

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1)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1) 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する現象)

南海トラフ周辺では、特に目立った地震活動はありませんでした。

(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) 紀伊半島北部から紀伊半島中部：4月27日から5月5日
- (2) 東海：4月29日から5月6日
- (3) 紀伊半島北部：5月7日から16日
- (4) 四国東部：5月19日から31日
- (5) 東海：5月22日から28日

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。

GNSS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・四国東部で観測されている、それまでの傾向とは異なる地殻変動は、最近は鈍化しているように見えます。加えて、2020年夏頃から九州南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。^(注2)

(注2) 2021年1月から2021年5月の評価検討会において、九州北部で2020年夏頃から見られていたとされた、それまでの傾向とは異なる地殻変動は、平成28年(2016年)熊本地震直後の余効変動の影響を考慮し、解析手法を再検討した結果、ノイズレベルの範囲であることがわかったため、評価を変更しています。

(長期的な地殻変動)

GNSS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

(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せん。

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・四国東部での地殻変動及び2020年夏頃からの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、紀伊水道周辺の長期的ゆっくりすべりは、最近は鈍化しています。^(注3)

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。

(注3) 2021年1月から2021年5月の評価検討会において、九州北部で2020年夏頃から見られていたとされた地殻変動は、日向灘北部のプレート境界深部におけるすべりに起因するものと推定していましたが、平成28年(2016年)熊本地震直後の余効変動の影響を考慮し、解析手法を再検討した結果、ノイズレベルの範囲であることがわかったため、評価を変更しています。

(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30分に発表しました。

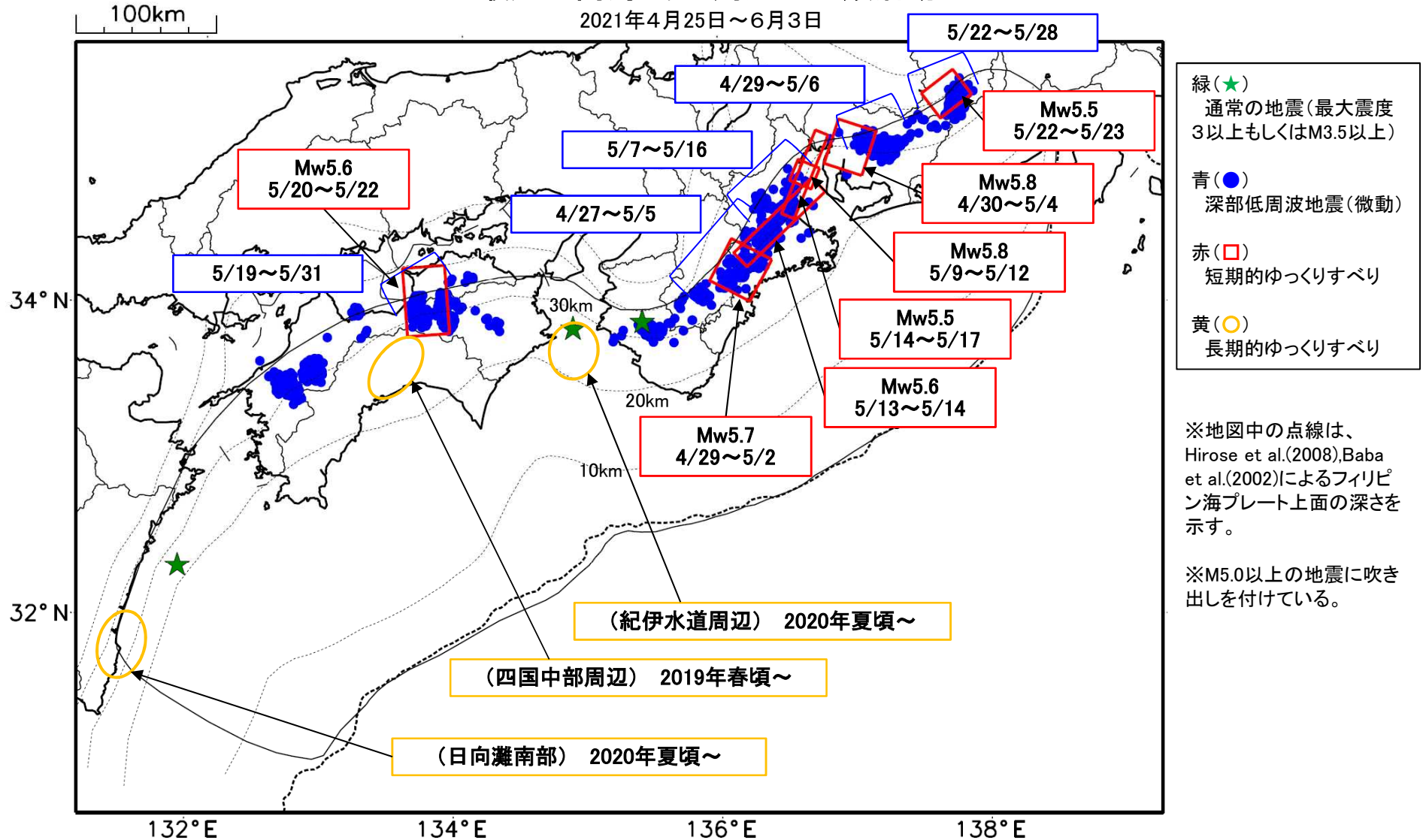
添付の説明資料は、気象庁、国土地理院、防災科学技術研究所、及び産業技術総合研究所の資料から作成。
気象庁の資料には、防災科学技術研究所、産業技術総合研究所、東京大学、名古屋大学等のデータも使用。
産業技術総合研究所の資料には、防災科学技術研究所及び気象庁のデータも使用。

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5月12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)
FAX 03-3584-8643

最近の南海トラフ周辺の地殻活動

2021年4月25日～6月3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)気象庁及び防災科学技術研究所の解析結果による。
 短期的ゆっくりすべり.....【東海】気象庁の解析結果による。【紀伊半島北部から紀伊半島中部、四国東部】産業技術総合研究所の解析結果による。
 長期的ゆっくりすべり.....【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5月1日～令和3年6月3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
5/6	13:32	紀伊水道	44	3.8	2	フィリピン海プレート内部
5/14	06:38	日向灘	25	3.5	2	
5/26	08:57	和歌山県南部	51	3.9	3	フィリピン海プレート内部

※震源の深さは、精度がやや劣るものは表記していない。

※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
■四国東部 5月5日 5月8日～9日 5月11日～13日 <u>5月19日～28日^{注1)}</u> . . . (4) 5月30日～6月2日 ■四国中部 5月1日～2日 5月15日～16日 5月24日 5月28日 ■四国西部 4月29日～5月5日 5月7日～8日 5月10日 5月12日～13日 5月17日 5月20日～22日 5月26日～27日 6月1日～2日	■紀伊半島北部 <u>4月27日～5月5日</u> . . . (1) <u>5月7日～16日</u> . . . (3) 5月18日 5月22日～23日 ■紀伊半島中部 <u>5月1日～4日</u> . . . (1) 5月26日～29日 ■紀伊半島西部 4月29日～5月3日 5月19日 5月26日 6月1日～（継続中）	<u>4月29日～5月6日</u> . . . (2) 5月9日～16日 <u>5月22日～28日</u> . . . (5) 5月29日～（継続中）

※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。

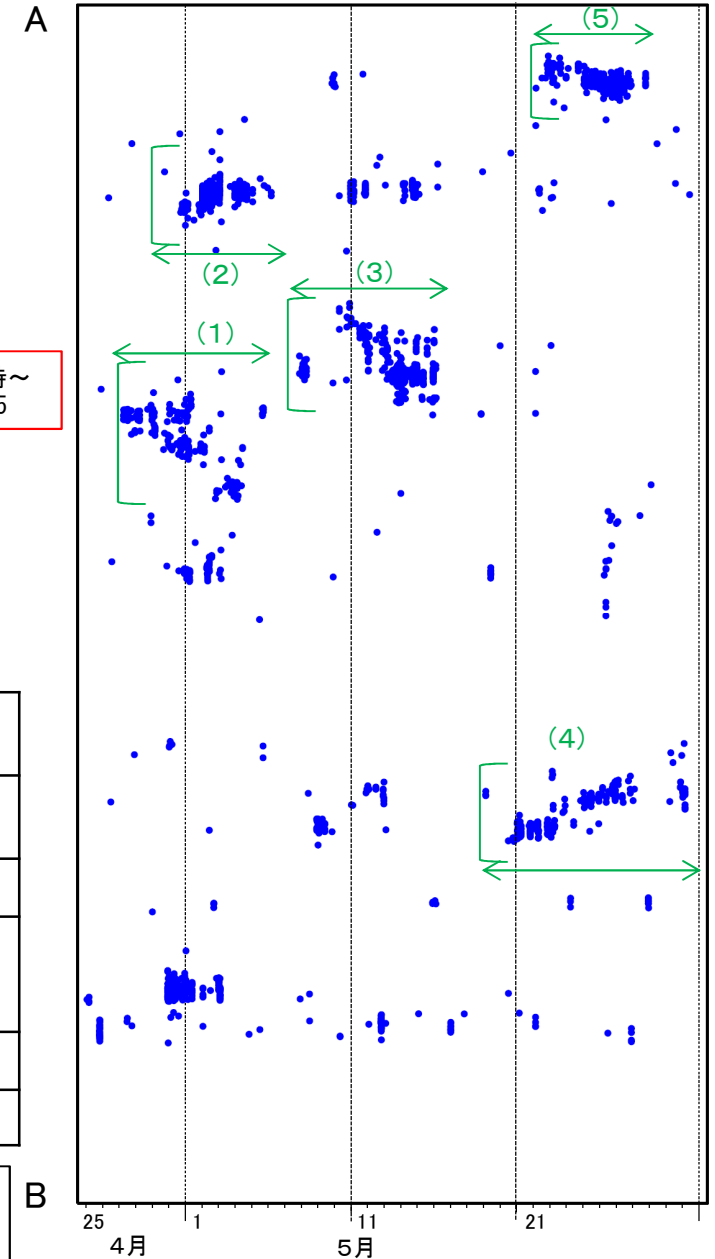
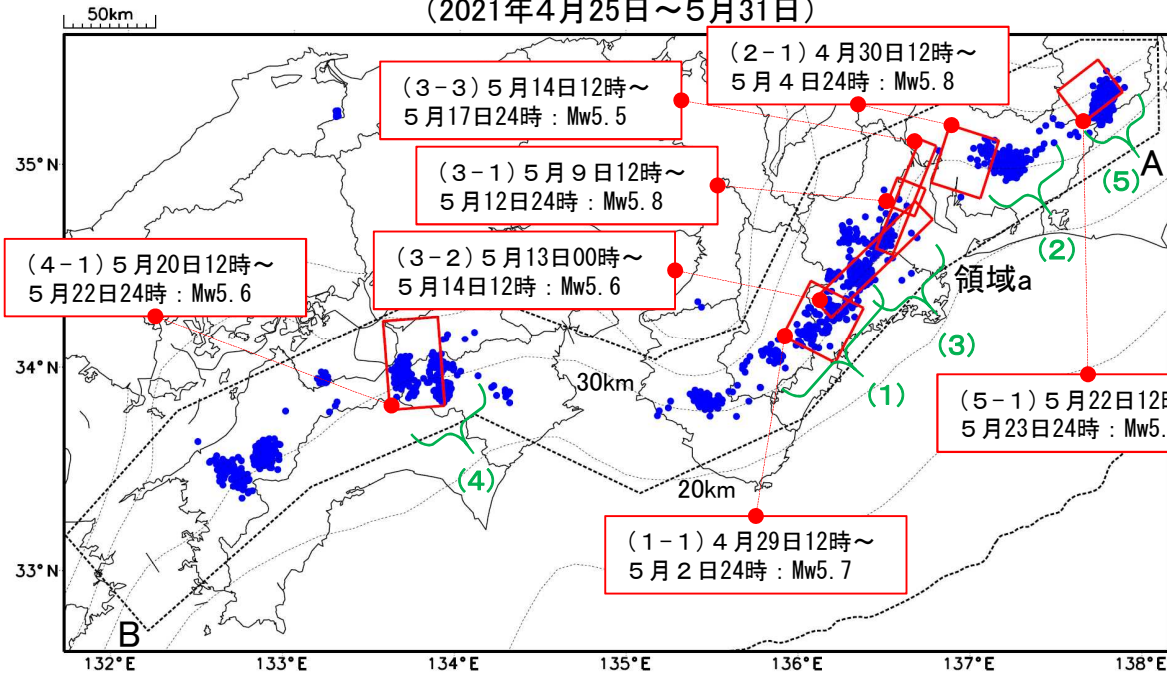
※上の表中（1）～（5）を付した活動は、今期間、主な深部低周波地震（微動）活動として取り上げたもの。

注1）防災科学技術研究所による解析では、5月31日頃まで微動活動が見られた。

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4月25日～5月31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

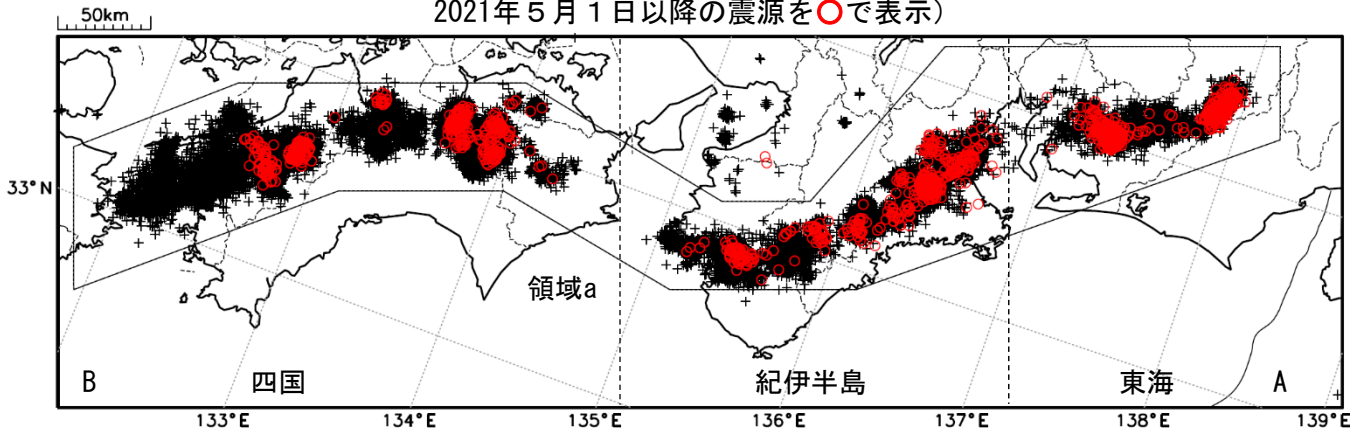
活動場所		深部低周波地震(微動)活動の期間	短期的ゆっくりすべりの期間と規模
(1)	紀伊半島北部から中部	4月27日～5月5日	(1-1) 4月29日12時～5月2日24時 : Mw5.7
(2)	東海	4月29日～5月6日	(2-1) 4月30日12時～5月4日24時 : Mw5.8
(3)	紀伊半島北部	5月7日～5月16日	(3-1) 5月9日12時～5月12日24時 : Mw5.8 (3-2) 5月13日00時～5月14日12時 : Mw5.6 (3-3) 5月14日12時～5月17日24時 : Mw5.5
(4)	四国東部	5月19日～5月31日	(4-1) 5月20日12時～5月22日24時 : Mw5.6
(5)	東海	5月22日～5月28日	(5-1) 5月22日12時～5月23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(気象庁及び防災科学技術研究所の解析結果を示す)
 □: 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。紀伊半島北部から紀伊半島中部、四国東部: 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。

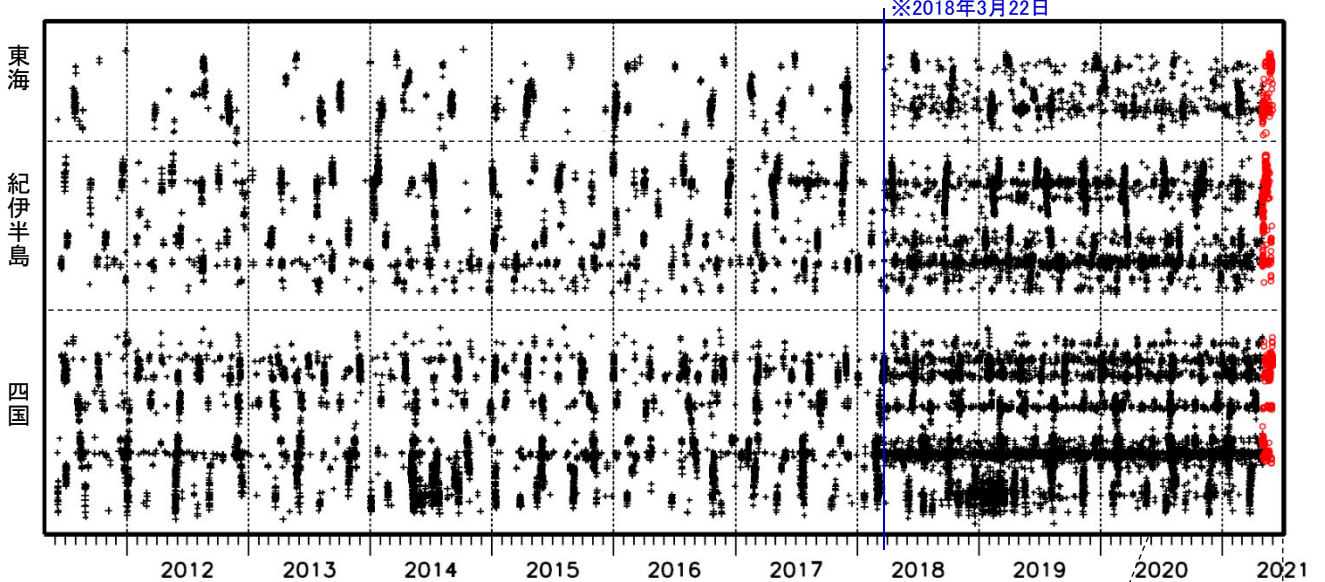
深部低周波地震（微動）活動（2011年6月1日～2021年5月31日）

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。

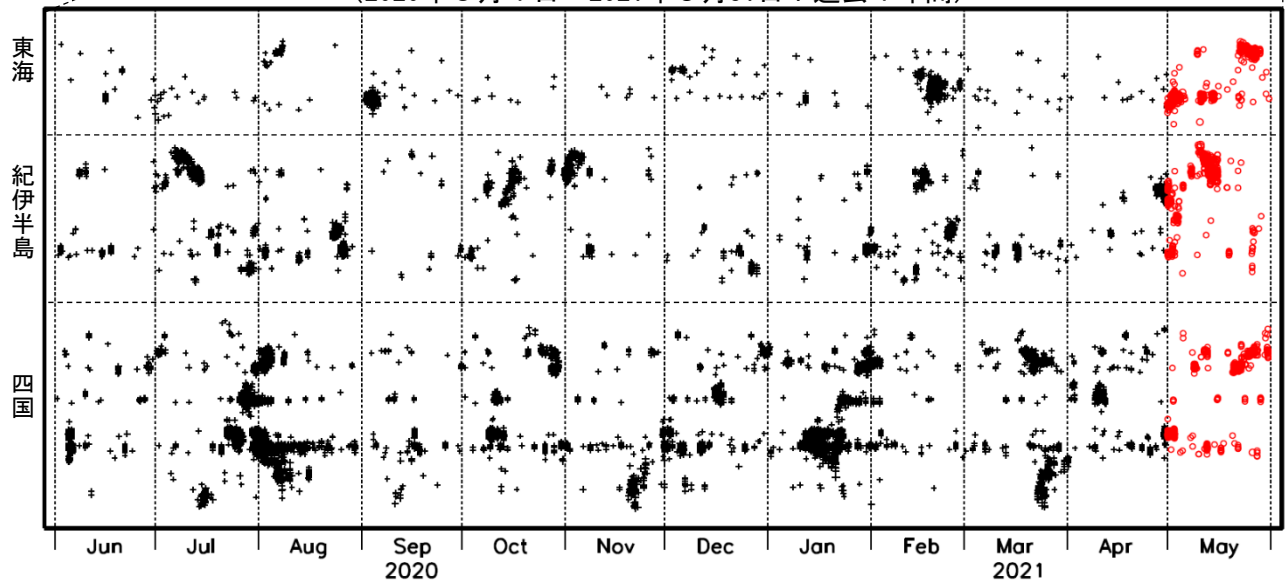
震央分布図（2011年6月1日～2021年5月31日：過去10年間
2021年5月1日以降の震源を○で表示）



上図領域a内の時空間分布図（A-B投影）



（2020年6月1日～2021年5月31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5月)



防災科研



- 4月27日～5月4日頃に紀伊半島中部において、活発な微動活動。
- 4月30日～5月4日頃に東海地方において、やや活発な微動活動。
- 5月9～16日頃に紀伊半島北部から中部において、活発な微動活動。

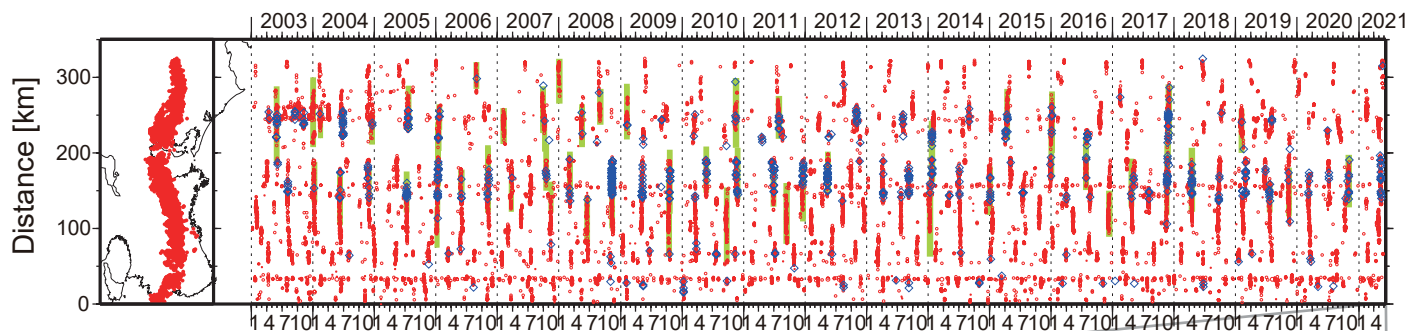
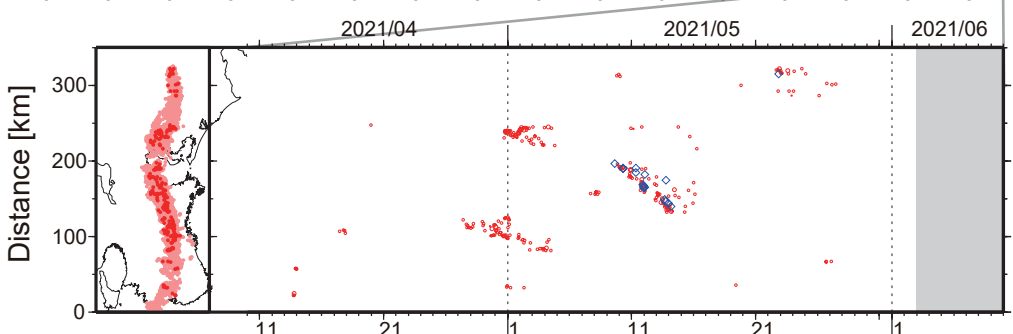


図1. 紀伊半島・東海地域における2003年1月～2021年6月2日までの深部低周波微動の時空間分布(上図). 赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法 (Maeda and Obara, 2009) およびクラスタ処理 (Obara et al., 2010) によって1時間毎に自動処理された微動



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5月を中心とした期間の拡大図である。4月27日～5月4日頃に三重・奈良県境付近から奈良県南部において活発な微動活動がみられた。この活動は三重・奈良県境付近で発生し、南西方向への活動域の移動がみられた。4月30日～5月4日頃には、愛知県西部から中部においてやや活発な活動がみられた。この活動は愛知県西部で開始し、東西両方向に活動域の拡大がやみられた。5月9～16日頃には三重県北部から中部において活発な微動活動がみられ、南西方向への活動域の移動がみられた。5月22～25日頃には長野県南部において小規模な活動がみられた。4月30日～5月1日頃には和歌山県中部において、5月7～8日頃には三重県北部において、5月9～10日頃および5月26～27日頃には長野県南部において、それぞれごく小規模な活動がみられた。

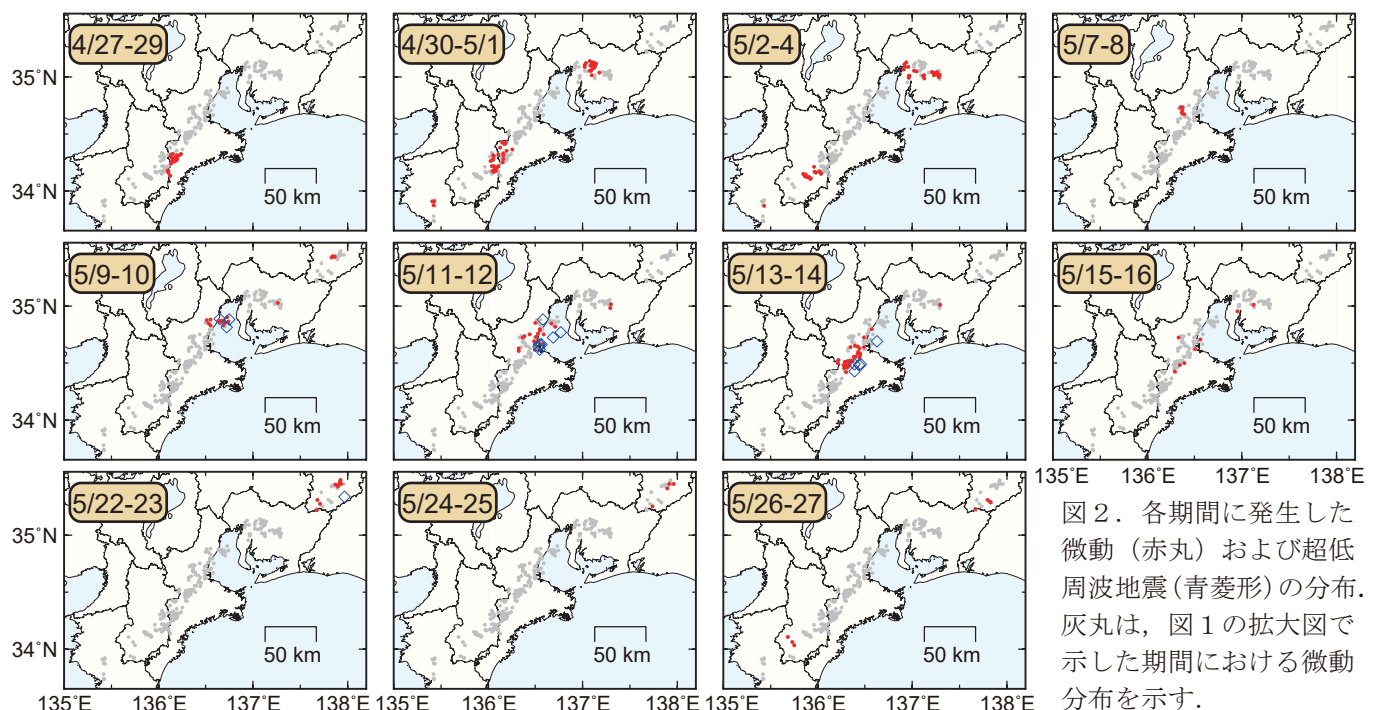


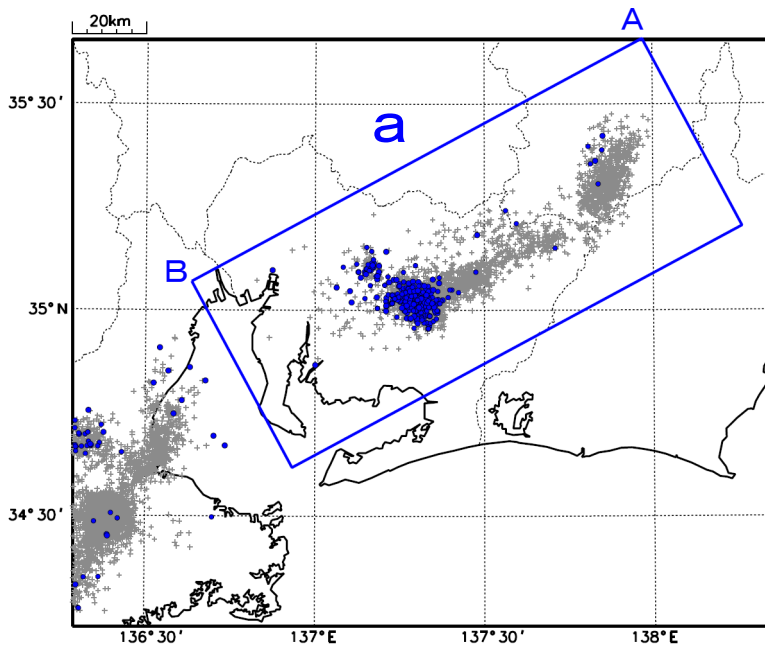
図2. 各期間に発生した微動(赤丸)および超低周波地震(青菱形)の分布。灰丸は、図1の拡大図で示した期間における微動分布を示す。

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

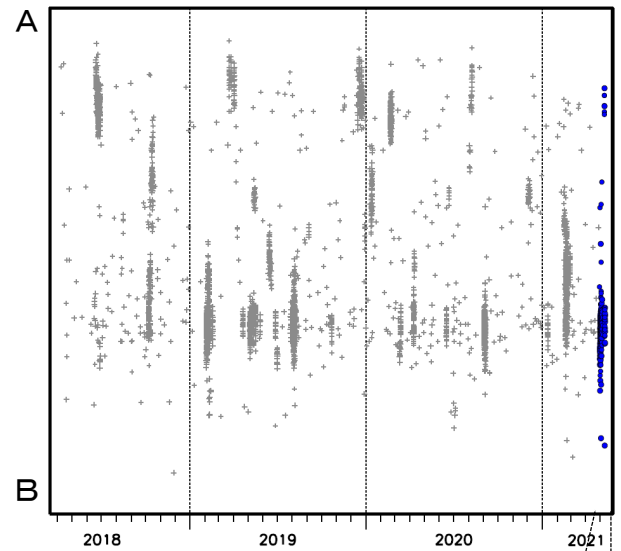
4月29日から5月6日にかけて、東海で深部低周波地震(微動)を観測した。
深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を
観測した。これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

深部低周波地震(微動)活動

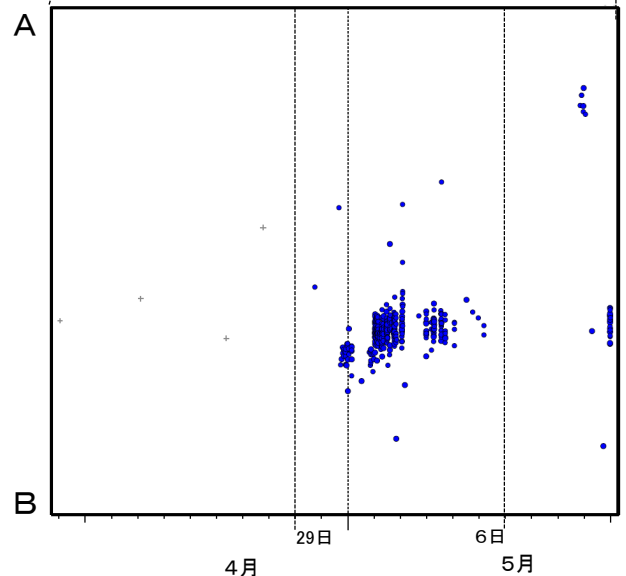
震央分布図(2018年4月1日~2021年5月10日、
深さ0~60km、Mすべて)
灰:2018年4月1日~2021年4月28日、
青:2021年4月29日~5月10日



震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)

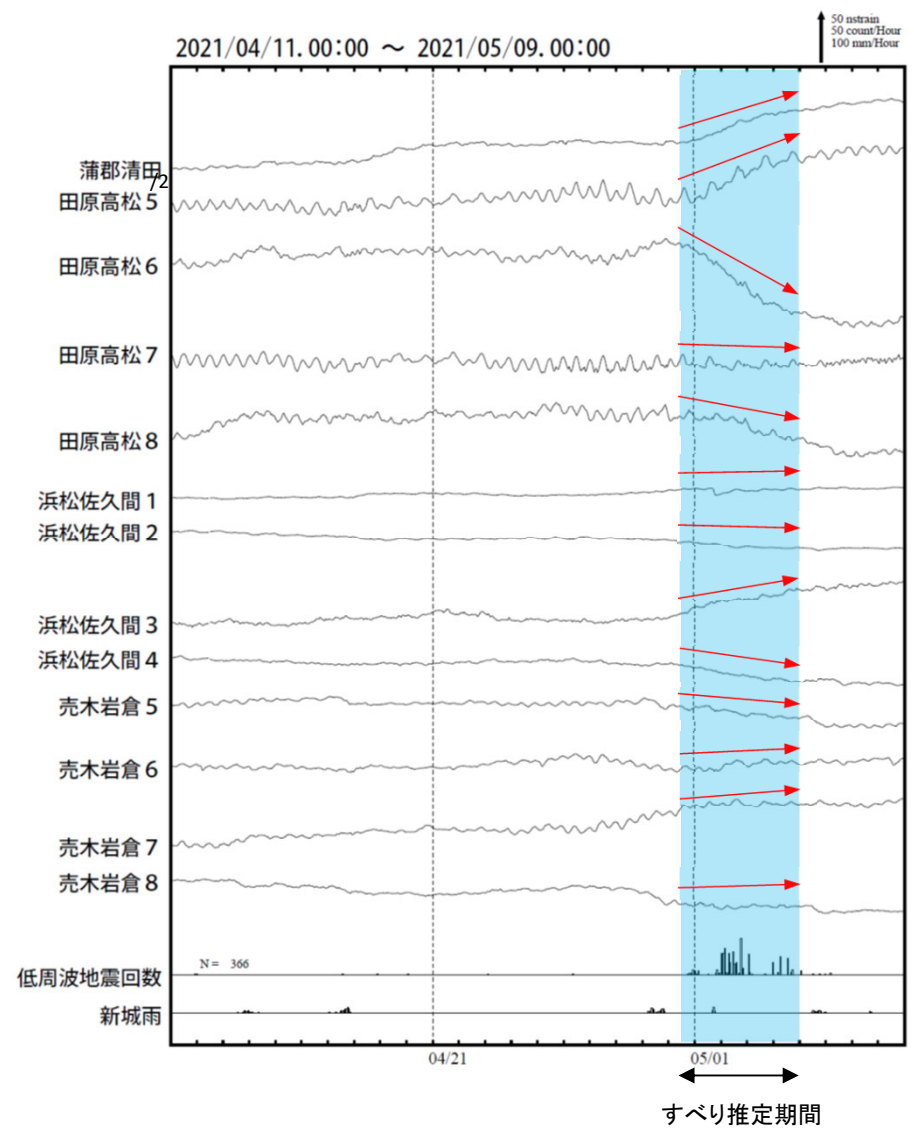
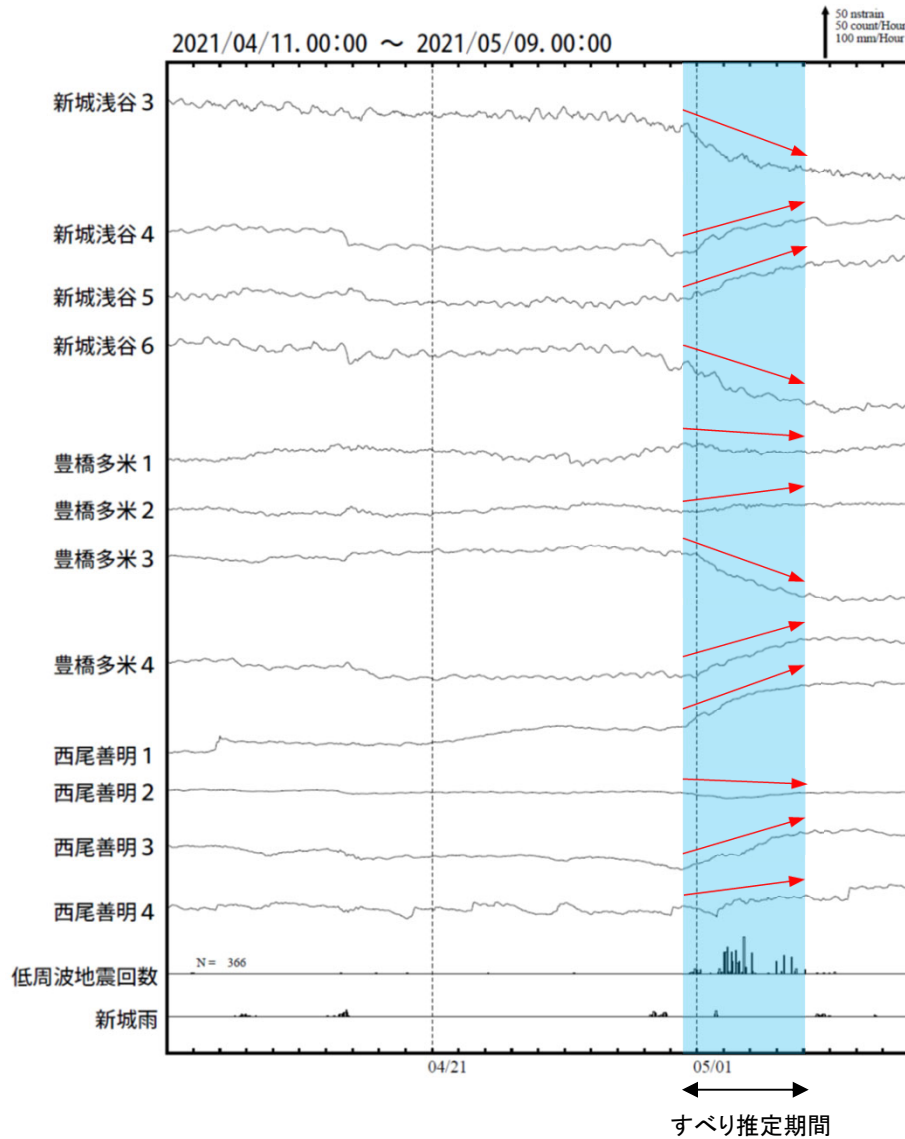


2021年4月20日~5月10日



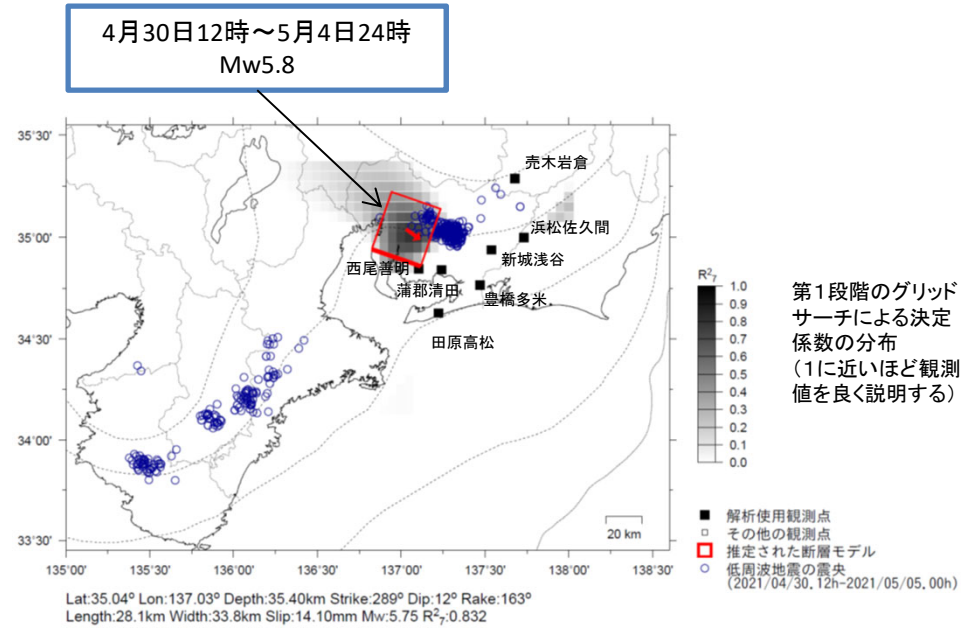
東海で観測した短期的ゆっくりすべり(4月30日～5月4日)

愛知県から静岡県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。

東海で観測した短期的ゆっくりすべり(4月30日～5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。

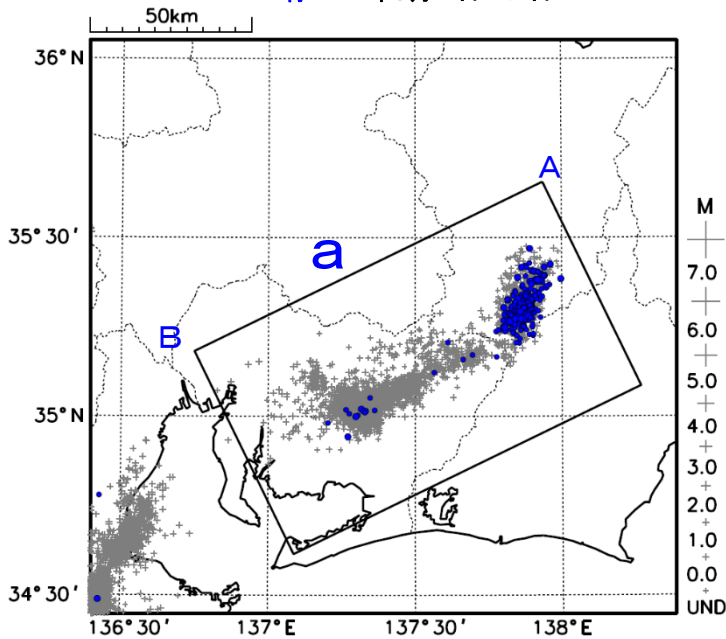
断層モデルの推定は、産総研の解析方法(板場ほか, 2012)を参考に以下の2段階で行う。
・断層サイズを20km×20kmに固定し、位置を0.05度単位でグリッドサーチにより推定する。
・その位置を中心にして、他の断層パラメータの最適解を求める。

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

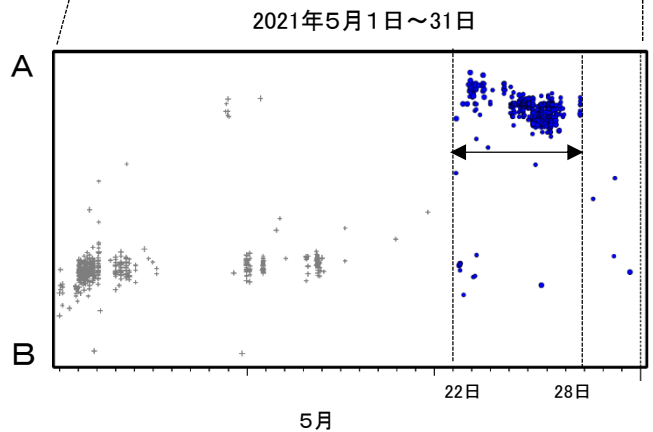
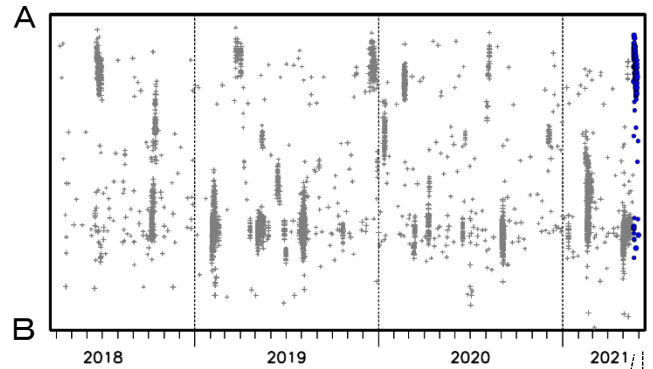
5月22日から28日にかけて、東海で深部低周波地震(微動)を観測した。
深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を
観測した。これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

深部低周波地震(微動)活動

震央分布図(2018年4月1日～2021年5月31日、
深さ0～60km、Mすべて)
灰:2018年4月1日～2021年5月21日、
青:2021年5月22日～31日

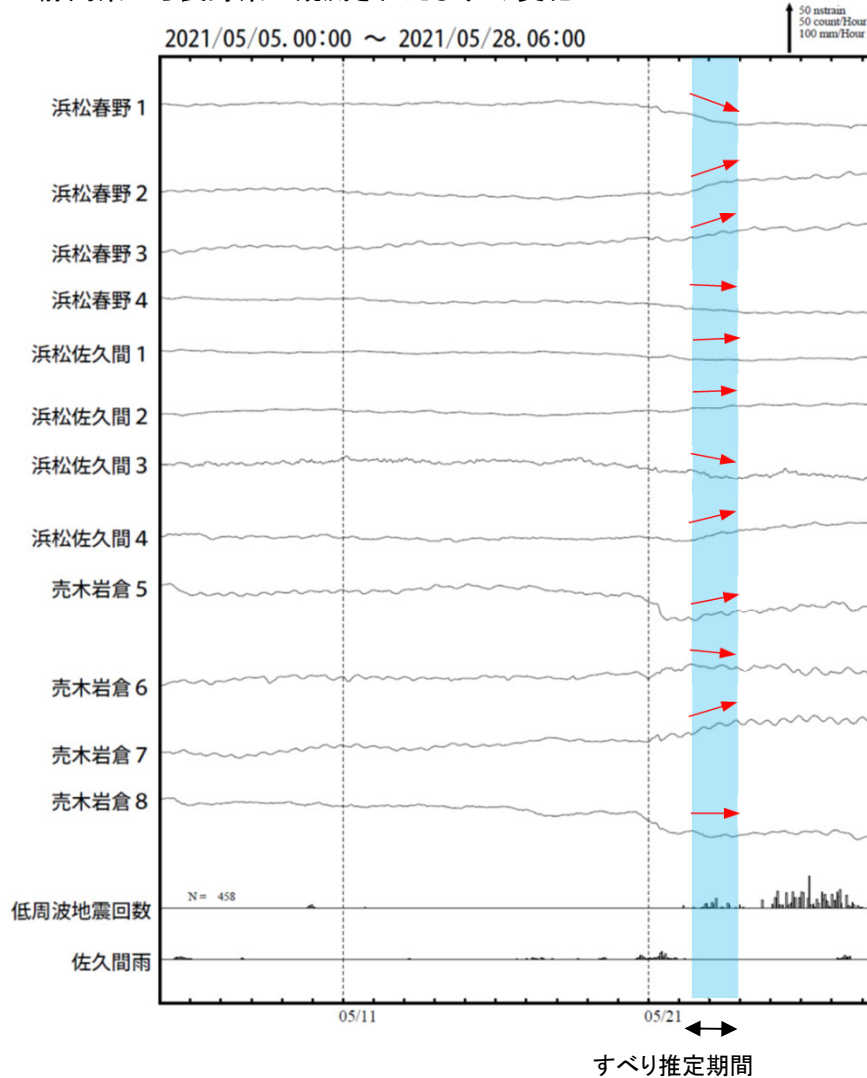


震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)

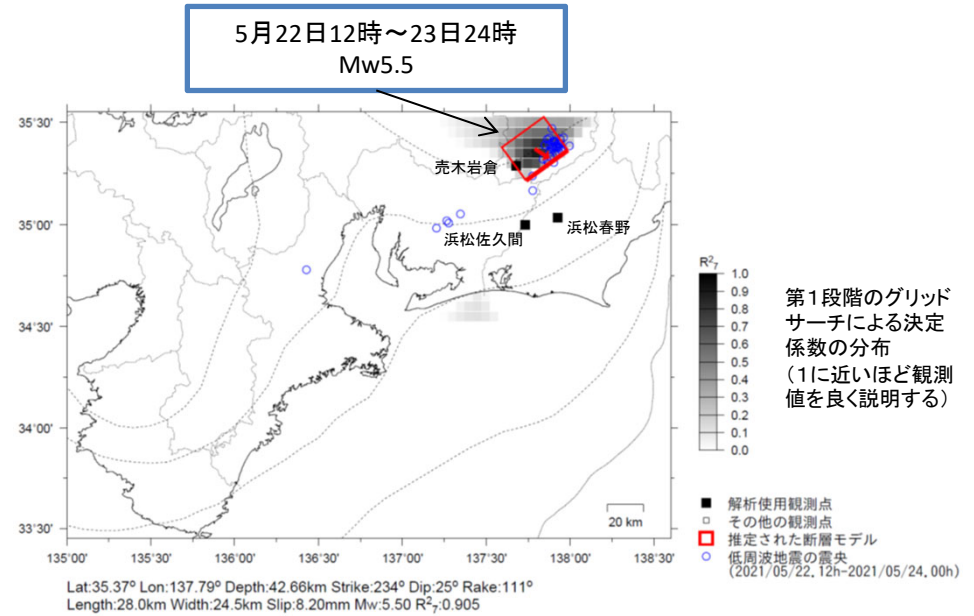


東海で観測した短期的ゆっくりすべり(5月22日～23日)

静岡県から長野県で観測されたひずみ変化



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。

紀伊半島北部から紀伊半島中部の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

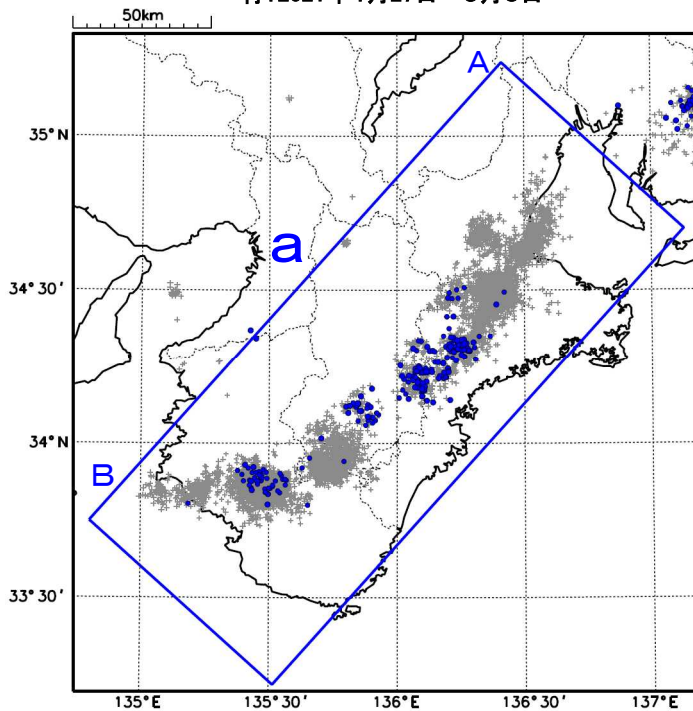
4月27日から5月5日にかけて、紀伊半島北部から紀伊半島中部で深部低周波地震(微動)を観測した。

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。

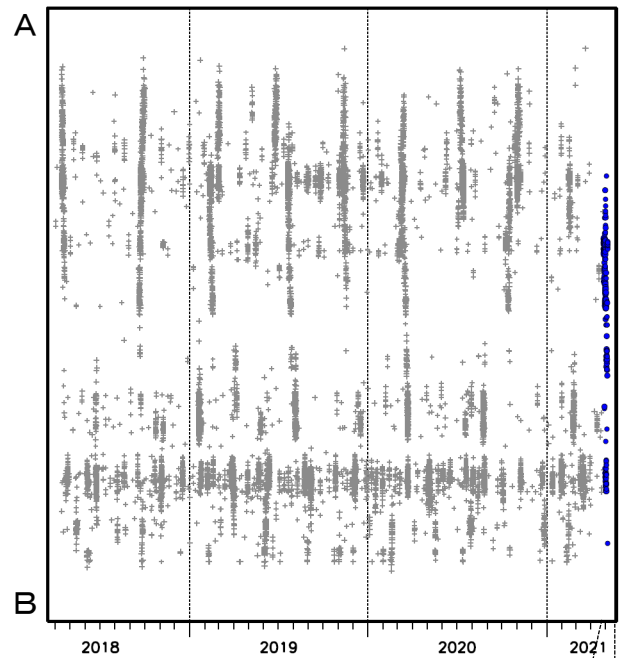
深部低周波地震(微動)活動

震央分布図(2018年4月1日~2021年5月6日、
深さ0~60km、Mすべて)

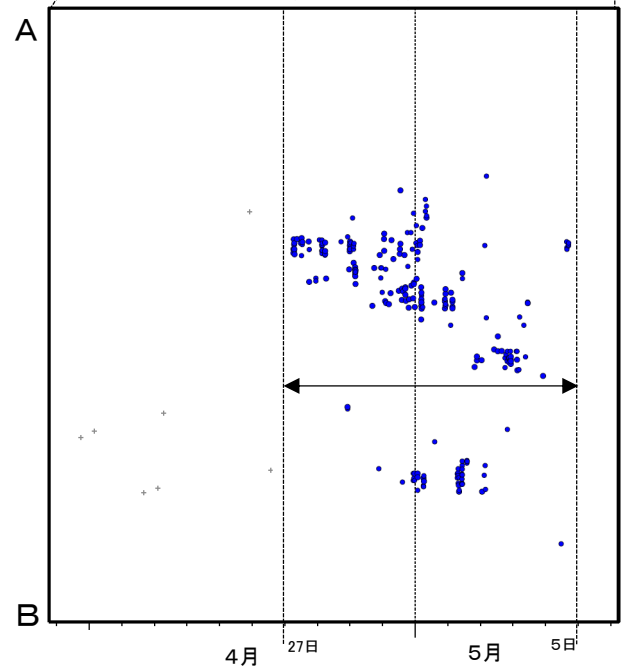
灰: 2018年4月1日~2021年4月26日、
青: 2021年4月27日~5月6日



震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)



2021年4月20日~5月6日



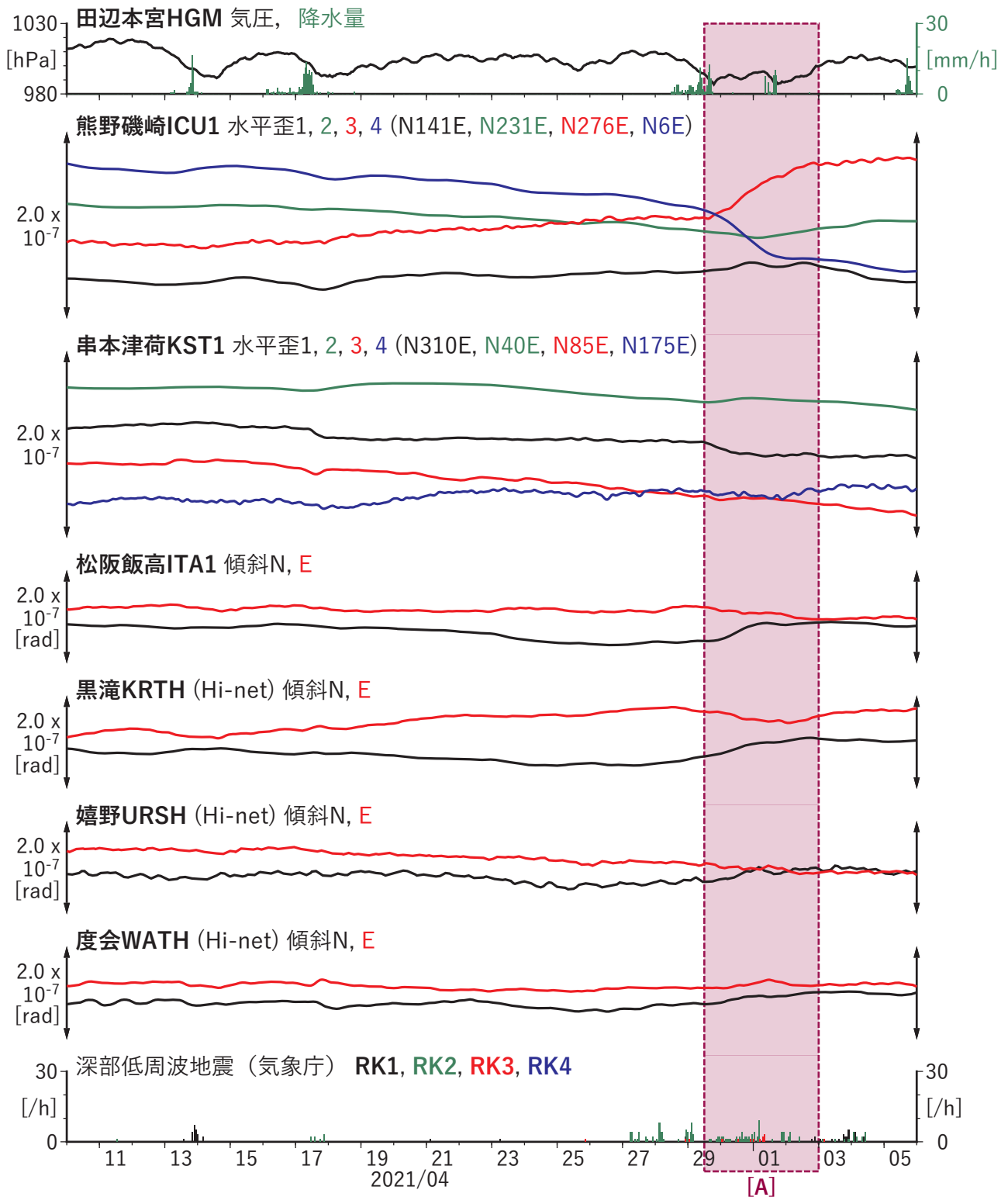
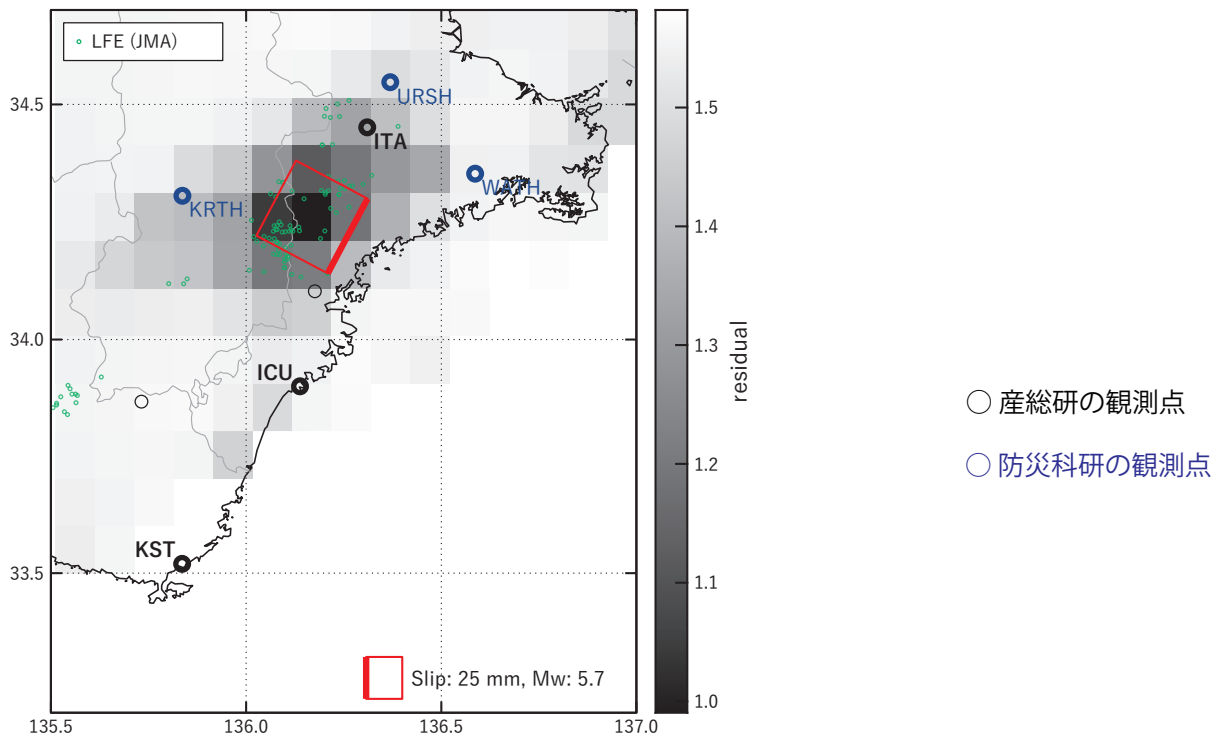


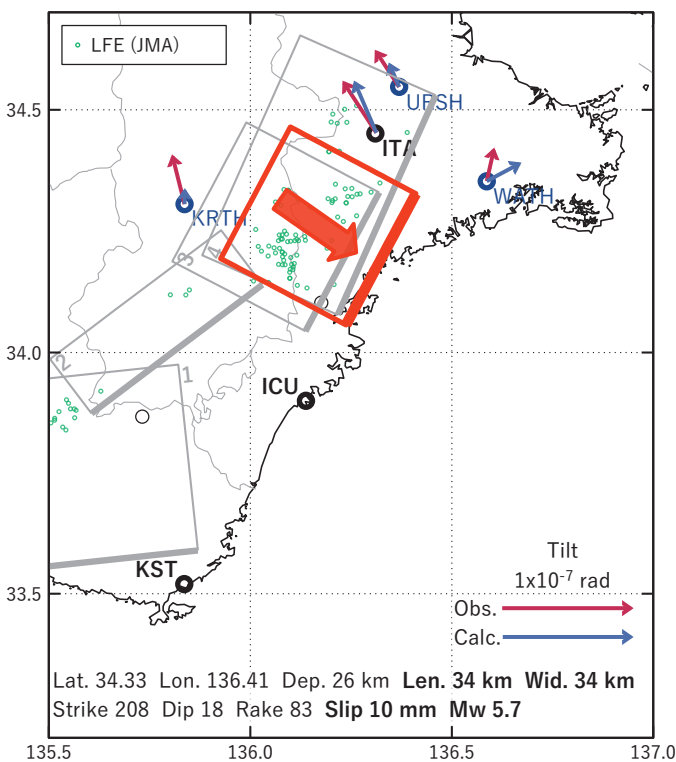
図5 歪・傾斜の時間変化 (2021/04/10 00:00 - 2021/05/06 00:00 (JST))

[A]2021/04/29PM-05/02

(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 2021/04/29PM - 05/02 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分布させた 20×20 kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

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

1: 2021/03/16PM-17AM (Mw5.4), 2: 2021/02/23PM-26AM (Mw5.8), 3: 2021/01/13PM-15AM (Mw5.7),

4: 2021/01/15PM-16AM (Mw5.6)

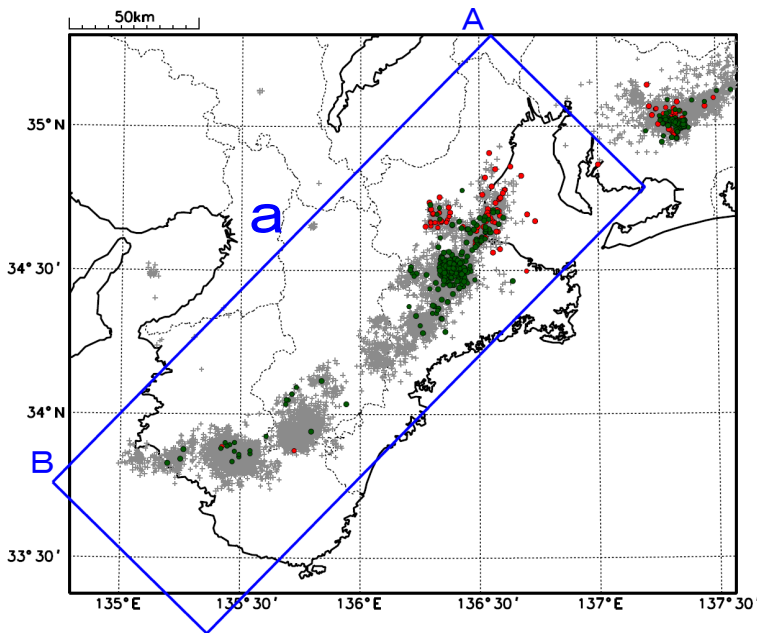
(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

紀伊半島北部の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

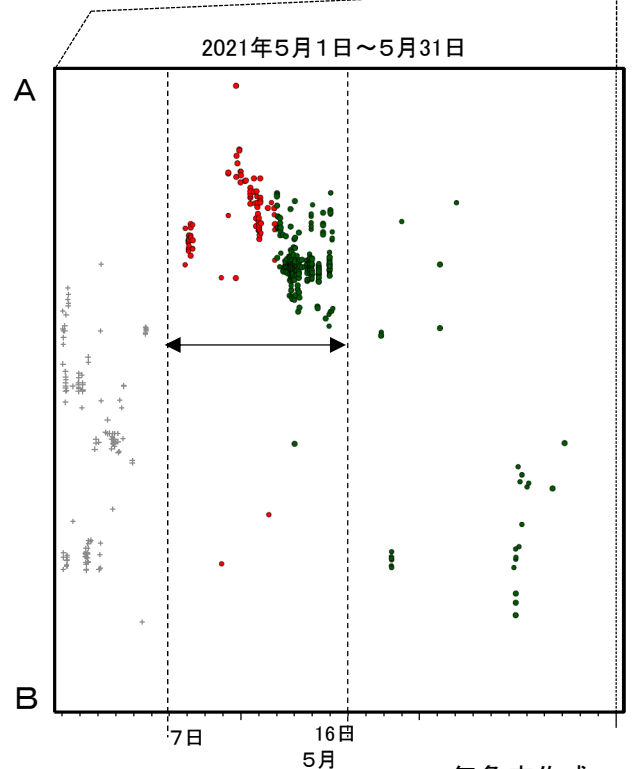
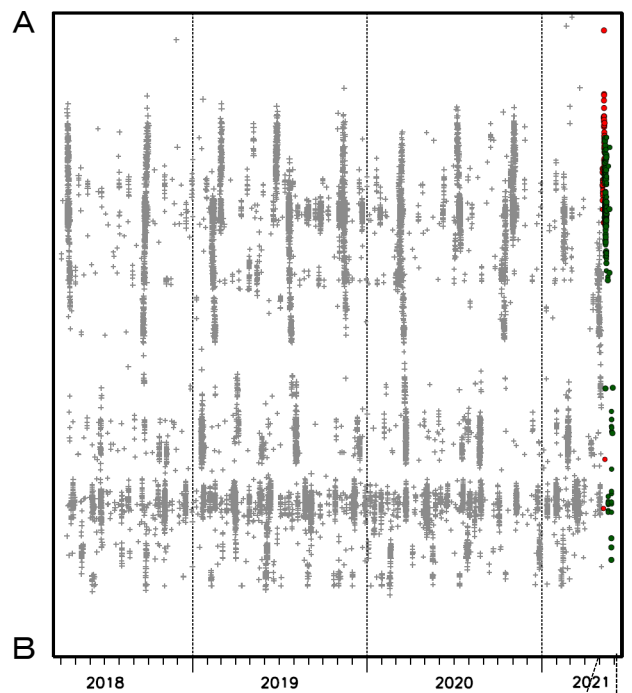
5月7日から16日にかけて、紀伊半島北部で深部低周波地震(微動)を観測した。深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測した。これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

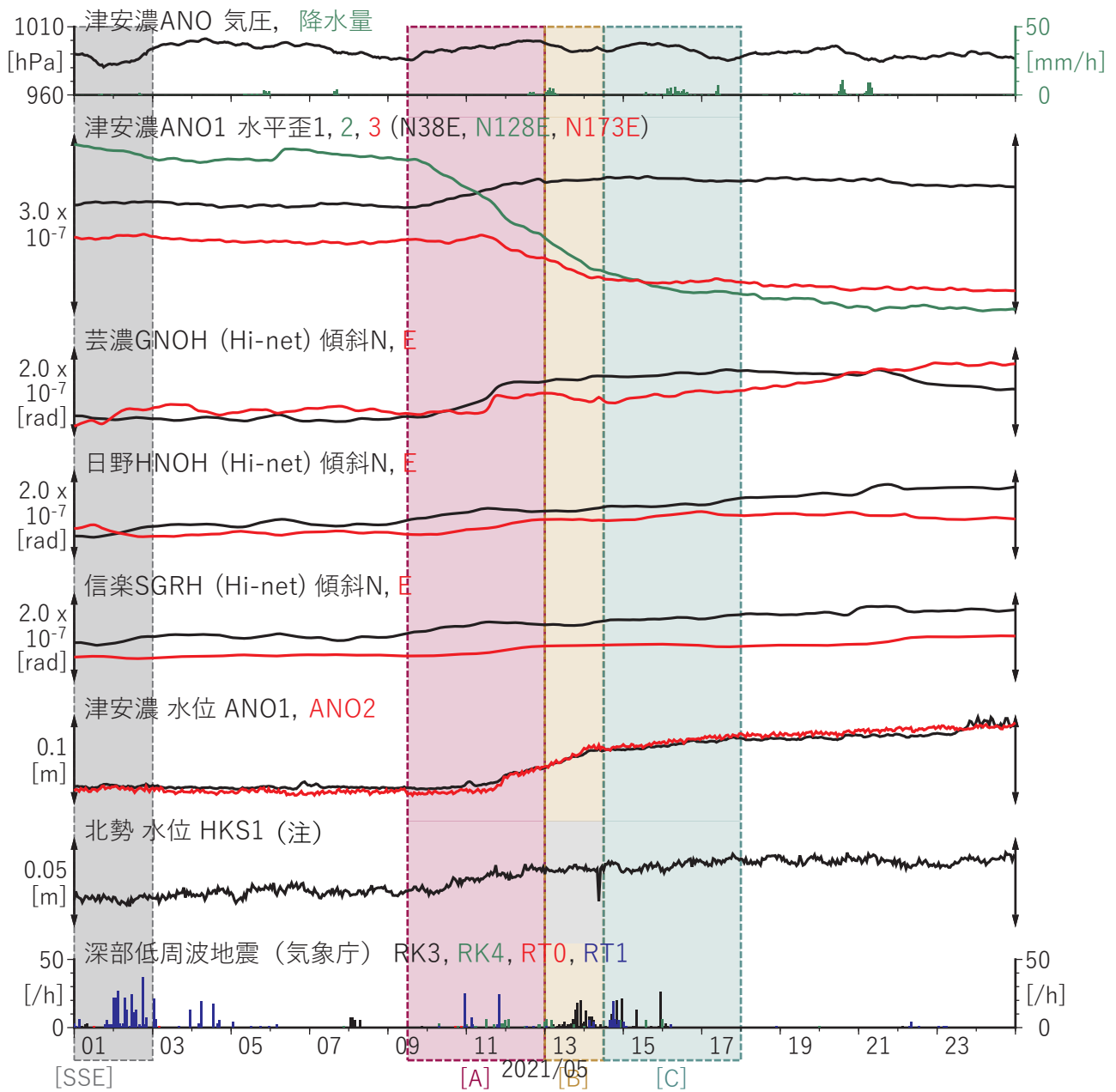
深部低周波地震(微動)活動

震央分布図(2018年4月1日~2021年5月31日、
深さ0~60km、Mすべて)
灰: 2018年4月1日~2021年5月6日、
赤: 2021年5月7日~5月12日、
緑: 2021年5月13日~5月31日



震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)





(注) p23, 24を参照

図2 紀伊半島における歪・傾斜・地下水観測結果
(2021/05/01 00:00 - 2021/05/25 00:00 (JST))

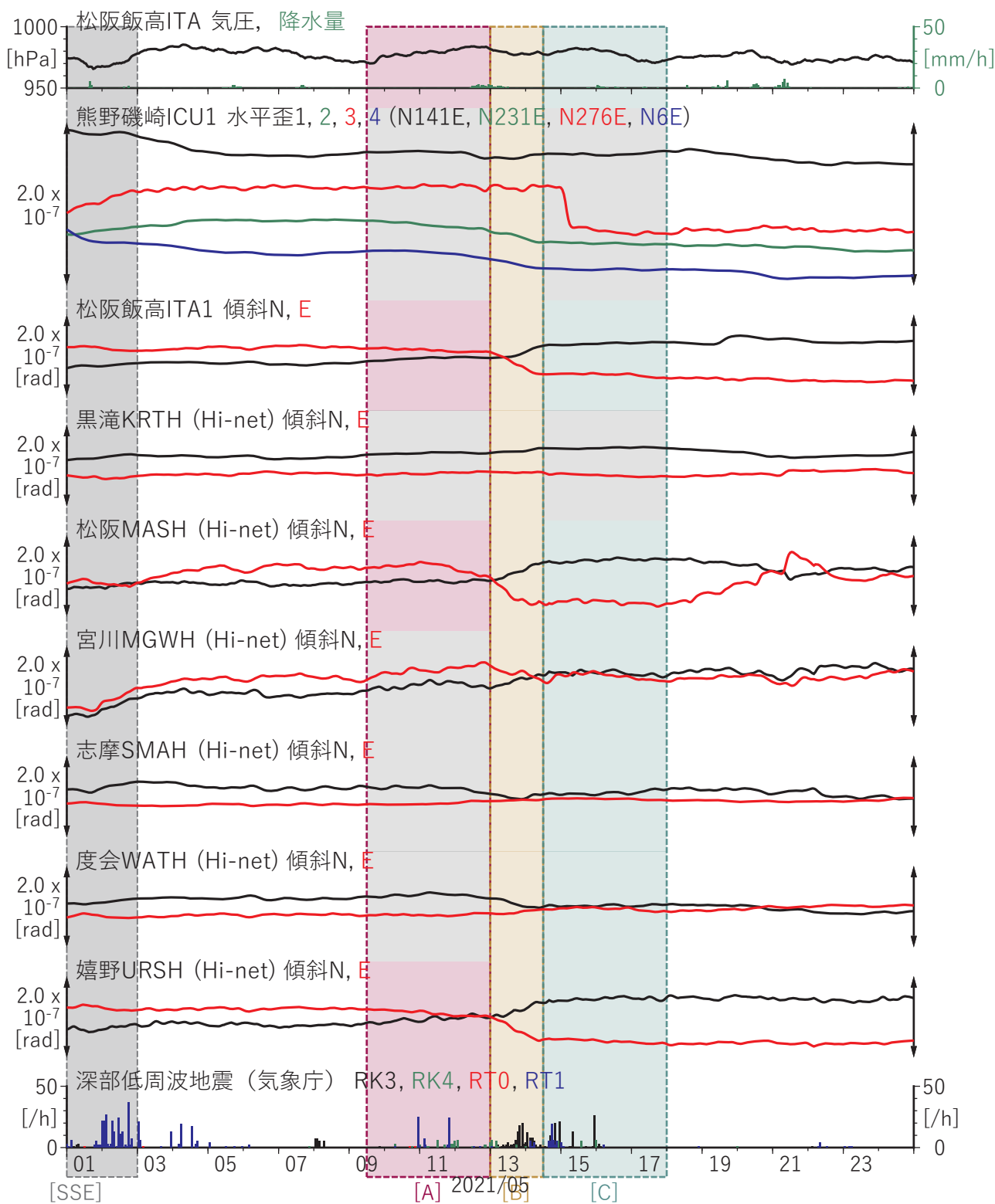


図3 紀伊半島における歪・傾斜観測結果
(2021/05/01 00:00 - 2021/05/25 00:00 (JST))

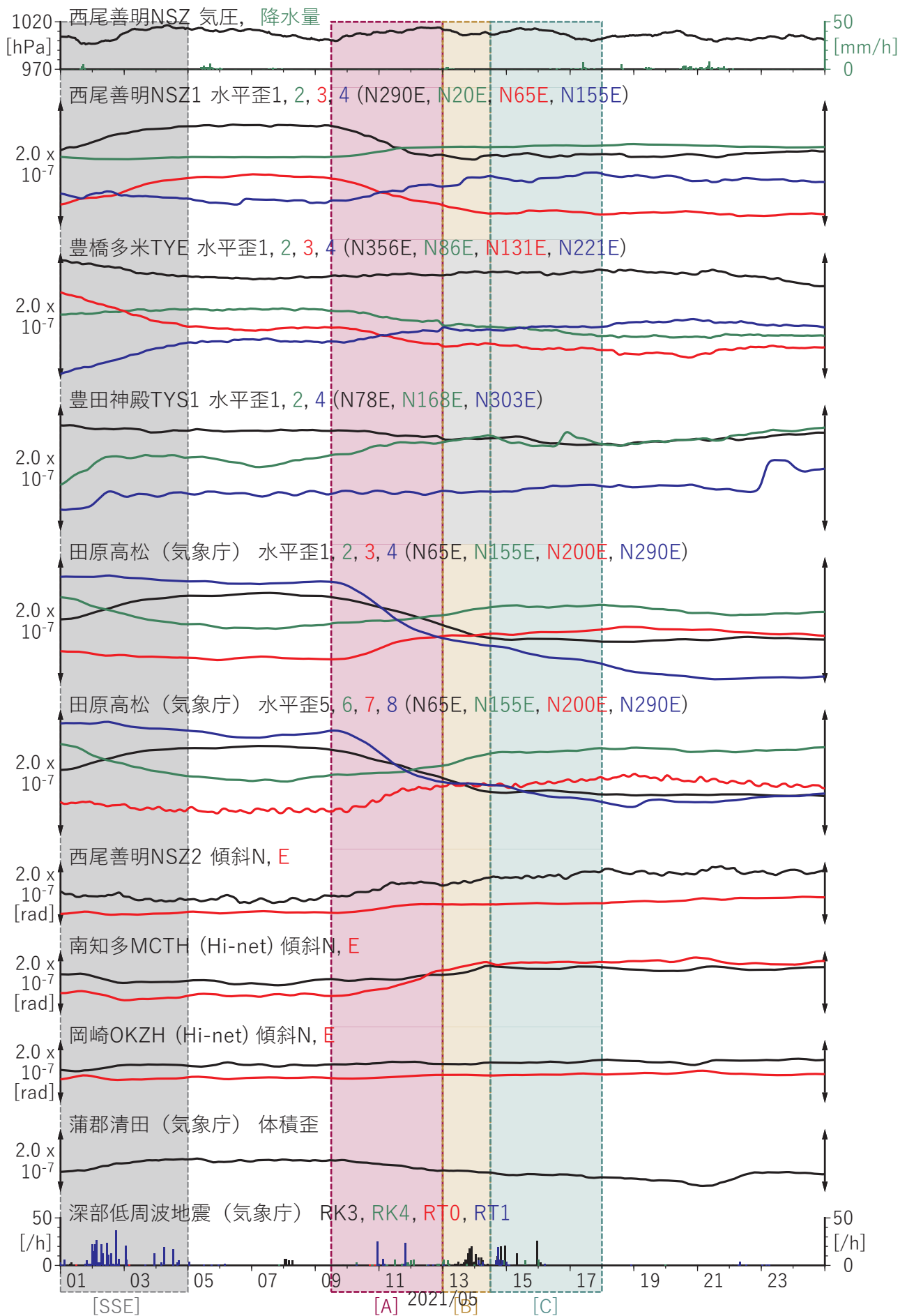
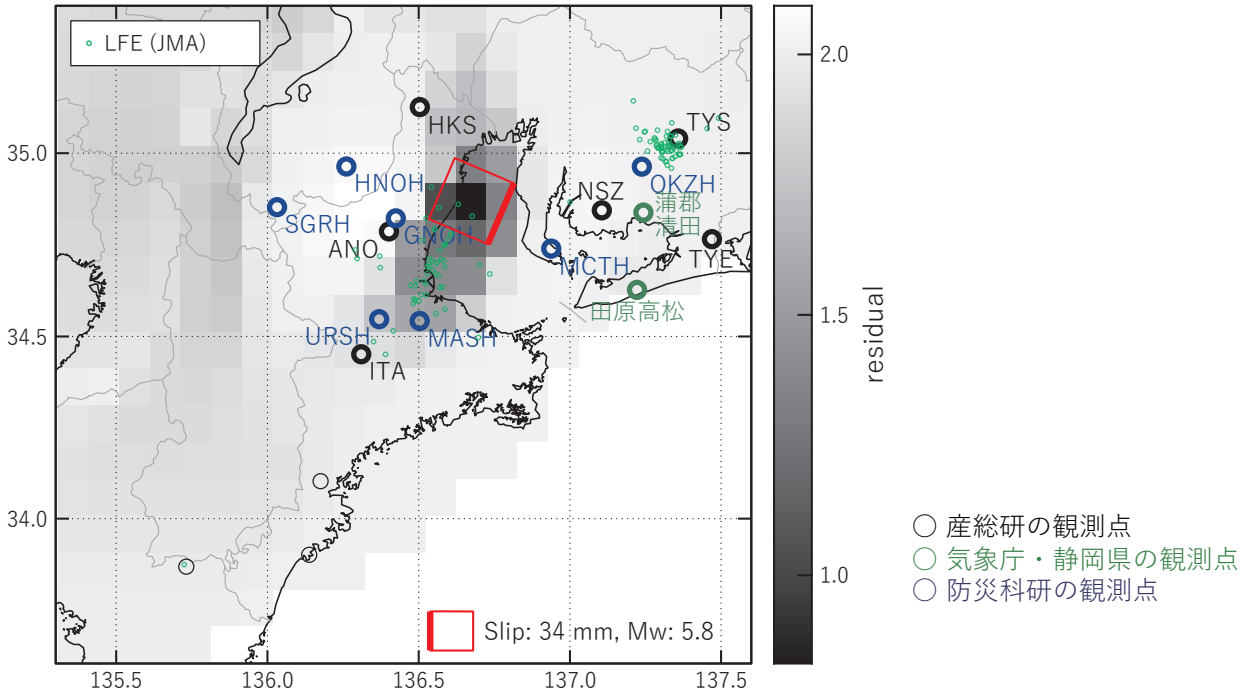


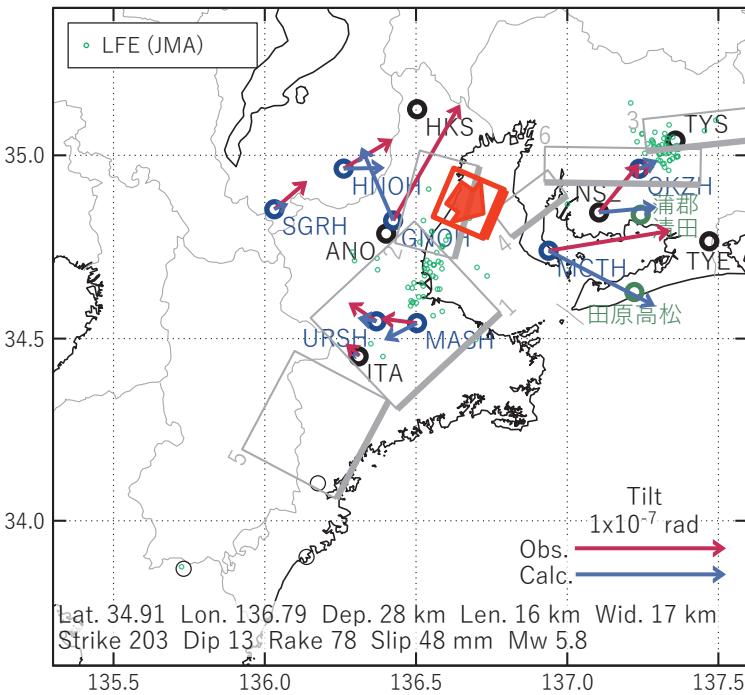
図4 東海地方における歪・傾斜観測結果
(2021/05/01 00:00 - 2021/05/25 00:00 (JST))

[A] 2021/05/09PM-12

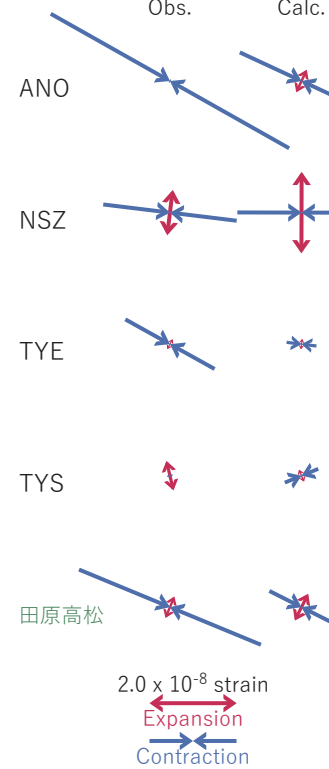
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



(b3) 体積歪

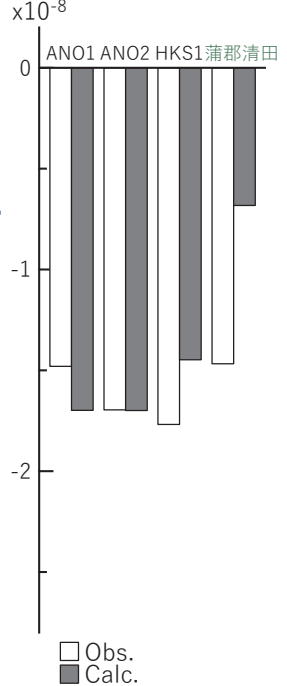


図5 2021/05/09PM-12の歪・傾斜・地下水変化 (図2-4[A]) を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

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

1: 2020/11/01 (Mw5.6), 2: 2020/11/02-04AM (Mw5.7), 3: 2021/02/18PM-21AM (Mw5.7)

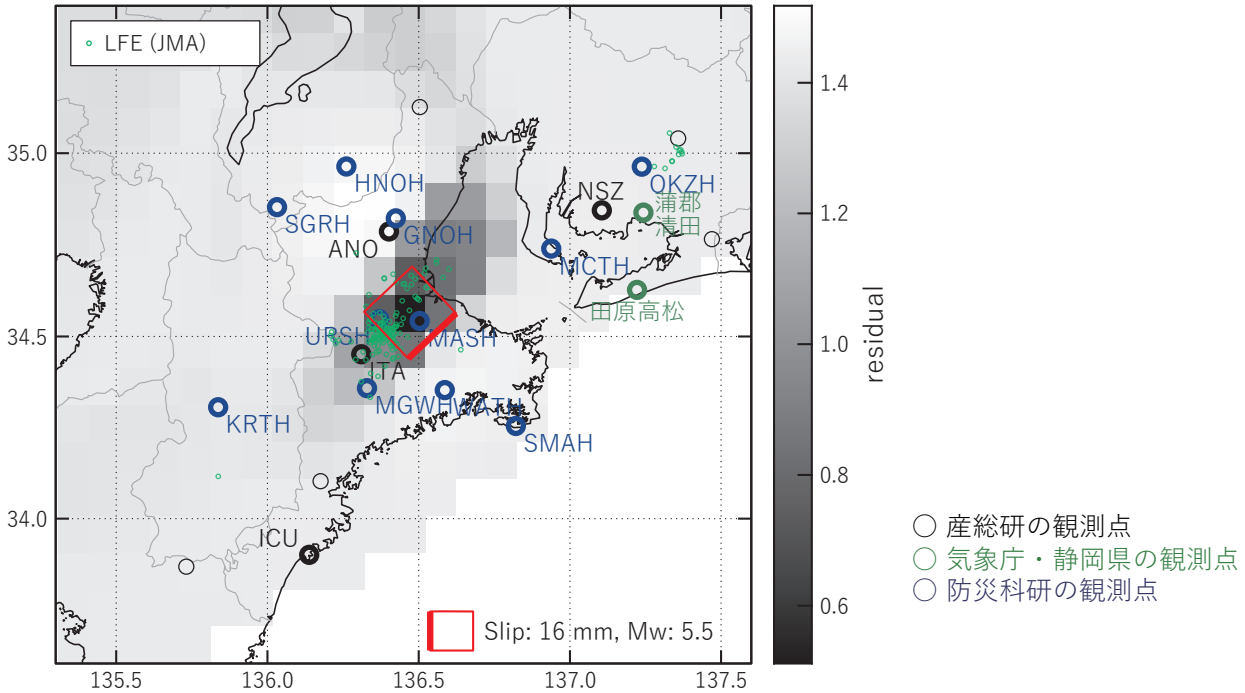
4: 2021/02/23PM-28AM (Mw5.6), 5: 2021/04/29PM-05/02 (Mw5.7), 6: 2021/04/30PM-05/04 (Mw5.8)

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

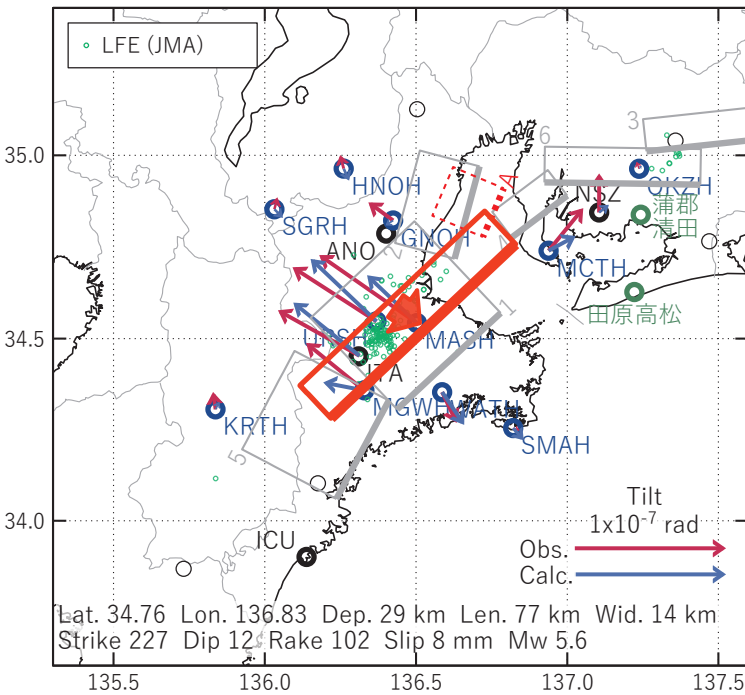
(b3) 体積歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。地下水圧は体積歪に変換して計算している。

[B] 2021/05/13-14AM

(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

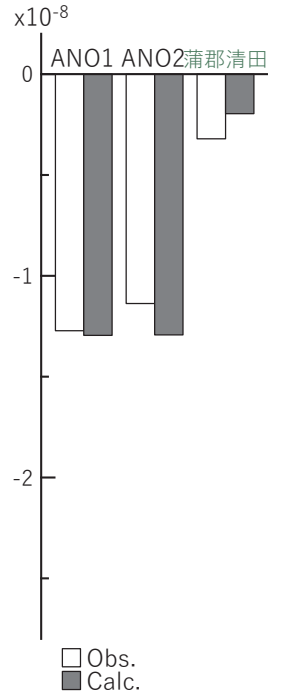


図6 2021/05/13-14AMの歪・傾斜・地下水変化 (図2-4[B]) を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

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

1: 2020/11/01 (Mw5.6), 2: 2020/11/02-04AM (Mw5.7), 3: 2021/02/18PM-21AM (Mw5.7)

4: 2021/02/23PM-28AM (Mw5.6), 5: 2021/04/29PM-05/02 (Mw5.7), 6: 2021/04/30PM-05/04 (Mw5.8)

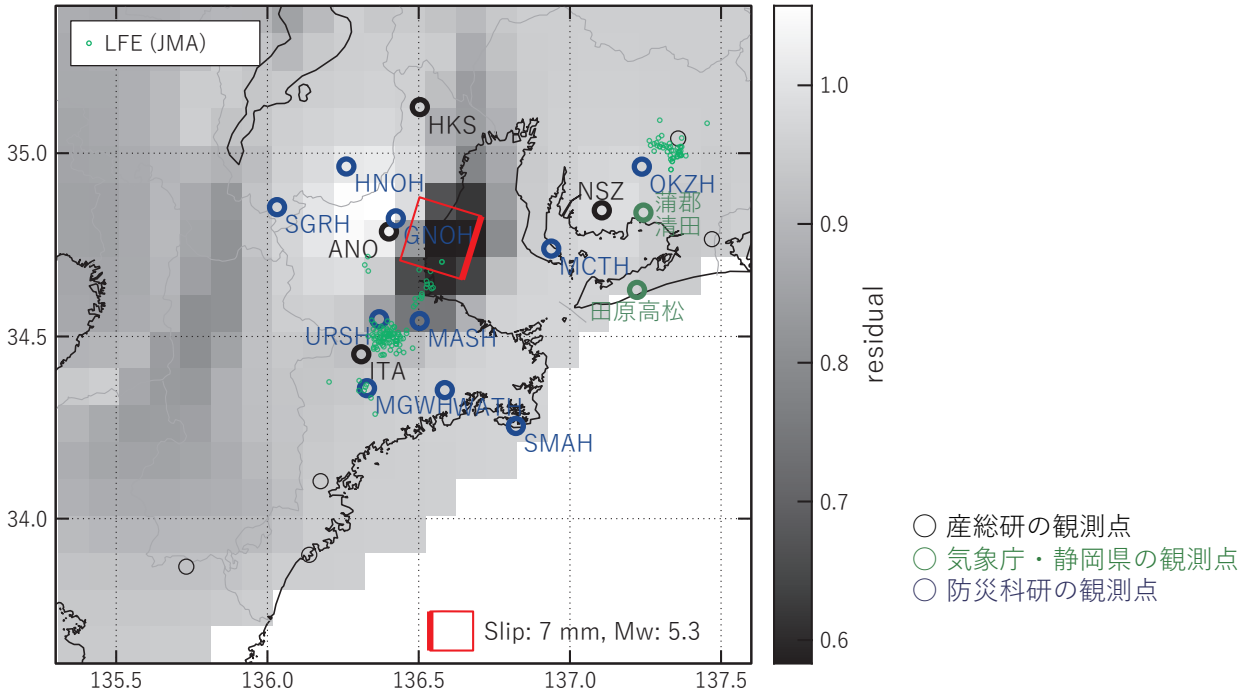
A: 2021/05/09PM-12 (Mw5.8)

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

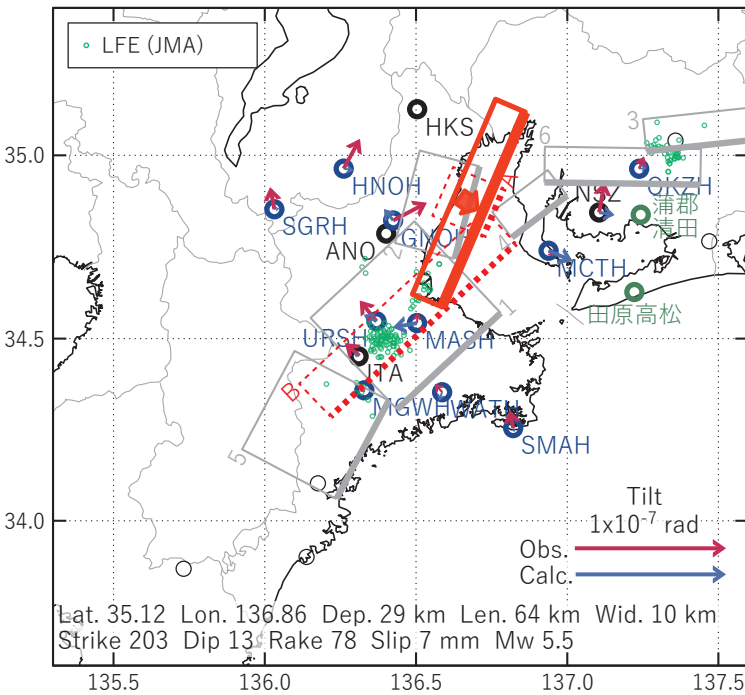
(b3) 体積歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。地下水圧は体積歪に変換して計算している。

[C] 2021/05/14PM-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



(b3) 体積歪

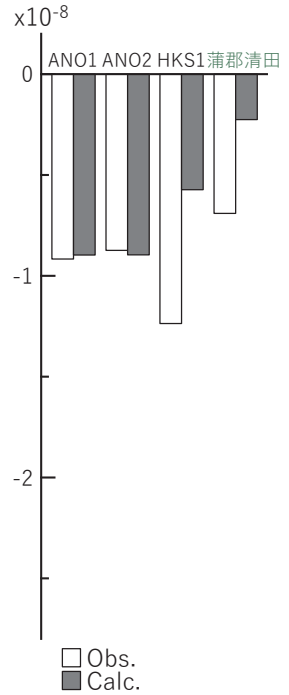


図7 2021/05/14PM-17の歪・傾斜・地下水変化 (図2-4[C]) を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

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

1: 2020/11/01 (Mw5.6), 2: 2020/11/02-04AM (Mw5.7), 3: 2021/02/18PM-21AM (Mw5.7)

4: 2021/02/23PM-28AM (Mw5.6), 5: 2021/04/29PM-05/02 (Mw5.7), 6: 2021/04/30PM-05/04 (Mw5.8)

A: 2021/05/09PM-12 (Mw5.8), B: 2021/05/13-14AM (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。地下水圧は体積歪に変換して計算している。

北勢観測点の概要

産総研では 2021 年 5 月から北勢観測点 (HKS1) の水位データを短期的 SSE 解析に用いることとした。同観測点の概要について概要を述べる。詳細は Kitagawa et al.(2020)をご覧ください。

南海トラフのプレート境界で発生する短期的 SSE の推定において、愛知県西部から三重県北部の地域に質の良い地殻変動・地下水の観測点がないことが解決すべき課題の一つである。2016 年 5 月に三重県北部に位置する北勢観測点 (図 1 : HKS) の観測井戸を密閉することで、地殻変動への応答が良い地下水観測点に作り変えた。観測井戸は二重管構造になっていて、内管が深い地下水を、外管が浅い地下水を取り込む構造になっている (図 2)。深度 429-439m の地下水を取り込んでいる内管を密閉し、地下水圧を測定している。北勢観測点の地質は第四紀の東海層群 (未固結の堆積層) で、深度 429-439m 付近は粘土と細粒砂層の互層である。

図 3 は 2016 年の北勢観測点の内管の地下水位 (地下水圧) のグラフである。密閉する前は地下水位に潮汐成分が殆ど現れない状態であった。原因は帯水層の透水係数が低いために井戸貯留の影響が大きく表れたからである。密閉することで井戸貯留の影響を最小限に抑えることができ、地下水位に潮汐成分が明瞭に出るようになった。潮汐成分から推定される密閉後の地下水位の地殻歪感度は密閉前の約 10 倍になった。また時系列解析により、地下水位データから潮汐・気圧・降雨に応答する成分を除去できるようにしたため、三重県北部周辺で発生する短期的 SSE による変化を捉えることができるようになった。

短期的 SSE の断層面推定の際の重みについては、密閉後の北勢観測点の地下水位は、ANO1 の地下水位の 1/3 程度、ANO2 の地下水位の 1/2.5 程度である。これは地質の違い (北勢 : 未固結の粘土と細粒砂層の互層、ANO1,ANO2 : 花崗閃緑岩) が主な原因と考えられる。

参考文献

Kitagawa, Y., N. Matsumoto and T. Kimura (2020), Estimation of fault models for short-term slow slip events from groundwater pressure in soft sedimentary layers, *Earth, Planets and Space*, 72:90, <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01218-x>

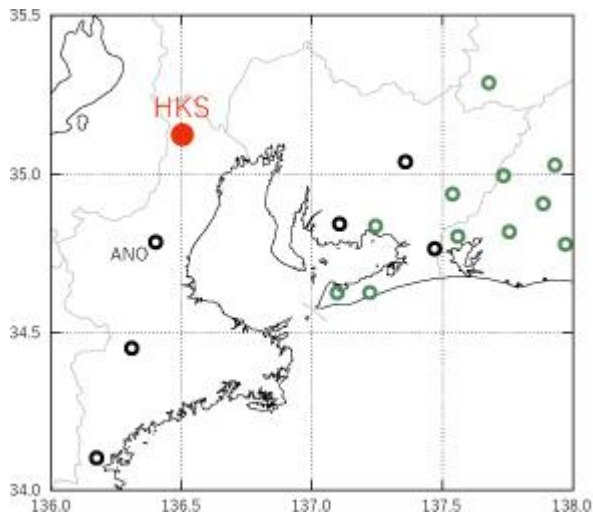


図1 北勢観測点 (HKS) の位置
 ○ 産総研の観測点
 ○ 気象庁・静岡県の観測点

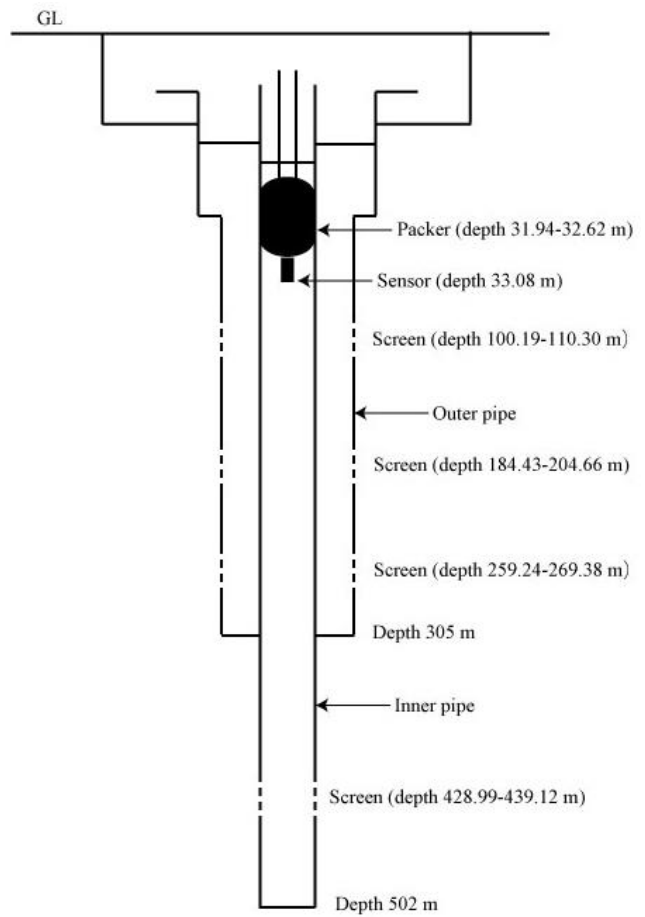


図2 北勢観測点の観測井戸の二重管構造
 (パッカーで内管を密閉した後)

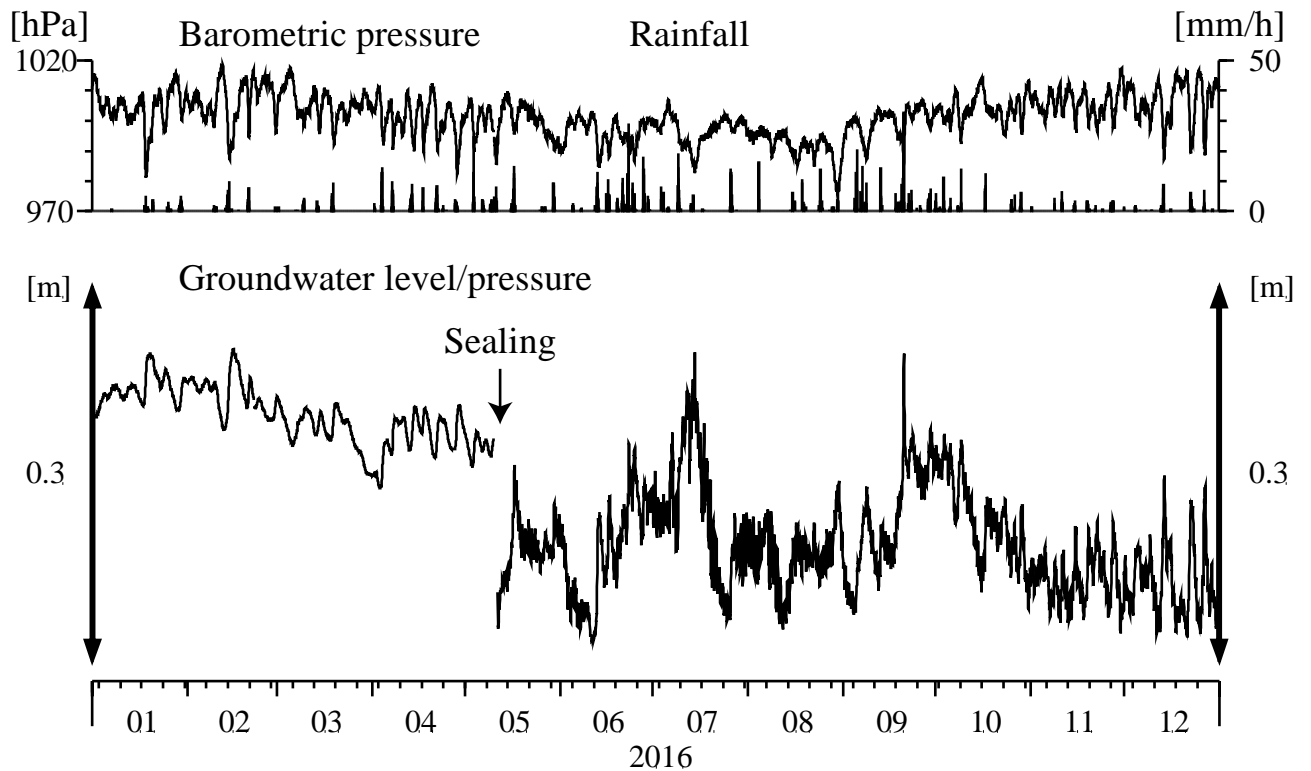


図3 2016年の北勢観測点の気圧・雨量・内管の地下水位 (地下水圧)
 2016年5月11日にパッカーで内管を密閉した。密閉後は地下水圧を測定しているが、地下水位に換算してグラフ化している。

紀伊半島北部の短期的スロースリップ活動状況 (2021年5月)

- ・紀伊半島北部を活動域とする短期的スロースリップイベント (M_w 6.0)
- ・2020年10～11月 (M_w 5.8) 以来約6ヶ月ぶり

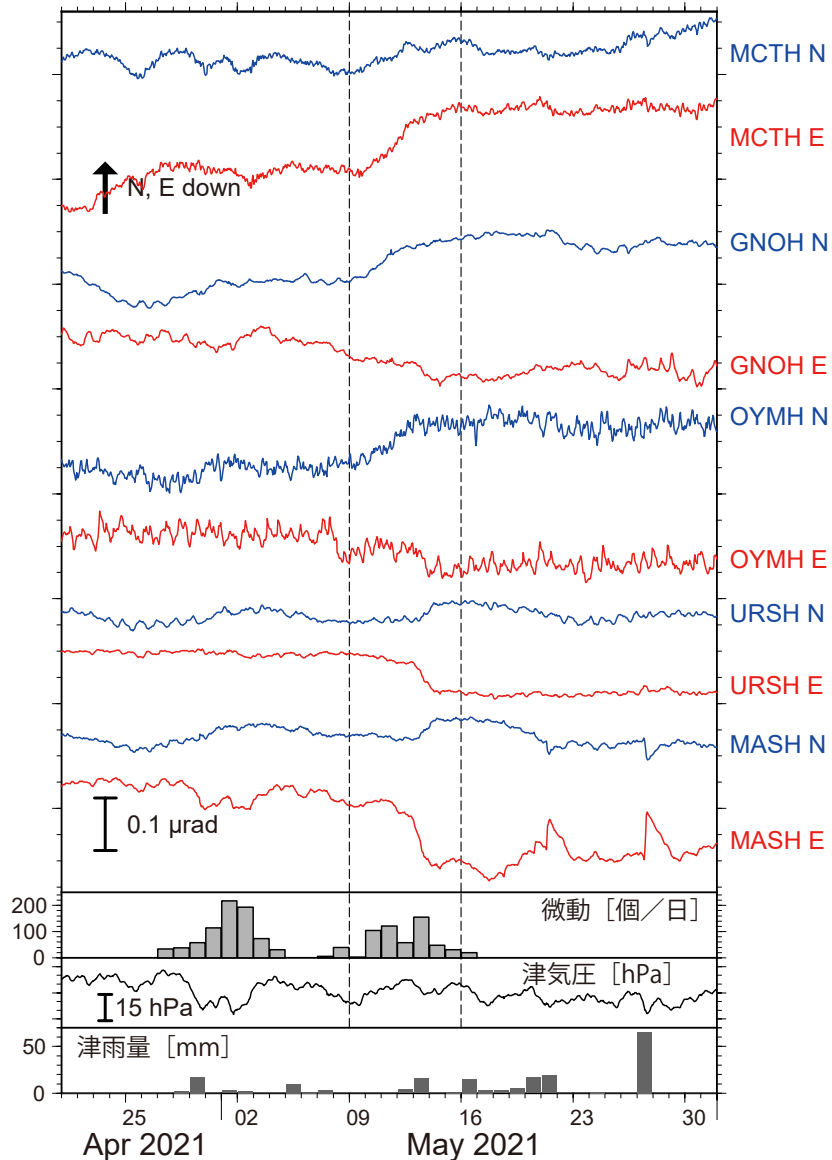


図1: 2021年4月21日～5月31日の傾斜時系列。上方への変化が北・東下がりの傾斜変動を表し、BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去した。5月9日～15日の傾斜変化ベクトルを図2に示す。紀伊半島北部～愛知県での微動活動度・気象庁津観測点の気圧・雨量をあわせて示す。

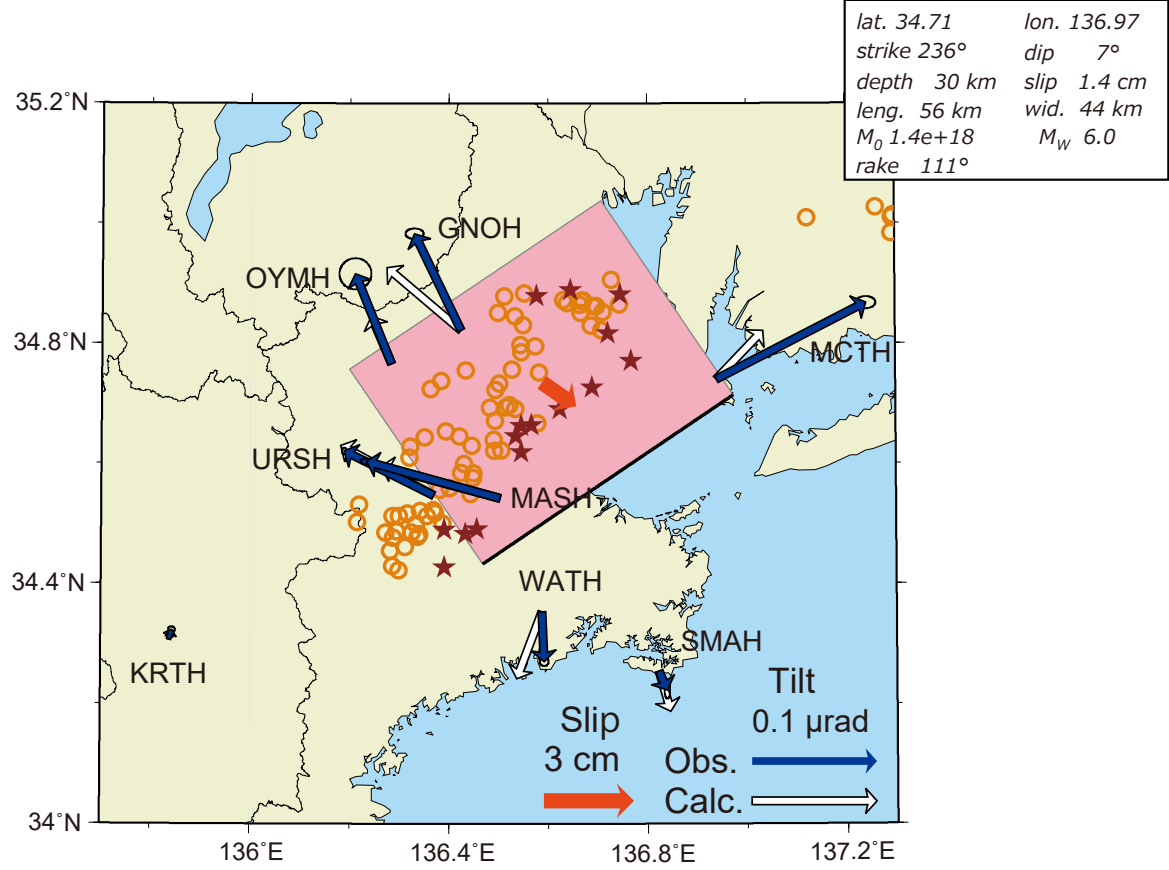


図2: 5月9日～15日に観測された傾斜変化ベクトル(青矢印)、推定されたスロースリップイベントの断層モデル(赤矩形・矢印)、モデルから計算される傾斜変化ベクトル(白抜き矢印)を示す。1時間ごとの微動エネルギーの重心位置(橙丸)、深部超低周波地震の震央(茶星印)もあわせて示す。すべり角はプレート相対運動方向に固定している。

謝辞

気象庁のWEBページで公開されている気象データを使用させて頂きました。記して感謝いたします。

● 5月20日頃から四国東部において、微動活動が開始。

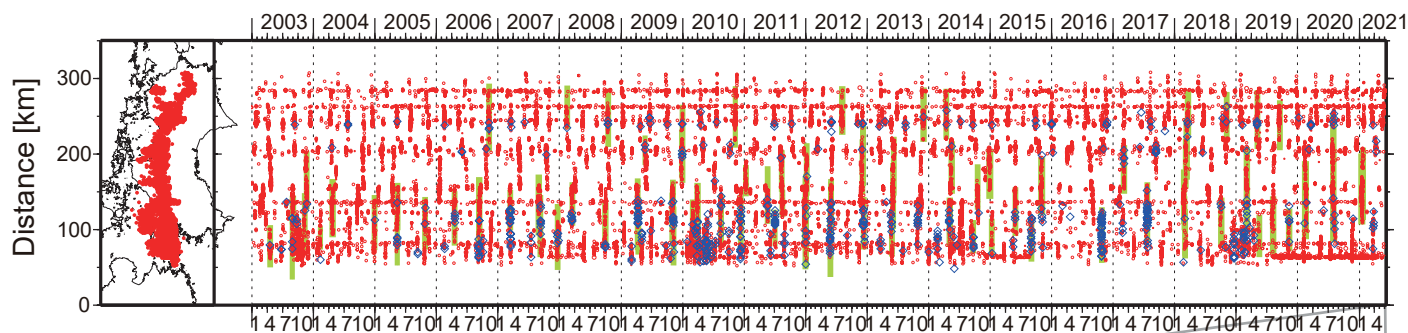
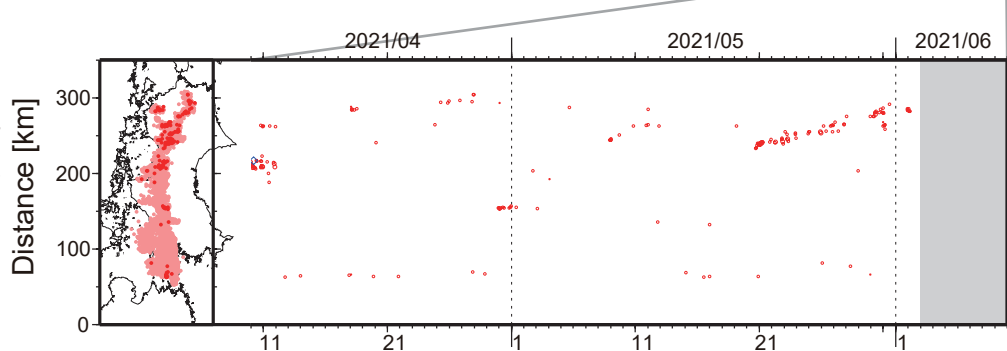


図1. 四国における2003年1月～2021年6月2日までの深部低周波微動の時空間分布(上図). 赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法(Maeda and Obara, 2009)およびクラスタ処理(Obara et al., 2010)によって1時間毎に自動処理された微動分布の重心である. 青菱形は周期20秒



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5月を中心とした期間の拡大図である. 5月20日頃より愛媛県東部から徳島県中部において、活動がみられている. この活動は愛媛県東部での開始後、5月31日頃まで東方向への活動域の移動がみられ、その後香川県付近において活動がみられている. 4月29日～5月1日頃には愛媛県中部において、小規模な活動がみられた. 5月8～9日頃には愛媛・香川・徳島県境付近において、5月11～12日頃には香川・徳島県境付近において、ごく小規模な活動がみられた. 5月22日3:04頃(日本時間)に中国青海省で発生した地震(Mw7.3, USGS)の後には、クラスタリング処理には含まれないものの、四国西部で微動活動が一時的にみられた.

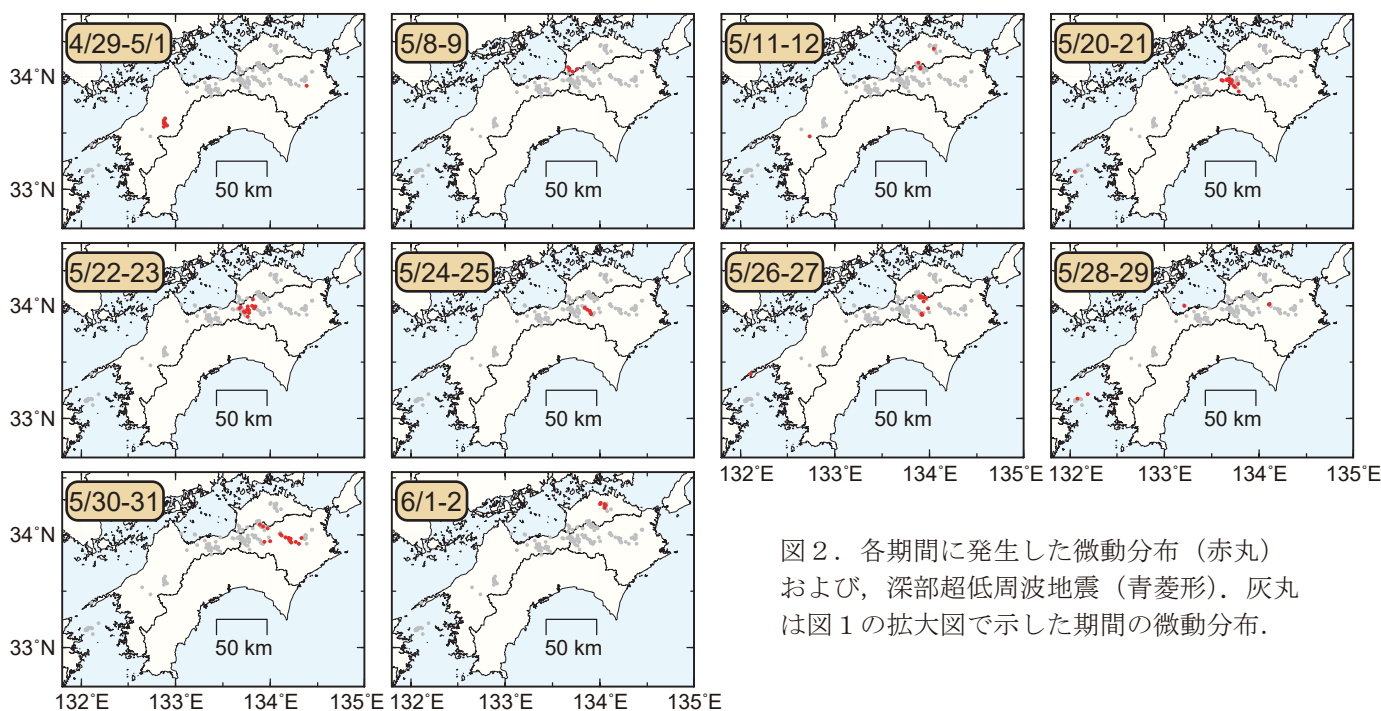


図2. 各期間に発生した微動分布(赤丸)および、深部超低周波地震(青菱形). 灰丸は図1の拡大図で示した期間の微動分布.

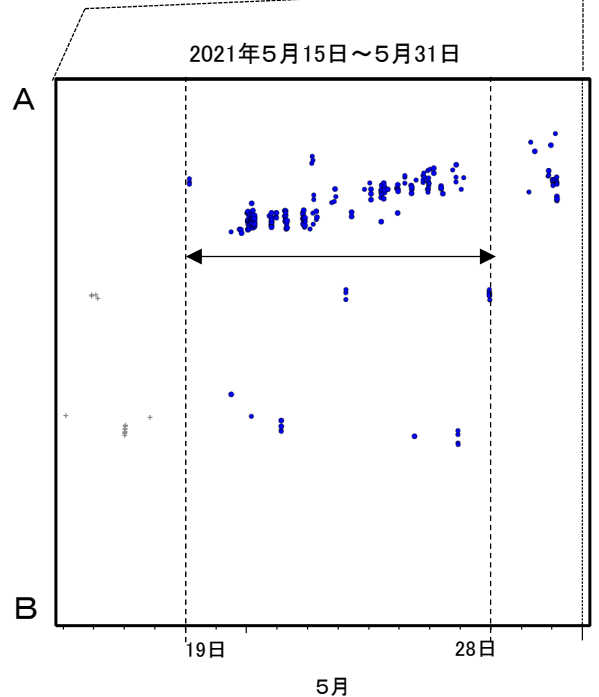
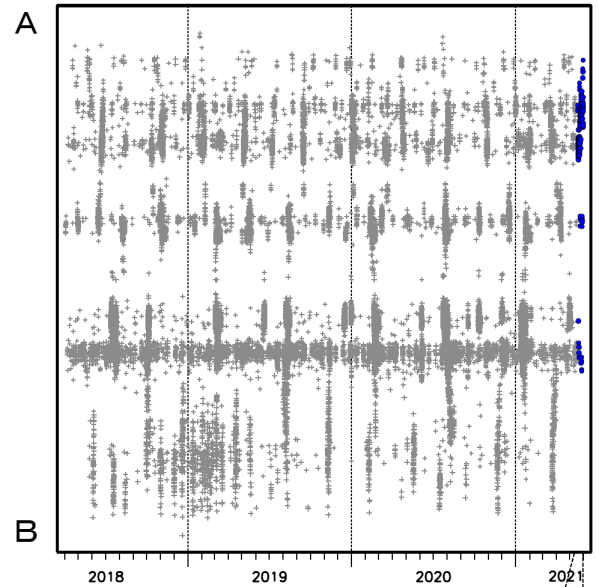
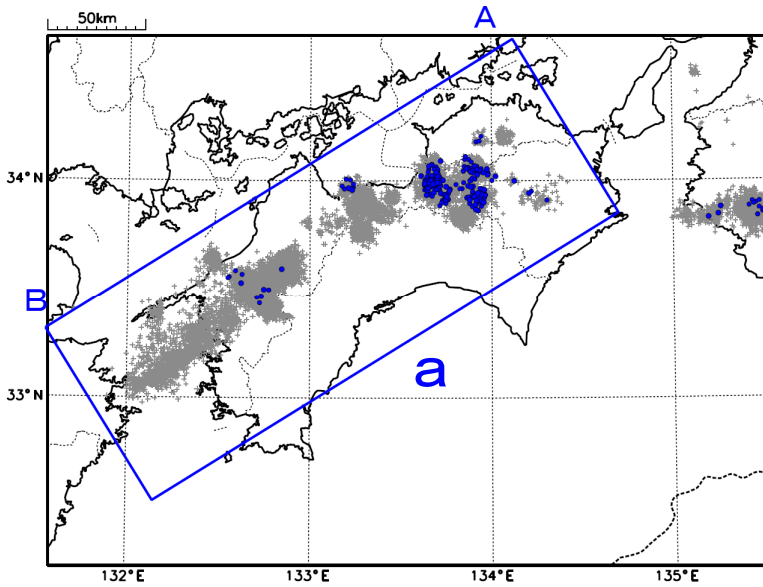
四国東部の深部低周波地震(微動)活動

5月19日から28日にかけて、四国東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

震央分布図(2018年4月1日~2021年5月31日、
深さ0~60km、Mすべて)
灰:2018年4月1日~2021年5月18日、
青:2021年5月19日~5月31日

震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)



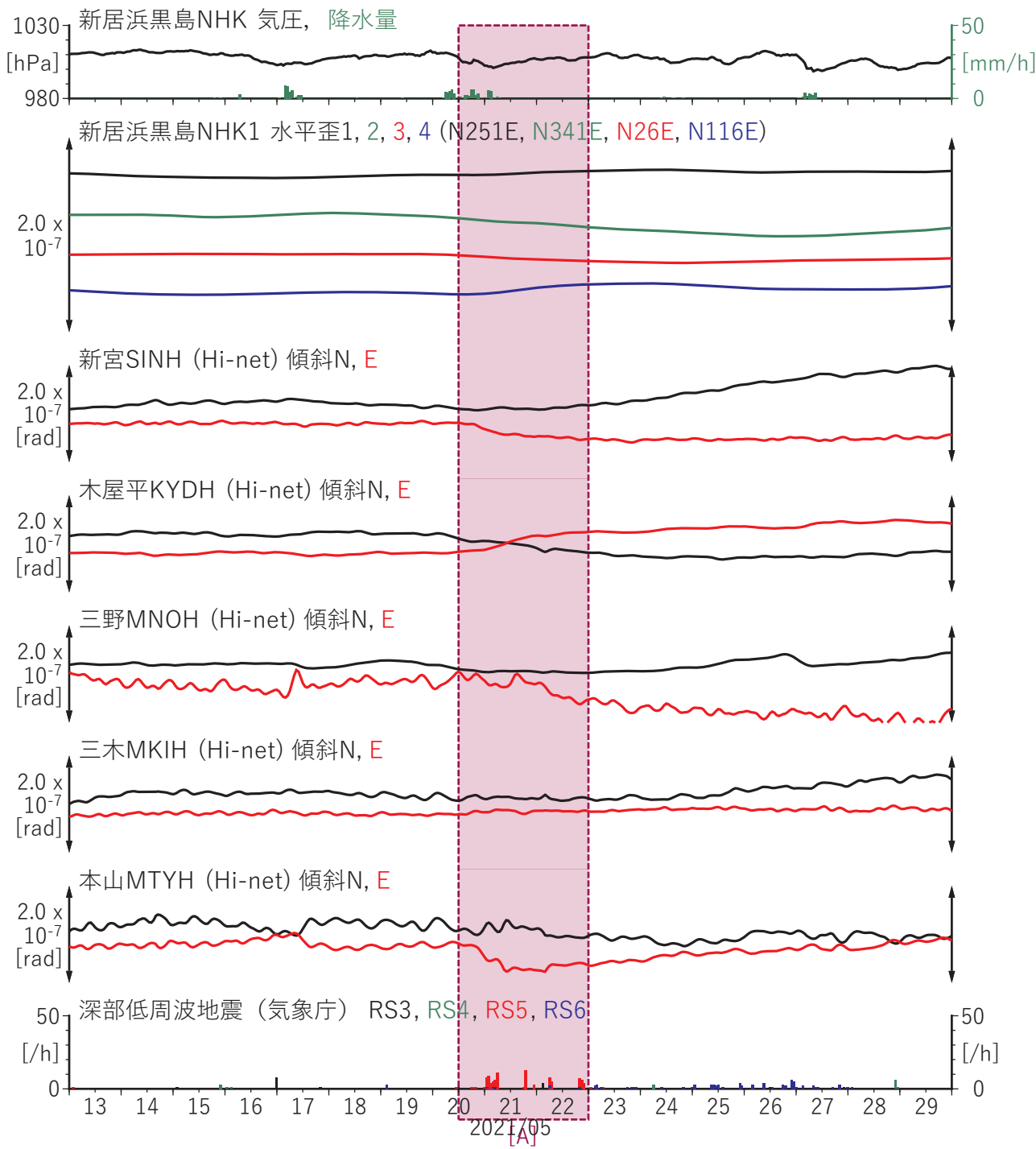
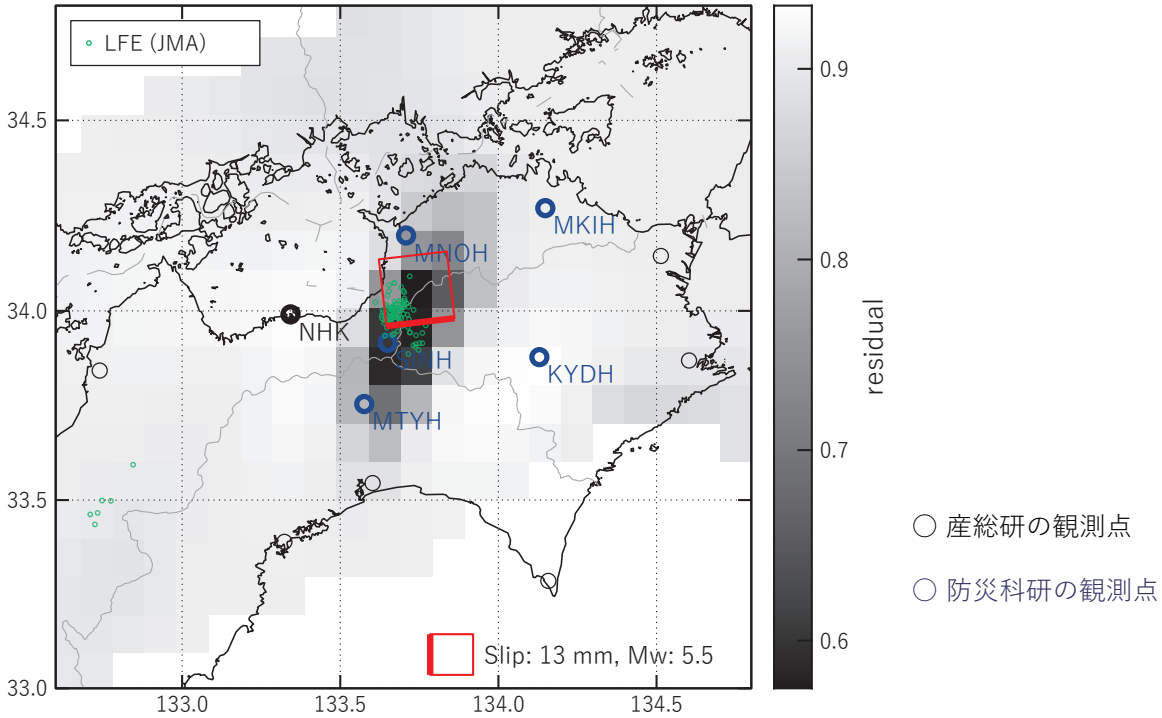


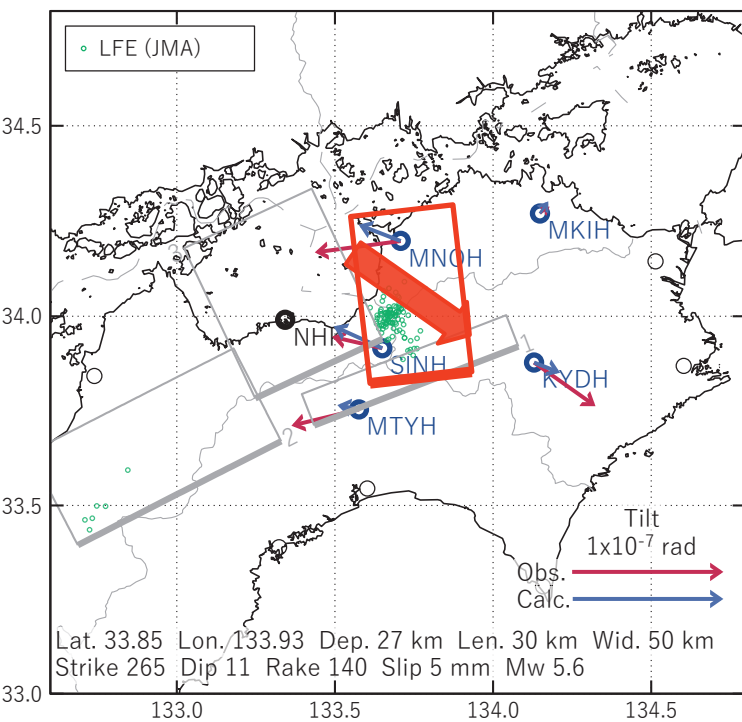
図9 四国東部における歪・傾斜・観測結果
(2021/05/13 00:00 - 2021/05/30 00:00 (JST))

[A] 2021/05/20PM-22

(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

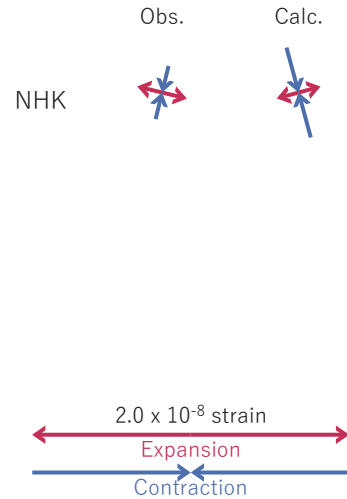


図10 2021/05/20PM-22の歪・傾斜・地下水変化 (図9[A]) を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って分布させた20×20kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小とするすべり量を選んだ時の残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

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

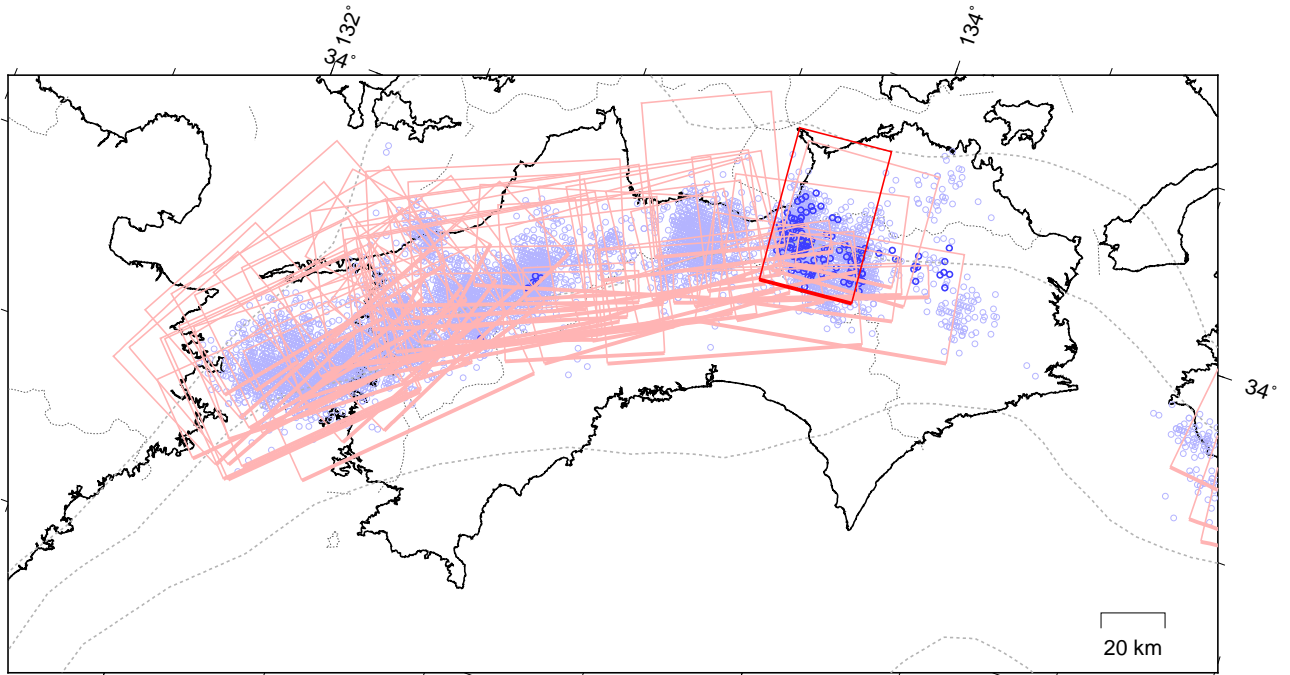
1: 2020/07/31PM-08/03(東) (Mw5.6), 2: 2021/10/22PM-23 (Mw5.8), 3: 2021/04/09-11AM (Mw5.6)

(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。

四国 短期的ゆっくりすべりの活動状況

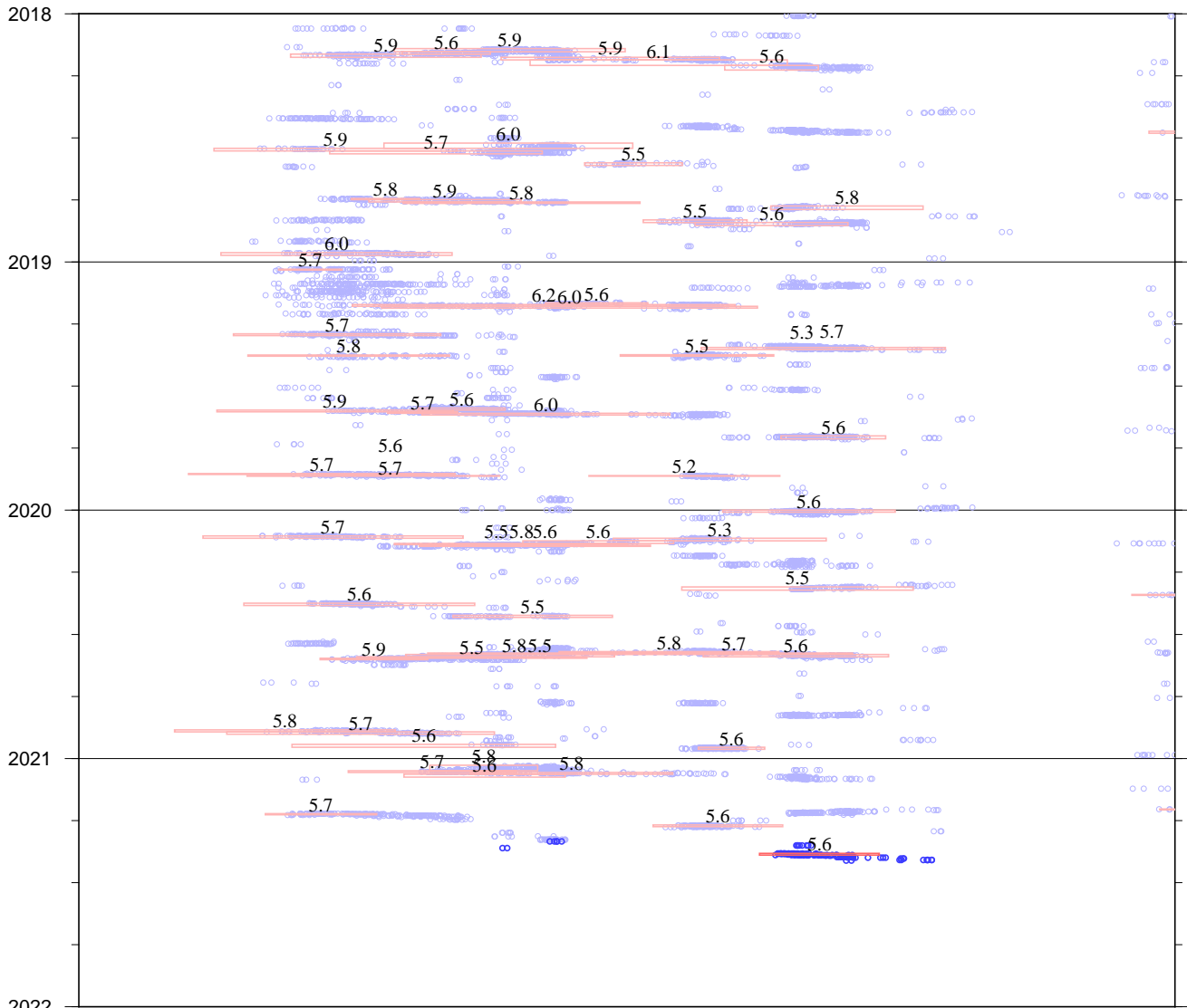
2018年1月1日～2021年5月31日

(2021年5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



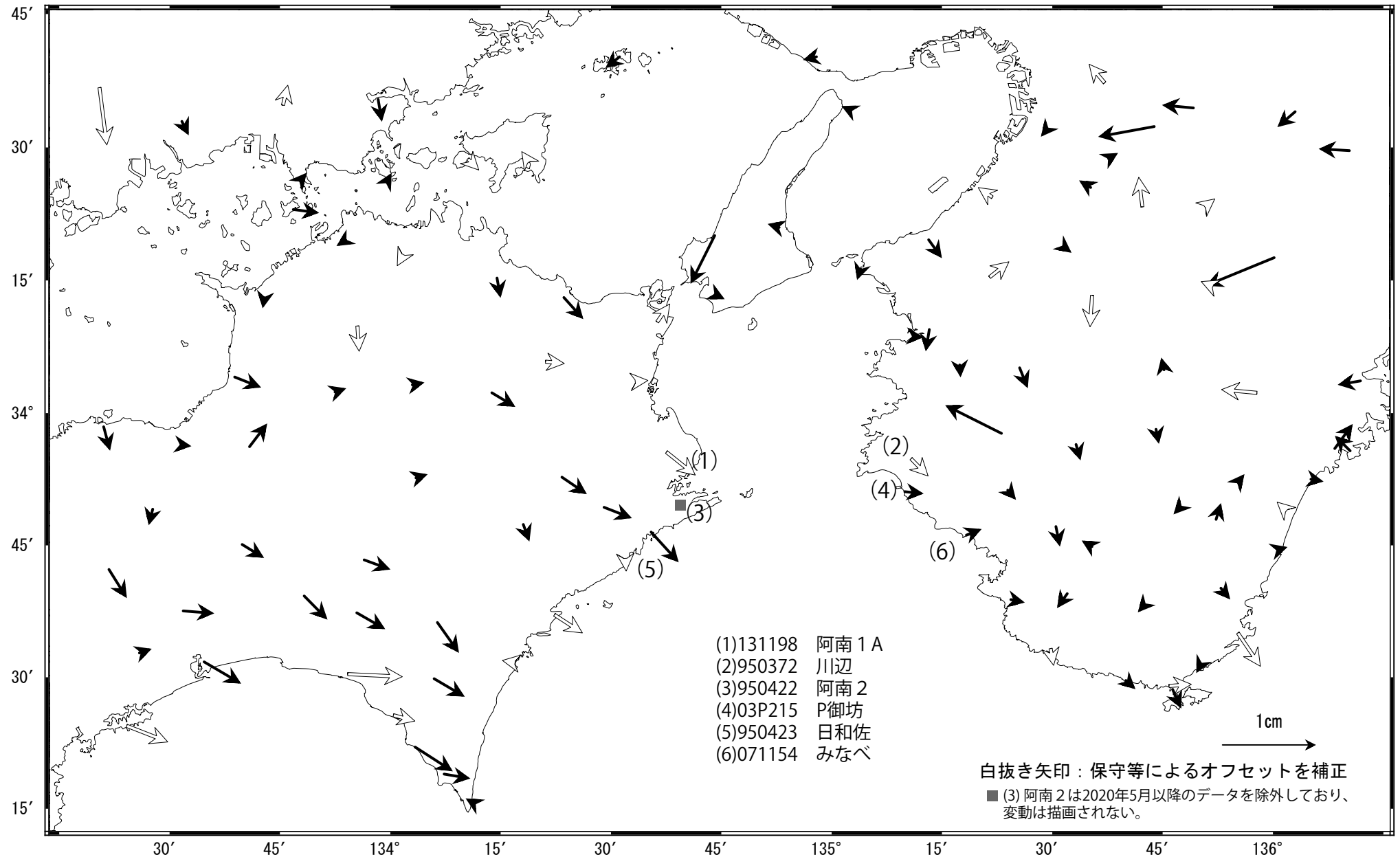
短期的ゆっくりすべりの解析には、産業技術総合研究所及び防災科学技術研究所のデータを用いている。
赤矩形の上に表示されている数字は解析されたMwを示す。
青丸はエンベロープ相関法（防災科学技術研究所、東京大学地震研究所との共同研究による成果）で得られた低周波微動の震央を示す。

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: 2021/05/16~2021/05/22 [R5: 速報解]

計算期間: 2017/01/01~2017/12/31

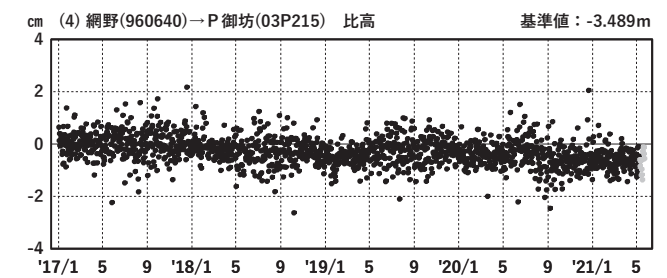
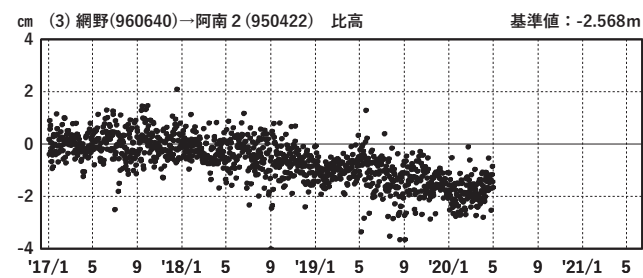
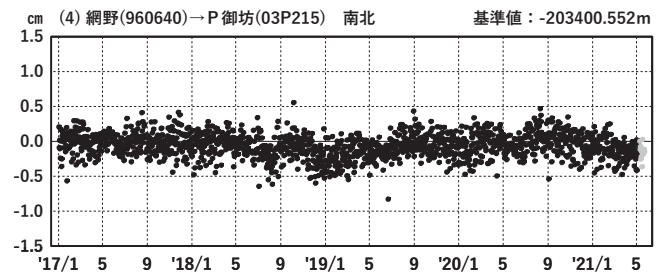
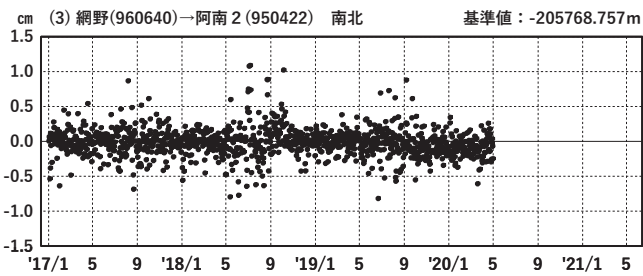
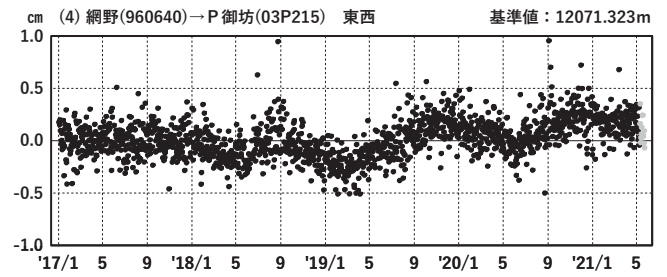
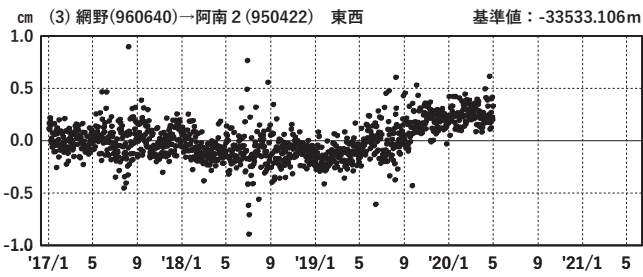
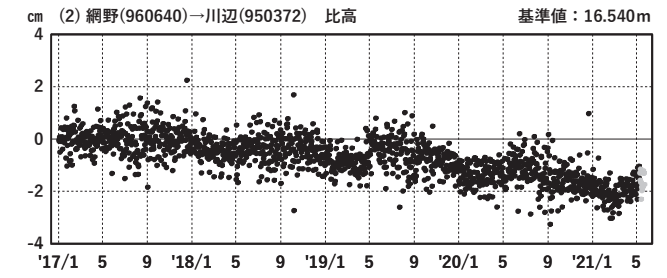
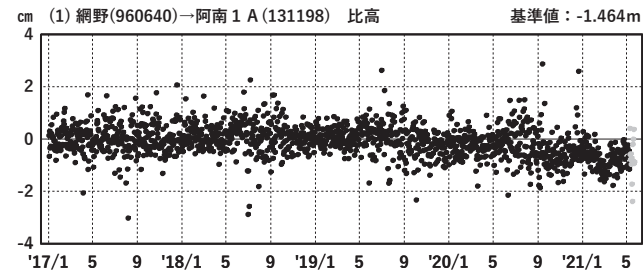
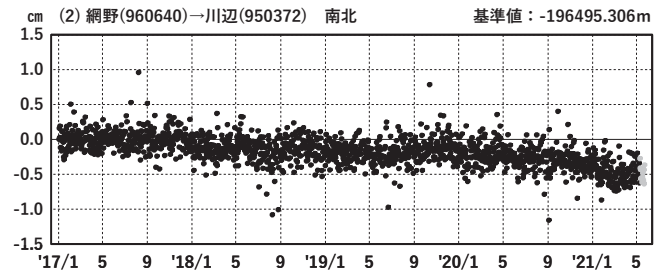
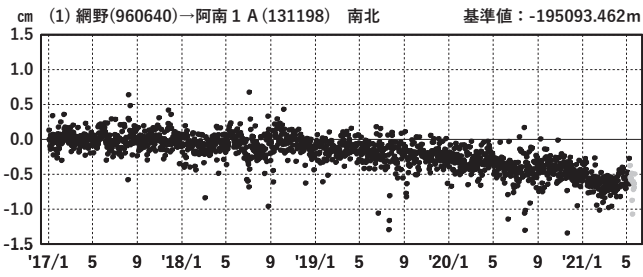
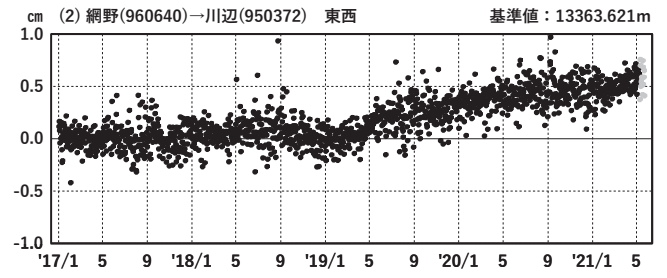
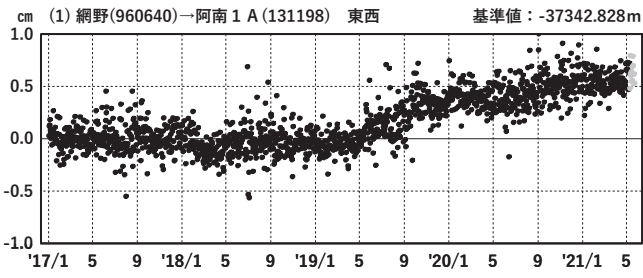


紀伊半島西部・四国東部 G N S S 連続観測時系列 (1)

1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

期間: 2017/01/01~2021/05/23 JST

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01



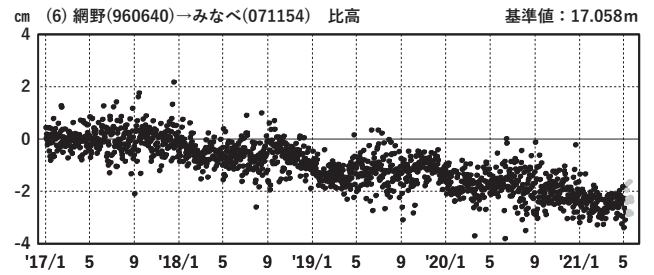
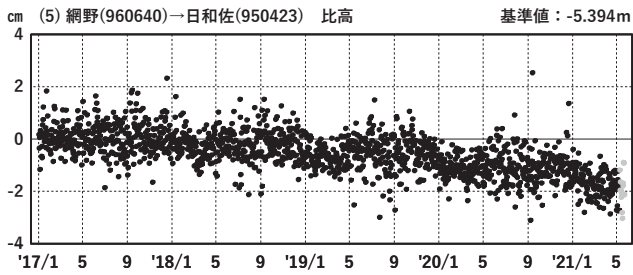
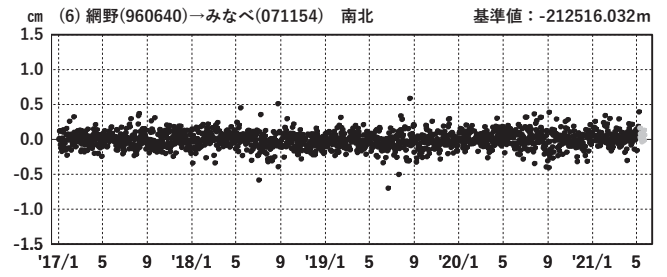
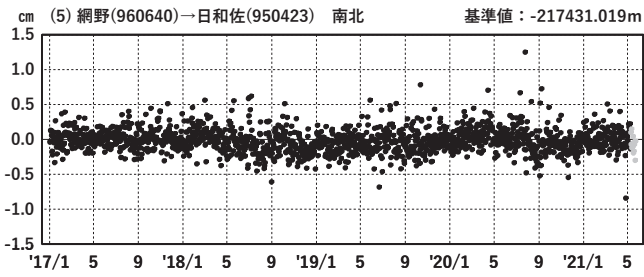
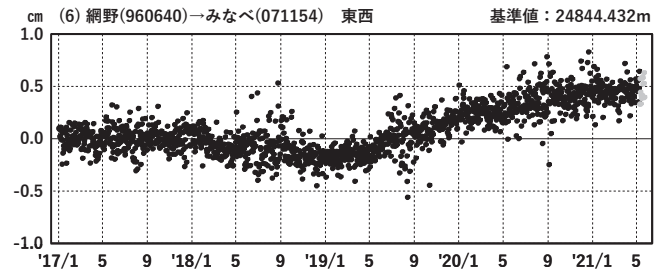
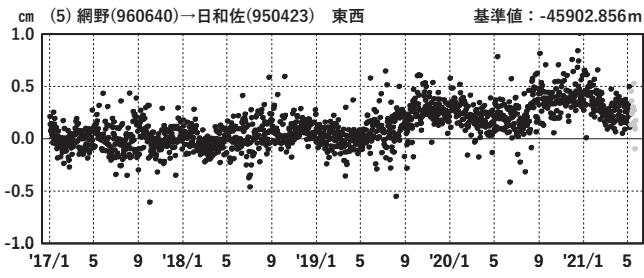
●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

紀伊半島西部・四国東部 G N S S 連続観測時系列 (2)

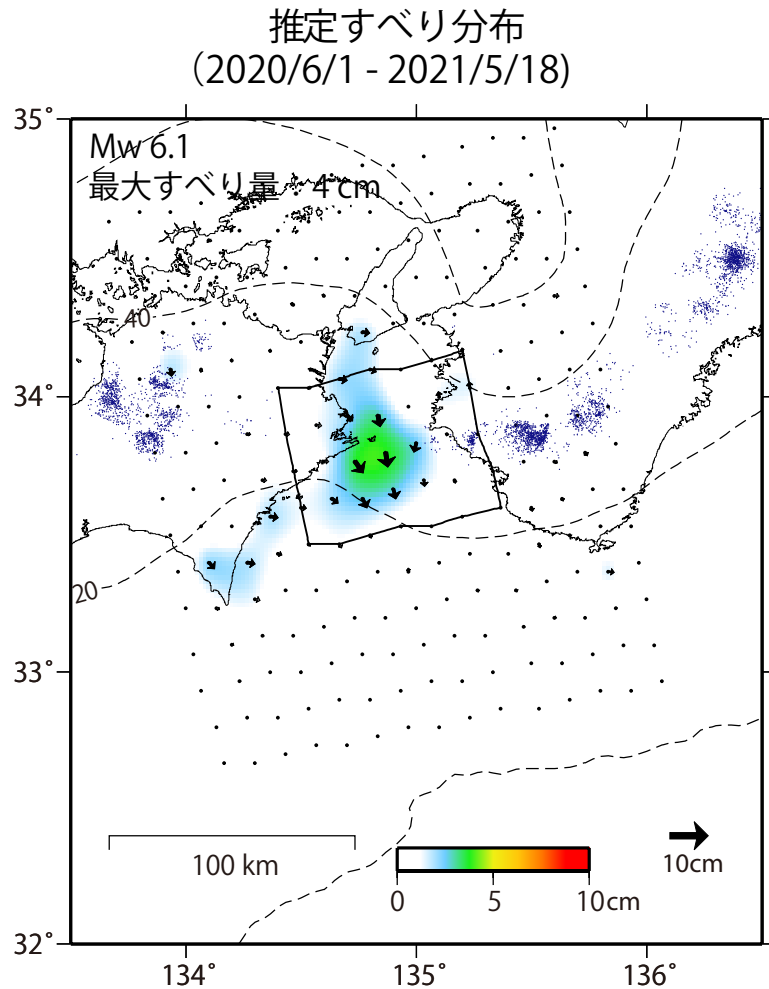
1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

期間: 2017/01/01~2021/05/23 JST

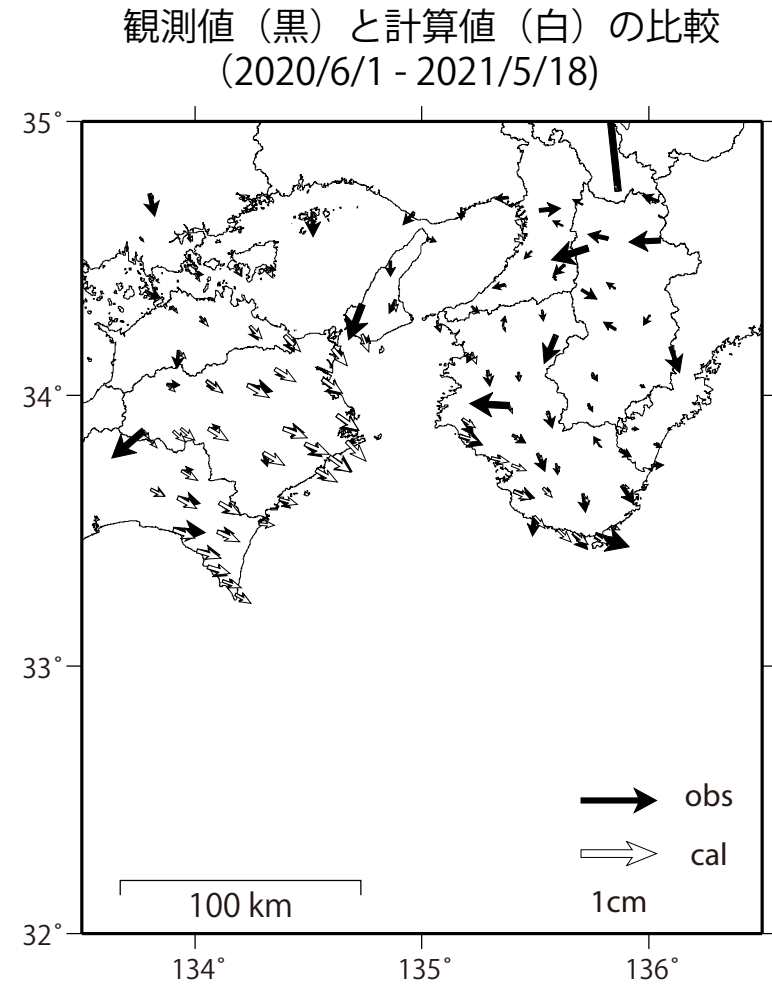
計算期間: 2017/01/01~2018/01/01



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：F5解 (2018/1/1 - 2021/5/1) + R5解 (2021/5/2 - 2021/5/18) ※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 - 2021/5/18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

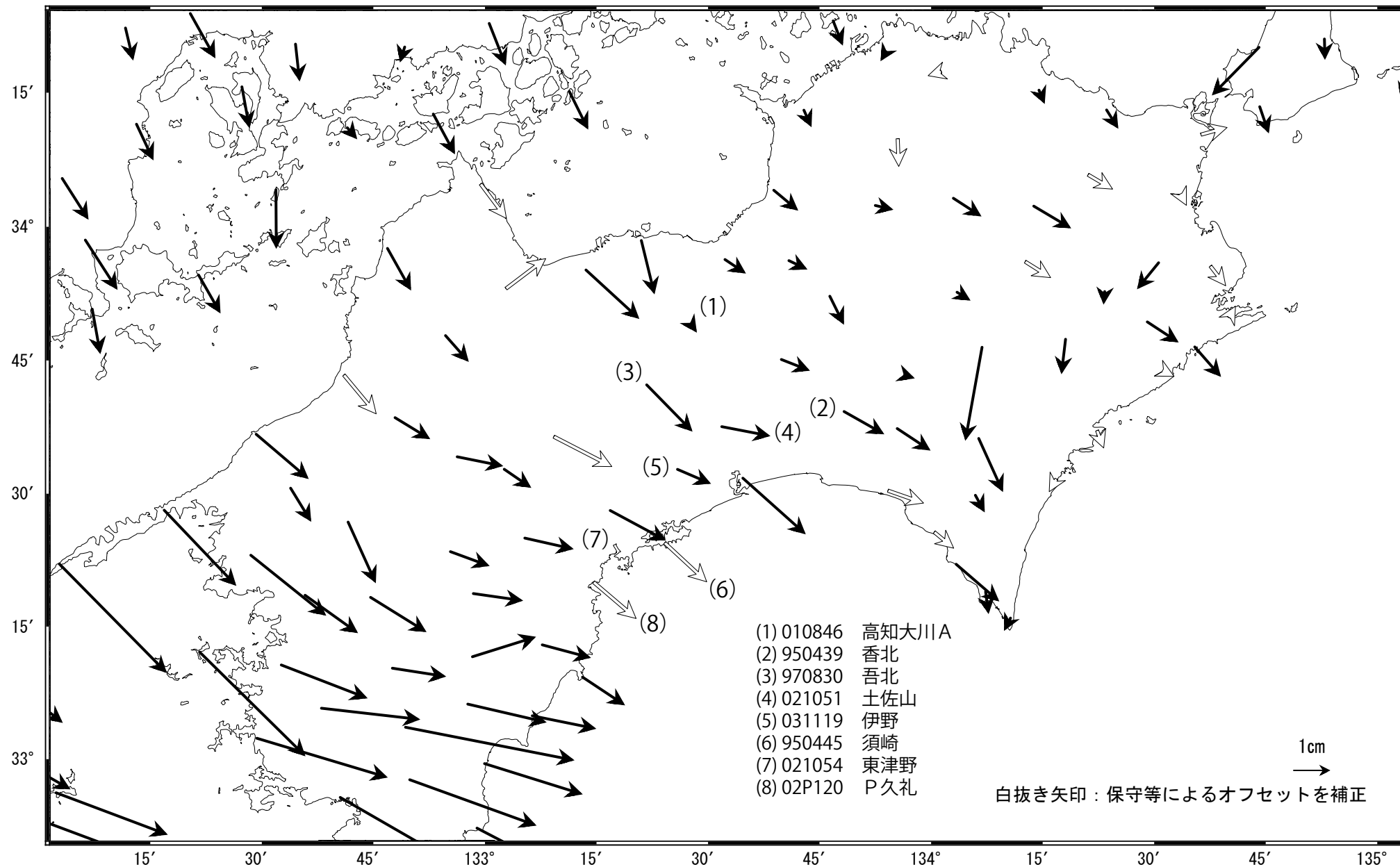
青丸：低周波地震 (気象庁一元化震源) (期間：2020/6/1 - 2021/5/18)

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: 2021/05/16~2021/05/22 [R5: 速報解]

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01

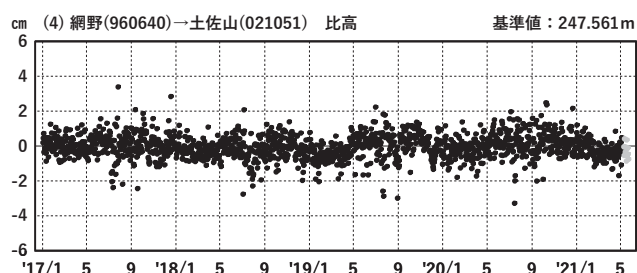
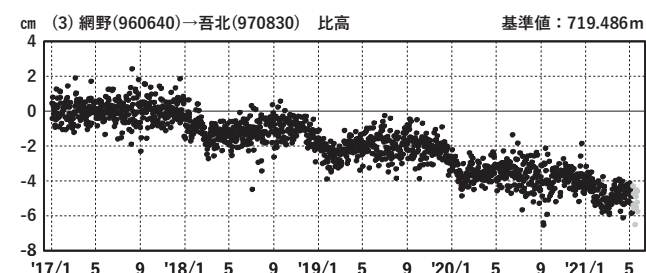
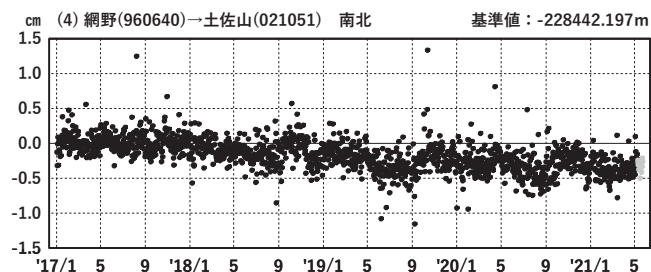
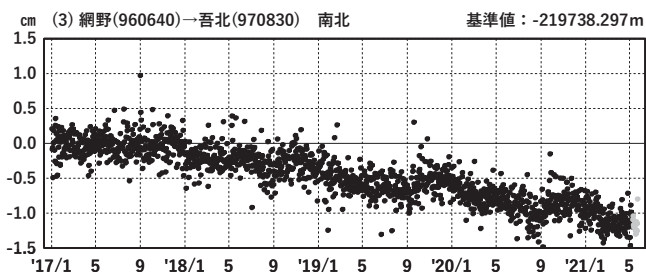
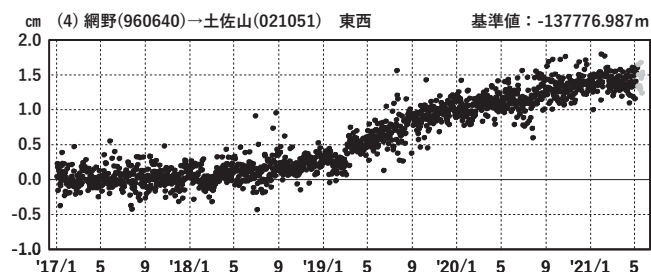
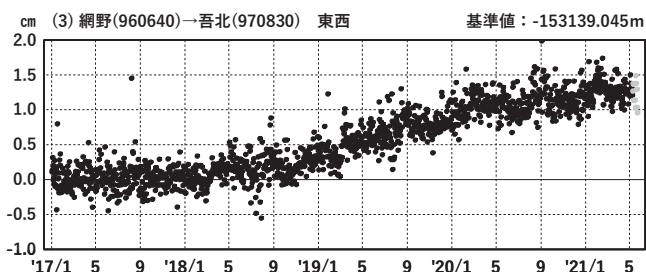
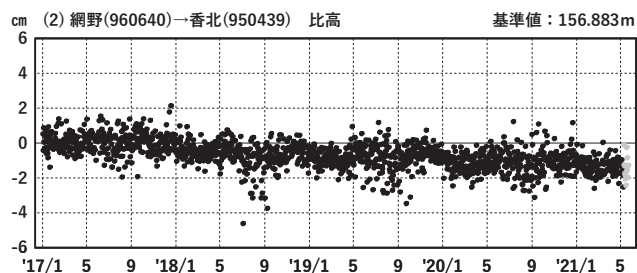
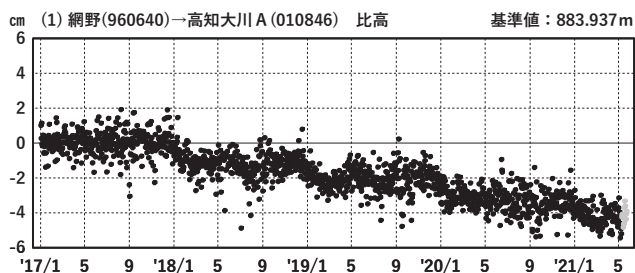
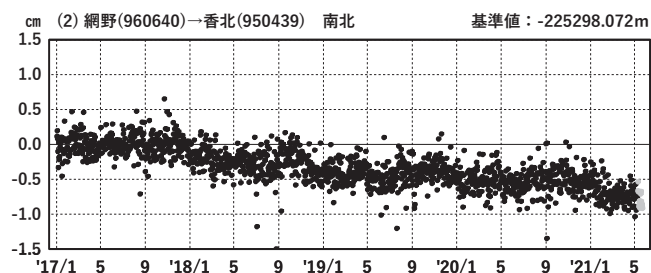
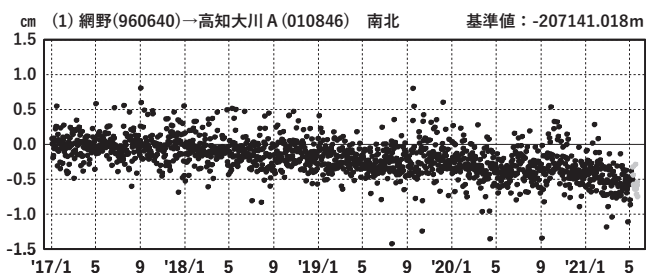
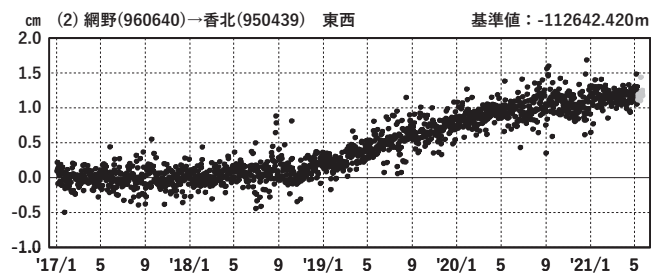
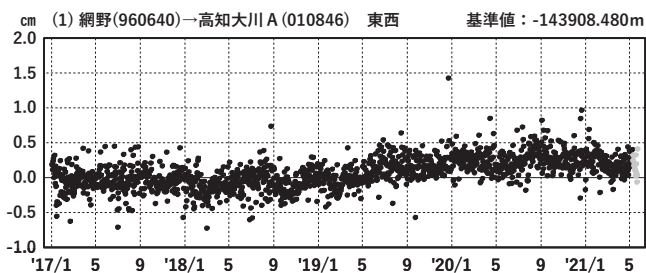


四国中部 G N S S 連続観測時系列 (1)

1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

期間: 2017/01/01~2021/05/23 JST

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01



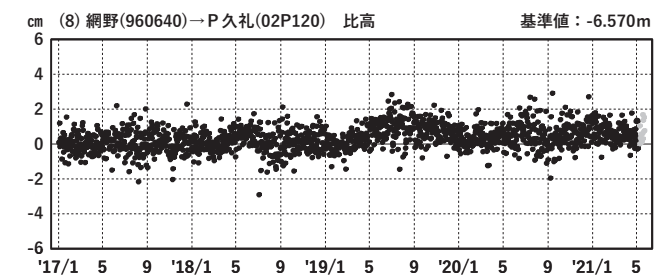
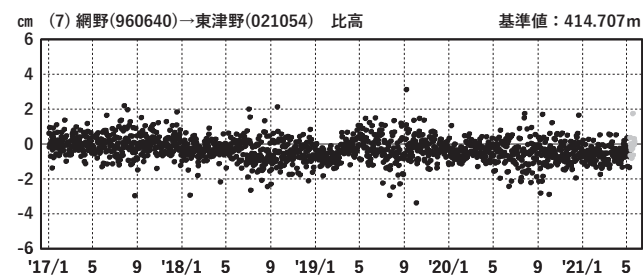
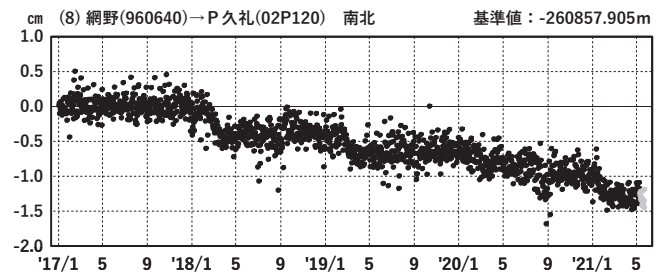
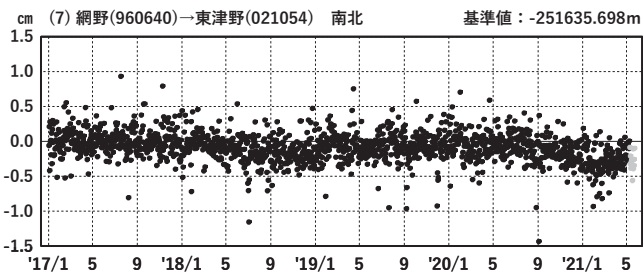
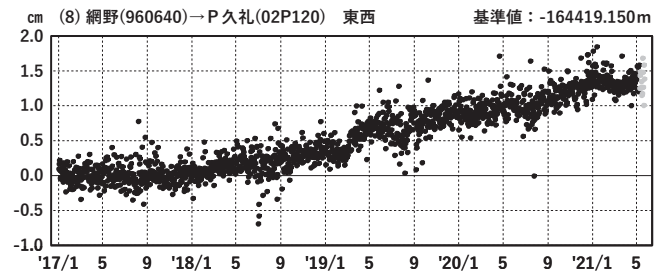
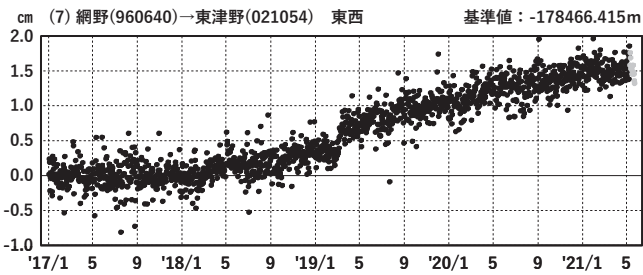
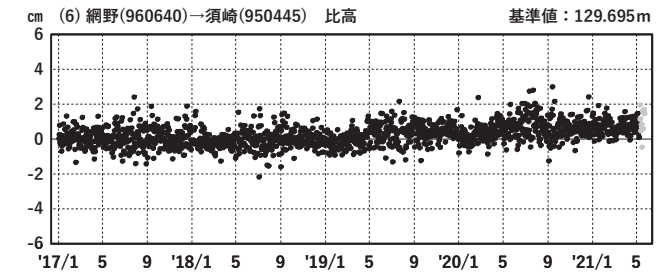
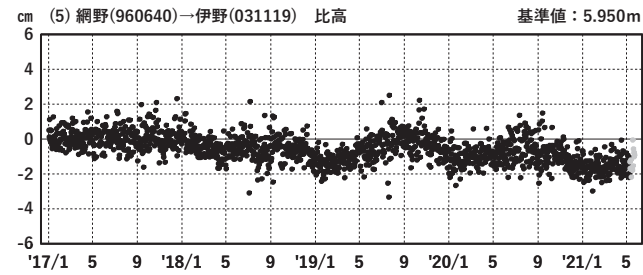
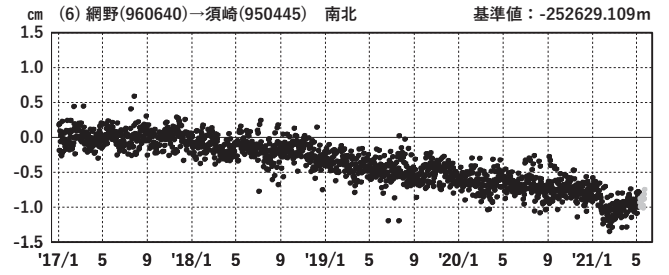
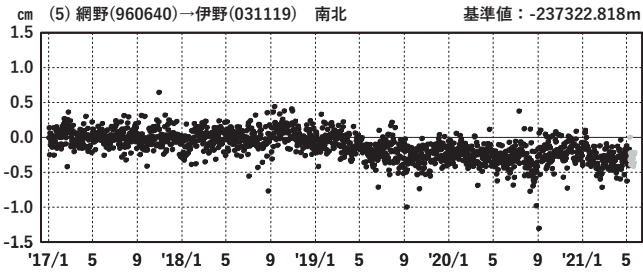
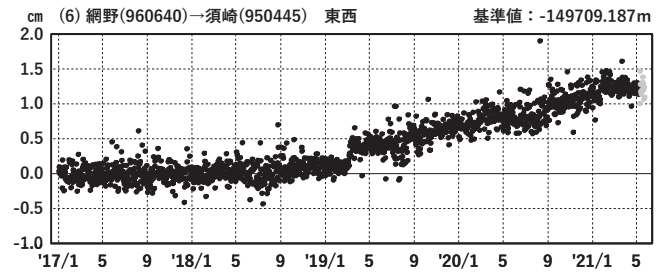
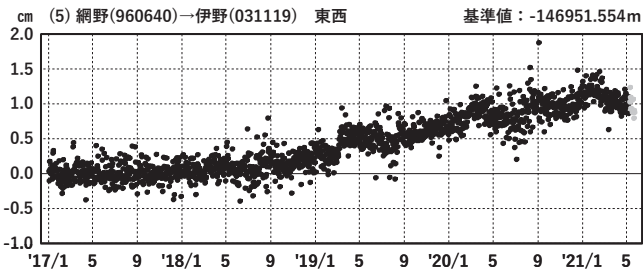
●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

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: 2017/01/01~2021/05/23 JST

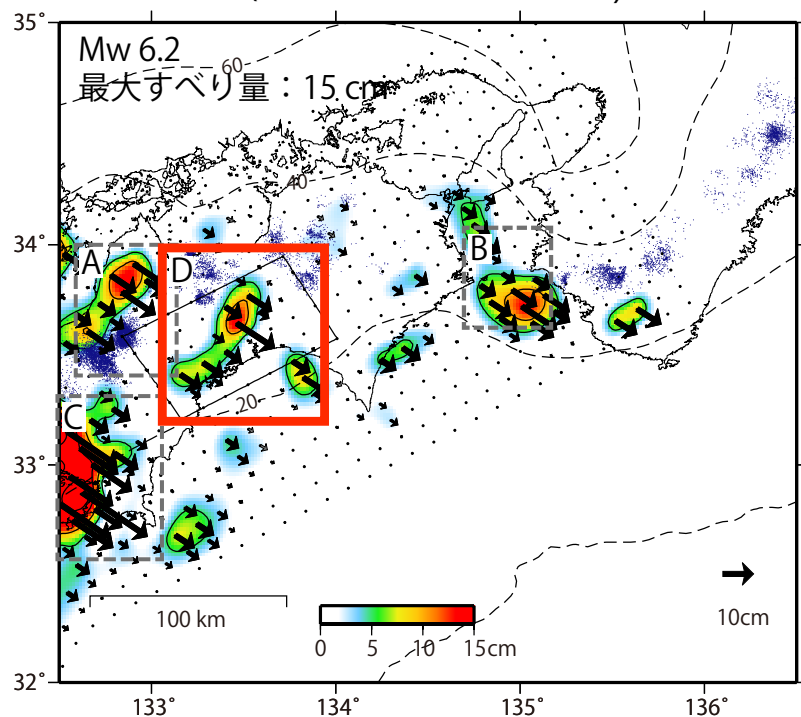
計算期間: 2017/01/01~2018/01/01



●---[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）

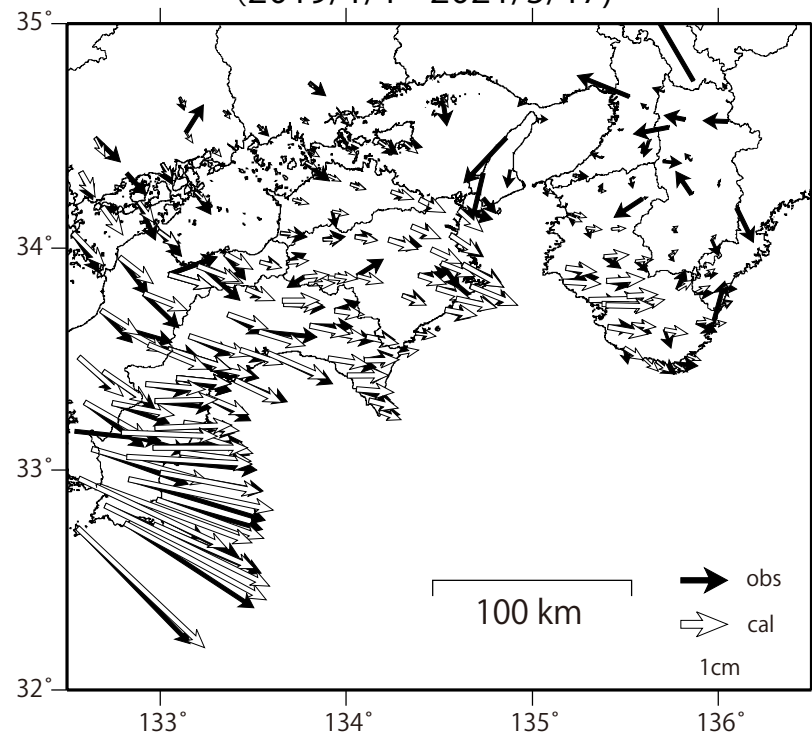
推定すべり分布
(2019/1/1 - 2021/5/17)



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**

観測値（黒）と計算値（白）の比較
(2019/1/1 - 2021/5/17)



使用データ：F5解 (2019/1/1 - 2021/5/1) + R5解 (2021/5/2 - 2021/5/17) ※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：2017/1/1 - 2018/1/1（年周・半年周成分は2017/1/1 - 2021/5/17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

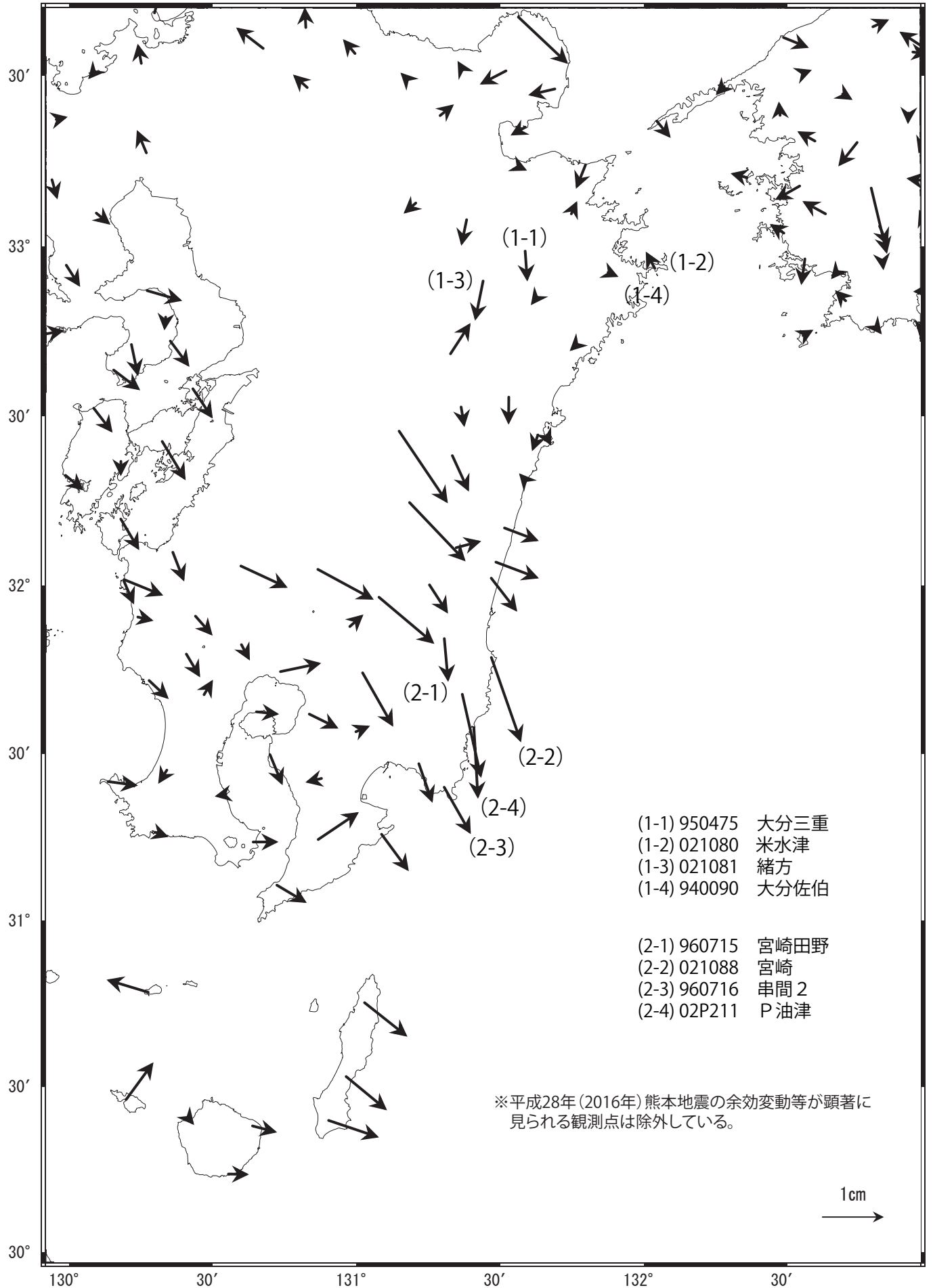
青丸：低周波地震 (気象庁一元化震源) (2019/1/1 - 2021/5/17)

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: 2021/05/23~2021/05/29 [R5: 速報解]

計算期間: 2012/01/01~2013/02/28

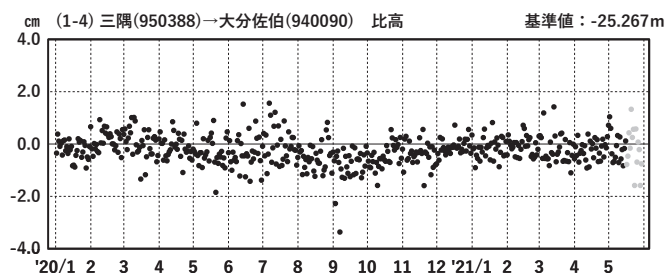
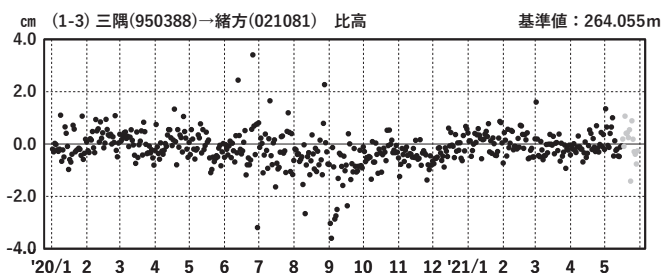
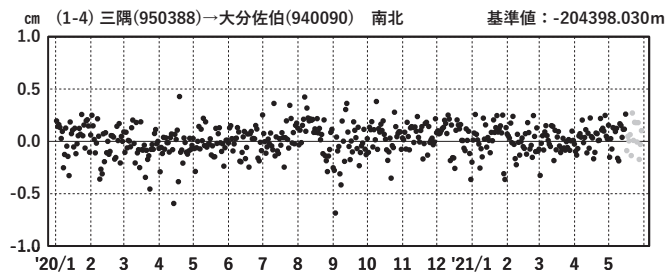
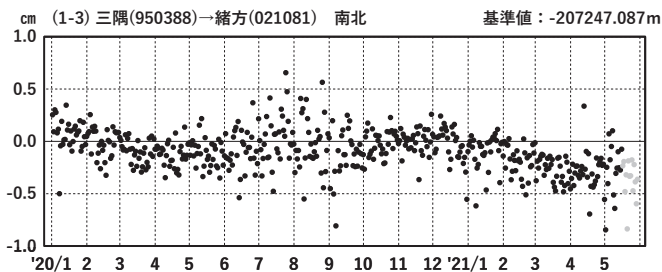
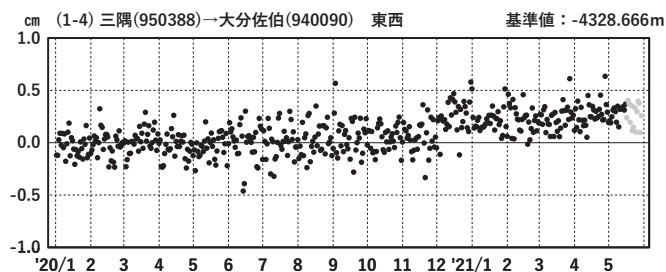
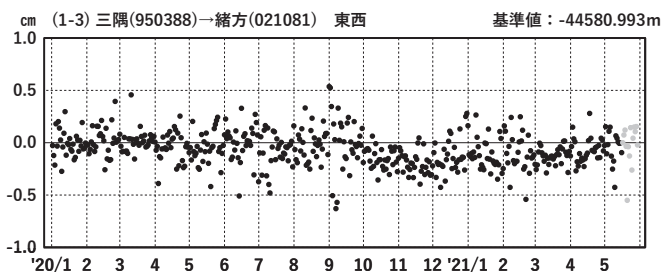
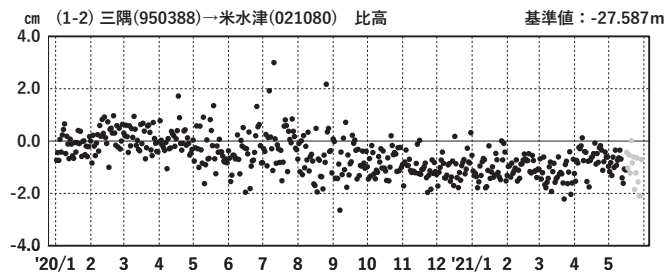
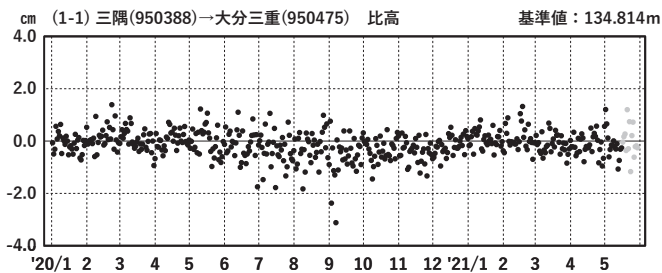
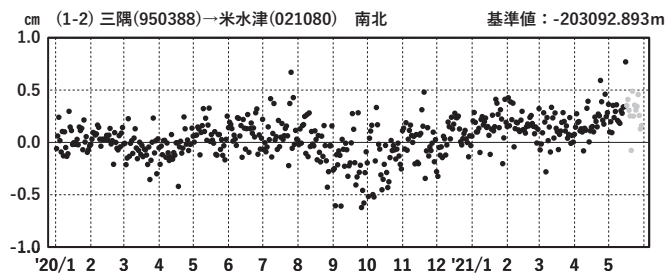
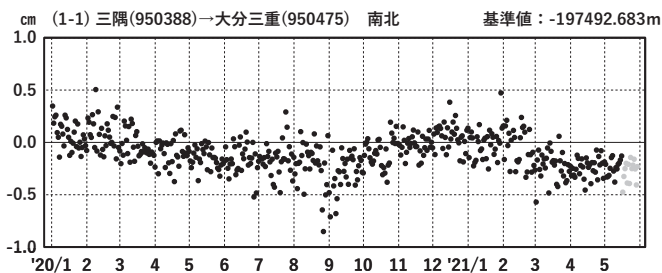
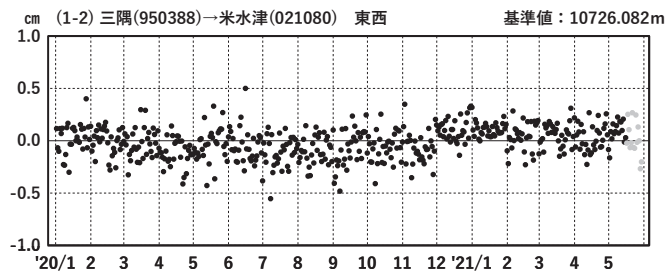
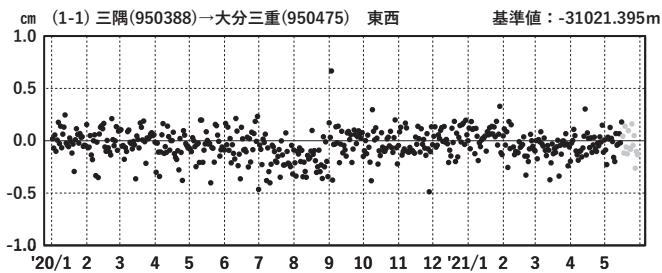


九州地域 G N S S 連続観測時系列 (1)

1次トレンド除去後グラフ

期間: 2020/01/01~2021/05/30 JST

計算期間: 2012/01/01~2013/03/01



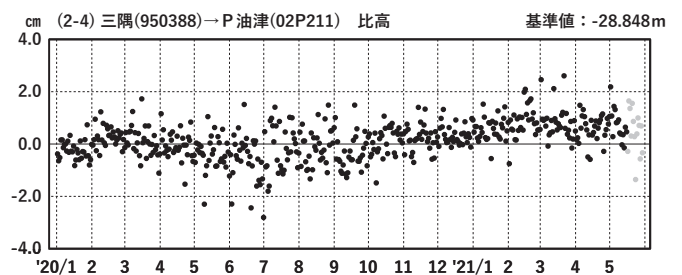
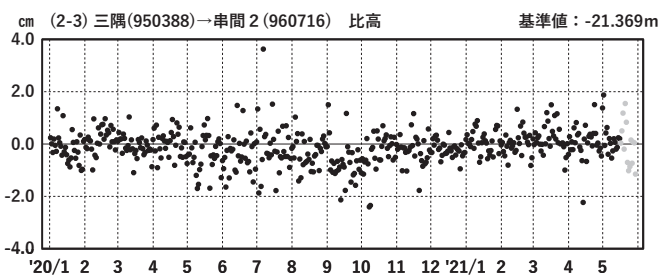
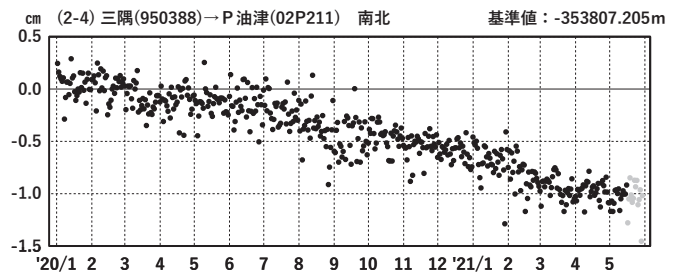
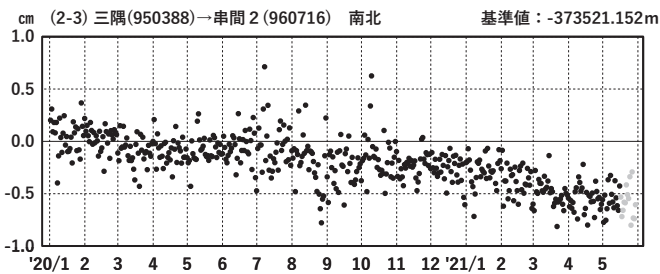
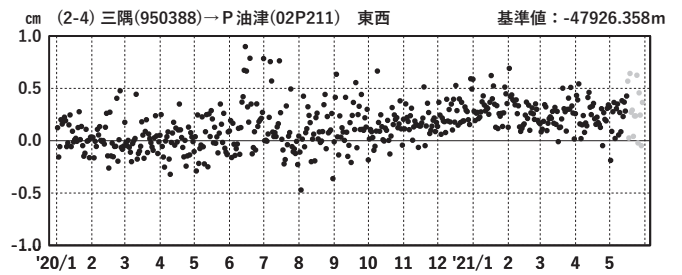
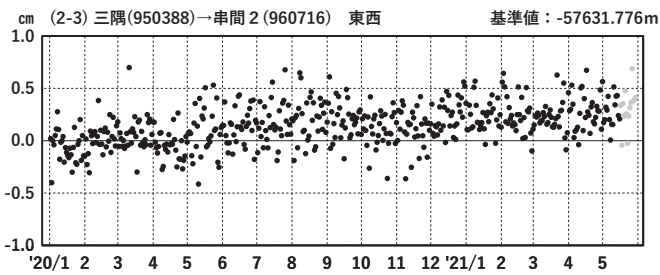
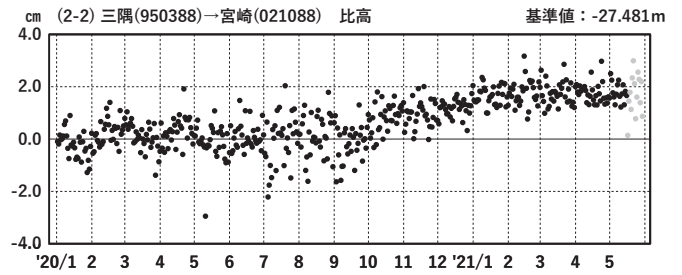
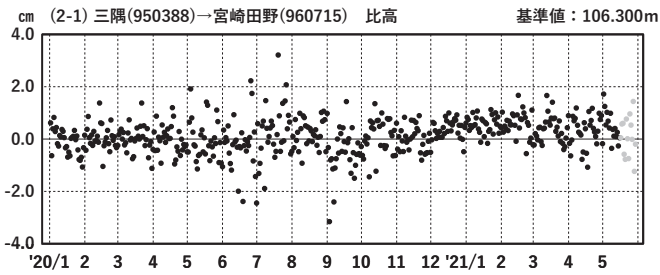
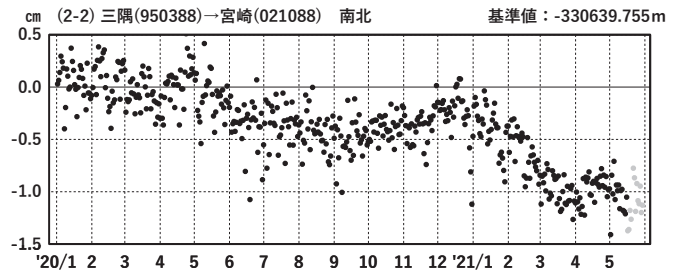
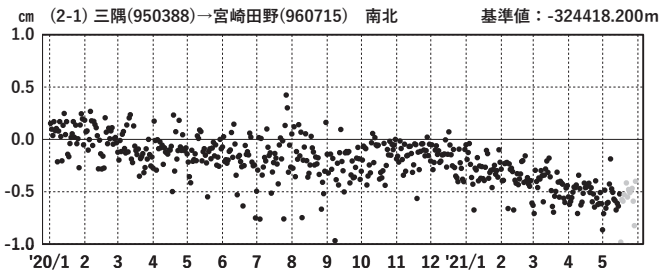
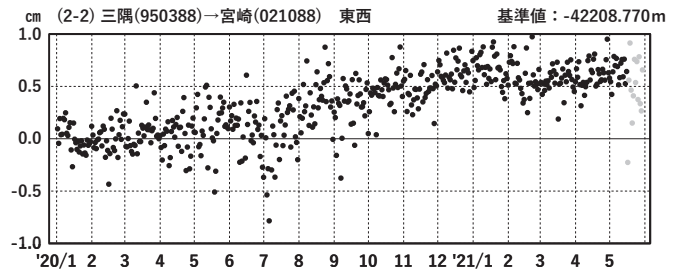
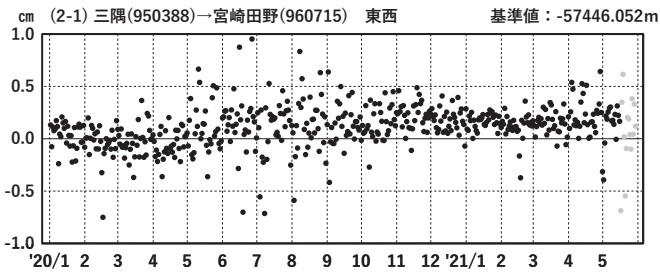
●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

九州地域 GNSS連続観測時系列(2)

1次トレンド除去後グラフ

期間: 2020/01/01~2021/05/30 JST

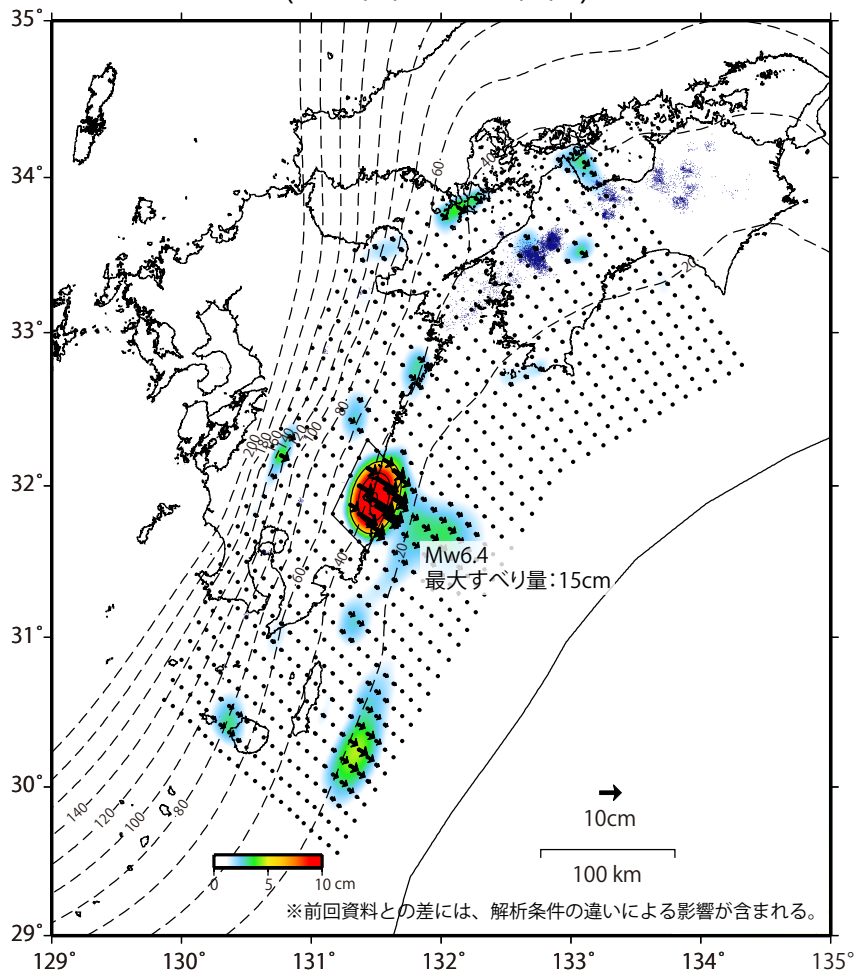
計算期間: 2012/01/01~2013/03/01



●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

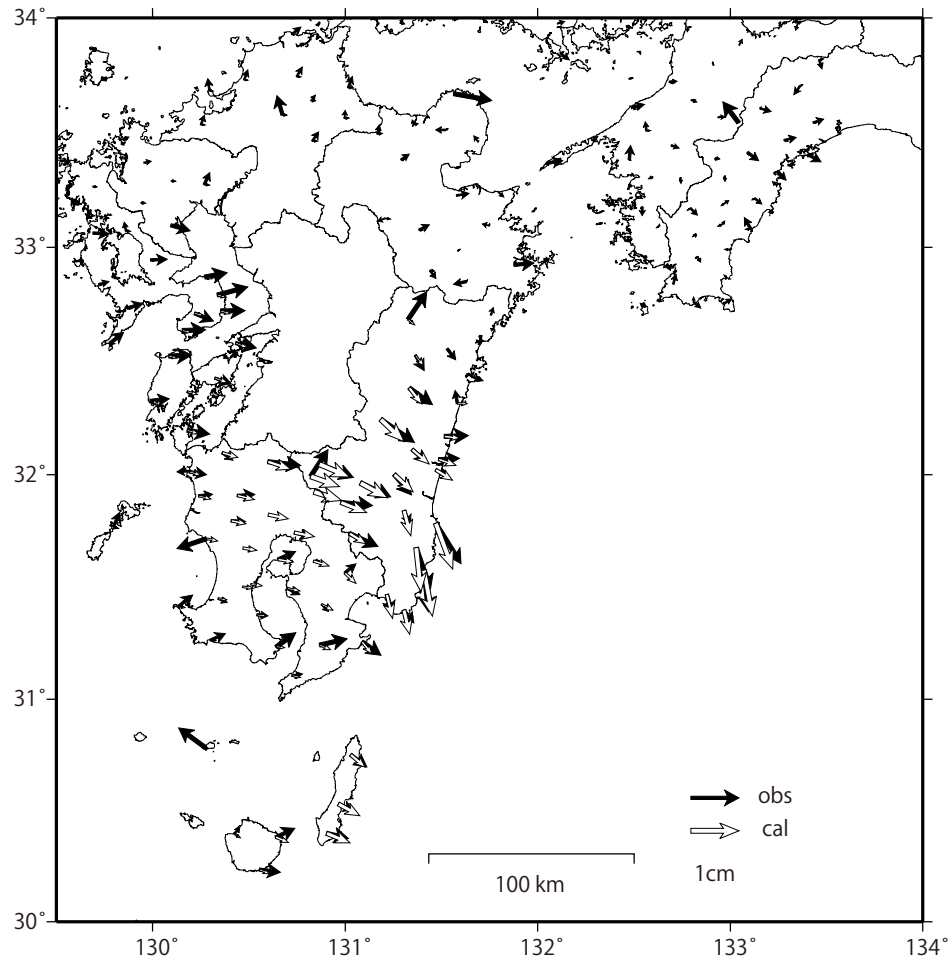
GNSSデータから推定された日向灘周辺の長期的ゆっくりすべり（暫定）

推定すべり分布
(2020/6/1 - 2021/5/4)



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。

観測値（黒）と計算値（白）の比較
(2020/6/1 - 2021/5/4)

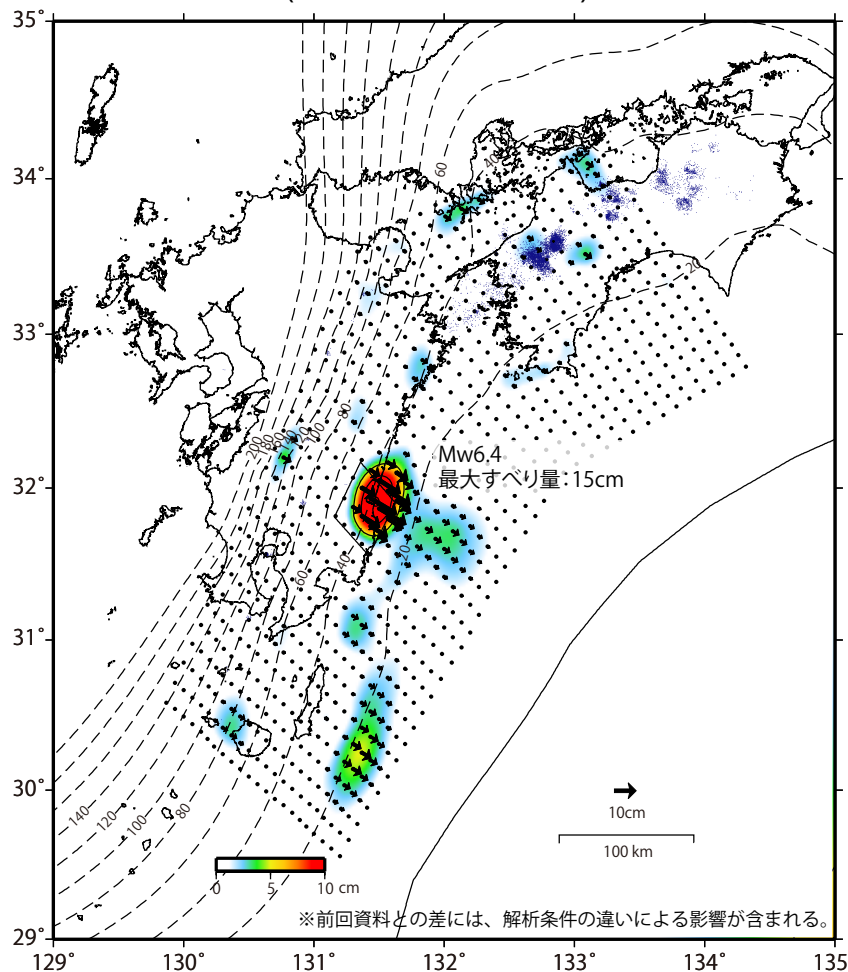


使用データ：F5解 (2020/1/1 - 2021/5/1) + R5解 (2021/5/2 - 2021/5/4)
 トレンド期間：2012/1/1 - 2013/3/1 (年周・半年周成分は補正無し)
 モーメント計算範囲：左図の黒枠内側
 観測値：3日間の平均値をカルマンフィルターで平滑化した値
 黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線 (弘瀬・他、2007)
 すべり方向：プレートの沈み込み方向と平行な方向に拘束
 青丸：低周波地震 (気象庁一元化震源) (期間：2020/6/1-2021/5/4)
 固定局：三隅

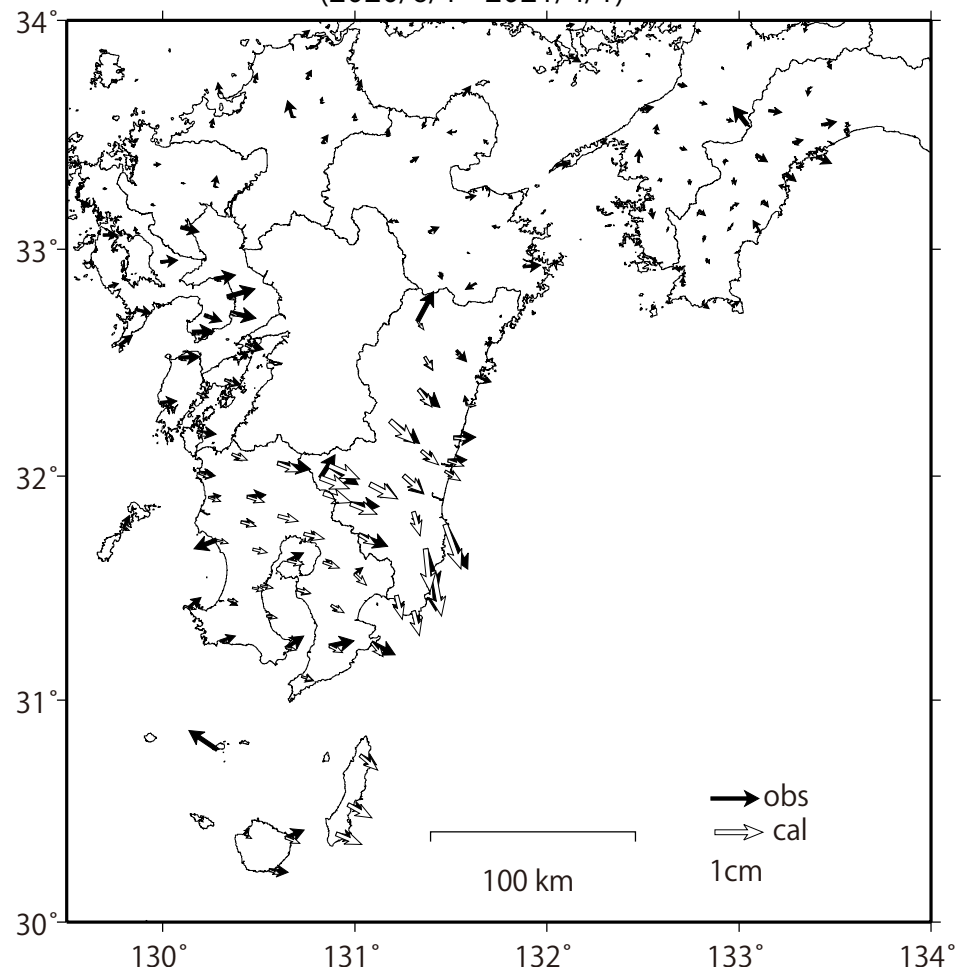
※電子基準点の保守等による変動は補正済み
 ※平成28年 (2016年) 熊本地震の余効変動等が顕著に見られる観測点は除外している。

GNSSデータから推定された日向灘周辺の長期的ゆっくりすべり (暫定)
 (再検討後の解析手法による1か月前の結果)

推定すべり分布
 (2020/6/1 - 2021/4/1)



観測値 (黒) と計算値 (白) の比較
 (2020/6/1 - 2021/4/1)



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：F5解 (2020/1/1 - 2021/5/1) + R5解 (2021/5/2 - 2021/5/4)

トレンド期間：2012/1/1 - 2013/3/1 (年周・半年周成分は補正無し)

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

青丸：低周波地震 (気象庁一元化震源) (期間：2020/6/1-2021/5/4)

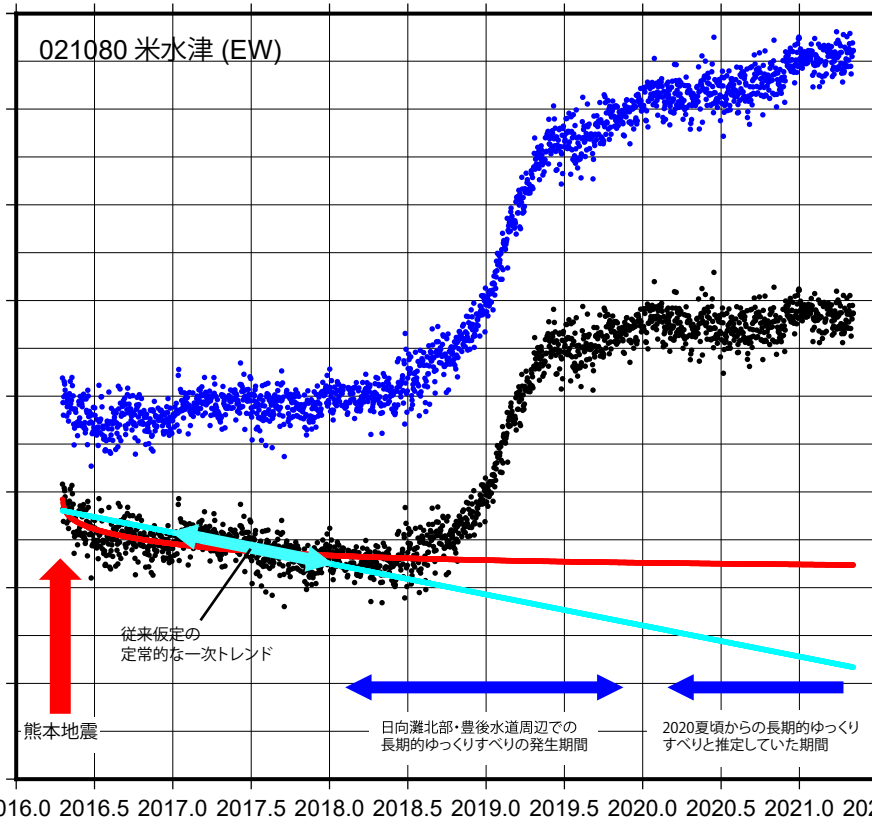
固定局：三隅

※電子基準点の保守等による変動は補正済み

※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。

2021年1月から2021年5月の評価検討会において、九州北部で2020年夏頃から見られていたとされた、それまでの傾向とは異なる地殻変動、及びこれによって推定される日向灘北部のプレート境界深部におけるすべりは、平成28年（2016年）熊本地震直後の余効変動の影響を考慮し、解析手法を再検討した結果、ノイズレベルの範囲であることがわかった。

日向灘北部の非定常水平地殻変動 東西成分の時系列の例



(1) 従来の解析

2021年1月～2021年5月の評価検討会における解析（従来の解析）で用いた地殻変動データ（トレンド推定期間：2017.1-2021.12）

(2) 再検討後の解析

再検討後の解析で用いた地殻変動データ（トレンド推定期間：2012.1-2021.2）

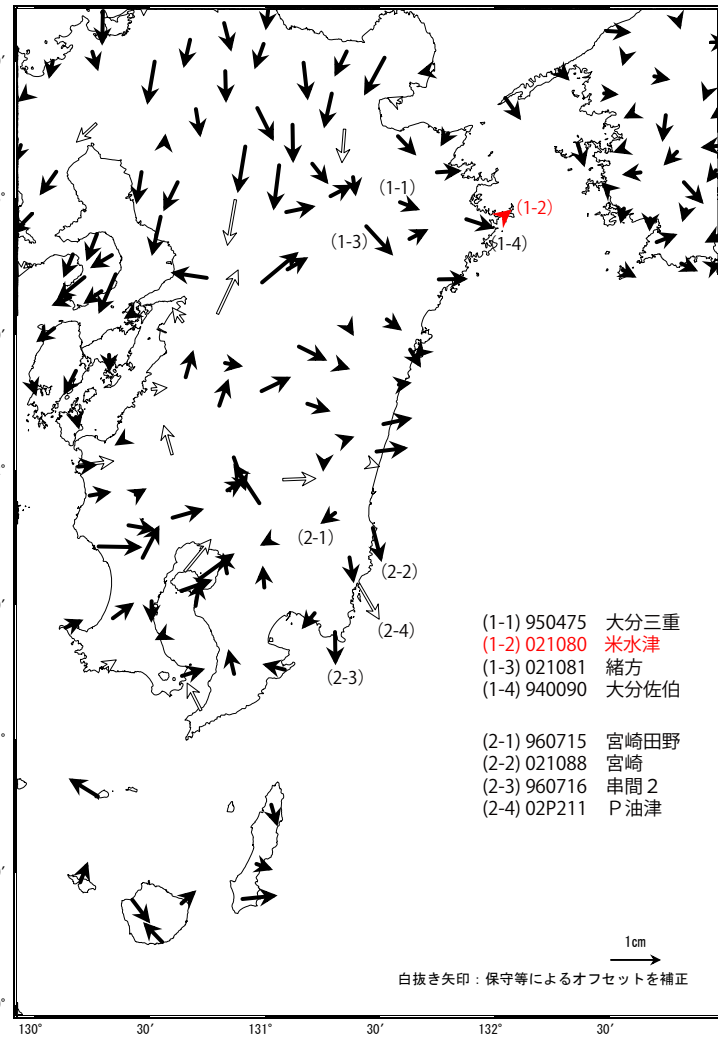
熊本地震後に予測される余効変動の推移
(注) Takagi et al. (2019)によるlog+expでのフィッティング曲線

従来解析で用いるトレンド成分

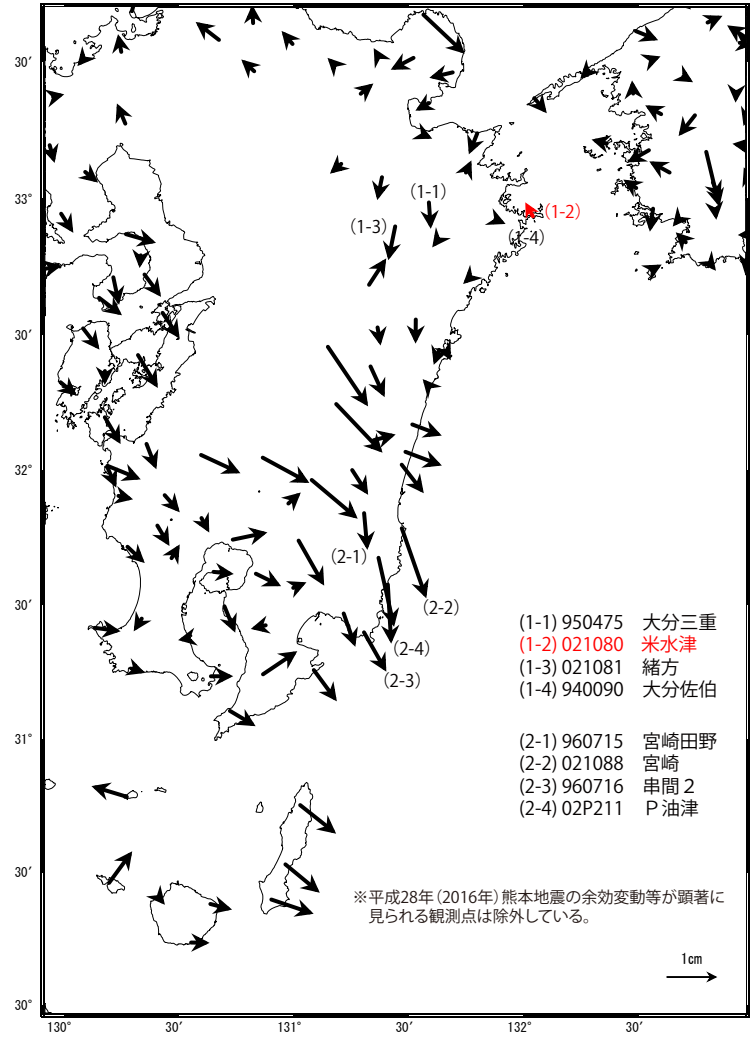
※2012.1 - 2021.2で推定されたトレンドからの相対値として全て表示

九州地域の非定常水平地殻変動 (基準期間:2020/01/01~2020/01/07 [F5:最終解] 比較期間:2021/05/23~2021/05/29 [F5:最終解])

(1) 従来の解析

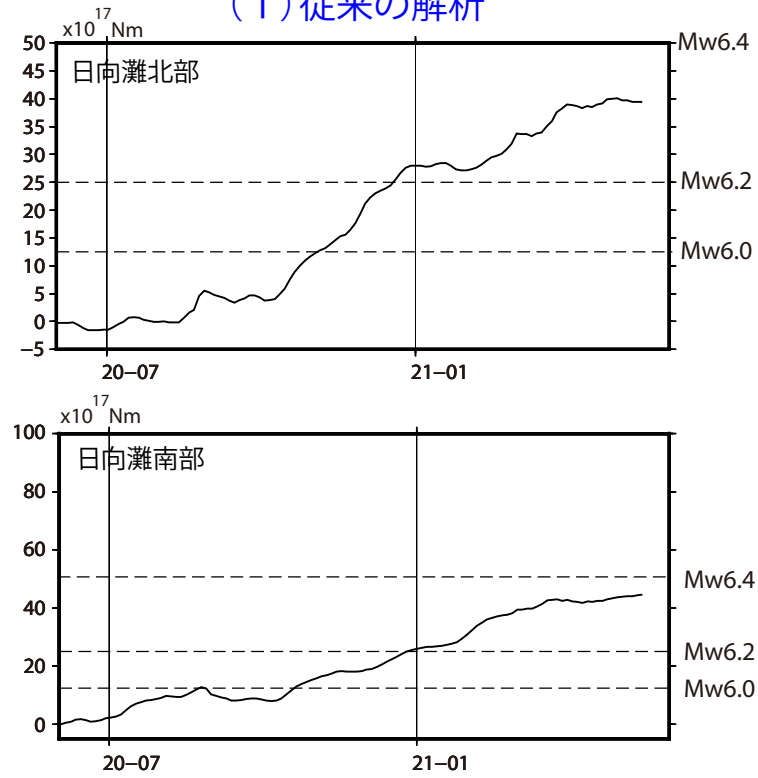


(2) 再検討後の解析

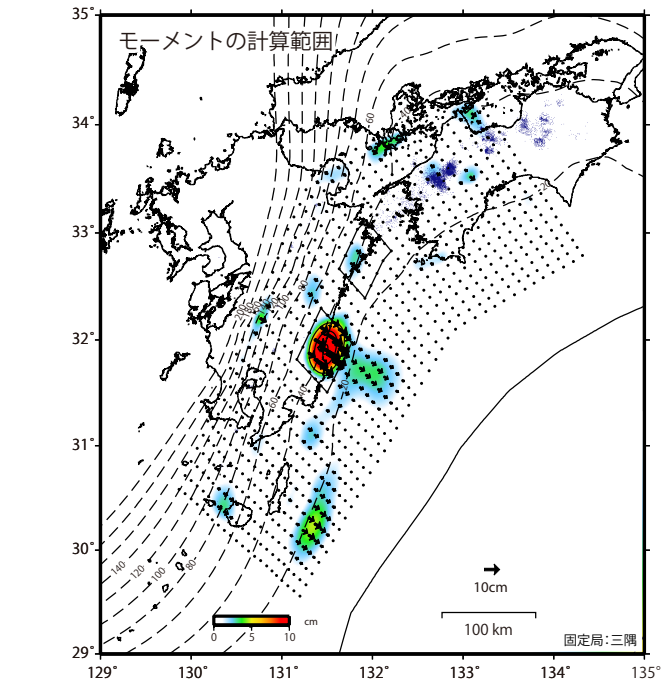
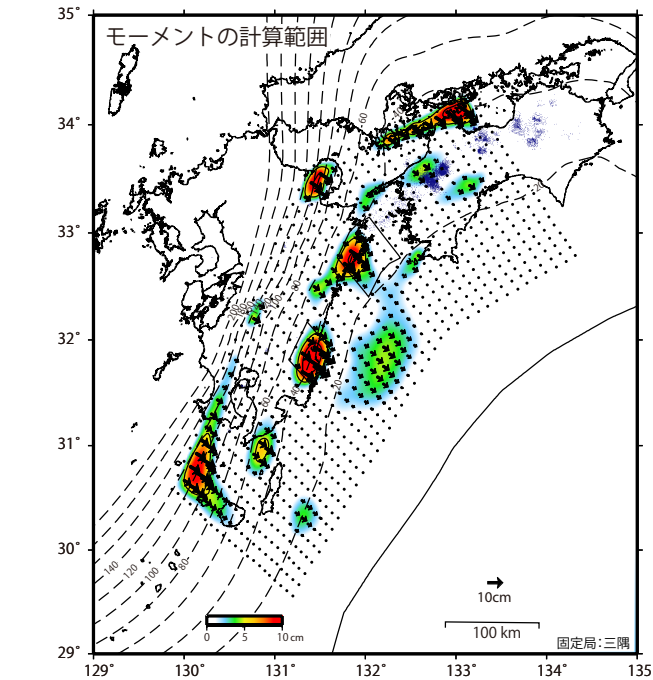
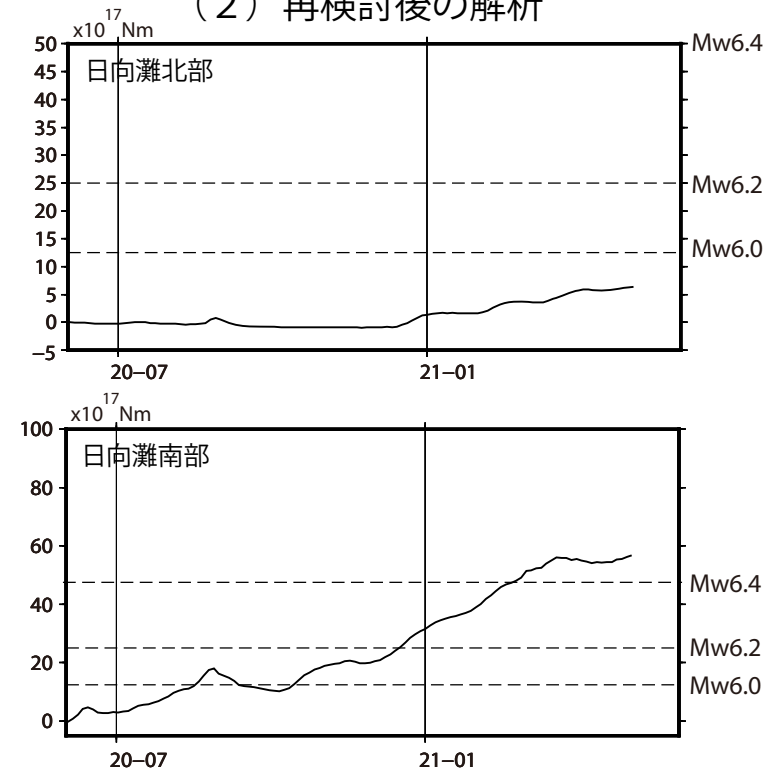


日向灘周辺SSEのモーメント積算図（試算）（2020/6/1 - 2021/5/4）

(1) 従来解析



(2) 再検討後の解析

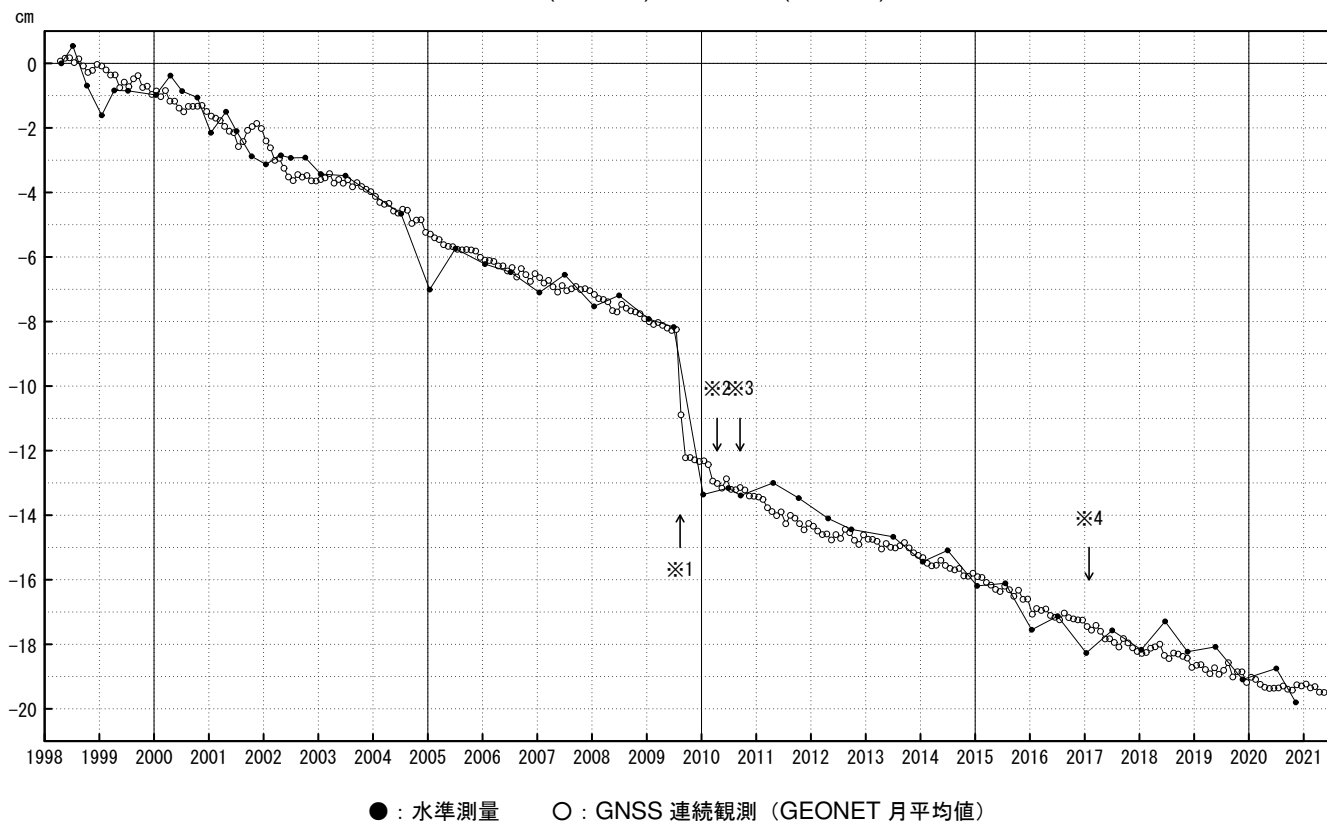


御前崎 電子基準点の上下変動

水準測量と GNSS 連続観測

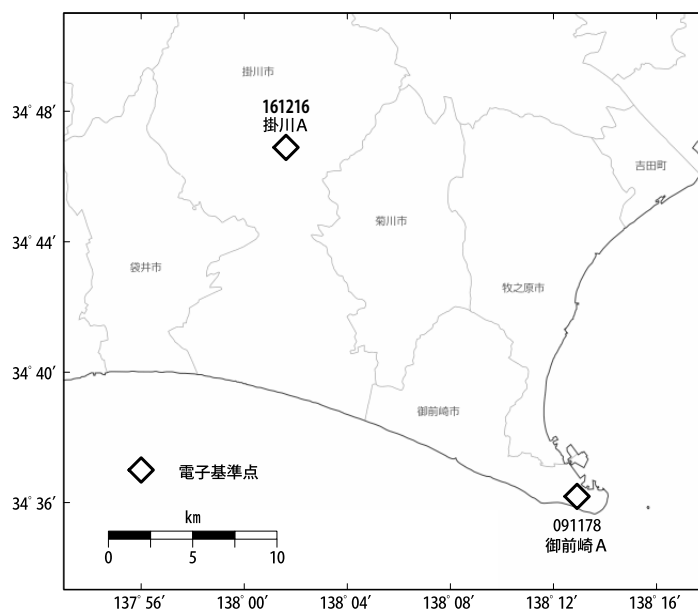
掛川に対して、御前崎が沈降する長期的な傾向が続いている。

掛川 A (161216) - 御前崎 A (091178)



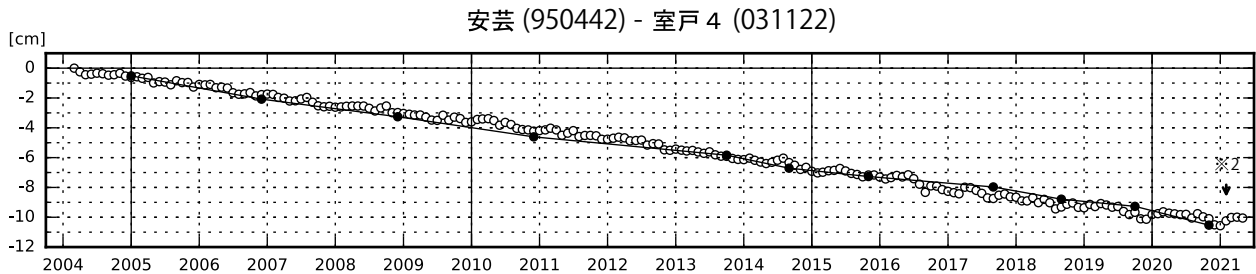
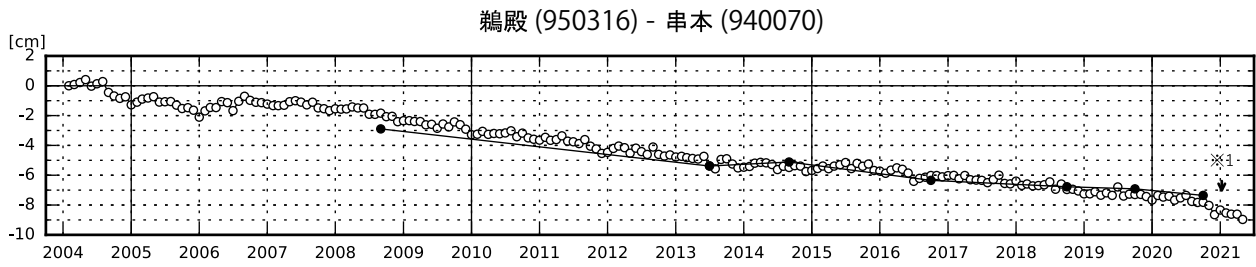
- ・ 水準測量による結果は、最初のプロット点の値を 0cm として描画している。
- ・ GNSS 連続観測のプロット点は、GEONET による日々の座標値 (F5 : 最終解) から計算した値の月平均値。最新のプロット点は 5/1~5/8 の平均。
- ・ GNSS 連続観測による結果については、水準測量の全期間との差が最小となるように描画している。

- ※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。

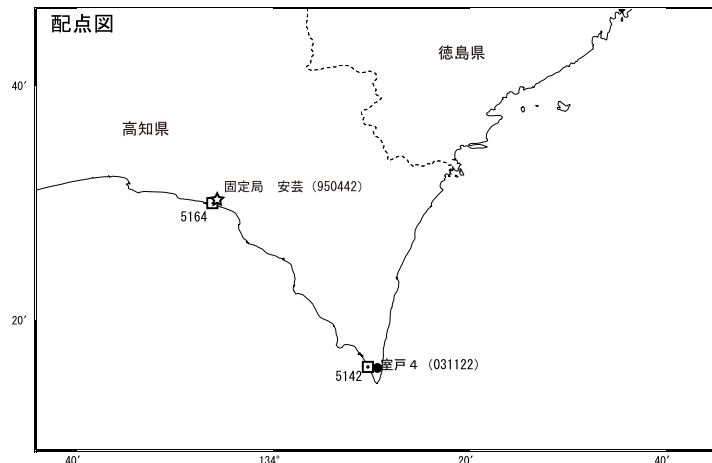
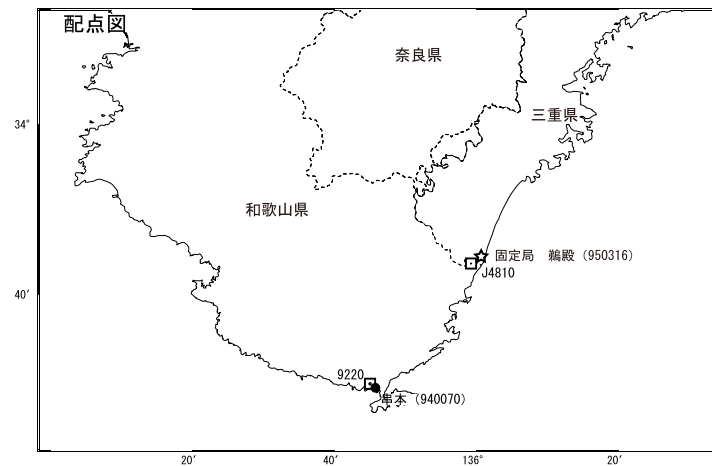


● : 水準測量 ○ : GNSS 連続観測 (GEONET 月平均値)

- 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 : 5/1~5/8 の平均値)
- 水準測量の結果は、最寄りの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、最寄りの一等水準点の結果を表示している。

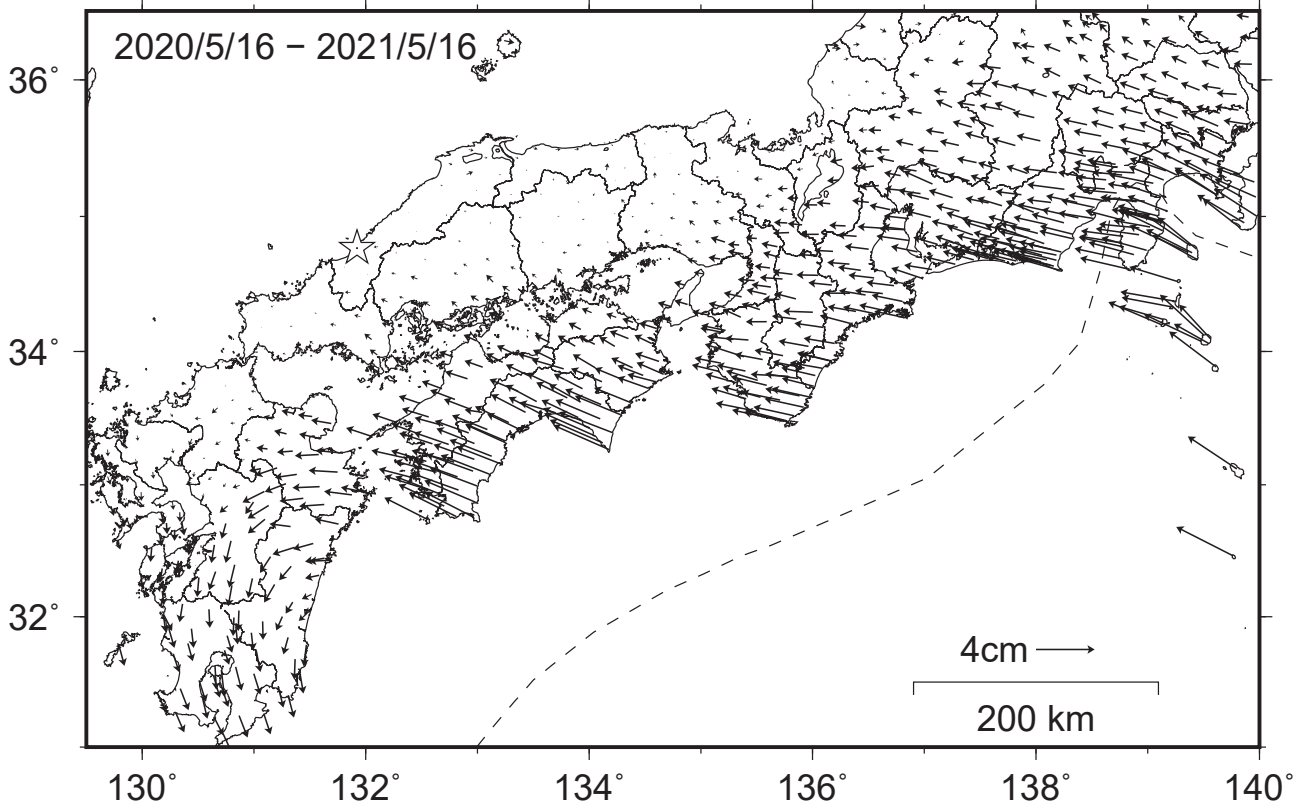
※ 1 2021/1/9に電子基準点「串本」のアンテナ更新及びレドーム交換を実施した。

※ 2 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。

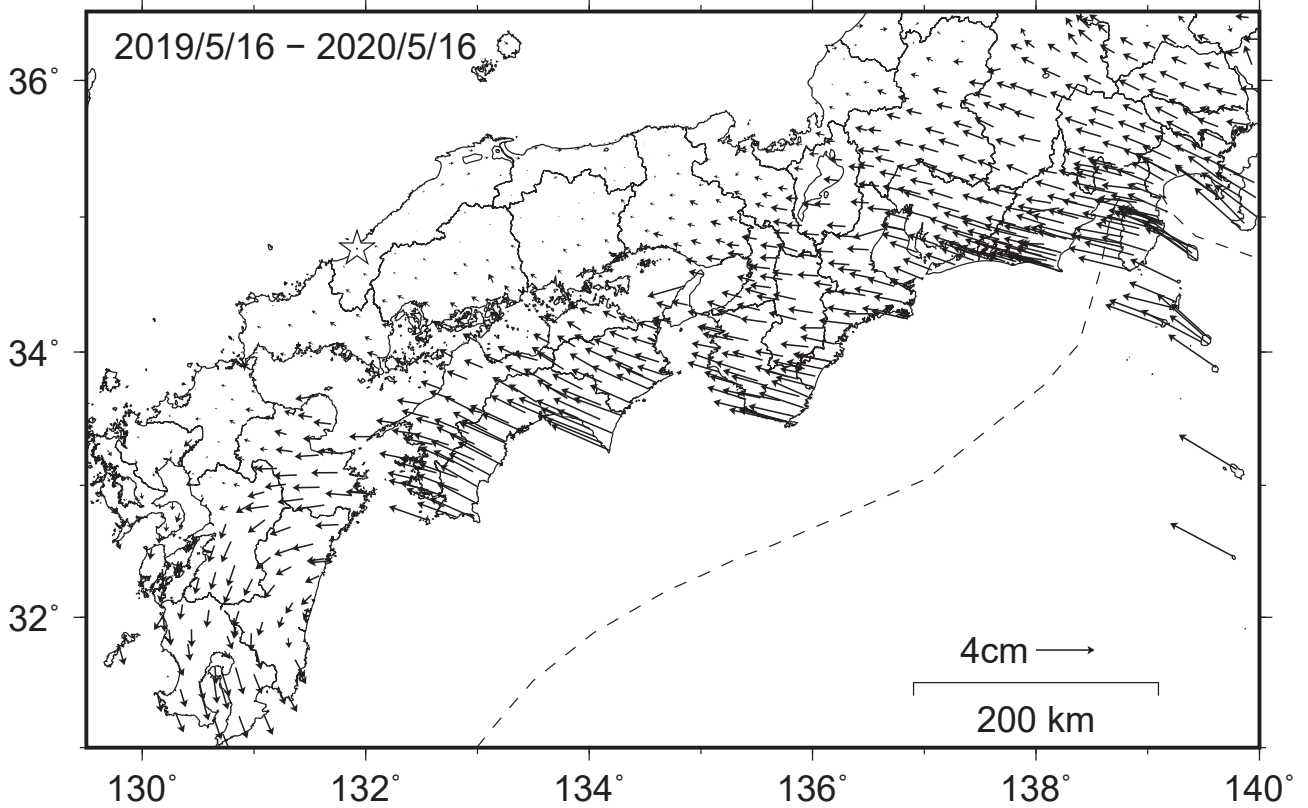


南海トラフ沿いの水平地殻変動【固定局：三隅】

【最近1年間】



【1年前の1年間】



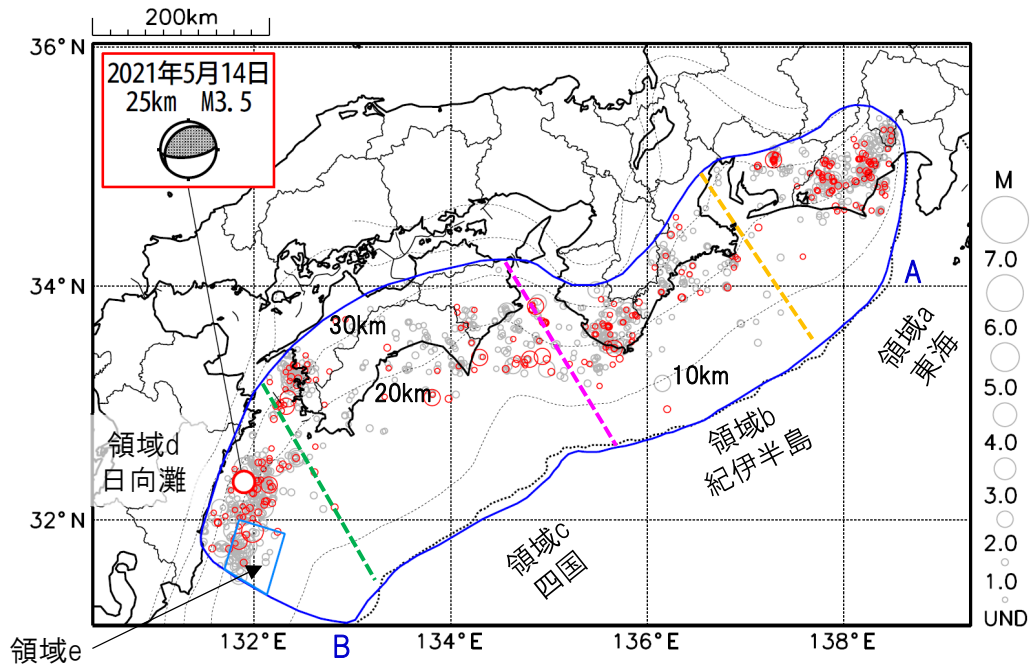
- ・ GEONET による日々の座標値 (F5 解、R5 解) を使用している。
- ・ 各日付 ± 6 日の計 13 日間の変動量の中央値をとり、その差から 3 か月間の変動量を表示している。

プレート境界とその周辺の地震活動

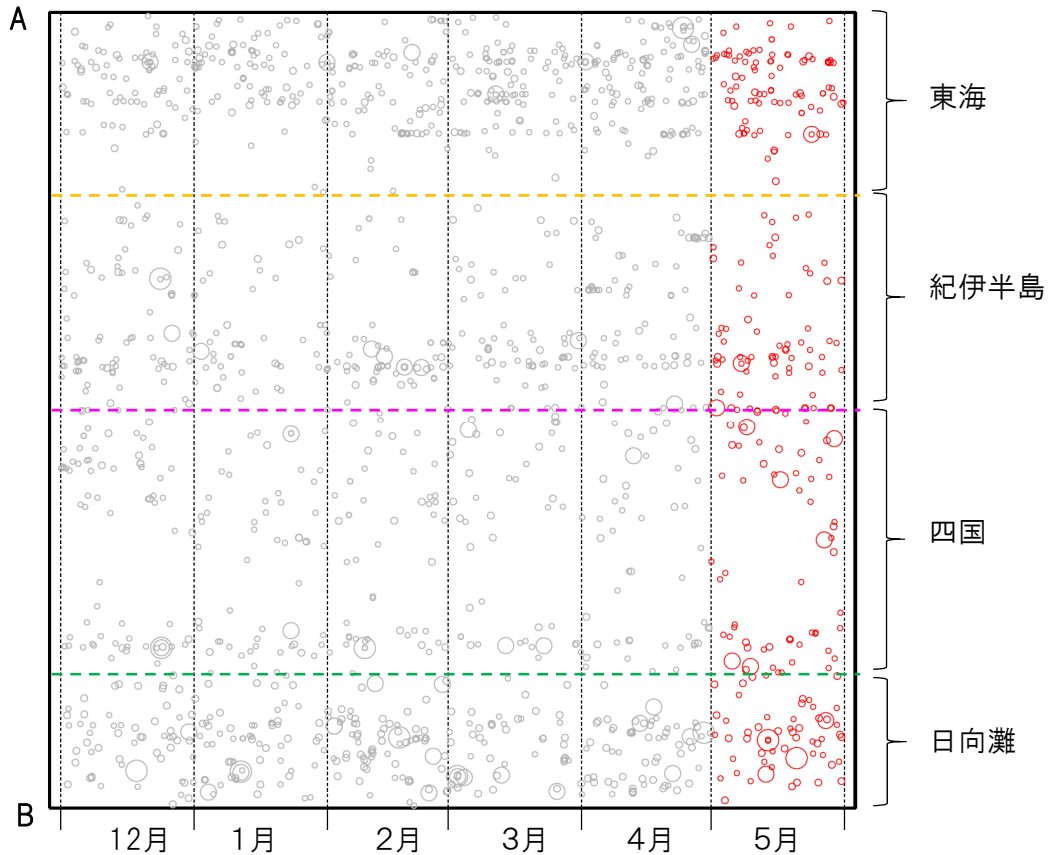
フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。
日向灘の領域e内のみ、深さ20km～30kmの地震を追加している。

震央分布図

(2020年11月1日～2021年5月31日、M全て、2021年5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。

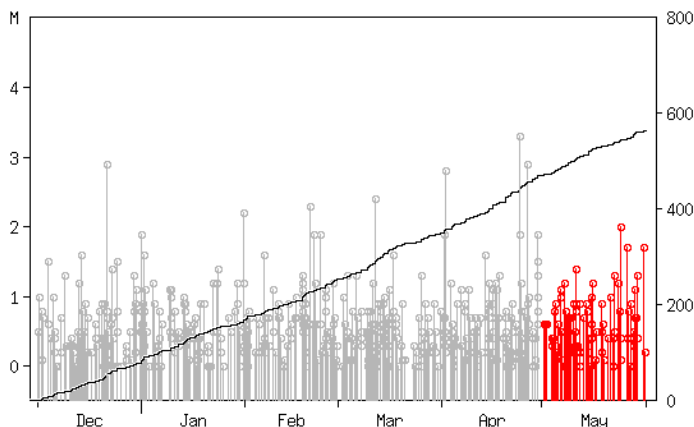
気象庁作成

プレート境界とその周辺の地震活動

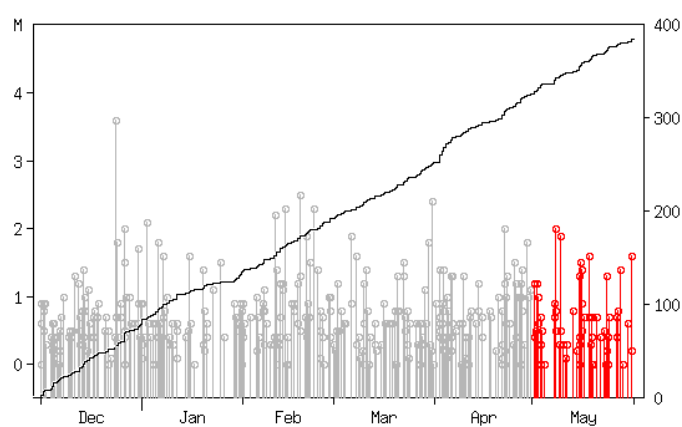
フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。

震央分布図の各領域内のMT図・回数積算図

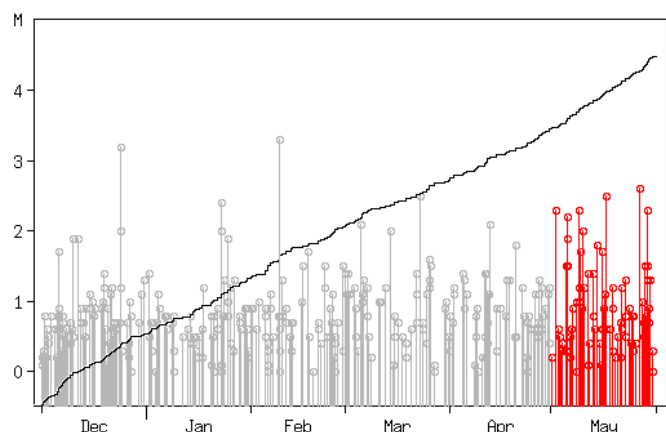
領域a内(東海)



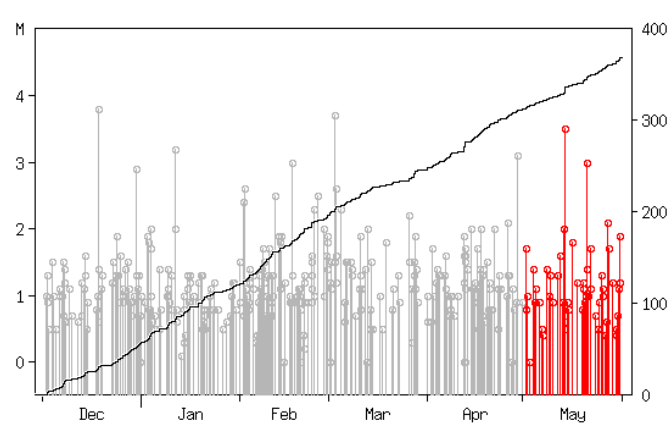
領域b内(紀伊半島)



領域c内(四国)



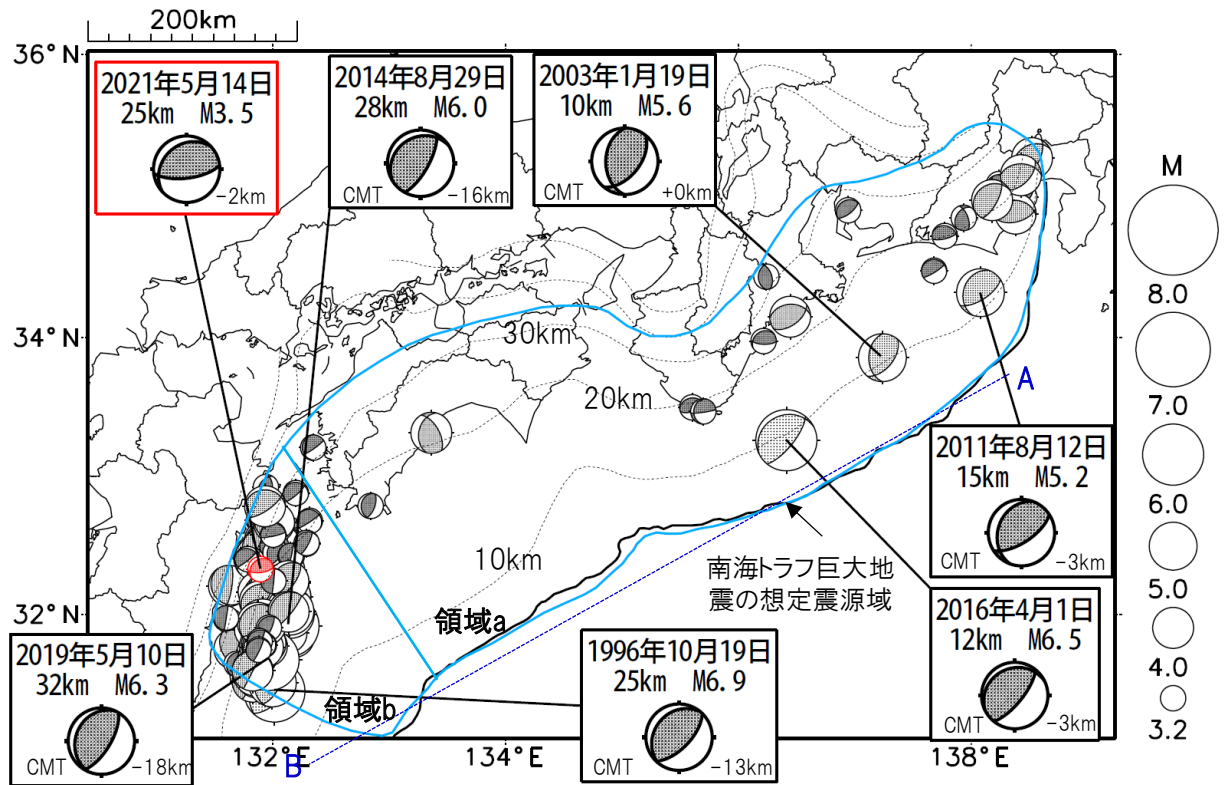
領域d内(日向灘)



※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。

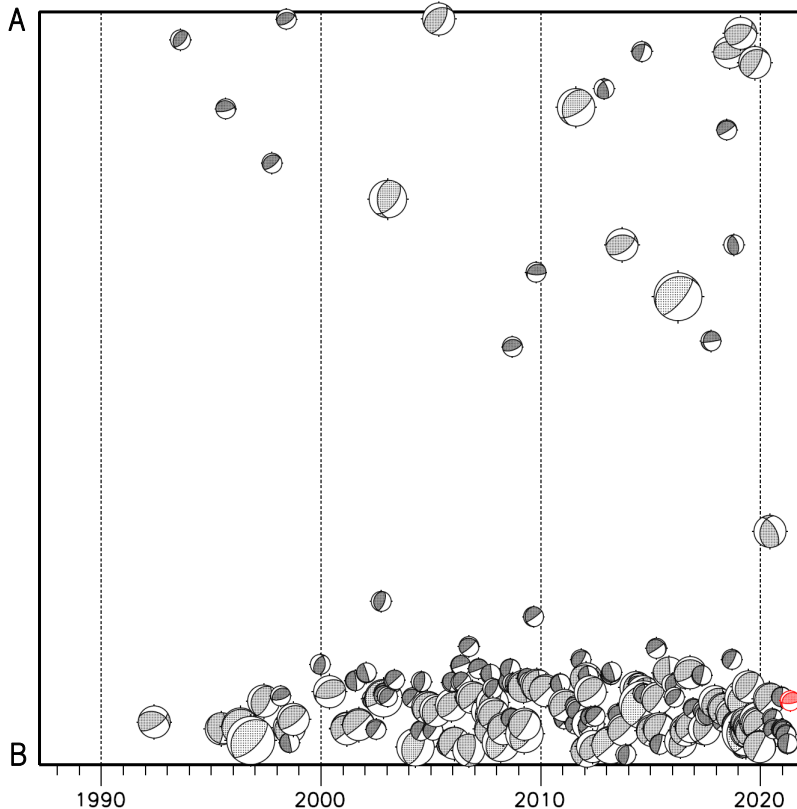
想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震

震央分布図(1987年9月1日~2021年5月31日、M \geq 3.2、2021年5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5月31日

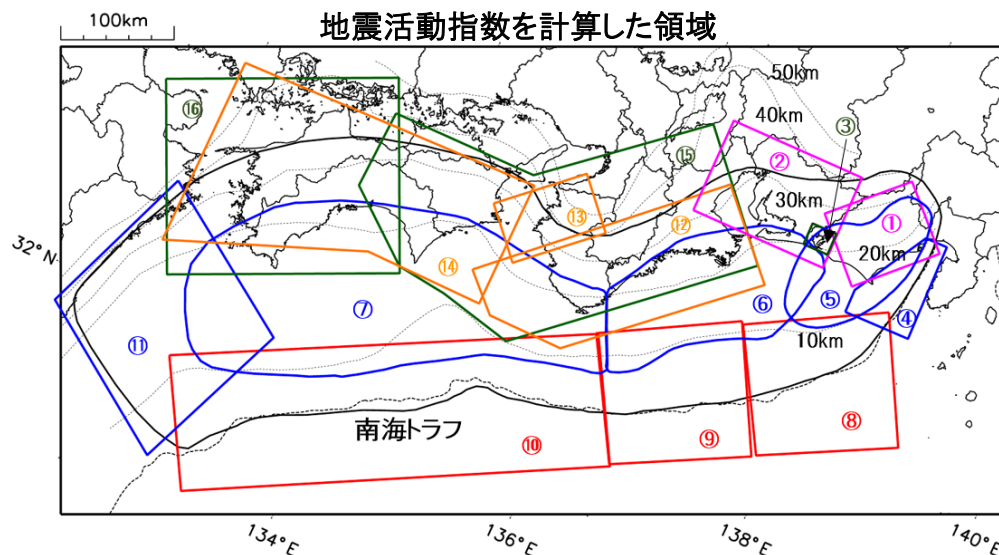
領域	①静岡県 中西部		②愛知県		③浜名湖 周辺	④駿河 湾	⑤東海	⑥南海	⑦南海
	地	プ	地	プ	プ	全	全	全	全
地震活動指数	5	4	5	2	5	5	4	2	4
平均回数	16.5	18.5	26.5	13.7	13.4	13.3	18.2	19.4	21.3
MLきい値	1.1		1.1		1.1	1.4	1.5	2.0	2.0
クラスタ 除去	距離	3km		3km		3km	10km	10km	10km
	日数	7日		7日		7日	10日	10日	10日
対象期間	60日	90日	60日	30日	360日	180日	90日	360日	90日
深さ	0~ 30km	0~ 60km	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	5	1	7	5	4	8	6	4
平均回数	12.2	14.7	20.7	22.9	41.7	30.6	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～2021年5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

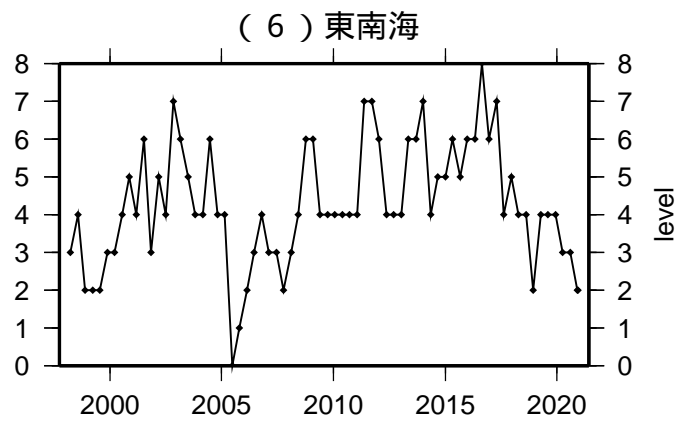
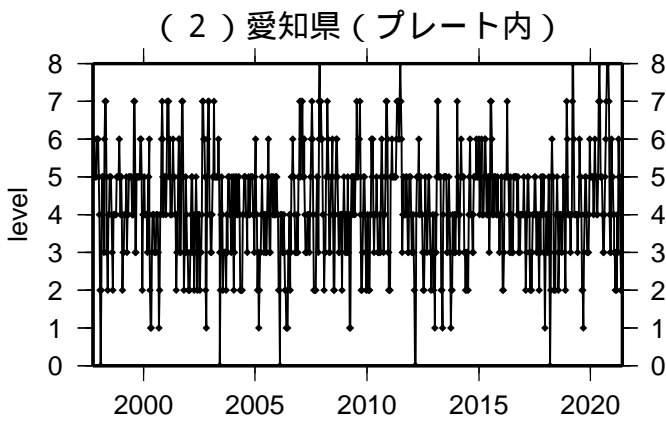
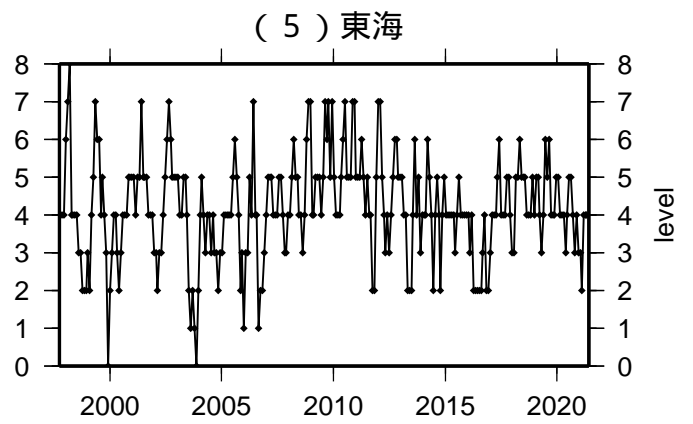
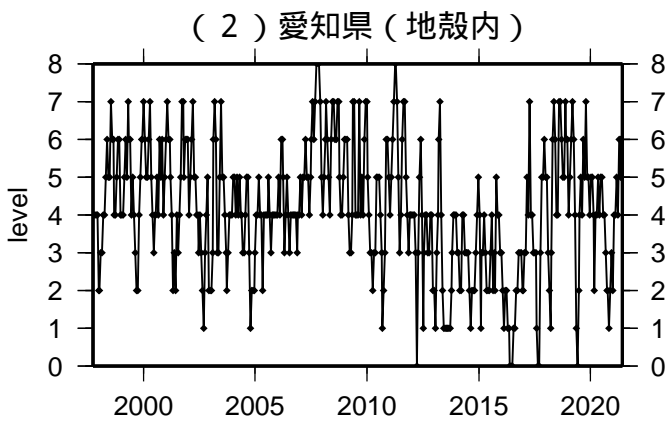
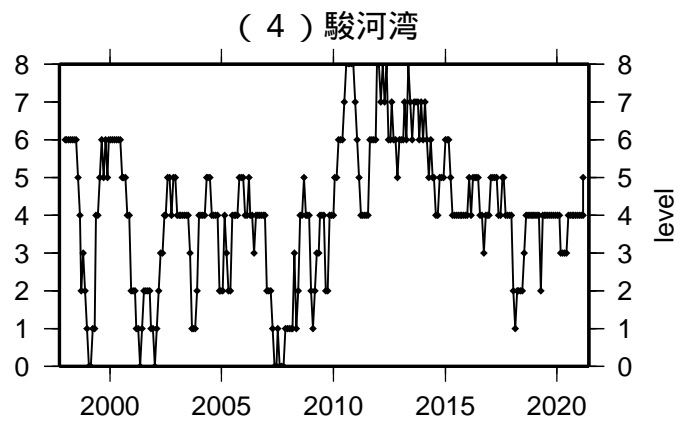
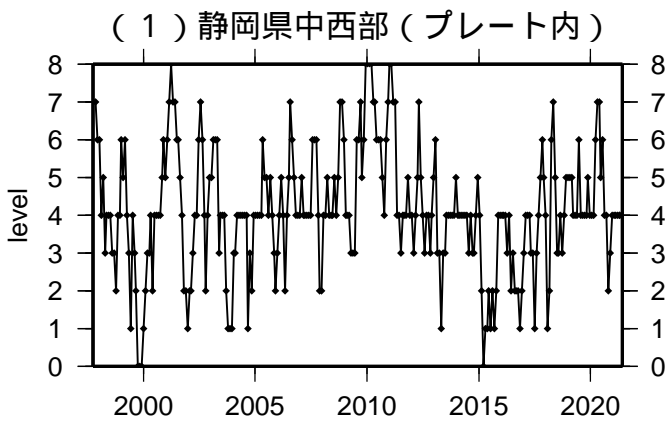
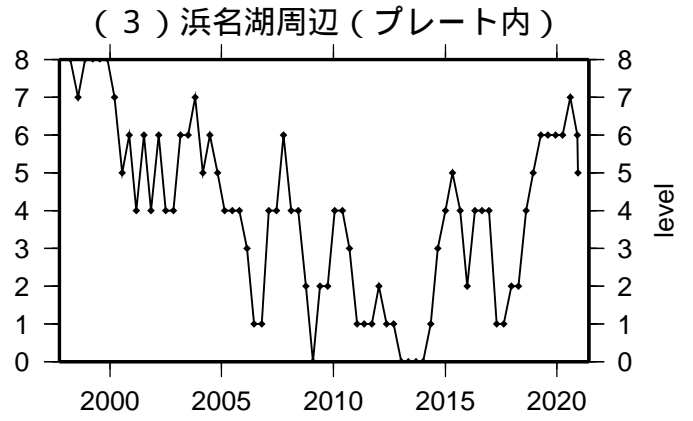
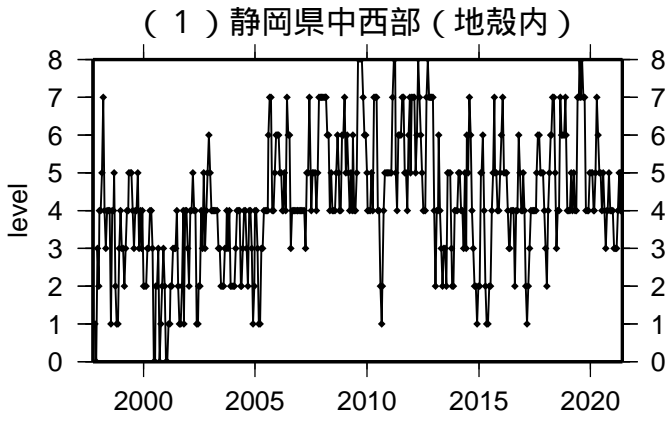
* 黒色実線は、南海トラフ巨大地震の想定震源域を示す。

* 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

地震活動指数一覽

2021年05月31日

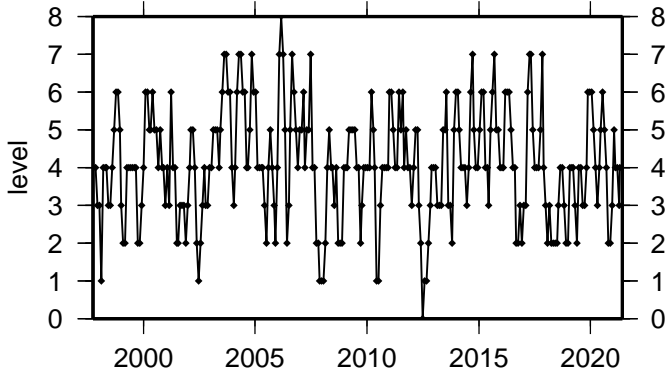


活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率 (%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数	少	←	←	←	←	←	←	←	多

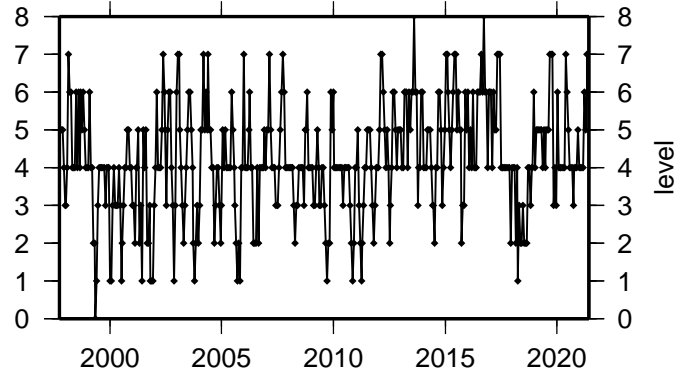
地震活動指数一覽

2021年05月31日

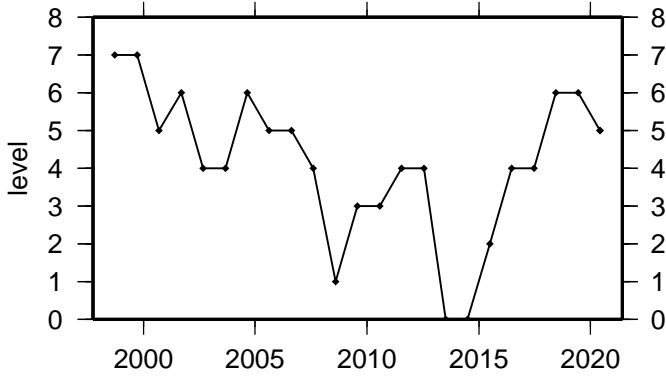
(7) 南海



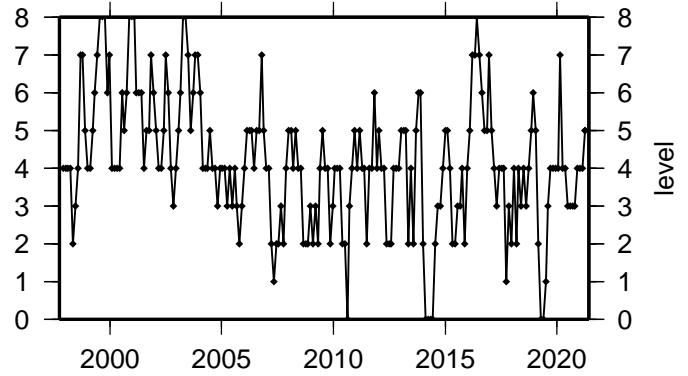
(11) 日向灘



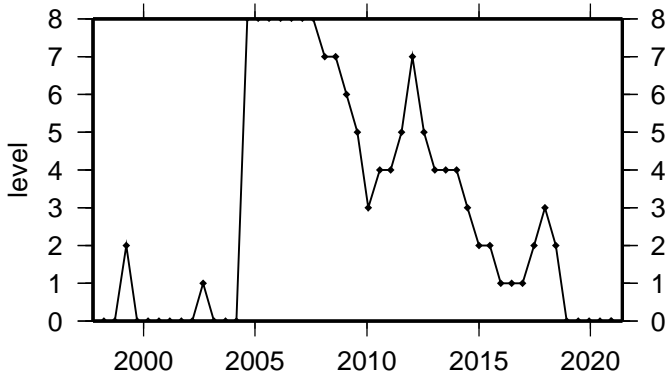
(8) 南海トラフ沿い (東側)



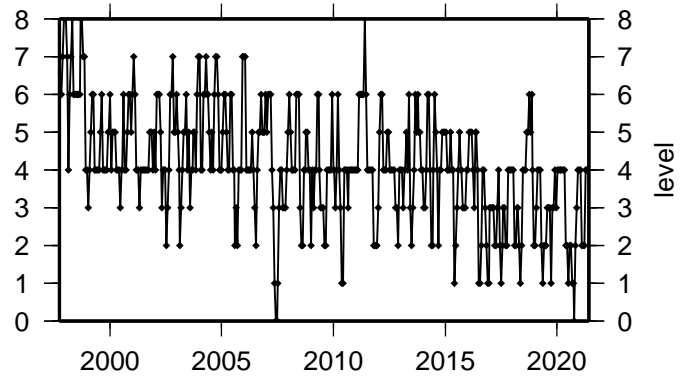
(12) 紀伊半島 (地殻内)



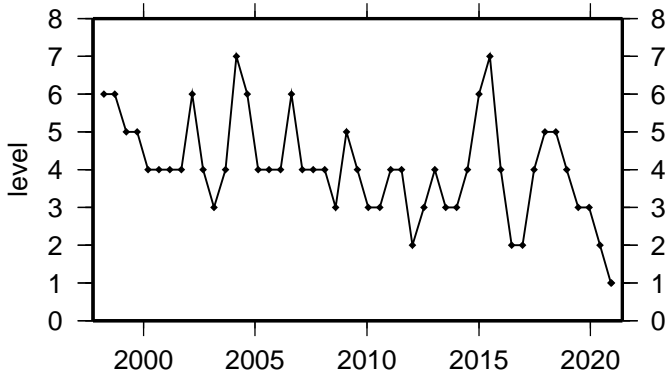
(9) 南海トラフ沿い (三重県沖)



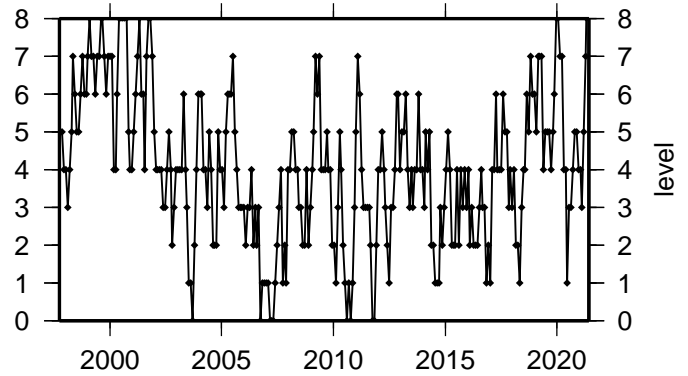
(13) 和歌山 (地殻内)



(10) 南海トラフ沿い (西側)



(14) 四国 (地殻内)

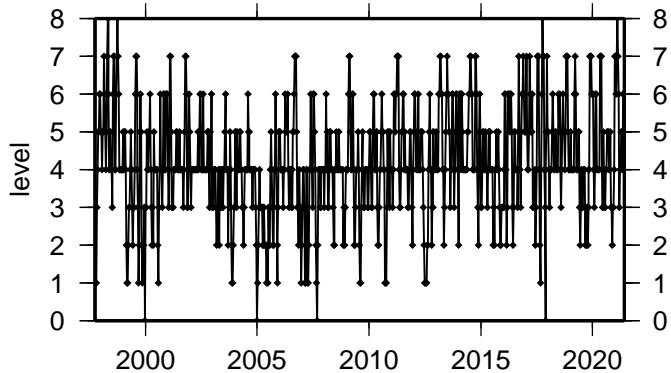


活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率 (%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数	少	←	←	←	←	←	←	←	多

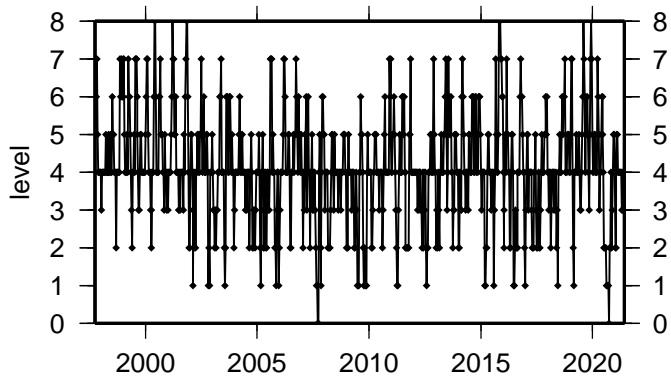
地震活動指数一覧

2021年05月31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					

第 44 回 南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会
第 422 回 地震防災対策強化地域判定会

気 象 庁 資 料



令和 3 年 6 月 7 日

本資料は、国立研究開発法人防災科学技術研究所、北海道大学、弘前大学、東北大学、東京大学、名古屋大学、京都大学、高知大学、九州大学、鹿児島大学、国立研究開発法人産業技術総合研究所、国土地理院、国立研究開発法人海洋研究開発機構、公益財団法人地震予知総合研究振興会、青森県、東京都、静岡県、神奈川県温泉地学研究所及び気象庁のデータを用いて作成しています。また、2016 年熊本地震合同観測グループのオンライン臨時観測点（河原、熊野座）、米国大学間地震学研究連合（IRIS）の観測点（台北、玉峰、寧安橋、玉里、台東）のデータを用いて作成しています。

以下の資料は暫定であり、後日の調査で変更されることがあります。

令和3年5月1日～令和3年5月31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
5/6	13:32	紀伊水道	44	3.8	2	フィリピン海プレート内部
5/14	06:38	日向灘	25	3.5	2	
5/26	08:57	和歌山県南部	51	3.9	3	フィリピン海プレート内部

※震源の深さは、精度がやや劣るものは表記していない。

※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
■四国東部 5月5日 5月8日～9日 5月11日～13日 5月19日～28日 . . . (4) 5月30日～（継続中） ■四国中部 5月1日～2日 5月15日～16日 5月24日 5月28日 ■四国西部 4月29日～5月5日 5月7日～8日 5月10日 5月12日～13日 5月17日 5月20日～22日 5月26日～27日	■紀伊半島北部 4月27日～5月5日 . . . (1) 5月7日～16日 . . . (3) 5月18日 5月22日～23日 ■紀伊半島中部 5月1日～4日 . . . (1) 5月26日～29日 ■紀伊半島西部 4月29日～5月3日 5月19日 5月26日	4月29日～5月6日 . . . (2) 5月9日～16日 5月22日～28日 . . . (5)

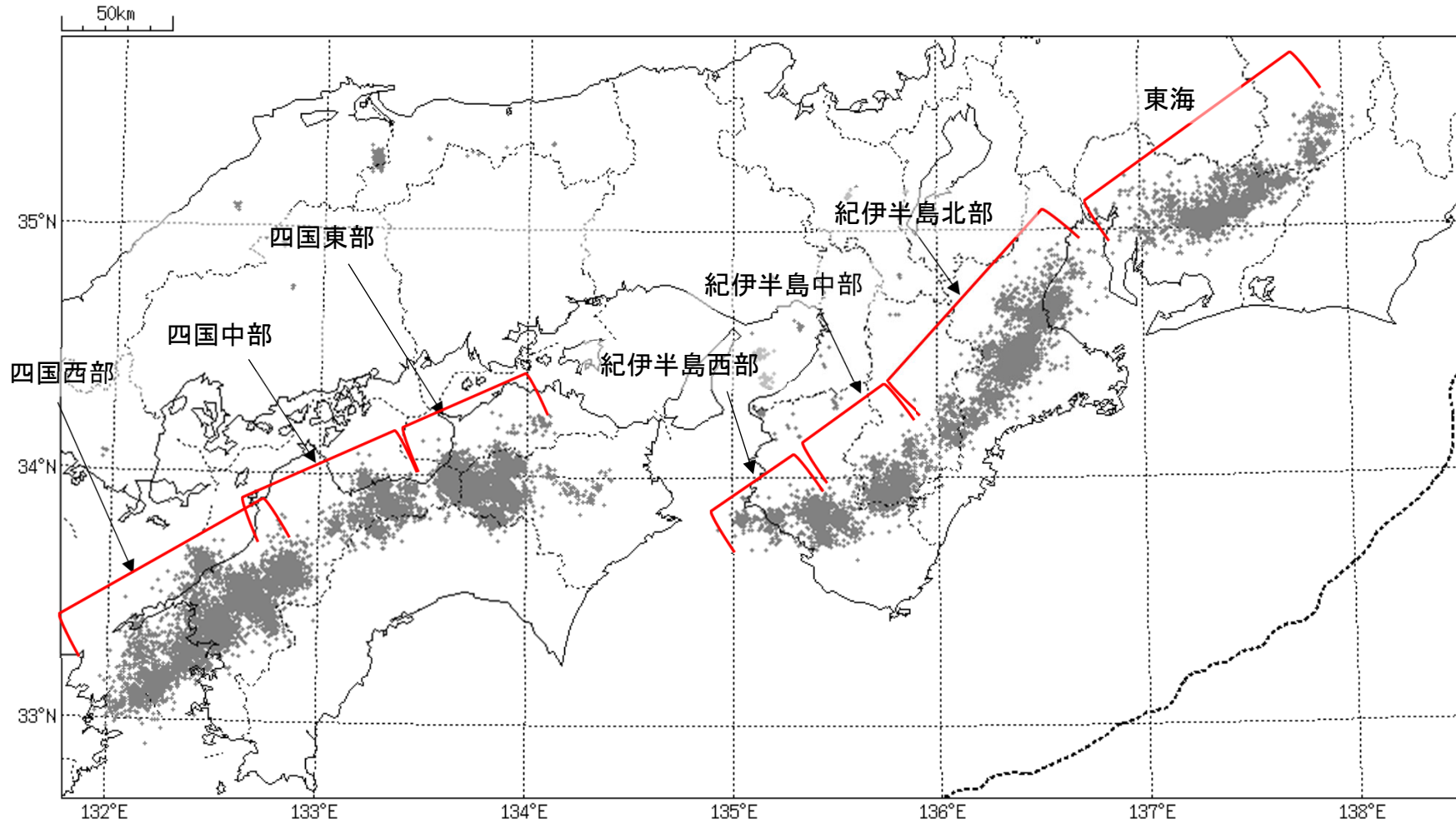
※深部低周波地震（微動）活動は、気象庁一元化震源を用い、地域ごとの一連の活動（継続日数2日以上または活動日数1日の場合で複数個検知したもの）について、活動した場所ごとに記載している。

※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

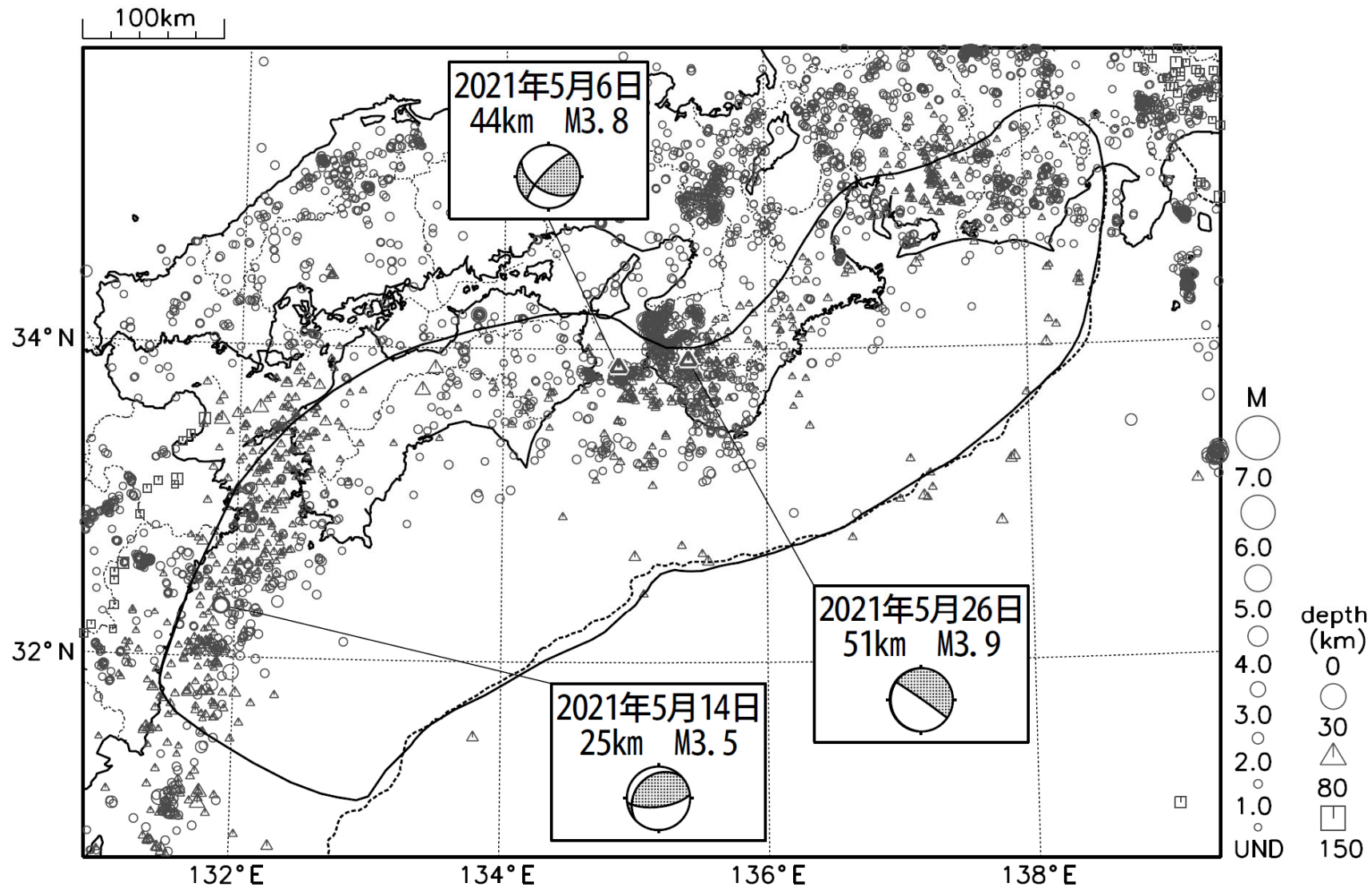
概況に記載している深部低周波地震(微動)の活動の場所



領域はObara(2010)を参考に作成。

出典 : Obara, K. (2010), Phenomenology of deep slow earthquake family in southwest Japan: Spatiotemporal characteristics and segmentation, *J. Geophys. Res.*, 115, B00A25, doi:10.1029/2008JB006048.

南海トラフ沿いとその周辺の広域地震活動(2021年5月1日~2021年5月31日)

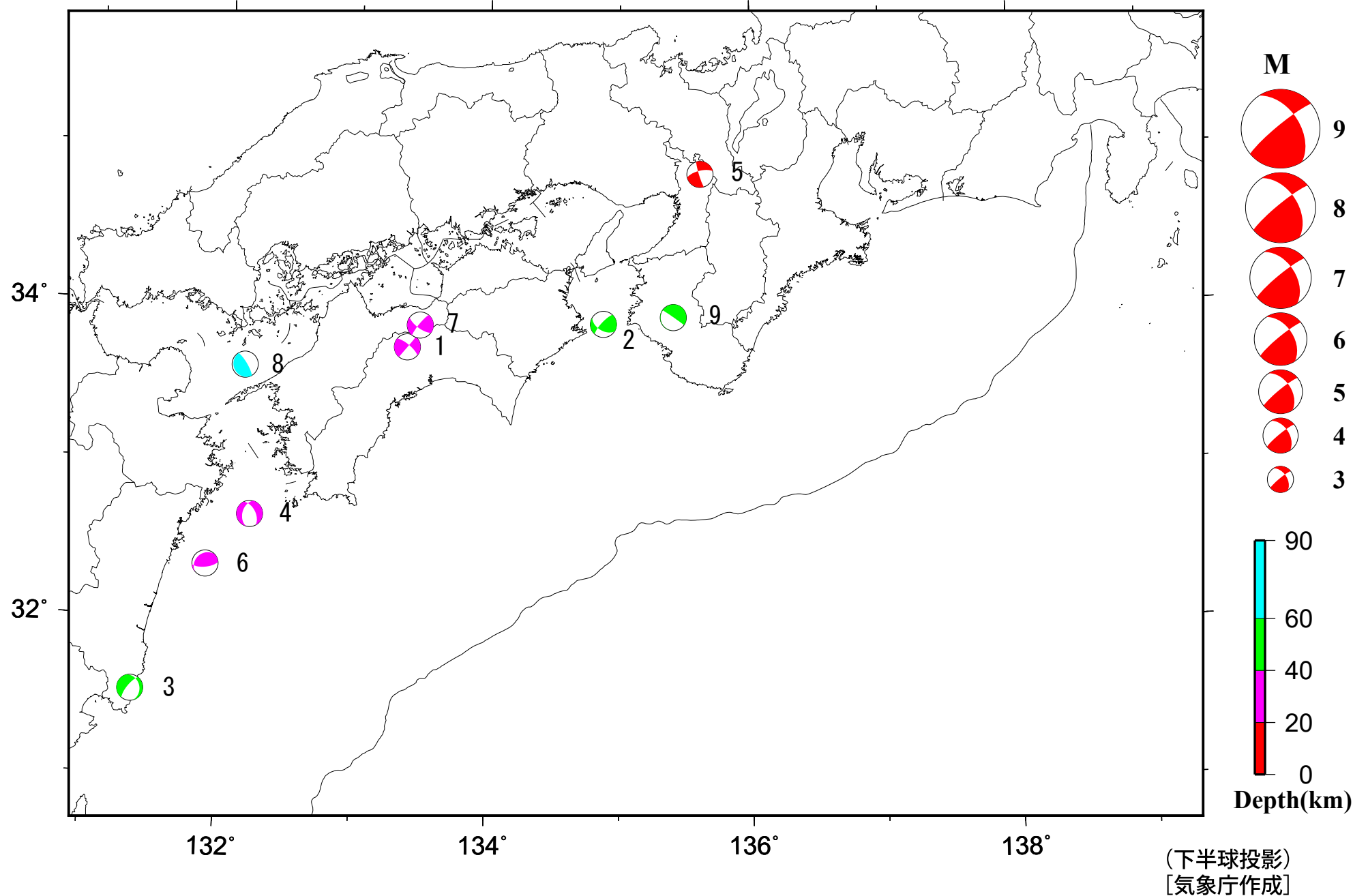


- ・ 図中の吹き出しは、南海トラフ巨大地震の想定震源域とその周辺で最大震度3以上を観測した地震もしくはM3.5以上の地震、それ以外の陸域M5.0以上・海域M6.0以上とその他の主な地震。
- ・ 震源の深さは、精度がやや劣るものは表記していない。
- ・ 発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

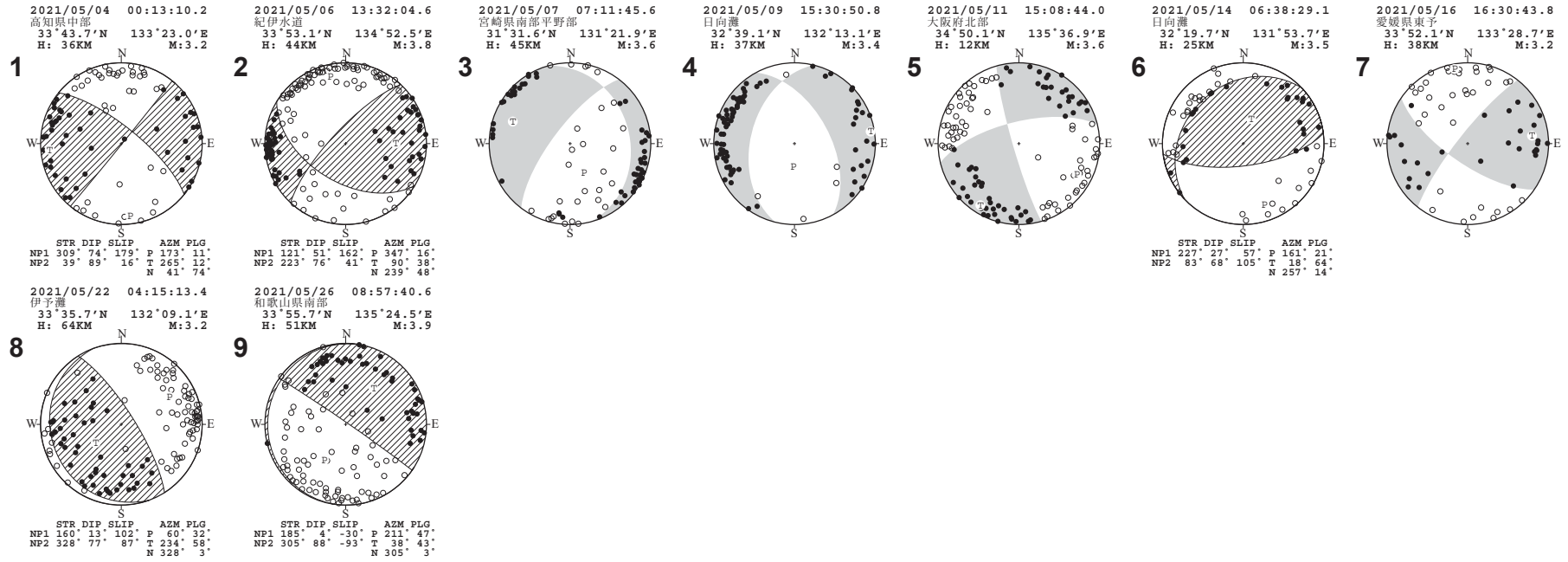
気象庁作成

南海トラフ沿いとその周辺の発震機構解

Period:2021/05/01 00:00—2021/05/31 24:00



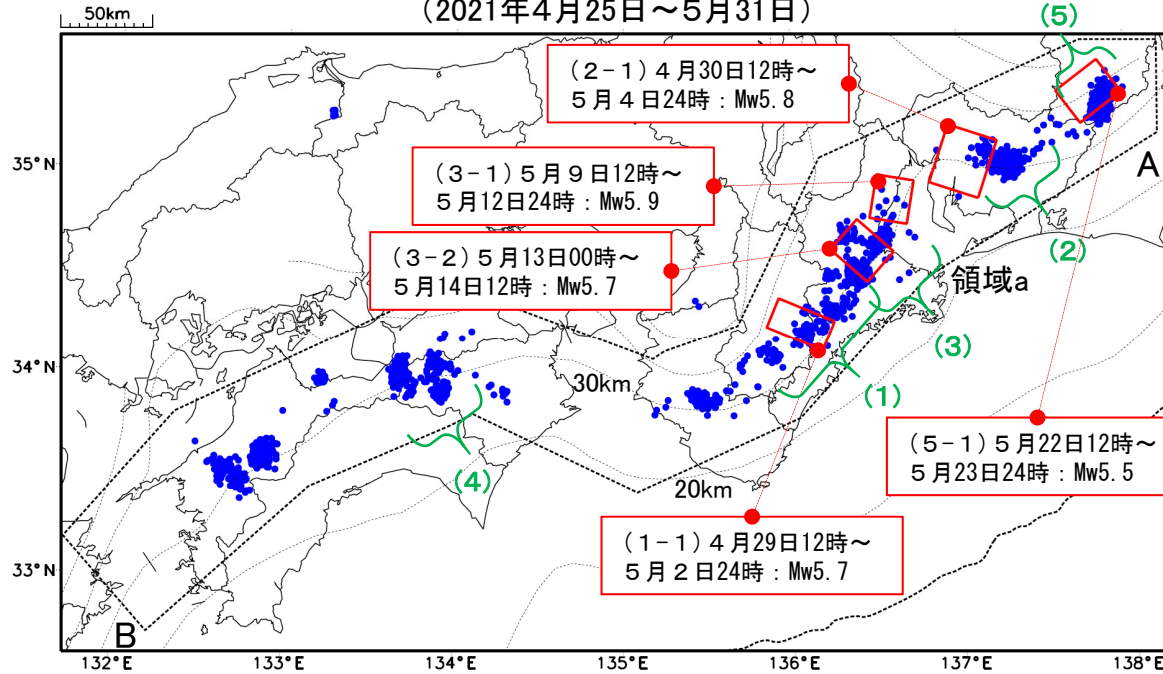
南海トラフ沿いとその周辺の発震機構解 (2)



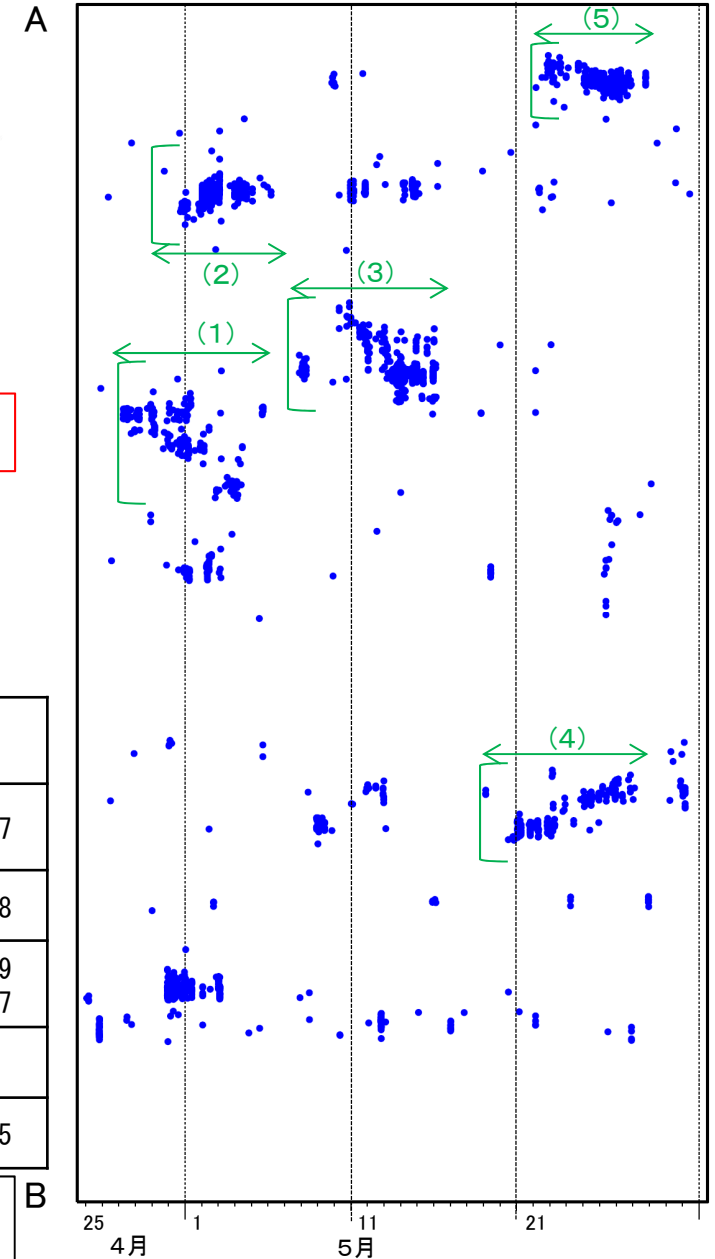
(下半球投影)
[気象庁作成]

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
(2021年4月25日～5月31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)	紀伊半島北部から中部	4月27日～5月5日	(1-1) 4月29日12時～5月2日24時 : Mw5.7
(2)	東海	4月29日～5月6日	(2-1) 4月30日12時～5月4日24時 : Mw5.8
(3)	紀伊半島北部	5月7日～5月16日	(3-1) 5月9日12時～5月12日24時 : Mw5.9 (3-2) 5月13日00時～5月14日12時 : Mw5.7
(4)	四国東部	5月19日～5月28日	(明瞭な地殻変動は観測されていない)
(5)	東海	5月22日～5月28日	(5-1) 5月22日12時～5月23日24時 : Mw5.5

● : 深部低周波地震(微動)の震央(気象庁の解析結果を示す)
 □ : 短期的ゆっくりすべりの断層モデル(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。

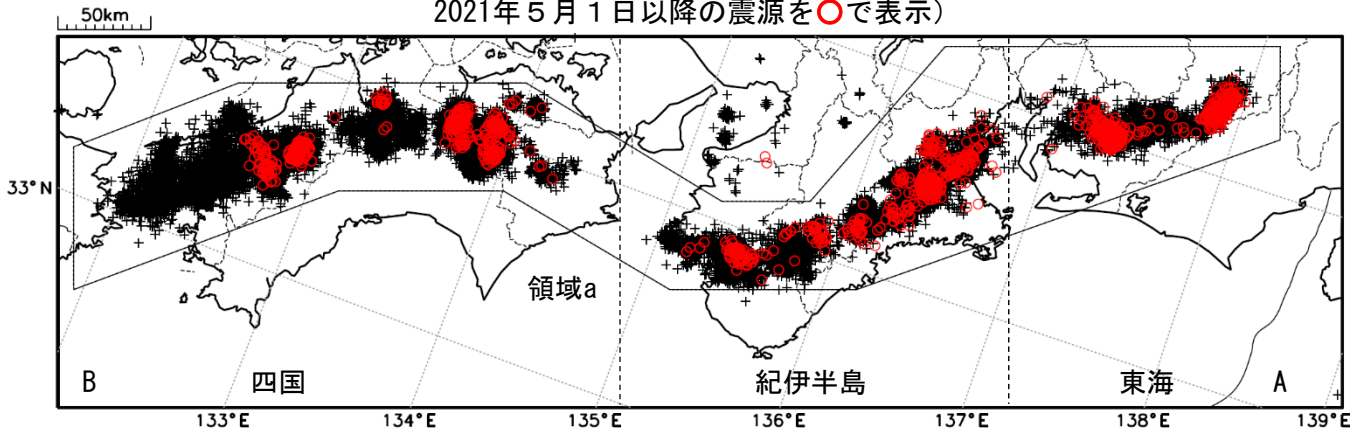
気象庁作成

深部低周波地震（微動）活動（2011年6月1日～2021年5月31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。

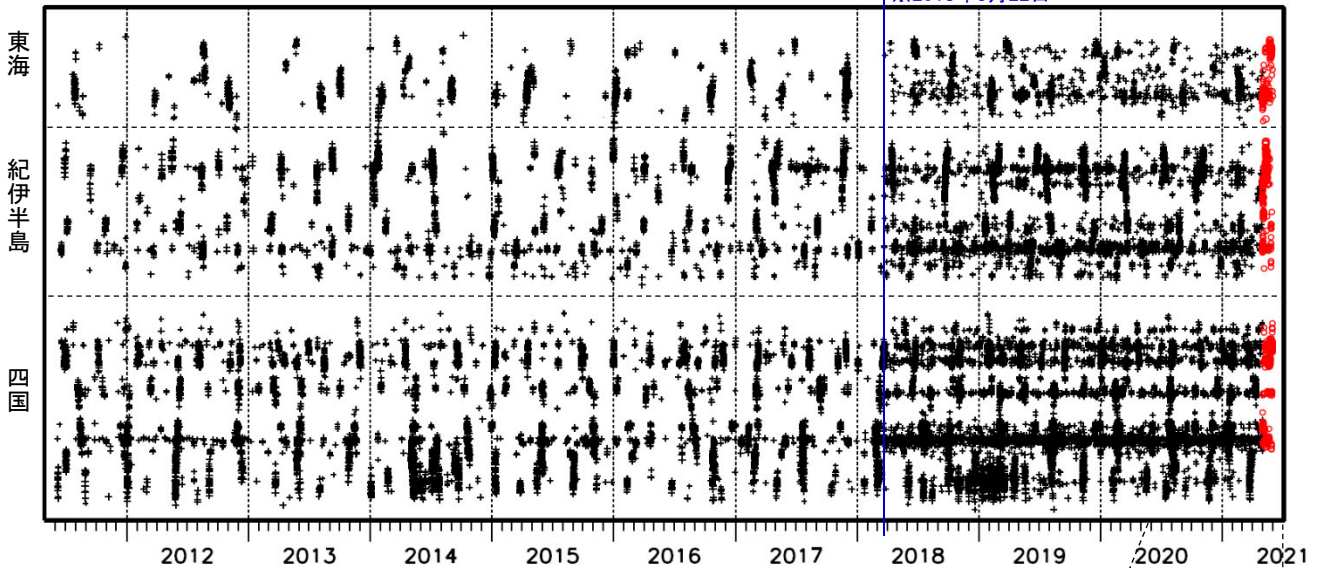
震央分布図（2011年6月1日～2021年5月31日：過去10年間）

2021年5月1日以降の震源を○で表示

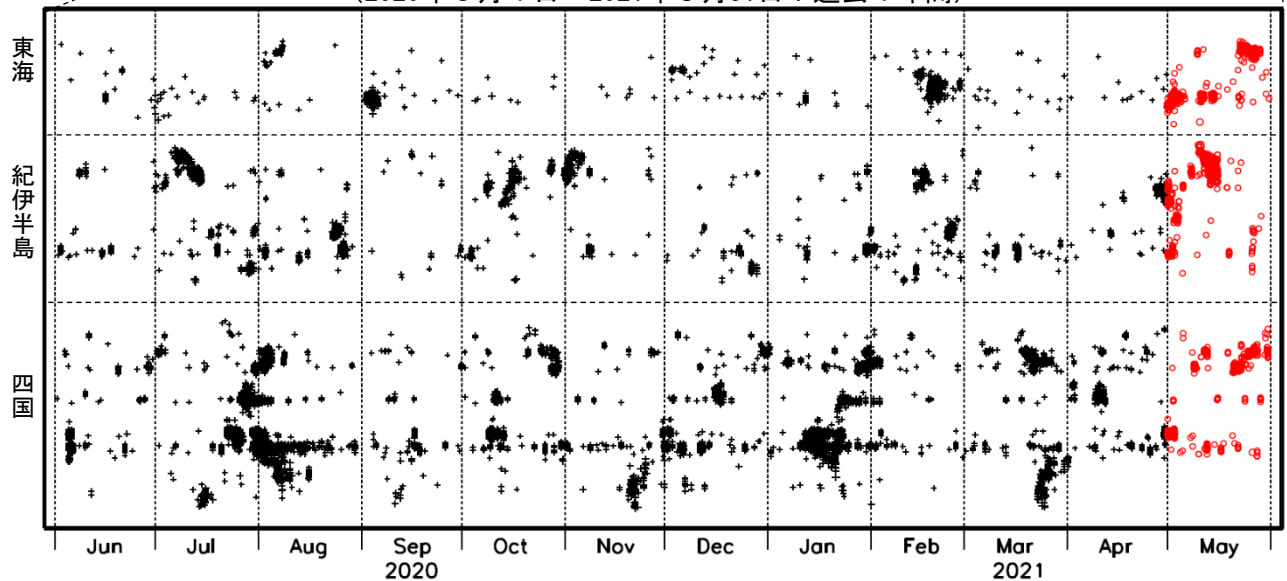


上図領域a内の時空間分布図（A-B投影）

※2018年3月22日



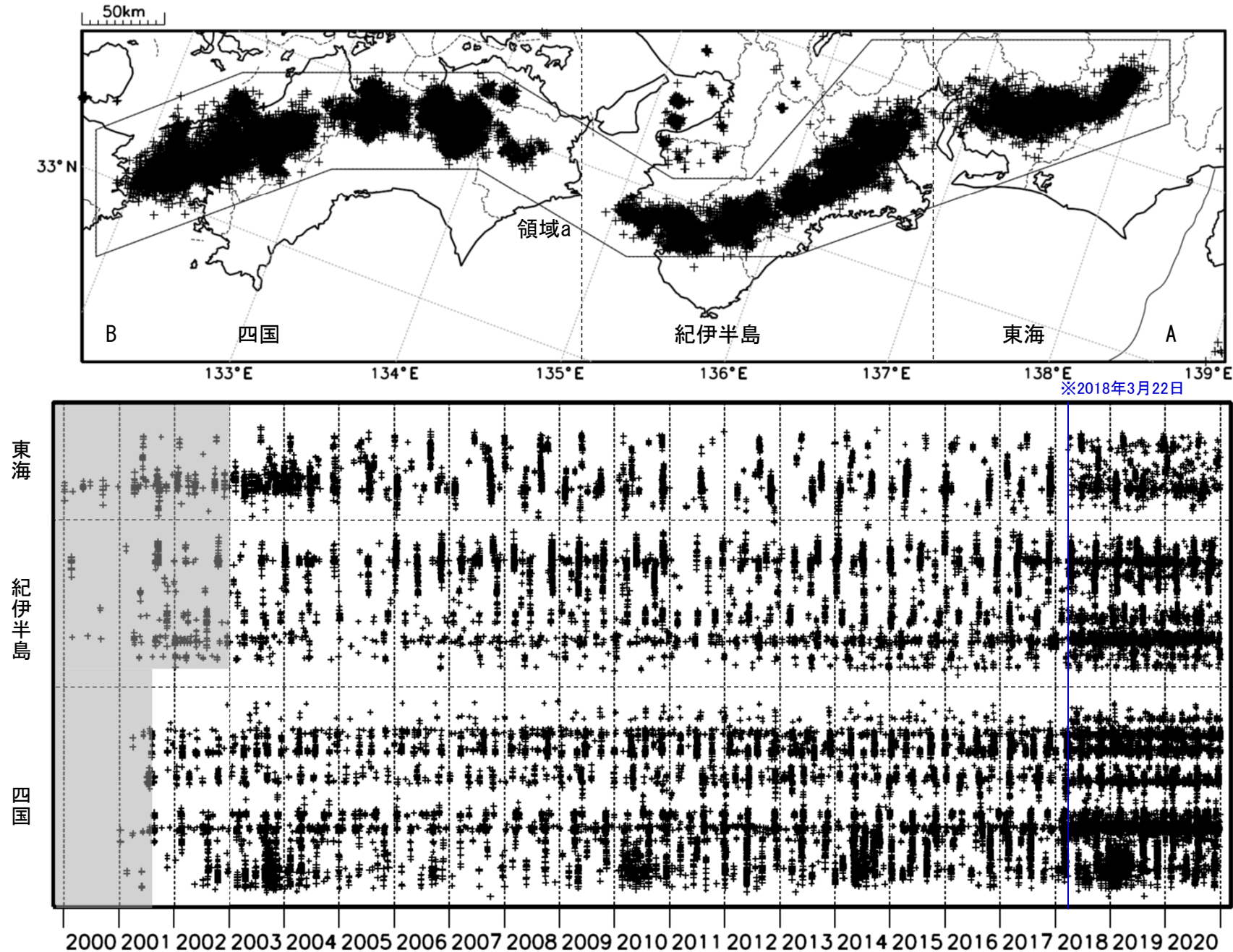
(2020年6月1日～2021年5月31日：過去1年間)



※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。

深部低周波地震（微動）活動（2000年1月1日～2020年12月31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。

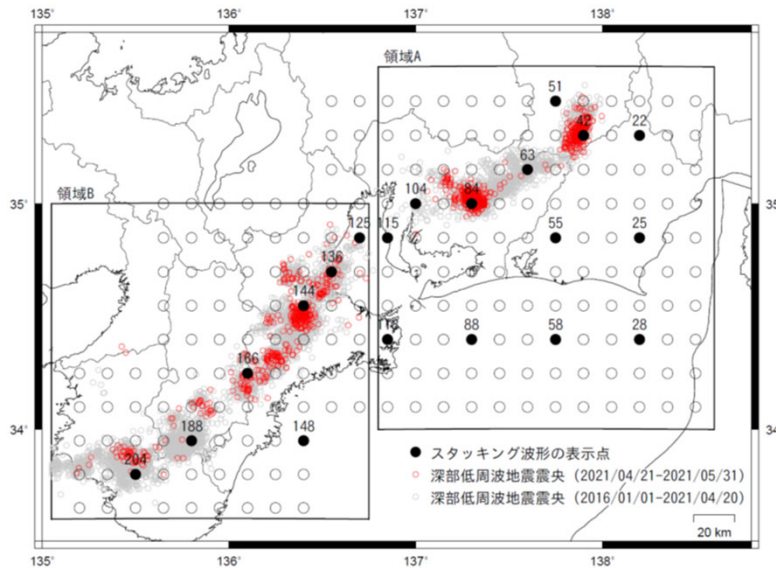


※2018年3月22日から、深部低周波地震（微動）の処理方法の変更（Matched Filter法の導入）により、それ以前と比較して検知能力が変わっている。
 ※時空間分布図中、灰色の期間は、それ以降と比較して十分な検知能力がなかったことを示す。

スタッキング波形によるプレート境界のすべりの監視

下図に示した監視点のスタッキングデータにおいて今期間に以下の点で短期的ゆっくりすべりによる有意な変化を検出した。

- 51番, 5月22日~23日 Mw5.6
- 104番等, 5月1日~6日 Mw5.6
- 125番等, 5月10日~16日 Mw5.7
- 144番等, 5月13日~15日 Mw5.8
- 166番, 4月30日~5月1日 Mw5.5



スタッキング波形は、上図の各監視点について、宮岡・横田(2012)の手法により、気象庁、静岡県、国立研究開発法人産業技術総合研究所のひずみ計データを基に作成している。

48時間階差のスタッキングデータのS/N比と、元データの観測値と理論値の一致度から有意な変化を検出し、規模を推定している。

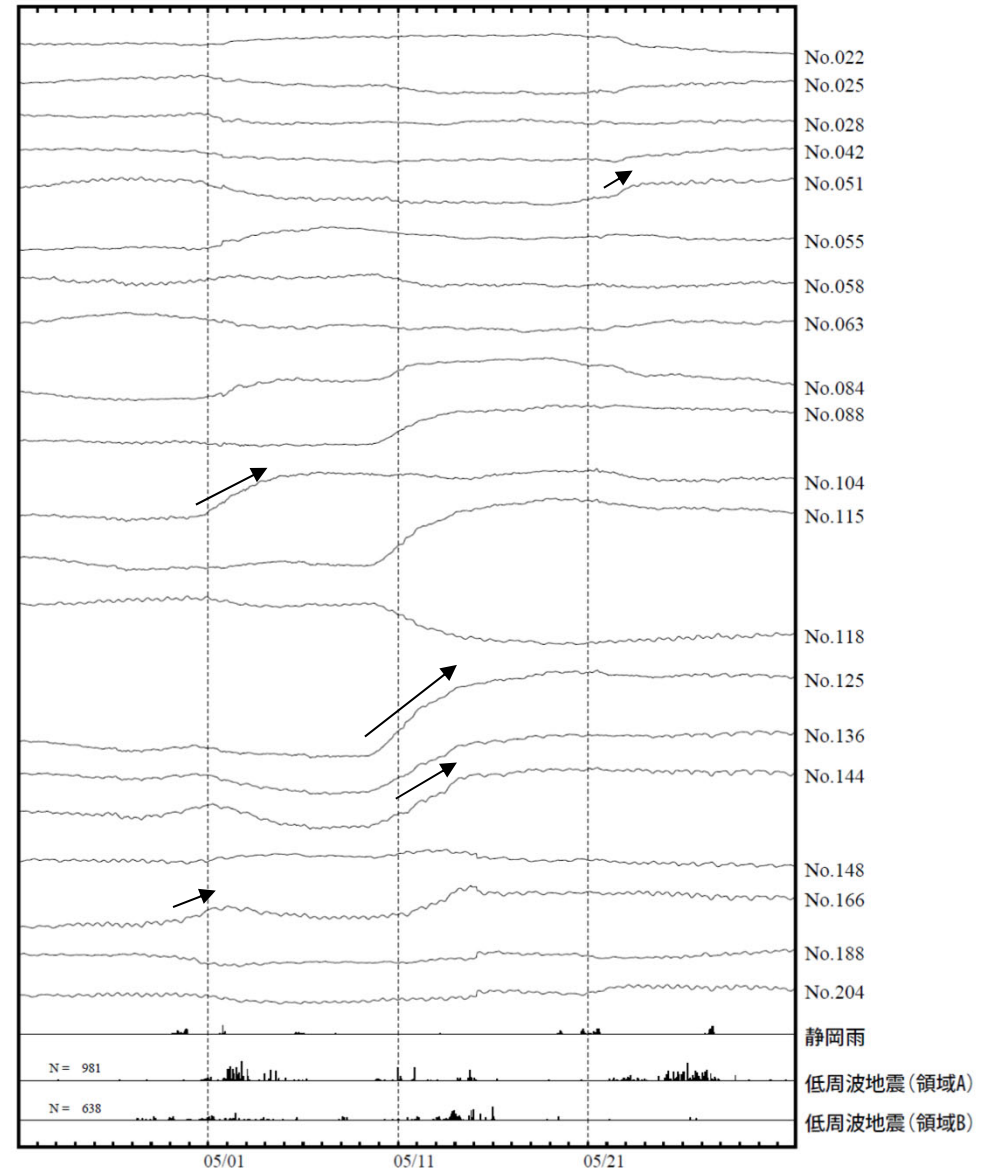
(参考)

- ・宮岡一樹・横田崇(2012): 地殻変動検出のためのスタッキング手法の開発, 地震, 2, 65, 205-218.
- ・露木貴裕・他(2017): 新しい地震活動等総合監視システム(EPOS)における地殻変動監視手法の改善, 験震時報, 81, 5.

スタッキング波形

表示期間: 2021/04/21.00:00 - 2021/05/31.23:00

↑ 200 nstrain
50 mm/hour
50 回/hour

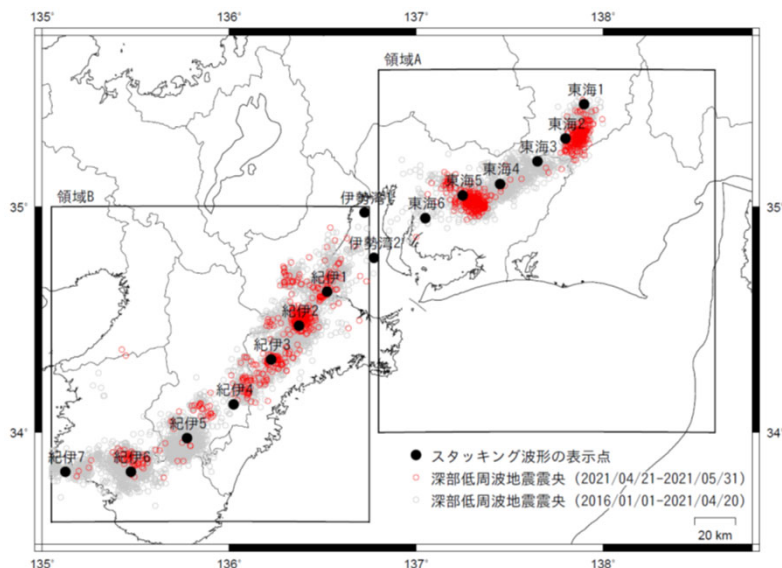


気象庁作成

スタッキング波形による短期的ゆっくりすべりの監視

下図に示した監視点のスタッキングデータにおいて、今期間に以下の点で短期的ゆっくりすべりによる有意な変化を検出した。

- 東海2, 5月23日~24日 Mw5.5
- 東海6, 5月1日~5日 Mw5.4
- 伊勢湾1, 5月11日 Mw5.7
- 伊勢湾2, 5月14日~15日 Mw5.4
- 紀伊1, 5月14日~15日 Mw5.7
- 紀伊2, 5月12日~15日 Mw5.9
- 紀伊3, 4月30日~5月1日 Mw5.6



スタッキング波形は、上図の各監視点について、宮岡・横田(2012)の手法により、気象庁、静岡県、国立研究開発法人産業技術総合研究所のひずみ計データを基に作成している。

48時間階差のスタッキングデータのS/N比と、元データの観測値と理論値の一致度から有意な変化を検出し、規模を推定している。

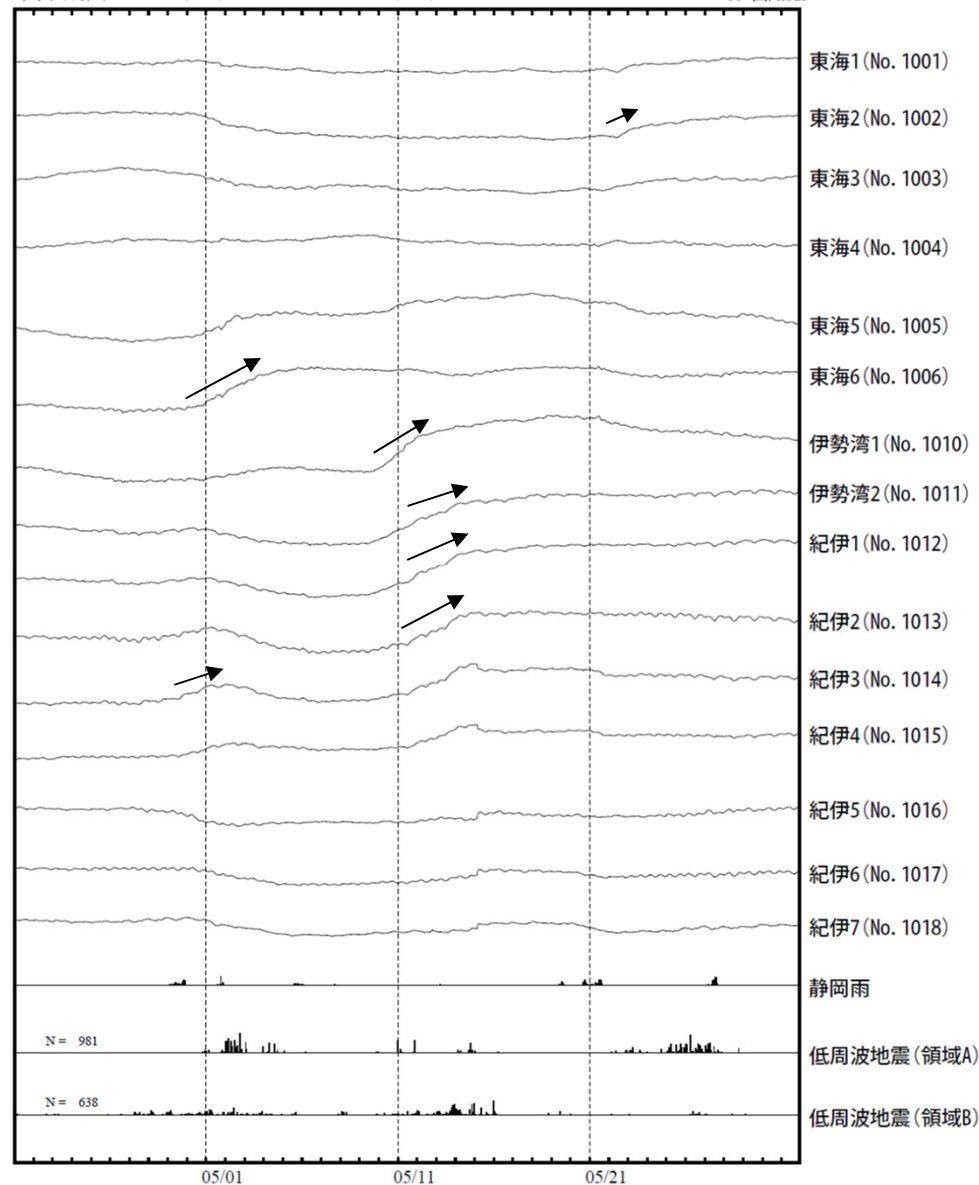
(参考)

- ・宮岡一樹・横田崇(2012): 地殻変動検出のためのスタッキング手法の開発, 地震, 2, 65, 205-218.
- ・露木貴裕・他(2017): 新しい地震活動等総合監視システム(EPOS)における地殻変動監視手法の改善, 験震時報, 81, 5.

スタッキング波形

表示期間: 2021/04/21.00:00 - 2021/05/31.23:00

↑ 200 nstrain
50 mm/hour
50 回/hour



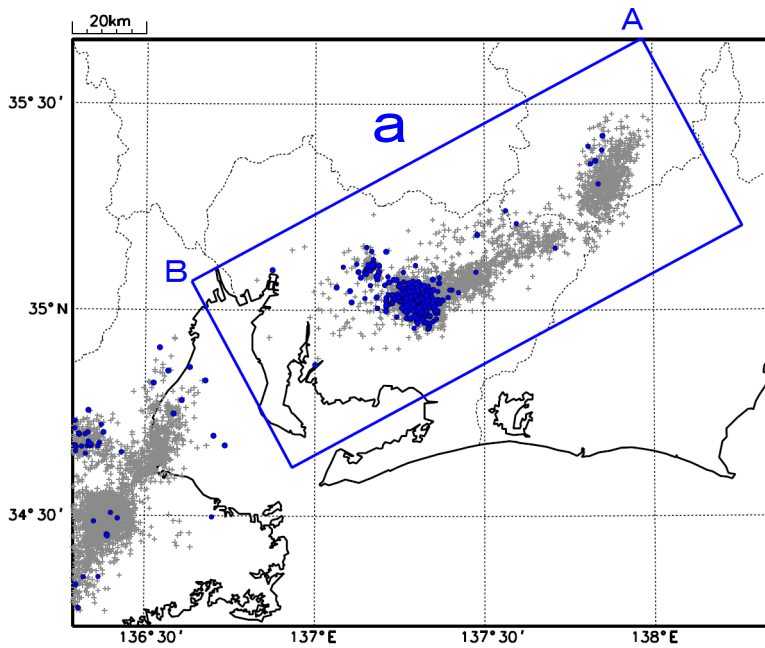
気象庁作成

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

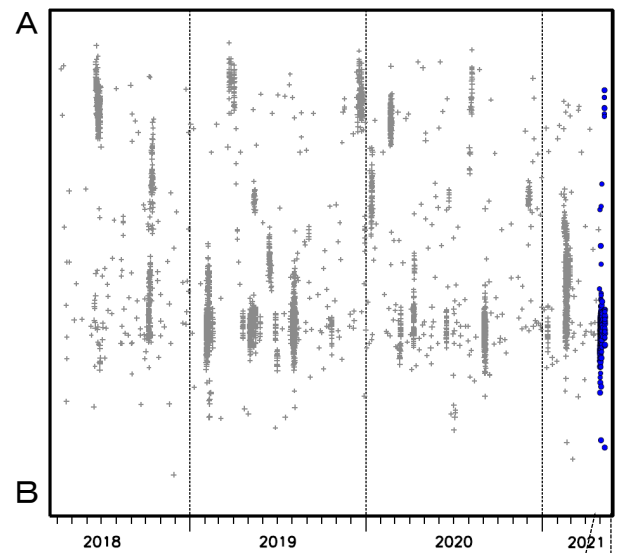
4月29日から5月6日にかけて、東海で深部低周波地震(微動)を観測した。
深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を
観測した。これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

深部低周波地震(微動)活動

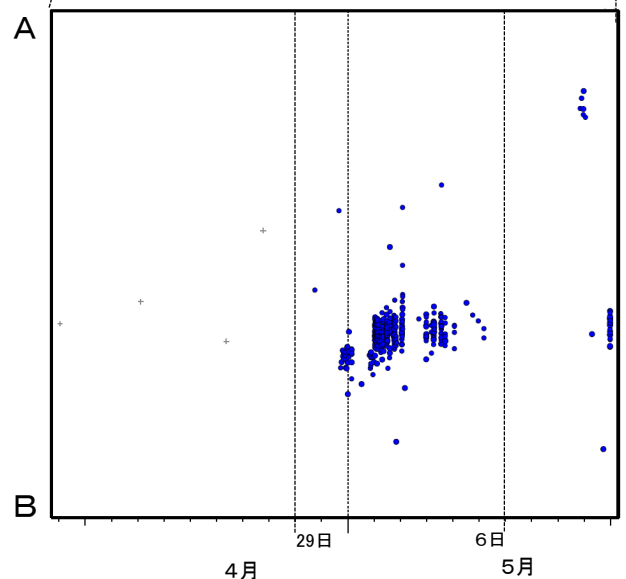
震央分布図(2018年4月1日~2021年5月10日、
深さ0~60km、Mすべて)
灰:2018年4月1日~2021年4月28日、
青:2021年4月29日~5月10日



震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)



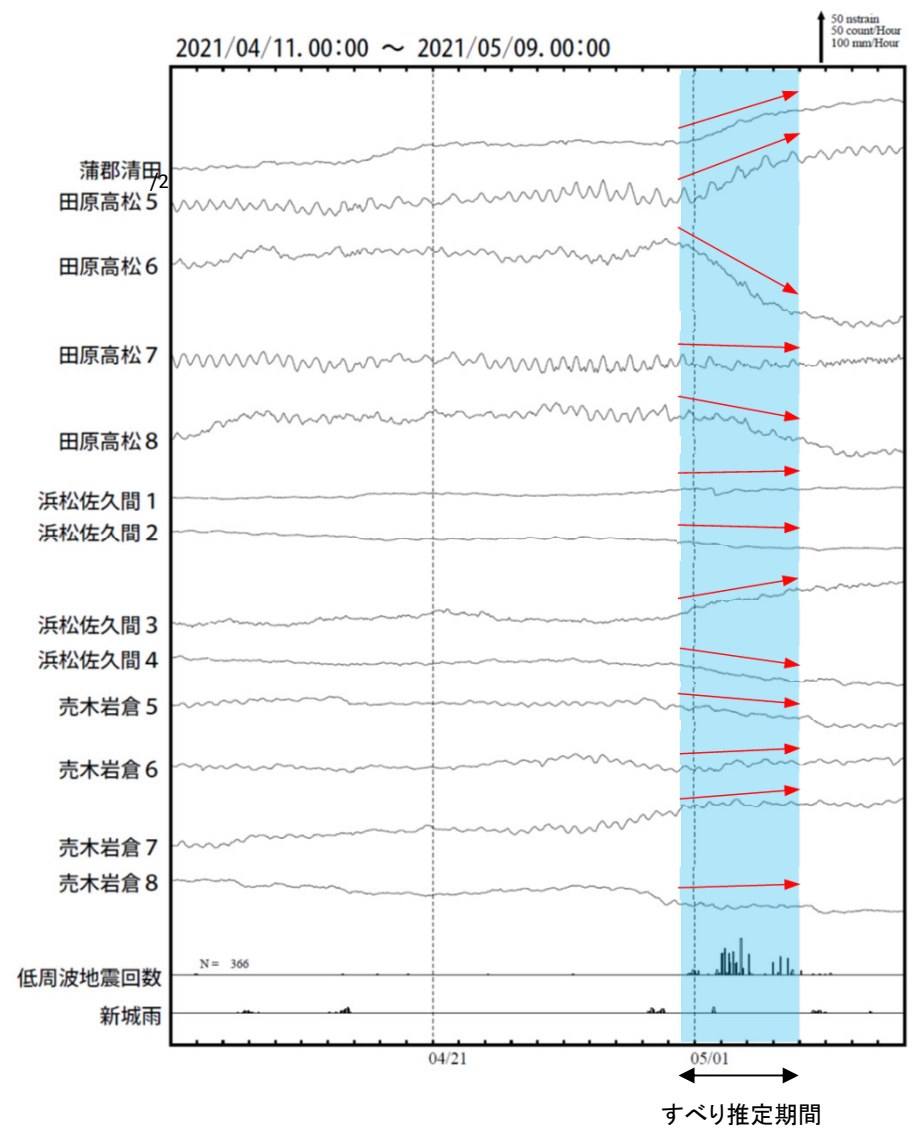
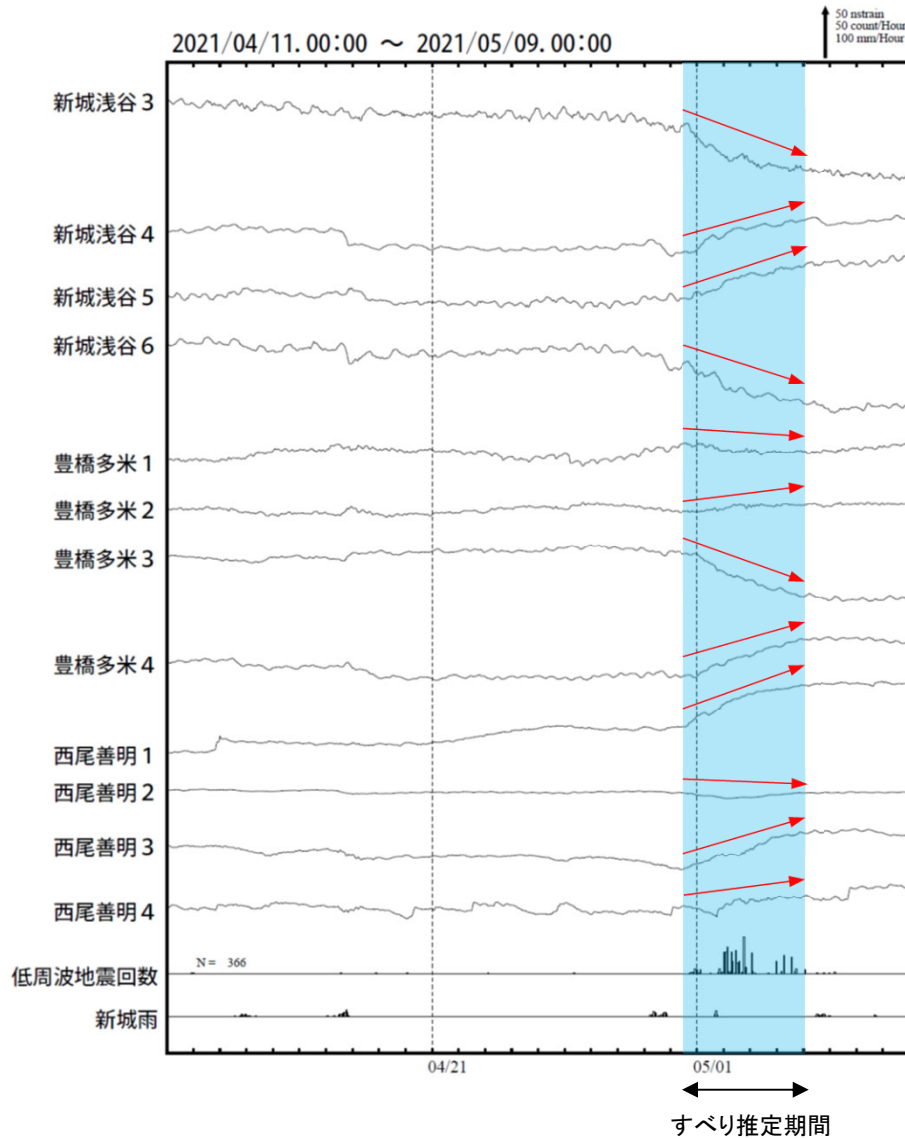
2021年4月20日~5月10日



気象庁作成

東海で観測した短期的ゆっくりすべり(4月30日～5月4日)

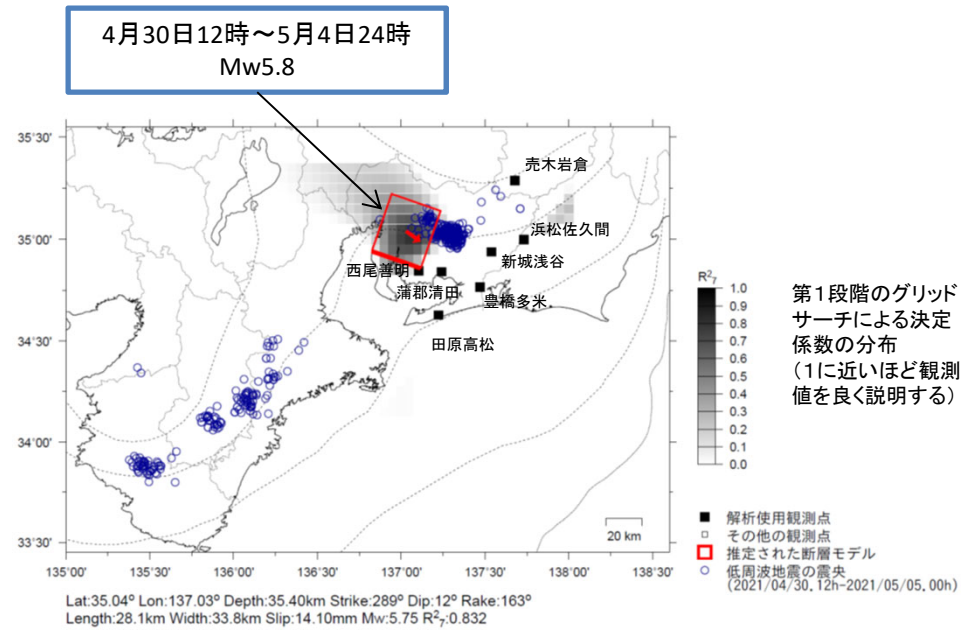
愛知県から静岡県で観測されたひずみ変化



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。

気象庁作成

東海で観測した短期的ゆっくりすべり(4月30日～5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。

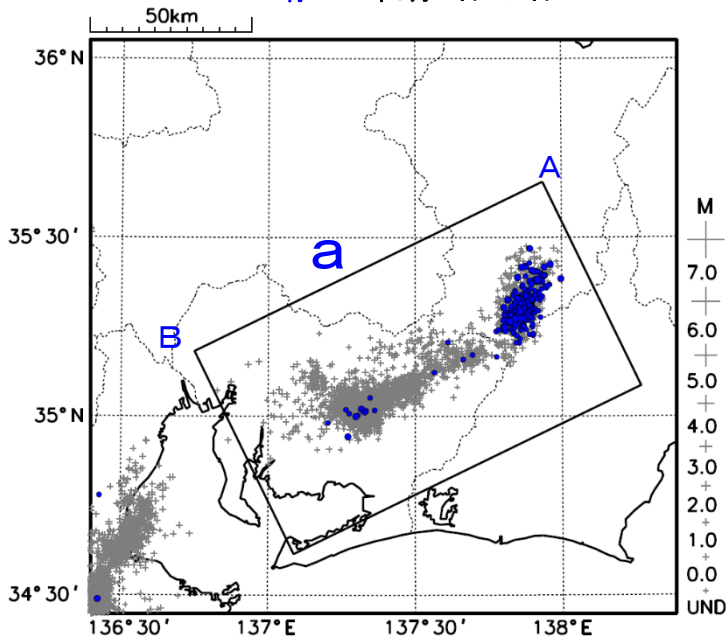
断層モデルの推定は、産総研の解析方法(板場ほか, 2012)を参考に以下の2段階で行う。
 ・断層サイズを20km×20kmに固定し、位置を0.05度単位でグリッドサーチにより推定する。
 ・その位置を中心にして、他の断層パラメータの最適解を求める。

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

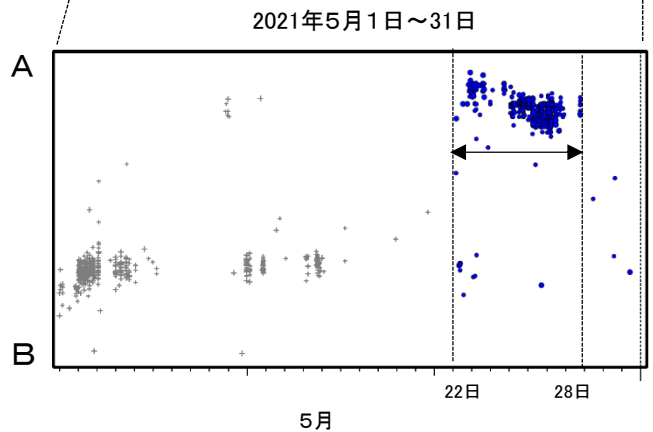
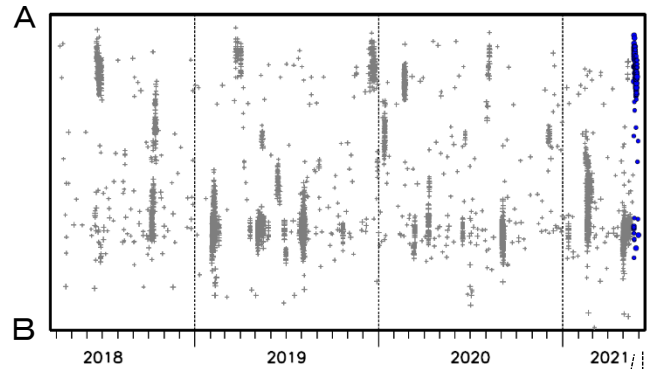
5月22日から28日にかけて、東海で深部低周波地震(微動)を観測した。
深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を
観測した。これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

深部低周波地震(微動)活動

震央分布図(2018年4月1日～2021年5月31日、
深さ0～60km、Mすべて)
灰:2018年4月1日～2021年5月21日、
青:2021年5月22日～31日

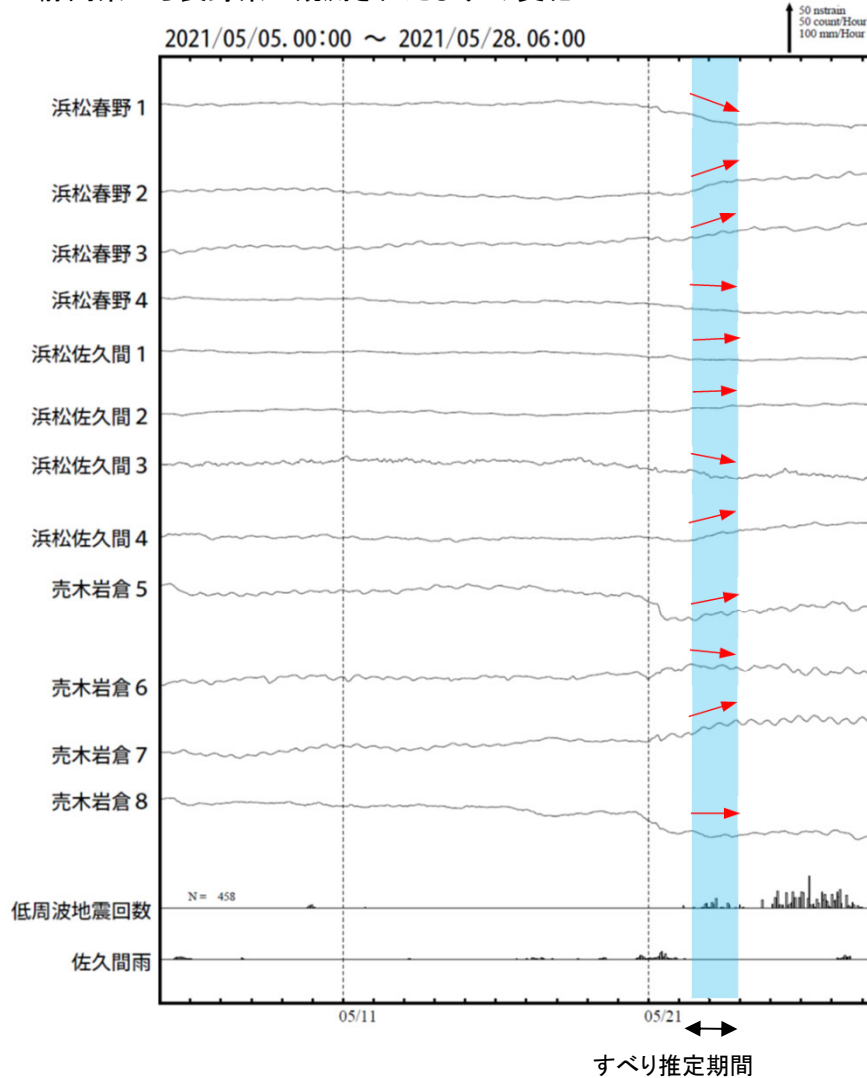


震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)

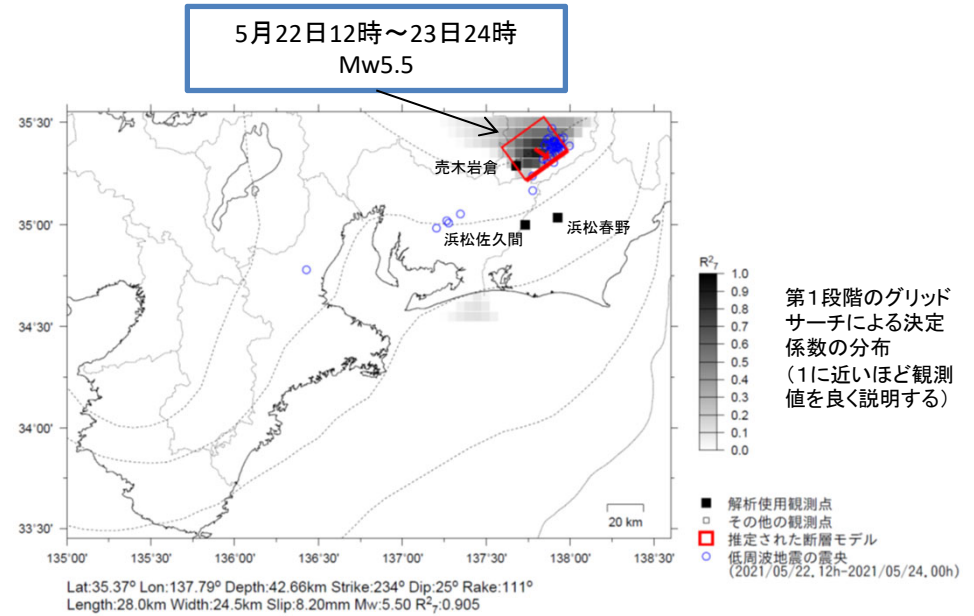


東海で観測した短期的ゆっくりすべり(5月22日～23日)

静岡県から長野県で観測されたひずみ変化



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。

紀伊半島北部から紀伊半島中部の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

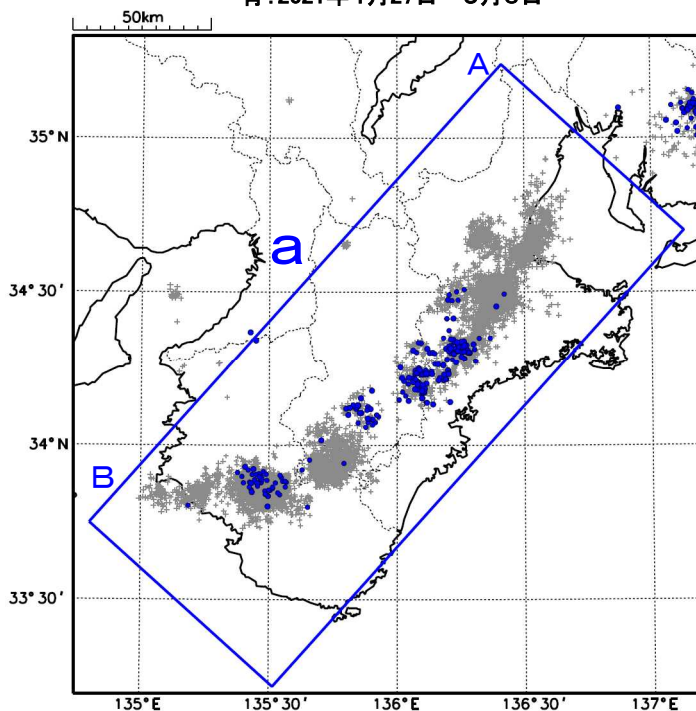
4月27日から5月5日にかけて、紀伊半島北部から紀伊半島中部で深部低周波地震(微動)を観測した。

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。

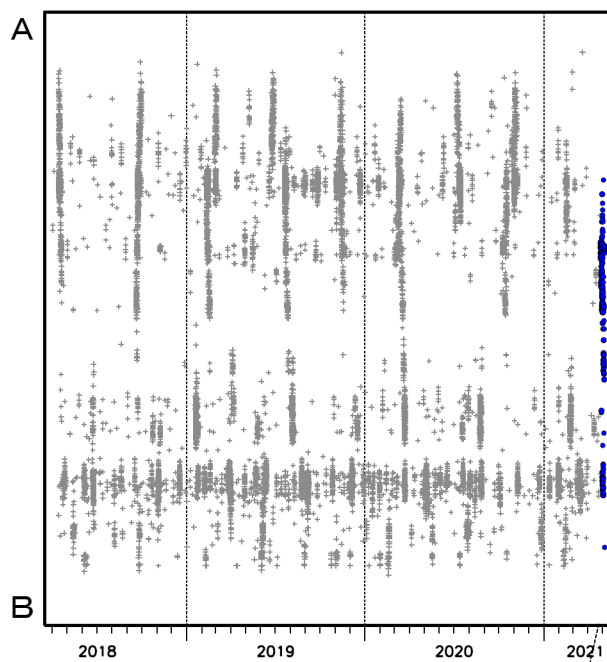
深部低周波地震(微動)活動

震央分布図(2018年4月1日～2021年5月6日、
深さ0～60km、Mすべて)

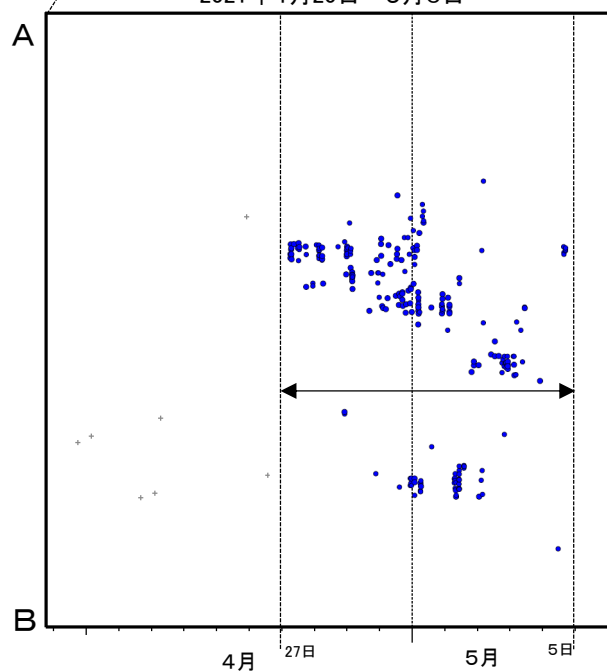
灰: 2018年4月1日～2021年4月26日、
青: 2021年4月27日～5月6日



震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)



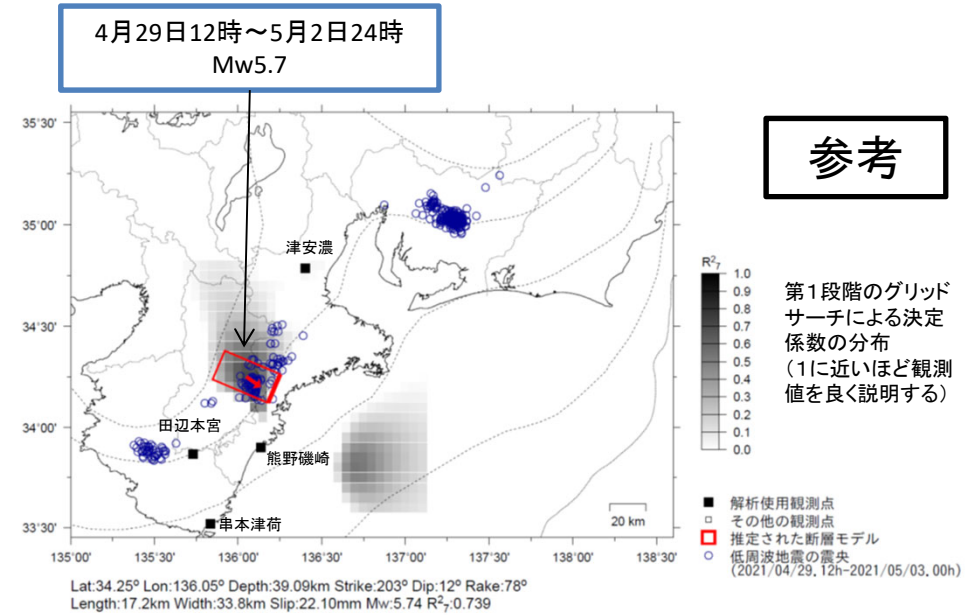
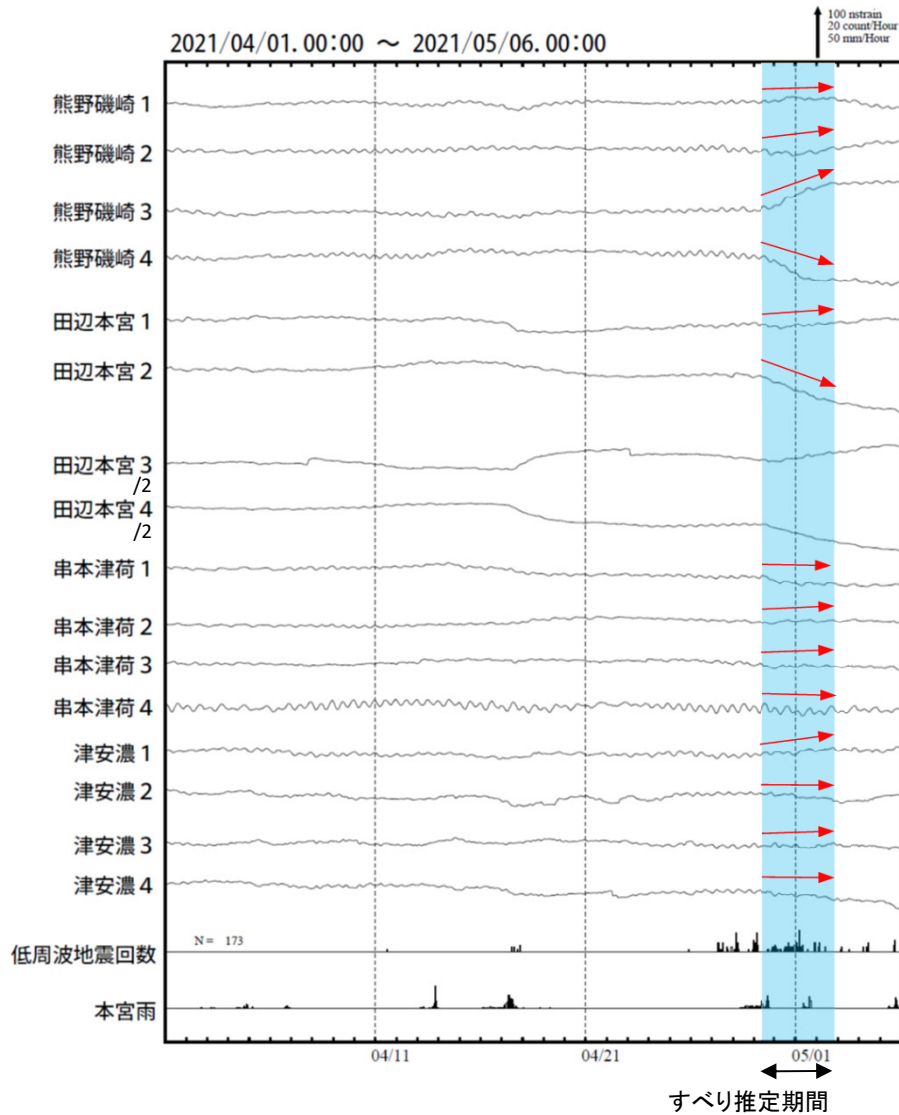
2021年4月20日～5月6日



気象庁作成

紀伊半島北部で観測した短期的ゆっくりすべり(4月29日～5月2日)

三重県から和歌山県で観測されたひずみ変化



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。

熊野磯崎、田辺本宮、串本津荷及び津安濃は産業技術総合研究所のひずみ計である。

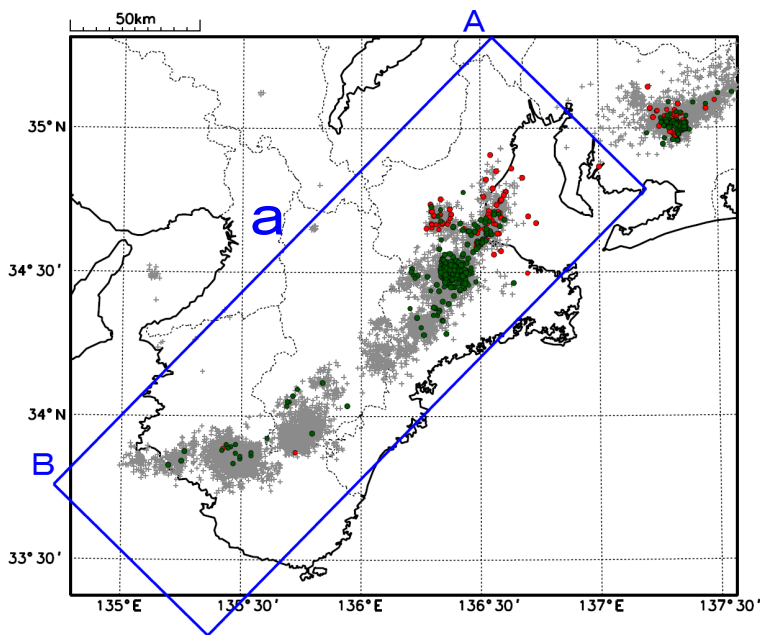
気象庁作成

紀伊半島北部の深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

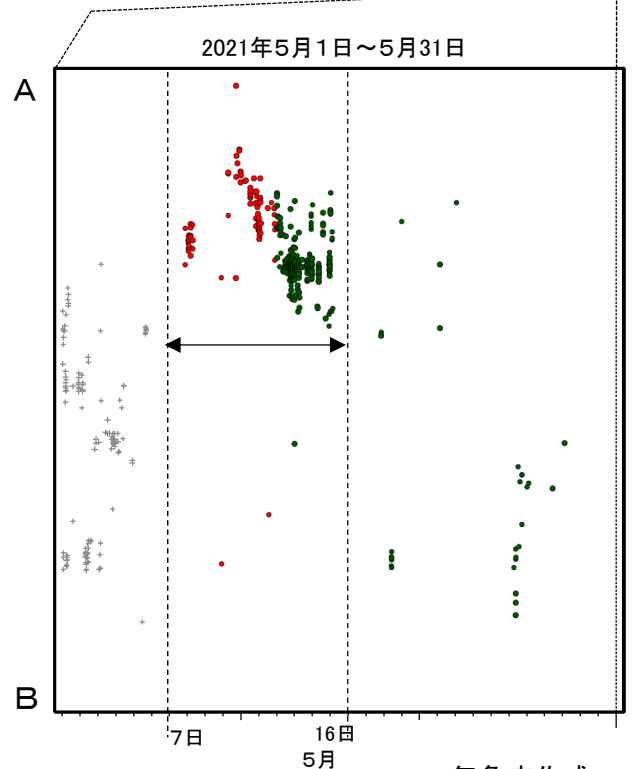
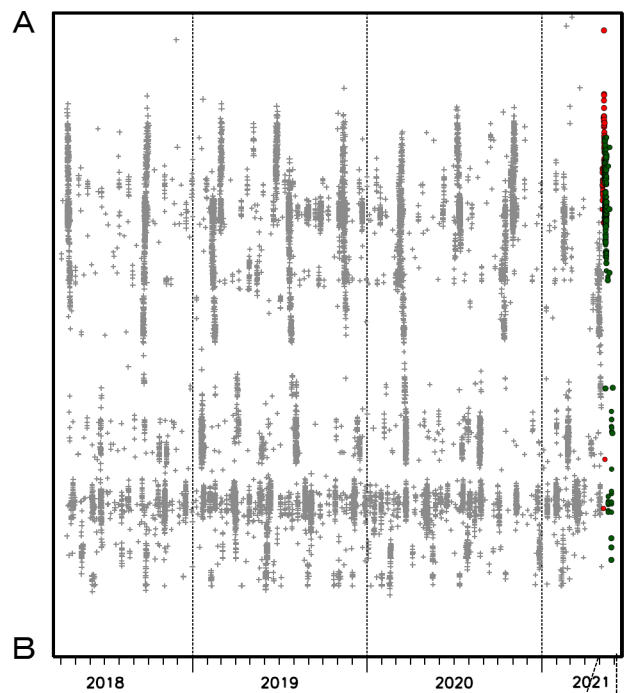
5月7日から16日にかけて、紀伊半島北部で深部低周波地震(微動)を観測した。深部低周波地震(微動)活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測した。これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

深部低周波地震(微動)活動

震央分布図(2018年4月1日~2021年5月31日、
深さ0~60km、Mすべて)
灰: 2018年4月1日~2021年5月6日、
赤: 2021年5月7日~5月12日、
緑: 2021年5月13日~5月31日



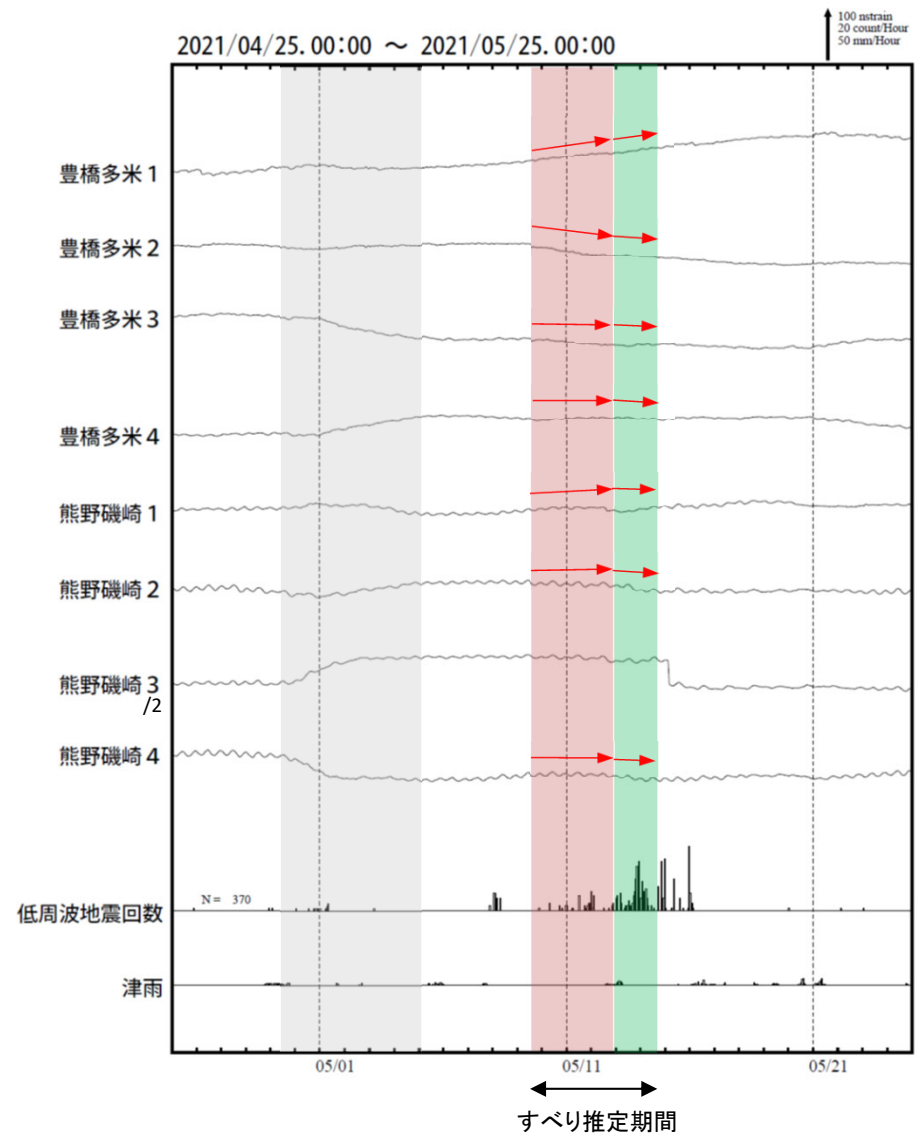
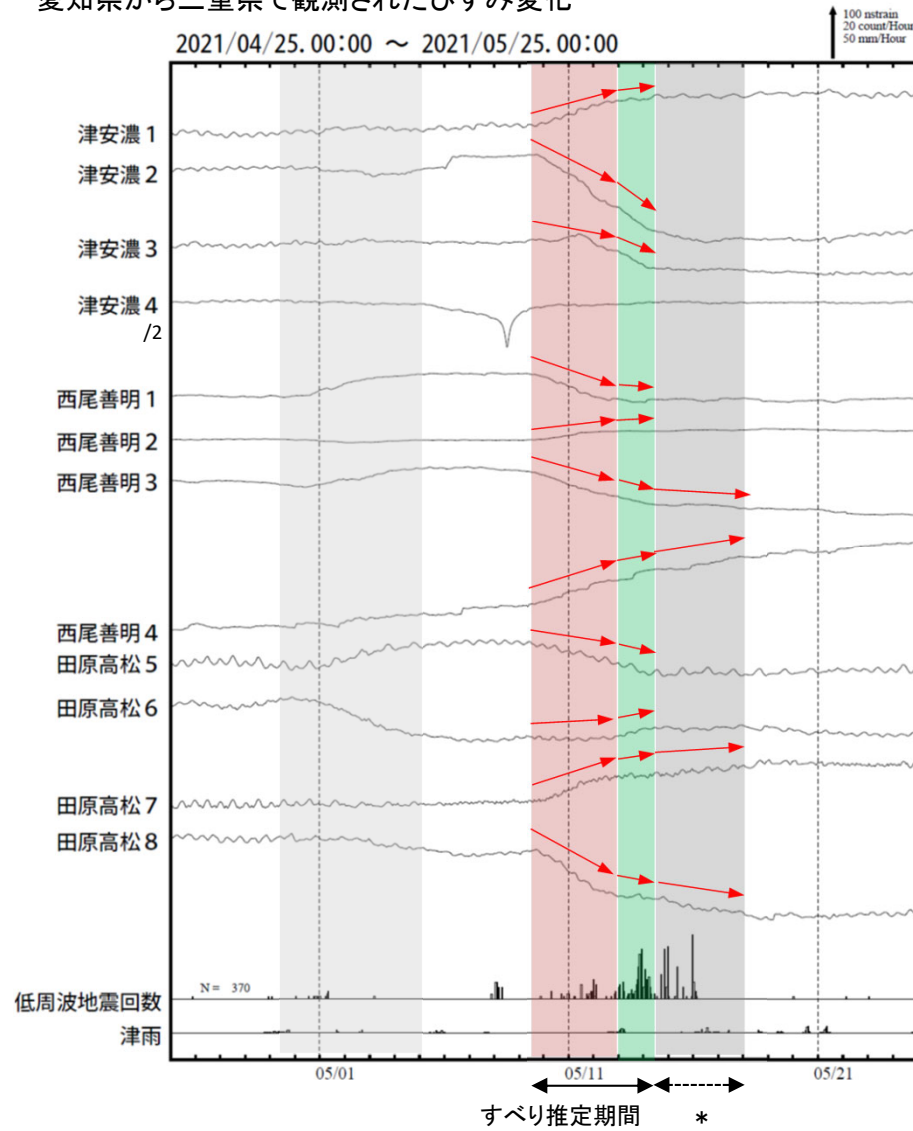
震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)



気象庁作成

紀伊半島北部で観測した短期的ゆっくりすべり(5月9日～17日)

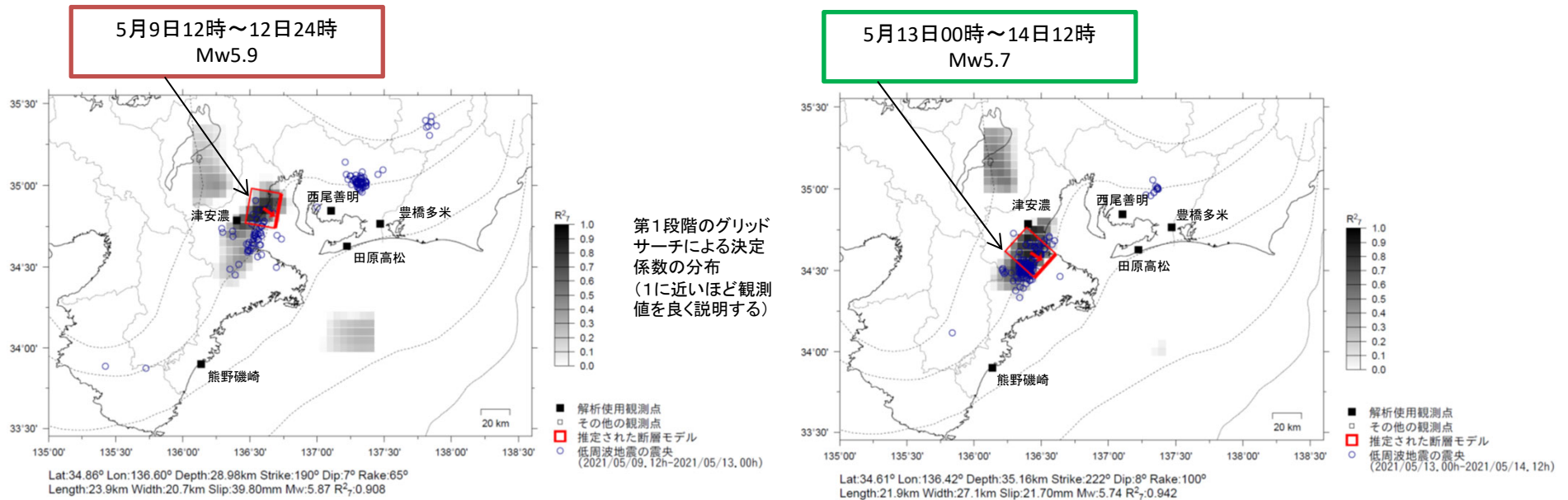
愛知県から三重県で観測されたひずみ変化



津安濃、西尾善明、豊橋多米及び熊野磯崎は産業技術総合研究所のひずみ計である。
 * の期間にひずみの変化はみられるものの、断層モデルを精度よく求めることができない。

気象庁作成

紀伊半島北部で観測した短期的ゆっくりすべり(5月9日~17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、図の場所にすべり域が求まった。

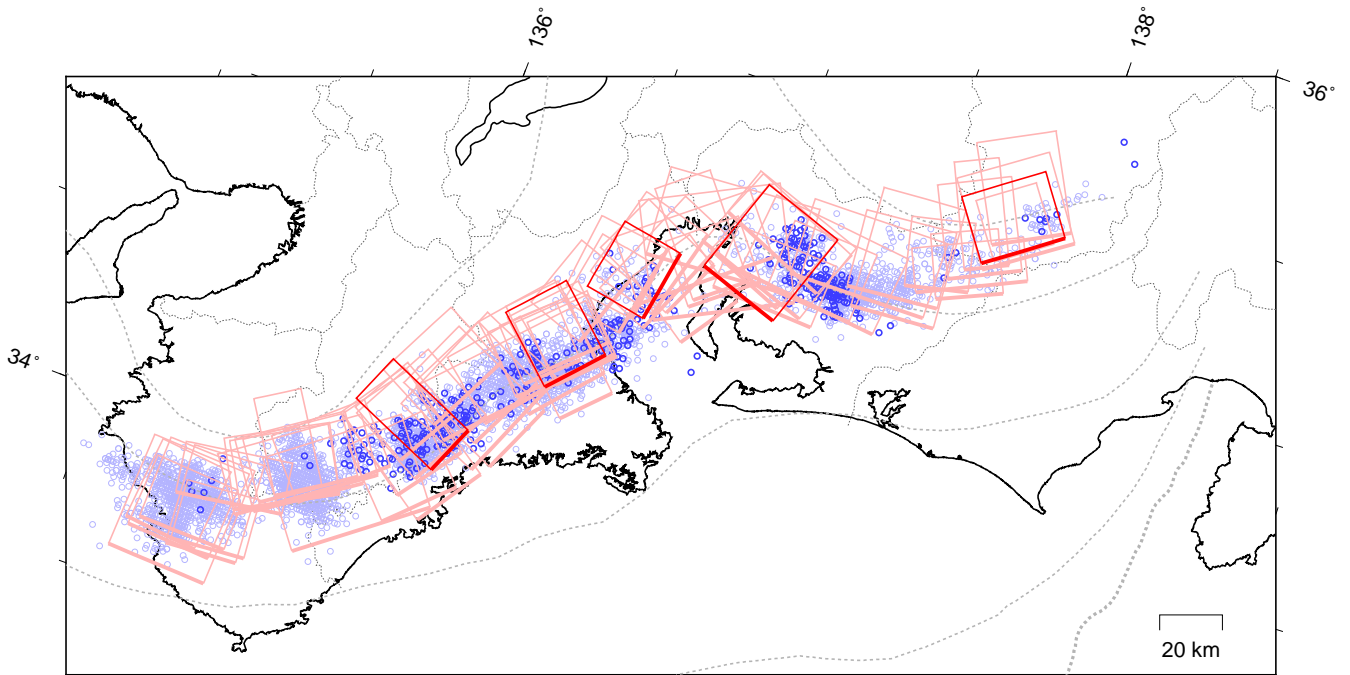
断層モデルの推定は、産総研の解析方法(板場ほか, 2012)を参考に以下の2段階で行う。

- ・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

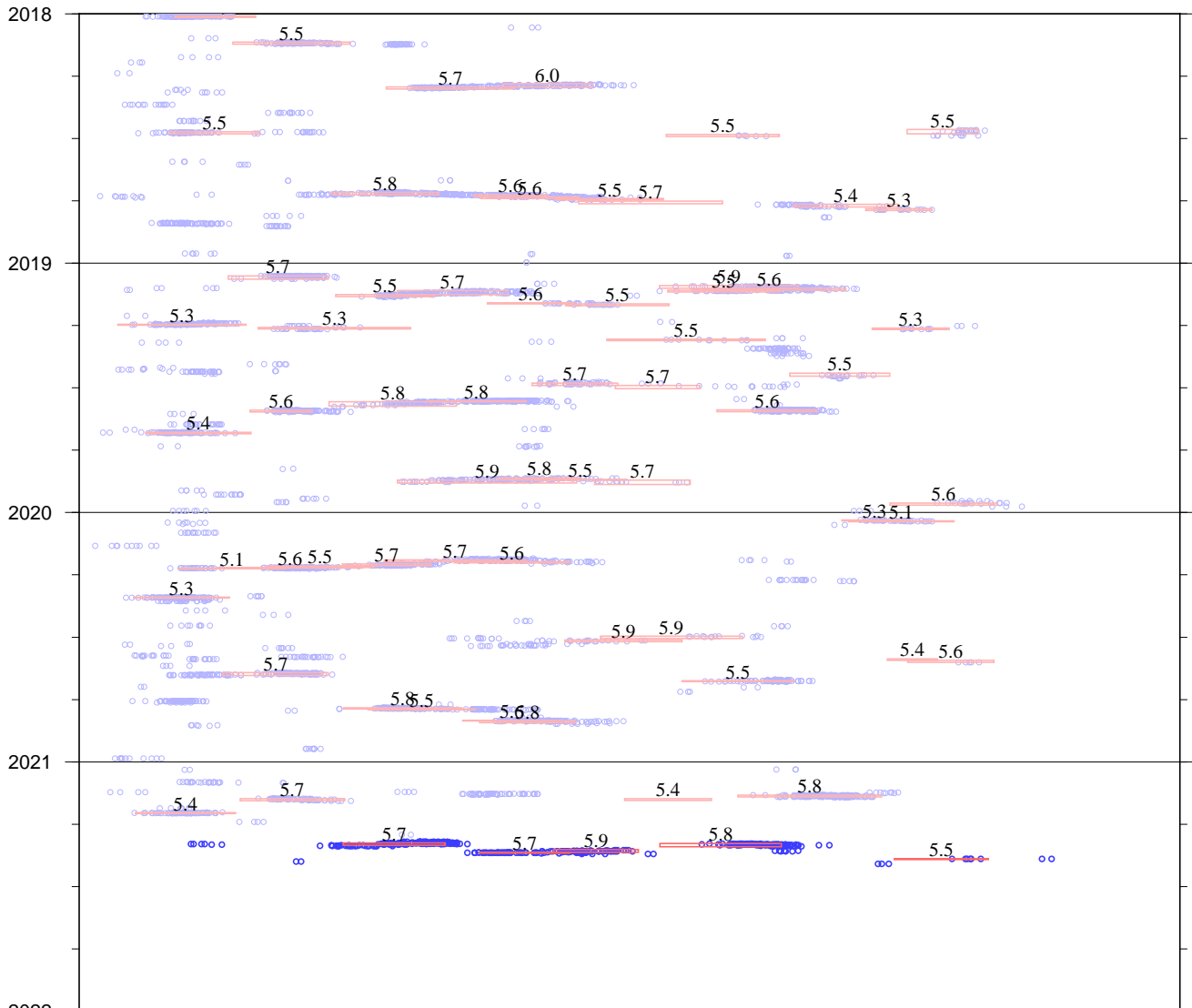
2018年1月1日～2021年5月31日

(2021年4月25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

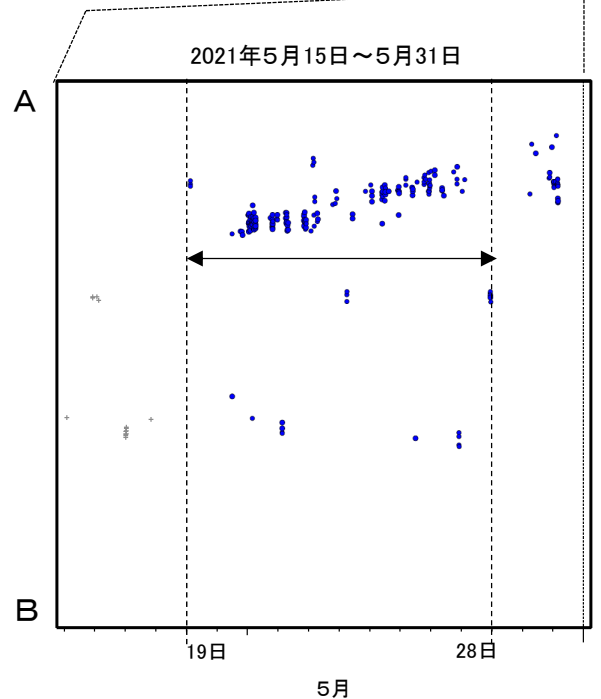
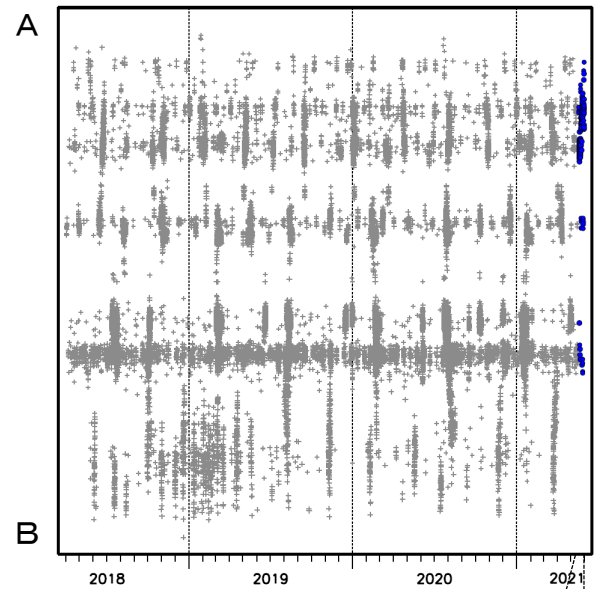
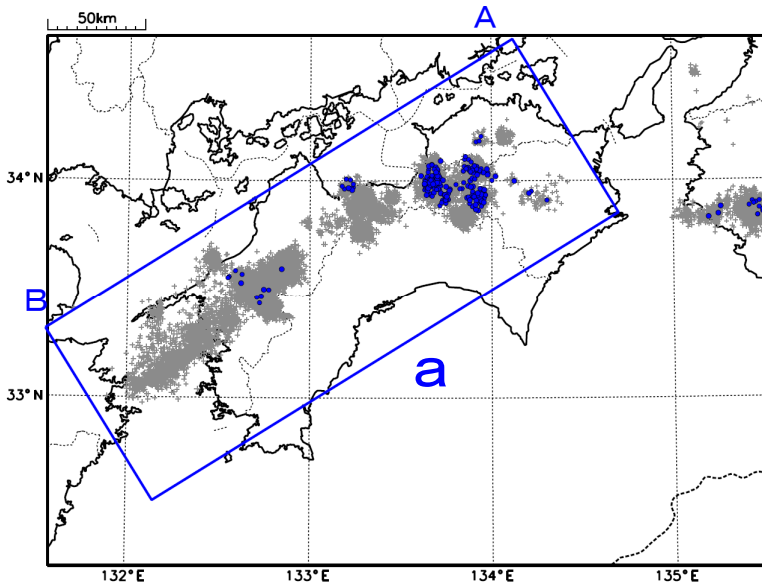
四国東部の深部低周波地震(微動)活動

5月19日から28日にかけて、四国東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

震央分布図(2018年4月1日~2021年5月31日、
深さ0~60km、Mすべて)
灰:2018年4月1日~2021年5月18日、
青:2021年5月19日~5月31日

震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)

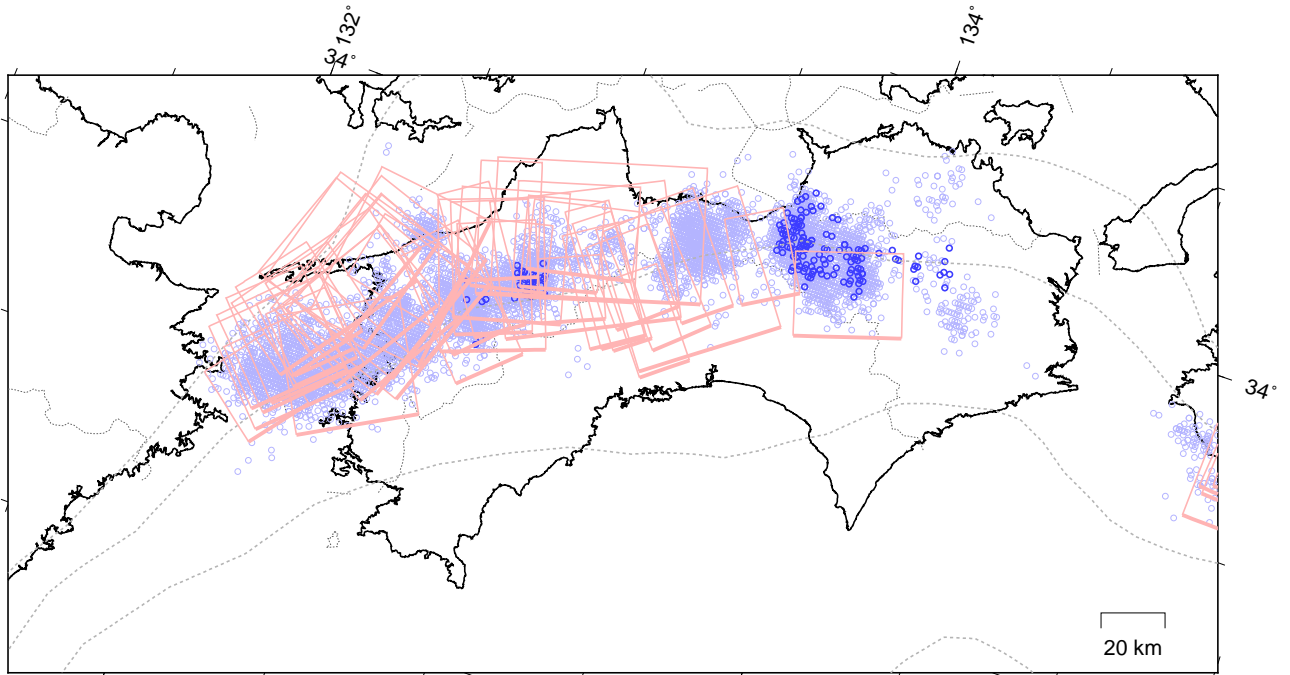


気象庁作成

四国 短期的ゆっくりすべりの活動状況

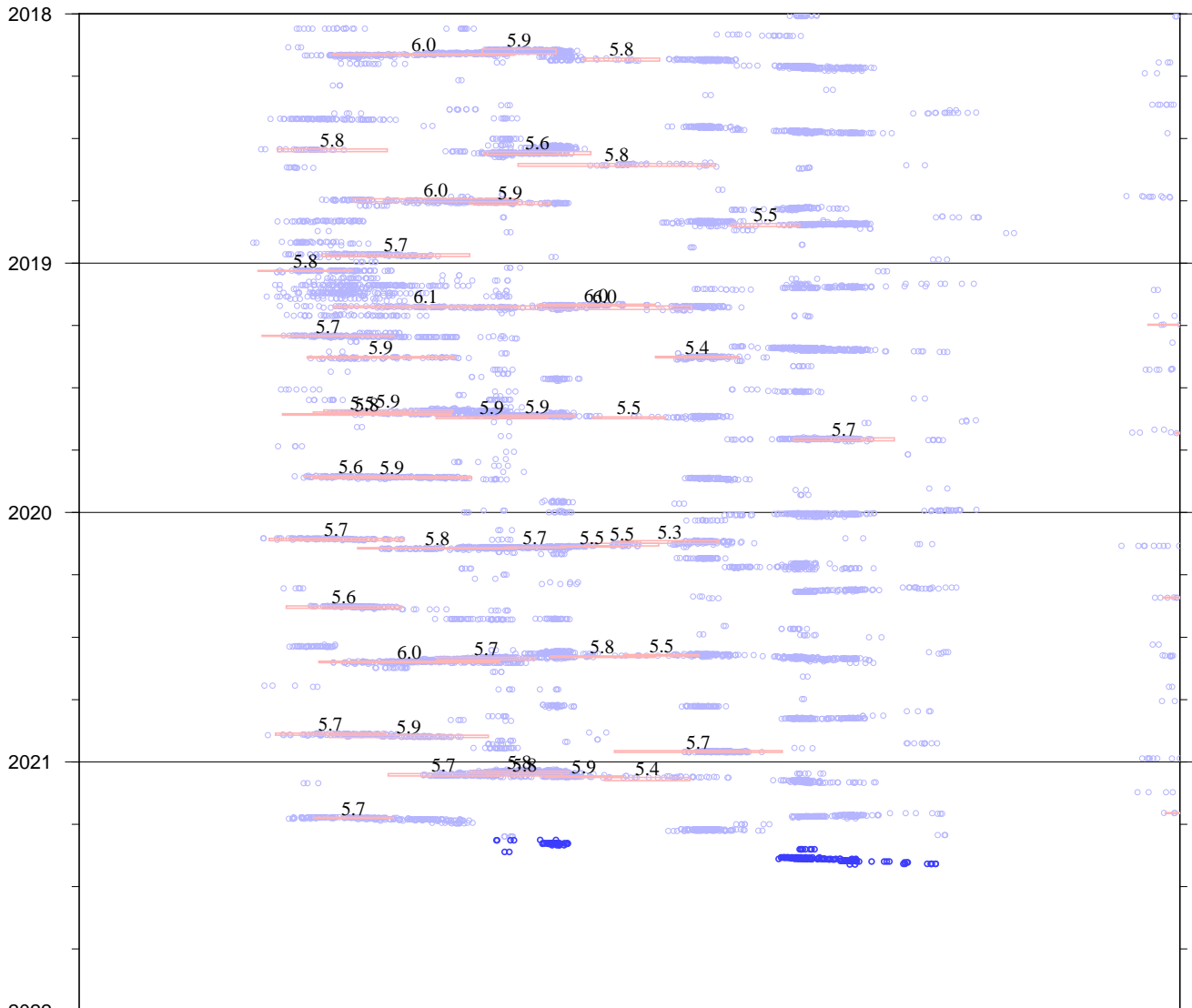
2018年1月1日～2021年5月31日

(2021年4月25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、産業技術総合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。

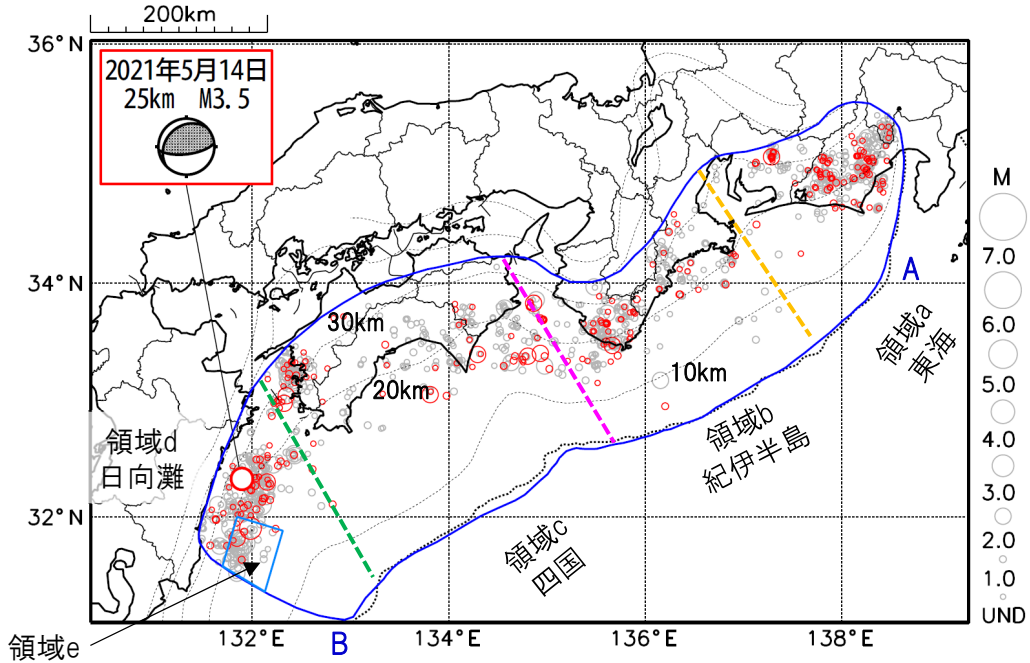
気象庁作成

プレート境界とその周辺の地震活動

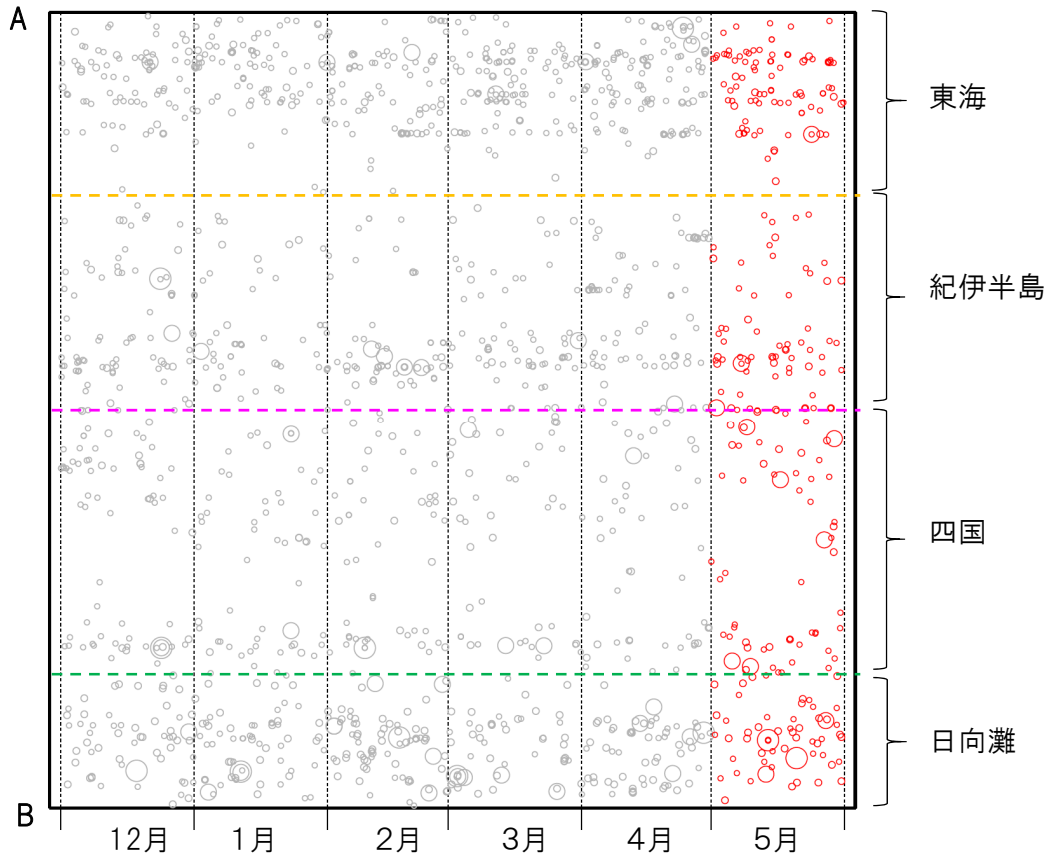
フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。
日向灘の領域e内のみ、深さ20km～30kmの地震を追加している。

震央分布図

(2020年11月1日～2021年5月31日、M全て、2021年5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。

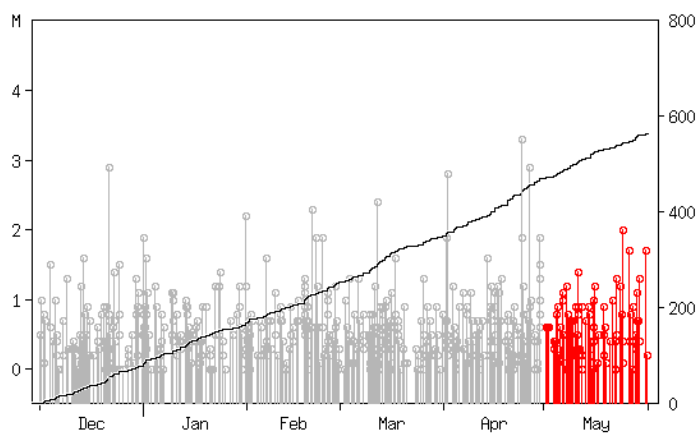
気象庁作成

プレート境界とその周辺の地震活動

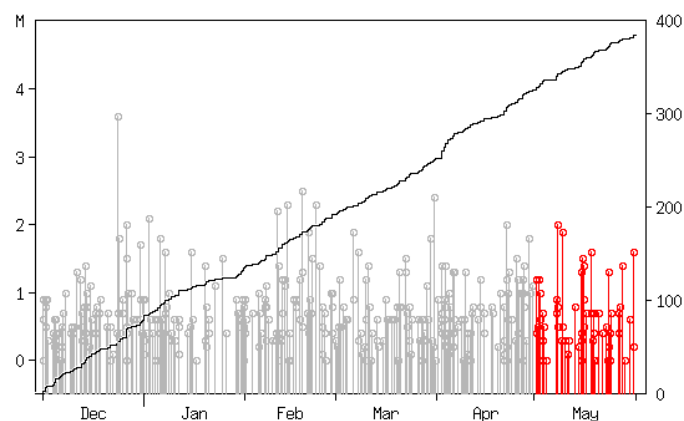
フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。

震央分布図の各領域内のMT図・回数積算図

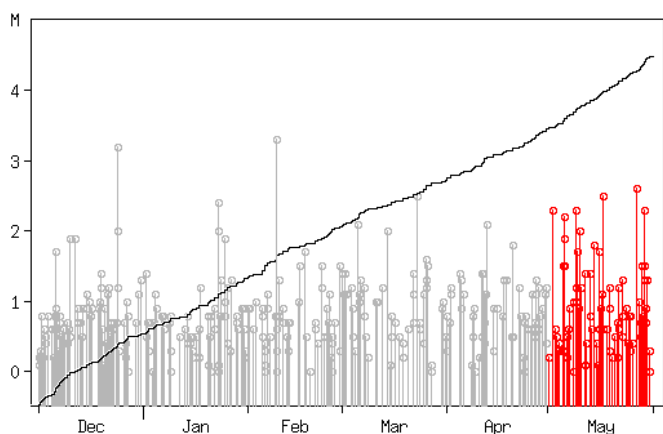
領域a内(東海)



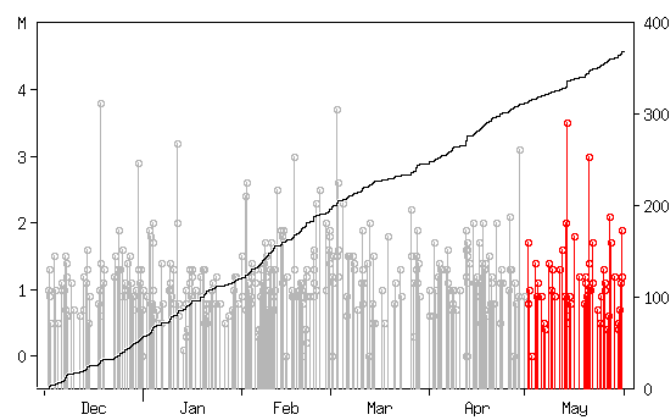
領域b内(紀伊半島)



領域c内(四国)



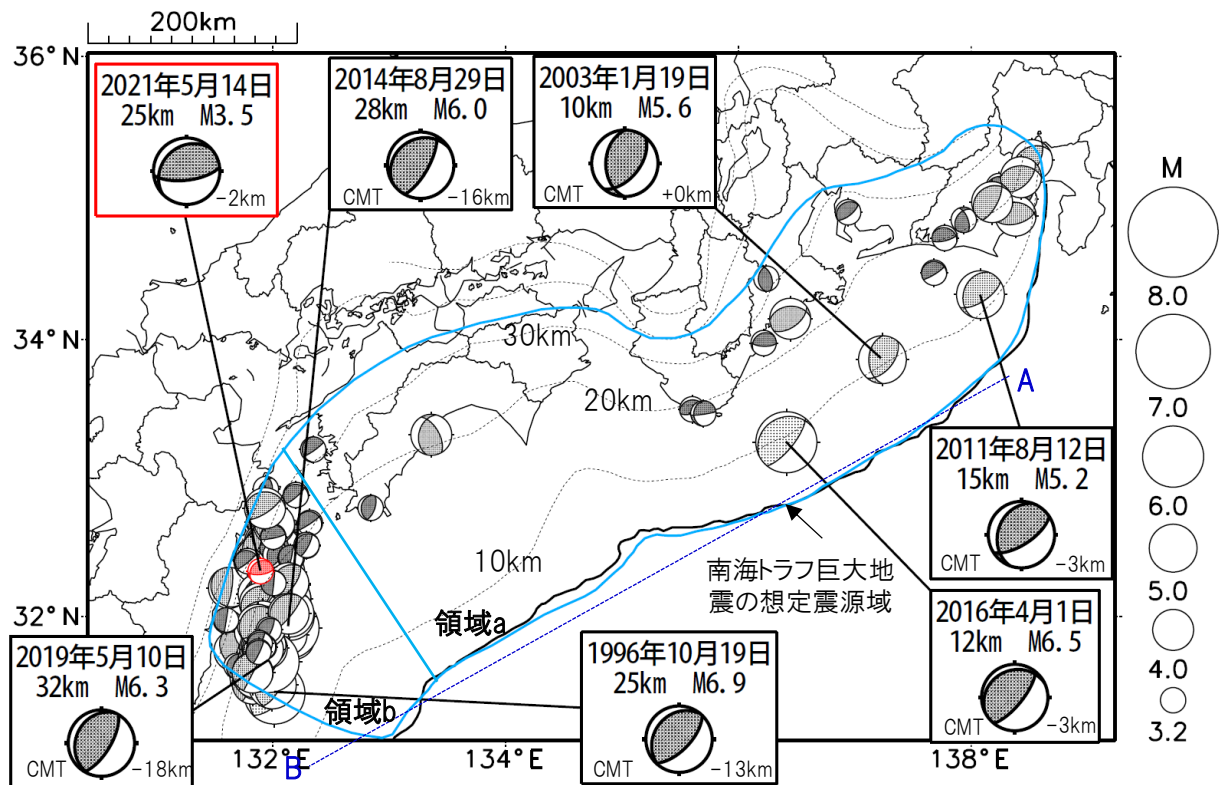
領域d内(日向灘)



※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。

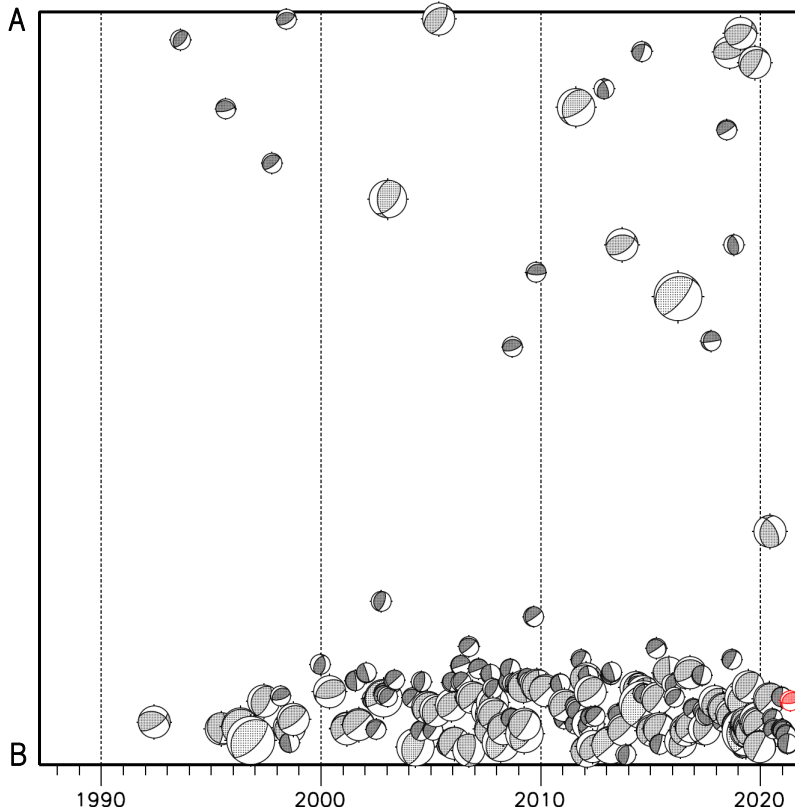
想定南海トラフ地震の発震機構解と類似の型の地震

震央分布図(1987年9月1日~2021年5月31日、M \geq 3.2、2021年5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。

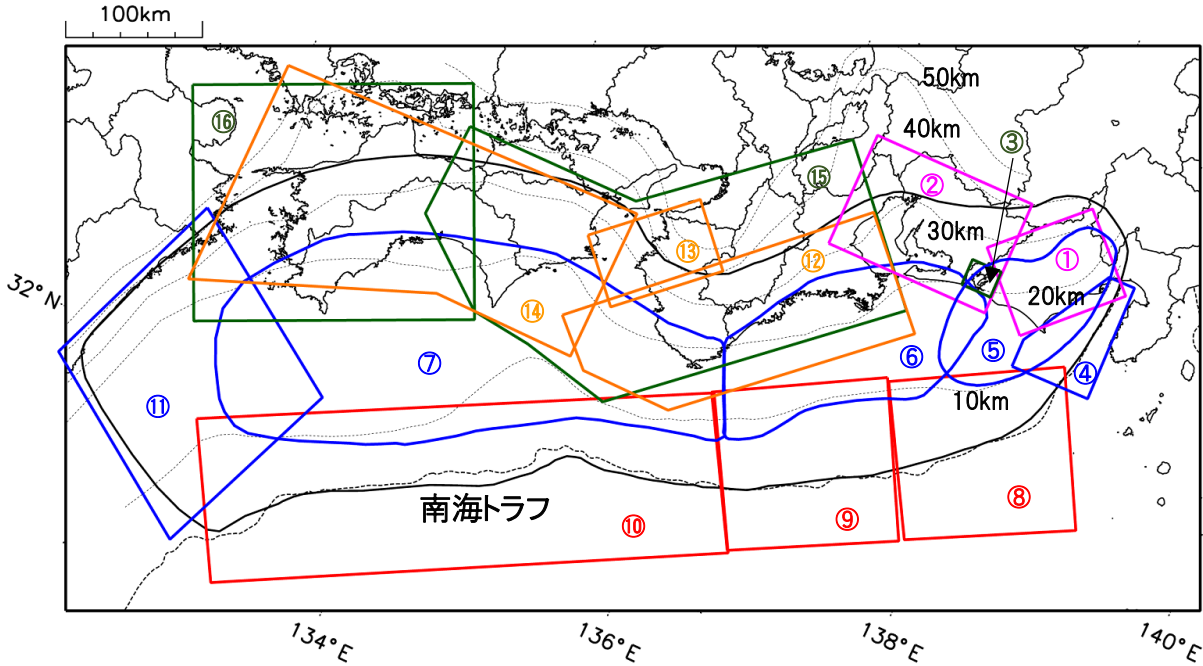
【抽出条件】

- ・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状況

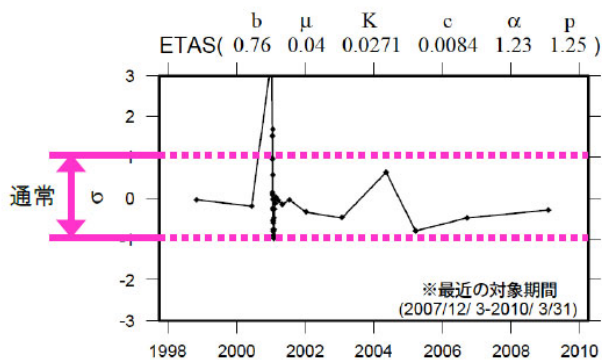
◆地震活動状況の監視・評価を行っている領域



- * 活動の監視・評価を行っている領域に番号を付している。
- * 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。
- * 黒色実線は、南海トラフ巨大地震の想定震源域を示す。

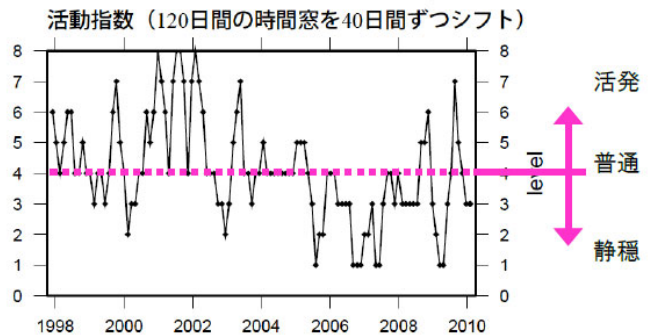
◆監視・評価に使用している指標等について

ETAS(σ 値) …理論上の地震活動からのずれ

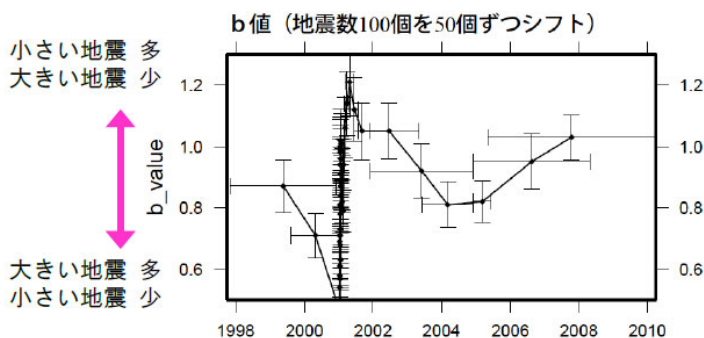


地震活動指数

…基準期間の活動と比較し、活発か静穏かを示す指標



b値 …地震の規模(M)の相対分布



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	少ない
0	1	

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

2021年5月31日

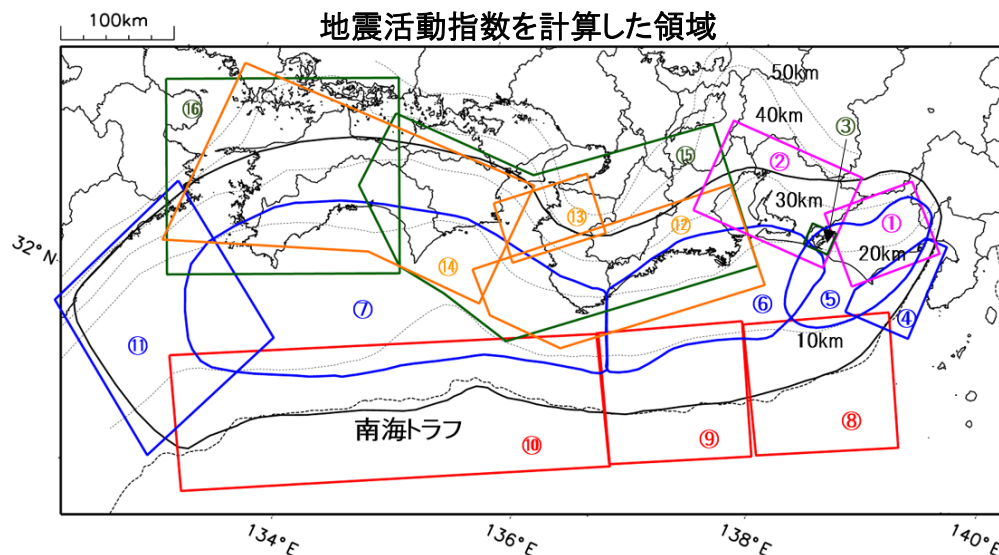
領域	①静岡県 中西部		②愛知県		③浜名湖 周辺	④駿河 湾	⑤東海	⑥南海	⑦南海
	地	プ	地	プ	プ	全	全	全	全
地震活動指数	5	4	5	2	5	5	4	2	4
平均回数	16.5	18.5	26.5	13.7	13.4	13.3	18.2	19.4	21.3
MLきい値	1.1		1.1		1.1	1.4	1.5	2.0	2.0
クラスタ 除去	距離	3km		3km		3km	10km	10km	10km
	日数	7日		7日		7日	10日	10日	10日
対象期間	60日	90日	60日	30日	360日	180日	90日	360日	90日
深さ	0~ 30km	0~ 60km	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	5	1	7	5	4	8	6	4
平均回数	12.2	14.7	20.7	22.9	41.7	30.6	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～2021年5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

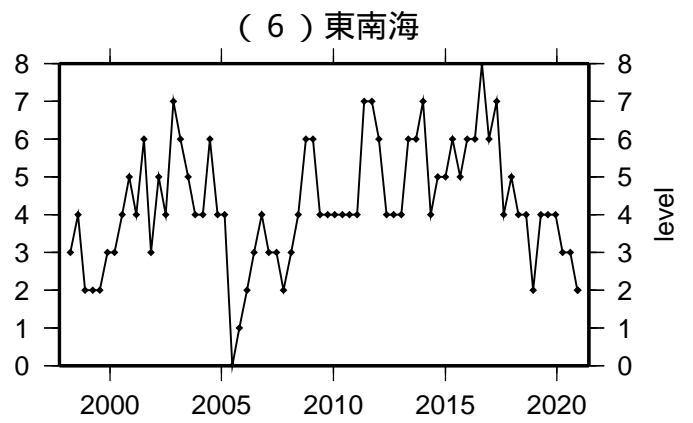
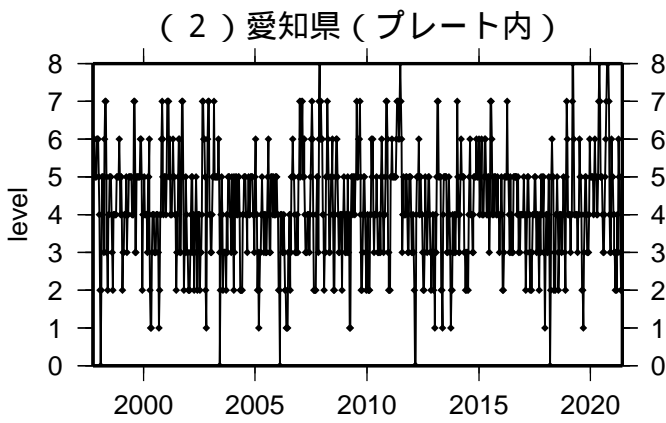
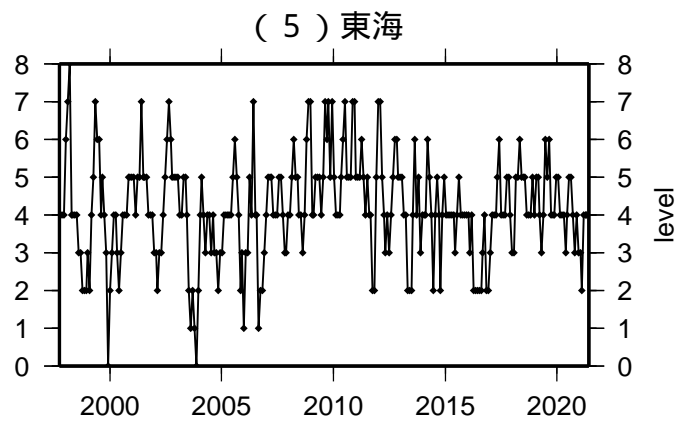
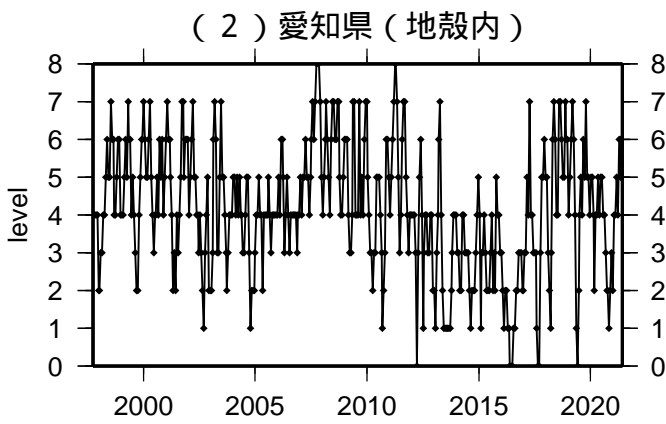
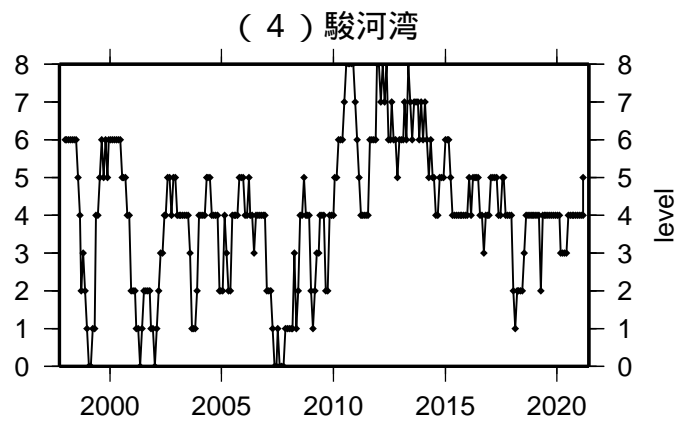
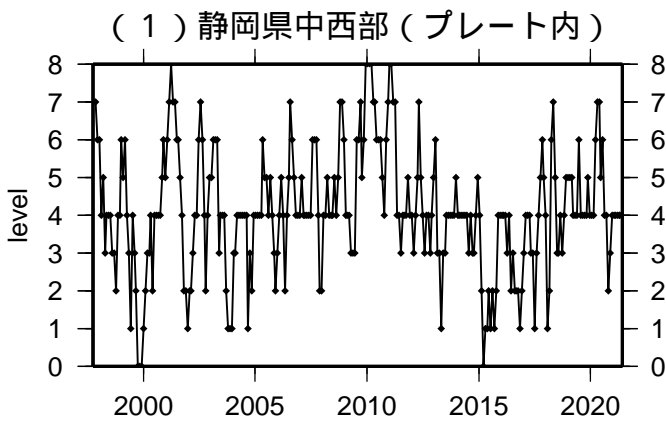
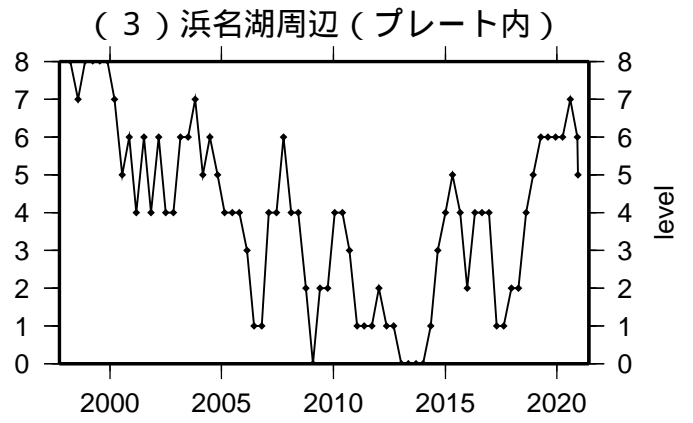
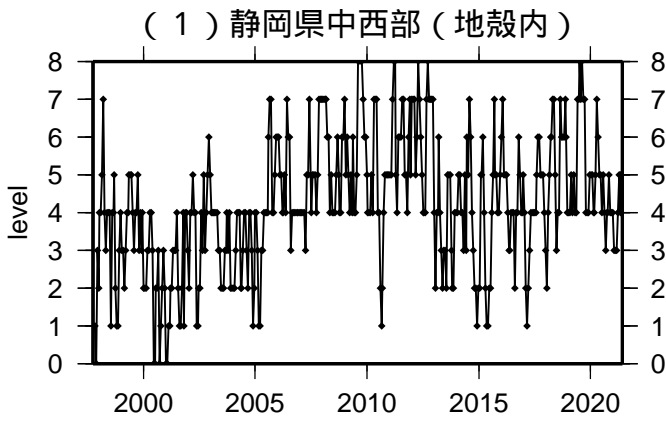
* 黒色実線は、南海トラフ巨大地震の想定震源域を示す。

* 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05月31日



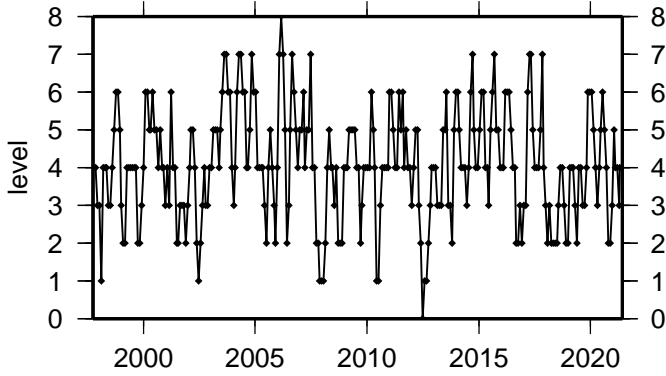
活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率 (%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数	少	←	←	←	←	←	←	←	多

気象庁作成

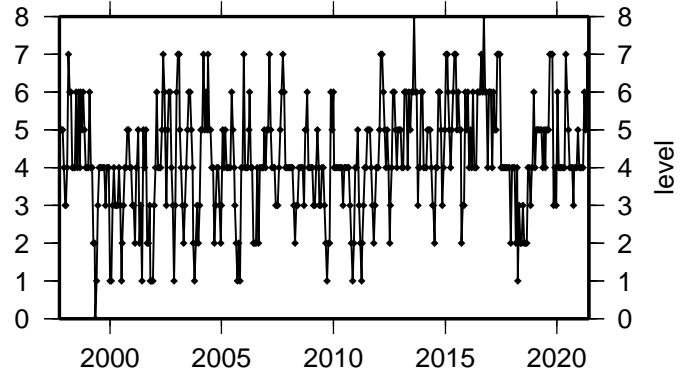
地震活動指数一覽

2021年05月31日

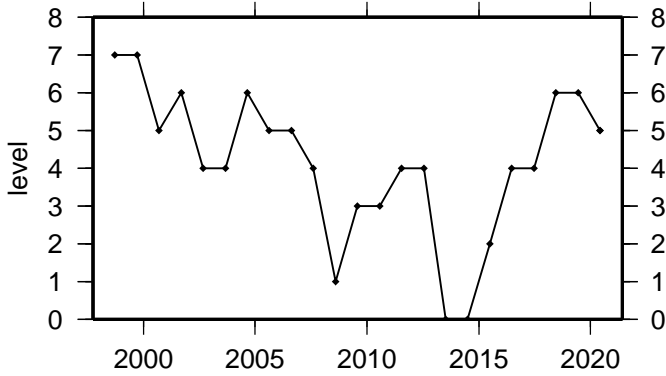
(7) 南海



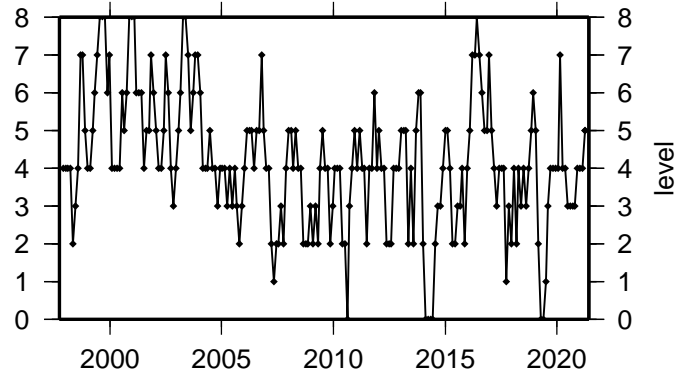
(11) 日向灘



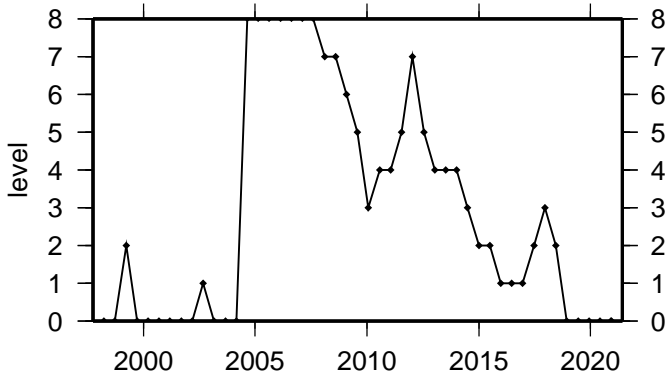
(8) 南海トラフ沿い(東側)



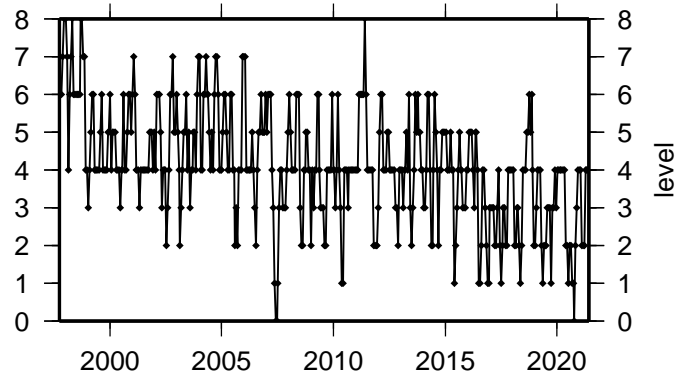
(12) 紀伊半島(地殻内)



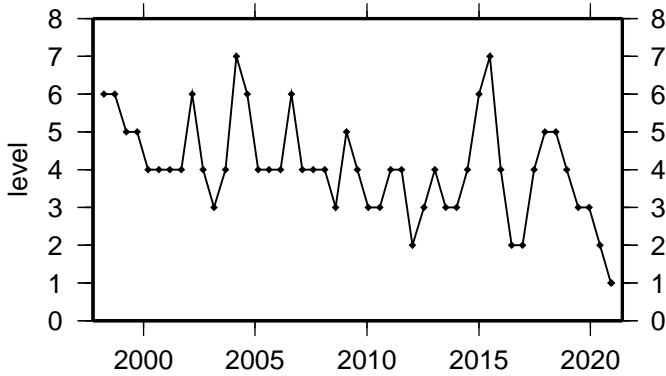
(9) 南海トラフ沿い(三重県沖)



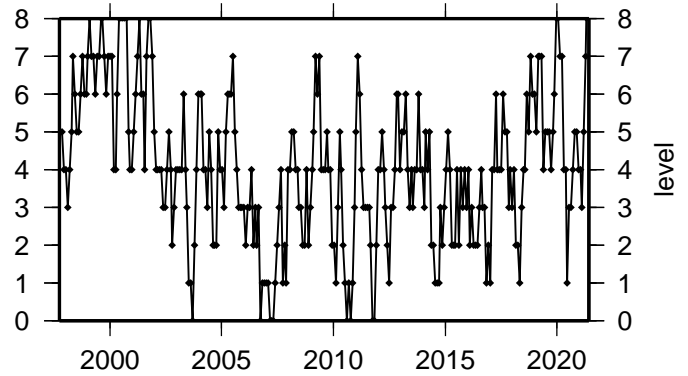
(13) 和歌山(地殻内)



(10) 南海トラフ沿い(西側)

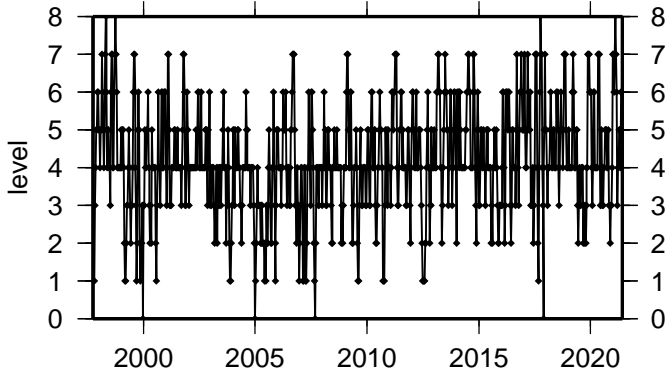


(14) 四国(地殻内)

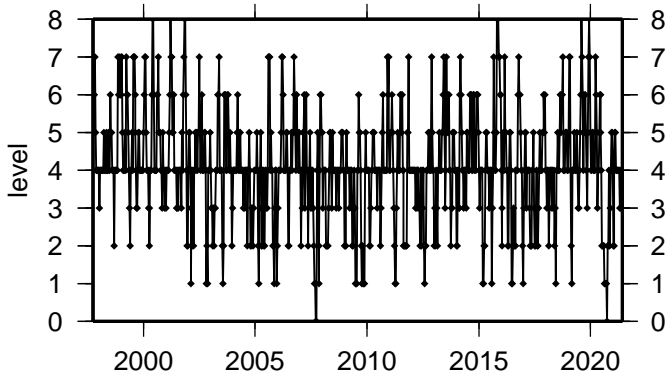


活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率(%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数	少	←	←	←	←	←	←	←	多

(1 5) 紀伊半島 (プレート内)



(1 6) 四国 (プレート内)



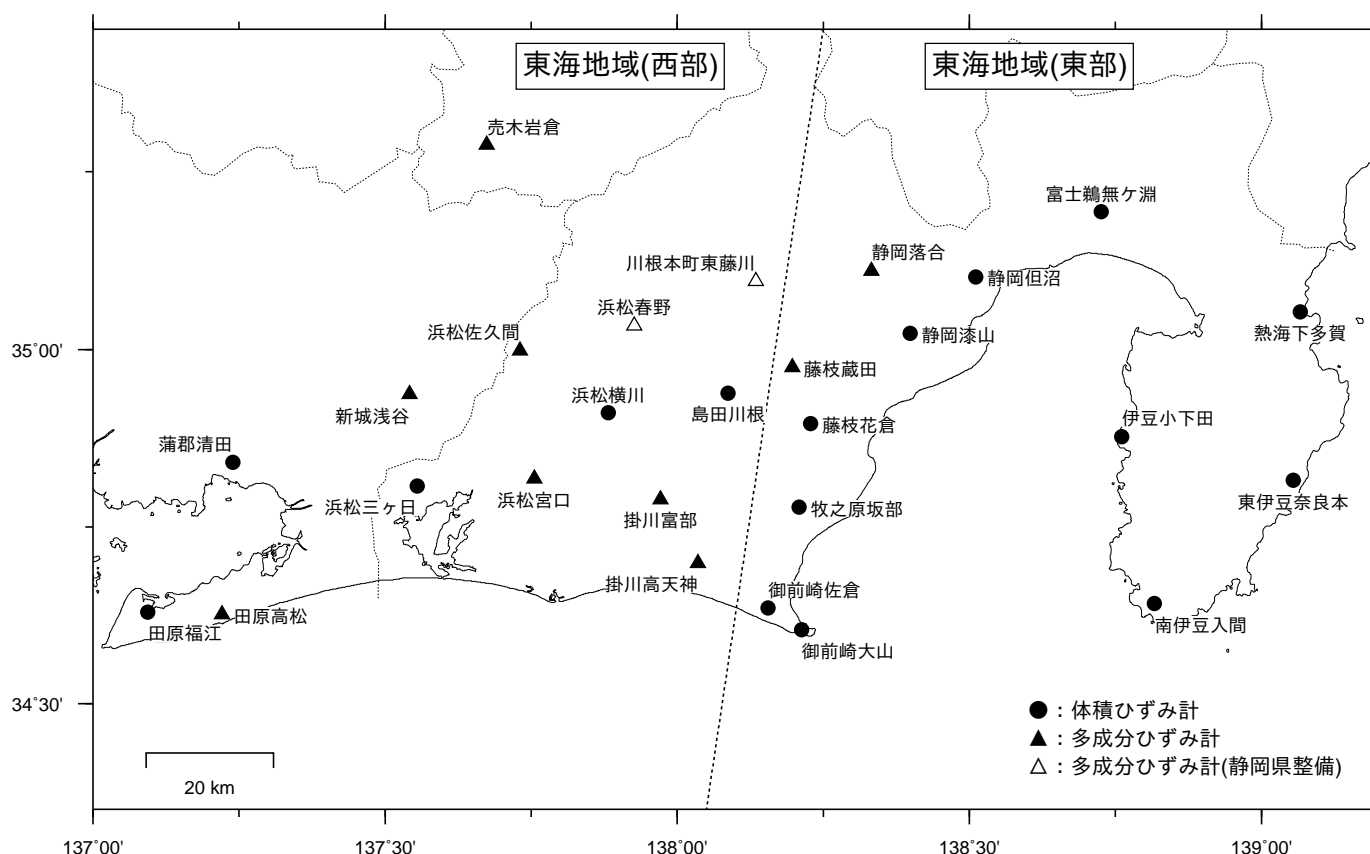
活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率 (%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数	少	← 平常		多					

ひずみ計による観測結果（2020年12月1日～2021年5月31日）

短期的ゆっくりすべりに起因すると見られる次の地殻変動がひずみ計で観測された。

- SSE1：2021年2月18日から21日にかけて観測された。（第41回評価検討会資料参照）
- SSE2：2021年2月23日から26日にかけて観測された。（第41回評価検討会資料参照）
- SSE3：2021年4月30日から5月4日にかけて観測された。（第44回評価検討会資料参照）
- SSE4：2021年5月9日から12日にかけて観測された。（第44回評価検討会資料参照）
- SSE5：2021年5月11日から14日にかけて観測された。（第44回評価検討会資料参照）
- SSE6：2021年5月22日から23日にかけて観測された。（第44回評価検討会資料参照）

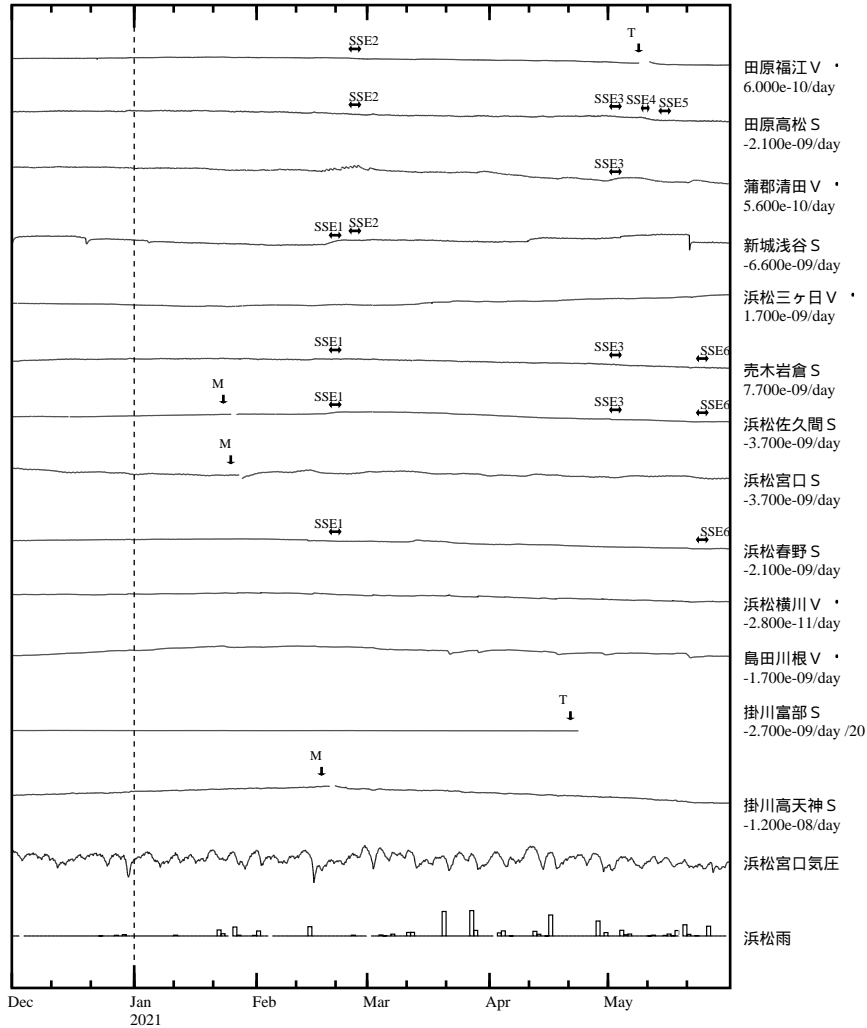
ひずみ計の配置図



※観測点名の記号Vは体積ひずみを、Sは多成分ひずみ計で観測した線ひずみより計算した面積ひずみを示す。
 ※観測点名の下の「D/day(/M)」は、一日あたりのトレンド変化量をDとして補正していること
 及び縮尺を1/M倍にして表示していることを示す。
 ※観測点名、観測成分名右側の縦棒は、平常時における24時間階差の99.9%タイル値を示す。
 ※多成分ひずみ計成分名の()内は測定方位、[]内は面積ひずみ計算に用いた成分を示す。
 ※多成分ひずみ計の最大剪断ひずみ、面積ひずみ及び主軸方向は、広域のひずみに換算して算出している。

東海地域（西部） ひずみ変化 時間値

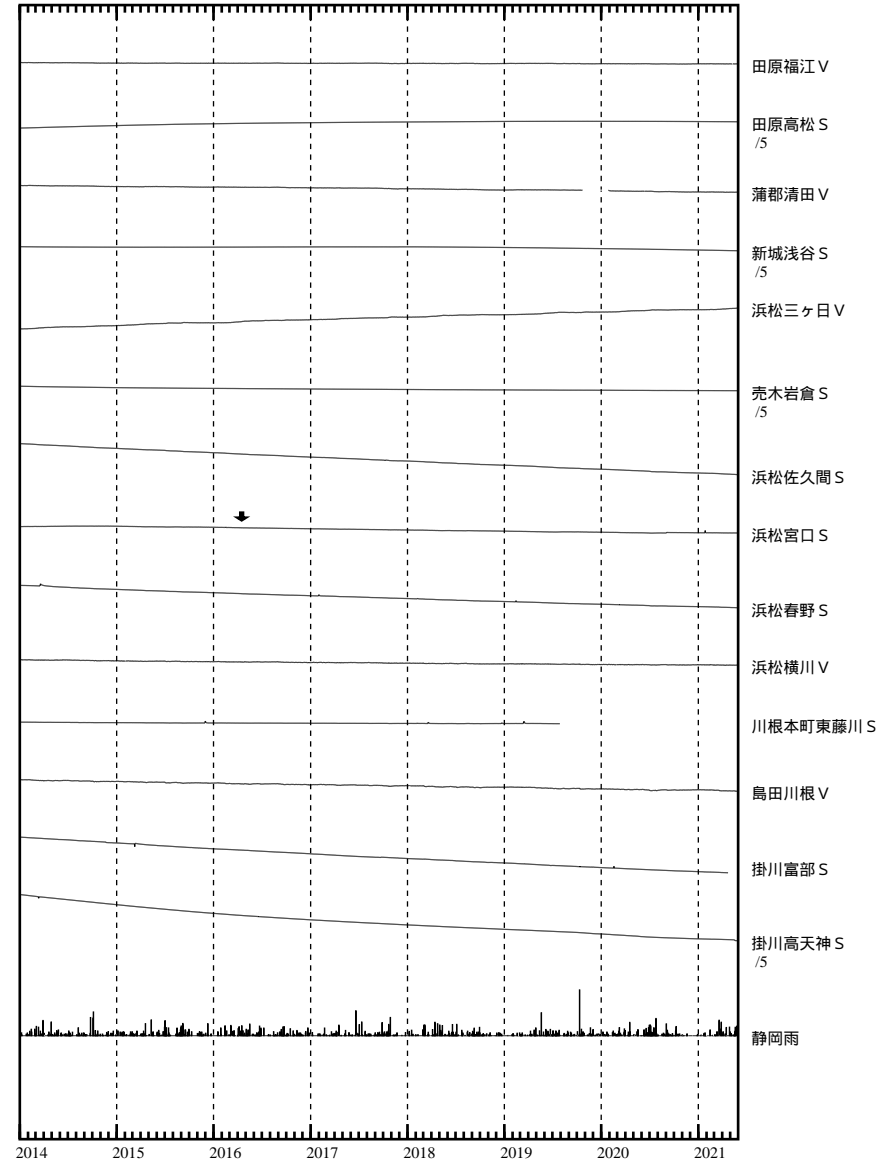
・気圧、潮汐、降水、地磁気（面積ひずみ）補正データ



- SSE1 : 短期的ゆっくりすべり 2021.02.18-02.21
- SSE2 : 短期的ゆっくりすべり 2021.02.23-02.26
- SSE3 : 短期的ゆっくりすべり 2021.04.30-05.04
- SSE4 : 短期的ゆっくりすべり 2021.05.09-05.12
- SSE5 : 短期的ゆっくりすべり 2021.05.13-05.14
- SSE6 : 短期的ゆっくりすべり 2021.05.22-05.23

- C : 地震に伴うステップ状の変化
- L : 局所的な変化
- S : 例年見られる変化
- M : 調整
- T : 障害

東海地域（西部） ひずみ変化 日値

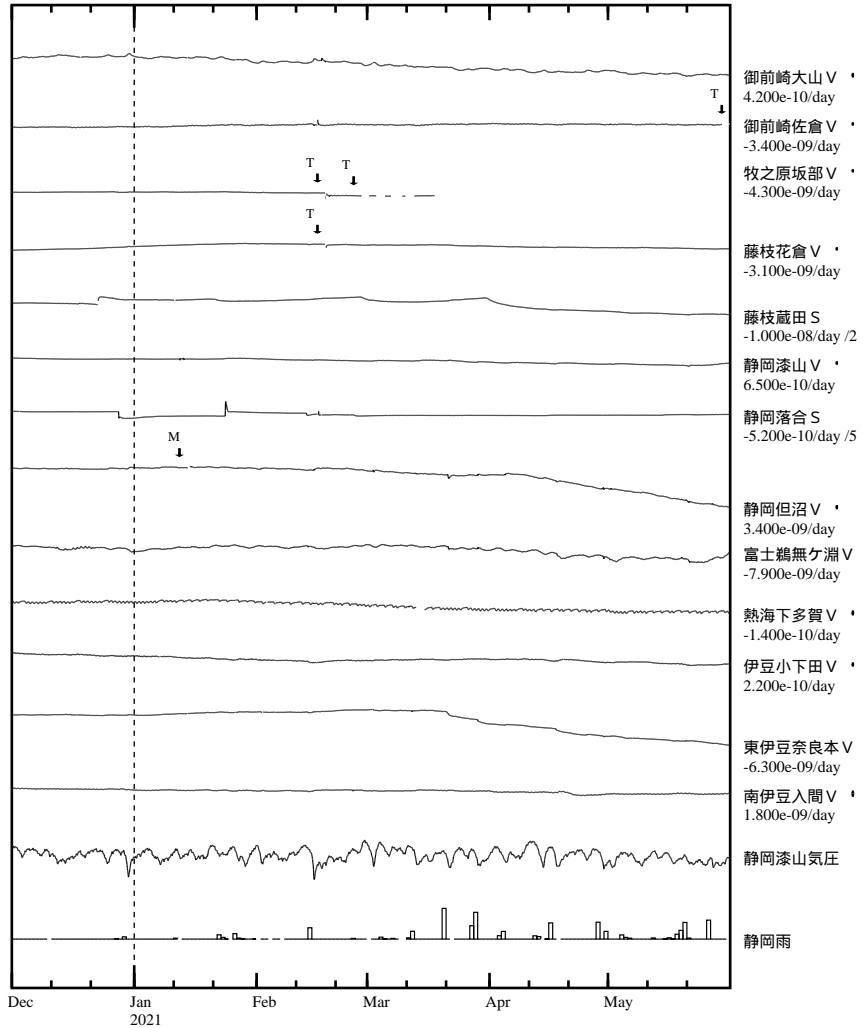


面積ひずみは、地震に伴うステップ状の変化を除去して計算している。

東海地域（東部） ひずみ変化 時間値

・気圧，潮汐，降水，地磁気（面積ひずみ）補正データ

Exp.
↑ 300 nstrain
30 hPa
100 mm/day

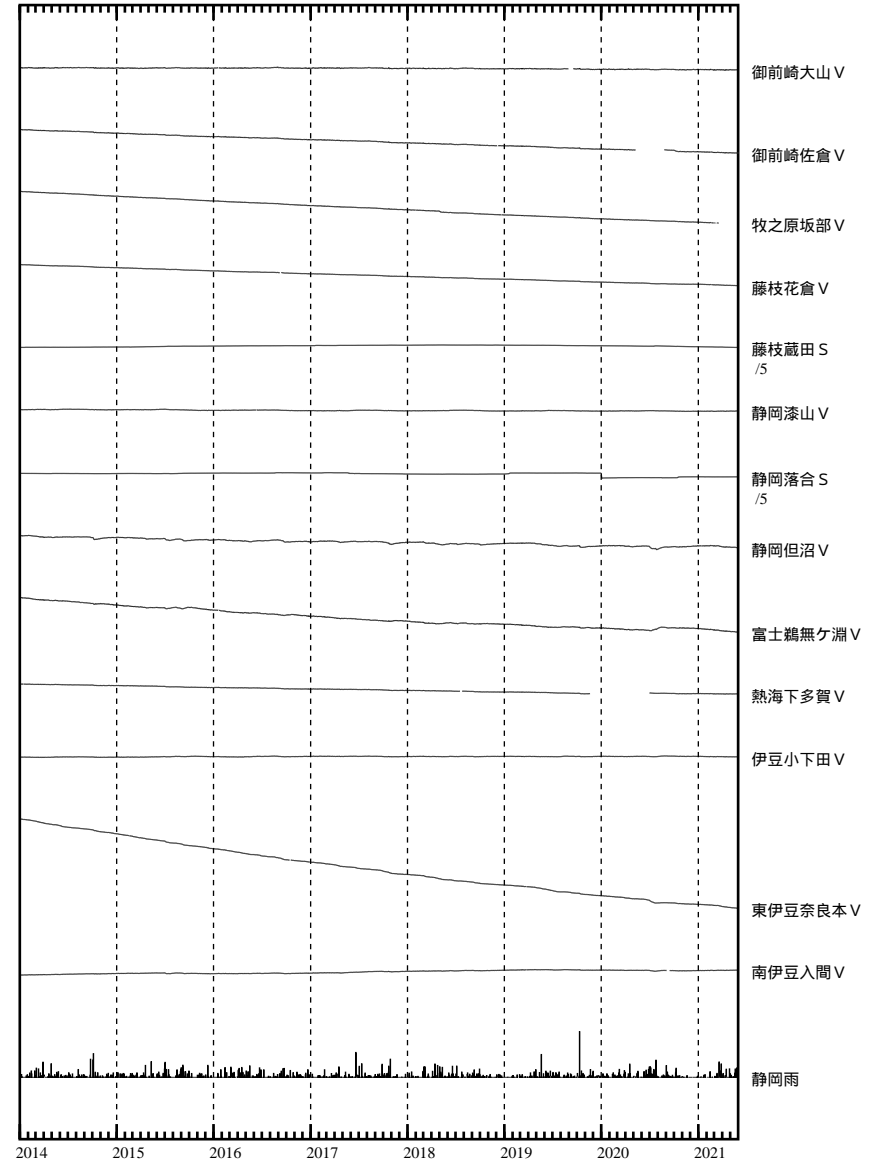


・特記事項なし。

- C : 地震に伴うステップ状の変化
- L : 局所的な変化
- S : 例年見られる変化
- M : 調整
- T : 障害

東海地域（東部） ひずみ変化 日値

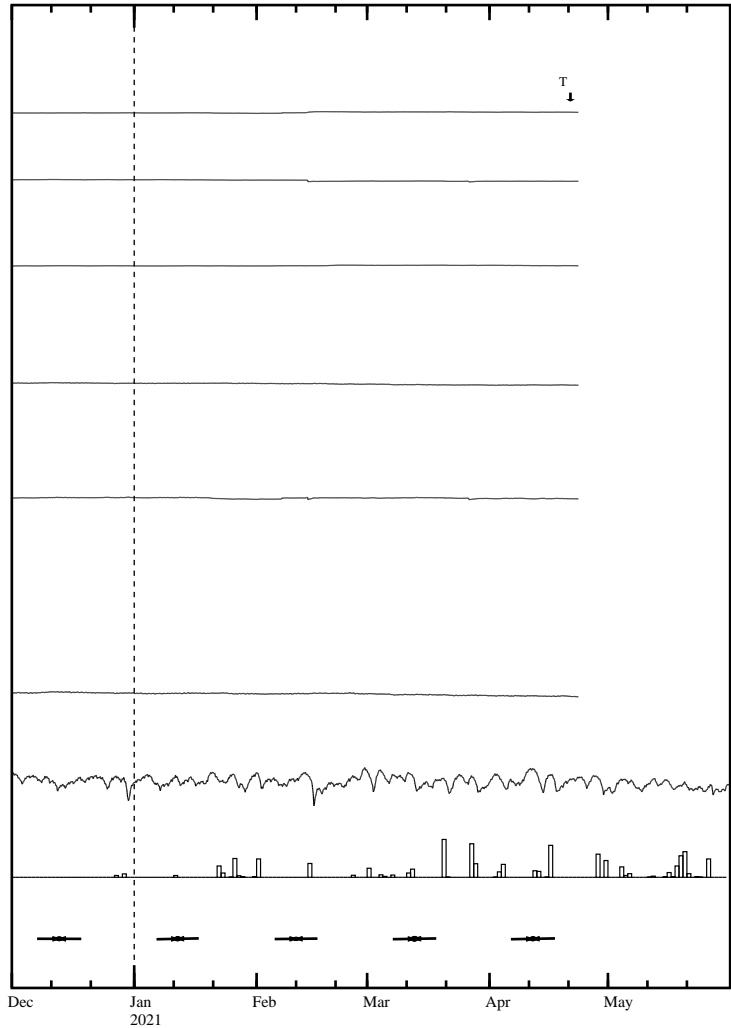
Exp.
↑ 10000 nstrain
200 mm



面積ひずみは，地震に伴うステップ状の変化を除去して計算している。

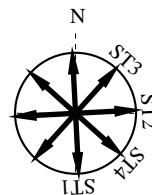
掛川富部 ひずみ変化 時間値

・気圧、潮汐、降水、地磁気補正データ



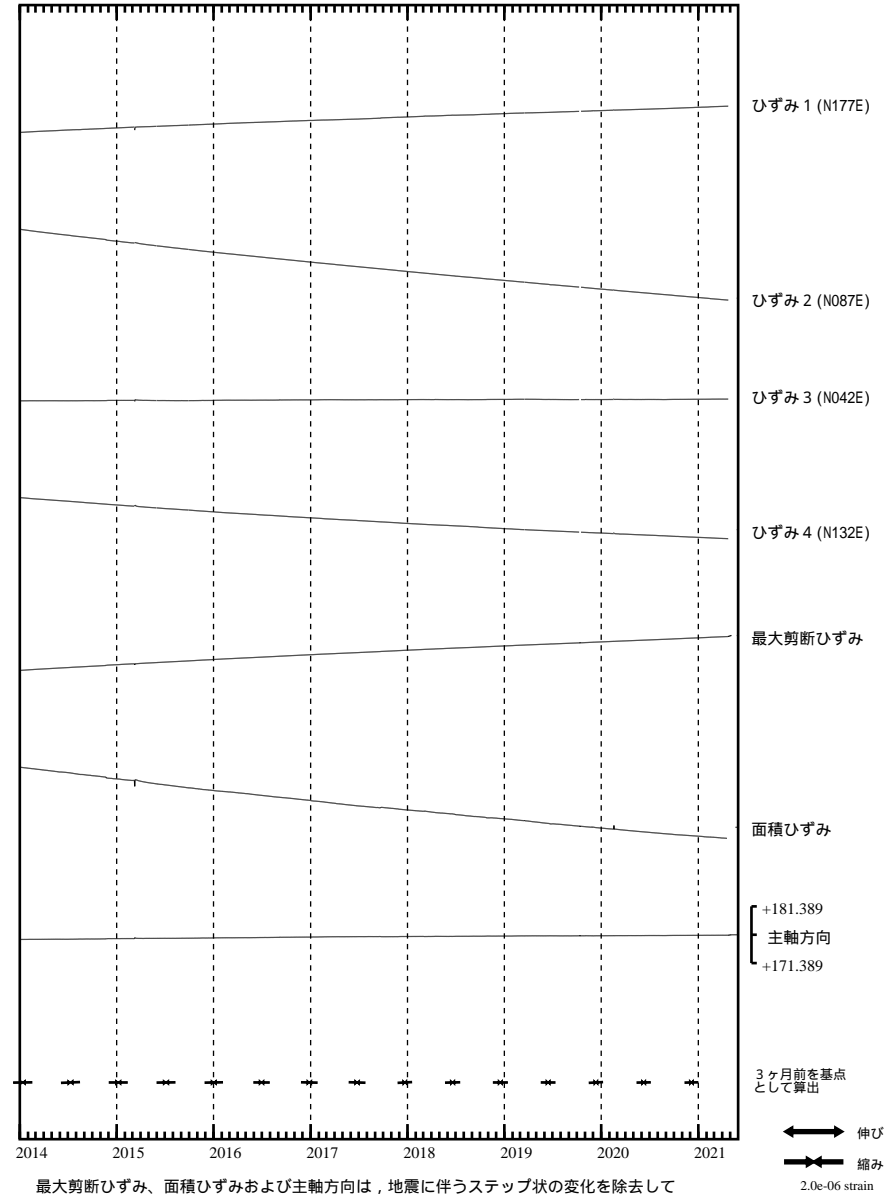
・特記事項なし。

- C : 地震に伴うステップ状の変化
- L : 局所的な変化
- S : 例年見られる変化
- M : 調整
- T : 障害

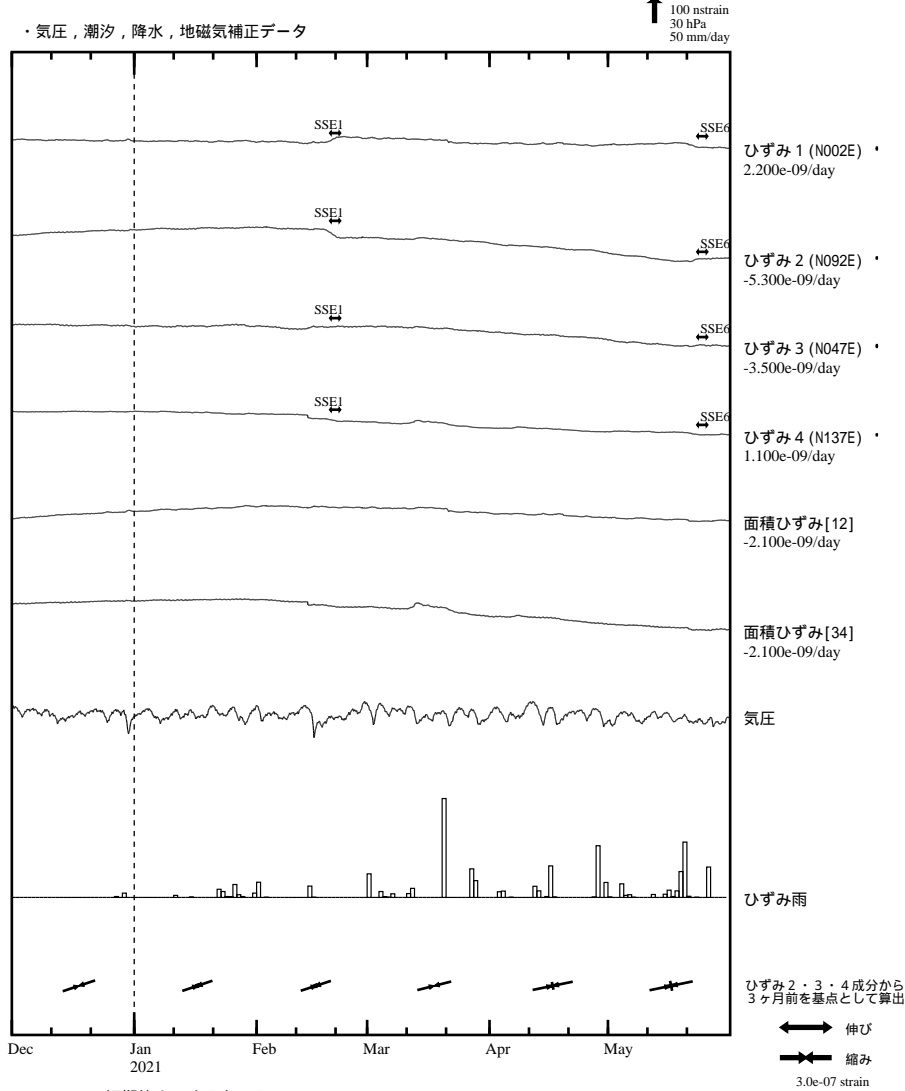


掛川富部 ひずみ変化 日値

・最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は
ひずみ 1・2・3 の各方向成分から1999年7月1日を基点として算出

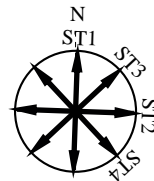


浜松春野 ひずみ変化 時間値

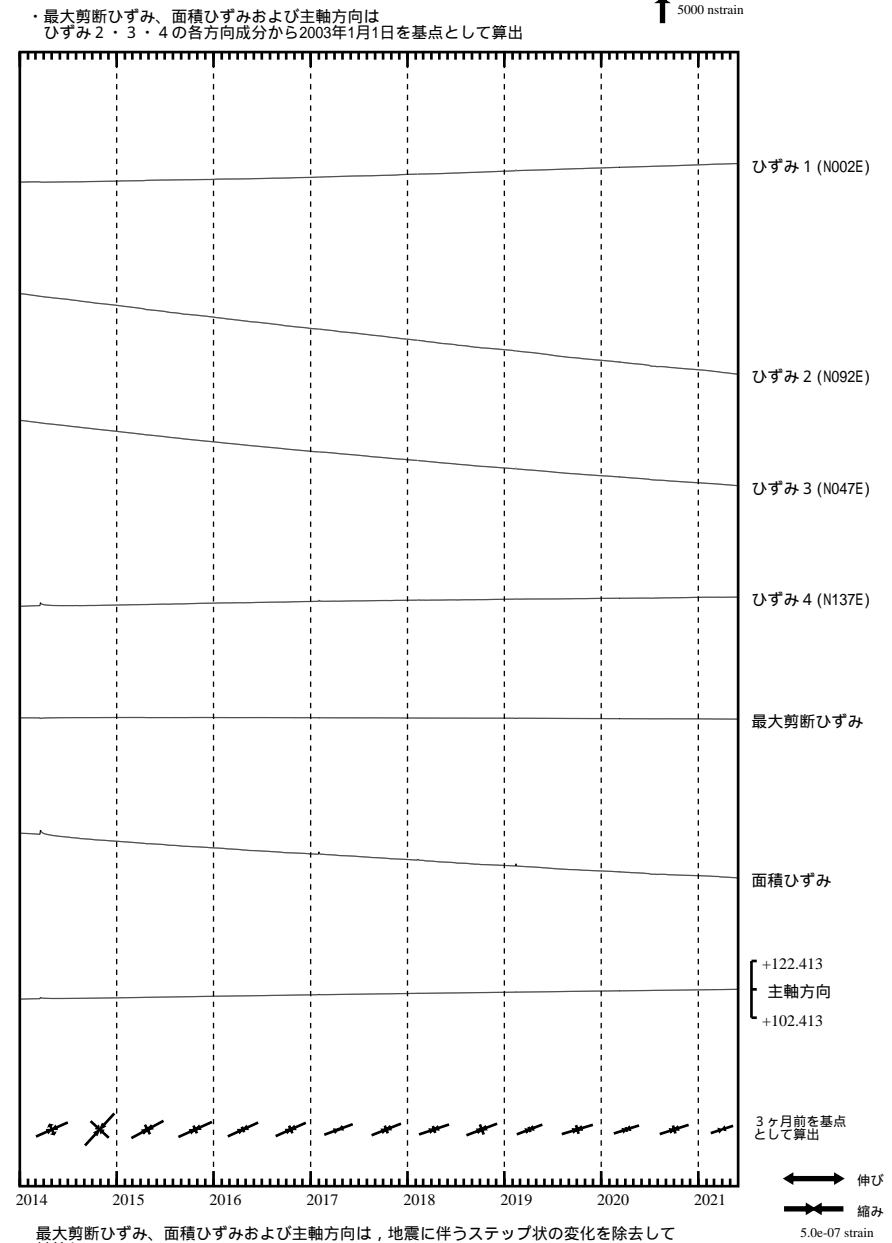


SSE1 : 短期的ゆっくりすべり 2021.02.18-02.21
SSE6 : 短期的ゆっくりすべり 2021.05.22-05.23

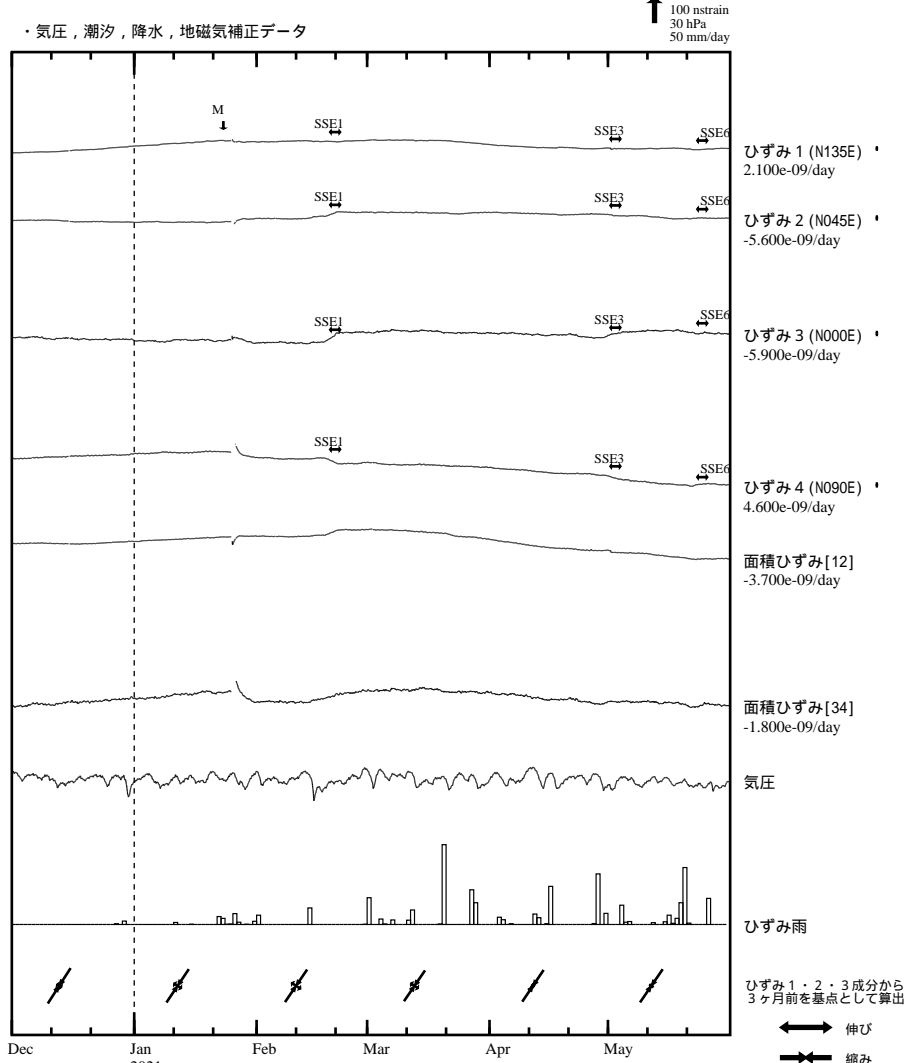
C : 地震に伴うステップ状の変化
L : 局所的な変化
S : 例年見られる変化
M : 調整
T : 障害



浜松春野 ひずみ変化 日値

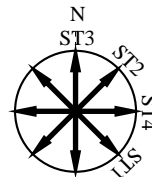


浜松佐久間 ひずみ変化 時間値

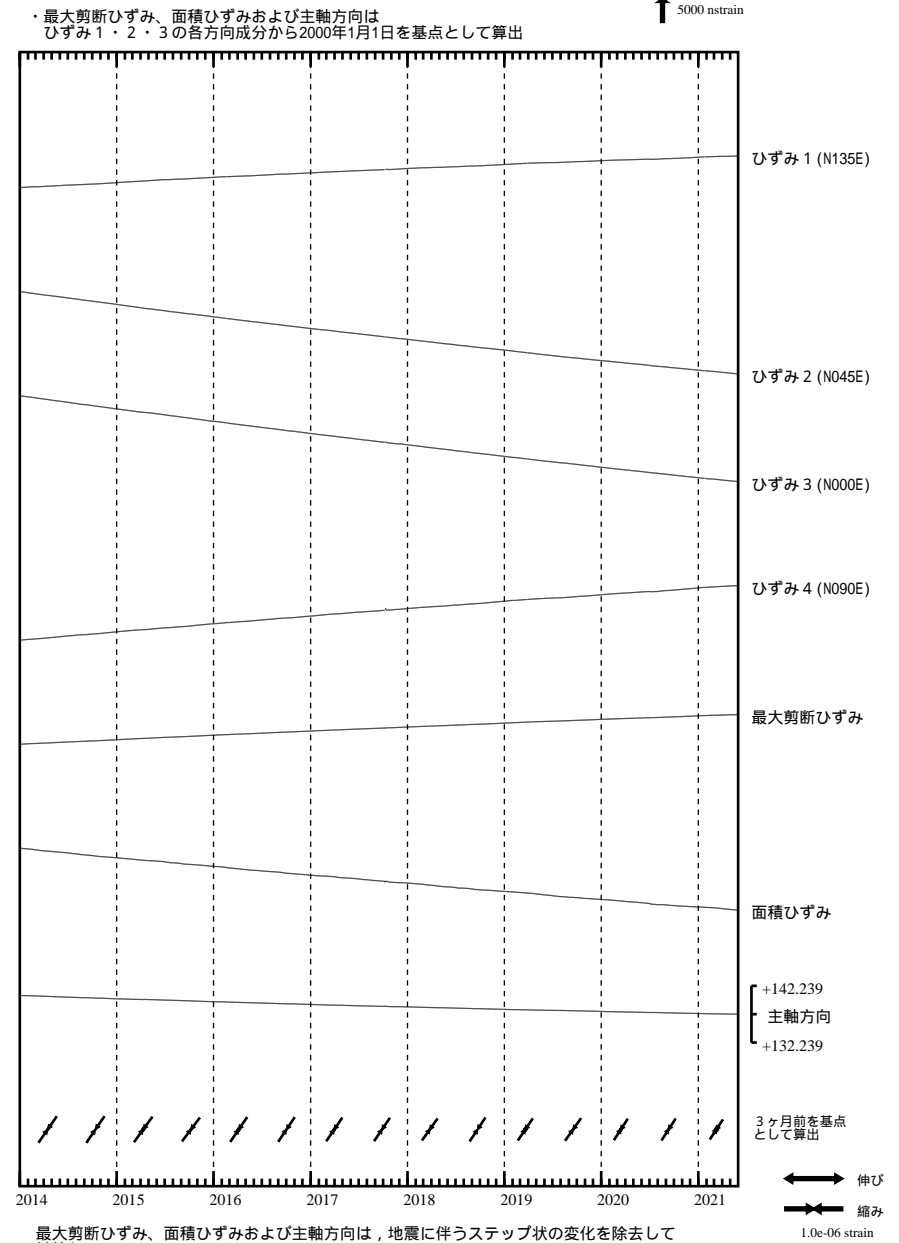


SSE1 : 短期的ゆっくりすべり 2021.02.18-02.21
SSE3 : 短期的ゆっくりすべり 2021.04.30-05.04
SSE6 : 短期的ゆっくりすべり 2021.05.22-05.23

C : 地震に伴うステップ状の変化
L : 局所的な変化
S : 例年見られる変化
M : 調整
T : 障害



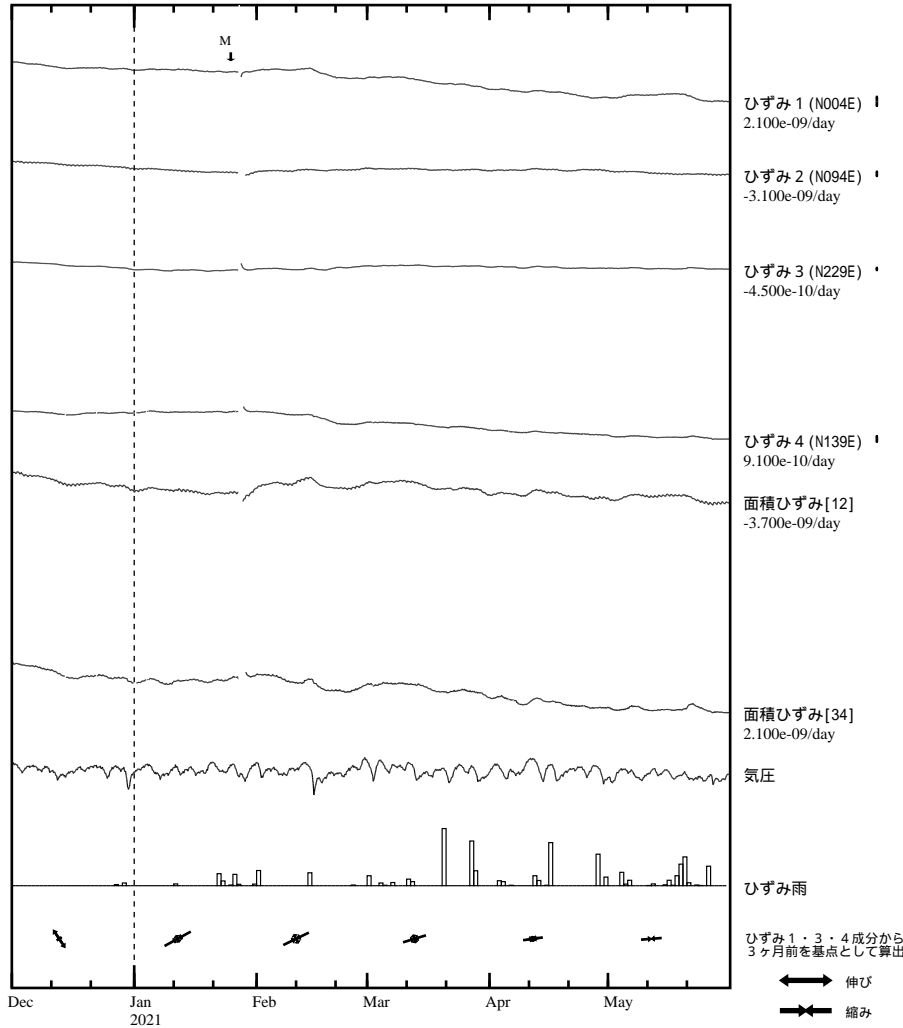
浜松佐久間 ひずみ変化 日値



浜松宮口 ひずみ変化 時間値

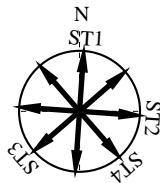
・気圧，潮汐，降水，地磁気補正データ

Exp. ↑ 100 nstrain
30 hPa
50 mm/day



・特記事項なし。

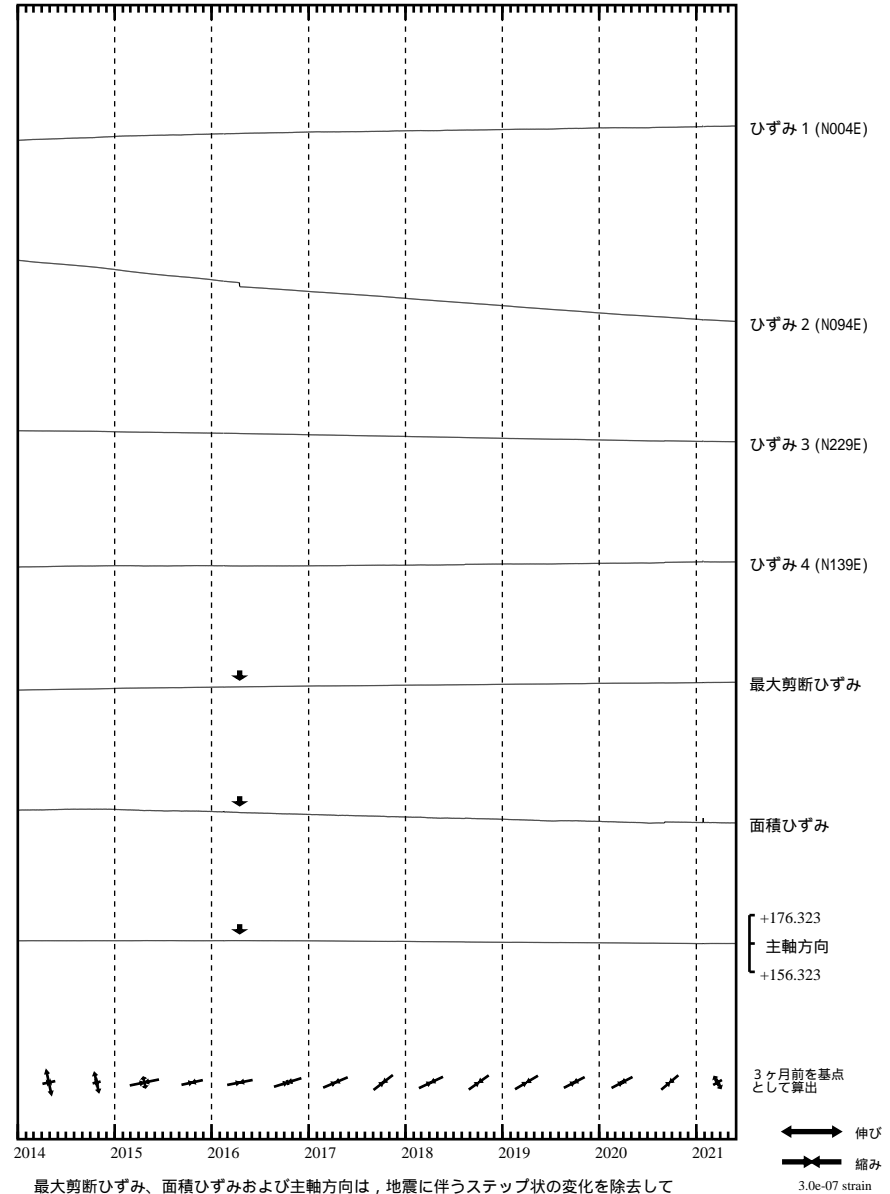
- C : 地震に伴うステップ状の変化
- L : 局所的な変化
- S : 例年見られる変化
- M : 調整
- T : 障害



浜松宮口 ひずみ変化 日値

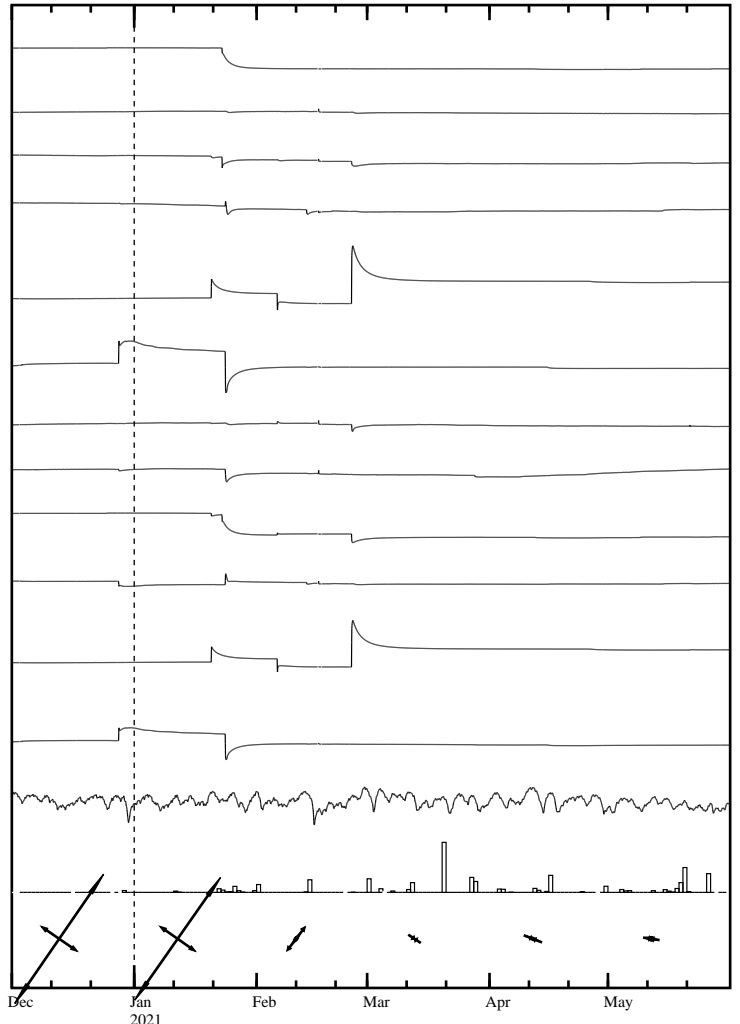
・最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は
ひずみ 1・3・4 の各方向成分から2002年7月1日を基点として算出

Exp. ↑ 5000 nstrain



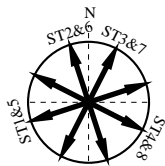
静岡落合 ひずみ変化 時間値

・気圧、潮汐、降水、地磁気補正データ



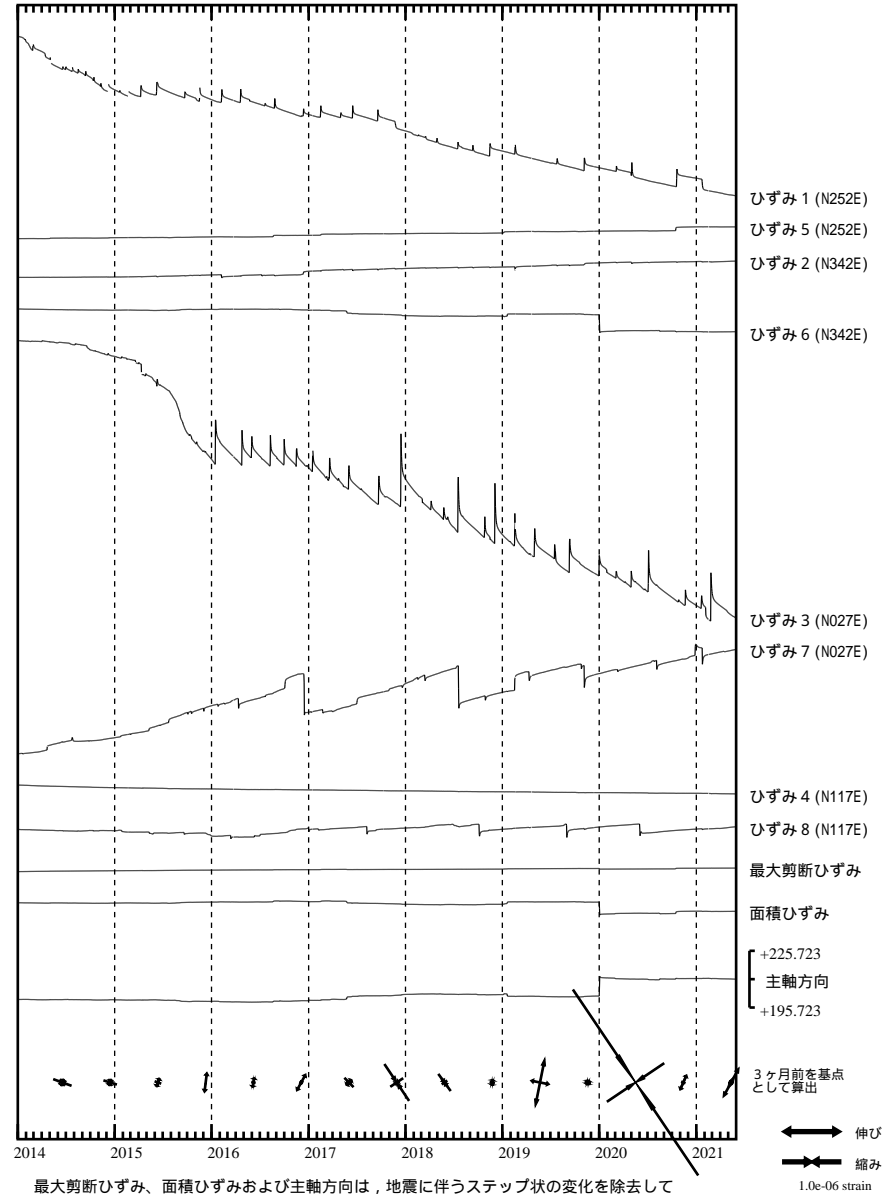
・特記事項なし。

- C : 地震に伴うステップ状の変化
- L : 局所的な変化
- S : 例年見られる変化
- M : 調整
- T : 障害



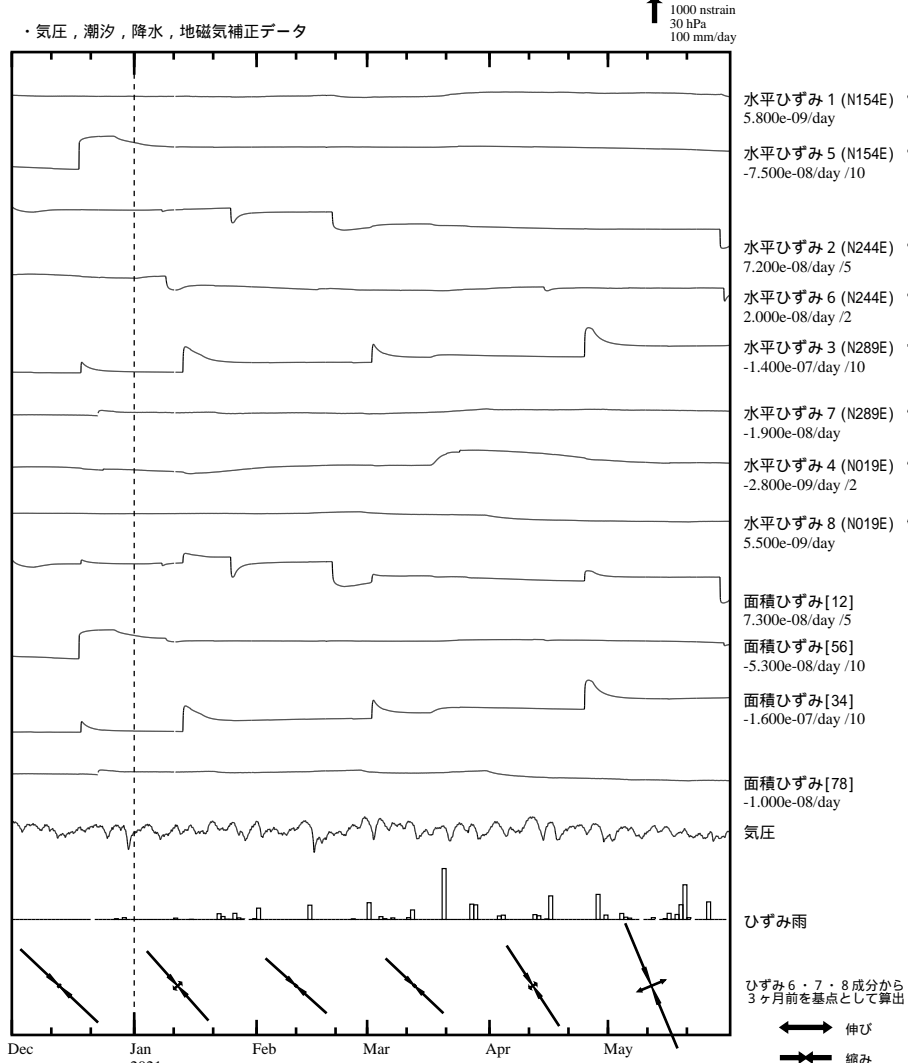
静岡落合 ひずみ変化 日値

・最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は
ひずみ5・6・4の各方向成分から2012年1月1日を基点として算出



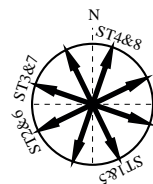
最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は、地震に伴うステップ状の変化を除去して計算している。

藤枝蔵田 ひずみ変化 時間値

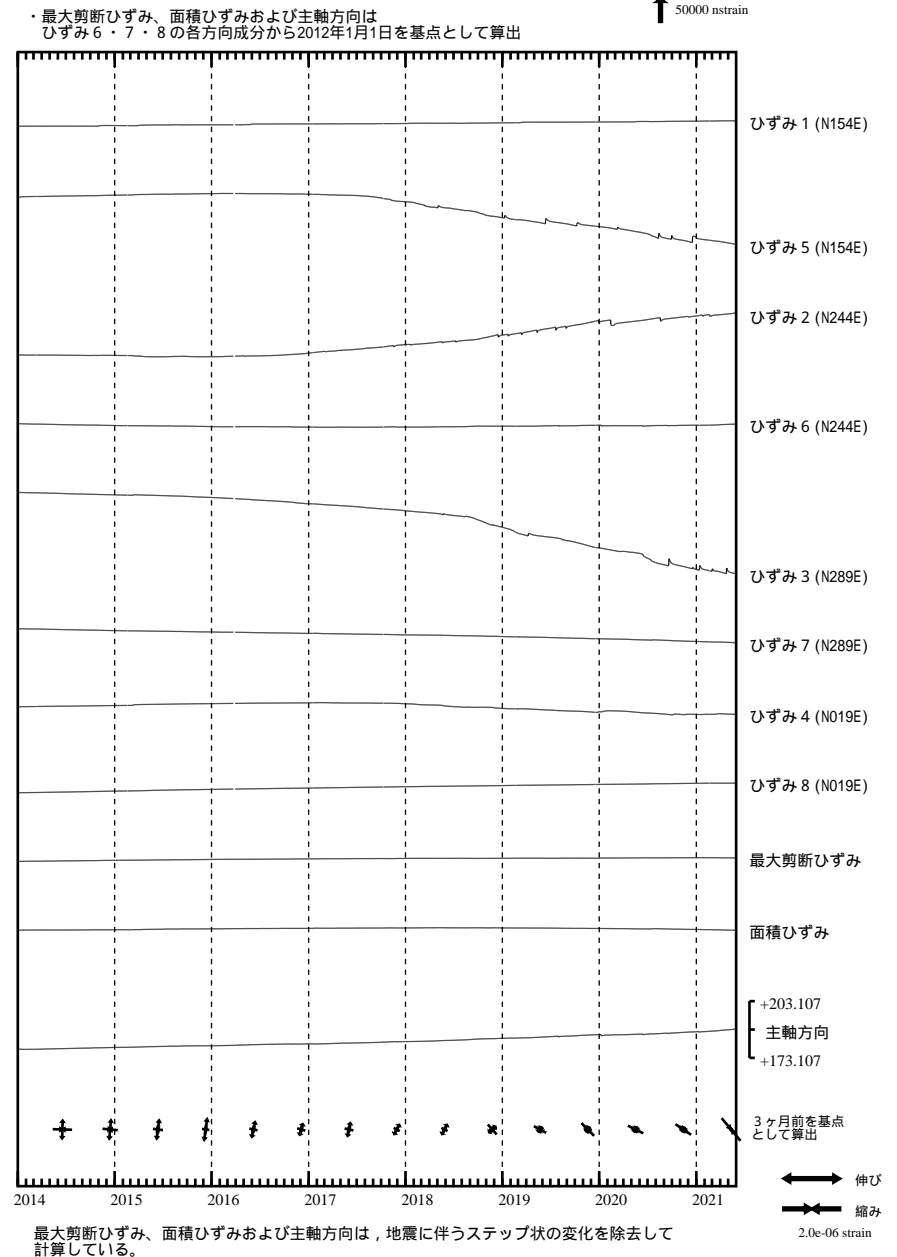


・特記事項なし。

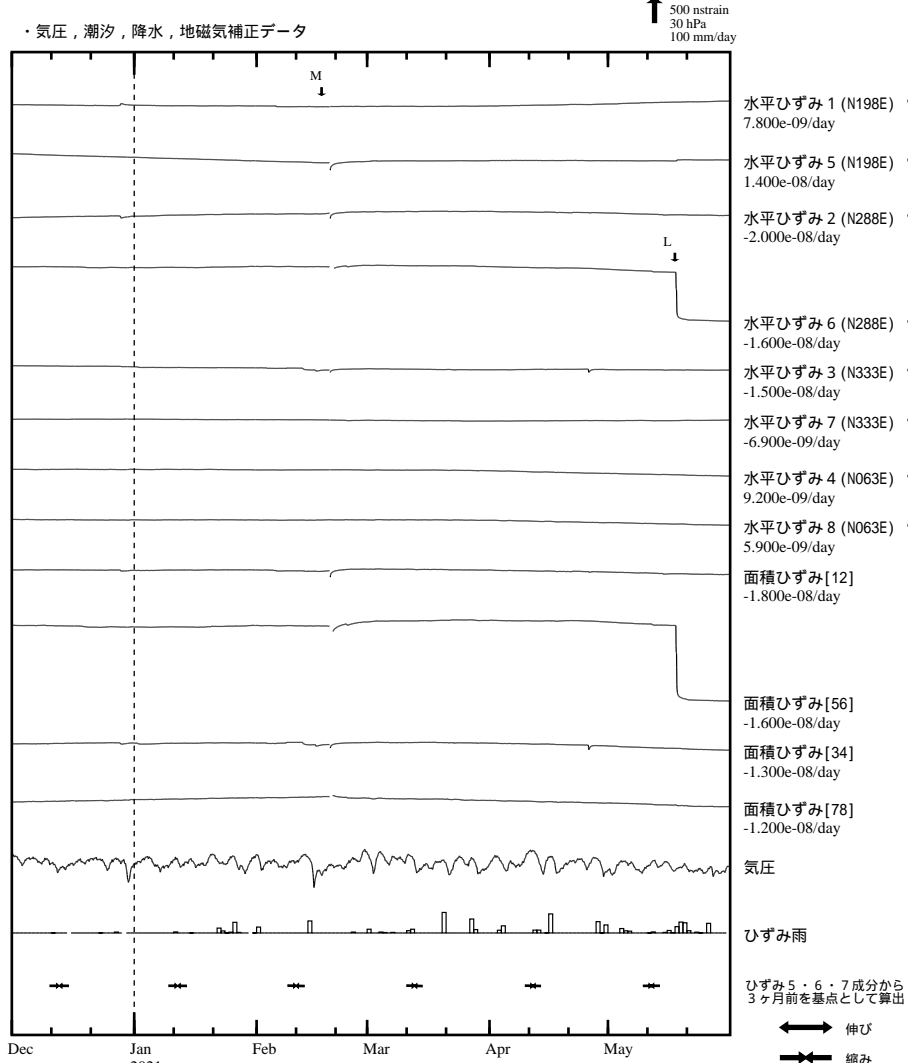
- C : 地震に伴うステップ状の変化
- L : 局所的な変化
- S : 例年見られる変化
- M : 調整
- T : 障害



藤枝蔵田 ひずみ変化 日値



掛川高天神 ひずみ変化 時間値

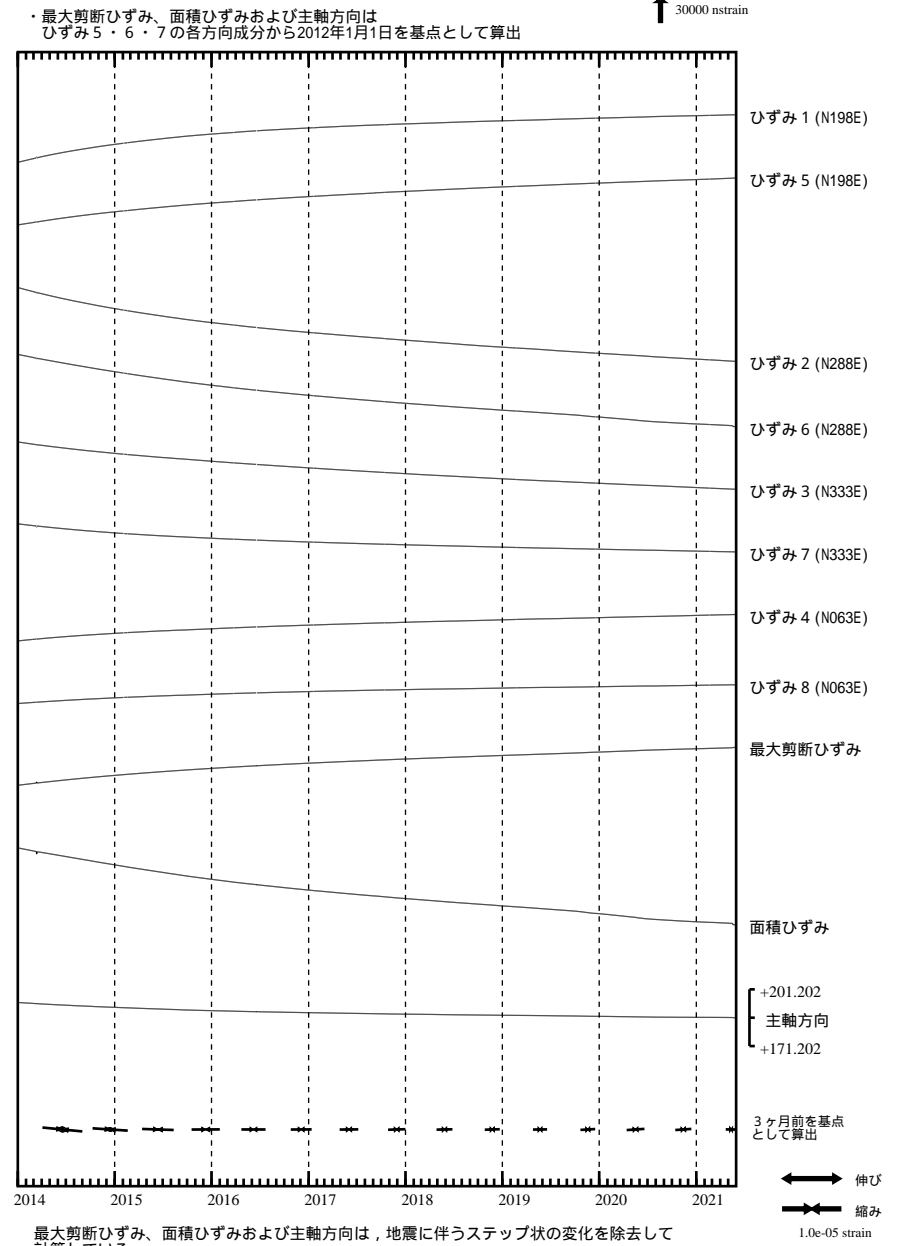


・特記事項なし。

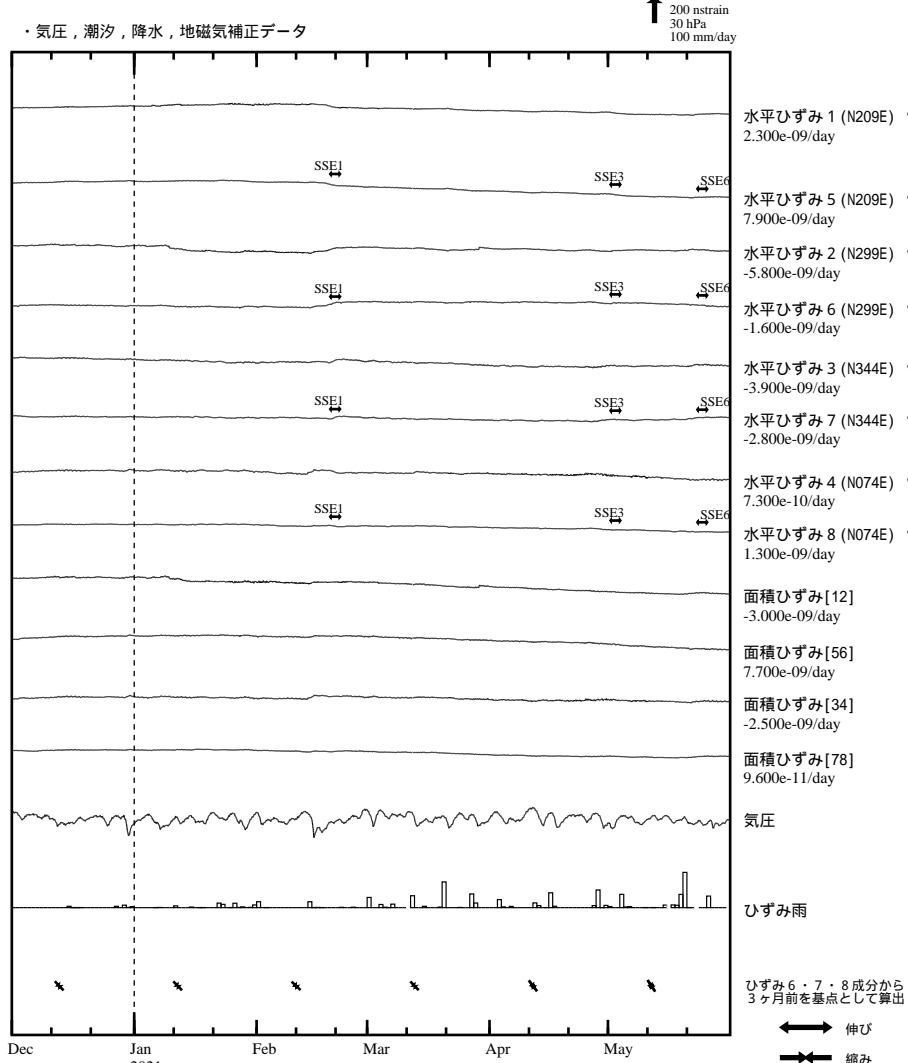
- C : 地震に伴うステップ状の変化
- L : 局所的な変化
- S : 例年見られる変化
- M : 調整
- T : 障害



掛川高天神 ひずみ変化 日値

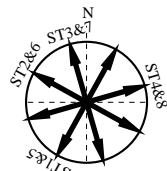


売木岩倉 ひずみ変化 時間値

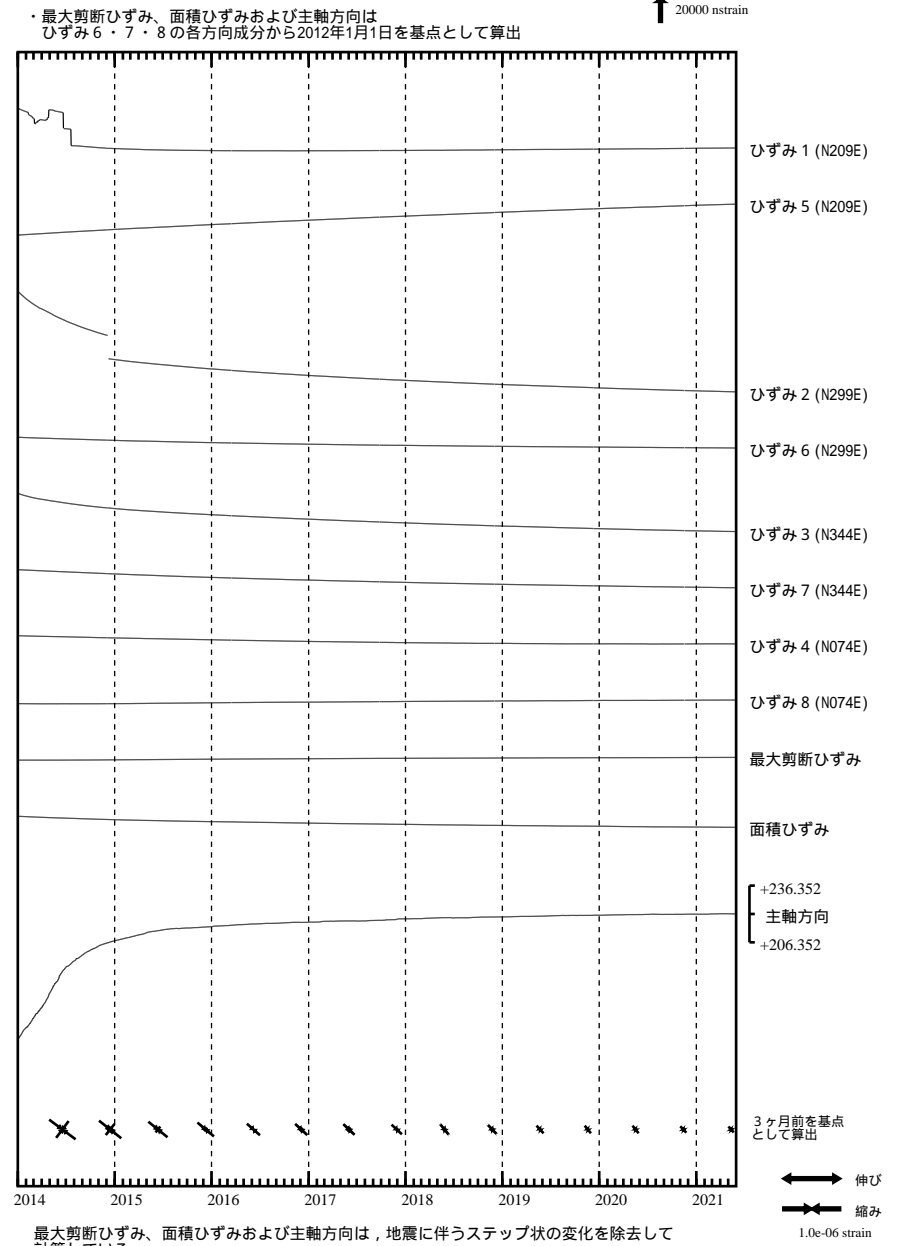


SSE1 : 短期的ゆっくりすべり 2021.02.18-02.21
SSE3 : 短期的ゆっくりすべり 2021.04.30-05.04
SSE6 : 短期的ゆっくりすべり 2021.05.22-05.23

C : 地震に伴うステップ状の変化
L : 局所的な変化
S : 例年見られる変化
M : 調整
T : 障害

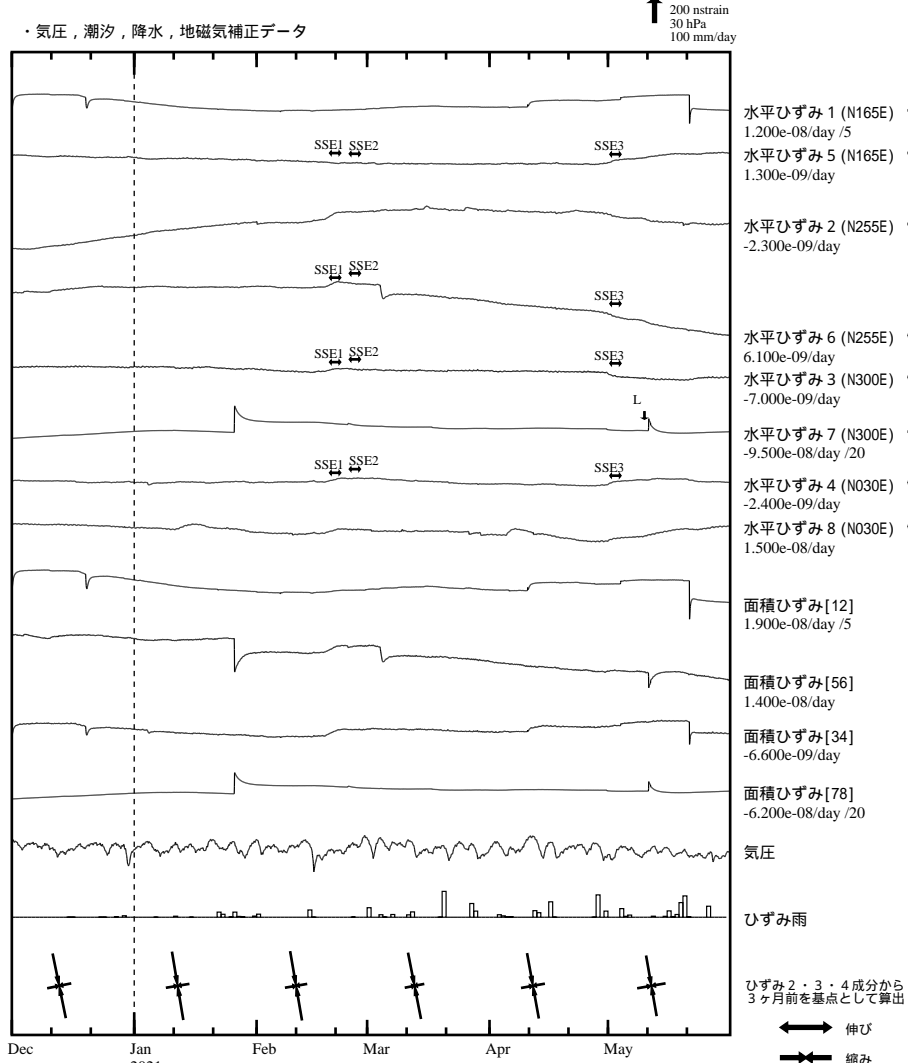


売木岩倉 ひずみ変化 日値



最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は、地震に伴うステップ状の変化を除去して計算している。

新城浅谷 ひずみ変化 時間値

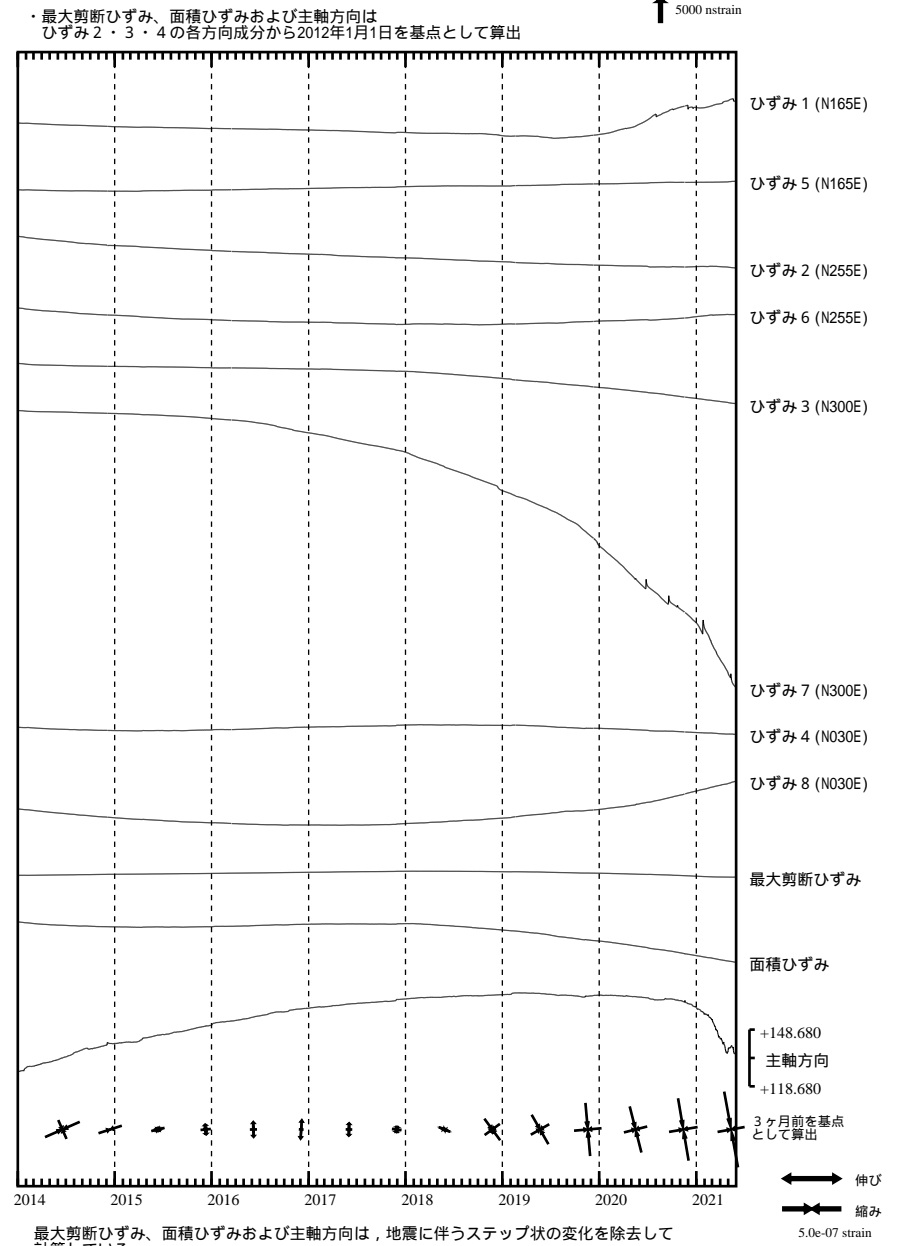


SSE1 : 短期的ゆっくりすべり 2021.02.18-02.21
SSE2 : 短期的ゆっくりすべり 2021.02.23-02.26
SSE3 : 短期的ゆっくりすべり 2021.04.30-05.04

C : 地震に伴うステップ状の変化
L : 局所的な変化
S : 例年見られる変化
M : 調整
T : 障害

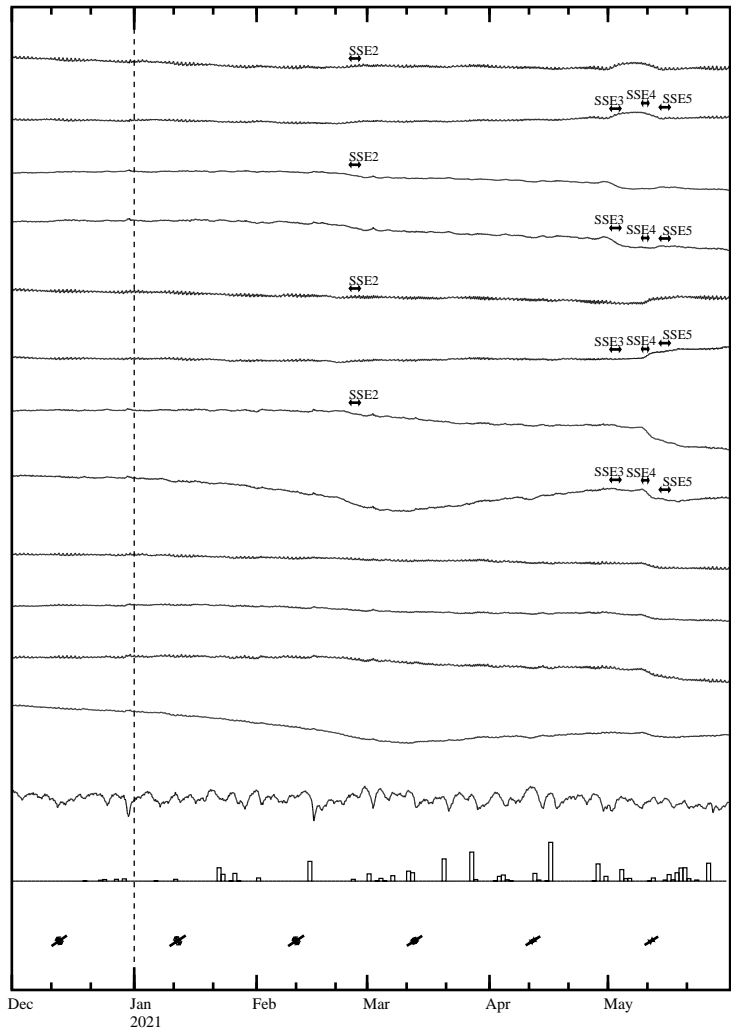


新城浅谷 ひずみ変化 日値



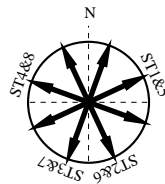
田原高松 ひずみ変化 時間値

・気圧、潮汐、降水、地磁気補正データ



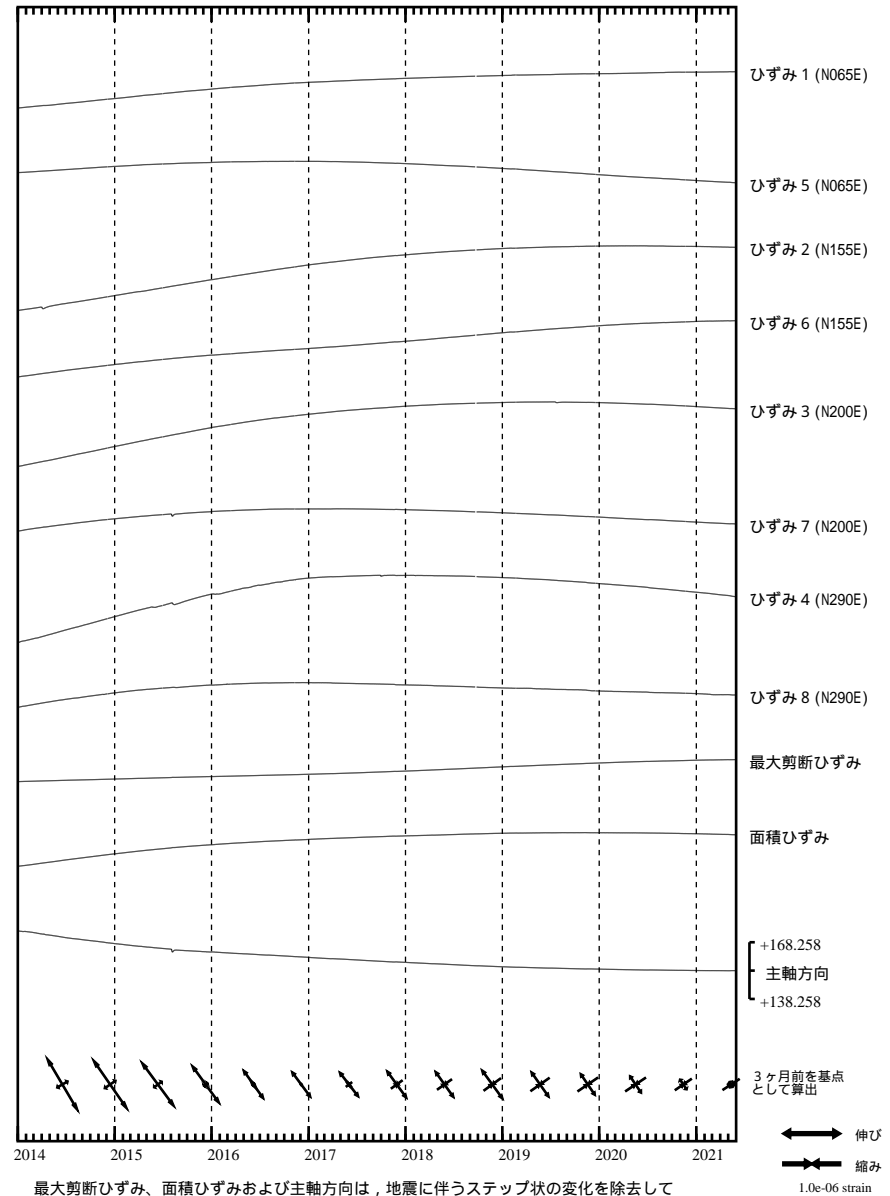
- SSE2 : 短期的ゆっくりすべり 2021.02.23-02.26
- SSE3 : 短期的ゆっくりすべり 2021.04.30-05.04
- SSE4 : 短期的ゆっくりすべり 2021.05.09-05.12
- SSE5 : 短期的ゆっくりすべり 2021.05.13-05.14

- C : 地震に伴うステップ状の変化
- L : 局所的な変化
- S : 例年見られる変化
- M : 調整
- T : 障害



田原高松 ひずみ変化 日値

・最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は
ひずみ5・6・7の各方向成分から2012年1月1日を基点として算出

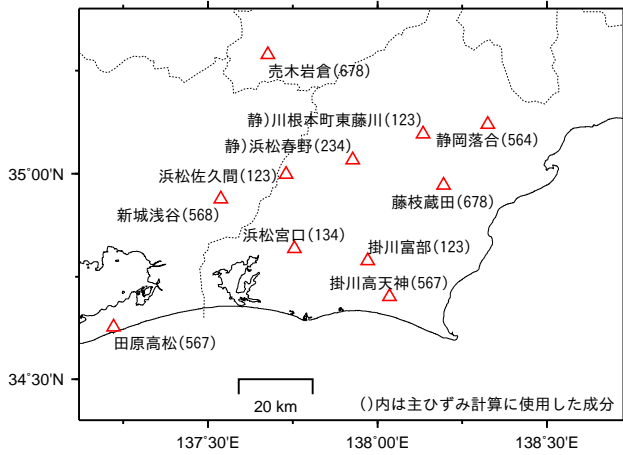


最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は、地震に伴うステップ状の変化を除去して計算している。

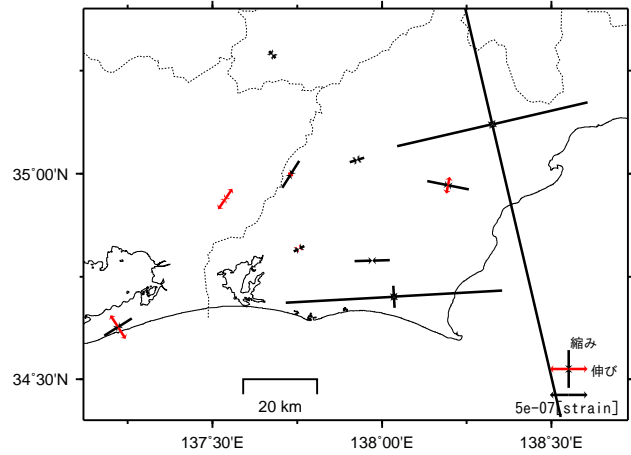
多成分ひずみ計日値による主ひずみ解析結果

(90日間の変化量から算出)

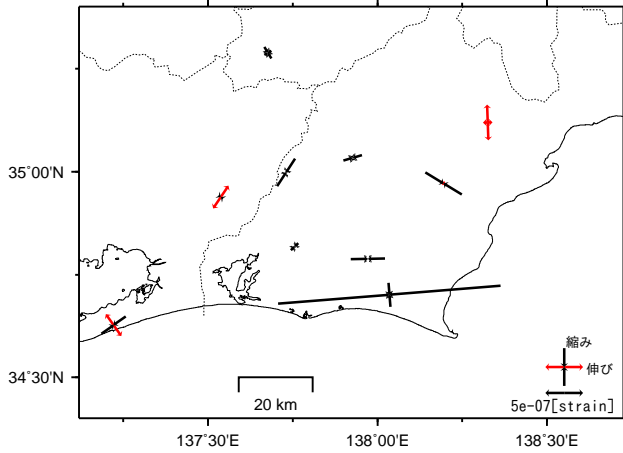
観測点配置図



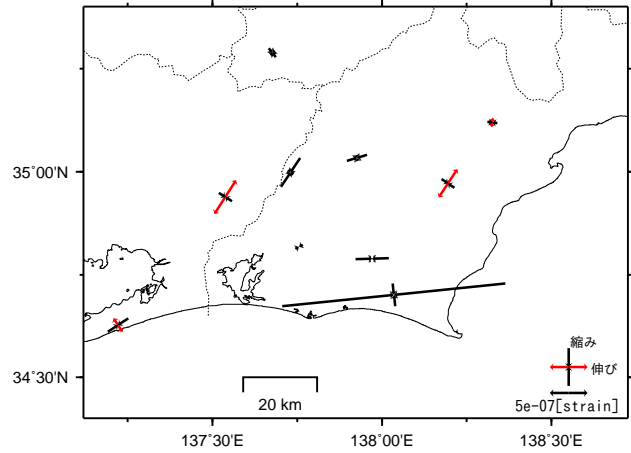
基準日：2019/11/03 比較日：2020/02/01



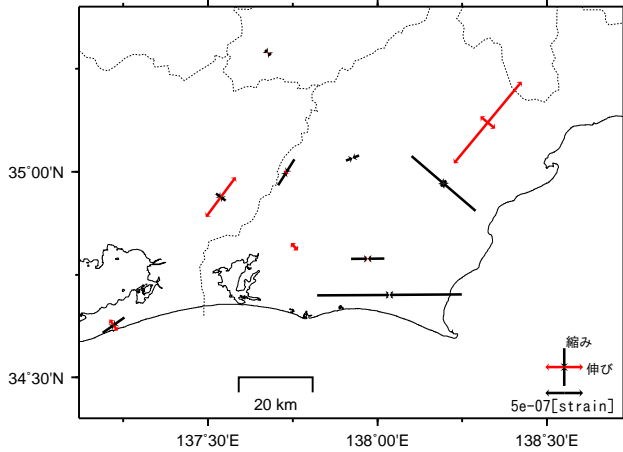
基準日：2020/02/01 比較日：2020/05/01



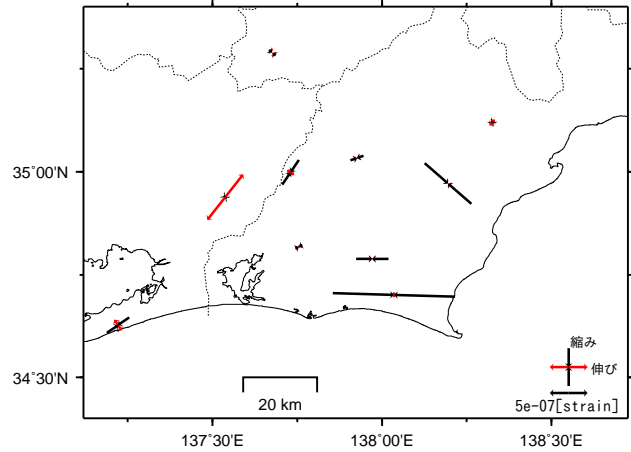
基準日：2020/05/03 比較日：2020/08/01



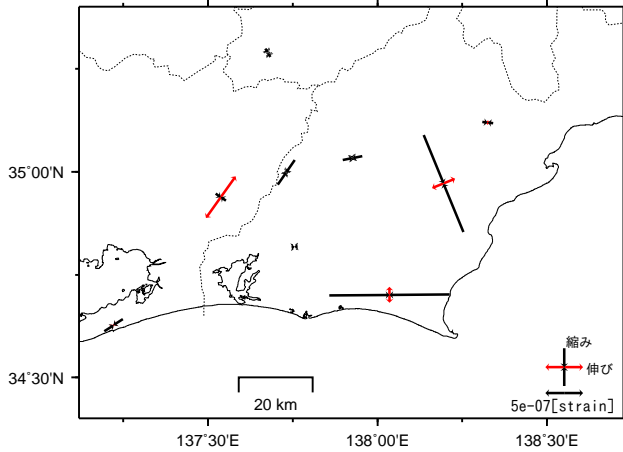
基準日：2020/08/03 比較日：2020/11/01



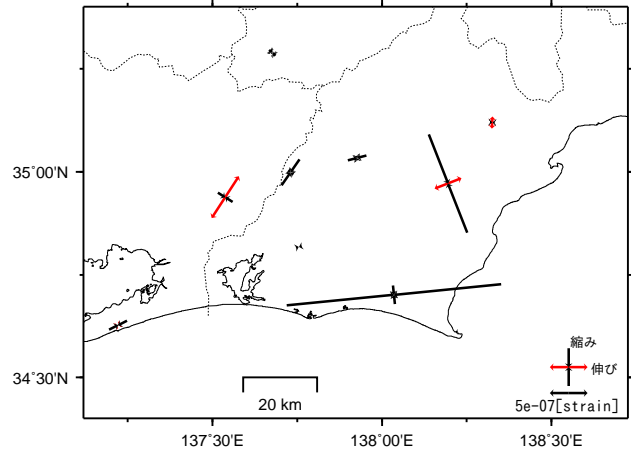
基準日：2020/11/03 比較日：2021/02/01



基準日：2021/01/31 比較日：2021/05/01



基準日：2021/03/02 比較日：2021/05/31



南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検知

客観検知手法 (Kobayashi, 2017¹⁾) は、国土地理院 GEONET の GNSS 座標値 F3 解を用いて、長期的スロースリップに伴う変位を南海トラフに沿った経度別に以下の手順により検出したものである。

(1) 観測点の成分ごとに直線トレンド、アンテナ交換などに伴うオフセットと主な地震に伴うオフセット、年周・半年周成分を除去する。

(2) 長期的 SSE の影響がほぼ見られない中国地方の観測点の共通ノイズを全点から引き去り、中国地方全体を固定する。

(3) 各観測点の水平成分からフィリピン海プレート沈み込みと逆方向 (S55E) の成分を計算し、南海トラフ沿いのプレート等深線 25 km に沿って設定した経度 0.1 度間隔の地点を中心とする 50×100 km の矩形範囲内の各観測点の成分の平均値を求める。

(4) 主な地震の余効変動を除去する。

(5) 地点ごとの時系列と 1 年の傾斜期間を持つランプ関数との相互相関と、対象期間前後の 2 年間変化量を求める。

なお処理の仕様上、最新期間については、今後データ追加に伴い解析結果が変わる可能性がある。図に示された高相関の時空間分布は、変動源の位置自体ではなく変化が見られた範囲を意味している。

また、プレート境界上に置いた矩形断層でのすべりによる理論変位と比較することにより、以下の手順で長期的スロースリップの規模を推定した (小林, 2021²⁾)。

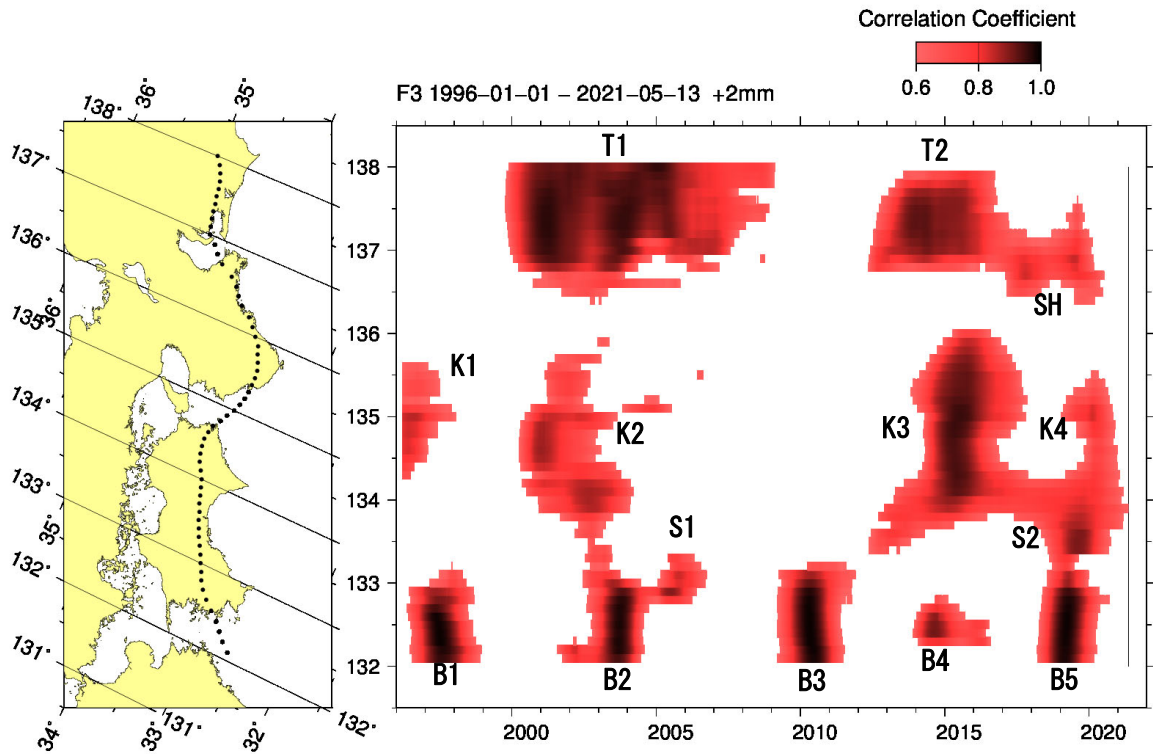
(6) 南海トラフ沿いのプレート等深線 25 km に沿って設定した経度 0.1 度間隔の地点を中心とする 30×30 km の矩形断層上に 100 mm のすべりを与え、理論変位を Okada (1992) により計算する。

(7) 計算地点を中心とする地表上の 50×100 km の矩形範囲内の観測点における、(6)の理論変位の沈み込み方向と逆方向に投影した成分の理論平均変位を求める。

(8) 手順(5)で求めた 2 年間の観測変位量と、手順(7)で求めた一定のすべり量を与えた場合の理論変位値とを比較する。このとき、2 年間の観測変位量が大きい/小さい場合でも、単純化のためすべりの範囲は(6)で設定した矩形断層上にあると仮定する。矩形断層上のすべり量と地表変位量とは比例関係にあるため、2 年間の観測変位量から 2 年間あたりのすべり量を求めることができ、対応する Mw を算出する。

1) Kobayashi, A., 2017, Objective detection of long-term slow slip events along the Nankai Trough using GNSS data (1996–2016), *Earth Planets Space*, 69:171, doi:10.1186/s40623-017-0755-7.

2) 小林昭夫, 2021, GNSS による長期的スロースリップ客観検出手法の応用—短期的スロースリップの検出と長期的スロースリップの規模推定—, 気象研究所研究報告, 69, 1-14



第1図 長期的スロースリップに伴う変位の時空間図

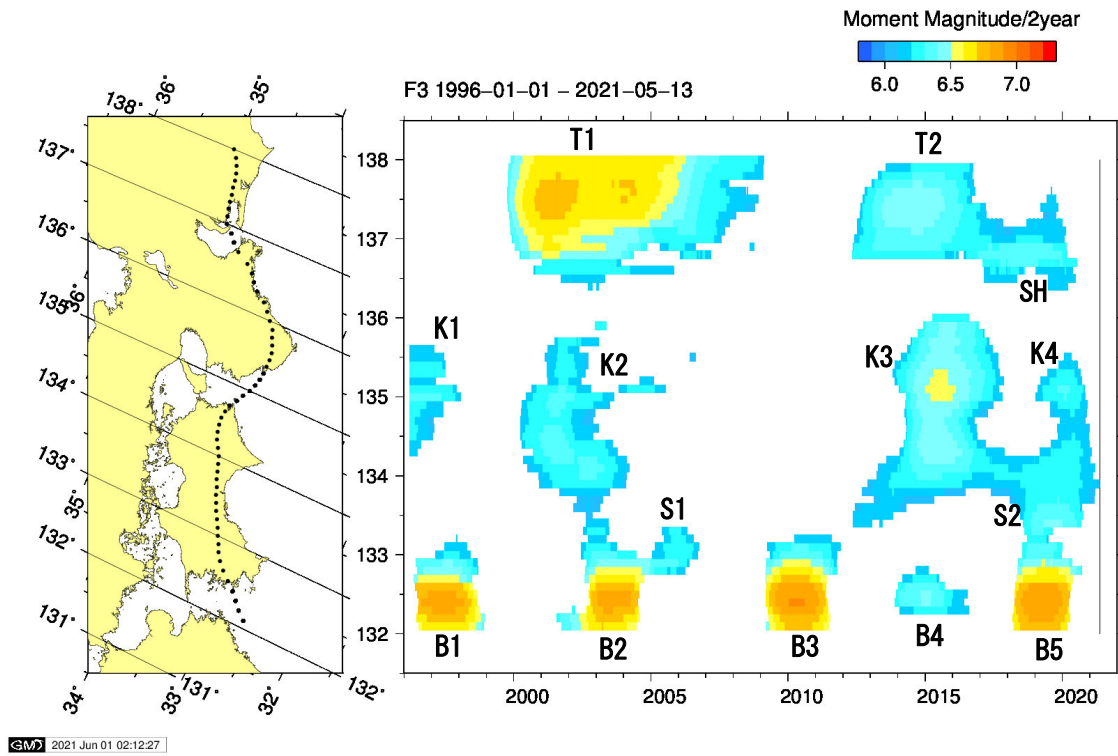
スロースリップに伴う非定常変位の範囲（場所、時間）を赤～黒で示す。色が濃いほどスロースリップの発生可能性が高い。右端の縦線は最新データ日を示す。

T1:東海 2000～2005 年、T2:東海 2013～2016 年、SH:志摩半島 2017～2018 年、2019～2020 年

K1:紀伊水道 1996～1997 年、K2:紀伊水道 2000～2002 年、K3:紀伊水道 2014～2016 年、K4:紀伊水道 2019 年～

S1:四国西部 2005 年、S2:四国中部 2019 年～

B1:豊後水道 1996～1997 年、B2:豊後水道 2003 年、B3:豊後水道 2010 年、B4:豊後水道 2014 年、B5:豊後水道 2018～2019 年



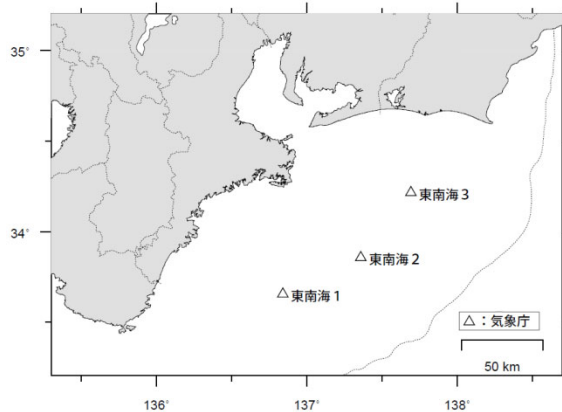
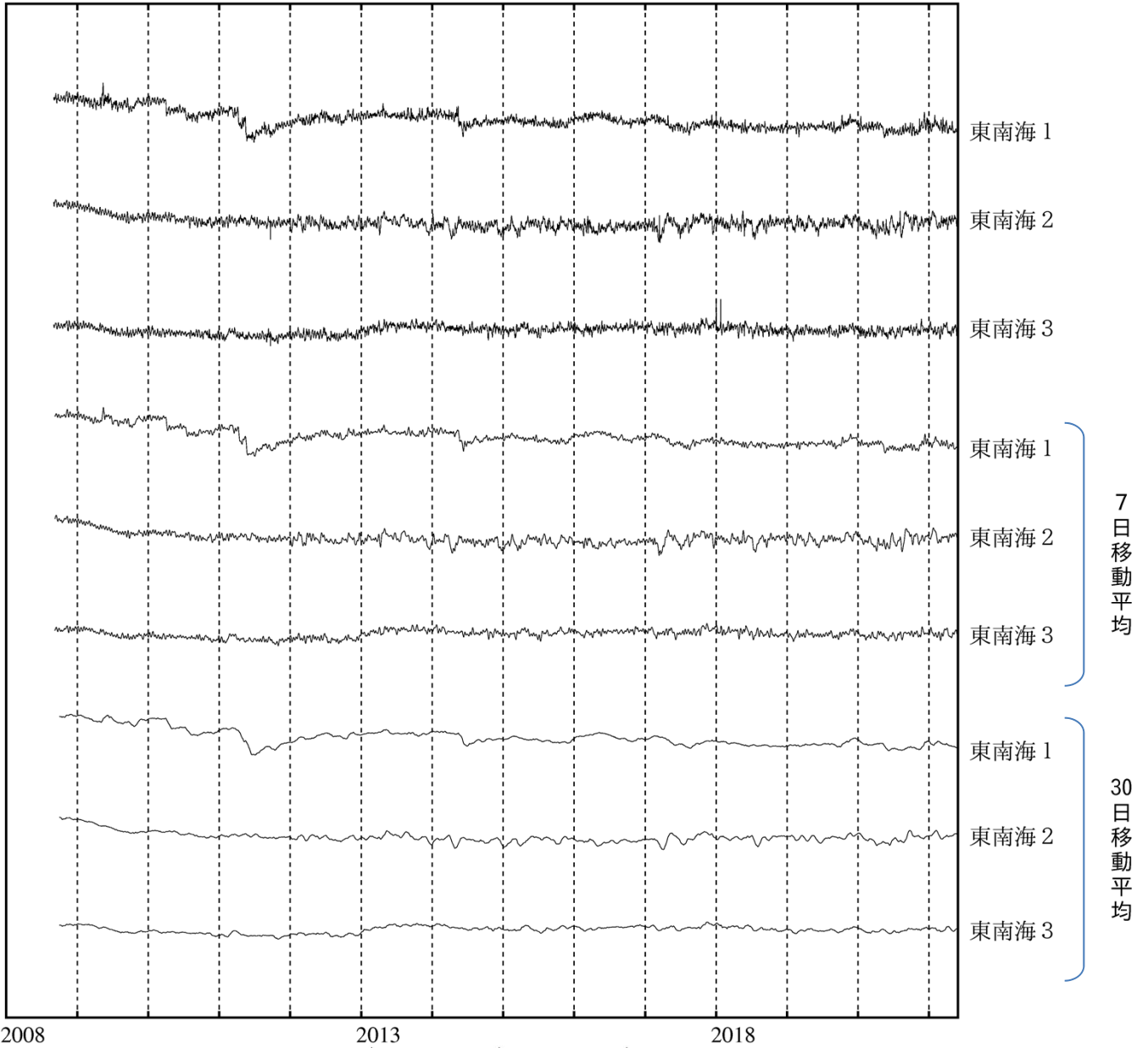
第2図 長期的スロースリップの規模分布

2年間あたりの変化量から推定したモーメントマグニチュード。地域略号は第1図と同じ。

東海・東南海地域の海底津波計記録の長期変化

海底津波計 日値 (潮汐補正データ)
2008/01/01 - 2021/05/30

隆起
↑ 1000 mm
↓ 沈降



気象庁作成