

海洋測地基準点観測（石垣島, 1999年）
SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS
AT THE MARINE GEODETIC CONTROL POINT (ISIGAKI SIMA) IN 1999

Summary -We present a relative velocity vector of Isigaki Sima to Simosato based on the SLR analyses for the campaign observation periods in 1988,1997,1998 and 1999. We give an absolute height of mean sea level above the WGS -84 ellipsoid.

Key words : Satellite laser ranging - Ajisai - GPS - marine geodetic controls

1. はじめに

水路部では、領海等我が国の管轄海域の確定と、海洋における測位精度の向上を目的として、1980年から海洋測地網の整備を推進してきた(Kubo,1988)。日本周辺に設置した海洋測地基準点(水路部が構築した海洋測地網の基準点の総称を指す)のうち、主要な島等に設置された一次基準点は、本土基準点(下里水路観測所)と結合され、海洋測地網の骨格を形成する役割を担っており、1988年から一次基準点観測が行われている。

これら海洋測地基準点の海洋測地成果(辰野・藤田,1994)は、水路部観測報告衛星測地編第8号(藤田,1995)及び同第9号(寺井他,1996)に一括してまとめられている。択捉島を除き、その観測が一巡したので、1996年より異なるプレート上に位置し、かつ日本外縁部にある父島、石垣島、南鳥島、稚内の海洋測地基準点について、年1カ所ずつ測地衛星によるレーザー測距観測を行い、精密な位置を求めるとともに、我が国周辺のプレート運動を把握することとしている。また海洋測地基準点と最寄りの験潮所を結合し地球重心に基づく海水面の絶対高を決定する。

石垣島の海洋測地基準点観測は、1997年以来連続して実施したが、1998年5月4日に石垣島の南東沖約260kmでマグニチュード7.7の地震が発生したことから同島の海洋測地基準点の長期的な動きとその揺らぎを求めることによって地震前後の貴重な地震予知の基礎資料を得るとともに海洋測地網の維持を図るために実施した。

本報告では、1999年9月初旬～12月下旬に実施した「あじさい」(Sasaki,1987)等による石垣島における海洋測地基準点観測とその位置の成果(海洋測地成果)、1988年7月中旬～9月中旬、1997年7月中旬～11月初旬及び1998年8月初旬～11月中旬に実施したレーザー測距観測との比較から下里に対する石垣島の相対的な変化量、石垣島の平均海面の楕円体高及び石垣島内のGPS測量について報告する。

観測方法については、同第4号(福島他,1991)を参照されたい。

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS
AT THE MARINE GEODETIC CONTROL POINT (ISIGAKI SIMA) IN 1999

2. 作業概要

(1) 海洋測地基準点(石垣島)

- イ 沖縄県石垣市登野城1820番地(石垣市水道部浄水場内)に、可搬式レーザー測距装置を設置し、測地衛星「あじさい」等のレーザー測距を行った。
- ロ 石垣島の基準点標石(以下、石垣島標石という)及びレーザー観測点(以下、石垣島レーザー不動点という)と近傍の三角点との間をGPS測量及び地上測量を行った。
- ハ 石垣島標石及び石垣島レーザー不動点標と石垣験潮所(気象庁所管)との間をGPSによる水準測量を行った。

(2) 本土基準点(下里)

第五管区海上保安本部下里水路観測所において、固定式レーザー測距装置を用いて、測地衛星「あじさい」等のレーザー測距を行った。

3. 成果

今回のレーザー測距観測、GPS観測、地上測量等の成果は次のとおりである(Table 1).

3-1 レーザー測距観測成果

(1) 解析方法

本解析で使用したデータは、あじさいが29パス、ラジオス が13パス、ラジオス が31パスについて使用した。このグローバルデータをNASAのソフトウェア GEODYN- / SOLVEを用いて行った。ここで、前年同様にGSFC(station ID:7105)の経緯度及びハワイ(7210)の緯度を固定し、下里及び石垣島の座標を求めた。

(2) 解析結果

GEODYN- / SOLVE による下里レーザー不動点と石垣レーザー不動点の世界測地系推定座標値は次のとおり。

Year	下里レーザー不動点			石垣島レーザー不動点		
	X_s (m)	Y_s (m)	Z_s (m)	X_T (m)	Y_T (m)	Z_T (m)
1988	-3822388.3961	3699363.4793	3507573.2678	-3265753.8824	4810000.8317	2614265.6049
1997	-3822388.3592	3699363.5930	3507573.1920	-3265797.9998	4809974.1322	2614255.2129
1998	-3822388.3224	3699363.5375	3507573.1858	-3265797.6785	4809974.1271	2614255.3185
1999	-3822388.4048	3699363.5081	3507573.0912	-3265798.6257	4809979.2423	2614245.0936

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS
AT THE MARINE GEODETIC CONTROL POINT (ISIGAKI SIMA) IN 1999

光学測量及びGPS測量による石垣島レーザー不動点との座標差は次のとおり。

Year	石垣島標石(H1)			浄水場三角点(A1)		
	X (m)	Y (m)	Z (m)	X (m)	Y (m)	Z (m)
1988	-2996.5793	-2761.3683	1364.6543	32.8652	-6.4898	79.6785
1997	-2952.8814	-2734.7020	1374.4401	76.6418	20.1584	89.5733
1998	-2953.0957	-2734.7435	1374.2511	76.4299	20.1133	89.3871
1999	-2952.3983	-2739.8043	1384.3759	77.1279	15.0439	99.5112

下里レーザー不動点と石垣島標石及び浄水場三角点の基線ベクトル及び基線長は次のとおり。

	year	DELTA X (m)	DELTA Y (m)	DELTA Z (m)	Baseline (m)
石垣島標石 (H1)	1988	553637.9344	1107875.9841	-891943.0087	1526258.9850
	1997	553637.4780	1107875.8372	-891943.5390	1526259.0227
	1998	553637.5482	1107875.8461	-891943.6162	1526259.0997
	1999	553637.3808	1107875.9299	-891943.6217	1526259.1031
浄水場三角点 (A1)	1988	556667.3789	1110630.8626	-893227.9844	1530109.7071
	1997	556667.0012	1110630.6976	-893228.4058	1530109.6959
	1998	556667.0738	1110630.7029	-893228.4802	1530109.7696
	1999	556666.9070	1110630.7781	-893228.4864	1530109.7672

ここで、海洋測地成果は、MGC2000 (epoch.1997.0)(仙石他, 2000)を使用する。
 海洋測地成果は、下里レーザー不動点を原点座標として相対的に求められた座標値である。
 地心座標から世界測地系(WGS-84)の変換は、準拠楕円体の諸元

$$a = 6378137\text{m}$$

$$1 / f = 298.257223563$$

を用い、また、下記のMGC2000による原点シフト量より日本測地系に変換して、緯度、経度、楕円体高Hに算出した。

$$U = +146.383\text{m}$$

$$V = -507.298\text{m}$$

$$W = -680.443\text{m}$$

海洋測地成果 MGC2000 (epoch.1997.0)				
下里レーザー不動点				
世界測地系 (WGS - 84)			日本測地系	
X	-3822388.3550	緯度	33 ° 34' 39.69688 "	33 ° 34' 27.53047 "
Y	3699363.5660	経度	135 ° 56' 13.33936 "	135 ° 56' 23.52787 "
Z	3507573.1170	楕円体高H	101.618m	63.290m

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS
AT THE MARINE GEODETIC CONTROL POINT (ISIGAKI SIMA) IN 1999

この成果を基にした石垣島各点の海洋測地成果は次のとおり。
 ただし、下里及び石垣島観測点の座標を未知数としてグローバル解析した結果を、
 MGC2000である原点座標に平行移動したときの下里原点座標からの相対座標である。

海洋測地成果 MGC2000 (epoch.1997.0)						
		世界測地系 (WGS - 84)			日本測地系	
1 9 8 8	石垣島レーザー不動点	X	-3265753.8413	緯度	24° 21' 20.73168 "	24° 21' 05.69033 "
		Y	4810000.9184	経度	124° 10' 28.46680 "	124° 10' 34.28039 "
		Z	2614265.4541	楕円体高H	83.798m	74.511m
	石垣島標石 (H1)	X	-3268750.4206	緯度	24° 22' 09.17853 "	24° 21' 54.14069 "
		Y	4807239.5501	経度	124° 12' 51.46718 "	124° 12' 57.29372 "
		Z	2615630.1084	楕円体高H	100.213m	90.920m
	浄水場補助点 (F1)	X	-3265723.4623	緯度	24° 21' 23.29288 "	24° 21' 08.25183 "
		Y	4809994.3975	経度	124° 10' 27.70507 "	124° 10' 33.51861 "
		Z	2614341.7885	楕円体高H	94.819m	85.525m
	浄水場三角点 (A1)	X	-3265720.9761	緯度	24° 21' 23.41026 "	24° 21' 08.36923 "
		Y	4809994.4286	経度	124° 10' 27.63148 "	124° 10' 33.44501 "
		Z	2614345.1326	楕円体高H	94.949m	85.655m
	川花三角点 (A2)	X	-3263625.4835	緯度	24° 21' 07.91931 "	24° 20' 52.87755 "
		Y	4811596.7952	経度	124° 08' 54.19380 "	124° 08' 59.99912 "
		Z	2613889.4975	楕円体高H	42.997m	33.670m
	大浜三角点 (A4)	X	-3267690.0040	緯度	24° 20' 46.81805 "	24° 20' 31.77238 "
		Y	4809181.7578	経度	124° 11' 41.61654 "	124° 11' 47.43603 "
		Z	2613305.7705	楕円体高H	61.824m	52.666m
スーナ三角点 (A3)	X	-3266102.2785	緯度	24° 22' 29.25126 "	24° 22' 14.21656 "	
	Y	4808702.9718	経度	124° 11' 04.56577 "	124° 11' 10.38335 "	
	Z	2616182.1507	楕円体高H	74.720m	65.304m	
前原三角点 (A0)	X	-3266654.7962	緯度	24° 19' 58.14642 "	24° 19' 43.09632 "	
	Y	4810606.8883	経度	124° 10' 42.83303 "	124° 10' 48.64684 "	
	Z	2611932.3135	楕円体高H	39.890m	30.798m	

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS

AT THE MARINE GEODETIC CONTROL POINT (ISIGAKI SIMA) IN 1999

海洋測地成果 MGC2000 (epoch.1997.0)						
		世界測地系 (WGS - 84)			日本測地系	
1 9 9 7	石垣島レーザー不動点	X	-3265797.9956	緯度	24° 21' 20.39113 "	24° 21' 05.34972 "
		Y	4809974.1052	経度	124° 10' 30.29717 "	124° 10' 36.11091 "
		Z	2614255.1379	楕円体高H	81.930m	72.644m
	石垣島標石 (H1)	X	-3268750.8770	緯度	24° 22' 09.16101 "	24° 21' 54.12317 "
		Y	4807239.4032	経度	124° 12' 51.48351 "	124° 12' 57.31004 "
		Z	2615629.5780	楕円体高H	100.117m	90.825m
	浄水場補助点 (F1)	X	-3265723.8553	緯度	24° 21' 23.27978 "	24° 21' 08.23874 "
		Y	4809994.2483	経度	124° 10' 27.71958 "	124° 10' 33.53312 "
		Z	2614341.3904	楕円体高H	94.7431m	85.449m
	浄水場三角点 (A1)	X	-3265721.3538	緯度	24° 21' 23.39677 "	24° 21' 08.35574 "
		Y	4809994.2636	経度	124° 10' 27.64585 "	124° 10' 33.45939 "
		Z	2614344.7112	楕円体高H	94.844m	85.550m
	川花三角点 (A1)	X	-3263625.8304	緯度	24° 21' 07.90566 "	24° 20' 52.86390 "
		Y	4811596.7247	経度	124° 08' 54.20539 "	124° 09' 00.01071 "
		Z	2613889.0984	楕円体高H	42.956m	33.629m
	大浜三角点 (A4)	X	-3267690.3859	緯度	24° 20' 46.79980 "	24° 20' 31.75413 "
		Y	4809181.5758	経度	124° 11' 41.63138 "	124° 11' 47.45087 "
		Z	2613305.1833	楕円体高H	61.640m	52.482m
	スーナ三角点 (A3)	X	-3266102.6849	緯度	24° 22' 29.24307 "	24° 22' 14.20838 "
		Y	4808702.5496	経度	124° 11' 04.58612 "	124° 11' 10.40370 "
		Z	2616181.8195	楕円体高H	74.473m	65.058m
不動点脇補助点 (F2)	X	-3265800.2562	緯度	24° 21' 20.41180 "	24° 21' 05.37040 "	
	Y	4809970.0343	経度	124° 10' 30.44465 "	124° 10' 36.25840 "	
	Z	2614254.8865	楕円体高H	79.915m	70.629m	
大川山三角点 (A5)	X	-3264506.5975	緯度	24° 22' 20.70829 "	24° 22' 05.67394 "	
	Y	4810117.9341	経度	124° 09' 49.52173 "	124° 09' 55.33255 "	
	Z	2616017.8686	楕円体高H	256.808m	247.357m	
仮BM	X	-3264659.8154	緯度	24° 20' 13.20754 "	24° 19' 58.15981 "	
	Y	4811717.9741	経度	124° 09' 22.14574 "	124° 09' 27.95279 "	
	Z	2612349.9512	楕円体高H	28.760m	19.576m	

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS

AT THE MARINE GEODETIC CONTROL POINT (ISIGAKI SIMA) IN 1999

海洋測地成果 MGC2000 (epoch.1997.0)						
		世界測地系 (WGS - 84)			日本測地系	
1 9 9 8	石垣島レーザー不動点	X	-3265797.7111	緯度	24° 21' 20.39602 "	24° 21' 05.35462 "
		Y	4809974.1556	経度	124° 10' 30.28781 "	124° 10' 36.10155 "
		Z	2614255.2497	楕円体高H	81.868m	72.583m
	石垣島標石(H1)	X	-3268750.8068	緯度	24° 22' 09.15916 "	24° 21' 54.12131 "
		Y	4807239.4121	経度	124° 12' 51.48127 "	124° 12' 57.30780 "
		Z	2615629.5008	楕円体高H	100.056m	90.764m
	浄水場補助点(F1)	X	-3265723.7808	緯度	24° 21' 23.27812 "	24° 21' 08.23707 "
		Y	4809994.2508	経度	124° 10' 27.71734 "	124° 10' 33.53089 "
		Z	2614341.3162	楕円体高H	94.676m	85.382m
	浄水場三角点(A1)	X	-3265721.2812	緯度	24° 21' 23.39506 "	24° 21' 08.35402 "
		Y	4809994.2689	経度	124° 10' 27.64361 "	124° 10' 33.45715 "
		Z	2614344.6368	楕円体高H	94.780m	85.486m
	川花三角点(A2)	X	-3263625.8137	緯度	24° 21' 07.90388 "	24° 20' 52.86212 "
		Y	4811596.8018	経度	124° 08' 54.20336 "	124° 09' 00.00868 "
		Z	2613889.0628	楕円体高H	42.991m	33.664m
	大浜三角点(A4)	X	-3267690.2873	緯度	24° 20' 46.79928 "	24° 20' 31.75361 "
		Y	4809181.5603	経度	124° 11' 41.62879 "	124° 11' 47.44828 "
		Z	2613305.1347	楕円体高H	61.558m	52.400m
	スーナ三角点(A3)	X	-3266102.6007	緯度	24° 22' 29.24133 "	24° 22' 14.20663 "
		Y	4808702.5449	経度	124° 11' 04.58374 "	124° 11' 10.40132 "
		Z	2616181.7374	楕円体高H	74.392m	64.977m
不動点脇補助点(F2)	X	-3265800.1803	緯度	24° 21' 20.41007 "	24° 21' 05.36866 "	
	Y	4809970.0382	経度	124° 10' 30.44234 "	124° 10' 36.25610 "	
	Z	2614254.8101	楕円体高H	79.847m	70.562m	
大川山三角点(A5)	X	-3264506.5266	緯度	24° 22' 20.70669 "	24° 22' 05.67235 "	
	Y	4810117.9303	経度	124° 09' 49.51972 "	124° 09' 55.33055 "	
	Z	2616017.7952	楕円体高H	256.738m	247.288m	
仮BM	X	-3264659.7454	緯度	24° 20' 13.20591 "	24° 19' 58.15819 "	
	Y	4811717.9716	経度	124° 09' 22.14373 "	124° 09' 27.95079 "	
	Z	2612349.8776	楕円体高H	28.692m	19.508m	
宮良仲田原三角点(A6)	X	-3269564.8686	緯度	24° 23' 08.54044 "	24° 22' 53.50801 "	
	Y	4805718.8452	経度	124° 13' 45.71103 "	124° 13' 51.54305 "	
	Z	2617273.0991	楕円体高H	50.243m	40.857m	
座原三角点(A7)	X	-3271029.2180	緯度	24° 21' 17.62751 "	24° 21' 02.58334 "	
	Y	4806420.2098	経度	124° 14' 14.66778 "	124° 14' 20.50089 "	
	Z	2614162.5769	楕円体高H	45.320m	36.204m	

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS

AT THE MARINE GEODETIC CONTROL POINT (ISIGAKI SIMA) IN 1999

海洋測地成果 MGC2000 (epoch.1997.0)						
		世界測地系 (WGS - 84)			日本測地系	
1 9 9 9	石垣島レ ーザー不 動点	X	-3265798.5759	緯度	24° 21' 20.03251 "	24° 21' 04.99107 "
		Y	4809979.3002	経度	124° 10' 30.21067 "	124° 10' 36.02440 "
		Z	2614245.1194	楕円体高H	82.011m	72.726m
	石垣島 標石 (H1)	X	-3268750.9742	緯度	24° 22' 09.15680 "	24° 21' 54.11896 "
		Y	4807239.4959	経度	124° 12' 51.48451 "	124° 12' 57.31104 "
		Z	2615629.4953	楕円体高H	100.203m	90.910m
	浄水場 補助点 (F1)	X	-3265723.9478	緯度	24° 21' 23.27577 "	24° 21' 08.23472 "
		Y	4809994.3272	経度	124° 10' 27.72072 "	124° 10' 33.53426 "
		Z	2614341.3080	楕円体高H	94.816m	85.522m
	浄水場 三角点 (A1)	X	-3265721.4480	緯度	24° 21' 23.39278 "	24° 21' 08.35175 "
		Y	4809994.3441	経度	124° 10' 27.64701 "	124° 10' 33.46055 "
		Z	2614344.6306	楕円体高H	94.920m	85.626m
	川花 三角点 (A2)	X	-3263625.9825	緯度	24° 21' 07.90167 "	24° 20' 52.85991 "
		Y	4811596.8680	経度	124° 08' 54.20700 "	124° 09' 00.01232 "
		Z	2613889.0560	楕円体高H	43.125m	33.798m
	大浜 三角点 (A4)	X	-3267690.4812	緯度	24° 20' 46.79558 "	24° 20' 31.74991 "
		Y	4809181.6642	経度	124° 11' 41.63241 "	124° 11' 47.45190 "
		Z	2613305.0981	楕円体高H	61.721m	52.562m
	スーナ 三角点 (A3)	X	-3266102.7239	緯度	24° 22' 29.23843 "	24° 22' 14.20374 "
		Y	4808702.5363	経度	124° 11' 04.58753 "	124° 11' 10.40511 "
		Z	2616181.6677	楕円体高H	74.420m	65.005m
不動点脇 補助点 (F2)	X	-3265800.3492	緯度	24° 21' 20.40782 "	24° 21' 05.36641 "	
	Y	4809970.1221	経度	124° 10' 30.44563 "	124° 10' 36.25939 "	
	Z	2614254.8086	楕円体高H	79.996m	70.711m	
大川山 三角点 (A5)	X	-3264506.6852	緯度	24° 22' 20.70347 "	24° 22' 05.66913 "	
	Y	4810118.0080	経度	124° 09' 49.52283 "	124° 09' 55.33366 "	
	Z	2616017.7561	楕円体高H	256.862m	247.411m	
仮B M	X	-3264659.8991	緯度	24° 20' 13.20375 "	24° 19' 58.15603 "	
	Y	4811718.0372	経度	124° 09' 22.14694 "	124° 09' 27.95399 "	
	Z	2612349.8684	楕円体高H	28.817m	19.633m	
宮良仲田 原三角点 (A6)	X	-3269564.9658	緯度	24° 23' 08.53789 "	24° 22' 53.50547 "	
	Y	4805718.8719	経度	124° 13' 45.71335 "	124° 13' 51.54537 "	
	Z	2617273.0479	楕円体高H	50.292m	40.906m	
座原 三角点 (A7)	X	-3271029.3865	緯度	24° 21' 17.62492 "	24° 21' 02.58076 "	
	Y	4806420.2882	経度	124° 14' 14.67116 "	124° 14' 20.50427 "	
	Z	2614162.5619	楕円体高H	45.459m	36.343m	

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS
AT THE MARINE GEODETIC CONTROL POINT (ISIGAKI SIMA) IN 1999

3-2 GPS 測量

石垣島レーザー不動点を基準として、解析ソフト GPSurvey ver.2.2 を使用し、精密暦を用いて網平均計算を行った。解析結果は、石垣島標石からの座標差を算出し、GPS 測量等による変化量を併せて掲載する。

なお、浄水場補助点は、1997 年観測時に標識を設置したため、1988 年観測の高さより +0.027m 上がっているので 1988 年からの移動量は採用しない。

	X (m)	Y (m)	Z (m)
レーザー不動点	2952.3983	2739.8043	-1384.3759
標石	0.0000	0.0000	0.0000
浄水場補助点	3027.0264	2754.8313	-1288.1873
浄水場三角点	3029.5262	2754.8482	-1284.8647
川花三角点	5124.9917	4357.3721	-1740.4393
大浜三角点	1060.4931	1942.1682	-2324.3972
スーナ三角点	2648.2503	1463.0404	552.1724
不動点脇補助点	2950.6250	2730.6261	-1374.6867
大川三角点	4244.2890	2878.5121	388.2608
仮 B M	4091.0751	4478.5413	-3279.6269
宮良仲田原	-813.9916	-1520.6240	1643.5526
座原	-2278.4123	-819.2078	-1466.9334

	1988 からの移動量			1997 からの移動量			1998 からの移動量		
	DX (m)	dY (m)	dZ (m)	dX (m)	dY (m)	dZ (m)	DX (m)	dY (m)	dZ (m)
レーザー不動点									
標石	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
浄水場補助点	---	- - -	- - -	0.0047	-0.0138	0.0003	0.0005	-0.0075	-0.0027
浄水場三角点	0.0817	-0.0302	0.1111	0.0030	-0.0122	0.0021	0.0006	-0.0087	-0.0008
川花三角点	0.0546	0.1270	0.1715	-0.0549	0.0506	0.0403	-0.0014	-0.0177	-0.0013
大浜三角点	0.0764	-0.0394	-0.0593	0.0020	-0.0044	-0.0025	-0.0265	0.0200	-0.0311
スーナ三角点	0.1082	-0.3813	0.1301	0.0582	-0.1060	-0.0691	0.0442	-0.0925	-0.0642
不動点脇補助点				0.0042	-0.0050	0.0048	-0.0015	0.0000	0.0040
大川三角点				0.0095	-0.0188	-0.0298	0.0088	-0.0062	-0.0337
仮 B M				0.0135	-0.0296	-0.0001	0.0136	-0.0183	-0.0037
宮良仲田原							0.0702	-0.0572	-0.0457
座原							-0.0011	-0.0055	-0.0096

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS
AT THE MARINE GEODETIC CONTROL POINT (ISIGAKI SIMA) IN 1999

3-3 日本測地系の歪みの算出

海洋測地成果(MGC2000)の日本測地系と、国土地理院三角点成果との比較を行い、補正量を算出した。

国土地理院三角点成果				補正量			
点名	緯度	経度	標高	年			H g
前原三角点(A0)	24° 19' 38.372"	124° 10' 41.416"	13.38m	1988	4.724	7.231	17.42
浄水場三角点(A1)	24° 21' 03.645"	124° 10' 26.213"	68.19m	1988	4.724	7.232	17.46
				1997	4.711	7.246	17.36
				1998	4.709	7.244	17.30
				1999	4.707	7.248	17.44
川花三角点(A2)	24° 20' 48.152"	124° 08' 52.768"	16.30m	1988	4.726	7.231	17.37
				1997	4.712	7.243	17.33
				1998	4.710	7.241	17.36
				1999	4.708	7.244	17.50
スーナ三角点(A3)	24° 22' 09.493"	124° 11' 03.150"	47.76m	1988	4.724	7.233	17.54
				1997	4.715	7.254	17.30
				1998	4.714	7.251	17.22
				1999	4.711	7.255	17.24
大浜三角点(A4)	24° 20' 27.049"	124° 11' 40.204"	35.16m	1988	4.723	7.232	17.51
				1997	4.705	7.247	17.32
				1998	4.705	7.244	17.24
				1999	4.701	7.248	17.40
大川山三角点(A5)	24° 22' 00.961"	124° 09' 48.086"	230.09m	1997	4.713	7.247	17.27
				1998	4.711	7.245	17.20
				1999	4.708	7.248	17.32
宮良仲田原三角点(A6)	24° 22' 48.806"	124° 13' 44.283"	23.49m	1998	4.702	7.260	17.37
				1999	4.699	7.262	17.42
座原三角点(A7)	24° 20' 57.888"	124° 14' 13.250"	19.05m	1998	4.695	7.251	17.15
				1999	4.693	7.254	17.29
				1988平均	4.724	7.232	17.46
				1997平均	4.711	7.247	17.32
				1998平均	4.707	7.248	17.26
				1999平均	4.704	7.251	17.37

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS
AT THE MARINE GEODETIC CONTROL POINT (ISIGAKI SIMA) IN 1999

3-4 レーザー測距観測による石垣島の相対運動

レーザー測距観測による下里レーザー不動点を基点として、石垣島標石及び浄水場三角点の基線ベクトル、基線長の変化量及び速度ベクトルをそれぞれ求めた。

なお、石垣島の観測結果としては、石垣島標石とレーザー不動点の距離が約 4 km と遠いため、浄水場三角点の変化量を石垣島の速度として算出する。

		d X (m)	d Y (m)	d Z (m)	d Base(m)	V h(mm/y)	A z (°)
浄水場 三角点	1999-1988	-0.4719	-0.0845	-0.5020	0.0601	62	141
	1999-1997	-0.0942	0.0805	-0.0806	0.0712	61	165
	1999-1998	-0.1668	0.0752	-0.0063	-0.0024	119	126
	1998-1988	-0.3051	-0.1597	-0.4958	0.0625	57	144
	1998-1997	0.0726	0.0053	-0.0744	0.0737	76	230
	1997-1988	-0.3777	-0.1650	-0.4214	-0.0111	64	136
石垣島 標石	1999-1988	-0.5536	-0.0542	-0.6131	0.1181	74	144
	1999-1997	-0.0972	0.0927	-0.0827	0.0804	64	168
	1999-1998	-0.1674	0.0839	-0.0055	0.0034	117	128
	1998-1988	-0.3862	-0.1381	-0.6076	0.1147	71	146
	1998-1997	0.0702	0.0089	-0.0772	0.0770	79	228
	1997-1988	-0.4564	-0.1469	-0.5304	0.0377	78	139

3-5 海面絶対高

石垣島レーザー不動点におけるレーザー測距観測成果、レーザー不動点と石垣験潮所近傍仮のGPS観測成果、同仮BMと同験潮所間の水準測量成果及び験潮記録から平均海水面の世界測地系楕円体高を求める。

(1) 石垣島仮BMの海洋測地成果(MGC2000,世界測地系)は、3-1より次のとおり。

	Year	緯度	経度	楕円体高H
仮BM	1997	24° 20' 13.20754"	124° 09' 22.14574"	28.760m
	1998	24° 20' 13.20591"	124° 09' 22.14373"	28.692m
	1999	24° 20' 13.20375"	124° 09' 22.14694"	28.817m

(2) 平均海面の世界測地系準拠楕円体高

仮BMに対する石垣験潮所間の直接水準測量成果と基準測定成果

	直接水準測量			基準測定	
	仮BM	球分体	錘測基点	測定値	既定値
1997	0.000m	0.996m	-----	-----	6.462m
1998	0.000m	0.997m	2.455m	6.455m	6.462m
1999	0.000m	0.995m	2.454m	6.455m	6.462m

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS
AT THE MARINE GEODETIC CONTROL POINT (ISIGAKI SIMA) IN 1999

第十一管区海上保安本部調製による潮汐月平均値（石垣）及び石垣常設験潮所基準測定成果表（平成3年10月調製）より。

年	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1ヶ年平均 (m)	1.761	1.798	1.811	1.846	1.859	1.824	1.846
5ヶ年平均 (m)	1.791	1.790	1.799	1.802	1.815	1.828	1.837

球分体 5.004m (0 of g 上)

以上から、楕円体高は次のように求める。

H_k : 球分体 = (仮BMの楕円体高) + (仮BM ~ 球分体)

H_m : 平均水面 = H_k - 球分体 (0 of g 上) + 5ヶ年平均 (0 of g 上)

	H_k : 球分体 (m)	H_m : 平均水面 (m)
1997	29.756	26.567
1998	29.689	26.513
1999	29.812	26.645

**SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS
AT THE MARINE GEODETIC CONTROL POINT (ISIGAKI SIMA) IN 1999**

Table 1. Summary of Results in Ishigaki Sima: Marine Geodetic Results

	Coordination		Comments
海洋測地成果	レーザー不動点	$X_T = -3265798.6257\text{m}$ $Y_T = 4809979.2423\text{m}$ $Z_T = 2614245.0936\text{m}$	WGS
	標石	$H = 24^\circ 22' 09.1568''$ $H = 124^\circ 12' 51.4845''$ 楕円体高 = 100.203m	
		$H = 24^\circ 21' 54.1190''$ $H = 124^\circ 12' 57.3110''$ 楕円体高 = 90.910m	TD
	三角点成果への補正量(平均値)	$= +4.704''$ $= +7.251''$ ジオイド高 = 17.37m	
平均海面等の楕円体高	平均海面高	$H_m = 26.645\text{m}$	
	験潮所球分体高	$H_k = 29.812\text{m}$	