

7-2 近畿地方の地殻変動

Crustal Deformations in the Kinki District

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

[紀伊半島 電子基準点の上下変動]

第 1～2 図は、紀伊半島の電子基準点間の比高変化を示したものである。GNSS 連続観測結果は長期的には潮岬周辺が沈降する傾向を示している。各図の左下に長期間の変動グラフを示す。潮岬側の沈降が長期的に継続しており、GNSS 連続観測の結果は灰色でプロットした水準測量の長期的な沈降傾向と整合している。

[南海トラフ周辺 GNSS 連続観測時系列]

第 3～6 図は、紀伊半島から四国、九州東部にかけての太平洋沿岸の GNSS 連続観測時系列である。第 3 図に観測点の配置と、アンテナ交換等の保守の履歴を示す。

第 4～6 図は、島根県の三隅観測点を固定局として、定常状態にあると仮定した 2006 年 1 月～2009 年 1 月の期間で推定された一次トレンド成分及び年周・半年周成分を、各基線の地殻変動時系列から除去した時系列グラフである。なお、三隅観測点のみ、平成 28 年（2016 年）熊本地震の地震時の地殻変動を補正している。平成 23 年東北地方太平洋沖地震による変動とその後の余効変動が全基線で見られる。四国西部から九州東部にかけての (10)～(12) では東西成分で平成 28 年熊本地震による変動とその後の余効変動が見られる。また、南海トラフ沿いで発生する長期的ゆっくりすべりに伴う変動が次のように各基線で見られる。紀伊水道ゆっくりすべり（2015 年～2016 年初頭及び 2019 年～2020 年初頭に (4), (5) で東南東方向の変動）、四国中部ゆっくりすべり（2019 年春頃から (8) で南東方向のわずかな変動）、豊後水道ゆっくりすべり（2010 年～2011 年初頭及び 2018 年 12 月～2019 年中頃に (9)～(12) で南東方向の変動及び隆起、また 2014 年半ば及び 2015 年半ば～2016 年にも微小な南東方向の変動と隆起）、日向灘北部ゆっくりすべり（2018 年 6 月以降に (10), (11) で微小な東方向の変動、(12) で微小な南方向の変動）。このほか、2022 年 1 月 22 日の日向灘の地震に伴い、(10)～(12) で微小な南東方向の変動が見られる。また、2024 年 4 月の豊後水道の地震活動（最大地震 4 月 17 日 M6.6）に伴い、(11) で微小な東向きの変動が見られるほか、2024 年 8 月 8 日及び 2025 年 1 月 13 日の日向灘の地震に伴い、(12) で微小な南方向の変動が見られる。なお、(5) で 2020 年 5 月頃から見られる変動は、阿南 2 観測点周辺の樹木の生長に伴う見かけ上のもので、2020 年 12 月 23 日と 2021 年 2 月 6 日に行なった周辺樹木の伐採後、元に戻っている。それら以外には、最近のデータには特段の傾向の変化は見られない。

[南海トラフ沿いの非定常地殻変動]

第 7 図は、三隅観測点を固定局として示した、南海トラフ沿いの地殻変動である。地震や長期的ゆっくりすべり等の影響が少なかった 2006 年 1 月～2009 年 1 月の期間の変動を定常変動と仮定し、それからの変動の差を非定常変動として示している。上図は最近の 1 年間の水平成分、下図は同期間の上下成分である。中部地方で東海地域の長期的ゆっくりすべりによる地殻変動、令和 6 年能登半島地震に伴う北向きの変動が見られる。また、四国において四国中部の長期的ゆっくりすべり、

九州中部から南部にかけて 2024 年 8 月 8 日の日向灘の地震後の余効変動及び 2025 年 1 月 13 日の日向灘の地震による地殻変動, 2025 年 4 月 2 日の大隅半島東方沖の地震による地殻変動が見られる。

[紀伊半島南部の非定常地殻変動（長期的ゆっくりすべり）]

第 8～12 図は、2020 年初頭から紀伊半島南部で見られている非定常的な地殻変動に関する資料である。非定常的な地殻変動を基に、時間依存インバージョンでプレート境界面上のすべり分布を推定した。固定局は三隅観測点（950388）である。気象庁のカタログを用いて短期的ゆっくりすべりによる変動を除去したほか、平成 23 年東北地方太平洋沖地震の粘性緩和による変動を補正している。それらの補正後、2017 年 1 月 1 日～2019 年 1 月 1 日の期間で推定したトレンドを除去している。また、固定局の三隅観測点（950388）に起因する誤差の影響を避けるため、非定常的な地殻変動から共通誤差成分を同時推定している。すべりの推定では、すべり方向をプレートの沈み込み方向と平行な方向に拘束している。

これまで 2025 年の初頭より紀伊半島南部においてゆっくりすべりが再開して継続しているとの解析結果を報告してきた。しかしその後の生データ（時系列）において明瞭な変化が確認できなかったため、原因の調査を行った。その結果、解析時の共通誤差の推定に起因する可能性が高いことが判明したため、解析に用いる観測点を追加したうえで再解析を行った。

第 8 図に追加した観測点と、トレンド期間を示す。

第 9 図に、これまでの解析と、観測点を追加した解析で推定された推定すべり分布とモーメント時系列の比較図を示す。上段が推定すべりの比較図、下段がモーメント時系列の比較図である。観測点を追加した解析では最大すべり量は 11cm と変わらないが、モーメントマグニチュードは 6.2 と、これまでの 6.3 に比べて小さくなった。また、モーメント時系列を見ると、観測点を追加した解析では、2025 年の初頭からモーメントが増大する傾向は見られないことが明らかになった。これまでの解析では観測点数が限られており、一部の点の変動が共通誤差として解析全体に影響を与えていたものと考えられる。

第 10 図以降観測点を追加した解析の結果を報告する。

第 10 図は、右下に示した 5 観測点の観測値と計算値を比較した時系列図である。2020 年初頭から南東向きの変動が見られるが、2024 年秋頃から停滞した後、収束している。計算値は観測値をよく説明できている。

第 11 図上段左の図は、2020 年 1 月 1 日～2025 年 10 月 11 日の期間で推定されたすべり分布を示している。同時期に発生している紀伊水道の長期的ゆっくりすべりとあわせ、紀伊半島南部にすべりが推定された。推定されたすべりの最大値は 11cm、モーメントマグニチュードは 6.2 と求まった。

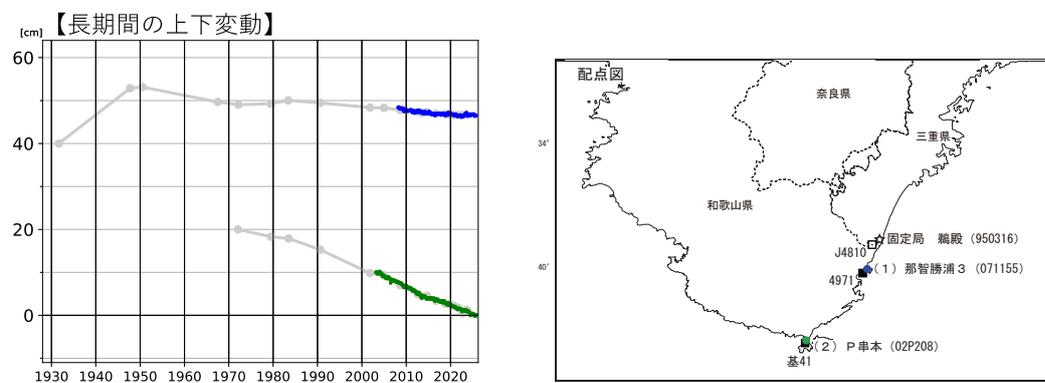
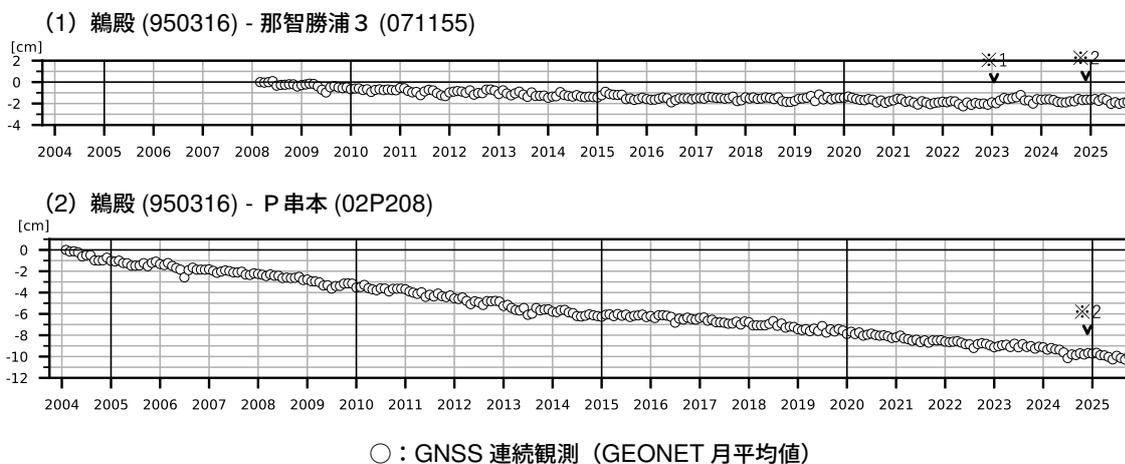
第 11 図上段中、上段右の図は、それぞれ観測値と計算値の比較の水平変動と上下変動のベクトル図である。計算値は観測値をよく説明できていることが分かる。

第 11 図下段右の図は、推定すべり分布図中の太い実線で囲まれた領域に位置するグリッドのすべりから求めたモーメントの時系列グラフである。2020 年初頭からモーメントの増大が見られるが、2024 年秋頃から停滞した後、収束している。

第 12 図は、紀伊半島南部に位置するグリッドのすべりの時間変化を示した図である。2020 年初頭からすべりが見られる。ほとんどのグリッドで 2024 年秋頃から停滞した後、収束している。

紀伊半島 電子基準点の上下変動 (1)

潮岬周辺の長期的な沈降傾向に変化は見られない。



「固定局：鵜殿 (950316)」

- GNSS 連続観測のプロット点は、GEONET による日々の座標値 (F5：最終解) から計算した値の月平均値である。
(最新のプロット点：10 月 1 日～10 月 11 日の平均値)
- 各プロットの色は配色図の電子基準点の色と対応する。
- 灰色のプロットは電子基準点の最寄りの水準点の水準測量結果を示している (固定：J4810)。

※ 1 2023 年 1 月 16 日に電子基準点「那智勝浦 3」のアンテナ更新及び受信機更新を実施した。

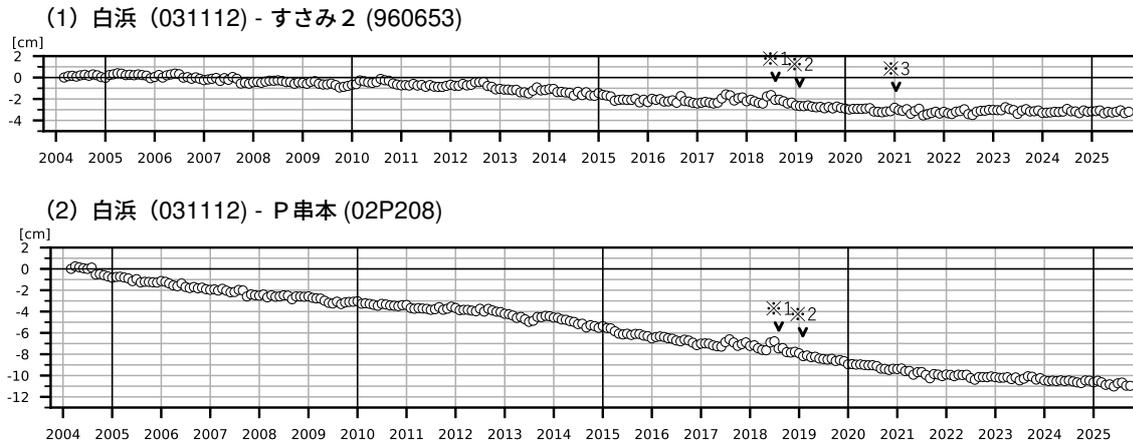
※ 2 2024 年 11 月 25 日に電子基準点「鵜殿」でアンテナ更新を実施した。

第 1 図 紀伊半島 電子基準点の上下変動 (水準測量と GNSS) (1)

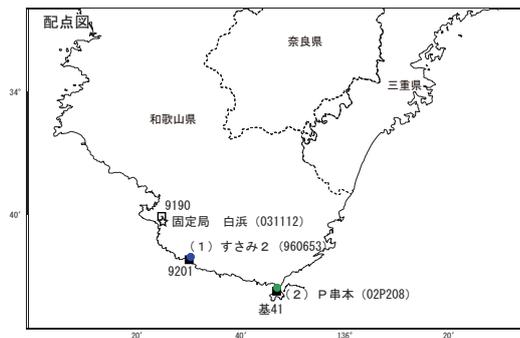
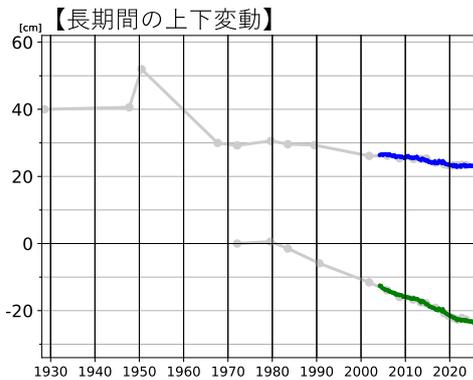
Fig. 1 Vertical displacements of GEONET stations in the Kii Peninsula (leveling and GNSS measurements) (1).

紀伊半島 電子基準点の上下変動 (2)

潮岬周辺の長期的な沈降傾向に変化は見られない。



○ : GNSS 連続観測 (GEONET 月平均値)



「固定局：白浜 (031112)」

- GNSS 連続観測のプロット点は、GEONET による日々の座標値 (F5：最終解) から計算した値の月平均値である。
(最新のプロット点：10月1日～10月11日の平均値)
- 各プロットの色は配色図の電子基準点の色と対応する。
- 灰色のプロットは電子基準点の最寄りの水準点の水準測量結果を示している (固定：9190)。

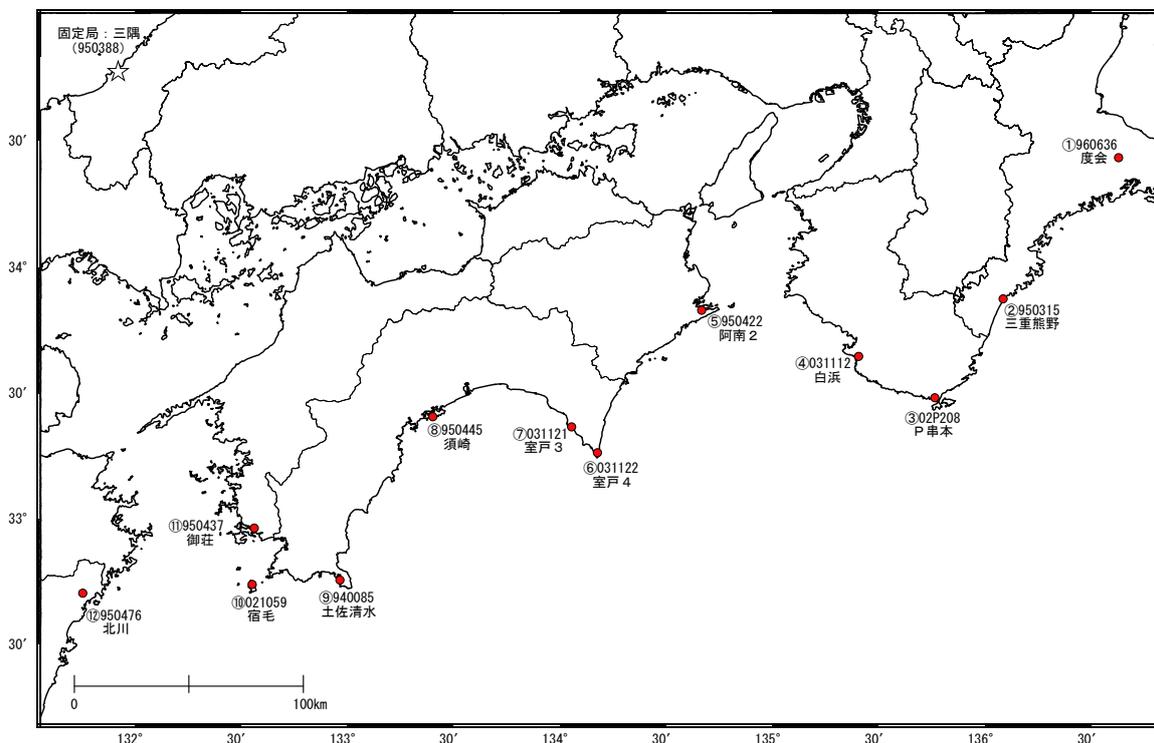
- ※ 1 2018 年 8 月 3 日に電子基準点「白浜」周辺の樹木を伐採した。
- ※ 2 2019 年 1 月 29 日に電子基準点「白浜」周辺の樹木を伐採した。
- ※ 3 2021 年 1 月 12 日に電子基準点「すさみ 2」のアンテナ更新及びレドーム交換を実施した。
- ※ 4 1966 年 11 月に一等水準点「9190」を再設した。

第 2 図 紀伊半島 電子基準点の上下変動 (水準測量と GNSS) (2)

Fig. 2 Vertical displacements of GEONET stations in the Kii Peninsula (leveling and GNSS measurements) (2).

南海トラフ周辺 GNSS 連続観測時系列 (1)

配点図



各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容		
960636	度会	2010-02-09	受信機更新・レドーム開閉		
		2012-11-07	アンテナ更新		
		2014-08-12	アンテナ交換・受信機交換		
		2017-11-27	受信機更新		
		2022-08-02	受信機交換		
		2024-10-02	レドーム開閉		
		2024-11-23	受信機更新		
950315	三重熊野	2011-01-14	受信機更新・レドーム開閉		
		2012-10-31	アンテナ更新		
		2021-01-17	受信機更新		
		2023-01-17	アンテナ更新		
02P208	P串本	2014-07-29	受信機交換		
		2016-03-03	受信機更新		
		2018-02-05	受信機更新		
		2024-10-04	レドーム開閉		
031112	白浜	2010-01-22	受信機更新		
		2012-11-13	アンテナ更新		
		2018-01-10	受信機更新		
		2018-08-03	周辺伐採		
		2019-01-29	周辺伐採		
		2024-10-07	レドーム開閉		
		2024-12-12	受信機更新		
950422	阿南2	2012-12-04	アンテナ更新・受信機更新		
		2015-11-17	アンテナ交換		
		2018-04-02	アンテナ交換・受信機交換		
		2019-12-04	受信機更新		
		2020-12-23	周辺伐採		
		2021-01-09	周辺伐採		
		2021-01-10	アンテナ更新・レドーム交換		
031122	室戸4	2010-01-26	受信機更新		
		2012-10-22	アンテナ更新		
		2017-05-23	受信機交換		
		2018-01-30	受信機更新		
		2024-10-24	レドーム開閉		
		2024-12-12	受信機更新		
		950445	須崎	2012-10-11	アンテナ更新・受信機更新
2017-06-23	アンテナ交換				
2019-11-28	受信機更新				
2024-12-13	受信機更新				
940085	土佐清水			2012-11-15	アンテナ更新・受信機更新
				2019-11-26	受信機更新
				2024-10-20	レドーム開閉
		2024-10-20	レドーム開閉		
021059	宿毛	2012-11-16	アンテナ更新・受信機更新		
		2015-11-19	アンテナ交換		
		2021-12-11	受信機更新		
		2024-10-02	レドーム開閉		
950437	御荘	2008-01-28	周辺伐採		
		2011-10-06	周辺伐採		
		2012-12-05	アンテナ更新・受信機更新		
		2015-10-05	周辺伐採		
		2016-07-19	アンテナ交換		
		2021-12-10	受信機更新		
		2022-07-14	受信機交換		
		2023-02-08	アンテナ更新		
		2024-10-19	レドーム開閉		
		2024-10-19	レドーム開閉		
950476	北川	2012-11-22	アンテナ更新・受信機更新		
		2014-12-18	アンテナ交換		
		2019-11-28	受信機更新		
		2024-10-18	レドーム開閉		
		2024-10-18	レドーム開閉		
950388	三隅	2012-10-29	アンテナ更新・受信機更新		
		2014-10-01	周辺伐採		
		2019-11-13	受信機更新		
		2024-10-02	レドーム開閉		
031121	室戸3	2010-01-25	受信機更新		
		2012-10-22	アンテナ更新		
		2017-01-18	受信機更新		
		2023-10-30	アンテナ更新・受信機更新		
		2025-02-15	周辺伐採		
		2025-02-15	周辺伐採		

第 3 図 南海トラフ周辺における GNSS 連続観測結果 (観測点配置図・保守状況)

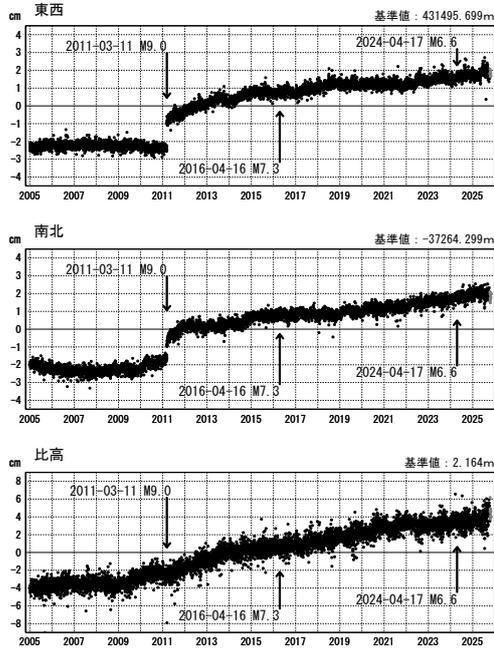
Fig. 3 GNSS timeseries of continuous GNSS stations along the Nankai Trough (site location map and history of the site maintenance).

南海トラフ周辺 GNSS 連続観測時系列 (2)

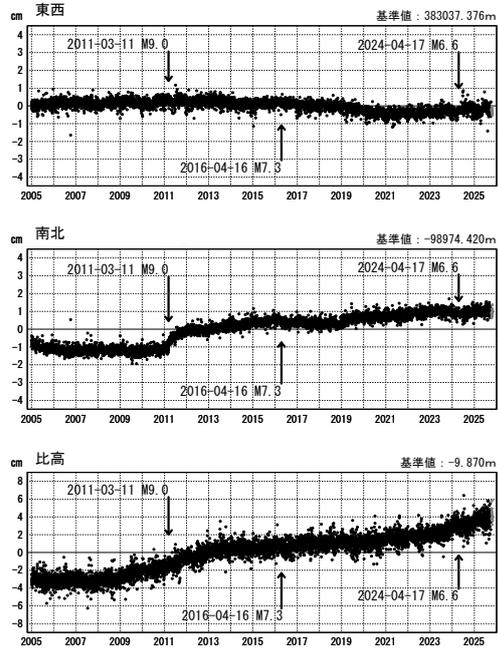
成分変化グラフ (1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後)

期間: 2005-01-01~2025-10-25 JST 計算期間: 2006-01-01~2009-01-01

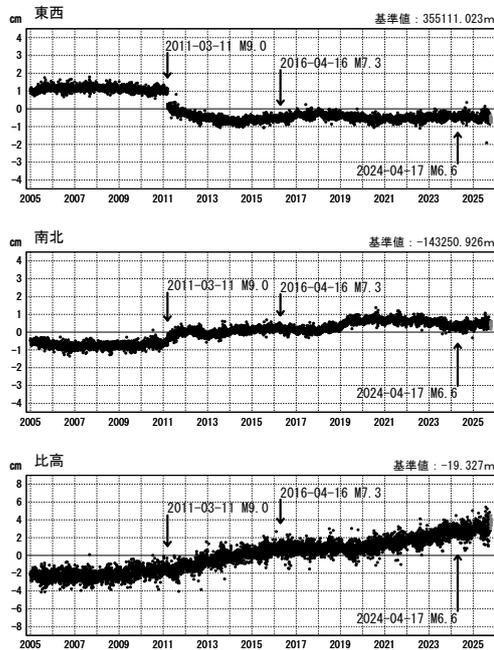
(1) 三隅(950388)→度会(960636)



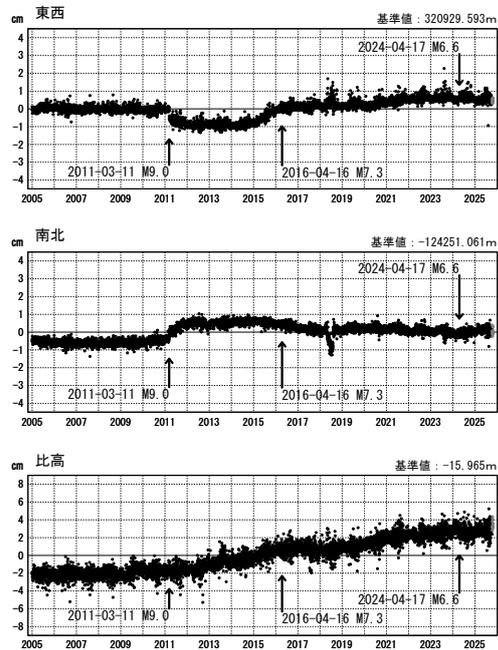
(2) 三隅(950388)→三重熊野(950315)



(3) 三隅(950388)→P串本(O2P208)



(4) 三隅(950388)→白浜(O31112)



●— [F5:最終解] ●— [R5:速報解]
 ※三隅には2016年4月の熊本地震に伴う地殻変動の補正を行った。

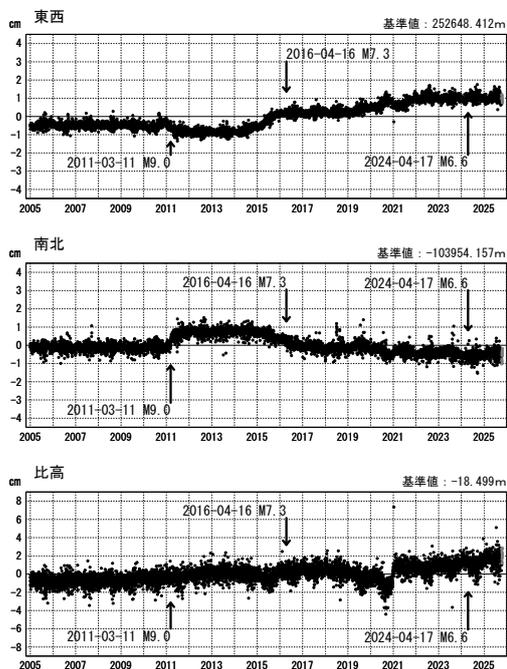
第 4 図 南海トラフ周辺における GNSS 連続観測結果: 1 次トレンド及び年周・半年周成分を除去した時系列 (固定局: 三隅)

Fig. 4 GNSS timeseries of continuous GNSS stations along the Nankai Trough with respect to the Misumi station (detrended time series with seasonal terms removed).

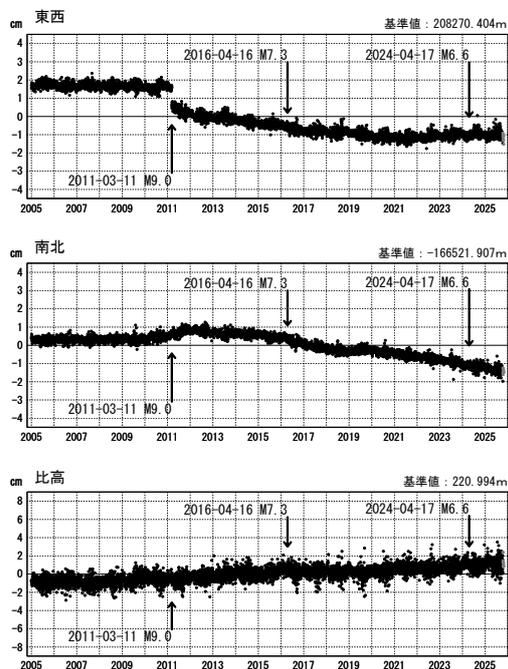
南海トラフ周辺 GNSS 連続観測時系列 (3) 成分変化グラフ (1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後)

期間: 2005-01-01~2025-10-25 JST 計算期間: 2006-01-01~2009-01-01

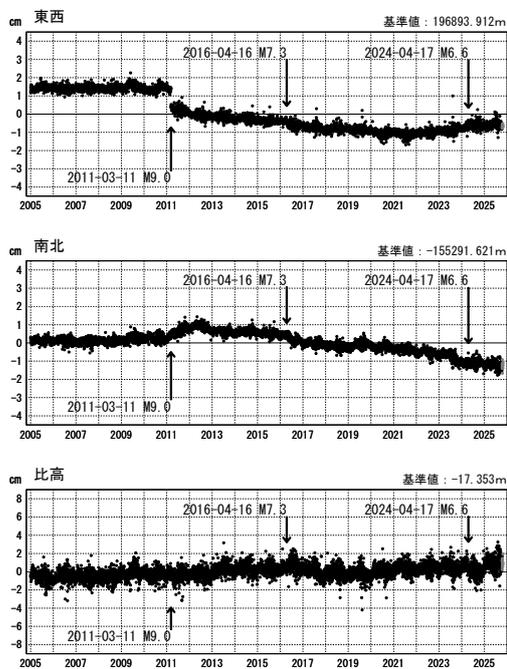
(5) 三隅 (950388) → 阿南 2 (950422)



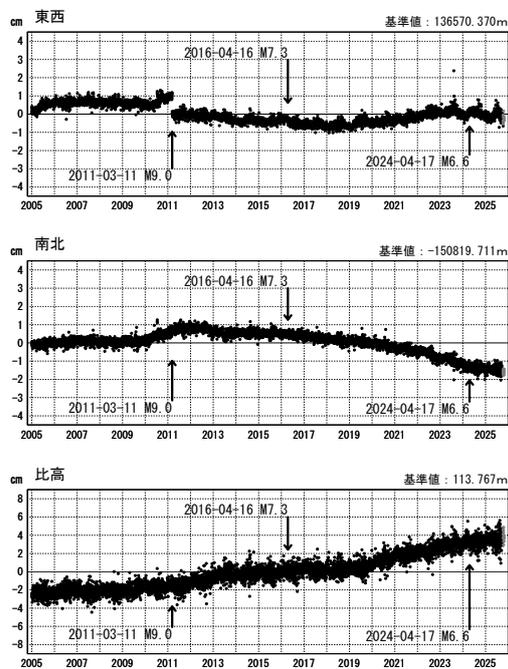
(6) 三隅 (950388) → 室戸 4 (031122)



(7) 三隅 (950388) → 室戸 3 (031121)



(8) 三隅 (950388) → 須崎 (950445)



●— [F5:最終解] ●— [R5:速報解]

※三隅には2016年4月の熊本地震に伴う地殻変動の補正を行った。

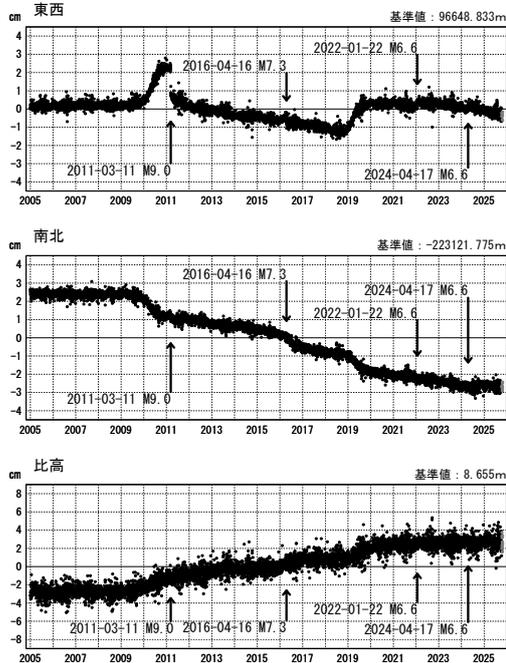
第 5 図 南海トラフ周辺における GNSS 連続観測結果: 1 次トレンド及び年周・半年周成分を除去した時系列 (固定局: 三隅) (つづき)

Fig. 5 GNSS timeseries of continuous GNSS stations along the Nankai Trough with respect to the Misumi station (continued).

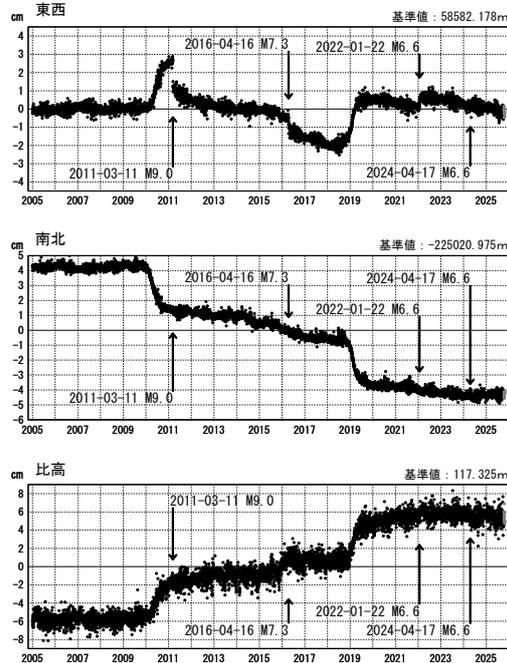
南海トラフ周辺 GNSS 連続観測時系列 (4) 成分変化グラフ (1 次トレンド・年周成分・半年周成分除去後)

期間: 2005-01-01~2025-10-25 JST 計算期間: 2006-01-01~2009-01-01

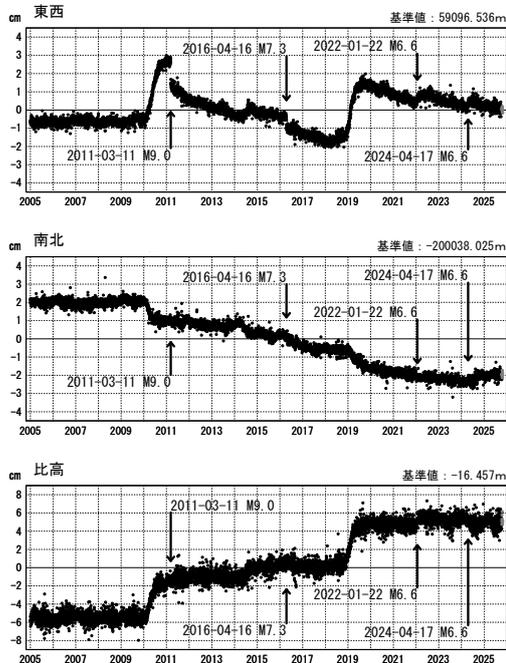
(9) 三隅 (950388) → 土佐清水 (940085)



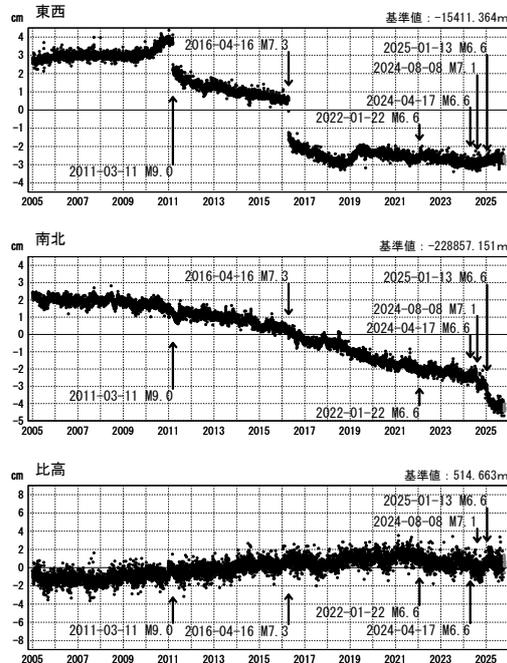
(10) 三隅 (950388) → 宿毛 (021059)



(11) 三隅 (950388) → 御荘 (950437)



(12) 三隅 (950388) → 北川 (950476)



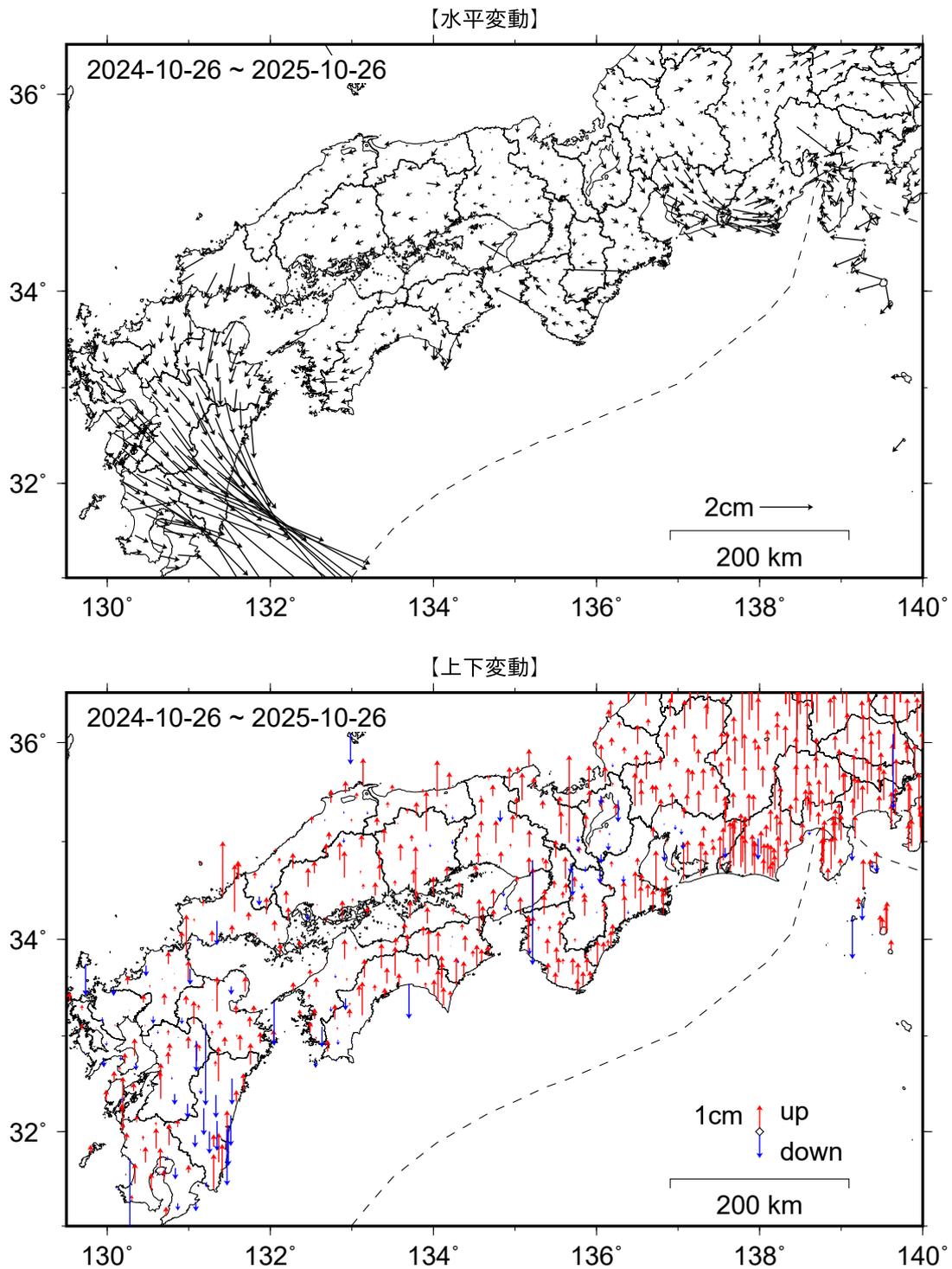
●— [F5:最終解] ●— [R5:速報解]

※三隅には2016年4月の熊本地震に伴う地殻変動の補正を行った。

第 6 図 南海トラフ周辺における GNSS 連続観測結果: 1 次トレンド及び年周・半年周成分を除去した時系列 (固定局: 三隅) (つづき)

Fig. 6 GNSS timeseries of continuous GNSS stations along the Nankai Trough with respect to the Misumi station (continued).

南海トラフ沿いの非定常地殻変動（1 年間）【固定局：三隅】

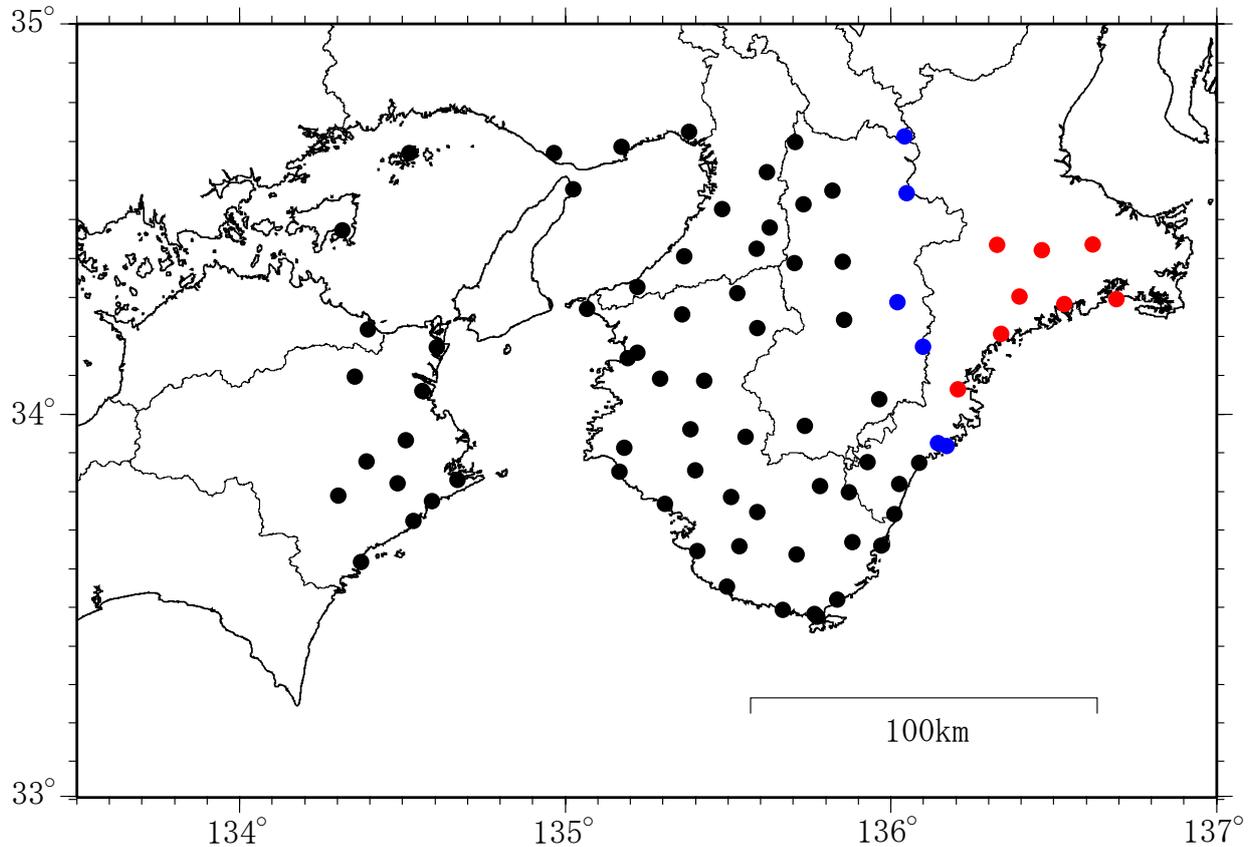


・ GEONET による日々の座標値 (F5 解、R5 解) を使用している。
 ・ 非定常地殻変動時系列のうち、各日付 ± 6 日の計 13 日間の変動量の中央値をとり、その差から 1 年間の変動量を表示している。
 ※非定常地殻変動時系列：
 ・ 2006 年 1 月から 2009 年 1 月のデータから平均変動速度、年周・半年周成分を推定して、元の時系列データから除去した時系列。

第 7 図 GNSS 連続観測から求めた 2024 年 10 月～2025 年 10 月の南海トラフ沿いの非定常地殻変動（水平及び上下変動）

Fig. 7 Transient displacement along the Nankai Trough from October 2024 – October 2025: (top) horizontal displacement (bottom) vertical displacement.

紀伊半島南部の長期的ゆっくりすべり 新解析に使用している観測点とデトレンド期間



観測点

- 従来の解析から使用
- 新たに追加(計8点)
 - ・ 紀勢(031106)
 - ・ 飯高(950312)
 - ・ 大台(020999)
 - ・ 度会(960636)
 - ・ 尾鷲(940066)
 - ・ 南伊勢(061149)
 - ・ 南島A(041139)
 - ・ 紀伊長島(960637)

デトレンド期間

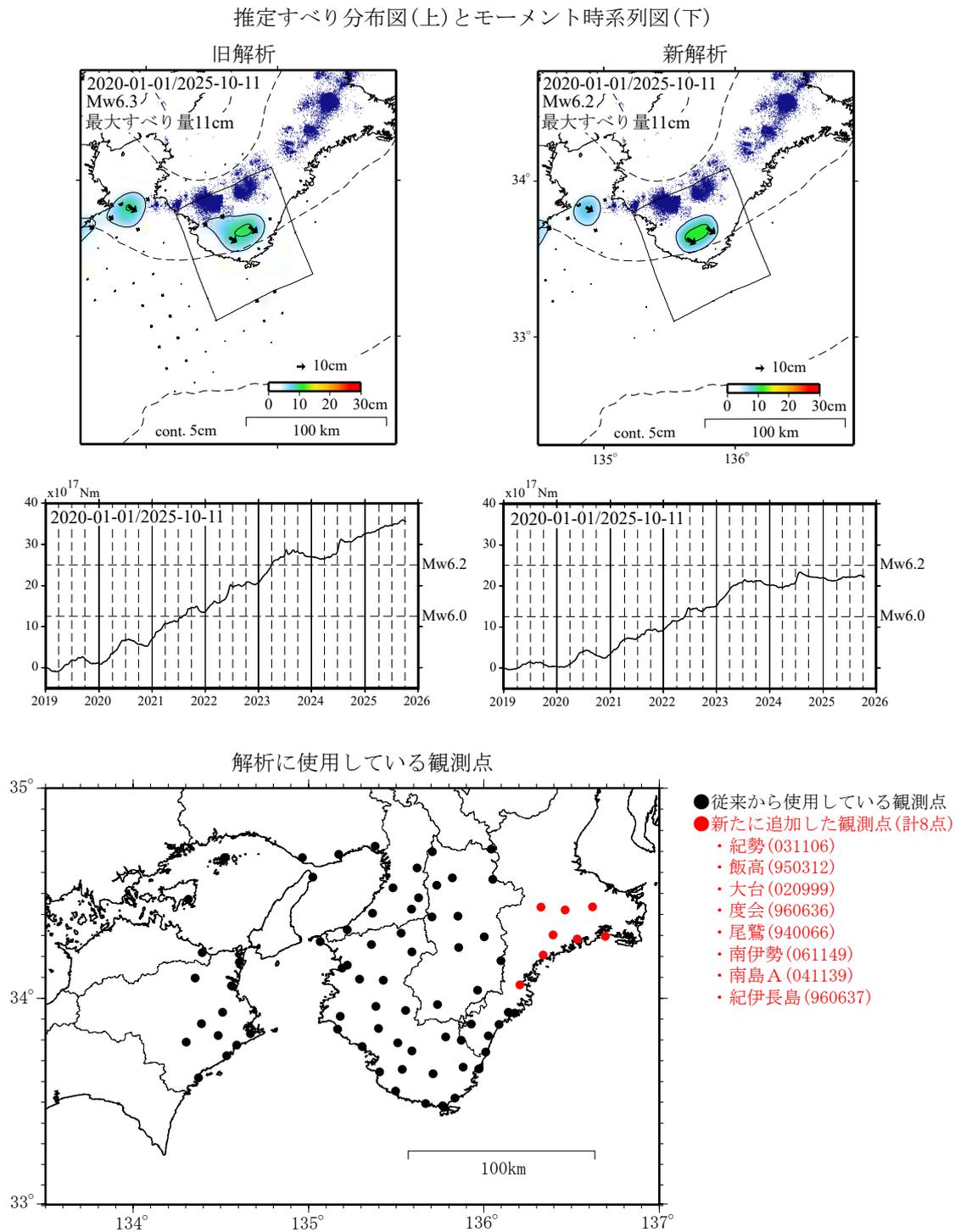
- 四国東部・紀伊半島：2017-01-01/2019-01-01
 - 志摩半島：2020-07-01/2022-07-01
- ※従来の解析では、全領域で同一のデトレンド期間を採用
2017-01-01/2019-01-01

第 8 図 紀伊半島南部の非定常的な地殻変動：新解析に使用している観測点とデトレンド期間

Fig. 8 Transient displacement on the southern part of Kii Peninsula : Observation sites and associated detrending period for the new analysis.

参考資料

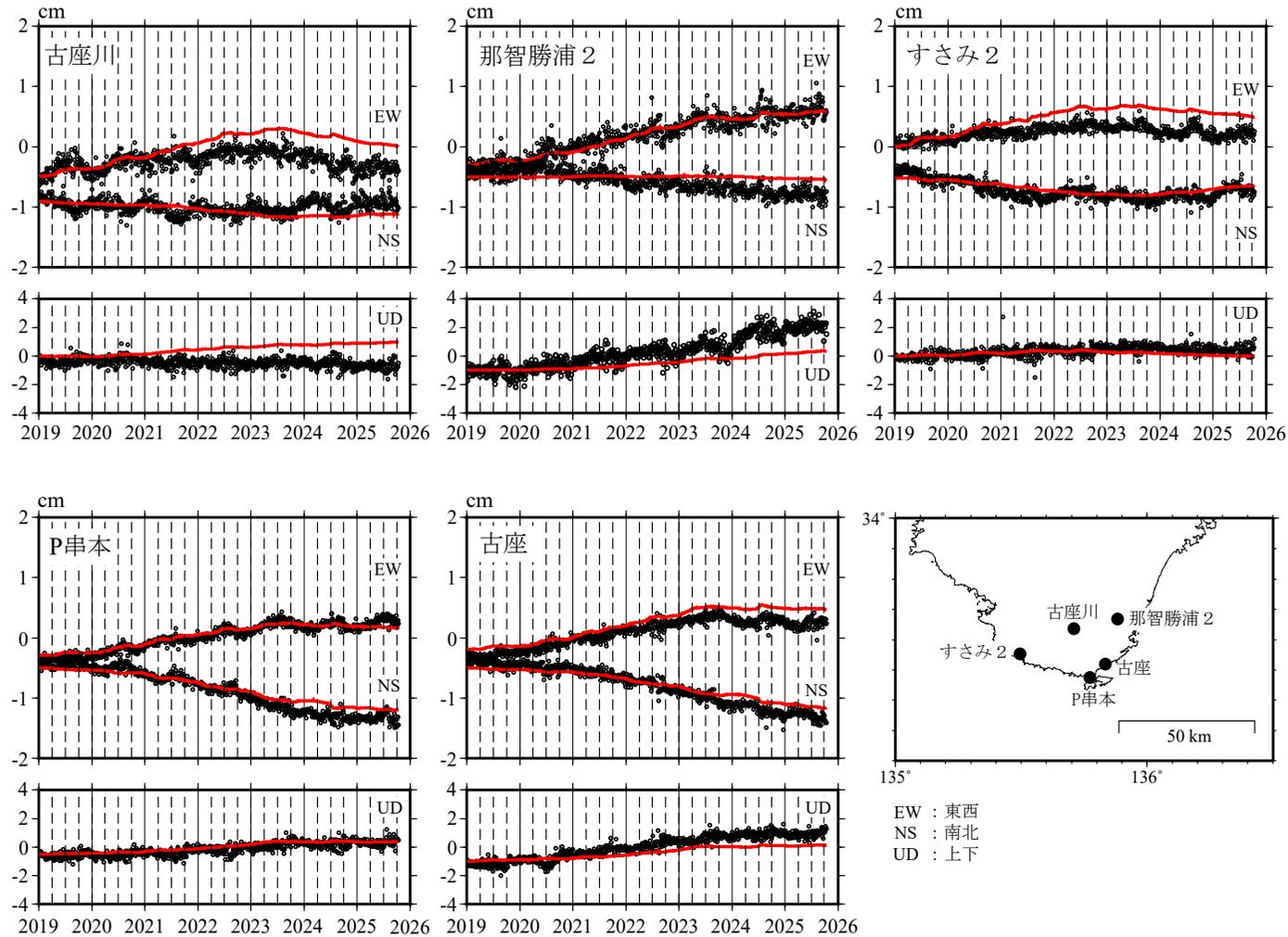
紀伊半島南部で2020年1月頃から見られていた、それまでの傾向とは異なる地殻変動及びそれから推定されるプレート境界深部におけるすべりについて、解析に用いる観測点を追加して再検討を行った結果、2024年秋頃からの停滞後、すべりが見られないことがわかった。



第 9 図 新解析と旧解析の比較：推定すべり分布図（上）とモーメント時系列図（下）

Fig. 9 Comparison between new and previous analyses: Estimated slip distribution (Top) and seismic moment time series (Bottom).

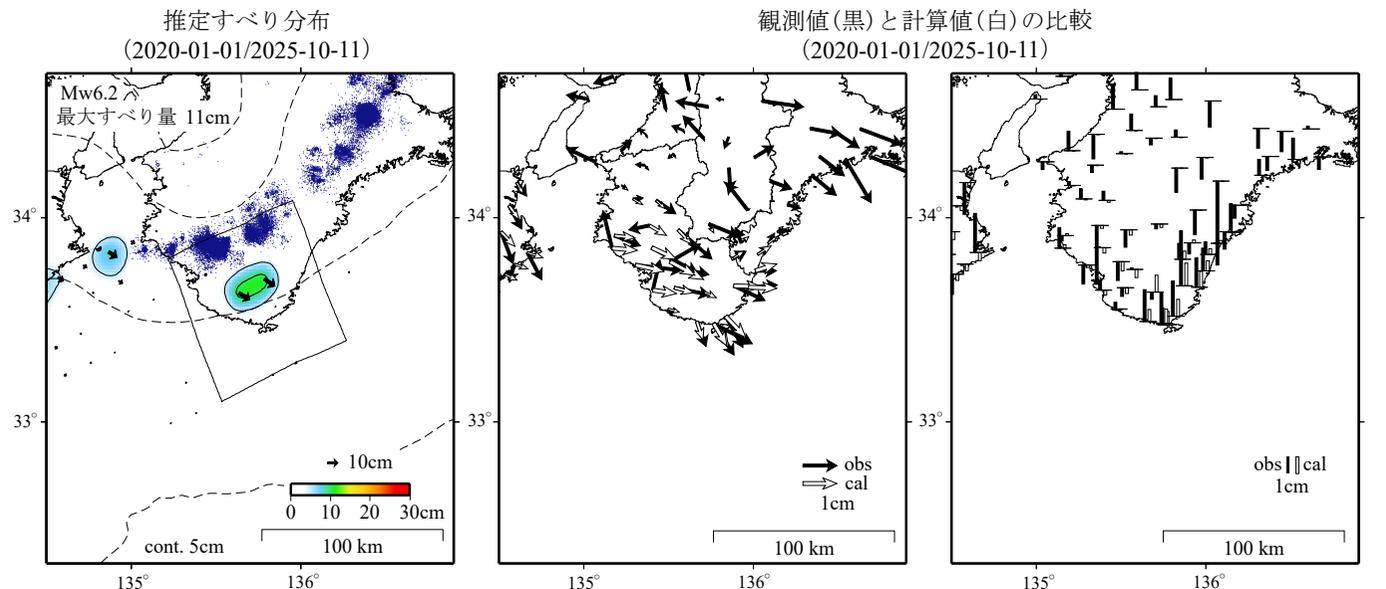
紀伊半島南部の観測点の座標時系列(黒丸)と計算値(赤線)
時間依存のインバージョン



第 10 図 紀伊半島南部の非定常地殻変動時系列：観測値（黒丸）と時間依存インバージョンによる計算値（赤線）

Fig. 10 Observed (black dots) and calculated (red line) time series of transient crustal deformations at the GNSS stations in the southern part of Kii Peninsula.

GNSSデータから推定された紀伊半島南部の長期的ゆっくりすべり(暫定)



Mw及び最大すべり量はプレート面に沿って評価した値を記載している。
すべり量(カラー)及びすべりベクトルは水平面に投影したものを示している。
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で示している。

使用データ：GEONETによる日々の座標値(F5解)
・F5解(2019-01-01/2025-10-11)
・トレンド期間(四国東部・紀伊半島)：2017-01-01/2019-01-01
(志摩半島)：2020-07-01/2022-07-01 (年周・半年周成分は補正していない)

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(Hirose et al., 2008)
すべり方向：プレートの沈み込み方向に拘束
青丸：低周波地震(気象庁一元化震源) (期間：2020-01-01/2025-10-11)
固定局：三隅

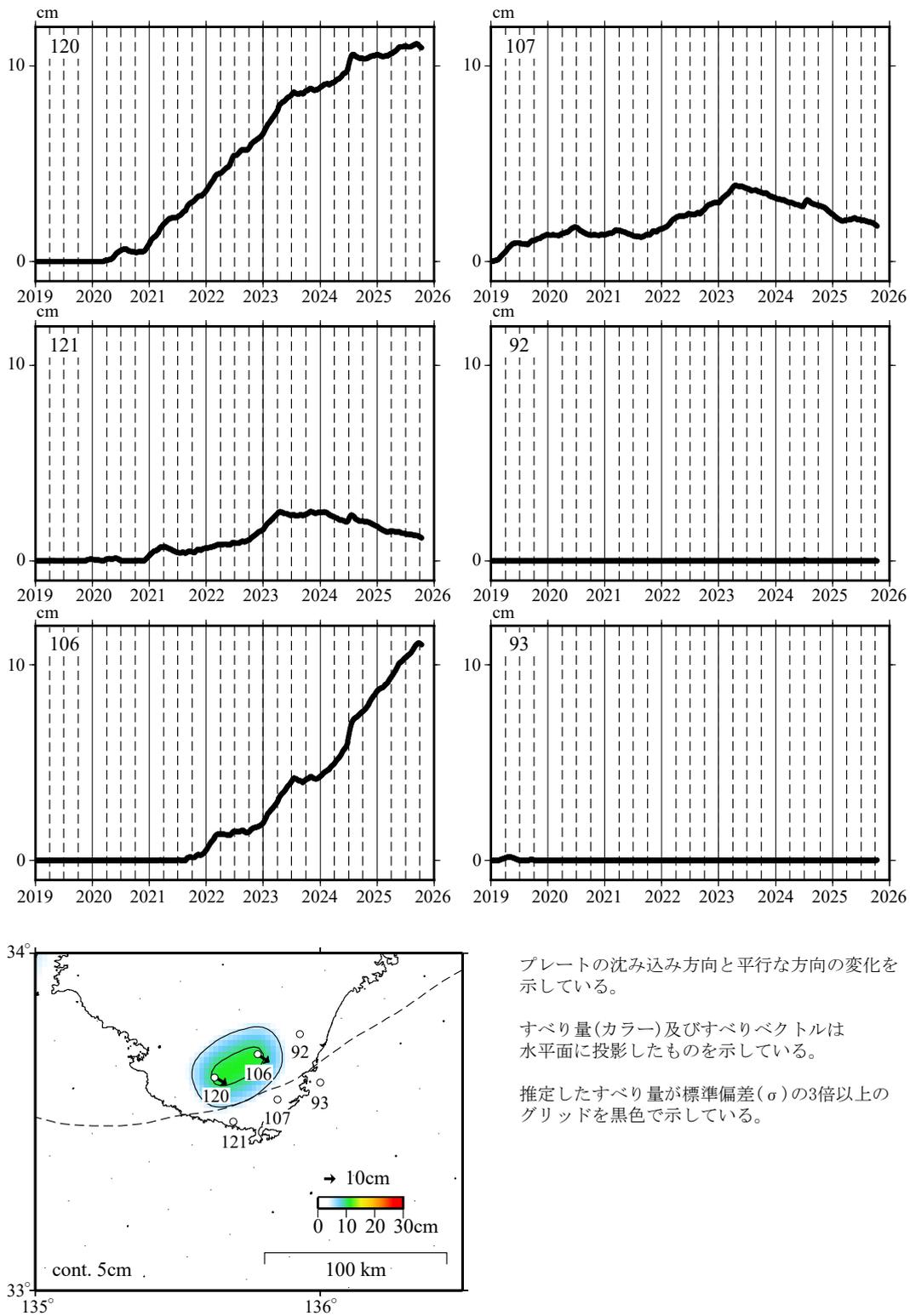
- *モーメント：断層運動のエネルギーの目安となる量。
- *電子基準点の保守等による変動は補正している。
- *気象庁カタログ(2017年以降)の短期的ゆっくりすべりを補正している。
- *共通誤差成分を推定している。
- *平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の粘弾性変形は補正している(Suito, 2017)。
- *種子島の地震(2019-01-08, M6.0)、日向灘の地震(2019-05-10, M6.3; 2022-01-22, M6.6)に伴う地殻変動は補正している。
- *豊後水道の地震(2024-04-17, M6.6)、日向灘の地震(2024-08-08, M7.1; 2025-01-13, M6.6)に伴う地殻変動は補正している。
- *令和6年能登半島地震の粘弾性変形は補正している(Suito, 2025)。
- *令和6年能登半島地震に伴う地殻変動は補正している。



第 11 図 紀伊半島南部において推定される長期的ゆっくりすべり(暫定)

Fig. 11 Estimated slip distribution on the plate interface beneath the southern part of Kii Peninsula (preliminary).

紀伊半島南部の長期的ゆっくりすべり
各グリッドにおけるすべりの時間変化 時間依存のインバージョン



第 12 図 時間依存インバージョンで推定されたプレート間すべりの時間変化
Fig. 12 Time evolution of the estimated slip by the time dependent inversion method.