

10-3 九州・沖縄地方の地殻変動

Crustal Movements in the Kyushu and Okinawa Districts

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

[日向灘の地震（2019年5月10日 M6.3）に伴う地殻変動]

第1図は、2019年5月10日に発生した日向灘の地震（M6.3，最大震度5弱）に伴う地殻変動に関する資料である。

第1図上段は、GNSS連続観測による水平変動ベクトル図である。固定局は福江観測点（長崎県）である。この地震に伴い、宮崎県の佐土原観測点で南東方向に約1cm変位するなど、震央周辺の観測点で地殻変動が観測された。

第1図下段は3成分時系列グラフである。地震時に東西、南北成分にステップ的な変化が見られる。地震後の1週間では顕著な余効変動は見られない。

[日向灘の地震 震源断層モデル]

第2図は、GNSS連続観測により得られた地殻変動から、一様すべりの矩形断層として震源断層を推定した結果である。走向、傾斜、すべり角を気象庁のCMT解の値に固定して推定を行った。断層の位置はほぼ余震分布と一致し、断層の長さ、幅はそれぞれ約10km、すべり量は約1.2mと推定された。計算されるモーメントマグニチュードは6.3（剛性率は30GPaと仮定）であり、地震波から推定された結果と概ね整合する。

となり、地震波から推定された結果（例えば気象庁CMT解はMw6.2）よりもやや大きい。

[種子島近海の地震（2019/1/8 M6.0）に伴う地殻変動]

第3図は、2019年1月8日に発生した種子島近海の地震（M6.0，最大震度4）に伴う地殻変動に関する資料である。

第3図上段はGNSS連続観測による水平変動ベクトル図で、左上は地震に伴う地殻変動、右上は地震後から約3か月間の地殻変動である。この地震に伴い、種子島の西之表観測点で東南東方向に約2cm移動する等の地殻変動が観測された。観測された地殻変動は、地震のメカニズム解と整合的である。右上の地震後の地殻変動では、2017年1月1日～2019年1月1日の期間で推定した一次トレンド成分を定常変動として除去している。余効変動の大きさは、地震後の約3か月間で地震時変動の半分程度となっている。余効変動の向きは地震時変動と同様に南東方向であるが、地震時の変動が震央に集まる傾向を示すのに対し、余効変動では概ね平行であり、すべり領域が地震時よりも南北に広い範囲に広がっていることを示唆している。

下段は3成分時系列グラフである。地震後のベクトル図と同様、2017年1月1日～2019年1月1日の期間で推定した一次トレンド成分を定常変動として除去している。地震時にステップ的な変化が見られ、その後もゆっくりとした変動が継続していることが分かる。

[九州北部の非定常地殻変動]

第4～10図は、2018年6月頃から九州北部・四国西部で見られている非定常的な地殻変動に関する

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～2018年1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。固定局は島根県の三隅観測点である。2019年1月29～2月4日に対する2019年4月29～5月5日の約4か月の期間での非定常的な地殻変動を示している。九州北部から四国西部にかけて南東向きに最大2cm程度の僅かな変動が見られる。

第5図は、第4図の図中に示した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。2018年6月頃から、九州の3点(1)～(3)では南東向き、四国西部の(4)では東向きの僅かな変動が見られ、2018年12月以降は変動が大きくなっている様子が明瞭である。

第6～10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。

第6図は、それぞれ右肩に示す日付の期間で推定されたすべり分布を示している。2018年6月から9月にかけては日向灘北部の沿岸付近ですべりが推定され、9月以降は豊後水道ですべりが推定されている。推定されたすべりの最大値やモーメントマグニチュードは図中に示した。

第7～8図は、観測値と計算値との比較である。観測値を良く説明できていることが分かる。

第9図は、豊後水道、日向灘北部、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。日向灘北部では2018年6月頃からすべりが大きくなり、10月頃には減衰したが、2019年2月末頃に再びすべりが大きくなっている。また、豊後水道では10月又は12月頃からすべりが大きくなり、現在も継続しているなど、各領域ですべりの時間変化が異なっていることが分かる。

第10図は、下段のグリッド位置図中の赤線で囲まれた領域のモーメントの時間変化である。上段は今回のイベント、中段は2010年から2011年のイベントのモーメント積算図である。今回のイベントは前回のイベントと比べてモーメントの増加速度がやや大きいように見える。

[先島諸島の地殻変動]

第11～12図は、先島諸島で2019年2月に見られた地殻変動に関する資料である。2月中旬に宮古島の北方沖合で地震が頻発し、最大は2月16日のM5.5の地震であった。この活発な地震活動とほぼ同期して八重山諸島で地殻変動が観測された。

第11図上段は、地震が頻発した2月16日を挟むように、2月1日～2月13日に対する2月20日～2月27日の地殻変動を示す水平変動ベクトル図である。固定局は与論観測点である。多良間観測点で南方向に約1cm変位するなど、八重山諸島の広い範囲で南方向の変動が見られる。なお、観測された地殻変動は、地震活動の規模から想定される地殻変動よりもかなり大きい。

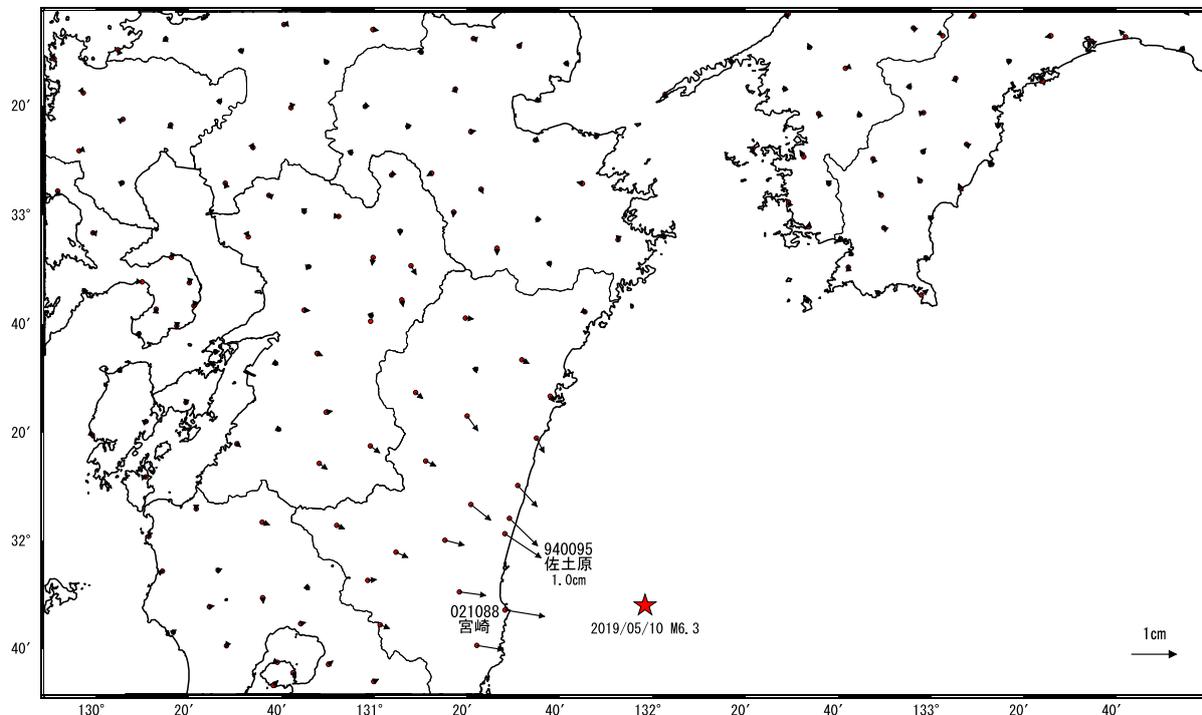
第11図下段から第12図は、八重山諸島の観測点の3成分時系列グラフである。左列に2018年1月からの長期間の時系列、右列に2019年1月からの短期間の時系列を示している。地震の頻発した2月16日からステップ的な変化が見られ、その変化は数日間で終了している。なお、第12図下段の波照間島観測点では、2月初頭から南方向への変動がゆっくりと開始しており、多良間観測点とは変動の開始時期や特徴が異なる。波照間島周辺では半年程度の周期でSSEが発生していることが知られており、2月初頭からの変動はSSEに伴うものと考えられる。

日向灘の地震(5月10日 M6.3)前後の観測データ (暫定)

この地震に伴い小さな地殻変動が観測された。

地殻変動 (水平)

基準期間: 2019/05/02~2019/05/09 [R3: 速報解]
比較期間: 2019/05/10~2019/05/17 [R3: 速報解]

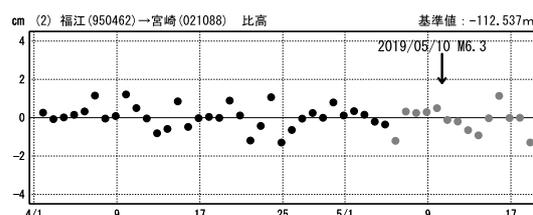
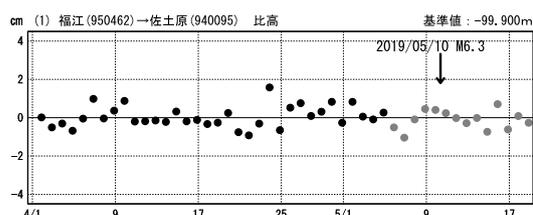
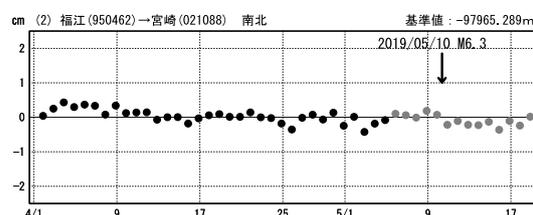
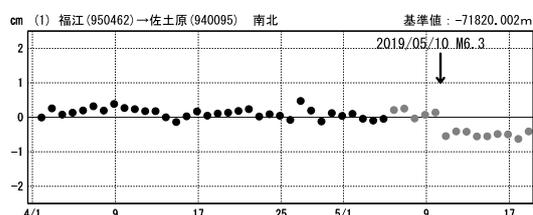
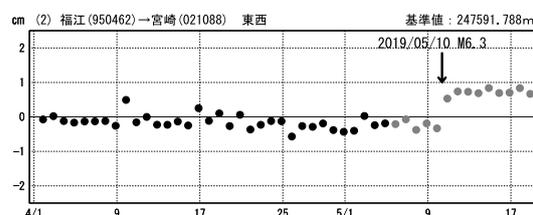
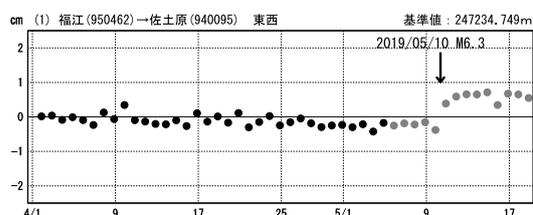


☆ 固定局: 福江 (950462) ★ 震央

成分変化グラフ

期間: 2019/04/01~2019/05/18 JST

期間: 2019/04/01~2019/05/18 JST

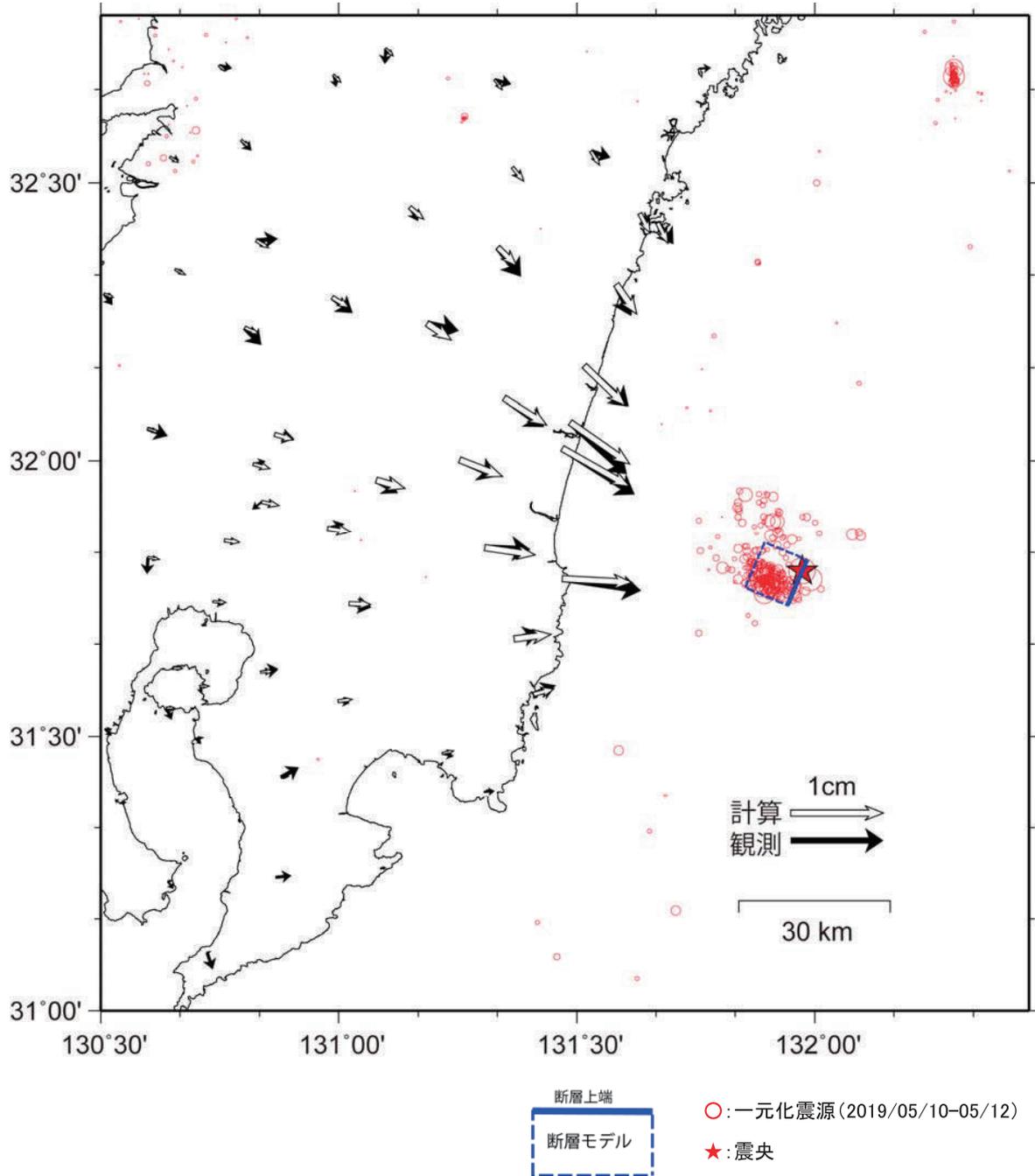


●—[F3:最終解] ●—[R3:速報解]

第1図 2019年5月10日日向灘の地震(M6.3)に伴う地殻変動: 水平変動・3成分時系列グラフ
Fig. 1 Crustal deformation associated with Hyuga-nada earthquake (M6.3) on May 10, 2019: horizontal displacement and 3 components time series.

日向灘の地震（5月10日, M6.3）の震源断層モデル（暫定）

基準期間：2019/05/02 - 05/08 (R3 解)
 比較期間：2019/05/10 - 05/12 (R3 解)
 固定局：福江 (950462)



経度	緯度	上端深さ	長さ	幅	走向	傾斜	すべり角	すべり量	M_w
[°]	[°]	[km]	[km]	[km]	[°]	[°]	[°]	[m]	
131.98	31.82	21	10	10	203	23	82	1.2	6.3

- ・位置は長方形の断層の上端左(北東端)
- ・走向・傾斜・すべり角は気象庁のCMT解に固定

剛性率:30GPa

第2図 日向灘の地震 震源断層モデル（暫定）

Fig. 2 Rectangular fault model of Hyuga-nada earthquake. (preliminary results)

種子島近海の地震(1月8日 M6.0)前後の観測データ 地殻変動(水平)

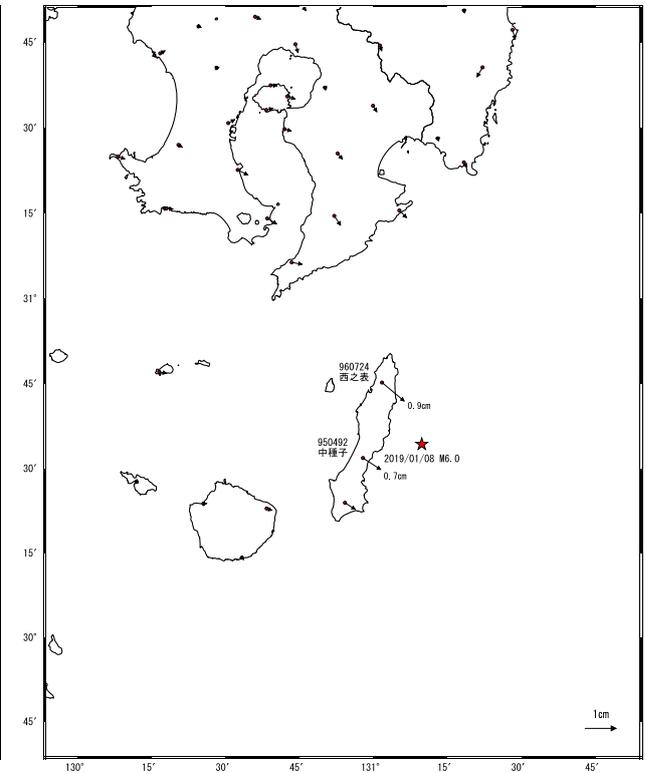
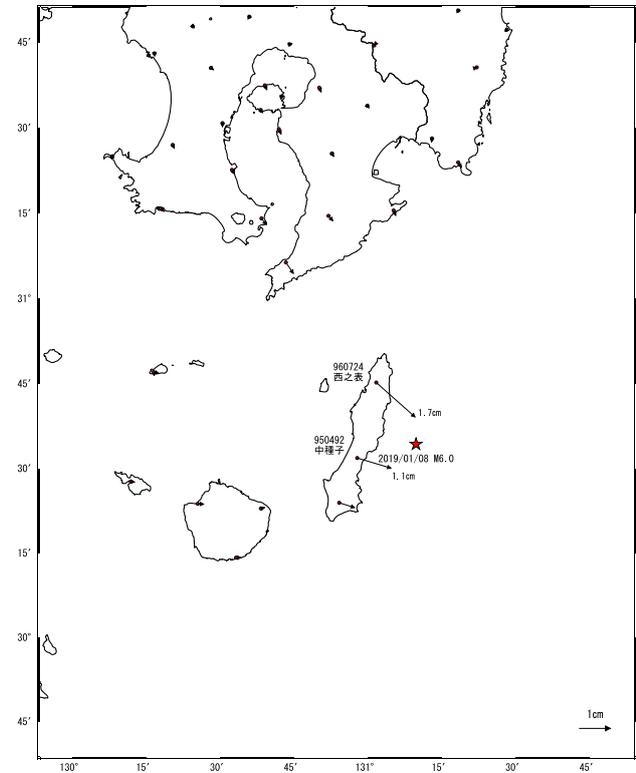
地震前後

地震後

基準期間: 2019/01/01~2019/01/07 [F3: 最終解]
比較期間: 2019/01/09~2019/01/15 [F3: 最終解]

基準期間: 2019/01/09~2019/01/15 [F3: 最終解]
比較期間: 2019/04/14~2019/04/20 [F3: 最終解]

計算期間: 2017/01/01~2019/01/01

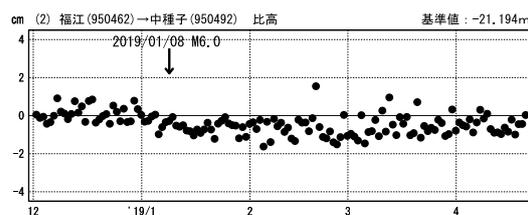
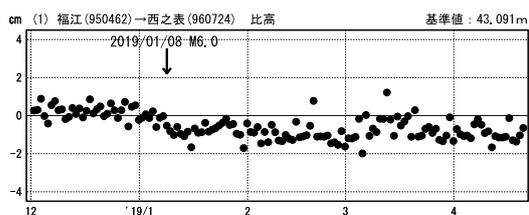
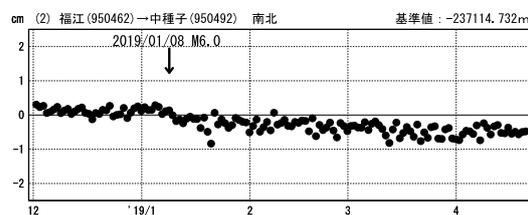
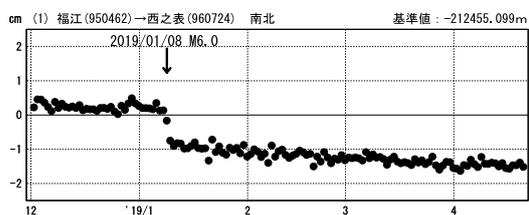
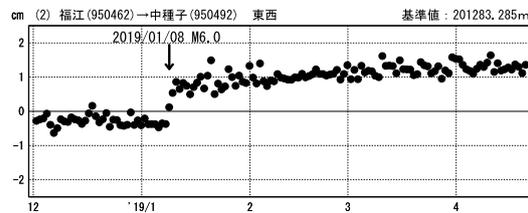
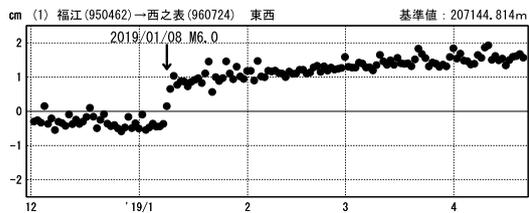


☆ 固定局: 福江 (950462) ★ 震央

一次トレンド除去後グラフ

期間: 2018/12/01~2019/04/20 JST

期間: 2018/12/01~2019/04/20 JST 計算期間: 2017/01/01~2019/01/01



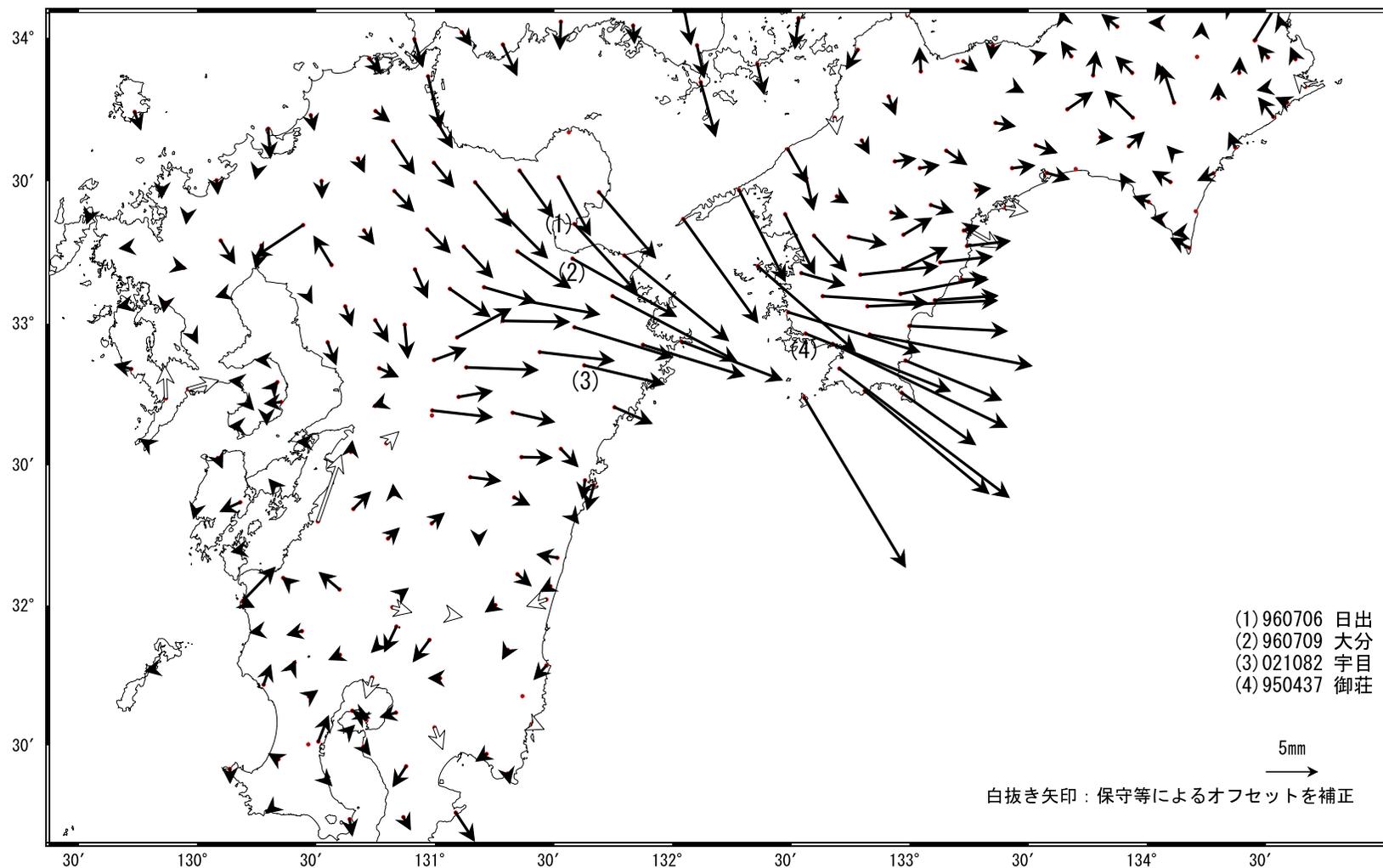
●— [F3: 最終解]

第 3 図 2019年1月8日種子島近海の地震 (M6.0) に伴う地殻変動: 水平変動・3成分時系列グラフ
Fig. 3 Coseismic and postseismic deformation associated with the earthquake occurred in the sea near Tanegashima (M6.0) on January 8, 2019: horizontal displacement and 3 components time series.

九州北部・四国西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: 2019/01/29~2019/02/04 [F3: 最終解]
 比較期間: 2019/04/29~2019/05/05 [R3: 速報解]

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01



☆ 固定局: 福江 (950462)

第4図 九州北部・四国西部 GNSS連続観測時系列

Fig. 4 Results of continuous GNSS measurements on northern Kyusyu and western Shikoku: (corrected time series data removing linear trend, annual and semi-annual components referred to Misumi)

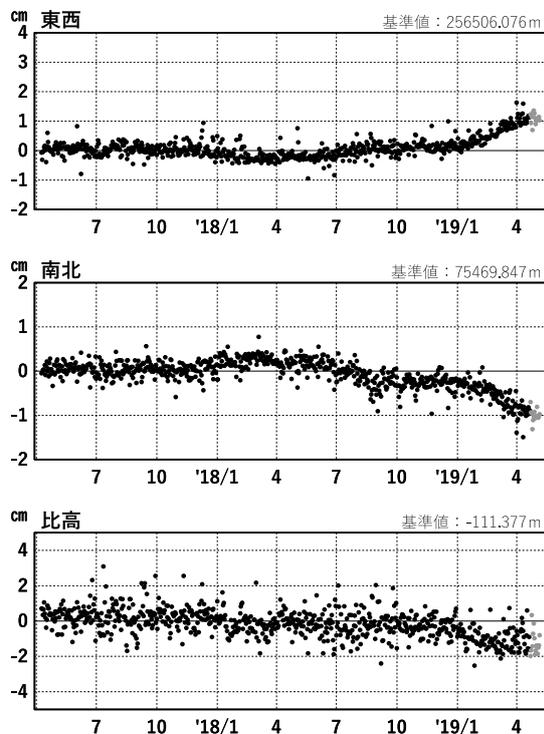
九州北部・四国西部 GNSS連続観測時系列

1次トレンド・年周成分・半年周成分除去後グラフ

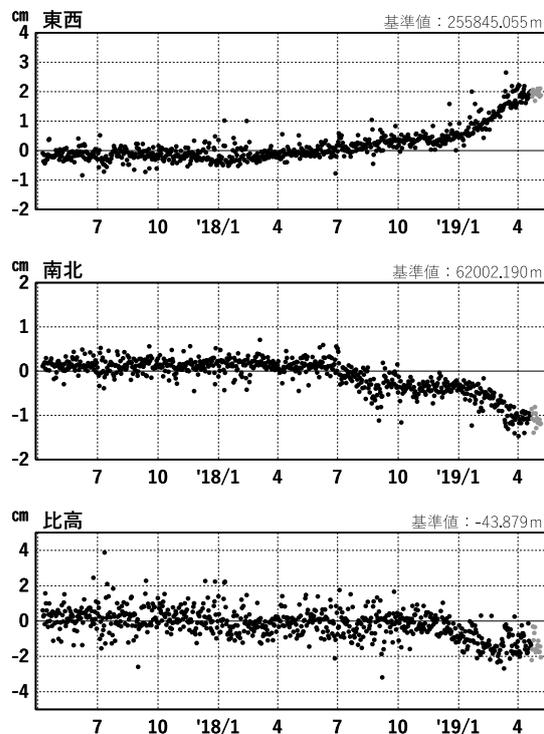
期間: 2017/04/08~2019/05/06 JST

計算期間: 2017/01/01~2018/01/01

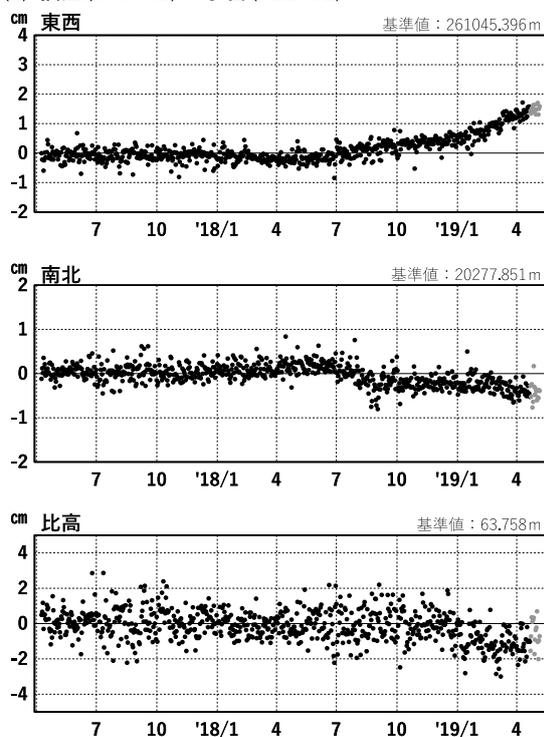
(1) 福江(950462)→日出(960706)



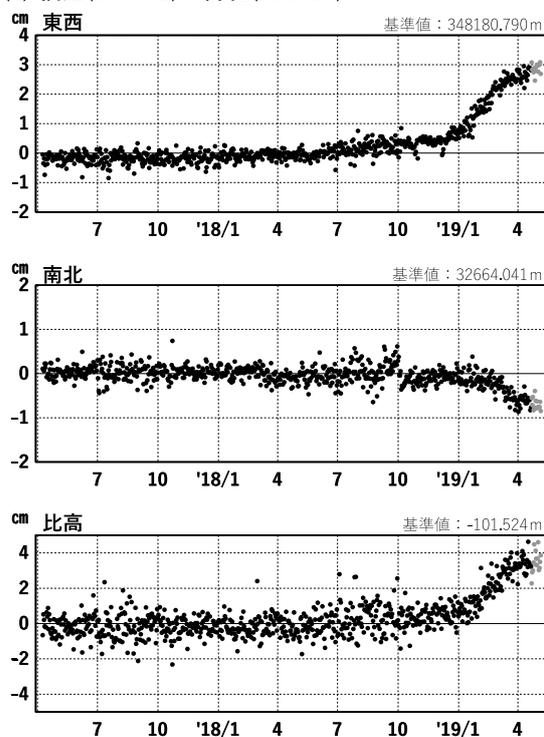
(2) 福江(950462)→大分(960709)



(3) 福江(950462)→宇目(021082)



(4) 福江(950462)→御荘(950437)

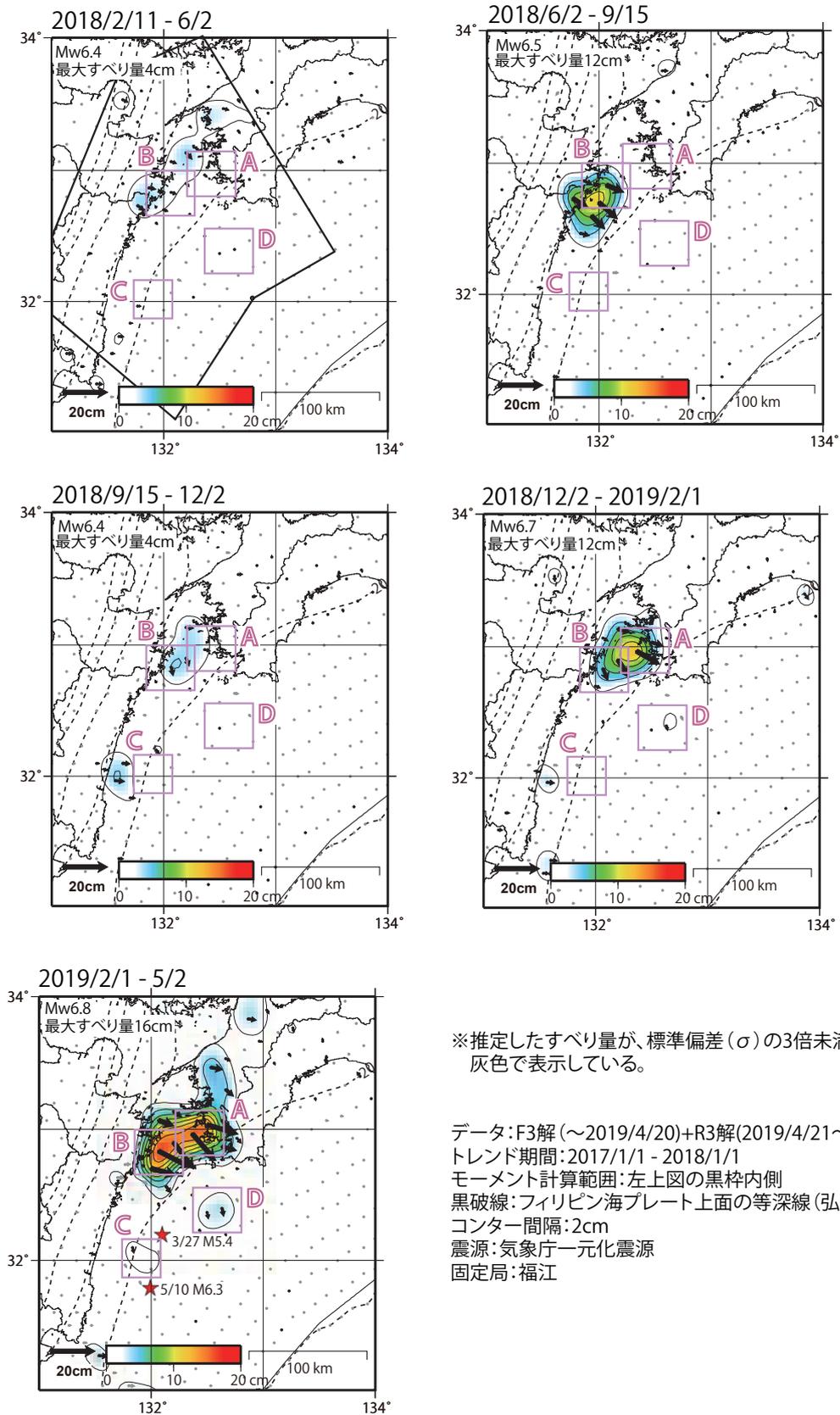


●---[F3:最終解] ●---[R3:速報解]

第5図 九州北部・四国西部 GNSS連続観測時系列
 Fig. 5 Results of continuous GNSS measurements on northern Kyusyu and western Shikoku: (corrected time series data removing linear trend, annual and semi-annual components referred to Misumi)

GNSSデータから推定された日向灘・豊後水道の長期的ゆっくりすべり(暫定)

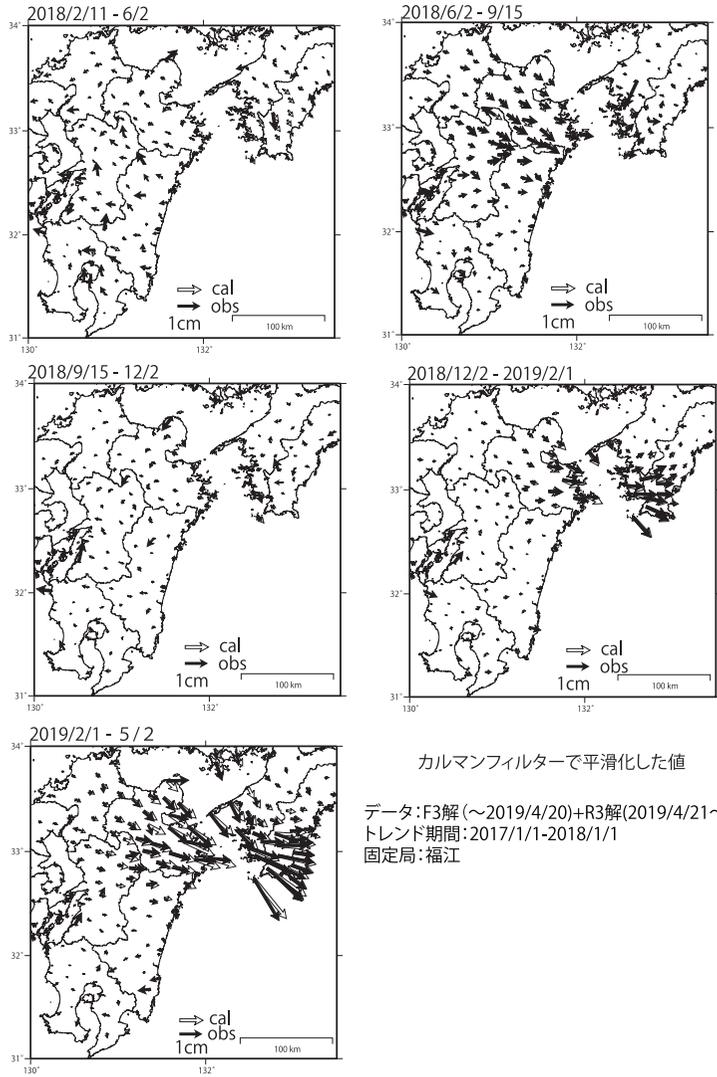
推定すべり分布



第6図 日向灘・豊後水道において推定される長期的ゆっくりすべり(暫定)

Fig. 6 Estimated slip distribution on the plate interface of Hyuga-nada and Bungo-suido. (preliminary results)

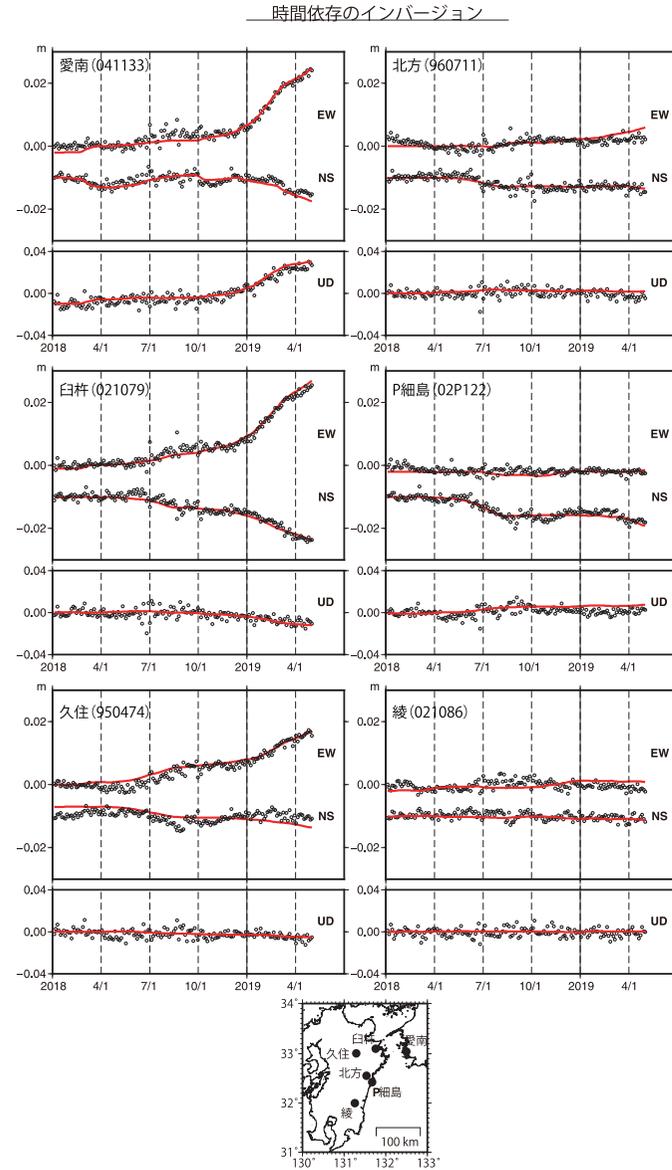
観測値(黒)と計算値(白)の比較



カルマンフィルターで平滑化した値
 データ:F3解(~2019/4/20)+R3解(2019/4/21~5/2)
 トレンド期間:2017/1/1-2018/1/1
 固定局:福江

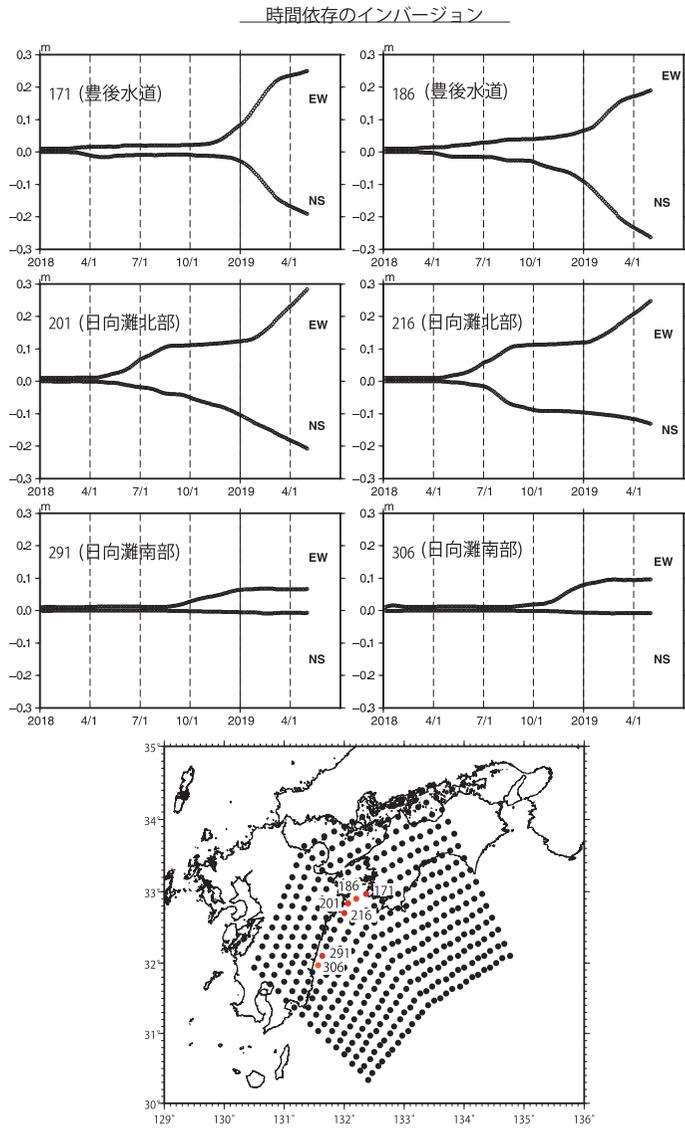
第7図 観測値(黒)と計算値(白)の比較
 Fig. 7 Comparison of observed value (black) and calculated value (white).

九州・四国地域の観測点の座標時系列(黒丸)と計算値(赤線)



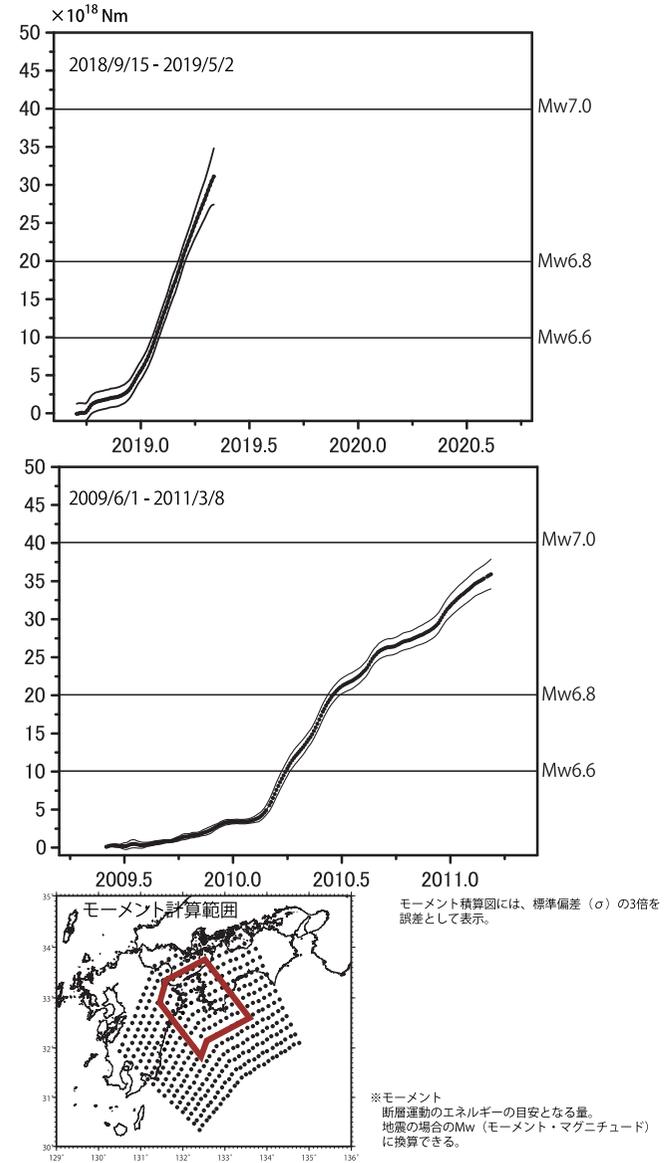
第8図 九州・四国地域の座標時系列(黒丸)と計算値(赤線)
 Fig. 8 Coordinate time series (black dots) and calculated value (red line) of observation points in Kyusyu and Shikoku region.

各グリッドにおけるすべりの時間変化



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.

モーメント^{*}積算図(試算)

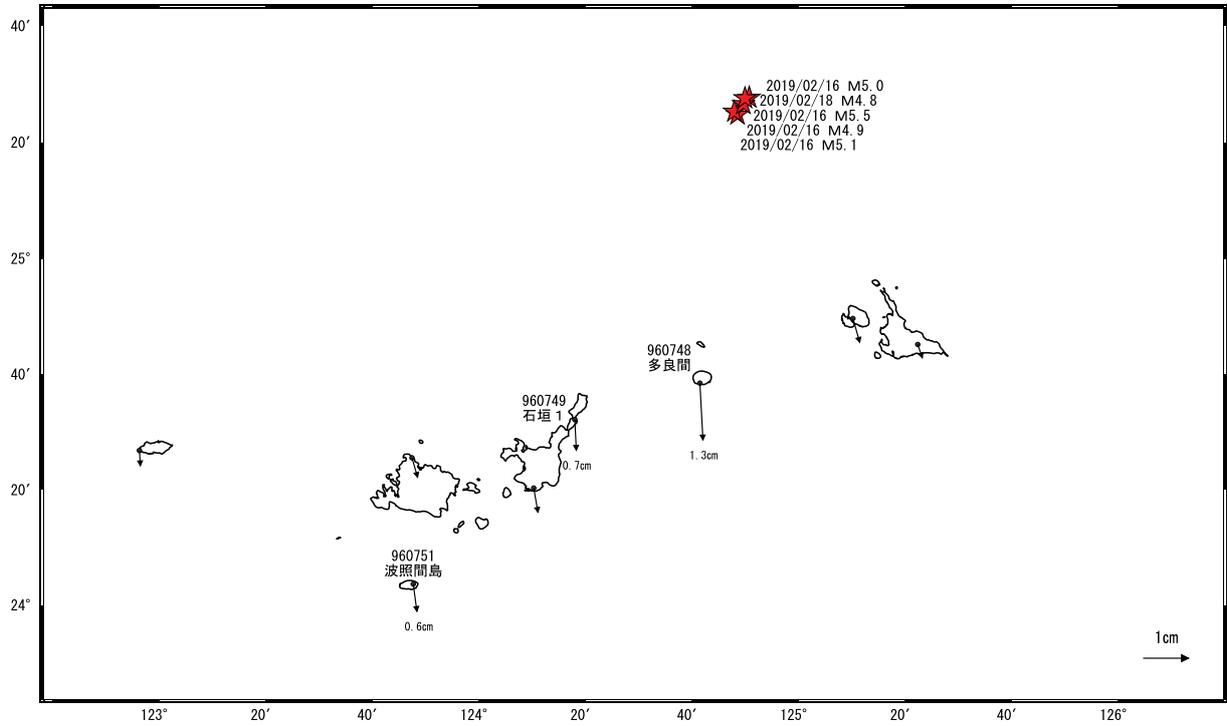


第10図 時間依存インバージョンで推定されたモーメントの時間変化
Fig. 10 Time evolution of moment by the time dependent inversion method.

先島諸島の地殻変動

地殻変動(水平)

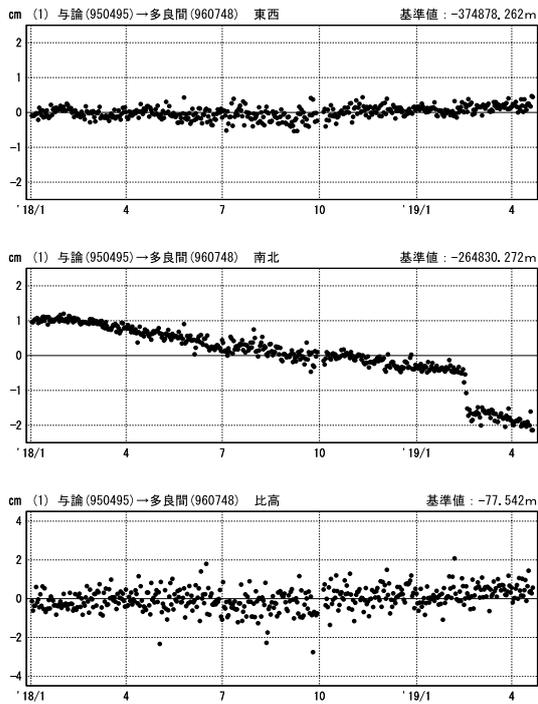
基準期間: 2019/02/01~2019/02/13 [F3: 最終解]
 比較期間: 2019/02/20~2019/02/27 [F3: 最終解]



☆ 固定局: 与論 (950495) ★ 震央

成分変化グラフ (長期)

期間: 2018/01/01~2019/04/20 JST

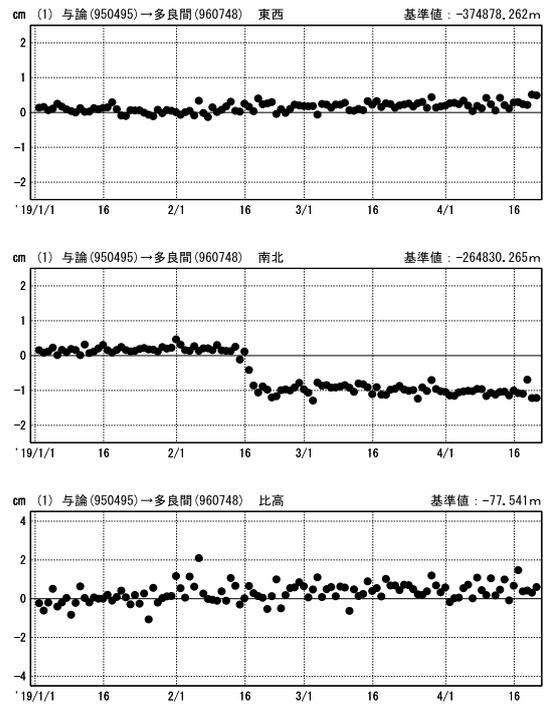


●— [F3: 最終解]

成分変化グラフ (短期)

一次トレンド・年周成分・半年周成分除去

期間: 2019/01/01~2019/04/20 JST 計算期間: 2017/01/01~2019/01/01

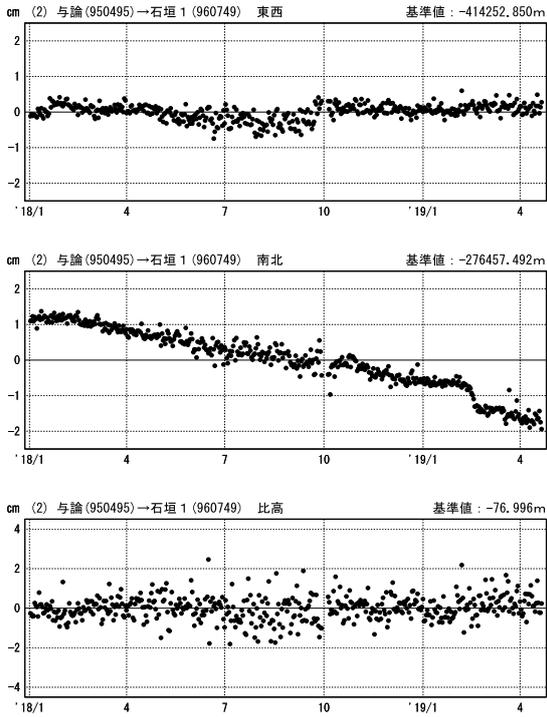


第11図 先島諸島の地殻変動

Fig. 11 Horizontal displacement and results of continuous GNSS measurements on Sakishima islands (long term and short term).

成分変化グラフ（長期）

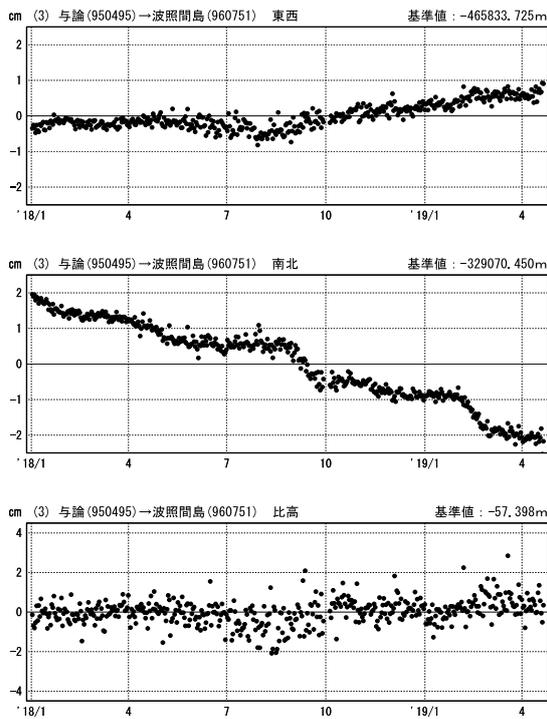
期間：2018/01/01～2019/04/20 JST



●—[F3:最終解]

成分変化グラフ（長期）

期間：2018/01/01～2019/04/20 JST

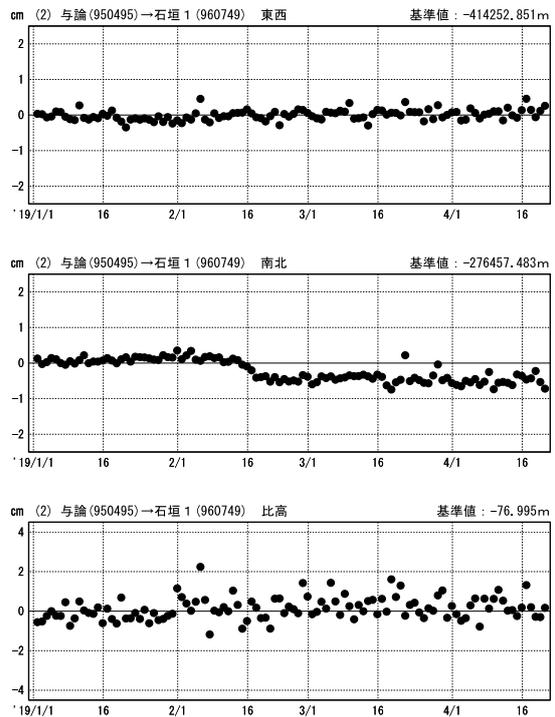


●—[F3:最終解]

成分変化グラフ（短期）

一次トレンド・年周成分・半年周成分除去

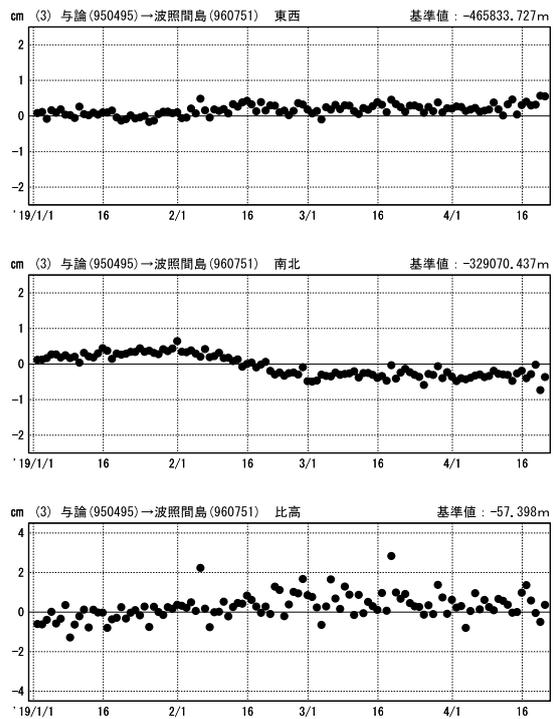
期間：2019/01/01～2019/04/20 JST 計算期間：2017/01/01～2019/01/01



成分変化グラフ（短期）

一次トレンド・年周成分・半年周成分除去

期間：2019/01/01～2019/04/20 JST 計算期間：2017/01/01～2019/01/01



●—

第12図 先島諸島の地殻変動

Fig. 12 Results of continuous GNSS measurements on Sakishima islands (long term and short term).