

5-1 東海地方の地殻変動 Crustal Deformations in the Tokai District

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

[東海地方の非定常水平地殻変動（短期的 SSE）]

第 1 図は、2023 年 3 月下旬～4 月上旬頃に紀伊半島北部から東海で発生した深部低周波地震（微動）に同期して発生した短期的 SSE に関する資料である。

上段は、2023 年 3 月 20 日～4 月 10 日の GNSS データから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結果である。年周・半年周成分を 2017 年 1 月～2023 年 4 月で推定、一次トレンドは 2017 年 1 月 1 日～2018 年 1 月 1 日の期間を定常変動と仮定して推定し、推定された一次トレンド・年周・半年周成分を除去して得られた非定常的な地殻変動を用いた。紀伊半島北部から東海の低周波地震の発生領域ですべりが推定されている。すべり量の最大は約 13mm と推定され、モーメントマグニチュードは 6.1 と求まった。図に示された黒色のグリッドは、推定されたすべり量が標準偏差の 3 倍を超えており、推定すべりが有意と判断されるグリッドである。中段の 2 枚の図は、左が基準期間と比較期間の間のオフセットをランプ関数で推定し、有意と判断された観測点だけを取り出した非定常的な地殻変動、右が推定すべりから計算した地殻変動を示している。伊勢湾の沿岸部を中心に、南東向きに数 mm 程度の変動が見られる。

[GNSS 上下 御前崎]

第 2～5 図は、掛川～御前崎間における電子基準点の GNSS 連続観測による比高変化である。

第 2 図は、電子基準点間の比高変化である。日々の座標値から計算した月平均値をプロットしており、最新のデータは従来の長期的な沈降傾向に沿っている。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。なお、前回まで (5A) において 2009 年 8 月 11 日に発生した駿河湾の地震に伴う御前崎 A 観測点の局所的な地盤変動の影響が含まれていたが、今回、地震前後に電子基準点と周辺の水準点で行われていた水準測量の結果を用いて、電子基準点の局所的な沈降量を推定し、補正を行った。

第 3～4 図は、御前崎地域の GNSS 連続観測による比高変化時系列である。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 図の比高変化グラフは、左列が 1999 年 4 月以降の約 24 年間の長期、右列が最近約 2 年間の短期の時系列グラフである。(5) については、2009 年 8 月 11 日の駿河湾の地震に伴う御前崎 A 観測点の局所的な沈降量を水準測量の結果を用いて補正している。掛川 A 観測点に対して御前崎側の観測点が長期的な沈降の傾向にあることが見てとれる。

第 5 図に、各電子基準点の掛川 A 観測点に対する比高変化について、1 か月ごと及び 10 日ごとの平均値を示している。各図の右に各点の上下変動速度（マイナスは沈降）が記されている。特段の傾向の変化は見られない。

[GNSS 駿河湾]

第 6～7 図は、駿河湾とその周辺の GNSS 連続観測による基線長変化時系列である。第 6 図に基線図と、アンテナ交換等の保守の履歴を示す。

第 7 図の基線長変化グラフは、左列が 2013 年 4 月以降の約 10 年間の長期、右列が最近約 2 年間の短期の時系列グラフである。傾向に特段の変化は見られない。

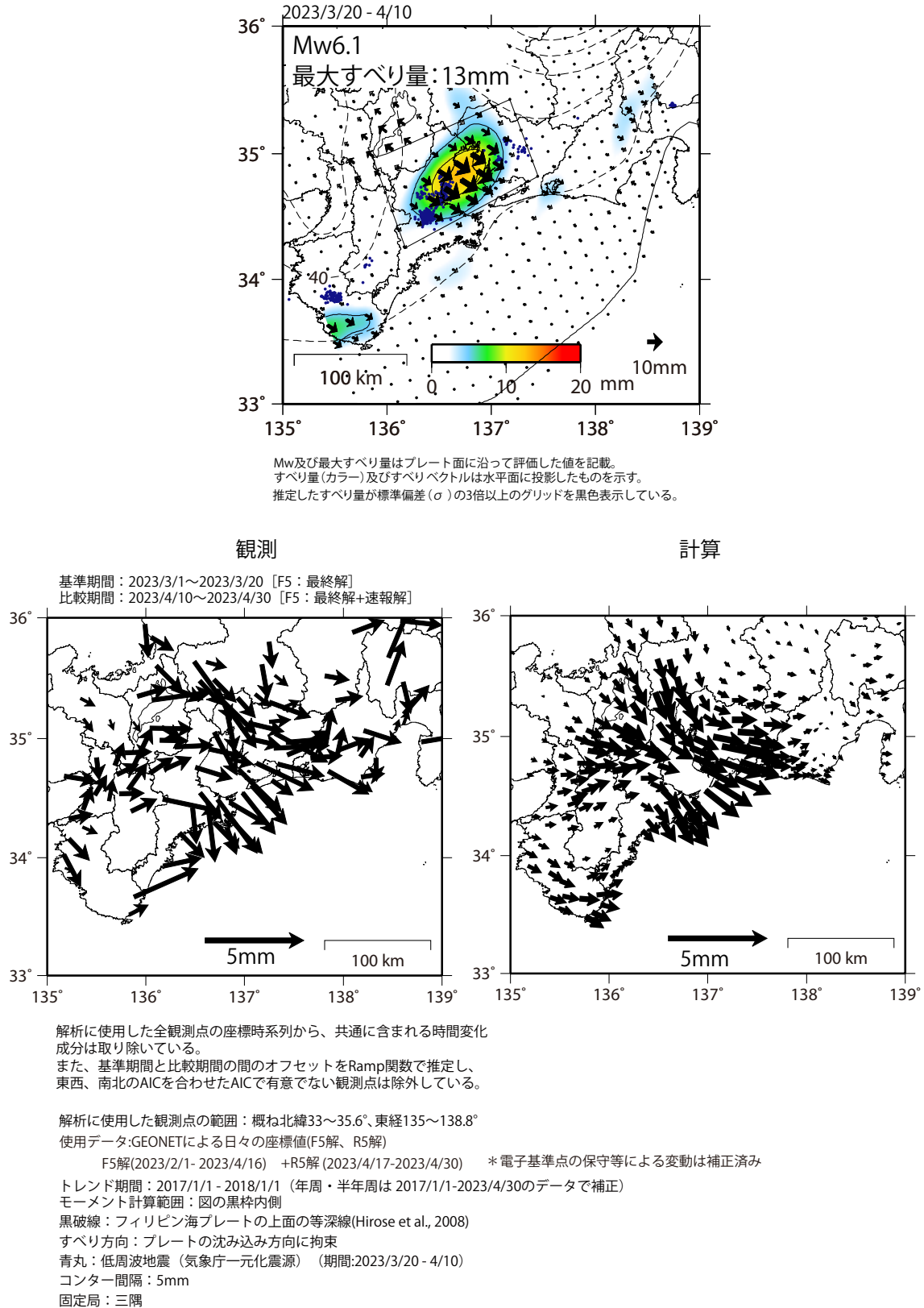
[東海地方の地殻変動]

第 8～10 図は、三隅観測点を固定局として示した、東海地方の地殻変動である。

第 8～9 図は、東北地方太平洋沖地震前の 2008 年 1 月～2011 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た図である。水平成分及び上下成分のそれぞれについて、最近の約 1 年間の図と 3 か月ごとの図を示す。特段の変動は見られない。

第 10 図は、東海地方の GNSS 連続観測点の非定常地殻変動の 3 成分時系列である。東北地方太平洋沖地震の余効変動の影響は小さくなってきている。(7) の榛原観測点で 2016 年 6 月頃から上下成分に変化が見られていたが、2017 年 2 月 4 日に周辺樹木の伐採を行った後は元に戻っている。

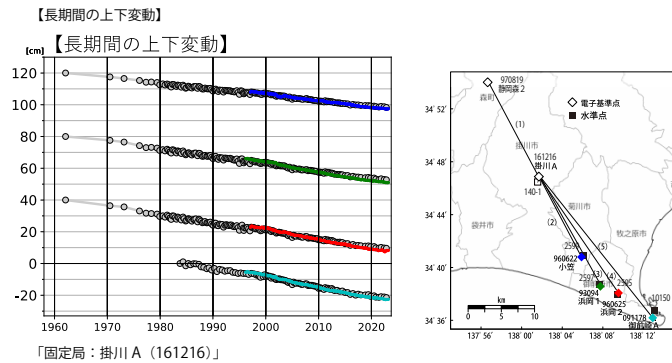
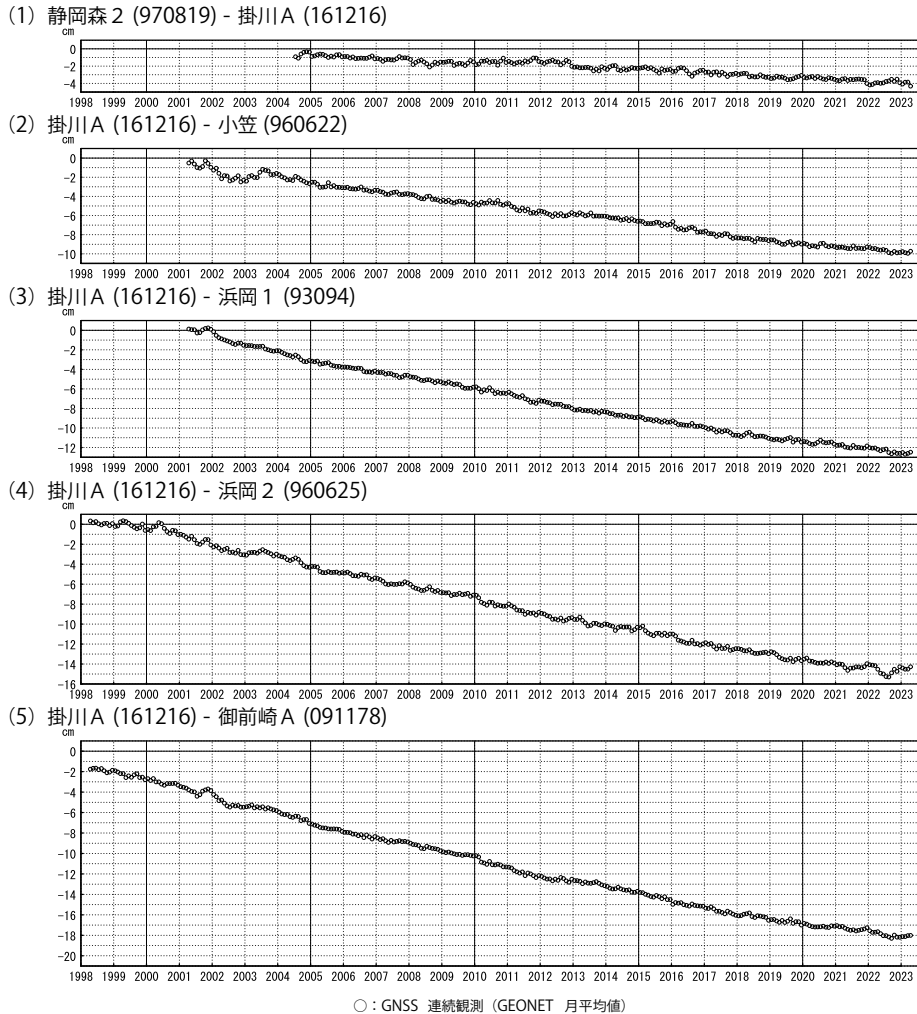
GNSSデータから推定された
東海地方の深部低周波地震(微動)と同期したスロースリップ(暫定)



第 1 図 東海地方の深部低周波微動と同期したスロースリップ(暫定)
Fig. 1 Estimated slip distribution on the plate interface beneath the Tokai region (preliminary results).

御前崎 電子基準点の上下変動

御前崎周辺の長期的な沈降傾向に変化は見られない。

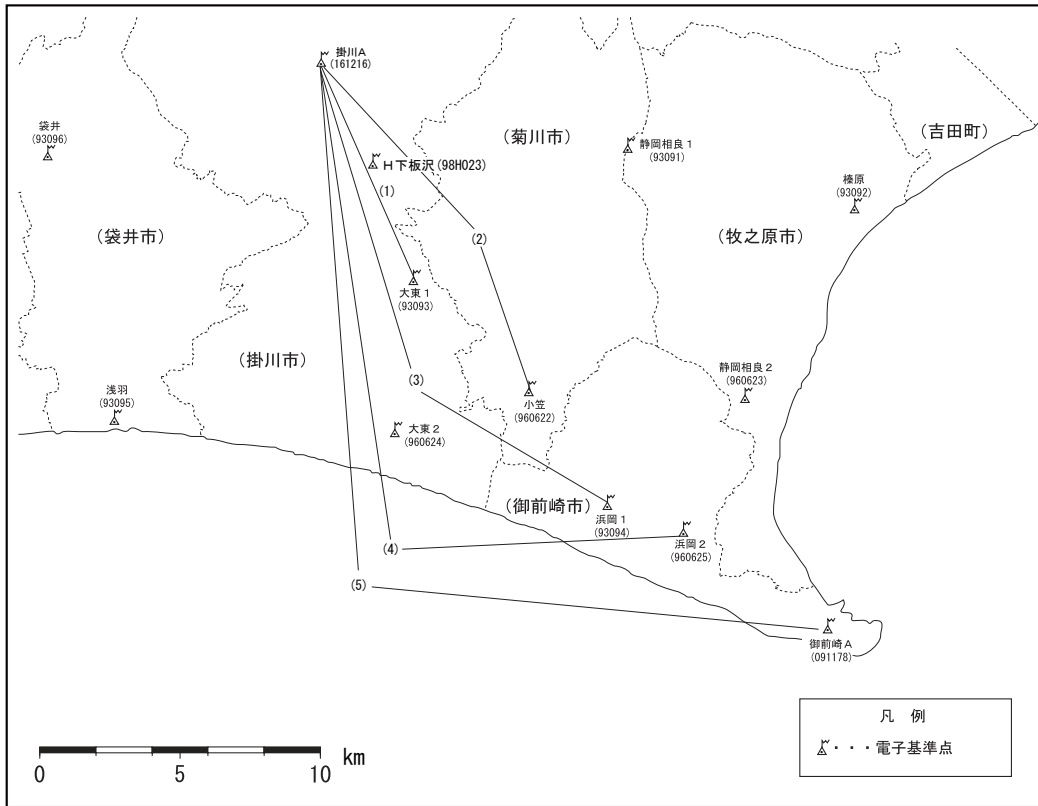


- ・ GNSS 連続観測のプロット点は、GEONET による日々の座標値 (F5：最終解) から計算した値の月平均値。最新のプロット点は 4/1~4/8 の平均。
- ・ 各プロットの色は配色図の電子基準点の色と対応する。
- ・ 灰色のプロットは電子基準点の最寄りの水準点「2599」「2597」「2595」「10150」の水準測量結果を示している (固定：140-1)。
- ※ 1 2009 年 8 月 11 日の駿河湾の地震に伴う電子基準点「御前崎」の局所的な変動について、地震前後の水準測量で得られた「御前崎」周辺の水準点との比高の差を用いて補正を行った。
- ※ 2 2010 年 3 月 24 日に電子基準点「御前崎」を「御前崎 A」に移転。
- ※ 3 2017 年 1 月 26 日に電子基準点「掛川」を「掛川 A」に移転。

第 2 図 御前崎 電子基準点の上下変動
 Fig. 2 Vertical displacements of GEONET stations in the Omaezaki region.

御前崎 G N S S 連続観測時系列 (1)

配点図 (基線図)



各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容		
161216	掛川A	2003-02-12	レドーム設置		
		2003-05-12	アンテナ交換、受信機交換		
		2008-07-25	受信機交換		
		2010-02-24	レドーム開閉、受信機交換		
		2010-10-08	周辺伐採		
		2010-11-12	周辺伐採		
		2012-11-20	アンテナ交換		
		2017-01-25	移転(掛川→掛川A)		
		2021-11-13	受信機交換		
		2023-02-26	アンテナ更新		
		93093	大東1	2003-02-10	レドーム設置
2003-03-04	アンテナ交換、受信機交換				
2006-06-19	周辺伐採				
2010-02-24	レドーム開閉、受信機交換				
2010-10-12	周辺伐採				
2012-11-20	アンテナ交換				
2017-11-09	受信機交換				
2003-05-27	アンテナ交換				
960622	小笠	2010-02-23	レドーム開閉、受信機交換		
		2012-11-28	アンテナ交換		
		2017-11-08	受信機交換		
		93094	浜岡1	2003-02-10	レドーム設置
		2003-05-16		アンテナ交換、受信機交換	
2010-02-23	レドーム開閉、受信機交換				
2012-11-22	アンテナ交換				
2012-12-21	周辺伐採				
960625	浜岡2	2017-11-08	受信機交換		
		2001-03-15	受信機交換		
		2003-06-19	アンテナ交換		
		2008-01-29	レドーム開閉、受信機交換		
		2012-11-28	アンテナ交換、受信機交換		
		2014-08-11	周辺伐採		
		2016-05-20	アンテナ交換		
		2019-11-19	受信機交換		
		2022-02-07	周辺伐採		
		2023-03-03	周辺伐採		
091178	御前崎A	2003-02-11	レドーム設置		
		2003-02-28	アンテナ交換		
		2010-03-17	移転(御前崎→御前崎A)		
		2012-11-28	アンテナ交換、受信機交換		
		2019-10-09	受信機交換		
		2020-12-16	受信機交換		

第 3 図 御前崎における GNSS 連続観測結果 (観測点配置図・保守状況)

Fig. 3 Time series of continuous GNSS measurements in the Omaezaki region (site location map and history of the site maintenance).

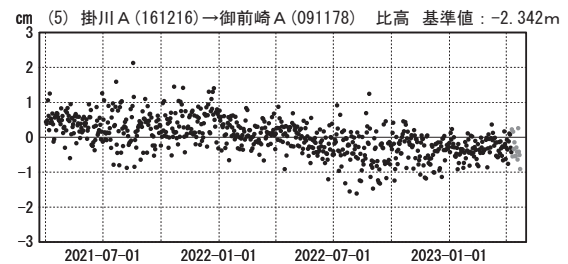
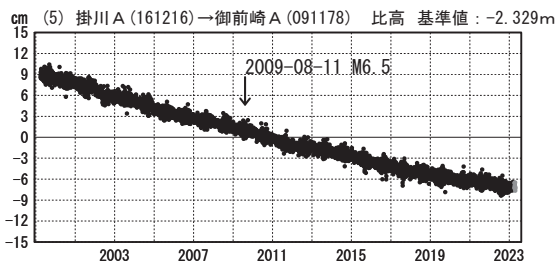
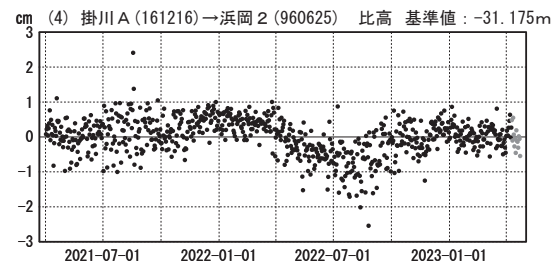
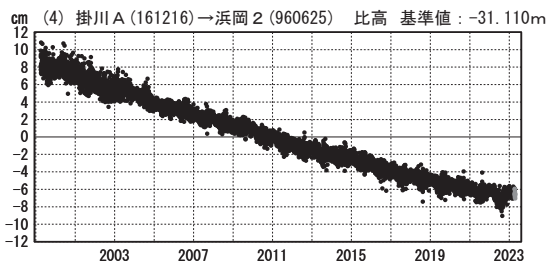
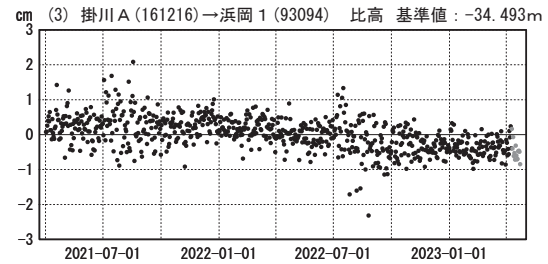
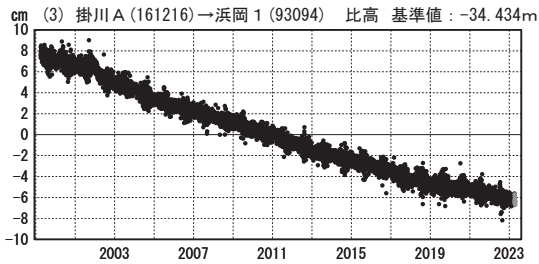
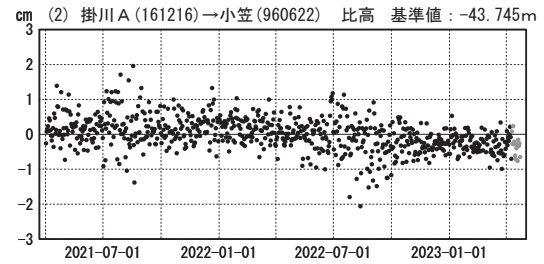
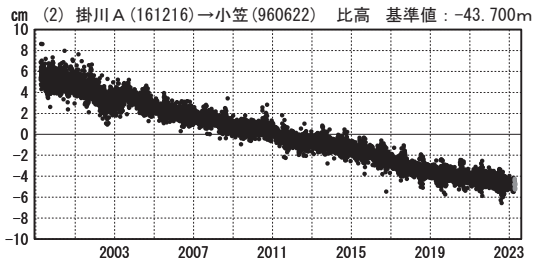
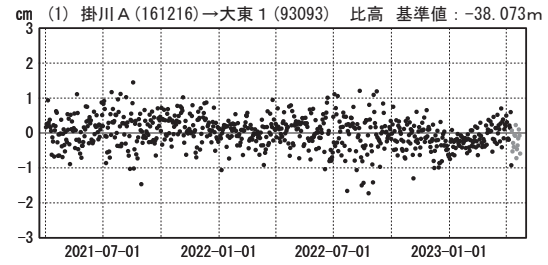
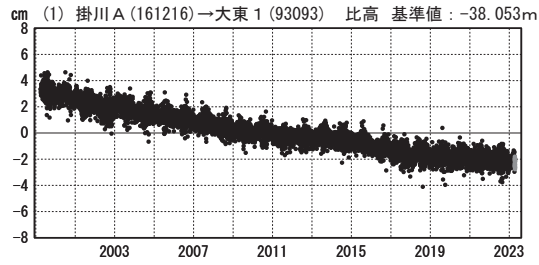
御前崎 GNSS 連続観測時系列 (2)

比高変化グラフ (長期)

比高変化グラフ (短期)

期間: 1999-04-01~2023-04-22 JST

期間: 2021-04-01~2023-04-22 JST

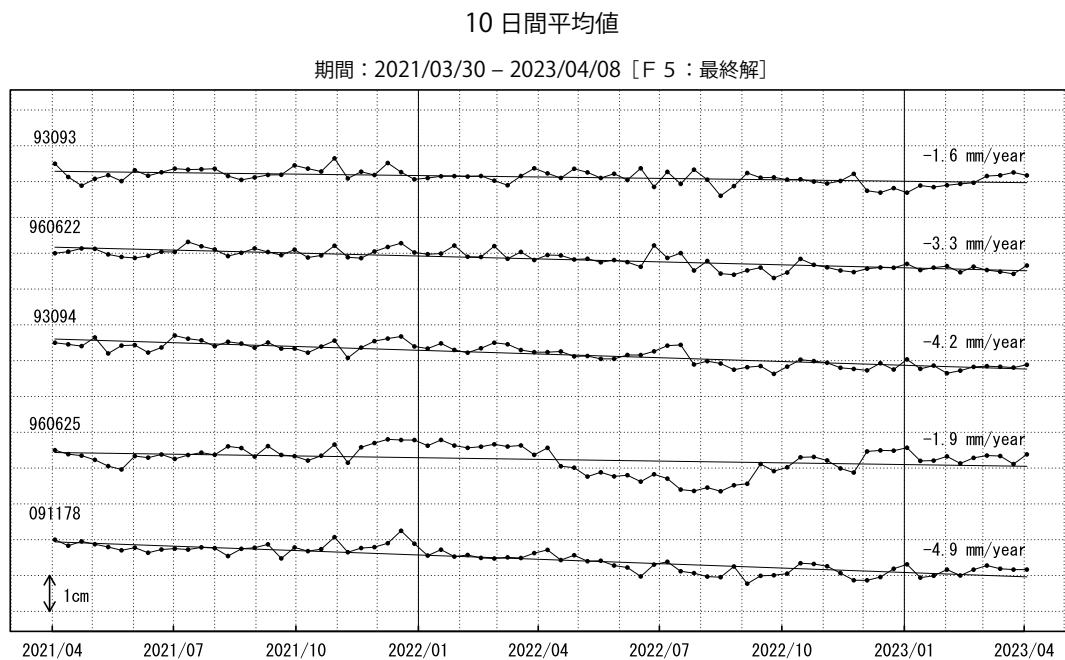
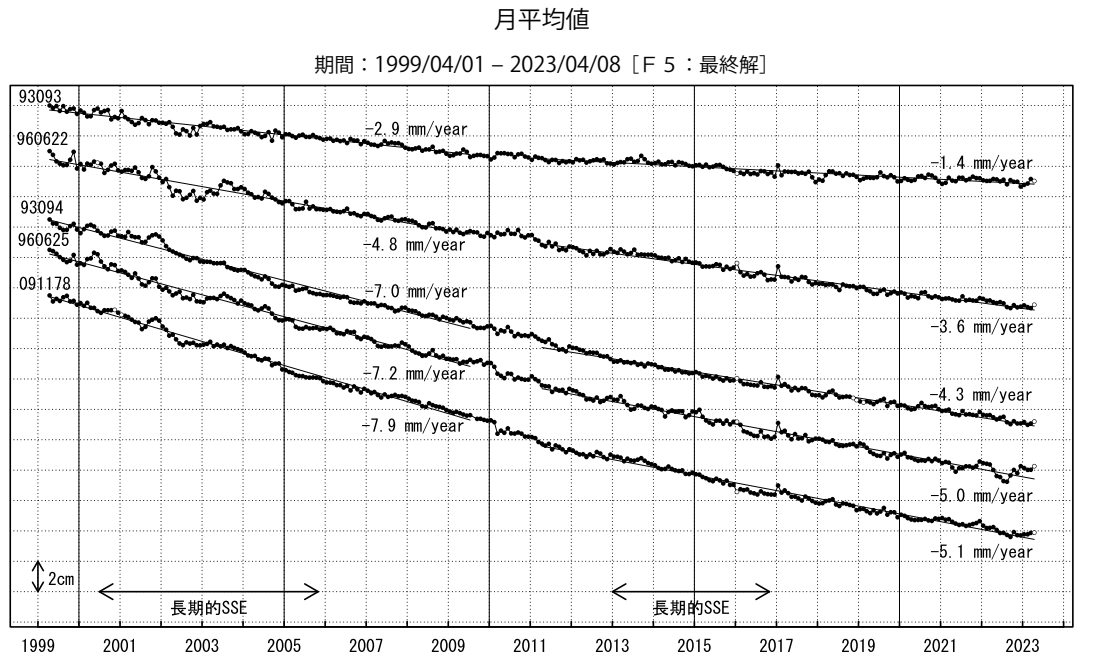


●--- [F5:最終解] ●--- [R5:速報解]

第 4 図 御前崎地域の GNSS 連続観測結果 (比高)

Fig. 4 Results of continuous GNSS measurements in the Omaezaki region (relative height).

電子基準点による比高変化 月平均値・10 日間平均値 F5 解版



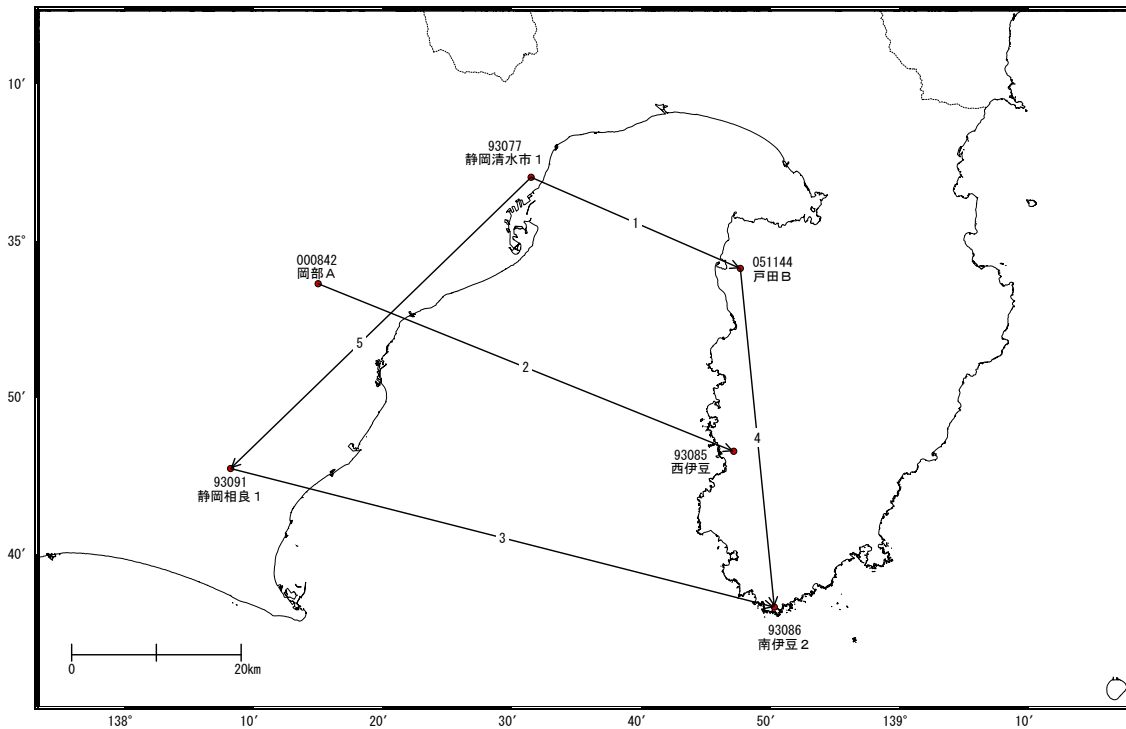
- ・プロット位置は平均を求めた期間の中央。
- ・最新のプロット点は月平均値は 04/01~04/08、10 日間平均値は 03/30~04/08 の平均。
- ・平均に用いたデータ数が少ない場合（月平均：25 未満、10 日間平均：8 未満）は白抜き。
- ・月平均値の回帰モデルは、2009 年 8 月 11 日に発生した駿河湾の地震前、および、2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震後の各期間について作成。
- ・2009 年 8 月 11 日の駿河湾の地震に伴う電子基準点「御前崎」の局所的な変動について、地震前後の水準測量で得られた「御前崎」周辺の水準点との比高の差を用いて補正を行った。

第 5 図 電子基準点 比高観測 GNSS 観測結果（1 か月間及び 10 日間移動平均・時系列）

Fig. 5 Results of vertical GNSS measurements in the Omaezaki region (Time series of 1 month and 10 days running mean).

駿河湾周辺 GNSS 連続観測時系列 (1)

基線図



各観測局情報

点番号	点名	日付	保守内容
93077	静岡清水市 1	2012-12-10	アンテナ更新・受信機交換
		2015-10-10	アンテナ交換
		2020-12-15	受信機交換
		2022-04-25	受信機交換
		2022-04-28	受信機交換
		2023-01-25	アンテナ更新
051144	戸田 B	2012-10-12	アンテナ更新
		2016-11-05	周辺伐採
		2016-11-21	受信機交換
000842	岡部 A	2012-11-21	アンテナ更新
		2016-11-22	受信機交換
93085	西伊豆	2012-12-03	アンテナ更新・受信機交換
		2021-11-14	受信機交換
93091	静岡相良 1	2012-11-22	アンテナ更新・受信機交換
		2019-11-19	受信機交換
		2023-03-07	周辺伐採
93086	南伊豆 2	2012-12-03	アンテナ更新・受信機交換
		2019-11-22	受信機交換

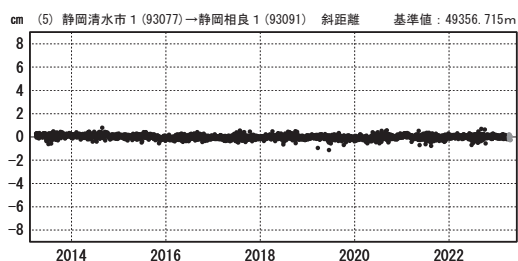
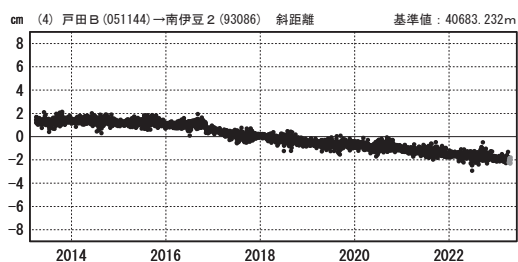
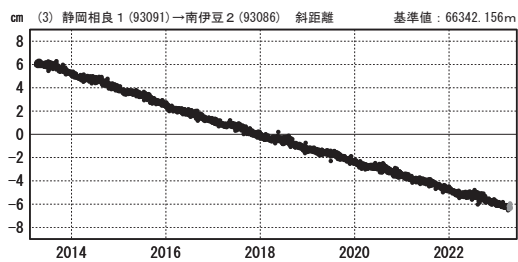
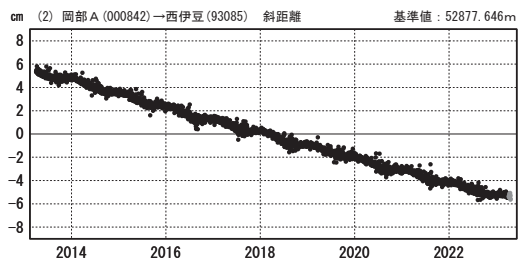
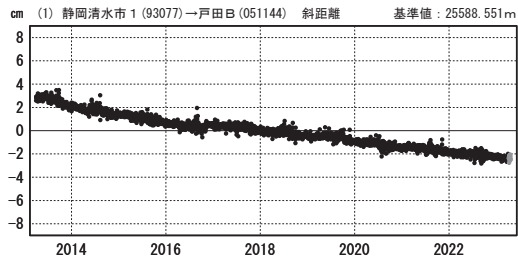
第 6 図 駿河湾周辺 GNSS 連続観測点観測結果 (基線図及び保守状況)

Fig. 6 Results of continuous GNSS measurements around the Suruga Bay (Baseline map and history of the site maintenance).

駿河湾周辺 GNSS 連続観測時系列 (2)

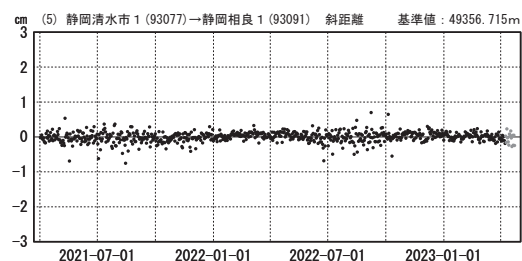
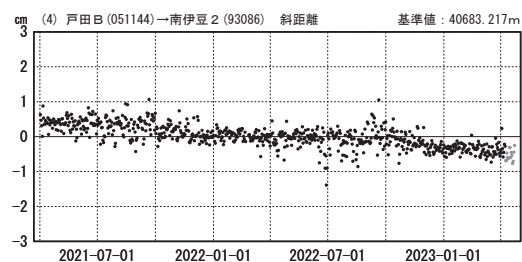
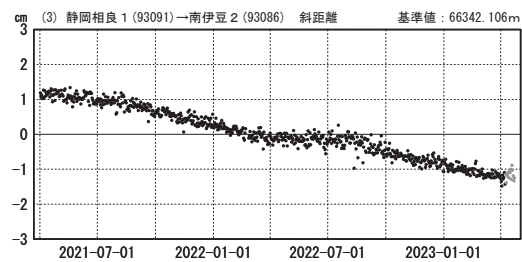
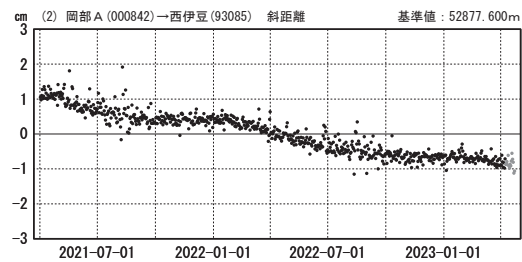
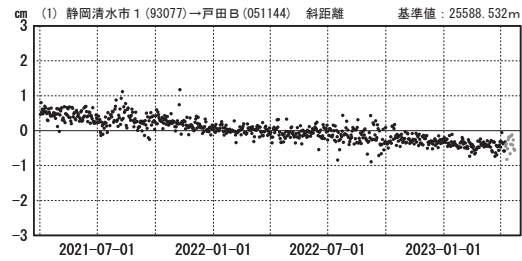
基線変化グラフ (長期)

期間: 2013-04-01~2023-04-22 JST



基線変化グラフ (短期)

期間: 2021-04-01~2023-04-22 JST

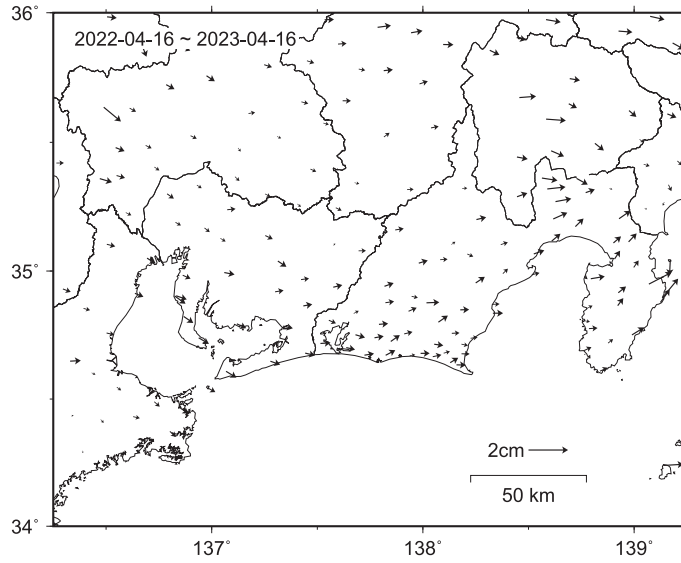


●---[F5:最終解] ●---[R5:速報解]

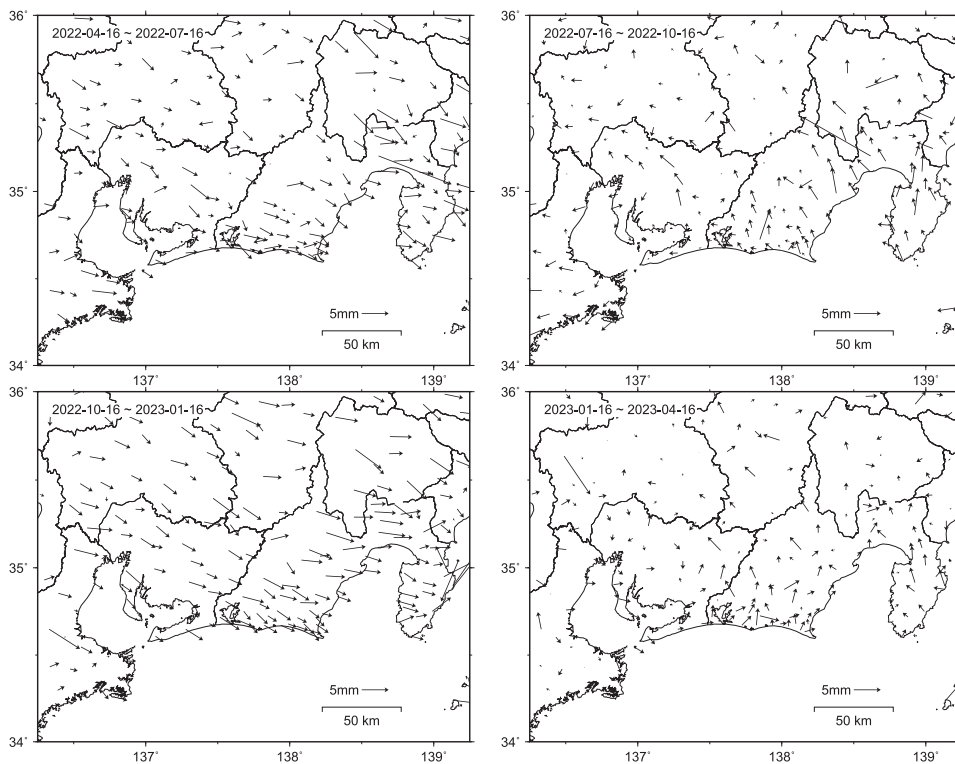
第 7 図 駿河湾周辺 GNSS 連続観測点観測結果 (斜距離)

Fig. 7 Results of continuous GNSS measurements around the Suruga Bay (baseline length).

東海地方の非定常水平地殻変動【固定局：三隅】
 (2022 年 04 月～2023 年 04 月)
 【最近 1 年間】



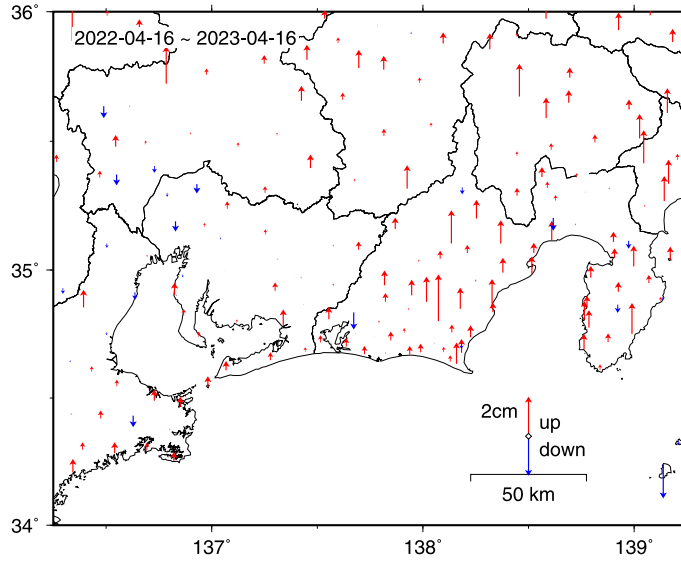
【最近 1 年間 3 か月ごと】



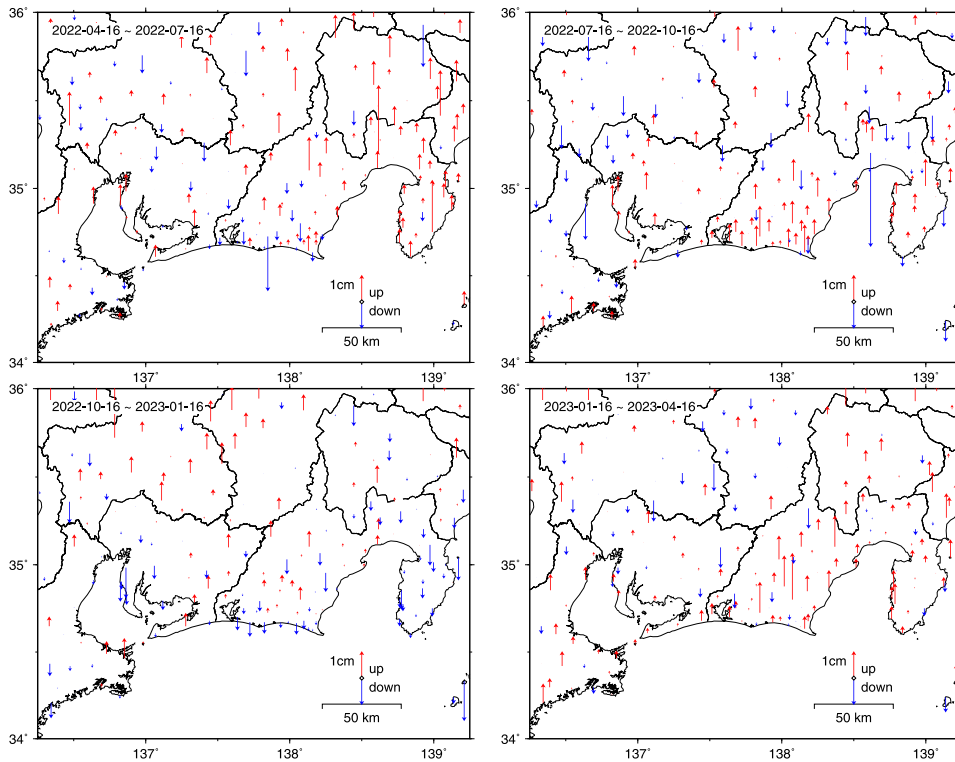
・ GEONET による日々の座標値 (F5 解、R5 解) を使用している。
 ・ 非定常地殻変動時系列のうち、各日付 ± 6 日の計 13 日間の変動量の中央値をとり、その差から 1 年間と 3 か月間の変動量を表示している。
 ※非定常地殻変動時系列：
 2008 年 1 月から 2011 年 1 月のデータから平均変動速度、年周/半年周成分を推定して、元の時系列データから除去した時系列。

第 8 図 GNSS 観測による東海地方の最近 1 年間と 3 か月ごとの非定常地殻変動 (水平変動)
 Fig. 8 Transient horizontal deformation of recent 1 year and every 3 months in the Tokai region.

東海地方の非定常上下地殻変動【固定局：三隅】
 (2022 年 04 月～2023 年 04 月)
 【最近 1 年間】



【最近 1 年間 3 か月ごと】

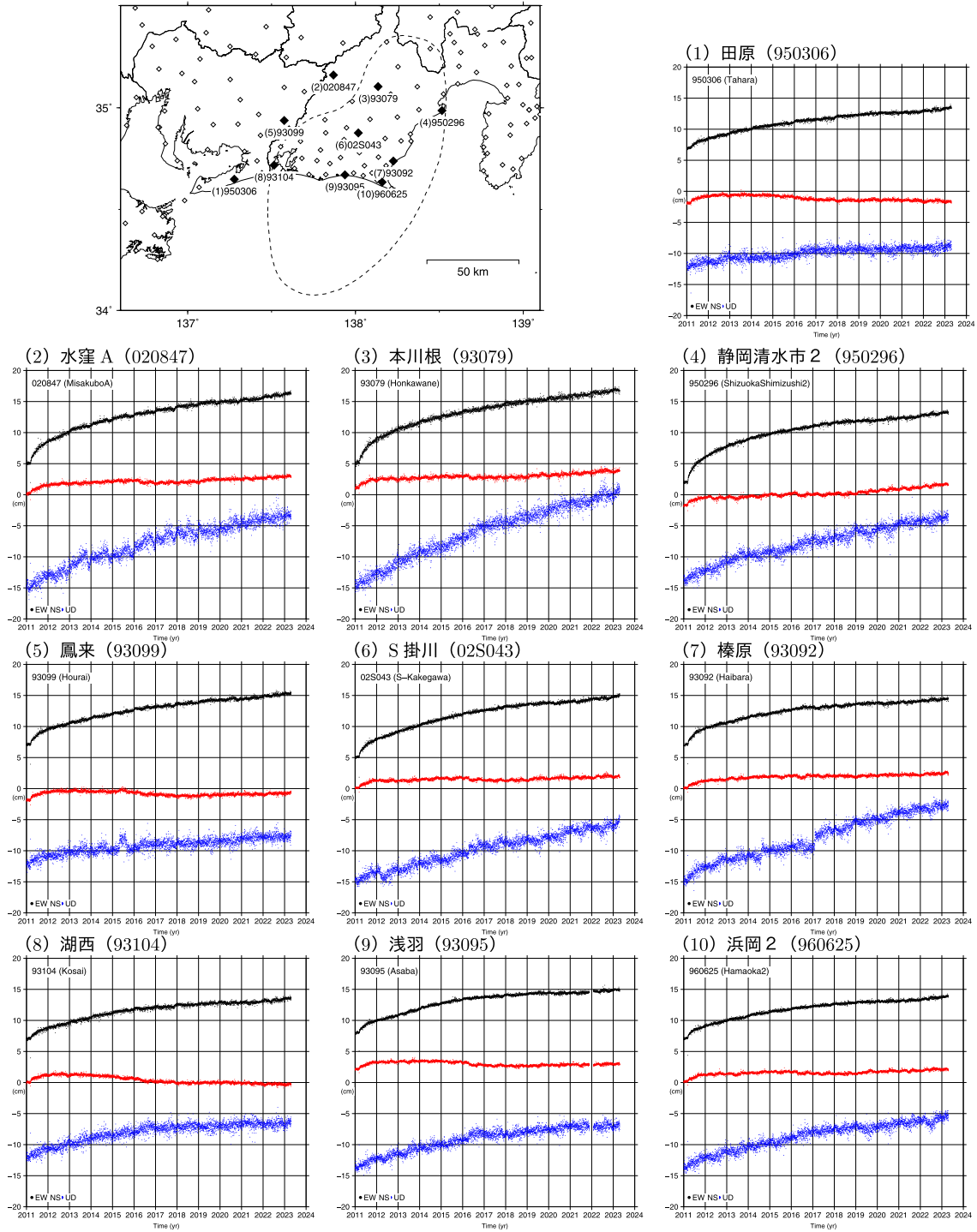


・ GEONET による日々の座標値 (F5 解、R5 解) を使用している。
 ・ 非定常地殻変動時系列のうち、各日付 ± 6 日の計 13 日間の変動量の中央値をとり、その差から 1 年間と 3 か月間の変動量を表示している。
 ※非定常地殻変動時系列：
 2008 年 1 月から 2011 年 1 月のデータから平均変動速度、年周/半年周成分を推定して、元の時系列データから除去した時系列。

第 9 図 GNSS 観測による東海地方の最近 1 年間と 3 か月ごとの非定常地殻変動 (上下変動)
 Fig. 9 Transient vertical deformation of recent 1 year and every 3 months in the Tokai region.

東海地方の非定常地殻変動時系列【固定局：三隅】

速報解含む 2011-01-01 ~ 2023-04-22



- GEONET による日々の座標値 (F5 解、R5 解) を使用している。
- 2008 年 1 月 1 日～2011 年 1 月 1 日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ている。
- 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震による地殻変動の影響は取り除いている。
- 平成 28 年 (2016 年) 熊本地震による固定局三隅の地殻変動は補正している。

第 10 図 東海地方の非定常地殻変動時系列

Fig. 10 Time series of transient deformation at selected stations in the Tokai region.