

# 地殻変動監視観測

1997

## GPS OBSERVATIONS FOR MONITORING CRUSTAL MOVEMENTS

1997

**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 in this project, which were made in To Sima and Mikura Sima in addition to Kozu Sima, Miyake Sima and Nii Sima in 1995. 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 1997 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 Sima 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 1997.

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

## I 南関東地域

### 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、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の動きを監視し、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、1997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、水路部観測報告衛星測地編第5号から11号に示されている。

#### (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。

#### (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。

#### (3) 固定観測点（図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

#### (4) 基線解析

解析ソフトウェアが1996年より「TRIMVEC」から「ベルニーズ」となり、より精度の高い基線解析が可能となった。1995年以降については「ベルニーズ」により再解析がなされている。

「ベルニーズ」は5観測点による網を形成し、基線解析を行い、各観測点間の基線長を計算する。本報告では、大島 - 真鶴、大島 - 劔崎、大島 - 白浜、大島 - 八丈、真鶴 - 劔崎、真鶴 - 白浜、劔崎 - 八丈、白浜 - 八丈の各基線長変化を掲載している(図3)。また、1993年12月に行った伊豆大島観測点の移設に関しては、測量結果を基に整合した。

なお、図2のベクトルは、海洋測地網本土基準点(下里)を固定点とした1997年1月から12月までの移動量を示している。

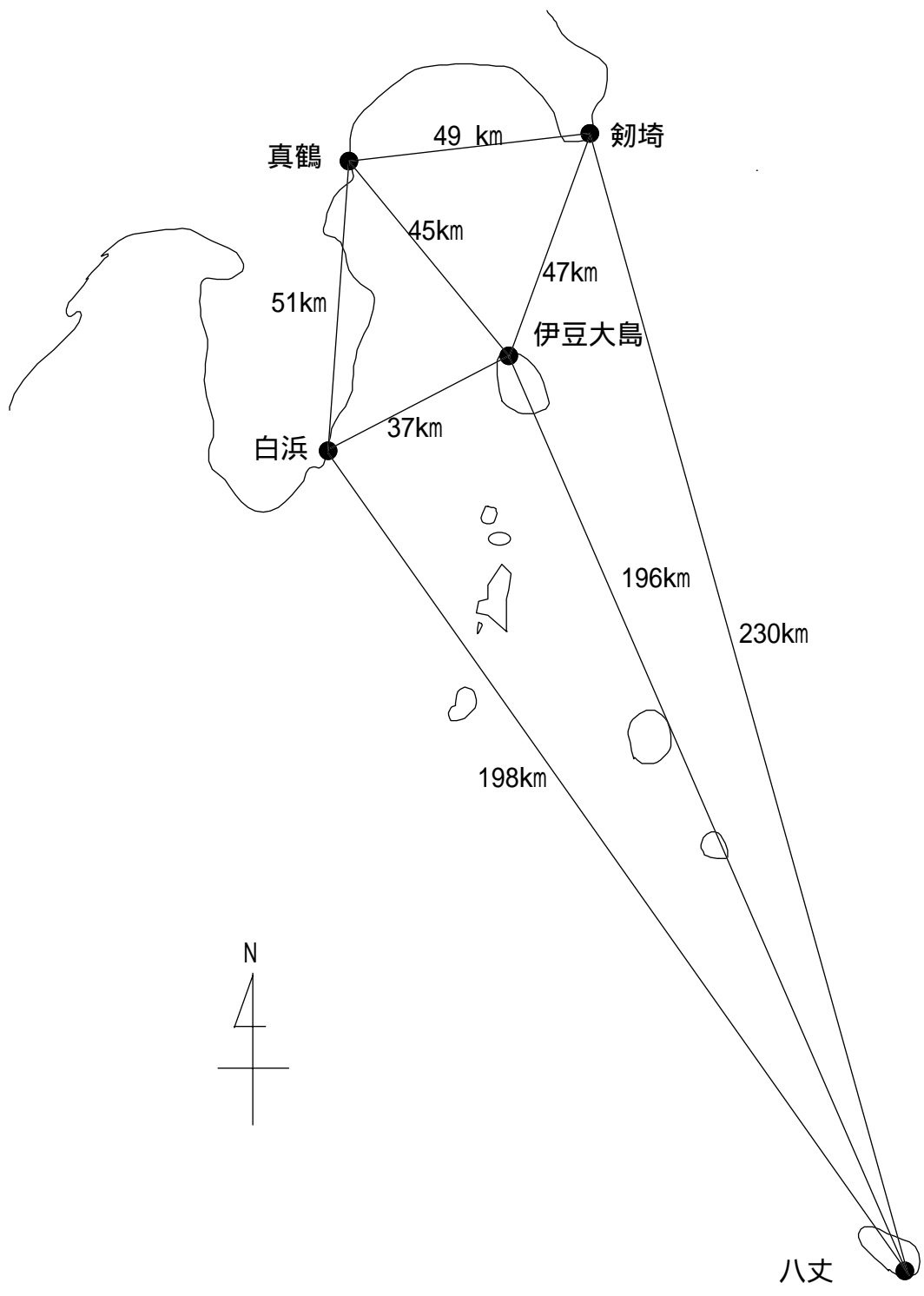


图1 . 観 測 点 .

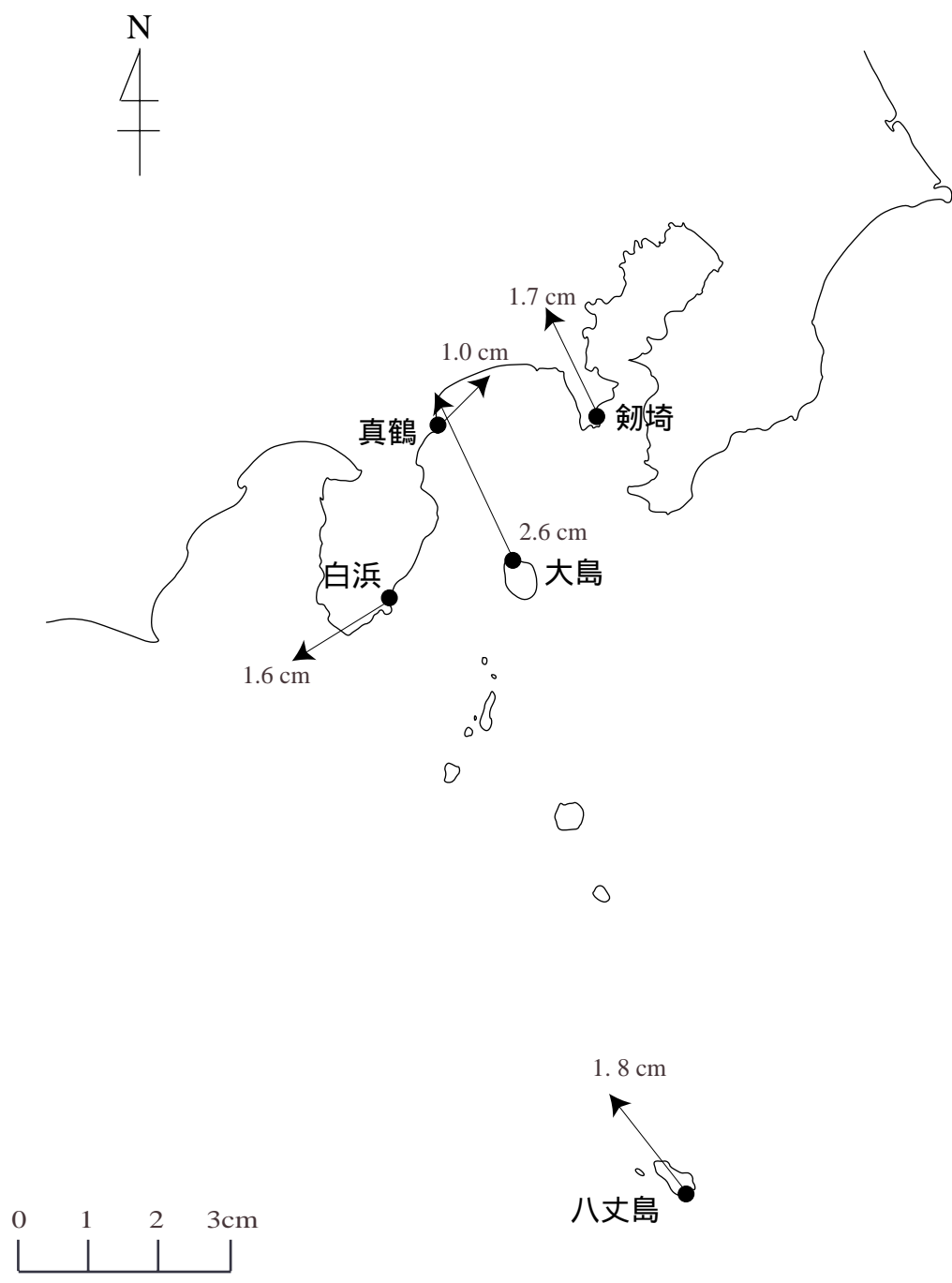


図 2 . 観測点の変動ベクトル ( 1997年1月6日 ~ 1997年12月30日 )  
( cm/年 )

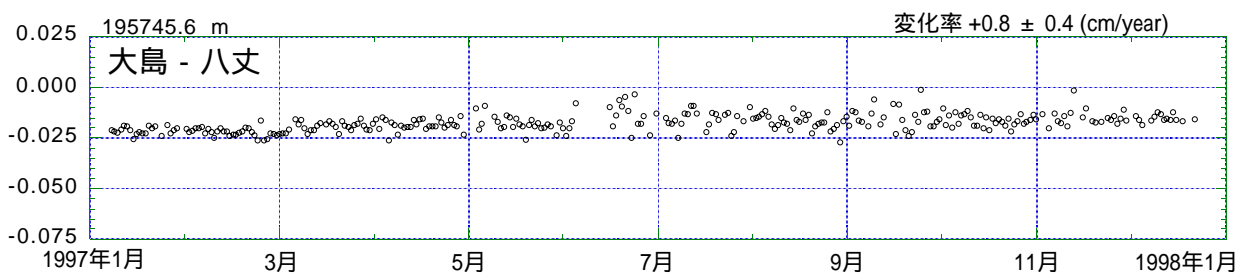
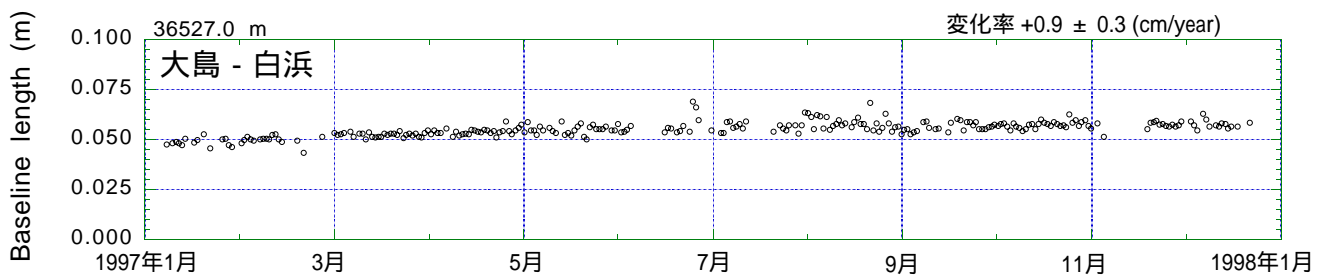
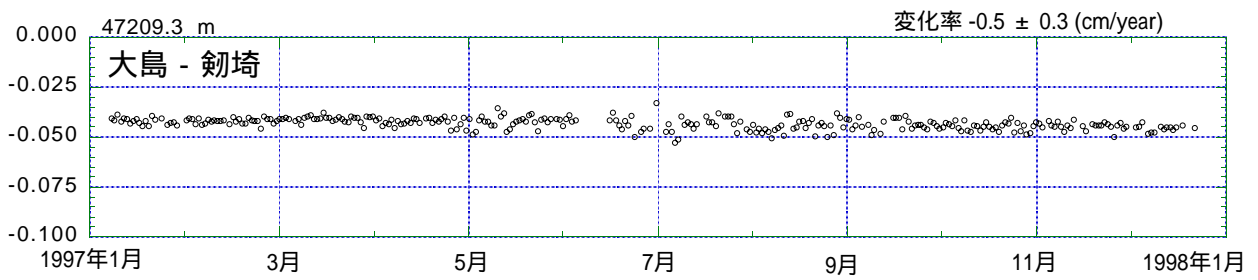
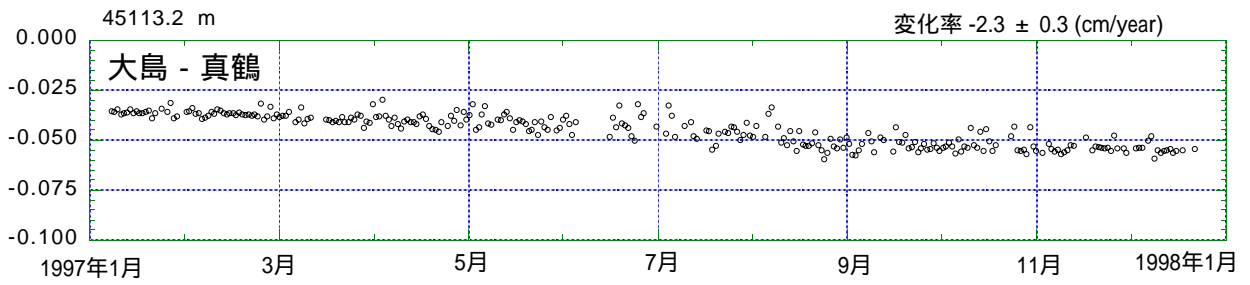


図3 基線長変化(1997年1月6日～1997年12月30日)

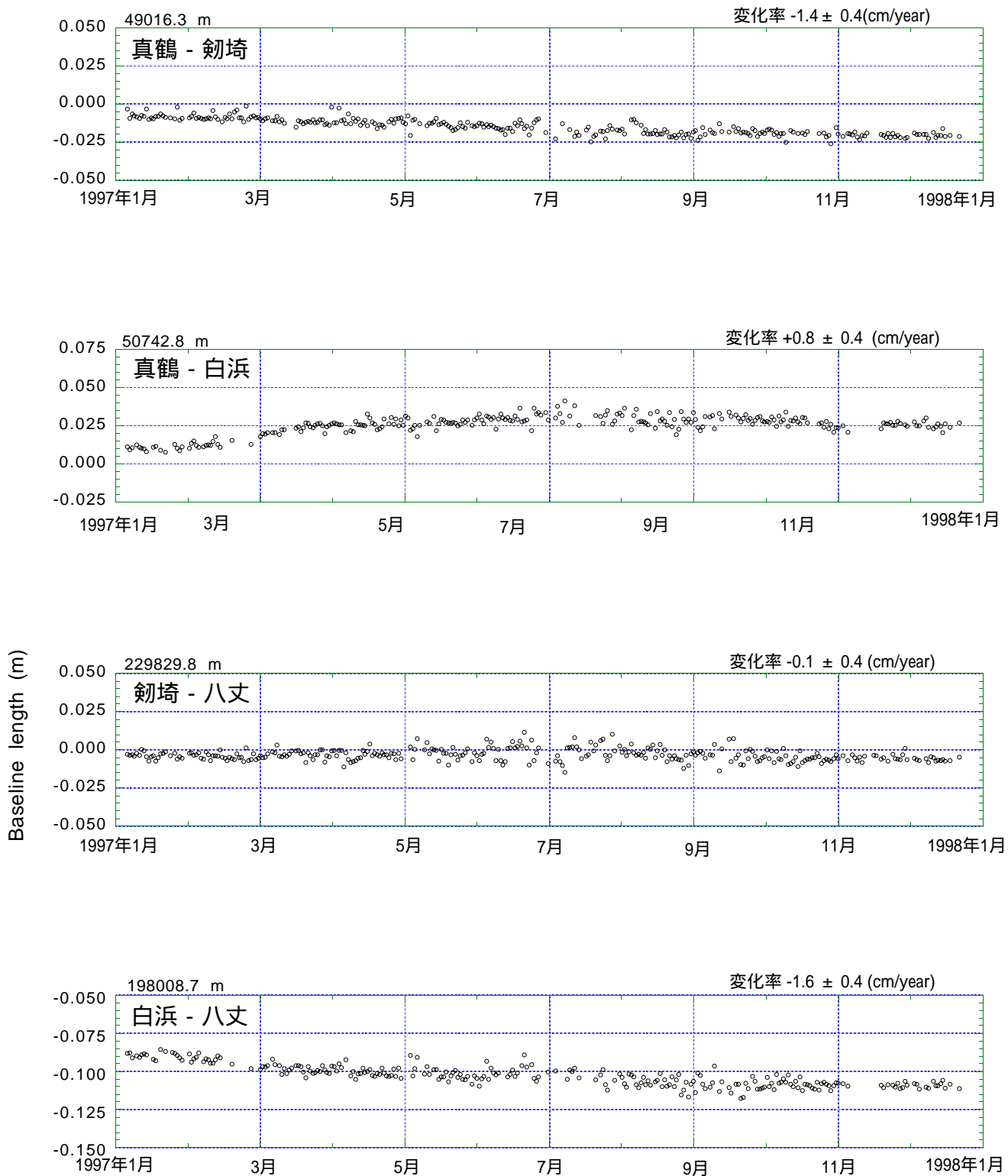


図3 基線長変化(1997年1月6日～1997年12月30日)

## 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。

1997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) 観測概要

1997年6月10日から6月17日の8日間は移動観測点の利島、御蔵島、三宅島において、11月14日から11月21日の8日間は移動観測点の神津島において、また12月3日から12月9日の7日間は移動観測点の新島において、更に同期間のあいだ固定観測点の伊豆大島、真鶴、劔崎、白浜、八丈島においてGPSの同時観測を実施した。観測点の配置を図1に示す。なお、神津島においては、1996年から島内の稠密観測を開始した。

### (2) 観測地点（図1）

#### 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) 固定観測点

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
劔崎	神奈川県三浦市南下浦松輪44番地	劔崎灯台
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

#### 3) 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
神津島稠密観測点		

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
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) 観測担当及び機器

新島：水路部測点標識上で観測，富山新一（航法測地課），園田智洋（白浜水路観測所）  
神津島： 同 ，松本邦雄（航法測地課），石山統進（白浜水路観測所）  
三宅島： 同 ，奥村雅之（航法測地課），土橋一夫（八丈水路観測所）  
利島： 同 ，松本邦雄，福良博子（航法測地課）  
御蔵島： 同 ，笹原昇，榊井康一（航法測地課）  
使用機器は全てTrimble 4000 SSE.



(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を指す)間、の基線長、緯度差、経度差、高度差を求めた。解析ソフトは「ベルニ-ズ」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上記と同様に基線長等を求めた。

表1と表2に解析結果を示す。

図2のベクトルは、各固定観測点と御蔵島、利島、三宅島、図3は新島、図4は神津島(灯台観測点)の本土基準点に対する移動量、図5は神津島島内観測点(灯台点を除く)の灯台観測点に対する移動量を示す。

なお、数値は観測期間中の解析結果を平均したものである。

**表1 基線長とベクトル(海洋測地成果)**

基 線		基線長 m	緯度差	経度差	高度差 m
始 点	終 点				
大 島	新 島	48643.867	-1541.8045	-409.5169	-69.590
大 島	神津島	71092.399	-2184.7203	-895.4443	-4.299
大 島	三宅島	80074.298	-2533.5684	697.3836	-81.265
大 島	御蔵島	101930.503	-3239.9961	804.1336	34.507
大 島	利 島	30816.117	-958.1273	-346.6221	-72.181
真 鶴	新 島	87956.172	-2832.0409	430.6996	-16.758
真 鶴	神津島	107091.291	-3474.9564	-55.2279	48.512
真 鶴	三宅島	124168.602	-3823.8051	1537.6068	-28.444
真 鶴	利 島	70411.911	-2248.3640	493.6011	-19.361
真 鶴	御蔵島	145758.799	-4530.2328	1644.3567	87.328
劔 埼	新 島	93836.451	-2780.3346	-1504.7516	-2.610
劔 埼	神津島	117031.857	-3423.2503	-1990.6791	62.677
劔 埼	三宅島	116677.441	-3772.0986	-397.8441	-14.290
劔 埼	利 島	76969.963	-2196.6576	1441.8499	-5.206
劔 埼	御蔵島	138202.714	-4478.5263	-291.0942	101.482

表1 基線長とベクトル(続き)

基線 始点 終点	基線長 m	緯度差	経度差	高度差 m
白浜 新島	45929.640	-1249.3585	982.2728	-139.893
白浜 神津島	59670.657	-1892.2746	496.3460	-74.572
白浜 三宅島	87270.556	-2241.1227	2089.1801	-151.568
白浜 利島	33610.846	-665.6816	1045.1743	-142.484
白浜 御蔵島	106780.295	-2947.5504	2195.9300	-35.796
八丈島 新島	152966.138	4666.1038	-2029.6155	-194.133
八丈島 神津島	139885.657	4023.1877	-2515.5420	-128.830
八丈島 三宅島	115680.256	3674.3399	-992.7081	-205.822
八丈島 利島	169474.649	5249.7810	1966.7138	-196.739
八丈島 御蔵島	93836.416	2967.9122	-815.9581	-90.050
神津島 三宅島	42200.345	348.8482	1592.8343	-76.992
新島 神津島	23386.958	-642.9160	-485.9268	65.310
新島 三宅島	41670.186	-991.7642	1106.9075	-11.682
利島 御蔵島	76233.019	-2281.8688	1150.7557	106.689
下里 新島	319226.150	2848.6374	11958.2076	-23.286
下里 神津島	302500.220	2205.7214	11472.2808	42.024
下里 三宅島	340707.787	1856.8732	13065.1151	-34.968
下里 利島	325876.528	3432.3143	12021.1094	-25.884
下里 御蔵島	340853.784	1150.4455	31771.8651	80.804

表2 神津島における各観測点間の基線長とベクトル(海洋測地成果)

基線 始点 終点	基線長 m	緯度差	経度差	高度差 m
神津島灯台 NE点	5869.579	149.6826	-141.7173	130.640
神津島灯台 めいし公園点	3688.333	117.1764	-29.2037	-92.262
神津島灯台 天上山西口点	3191.874	76.2046	-84.3596	97.217
神津島灯台 松山点	2970.059	19.2833	-113.6416	-38.941
神津島灯台 水準点(B.M)	2140.322	65.6934	-26.9124	-93.462
神津島灯台 ヘリポート点	988.589	30.4764	-12.0537	13.354



図1. 観測点図.

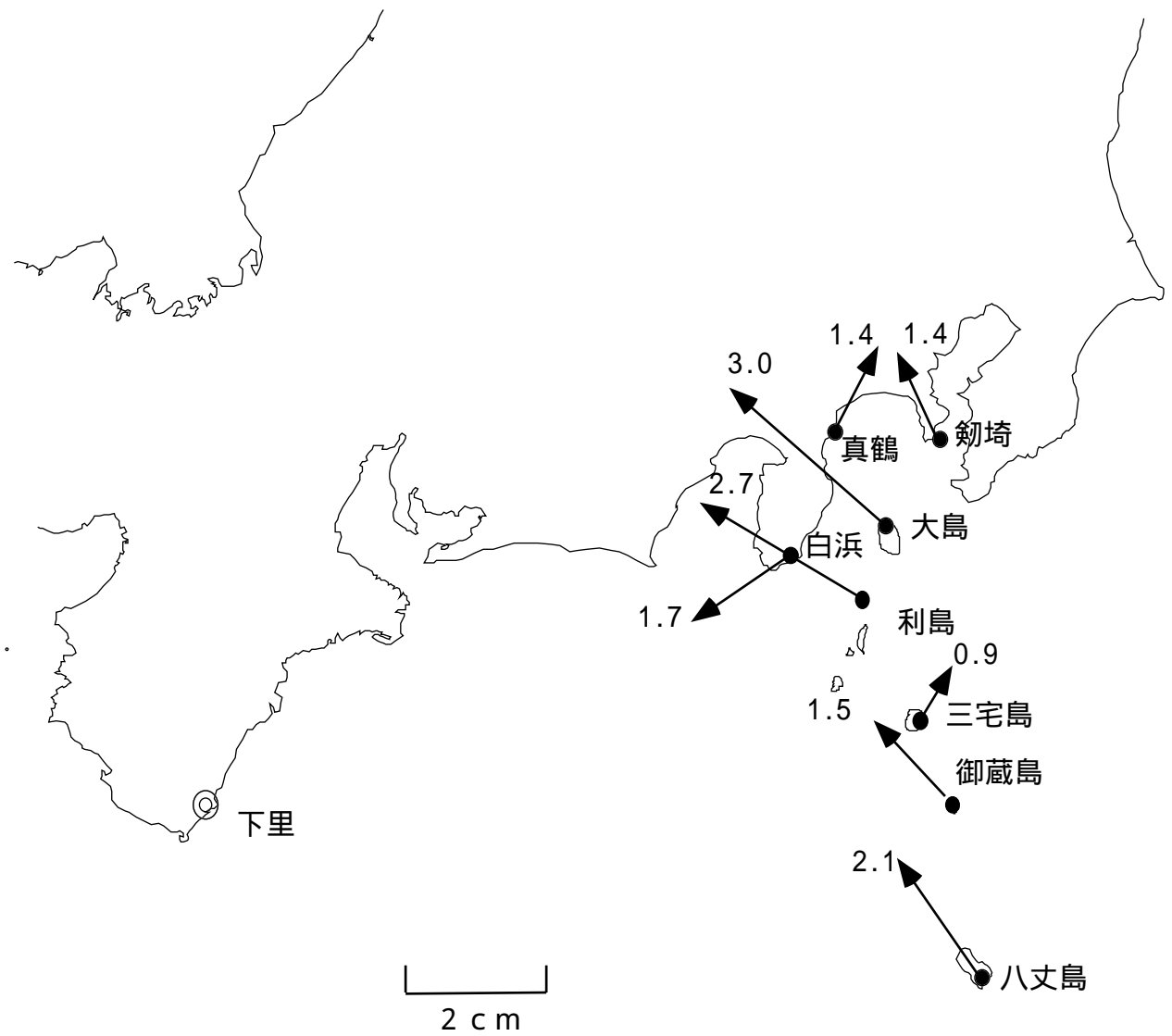


図2 . 下里に対するベクトル図

御蔵島・利島、各固定点 : 1996年7月を基準とした1997年6月の位置変化  
 三宅島のみ : 1997年1月を基準とした1997年6月の位置変化

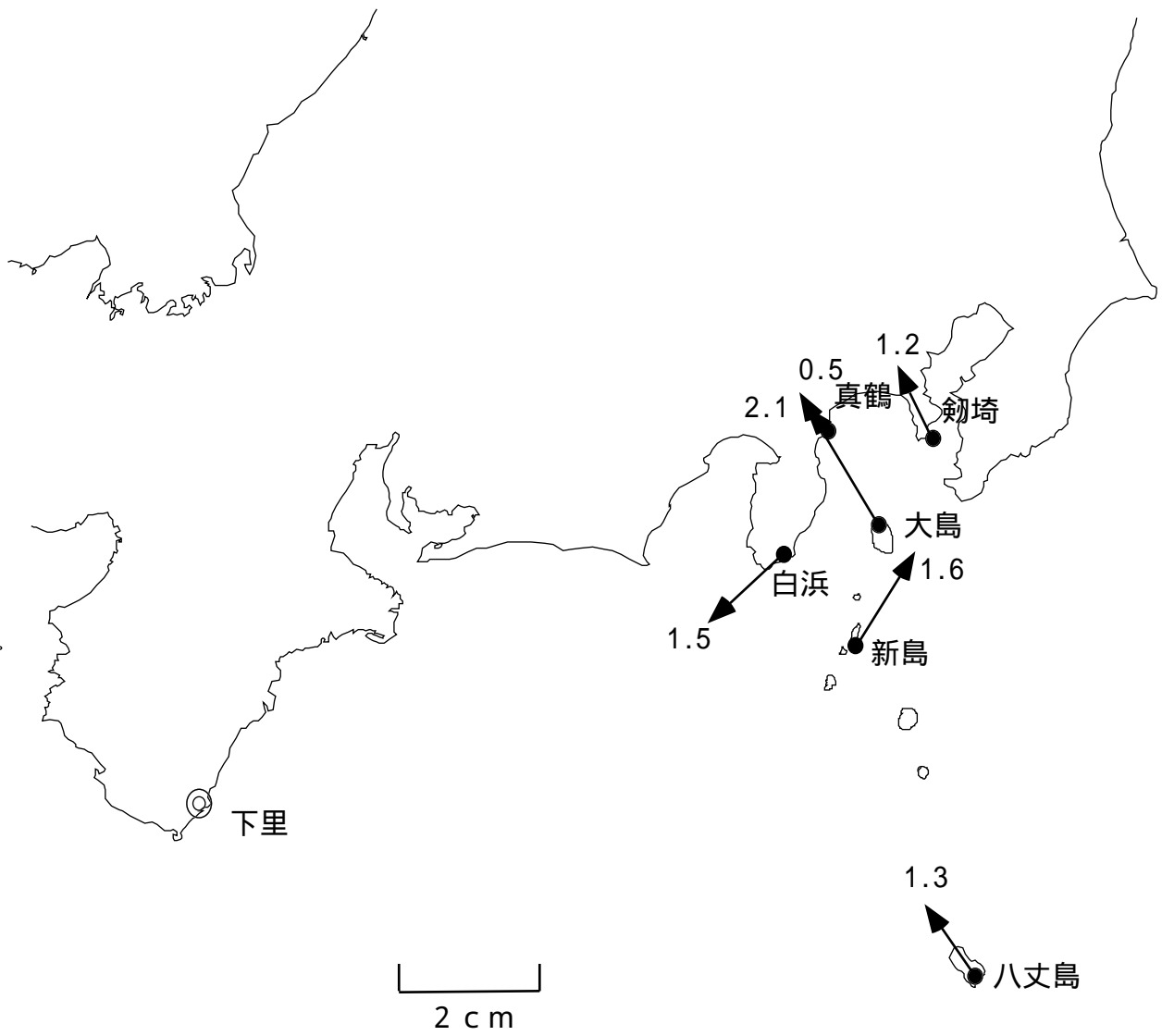


図3．下里に対するベクトル図  
1997年1月から1997年12月までの移動量

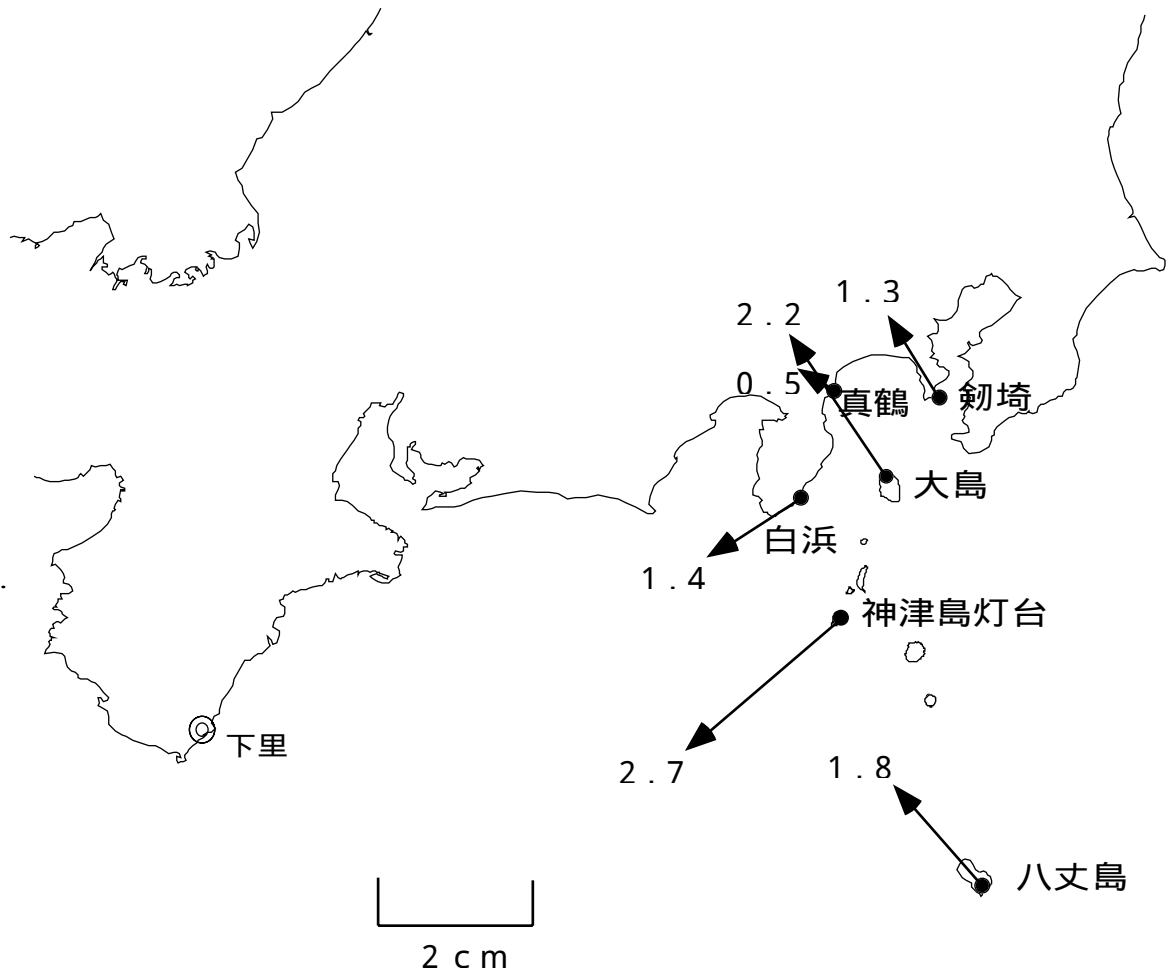
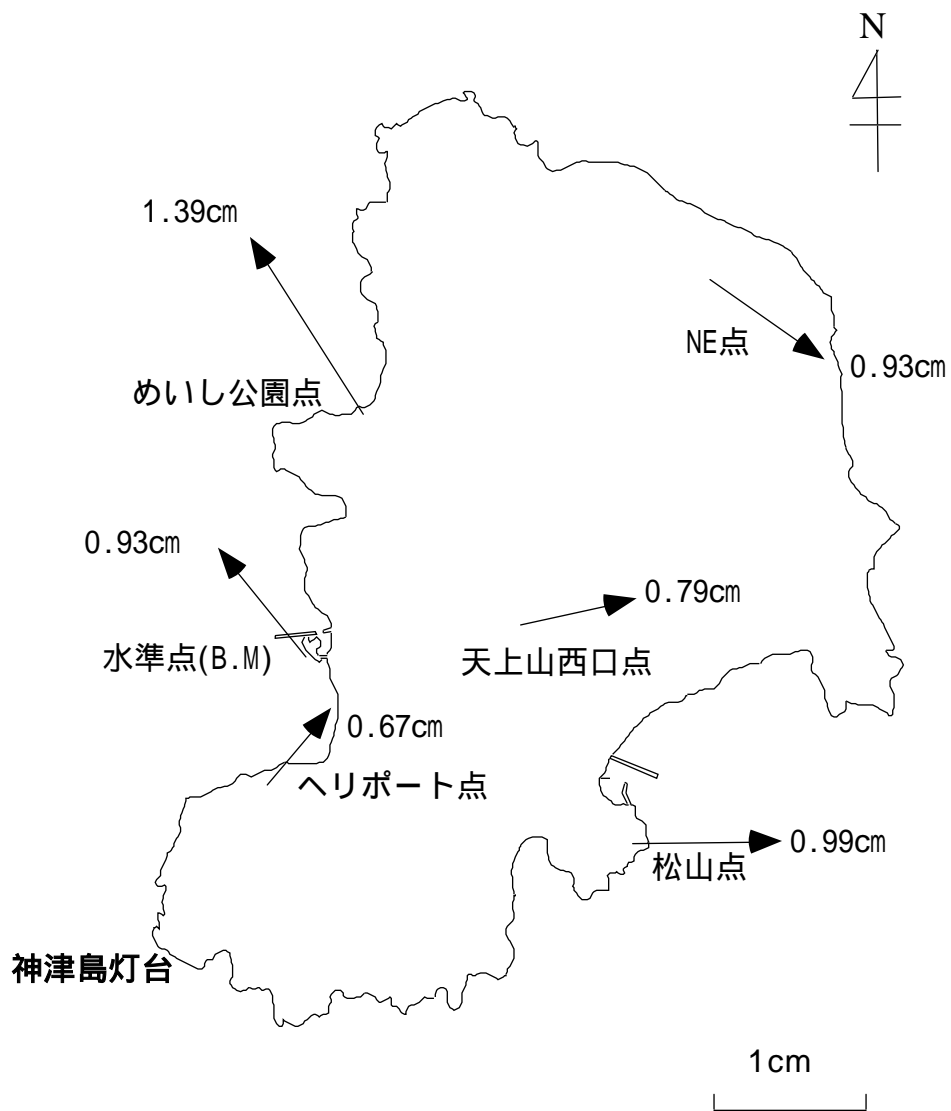


図4 . 下里に対するベクトル図  
1997年1月から1997年11月までの移動量



神津島灯台(基点)

図5 . 神津島灯台に対するベクトル図  
1997年1月から1997年11月までの移動量

## II 関西地域

### 1. 移動観測（下里，美星，御坊，南淡，土庄）

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。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。

#### （1）観測概要

1998年1月13日から19日までの7日間，海洋測地網本土基準点（下里）及びSLRによって座標の求められている美星の固定観測点と御坊，南淡，土庄の3点の移動観測点においてGPSの同時観測を実施した。

#### （2）観測地点

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
御坊	：和歌山県日高郡美浜町	日ノ御碕灯台
南淡	：兵庫県三原郡南淡町賀集八幡字森の木	淡路広域消防事務組合南淡分署
土庄	：香川県小豆郡土庄町湊崎甲	土庄町立土庄中学校

#### （3）観測担当

##### 固定点

下里：水路部（東京）からの遠隔操作による。  
美星：水路部（東京）からの遠隔操作による。

##### 移動点

御坊：小新紀子，栗原恵美（下里水路観測所）  
南淡：笹原昇，渡邊博明（航法測地課）  
土庄：寺井孝二（航法測地課），吉田茂（美星水路観測所）

#### （4）観測機器

下里・美星：Trimble 4000 SSi  
御坊・南淡・土庄：Trimble 4000 SSE



(5) 解 析

本土基準点を固定点とし、「ベルニーズ」解析ソフトウェアにより5観測点で網を組み解析した。

(6) 成 果

1997年の成果は表1のとおり。

表2に19968月を基準とした～1997年1月の位置変化(水平方向)をまとめた。

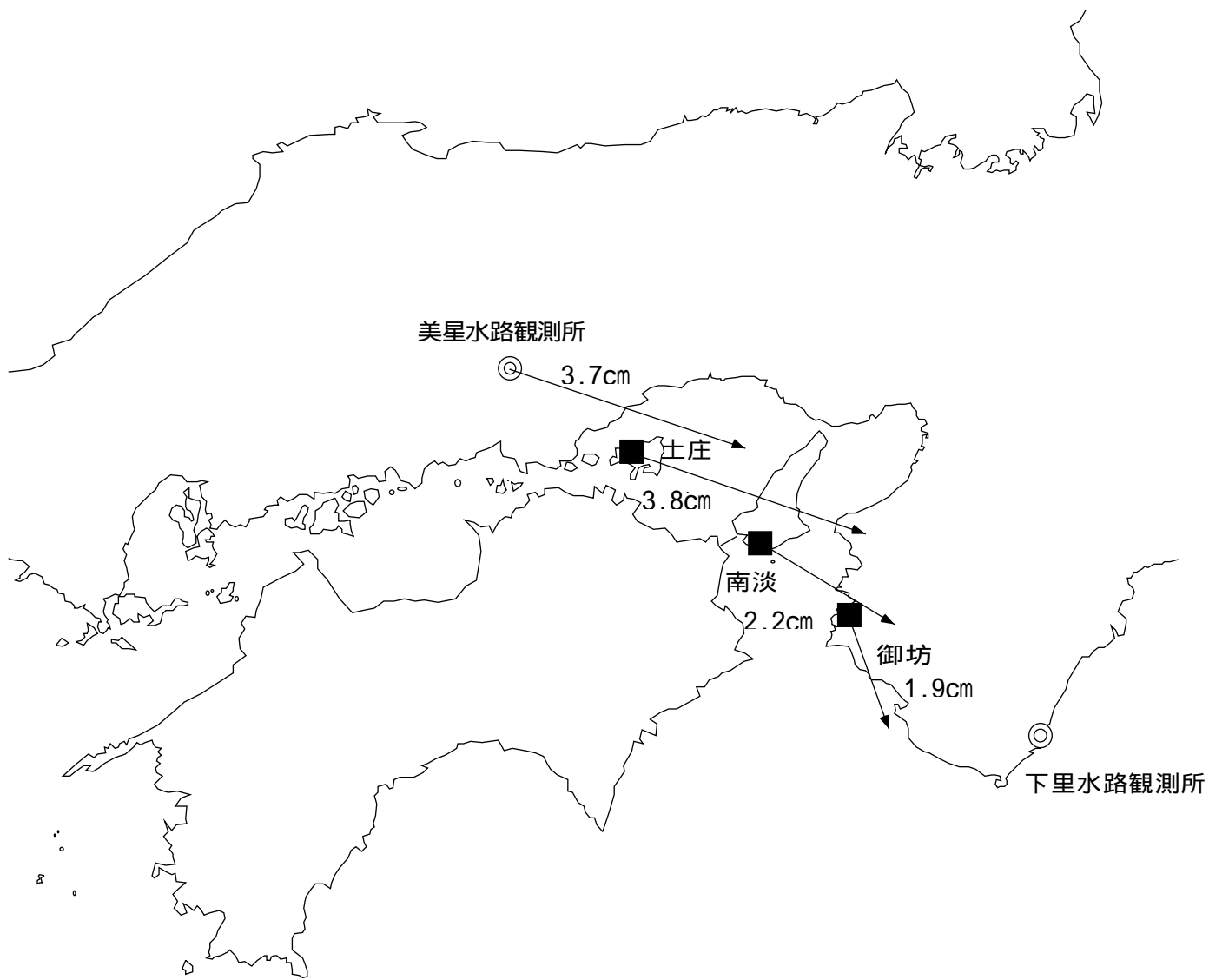
図1に各観測点の本土基準点(下里)からの移動量を示した。

表1 1997年成果(世界測地系)

観測点名	緯 度	経 度	記 事
下里	33 34 40.2813 N	135 56 13.0359 E	海洋測地成果(藤田、1994)
美星	34 40 47.0975 N	133 34 15.1904 E	
御坊	33 52 54.3817 N	135 03 40.8451 E	
南淡	34 16 08.3673 N	134 45 09.3149 E	
土庄	34 29 10.8781 N	134 11 31.5646 E	

表2 1996年～1997年の位置変化

観測点名	緯度差		経度差		距離差(水平方向)
	$\times 10^{-4}$	cm	$\times 10^{-4}$	cm	
美星	-3.7	-1.1	13.7	3.5	3.7
御坊	-5.7	-1.8	2.2	0.6	1.9
南淡	-3.4	-1.0	7.5	1.9	2.2
土庄	-3.5	-1.1	14.4	3.7	3.8



- ◎ 固定観測点
- 移動観測点



図 1  
観測点及び1996年8月～1998年1月の移動量

### III 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。

#### (1) 観測概要

1997年4月24日から27日までの4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等(図1)に2周波GPS受信機(Trimble 4000 SSE)を設置し、同時観測を実施した。

#### (2) 使用船舶

海上保安庁水路部測量船「昭洋」

#### (3) 観測担当

測量船「昭洋」乗組員、水路部航法測地課 住谷 雪

#### (4) 成果

海洋測地網本土基準点(下里)を基点とし、解析ソフトウェア「ベルニーズ」により解析し求められた結果を以下に示す。

水路部測点標識	世界測地系	緯度	20° 25 22.896
(観測所基盤中央)	(海洋測地成果)	経度	136° 04 25.953

図2に1995年5月から、1996年4月、1997年4月までの移動量を示す。

本報告担当及び基線解析は、松本邦雄、笹原昇、榊井康一、福良博子、住谷雪が担当した。

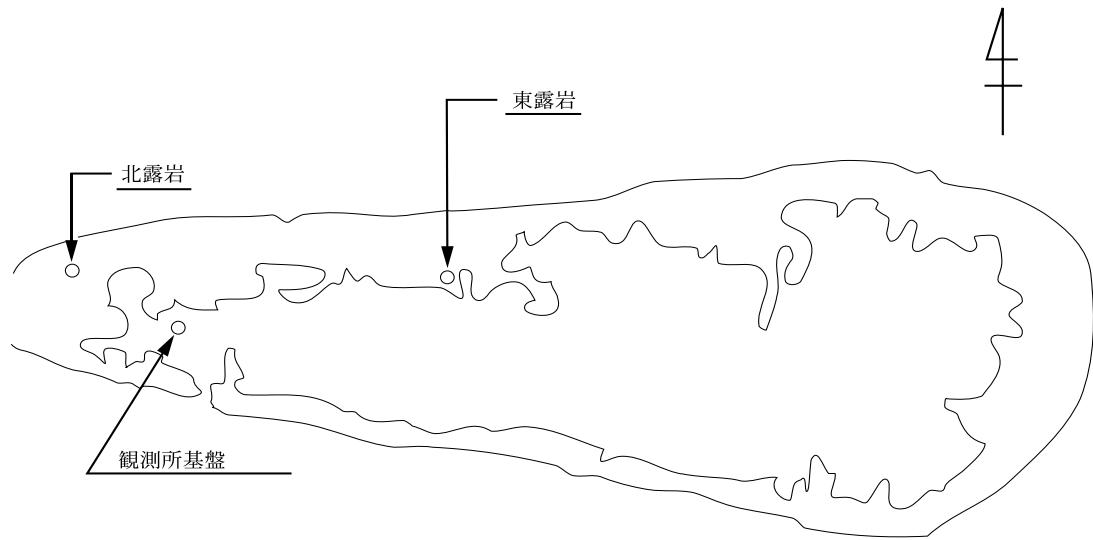
#### 参 考 文 献

- 仙石新 他，1990年：水路部観測報告衛星測地編第2号17頁  
仙石新 ，1991年：水路部観測報告衛星測地編第4号96頁  
仙石新 他，1992年：水路部観測報告衛星測地編第5号95頁  
仙石新 他，1993年：水路部観測報告衛星測地編第6号70頁  
内山丈夫 他，1994年：水路部観測報告衛星測地編第7号61頁  
高梨泰宏 他，1994年：水路部観測報告衛星測地編第7号83頁  
内山丈夫 他，1994年：水路部観測報告衛星測地編第7号95頁  
辰野忠夫 他，1994年：水路部観測報告衛星測地編第7号102頁  
鈴木晃 他，1995年：水路部観測報告衛星測地編第8号34頁  
藤田雅之 ，1995年：水路部観測報告衛星測地編第8号83頁  
松本邦雄 他，1996年：水路部観測報告衛星測地編第9号59頁  
松本邦雄 他，1996年：水路部観測報告衛星測地編第9号106頁  
寺井孝二 他，1997年：水路部観測報告衛星測地編第10号82頁  
寺井孝二 他，1997年：水路部観測報告衛星測地編第10号96頁  
加藤照之 他，1996年：測地学会誌第42巻第4号233頁  
松本邦雄 他，1998年：水路部観測報告衛星測地編第11号 地殻変動監視観測

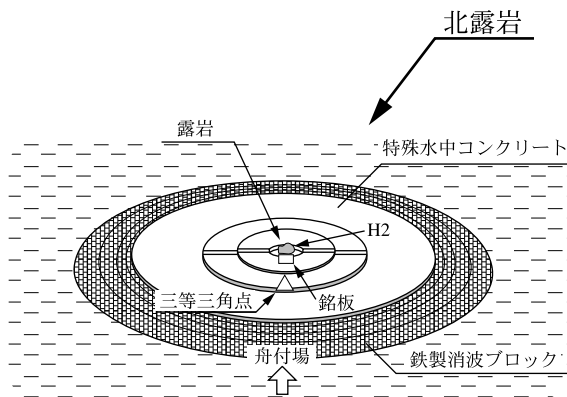
地震予知調査委員会に提出した相模湾におけるGPS観測報告は、以下のとおり。

#### 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118頁  
水路部：(1990年 4月から1991年 1月) 第47巻144頁  
水路部：(1990年 4月から1992年 4月) 第48巻122頁  
水路部：(1990年 4月から1992年 11月) 第49巻169頁  
水路部：(1990年 4月から1993年 4月) 第50巻192頁  
水路部：(1990年 4月から1993年 11月) 第51巻271頁  
水路部：(1990年 4月から1994年 4月) 第52巻173頁  
水路部：(1990年 4月から1994年 1月) 第53巻493頁  
水路部：(1990年 2月から1995年 4月) 第54巻398頁  
水路部：(1990年 2月から1995年 1月) 第55巻182頁  
水路部：(1990年 2月から1996年 5月) 第56巻294頁  
水路部：(1990年 2月から1997年 5月) 第58巻124頁  
水路部：(1990年 2月から1997年 10月) 第59巻146頁  
水路部：(1996年 9月から1998年 5月) 第60巻174頁



0 1km



三角点位置図

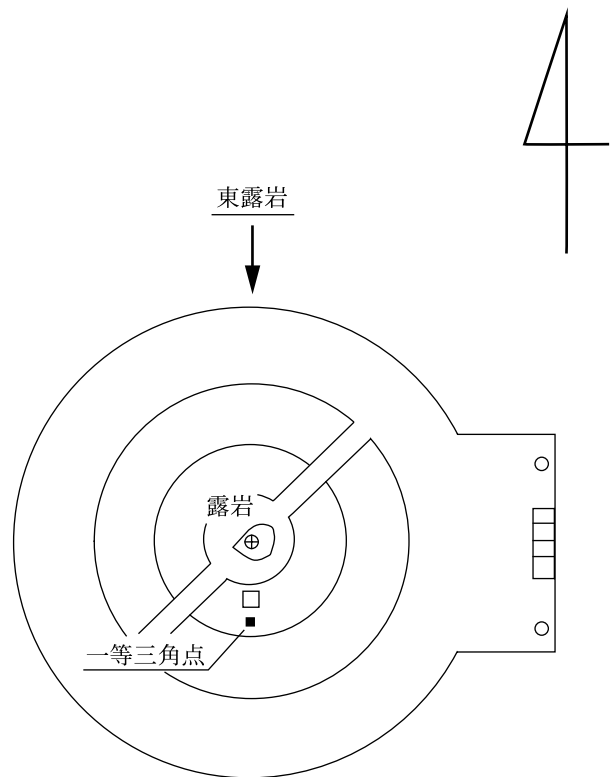
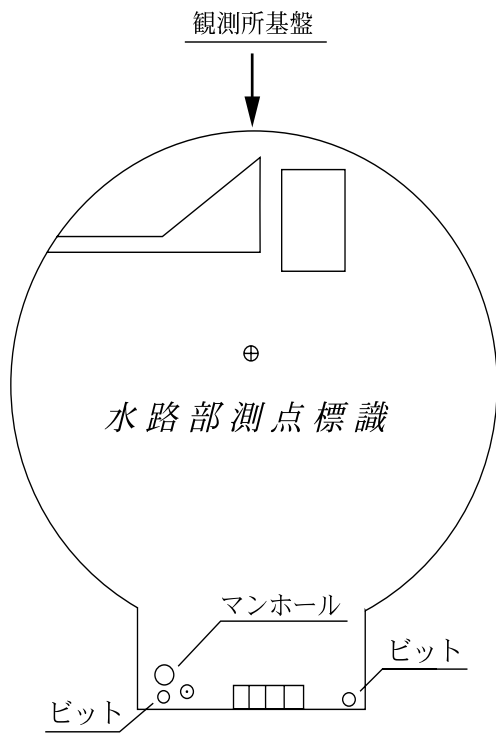


図1. 観測点状況図

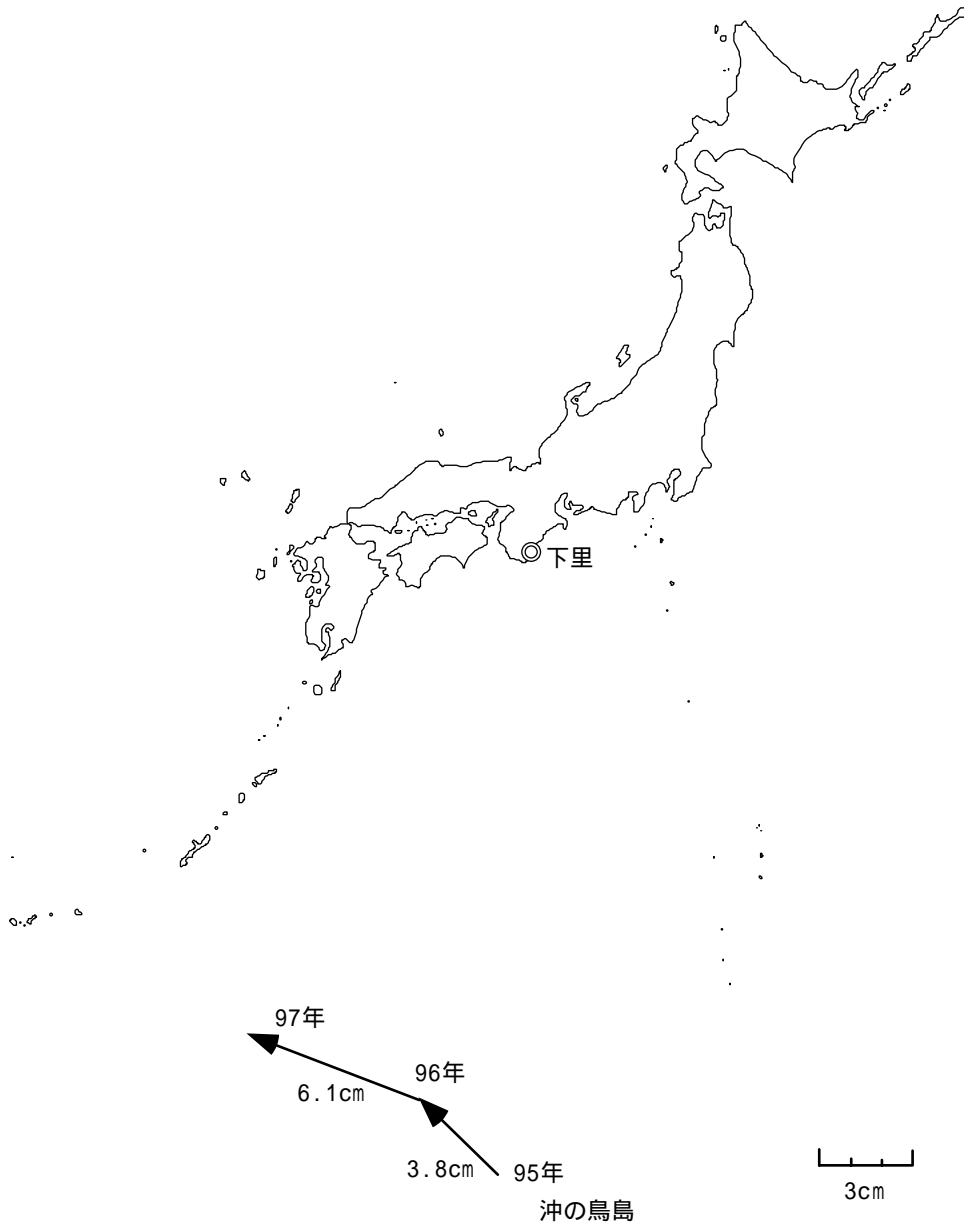


図2 . 下里に対するベクトル図  
1995年5月から1997年4月までの移動量