

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

[水準測量 室戸岬山越え路線]

第1図は、室戸岬山越えの路線の水準測量による上下変動である。最上段の今回は、室戸半島中央部（山側）の隆起傾向は、明瞭とは言えない。

第2図は、安芸市から海陽町に至る室戸岬周辺の上下変動である。今回の観測では室戸市を中心に沈降が見られる。

第3図は、水準測量による室戸地方の上下変動の経年変化である。長期的な傾向の延長上にあるように見える。

[EDM 辺長 中央構造線断層帯]

第4図は、阿波池田地区における精密辺長測量結果である。観測地区は、中央構造線断層帯の推定断層が通っている場所にあたる。最新の観測結果では、センスとしては右横ずれであるが、顕著な変化は見えない。

[GPS 豊後水道のゆっくりすべり]

第5～13図は、約6年ぶりに発生した豊後水道のスロースリップイベントに関する資料である。

第5図上段の三隅固定の非定常地殻変動水平ベクトル図に示したように、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。四国南西部の土佐清水、高知大月、御荘（みしょう）観測点で1～2cmの変動が見られる他、佐田（さだ）岬半島の伊方（いかた）、大分県の臼杵（うすき）、米水津（よのうず）でも1cm弱の変動が見られる。第5図下段の上下変動図では、四国南西部で隆起、その北西部でわずかな沈降が見られる。隆起沈降境界線はプレート境界面の深さが約40kmの線に相当する。

第6～8図は、豊後水道の周りの電子基準点を四国南西部から半時計回りの順番で、基線ベクトル3成分の時系列グラフを並べたもので、左の列が長期、右列が短期の成分変化を示す。四国南西部の観測点では2009年秋頃から南東向きの非定常地殻変動が始まり2010年2月頃から加速した。伊方、臼杵、米水津等、プレート境界面の深さが深い場所の観測点では、2010年2月頃から非定常地殻変動が検出された。つまり、当初足摺岬付近で見られた非定常地殻変動の範囲が、その後北西側に広がった。非定常地殻変動は2010年5月上旬現在も継続している。

第9図は、地殻変動からプレート間の滑り分布を推定した結果で、2009年9月～2010年1月頃までは四国南西部に局在していたすべりが、2010年2月以降西側の豊後水道海域、つまりプレート境界の深い側に拡大した。第9図の右下の(B)は前回2003年のSSEの推定すべりで最大20cmを超えていた。一方、左下の(A)に示した今回の推定すべりはおおまかに前回の半分以下（最大約8cm）である。赤丸は低周波微動の分布を示しており、発生時期に相関がみられる。おおまかには長期的SSEのすべりが大きい時期の真ん中の時期に低周波微動が継続的に発生する傾向がみられる。

第10図は、GEONETで観測された水平地殻変動を黒矢印、モデル計算値を赤い矢印で示した。

左上の (a) のスケールだけ拡大されている。下の推定すべりの積算モーメントの時間変化グラフから、今回の SSE によって Mw6.8 のエネルギーが解放されたことになる。因みに、前回 2003 年の SSE で解放されたエネルギーは Mw7.0 相当であった。

第 11 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 12 図は、傾斜計で捉えられた 2006 年 9 月 7～18 日の短期的スロースリップ以降約 2～3 ヶ月間に GEONET で観測された小規模なスロースリップに関する資料である。右列の (a), (b), (c) に 2003 年の長期的 SSE の地殻変動の観測値, 計算値, 推定すべり分布を参考のために示した。左列の (A) が 2006 年後半の地殻変動観測値で、5mm 未満のごくわずかなベクトルではあるが、ノイズレベルを超えており、2003 年の非定常地殻変動と同方向の非定常変動が見られる。このようなごくわずかな地殻変動が見えるようになった背景には、GEONET の解析戦略が F3 になったことでノイズレベルが下がったことがある。モデル計算値は (B) である。最下段の図 (1), (2), (3) は非定常的な地殻変動が、傾斜計で捉えられた短期的スロースリップの後にも続いた様子を示している。上から 3 段目のプレート境界面の推定すべり分布で、左の (C)2006 年後半のものは、右の (c)2003 年のものと比べて、20 分の 1 程度のすべり量であるが、傾斜計で観測された短期的 SSE 以降 2～3 ヶ月間に小規模な SSE が発生したことが GEONET で見つかった可能性がある。

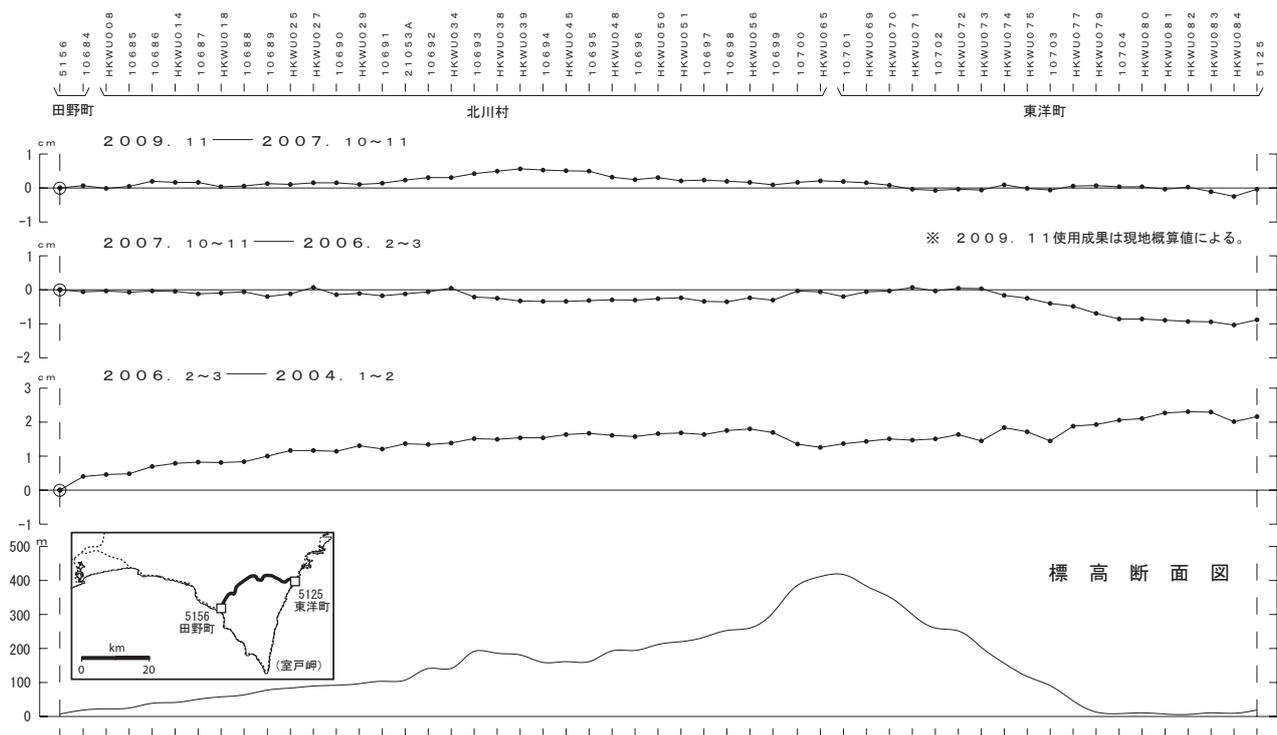
第 13 図は、豊後水道周辺の深部低周波微動活動と非定常的な地殻変動との時間的な関係を示した資料である。2003 年後半と 2010 年前半の非定常地殻変動が明瞭な時期に四国西部の前弧側で継続的な深部低周波微動の活発化がみられる。2006 年 9～11 月頃にも小規模ながら同様の相関がみられる。

参 考 文 献

- 1) 国土地理院, 2004, 中国・四国・九州地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 71, 680-694.
- 2) 国土地理院, 2004, 中国・四国・九州地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 72, 552-574.
- 3) 国土地理院, 2005, 中国・四国・九州地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 73, 569-574.
- 4) 国土地理院, 2005, 中国・四国・九州地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 74, 409-439.
- 5) 国土地理院, 2006, 四国・九州地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 75, 509-516.
- 6) 国土地理院, 2006, 近畿・四国地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 76, 496-509.
- 7) 国土地理院, 2007, 中国・九州地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 77, 413-421.
- 8) 国土地理院, 2007, 中国・九州地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 78, 527-532.
- 9) 国土地理院, 2008, 中国・九州地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 79, 567-573.
- 10) 国土地理院, 2008, 中国・九州地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 80, 467-471.
- 11) 国土地理院, 2009, 中国・九州地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 82, 423-428.
- 12) 国土地理院, 2010, 中国・九州地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 83, 460-461.

田野町～東洋町間の上下変動

特段の変動は見られない。

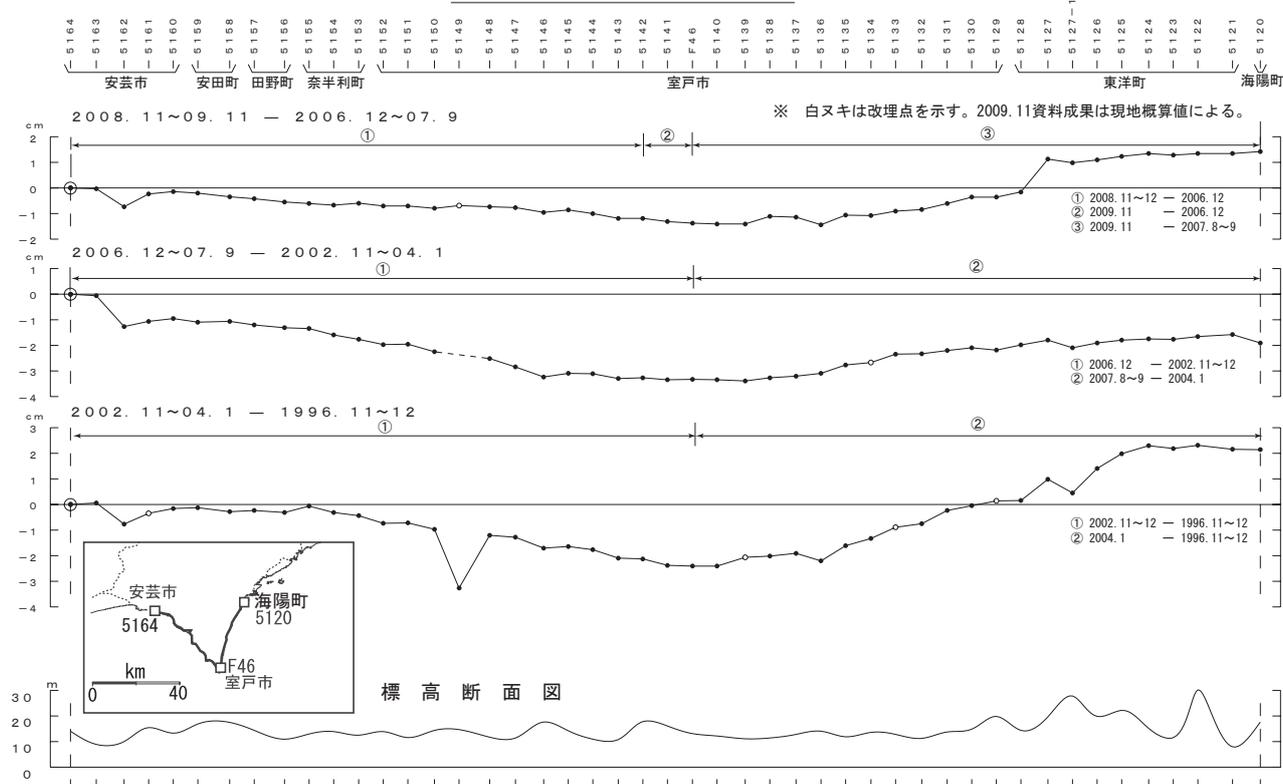


第1図 田野町～東洋町間の上下変動

Fig. 1 Results of leveling survey from Tano town to Toyo town.

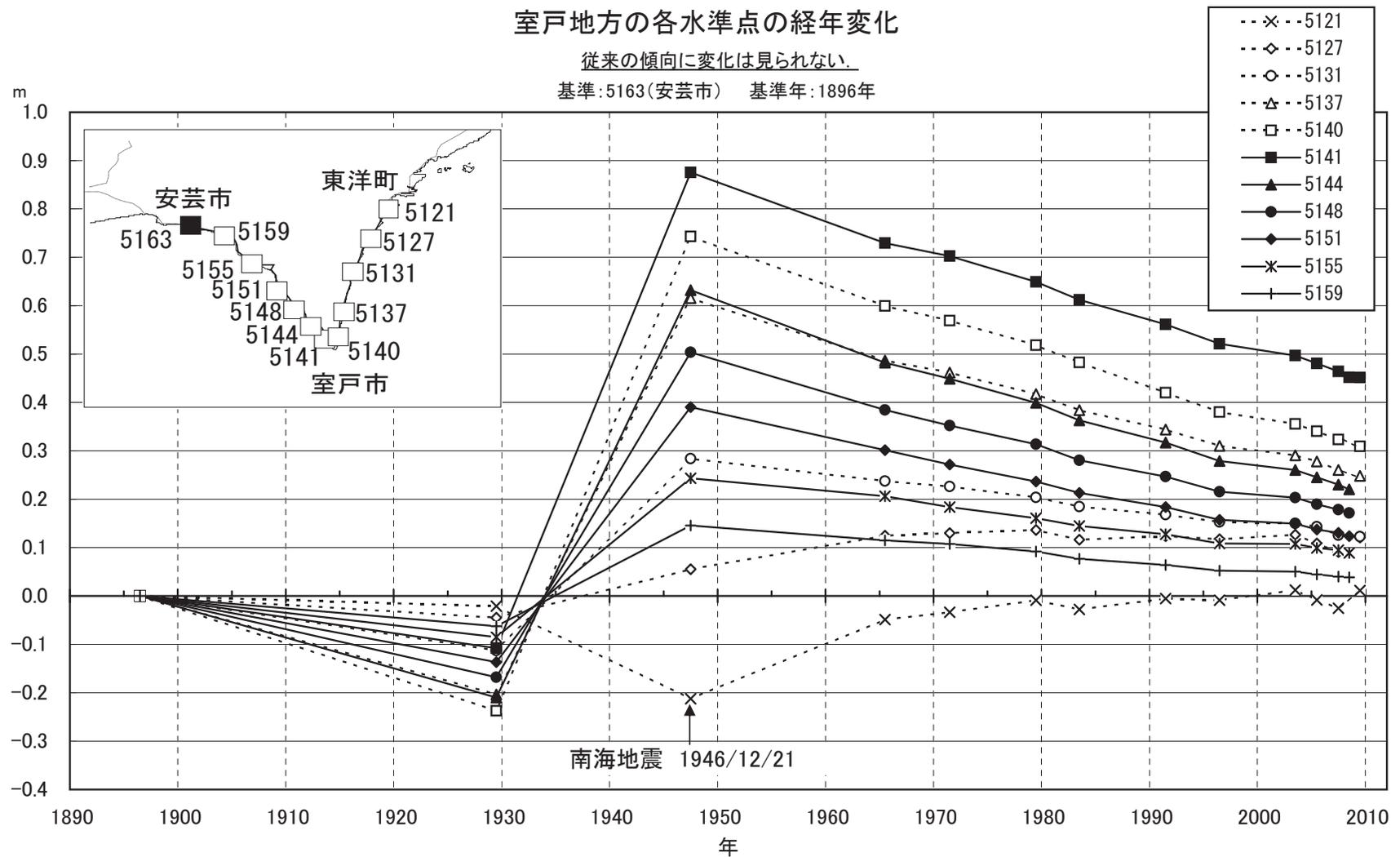
安芸市～海陽町間の上下変動

東洋町から海陽町にかけて隆起がみられる。



第2図 安芸市～海陽町間の上下変動

Fig. 2 Results of leveling survey from Aki city to Kaiyo town.



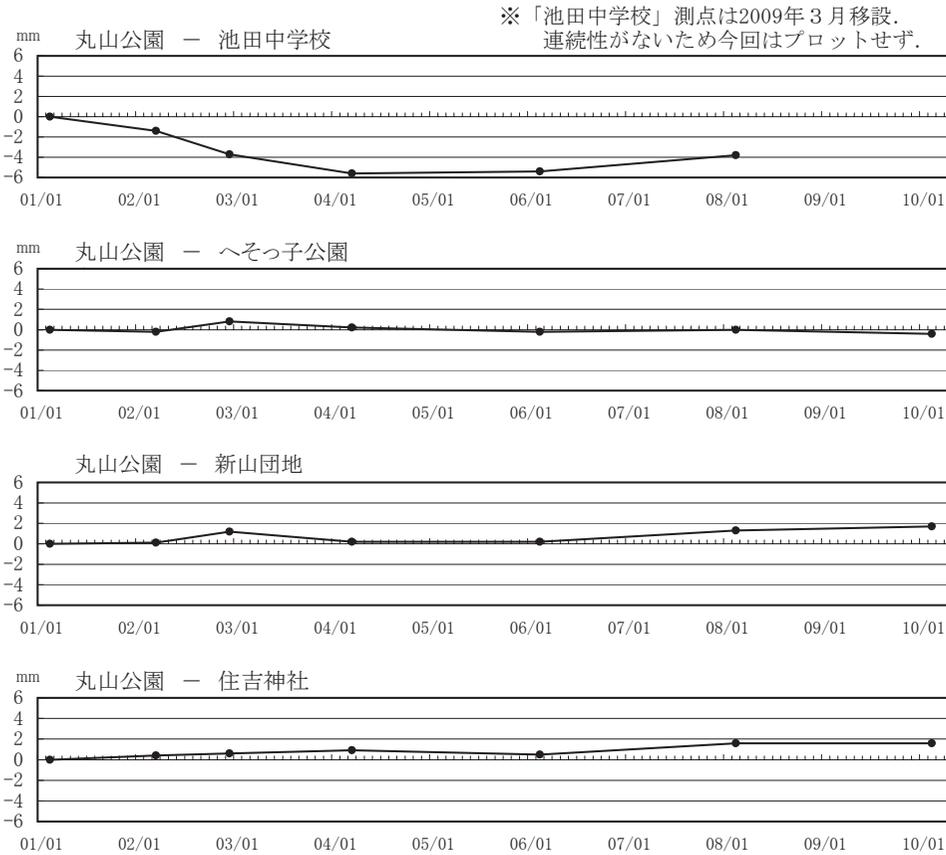
第3図 水準点 5163 (安芸市) を基準とした室戸岬周辺の各水準点の高さの上下変動時系列

Fig. 3 Time series of height changes of benchmarks along the leveling route on the coast of Muroto Peninsula from BM5163(Aki) to BM5141(Muroto) referred to BM5163(Aki).

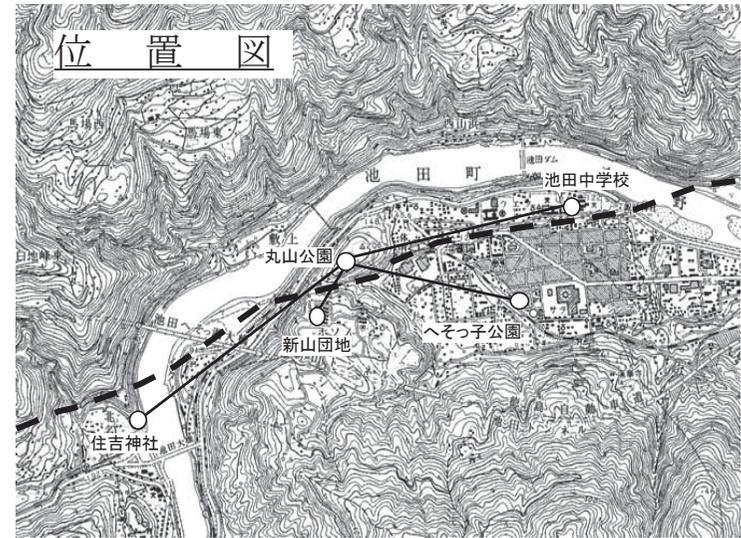
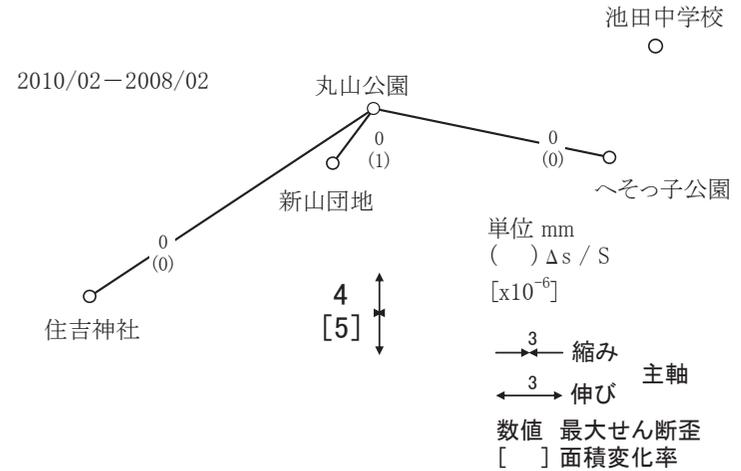
阿波池田地区精密辺長測量結果

区 間	測定年月							
	2001/02 (ME5000)	2002/03 (ME5000)	2002/12 (ME5000)	2004/03 (ME5000)	2006/02 (ME5000)	2008/02 (ME5000)	2010/02 (ME5000)	
丸山公園～池田中学校	1281.752	.7504	.7481	.7462	.7464	.7480	1281.8037	
丸山公園～へそっ子公園	1120.566	.5662	.5672	.5666	.5662	.5664	.5660	
丸山公園～新山団地	327.7809	.7810	.7821	.7811	.7811	.7822	.7826	
丸山公園～住吉神社	1518.305	.3056	.3058	.3061	.3057	.3068	.3068	

辺長の経年変化



水平歪・辺長変化



第4図 阿波池田地区の精密辺長測量結果

Fig. 4 Results of repeated precise measurements of distance of baseline cluster in Awa-Ikeda district.

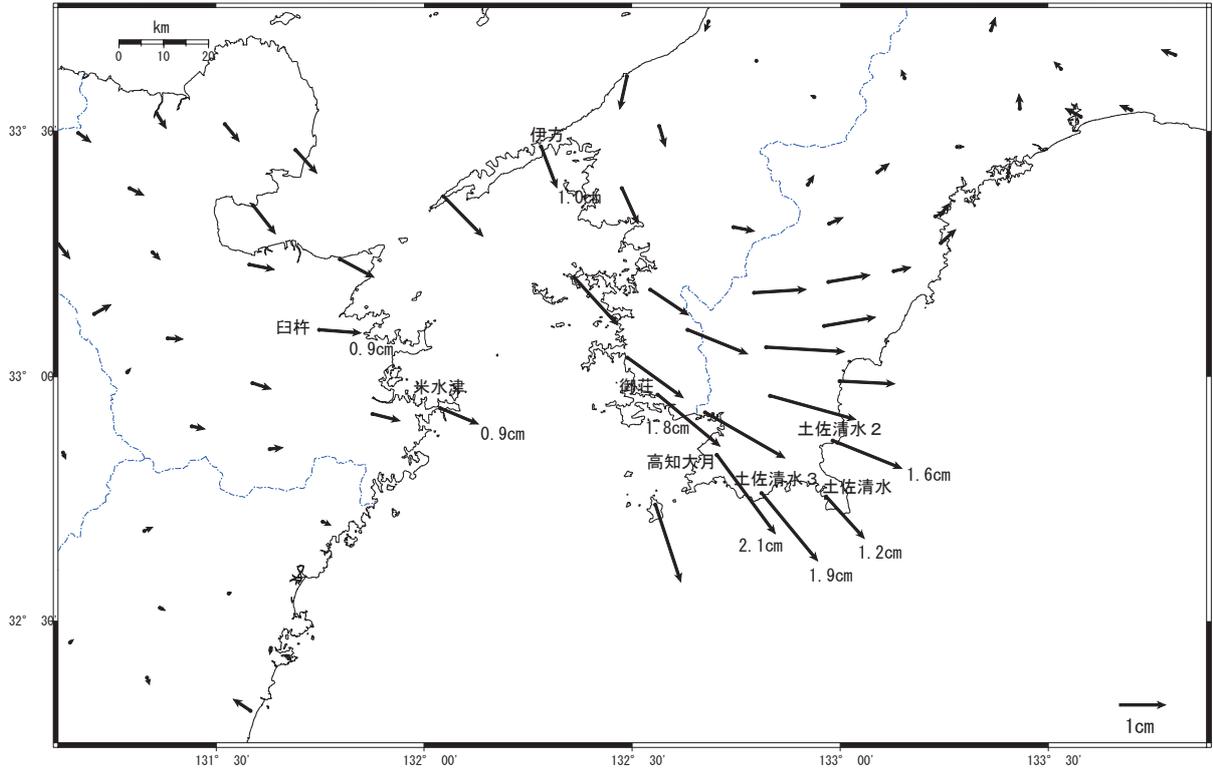
豊後水道周辺の非定常的な地殻変動（1）

豊後水道周辺で南東方向への変動が見られる。

1次トレンド・年周・半年周成分除去後 変動ベクトル図（水平）（2009年4月～2010年5月）

基準期間：2009.04.01 - 2009.04.07
比較期間：2010.04.28 - 2010.05.04

計算期間 2007.01.01 - 2009.01.01



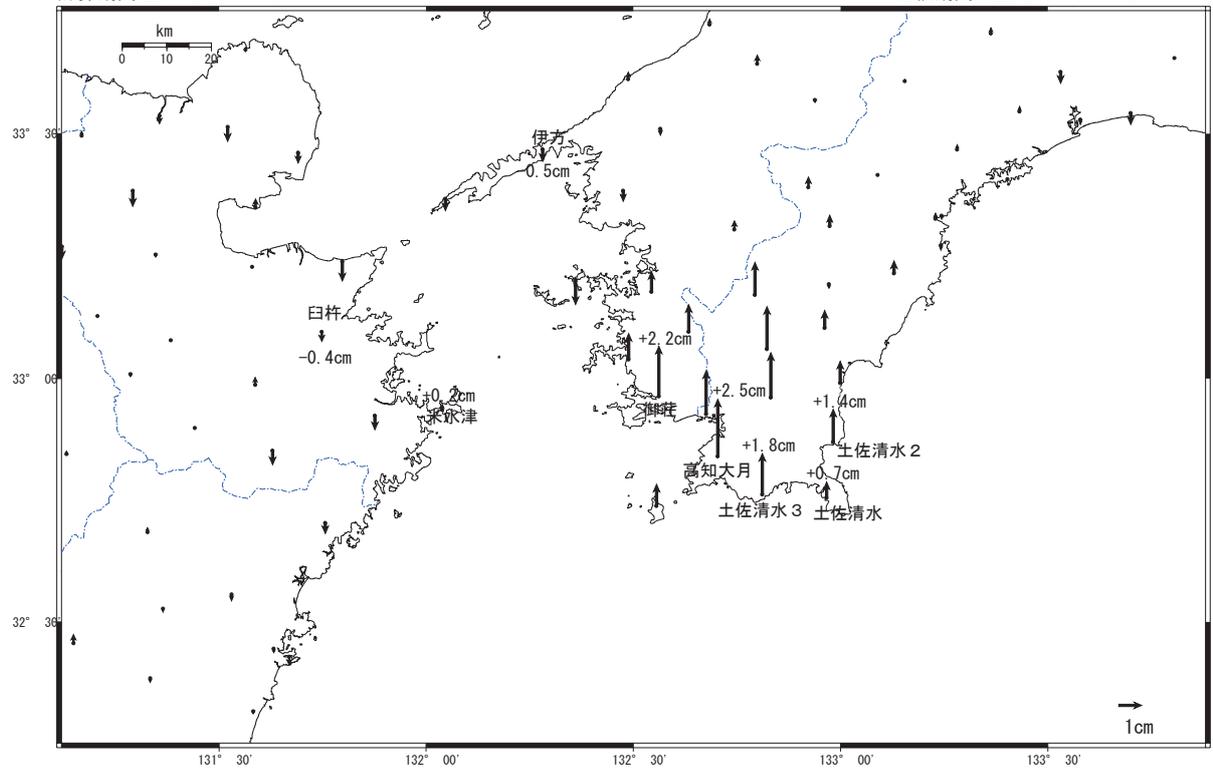
[基準：F3最終解 比較：R3速報解]

☆固定局：三隅（950388）

1次トレンド・年周・半年周成分除去後 変動ベクトル図（上下）（2009年4月～2010年5月）

基準期間：2009.04.01 - 2009.04.07
比較期間：2010.04.28 - 2010.05.04

計算期間 2007.01.01 - 2009.01.01



[基準：F3最終解 比較：R3速報解]

☆固定局：三隅（950388）

第5図 豊後水道周辺の非定常的な地殻変動

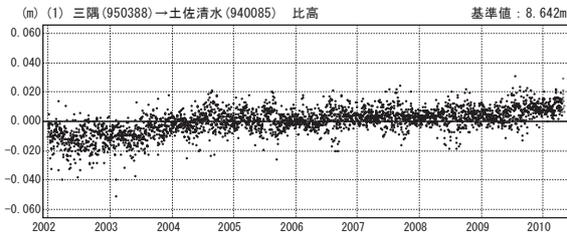
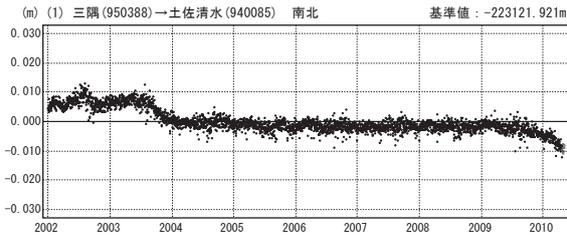
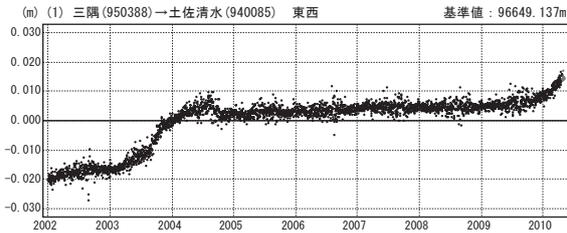
Fig. 5 Transient horizontal and vertical deformation in the Bungo channel area (1/4).

豊後水道周辺の非定常的な地殻変動（2）

豊後水道周辺で南東方向への変動が見られる。

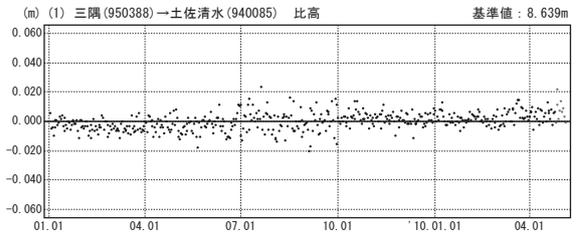
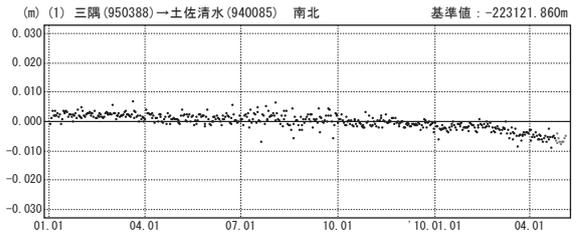
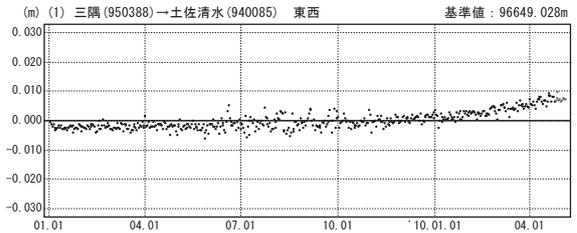
1次トレンド・年周・半年周成分除去後グラフ

期間：2002.01.01～2010.05.04 JST



1次トレンド・年周・半年周成分除去後グラフ

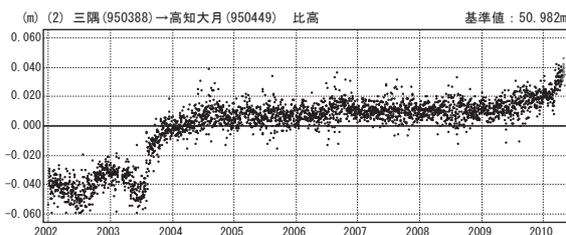
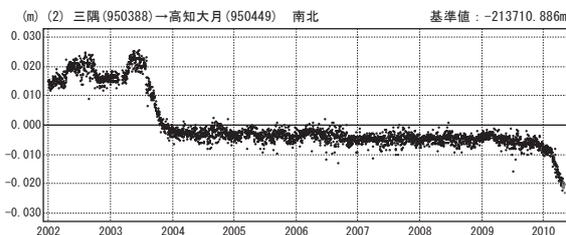
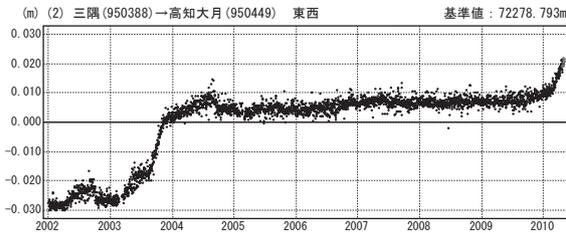
期間：2009.01.01～2010.05.04 JST 計算期間：2007.01.01～2009.01.01



● ---[F3:最終解] ● ---[R3:速報解]

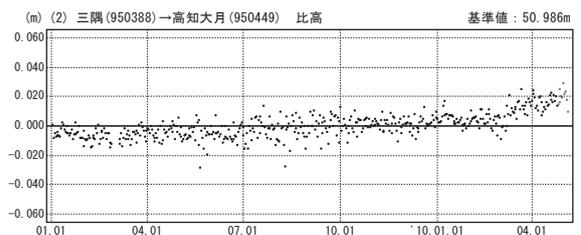
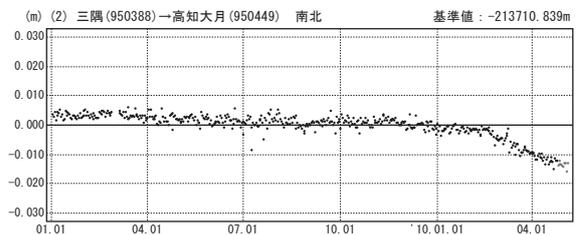
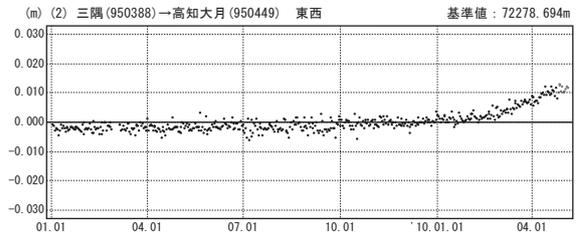
1次トレンド・年周・半年周成分除去後グラフ

期間：2002.01.01～2010.05.04 JST



1次トレンド・年周・半年周成分除去後グラフ

期間：2009.01.01～2010.05.04 JST 計算期間：2007.01.01～2009.01.01



● ---[F3:最終解] ● ---[R3:速報解]

第6図 豊後水道周辺の非定常的な地殻変動

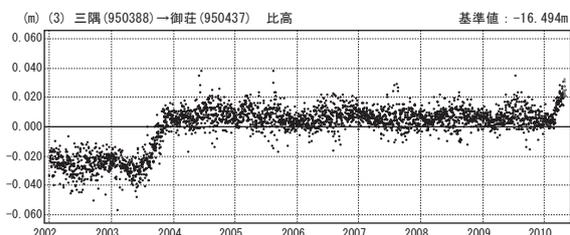
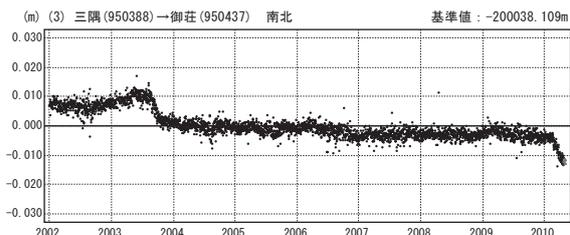
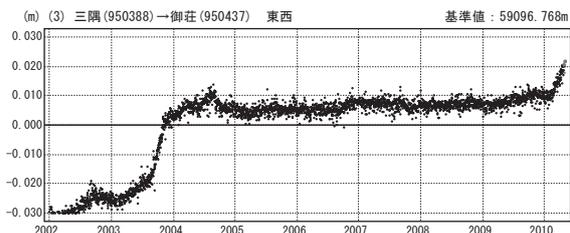
Fig.6 Transient horizontal and vertical deformation in the Bungo channel area (2/4).

豊後水道周辺の非定常的な地殻変動（3）

豊後水道周辺で南東方向への変動が見られる。

1次トレンド・年周・半年周成分除去後グラフ

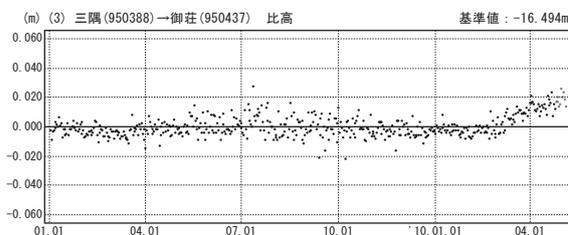
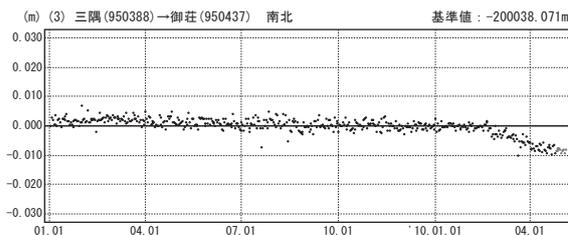
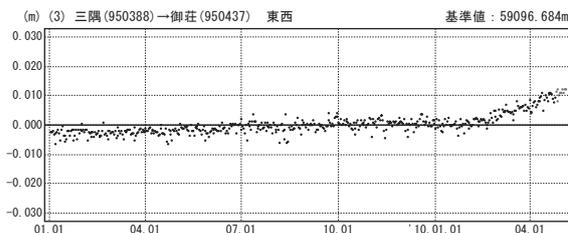
期間：2002.01.01～2010.05.04 JST



● ---[F3:最終解] ● ---[R3:速報解]

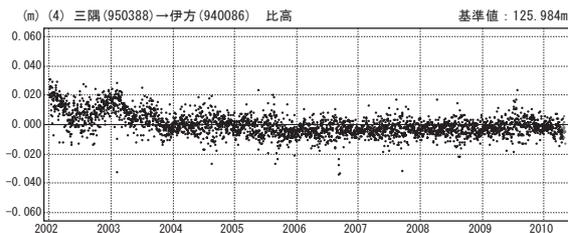
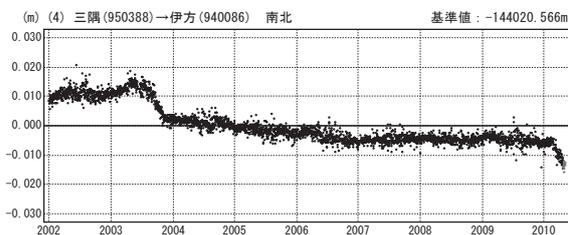
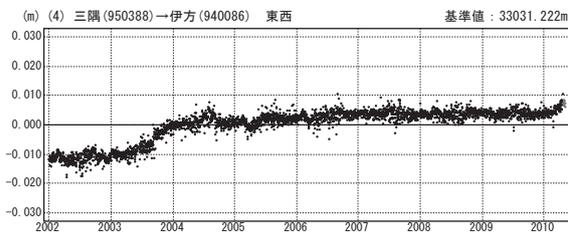
1次トレンド・年周・半年周成分除去後グラフ

期間：2009.01.01～2010.05.04 JST 計算期間：2007.01.01～2009.01.01



1次トレンド・年周・半年周成分除去後グラフ

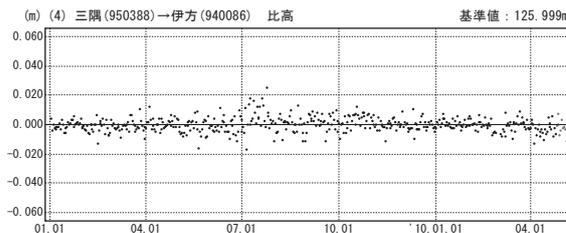
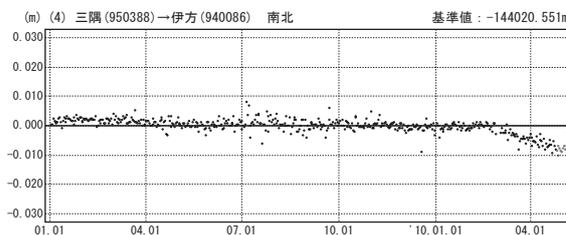
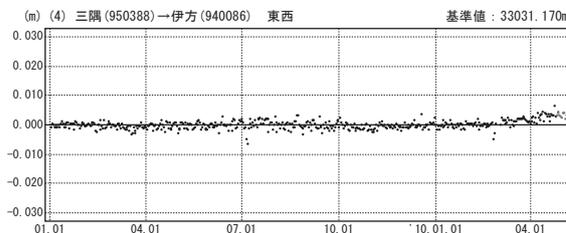
期間：2002.01.01～2010.05.04 JST



● ---[F3:最終解] ● ---[R3:速報解]

1次トレンド・年周・半年周成分除去後グラフ

期間：2009.01.01～2010.05.04 JST 計算期間：2007.01.01～2009.01.01



第7図 豊後水道周辺の非定常的な地殻変動

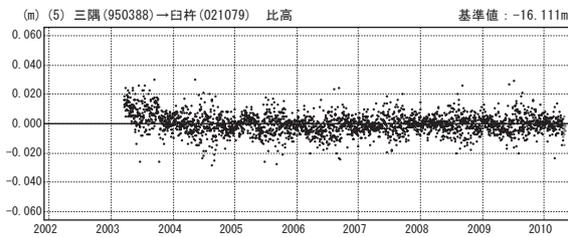
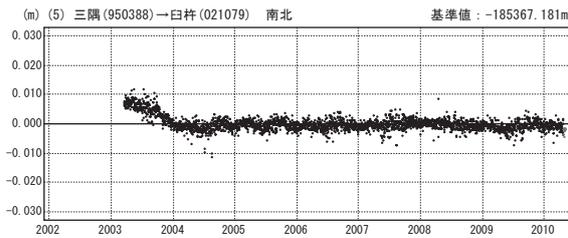
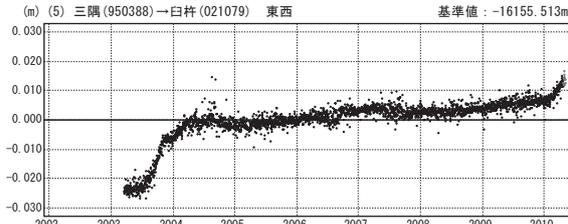
Fig. 7 Transient horizontal and vertical deformation in the Bungo channel area (3/4).

豊後水道周辺の非定常的な地殻変動（４）

豊後水道周辺で南東方向への変動が見られる。

1次トレンド・年周・半年周成分除去後グラフ

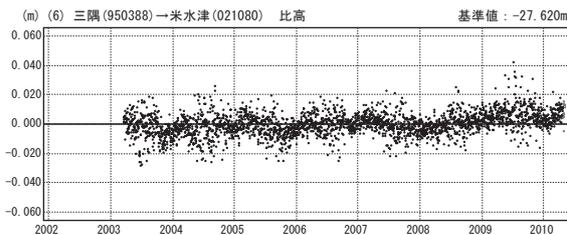
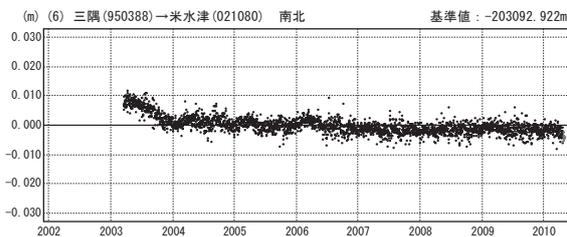
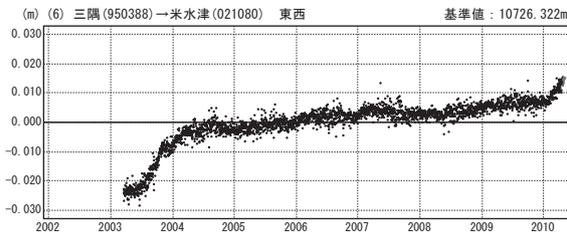
期間：2002.01.01～2010.05.04 JST



●---[F3:最終解] ●---[R3:速報解]

1次トレンド・年周・半年周成分除去後グラフ

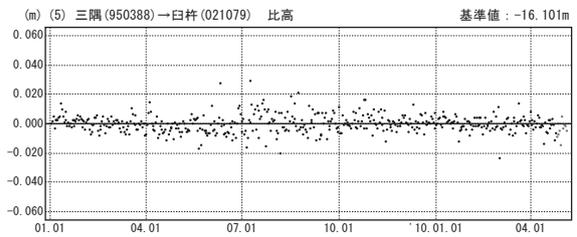
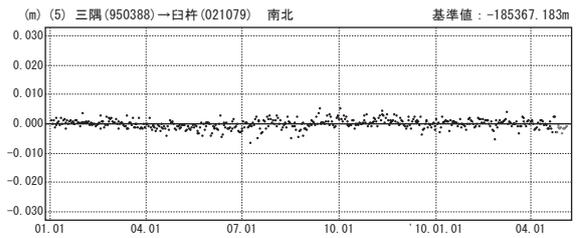
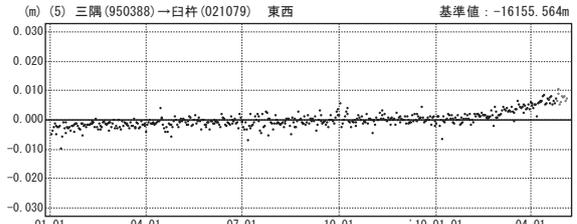
期間：2002.01.01～2010.05.04 JST



●---[F3:最終解] ●---[R3:速報解]

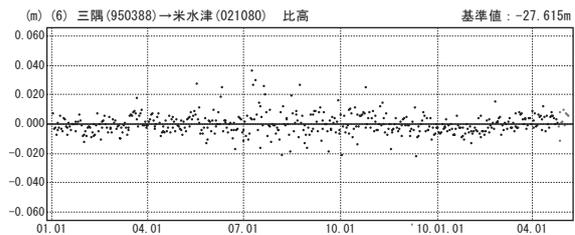
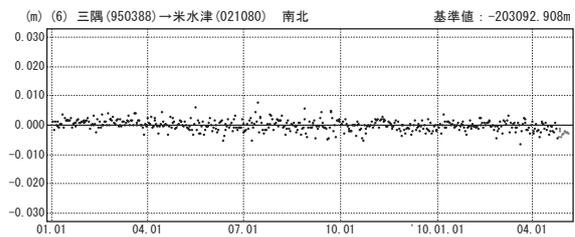
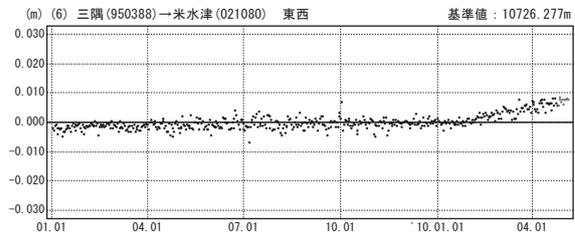
1次トレンド・年周・半年周成分除去後グラフ

期間：2009.01.01～2010.05.04 JST 計算期間：2007.01.01～2009.01.01



1次トレンド・年周・半年周成分除去後グラフ

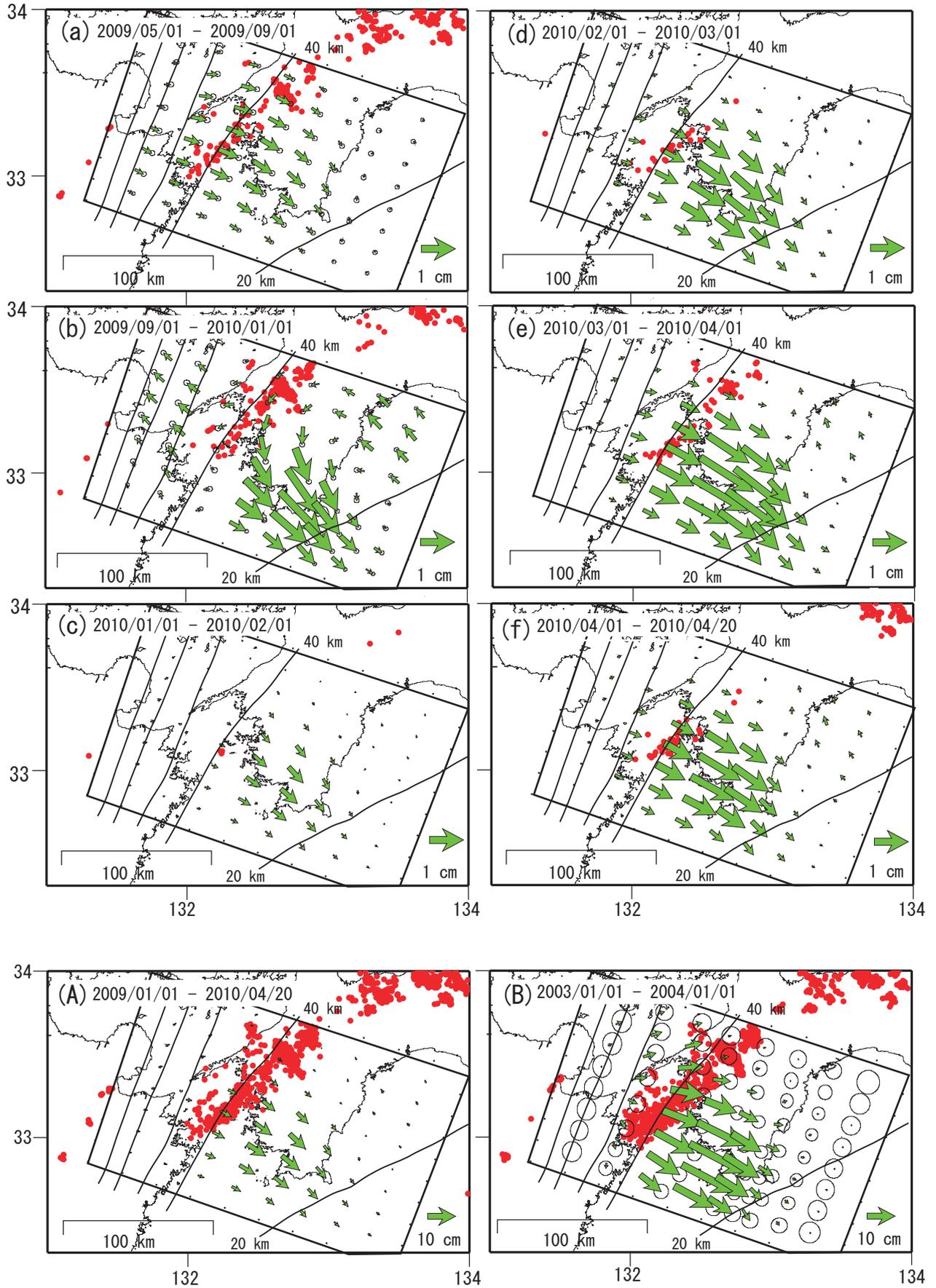
期間：2009.01.01～2010.05.04 JST 計算期間：2007.01.01～2009.01.01



第8図 豊後水道周辺の非定常的な地殻変動

Fig. 8 Transient horizontal and vertical deformation in the Bungo channel area (4/4).

豊後水道・四国南西部の推定プレート間すべり分布

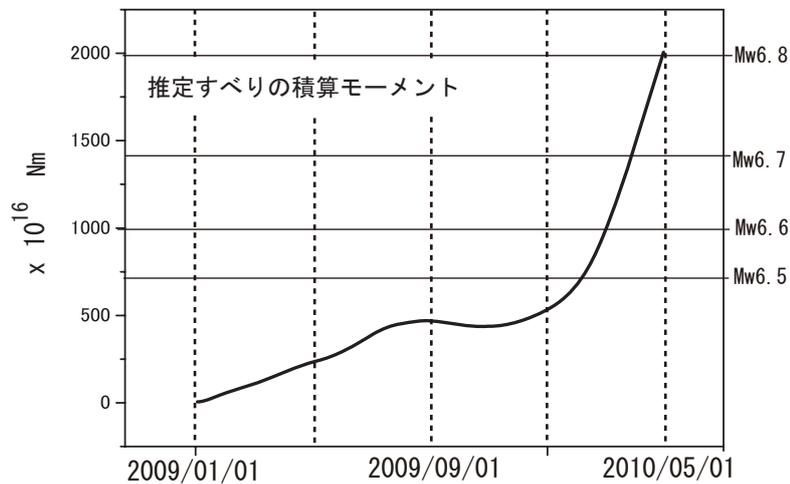
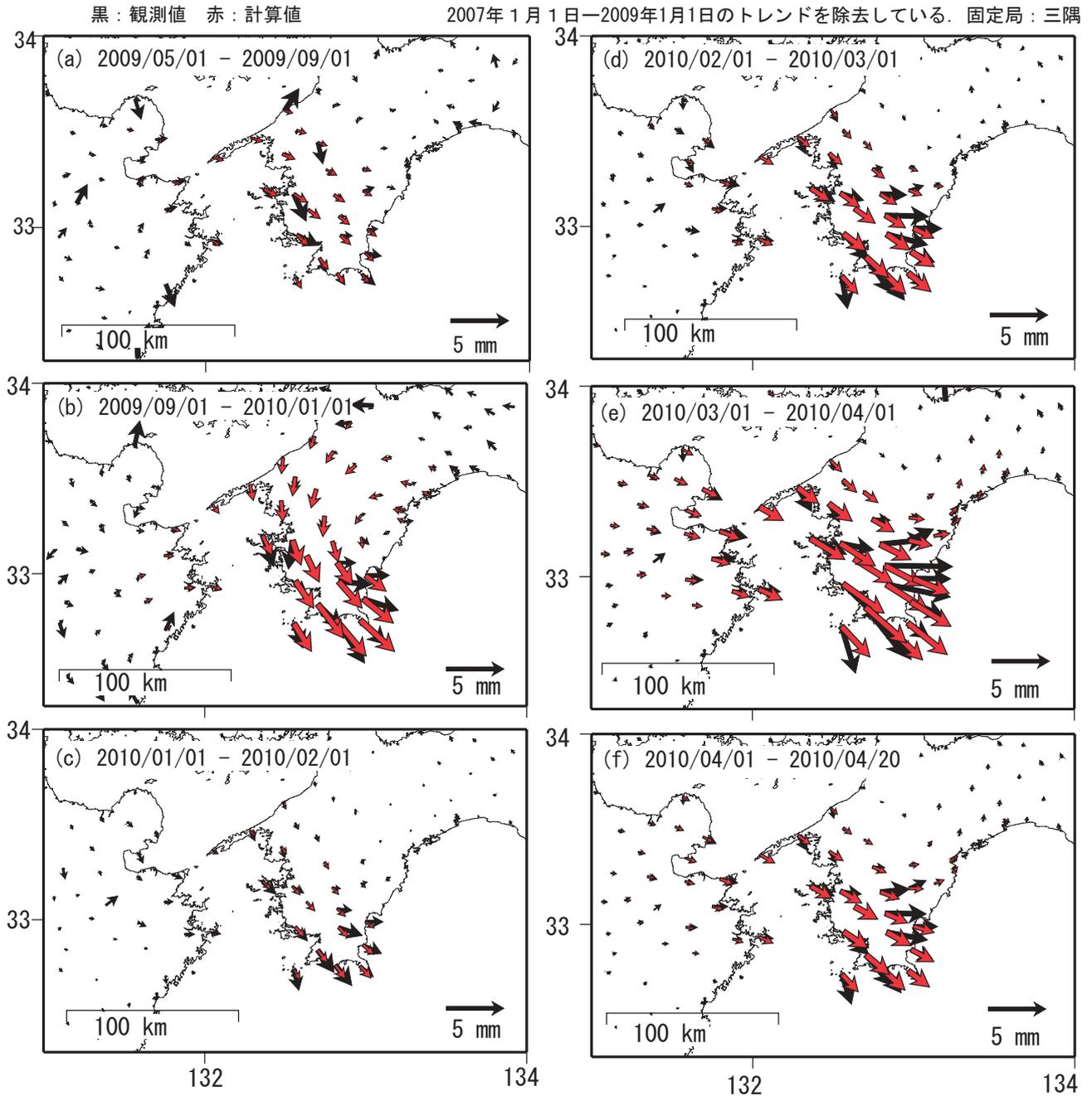


赤丸は低周波微動（気象庁データより）

第9図 豊後水道・四国南西部の推定プレート間すべり分布

Fig. 9 Estimated slip distribution of Bungo Strait and south-western Shikoku district.

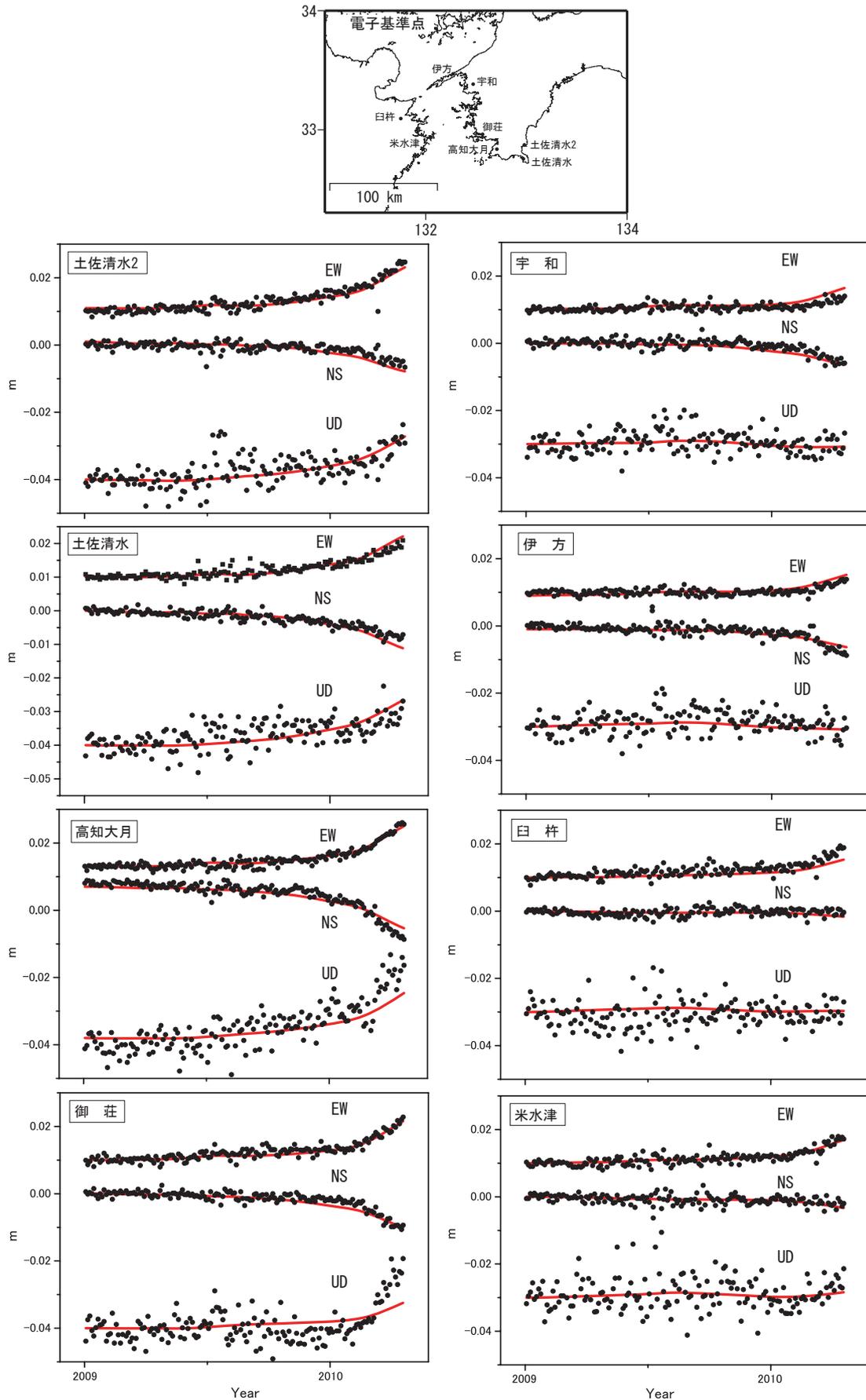
水平地殻変動 観測値と計算値の比較



第10図 水平地殻変動 観測値と計算値の比較

Fig. 10 Comparisons of horizontal displacements between GPS observation and model calculation.

座標時系列の観測値と計算値との比較



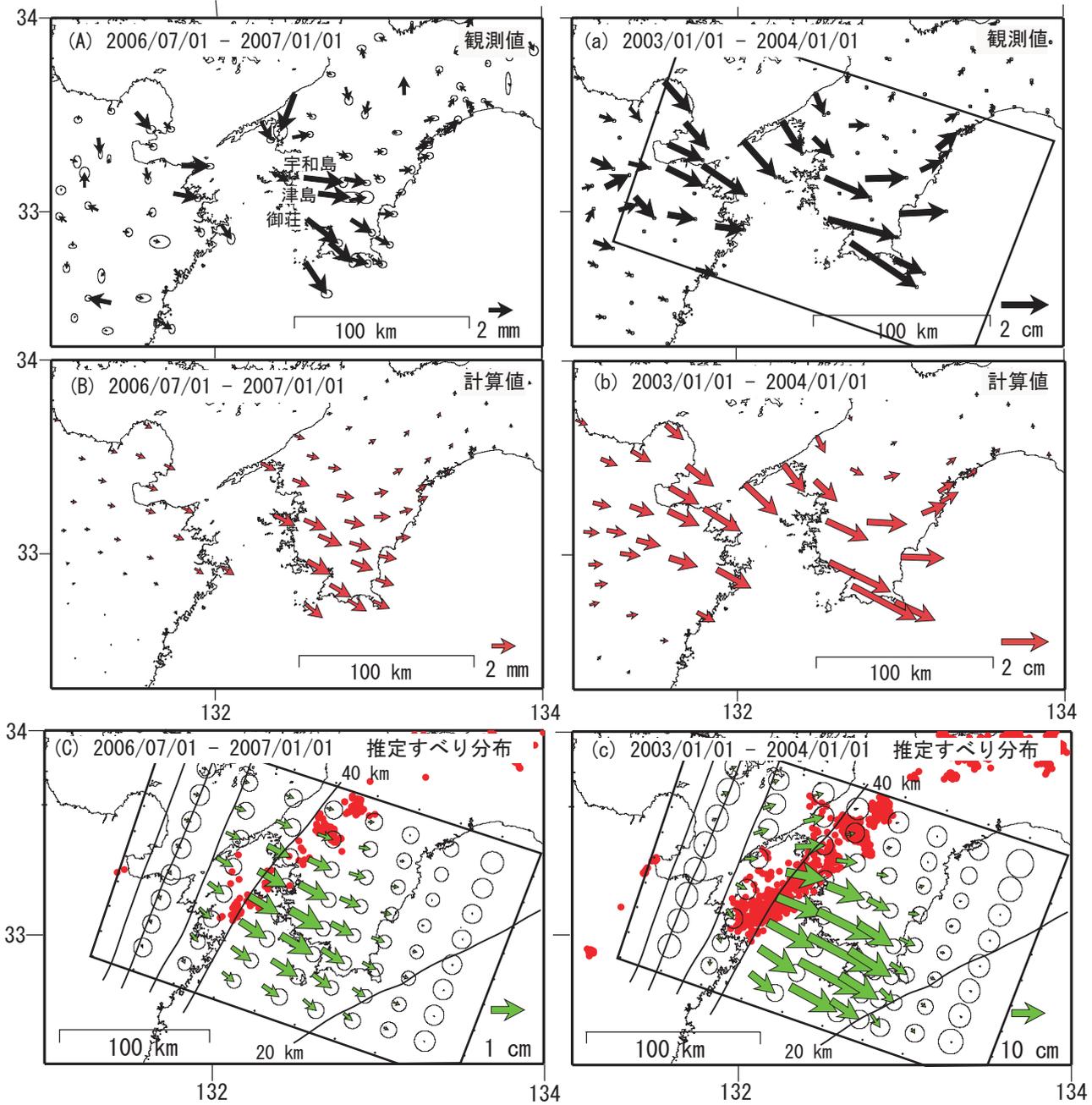
- ・ 2007年1月1日ー2009年1月1日のトレンドを除去している
- ・ 黒丸が観測値，赤線が計算値．EW，NS，UDは東西，南北，上下変動を示す．

第 11 図 座標時系列 観測値と計算値の比較

Fig. 11 Comparisons of time series plots between GPS observation and model calculation.

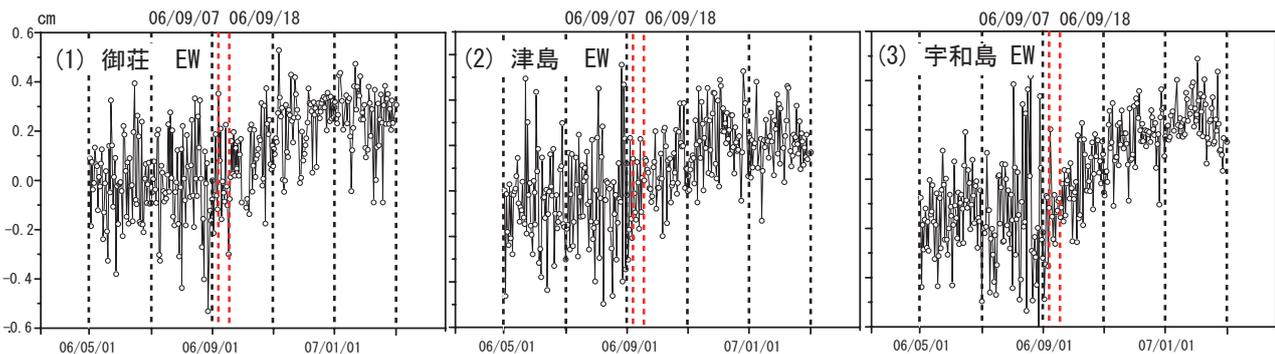
2006 年後半の非定常的な地殻変動

2006年9月の短期的SSE以降2~3ヶ月間小規模なSSEが発生したと見られる。



赤丸は低周波微動（気象庁データより）

傾斜計で捉えられた短期的スロースリップの発生期間(9月7日-9月18日)以降も遷移変動が続いている。

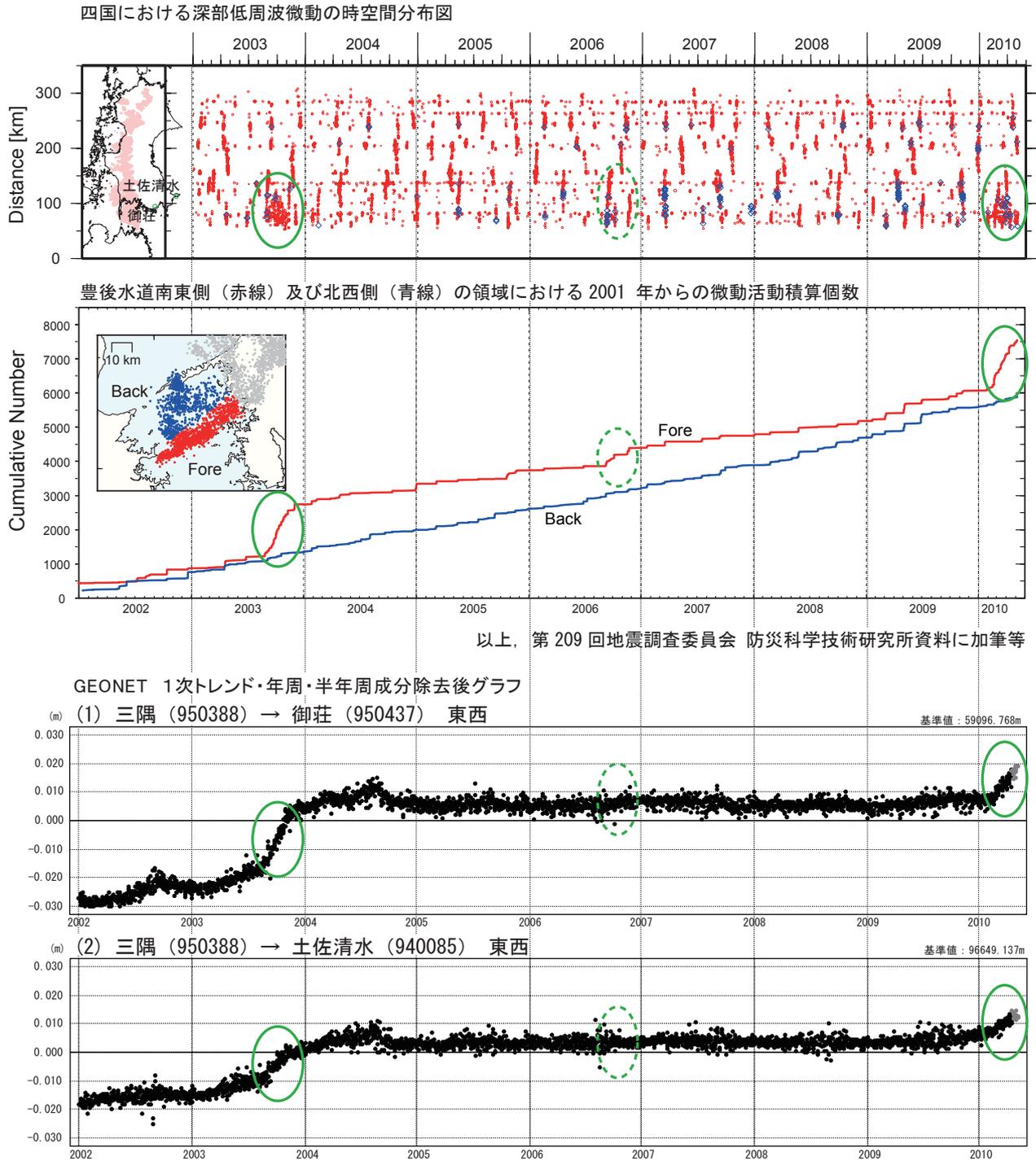


第 12 図 2006 年後半の非定常的な地殻変動

Fig. 12 Comparisons of time series plots between GPS observation and model calculation.

豊後水道周辺の深部低周波微動活動と非定常的な地殻変動

2003 年後半と 2010 年前半の非定常地殻変動が明瞭な時期に四国西部の前弧側で継続的な深部低周波微動の活発化がみられる。



第 13 図 豊後水道周辺の深部低周波微動活動と非定常な地殻変動
 Fig. 13 Low-frequency tremors and transient crustal deformation in the Bungo channel area.