

#### 4 - 5 伊豆半島およびその周辺の地殻変動

##### Crustal Movements in the Izu Peninsula and its Vicinity

国土地理院  
Geographical Survey Institute

第1図は、相模湾周辺の験潮場の月平均潮位差である。油壺を基準として伊東の隆起は明らかである。初島も1981年の観測開始以来継続して隆起の傾向にあったが、その速度は90年頃から鈍化している。長期的に見れば真鶴もわずかに隆起しているが、最近の5年間は停滞気味である。

第2図及び3図は、伊豆半島東部の験潮場の日平均潮位差である。1995年、1997年、及び1998年4月の伊豆半島東部の群発地震に伴うと考えられる伊東験潮場の隆起が観測されている。また、真鶴及び油壺に対して、宇佐美が系統的に隆起しているように見える。

第4図及び第5図は川奈地区の各基線長の経年的な変化を示したものである。これまでも地震活動に伴って辺長の顕著な変化が観測されている。前回の活動(1997年3月)ではそれまでの傾向と異なり、田代および城星方向の基線が縮みであったことが特徴的であった。この時の活動は開口割れ目だけでなく、剪断変形を伴う地殻の活動があったことが推察されたが、今回も殿山-田代間の基線において、縮みの変化が観測された。

第6図は、小室山-宇佐美間の光波測距儀による距離の連続観測結果である。破線は、観測機器等を交換した時期を示している。これまで、この基線では、伊豆半島東方沖の群発地震に伴って辺長の伸びが観測されているが、1998年4月20日頃に始まった今回の群発地震でもこれに伴って、辺長の伸びが観測されている。ただし、これまでの辺長変化がステップ状に短時間で発生したのに対し、今回の変化はややゆっくりと進行しているように見える。

第7図は、GPS連続観測による小室山-初島間の辺長の変化と、伊東市鎌田における日別地震積算回数(気象庁資料)の関係を示すものである。両者の間には明らかな相関があり、地震活動と地殻変動の間に強い関係があることを示している。また、細かく見ると辺長の変動は、大きく分けて3回の活動に分けることができ、やや不明瞭ではあるが、地震の累積回数にもそれらに対応するステップが見られる。これらのことから、この基線の変化を詳細に調査することによって、伊豆半島東方沖の群発地震の推移を理解することができると考えられる。

第8図は、1998年4月17日から5月14日間に伊東周辺のGPS連続観測による辺長変化の変化を示したものである。初島・小室山、伊東八幡野・河津、小室山・河津、初島・伊東八幡野、伊東・伊東八幡野、小室山・中伊豆等の基線において、4月下旬に始まった群発地震活動に伴う顕著な辺長変化が現れているが、その伸びのパターンは必ずしも単調ではなく、いくつかの段階に分けることができるほか、基線によっても異なったパターンを示す。このことは、今回の活動がメカニズムが異なるいくつかの活動単位の組み合わせであることを示していると考えられる。

第9図は、GPS連続観測による伊東付近の基線の比高の変化である。初島・小室山基線に、4月20頃から始まった群発地震活動に伴って小室山が隆起したことを示す変化が現れている。

第10図は、GPS連続観測による初島・小室山基線の斜距離の変化について今回の活動に関する部

分を拡大して表示したものである。今回の地殻変動が、それぞれ4月21日頃、4月26日頃、5月3日頃から始まる3つの活動単位の集まりであることが読み取れる。

第11図は、今回及びこれまでの群発地震活動に対応する初島・小室山基線の日変化（GPS連続観測）の比較である。図では、基線長変化の開始日をそろえ、その前後の基線長変化の推移を表示している。過去三回の群発地震の際の変化のパターンは、共通しているように見えるが、今回はそれらとは異なり、一連の活動を3回の連続する活動単位に分割して考えることができることがわかる。

第12図は、1995年9月から1998年5月にかけてのGPS連続観測による初島・小室山基線の斜距離の変化である。これまでの伊豆東方沖の活動に伴い基線長が明瞭に変化していることがわかる。なお、前3回の活動では短時間にステップ状に基線長が変化したが、それらに比べて、今回の活動では変化の立ち上がりはやや緩やかであり、メカニズムの相違を示唆していると考えられる。

第13図は、今回の伊豆東方沖の群発地震活動に伴う伊東市周辺の地殻変動（GPS連続観測）をベクトルにして示すものである。固定点は、この活動の地殻変動の影響外にあると考えられる静岡清水町としている。図は、4月17日から5月10までの期間、ならびに、初島・小室山基線の辺長変化に現れた3つの活動単位に対応する(第10図参照)4/17-4/25、4/25-4/30、及び4/30-5/10の期間に対応する地殻変動を示しており、それぞれの活動単位によって、地殻変動の空間分布のパターンに相違があることがわかる。

第14図は、これまでの伊豆東方沖の群発地震活動に伴う伊東市周辺の地殻変動（GPS連続観測による）をベクトルにして示すものである。第13図と同様に、静岡清水町としている。今回の活動を全体としてみれば、地殻変動の空間分布のパターンは1997年2-3月の活動との類似性が高い。

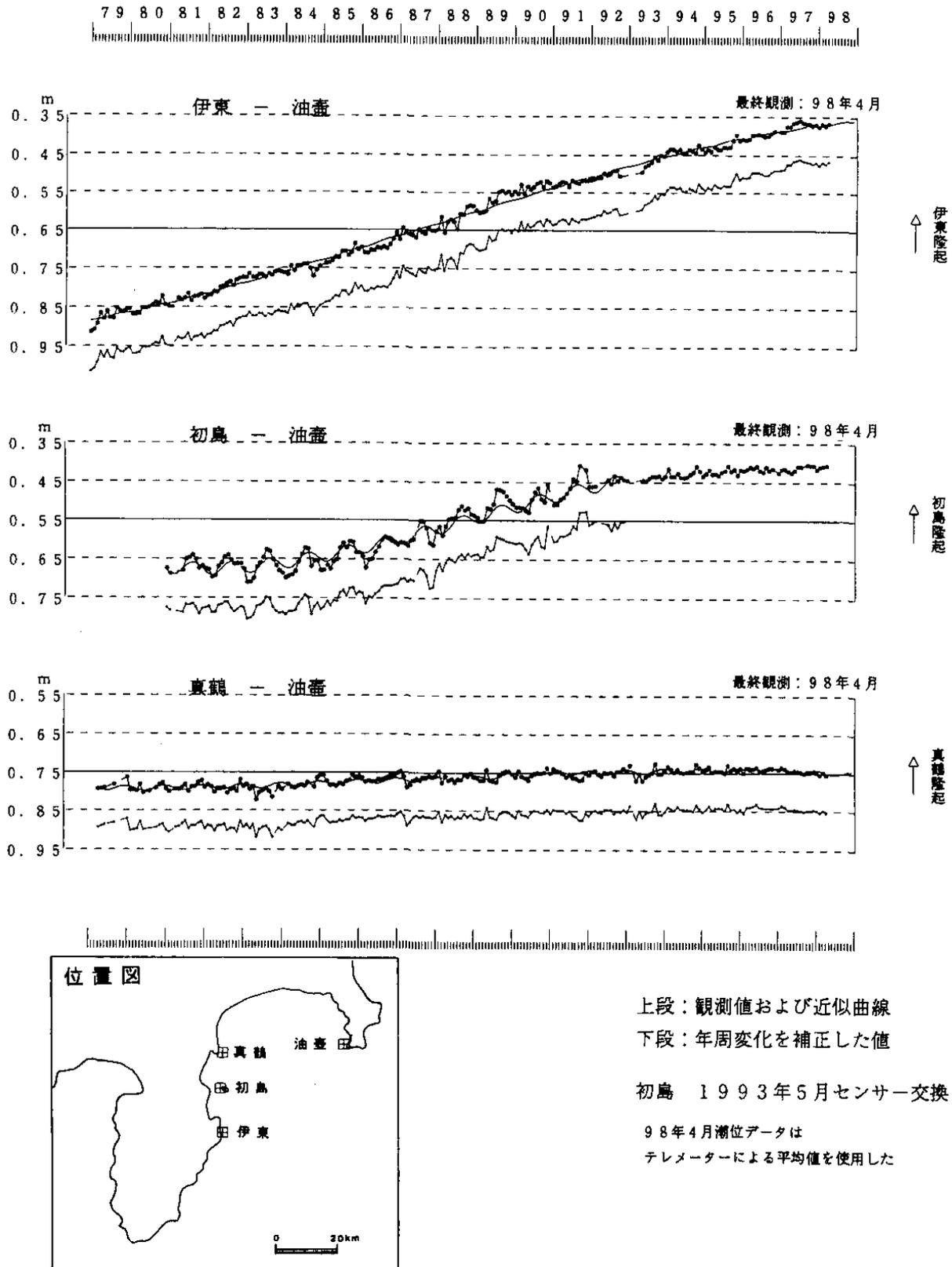
第15図は、今回の群発地震に伴う地殻変動を説明するために構築したモデルである。地殻変動は対極的には図に示すようなパラメータの一枚の開口割れ目と一枚の左横ずれ断層の組み合わせで説明可能である。

第16図は、1996年6月1日から1998年5月30日までの伊豆半島東部のGPS連続観測結果である。ほとんどの基線に群発地震活動に伴う辺長および比高の変化が現れている。

第17図は、伊豆諸島地域のGPS連続観測結果である。各辺長の変化を約2年分プロットしてある。大島の膨張、三宅島の膨張がそれぞれ大島1 - 大島2、三宅1 - 三宅2の継続的な伸びからよくわかる。それ以外に特徴的な最近の変動は見られない。

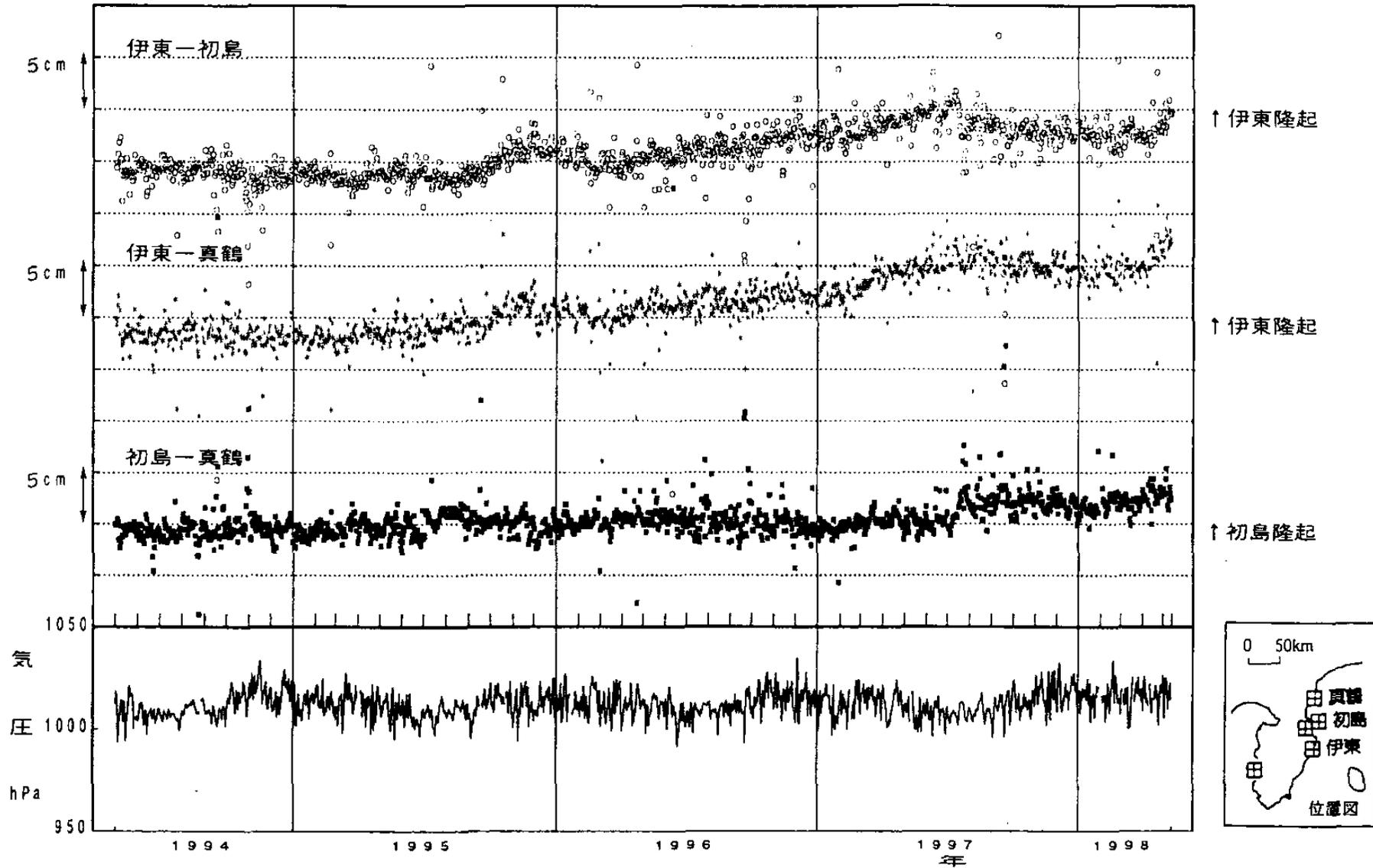
#### 参 考 文 献

- 1) 国土地理院：関東地方の地殻変動，連絡会報，55(1995),176-181.
- 2) 国土地理院：伊豆半島の地殻変動，連絡会報，55(1995),258-281.
- 3) 国土地理院：伊豆諸島の地殻変動，連絡会報，56(1996),191-204.
- 4) 国土地理院：伊豆地方の地殻変動，連絡会報，56(1996),301-308.
- 5) 国土地理院：伊豆半島及びその周辺の地殻変動，連絡会報，57(1997),308-339.
- 6) 国土地理院：伊豆半島及びその周辺の地殻変動，連絡会報，58(1997),290-311.
- 7) 国土地理院：伊豆半島及びその周辺の地殻変動，連絡会報，59(1998),254-282.



第1図 伊東・初島・真鶴・油壺験潮場間の月平均潮位差  
Fig.1 Differences in monthly mean sea levels between Aburatsubo, Ito,  
Hatsushima and Manazuru tidal stations.

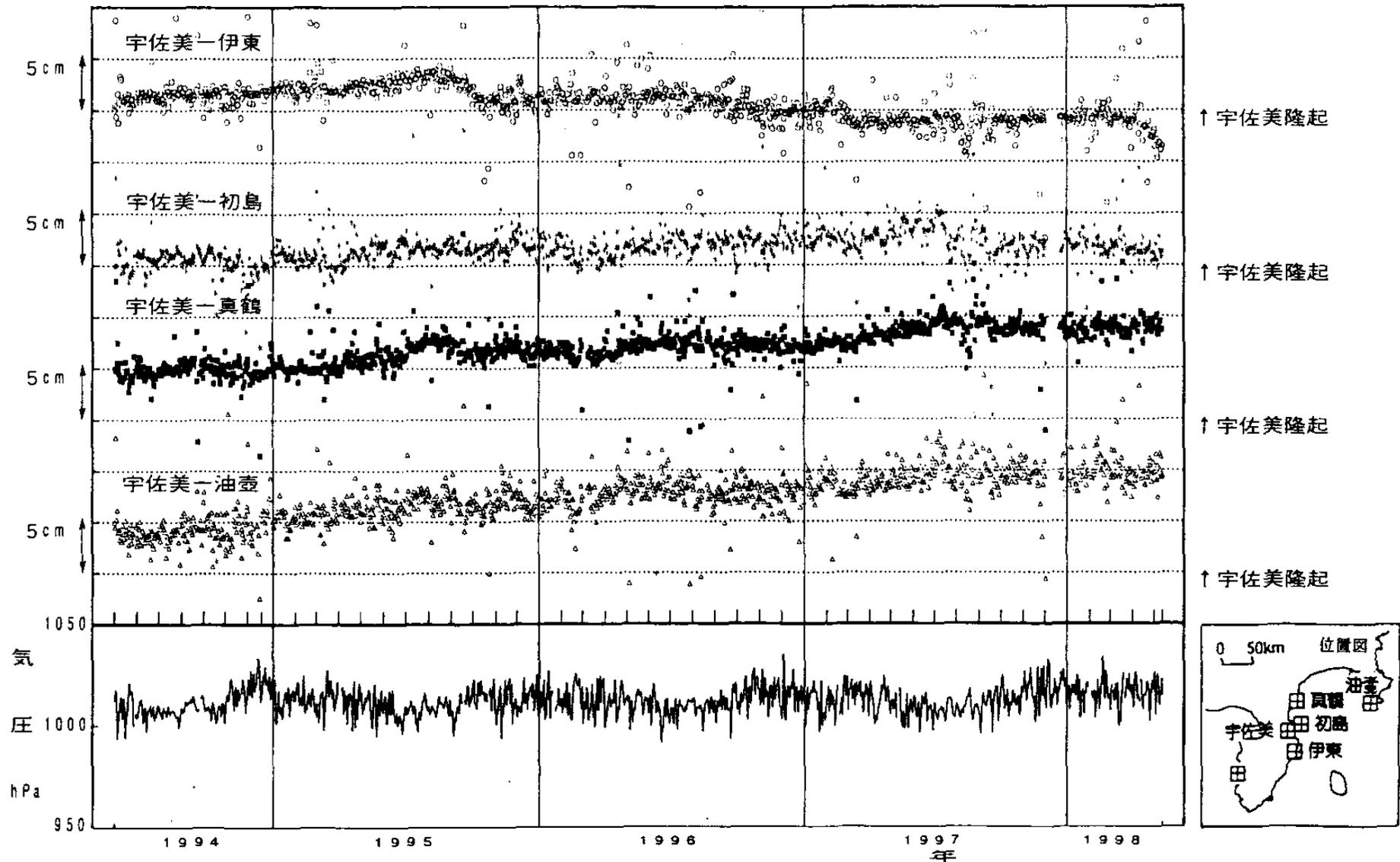
【1994.05.01～1998.05.12】



第2図 伊東・初島・真鶴験潮場間の日平均潮位差

Fig.2 Differences in daily mean sea levels between Ito, Hatsushima and Manazuru tidal stations.

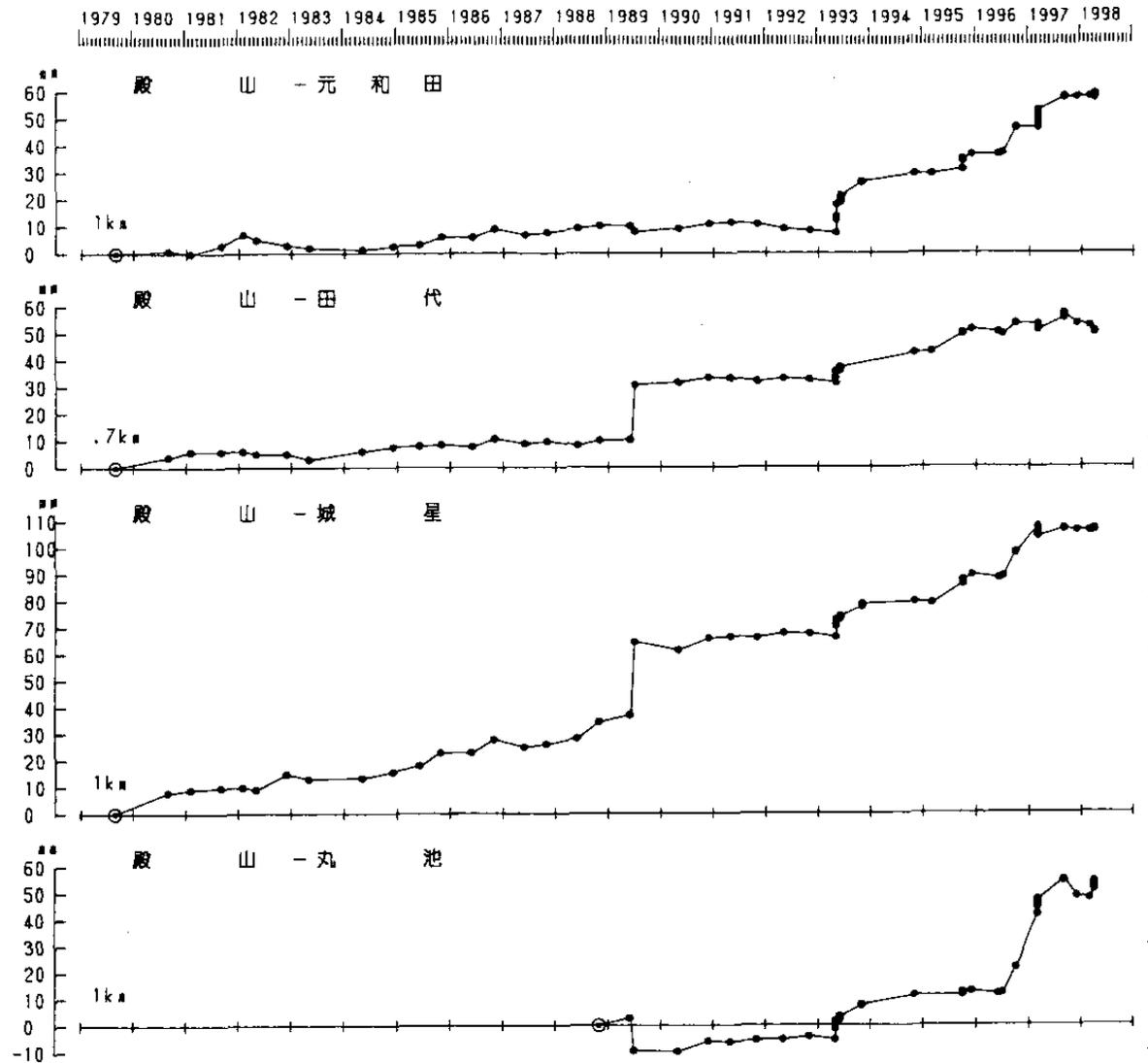
【1994.05.01～1998.05.12】



第3図 伊東・初島・真鶴・油壺・宇佐見油壺験潮場間の日平均潮位差

Fig.3 Differences in daily mean sea levels between Aburatsubo, Ito, Usami, Hatsushima and Manazuru tidal stations.

辺長の経年変化

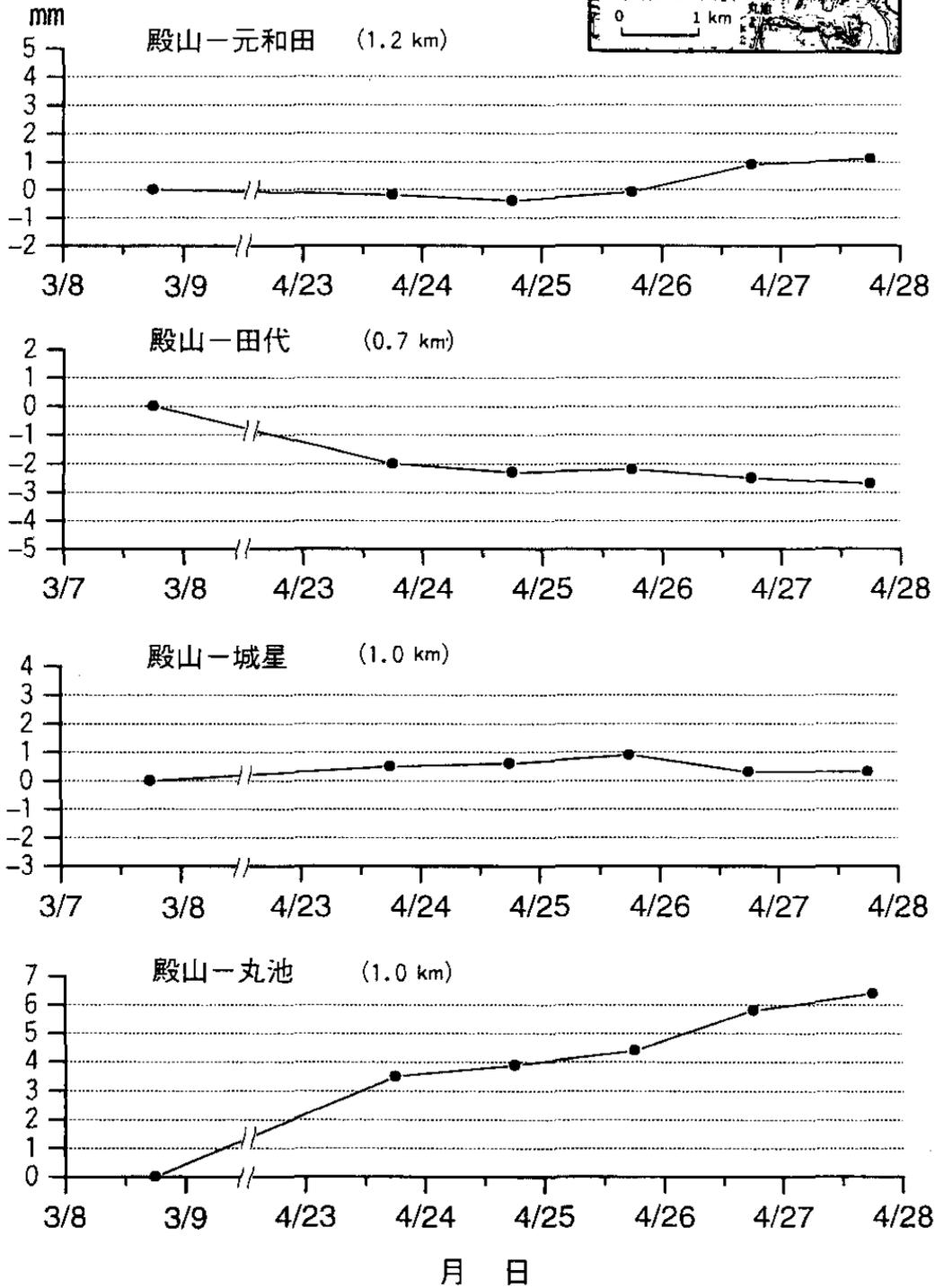


第4図 熱海(川奈)地区精密測量結果(1979-1998)

Fig.4 The results of precise baseline measurement at Atami(Kawana) region during the period from 1979 to 1998.

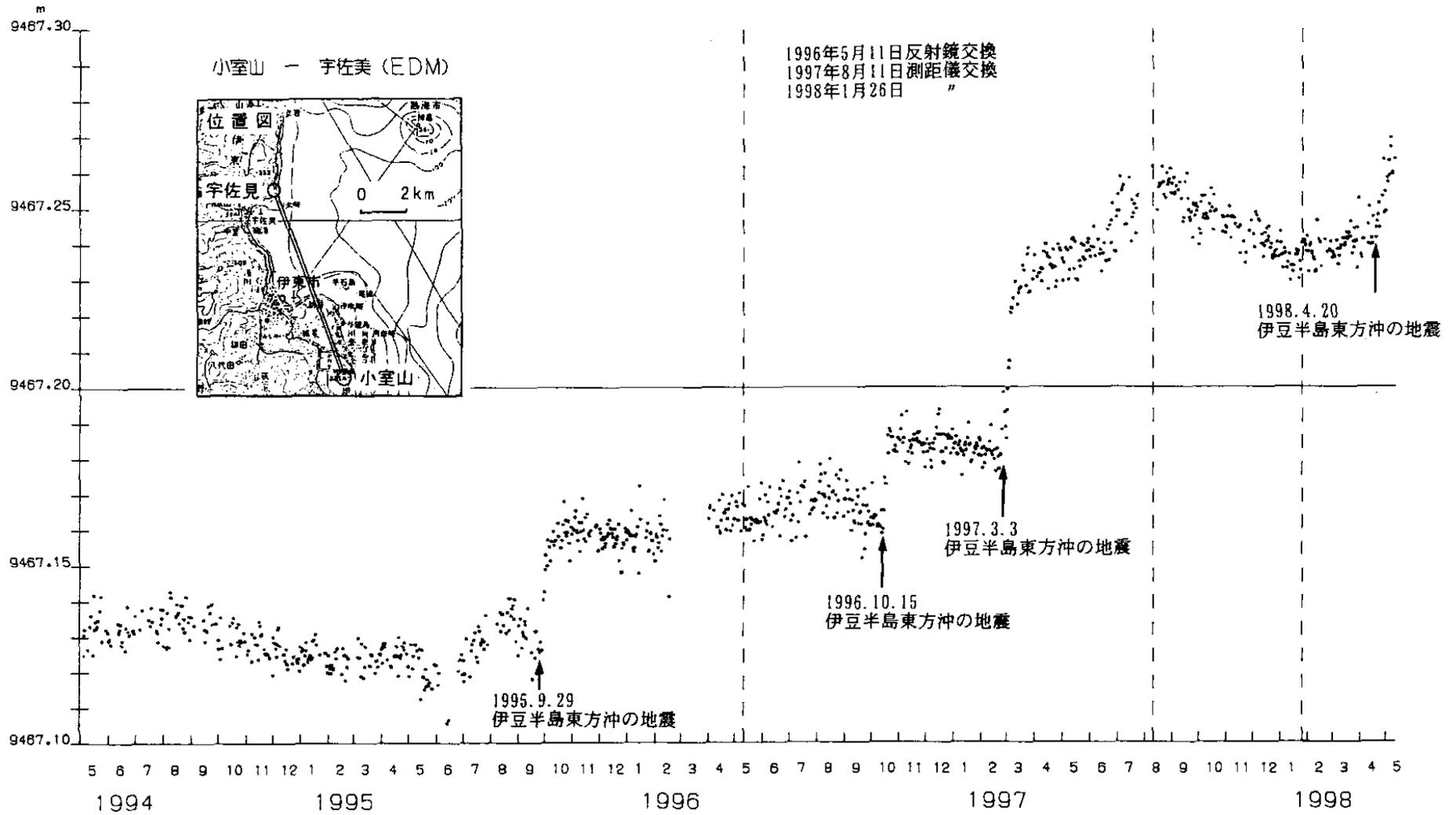


(1998年3月 最終観測値を基準とした辺長変化)



第5図 熱海(川奈)地区精密測量結果(3/8/1998-4/28/1998)

Fig.5 The results of precise baseline measurement at Atami(Kawana) region during the period from 3/8/1998 to 4/28/1998.



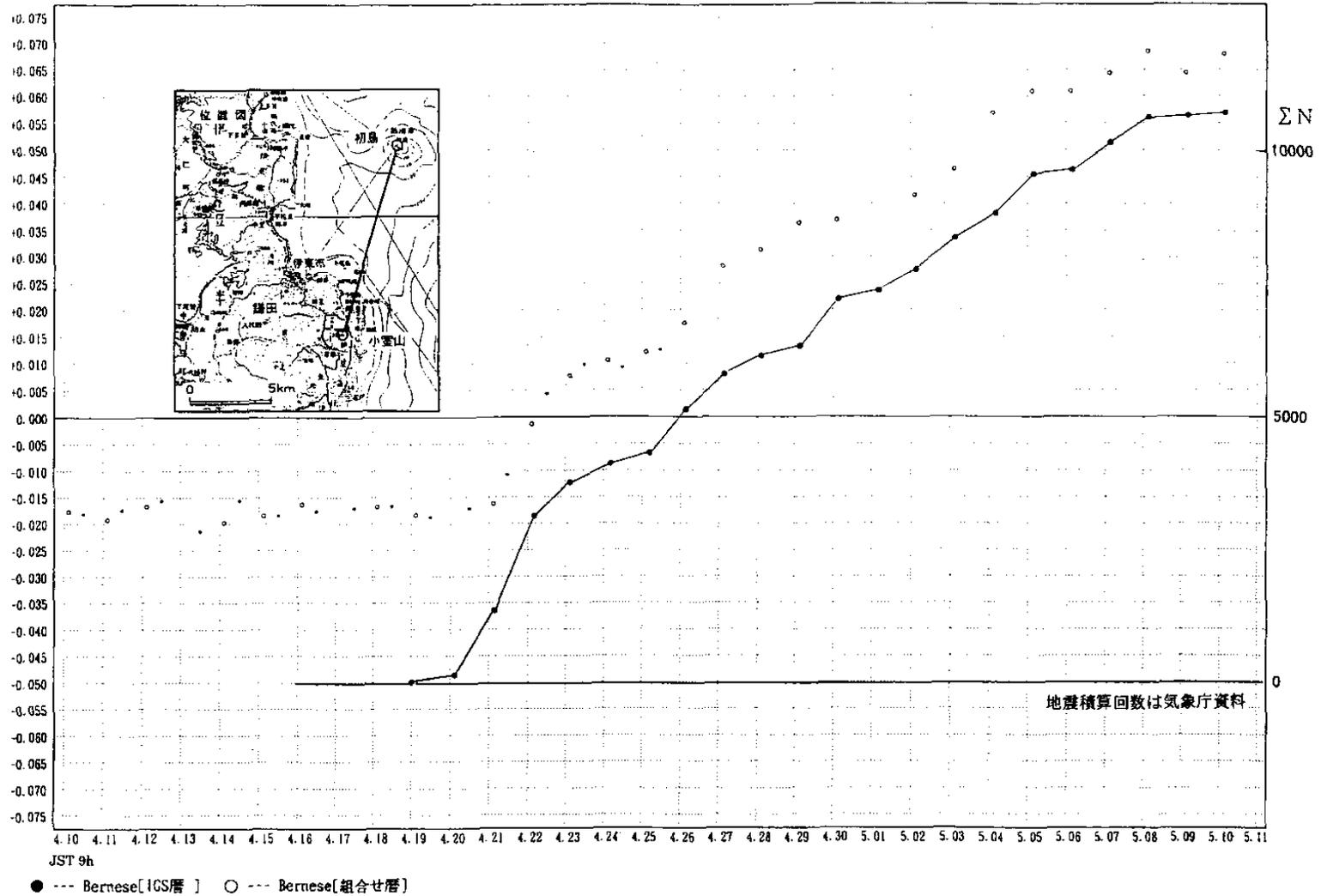
第6図 伊東地区光波連続観測結果

Fig.6 Results of continuous distance measurements by electro-optical distance meter in the Ito region.

期 間：1998年4月10日 ~ 1998年5月11日  
 座標系：WGS84

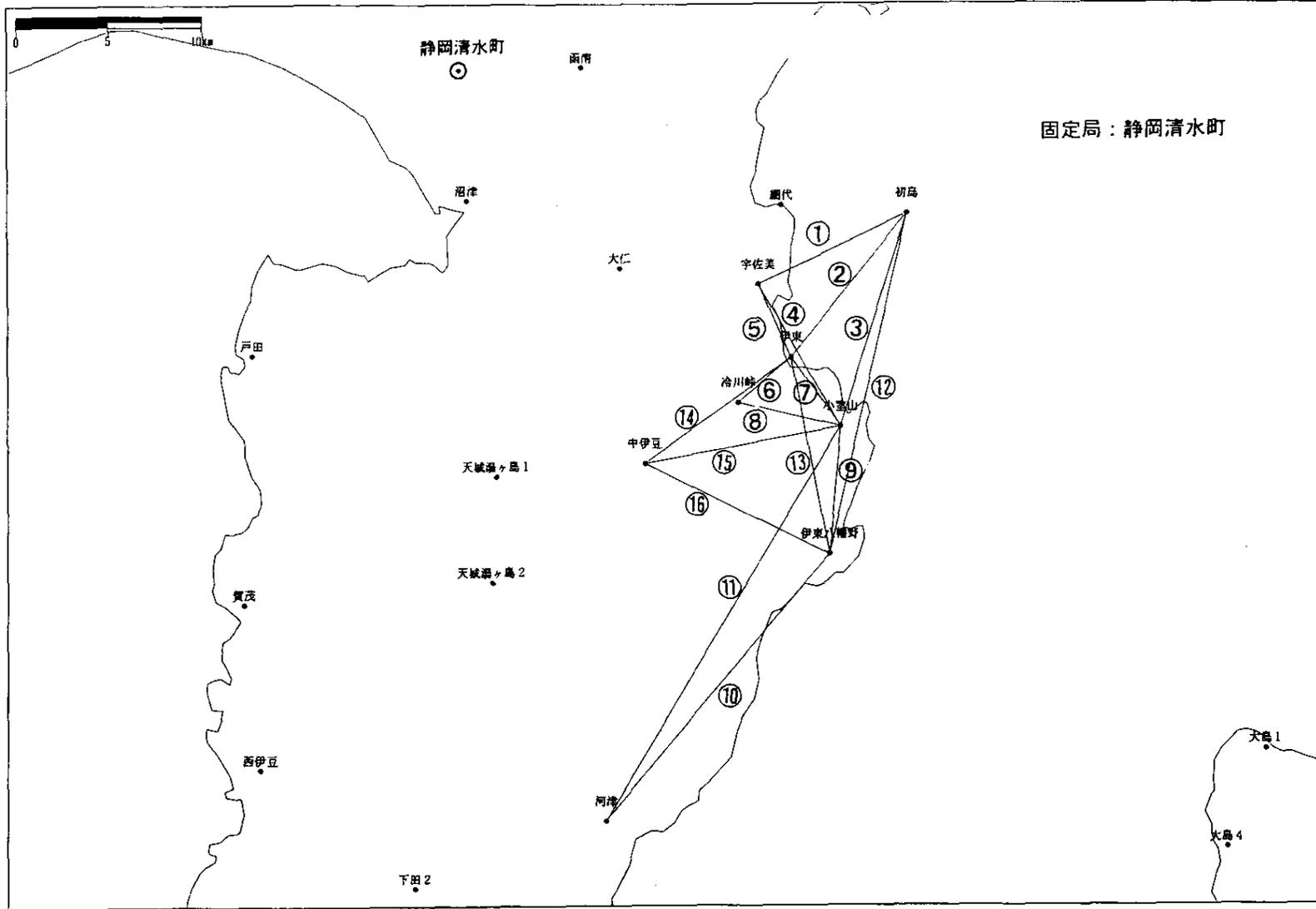
(a) 95105 [初島] → 93048 [小室山] 斜距離

法準値：14810.063 ■



第7図 GPS連続観測による初島-小室山基線長変化と日別地震積算回数との比較

Fig.7 Comparison of accumulated number of swarm earthquake and change of distance between Hatsusima and Komuroyama measured by GPS continuous observation in the Ito region.



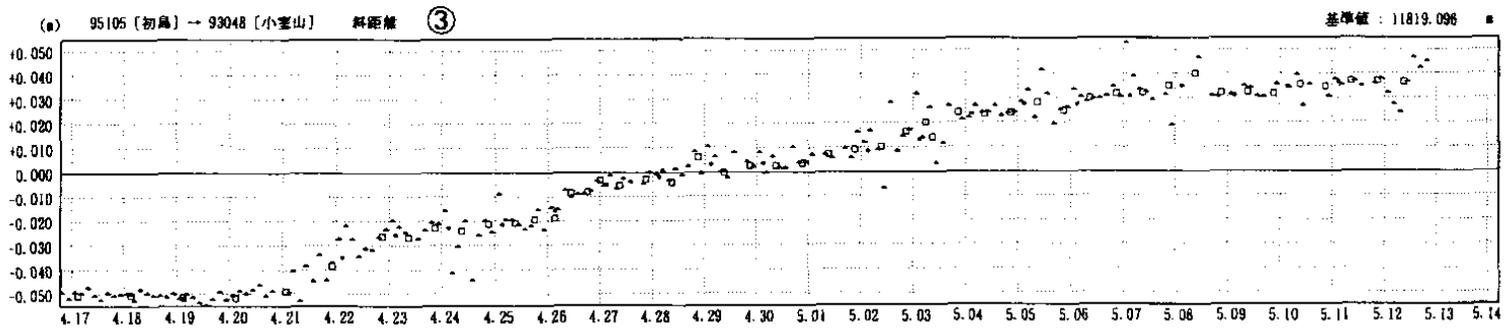
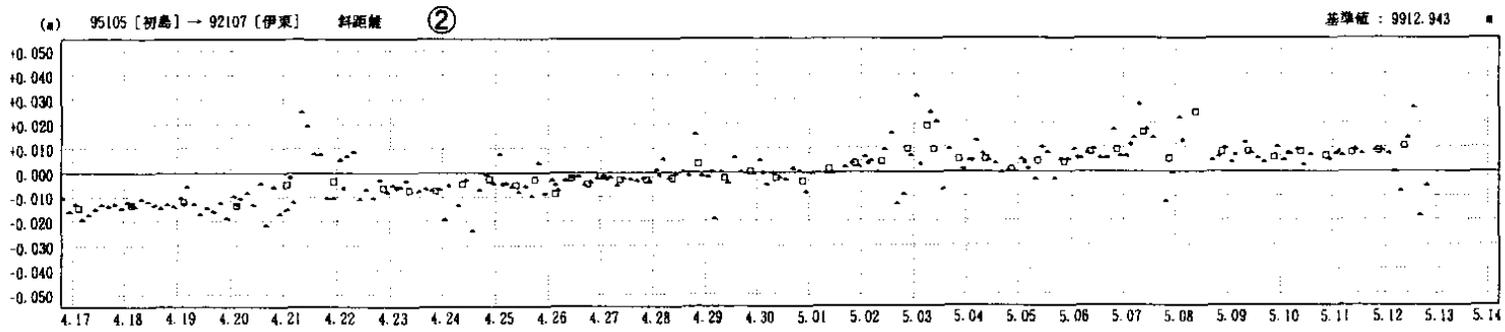
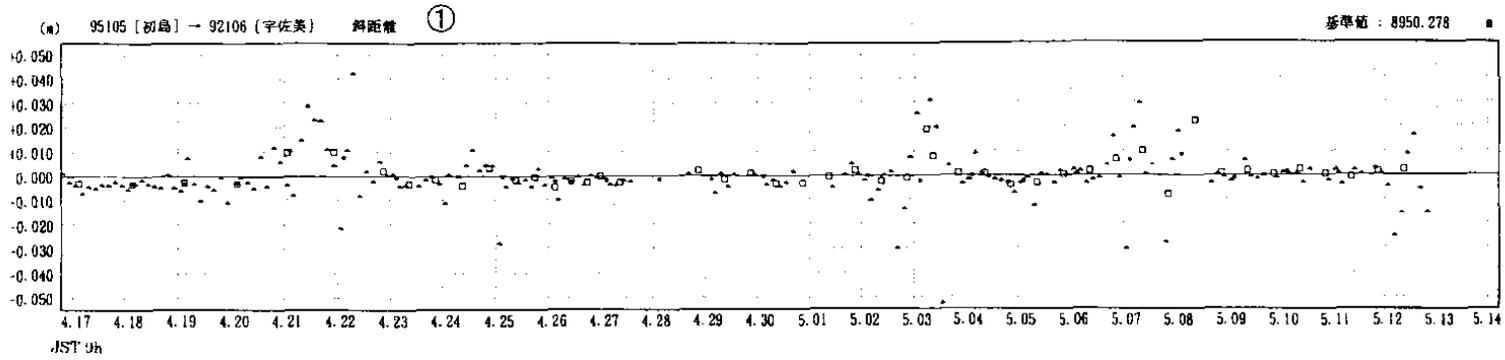
建設省国土地理院

第 8 図 伊豆半島東部 GPS 連続観測点観測結果(1)

Fig.8 Results of continuous GPS observation in the eastern Izu peninsula.(1)

期 間：1998年4月17日 ~ 1998年5月14日  
座標系：WGS84

### 基線長変化グラフ



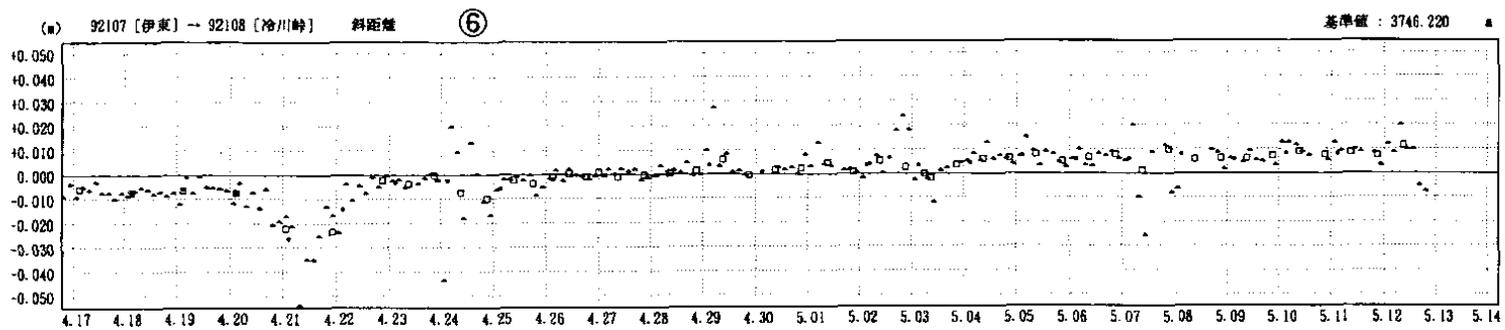
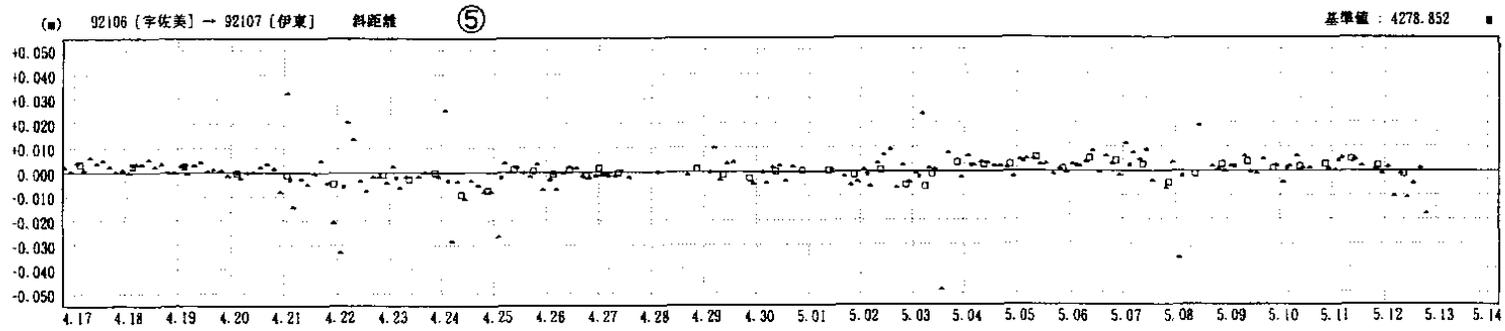
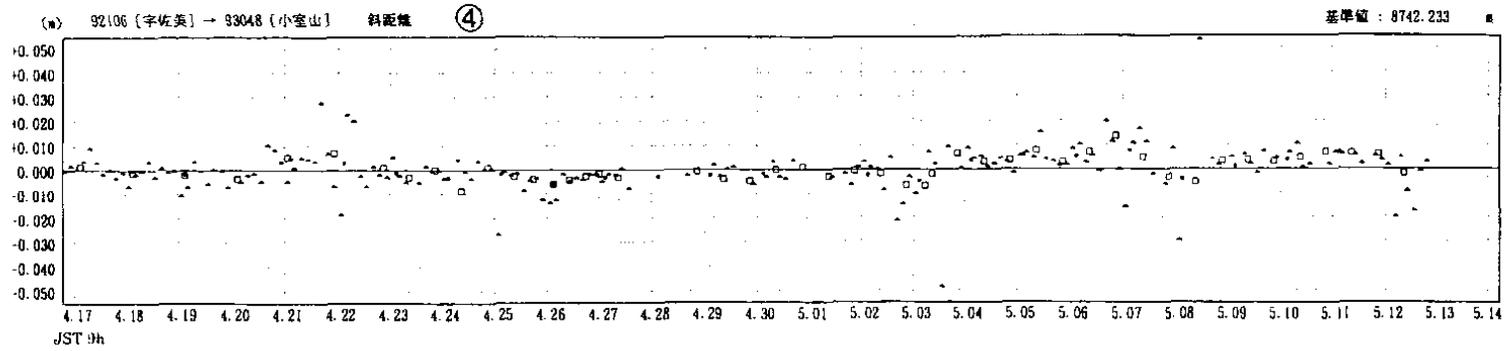
● ... Bernese[組合せ層(24時間毎の解析)] □ ... Bernese[広報層(12時間毎の解析)] ▲ ... Bernese[予報層(3時間毎の解析)]

第8図 つづき(2)

Fig.8 (continued)(2)

期 間：1998年4月17日 ~ 1998年5月14日  
座標系：WGS84

### 基線長変化グラフ



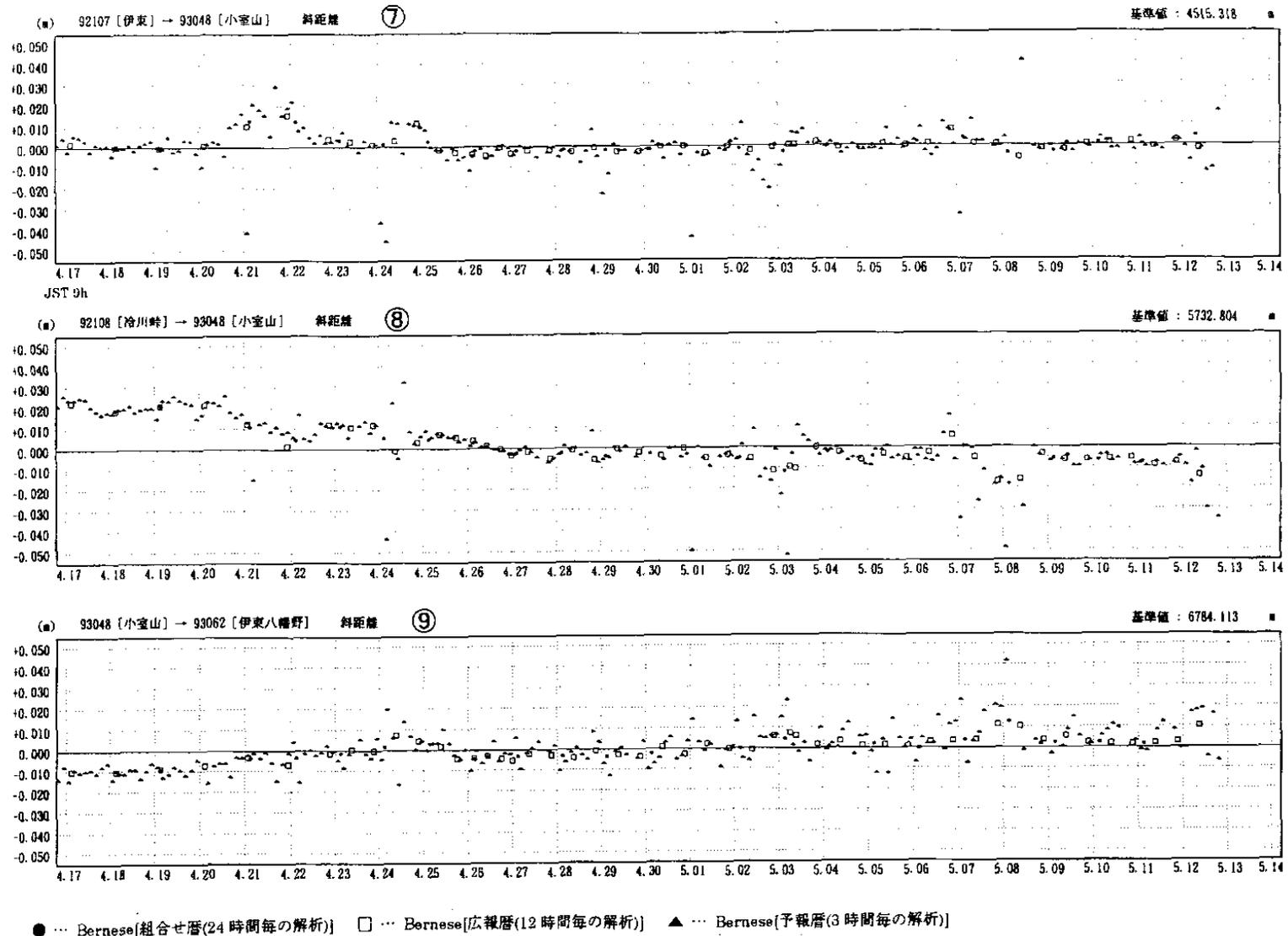
● ... Bernese[組合せ層(24時間毎の解析)] □ ... Bernese[広報層(12時間毎の解析)] ▲ ... Bernese[予報層(3時間毎の解析)]

第8図 つづき(3)

Fig.8 (continued)(3)

期 間：1998年4月17日 ~ 1998年5月14日  
座標系：WGS84

### 基線長変化グラフ

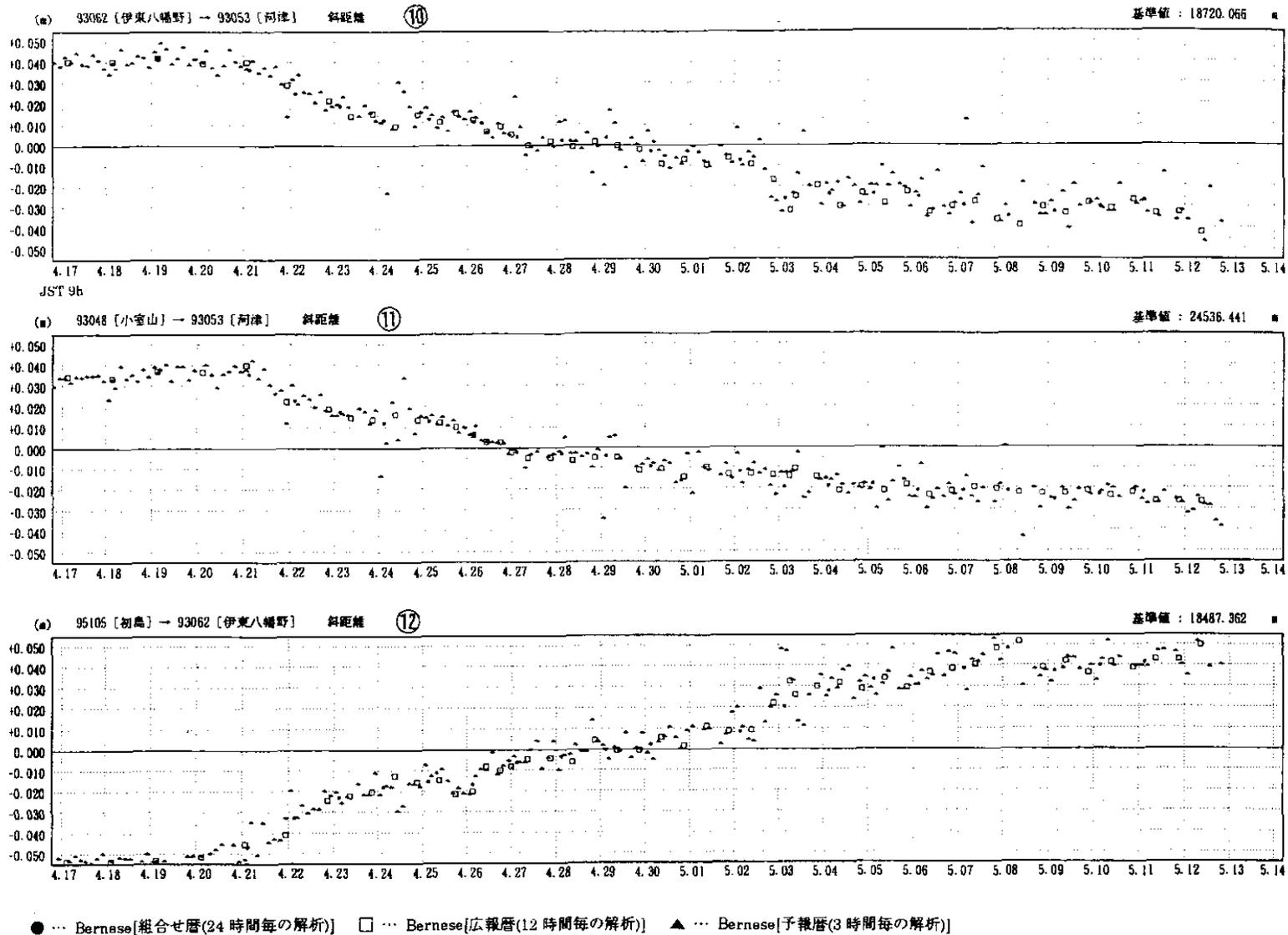


第8図 つづき(4)

Fig.8 (continued)(4)

期 間: 1998年4月17日 ~ 1998年5月14日  
座標系: WGS84

### 基線長変化グラフ

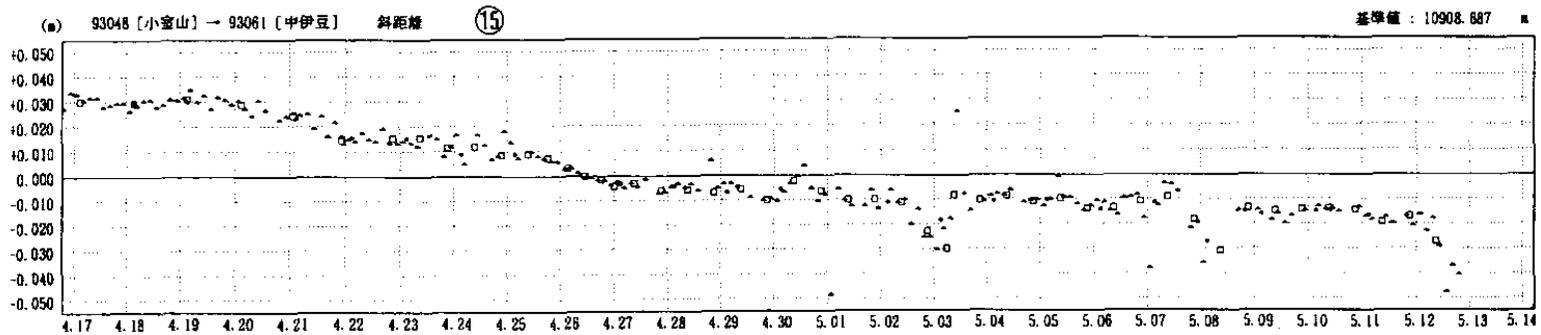
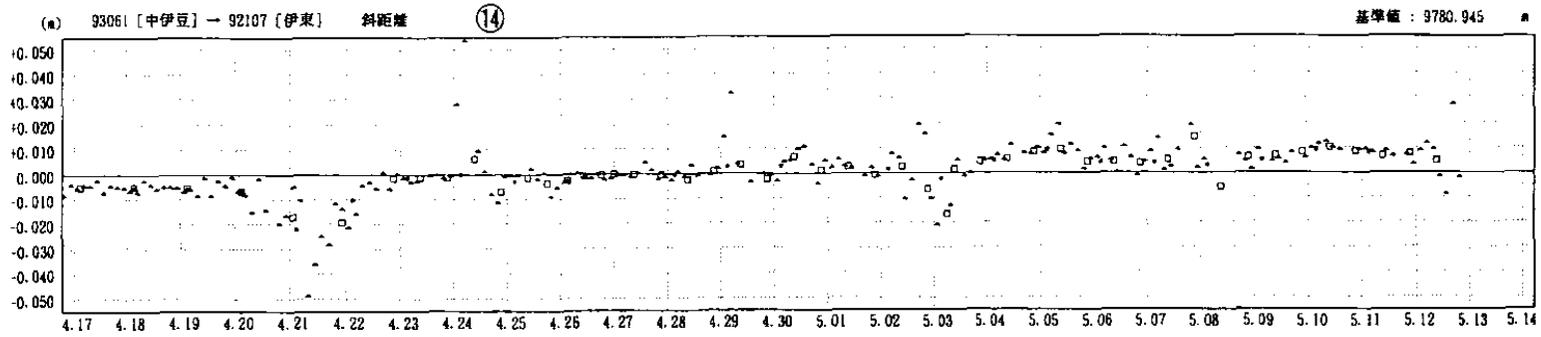
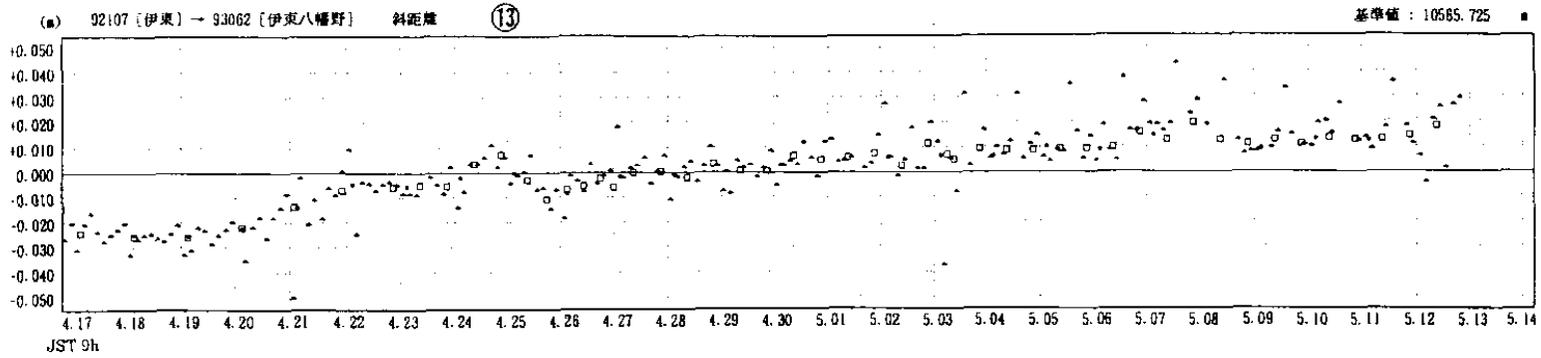


第8図 つづき(5)

Fig.8 (continued)(5)

期 間：1998年4月17日 ~ 1998年5月14日  
座標系：WGS84

### 基線長変化グラフ



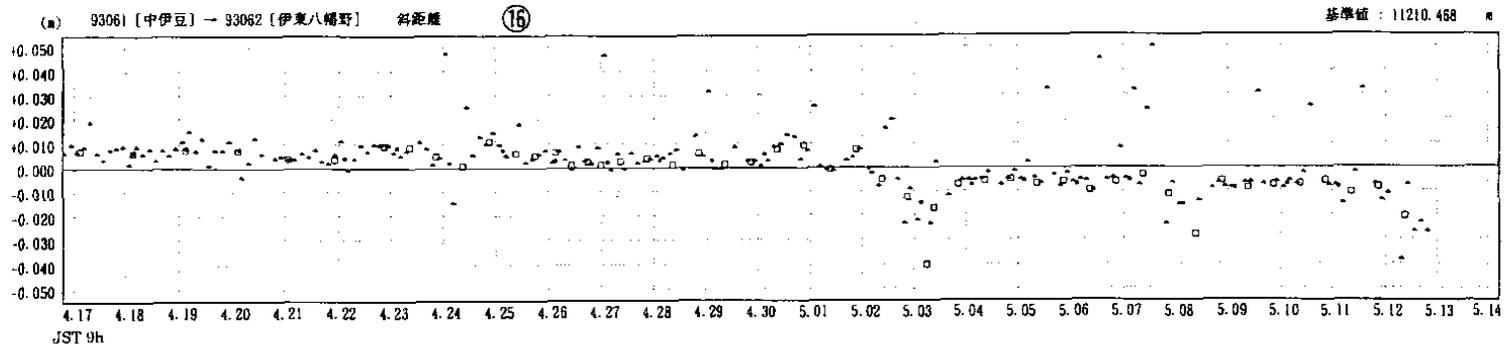
● ... Bernese[組合せ暦(24時間毎の解析)] □ ... Bernese[広報暦(12時間毎の解析)] ▲ ... Bernese[予報暦(3時間毎の解析)]

第8図 つづき(6)

Fig.8 (continued)(6)

期間: 1998年4月17日 ~ 1998年5月14日  
座標系: WGS84

### 基線長変化グラフ



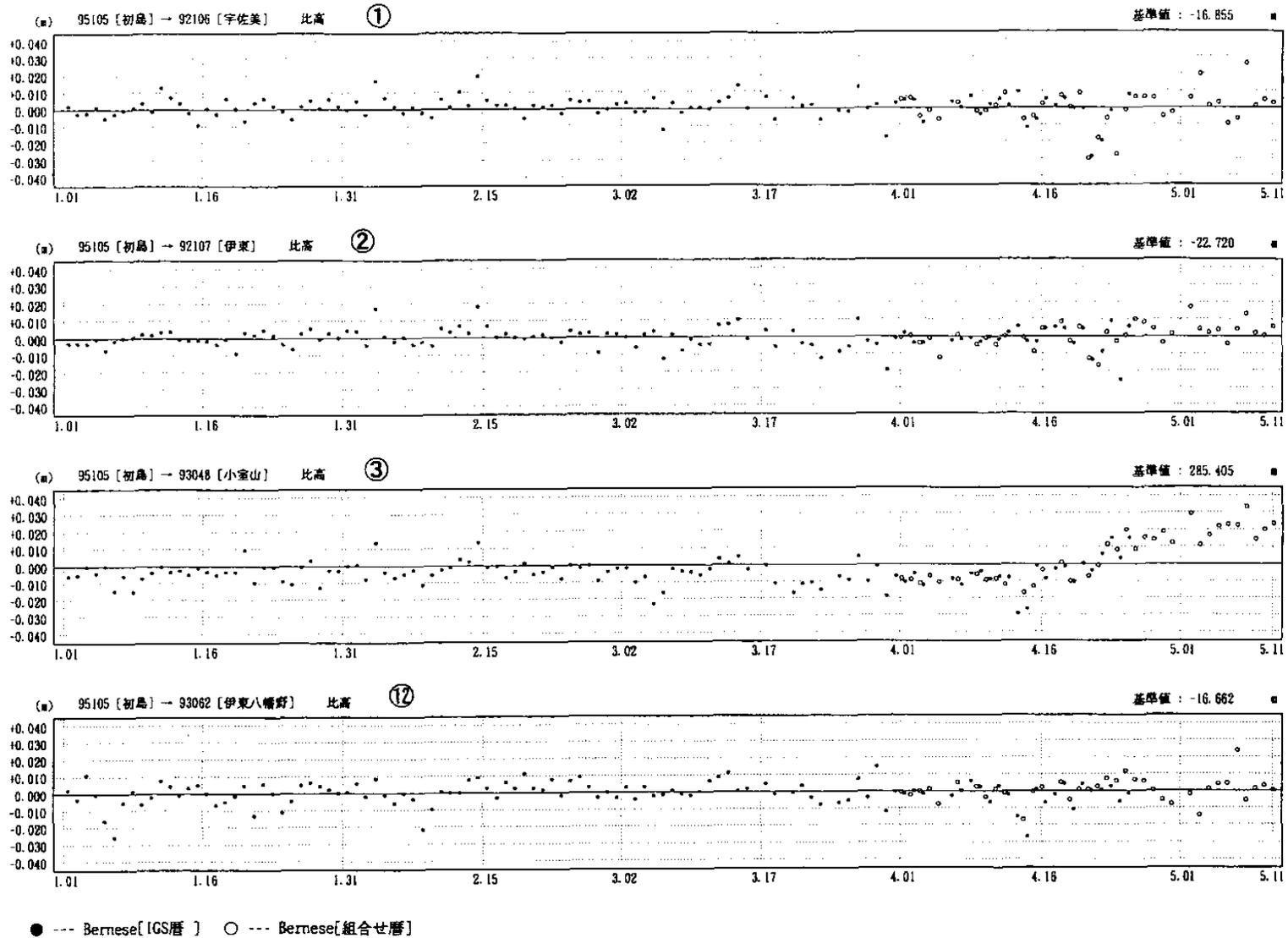
● ... Bernese[組合せ層(24時間毎の解析)]   □ ... Bernese[広報層(12時間毎の解析)]   ▲ ... Bernese[予報層(3時間毎の解析)]

第8図 つづき(7)

Fig.8 (continued)(7)

期間：1998年1月1日～1998年5月11日  
座標系：WGS84

### 比高変化グラフ



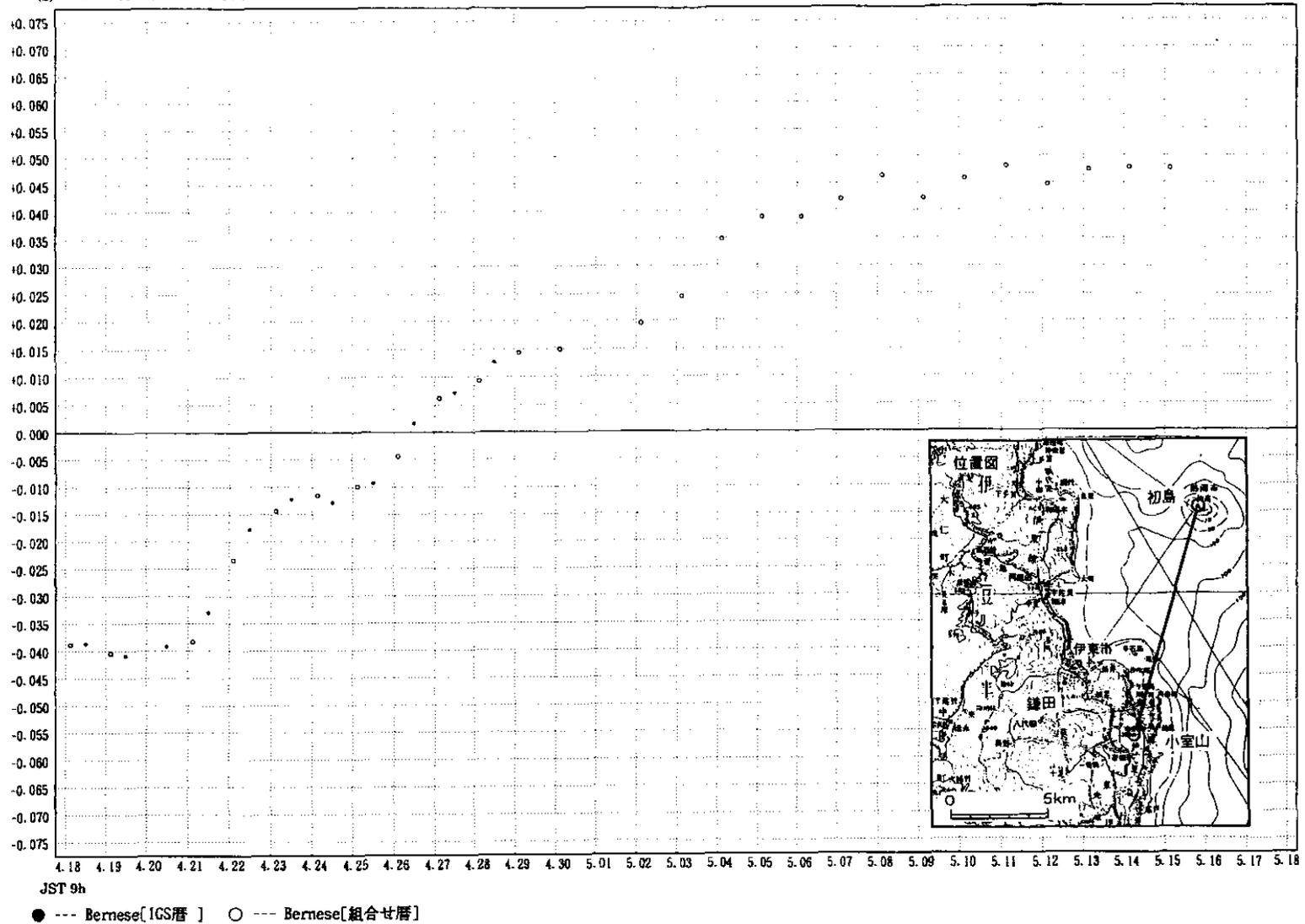
第9図 伊豆半島東部GPS連続観測点観測結果(比高)

Fig.9 Results of height measurement by continuous GPS in the eastern part of the Izu peninsula.

期 間：1998年4月18日 ~ 1998年5月18日  
座標系：WGS84

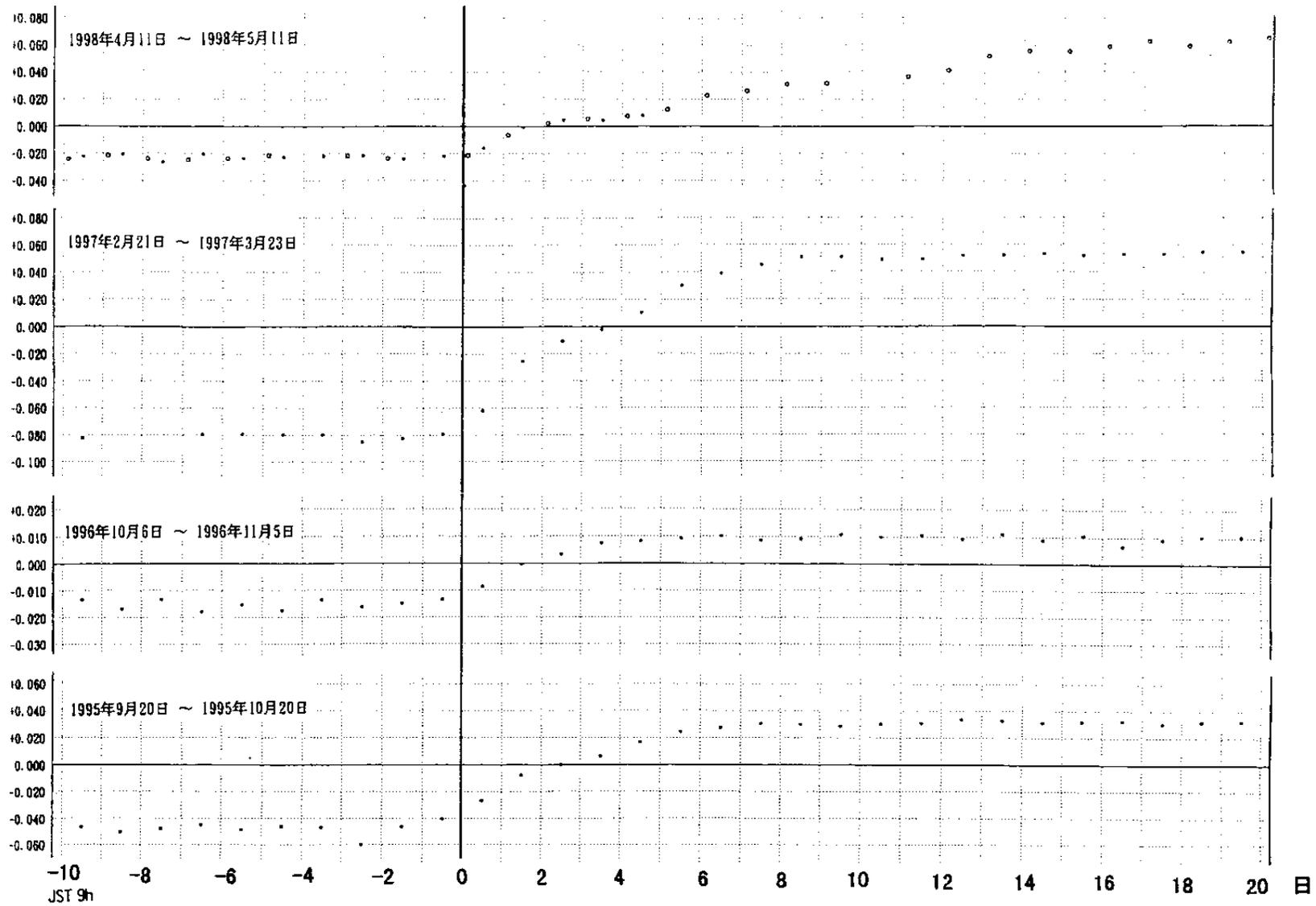
(a) 95105 [初島] → 93048 [小室山] 距離

基準値：11819.085 ■



第 10 図 初島 - 小室山 G P S 連続観測結果(1998/04/18-1998/05/18)

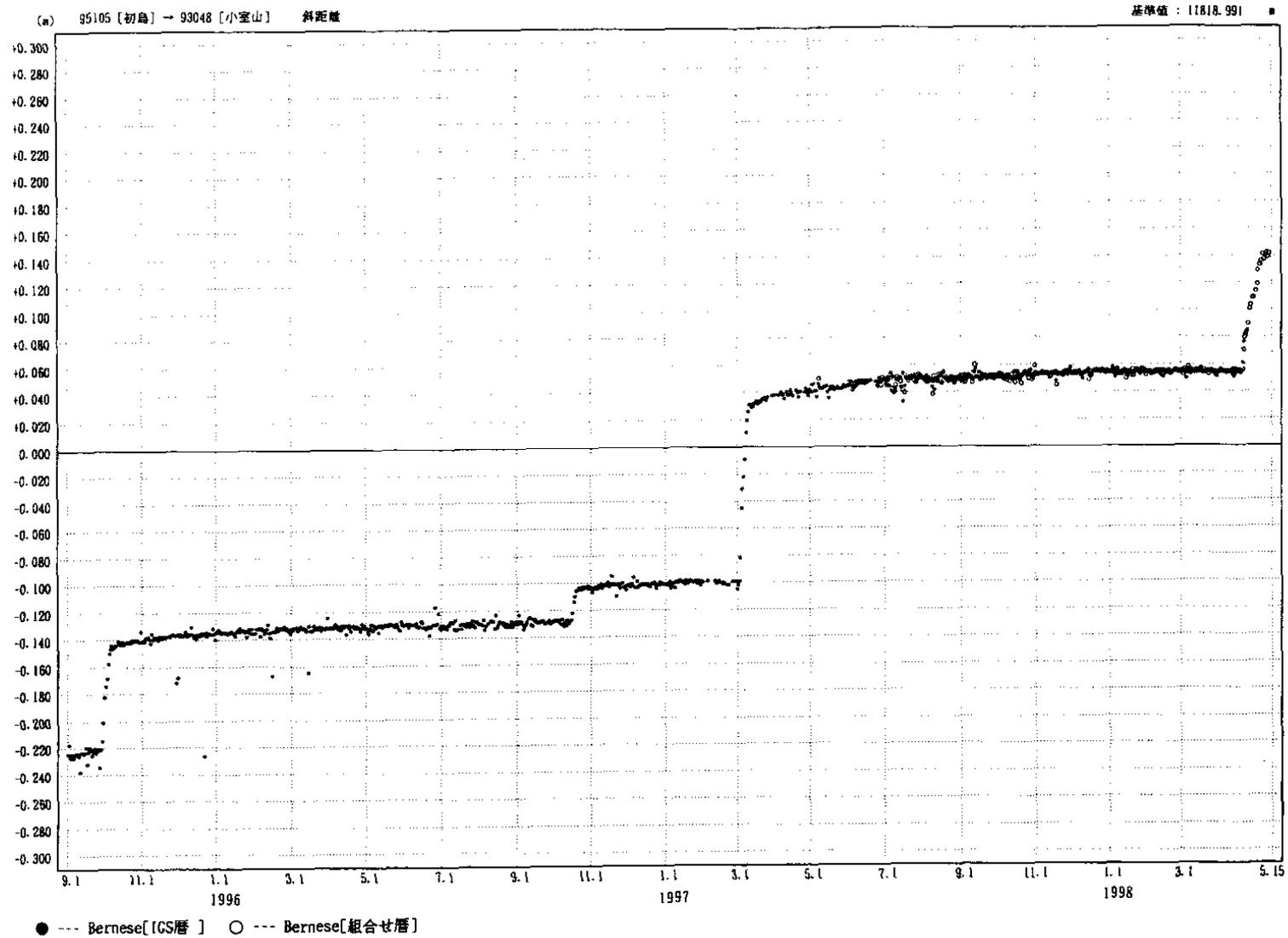
Fig.10 Results of continuous GPS measurements of distance between Hatusima and Komuroyama(1998/04/18-1998/05/18).



第 11 図 初島 - 小室山基線の期間別辺長変化比較(GPS 連続観測)

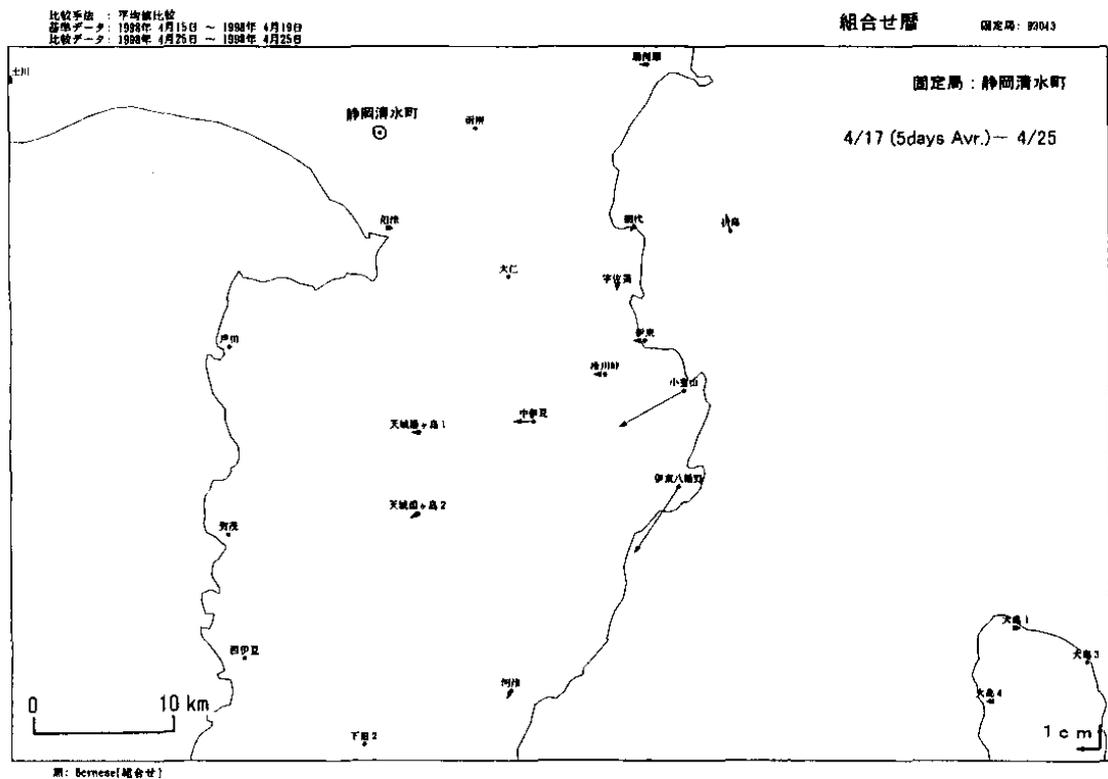
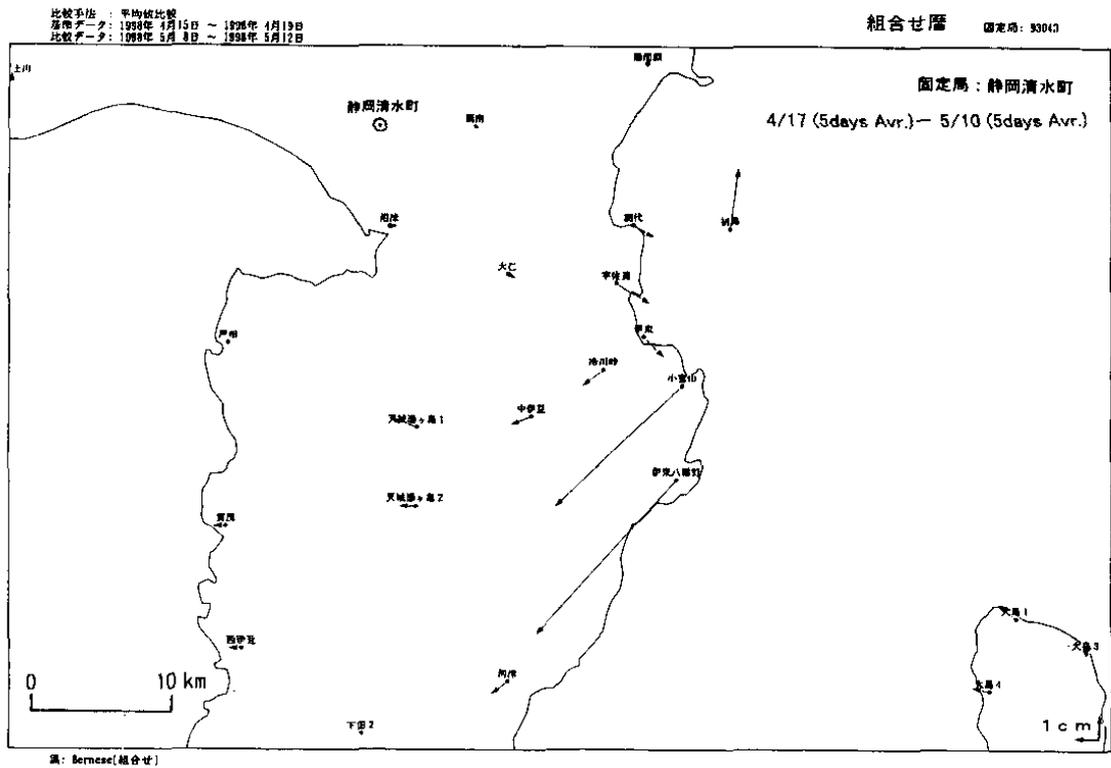
Fig.11 Comparison of patterns of change of baseline length between Hatsusima and Komuroyama during different periods measured by the continuous GPS.

期間: 1995年9月1日 ~ 1998年5月15日  
座標系: WGS84



第 12 図 初島 - 小室山 G P S 連続観測結果(1995/09/01-1998/05/15)

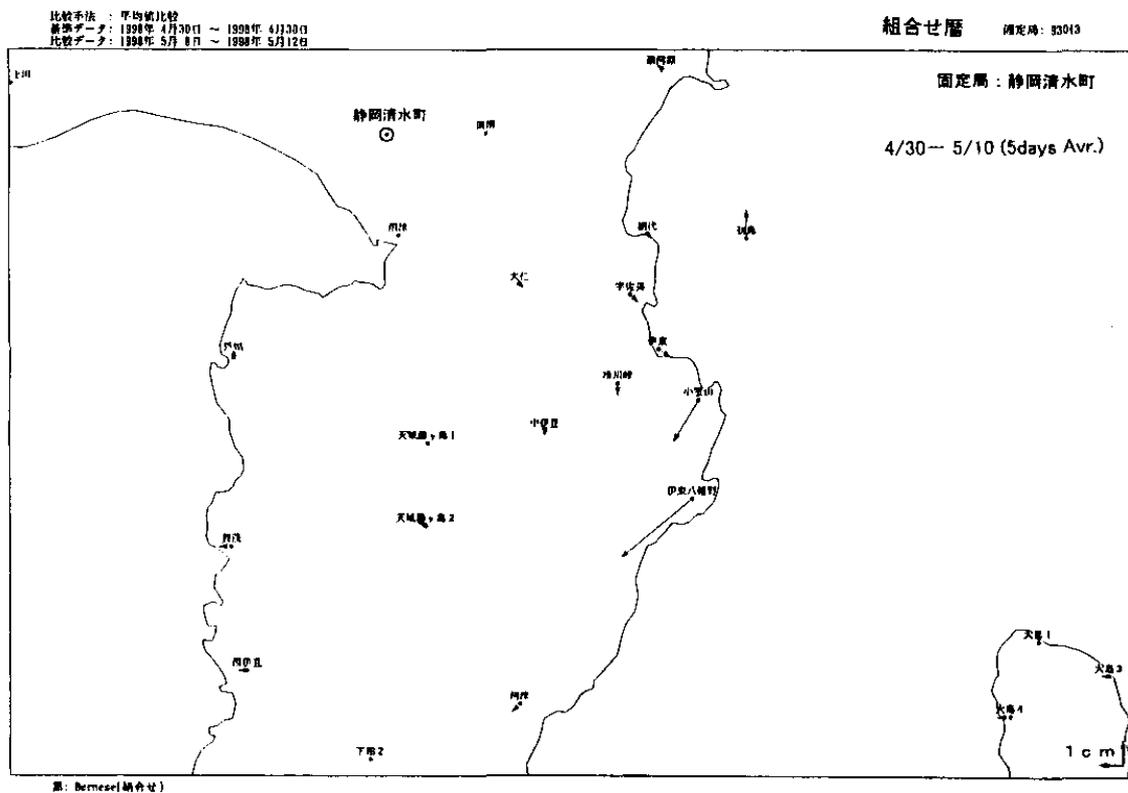
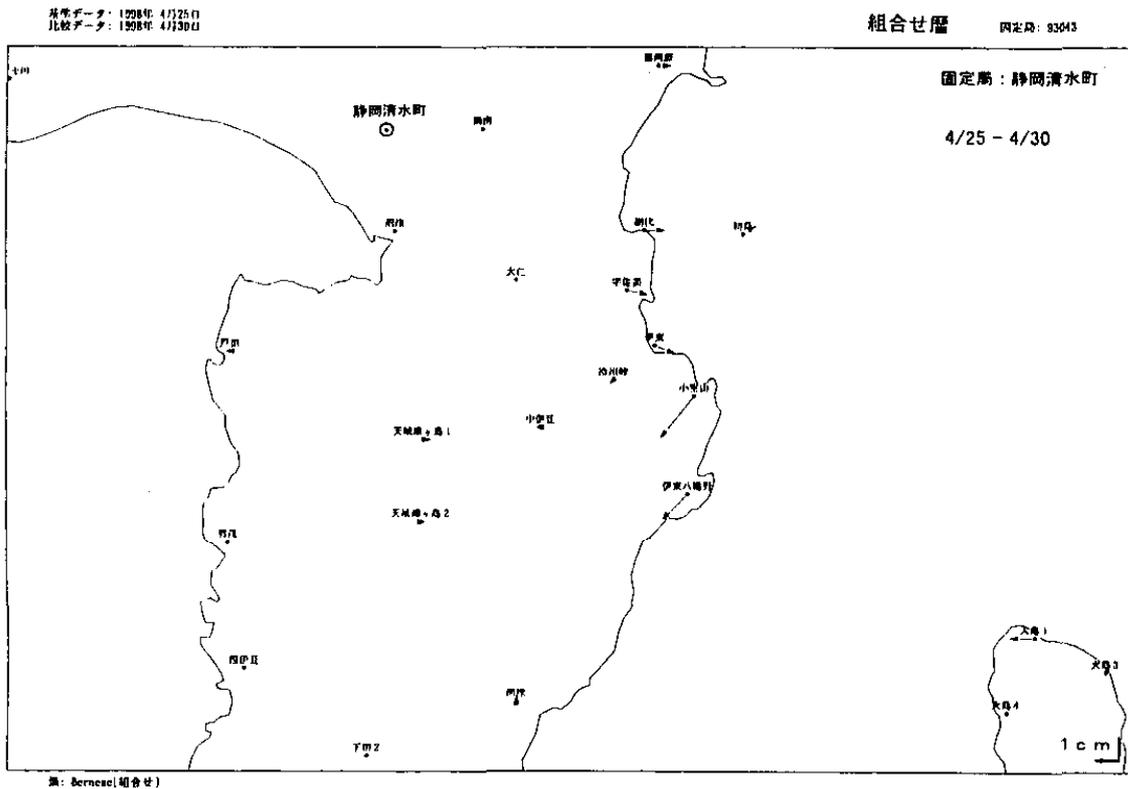
Fig.12 Results of continuous GPS measurements of distance between Hatsusima and Komuroyama(1995/09/01-1998/05/15).



第 13 図 伊豆地方 GPS 連続観測点の水平変動ベクトル (清水町固定)

(1) : 1998/04/17-1998/05/10 及び 1998/04/17-1998/04/25

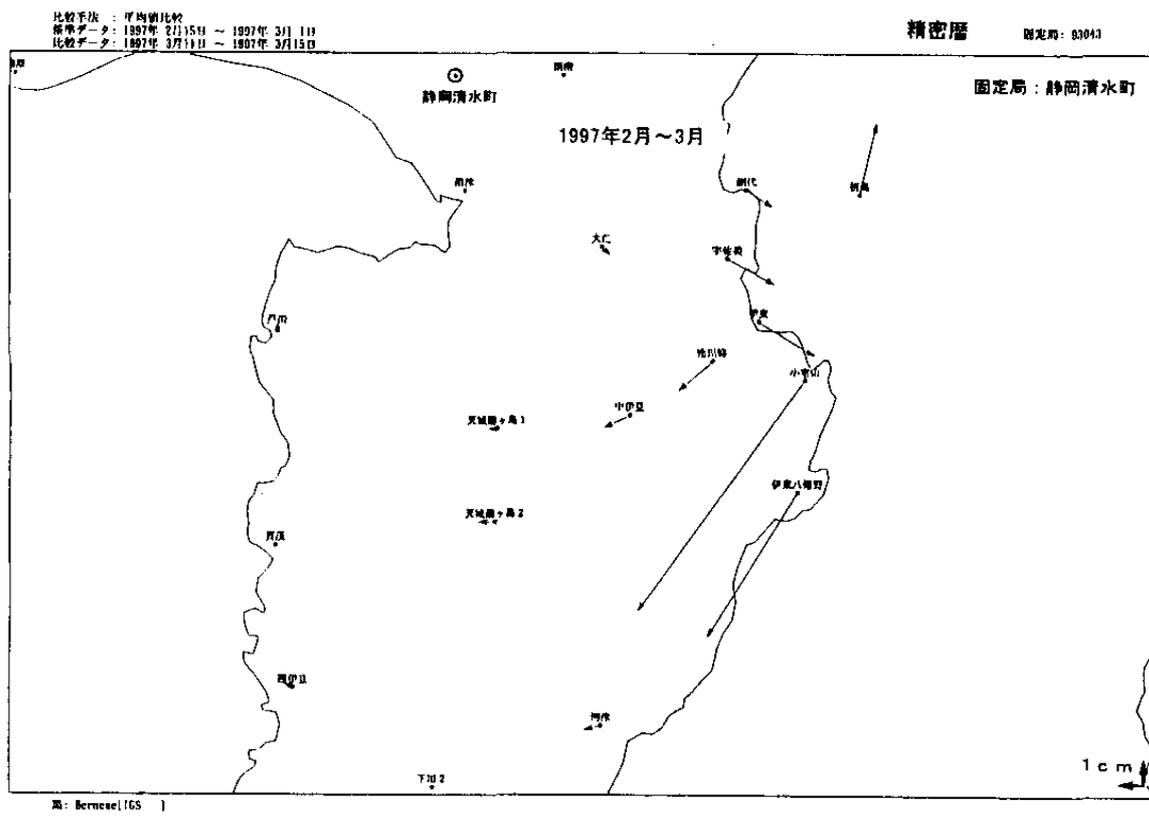
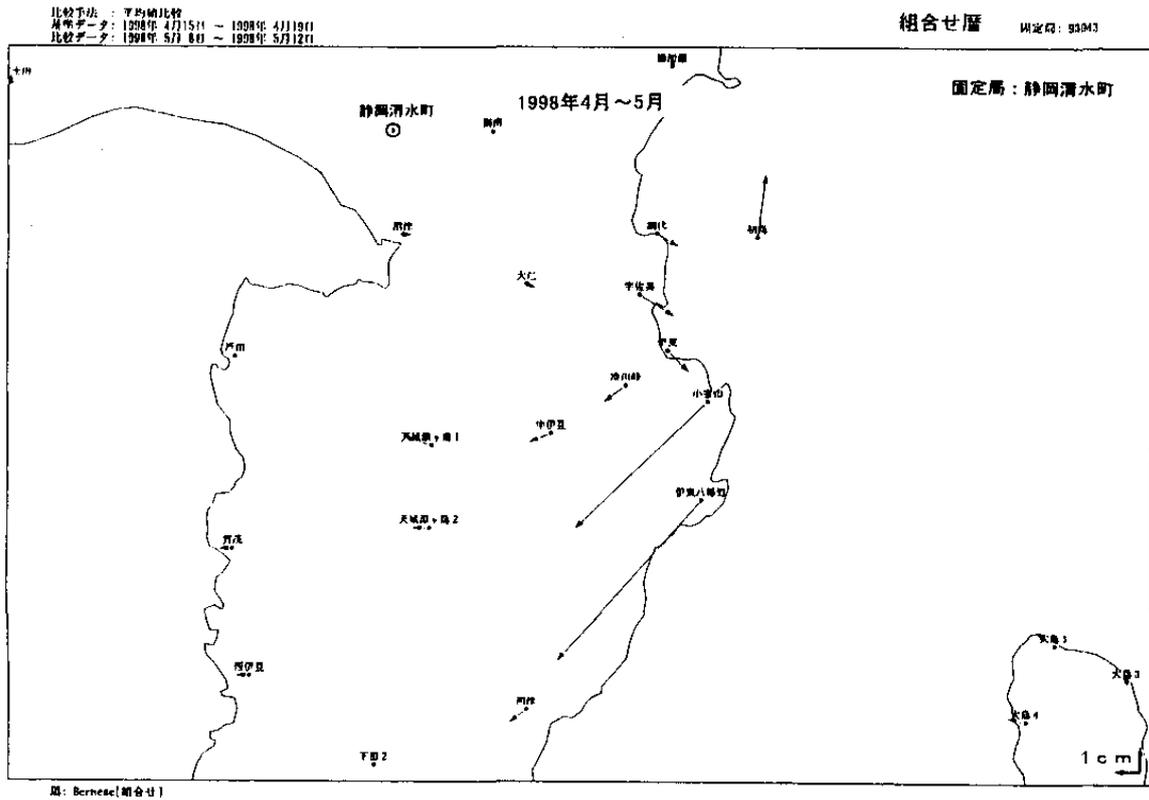
Fig.13 Horizontal displacement vectors of GPS observation stations in the Izu district relative to Shimizu-cho station(1) : 1998/04/17-1998/05/10 and 1998/04/17-1998/04/25



第 13 図 伊豆地方 GPS 連続観測点の水平変動ベクトル (清水町固定)

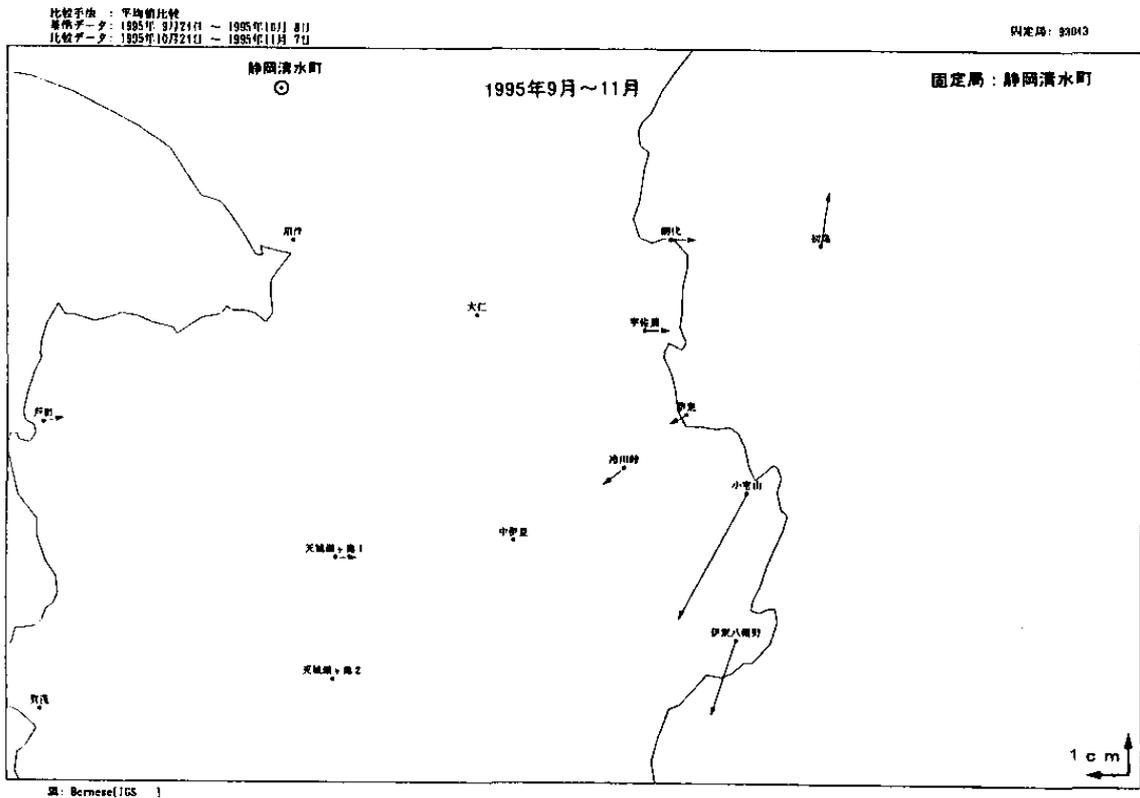
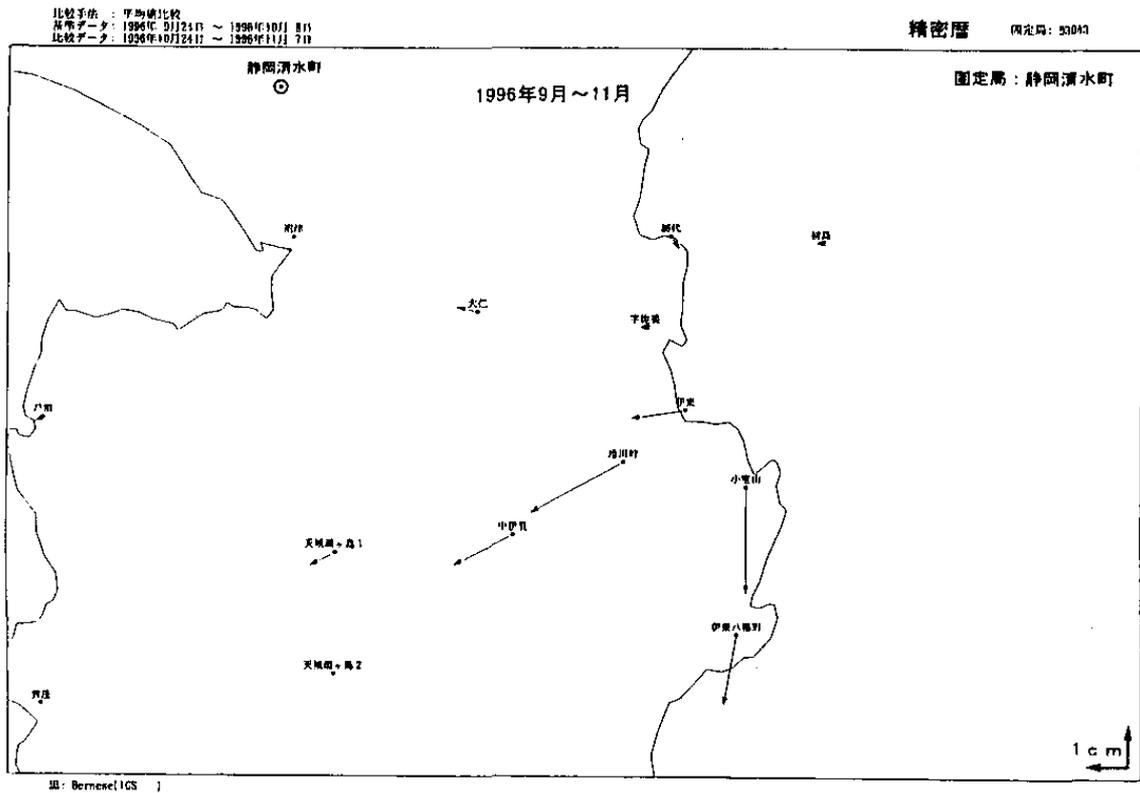
(2) : 1998/04/25-1998/04/30 及び 1998/04/30-1998/05/10

Fig.13 Horizontal displacement vectors of GPS observation stations in the Izu district relative to Shimizu-cho station(2) : 1998/04/25-1998/04/30 and 1998/04/30-1998/05/10



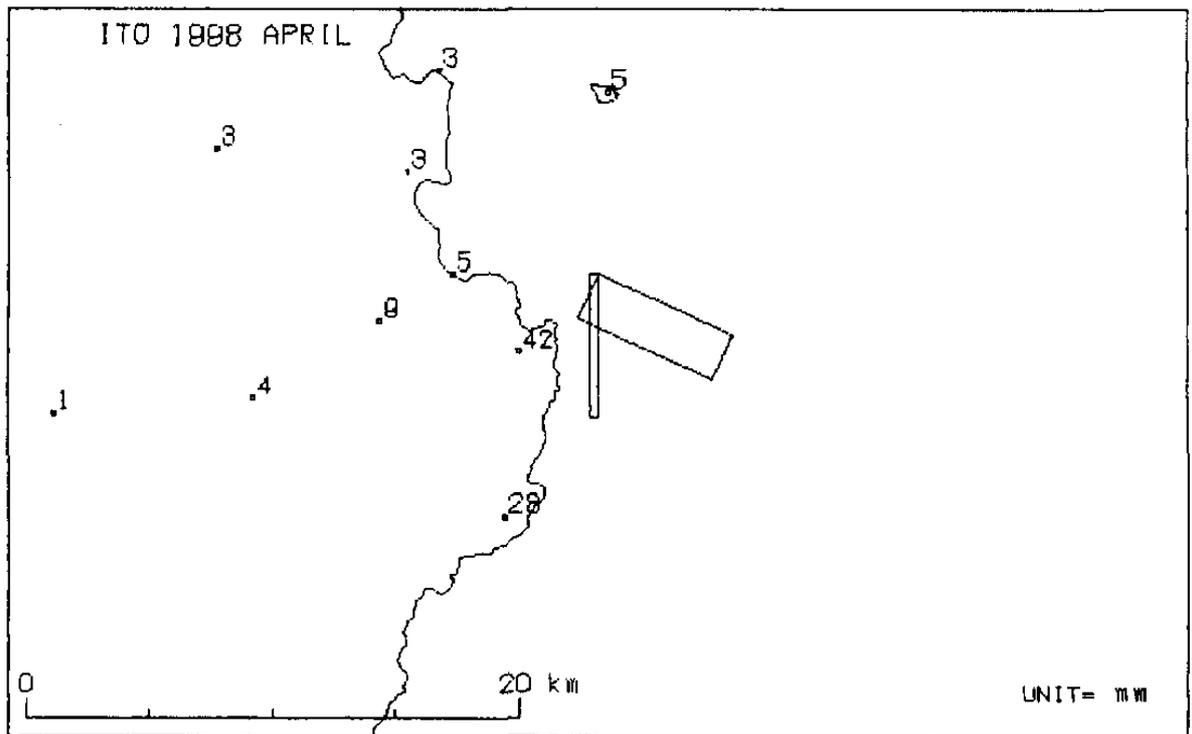
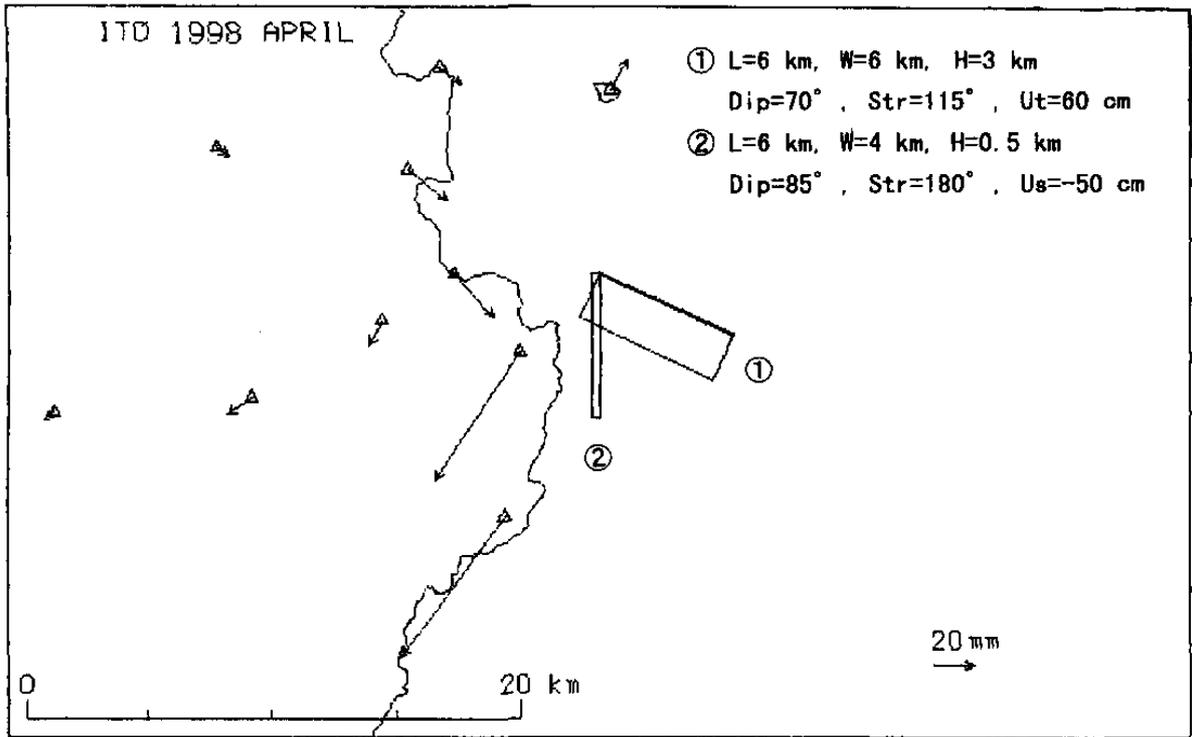
第 14 図 伊豆地方 GPS 連続観測点の水平変動ベクトル (清水町固定)  
 (1) : 1998/4 月-1998/5 月及び 1997/2 月-1997/3 月

Fig.14 Horizontal displacement vectors of GPS observation stations in the Izu district relative to Shimizu-cho station(1) : 1998/April-1998/May and 1997/February-1997/March



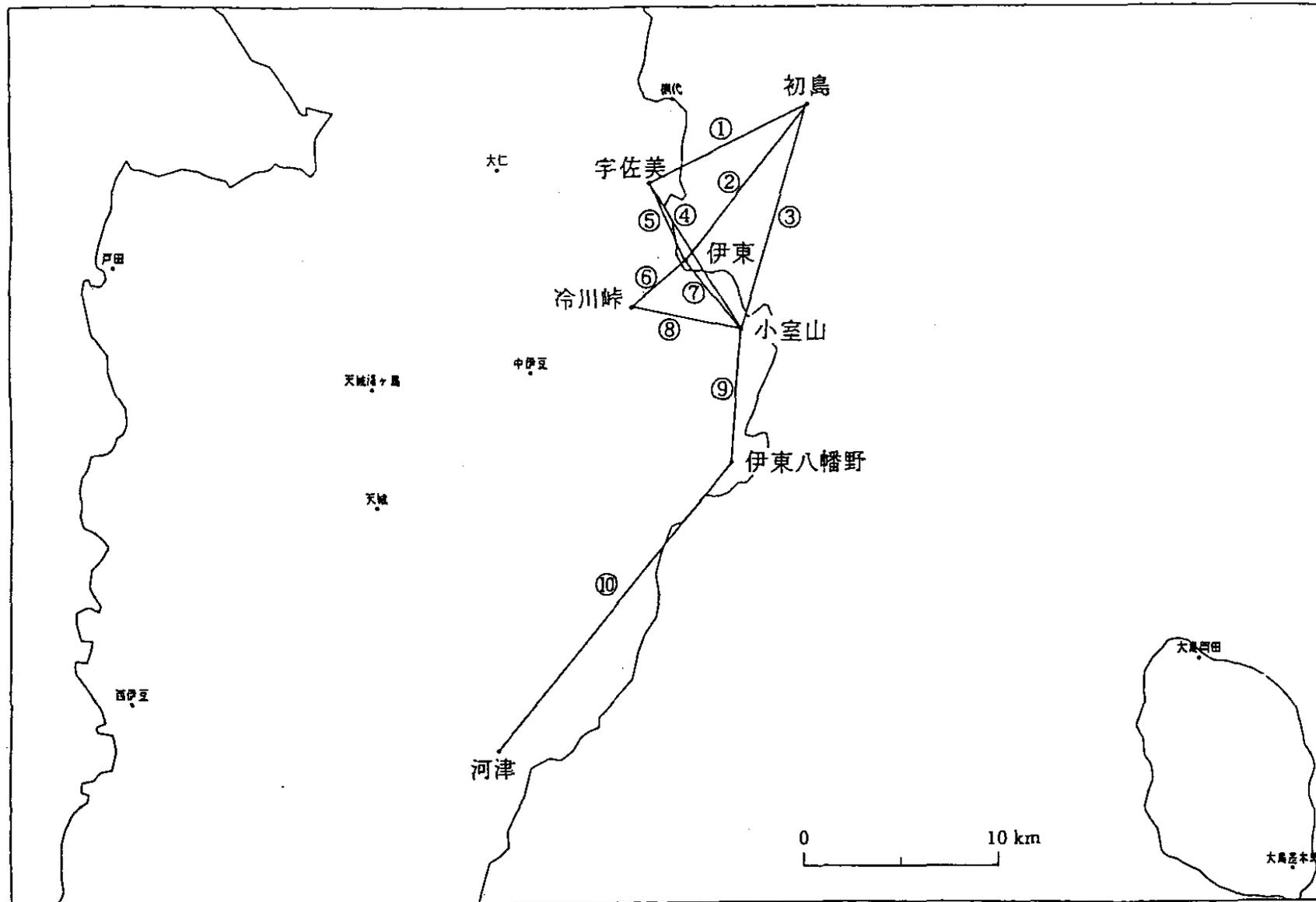
第 14 図 伊豆地方 GPS 連続観測点の水平変動ベクトル（清水町固定）  
 (2)：1996/9月-1996/11月及び1995/9月-1995/11月

Fig.14 Horizontal displacement vectors of GPS observation stations in the Izu district relative to Shimizu-cho station(2)：1996/September-1996/November and 1995/September-1995/November



第 15 図 1998 年 4-5 月群発地震地殻変動モデル

Fig.15 Theoretical model for 1998/April-May swarm earthquake in the eastern Izu peninsula.



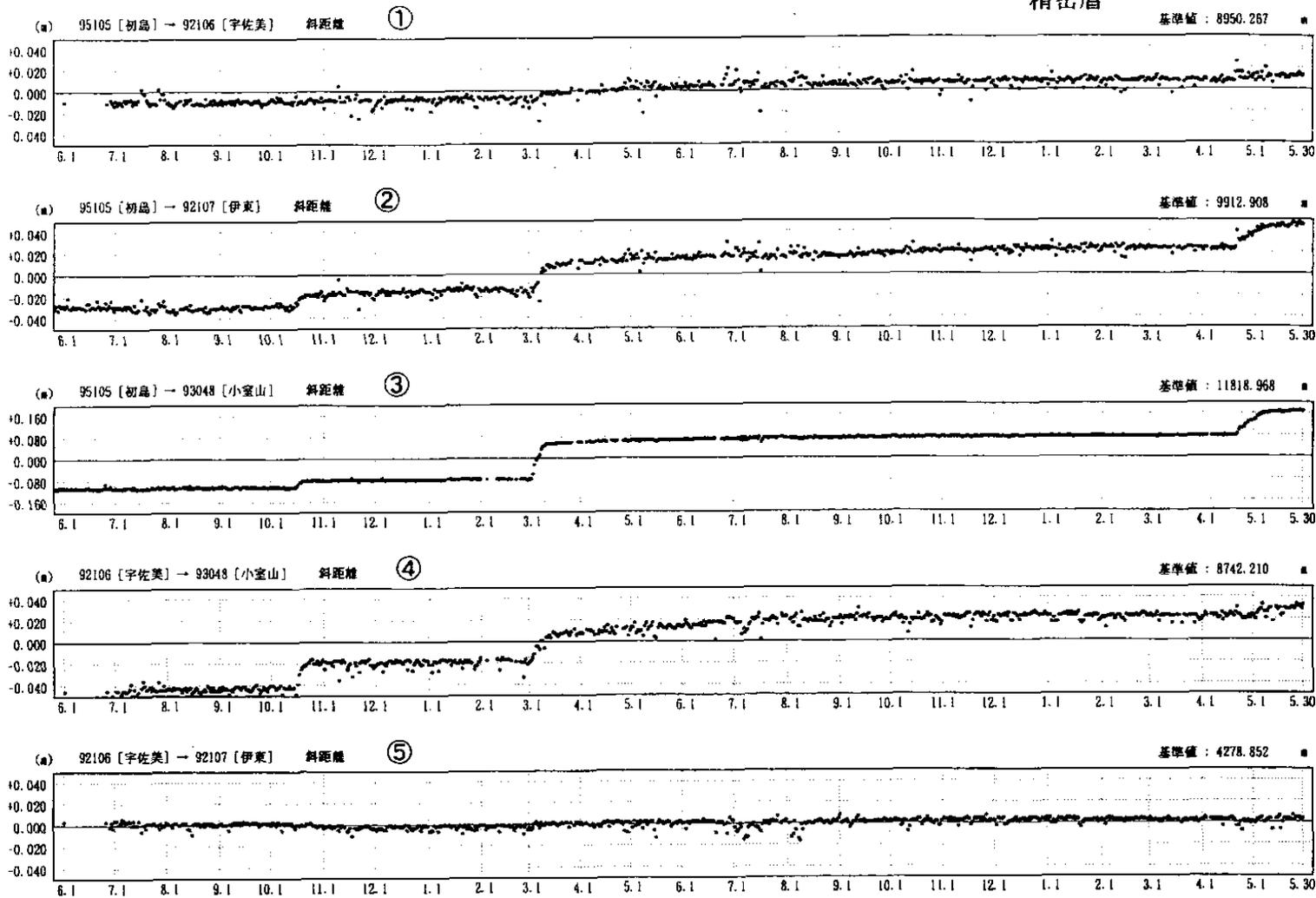
第 16 図 伊豆半島東部 GPS 連続観測点観測結果(1)

Fig.16 Results of continuous GPS observation in the eastern Izu peninsula.(1)

期 間：1996年6月1日 ~ 1998年5月30日  
座標系：WGS84

### 基線長変化グラフ

精密暦



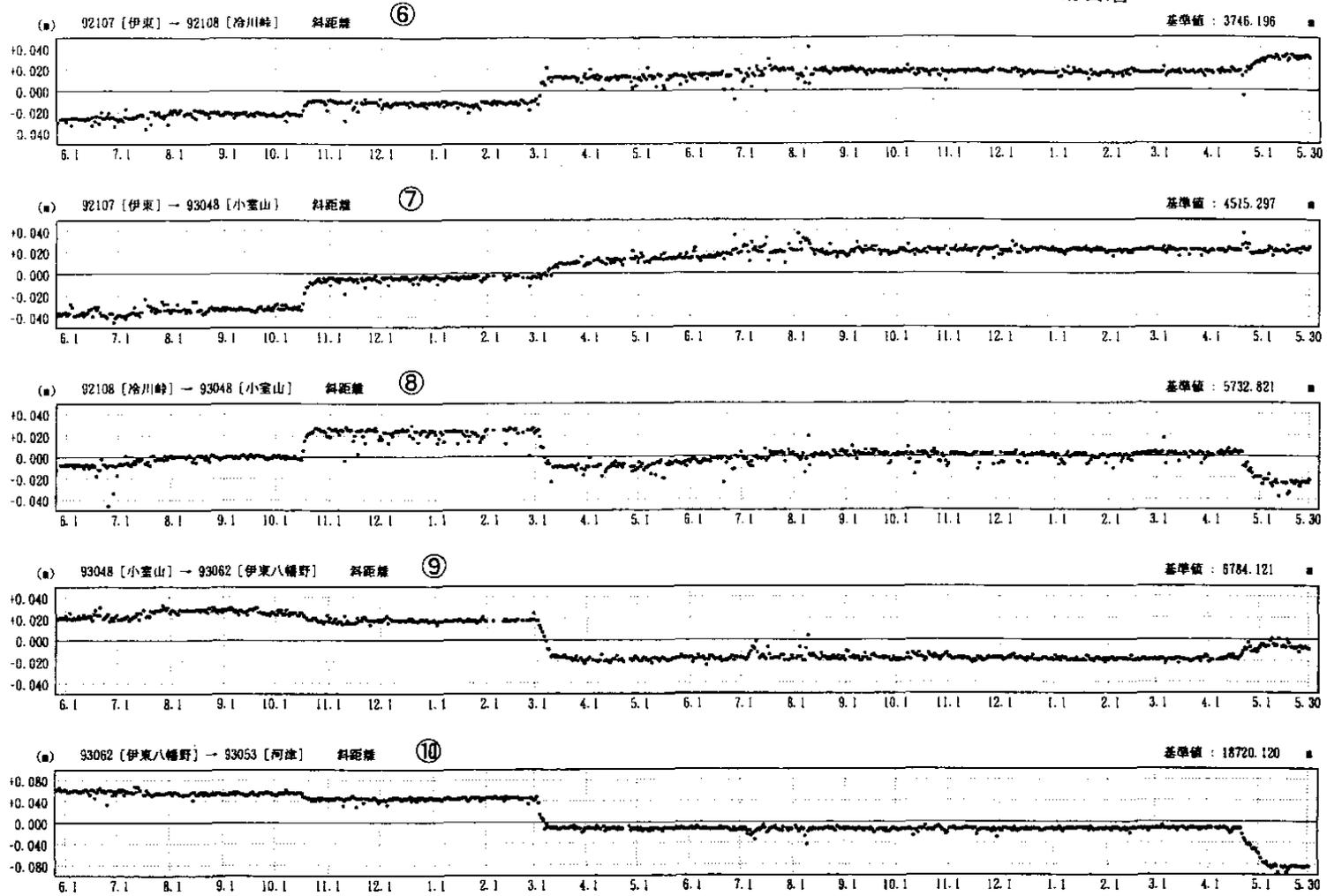
第16図 つづき(2)

Fig.16 (continued)(2)

期 間：1996年6月1日 - 1998年5月30日  
座標系：WGS84

基線長変化グラフ

精密暦

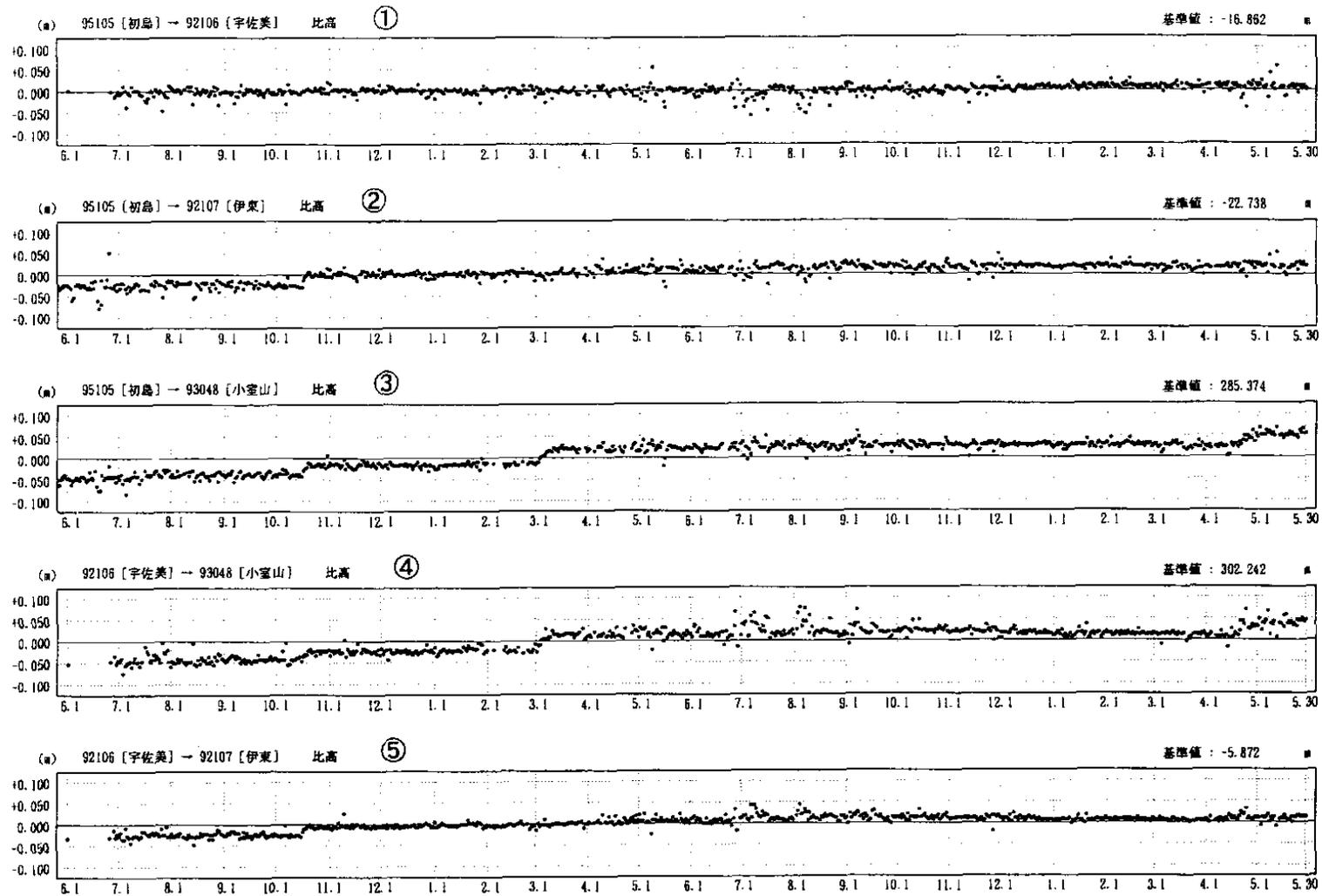


第16図 つづき(3)  
Fig.16 (continued)(3)

期間：1996年6月1日～1998年5月30日  
座標系：WGS84

### 比高変化グラフ

精密暦



● --- Bernese[IGS暦]

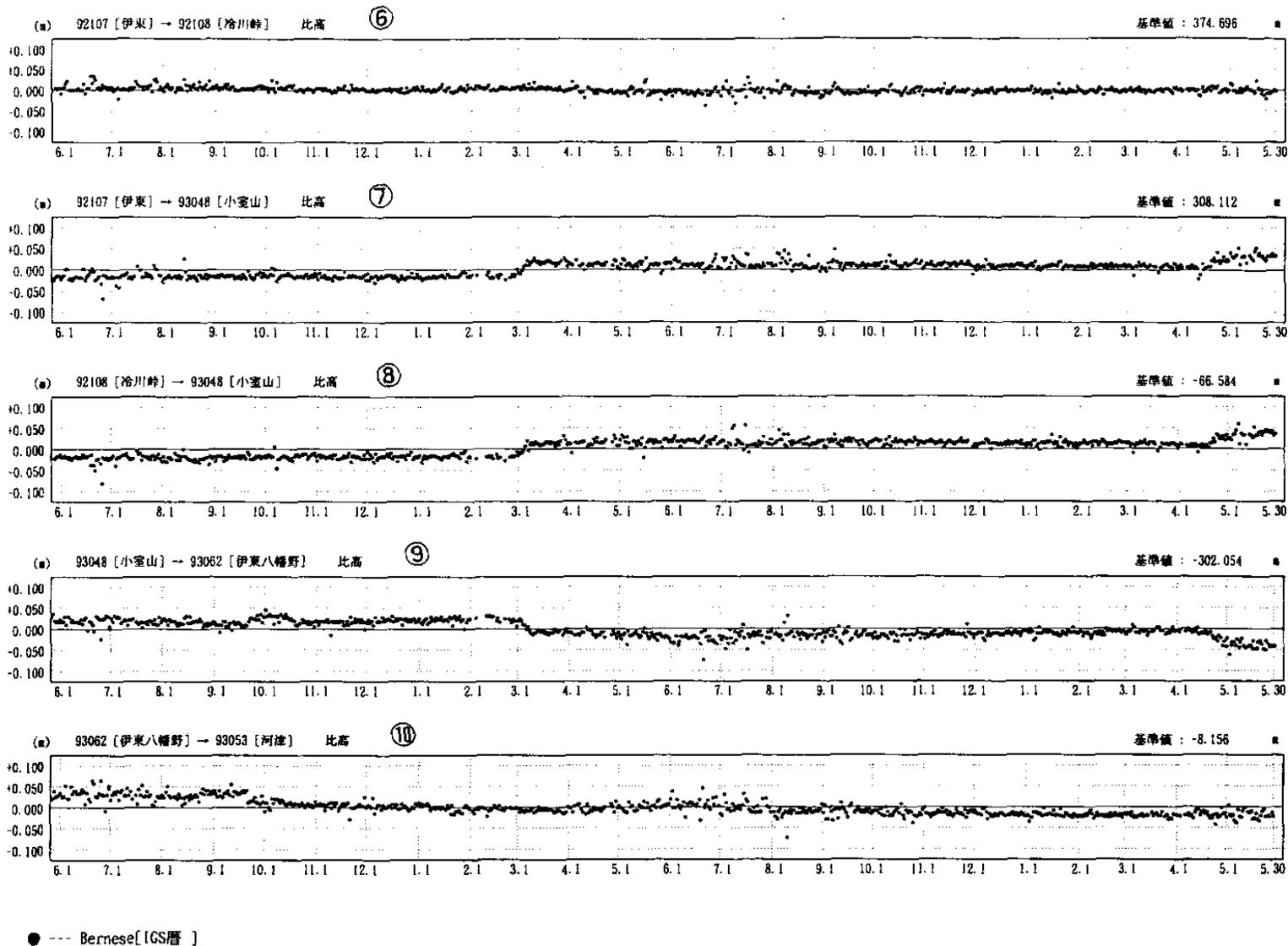
第16図 つづき(4)  
Fig.16 (continued)(4)

期 間：1996年6月1日 ~ 1998年5月30日

### 比高変化グラフ

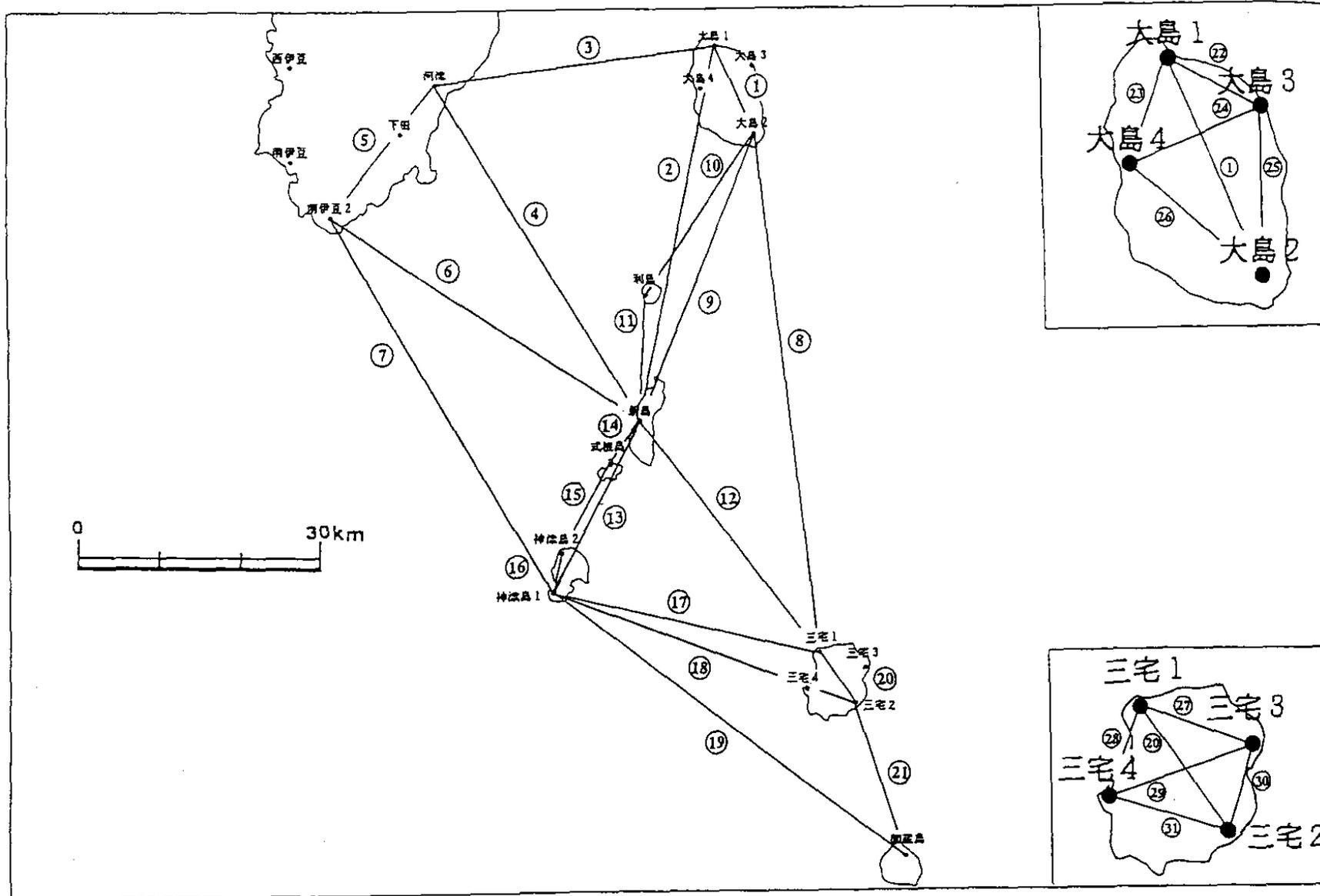
精密暦

(2/2)



第16図 つづき(5)

Fig.16 (continued)(5)



第 17 図 伊豆諸島北部 GPS 連続観測点観測結果(1)

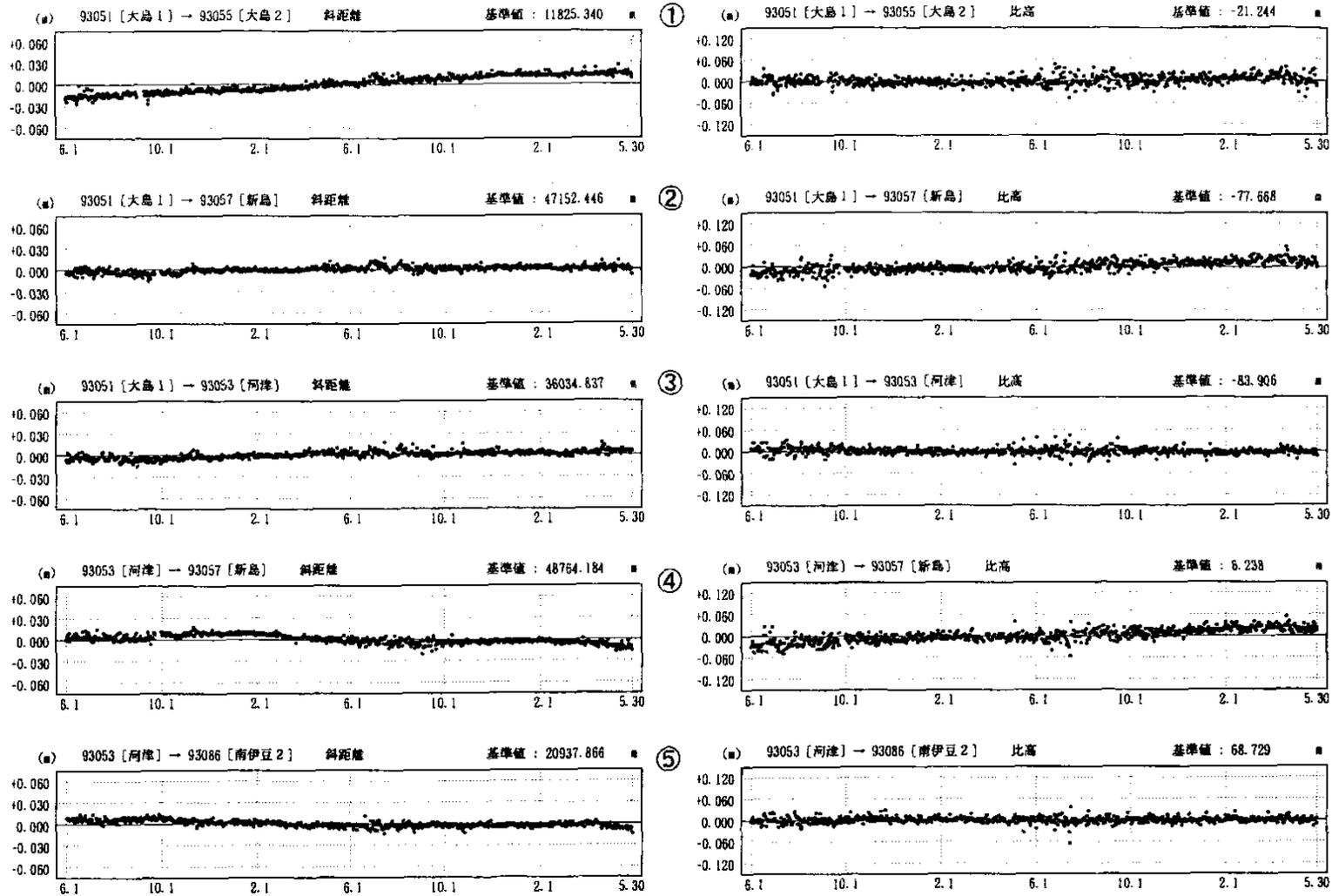
Fig.17 Results of continuous GPS observation in the northern Izu islands.(1)

期 間: 1996年6月1日 ~ 1998年5月30日  
座標系: WGS84

精密暦

基線長変化グラフ

比高変化グラフ



● --- Bernese [IGS]

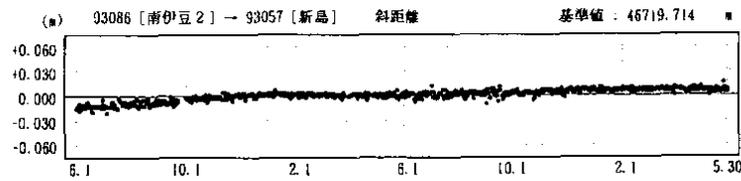
第 17 図 つづき(2)  
Fig.17 (continued)(2)

期 間：1996年6月1日 ~ 1998年5月30日

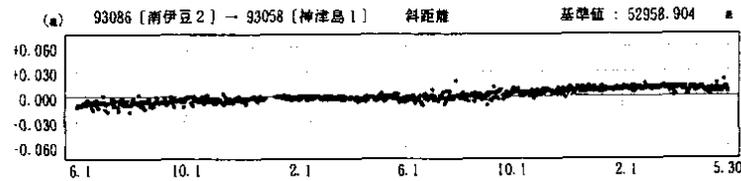
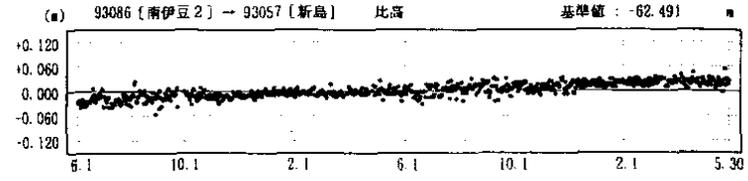
精密暦

基線長変化グラフ

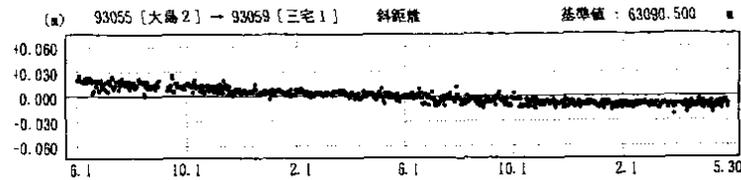
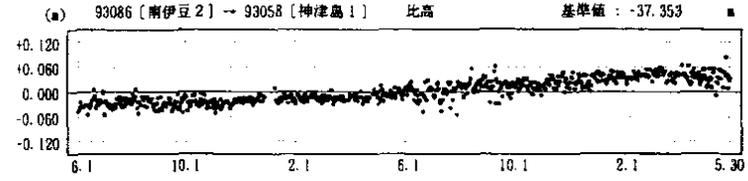
比高変化グラフ



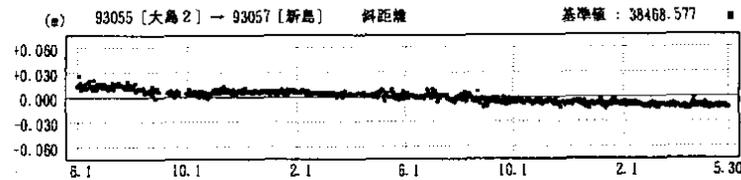
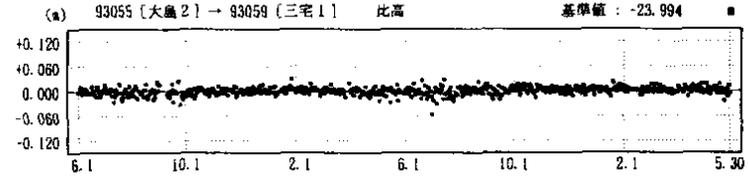
⑥



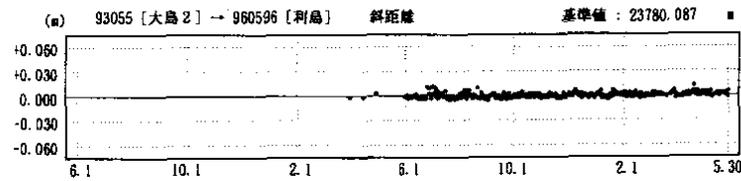
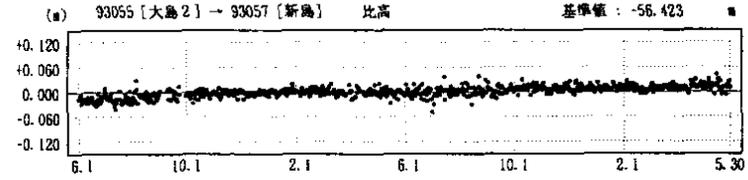
⑦



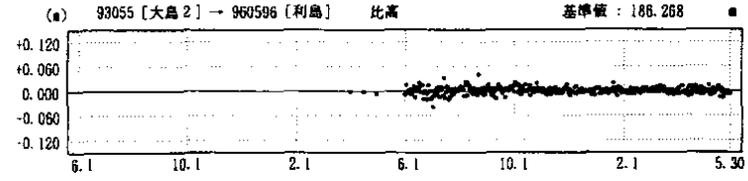
⑧



⑨



⑩



● --- Bernese [ IGS暦 ]

第17図 つづき(3)

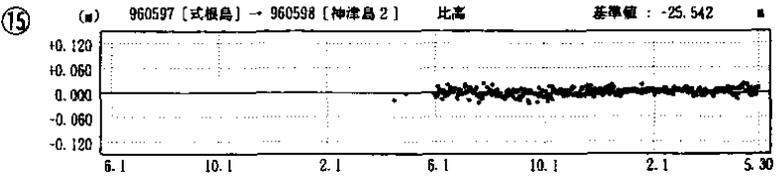
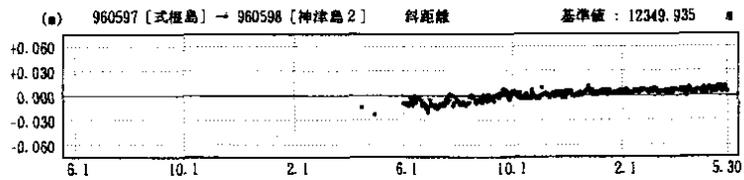
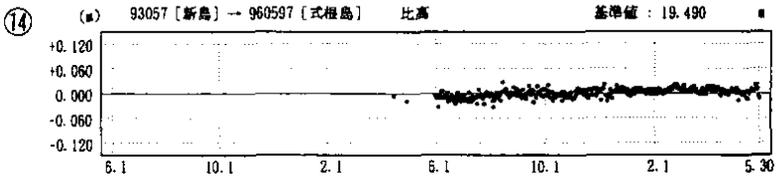
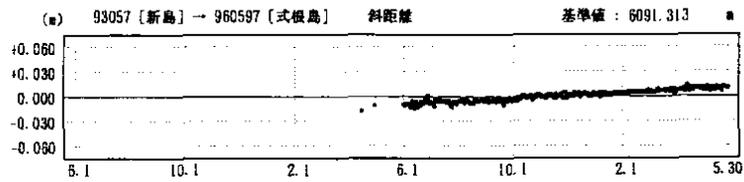
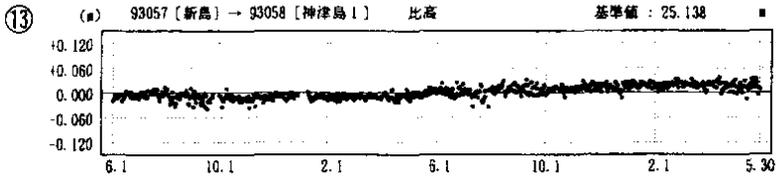
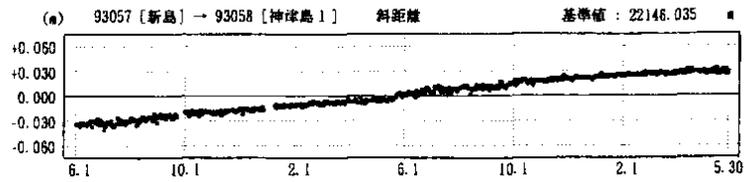
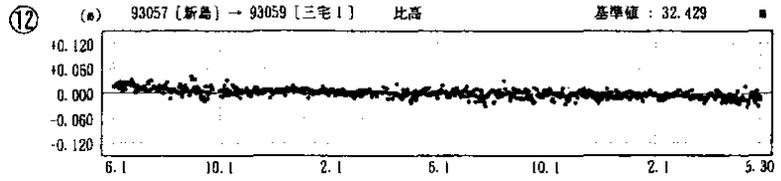
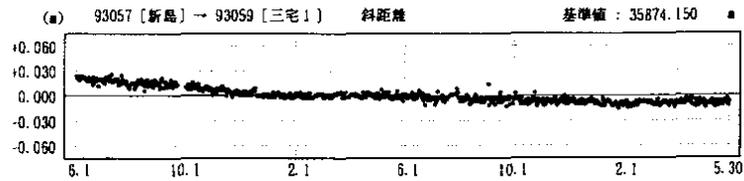
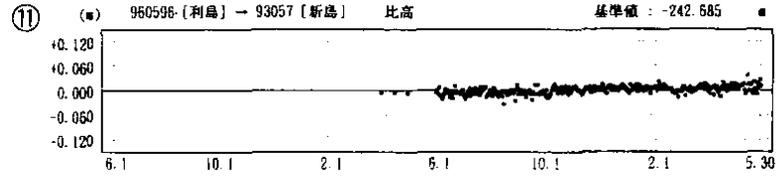
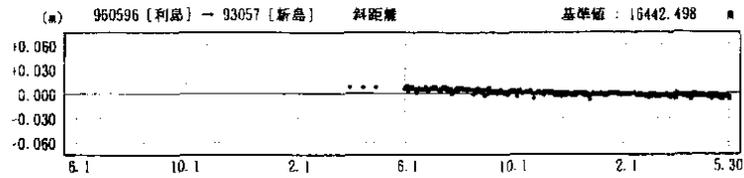
Fig.17 (continued)(3)

期 間: 1996年6月1日 ~ 1998年5月30日

精密暦

基線長変化グラフ

比高変化グラフ



● --- Bernese[IGS暦]

第 17 図 つづき(4)

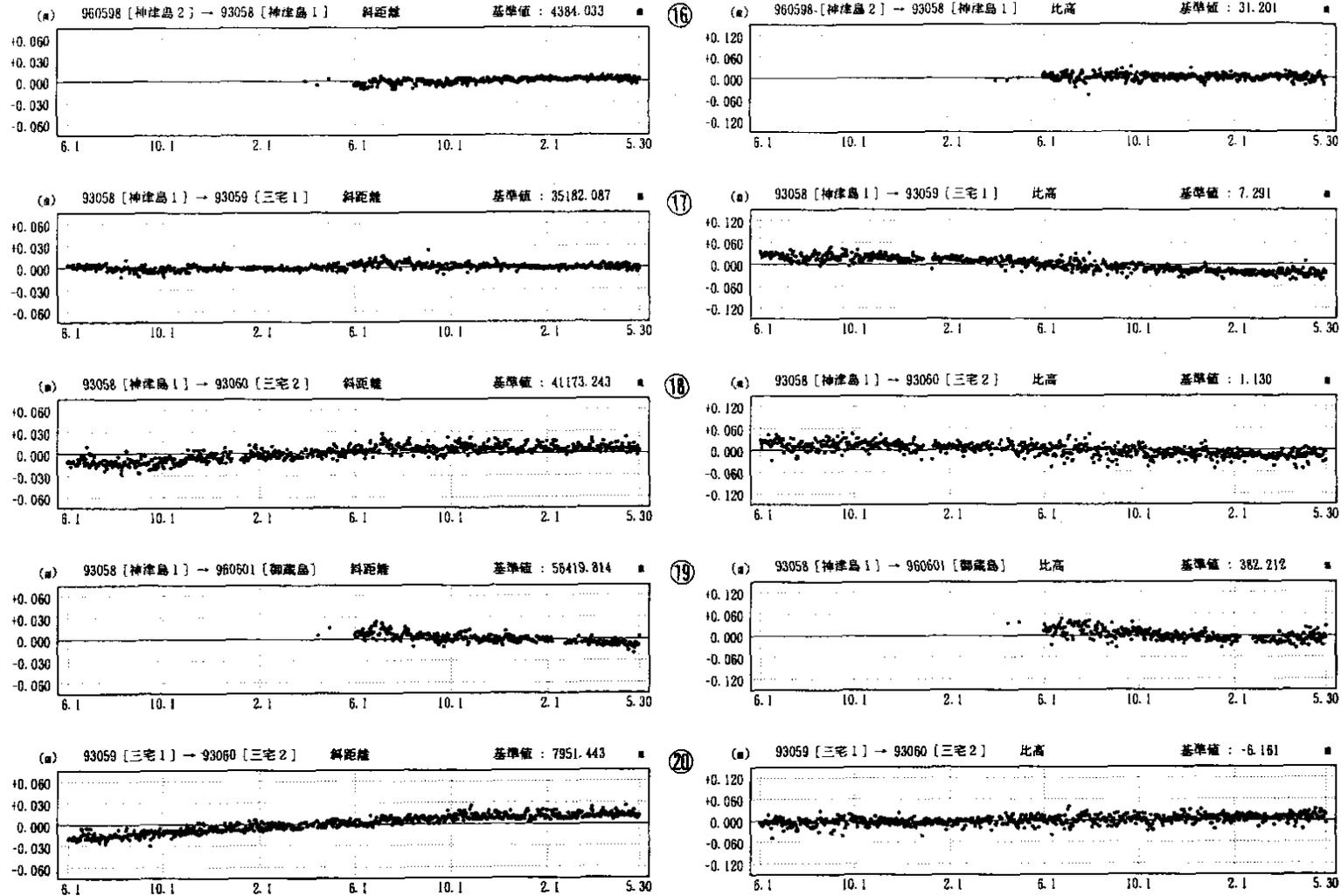
Fig.17 (continued)(4)

期 間：1996年6月1日 ~ 1998年5月30日

精密暦

基線長変化グラフ

比高変化グラフ



● --- Bernese [IGS暦]

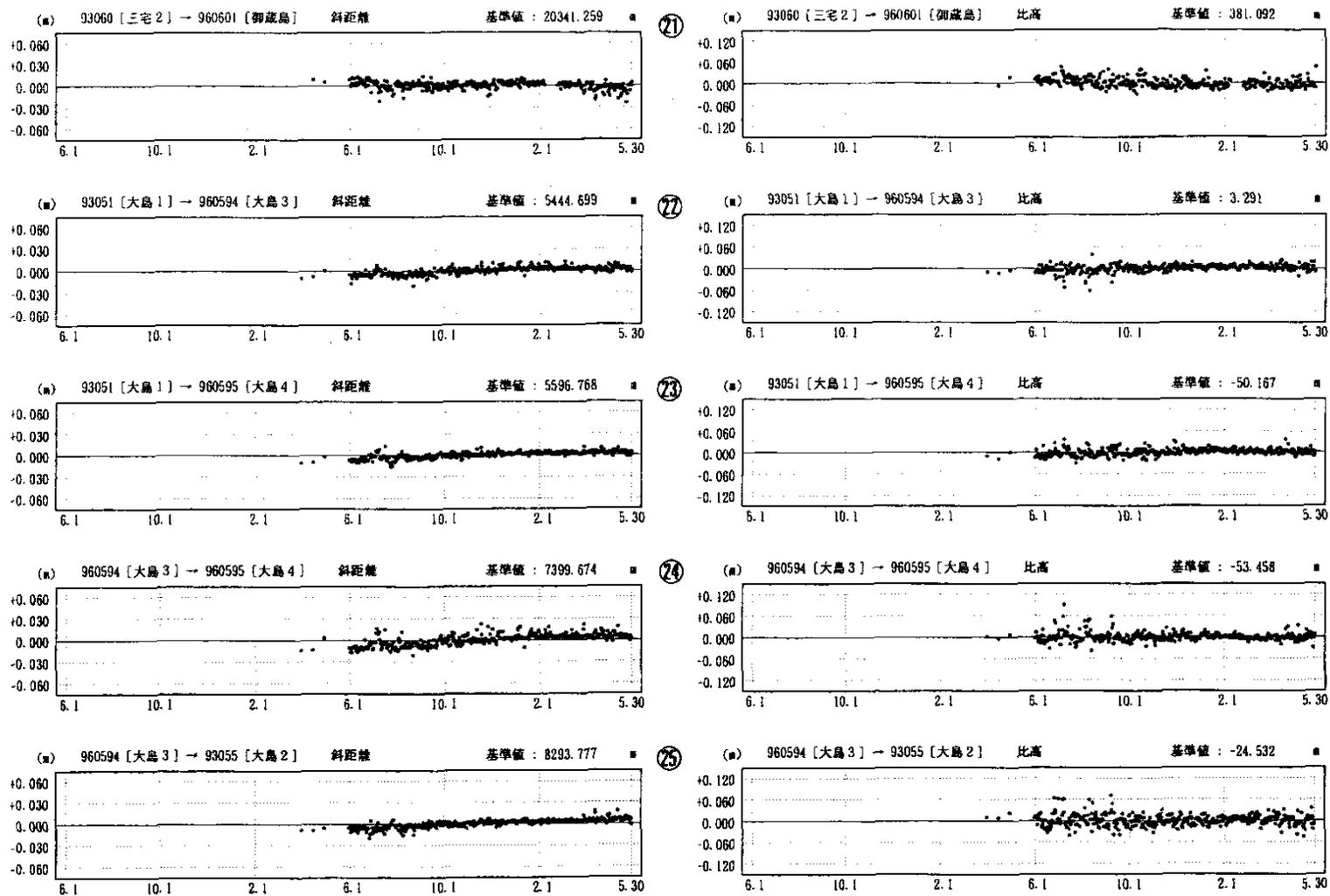
第 17 図 つづき(5)  
Fig.17 (continued)(5)

期 間：1996年6月1日 ~ 1998年5月30日

精密暦

基線長変化グラフ

比高変化グラフ



第17図 つづき(6)

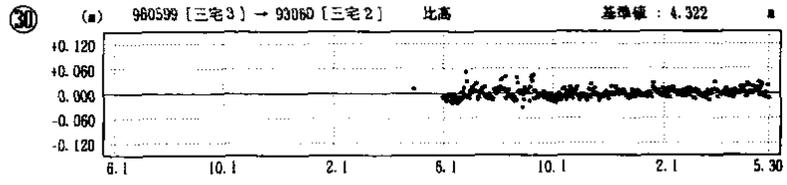
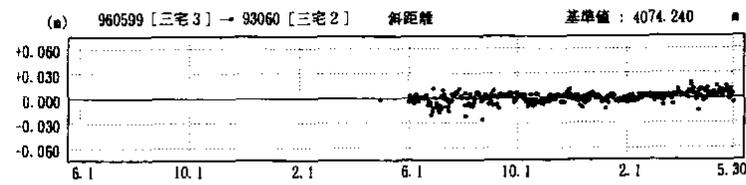
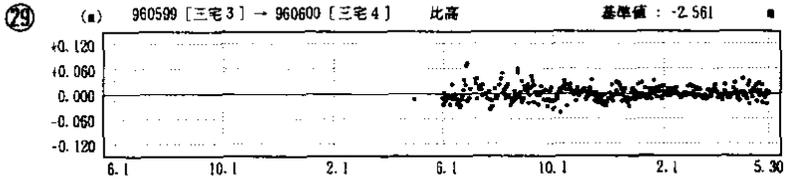
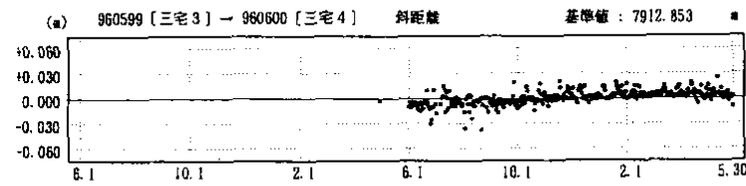
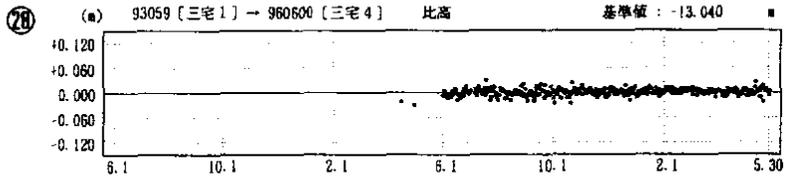
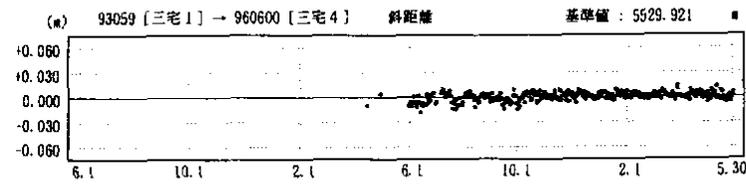
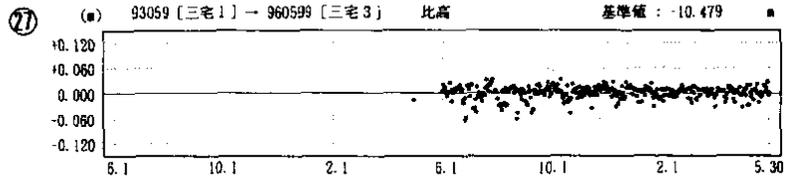
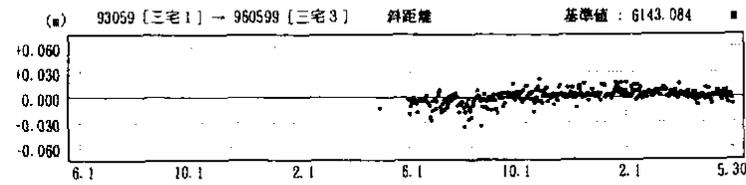
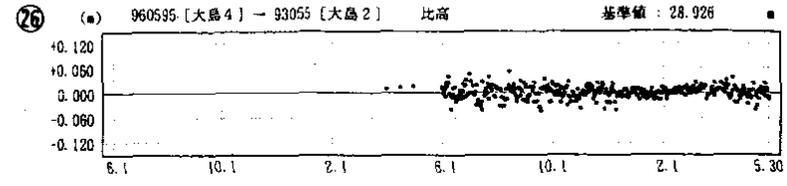
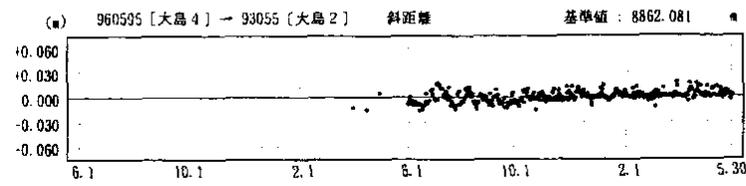
Fig.17 (continued)(6)

期 間: 1996年6月1日 ~ 1998年5月30日

精密暦

基線長変化グラフ

比高変化グラフ



● --- Bernese[IGS暦]

第 17 図 つづき(7)

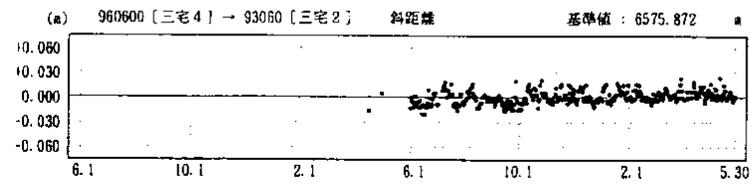
Fig.17 (continued)(7)

期 間: 1996年6月1日 ~ 1998年5月30日

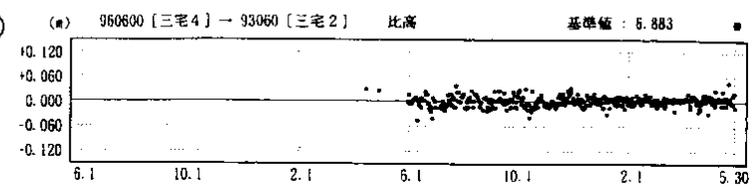
精密暦

基線長変化グラフ

比高変化グラフ



①



● --- Bernese[IGS暦]

第17図 つづき(8)

Fig.17 (continued)(8)