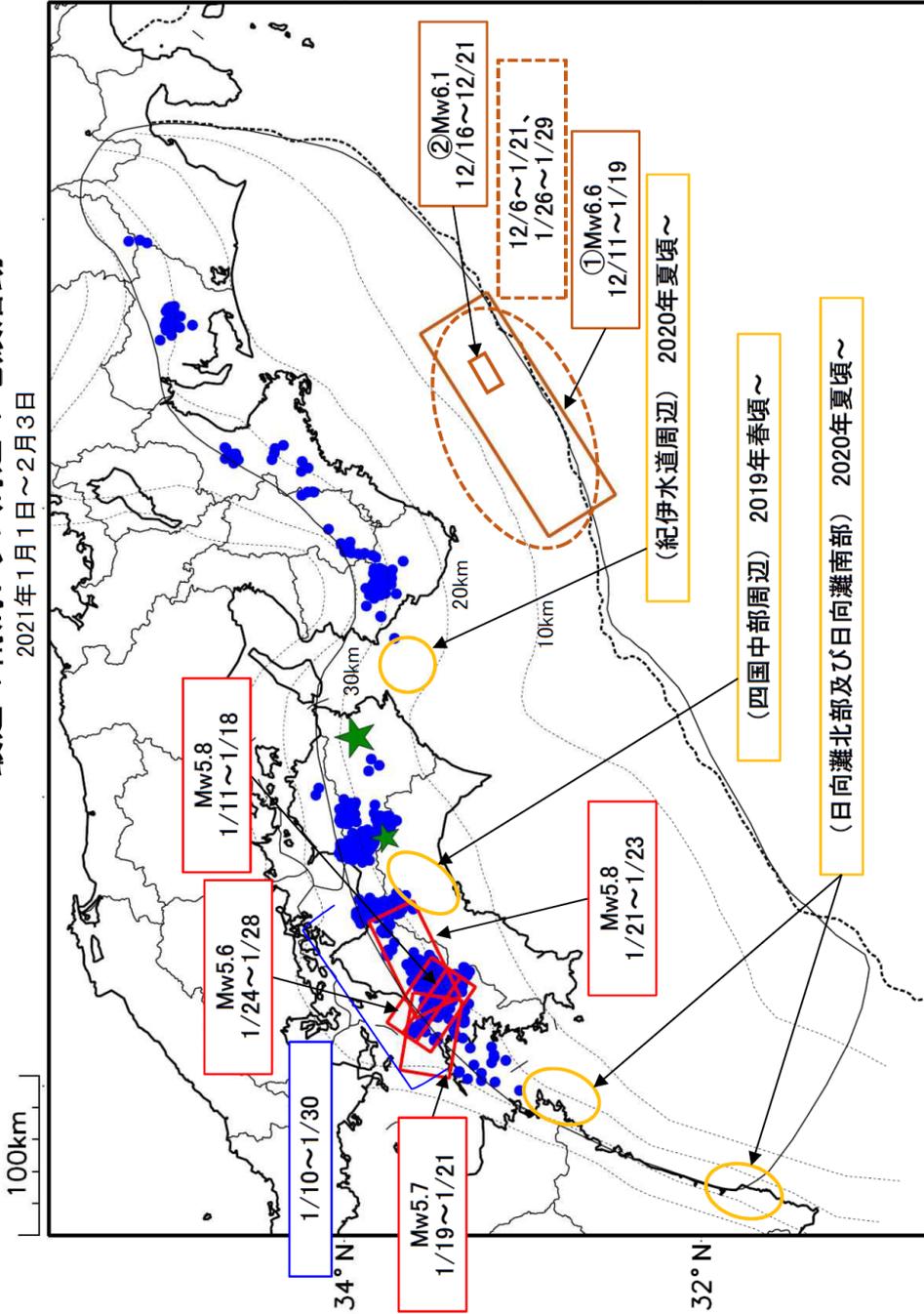


最近の南海トラフ周辺の地殻活動

2021年1月1日～2月3日



- 緑(★) 通常の地震(最大震度3以上もしくはM3.5以上)
- 青(●) 深部低周波地震(微動)
- 赤(□) 短期的ゆっくりすべり
- 黄(○) 長期的ゆっくりすべり
- 茶(○) 浅部低周波地震(微動)及び浅部超低周波地震
- 茶(□) ゆっくりすべり

※地図中の点線は、Hirose et al.(2008), Baba et al.(2002)によるフィリピン海プレート上面の深さを示す。

※M5.0以上の地震に吹き出しを付けている。

132°E 134°E 136°E 138°E

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.....【四国西部から四国中部】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、日向灘北部及び日向灘南部】国土地理院の解析結果を元におよその場所を表示している。
 浅部低周波地震(微動).....【紀伊半島南東沖】海洋研究開発機構及び東京大学地震研究所・防災科学技術研究所の解析結果を元に活動期間及び
 及び浅部超低周波地震 おおよその場所を表示している。
 ゆっくりすべり.....【紀伊半島南東沖】産業技術総合研究所の解析結果(①)及び海洋研究開発機構の解析結果を元におよその場所(②)を表示している。

気象庁作成

令和3年1月1日～令和3年2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
1/7	04:17	高知県中部	39	3.8	2	フィリピン海プレート内部
2/1	23:30	徳島県北部	7	4.0	3	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>12月25日～1月1日</p> <p>1月5日～8日</p> <p>1月10日</p> <p>1月12日～13日</p> <p>1月17日～19日</p> <p>1月21日～24日</p> <p>1月26日～（継続中）</p> <p>■四国中部</p> <p>1月15日～16日</p> <p><u>1月21日～30日</u> . . . (1)</p> <p>2月1日</p> <p>2月3日～（継続中）</p> <p>■四国西部</p> <p>1月1日～2日</p> <p>1月4日～5日</p> <p>1月8日</p> <p><u>1月10日～25日</u> . . . (1)</p> <p>1月27日～28日</p> <p>1月30日～（継続中）</p>	<p>■紀伊半島北部</p> <p>1月10日</p> <p>1月16日～17日</p> <p>1月27日～28日</p> <p>1月30日</p> <p>■紀伊半島中部</p> <p>1月4日</p> <p>1月31日</p> <p>■紀伊半島西部</p> <p>1月10日～12日</p> <p>1月26日～27日</p> <p>1月30日～（継続中）</p>	<p>1月9日～10日</p> <p>1月12日～13日</p> <p>1月21日</p> <p>1月31日～2月1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。

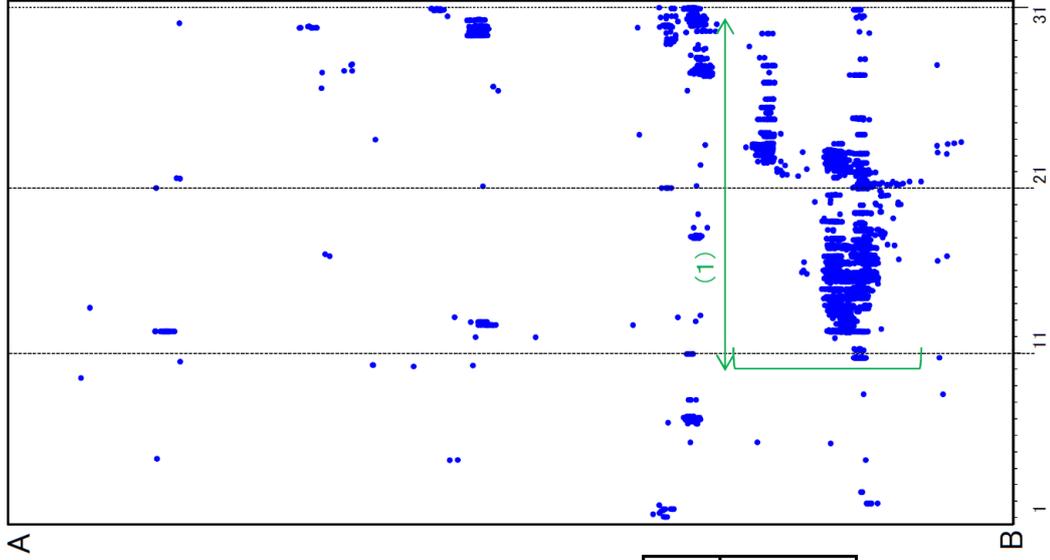
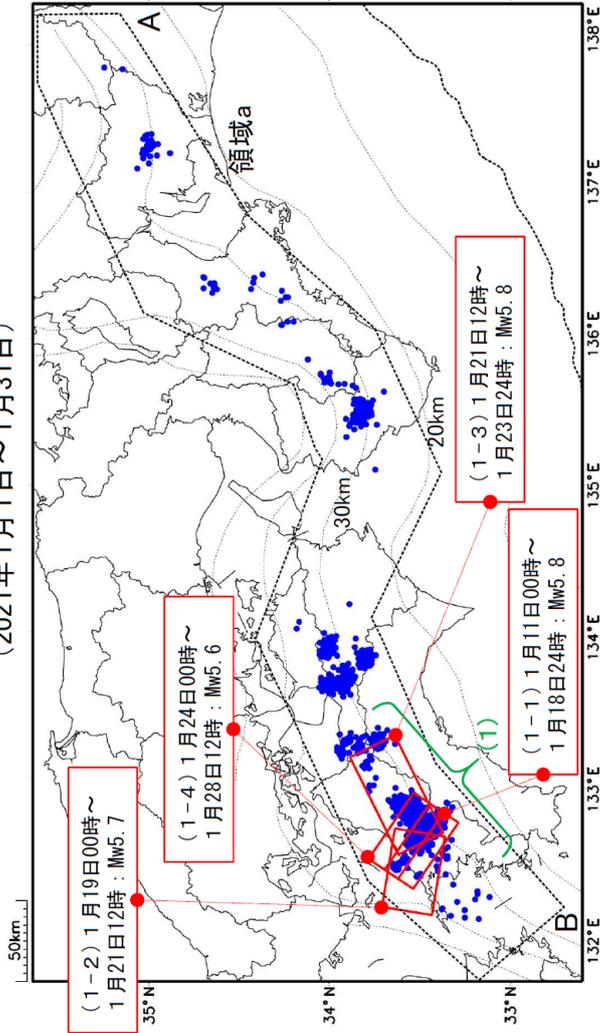
※ひずみ変化と同期して観測された深部低周波地震（微動）活動を赤字で示す。

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

気象庁作成

深部低周波地震（微動）活動と短期的ゆっくりすべりの全体概要

深部低周波地震（微動）の震央分布図と短期的ゆっくりすべりの断層モデル
 (2021年1月1日～1月31日)



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) 四国西部から四国中部	1月10日～30日	(1-1) 1月11日00時～1月18日24時: Mw5.8 (1-2) 1月19日00時～1月21日12時: Mw5.7 (1-3) 1月21日12時～1月23日24時: Mw5.8 (1-4) 1月24日00時～1月28日12時: Mw5.6

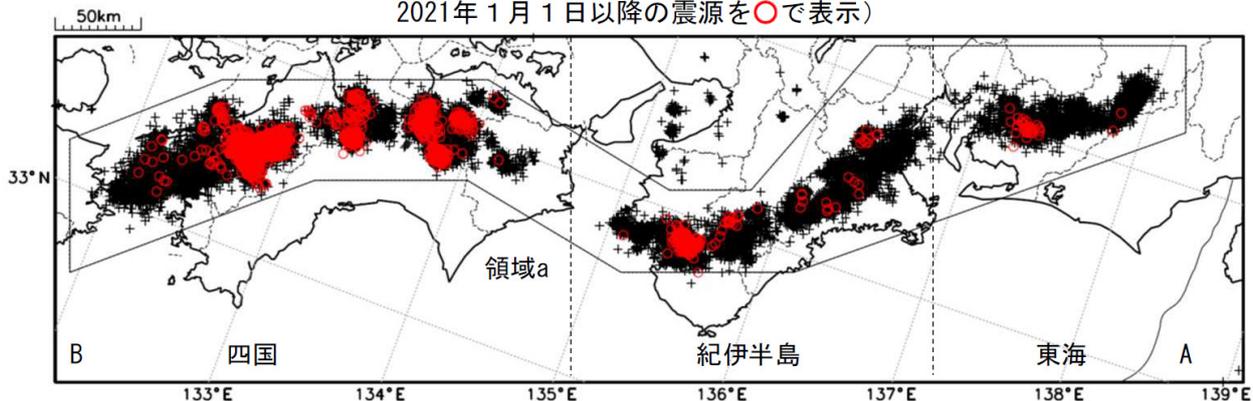
●: 深部低周波地震（微動）震央（気象庁の解析結果を示す）
 期間（気象庁の解析結果を示す）
 □: 短期的ゆっくりすべりの断層モデル（四国西部から四国中部: 産業技術総合研究所の解析結果を示す）
 点線は、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)によるフィリピン海プレート上面の深さ(10km)ごとの等深線を示す。

気象庁作成

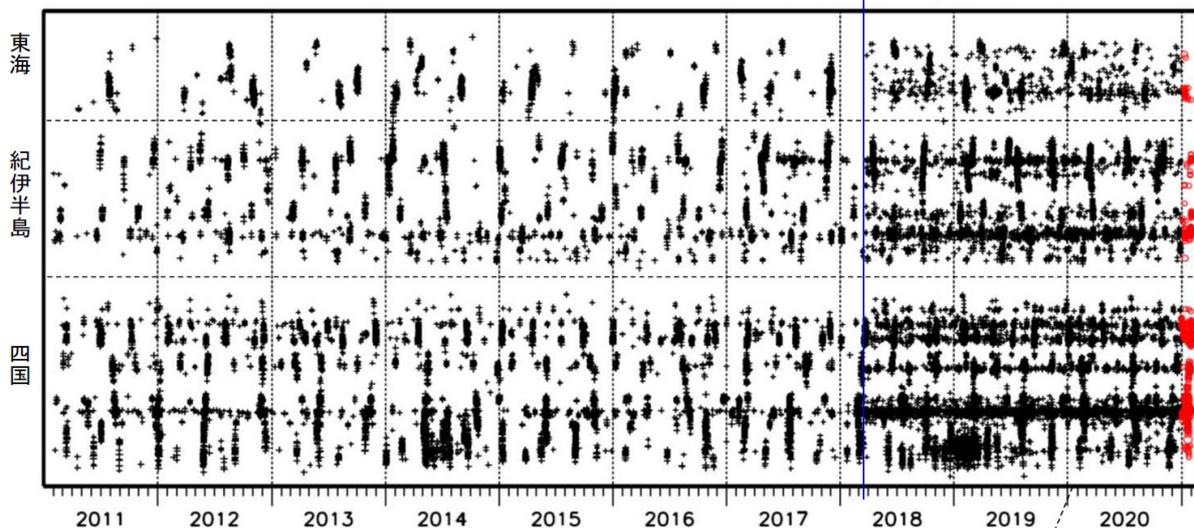
深部低周波地震（微動）活動（2011年2月1日～2021年1月31日）

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。

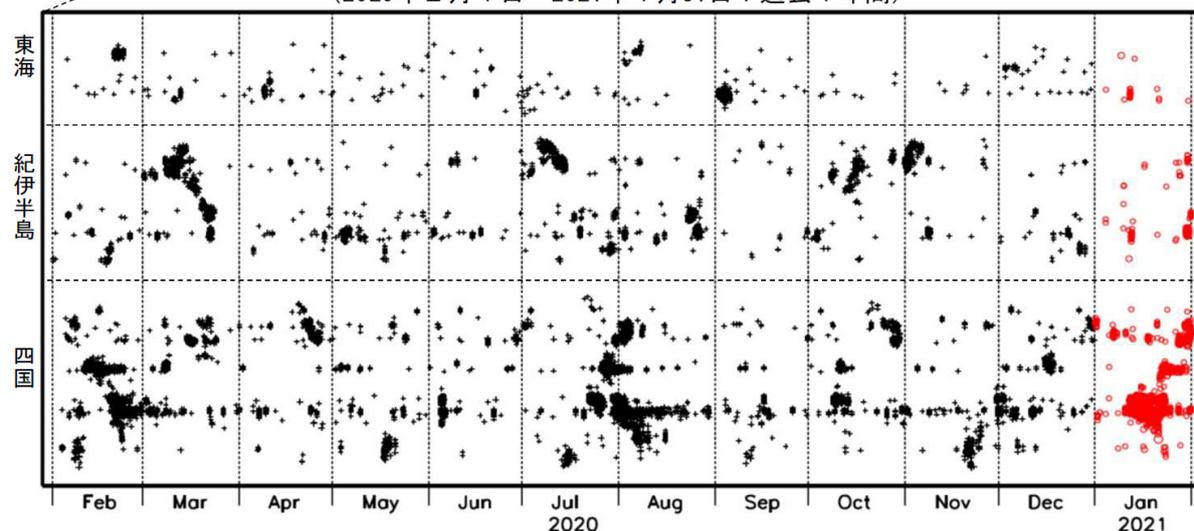
震央分布図（2011年2月1日～2021年1月31日：過去10年間
2021年1月1日以降の震源を○で表示）



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2月1日～2021年1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。

気象庁作成

紀伊半島・東海地域の深部低周波微動活動状況
(2021年1月)



● 顕著な活動は、とくにみられなかった。

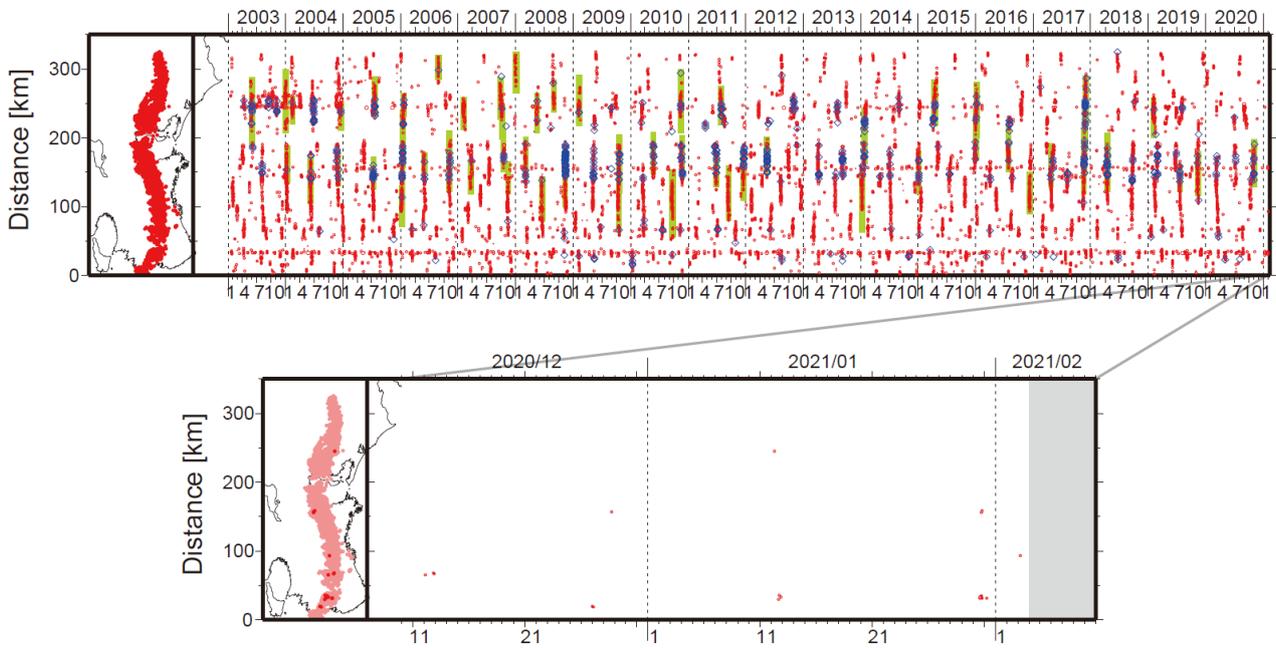


図1. 紀伊半島・東海地域における2003年1月～2021年2月3日までの深部低周波微動の時空間分布(上図). 赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法 (Maeda and Obara, 2009) およびクラスタ処理 (Obara et al., 2010) によって1時間毎に自動処理された微動分布の重心である. 青菱形は周期20秒に卓越する超低周波地震 (Ito et al., 2007) である. 黄緑色の太線はこれまでに検出された短期的スロースリップイベント (SSE) を示す. 下図は2021年1月を中心とした期間の拡大図である. この期間に顕著な活動はとくにみられなかったものの, 1月12日頃および1月30～31日頃には和歌山県中部において, ごく小規模な活動がみられた. 1月12日6時32分頃にモンゴルで発生したMw6.7の地震後の7時台前半に, 東海地方において微動活動がみられた (図2).

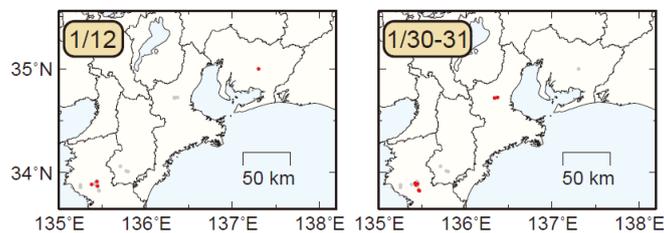
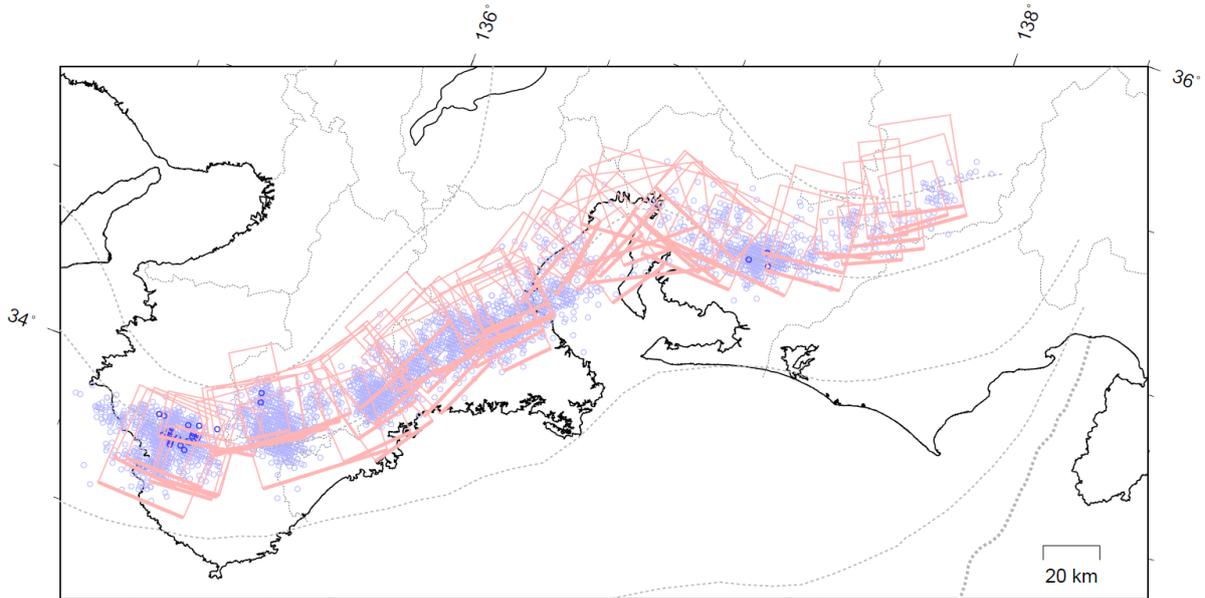


図2. 各期間に発生した微動(赤丸)の分布. 灰丸は, 図1の拡大図で示した期間における微動分布を示す.

東海～紀伊半島 短期的ゆっくりすべりの活動状況

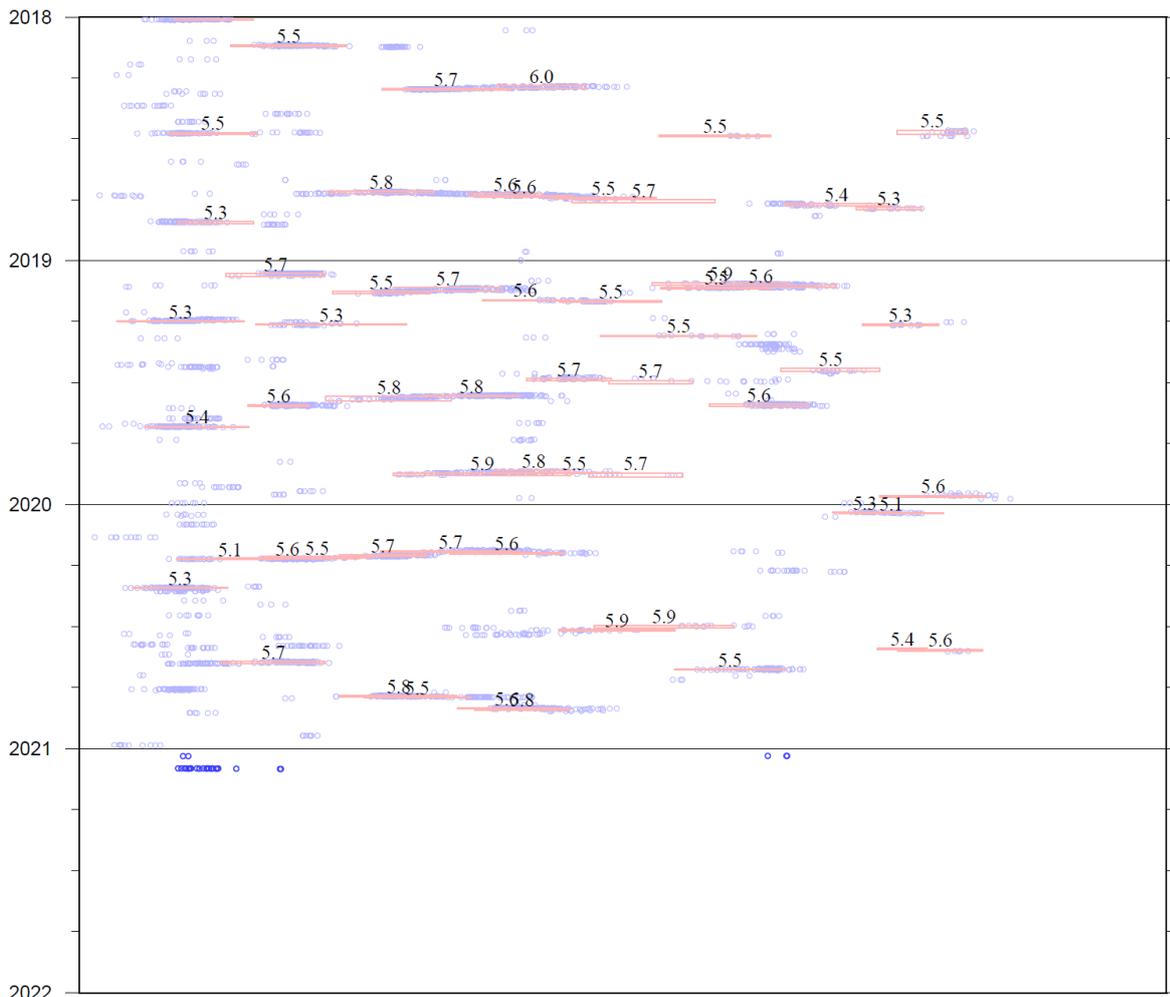
2018年1月1日～2021年1月31日

(2021年1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

四国の深部低周波微動活動状況（2021年1月）



- 1月12～25日頃に四国西部から中部において、活発な微動活動。
- 1月27日頃から四国東部において、微動活動が開始。

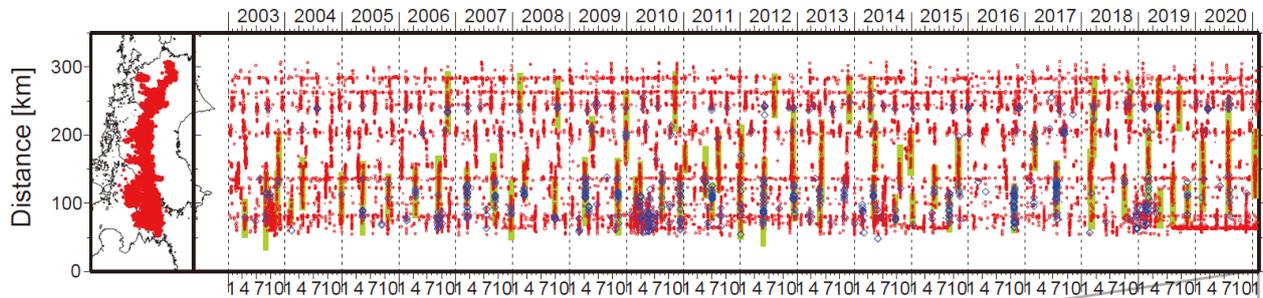
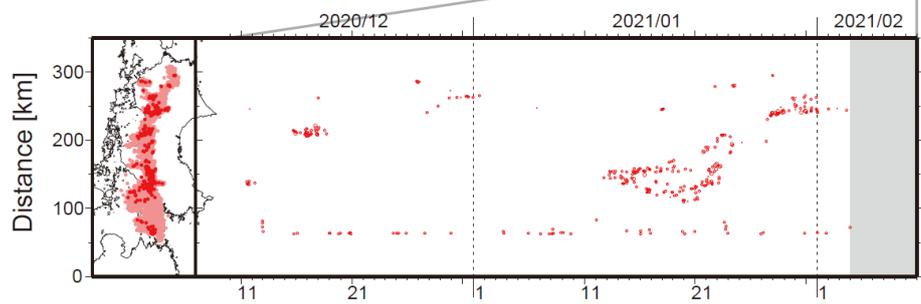


図1. 四国における2003年1月～2021年2月3日までの深部低周波微動の時空間分布（上図）。赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法 (Maeda and Obara, 2009) およびクラスタ処理 (Obara et al., 2010) によって1時間毎に自動処理された微動分布の重心である。青菱形は



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1月を中心とした期間の拡大図である。1月12～25日頃には愛媛県西部から東部で、活発な微動活動がみられた。この活動は愛媛県西部で開始し、東西両方向への活動域の移動が20日頃までみられた。21日頃からは、活動域は全体的に東方向へと移動し、25日頃まで続いた。この活動に際し、傾斜変動から短期的SSEの断層モデルも推定されている。1月27日頃からは、愛媛・香川・徳島県境付近から微動活動が開始し、東方向への活動域の拡大がみられている。その他の活動としては、2020年12月29日～2021年1月1日頃に香川・徳島県境付近において小規模な活動がみられた。1月17～18日頃には愛媛・香川・徳島県境付近において、1月24日頃には徳島県中部において、それぞれごく小規模な活動がみられた。

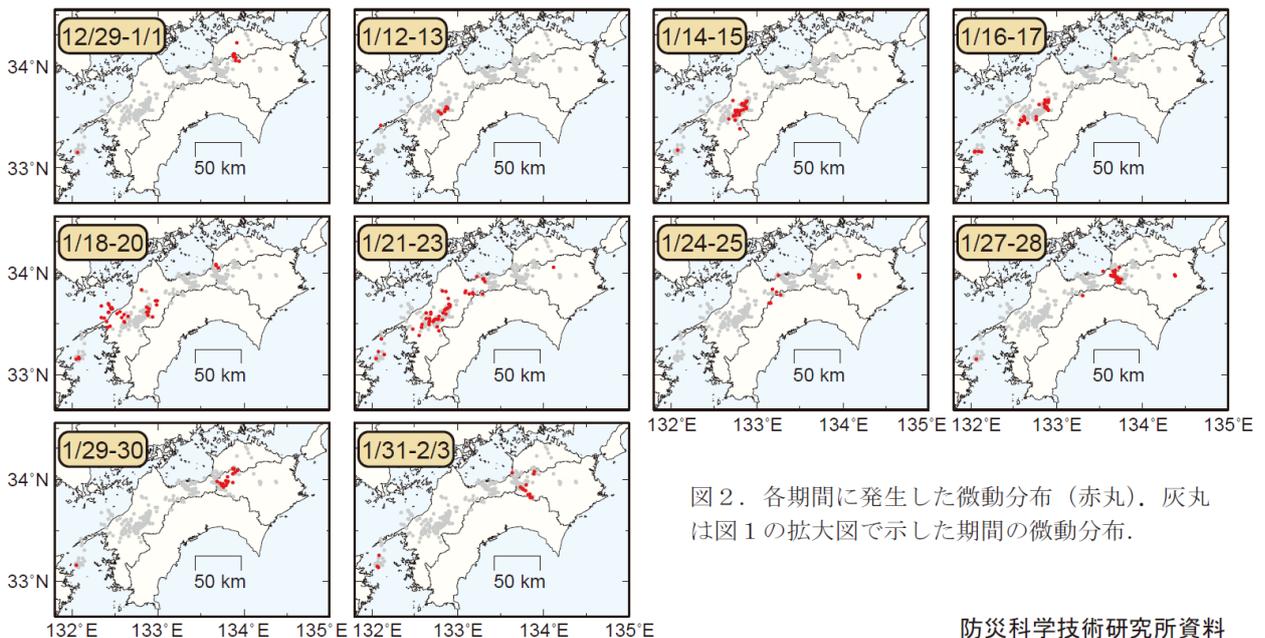


図2. 各期間に発生した微動分布（赤丸）。灰丸は図1の拡大図で示した期間の微動分布。

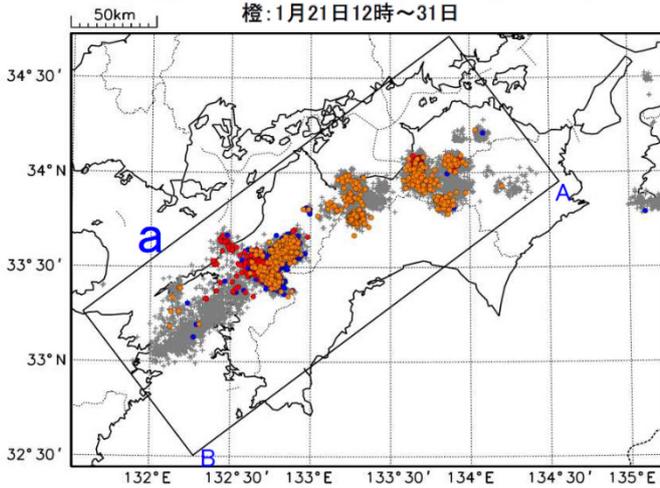
防災科学技術研究所資料

四国の深部低周波地震（微動）活動と短期的ゆっくりすべり

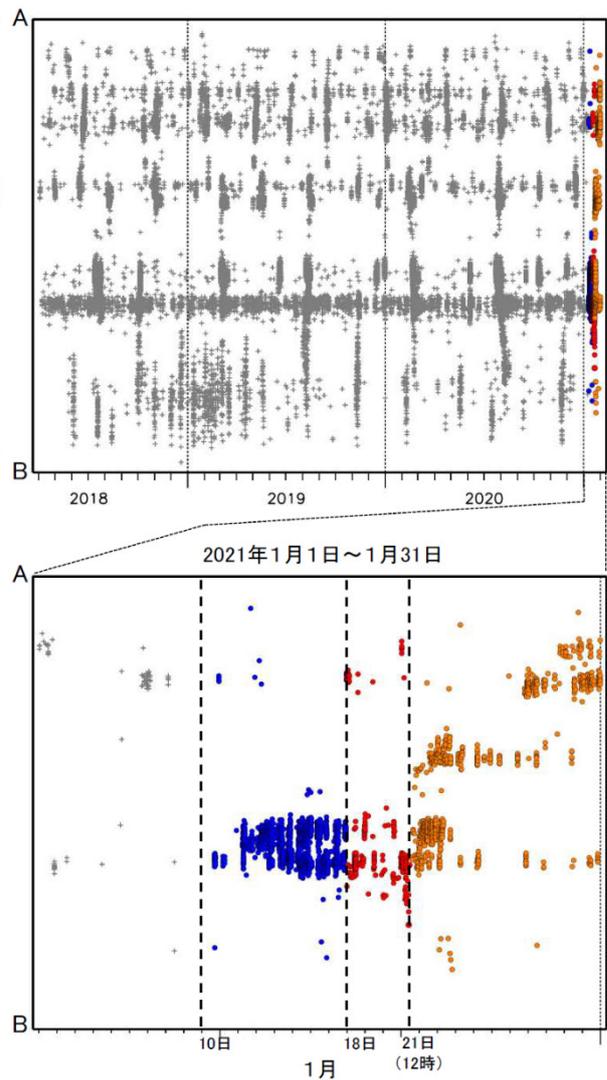
1月10日から30日にかけて、四国西部から中部で深部低周波地震（微動）を観測した。
 深部低周波地震（微動）活動とほぼ同期して、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測した。これらは、短期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。

深部低周波地震（微動）活動

震央分布図（2018年4月1日～2021年1月31日、
 深さ0～60km、Mすべて）
 灰：2018年4月1日～2021年1月9日、
 青：1月10日～1月17日、赤：1月18日～1月21日12時
 橙：1月21日12時～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

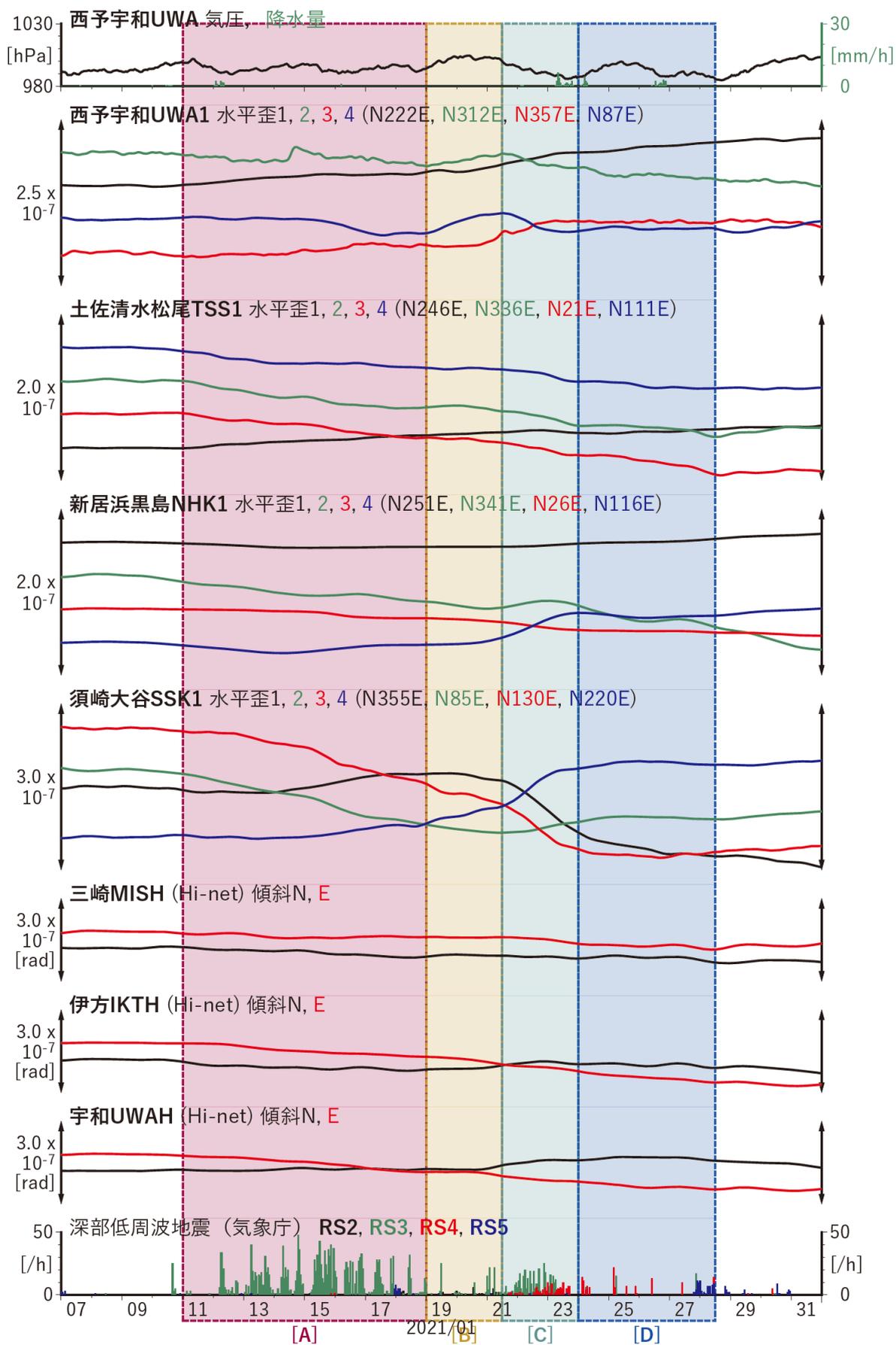


図2 歪・傾斜の時間変化 (2021/01/07 00:00 - 2021/02/01 00:00 (JST))

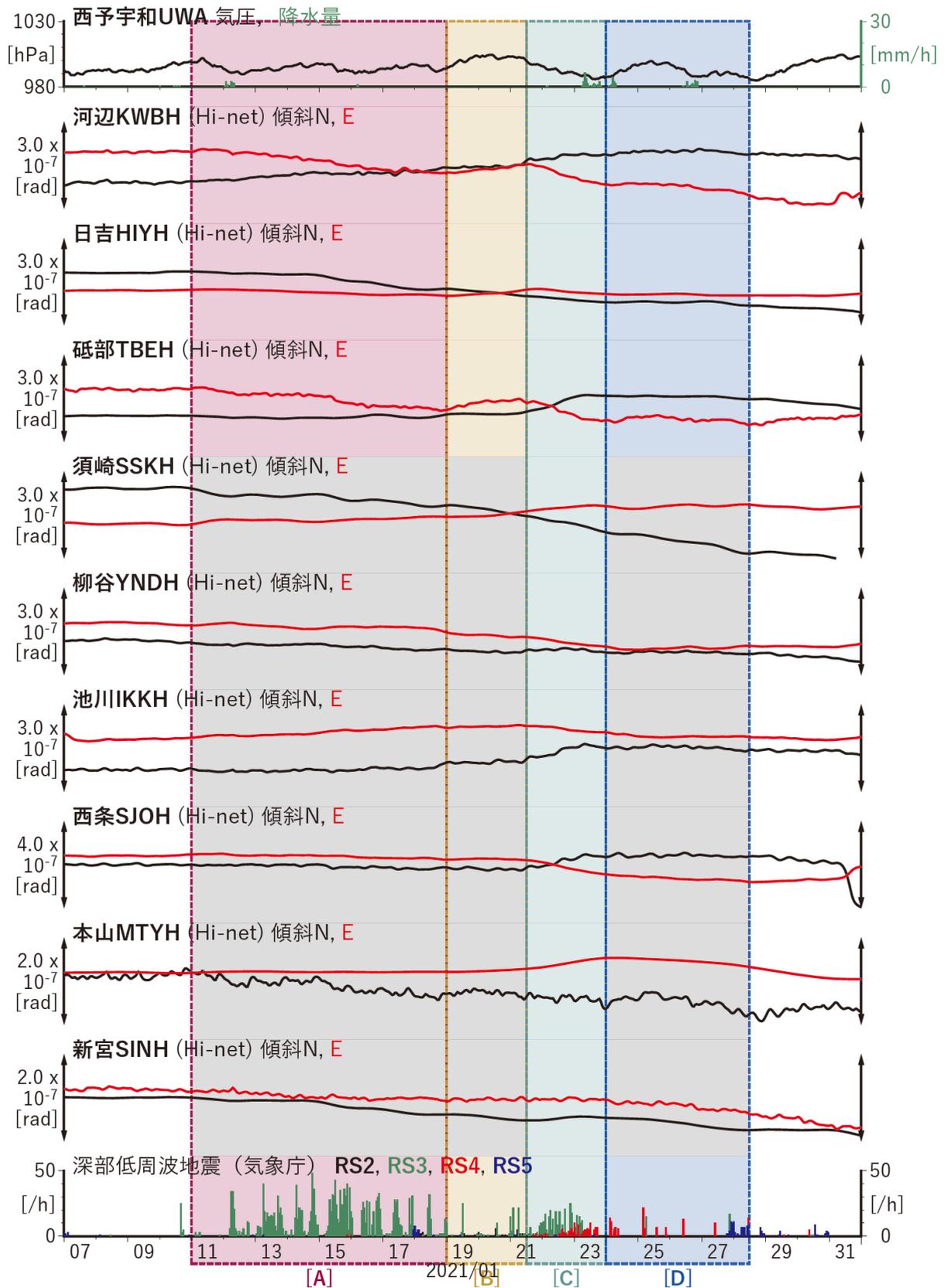
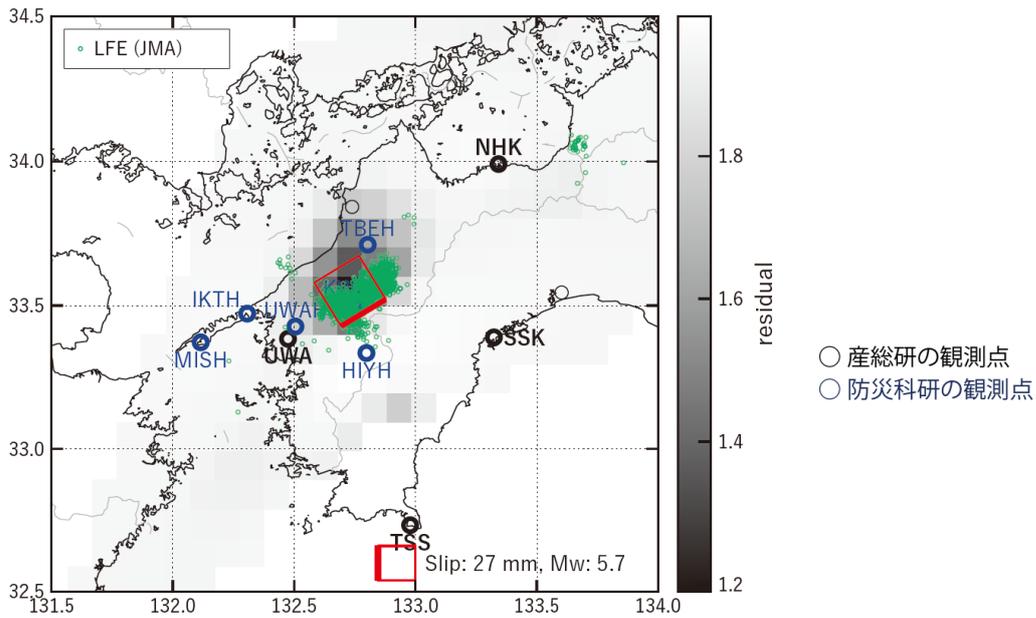


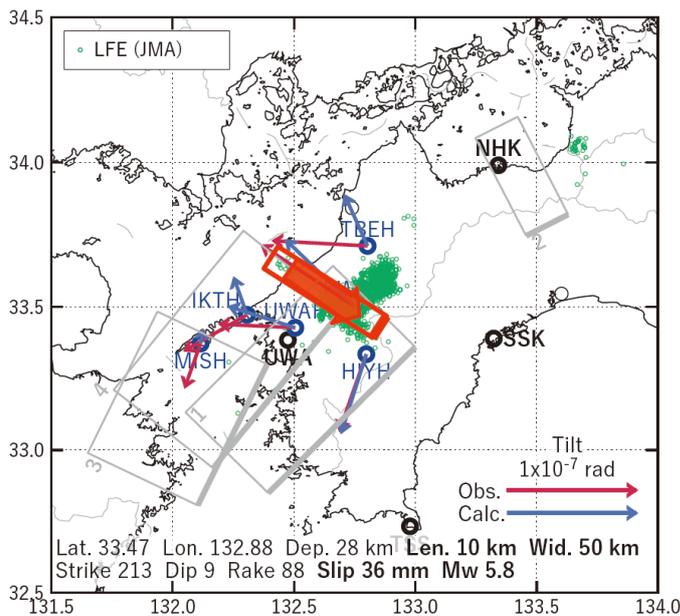
図3 傾斜の時間変化（2021/01/07 00:00 - 2021/02/01 00:00 (JST)）

[A]2021/01/11-18

(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪

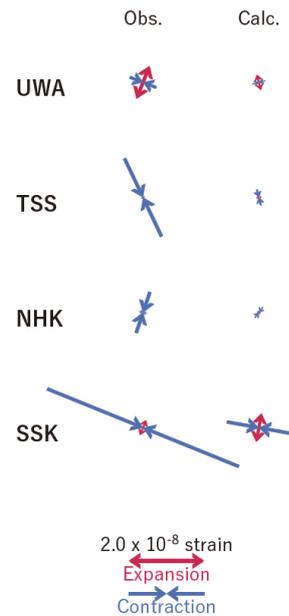


図4 2021/01/11-18の歪・傾斜変化（図2-3[A]）を説明する断層モデル。

(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。

1: 2020/12/11-15AM (Mw5.6), 2: 2020/12/15PM-18AM (Mw5.6), 3: 2020/11/20-22 (Mw5.8)

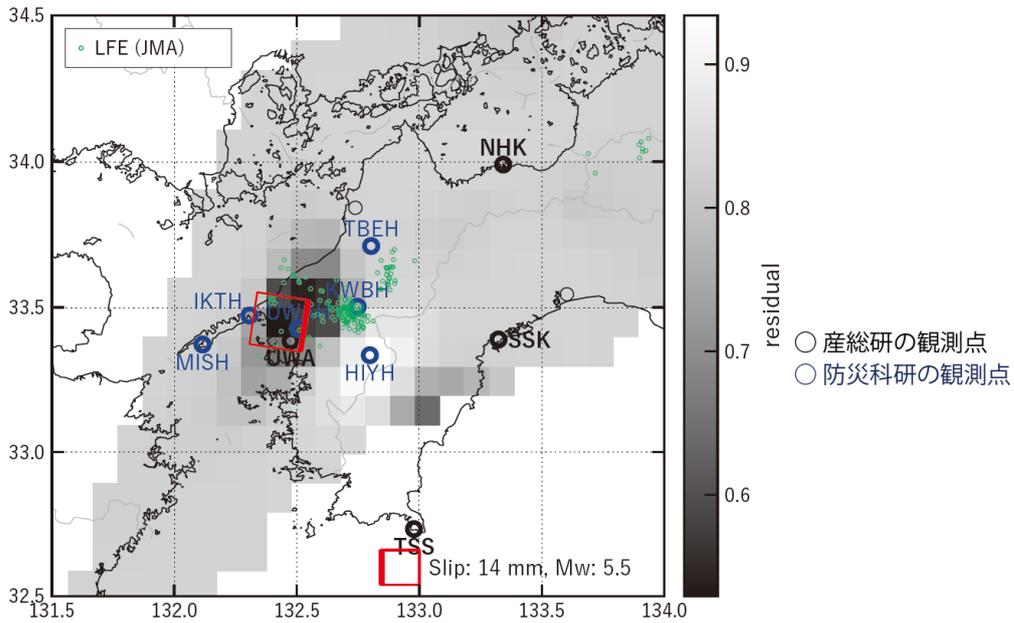
4: 2020/11/23-25 (Mw5.7)

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

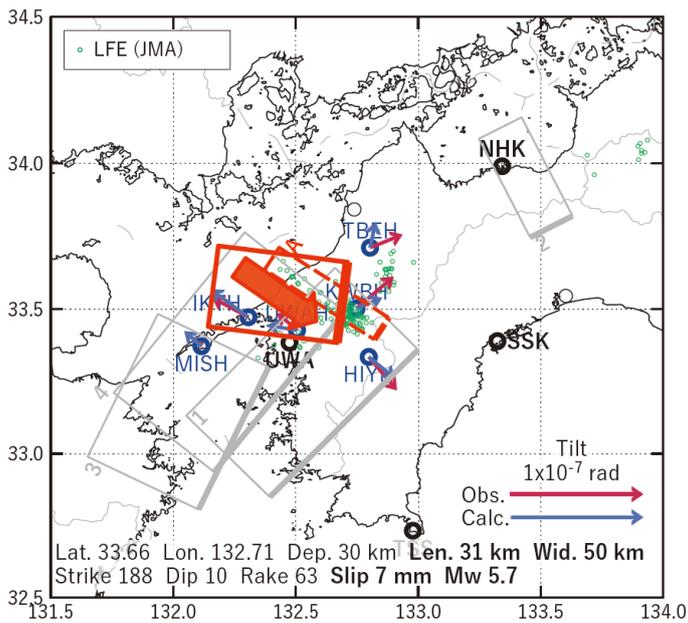
産業技術総合研究所 資料10

[B] 2021/01/19-21AM

(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

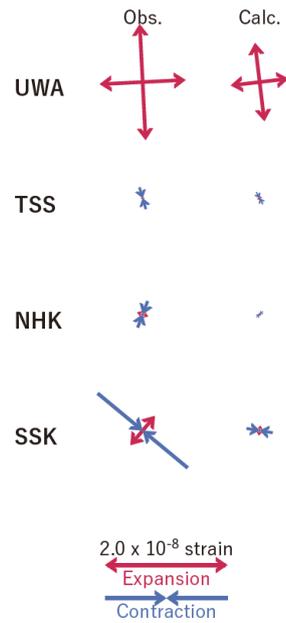


図5 2021/01/19 - 21AM の歪・傾斜変化（図2-3[B]）を説明する断層モデル。

(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。

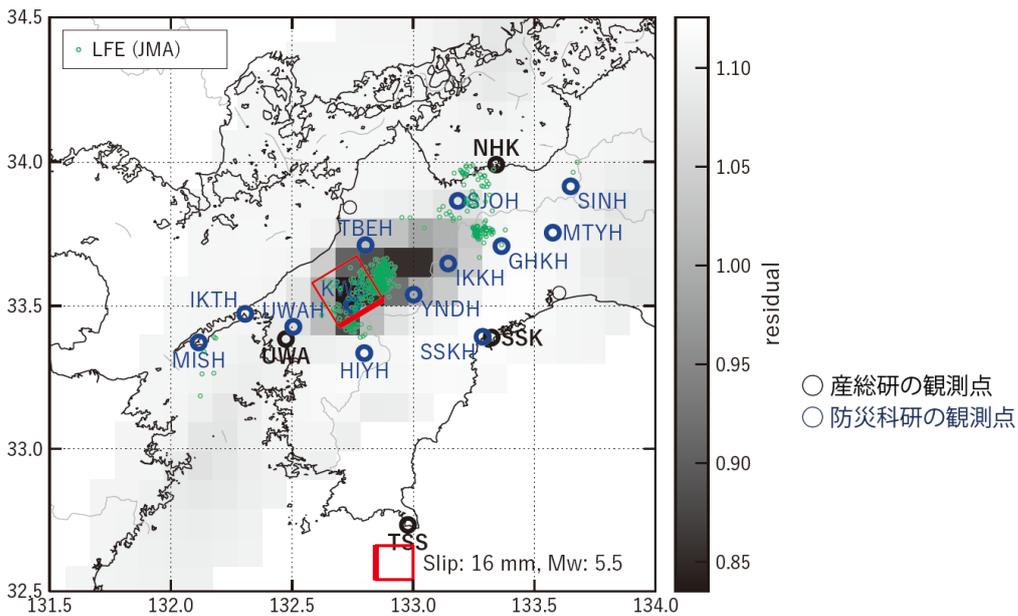
1: 2020/12/11-15AM (Mw5.6), 2: 2020/12/15PM-18AM (Mw5.6), 3: 2020/11/20-22 (Mw5.8)

4: 2020/11/23-25 (Mw5.7), A: 2021/01/11-18 (Mw5.8)

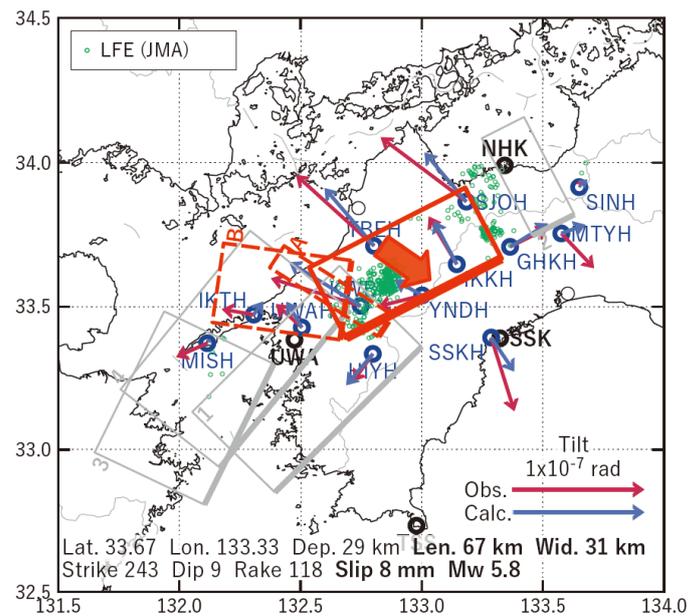
(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[C] 2021/01/21PM-23

(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪

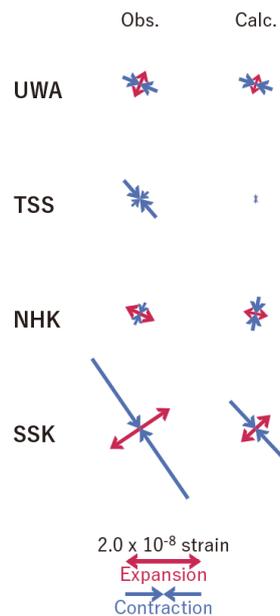


図6 2021/01/21PM - 23の歪・傾斜変化（図2-3[C]）を説明する断層モデル。

(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。

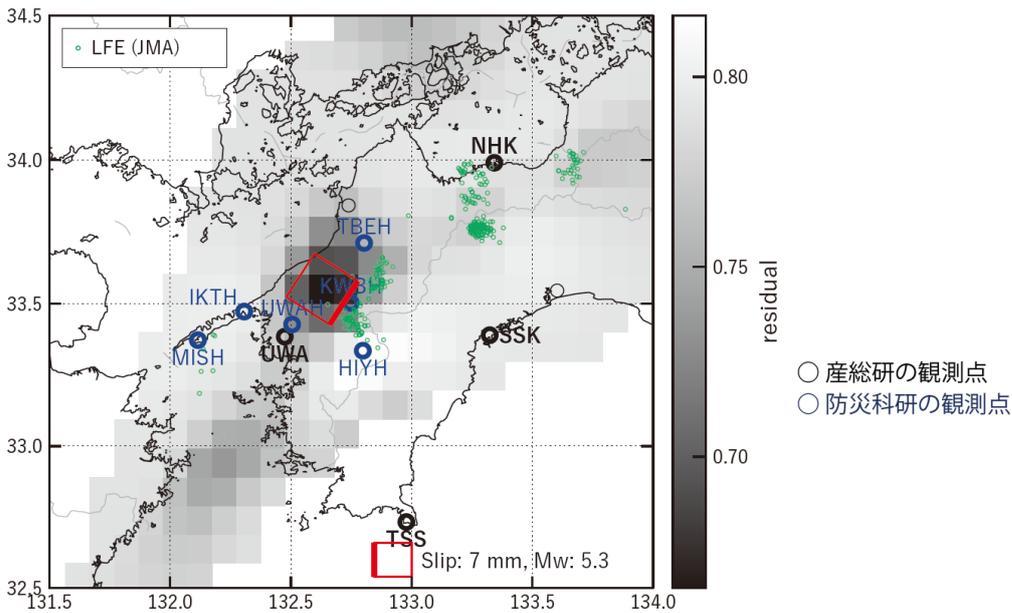
1: 2020/12/11-15AM (Mw5.6), 2: 2020/12/15PM-18AM (Mw5.6), 3: 2020/11/20-22 (Mw5.8)

4: 2020/11/23-25 (Mw5.7), A: 2021/01/11-18 (Mw5.8), B: 2021/01/19-21 AM (Mw 5.7)

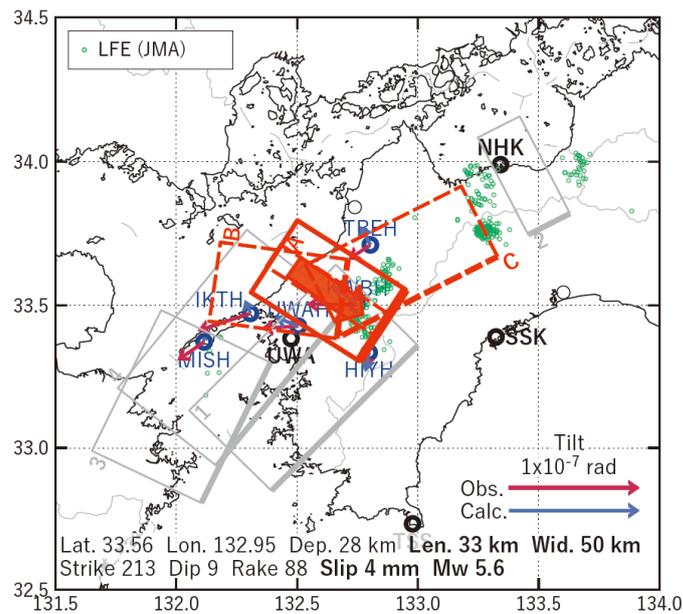
(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[D] 2021/01/24-28AM

(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

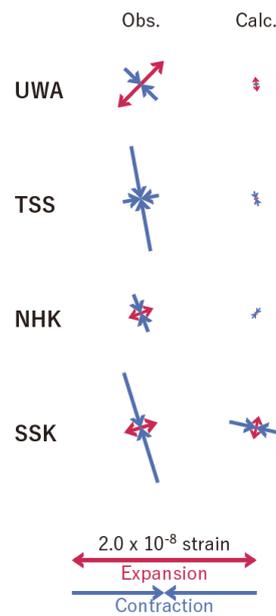


図7 2021/01/24 - 28AM の歪・傾斜変化（図2-3[D]）を説明する断層モデル。

(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。

1: 2020/12/11-15AM (Mw5.6), 2: 2020/12/15PM-18AM (Mw5.6), 3: 2020/11/20-22 (Mw5.8)

4: 2020/11/23-25 (Mw5.7), A: 2021/01/11-18 (Mw5.8), B: 2021/01/19-21AM (Mw 5.7), C: 2021/01/21PM-23 (M5.8)

(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。

四国中西部の短期的スロースリップ活動状況（2021年1月）



- ・四国中西部を活動域とする短期的スロースリップイベント (M_w 6.2)
- ・2020年7～8月 (M_w 6.3) 以来約6ヶ月ぶり

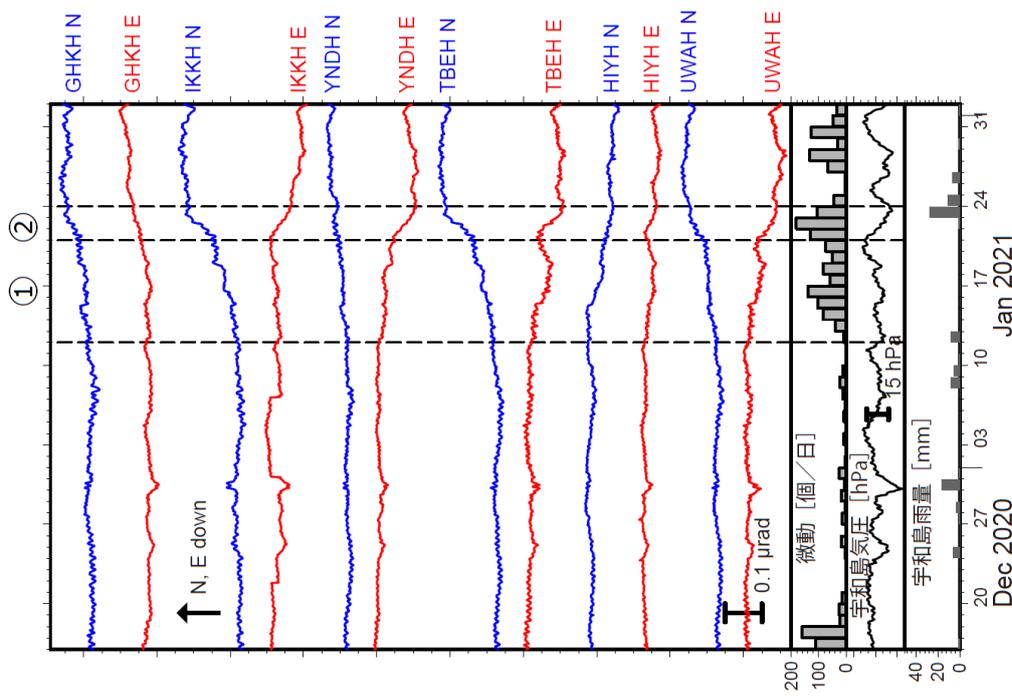


図 1: 2020年12月16日～2021年2月1日の傾斜時系列。上方への変化が北・東下がりの傾斜変動を表し、BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去した。期間①②の傾斜変化ベクトルを図2に示す。四国中西部での微動活動度・気象庁宇和島観測点の気圧・雨量をあわせて示す。

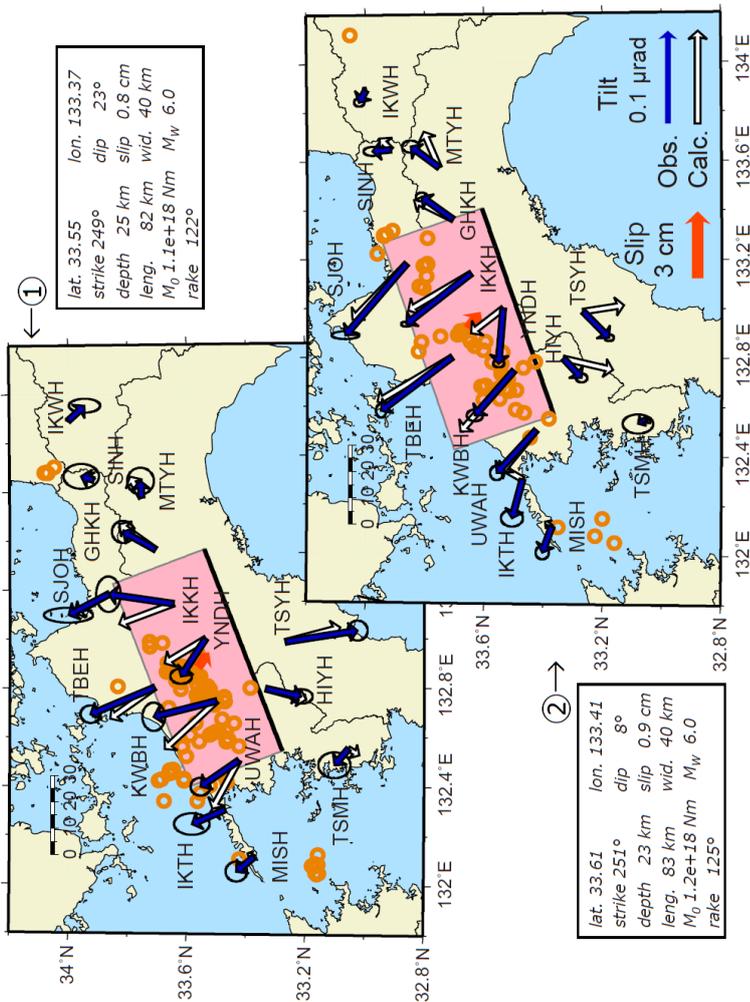
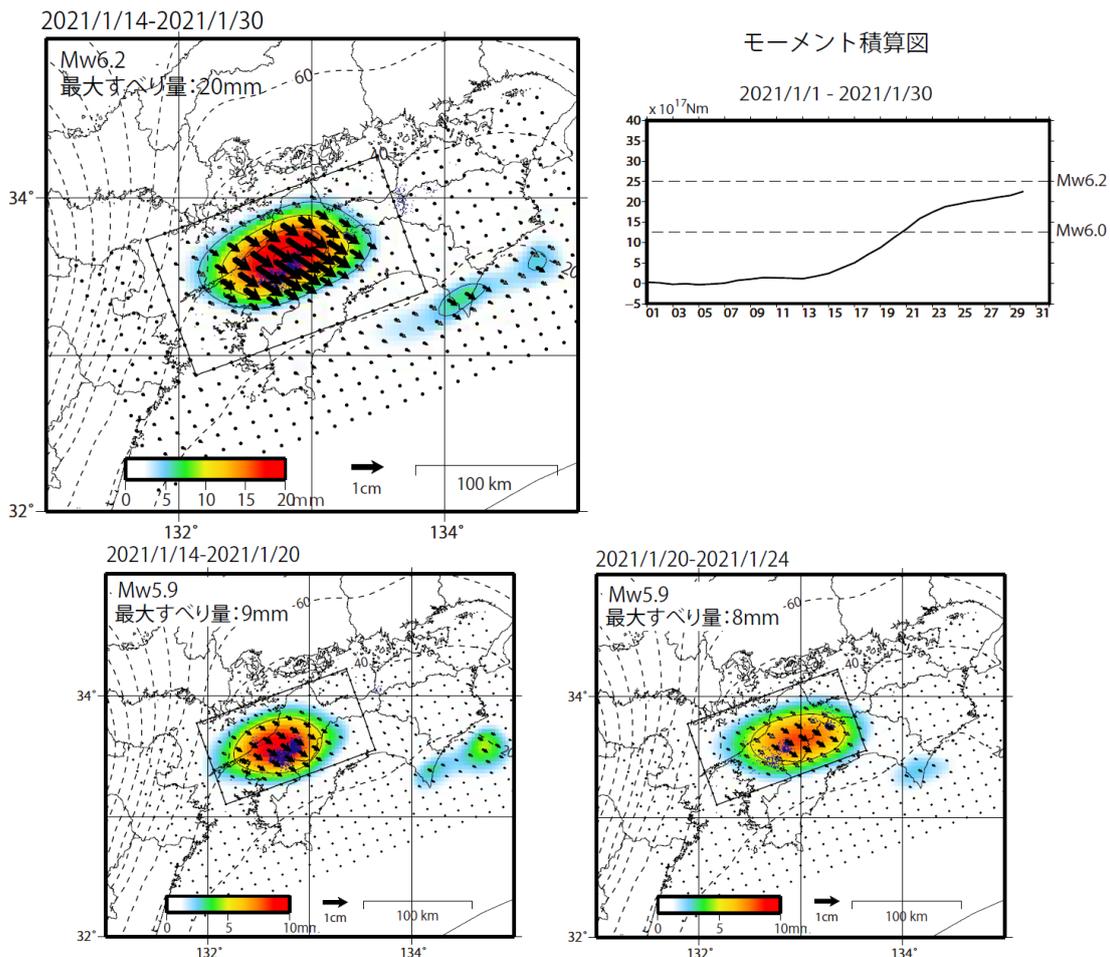


図 2: 期間①②に観測された傾斜変化ベクトル (青矢印)、推定されたスロースリップイベントの断層モデル (赤矩形・矢印)、モデルから計算される傾斜変化ベクトル (白抜き矢印) を示す。1 時間ごとの微動エネルギーの重心位置 (橙丸) もあわせて示す。すべり角はプレート相対運動方向に固定している。

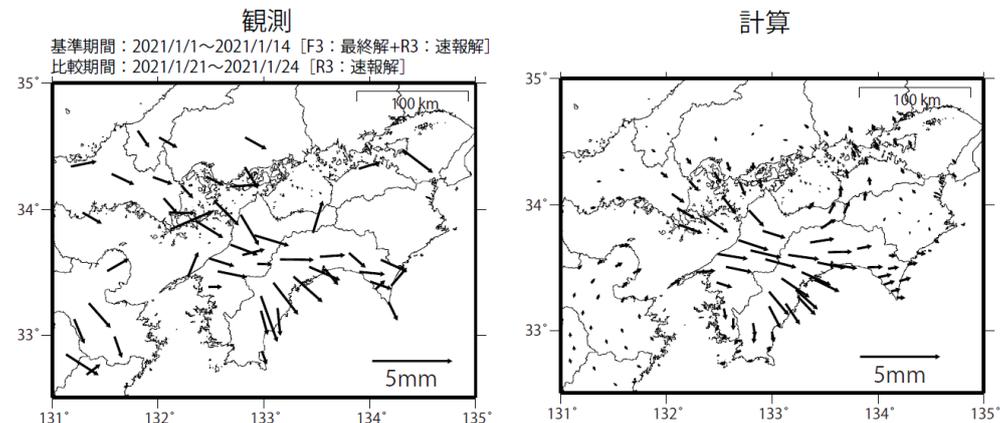
謝辞

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

GNSSデータから推定された
四国西部の深部低周波微動と同期したスロースリップ（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。



解析に使用した全観測点の座標時系列から、共通に含まれる時間変化成分は取り除いている。

また、基準期間と比較期間の間のオフセットをRamp関数で推定し、東西、南北のAICを合わせたAICで有意でない観測点及び西向き成分を含む観測点は除外している。

2期間の合算の変動を示している。

解析に使用した観測点の範囲：概ね北緯32~34.6°、東経131~134.8°

使用データ：F3解(2020/12/10 - 2021/1/9)+R3解(2021/1/10- 2021/1/24 (上段の図は -2021/1/30))

※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・半年周は2017/1/1-2021/1/24 (上段の図は -2021/1/30) のデータで補正)

モーメント計算範囲：図の黒枠内側

黒破線：フィリピン海プレートの上面の等深線(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

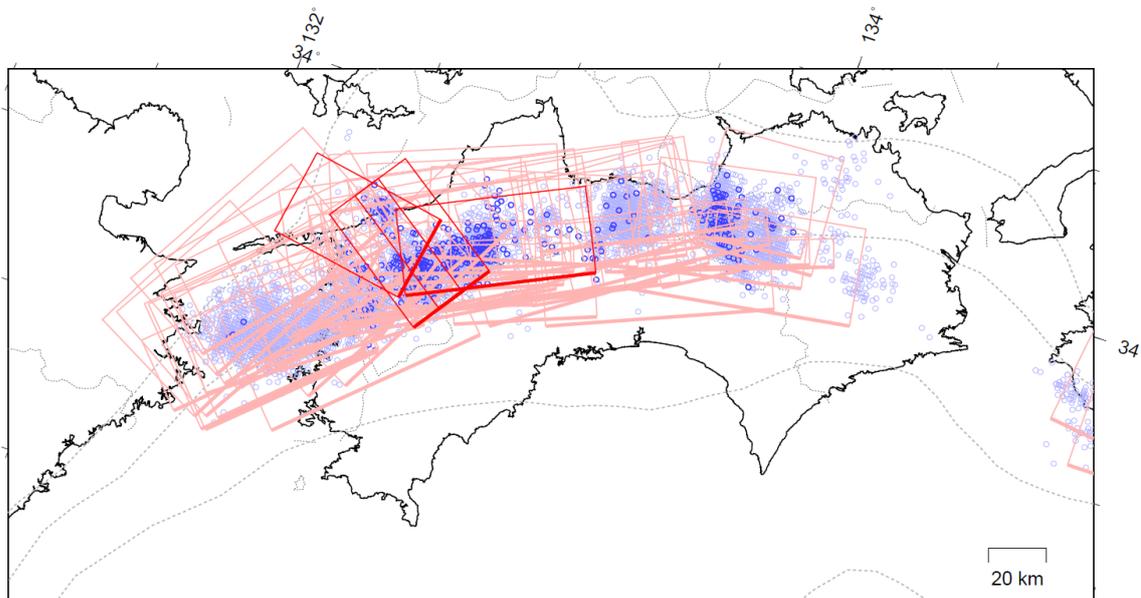
青丸：低周波地震 (気象庁一元化震源)

コンター間隔：5mm

固定局：三隅

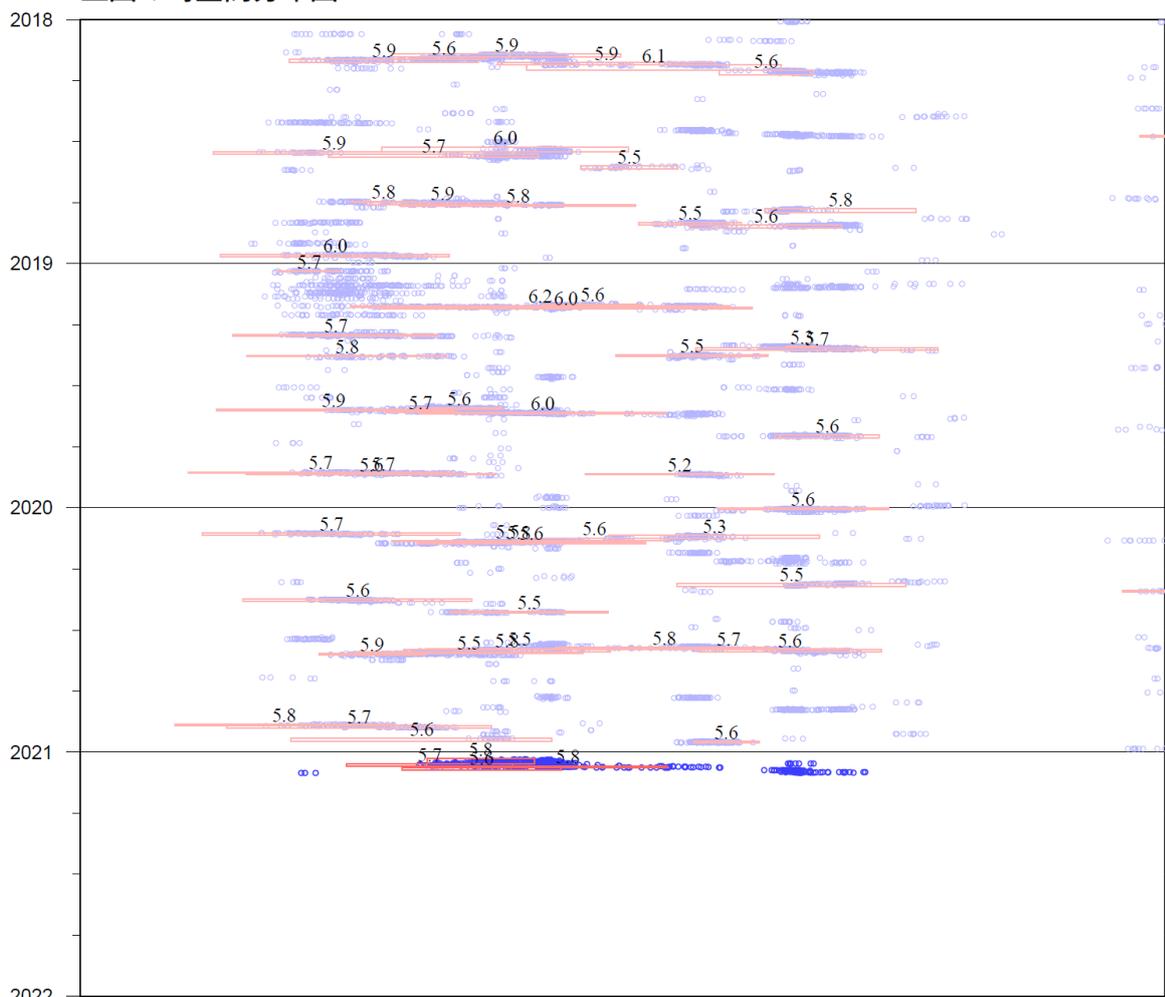
四国 短期的ゆっくりすべりの活動状況

2018年1月1日～2021年2月1日
 (2021年1月1日以降を濃く表示)



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

上図の時空間分布図

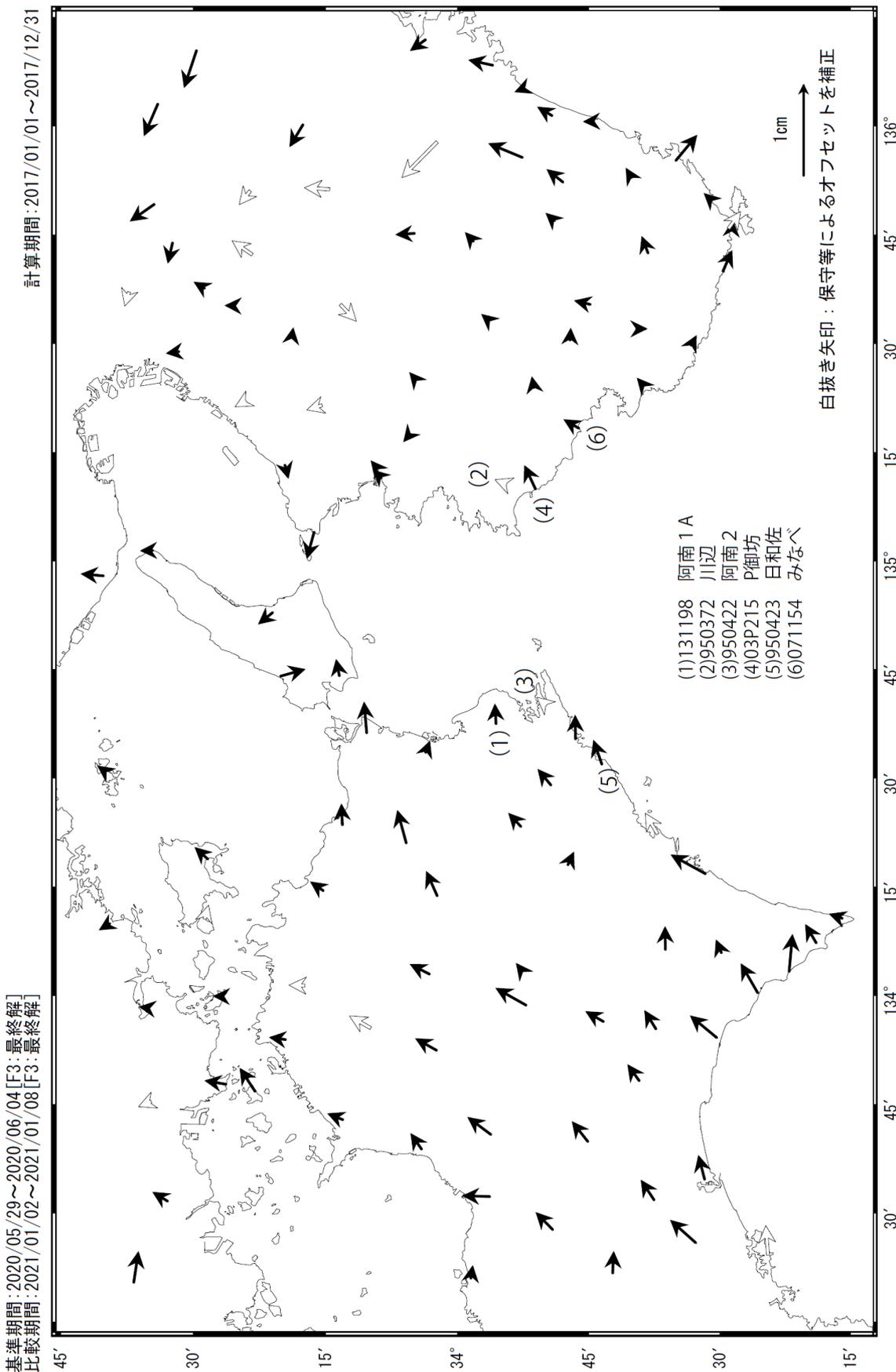


※短期的ゆっくりすべりの解析には、産業技術総合研究所及び防災科学技術研究所のデータを用いている。
 ※赤矩形の上に表示されている数字は解析されたMwを示す。
 ※青丸はエンベロープ相関法（防災科学技術研究所、東京大学地震研究所との共同研究による成果）で得られた低周波微動の震央を示す。

気象庁作成

（国土地理院によるGNSS解析）

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）



国土地理院

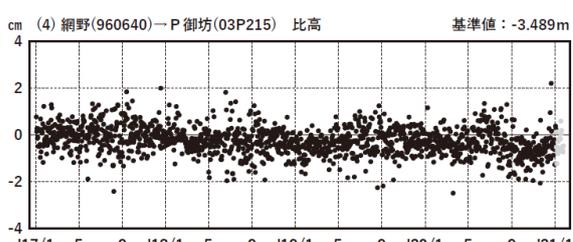
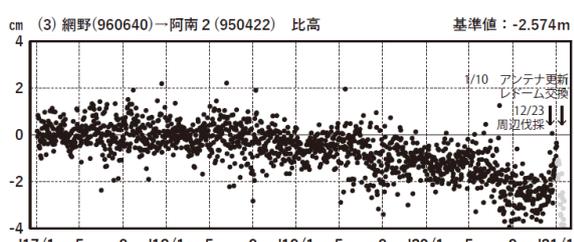
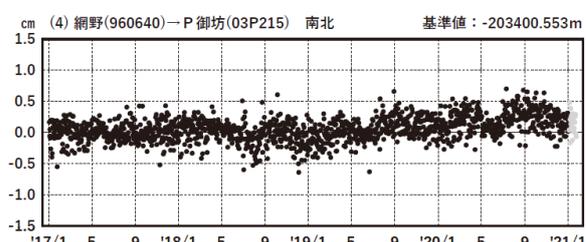
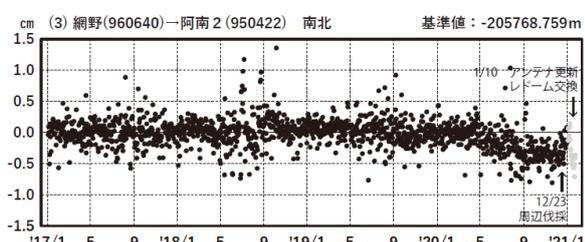
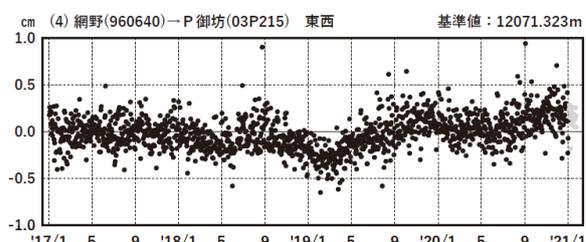
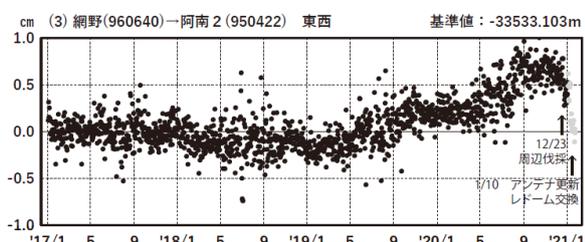
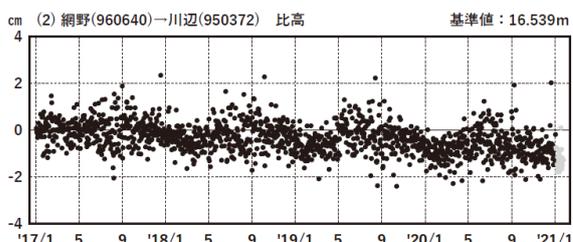
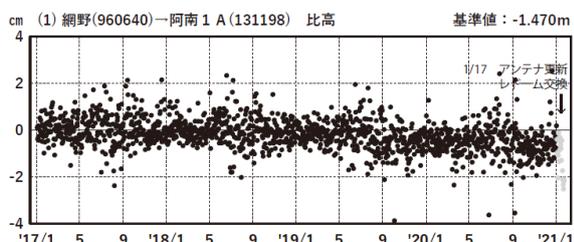
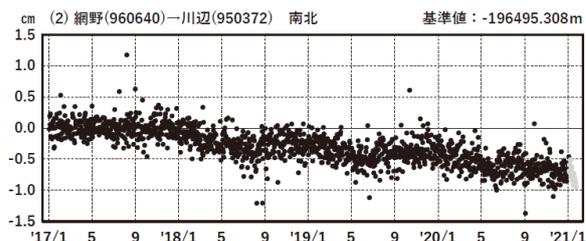
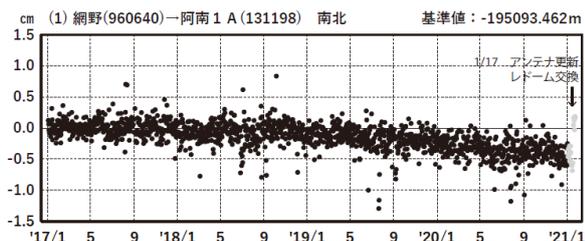
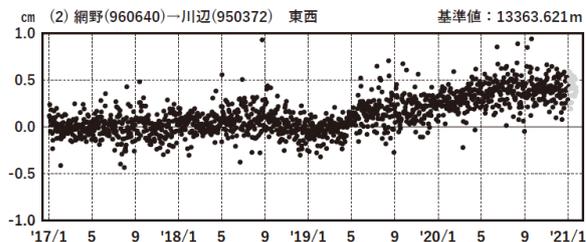
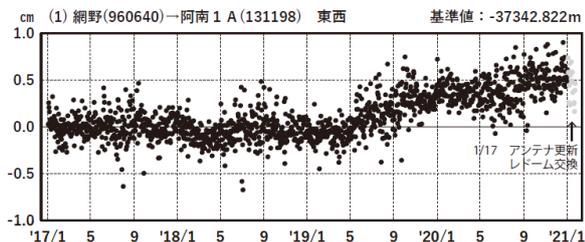
固定局：網野(960640)

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: 2017/01/01~2021/1/24 JST

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01



●---[F3:最終解] ●---[R3:速報解]

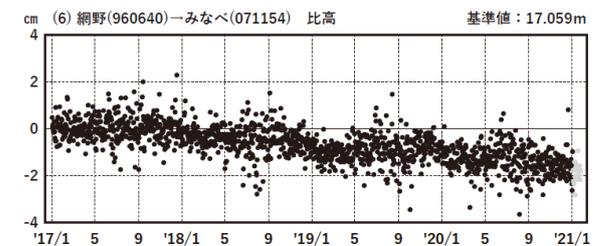
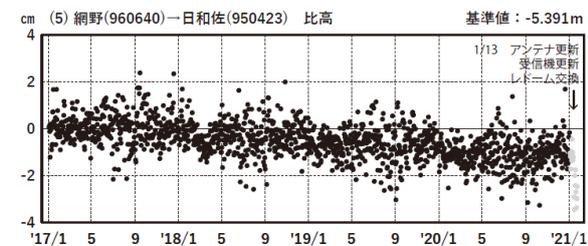
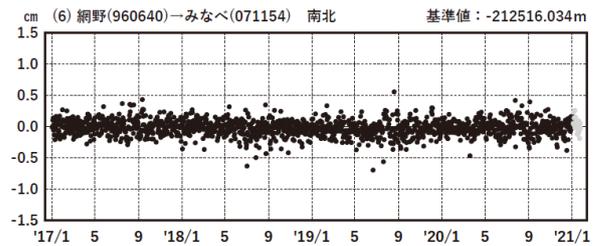
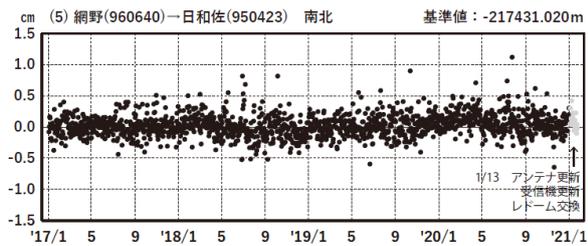
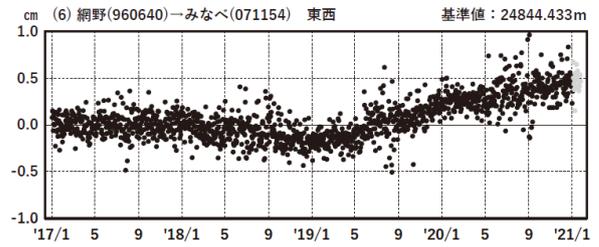
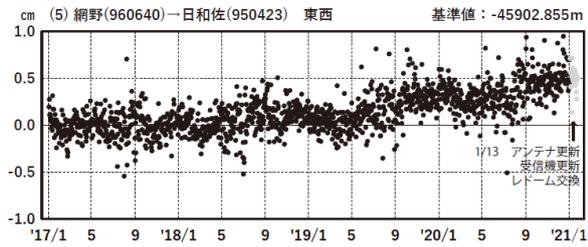
国土地理院

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: 2017/01/01~2021/1/24 JST

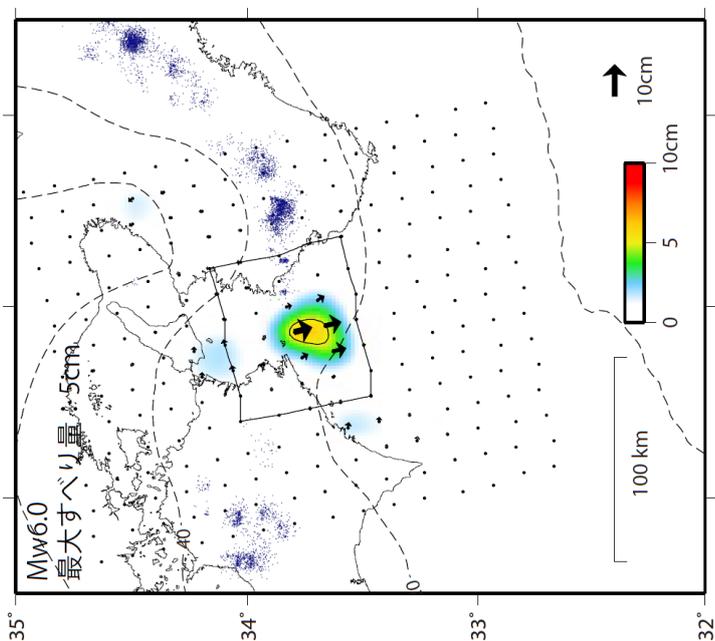
計算期間: 2017/01/01~2018/01/01



※2021年1月以降の保守等によるオフセットは補正していない。

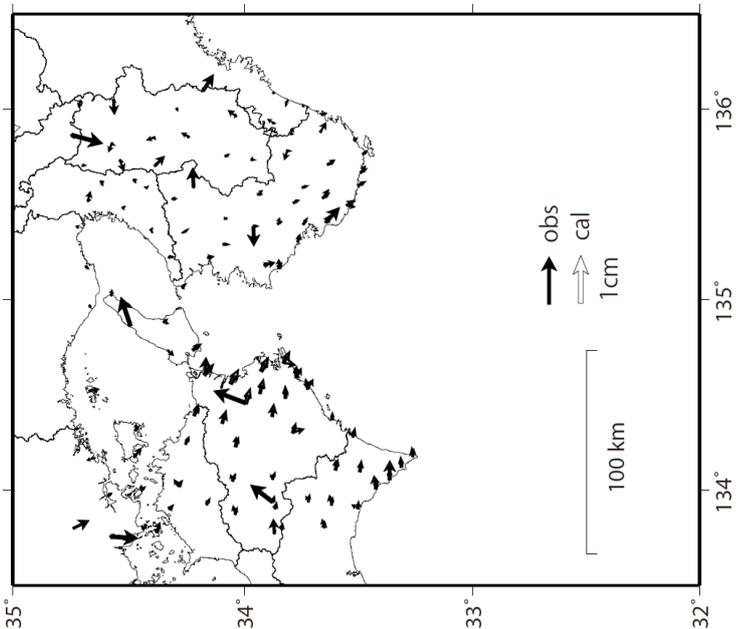
GNSSデータから推定された
紀伊水道の長期的ゆっくりすべり（暫定）

推定すべり分布
(2020/6/1 - 2021/1/14)



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 - 2021/1/14)



使用データ：F3解 (2018/1/1 - 2021/1/2) + R3解 (2021/1/3 - 2021/1/14) ※電子基準点の保守等による変動は補正済み
トレンド期間：2017/1/1 - 2018/1/1 (年周・半年周成分は 2017/1/1 - 2021/1/14 のデータで補正)

モーメント計算範囲：左図の黒枠内側

観測値：3日間の平均値をカルマンフィルタで平滑化した値

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：2019/1/1 - 2019/12/31)

固定局：網野

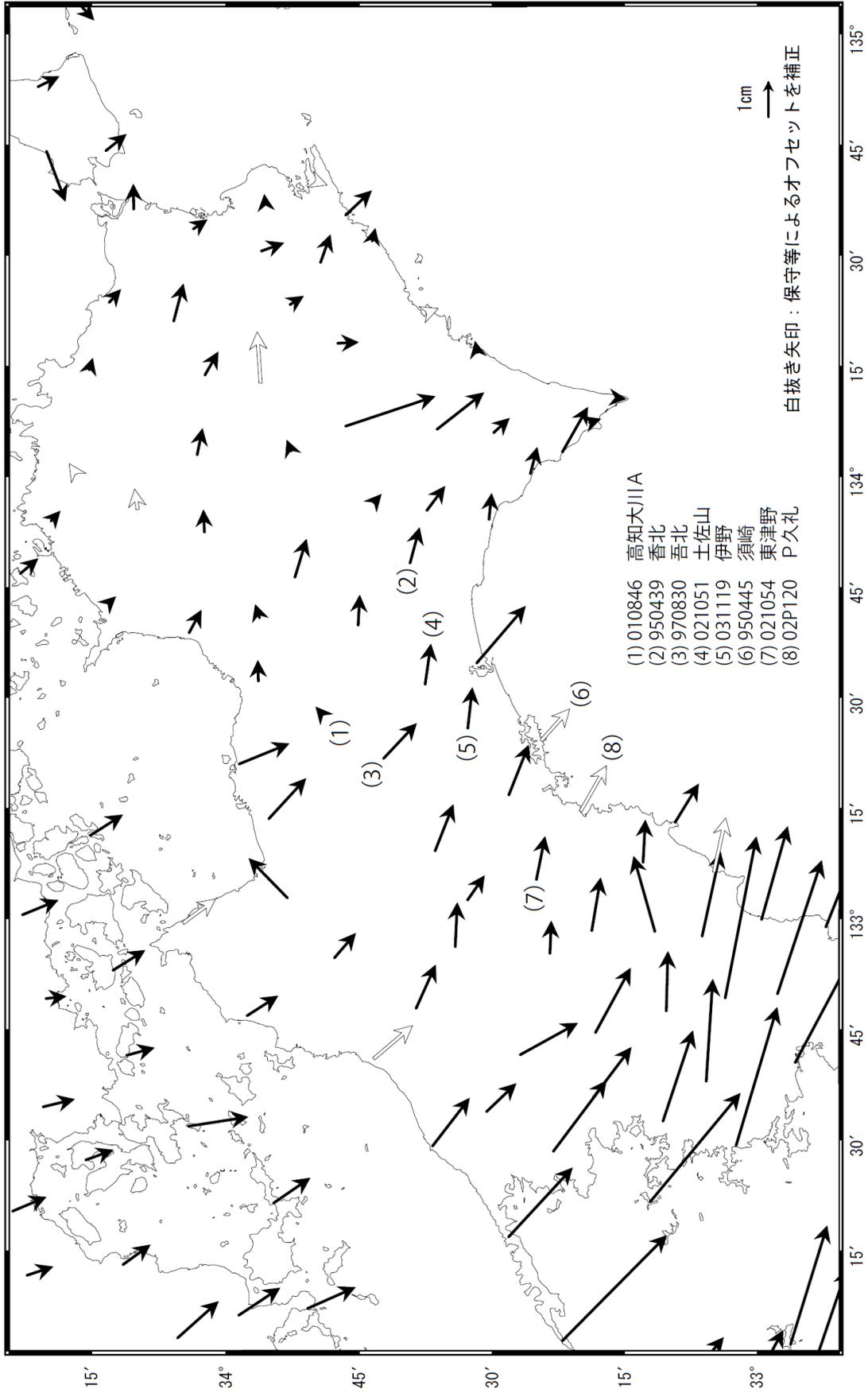
国土地理院

（国土地理院による GNSS 解析）

四国中部の非定常水平地殻変動（1次トレンド・年周期・半年周期除去後）

基準期間：2017/12/29～2018/01/04 [F3:最終解]
比較期間：2021/01/17～2021/01/23 [R3:速報解]

計算期間：2017/01/01～2018/01/01



固定局：網野(960640)

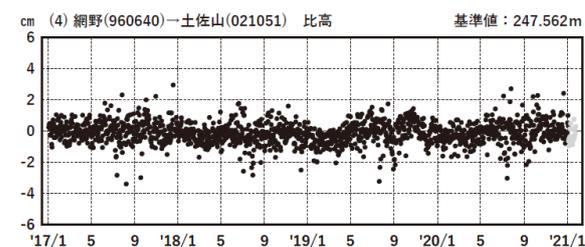
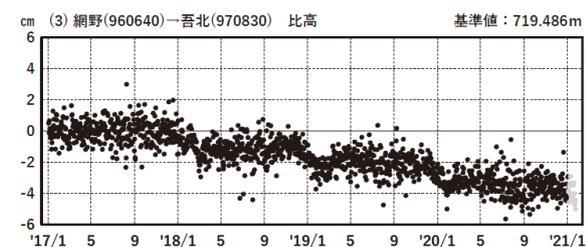
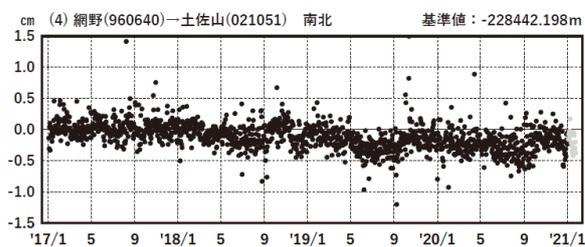
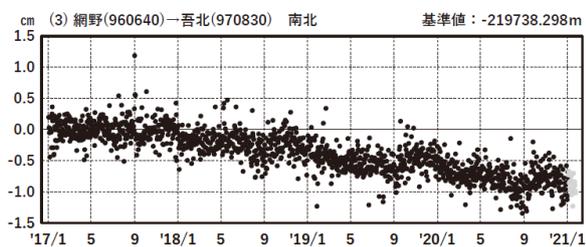
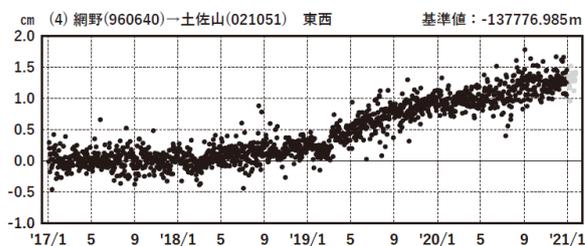
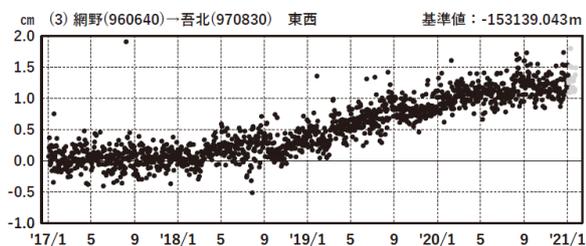
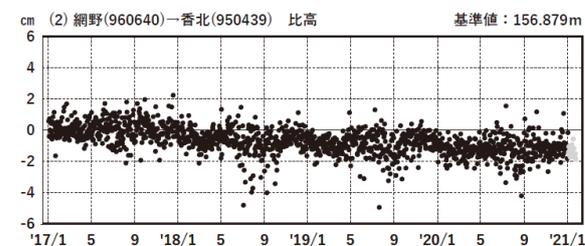
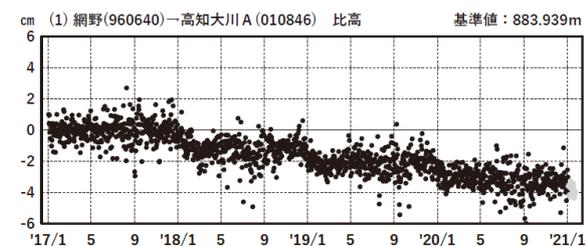
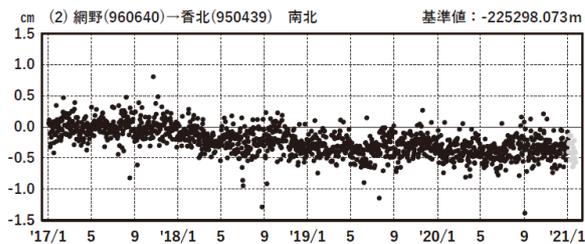
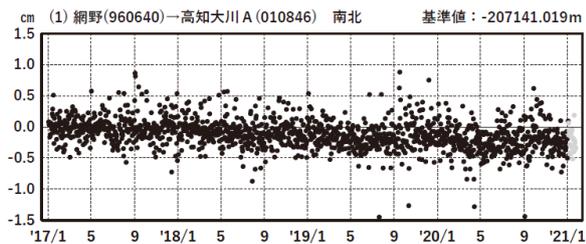
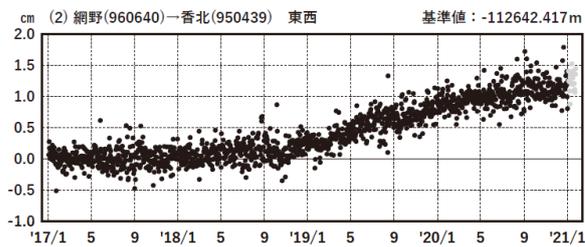
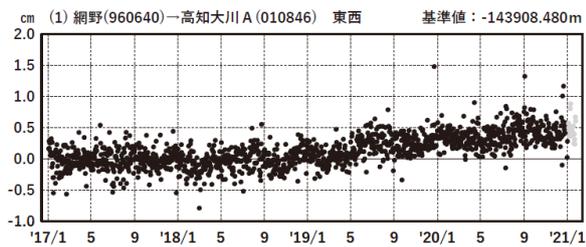
国土地理院

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: 2017/01/01~2021/1/24 JST

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01



●---[F3:最終解] ●---[R3:速報解]

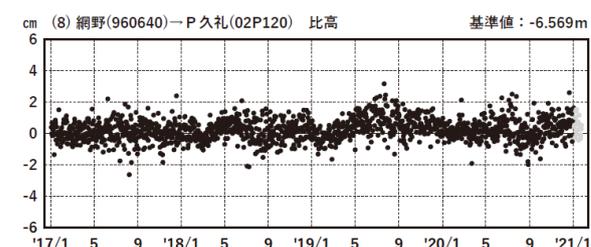
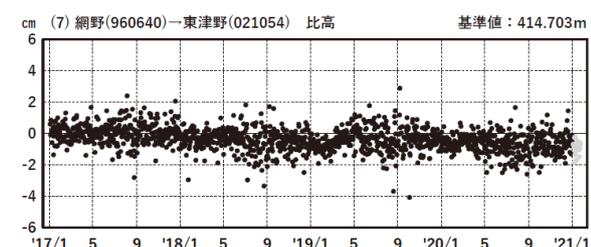
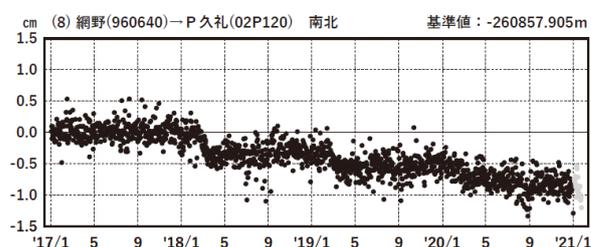
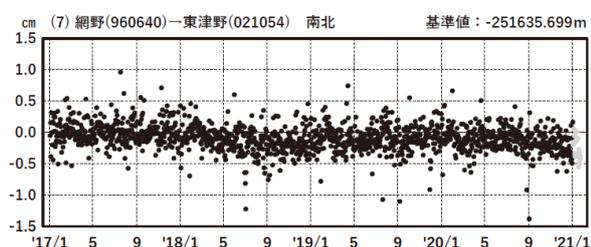
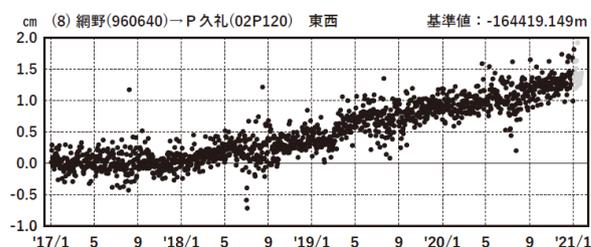
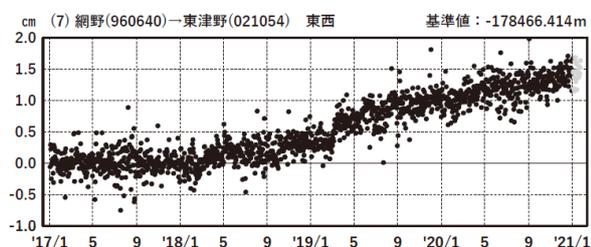
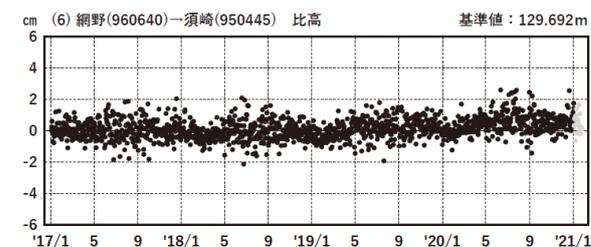
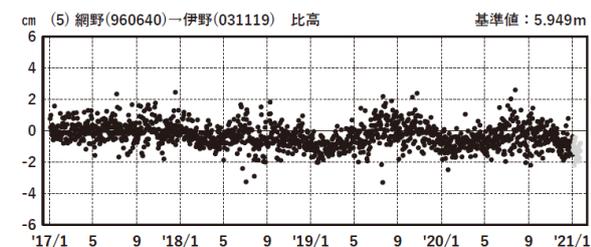
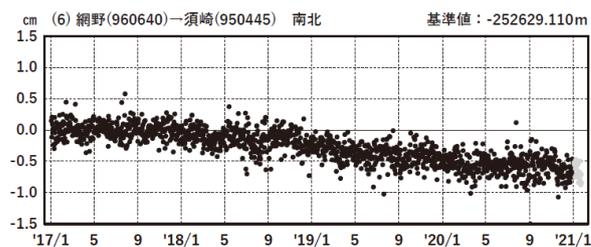
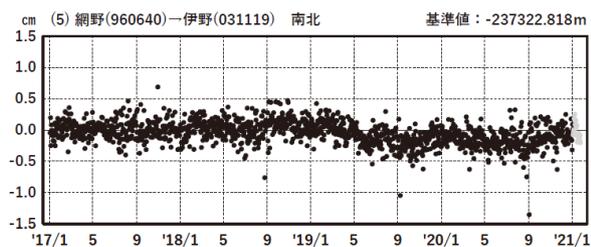
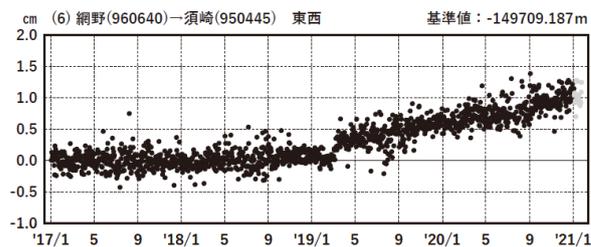
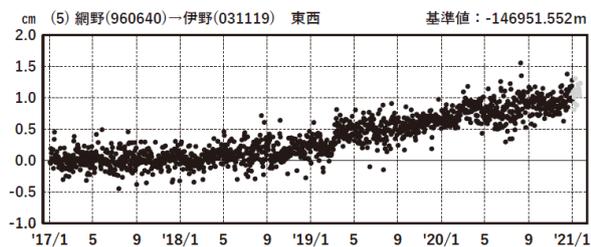
国土地理院

四国中部 G N S S連続観測時系列 (2)

1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

期間: 2017/01/01~2021/1/24 JST

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01

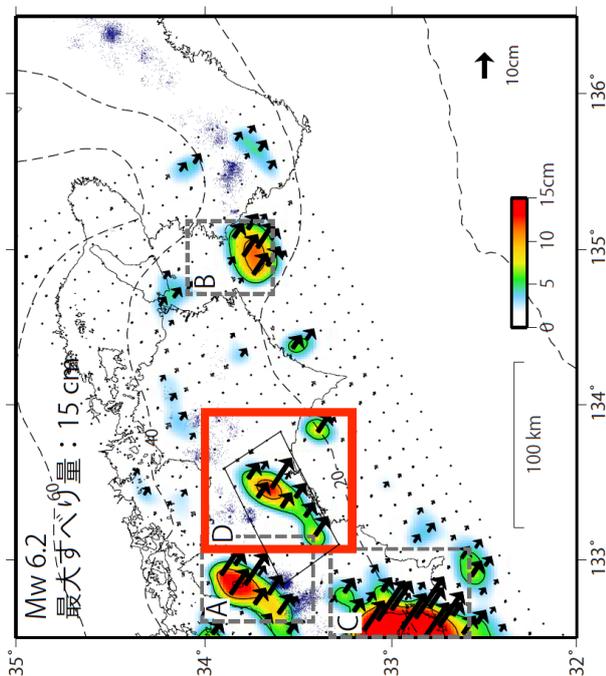


●---[F3:最終解] ●---[R3:速報解]

国土地理院

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 - 2021/1/21)



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：F3解 (2019/1/1 - 2021/1/9) + R3解 (2021/1/10 - 2021/1/21) ※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 - 2021/1/21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

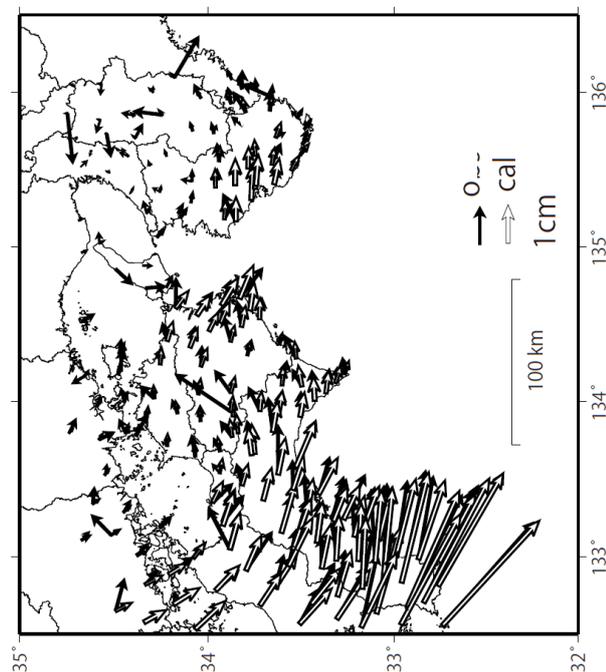
黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線 (弘瀬・他、2007)

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) (期間：2019/1/1 - 2019/12/31)

固定局：網野

観測値 (黒) と計算値 (白) の比較
(2019/1/1 - 2021/1/21)

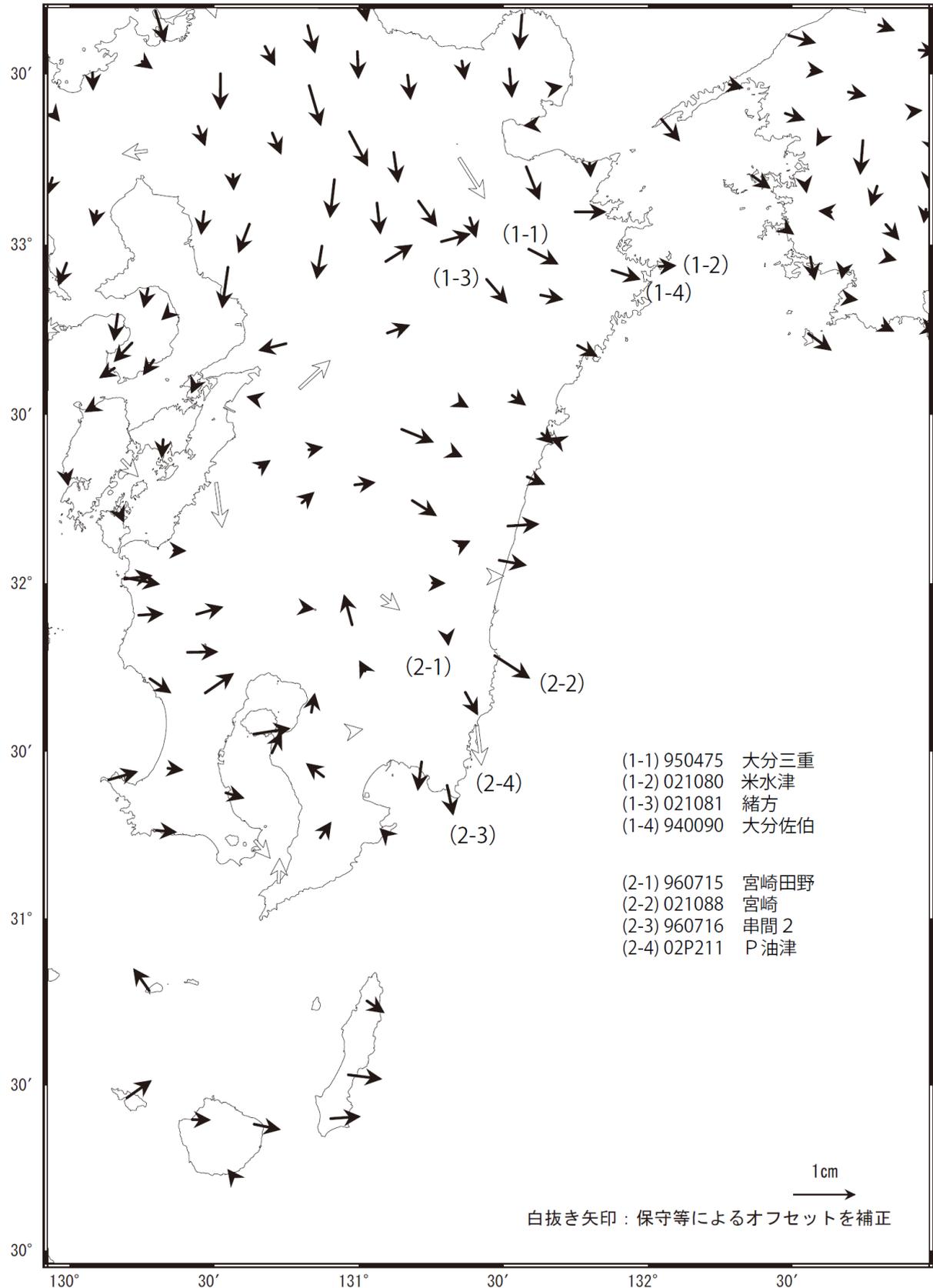


（国土地理院による GNSS 解析）

九州北部、南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:2020/01/01~2020/01/07[F3:最終解]
比較期間:2021/01/17~2021/01/23[R3:速報解]

計算期間:2017/01/01~2017/12/31



- (1-1) 950475 大分三重
- (1-2) 021080 米水津
- (1-3) 021081 緒方
- (1-4) 940090 大分佐伯

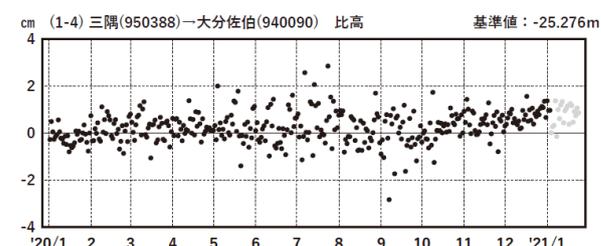
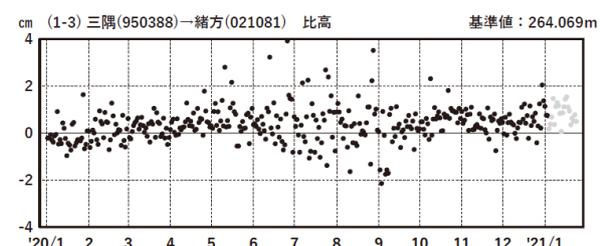
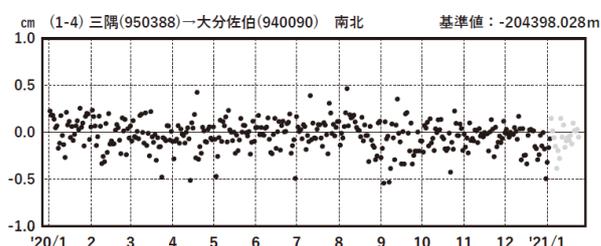
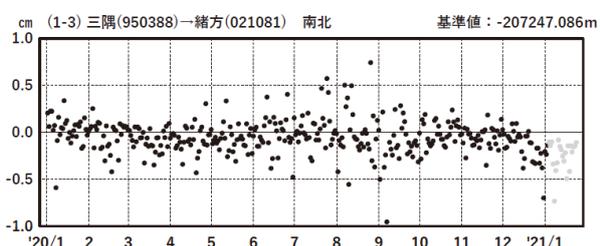
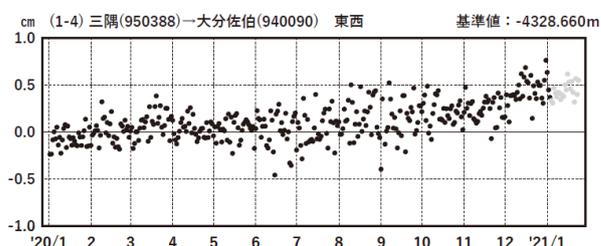
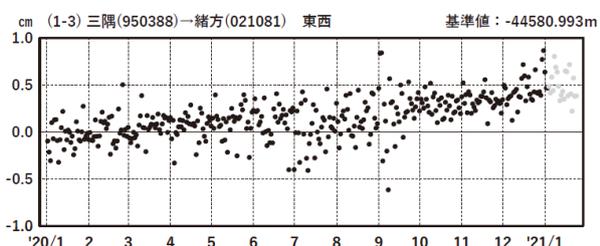
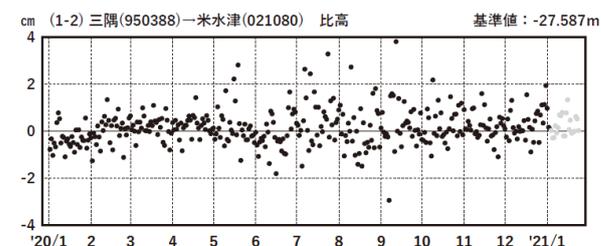
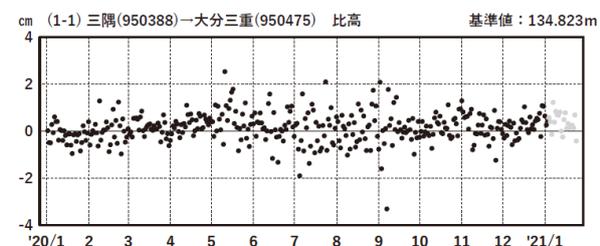
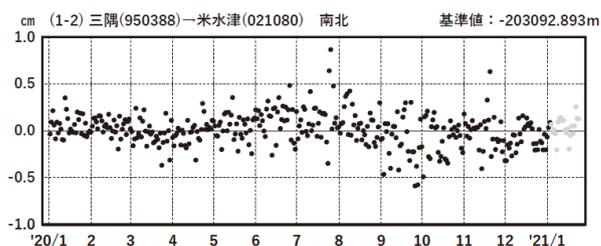
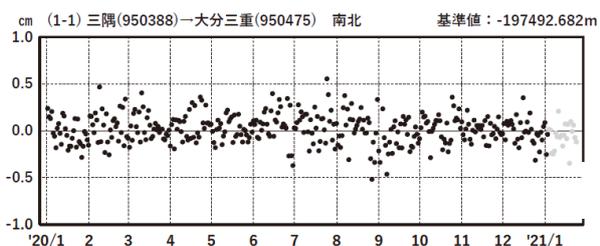
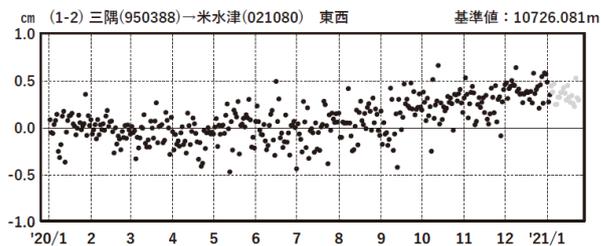
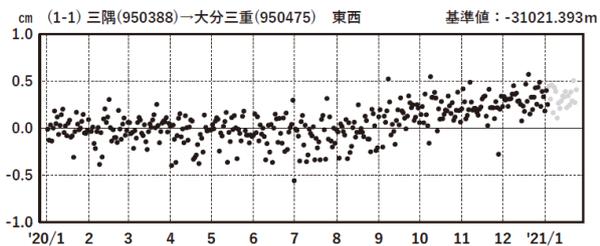
- (2-1) 960715 宮崎田野
- (2-2) 021088 宮崎
- (2-3) 960716 串間2
- (2-4) 02P211 P油津

九州北部、南部 GNS 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: 2017/01/01~2021/1/24 JST

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01



●---[F3:最終解] ●---[R3:速報解]

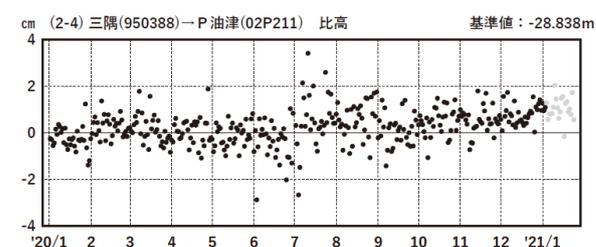
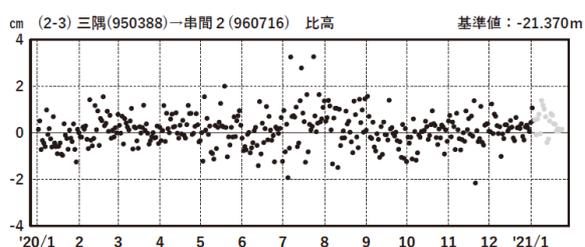
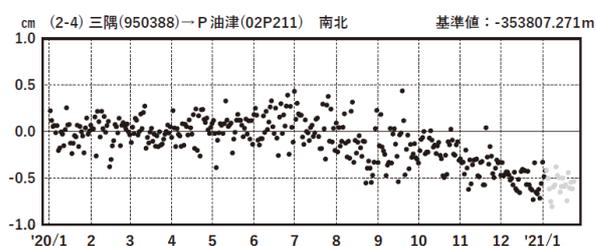
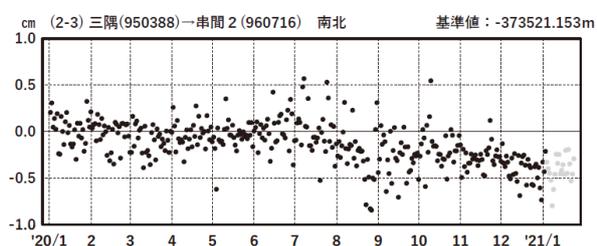
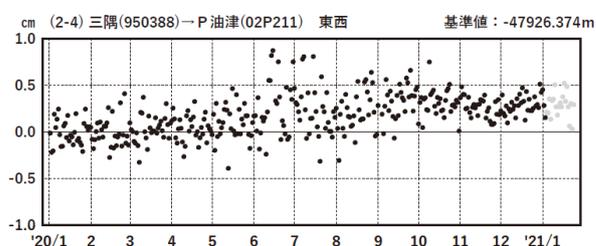
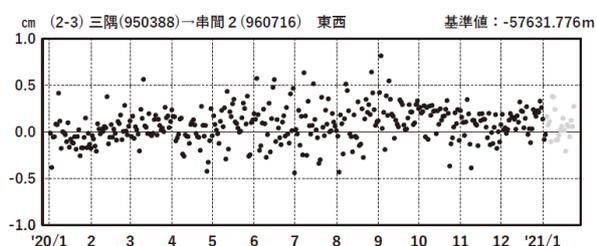
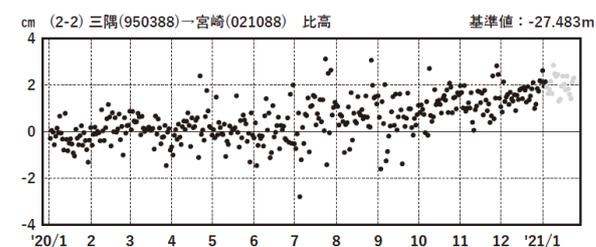
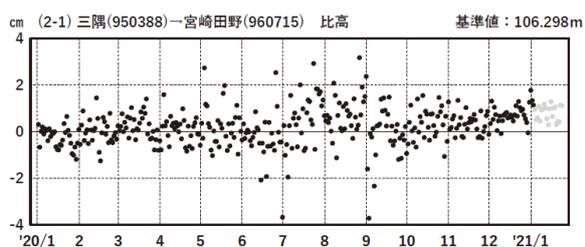
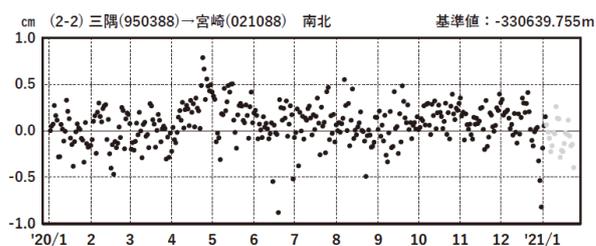
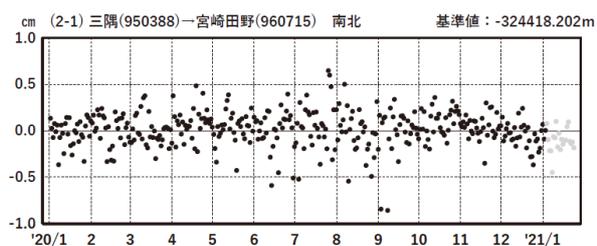
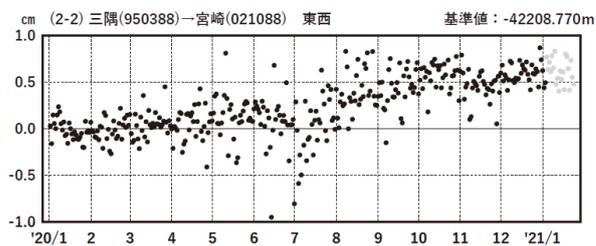
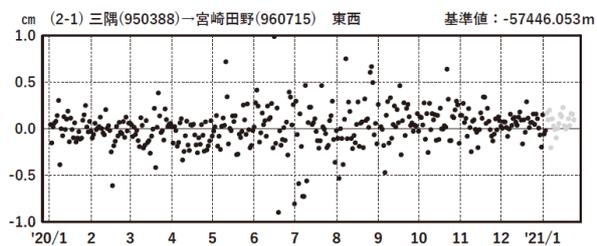
国土地理院

九州北部、南部 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: 2017/01/01~2021/1/24 JST

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01

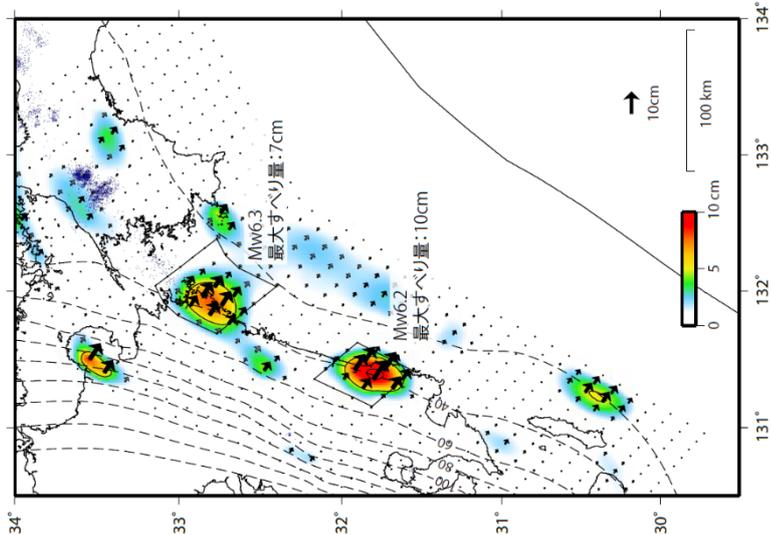


●---[F3:最終解] ●---[R3:速報解]

国土地理院

GNSSデータから推定された
日向灘北部、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 - 2021/1/13)



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：F3解 (2020/1/1 - 2021/1/2) + R3解 (2021/1/3 - 2021/1/13) ※電子基準点の保守等による変動は補正済み

トレント期間：2017/1/1 - 2018/1/1

(年周・半年周成分は、種子島周辺は2017/1/1-2019/1/1、それ以外の地域は2017/1/1 - 2021/1/13のデータで補正)
モーメント計算範囲：左図の黒枠内側

観測値：3日間の平均値をカルマンフィルタで平滑化した値

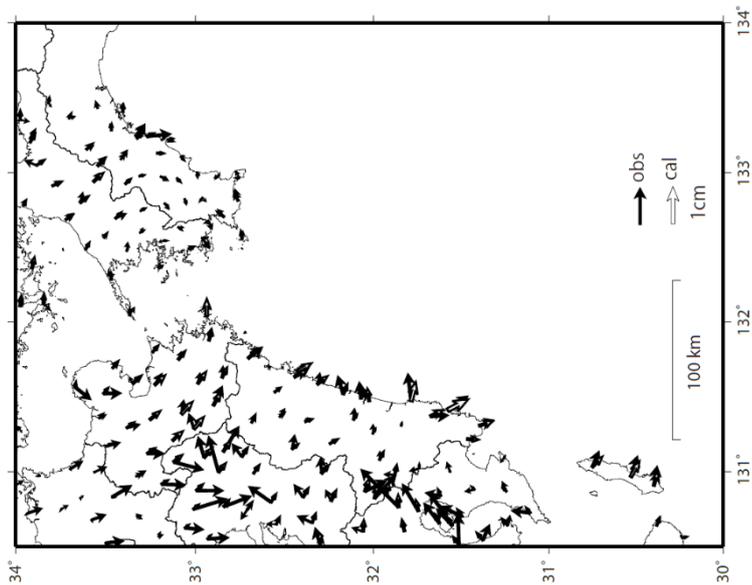
黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線(弘瀬・他、2007)

すべり方向：プレートの沈み込み方向と平行な方向に拘束

青丸：低周波地震(気象庁一元化震源) (期間：2019/1/1 - 2019/12/31)

固定局：三隅

観測値(黒)と計算値(白)の比較
(2020/6/1 - 2021/1/13)



紀伊半島南東沖の微動活動(2020年12月-2021年1月)

- ・2020年12月6日より紀伊半島南東沖で顕著な微動活動.
- ・二度の高速逆伝播 (Rapid Tremor Reversal: RTR) を伴いながら活動域を南西に拡大.
- ・1月21日頃に大規模な活動は一度停止, 1月26-29日に再び小規模な活動.

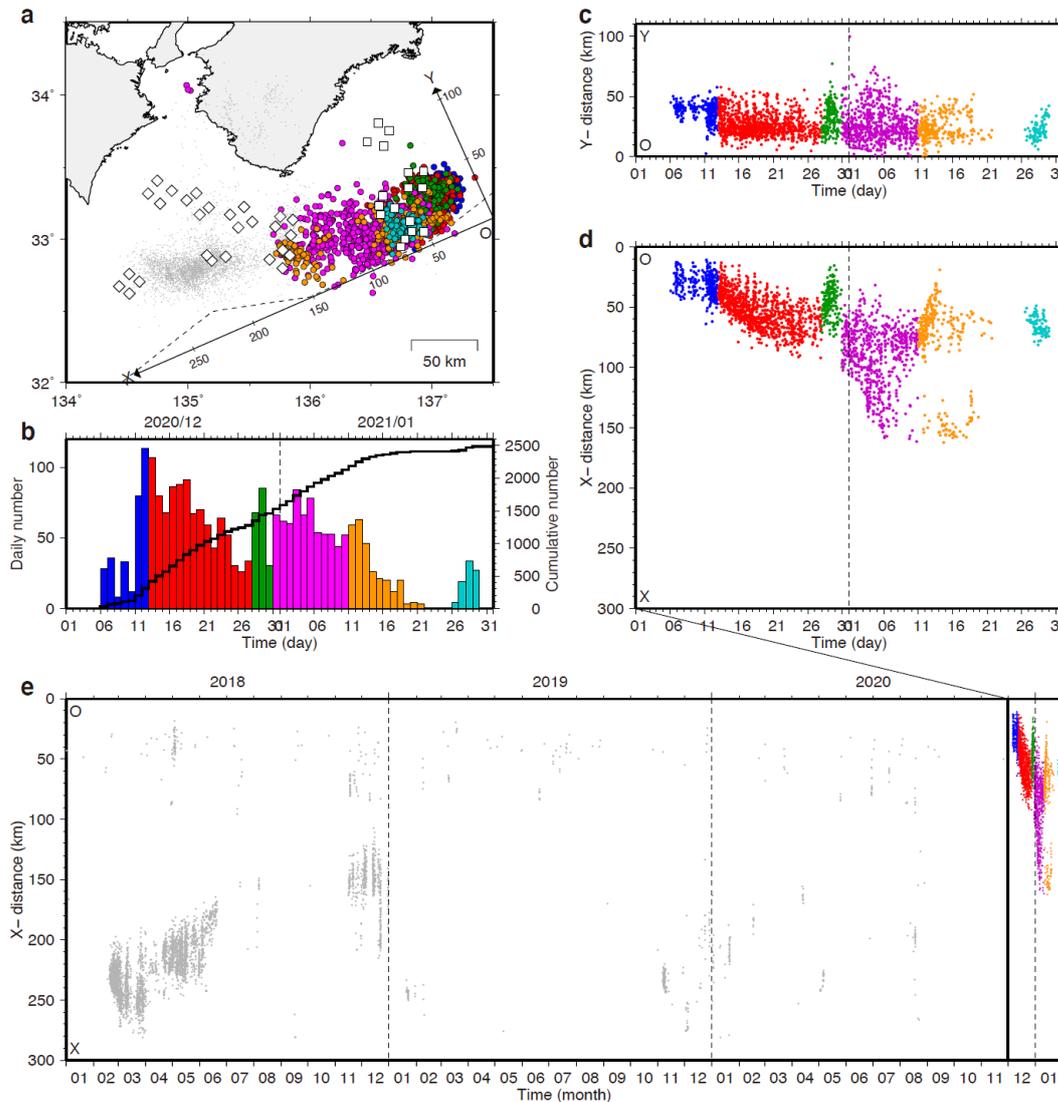
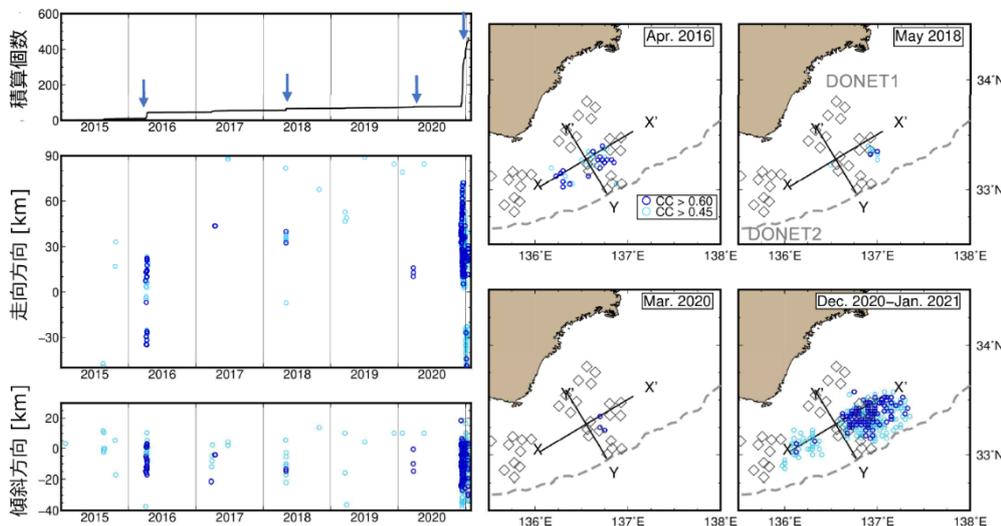


図1：微動の時空間分布。(a)震央分布。色は期間に対応(b参照)。2020年11月以前(2018年1月から)の微動を灰色の点で示す。□◇はそれぞれ DONET1, DONET2 観測点。点線は海溝軸。微動の検出・震源決定にはエンベロープ相関法コード(Ide, 2010; Ohta et al., 2019)を用い, DONET1 および DONET2 の水平2成分速度波形(2-6Hz)を使用。検出されたイベントの内, 継続時間20秒以上, 震央誤差10km以内, 群発条件(1日&20km以内に4イベント以上)を満たすものを微動として採用。DONET1 から DONET2 東端の領域にかけて活発な微動活動。(b)検出数の日別ヒストグラムと累積。2020/12/6-2021/1/21 に大規模な活動があり, 2021/1/26-2021/1/29 に小規模な活動。(c)震央の時空間分布。傾斜方向(Y軸)に投影。(d)走向方向(X軸)に投影。RTRを伴いながら南西へ拡大。(e)2018年1月-2021年1月の全微動の時空間分布(X方向投影)。2018年に紀伊水道沖で大規模な活動。

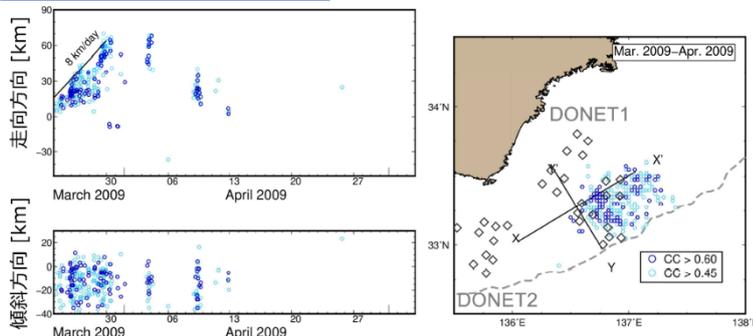
2020年12月～2021年1月に紀伊半島南東沖で発生した浅部超低周波地震活動

- 広帯域地震観測網F-netの連続記録を利用した相互相関解析により紀伊半島南東沖で発生する浅部超低周波地震の検知・震央再推定を行った。気象庁カタログにより通常の地震を排除した。
- 2020年12月6日に東経137.0°付近で開始後、東西へ約4 km/dayで拡大し、潮岬の南南東沖まで至り、2021年1月14日まで活動が継続した（詳細は2枚目）。



東京大学地震研究所・防災科学技術研究所資料

2009年3月～2009年4月

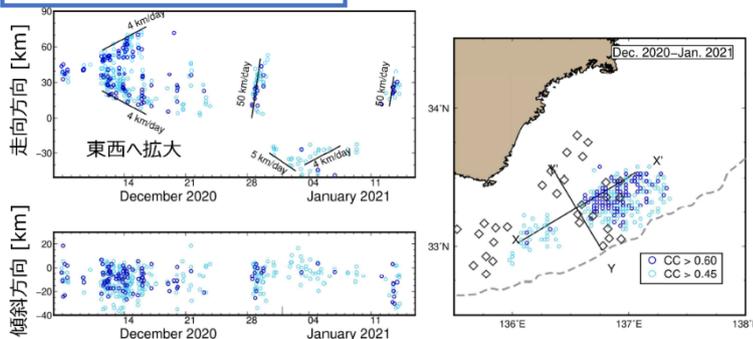


2009年3~4月に同地域で発生した浅部超低周波地震活動（Takemura, Noda et al., 2019）と比較

走向方向震源移動性（左図）

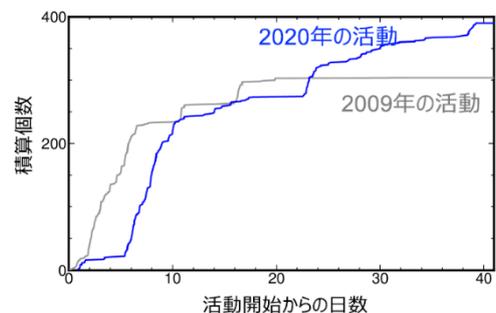
- 2009年3月に開始した活動では東経136.7°付近で開始し、約8 km/dayで東へ移動。
- 2020年12月に開始した活動では東経137.0°付近で開始し、約4 km/dayで東西へ拡大。

2020年12月～2021年1月



積算個数の時間変化（下図）

- 積算個数の時間変化は2009年の活動（下図灰色線）と似た傾向を持つ。



東京大学地震研究所・防災科学技術研究所資料

紀伊半島南東沖における孔内地殻変動観測

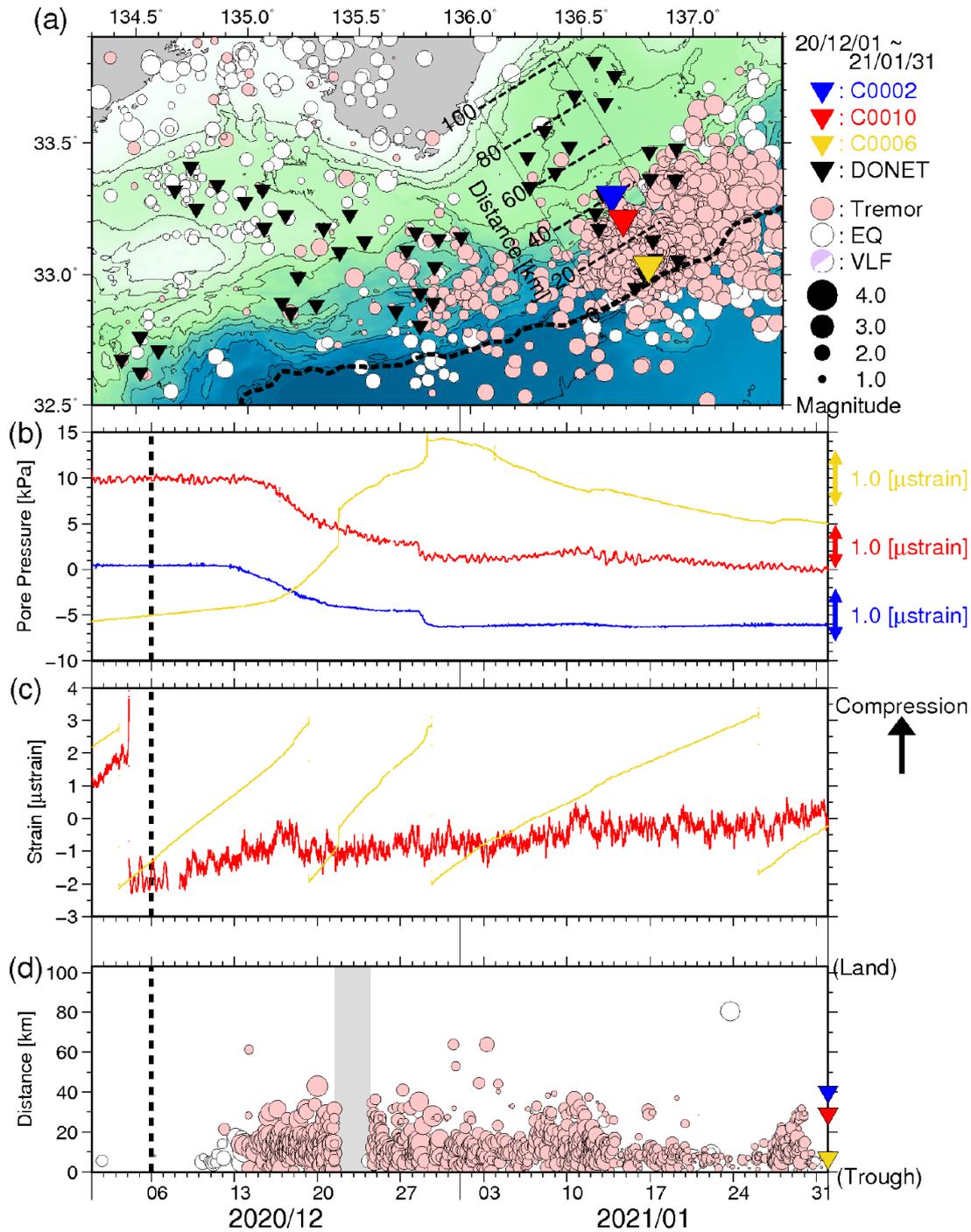


図3 直近2ヶ月間のSSE・低周波微動モニタリング（2020年12月1日～2021年1月31日）。
 (a) 低周波微動と通常地震の震央分布図（●：低周波微動、○：通常地震）。それぞれの震源深さが、0～15 km 及び0～60 km の範囲に決まったイベントのみを示す。▼、▼、▼、▼は、それぞれ C0002・C0010・C0006・DONET 観測点を示す。破線はトラフ軸を示す。(b) 長期孔内観測点における間隙水圧変化（—：C0002、—：C0010、—：C0006）。(c) 長期孔内観測点における体積歪変化（—：C0010、—：C0006）。(d) 低周波微動と通常地震の時空間分布。図3a中に実線で示した矩形領域内において発生したイベントについて示す。縦軸は、トラフ軸からの距離（km）を示す。12月21日以降、サーバ入替のため微動と地震カタログの照合は未処理である（灰色部分は未収録）。

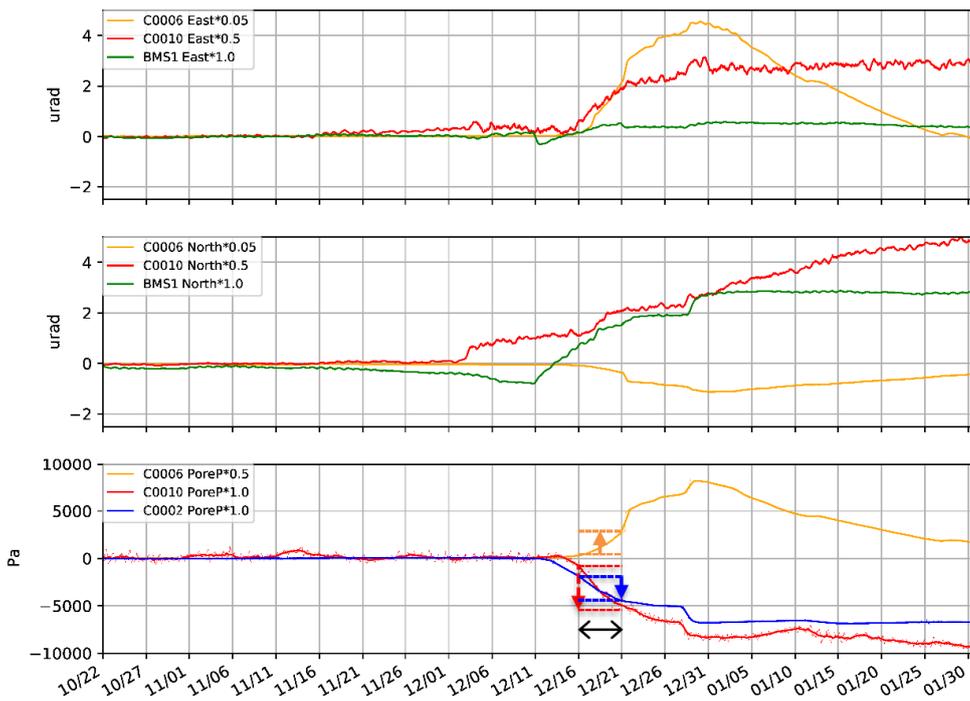


図8 熊野灘に設置された掘削孔内の間隙水圧、孔内傾斜計、また海底傾斜計に見られたゆっくりとした変動。上段：東傾斜 中段：北傾斜（各単位 μrad ）下段：孔内間隙水圧(単位Pa)。孔内観測点 C0002(青線), C0010 (赤線), C0006 (橙線)、海底傾斜観測点 BMS1(緑線)。観測点位置は、図9に示す。下段の矢印は図9の断層モデルの検討期間を示している。観測点間で観測振幅が大きく異なるため、図に示す通りのスケーリングを行っている。

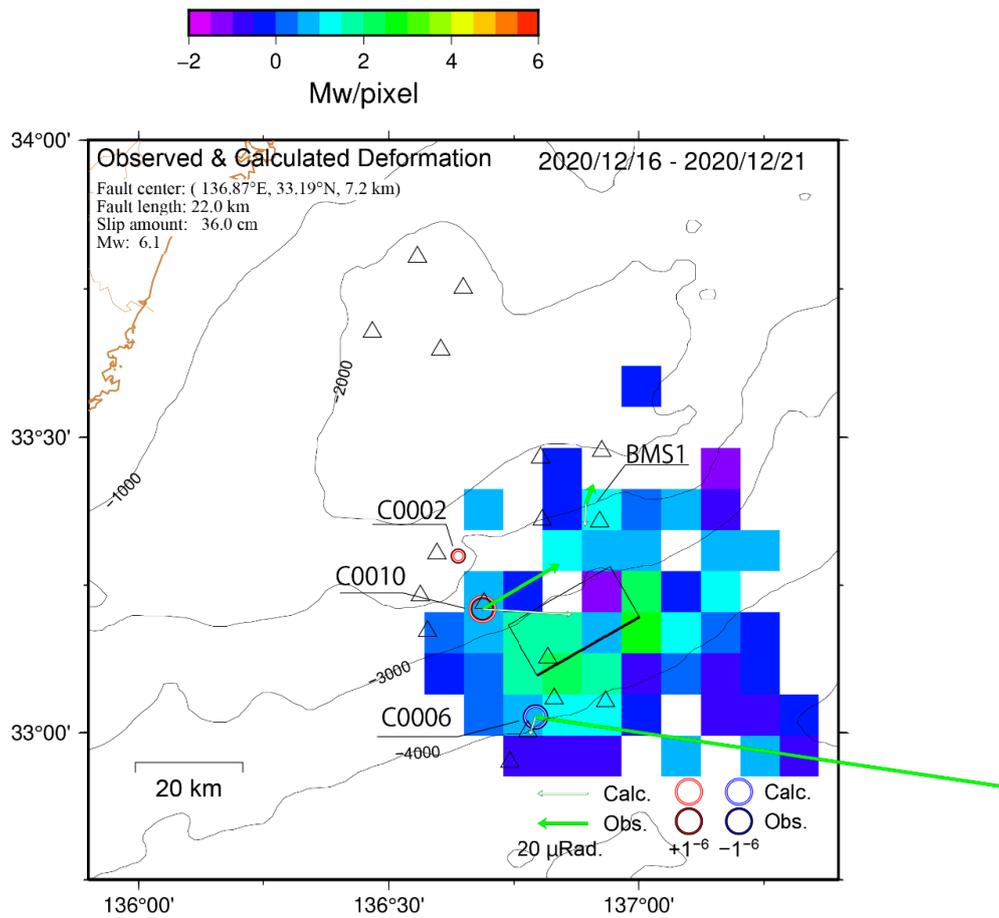


図9 2020/12/16-2020/12/21 の期間についてのC0002, C0010, C0006点の孔内間隙水圧、孔内傾斜、およびBMS1点の海底傾斜変動を説明する断層モデル（矩形：プレート境界面、Mw6.1）。○は孔内間隙水圧による体積歪変化、矢印（緑）は傾斜変動をそれぞれモデル(Calc)と観測(Obs.)について示した。DONET観測点位置（△）を参考のため示した。また、図10-1に示した低周波微動の積算モーメントの対応する期間を重ねて表示している。

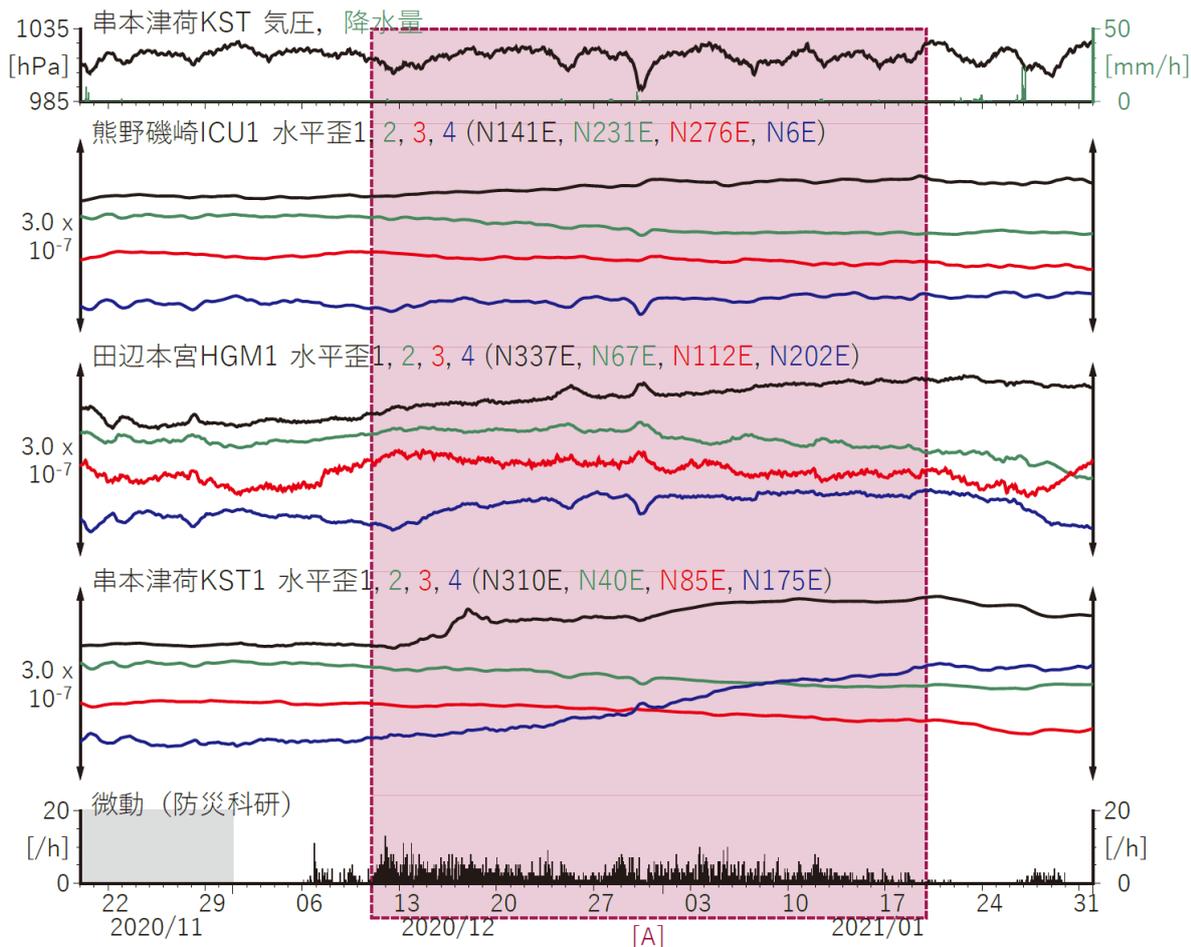


図8 紀伊半島における歪観測結果（2020/11/20 00:00 - 2021/02/01 00:00 (JST)）.
 微動データは防災科学技術研究所提供（2020/12/01以降）.
 歪データは気圧応答・潮位偏差応答・1次トレンド除去. 潮位偏差データは気象庁提供.

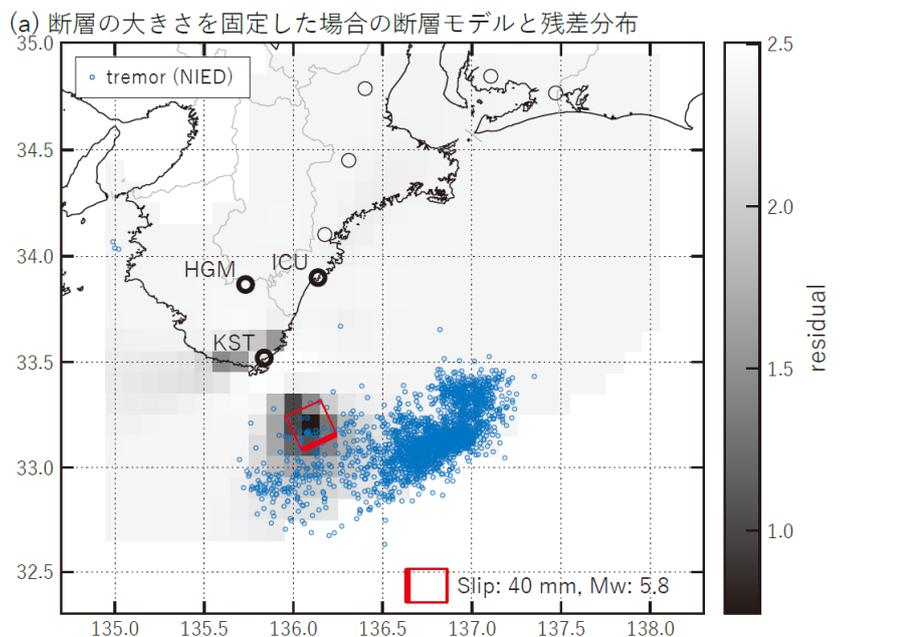
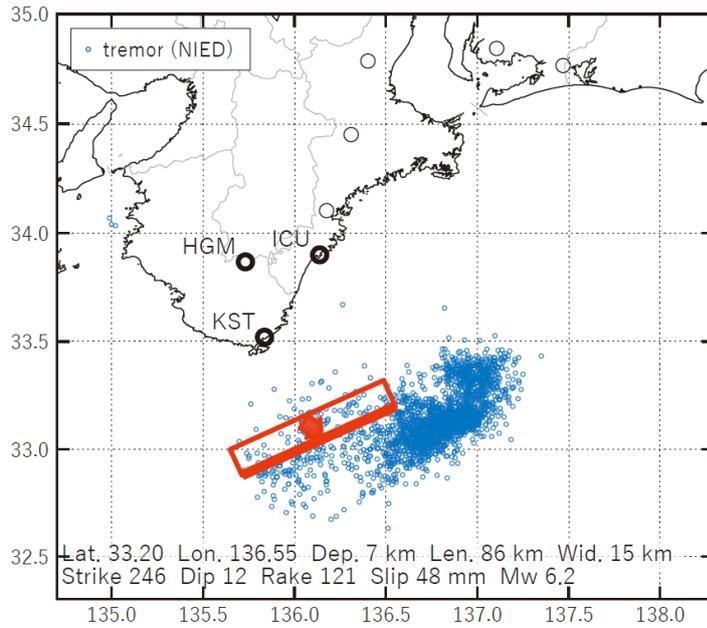


図9 2020/12/11-2021/01/19の歪変化（図8[A]）を説明する断層モデル.

微動データは防災科学技術研究所提供.

(a)プレート境界面に沿って20 x 20 kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの、対応する残差の総和の分布. 赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置.

(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪

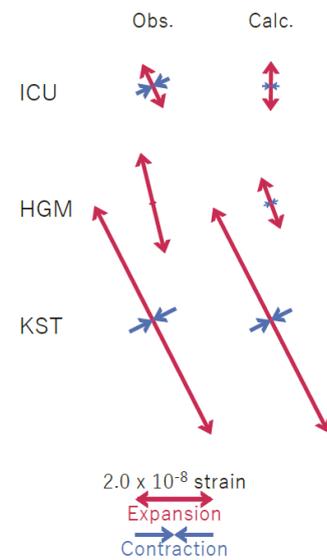


図9 2020/12/11-2021/01/19の歪変化（図8[A]）を説明する断層モデル。

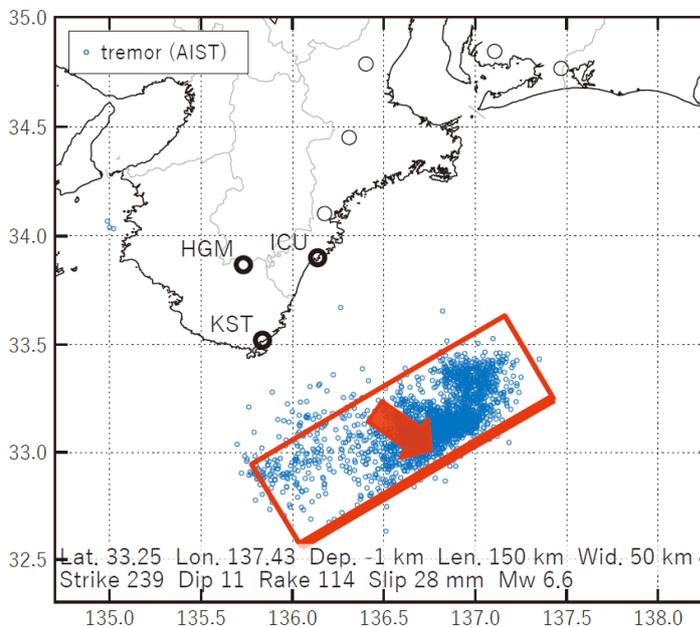
微動データは防災科学技術研究所提供。

(b1) (a)の断層面付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面。

(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。

[微動発生域に限定して解析]

(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪

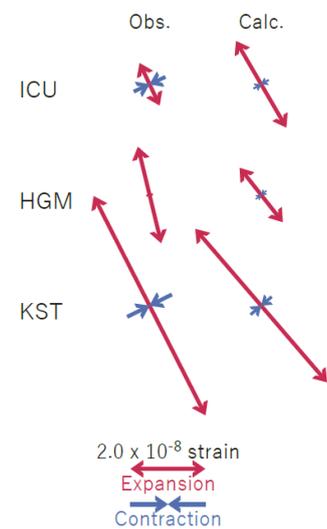


図10 2020/12/11-2021/01/19の歪変化（図8[A]）を説明する断層モデル。

微動データは防災科学技術研究所提供。

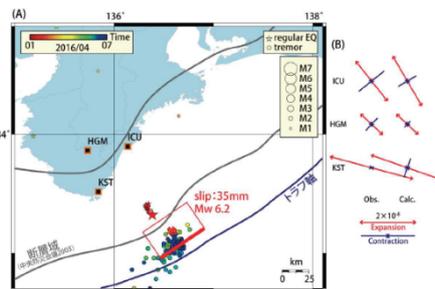
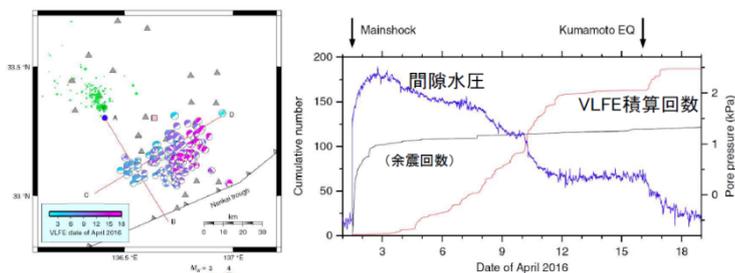
(b1) 微動発生域周辺をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面。

(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。

紀伊半島南東沖のプレート境界浅部における活動

参考

浅部プレート境界すべりによる地殻変動と超低周波地震活動（2016年の活動の解析結果）

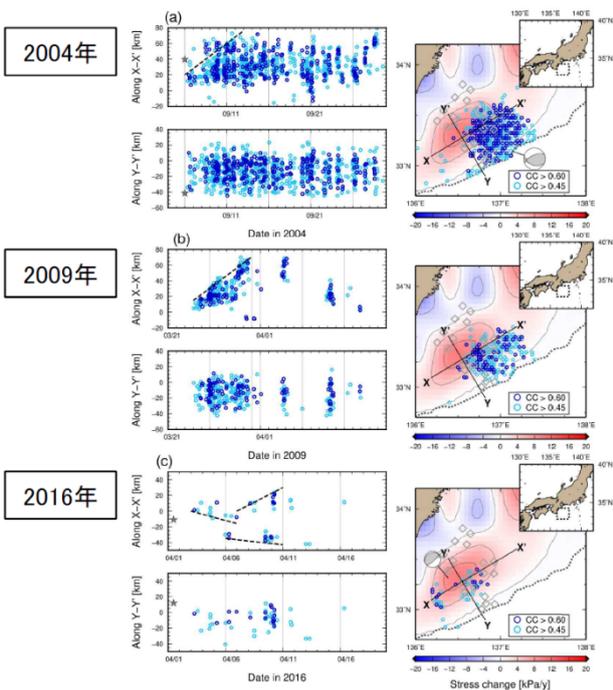


地殻変動(間隙水圧変化:青)と浅部超低周波地震活動(VLFE積算回数:赤)は同様な時間変化を示している。間隙水圧はプレート境界のすべりを反映していること(Araki et al., 2016)、また超低周波地震のメカニズム解は低角逆断層であることから、両者はプレート境界における同一の断層面でのゆっくりすべりによるものと考えられる。

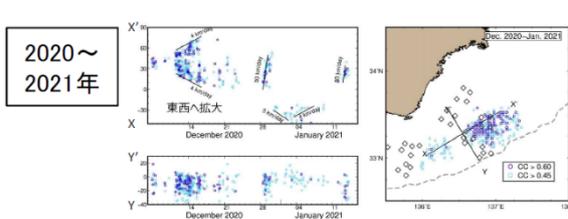
陸域のひずみ計の変化から推定された浅部ゆっくりすべりの断層モデル(Mw6.2)
(板場, 2018)

(Nakano et al., 2018 に加筆)

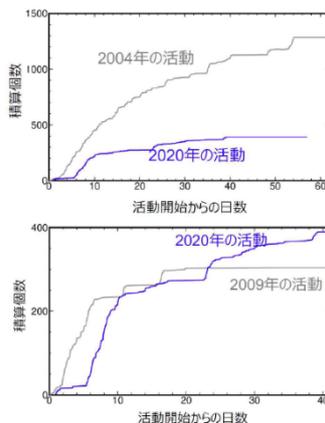
過去にも超低周波地震活動が繰り返し発生



(Takemura et al., 2019)



過去の活動での超低周波地震積算回数との比較



2004年は、今回よりも活発な活動

今回の活動は2009年と同程度

(東京大学地震研究所・防災科学技術研究所資料に加筆)

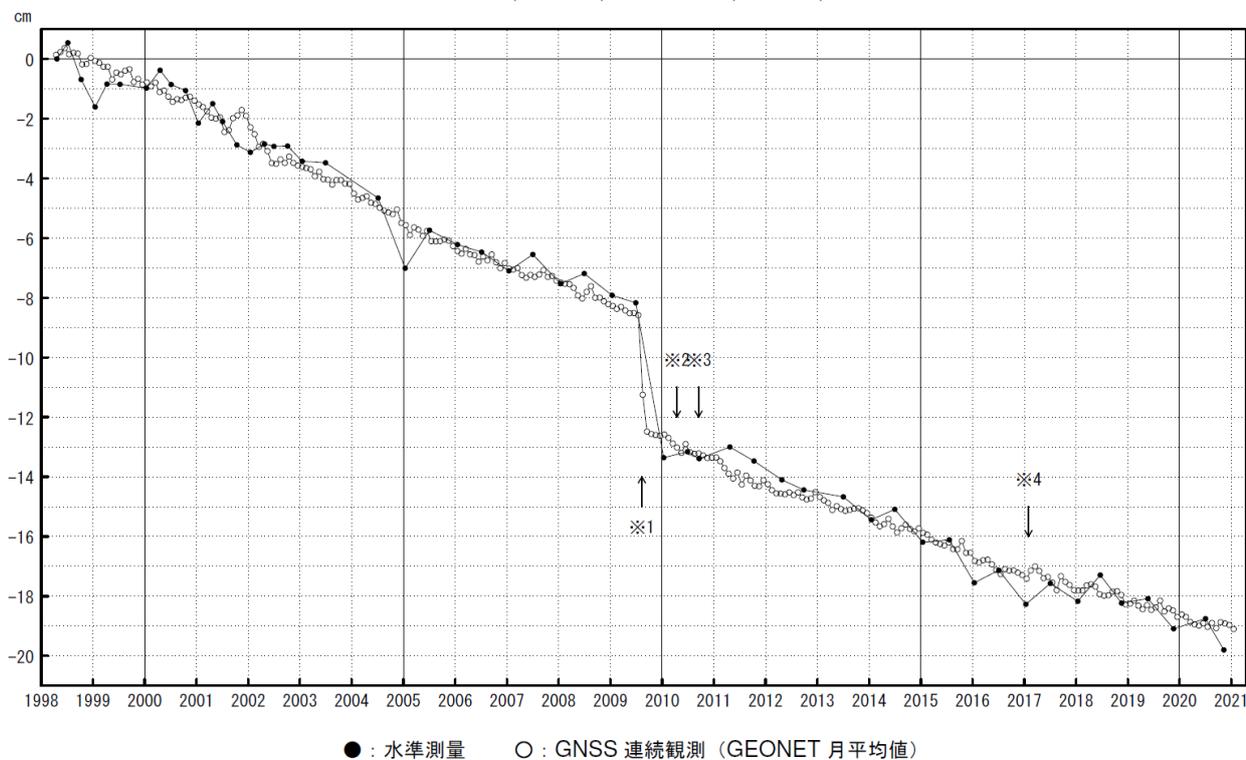
気象庁作成

御前崎 電子基準点の上下変動

水準測量と GNSS 連続観測

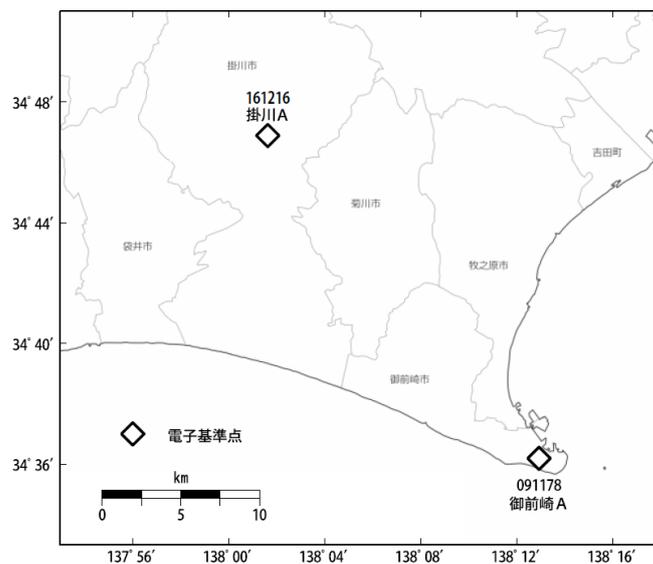
掛川に対して、御前崎が沈降する長期的な傾向が続いている。

掛川 A (161216) - 御前崎 A (091178)



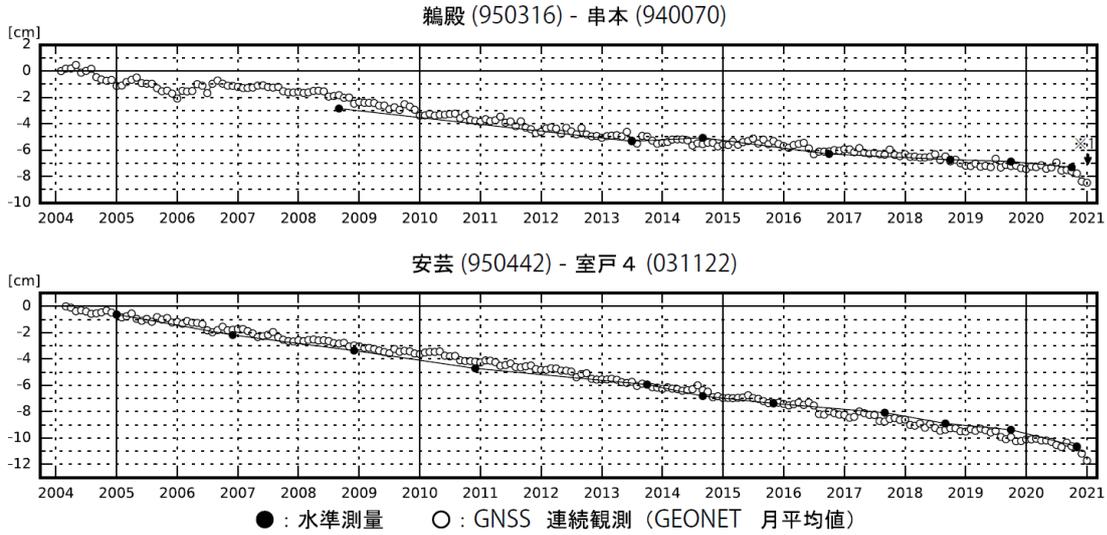
・ 最新のプロット点は 01/01~01/09 の平均。

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



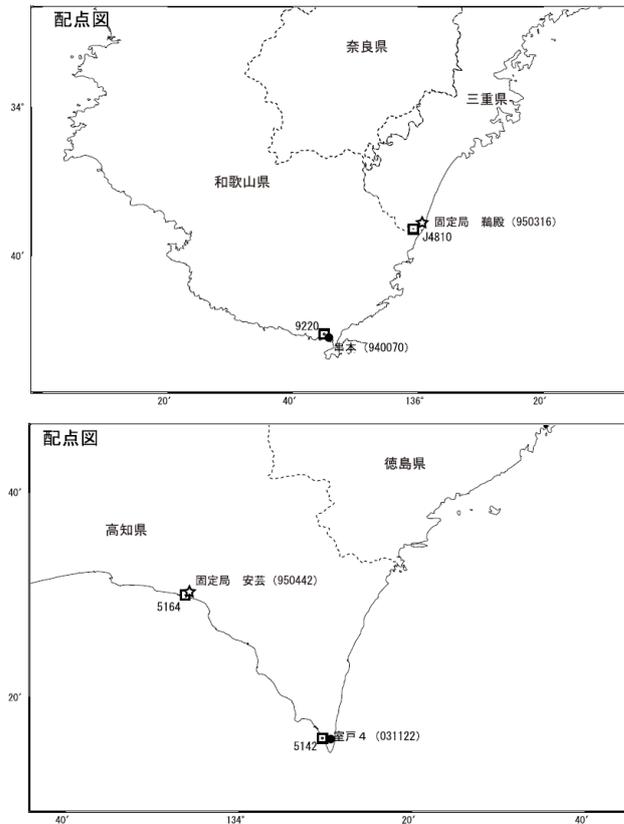
紀伊半島及び室戸岬周辺 電子基準点の上下変動

潮岬周辺及び室戸岬周辺の長期的な沈降傾向が続いている。



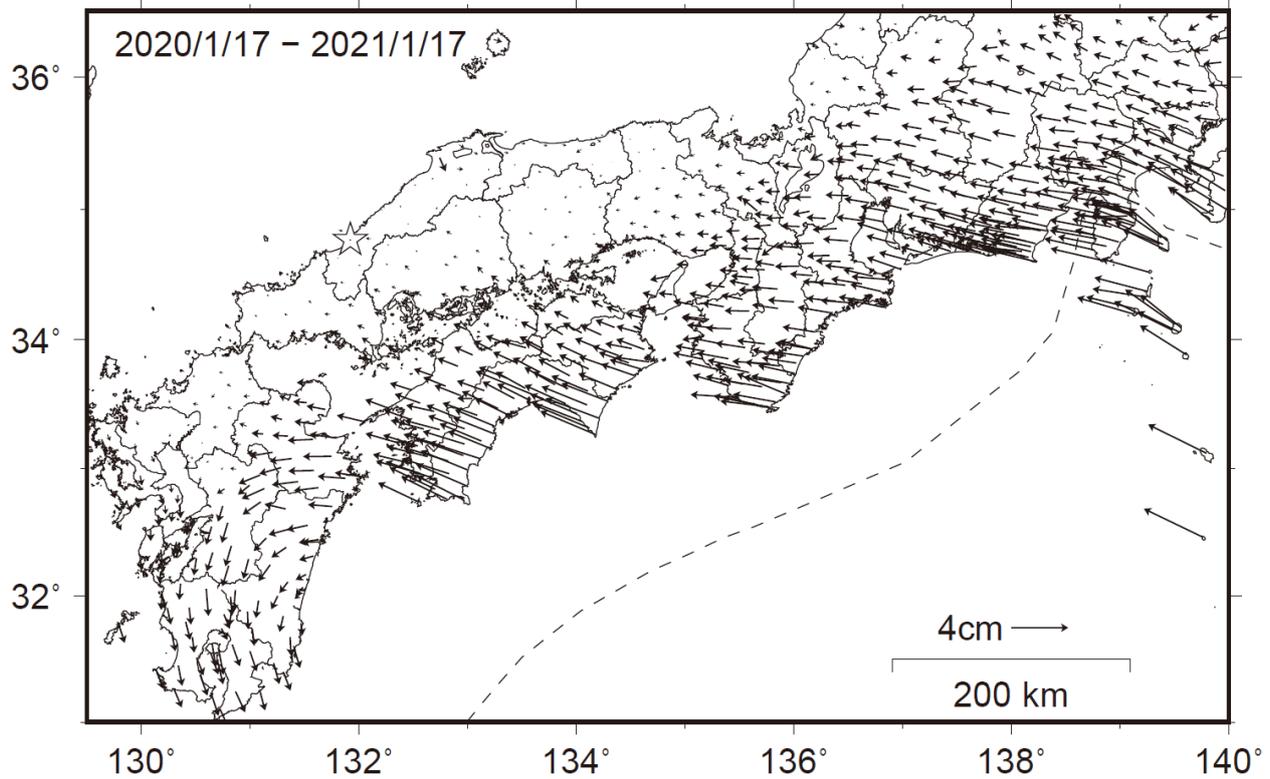
- 最新のプロット点は1/1~1/9の平均。
- 水準測量による結果については、最寄り的一等水準点の結果を表示している。

※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。

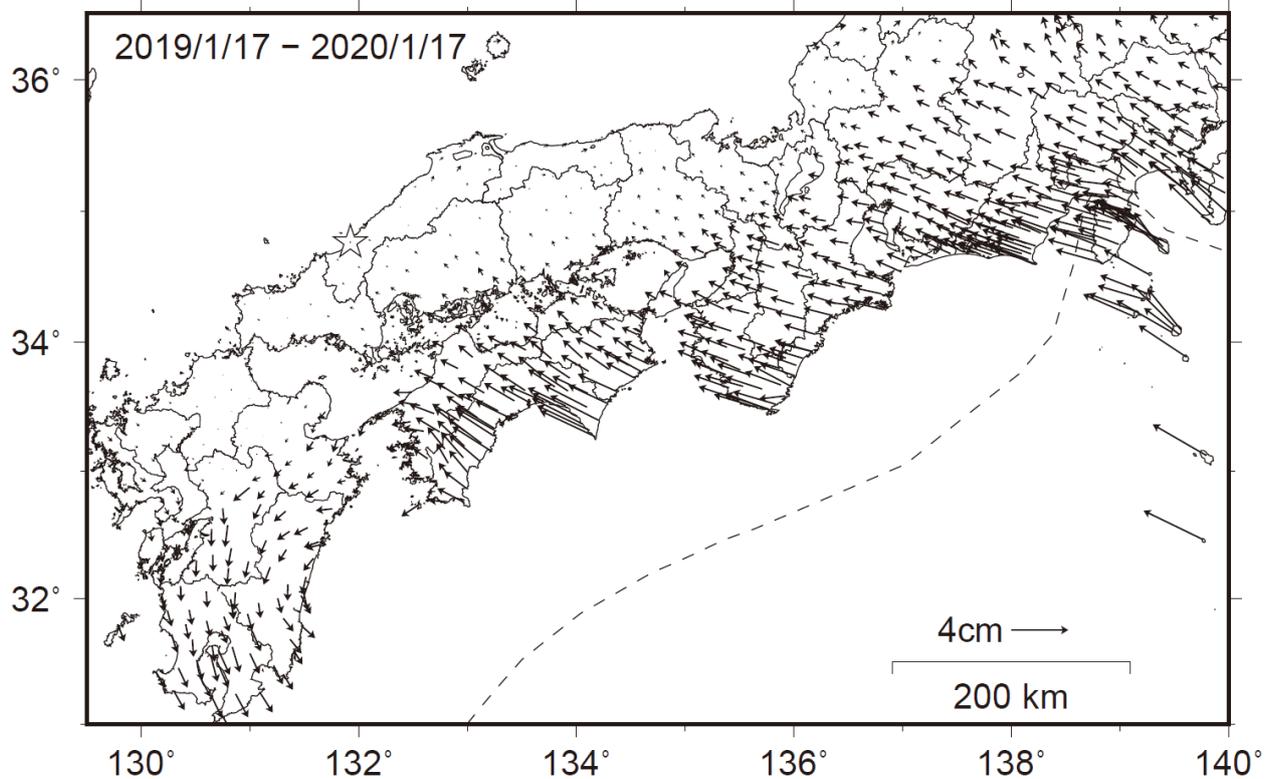


南海トラフ沿いの水平地殻変動【固定局：三隅】

【最近1年間】



【1年前の1年間】



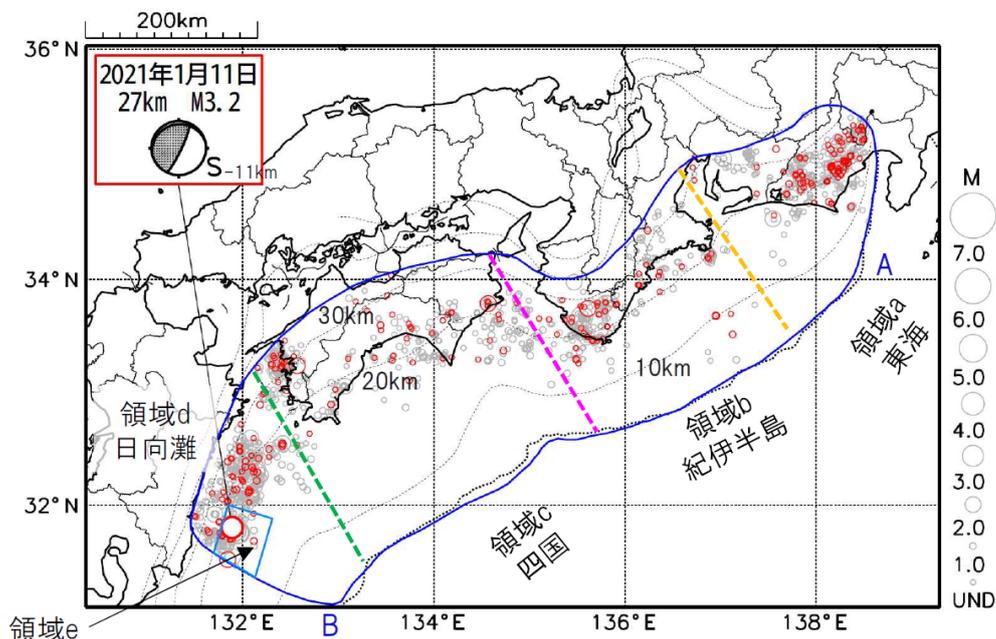
・各日付 ± 6日の計 13日間の変動量の中央値をとり、その差から1年間の変動量を表示している。

プレート境界とその周辺の地震活動

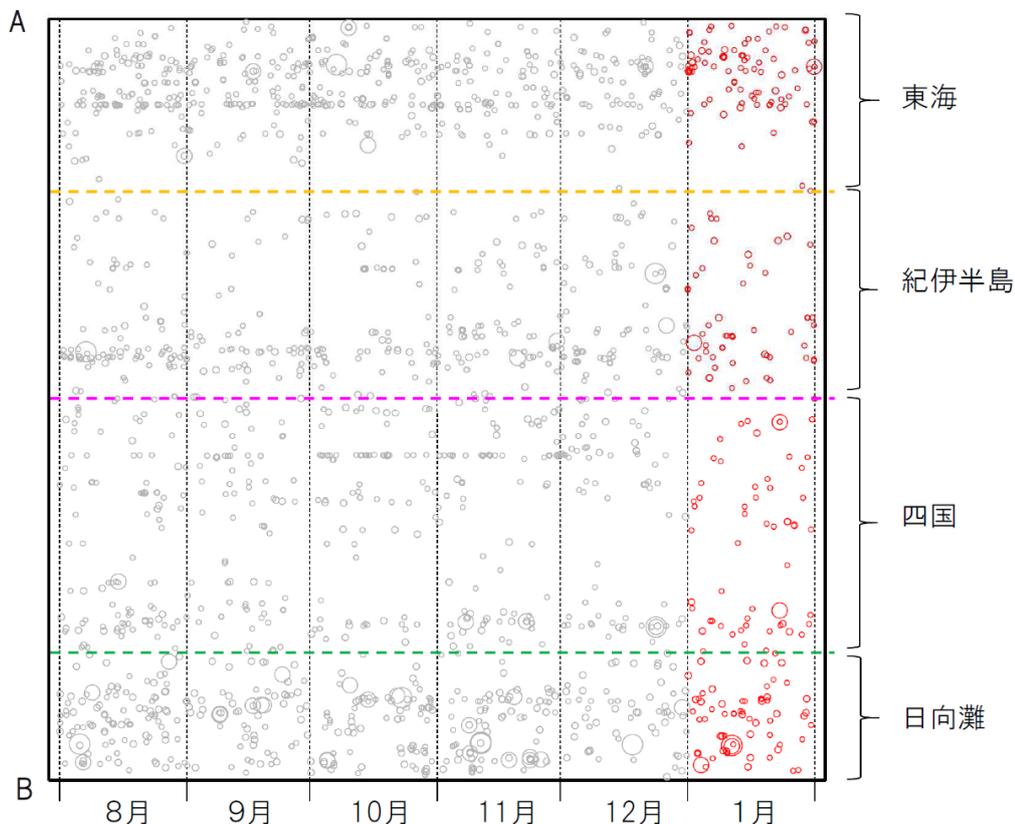
フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。
日向灘の領域e内のみ、深さ20km～30kmの地震を追加している。

震央分布図

(2020年8月1日～2021年1月31日、M全て、2021年1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。

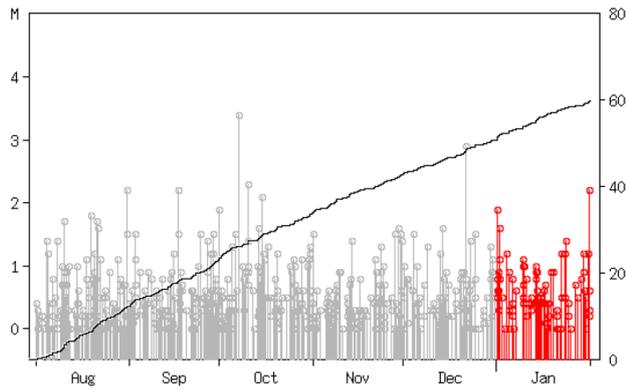
気象庁作成

プレート境界とその周辺の地震活動

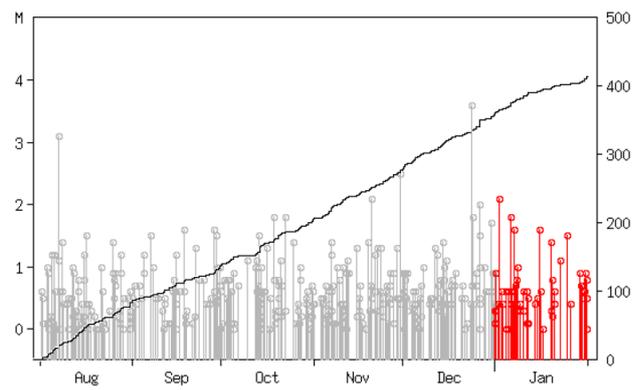
フィリピン海プレート上面の深さから±6km未満の地震を表示している。

震央分布図の各領域内のMT図・回数積算図

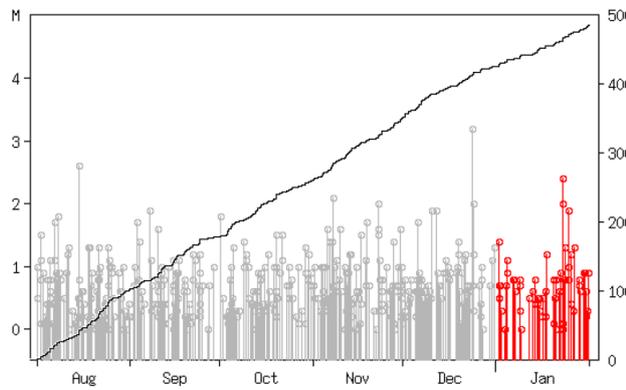
領域a内(東海)



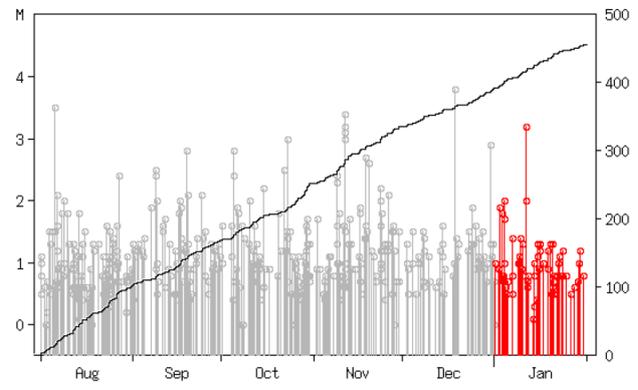
領域b内(紀伊半島)



領域c内(四国)



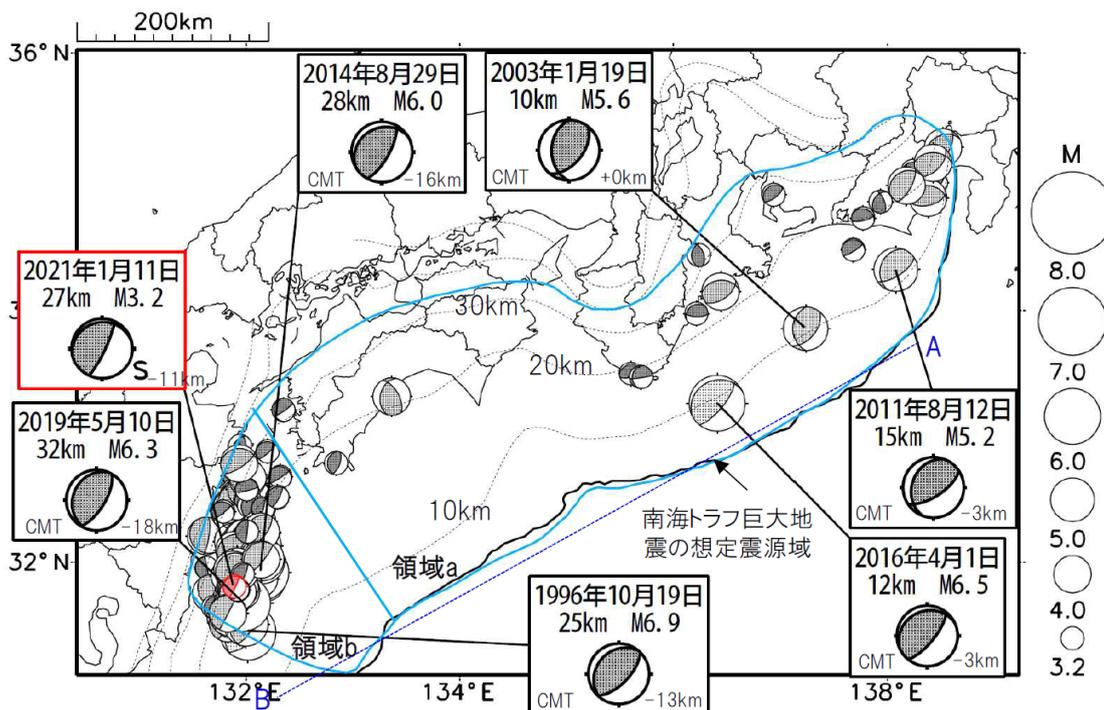
領域d内(日向灘)



※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1月31日、 $M \geq 3.2$ 、2021年1月の地震を赤く表示)



・フィリピン海プレート上面の深さは、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)による。震央分布図中の点線は10kmごとの等深線を示す。

・今期間に発生した地震(赤)、日向灘のM6.0以上、その他の地域のM5.0以上の地震に吹き出しを付けている。

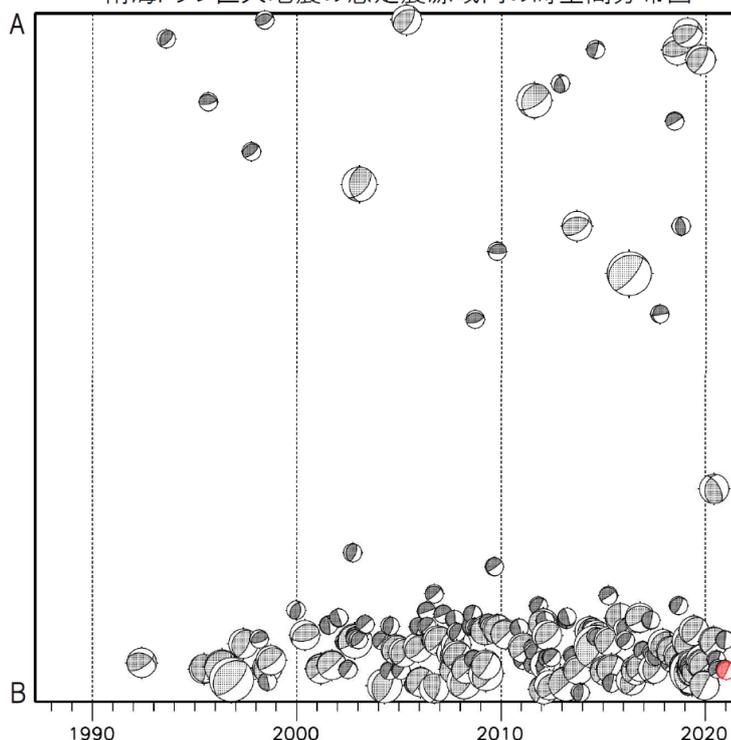
・発震機構解の横に「S」の表記があるものは、精度がやや劣るものである。

・吹き出しの右下の数値は、フィリピン海プレート上面の深さからの差を示す。+は浅い、-は深いことを示す。

・吹き出しに「CMT」と表記した地震は、発震機構解と深さはCMT解による。Mは気象庁マグニチュードを表記している。

・発震機構解の解析基準は、解析当時の観測網等に応じて変遷しているため一定ではない。

南海トラフ巨大地震の想定震源域内の時空間分布図



プレート境界型の地震と類似の型の発震機構解を持つ地震は以下の条件で抽出した。

【抽出条件】

- ・M3.2以上の地震
- ・領域a内(南海トラフの想定最大規模の想定震源域内)で発生した地震
- ・発震機構解が以下の条件を全て満たしたものを抽出した。

P軸の傾斜角が45度以下

P軸の方位角が65度以上180度以下(※)

T軸の傾斜角が45度以上

N軸の傾斜角が30度以下

※以外の条件は、東海地震と類似の型を抽出する条件と同様

・発震機構解は、CMT解と初動解の両方で検索をした。

・同一の地震で、CMT解と初動解の両方がある場合はCMT解を選択している。

・東海地方から四国地方(領域a)は、フィリピン海プレート上面の深さから±10km未満の地震のみ抽出した。日向灘(領域b)は、+10km～-20km未満の震源を抽出した。CMT解はセントロイドの深さを使用した。

気象庁作成

南海トラフ巨大地震の想定震源域とその周辺の地震活動指数

2021年1月31日

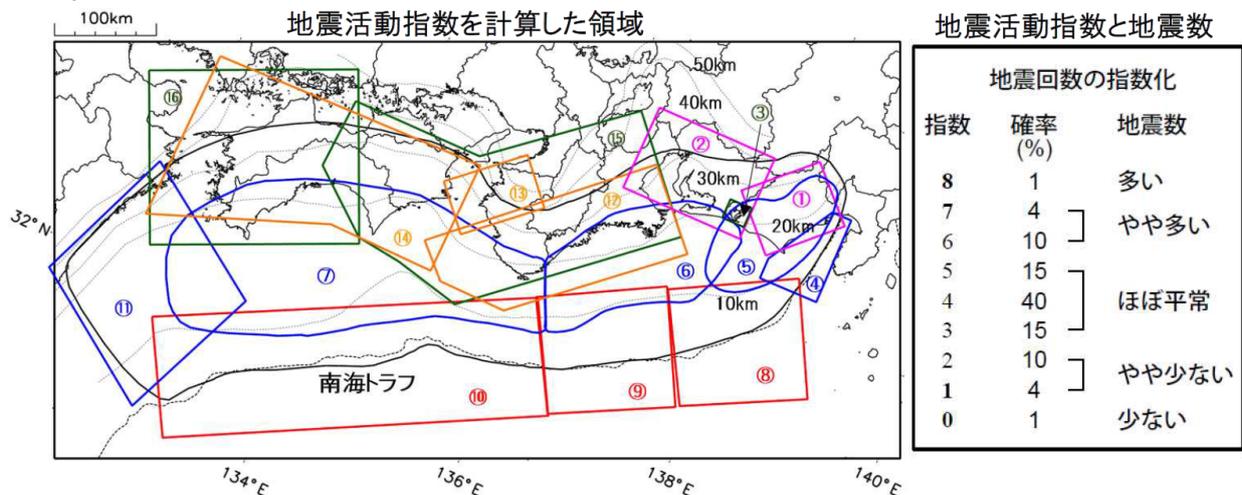
領域	①静岡県 中西部		②愛知県		③浜名湖 周辺	④駿河 湾	⑤東海	⑥東南 海	⑦南海
	地	プ	地	プ	プ	全	全	全	全
地震活動指数	4	5	2	4	7	4	3	3	3
平均回数	16.5	18.5	26.5	13.7	13.5	13.2	18.2	19.5	21.3
MLしい値	1.1		1.1		1.1	1.4	1.5	2.0	2.0
クラスタ 除去	距離	3km		3km		3km	10km	10km	10km
	日数	7日		7日		7日	10日	10日	10日
対象期間	60日	90日	60日	30日	360日	180日	90日	360日	90日
深さ	0～ 30km	0～ 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	全						
地震活動指数	5	2	4	4	4	4	6	4
平均回数	12.1	14.7	20.6	22.8	41.8	30.4	27.7	28.1
MLしい値	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1月31日

* 領域欄の「地」は地殻内、「プ」はフィリピン海プレート内で発生した地震であることを示す。ただし、震源の深さから便宜的に分類しただけであり、厳密に分離できていない場合もある。「全」は浅い地震から深い地震まで全ての深さの地震を含む。

* ⑨の領域(三重県南東沖)は、2004年9月5日以降の地震活動の影響で、地震活動指数を正確に計算できないため、掲載していない。



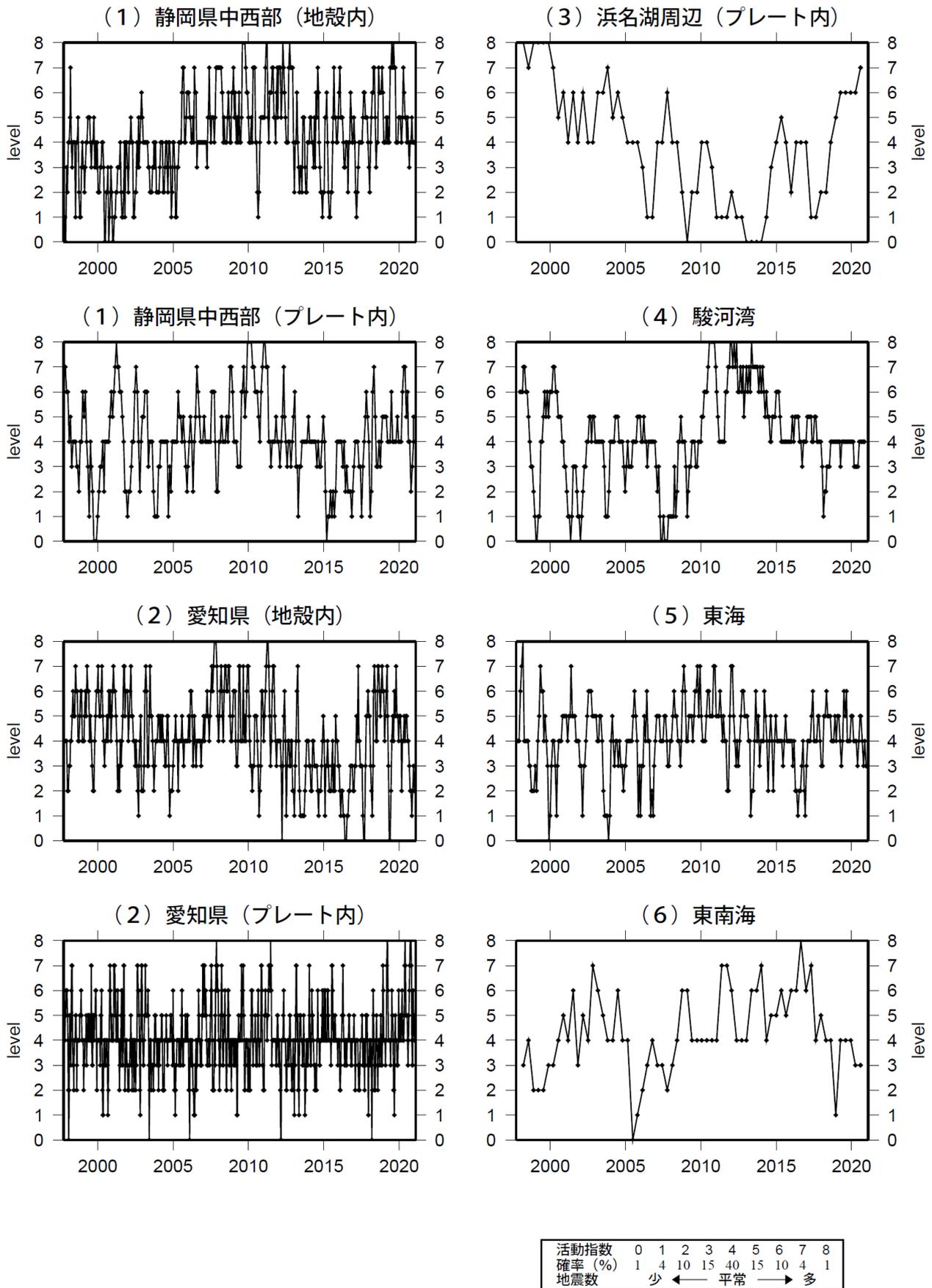
* 黒色実線は、南海トラフ巨大地震の想定震源域を示す。

* 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

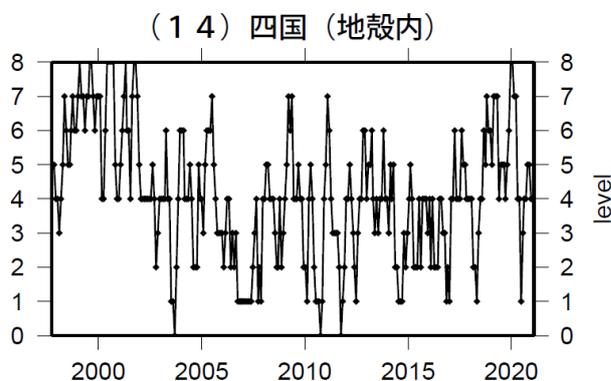
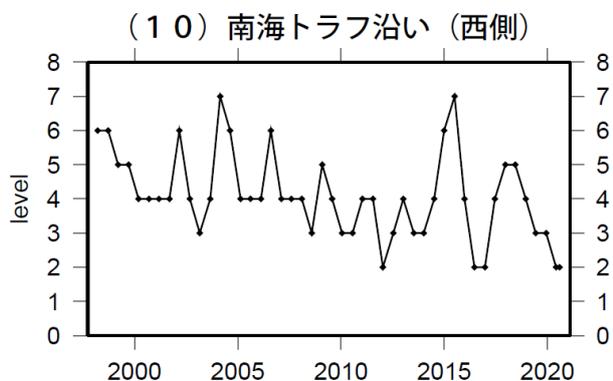
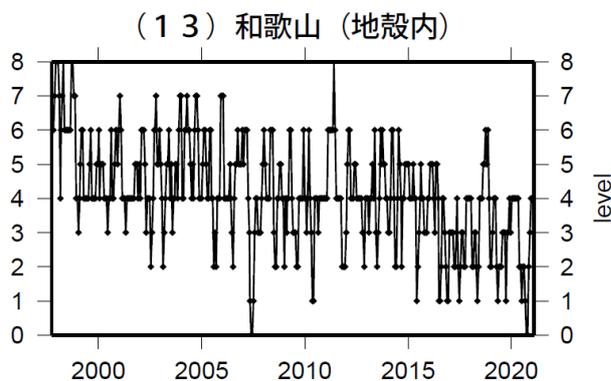
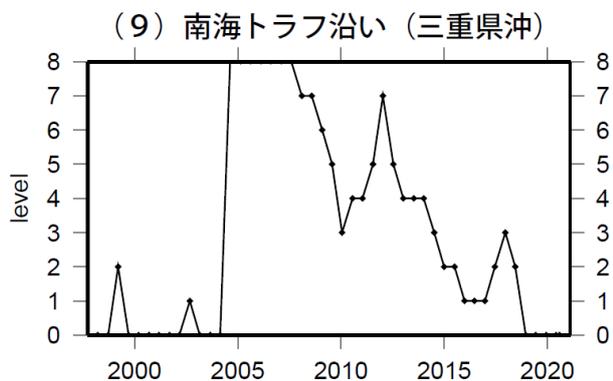
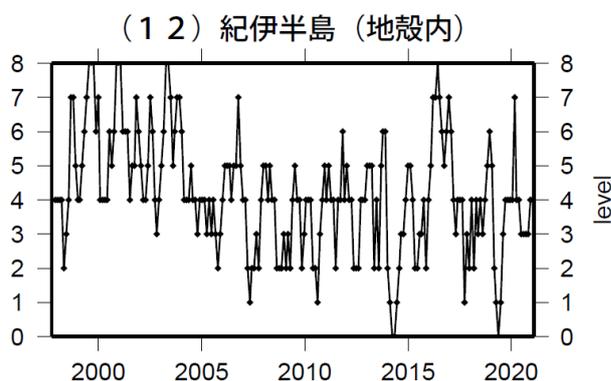
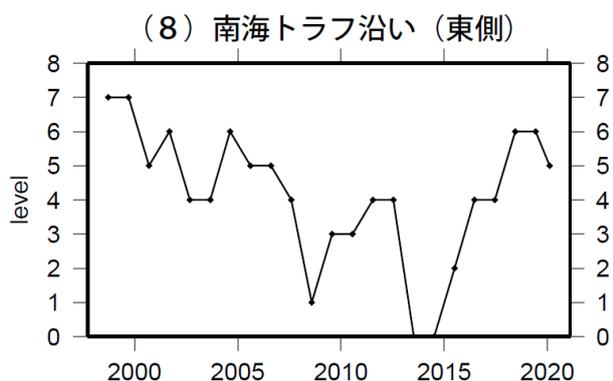
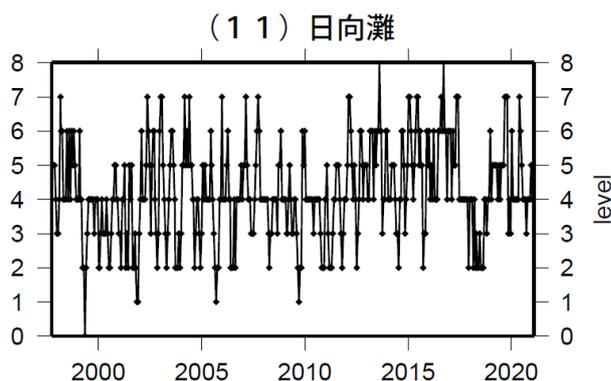
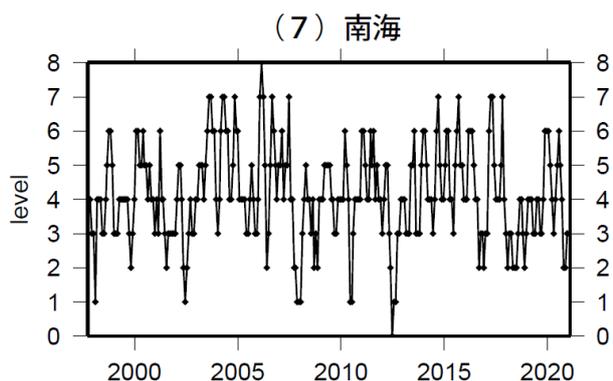
2021年01月31日



気象庁作成

地震活動指数一覧

2021年01月31日

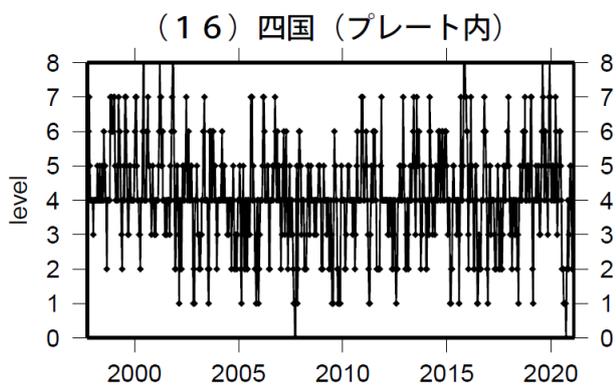
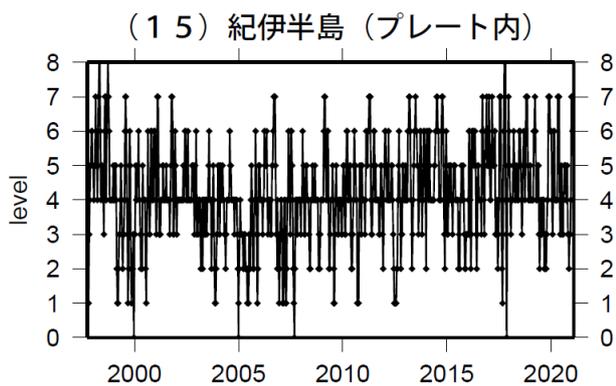


活動指数	0	1	2	3	4	5	6	7	8
確率 (%)	1	4	10	15	40	15	10	4	1
地震数		少	←	平常	→				多

気象庁作成

地震活動指数一覧

2021年01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	←		平常	→		多		