

4-4 関東甲信地方の地殻変動 Crustal Movements in the Kanto District

国土地理院
Geospatial Information Authority of Japan

[水準測量]

第1～2図は、三浦半島の水準測量の結果である。2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震による震源側沈降の傾向が見られる。

第3図は、藤沢市から水準原点までの水準測量の結果である。太平洋沖地震による震源側沈降の傾向が見られる。

第4図は水準原点に対する三浦半島の上下変動時系列である。長期的に見て1960年代以降太平洋沖地震前まで、半島の先端側が継続的に沈降していた。また、三浦半島の付け根のF25(横浜市)、J35-7(横浜市)も最近30年間は継続的に沈下の傾向であった。今回の結果は、太平洋沖地震による震源側沈降の傾向が見られる。2011年10月21日に日本水準原点の原点数値が、(24.4140mから24.3900mに)2.4cm小さく改正となった。

[EDM 辺長 鹿野山]

第5図は鹿野山で行っている辺長観測の結果である。2011年3月に人見測点を再設置後・オフセットが生じた後、この基線にごくわずかな短縮が観測されている。

[GPS 平成23年6月30日の長野県中部の地震]

第6～7図は、2011年6月30日に発生した長野県中部の地震(M5.4, 最大震度5強, 深さ約4km, 左横ずれ)に伴うGPS連続観測による水平変動ベクトル図及び基線変化グラフである。茅野(ちの)観測点を固定したとき、松本観測点で北東へ1.3cmの地殻変動が観測された。梓川(あずさがわ)でも左横ずれを示す変動が観測された。

[糸静線周辺の世界速度ベクトル]

第8図は、2002-2009年に行われた糸魚川—静岡構造線断層帯(糸静線)周辺のGPS繰り返し観測及びGEONETデータから得られた水平変動ベクトル図である。松本市周辺では、断層西側が東側に対して南東方向に動いており、地質学的に左横ずれ断層である牛伏寺断層の運動センスと調和的である。一方、その北側の大町市付近では、断層西側が東南東方向に動いており、松本盆地東縁断層の運動センス(左横ずれを含む逆断層)と整合的である。

第9図は糸静線を横切るように4つの領域をとって、地殻変動のプロファイルをとったものである。領域Cは、牛伏寺断層を含む領域であるが、GPSによって観測された変動を鉛直左横ずれ断層の浅部が固着しているというモデルで近似すると、断層を挟む地塊の運動速度は6mm/yrで固着域の深さは10kmというパラメータを用いるとデータを説明することができる。

[GPS 房総半島の地殻変動]

第10～17図は、房総半島沖スロースリップイベントに関する資料である。

第10図上段は、1996年5月非定常水平地殻変動ベクトルである。下段は、1次トレンドを除去した3成分の非定常地殻変動時系列である。

第11～12図にも、2002年10月、2007年8月のベクトル図と時系列を付けた。

第13図は今回の非定常地殻変動で、上段は2011年10月18～22日に対する11月1～5日のGPS連続観測による水平地殻変動ベクトルである。最大約2.9cmの南南東向きの変動が見える。これら、南南東向きのベクトルは、2002年10月、2007年8月の変動ベクトルと類似している。

第13図下段は、1次トレンドを除去した3成分の非定常地殻変動時系列で、10月26日頃からゆっくりとした変動が始まり、10月30日頃減速して、南側の千葉大原で継続したように見える。

第14図は、地殻変動から推定したフィリピン海プレート上面の4回分の滑り分布である。右下の今回の滑り分布で、最大15cmの滑りが推定された。過去3回の滑り分布と比較して滑りの方向や場所が似ている。

第15図は、数日毎に推定した今回の滑り分布で、滑り領域の中心がb), c), d)と南に移動している。計算されたモーメントマグニチュードは6.5である。

第16図は、滑り分布から計算される地殻変動を白抜き矢印で示し、観測値である黒い矢印と比較することで、すべり推定のフィッティングの具合を示した。

スロースリップ発生の時間間隔は、1996年5月から2002年10月の間が6年5ヶ月(77ヶ月)、2002年10月から2007年8月の間が4年10ヶ月(58ヶ月)、2007年8月から2011年10月の間が4年2ヶ月(50ヶ月)である。

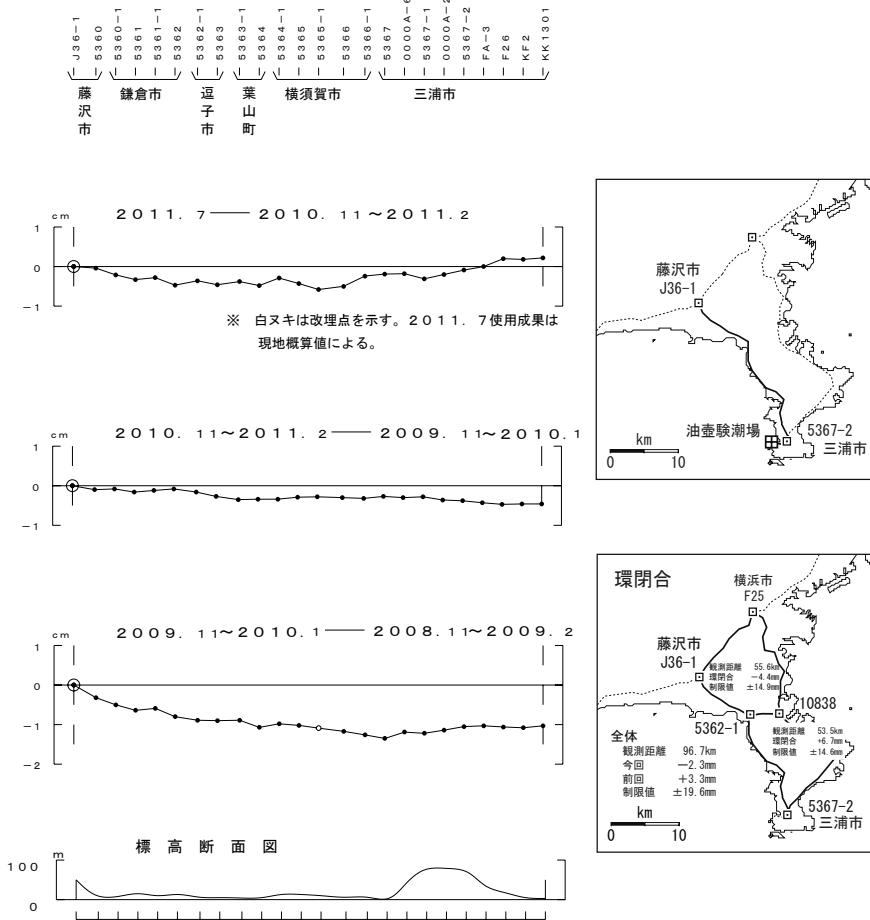
第17図は、東北地方太平洋沖地震がフィリピン海プレート上面のプレート間滑りに及ぼした応力変化 Δ CFFを計算した図で、房総半島沖SSEのすべり領域付近で若干(数10kPa)正の値が計算された。

参 考 文 献

- 1) 国土地理院, 2004, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 71, 379-393.
- 2) 国土地理院, 2004, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 72, 197-213.
- 3) 国土地理院, 2005, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 73, 105-110.
- 4) 国土地理院, 2005, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 74, 127-147.
- 5) 国土地理院, 2006, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 75, 190-198.
- 6) 国土地理院, 2006, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 76, 165-174.
- 7) 国土地理院, 2007, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 77, 132-141.
- 8) 国土地理院, 2007, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 78, 167-183.
- 9) 国土地理院, 2008, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 79, 140-154.
- 10) 国土地理院, 2008, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 80, 157-171.
- 11) 国土地理院, 2009, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 81, 316-319.
- 12) 国土地理院, 2009, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 82, 178-186.
- 13) 国土地理院, 2010, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 83, 123-134.
- 14) 国土地理院, 2010, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 84, 134-143.
- 15) 国土地理院, 2011, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 85, 122-128.
- 16) 国土地理院, 2011, 関東甲信地方の地殻変動, 地震予知連絡会会報, 86, 358-368.

三浦半島西側の上下変動

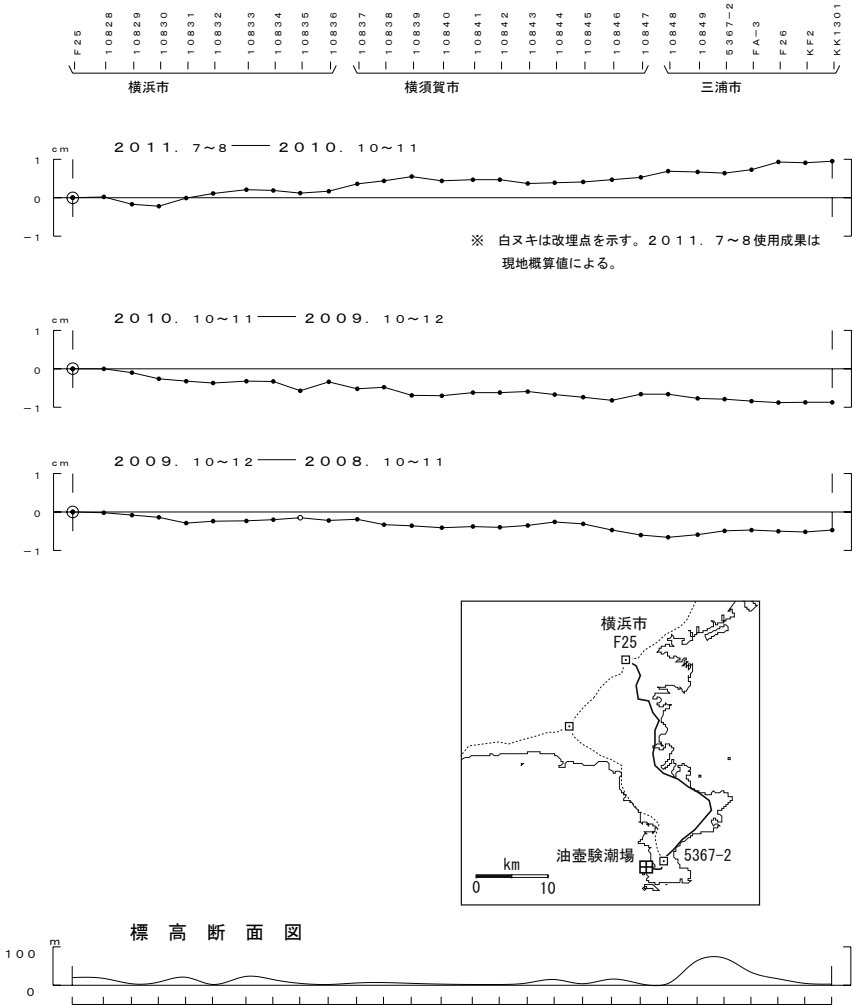
3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の影響が見られる。



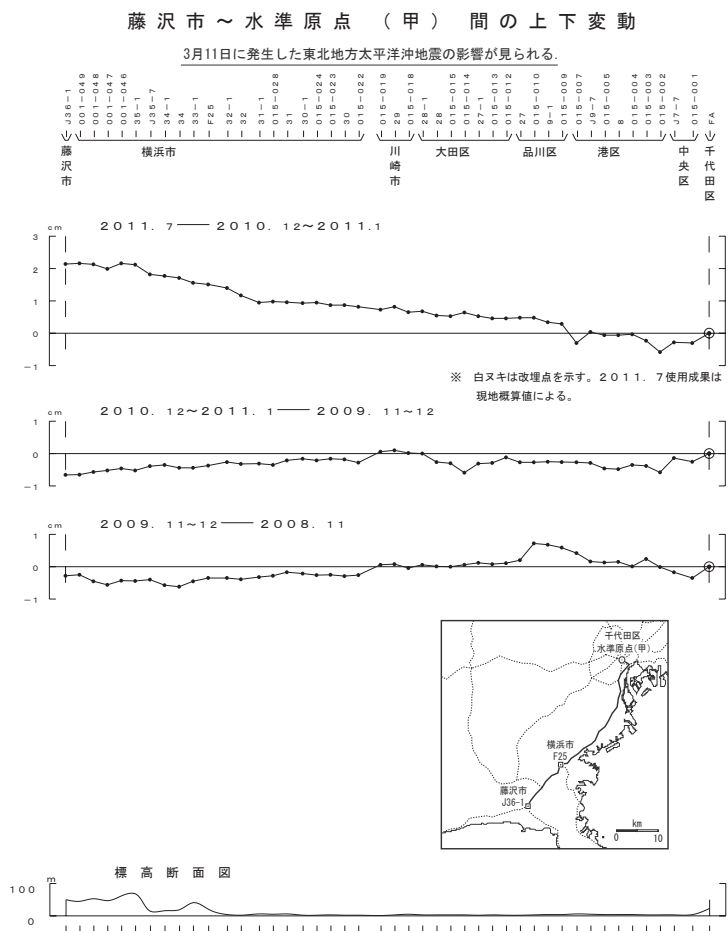
第1図 三浦半島における水準測量結果
Fig. 1 Results of Leveling Survey in Miura Peninsula.

三浦半島東側の上下変動

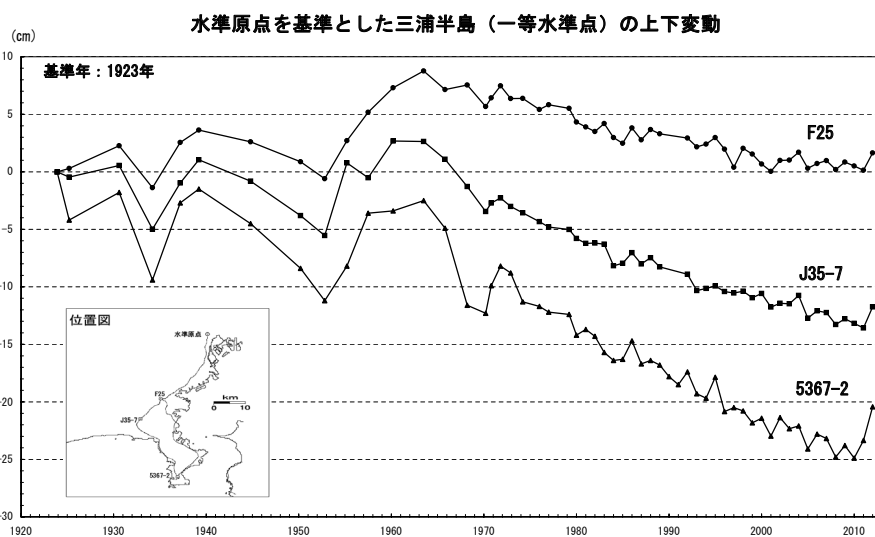
3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の影響が見られる。



第2図 三浦半島における水準測量結果
Fig. 2 Results of Leveling Survey in Miura Peninsula.



第3図 水準測量による藤沢市～水準原点の上下変動
 Fig. 3 Results of Leveling Survey from Fujisawa city to Vertical Datum (KO)

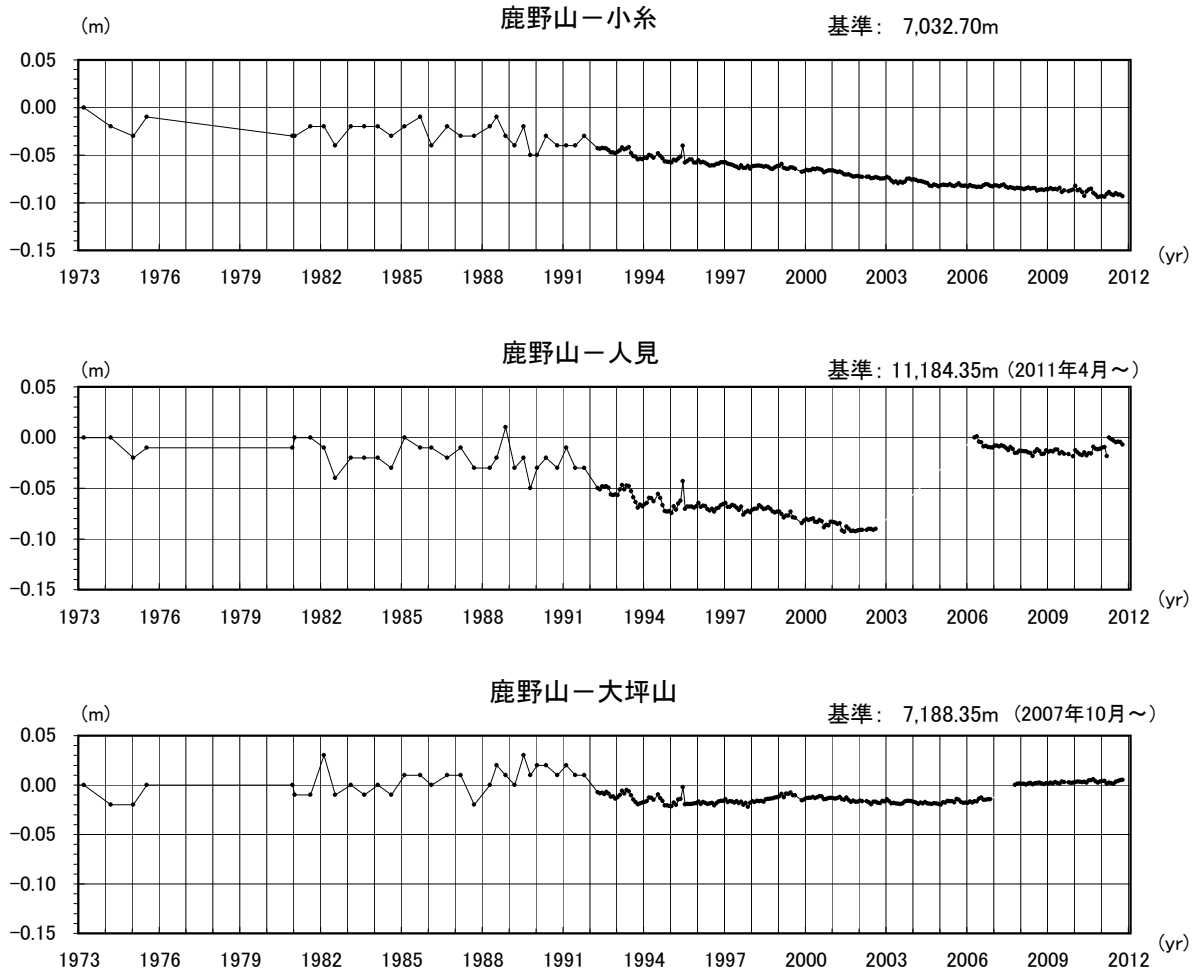


第4図 水準原点から見た三浦半島周辺の水準点の上下変動時系列
 Fig. 4 Time series of height change on benchmarks around Miura Peninsula referred to the Datum of leveling.

鹿野山精密辺長連続観測結果 (EDM)

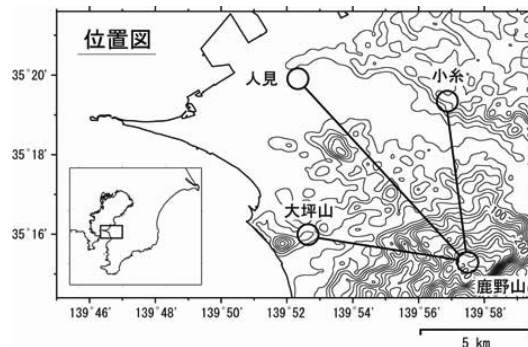
最新観測データ: 2011年10月

鹿野山-人見基線でごくわずかな短縮が観測されている。



※1992年4月から月平均値を採用。

観測点情報		
器械点	1995年10月	移動
	2002年04月	器械及びシステム更新
	2009年10月	器械更新
人見測点	2002年09月 ~2006年03月	欠測
	2006年04月	南東約1km地点に再設
	2011年03月	東約20m地点に再設
大坪山測点	2006年12月 ~2007年09月	欠測
	2007年10月	東約1km地点に再設



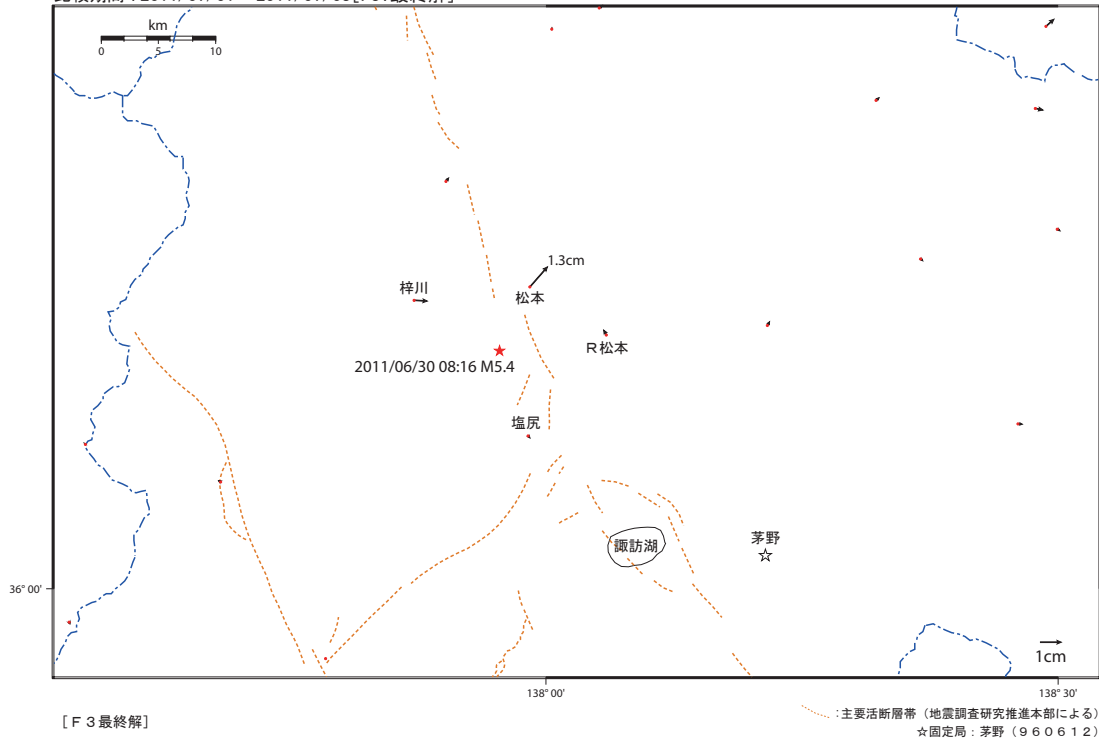
第5図 鹿野山精密辺長測量結果

Fig. 5 Results of precise distance measurements at Kanozan.

長野県中部の地震(6月30日 M5.4)前後の地殻変動 (1)

この地震に伴う小さな地殻変動が見られる。
 変動ベクトル図 (水平)

基準期間 : 2011/06/25 - 2011/06/28 [F3:最終解]
 比較期間 : 2011/07/01 - 2011/07/03 [F3:最終解]

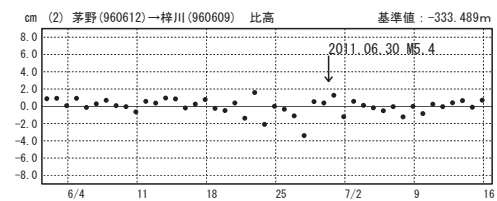
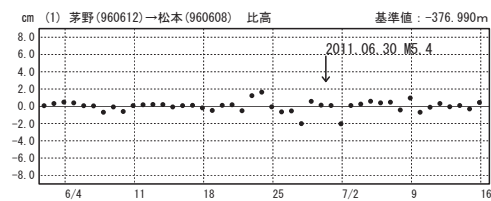
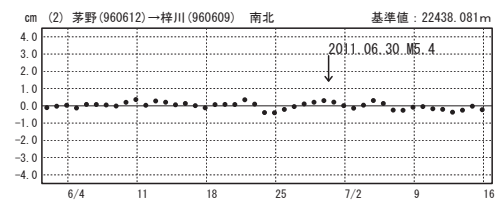
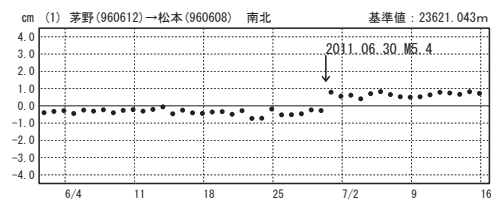
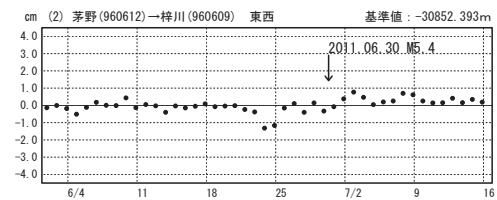
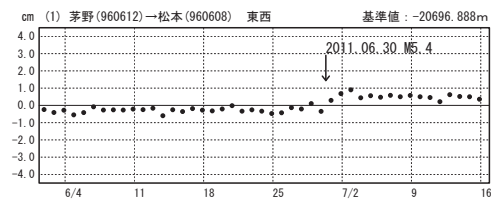


[F 3 最終解]

成分変化グラフ

期間: 2011/06/01-2011/07/16 JST

期間: 2011/06/01-2011/07/16 JST



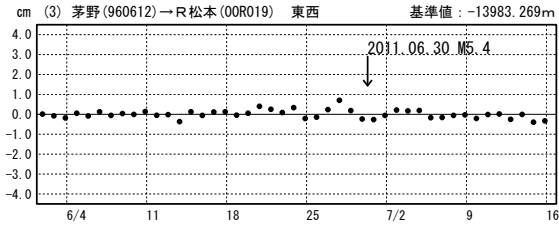
● — [F3:最終解]

第6図 2011年6月30日長野県中部の地震 (M5.4) 前後の地殻変動
 Fig. 6 Crustal deformation before and after the M5.4 the central Nagano prefecture Earthquake on June 30, 2011 (horizontal) (1/2).

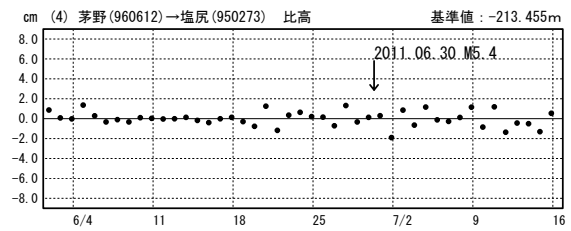
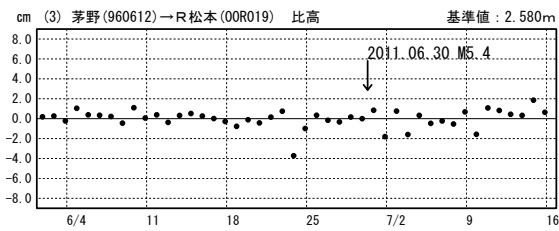
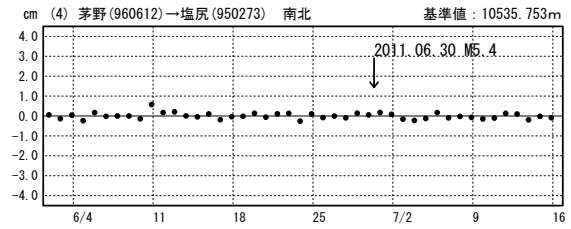
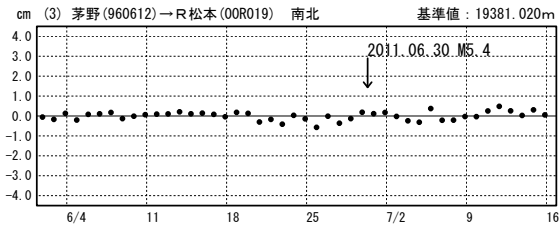
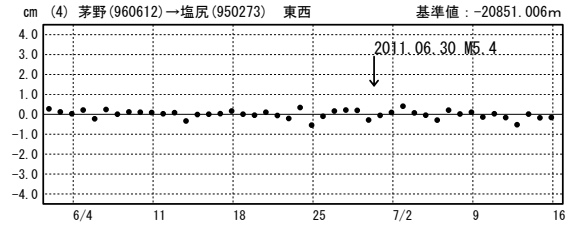
長野県中部の地震(6月30日 M5.4)前後の地殻変動(2)

成分変化グラフ

期間: 2011/06/01-2011/07/16 JST



期間: 2011/06/01-2011/07/16 JST

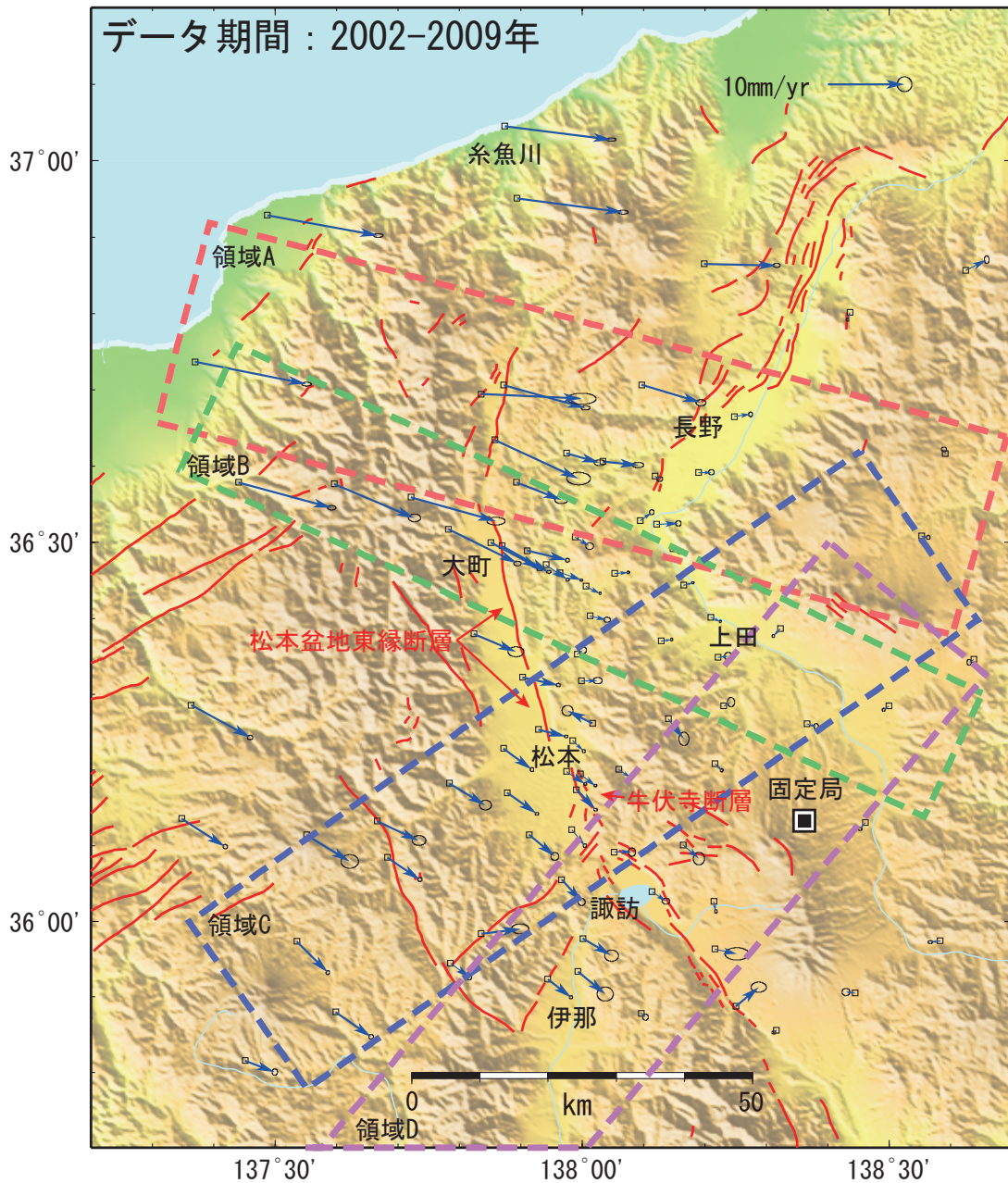


● --- [F3:最終解]

第7図 2011年6月30日長野県中部の地震(M5.4)前後の地殻変動
 Fig. 7 Crustal deformation before and after the M5.4 the central Nagano prefecture Earthquake on June 30, 2011 (horizontal) (2/2).

GPS繰り返し観測による糸魚川—静岡構造線断層帯周辺の水速ベクトル(1)

牛伏寺断層の西側が相対的に南東方向に動く水平変動が見られる。



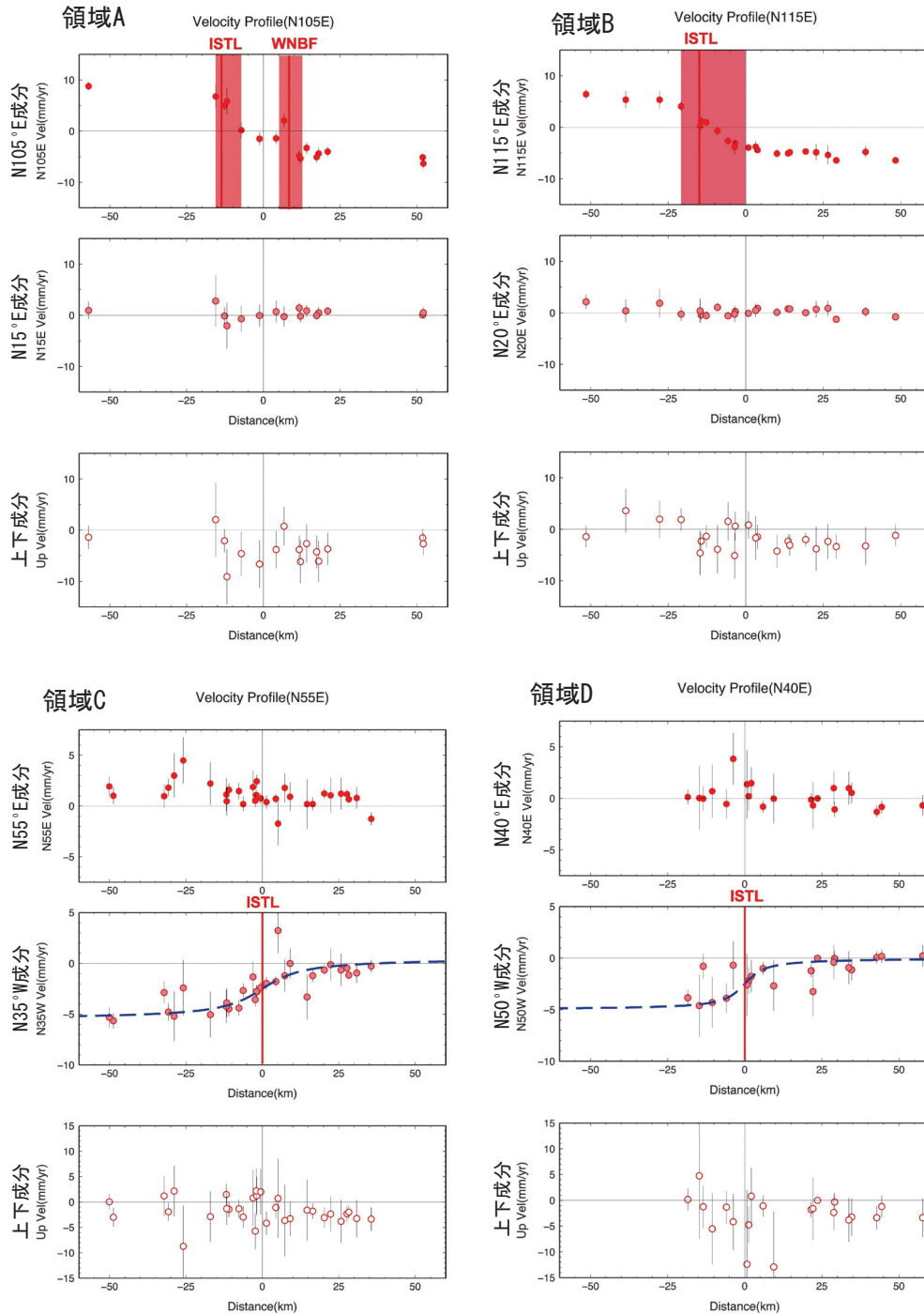
速度ベクトルの算出には、電子基準点、GPS地殻変動観測点（以上、連続観測点）、及びGPS繰り返し観測点（年1回観測）のデータを用いた。

本成果は、文部科学省「糸魚川—静岡構造線断層帯における重点的な調査観測」（H17-21）によって得られたものである。

第8図 GPS 繰り返し観測による糸魚川—静岡構造線断層帯周辺の水速ベクトル（1）
 Fig. 8 Horizontal velocity around the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line fault system observed by continuous and campaign GPS (1/2).

GPS繰り返し観測による糸魚川—静岡構造線断層帯周辺の速度ベクトル(2)

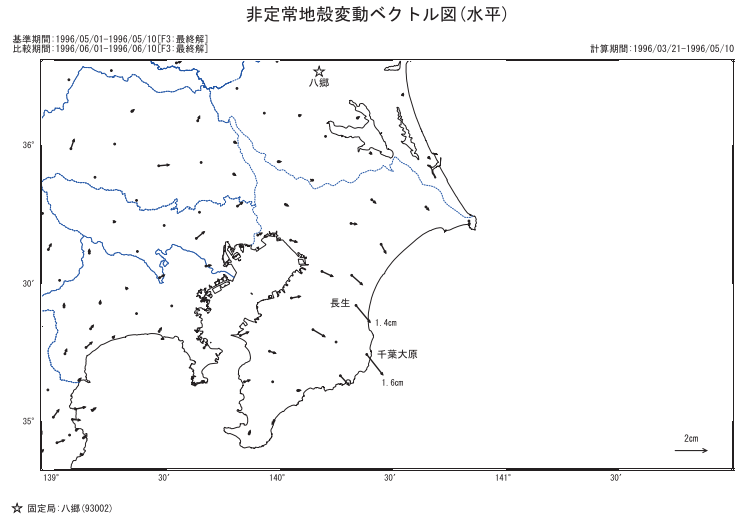
牛伏寺断層周辺の地殻変動は鉛直横ずれ断層の左横ずれ運動を示唆する。



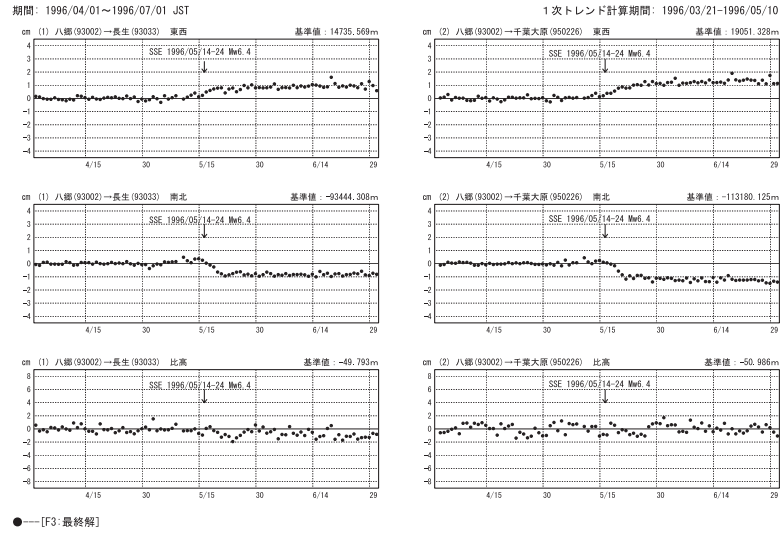
- ・ ISTLは糸魚川—静岡構造線断層帯、WNBは長野盆地西縁断層帯の地表トレース位置を示す。
- ・ 領域Cと領域Dでの青破線は、それぞれ滑り速度6mm/yr (固着域の深さ10km)、滑り速度5mm/yr (固着域の深さ5km) とした場合の鉛直左横ずれ断層による地震間弾性変形の計算値を示す。

第9図 GPS 繰り返し観測による糸魚川—静岡構造線断層帯周辺の速度ベクトル (2)
 Fig. 9 Horizontal velocity around the Itogawa-Shizuoka Tectonic Line fault system observed by continuous and campaign GPS (2/2).

房総半島での非正常地殻変動（1996年5月の活動）

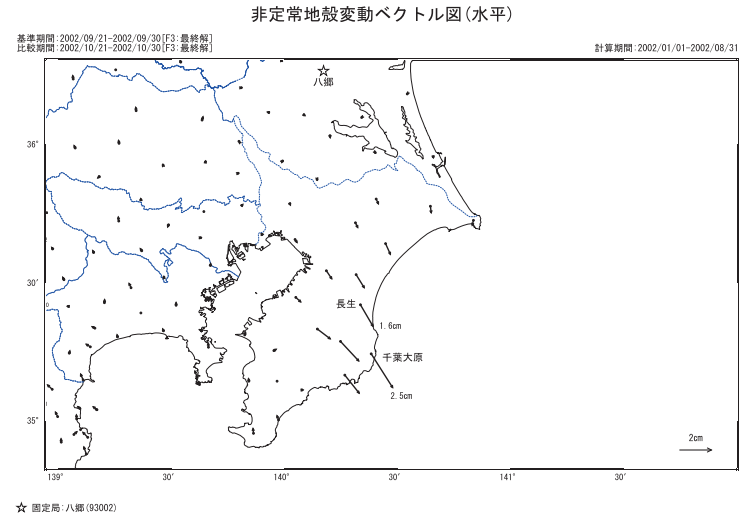


非常地殻変動時系列グラフ

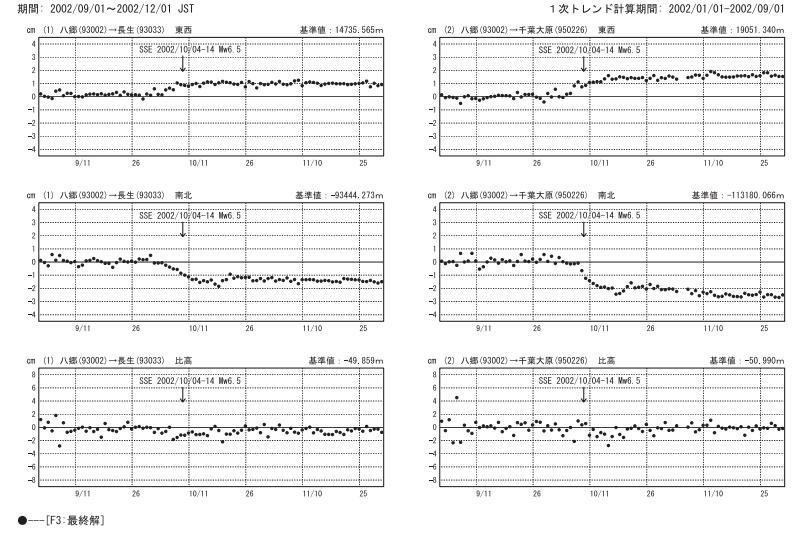


第 10 図 房総半島での非正常地殻変動（1996年5月の活動）
Fig. 10 Transient horizontal deformation in the Boso Peninsula in May 1996.

房総半島での非正常地殻変動（2002年10月の活動）

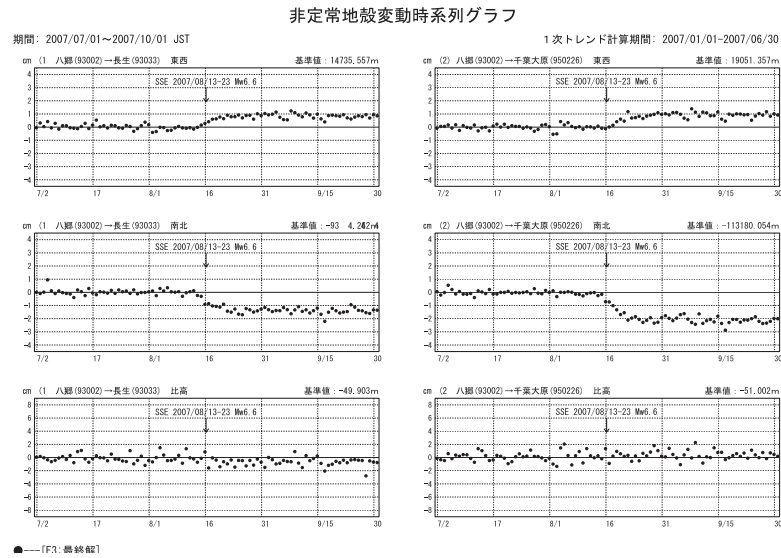
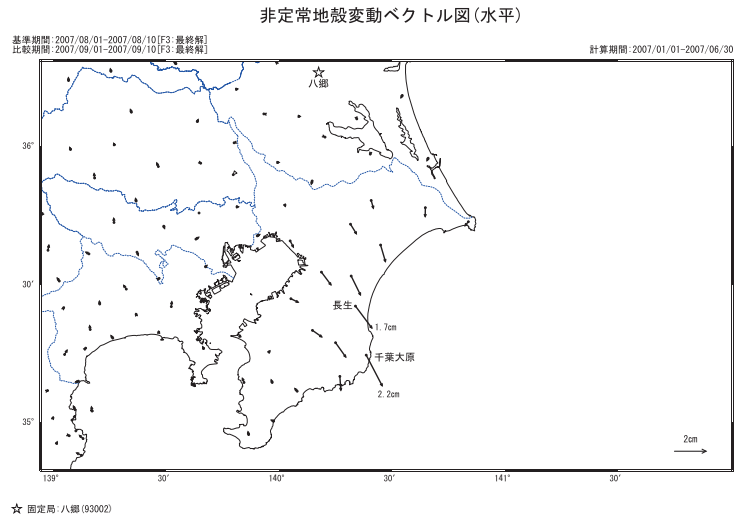


非常地殻変動時系列グラフ



第 11 図 房総半島での非正常地殻変動（2002年10月の活動）
Fig. 11 Transient horizontal deformation in the Boso Peninsula in October 2002.

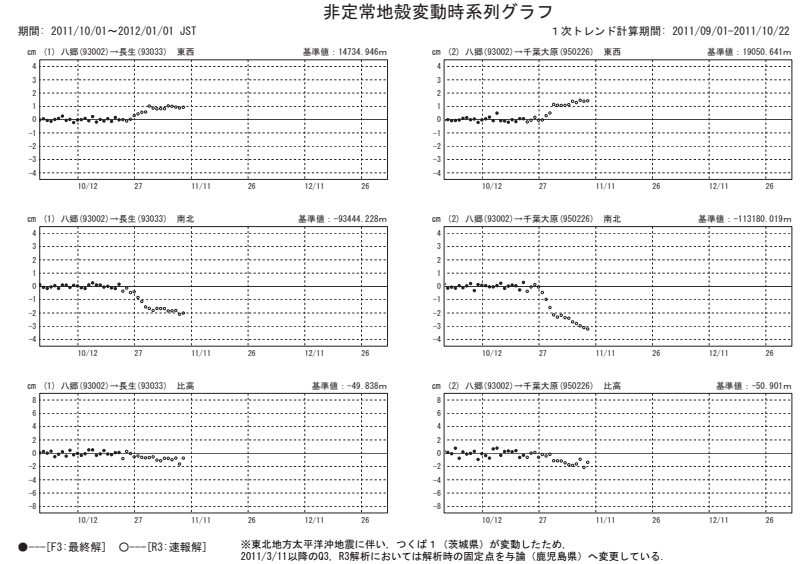
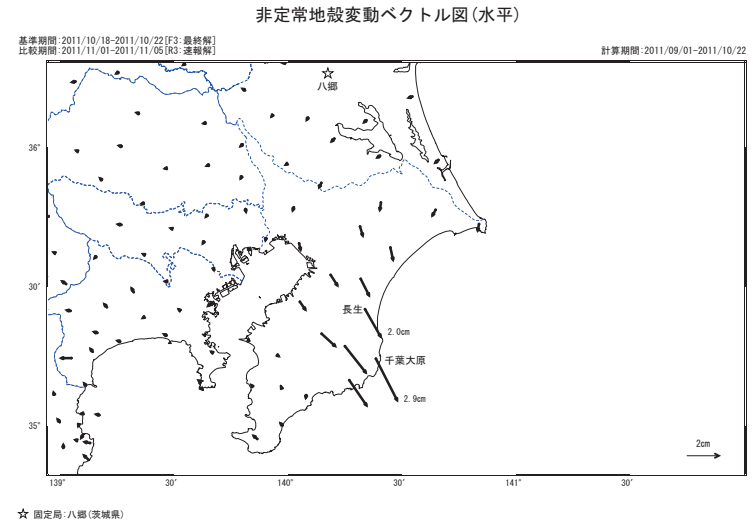
房総半島での非正常地殻変動（2007年8月の活動）



第 12 図 房総半島での非正常地殻変動（2007年8月の活動）
Fig. 12 Transient horizontal deformation in the Boso Peninsula in August 2007.

房総半島での非正常地殻変動

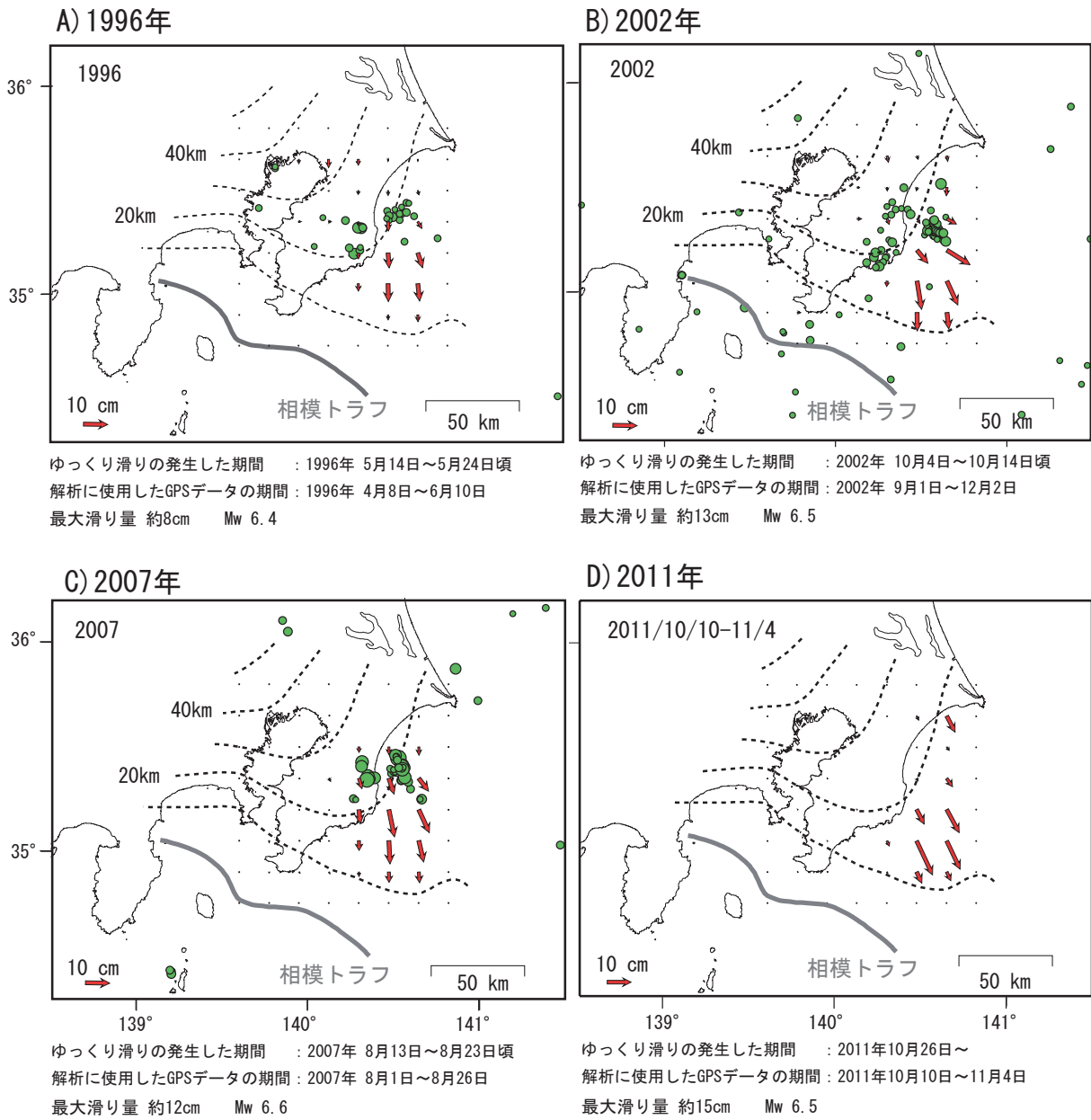
房総半島で10月26日頃から南南東方向へのゆっくりとした非正常的な地殻変動が観測された。



第 13 図 房総半島での非正常地殻変動（2011年10～11月の活動）
Fig. 13 Transient horizontal deformation in the Boso Peninsula in October to November 2011.

最近の房総半島沖ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布

過去の SSE と同じような場所で発生している。

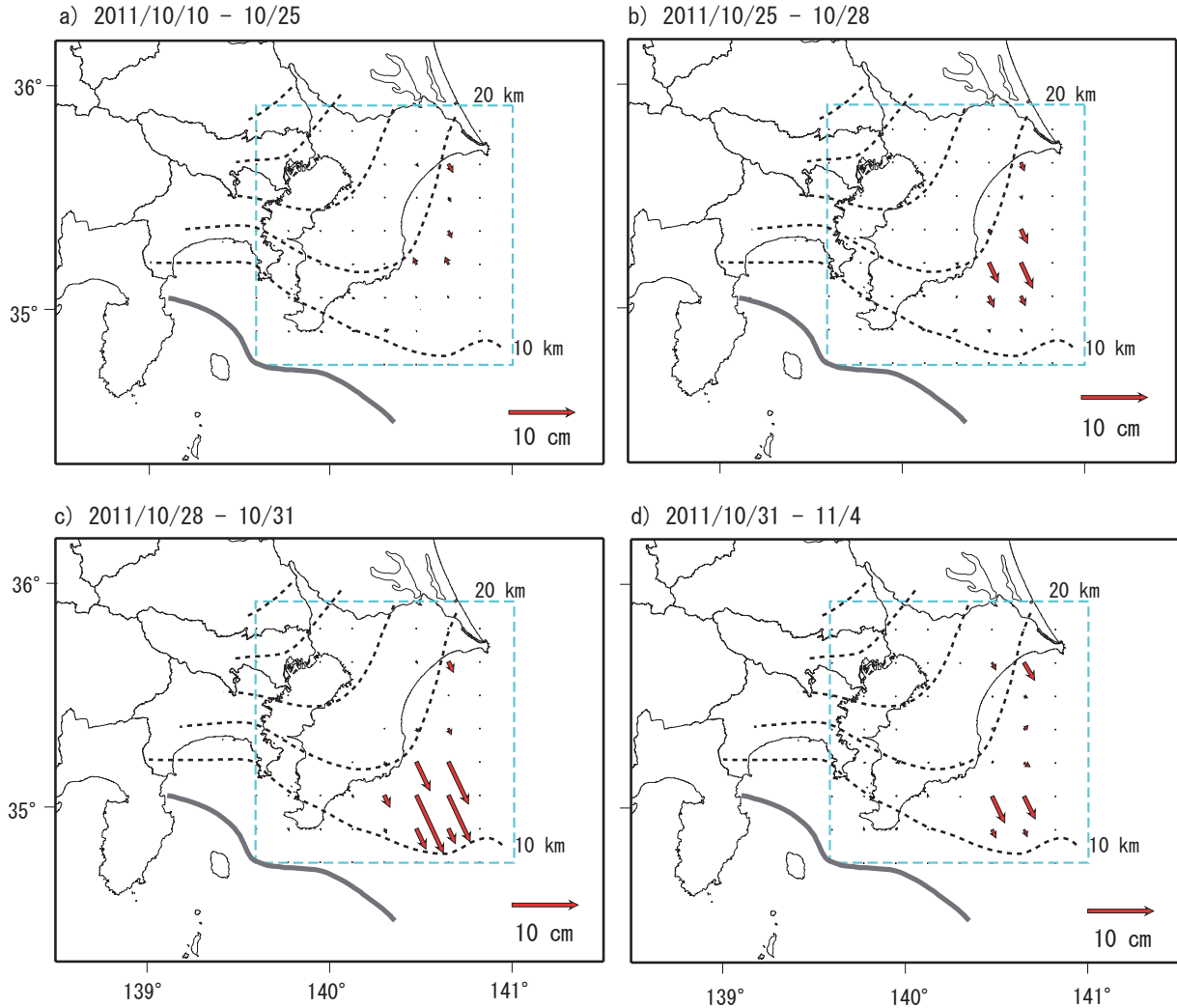


- ・ 矢印はGPSデータを基に推定されたプレート境界面上の滑り分布
- ・ 点線はフィリピン海プレート上面の等深度線(石田, 1992)
- ・ 丸は50km以浅, M2以上の震央位置(気象庁一元化震源による)

第 14 図 最近の房総半島沖ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布
 Fig. 14 Slow slip on the plate interface off the Boso peninsula.

房総半島沖ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布

房総半島沖合のフィリピン海プレートと陸側のプレートの境界で10/26以降最大約15cmの滑りが推定された。滑り領域の中心は南に移動している。

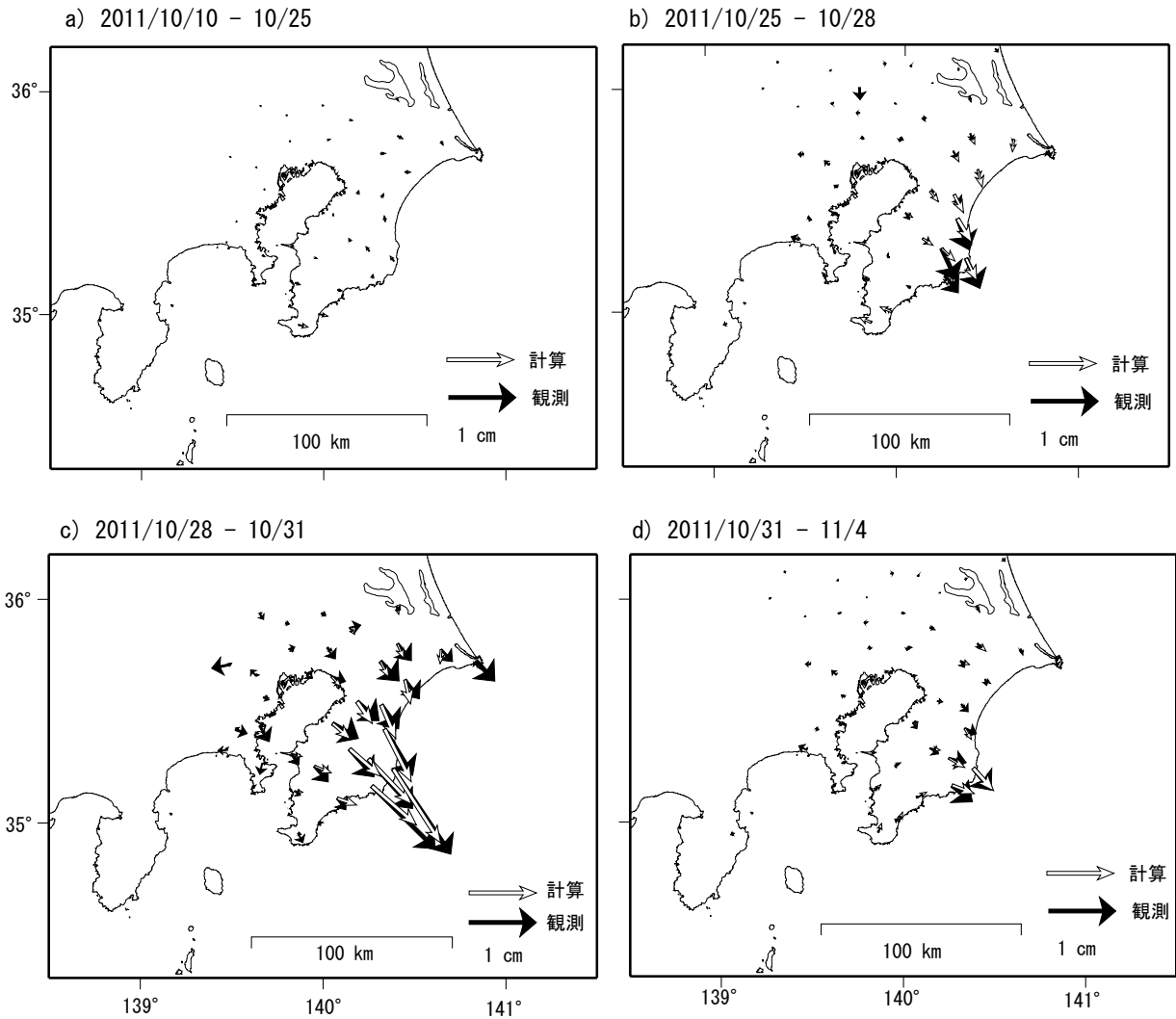


- ・赤矢印は陸側のプレートのフィリピン海プレートに対する動きを示す。
- ・推定マグニチュードは、10/25-11/4間でMw6.5(剛性率33GPa)。
- ・青点線の長方形はプレート境界滑りを推定した領域である。
- ・黒点線はフィリピン海プレート上面の等深線を示す。

第 15 図 房総半島沖ゆっくり滑りによるプレート境界面上の滑り分布
Fig. 15 Temporal evolution of the 2011 Boso slow slip.

水平変動ベクトルの観測値と計算値との比較

固定局：八郷(93002)

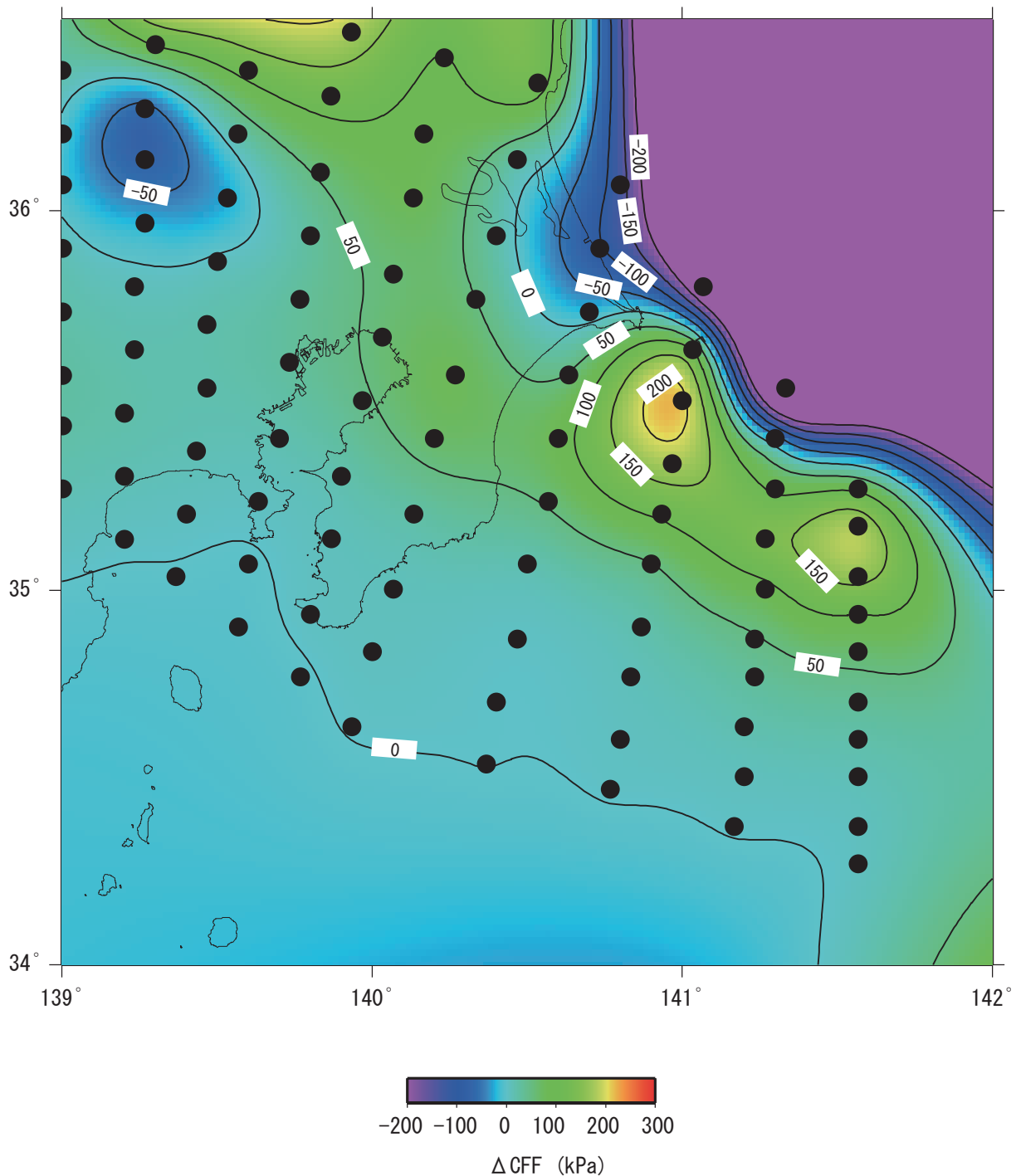


第 16 図 水平変動ベクトルの観測値と計算値の比較

Fig. 16 Comparisons of horizontal displacements between GPS observation and model calculation.

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震とその余効滑りに伴う フィリピン海プレート上面における応力変化(ΔCFF)分布

房総SSEの滑りの領域までΔCFFが若干正となっている



第 17 図 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震とその余効滑りに伴うフィリピン海プレート上面における応力変化分布

Fig. 17 Stress change on the Philippine Sea Plate due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake and its afterslip.