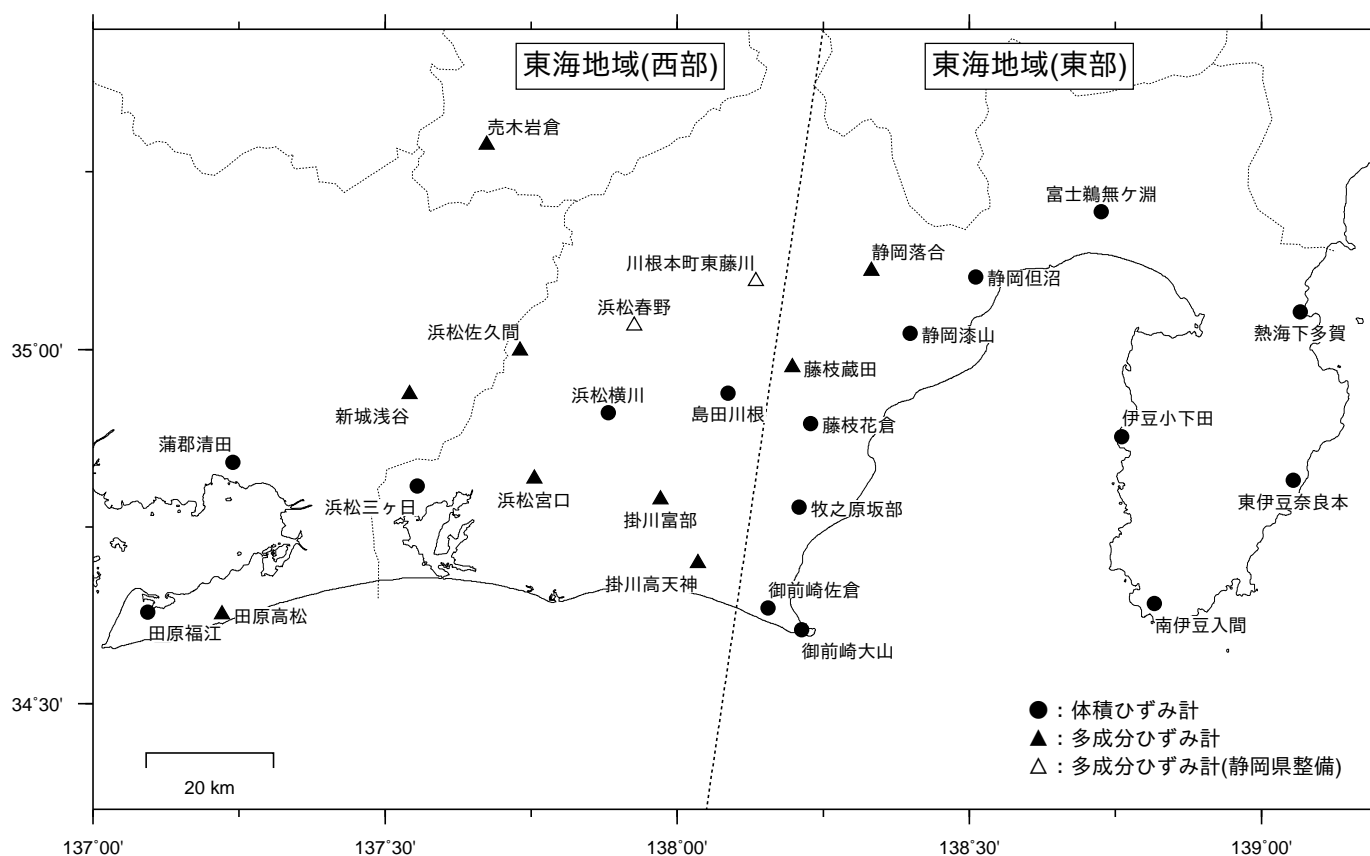


ひずみ計による観測結果（2020年7月1日～2020年12月31日）

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。

- SSE1：2020年7月6日から8日にかけて観測された。（第34回評価検討会資料参照）
- SSE2：2020年8月3日から4日にかけて観測された。（第35回評価検討会資料参照）
- SSE3：2020年8月5日から7日にかけて観測された。（第35回評価検討会資料参照）
- SSE4：2020年9月4日から0日にかけて観測された。（第36回評価検討会資料参照）
- SSE5：2020年11月1日から0日にかけて観測された。（第38回評価検討会資料参照）
- SSE6：2020年11月2日から4日にかけて観測された。（第38回評価検討会資料参照）

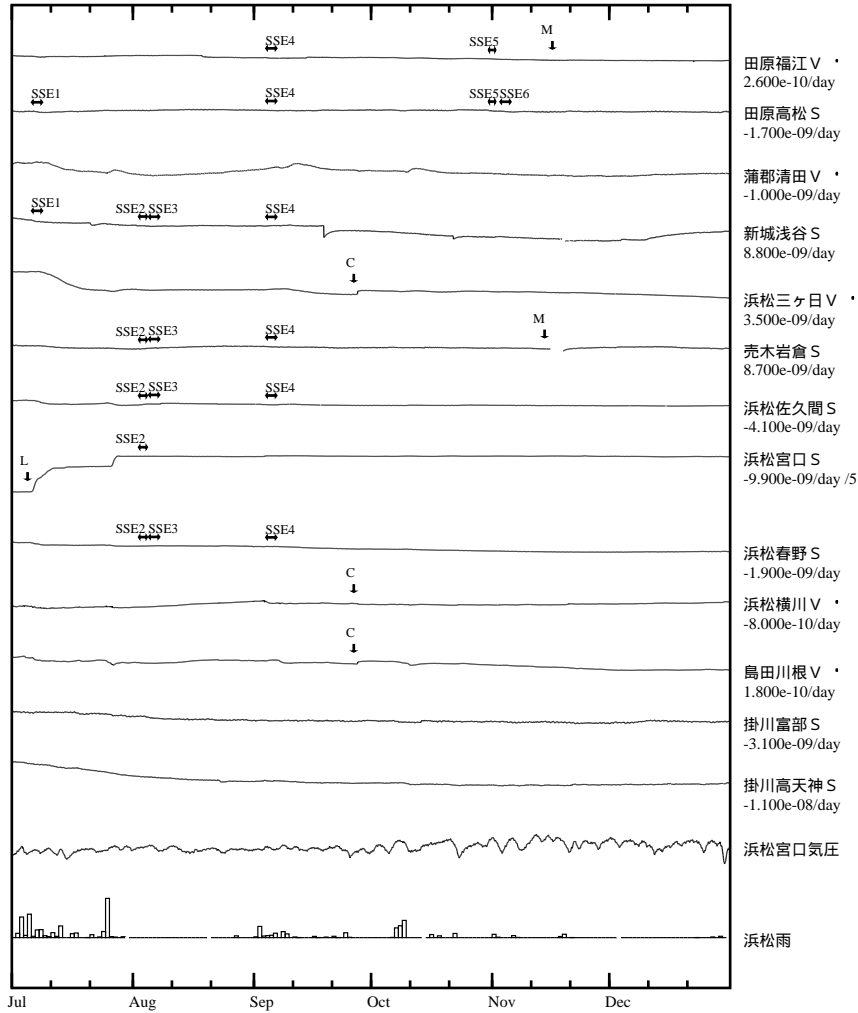
ひずみ計の配置図



※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

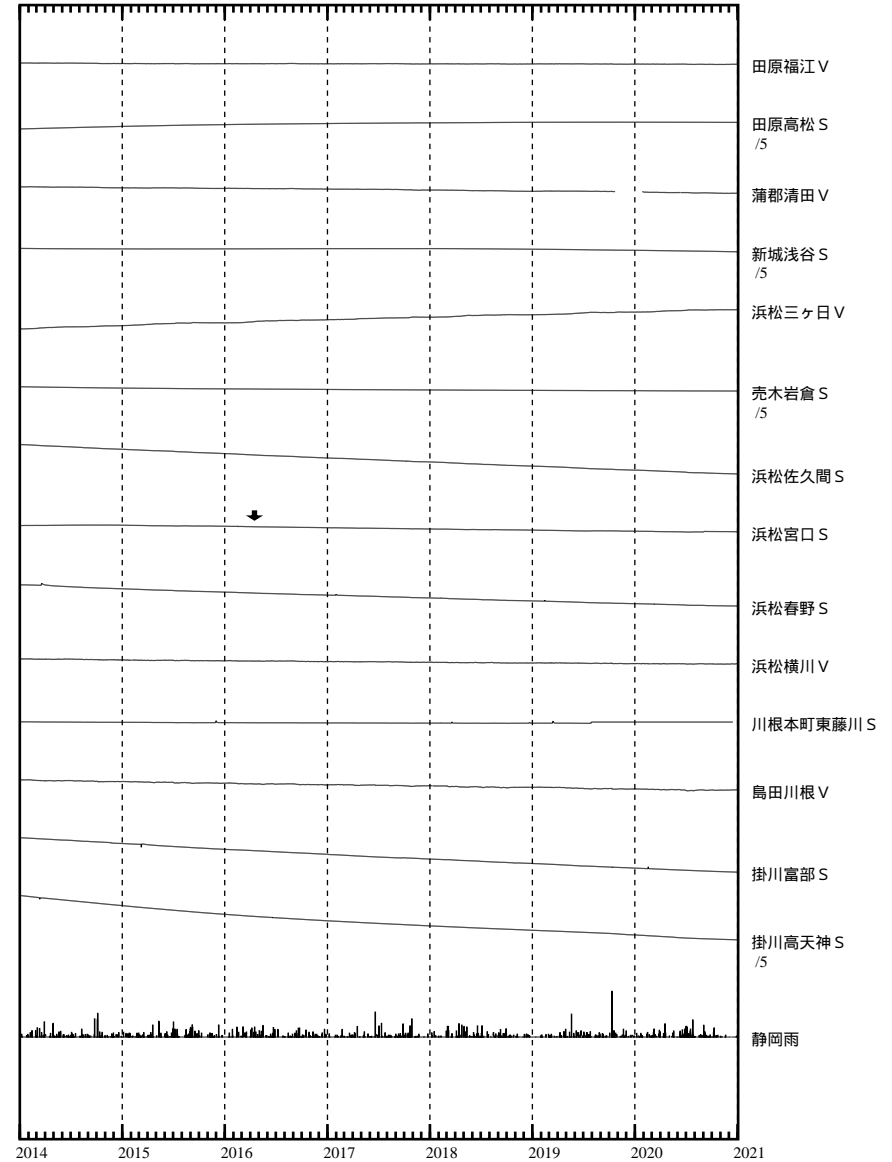
・ 気圧，潮汐，降水，地磁気（面積ひずみ）補正データ



- SSE1 : 短期的ゆっくりすべり 2020.07.06-07.08
- SSE2 : 短期的ゆっくりすべり 2020.08.03-08.04
- SSE3 : 短期的ゆっくりすべり 2020.08.05-08.07
- SSE4 : 短期的ゆっくりすべり 2020.09.04-09.04
- SSE5 : 短期的ゆっくりすべり 2020.11.01-11.01
- SSE6 : 短期的ゆっくりすべり 2020.11.02-11.04

- 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

東海地域（西部） ひずみ変化 日値

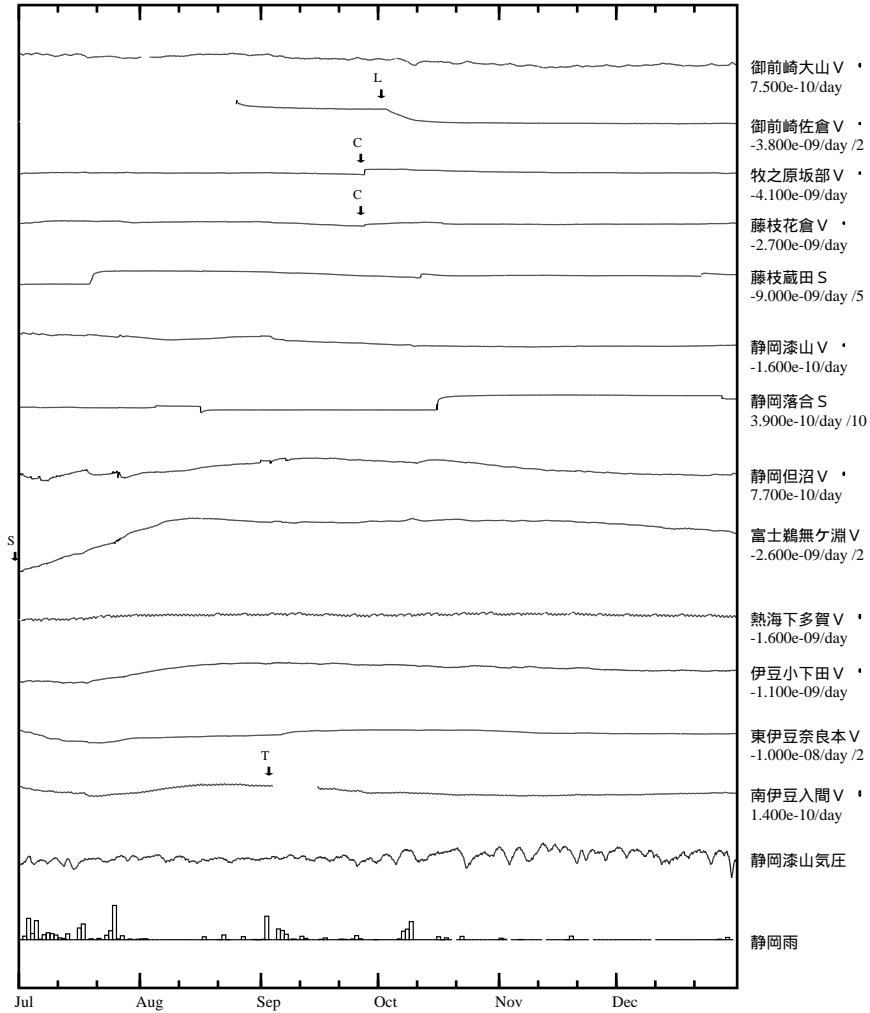


面積ひずみは，地震に伴うステップ状の変化を除去して計算している。

東海地域（東部） ひずみ変化 時間値

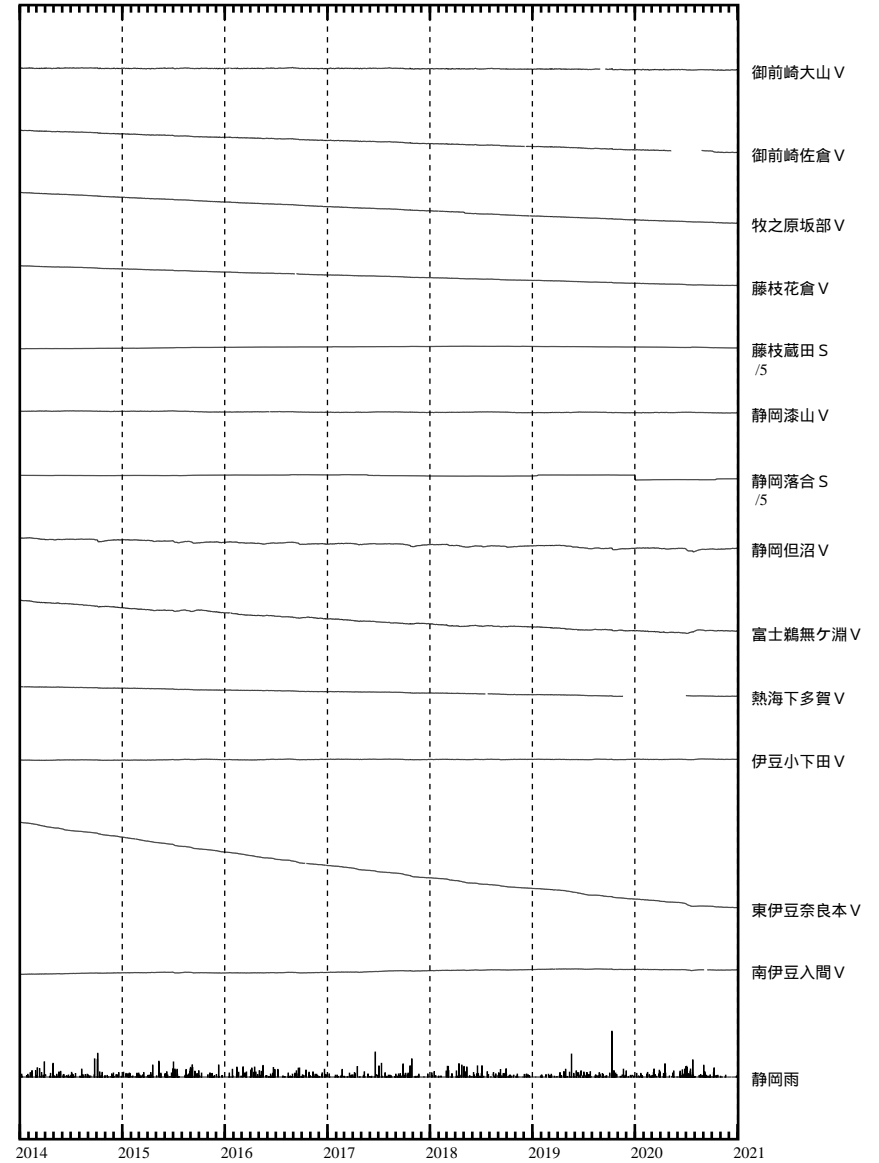
・気圧、潮汐、降水、地磁気（面積ひずみ）補正データ

Exp.
↑ 300 nstrain
30 hPa
100 mm/day



東海地域（東部） ひずみ変化 日値

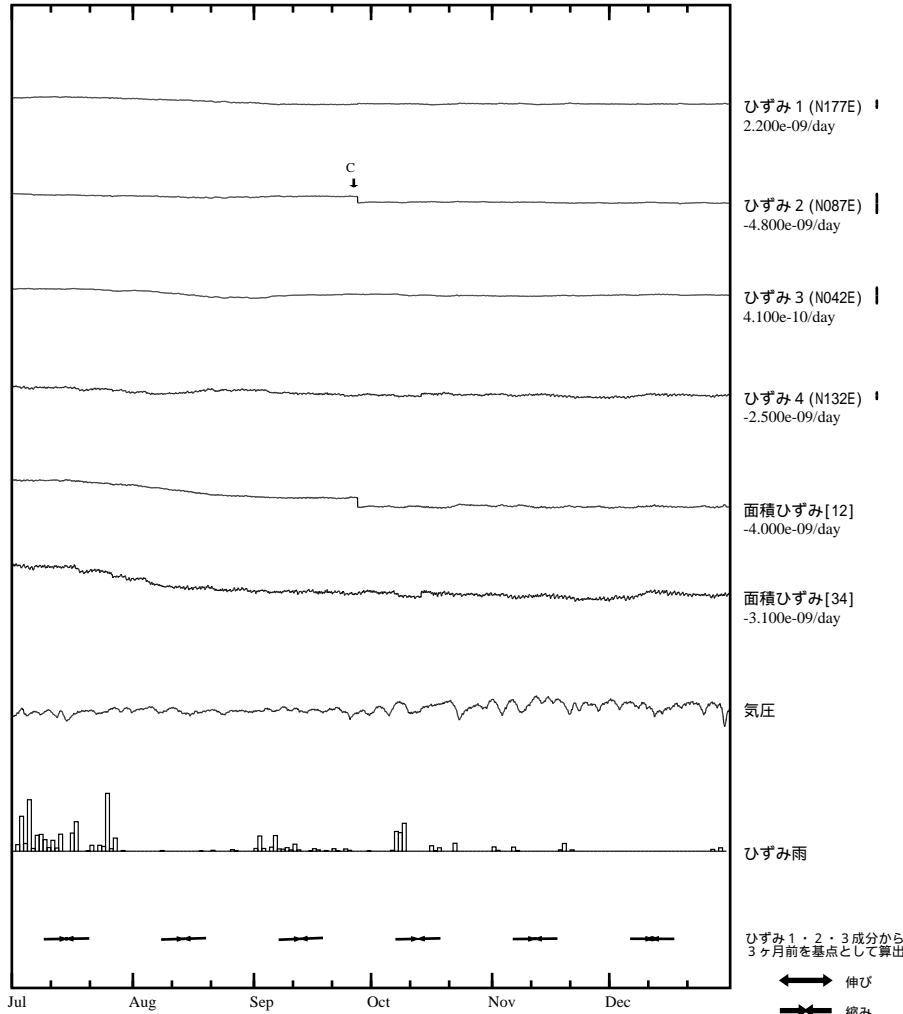
Exp.
↑ 10000 nstrain
200 mm



掛川富部 ひずみ変化 時間値

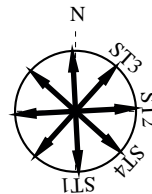
・気圧、潮汐、降水、地磁気補正データ

Exp.
↑ 100 nstrain
30 hPa
50 mm/day



・特記事項なし。

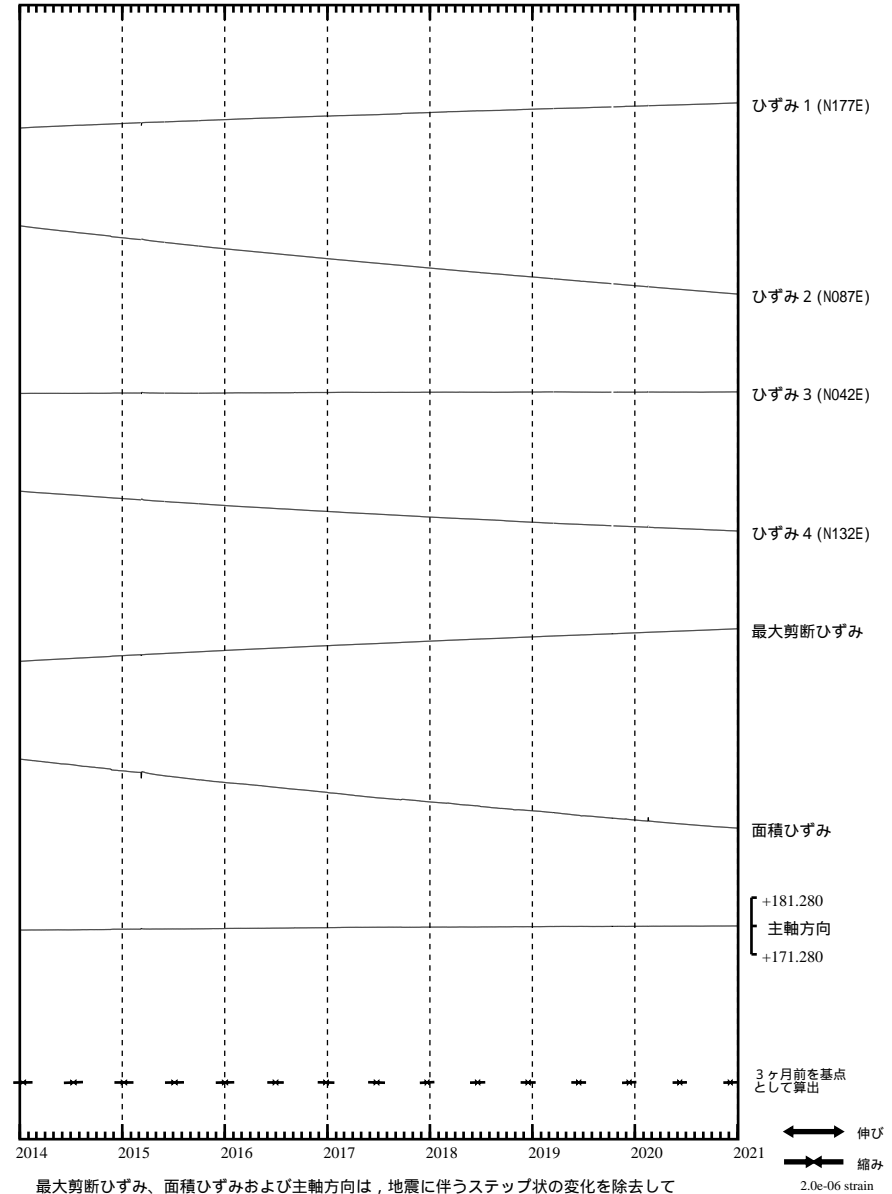
- C : 地震に伴うステップ状の変化
- L : 局所的な変化
- S : 例年見られる変化
- M : 調整
- T : 障害



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

Exp.
↑ 5000 nstrain

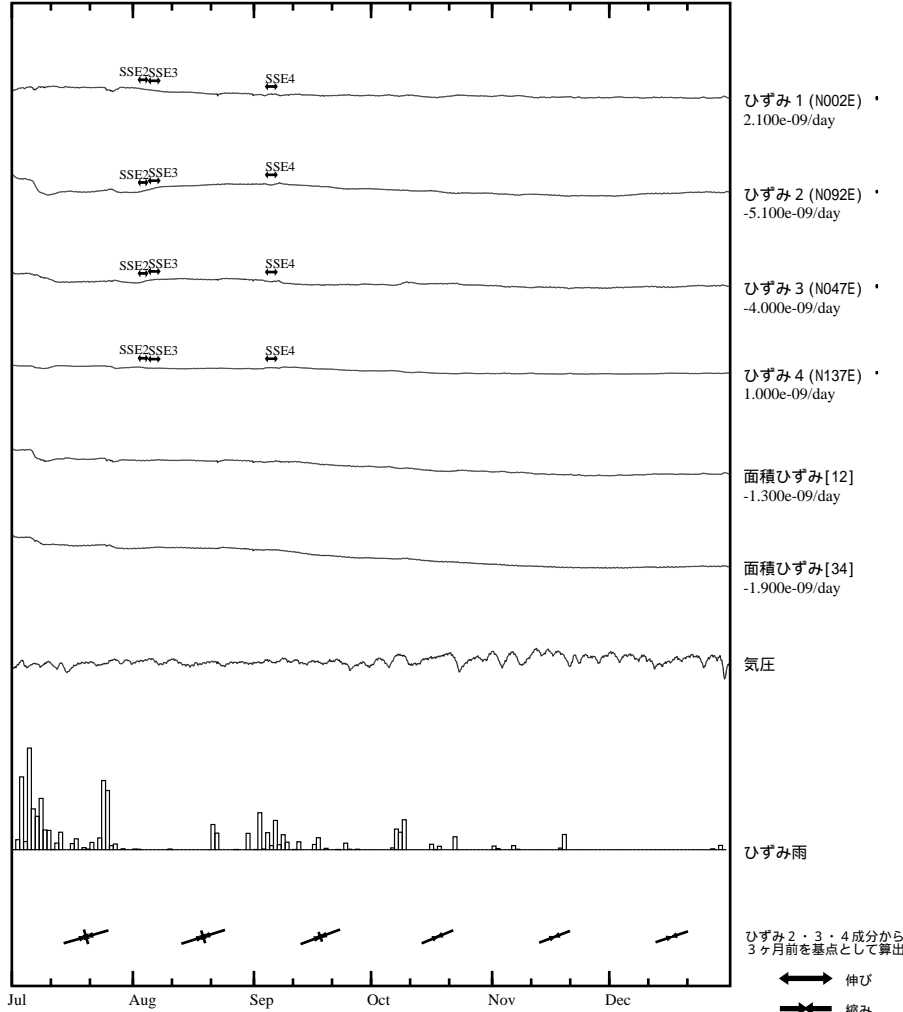


気象庁作成

浜松春野 ひずみ変化 時間値

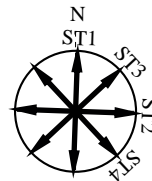
・気圧、潮汐、降水、地磁気補正データ

Exp.
↑ 100 nstrain
30 hPa
50 mm/day



SSE2 : 短期的ゆっくりすべり 2020.08.03-08.04
SSE3 : 短期的ゆっくりすべり 2020.08.05-08.07
SSE4 : 短期的ゆっくりすべり 2020.09.04-09.04

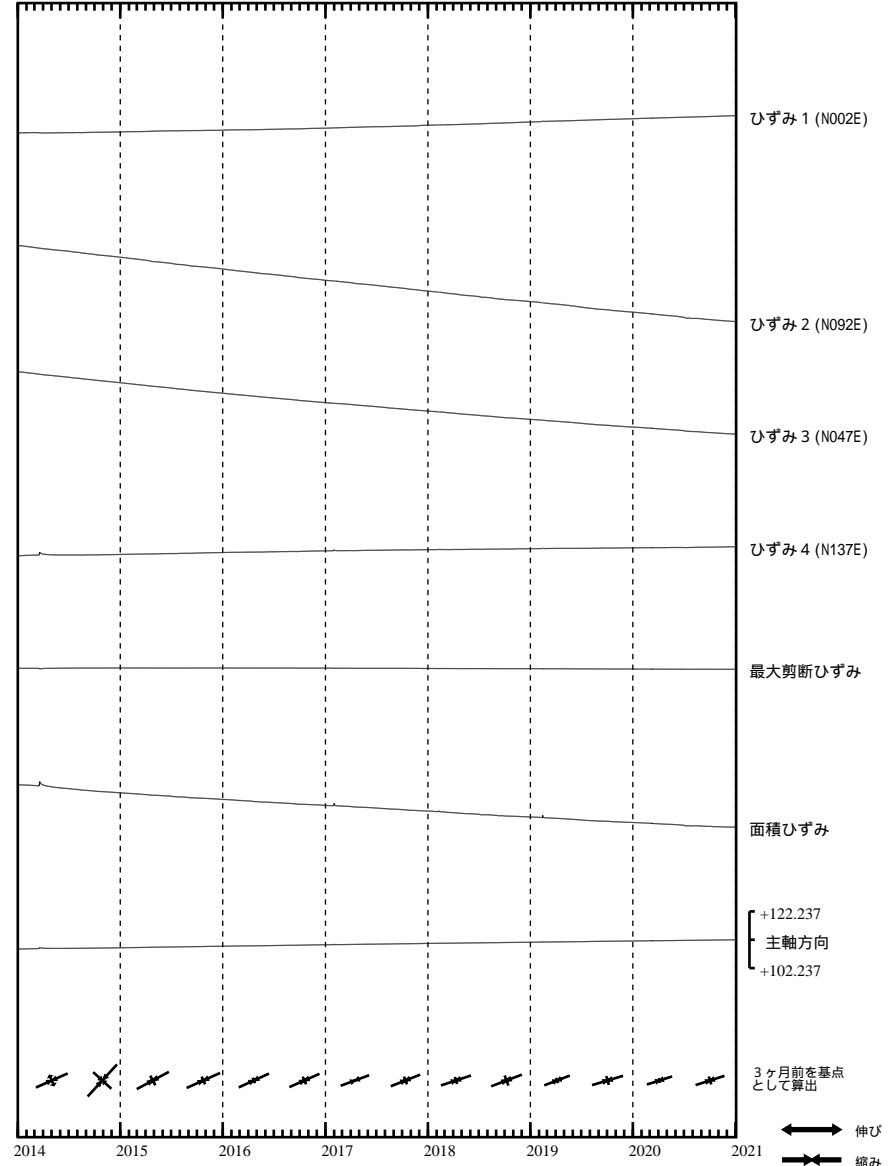
C : 地震に伴うステップ状の変化
L : 局所的な変化
S : 例年見られる変化
M : 調整
T : 障害



浜松春野 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 2・3・4 の各方向成分から2003年1月1日を基点として算出

Exp.
↑ 5000 nstrain

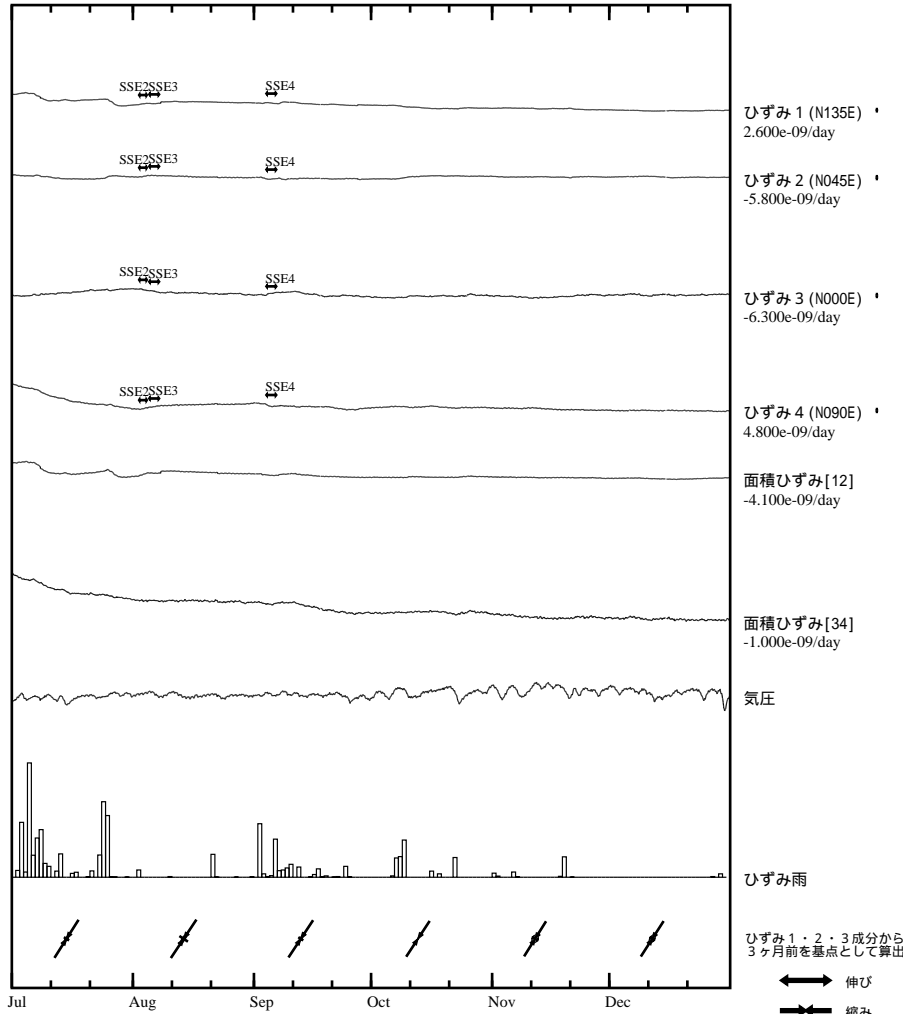


最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は、地震に伴うステップ状の変化を除去して計算している。

浜松佐久間 ひずみ変化 時間値

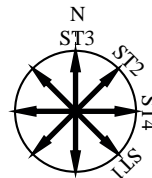
・気圧、潮汐、降水、地磁気補正データ

Exp.
↑ 100 nstrain
30 hPa
50 mm/day



SSE2 : 短期的ゆっくりすべり 2020.08.03-08.04
SSE3 : 短期的ゆっくりすべり 2020.08.05-08.07
SSE4 : 短期的ゆっくりすべり 2020.09.04-09.04

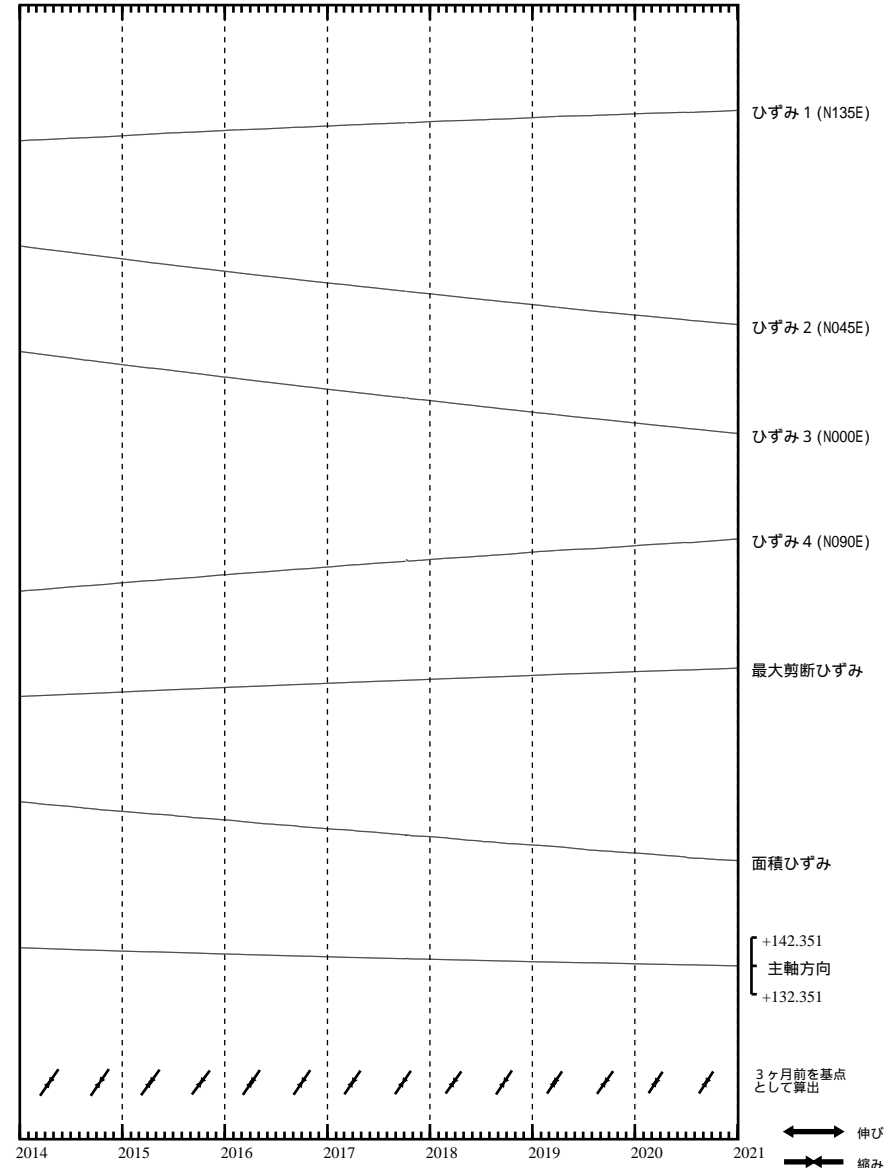
C : 地震に伴うステップ状の変化
L : 局所的な変化
S : 例年見られる変化
M : 調整
T : 障害



浜松佐久間 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2000年1月1日を基点として算出

Exp.
↑ 5000 nstrain



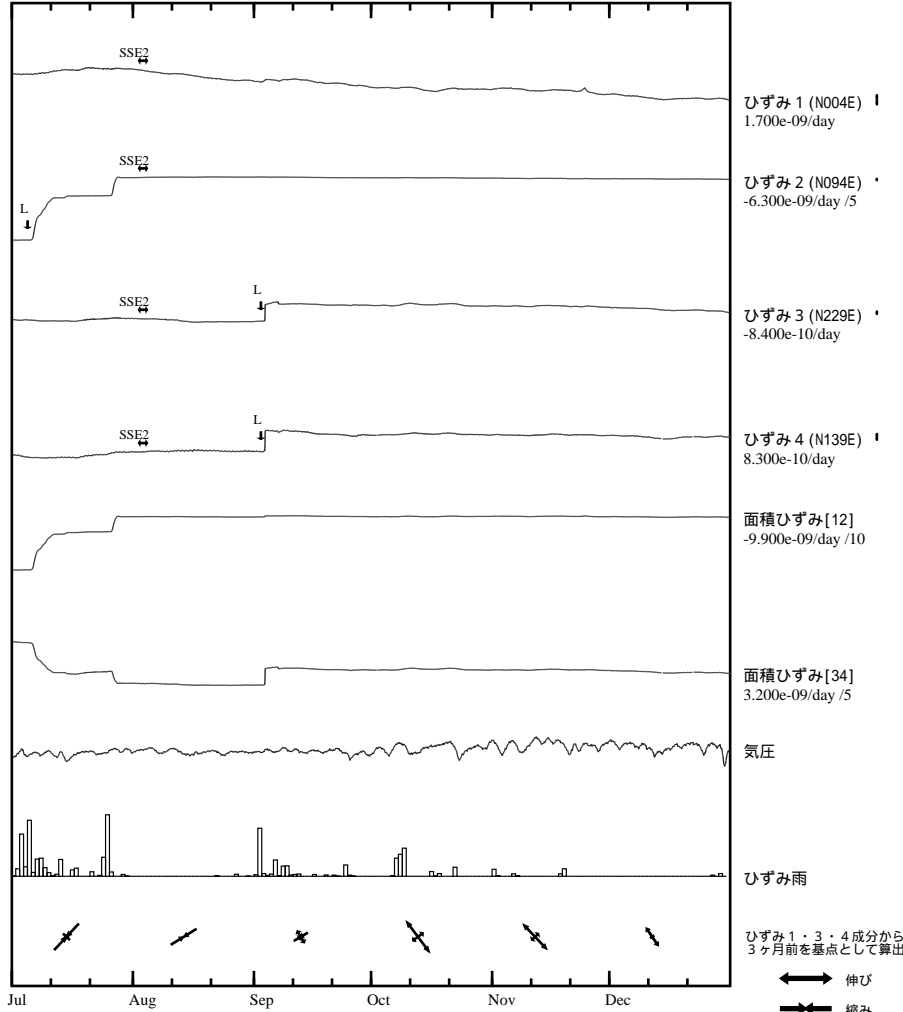
最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は、地震に伴うステップ状の変化を除去して計算している。

↑ 伸び
↓ 縮み
1.0e-06 strain

浜松宮口 ひずみ変化 時間値

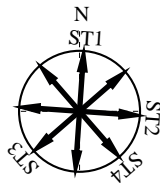
・気圧，潮汐，降水，地磁気補正データ

Exp. ↑ 100 nstrain
30 hPa
50 mm/day



SSE2 : 短期的ゆっくりすべり 2020.08.03-08.04

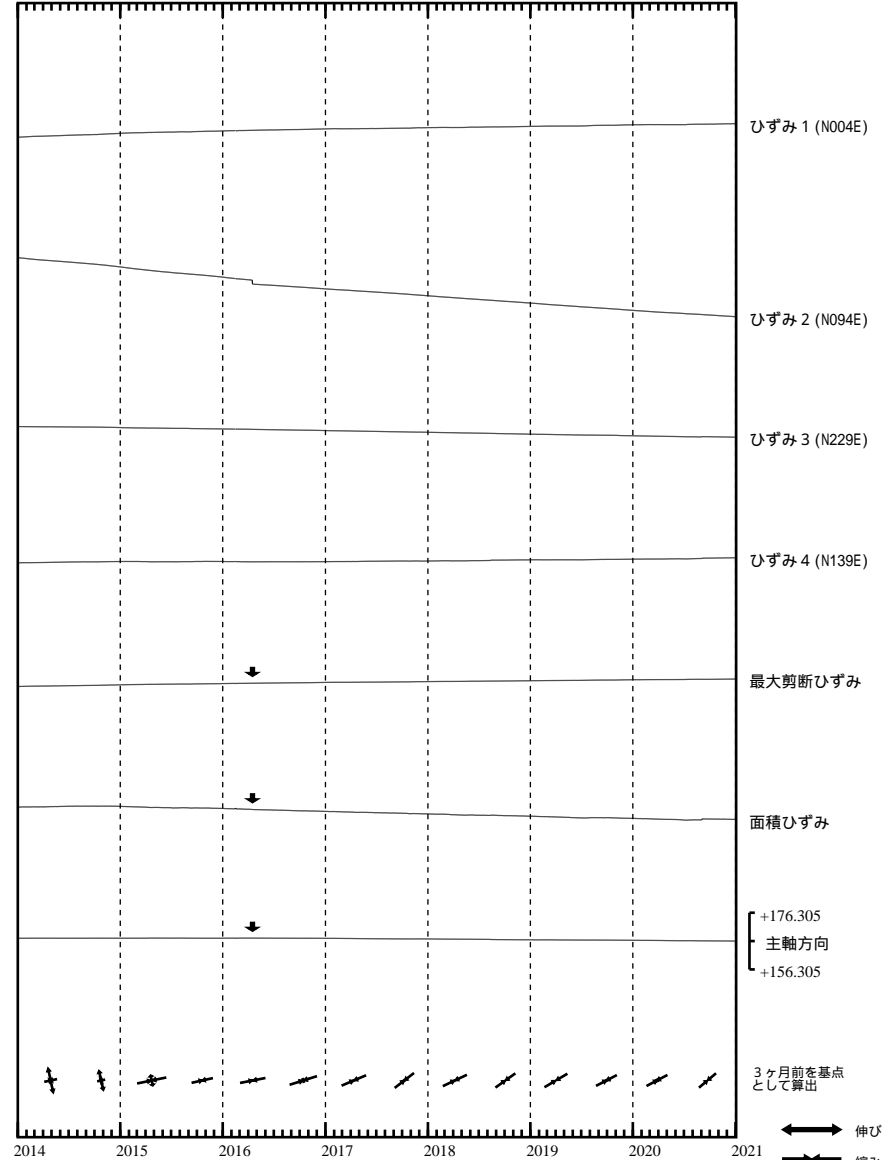
- C : 地震に伴うステップ状の変化
- L : 局所的な変化
- S : 例年見られる変化
- M : 調整
- T : 障害



浜松宮口 ひずみ変化 日値

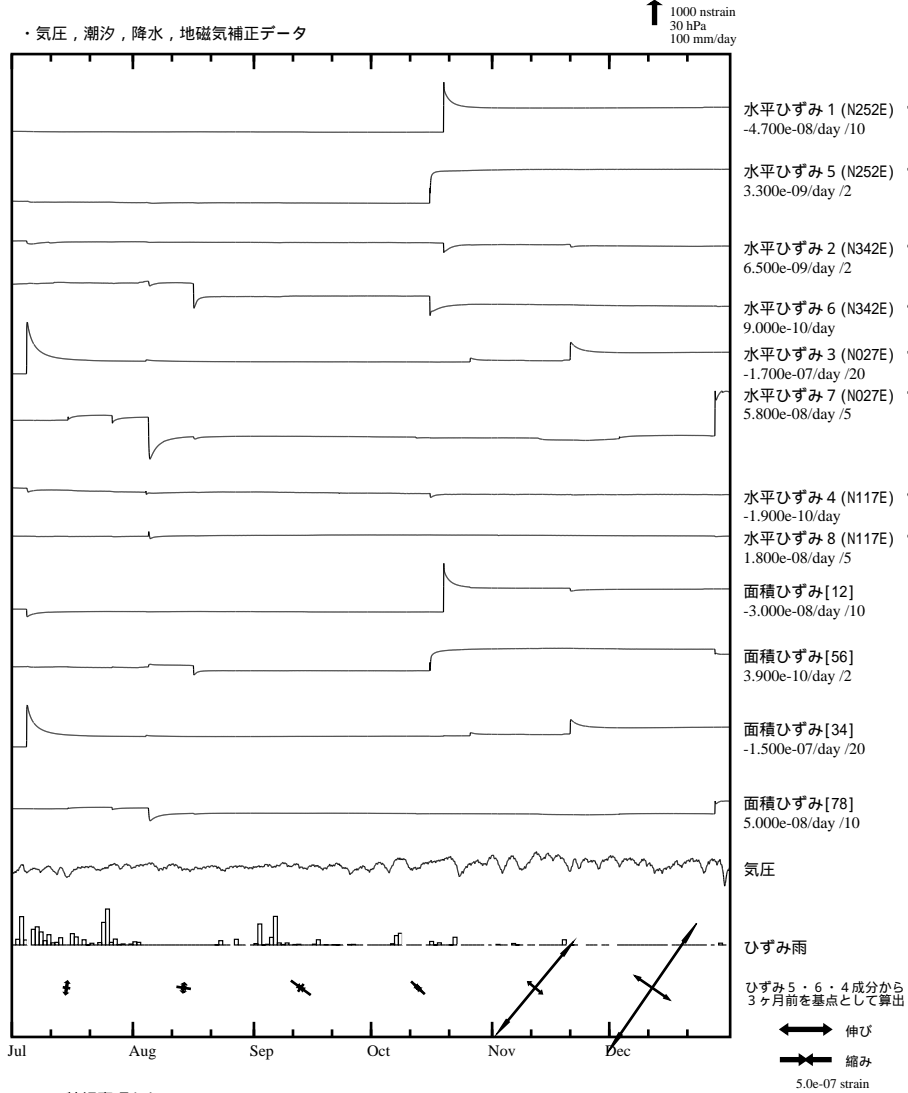
・最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は
ひずみ 1・3・4 の各方向成分から2002年7月1日を基点として算出

Exp. ↑ 5000 nstrain



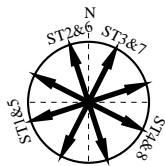
最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は、地震に伴うステップ状の変化を除去して計算している。

静岡落合 ひずみ変化 時間値

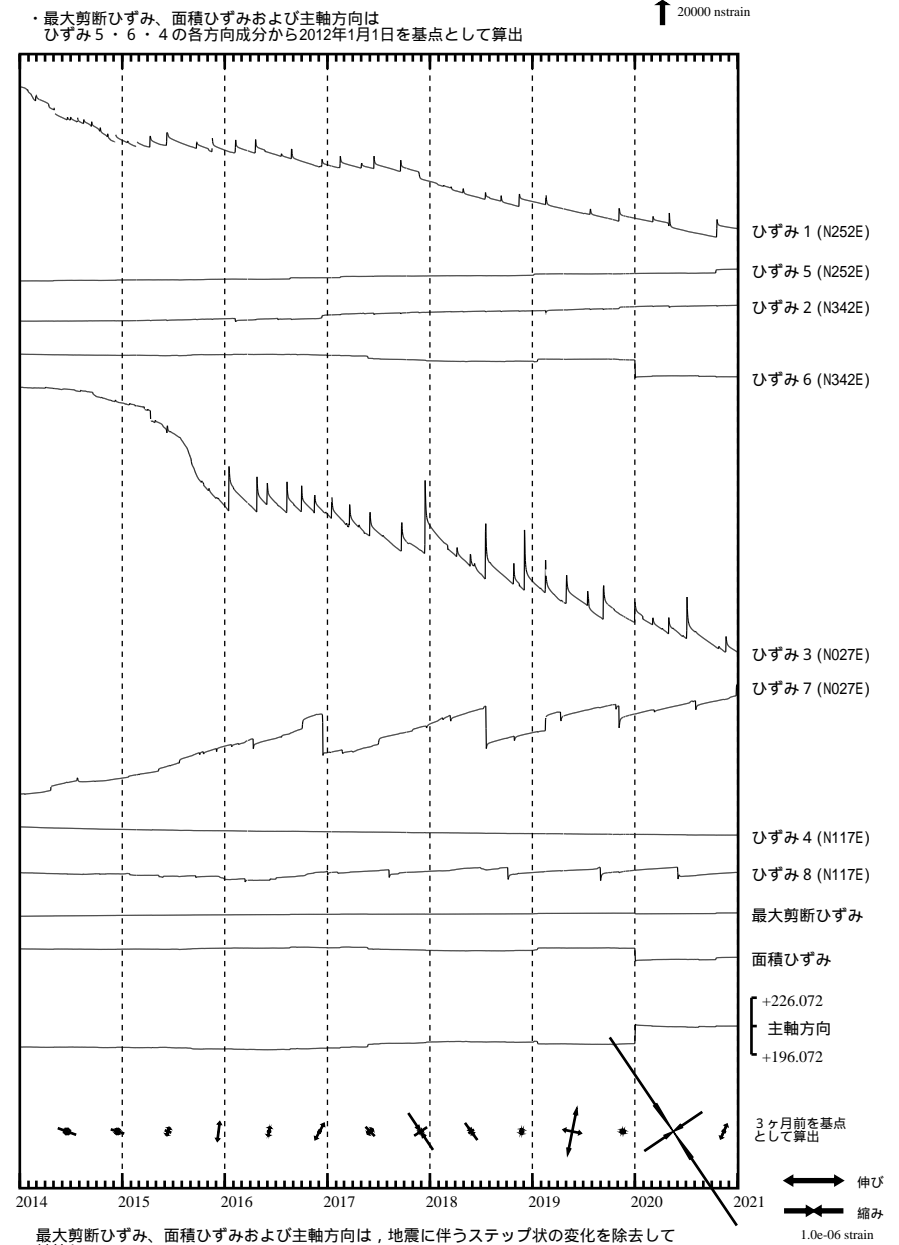


・特記事項なし。

- 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

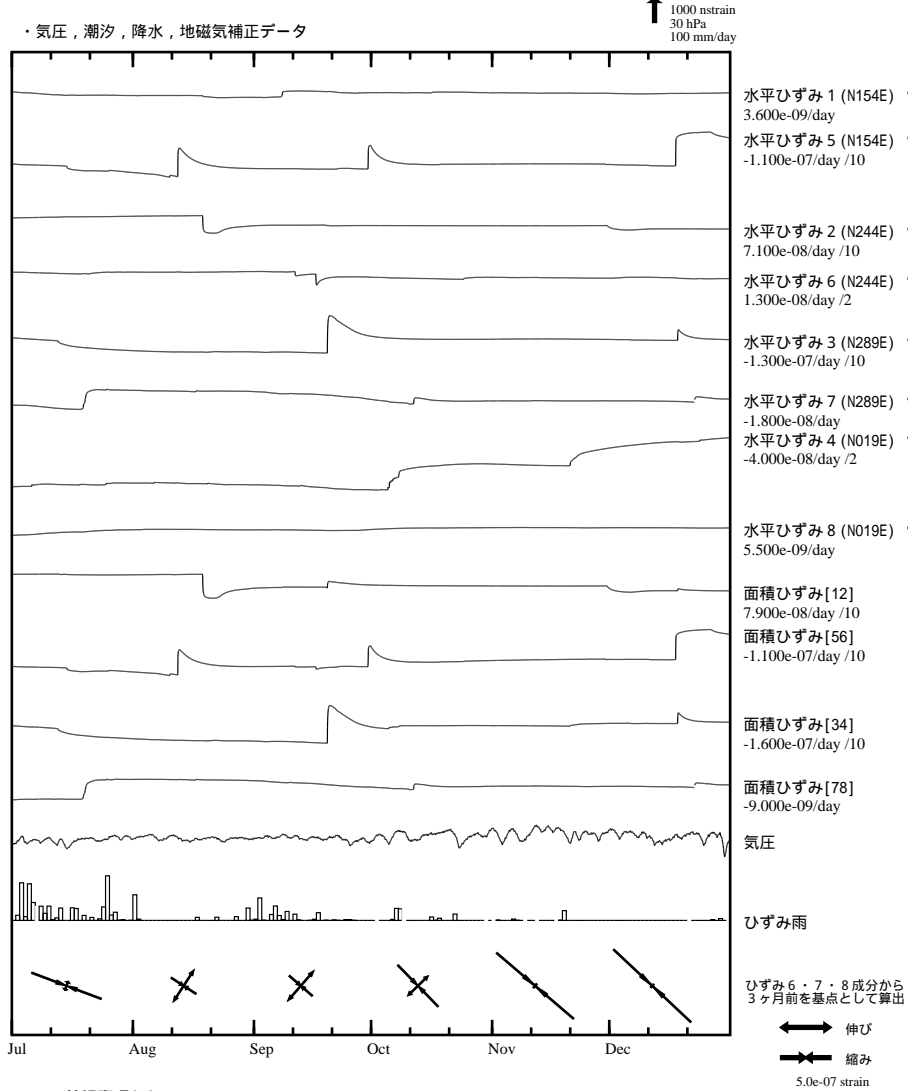


静岡落合 ひずみ変化 日値



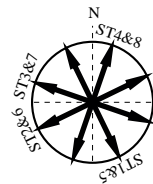
最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は、地震に伴うステップ状の変化を除去して計算している。

藤枝蔵田 ひずみ変化 時間値

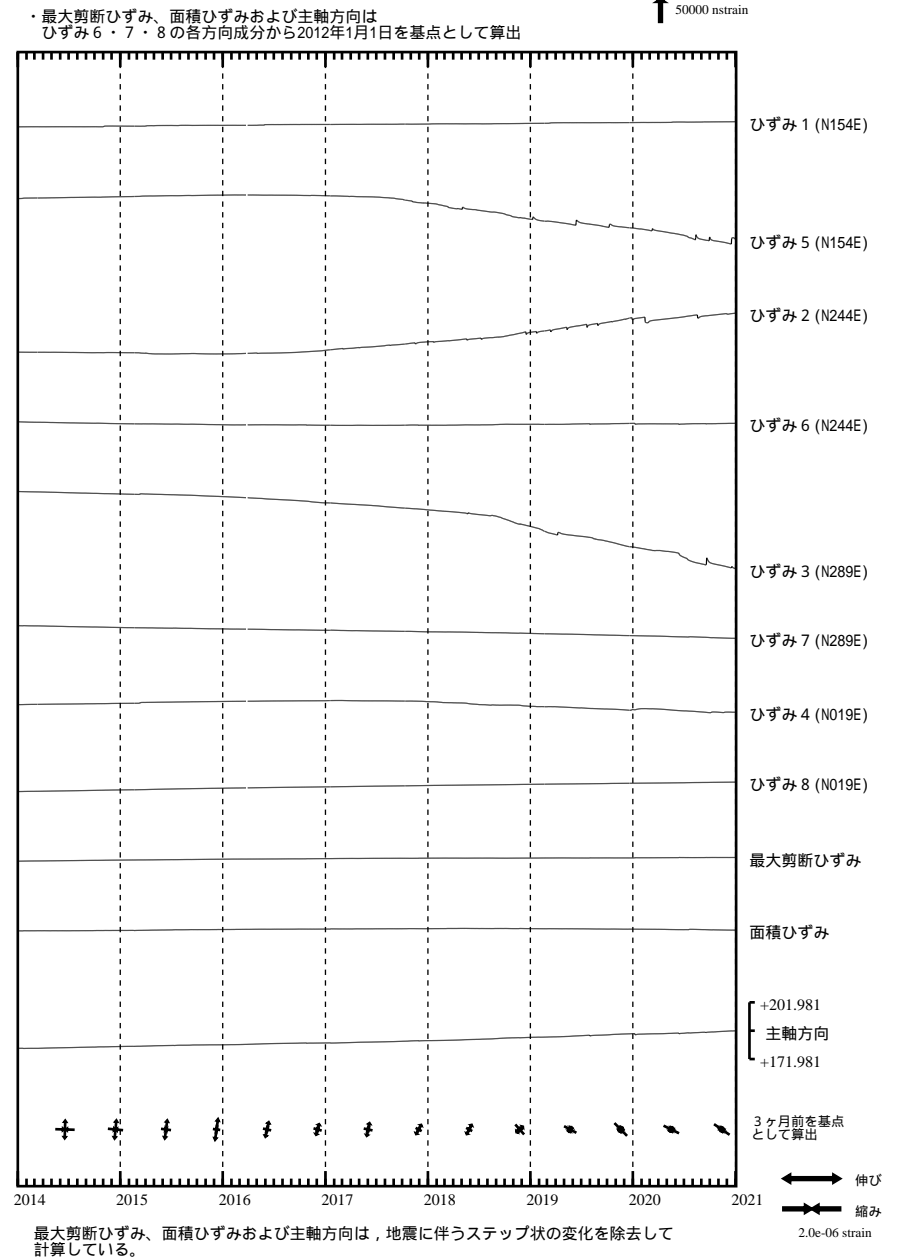


・特記事項なし。

- 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



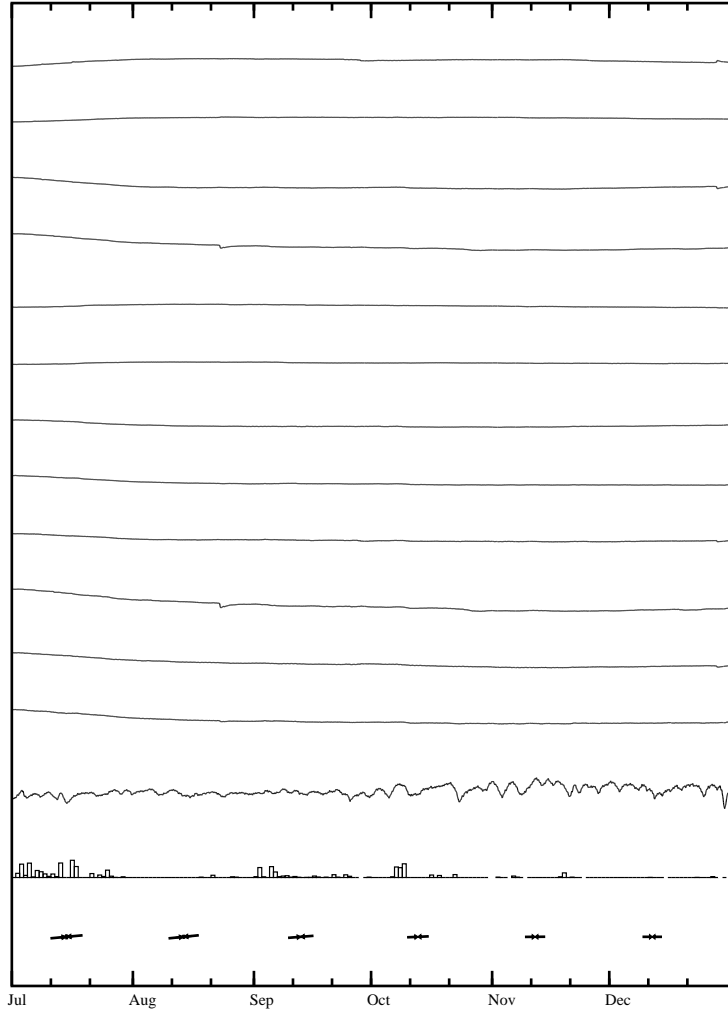
藤枝蔵田 ひずみ変化 日値



掛川高天神 ひずみ変化 時間値

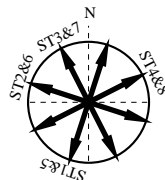
・気圧，潮汐，降水，地磁気補正データ

Exp.
↑ 500 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

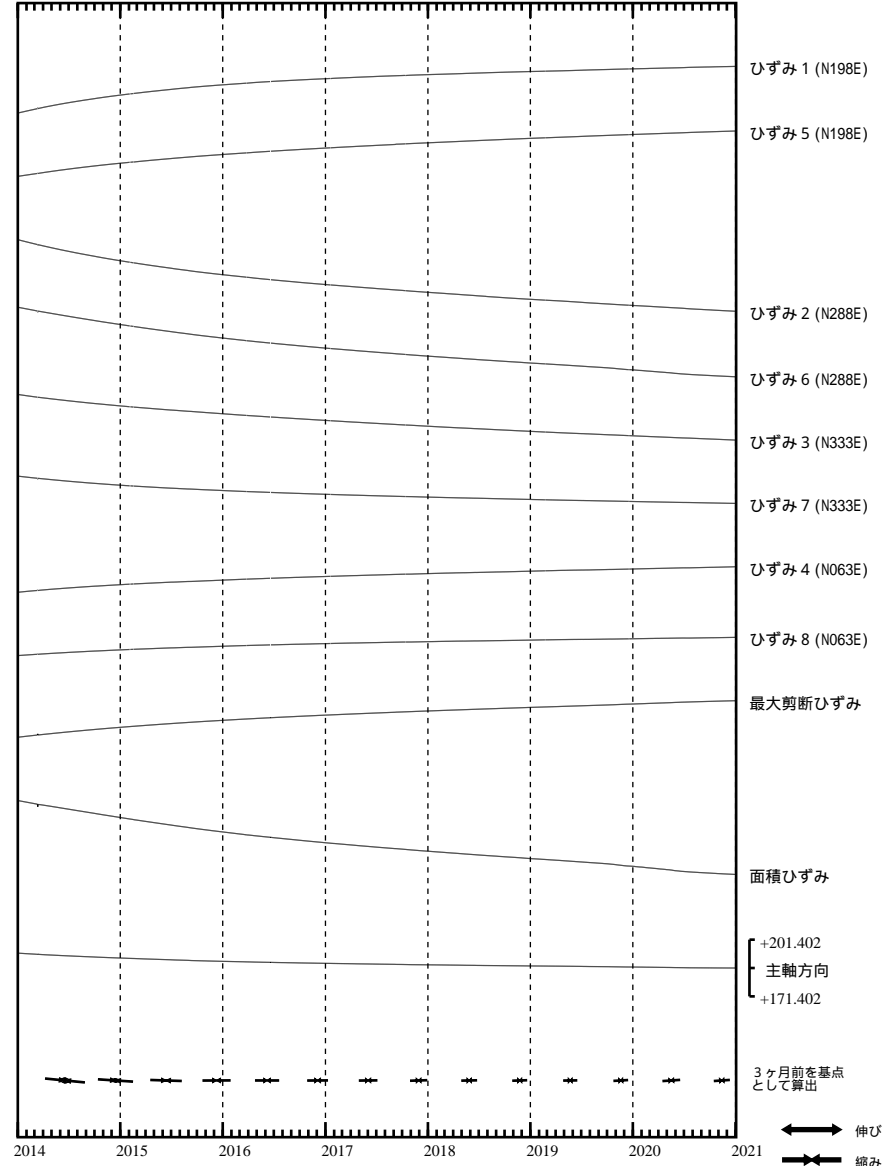


水平ひずみ 1 (N198E) · 8.300e-09/day
 水平ひずみ 5 (N198E) · 1.200e-08/day
 水平ひずみ 2 (N288E) · -2.000e-08/day
 水平ひずみ 6 (N288E) · -1.800e-08/day
 水平ひずみ 3 (N333E) · -1.500e-08/day
 水平ひずみ 7 (N333E) · -6.800e-09/day
 水平ひずみ 4 (N063E) · 8.200e-09/day
 水平ひずみ 8 (N063E) · 5.600e-09/day
 面積ひずみ [12] · -1.900e-08/day
 面積ひずみ [56] · -1.900e-08/day
 面積ひずみ [34] · -1.300e-08/day
 面積ひずみ [78] · -1.100e-08/day
 気圧
 ひずみ雨
 ひずみ 5・6・7成分から3ヶ月前を基点として算出
 ←→ 伸び
 ←→ 縮み
 5.0e-06 strain

掛川高天神 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

Exp.
↑ 30000 nstrain

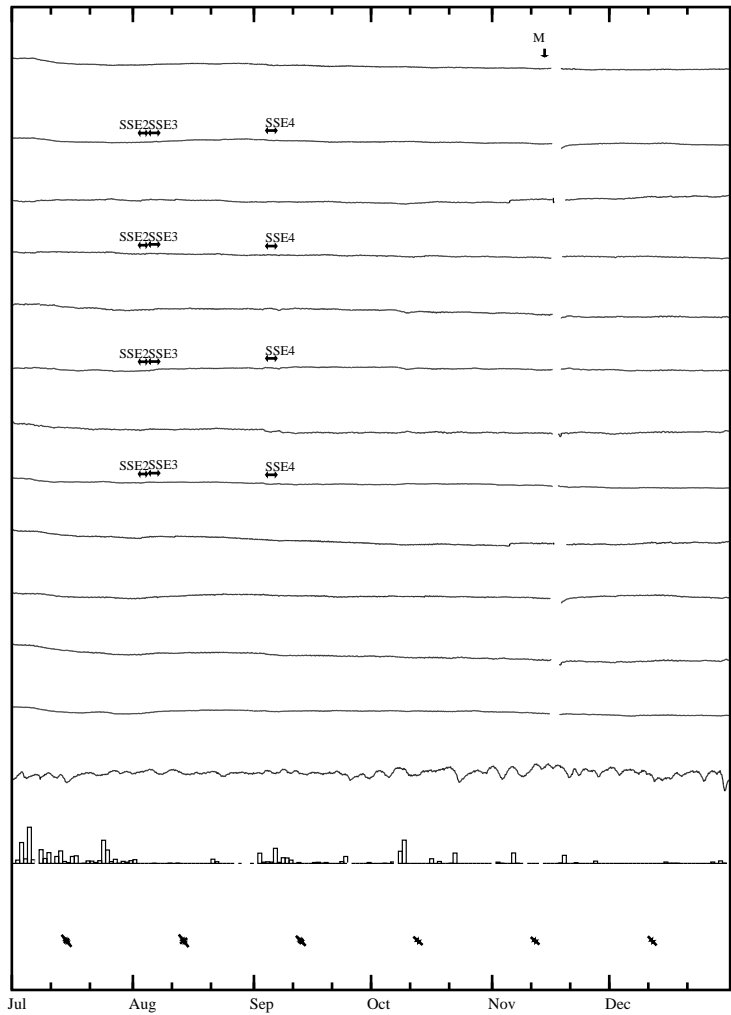


最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は、地震に伴うステップ状の変化を除去して計算している。

←→ 伸び
 ←→ 縮み
 1.0e-05 strain

売木岩倉 ひずみ変化 時間値

・気圧、潮汐、降水、地磁気補正データ



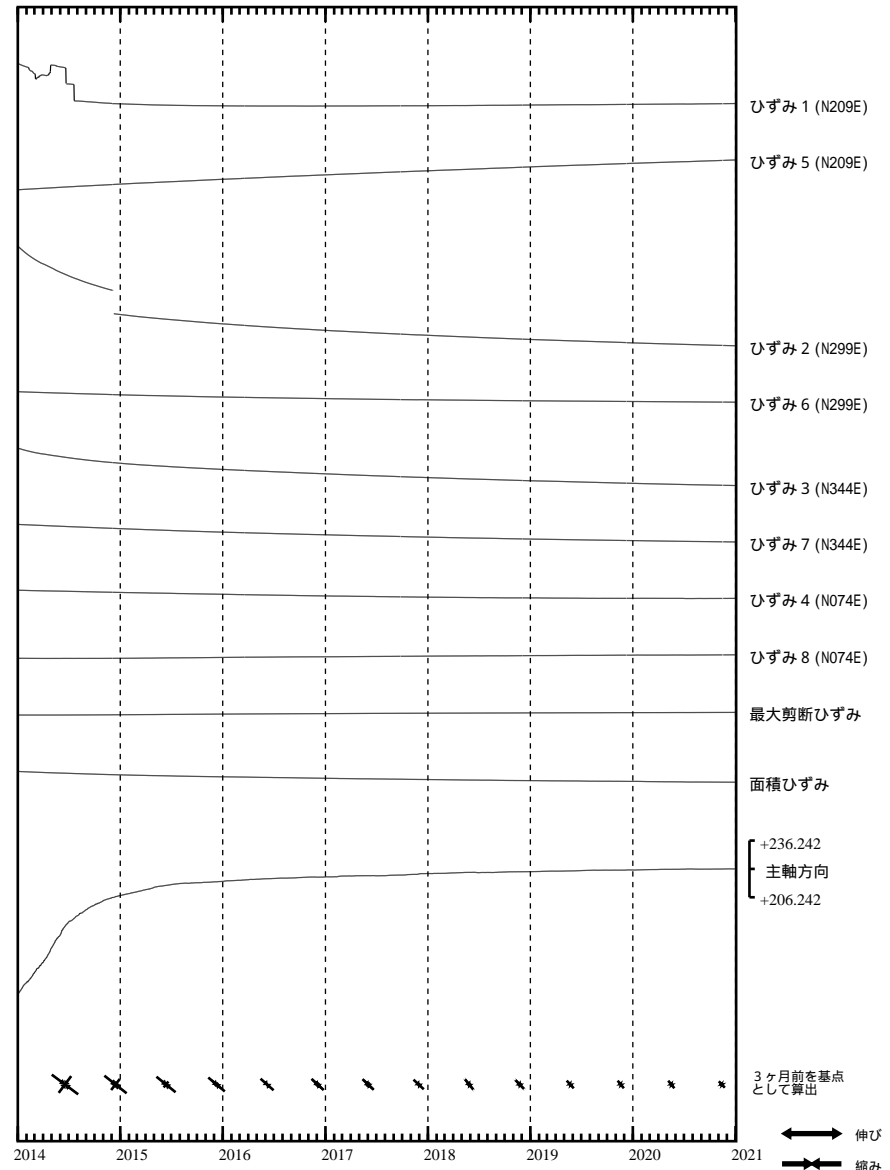
SSE2 : 短期的ゆっくりすべり 2020.08.03-08.04
 SSE3 : 短期的ゆっくりすべり 2020.08.05-08.07
 SSE4 : 短期的ゆっくりすべり 2020.09.04-09.04

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

水平ひずみ 1 (N209E) ・
2.700e-09/day
 水平ひずみ 5 (N209E) ・
8.500e-09/day
 水平ひずみ 2 (N299E) ・
-6.800e-09/day
 水平ひずみ 6 (N299E) ・
-1.200e-09/day
 水平ひずみ 3 (N344E) ・
-4.300e-09/day
 水平ひずみ 7 (N344E) ・
-2.900e-09/day
 水平ひずみ 4 (N074E) ・
5.200e-10/day
 水平ひずみ 8 (N074E) ・
1.400e-09/day
 面積ひずみ [12]
-3.500e-09/day
 面積ひずみ [56]
8.700e-09/day
 面積ひずみ [34]
-2.500e-09/day
 面積ひずみ [78]
2.500e-10/day
 気圧
 ひずみ雨
 ひずみ 6・7・8成分から
3ヶ月前を基点として算出
 ←→ 伸び
 ←→ 縮み
 5.0e-07 strain

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
ひずみ 6・7・8の各方向成分から2012年1月1日を基点として算出

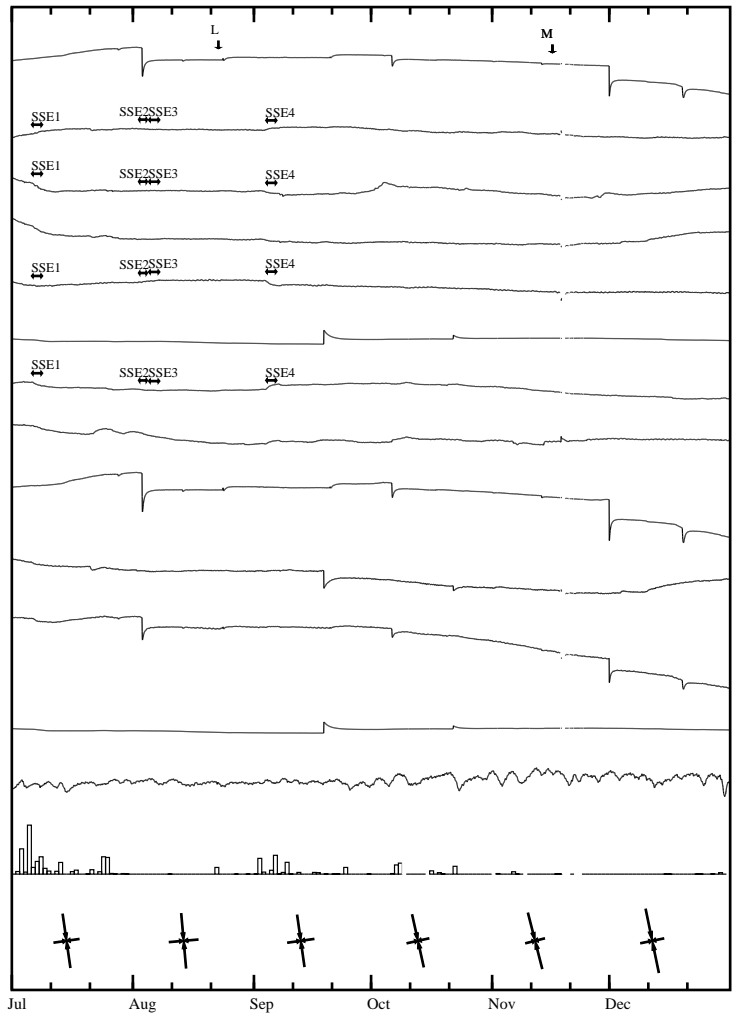


最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向は、地震に伴うステップ状の変化を除去して計算している。

←→ 伸び
 ←→ 縮み
 1.0e-06 strain

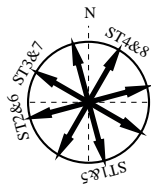
新城浅谷 ひずみ変化 時間値

・気圧、潮汐、降水、地磁気補正データ



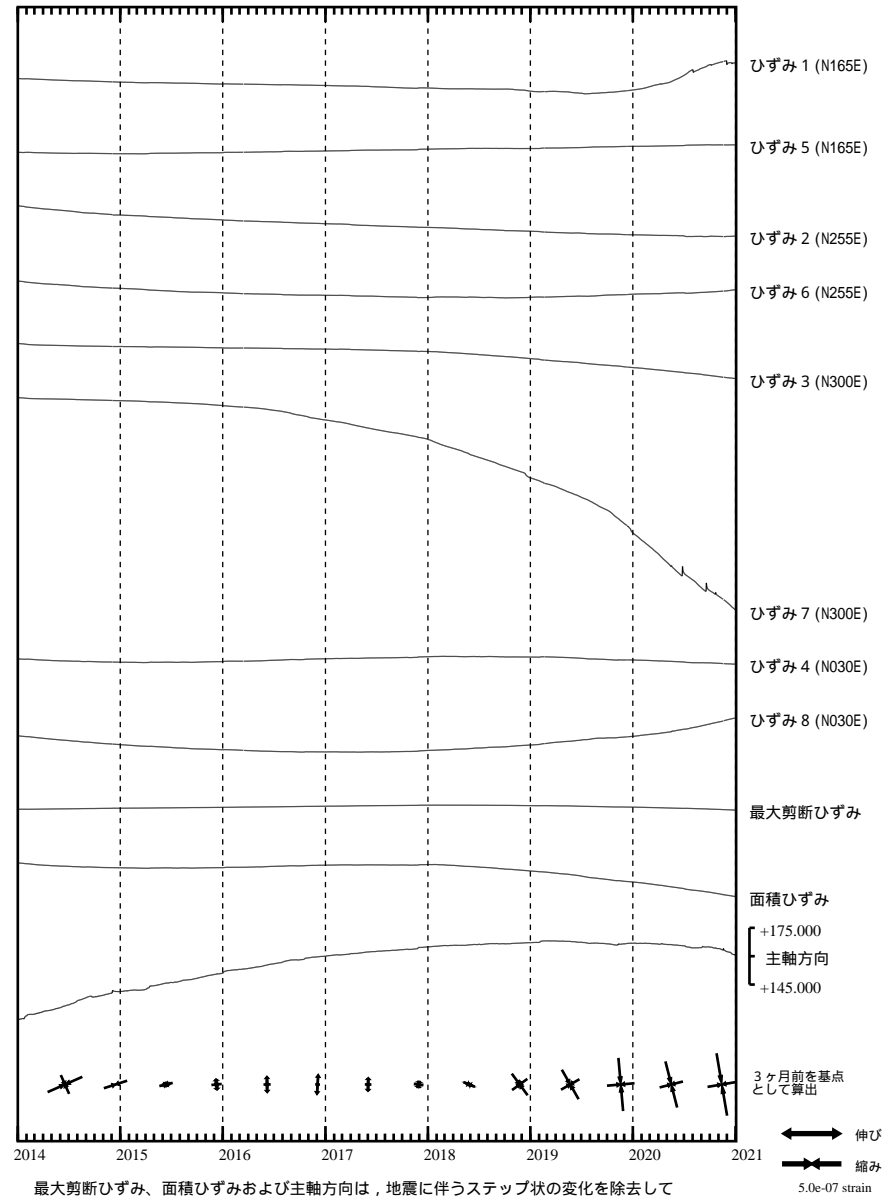
- SSE1 : 短期的ゆっくりすべり 2020.07.06-07.08
- SSE2 : 短期的ゆっくりすべり 2020.08.03-08.04
- SSE3 : 短期的ゆっくりすべり 2020.08.05-08.07
- SSE4 : 短期的ゆっくりすべり 2020.09.04-09.04

- 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

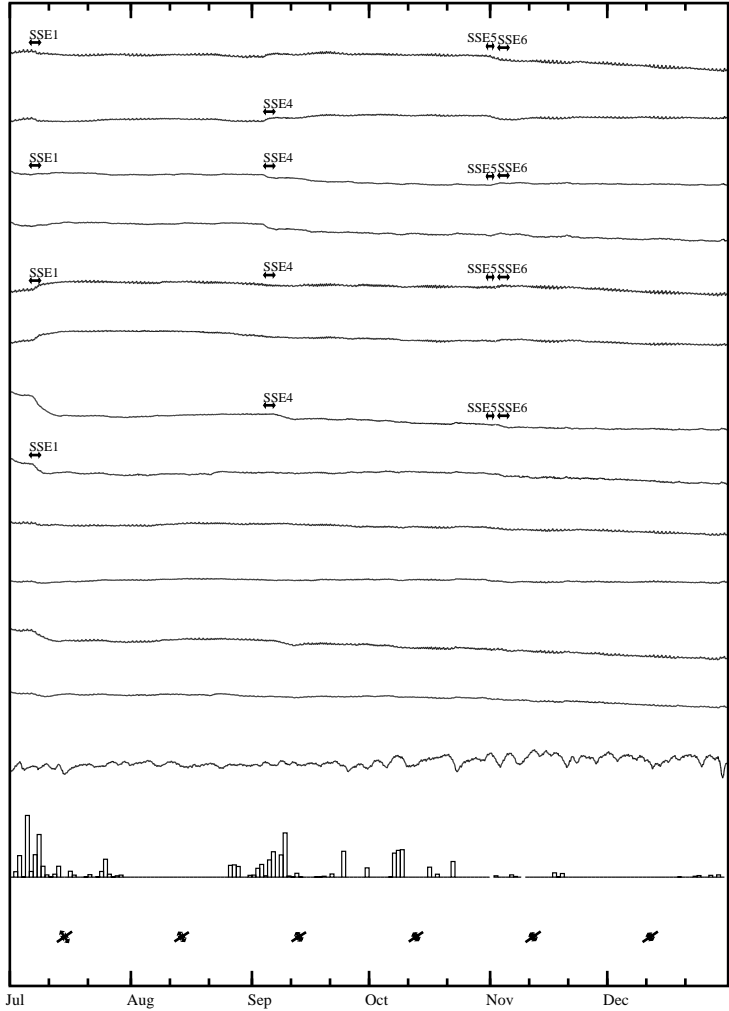
・最大剪断ひずみ、面積ひずみおよび主軸方向はひずみ2・3・4の各方向成分から2012年1月1日を基点として算出



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

Exp. ↑ 200 nstrain
30 hPa
50 mm/day



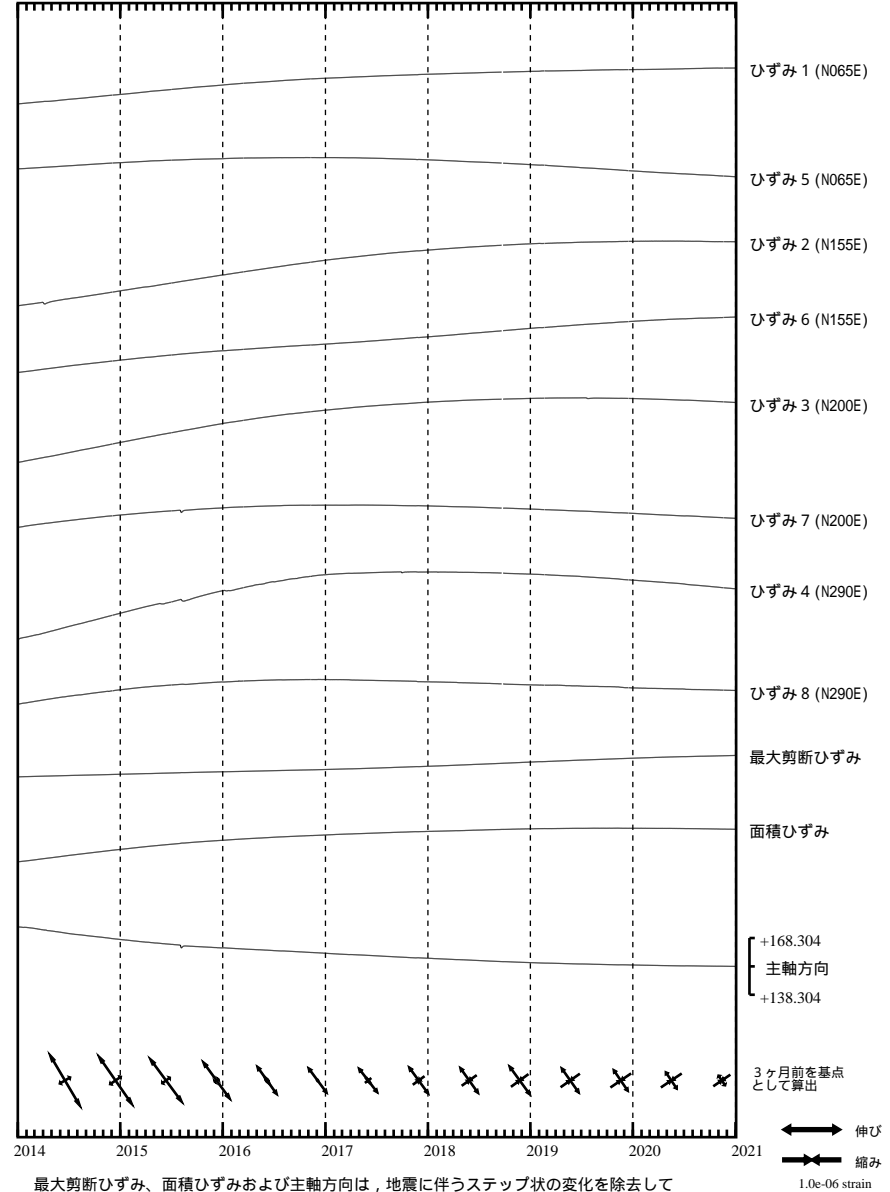
SSE1 : 短期的ゆっくりすべり 2020.07.06-07.08
SSE4 : 短期的ゆっくりすべり 2020.09.04-09.04
SSE5 : 短期的ゆっくりすべり 2020.11.01-11.01
SSE6 : 短期的ゆっくりすべり 2020.11.02-11.04

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

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

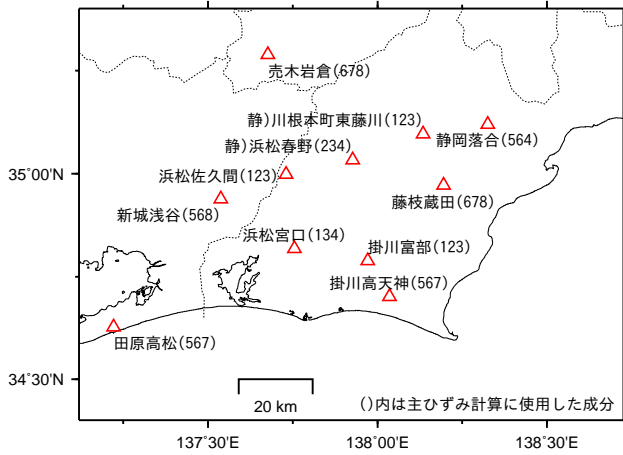
Exp. ↑ 10000 nstrain



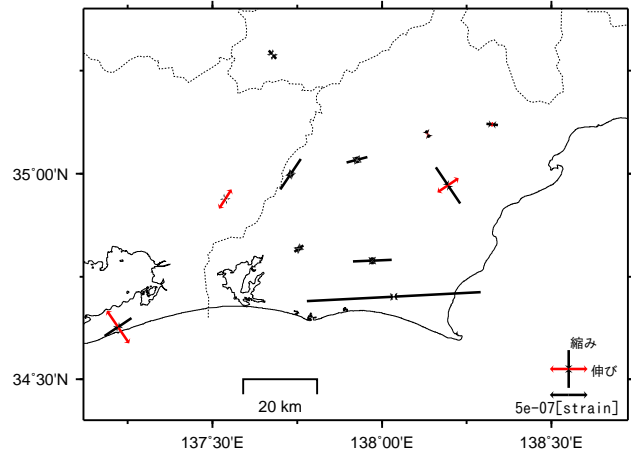
多成分ひずみ計日値による主ひずみ解析結果

(90日間の変化量から算出)

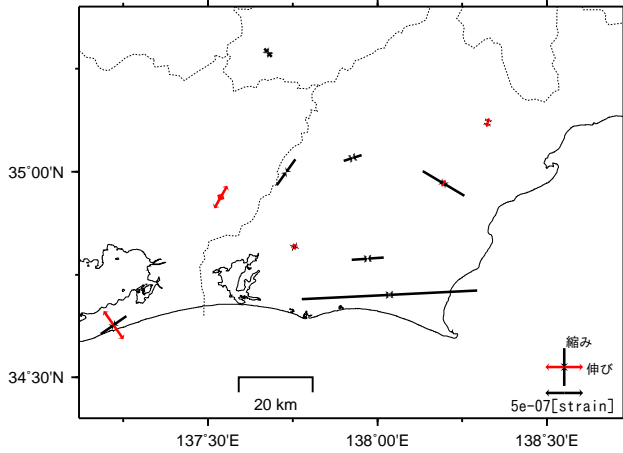
観測点配置図



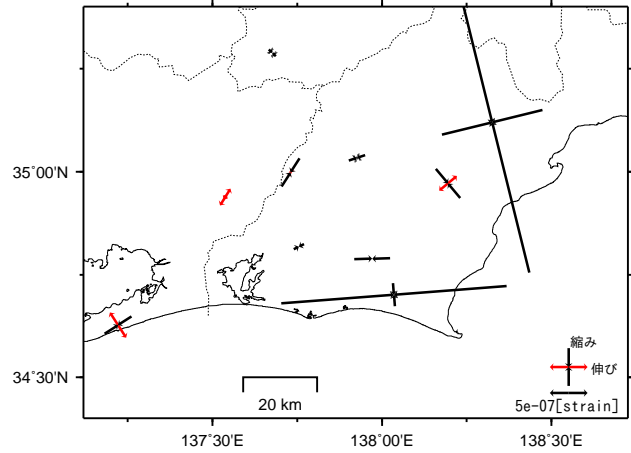
基準日：2019/04/02 比較日：2019/07/01



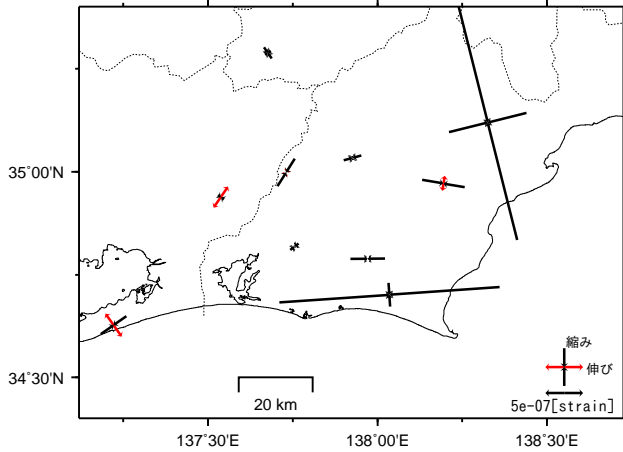
基準日：2019/07/03 比較日：2019/10/01



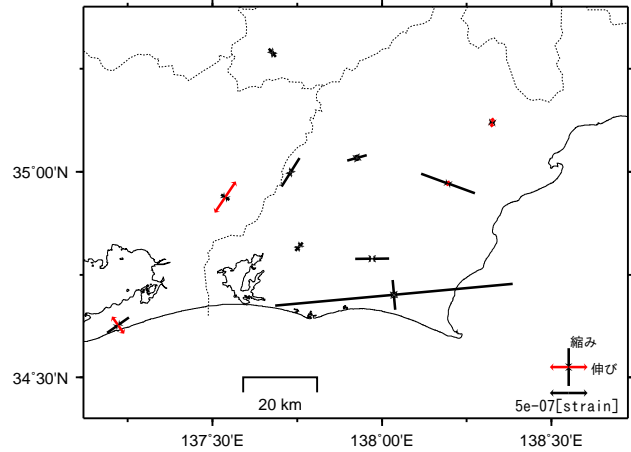
基準日：2019/10/03 比較日：2020/01/01



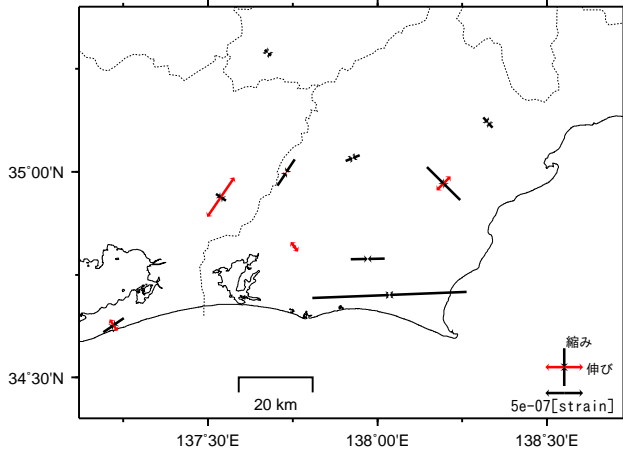
基準日：2020/01/02 比較日：2020/04/01



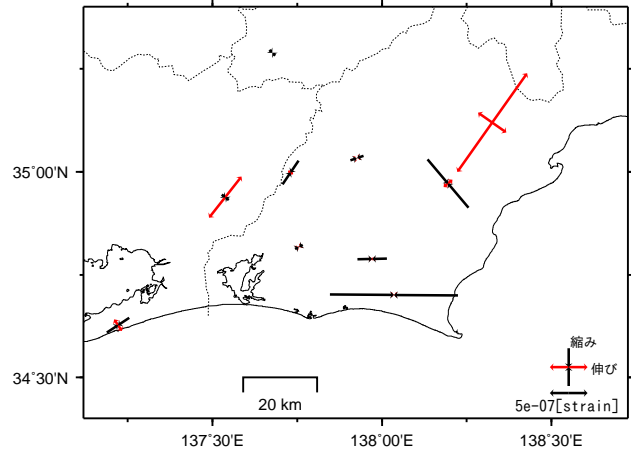
基準日：2020/04/02 比較日：2020/07/01



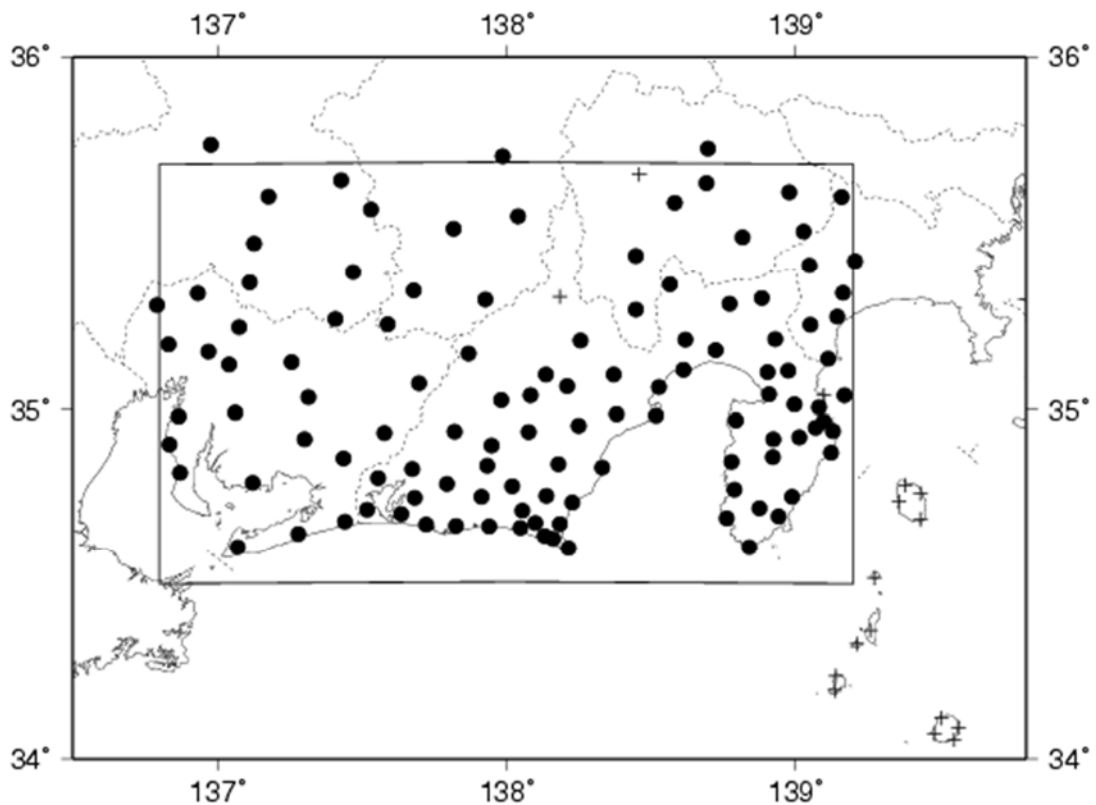
基準日：2020/07/03 比較日：2020/10/01



基準日：2020/10/03 比較日：2021/01/01



GNSS 6時間値による面的監視



対象範囲(内側の矩形内)と使用観測点(●印)。+印の観測点はデータ不安定などにより今回の解析に使用していない。

東海地域におけるGNSS6時間値(国土地理院)を用いて、最近1日間及び1週間の中央値を過去と比較した。異常検知の閾値(ノイズレベル)は、2006年1月～2007年12月の2年間分のデータを元に、1年に1回出現する最大値・最小値を把握できる値を求め設定。

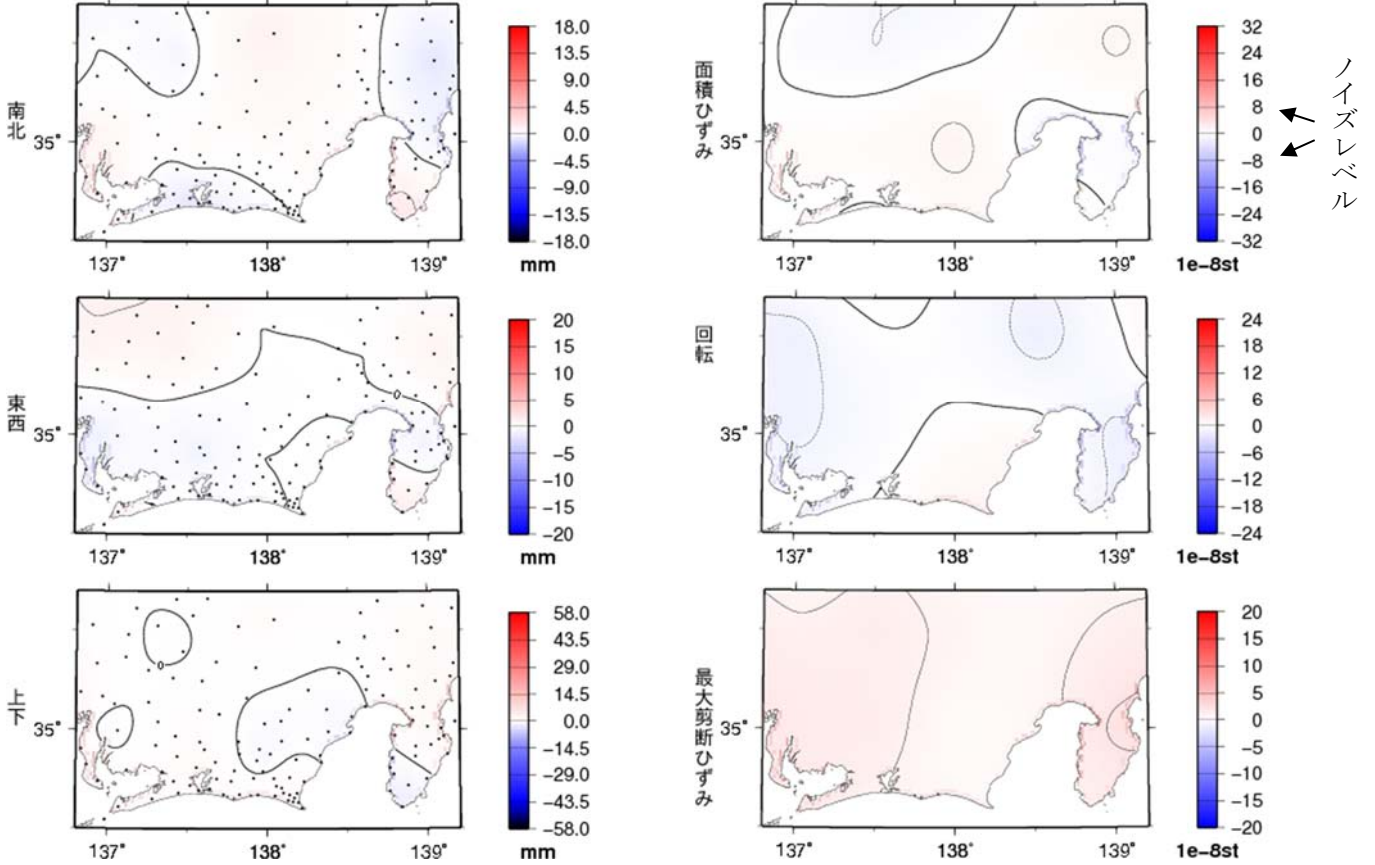
夏季に解析値のばらつきが見られるほかは特に目立った変位は見られない。

※GNSS(Global Navigation Satellite System)とは、GPSをはじめとする衛星測位システム全般をしめす呼称。

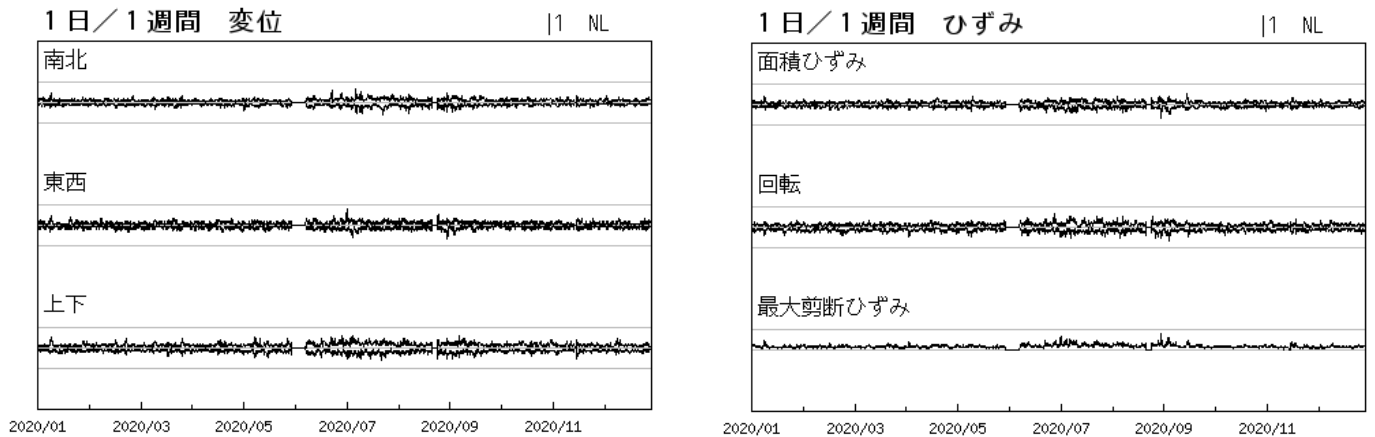
最近1日間とその前1週間との比較

対象期間：2021/01/02 00:00 - 2021/01/03 00:00 UTC (1日)
 基準期間：2020/12/26 00:00 - 2021/01/02 00:00 UTC (1週間)

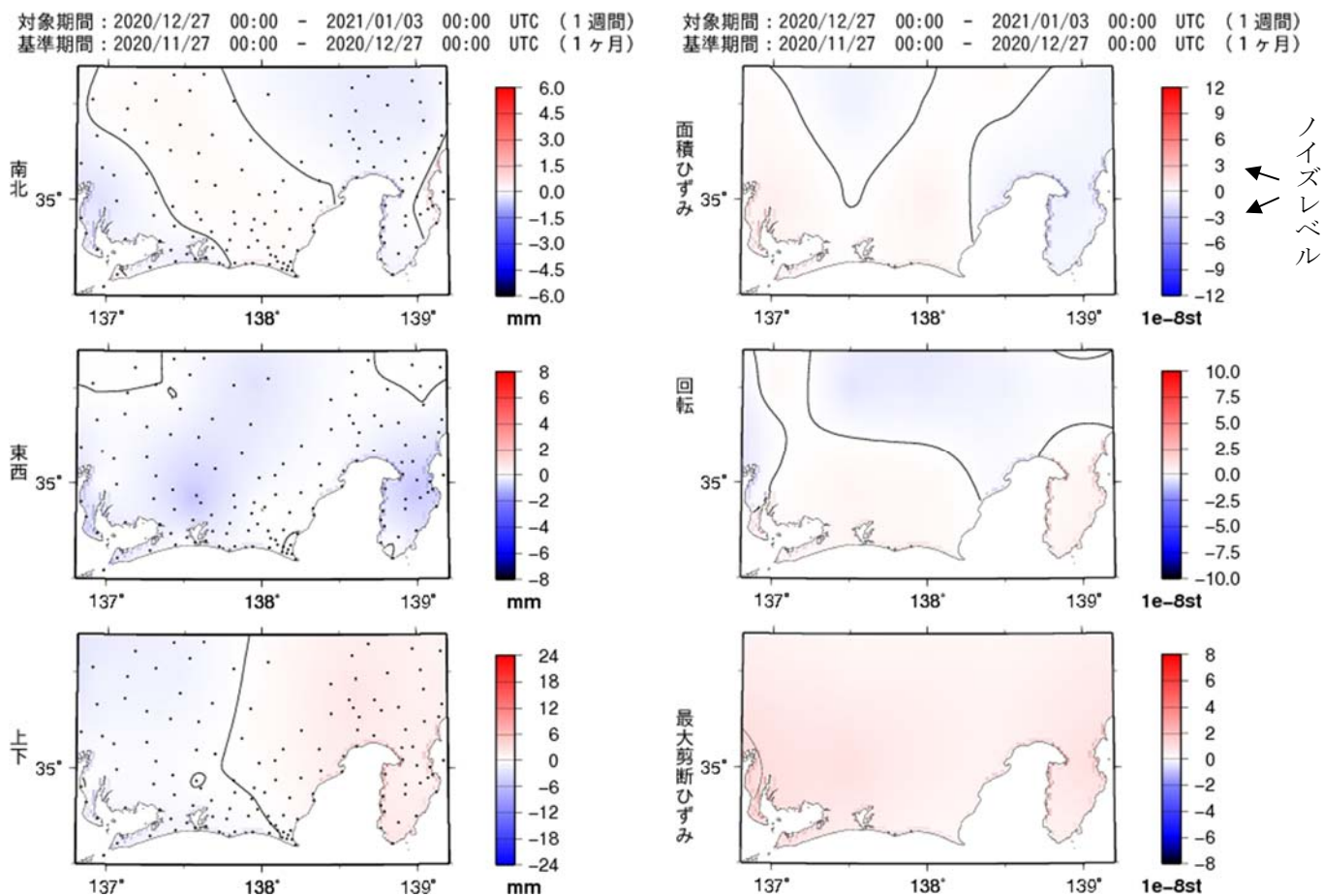
対象期間：2021/01/02 00:00 - 2021/01/03 00:00 UTC (1日)
 基準期間：2020/12/26 00:00 - 2021/01/02 00:00 UTC (1週間)



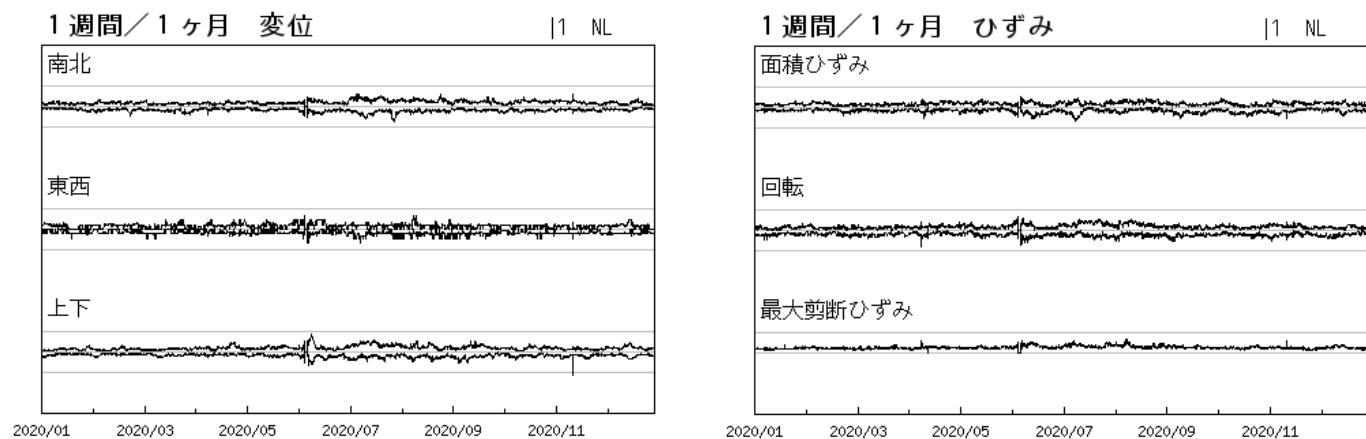
最近1年間(2020年1月1日00:00~2021年1月3日00:00)の 面的監視による対象範囲内の最大値の経過



最近1週間とその前1ヶ月間との比較



最近1年間(2020年1月1日00:00~2021年1月3日00:00)の 面的監視による対象範囲内の最大値の経過



GNSS 日値による面的監視

今期間の解析結果には、特に目立った変位は見られない。

南海トラフ沿いの地域について東海地域・紀伊半島・四国地域の三つに分け、GNSS日値F3解(国土地理院)を用いて、以下の通り面的監視手法で見た。

- ① 最近1ヶ月間とその前の3ヶ月間との座標変化と水平ひずみ
- ② 最近1ヶ月間と1年前の1ヶ月間との座標変化と水平ひずみ
- ③ 各対象範囲内の最大値の経過

面的監視手法(小林, 2005¹⁾)とは、GNSSデータを用いて以下の手順で解析したものである。

1. 観測点ごとに定常変位と見なされる期間の直線トレンドを除去
2. 主な地震に伴うオフセットを除去
3. 各期間中の中央値から、観測点ごとの座標変化を計算
4. 各領域内の座標変化の中央値を固定値として各観測点の変化量を計算
5. 各領域の外周を変化なしと仮定
6. 緯度経度0.5度ごとに変化量の中央値を求め、スプライン関数で平滑化する
7. 平滑化した格子点データからノイズレベルを算出する
8. 格子点データから水平ひずみを計算
9. 得られた格子点データから等値線図を作成
10. 格子点データの最大値・最小値から時系列グラフを作成

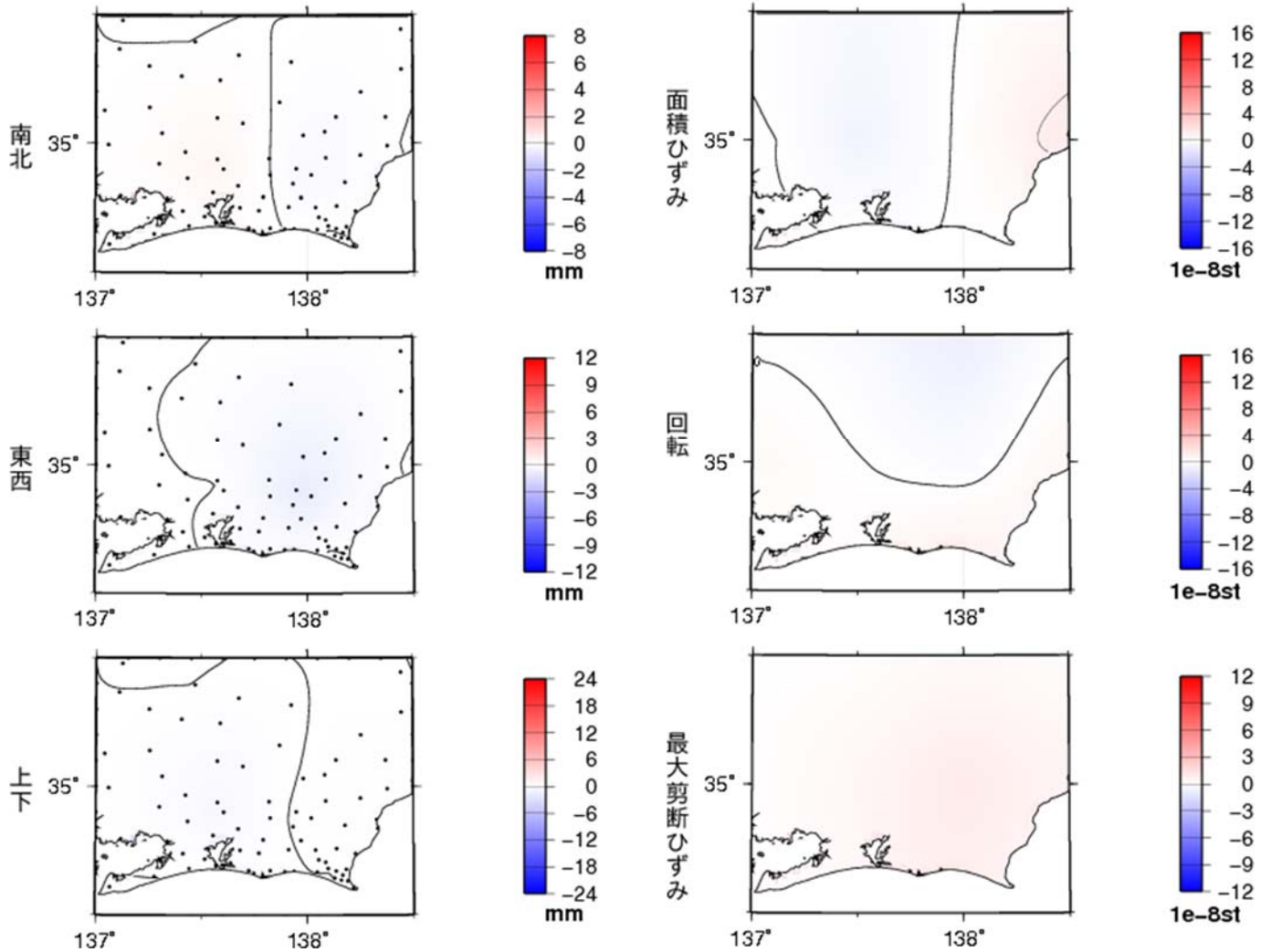
1) 小林昭夫(2005): GPS東海地域3時間解析値の面的監視, 験震時報第68巻第3~4号 P99~104

※GNSS(Global Navigation Satellite System)とは、GPSをはじめとする衛星測位システム全般をしめす呼称。

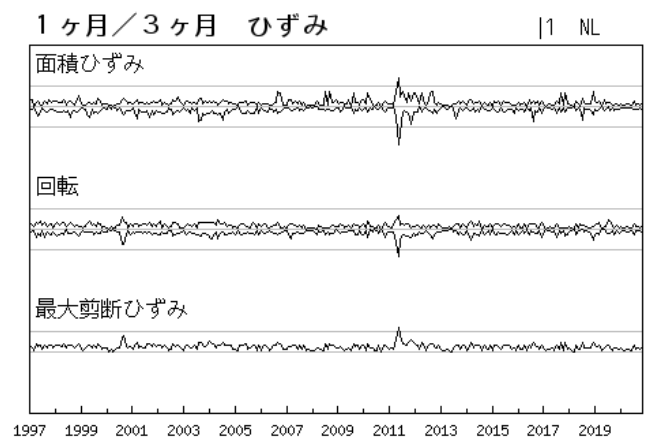
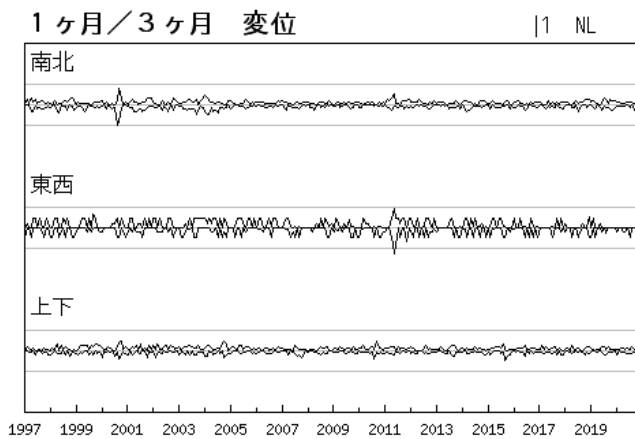
最近2ヶ月間の変位とひずみ — 東海地域 —

対象期間：2020/11/12-2020/12/12 (30日)
 基準期間：2020/08/14-2020/11/12 (90日)

対象期間：2020/11/12-2020/12/12 (30日)
 基準期間：2020/08/14-2020/11/12 (90日)



対象範囲内の最大値の経過(1997年1月～2020年12月)

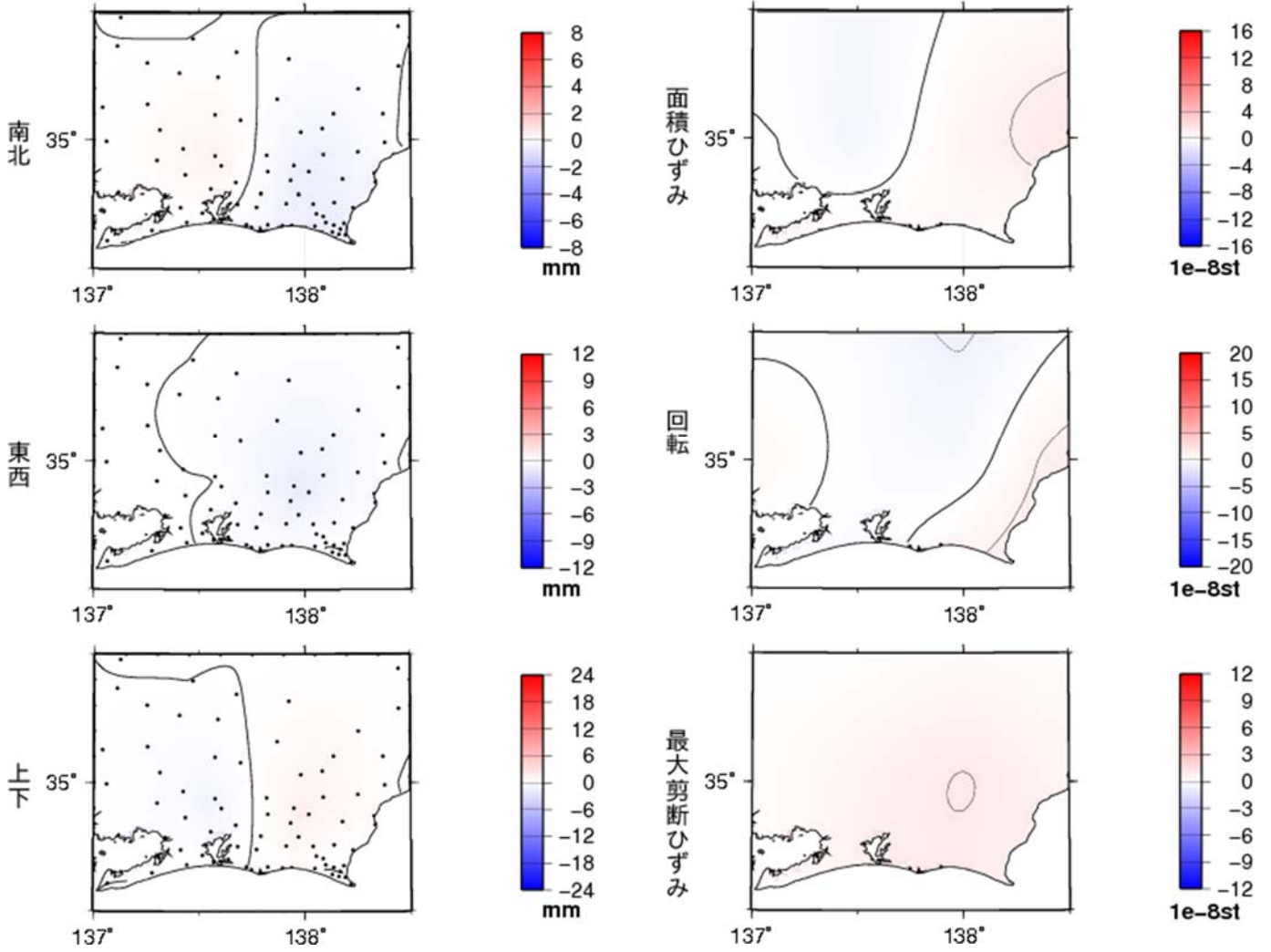


気象庁・気象研究所作成

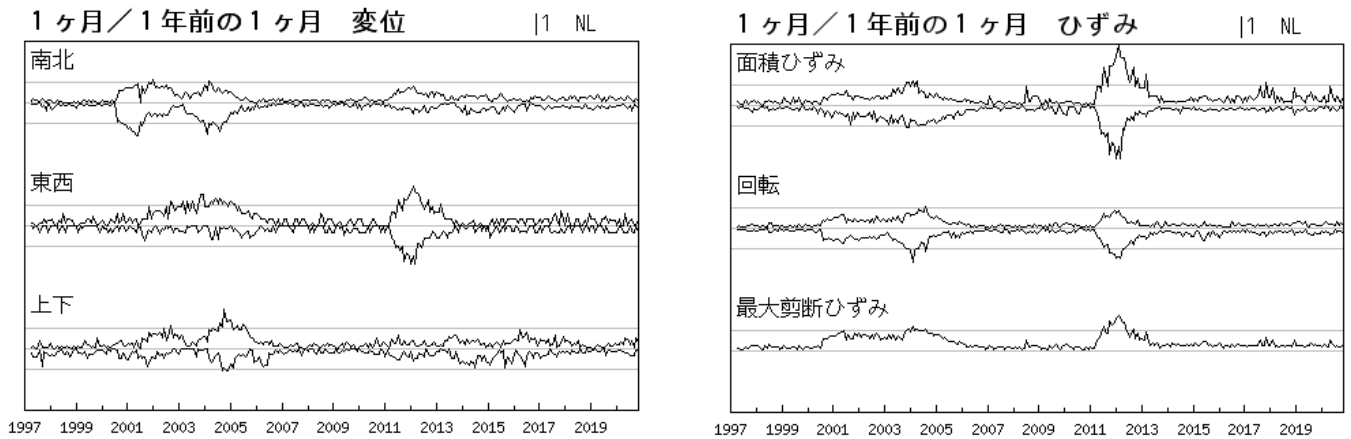
最近1年間の変位とひずみ — 東海地域 —

対象期間：2020/11/12-2020/12/12 (30日)
 基準期間：2019/11/12-2019/12/12 (1年前)

対象期間：2020/11/12-2020/12/12 (30日)
 基準期間：2019/11/12-2019/12/12 (1年前)



対象範囲内の最大値の経過(1997年1月～2020年12月)

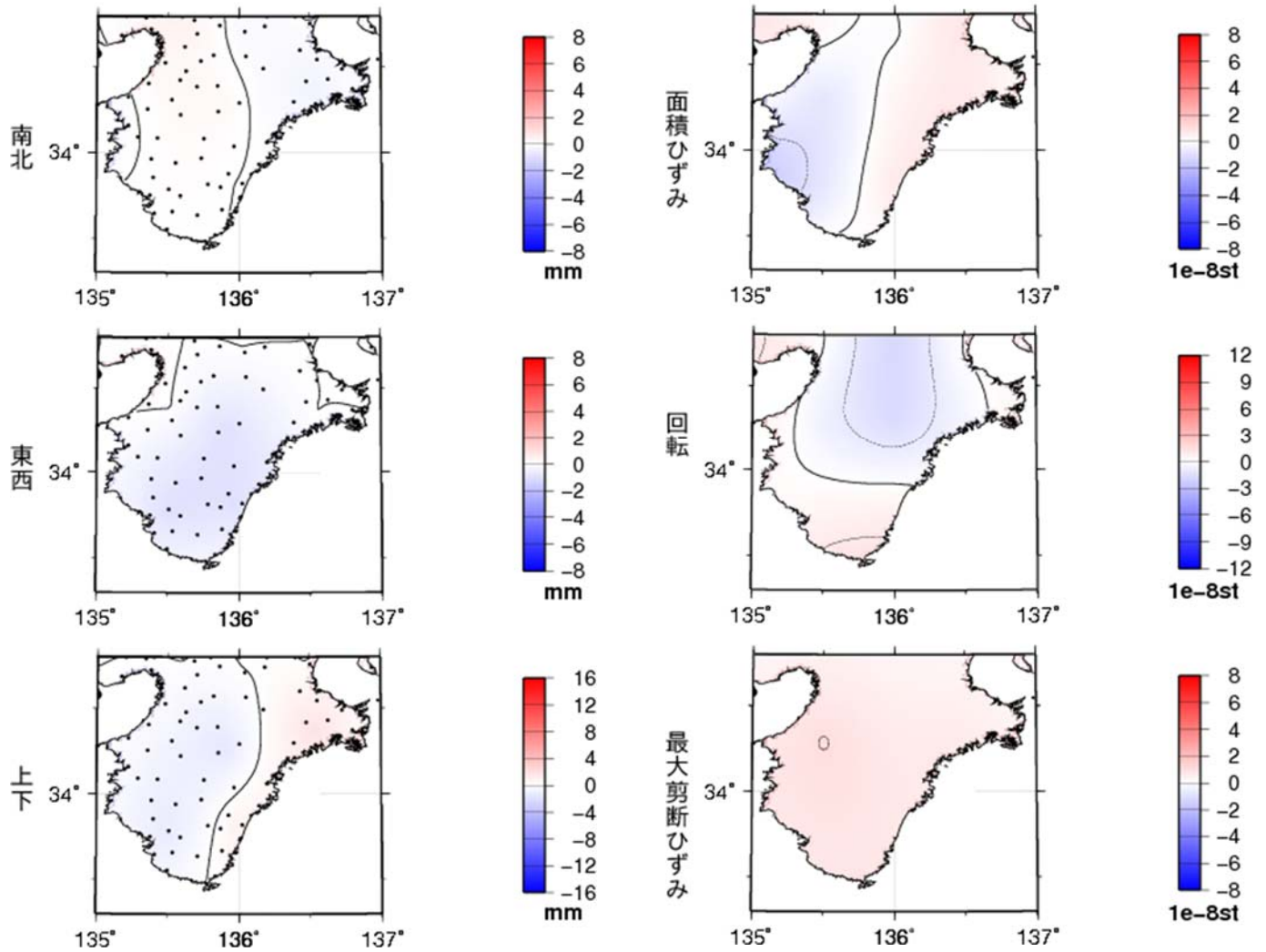


気象庁・気象研究所作成

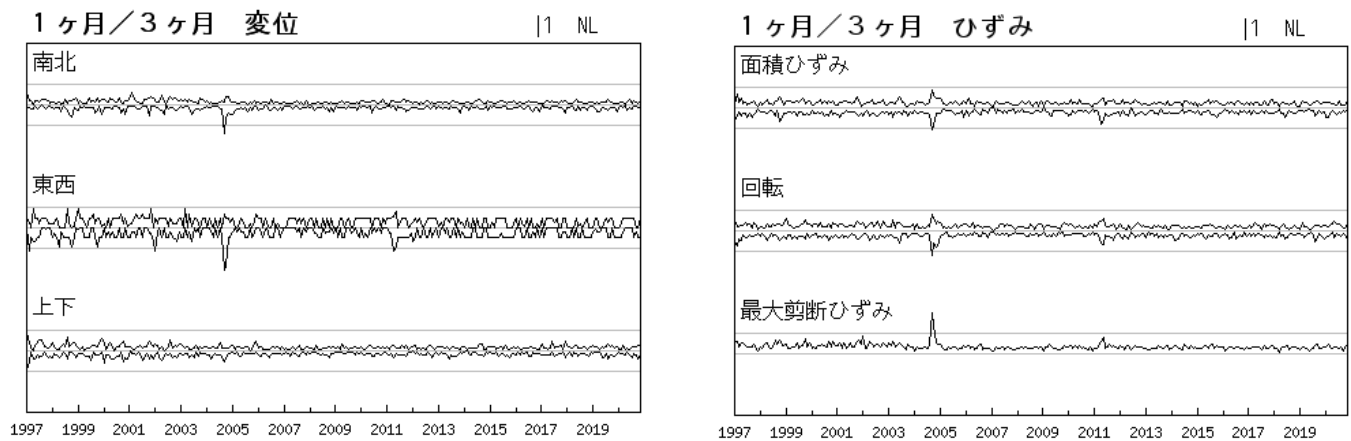
最近2ヶ月間の変位とひずみ — 紀伊半島 —

対象期間：2020/11/12-2020/12/12 (30日)
 基準期間：2020/08/14-2020/11/12 (90日)

対象期間：2020/11/12-2020/12/12 (30日)
 基準期間：2020/08/14-2020/11/12 (90日)



対象範囲内の最大値の経過(1997年1月～2020年12月)

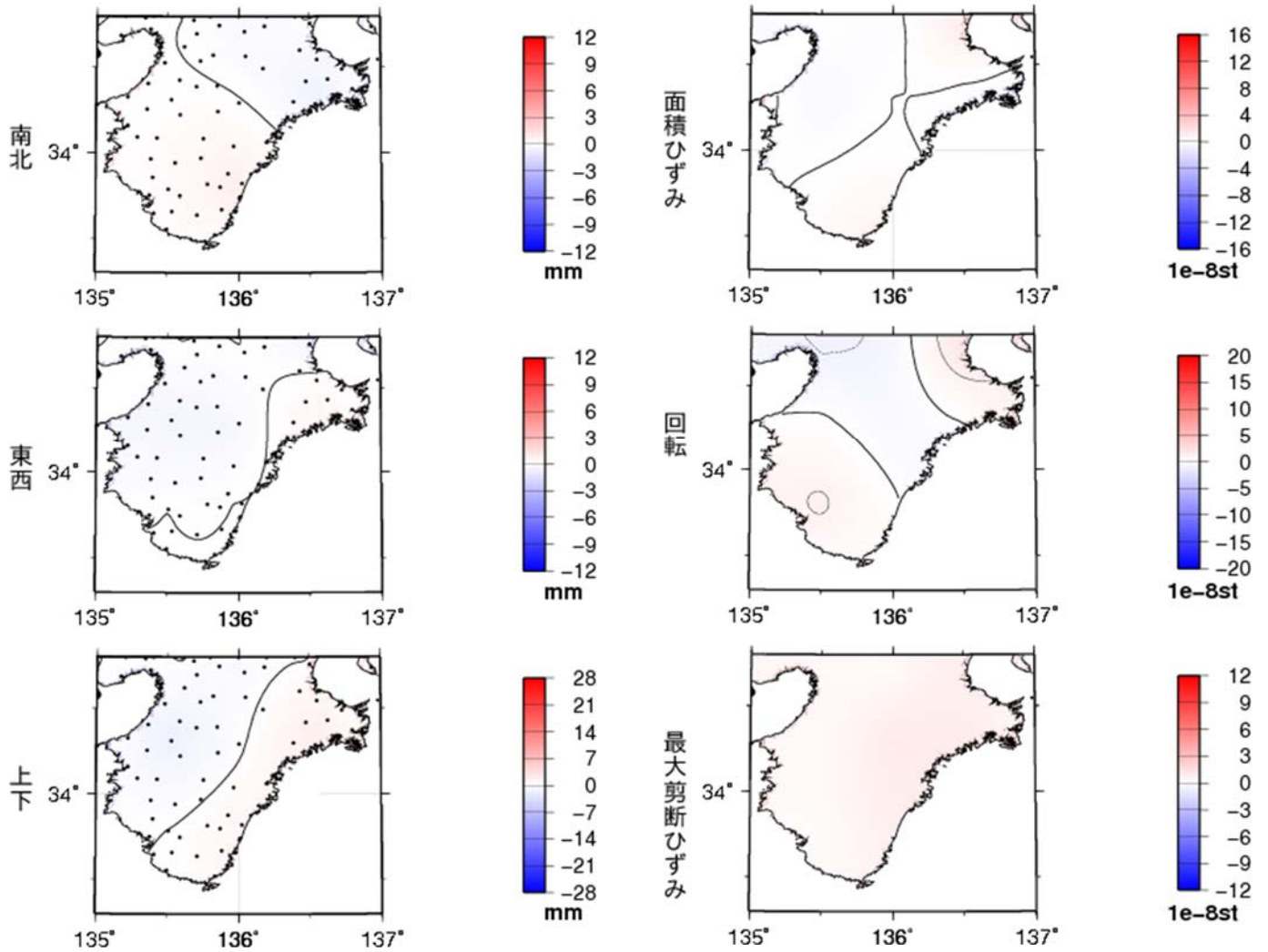


気象庁・気象研究所作成

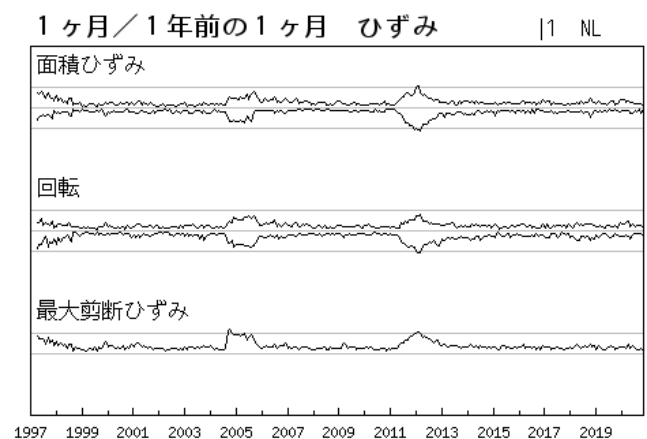
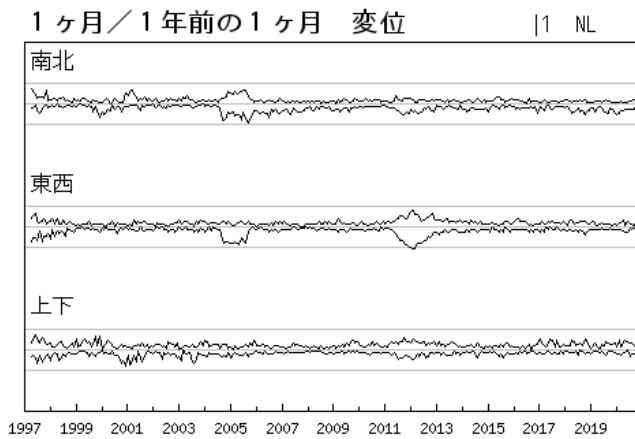
最近1年間の変位とひずみ — 紀伊半島 —

対象期間：2020/11/12-2020/12/12 (30日)
 基準期間：2019/11/12-2019/12/12 (1年前)

対象期間：2020/11/12-2020/12/12 (30日)
 基準期間：2019/11/12-2019/12/12 (1年前)



対象範囲内の最大値の経過(1997年1月～2020年12月)

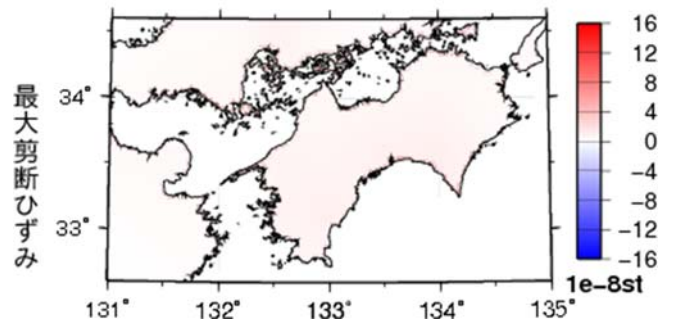
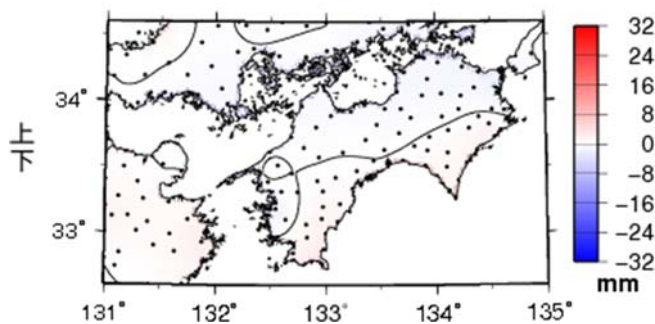
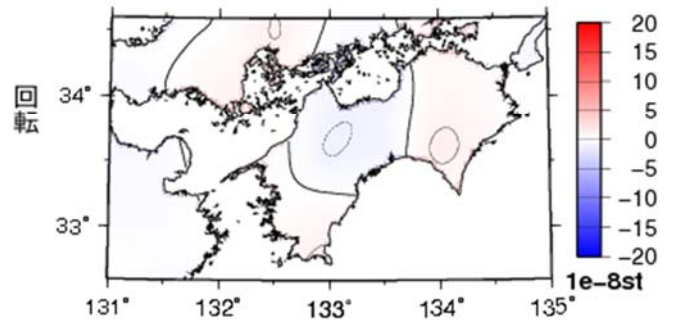
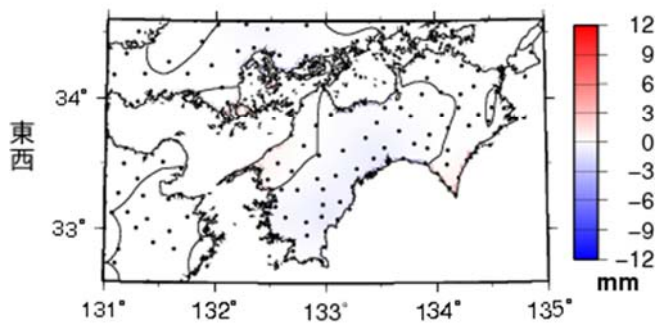
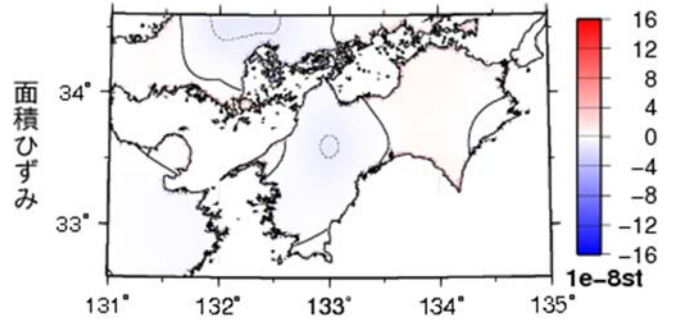
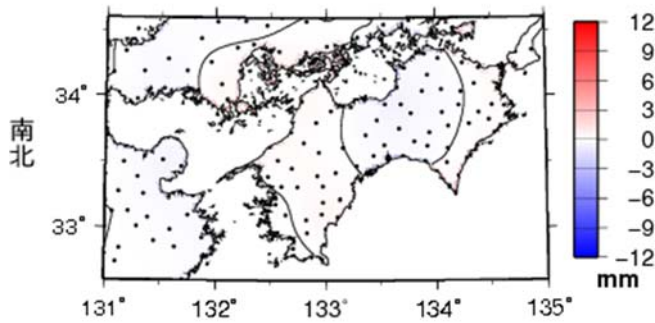


気象庁・気象研究所作成

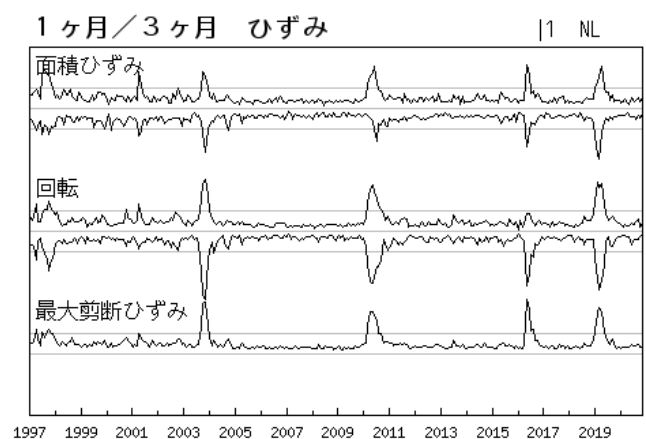
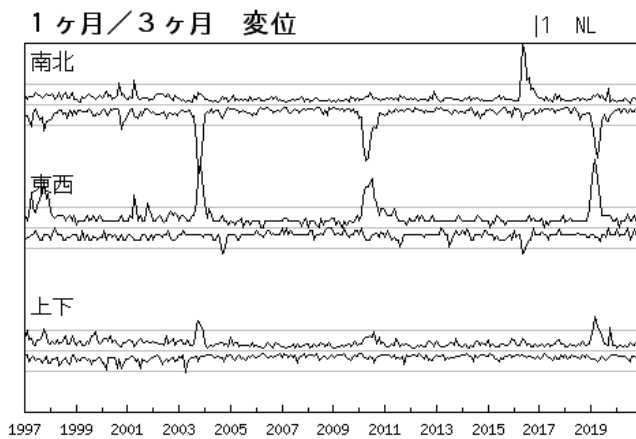
最近2ヶ月間の変位とひずみ — 四国地域 —

対象期間：2020/11/12-2020/12/12 (30日)
 基準期間：2020/08/14-2020/11/12 (90日)

対象期間：2020/11/12-2020/12/12 (30日)
 基準期間：2020/08/14-2020/11/12 (90日)



対象範囲内の最大値の経過(1997年1月～2020年12月)

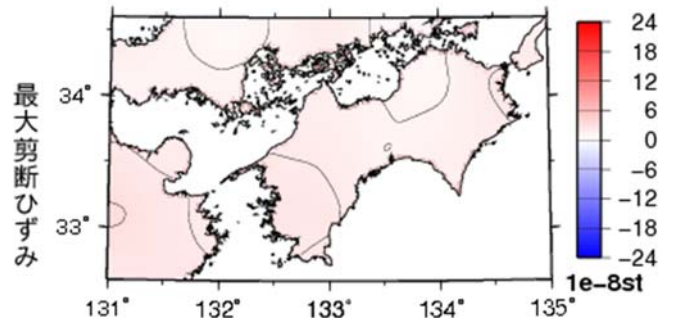
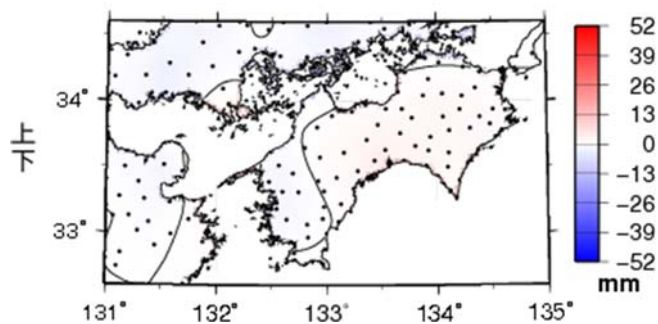
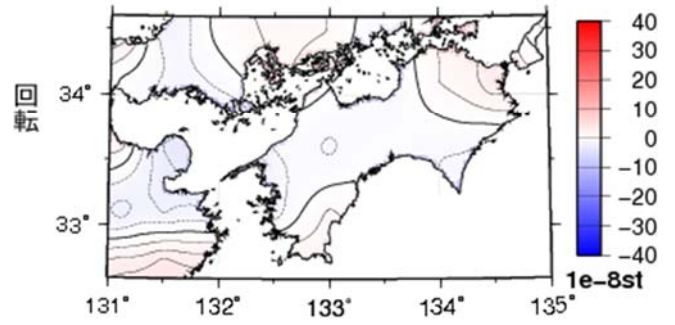
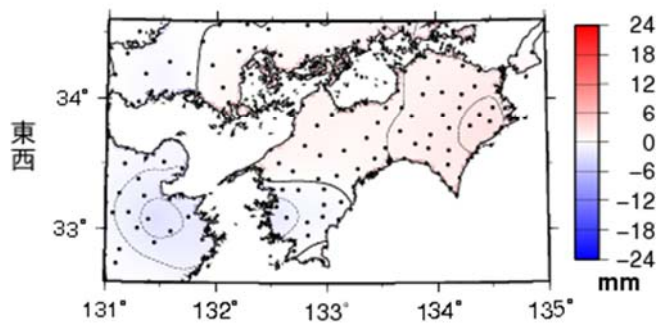
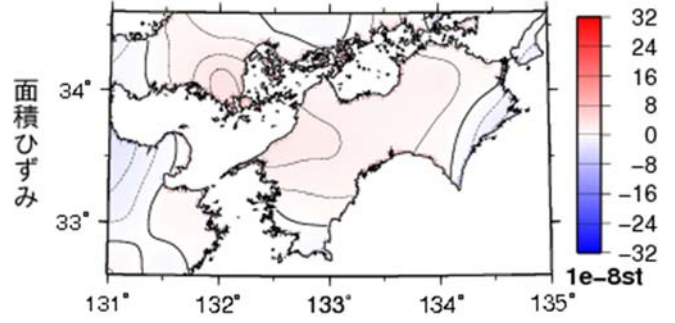
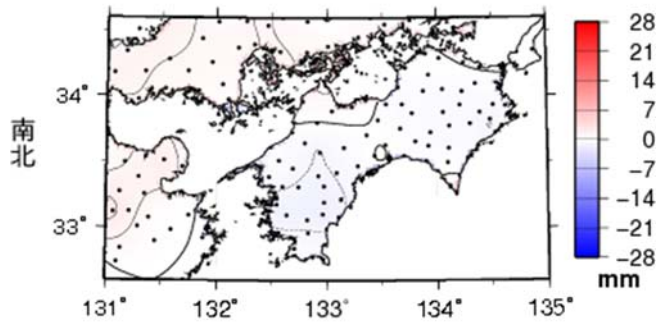


気象庁・気象研究所作成

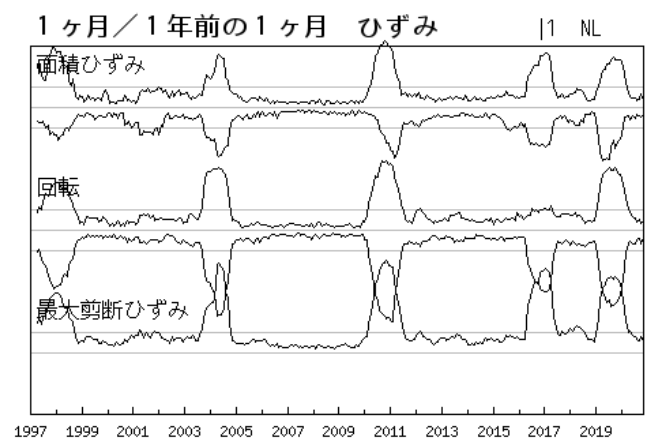
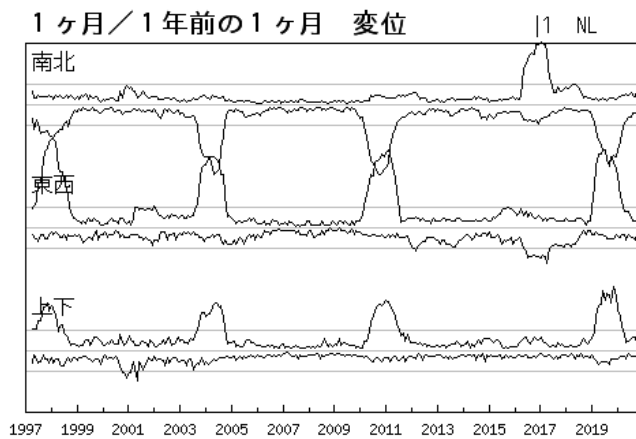
最近1年間の変位とひずみ — 四国地域 —

対象期間：2020/11/12-2020/12/12 (30日)
 基準期間：2019/11/12-2019/12/12 (1年前)

対象期間：2020/11/12-2020/12/12 (30日)
 基準期間：2019/11/12-2019/12/12 (1年前)



対象範囲内の最大値の経過(1997年1月～2020年12月)



気象庁・気象研究所作成

南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検知

GNSS データを用いて南海トラフ沿いの長期的スロースリップ (SSE) による地殻変動を客観的に検知した。手法は Kobayashi (2017)¹⁾と同様で、期間のみを延長した。手法について簡潔に書くと以下の通りである。データは国土地理院 GEONET の GNSS 座標値 F3 解を使用した。GNSS 座標値データからは GEONET 観測点の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・半年周成分を除いた。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。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た。さらに 2004 年三重県南東沖の地震(M7.4)、2011 年東北地方太平洋沖地震(M9.0)、および 2016 年熊本地震(M7.3)の余効変動を除去した。求めた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、対象期間前後の変化量を求めた。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。

非定常変位を示す相関係数 0.6 以上、変化量 2 mm 以上について第 1 図に色を付けて示す。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。高相関の分布はこれまでに知られている長期的 SSE による非定常変位とよく対応している。

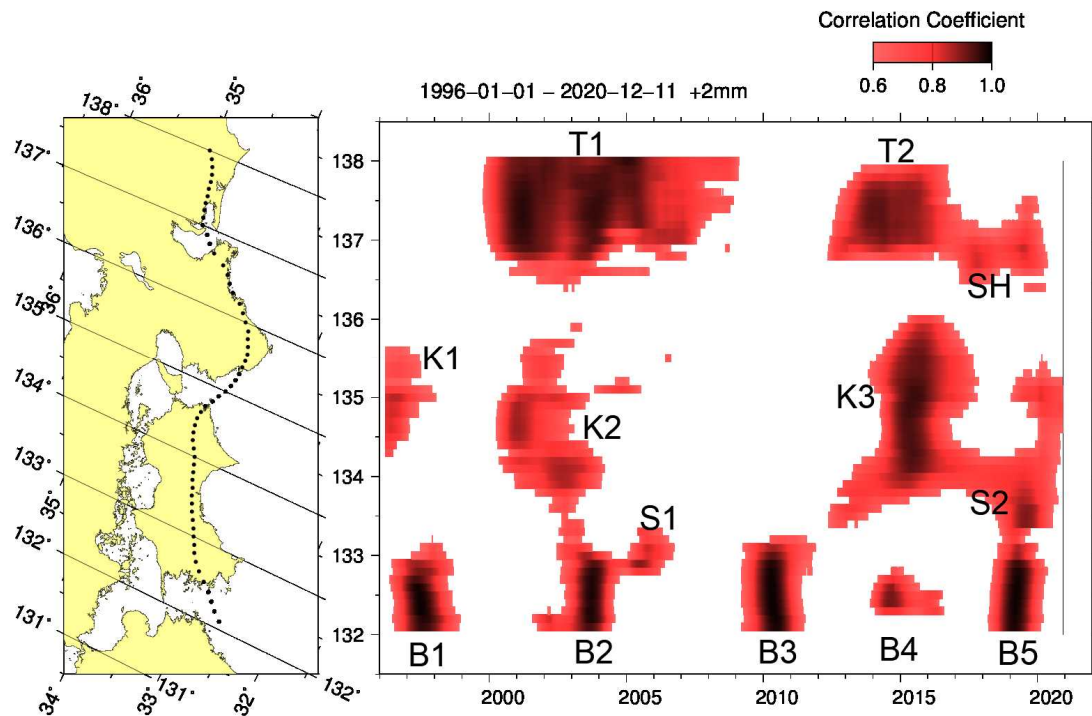
また、第 2 図に 2 年間あたりの変化量から推定した長期的スロースリップのモーメントマグニチュード M_w 分布を示す。上記同様の経度 0.1 度間隔の地点を中心としたプレート境界上の矩形断層に一定のすべりを与え、その地点に対応する地表の矩形範囲内の各観測点の理論変位の平均を求めた。2 年間の観測変化量が大きい／小さい場合でも、すべりの範囲は理論範囲を計算した矩形断層にあると仮定すると、矩形断層でのすべり量と観測変化量は比例関係にあるため、2 年間の観測変化量から 2 年あたりのすべり量を求め、対応する M_w を算出した。継続期間の長い東海地域 T1 など一部を除き、観測値から個別に推定された規模との差は概ね M_w 0.2 以内に収まっている。

2019 年から紀伊水道付近でわずかな非定常変位が見られ、現在も継続している。第 3 図の紀伊水道付近の各点と北西方向の地点との基線長変化を見ると、2020 年後半からやや伸びの傾向が見られる。

調査には国土地理院 GEONET の GNSS 座標値データ、アンテナ交換等のオフセット量を使用させていただきました。

参考文献

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.



第1図 長期的スロースリップ客観検知図（1996年から2020年12月）

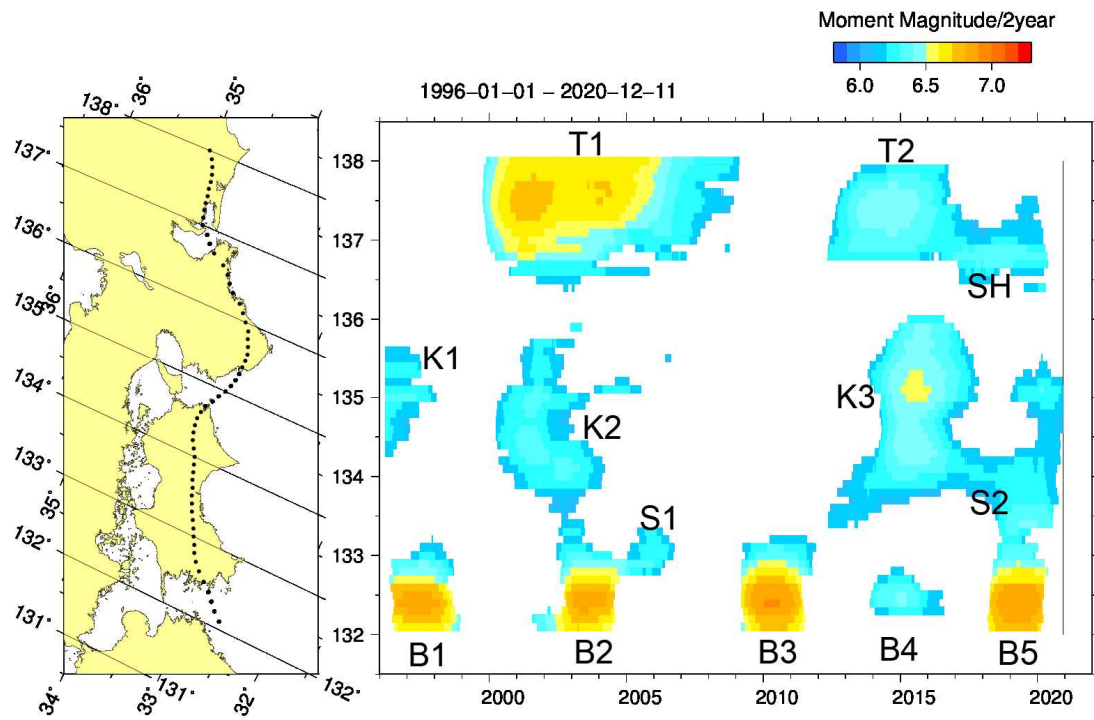
スロースリップに伴う非定常変位の範囲（場所、時間）を赤～黒で示す。色が濃いほどスロースリップの発生可能性が高い。右端の縦線は最新データ日を示す。なお、これは変位が検出された範囲で、変動源自体の範囲ではない。

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

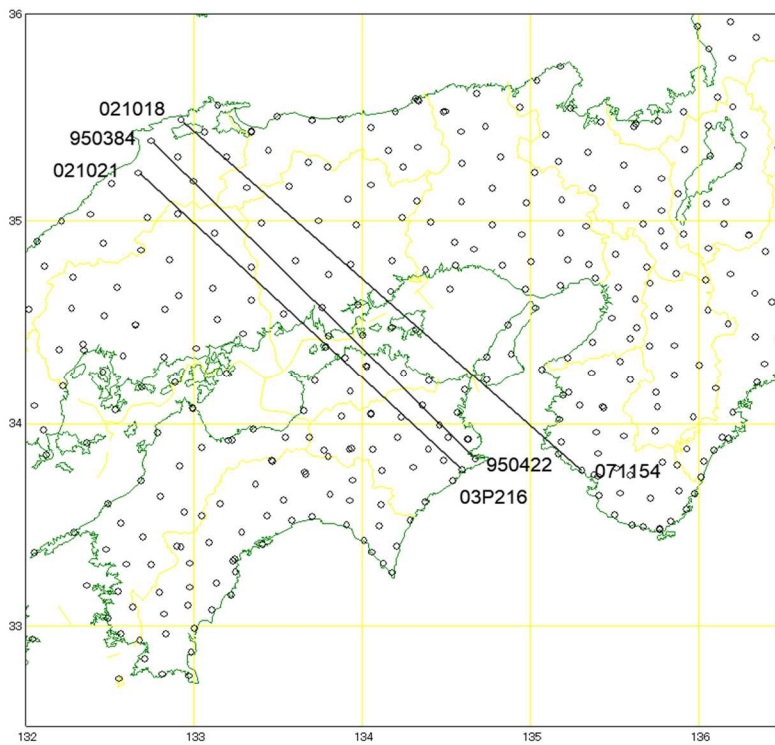
K1:紀伊水道 1996～1997年、K2:紀伊水道 2000～2002年、K3:紀伊水道 2014～2016年

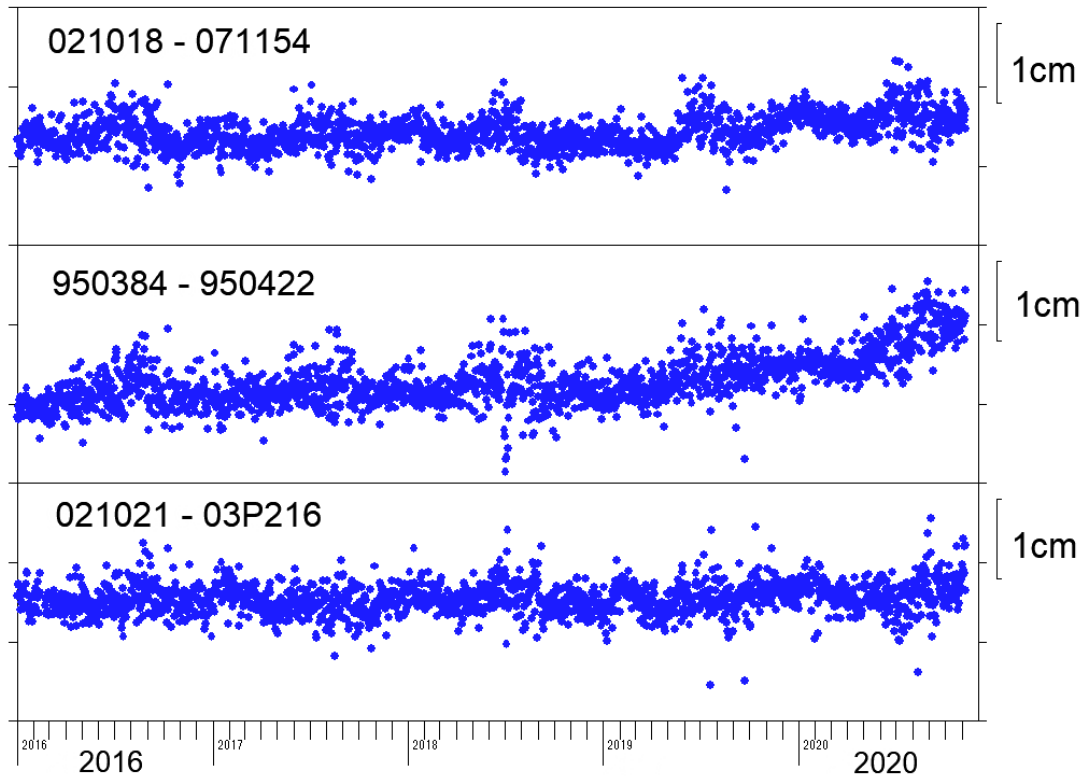
S1:四国西部 2005年、S2:四国中部 2019年

B1:豊後水道 1997～1997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



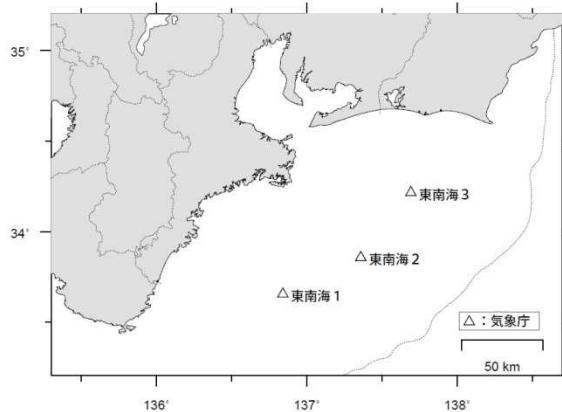
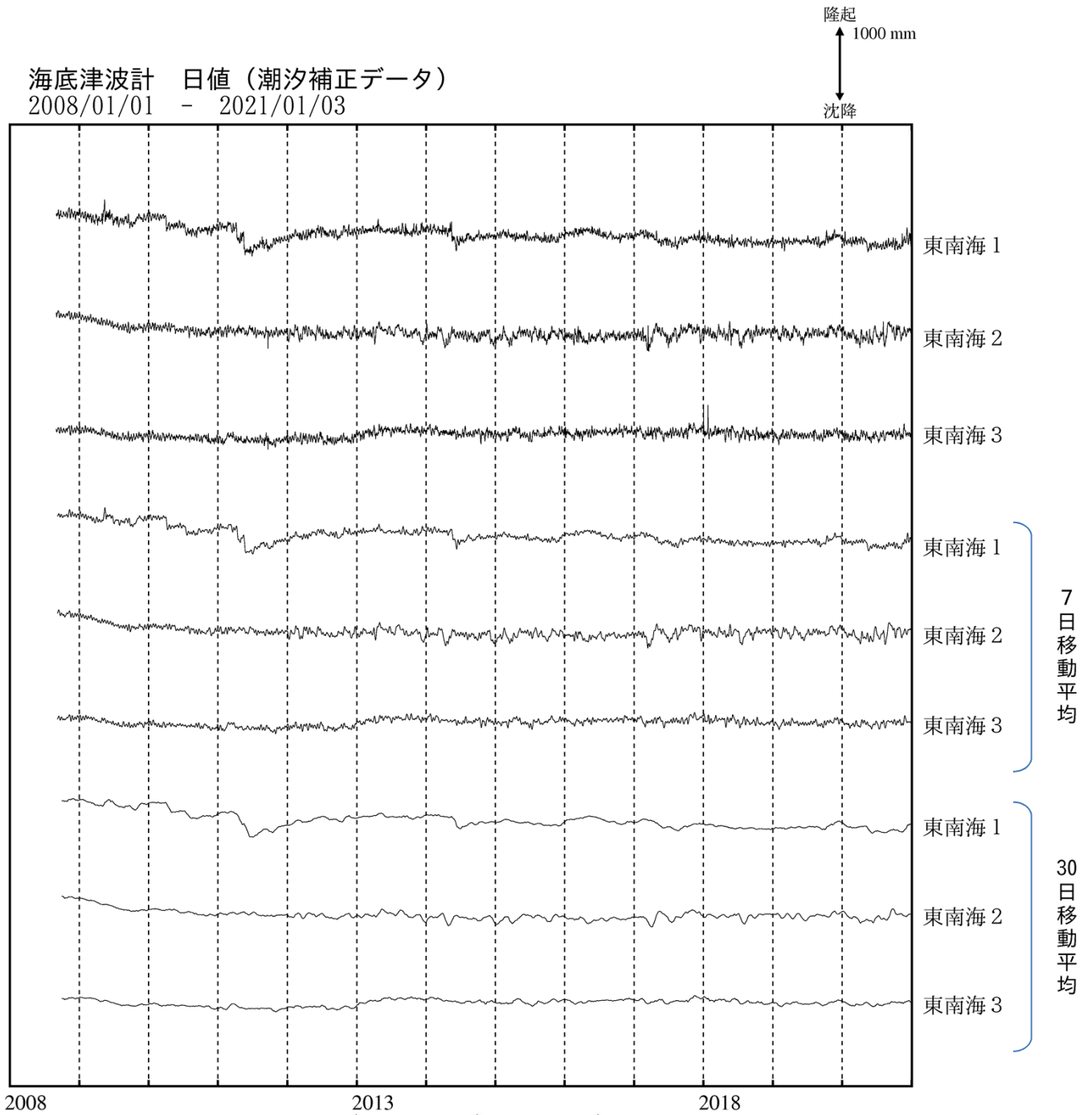
第2図 長期的スロースリップの規模分布（1996年から2020年12月）
 2年間あたりの変化量から推定したモーメントマグニチュード。地域略号は第1図と同じ。





第3図 基線長変化 (2016年1月から2020年11月、直線トレンド・年周除去)

東海・東南海地域の海底津波計記録の長期変化



気象庁作成