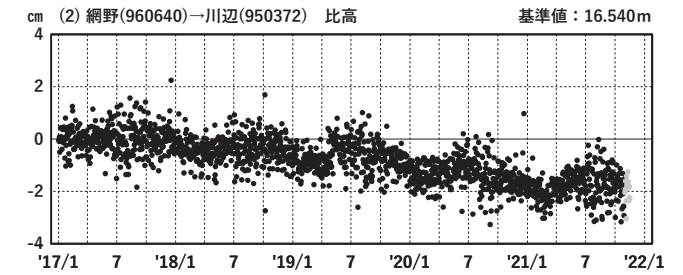
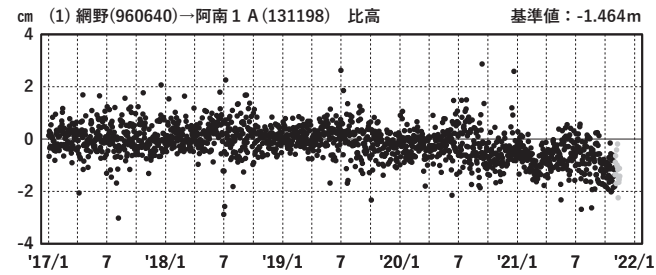
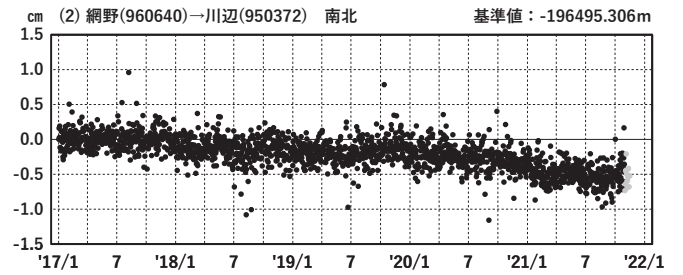
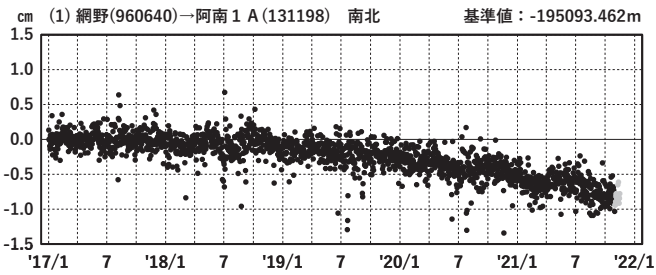
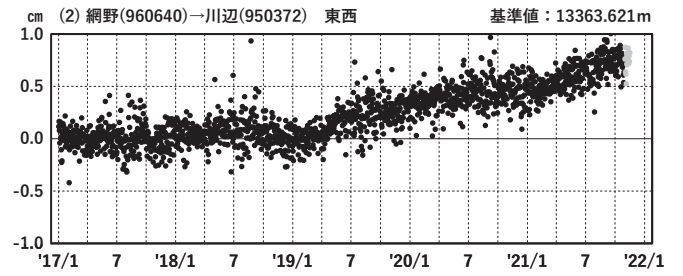
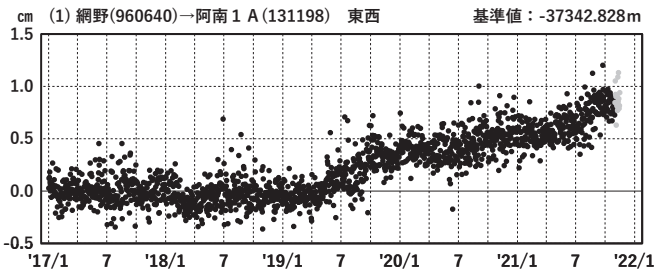


紀伊半島西部・四国東部 G N S S 連続観測時系列 (1)

1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

期間: 2017/01/01~2021/11/15 JST

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01



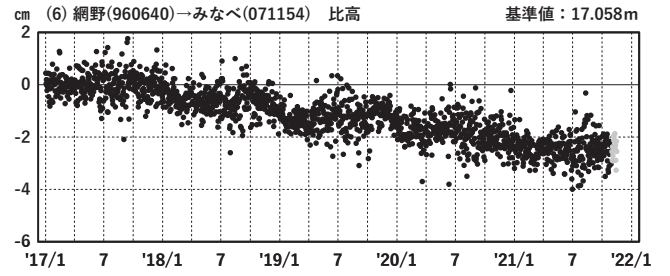
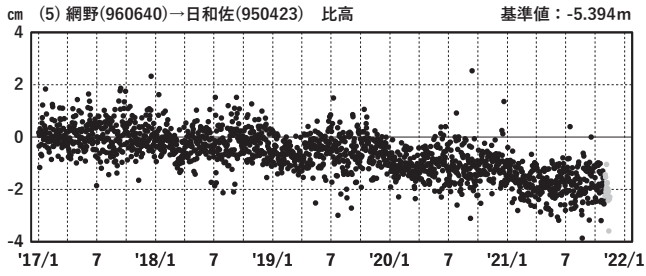
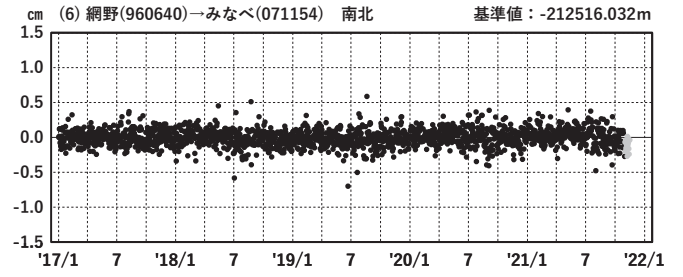
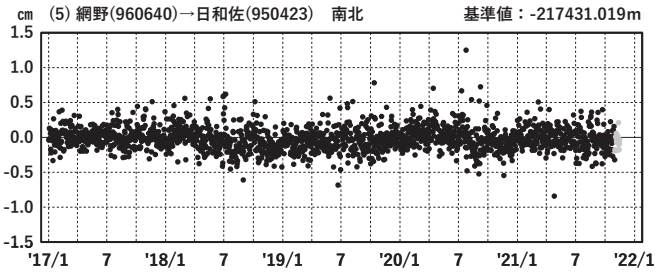
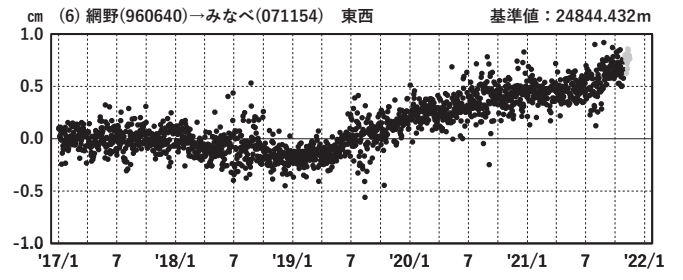
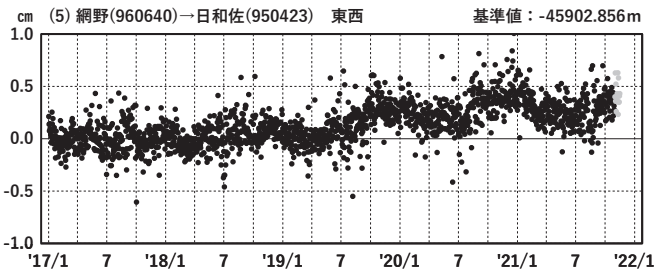
●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

紀伊半島西部・四国東部 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

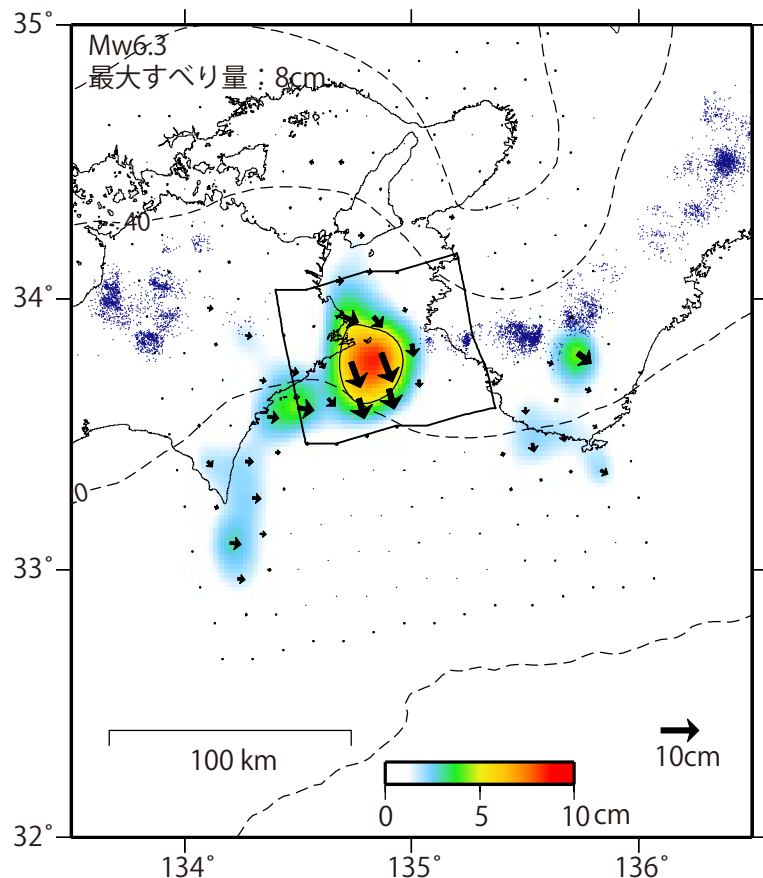
期間: 2017/01/01~2021/11/15 JST

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01

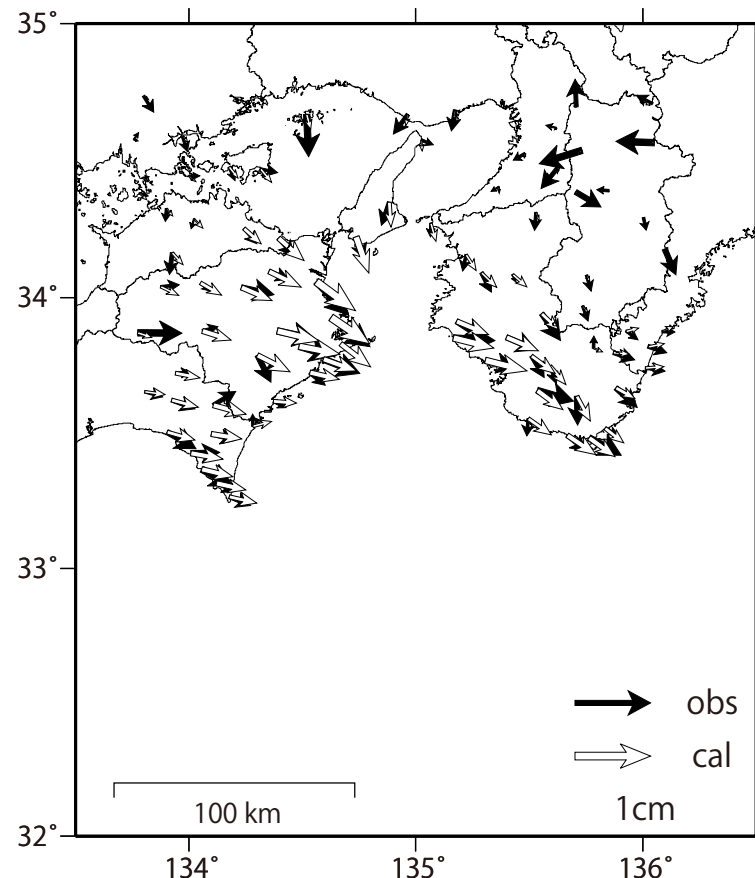


GNSSデータから推定された紀伊水道の長期的ゆっくりすべり (暫定)

推定すべり分布
(2020/6/1-2021/11/9)



観測値 (黒) と計算値 (白) の比較
(2020/6/1-2021/11/9)



Mw及び最大すべり量はプレート面に沿って評価した値を記載。
すべり量(カラー)及びすべりベクトルは水平面に投影したものを示す。
推定したすべり量が標準偏差 (σ) の3倍以上のグリッドを黒色表示している。

使用データ：GEONETによる日々の座標値 (F5解、R5解)

F5解(2018/1/1-2021/10/23)+R5解(2021/10/24-2021/11/9) ※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2017/1/1-2021/11/9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：東向きから南向きの範囲に拘束

青丸：低周波地震 (気象庁一元化震源) (期間:2020/6/1-2021/11/9)

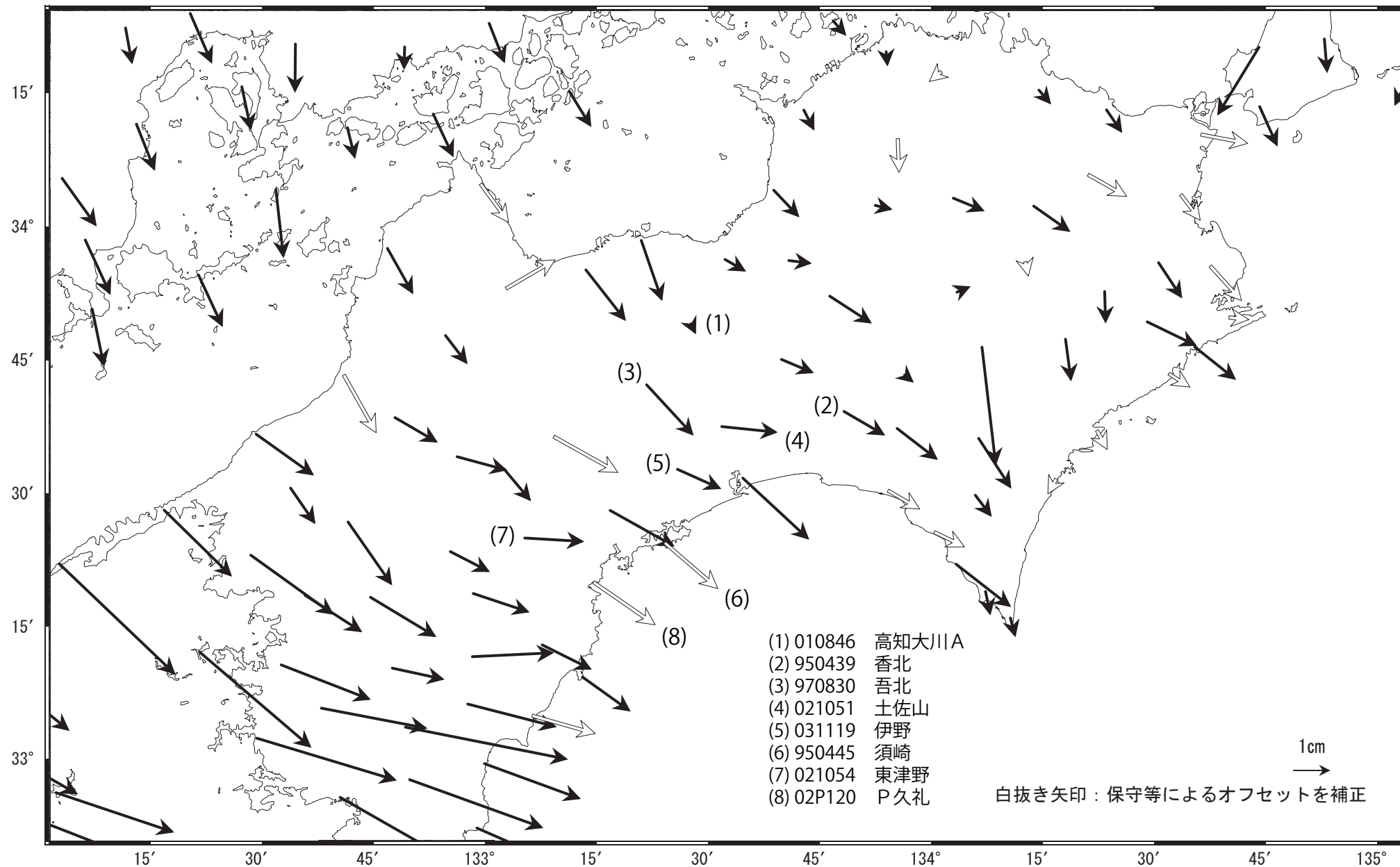
固定局：網野

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)

基準期間: 2017/12/29~2018/01/04 [F5: 最終解]

比較期間: 2021/11/18~2021/11/24 [R5: 速報解]

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01

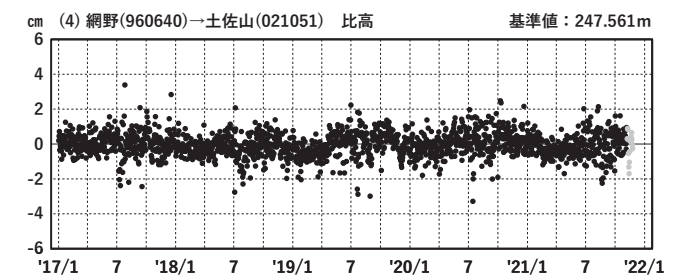
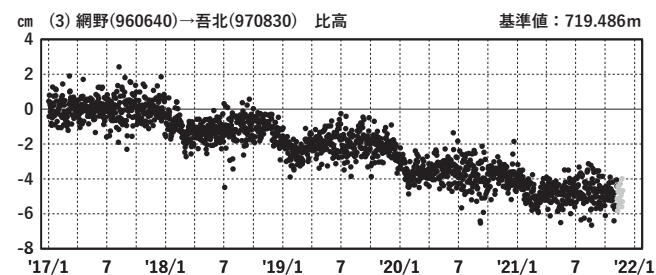
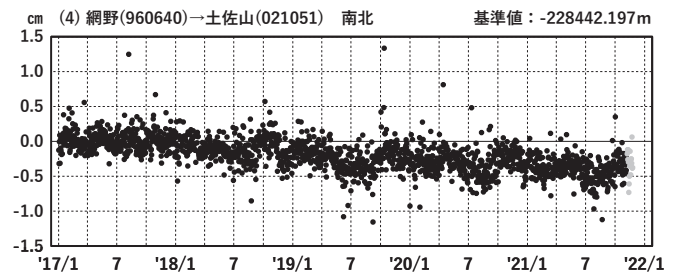
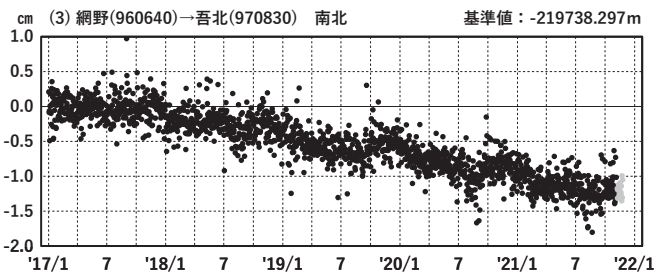
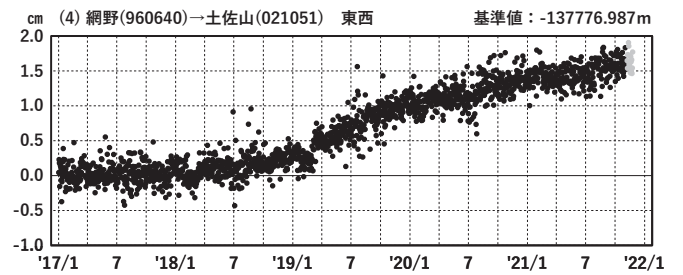
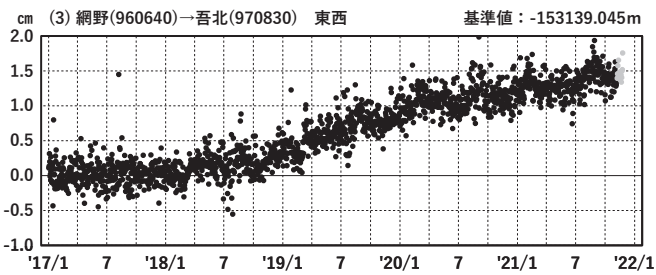
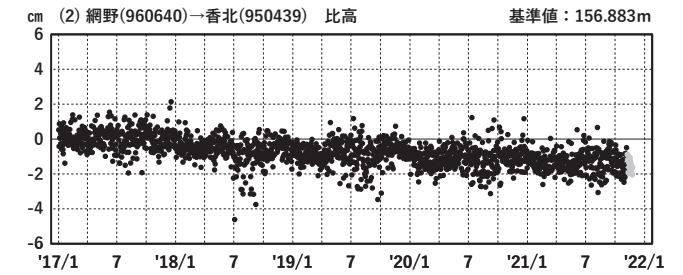
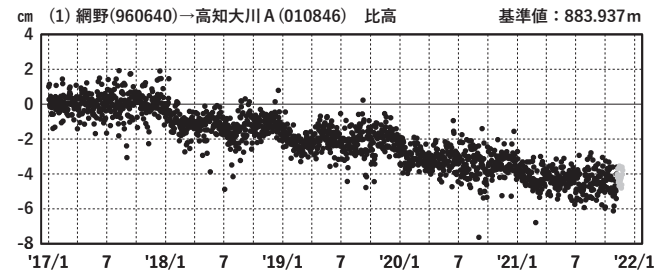
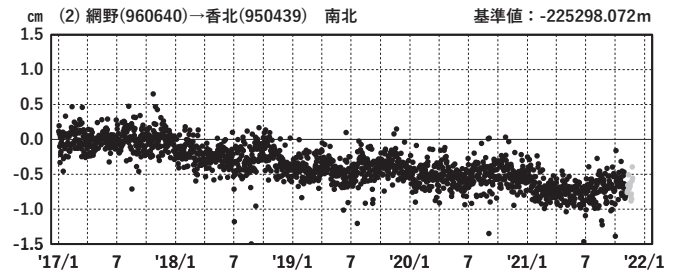
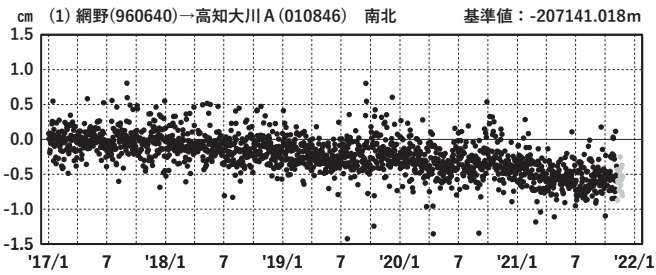
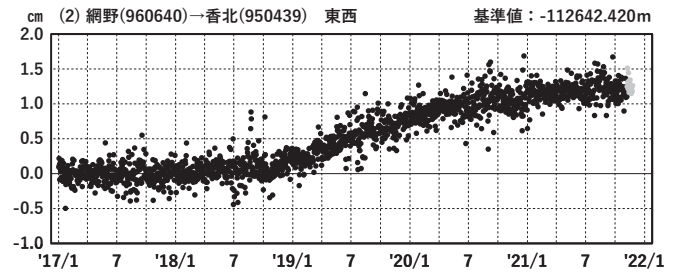
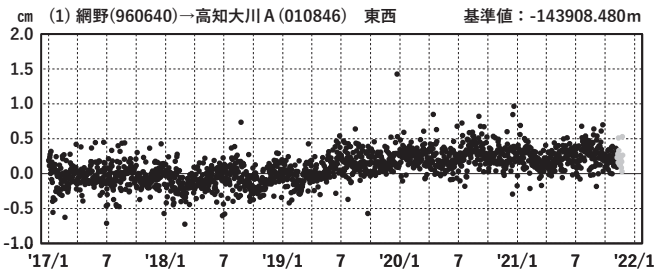


四国中部 G N S S 連続観測時系列 (1)

1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

期間: 2017/01/01~2021/11/24 JST

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01



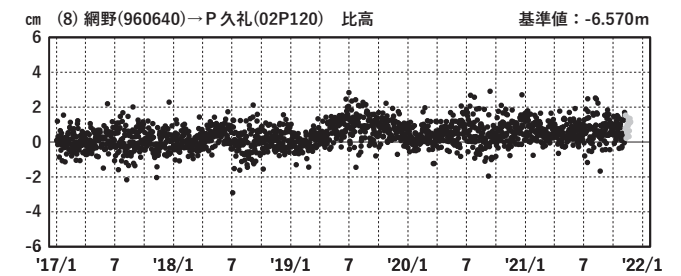
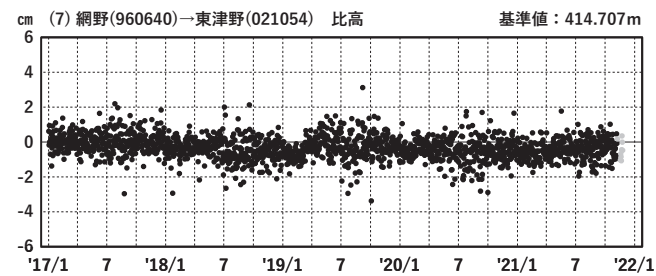
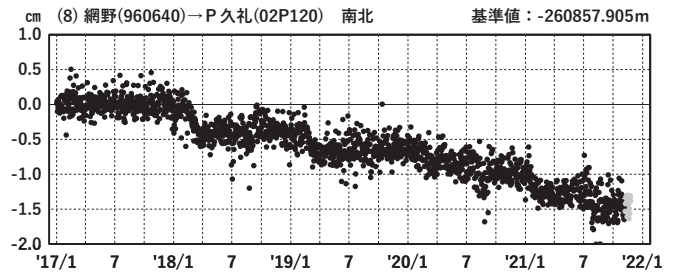
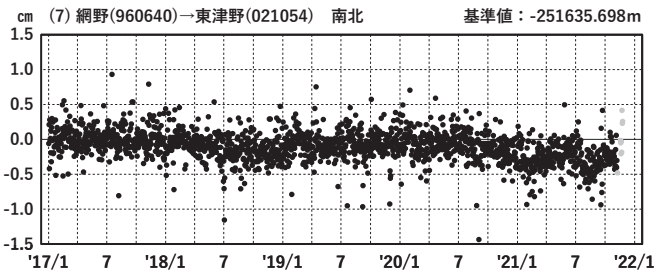
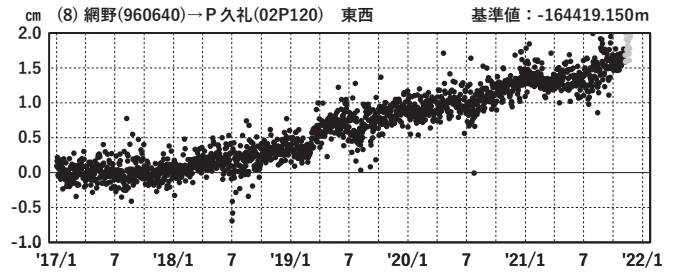
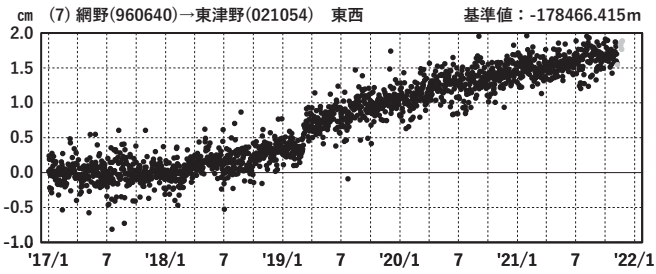
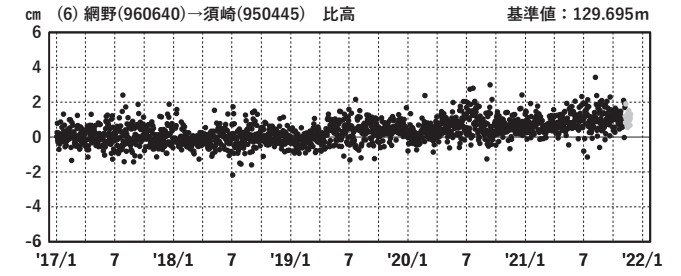
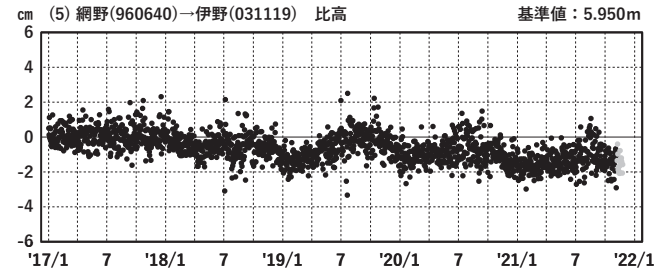
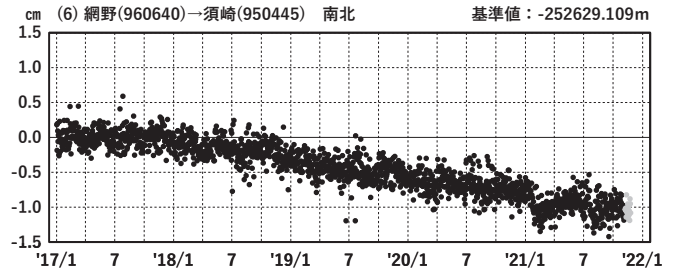
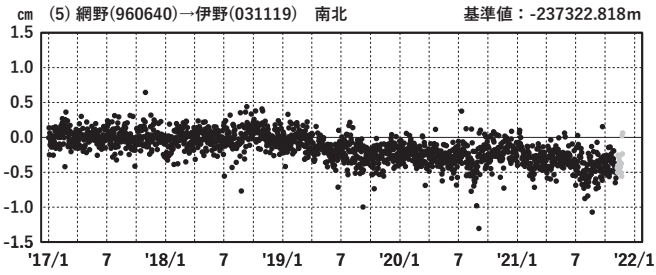
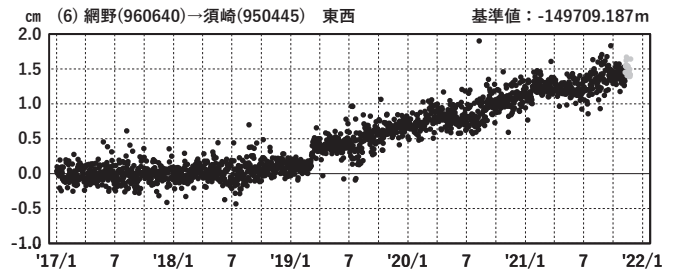
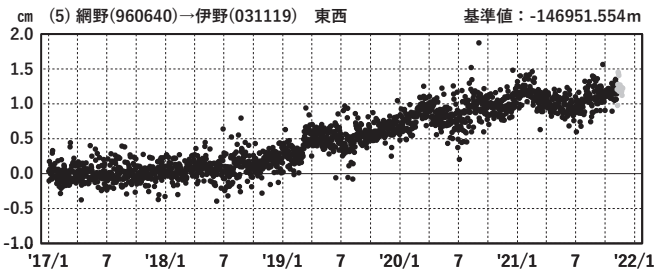
●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

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: 2017/01/01~2021/11/23 JST

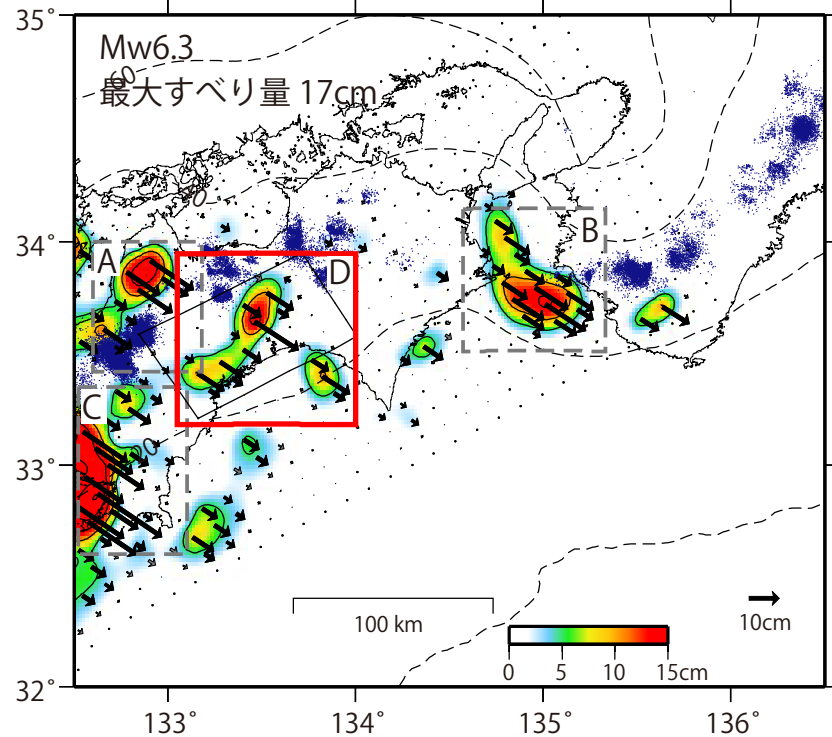
計算期間: 2017/01/01~2018/01/01



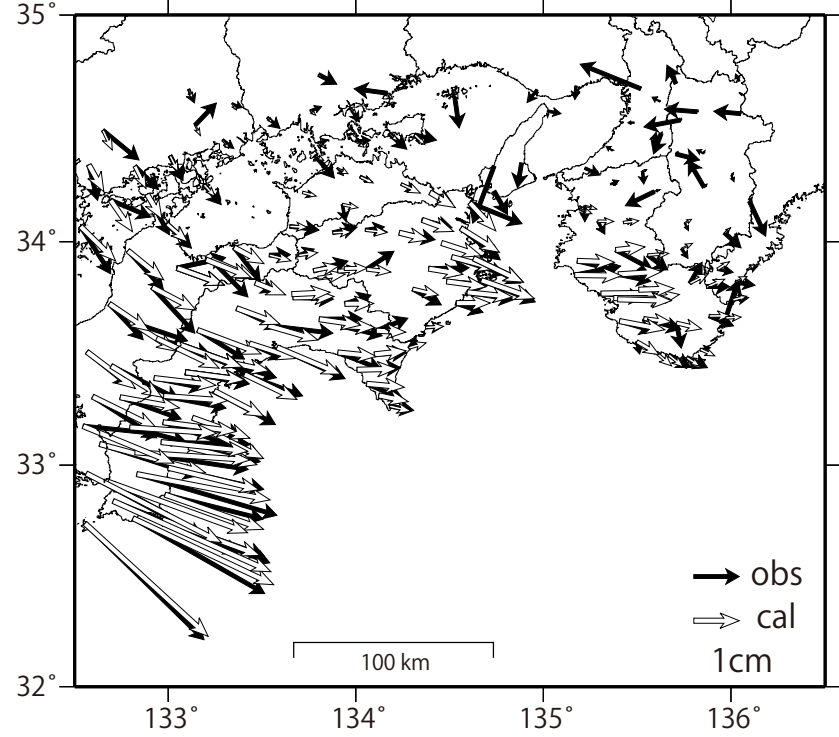
●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

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）

推定すべり分布
(2019/1/1-2021/11/2)



観測値（黒）と計算値（白）の比較
(2019/1/1-2021/11/2)



Mw及び最大すべり量はプレート面に沿って評価した値を記載。
すべり量(カラー)及びすべりベクトルは水平面に投影したものを示す。
推定したすべり量が標準偏差(σ)の3倍以上のグリッドを黒色表示している。

- 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：GEONETによる日々の座標値（F5解、R5解）

F5解(2019/1/1-2021/10/16)+R5解(2021/10/17-2021/11/2) ※電子基準点の保守等による変動は補正済

トレンド期間：2017/1/1-2018/1/1（年周・半年周成分は2017/1/1-2021/11/2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に拘束

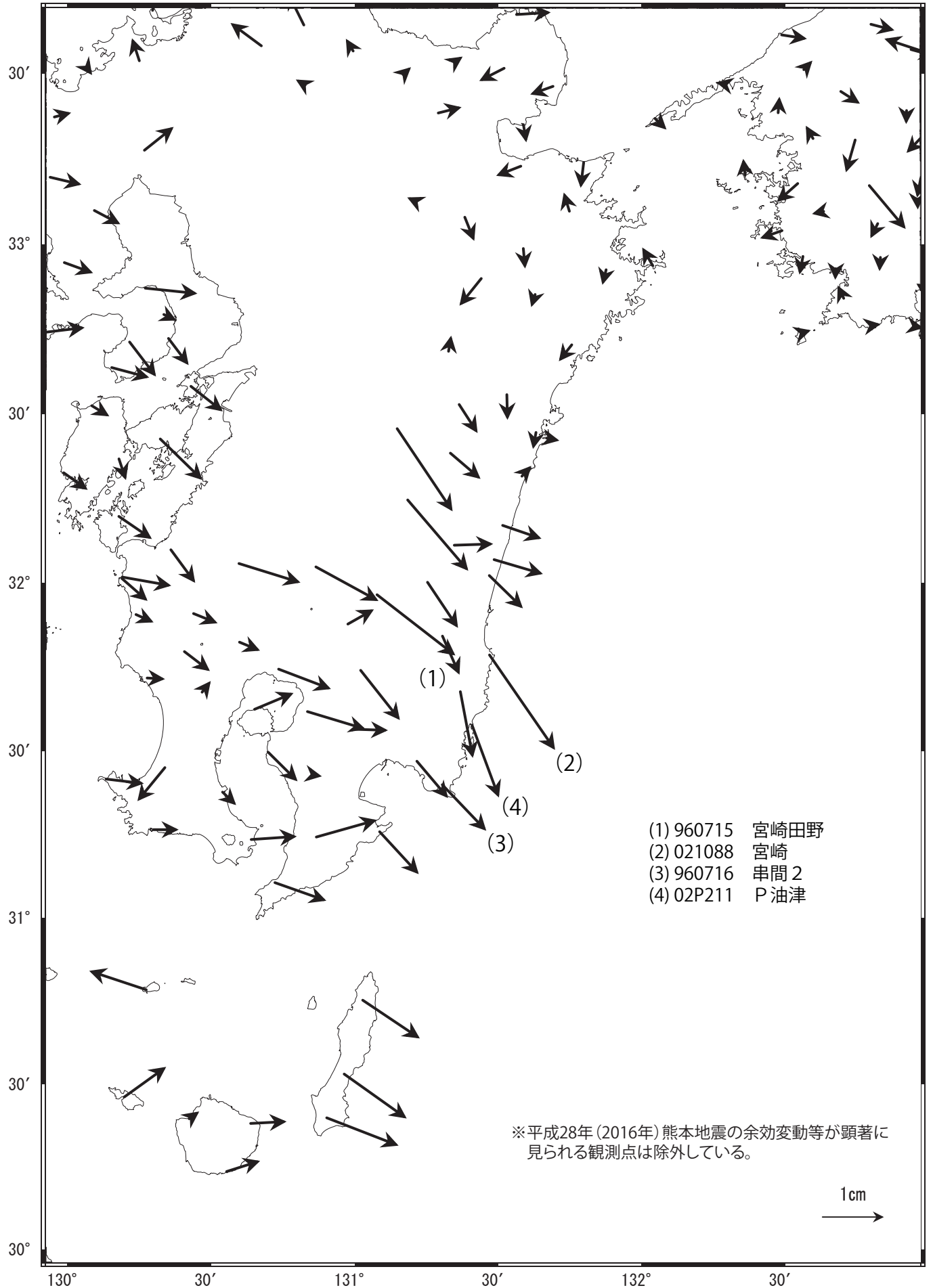
青丸：低周波地震（気象庁一元化震源）（期間:2019/1/1-2021/11/2）

固定局：網野

九州地域の非定常水平地殻変動(1次トレンド除去後)

基準期間: 2020/01/01~2020/01/07 [F5: 最終解]
比較期間: 2021/11/09~2021/11/15 [R5: 速報解]

計算期間: 2012/01/01~2013/03/01

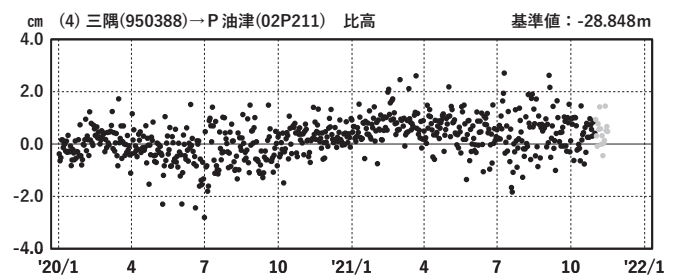
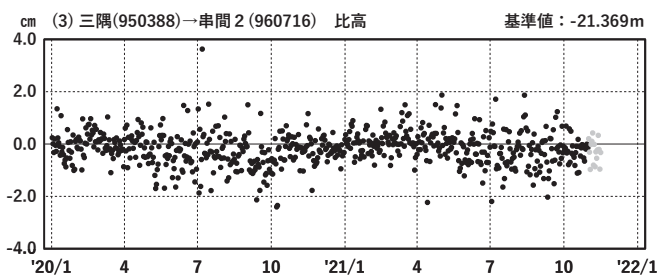
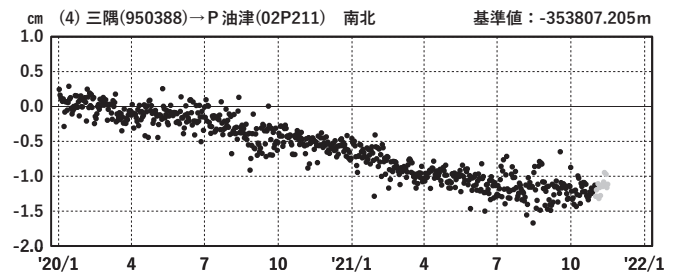
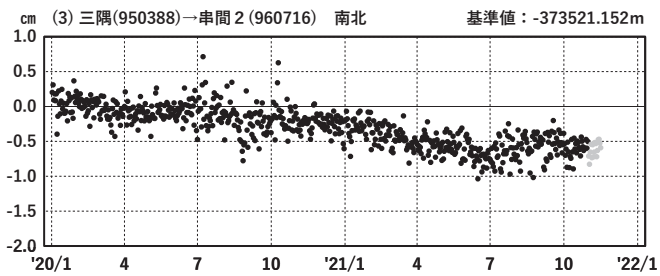
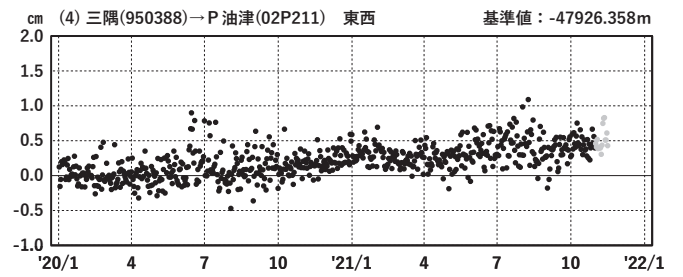
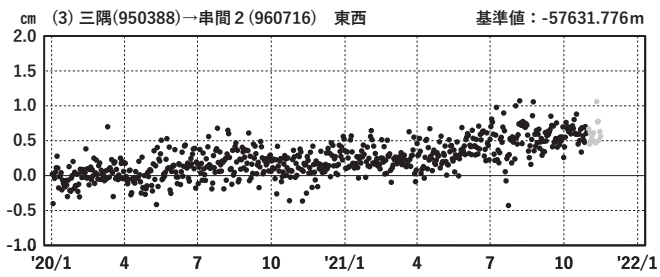
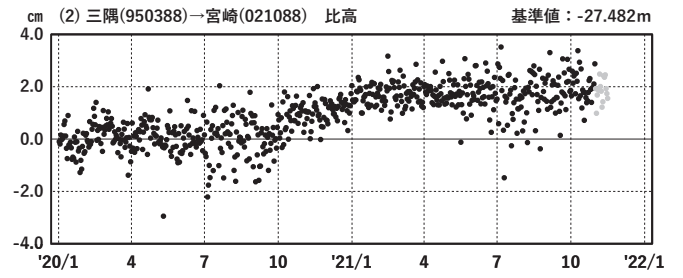
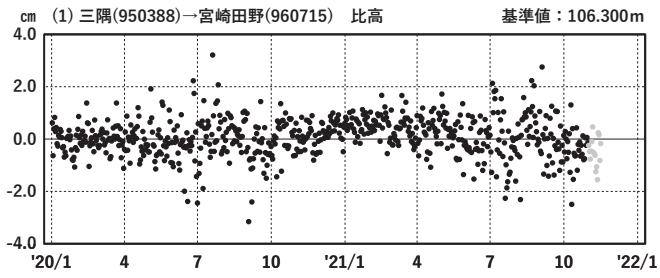
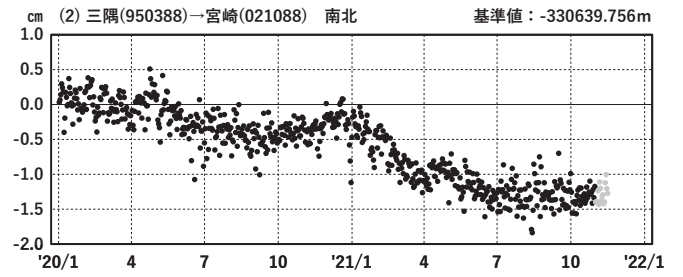
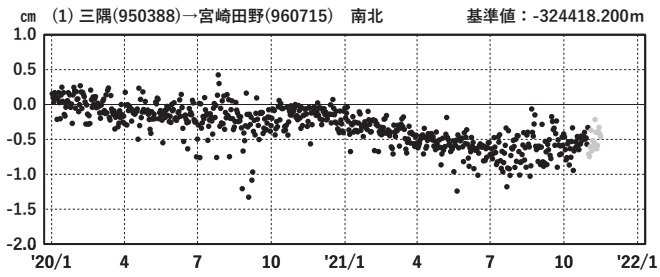
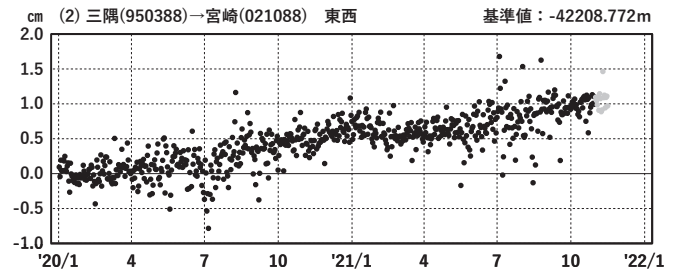
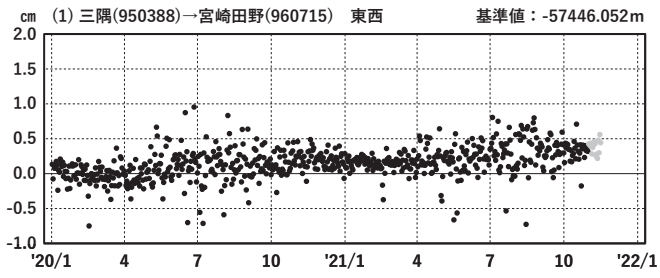


九州地域 GNSS連続観測時系列

1次トレンド除去後グラフ

期間: 2020/01/01~2021/11/15 JST

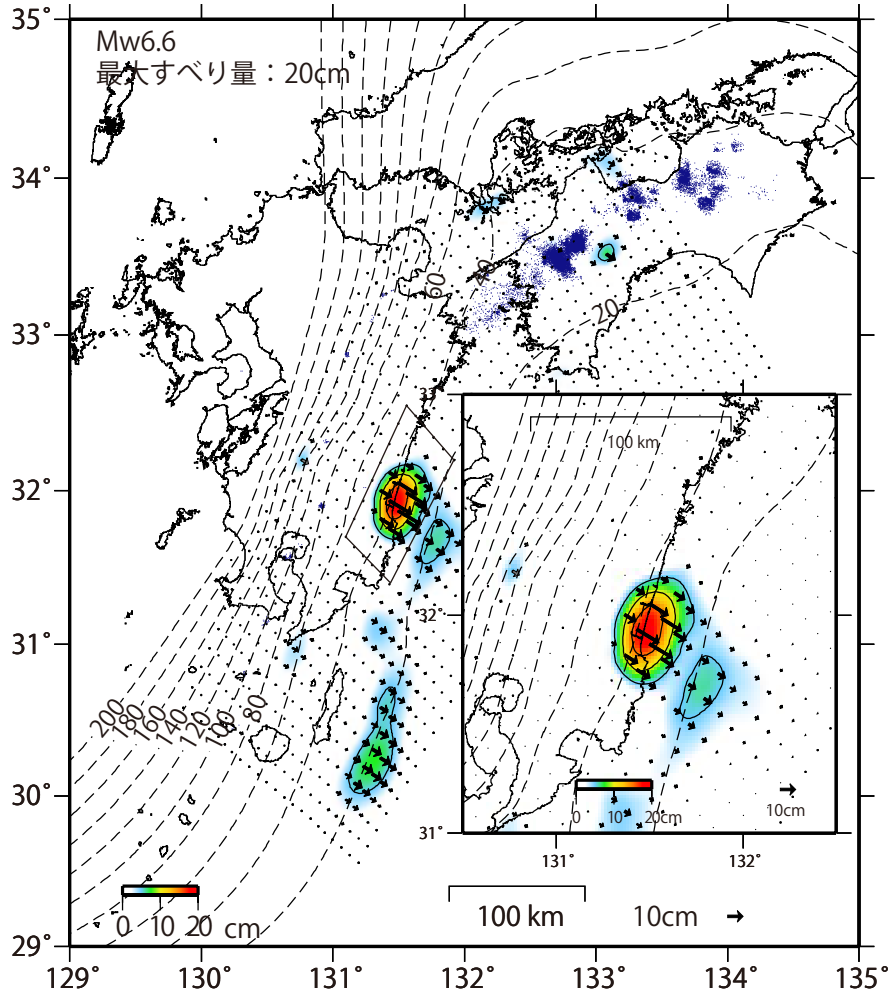
計算期間: 2012/01/01~2013/03/01



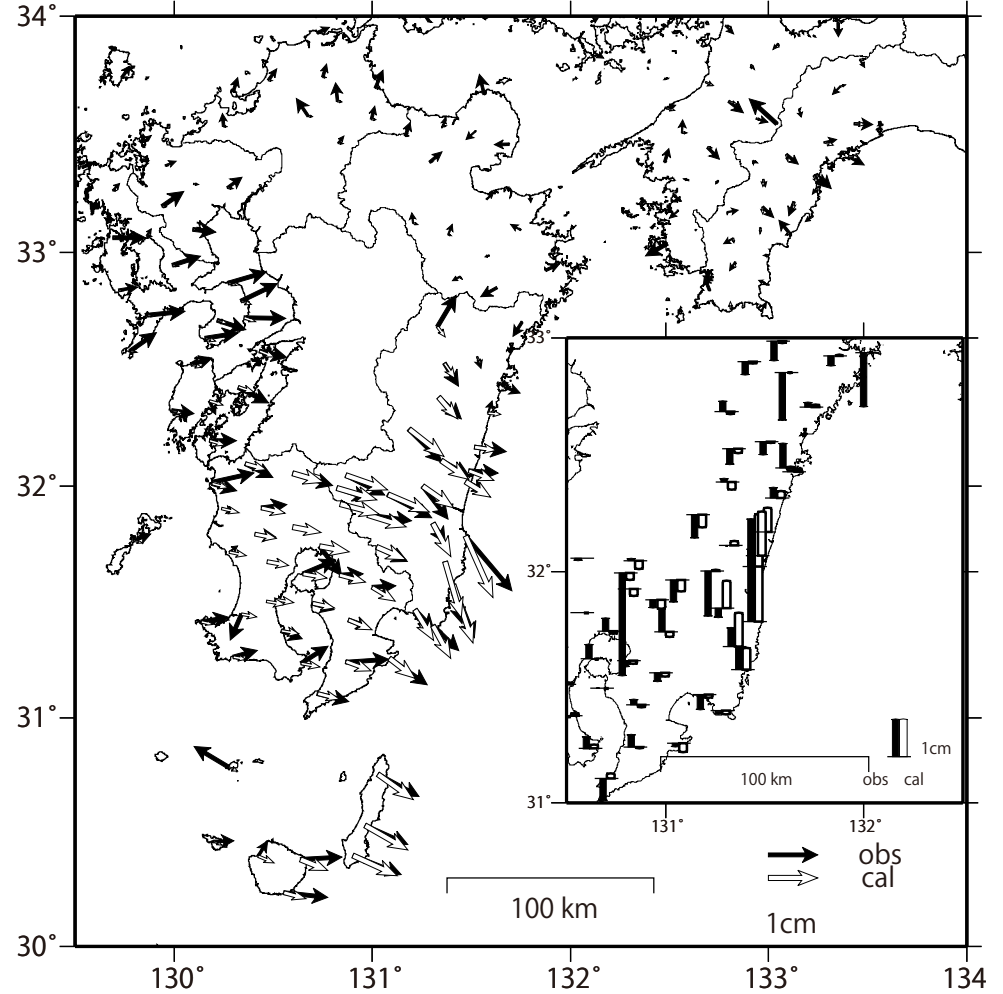
●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

GNSSデータから推定された日向灘南部の長期的ゆっくりすべり（暫定）

推定すべり分布
(2020/6/1-2021/11/3)



観測値（黒）と計算値（白）の比較
(2020/6/1-2021/11/3)



Mw及び最大すべり量はプレート面に沿って評価した値を記載。
すべり量（カラー）及びすべりベクトルは水平面に投影したものを示す。
推定したすべり量が標準偏差（ σ ）の3倍以上のグリッドを黒色表示している。

使用データ：GEONETによる日々の座標値（F5解、R5解）

F5解(2020/1/1-2021/10/23)+R5解(2021/10/24-2021/11/3) ※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：2012/1/1-2013/3/1（年周・半年周成分は補正なし）※平成28年（2016年）熊本地震の余効変動等が顕著に見られる観測点は除外している。

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に拘束

青丸：低周波地震（気象庁一元化震源）（期間:2020/6/1-2021/11/3）

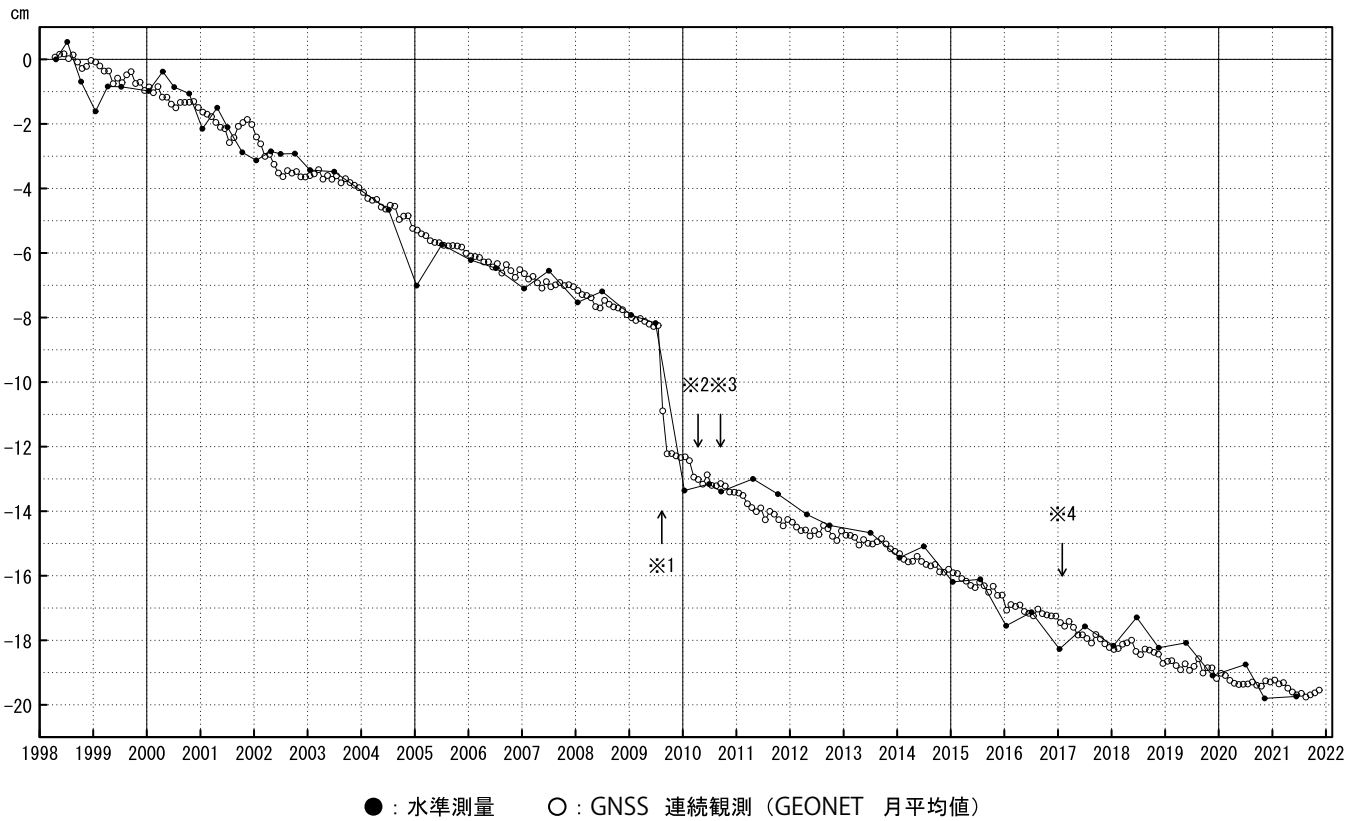
固定局：三隅

御前崎 電子基準点の上下変動

水準測量と GNSS 連続観測

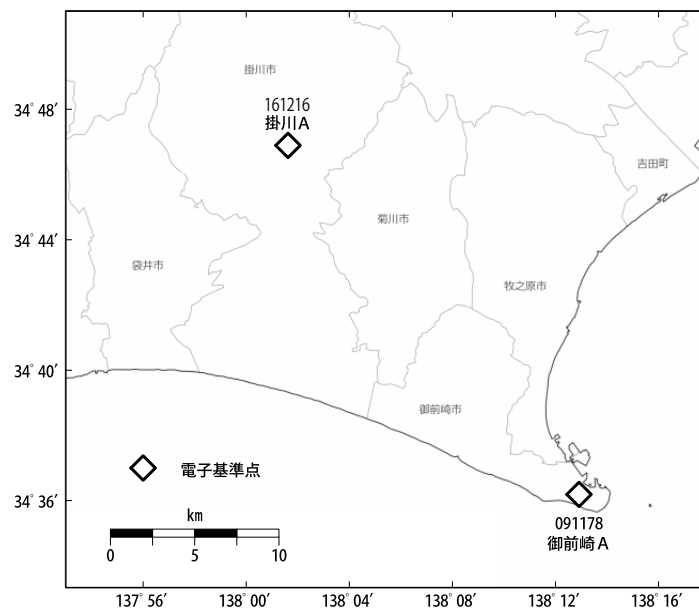
掛川に対して、御前崎が沈降する長期的な傾向が続いている。

掛川 A (161216) - 御前崎 A (091178)



- ・ 水準測量による結果は、最初のプロット点の値を 0cm として描画している。
- ・ GNSS 連続観測のプロット点は、GEONET による日々の座標値 (F5 : 最終解) から計算した値の月平均値。最新のプロット点は 11/1~11/12 の平均。
- ・ GNSS 連続観測による結果については、水準測量の全期間との差が最小となるように描画している。

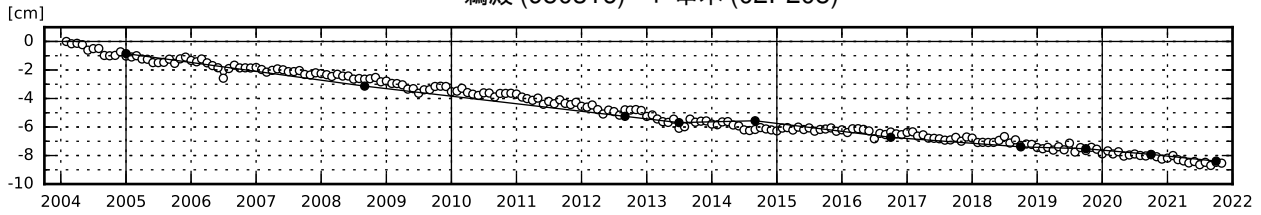
- ※1 電子基準点「御前崎」は 2009 年 8 月 11 日の駿河湾の地震 (M6.5) に伴い、地表付近の局所的な変動の影響を受けた。
- ※2 2010 年 4 月以降は、電子基準点「御前崎」をより地盤の安定している場所に移転し、電子基準点「御前崎 A」とした。上記グラフは電子基準点「御前崎」と電子基準点「御前崎 A」のデータを接続して表示している。
- ※3 水準測量の結果は移転後初めて変動量が計算できる 2010 年 9 月から表示している。
- ※4 2017 年 1 月 30 日以降は、電子基準点「掛川」は移転し、電子基準点「掛川 A」とした。上記グラフは電子基準点「掛川」と電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



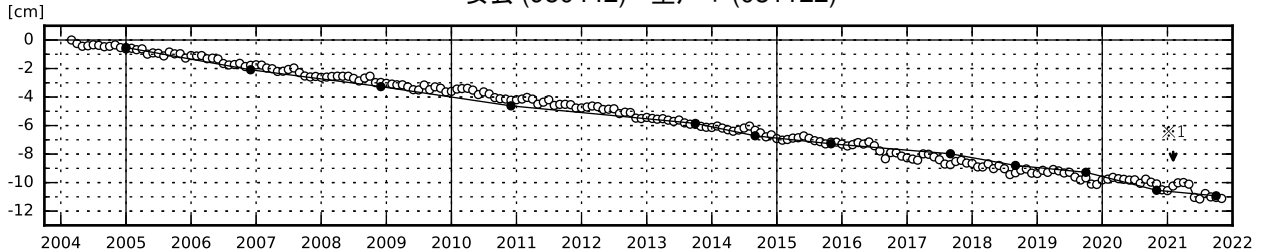
紀伊半島及び室戸岬周辺 電子基準点の上下変動

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。

鵜殿 (950316) - P串本 (02P208)



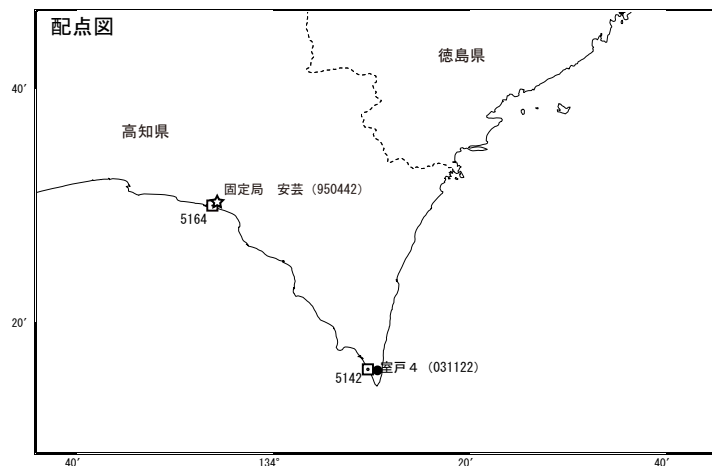
安芸 (950442) - 室戸 4 (031122)



● : 水準測量 ○ : GNSS 連続観測 (GEONET 月平均値)

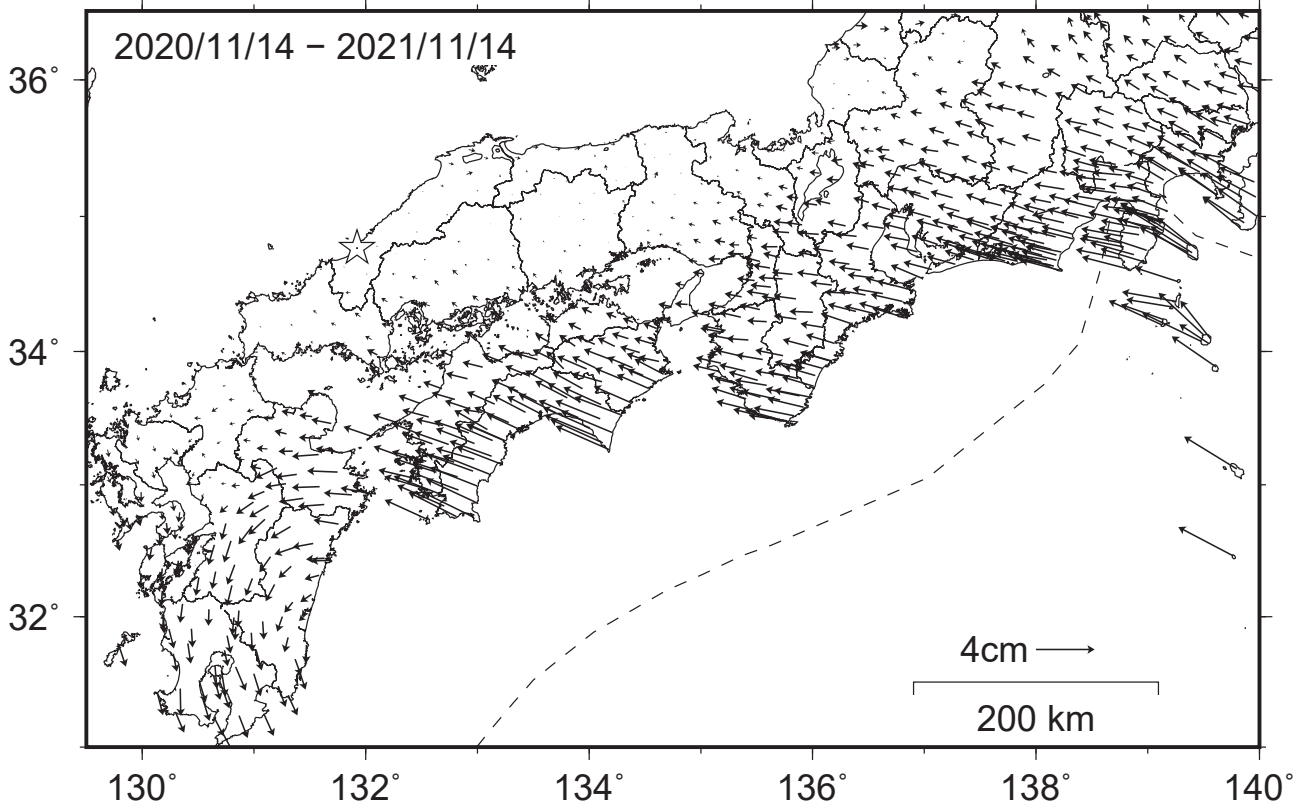
- ・ GNSS 連続観測のプロット点は、GEONET による日々の座標値 (F5 : 最終解) から計算した値の月平均値である。(最新のプロット点 : 11/1~11/6 の平均値)
- ・ 水準測量の結果は、最寄り的一等水準点の結果を表示しており、GNSS 連続観測の全期間の値との差が最小となるように描画している。
- ・ 水準測量による結果については、最寄り的一等水準点の結果を表示している。

※ 1 2021/2/2 に電子基準点「安芸」のアンテナ更新及びレドーム交換を実施した。

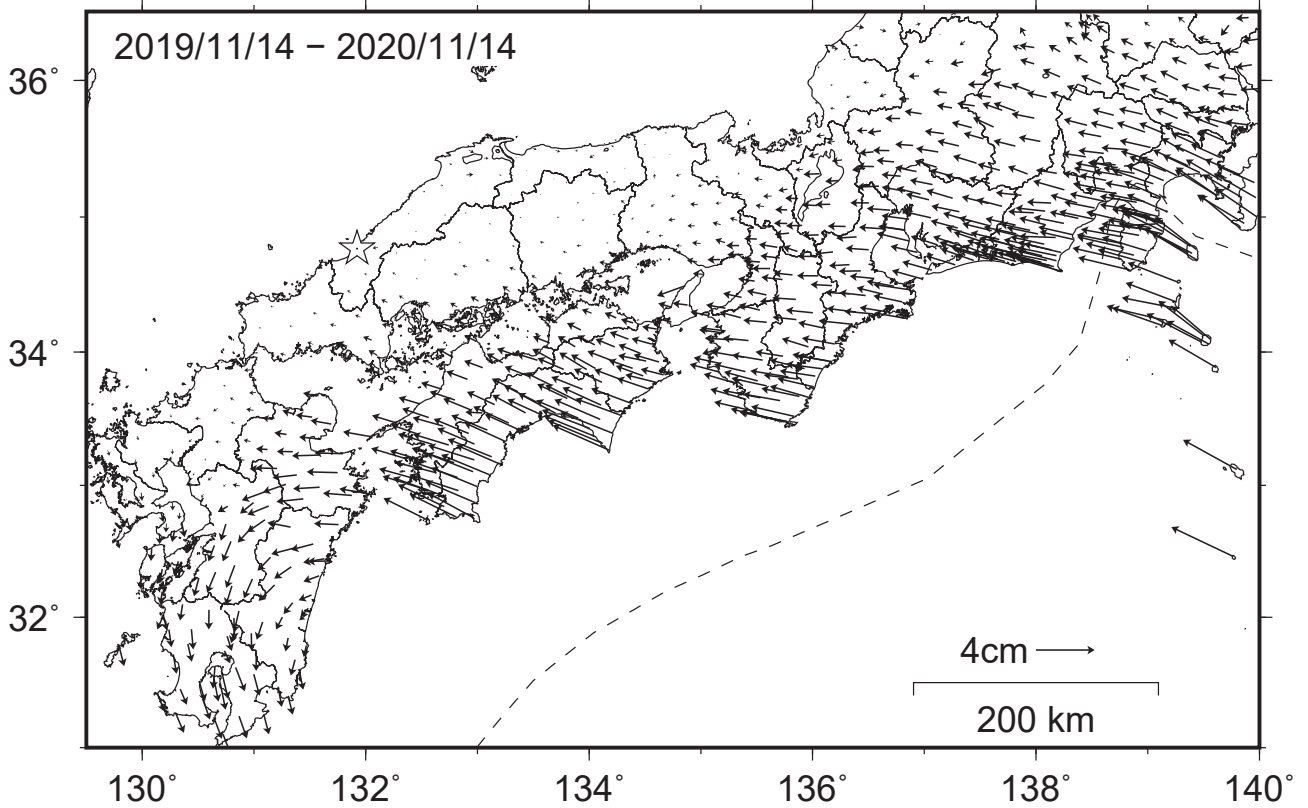


南海トラフ沿いの水平地殻変動【固定局：三隅】

【最近1年間】



【1年前の1年間】



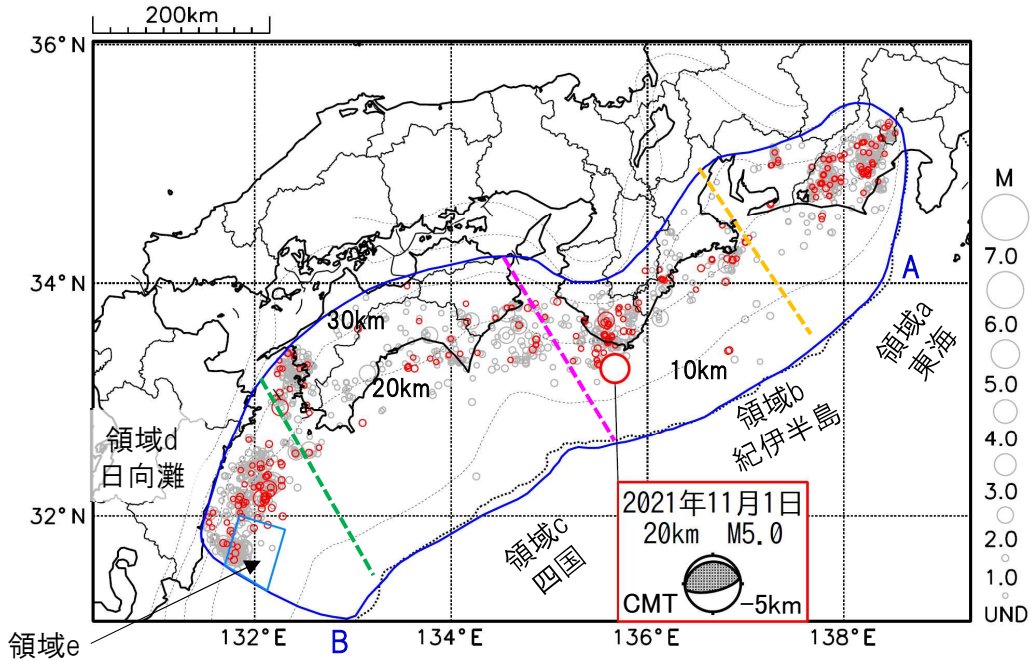
- ・ GEONET による日々の座標値 (F5 解、R5 解) を使用している。
- ・ 各日付 6日の計 日間の変動量の中央値をとり、その差から1年間の変動量を表示している。

プレート境界とその周辺の地震活動

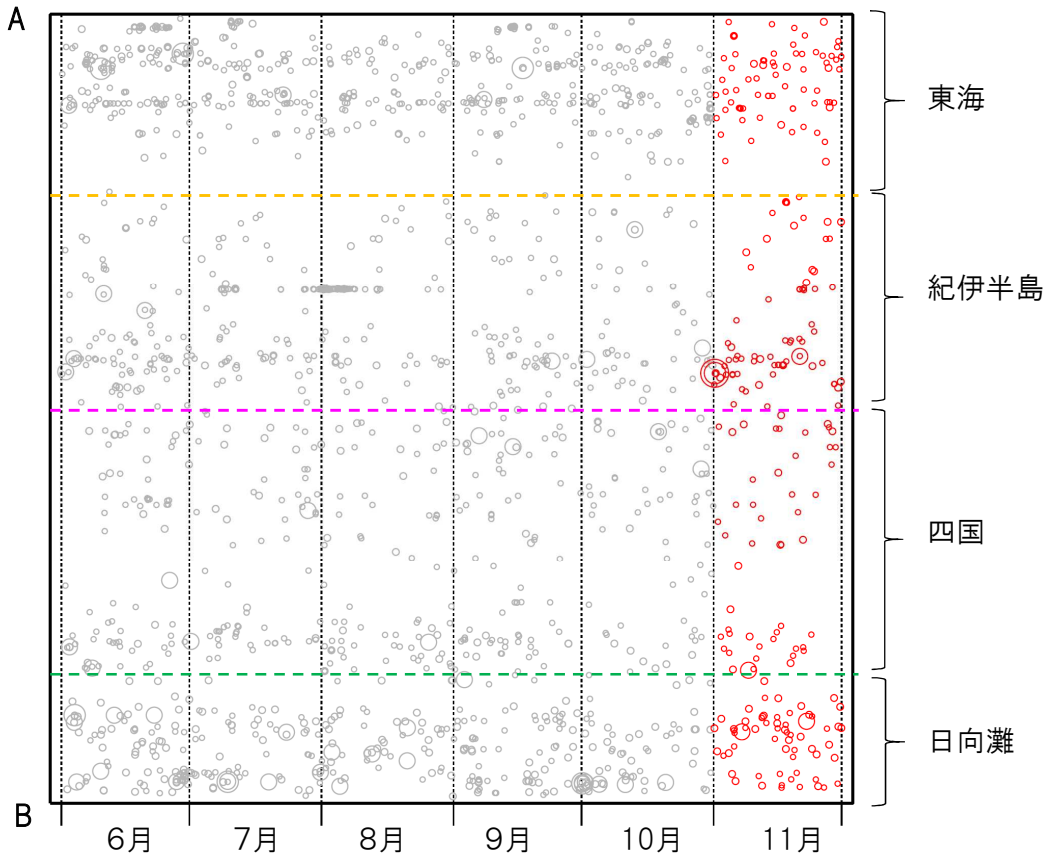
フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。
日向灘の領域e内のみ、深さ20km～30kmの地震を追加している。

震央分布図

(2021年6月1日～2021年11月30日、M全て、2021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。

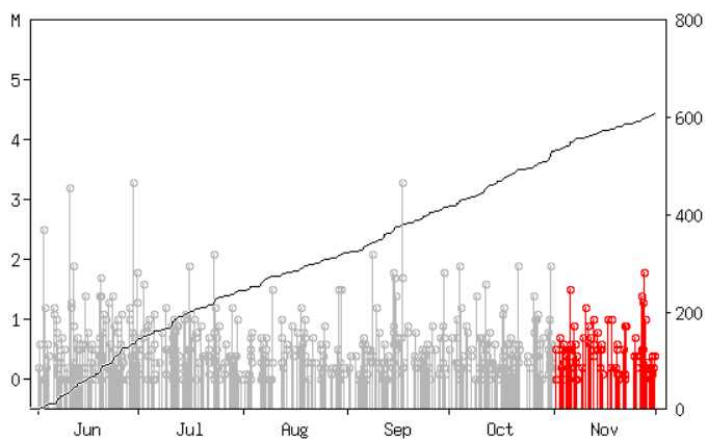
気象庁作成

プレート境界とその周辺の地震活動

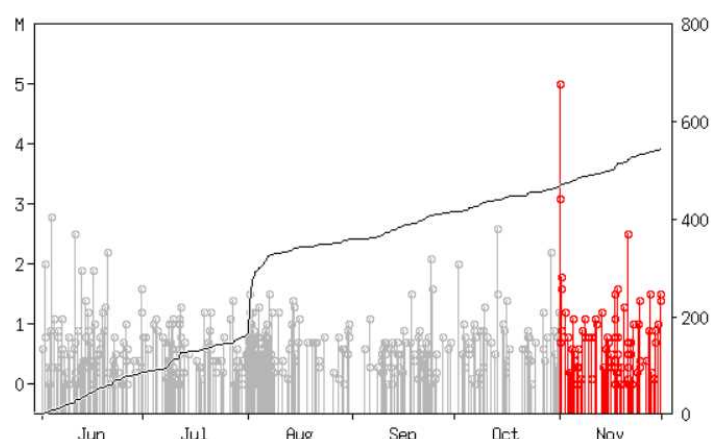
フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。

震央分布図の各領域内のMT図・回数積算図

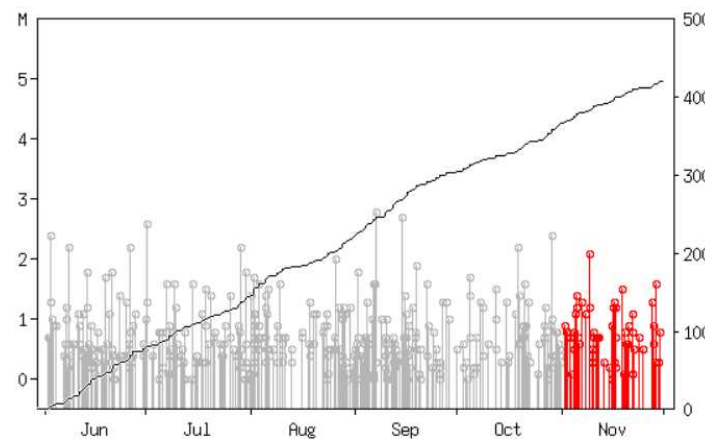
領域a内(東海)



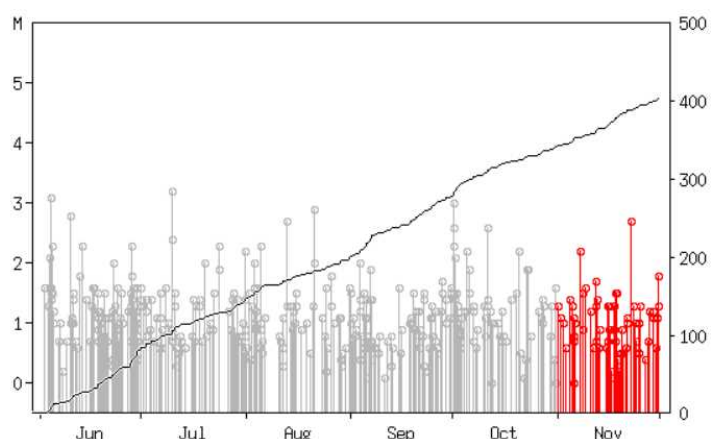
領域b内(紀伊半島)



領域c内(四国)



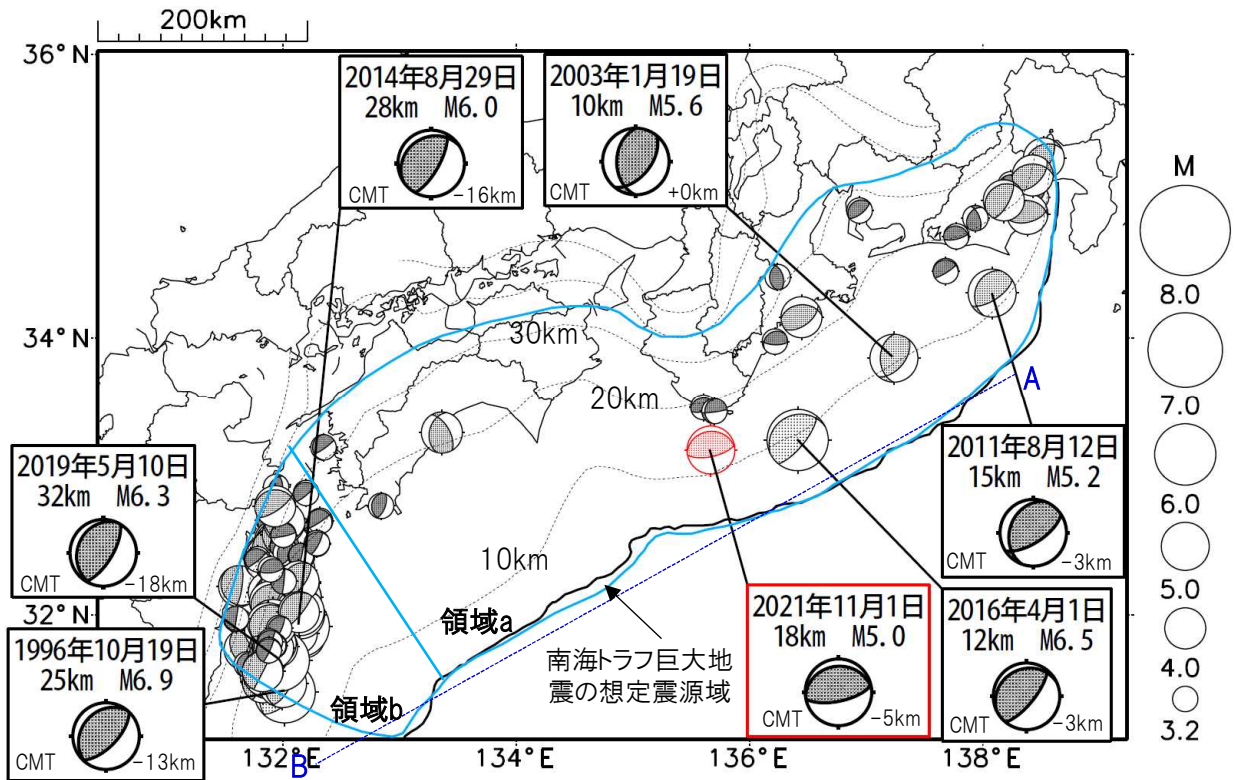
領域d内(日向灘)



※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。

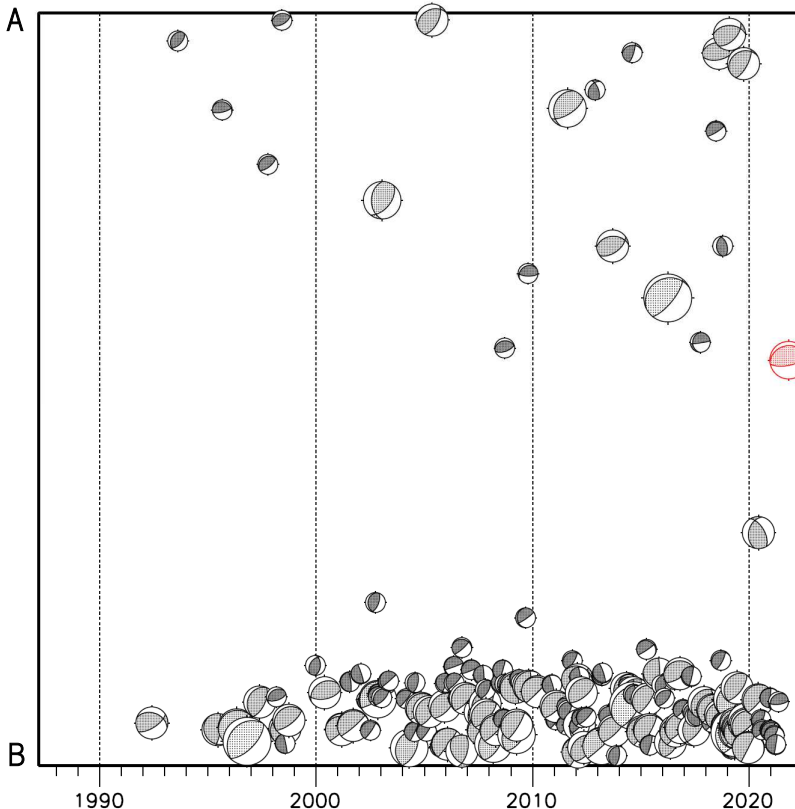
想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震

震央分布図(1987年9月1日～2021年11月30日、M \geq 3.2、2021年11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。

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

2021年11月30日

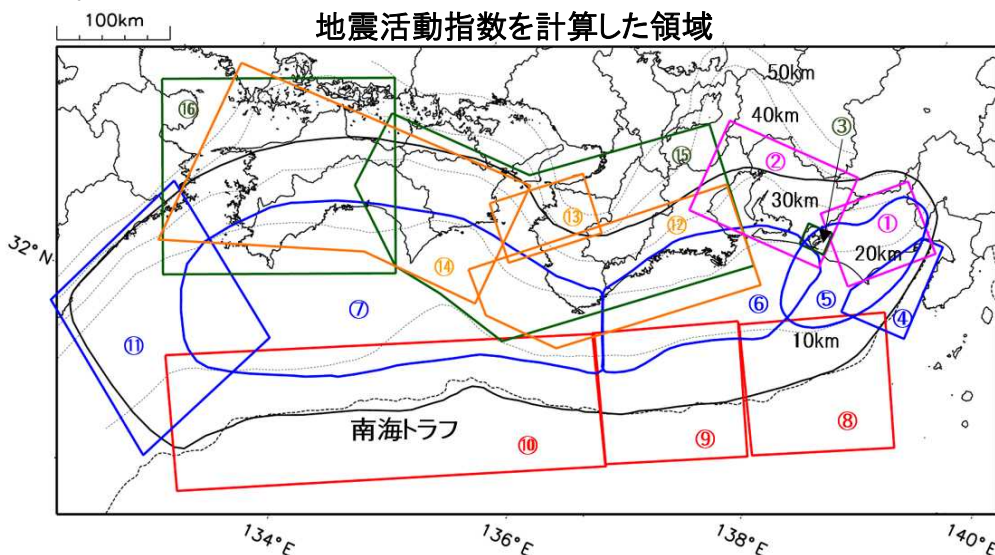
領域	①静岡県 中西部		②愛知県		③浜名湖 周辺	④駿河 湾	⑤ 東海	⑥東南 海	⑦南海
	地	プ	地	プ	プ	全	全	全	全
地震活動指数	3	4	4	5	3	3	4	4	5
平均回数	16.4	18.4	26.6	13.7	13.3	13.2	18.2	19.5	21.5
MLきい値	1.1		1.1		1.1	1.4	1.5	2.0	2.0
クラスタ 除去	距離	3km		3km		3km	10km	10km	10km
	日数	7日		7日		7日	10日	10日	10日
対象期間	60日	90日	60日	30日	360日	180日	90日	360日	90日
深さ	0~ 30km	0~ 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	7	1	1	4	5	6	4	4
平均回数	12.4	14.5	20.7	22.9	41.6	30.8	27.8	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～2021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。



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	
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

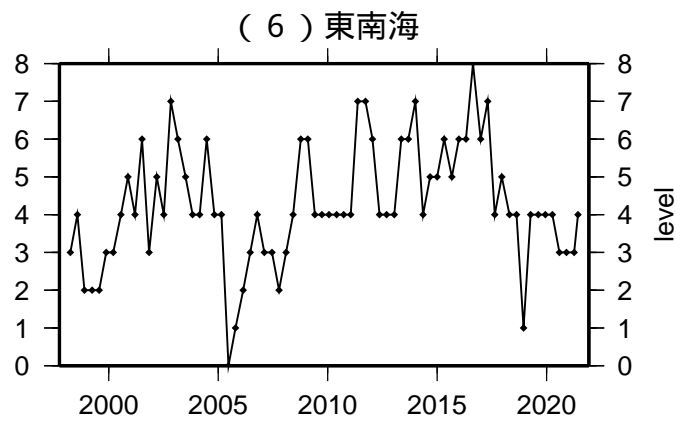
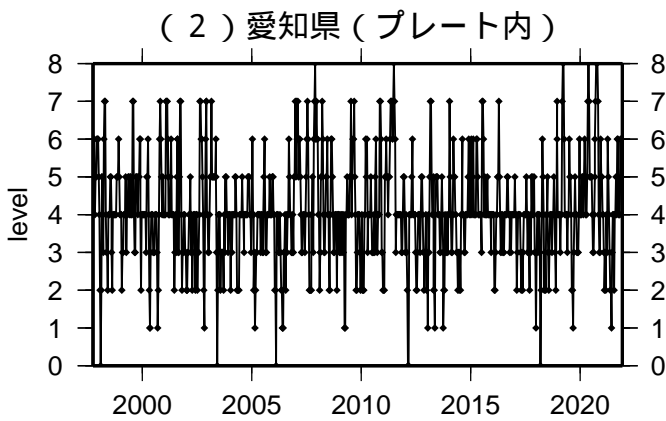
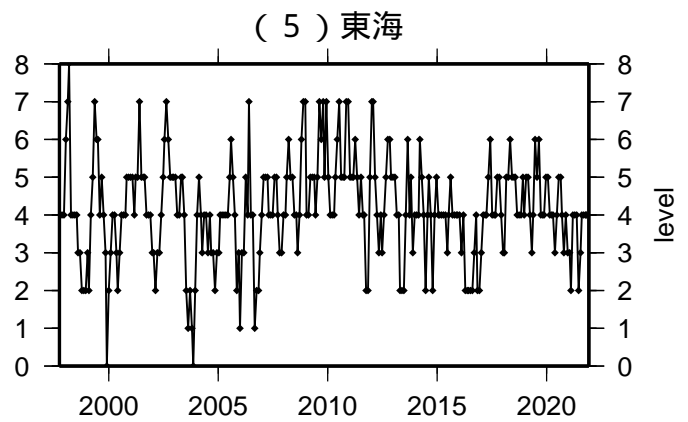
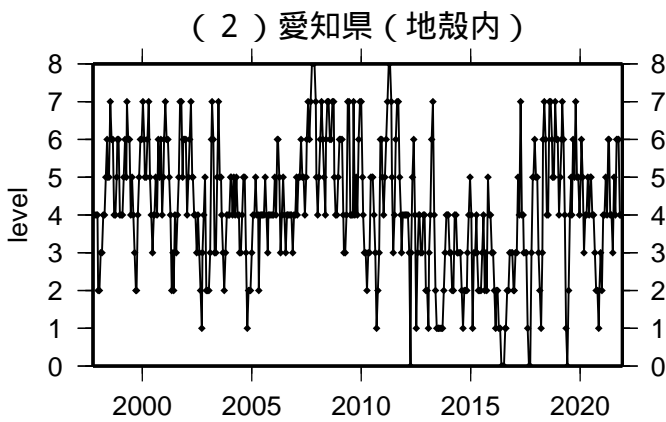
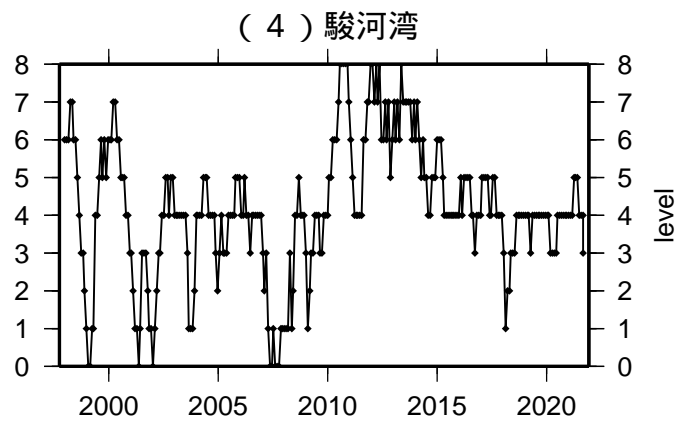
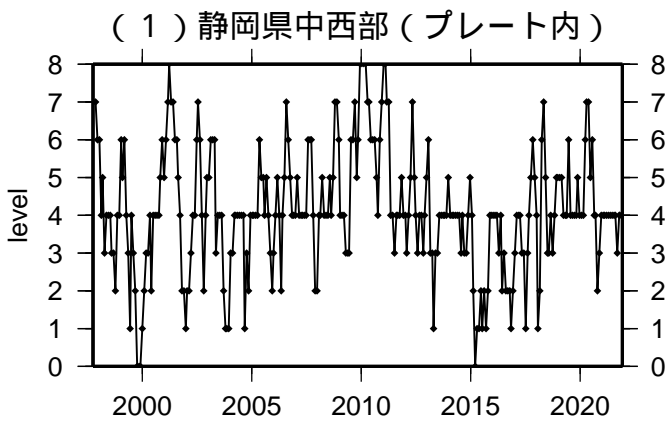
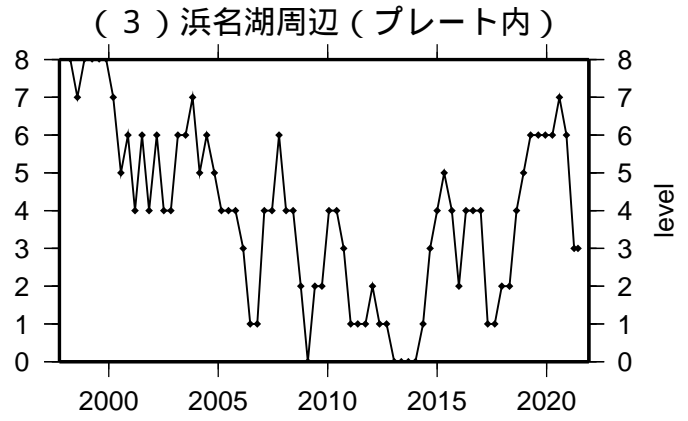
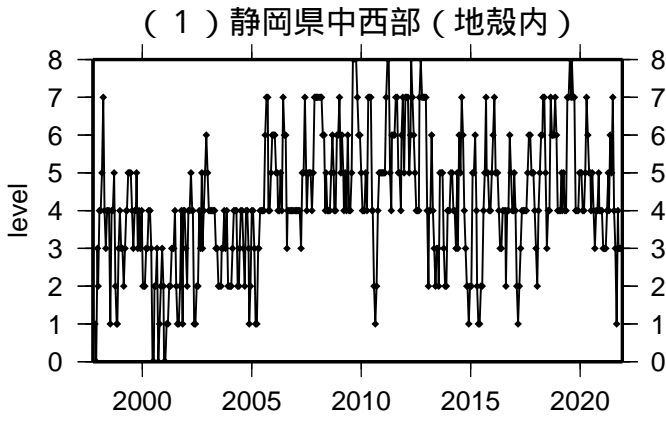
* 黒色実線は、南海トラフ巨大地震の想定震源域を示す。

* 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

2021年11月30日

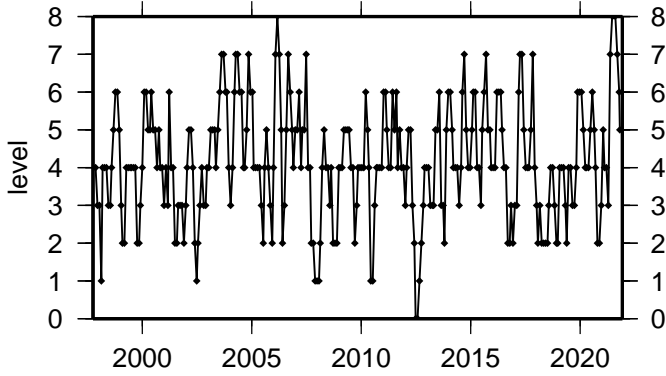


活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率 (%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数	少	←	←	←	←	←	←	←	多

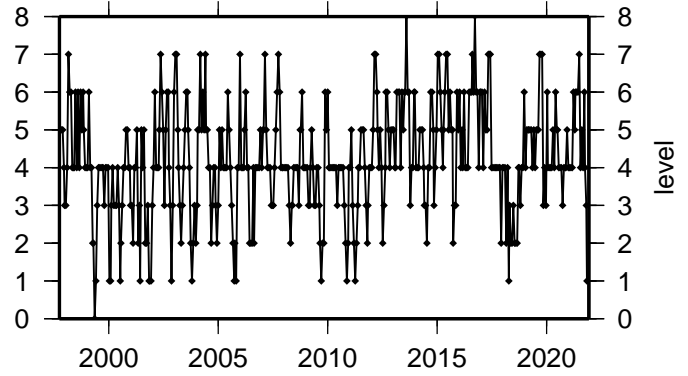
地震活動指数一覽

2021年11月30日

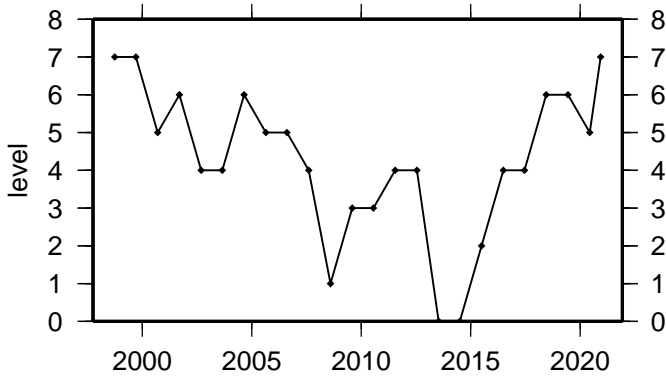
(7) 南海



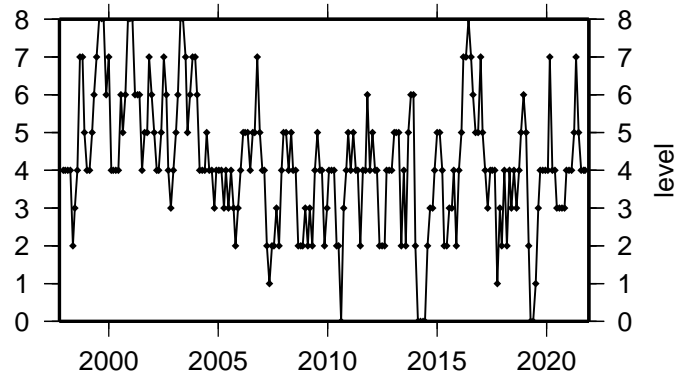
(11) 日向灘



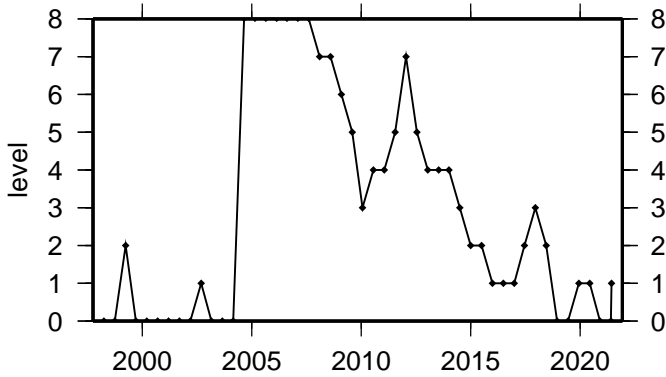
(8) 南海トラフ沿い(東側)



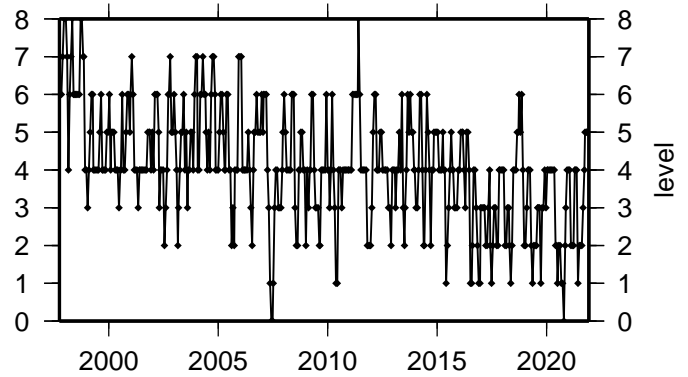
(12) 紀伊半島(地殻内)



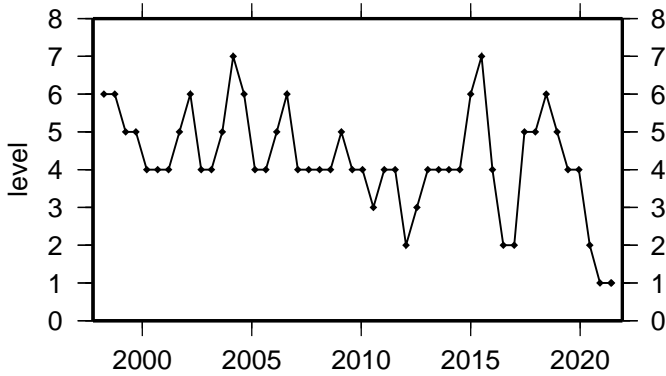
(9) 南海トラフ沿い(三重県沖)



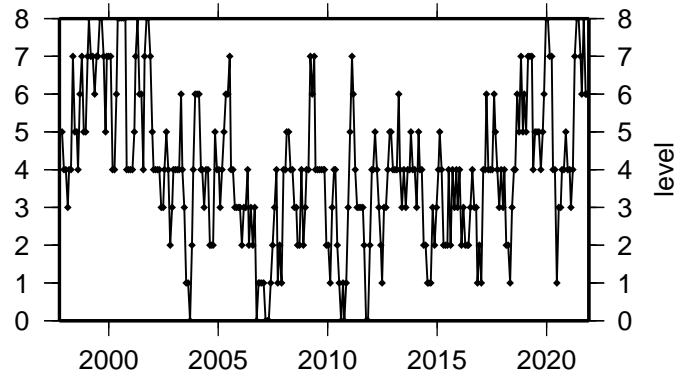
(13) 和歌山(地殻内)



(10) 南海トラフ沿い(西側)



(14) 四国(地殻内)

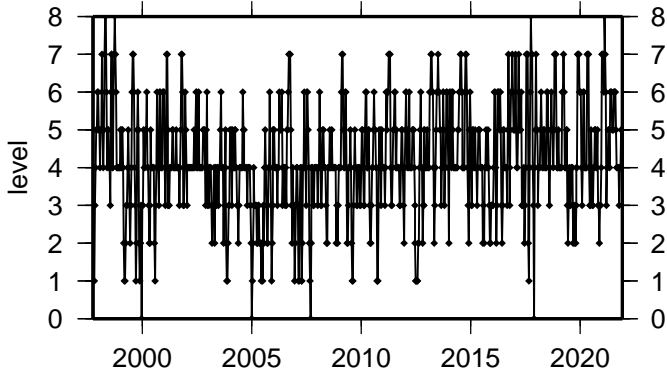


活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率(%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数	少	←	←	←	←	←	←	←	多

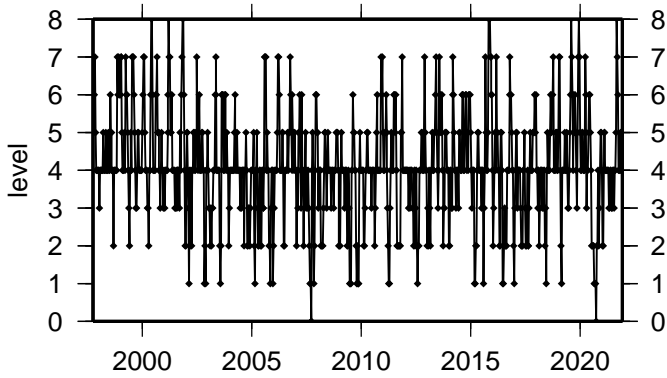
地震活動指数一覧

2021年11月30日

(1 5) 紀伊半島 (プレート内)



(1 6) 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					