

8-2 近畿地方の地殻変動

Crustal Movements 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について、水準測量の結果とGNSS連続観測結果とを比較したものである。両者はほぼ同様の傾向を示しており、最新のデータは潮岬周辺が沈降する長期的な傾向に沿っている。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連続観測の最近の結果も整合している。

[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、九州東部にかけた太平洋沿岸の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1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、熊本地震の地震時の地殻変動を補正している。2011年3月11日の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。また、四国西部から九州東部にかけた(10)～(12)では東西成分で2016年4月の熊本地震による変動とその後の余効変動が見られる。その他、(4)、(5)では、2015年～2016年初頭にかけて、紀伊水道SSEに伴う東南東への変動が見られる。また(9)～(12)では、2010年～2011年初頭に南東への変動及び隆起が顕著である。なお、(9)～(11)では、2014年半ば及び2015年半ば～2016年にも微小ながら南東への変動と隆起が見られ、この時期に豊後水道周辺で発生した小規模な長期的SSEに伴う変動を示している。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。

[南海トラフ沿いの地殻変動]

第7～13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。

第7図上段は最近の1年間の水平変動である。図中に示した日付から1週間分の平均値を用いて変動量を求めている。東海・紀伊半島・四国・九州の太平洋側ではフィリピン海プレートの沈み込みに伴う北西方向の地殻変動が見られる。比較のために、1年前の1年間の水平変動を下段に示している。最近の地殻変動は1年前とほぼ同様であり、特段の変化は見られない。

第8図は、上下成分について同様の比較を示すものである。水平よりもばらつきが大きい。御前崎、潮岬、室戸岬のそれぞれの周辺で沈降が見られる。最近の地殻変動は1年前とほぼ同様であり、特段の変化は見られない。

第9～10図は、最近の3ヶ月間の水平変動と上下変動について、1年前の同期間の変動と比較したものである。1年間の図と比べるとばらつきが大きい。全体的な特徴は同様である。

第11図は、地震や長期的SSE等の影響が少なかった2006年1月～2009年1月の3年間の水平変動速度及び上下変動速度を示したものである。東海・紀伊半島・四国・九州の太平洋側ではフィリピン海プレートの沈み込みに伴う北西方向の地殻変動が顕著で、御前崎、潮岬、室戸岬周

辺で沈降，その内陸側で隆起の傾向が見られる。

第12～13図は，第11図に示した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た図である。水平成分及び上下成分のそれぞれについて，第12図に最近の約1年間，第13図に最近の3ヶ月間の図を示す。1年間の水平変動では，中部地方で東北地方太平洋沖地震の余効変動である東向きの変動，四国西部及び九州では熊本地震の余効変動が見られる。それら以外には，特段の変動は見られない。

[水準測量]

第14図は，奈良県十津川村から和歌山県新宮市に至る路線の水準測量結果である。十津川村側に対する新宮市側の沈降が見られる。

第15図は，和歌山県新宮市から大紀町に至る路線の水準測量結果である。大紀町に対する新宮市側の沈降が見られる。

[紀伊半島東岸の非定常地殻変動]

第16～20図は，紀伊半島東岸で見られる非定常的な地殻変動に関する資料である。

第16図は，紀伊半島東岸の観測点について，島根県の三隅観測点を固定局とした3成分時系列グラフである。紀伊長島(960367)観測点から三重熊野(950315)観測点の間に位置する観測点で，2016年4月1日の三重県南東沖の地震の前後で南北成分の傾向にわずかな変化が見られる。

第17図は，第16図に示した観測点について，2013年1月～2014年1月の期間の変動を定常変動と仮定し，その1次トレンド及び年周・半年周成分を除去して得られた非定常地殻変動の3成分時系列である。紀伊長島(960367)観測点から三重熊野(950315)観測点の間に位置する観測点では，三重県南東沖の地震の前後から南向きの変動が見られ，2017年半ば頃からは鈍化しているように見える。第17図左下に，2016年1月～2017年10月のデータをカルマンフィルタで平滑化して得た非定常水平地殻変動ベクトル図を示す。紀伊半島東岸から潮岬周辺にかけて南～南東方向の変動が見られる。

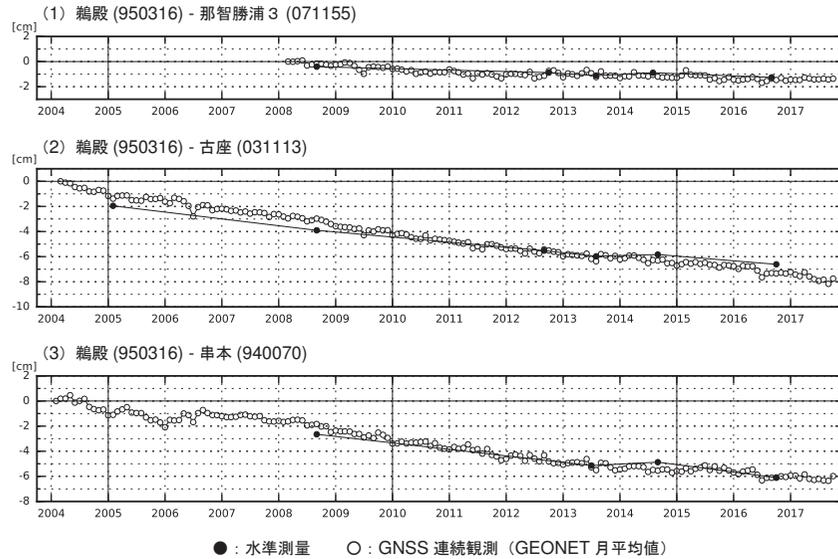
第18図は，非定常地殻変動から時間依存インバージョンにより推定されたプレート境界面上の滑り分布である。時間依存インバージョンには，第17図のデータを3日平均したものをを用いた。2014年頃から紀伊水道において長期的SSEが始まり，2016年まで継続しているが，紀伊半島東岸でも2015年頃から滑りが推定され，2017年まで継続している。紀伊半島東岸で推定された滑り域は，赤星で示した2016年4月1日の地震(M6.5)の震源よりも北側に位置している。

第19図は，観測値と計算値の比較である。示した観測値はインバージョンに用いた3日平均値である。観測値は良く説明できていることが分かる。

第20図は，推定された滑りの時間変化グラフである。紀伊水道では，2014年半ば頃から南東方向の滑りが開始し，2016年まで継続している。紀伊半島東岸の滑りは紀伊水道SSEとは同期せず，2015年半ば頃から東向きの滑りが見られ，2016年4月から南向きの滑りが開始したように見える。

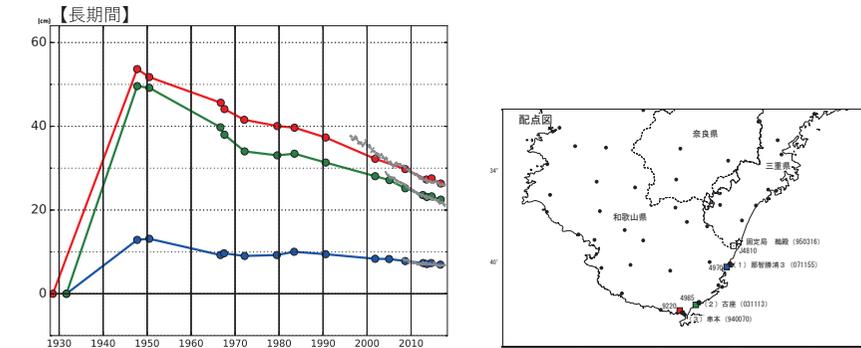
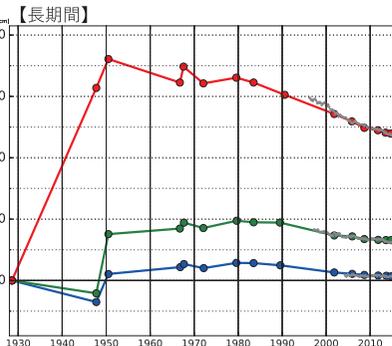
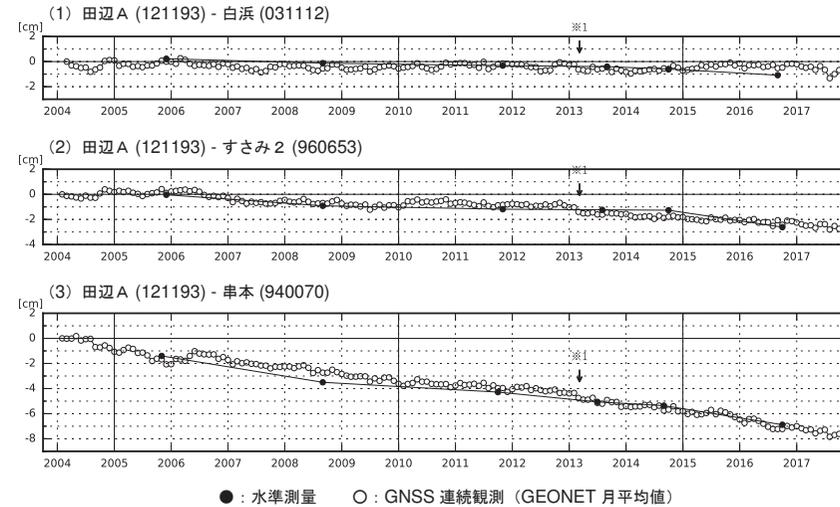
紀伊半島 電子基準点の上下変動 (1)

潮岬周辺の長期的な沈降傾向に変化は見られない。



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 連続観測のプロット点は、GEONET による日々の座標値 (F3: 最終解) から計算した値の月平均値。最新のプロット点は 10/1~10/28 の平均。
- 水準測量による結果については、最寄りの一等水準点の結果を表示しており、GNSS 連続観測の全期間との差が最小となるように描画している。
- 長期間の変動グラフにおける、各プロットの色は配点図の水準点の色と対応する。また●は GEONET 月平均値を示す。

- GNSS 連続観測のプロット点は、GEONET による日々の座標値 (F3: 最終解) から計算した値の月平均値。最新のプロット点は 10/1~10/28 の平均。
- 水準測量による結果については、最寄りの一等水準点の結果を表示しており、GNSS 連続観測の全期間との差が最小となるように描画している。
- 長期間の変動グラフにおける、各プロットの色は配点図の水準点の色と対応する。また●は GEONET 月平均値を示す。

※1 2013年3月8日以降は、電子基準点「田辺」は移転し、電子基準点「田辺A」とした。

第1図 紀伊半島 電子基準点の上下変動 (水準測量とGNSS) (1)

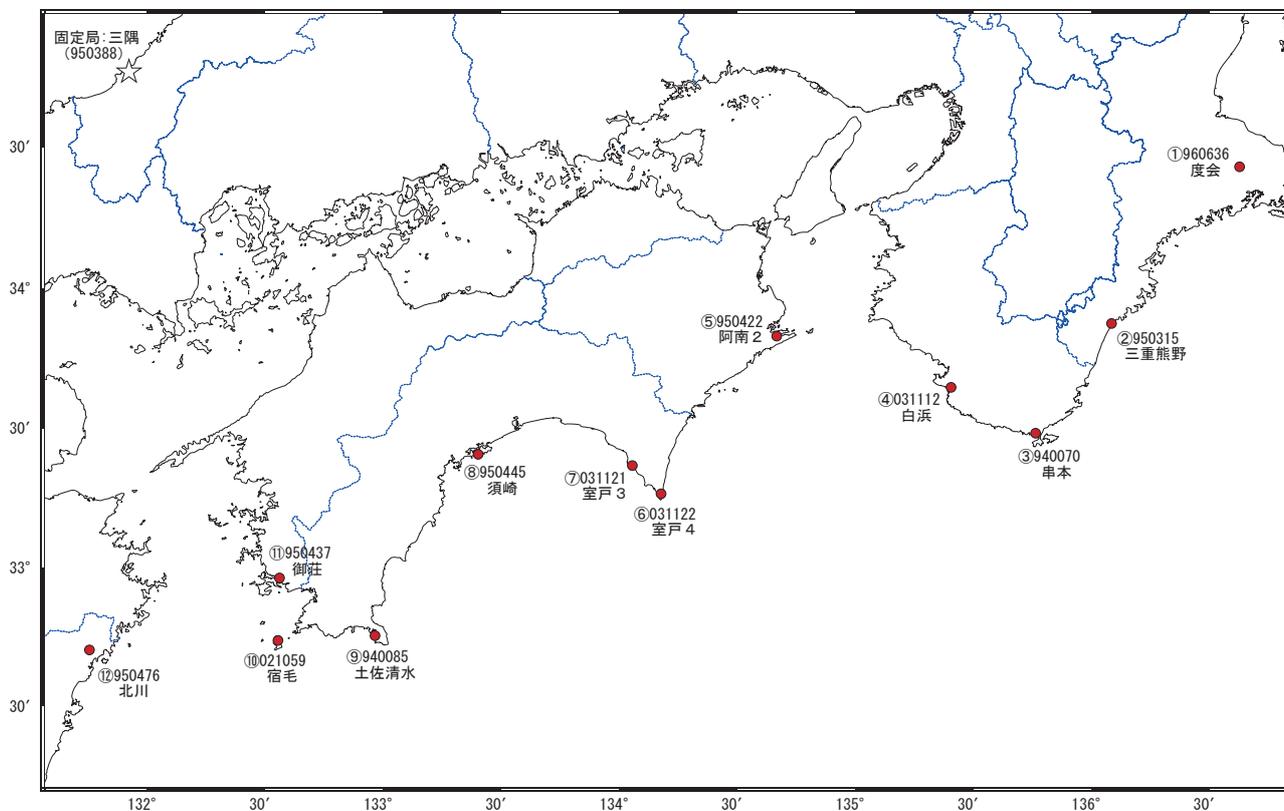
Fig. 1 Vertical displacements of GEONET stations in Kii Peninsula (leveling and GNSS measurements). (1)

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 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



各観測点情報

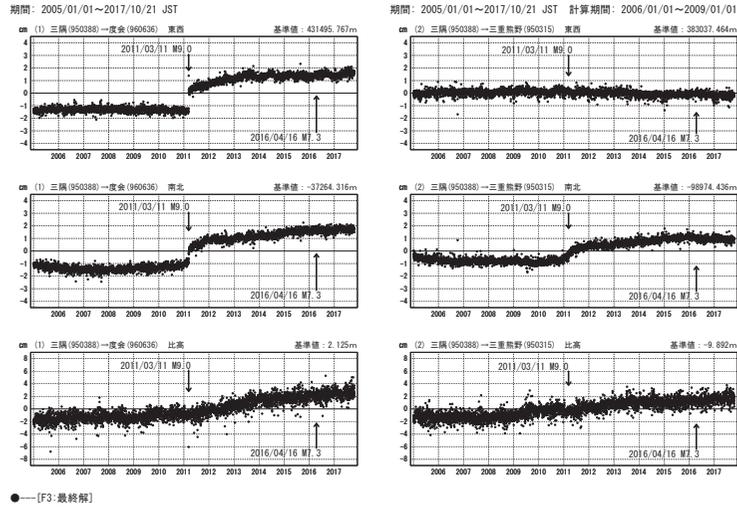
点番号	点名	日付	保守内容
960636	度会	2010/02/09	受信機交換・レドーム開閉
		2012/11/07	アンテナ更新
		2014/08/12	アンテナ交換・受信機交換
950315	三重熊野	2011/01/14	受信機交換・レドーム開閉
		2012/10/31	アンテナ更新
940070	串本	2012/11/14	アンテナ更新・受信機交換
		2017/01/22	アンテナ交換
031112	白浜	2010/01/22	受信機交換
		2012/11/13	アンテナ更新
950422	阿南2	2012/12/04	アンテナ更新・受信機交換
		2015/11/17	アンテナ交換
031122	室戸4	2010/01/26	受信機交換
		2012/10/22	アンテナ更新
		2017/05/23	受信機交換
031121	室戸3	2010/01/25	受信機交換
		2012/10/22	アンテナ更新
		2017/01/18	受信機交換
950445	須崎	2012/10/11	アンテナ更新・受信機交換
		2017/06/23	アンテナ交換
940085	土佐清水	2012/11/15	アンテナ更新・受信機交換
		2012/11/16	アンテナ更新・受信機交換
021059	宿毛	2015/11/19	アンテナ交換
		2008/01/28	周辺伐採
		2012/12/05	アンテナ更新・受信機交換
950437	御荘	2015/10/05	周辺伐採
		2016/07/19	アンテナ交換
		2012/11/22	アンテナ更新・受信機交換
		2014/12/18	アンテナ交換
950476	北川	2012/11/22	アンテナ更新・受信機交換
		2014/12/18	アンテナ交換
950388	三隅	2012/10/29	アンテナ更新・受信機交換
		2014/10/01	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 Time series of continuous GNSS measurements 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)

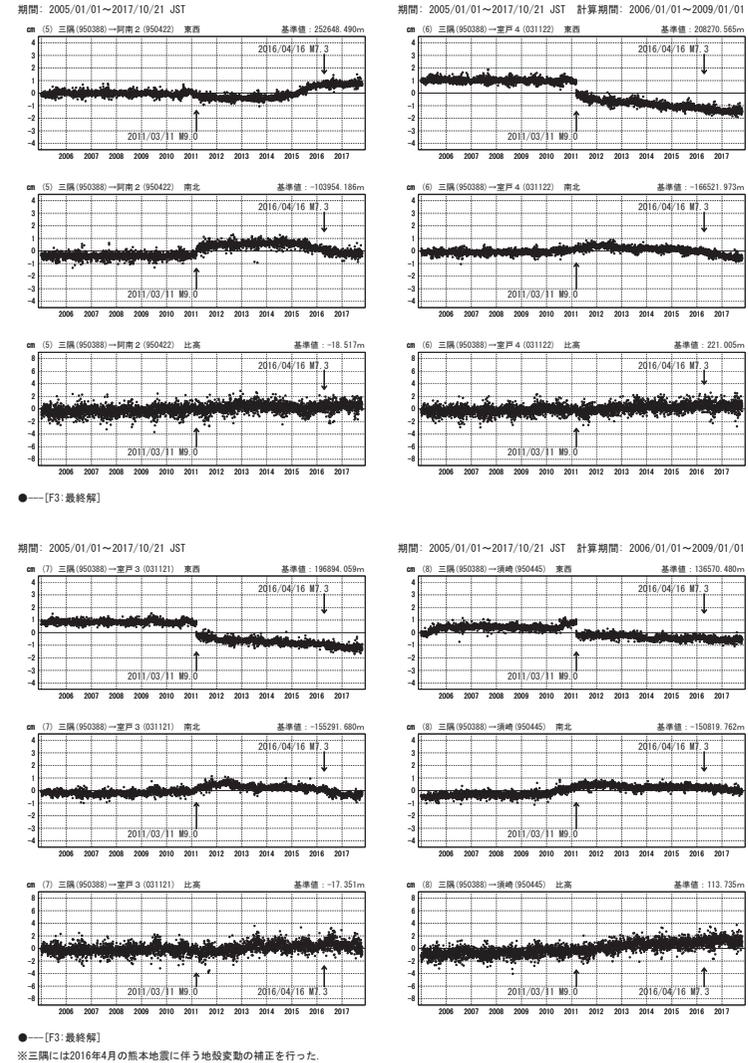
1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ



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 Time series of continuous GNSS measurements along the Nankai Trough. Linear trend, and annual and semi-annual components were removed (reference site is Misumi) (1/3).

南海トラフ周辺 GNSS連続観測時系列 (3)

1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

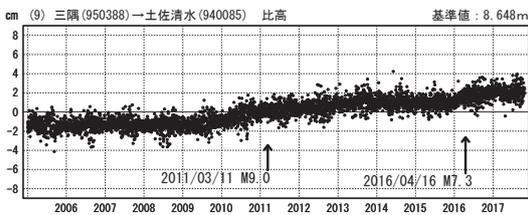


第5図 南海トラフ周辺におけるGNSS連続観測結果：1次トレンド及び年周・半年周成分を除去した時系列（固定局：三隅）
Fig. 5 Time series of continuous GNSS measurements along the Nankai Trough. Linear trend, and annual and semi-annual components were removed (reference site is Misumi) (2/3).

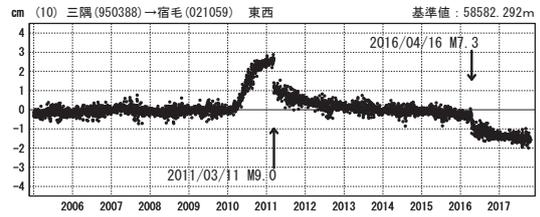
南海トラフ周辺 GNSS連続観測時系列 (4)

1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

期間: 2005/01/01~2017/10/21 JST

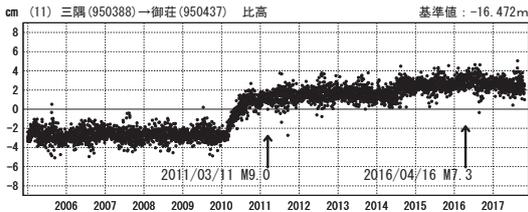
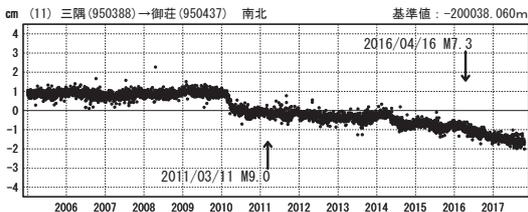


期間: 2005/01/01~2017/10/21 JST 計算期間: 2006/01/01~2009/01/01

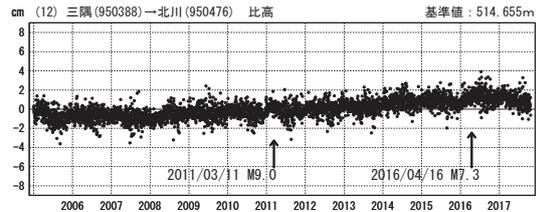
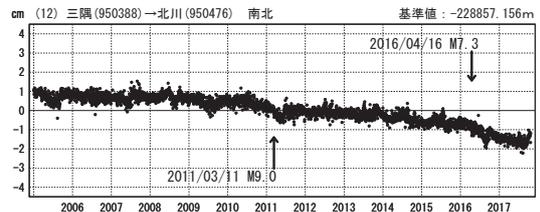
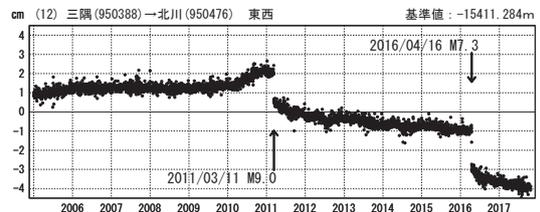


●—[F3:最終解]

期間: 2005/01/01~2017/10/21 JST



期間: 2005/01/01~2017/10/21 JST 計算期間: 2006/01/01~2009/01/01



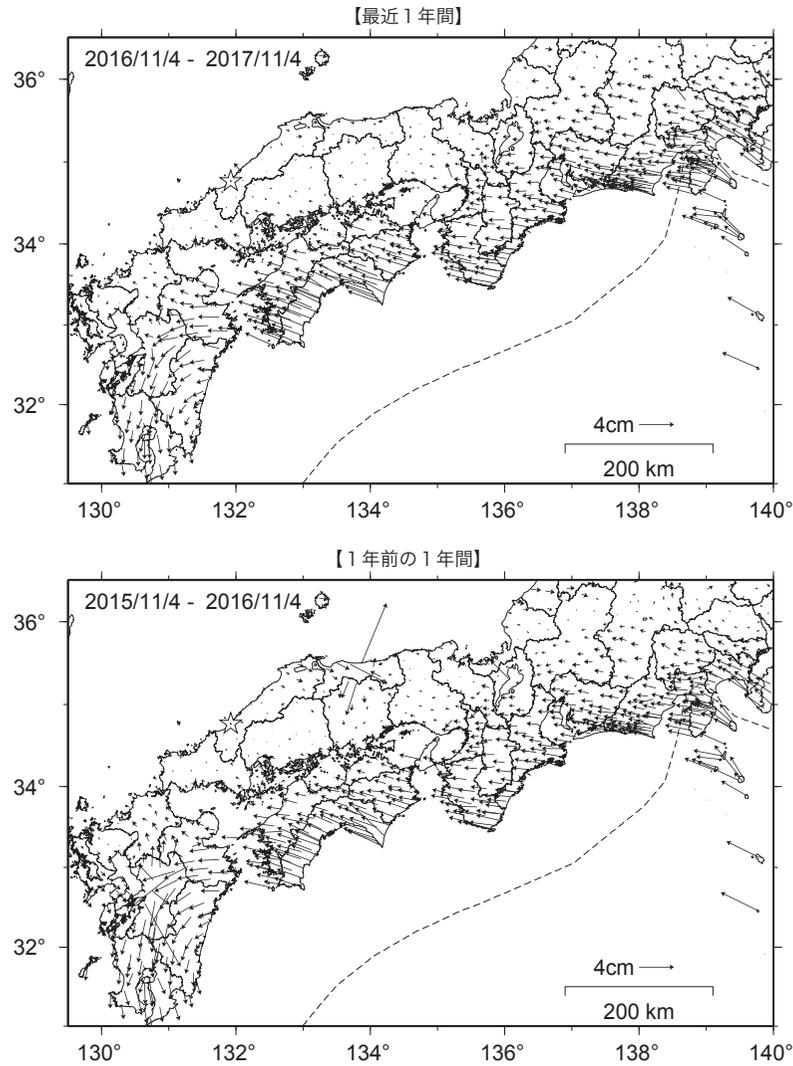
●—[F3:最終解]

※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。

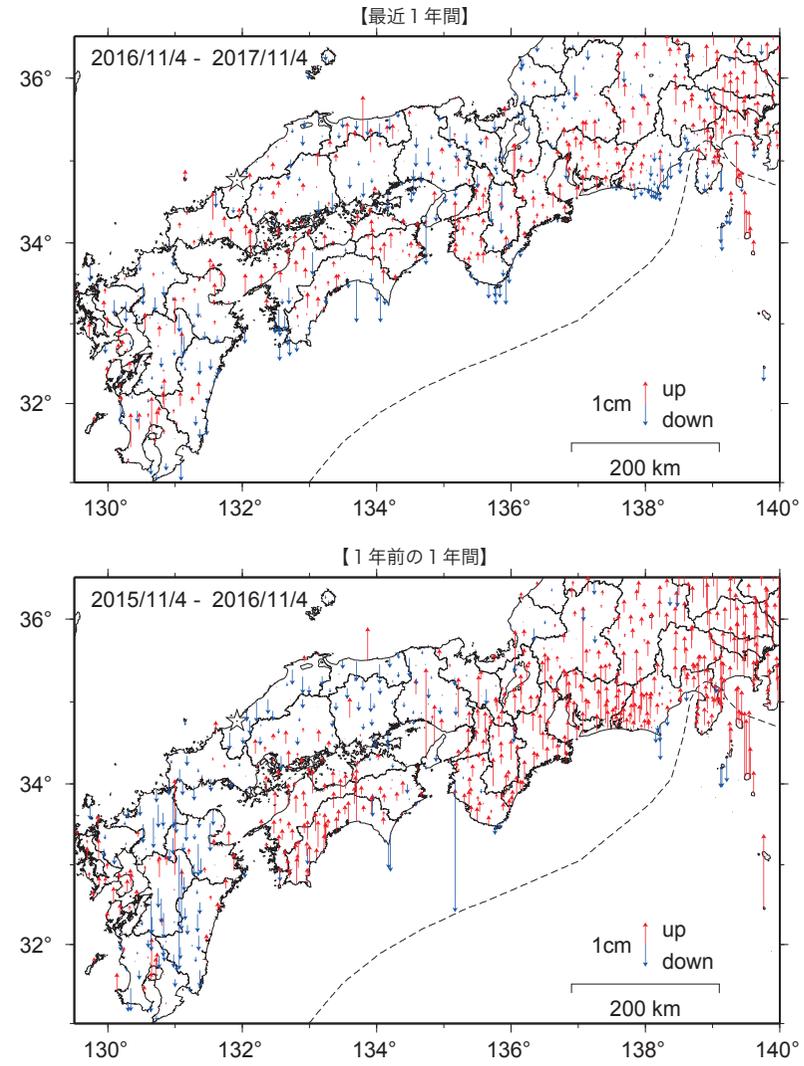
第6図 南海トラフ周辺におけるGNSS連続観測結果: 1次トレンド及び年周・半年周成分を除去した時系列 (固定局: 三隅)

Fig. 6 Time series of continuous GNSS measurements along the Nankai Trough. Linear trend, and annual and semi-annual components were removed (reference site is Misumi) (3/3).

南海トラフ沿いの水平地殻変動【固定局：三隅】



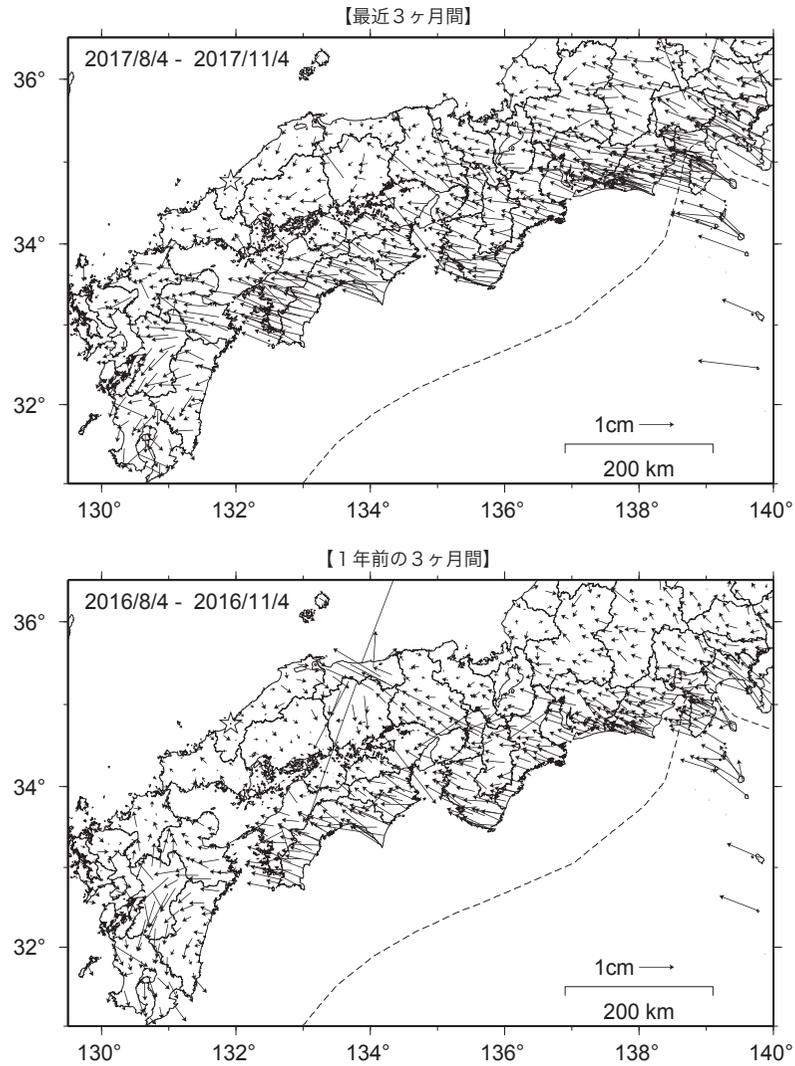
南海トラフ沿いの上下地殻変動【固定局：三隅】



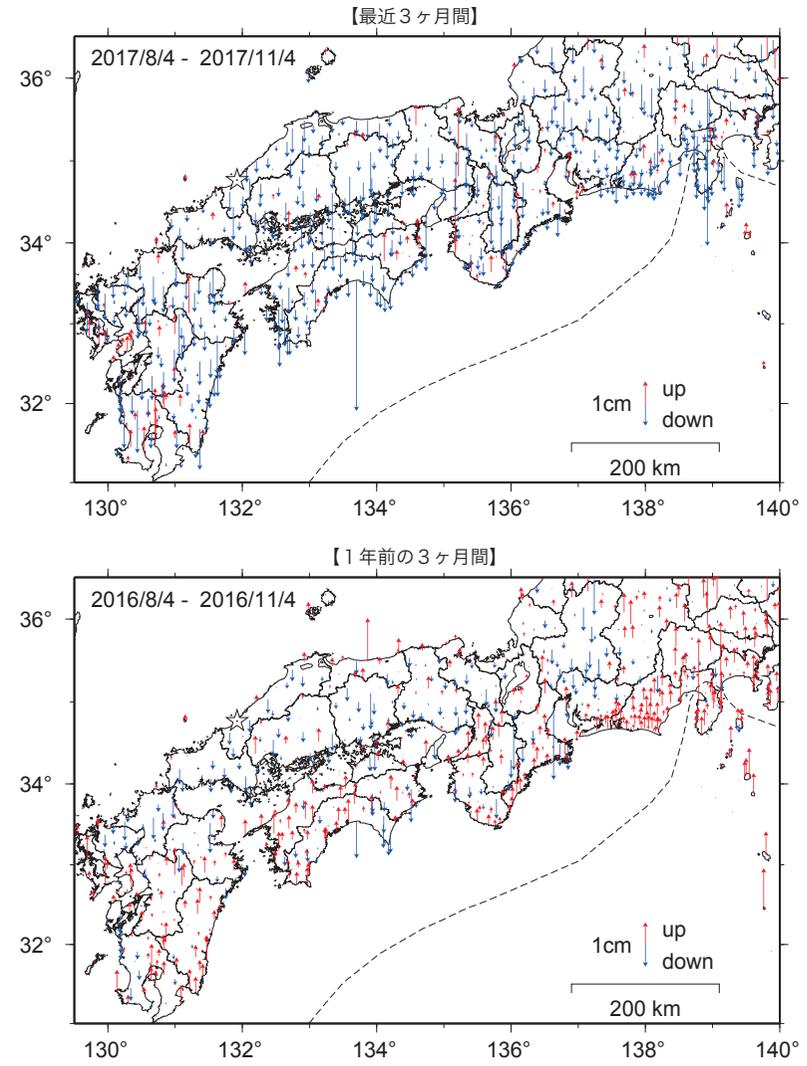
第7図 南海トラフ沿いの水平地殻変動（1年間）：（上図）最近1年間（2016年11月～2017年11月）、（下図）1年前の1年間（2015年11月～2016年11月）。（固定局：三隅）
 Fig. 7 Horizontal deformation along the Nankai Trough based on GNSS measurements (1 year). November 2016 – November 2017 (upper) and November 2015 – November 2016 (lower). (☆, Reference station is Misumi)

第8図 南海トラフ沿いの上下地殻変動（1年間）：（上図）最近1年間（2016年11月～2017年11月）、（下図）1年前の1年間（2015年11月～2016年11月）。（固定局：三隅）
 Fig. 8 Vertical deformation along the Nankai Trough based on GNSS measurements (1 year). November 2016 – November 2017 (upper) and November 2015 – November 2016 (lower). (☆, Reference station is Misumi)

南海トラフ沿いの水平地殻変動【固定局：三隅】



南海トラフ沿いの上下地殻変動【固定局：三隅】



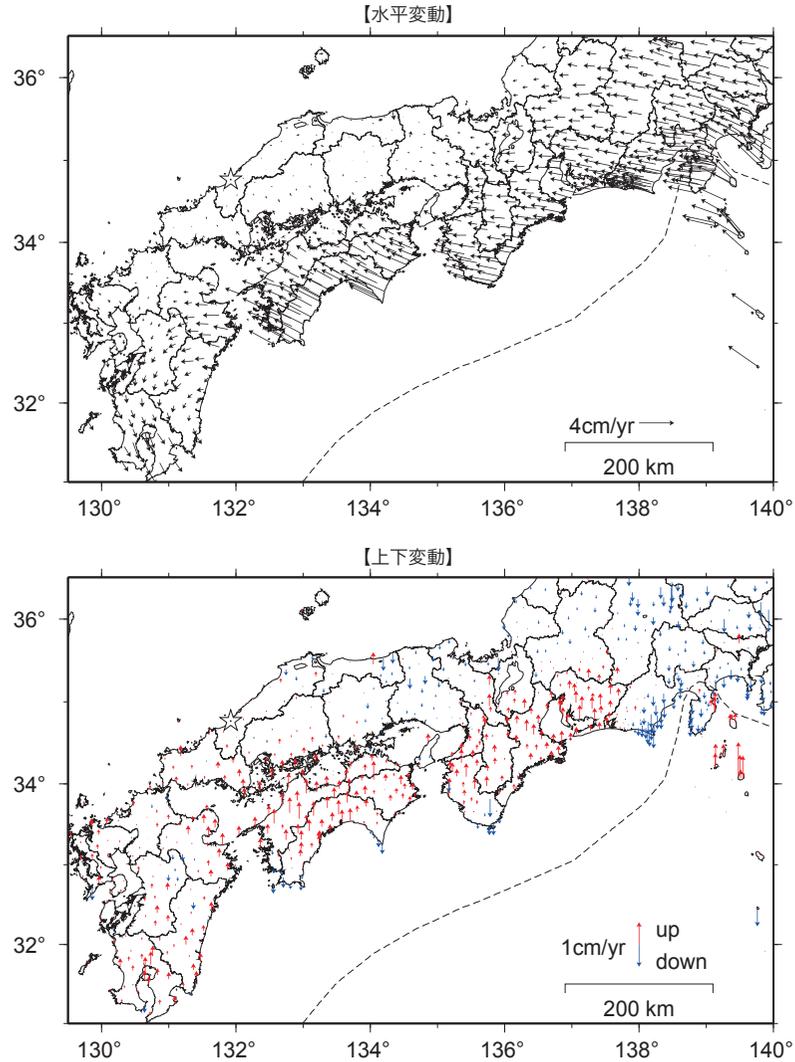
第9図 南海トラフ沿いの水平地殻変動（3ヶ月間）：（上図）最近3ヶ月間（2017年8月～2017年11月）、（下図）1年前の3ヶ月間（2016年8月～2016年11月）。（固定局：三隅）

Fig. 9 Horizontal deformation along the Nankai Trough based on GNSS measurements (3 months): August 2017 – November 2017 (upper) and August 2016 – November 2016 (lower). (☆, Reference station is Misumi)

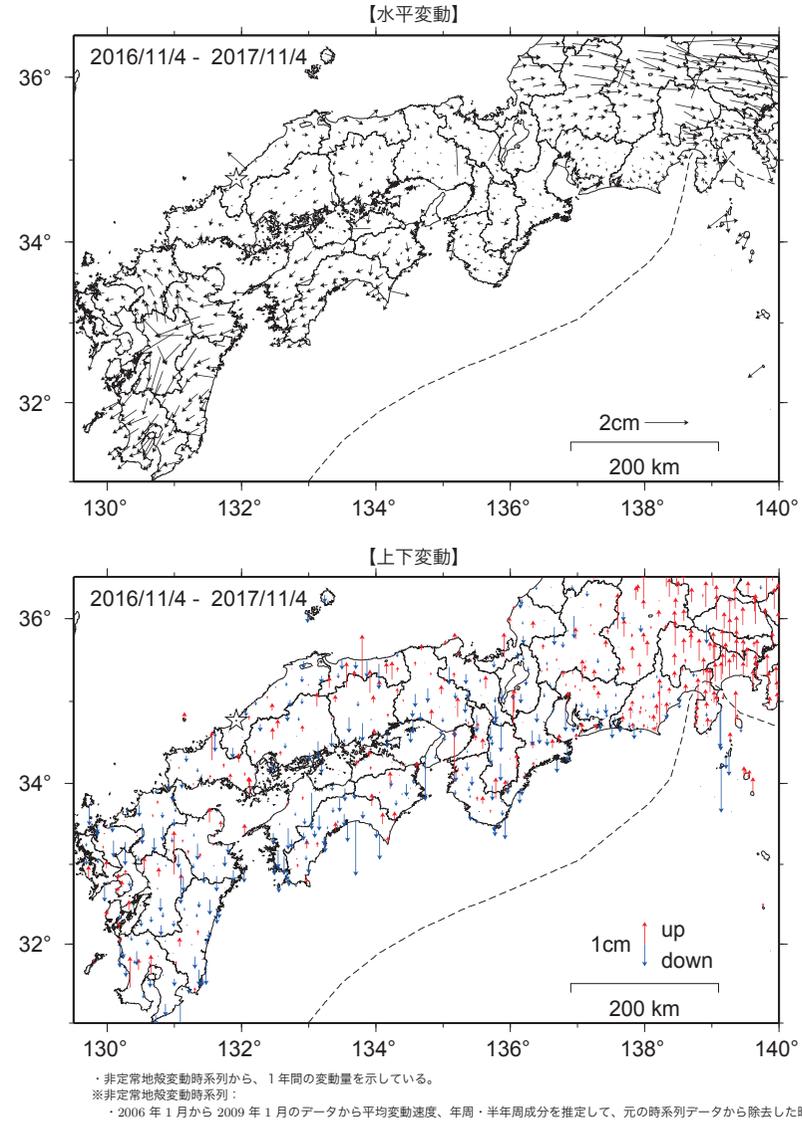
第10図 南海トラフ沿いの上下地殻変動（3ヶ月間）：（上図）最近3ヶ月間（2017年8月～2017年11月）、（下図）1年前の3ヶ月間（2016年8月～2016年11月）。（固定局：三隅）

Fig. 10 Vertical deformation along the Nankai Trough based on GNSS measurements (3 months): August 2017 – November 2017 (upper) and August 2016 – November 2016 (lower). (☆, Reference station is Misumi)

南海トラフ沿いの地殻変動速度【固定局：三隅】
2006年1月-2009年1月



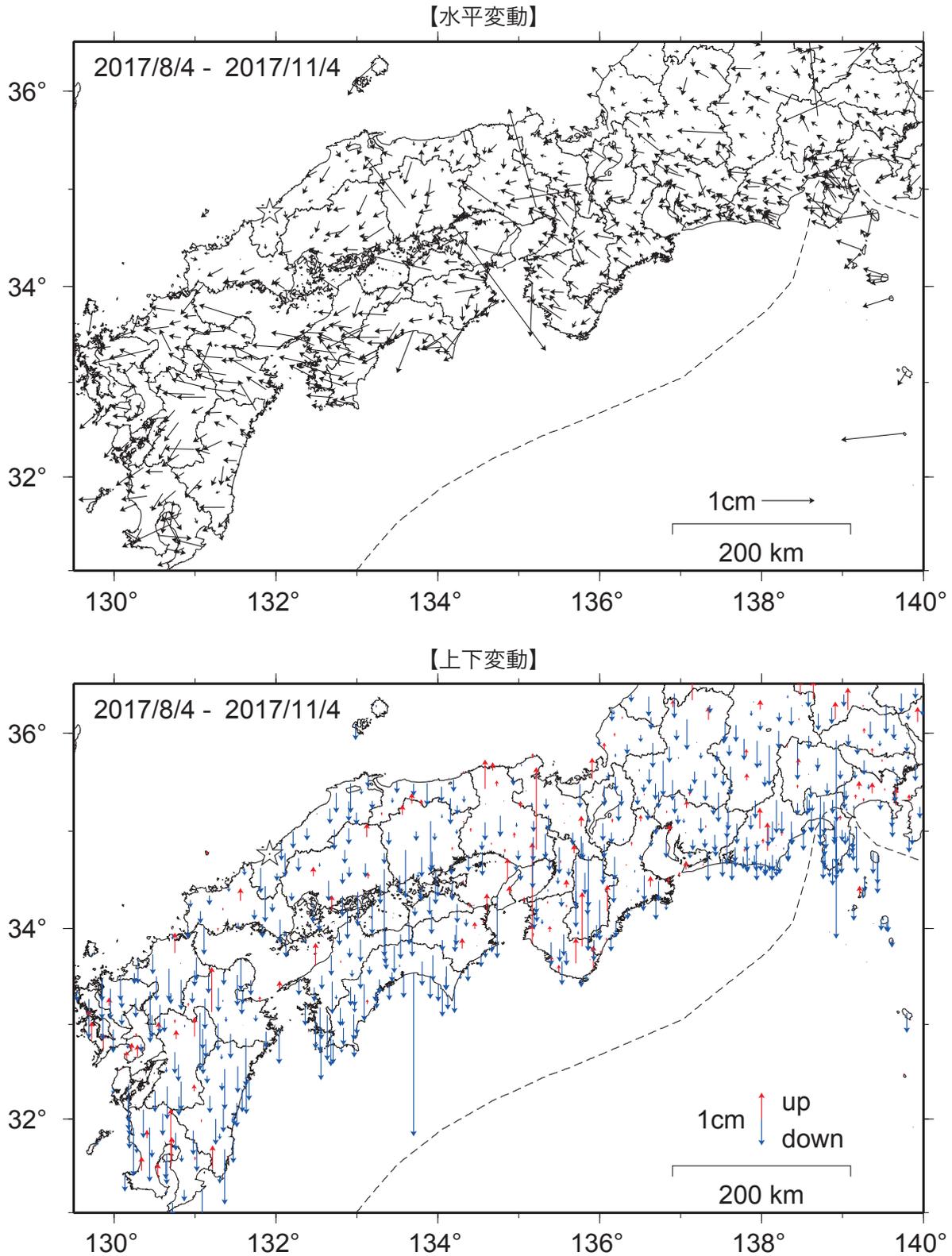
南海トラフ沿いの非正常地殻変動（1年間）【固定局：三隅】



第11図 GNSS連続観測から求めた2006年1月～2009年1月の水平及び上下変動速度
Fig. 11 Horizontal (upper) and vertical (lower) crustal deformation rates along the Nankai Trough based on GNSS measurements during January 2006 – January 2009.
(☆, Reference station is Misumi)

第12図 GNSS連続観測から求めた2016年11月～2017年11月の南海トラフ沿いの非正常地殻変動（水平及び上下変動）
Fig. 12 Horizontal (upper) and vertical (lower) transient displacement along the Nankai Trough during November 2016 – November 2017.

南海トラフ沿いの非定常地殻変動（3ヶ月間）【固定局：三隅】



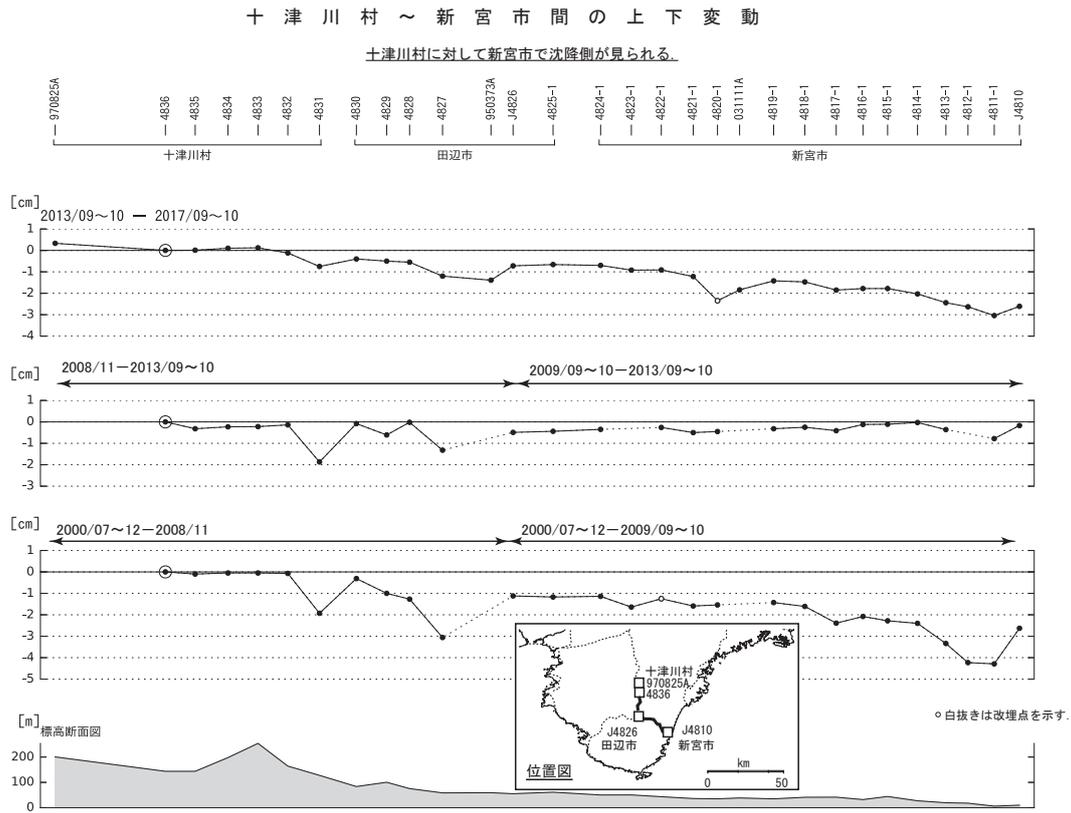
・非定常地殻変動時系列から、1年間の変動量を示している。

※非定常地殻変動時系列：

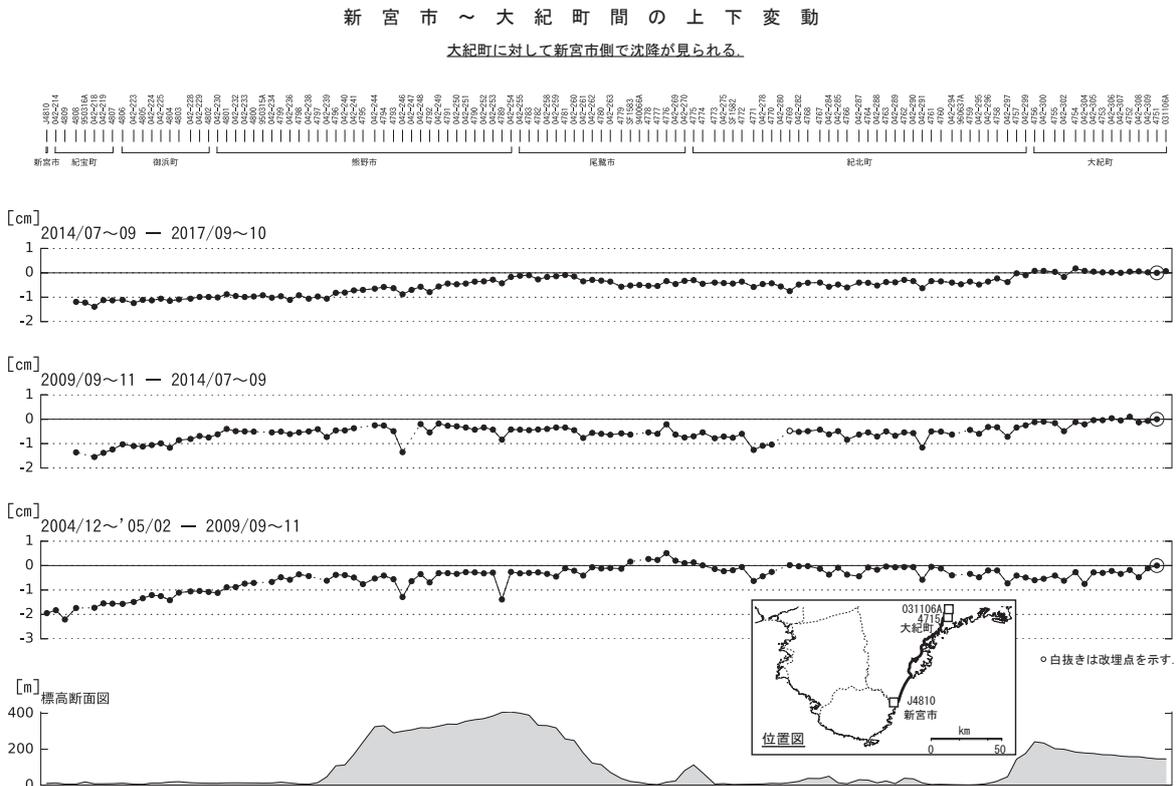
・2006年1月から2009年1月のデータから平均変動速度、年周・半年周成分を推定して、元の時系列データから除去した時系列。

第13図 GNSS連続観測から求めた2017年8月～2017年11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. 13 Horizontal (upper) and vertical (lower) transient displacement along the Nankai Trough during August 2017 – November 2017.

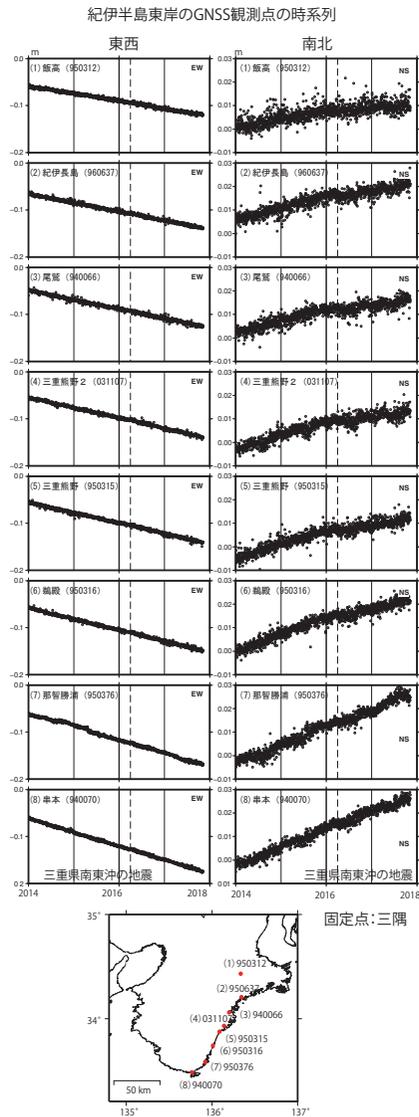


第 14 図 水準測量による十津川村～新宮市の上下変動
 Fig. 14 Vertical deformation from Totsukawa village to Shingu city detected by leveling survey.



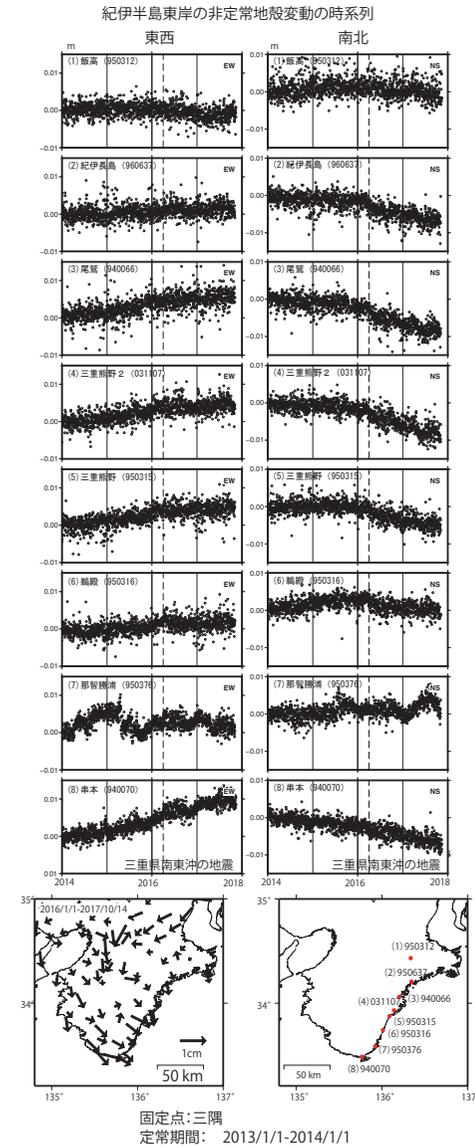
第 15 図 水準測量による大紀町～新宮市の上下変動
 Fig. 15 Vertical deformation from Taiki town to Shingu city detected by leveling survey.

紀伊半島東岸の非正常地殻変動(1)



第 16 図 紀伊半島東岸の非正常地殻変動時系列 (1)
 Fig. 16 Time series of transient deformations at GEONET stations in the east coast of Kii Peninsula.

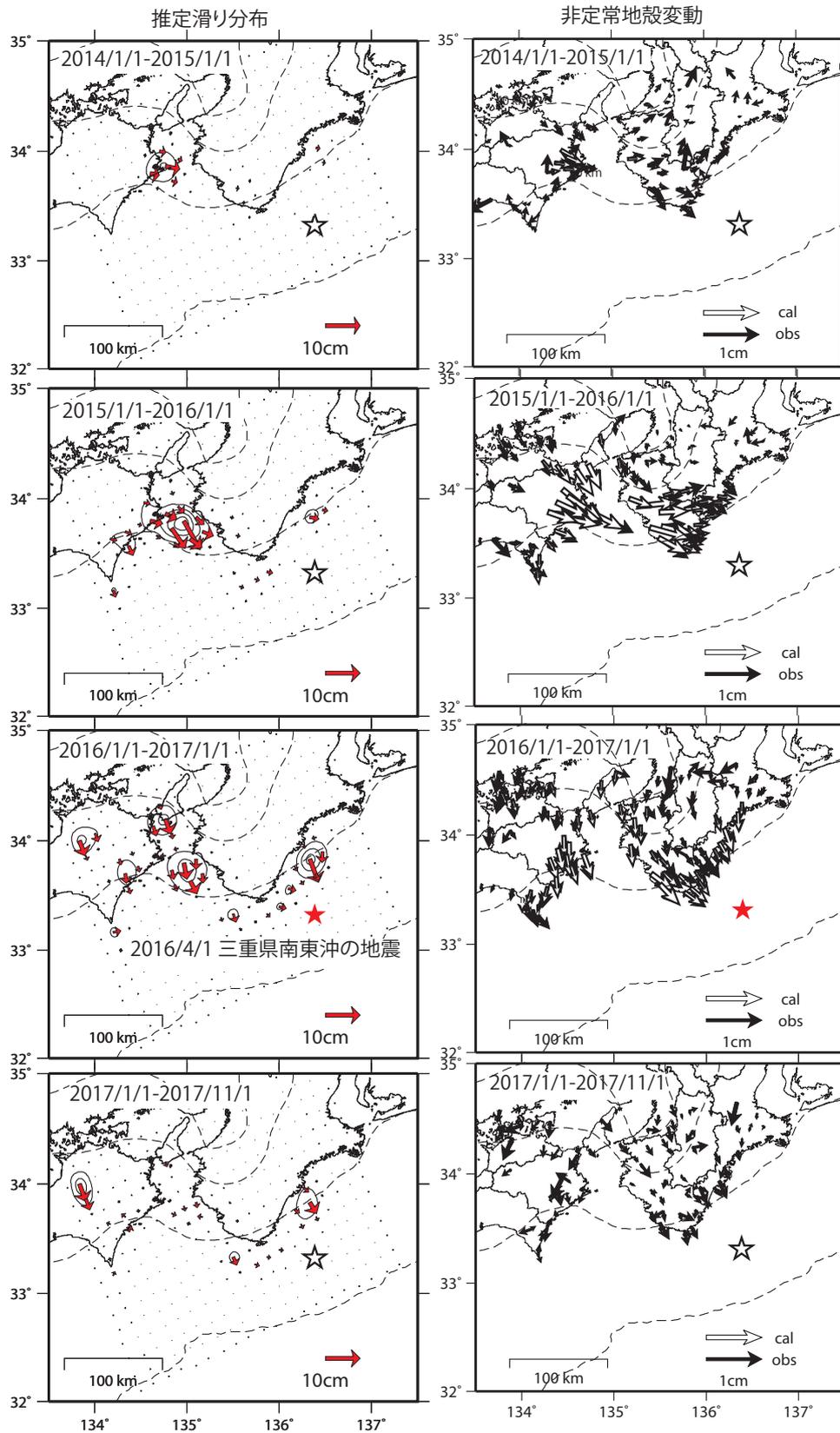
紀伊半島東岸の非正常地殻変動(2)



第 17 図 紀伊半島東岸の非正常地殻変動時系列 (2)
 Fig. 17 Time series of transient deformations at GEONET stations in the east coast of Kii Peninsula.

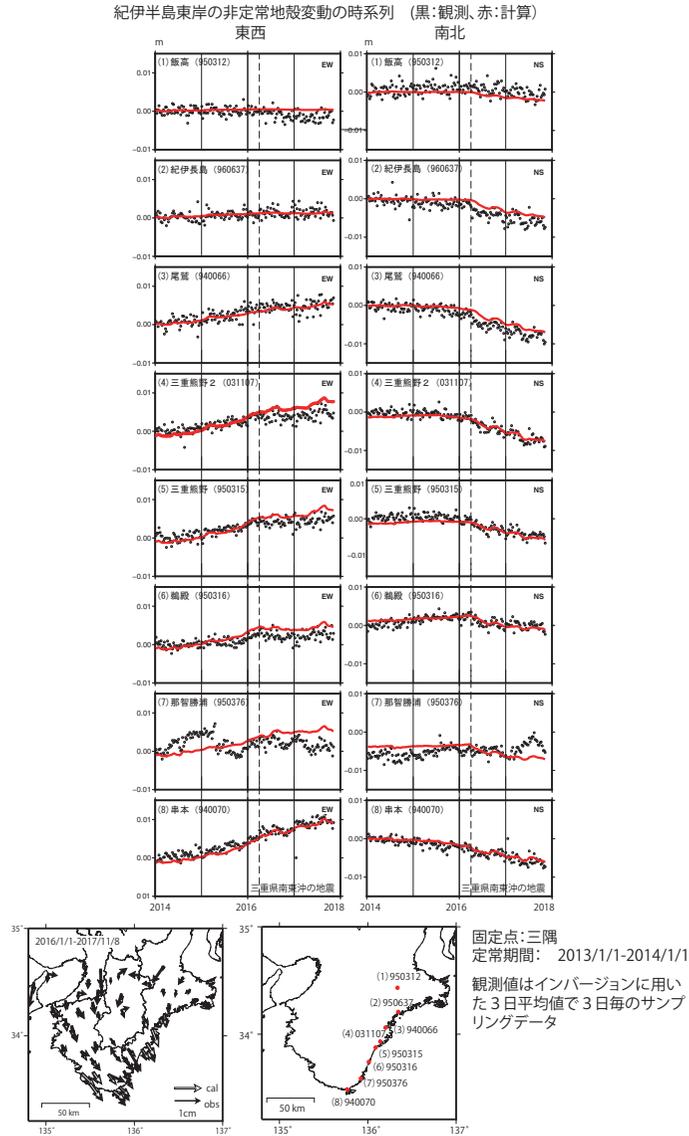
紀伊半島東岸の非正常地殻変動(3)

紀伊半島地域の非正常地殻変動と推定プレート境界滑り分布(暫定)



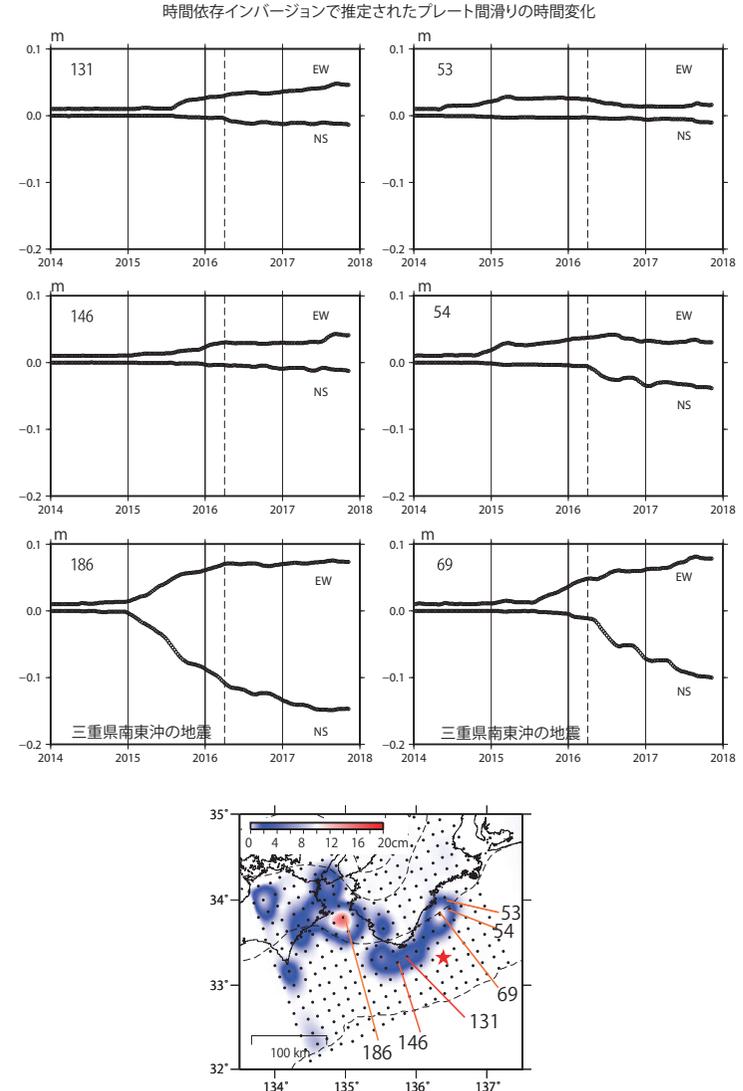
第18図 紀伊半島地域の非正常地殻変動と推定プレート境界滑り分布
 Fig. 18 Transient horizontal deformation (right) and estimated slip distribution (preliminary result) (left) on the plate interface around Kii Peninsula.

紀伊半島東岸の非正常地殻変動(4)



第19図 紀伊半島東岸の非正常地殻変動時系列(観測値と計算値の比較)
Fig. 19 Time series of transient deformations at GEONET stations in the east coast of Kii Peninsula. Comparison between observed (black) and calculated (red) horizontal displacements.

紀伊半島東岸の非正常地殻変動(5)



第20図 時間依存インバージョンで推定されたプレート間滑りの時間変化
Fig. 20 Time evolution of the estimated slip distribution by the time dependent inversion method.