８－２　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

［紀伊半島北部の深部低周波微動と同期したスロースリップ］

第 1 ～ 2 図は，2020 年 6 月下旬～ 7 月中旬頃に紀伊半島北部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．

第1図上の図は, 2020年6月27日～7月13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～ 2020 年 7 月で推定，一次トレンドは 2018 年 1 月 1 日～ 2019 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．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 15mm 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．

第 1 図下の 2 枚の図は，左が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．地殻変動量が小さいため，ばらつきが相対的に大きいが，伊勢湾の沿岸部を中心に東向きの変動が僅かに見られる．

第 2 図は，志摩半島の長期的 SSE のすべり分布（後述する第 14 図；ただし，すべりを 2019 年 1 月 1 日～ 2020 年 7 月 19 日の期間で推定したもの）と今回の短期的 SSE によるすべり分布を範囲，スケールをそろえて描画したものである．長期的 SSE のすべり域と短期的 SSE のすべり域は重ならないように見える．

第 3 図は，2020 年 10 月中旬頃に紀伊半島北部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．

第 3 図上の図は，2020 年 10 月 10 日～ 10 月 20 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～ 2020 年 10 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．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 9mm と推定され，モーメントマグニチュードは 5.9 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．

第 3 図下の 2 枚の図は，左が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．地殻変動量が小さいため，ばらつきが相対的に大きいが，紀伊半島のほぼ全域で東向きの変動が僅かに見られる．

［紀伊半島西部・四国東部の非定常水平地殻変動（長期的 SSE)］

第 4 ～ 10 図は，2019 年春頃から紀伊半島西部・四国東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．

第 4 図は，一次トレンド・年周・半年周成分除去後の非定常地殻変動ベクトル図である．2017 年

1 月 1 日～ 2017 年 12 月 31 日の期間を定常変動とし，一次トレンド，年周，半年周成分を推定した．固定局は京都府の網野観測点である．2019 年 3 月 29 日～ 4 月 4 日に対する 2020 年 6 月 16 日～ 22 日の約 1 年 2 か月の期間での非定常的な地殻変動を示している．紀伊半島西部から四国東部にかけて東向きに最大 1cm 程度の僅かな変動が見られる．

第 5 ～ 6 図は，第 4 図の図中に示した 6 観測点の非定常地殻変動 3 成分の時系列グラフである．同様に一次トレンド・年周・半年周成分を除去している．（1）～（6）のいずれの観測点でも 2019 年春頃から東向きの変動が見られていることが分かる．

第 7 ～ 9 図は，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結果に関する資料である．この解析では，年周・半年周成分を 2017 年 1 月～ 2020 年 6 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ている．すべりの推定では，東西，南北の各成分が東向き，南向きとなるように拘束している．

第 7 図（a）は, 2019 年 4 月 1 日～ 2020 年 6 月 11 日の期間で推定されたすべり分布を示している．紀伊水道ですべりが推定された. 推定されたすべりの最大値は 4cm, モーメントマグニチュードは 6.1 と求まった．

第 7 図（b）は，観測値と計算値との比較である．観測値をよく説明できていることが分かる．

第 8 図は，紀伊半島及び四国地域の観測点における観測値と計算値の時間変化を示した図である．2019 年春頃から見られる東向きの変動がよく説明できていることが分かる．

第 9 図は，紀伊水道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．2019 年春頃からすべりが見られるが，すでに停止しているように見える．

第 10 図は，今回のイベントとの比較のために，2014 ～ 2016 年に発生した前回の長期的 SSE について，今回と同様の条件で時間依存インバージョンによりすべり分布を推定した結果である．第 10 図（a）は，2014 年 4 月 1 日～ 2016 年 8 月 1 日の期間で推定されたすべり分布，第 10 図（b）は観測値と計算値との比較である．紀伊水道ですべりが推定されており，今回も同様の場所ですべりが生じていることが分かる．

［志摩半島の非定常水平地殻変動（長期的 SSE)］

第 11 ～ 17 図は, 2019 年中頃から志摩半島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．

第 11 図は，一次トレンド・年周・半年周成分除去後の非定常地殻変動ベクトル図である．2016 年 3 月 1 日～ 2017 年 3 月 1 日の期間を定常変動とし，一次トレンド，年周，半年周成分を推定した．固定局は京都府の網野観測点である．2018 年 12 月 29 日～ 1 月 4 日に対する 2020 年 10 月 20 日～ 26 日の約 1 年 10 か月の期間での非定常的な地殻変動を示している．志摩半島を中心に東向きに最大 1cm 程度の小さな変動が見られる．

第 12 ～ 13 図は, 第 11 図の図中に示した 6 観測点の非定常地殻変動 3 成分の時系列グラフである．同様に一次トレンド・年周・半年周成分を除去している．（1)，（2)，（4)，（6）の観測点では 2019 年中頃から明瞭に東向きの変動が見られていることが分かる．

第 14 ～ 16 図は，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結果に関する資料である．この解析では，年周・半年周成分を 2017 年 1 月～ 2020 年 10 月で推定，一次トレンドは 2016 年 3 月 1 日～ 2017 年 3 月 1 日の期間を定常変動と仮定して推定している．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．

第 14 図(a)は, 2019 年 1 月 1 日～ 2020 年 10 月 14 日の期間で推定されたすべり分布を示している．

志摩半島及びその周辺にすべりが推定された．推定されたすべりの最大値は 5cm，モーメントマグニチュードは 6.2 と求まった．

第 14 図（b）は，観測値と計算値との比較である．観測値をよく説明できていることが分かる．

第 15 図は，志摩半島の観測点における観測値と計算値の時間変化を示した図である．2019 年中頃から見られる東向きの変動がよく説明できていることが分かる．

第 16 図は，志摩半島及びその周辺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．2019 年中頃からすべりが見られるが，すでに停止しているように見える．

第 17 図は，今回のイベントとの比較のために，2017 ～ 2018 年に発生した前回の長期的 SSE について，今回と同様の条件で時間依存インバージョンによりすべり分布を推定した結果である．第 17 図（a）は，2017 年 3 月 1 日～ 2018 年 10 月 1 日の期間で推定されたすべり分布，第 17 図（b）は観測値と計算値との比較である．志摩半島ですべりが推定されており，今回も同様の場所ですべりが生じていることが分かる．

［紀伊半島　電子基準点の上下変動］

第 18 ～ 19 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，灰色でプロットした GNSS 連続観測の最近の結果も整合している．

［水準測量］

第 20 図は，和歌山県串本町から新宮市に至る南北の路線の水準測量結果である．新宮市に対する串本町側の長期的な沈降が見られる．

第 21 図は，和歌山県田辺市から串本町に至る南北の路線の水準測量結果である．田辺市に対する串本町側の沈降が見られる．

第 22 ～ 23 図は，水準測量による紀伊半島東岸及び西岸の上下変動の経年変化を，それぞれ，和歌山県新宮市及び田辺市を固定して示す図である．半島先端部の沈降が長期的に継続している．

第 24 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．長期的には十津川村に対して新宮市側が沈降しており，最新の 1 年間の結果でも沈降傾向が見られる．

第 25 図は，三重県大紀町から尾鷲市を経由して熊野市に至る路線の水準測量結果である．最近の 1 年間では，僅かに大紀町側に対する熊野市側の沈降が見られる．

［南海トラフ周辺　GNSS 連続観測時系列］

第 26 ～ 29 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 26 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 27 ～ 29 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ての（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．そのほか，（4），（5）では，2015 年～ 2016 年初

頭及び 2019 年～ 2020 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 年初頭に豊後水道での長期的 SSE に伴う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 年に微小ながら南東への変動と隆起が見られ，豊後水道周辺での小規模な長期的 SSE に伴う変動と考えられる．また，2018 年 6 月以降に（10），（11）で微小な東向きの変動，（12）では微小な南向きの変動が見られ，日向灘北部の長期的SSE に伴う変動と考えられる．さらに, 2018 年 12 月～ 2019 年中頃にかけて,（9）～（12）で東向き又は南東向きの変動と隆起が見られ，豊後水道での長期的 SSE に伴う変動と見られる．加えて（8）では 2019 年春頃から，四国中部での長期的 SSE に伴う僅かな変動が見られる．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 30 ～ 36 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 30 図上段は最近の 1 年間の水平変動である．図中に示した日付を含む 13 日間の中央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．1 年前の 1 年間の水平変動には，2018 年春頃からの日向灘北部及び豊後水道での長期的 SSE に伴う地殻変動の影響により，九州北部から南部で南向きの成分が見られ，四国西部では北西向きの変動が見られない，という特徴が見られるが，最近の 1 年間の地殻変動ではそのような特徴は見られず，長期的 SSE の影響が小さくなっていることが分かる．それら以外の地域では，特段の変化は見られない．

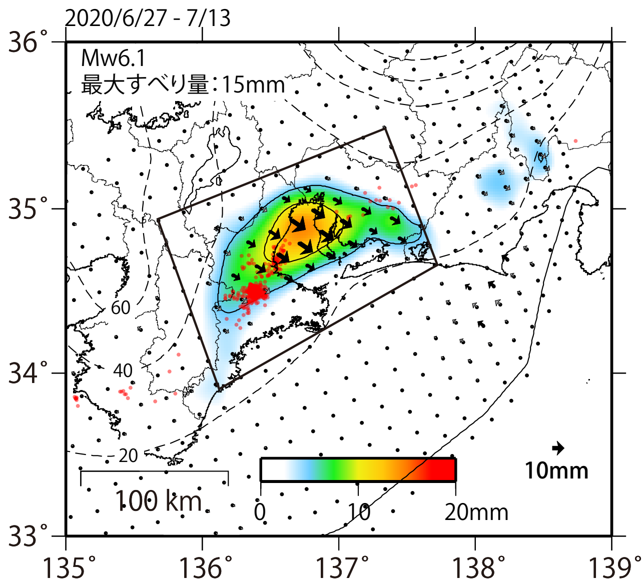
第 31 図は, 上下成分について同様の比較を示すものである. 水平よりもばらつきが大きい. 御前崎, 潮岬，室戸岬のそれぞれの周辺で沈降が見られる．比較のために，1 年前の 1 年間の上下変動を下段に示している．1 年前の 1 年間の上下変動には，2018 年春頃からの日向灘北部及び豊後水道での長期的 SSE に伴う地殻変動の影響により，四国西部の隆起と九州内陸部での沈降が見られるが，最近の 1 年間の地殻変動ではそのような特徴は見られず，長期的 SSE の影響が小さくなっていることが分かる．

第 32 ～ 33 図は，最近の 3 か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，ばらつきが大きいが，全体的な特徴は同様である．

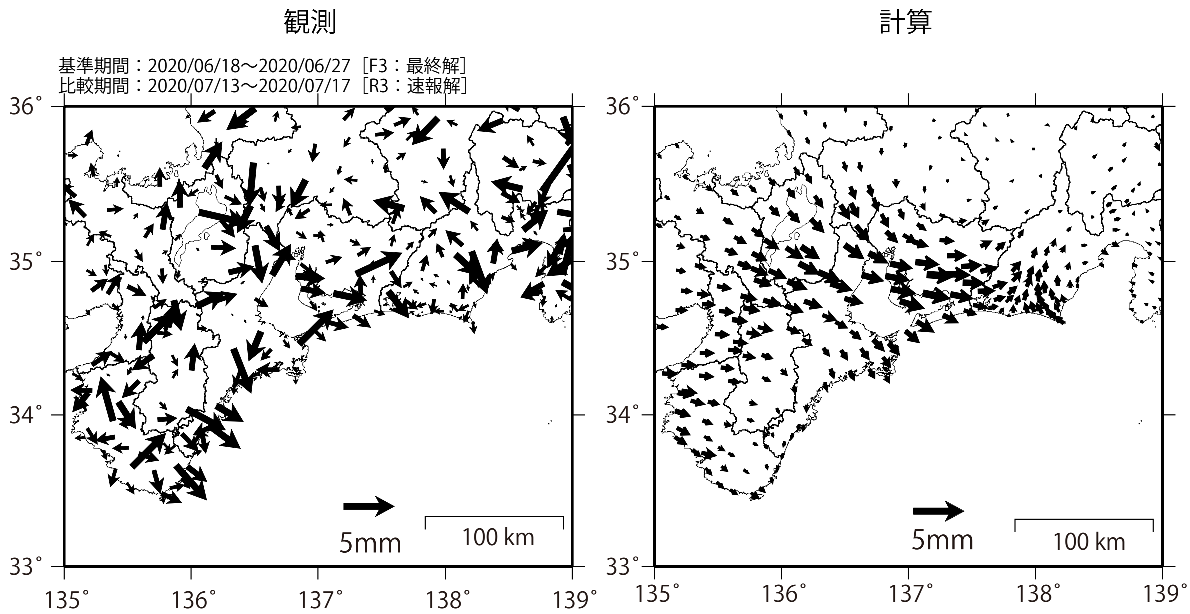
第 34 図は，地震や長期的 SSE 等の影響が少なかった 2006 年 1 月～ 2009 年 1 月の 3 年間での水平変動速度及び上下変動速度を示したものである．東海・紀伊半島・四国・九州の太平洋側ではフィリピン海プレートの沈み込みに伴う北西方向の地殻変動が顕著で, 御前崎, 潮岬, 室戸岬周辺で沈降, その内陸側で隆起の傾向が見られる．

第 35 図～ 36 図は, 第 34 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 35 図に最近の 1 年間，第 36 図に最近の 3 か月間の図を示す．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が見られるほか，第 35 図の 1 年間の図では九州において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．第 36 図の 3 か月間の図で四国西部に見られる南東向きの変動は，2020 年 7 月下旬から 8 月上旬の四国西部での短期的 SSE に伴う地殻変動の影響と考えられる．

GNSSデータから推定された
紀伊半島北部の深部低周波微動と同期したスロースリップ（暫定）



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表示している。



解析に使用した全観測点の座標時系列から
共通に含まれる時間変化成分は取り除いている。
基準期間と比較期間の間のオフセットをRamp関数で推定

解析に使用した観測点の範囲：概ね北緯33.4～36°、東経135～139°
使用データ：F3解（2020/6/1 - 2020/7/4）+R3解（2020/7/5 - 2020/7/17）
トレンド期間：2018/1/1 - 2019/1/1
モーメント計算範囲：上段の図の黒枠内側
黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線（弘瀬・他、2007）
赤丸：低周波地震（気象庁一元化震源）
コンター間隔：5mm
固定局：三隅

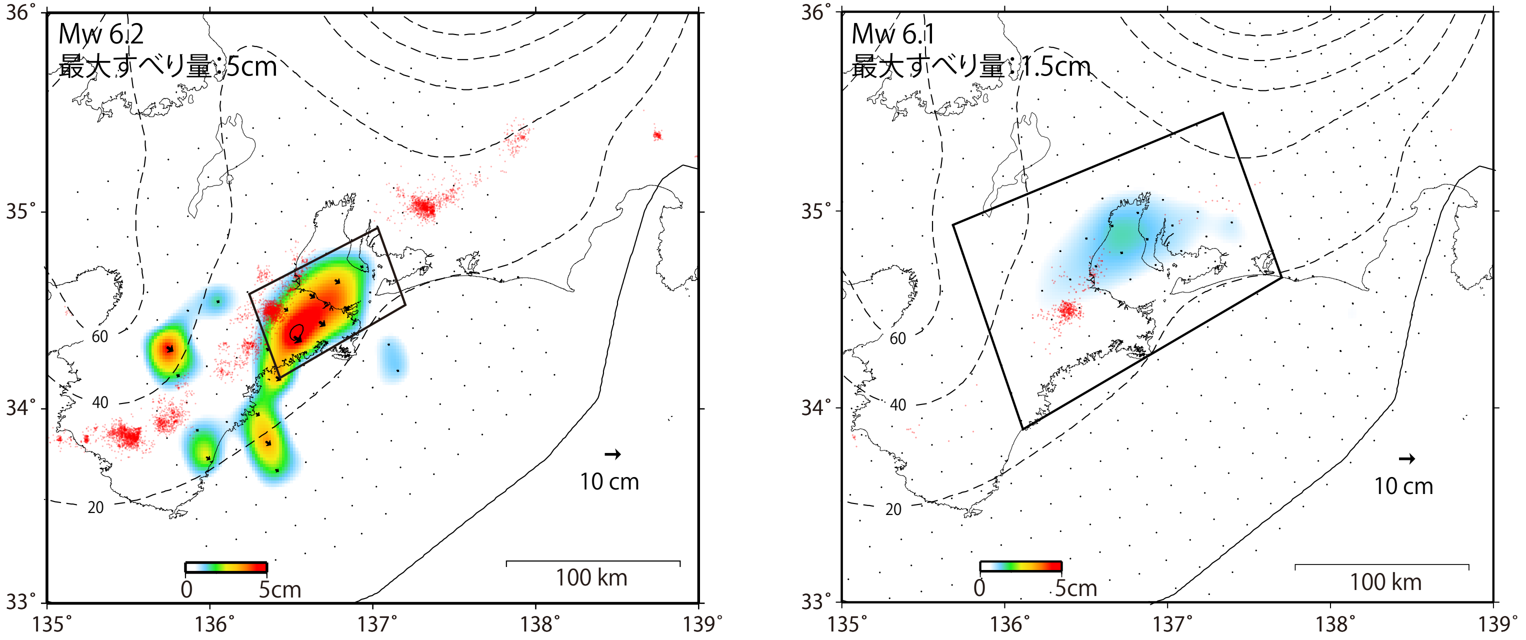
第 1 図　紀伊半島北部の深部低周波微動と同期したスロースリップ

Fig. 1　Estimated slip distribution on the plate interface beneath the northern Kii Peninsula.

紀伊半島北部～志摩半島　長期的SSEと短期的SSEの場所の比較

志摩半島の長期的SSE
（2019/1/1 - 2020/7/19）

紀伊半島北部の短期的SSE
（2020/6/27 - 2020/7/13）



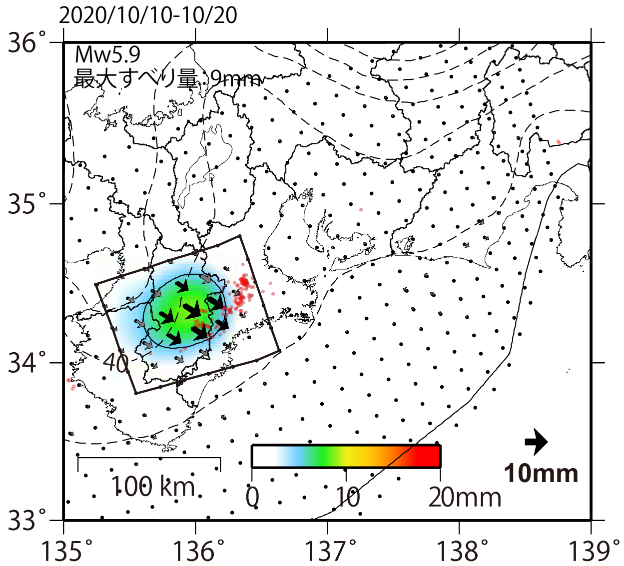
使用データ：F3解 (2018/1/1 - 2020/7/4) + R3解 (2020/7/5 - 2020/7/19)
モーメント計算範囲：上図の黒枠内側
黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線 (弘瀬･他、2007)
すべり方向：プレートの沈み込み方向と平行な方向に拘束
赤丸：低周波地震（気象庁一元化震源）
固定局：網野

使用データ：F3解 (2020/6/1 - 2020/7/4) + R3解 (2020/7/5 - 2020/7/17)
モーメント計算範囲：上図の黒枠内側
黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線 (弘瀬･他、2007)
すべり方向：プレートの沈み込み方向と平行な方向に拘束
赤丸：低周波地震（気象庁一元化震源）
固定局：三隅

第 2 図　紀伊半島北部～志摩半島の長期的 SSE と短期的 SSE の場所の比較

Fig. 2　Comparison of estimated slip distribution between short-term and long-term slow slip events in the northern Kii Peninsula and in the Shima Peninsula, respectively.

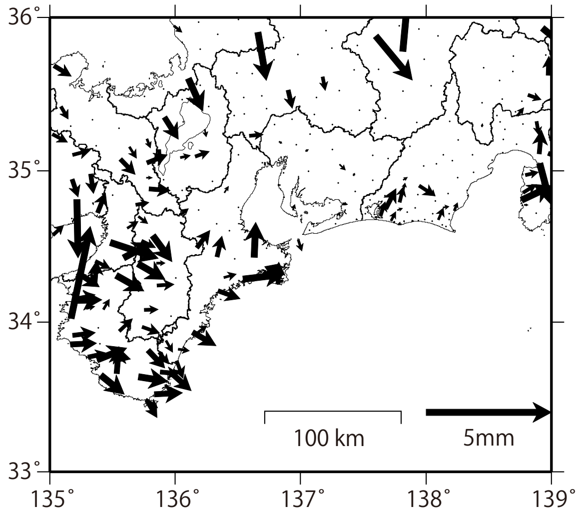
GNSSデータから推定された
紀伊半島北部の深部低周波微動と同期したスロースリップ（暫定）



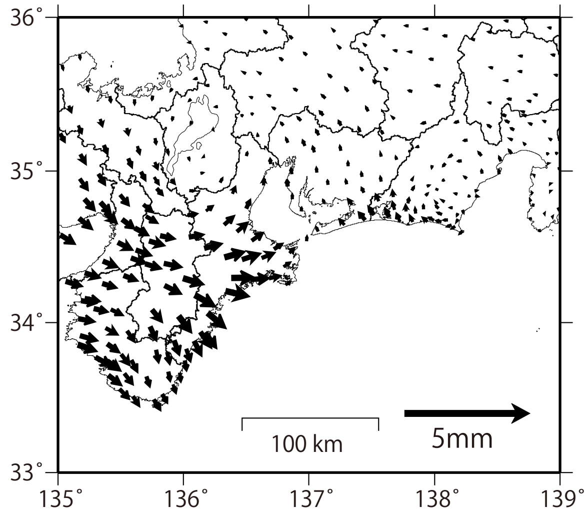
推定したすべり量が標準偏差（σ）の3倍以上のグリッドを黒色表示している。

観測

基準期間：2020/09/1～2020/10/10［F3：最終解］
比較期間：2020/10/14～2020/10/20［R3：速報解］



計算



解析に使用した全観測点の座標時系列から、共通に含まれる
時間変化成分は取り除いている。
また、基準期間と比較期間の間のオフセットをRamp関数で
推定し、AICで有意でない成分及び西向き成分は除外している。

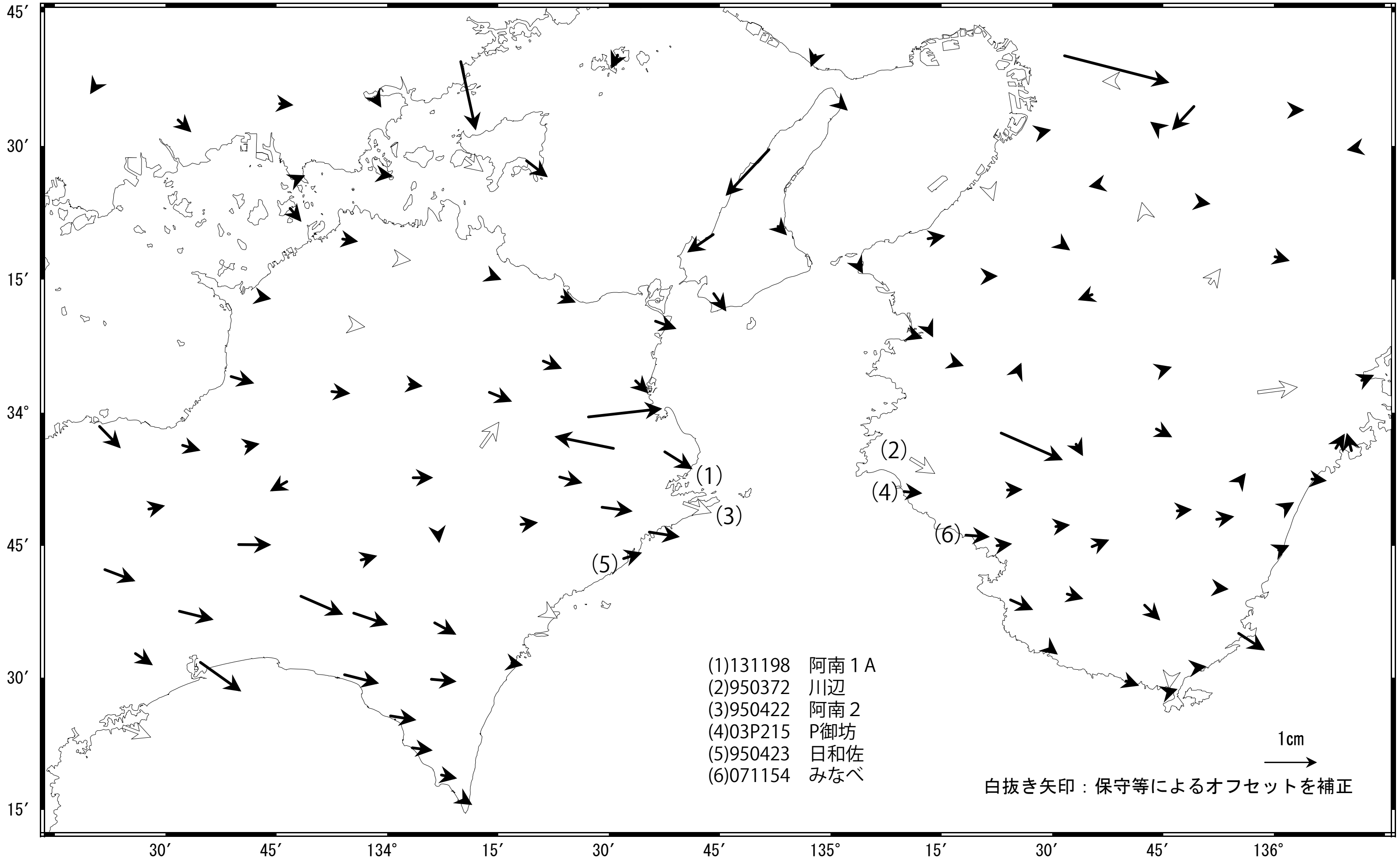
解析に使用した観測点の範囲：概ね北緯33.4～36°、東経135～139°
使用データ：F3解（2020/9/1 - 2020/10/17）+R3解(2020/10/18 - 2020/11/1)
トレンド期間：2017/1/1 - 2018/1/1 （年周・半年周成分は 2017/1/1 - 2020/10/31 のデータで補正）
モーメント計算範囲：上段の図の黒枠内側
黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線（弘瀬・他、2007）
すべり方向：プレートの沈み込む方向と平行な方向に拘束
赤丸：低周波地震（気象庁一元化震源）
コンター間隔：5mm
固定局：三隅

第 3 図　紀伊半島北部の深部低周波微動と同期したスロースリップ
Fig. 3　Estimated slip distribution on the plate interface beneath the northern Kii Peninsula.

紀伊半島西部・四国東部の非定常水平地殻変動(1次トレンド･年周期･半年周期除去後)

基準期間:2019/03/29～2019/04/04[F3:最終解]
比較期間:2020/06/16～2020/06/22[R3:速報解]

計算期間:2017/01/01～2017/12/31

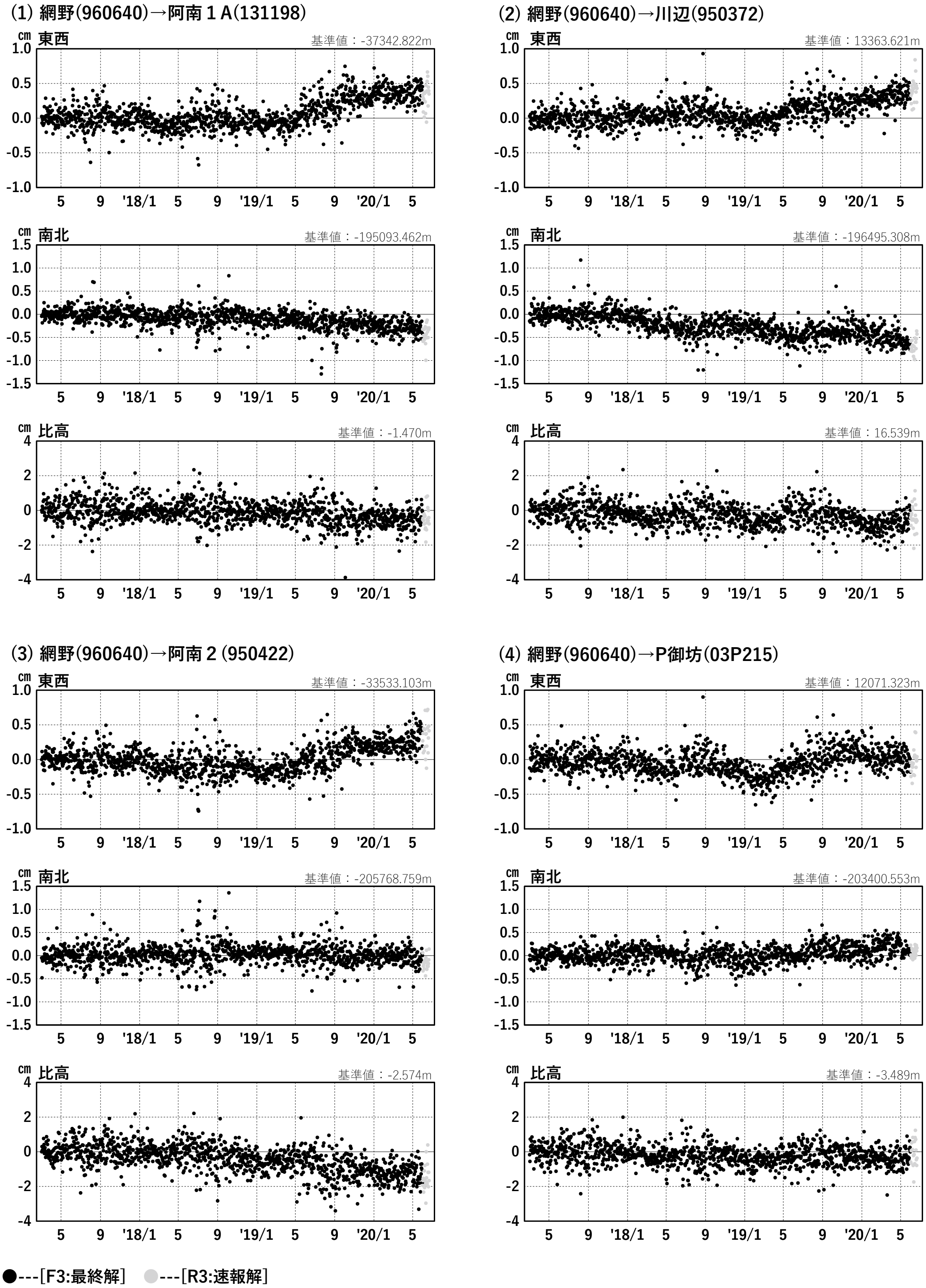


固定局:網野(960640)

第４図　紀伊半島西部・四国東部の非定常水平地殻変動
Fig. 4　Transient horizontal deformation in the western Kii Peninsula and the eastern Shikoku.

紀伊半島西部・四国東部　ＧＮＳＳ連続観測時系列（１）
１次トレンド･年周成分･半年周成分除去後グラフ

期間: 2017/03/01～2020/06/22 JST　　　計算期間: 2017/01/01～2018/01/01

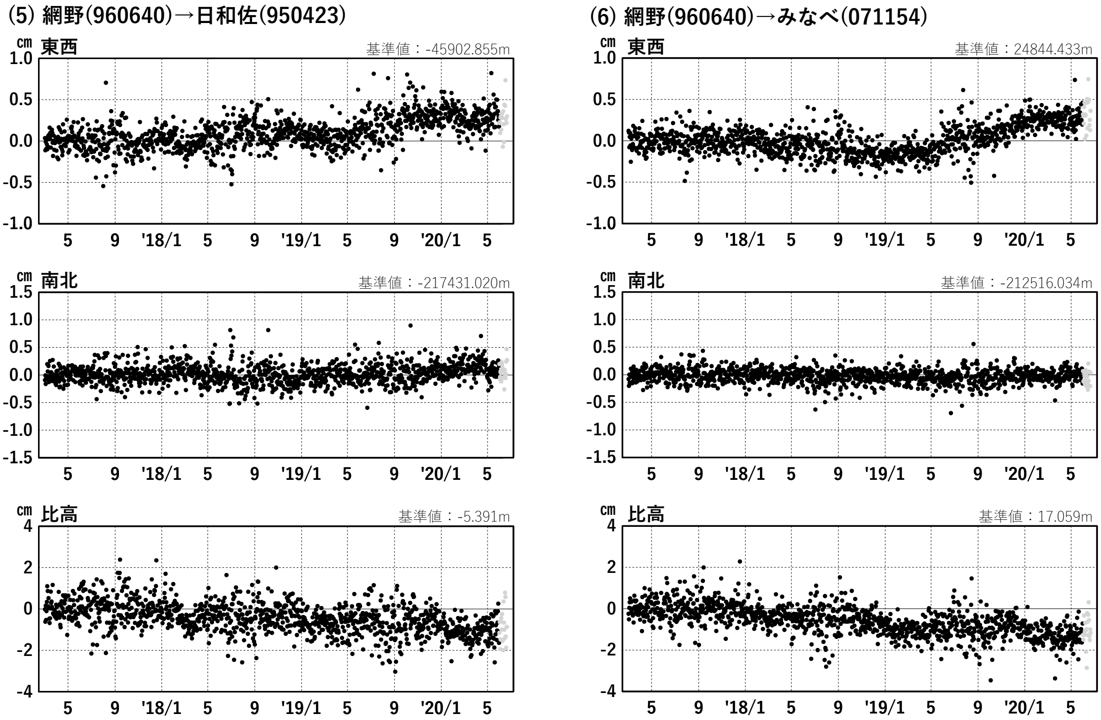


第 5 図　紀伊半島西部・四国東部　GNSS 連続観測時系列

Fig. 5　Results of continuous GNSS measurements in the western Kii Peninsula and the eastern Shikoku region with respect to the Amino station(1/2).

紀伊半島西部・四国東部　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

期間: 2017/03/01～2020/06/22 JST　　　計算期間: 2017/01/01～2018/01/01



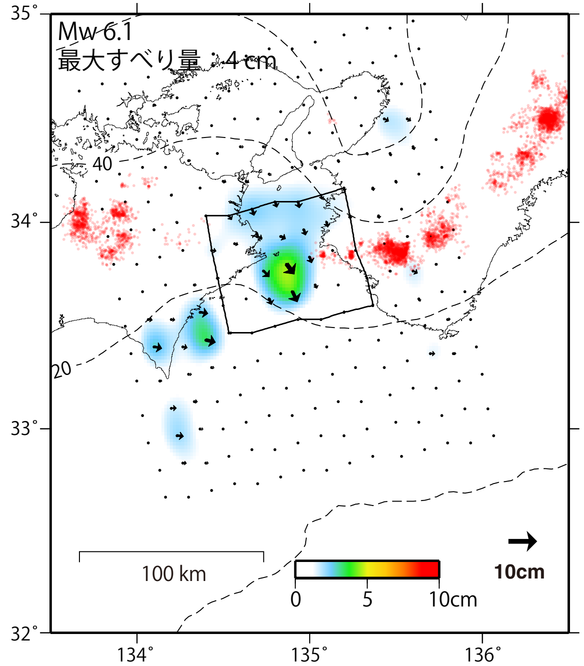
●---[F3:最終解]　●---[R3:速報解]

第 6 図　紀伊半島西部・四国東部　GNSS 連続観測時系列

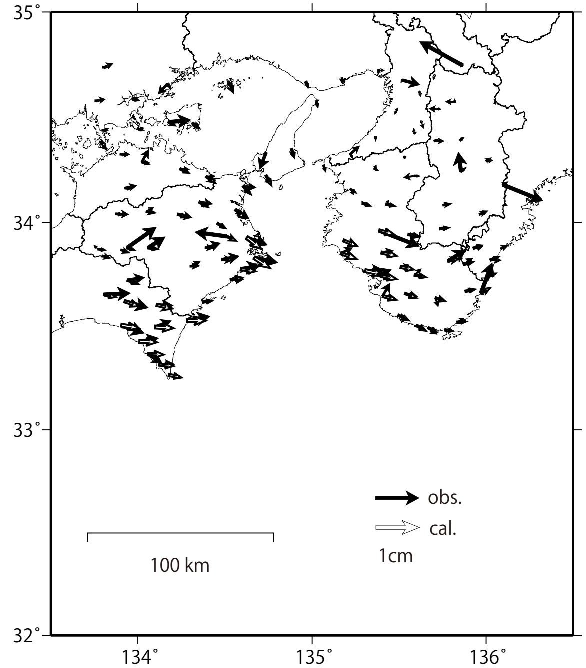
Fig. 6　Results of continuous GNSS measurements in the western Kii Peninsula and the eastern Shikoku region with respect to the Amino station(2/2).

GNSSデータから推定された
紀伊水道の長期的ゆっくりすべり（暫定）

推定すべり分布
（2019/4/1 - 2020/6/11）



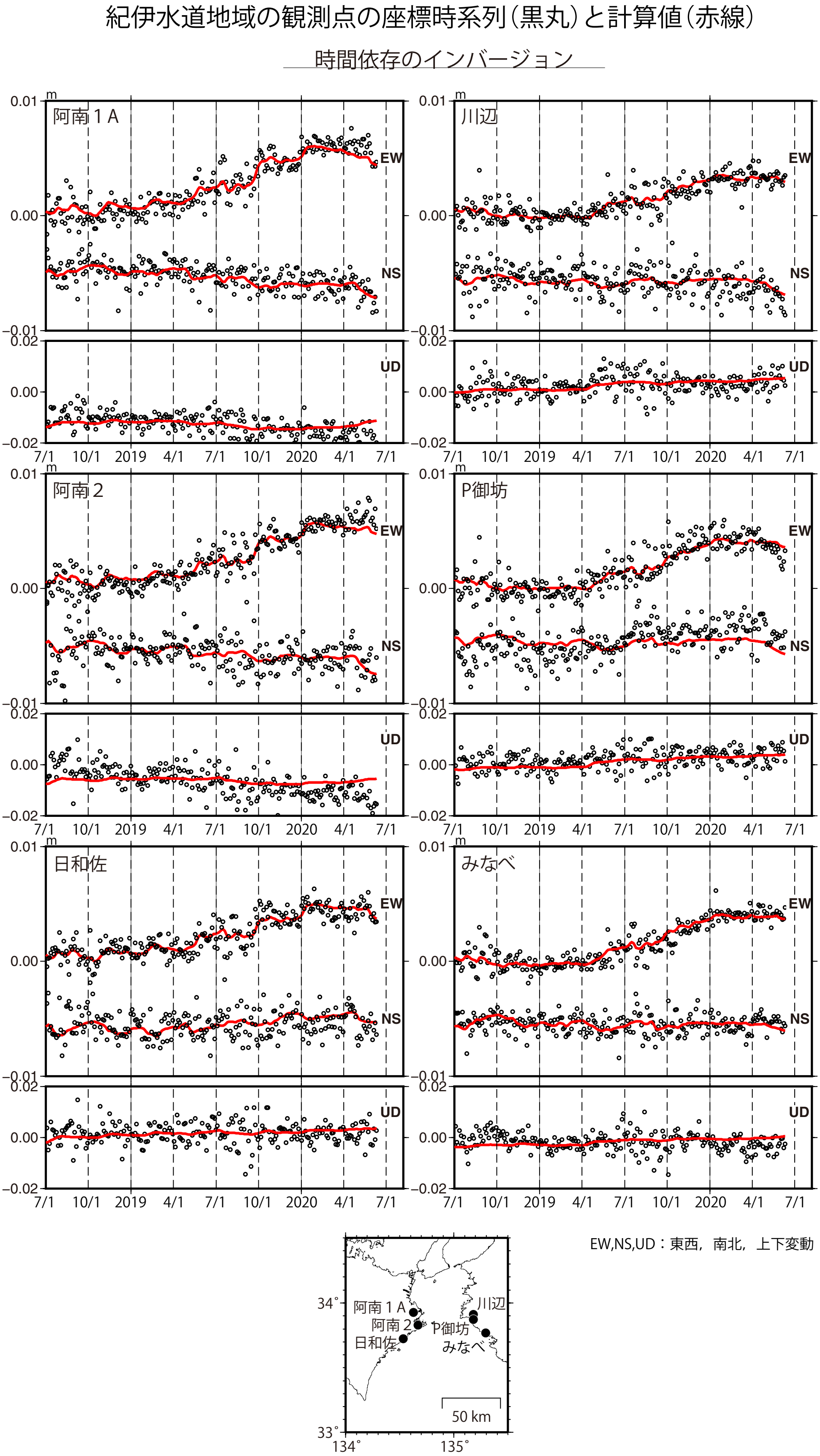
観測値（黒）と計算値（白）の比較
（2019/4/1 - 2020/6/11）



使用データ：F3解 (2018/1/1 - 2020/5/31) + R3解 (2020/6/1 - 2020/6/11)　※電子基準点の保守等による変動は補正済み
トレンド期間：2017/1/1 - 2018/1/1（年周・半年周成分は2017/1/1 - 2020/6/11のデータで補正）
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 (弘瀬･他、2007)
すべり方向：東向きから南向きの範囲に拘束
赤丸：低周波地震（気象庁一元化震源）
固定局：網野

第 7 図 (a)　紀伊水道において推定される長期的ゆっくりすべり（暫定）
Fig. 7(a)　Estimated slip distribution on the plate interface beneath the Kii-channel (preliminary results).

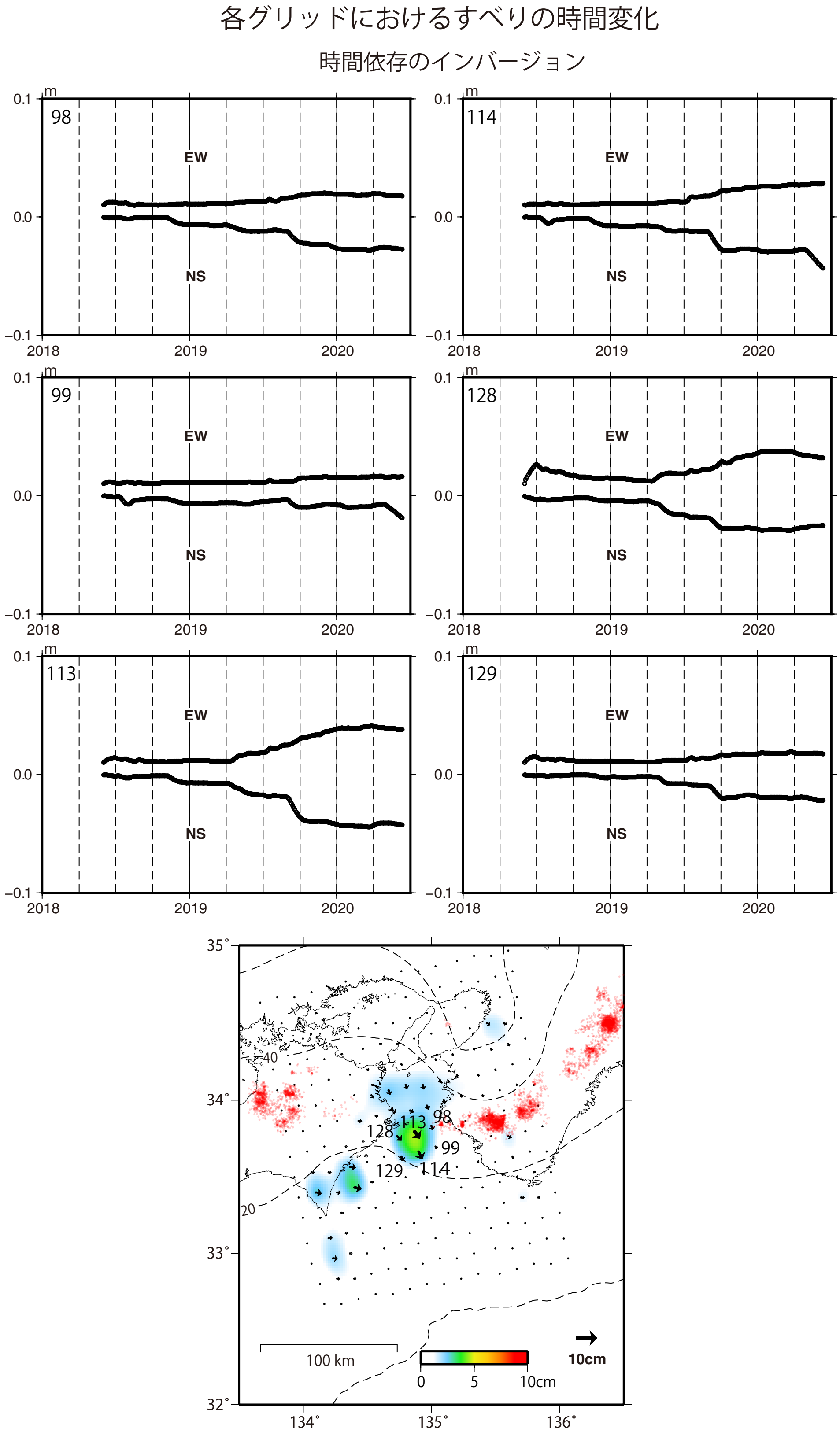
第 7 図 (b)　観測値（黒）と計算値（白）の比較
Fig. 7(b)　Comparison of observed (black) and calculated (white) displacements.



第 8 図　紀伊水道地域の座標時系列（黒丸）と計算値（赤線）

Fig. 8　Observed (black dots) and calculated (red line) deformations at the GNSS stations around the Kii-channel.

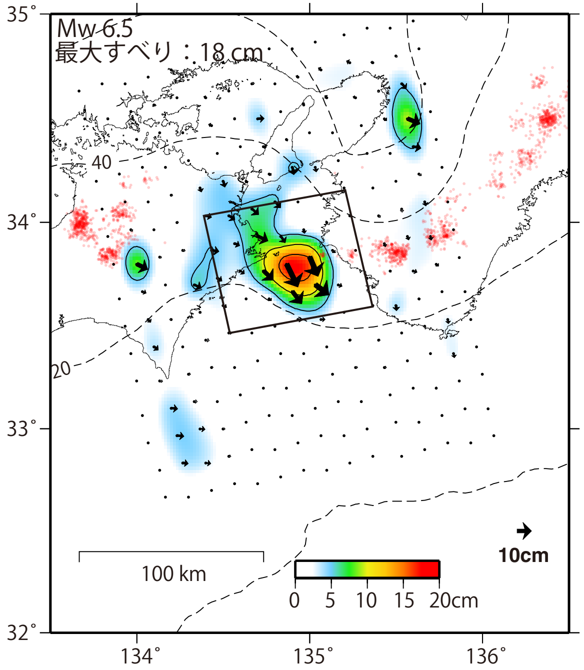
紀伊水道の長期的ゆっくりすべり



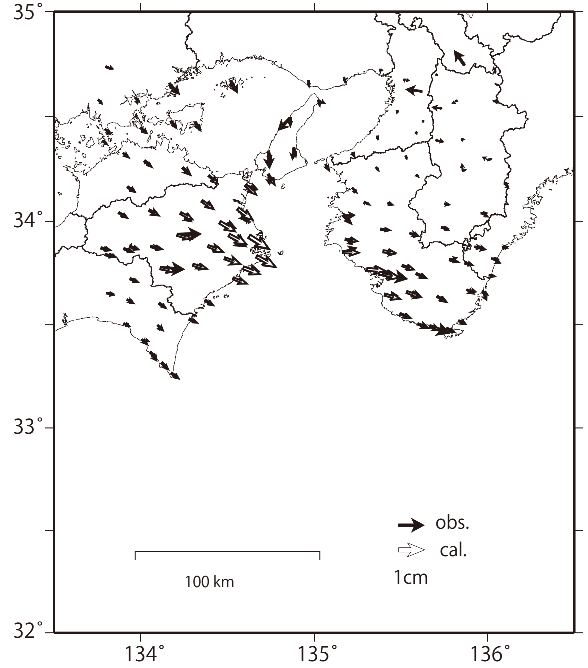
第 9 図　時間依存インバージョンで推定されたプレート間滑りの時間変化
Fig. 9　Time evolution of the estimated slip by the time dependent inversion method.

2014～2016年
GNSSデータから推定された紀伊水道の長期的ゆっくりすべり（暫定）

推定すべり分布
（2014/4/1 - 2016/8/1）



観測値（黒）と計算値（白）の比較
（2014/4/1 - 2016/8/1）



使用データ：F3解 (2014/1/1 - 2016/8/1)　※電子基準点の保守等による変動は補正済み
トレンド期間：2017/1/1 - 2018/1/1（年周・半年周成分は2017/1/1 - 2020/1/21のデータで補正）
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 (弘瀬･他、2007)
すべり方向：東向きから南向きの範囲に拘束
赤丸：低周波地震（気象庁一元化震源）
固定局：網野

第 10 図 (a)　紀伊水道において推定された長期的ゆっくりすべり（暫定）2014 年 -2016 年

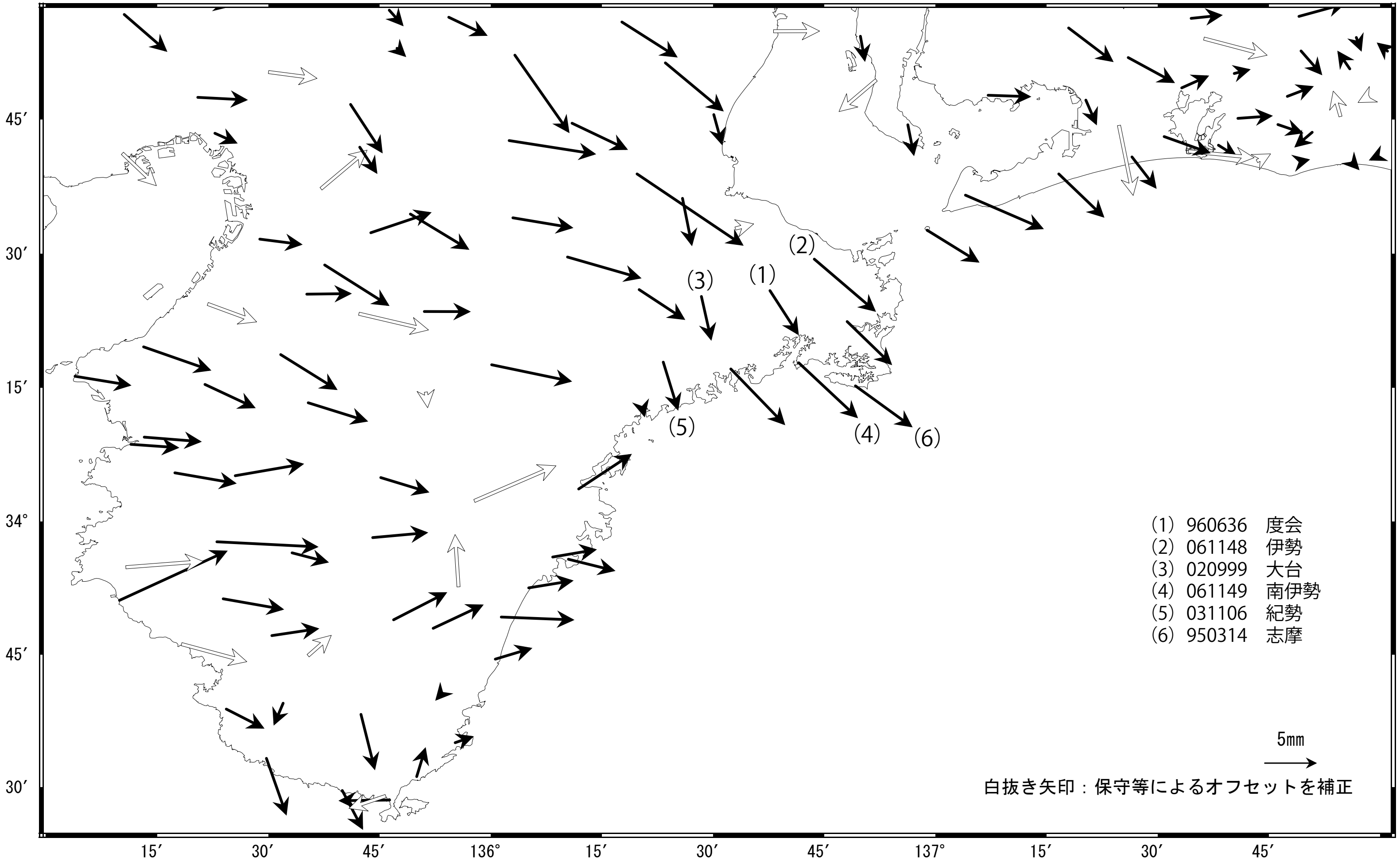
Fig. 10(a)　Estimated slip distribution on the plate interface beneath the Kii-channel for 2014-2016 (preliminary results).

第 10 図 (b)　観測値（黒）と計算値（白）の比較

Fig. 10(b)　Comparison of observed (black) and calculated (white) displacements.

志摩半島の非定常水平地殻変動(1次トレンド･年周期･半年周期除去後)

基準期間:2018/12/29～2019/01/04[F3:最終解]
比較期間:2020/10/20～2020/10/26[R3:速報解]
計算期間:2016/03/01～2017/03/01

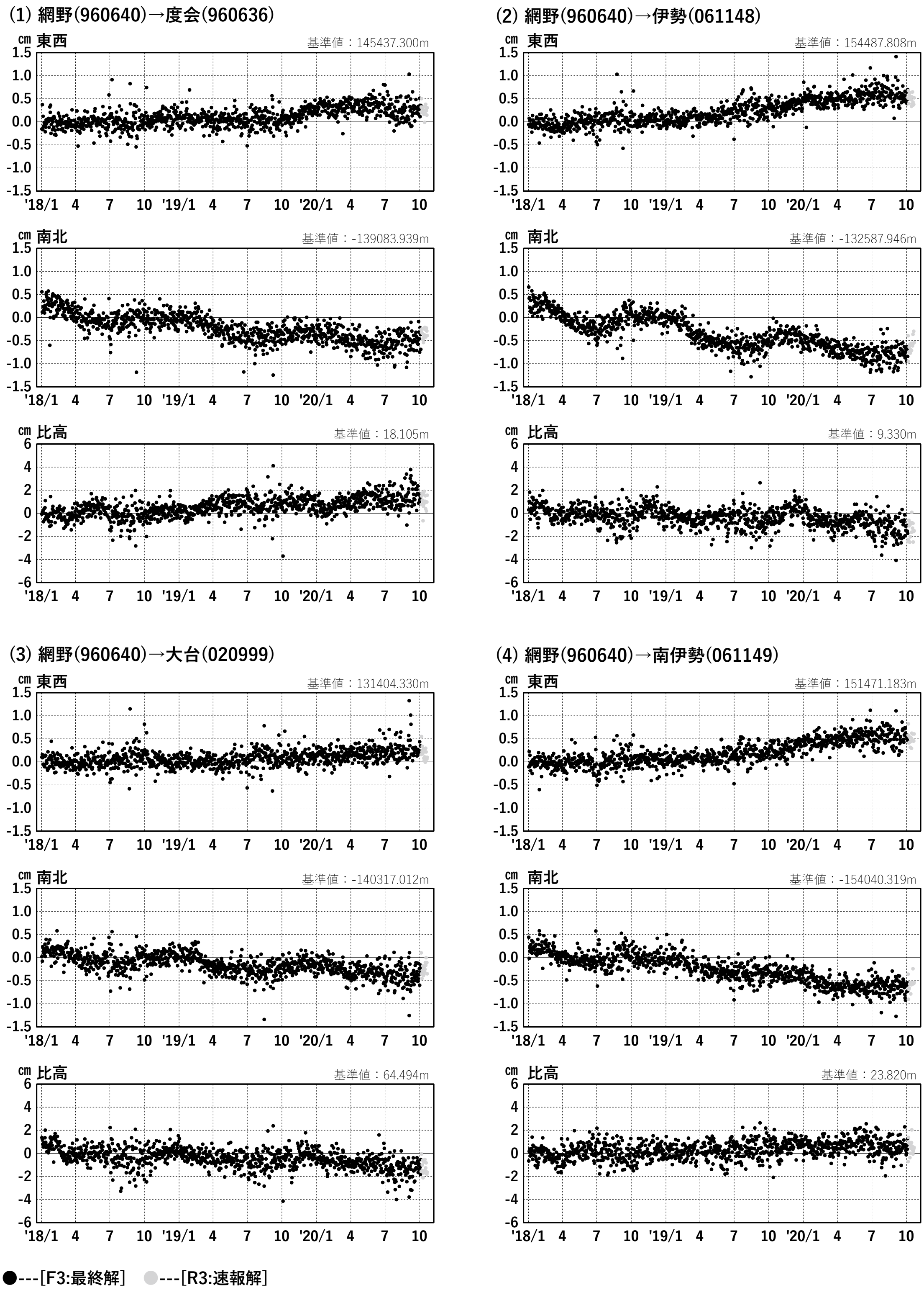


固定局:網野(960640)

第 11 図　志摩半島の非定常水平地殻変動
Fig. 11　Transient horizontal deformation in the Shima Peninsula.

志摩半島　ＧＮＳＳ連続観測時系列（１）
１次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

期間: 2018/01/01～2020/10/24 JST　　　計算期間: 2016/03/01～2017/03/01

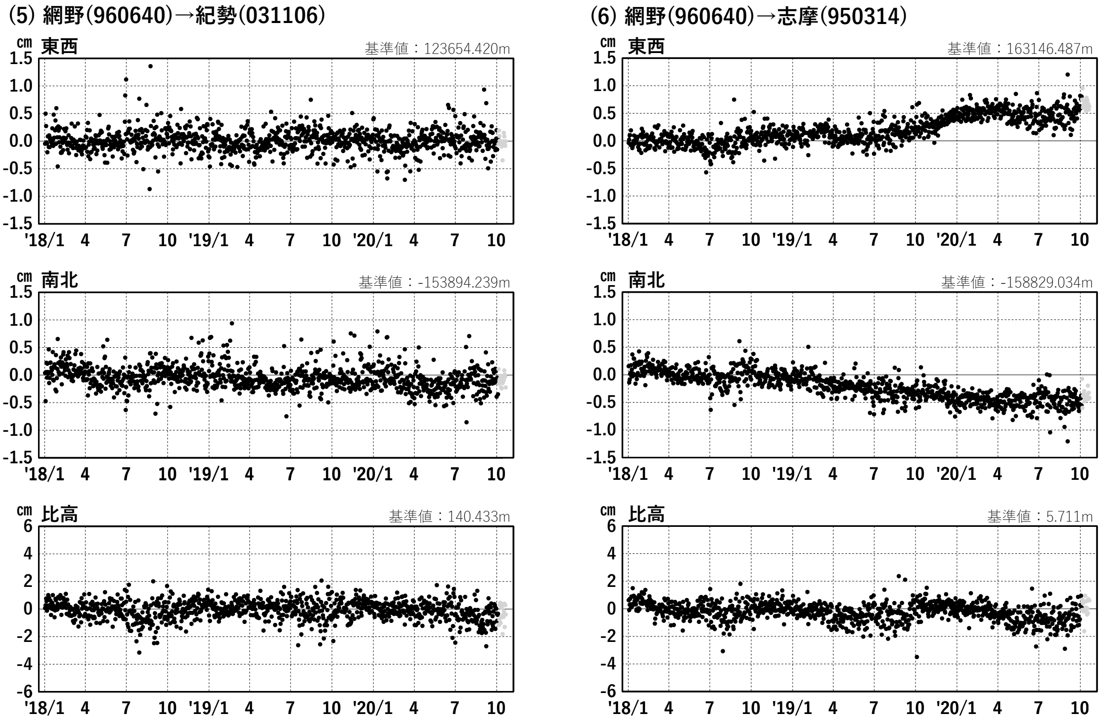


第 12 図　志摩半島 GNSS 連続観測時系列

Fig. 12　Results of continuous GNSS measurements in the Shima Peninsula with respect to the Amino station(1/2).

志摩半島　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

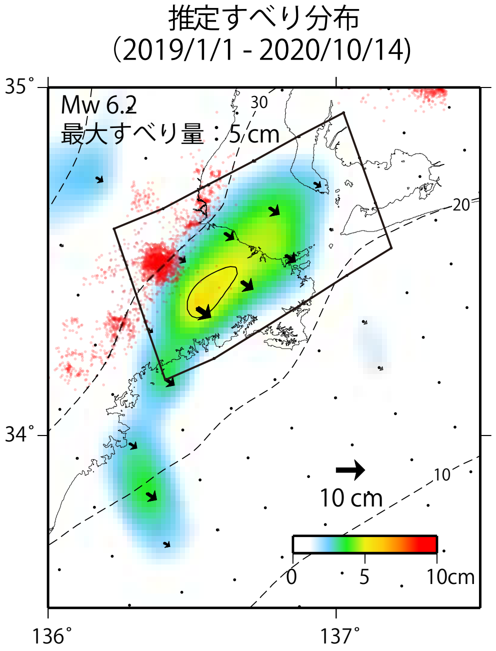
期間: 2018/01/01～2020/10/24 JST　　　計算期間: 2016/03/01～2017/03/01

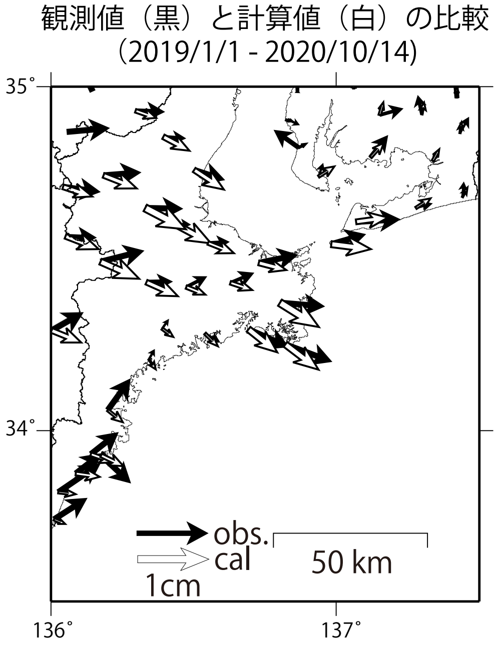


●---[F3:最終解]　●---[R3:速報解]

第 13 図　志摩半島 GNSS 連続観測時系列
Fig. 13　Results of continuous GNSS measurements on the the Shima Peninsula with respect to the Amino station(2/2).

GNSSデータから推定された
志摩半島の長期的ゆっくりすべり（暫定）

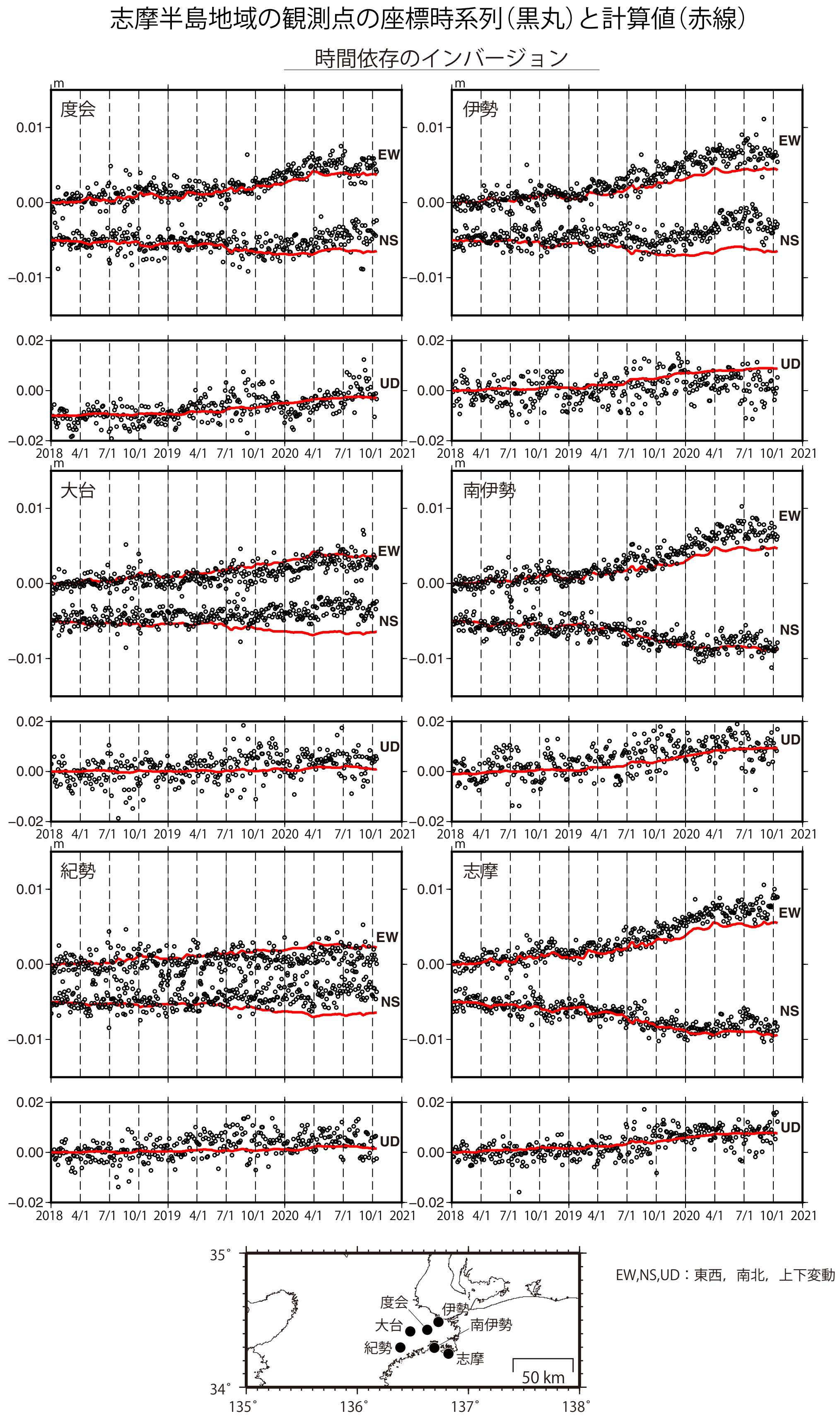




使用データ：F3解 (2018/1/1 - 2020/10/3) + R3解 (2020/10/4 - 2020/10/14)　※電子基準点の保守等による変動は補正済み
トレンド期間：2016/3/1 - 2017/3/1（年周・半年周成分は 2017/1/1 - 2020/10/14 のデータで補正）
モーメント計算範囲：左図の黒枠内側
観測値：3日間の平均値をカルマンフィルターで平滑化した値
黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線 (弘瀬·他、2007)
すべり方向：プレートの沈み込み方向と平行な方向に拘束
赤丸：低周波地震（気象庁一元化震源）
固定局：網野

第 14 図 (a)　志摩半島において推定される長期的ゆっくりすべり（暫定）
Fig. 14(a)　Estimated slip distribution on the plate interface beneath the Shima Peninsula (preliminary results).

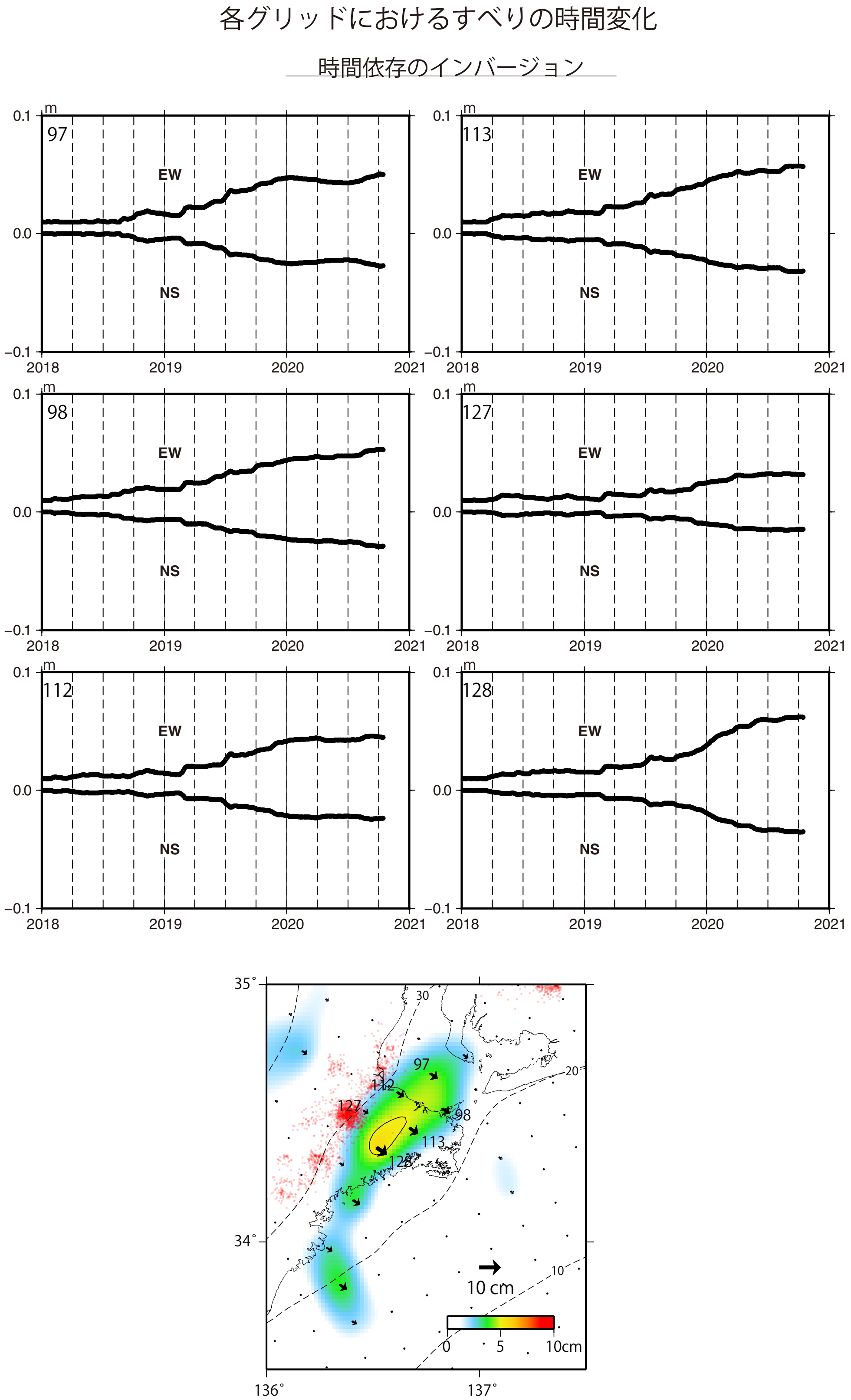
第 14 図 (b)　観測値（黒）と計算値（白）の比較
Fig. 14(b)　Comparison of observed (black) and calculated (white) displacements.



第 15 図　志摩半島地域の座標時系列（黒丸）と計算値（赤線）

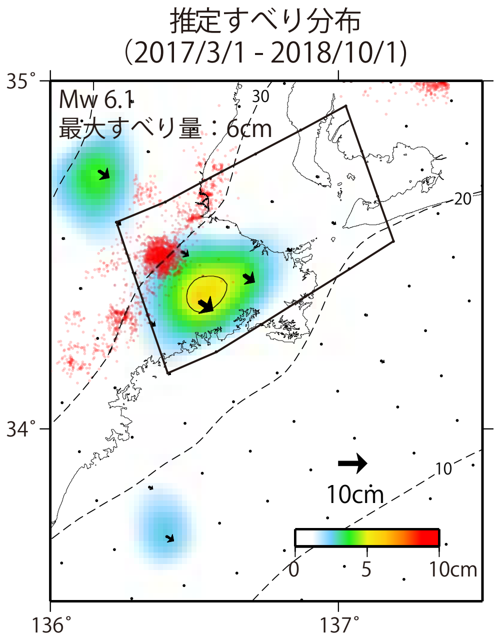
Fig. 15　Observed (black dots) and calculated (red line) deformations at the GNSS stations in the Shima Peninsula.

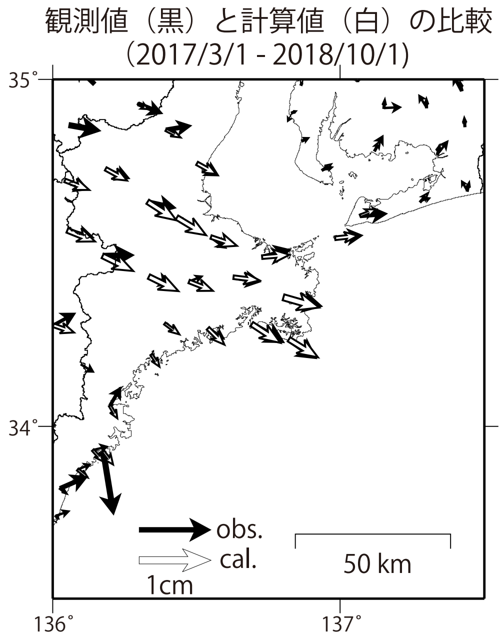
志摩半島の長期的ゆっくりすべり



第 16 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. 16　Time evolution of the estimated slip by the time dependent inversion method.

2017～2018年
GNSSデータから推定された志摩半島の長期的ゆっくりすべり（暫定）





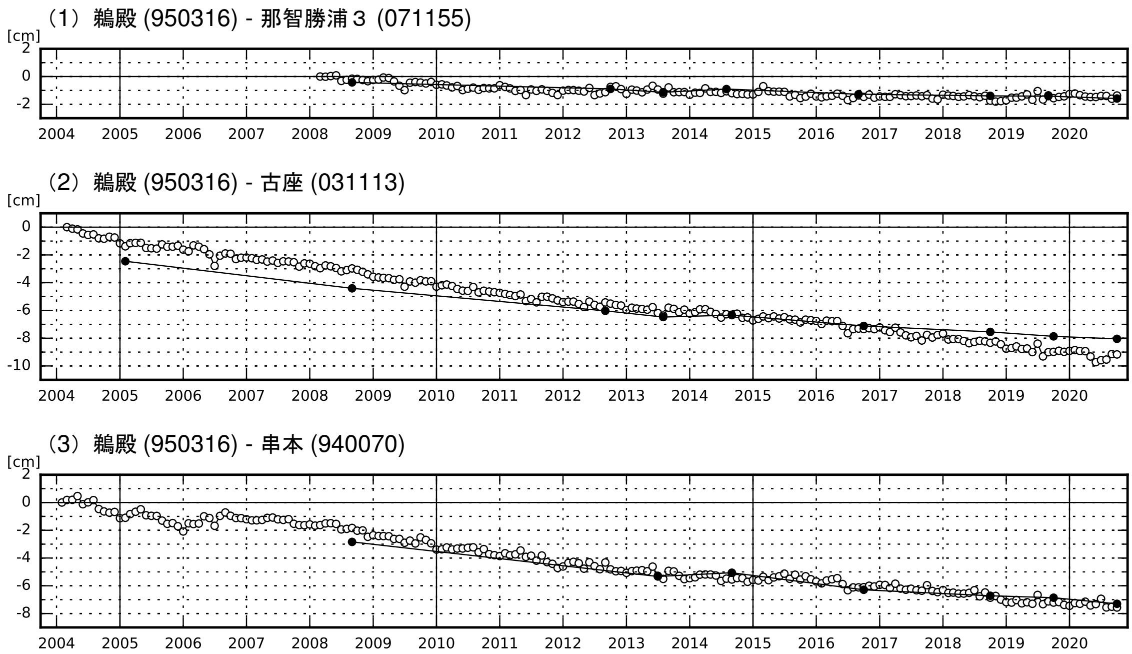
使用データ：F3解 (2016/1/1 - 2020/3/28)+ R3解 (2020/3/29 - 2020/4/11)　※電子基準点の保守等による変動は補正済み
トレンド期間：2016/3/1 - 2017/3/1（年周・半年周成分は2017/1/1 - 2020/4/11のデータで補正）
モーメント計算範囲：左図の黒枠内側
観測値：3日間の平均値をカルマンフィルターで平滑化した値
黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線 (弘瀬･他、2007)
すべり方向：プレートの沈み込み方向と平行な方向に拘束
赤丸：低周波地震（気象庁一元化震源）
固定局：網野

第 17 図 (a)　志摩半島において推定された長期的ゆっくりすべり（暫定）2017 年 -2018 年
Fig. 17(a)　Estimated slip distribution on the plate interface beneath the Shima Peninsula for 2017-2018 (preliminary results).

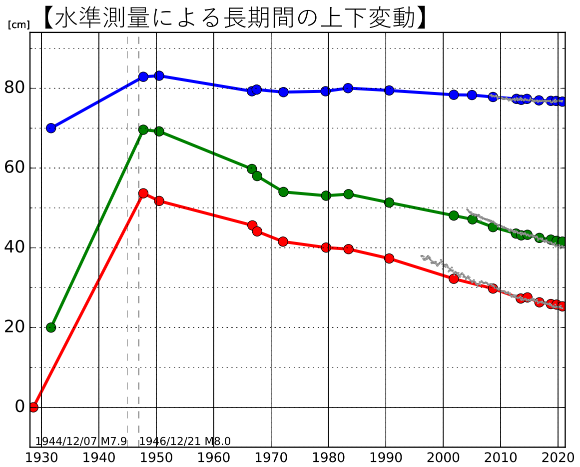
第 17 図 (b)　観測値（黒）と計算値（白）の比較
Fig. 17(b)　Comparison of observed (black) and calculated (white) displacements.

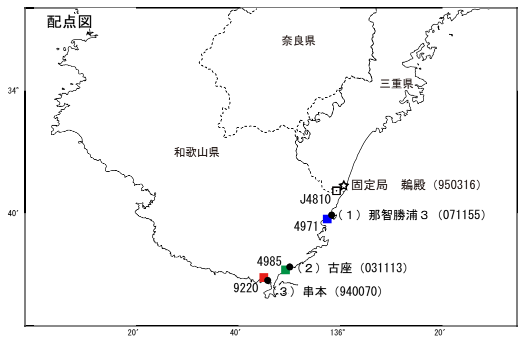
紀伊半島　電子基準点の上下変動（１）

潮岬周辺の長期的な沈降傾向に変化は見られない.



●：水準測量　　○：GNSS 連続観測（GEONET 月平均値）





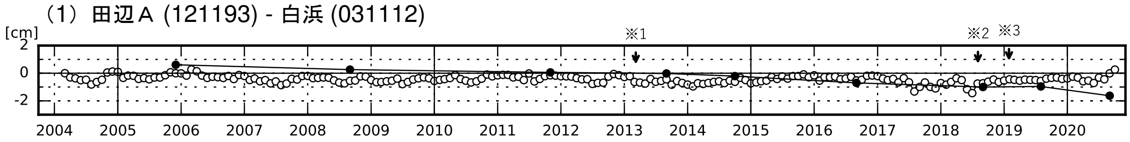
・GNSS 連続観測のプロット点は，GEONET による日々の座標値（F3：最終解）から計算した値の月平均値である。（最新のプロット点：10/1～10/17 の平均値）
・水準測量の結果は，最寄りの一等水準点の結果を表示しており，GNSS 連続観測の全期間の値との差が最小となるように描画している。
・「水準測量による長期間の上下変動」のグラフにおける，各プロットの色は配点図の水準点の色と対応する。また，灰色のプロットは GEONET の月平均値を示している。

第 18 図　紀伊半島 電子基準点の上下変動（水準測量と GNSS）（1）
Fig. 18　Vertical displacements of GEONET stations in the Kii Peninsula (leveling and GNSS measurements) (1).

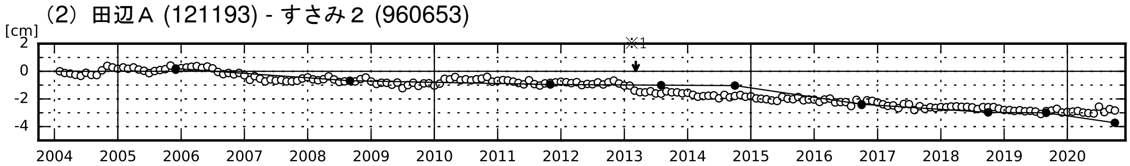
紀伊半島　電子基準点の上下変動（２）

潮岬周辺の長期的な沈降傾向に変化は見られない.

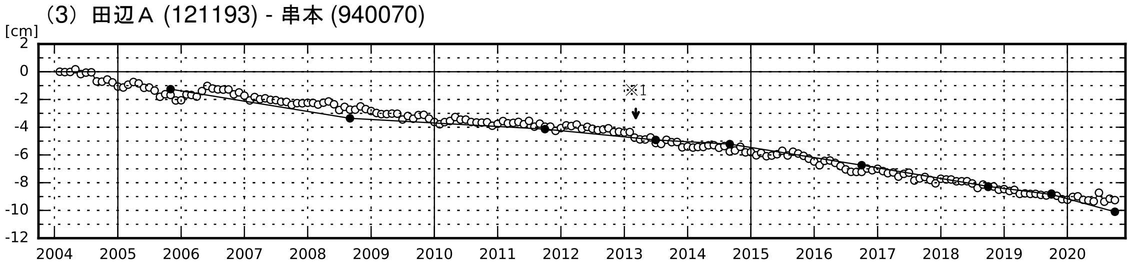
（1）田辺Ａ (121193) - 白浜 (031112)



（2）田辺Ａ (121193) - すさみ２ (960653)

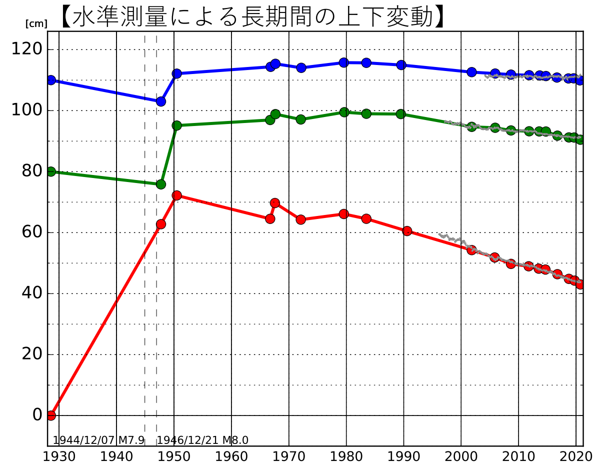


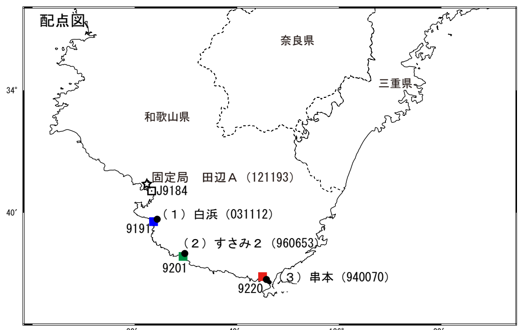
（3）田辺Ａ (121193) - 串本 (940070)



●：水準測量　　○：GNSS 連続観測（GEONET 月平均値）

【水準測量による長期間の上下変動】





・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である。（最新のプロット点：10/1～10/17 の平均値）

・水準測量の結果は，最寄りの一等水準点の結果を表示しており，GNSS 連続観測の全期間の値との差が最小となるように描画している。

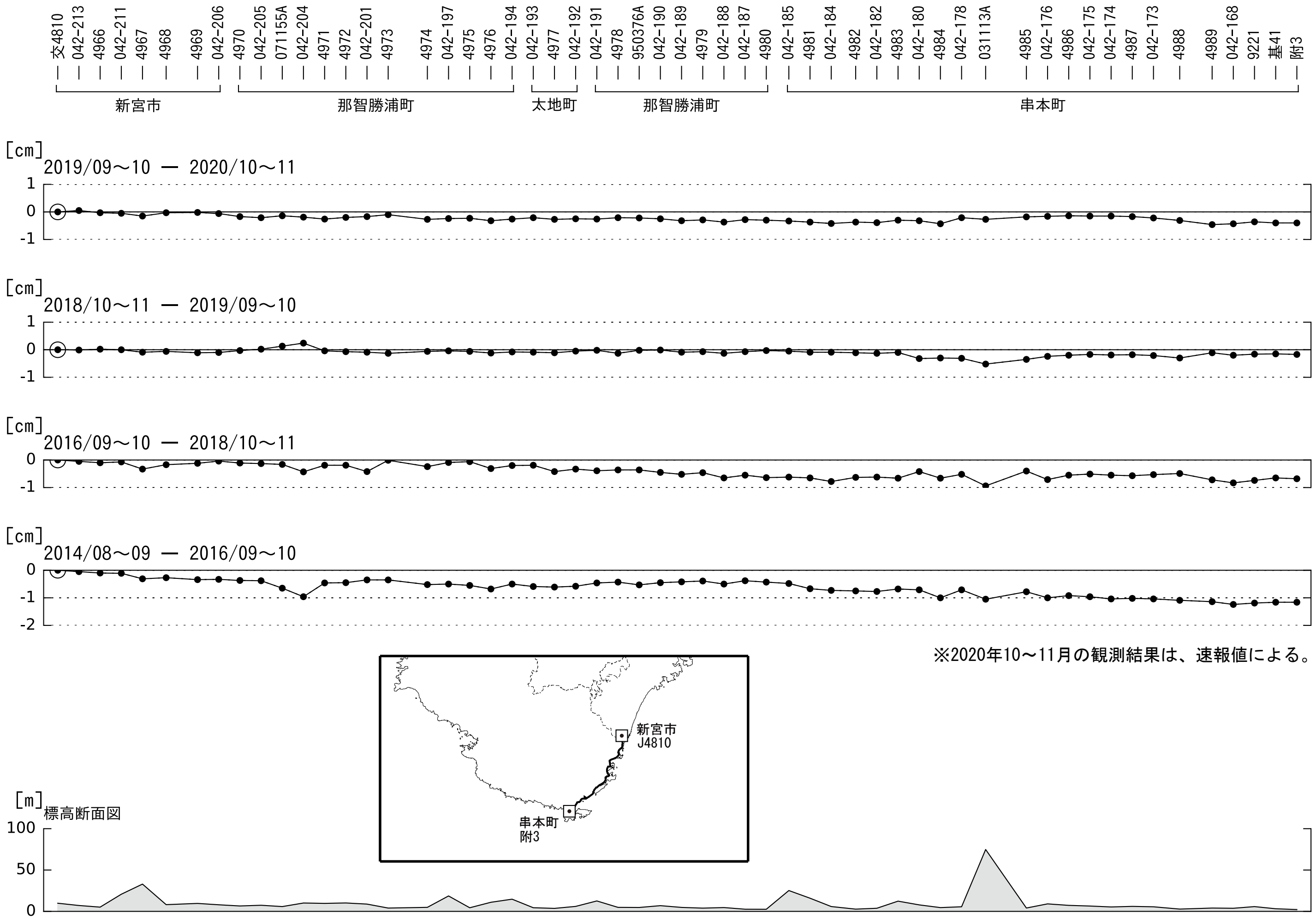
・「水準測量による長期間の上下変動」のグラフにおける，各プロットの色は配点図の水準点の色と対応する。また，灰色のプロットは GEONET の月平均値を示している。

※１ 2013/3/8 に電子基準点「田辺」を移転し，電子基準点「田辺Ａ」とした。
※２ 2018/8/3 に電子基準点「白浜」周辺の樹木を伐採した。
※３ 2019/1/29 に電子基準点「白浜」周辺の樹木を伐採した。

第 19 図　紀伊半島 電子基準点の上下変動（水準測量と GNSS）（2）

Fig. 19　Vertical displacements of GEONET stations in the Kii Peninsula (leveling and GNSS measurements) (2).

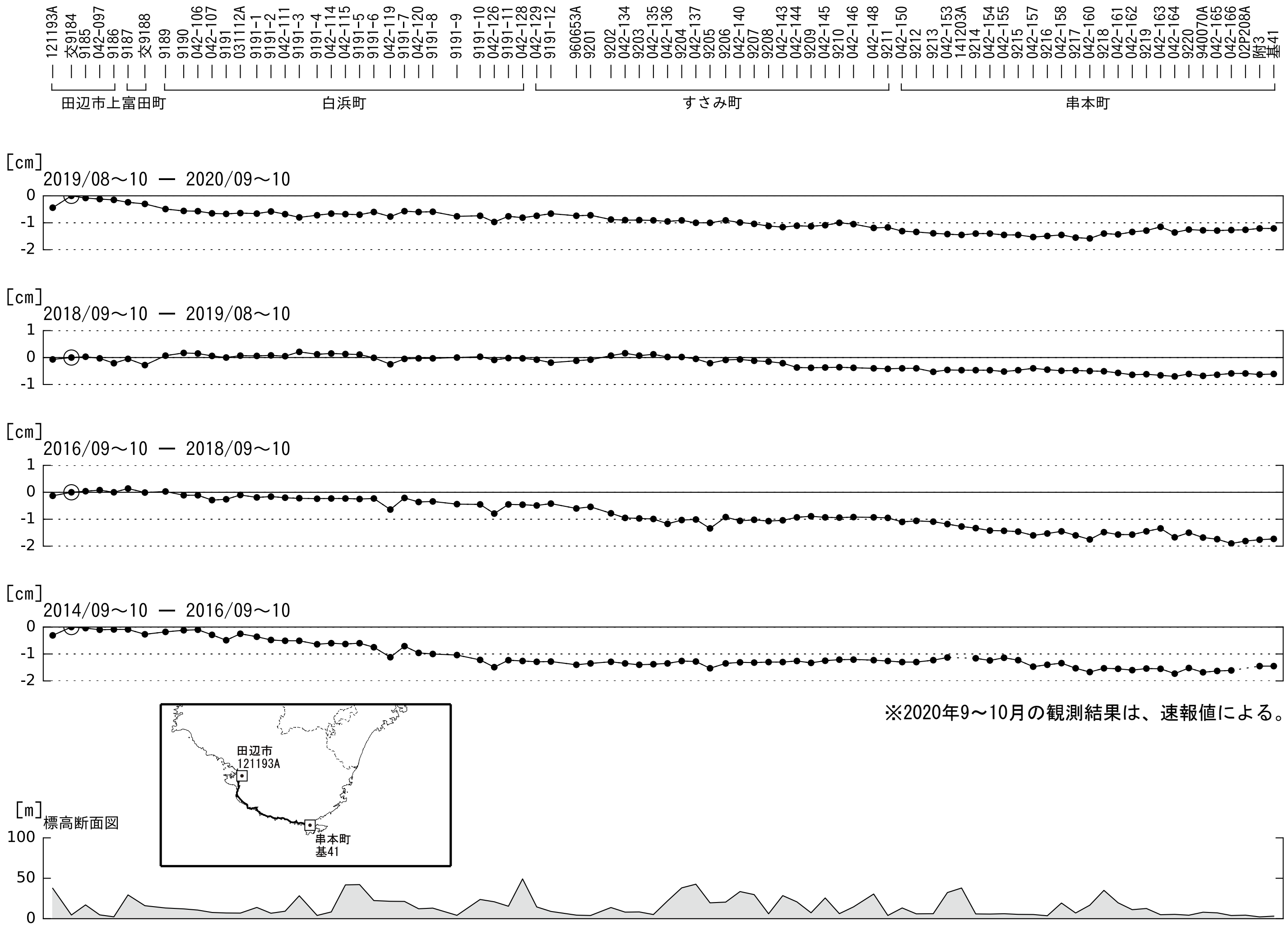
和 歌 山 県 新 宮 市 ～ 串 本 町 間 の 上 下 変 動



第 20 図　新宮市～串本町間の上下変動

Fig. 20　Results of leveling survey along the leveling route from Shingu city to Kushimoto town.

和 歌 山 県 田 辺 市 ～ 串 本 町 間 の 上 下 変 動

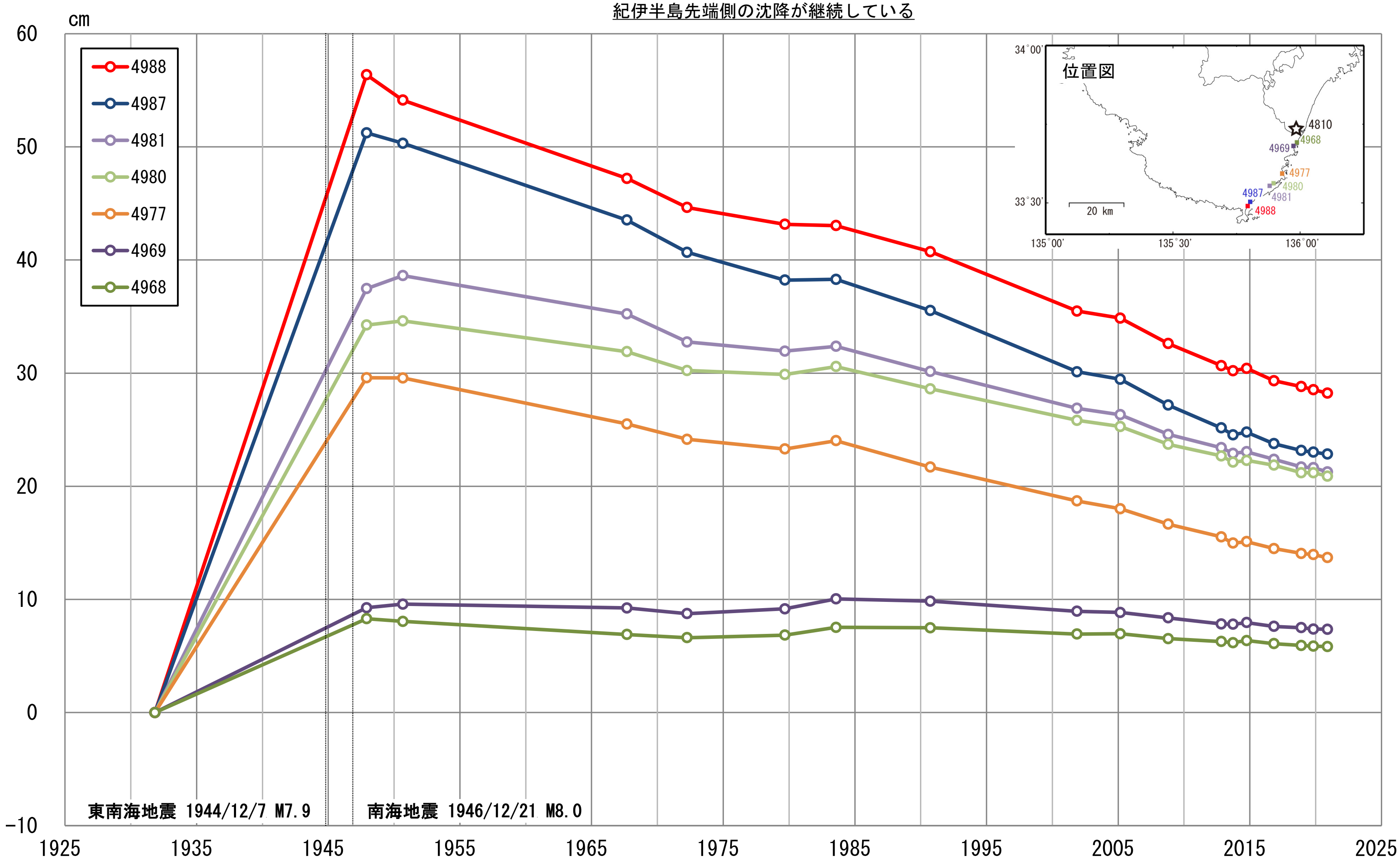


第 21 図　田辺市～串本町間の上下変動

Fig. 21　Results of leveling survey along the leveling route from Tanabe city to Kushimoto town.

1931年を基準とした紀伊半島東側の各水準点の経年変化

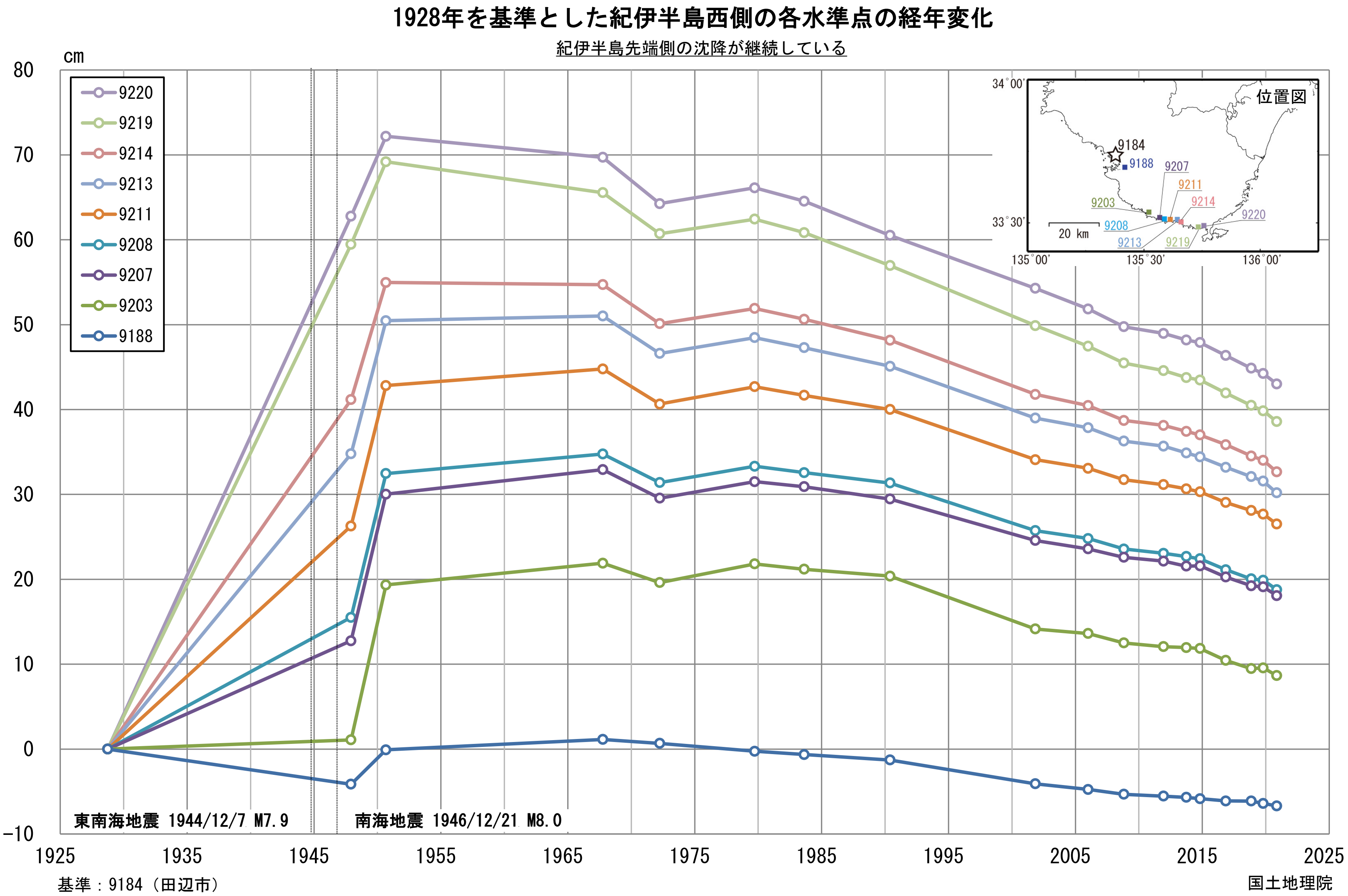
紀伊半島先端側の沈降が継続している



第 22 図　水準点 4810（新宮市）を基準とした紀伊半島東側の各水準点の高さの上下変動時系列

Fig. 22　Time series of height changes of benchmarks along the leveling route on the east side of the Kii Peninsula referred to BM4810 (Shingu).

地震予知連絡会会報第 105 巻　2021 年 3 月発行
2022 年 1 月修正

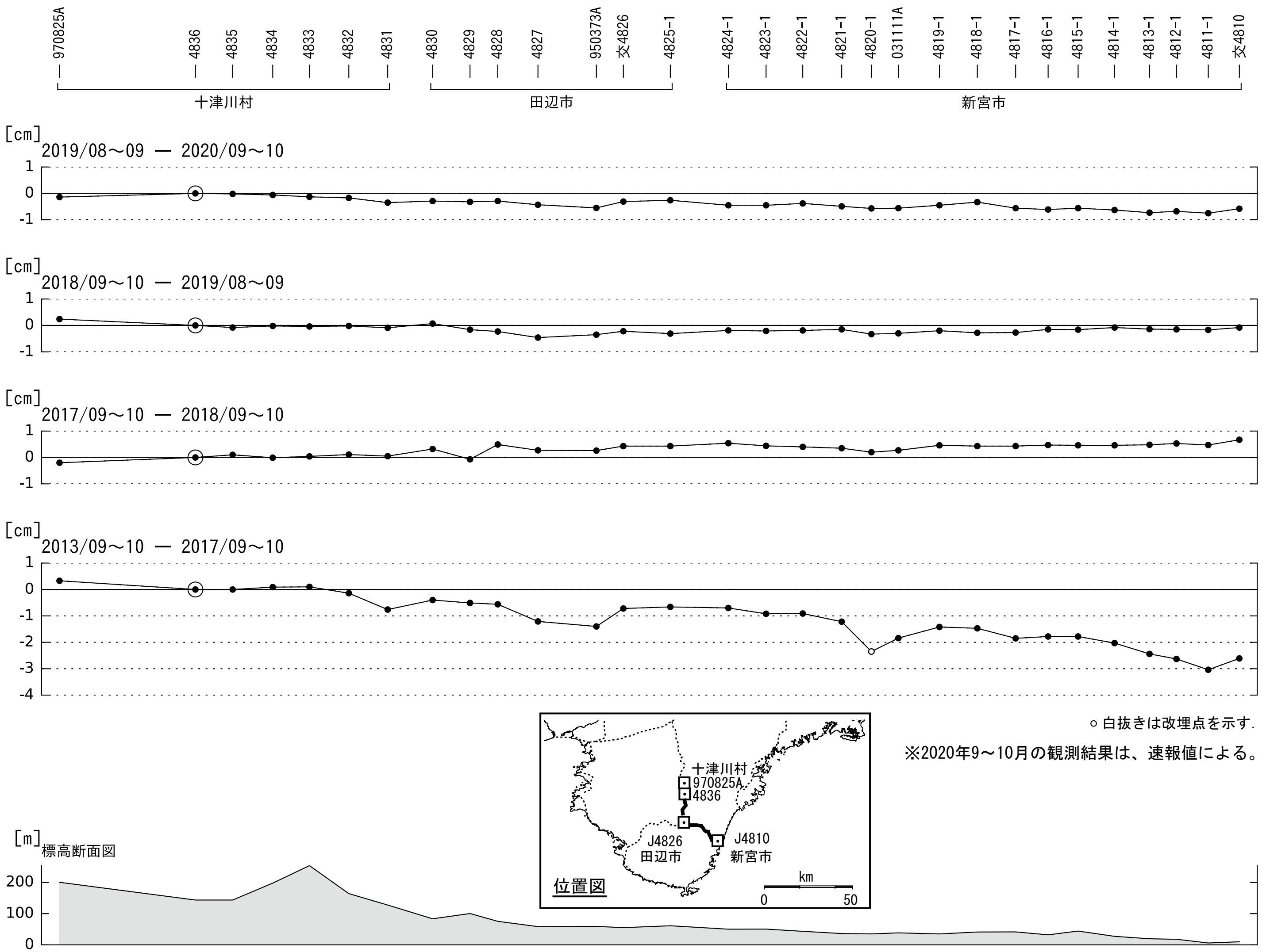


第 23 図　水準点 9148（田辺市）を基準とした紀伊半島西側の各水準点の高さの上下変動時系列

Fig. 23　Time series of height changes of benchmarks along the leveling route on the west side of the Kii Peninsula referred to BM9148 (Tanabe).

地震予知連絡会会報第 105 巻　2021 年 3 月発行
2022 年 1 月修正

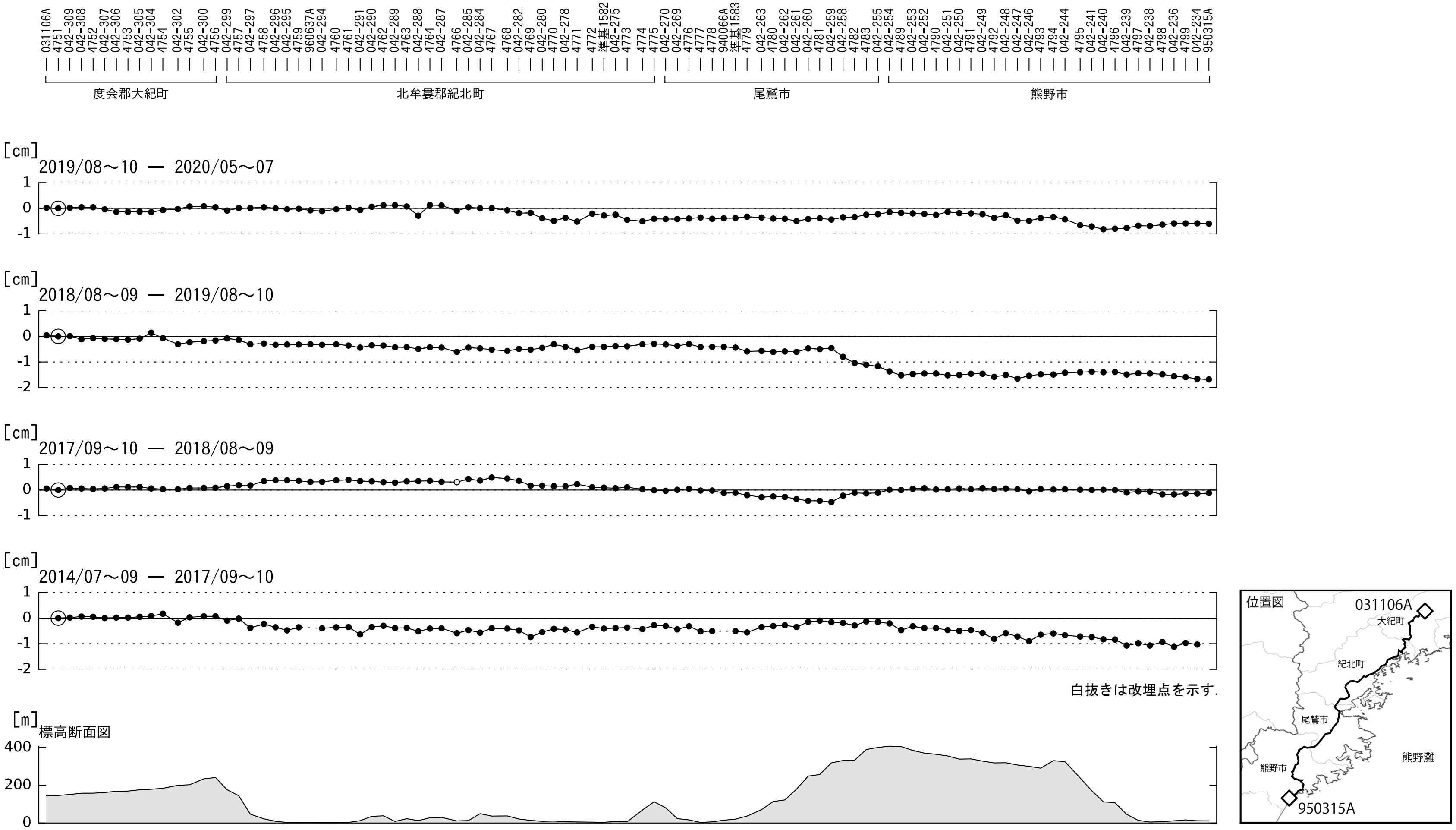
奈良県十津川村～和歌山県新宮市間の上下変動



第 24 図　十津川村～新宮市間の上下変動

Fig. 24　Results of leveling survey along the leveling route from Totsukawa village to Shingu city.

三 重 県 大 紀 町 ～ 熊 野 市 間 の 上 下 変 動



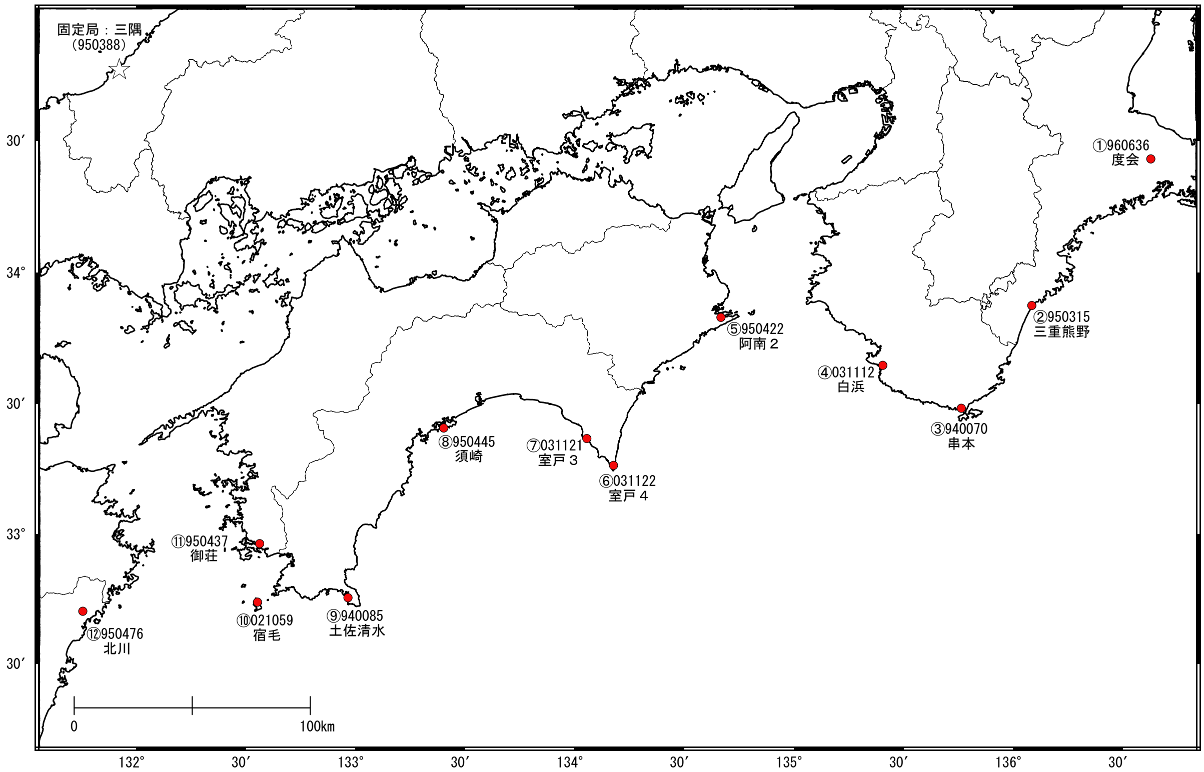
※2020年5～7月の観測結果は、速報値による。

第 25 図　大紀町～熊野市間の上下変動

Fig. 25　Results of leveling survey along the leveling route from Taiki town to Kumano city.

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
		2017/11/27	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
		2018/01/10	受信機交換
		2018/08/03	周辺伐採
		2019/01/29	周辺伐採
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
		2018/04/02	アンテナ交換・受信機交換
		2019/12/04	受信機交換
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
		2018/01/30	受信機交換

点番号	点　名	日付	保守内容
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
		2019/11/28	受信機交換
940085	土佐清水	2012/11/15	アンテナ更新・受信機交換
		2019/11/26	受信機交換
021059	宿毛	2012/11/16	アンテナ更新・受信機交換
		2015/11/19	アンテナ交換
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・受信機交換
		2015/10/05	周辺伐採
		2016/07/19	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
		2019/11/28	受信機交換
950388	三隅	2012/10/29	アンテナ更新・受信機交換
		2014/10/01	周辺伐採
		2019/11/13	受信機交換

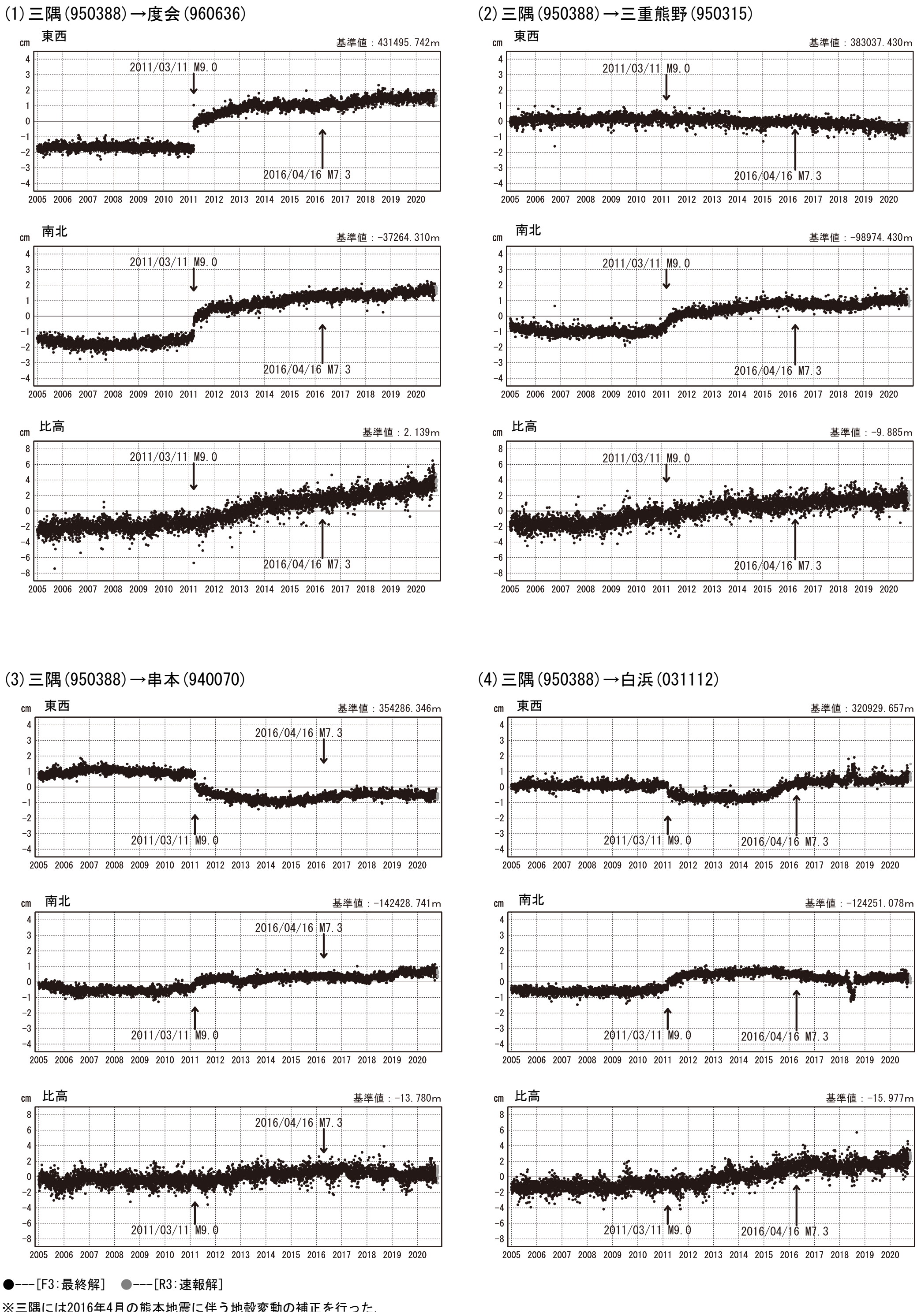
第 26 図　南海トラフ周辺における GNSS 連続観測結果（観測点配置図・保守状況）

Fig. 26　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

期間：2005/01/01～2020/10/24 JST　　計算期間：2006/01/01～2009/01/01



第 27 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）

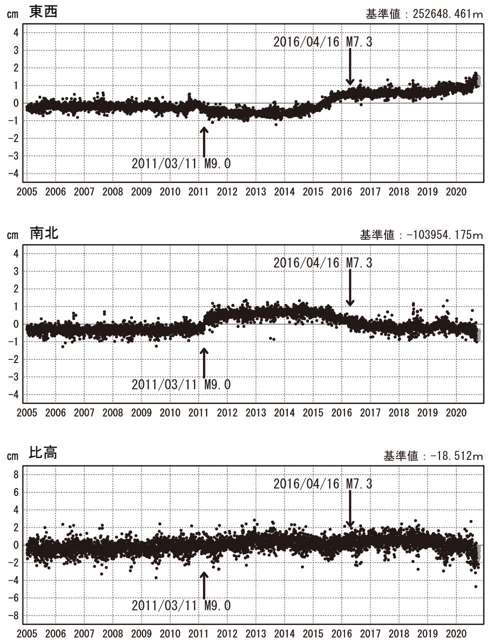
Fig. 27　Time series of continuous GNSS measurements along the Nankai Trough with reference to the Misumi station (detrended time series with seasonal terms removed) (1/3).

南海トラフ周辺　ＧＮＳＳ連続観測時系列（３）

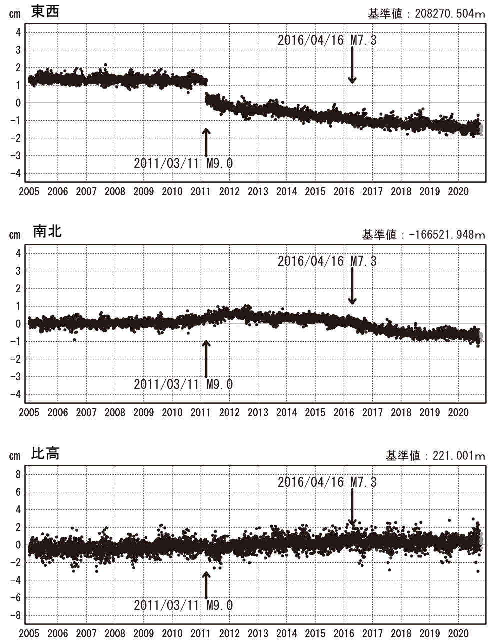
１次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

期間：2005/01/01～2020/10/24 JST　　計算期間：2006/01/01～2009/01/01

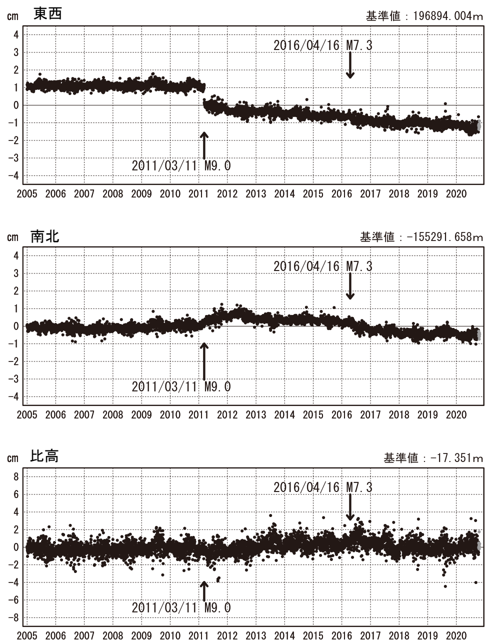
(5) 三隅(950388)→阿南２(950422)



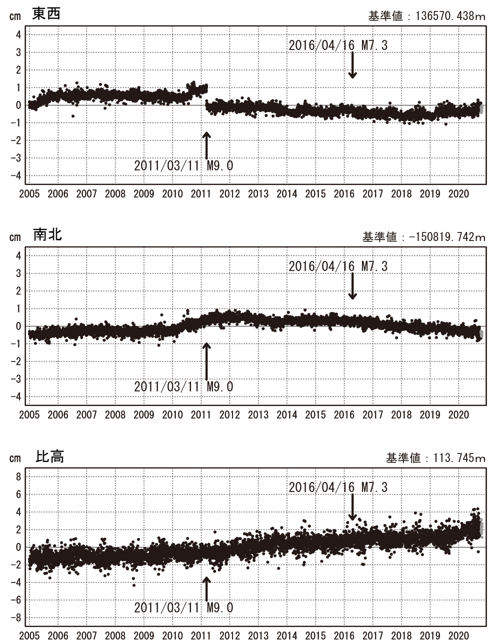
(6) 三隅(950388)→室戸４(031122)



(7) 三隅(950388)→室戸３(031121)



(8) 三隅(950388)→須崎(950445)



●---[F3:最終解]　●---[R3: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.

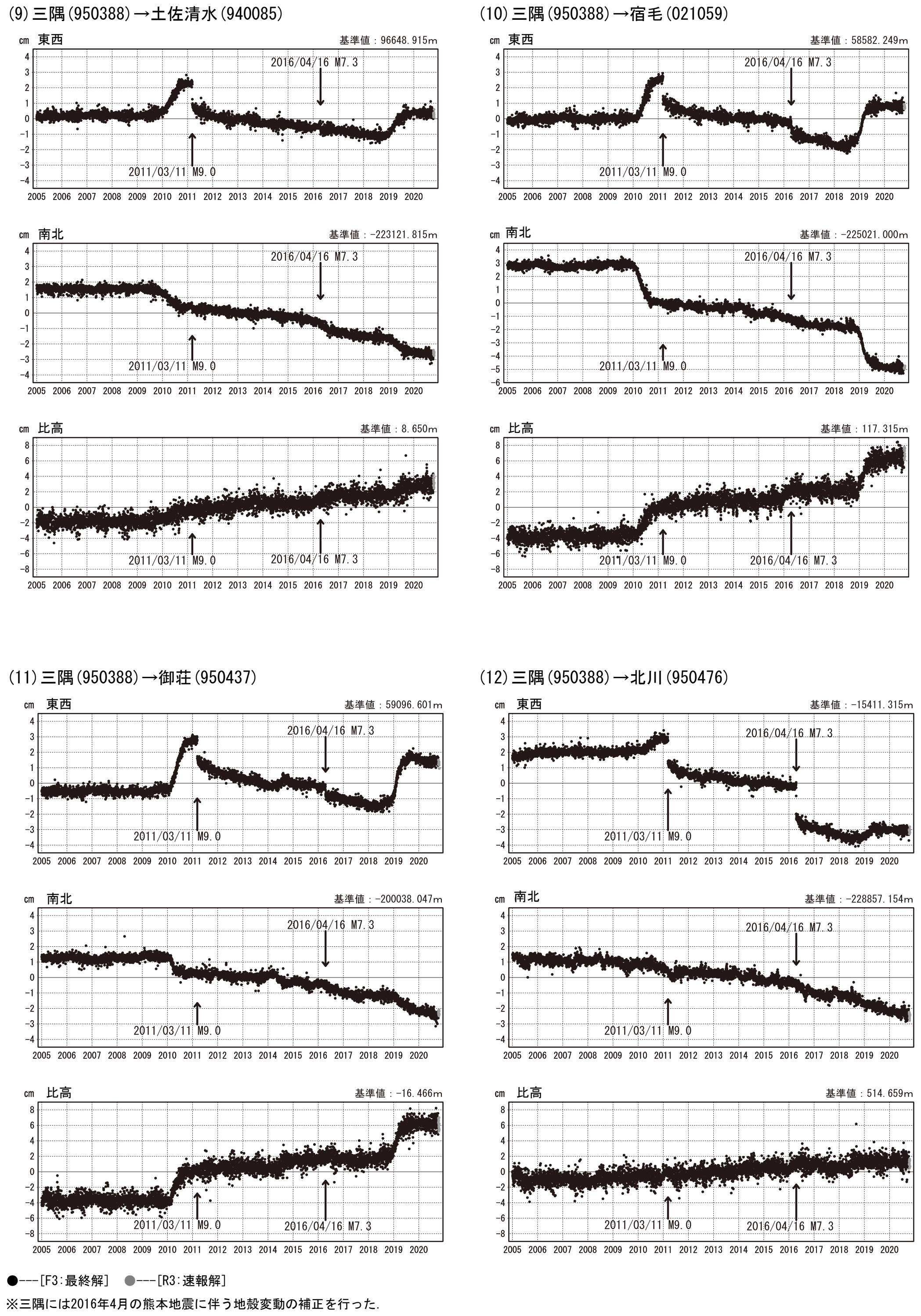
第 28 図　南海トラフ周辺における GNSS 連続観測結果：1 次トレンド及び年周・半年周成分を除去した時系列（固定局：三隅）

Fig. 28　Time series of continuous GNSS measurements along the Nankai Trough with reference to the Misumi station (detrended time series with seasonal terms removed) (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：2005/01/01～2020/10/24 JST　　計算期間：2006/01/01～2009/01/01

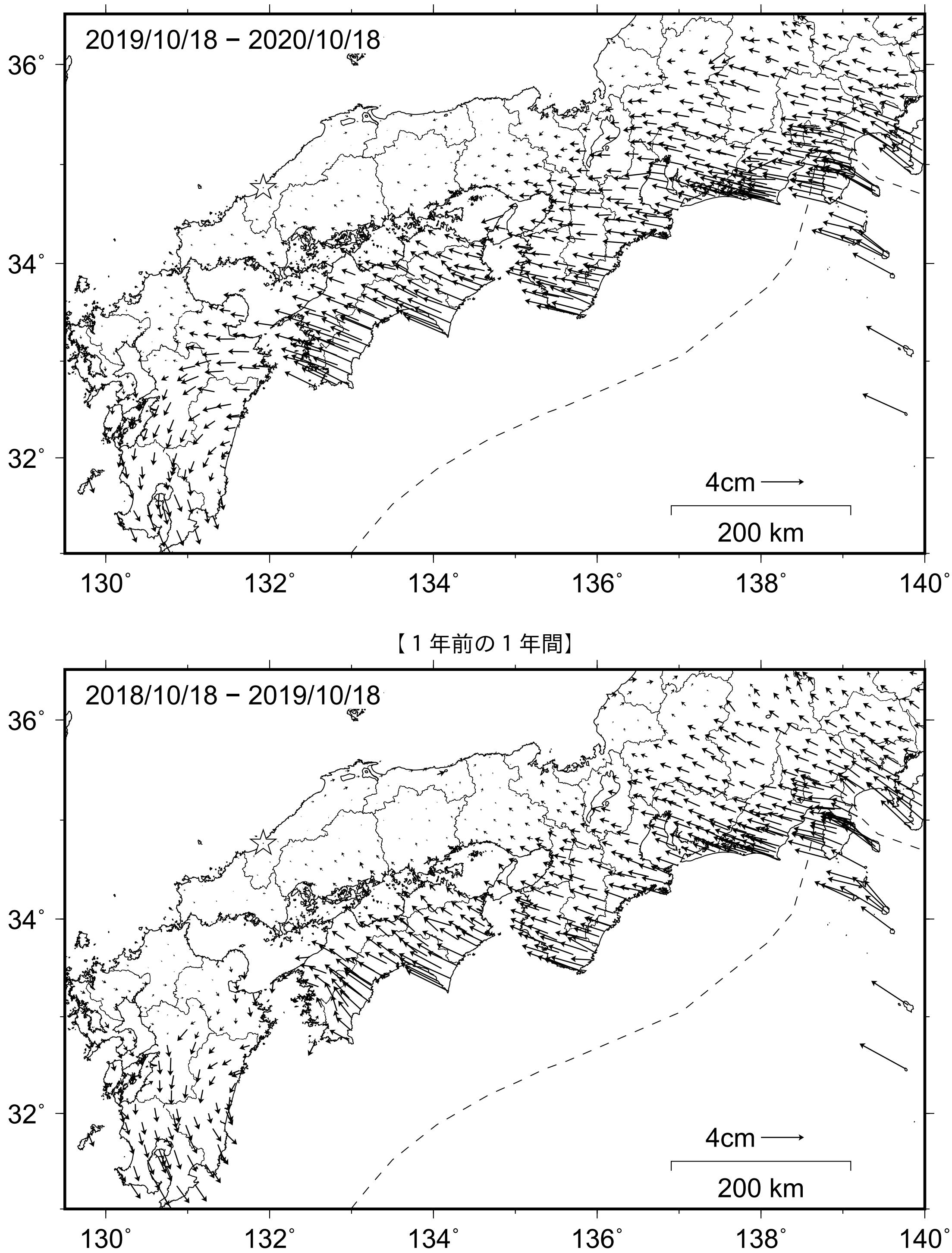


第 29 図　南海トラフ周辺における GNSS 連続観測結果：1 次トレンド及び年周・半年周成分を除去した時系列（固定局：三隅）

Fig. 29　Time series of continuous GNSS measurements along the Nankai Trough with reference to the Misumi station (detrended time series with seasonal terms removed) (3/3).

南海トラフ沿いの水平地殻変動【固定局：三隅】

【最近 1 年間】



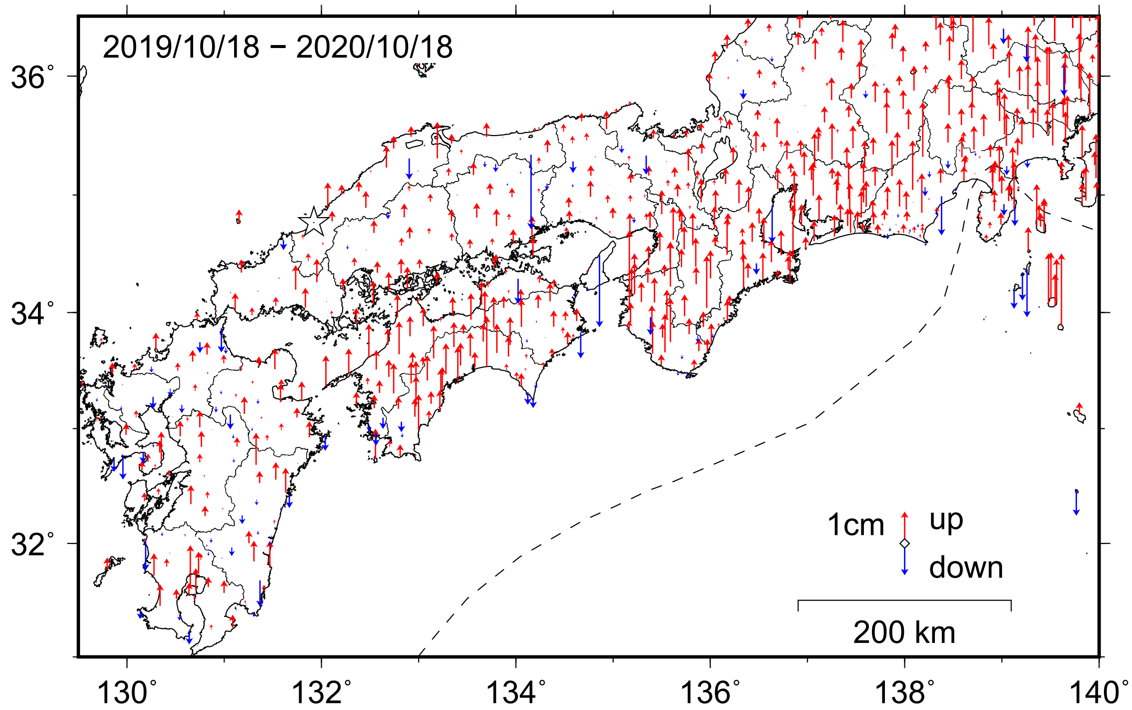
・各日付 ± 6 日の計 13 日間の変動量の中央値をとり、その差から 1 年間の変動量を表示している。

第 30 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（2019 年 10 月～ 2020 年 10 月）,（下図）1 年前の 1 年間（2018 年 10 月～ 2019 年 10 月）.（固定局：三隅）

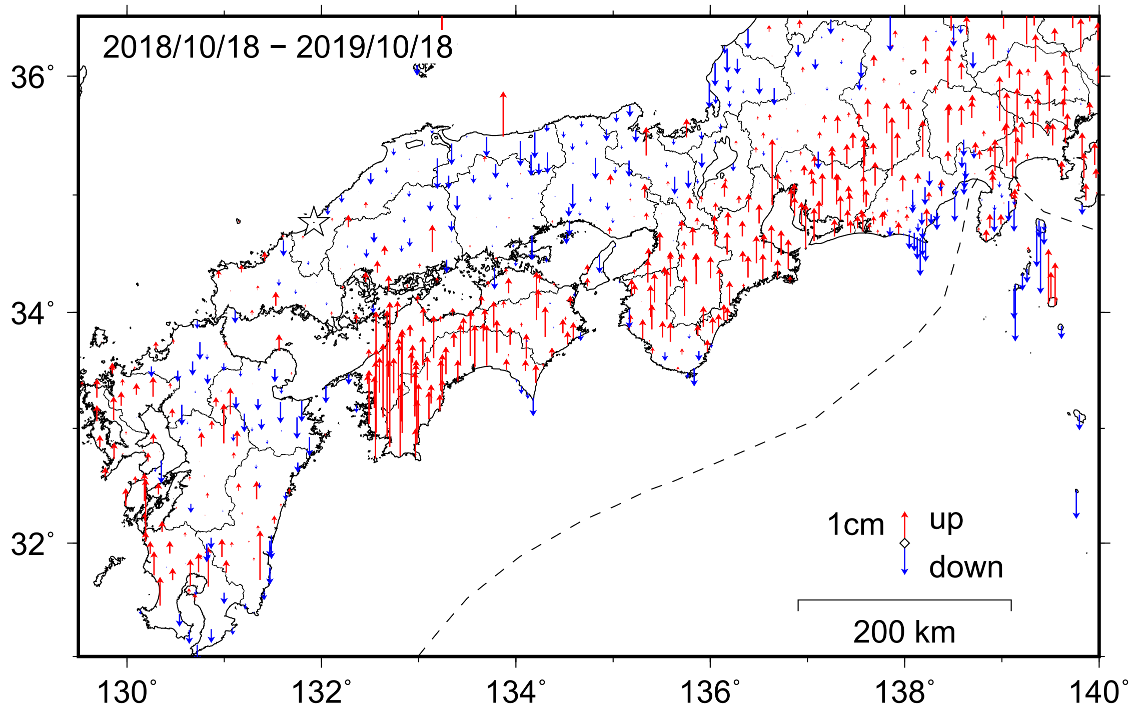
Fig. 30　Horizontal deformation along the Nankai Trough based on GNSS measurements (1 year). October 2019 – October 2020 (upper) and October 2018– October 2019 (lower) (☆ represents the reference station Misumi).

南海トラフ沿いの上下地殻変動【固定局：三隅】

【最近 1 年間】



【1 年前の 1 年間】



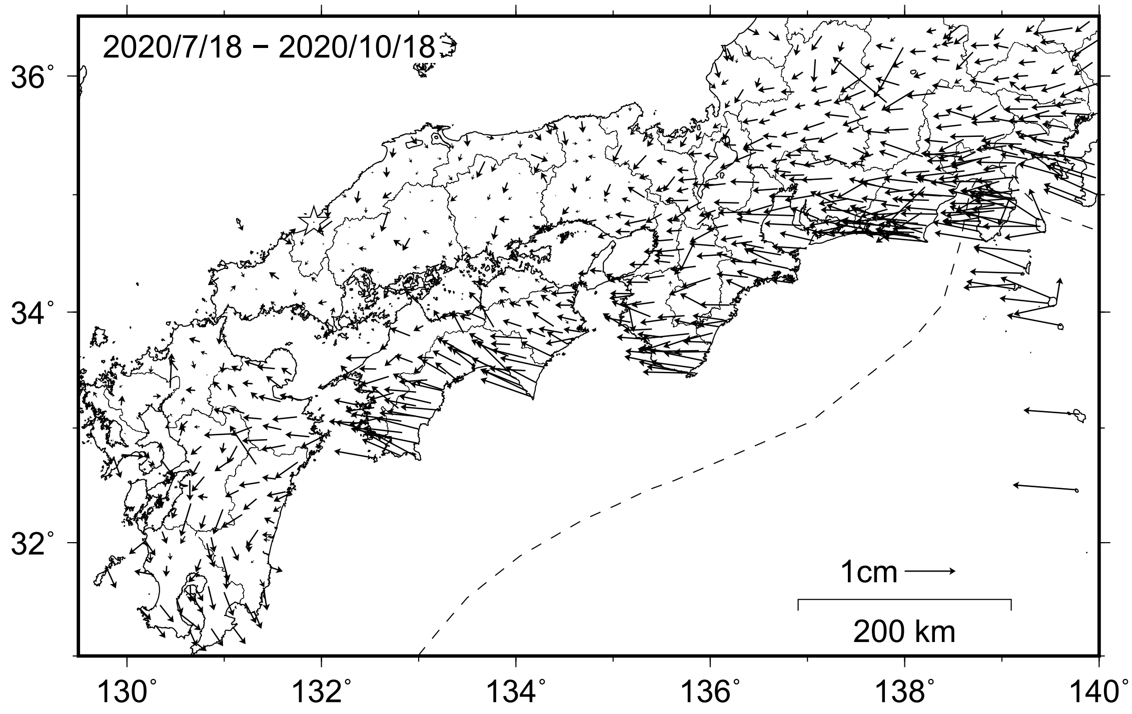
・各日付 ± 6 日の計 13 日間の変動量の中央値をとり、その差から 1 年間の変動量を表示している。

第 31 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（2019 年 10 月～ 2020 年 10 月),（下図）1 年前の 1 年間（2018 年 10 月～ 2019 年 10 月). （固定局：三隅）

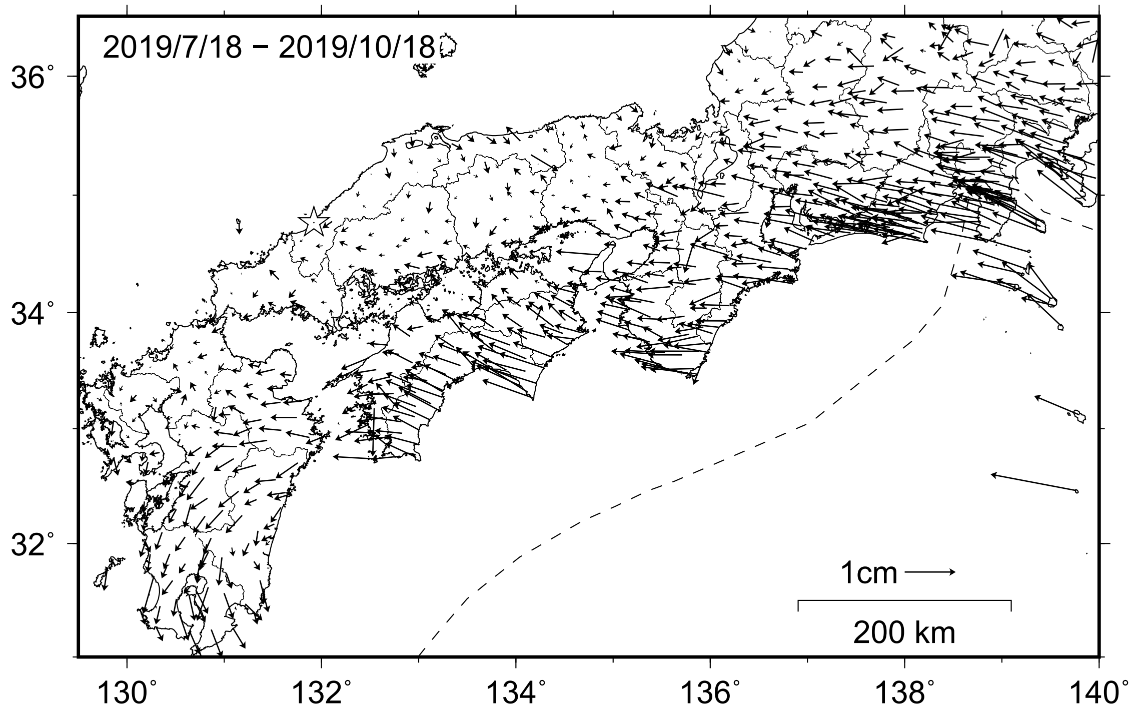
Fig. 31　Vertical deformation along the Nankai Trough based on GNSS measurements (1year). October 2019 – October 2020 (upper) and October 2018–October 2019 (lower) (☆ represents the reference station Misumi).

南海トラフ沿いの水平地殻変動【固定局：三隅】

【最近３か月間】



【１年前の３か月間】



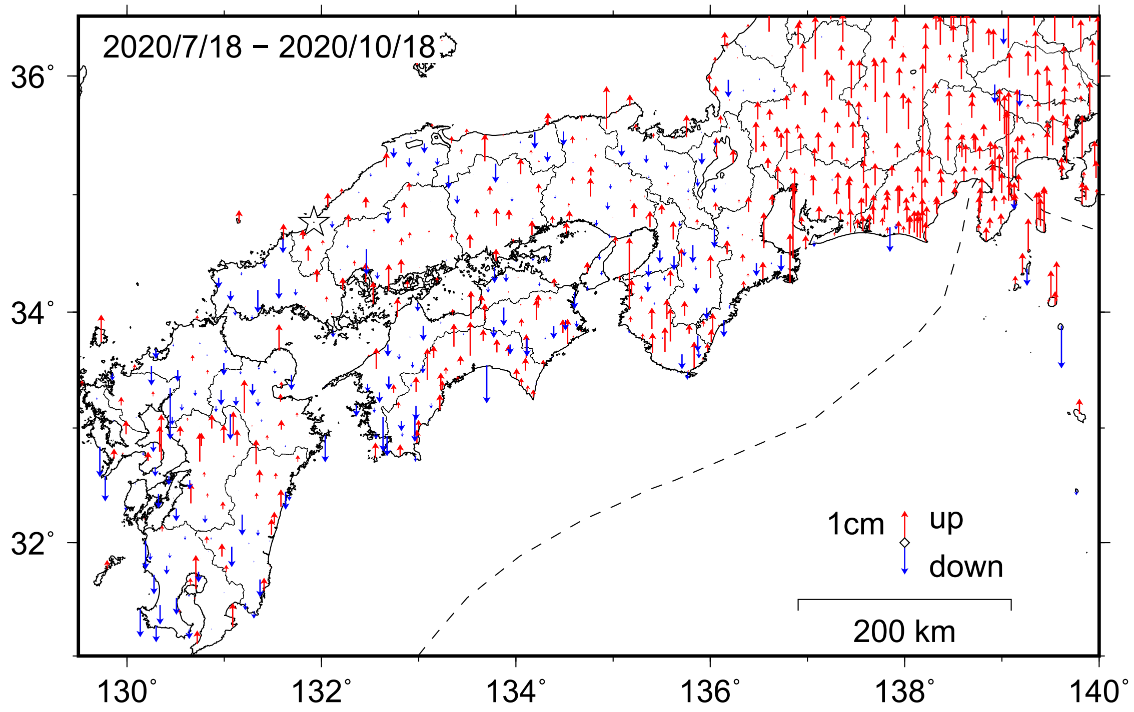
・各日付 ± ６日の計 13 日間の変動量の中央値をとり、その差から３か月間の変動量を表示している。

第 32 図　南海トラフ沿いの水平地殻変動（3 か月間）:（上図）最近 3 か月間（2020 年 7 月～ 2020 年 10 月），（下図）1 年前の 3 か月間（2019 年 7 月～ 2019 年 10 月）（固定局：三隅）

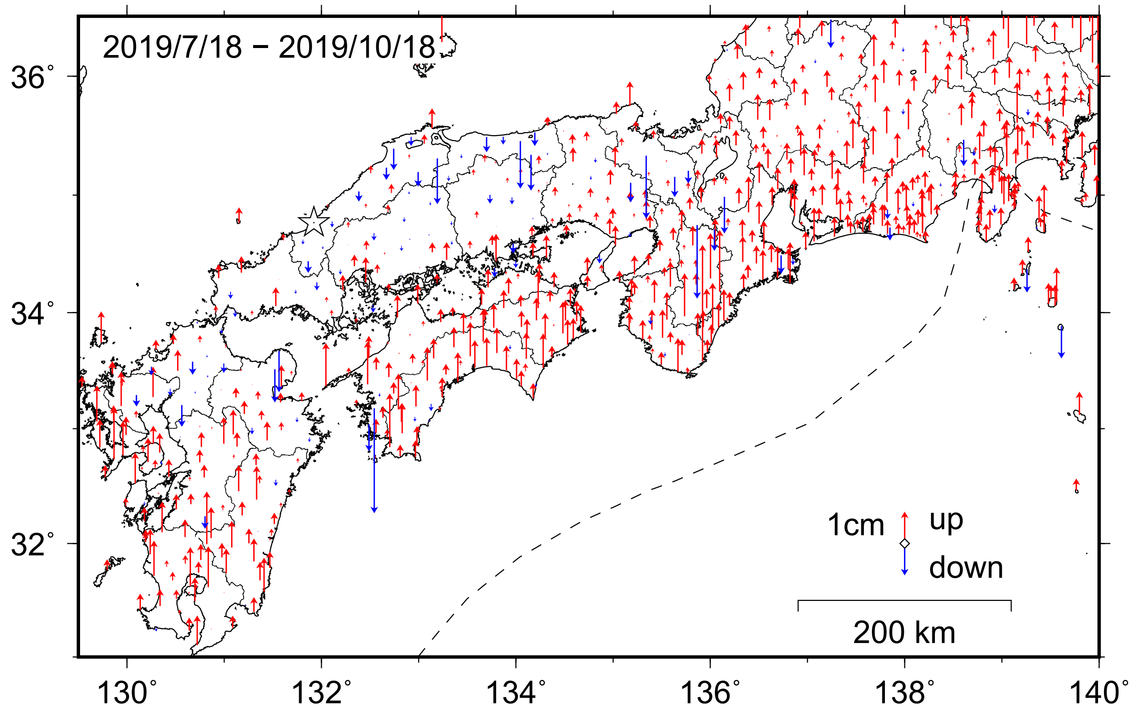
Fig. 32　Horizontal deformation along the Nankai Trough based on GNSS measurements (3 months): July 2020 – October 2020 (upper) and July 2019 – October 2019 (lower) (☆ represents the reference station Misumi).

南海トラフ沿いの上下地殻変動【固定局：三隅】

【最近３か月間】



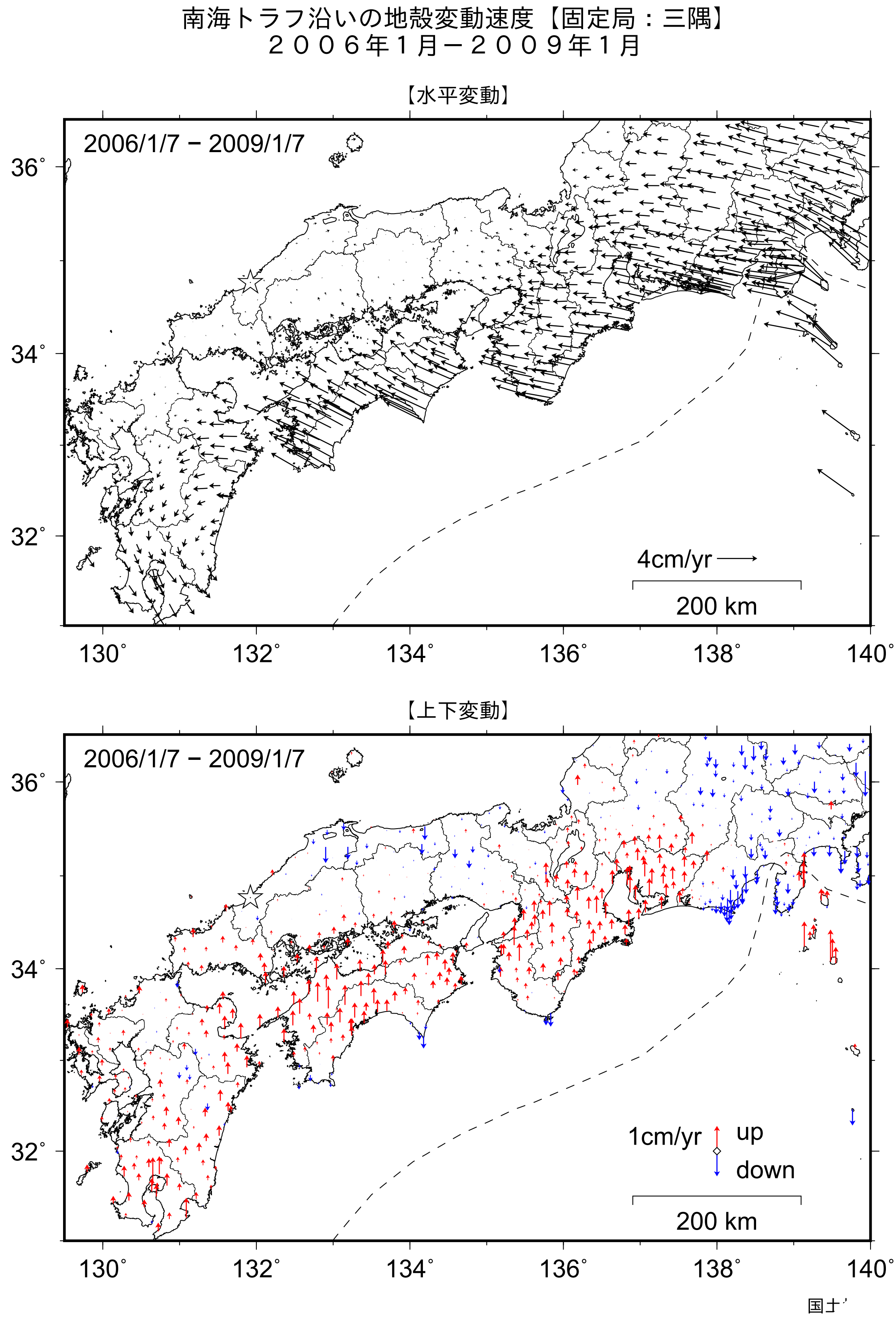
【１年前の３か月間】



・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３か月間の変動量を表示している。

第 33 図　南海トラフ沿いの上下地殻変動（3 月間）:（上図）最近 3 か月間（2020 年 7 月～ 2020 年 10 月），（下図）1 年前の 3 か月間（2019 年 7 月～ 2019 年 10 月）（固定局：三隅）

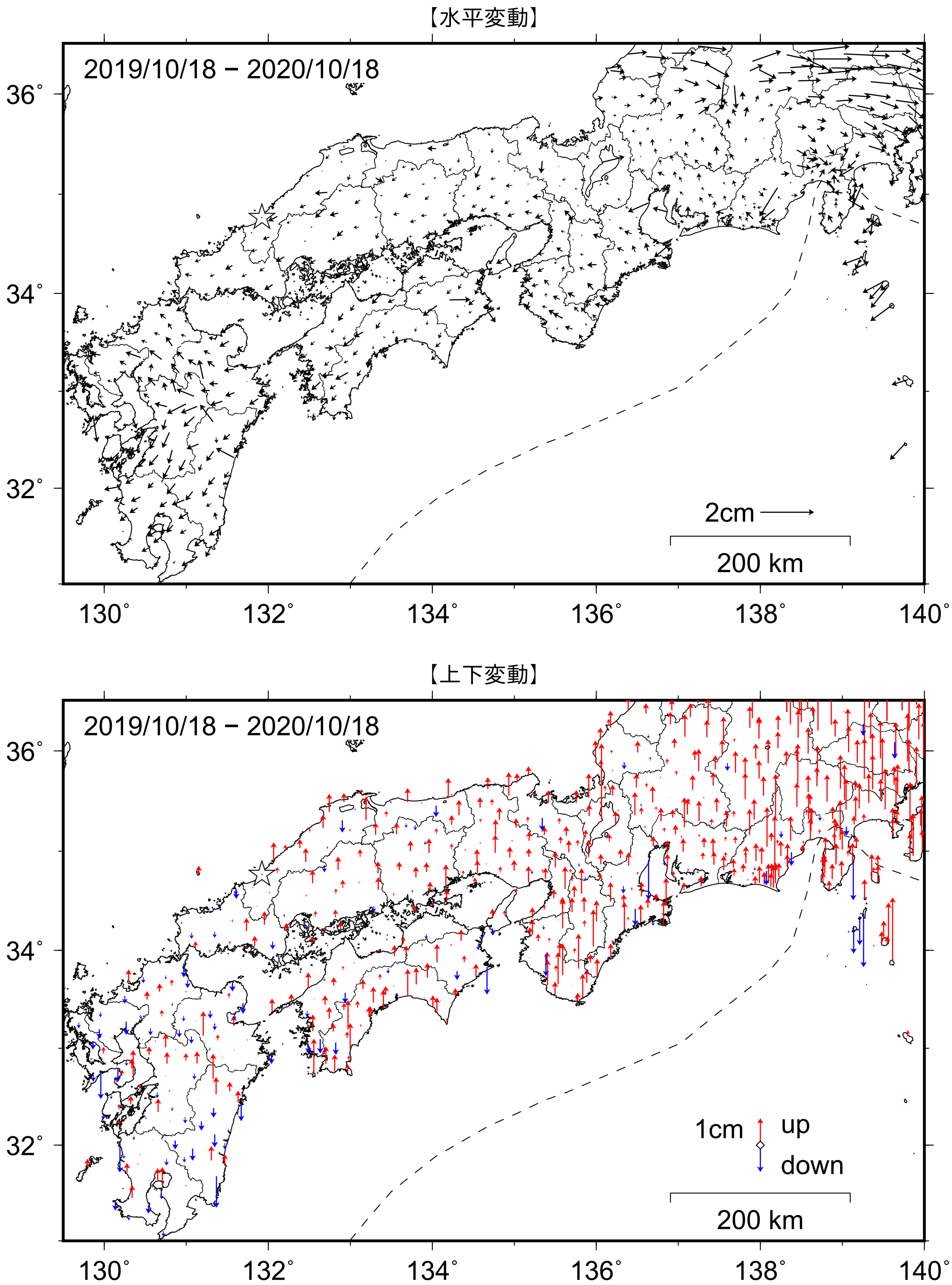
Fig. 33　Vertical deformation along the Nankai Trough based on GNSS measurements (3 months):　July 2020 – October 2020 (upper) and July 2019 – October 2019 (lower) (☆ represents the reference station Misumi).



第 34 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. 34　Horizontal (upper) and vertical (lower) crustal deformation rates along the Nankai Trough based on GNSS measurements during January 2006 – January 2009 (☆ represents the reference station Misumi).

南海トラフ沿いの非定常地殻変動（1 年間）【固定局：三隅】



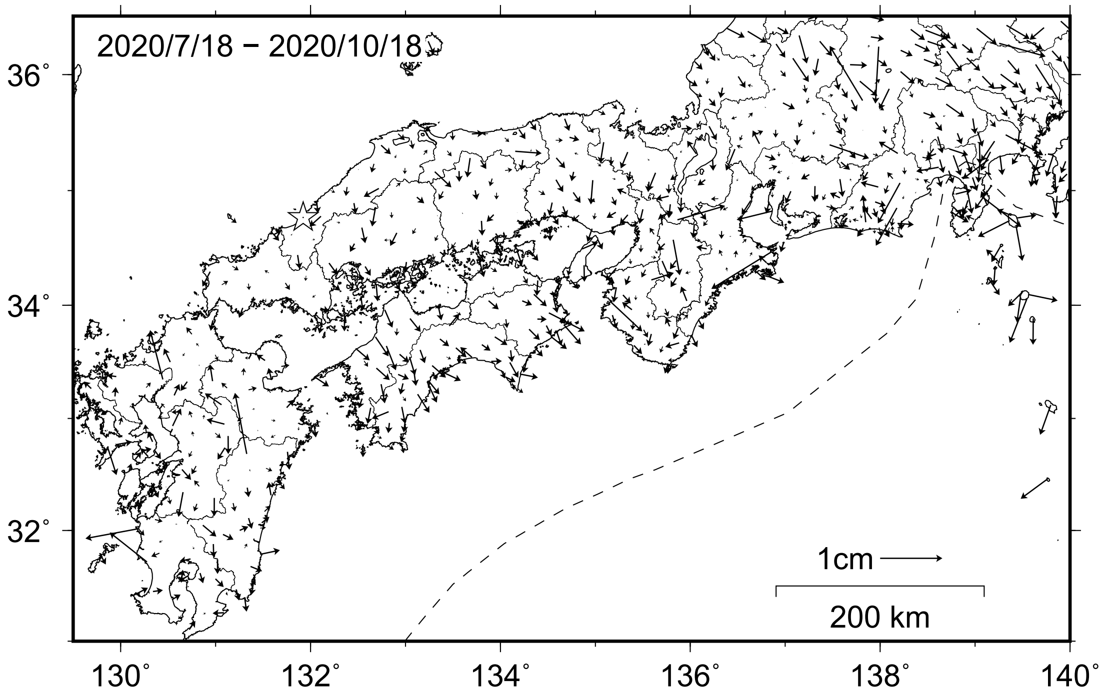
・非定常地殻変動時系列のうち、各日付 ± 6 日の計 13 日間の変動量の中央値をとり、その差から 1 年間の変動量を表示している。
※非定常地殻変動時系列：
・2006 年 1 月から 2009 年 1 月のデータから平均変動速度、年周・半年周成分を推定して、元の時系列データから除去した時系列。

第 35 図　GNSS 連続観測から求めた 2019 年 10 月～ 2020 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）

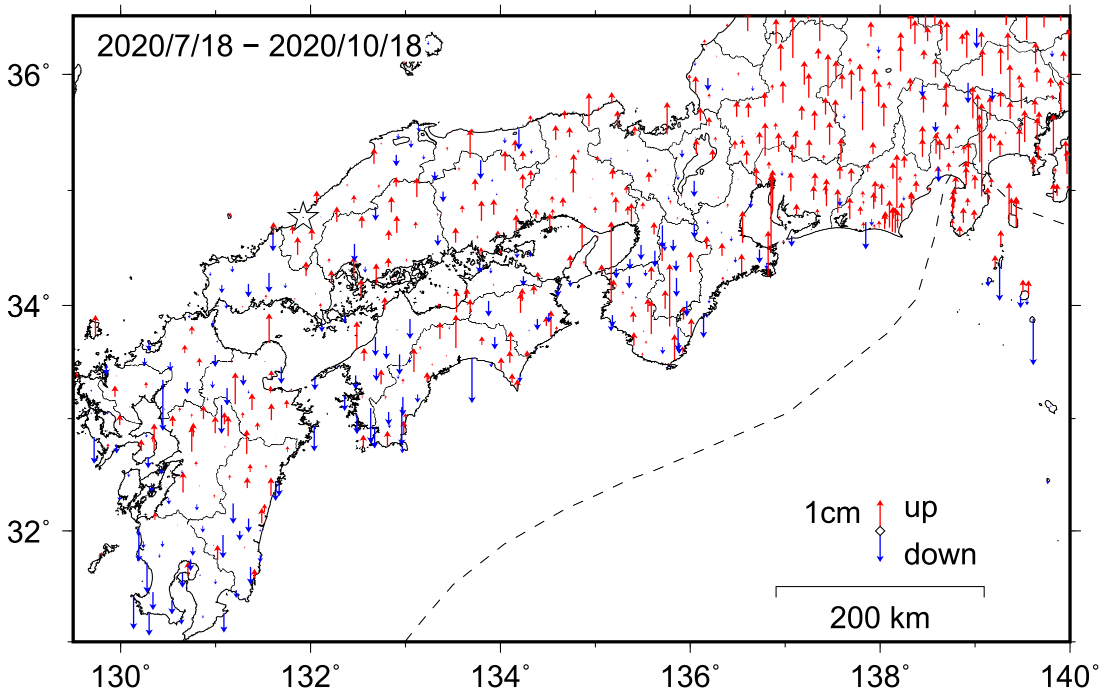
Fig. 35　Horizontal (upper) and vertical (lower) transient displacement along the Nankai Trough during Octpber 2019 – October 2020.

南海トラフ沿いの非定常地殻変動（３か月間）【固定局：三隅】

【水平変動】



【上下変動】



・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：
・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 36 図　GNSS 連続観測から求めた 2020 年 7 月～ 2020 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. 36　Horizontal (upper) and vertical (lower) transient displacement along the Nankai Trough during July 2020 – July 2020.