

8-2 中国・四国地方の地殻変動

Crustal Deformations in the Chugoku and Shikoku Districts

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

[四国西部の非定常水平地殻変動（短期的 SSE）]

第 1 図は、2023 年 6～7 月に四国中部から西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 図上段は、2023 年 6 月 28 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～2023 年 8 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。四国中部から西部にかけての低周波地震の発生領域付近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 6.0 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。上段右の図は、左図中の実線で囲まれた領域に位置するグリッドのすべりから求めたモーメントの時系列グラフである。7 月に入ってからモーメントが増大し、7 月 10 日頃までで増加が収まったように見える。下段の 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。地殻変動量が小さいため、ばらつきが相対的に大きいのが、観測値をよく説明できていることが分かる。

[四国中部の非定常水平地殻変動（長期的 SSE）]

第 2～4 図は、2019 年春頃から四国中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。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。固定局は上対馬（950456）である。また、気象庁の短期的 SSE のカタログを用いて短期的 SSE による変動を除去、東北地方太平洋沖地震及び熊本地震の粘性緩和による変動を補正している。それらの補正後、2017 年 4 月 1 日～2018 年 4 月 1 日の期間で推定したトレンドを除去している。また、固定局の上対馬（950456）に起因する誤差の影響を避けるため、非定常的な地殻変動から共通誤差成分を同時推定している。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 2 図は、下段に示した 8 観測点の観測値と計算値を比較した時系列図である。2019 年春頃から南東向きの変動が見られる。計算値は観測値をよく説明できていることが分かる。

第 3 図左上の図は、2019 年 1 月 1 日～2023 年 10 月 10 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紀伊水道の長期的 SSE、豊後水道の長期的 SSE によるすべりとあわせ、四国中部にすべりが推定された。推定されたすべりの最大値は 47cm、モーメントマグニチュードは 6.6 と求まった。

第 3 図右上の図は、観測値と計算値の比較の水平変動ベクトル図である。計算値は観測値をよく説明できていることが分かる。

第 3 図右下の図は、推定すべり分布図中の太い実線で囲まれた領域に位置するグリッドのすべりから求めたモーメントの時系列グラフである。2019 年春頃からモーメントの増大が見られる。

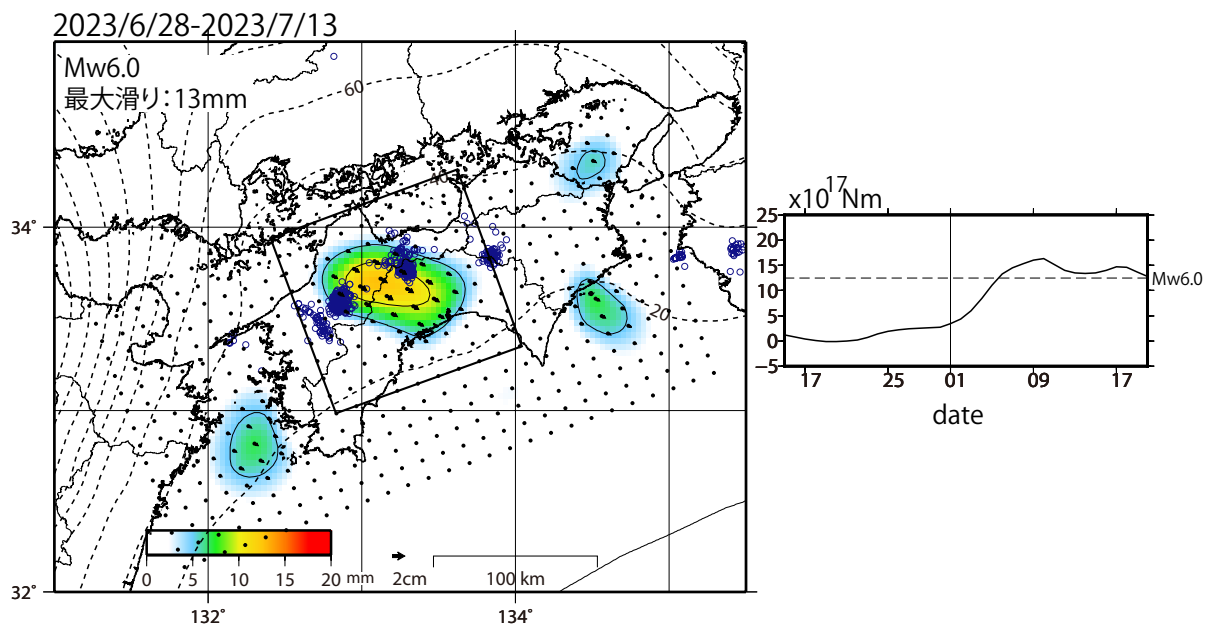
第 4 図は、四国中部に位置するグリッドのすべりの時間変化を示した図である。2019 年春頃からすべりが見られる。

[室戸岬周辺 電子基準点の上下変動]

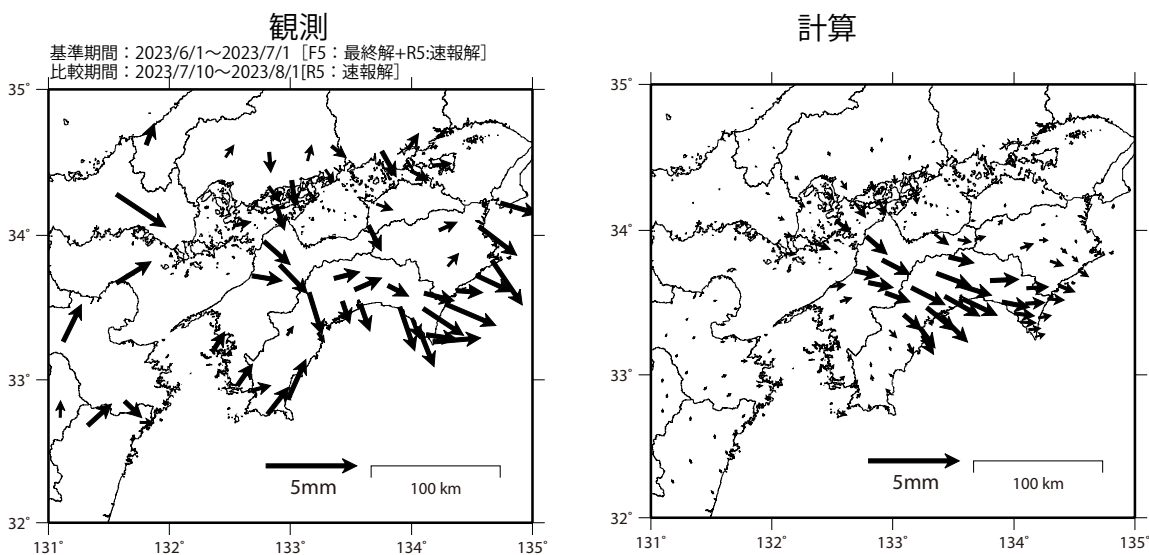
第 5 ～ 6 図は、室戸岬周辺の電子基準点間の比高変化を示したものである。最新のデータは室戸岬周辺が沈降する長期的な傾向に沿っている。各図の左下に長期間の変動グラフを示す。室戸岬先端側の沈降が長期的に継続しており、GNSS 連続観測の結果は、灰色でプロットした水準測量の長期的な沈降傾向と整合している。

GNSSデータから推定された
四国中部～西部の深部低周波地震(微動)と同期したスロースリップ(暫定)

【参考】



Mw及び最大すべり量はプレート面に沿って評価した値を記載。
すべり量(カラー)及びすべりベクトルは水平面に投影したものを示す。
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。
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、東西、南北のAICを合わせたAICで有意でない観測点及び北向き成分を含む観測点は除外している。

解析に使用した観測点の範囲: 概ね北緯32~34.6°、東経131~134.8°
使用データ: GEONETによる日々の座標値(F5解、R5解)

F5解(2023/6/1- 2023/7/20) +R5解(2023/7/21-2023/8/1) *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・半年周は 2017/1/1-2023/8/1のデータで補正)

モーメント計算範囲: 図の黒枠内側

黒破線: フィリピン海プレートの上面の等深線(Hirose et al., 2008)

すべり方向: プレートの沈み込み方向に拘束

青丸: 低周波地震(気象庁一元化震源) (期間:2023/6/28 -8/1)

コンター間隔: 5mm

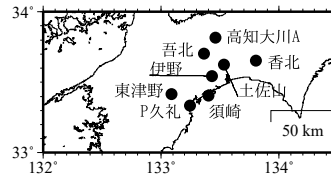
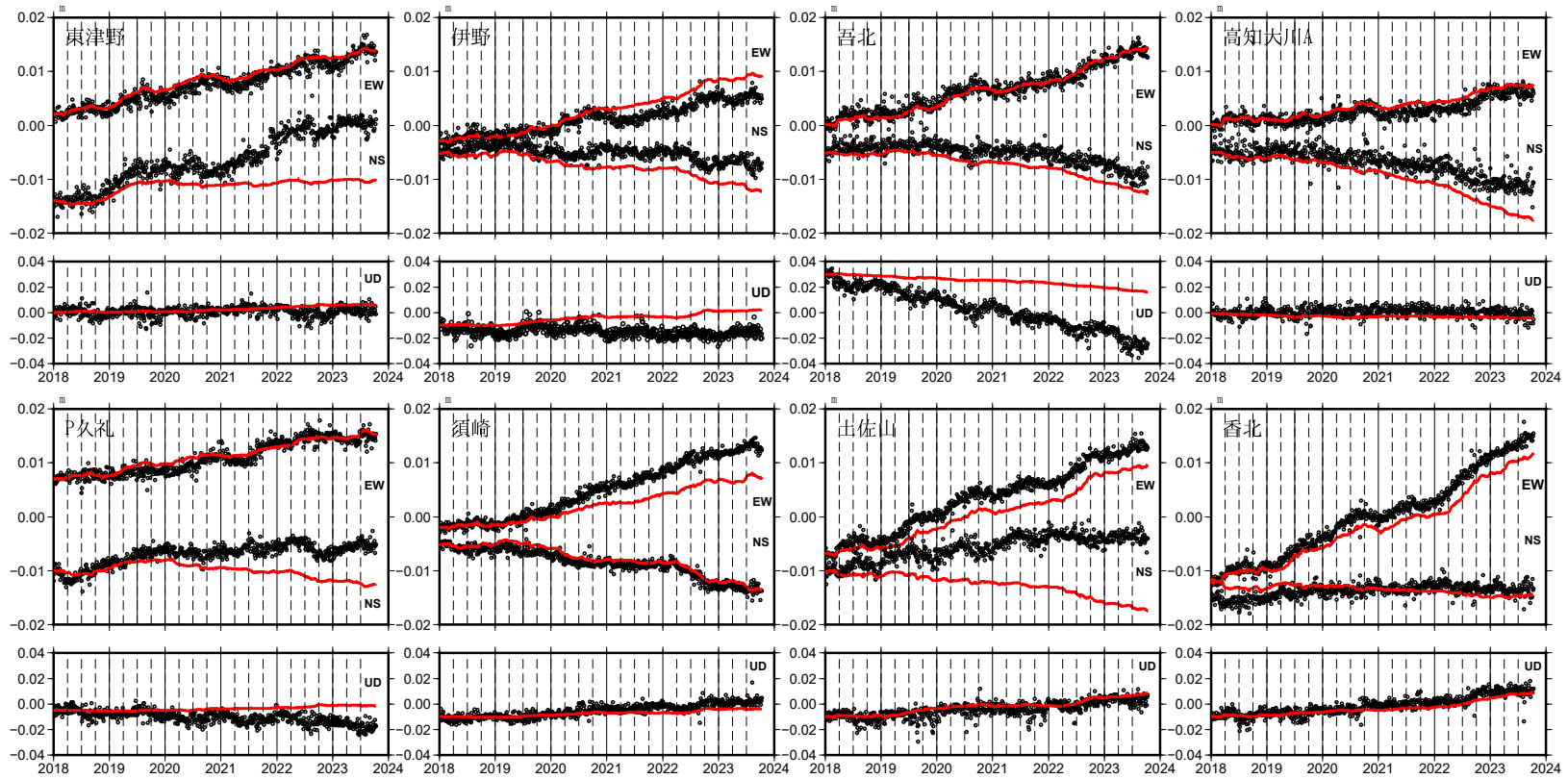
固定局: 三隅

第 1 図 四国中部～西部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 central and western part of Shikoku (preliminary results).

四国中部の観測点の座標時系列(黒丸)と計算値(赤線)

時間依存のインバージョン

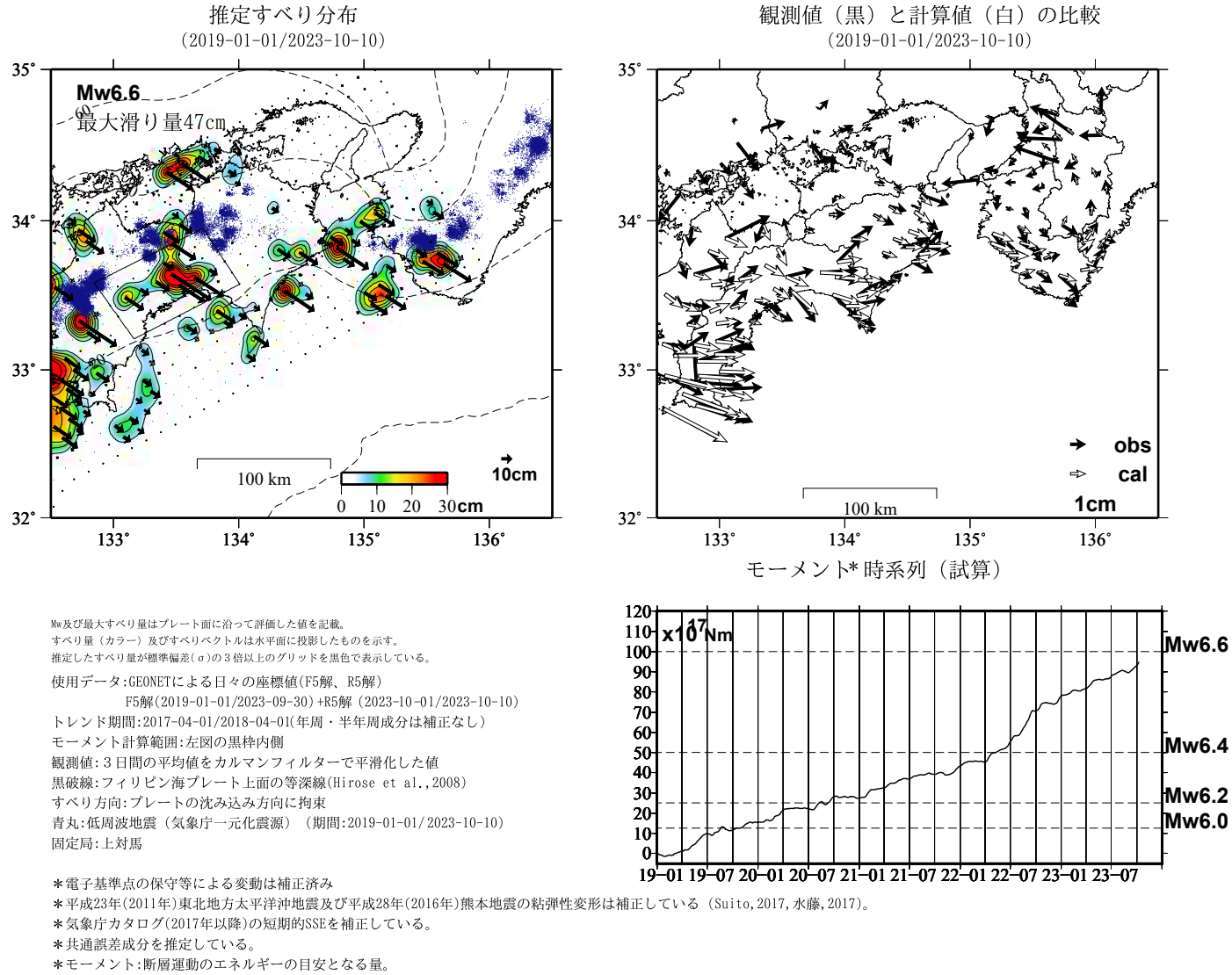


EW, NS, UD: 東西、南北、上下変動

第2図 四国中部の観測点の非定常地殻変動時系列：観測値（黒丸）と時間依存インバージョンによる計算値（赤線）

Fig. 2 Observed (black dots) and calculated (red line) time series of transient crustal deformations at the GNSS stations in the central part of Shikoku.

GNSSデータから推定された四国中部の長期的ゆっくりすべり（暫定）

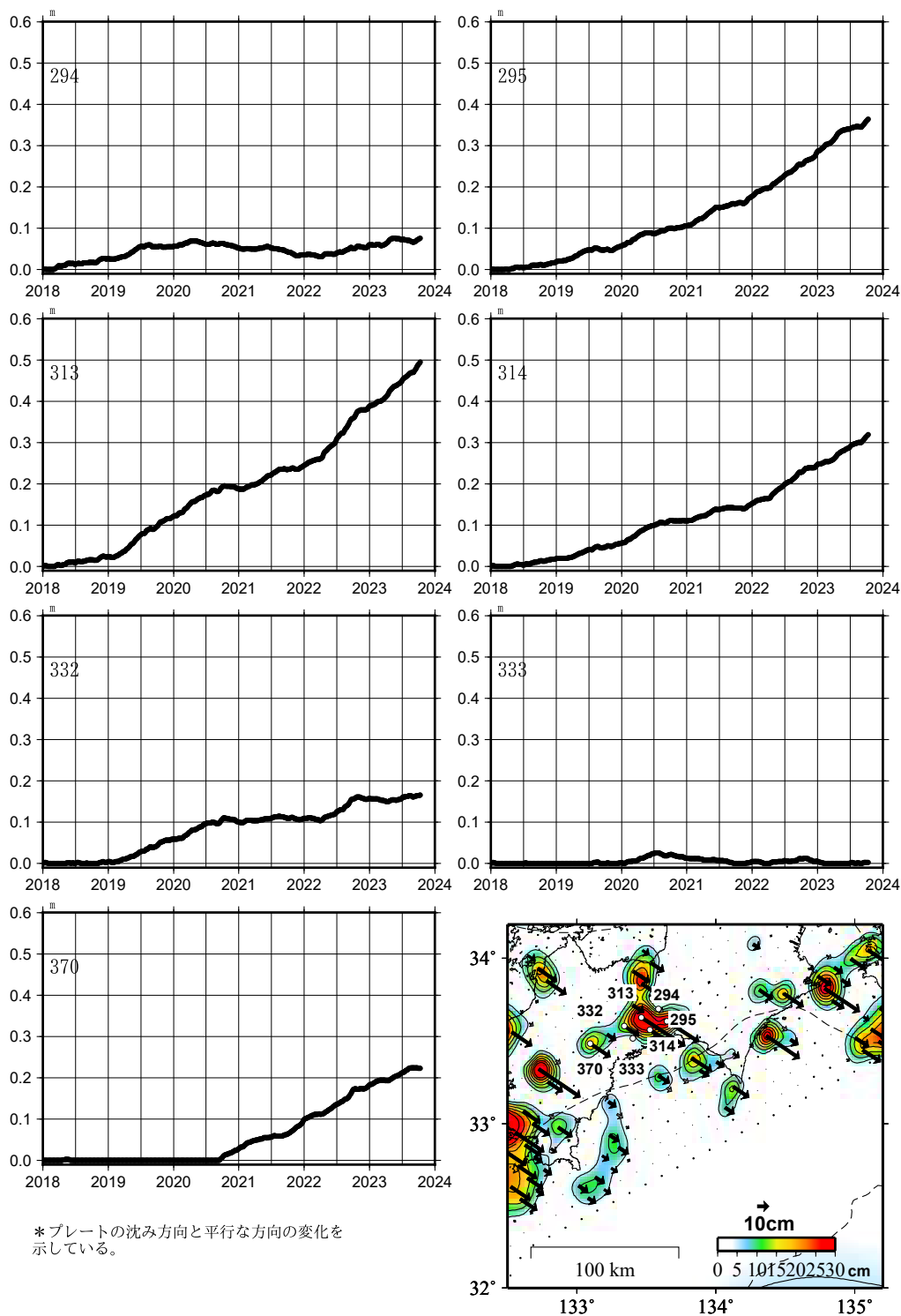


第3図 四国中部において推定される長期的ゆっくりすべり（暫定）

Fig. 3 Estimated slip distribution on the plate interface beneath the central part of Shikoku (preliminary results).

四国中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

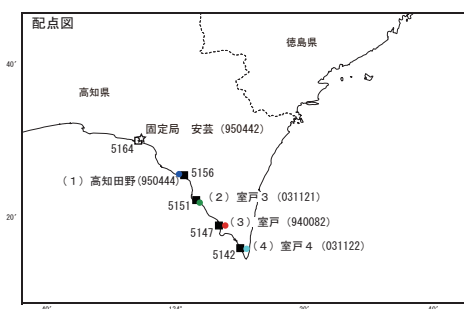
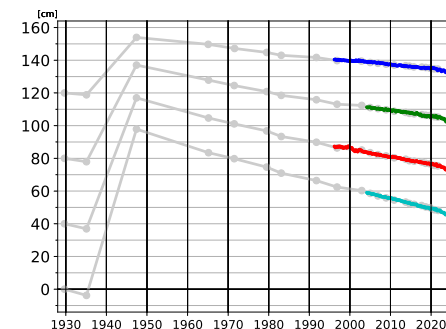
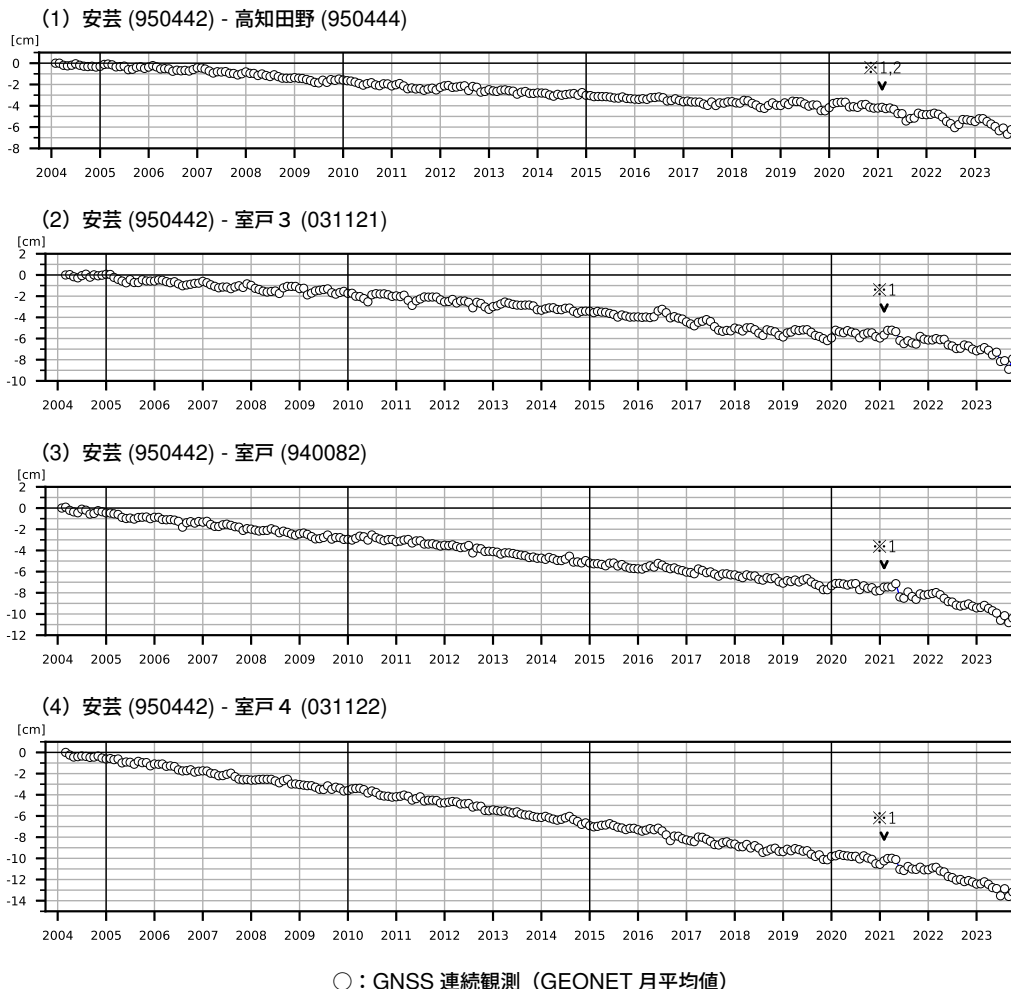
時間依存のインバージョン



第 4 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. 4 Time evolution of the estimated slip by the time dependent inversion method.

室戸岬周辺 電子基準点の上下変動 (1)

室戸岬周辺の長期的な沈降傾向に変化は見られない。



「固定局：安芸 (950442)」

- 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である。(最新のプロット点：10/1~10/7 の平均値)
- 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の水準測量結果を示している (固定：5164)。

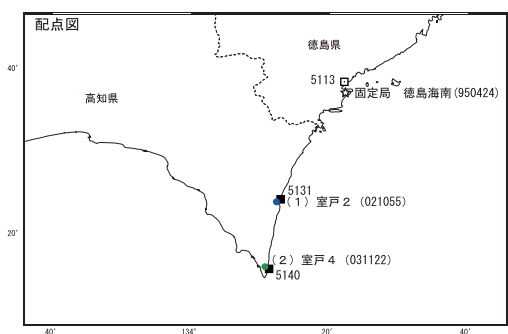
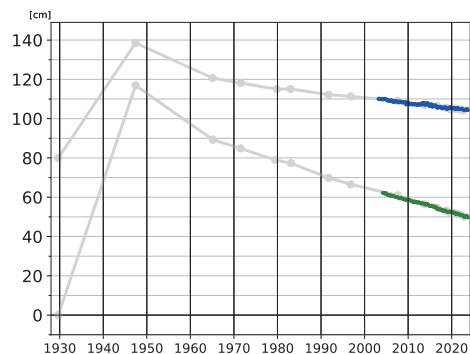
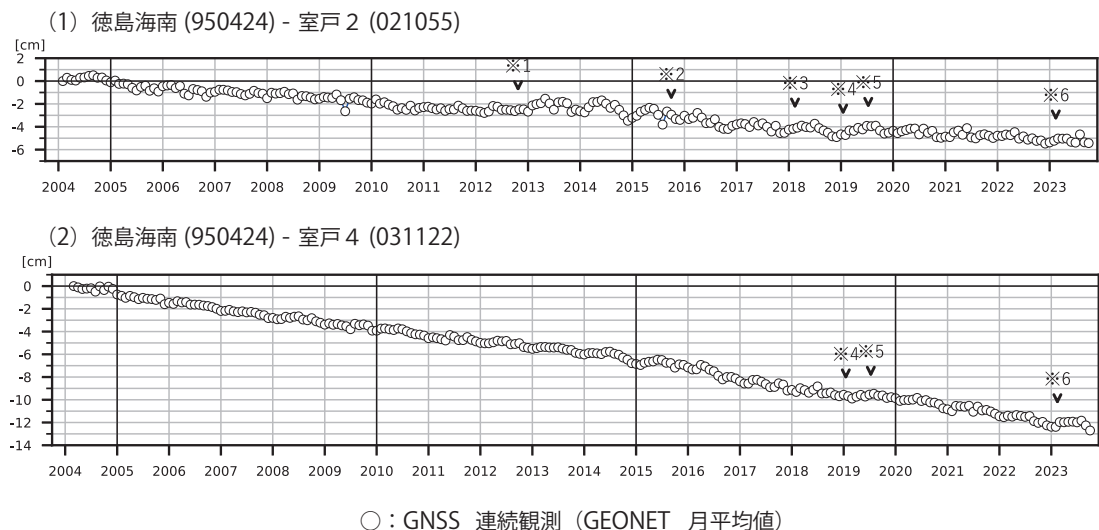
※ 1 2021 年 2 月 2 日に電子基準点「安芸」のアンテナ更新及びレドーム交換を実施した。
 ※ 2 2021 年 2 月 5 日に電子基準点「高知田野」のアンテナ更新及びレドーム交換を実施した。

第 5 図 室戸岬周辺 電子基準点の上下変動 (水準測量と GNSS) (1)

Fig. 5 Vertical displacements of GEONET stations around Cape Muroto (leveling and GNSS measurements) (1).

室戸岬周辺 電子基準点の上下変動 (2)

室戸岬周辺の長期的な沈降傾向に変化は見られない。



「固定局：徳島海南 (950424)」

- 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である。(最新のプロット点：10/1~10/7 の平均値)
- 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の水準測量結果を示している (固定：5113)。

- ※ 1 2012 年 10 月 23 日に電子基準点「室戸 2」のアンテナ更新及び受信機更新を実施した。
- ※ 2 2015 年 10 月 1 日に電子基準点「室戸 2」の受信機交換を実施した。
- ※ 3 2018 年 2 月 13 日に電子基準点「室戸 2」のアンテナ及び受信機交換を実施した。
- ※ 4 2019 年 1 月 16 日に電子基準点「徳島海南」の受信機更新を実施した。
- ※ 5 2019 年 7 月 11 日に電子基準点「徳島海南」のアンテナ交換を実施した。
- ※ 6 2023 年 2 月 13 日に電子基準点「徳島海南」のアンテナ更新を実施した。

第 6 図 室戸岬周辺 電子基準点の上下変動 (水準測量と GNSS) (2)

Fig. 6 Vertical displacements of GEONET stations around Cape Muroto (leveling and GNSS measurements) (2).