

9-3 中国・四国地方の地殻変動

Crustal Movements in the Chugoku and Shikoku Districts

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

[GNSS 豊後水道のゆっくり滑り]

第1～9図は、豊後水道の長期的スロースリップイベント（SSE）に関する資料である。

第1図上段の三隅観測点を固定局とした求めた非定常地殻変動水平ベクトル図に示されるように、豊後水道周辺において南東向きの非定常地殻変動が検出された。四国南西部の中村、宿毛2、御荘（みしょう）観測点などで最大5mm程度の非定常的な変動が見られる。

第1図下段および第2図は、四国南西部の豊後水道周辺の電子基準点について、基線ベクトル3成分の時系列グラフを並べたものである。2014年夏頃から南東向きの非定常地殻変動が始まったが、2015年4月下旬現在では停滞している。

第3～6図は、豊後水道のSSEについて時間依存のインバージョンにより推定を行った結果である。プレート形状モデルは弘瀬・他（2007）によりコンパイルされたものを用いている。

第3図は、2014年6月以降4月上旬までのプレート境界面上で推定された滑り分布を示している。豊後水道付近のプレート境界面上で最大約3cmの滑りが推定された。

第4図は、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での滑り分布の時間変化を、2014年4月1日からの1ヶ月間と、5月1日からの1ヶ月間、6月1日以降10月1日までの4ヶ月間、および10月1日以降に分けて示している。この地域では2014年5月に短期的SSEが発生しており、それに伴う滑りが推定されている（右上）。左下の6月以降の図は今回の長期的SSEによる滑りを示しており、滑りの中心領域が短期的SSEの滑り領域の南側、つまりプレート境界の浅い側に隣接していることが分かる。10月1日以降の図では推定された滑りはほぼ0となっている。推定されたモーメントの時間変化は下段に示したとおりである。2014年6月以降の長期的SSEについて見ると、2014年10月頃からモーメントの増加速度が鈍化し、2015年4月現在では停滞している。

第5～6図は、観測値と計算値の比較である。観測値として、実際の観測値にカルマンフィルタを適用して平滑化した値を示している。第5図は第4図に示された4時期の水平変動の観測値と計算値を比較したベクトル図、第6図は座標成分時系列の観測値と計算値を比較したグラフである。

第7～9図は、豊後水道における過去の長期的SSEと比較した資料である。

第7図は、過去3回および今回の長期的SSEに伴った非定常地殻変動の水平ベクトル図を比較したものである。過去3回のイベントに比べ、今回は変動量が小さいことが分かる。また、過去3回のイベントでは変動量や変動方向がほぼ同じ分布を示しているが、今回は足摺岬付近や九州の観測点では変動がほとんど見られないなど、分布の特徴が異なっているように見える。

第8図は、過去3回および今回の長期的SSEについて、時間依存インバージョンで推定されたプレート境界面上での滑り分布を比較したものである。同じ条件で比較するため、プレート形状モデルは弘瀬・他（2007）によりコンパイルされたものに統一して推定を行っている。過去3回のイベントでは、すべりの中心は豊後水道付近のほぼ同じ場所に推定されているが、今回は、や

や東側の四国の海岸線付近に位置している。また、解放されたモーメントは、過去3回のイベント (Mw6.9~7.1) に比べ、今回はMwで6.2とかなり小さい。

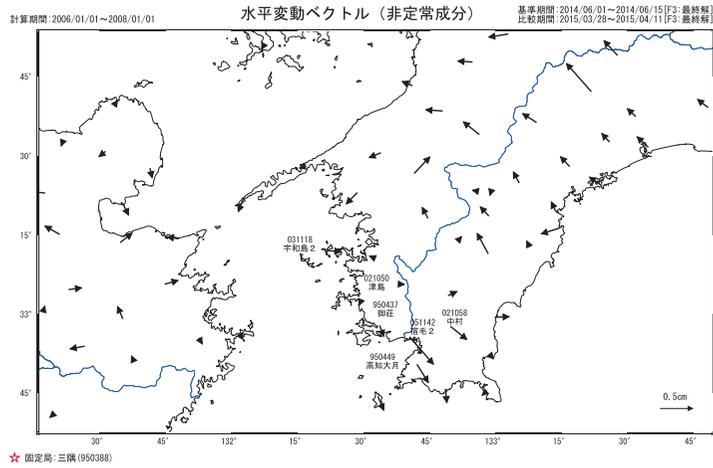
第9図は、それぞれのイベントについての観測値と計算値の比較である。観測値は、第5図と同様に実際の観測値にカルマンフィルタを適用して平滑化した値を示している。

参 考 文 献

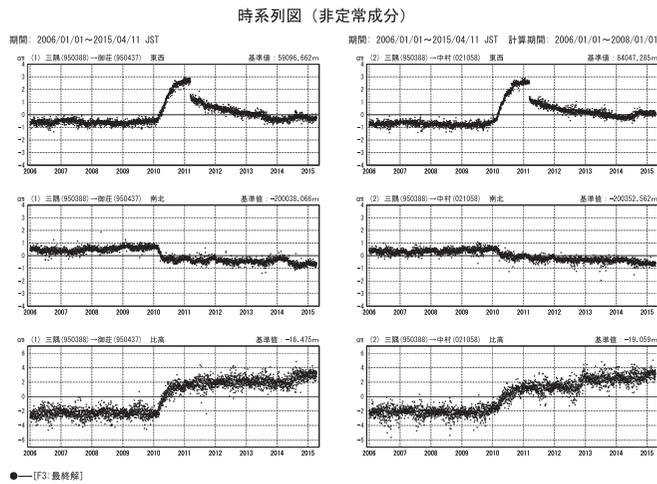
- 1) T. Yabuki and M. Matsu'ura, 1992, Geodetic data inversion using a Bayesian information criterion for spatial distribution of fault slip, *Geophysical Journal International*, 109, 363-375.
- 2) S. Ozawa, H. Yarai, T. Imakiire, and M. Tobita, 2013, Spatial and temporal evolution of the long-term slow slip in the Bungo Channel, Japan, *Earth Planets Space*, 65, 67-73.
- 3) 弘瀬冬樹・中島淳一・長谷川昭, 2007, Double-Difference Tomography法による西南日本の3次元地震波速度構造およびフィリピン海プレートの形状の推定, *地震*, 60, 1-20.

豊後水道周辺の非定常的な地殻変動 (1)

豊後水道周辺で非定常地殻変動が検出された。非定常地殻変動は、2014年夏頃から始まり、現在は停滞している。



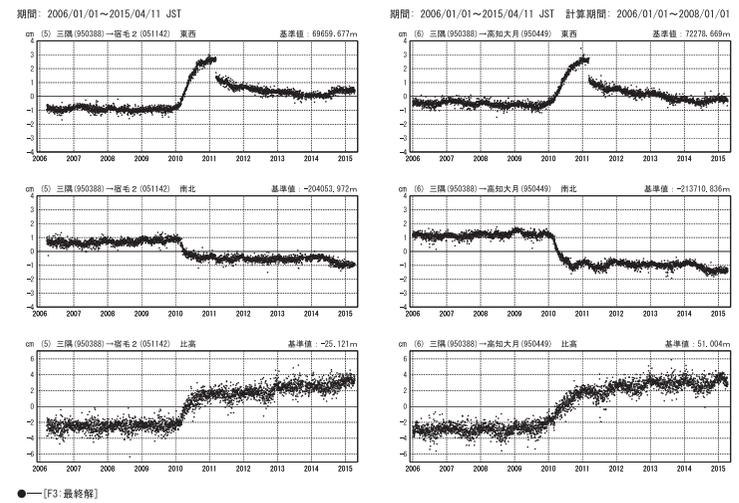
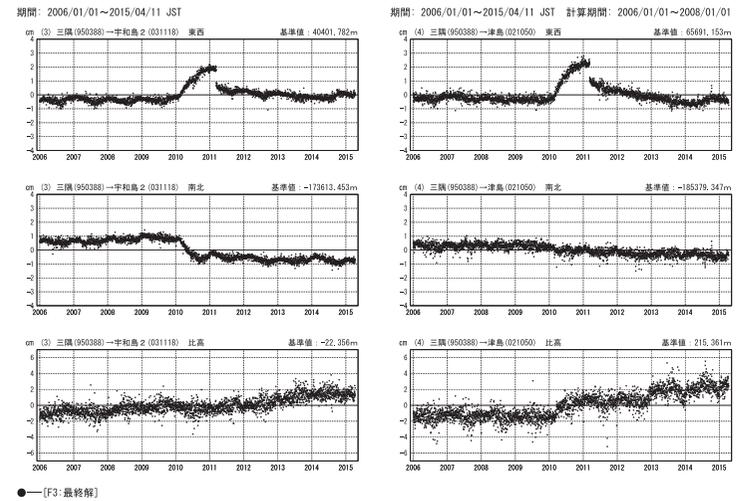
第1図 a 豊後水道周辺の非定常的な地殻変動
Fig. 1a Transient horizontal deformation in the Bungo channel area.



第1図 b 豊後水道周辺の非定常的な地殻変動 (時系列)
Fig. 1b Time series of observed displacement of transient horizontal and vertical deformation in the Bungo channel area (1/2).

豊後水道周辺の非定常的な地殻変動 (2)

時系列図 (非定常成分)

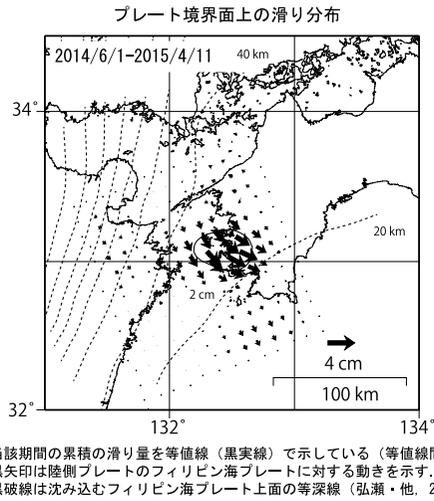


第2図 豊後水道周辺の非定常的な地殻変動 (時系列)
Fig. 2 Time series of observed displacement of transient horizontal and vertical deformation in the Bungo channel area (2/2).

豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布 (1)

時間依存インバージョンによる推定 (暫定)

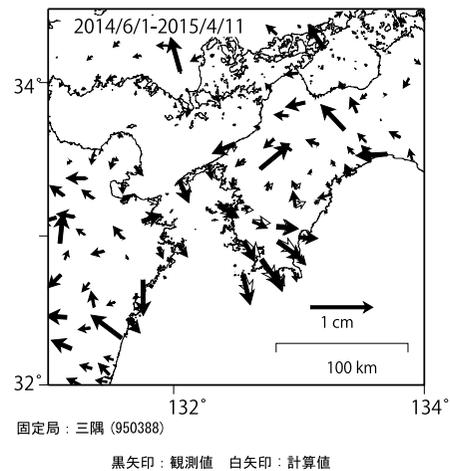
四国西部のフィリピン海プレートと陸側プレートの境界で最大約3cmの滑りが推定された。



第3図 a 豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布 (1) (時間依存インバージョンによるプレート境界上の推定滑り分布) (暫定)

Fig. 3a Estimated slip distribution on the plate interface of Bungo channel by the time dependent inversion method. (preliminary result)

地殻変動ベクトルの観測値と計算値の比較 (水平変動)



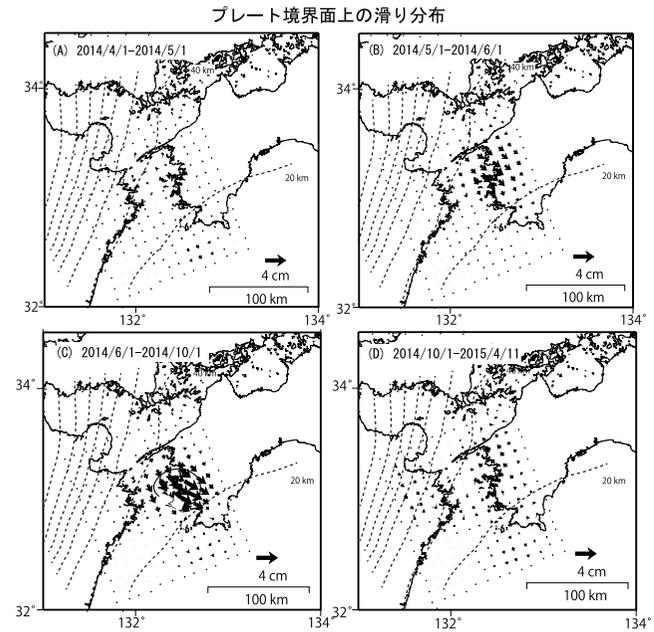
第3図 b 時間依存インバージョンによる地殻変動ベクトルの観測値と計算値の比較 (水平変動) (暫定)

Fig. 3b Comparison of displacements between GNSS observation and model calculation by the time dependent inversion method (horizontal deformation) (preliminary result).

豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布 (2)

時間依存インバージョンによる推定 (暫定)

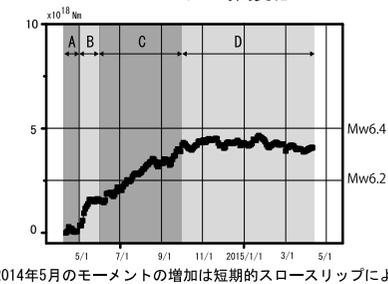
滑りは停滞している。



第4図 a 豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布 (2) (時間依存インバージョンによるプレート境界上の滑り分布の推定)

Fig. 4a Estimated slip distribution on the plate interface of Bungo channel by the time dependent inversion method.

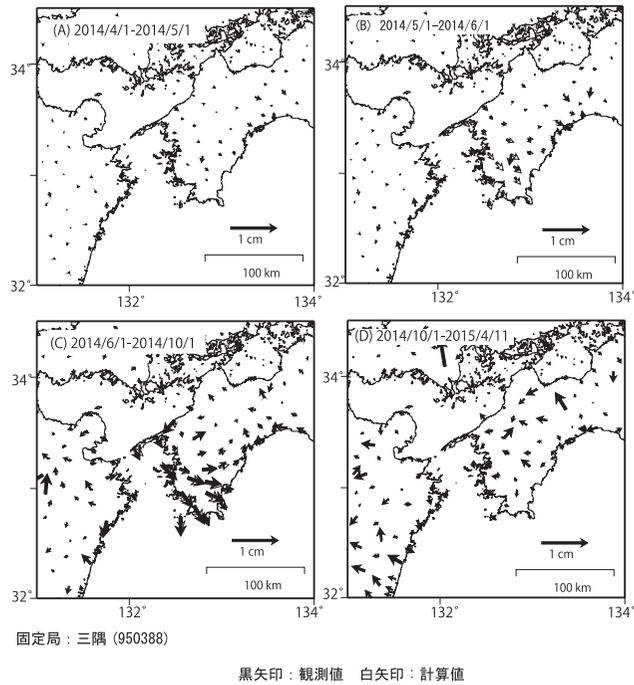
モーメントの時間変化



第4図 b 積算モーメントの時間変化

Fig. 4b Time series of estimated moment released by the Bungo channel SSE.

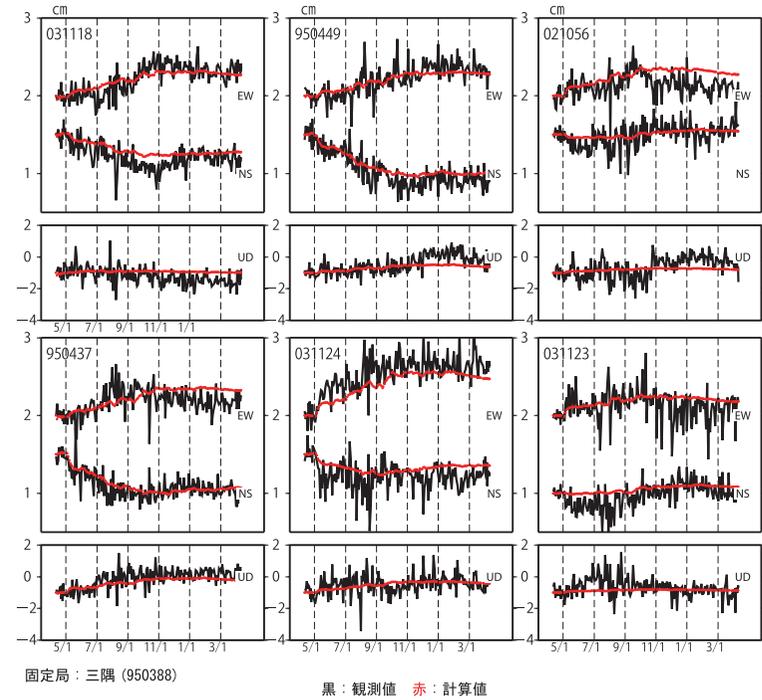
豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布 (3)
 地殻変動ベクトルの観測値と計算値の比較 (水平変動)



第5図 水平地殻変動 観測値と計算値の比較 (3) (水平変動)

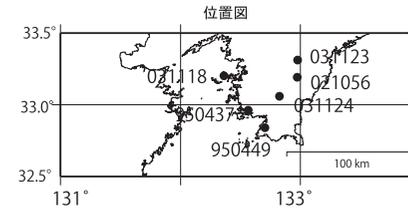
Fig. 5 Comparisons of displacements between GNSS observation and model calculation by the time dependent inversion method (horizontal deformation).

豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布 (4)
 時間依存インバージョンによる非定常地殻変動時系列 (暫定)



固定局：三隅 (950388)

黒：観測値 赤：計算値



- ・EW, NS, UD はそれぞれ東西, 南北, 上下方向成分を示す。
- ・非定常地殻変動とは、2007年1月から2009年1月までのデータを使用して一次トレンドと周期成分(年周・半年周成分)を推定し、元のデータから取り除いたもの。
- ・解析には時系列データを2日間隔で使用しており、上図の観測値(黒丸)は解析に使用した値をプロットしている。

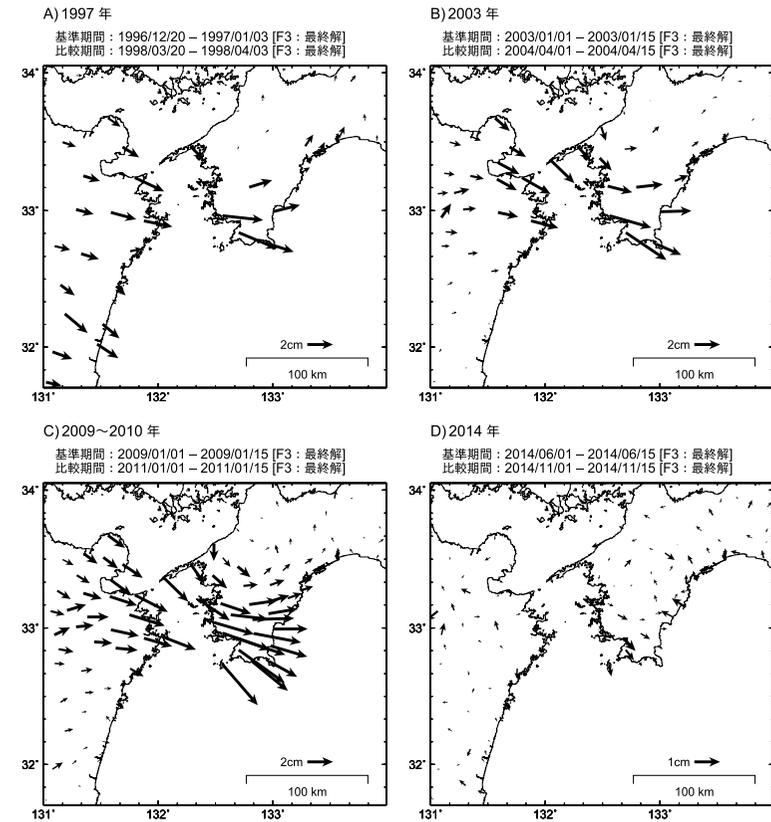
第6図 豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布 (4) (時間依存インバージョンによる非定常地殻変動時系列) (暫定)

Fig. 6 Comparisons of time series between GNSS observation and model calculation estimated by the time dependent inversion method.(preliminary result)

豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布 (5)

過去の豊後水道ゆっくり滑りとの比較

水平変動ベクトル (非正常成分)



固定局：三隅 (950388)

・非正常成分とは、2007年1月から2009年1月までのデータを使用して一次トレンドを推定し、元のデータから取り除いたもの。

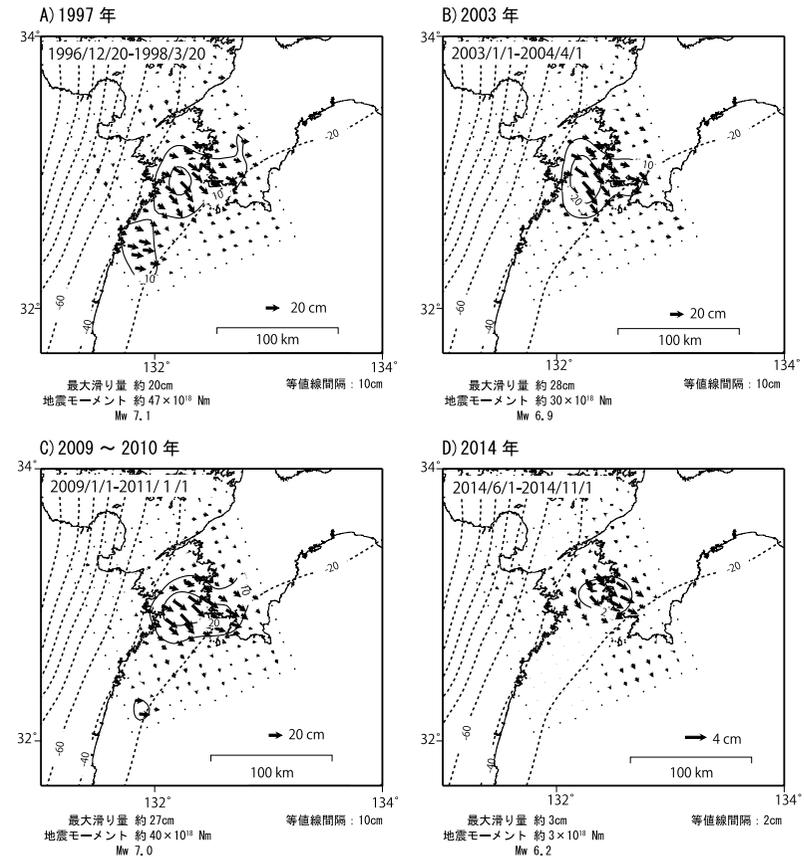
第7図 豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布 (5)
(過去の豊後水道ゆっくり滑りとの比較) (水平変動)

Fig. 7 Transient horizontal deformation in Bungo channel area.

豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布 (6)

過去の豊後水道ゆっくり滑りとの比較

プレート境界面上の滑り分布



・各期間の累積の滑り量を等値線 (黒実線) で示している。
・黒矢印は陸側プレートのフィリピン海プレートに対する動きを示す。
・黒点線は沈み込むフィリピン海プレート上面の等深線 (弘瀬・他, 2007, 地震2)。

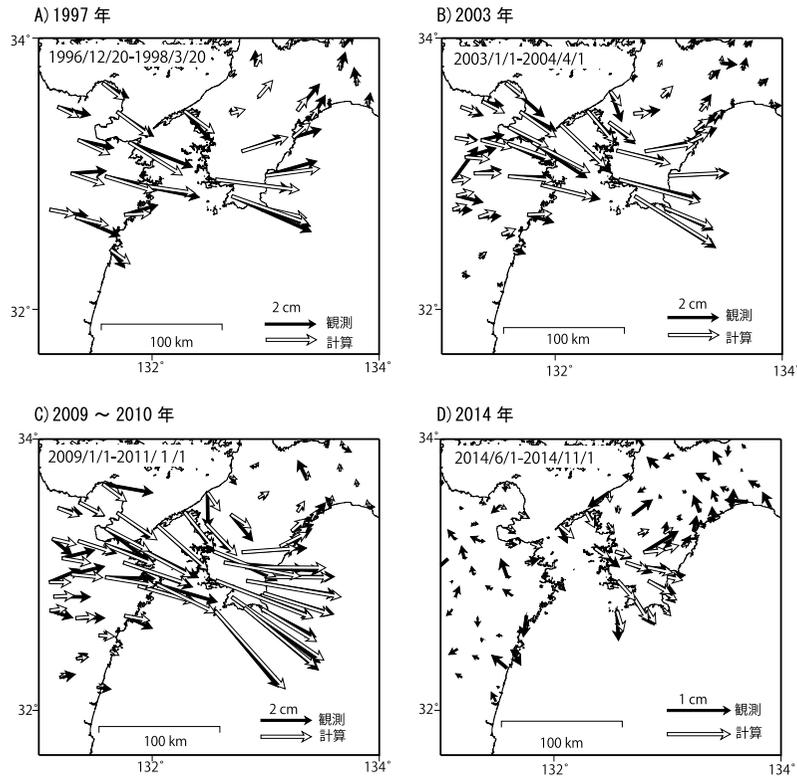
第8図 豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布 (6)
(過去の豊後水道ゆっくり滑りとの比較) (プレート境界上の滑り分布)

Fig. 8 Slip distribution on the plate interface in Bungo channel area.

豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布（7）

過去の豊後水道ゆっくり滑りとの比較

地殻変動ベクトルの観測値と計算値の比較（水平変動）



黒矢印：観測値 白矢印：計算値

固定局：三隅 (950388)

- ・GNSS連続観測の結果から非常地殻変動の時系列データを作成し、その時系列データをカルマンフィルターにより平滑化したものを観測値として図に示している。
- ・非常地殻変動とは、2007年1月～2009年1月のデータから一次トレンドと周期成分（年周・半年周成分）を推定し、元の時系列データから取り除いたもの。

第9図 豊後水道ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布（7）
（過去の豊後水道ゆっくり滑りとの比較）（観測値と計算値の比較・水平変動）

Fig. 9 Comparisons of slip distribution between GNSS observation and model calculation (horizontal deformation).