

10-3 九州・沖縄地方の地殻変動

Crustal Deformations in the Kyushu and Okinawa Districts

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

[種子島周辺の非定常水平地殻変動（短期的 SSE）]

第 1～2 図は、2020 年夏頃に種子島周辺で発生した短期的 SSE に関する資料である。

第 1 図(a)は、2020 年 6 月 1 日～12 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～2019 年 1 月で推定、一次トレンドは 2017 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。グリッド位置が実線で囲まれた領域ですべりが推定されている。すべり量の最大は約 3 cm 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 1 図(b)は、黒色矢印で非定常的な地殻変動、白抜き矢印で推定すべりから計算した地殻変動を示している。東向きの変動がよく説明できていることが分かる。

第 2 図は、第 1 図(b)に示した 4 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)～(4)のいずれの観測点でも 2020 年夏頃に東向きの変動が見られていることが分かる。

第 3 図は、ほぼ同じ場所で 2013 年秋に見られた短期的 SSE に関する資料である。第 3 図(a)は、2013 年 9 月 1 日～12 月 30 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～2019 年 1 月で推定、一次トレンドは 2012 年 1 月 1 日～2013 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。グリッド位置が実線で囲まれた領域ですべりが推定されている。すべり量の最大は約 4cm と推定され、モーメントマグニチュードは 6.0 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(b)は、黒色矢印で非定常的な地殻変動、白抜き矢印で推定すべりから計算した地殻変動を示している。南東向きの変動がよく説明できていることが分かる。

[九州北部及び南部の非定常水平地殻変動（長期的 SSE）]

第 4～第 11 図は、2020 年夏頃から九州北部と九州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。

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。固定局は島根県の三隅観測点である。2020 年 1 月 1 日～1 月 7 日に対する 2021 年

4 月 18 日～24 日の約 1 年 4 か月の期間での非定常的な地殻変動を示している。九州北部の大分県南部で東向きの、また、九州南部の宮崎県南部で南東向きの、いずれも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、九州北部と九州南部の各 4 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。2020 年夏頃から、九州北部にある(1-1)～(1-4)のいずれの観測点でも東向きの変動が、また、九州南部にある(2-2)～(2-4)では南東向きの変動が見られる。

第 7～第 11 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～2021 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 7 図(a)は、2020 年 6 月 1 日～2021 年 4 月 7 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種子島周辺の短期的 SSE によるすべりとあわせ、日向灘の北部及び南部ですべりが推定された。日向灘北部、南部において、推定されたすべりの最大値は 10cm, 13cm, モーメントマグニチュードは 6.3, 6.4 とそれぞれ求まった。

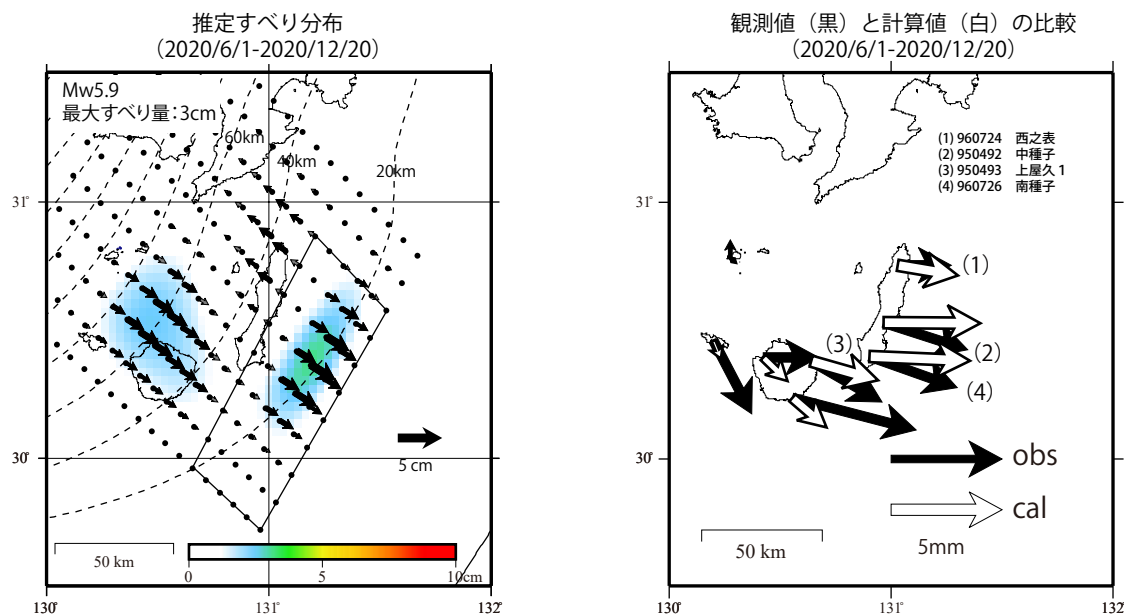
第 7 図(b)は、観測値と計算値との比較である。観測値をよく説明できていることが分かる。

第 8～9 図は、それぞれ九州北部と南部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。2020 年夏頃から見られる変動がよく説明できていることが分かる。

第 10 図は、日向灘北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。日向灘北部で 2020 年夏頃からすべりが見られるが、最近では鈍化しているように見える。

第 11 図は、日向灘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 年夏頃からすべりが見られるが、その開始時期は北部に比べ南部の方が 1 ヶ月程度早いように見える。

2020年
GNSSデータから推定された種子島周辺の短期的ゆっくりすべり



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。

使用データ：F3解 (2020/1/1 - 2020/12/20) ※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 - 2019/1/1 (年周・半年周成分は2017/1/1 - 2019/1/1のデータで補正)
 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
 青丸：低周波地震 (気象庁一元化震源) (期間：2019/1/1 - 2019/12/31)
 固定局：三隅

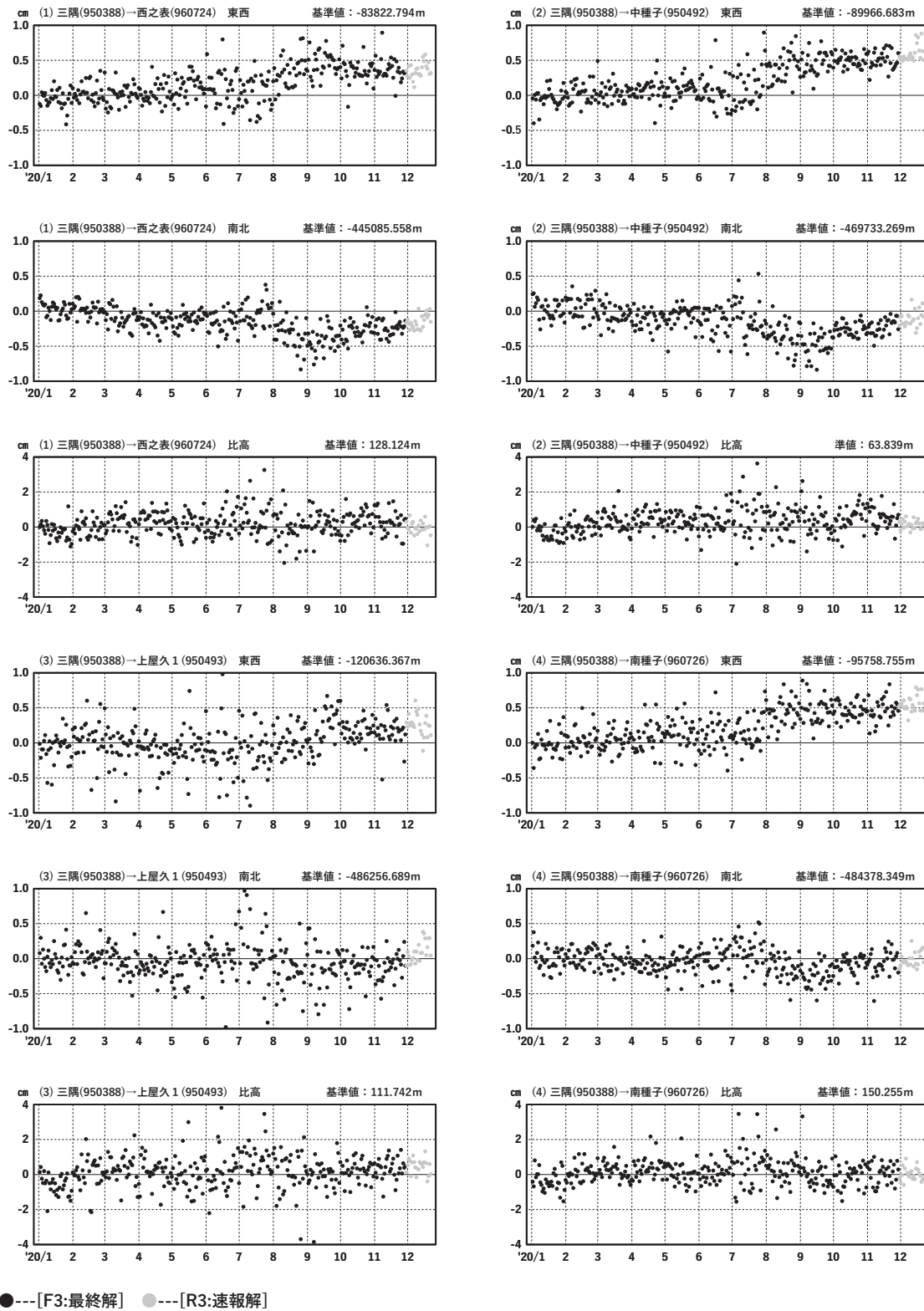
第1図(a) 種子島周辺において推定される短期的ゆっくりすべり分布
 Fig. 1(a) Estimated slip distribution on the plate interface near the Tanegashima Island.

第1図(b) 観測値（黒）と計算値（白）の比較
 Fig. 1(b) Comparison of observed (black) and calculated (white) displacements.

種子島周辺 GNSS 連続観測時系列 1 次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

期間: 2020/01/01~2020/12/21 JST

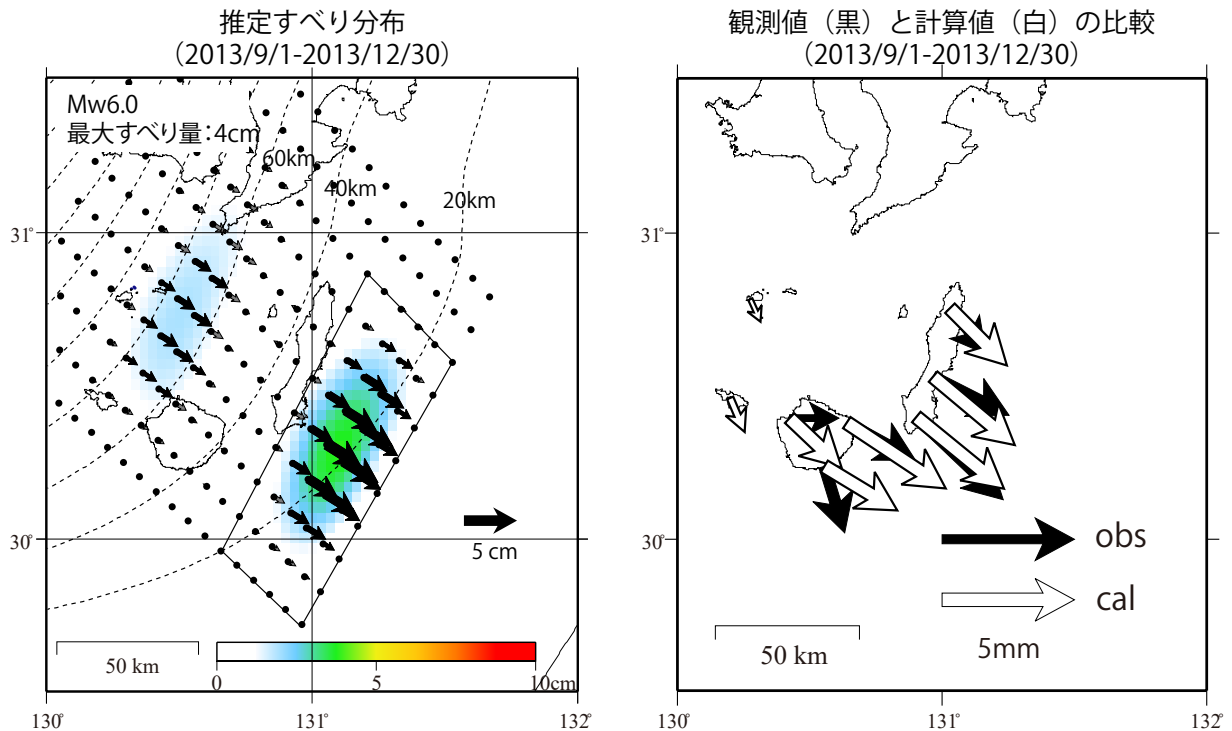
計算期間: 2017/01/01~2018/01/01



第 2 図 種子島周辺 GNSS 連続観測時系列

Fig. 2 Results of continuous GNSS measurements around the Tanegashima Island with respect to the Misumi station .

2013年 GNSSデータから推定された種子島周辺の短期的ゆっくりすべり



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。

第 3 図(a)

第 3 図(b)

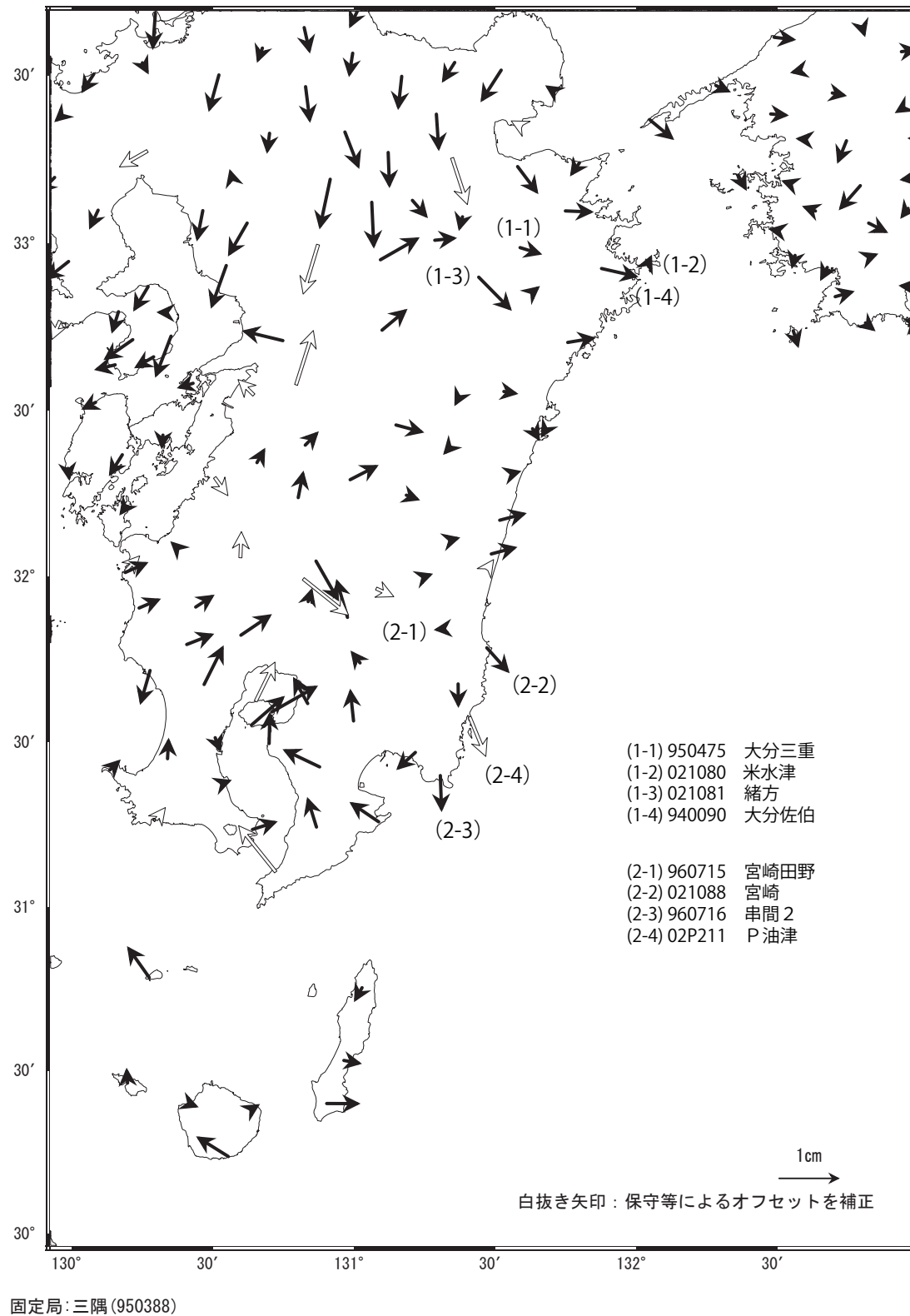
使用データ：F3解 (2012/6/1 - 2014/1/1) ※電子基準点の保守等による変動は補正済み
 トレンド期間：2012/1/1 - 2013/1/1 (年周・半年周成分は2017/1/1 - 2019/1/1のデータで補正)
 モーメント計算範囲：上図の黒枠内側
 黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線 (弘瀬・他、2007)
 すべり方向：プレートの沈み込み方向と平行な方向に拘束
 青丸：低周波地震 (気象庁一元化震源) (期間：2019/1/1 - 2019/12/31)
 固定局：三隅

- 第 3 図(a) 種子島周辺において推定された短期的ゆっくりすべり分布 (2013 年)
 Fig. 3(a) Estimated slip distribution on the plate interface near the Tanegashima Island in 2013.
 第 3 図(b) 観測値 (黒) と計算値 (白) の比較
 Fig. 3(b) Comparison of observed (black) and calculated (white) displacements.

九州北部、南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: 2020/01/01~2020/01/07 [F5: 最終解]
比較期間: 2021/04/18~2021/04/24 [R5: 速報解]

計算期間: 2017/01/01~2017/12/31

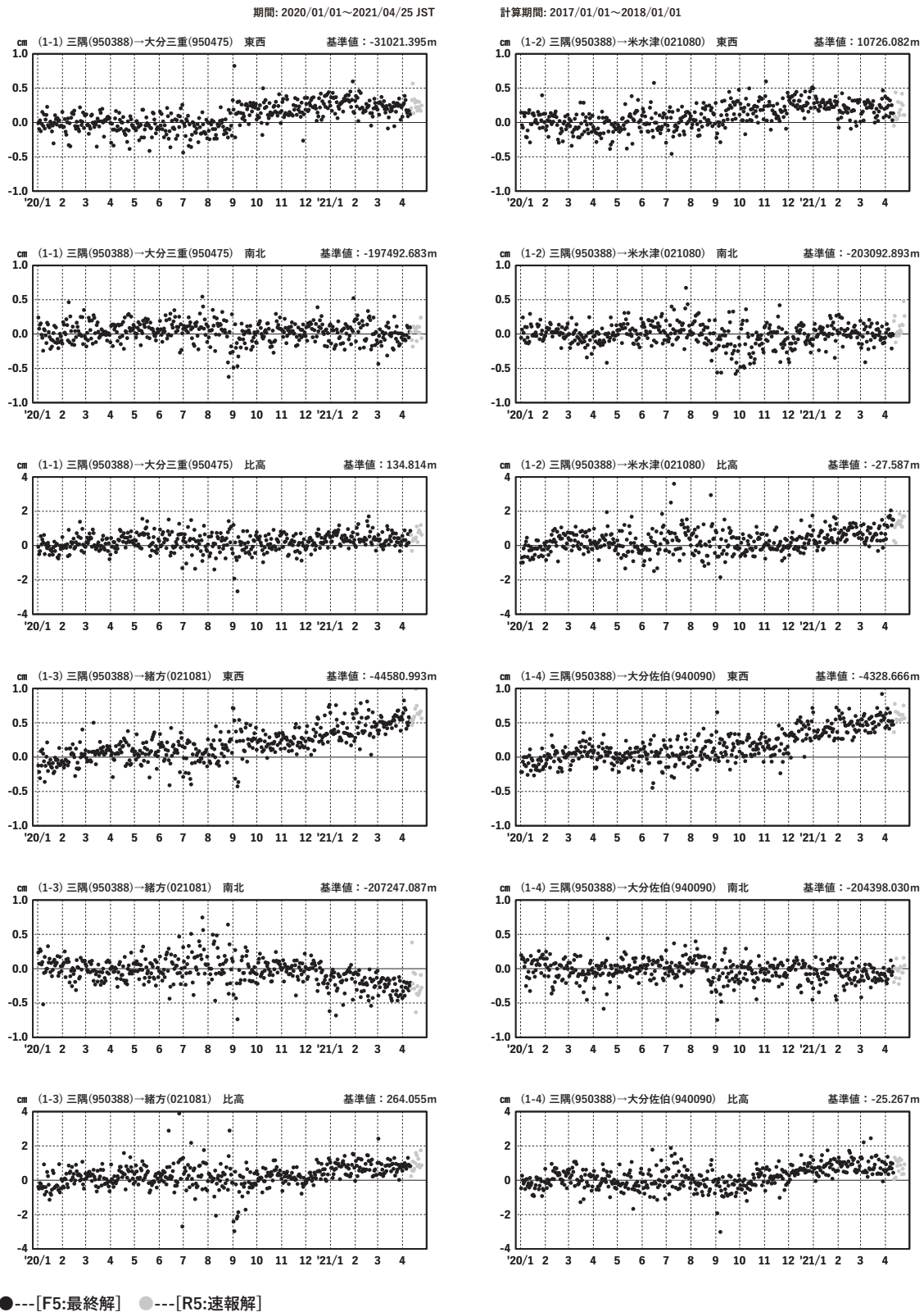


第 4 図 九州北部及び南部の非定常水平地殻変動

Fig. 4 Transient horizontal deformation in the northern and southern part of Kyusyu.

九州北部、南部 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

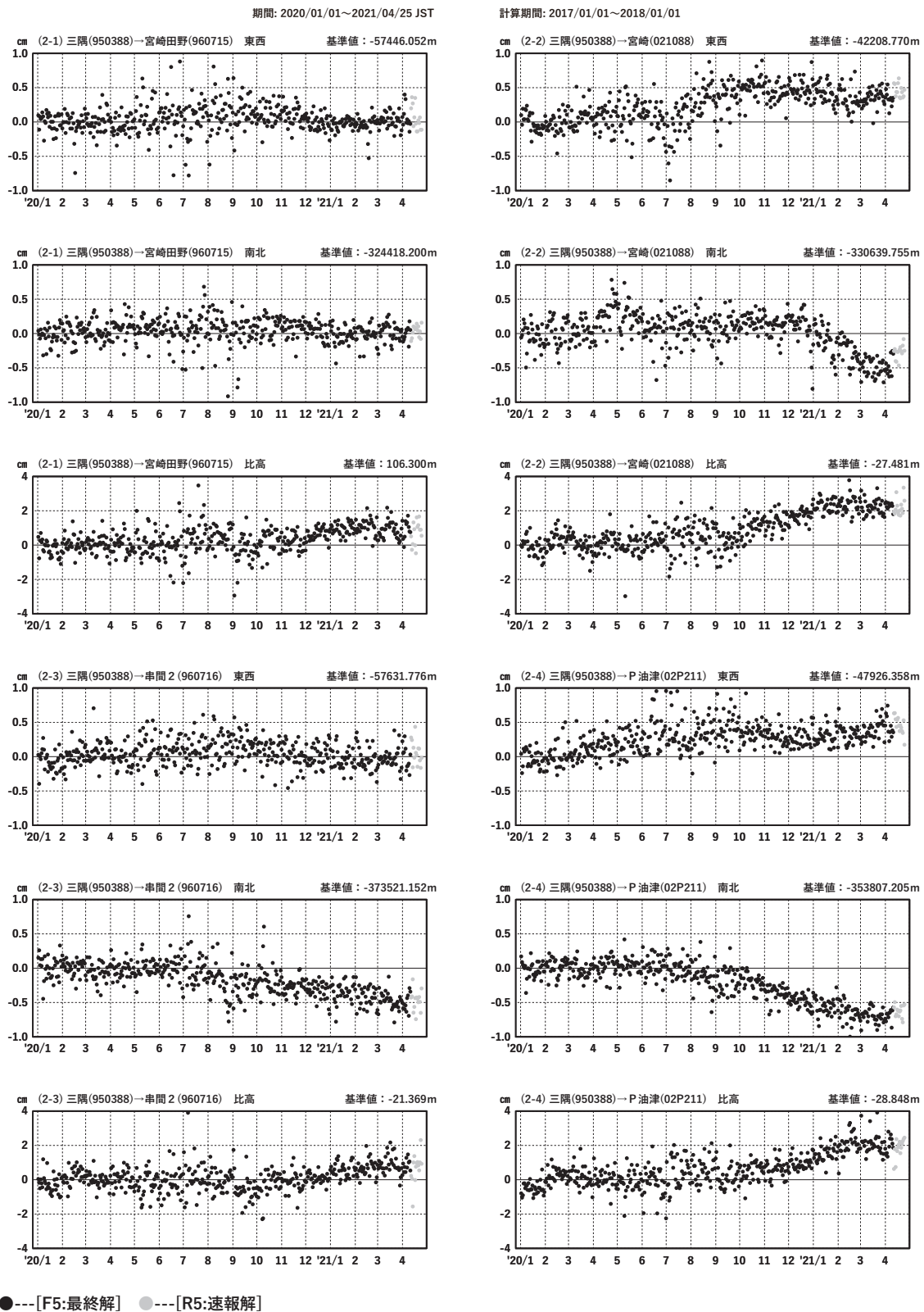


第 5 図 九州北部 GNSS 連続観測時系列

Fig. 5 Results of continuous GNSS measurements in the northern part of Kyusyu with respect to the Misumi station.

九州北部、南部 GNSS 連続観測時系列 (2)

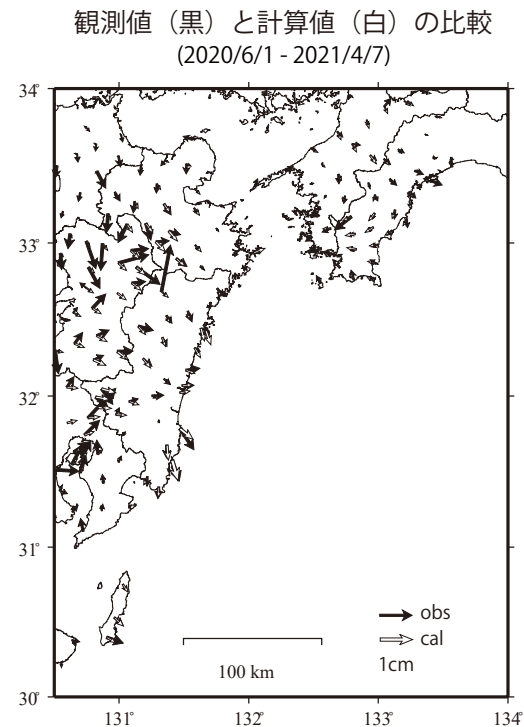
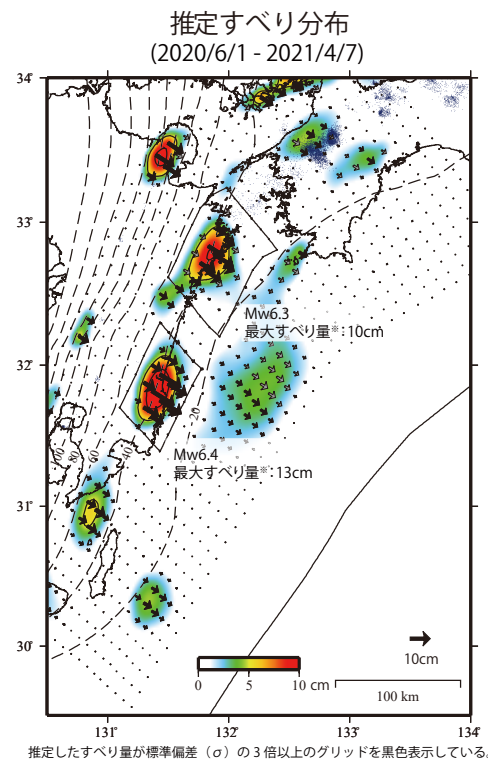
1 次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ



第 6 図 九州南部 GNSS 連続観測時系列

Fig. 6 Results of continuous GNSS measurements in the southern part of Kyusyu with respect to the Misumi station.

GNSSデータから推定された
日向灘北部、南部の長期的ゆっくりすべり(暫定)



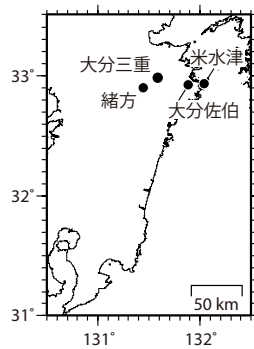
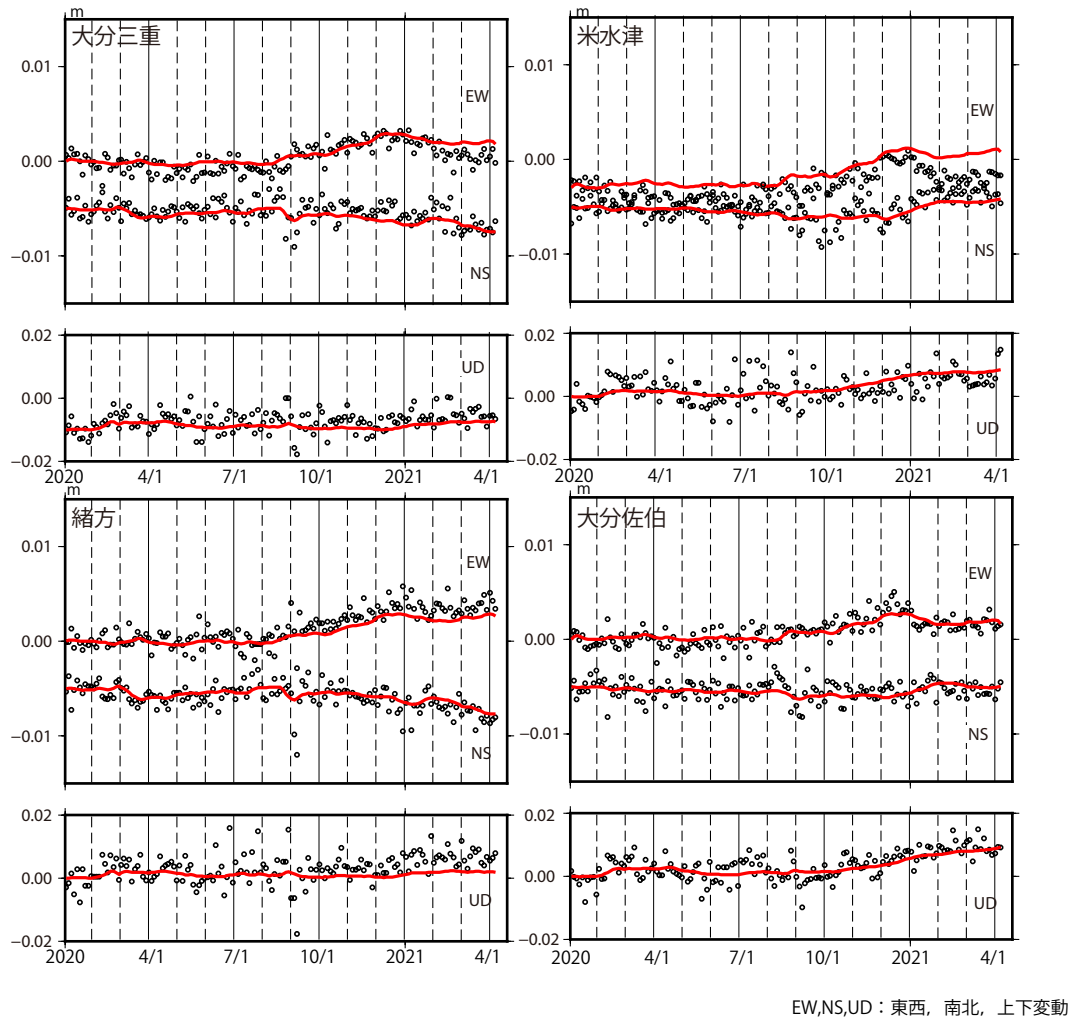
使用データ：F5解(2020/1/1 - 2021/3/27) + R5解(2021/3/28 - 2021/4/7) ※電子基準点の保守等による変動は補正済み
 トrend期間：2017/1/1 - 2018/1/1
 (年周・半年周成分は、種子島周辺は2017/1/1-2019/1/1、それ以外の地域は2017/1/1 - 2021/4/7のデータで補正)
 モーメント計算範囲：左図の黒枠内側
 観測値：3日間の平均値をカルマンフィルターで平滑化した値
 黒破線：フィリピン海プレート上面の等深線(弘瀬・他、2007)
 すべり方向：プレートの沈み込み方向と平行な方向に拘束
 青丸：低周波地震(気象庁一元化震源)(期間：2020/6/1 - 2021/4/7)
 固定局：三隅

第7図(a) 日向灘北部、南部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 northern and southern part of Hyuga-nada (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.

九州北部、南部の観測点の座標時系列(黒丸)と計算値(赤線) (1)

時間依存のインバージョン

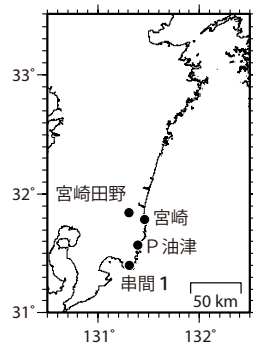
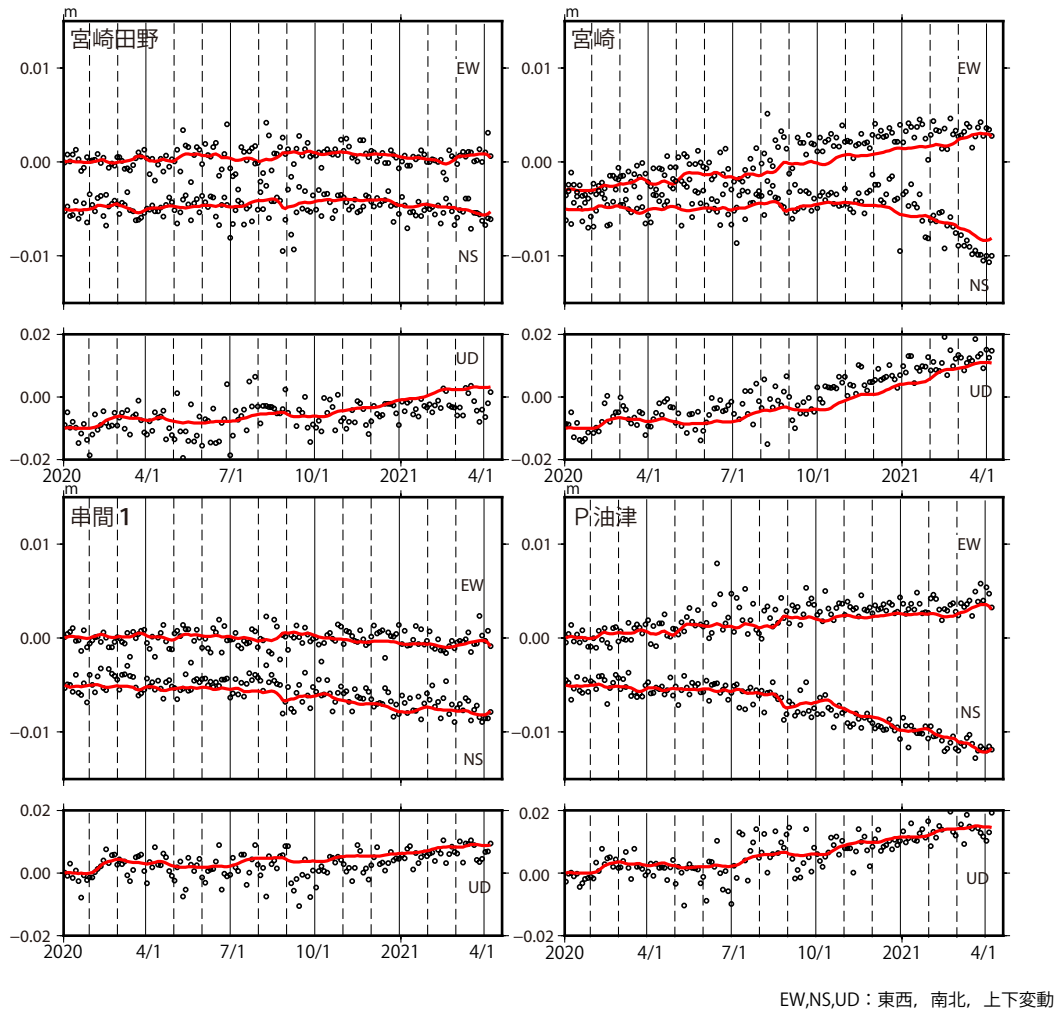


第 8 図 九州北部の観測点の座標時系列(黒丸)と計算値(赤線)

Fig. 8 Observed (black dots) and calculated (red line) deformations at the GNSS stations in the northern part of Kyusyu.

九州北部、南部の観測点の座標時系列(黒丸)と計算値(赤線) (2)

時間依存のインバージョン



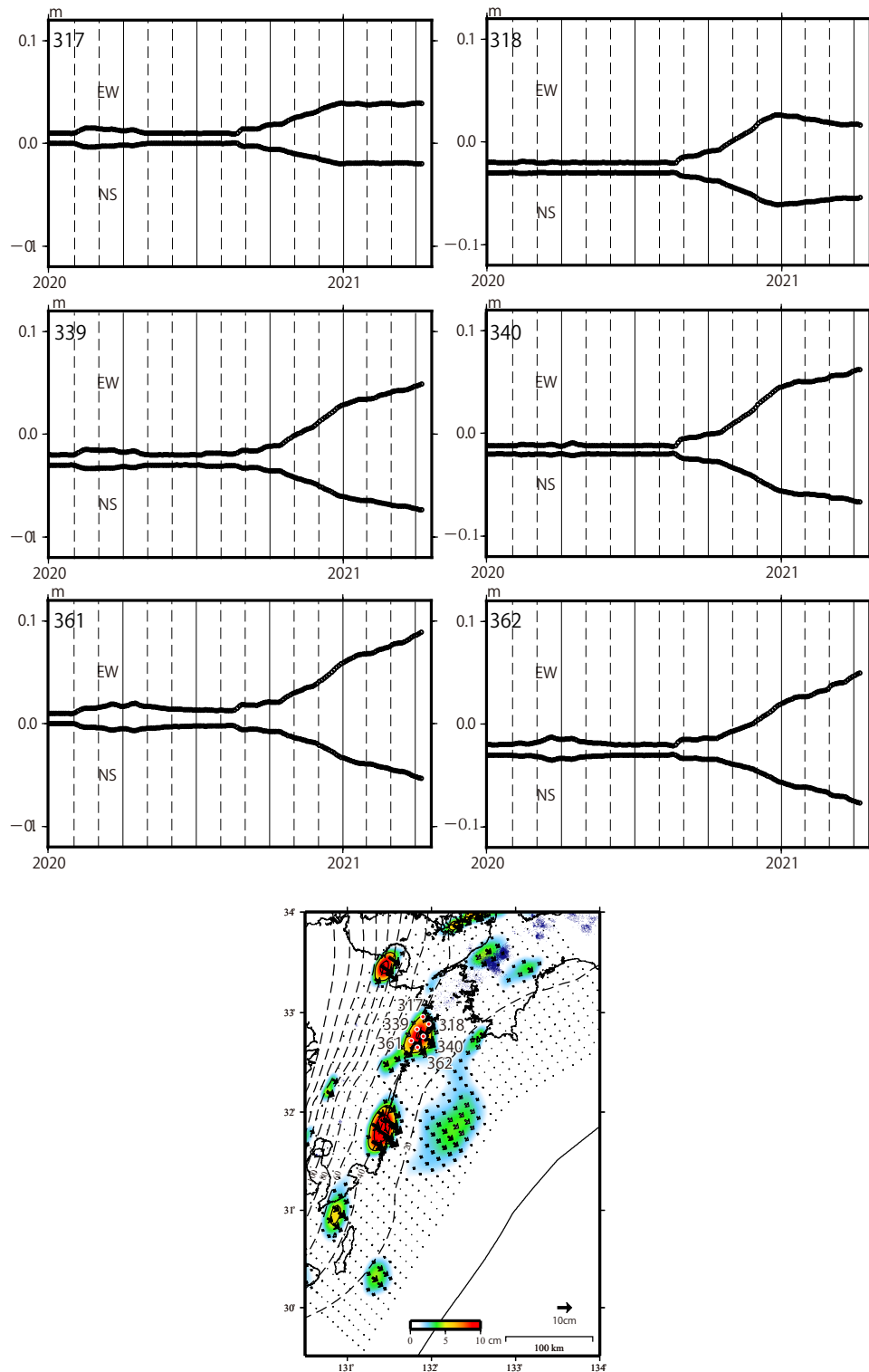
第 9 図 九州南部の観測点の座標時系列 (黒丸) と計算値 (赤線)

Fig. 9 Observed (black dots) and calculated (red line) deformations at the GNSS stations in the southern part of Kyusyu.

日向灘北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

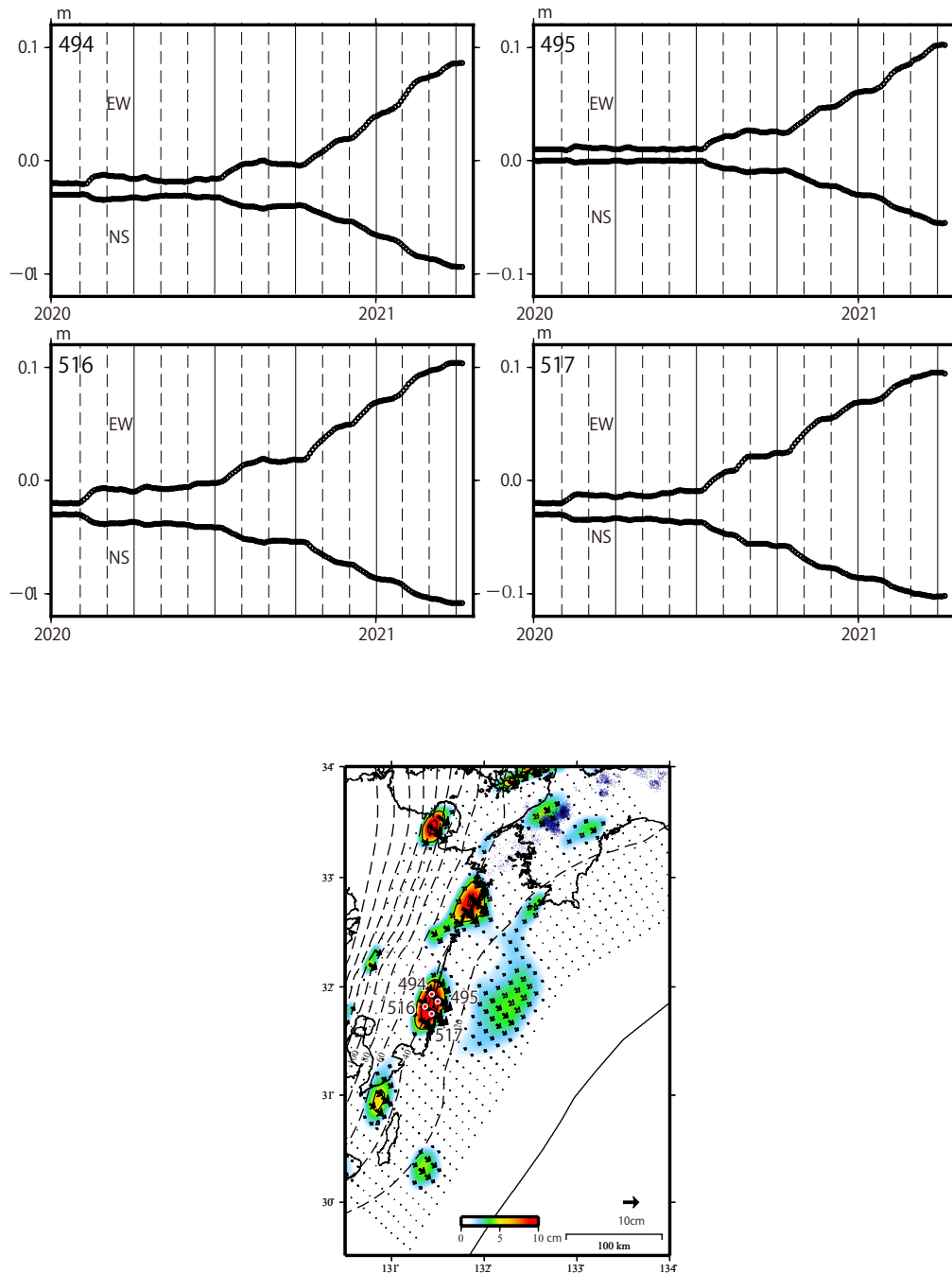


第 10 図 時間依存インバージョンで推定された日向灘北部のプレート間滑りの時間変化

Fig. 10 Time evolution of the estimated slip beneath the northern part of Hyuga-nada by the time dependent inversion method.

日向灘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 11 図 時間依存インバージョンで推定された日向灘南部のプレート間滑りの時間変化
Fig. 11 Time evolution of the estimated slip beneath the southern part of Hyuga-nada by the time dependent inversion method.