

1－3 日本全国の地殻変動

Crustal Deformations of Entire Japan

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

[GNSS]

第1～6図は、GEONETによるGNSS連続観測から求めた最近1年間及び3ヶ月間の全国の水平地殻変動である。固定局（☆の点）は、長崎県五島列島の福江観測点である。国土地理院ではGNSSアンテナの更新を進めており、これに伴うオフセットの補正を後日F3解が得られてから行っている。基準期間と比較期間を含む期間中にアンテナ交換が行なわれ、それによるオフセットを補正した観測点の変動ベクトルについては、補正誤差が含まれる可能性があるため、ベクトル白抜きの矢印で示し、区別している（例：2012/2/21にアンテナ更新を行った銚子）。

[GNSS 1年間]

第1図の最近1年間の北海道・東北地方の図においては、2011年3月11日に発生した平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(M9.0, 最大震度7)の後に続く余効変動が顕著である。2011年4月11日の福島県浜通りの地震(M7.0, 最大震度6弱, 深さ約6km, 正断層, 地殻変動GNSSで約30cm水平と約50cmの沈下, SARで約2m)等に伴う地殻変動の影響も含まれるが、基準期間の約3分の2が地震後にあたるため、目立たないが見られる。

第2図の日本列島中央部の図には、東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が見られる。

第3図の日本列島西部の図においては、第1～2図と異なり、凡例のベクトルのスケールを5cmとしている。中国・四国地方の西部から九州地方にかけて、フィリピン海プレートの沈み込みに伴う変動に加え、東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が見られる。

[GNSS 3ヶ月]

第4～6図は、最近3ヶ月間の変動ベクトル図である。

第4図の北海道・東北地方では、東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が見られる。北海道ではプレート沈み込みに伴う北西向きのベクトルが見られる。

第5図の日本列島中央部では、伊豆・東海・近畿・中国地方でも東北地方太平洋沖地震後の余効変動が見られる。紀伊半島から四国にかけてプレートの沈み込みにともなう北西向きの変動が見られる。

第6図の九州以西の図では、凡例のベクトルのスケールを2cmとしている。フィリピン海プレートの沈み込みに伴う変動のほか、桜島の膨張性の地殻変動の影響が見られる。

[GNSS 差の差 3ヶ月]

第7～9図は、2012年1月からの3ヶ月間の水平方向の地殻変動について、年周変化やプレート運動等の定常的な変動の影響を取り去った変動をみるため、東北地方太平洋沖地震よりも前の期間である、2010年の同時季の水平変動ベクトルに対する差を示す図である。こ

これらの図においては、前の期間に生じた地殻変動は、逆向きに表示される。

第7図の北海道・東北地方の図には、渡島半島から東北地方にかけて、東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が顕著に見られる。

第8図の本州中部以西・九州までの図には、東北地方南部から関東、甲信越、北陸地方にかけて、東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が顕著に見られる。

第9図の小笠原村の硫黄島（いおうとう）で島内の火山性の地殻変動速度の変化の影響が見られる。

[GNSS 歪み変化]

第10～13図は、GNSSデータから推定した日本列島の最近1年間の歪み変化を示す図である。

第10図は日本全国の歪み変化である。北海道南部から中部・北陸地方にかけて、東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響による顕著な歪みが見られる。この歪みは、牡鹿半島付近から宮古付近にかけての三陸沿岸周辺においては北西－南東方向の縮み、その他の地域においては概ね震源域方向の顕著な伸びとなっている。今回のような逆断層型の滑りの場合、地表における変位分布は、地下のプレート境界面上の滑っている領域の西側では伸びとなるが、その領域の下端付近では縮みとなる。牡鹿半島付近で東西短縮が見られる理由としては、滑っている領域の断層下端が海岸付近の直下にかかっているためと考えられる。また、房総半島付近の歪みには、2011年10月26日頃～11月8日頃に発生したSSEによる歪みも含まれる。

第11～13図の地方ごとの拡大図では、東北地方太平洋沖地震の余効変動による周辺の影響を見やすくするため、地方割を変更している。第13図の東北地方の拡大図については、余効変動による歪みが大きいため、ベクトルのスケールを変えて表示している。

第14図は、東北地方の最近3ヶ月間の歪み変化である。歪みの分布のパターンは概ね1年間の歪みと同様であるが、牡鹿半島周辺の縮みはやや小さめになっている。茨城県周辺の歪みはその南北に比べてやや小さめとなっている理由は、この地域の沖合において、茨城県沖における東北地方太平洋沖地震後の余効滑りがその南北と比較して小さいためと考えられる。

第15図は、地震や余効変動の影響が少ない定常時の歪み変化である。第10図を検討する際に、比較して特徴を見分けやすくするために付けた。定常時における東日本の歪みは概ね東西方向の縮みとなっている。

[験潮]

第16～29図は、毎年5月の地震予知連絡会の際に報告している、加藤&津村(1979)の方法による全国の験潮場における上下変動である。最終データは2011年12月である。

第18図および第20図の下のコメントにあるように、東北地方から房総半島にかけての海域の潮位観測施設については、東北地方太平洋沖地震後のデータが得られる観測点の数が不十分であるため、地震前（2011年2月）までのデータとなっている。

第17図は、北海道西岸から津軽海峡にかけての海域のデータである。2012年以降のデータがある観測点について、東北地方太平洋沖地震に伴う変化が見られる。稚内と忍路には沈降したように見えるが、GNSS観測には見られないものである。また、函館、浅虫、竜飛が隆起したように見えるが、隆起量はGNSS観測でとは一致しない。これは、解析に用いられた観測点のうちの多くを占める津軽

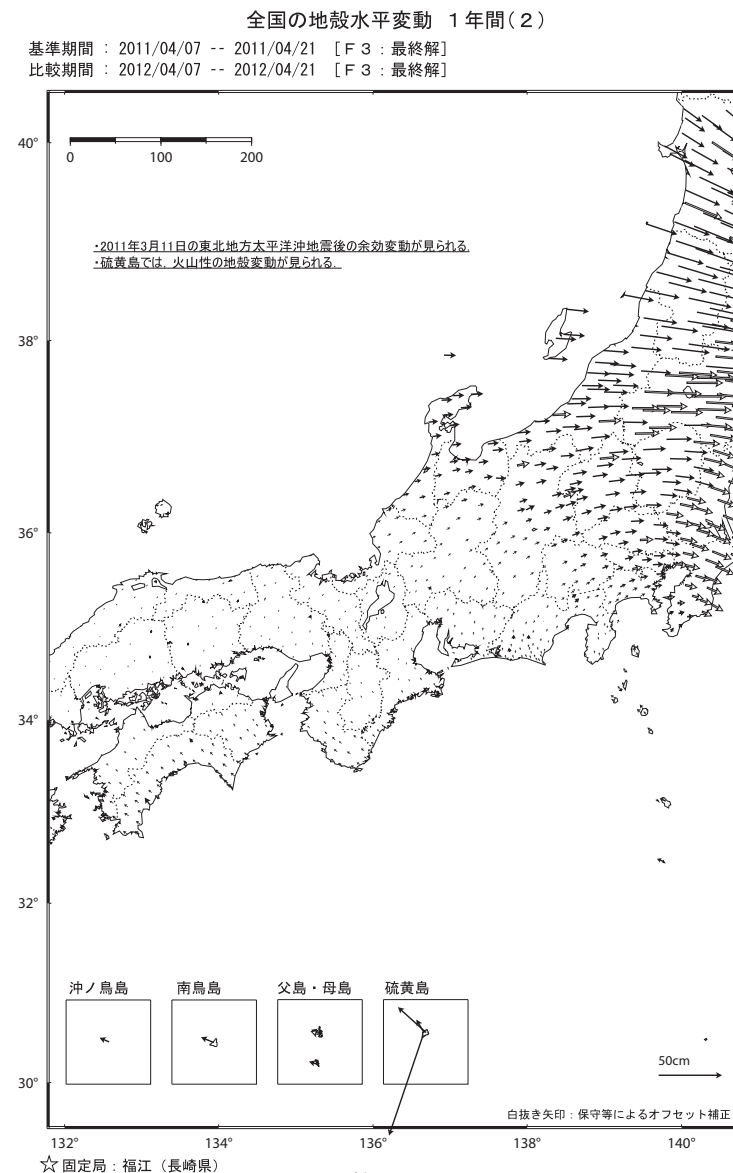
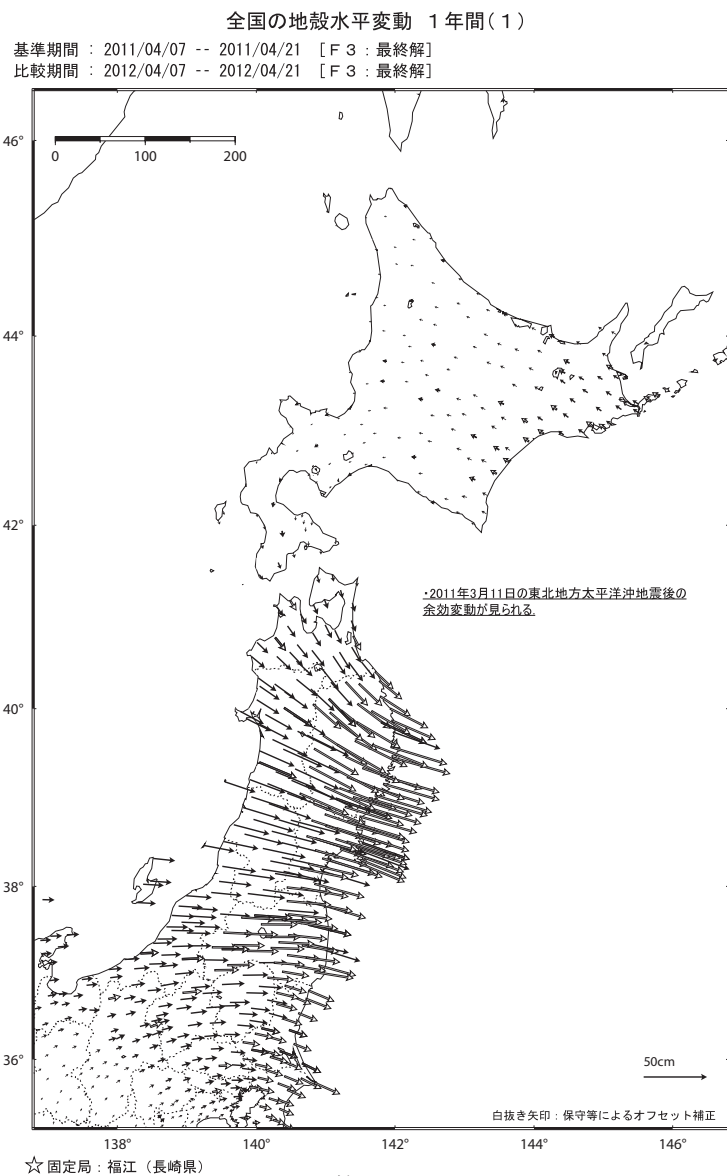
海峡付近の観測点が隆起しているために、海域に適用する補正值に系統誤差が生じ、函館、浅虫、竜飛の隆起が実際よりも小さめの値になるとともに、稚内と忍路に見かけ上の変化が生じたものと考えられる。

第19図と第27図は本州の日本海側の海域に属する験潮場のデータである。深浦から粟島にかけて、東北地方太平洋沖地震に伴う変化（隆起）が見られる。ただし、東北地方から北陸にかけて隆起している験潮場が多いため、第17図と同様、この海域の地震前後の変動には系統誤差が含まれるものと思われる。中国地方の験潮場に見られるわずかな沈降は、この系統誤差による見かけの変動と考えられる。その他の地域については、特段の傾向の変化は見られない。

第30図は、第17図に掲載されている験潮場のうち、稚内に対する忍路、函館、浅虫の3点の比高変化について、潮位観測データの差による結果とGNSS観測による結果の比較を示すものである。グラフの縦軸は稚内に対する隆起である。GNSS観測結果に比べ潮位差のばらつきがやや目立つが、ばらつきの中心を見ると、東北地方太平洋沖地震に伴う比高変化は、忍路については両者共に小さく、函館と浅虫の隆起量についてはどちらも概ね一致を示している。したがって、GNSSで観測された稚内付近に対する津軽海峡付近の隆起は潮位観測からも裏づけられる。

参 考 文 献

- 1) 加藤照之・津村建四朗(1979)：潮位記録から推定される日本の垂直地殻変動（1951～1978），地震研究所彙報，54，559-628.

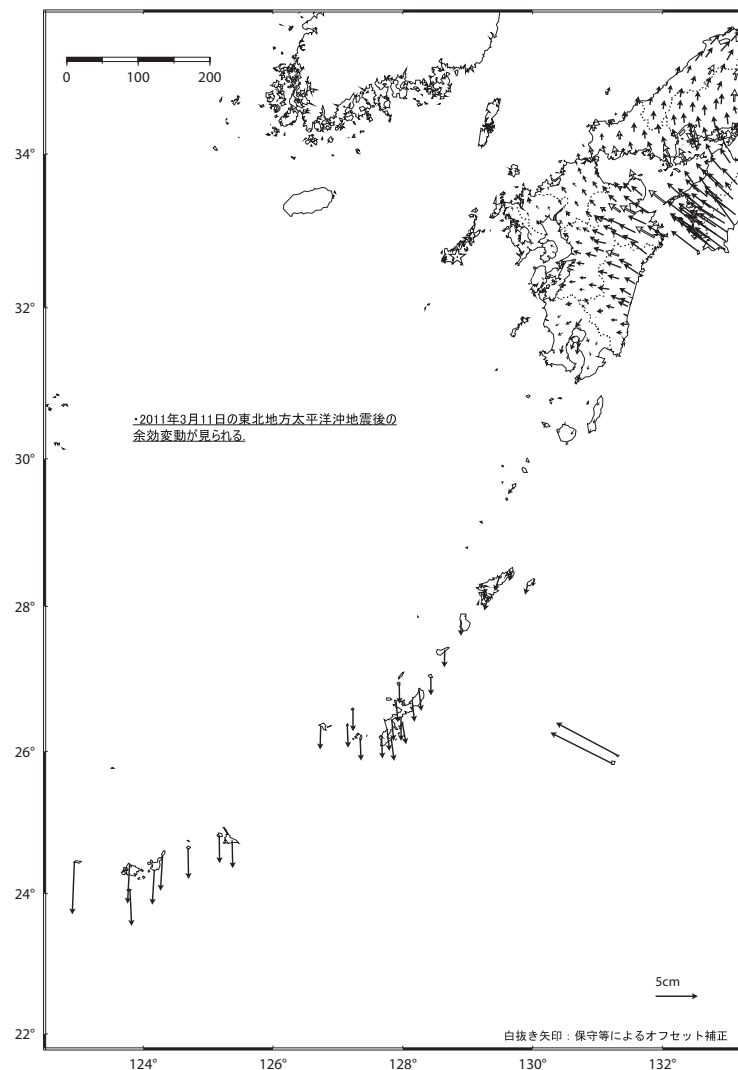


第1図～第3図 GNSS連続観測から求めた2011年4月～2012年4月間の水平変動

Fig. 1-3 Annual horizontal displacement velocities at permanent GNSS sites during 2011/4-2012/4. (☆, Reference station is Fukue)

全国の地殻水平変動 1年間(3)

基準期間 : 2011/04/07 -- 2011/04/21 [F3 : 最終解]
比較期間 : 2012/04/07 -- 2012/04/21 [F3 : 最終解]



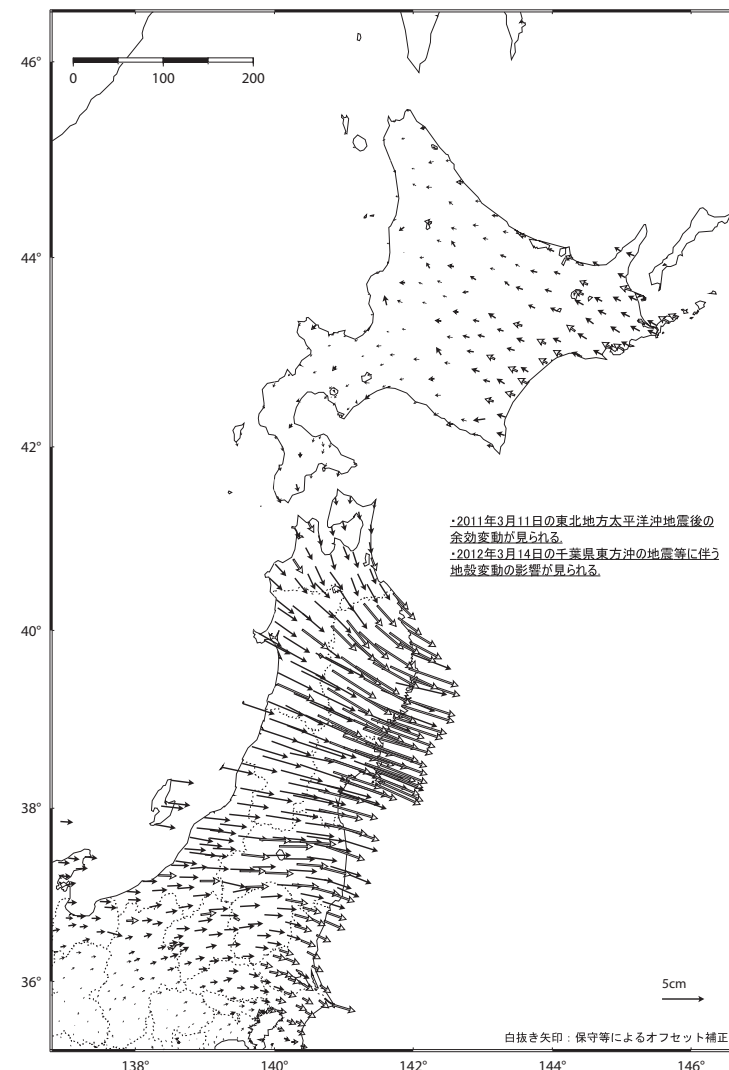
☆ 固定局: 福江 (長崎県)

第3図

第1図～第3図 GNSS連続観測から求めた2011年4月～2012年4月間の水平変動
Fig. 1-3 Annual horizontal displacement velocities at permanent GNSS sites during 2011/4-2012/4. (☆, Reference station is Fukue)

全国の地殻水平変動 3ヶ月(1)

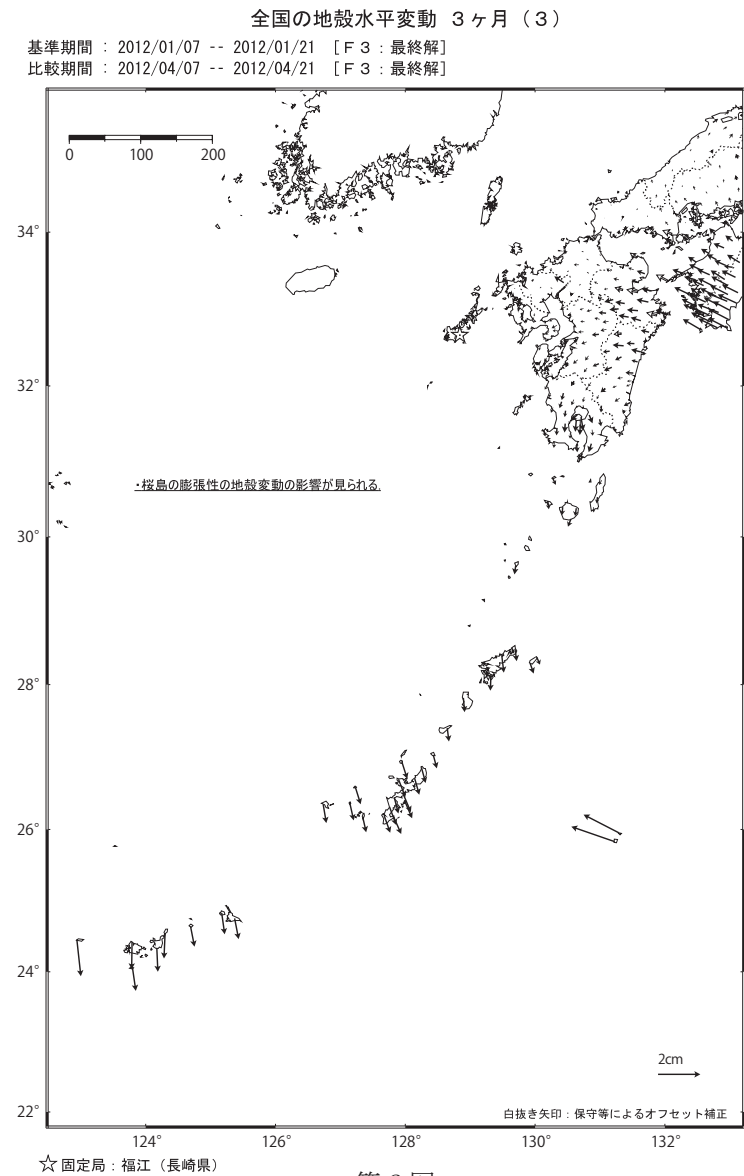
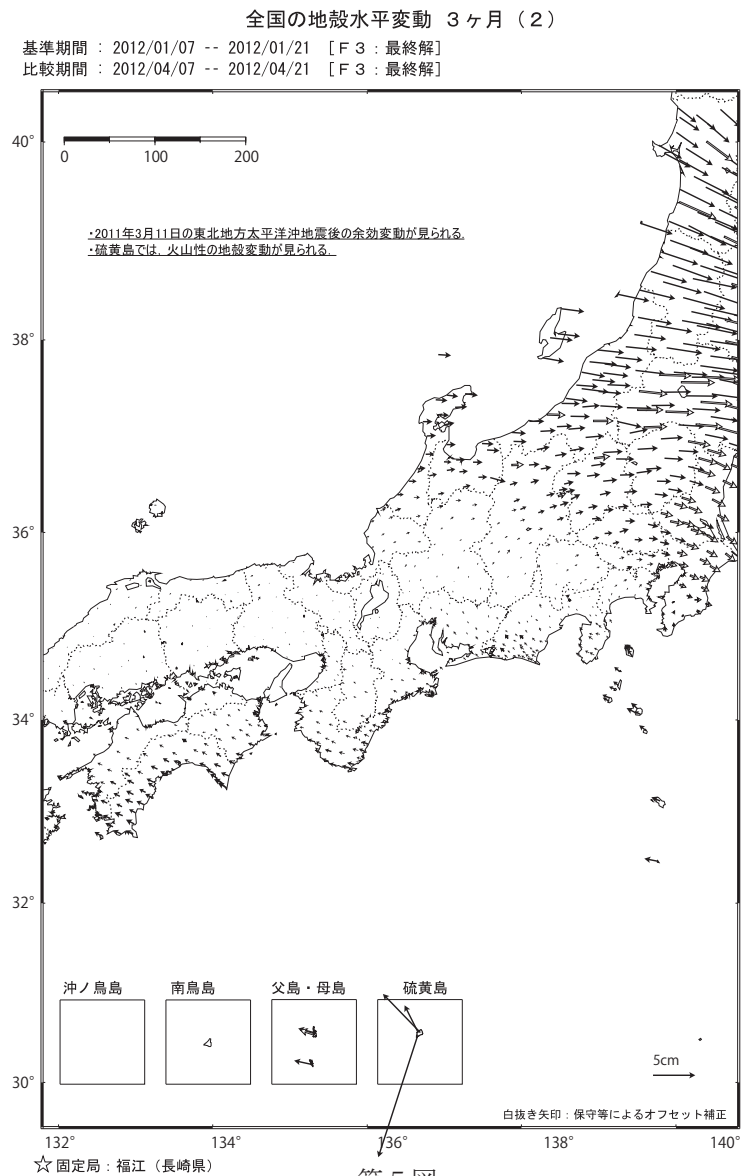
基準期間 : 2012/01/07 -- 2012/01/21 [F3 : 最終解]
比較期間 : 2012/04/07 -- 2012/04/21 [F3 : 最終解]



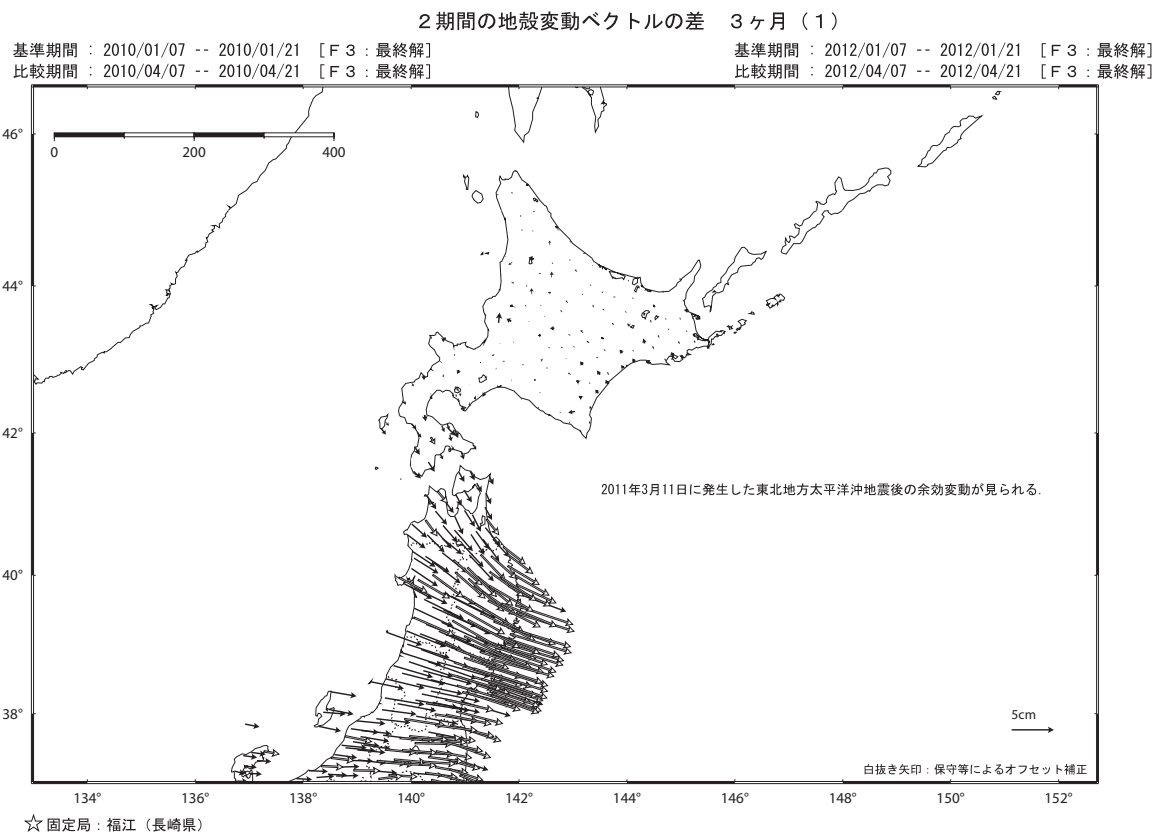
☆ 固定局: 福江 (長崎県)

第4図

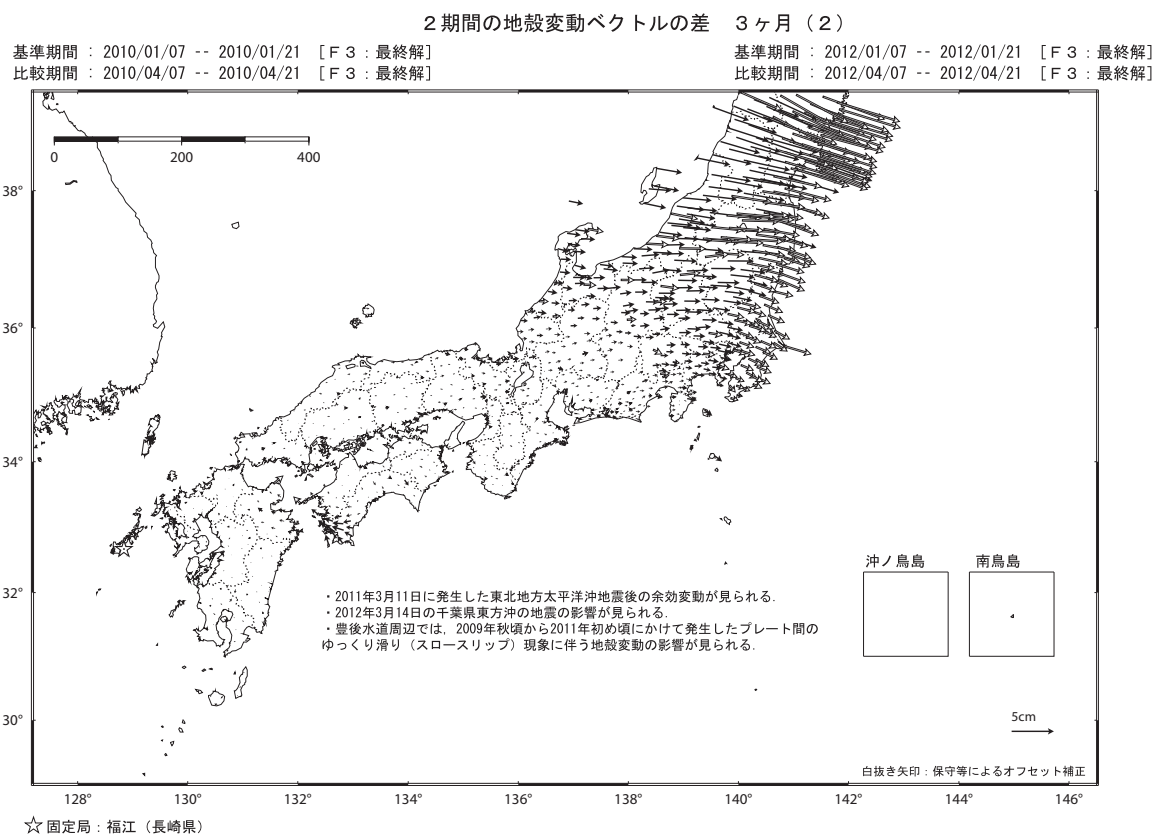
第4図～第6図 GNSS連続観測から求めた2012年1月～2012年4月間の水平変動
Fig. 4-6 Horizontal displacements at GNSS sites during 2012/1-2012/4.
(☆, Reference station is Fukue)



第4図～第6図 GNSS連続観測から求めた2012年1月～2012年4月間の水平変動
 Fig. 4-6 Horizontal displacements at GNSS sites during 2012/1-2012/4. (☆, Reference station is Fukue)



第 7 図



第 8 図

第 7 図～第 9 図 GNSS 水平変動の差 (3 ヶ月間)

Fig. 7-9 Variation of GNSS horizontal displacements: Difference of displacements between 2010/1-2010/4 and 2012/1-2012/4.

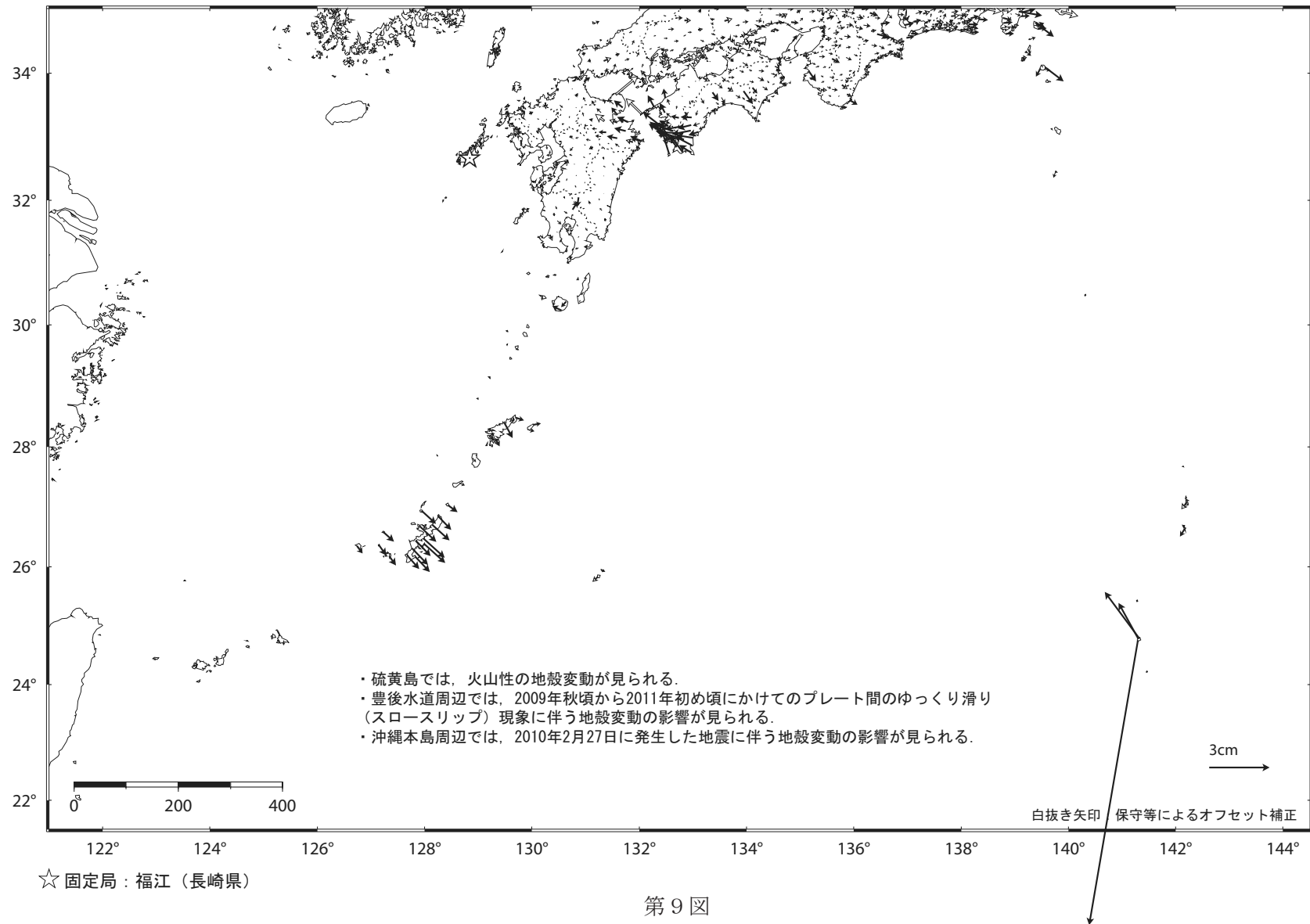
2 期間の地殻変動ベクトルの差 3 ヶ月 (3)

基準期間 : 2010/01/07 -- 2010/01/21 [F 3 : 最終解]

比較期間 : 2010/04/07 -- 2010/04/21 [F 3 : 最終解]

基準期間 : 2012/01/07 -- 2012/01/21 [F 3 : 最終解]

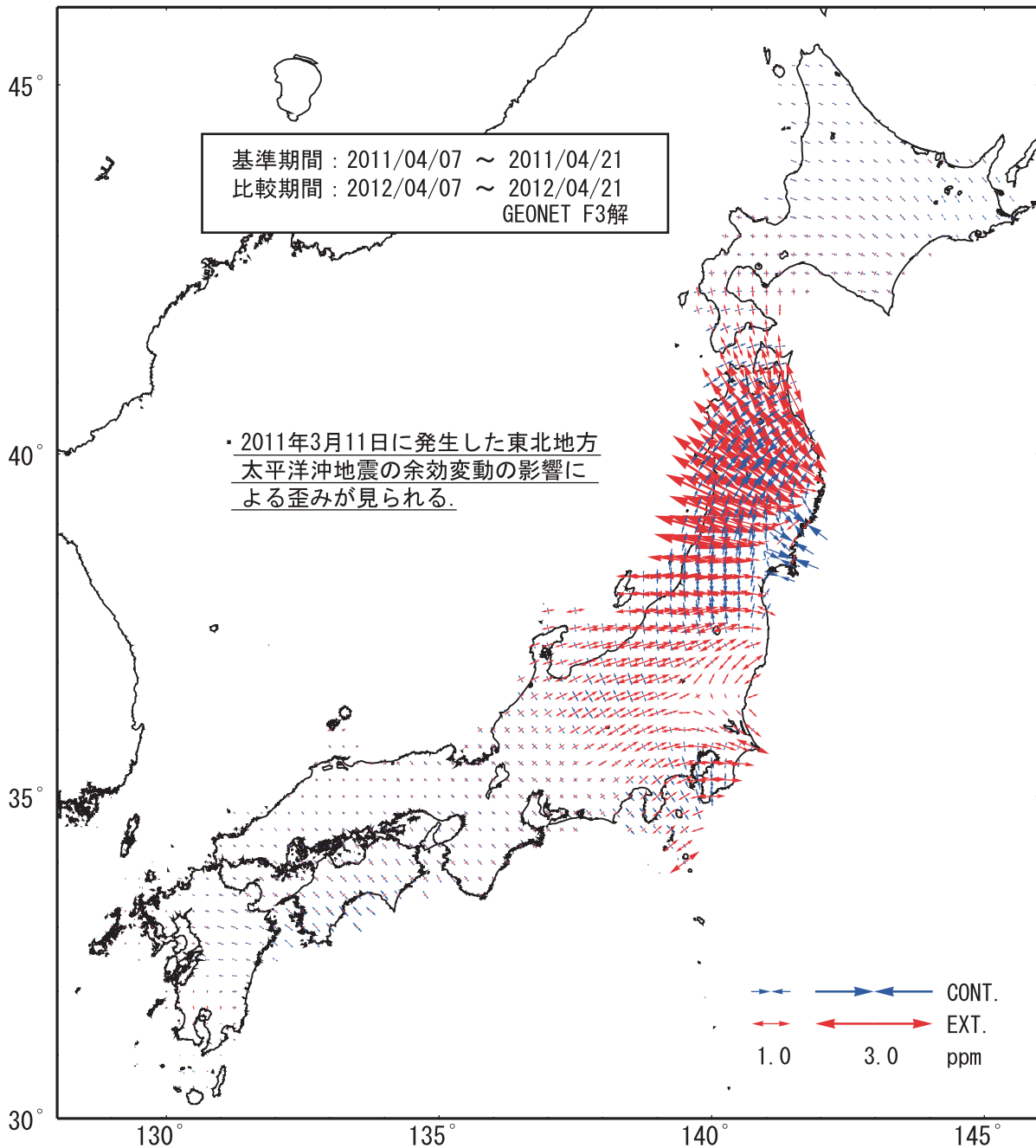
比較期間 : 2012/04/07 -- 2012/04/21 [F 3 : 最終解]



第 7 図～第 9 図 GNSS 水平変動の差 (3 ヶ月間)

Fig. 7-9 Variation of GNSS horizontal displacements: Difference of displacements between 2010/1-2010/4 and 2012/1-2012/4.

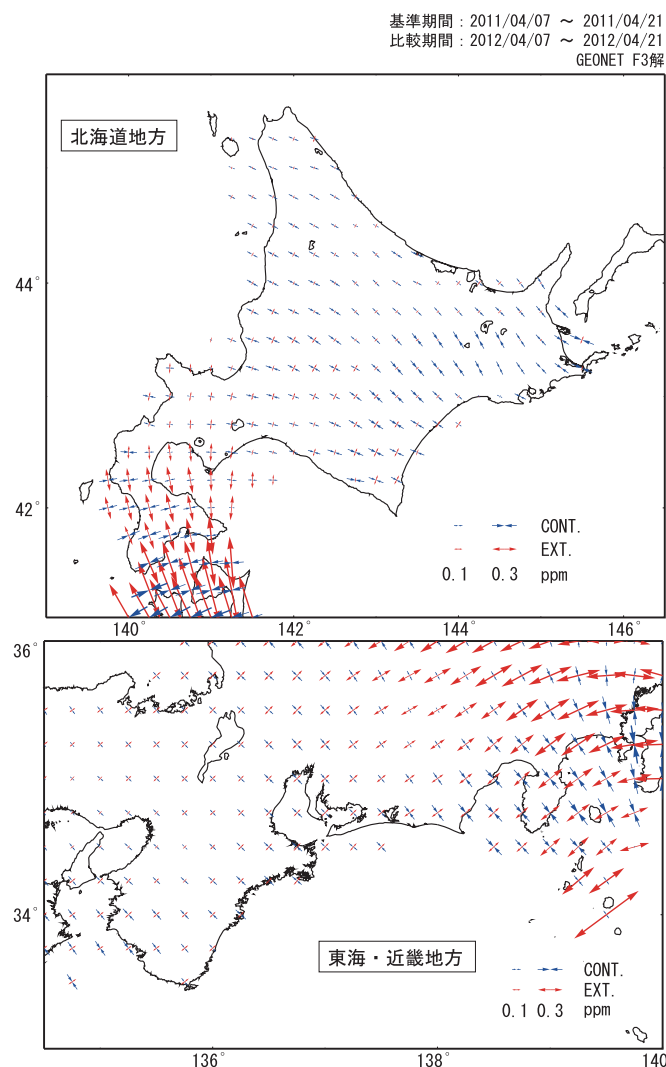
GNSS連続観測から推定した日本列島の歪み変化



GNSS座標値データに基づいて1年間の歪み変化図を作成した。座標値の15日分の平均値から1年間の変位ベクトルを算出し、それに基づいて歪みを計算している。

第10図 GNSS連続観測データから推定した日本列島の水平歪（2011年4月～2012年4月間）
 Fig. 10 Horizontal strain in Japan derived from continuous GNSS measurements during 2010/10-2011/10.

G N S S連続観測データから推定した各地方の歪み変化 (1)

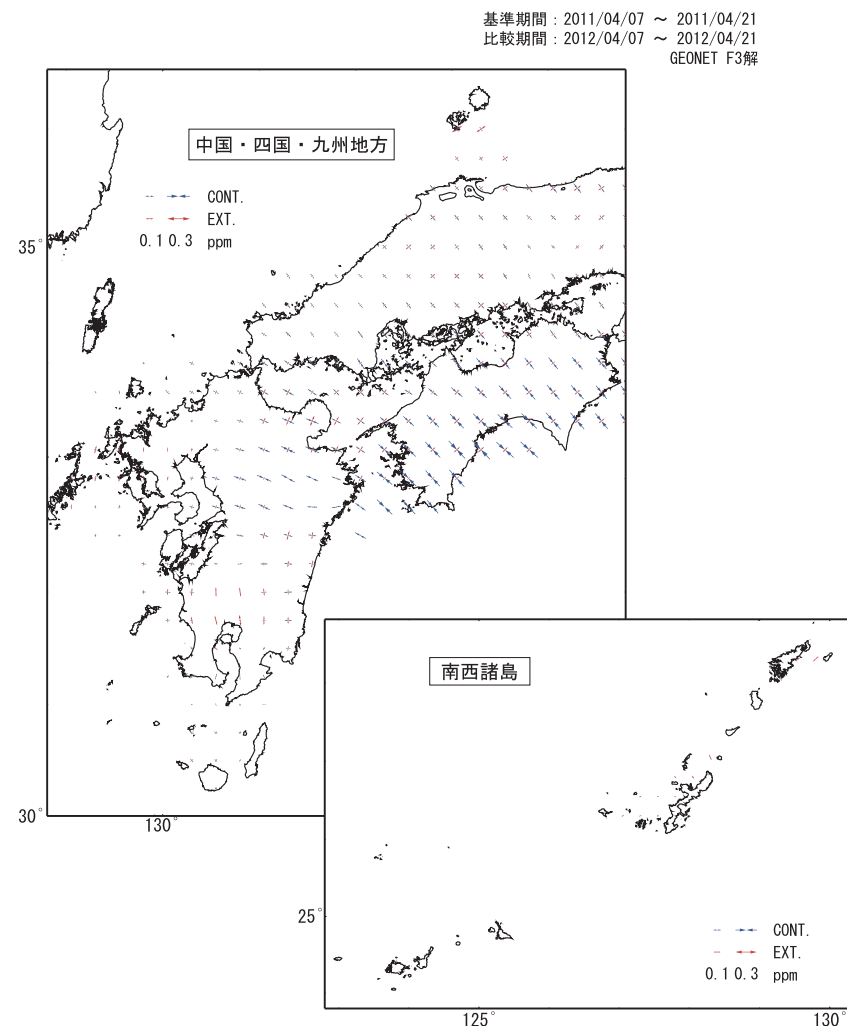


図はG N S S連続観測データの1年間の変位ベクトルから推定した各地方毎の地殻水平歪みを示す。

第11図 GNSS連続観測データから推定した北海道・および東海・近畿地方の水平歪 (2011年4月~2012年4月間)

Fig. 11 Horizontal strain in Hokkaido, Tokai and Kinki districts derived from continuous GNSS measurements during 2011/4-2012/4.

G N S S連続観測データから推定した各地方の歪み変化 (2)



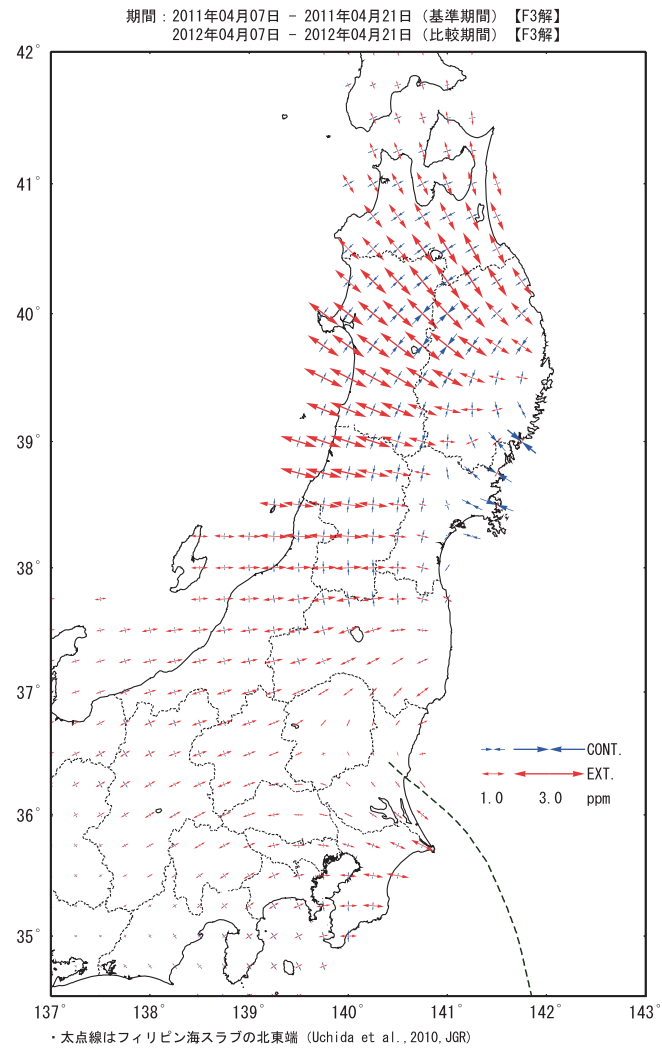
図はG N S S連続観測データの1年間の変位ベクトルから推定した各地方毎の地殻水平歪みを示す。

第12図 GNSS連続観測データから推定した中国・四国・九州及び南西諸島地方の水平歪 (2011年4月~2012年4月間)

Fig. 12 Horizontal strain in Chugoku, Shikoku, Kyushu and Nansei-islands districts derived from continuous GNSS measurements during 2011/4-2012/4.

G N S S連続観測データから推定した地震後の歪み変化（東日本）

東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が見られる。

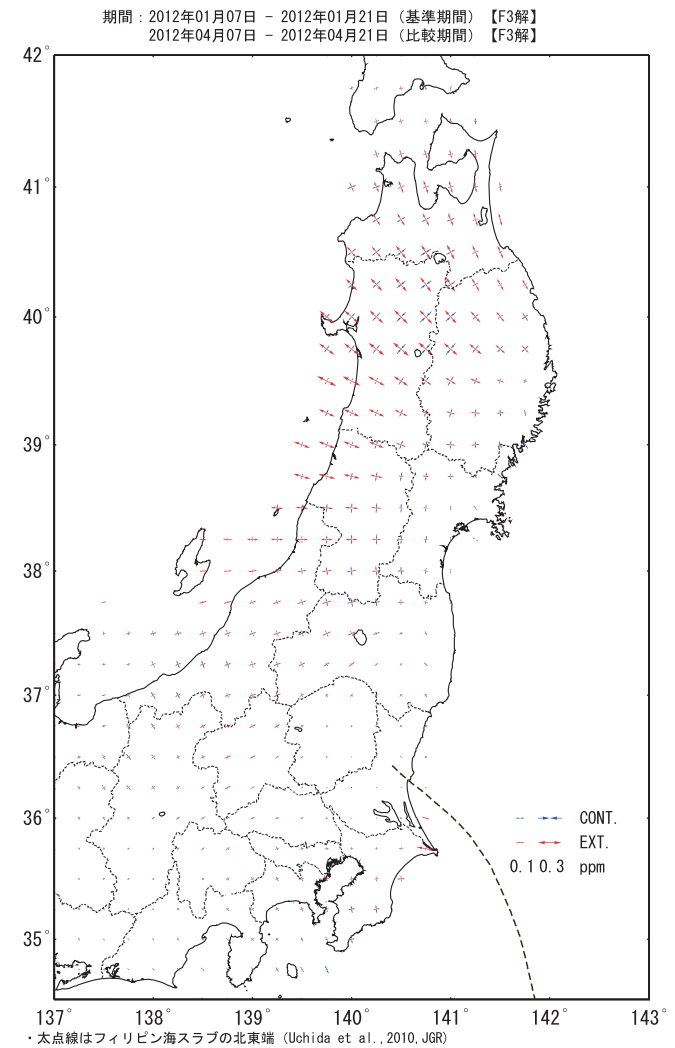


第13図 GNSS連続観測データから推定した東日本の水平歪（2011年4月～2012年4月間）

Fig. 13 Horizontal strain in eastern Japan derived from continuous GNSS measurements during 2011/4-2012/4.

G N S S連続観測データから推定した地震後の歪み変化（東日本）3ヶ月

東北地方太平洋沖地震後の余効変動の影響が見られる。



第14図 GNSS連続観測データから推定した東日本の水平歪（2012年1月～2012年4月間）

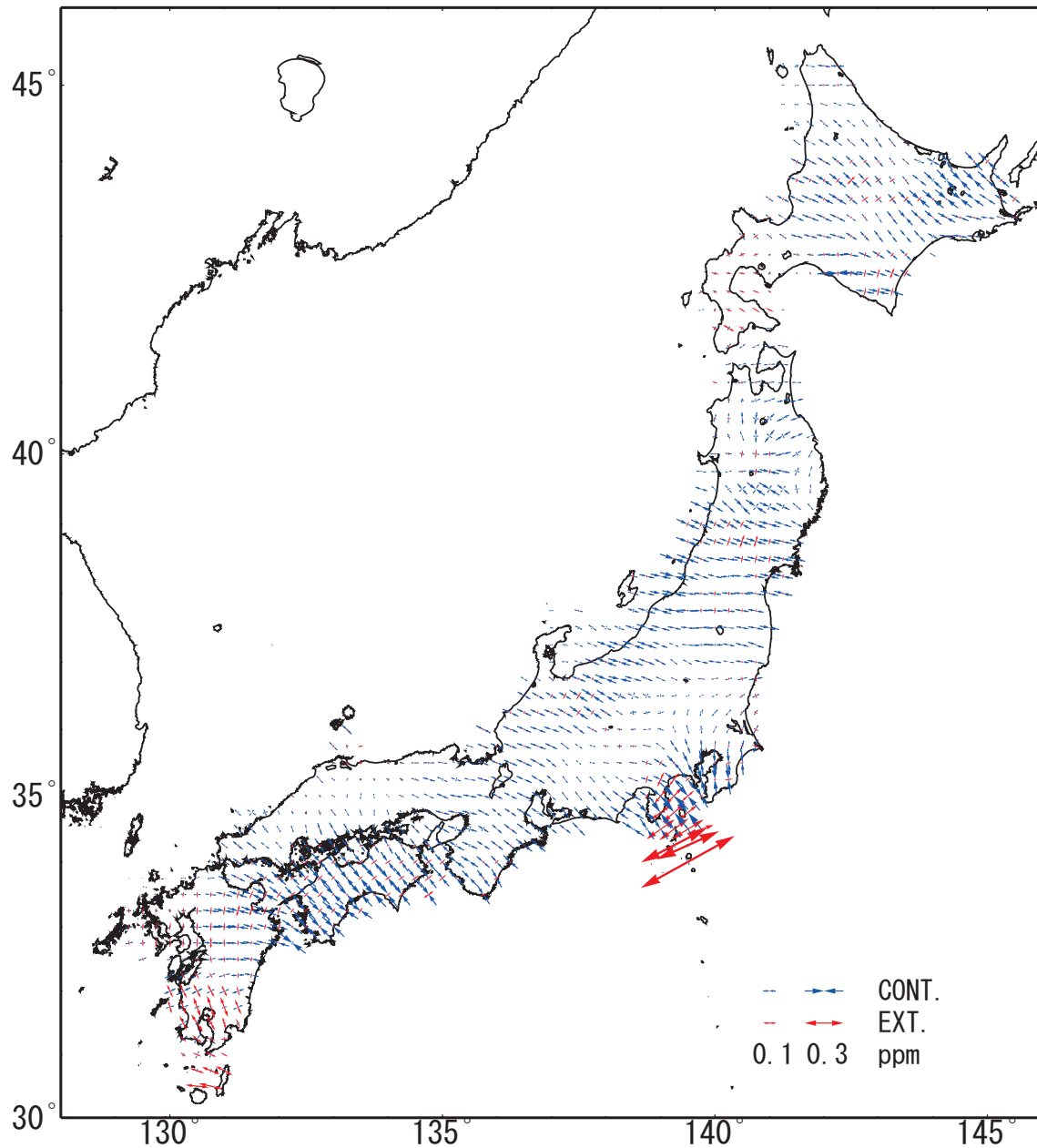
Fig. 14 Horizontal strain in eastern Japan derived from continuous GNSS measurements during 2012/1-2012/4.

GNSS連続観測データから推定した定常時の歪み変化 比較用

基準期間：1998/03/27 ~ 1998/04/10

比較期間：1999/03/27 ~ 1999/04/10

GEONET F3解



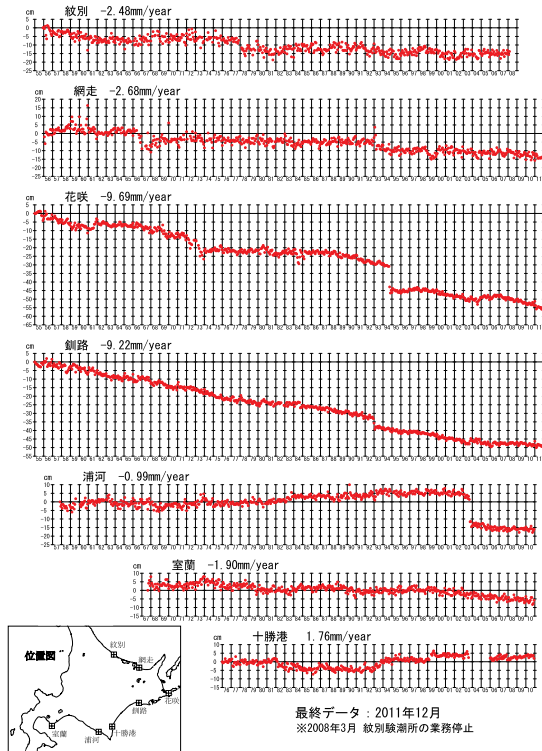
GNSS座標値データに基づいて1年間の歪み変化図を作成した。
座標値の15日分の平均値から1年間の変位ベクトルを算出し、それに基づいて歪みを計算している。
上図期間は、定常時の変動を示す。（岩手山周辺および伊豆諸島周辺を除く）

第15図 GNSS連続観測データから推定した定常時の日本列島の水平歪【比較用】

Fig. 15 Regular variation for comparison of horizontal strain in Japan derived from continuous GNSS measurements.

加藤&津村（１９７９）の解析方法による、各験潮場の上下変動

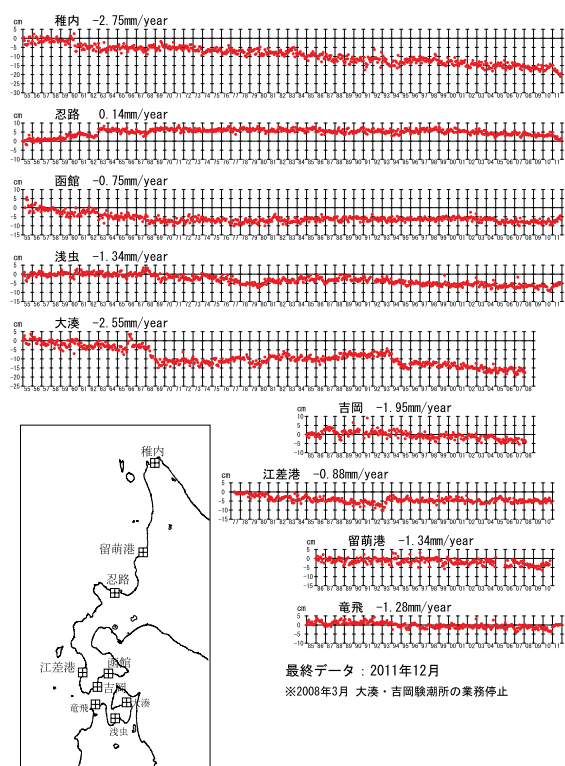
特段の傾向の変化は見られない。



第16図

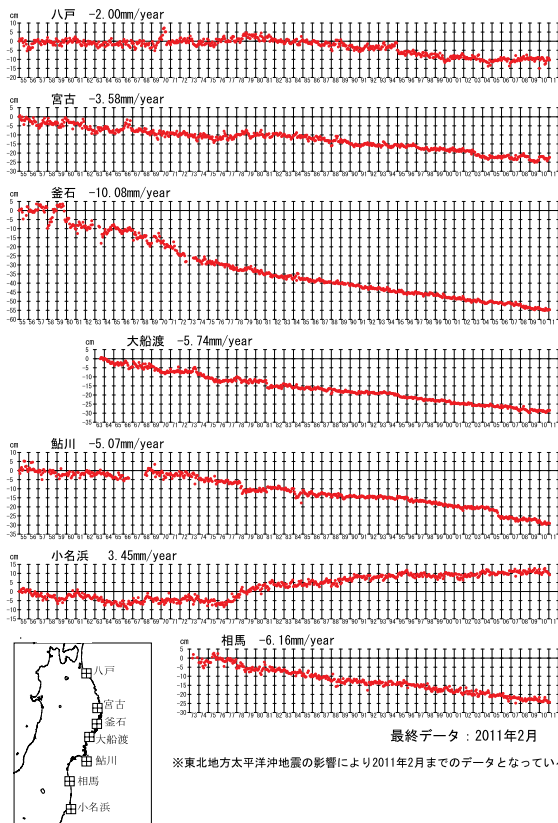
加藤&津村（１９７９）の解析方法による、各験潮場の上下変動

2011年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17図

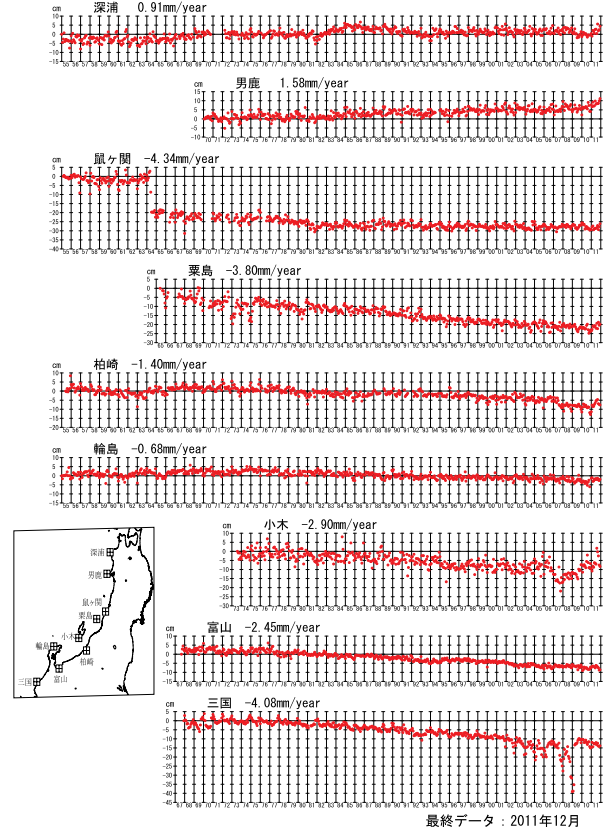
加藤&津村（１９７９）の解析方法による、各験潮場の上下変動



第18図

加藤&津村（１９７９）の解析方法による、各験潮場の上下変動

2011年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。

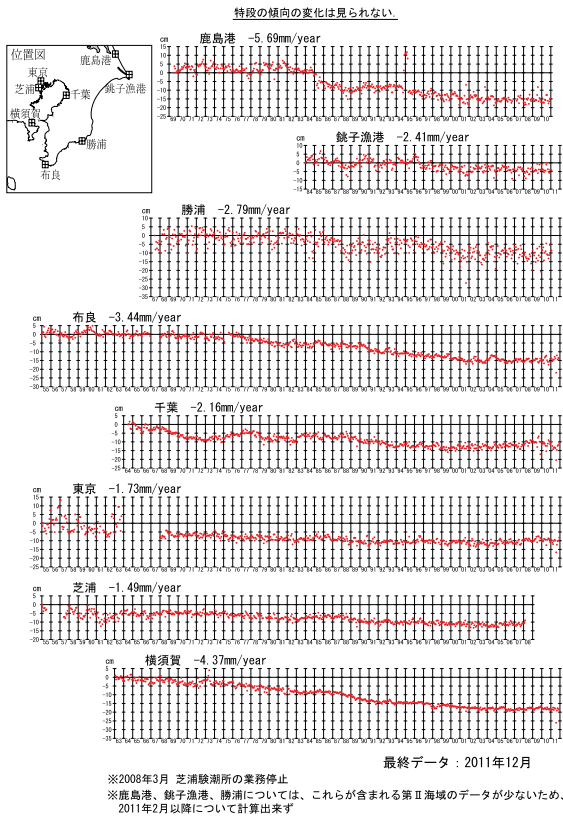


第19図

第16図～第29図 加藤・津村(1979)の方法による験潮場の上下変動

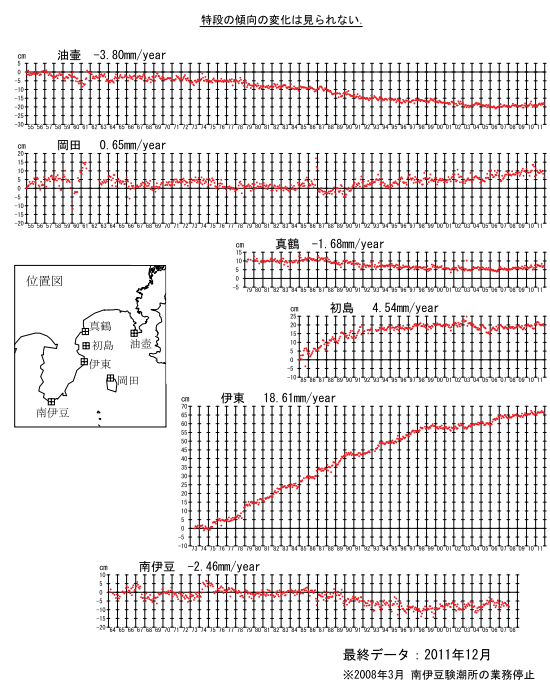
Fig. 16-29 Vertical movements of the tide stations derived with the method by Kato and Tsumura (1979).

加藤&津村（1979）の解析方法による、各験潮場の上下変動



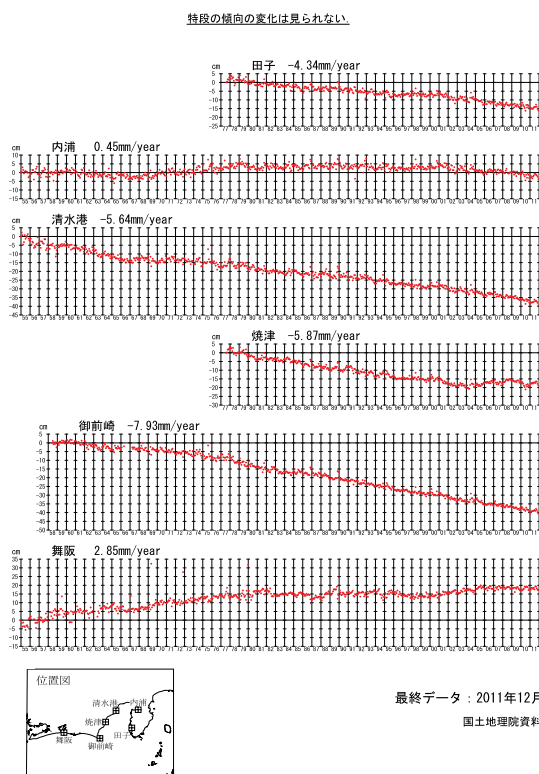
第20図

加藤&津村（1979）の解析方法による、各験潮場の上下変動



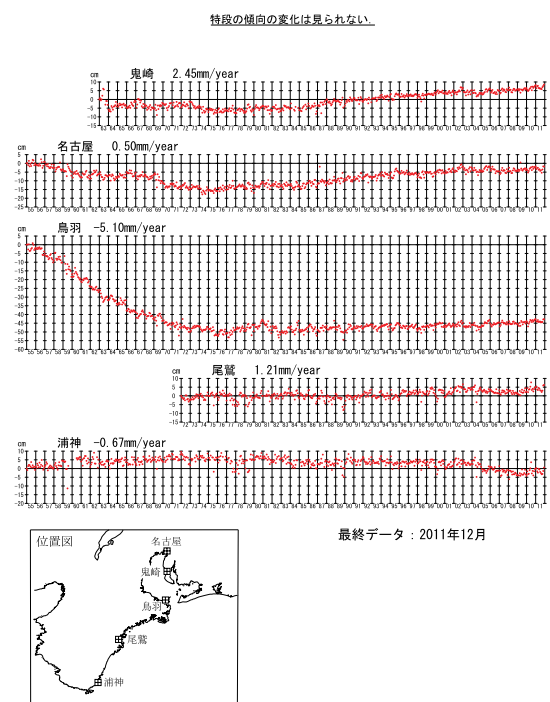
第21図

加藤&津村（1979）の解析方法による、各験潮場の上下変動



第22図

加藤&津村（1979）の解析方法による、各験潮場の上下変動



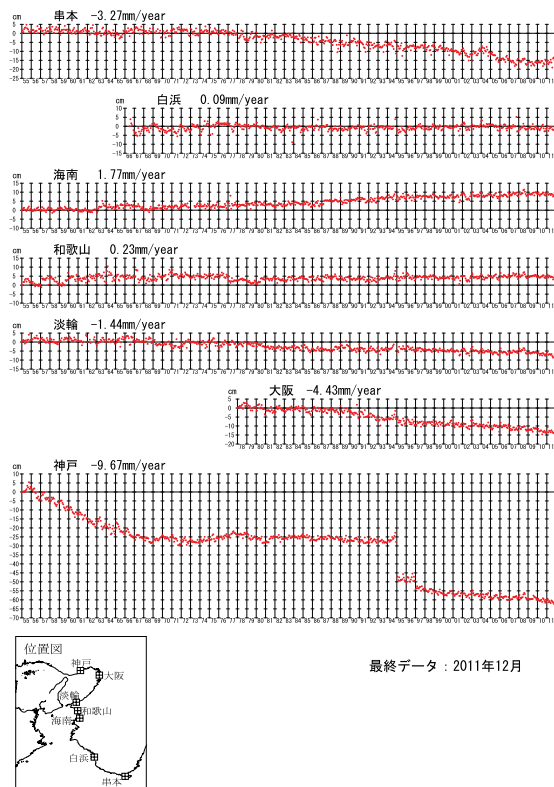
第23図

第16図～第29図 加藤・津村(1979)の方法による験潮場の上下変動

Fig. 16-29 Vertical movements of the tide stations derived with the method by Kato and Tsumura (1979).

加藤&津村（1979）の解析方法による、各験潮場の上下変動

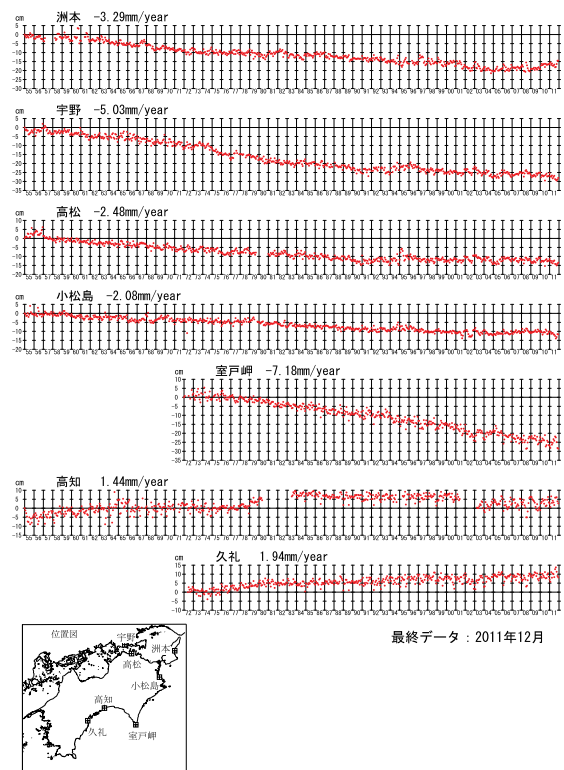
特段の傾向の変化は見られない。



第24図

加藤&津村（1979）の解析方法による、各験潮場の上下変動

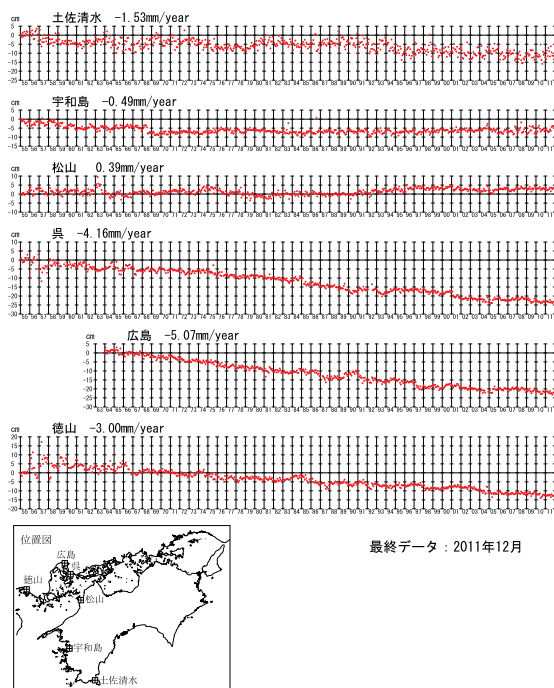
特段の傾向の変化は見られない。



第25図

加藤&津村（1979）の解析方法による、各験潮場の上下変動

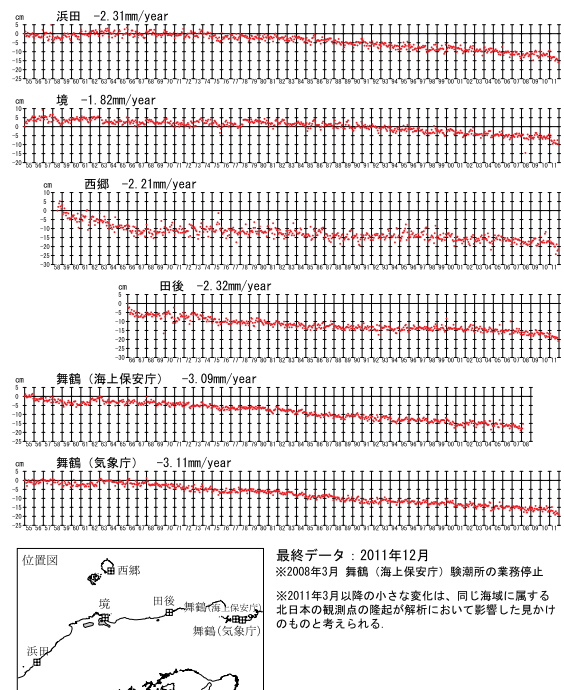
特段の傾向の変化は見られない。



第26図

加藤&津村（1979）の解析方法による、各験潮場の上下変動

特段の傾向の変化は見られない。



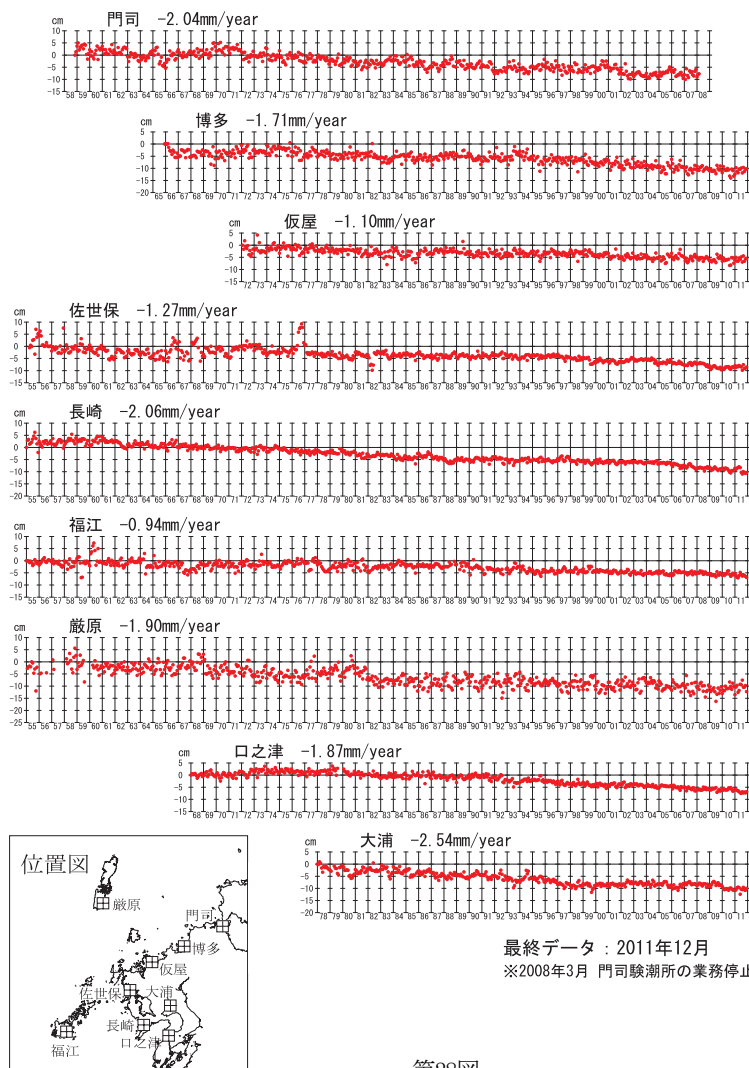
第27図

第16図～第29図 加藤・津村(1979)の方法による験潮場の上下変動

Fig. 16-29 Vertical movements of the tide stations derived with the method by Kato and Tsumura (1979).

加藤&津村（１９７９）の解析方法による、各験潮場の上下変動

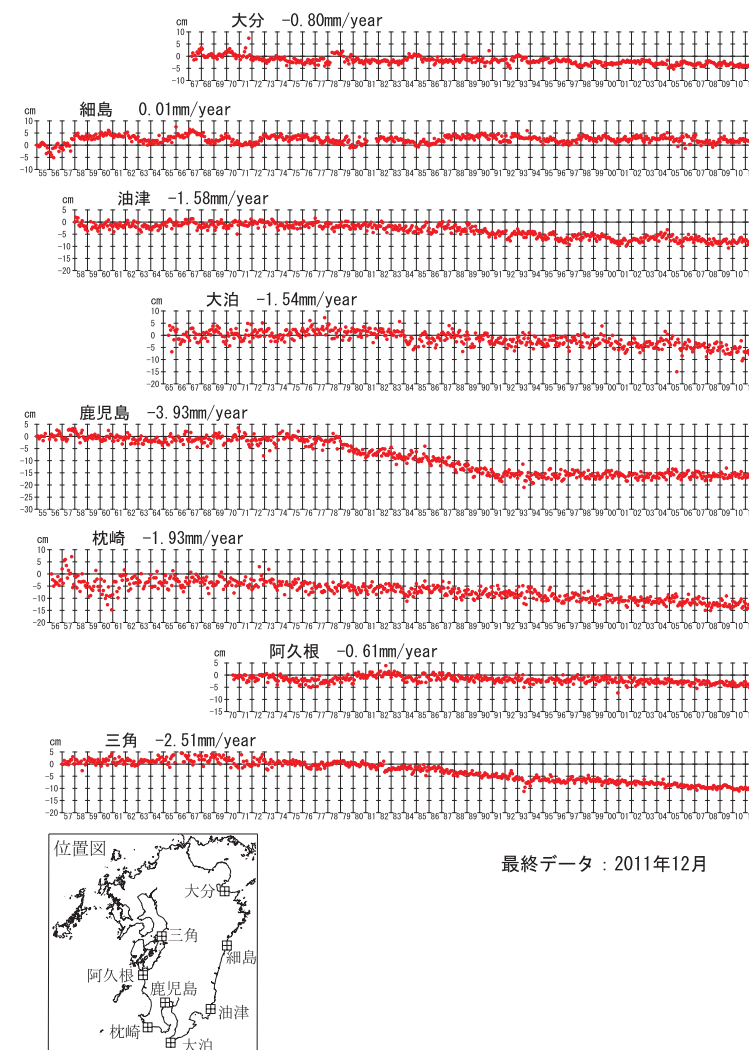
特段の傾向の変化は見られない。



第28図

加藤&津村（１９７９）の解析方法による、各験潮場の上下変動

特段の傾向の変化は見られない。



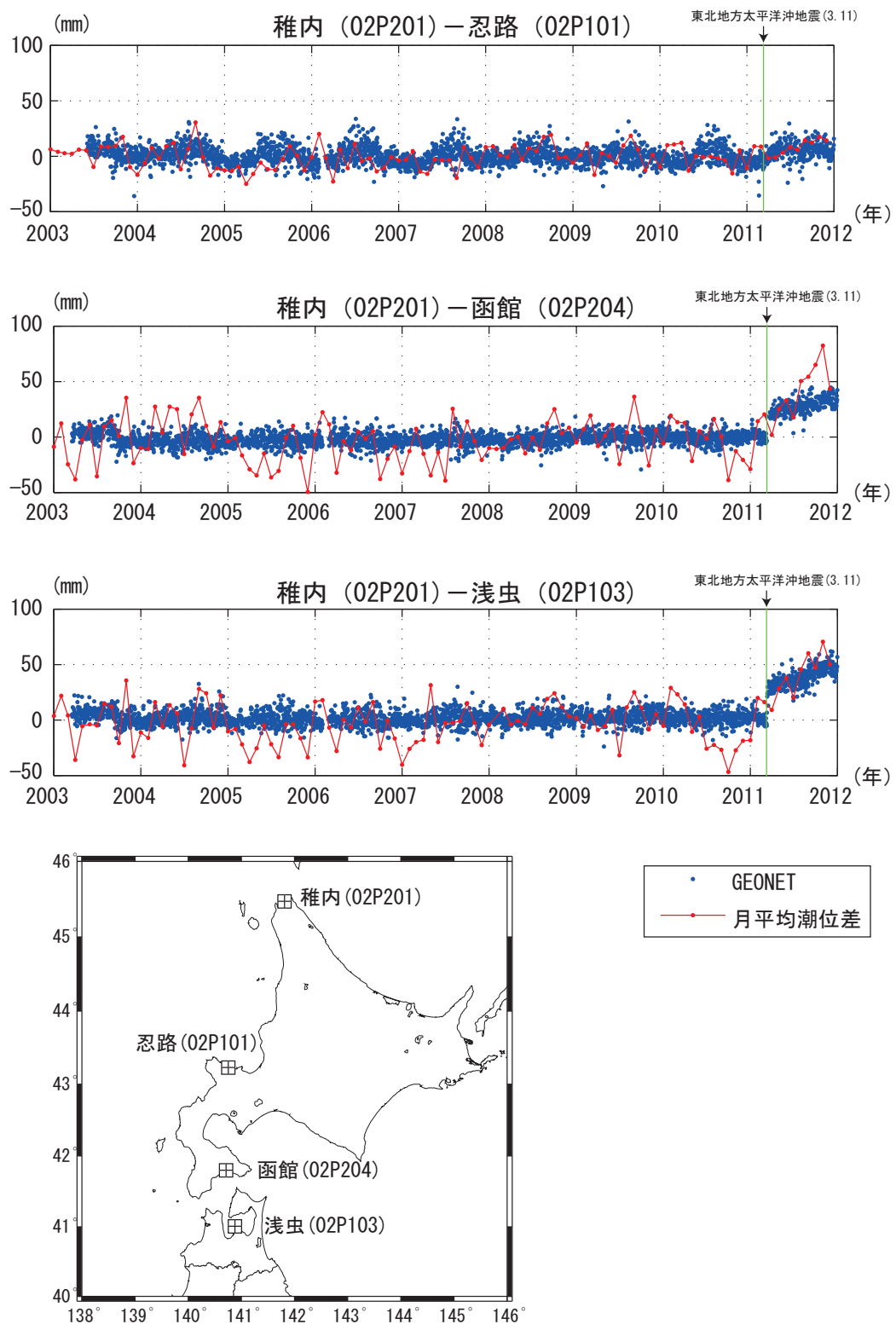
第29図

第16図～第29図 加藤・津村(1979)の方法による験潮場の上下変動

Fig. 16-29 Vertical movements of the tide stations derived with the method by Kato and Tsumura (1979).

各験潮場間の月平均潮位差とGNSS観測結果の比較

GNSSで観測されている2011年東北地方太平洋沖地震に伴う上下変動が潮位観測結果からも確認される。



第30図 各験潮場の月平均潮位差とGNSS観測結果の比較

Fig. 30 Comparison of height differences between tidegauge measurement and GNSS measurements.