

## 2-14 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、宮城県沖周辺地域の観測点について飛島を固定して変動の時系列を示したものである。この地域では、2002年の11月3日に大船渡沖にM6.1のプレート間地震が発生、2003年5月26日にM7.0の地震が気仙沼沖のスラブ内で発生、7月26日にはM6.2浅い地殻内の地震が矢本付近で発生、さらに10月31日には福島県沖でM6.8のプレート間地震が発生している。それぞれの震源に近い観測点でco-seismicな変動が確認出来る。2002年11月の地震では大船渡から志津川にかけての観測点で、2003年5月26日の地震では山田から志津川にかけての観測点で見られる。7月26日の地震の影響は女川から宮城大和（第5～6図）で見られる。女川から小高にかけての観測点では、10月31日の地震の影響と見られるグラフの曲がりがかすかに見えるが、地震に伴う変動と余効的な変動を分離することは困難である。長期的なトレンドには、この期間の地震前後で特に大きく変わったところはないと思われる。なお、2002年11月と2003年10月の地震については、余効変動も観測されている。

第9～16図、第17～20図は、地殻変動の傾向が変化したかどうかを確認するために、2001年4月から2002年10月までのデータを定常状態と見てデトレンドした成分変化グラフである。2003年11月3日の地震についての余効変動が釜石、大船渡、気仙沼、岩手川崎等の観測点で見られる。なお、固定点を岩崎と男鹿に分けたのは、電子基準点解析で異なるネットとして解析しているためである。

第21図、第22図はGPS連続観測による2003年5月26日の宮城県沖の地震に伴う地殻変動ベクトル図である。第21図が水平変動、第22図が上下変動である。この地殻変動から地震断層モデルを推定したものが第23図である。スラブ内の高角逆断層のメカニズムで、地震波の解析によるメカニズムと整合している。

第24図、第25図は、GPS連続観測による2003年7月26日の宮城県北部の地震に伴う地殻変動である。第24図が水平変動、第25図が上下変動である。震源近傍にある矢本観測点の大きな変位が目立つ。観測点ピラーの状況を点検したが、傾きなどはほとんどなく、実際の地殻変動を示していると考えられる。

第26図は周辺の三角点、地殻変動観測点におけるGPS繰り返し観測によって得られた地殻変動である。三角点については、ここ数年の間に電子基準点との取り付けで座標が得られている点のみを選んでプロットしてあるが、地震前の変動との分離はできない。また、「牡鹿1～6」の観測点は、コンクリートピラーが設置されている地殻変動観測点であり、2003年7月上旬に観測を行っているため、同8月の観測と比較したこの結果は、全て7月26日の地震に伴う変動と考えられる。

第27図は、長町一利府断層周辺で行っている稠密GPSアレイ連続観測による地殻変動である。地震に伴う変位量は数mmであるが、周辺の電子基準点の変動と整合的である。

第28図、第29図は、水準測量による仙台から牡鹿半島にかけての上下変動である。この路線では、7月上旬から地震前日の7月25日まで、仙台から矢本の区間で観測が行われており、地震直後に再測量を行って地震に伴う上下変動を詳細に明らかにすることができた。地震に伴い鳴瀬町の

045-037 水準点が約 14cm 隆起している。また、矢本電子基準点にも取り付けただことで GPS による上下変動との整合性も確認出来た。なお、昨年の観測と地震直前の観測の比較において、震源域周辺がわずかに隆起していて、前兆的な変動である可能性も指摘されているが、非常に小さい変動量であり、水準測量の結果によく見られる季節的な変動などである可能性もある。

第 30 図は RADARSAT によるデータを解析した干渉 SAR 画像である。7 月 26 日の地震をはさんだ 6 月 13 日と 7 月 31 日のデータを干渉させて、面的な地殻変動を抽出した。田園、山林などでは季節的な植生の変化により干渉画像が得られないため、変動の中心部分の情報が不足しているが、矢本市街地の大きな変動など、特徴的な変動パターンが確認出来た。

第 31～32 図は、地殻変動データに基づいてインバージョンで推定した断層モデルである。第 31 図は広域、第 32 図は震源近傍の図となっている。GPS 連続観測、GPS キャンペーン観測、水準測量、SAR のデータを総合して、南北走向西傾斜の断層（北側）と、北東－南西走向北西傾斜の 2 枚の断層が推定された。モデルからの計算値では、水準測量による上下変動のパターン、GPS による水平変動のパターンが非常によく再現されている。

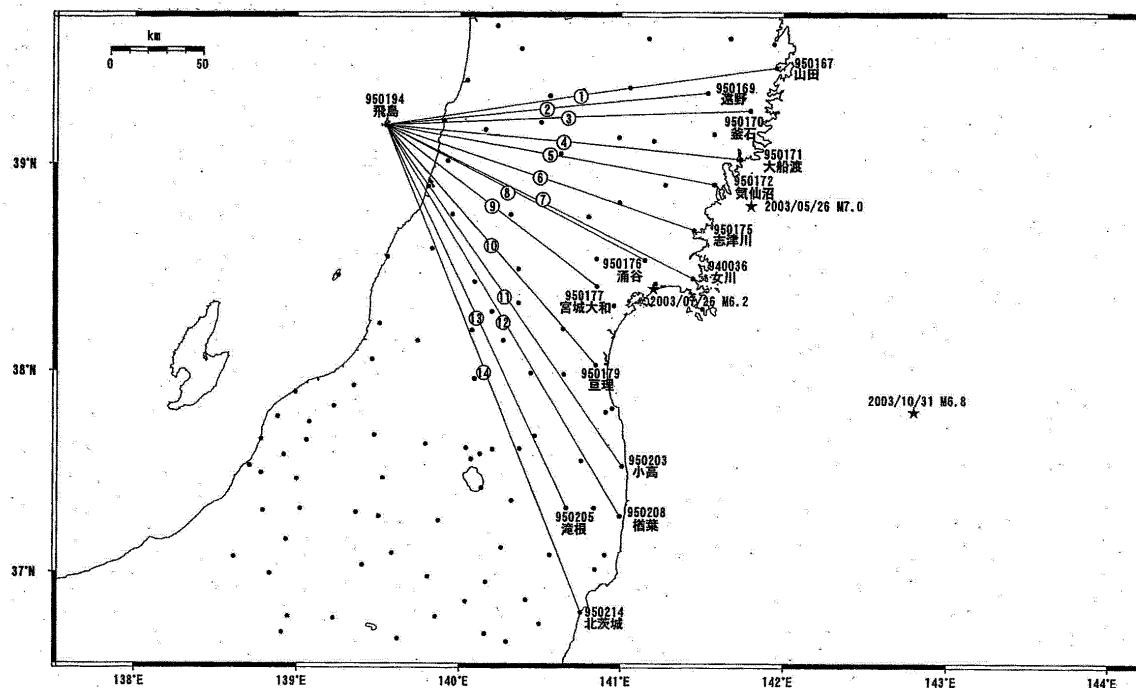
第 33 図は、2003 年 10 月 31 日の福島県沖地震に伴う地殻変動と余効変動から、プレート間滑りを推定したものである。結果としては、やや南側にずれているが地震波の解析による滑り領域の推定とほぼ一致する。沖合なので場所の分解能が低いため、違いは有意とは言えない。

第 34～49 図は東北地方で行われた水準測量の結果である。宮城県においては仙台から石巻にかけて 7 月 26 日の地震を挟む期間で 2 度観測が行われたことは既に記述したが、石巻以北も地震後に観測が行われている。岩手県の釜石を固定すると三陸海岸周辺ではほとんど上下変動がみられないが、志津川以南の石巻にかけては沈降の領域となっている（第 34 図）。釜石以北の太平洋岸では、八戸に至るまでわずかに隆起の傾向となり、その更に北のむつ市に至る区間でもわずかに隆起と見られる（第 35～36 図）。野辺地から陸奥湾沿いにむつ市に向かう路線は、むつ市に対して野辺地側が隆起であるが特筆すべき変化はないように見える（第 37～38 図）。仙台から国道 4 号線沿いに北上、滝沢を経て五戸まで至る区間（第 39 図、第 41 図、第 45 図）では、滝沢から五戸に至る区間で北上がりの傾向が見られる他は目立った変動はない。また北上から釜石に至る東西の路線（第 40 図）でも目立った変化はない。滝沢から大館に至る区間（第 42 図）では大館側が隆起で大館以西、能代に至る区間（第 43 図）では能代が相対的に下がる様に見える。能代以北、五所川原を経て今別に至る路線（第 44 図、第 48 図）では、五所川原周辺が沈降域となっているように見えるが、五所川原から青森を経て野辺地に至る東西の路線（第 47 図）では目立った変化がない。青森から陸奥湾沿いに今別に至る路線（第 46 図）では、青森側の沈下あるいは今別側の隆起が相対的に見える。

第 50 図は、加藤津村の方法で見た岩手県から福島県にかけての各験潮場の上下変動である。全体的に沈降の傾向にある。1978 年の宮城県沖地震に伴う変動が南側の験潮場で見られる。第 51 図には釜石、大船渡、鮎川、相馬の各験潮場間の月平均潮位差を示した。1978 年の宮城県沖地震前後でグラフにわずかな曲がりがあるが、ここ 20 年間は顕著な変化はないと言える。

第 52 図は、7 月 26 日の地震前後の相馬・鮎川・大船渡験潮場の時間平均潮位差の変化である。地震前後に特に大きな変動は見られない。第 53 図は、東北地方整備局が設置した水位計で観測された 7 月 26 日の地震前後における仙台湾周辺の潮位データの時間平均値グラフである。地震前後で特に大きな変動は見られない。

宮城県沖周辺地区 GPS 連続観測基線図



各観測局情報

| 点番号    | 点 名  | アンテナ交換     |            | 備 考 |
|--------|------|------------|------------|-----|
| 950194 | 飛島   |            | 2003/6/9   |     |
| 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  |            | 2003/7/17  |     |
| 940036 | 女川   | 2001/11/28 | 2002/12/18 |     |
| 950176 | 涌谷   |            | 2003/7/17  |     |
| 950177 | 宮城大和 |            | 2003/7/17  |     |
| 950179 | 亘理   |            | 2003/7/23  |     |
| 950203 | 小高   |            | 2003/7/22  |     |
| 950205 | 楡葉   |            | 2003/7/22  |     |
| 950208 | 滝根   |            | 2003/7/24  |     |
| 950214 | 北茨城  |            | 2003/7/18  |     |

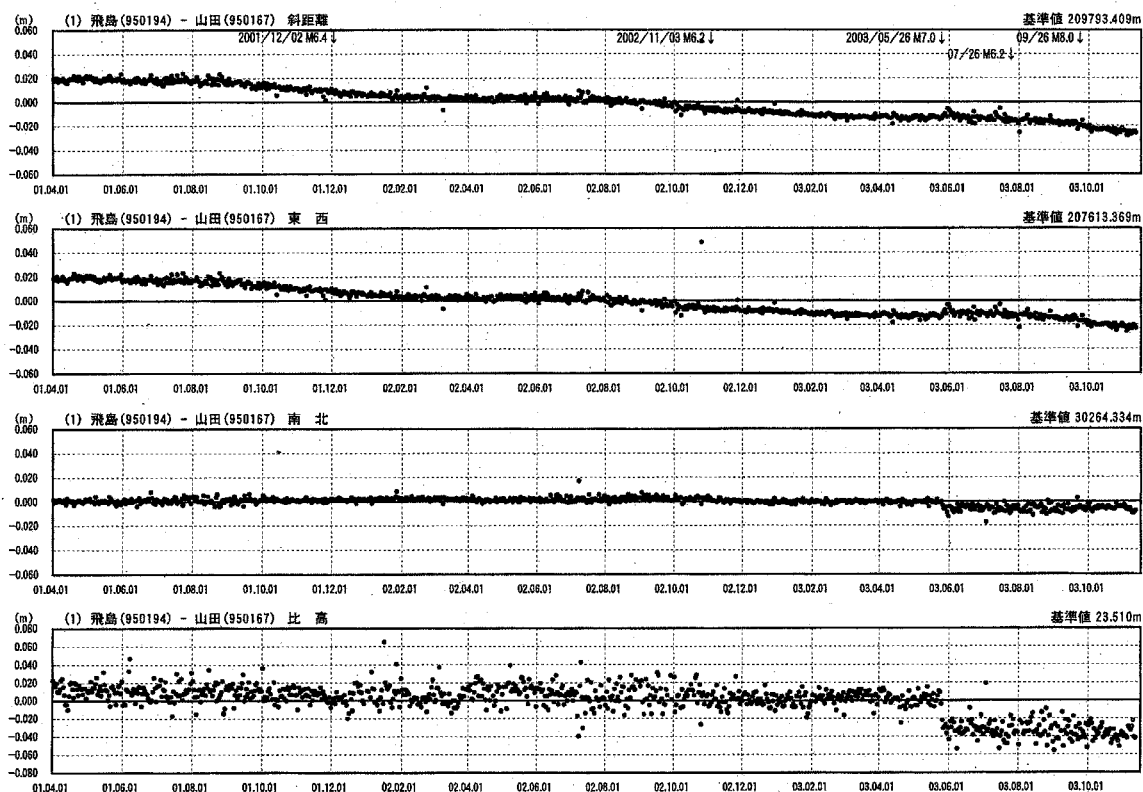
※2003/3/5に基準局92110（つくば1）のアンテナおよびレドームの交換を実施し、解析値に補正をしています。

第1図 東北地方太平洋岸におけるGPS連続観測結果（基線図）

Fig.1 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (baseline map).

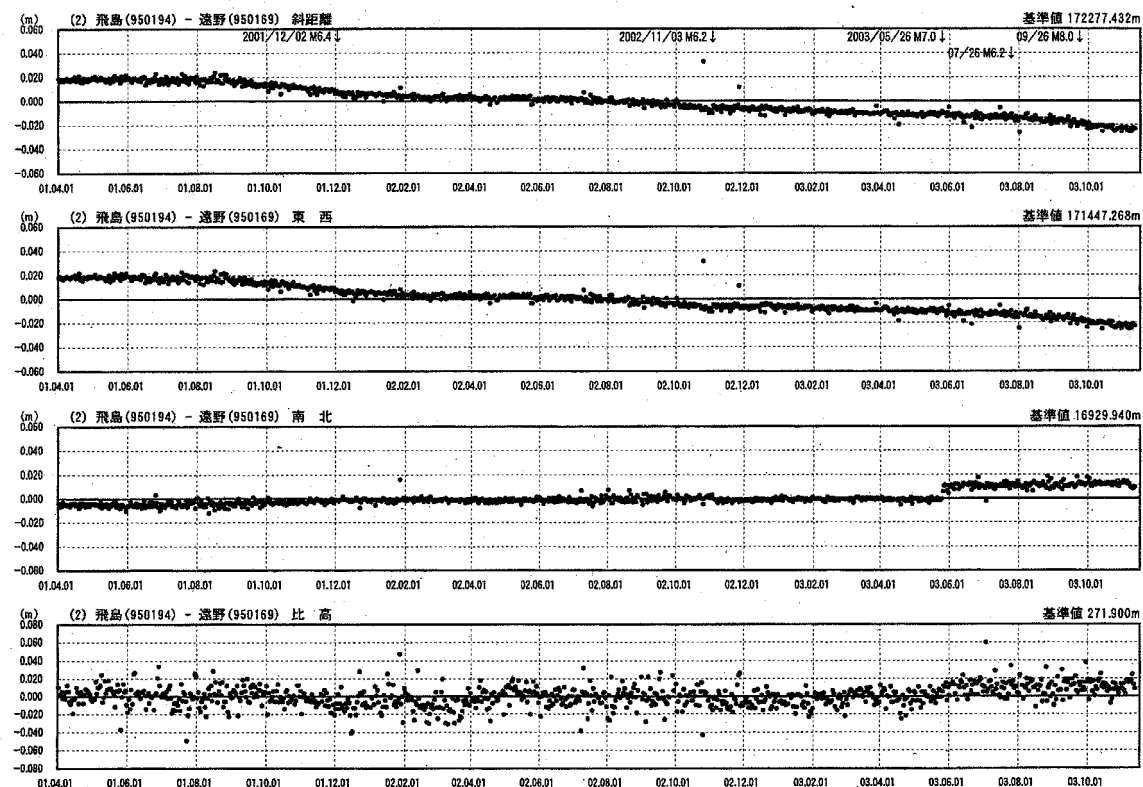
自期間2001年04月01日  
至期間2003年11月11日

# 成分変化グラフ



自期間2001年04月01日  
至期間2003年11月11日

# 成分変化グラフ



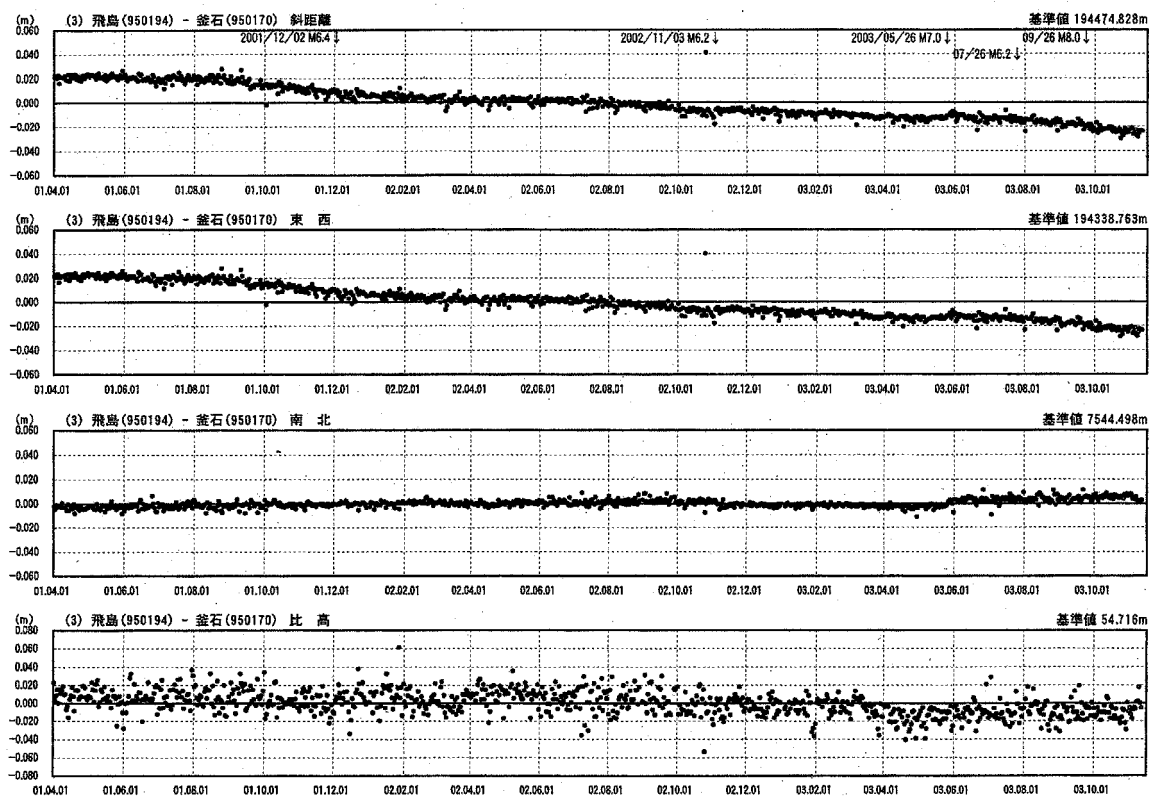
第2図 東北地方太平洋岸におけるGPS連続観測結果（固定点飛島に対する成分毎の時系列）

Fig.2 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (raw components referred to Tobishima)



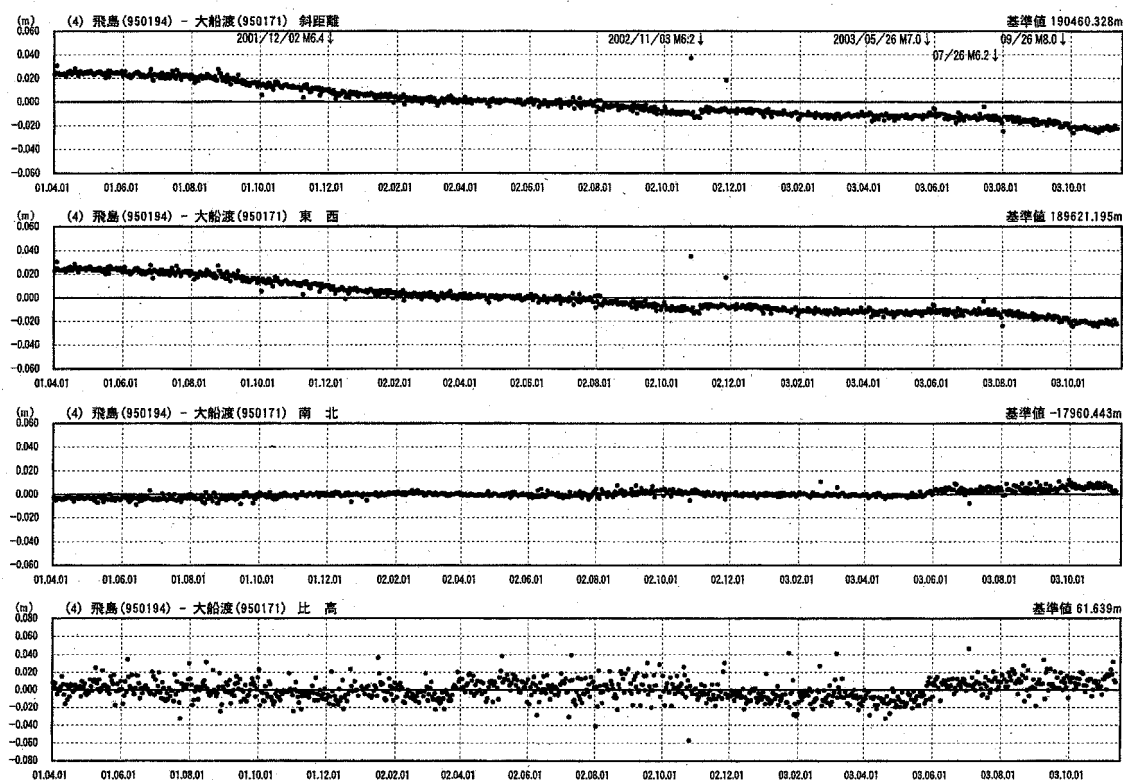
自期間2001年04月01日  
至期間2003年11月11日

### 成分変化グラフ



自期間2001年04月01日  
至期間2003年11月11日

### 成分変化グラフ

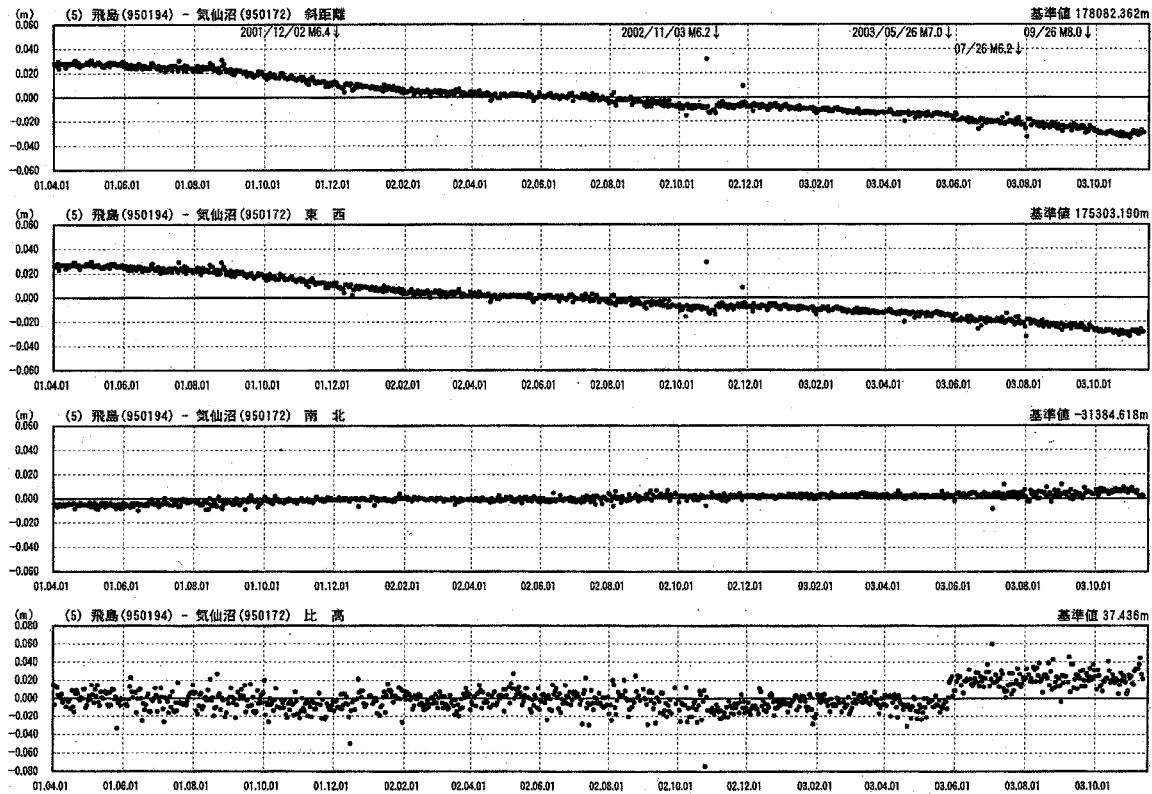


第3図 東北地方太平洋岸におけるGPS連続観測結果(固定点飛鳥に対する成分毎の時系列)

Fig.3 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (raw components referred to Tobishima)

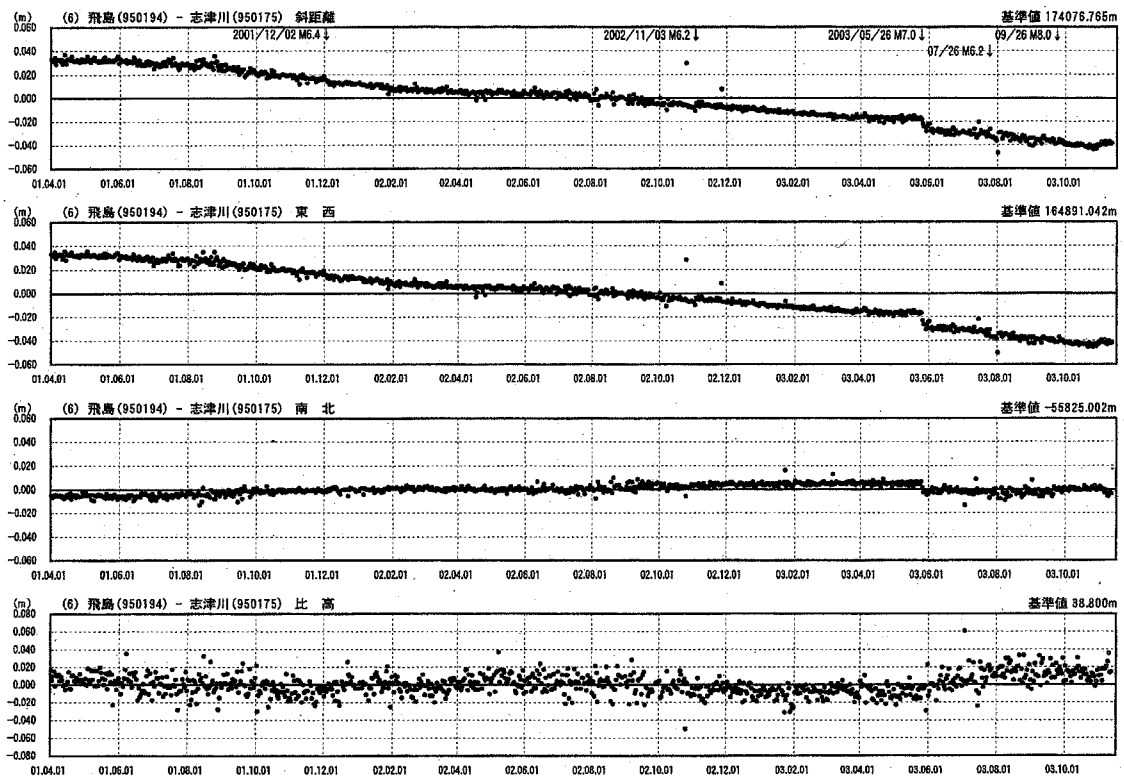
自期間2001年04月01日  
至期間2003年11月11日

### 成分変化グラフ



自期間2001年04月01日  
至期間2003年11月11日

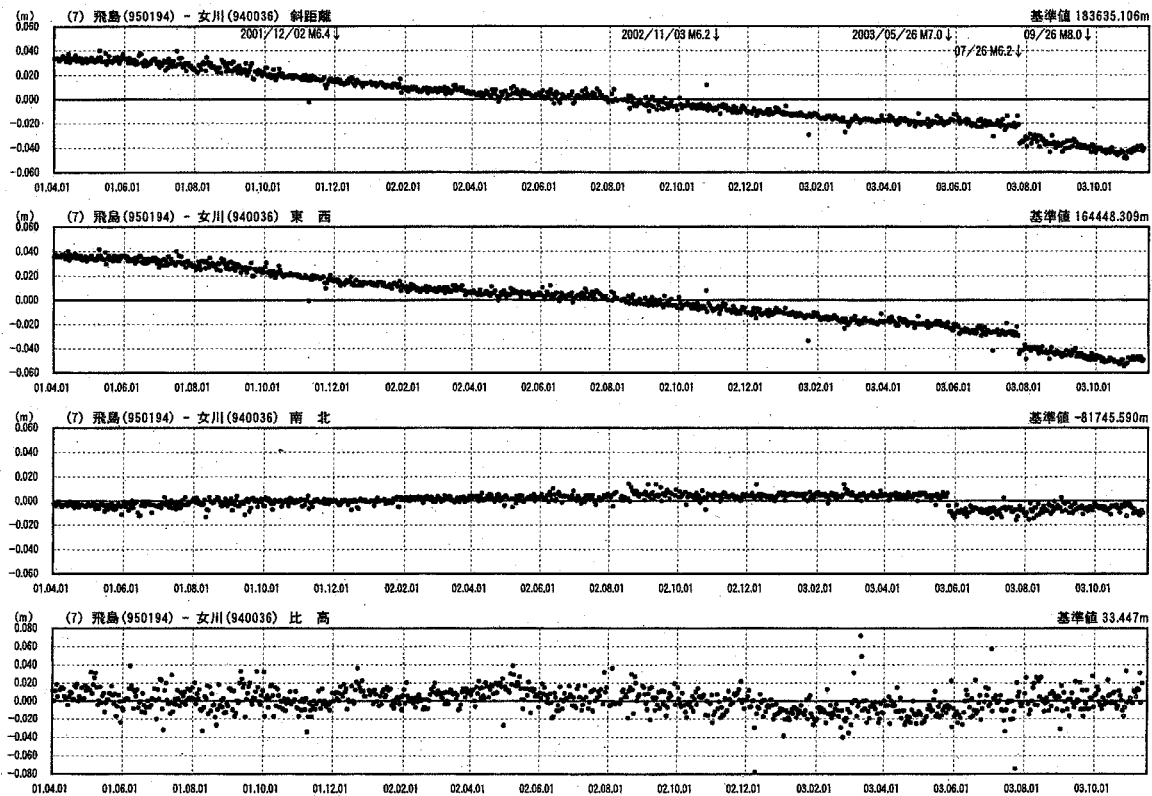
### 成分変化グラフ



第4図 東北地方太平洋岸におけるGPS連続観測結果(固定点飛島に対する成分毎の時系列)  
Fig.4 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (raw components referred to Tobishima)

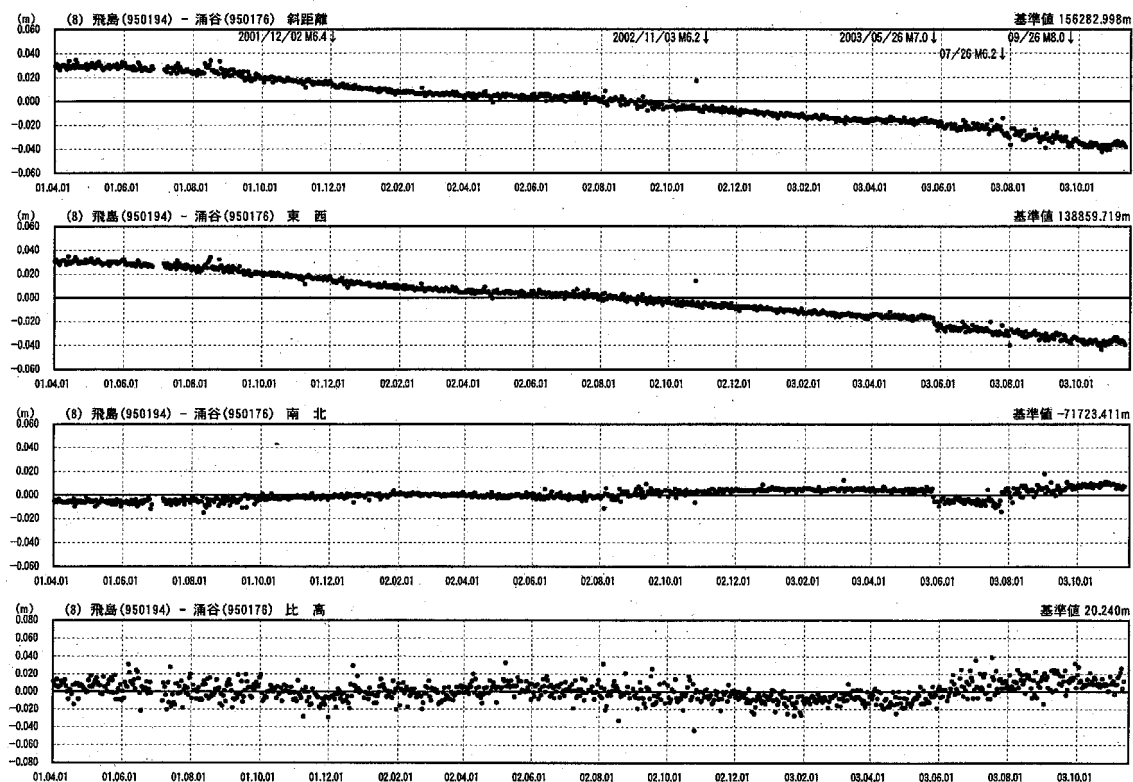
自期間2001年04月01日  
至期間2003年11月11日

### 成分変化グラフ



自期間2001年04月01日  
至期間2003年11月11日

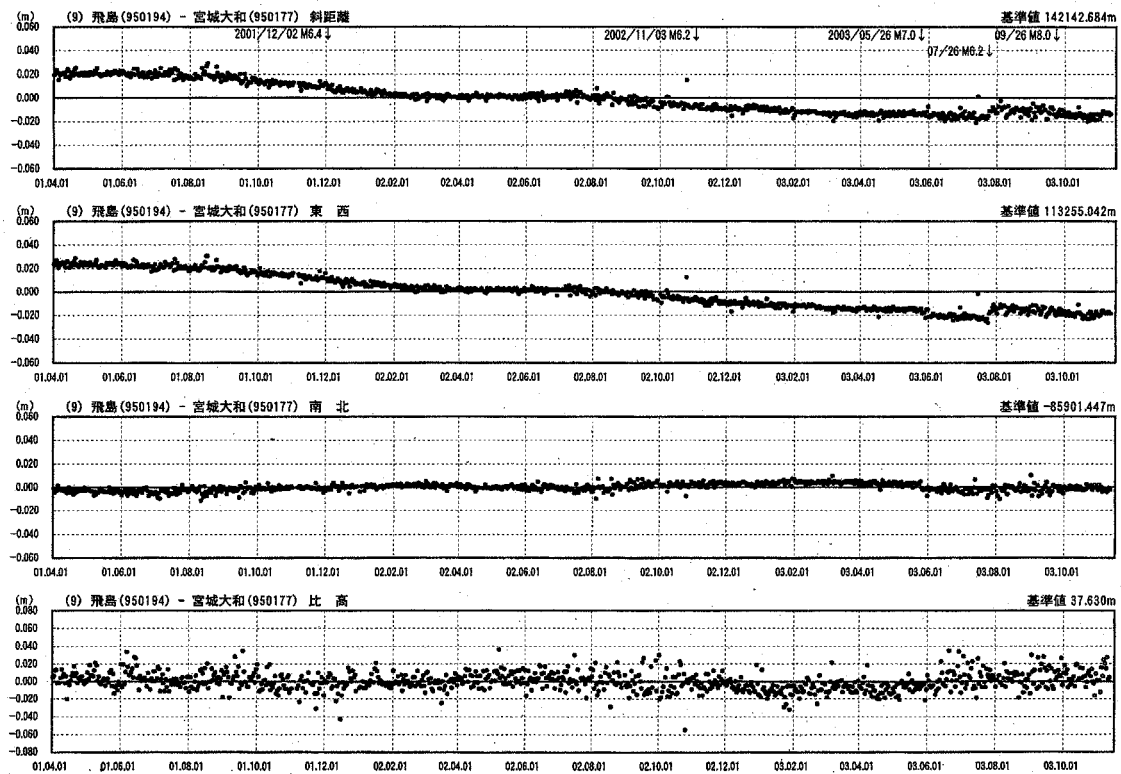
### 成分変化グラフ



第 5 図 東北地方太平洋岸における GPS 連続観測結果 (固定点飛島に対する成分毎の時系列)  
Fig.5 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (raw components referred to Tobishima)

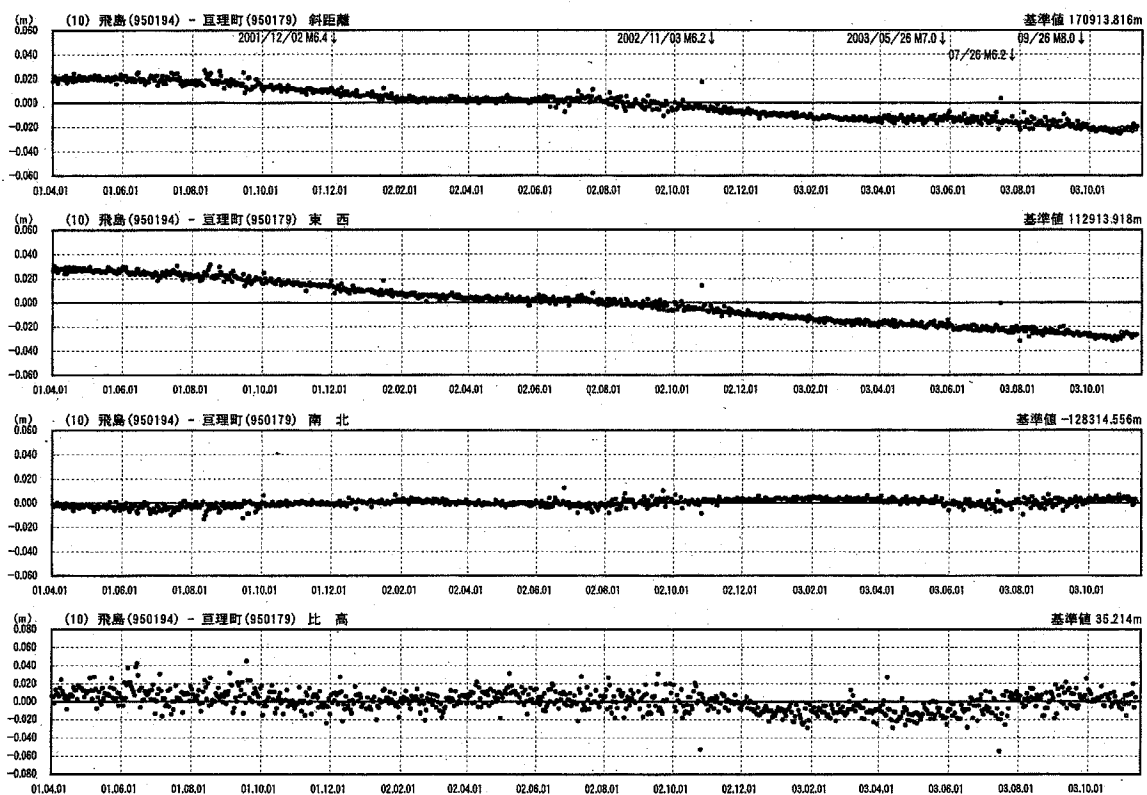
自期間2001年04月01日  
至期間2003年11月11日

### 成分変化グラフ



自期間2001年04月01日  
至期間2003年11月11日

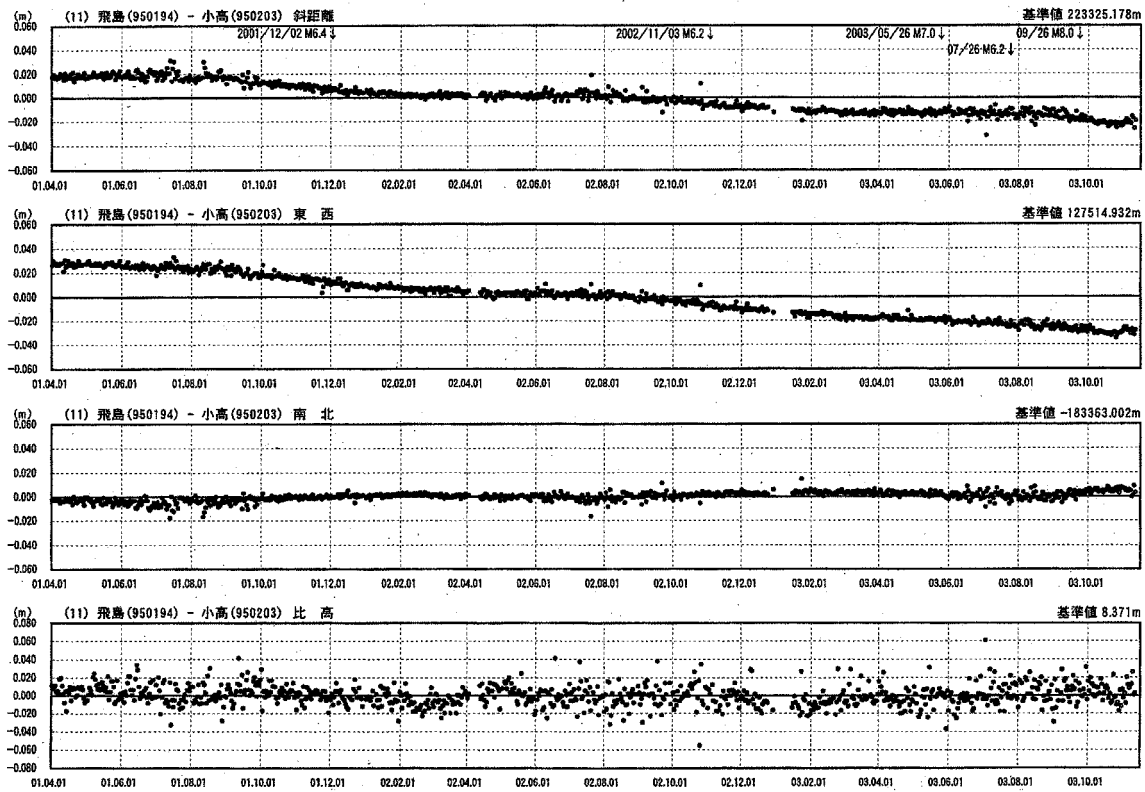
### 成分変化グラフ



第 6 図 東北地方太平洋岸における GPS 連続観測結果（固定点飛島に対する成分毎の時系列）  
Fig.6 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (raw components referred to Tobishima)

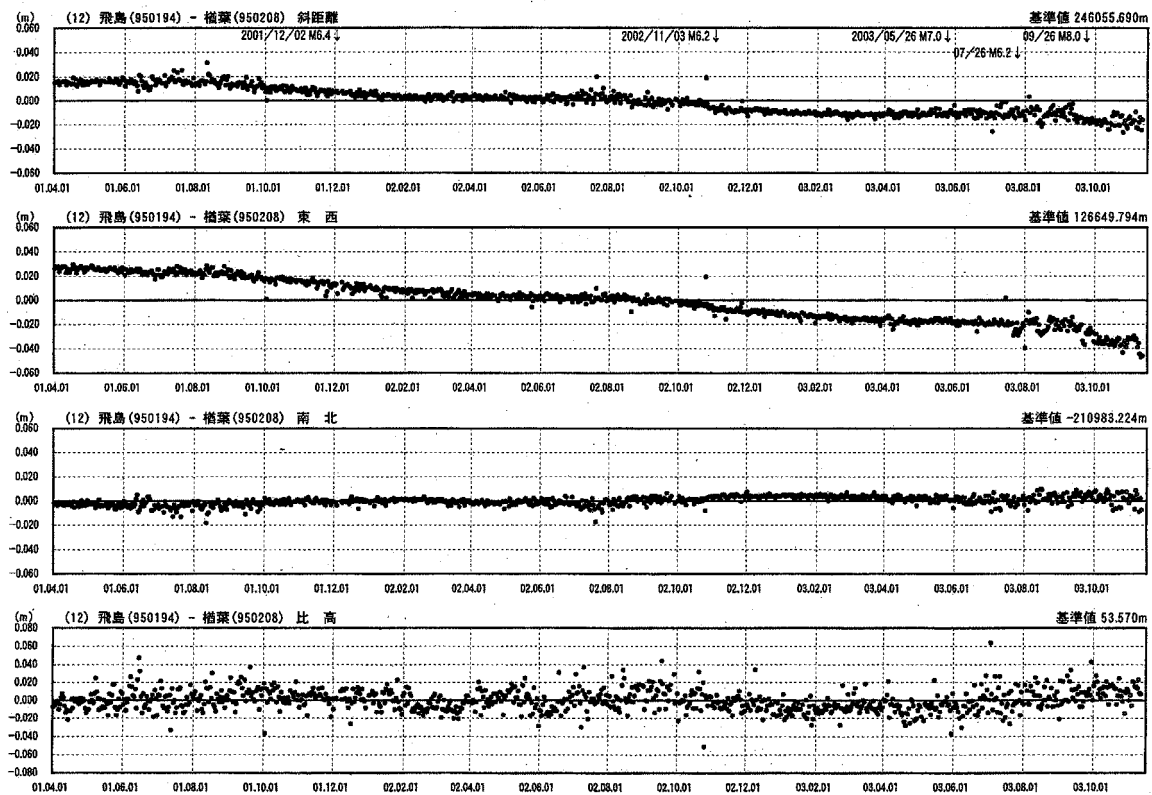
自期間2001年04月01日  
至期間2003年11月11日

# 成分変化グラフ



自期間2001年04月01日  
至期間2003年11月11日

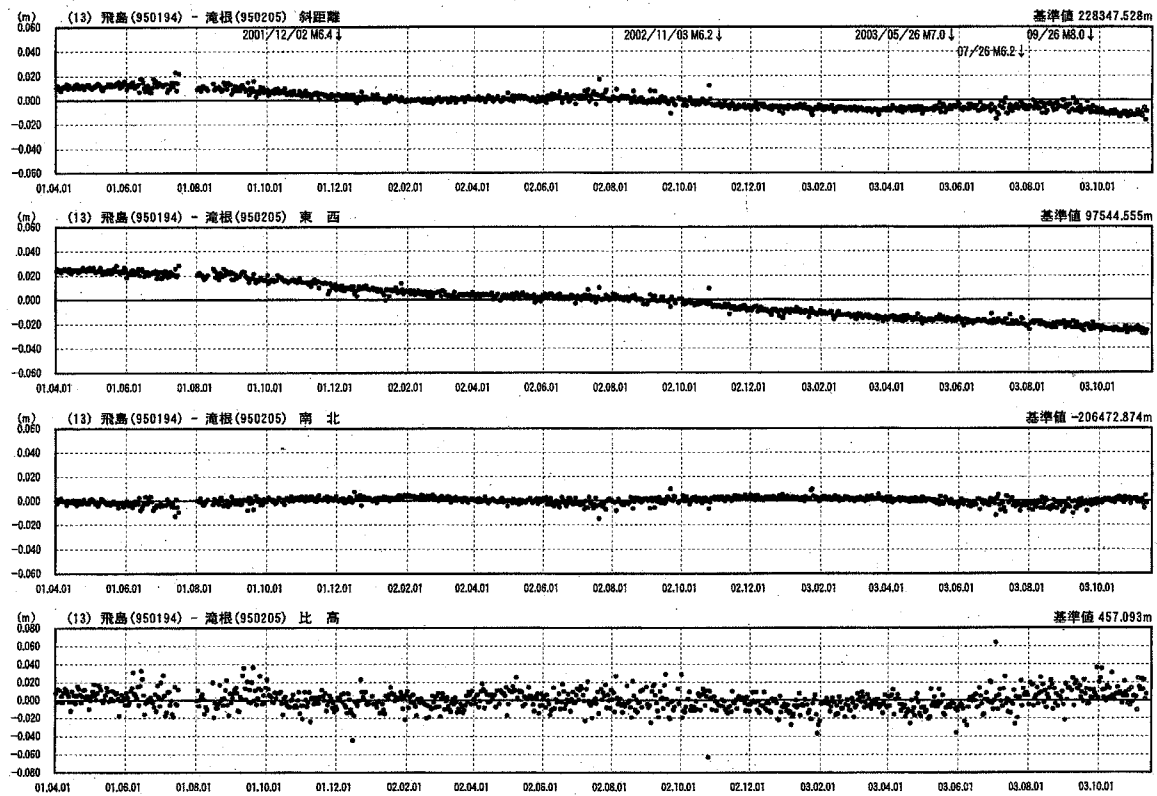
# 成分変化グラフ



第7図 東北地方太平洋岸におけるGPS連続観測結果（固定点飛島に対する成分毎の時系列）  
Fig.7 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (raw components referred to Tobishima)

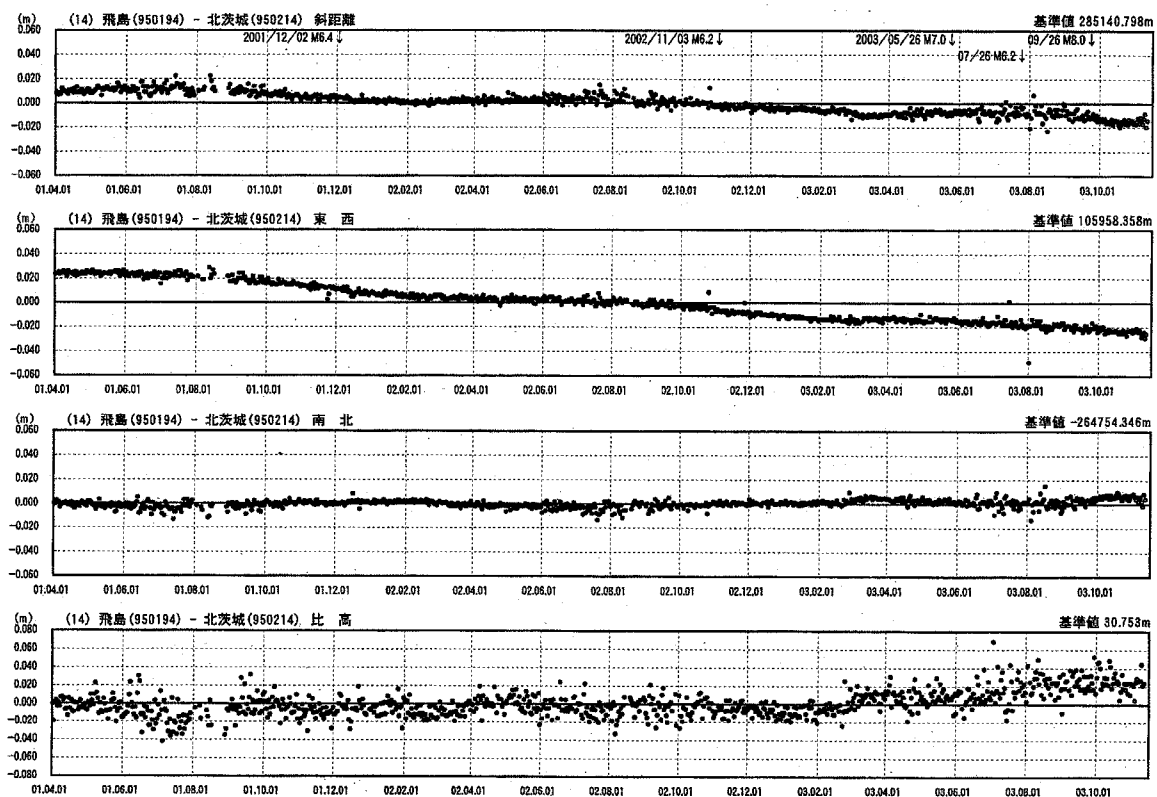
自期間2001年04月01日  
至期間2003年11月11日

### 成分変化グラフ



自期間2001年04月01日  
至期間2003年11月11日

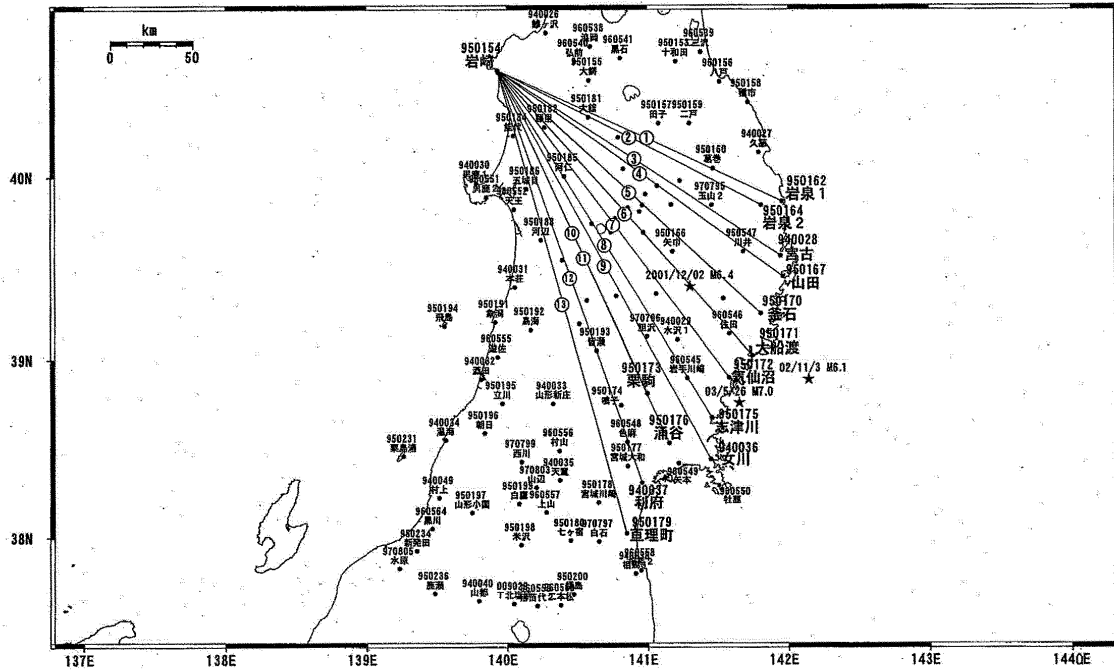
### 成分変化グラフ



第 8 図 東北地方太平洋岸における GPS 連続観測結果（固定点飛島に対する成分毎の時系列）

Fig.8 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (raw components referred to Tobishima)

5月26日 宮城県沖地震（3）－2地区 GPS連続観測基線図（補正後）



5月26日 宮城県沖の地震（3）各観測局情報

| 点番号    | 点 名 | アンテナ交換     |            | 備 考 |
|--------|-----|------------|------------|-----|
| 950154 | 岩崎  |            | 2002/12/18 |     |
| 950162 | 岩崎1 |            | 2002/12/24 |     |
| 950163 | 岩崎2 |            | 2002/12/19 |     |
| 940028 | 宮古  |            | 2002/12/20 |     |
| 950167 | 山田  |            | 2002/12/21 |     |
| 950170 | 釜石  |            | 2003/3/13  |     |
| 950171 | 大船渡 |            | 2003/3/12  |     |
| 950172 | 気仙沼 |            | 2002/12/12 |     |
| 950173 | 栗駒  |            |            |     |
| 950175 | 志津川 |            |            |     |
| 950176 | 浦谷  |            |            |     |
| 940036 | 女川  | 2001/11/28 | 2002/12/18 |     |
| 940037 | 利府  |            | 2002/12/18 |     |
| 950179 | 亶理町 |            |            |     |

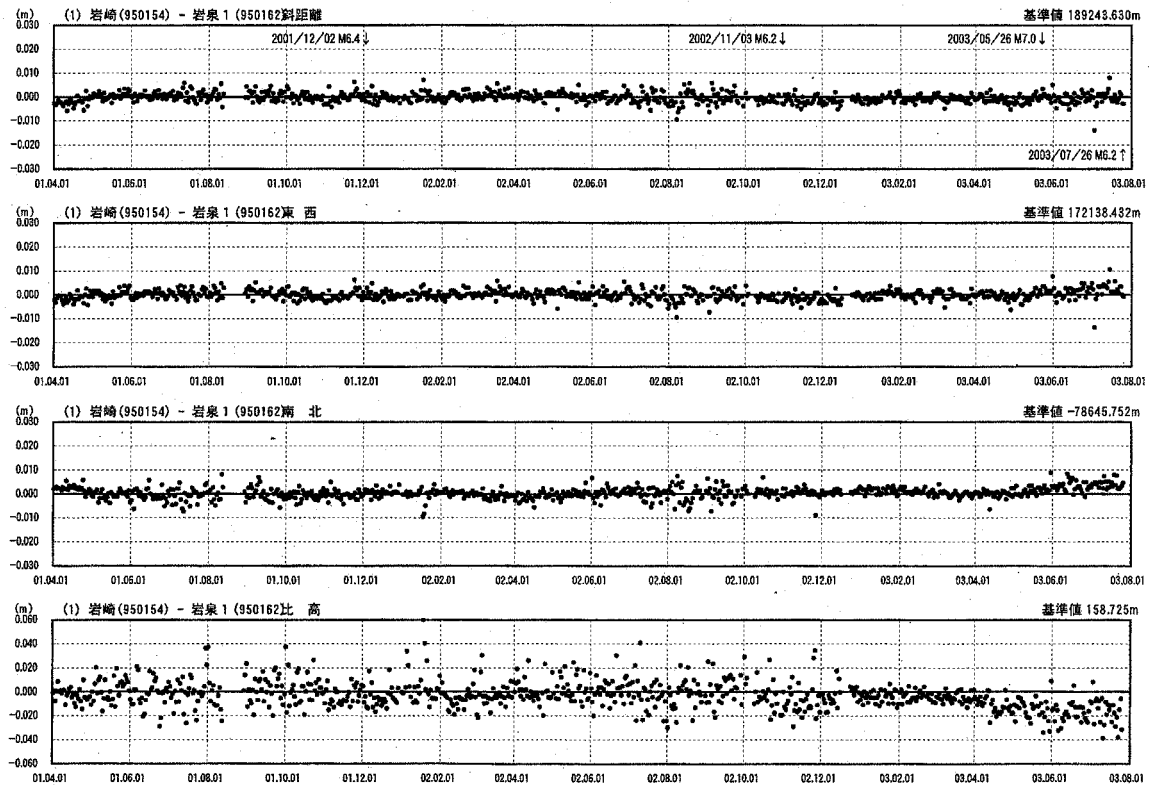
※2003/3/5に基準局92110（つくば1）のアンテナおよびレドームの交換を実施し、解析値に補正をしています。

第9図 東北地方太平洋岸におけるGPS連続観測結果（基線図）

Fig.9 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (baseline map).

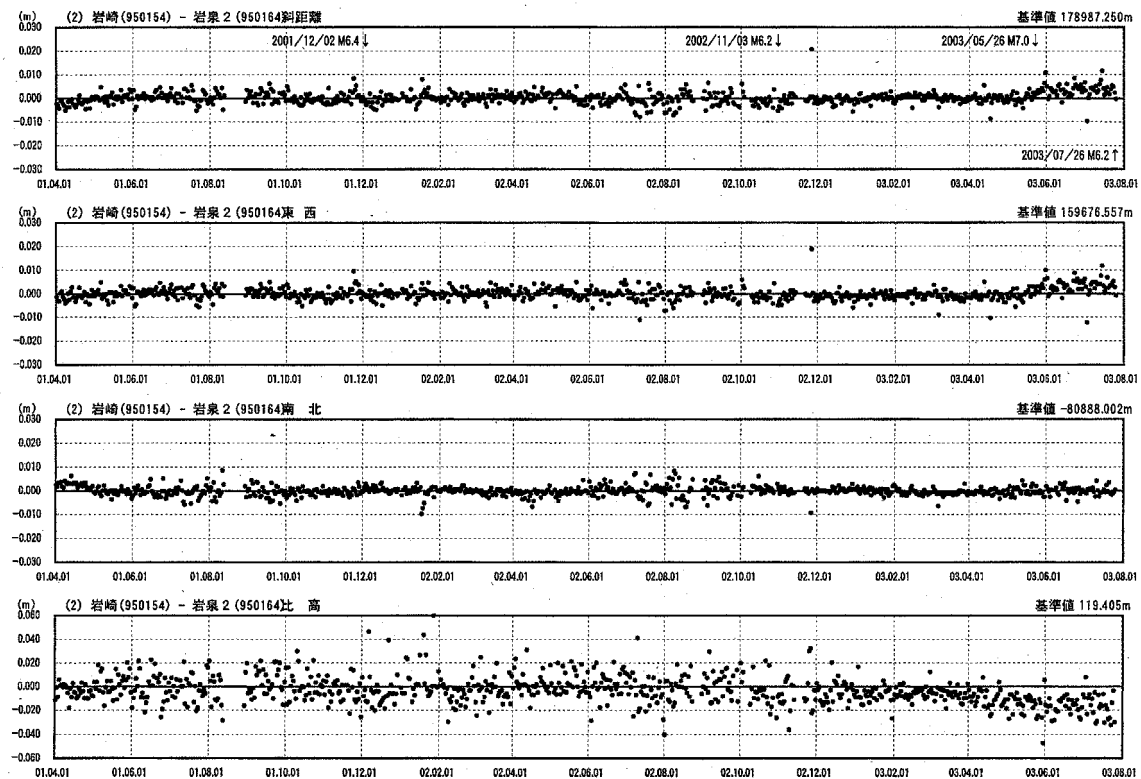
自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) 2001年04月01日 - 2002年10月31日



自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) 2001年04月01日 - 2002年10月31日



第 10 図 東北地方太平洋岸における GPS 連続観測結果 (固定点岩崎に対するトレンドを除去した時系列)

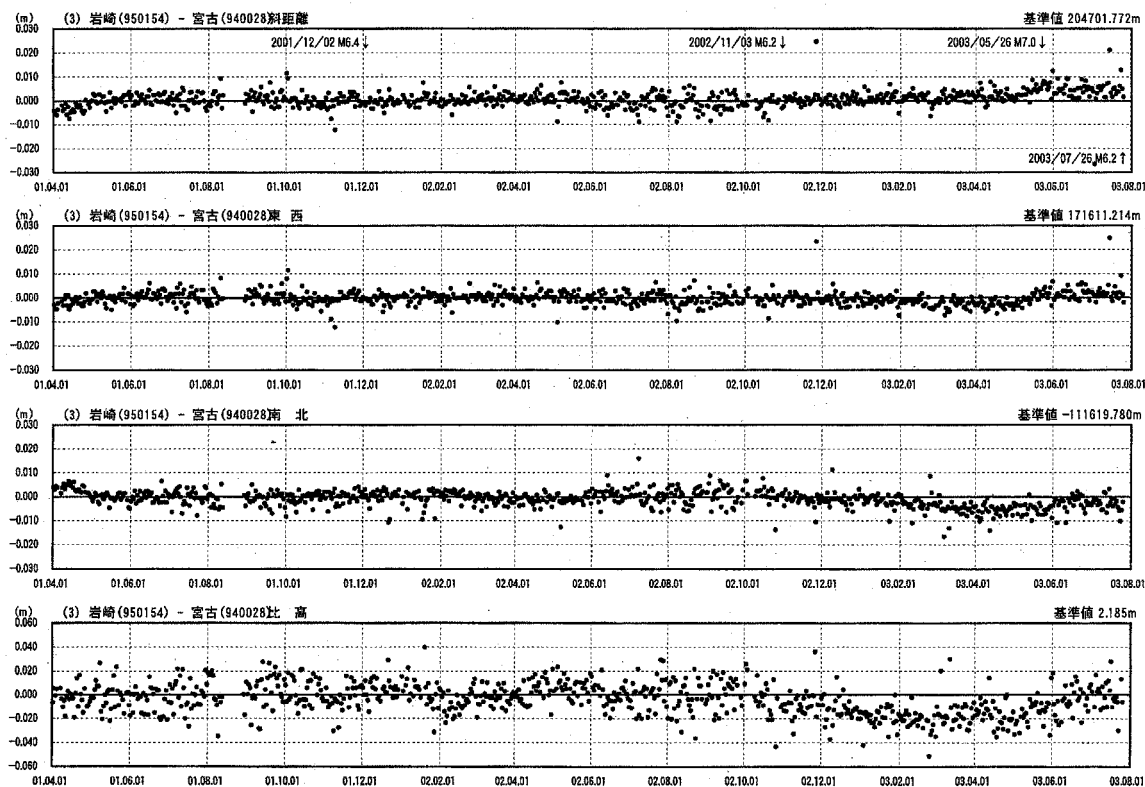
Fig.10 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (detrended components referred to Iwasaki)



自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) Slant 2001年04月01日 - 2002年10月31日

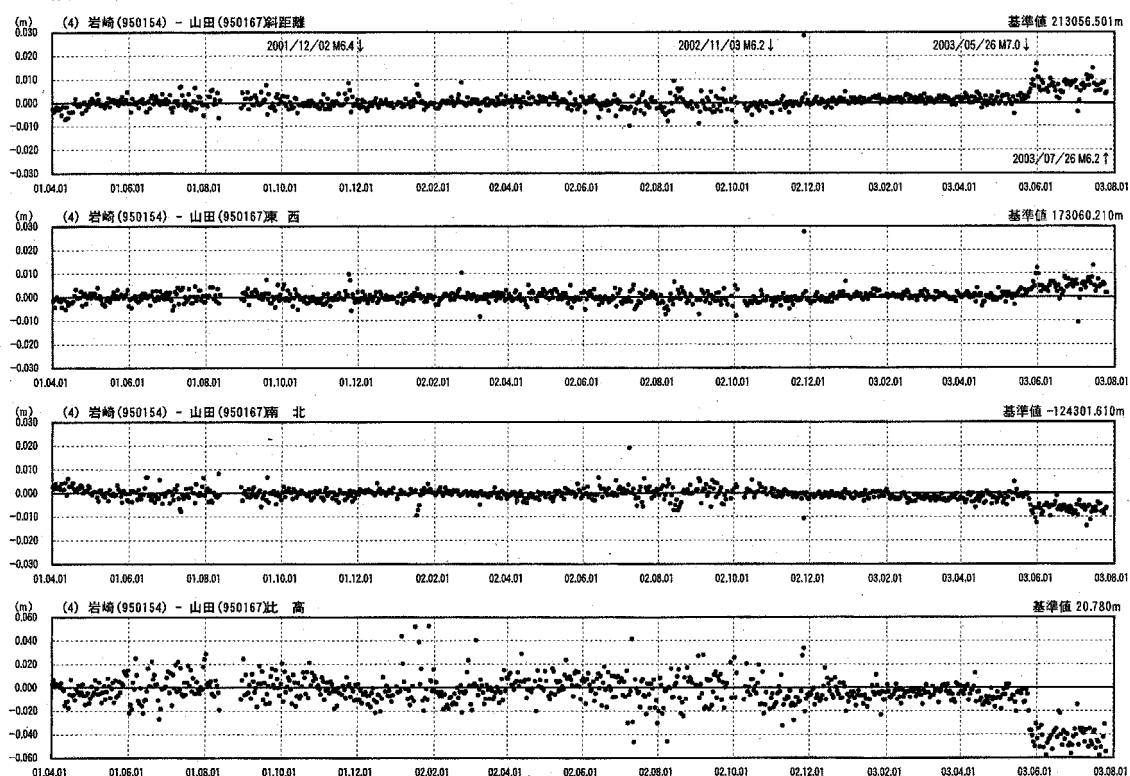
精密暦



自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) Slant 2001年04月01日 - 2002年10月31日

精密暦

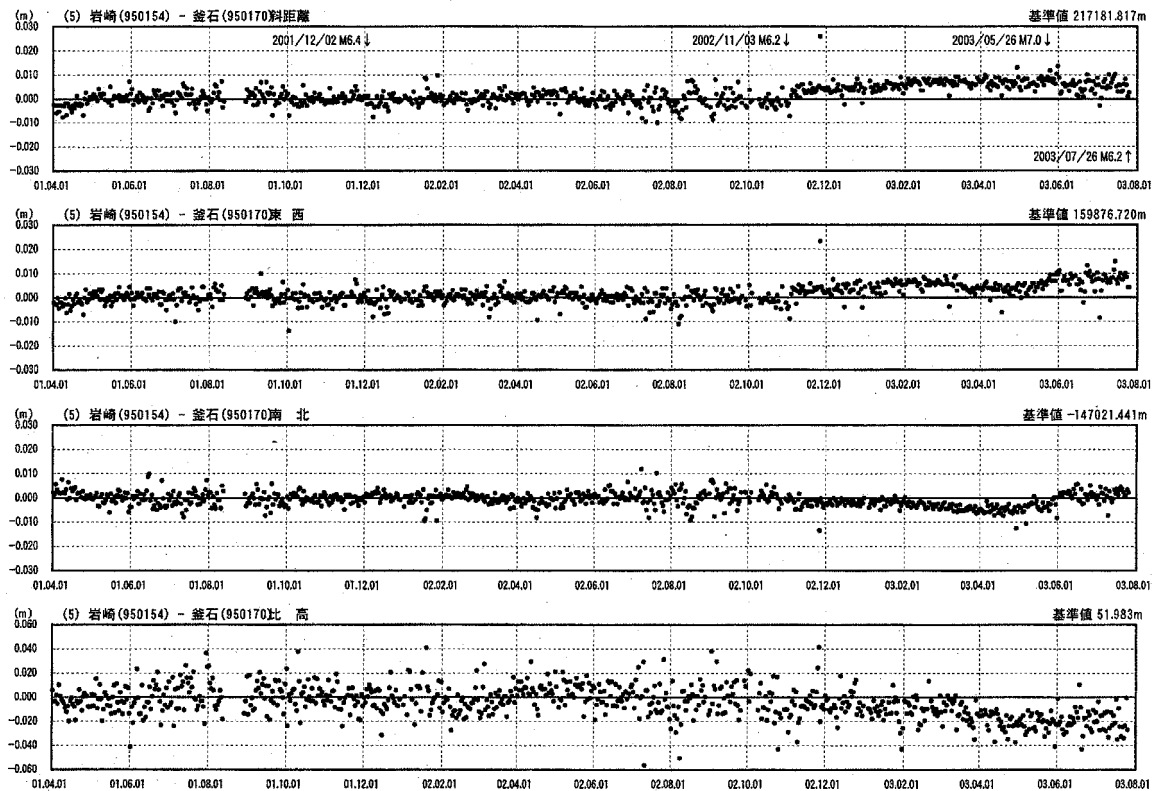


第 11 図 東北地方太平洋岸における GPS 連続観測結果 (固定点岩崎に対するトレンドを除去した時系列)

Fig.11 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (detrended components referred to Iwasaki)

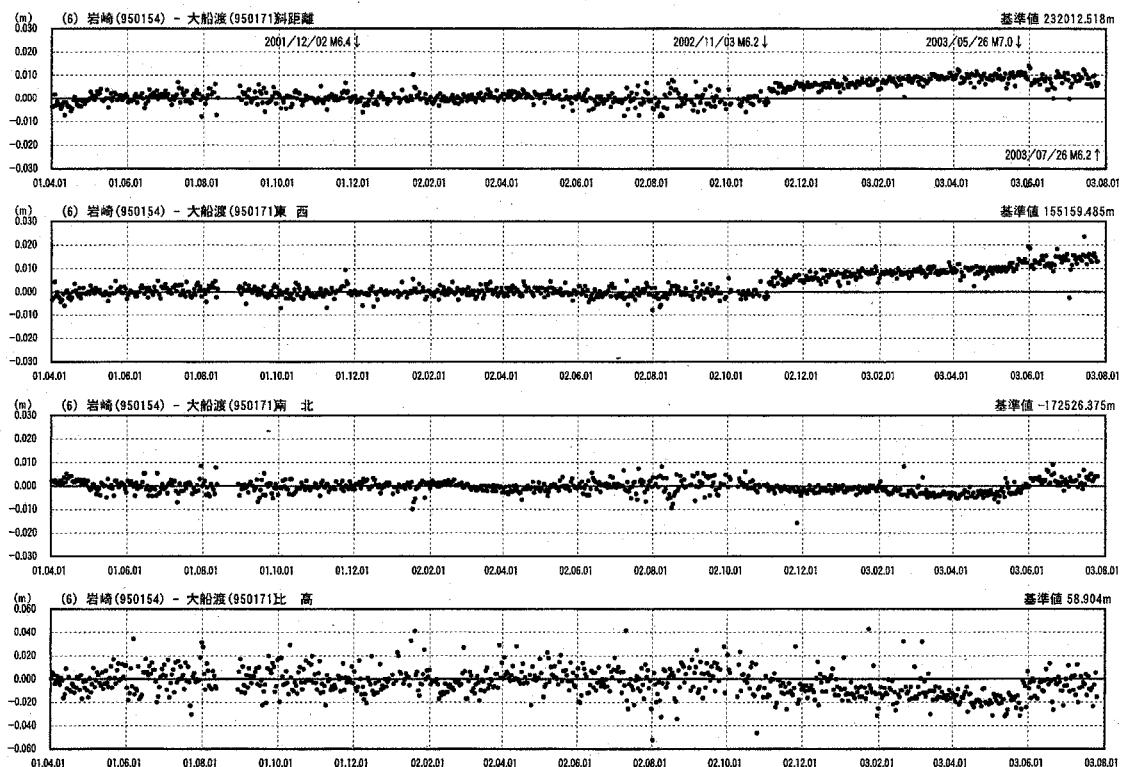
自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) slant2001年04月01日 - 2002年10月31日



自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) slant2001年04月01日 - 2002年10月31日

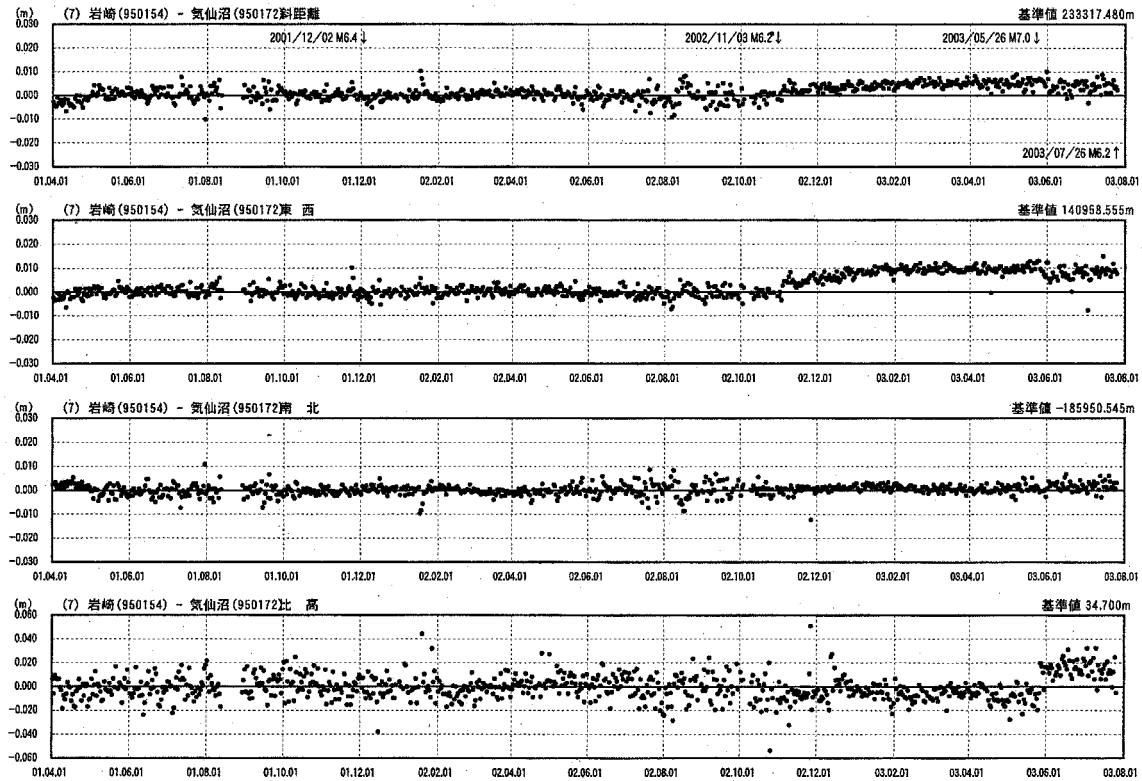


第 12 図 東北地方太平洋岸における GPS 連続観測結果 (固定点岩崎に対するトレンドを除去した時系列)

Fig.12 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (detrended components referred to Iwasaki)

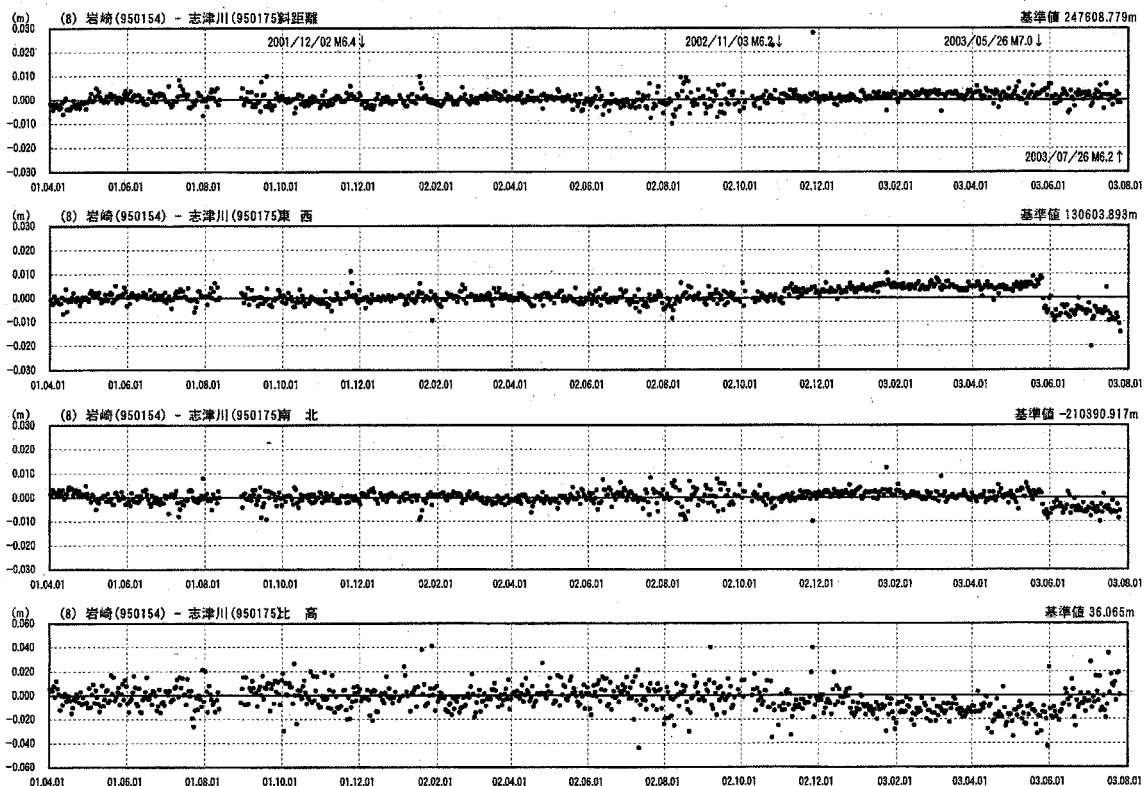
自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) 2001年04月01日 - 2002年10月31日



自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) 2001年04月01日 - 2002年10月31日

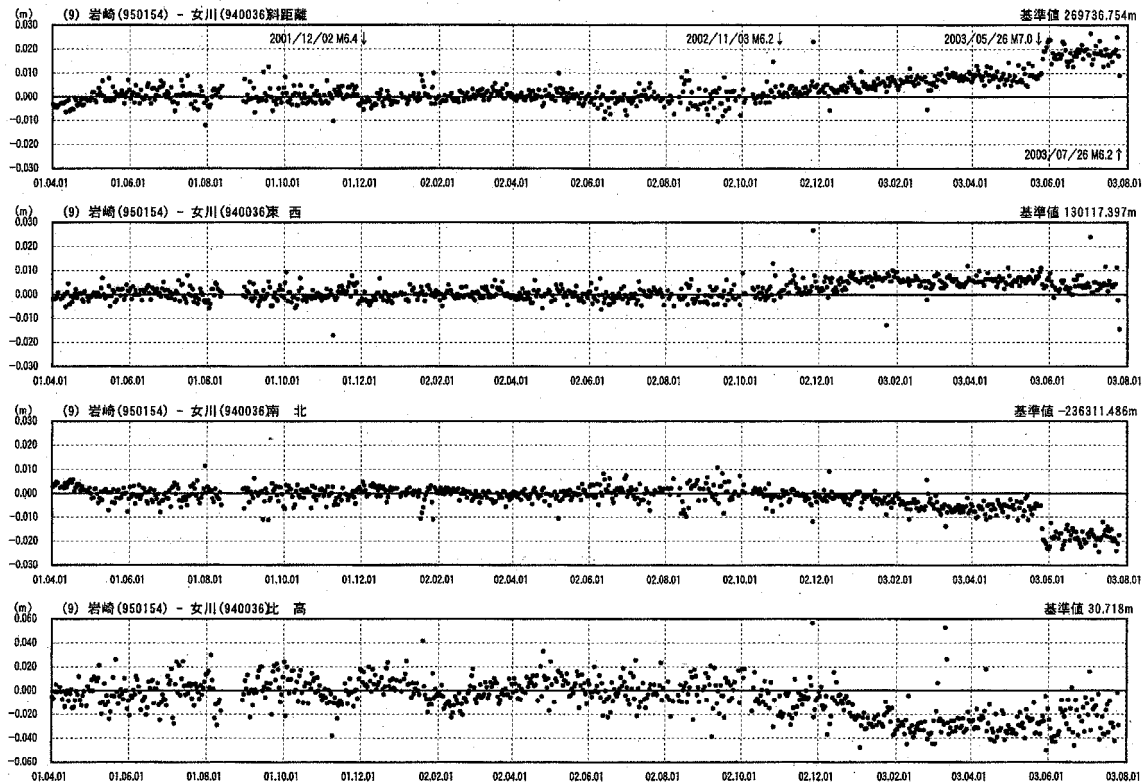


第 13 図 東北地方太平洋岸における GPS 連続観測結果 (固定点岩崎に対するトレンドを除去した時系列)

Fig.13 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (detrended components referred to Iwasaki)

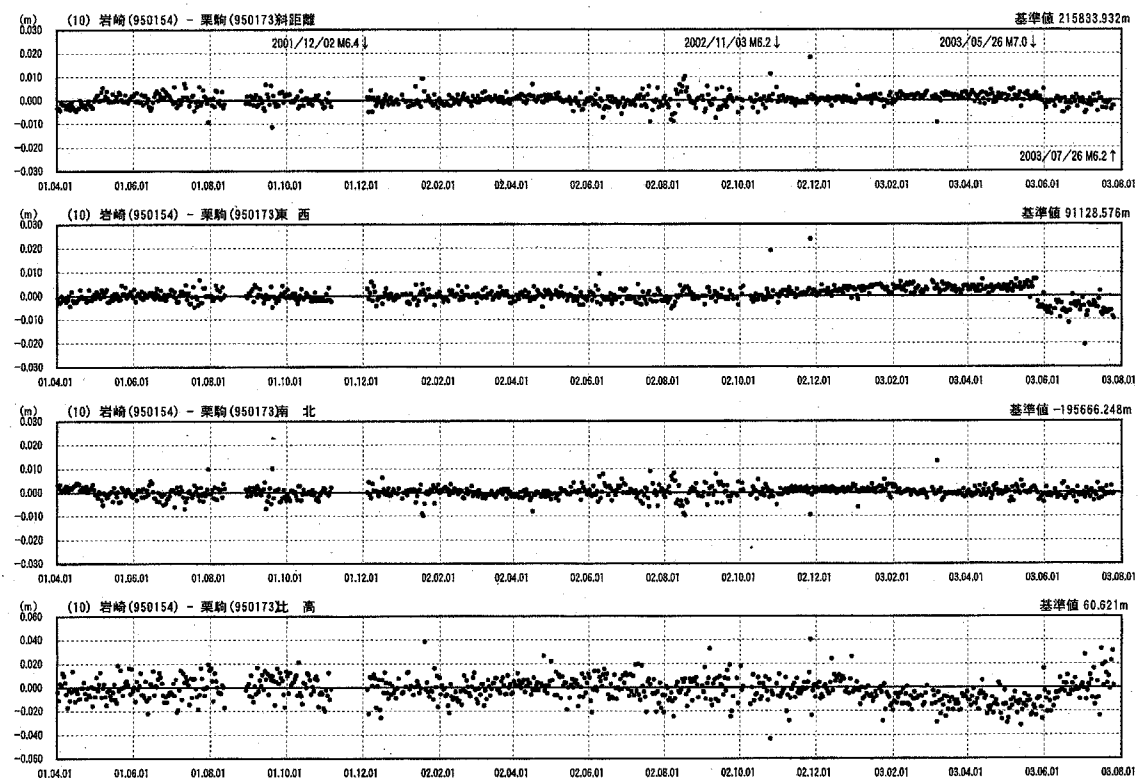
自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) slant2001年04月01日 - 2002年10月31日



自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) slant2001年04月01日 - 2002年10月31日

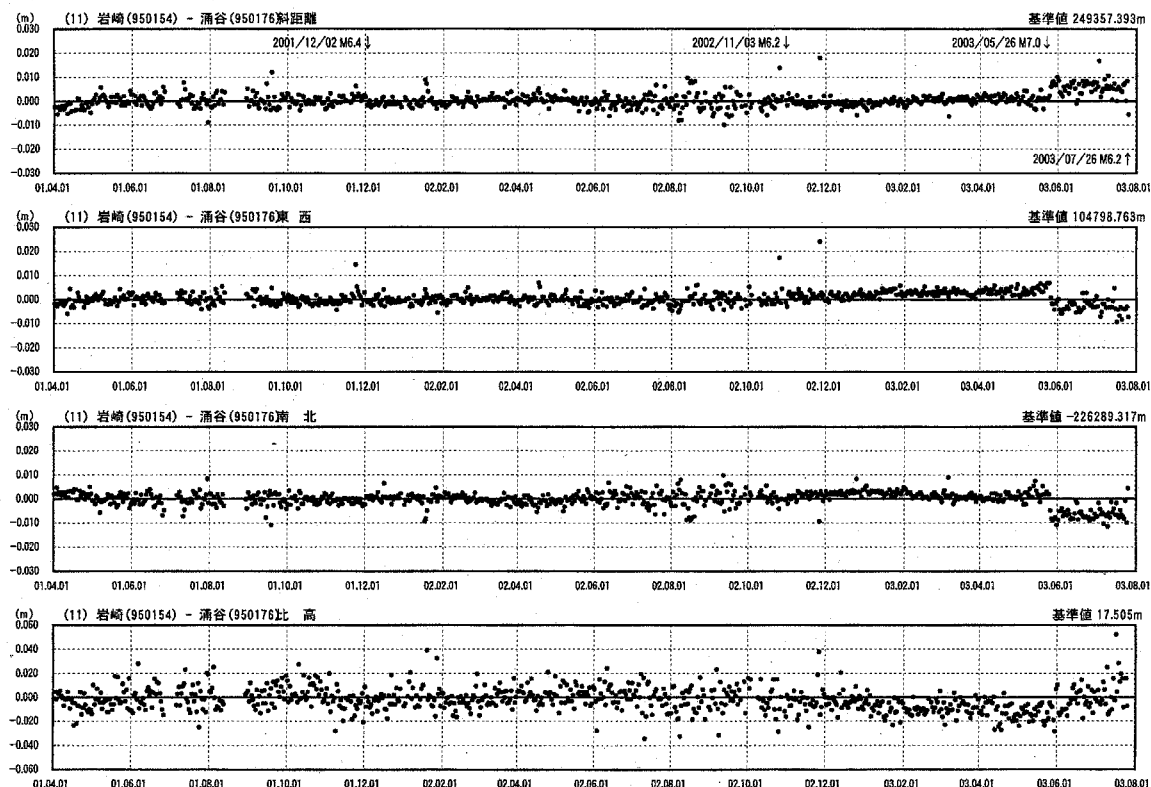


第 14 図 東北地方太平洋岸における GPS 連続観測結果 (固定点岩崎に対するトレンドを除去した時系列)

Fig.14 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (detrended components referred to Iwasaki)

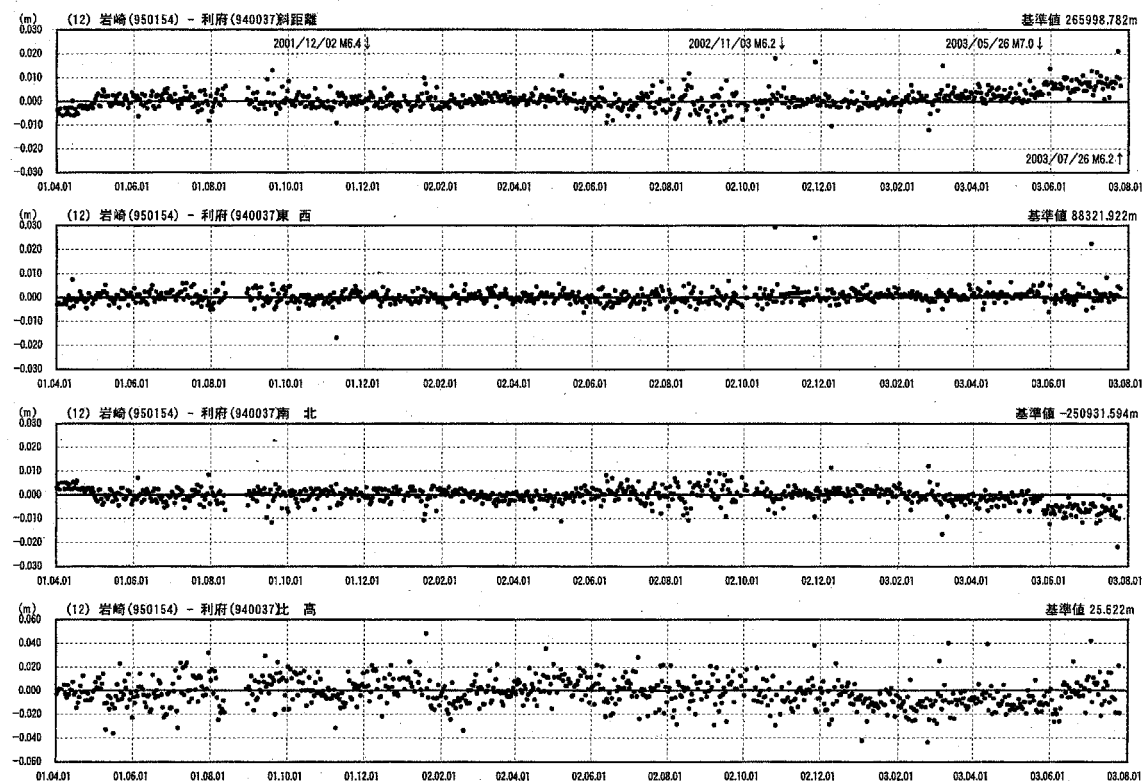
自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) slant2001年04月01日 - 2002年10月31日



自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) slant2001年04月01日 - 2002年10月31日

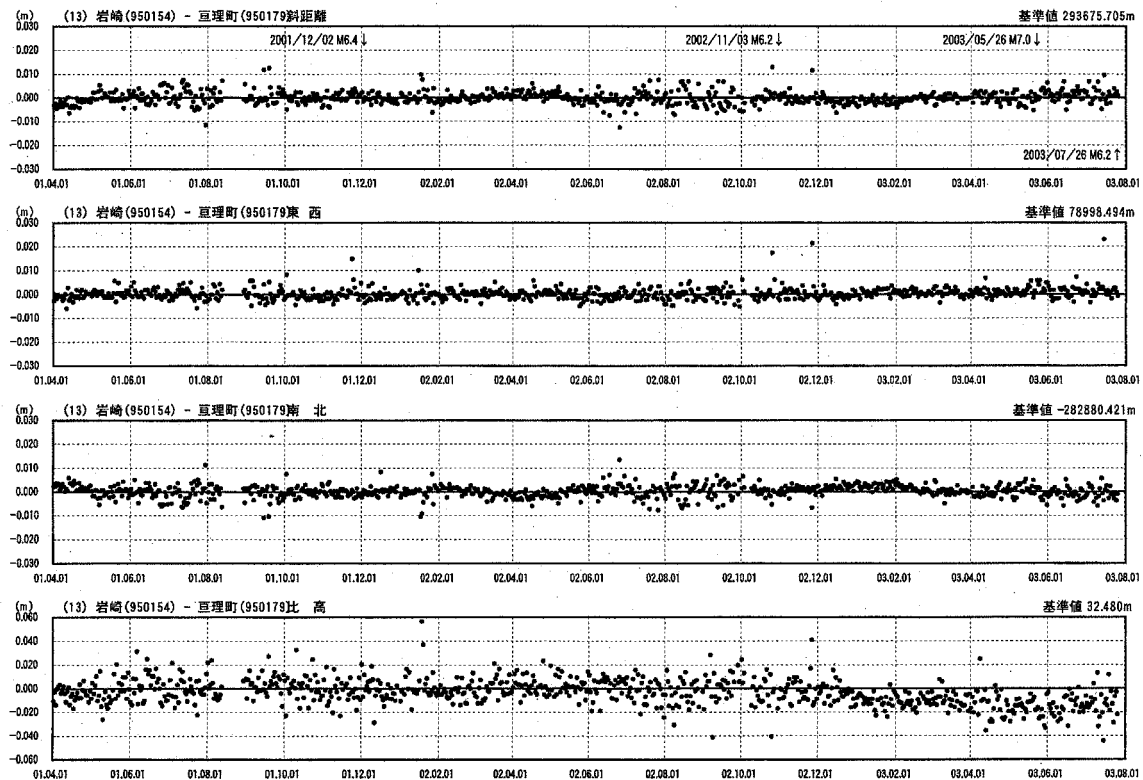


第 15 図 東北地方太平洋岸における GPS 連続観測結果 (固定点岩崎に対するトレンドを除去した時系列)

Fig.15 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (detrended components referred to Iwasaki)

自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

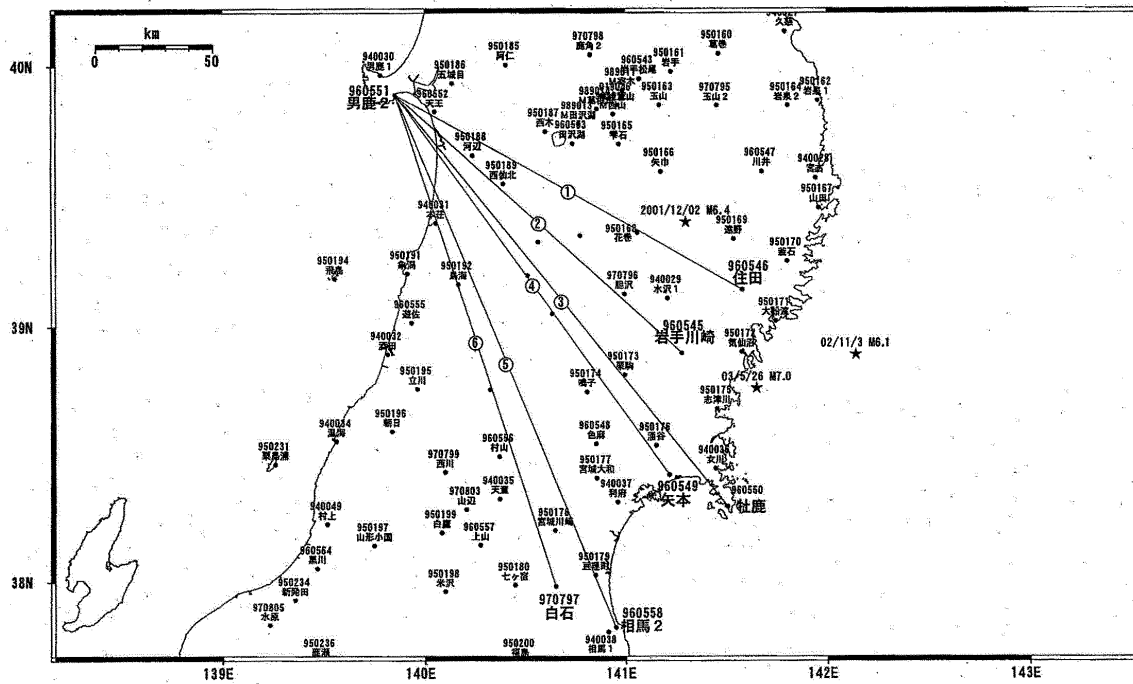
精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) Jant2001年04月01日 - 2002年10月31日



第 16 図 東北地方太平洋岸における GPS 連続観測結果 (固定点岩崎に対するトレンドを除去した時系列)

Fig.16 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (detrended components referred to Iwasaki)

5月26日 宮城県沖地震（4）－2地区 GPS連続観測基線図（補正後）



5月26日 宮城県沖の地震（4）各観測局情報

| 点番号    | 点 名  | アンテナ交換     | 備 考 |
|--------|------|------------|-----|
| 960551 | 男鹿2  | 2002/12/20 |     |
| 960546 | 住田   | 2003/5/6   |     |
| 960545 | 岩手川崎 | 2002/12/12 |     |
| 960549 | 矢本   | 2002/12/16 |     |
| 960550 | 牡鹿   | 2002/12/16 |     |
| 970797 | 白石   | 2002/12/12 |     |
| 960558 | 相馬2  | 2002/12/13 |     |

※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。

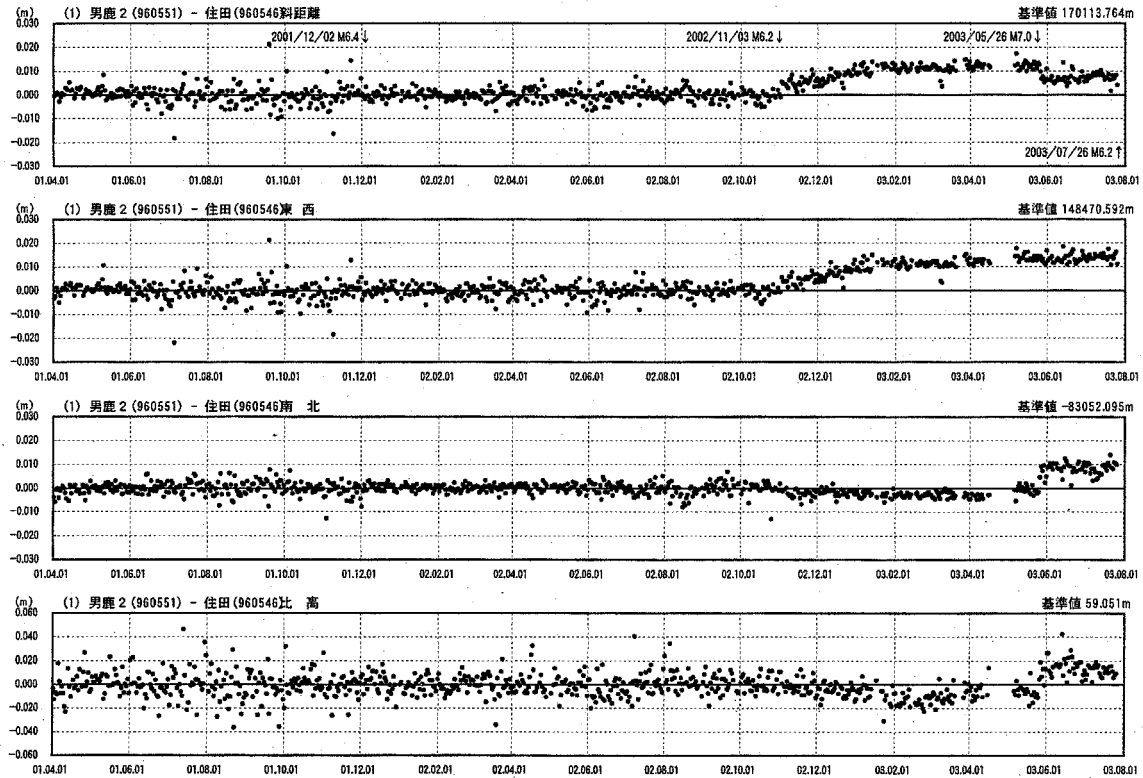
第17図 東北地方太平洋岸におけるGPS連続観測結果（基線図）

Fig.17 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (baseline map).

自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) Start 2001年04月01日 - 2002年10月31日

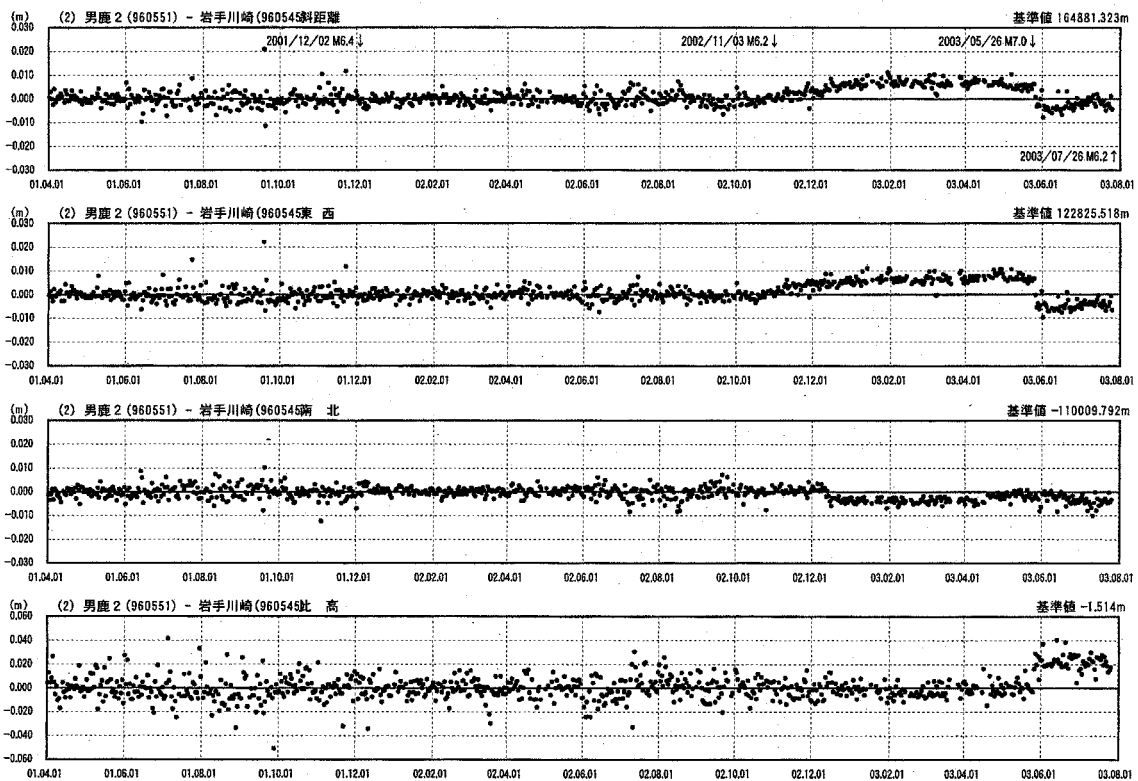
精密暦



自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) Start 2001年04月01日 - 2002年10月31日

精密暦



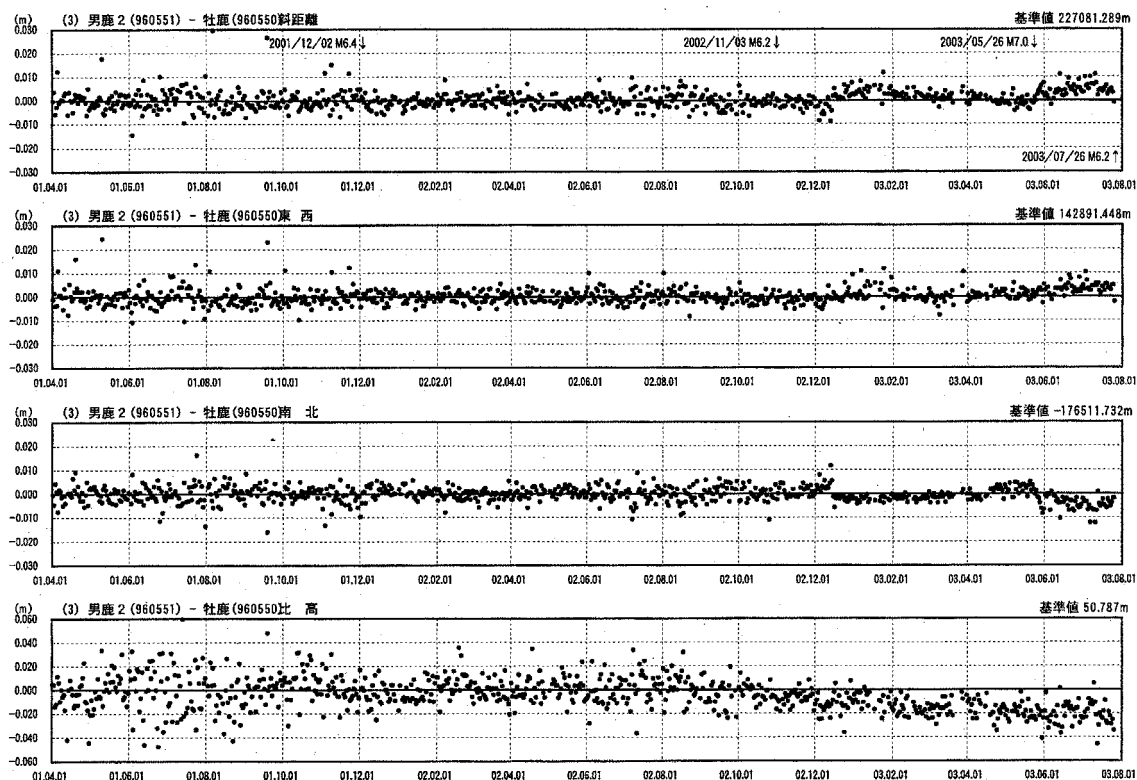
第 18 図 東北地方太平洋岸における GPS 連続観測結果 (固定点男鹿に対するトレンドを除去した時系列)

Fig.18 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (detrended components referred to Oga)



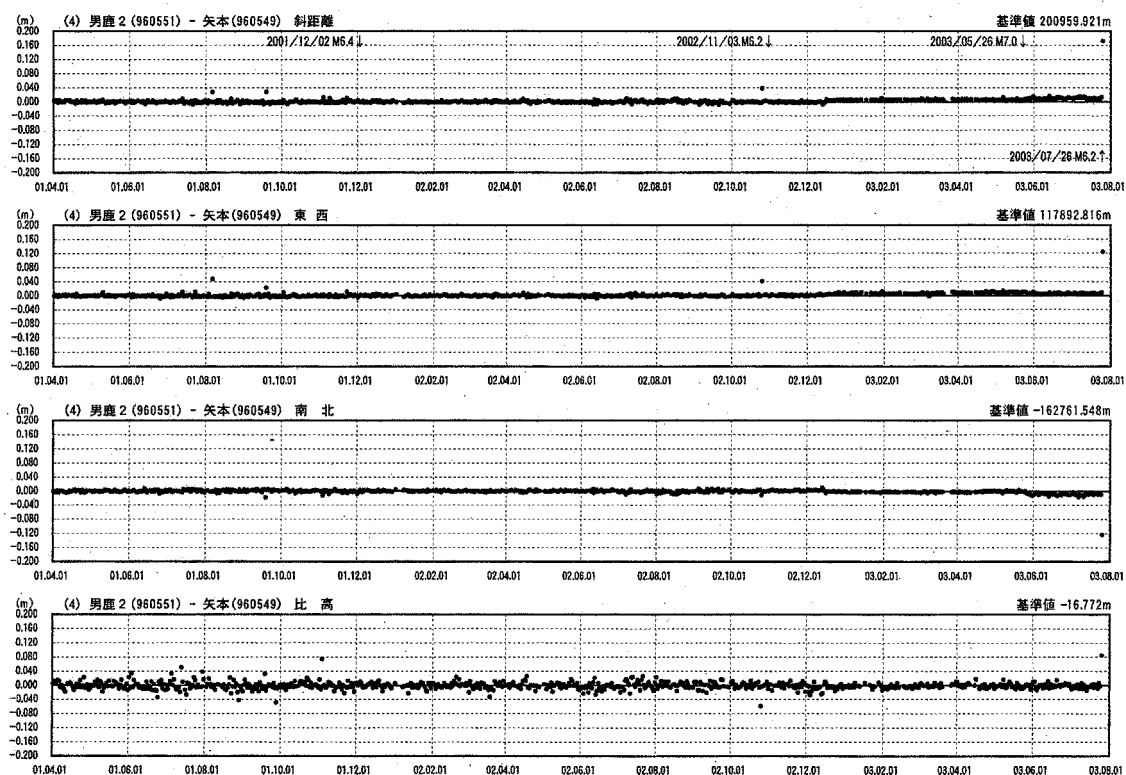
自期間 2001年04月01日  
至期間 2003年07月26日

精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) slant 2001年04月01日 - 2002年10月31日



自期間 2001年04月01日  
至期間 2003年07月26日

精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) slant 2001年04月01日 - 2002年10月31日

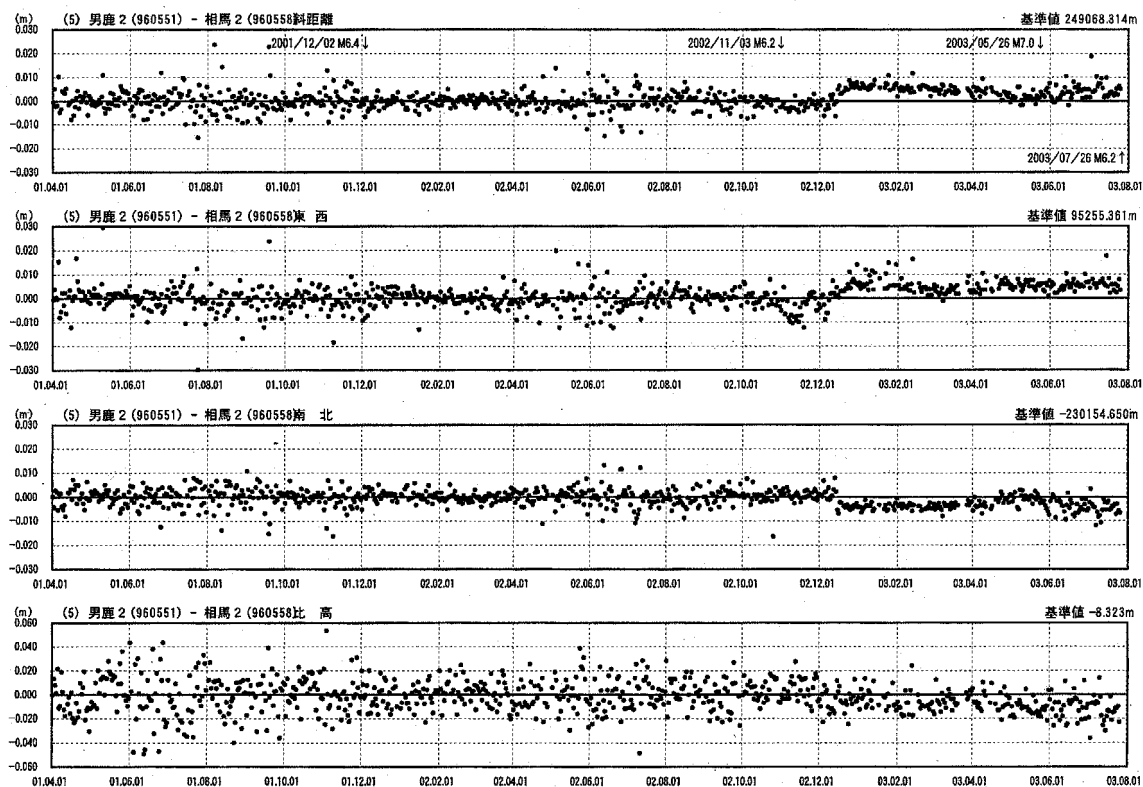


第 19 図 東北地方太平洋岸における GPS 連続観測結果 (固定点男鹿に対するトレンドを除去した時系列)

Fig.19 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (detrended components referred to Oga)

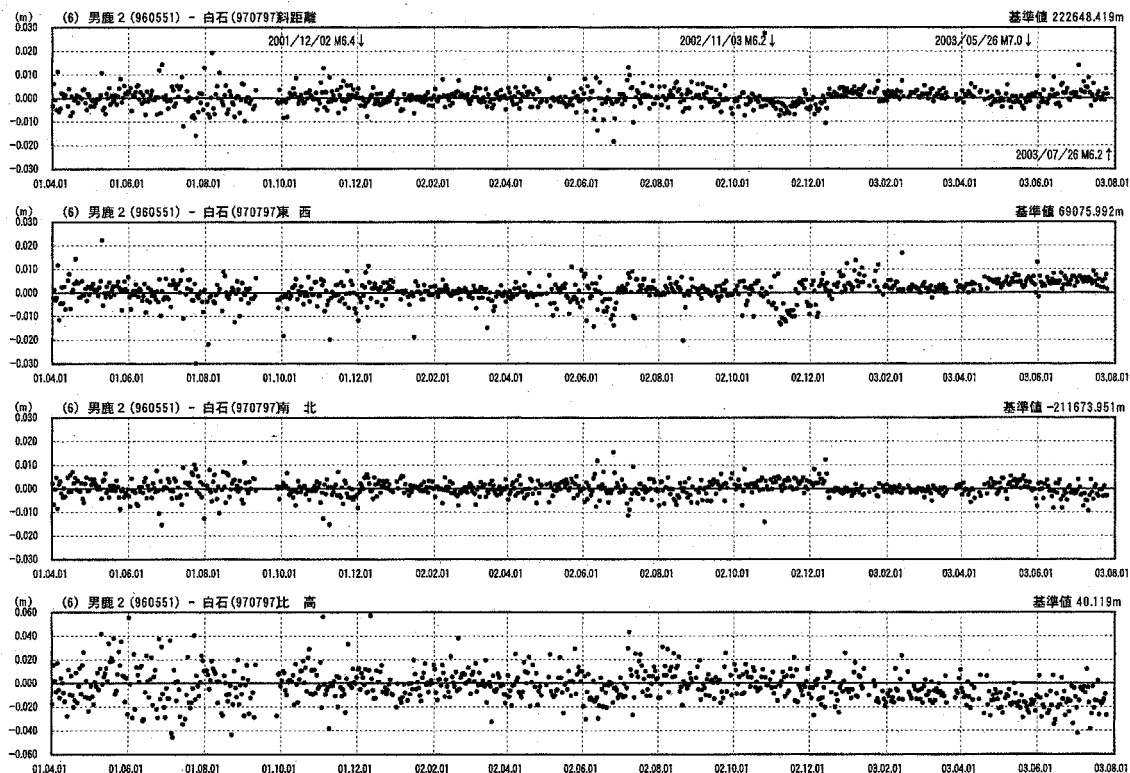
自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) slant2001年04月01日 - 2002年10月31日



自期間2001年04月01日  
至期間2003年07月26日

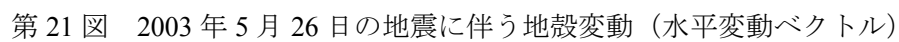
精密暦  
傾斜・年周・半年周 周期補正グラフ (成分表示) slant2001年04月01日 - 2002年10月31日



第 20 図 東北地方太平洋岸における GPS 連続観測結果 (固定点男鹿に対するトレンドを除去した時系列)

Fig.20 Results of Continuous GPS Measurements along the Pacific Coast of Tohoku District (detrended components referred to Oga)

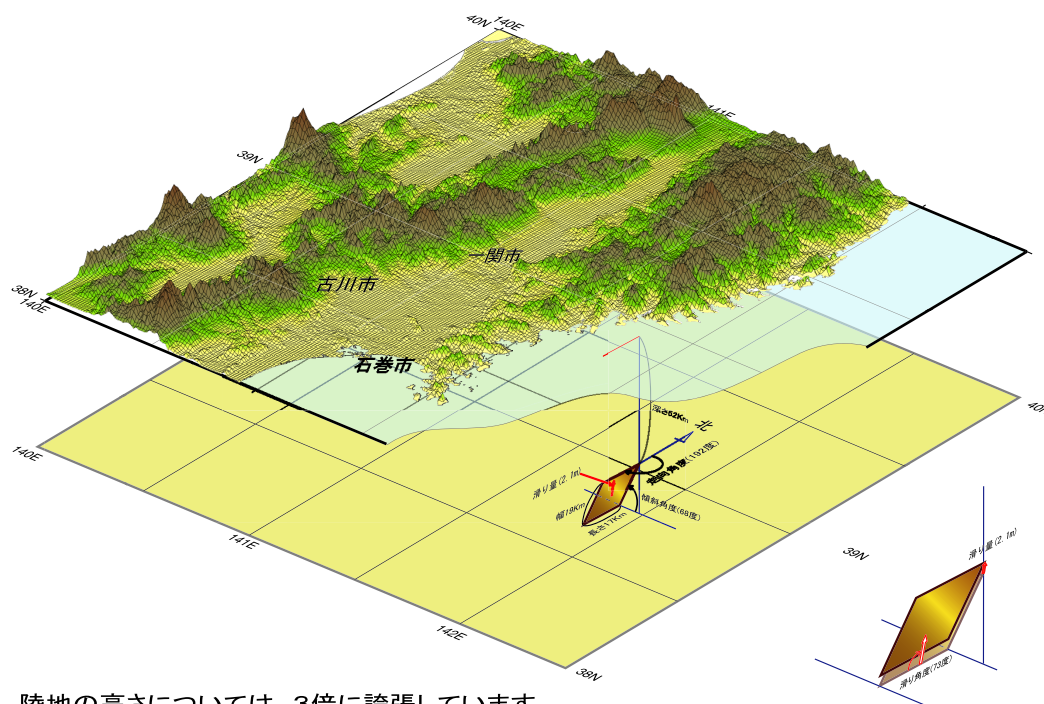
Period1:2003/05/20 - 2003/05/24  
Period2:2003/05/27 - 2003/05/31



—301—

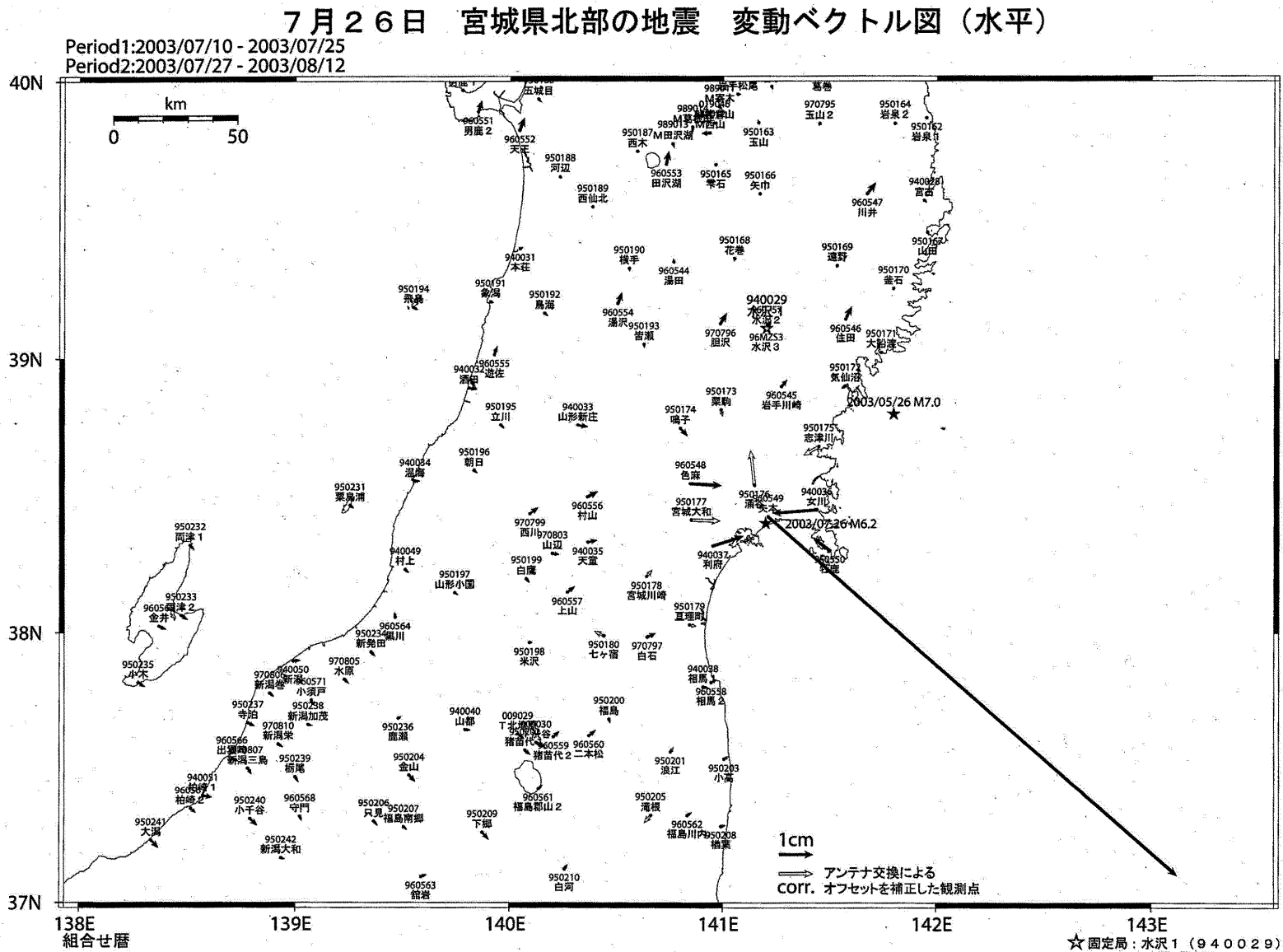


黒矢印：観測、白矢印：計算値



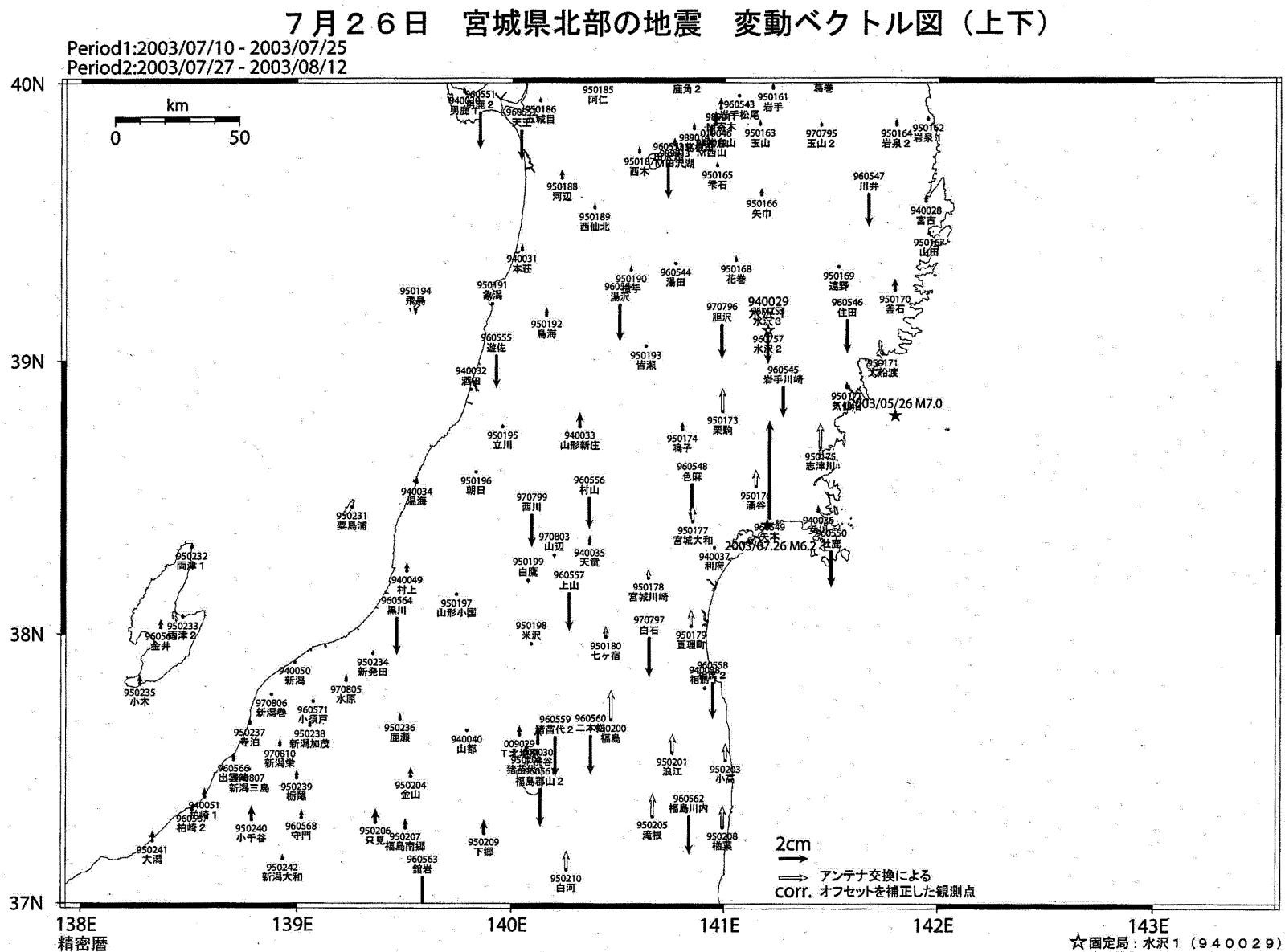
陸地の高さについては、3倍に誇張しています。

Fig.23 A Model for the Seismic Fault for the Earthquake on May 26th, 2003, Estimated from Crustal Deformation Data



第 24 図 2003 年 7 月 26 日の地震に伴う地殻変動（水平変動ベクトル）

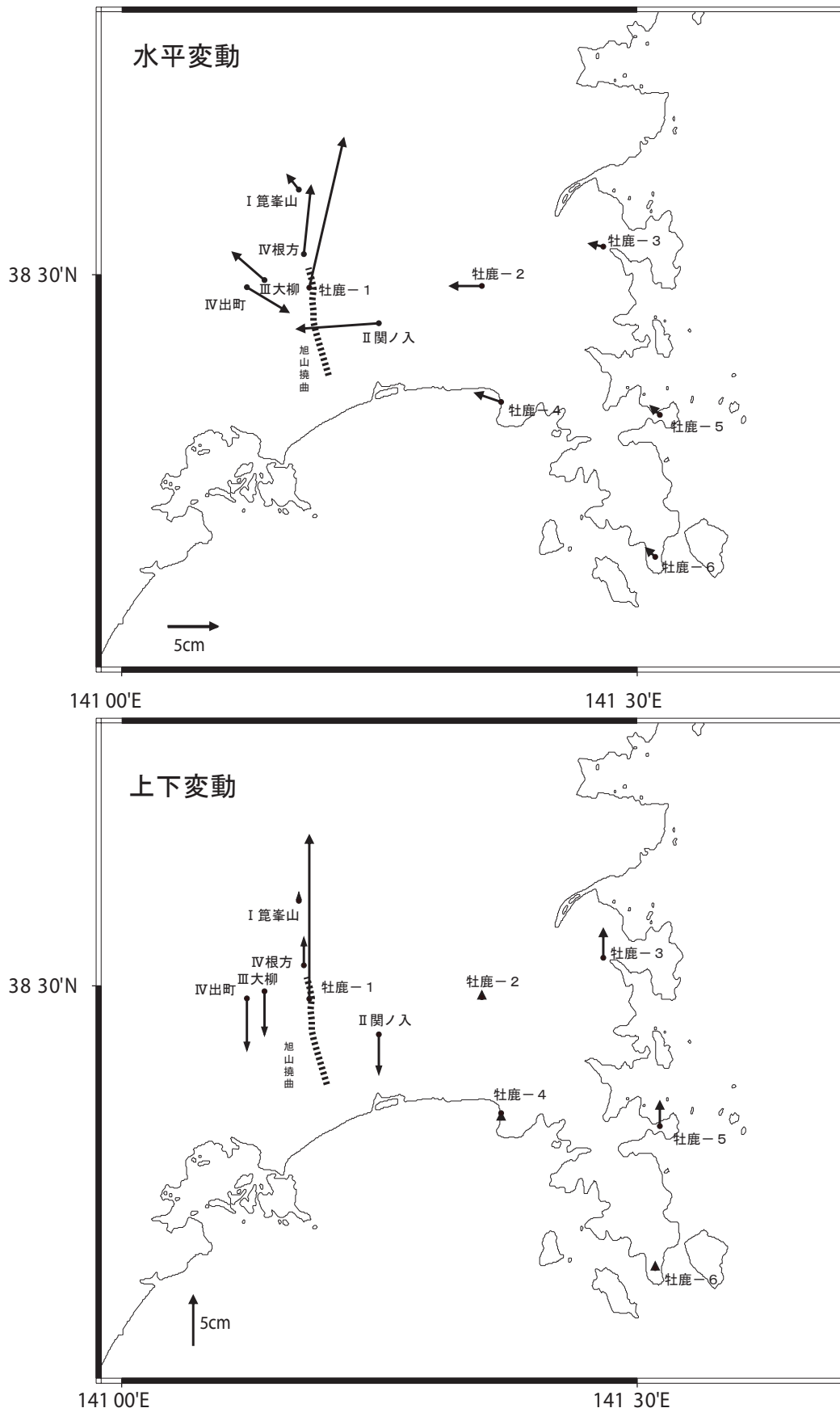
Fig.24 Co-seismic Horizontal Displacement Vectors by the Earthquake on July 26th, 2003



第 25 図 2003 年 7 月 26 日の地震に伴う地殻変動 (上下変動ベクトル)

Fig.25 Co-seismic Vertical Displacement Vectors by the Earthquake on July 26th, 2003

# 緊急に実施した「GPS測量」により 検出した地殻変動

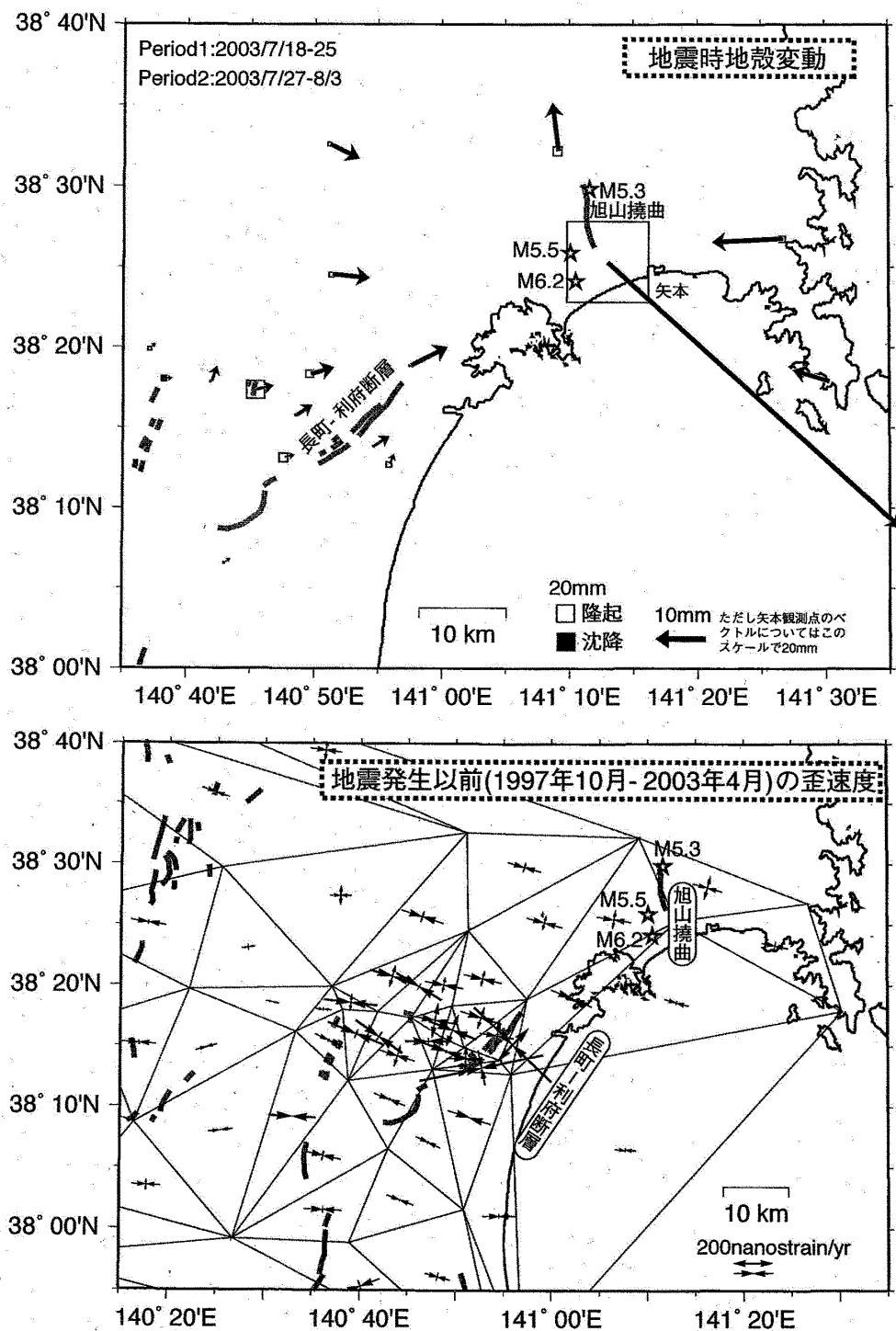


第26図 GPS繰り返し観測による地殻変動観測点・三角点の2003年7月26日の地震に伴う地殻変動  
Fig.26 Co-seismic Horizontal and Vertical Displacement Vectors of Triangulation Points and Geodynamic Monitoring Stations, Detected by GPS Campaign Observation, by the Earthquake on July 26th, 2003



# 長町-利府断層稠密GPSアレイで観測した 2003年7月26日宮城県北部の地震(M<sub>JMA</sub>6.2)の地殻変動

国土地理院では、2000年より長町-利府断層周辺での稠密GPSアレイ連続観測を行っている。上の図は、本アレイおよび周辺の電子基準点、GPS固定点で観測された、宮城県北部の地震(7月26日)前後の地殻変動(固定点は図の範囲外の白石観測点)を表している。基線解析は、GIPS Y2.6.1 と JPL 速報層を用いた精密単独測位法+バイアスの整数化を行っている。アレイで観測された変位量は数mm以下であり、地震の断層モデルで説明可能である。下図は、上記観測点に加えて東北大学GPS観測点により観測された地震発生以前の歪速度を示したものである。今回の震源域では、長町-利府断層西側のような顕著な歪集中が見られているわけではないが、南側の領域(仙台湾)と比較するとやや歪速度の大きな場所が発生したといえる。

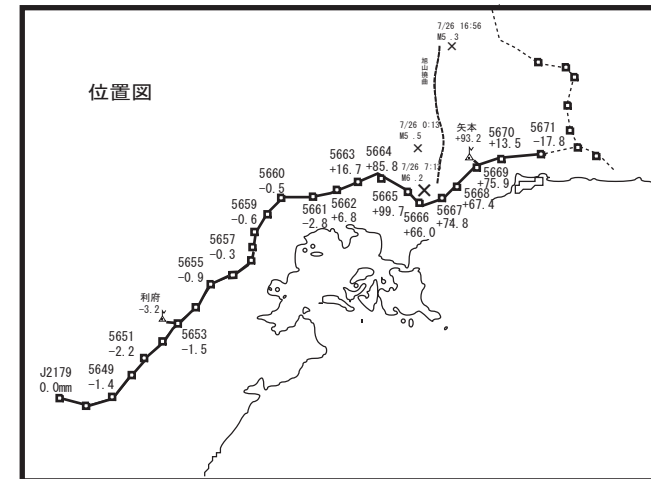
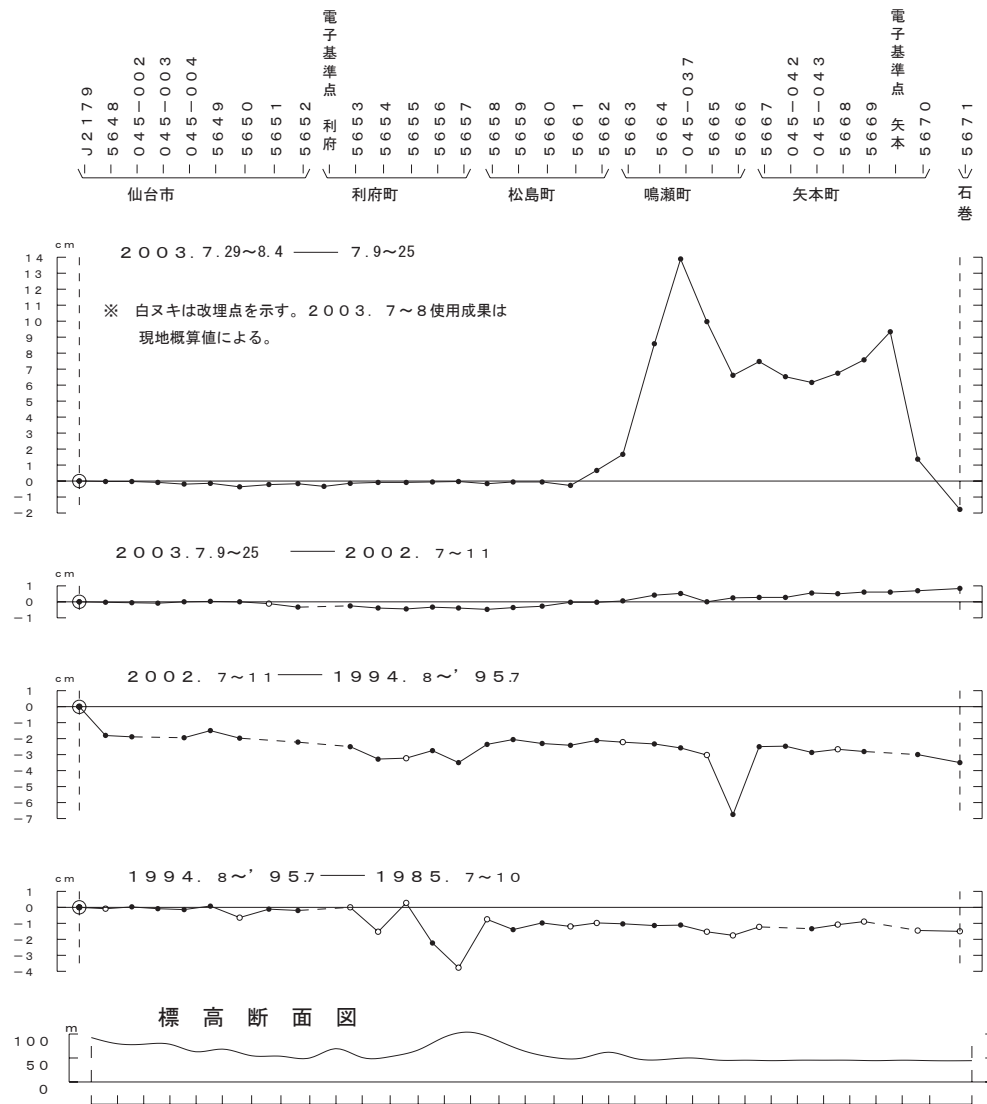


歪速度図は国土地理院と東北大学のGPS データを使用

第 27 図 長町-利府断層稠密 GPS アレイによる 2003 年 7 月 26 日の地震に伴う水平変動

Fig.27 Co-seismic Horizontal Displacement Vectors, Detected by High Density Continuous GPS Array along Nagamachi-Rifu Fault, by the Earthquake on July 26th, 2003

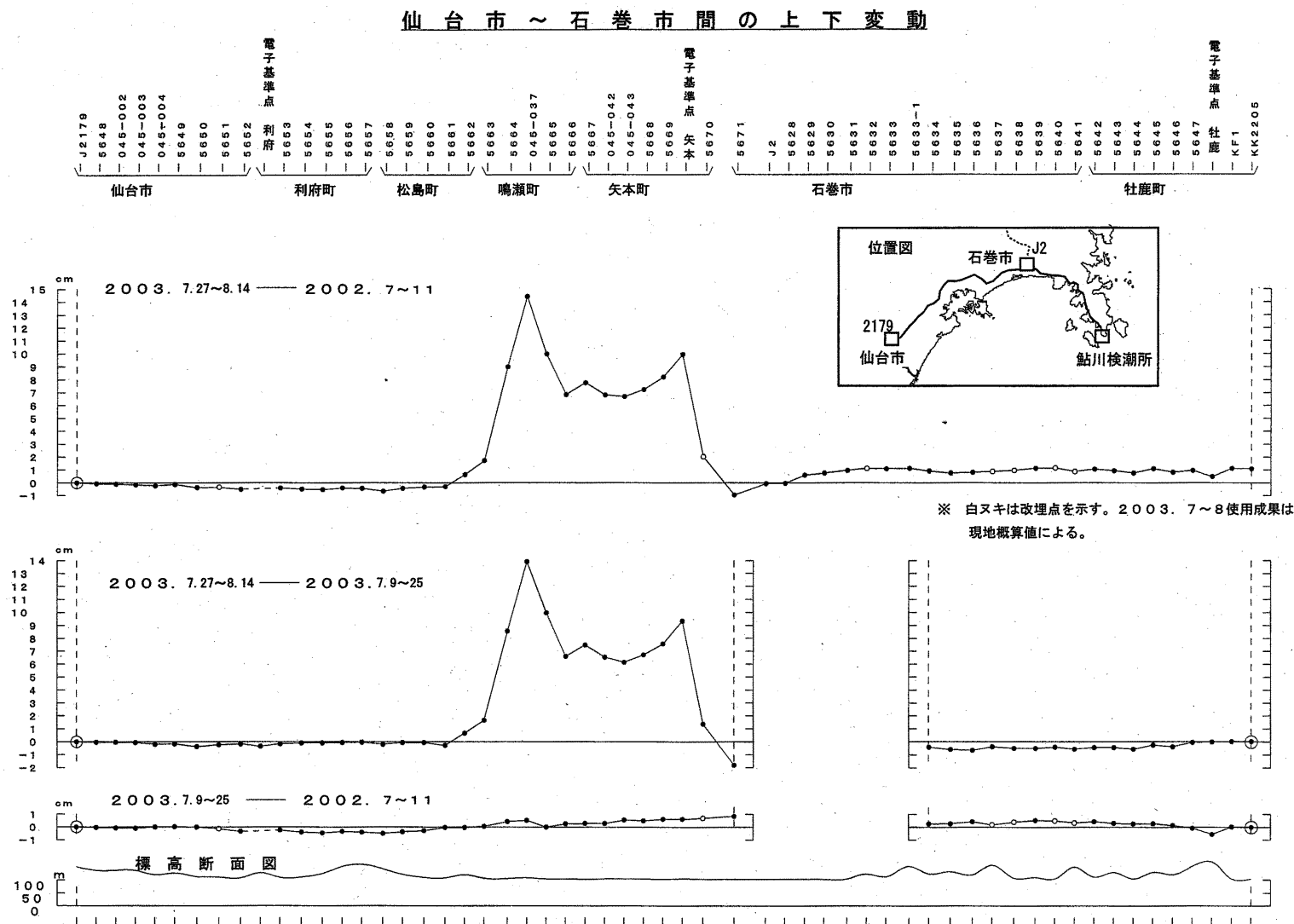
# 水準測量による仙台市一矢本町周辺の上下変動



第28図 水準測量による仙台市一矢本町周辺の上下変動

Fig. 28 Vertical Displacement Detected by Leveling Survey between Sendai and Yamoto

数値



第 29 図 水準測量による仙台市－石巻市周辺の上下変動

Fig.29 Vertical Displacement Detected by Leveling Survey between Sendai and Ishinomaki

数 値

## 干渉SARで検出された 2003年7月26日宮城県北部の地震(M<sub>JMA</sub>6.2)に伴う地殻変動

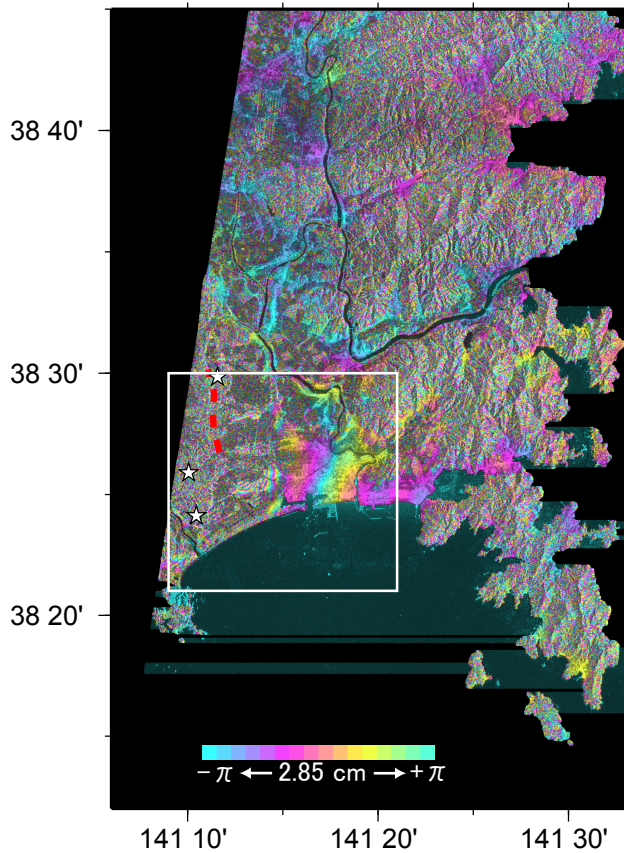


図1 2003年6月13日と7月31日のデータ (F5モード) の干渉解析結果。  
図中の赤破線は旭山撓曲, 星印は南から本震, 前震, 最大余震の震央を示す。白枠は図2の範囲。

2003年7月26日に宮城県北部で発生した地震の震源域を含む地域について, RADARSATによる緊急観測データを用い, 干渉SAR解析を行った。

図1は6月13日と7月31日のデータの干渉SAR解析結果である。色の变化はその地点の衛星視線方向の変位を示し, 色の1周期は2.85cmの変位に相当する。RADARSATはC-band SAR衛星であるため, 草木に覆われている山地等では干渉が得られない。また, 震源域近傍には水田が広く分布しており, 干渉が得られたのは, 耕作地を除く平坦地と建物が集中する市街地等に限られている。しかし, 画像の北部では変動は見られず, 画像南部の震源域付近で地殻変動が見られることは明らかである。

図2は今回の解析で得られた干渉画像から震源域近傍を拡大したものである。旭山撓曲 (図中の赤破線) よりも東側で大きく変位していることがわかる。この大きな変動が見られる矢本の市街地では, 最大で20cm以上の変位 (衛星に近づく向きの変位) が検出された。なお, 干渉画像からは, 変動の中心が矢本市街地の北に広がる水田地帯にあると予想されるが, その領域では干渉が得られていないため, 変位の最大値は不明である。

なお, 地殻変動が現れている領域における変動の勾配が大きいことから, 断層面の上端はかなり浅いところまで達していると考えられる。

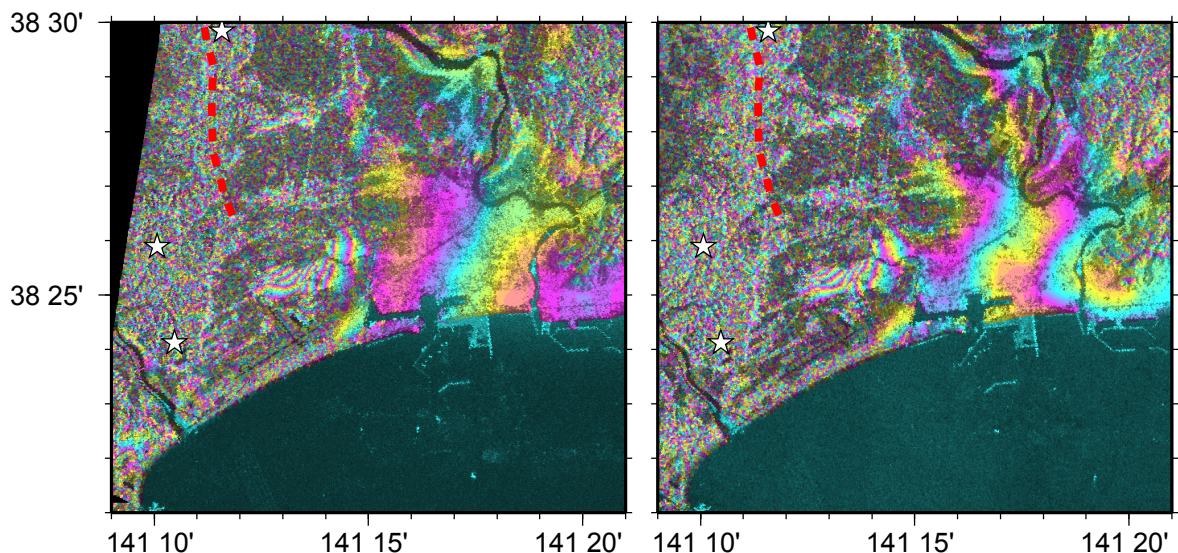


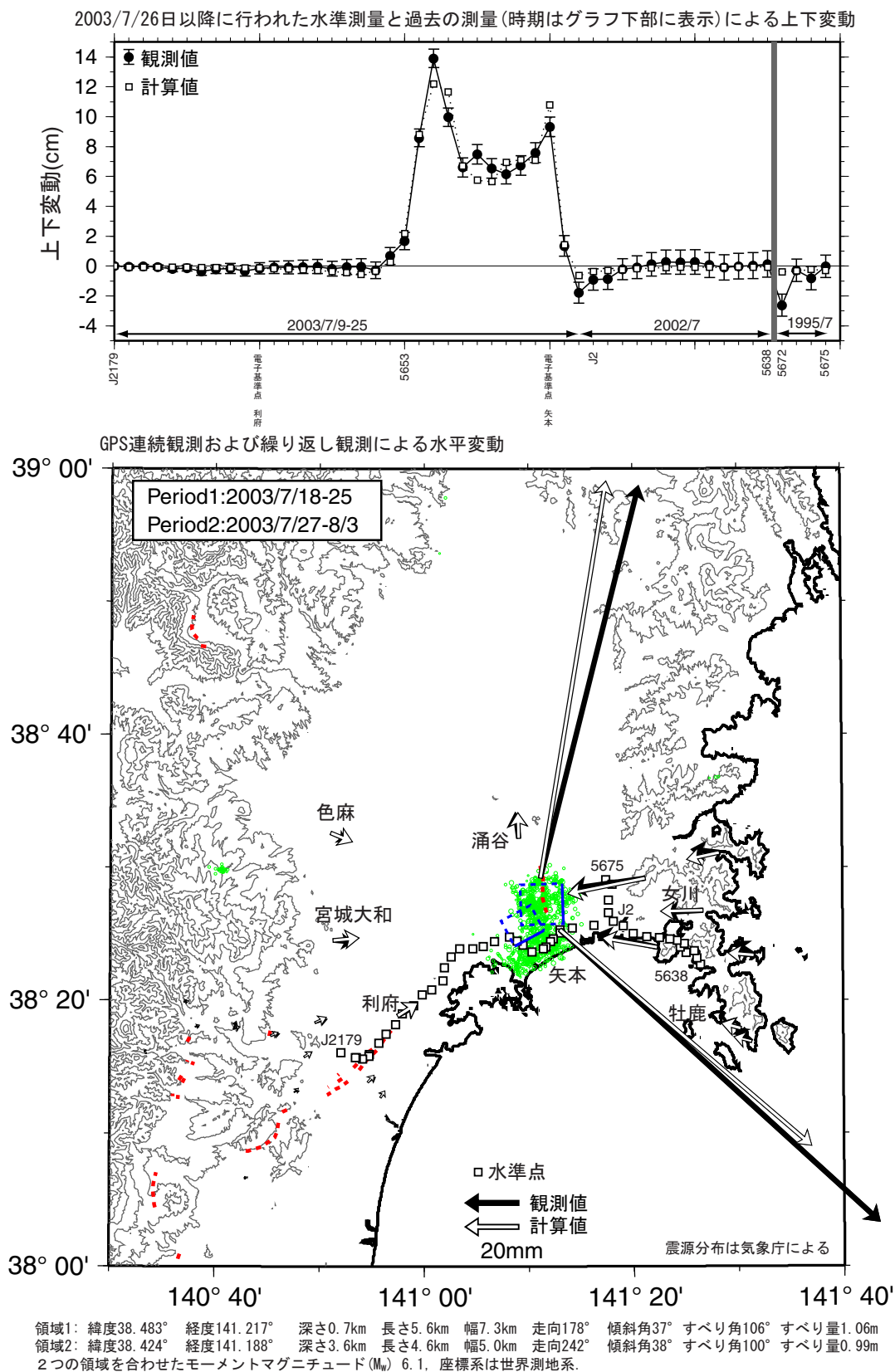
図2 震源域付近の拡大図。大きな変動が見られる領域は矢本の市街地。(a)6月13日～7月31日 (F5モード), (b)5月30日～8月10日 (F1モード)。

第30図 干渉SARで検出された2003年7月26日の地震に伴う地殻変動

Fig.30 Crustal Deformation, Caused by the Earthquake on July 26th, 2003, Detected by In-SAR



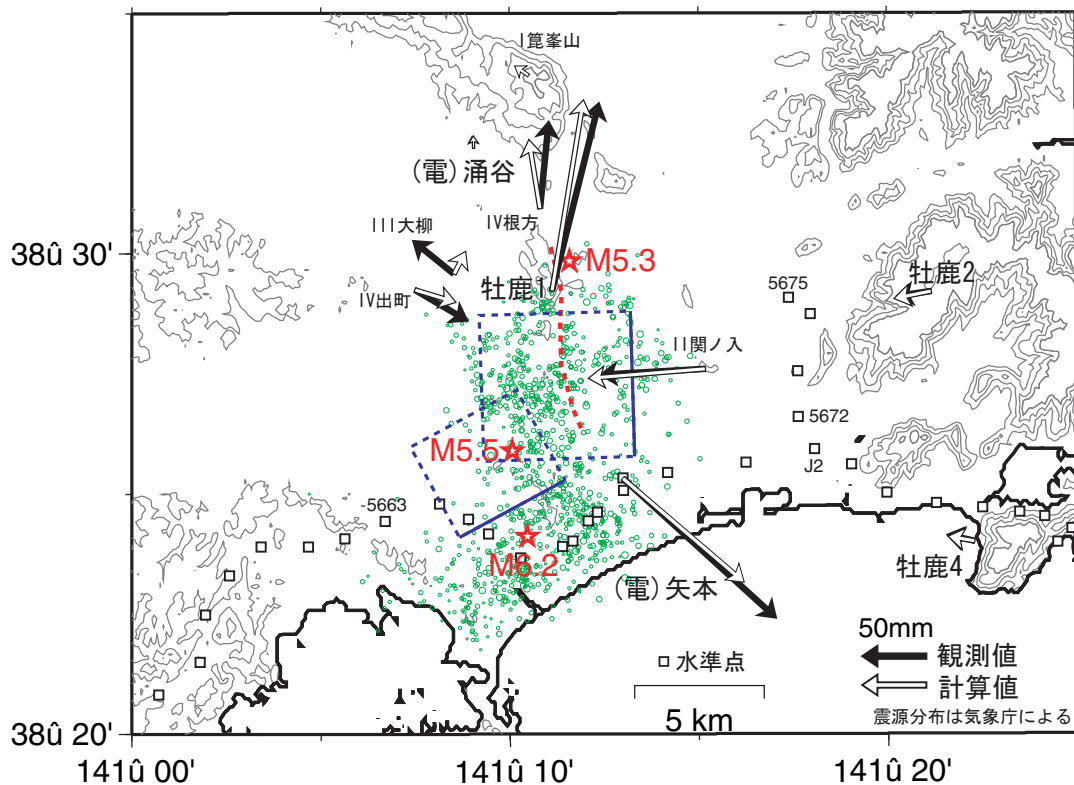
# 7月26日7時13分頃 宮城県北部の地震(Mj6.2)の断層モデル-A(暫定)



第31図 2003年7月26日の地震の地殻変動から推定した断層モデル

Fig.31 A Model for the Seismic Fault for the Earthquake on July 26th, 2003, Estimated from Crustal Deformation Data

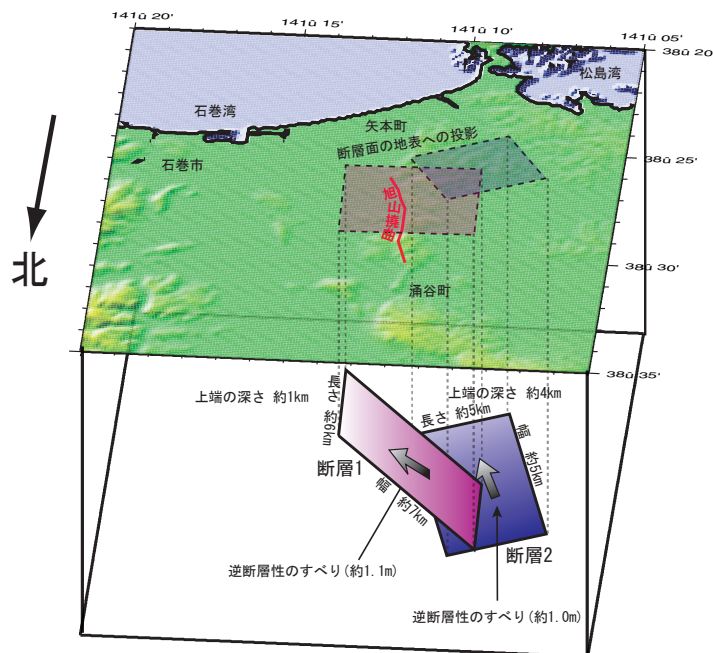
# 推定された断層(モデル-A)周辺での水平変動



観測点名による点の種類は以下の通り。

(電): 電子基準点, 牡鹿1-6: ピラー型地殻変動観測点, I~IV: 一等~四等三角点  
 一等~四等三角点の矢印は, 電子基準点涌谷に対する相対変動。三角点のデータは, 1996年以降にGPS測量が行われており当時の生データを用いて電子基準点と直接基線解析を行った観測点のみ示した。それ以外のGPS観測点の矢印は, 地震による変動の影響が無視できる遠方の観測点を基準とした変動を表す。

## 断層モデル(モデル-A)の模式図



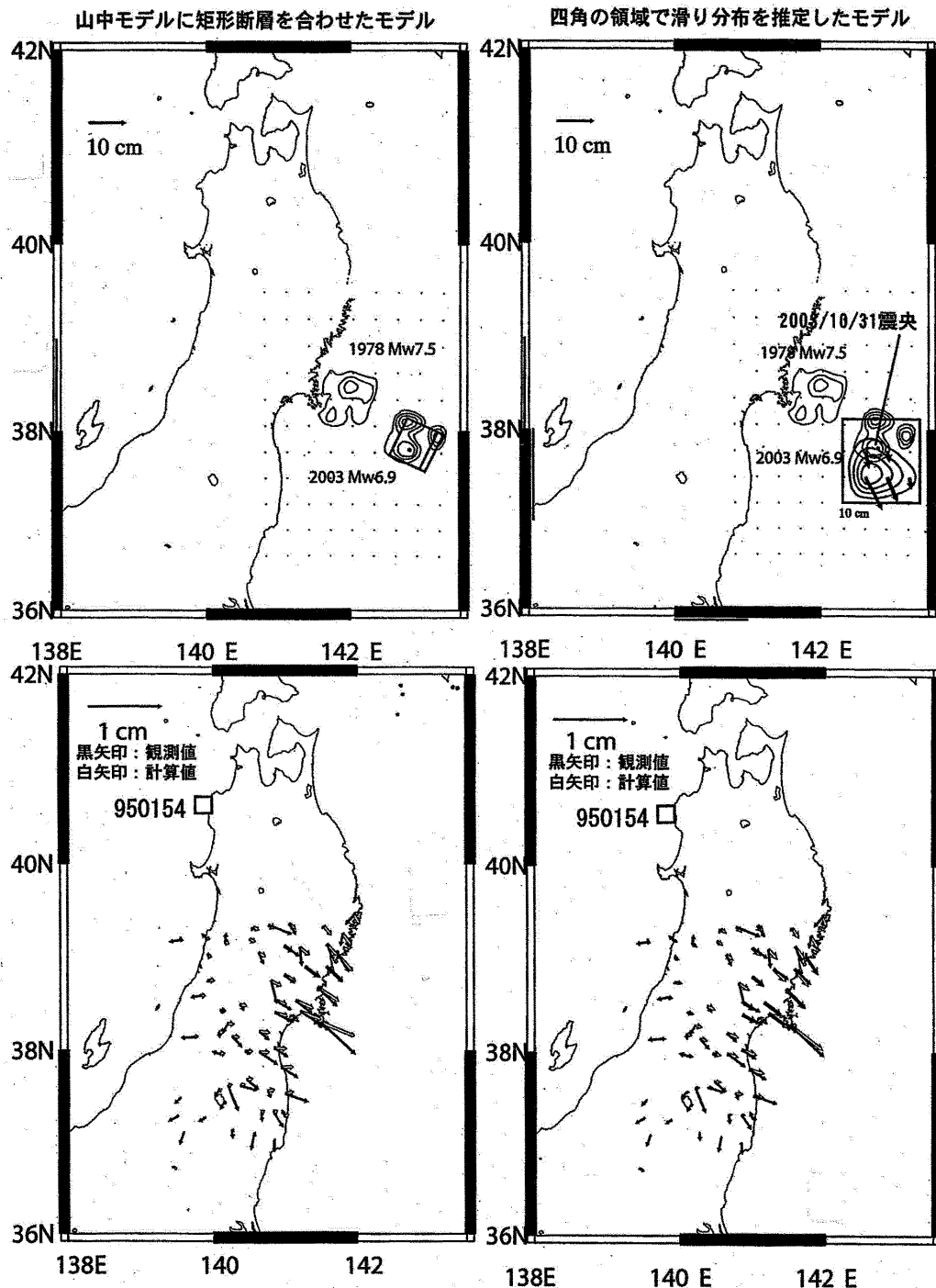
第32図 2003年7月26日の地震の地殻変動から推定した断層モデル

Fig.32 A Model for the Seismic Fault for the Earthquake on July 26th, 2003, Estimated from Crustal Deformation Data

# 福島県沖地震時後のプレート間滑りモデル（暫定）M6.8

10/16-30 -- 11/1-10

1978 Mw7.5及び2003 Mw6.9の滑り領域（コンター）は山中他の解析結果（EIC地震学ノート141：地震研究所ウェブサイト）に公開）をトレースして載せています。



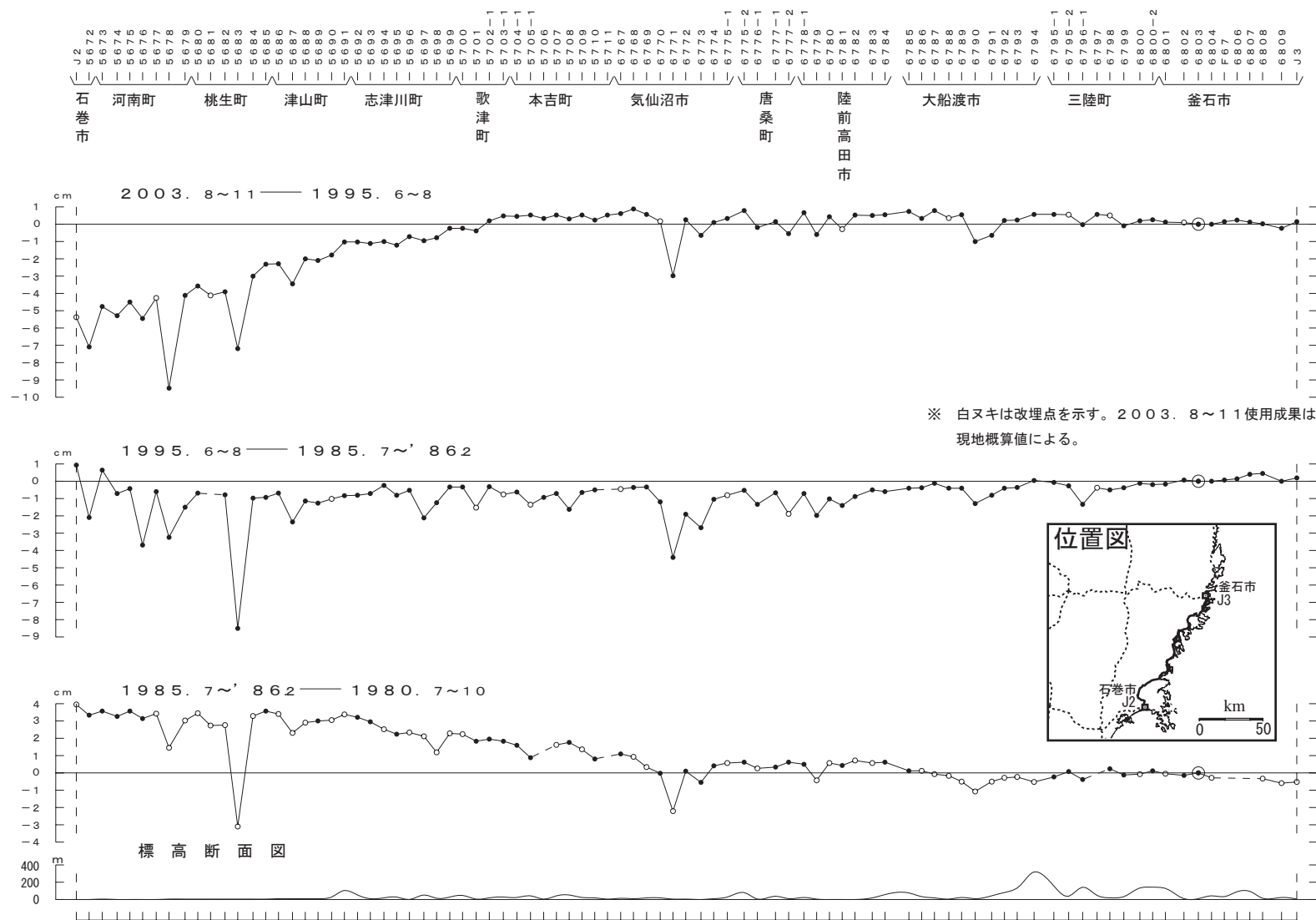
注) EIC地震学ノート141の結果に合わせて地殻変動を計算してもそれなりに合わせられる。領域を気象庁地震調査委員会資料の余震分布の領域にあわせて滑り分布を推定したのが右のモデルであるが、南側に滑りが推定されているのは、地殻変動のベクトルの向きが若干南向きであることに合わせようとしているようで、山中他の領域と有意に南にずれているとは現時点ではいえない。

矩形断層パラメータ：走向204度、傾斜14度、深さ30 km、滑り量23 cm、滑り角度70度  
地震研究所EIC地震学ノートの解析結果の値を固定して推定。場所、サイズも地震学ノートの結果に合わせている。

第33図 地殻変動から推定した2003年10月31日福島県沖地震後のプレート間滑りモデル

Fig.33 Inter Plate Slip for the Earthquake on October 31st, 2003, Estimated from Crustal Deformation Data

# 石巻市～釜石市間の上下変動

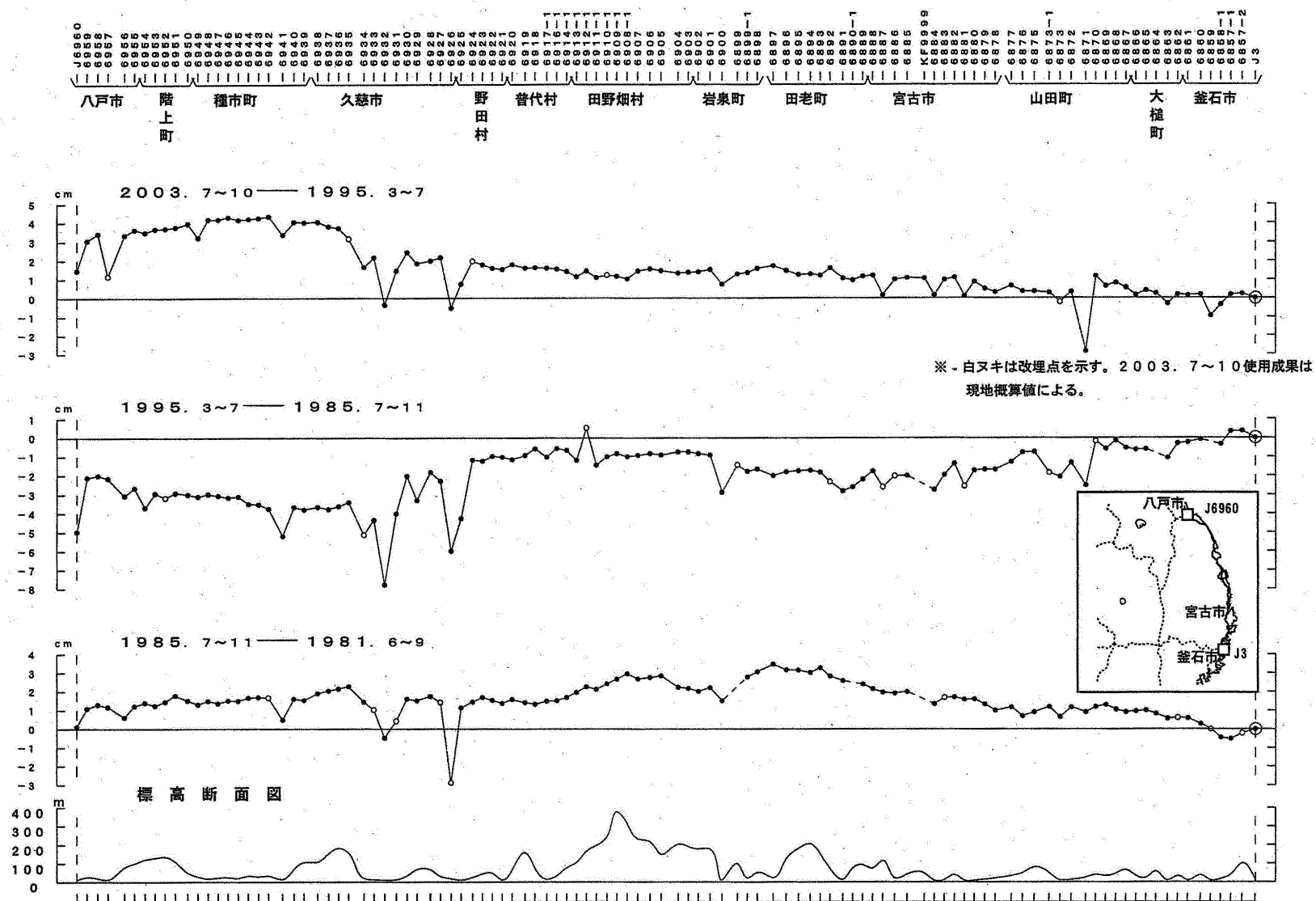


第34図 東北地方における水準測量結果  
Fig. 34 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数値



# 釜石市～宮古市～八戸市間の上下変動

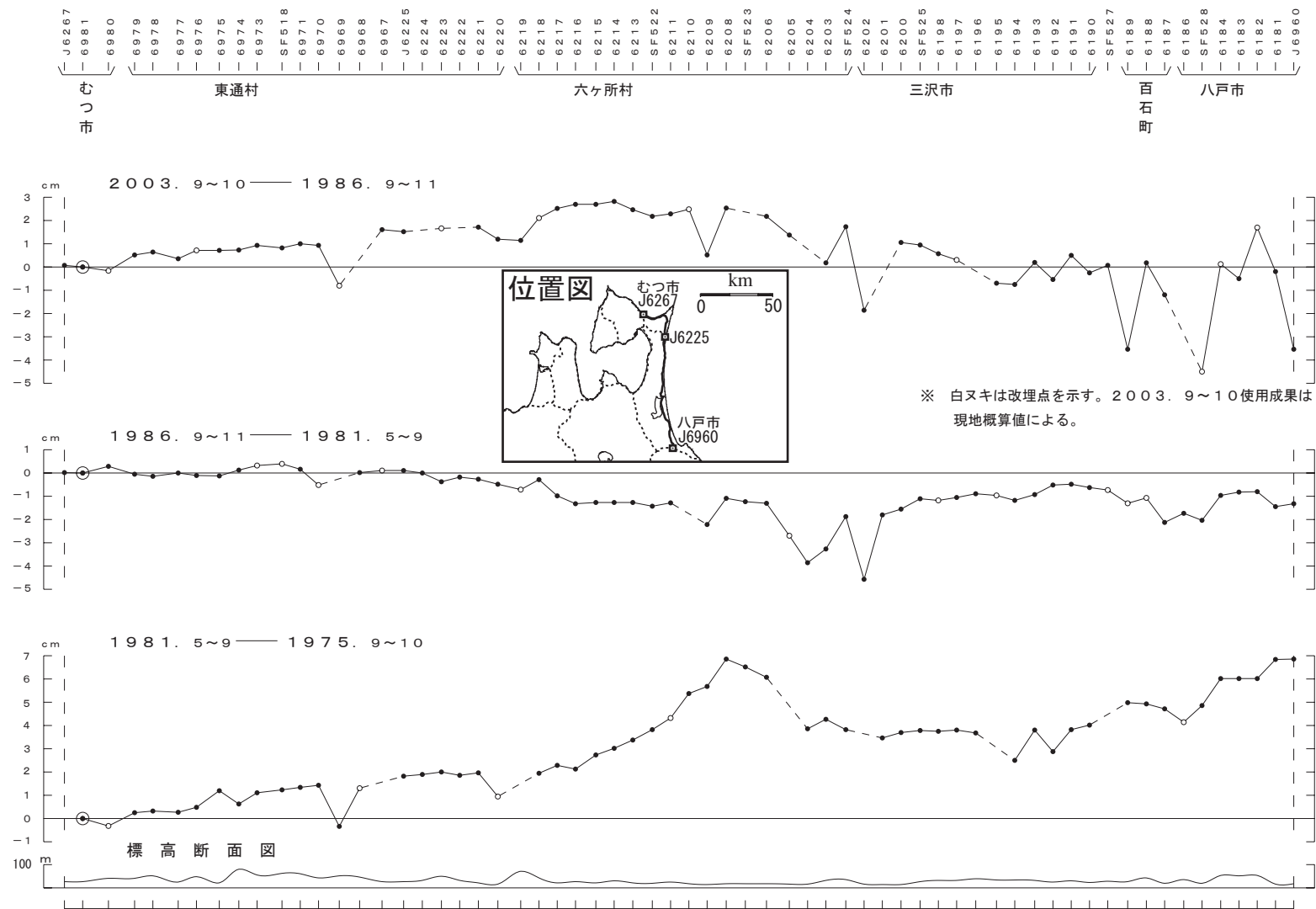


第 35 図 東北地方における水準測量結果

Fig.35 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数値

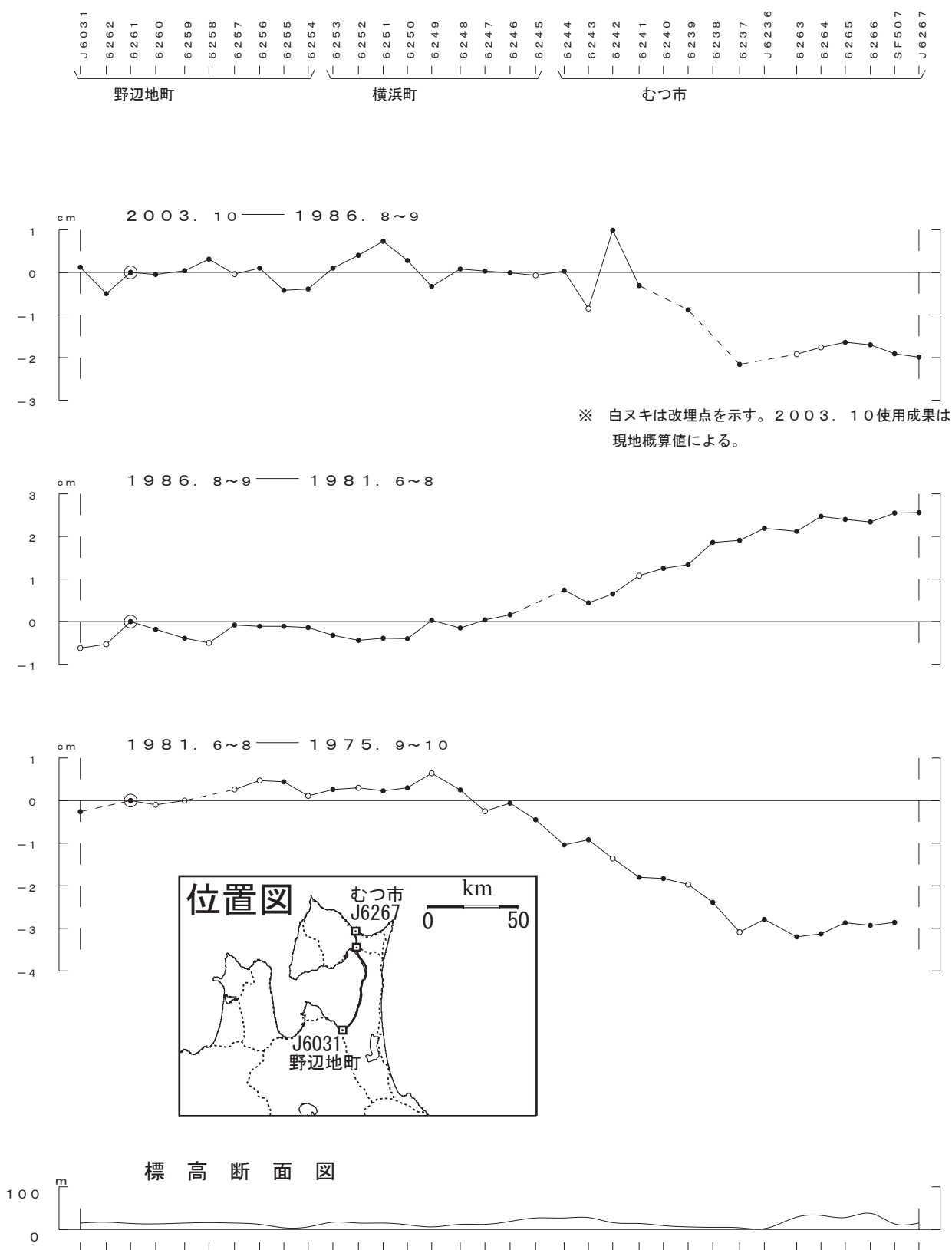
# むつ市～八戸市間の上下変動



第36図 東北地方における水準測量結果  
Fig.36 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数値

# 野 辺 地 町 ～ む つ 市 間 の 上 下 変 動

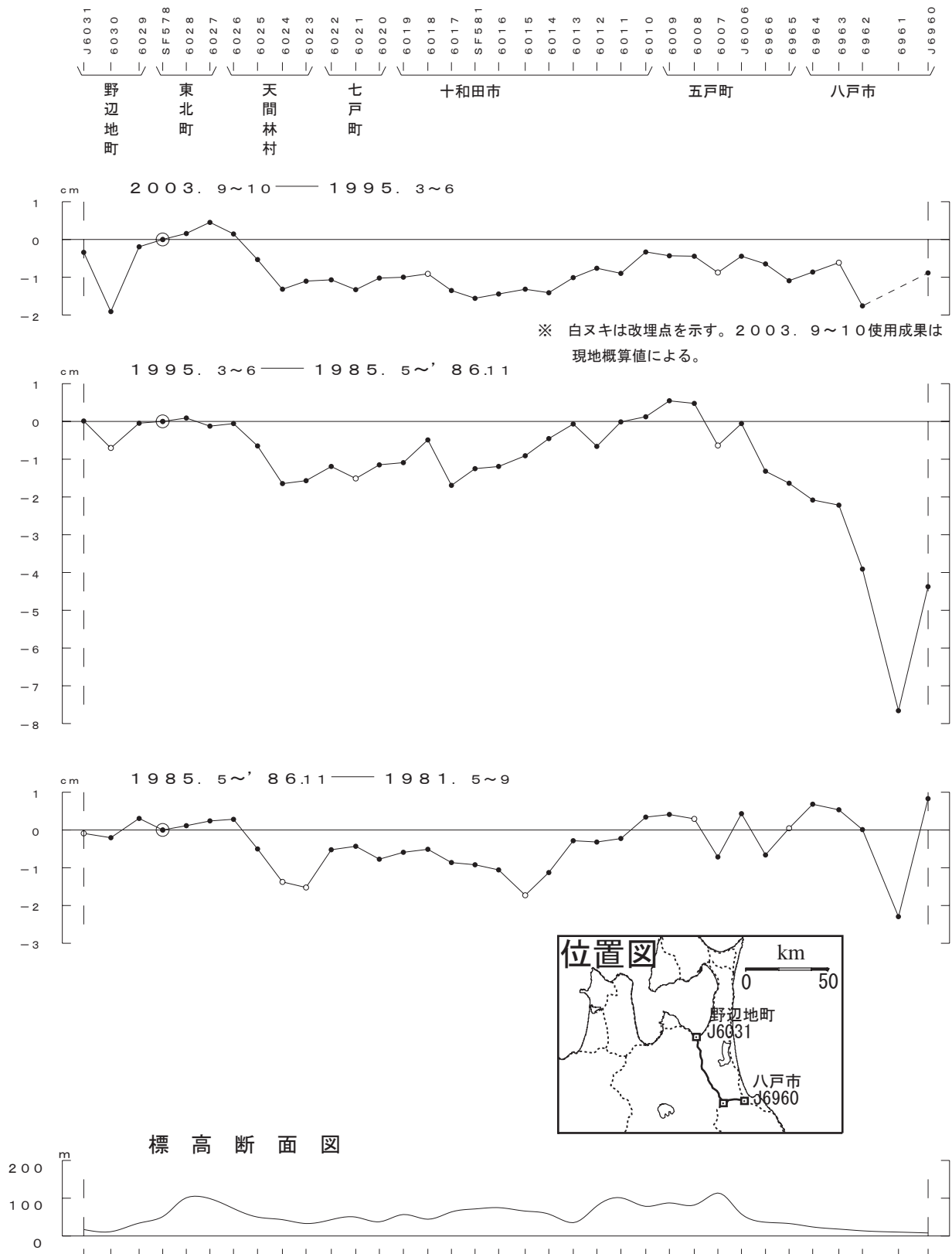


第37図 東北地方における水準測量結果

Fig.37 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数 値

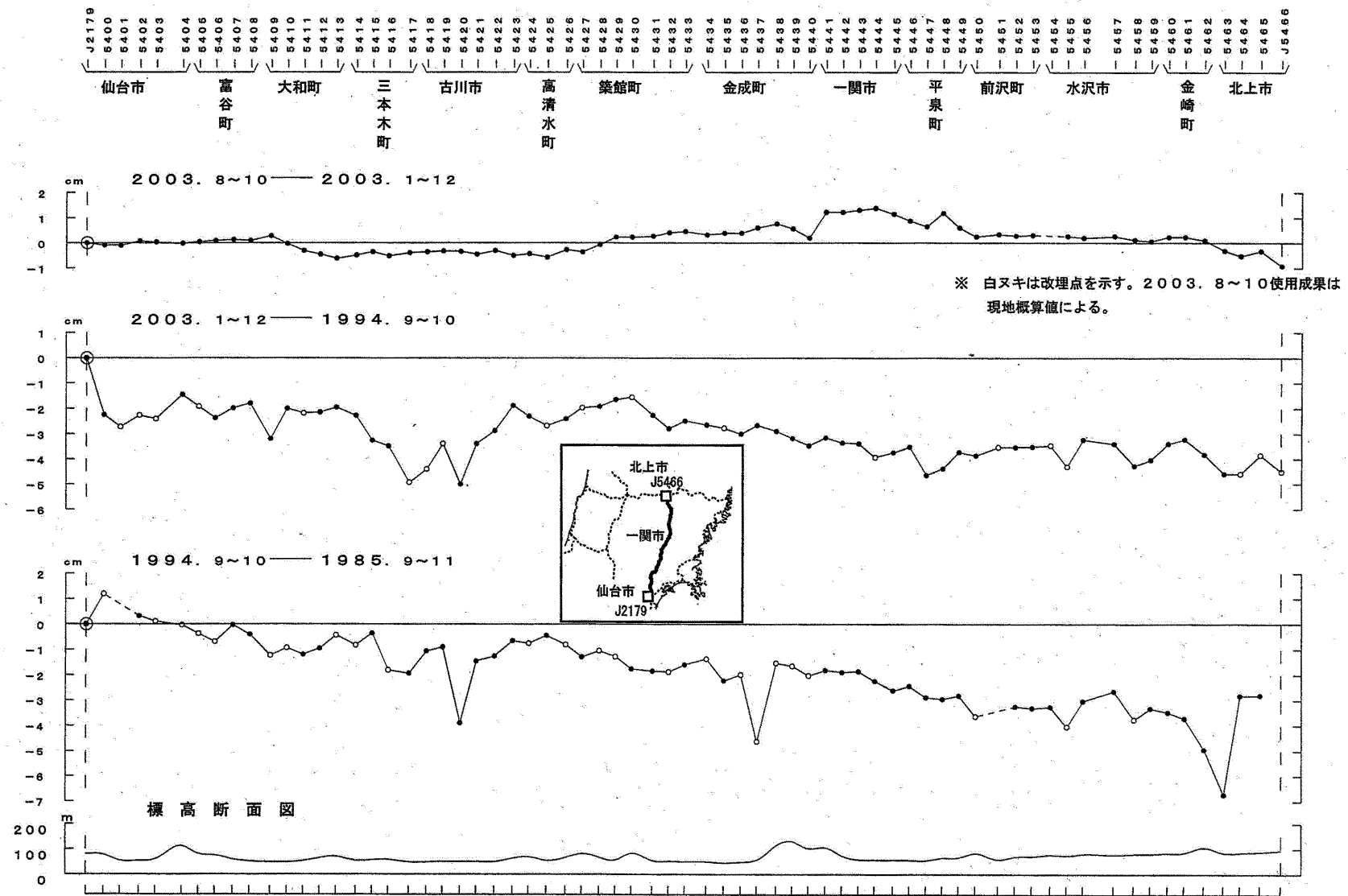
# 野辺地町～八戸市間の上下変動



第38図 東北地方における水準測量結果  
Fig. 38 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数値

# 仙 台 市 ～ 一 関 市 ～ 北 上 市 間 の 上 下 変 動

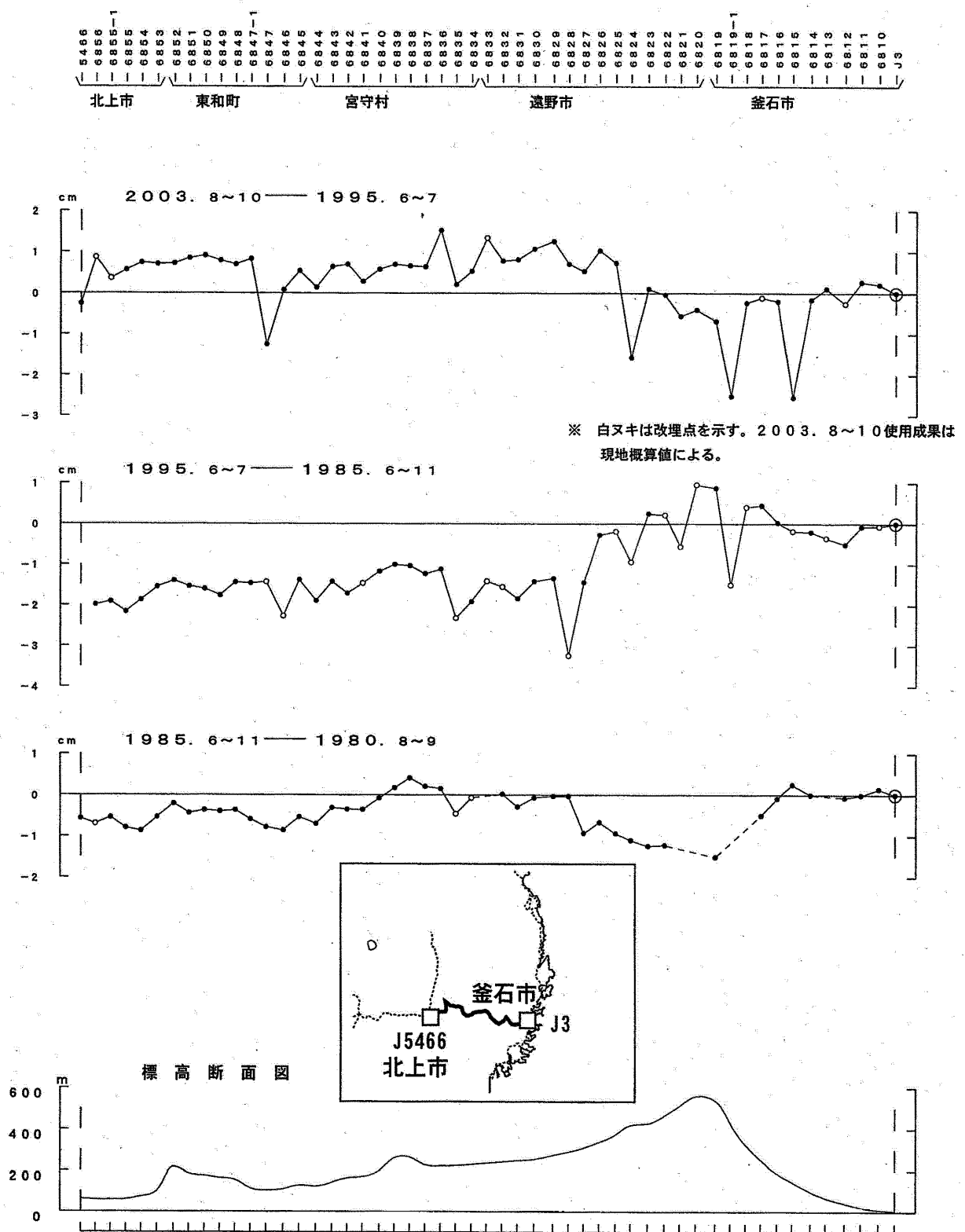


第 39 図 東北地方における水準測量結果

Fig.39 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数 値

# 北上市～遠野市～釜石市間の上下変動

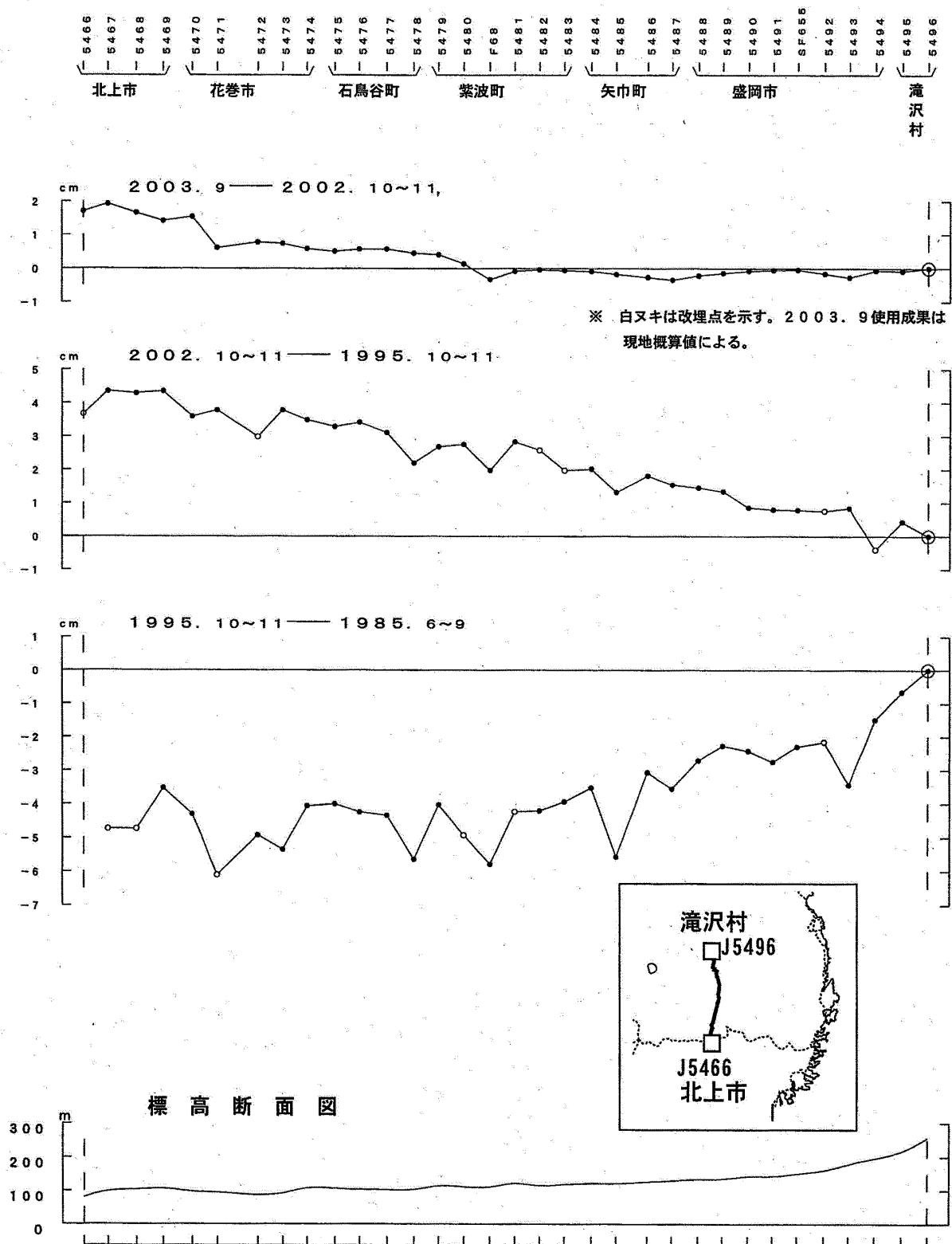


第40図 東北地方における水準測量結果

Fig.40 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数値

# 北上市～滝沢村間の上下変動

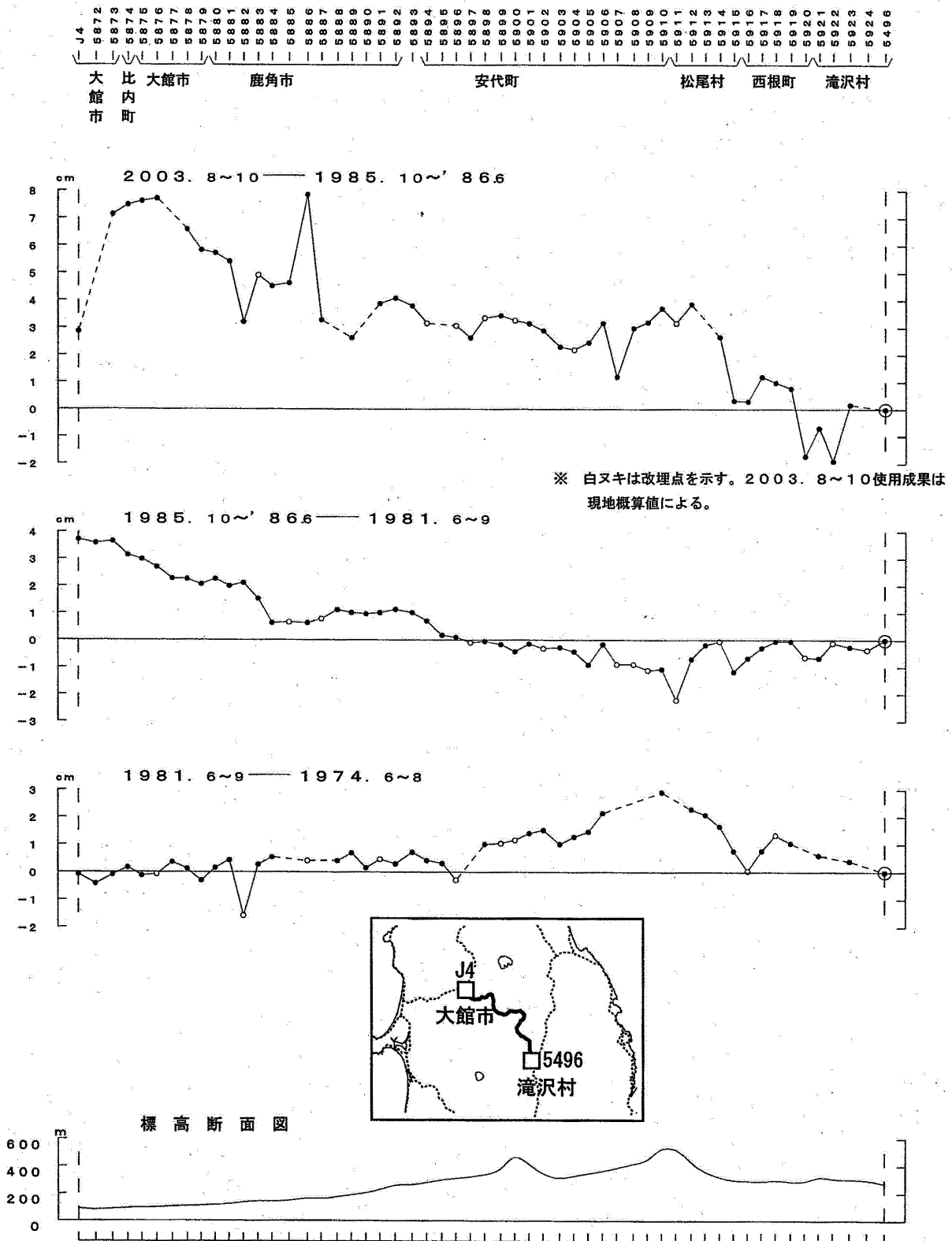


第41図 東北地方における水準測量結果

Fig.41 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数値

# 大館市～滝沢村間の上下変動



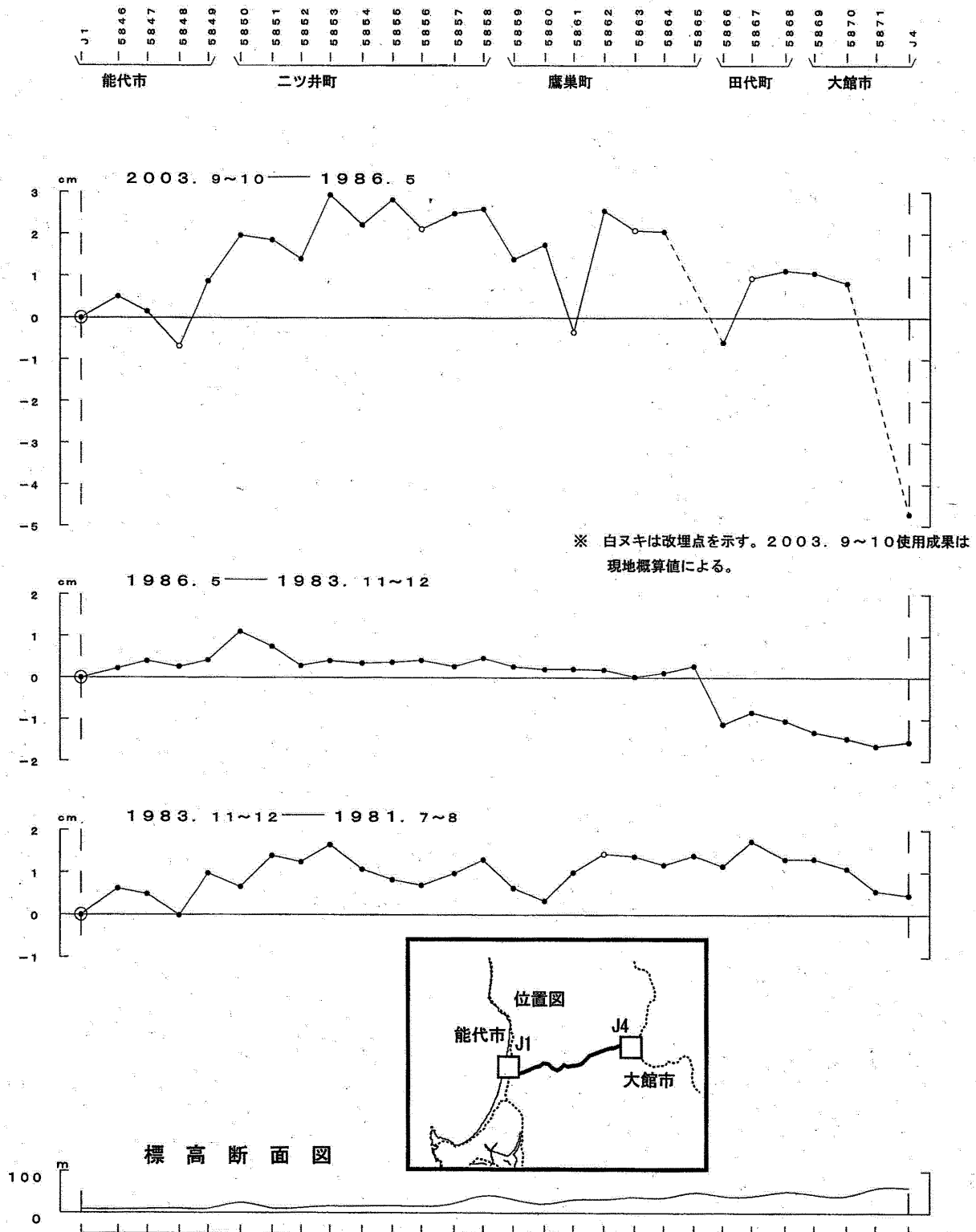
第42図 東北地方における水準測量結果

Fig.42 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数値



# 能代市～大館市間の上下変動

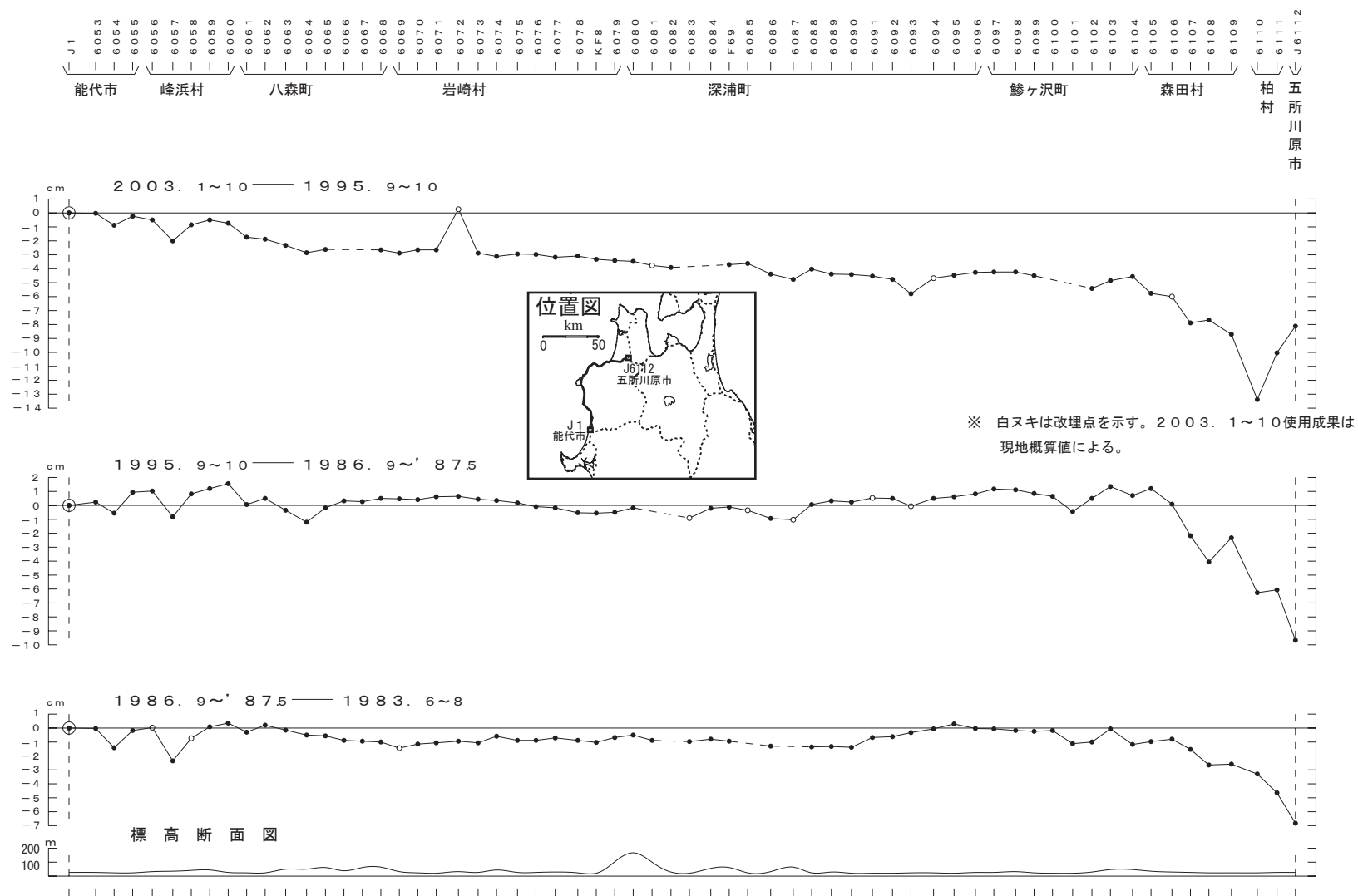


第 43 図 東北地方における水準測量結果

Fig.43 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数値

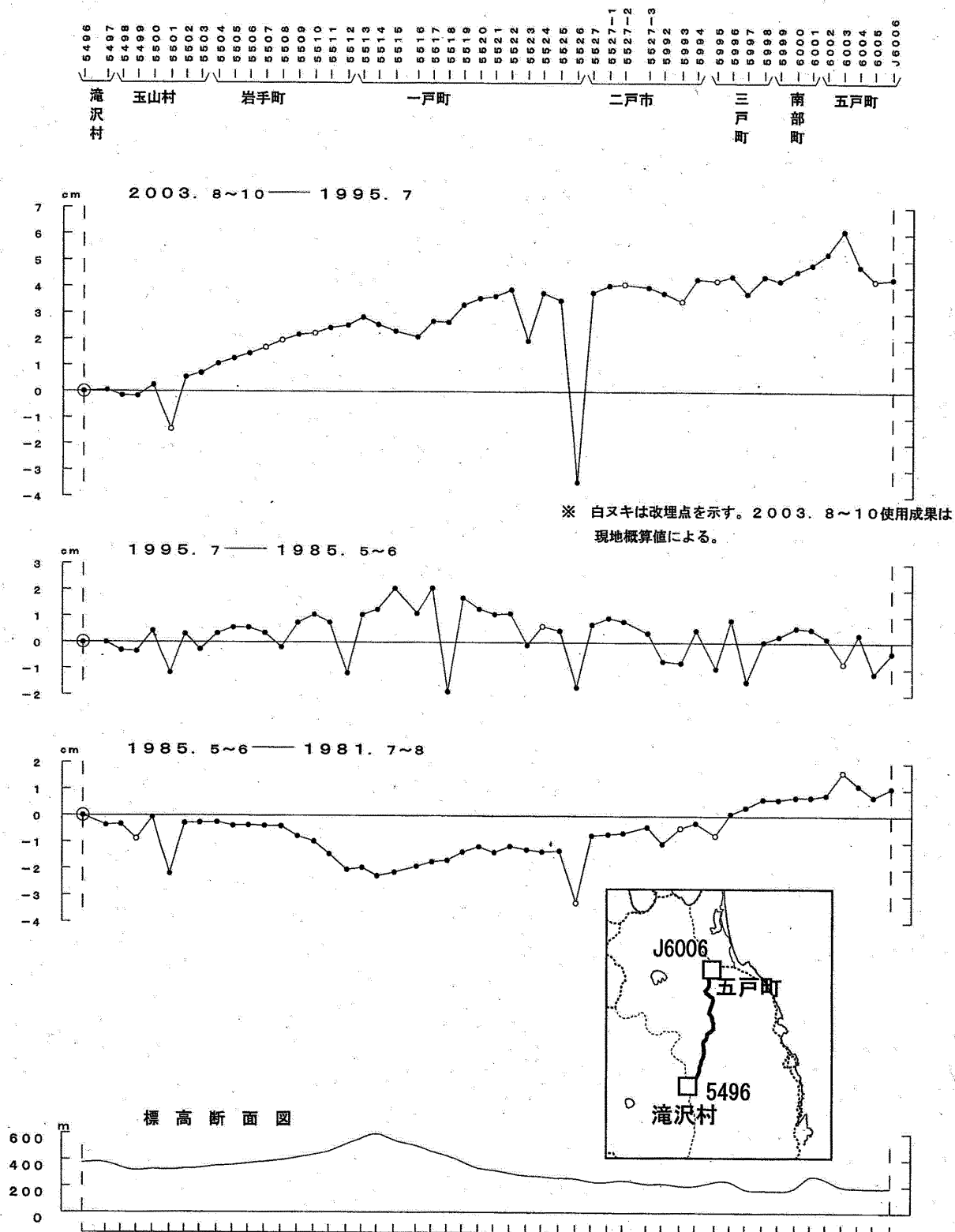
# 能代市～五所川原市間の上下変動



第44図 東北地方における水準測量結果  
Fig.44 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数値

# 滝沢村～五戸町間の上下変動

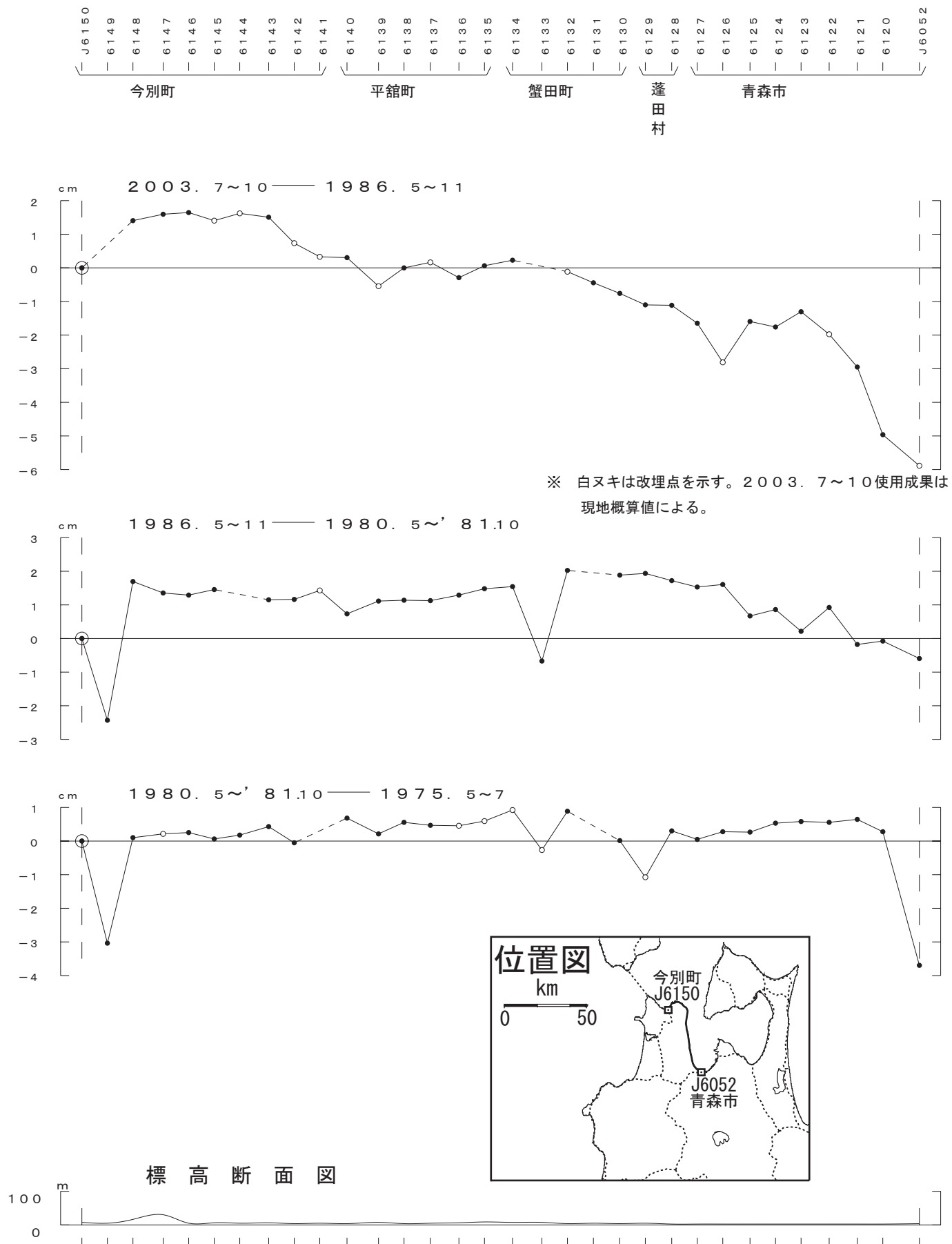


第 45 図 東北地方における水準測量結果

Fig.45 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数 値

# 今別町～青森市間の上下変動

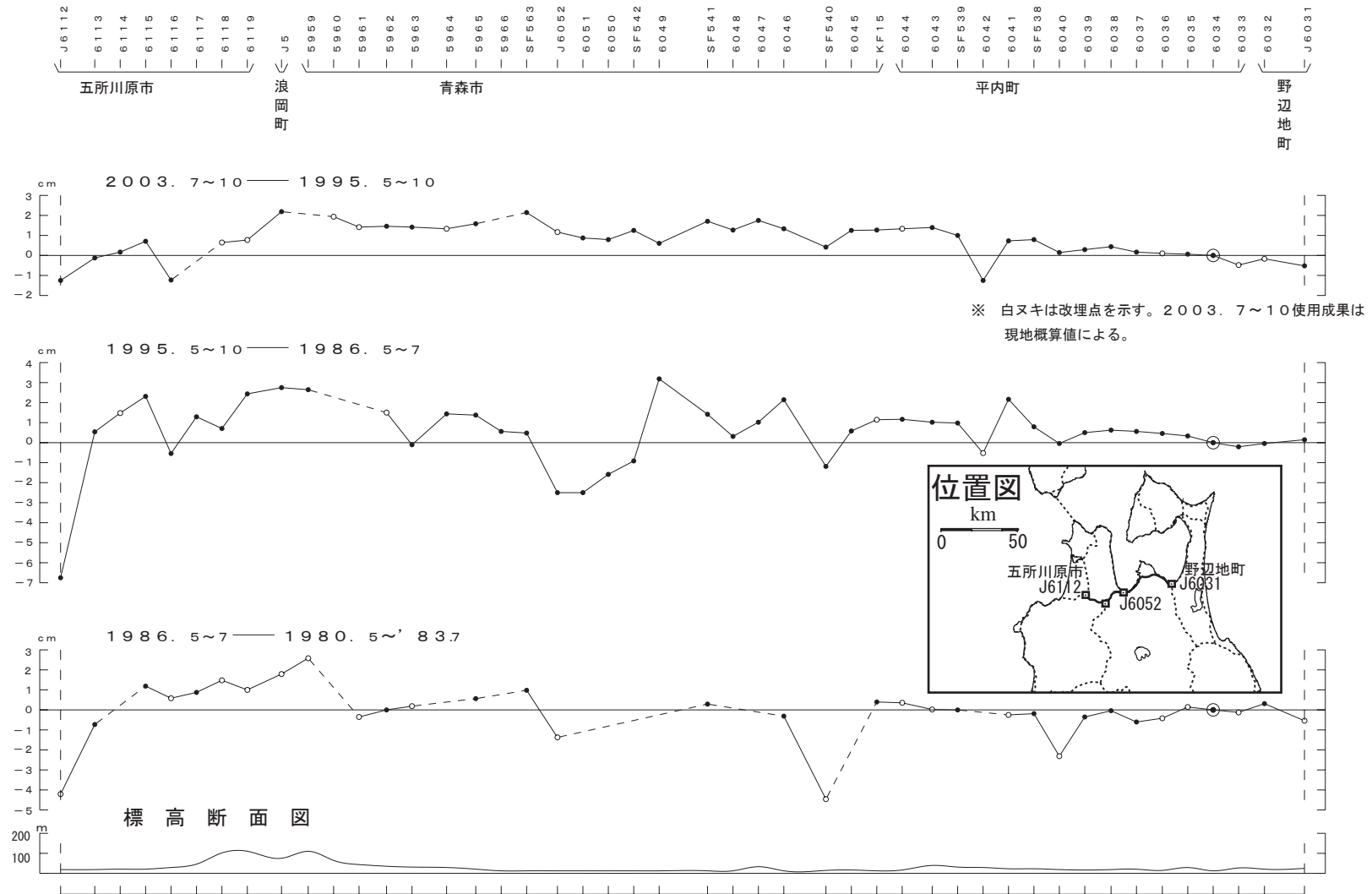


第46図 東北地方における水準測量結果

Fig. 46 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数値

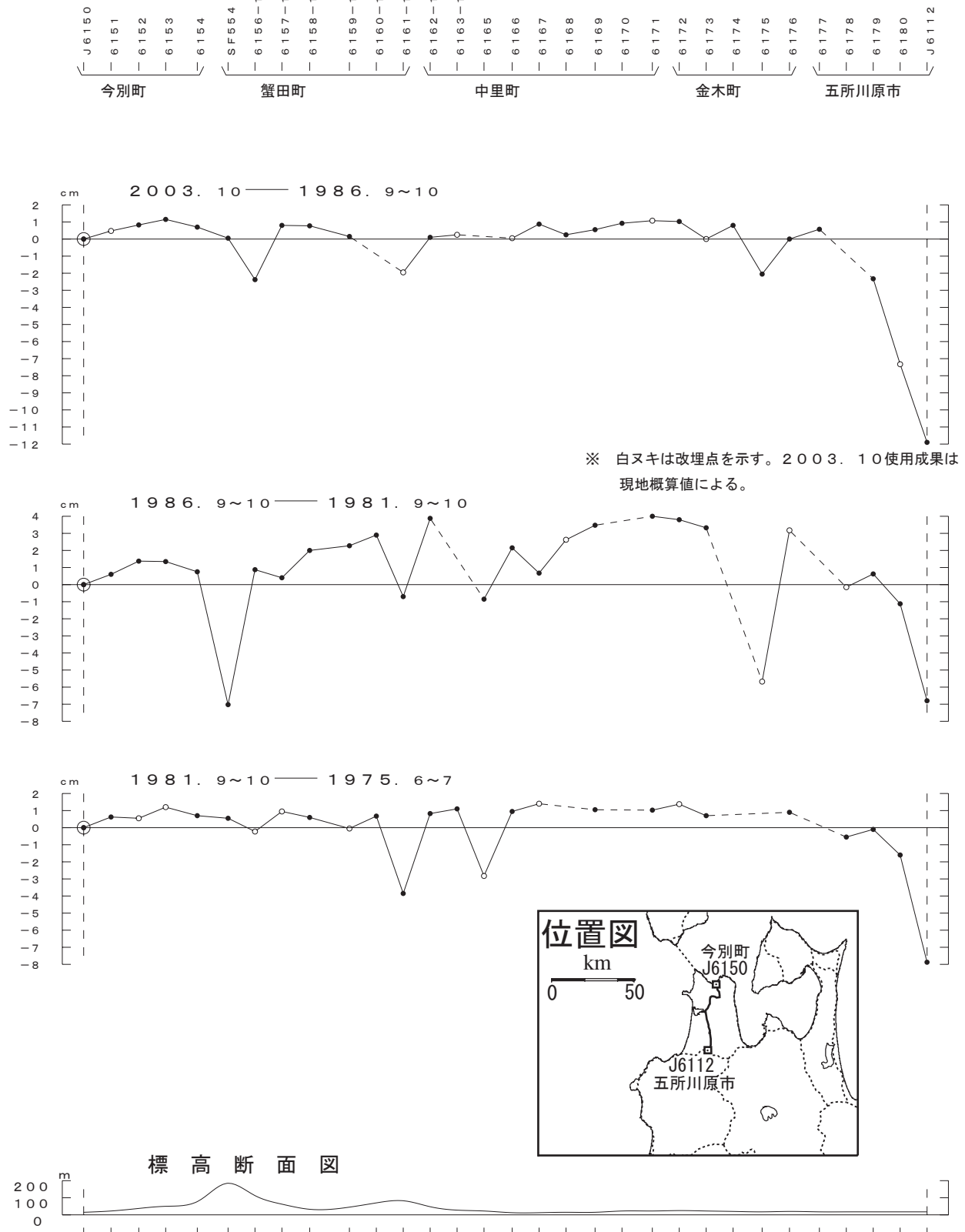
# 五所川原市～野辺地町間の上下変動



第47図 東北地方における水準測量結果  
Fig. 47 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数値

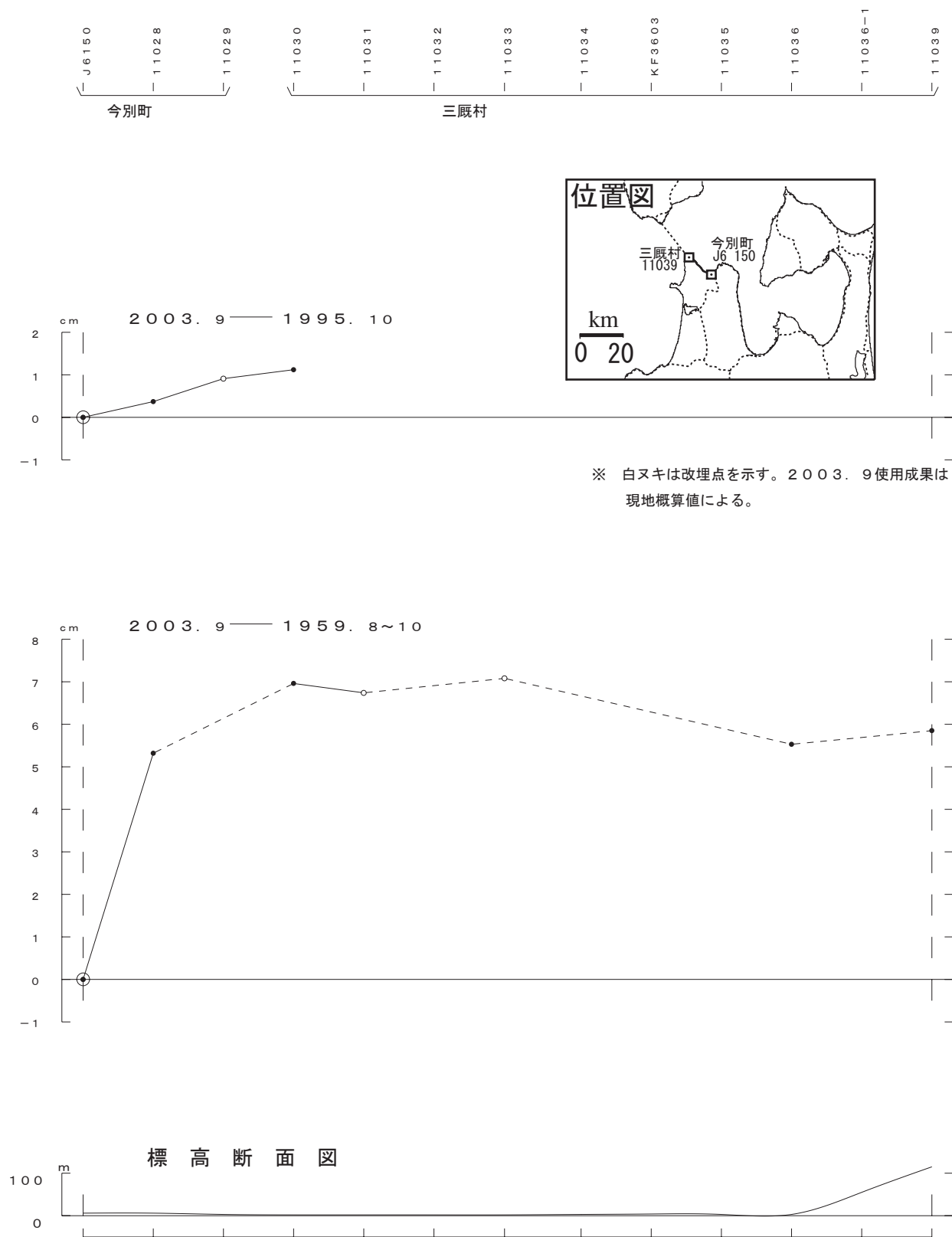
# 今別町～五所川原市間の上下変動



第48図 東北地方における水準測量結果  
Fig. 48 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数値

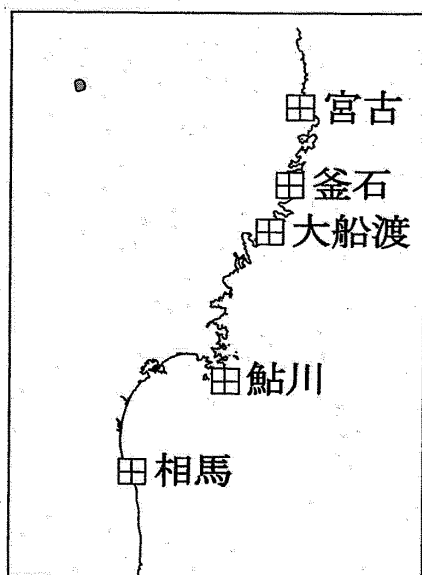
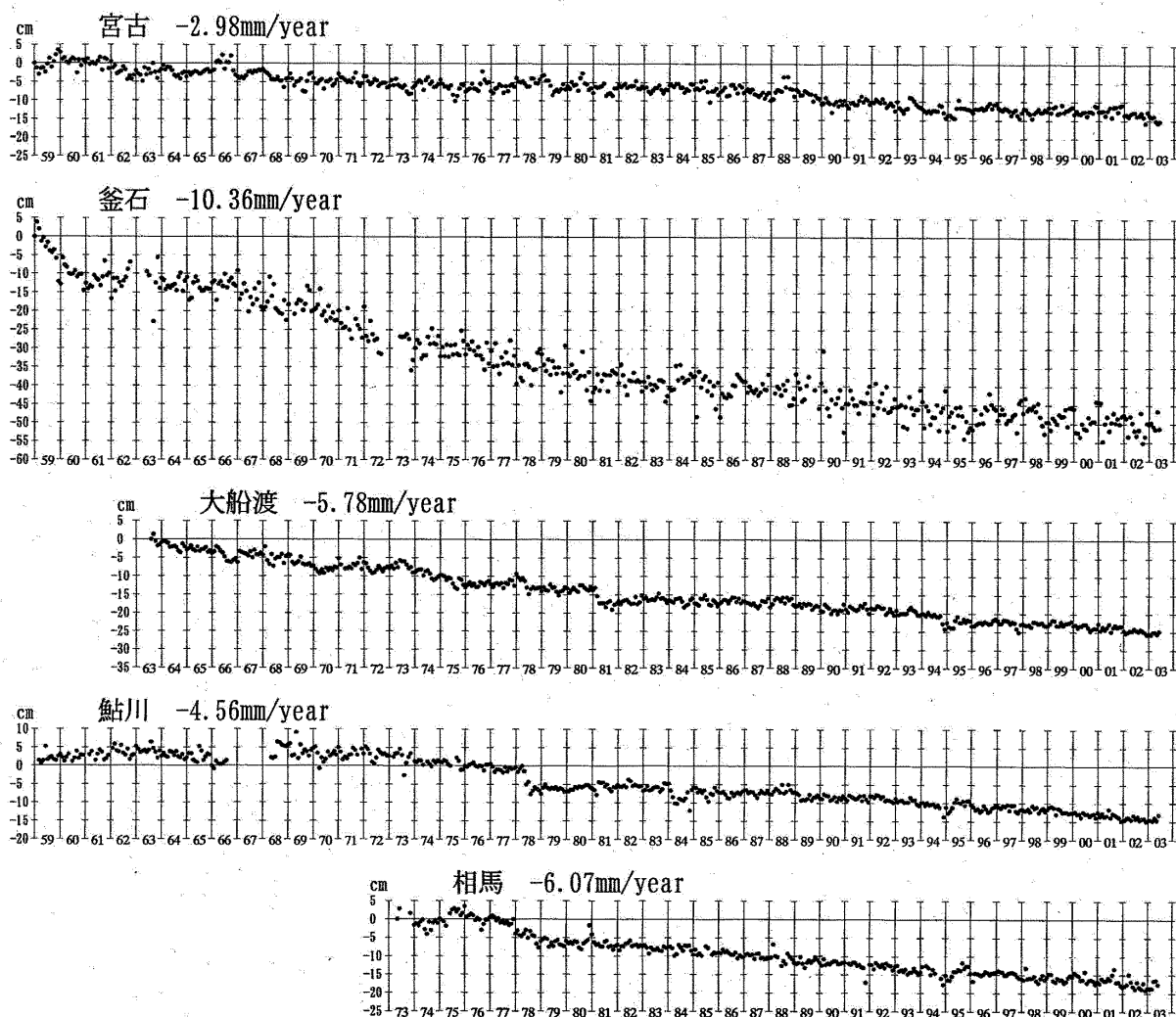
今 別 町 ～ 三 厩 村 間 の 上 下 変 動



第49図 東北地方における水準測量結果  
Fig. 49 Results of Leveling Survey in Tohoku District

数 値

加藤&津村（1979）の解析方法による、各験潮場の上下変動



東北・北海道地方の地震記録

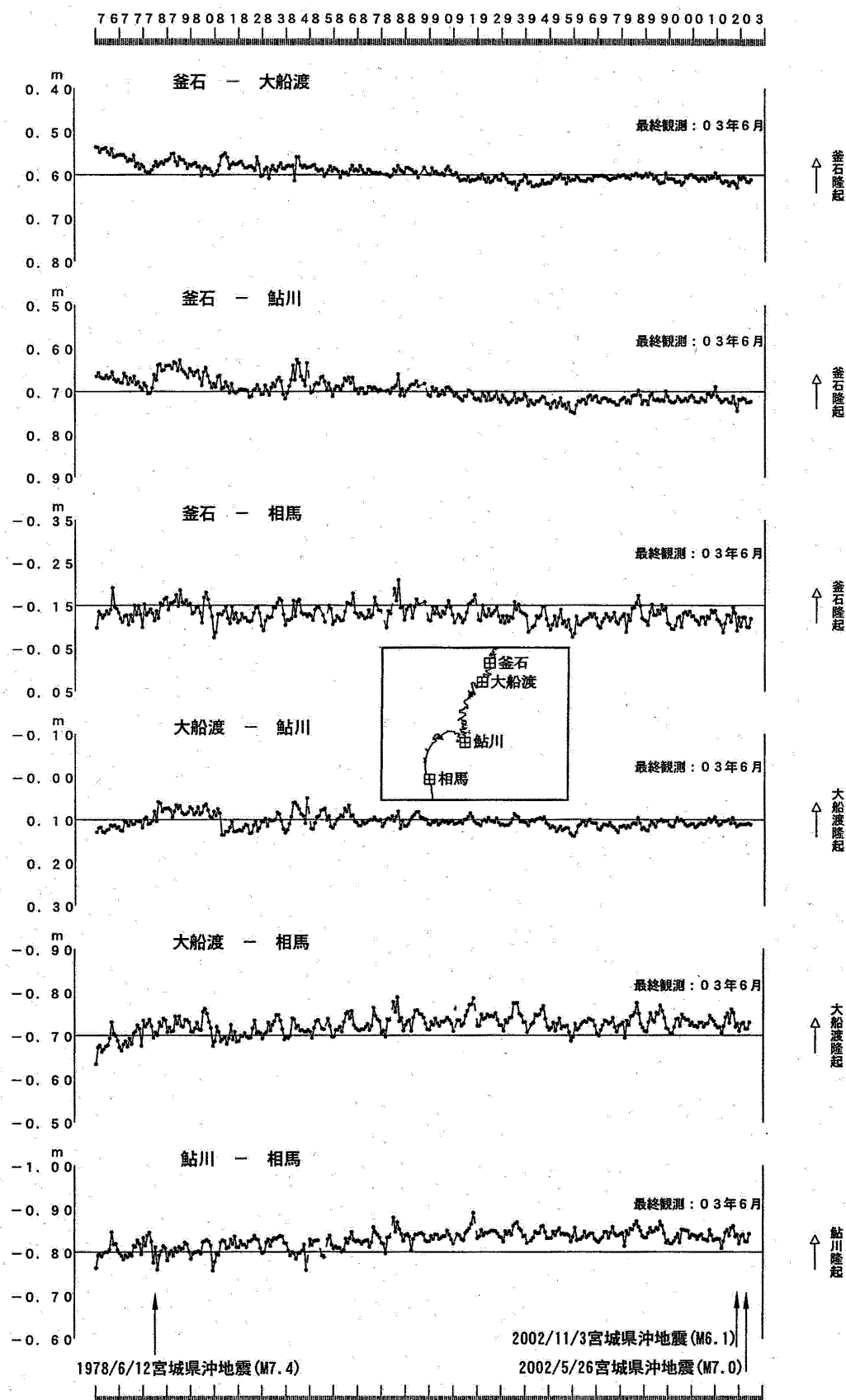
|            |          |       |
|------------|----------|-------|
| 1960/5/23  | (チリ津波)   | M 9.5 |
| 1962/4/30  | 宮城県北部地震  | M 6.5 |
| 1964/6/16  | 新潟地震     | M 7.5 |
| 1968/5/16  | 十勝沖地震    | M 7.9 |
| 1973/6/17  | 根室半島沖地震  | M 7.4 |
| 1978/6/12  | 宮城県沖地震   | M 7.4 |
| 1982/3/21  | 浦河沖地震    | M 7.1 |
| 1983/5/26  | 日本海中部地震  | M 7.7 |
| 1993/1/15  | 釧路沖地震    | M 7.8 |
| 1993/7/12  | 北海道南西沖地震 | M 7.8 |
| 1994/10/4  | 北海道東方沖地震 | M 8.1 |
| 1994/12/28 | 三陸はるか沖地震 | M 7.5 |
| 2002/11/3  | 宮城県沖地震   | M 6.1 |
| 2003/5/26  | 宮城県沖地震   | M 7.0 |
| 2003/7/26  | 宮城県北部地震  | M 6.2 |

第 50 図 加藤・津村の方法で推定した東北地方太平洋岸の験潮場の上下変動

Fig.50 Vertical Displacement of Tidal Stations on the Pacific Coast on Tohoku District,  
Estimated by Kato-Tsumura Method

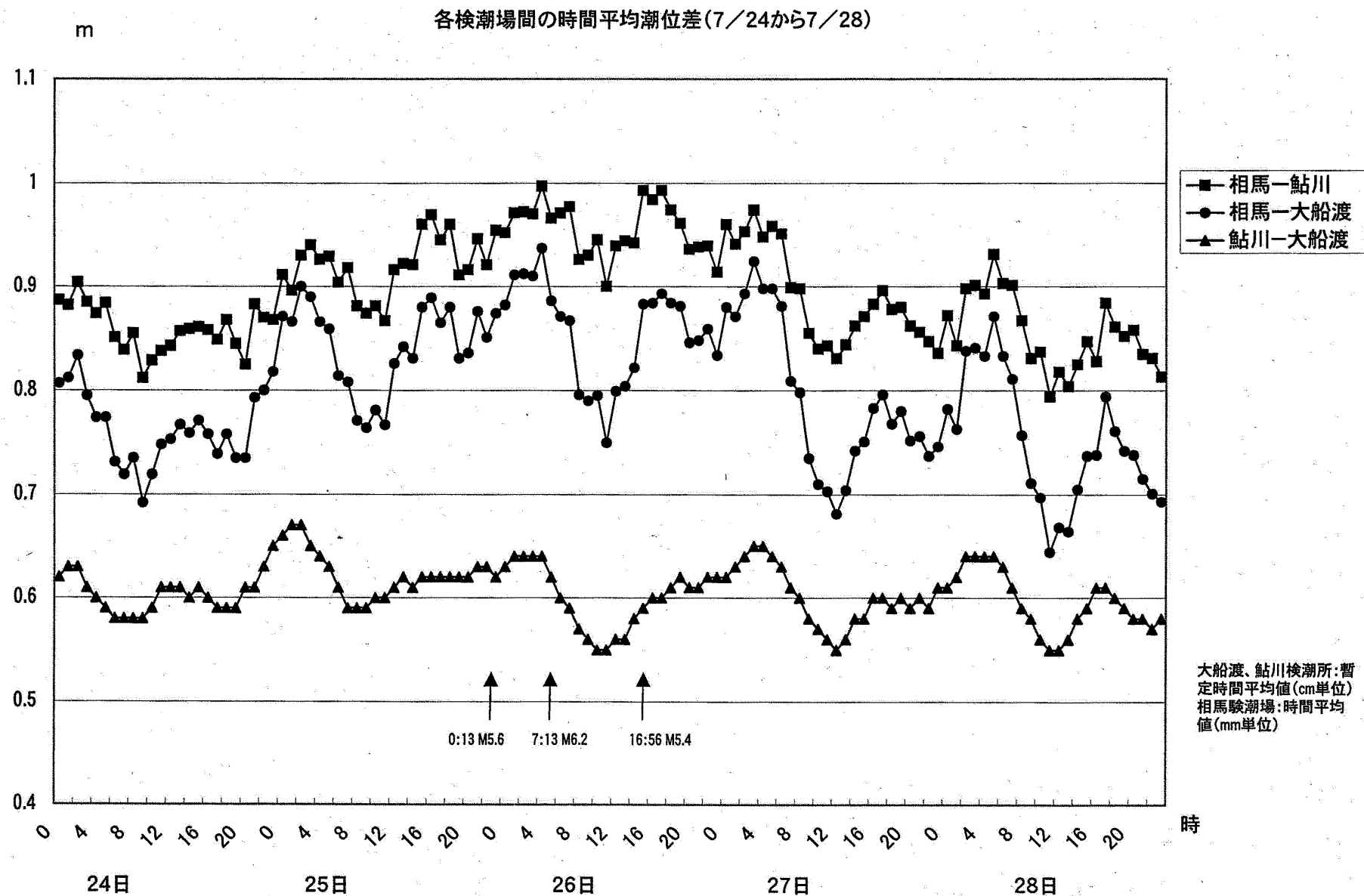


釜石・大船渡・鮎川・相馬各験潮場間の月平均潮位差



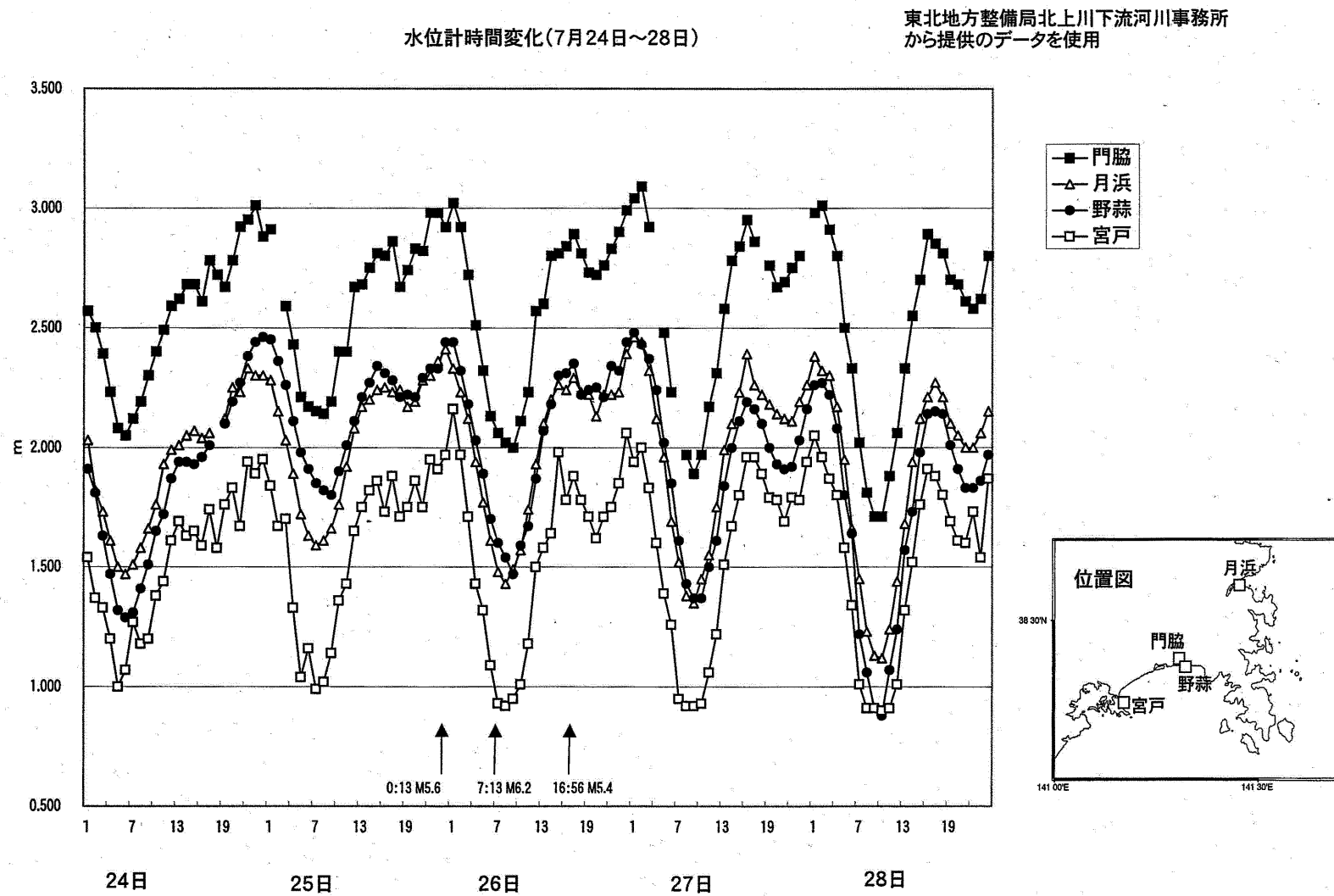
第 51 図 東北地方太平洋岸の験潮場間の月平均潮位差

Fig.51 The Difference of Monthly Mean Tide Level, between Tidal Stations on the Pacific Coast of Tohoku District



第 52 図 相馬、鮎川、大船渡験潮場の 2003 年 7 月 26 日の地震前後における時間平均潮位

Fig.52 Hourly Mean Tide Level on, Soma, Ayukawa and Ofunato along the Earthquake on July 26th, 2003,



第 53 図 東北地方整備局設置の水位計で観測された 2003 年 7 月 26 日の地震前後における仙台湾の時間平均潮位

Fig.53 Hourly Mean Tide Level observed by the Tide Gauges on Sendai Bay along the Earthquake on July 26th, 2003