

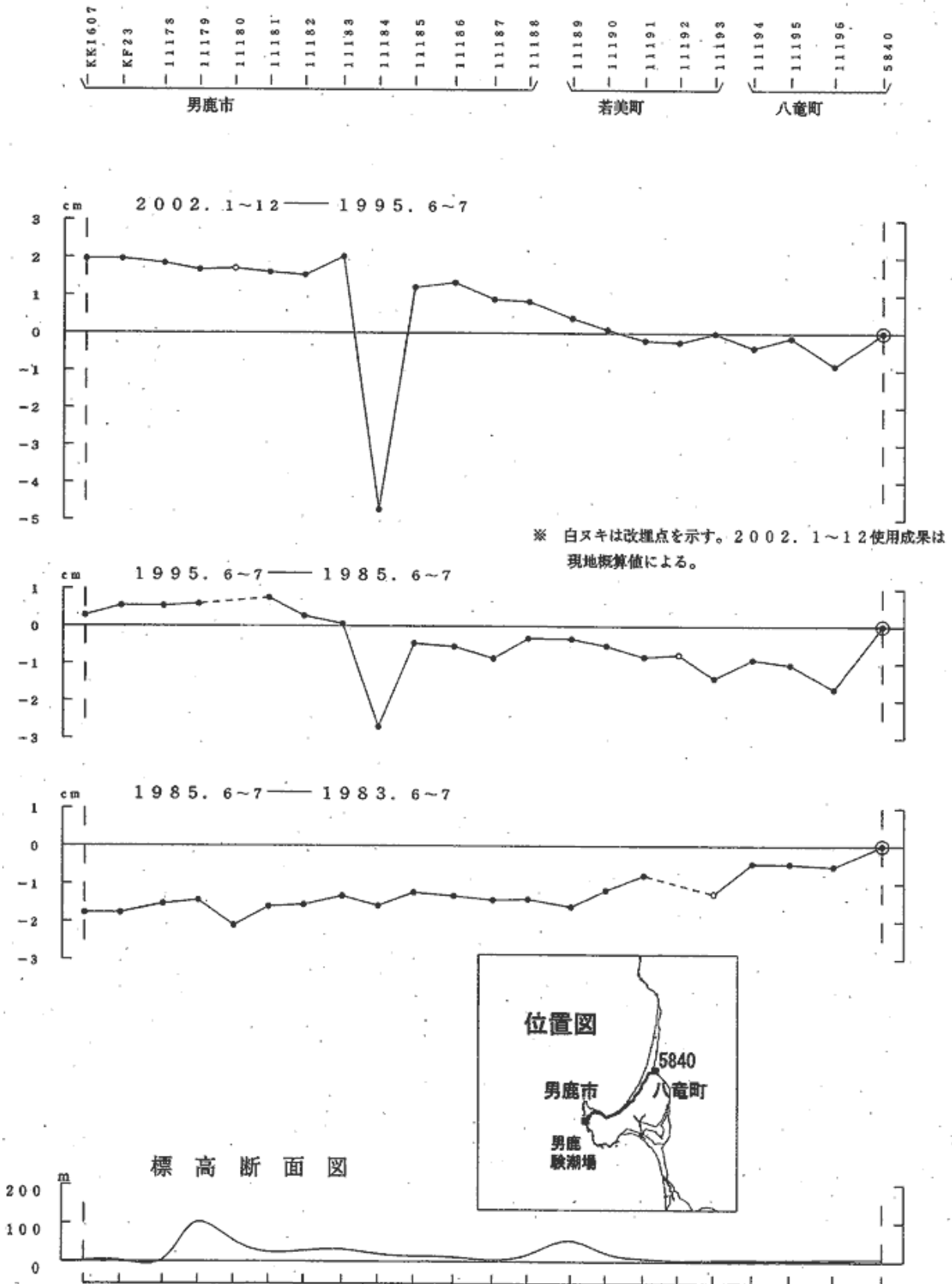
2-4 東北地方の地殻変動 Crustal Movements in the Tohoku District

国土地理院
Geographical Survey Institute

第1～8図は東北地方における水準測量結果から上下変動をプロットした図である。第1図は男鹿半島における水準測量結果であるが、1995年から約7年の変動としては半島の先端側が上がる傾向にあり、これはその前の期間である1985年～1995年10年間の傾向とほぼ一致している。第7図は牡鹿半島における水準測量結果であるが、松島湾から半島先端部の区間で約20年間の変動を見ると、先端側が隆起の傾向にある。これも前回の傾向と一致している。第8図は、関東地方から東北地方にかけての最近約10年間の上下変動の図である。全体的に見ると日本海に近い地域で一部水準原点に対して隆起の傾向にある他は、概ね沈下の傾向となっている。

第9～23図は2002年11月3日に気仙沼沖で発生したM6.2の地震に伴う地殻変動と余効変動に関連する図である。飛島から見たこの地域の電子基準点の変動を時系列グラフにした。第9図が基線図、第10～14図は生の成分変化である。第15～19図は1996年4月から2002年9月末までのデータからトレンドと年周・半年周成分を計算し、それを全期間から除去したグラフである。地震時のco-seismicな変動の他に、その後1ヶ月くらい続く変動が見られる。第20図は同じ期間で推定したトレンドを除去した後の2002年9月と2003年1月のデータから計算した水平変動ベクトルである。この変動は、11月3日の地震に関連したco-seismic及びpost-seismicな変動の合計と見なせる。また、第21図は同じトレンド除去操作の後、2002年11月4日～11月8日のデータと2003年1月のデータから計算した水平変動ベクトルで、余効変動分だけを見ていることになる図である。第22図はこのトレンド除去の操作に関連した説明、第23図はこれらの地殻変動データから推定したモデルである。余効滑りは本震と比較してほぼ同じか、やや小さいと見られる。

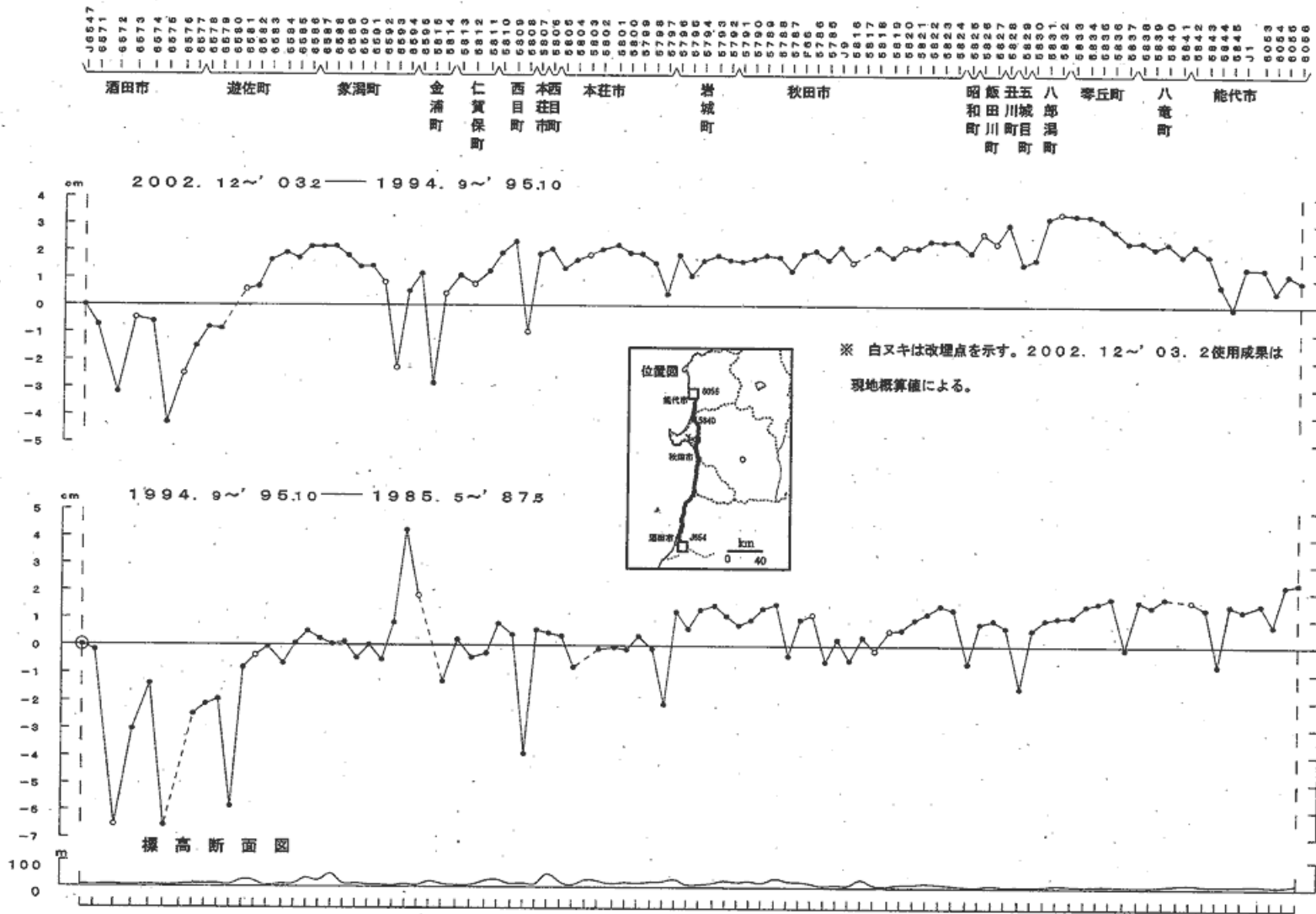
男鹿半島の上下変動



第1図 東北地方における水準測量結果

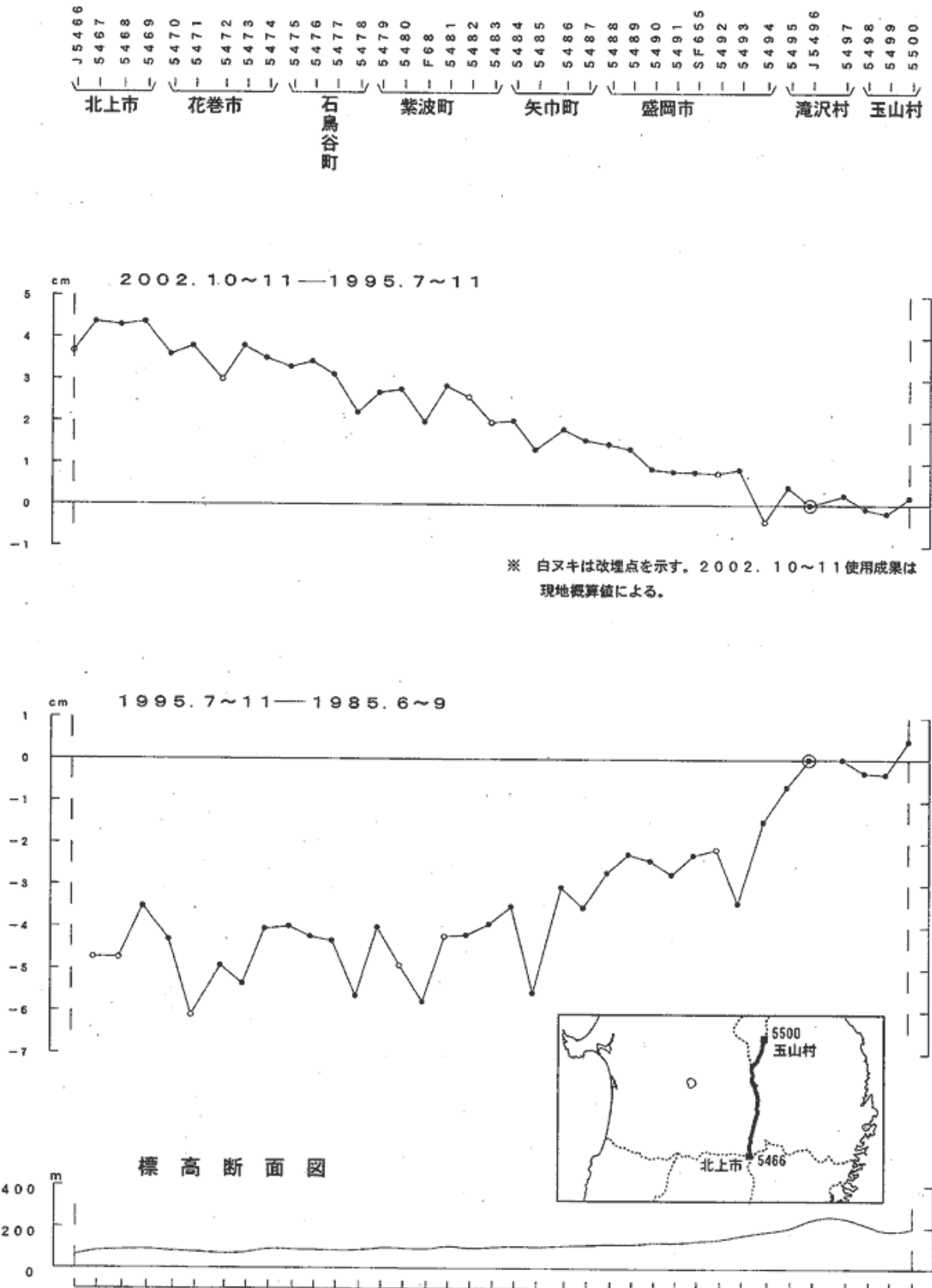
Fig.1 Results of Leveling Survey in Tohoku District.

酒田市～秋田市～能代市間の上下変動



第2図 東北地方における水準測量結果
Fig.2 Results of Leveling Survey in Tohoku District.

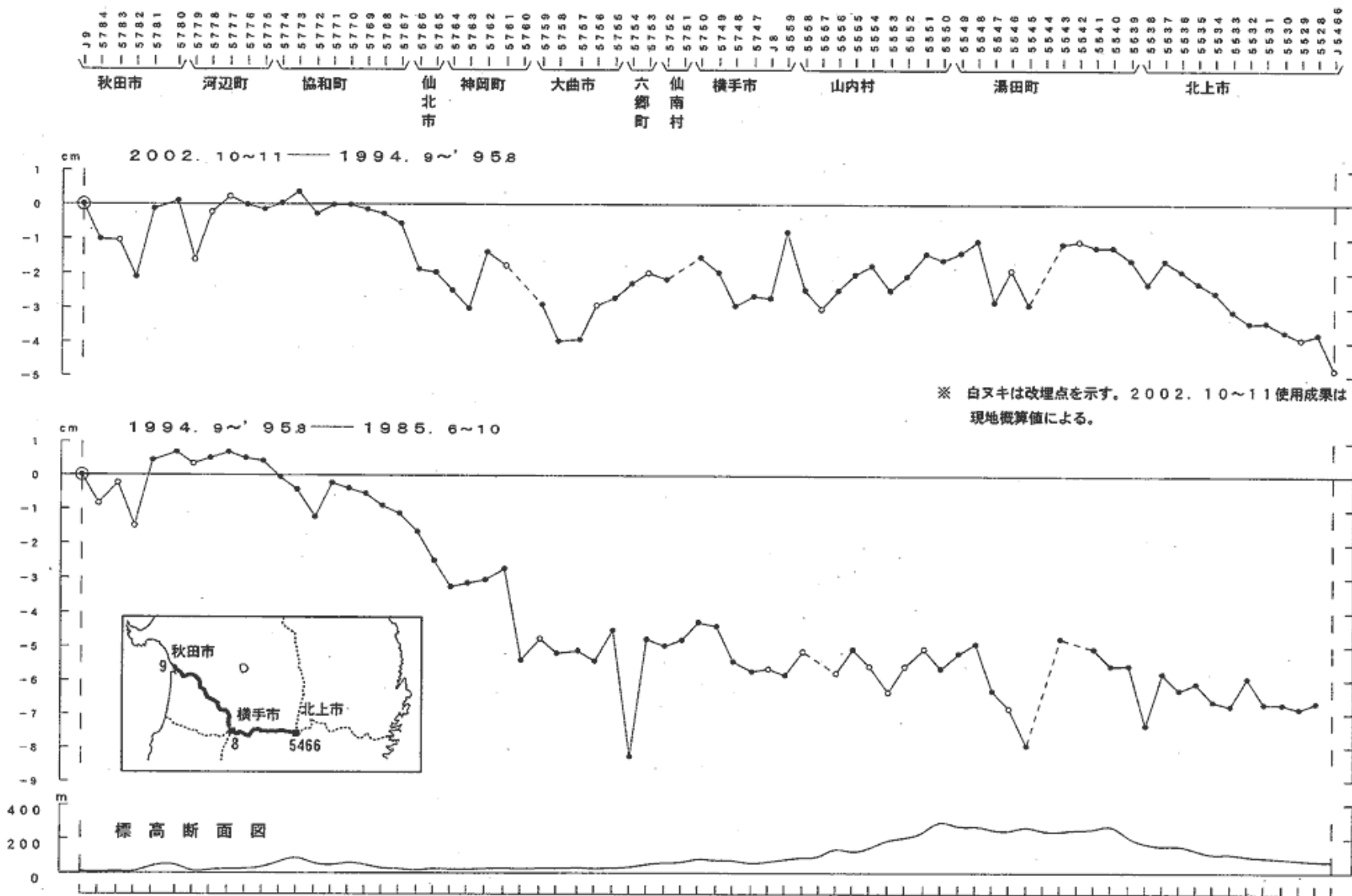
北上市～玉山村間の上下変動



第3図 東北地方における水準測量結果

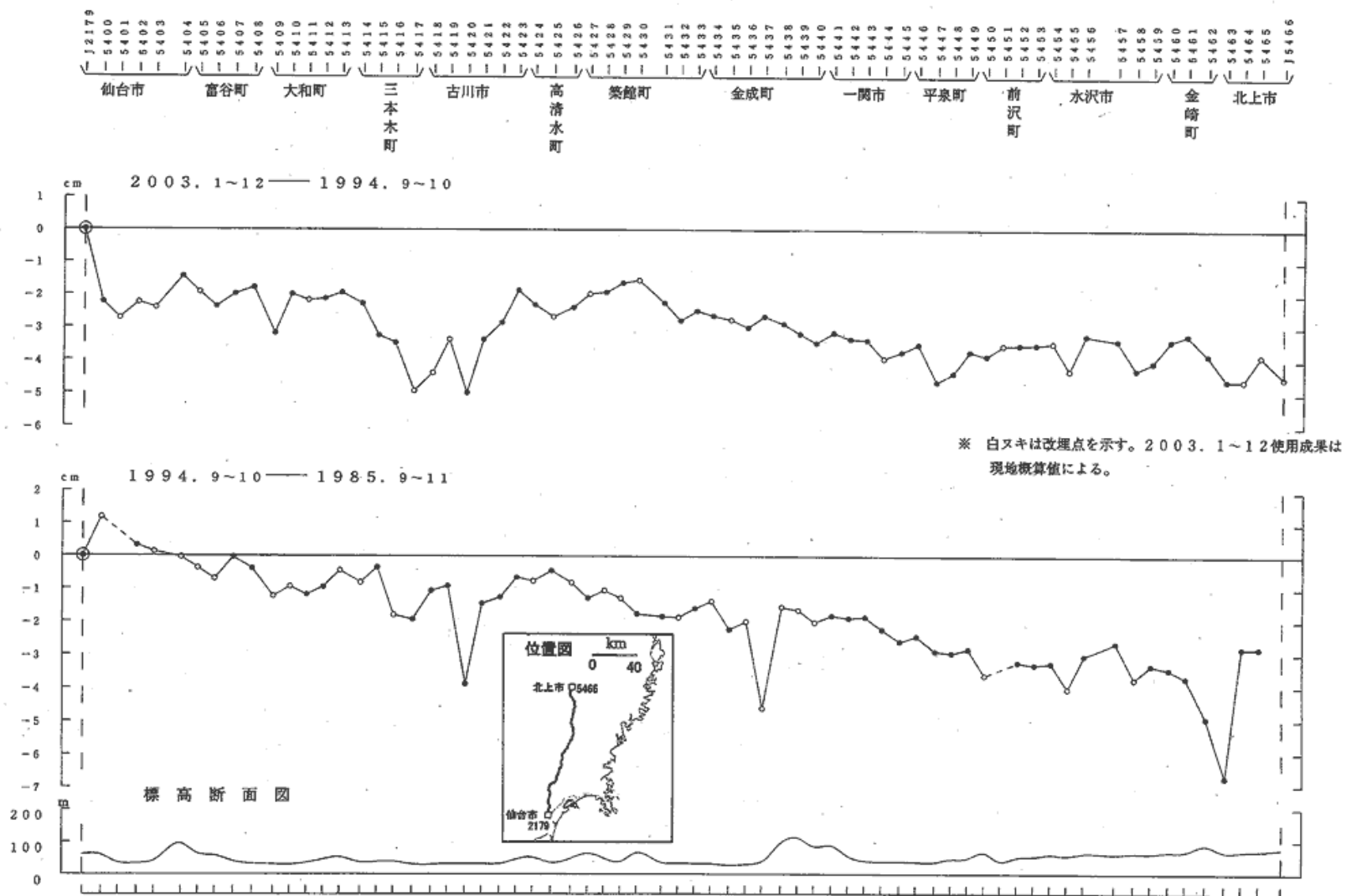
Fig.3 Results of Leveling Survey in Tohoku District.

秋田市～横手市～北上市間の上下変動



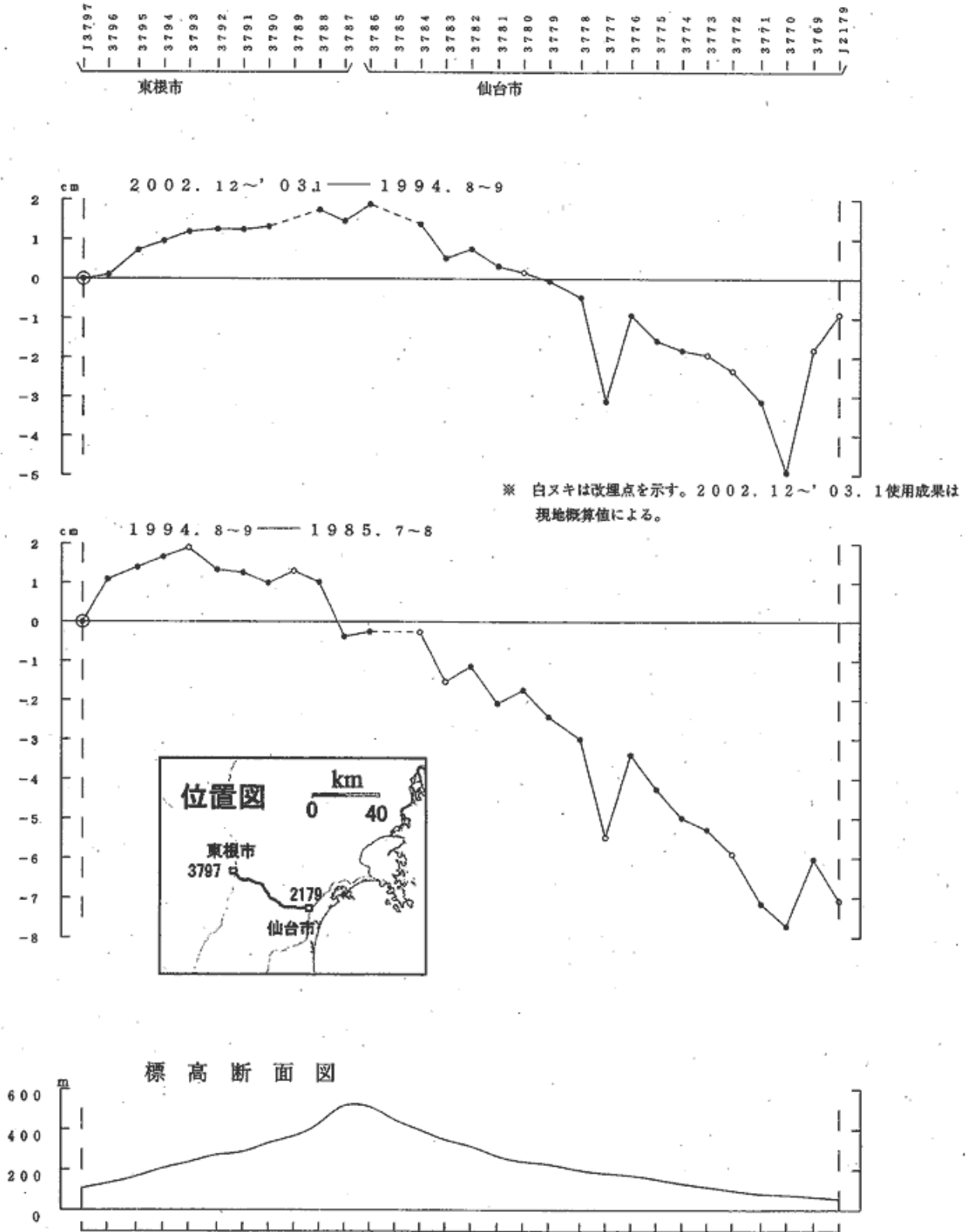
第4図 東北地方における水準測量結果
 Fig.4 Results of Leveling Survey in Tohoku District.

仙 台 市 ～ 一 関 市 ～ 北 上 市 間 の 上 下 変 動



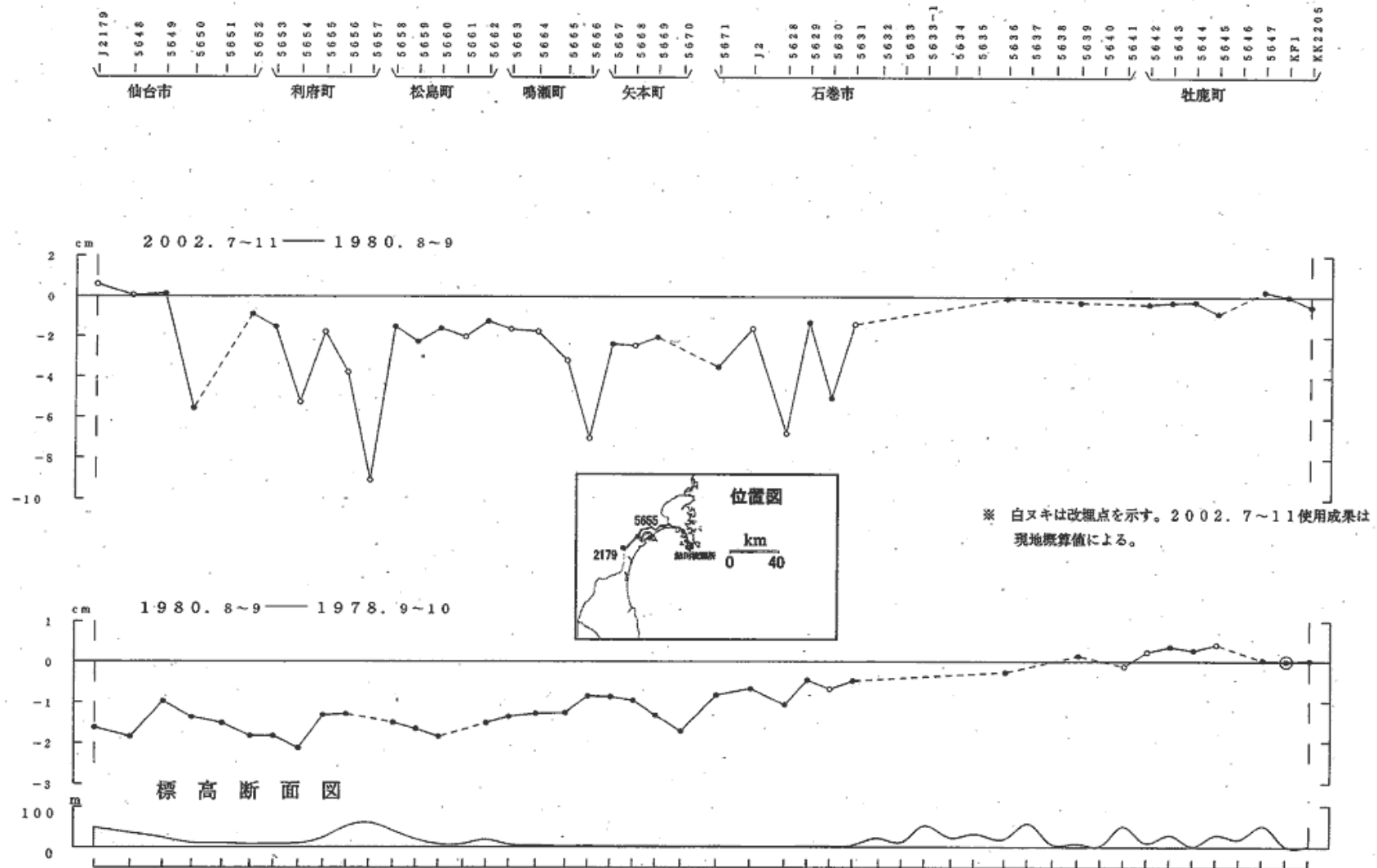
第 5 図 東北地方における水準測量結果
 Fig.5 Results of Leveling Survey in Tohoku District.

東根市～仙台市間の上下変動

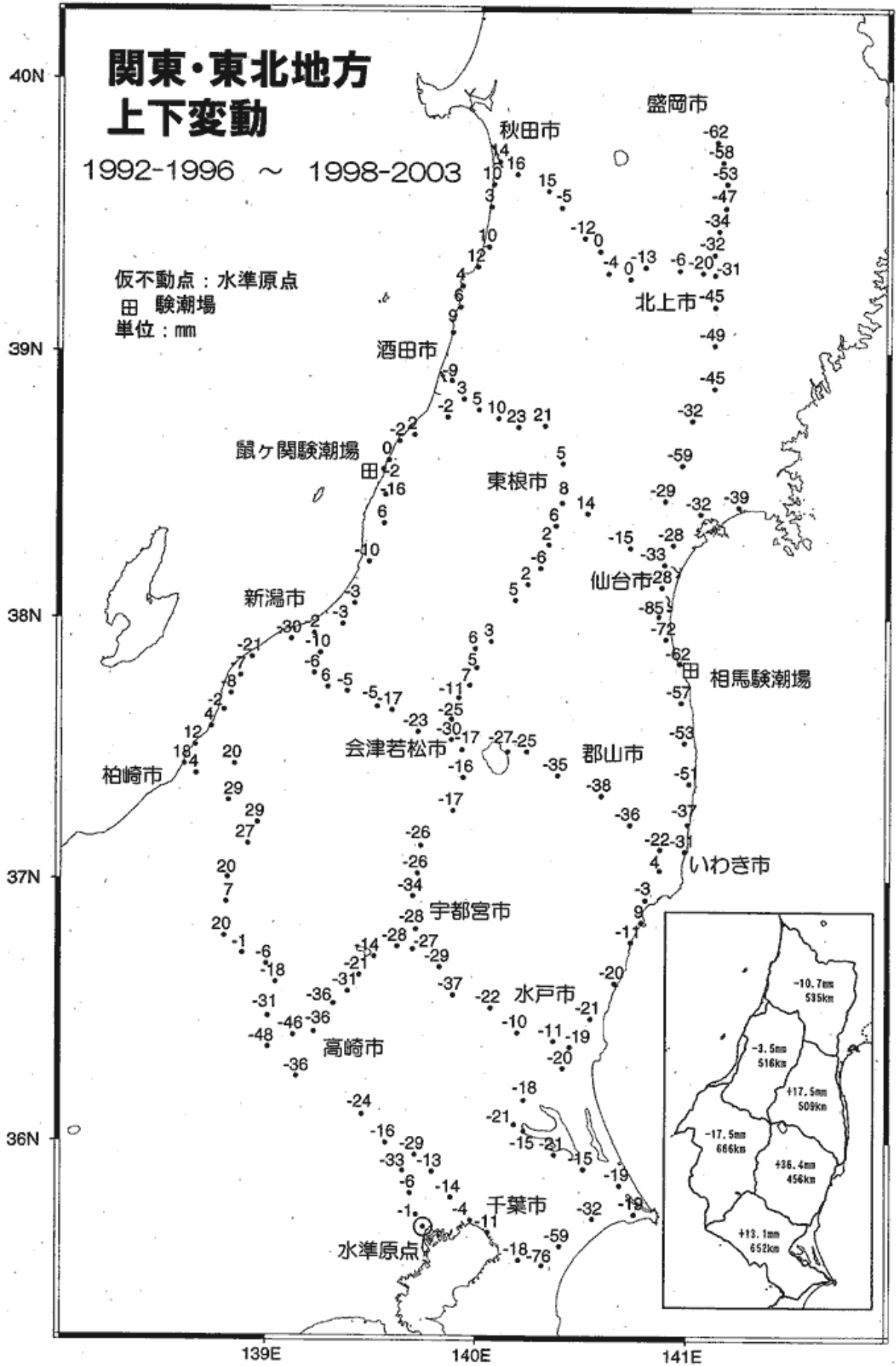


第6図 東北地方における水準測量結果
Fig.6 Results of Leveling Survey in Tohoku District.

仙台市～牡鹿町間の上下変動

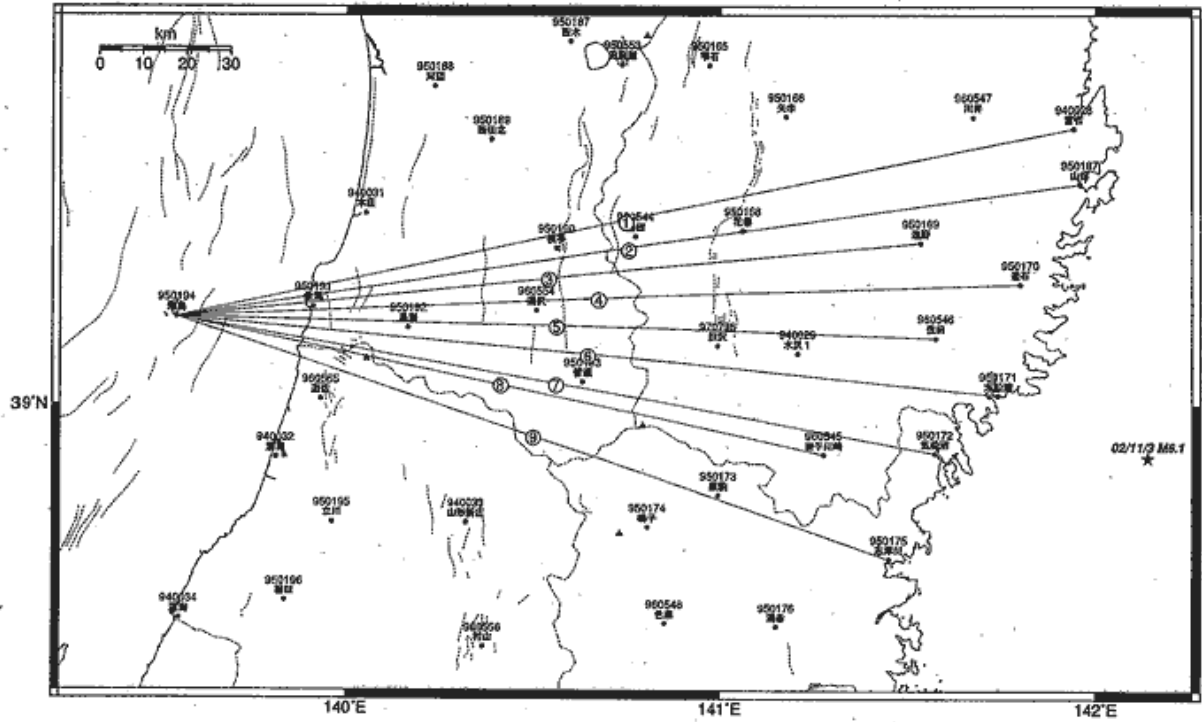


第7図 東北地方における水準測量結果
 Fig.7 Results of Leveling Survey in Tohoku District.



第 8 図 東北地方における水準測量結果
Fig.8 Results of Leveling Survey in Tohoku District.

岩手県南部地区 GPS連続観測基線図



岩手県南部地区の各観測局情報

点番号	点名	アンテナ補正	備考
940028	宮古	2002/12/20	
950167	山田	2002/12/21	
950169	遠野	2002/12/10	
950170	釜石	2003/3/13	
950171	大船渡	2003/3/12	
950172	気仙沼	2002/12/12	
950175	志津川		
950194	飛鳥		
960545	岩手川崎	2002/12/12	
960546	住田		

※2003/3/5に基準局92110(つくば1)のアンテナおよびレドームの交換を実施し、解析値に補正をしています。

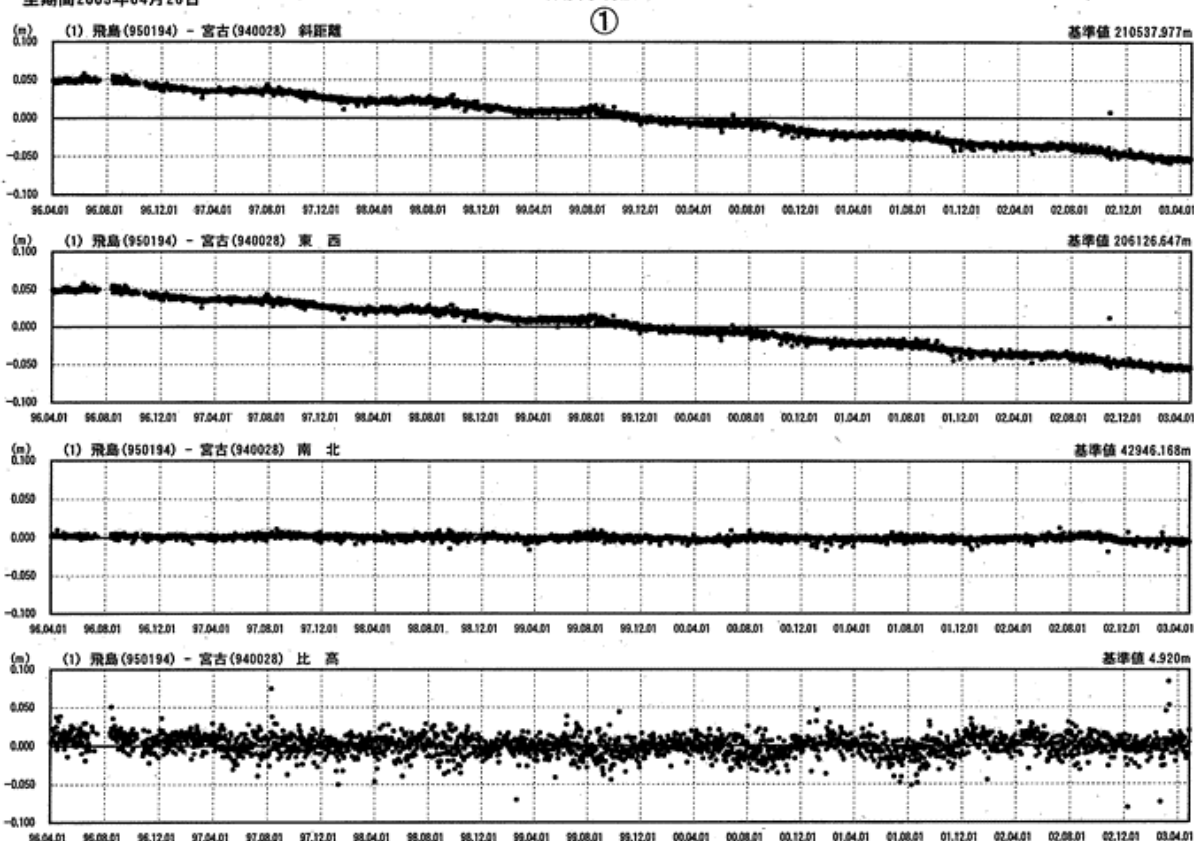
第9図 三陸沿岸におけるGPS連続観測結果(基線図)

Fig.9 Results of Continuous GPS Measurements along Sanriku Coast(baseline map).

自期間1996年04月01日
至期間2003年04月26日

成分変化グラフ

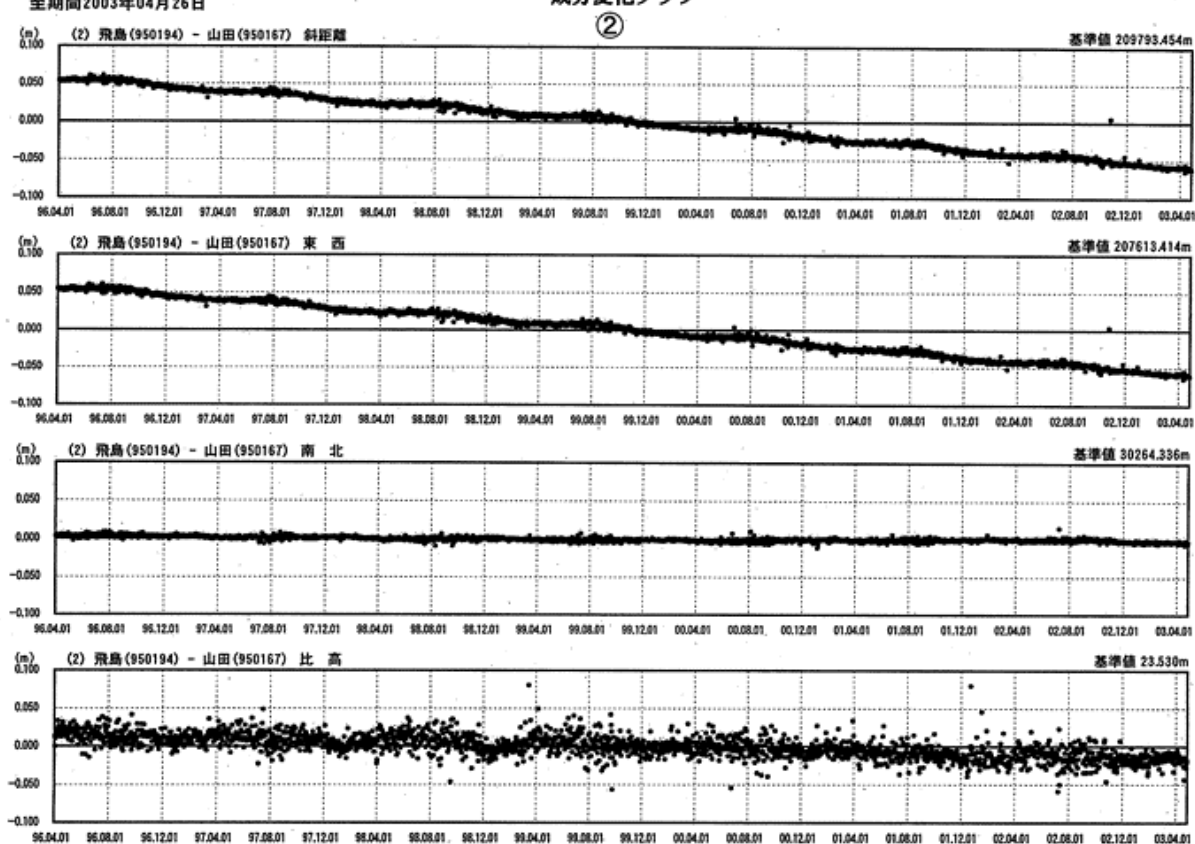
精密暦



自期間1996年04月01日
至期間2003年04月26日

成分変化グラフ

精密暦



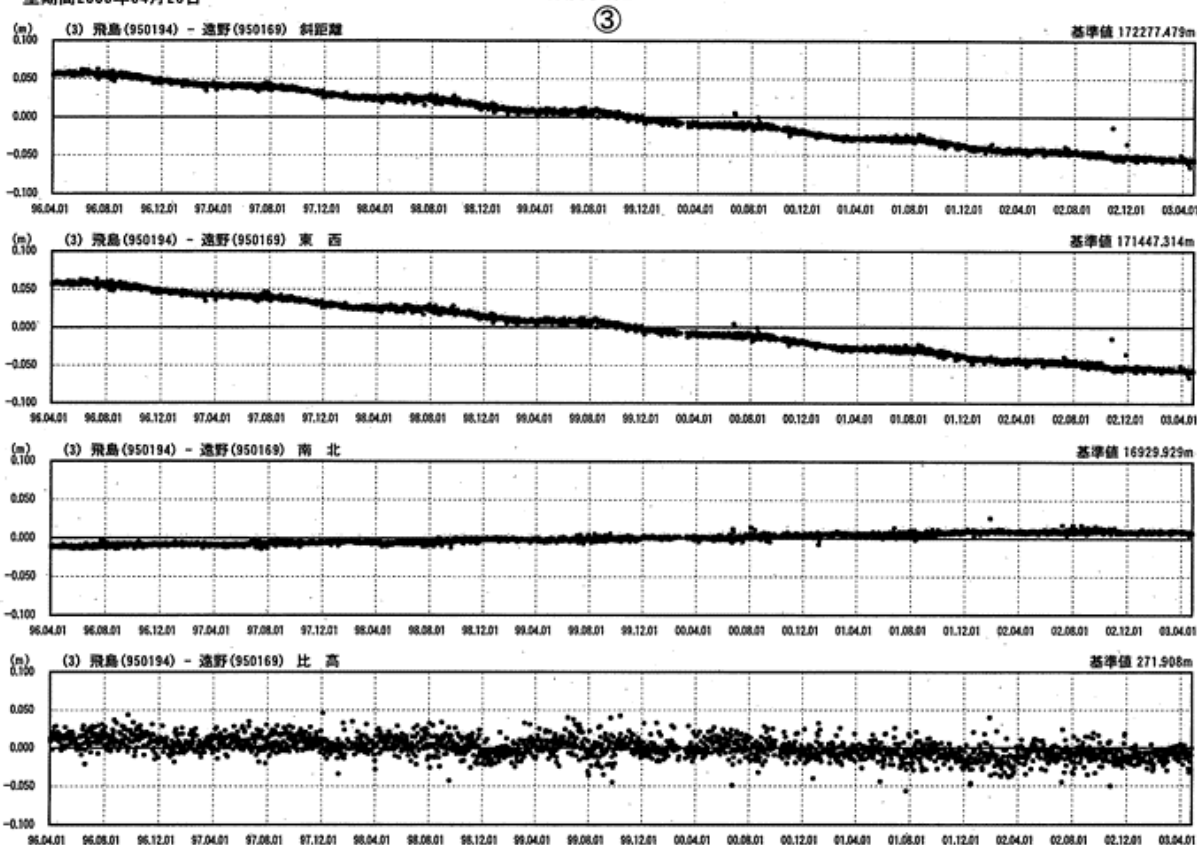
第 10 図 三陸沿岸における GPS 連続観測結果 (固定点飛鳥に対する成分毎の時系列)

Fig.10 Results of Continuous GPS Measurements along Sanriku Coast(raw components referred to Tobishima).

自期間1996年04月01日
至期間2003年04月26日

成分変化グラフ

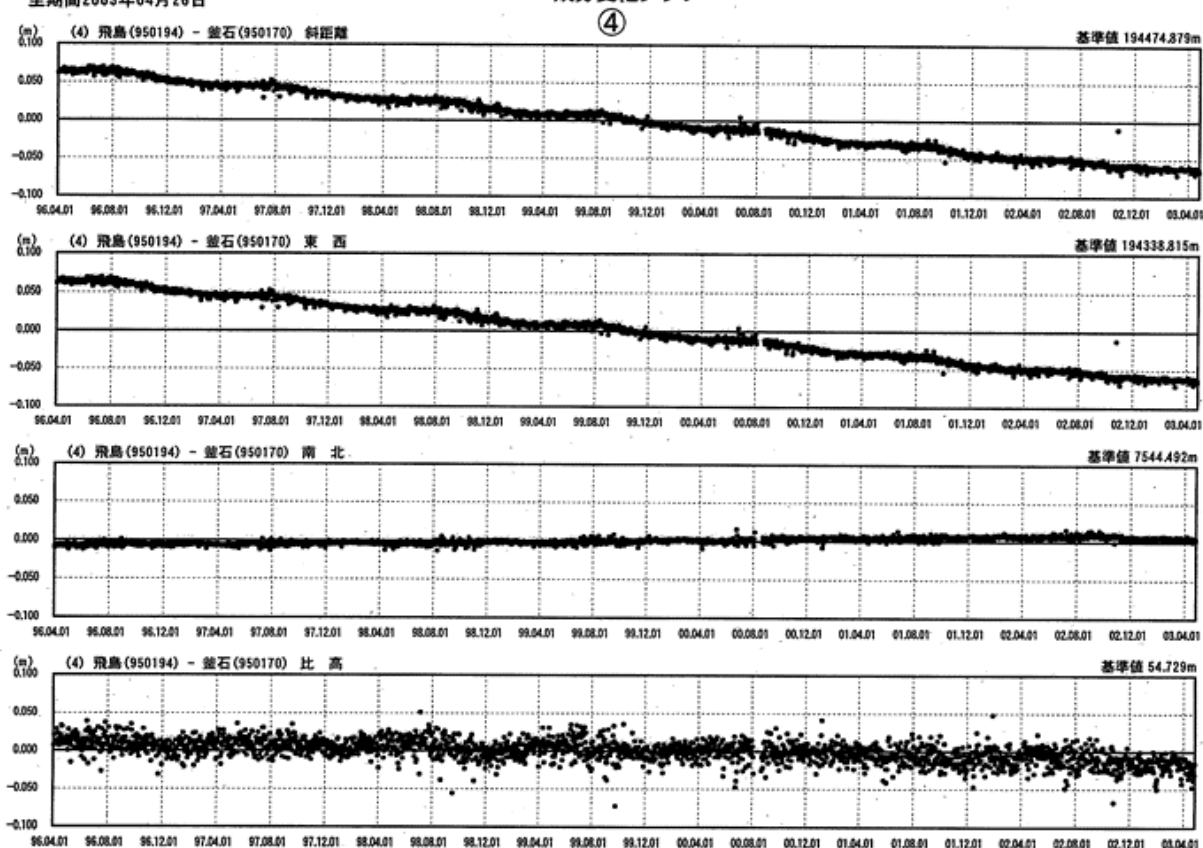
精密暦



自期間1996年04月01日
至期間2003年04月26日

成分変化グラフ

精密暦



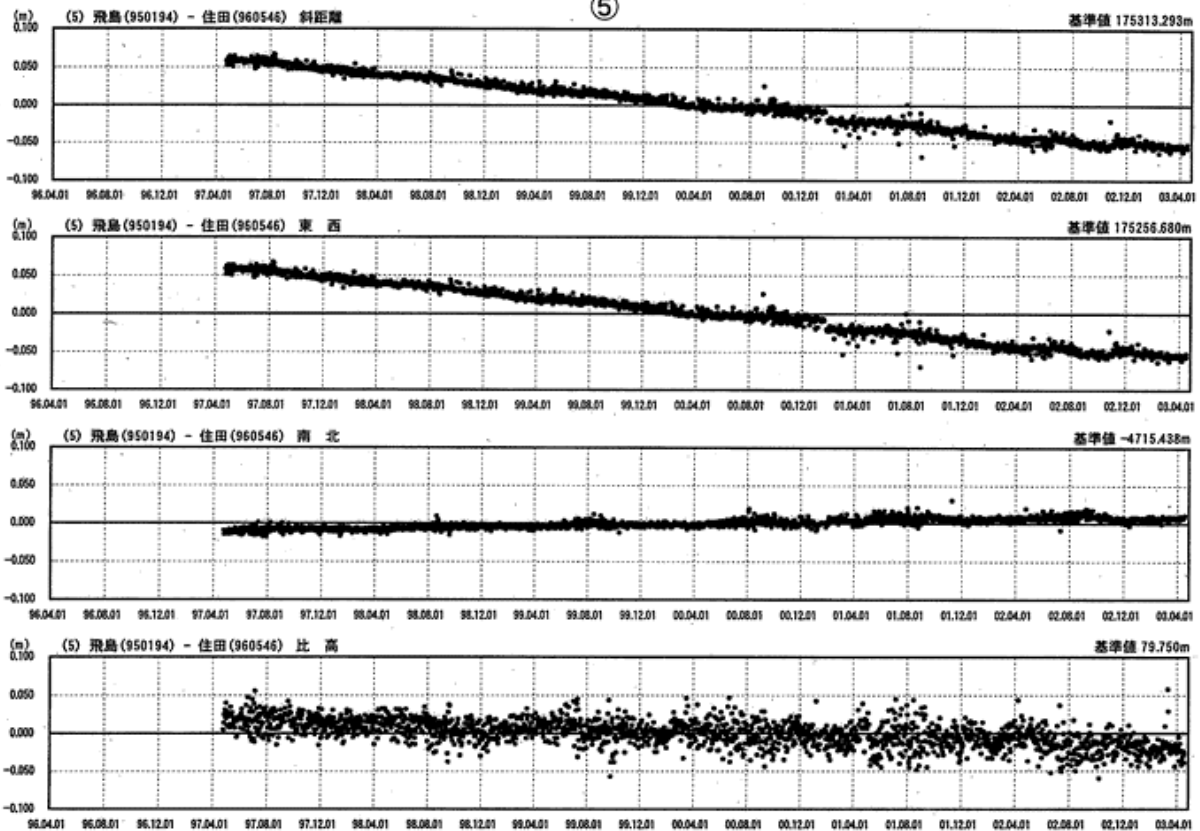
第 11 図 三陸沿岸における GPS 連続観測結果 (固定点飛島に対する成分毎の時系列)

Fig.11 Results of Continuous GPS Measurements along Sanriku Coast(raw components referred to Tobishima).

自期間1996年04月01日
至期間2003年04月26日

成分変化グラフ

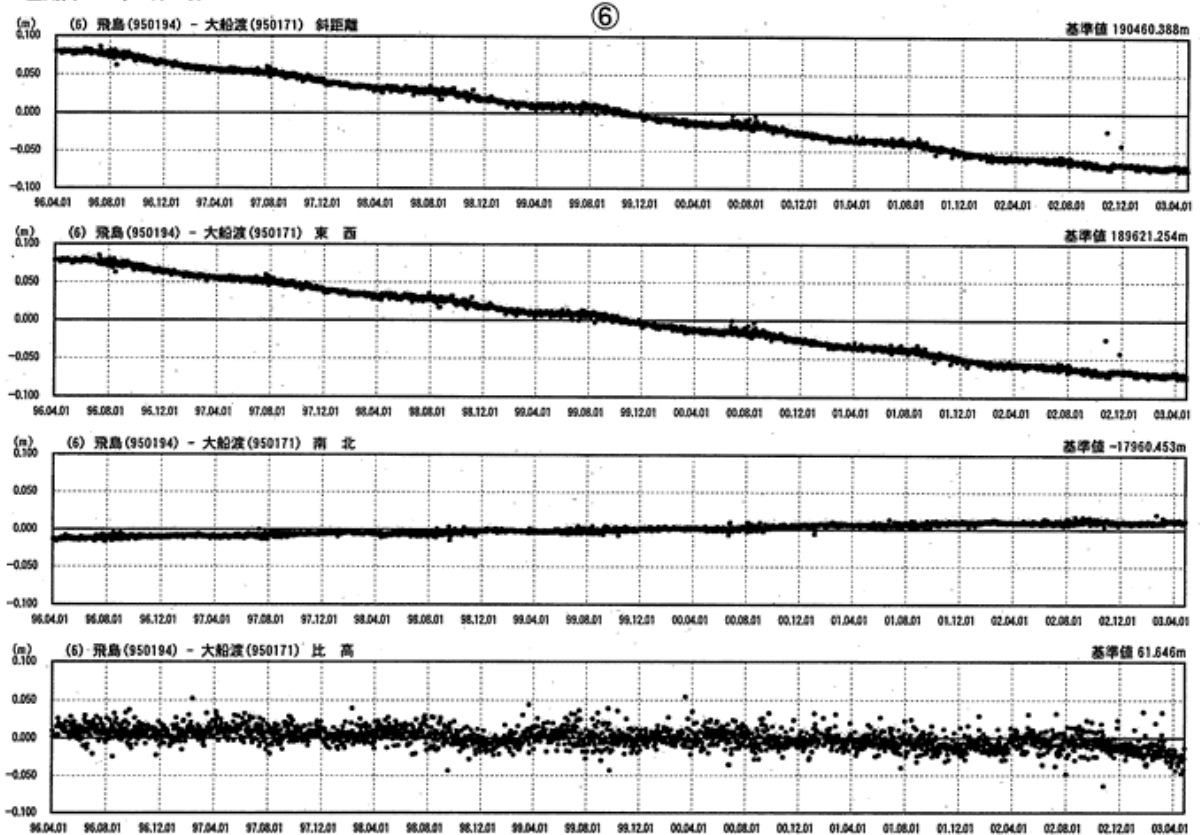
精密暦



自期間1996年04月01日
至期間2003年04月26日

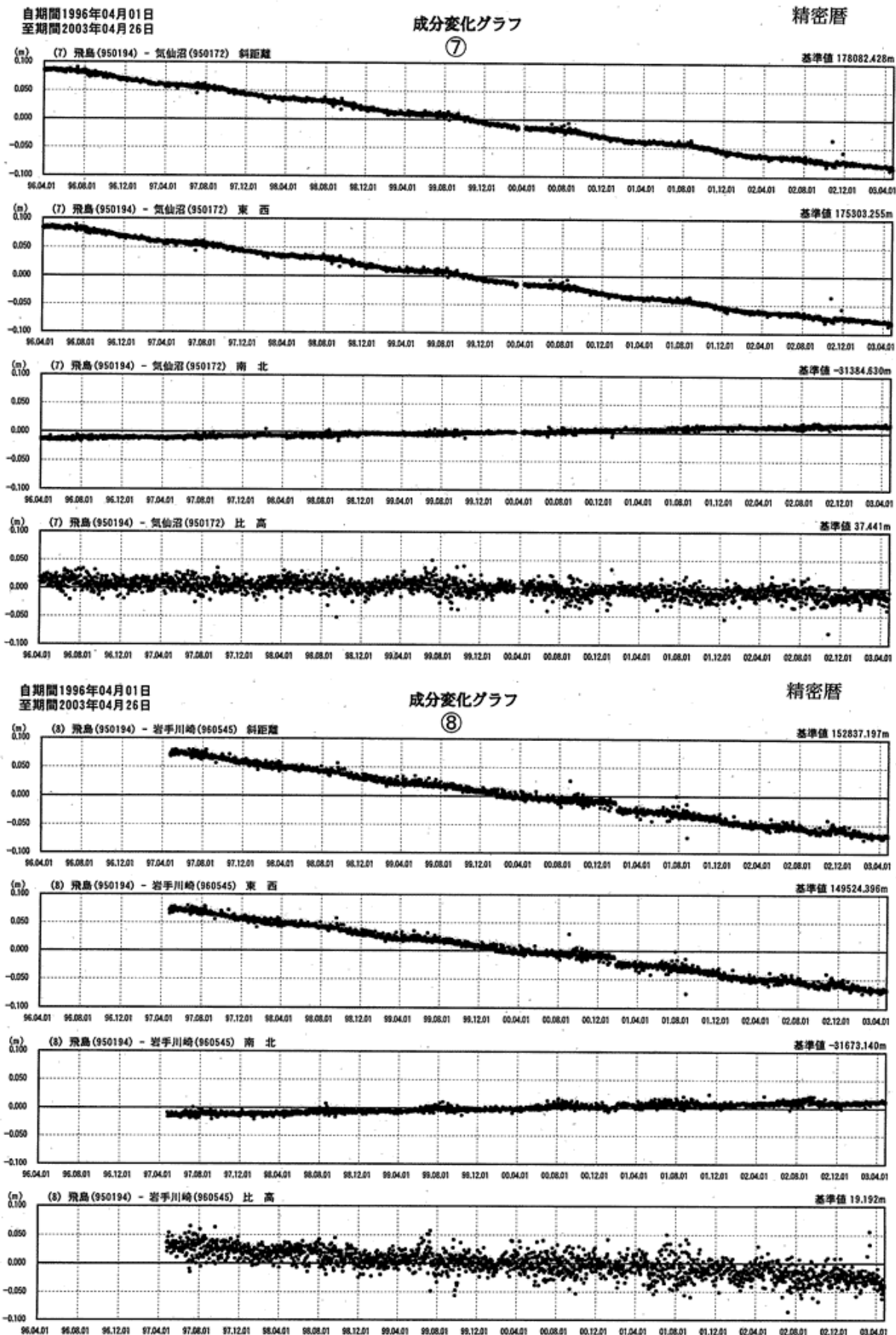
成分変化グラフ

精密暦



第 12 図 三陸沿岸における GPS 連続観測結果 (固定点飛鳥に対する成分毎の時系列)

Fig.12 Results of Continuous GPS Measurements along Sanriku Coast(raw components referred to Tobishima).



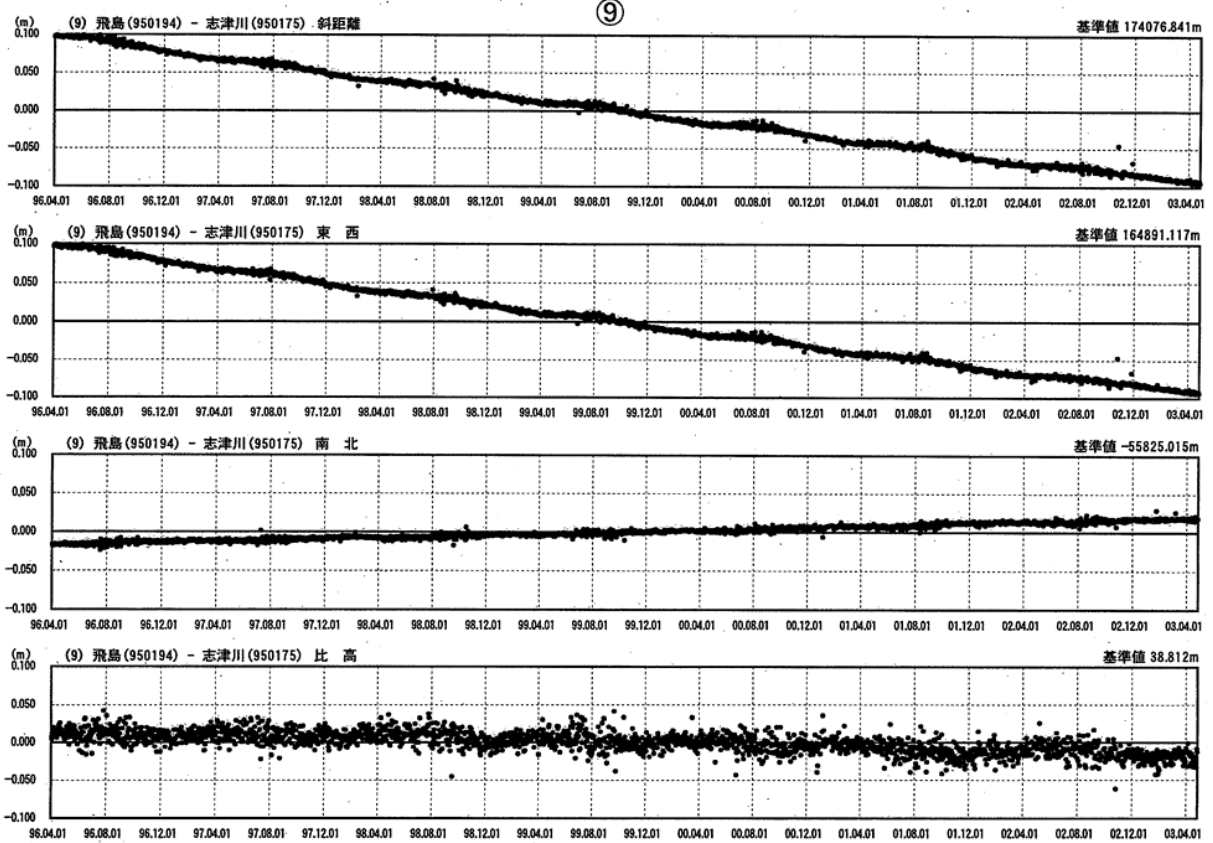
第 13 図 三陸沿岸における GPS 連続観測結果 (固定点飛島に対する成分毎の時系列)

Fig.13 Results of Continuous GPS Measurements along Sanriku Coast(raw components referred to Tobishima).

自期間1996年04月01日
至期間2003年04月26日

成分変化グラフ

精密暦



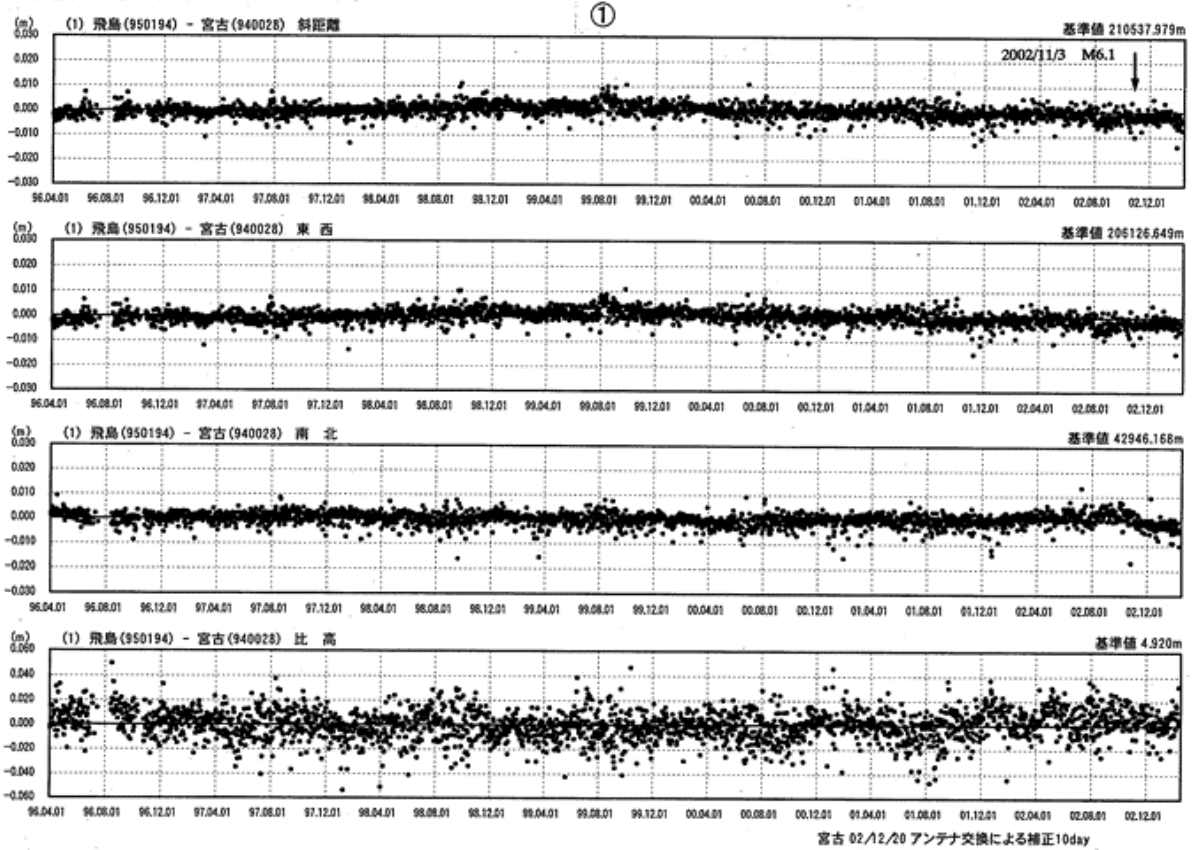
第 14 図 三陸沿岸における GPS 連続観測結果 (固定点飛鳥に対する成分毎の時系列)

Fig.14 Results of Continuous GPS Measurements along Sanriku Coast(raw components referred to Tobishima).

自期間1996年04月01日
至期間2003年02月11日

傾斜・年周・半年周補正グラフ (成分表示)

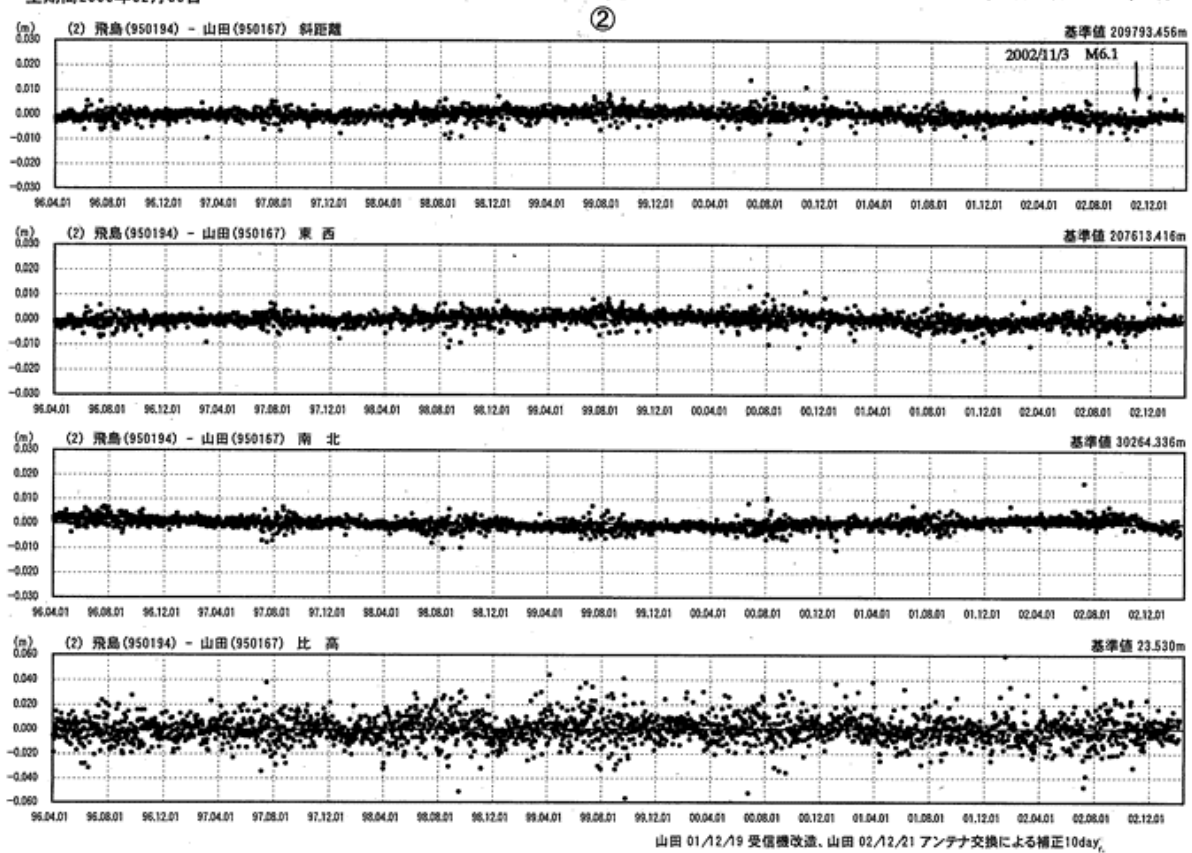
Slant:1996年04月01日 - 2002年09月30日



自期間1996年04月01日
至期間2003年02月06日

傾斜・年周・半年周補正グラフ (成分表示)

Slant:1996年04月01日 - 2002年09月30日

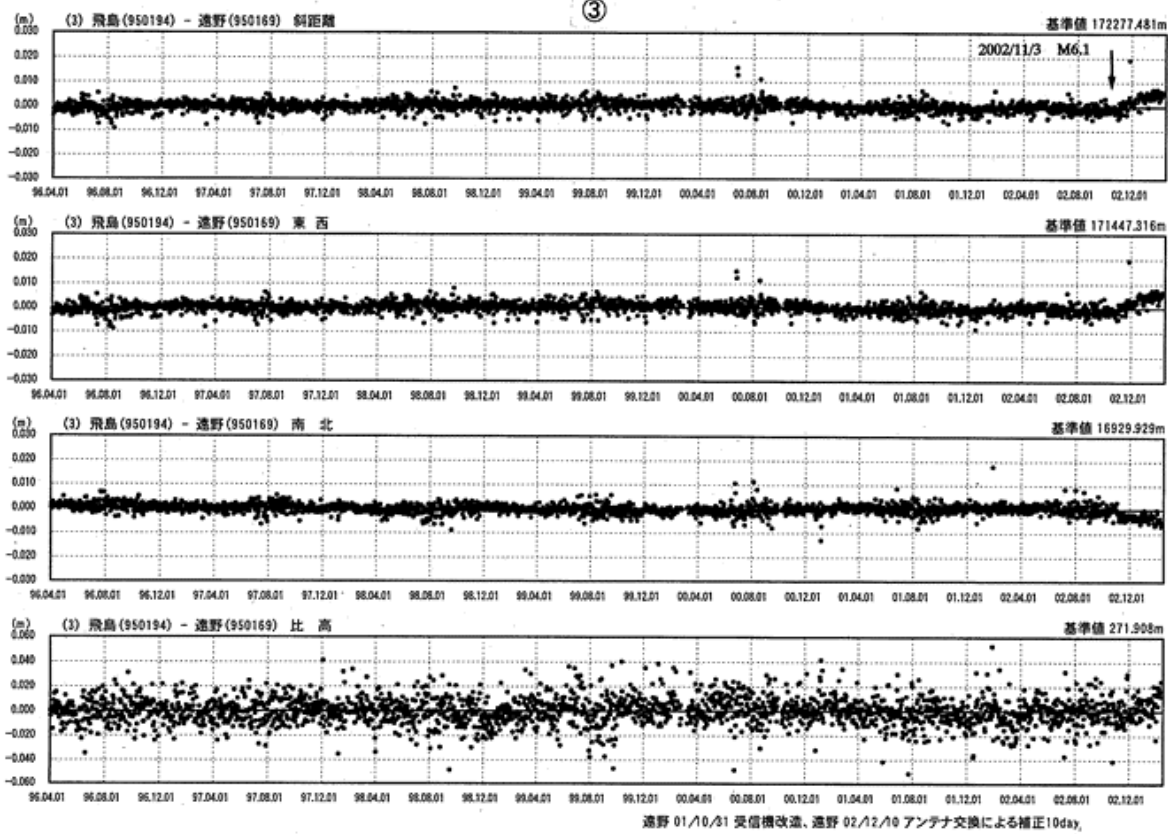


第 15 図 三陸沿岸における GPS 連続観測結果 (固定点飛鳥に対するトレンドを除去した時系列)
Fig.15 Results of Continuous GPS Measurements along Sanriku Coast(detrended components referred to Tobishima).

自期間1996年04月01日
至期間2003年02月11日

傾斜・年周・半年周補正グラフ (成分表示)

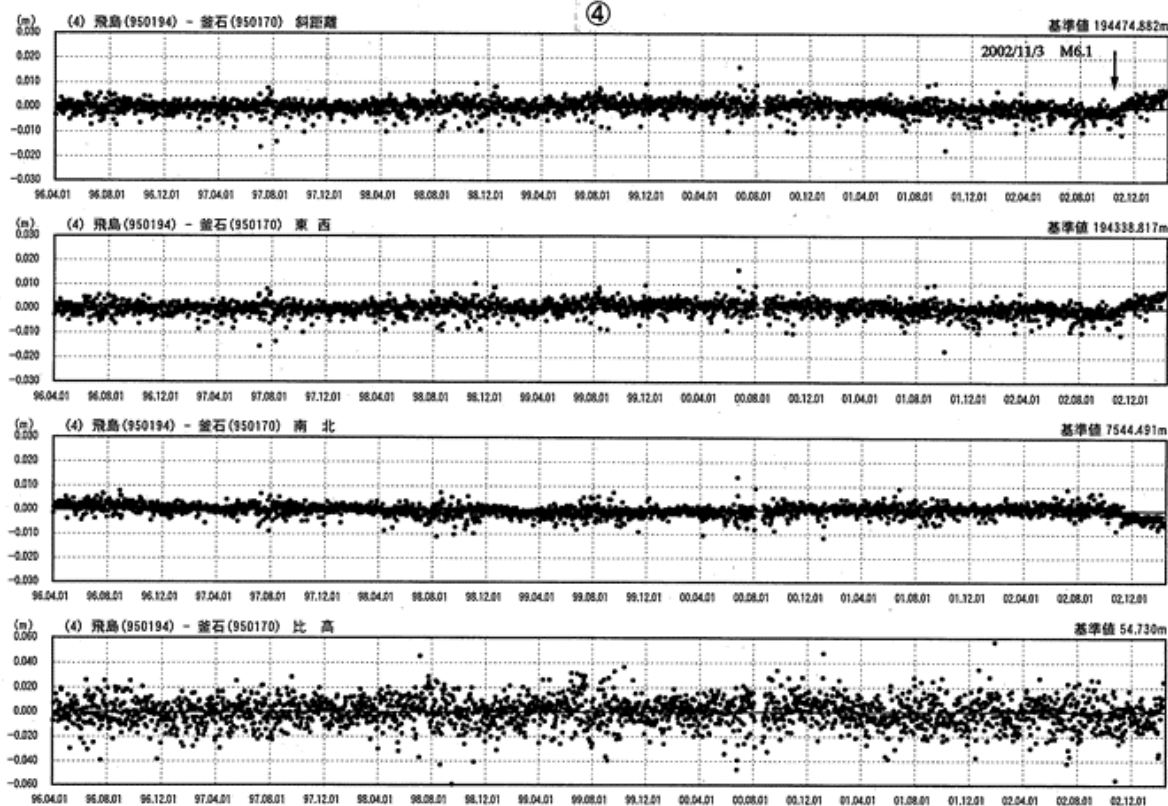
Slant:1996年04月01日 - 2002年09月30日



自期間1996年04月01日
至期間2003年02月11日

傾斜・年周・半年周補正グラフ (成分表示)

Slant:1996年04月01日 - 2002年09月30日

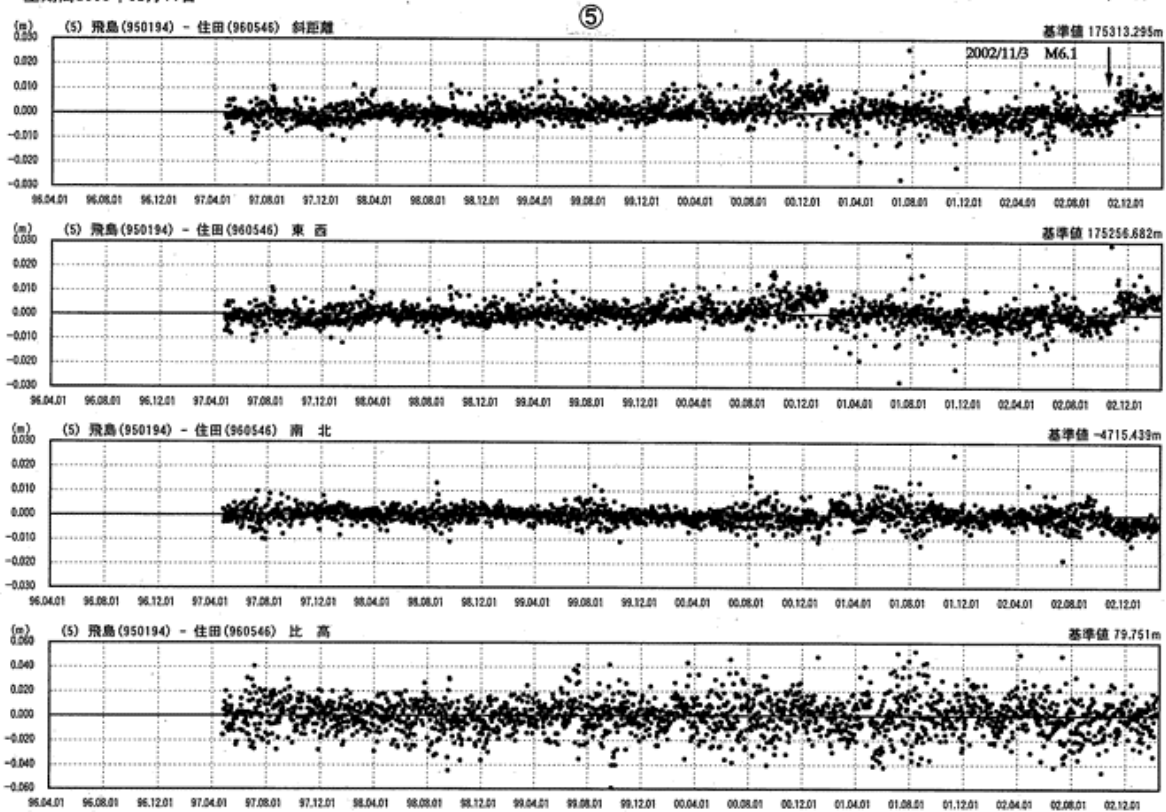


第 16 図 三陸沿岸における GPS 連続観測結果 (固定点飛島に対するトレンドを除去した時系列)
Fig.16 Results of Continuous GPS Measurements along Sanriku Coast(detrended components referred to Tobishima).

自期間1997年04月24日
至期間2003年02月11日

傾斜・年周・半年周補正グラフ (成分表示)

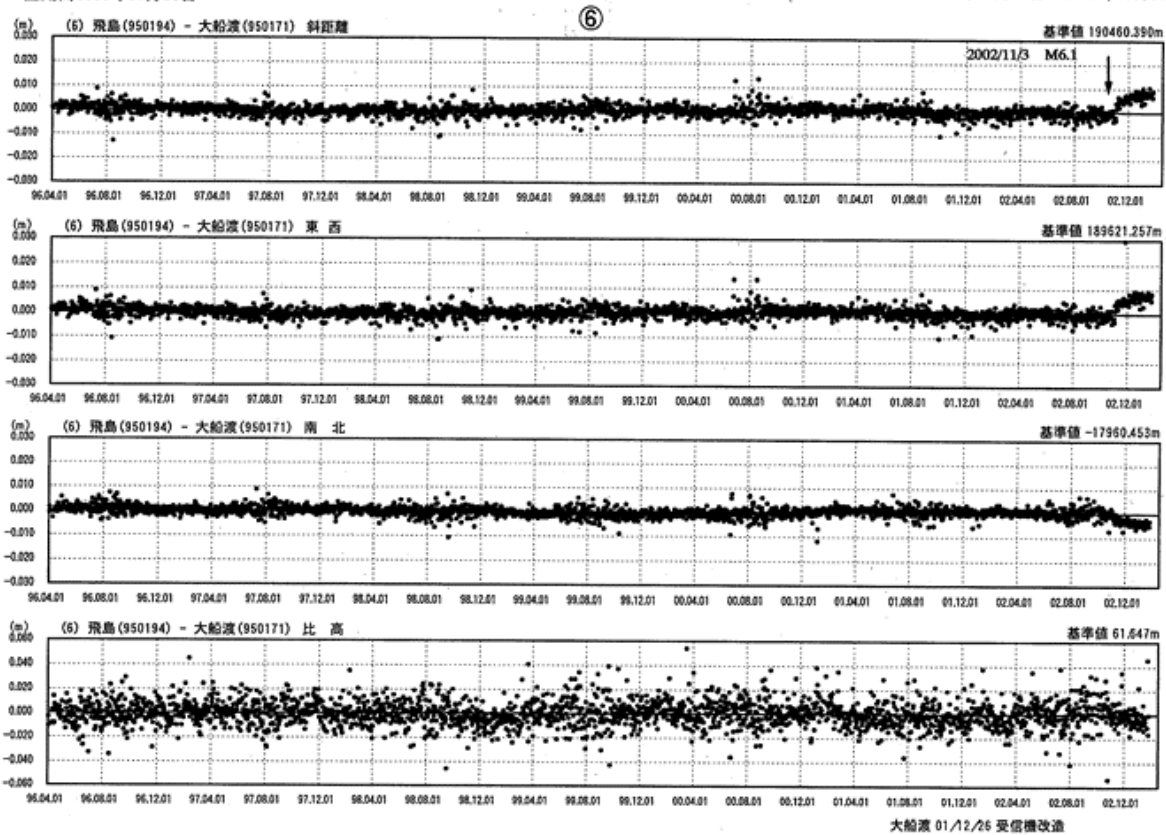
Slant:1996年04月01日 - 2002年09月30日



自期間1996年04月01日
至期間2003年01月25日

傾斜・年周・半年周補正グラフ (成分表示)

Slant:1996年04月01日 - 2002年09月30日

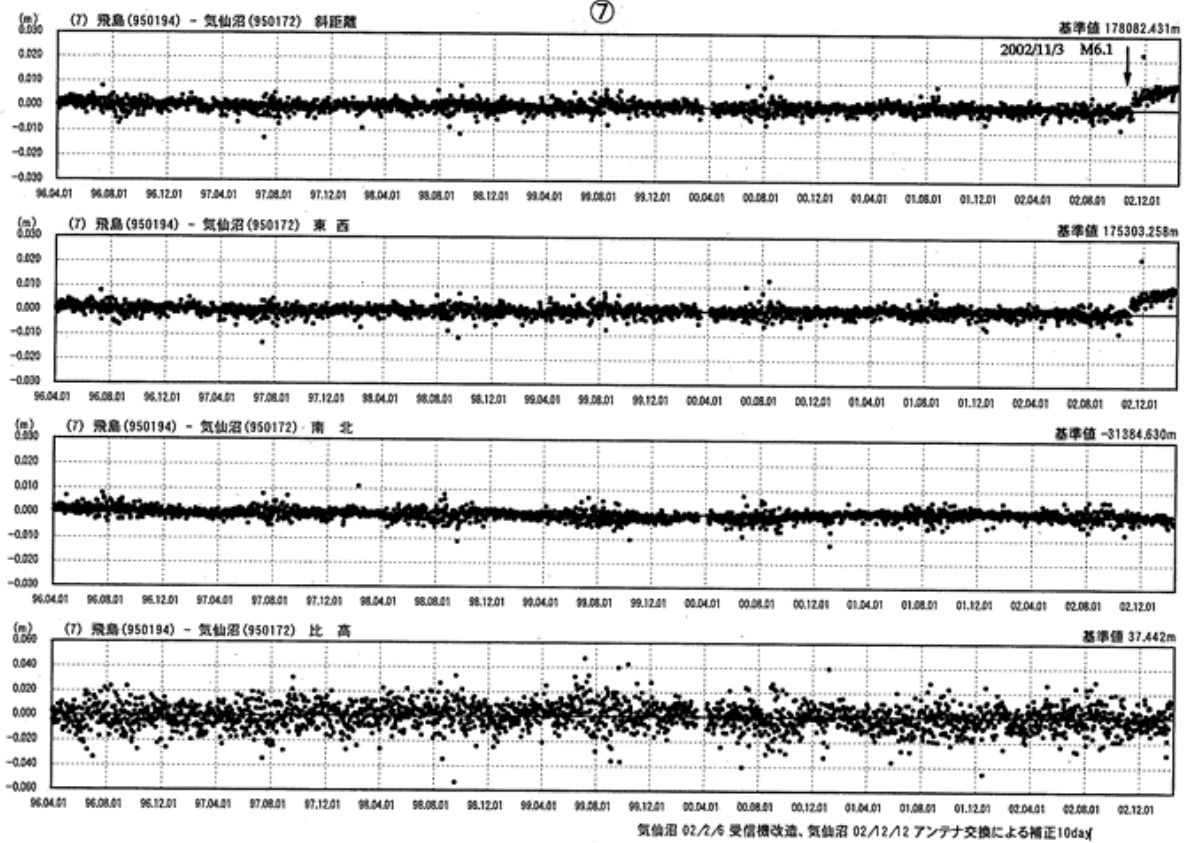


第 17 図 三陸沿岸における GPS 連続観測結果 (固定点飛島に対するトレンドを除去した時系列)
Fig.17 Results of Continuous GPS Measurements along Sanriku Coast(detrended components referred to Tobishima).

自期間1996年04月01日
至期間2003年02月11日

傾斜・年周・半年周補正グラフ (成分表示)

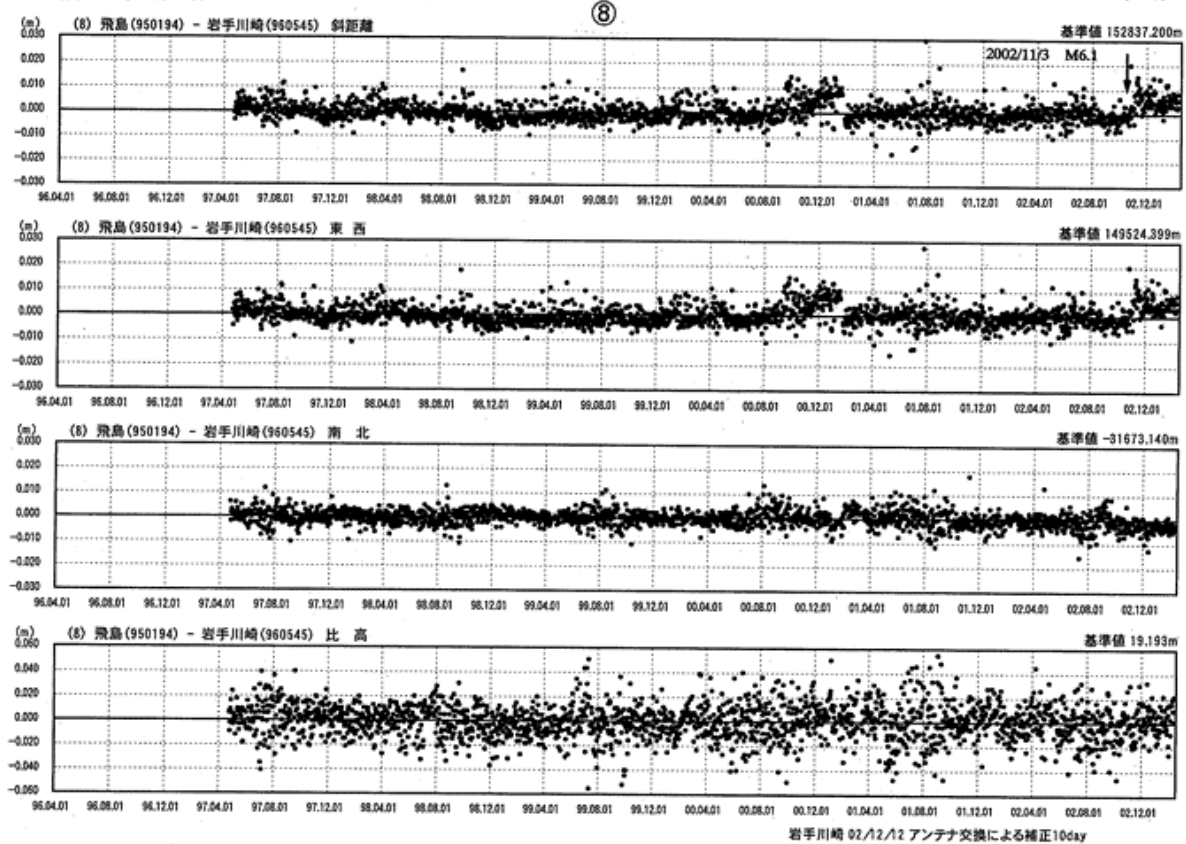
Slant:1996年04月01日 - 2002年09月30日



自期間1997年04月24日
至期間2003年02月11日

傾斜・年周・半年周補正グラフ (成分表示)

Slant:1996年04月01日 - 2002年09月30日



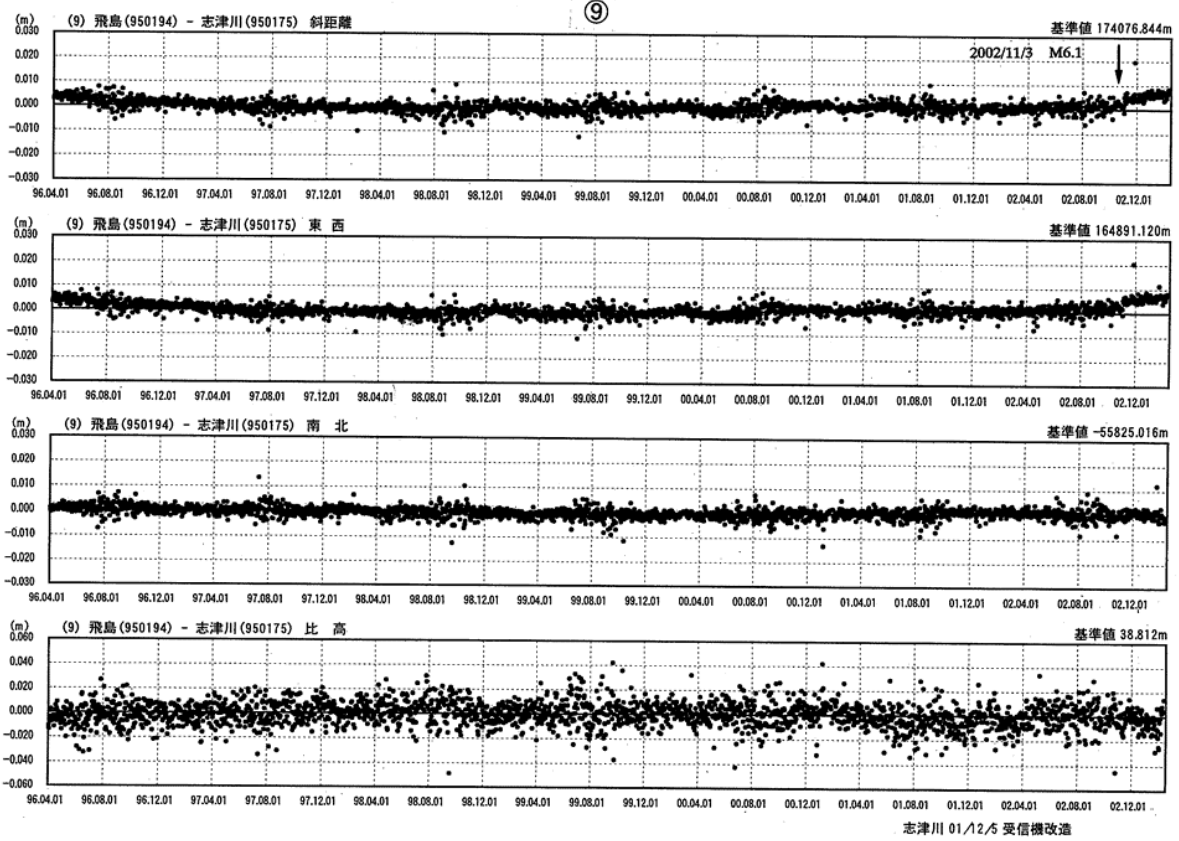
第 18 図 三陸沿岸における GPS 連続観測結果 (固定点飛鳥に対するトレンドを除去した時系列)

Fig.18 Results of Continuous GPS Measurements along Sanriku Coast(detrended components referred to Tobishima).

自期間1996年04月01日
至期間2003年02月11日

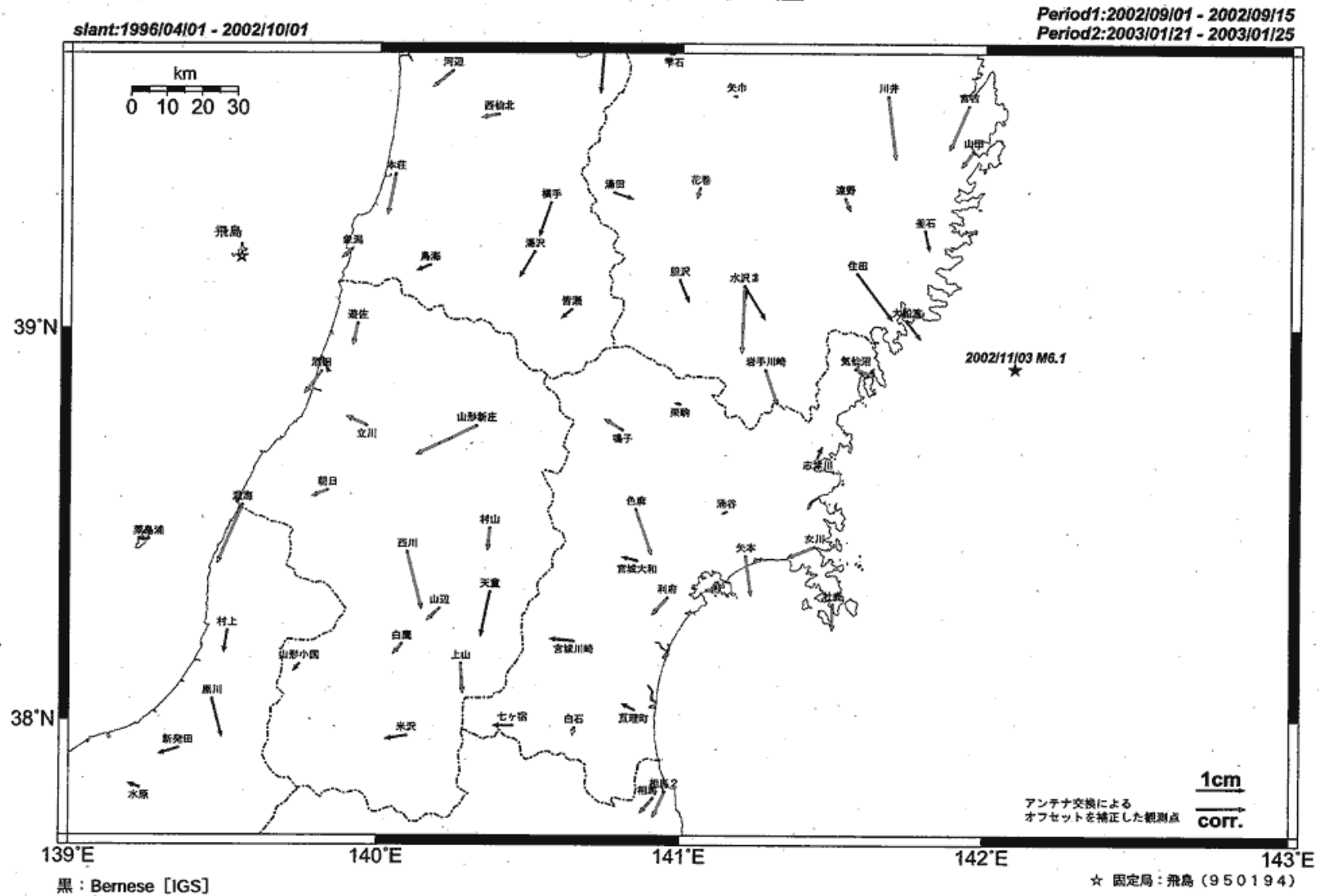
傾斜・年周・半年周補正グラフ (成分表示)

Slant:1996年04月01日 - 2002年09月30日



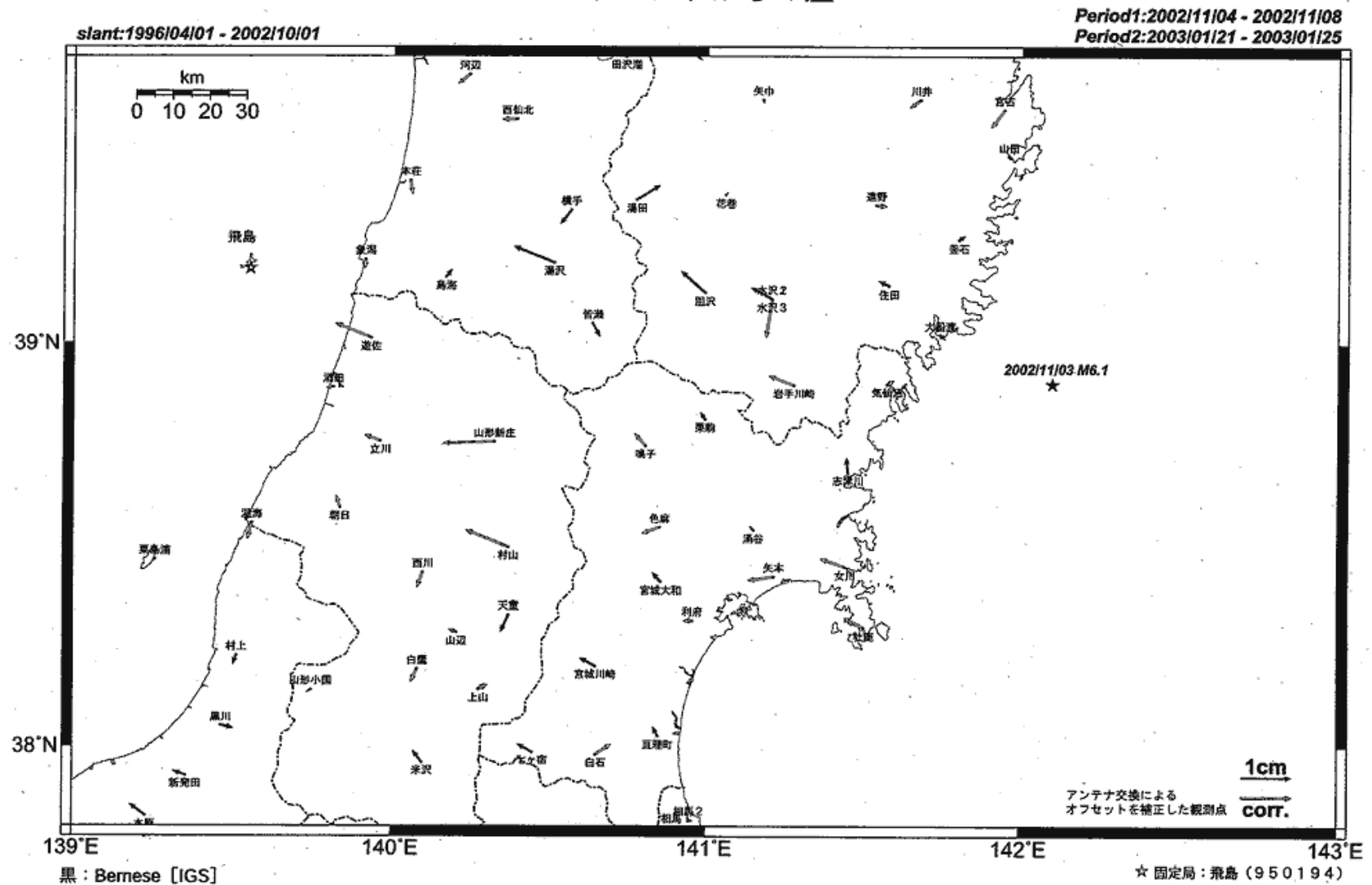
第 19 図 三陸沿岸における GPS 連続観測結果 (固定点飛島に対するトレンドを除去した時系列)
Fig.19 Results of Continuous GPS Measurements along Sanriku Coast(detrended components referred to Tobishima) .

トレンドからの差



第 20 図 トrendを除去した GPS 連続観測結果による三陸沿岸の水平変動ベクトル (地震時及び余効)
Fig.20 Horizontal Displacement Vectors by detrended GPS data around Sanriku Coast (co-seismic and post-seismic).

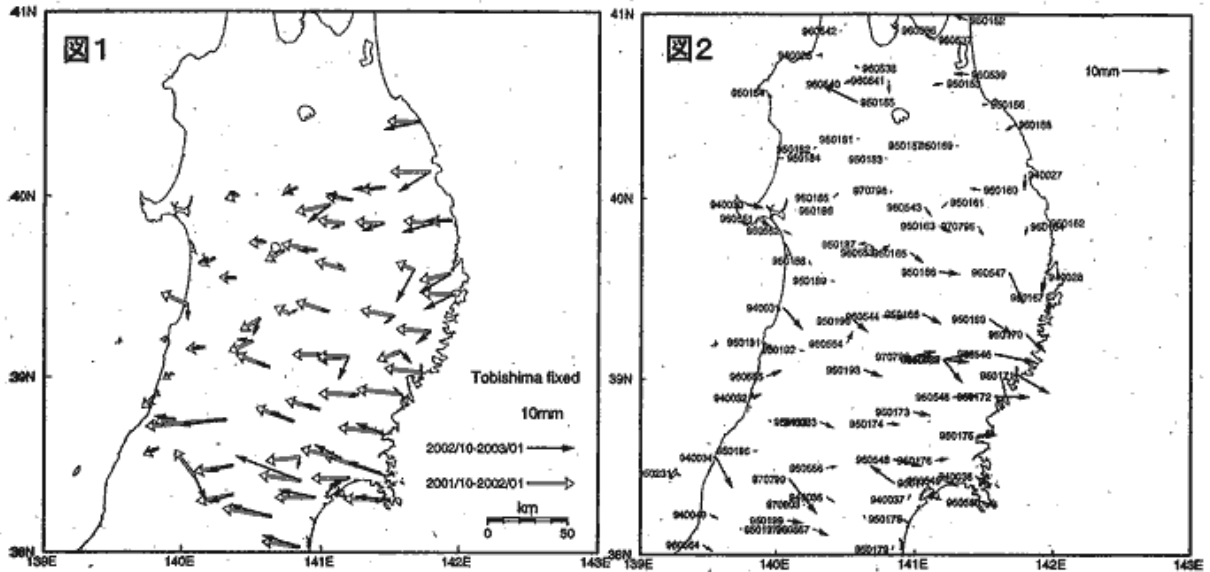
トレンドからの差



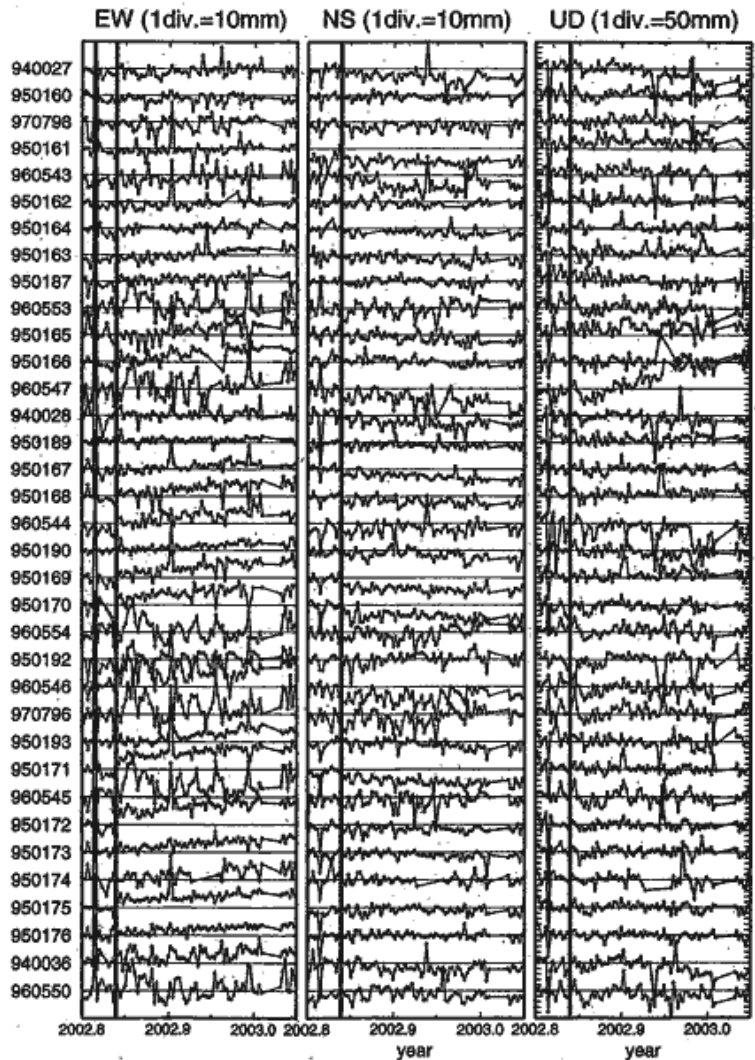
第 21 図 トrendを除去した GPS 連続観測結果による三陸沿岸の水平変動ベクトル (余効変動)

Fig.21 Horizontal Displacement Vectors by detrended GPS data around Sanriku Coast (post-seismic).

2002年11月3日の宮城県沖の地震(Mj6.2)後の地殻変動について(1)



2002年11月3日に宮城県沖でMj6.2の地震が発生した。図1はこの地震を含む2002年10月から2003年1月までの震源域周辺における変位クトルを表示したものである(飛島固定)。図1には2001年10月から2002年1月までの同じく3ヶ月分の変位ベクトルを示すが、宮城県沖の地震を含む最近3ヶ月間では西向きの変位量が顕著に減少しているのがわかる。図2には、日座標変化の時系列データからトレンド(2000年1月~2002年10月のデータで推定)を差し引いた残差の、2002年11月から2003年1月までの変化分を示した。この図から、太平洋プレートの境界面で断層すべりが生じた可能性が示唆される。図3は図1に示した各観測点における残差の時系列データである。注目すべき点は、いくつかの観測点において、地震発生(太い灰色の縦線)以降も地殻変動が継続している点である。



第 22 図 トレンドの除去手法

Fig.22 Method of detrending data.

2002年11月3日の宮城県沖の地震(Mj6.1)後の地殻変動について(2)

図4にYabuki and Matsu'ura(1992)の方法で推定したすべり分布を示す。11月3日の震源付近を中心としたすべり分布が推定されている。すべりの向きは本震のメカニズム解と整合的である。すべり分布から求めたMwは6.55となり、本震よりやや大きい程度である。図5はこのすべり分布に基づく地表の変位ベクトルと観測結果を比較したものである。大まかな傾向は再現できているが、細かな点では異なっている部分もあり、実際にはもっと局所的にすべりが発生している可能性が高い。

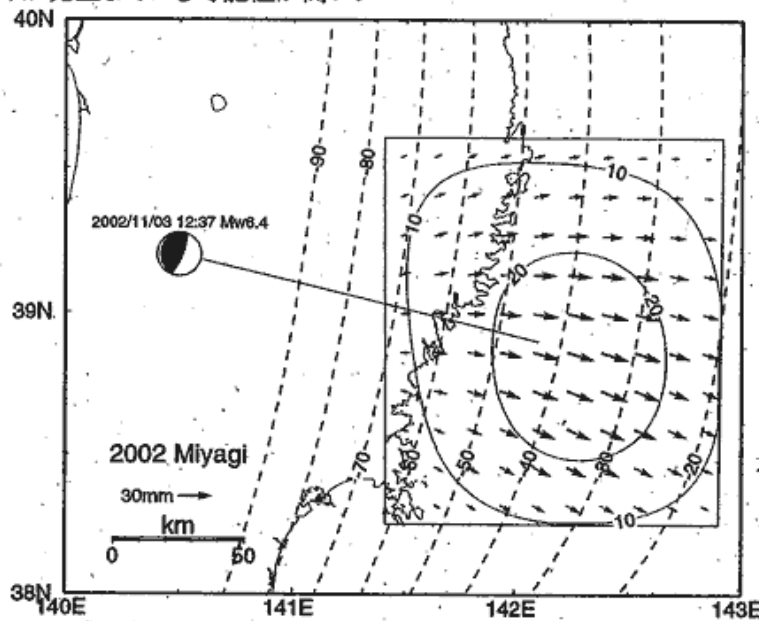


図4

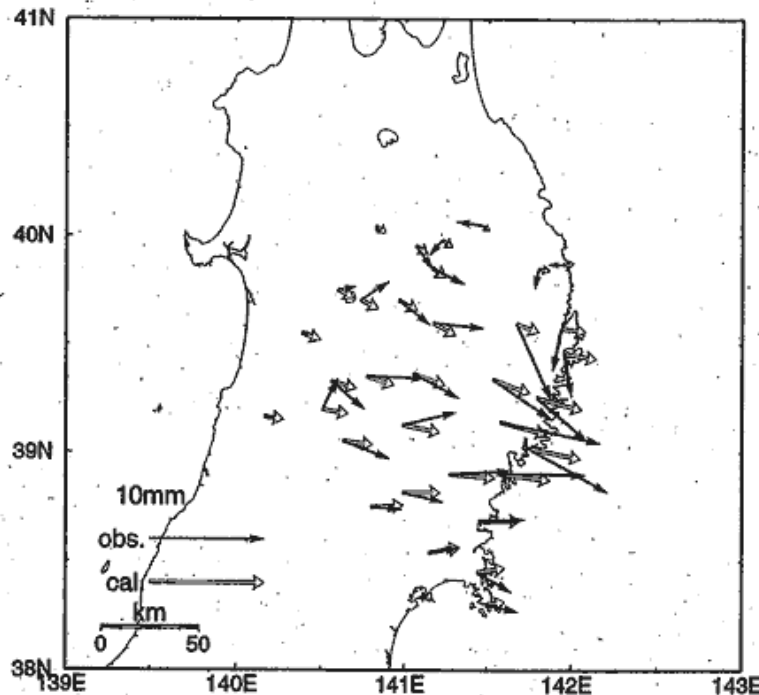


図5

時系列データを見る限り、11月3日の地震以降に震源域付近では余効すべりが発生したものと考えられる。今回のイベントについては、現在のところ余効すべりの規模はそれほど大きくなさそうであるが、M6程度以上の地震が地震学的に決定されたマグニチュードと比較して2倍程度のモーメントを解放していれば、日本海溝におけるカップリング率が飛躍的に増加することになり、プレート境界における物理過程を考える上では重要である。

第 23 図 地殻変動データから推定した滑りモデル

Fig.23 Slip model estimated from crustal deformation data.