

# 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

2月10日から18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。2月10日に始まった活動は、その後北東及び南西へ活動域が広がった。2月16日頃から、それまでの活動域のさらに南西側へ活動域が移動した。2月26日から3月3日にかけて、2月10日から18日の活動域の北東側で深部低周波地震(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。

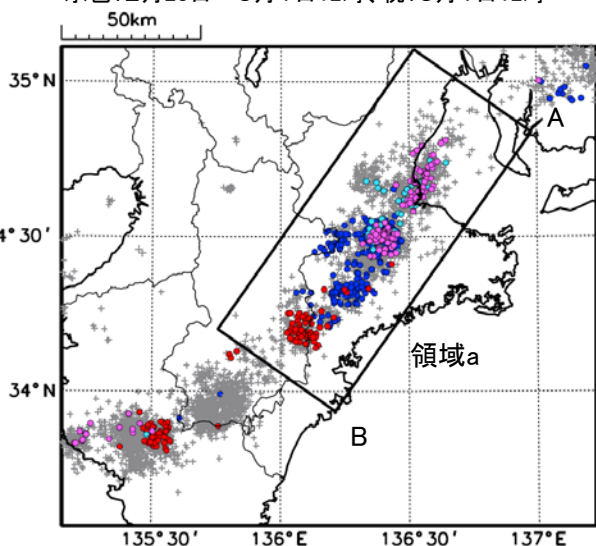
## 深部低周波地震(微動)活動

震央分布図

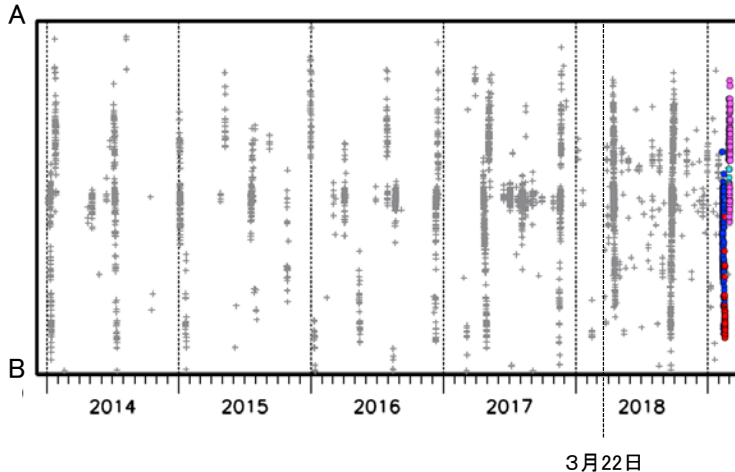
(2014年1月1日～2019年3月5日、  
深さ0～60km、Mすべて)

青:2019年2月10日～2月15日、赤:2月16日～2月18日

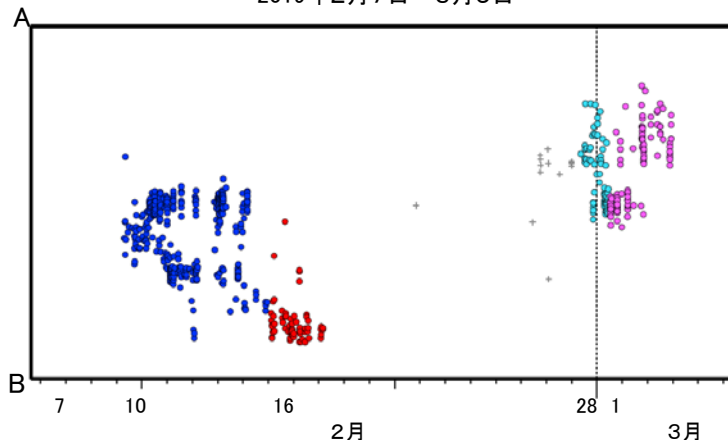
水色:2月28日～3月1日12時、桃:3月1日12時～



震央分布図の領域a内のAB方向の時空間分布図



2019年2月7日～3月5日



※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。

※2019年3月5日以降の震源要素は、今後の精査で変更する可能性がある。

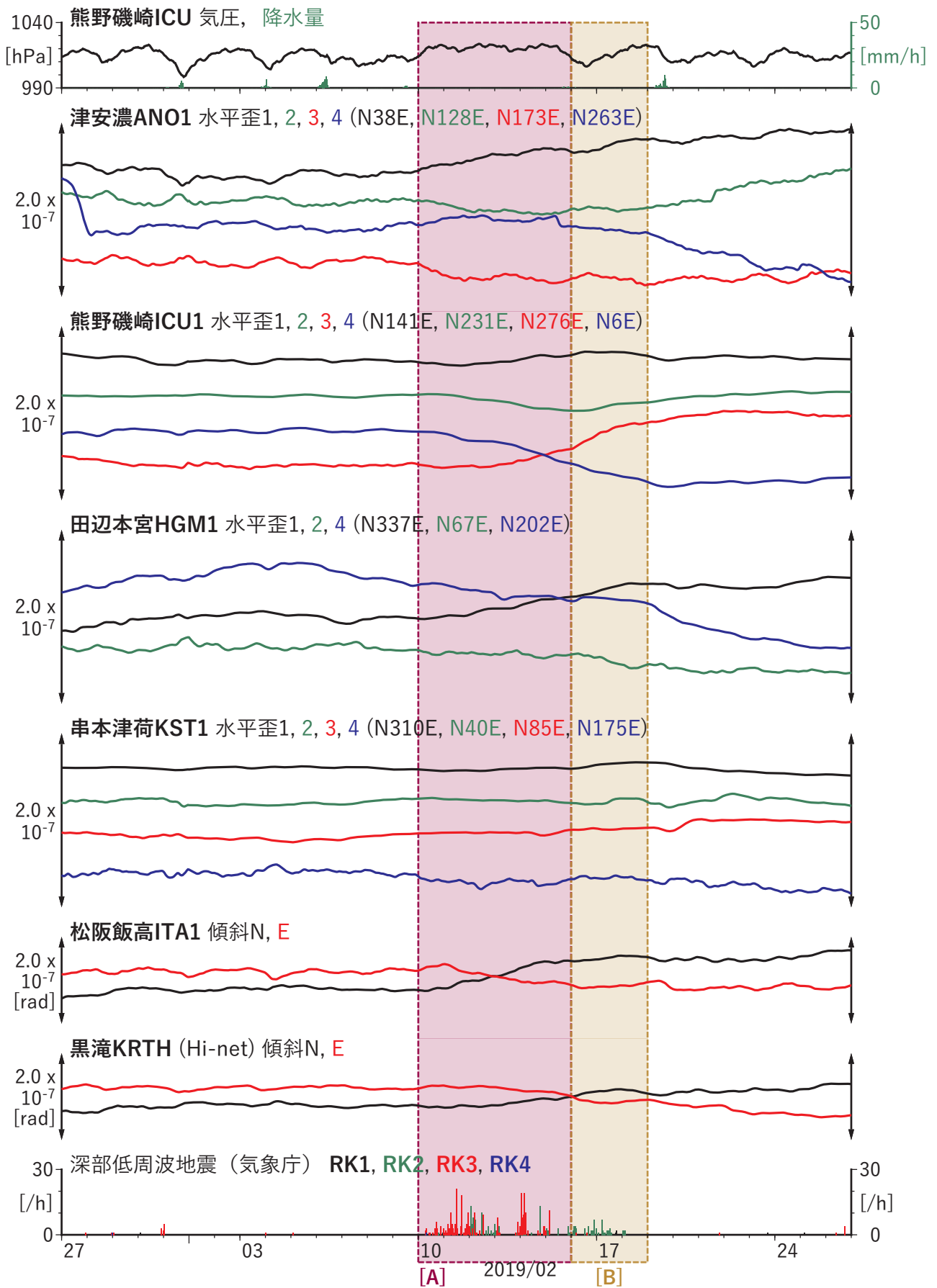
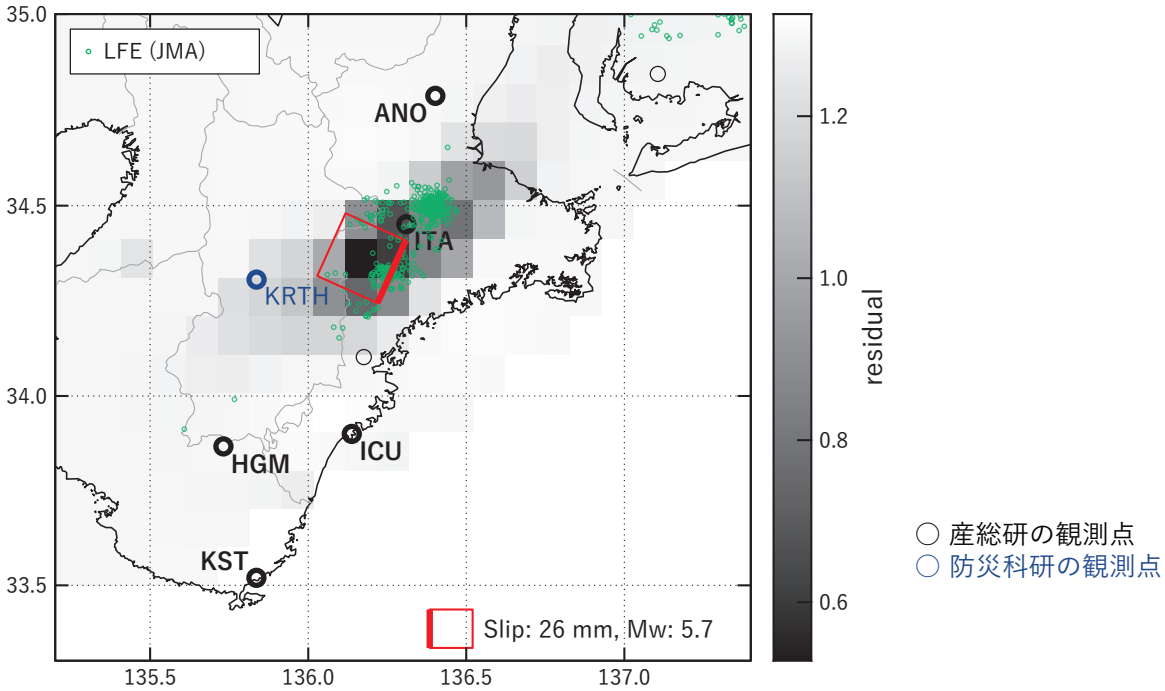


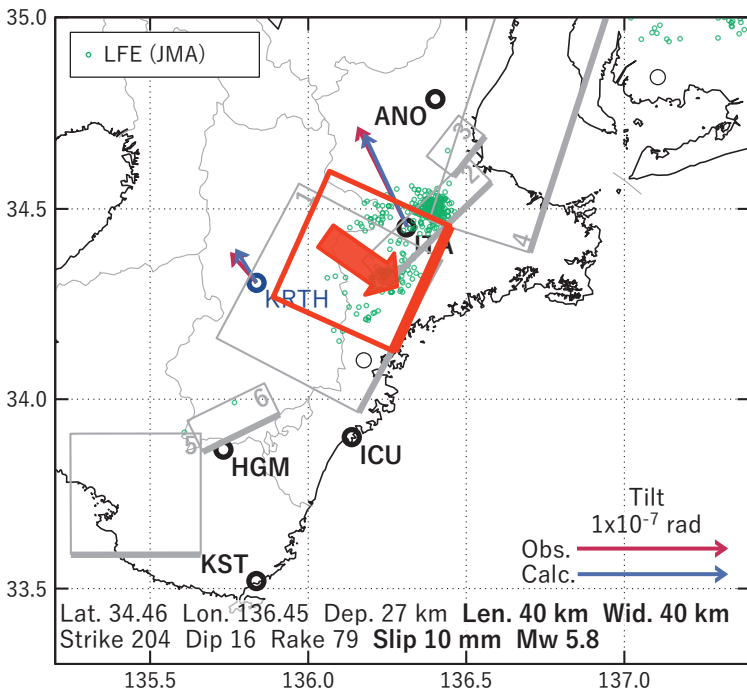
図8 歪・傾斜の時間変化 (2019/01/27 00:00 - 2019/02/27 00:00 (JST))

[A] 2019/02/10-15

(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

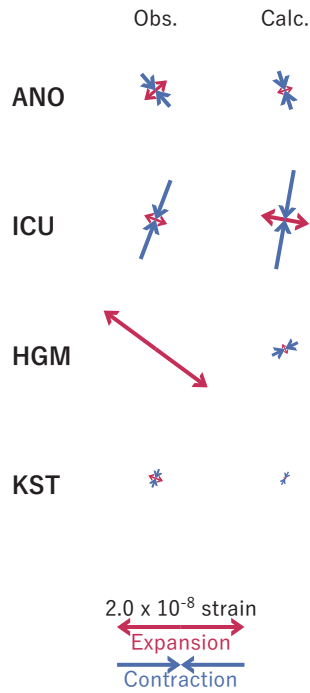


図9 2019/02/10-15の歪・傾斜変化（図8[A]）を説明する断層モデル。

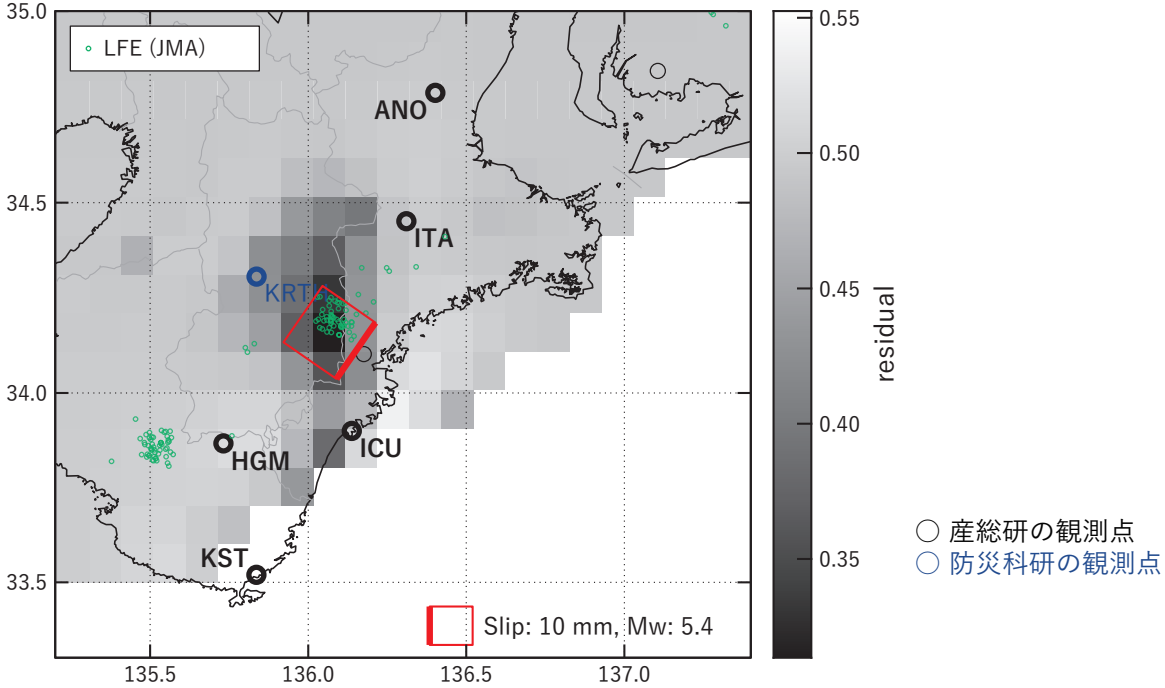
- (a) プレート境界面に沿って 20 x 20 km の矩形断層面を移動させ、各位置で残差の総和を最小にするすべり量を選んだときの残差の総和の分布。赤色矩形が残差の総和が最小となる断層面の位置。
- (b1) (a) の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

1: 2018/09/19PM-22AM (Mw 5.8), 2: 2018/09/22PM-25 (Mw 5.4), 3: 2018/09/26-28AM (Mw 5.5),  
4: 2018/09/28PM-30AM (Mw 5.8), 5: 2018/06/22PM-25AM (Mw 5.6), 6: 2019/01/19PM-24AM (Mw 5.6)

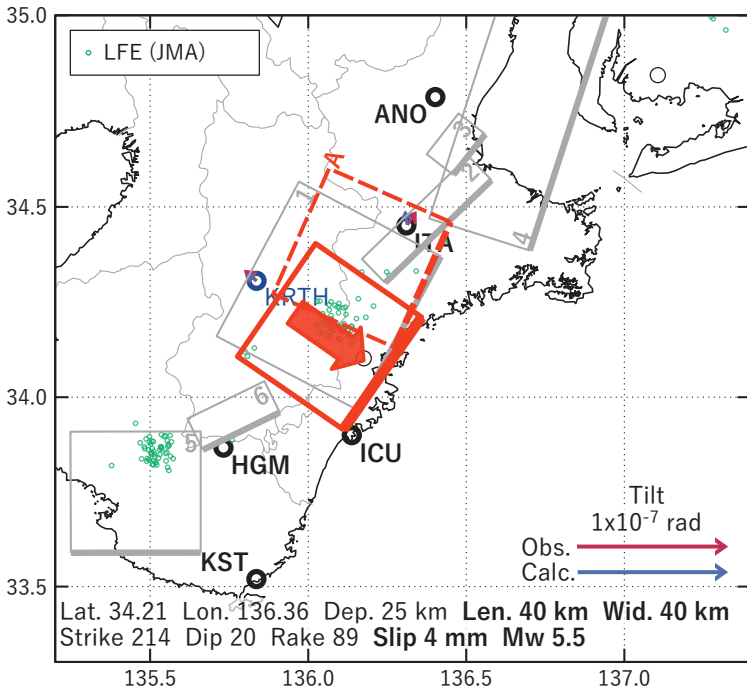
- (b2) 主歪の観測値と (b1) に示した断層モデルから求めた計算値との比較。

**[B] 2019/02/16-18**

(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

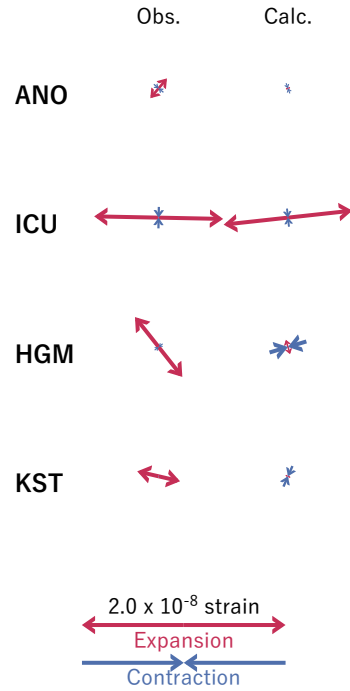


図10 2019/02/16-18の歪・傾斜変化（図8[B]）を説明する断層モデル。

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

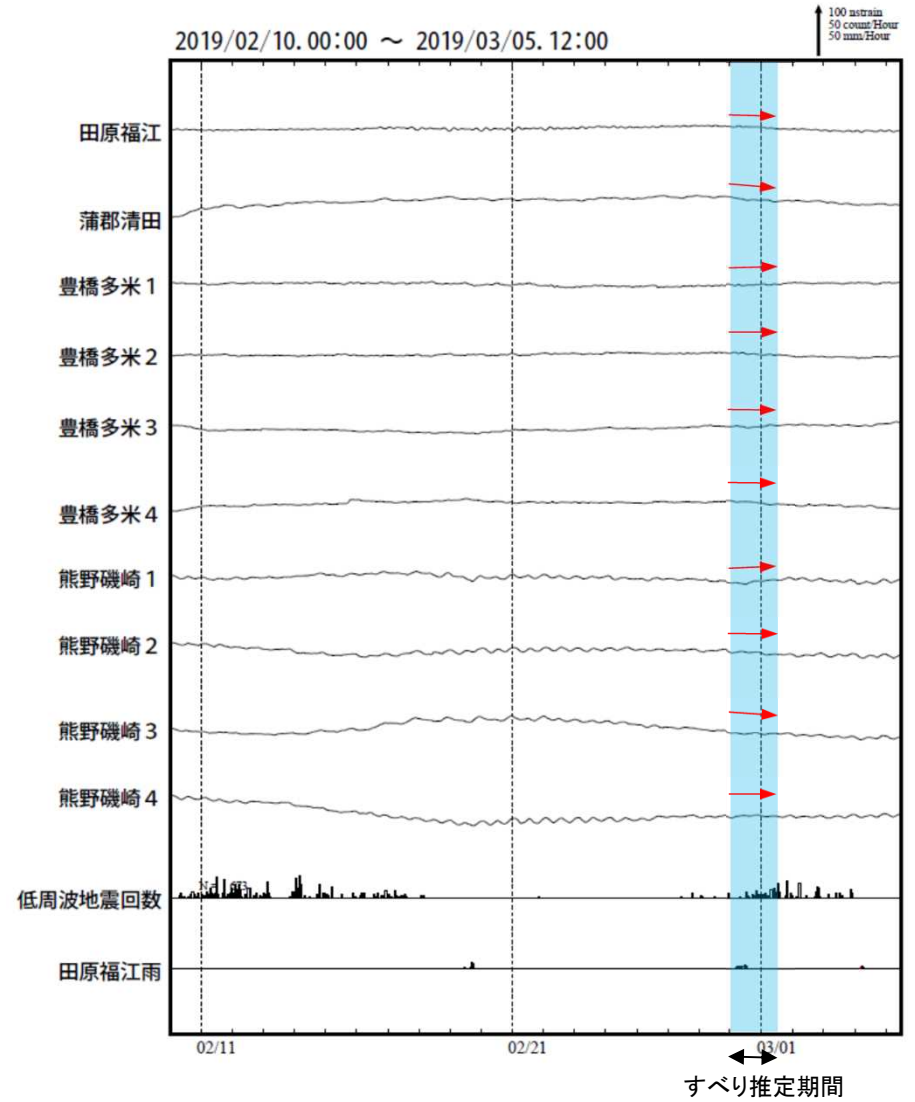
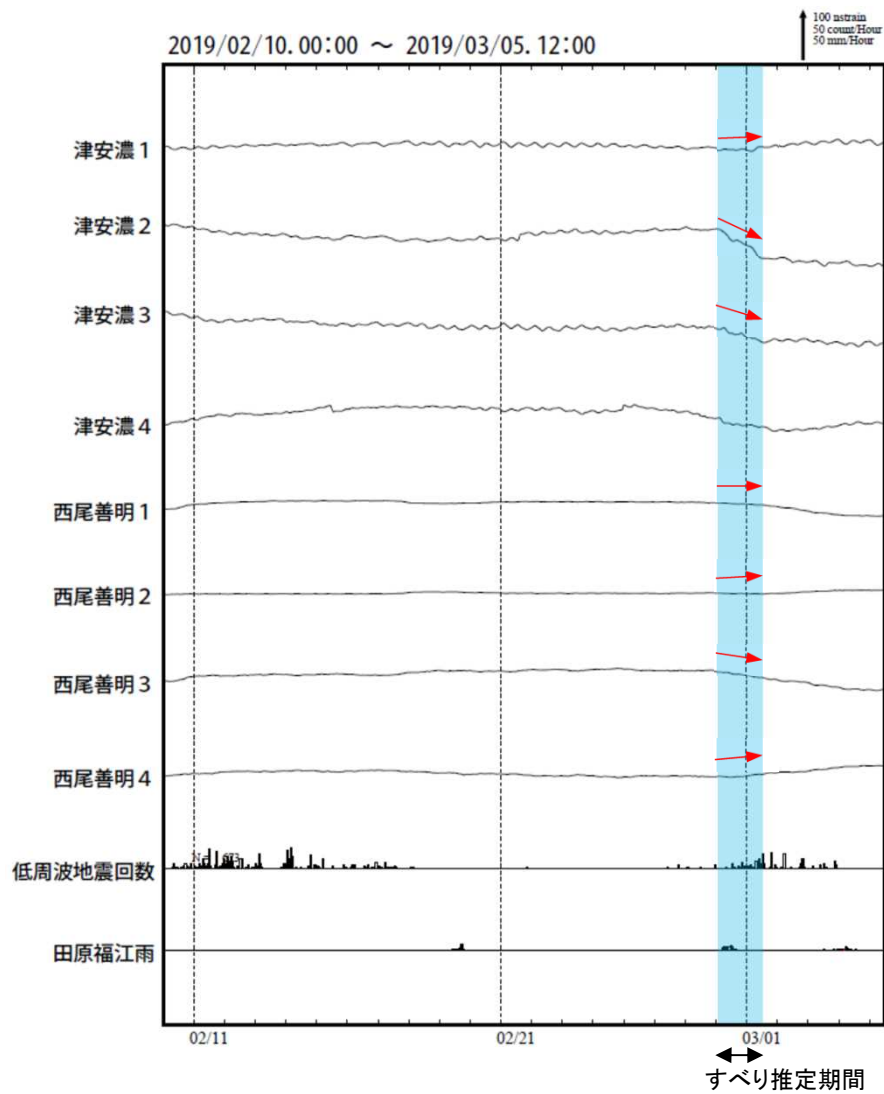
(b1) (a) の位置付近をグリッドサーチして推定した断層面（赤色矩形）と断層パラメータ。灰色矩形は最近周辺で発生したイベントの推定断層面。

- 1: 2018/09/19PM-22AM (Mw 5.8), 2: 2018/09/22PM-25 (Mw 5.4), 3: 2018/09/26-28AM (Mw 5.5),
- 4: 2018/09/28PM-30AM (Mw 5.8), 5: 2018/06/22PM-25AM (Mw 5.6), 6: 2019/01/19PM-24AM (Mw 5.6),
- A: 2019/02/10-15 (Mw 5.8)

(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。

# 紀伊半島北部で発生した短期的ゆっくりすべり

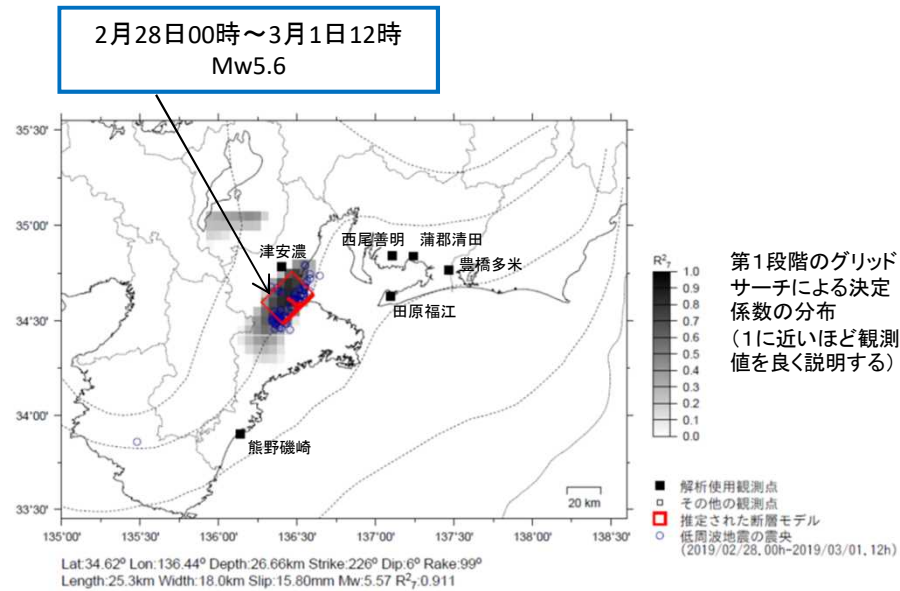
三重県から愛知県で観測されたひずみ変化



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。

# 紀伊半島北部で発生した短期的ゆっくりすべり

ひずみ変化から推定される断層モデル



前図に観測されたひずみ変化のうち、赤矢印を付した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められた。

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。



# 四国の深部低周波地震(微動)活動とゆっくりすべり

## 【四国東部】

1月23日から2月7日にかけて、四国東部で深部低周波地震(微動)を観測した。

## 【四国中部】

3月2日以降、四国中部で深部低周波地震(微動)を観測している。

## 【四国西部】

2月1日以降、断続的に四国西部で深部低周波地震(微動)を観測している。

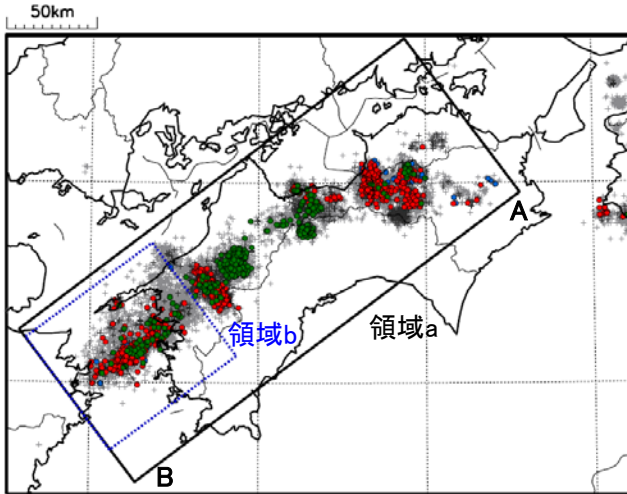
四国西部の南西側(領域b:豊後水道とその付近)では、2018年秋頃から深部低周波地震(微動)活動が活発になっている。また、2018年秋頃から、周辺に設置されている複数のひずみ計で地殻変動を観測している。これは、豊後水道周辺のプレート境界深部において発生している長期的ゆっくりすべりに起因すると推定される。豊後水道周辺では、2003年~2004年、2010年、2014年にも深部低周波地震(微動)活動が活発となった。これらの時期は、豊後水道周辺で長期的ゆっくりすべりが発生した(国土地理院, 2015, 地震予知連絡会会報第94巻)。

震央分布図

(2002年1月1日~2019年3月5日、深さ0~60km、Mすべて)

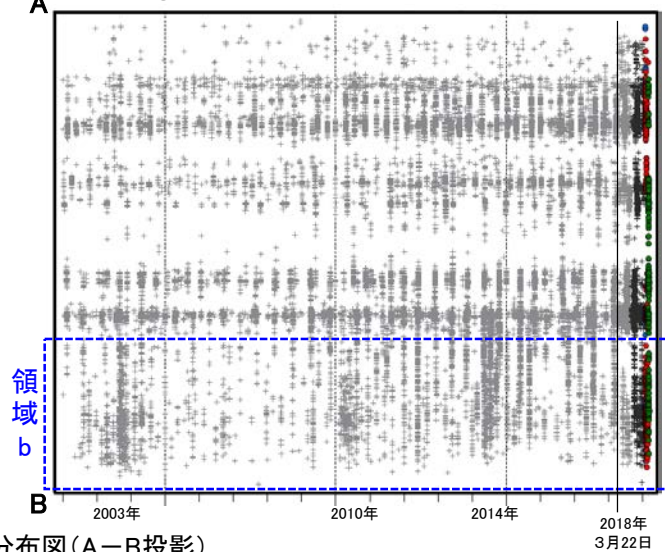
黒: 2018年9月1日~2019年1月22日、青: 2019年1月23日~1月31日、

赤: 2019年2月1日~2月28日、緑: 2019年3月1日~3月5日



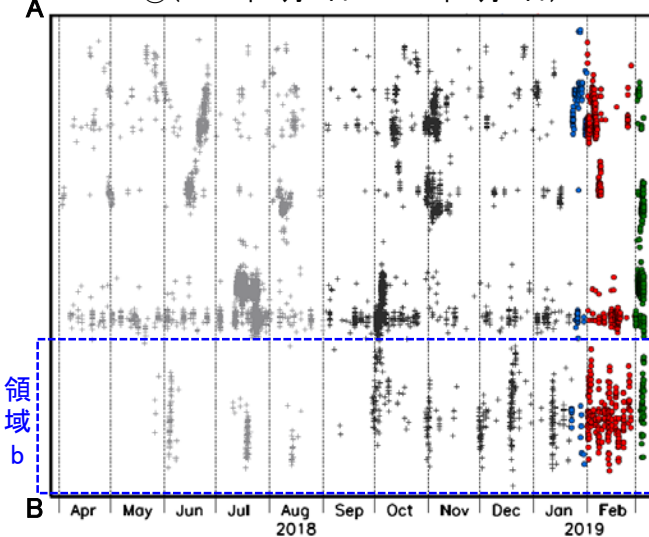
震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)

①(2002年1月1日~2019年3月5日)

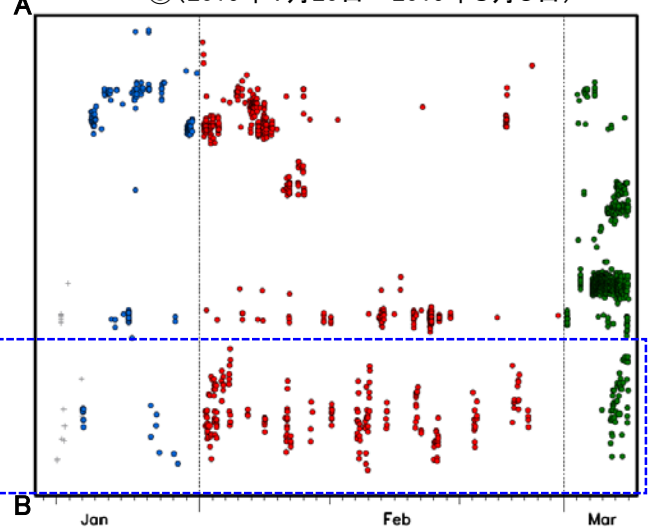


震央分布図の領域a内の時空間分布図(A-B投影)

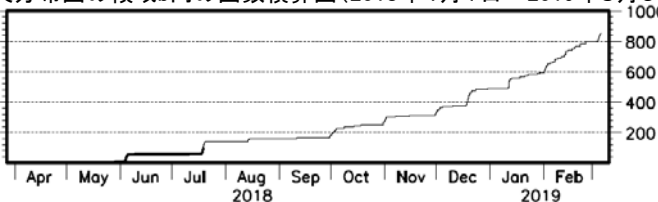
②(2018年4月1日~2019年3月5日)



③(2019年1月20日~2019年3月5日)



震央分布図の領域b内の回数積算図(2018年4月1日~2019年3月5日)



※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。

※3月5日の震源要素は、今後の精査で変更する可能性がある。

## 四国の深部低周波微動活動状況 (2019年2月)

- 1月30日～2月9日頃に四国東部から中部において、やや活発な微動活動。
- 3月1日頃より四国中部において、微動活動が開始。

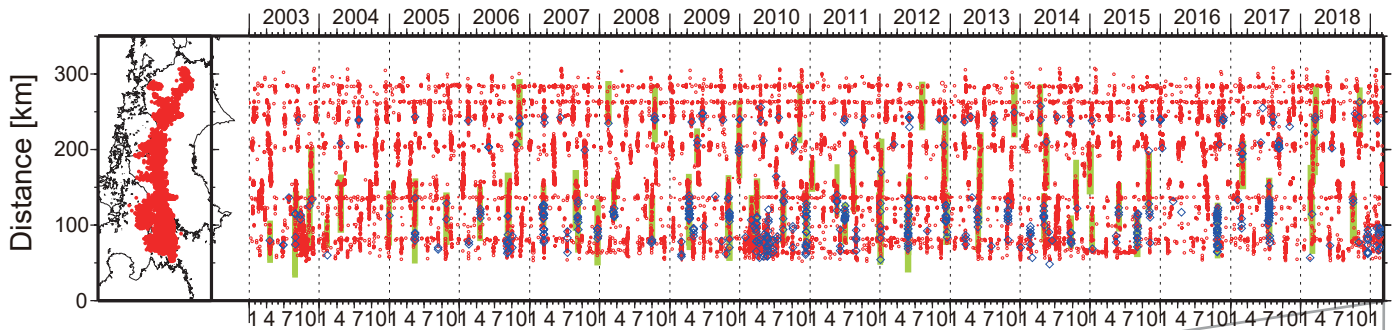
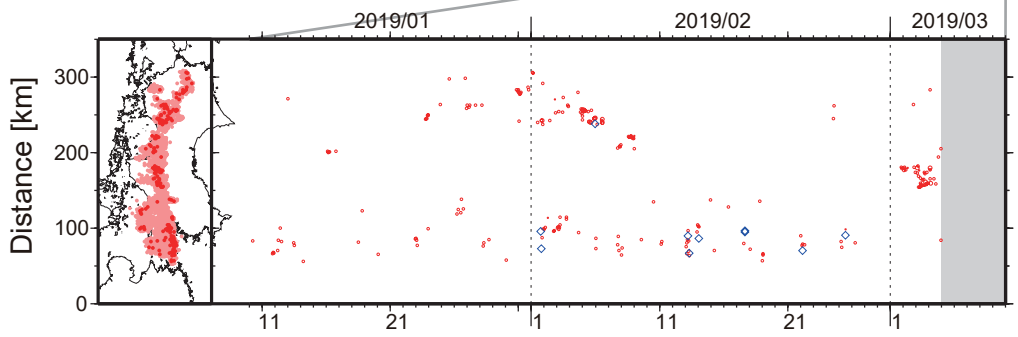


図1. 四国における 2003 年 1 月～ 2019 年 3 月 4 日までの深部低周波微動の時空間分布 (上図). 赤丸はエンベロープ相関・振幅ハイブリッド法 (Maeda and Obara, 2009) およびクラスタ処理 (Obara et al., 2010) によって 1 時間毎に自動処理された微動分布の重心である. 青菱形は周期 20 秒



に卓越する超低周波地震 (Ito et al., 2007) である. 黄緑色太線は、これまでに検出された短期的スロースリップイベント (SSE) を示す. 下図は 2019 年 2 月を中心とした期間の拡大図である. 1 月 30 日～ 2 月 1 日頃には徳島県東部から愛媛県東部において、やや活発な微動活動がみられた. この活動は、徳島県中部および愛媛・香川・徳島県境付近から開始し、徳島県中部から西部を中心に散発的に継続した. 2 月 4 日頃からは徳島県西部においてまとまった活動を示し、西方向への活動域の移動がみられ、2 月 7 日頃より愛媛県東部において活動がみられた. 3 月 1 日頃からは、愛媛県中部において活動が開始し、3 日頃からは西方向への活動域の拡大がみられている. 豊後水道においては断続的な微動活動がみられており、2 月 1～ 4 日頃、13～ 14 日頃にはそれぞれ小規模な活動が、2 月 7～ 8 日頃、19 日頃、22 日頃、25～ 26 日頃にはそれぞれごく小規模な活動がみられた.

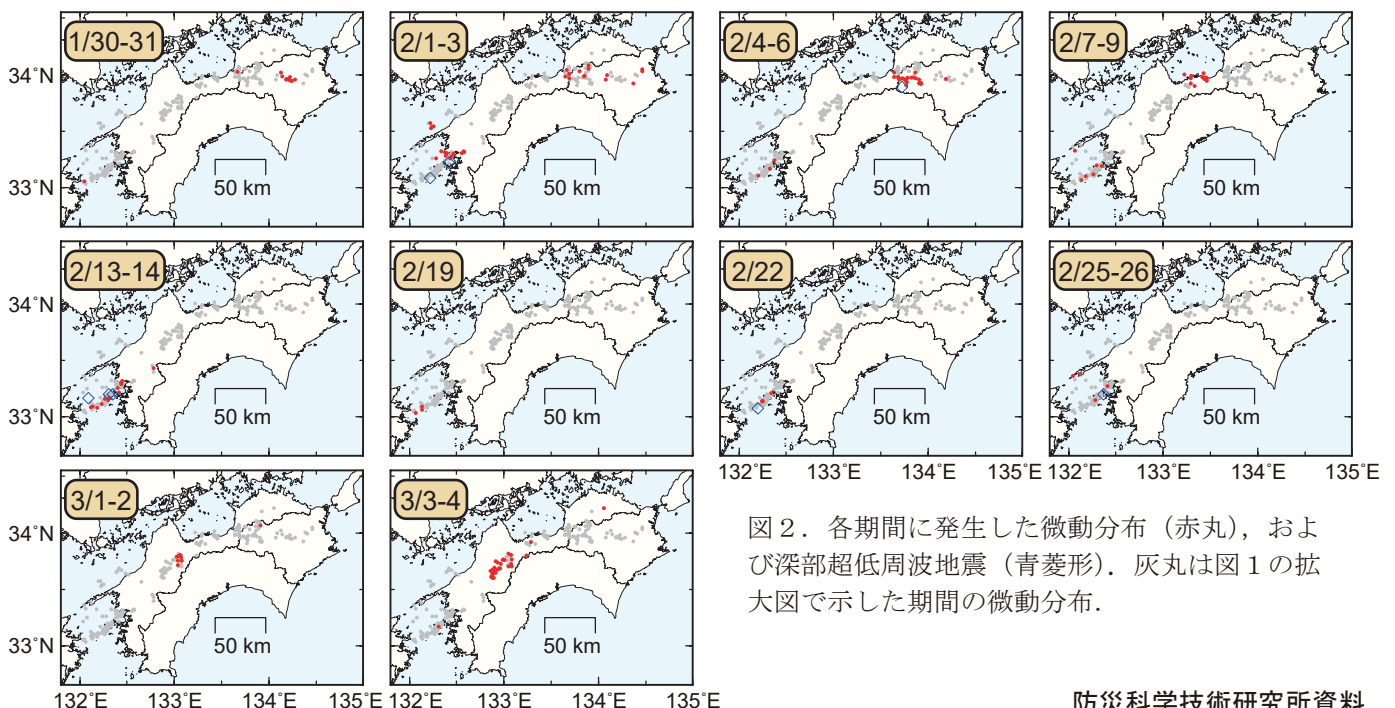


図2. 各期間に発生した微動分布 (赤丸), および深部超低周波地震 (青菱形). 灰丸は図1の拡大図で示した期間の微動分布.