

## 地殻変動監視観測

1998

### GPS OBSERVATIONS FOR MONITORING CRUSTAL MOVEMENTS

1998

**Summary** -The Hydrographic Department of Japan has been monitoring crustal movements around Sagami bay using GPS since the beginning of 1990. Dual frequency GPS receivers were installed at O Sima, Manazuru and Turugi Saki in 1990, at Sirahama in 1992, and at Hatizyo in 1994. These receivers have been controlled through telephone line from the head office of the Hydrographic Department in Tokyo. 24 hours observation has been carried out since 1996. The analysis has been made by the Bernese software.

**Key words**:GPS - Sagami Bay - crustal movements

**Summary** -The Hydrographic Department of Japan started GPS observations for monitoring crustal movements at Izu Syoto at the beginning of 1994. The report summarizes results of the third observations at To Sima, Mikura Sima, Kozu Sima, Miyake Sima and Nii Sima in 1998. This observation will be carried out once a year.

**Key words**:GPS-Izu Syoto-crustal movements

**Summary** - The Hydrographic Department of Japan started GPS observations for monitoring crustal movements in Kansai district at the beginning of 1995. This report summarizes the results of the observations in 1998 at Simosato, Bisei, Gobo, Nandan and Tonosyo. At Simosato and Bisei, dual frequency GPS receivers were installed and have been observed every day. Short-term GPS observations were carried out at Gobo, Nandan and Tonosyo, which will be carried out once a year.

**Key words**:GPS - Kansai district - crustal movements

**Summary** - The Hydrographic Department of Japan (JHD) started a GPS campaign observation at Oki-no-tori Shima in early 1995 for monitoring its movement relative to the mainland of Japan, jointly with the Earthquake Research Institute of the University of Tokyo. The observation is to be carried out once a year. This report summarizes the result of the observation in 1998.

**Key words**: GPS - Oki-no-tori Sima - crustal movements

## 1.南関東地域

### 1.1 固定観測(伊豆大島,真鶴,劔埼,白浜,八丈島)

相模湾周辺は、北アメリカプレート、ユーラシアプレート、フィリピン海プレートの3つのプレートの3重会合点であり、さらに相模湾小田原周辺には活断層の存在が推測されている。このような状況下でこれらのプレート運動を監視することにより、地震と火山噴火予知に関する有益な情報を得ることができる。この目的のため、相模湾周辺に設置した各GPS固定観測点間の数十から数百キロメートルに及ぶ基線長を監視し、プレート境界域の地殻変動を解明しようとしている。

本報告は、1998年における、伊豆大島、真鶴、劔埼、白浜及び八丈島のGPS固定観測点の観測報告であり、各観測点間の基線長変化図が含まれる。過去のデータや解析結果に関しては、水路部観測報告第5号から12号に示されている。

#### 1.1.1.観測概要

1989年に行われたこの周辺での試験観測(仙石,1991)によって、基線長のばらつきは、1ppm又はそれ以下になることが実証された。固定観測は、1990年2月より行われ、その解析結果は、地震調査委員会及び地震予知連絡会に報告されている。

1990年2月から3月の試験期間後、週1~2回の6時間観測を実施、1995年より12時間観測となり、1996年5月より24時間観測体制となった。

#### 1.1.2.固定観測点設置状況と制御システム

2周波用GPS受信機を伊豆大島(伊豆大島灯台),真鶴(真鶴町消防署),劔埼(劔埼灯台無線局舎)には1990年,白浜(白浜水路観測所)には1992年,八丈島(八丈水路観測所)には1994年に設置し,観測を行ってきている。

また,固定観測点からのデータの取得等は電子計算機による制御システム(GARD:GPS自動連続観測システム)を水路部(東京)に設置し,NTT回線を通じて各固定観測点のGPS受信機を遠隔操作している。

#### 1.1.3.固定観測点(Fig.1)

大島	東京都大島町岡田字平浜53番地	伊豆大島灯台無線局舎
真鶴	神奈川県足柄郡真鶴町真鶴504番地	真鶴町消防団本部
劔埼	神奈川県三浦市南下浦松輪44番地	劔埼灯台
白浜	静岡県下田市白浜3347番地	白浜水路観測所天測室
八丈島	東京都八丈島八丈町中之郷3621番地	八丈水路観測所

#### 1.1.4.基線解析

解析ソフトウェアが1996年よりTRIMVECからBernese Ver.4.0となり、より精度の高い基線解析が可能となった。1996年5月以降についてはBernese Ver.4.0(精密暦使用)により再解析がなされている。

海洋測地網本土基準点(Table.1)を基点とし、Bernese Ver.4.0(精密暦使用)により、各固定観測点位置を解析した。

Fig.2のベクトルは、下里を固定点とした1998年1月から12月までの移動量を示している。Fig.3では、大島 - 真鶴、大島 - 劔崎、大島 - 白浜、大島 - 八丈、真鶴 - 劔崎、白浜 - 八丈、劔崎 - 八丈、真鶴 - 白浜の各基線長変化を掲載している。

Table 1. Geodetic coordinates of JHD LSR-1 : Marin Geodetic Result by SLR

station			H
下里 Shimosato	33 ° 34 40. 281	135 ° 56 13. 040	97.54m

H: height above the reference ellipsoid of WGS84(a=6378137m,f=1/298.257223563)

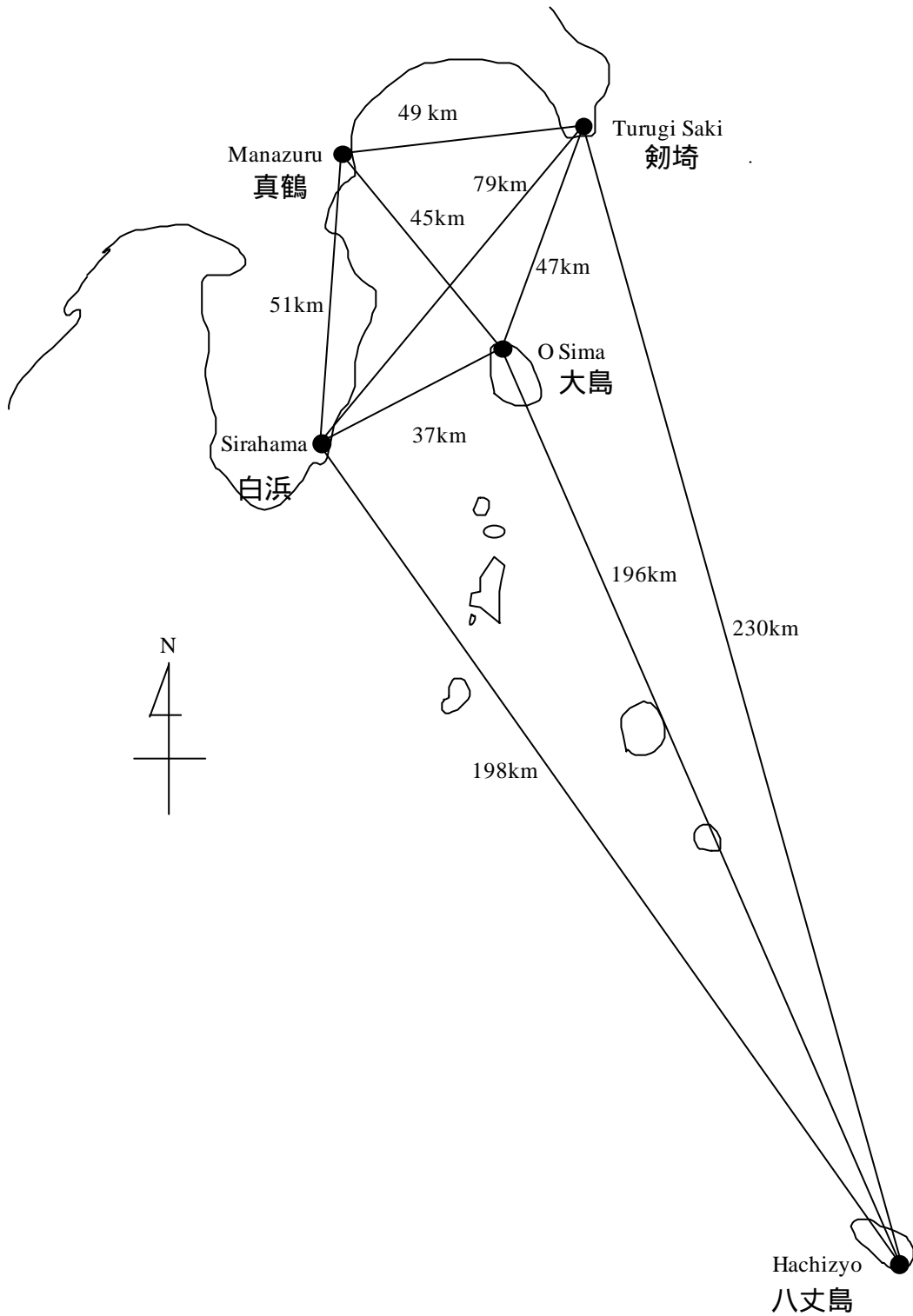


Fig 1. 固定観測点図

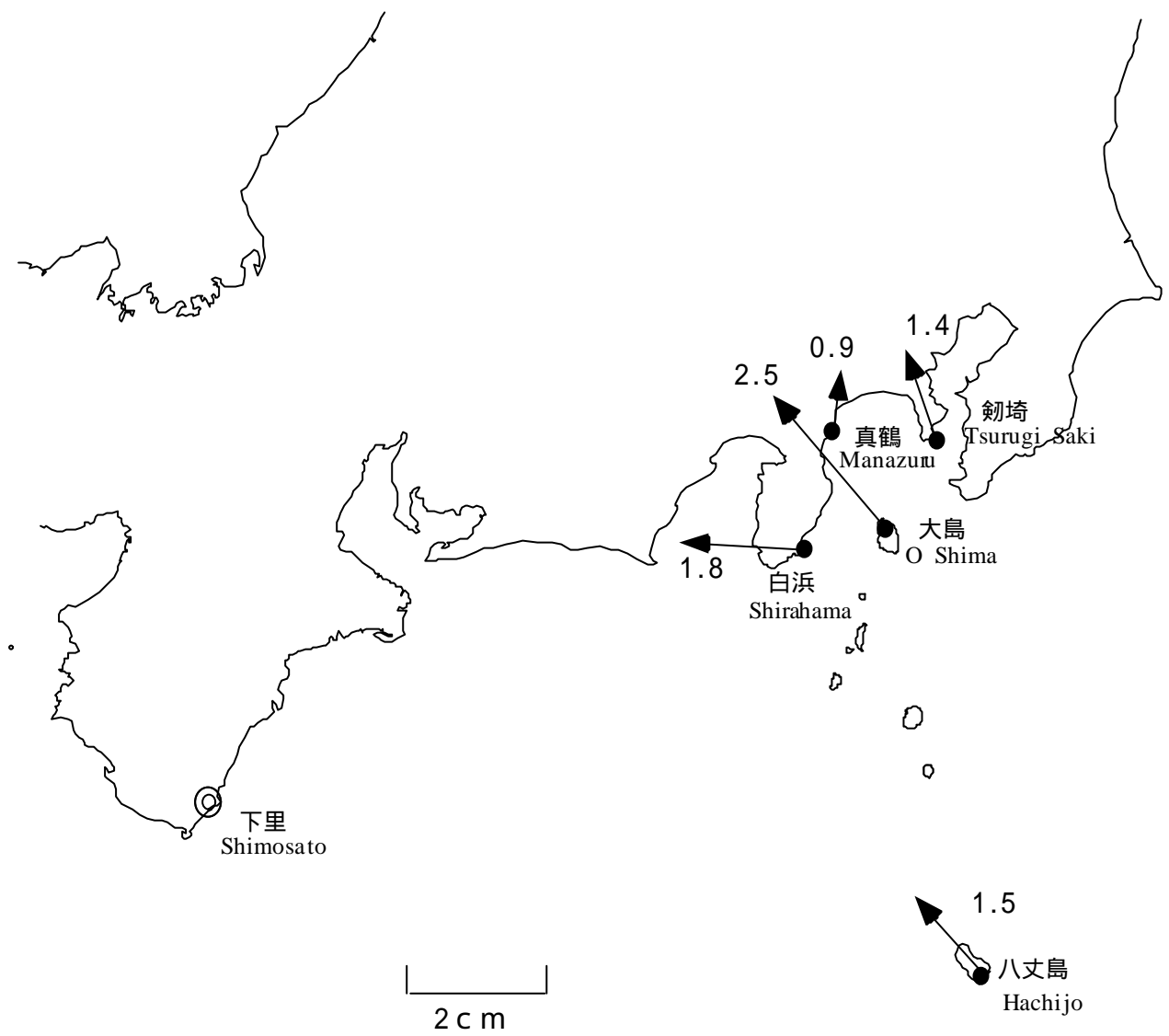


Fig 2. 下里に対する観測点の移動量(cm/year)

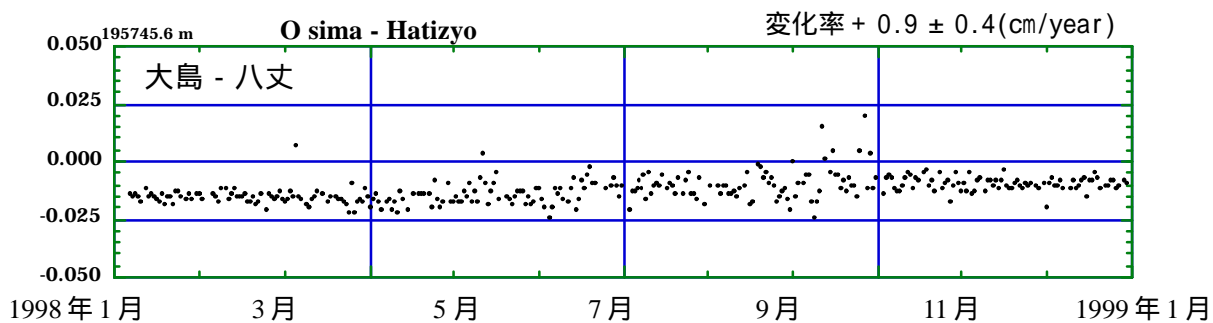
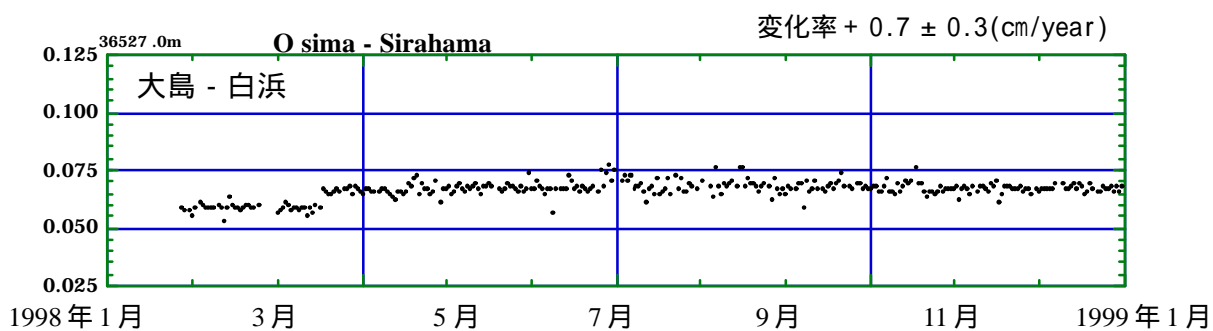
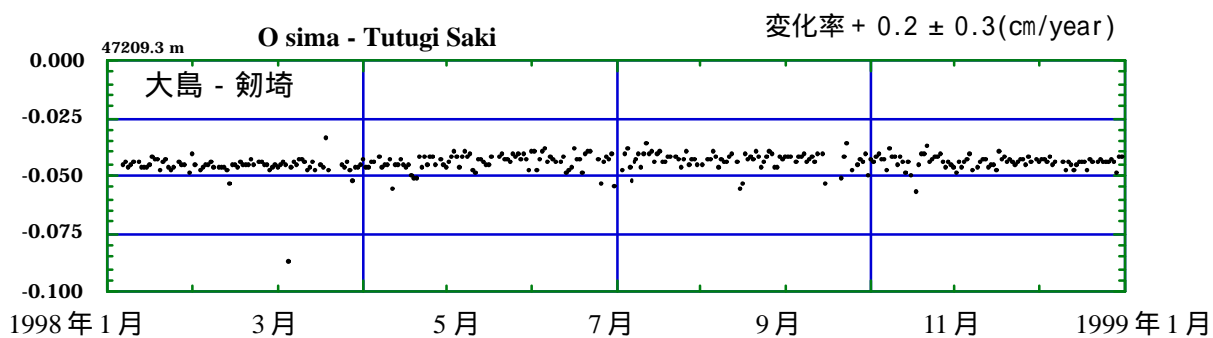
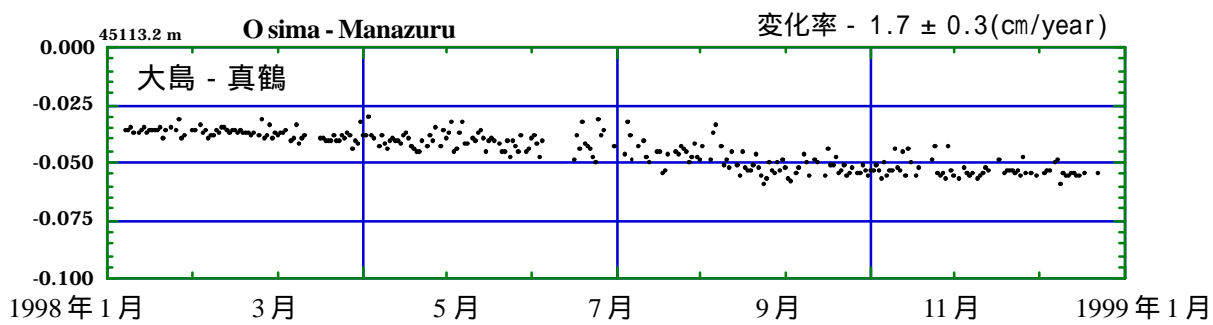


Fig 3.1.基線長変化(1998/1/1~1999/12/31)

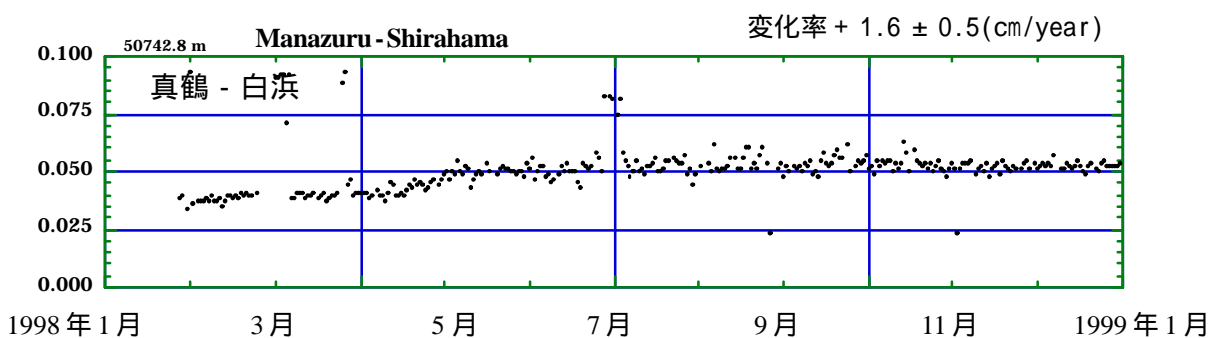
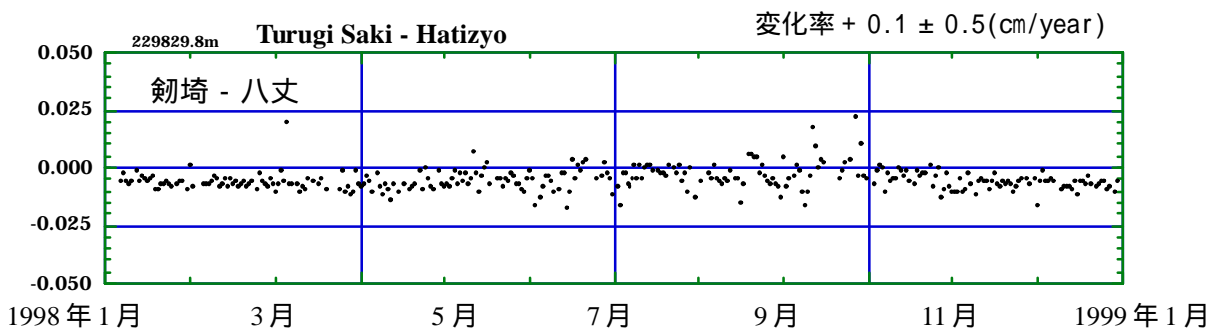
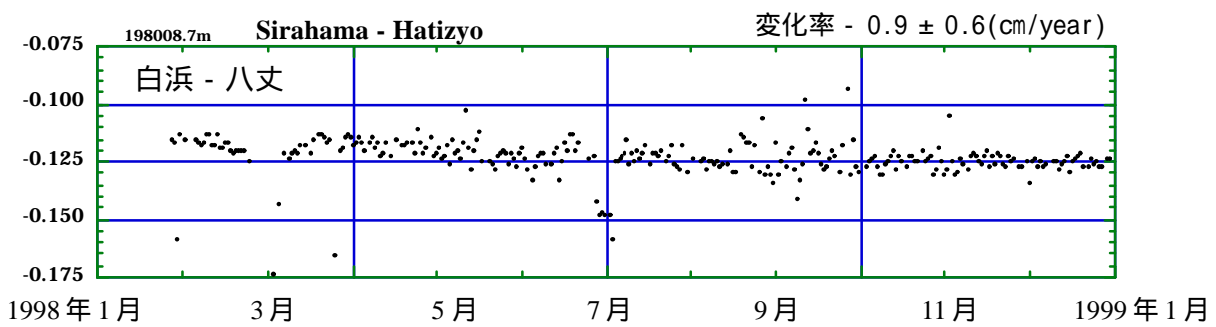
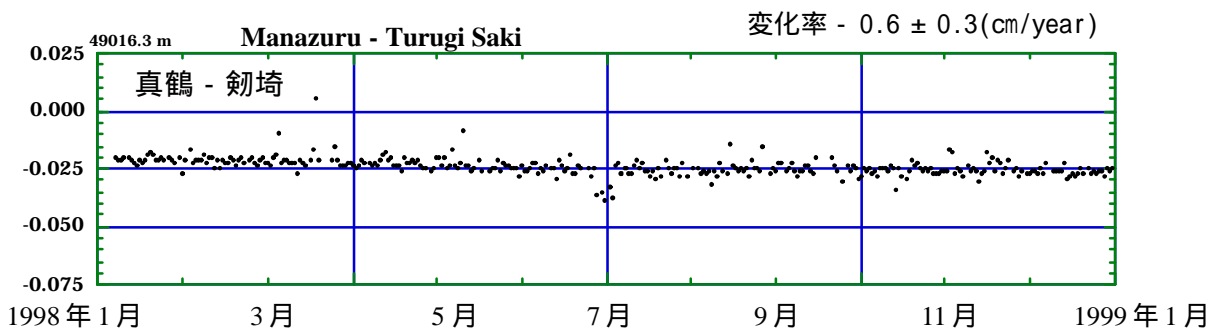


Fig3.2.基線長変化(1998/1/1~1999/12/31)

## 1.2.移動観測(神津島,三宅島,新島,御蔵島,利島)

伊豆諸島近海では,最近地震活動が活発化しており,大地震発生の危険度の高まりが懸念されている.水路部では,伊豆諸島付近の地震予知に貢献することを目的として,1994年度よりGPSを用いた同地域の地殻変動監視観測を行っている.1998年は,神津島,三宅島,新島,利島,御蔵島において,GPSの移動観測を行った.

### 1.2.1.観測概要

1998年6月9日から6月16日の8日間,利島,御蔵島,三宅島において,12月10日から12月17日の8日間,新島において,また1999年2月9日から2月16日の8日間,神津島において,移動観測(1日24時間)を実施した.

なお,神津島においては,1996年から島内の稠密観測(6点実施,1点2日間で1日10時間観測)を開始した.

### 1.2.2.観測地点(Fig.4)

#### (1)本土基準点

下里 和歌山県東牟婁郡那智勝浦町下里 下里水路観測所

#### (2)移動観測点

新島	東京都新島村本村4丁目10番1号	東京都立新島高等学校
神津島	東京都神津島村鷹の子無番地	神津島灯台
三宅島	東京都三宅村坪田757番地	サタドー岬灯台
利島	東京都利島村	前浜親水レクリエーション施設
御蔵島	東京都御蔵島村	御蔵島村役場庁舎

#### (3)神津島稠密観測点(Fig.5)

NE点,めいし公園点,天上山西口点,松山点,水準点(B.M),ヘリポート点

### 1.2.3.観測担当及び機器

新島	: 水路部測点標識上で観測	鈴木 晃(航法測地課),池田信広(白浜水路観測所)
神津島	: 同	加藤 剛(航法測地課),池田信広(白浜水路観測所)
三宅島	: 同	加藤 剛,坂本平治(航法測地課)
利島	: 同	笹原 昇,中村 均(航法測地課)
御蔵島	: 同	小山 薫,渡邊博明(航法測地課)

### 1.2.4.成果

本土基準点(下里)のGPS観測点を基点とし解析を行い,各固定観測点と移動観測点(神津島は灯台観測点)間の基線長,緯度差,経度差,楕円体高差を求めた.解析ソフトはBernese Ver.4.0(精密暦使用)を用いた.また,神津島島内観測点に関しては,灯台観測点を基点としてWAVE(精密暦使用)



により基線長等を求めた。

Table 2.に各移動観測点の解析結果を,また,Table 3.に神津島島内の解析結果を示す.Fig .4は御蔵島,利島,三宅島,新島,神津島(灯台観測点)の本土基準点(下里)に対する移動量(cm/year), Fig 5.は神津島島内観測(灯台点を除く)の灯台点に対する移動量を示す.なお,数値は移動,固定観測点とも各移動観測期間中の解析結果を平均したものである.

Table 2.1. 固定観測点間の基線長及び経緯度楕円体高差 :始点 - 終点=差

基線 始点 - 終点	基線長 m	緯度差	経度差	楕円体高差 m
大 島 新 島	48643.866	1541.805	409.516	69.67
大 島 神津島	71092.427	2184.722	895.443	4.32
大 島 三宅島	80074.295	2533.568	-697.391	81.32
大 島 御蔵島	101930.507	958.128	346.615	72.25
大 島 利 島	30816.129	3239.996	-804.141	-34.27
真 鶴 新 島	87956.165	2832.041	-430.700	16.83
真 鶴 神津島	107091.327	3474.958	55.228	-48.51
真 鶴 三宅島	124168.585	3823.805	-1537.607	28.49
真 鶴 利 島	70411.912	2248.364	-493.601	19.42
真 鶴 御蔵島	145758.789	4530.233	-1644.357	-87.10
劔 埼 新 島	93836.444	2780.335	1504.751	2.68
劔 埼 神津島	117031.881	3423.251	1990.678	-62.67
劔 埼 三宅島	116677.427	3772.098	397.844	14.34
劔 埼 利 島	76969.973	2196.658	1441.850	5.27
劔 埼 御蔵島	138202.707	4478.526	291.094	-101.25
白 浜 新 島	45929.631	1249.359	-982.274	139.95
白 浜 神津島	59670.659	1892.275	-496.346	74.64
白 浜 三宅島	87270.537	2241.122	-2089.180	151.64
白 浜 利 島	33610.840	665.681	-1045.174	142.57
白 浜 御蔵島	106780.280	2947.550	-2195.930	36.05

Table 2.2. 固定観測点間の基線長及び経緯度楕円体高差

基線 始点 - 終点	基線長 m	緯度差	経度差	楕円体高差 m
八丈島 新 島	152966.130	-1066.104	2029.615	194.20
八丈島 神津島	139885.634	-423.187	2515.542	128.85
八丈島 三宅島	115680.260	-74.340	922.708	205.85
八丈島 利 島	169474.635	-1649.780	1966.714	196.78
八丈島 御蔵島	93836.410	632.088	815.958	90.26
御蔵島 利 島	42200.342	-2281.868	1150.756	106.52
御蔵島 三宅島	23386.958	-706.428	106.750	115.59
利 島 三宅島	41670.174	1575.440	-1044.006	9.07
下 里 新 島	319226.136	-2848.638	-11958.208	23.36
下 里 神津島	302500.204	-2205.721	-11472.280	-41.99
下 里 三宅島	340707.784	-1856.874	-13065.115	35.01
下 里 利 島	325876.517	-3432.314	-12021.109	25.94
下 里 御蔵島	340853.777	-1150.446	-13171.865	-80.58

Table 3. 神津島における基線長及び経緯度楕円体高差

基線 始点 - 終点	基線長 m	緯度差	経度差	楕円体高差 m
神津島灯台 NE 点	5869.598	-149.683	-141.718	-130.65
神津島灯台 めいし公園点	3688.340	-117.177	-29.203	92.24
神津島灯台 天上山西口点	3191.879	-76.205	-84.360	-97.13
神津島灯台 松山点	2970.075	-19.283	-113.642	38.94
神津島灯台 水準点(B.M)	2140.331	-65.694	-26.912	93.46
神津島灯台 ヘリポート点	988.583	-30.476	-12.054	-13.36

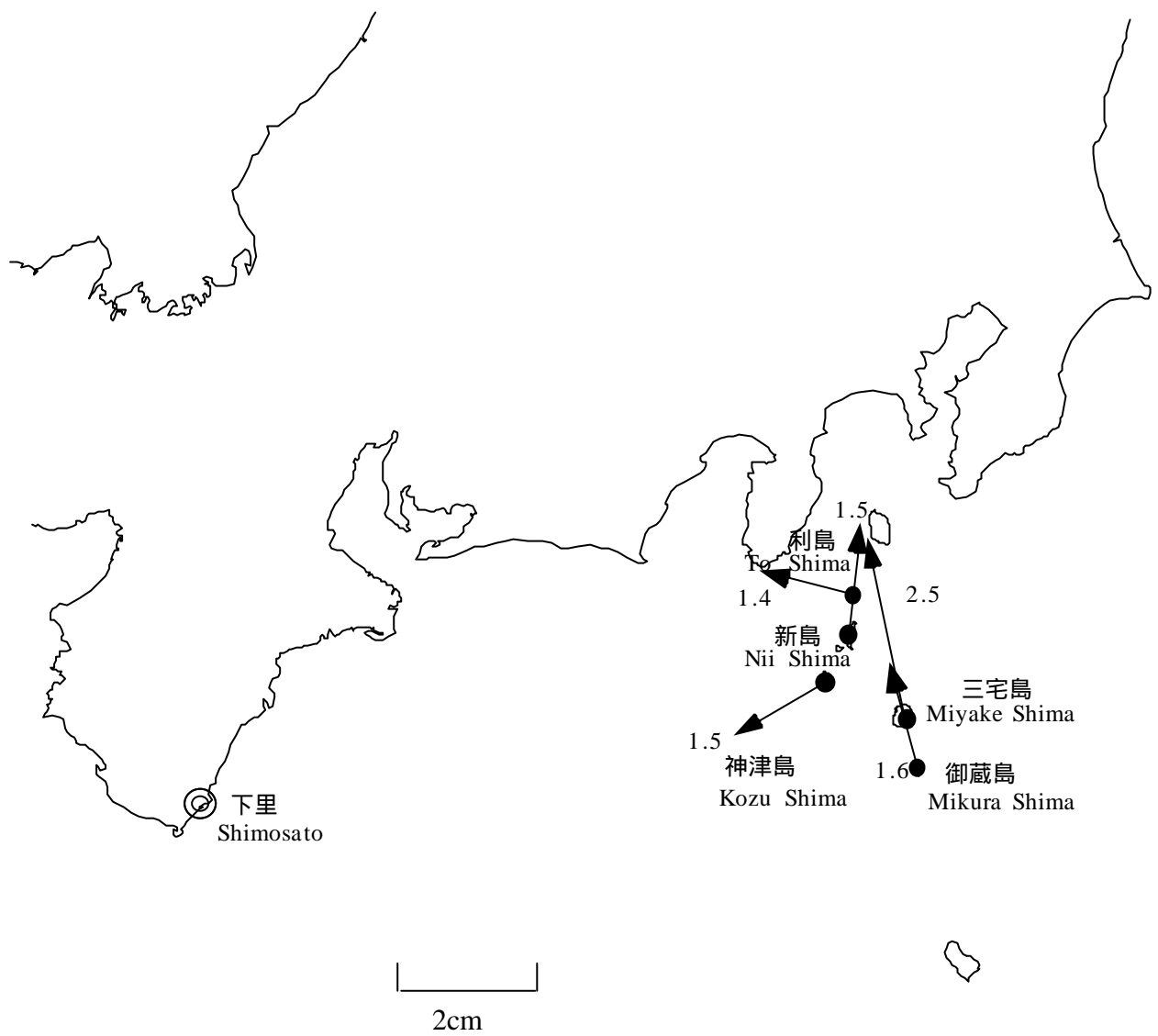


Fig 4.下里に対する各移動観測点の移動量(cm/year)

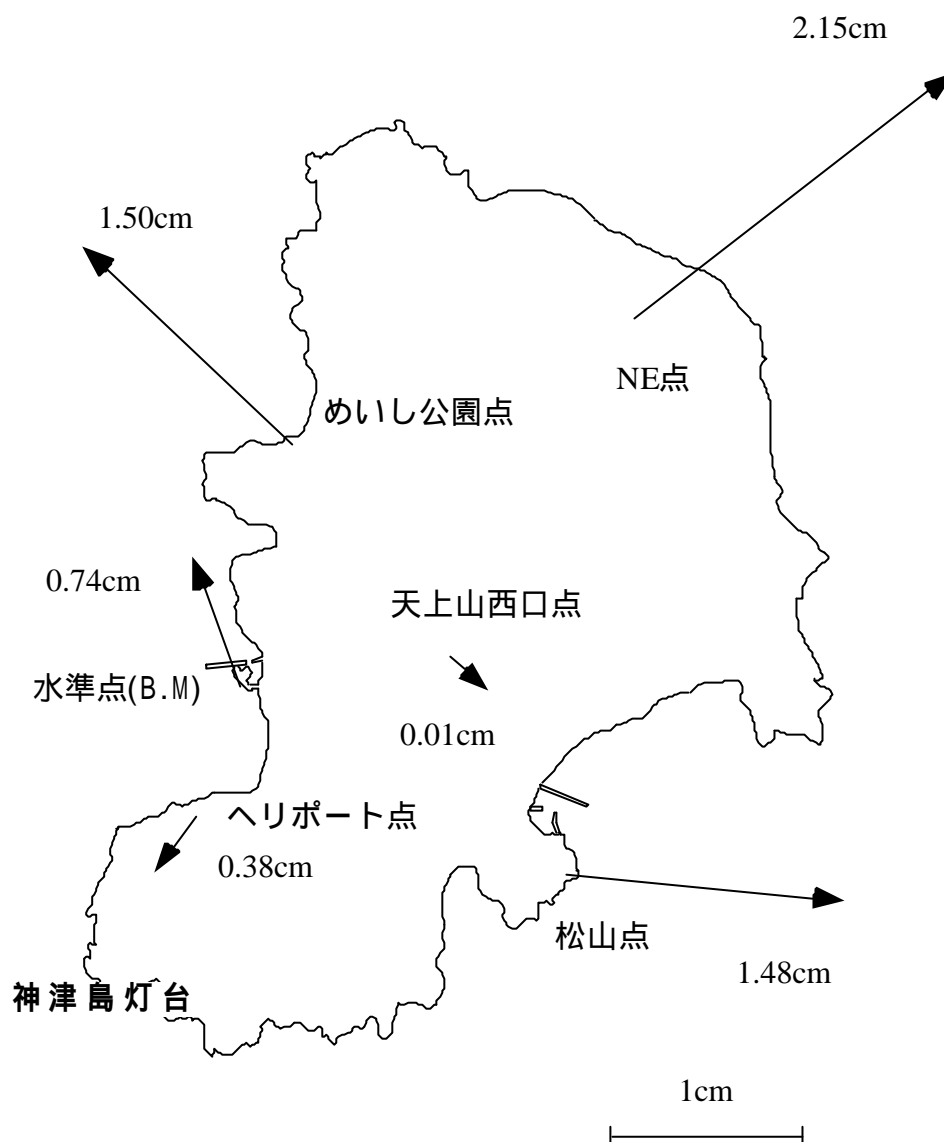


Fig 5. 神津島灯台に対する各観測点の移動量(1999年11月～1998年2月)

## 2. 関西地域

1995年1月17日阪神地域において直下型大地震が発生し莫大な被害を被った。この地震を受けて、水路部ではGPSを用いた同地域の地殻変動監視観測を開始した。

本観測は下里、美星に固定観測点を設置し、この2点間を結ぶ線上に設けた御坊、南淡、土庄の3移動観測点と合わせた計5点において、GPSの同時観測を行うものである。

### 2.1 固定観測(下里、美星)

#### 2.1.1 観測概要

1995年9月より、下里、美星においてGPSの12時間観測を開始し、1996年5月より24時間観測となった。観測データは、水路部からNTT回線して遠隔操作により転送される。

#### 2.1.2 観測地点(fig.6)

下 里	： 和歌山県東牟婁郡那智勝浦町字下里	下里水路観測所(本土基準点)
美 星	： 岡山県小田郡美星町	美星水路観測所

#### 2.1.3 観測機器

Trimble 4000 SSi

#### 2.1.4 解析

下里(Table 1.)を基点として、解析ソフトウェアBernese Ver.4.0(精密暦使用)により美星の位置を解析した。

#### 2.1.5 成果

1998年1月より1998年12月までの下里に対する美星の年移動量をFig.6に示す。

### 2.2 移動観測(御坊、南淡、土庄)

#### 2.2.1 観測概要

1995年より、下里、美星の観測点を結ぶ線上に設けた御坊、南淡、土庄の3移動観測点において、GPS観測を開始し、1998年度は、1999年1月14日から20日までの7日間観測した。

#### 2.2.2 観測地点

御 坊	： 和歌山県日高郡美浜町	日ノ御碕灯台
南 淡	： 淡路島南淡町	淡路広域消防事務組合南淡分署屋上
土 庄	： 小豆島土庄町	土庄町立土庄中学校屋上

### 2.2.3.観測担当

御 坊 : 小新紀子,小林伸乃介(下里水路観測所)  
南 淡 : 笹原昇(航法測地課),石山統進(白浜水路観測所)  
土 庄 : 松本邦雄(航法測地課),黒川隆司(美星水路観測所)

### 2.2.4.観測機器

Trimble 4000 SSi

### 2.2.5.解析

下里(Table 1.)を基点とし,解析ソフトウェアBernese Ver.4.0(精密暦使用)により御坊,南淡,土庄の位置を解析した.

### 2.2.6.成 果

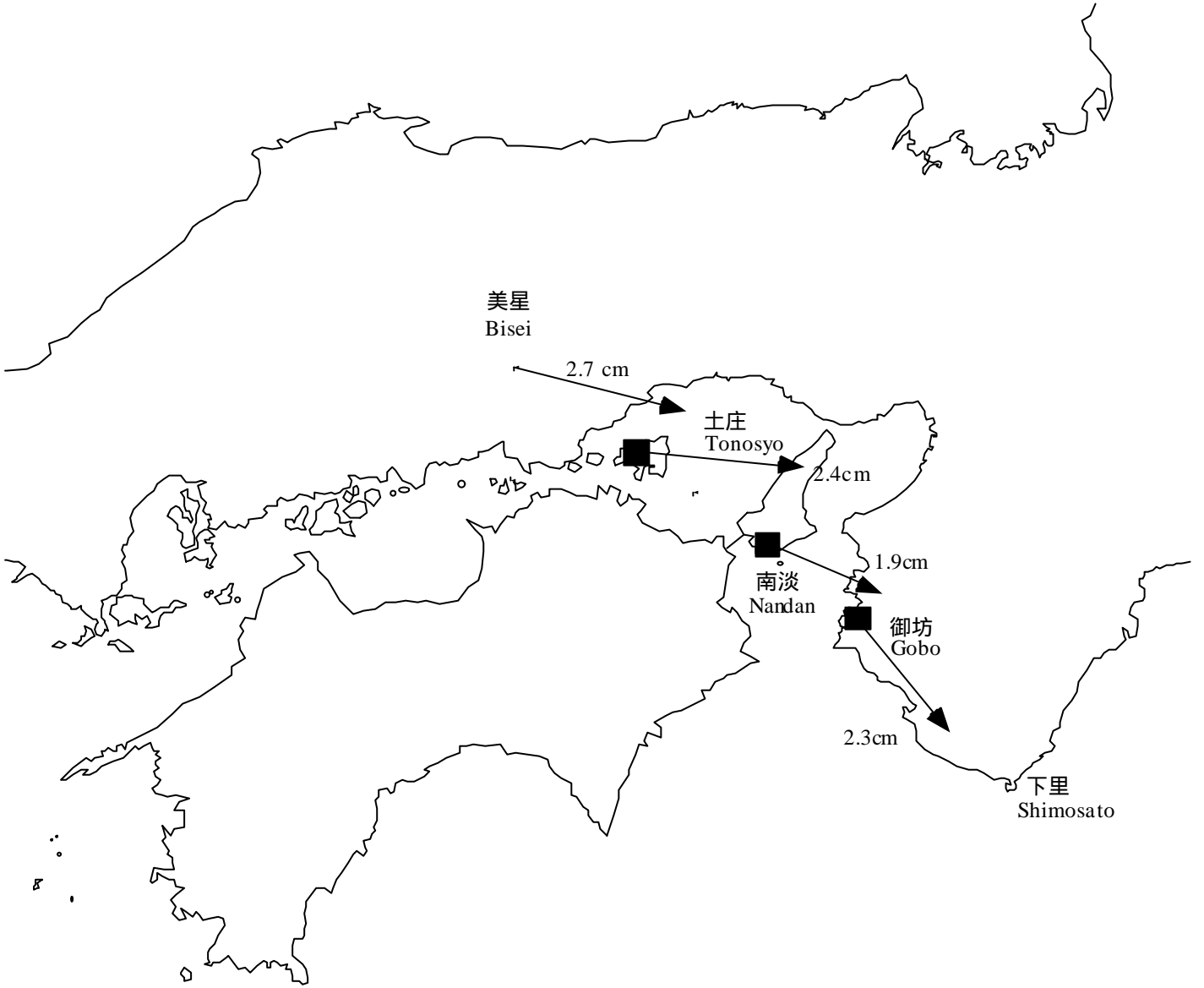
本土基準点(下里)のGPS観測点を基点(Table 1.)とし解析を行い,各固定観測点と移動観測点の基線長,経度差,楕円体高差を求めた.

解析ソフトはBernese Ver.4.0(精密暦使用)を用いた.Table 4に解析結果を示す. Fig.6は,御坊,土庄,南淡,美星,本土基準点(下里)に対する1998年1月から1999年1月までの移動量(cm/year)を示す.

なお,数値は移動,固定観測点とも各移動観測期間中の解析結果を平均したものである.

Table 4.基線長及び経緯度楕円体高差 :始点 - 終点=差

基線 始点 - 終点	基線長 m	緯度差	経度差	楕円体高差 m
御坊 - 美星	163312.867	-2872.712	5365.654	-381.96
御坊 - 土庄	104491.817	-2176.497	3129.280	115.36
御坊 - 南淡	51547.536	-1393.986	1111.530	96.00
御坊 - 下里	87871.975	1094.100	-3152.190	69.21
美星 - 土庄	60904.268	696.215	-2236.374	497.32
美星 - 南淡	117739.446	1478.726	-4254.124	477.96
美星 - 下里	250138.029	3966.812	-8517.845	451.17
土庄 - 南淡	56910.720	782.511	-2017.750	-19.36
土庄 - 下里	190044.023	3270.597	-6281.470	-46.15
南淡 - 下里	133678.595	2488.086	-4263.720	-26.79



固定観測点

■ 移動観測点

0 3cm



Fig6. 下里に対する各観測点の移動量(cm/year)

### 3. 沖ノ鳥島

水路部では、1995年より東京大学地震研究所との共同観測として沖ノ鳥島でのGPS観測を実施している(加藤他, 1996)。沖ノ鳥島は、フィリピン海プレート上に存在しており、同島の地理的移動量をGPS観測で測定することにより、フィリピン海プレート(地殻)の変動を監視することができる。

#### 3.1. 観測概要

1998年4月24日から26日までの3日間、海洋測地網本土基準点(下里)と沖ノ鳥島の水路部測点標識H1,H2,H3及び一等三角点に2周波GPS受信機(Trimble 4000 SSE -GSS)を設置し、同時観測を実施した。

#### 3.2. 観測地点(Fig.7)

下里 : 和歌山県東牟婁郡那智勝浦町字下里 下里水路観測所(本土基準点)  
沖ノ鳥島 : H1 観測所基盤  
          H2 北露岩  
          H3 東露岩  
          一等三角点

#### 3.2. 使用船舶

海上保安庁水路部測量船「明洋」

#### 3.3. 観測担当

測量船「明洋」乗組員、平岩恒廣(沿岸調査課) 渡邊博明(航法測地課)

#### 3.4. 成果

海洋測地網本土基準点(Table. 1)を基点とし、解析ソフトウェアBernese Ver.4.0(精密暦使用)により解析、求められた結果をTable.5に示す。

Table 5. Position of the first order control point : Marin Geodetic Result by SLR

Table 5. Position of marker point by the GPS observation : Marin Geodetic Result

Station				H
測点標識 H 1	20 ° 25 22. 897	136 ° 04 25. 951		46.57m
H 2	20 ° 25 30. 853	136 ° 04 11. 152		46.36m
H 3	20 ° 25 32. 173	136 ° 04 52. 118		46.24m
一等三角点	20 ° 25 31. 979	136 ° 04 52. 139		47.27m

H:the height above the reference ellipsoid of WGS84(a=6378137m,f=1/298.257223563)



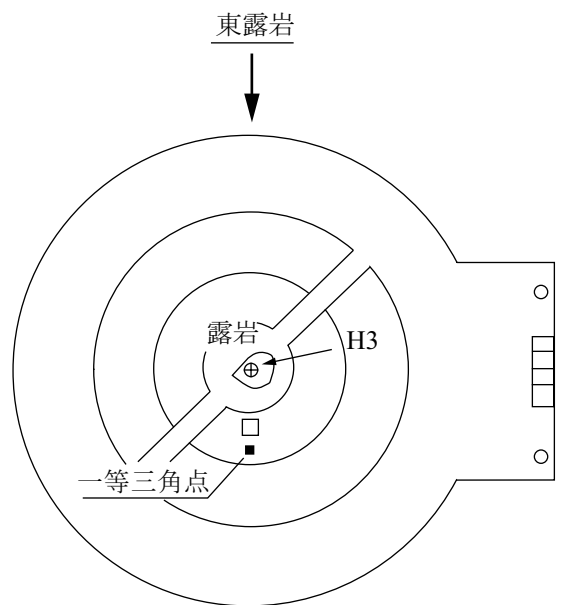
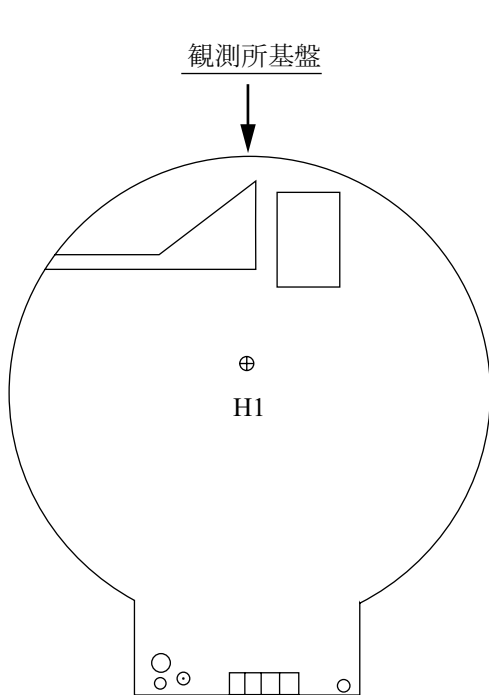
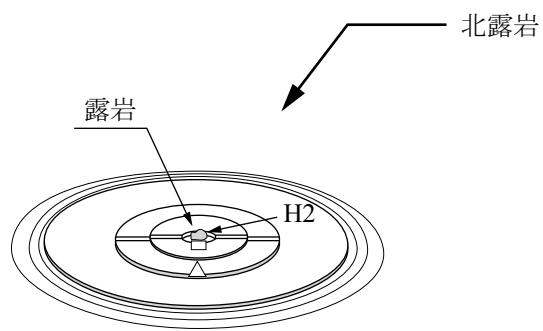
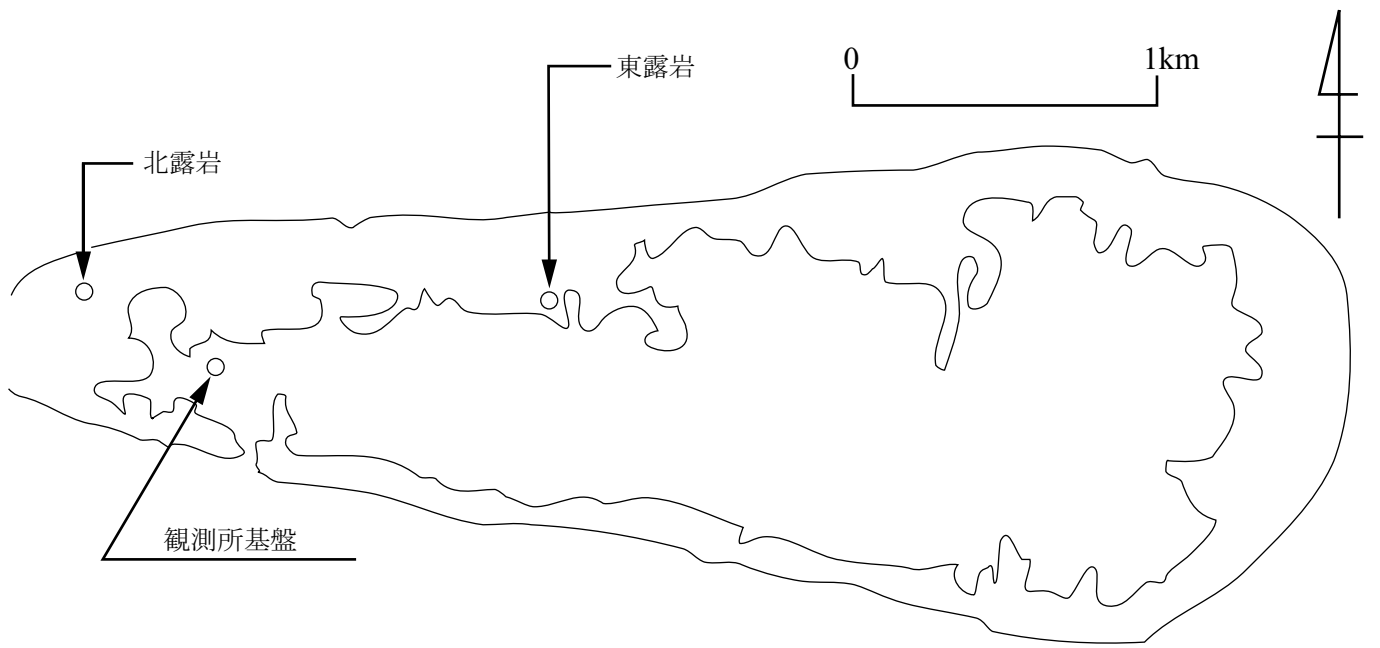


Fig 7. 觀測点狀況图

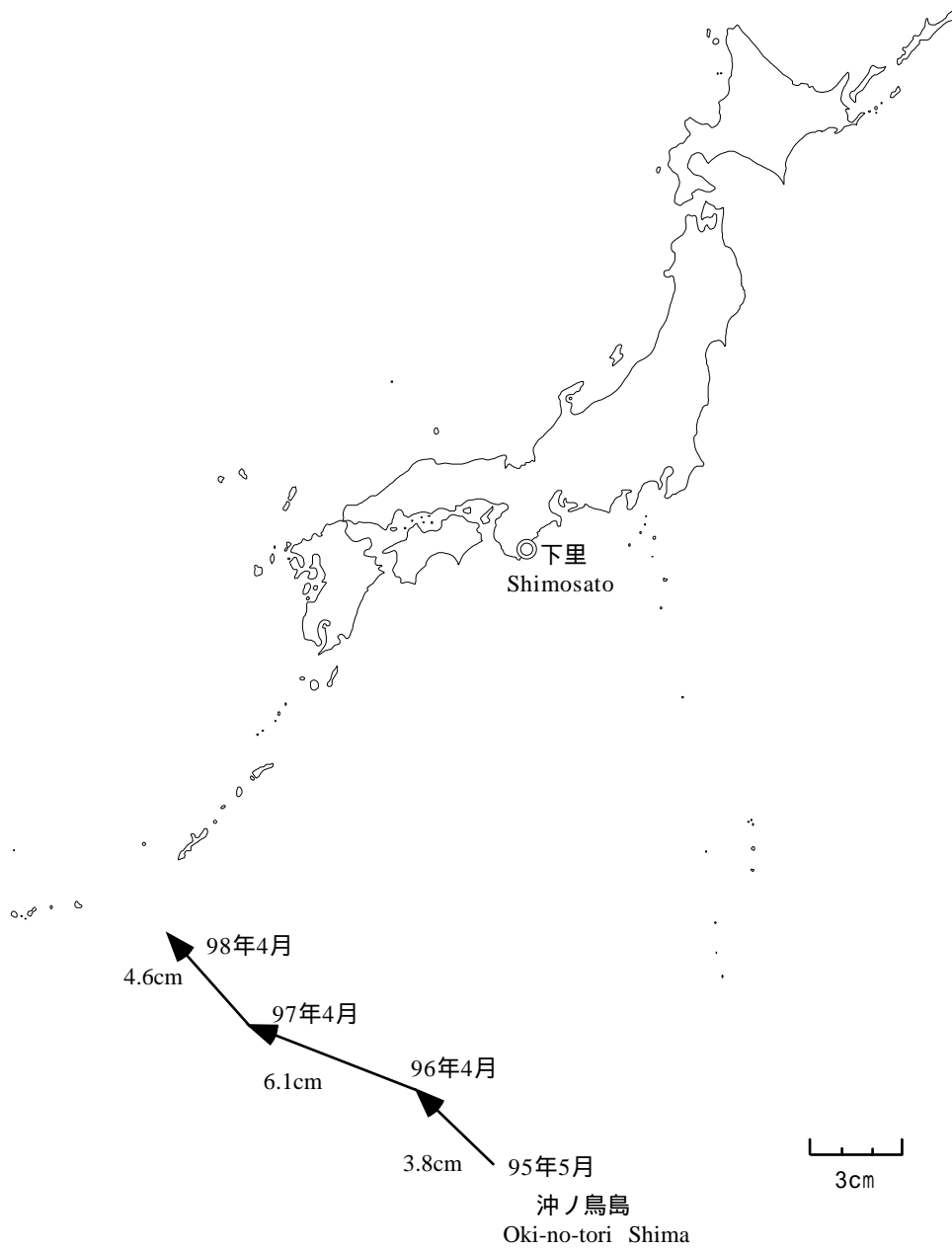


Fig 8. 下里に対する沖ノ鳥島の1995年5月から1998年4月までの移動量

本報告担当及び基線解析は、松本邦雄、笹原昇、中村均、渡邊博明、深野慶太、一松篤郎が担当した。

#### 参 考 文 献

- Kanazawa,T.,Sengoku, A., Nagaoka, M.,Nishimura, E., 1989 : Data Report of Hydrogr.Obs.,series of Satellite Geodesy,No1 ,p.17.
- 福島登志夫,内山丈夫,西村英樹,仙石新, 1991 : 水路部観測報告衛星測地編,4,p.96.
- Sengoku, A., Nagaoka, M.,1992:ibid.,5,p.95.
- Sengoku, A., Kawai,K.,Noda, H., 1993: Data Report of Hydrogr.Obs.,6,p.70
- Uchiyama,T.,Sengoku, A., Watanebe, Y.,Takanashi, Y., 1994 : Data Report of Hydrogr.Obs.,7,p.61
- 河合晃司,渡辺由美子,高梨泰宏, 1994: 水路部観測報告衛星測地編,7,p.83
- 内山丈夫 他, 1994 : 水路部観測報告衛星測地編,7,p.95
- 辰野忠夫,藤田雅之, 1994 : 水路部観測報告衛星測地編,7,p.102.
- 鈴木晃,藤田雅之, 1995 : 水路部観測報告衛星測地編,8,p.34.
- 仙石新,藤田雅之, 1995 : 水路部観測報告衛星測地編,8,p.83.
- Matsumoto,K.,Watanabe, Y., Swada, K.,Sumiya, Y., 1989 : Data Report of Hydrogr.Obs.,9,p.59.
- 松本邦雄,渡辺由美子,住谷雪, 1996 : 水路部観測報告衛星測地編,9,p.106.
- 松本邦雄,寺井孝二,榎井康一,福良博子,住谷雪,1997 : 水路部観測報告衛星測地編第,10,p.96.
- 加藤照之 他, 1996 : 測地学会誌第42巻,4,p.233.

地震予知調査委員会に提出した相模湾におけるGPS観測報告は、以下のとおり。

#### 地震予知連絡会会報

水路部 : (1990年 4月から1991年 4月)	第46巻p.118.
水路部 : (1990年 4月から1991年 1月)	第47巻p.144.
水路部 : (1990年 4月から1992年 4月)	第48巻p.122.
水路部 : (1990年 4月から1992年 11月)	第49巻p.169.
水路部 : (1990年 4月から1993年 4月)	第50巻p.192.
水路部 : (1990年 4月から1993年 11月)	第51巻p.271.
水路部 : (1990年 4月から1994年 4月)	第52巻p.173.
水路部 : (1990年 4月から1994年 1月)	第53巻p.493.
水路部 : (1990年 2月から1995年 4月)	第54巻p.398.
水路部 : (1990年 2月から1995年 1月)	第55巻p.182.
水路部 : (1990年 2月から1996年 5月)	第56巻p.294.
水路部 : (1990年 2月から1997年 5月)	第58巻 p.124.