

南海トラフ地震関連解説情報について

－最近の南海トラフ周辺の地殻活動－

現在のところ、南海トラフ沿いの大規模地震の発生の可能性が平常時^(注)と比べて相対的に高まったと考えられる特段の変化は観測されていません。

(注) 南海トラフ沿いの大規模地震(M8～M9クラス)は、「平常時」においても今後30年以内に発生する確率が70～80%であり、昭和東南海地震・昭和南海地震の発生から既に70年以上が経過していることから切迫性の高い状態です。

1. 地震の観測状況

(顕著な地震活動に関する現象)

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) 紀伊半島西部：10月2日から5日
- (2) 紀伊半島北部：10月12日から20日
- (3) 四国東部：10月24日から30日
- (4) 紀伊半島北部：10月31日から継続中

2. 地殻変動の観測状況

(ゆっくりすべりに関係する現象)

上記(1)、(2)、(4)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。また、上記(2)の期間に同地域及びその周辺のGNSSのデータでも、わずかな地殻変動を観測しています。

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、2019年中頃から志摩半島で観測されている、それまでの傾向とは異なるわずかな地殻変動は、収束したとみられます。

(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)、(2)、(4)の深部低周波地震(微動)と地殻変動は、想定震源域のプレート境界深部において発生した短期的ゆっくりすべりに起因するものと推定しています。

2019年春頃からの四国中部の地殻変動及び2019年中頃からの志摩半島での地殻変動は、それぞれ四国中部周辺及び志摩半島周辺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、志摩半島周辺の長期

的ゆっくりすべりは、すでに停止していると考えられます。

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

（長期的な地殻変動）

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

上記観測結果を総合的に判断すると、南海トラフ地震の想定震源域ではプレート境界の固着状況に特段の変化を示すようなデータは得られておらず、南海トラフ沿いの大規模地震の発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まったと考えられる特段の変化は観測されていません。

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

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。

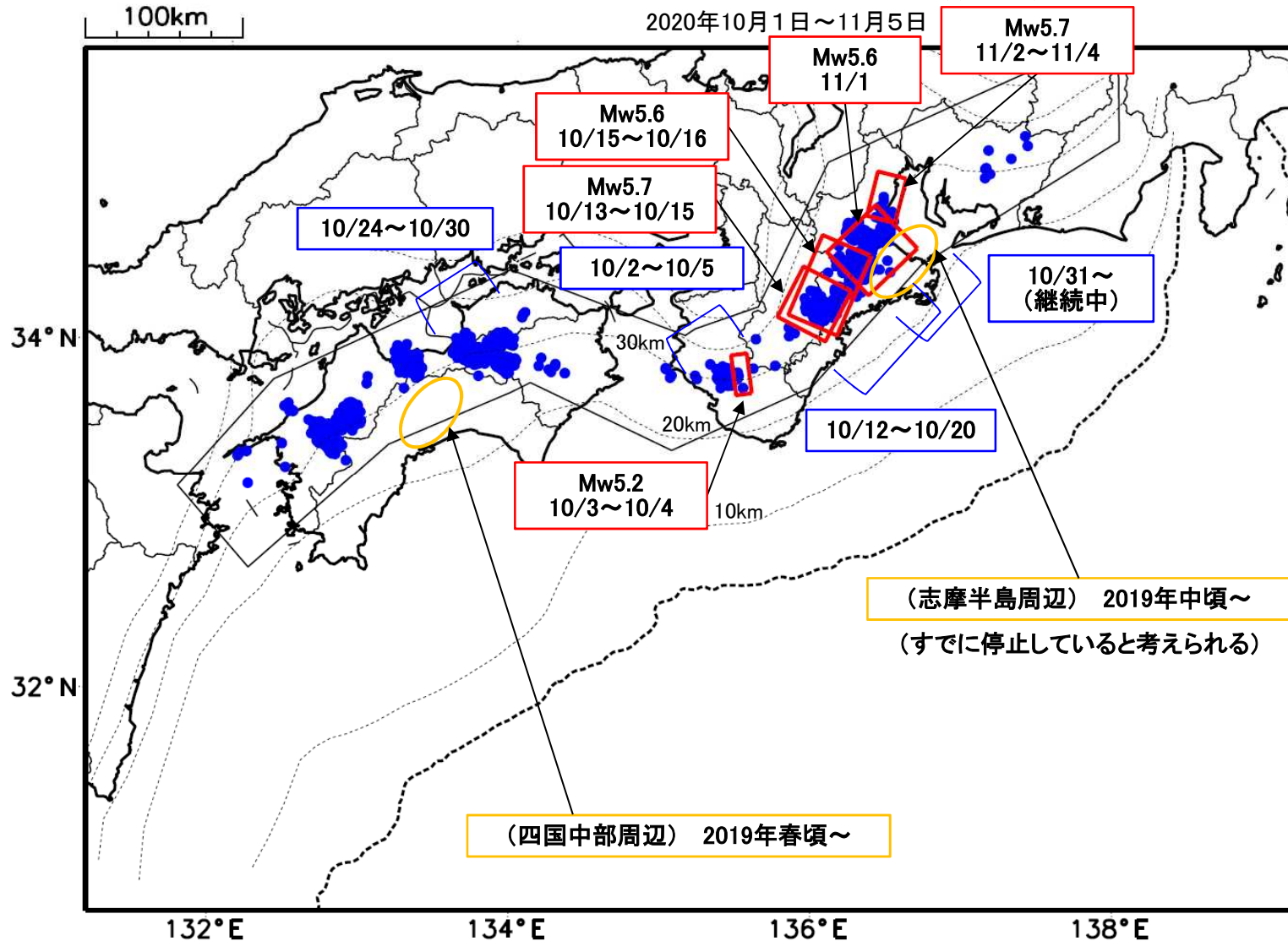
気象庁では、大規模地震の切迫性が高いと指摘されている南海トラフ周辺の地震活動や地殻変動等の状況を定期的に評価するため、南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会、地震防災対策強化地域判定会を毎月開催しています。本資料は本日開催した評価検討会、判定会で評価した、主に前回（令和 2 年 10 月 7 日）以降の調査結果を取りまとめたものです。

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 宮岡

電話 03-3212-8341（内線 4576） FAX 03-3212-2807

最近の南海トラフ周辺の地殻活動

2020年10月1日～11月5日



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

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

※M5.0以上の地震に吹き出しを付けている。

通常の地震(最大震度3以上もしくはM3.5以上).....気象庁の解析結果による。
 深部低周波地震(微動).....(震源データ)気象庁の解析結果による。(活動期間)気象庁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.....【紀伊半島北部、紀伊半島西部】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、志摩半島周辺】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2年10月1日～令和2年11月5日の主な地震活動

○南海トラフ巨大地震の想定震源域およびその周辺地震活動：

【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】

特に目立った活動はなかった。

※震源の深さは、精度がやや劣るものは表記していない。

※太平洋プレートの沈み込みに伴う震源が深い地震は除く。

○深部低周波地震（微動）活動期間

四国	紀伊半島	東海
<p>■四国東部</p> <p>9月30日～10月2日</p> <p>10月5日</p> <p>10月7日～10日</p> <p>10月19日～21日</p> <p>10月24日～30日 . . . (3)</p> <p>■四国中部</p> <p>10月10日～12日</p> <p>10月14日</p> <p>11月4日</p> <p>■四国西部</p> <p>10月7日</p> <p>10月9日～14日</p> <p>10月17日～19日</p> <p>10月22日</p> <p>10月26日～28日</p> <p>10月30日～11月2日</p>	<p>■紀伊半島北部</p> <p>10月8日～10日</p> <p>10月12日～20日 . . . (2)</p> <p>10月27日～28日</p> <p>11月1日～(継続中)注1) . . . (4)</p> <p>■紀伊半島中部</p> <p>10月16日～17日</p> <p>■紀伊半島西部</p> <p>10月2日～5日 . . . (1)</p> <p>10月16日～17日</p>	<p>10月5日</p> <p>10月28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。

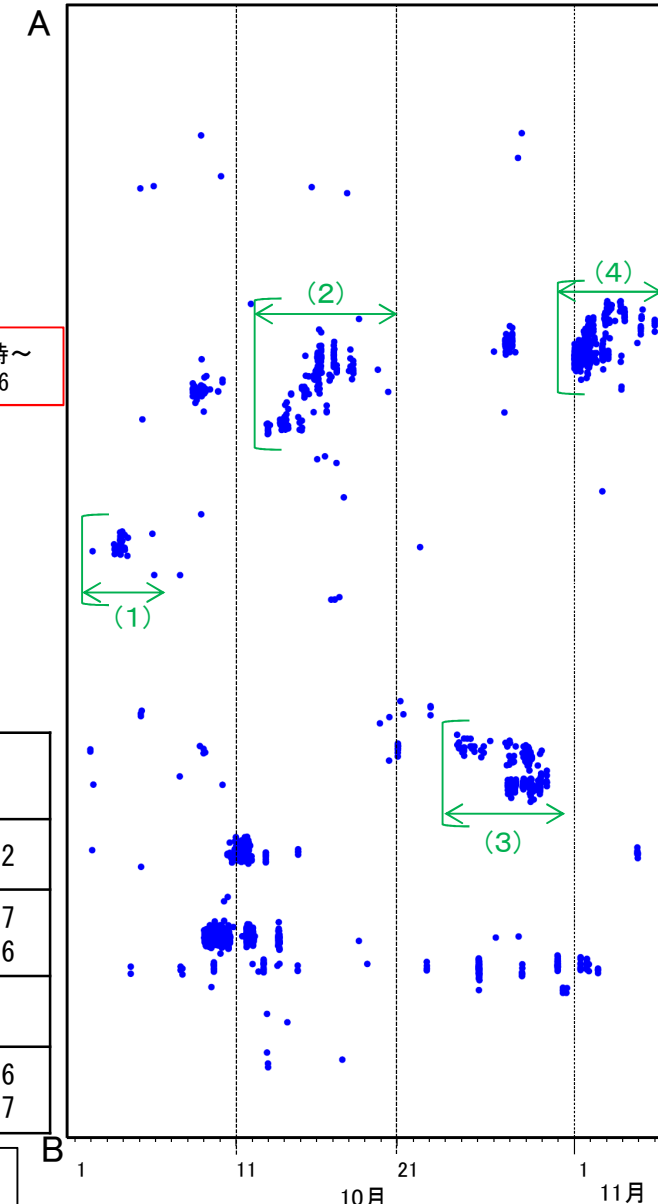
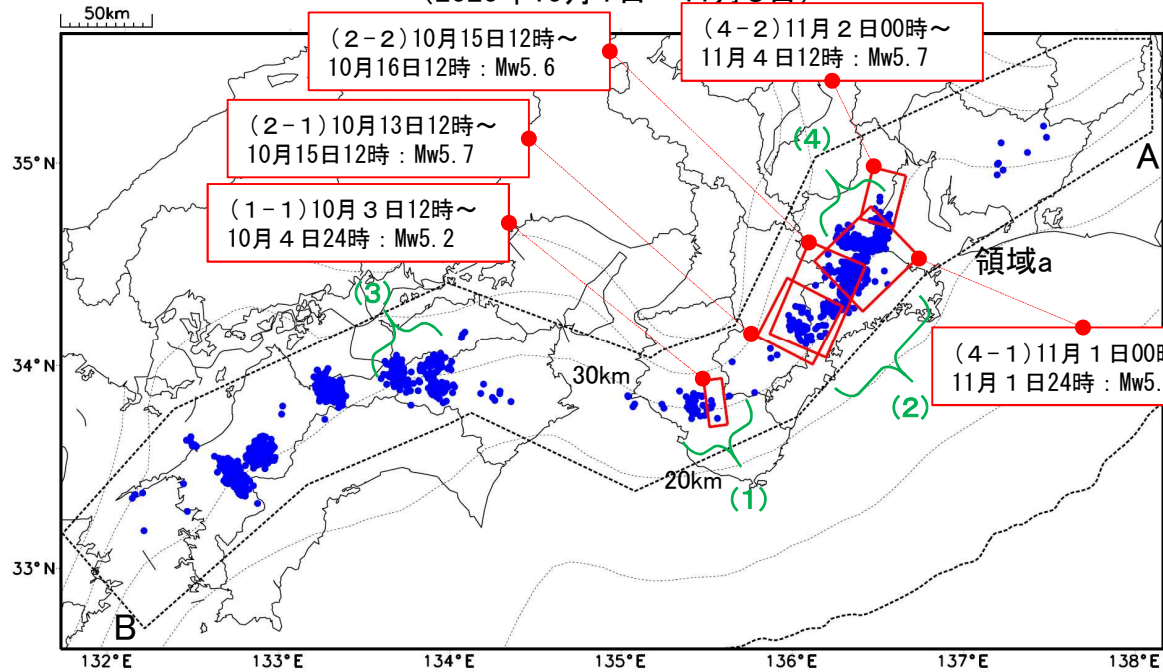
※上の表中（1）～（4）を付した活動は、今期間、主な深部低周波地震（微動）活動として取り上げたもの。

注1）防災科学技術研究所による解析では、10月31日頃から微動活動が見られている。

深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべりの全体概要

深部低周波地震(微動)の震央分布図と短期的ゆっくりすべりの断層モデル
(2020年10月1日～11月5日)

領域a(点線矩形)内の深部低周波地震(微動)の時空間分布図(A-B投影)



主な深部低周波地震(微動)活動と短期的ゆっくりすべり

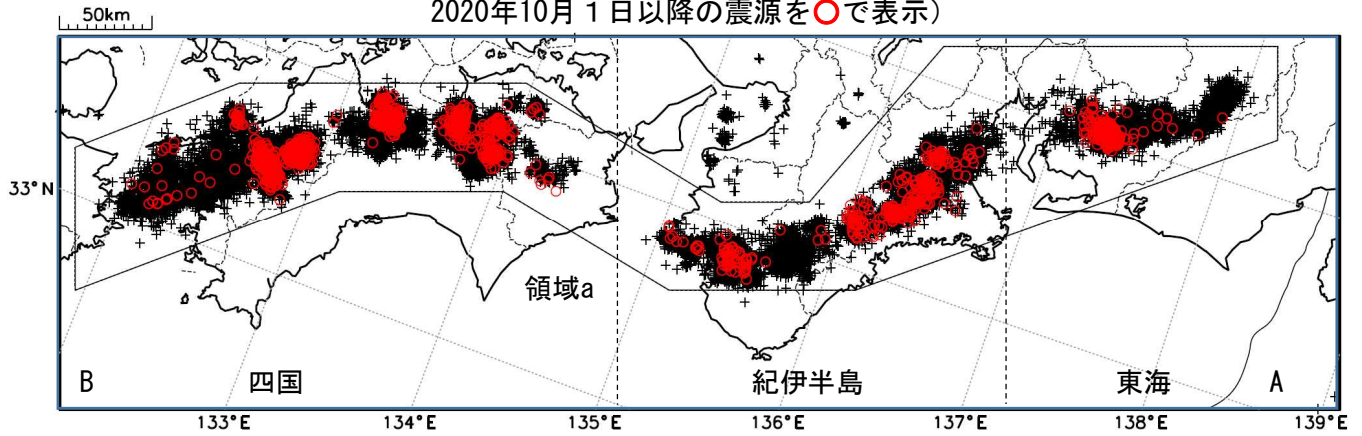
活動場所		深部低周波地震(微動)活動の期間	短期的ゆっくりすべりの期間と規模
(1)	紀伊半島西部	10月2日～10月5日	(1-1)10月3日12時～10月4日24時 : Mw5.2
(2)	紀伊半島北部	10月12日～10月20日	(2-1)10月13日12時～10月15日12時 : Mw5.7 (2-2)10月15日12時～10月16日12時 : Mw5.6
(3)	四国東部	10月24日～10月30日	(明瞭な地殻変動は観測されていない)
(4)	紀伊半島北部	10月31日～(継続中)	(4-1)11月1日00時～11月1日24時 : Mw5.6 (4-2)11月2日00時～11月4日12時 : Mw5.7

●: 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(紀伊半島北部、紀伊半島西部: 産業技術総合研究所の解析結果を示す)
点線は、Hirose et al.(2008)、Baba et al.(2002)によるフィリピン海プレート上面の深さ(10kmごとの等深線)を示す。

深部低周波地震（微動）活動（2010年11月1日～2020年10月31日）

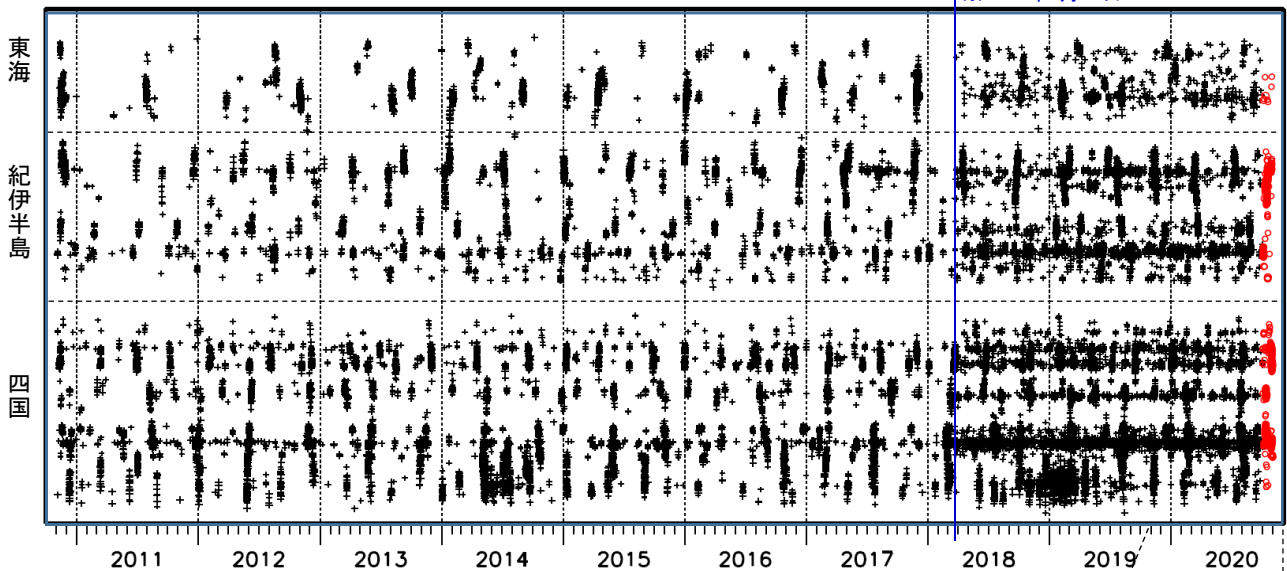
深部低周波地震（微動）は、「短期的ゆっくりすべり」に密接に関連する現象とみられており、プレート境界の状態の変化を監視するために、その活動を監視している。

震央分布図（2010年11月1日～2020年10月31日：過去10年間
2020年10月1日以降の震源を○で表示）

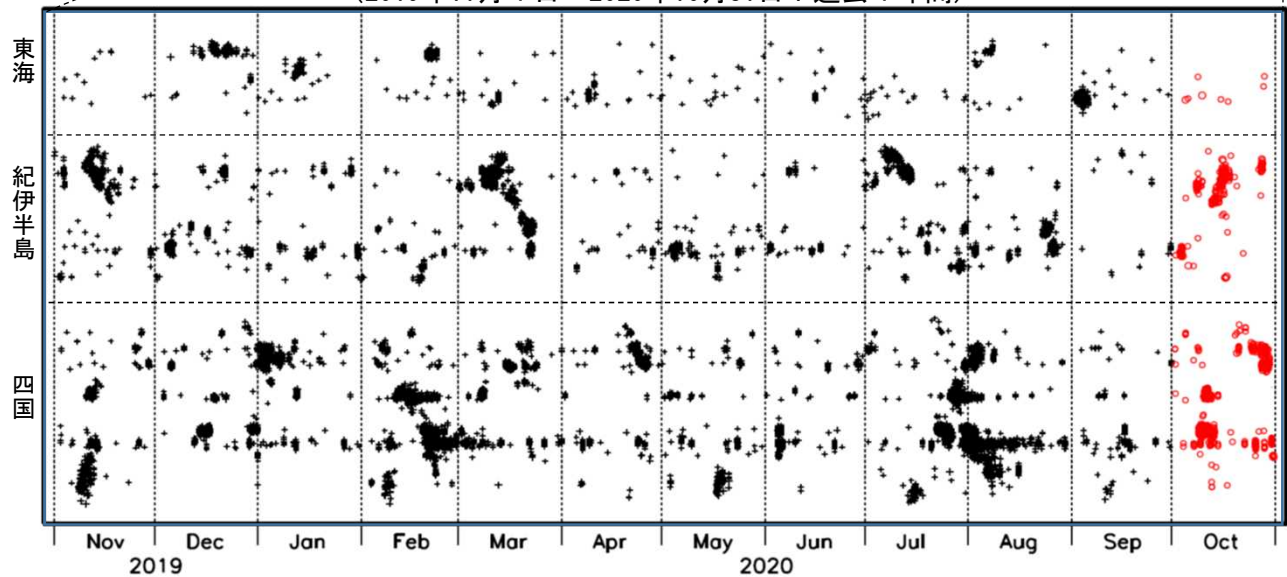


上図領域a内の時空間分布図（A-B投影）

※2018年3月22日



（2019年11月1日～2020年10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。

(2020年10月)

- 10月12～17日頃に紀伊半島北部から中部において、やや活発な微動活動。
- 10月31日頃より紀伊半島北部において、微動活動が開始。

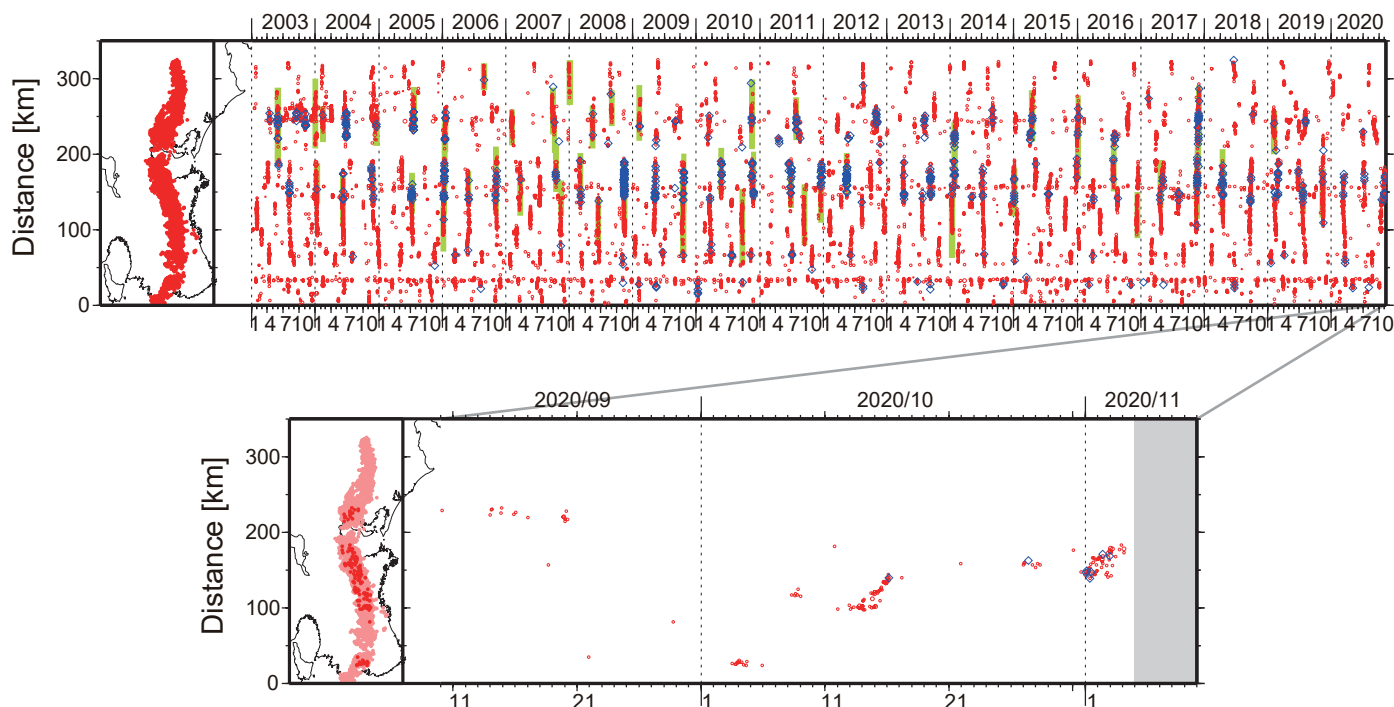


図1. 紀伊半島・東海地域における2003年1月～2020年11月4日までの深部低周波微動の時空間分布(上図)。赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法(Maeda and Obara, 2009)およびクラスタ処理(Obara et al., 2010)によって1時間毎に自動処理された微動分布の重心である。青菱形は周期20秒に卓越する超低周波地震(Ito et al., 2007)である。黄緑色の太線はこれまでに検出された短期的スロースリップイベント(SSE)を示す。下図は2020年10月を中心とした期間の拡大図である。10月12～17日頃には三重・奈良県境付近において、やや活発な微動活動がみられた。この活動は三重・奈良県境付近の奈良県側で開始し、その後北東方向への活動域の移動がみられた。10月31日頃からは三重県中部から北部において微動活動が開始している。この活動は10月中旬の活動の北端付近から開始し、北東方向への活動域の移動がみられている。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。その他の活動としては、10月3～4日頃に和歌山県中部で、10月27～28日頃に三重県北部で、それぞれ小規模な活動がみられた。10月8～9日頃には三重県中部で、ごく小規模な活動がみられた。

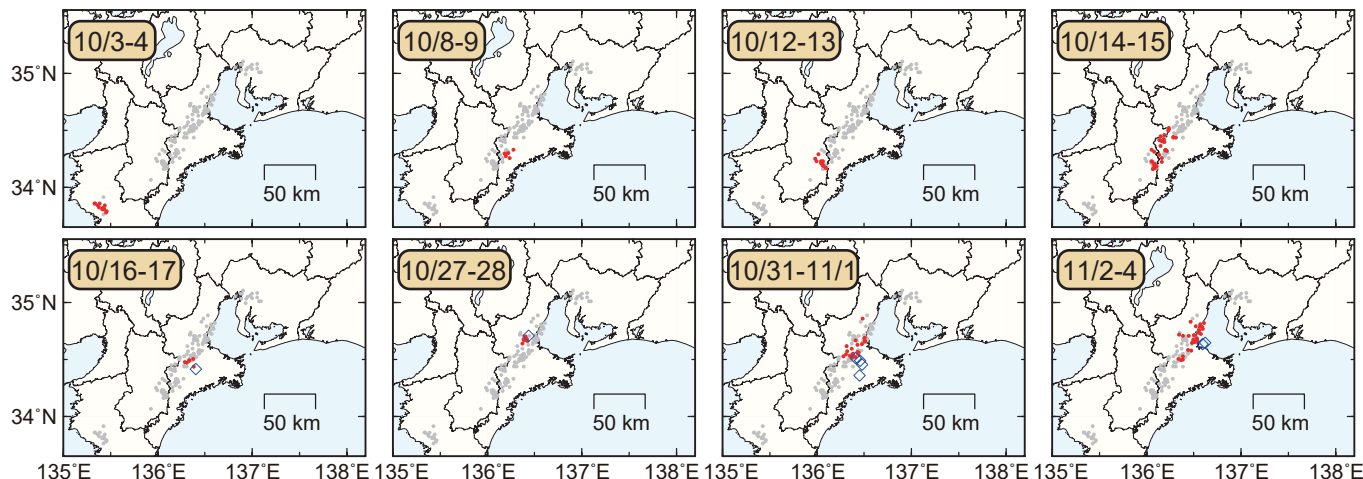


図2. 各期間に発生した微動(赤丸)および深部超低周波地震(青菱形)の分布。灰丸は、図1の拡大図で示した期間における微動分布を示す。

紀伊半島の深部低周波地震(微動)活動と 短期的ゆっくりすべり

10月2日から5日にかけて、紀伊半島西部で深部低周波地震(微動)を観測した。

10月12日から20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。この活動は北東方向への活動域の拡大がみられた。

11月1日から紀伊半島北部で深部低周波地震(微動)を観測している。この活動は北東方向への活動域の拡大がみられている。

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

深部低周波地震(微動)活動

震央分布図(2018年4月1日~2020年11月4日、
深さ0~60km、Mすべて)

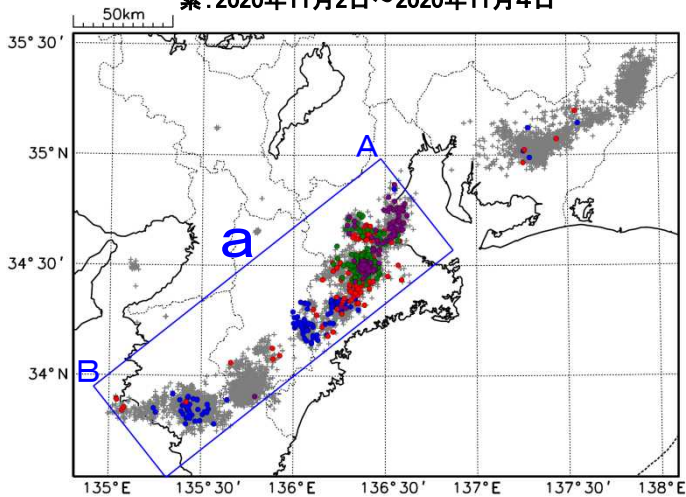
灰: 2018年4月1日~2020年09月30日、

青: 2020年10月1日~2020年10月15日12時、

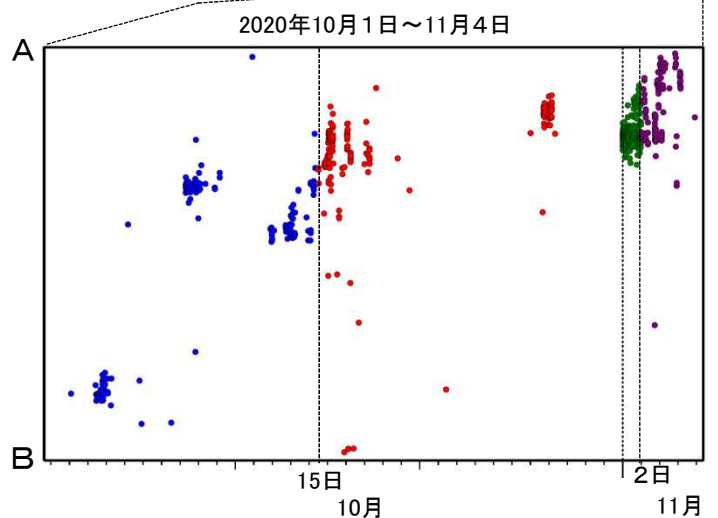
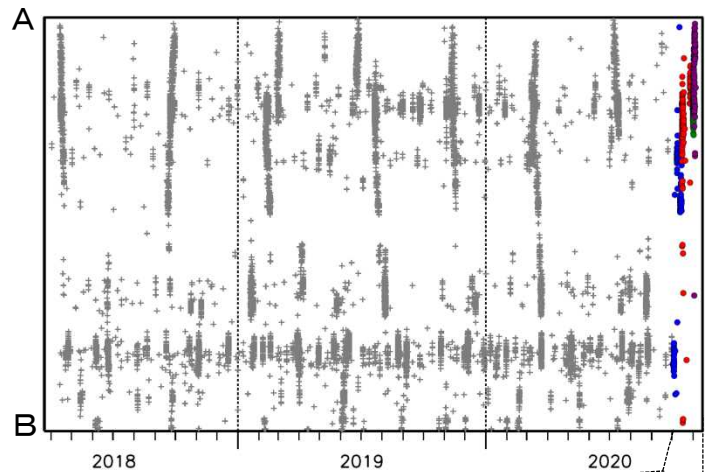
赤: 2020年10月15日12時~2020年10月31日、

緑: 2020年11月1日

紫: 2020年11月2日~2020年11月4日



震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)



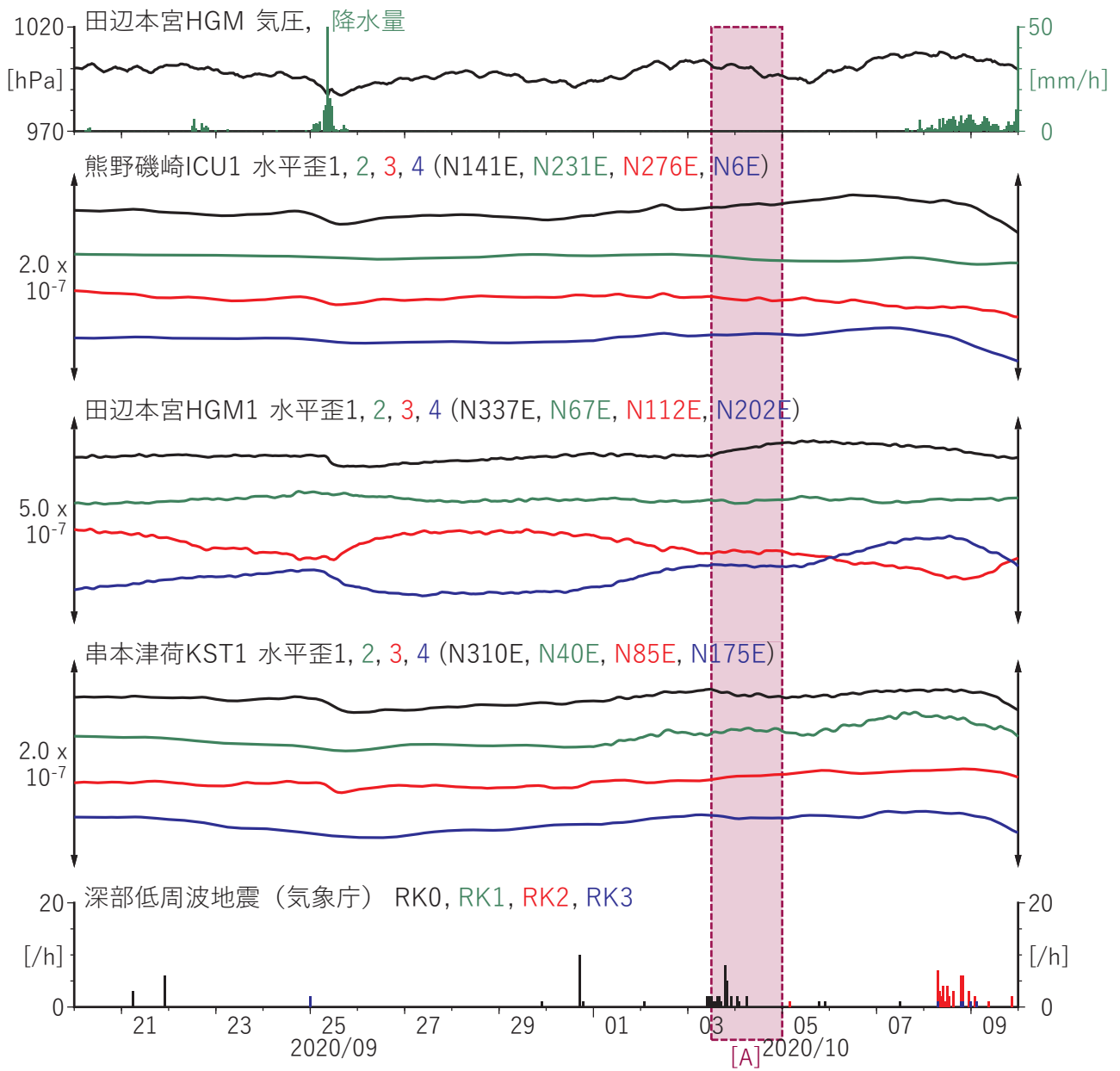
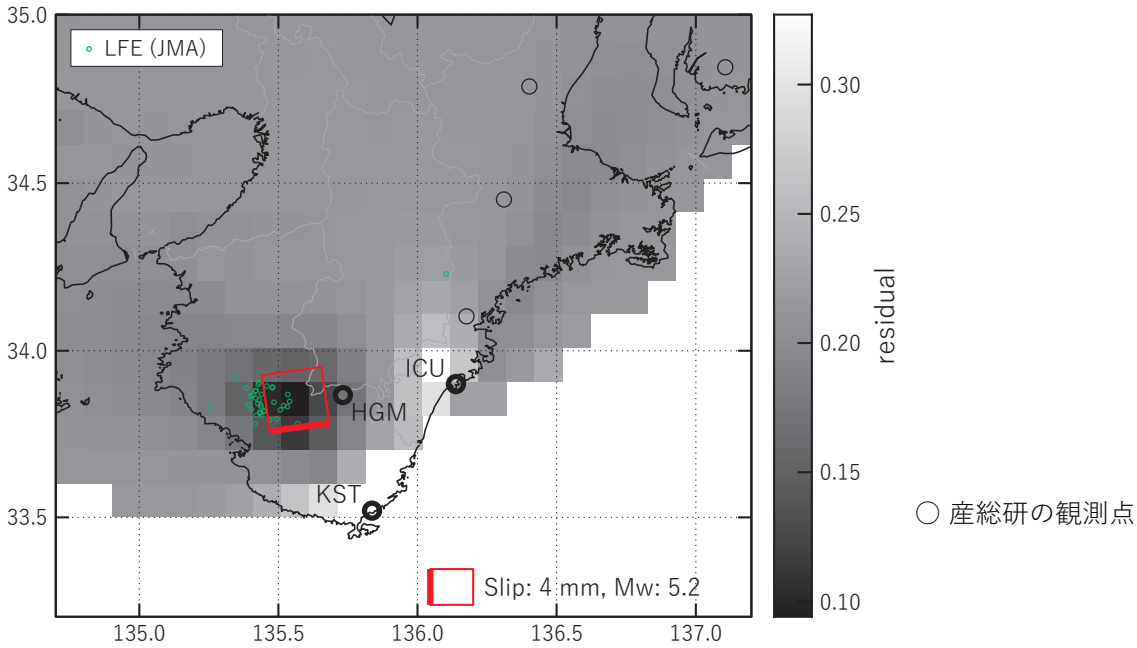


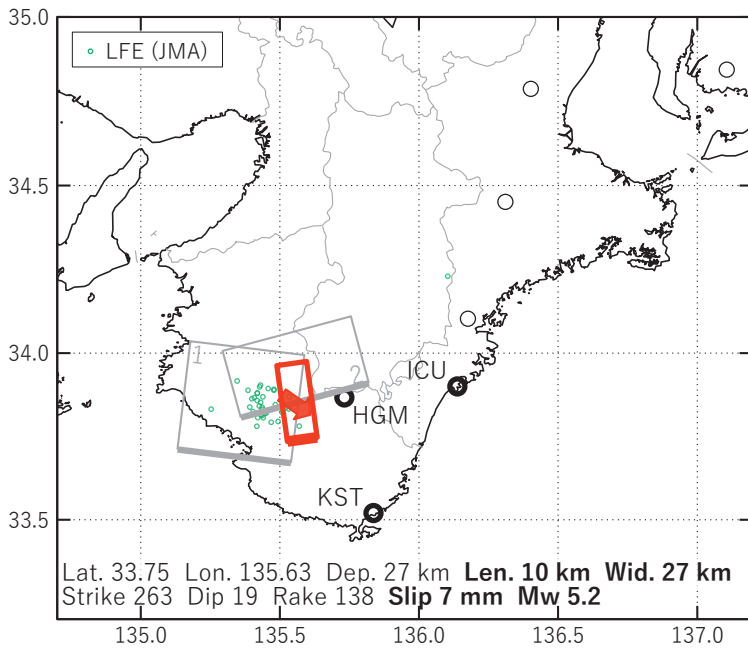
図2 紀伊半島における歪観測結果 (2020/09/20 00:00 - 2020/10/10 00:00 (JST))

[A] 2020/10/03PM-04

(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪

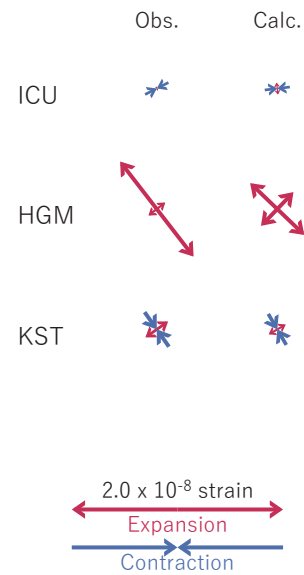


図3 2020/10/03PM-04 の歪変化 (図2[A]) を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って20 x 20 kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの、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) (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。

1: 2020/05/04-05AM (Mw5.4), 2: 2020/08/23-26 (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。

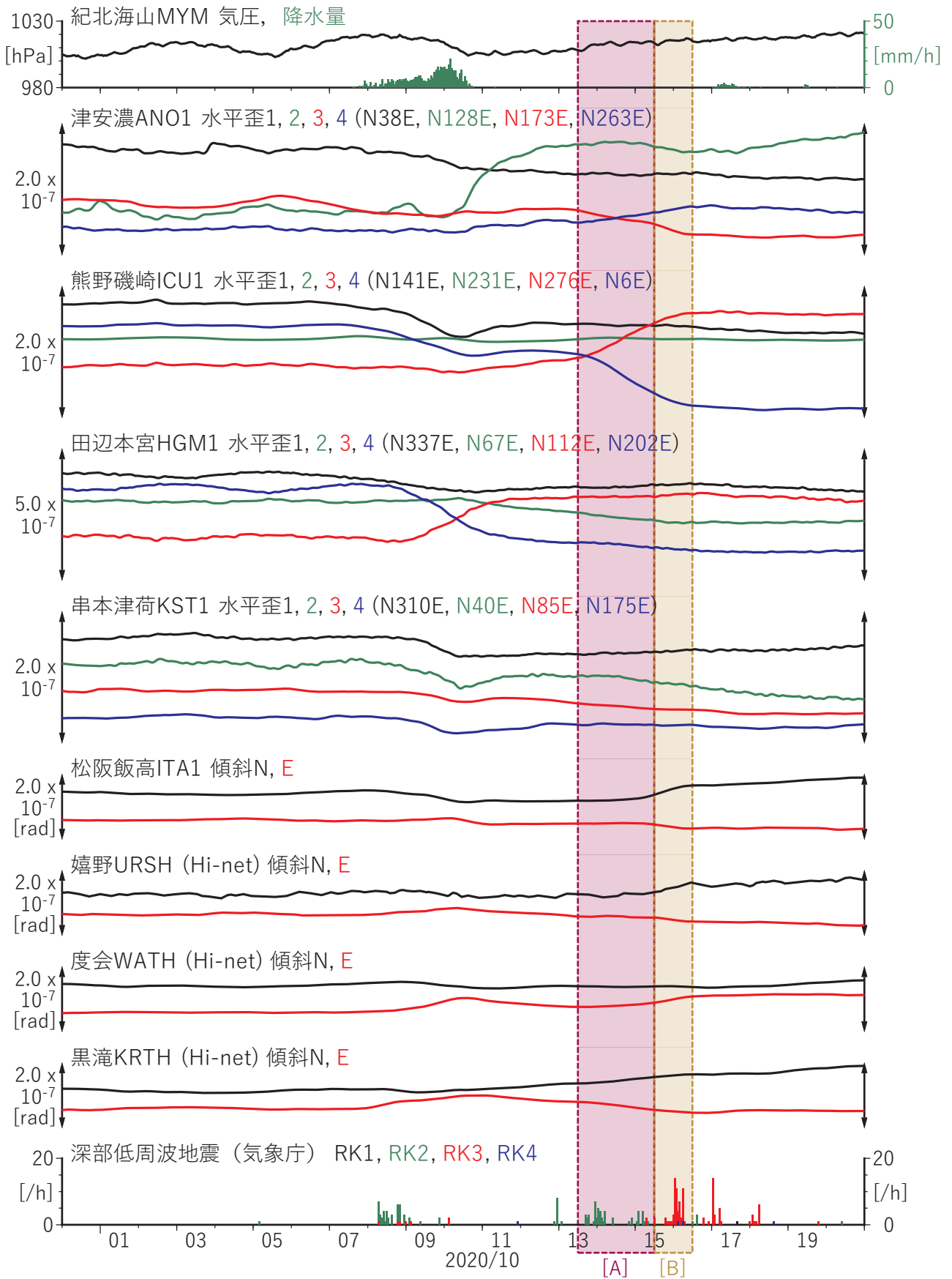
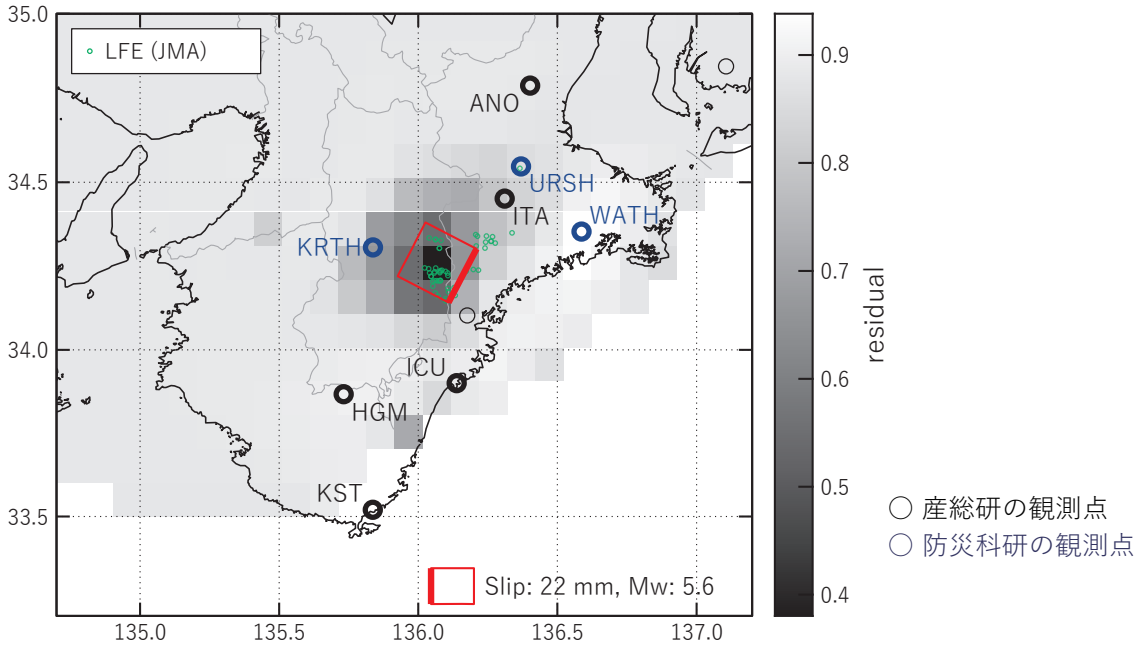


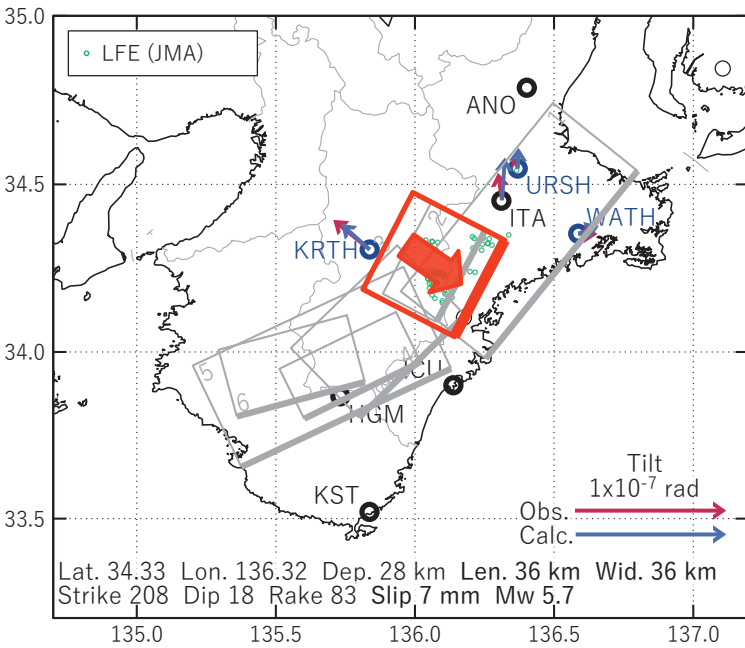
図5 紀伊半島における歪・傾斜観測結果 (2020/09/30 00:00 - 2020/10/21 00:00 (JST))

[A] 2020/10/13PM-15AM

(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

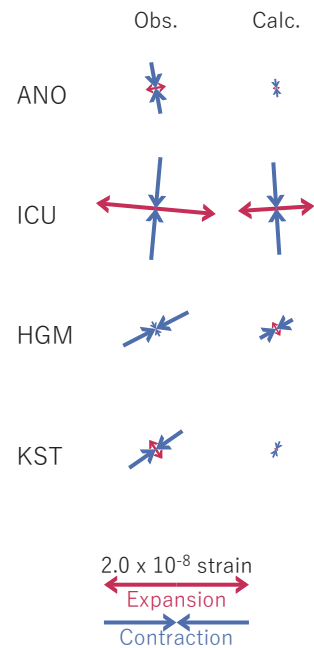


図6 2020/10/13PM-15AM の歪・傾斜変化 (図5[A]) を説明する断層モデル。

(a) プレート境界面に沿って20 x 20 kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの、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。

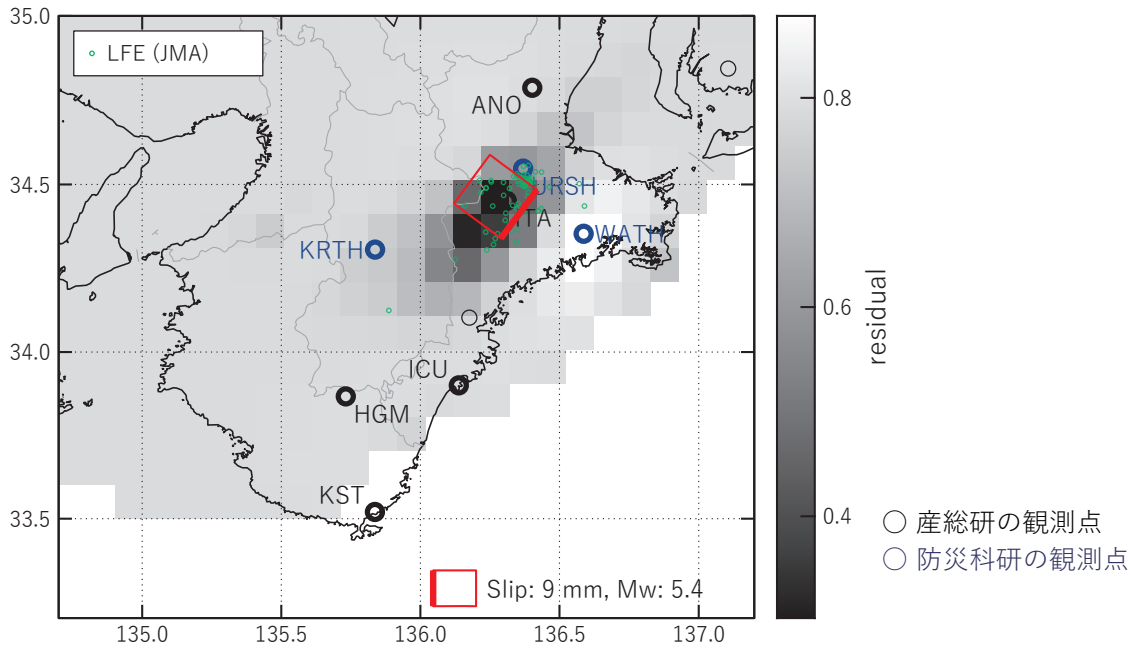
(b1) (a)の断層面付近をグリッドサーチして推定した断層面 (赤色矩形) と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面。

- 1: 2020/03/10PM-12 (Mw5.8), 2: 2020/03/16PM-18 (Mw5.5), 3: 2020/03/19PM-21AM (Mw5.6)
- 4: 2020/03/21PM-22AM (Mw5.5), 5: 2020/03/22PM-23AM (Mw5.4), 6: 2020/08/23-26 (Mw5.8)

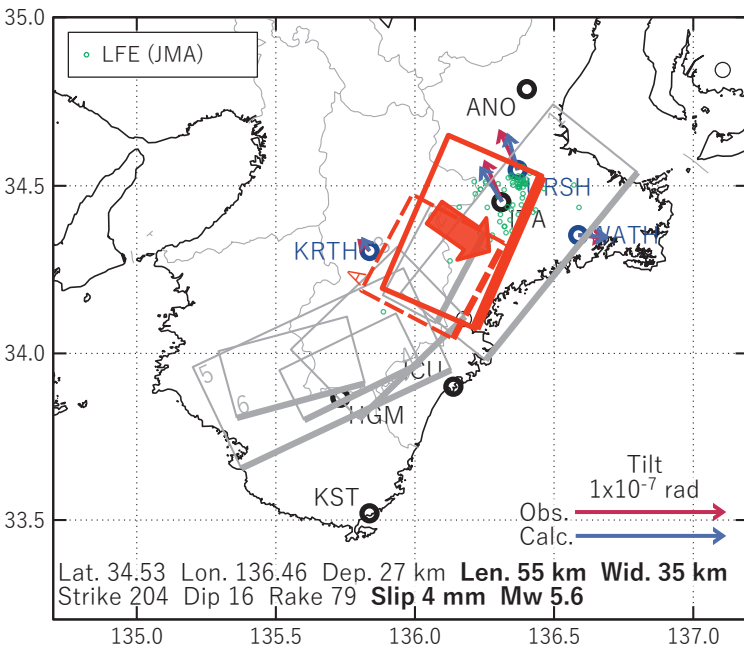
(b2) 主歪の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[B] 2020/10/15PM-16AM

(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

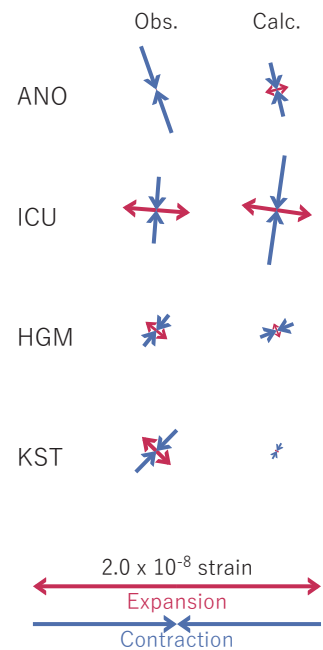


図7 2020/10/15PM-16AM の歪・傾斜変化 (図5[B]) を説明する断層モデル。

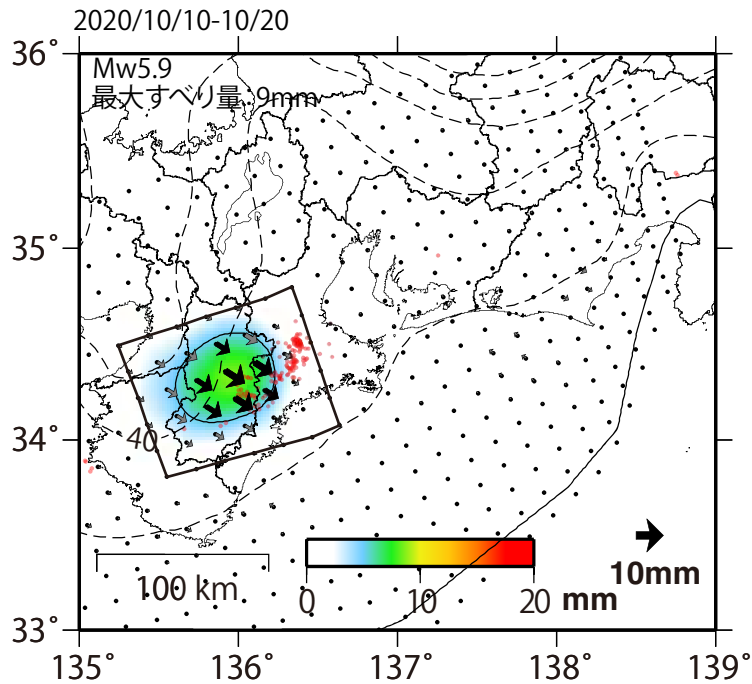
(a) プレート境界面に沿って20 x 20 kmの矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの、対応する残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。

(b1) (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。

- 1: 2020/03/10PM-12 (Mw5.8), 2: 2020/03/16PM-18 (Mw5.5), 3: 2020/03/19PM-21AM (Mw5.6)
- 4: 2020/03/21PM-22AM (Mw5.5), 5: 2020/03/22PM-23AM (Mw5.4), 6: 2020/08/23-26 (Mw5.8)
- A: 2020/10/13PM-15AM (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。

GNSSデータから推定された
紀伊半島北部の深部低周波微動と同期したスロースリップ(暫定)

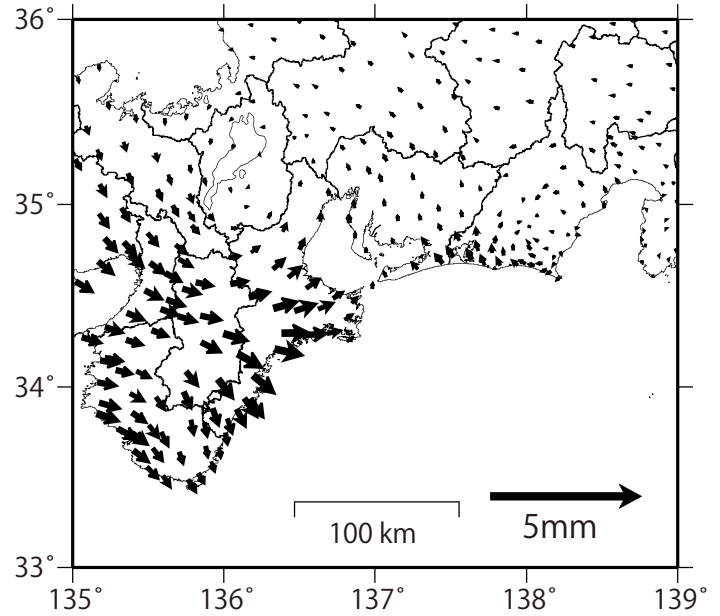
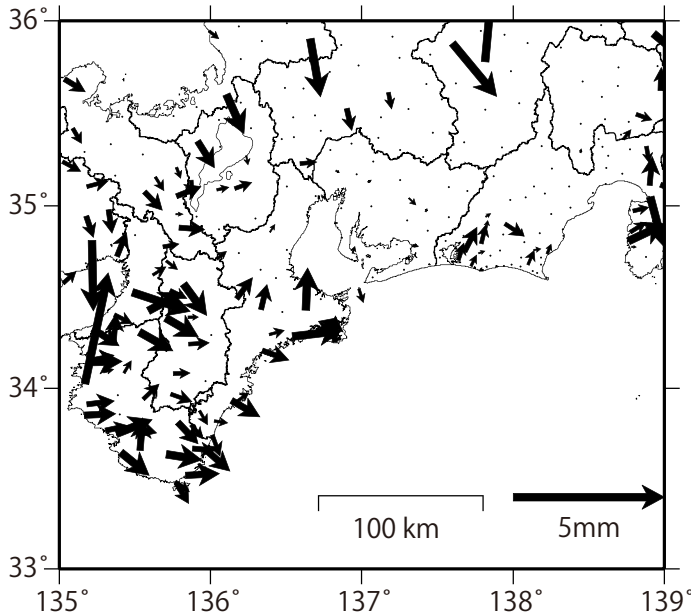


推定したすべり量が標準偏差(σ)の3倍以上のグリッドを黒色表示している。

観測

計算

基準期間: 2020/09/1~2020/10/10 [F3: 最終解]
比較期間: 2020/10/14~2020/10/20 [R3: 速報解]



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。
基準期間と比較期間間のオフセットをRamp関数で推定
西向き成分は除外

解析に使用した観測点の範囲: 概ね北緯33.4~36°、東経135~139°
使用データ: F3解(2020/9/1 - 2020/10/17)+R3解(2020/10/18 - 2020/11/1)
トレンド期間: 2017/1/1 - 2018/1/1
モーメント計算範囲: 上段の図の黒枠内側
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: プレートの沈み込む方向と平行な方向に拘束
赤丸: 低周波地震(気象庁一元化震源)
コンター間隔: 5mm
固定局: 三隅

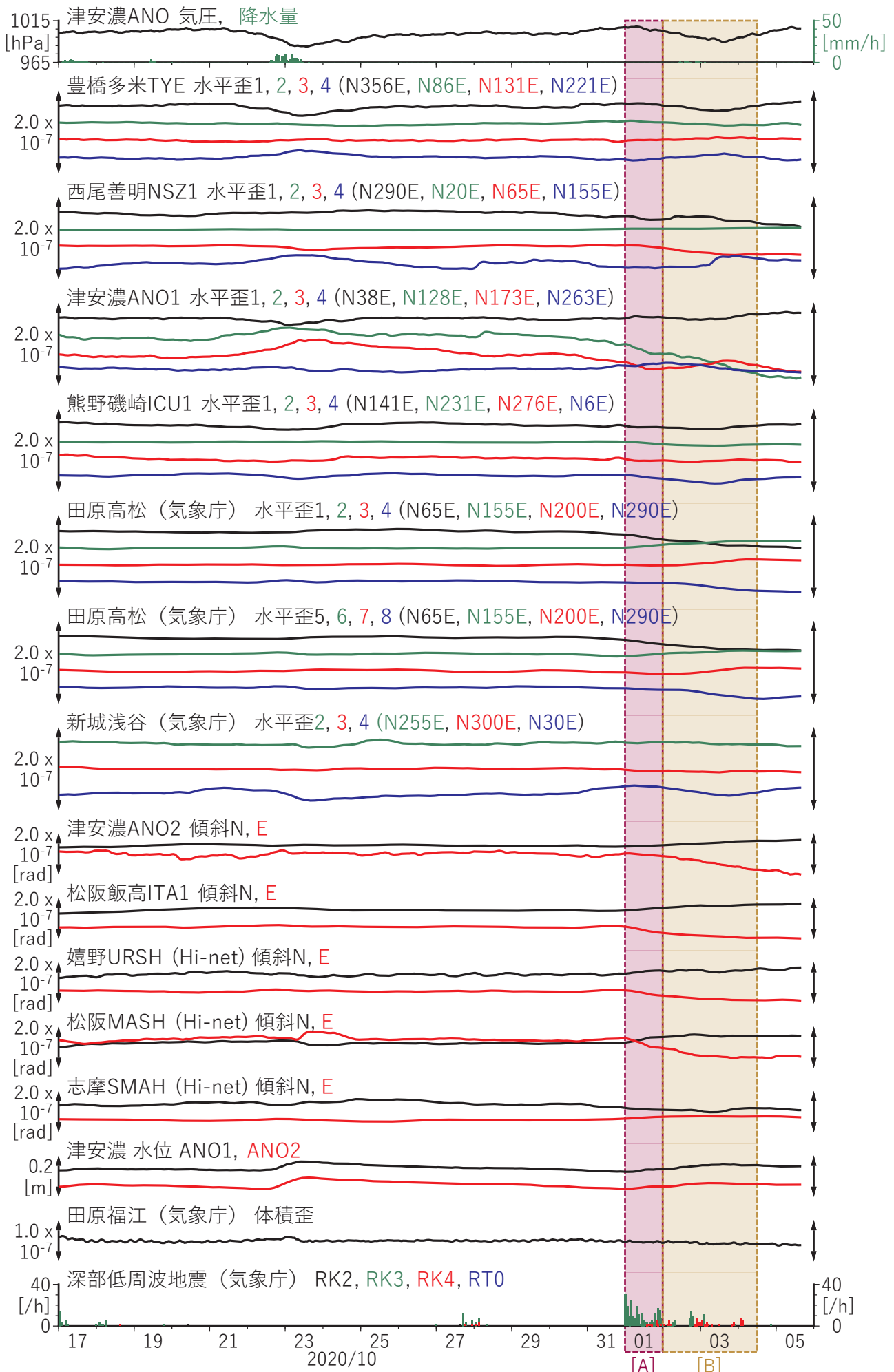
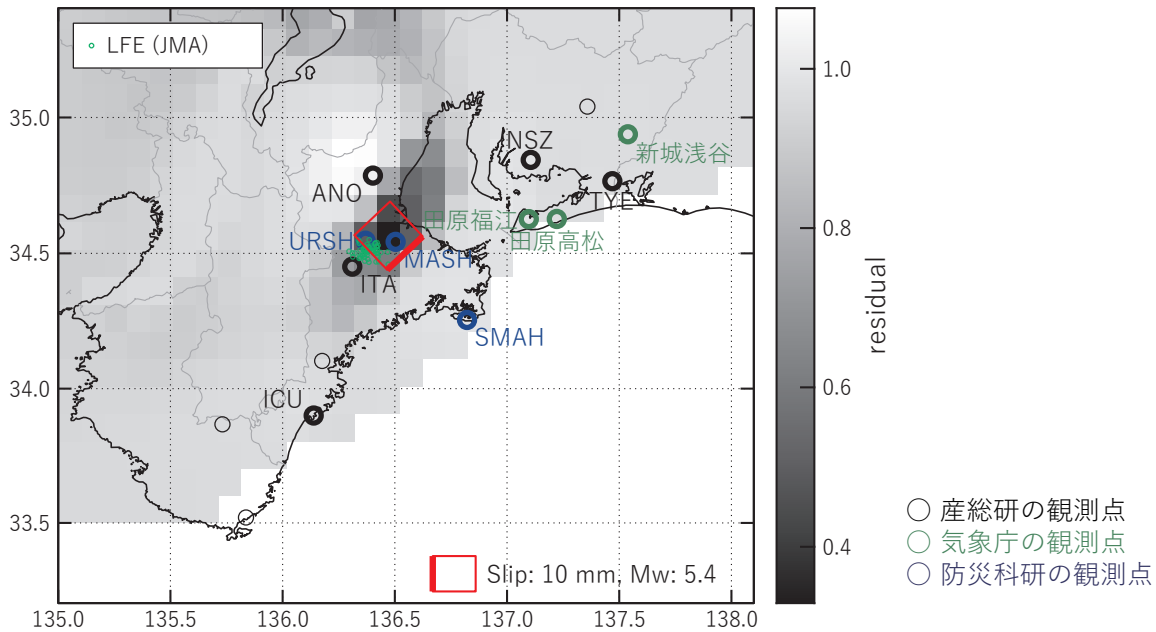


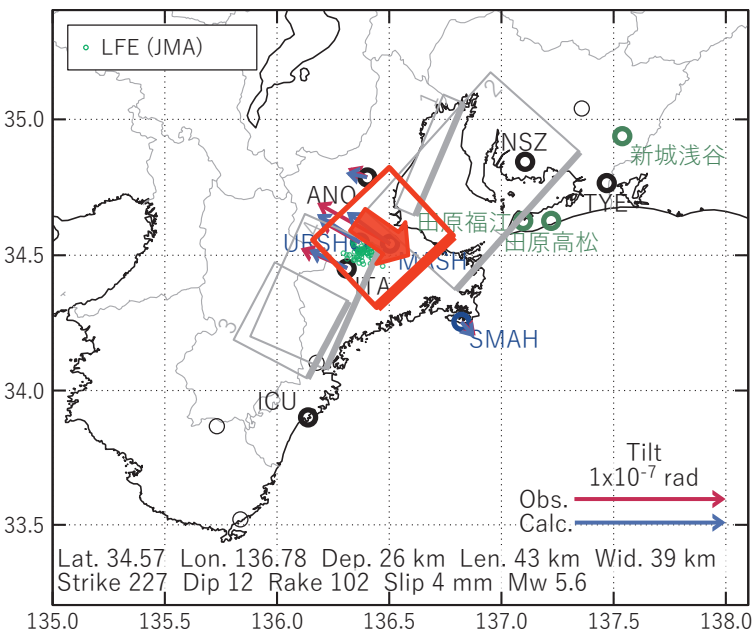
図9 紀伊半島～東海地方における歪・傾斜・地下水観測結果 (2020/10/17 00:00 - 2020/11/06 00:00 (JST))
 (低周波地震は2020/11/05 00:00まで)

[A] 2020/11/01

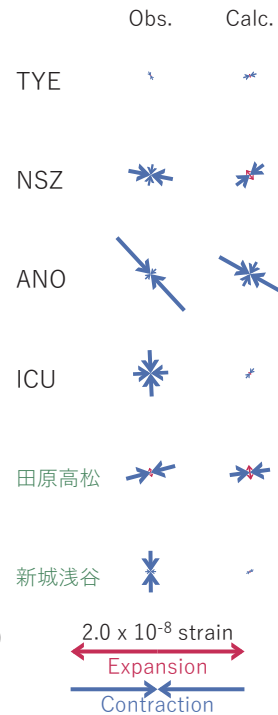
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



(b3) 体積歪

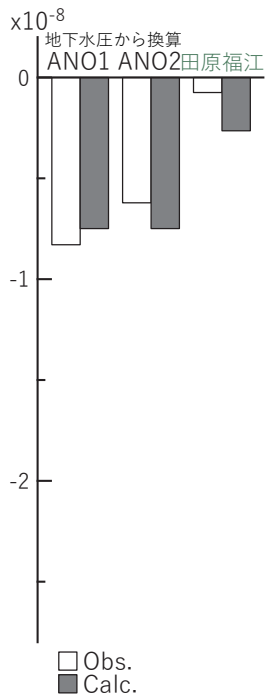
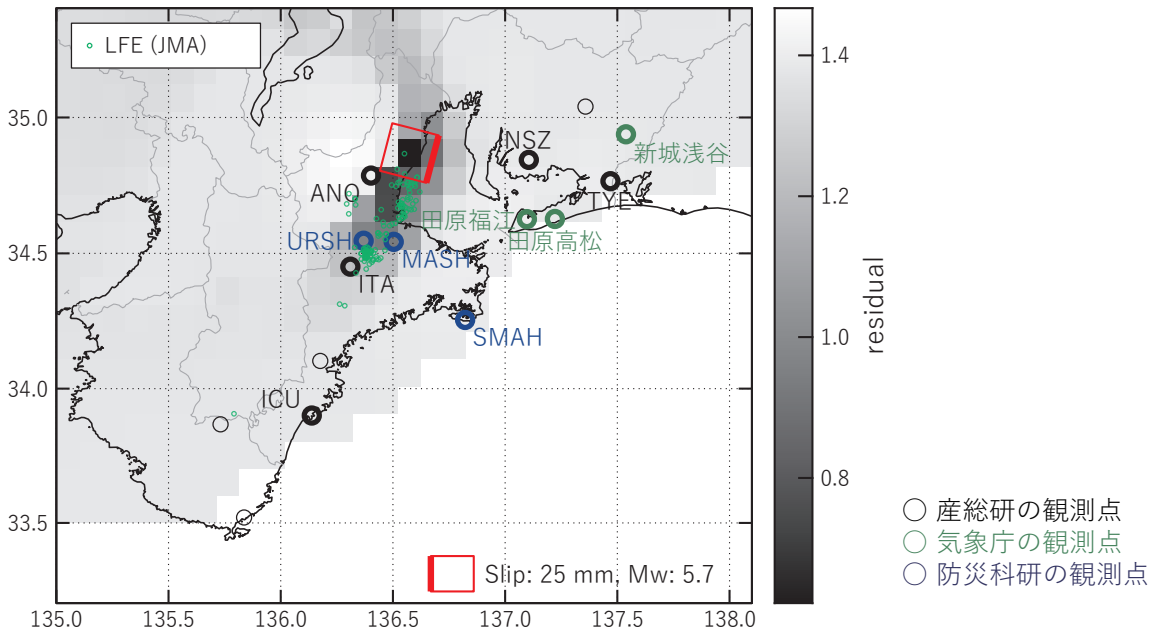


図10 2020/11/01の歪・傾斜・地下水変化 (図9[A]) を説明する断層モデル。

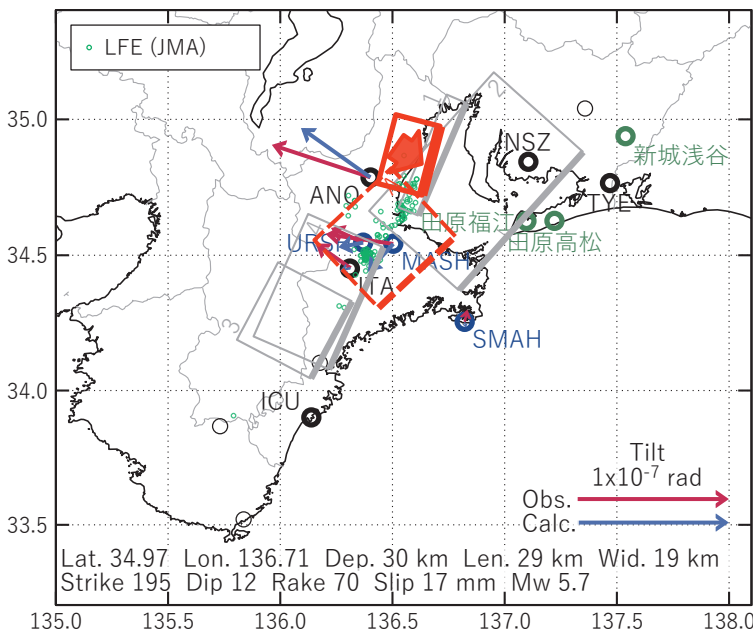
- (a) プレート境界面に沿って20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの、対応する残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。
- (b1) (a)の断層面付近をグリッドサーチして推定した断層面 (赤色矩形) と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生した短期的SSEの推定断層面。
 - 1: 2020/07/06-08AM (Mw5.9), 2: 2020/06/30PM-07/03 (Mw6.1), 3: 2020/10/13PM-15AM (Mw5.7), 4: 2020/10/15PM-16AM (Mw5.6)
- (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。
- (b3) 体積歪 (地下水圧から換算) の観測値と(b1)に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

[B] 2020/11/02-04AM

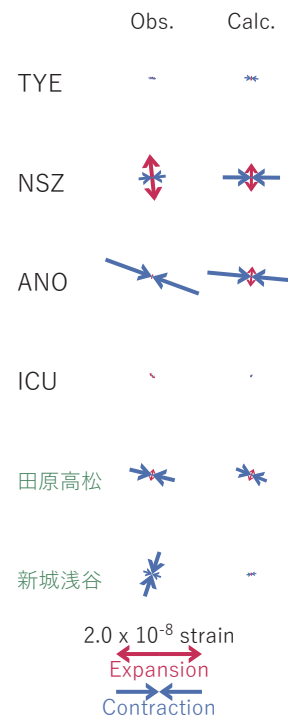
(a) 断層の大きさを固定した場合の断層モデルと残差分布



(b1) 推定した断層モデル



(b2) 主歪



(b3) 体積歪

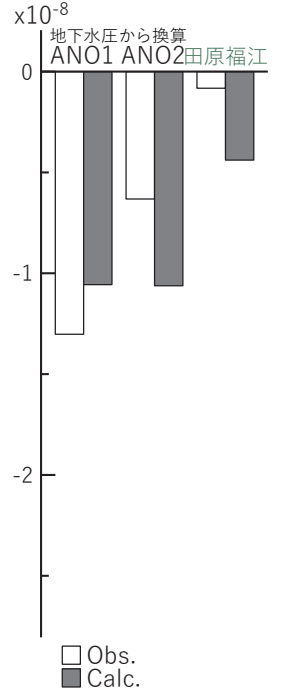


図11 2020/11/02-04AMの歪・傾斜・地下水変化 (図9[B]) を説明する断層モデル。

- (a) プレート境界面に沿って20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの、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) (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。
 - 1: 2020/07/06-08AM (Mw5.9), 2: 2020/06/30PM-07/03 (Mw6.1), 3: 2020/10/13PM-15AM (Mw5.7),
 - 4: 2020/10/15PM-16AM (Mw5.6), A: 2020/11/01 (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 (地下水圧から換算) 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。

- ・紀伊半島北部を活動域とする短期的スロースリップイベント (M_w 5.8)
- ・2019年11月 (M_w 5.8) 以来約1年ぶり

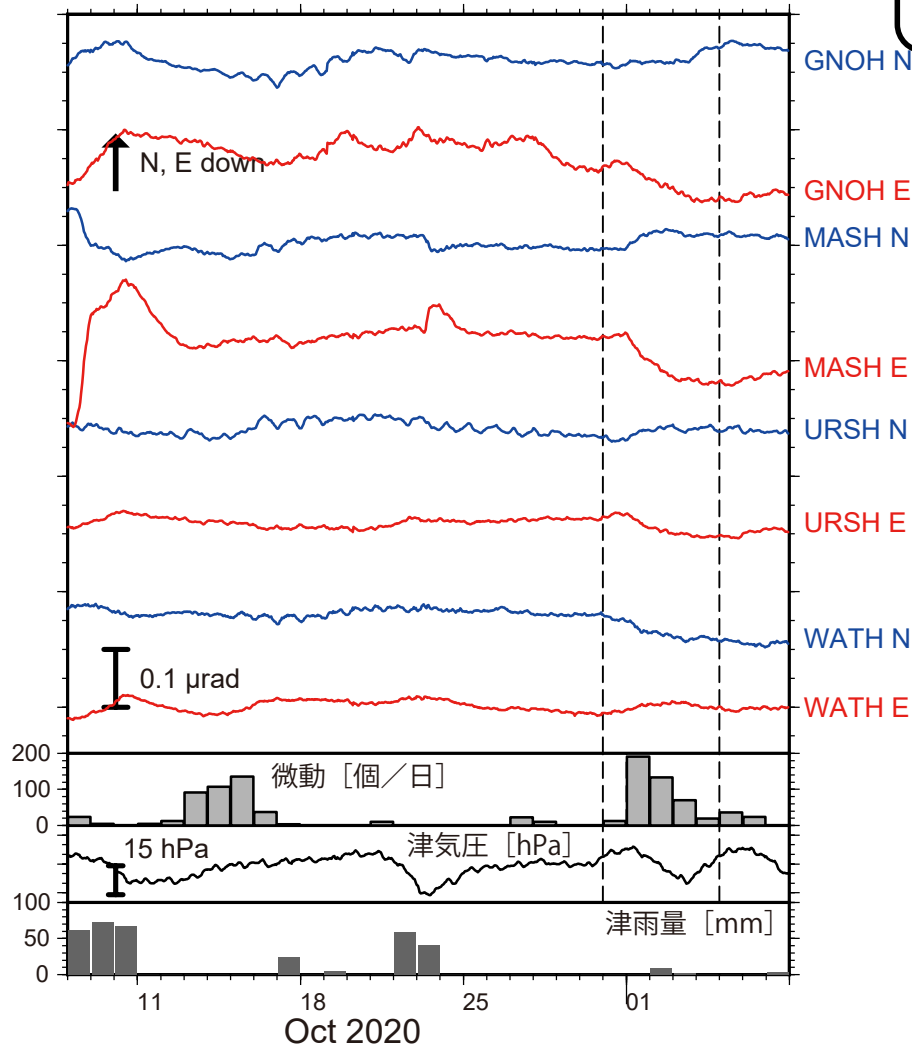


図1: 2020年10月8日～11月7日の傾斜時系列。上方向への変化が北・東下がりの傾斜変動を表し、BAYTAP-Gにより潮汐・気圧応答成分を除去した。10月31日～11月4日の傾斜変化ベクトルを図2に示す。紀伊半島中北部での微動活動度・気象庁津観測点の気圧・雨量をあわせて示す。

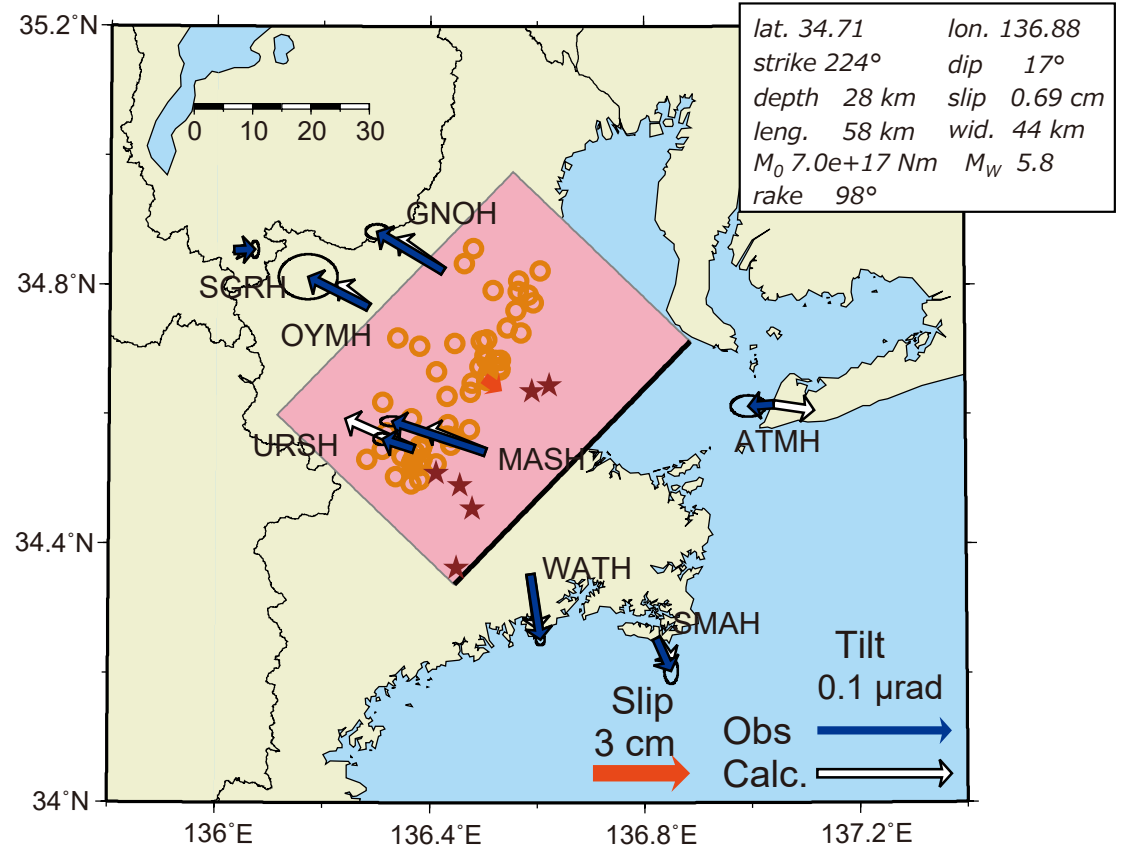


図2: 10月31日～11月4日に観測された傾斜変化ベクトル(青矢印)、推定されたスロースリップイベントの断層モデル(赤矩形・矢印)、モデルから計算される傾斜変化ベクトル(白抜き矢印)を示す。1時間ごとの微動エネルギーの重心位置(橙丸)もあわせて示す。すべり角はプレート相対運動方向に固定している。

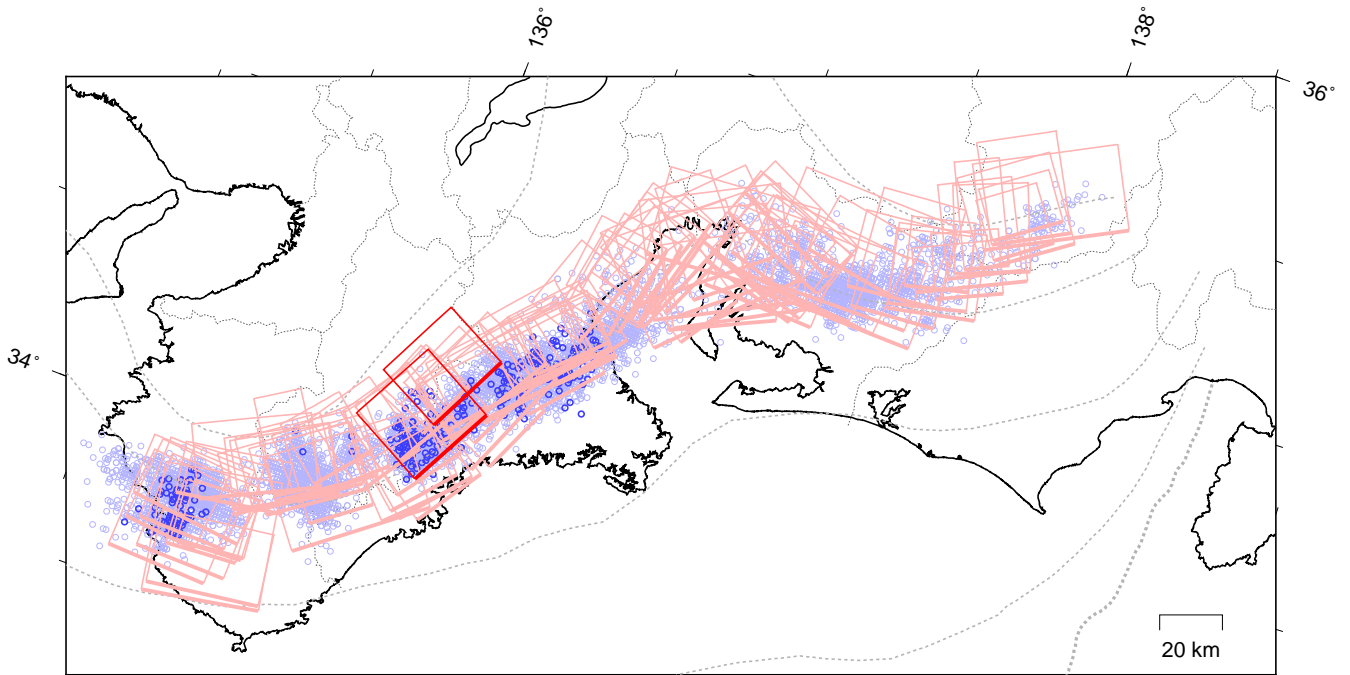
謝辞

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。

東海～紀伊半島 短期的ゆっくりすべりの活動状況

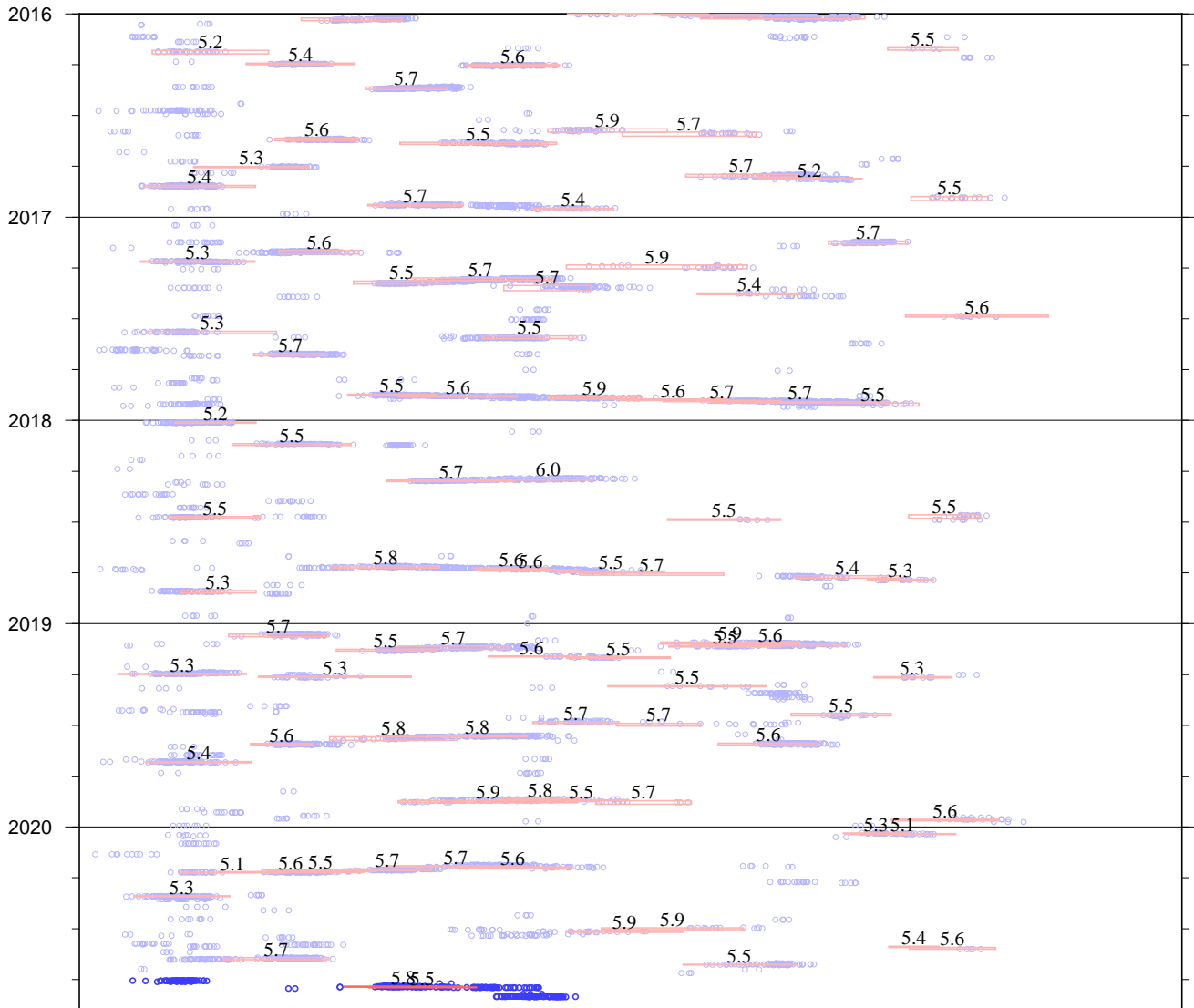
2016年1月1日～2020年11月1日

(2020年10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データの用いている。

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