

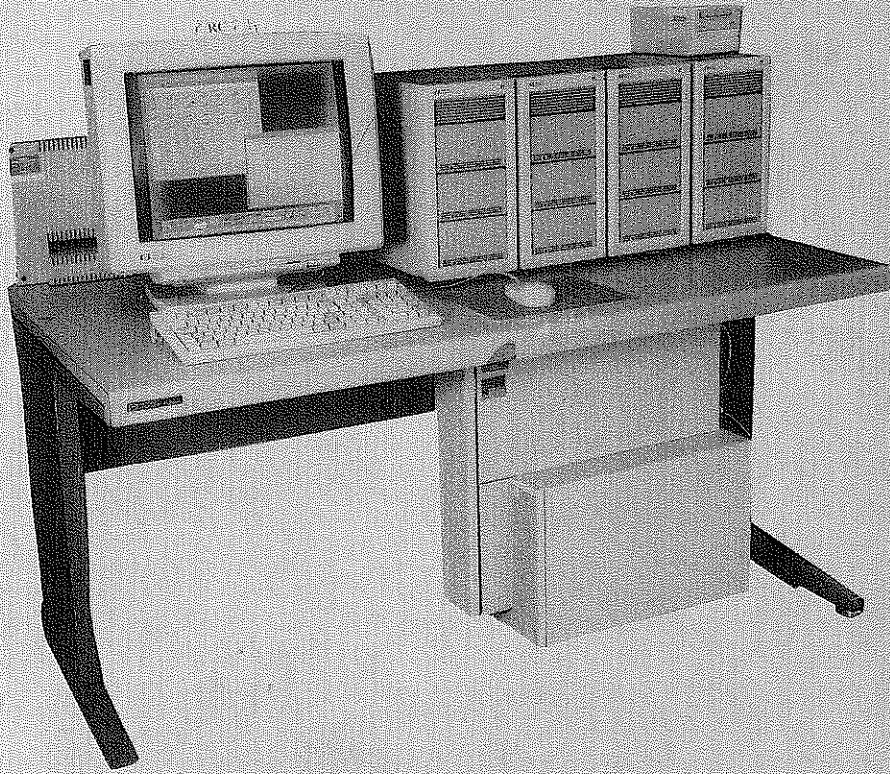
ISSN 0914-5753

# 水路部観測報告

## 衛星測地編

第 7 号

平成 6 年 3 月



海上保安庁

# DATA REPORT OF HYDROGRAPHIC OBSERVATIONS

## SERIES OF SATELLITE GEODESY

No. 7, March 1994

### CONTENTS

Satellite laser ranging observations in 1992 .....	1
Photographic direction observations of Ajisai in 1992 .....	30
Positioning of the first order control points (Tokati and Iwo Sima) in the marine geodetic control network .....	35
Satellite Doppler positioning of off-lying islands in 1992 .....	49
GPS observations around Sagami Bay in 1992 .....	61
Re-survey of geodetic position of Hydrographic Department by using GPS .....	79
Re-survey of geodetic positions of GPS observation points around Sagami Bay by using GPS .....	83
Survey of geodetic position of Nii Sima by using GPS .....	89
Calibration of the clock system of the fixed-type satellite laser ranging station at the Simosato Hydrographic Observatory (1989-1992) .....	95
Determination of the position of the mainland control point in the marine geodetic control network .....	102
New satellite data analysis computer system .....	107

MARITIME SAFETY AGENCY  
TŌKYŌ, JAPAN



**Compiled by the Hydrographic Department of Japan (JHD).**

**Inquiries as to this publication should be addressed to:**

**Hydrographic Department  
Tsukiji-5, Chuo-ku, Tōkyō,  
104 Japan.**

**DATA REPORT**  
**OF**  
**HYDROGRAPHIC OBSERVATIONS**  
**SERIES OF SATELLITE GEODESY**  
**No.7, March 1994**

---

**SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1992**

**Summary** - Satellite laser ranging observations have been continued by a fixed type satellite laser ranging station at the Simosato Hydrographic Observatory (JHDLRS-1) and by a transportable one (HTLRS) at off-lying islands. The total numbers of returns obtained by the JHDLRS-1 in 1992 are 71,189 from 100 passes of Lageos-I, 13,548 from 15 passes of Lageos-II, 35,572 from 84 passes of Starlette, 204,125 from 234 passes of Ajisai, 28,563 from 64 passes of ERS-1 (European Remote Sensing Satellite-1), and 47,464 from 54 passes of TOPEX/POSEIDON, respectively. Those obtained by the HTLRS at Iwo Sima in 1992 are 1,632 from 14 passes of Lageos-I, 565 from 6 passes of Starlette and 14,093 from 37 passes of Ajisai, respectively, and at Wakkanai in 1992 are 16,225 from 32 passes of Ajisai, and 3,557 from 3 passes of TOPEX/POSEIDON, respectively. The range precisions of the JHDLRS-1 are 6.7cm for Lageos-I, 7.4cm for Lageos-II, 6.2cm for Starlette, 6.3cm for Ajisai, 6.3cm for ERS-1 and 6.7cm for TOPEX/POSEIDON, respectively. Those of the HTLRS at Iwo Sima are 4.1cm for Lageos-I, 3.1cm for Starlette and 5.0cm for Ajisai, respectively, and those at Wakkanai are 5.0cm for Ajisai and 3.8cm for TOPEX/POSEIDON, respectively.

**Key words:** satellite laser ranging - global geodesy - Lageos-I - Lageos-II - Starlette - Ajisai - ERS-1 - TOPEX/POSEIDON - JHDLRS-1 - HTLRS

This is a report of the satellite laser ranging (SLR) observations obtained by a fixed type satellite laser ranging station at the Simosato Hydrographic Observatory called JHDLRS-1 (Sasaki et al,1983) and a transportable one called HTLRS (Sasaki, 1988) at off-lying islands. This report contains the lists of data obtained by these two stations in 1992. Previous data obtained by the JHDLRS-1 appear in the Series of Astronomy and Geodesy, Data Report of Hydrographic Observations for the period from 1982 to 1985, and in the Series of Satellite Geodesy from 1986 to 1991. Routine observation by the HTLRS started in December 1987, and previous data obtained by the HTLRS at off-lying islands appear in the Data Report of Hydrographic Observation, Series of Satellite Geodesy, No. 3, 4, 5 and 6.

### **1. Observation**

The routine ranging observation for Lageos, Starlette, and Beacon (BE)-C started in April 1982 by using a fixed type SLR station at the Simosato Hydrographic Observatory (the JHDLRS-1) under the mutual cooperation between the Hydrographic Department (JHD) and the National Aeronautics and Space Administration (NASA) of the United States of America. According to the launch of Japanese first Geodetic Satellite "Ajisai" in August 1986, observation of BE-C was terminated in July 1986. Lageos, Starlette and Ajisai were observed by the JHDLRS-1 routinely from August 1986 to June 1991. In 1991 and 1992 the

JHDLRS-1 started SLR tracking of a few satellite "ERS-1" launched in July 1991, TOPEX/POSEIDON launched in August 1992, and Lageos-II launched in October 1992. These laser-ranging satellites have been observed immediately after their launches.

The range observation for Lageos-I, Lageos-II, Starlette, Ajisai, ERS-1 and TOPEX/POSEIDON by the HTLRS started in December 1987. The range observation by the HTLRS at off-lying islands have been carried out as follows.

Jan. - Mar. 1988	: Titi Sima
Jul. - Sep. 1988	: Isigaki Sima
Jan. - Mar. 1989	: Minamitori Sima
Jul. - Sep. 1989	: Okinawa Sima
Oct. - Nov. 1989	: Tusima
Sep. - Oct. 1990	: Oki Shoto
Dec. 1990 - Feb. 1991	: Minami-Daito Sima
Aug. - Nov. 1991	: Tokati
Jan - Mar. 1992	: Iwo Sima
Aug. - Oct. 1992	: Wakkanai

The major specifications of the JHDLRS-1 and the HTLRS are listed in Table 1 and Table 2 (Sasaki et al., 1983, Sasaki, 1988). The locations of the system and fiducial stone markers set up near the system are shown in Table 3a and Table 3b (Takemura, 1983).

The observation schedule of the JHDLRS-1 was made by selecting those passes whose maximum elevation was over 30 degrees for Starlette, Ajisai, ERS-1, and TOPEX/POSEIDON, nighttime passes of Lageos-I, and Lageos-II, over 35 degrees for daytime passes of Lageos-I, Lageos-II. The observation schedule of the HTLRS was made by selecting those passes whose maximum elevation was over 20 degrees at night. When the HTLRS was operational, the same criterion was applied to the JHDLRS-1. Routine observation was not carried out on Saturday and Sunday. The priority of the selection for simultaneous transits was in the order of Ajisai, Lageos, Starlette and ERS-1.

The SAO-formatted orbital elements of the satellites for the use of scheduling and tracking were sent from the Goddard Space Flight Center(GSFC) of NASA through INTERNET. The orbital elements of Ajisai were also calculated in the Headquarters of the JHD by using quick-look data sent from Simosato and from GSFC via INTERNET. For the satellite tracking, an analytical tracking program using the elements were used. The tracking was carried out when the elevation of satellites was above 20 degrees. The temperature, atmospheric pressure and relative humidity were measured once in a pass. Before and after ranging satellites, the ranging calibrations were made by using ground targets.

The total numbers of returns and passes obtained by the JHDLRS-1 at Simosato and by the HTLRS at Iwo Sima and Wakkanai in 1992 are listed in Table 4, 5 and 6.

In order to improve ranging precision, the JHDLRS-1 have been upgraded several times. A Micro-Channel-Plate photomultiplier was introduced in the JHDLRS-1 in Jan 1985. A GPS clock was introduced in the JHDLRS-1 in December 1988, and it has been available since April 1989. A GPS clock was also used in the HTLRS in order to check the Loran C clock. A laser subsystem of the JHDLRS-1 was upgraded to a Quantel YAG 460-5 at the beginning of July 1990.

## 2. Polynomial fitting and preliminary analysis of range data

False range data were removed by a visual rejection system. The system works on CRT screens by applying a filter of polynomial fitting to difference between measured range and predicted range or to

measured range itself by use of the on-site computer. Preliminary values of standard deviation for each pass were estimated in this process.

A part of obtained data, named quick-look (QL) data, were sent to the GSFC from Simosato within one day through INTERNET. QL data of ERS-1 were also sent to the Deutsches Geodatisches Forschungsinstitut (DGFI) within 8 hours though INTERNET. All the range data, after application of the correction of the internal time delay of the SLR systems obtained by the ground target ranging, named full-rate (FR) data, were recorded on a magnetic tape in MERIT II Format (CSTG, 1987) together with the satellite ID, the station ID, the transmitted time corrected into UTC (USNO MC), the meteorological data, the preliminary measurement standard deviation and some preprocessing indications. The FR data on magnetic tapes for the above six satellites were sent to the GSFC and the Centre d'Etudes et de Recherches Geodynamic et Astronomiques(CERGA) of France. The FR data of ERS-1 were also sent to the DGFI.

The weighted mean range precisions estimated by using the polynomial fitting for all the data obtained by the JHDLRS-1 in 1992 are 6.7cm for Lageos-I, 7.4cm for Lageos-II, 6.2cm for Starlette, 6.3cm for Ajisai, 6.3cm for ERS-1 and 6.7cm for TOPEX/POSEIDON, respectively, as shown in Table 4. The same for the HTLRS at Iwo Sima are 4.1cm for Lageos-I, 3.1cm for Starlette and 5.0cm for Ajisai, respectively, and those at Wakkanai are 5.0cm for Ajisai and 3.8cm for TOPEX/POSEIDON, respectively.

The QL data sent to the GSFC were used to update orbital elements. These data were transferred from the GSFC to the Center for Space Research(CSR) of the University of Texas and were used for the estimation of the polar motion and the variation of the angular velocity of the earth rotation by processing with the SLR data from other sites in the world. All the FR data were also analyzed in the CSR and other SLR analysis centers, and more precise values for the earth rotation parameters have been estimated. The FR data sent to the GSFC were used to detect crustal movements and global plate motions.

The JHD has been processing FR data obtained at Simosato and other SLR sites by using an orbital processor (Sasaki, 1984a). A result of the geodetic coordinates for the cross point of azimuth and elevation axes of the JHDLRS-1 is  $33^{\circ} 34' 39.70''\text{N}$ ,  $135^{\circ} 56' 13.34''\text{E}$ , 101.6 m for latitude, longitude and height above the reference ellipsoid of 6378137m semi-major axis and 1/298.257 flattening, respectively (Sasaki, 1990).

The observations of satellite laser ranging were made by K. Matsumoto, A. Suzuki, M. Suzuki, K. Tomii, K. Suzuki, K. Sawada, S. Yosida, Y. Narita and K. Maeji of the Simosato Hydrographic Observatory and T. Utiyama, E. Nisimura, A. Sengoku, K. Fuchida, I. Sato, K. Kawai, S. Murakami, Y. Takanashi, H. Noda and N. Ikeda of the JHD Headquarters.

Calculations and compilation for this report have been made by A. Sengoku, Y. Narita of the JHD Headquarters and K. Matsumoto of the Simosato Hydrographic Observatory.

#### References

- Abshire, J. B. , 1980: *NASA Report*, "Plan for Investigating Atmospheric Errors in Satellite Laser Ranging Systems".
- CSTG, 1987: *Satellite Laser Ranging Newsletter SLR subcommission of the CSTG* (International Coordination of Space Techniques for Geodesy and Geodynamics), 2, No. 1, p. 5.
- Marini, J. W. , C. W. Murray, Jr. , 1973: *NASA report*, X-591-73-351, GSFC, Maryland.
- Sasaki, M. , Y. Ganeko, Y. Harada, 1983: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Astronomy and Geodesy*, 17, p. 49.



- Sasaki, M. , 1984a: *Report of Hydrogr. Res.*, **19**, p. 107.  
Sasaki, M. , 1984b: *Jour. Geod. Soc. Japan*, **30**, p. 29.  
Sasaki, M. , 1988: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, **1**, p. 59.  
Sasaki, M. , 1990: Study of the Earth's Dynamics by Means of Satellite Laser Ranging Techniques, *Report of Hydrogr. Res.*, **26**, p. 99.  
Kanazawa, T. , A. Sengoku, M. Nagaoka, E. Nishimura, 1987: *ibid.*, **21**, p. 63 (for 1985).  
Takemura, T. 1983 : *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Astronomy and Geodesy*, **17**, p. 44.  
USNO, 1992, 1993 : Daily Time Differences and Relative Phase Values, *Series 4*, **1301-1353**.

The reports of the SLR observations for the preceding years were presented in the following numbers of the Data Report of Hydrographic Observations.

- Sasaki, M. , M. Nagaoka, 1984: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Astronomy and Geodesy*, **18**, p. 55 (for 1982).  
Sasaki, M. , A. Sengoku, E. Nisimura, M. Nagaoka, 1985: *ibid.*, **19**, p. 50 (for 1983).  
Sasaki, M. , A. Sengoku, M. Nagaoka, E. Nisimura, 1986: *ibid.*, **20**, p. 44 (for 1984).  
Kanazawa, T. , A. Sengoku, M. Nagaoka, E. Nisimura, 1988: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, **1**, p. 19 (for 1986).  
Kanazawa, T. , A. Sengoku, M. Nagaoka, H. Nakagawa, 1989: *ibid.*, **2**, p. 1 (for 1987).  
Sengoku, A. , M. Nagaoka, K. Fuchida, S. Masai, T. Fujii, H. Nakagawa, 1990: *ibid.*, **3**, p. 1 (for 1988).  
Sengoku, A. , S. Kurokawa, H. Nakagawa, 1991: *ibid.*, **4**, p. 1 (for 1989).  
Sengoku, A. , S. Kurokawa, N. Ikeda and K. Matsumoto , 1992: *ibid.*, **5**, p. 1 (for 1990).  
Sengoku, A. , S. Murakami, N. Ikeda and K. Matsumoto , 1993: *ibid.*, **6**, p. 1 (for 1991).

**Table 1. Principal Specifications of Satellite Laser Ranging Station of the Simosato Hydrographic Observatory (JHDLRS-1)**

Subsystem	Specification
Mount configuration	elevation over azimuth/Coude path
Angular resolution	20bits (1.2 arcsec)
Transmitter diameter	17 cm
Receiver diameter	60 cm
Laser wave length	532 nm
Output energy	125 mJ
Laser pulse width	100 ps
Repetition rate	4 pps
Receiver detector	Micro-Channel-Plate PMT (9% Q.E. and 300 ps rise time)
Flight time counter	20 ps resolution
Frequency standard	Rubidium oscillator
Time comparison	GPS(TRIMBLE, 5000A), multi-Loran C wave
Computer	PDP 11/60 (64 kw) with two disks and a MT drive

**Table 2. Principal Specifications of the Hydrographic Department Transportable Satellite Laser Ranging Station (HTLRS)**

Subsystem	Specification
Mount configuration	elevation over azimuth/Coude path
Angular resolution	20bits (1.2 arcsec)
Transmitter diameter	10 cm
Receiver diameter	35 cm
Laser wave length	532 nm
Output energy	50 mJ
Laser pulse width	50 - 100 ps
Repetition rate	5 pps
Receiver detector	Micro-Channel-Plate PMT with 300 ps rise time
Flight time counter	20 ps resolution
Frequency standard	Rubidium oscillator (rate : $2 \times 10^{-11}$ )
Time comparison	GPS, multi - Loran C wave
Computer	two 16 - bits personal computers with hard disks 3.5 inch floppy disk drivers, printer, CRTs and a modem



Table 3a. Geodetic coordinates of JHD LRS-1

Location	Site ID	Coordinates (Tokyo Datum)		
		°	'	"
Cross point of Az. and El. axes of JHD LRS-1	International	33	34	27.496N
	7838	135	56	23.537E
	Domestic SHO-L			62.44 m
The fiducial stone marker at the Simosato Hydrographic Observatory	Domestic	33	34	28.078N
	SHO-H0	135	56	23.236E
				58.36 m

Table 3b. Geodetic coordinates of HTLRS

Location	Site ID	Coordinates (Tokyo Datum)		
		°	'	"
Cross point of Az. and El. axes of HTLRS at Iwo Sima	International	24	46	29.091N
	7305	141	18	27.571E
				88.20 m
Cross point of Az. and El. axes of HTLRS at Wakkanai	International	45	23	1.301N
	7320	141	44	2.050E
				65.78 m

Table 4. Data acquisition at the Simosato Hydrographic Observatory in 1992

Satellite	No. of ranges	No. of passes	RMS
Lageos-I	71,189	100	6.7 cm
Lageos-II	13,548	15	7.4
Starlette	35,572	84	6.2
Ajisai	204,125	234	6.3
ERS-1	28,563	64	6.3
TOPEX/POSEIDON	47,464	54	6.7

Observers : K. Matsumoto, A. Suzuki, M. Suzuki, K. Tomii, K. Suzuki, K. Sawada, S. Yosida,  
Y. Narita, K. Maeji, M. Sawa\*, M. Usijima\* and H. Noda\*

\* JHD headquarters

Table 5. Data acquisition at Iwo Sima in 1992

Satellite	No. of ranges	No. of passes	RMS
Lageos-I	1,632	14	4.1 cm
Starlette	565	06	3.1
Ajisai	14,093	37	5.0

Observers : T. Uchiyama, A. Sengoku, K. Fuchida, I. Sato, K. Kawai, S. Murakami,  
M. Suzuki\* and S. Yoshida\*

\* The Simosato Hydrographic Observatory

Table 6. Data acquisition at Wakkanai in 1992

Satellite	No. of ranges	No. of passes	RMS
Ajisai	16,225	32	5.0 cm
TOPEX/POSEIDON	3,557	3	3.8

Observers : T. Uchiyama, M. Sawa, K. Kawai, S. Murakami, Y. Takanashi, H. Noda,  
M. Suzuki\* and Y. Narita\*

\* The Simosato Hydrographic Observatory

Table 7. Observations and data fitting by JHDLRS-1

## Explanation

## Column

- 1 Serial number of passes ranged successfully for each satellite.
- 2 Serial number of passes ranged successfully from the beginning of SLR observation by the JHDLRS-1.
- 3 Observation time (UTC) of the first return and the last return observed in the satellite pass.
- 4 Azimuth when the tracking of the satellite started at 20 degrees of elevation.
- 5 Elevations at the maximum, at the first return obtained and at the last return obtained in the satellite path. U means through the maximum elevation.
- 6 Number of successful returns from the satellite in the pass.
- 7 Order of the polynomials applied and the root mean square deviation of the curve fitting to the difference between measured range and predicted range. Before the fitting application, an atmospheric correction (Marini and Murray, 1973) is added.

The range correction added to the measured range is

$$dR = - \frac{g(\lambda)}{f(\phi, H)} \cdot \frac{A + B}{\sin E + \frac{B/(A+B)}{\sin E + 0.01}},$$

where

$$g(\lambda) = 0.9650 + \frac{0.0164}{\lambda^2} + \frac{0.000228}{\lambda^4},$$

$$f(\phi, H) = 1 - 0.0026 \cos 2\phi - 0.00031H,$$

$$A = 0.002357 P + 0.000141 e,$$

$$e = 6.11 \cdot \frac{Rh}{100} 10^{7.5(T-273.15)/(237.3+(T-273.15))},$$

$$B = (1.084 \times 10^{-8}) PTK + (4.734 \times 10^{-8}) \frac{P^2}{T} \cdot \frac{2}{(3 - 1/K)},$$

$$K = 1.163 - 0.00968 \cos 2\phi - 0.00104 T + 0.00001435 P.$$

Here

- dR : Range correction (meter),  
 E : True elevation of satellite,  
 P : Atmospheric pressure at the site (hecto pascal),

- T : Atmospheric temperature at the site (degree kelvin),
- Rh : Relative humidity at the site (%),
- $\lambda$  : Wavelength of the laser (micron),
- $\phi$  : Latitude of the site,
- H : Altitude of the site (kilometer),

This term is not corrected for the measured range in the final MT file, that is FR data.

- 8 Atmospheric temperature (degree centigrade).
- 9 Atmospheric pressure (hecto pascal).
- 10 Relative humidity (%).
- 11 Calibrated internal delay time of the SLR system obtained by the ground target ranging. The light velocity change in the air (Abshire, 1980) is used for the atmospheric correction. This term is corrected for the range data in the final MT file, FR data.

The group velocity of light in the air is given by

$$V = c / ( 1 + 10^{-6} N ),$$

where

$$N = 80.343 (0.9650 + \frac{0.0164}{\lambda^2} + \frac{0.00028}{\lambda^4}) \frac{P}{T} - 11.3 \frac{e}{T},$$

$$e = 6.11 \cdot \frac{Rh}{100} \cdot 10^{7.5(T - 273.15) / (237.3 + (T - 273.15))}$$

Here

- c : The speed of light in vacua,
- P : Atmospheric pressure (hecto pascal),
- T : Atmospheric temperature (degree kelvin),
- Rh : Relative humidity (%),
- $\lambda$  : Wavelength of the light (micron).

- 12 Time correction: Transmitting time of GPS minus time of the clock used in the SLR system. This term is corrected for the transmitted time in the final MT file.
- 13 Time correction: UTC (USNO MC) minus transmitting time of GPS (USNO, 1992, 1993). This term is corrected for the transmitted time in the final MT file.



Table 7. Observations and data fitting by JHDLRS-1

Satellite : Ajisai

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)				(4) Azst	(5)Elev			(6) RTN	(7) N RMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG							
		date		caught			lost		MX									CT	LT	cm	°C	hPa	%	ns
		Y	M	D	h	m	s	h	m	s														
1	4397	92	01	07	08	44	07	08	49	37	-70R	34	22	U	34	579	23	6.0	12.9	1012.1	74	6.4	-0.5	0.0
2	4400	92	01	07	14	55	10	15	04	42	-65L	49	33	U	22	385	18	7.5	11.2	1013.4	64	6.4	-0.9	0.0
3	4402	92	01	10	04	00	23	04	08	57	170L	31	23	U	20	835	27	6.9	13.8	1010.4	46	6.5	-0.1	0.0
4	4403	92	01	10	06	01	11	06	12	24	-125R	74	36	U	20	1605	31	8.8	11.8	1011.9	49	6.4	-0.2	0.0
5	4404	92	01	10	08	03	39	08	13	46	-65R	33	20	U	20	1163	31	5.7	8.1	1014.3	54	6.4	-0.3	0.0
6	4407	92	01	10	12	12	56	12	23	15	-40R	58	36	U	20	1299	31	5.0	4.2	1016.7	69	6.4	-0.7	0.0
7	4409	92	01	13	03	24	60	03	28	21	175L	34	33	U	22	276	15	6.3	16.0	1006.0	52	6.4	0.1	0.0
8	4410	92	01	13	05	18	25	05	31	55	-120R	71	21	U	20	1423	31	5.4	15.9	1004.7	52	6.5	-0.1	0.0
9	4411	92	01	13	07	23	45	07	32	57	-70R	32	21	U	21	913	31	5.2	13.8	1004.7	55	6.2	-0.3	0.0
10	4413	92	01	14	04	28	51	04	37	51	225L	83	60	U	20	914	31	6.9	11.9	1004.5	50	6.5	-2.0	0.1
11	4416	92	01	14	12	37	31	12	50	43	-55L	63	20	U	20	1976	31	6.4	3.5	1011.5	66	6.5	-0.5	0.0
12	4418	92	01	16	06	43	18	06	52	50	-65R	31	20	U	20	1183	31	5.4	11.3	1010.2	62	6.5	-0.1	0.0
13	4420	92	01	16	08	47	46	08	57	31	-35R	31	20	U	19	958	31	4.7	7.7	1007.7	81	6.5	-0.3	0.0
14	4421	92	01	16	10	49	26	10	54	59	-40R	66	21	U	62	315	15	7.3	5.4	1009.3	87	6.5	-0.4	0.0
15	4423	92	01	18	02	55	26	03	03	08	210L	62	59	U	20	776	29	5.8	7.4	1006.3	60	6.5	-1.7	0.0
16	4424	92	01	18	04	53	13	05	04	51	-95R	46	24	U	20	614	24	8.0	7.6	1005.3	53	6.4	-1.9	0.0
17	4425	92	01	18	09	01	21	09	12	37	-40R	38	20	U	20	1303	31	6.1	4.4	1008.0	56	6.3	-0.3	0.0
18	4429	92	01	20	03	03	45	03	16	58	-130R	85	24	U	20	1152	31	6.2	10.2	1020.8	57	6.5	-0.1	0.0
19	4430	92	01	20	05	08	03	05	18	12	-75R	35	22	U	20	925	31	6.3	9.9	1019.5	60	6.5	-0.3	0.0
20	4432	92	01	20	09	14	42	09	27	31	-40R	52	20	U	20	1788	31	6.8	4.8	1019.7	77	6.4	-0.6	0.0
21	4434	92	01	20	11	16	44	11	29	26	-60L	53	20	U	20	1864	31	5.2	4.0	1020.2	73	6.4	-0.7	0.0
22	4438	92	01	22	09	28	25	09	41	57	-45R	75	21	U	20	1622	31	5.6	8.2	1005.6	57	6.4	-0.6	0.0
23	4441	92	01	22	11	32	24	11	37	59	-80L	31	23	U	29	318	17	9.5	7.7	1005.8	68	6.4	-0.8	0.0
24	4443	92	01	23	02	22	39	02	36	21	-125R	78	20	U	21	1064	31	6.3	9.6	1004.9	55	6.4	-2.3	0.0
25	4445	92	01	23	08	34	31	08	47	00	-40R	55	21	U	21	1430	31	6.4	6.7	1004.7	66	6.4	-0.5	0.0
26	4447	92	01	23	10	36	23	10	48	45	-65L	49	20	U	20	1723	31	5.8	6.3	1005.6	65	6.5	-0.7	0.0
27	4454	92	02	10	19	27	32	19	36	05	175L	31	23	U	20	539	23	6.4	0.6	1009.5	87	6.4	-1.4	0.0
28	4455	92	02	12	19	39	13	19	50	09	200L	53	25	U	24	415	21	7.3	4.4	1004.0	83	6.6	-1.5	0.0
29	4456	92	02	12	21	45	07	21	52	56	-105R	51	48	U	20	97	10	9.3	4.1	1004.9	80	6.5	-1.6	0.0
30	4458	92	02	13	03	51	01	04	04	34	-50R	84	21	U	21	1057	31	6.0	13.5	1003.4	66	6.5	-2.1	0.0
31	4461	92	02	13	18	45	51	18	55	44	180L	34	20	U	21	611	25	7.4	6.6	1003.6	79	6.6	-3.4	0.0
32	4462	92	02	14	00	55	40	01	04	44	-40R	30	21	U	20	293	17	6.4	9.3	1008.2	61	6.5	-3.8	0.0
33	4468	92	02	14	17	56	07	17	58	30	150L	21	20	U	20	81	9	7.9	0.8	1009.6	86	6.5	-1.2	0.0
34	4469	92	02	14	19	51	50	20	03	52	225L	84	23	U	26	978	31	5.4	1.2	1009.9	85	6.4	-1.5	0.0
35	4471	92	02	17	00	15	03	00	24	37	-35R	31	21	U	20	759	27	6.1	7.5	1010.7	56	6.4	-4.4	0.0
36	4472	92	02	17	02	18	28	02	29	12	-45R	66	33	U	24	287	18	8.7	9.0	1011.2	72	6.5	-0.1	0.0
37	4473	92	02	18	01	25	35	01	33	28	-40R	49	37	U	28	365	19	8.3	12.5	1008.0	70	6.5	0.0	0.0
38	4474	92	02	20	18	30	16	18	44	08	-130R	85	20	U	20	1603	31	6.5	3.6	1006.0	76	6.3	-1.1	0.0
39	4477	92	02	21	00	41	55	00	54	47	-40R	52	20	U	20	1274	31	6.7	6.4	1008.0	73	6.6	-1.6	0.0
40	4478	92	02	21	02	43	54	02	48	44	-60L	53	20	U	49	325	17	5.5	7.9	1007.1	72	6.5	-0.1	0.0
41	4481	92	02	21	17	36	28	17	49	51	210L	68	20	U	20	1809	31	5.5	2.1	1010.4	77	6.4	-1.5	0.0
42	4483	92	02	21	19	39	24	19	51	28	-90R	44	20	U	20	1183	31	6.6	2.3	1011.2	77	6.4	-1.6	0.0
43	4484	92	02	24	00	03	35	00	12	16	-40R	55	32	U	32	454	22	9.2	9.9	996.2	64	6.3	-7.1	0.0
44	4487	92	02	24	16	55	53	17	09	23	215L	73	20	U	20	1488	31	5.1	4.5	1002.7	72	6.2	-1.6	0.0
45	4489	92	02	24	18	59	08	19	10	47	-90R	42	20	U	21	895	31	7.0	4.0	1002.9	76	6.2	-1.8	0.0
46	4494	92	02	25	16	03	10	16	14	58	195L	49	23	U	20	1318	31	7.1	2.4	1012.1	95	6.4	-1.2	0.0
47	4495	92	02	25	18	04	04	18	17	02	-105R	54	20	U	20	1531	31	8.9	1.5	1012.1	73	6.3	-1.4	0.0
48	4499	92	02	26	15	10	25	15	19	41	175L	31	20	U	20	434	21	8.8	5.4	1012.3	73	6.4	-1.1	0.0
49	4500	92	02	26	17	09	28	17	23	06	-120R	74	20	U	20	1422	31	6.1	4.2	1012.1	77	6.4	-1.2	0.0
50	4505	92	02	27	16	15	52	16	29	01	220L	79	23	U	20	1151	31	6.7	7.1	1012.3	78	6.3	-1.1	0.0

Table 7. Observations and data fitting by JHDLRS-1 (continued)

Satellite : Ajisai

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)				(4) Azst	(5)Elev			(6) RTN	(7) N RMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG
		date	caught	lost			MX	CT	LT								
51	4507	92 02 27	18 18 54	18 30 26	-85R	40 20 U 20	1094	31 7.0	6.2	1011.9	81	6.4	-1.3	0.0			
52	4508	92 02 28	00 31 23	00 33 00 D	-55L	67 38 52	169	21 7.5	14.7	1015.4	74	6.5	-1.8	0.0			
53	4511	92 03 03	15 48 40	15 58 49	-115R	65 20 U 41	284	17 8.1	5.2	1013.8	79	6.5	-0.8	0.0			
54	4514	92 03 06	13 07 55	13 19 03	190L	41 21 U 20	700	27 6.5	6.4	1006.6	80	6.4	-1.5	0.0			
55	4515	92 03 06	15 10 21	15 21 38	-110R	61 32 U 20	1218	31 7.1	5.2	1008.0	80	6.4	-1.7	0.0			
56	4516	92 03 06	17 13 48	17 22 14	-60R	30 20 U 23	104	10 9.3	3.3	1008.6	90	6.4	-1.8	0.0			
57	4517	92 03 07	12 16 17	12 23 18	165L	26 20 U 20	584	27 8.2	5.8	1016.5	74	6.5	-0.9	0.0			
58	4518	92 03 07	14 13 55	14 27 37	-130R	83 20 U 20	1577	31 6.5	5.0	1016.5	78	6.5	-1.0	0.0			
59	4520	92 03 07	16 18 33	16 28 56	-75R	35 21 U 20	1005	31 7.1	4.4	1016.7	84	6.5	-1.2	0.0			
60	4522	92 03 10	11 35 03	11 43 21	170L	28 20 U 20	696	25 6.6	12.7	1007.7	81	6.4	-0.6	0.0			
61	4523	92 03 10	15 38 23	15 48 24	-75R	34 21 U 20	1190	31 6.0	10.7	1009.3	72	6.4	-0.9	0.0			
62	4525	92 03 10	17 43 23	17 52 12	-40R	29 20 U 20	707	28 5.0	9.5	1009.9	78	6.4	-1.0	0.0			
63	4527	92 03 10	19 44 56	19 58 14	-40R	55 20 U 19	1479	31 5.6	8.2	1011.2	82	6.4	-1.2	0.0			
64	4529	92 03 11	12 41 59	12 51 44	215L	74 36 U 27	753	27 6.6	10.3	1014.5	85	6.4	-0.6	0.0			
65	4530	92 03 11	14 43 11	14 54 27	-90R	41 22 U 20	1237	31 5.7	8.7	1014.9	87	6.5	-0.8	0.0			
66	4532	92 03 11	16 49 05	16 56 49	-50R	28 21 U 21	207	14 8.7	8.2	1015.2	89	6.5	-1.0	0.0			
67	4534	92 03 11	18 51 22	19 02 57	-40R	42 21 U 20	766	29 7.1	7.0	1014.5	89	6.5	-1.1	0.0			
68	4536	92 03 12	11 46 52	11 58 31	200L	49 23 U 20	1442	31 5.8	11.3	1014.5	84	6.5	-0.7	0.0			
69	4538	92 03 12	13 47 44	14 00 26	-105R	54 20 U 21	1325	31 6.9	11.0	1014.7	87	6.5	-0.8	0.0			
70	4540	92 03 12	15 54 20	16 02 15	-55R	29 23 U 20	511	23 6.5	8.6	1015.2	95	6.5	-1.0	0.0			
71	4542	92 03 12	17 58 18	18 07 32	-35R	34 25 U 20	791	25 5.4	9.8	1014.7	85	6.4	-1.2	0.0			
72	4544	92 03 18	10 25 41	10 37 47	205L	58 25 U 20	1208	31 6.2	12.9	1004.2	97	6.4	-0.5	0.0			
73	4545	92 03 30	07 43 43	07 56 12 D	220L	79 27 U 20	349	19 6.4	17.6	1002.3	75	6.2	-0.3	0.0			
74	4546	92 03 30	09 47 27	09 57 16	-85R	39 25 U 21	404	23 7.1	14.0	1005.1	84	5.9	-0.5	0.0			
75	4549	92 03 31	06 49 44	07 00 51 D	200L	54 23 U 25	845	31 5.7	16.2	1010.8	81	6.4	-0.3	0.0			
76	4550	92 04 02	09 08 45	09 17 08 D	-80R	37 31 U 20	1285	31 5.6	17.0	1001.4	91	6.5	-0.3	0.0			
77	4554	92 04 02	13 13 41	13 25 60	-40R	47 20 U 20	1292	31 6.4	14.5	1003.8	79	6.3	-0.6	0.0			
78	4555	92 04 07	04 42 01	04 45 28 D	190L	42 39 24	166	13 6.8	18.9	1012.3	83	6.4	-0.1	-0.1			
79	4556	92 04 07	10 48 47	10 53 45	-40R	32 31 U 25	513	23 5.2	15.0	1014.9	93	6.3	-0.5	-0.1			
80	4557	92 04 07	12 46 55	13 00 13	-45R	71 22 U 20	1642	31 5.6	15.3	1016.2	92	6.3	-0.7	-0.1			
81	4558	92 04 13	11 26 33	11 38 03	-45R	79 25 U 27	495	23 6.2	8.4	1006.0	85	6.2	-1.2	-0.1			
82	4560	92 04 14	06 30 30	06 35 15 D	-70R	32 32 20	259	16 6.4	16.1	1004.9	44	6.4	-0.4	-0.1			
83	4561	92 04 14	12 34 48	12 45 42	-65L	43 24 U 20	1015	31 6.3	9.1	1009.9	74	6.4	-1.1	-0.1			
84	4563	92 04 16	04 42 47	04 44 43 D	-100R	51 45 34	164	13 6.1	18.3	999.4	52	6.4	0.0	0.0			
85	4564	92 04 16	08 49 40	08 54 34 D	-35R	35 35 20	125	11 7.8	15.3	999.0	51	6.4	-0.5	-0.1			
86	4565	92 04 16	10 45 24	10 58 51	-50R	87 21 U 20	952	31 6.0	12.2	1001.2	75	6.2	-0.6	0.0			
87	4569	92 04 20	03 05 57	03 10 05 D	-115R	65 64 U 37	226	15 6.4	22.1	1003.8	54	6.4	0.0	0.0			
88	4570	92 04 20	07 12 11	07 18 52 D	-40R	31 29 U 20	366	19 6.1	19.8	1002.7	67	6.4	-0.4	0.0			
89	4571	92 04 20	09 14 06	09 22 31 D	-45R	67 43 U 29	412	20 4.8	17.0	1004.2	60	6.4	-0.5	0.0			
90	4573	92 04 20	11 17 51	11 24 05	-75L	36 35 U 20	689	27 6.2	14.7	1006.2	64	6.3	-0.7	0.0			
91	4575	92 04 21	08 19 52	08 28 37 D	-40R	50 37 U 24	759	31 6.4	20.0	1006.0	69	6.3	-0.3	0.0			
92	4576	92 04 21	10 18 57	10 31 31	-60L	56 22 U 20	1574	31 4.9	18.5	1005.6	69	6.3	-0.5	0.0			
93	4581	92 04 22	09 24 34	09 37 47 D	-50L	82 22 U 21	1165	31 7.0	19.1	992.0	66	6.2	-0.2	0.1			
94	4585	92 04 23	02 25 15	02 31 46 D	-110R	60 60 U 23	667	27 6.9	19.5	1006.9	83	6.5	-1.7	0.0			
95	4588	92 04 28	08 11 58	08 16 45 D	-55L	71 58 20	77	9 5.4	21.5	996.6	77	6.4	-0.2	0.0			
96	4594	92 05 01	01 15 59	01 24 48 D	-80R	39 31 U 20	616	25 7.2	17.1	1000.1	59	6.4	-1.3	0.0			
97	4595	92 05 01	05 22 33	05 30 37 D	-35R	45 26 U 34	672	26 6.3	18.5	1000.3	63	6.5	0.0	0.0			
98	4604	92 05 25	16 52 49	16 58 26	-130R	81 26 82	408	23 6.3	12.9	997.5	66	6.5	-0.7	0.0			
99	4605	92 05 26	01 09 19	01 17 39 D	-65L	51 42 U 21	337	19 7.0	16.6	999.0	77	6.5	-1.3	0.0			
100	4609	92 05 26	15 57 60	16 11 23	215L	69 21 U 20	1645	31 5.7	12.8	1000.5	90	6.5	-0.8	0.0			

Table 7. Observations and data fitting by JHD LRS-1 (continued)

Satellite : Ajisai

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)						(4) Azst	(5)Elev			(6) RTN	(7) N RMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG
		date		caught		lost			MX	CT	LT								
101	4613	92 05 29	00 32 27	00 37 12	D		-65L	47 44	20	181	15 6.9	22.1	998.6	44	6.7	0.1	0.0		
102	4616	92 06 03	12 56 21	12 59 40			179L	35 36	26	114	10 7.5	19.1	1005.3	96	6.9	-0.5	0.0		
103	4618	92 06 03	14 54 13	15 01 14			-118R	67 46 U	38	106	12 7.2	18.0	1005.1	95	6.8	-0.6	0.0		
104	4621	92 06 04	14 00 13	14 06 33			224L	86 50 U	45	164	12 5.9	19.3	1002.1	93	6.7	-0.4	0.0		
105	4623	92 06 05	13 10 39	13 14 55			205L	60 54	24	86	9 8.1	19.4	1001.0	92	6.7	-0.5	0.0		
106	4624	92 06 11	13 52 23	13 56 23			-89R	42 39	20	257	16 5.8	21.9	997.0	97	6.4	-0.7	0.0		
107	4625	92 06 12	10 59 17	11 00 22			195L	46 25	20	50	7 34.5	20.5	999.2	64	6.5	-0.1	0.0		
108	4626	92 06 12	12 53 45	12 59 10			-107R	56 47 U	40	190	13 6.2	19.7	1000.5	69	6.6	-0.2	0.0		
109	4631	92 06 24	16 22 21	16 30 56			-52L	79 49 U	27	439	23 5.8	17.2	998.6	79	6.6	-0.1	0.0		
110	4632	92 07 09	10 59 53	11 05 18			-39R	50 49 U	30	58	7 11.5	24.5	1001.8	73	6.7	-0.1	0.0		
111	4636	92 07 13	11 31 06	11 32 56			-54L	73 50	34	75	11 6.5	25.7	1005.6	88	6.7	0.0	0.0		
112	4637	92 07 18	10 59 06	11 07 03			-69L	42 37 U	20	848	30 6.1	25.5	995.7	85	6.4	0.0	0.0		
113	4640	92 07 24	01 30 26	01 32 48	D		-114R	62 44	27	115	11 5.5	29.4	1004.0	76	6.8	-0.5	0.0		
114	4654	92 08 10	19 23 25	19 29 21			210L	66 65	21	567	25 6.3	23.2	1004.7	93	6.4	-0.5	0.0		
115	4655	92 08 14	17 42 35	17 54 24			193L	47 21 U	21	604	25 7.2	25.0	999.9	94	6.5	0.1	0.1		
116	4659	92 08 20	16 21 33	16 33 53			203L	56 23 U	20	1592	31 6.3	22.7	995.3	94	6.4	-0.2	0.0		
117	4660	92 08 20	18 23 13	18 35 38			-101R	49 21 U	20	1767	31 5.0	21.4	995.5	96	6.4	-0.2	0.1		
118	4662	92 08 21	15 38 02	15 39 23			184L	36 24	18	94	9 7.5	23.8	999.7	92	6.0	0.0	0.0		
119	4663	92 08 21	17 28 20	17 41 43			-116R	66 20 U	20	1342	31 5.4	23.3	999.4	93	6.2	0.0	0.0		
120	4665	92 08 21	19 33 52	19 39 01			-62R	30 21 U	30	684	25 4.5	23.1	999.9	96	6.5	-0.1	0.0		
121	4667	92 08 25	15 53 33	16 03 23			-131R	83 20 U	48	842	29 6.1	24.3	1008.2	96	6.5	-0.3	0.0		
122	4669	92 08 25	17 58 04	18 08 32			-76R	35 21 U	20	1228	31 5.3	24.2	1007.7	96	6.1	-0.3	0.0		
123	4672	92 08 26	15 07 14	15 13 01			211L	66 64	20	334	17 8.1	24.2	1009.0	95	6.7	-0.3	0.0		
124	4673	92 08 26	17 03 09	17 14 36			-92R	43 23 U	20	1693	31 6.5	24.0	1008.4	94	6.5	-0.1	0.0		
125	4675	92 08 27	14 09 19	14 18 26			190L	43 33 U	20	1083	30 6.0	25.3	1009.9	92	6.7	-0.3	0.0		
126	4676	92 08 27	16 09 12	16 13 18			-109R	58 29	57	484	21 5.3	25.0	1009.5	94	6.6	-0.3	0.0		
127	4677	92 08 27	18 13 37	18 22 22			-60R	29 21 U	20	1433	31 4.6	24.7	1009.3	94	6.5	-0.4	0.0		
128	4680	92 08 28	13 14 39	13 23 01			165L	27 20 U	20	751	26 4.6	25.6	1010.1	88	6.5	-0.3	0.0		
129	4682	92 08 28	15 13 10	15 26 47			-128R	80 21 U	20	673	25 7.1	24.7	1010.1	91	6.6	-0.3	0.0		
130	4683	92 08 28	17 17 48	17 28 06			-72R	33 20 U	20	1955	31 3.9	24.4	1009.7	90	6.6	0.0	0.0		
131	4686	92 08 28	19 23 25	19 31 26			-38R	28 22 U	21	984	31 5.2	24.7	1009.0	90	6.7	-0.1	0.0		
132	4688	92 09 01	13 45 31	13 51 03			218L	76 78	26	573	22 5.0	25.8	1008.6	91	6.4	-0.2	0.0		
133	4689	92 09 01	17 48 05	17 56 14			-43R	27 20 U	20	1013	30 5.9	23.8	1007.1	97	6.3	-0.2	0.1		
134	4690	92 09 02	19 00 58	19 06 54			-38R	34 35 U	20	452	22 6.3	24.9	999.2	91	6.5	-0.3	0.1		
135	4692	92 09 03	11 53 50	12 02 41			176L	33 25 U	20	1048	30 6.0	26.2	996.8	86	6.7	-0.1	0.0		
136	4694	92 09 03	13 52 26	14 05 47			-119R	70 21 U	20	1693	31 5.0	26.1	997.0	83	6.7	-0.2	0.0		
137	4696	92 09 03	15 57 26	16 07 09			-69R	31 20 U	20	1252	31 4.7	26.0	996.4	85	6.6	-0.3	0.0		
138	4698	92 09 03	18 02 46	18 11 20			-38R	29 22 U	20	951	31 5.0	25.8	996.0	96	6.6	-0.3	0.0		
139	4699	92 09 03	20 03 49	20 16 57			-42R	61 21 U	20	1619	31 5.6	25.5	996.4	95	6.7	-0.4	0.0		
140	4700	92 09 04	13 06 09	13 10 41			222L	82 69	26	117	11 5.2	26.9	996.6	82	6.5	-0.3	0.0		
141	4702	92 09 04	15 03 12	15 12 05			-83R	37 26 U	24	801	26 6.8	26.7	996.4	83	6.7	0.0	0.0		
142	4703	92 09 04	19 11 11	19 14 50			-38R	45 27	45	226	15 6.5	26.3	996.2	90	6.7	-0.1	0.1		
143	4705	92 09 07	16 27 32	16 35 43			-42R	27 21 U	20	522	21 7.6	22.6	1003.8	78	6.5	-0.4	0.0		
144	4706	92 09 07	18 29 16	18 41 41			-41R	48 21 U	20	1666	31 5.2	21.3	1003.8	81	6.5	-0.4	0.0		
145	4707	92 09 08	13 30 15	13 38 26			-94R	46 40 U	21	949	29 6.6	22.4	1003.8	84	6.5	-0.1	0.0		
146	4711	92 09 08	17 40 03	17 43 06			-39R	37 37 U	33	218	14 7.2	21.6	1002.7	86	6.6	-0.2	0.0		
147	4712	92 09 08	19 37 19	19 50 19			-51L	80 24 U	20	418	20 4.7	21.3	1003.2	87	6.7	-0.2	0.0		
148	4713	92 09 09	10 33 52	10 39 58			187L	40 33 U	30	488	23 5.6	23.4	999.7	83	6.7	-0.2	0.0		
149	4715	92 09 09	12 33 59	12 44 49			-113R	62 35 U	20	1273	31 5.1	22.3	999.7	91	6.6	-0.3	0.0		
150	4717	92 09 09	14 37 24	14 46 05			-61R	29 21 U	21	496	21 7.2	21.6	998.8	94	6.6	-0.4	0.0		

Table 7. Observations and data fitting by JHDLRS-1 (continued)

Satellite : Ajisai

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)				(4) Azst	(5)Elev			(6) RTN	(7) N RMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG
		date		caught			lost		MX								
151	4718	92 09 09	16 41 19	16 50 60	-38R	31 20	U	20	767	26 8.4	21.0	997.9	94	6.7	-0.4	0.0	
152	4719	92 09 09	18 43 16	18 56 05	-44R	69 24	U	20	1718	31 5.4	20.5	997.3	93	6.7	-0.5	0.0	
153	4720	92 09 10	09 39 50	09 46 23	163L	25 21	U	20	592	23 6.9	26.2	990.9	57	6.7	-0.2	0.0	
154	4722	92 09 10	11 47 55	11 50 48	-131R	85 39		20	327	17 6.4	25.4	990.8	58	6.6	-0.2	0.0	
155	4725	92 09 10	13 43 10	13 51 03	-74R	35 27	U	24	701	25 6.3	24.7	990.9	57	6.7	-0.3	0.0	
156	4727	92 09 10	15 48 16	15 55 32	-39R	28 24	U	20	461	20 6.6	24.4	990.7	54	6.8	-0.4	0.0	
157	4728	92 09 10	17 48 46	18 01 23	-40R	51 21	U	20	1064	31 6.3	23.4	990.5	56	6.6	-0.5	0.0	
158	4729	92 09 10	19 51 09	20 02 45	-62L	53 23	U	22	660	24 6.1	23.5	991.2	55	6.7	-0.6	0.0	
159	4731	92 09 11	10 43 46	10 56 40	210L	67 23	U	20	670	24 6.8	23.2	995.1	44	6.1	-0.3	0.0	
160	4733	92 09 11	12 49 36	12 56 06	-94R	44 37	U	30	671	27 6.6	21.3	996.4	48	6.1	-0.3	0.0	
161	4736	92 09 11	16 54 53	17 06 12	-37R	39 21	U	20	1524	31 6.2	19.8	996.8	51	6.6	-0.5	0.0	
162	4737	92 09 11	18 56 55	19 09 51	-53L	78 24	U	20	1436	31 5.7	18.6	997.0	53	6.5	-0.6	0.0	
163	4738	92 09 17	11 29 20	11 34 06	-85R	39 36	U	33	188	13 7.8	22.7	1004.0	92	5.9	-0.1	0.0	
164	4741	92 09 21	09 51 11	10 02 37	-100R	48 25	U	21	1141	31 5.3	21.9	1012.1	71	6.1	0.1	0.0	
165	4743	92 10 02	10 10 36	10 18 47	-36R	29 23	U	20	531	23 6.8	22.9	1010.1	88	7.2	-0.2	0.0	
166	4745	92 10 02	12 11 58	12 19 31	-40R	58 24	U	51	828	30 5.5	21.9	1010.1	91	6.3	-0.3	0.0	
167	4750	92 10 06	10 42 25	10 43 58	-39R	46 46	U	45	195	13 5.5	15.6	1013.0	69	6.8	-0.3	0.0	
168	4755	92 10 09	09 56 56	10 08 50	-38R	48 23	U	20	880	28 5.9	18.8	1005.1	58	6.9	-0.1	0.0	
169	4756	92 10 09	11 59 52	12 11 01	-59L	56 30	U	20	1280	31 5.1	18.0	1006.0	56	6.9	-0.1	0.0	
170	4758	92 10 16	03 37 16	03 44 29 D	-89R	41 39	U	21	457	21 6.3	22.3	1002.3	60	8.5	0.0	0.0	
171	4759	92 10 20	08 10 01	08 20 59 D	-48R	85 31	U	25	508	21 8.5	18.5	1001.6	84	7.2	-0.1	0.0	
172	4762	92 10 21	01 02 41	01 13 00 D	-120R	69 20	U	43	883	29 4.8	21.3	1005.3	48	7.5	-0.3	0.0	
173	4764	92 10 21	03 08 08	03 17 05 D	-66R	31 21	U	22	600	23 6.5	22.7	1004.9	49	7.6	0.1	0.0	
174	4765	92 10 21	05 12 53	05 20 41 D	-36R	30 21	U	24	492	21 6.9	23.0	1004.9	48	7.5	0.0	0.0	
175	4768	92 10 21	09 16 53	09 28 06	-69L	40 21	U	20	1246	31 6.4	18.2	1007.1	59	7.6	-0.1	0.0	
176	4772	92 10 22	00 18 17	00 22 23 D	223L	81 50		20	336	17 5.4	19.8	1014.1	54	7.3	-0.3	0.0	
177	4773	92 10 22	02 12 43	02 23 35 D	-80R	38 21	U	21	707	24 8.5	20.3	1014.5	55	6.9	-0.3	0.0	
178	4774	92 10 22	06 21 52	06 29 30 D	-37R	46 28	U	36	441	21 10.3	20.0	1013.4	68	6.9	0.0	0.0	
179	4776	92 10 26	04 46 39	04 57 14 D	-37R	38 24	U	20	723	25 8.5	20.5	1010.8	53	7.1	-1.3	0.0	
180	4777	92 10 26	06 47 49	07 00 50 D	-51L	83 23	U	21	1161	31 7.7	19.7	1011.2	46	7.1	-1.3	0.0	
181	4780	92 10 27	01 47 24	01 57 23 D	-64R	30 20	U	18	874	28 7.4	19.7	1017.1	45	7.3	-1.6	0.0	
182	4781	92 10 27	08 05 12	08 06 46 D	-72L	33 24		18	64	7 9.30	17.6	1015.4	55	7.1	-1.7	0.0	
183	4783	92 10 28	00 53 44	01 02 16 D	-76R	35 27	U	22	642	23 6.5	18.4	1017.8	48	7.7	-2.0	0.0	
184	4786	92 10 28	07 02 56	07 06 26 D	-63L	52 29		50	231	14 7.2	18.8	1015.8	55	7.4	-2.1	0.0	
185	4792	92 11 02	02 33 13	02 41 13 D	-36R	34 29	U	20	550	22 6.5	15.6	1017.1	43	7.5	-1.1	0.0	
186	4806	92 11 15	17 54 35	18 04 30	-126R	77 50	U	20	122	13 7.2	12.3	1010.8	96	7.1	-1.1	0.0	
187	4807	92 11 15	19 57 50	20 04 55	-74R	33 29	U	23	515	22 6.8	13.8	1011.0	69	7.1	-0.8	0.1	
188	4820	92 11 24	13 49 22	14 00 10	185L	37 21	U	20	1216	31 7.4	11.8	1012.8	79	7.2	-0.2	0.0	
189	4822	92 11 24	15 49 25	16 02 52	-115R	65 20	U	20	2290	31 5.5	11.4	1011.2	80	7.1	-0.2	0.0	
190	4823	92 11 25	00 04 39	00 14 00 D	-73L	36 25	U	21	524	21 7.0	17.0	1009.3	68	7.0	-0.3	0.0	
191	4828	92 11 25	14 55 07	15 08 54	-133R	88 20	U	20	971	29 6.9	13.0	1003.8	55	6.8	-0.2	0.0	
192	4841	92 11 27	13 08 17	13 20 02	186L	41 20	U	19	1308	31 5.7	5.0	1022.6	69	7.3	-0.4	0.0	
193	4849	92 12 02	12 40 12	12 53 45	215L	74 20	U	20	1196	31 6.3	8.5	1015.2	65	7.1	-0.1	0.0	
194	4851	92 12 02	14 43 31	14 55 15	-87R	41 20	U	20	1690	31 6.6	7.6	1015.8	63	6.9	-0.2	0.0	
195	4857	92 12 03	11 47 47	11 59 22	197L	49 25	U	20	1610	31 6.3	9.3	1019.5	86	6.9	-0.1	0.0	
196	4860	92 12 03	13 48 25	14 01 24	-104R	54 20	U	20	1688	31 5.7	9.2	1019.3	87	7.0	-0.1	0.0	
197	4863	92 12 04	10 59 16	11 04 05	172L	31 32		20	586	23 5.9	9.0	1025.0	60	7.0	-0.1	0.0	
198	4865	92 12 04	12 53 36	13 07 26	-122R	72 20	U	20	2056	31 8.9	8.3	1025.4	61	6.9	-0.2	0.0	
199	4867	92 12 04	14 58 45	15 08 47	-68R	32 20	U	20	497	21 8.2	7.1	1025.4	63	7.0	-0.3	0.0	
200	4871	92 12 08	11 19 11	11 32 50	223L	85 21	U	20	1600	31 6.1	13.6	1008.0	68	6.9	-0.2	0.0	



Table 7. Observations and data fitting b JHDLRS-1 (continued)

Satellite : Ajisai

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)			(4) Azst	(5)Elev			(6) RTN	(7) NRMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG
		date	caught	lost		MX	CT	LT								
		Y M D	h m s	h m s												
201	4872	92 12 08	13 23 31	13 34 31	-82R	37 22 U	19	674	25 7.1	12.8	1008.4	66	6.9	-0.2	0.0	
202	4874	92 12 08	17 31 10	17 41 38	-39R	47 22 U	28	858	28 7.4	11.6	1008.6	68	7.2	-0.4	0.0	
203	4876	92 12 08	19 35 15	19 45 39	-58L	61 37 U	20	1135	31 7.0	11.2	1009.0	69	7.0	-0.4	0.0	
204	4879	92 12 09	10 28 12	10 37 02	204L	58 36 U	28	175	12 8.3	11.1	1011.0	85	7.0	-0.2	0.0	
205	4881	92 12 09	12 28 20	12 39 11	-98R	48 23 U	25	709	25 6.4	10.1	1010.6	87	7.0	-0.3	0.0	
206	4883	92 12 09	14 34 43	14 42 14	-40R	27 23 U	20	603	23 6.9	9.3	1009.9	88	7.1	-0.3	0.0	
207	4885	92 12 09	16 37 01	16 47 57	-37R	36 21 U	20	968	29 7.8	8.9	1009.3	89	6.9	-0.4	0.0	
208	4886	92 12 09	18 38 29	18 44 46	-50L	87 22	84	303	17 5.9	10.7	1008.6	85	7.0	-0.5	0.0	
209	4887	92 12 10	11 33 21	11 46 25	-116R	64 22 U	20	2165	31 5.2	13.2	998.8	98	7.2	0.0	0.0	
210	4888	92 12 10	13 38 26	13 47 49	-65R	30 20 U	20	913	28 7.9	11.7	998.6	94	6.5	-0.1	0.0	
211	4889	92 12 10	15 42 49	15 52 20	-36R	30 20 U	20	851	28 6.3	11.6	996.8	84	6.8	-0.1	0.0	
212	4894	92 12 11	10 38 29	10 48 35	-133R	83 19 U	48	1558	31 13.4	5.8	1007.7	52	7.1	0.0	0.0	
213	4895	92 12 11	12 42 55	12 53 45	-78R	36 20 U	20	1112	31 7.4	5.3	1009.0	55	7.1	0.0	0.0	
214	4898	92 12 14	09 58 13	10 11 52	-129R	83 20 U	20	821	27 6.9	5.5	1009.5	57	6.9	-0.1	0.0	
215	4900	92 12 14	12 02 36	12 13 16	-74R	34 20 U	20	1505	31 5.9	5.0	1009.9	50	7.1	-0.1	0.0	
216	4904	92 12 14	18 11 32	18 24 34	-62L	51 19 U	19	1891	31 6.8	2.9	1011.9	66	7.5	-0.3	0.0	
217	4908	92 12 15	09 04 12	09 17 53	212L	69 20 U	19	2074	31 5.2	4.8	1013.8	66	7.2	-0.2	0.0	
218	4910	92 12 15	11 07 18	11 19 16	-89R	43 20 U	20	1090	31 6.9	4.5	1014.7	61	7.3	-0.2	0.0	
219	4913	92 12 15	17 17 28	17 30 09	-53L	76 21 U	25	1584	31 5.6	3.9	1013.2	68	7.3	-0.3	0.0	
220	4920	92 12 17	09 17 38	09 31 26	-126R	76 20 U	20	913	29 5.9	7.6	1012.1	64	7.2	0.0	0.0	
221	4922	92 12 17	11 22 26	11 32 46	-69R	33 20 U	20	1433	31 5.7	7.8	1012.8	60	7.0	0.0	0.0	
222	4924	92 12 17	15 29 13	15 42 21	-40R	55 20 U	20	1921	31 8.1	6.4	1012.3	59	7.2	-0.1	0.0	
223	4926	92 12 17	17 31 18	17 43 54	-65L	47 20 U	19	1486	31 6.3	6.2	1012.5	61	7.2	-0.2	0.0	
224	4928	92 12 18	08 23 45	08 37 14	216L	73 20 U	20	608	24 5.8	7.9	1016.4	59	7.2	-0.4	0.0	
225	4930	92 12 18	10 29 44	10 38 43	-89R	41 32 U	20	705	25 7.2	5.5	1017.8	73	7.4	-0.4	0.0	
226	4932	92 12 21	07 49 37	07 52 58 D	220L	80 79 U	48	144	12 5.6	13.8	1008.4	85	7.3	-0.1	0.0	
227	4933	92 12 21	09 46 47	09 58 16	-84R	38 20 U	20	1138	31 6.5	11.7	1008.6	94	7.2	-0.2	0.0	
228	4935	92 12 22	08 51 36	09 04 19	-101R	50 20 U	20	1474	31 5.8	11.2	1009.9	59	6.5	0.0	0.0	
229	4937	92 12 22	13 04 39	13 11 41	-36R	35 34 U	20	813	28 6.0	8.4	1010.4	67	6.8	-0.1	0.0	
230	4940	92 12 25	06 16 11	06 21 30 D	206L	58 58	23	360	18 6.4	8.9	1017.3	52	7.1	0.0	0.0	
231	4942	92 12 25	08 11 27	08 23 49	-96R	47 20 U	20	1351	31 6.1	6.3	1018.6	59	7.0	0.0	0.0	
232	4943	92 12 25	12 20 23	12 31 02	-39R	37 20 U	22	1311	31 5.7	4.0	1019.1	62	6.9	-0.1	0.0	
233	4946	92 12 25	14 21 39	14 35 29	-50L	83 20 U	20	1653	31 7.3	1.9	1018.4	76	7.0	-0.1	0.0	
234	4947	92 12 28	07 31 52	07 43 18 D	-96R	45 24 U	20	902	28 6.9	15.6	999.9	92	7.4	0.1	0.1	

Table 7. Observations and data fitting by JHDLRS-1 (continued)

Satellite : ERS-1

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)				(4) Azst	(5)Elev			(6) RTN	(7) NRMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG				
		date		caught			lost		°									°	°		
		Y	M	D	h	m	s	h	m	s		cm	°C	hPa	%	ns	μs	μs			
1	4401	92	01	08	02	07	10	02	09	11	D	0L	57 49 U 47	71	8 4.5	13.3	1016.0	51	6.4	-1.8	0.0
2	4412	92	01	14	02	05	08	02	10	07	D	-5L	57 24 U 34	342	19 5.3	10.8	1004.5	55	6.5	-1.9	0.0
3	4417	92	01	14	13	16	41	13	23	37		-180R	60 21 U 20	395	22 8.7	2.8	1011.7	69	6.5	-0.5	0.0
4	4422	92	01	18	01	31	60	01	34	36	D	20R	65 24 62	181	14 5.3	6.7	1007.1	47	6.5	-1.6	0.0
5	4428	92	01	20	02	05	24	02	09	50	D	-5L	57 26 U 38	366	19 6.5	8.7	1021.6	50	6.5	0.0	0.0
6	4437	92	01	20	13	17	19	13	23	26		-180R	60 26 U 22	286	17 9.8	2.7	1019.9	75	6.5	-0.9	0.0
7	4442	92	01	23	02	05	06	02	11	08	D	0L	57 24 U 24	439	21 6.5	9.5	1005.6	50	6.5	-2.3	0.0
8	4449	92	01	23	13	16	40	13	23	23		-180R	60 20 U 23	612	27 6.6	4.5	1007.7	65	6.4	-0.9	0.0
9	4451	92	02	10	13	16	47	13	23	40		-180R	61 21 U 20	411	21 6.3	3.8	1008.8	71	6.2	-1.0	0.0
10	4466	92	02	14	12	43	41	12	50	42		150L	61 20 U 20	712	27 5.0	4.5	1010.6	72	6.4	-0.7	0.0
11	4497	92	02	26	12	44	30	12	48	48		150L	59 28 U 40	155	13 7.0	6.2	1012.5	68	6.4	-0.9	0.0
12	4513	92	03	06	12	44	22	12	47	50		150L	62 26 U 56	135	13 7.1	6.6	1006.6	75	6.4	-1.5	0.0
13	4537	92	03	12	12	44	38	12	50	19		150L	61 29 U 23	240	15 6.4	10.4	1014.5	87	6.4	-0.8	0.0
14	4553	92	04	02	12	44	00	12	50	38		150L	60 24 U 20	643	27 7.1	14.7	1003.6	76	6.4	-0.5	0.0
15	4567	92	04	16	13	44	01	13	48	16		-155R	32 21 U 26	231	16 7.0	10.6	1002.7	68	6.2	-1.1	-0.1
16	4568	92	04	20	02	05	40	02	07	30	D	0L	57 30 54	99	11 7.6	20.6	1002.3	52	6.3	-0.2	0.0
17	4574	92	04	20	13	17	30	13	24	35		-180R	60 20 U 20	202	22 7.3	13.4	1007.1	66	6.3	-1.0	0.0
18	4578	92	04	21	12	51	03	12	53	21		155L	65 49 20	222	15 6.2	16.6	1004.7	74	6.3	-0.7	0.0
19	4583	92	04	22	12	16	52	12	21	18		120L	32 25 U 21	146	13 7.3	16.4	997.9	60	6.2	-0.5	0.0
20	4584	92	04	23	02	11	33	02	14	49	D	-5L	50 31 U 43	77	11 7.8	19.3	1006.9	79	6.5	-1.7	0.0
21	4591	92	04	28	12	28	03	12	33	10		130L	41 30 U 20	405	21 6.1	18.2	1000.3	89	6.4	-0.4	0.0
22	4601	92	05	21	13	44	03	13	49	20		-145R	33 21 U 20	383	20 6.1	17.1	997.5	69	6.3	-0.6	0.0
23	4603	92	05	25	13	17	43	13	20	22		-180R	61 21 54	253	23 8.7	14.9	997.9	60	6.7	-0.6	0.0
24	4607	92	05	26	12	51	12	12	53	29		150L	61 48 20	89	8 11.0	14.2	1000.8	86	6.6	-0.6	0.0
25	4612	92	05	28	13	24	40	13	30	01		-170R	53 32 U 22	245	18 6.4	14.0	998.6	75	6.4	-0.6	0.0
26	4614	92	06	01	13	02	22	13	04	52		163L	85 57 20	304	18 6.0	18.0	1004.9	95	6.6	-0.6	0.0
27	4617	92	06	03	13	36	38	13	40	46		-156R	39 31 U 24	78	9 8.3	18.5	1005.3	96	6.9	-0.5	0.0
28	4619	92	06	04	13	07	14	13	08	03		-191R	78 79 56	56	7 6.9	19.9	1002.1	91	6.7	-0.4	0.0
29	4628	92	06	24	12	38	49	12	41	16		141L	49 50 26	311	17 6.1	19.3	998.4	71	6.0	0.0	0.0
30	4634	92	07	10	12	33	04	12	39	15		139L	45 24 U 20	740	27 5.3	23.9	1008.4	88	6.8	-0.3	0.0
31	4642	92	07	24	13	32	50	13	38	44		-159R	42 24 U 20	763	29 6.2	24.8	1004.5	72	6.7	-0.3	0.0
32	4644	92	07	27	13	38	53	13	42	43		-160R	36 25 U 30	133	11 9.0	25.9	1001.0	76	6.2	-0.3	0.0
33	4646	92	07	29	12	36	27	12	42	06		138L	49 29 U 20	671	25 5.0	26.7	1000.1	85	6.6	-0.2	0.0
34	4648	92	07	30	13	44	21	13	49	37		-152R	32 21 U 20	665	27 5.7	26.4	1000.3	83	6.6	-0.3	0.0
35	4649	92	07	31	13	12	09	13	19	18		-184R	69 21 U 19	1032	30 5.2	26.3	1000.1	81	6.6	-0.4	0.0
36	4652	92	08	06	13	26	23	13	28	05		-173L	51 49 U 44	206	14 5.8	24.2	1006.2	93	6.4	-0.1	0.0
37	4653	92	08	10	12	58	20	13	04	44		163L	80 25 U 23	589	25 4.8	24.3	1005.6	92	6.6	-0.3	0.0
38	4657	92	08	20	12	43	46	12	48	24		151L	61 20 U 49	654	23 6.7	24.0	995.3	92	5.9	-0.1	0.0
39	4671	92	08	26	12	55	07	13	02	15		160L	73 21 U 20	1330	31 8.3	24.9	1009.3	94	6.2	-0.2	0.0
40	4681	92	08	28	13	32	23	13	39	05		-163R	41 20 U 18	650	24 4.8	25.4	1010.1	88	6.6	-0.3	0.0
41	4687	92	09	01	13	06	37	13	13	53		-189R	78 23 U 18	461	21 12.3	26.0	1008.6	91	6.3	-0.2	0.0
42	4693	92	09	03	13	44	31	13	49	41		-149R	32 22 U 20	272	15 5.0	26.0	997.0	83	6.6	-0.2	0.0
43	4714	92	09	09	12	17	41	12	21	31		120L	31 28 U 21	232	16 6.3	22.3	999.7	91	6.6	-0.3	0.0
44	4724	92	09	10	13	23	44	13	30	23		-173R	51 21 U 20	493	21 7.0	24.1	990.7	61	6.6	-0.3	0.0
45	4746	92	10	06	01	55	43	01	57	05	D	7L	75 50 U 76	40	7 6.7	19.5	1010.6	46	6.7	-0.2	-0.1
46	4751	92	10	06	13	06	35	13	10	15		-189R	77 23 U 74	326	18 4.0	14.5	1013.2	63	6.8	-0.5	0.0
47	4757	92	10	09	13	12	04	13	19	18		-182R	64 21 U 19	1113	31 4.5	16.6	1006.4	62	6.9	-0.2	0.0
48	4760	92	10	20	12	27	12	12	33	25		131L	40 21 U 20	241	14 6.8	16.3	1002.7	65	7.4	-0.1	0.0
49	4763	92	10	21	02	22	15	02	28	16	D	-14L	38 20 U 20	76	14 6.3	22.8	1005.1	48	7.4	-0.3	0.0
50	4769	92	10	21	13	35	18	13	41	30		-158R	39 21 U 19	644	24 5.7	14.8	1009.7	74	7.3	-0.1	0.0

Table 7. Observations and data fitting by JHDLRS-1 (continued)

Satellite : ERS-1

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)						(4) Azst	(5)Elev			(6) RIN	(7) N RMS cm	(8) TMP °C	(9) PRESS hPa	(10) HUM %	(11) IDT ns	(12) DTS μs	(13) DTG μs
		date	caught			lost			MX	CT	LT								
		Y M D	h m s	h m s	h m s	h m s		.	.	.									
51	4778	92 10 26	12 39 02	12 45 02			143L	51	28	U 20	777	26 6.0	13.1	1014.7	68	7.4	-1.4	0.0	
52	4784	92 10 28	02 02 41	02 09 03	D		0L	58	27	U 20	881	27 7.0	19.0	1017.5	44	7.1	-2.1	0.0	
53	4797	92 11 04	12 55 15	13 02 10			160L	71	23	U 20	614	23 7.1	14.9	1015.8	88	7.5	-0.2	0.0	
54	4799	92 11 11	12 37 08	12 42 04			142L	49	38	U 20	619	23 5.0	10.3	1018.6	69	7.1	-0.1	0.0	
55	4826	92 11 25	13 37 43	13 41 18			-158R	39	38	U 20	138	11 6.7	11.6	1004.0	68	6.9	-0.1	0.0	
56	4832	92 11 26	13 03 15	13 10 20			-191R	82	20	U 22	723	26 7.8	7.3	1012.1	53	6.9	-0.1	0.0	
57	4846	92 12 02	02 02 09	02 08 49	D		2L	61	23	U 20	806	27 5.7	17.9	1010.1	60	7.0	0.1	0.0	
58	4850	92 12 02	13 14 42	13 21 53			-181R	64	20	U 20	991	30 5.2	8.1	1015.4	65	6.9	-0.1	0.0	
59	4858	92 12 03	12 44 23	12 50 55			149L	60	28	U 18	983	30 5.5	8.9	1019.3	87	7.0	-0.1	0.0	
60	4882	92 12 09	12 58 36	13 02 06			160L	79	78	U 19	414	19 5.8	10.1	1010.4	85	7.2	-0.3	0.0	
61	4911	92 12 15	13 09 39	13 12 30			-189R	78	79	U 28	299	16 8.9	3.6	1014.3	66	7.3	-0.3	0.0	
62	4923	92 12 17	13 43 58	13 49 20			-151R	32	20	U 20	277	15 7.2	6.8	1012.5	59	7.0	-0.1	0.0	
63	4936	92 12 22	12 46 26	12 53 26			153L	64	21	U 20	886	29 6.2	8.3	1010.4	67	6.8	-0.1	0.0	
64	4944	92 12 25	12 51 59	12 59 19			157L	71	21	U 19	735	26 6.1	3.1	1019.1	70	7.0	-0.1	0.0	

Table 7. Observations and data fitting b JHDLRS-1 (continued)

Satellite : Lageos-I

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)						(4) Azst	(5)Elev			(6) RTN	(7) N RMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG	
		date		caught		lost			MX	CT	LT									cm
		Y	M	D	h	m	s	h	m	s										
1	4398	92	01	07	08	52	23	09	31	06	30R	83 36 U 25	1039	31 6.0	12.1	1012.1	80	6.5	-0.6	0.0
2	4405	92	01	10	08	17	09	08	58	59	30R	72 32 U 20	1680	31 6.8	7.6	1014.7	56	6.3	-0.3	0.0
3	4406	92	01	10	11	46	28	12	09	47	20L	39 21 U 36	520	31 6.2	4.7	1016.9	65	6.2	-0.7	0.0
4	4414	92	01	14	09	49	41	10	33	40	20L	66 23 U 20	2405	31 6.9	5.0	1010.3	57	6.4	-0.2	0.0
5	4419	92	01	16	07	05	05	07	48	17 D	40R	52 21 U 20	637	25 7.8	10.6	1010.4	66	6.5	-0.2	0.0
6	4427	92	01	18	11	31	01	12	00	13	20L	39 28 U 21	581	25 7.0	4.2	1009.7	60	6.4	-0.6	0.0
7	4431	92	01	20	08	44	38	08	59	16	25R	86 31 75	280	17 6.9	6.5	1019.5	68	6.4	-0.5	0.0
8	4436	92	01	20	12	16	40	12	39	29	20L	31 23 U 24	112	9 8.3	2.4	1019.7	77	6.4	-0.8	0.0
9	4439	92	01	22	09	50	18	10	13	34	20L	66 66 U 20	702	27 6.1	8.1	1005.6	61	6.3	-0.6	0.0
10	4444	92	01	23	08	09	55	08	32	00 D	30R	83 30 U 79	809	29 5.8	7.3	1004.7	61	6.3	-0.3	0.0
11	4448	92	01	23	11	42	14	12	11	52	15L	34 23 U 20	365	19 8.2	5.5	1006.6	65	6.4	-0.8	0.0
12	4450	92	02	10	08	25	46	08	57	23 D	25L	75 49 U 27	1605	31 6.2	8.7	1007.1	58	6.3	-0.6	0.0
13	4452	92	02	10	15	10	37	15	36	19	80L	38 33 U 20	755	27 6.8	2.2	1008.6	81	6.4	-1.1	0.0
14	4453	92	02	10	18	23	17	19	10	20	-200R	74 21 U 21	1891	31 7.7	2.6	1009.3	74	6.4	-1.4	0.0
15	4460	92	02	13	17	50	50	18	30	08	-210R	84 25 U 36	2155	31 5.8	6.0	1003.6	78	6.4	-3.3	0.0
16	4464	92	02	14	09	55	50	10	27	48	20L	44 27 U 23	864	31 6.1	6.3	1010.6	68	6.4	-0.5	0.0
17	4467	92	02	14	16	35	08	17	12	22	125L	65 34 U 24	1970	31 6.3	2.8	1010.4	76	6.4	-1.1	0.0
18	4470	92	02	14	20	11	56	20	41	49	-155R	35 27 U 21	161	13 6.5	2.3	1010.4	83	6.5	-1.5	0.0
19	4475	92	02	20	19	03	54	19	38	10	-180R	53 40 U 20	2040	31 5.6	3.1	1006.0	78	6.3	-1.1	0.0
20	4480	92	02	21	14	26	28	14	41	60	70L	34 34 20	456	25 6.2	2.4	1010.4	76	6.3	-1.2	0.0
21	4482	92	02	21	17	56	35	18	16	56	-210R	84 76 20	1013	31 8.2	2.4	1010.4	76	6.4	-1.5	0.0
22	4486	92	02	24	10	21	33	10	45	10	15L	34 21 U 29	116	11 5.9	5.6	1000.5	75	6.3	-0.9	0.1
23	4488	92	02	24	17	12	43	17	42	43	145L	84 68 U 20	2101	31 5.2	4.4	1002.5	72	6.1	-1.7	0.0
24	4491	92	02	25	05	41	26	06	00	56 D	40R	53 49 U 35	120	11 7.4	9.3	1005.8	74	6.4	-0.4	0.0
25	4492	92	02	25	09	11	08	09	27	53	20L	50 45 U 39	219	14 5.3	5.4	1009.0	76	6.3	-0.6	0.0
26	4493	92	02	25	15	48	47	15	56	43	115L	57 46 57	429	25 5.4	2.7	1012.3	97	6.4	-1.2	0.0
27	4496	92	02	25	19	12	50	19	41	01	-165R	44 25 U 35	273	17 7.1	1.2	1012.1	79	6.8	-1.5	0.0
28	4498	92	02	26	14	21	55	14	56	19	80L	38 21 U 20	1053	31 6.8	5.2	1012.3	73	6.4	-1.1	0.0
29	4501	92	02	26	17	52	03	18	26	53	-200R	74 41 U 29	1875	31 7.4	6.2	1011.7	71	6.4	-1.3	0.0
30	4503	92	02	27	06	16	23	06	28	33 D	30R	74 30 61	185	13 7.2	16.1	1009.3	70	6.5	-0.2	0.0
31	4504	92	02	27	09	46	59	10	20	26	15L	38 21 U 21	1229	31 6.2	10.9	1011.7	76	6.3	-0.6	0.0
32	4506	92	02	27	16	50	42	17	08	06	135L	75 66 21	497	23 7.7	7.2	1012.3	79	6.3	-1.2	0.0
33	4510	92	03	03	06	37	19	06	47	03 D	25R	84 49 79	69	13 7.2	13.4	1008.4	70	6.5	-0.2	0.0
34	4512	92	03	05	17	42	42	18	06	19	-200R	74 68 U 30	253	18 7.1	12.7	990.7	80	6.4	0.0	0.0
35	4519	92	03	07	14	50	52	15	25	22	105L	50 32 U 20	1960	31 6.0	4.4	1016.2	84	6.4	-1.1	0.0
36	4521	92	03	07	18	13	35	18	58	11	-180R	53 20 U 20	1970	31 5.6	4.4	1016.7	85	6.3	-1.3	0.0
37	4526	92	03	10	17	54	50	18	24	41	-190R	63 56 U 20	1000	31 6.5	9.5	1009.9	78	6.4	-1.1	0.0
38	4528	92	03	11	09	59	10	10	11	44	15L	34 33 20	101	11 11.8	12.0	1013.6	82	6.4	-0.4	0.0
39	4531	92	03	11	16	16	41	16	44	31	145L	84 24 U 70	179	15 6.3	8.2	1015.4	87	6.5	-1.0	0.0
40	4535	92	03	12	08	28	56	08	49	29 D	20L	49 41 U 36	124	11 7.1	14.3	1013.4	80	6.5	-0.4	0.0
41	4539	92	03	12	15	07	01	15	39	27	115L	58 42 U 21	1649	31 6.1	9.9	1014.7	93	6.4	-1.0	0.0
42	4543	92	03	12	18	48	22	18	59	11	-165R	43 43 U 37	216	19 10.2	10.5	1014.5	84	6.5	-1.2	0.0
43	4559	92	04	13	13	38	52	14	19	55	115L	58 25 U 20	1945	31 6.6	6.3	1006.4	90	6.3	-1.5	-0.1
44	4566	92	04	16	13	11	11	13	39	34	105L	51 33 U 31	1134	31 6.2	10.9	1002.3	67	6.3	-1.0	-0.1
45	4580	92	04	21	13	30	51	13	57	09	115L	58 50 U 26	827	31 6.2	17.6	1004.5	74	6.3	-0.8	0.0
46	4587	92	04	27	15	39	55	16	10	48	-185R	61 23 U 49	699	28 5.8	16.6	1000.1	89	6.0	-0.8	0.0
47	4590	92	04	28	11	08	15	11	27	58	60L	31 29 U 20	422	23 7.1	18.9	998.8	85	6.4	-0.4	0.0
48	4593	92	04	30	11	46	35	12	16	03	85L	39 28 U 21	1109	31 6.6	14.6	989.6	72	6.6	-0.5	0.0
49	4598	92	05	11	10	53	45	11	21	54	75L	35 25 U 21	587	29 4.9	15.8	1018.4	57	6.7	-0.5	0.0
50	4599	92	05	11	14	15	54	14	54	48	-205R	81 36 U 25	144	13 6.1	15.7	1018.9	68	6.9	-0.7	0.0



Table 7. Observations and data fitting b JHDLRS-1 (continued)

Satellite : Lageos-I

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)			(4) Azst	(5)Elev			(6) RTN	(7) NRMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG
		date	caught	lost		MX	CT	LT								
51	4600	92 05 21	11 18 52	11 45 17	95L	45 31 U	30	979	31 7.4	19.0	997.3	68	6.5	-0.5	0.0	
52	4602	92 05 25	12 43 17	13 08 44	135L	77 23 U	73	1000	31 5.9	15.3	997.9	58	6.2	-0.5	0.0	
53	4606	92 05 26	11 25 48	11 56 32	105L	51 23 U	38	1338	31 5.0	15.3	1000.3	82	6.5	-0.5	0.0	
54	4608	92 05 26	14 58 10	15 24 36	-175R	51 27 U	43	203	15 6.2	13.0	1000.8	92	6.4	-0.7	0.0	
55	4610	92 05 27	10 30 26	10 41 57	75L	35 34	21	118	12 12.0	17.8	999.2	69	6.3	-0.4	0.0	
56	4611	92 05 28	12 12 35	12 54 37	125L	68 28 U	20	943	31 7.9	14.8	998.4	70	6.3	-0.5	0.0	
57	4615	92 06 03	11 19 13	11 32 39	105L	51 48 U	45	548	24 5.3	20.3	1005.1	92	6.9	-0.4	0.0	
58	4620	92 06 04	13 28 28	13 48 50	-206R	81 71 U	40	291	17 6.5	19.5	1002.3	94	6.6	-0.4	0.0	
59	4622	92 06 05	12 12 07	12 24 49	126L	67 68	43	506	23 5.8	20.6	1001.0	84	6.7	-0.4	0.0	
60	4627	92 06 12	13 18 05	13 22 20	-206R	81 71	58	163	13 5.9	19.2	1000.5	71	6.6	-0.2	0.0	
61	4630	92 06 24	14 26 21	14 41 49	-165R	40 39 U	32	337	19 6.1	18.7	998.6	73	6.2	0.0	0.0	
62	4633	92 07 09	11 20 27	11 45 39	-214R	88 31 U	68	101	10 11.9	24.0	1002.5	74	6.7	-0.1	0.0	
63	4635	92 07 10	13 36 44	14 05 15	-163R	40 28 U	28	406	21 9.9	23.7	1008.2	88	6.6	-0.3	0.0	
64	4638	92 07 22	11 42 06	11 52 31	-205R	80 59	31	154	13 5.2	26.2	1004.7	89	6.7	-0.1	0.0	
65	4639	92 07 23	13 39 21	14 00 45	-148R	31 29 U	21	148	12 7.7	25.8	1003.4	85	6.6	-0.3	0.0	
66	4641	92 07 24	12 00 29	12 44 48	-185R	59 23 U	20	1865	31 6.1	24.5	1004.0	82	6.7	-0.2	0.0	
67	4643	92 07 27	11 48 27	11 49 59	-195R	69 69	68	89	9 32.8	25.9	1000.8	96	6.4	-0.2	0.0	
68	4645	92 07 28	10 13 05	10 16 52	136L	78 47	58	67	8 12.1	26.7	999.4	76	7.2	-0.1	0.0	
69	4647	92 07 30	10 50 15	11 06 51	-205R	80 22	65	548	23 5.8	27.0	999.2	80	6.5	-0.2	0.0	
70	4650	92 08 06	08 35 22	08 52 37 D	108L	52 42 U	46	127	10 9.1	27.6	1005.1	80	6.7	0.0	0.0	
71	4651	92 08 06	11 58 60	12 37 48	-175R	48 27 U	20	1936	31 5.5	24.9	1006.2	94	6.6	-0.1	0.0	
72	4666	92 08 25	11 06 59	11 12 49	-184R	58 54	44	105	9 10.1	25.6	1008.8	92	6.5	-0.1	0.0	
73	4678	92 08 28	06 58 10	07 04 52 D	87L	40 41 U	38	117	10 9.2	28.3	1008.6	81	6.7	0.0	0.0	
74	4679	92 08 28	10 10 09	10 44 04	-194R	68 33 U	36	551	22 7.1	26.4	1009.7	88	6.7	-0.2	0.0	
75	4721	92 09 10	09 59 46	10 06 38	-184R	57 21	34	93	9 9.1	25.8	990.9	59	6.7	-0.2	0.0	
76	4730	92 09 11	09 02 44	09 16 49 D	-213R	88 79	35	222	13 8.6	24.5	993.6	45	6.2	-0.2	0.0	
77	4740	92 09 21	09 28 40	09 38 59	-193R	67 68	48	565	23 6.4	21.9	1011.9	73	6.0	0.1	0.0	
78	4749	92 10 06	10 08 30	10 30 04	-160R	38 38 U	20	446	20 8.0	16.5	1012.5	66	6.7	-0.3	0.0	
79	4754	92 10 09	09 19 42	09 49 19	-172R	47 27 U	34	564	23 5.7	19.0	1004.9	59	6.9	-0.1	0.0	
80	4771	92 10 21	19 26 22	20 09 48	34R	59 23 U	22	1730	31 6.6	13.3	1011.0	75	6.8	-0.2	0.0	
81	4775	92 10 22	18 11 53	18 38 26	54R	31 24 U	23	155	12 7.9	19.7	1015.2	61	7.4	-0.2	0.0	
82	4787	92 10 28	08 17 30	08 41 43 D	-183R	56 54 U	26	691	24 8.7	16.4	1015.4	67	7.4	-2.2	0.0	
83	4789	92 10 29	07 06 41	07 15 50 D	-212R	87 65	38	317	18 7.1	19.7	1007.5	81	7.3	-2.6	0.0	
84	4790	92 10 30	08 58 55	09 26 38	-159R	37 29 U	25	387	18 9.4	19.4	999.2	68	7.4	0.0	0.0	
85	4794	92 11 02	08 17 05	08 55 07	-172R	46 22 U	25	331	21 8.1	11.6	1016.9	70	7.2	0.0	0.0	
86	4809	92 11 15	20 41 23	20 59 60	21L	68 34 U	67	1037	31 11.2	12.0	1011.4	82	7.2	-1.1	0.1	
87	4812	92 11 17	17 57 31	18 33 58	39R	50 30 U	23	1038	31 6.0	10.2	1017.8	77	6.8	-0.2	0.0	
88	4817	92 11 24	06 55 39	07 06 27 D	-192R	66 55	30	54	6 11.2	17.6	1013.6	64	6.9	0.0	0.0	
89	4830	92 11 26	07 27 03	07 57 28 D	-172R	45 38 U	21	103	9 14.9	8.9	1007.1	49	6.8	0.0	0.0	
90	4836	92 11 27	02 38 43	03 01 35 D	78L	36 33 U	22	416	19 7.9	10.9	1018.6	50	7.0	-0.3	0.0	
91	4837	92 11 27	05 54 22	06 34 39 D	-201R	76 30 U	26	372	18 9.2	11.4	1019.1	49	7.1	-0.3	0.0	
92	4853	92 12 03	05 13 27	05 20 22 D	140L	82 62	42	81	8 8.0	14.3	1017.8	59	7.1	0.0	0.0	
93	4875	92 12 08	17 52 43	18 11 25	34R	60 58	20	1141	31 6.5	11.4	1008.6	69	6.7	-0.4	0.0	
94	4891	92 12 10	18 15 11	19 00 44	28R	81 26 U	20	2098	31 7.4	12.6	994.9	74	6.9	-0.2	0.0	
95	4892	92 12 11	04 50 00	05 03 42 D	140L	82 73	33	363	19 7.4	9.4	1002.3	45	7.2	0.0	0.0	
96	4902	92 12 14	16 20 49	16 39 04	44R	41 23	42	199	14 9.2	2.8	1011.2	61	7.4	-0.2	0.0	
97	4906	92 12 14	19 50 38	20 33 41	20L	59 22 U	20	1384	31 5.7	2.3	1012.3	69	7.3	-0.3	0.0	
98	4907	92 12 15	02 58 13	03 07 51 D	101L	48 44	28	74	10 6.8	9.2	1012.5	55	7.1	-0.1	0.0	
99	4931	92 12 21	01 45 01	01 56 13 D	80L	37 37 U	30	102	9 7.1	14.8	1009.7	74	7.7	0.0	0.0	
100	4938	92 12 24	04 49 33	04 52 56 D	-210R	86 56	46	61	7 10.1	6.8	1005.1	53	8.0	0.1	0.0	

Table 7. Observations and data fitting by JHDLRS-1 (continued)

Satellite : Lageos-II

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)						(4) Azst	(5)Elev			(6) RTN	(7) N RMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG					
		date		caught		lost			MX	CT	LT									cm	°C	hPa	%	ns
1	4788	92	10	28	08	47	19	09	07	38	-63L	33	34	U	20	721	26	6.8	15.7	1015.4	71	7.3	-2.2	0.0
2	4808	92	11	15	20	11	53	20	34	45	-130R	78	31	U	79	1146	31	6.9	12.9	1011.2	76	6.8	-1.0	0.1
3	4816	92	11	24	01	22	07	01	34	16D	-49R	71	20	U	43	51	7	8.5	17.5	1016.5	57	7.0	0.0	0.0
4	4829	92	11	26	01	36	24	01	56	28D	-48R	78	20	U	63	117	10	9.6	13.9	1004.9	49	6.7	-0.3	0.0
5	4873	92	12	08	16	41	02	17	04	50	212L	84	23	U	80	1093	31	7.0	11.8	1008.4	68	7.0	-0.3	0.0
6	4884	92	12	09	14	54	59	15	35	47	178L	50	28	U	26	1423	31	6.3	9.4	1009.5	87	6.6	-0.3	0.0
7	4890	92	12	10	16	55	55	17	37	04	-140R	87	25	U	47	241	16	6.9	12.3	995.7	77	6.9	-0.2	0.0
8	4896	92	12	11	15	01	58	15	52	43	187L	58	20	U	22	720	26	8.5	4.2	1009.5	62	7.3	-0.1	0.0
9	4901	92	12	14	13	30	26	14	08	43	156L	34	21	U	20	1222	31	6.2	4.6	1010.4	53	7.1	-0.2	0.0
10	4903	92	12	14	17	22	44	18	05	14	-124R	73	23	U	45	2308	31	9.9	3.2	1011.7	62	7.5	-0.2	0.0
11	4912	92	12	15	15	29	29	16	16	23	204L	75	25	U	31	245	15	7.9	3.1	1013.6	72	7.3	-0.3	0.0
12	4915	92	12	16	13	39	59	14	25	38	168L	42	20	U	18	935	31	7.8	6.1	1012.1	63	7.5	-0.1	0.0
13	4916	92	12	16	17	44	11	18	15	06	-116R	67	35	U	53	370	19	6.6	7.0	1011.7	60	7.3	-0.2	0.0
14	4925	92	12	17	15	47	20	16	36	02	212L	83	35	U	21	2527	31	6.6	6.6	1012.3	60	7.2	-0.2	0.0
15	4945	92	12	25	13	02	33	13	23	46	166L	41	42	U	21	429	20	6.9	3.0	1018.9	71	6.9	-0.1	0.0

Table 7. Observations and data fitting b JHDLRS-1 (continued)

Satellite : Starlette

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)				(4) Azst	(5)Elev			(6) RTN	(7) NRMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG
		date	caught	lost			MX	CT	LT								
1	4399	92 01 07	14 34 19	14 42 30	220L	77 20	U 34	614	24 6.1	11.4	1013.4	65	6.3	-0.9	0.0		
2	4408	92 01 10	13 43 43	13 53 18	225L	84 23	U 20	665	25 6.5	4.7	1016.9	58	6.4	-0.8	0.0		
3	4415	92 01 14	11 24 33	11 31 24	180L	34 22	U 20	324	17 6.7	4.4	1010.8	60	6.5	-0.4	0.0		
4	4426	92 01 18	10 51 35	11 00 36	215L	67 21	U 20	682	27 5.8	4.0	1009.0	62	6.4	-0.5	0.0		
5	4433	92 01 20	09 42 03	09 49 41	190L	41 21	U 20	342	17 6.1	4.8	1019.9	77	6.4	-0.6	0.0		
6	4435	92 01 20	11 31 25	11 39 14	-100R	47 25	U 20	809	25 5.8	3.5	1020.2	76	6.4	-0.7	0.0		
7	4440	92 01 22	10 22 42	10 28 37	-115R	66 49	U 22	64	8 8.8	7.9	1005.6	65	6.4	-0.7	0.0		
8	4446	92 01 23	08 55 06	08 58 38	195L	46 45	21	109	10 5.5	6.5	1004.9	66	6.5	-0.5	0.0		
9	4457	92 02 13	02 55 05	03 01 54 D	-130R	77 25	U 24	229	15 8.1	12.9	1004.6	61	6.4	-2.0	0.0		
10	4459	92 02 13	10 16 04	10 24 22	-50L	80 28	U 21	473	23 6.5	9.1	1004.5	71	6.2	-2.6	0.0		
11	4463	92 02 14	08 46 56	08 53 40	-35R	41 27	U 20	613	25 5.5	7.6	1009.5	62	6.5	-0.4	0.0		
12	4465	92 02 14	10 34 50	10 43 28	-65L	50 21	U 20	525	23 6.0	5.6	1010.8	71	6.5	-0.6	0.0		
13	4476	92 02 21	00 02 38	00 10 22 D	220L	72 21	U 20	173	13 12.4	6.0	1008.0	72	6.5	-1.5	0.0		
14	4479	92 02 21	07 29 32	07 31 58 D	-45R	74 43	20	129	12 4.4	6.2	1008.2	71	6.4	-0.5	0.0		
15	4485	92 02 24	06 32 42	06 35 59 D	-45R	76 23	76	79	9 8.2	10.1	996.2	70	6.2	-0.6	0.0		
16	4490	92 02 25	05 05 44	05 09 54 D	-25R	35 33	U 20	166	13 6.3	9.8	1005.6	68	6.4	-0.2	0.0		
17	4502	92 02 27	05 41 55	05 49 49 D	-50L	78 24	U 21	241	19 9.2	16.5	1009.0	67	6.4	-0.2	0.0		
18	4509	92 03 03	03 42 51	03 48 27 D	-40R	65 46	U 20	496	25 5.5	13.7	1008.4	70	6.5	0.0	0.0		
19	4524	92 03 10	17 33 33	17 35 04	205L	54 39	24	88	10 9.7	9.4	1009.9	78	6.4	-1.0	0.0		
20	4533	92 03 11	17 46 39	17 50 36	-130R	85 22	81	507	23 5.5	7.9	1014.9	88	6.4	-1.0	0.0		
21	4541	92 03 12	16 18 14	16 24 49	185L	34 22	U 20	223	17 6.5	9.5	1014.9	90	6.5	-1.0	0.0		
22	4547	92 03 30	11 11 56	11 19 53	215L	69 35	U 21	494	24 7.0	13.0	1006.9	84	5.9	-0.6	0.0		
23	4548	92 03 30	13 01 17	13 08 45	-85R	36 23	U 20	181	14 7.9	11.0	1008.6	86	5.9	-0.7	0.0		
24	4551	92 04 02	10 19 37	10 27 24	220L	76 25	U 34	538	23 5.6	15.7	1002.3	95	6.3	-0.4	0.0		
25	4552	92 04 02	12 12 53	12 17 41	-85R	34 33	20	174	13 5.6	14.5	1003.6	67	6.3	-0.5	0.0		
26	4562	92 04 14	14 17 29	14 26 35	-55L	76 20	U 22	767	25 8.6	8.4	1009.9	72	6.3	-1.3	-0.1		
27	4572	92 04 20	10 49 58	10 52 30	-30R	38 38	U 33	92	10 5.0	14.5	1005.8	70	6.2	-0.7	0.0		
28	4577	92 04 21	11 07 24	11 12 59	-40R	56 34	U 36	197	15 7.8	17.7	1005.3	73	6.3	-0.6	0.0		
29	4579	92 04 21	12 57 09	13 03 02	-75L	36 29	U 21	623	25 4.7	17.8	1004.7	73	6.4	-0.7	0.0		
30	4582	92 04 22	11 27 13	11 28 40	-50R	86 42	64	82	9 5.3	16.8	992.3	64	6.3	-0.4	0.1		
31	4586	92 04 23	02 37 53	02 40 42 D	185L	34 34	24	73	9 6.3	19.3	1006.9	88	6.5	-1.8	0.0		
32	4589	92 04 28	09 43 34	09 52 50	-50L	78 27	U 20	1178	31 5.5	19.6	998.1	84	6.3	-0.2	0.0		
33	4592	92 04 30	08 33 01	08 42 13 D	-45R	72 27	U 21	517	23 5.7	18.6	984.0	69	6.6	-0.3	0.0		
34	4596	92 05 01	07 03 56	07 09 32 D	-30R	37 27	U 28	198	15 7.4	18.5	1000.1	64	6.7	-0.1	0.0		
35	4597	92 05 01	08 53 30	09 01 44 D	-55L	72 36	U 20	385	23 6.4	17.0	1000.8	67	6.6	-0.2	0.0		
36	4629	92 06 24	14 17 02	14 19 04	-39R	60 29	55	70	9 15.2	18.6	998.4	73	6.0	0.0	0.0		
37	4656	92 08 20	11 29 47	11 32 45	180L	35 34	U 29	395	18 5.4	24.6	995.1	93	6.4	0.0	0.1		
38	4658	92 08 20	13 16 11	13 22 57	-106R	53 28	U 30	176	12 7.4	23.5	995.5	93	6.5	-0.1	0.0		
39	4661	92 08 21	11 52 41	11 53 49	210L	63 34	25	50	6 5.4	24.3	999.0	95	5.9	-0.2	0.0		
40	4664	92 08 21	19 09 05	19 17 14	-42R	67 36	U 21	372	18 5.7	23.3	999.7	94	6.4	-0.1	0.0		
41	4668	92 08 25	16 48 04	16 52 00	-31R	36 28	U 34	220	14 6.4	24.4	1008.0	95	6.1	-0.3	0.0		
42	4670	92 08 26	11 37 53	11 42 04	-99R	45 45	20	445	20 4.5	25.3	1009.0	95	6.5	-0.2	0.0		
43	4674	92 08 26	18 55 29	19 04 21	-70L	43 22	U 20	1262	31 4.7	23.5	1008.2	95	6.6	-0.1	0.0		
44	4684	92 08 28	17 46 07	17 53 03	-57L	64 34	U 31	386	18 5.6	24.4	1009.7	90	6.6	0.0	0.0		
45	4695	92 09 03	14 14 02	14 20 22	-33R	43 24	U 32	255	15 7.1	26.0	997.0	83	6.6	-0.2	0.0		
46	4701	92 09 04	14 32 48	14 42 25	-42R	64 22	U 21	599	23 5.7	26.8	996.2	82	6.6	0.0	0.0		
47	4708	92 09 08	14 02 26	14 10 21	-54L	73 33	U 24	378	18 6.8	22.4	1003.8	84	6.5	-0.1	0.0		
48	4716	92 09 09	14 20 47	14 28 15	-68L	44 21	U 28	653	24 5.5	21.7	999.0	94	6.7	-0.3	0.0		
49	4723	92 09 10	12 50 49	13 00 29	-46R	74 22	U 20	998	30 5.7	24.8	990.7	58	6.7	-0.3	0.0		
50	4732	92 09 11	11 21 37	11 27 15	-28R	35 21	U 29	187	13 4.7	22.3	996.0	46	6.0	-0.3	0.0		

Table 7. Observations and data fitting b JHDLRS-1 (continued)

Satellite : Starlette

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)				(4) Azst	(5)Elev			(6) RTN	(7) NRMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG
		date		caught	lost		°	MX	CT								
51	4734	92 09 11	13 11 28	13 13 42	-58L	66	32	60	75	9 7.5	21.2	996.4	49	6.1	-0.3	0.0	
52	4747	92 10 06	04 57 06	05 01 29 D	-54L	73	74	U 20	317	16 5.1	20.5	1009.5	43	6.7	-0.2	-0.1	
53	4761	92 10 20	15 30 56	15 36 47	193L	41	33	U 20	386	20 6.4	14.6	1002.7	77	7.5	-0.2	0.0	
54	4770	92 10 21	15 50 06	15 53 53	216L	71	46	U 49	389	18 5.4	14.3	1009.7	72	7.2	-0.2	0.0	
55	4779	92 10 26	13 47 17	13 55 14	201L	52	28	U 20	390	18 8.8	14.3	1014.7	60	7.2	-1.4	0.0	
56	4782	92 10 27	14 05 06	14 14 40	225L	86	20	U 21	511	23 7.2	13.3	1016.5	65	7.4	-1.9	0.0	
57	4791	92 10 30	13 15 06	13 24 04	-130R	85	28	U 19	394	19 8.3	15.5	1003.2	55	7.4	-0.1	0.0	
58	4796	92 11 04	11 14 50	11 22 34	216L	69	40	U 20	197	13 14.9	15.9	1015.2	84	7.3	-0.2	0.0	
59	4798	92 11 11	09 57 25	09 59 46	-115R	62	40	21	105	9 6.7	10.9	1018.2	76	6.4	-0.1	0.0	
60	4800	92 11 11	15 24 53	15 31 18	-32R	36	27	U 20	469	20 6.1	9.6	1018.9	72	7.5	-0.2	0.0	
61	4802	92 11 11	17 14 26	17 20 45	-60L	56	35	U 22	507	21 8.2	9.5	1018.6	72	7.2	-0.1	0.0	
62	4803	92 11 12	08 20 36	08 29 54	204L	57	24	U 21	1104	31 5.3	16.4	1018.2	77	7.2	0.0	0.0	
63	4804	92 11 12	10 09 59	10 19 09	-96R	41	20	U 19	1351	31 4.4	12.0	1018.9	88	7.2	-0.1	0.0	
64	4810	92 11 17	15 30 36	15 32 36	-65L	46	20	33	171	13 4.8	11.5	1018.2	75	7.5	-0.2	0.0	
65	4813	92 11 18	08 34 32	08 36 23	-84R	37	32	22	164	14 7.2	14.2	1019.1	79	6.9	0.0	0.0	
66	4814	92 11 18	14 03 21	14 06 01	-44R	67	47	U 64	52	8 8.3	10.7	1020.2	82	7.0	-0.1	0.0	
67	4818	92 11 24	12 21 55	12 22 28	-47R	79	60	71	102	9 6.4	12.1	1012.8	96	7.3	-0.1	0.0	
68	4824	92 11 25	10 52 35	10 56 20	-33R	39	39	U 25	274	15 4.6	12.9	1004.5	65	7.0	-0.1	0.0	
69	4825	92 11 25	12 37 51	12 47 03	-58L	60	21	U 21	816	27 6.3	11.3	1004.5	71	6.9	-0.1	0.0	
70	4831	92 11 26	11 10 19	11 17 34	-41R	57	40	U 20	564	22 7.9	7.5	1010.6	54	7.0	0.0	0.0	
71	4838	92 11 27	09 40 50	09 45 46	-27R	31	29	U 20	592	23 6.6	6.6	1021.5	60	7.1	-0.3	0.0	
72	4839	92 11 27	11 27 08	11 36 59	-49R	84	21	U 21	802	28 6.1	6.0	1022.1	62	7.2	-0.3	0.0	
73	4844	92 11 29	10 18 04	10 22 41	-42R	62	30	U 57	569	22 6.8	11.9	1014.9	89	7.0	-0.1	0.0	
74	4847	92 12 02	03 53 32	04 01 01 D	-86R	37	20	U 25	420	19 5.3	17.5	1009.9	55	6.8	0.0	0.0	
75	4848	92 12 02	09 25 33	09 35 37	-44R	67	21	U 21	837	28 5.6	10.0	1013.6	61	7.1	0.0	0.0	
76	4852	92 12 03	02 30 44	02 32 00 D	-125R	74	34	23	98	9 7.7	13.8	1019.3	60	6.9	-0.4	-0.1	
77	4854	92 12 03	07 57 58	08 04 22	-33R	35	29	U 20	502	21 6.2	12.5	1018.6	69	7.1	0.0	0.0	
78	4855	92 12 03	09 45 27	09 55 13	-53L	76	24	U 20	1065	31 5.5	9.9	1019.1	83	7.1	-0.1	0.0	
79	4861	92 12 04	08 15 09	08 24 50	-36R	49	20	U 20	959	29 5.7	11.0	1023.7	57	7.0	0.0	0.0	
80	4862	92 12 04	10 04 41	10 13 53	-65L	45	20	U 20	1042	30 6.2	9.5	1024.7	58	7.1	-0.1	0.0	
81	4868	92 12 08	00 21 30	00 30 43 D	221L	80	21	U 21	55	11 9.3	19.9	1002.3	60	6.8	-0.5	0.0	
82	4869	92 12 08	07 43 36	07 52 28 D	-47R	77	23	U 29	424	20 5.9	17.2	1004.7	56	7.3	-0.1	0.0	
83	4878	92 12 09	00 45 22	00 50 11 D	-114R	62	64	21	192	13 6.1	16.3	1011.4	56	6.7	-0.6	0.0	
84	4918	92 12 17	05 16 40	05 20 49 D	-53L	77	60	18	181	13 5.1	11.7	1010.4	53	7.5	0.0	0.0	

Table 7. Observations and data fitting by JHDLRS-1 (continued)

Satellite : TOPEX

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)				(4) Azst	(5)Elev			(6) RTN	(7) N RMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG
		date		caught			lost		MX								
1	4685	92 08 28	18 24 03	18 25 55	-39L	56 32	20	77	9 7.4	24.6	1009.5	90	6.5	0.0	0.0		
2	4691	92 09 03	06 40 34	06 42 46 D	192L	70 44	26	189	13 4.1	30.6	995.5	71	6.8	-0.6	0.0		
3	4697	92 09 03	16 26 46	16 38 52	-26R	87 21 U	20	919	31 7.1	26.0	996.4	87	6.6	-0.3	0.0		
4	4704	92 09 07	15 59 36	16 07 26	-31L	77 56 U	20	738	29 5.1	23.3	1004.0	71	6.5	-0.3	0.0		
5	4709	92 09 08	14 23 50	14 31 28	-3R	34 31 U	20	1086	31 5.3	22.2	1003.6	85	6.4	-0.2	0.0		
6	4710	92 09 08	16 19 23	16 24 35	-43L	47 33 U	36	813	29 5.0	22.0	1003.2	86	6.7	-0.2	0.0		
7	4726	92 09 10	15 05 15	15 14 58	-25R	88 21 U	38	1458	31 5.2	24.6	990.9	54	6.6	-0.4	0.0		
8	4735	92 09 11	15 27 52	15 39 15	-38L	55 20 U	20	1568	31 5.8	20.8	996.8	47	6.5	-0.5	0.0		
9	4739	92 09 17	13 51 19	13 59 38	-32L	75 24 U	44	1032	30 4.1	22.4	1004.5	92	6.5	-0.1	0.0		
10	4742	92 09 21	11 34 49	11 35 41	-1R	31 32	31	90	9 6.2	21.7	1013.0	66	6.4	0.0	0.0		
11	4744	92 10 02	11 51 46	11 56 05	-52L	33 32	20	244	15 6.9	22.0	1010.1	91	6.4	-0.2	0.0		
12	4748	92 10 06	09 30 21	09 31 27	-21R	68 67 U	67	136	11 4.8	19.3	1011.9	53	7.1	-0.4	-0.1		
13	4752	92 10 09	00 38 43	00 48 03 D	-111R	37 22 U	21	748	26 7.5	22.1	1002.9	71	7.0	-0.4	0.0		
14	4753	92 10 09	08 40 58	08 48 44	-17R	58 50 U	20	883	28 5.7	20.1	1004.0	54	6.9	-0.1	0.0		
15	4766	92 10 21	05 29 18	05 34 39 D	0R	31 31 U	20	357	18 7.4	23.2	1005.1	48	7.5	0.0	0.0		
16	4767	92 10 21	07 24 48	07 32 07 D	-41R	53 48 U	20	422	20 5.0	20.6	1005.8	54	7.6	0.0	0.0		
17	4785	92 10 28	04 15 11	04 19 44 D	-6R	36 34 U	30	646	25 7.8	19.8	1015.8	42	7.2	-2.1	0.0		
18	4793	92 11 02	04 09 22	04 20 28 D	-24R	77 27 U	21	437	19 7.7	16.0	1015.6	45	7.4	0.1	0.0		
19	4795	92 11 04	02 59 16	03 07 57 D	-7R	42 25 U	25	256	15 8.6	22.2	1013.0	63	6.9	0.0	0.0		
20	4801	92 11 11	16 11 21	16 23 25	187L	62 19 U	19	1778	31 8.2	9.7	1018.6	71	7.6	-0.1	0.0		
21	4805	92 11 15	15 46 33	15 58 08	202L	85 25 U	20	989	30 6.6	13.9	1011.0	98	7.5	-1.0	0.0		
22	4811	92 11 17	16 35 44	16 39 26	-111R	37 34 U	33	217	14 7.7	10.5	1018.2	79	7.5	-0.2	0.0		
23	4815	92 11 24	00 52 52	01 00 20 D	-52L	37 27 U	25	458	20 7.1	17.0	1016.9	57	6.9	-1.5	0.0		
24	4819	92 11 24	13 30 58	13 33 38	179L	53 37	20	398	19 5.9	11.6	1012.8	80	7.3	-0.2	0.0		
25	4821	92 11 24	15 19 41	15 28 22	-103R	82 20 U	21	919	29 7.3	10.5	1011.4	85	7.3	-0.2	0.0		
26	4827	92 11 25	13 45 55	13 56 34	202L	82 31 U	20	494	21 7.0	11.8	1004.0	67	6.9	-0.2	0.0		
27	4833	92 11 26	14 08 35	14 19 07	-135R	59 29 U	19	1687	31 9.4	7.4	1012.8	53	7.0	-0.1	0.0		
28	4834	92 11 26	22 07 38	22 15 06 D	-4R	36 20 U	31	1058	30 6.9	3.7	1017.8	68	7.1	-0.1	0.0		
29	4835	92 11 27	00 03 08	00 13 53 D	-48L	44 20 U	20	1542	31 6.6	8.6	1018.6	52	6.8	-0.2	0.0		
30	4840	92 11 27	12 34 43	12 45 22	172L	44 20 U	20	1768	31 4.9	5.4	1022.6	67	7.1	-0.3	0.0		
31	4842	92 11 27	14 32 07	14 40 55	-114R	37 25 U	20	1369	31 6.4	3.9	1022.1	72	7.3	-0.4	0.0		
32	4843	92 11 27	22 29 37	22 38 03 D	-16R	58 21 U	42	1340	31 5.5	10.1	1022.3	59	7.0	0.1	0.0		
33	4845	92 11 29	23 14 59	23 21 05 D	-40L	53 21 U	53	462	20 11.2	15.2	1017.1	57	6.9	-0.3	0.0		
34	4856	92 12 03	11 01 01	11 07 09	156L	31 24 U	25	902	28 6.3	9.1	1019.3	88	7.0	0.0	0.0		
35	4859	92 12 03	12 55 24	13 05 29	-130R	50 28 U	20	1705	31 5.1	8.9	1019.3	88	7.0	-0.1	0.0		
36	4864	92 12 04	11 20 58	11 32 11	181L	52 21 U	20	1155	31 6.3	8.8	1025.2	61	7.1	-0.1	0.0		
37	4866	92 12 04	13 19 18	13 27 07	-106R	32 24 U	20	1063	31 6.9	8.1	1025.6	62	6.9	-0.2	0.0		
38	4870	92 12 08	10 55 24	11 06 58	195L	74 23 U	20	877	29 7.0	14.3	1007.7	64	7.3	-0.2	0.0		
39	4877	92 12 08	20 52 31	21 02 48	-28L	83 34 U	20	920	28 8.4	11.3	1009.9	69	7.1	-0.5	0.0		
40	4880	92 12 09	11 18 15	11 28 33	-143R	68 25 U	26	1293	31 6.5	10.8	1011.2	84	6.8	-0.2	0.0		
41	4893	92 12 11	10 07 26	10 18 54	187L	63 22 U	20	1779	31 9.7	6.1	1007.3	52	6.9	0.0	0.0		
42	4897	92 12 14	09 19 25	09 30 33	179L	53 21 U	21	888	29 8.5	5.6	1008.6	58	6.9	-0.1	0.0		
43	4899	92 12 14	11 17 08	11 25 40	-104R	32 22 U	20	766	28 7.5	4.9	1010.1	55	7.2	-0.1	0.0		
44	4905	92 12 14	19 14 23	19 26 46	-20R	67 20 U	19	1299	31 5.5	2.4	1012.1	72	7.6	-0.3	0.0		
45	4909	92 12 15	09 41 21	09 53 46	202L	80 20 U	19	965	30 6.3	4.8	1014.3	62	7.4	-0.2	0.0		
46	4914	92 12 16	10 04 31	10 15 57	-135R	59 22 U	21	1445	31 6.3	7.2	1012.3	54	7.5	-0.1	0.0		
47	4917	92 12 16	20 01 07	20 06 47	-47L	45 25 U	43	549	22 6.4	5.4	1011.9	68	7.3	-0.3	0.0		
48	4919	92 12 17	08 31 50	08 38 56	173L	44 21 U	39	374	18 6.3	8.1	1011.7	60	7.3	0.0	0.0		
49	4921	92 12 17	10 29 31	10 37 52	-114R	37 27 U	21	1022	31 5.8	7.9	1012.5	62	7.1	0.0	0.0		
50	4927	92 12 17	18 26 36	18 38 21	-17R	58 20 U	20	1055	30 7.3	6.9	1012.1	57	7.3	-0.2	0.0		

Table 7. Observations and data fitting by JHDLRS-1 (continued)

Satellite : TOPEX

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)						(4) Azst	(5)Blev			(6) RTN	(7) NRMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG
		date	caught			lost			MX	CT	LT								
51	4929	92 12 18	08 53 23	09 03 20				195L	72 20	U 35	1044	31 5.8	7.0	1016.7	63	7.3	-0.4	0.0	
52	4934	92 12 22	08 33 31	08 40 13				-151R	81 78	U 20	256	15 6.9	11.7	1009.9	53	6.6	0.0	0.0	
53	4939	92 12 24	09 15 08	09 24 09				-107R	32 20	U 20	1096	31 6.5	3.7	1009.3	53	7.4	0.0	0.0	
54	4941	92 12 25	07 46 25	07 52 06 D				202L	86 81	20	433	20 14.6	6.9	1018.4	57	7.1	0.0	0.0	

Table 8. Observations and data fitting by HTLRS

## Explanation

## Column

- 1 Serial number of passes ranged successfully for each satellite.
- 2 Serial number of passes ranged successfully from the beginning of SLR observation by HTLRS at Iwo Sima and Wakkanai.
- 3 Observation time (UTC) of the first return and the last return observed in the satellite pass.
- 4 Azimuth when the tracking of the satellite started at 20 degrees of elevation.
- 5 Elevations at the maximum, at the first return obtained and at the last return obtained in the satellite path. U means through the maximum elevation.
- 6 Number of successful returns from the satellite in the pass.
- 7 Order of the polynomials applied and the root mean square deviation of the curve fitting to the measured range.
- 8 Atmospheric temperature (degree centigrade)
- 9 Atmospheric pressure (hecto pascal).
- 10 Relative humidity (%).
- 11 Calibrated internal delay time of the SLR system obtained by the ground target ranging. The light velocity change in the air (Abshire, 1980) is used for the atmospheric correction. This term is corrected for the range data in the final MT file, FR data.
- 12 Time correction: Transmitting time of GPS minus time of the clock used in the SLR system. This term is corrected for the transmitted time in the final MT file.
- 13 Time correction: UTC (USNO MC) minus transmitting time of GPS (USNO, 1992). This term is corrected for the transmitted time in the final MT file.



Table 8. Observations and data fitting by HTLRS at Iwo Sima

Satellite : Lageos-I

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)						(4) Azsl	(5)Elev			(6) RTN	(7) NRMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG			
		date	caught	lost	Y	M	D		h	m	s									h	m	s
		Y	M	D	h	m	s	h	m	s			cm	°C	hPa	%	ns	μs	μs			
1	4	92	01	30	19	47	34	19	50	23	170R	62	42	36	13	54.2	19.6	1004.6	85.0	50.9	-1.5	0.0
2	7	92	02	04	16	20	26	16	24	22	100L	44	44	41	32	72.9	20.8	1002.0	54.0	50.9	-1.4	0.0
3	11	92	02	06	17	05	49	17	17	37	120L	61	62	43	249	154.1	18.2	1007.3	75.0	50.7	-2.1	0.0
4	12	92	02	07	09	19	25	09	24	52	10L	48	44	36	18	56.5	19.2	1006.3	70.5	50.7	-1.8	0.0
5	14	92	02	07	18	58	33	19	37	04	170L	62	34	U 22	645	314.3	16.6	1005.8	84.0	50.9	-1.8	0.1
6	19	92	02	13	17	50	01	18	04	27	150R	85	37	80	284	214.0	18.5	1004.3	87.0	51.0	-1.8	0.0
7	21	92	02	14	16	42	49	16	58	28	120L	61	60	U 41	210	213.9	15.9	1007.6	95.0	51.1	-1.8	0.1
8	30	92	02	26	17	54	54	17	56	20	160R	72	63	67	16	75.9	16.0	1008.4	63.0	51.0	-1.8	0.0
9	33	92	02	27	16	33	10	16	44	19	130L	72	62	U 66	10	81.0	15.6	1009.7	66.0	50.6	-1.6	0.0
10	36	92	02	28	18	45	26	18	46	24	180R	50	49	50	5	21.1	17.0	1012.8	67.0	50.9	-1.8	0.0
11	39	92	02	29	17	19	46	17	23	27	150R	84	65	76	58	73.9	17.0	1010.7	74.0	50.9	-1.8	0.0
12	43	92	03	05	17	33	27	17	36	40	160R	72	60	67	51	74.1	22.2	1003.9	86.0	50.8	-1.9	0.0
13	48	92	03	10	15	53	49	18	00	51	170R	61	61	U 56	28	75.1	21.2	1006.1	74.0	51.0	-1.5	0.0
14	54	92	03	12	15	03	40	15	05	58	110L	53	44	48	13	64.8	22.2	1010.1	84.0	50.9	-1.9	0.0

Table 8. Observations and data fitting by HTLRS at Iwo Sima

Satellite : Ajisai

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)						(4) Azst	(5)Elev			(6) RTN	(7) N RMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG
		date	caught	lost	h	m	s		MX	CT	LT								
1	1	92 01 23	10 44 52	10 51 45	300L	55 53U	23	370	20 4.7	18.2	1007.9	75.0	50.8	3.4	0.0				
2	3	92 01 29	09 27 22	09 29 32	300L	45 38	26	12	4 22.1	19.8	1010.7	77.0	50.9	-1.8	0.0				
3	5	92 02 03	08 56 25	08 56 45	260L	21 21	21	20	6 4.8	18.2	1008.3	83.0	51.2	-1.8	0.0				
4	8	92 02 05	19 55 17	20 00 35	170L	29 28U	24	30	9 4.4	19.1	1005.7	79.0	51.1	-2.0	0.0				
5	15	92 02 07	20 04 44	20 16 49	200L	54 23U	20	112	15 4.1	18.2	1005.9	81.0	51.2	-2.0	0.0				
6	17	92 02 10	19 28 26	19 32 04	200L	60 54U	50	128	15 4.7	18.2	1003.7	83.0	51.4	-1.8	0.0				
7	20	92 02 13	18 44 51	18 56 03	210L	66 32U	21	497	23 5.3	19.4	1004.2	85.0	51.3	-1.8	0.0				
8	22	92 02 14	17 55 56	18 01 13	180L	40 41	21	308	25 5.2	17.6	1007.6	85.0	51.2	-0.8	0.0				
9	23	92 02 14	19 57 29	19 59 18	250R	50 50	43	28	5 5.6	16.8	1008.8	87.0	51.1	-1.8	0.0				
10	24	92 02 15	17 02 22	17 03 05	150L	24 24	23	15	4 5.0	23.6	1001.7	87.0	51.0	-1.8	0.1				
11	25	92 02 15	18 59 28	19 03 39	230R	75 42U	72	96	15 5.2	23.8	1002.1	85.0	50.8	-2.5	0.0				
12	27	92 02 20	16 30 25	16 40 06	190L	50 31U	24	547	31 4.9	23.4	996.8	84.0	50.9	-1.5	0.0				
13	28	92 02 26	15 08 18	15 18 10	200L	60 27U	31	378	21 5.0	15.6	1007.9	66.0	51.2	-1.8	0.0				
14	29	92 02 26	17 14 20	17 18 26	270R	36 35U	31	63	7 5.2	15.6	1008.3	66.0	51.1	-1.5	0.0				
15	31	92 02 27	14 14 30	14 24 57	180L	37 21U	21	804	25 5.1	16.4	1010.0	60.0	50.9	-1.8	0.0				
16	32	92 02 27	16 16 38	16 27 32	250R	54 30U	21	763	21 5.0	15.2	1009.6	65.0	50.9	-1.6	0.0				
17	34	92 02 28	15 20 42	15 33 48	230R	81 22U	21	911	31 4.7	16.2	1012.1	63.0	51.2	-1.8	0.0				
18	35	92 02 28	17 27 12	17 31 07	200R	24 21	23	11	7 4.3	16.7	1012.2	61.0	51.0	-1.8	0.0				
19	37	92 02 29	14 27 27	14 38 43	210L	66 26U	26	925	31 5.1	17.2	1012.4	76.0	51.0	-1.8	0.0				
20	38	92 02 29	16 31 42	16 40 24	280R	33 26U	20	506	12 5.1	16.8	1010.8	76.0	50.9	-1.8	0.0				
21	40	92 03 02	12 42 30	12 48 29	150L	24 21U	20	115	11 5.6	21.8	1004.8	77.0	51.1	-1.7	0.0				
22	41	92 03 03	13 53 56	13 55 25	210L	73 64	48	45	7 5.4	22.4	1004.8	87.0	51.0	-1.8	0.0				
23	42	92 03 04	14 54 44	15 06 19	260R	45 22U	21	1087	31 4.7	19.5	1008.0	85.0	51.0	-1.8	0.0				
24	44	92 03 05	20 17 51	20 23 52	360R	24 21U	20	167	15 4.9	22.0	1004.3	83.0	50.9	-1.8	0.0				
25	45	92 03 06	13 07 24	13 16 16	210L	79 33U	37	18	10 5.4	22.4	1003.2	92.0	50.9	-1.8	0.1				
26	46	92 03 10	11 32 30	11 43 57	200L	55 27U	21	481	23 5.3	21.7	1006.3	81.0	50.9	-1.8	0.1				
27	47	92 03 10	13 35 47	13 45 14	270R	39 28U	20	640	25 5.1	21.6	1007.0	80.0	51.1	-1.8	0.1				
28	49	92 03 10	19 55 14	19 58 30	340R	40 40	28	18	7 5.6	21.0	1006.3	79.0	50.9	-1.1	0.0				
29	50	92 03 11	10 40 37	10 46 59	170L	33 27U	27	81	15 5.1	20.5	1011.3	83.0	51.2	-1.7	0.0				
30	51	92 03 11	12 39 24	12 51 40	240R	58 23U	21	941	31 4.9	19.8	1011.1	83.0	51.1	-1.7	0.0				
31	52	92 03 11	18 59 07	19 04 09	350R	27 28U	20	189	13 5.2	19.3	1010.7	86.0	51.0	-1.9	0.0				
32	53	92 03 12	11 44 36	11 57 49	220R	87 22U	21	942	31 4.9	22.4	1010.6	86.0	51.1	-2.1	0.0				
33	55	92 03 12	20 01 54	20 15 04	330R	64 21U	21	1168	31 4.5	21.9	1009.5	88.0	51.3	-1.5	0.0				
34	56	92 03 13	10 51 43	11 03 29	200L	61 26U	21	657	31 5.3	20.0	1011.6	82.0	51.1	-1.7	0.0				
35	57	92 03 13	12 56 00	13 02 59	270R	36 29U	27	372	21 5.0	19.2	1009.5	87.0	51.1	-1.8	0.0				

Table 8. Observations and data fitting by HTLRS at Iwo Sima

Satellite : Starlette

(1)	(2)	(3)Obs.Time(UTC)						(4)	(5)Elev			(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	
	No.	date		caught	lost		Azst	MX	CT	LT	RIN	N RMS	TMP	PRESS	HUM	IDT	DTS	DTG		
		Y	M	D	h	m	s	h	m	s		cm	°C	hPa	%	ns	μs	μs		
1	6	92	02	04	12	51	59	12	59	48	330R	53 28 U 24	72	15 2.8	20.5	1002.8	74.5	51.1	-1.8	0.1
2	9	92	02	06	11	44	36	11	48	44	350R	34 34 U 21	272	31 3.0	18.8	1007.7	74.0	51.1	-1.8	0.1
3	10	92	02	06	13	30	49	13	36	01	300L	49 27 41	97	11 3.4	19.1	1007.7	76.0	51.1	-1.4	0.1
4	13	92	02	07	12	02	12	12	07	06	330R	59 40 U 37	115	12 3.5	17.8	1008.2	76.0	51.2	-1.8	0.0
5	16	92	02	10	11	11	17	11	11	44	330R	65 42 48	9	7 1.9	17.6	1005.9	71.0	51.4	-1.8	0.0
6	18	92	02	13	10	19	39	10	27	16	320R	72 35 U 21	100	21 3.1	18.0	1004.3	93.0	51.0	-1.8	0.0

Table 8. Observations and data fitting by HTLRS at Wakkanai

Satellite : Ajisai

(1)	(2) No.	(3)Obs.Time(UTC)						(4) Azst	(5)Elev			(6) RTN	(7) NRMS	(8) TMP	(9) PRESS	(10) HUM	(11) IDT	(12) DTS	(13) DTG
		date	caught	lost	h	m	s		MX	CT	LT								
1	1	92 08 26	19 13 27	19 17 19	280R	66 64	44	45	6 19.0	18.6	1008.1	100	51.9	-1.8	0.0				
2	2	92 08 31	18 43 21	18 46 15	290R	72 36	63	19	7 4.3	18.2	1006.2	100	51.6	-1.8	0.0				
3	3	92 09 08	11 30 02	11 32 20	190L	43 28	38	27	5 13.0	14.7	1002.0	99	51.3	-1.8	0.0				
4	4	92 09 09	12 35 27	12 44 33	230L	79 24	U 48	711	31 6.8	15.0	1004.8	84	51.3	-1.9	0.0				
5	5	92 09 09	14 40 14	14 47 00	270R	67 41	U 43	360	20 5.2	14.3	1004.9	85	51.5	-1.8	0.0				
6	6	92 09 10	15 52 51	15 57 49	290R	70 67	26	180	14 6.6	12.4	1001.9	97	51.0	-1.8	0.0				
7	7	92 09 10	17 47 57	18 00 39	290L	68 23	U 21	871	31 7.1	12.2	1001.0	98	51.1	-1.8	0.0				
8	8	92 09 14	10 14 41	10 18 50	200L	49 46	23	116	11 14.9	15.0	1003.6	92	51.5	-1.8	0.0				
9	9	92 09 14	12 11 34	12 12 50	250R	80 46	61	50	7 5.0	15.1	1003.5	91	51.2	-1.8	0.0				
10	10	92 09 17	09 30 28	09 38 52	210L	52 44	U 21	817	31 4.3	14.4	1002.6	89	51.2	-1.8	0.0				
11	11	92 09 17	11 28 55	11 40 44	260R	77 28	U 22	1466	31 4.1	14.4	1003.8	77	51.0	-1.7	0.0				
12	12	92 09 17	13 30 37	13 41 35	290R	67 22	U 32	830	29 4.7	14.4	1004.4	69	51.2	-1.6	0.0				
13	13	92 09 17	15 35 23	15 45 43	290L	78 41	U 21	1082	31 3.6	13.6	1004.8	69	51.2	-1.5	0.0				
14	14	92 09 17	17 37 29	17 42 44	270L	29 26	U 25	217	13 17.9	14.5	1005.3	69	51.1	-1.7	0.0				
15	15	92 09 21	09 56 50	10 06 22	250L	87 51	U 21	1196	31 3.7	11.4	1015.4	81	51.2	-1.8	0.0				
16	16	92 09 21	11 56 52	12 08 42	280R	65 28	U 21	882	31 4.2	10.1	1015.8	80	51.4	-2.3	0.0				
17	17	92 09 21	13 58 42	14 11 10	290L	88 26	U 21	791	31 3.9	10.1	1016.4	79	51.3	-1.8	0.0				
18	18	92 09 29	10 50 55	11 01 51	290R	71 36	U 21	776	31 4.2	8.9	1014.3	85	51.2	-1.6	0.0				
19	19	92 09 29	12 53 26	13 00 09	290L	65 38	U 44	261	27 3.9	8.3	1013.4	91	51.2	-1.5	0.0				
20	20	92 09 30	09 56 14	10 07 28	290R	66 32	U 21	621	25 4.3	14.9	1001.8	93	51.2	-1.8	-0.1				
21	21	92 09 30	11 59 31	12 09 35	290L	82 42	U 22	275	17 4.5	14.6	1003.2	99	51.2	-1.8	-0.1				
22	22	92 10 01	09 03 32	09 10 45	280R	66 45	U 35	235	13 11.3	12.1	1013.4	100	51.3	-1.8	0.0				
23	24	92 10 01	11 02 58	11 15 40	290R	83 25	U 21	782	31 4.2	12.4	1013.6	97	51.1	-1.7	0.0				
24	25	92 10 01	13 06 09	12 10 34	280L	45 28	U 45	235	15 13.6	11.4	1013.8	100	51.4	-1.8	0.0				
25	26	92 10 02	12 12 36	12 14 22	290L	61 35	49	47	17 19.5	15.4	1008.3	99	51.3	-1.8	-0.1				
26	28	92 10 05	09 29 28	09 38 22	290R	74 32	U 38	232	21 3.9	9.0	1007.9	70	51.2	-1.8	0.0				
27	29	92 10 05	11 31 12	11 42 28	290L	58 29	U 21	770	31 3.8	8.6	1008.4	72	51.0	-1.8	0.0				
28	31	92 10 06	10 37 08	10 48 53	290L	75 29	U 20	698	25 3.9	8.9	1014.4	72	51.1	-1.8	-0.1				
29	32	92 10 06	12 40 18	12 46 19	270L	27 24	U 22	111	11 12.2	7.4	1015.1	87	51.2	-1.8	0.0				
30	33	92 10 07	09 42 11	09 54 54	290L	88 25	U 21	587	27 3.5	9.0	1018.7	100	51.2	-1.8	-0.1				
31	34	92 10 12	09 15 54	09 27 48	290L	68 28	U 21	805	31 4.0	8.4	1016.2	60	51.2	-1.8	0.0				
32	35	92 10 12	11 19 23	11 24 23	260L	23 21	U 20	130	13 4.1	8.8	1017.3	60	51.2	-1.8	0.0				

Table 8. Observations and data fitting by HTLRS at Wakkanai

Satellite : TOPEX

(1)	(2)	(3)Obs.Time(UTC)				(4)	(5)Elev			(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)							
	No.	date		caught	lost	Azst	MX	CT	LT	RTN	NRMS	TMP	PRESS	HUM	IDT	DTS	DTG							
		Y	M	D	h	m	s	h	m	s		°	hPa	%	ns	μs	μs							
1	23	92	10	01	09	26	11	09	36	39	330R	73	28	U	23	762	31	5.0	12.2	1013.4	99	51.1	-1.8	0.0
2	27	92	10	05	09	00	08	09	09	14	330L	87	24	U	39	860	31	4.2	8.9	1007.5	68	51.1	-1.8	0.0
3	30	92	10	06	09	22	36	09	33	53	320L	60	22	U	21	1935	31	3.2	11.6	1013.8	61	51.3	-1.8	-0.2

## PHOTOGRAPHIC DIRECTION OBSERVATIONS OF AJISAI IN 1992

**Summary** - Photographic direction observations of Ajisai by satellite cameras at Iwo Sima, Wakkanai and the Simosato Hydrographic Observatory(SHO) were made in 1992. 4 photographs were taken by the fixed satellite camera at SHO, while 4 by the transportable camera at Iwo Sima and Wakkanai.

**Key words** : satellite camera-Ajisai-photographic direction observation

### 1. Observation

Photographic direction observations of Ajisai by satellite cameras at Iwo Sima, Wakkanai and the Simosato Hydrographic Observatory(SHO) were made in 1992. The fixed type satellite camera at the SHO is an astronomical telescope with a plate holder controlled by a personal computer (Kanazawa, 1989). The transportable camera is an astronomical telescope with a manually controlled plate holder. The plates used in these observations were Kodak professional plates Type TMAX100.

The observation schedule was determined by considering the status of flashing, the elevation of the satellite, its distance from the Moon and the possibility of common view. Each plate was exposed 10 seconds and about 30 flashes of the satellite were taken together with the image of the stars.

### 2. Directional data of Ajisai's flash

The positions of images on the developed photographic plates were measured with a comparator by a contractor. The positional data of flashes and star images were converted into right ascension and declination by the Satellite Data Analysis Computer System (Nagamori, 1989). The star catalogue used for this computation is the SAO. This computation were based on J2000.

The observed and computed data are shown in Table 1. Right ascension and declination are described in apparent places. Note that correction of atmospheric reflection is not applied and the direction of Ajisai's flash is slightly different from the direction of the center of Ajisai.

Table 1. Directional data of Ajisai's flashes

	Explanation
Column 1	Serial number,
2	Observation date,
3	Observation time (UTC, Epoch of the exposure),
4	R. a. (right-ascension) of satellite flash,
5	Decl. (declination) of satellite flash,
6	Stn (Station ID); 7838: The Simosato Hydrographic Observatory, 7305: Iwo Sima, 7320: Wakkanai,
7	Meteorological data; tmp : Atmospheric temperature (degree centigrade), hum : Relative humidity (%), press : Atmospheric pressure (hecto pascal).



Table 1. Directional data of Ajisai's flashes

(1) No.	(2) date			(3) time			(4) r.a.			(5) decl.			(6) stn	(7) tmp hum press			
	Y	M	D	h	m	s	h	m	s	°	'	"	ID	°C	%	hPa	
1	92	1	22	18	34		2	25	56.0	+	54	15	13.24	7838	8.2	57	1005.6
2	92	1	22	18	34		2	25	24.4	+	54	19	57.17	7838	8.2	57	1005.6
3	92	1	22	18	34		2	24	44.2	+	54	23	55.82	7838	8.2	57	1005.6
4	92	1	22	18	34		2	23	59.7	+	54	28	17.11	7838	8.2	57	1005.6
5	92	1	22	18	34		2	23	10.9	+	54	33	0.35	7838	8.2	57	1005.6
6	92	1	22	18	34		2	22	30.1	+	54	36	59.27	7838	8.2	57	1005.6
7	92	1	22	18	34		2	21	45.4	+	54	41	9.02	7838	8.2	57	1005.6
8	92	1	22	18	34		2	20	55.8	+	54	45	53.11	7838	8.2	57	1005.6
9	92	1	22	18	34		2	20	14.9	+	54	49	39.16	7838	8.2	57	1005.6
10	92	1	22	18	34		2	19	30.5	+	54	53	51.37	7838	8.2	57	1005.6
11	92	1	22	18	34		2	18	39.5	+	54	58	24.91	7838	8.2	57	1005.6
12	92	1	22	18	34		2	17	25.8	+	55	5	13.84	7838	8.2	57	1005.6
13	92	1	22	18	34		2	16	56.7	+	55	7	49.67	7838	8.2	57	1005.6
14	92	1	22	18	34		2	15	53.5	+	55	13	32.59	7838	8.2	57	1005.6
15	92	1	22	18	34		2	15	8.0	+	55	17	32.68	7838	8.2	57	1005.6
16	92	1	22	18	34		2	14	39.1	+	55	20	11.35	7838	8.2	57	1005.6
17	92	1	22	18	34		2	13	35.1	+	55	25	49.55	7838	8.2	57	1005.6
18	92	1	22	18	34		2	12	49.3	+	55	29	53.16	7838	8.2	57	1005.6
19	92	1	24	18	49		2	30	51.7	+	17	34	26.05	7838	3.0	70	1012.0
20	92	1	24	18	49		2	30	5.6	+	17	43	49.07	7838	3.0	70	1012.0
21	92	1	24	18	49		2	29	34.2	+	17	50	26.45	7838	3.0	70	1012.0
22	92	1	24	18	49		2	28	47.4	+	17	59	44.74	7838	3.0	70	1012.0
23	92	1	24	18	49		2	28	16.1	+	18	6	15.36	7838	3.0	70	1012.0
24	92	1	24	18	49		2	27	43.9	+	18	12	51.41	7838	3.0	70	1012.0
25	92	1	24	18	49		2	26	57.8	+	18	22	16.98	7838	3.0	70	1012.0
26	92	1	24	18	49		2	26	25.7	+	18	28	43.48	7838	3.0	70	1012.0
27	92	1	24	18	49		2	26	11.2	+	18	31	36.13	7838	3.0	70	1012.0
28	92	1	24	18	49		2	25	38.8	+	18	38	3.45	7838	3.0	70	1012.0
29	92	2	13	27	49		14	44	18.5	+	4	51	29.82	7305	19.4	85	1003.8
30	92	2	13	27	49		14	43	54.4	+	4	45	18.71	7305	19.4	85	1003.8
31	92	2	13	27	49		14	43	34.5	+	4	40	11.81	7305	19.4	85	1003.8
32	92	2	13	27	49		14	43	12.6	+	4	34	31.06	7305	19.4	85	1003.8
33	92	2	13	27	49		14	42	48.7	+	4	28	20.41	7305	19.4	85	1003.8
34	92	2	13	27	49		14	42	28.7	+	4	23	11.52	7305	19.4	85	1003.8
35	92	2	13	27	49		14	42	7.0	+	4	17	29.79	7305	19.4	85	1003.8
36	92	2	13	27	49		14	41	43.1	+	4	11	24.87	7305	19.4	85	1003.8
37	92	2	13	27	49		14	41	32.6	+	4	8	49.25	7305	19.4	85	1003.8
38	92	2	13	27	49		14	41	23.0	+	4	6	11.62	7305	19.4	85	1003.8
39	92	2	13	27	49		14	41	8.1	+	4	2	21.16	7305	19.4	85	1003.8
40	92	2	13	27	49		14	40	54.4	+	3	58	43.51	7305	19.4	85	1003.8
41	92	2	13	27	49		14	40	37.6	+	3	54	17.63	7305	19.4	85	1003.8
42	92	2	13	27	49		14	40	27.5	+	3	51	41.61	7305	19.4	85	1003.8
43	92	2	13	27	49		14	40	2.6	+	3	45	23.81	7305	19.4	85	1003.8
44	92	2	13	27	49		14	39	48.6	+	3	41	44.26	7305	19.4	85	1003.8
45	92	2	13	27	49		14	39	22.4	+	3	34	50.19	7305	19.4	85	1003.8
46	92	2	13	27	49		14	38	57.5	+	3	28	30.17	7305	19.4	85	1003.8
47	92	2	13	27	49		14	38	43.7	+	3	24	50.45	7305	19.4	85	1003.8
48	92	2	13	27	49		14	38	17.4	+	3	17	51.32	7305	19.4	85	1003.8
49	92	2	13	27	49		14	37	52.5	+	3	11	25.01	7305	19.4	85	1003.8
50	92	2	13	27	49		14	37	38.9	+	3	7	48.05	7305	19.4	85	1003.8

Table 1. Directional data of Ajisai's flashes (continued)

(1) No.	(2) date			(3) time			(4) r.a.			(5) decl.			(6) stn ID	(7) tmp hum press			
	Y	M	D	h	m	s	h	m	s	°	'	"		°C	%	hPa	
51	92	2	18	27	27		17	26	59.2	+	34	37	54.73	7838	6.0	56	1005.0
52	92	2	18	27	27		17	24	13.7	+	34	28	39.89	7838	6.0	56	1005.0
53	92	2	18	27	27		17	23	34.3	+	34	25	58.79	7838	6.0	56	1005.0
54	92	2	18	27	27		17	23	1.6	+	34	24	1.95	7838	6.0	56	1005.0
55	92	2	18	27	27		17	22	20.8	+	34	21	32.69	7838	6.0	56	1005.0
56	92	2	18	27	27		17	21	47.5	+	34	19	22.19	7838	6.0	56	1005.0
57	92	2	18	27	27		17	21	6.3	+	34	16	48.59	7838	6.0	56	1005.0
58	92	2	20	27	41		18	11	34.1	+	53	59	17.02	7838	3.6	76	1006.0
59	92	2	20	27	41		18	10	44.0	+	54	0	44.00	7838	3.6	76	1006.0
60	92	2	20	27	41		18	9	57.6	+	54	1	52.09	7838	3.6	76	1006.0
61	92	2	20	27	41		18	8	45.1	+	54	4	2.87	7838	3.6	76	1006.0
62	92	2	20	27	41		18	8	19.9	+	54	4	43.78	7838	3.6	76	1006.0
63	92	2	20	27	41		18	7	29.0	+	54	6	8.42	7838	3.6	76	1006.0
64	92	2	20	27	41		18	7	7.9	+	54	6	33.47	7838	3.6	76	1006.0
65	92	2	20	27	41		18	5	51.0	+	54	8	49.27	7838	3.6	76	1006.0
66	92	2	20	27	41		18	5	4.5	+	54	9	51.31	7838	3.6	76	1006.0
67	92	2	20	27	41		18	4	13.3	+	54	11	10.25	7838	3.6	76	1006.0
68	92	2	20	27	41		18	3	49.7	+	54	11	38.03	7838	3.6	76	1006.0
69	92	2	20	27	41		18	3	23.4	+	54	12	27.09	7838	3.6	76	1006.0
70	92	2	20	27	41		18	2	32.8	+	54	13	44.49	7838	3.6	76	1006.0
71	92	2	20	27	41		18	0	43.5	+	54	16	31.32	7838	3.6	76	1006.0
72	92	3	13	19	55		7	54	48.7	-	15	41	3.32	7305	20.0	82	1010.9
73	92	3	13	19	55		7	54	30.3	-	15	45	43.20	7305	20.0	82	1010.9
74	92	3	13	19	55		7	53	53.3	-	15	54	51.14	7305	20.0	82	1010.9
75	92	3	13	19	55		7	53	34.7	-	15	59	24.73	7305	20.0	82	1010.9
76	92	3	13	19	55		7	53	22.4	-	16	2	36.07	7305	20.0	82	1010.9
77	92	3	13	19	55		7	52	58.1	-	16	8	39.67	7305	20.0	82	1010.9
78	92	3	13	19	55		7	52	39.7	-	16	13	12.26	7305	20.0	82	1010.9
79	92	3	13	19	55		7	52	27.4	-	16	16	22.42	7305	20.0	82	1010.9
80	92	3	13	19	55		7	52	3.0	-	16	22	17.85	7305	20.0	82	1010.9
81	92	3	13	19	55		7	51	44.5	-	16	26	47.42	7305	20.0	82	1010.9
82	92	3	13	19	55		7	51	31.7	-	16	30	0.72	7305	20.0	82	1010.9
83	92	3	13	19	55		7	51	8.0	-	16	35	54.66	7305	20.0	82	1010.9
84	92	3	13	19	55		7	50	49.9	-	16	40	23.42	7305	20.0	82	1010.9
85	92	3	13	19	55		7	50	37.4	-	16	43	34.76	7305	20.0	82	1010.9
86	92	3	13	19	55		7	50	13.3	-	16	49	29.40	7305	20.0	82	1010.9
87	92	9	9	23	44		23	46	1.4	+	68	26	20.88	7320	14.3	85	1003.8
88	92	9	9	23	44		23	44	35.1	+	68	26	7.21	7320	14.3	85	1003.8
89	92	9	9	23	44		23	43	23.0	+	68	25	58.47	7320	14.3	85	1003.8
90	92	9	9	23	44		23	41	40.6	+	68	25	37.47	7320	14.3	85	1003.8
91	92	9	9	23	44		23	40	14.2	+	68	25	19.55	7320	14.3	85	1003.8
92	92	9	9	23	44		23	38	35.8	+	68	24	33.27	7320	14.3	85	1003.8
93	92	9	9	23	44		23	37	19.9	+	68	24	29.87	7320	14.3	85	1003.8
94	92	9	9	23	44		23	35	54.4	+	68	23	57.22	7320	14.3	85	1003.8
95	92	9	9	23	44		23	34	43.4	+	68	23	33.95	7320	14.3	85	1003.8
96	92	9	9	23	44		23	33	1.2	+	68	22	53.07	7320	14.3	85	1003.8
97	92	9	9	23	44		23	31	35.1	+	68	22	16.06	7320	14.3	85	1003.8
98	92	9	9	23	44		23	30	23.2	+	68	21	44.85	7320	14.3	85	1003.8
99	92	9	9	23	44		23	28	41.7	+	68	20	52.25	7320	14.3	85	1003.8
100	92	9	9	23	44		23	27	15.8	+	68	20	2.65	7320	14.3	85	1003.8

Table 1. Directional data of Ajisai's flashes (continued)

(1) No.	(2) date			(3) time			(4) r.a.			(5) decl.			(6) stn	(7) tmp hum press			
	Y	M	D	h	m	s	h	m	s	°	'	"	ID	°C	%	hPa	
101	92	9	9	23	44		23	26	5.2	+	68	19	27.99	7320	14.3	85	1003.8
102	92	9	9	23	44		23	24	23.5	+	68	18	29.60	7320	14.3	85	1003.8
103	92	9	9	23	44		23	22	58.4	+	68	17	34.84	7320	14.3	85	1003.8
104	92	9	9	23	44		23	21	47.3	+	68	16	48.54	7320	14.3	85	1003.8
105	92	9	9	23	44		23	20	5.7	+	68	15	40.15	7320	14.3	85	1003.8
106	92	9	10	24	52		1	12	35.5	+	64	41	32.93	7320	12.4	97	1000.4
107	92	9	10	24	52		1	10	38.4	+	64	46	6.39	7320	12.4	97	1000.4
108	92	9	10	24	52		1	9	49.0	+	64	47	46.97	7320	12.4	97	1000.4
109	92	9	10	24	52		1	8	25.7	+	64	50	29.74	7320	12.4	97	1000.4
110	92	9	10	24	52		1	6	59.8	+	64	53	18.53	7320	12.4	97	1000.4
111	92	9	10	24	52		1	6	10.0	+	64	54	52.54	7320	12.4	97	1000.4
112	92	9	10	24	52		1	4	46.2	+	64	57	35.08	7320	12.4	97	1000.4
113	92	9	10	24	52		1	3	18.7	+	65	0	13.40	7320	12.4	97	1000.4
114	92	9	10	24	52		1	2	28.9	+	65	1	43.77	7320	12.4	97	1000.4
115	92	9	10	24	52		1	1	3.4	+	65	4	17.58	7320	12.4	97	1000.4
116	92	9	10	24	52		0	58	45.5	+	65	8	12.54	7320	12.4	97	1000.4
117	92	9	10	24	52		0	57	19.9	+	65	10	34.78	7320	12.4	97	1000.4
118	92	9	10	24	52		0	55	51.1	+	65	13	5.57	7320	12.4	97	1000.4
119	92	9	10	24	52		0	55	0.8	+	65	14	23.40	7320	12.4	97	1000.4
120	92	9	10	24	52		0	53	34.9	+	65	16	39.76	7320	12.4	97	1000.4
121	92	9	10	24	52		0	52	5.3	+	65	18	57.03	7320	12.4	97	1000.4
122	92	9	10	24	52		0	51	14.0	+	65	20	10.64	7320	12.4	97	1000.4
123	92	9	10	24	52		0	49	47.1	+	65	22	15.70	7320	12.4	97	1000.4
124	92	9	10	24	52		0	48	17.4	+	65	24	26.17	7320	12.4	97	1000.4

The computer programs were made by K. Asai and the data analysis was made by Y. Takanashi and H. Noda of Satellite Geodesy Office. This report was written by Y. Takanashi and H. Noda.

#### References

- Kanazawa, T., 1989: *The new satellite camera for geodesy, Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, 2, p. 50.
- Nagamori, K., 1989: *Satellite data analysis computer system, ibid.*, 2, p. 59.

The reports of photographic direction observations for the preceding years were presented in the following numbers of the Data Reports of Hydrographic Observations.

- Kawai, K., 1990: *Photographic direction observation of Ajisai at Titi Sima and Simosato Hydrographic Observatory, ibid.*, 3, p. 36.
- Kawai, K., 1991: *Photographic direction observation of Ajisai in 1988 and 1989, ibid.*, 4, p. 38.
- Kawai, K., 1992: *Photographic direction observation of Ajisai in 1989 and 1990, ibid.*, 5, p. 30.
- Kawai, K., 1993: *Photographic direction observation of Ajisai in 1991, ibid.*, 6, p. 36.

海洋測地網一次基準点の位置決定  
十勝, 硫黄島

POSITIONING OF THE FIRST ORDER CONTROL POINTS  
(Tokati and Iwo Sima)  
IN THE MARINE GEODETIC CONTROL NETWORK

**Summary** - As a step to establish the marine geodetic control network around Japan, we performed a simultaneous observation program of Ajisai and Lageos at Tokati, Iwo Sima and the Simosato Hydrographic Observatory (SHO) in 1991 and 1992. The position of the first order control points two are connected to the fiducial point, Simosato located at SHO.

**Key words** : satellite laser ranging - satellite photography - Ajisai - Lageos - Starlette - 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年より、海洋測地網の整備を推進している (Kubo, 1988)。この中で、一次基準点は本土基準点 (下里水路観測所) と主要な島を結合して、海洋測地網の骨格を形成する役割を担っており、1988年から観測が行われている。1991年以前に行われた一次基準点観測の成果は、父島、石垣島については水路部観測報告衛星測地編第4号 (福島他, 1991) を、南鳥島、沖縄、対馬については同第5号 (仙石他, 1992) を、隠岐諸島、南大東島については同第6号 (仙石他, 1993) をそれぞれ参照していただきたい。本報告では、1991年と1992年に実施したあじさい、ラジオス (Sasaki, 1987) による十勝、硫黄島 (Fig. 1) の一次基準点の観測およびその成果について報告する。1992年には稚内の一次基準点観測も行われたが、その成果については次号に報告する。観測方法、解析手法等については、同第4号 (福島他, 1991) を参照されたい。

2. 十勝一次基準点観測

2.1. 概要

2.1.1. 作業経過

1991年、8月中旬から11月初旬にかけて、下里および十勝において「あじさい」(Sasaki, 1987)の同時観測を実施した。なお、この同時観測前の1991年7月下旬に、下里において比較観測を実施した。

2.1.2. 主な作業

(1) 基準点標識等の設置

一次基準点標石 (22cm角) 標識名: 十勝.

(2) 「あじさい」の同時観測による位置決定

十勝を決定.

(3) 地上測量

十勝で実施.

2.1.3. 使用装置等

(1) 一次基準点

可搬式レーザー測距装置 (Sasaki, 1988), 可搬式衛星方位測定装置.

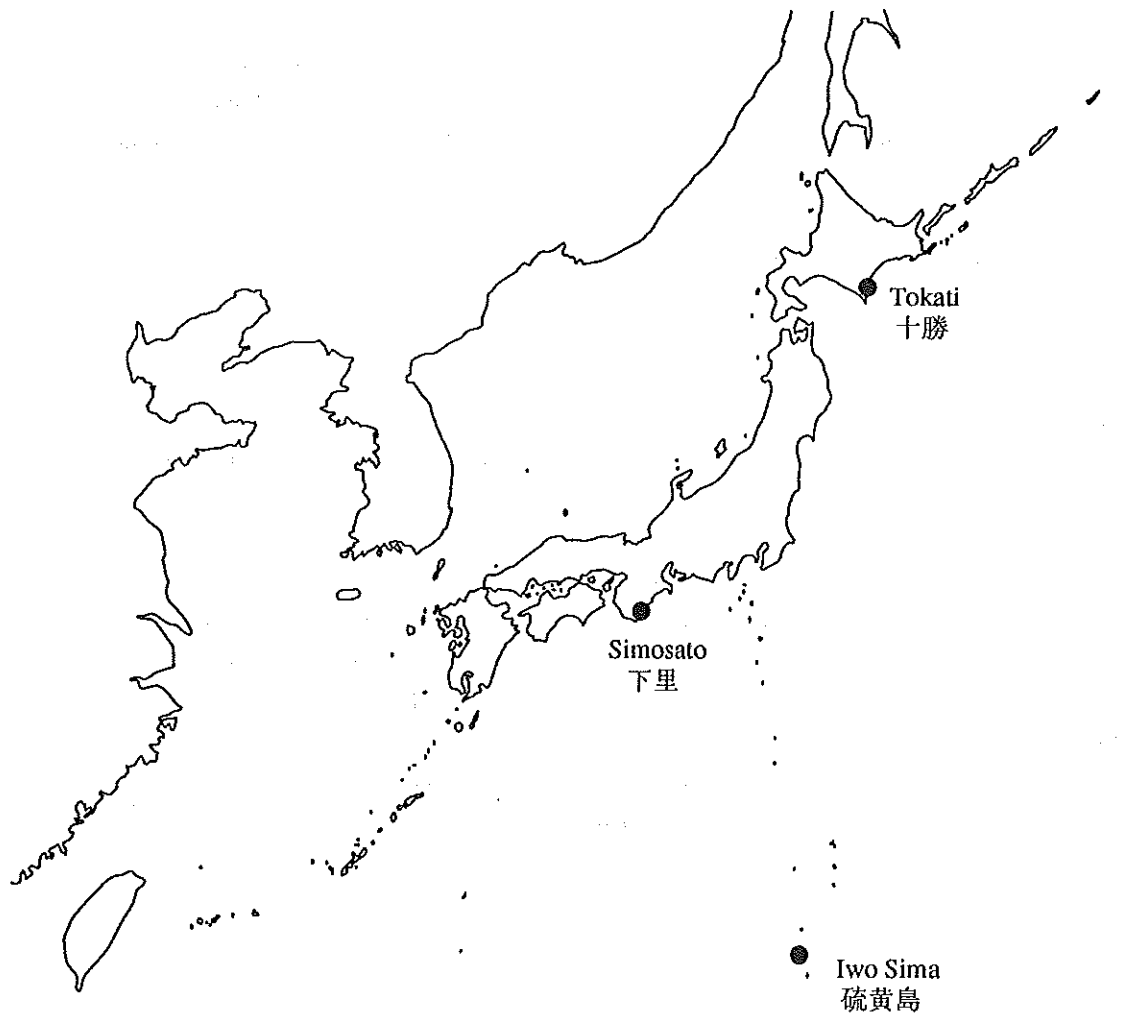


Figure 1. Satellite Laser Ranging(SLR) observations reported in this issue.

(2) 本土基準点

固定式レーザー測距装置 (Sasaki et al., 1983) , 固定式衛星方位測定装置 (Kanazawa, 1989) .

2.1.4. 観測データ

十勝と下里の同時観測において得られたレーザー測距データは, 水路部観測報告衛星測地編第6号 (Sengoku et al., 1993) に, また写真観測については同号(Kawai, 1993) に, 報告されている.

2.2. 観測

2.2.1. 観測地点

(1) 一次基準点「十勝」

北海道十勝支庁広尾町字野塚989-1 シーサイドパーク広尾駐車場 (Fig. 2, 3) .

(2) 本土基準点

和歌山県東牟婁郡那智勝浦町下里 第五管区海上保安本部下里水路観測所.

2.2.2. 観測班

(1) 一次基準点

前半: 内山 丈夫, 淵田 晃一, 野田 秀樹 (衛星測地室)  
澤田 剛一 (下里水路観測所)

後半: 西村 英樹, 村上 修司, 池田 信広 (衛星測地室)  
成田 誉孝 (下里水路観測所) .

(2) 本土基準点

第五管区海上保安本部下里水路観測所職員.

2.2.3. 作業期間

1991年8月18日~11月4日 (うち設営8月20日~26日, 撤収10月31~11月2日) .

2.2.4. 観測数

(1) レーザー測距観測

	衛星	パス数	リターン数
一次基準点	あじさい	35	7833
本土基準点	あじさい	53	62812

(2) 写真観測

	衛星	パス数	枚数
一次基準点	あじさい	13	13
本土基準点	あじさい	3	3.

2.2.5. 観測状況

(1) 一次基準点

北海道十勝支庁広尾町シーサイドパーク広尾内の駐車場 (アスファルト面) に機器を設置した. あらゆる方位について, 高度20度以上の視界を確保できた.

「あじさい」のレーザー測距と衛星方位観測を実施した.

(2) 本土基準点

「あじさい」のレーザー測距と衛星方位観測を実施した.

2.2.6. 基準点標識等の設置

十勝支庁広尾町シーサイドパーク広尾内の駐車場北東角の草地に基準点標石「十勝」を設置した.

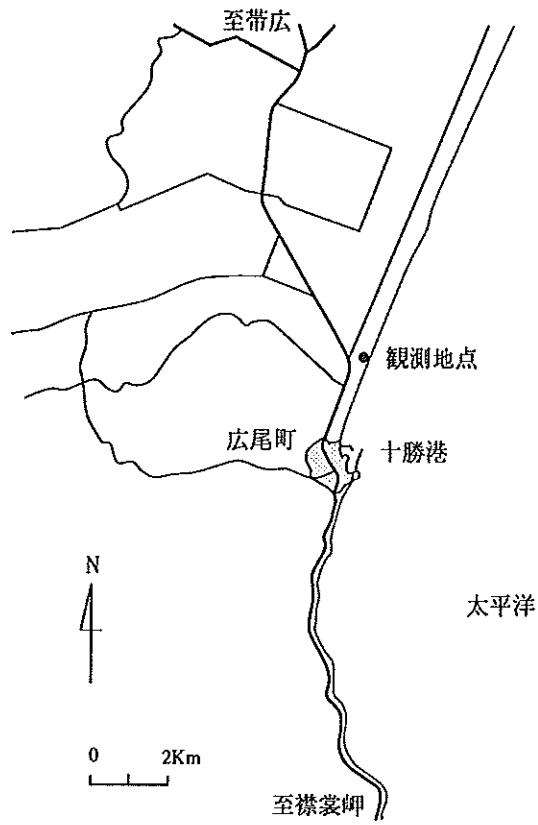


Figure 2. Tokati.

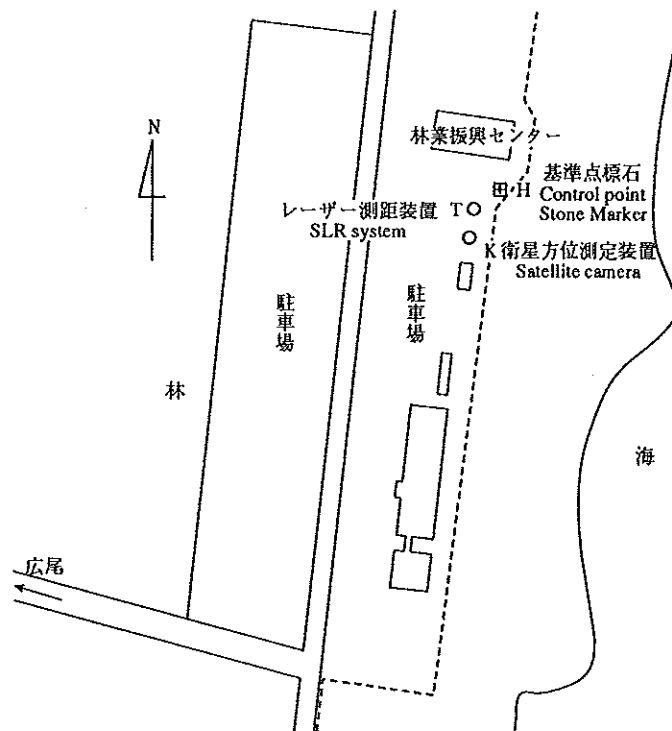


Figure 3. Observing site at Tokati.



2.2.7. 地上測量

(1) 基準点標石「十勝」

基準点標石「十勝」Hの位置は、四等三角点「平尾取」F1を測量原点、三等三角点「地蔵堂」F2を方位基準として、経緯儀T2、光波測距儀RED2を用いて測定した (Fig. 4) .

(2) 観測点

可搬式レーザー測距装置の不動点T、衛星方位測定位置の不動点Kの位置は、基準点標石「十勝」Hを測量原点、四等三角点「平尾取」F1を方位の基準として、経緯儀T2、光波測距儀RED2を用いて測定した.

2.3. 解析成果

十勝と下里水路観測所において同時に観測された「あじさい」のレーザー測距データをSPORT法により解析を行った. 用いたプログラムは、人工衛星レーザー測距データ解析プログラムHydrangeaである. 1991年10月18日10h~12h, 10月23日9h~11hの2セットについて解析を行った. SPORT法では、未知点である十勝の座標とあじさいの元期における位置と速度の初期値を未知量として推定する. 下里の座標は、今回報告される海洋測地成果 (辰野・藤田, 1994) を採用した.

$$\begin{aligned} U_s &= -3822388.272 \text{ m} \\ V_s &= 3699363.582 \text{ m} \\ W_s &= 3507573.187 \text{ m} \end{aligned} \quad \dots(1)$$

解析の結果、十勝における可搬式レーザー測距装置の送受信望遠鏡の不動点Tの位置は、

$$\begin{aligned} U_T &= -3788457.804 \pm .028 \text{ m} \\ V_T &= 2820918.030 \pm .012 \text{ m} \\ W_T &= 4271798.271 \pm .018 \text{ m} \end{aligned} \quad \dots(2)$$

となった. これは、世界測地系 (海洋測地成果) に基づく位置である.

2.4. 座標変換

上記の解析によって得られる成果は、世界測地系 (海洋測地成果) で表示した一次基準点の本土基準点に対する相対位置である. この相対位置から日本測地系における一次基準点の絶対位置を求めるには、まず、下里において世界測地系 (海洋測地成果) と日本測地系の変換パラメータを求め、次にこのパラメータを用いて一次基準点の座標を世界測地系 (海洋測地成果) から日本測地系へと変換する必要がある.

下里水路観測所の固定式レーザー測距装置の日本測地系における位置 (経度  $\phi$ , 緯度  $\lambda$ , 標高  $h$ ) は測量から、

$$\begin{aligned} \phi_s &= 33^\circ 34' 27." 4963 \\ \lambda_s &= 135^\circ 56' 23." 5368 \\ h_s &= 62.443\text{m} \end{aligned} \quad \dots(3)$$

と求められている (竹村, 1983). ベッセル楕円体の諸元 ( $a=6377397.155\text{m}$  および  $1/f=299.152813$ ) を用いて直交座標系 ( $u,v,w$ ) に変換すると、

$$\begin{aligned} u_s &= -3822242.043 \text{ m} \\ v_s &= 3698856.017 \text{ m} \\ w_s &= 3506891.329 \text{ m} \end{aligned} \quad \dots(4)$$

ただし、ここでは Ganeko(1977) の結果を用いて、下里における日本測地系の準拋楕円体からのジオイド高を0mと推定している. (1)と(4)から、世界測地系 (海洋測地成果) から日本測地系への原点変換量は、

$$\begin{aligned} \Delta u &= u_s - U_s = 146.229 \text{ m} \\ \Delta v &= v_s - V_s = -507.565 \text{ m} \end{aligned} \quad \dots(5)$$

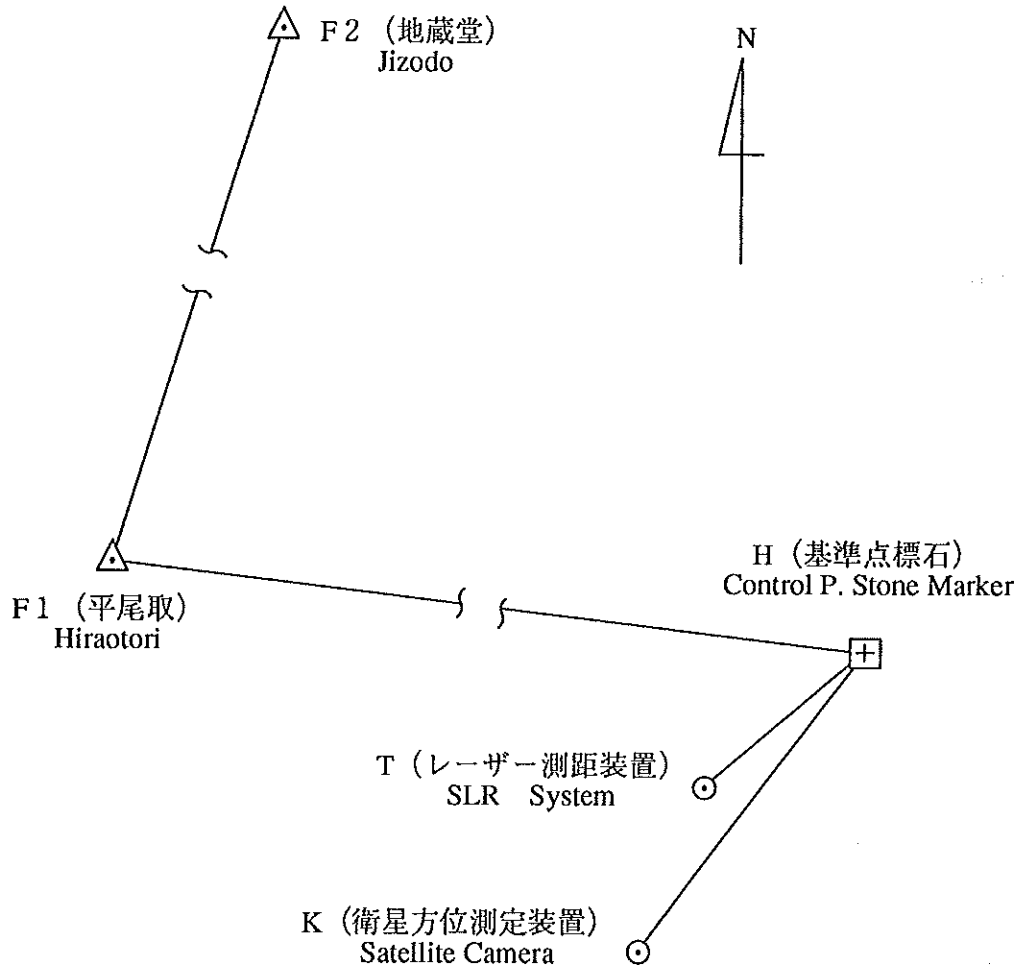


Figure 4. Survey map (Tokati).

$$\Delta w = w_s - W_s = -681.858 \text{ m}$$

となる。

一次基準点の位置を日本測地系で求めるためには、世界測地系（海洋測地成果）で求められた地心直交座標に原点変換量（(5)式）を加え、さらにベッセル楕円体の諸元を用いて緯度  $\phi$ 、経度  $\lambda$ 、楕円体高  $H$  に直せばよい。

十勝の可搬式レーザー測距装置の不動点  $T$  の位置は、日本測地系に変換すると、

$$\begin{aligned} \phi_T &= 42^\circ 18' 54.'' 5557 \\ \lambda_T &= 143^\circ 19' 55.'' 9016 \quad \dots(6) \\ H_T &= -12.867 \text{ m} \end{aligned}$$

となる。ただし、楕円体高については、日本測地系の準拠楕円体からのジオイド高  $h_g$  と標高  $h$  の和になることに注意する必要がある。

地上測量により、三角点成果に基づいた局所測地系における各点の位置を Table 1 に示す。

Table 1 と (6) の比較から、十勝の三角点成果に加えるべき補正量は、

$$\begin{aligned} \Delta \phi &= \phi_T \text{ (一次基準点観測)} - \phi_T \text{ (地上測量)} = 0.028'' \\ \Delta \lambda &= \lambda_T \text{ (一次基準点観測)} - \lambda_T \text{ (地上測量)} = 0.218'' \quad \dots(7) \\ h_g &= H_T \text{ (一次基準点観測)} - h_T \text{ (地上測量)} = -37.09 \text{ m} \end{aligned}$$

となる。ただし、 $h_g$  は十勝における日本測地系の準拠楕円体からのジオイド高である。

これを用いて一次基準点標石「十勝」 $H$  の日本測地系における位置は、

$$\begin{aligned} \phi_H &= 42^\circ 18' 54.'' 819 \\ \lambda_H &= 143^\circ 19' 56.'' 427 \quad \dots(8) \\ h_H &= 22.37 \text{ m} \end{aligned}$$

となる。ただし、 $h_H$  は標高である。一次基準点標石のベッセル楕円体からの楕円体高  $H_H$  は、

$$H_H = -14.72 \text{ m} \quad \dots(9)$$

である。

Table 1. Positions of the marker at Tokati : the ground survey results in Tokyo datum

Station	$\phi$	$\lambda$	h	Note
	° ' "	° ' "	m	
四等三角点「平尾取」 F1 Triang. P. Hiraotori	42 19 06.768 N	143 18 01.686 E	168.70	GSI result
三等三角点「地藏堂」 F2 Triang. P. Jizodo	42 20 08.153 N	143 18 41.115 E	41.938	ibid
基準点標石「十勝」 H Control P. Stone Marker	42 18 54.791 N	143 19 56.209 E	22.37	
レーザー測距装置 T SLR System	42 18 54.528 N	143 19 55.684 E	24.22	
衛星方位測定装置 K Satellite Camera	42 18 54.209 N	143 19 55.548 E	23.36	
H - T	+0.262	+0.524	-1.85	Relative

### 3. 硫黄島一次基準点観測

#### 3.1. 概要

##### 3.1.1. 作業経過

1992年1月中旬から1992年3月中旬にかけて、下里および硫黄島において、「あじさい」の同時観測を実施した。なお、この同時観測前の1991年11月下旬に、下里において比較観測を実施した。

##### 3.1.2. 主な作業

###### (1) 基準点標識等の設置

一次基準点標石 (22cm角) 標識名：硫黄島。

###### (2) 「あじさい」等の同時観測による位置決定

硫黄島を決定。

###### (3) 地上測量

硫黄島で実施。

##### 3.1.3. 使用装置等

###### (1) 一次基準点

可搬式レーザー測距装置, 可搬式衛星方位測定装置。

###### (2) 本土基準点

固定式レーザー測距装置, 固定式衛星方位測定装置。

##### 3.1.4. 観測データ

硫黄島と下里の同時観測において得られたレーザー測距データについては、水路部観測報告衛星測地編第7号 (Sengoku et al., this issue) に、また写真観測については、同第7号 (Noda et al., this issue) に報告されている。

### 3.2. 観測

#### 3.2.1. 観測地点

##### (1) 一次基準点「硫黄島」

東京都小笠原村硫黄島, 海上自衛隊第四航空群硫黄島航空基地隊の送信所構内 (Fig. 5, 6)。

##### (2) 本土基準点

和歌山県東牟婁郡那智勝浦町下里 第五管区海上保安本部下里水路観測所。

#### 3.2.2. 観測班

##### (1) 一次基準点

前半：内山 丈夫, 淵田 晃一, 河合 晃司 (衛星測地室)

鈴木 充広 (下里水路観測所)

後半：仙石 新, 佐藤 勲, 村上 修司 (衛星測地室)

吉田 茂 (下里水路観測所)。

##### (2) 本土基準点

第五管区海上保安本部下里水路観測所職員。

#### 3.2.3. 作業期間

1992年1月13日～1992年3月20日 (うち設営1992年1月15日～21日, 撤収1992年3月16日～18日)。



Figure 5. Iwo Sima.

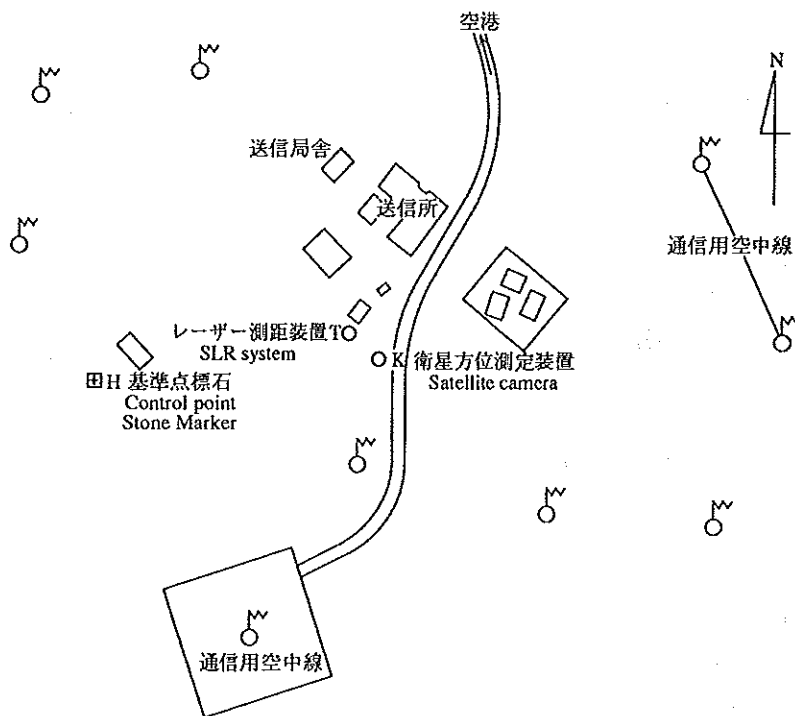


Figure 6. Observing site at Iwo Sima.

3.2.4. 観測数

(1) レーザー測距観測

	衛星	パス数	リターン数
一次基準点	あじさい	37	14093
	ラジオス	14	1632
	スターレット	6	565
本土基準点	あじさい	50	44365
	ラジオス	25	27433
	スターレット	15	4115.

(2) 写真観測

	衛星	パス数	枚数
一次基準点	あじさい	2	2
本土基準点	あじさい	4	4.

3.2.5. 観測状況

(1) 一次基準点

海上自衛隊第四航空群硫黄島航空基地隊の送信所構内の固い土の上に機器を設置した。設置前に、同基地隊が所有しているロードローラーにより整地を行った。あらゆる方位について、高度20度以上の視界を確保できた。

「あじさい」のレーザー測距、衛星方位観測、および「ラジオス」と「スターレット」のレーザー測距観測を実施した。

(2) 本土基準点

「あじさい」のレーザー測距、衛星方位観測、および「ラジオス」と「スターレット」のレーザー測距観測を実施した。

3.2.6. 基準点標識等の設置

海上自衛隊第四航空群硫黄島航空基地隊に所属している送信所構内の南西端の草地に基準点標石「硫黄島」を設置した。

3.2.7. 地上測量

(1) 基準点標石「硫黄島」

基準点標石「硫黄島」Hの経緯度は、二等多角点「摺鉢山」F1を測量原点とし、摺鉢山に設置した補助点T1における北極星による真方位観測によって決定された方位を基準として、経緯儀T3、光波測距儀Geoidmeterを用いて測定した。

(2) 観測点

可搬式レーザー測距装置の不動点T、衛星方位測定装置の不動点Kの位置は、測量原点を基準点標石「硫黄島」H、上記補助点T1を方位の基準として、Geoidmeterを用いて測角、測距を行った (Fig. 7)。

3.3. 解析成果

硫黄島と下里水路観測所において同時に観測された「ラジオス」のレーザー測距データをSPORT法によって解析を行った。1992年2月13日17h~14日20h、2月26日17h~27日17hの2セットについて解析を行った。下里の採用座標値は、十勝と同様である。

解析の結果、可搬式レーザー測距装置の送受信望遠鏡の不動点の位置は、

$$U_T = -4522801.756 \pm .001 \text{ m}$$



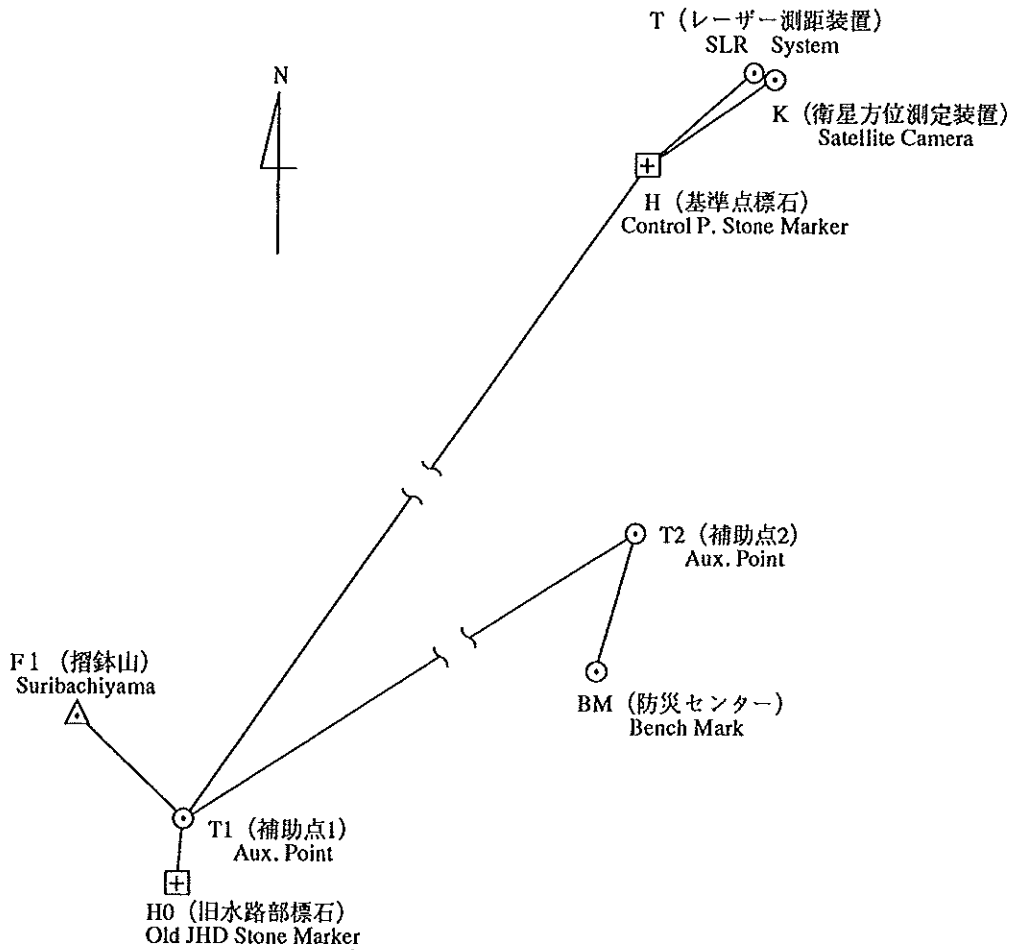


Figure 7. Survey map (Iwo Sima).

$$V_T = 3622640.494 \pm .023 \text{ m} \quad \dots(10)$$

$$W_T = 2656232.034 \pm .002 \text{ m}$$

となった。これは、世界測地系（海洋測地成果）に基づく位置である。原点変換量(5)によって日本測地系に変換すると、

$$\phi_T = 24^\circ 46' 03.7031''$$

$$\lambda_T = 141^\circ 18' 33.2653'' \quad \dots(11)$$

$$H_T = 187.723 \text{ m}$$

となる。

地上測量により、三角点成果に基づいた局所測地系における各点の位置をTable 2に示す。

Table 2と(11)の比較から、硫黄島の三角点成果に加えるべき補正量は、

$$\Delta \phi = \phi_T (\text{一次基準点観測}) - \phi_T (\text{地上測量}) = -25.388''$$

$$\Delta \lambda = \lambda_T (\text{一次基準点観測}) - \lambda_T (\text{地上測量}) = 5.694'' \quad \dots(12)$$

$$h_g = H_T (\text{一次基準点観測}) - h_T (\text{地上測量}) = 99.52 \text{ m}$$

となる。ただし、 $h_g$ は硫黄島における日本測地系の準拠楕円体からのジオイド高である。

これを用いて一次基準点標石「硫黄島」Hの日本測地系における位置は、

$$\phi_H = 24^\circ 46' 02.447''$$

$$\lambda_H = 141^\circ 18' 31.094'' \quad \dots(13)$$

$$h_H = 86.37 \text{ m}$$

となる。また、ベッセル楕円体からの楕円体高 $H_H$ は、

$$H_H = 185.89 \text{ m} \quad \dots(14)$$

である。

Table 2. Positions of the marker at Iwo Sima : the ground survey results in Tokyo datum

Station	$\phi$	$\lambda$	h	Note
二等多角点「摺鉢山」 F1 Suribatchiyama	24 45 12.681 N	141 17 25.184 E	161.03 m	GSI result
旧水路部標石 H0 Old JHD Stone Marker	24 45 11.165 N	141 17 26.170 E	167.73	
基準点標石「硫黄」 H Control P. Stone Marker	24 46 27.835 N	141 18 25.400 E	86.37	
レーザー測距装置 T SLR System	24 46 29.091 N	141 18 27.571 E	88.20	
衛星方位測定装置 K Satellite Camera	24 46 29.046 N	141 18 27.745 E	87.28	
H - T	-1.256	-2.171	-1.83	Relative

本報告は、仙石 新、内山 丈夫が作成した。

参 考 文 献

- 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.60.  
Ganeko, Y., 1977 : *J. Geophys. Res.*, 82, p.2490.  
Kanazawa, T., 1989 : *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, 2, p.50.  
Kawai, K., 1993 : *ibid.*, 6, p.36.  
Kubo, Y., 1988 : *ibid.*, 1, p.1.  
Minster, J.B., Jordan, T.H., 1978 : *J. Geophys. Res.*, 83, p.5331.  
Sasaki, M., Ganeko, Y., Harada, Y., 1983 : *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Astronomy and Geodesy*, 17, p.49.  
Sasaki, M., 1987 : *ibid.*, 21, p.90.  
Sasaki, M., 1988 : *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, 1, p.59.  
仙石 新, 内山 丈夫, 西村 英樹, 1992 : 水路部観測報告衛星測地編, 5, p.43.  
Sengoku, A., Murakami, S., Ikeda, N., Matsumoto, K., 1993 : *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, 6, p.1.  
仙石 新, 内山 丈夫, 西村 英樹, 1993 : 水路部観測報告衛星測地編, 6, p.45.  
竹村 武彦, 1983 : 水路部観測報告天文測地編, 17, p.44.  
辰野 忠夫, 藤田 雅之, 1994 : 水路部観測報告衛星測地編, 7, p.102.

SATELLITE DOPPLER POSITIONING OF OFF-LYING ISLANDS IN 1992

**Summary** - This paper is a continuation of the series of report on the satellite Doppler positioning of the off-lying islands around Japan. The provisional results of the observations made by the JHD in 1992 are given in this report.

**Key words** : satellite Doppler positioning - marine geodetic controls

水路部では、1980年以降海洋測地網の整備として、人工衛星を利用して本土から遠隔地にある島嶼の経緯度の測定を行っている。本稿では、1992年に実施した米国海軍航行衛星による離島の経緯度観測の暫定的な成果について報告する。観測方法、整約方法等については水路部観測報告天文測地編第17号（竹村・金沢、1983）を参照されたい。

米海軍航行衛星の観測から求めた各測点の位置の成果をTable 1に示す。経緯度は下里の本土基準点に基づいている。また、高さは標高である。

Table 1. Summary of the positions of the fiducial markers expressed in the Tokyo Datum by means of the satellite Doppler observations

Station	Marker	$\phi$	$\lambda$	h
		° ' "	° ' "	m
八丈 (Hatizyo)	H1	33 04 10.196 N	139 49 32.817 E	223.26
嫁島 (Yome Sima)	G1	27 29 37.545 N	142 12 50.024 E	66.91
聳島 (Muko Sima)	H1	27 40 33.087 N	142 08 08.239 E	40.67
青ヶ島 (Aoga Sima)	G1	32 27 17.422 N	139 45 44.544 E	423.02

h : the height above the (local) mean sea level

1. 1992年作業経過及び暫定成果

1. 概要

1.1. 作業経過

1992年に実施した全観測地の配置をFig. 1に示す。

4月下旬～5月中旬にかけて下里、父島、八丈、嫁島、聳島、青ヶ島において同時観測を実施した。

1.2. 主な作業

(1) 測点標識の設置

聳島（水路部金属標）。

(2) 航行衛星の同時観測による経緯度の決定

聳島、嫁島、青ヶ島。

(3) 経緯度測量

聳島（水路部金属標）。

1.3. 使用機器等

(1) 航行衛星受信機 4台

機 種 マグナボックス社 MX-1502

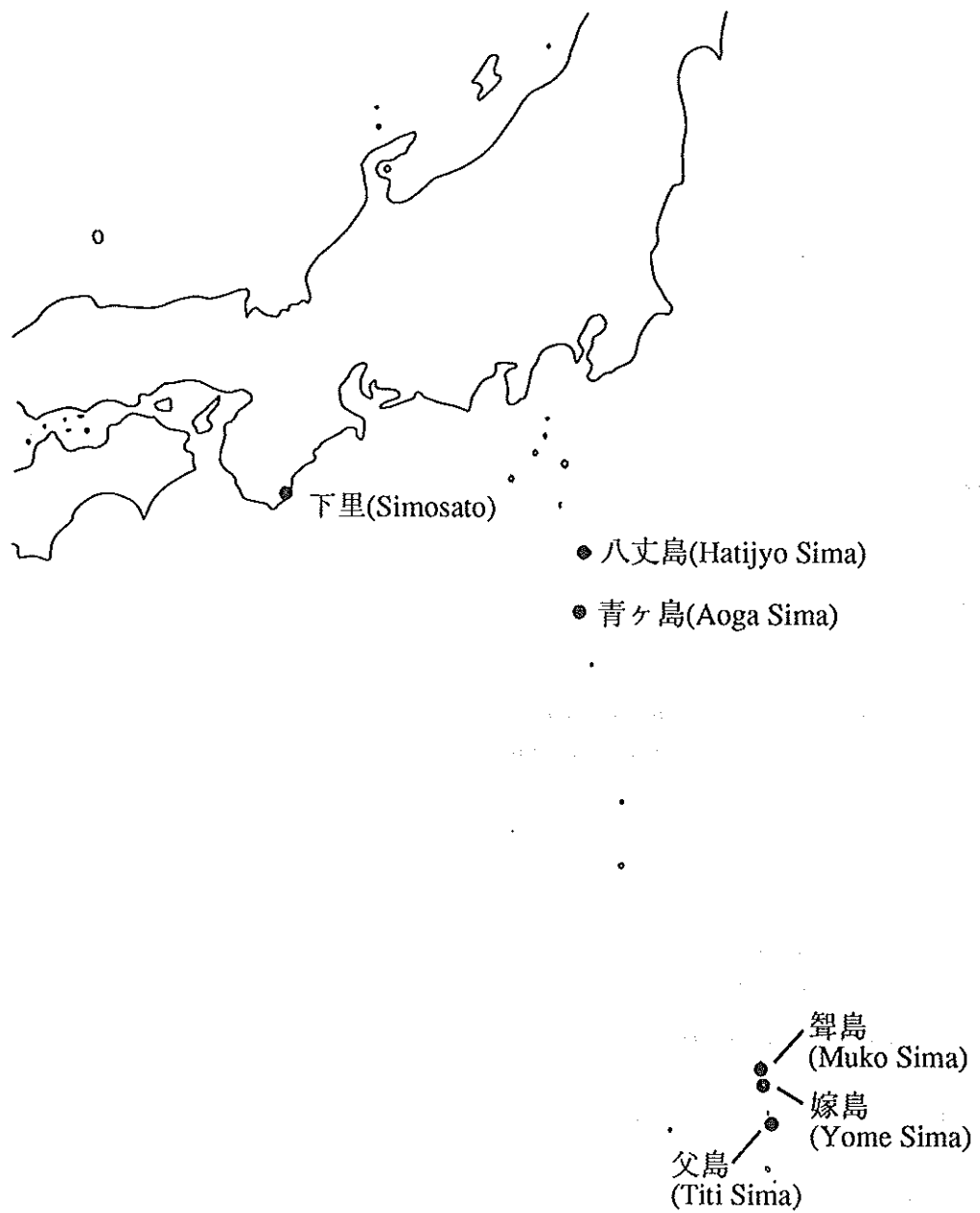


Figure 1. Doppler positioning in 1992.

- 機械番号 HD1, HD2, HD3, HD4.  
 (2) テープ変換器 MFE5000, No.01219.  
 (3) 整約プログラム MAGNET.

## 2. 観測

聳島, 嫁島, 青ヶ島観測には測量船海洋を使用した。

### 観測地点と担当者

- 下里：下里水路観測所庁舎屋上 (Fig. 2) 第五管区海上保安本部下里水路観測所職員  
 父島：三等三角点 (夜明山) (Fig. 3) 澤雅行  
 八丈：八丈水路観測所庁舎屋上 (Fig. 4) 第三管区海上保安本部八丈水路観測所職員  
 嫁島：三等三角点 (嫁島) (Fig. 5) 西村英樹, 河合晃司, 池田信広  
 聳島：三等三角点 (大山) (Fig. 6) ♪  
 青ヶ島：三等三角点 (青ヶ島) (Fig. 7) ♪

### 観測期間と観測数

	受信機	期 間	受信パス数
下里	HD1	1992年4月23日～5月13日	278
父島	HD2	1992年4月24日～4月30日	58
八丈	HD3	1992年5月6日～5月13日	124
嫁島	HD4	1992年4月25日～4月29日	40
聳島	HD3	1992年4月26日～4月30日	37
青ヶ島	HD4	1992年5月7日～5月10日	51.

### 観測状況と地上測量

- 下里：下里水路観測所庁舎屋上のNNSS受信点において観測を行った。  
 父島：三等三角点 (夜明山) 直上にアンテナを設置し観測を行った。受信アンテナ高は三角点上1.39mであった。  
 八丈：八丈水路観測所庁舎屋上のNNSS受信点より偏心した点にアンテナを設置し観測を行った。受信アンテナ高は偏心点上1.82mで、偏心点はNNSS受信点より0.43m上方である。  
 嫁島：三等三角点 (嫁島) 直上にアンテナを設置し観測を行った。受信アンテナ高は三角点上1.58mであった。  
 聳島：三等三角点 (大山) 直上にアンテナを設置し観測を行った。受信アンテナ高は三角点上1.54mであった。また地上測量により水路部測点標識と三角点を継いだ。  
 青ヶ島：三等三角点 (青ヶ島) 直上にアンテナを設置し観測を行った。受信アンテナ高は三角点上1.98mであった。

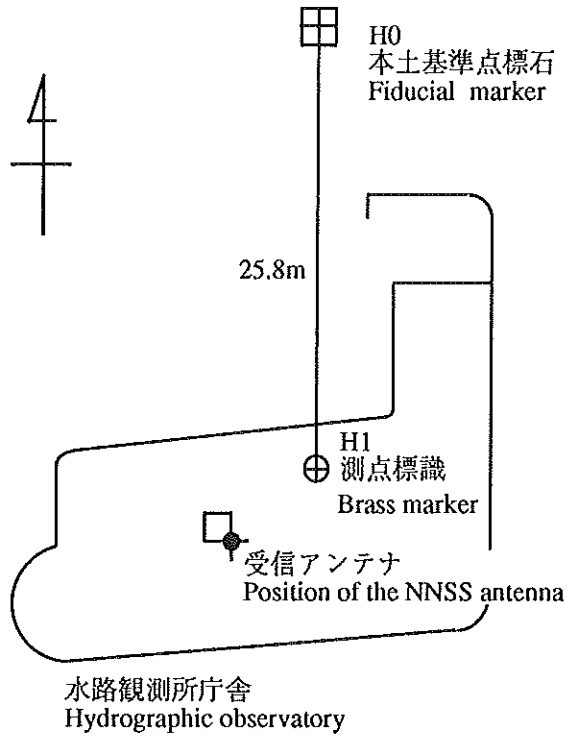


Figure 2. Site sketch for Simosato.

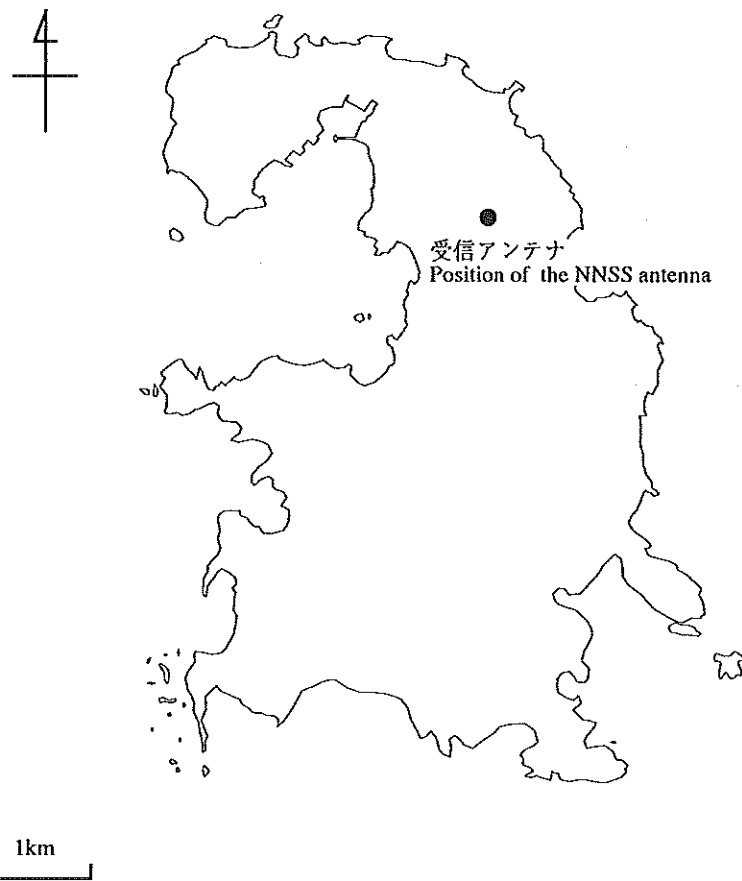


Figure 3. Site sketch for Titi Sima.

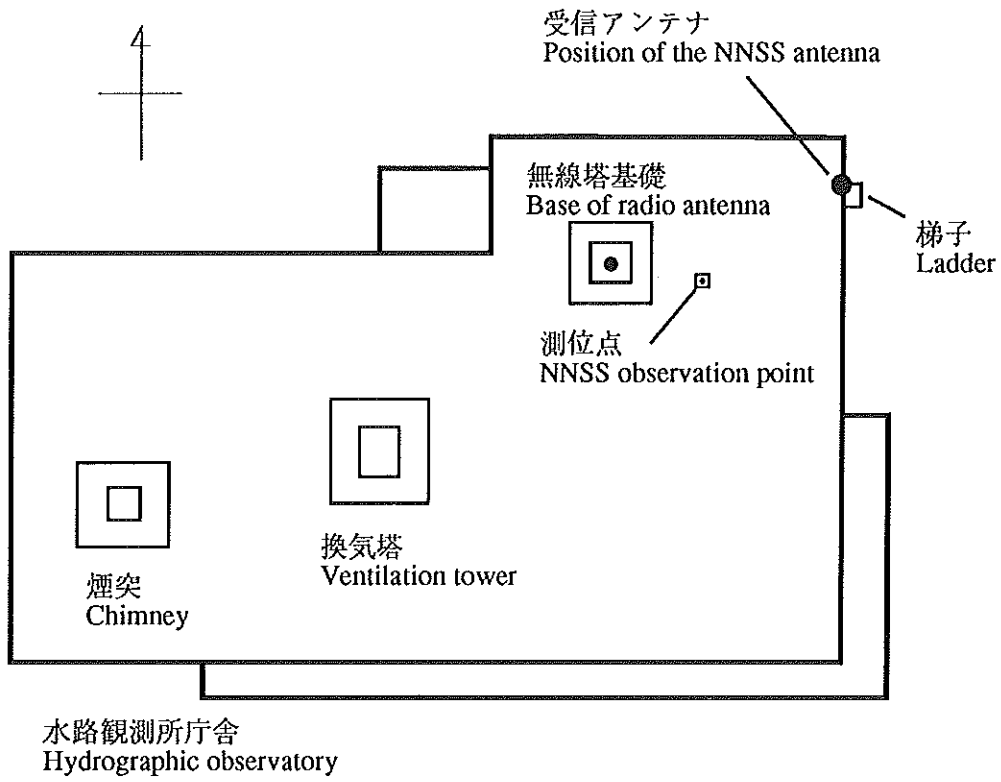


Figure 4. Site sketch for Hatizyo.

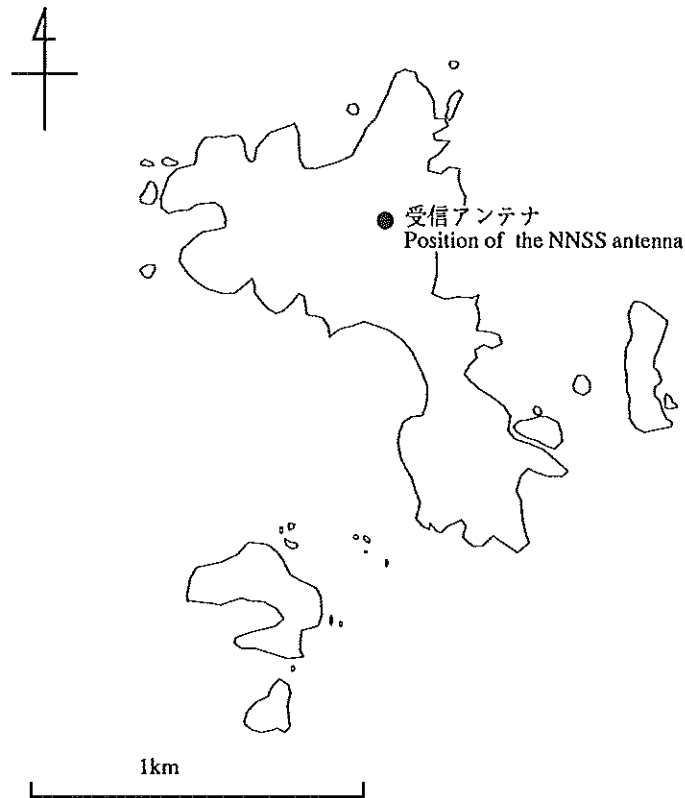


Figure 5. Site sketch for Yome Sima.



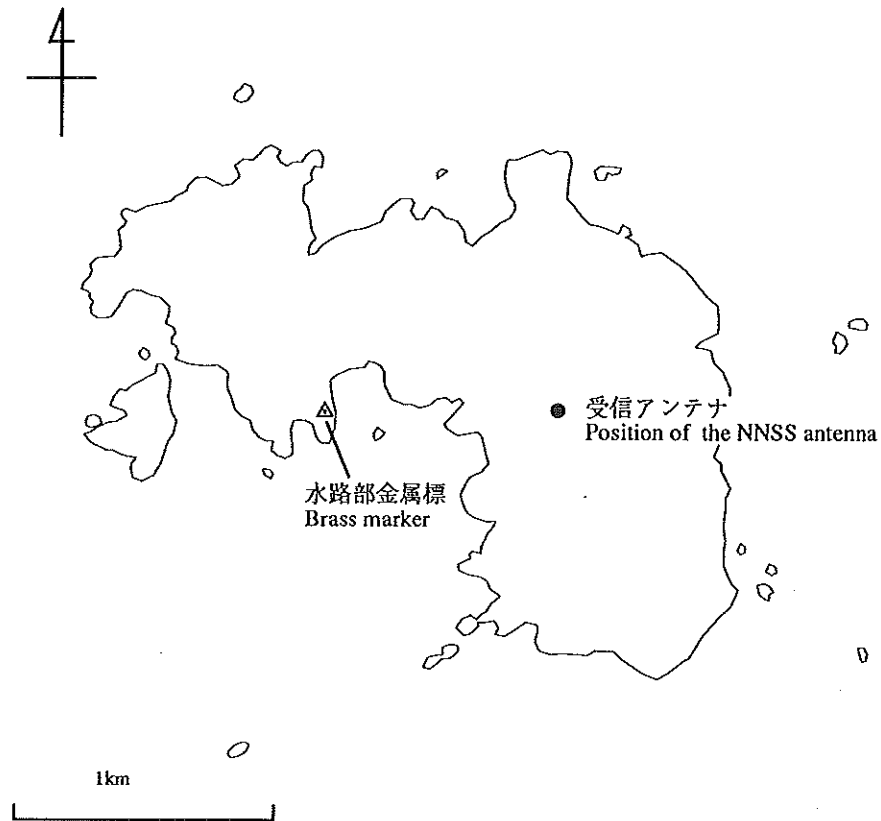


Figure 6. Site sketch for Muko Sima.

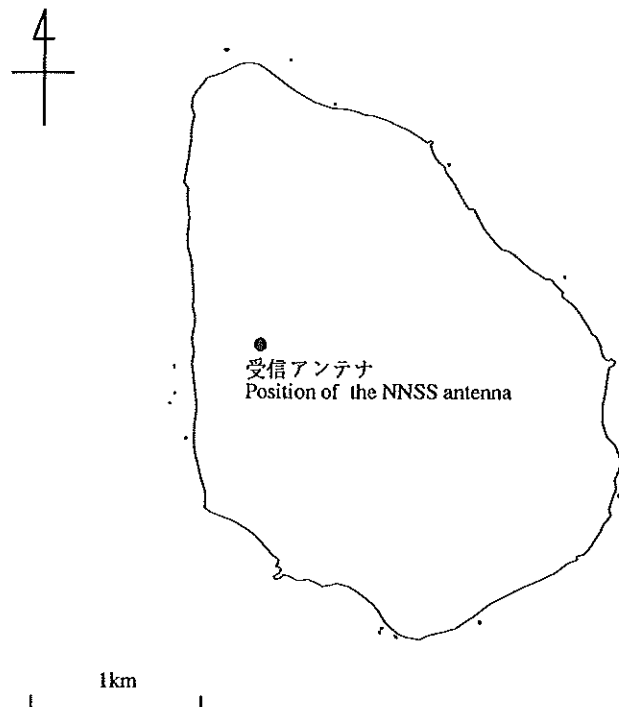


Figure 7. Site sketch for Aoga Sima.

3. 成果

Table 2に、受信データをMAGNETプログラムにより整約し、WGS-84の楕円体上で求めた受信アンテナ位置の結果を示す。Table 3は、これらの観測成果を日本測地系に変換したものである。Table 3のそれぞれの同時観測結果に対して、変換に使用したパラメータの値を掲げた。高さは何れも楕円体上の高さを表す。

Table 2. Positions of the NNSS antennas (1992) : the solutions of the translocation of the Doppler observations in the reference system of NNSS

Station	$\phi$	$\lambda$	H	Note
	° ' "	° ' "	m	
下里 (Simosato)	33 34 39.225 N	135 56 12.882 E	106.77	嫁島・髷島・青ヶ島観測
父島 (Titi Sima)	27 05 17.958 N	142 13 02.589 E	359.05	
八丈 (Hatizyo)	33 04 22.905 N	139 49 21.689 E	268.06	
嫁島 (Yome Sima)	27 29 52.485 N	142 12 38.708 E	120.10	
髷島 (Muko Sima)	27 40 48.252 N	142 08 31.093 E	142.22	
青ヶ島 (Aoga Sima)	32 27 30.317 N	139 45 33.363 E	465.72	

H : the height above the WGS-84 ellipsoid(a=6378137m, f=1/298.257)

Table 3. Positions of the NNSS antennas (1992) : the transformed results of Table 2 into the Tokyo Datum

Station	$\phi$	$\lambda$	H	Translation parameters	Note
	° ' "	° ' "	m		
下里 (Simosato)☆	33 34 27.098 N	135 56 23.041 E	67.61	$\Delta U = 147.895$	嫁島・髷島・青ヶ島観測
父島 (Titi Sima)	27 05 02.874 N	142 13 13.865 E	394.57	$\Delta V = -507.705$	
八丈 (Hatizyo)	33 04 10.243 N	139 49 32.966 E	247.98	$\Delta W = -679.876$	
嫁島 (Yome Sima)	27 29 37.545 N	142 12 50.024 E	152.29		
髷島 (Muko Sima)	27 40 33.381 N	142 08 42.409 E	172.62		
青ヶ島 (Aoga Sima)	32 27 17.422 N	139 45 44.544 E	449.59		

H : the height above the reference ellipsoid of the Tokyo Datum

☆ : the fixed station to derive the translation parameter

The coordinate of this station was obtained by the ground survey (Takemura, 1983).

初めに掲げたTable 1は、Table 3に示した受信アンテナの位置に基づく測点標識等の位置である。Table 4は、地上測量による成果を示している。Table 5は、ドップラー観測による成果 (Table 3) と地上測量による成果 (Table 4) の差である。Table 6は、金属標等の三角点からの測量成果で、八丈島は以前に測量した値 (1981, 小野) を利用し、髷島は大山三角点より補助点を出し象頭山を方位標として水路部測点標識を求めた。Table 7は、地上測量に用いた三角点の座標を示している。

Table 4. Positions of the NNSS antennas (1992) : the ground survey results in the Tokyo Datum

Station	$\phi$	$\lambda$	h	Note
	° ' "	° ' "	m	
下里 (Simosato)	33 34 27.098 N	135 56 23.041 E	67.61	嫁島・聳島・青ヶ島観測
父島 (Titi Sima)	27 05 06.827 N	142 12 51.293 E	308.97	
八丈 (Hatizyo)	33 04 09.908 N	139 49 33.013 E	225.51	
嫁島 (Yome Sima)	27 29 41.580 N	142 12 27.380 E	68.49	
聳島 (Muko Sima)	27 40 37.483 N	142 08 19.702 E	89.90	
青ヶ島 (Aoga Sima)	32 27 15.039 N	139 45 44.388 E	425.00	

h : the height above the (local) mean sea level

Table 5. Differences between the Doppler results and the survey results (1992)  
: Doppler(Table 3) minus survey(Table 4)

Station	$\Delta \phi$	$\Delta \lambda$	hg
	"	"	m
下里 (Simosato)	0.000	0.000	0.00
父島 (Titi Sima)	- 3.953	+22.572	+85.60
八丈 (Hatizyo)	+0.335	- 0.047	+22.47
嫁島 (Yome Sima)	- 4.035	+22.644	+83.80
聳島 (Muko Sima)	- 4.102	+22.707	+82.72
青ヶ島 (Aoga Sima)	+2.383	+0.156	+24.59

hg : geoidal height referred to the reference ellipsoid of the Tokyo Datum

Table 6. Survey results of fiducial markers and other markers  
in Tokyo Datum or in local datums

Station	$\phi$	$\lambda$	h	Note
	° ' "	° ' "	m	
八丈 (Hatizyo)	33 04 09.861 N	139 49 32.864 E	223.26	庁舎屋上測点 水路部金属標
聳島 (Muko Sima)	27 40 37.189 N	142 07 45.532 E	40.67	

h : the height above the (local) mean sea level

Table 7. Positions of the reference triangulation points used for the survey in 1992  
(expressed in the Tokyo Datum or in the local datum)

Station	$\phi$	$\lambda$	h
	° ' "	° ' "	m
父島 夜明山 (III) *	27 05 02.874 N	142 13 13.865 E	307.58
八丈 休戸 (IV)	33 04 04.023 N	139 50 03.888 E	288.20
〃 中之郷 (IV)	33 04 17.034 N	139 49 06.319 E	256.75
嫁島 嫁島 (III) *	27 29 37.545 N	142 12 50.024 E	66.91
聳島 大山 (III) *	27 40 37.483 N	142 08 19.702 E	88.36
〃 聳島 (H 1) *	27 40 37.189 N	142 07 45.532 E	40.67
青ヶ島 青ヶ島 (III)	32 27 17.422 N	139 45 44.544 E	423.02

h : the height above the (local) mean sea level

the roman number denotes the class of the triangulation points

\* : local datum

本報告は、渡辺由美子及び高梨泰宏が作成した。また電子計算機による観測成果の算出は、河合晃司及び池田信広が担当した。

#### 参 考 文 献

竹村武彦・金沢輝雄, 1983:水路部観測報告天文測地編, 17, p.61.

竹村武彦, 1983:同, 17, p.44.

小野房吉・松本邦雄・富安義昭, 1981:八丈水路観測所の経緯度(保水編第13号 昭和56年3月11日)。

ドップラー観測による離島の位置決定に関する従前の報告は、以下の水路部観測報告に収録してある。

竹村武彦・金沢輝雄, 1983:水路部観測報告天文測地編, 17, p.61.

竹村武彦・金沢輝雄, 1984:同, 18, p.42.

竹村武彦, 1985:同, 19, p.85.

竹村武彦, 1986:同, 20, p.72.

竹村武彦, 1988:水路部観測報告衛星測地編, 1, p.46.

仙石新・浅井光一, 1990:同, 3, p.77.

河合晃司・浅井光一・政井悟, 1992:同, 5, p.65.

河合晃司・高梨泰宏・池田信広, 1993:同, 6, p.60.

水路部観測報告衛星測地編第1号～6号に掲載してきた「人工衛星のドップラー観測による離島の位置決定」に誤りがあるため、下記のとおり訂正する。

水路部観測報告 衛星測地編 第1号

P57 9行目 Table 5 中

硫黄島 (Io-Tori Sima) -0.376 +0.275 +3.59 (誤) →  
 硫黄島 (Iwo-Tori Sima) -0.375 +0.275 +3.59 (正)

P57 13行目 追加

Table 6. Survey results of fiducial markers and other markers  
 in the Tokyo Datum or in local datums

Station	$\phi$	$\lambda$	h	Note
硫黄島測点標識	° ' "	° ' "	m	
H 1	27 51 45.351 N	128 14 11.461 E	123.40	1986.6設置
H 2	27 51 51.880 N	128 14 06.514 E	68.39	1978.8設置

P57 13行目

Table 6 (誤) → Table 7 (正)

水路部観測報告 衛星測地編 第3号

P82 36行目 挿入

た、受信アンテナ高は → た、アンテナから H 1 へは  $\Delta \phi = +0.038$   $\Delta \lambda = -0.026$   
 $\Delta h = -1.08\text{m}$  である、受信アンテナ高は

P82 37行目

三角点より → H 1 より

水路部観測報告 衛星測地編 第5号

P65 18行目 挿入

4月下旬にかけて、那覇 → 4月下旬にかけて、下里、那覇

P66 31行目

三角点上方2.105mであった。 → 三角点上方1.64mであった。

P70 12行目

上方1.64mであった。 → 上方1.34mであった。

P78 1行目 追加

Table 6. Survey results of fiducial markers and other markers  
in the Tokyo Datum or in local datums

Station	$\phi$	$\lambda$	h	Note
	° ' "	° ' "	m	
小屋島金属鈹	34 13 41.183 N	136 06 50.370 E	27.24	
草垣島測点標識 S 点	30 49 39.712 N	129 25 38.544 E	19.33	金属標

P78 1行目

Table 6 → Table 7

P78 19行目

Table 7 → Table 8

P79 1行目

Table 8 → Table 9

P79 23行目

Table 9 → Table 10

P80 1行目

Table 10 → Table 11

P80 16行目 追加

Table 12. Survey results of fiducial markers and other markers  
in the Tokyo Datum or in local datums

Station	$\phi$	$\lambda$	h	Note
	° ' "	° ' "	m	
小屋島金属鈹	34 13 41.183 N	136 06 50.370 E	27.24	
草垣島測点標識 S 点	30 49 39.712 N	129 25 38.544 E	19.33	金属標

P80 16行目

Table 11 → Table 13

P81 1行目 追加

Table 14. Survey results of fiducial markers and other markers  
in the Tokyo Datum or in local datums

Station	$\phi$	$\lambda$	h	Note
	° ' "	° ' "	m	
三鷹、南研究棟屋上	35 40 18.297 N	139 32 26.842 E	68.34	GPS測点標識
舩倉島測点標識	37 50 54.205 N	136 55 18.655 E	12.22	金属標

水路部観測報告 衛星測地編 第6号

P60 18行目 Table 1 中

宇治島 (Uzi Sima) G1 31 11 57.182 129 28 39.007 94.95 (誤) →  
 宇治島 (Uzi Sima) H1 31 11 57.121 129 28 39.024 95.12 (正)

P60 21行目 Table 1 中

対馬 (Tusima) H0 34 11 35.949 129 28 39.225 2.86 (誤) →  
 対馬 (Tusima) H0 34 11 35.950 129 28 39.224 2.88 (正)

P64 21行目 追加

Table 6. Survey results of fiducial markers and other markers  
 in the Tokyo Datum or in local datums

Station	$\phi$	$\lambda$	h	Note
	° ' "	° ' "	m	
宇治島 H1	31 11 57.221 N	129 28 38.927 E	95.12	金属標
対馬 H0	34 11 35.528 N	129 17 45.305 E	2.88	標石
十勝 H0	42 18 54.791 N	143 19 56.209 E	22.37	標石

P64 11行目

Table 6 → Table 7

## GPS OBSERVATIONS AROUND SAGAMI BAY IN 1992

**Summary** - The Hydrographic Department of Japan has been monitoring crustal movements around Sagami Bay by using GPS since the beginning of 1990. Dual frequency GPS receivers were installed at O Sima, Manazuru and Turugi Saki in 1990, and a new GPS receiver was installed at Sirahama on Nov. 24, 1992. These receivers have been controlled through telephone line from the head office of the Hydrographic Department in Tokyo. Observations have been carried out about once or twice a week with some intensive observations. Triple difference analysis has been made for each baseline fixing the position of O Sima, Manazuru or Turugi Saki.

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

This is a report of GPS (Global Positioning System) observations obtained at O Sima, Manazuru, Turugi Saki and Sirahama in 1992. This report contains the list of the data obtained at these four stations and the analyzed results. Previous data and results appear in the Data Report of Hydrographic Observations, Series of Satellite Geodesy, No. 5 (Sengoku and Kawai, 1992) and No.6 (Sengoku, Kawai and Noda, 1993).

### 1. Observation

Crustal movements are active around Sagami Bay since there is a triple junction point of three plates, the North American plate, the Eurasian plate and the Philippine sea plate near this region. It is a generally accepted idea that there is an active fault in Sagami Bay off Odawara. The detection of crustal movements might offer valuable information for prediction of future earthquakes and volcanic activities in this area. The purpose of our observation is to monitor velocity field around Sagami Bay in relatively large scale (several tens of kilometers) and abrupt changes between stations, and to clarify the characteristics of crustal movements in plate boundary region.

The Hydrographic Department has been monitoring crustal movements around Sagami Bay by using GPS since Feb., 1990. Test observations in this area were carried out in 1989 (Sengoku, 1991), and it was shown that repeatability of baseline length was about 1ppm or less.

The observation has been continued since Feb., 1990 and the analyzed results have been reported to the Coordinating Committee for Earthquake Prediction (Hydrographic Department, 1991-a, 1991-b, 1992-a, 1992-b, 1993-a, 1993-b).

After a test period for evaluating repeatability of baselines (from Feb. to Mar., 1990), 6 hour observations have been made once or twice a week with some intensive observation periods. Table 2 shows observation schedules in 1992.

Some GPS data are lacking because of receiver troubles.

### 2. Observation sites and the control system

Dual frequency GPS receivers (4000SLD, TRIMBLE NAV Ltd.) were set at O Sima (the Izu O Sima Aids to Navigation Office, Fig. 1), Manazuru (the Fire Service Office of Manazuru Town) and Turugi Saki (the Yokosuka Aids to Navigation Office) in 1989 and 1990. A new GPS receiver (4000 STD, TRIMBLE NAV Ltd.) was set at Sirahama (the Sirahama Hydrographic Observatory) in 1992. The control system, DS/7400 (Nippon Data General Inc.) and Quarter-L (SONY k.k.), was set at the head office of the Hydrographic Department in Tokyo. Observation schedules of the four GPS receivers have been controlled by this system though NTT telephone line.

The control program is 4000 (TRIMBLE NAV Ltd., rev.D, rev.E from Nov. 17,1992). Each baseline is analyzed by TRIMVEC (TRIMBLE NAV Ltd., rev. D, rev.E from Nov. 17,1992) with triple difference analysis mode at the control system. Broadcast ephemerides and standard atmospheric model are used in the analysis.



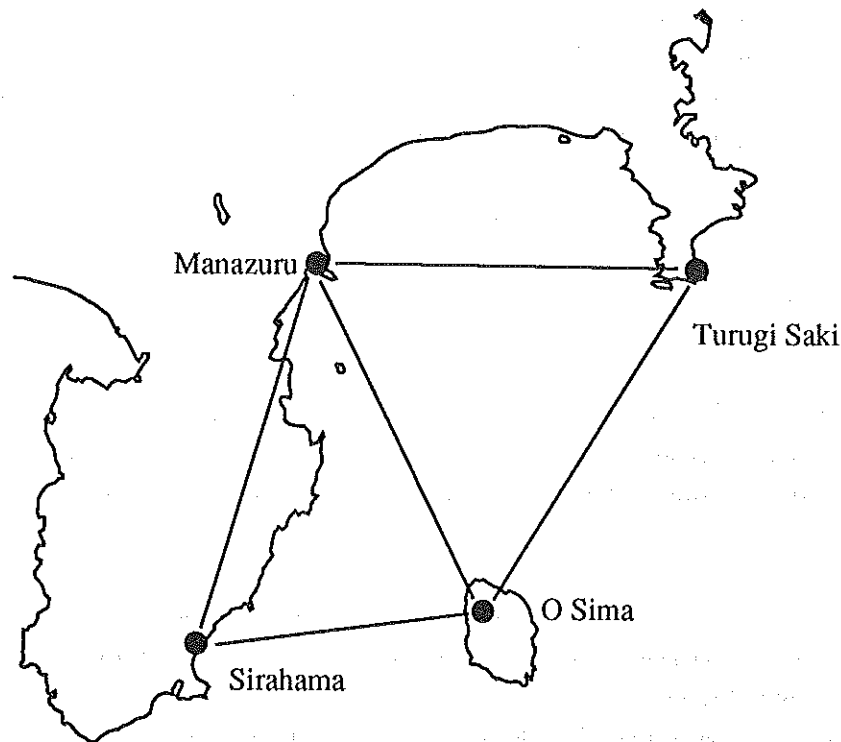


Figure 1. Observation sites.

In 1992, a new GPS receiver was installed at the Sirahama Hydrographic Observatory. Installation of the receiver and survey by EDM and GPS were carried out by A. Sengoku, S. Murakami and N. Ikeda from Nov. 24 to Nov. 28, 1992. The GPS antenna was set up on the side of the observation house (Fig.2). It was mounted on the top of a pole which was directly fixed to the west side of the house. The receiver and a modem (MD96FB5V, Omron Corp.) were installed in an office room of the house (Fig.3). Speed of communication of the modem was set to be 9600bps. The position of the antenna was surveyed from a triangulation point (Kakizaki mura, Fig.4). An auxiliary point was made near the Kakizaki mura triangulation point for the survey (Fig. 5). The auxiliary point was connected to Kakizaki mura by using EDM. The origin of azimuth angle was determined by the Sun. The relative position of GPS antenna at Sirahama to the auxiliary point was surveyed by using GPS. The GPS antenna was set up 7.7cm above the top of the base for the antenna. The results are summarized in Table 1. The position of the GPS antenna in the previous test observation in 1989 was also surveyed by using GPS. The difference between the new antenna position (G1) and the old one (G0) is as follows.

$$d\phi(G1-G0) = 0.^{\circ}3096,$$

$$d\lambda(G1-G0) = -1.^{\circ}0890,$$

$$dH(G1-G0) = 1.675m.$$

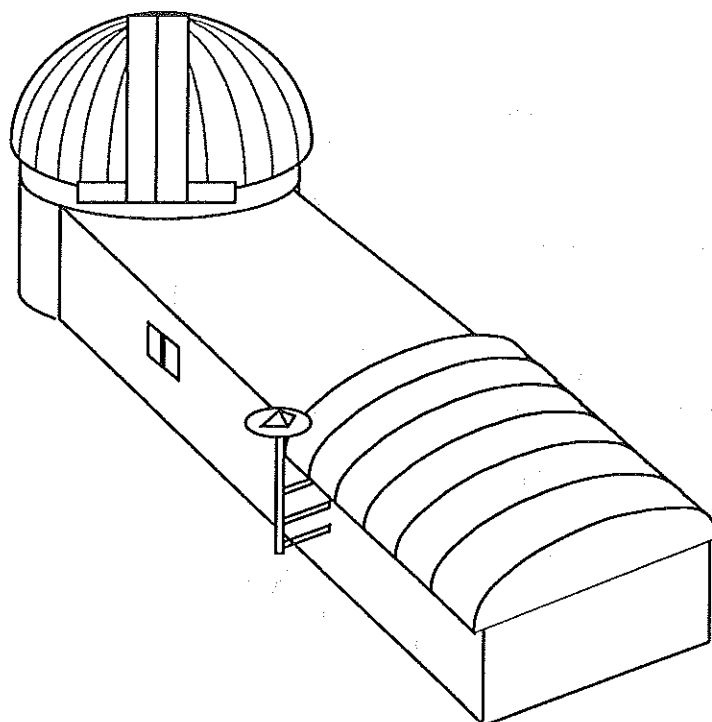


Figure 2. Site sketch of Observation house of the Sirahama Hydrographic Observatory.

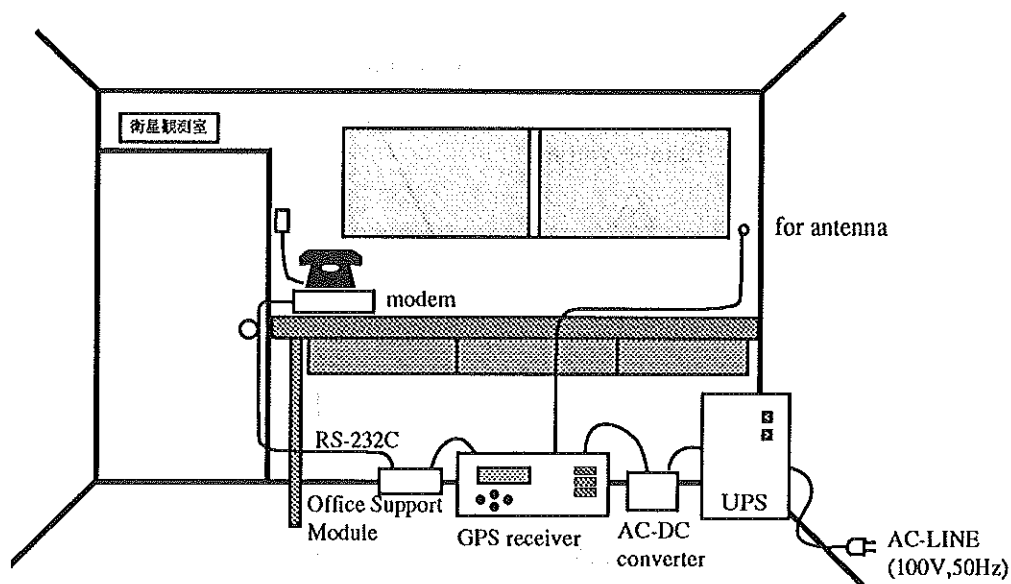


Figure 3. System configuration at observation site.

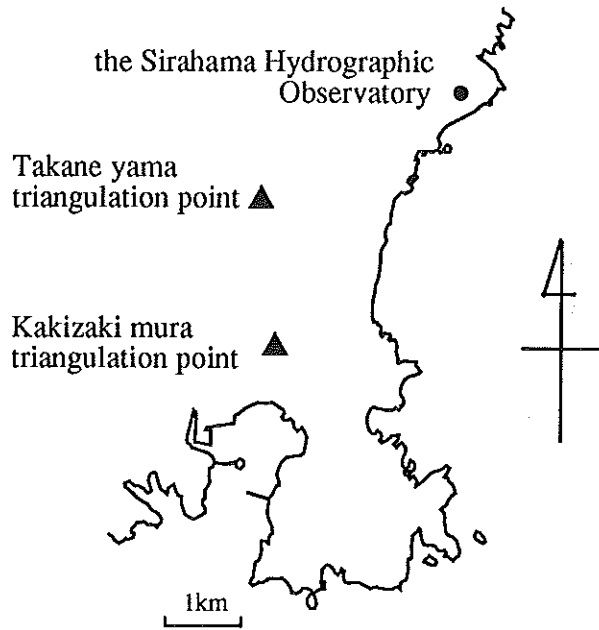


Figure 4. Site sketch for Sirahama.

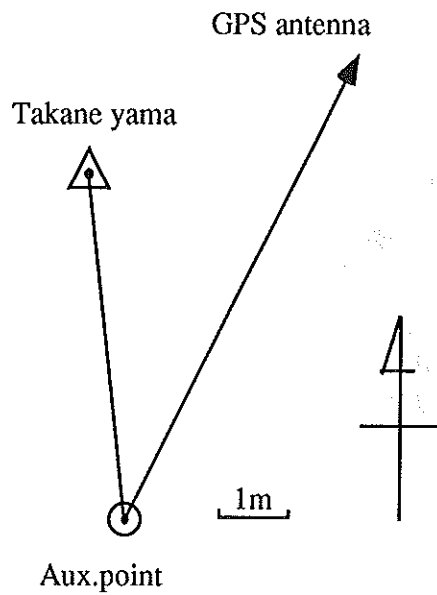


Figure 5. Survey map of Takane yama.

Table 1. Survey results of the fiducial and other markers at Sirahama (Tokyo Datum)

station	symbol	latitude	longitude	elevation	note
Kakizaki mura	KK	° ' " 34 40 49.690 N	° ' " 138 57 38.934 E	m 200.07	Fiducial point 4th order triangulation point
Top of base	TB	34 42 46.270 N	138 59 20.281 E	173.57	Top of the base for the antenna
GPS antenna(new)	G1	34 42 46.270 N	138 59 20.281 E	173.65	Center of the new antenna
GPS antenna(old)	G0	34 42 45.960 N	138 59 21.370 E	171.98	Center of the old antenna
G1-G0		0."3096	-1."0890	1.632	relative

### 3. Baseline analysis

Triple difference analysis has been made for each baseline by using TRIMVEC. In order to avoid systematic errors which might be introduced by inaccuracy of the coordinate of the fixed station, in the analysis of Manazuru-O Sima line, Turugi Saki-O Sima line and Sirahama-O Sima line, the position of O Sima is fixed to the value derived by the test GPS observations (Sengoku, 1991). So is the position of Manazuru in the analysis of Turugi Saki-Manazuru line and Sirahama-Manazuru line, and is the position of Turugi Saki in the analysis of Sirahama-Turugi Saki line. The estimation errors of geocentric rectangular coordinates are estimated by TRIMVEC. The estimation errors of latitude, longitude and height difference are also calculated by transforming covariance matrix from geocentric coordinates to topocentric coordinates (Sengoku et al., 1990).

Analyzed results of baseline length, latitude difference, longitude difference, height difference and difference in geocentric rectangular coordinates (u, v, w) are listed in Table 3.

Table 2. Observation data

		Explanation
Column	1	Serial number
	2	Session number
	3	Observation start date
	4	Observation start time (UT)
	5	Observation stop time (UT)
	6	Observed satellites in PRN number
	7	Acquired data size in byte

0001 : O Sima  
0002 : Manazuru  
0003 : Turugi Saki  
0004 : Sirahama

Table 2. Observation data

(1) No.	(2) session	(3) date	(4) start	(5) stop	(6) observed PRN#	(7) data size			
		M D	h m	h m		0001	0002	0003	0004
1	013-1	1 9	22 34	4 34	3, 6,13,16,17,18,19,23,24	360212	733818	777308	-
2	016-1	1 16	22 22	4 32	3, 6,13,16,17,18,19,23,24	739868	758644	796400	-
3	021-1	1 21	22 2	4 12	3, 6,13,16,17,18,19,23,24	1694	751172	795060	-
4	024-1	1 24	21 50	4 0	3, 6,13,16,17,18,19,23,24	792666	742074	791226	-
5	029-1	1 29	21 30	3 30	3, 6,13,16,17,18,19,23,24	779212	745538	780048	-
6	033-1	2 2	14 0	14 30	11,15,19,21	55408	45798	0	-
7	033-2	2 2	15 30	16 30	6,11,15,19	113820	102950	0	-
8	033-3	2 2	17 0	19 0	2, 6,11,13,14,15,18	216704	200274	0	-
9	034-1	2 3	21 10	3 10	3, 6,13,16,17,18,19,23,24	781258	749230	789704	-
10	036-1	2 5	21 2	3 2	3, 6,13,16,17,18,19,23,24	785854	744066	781496	-
11	041-1	2 10	20 42	2 42	3, 6,13,16,17,18,19,23,24	775334	742028	774768	-
12	048-1	2 17	20 14	2 14	3, 6,13,16,17,18,19,23,24	783578	744298	772620	-
13	050-1	2 19	20 6	2 6	3, 6,13,16,17,18,19,23,24	785034	749764	773640	-
14	055-1	2 24	19 46	1 46	3, 6,13,16,17,18,19,23,24	783194	749168	16998	-
15	057-1	2 26	19 38	1 38	3, 6,13,16,17,18,19,23,24	788210	760140	774230	-
16	062-1	3 3	19 18	1 28	3, 6,12,13,16,17,18,19,23,24	794588	776572	790136	-
17	069-1	3 10	18 50	1 0	3, 6,12,13,16,17,18,19,23,24	801278	780562	788434	-
18	071-1	3 12	18 42	0 52	3, 6,12,13,16,17,18,19,23,24	803744	781746	793160	-
19	076-1	3 17	18 22	0 32	3, 6,12,13,16,17,18,19,23,24	813014	786290	781538	-
20	083-1	3 24	17 54	0 4	3, 6,12,13,16,17,18,19,23,24	804416	778394	795638	-
21	085-1	3 26	17 46	23 56	3, 6,12,13,16,17,18,19,23,24	805686	782518	799470	-
22	094-1	4 4	17 10	23 20	3, 6,12,13,16,17,18,19,23,24	802590	781636	786856	-
23	099-1	4 9	16 50	23 0	3, 6,12,13,16,17,18,19,23,24	806270	782262	797462	-
24	104-1	4 14	16 30	22 40	3, 6,12,13,16,17,18,19,23,24	812984	782656	785124	-
25	112-1	4 22	15 58	22 8	3, 6,12,13,16,17,18,19,23,24	806390	781582	792438	-
26	119-1	4 29	15 30	21 40	3, 6,12,13,16,17,18,19,23,24	806628	758766	803766	-
27	127-1	5 7	14 58	21 8	3, 6,12,13,16,17,18,19,23,24	798550	776802	795468	-
28	132-1	5 12	14 38	20 48	3, 6,12,13,16,17,18,19,23,24	795514	778342	0	-
29	143-1	5 23	13 54	20 4	3,12,13,16,17,18,19,23,24	703216	676328	0	-
30	154-1	6 3	13 10	19 20	3,12,13,16,17,18,19,23,24	700922	671052	0	-
31	160-1	6 9	12 46	18 56	3,12,13,16,17,18,19,23,24	705050	664546	695466	-
32	164-1	6 13	11 41	18 21	3,13,16,17,18,19,23,24	760776	715846	746952	-
33	168-1	6 17	11 25	18 5	3,13,16,17,18,19,23,24	770134	717926	751162	-
34	174-1	6 23	11 1	17 41	3,13,16,17,18,19,23,24	772884	738378	749806	-
35	182-1	7 1	10 29	17 9	3,12,13,16,17,18,19,23,24	807866	764090	800084	-
36	190-1	7 9	9 57	16 37	3,12,13,16,17,18,19,23,24	804228	749120	802876	-
37	195-1	7 14	9 37	16 17	3,12,13,16,17,18,19,23,24	807824	749864	797686	-
38	199-1	7 18	9 21	16 1	3,12,13,16,17,18,19,23,24	805898	783956	798804	-
39	204-1	7 23	7 0	13 0	2, 3,13,14,15,16,18,19,24	741472	521714	0	-
40	205-1	7 24	8 57	15 37	3,12,13,16,17,18,19,23,24	808616	682254	795380	-
41	209-1	7 28	8 41	15 21	3,12,13,16,17,18,19,23,24	797492	536502	793488	-
42	210-1	7 29	8 37	15 17	3,12,13,16,17,18,19,23,24	802694	539910	784080	-
43	211-1	7 30	8 33	15 13	3,12,13,16,17,18,19,24,26	870442	586710	781594	-
44	212-1	7 31	8 29	15 9	3,12,13,16,17,18,19,24,26	880526	592870	767920	-
45	213-1	8 1	8 25	15 5	3,12,13,16,17,18,19,24,26	873404	591752	836220	-
46	216-1	8 4	8 13	14 57	3,12,13,16,17,18,19,23,24,26	872332	595734	878958	-
47	217-1	8 5	8 9	14 49	3,12,13,16,17,18,19,24,26	872080	590648	872312	-
48	218-1	8 6	8 5	14 45	3,12,13,16,17,18,19,24,26	867352	591914	867782	-
49	219-1	8 7	8 1	14 41	3,12,13,16,17,18,19,24,26	861636	849556	870940	-
50	221-1	8 9	7 53	14 33	3,12,13,16,17,18,19,24,26	869058	851854	867498	-

Table 2. Observation data

(1) No.	(2) session	(3) date		(4) start		(5) stop		(6) observed PRN#	(7) data size			
		M	D	h	m	h	m		0001	0002	0003	0004
51	227-1	8	15	7	29	14	9	3,12,13,16,17,18,19,24,26	857132	847000	858426	-
52	232-1	8	20	7	9	13	49	3,12,13,16,17,18,19,24,26	871284	819916	857668	-
53	237-1	8	25	6	49	13	29	3,12,13,16,17,18,19,24,26	872942	806608	868692	-
54	241-1	8	29	6	33	13	13	3,12,13,16,17,18,19,24,26	861200	590810	871592	-
55	246-1	9	3	6	13	12	53	3,12,13,16,17,18,19,24,26	830278	0	865100	-
56	251-1	9	8	5	53	12	33	3,12,13,16,17,18,19,24,26	859242	589910	858056	-
57	262-1	9	19	5	9	11	49	3,12,13,16,17,18,19,24,26	860068	587234	866674	-
58	265-1	9	22	4	57	11	37	3,12,13,16,17,18,19,24,26	853260	0	850952	-
59	269-1	9	26	4	41	11	21	3,12,13,16,17,18,19,24,26	845976	0	859322	-
60	275-1	10	2	4	17	10	57	3,13,16,17,18,19,24,26	814802	0	814880	-
61	276-1	10	3	4	13	10	53	3,13,16,17,18,19,24,26	801196	0	819022	-
62	277-1	10	4	4	9	10	49	3,13,16,17,18,19,24,26	815742	0	808548	-
63	284-1	10	11	3	41	10	21	3,12,13,16,17,18,19,24,26	860898	0	842586	-
64	289-1	10	16	3	21	10	1	3,12,13,16,17,18,19,24,26	847058	0	856696	-
65	293-1	10	20	3	5	9	45	3,12,13,16,17,18,19,24,26	653202	0	344014	-
66	297-1	10	24	2	49	9	29	3,12,13,16,17,18,19,24,26	865292	0	724934	-
67	302-1	10	29	2	29	9	9	3,12,13,16,17,18,19,24,26	848422	0	856994	-
68	305-1	11	1	2	24	8	44	3,13,16,17,18,19,24,26,27	817768	0	775410	-
69	309-1	11	5	2	8	8	28	3,13,16,17,18,19,24,26,27	811894	0	767970	-
70	315-1	11	11	0	52	6	52	3,13,16,17,18,19,24,26,27	775916	0	776564	-
71	316-1	11	12	0	48	6	48	3,13,16,17,18,19,24,26,27	761828	0	755618	-
72	317-1	11	13	0	44	6	44	3,13,16,17,18,19,24,26,27	762154	0	749026	-
73	318-1	11	14	0	40	6	40	3,13,16,17,18,19,24,26,27	763474	0	762418	-
74	322-1	11	18	1	16	7	36	3,13,16,17,18,19,24,26,27	816534	0	809696	-
75	325-1	11	21	1	4	7	24	3,13,16,17,18,19,24,26,27	807826	0	804508	-
76	330-1	11	26	0	44	7	4	3,13,16,17,18,19,24,26,27	806542	0	786974	-
77	333-1	11	29	0	32	6	52	3,13,16,17,18,19,24,26,27	820822	0	813144	-
78	338-1	12	4	0	12	6	32	3,13,16,17,18,19,24,26,27	793842	0	812532	-
79	342-1	12	8	23	52	6	12	3,13,16,17,18,19,24,26,27	812532	0	800130	-
80	349-1	12	15	23	24	5	44	2, 3,12,13,16,17,18,19,23,24,26,27	812276	0	802990	1000057
81	353-1	12	19	23	8	5	28	2, 3,12,13,16,17,18,19,23,24,26,27	814218	0	805908	1037951
82	357-1	12	23	22	52	5	12	3,13,16,17,18,19,24,26,27	824666	0	803868	0
83	360-1	12	26	22	40	5	0	3,13,16,17,18,19,24,26,27	814744	0	808690	0

Table 3. Analyzed results

	Explanation	
Column	1	Serial number
	2	Session number
	3	Slope distance between two stations with estimated RMS (unit:m)
	4	Latitude difference with estimated RMS (unit:arc sec.)
	5	Longitude difference with estimated RMS (unit:arc sec.)
	6	Height difference with estimated RMS (unit:arc sec.)
	7,8,9	Difference in Earth-fixed rectangular coordinate with estimated RMS (unit:m)
	10	RMS of residuals (unit:cycle)



Table 3. Analyzed results (Manazuru - O Sima)

No.	Session	slope distance	d $\phi$	d $\lambda$	d h	d x	d y	d z	rms					
1	057-1	47123.7334	1347.9576	-877.0868	0.0004	-64.3356	0.0098	32599.413	0.008	1286.645	0.011	34003.957	0.006	0.068
2	062-1	47123.7392	1347.9584	-877.0855	0.0004	-64.3791	0.0110	32599.429	0.009	1286.588	0.012	34003.951	0.007	0.074
3	069-1	47123.7349	1347.9583	-877.0855	0.0004	-64.3825	0.0111	32599.429	0.009	1286.588	0.012	34003.945	0.007	0.080
4	071-1	47123.7388	1347.9586	-877.0852	0.0004	-64.4185	0.0112	32599.450	0.009	1286.560	0.012	34003.932	0.007	0.084
5	076-1	47123.7298	1347.9580	-877.0858	0.0004	-64.3656	0.0098	32599.419	0.008	1286.605	0.011	34003.948	0.006	0.072
6	083-1	47123.7294	1347.9583	-877.0849	0.0003	-64.3723	0.0096	32599.414	0.008	1286.581	0.010	34003.953	0.006	0.072
7	085-1	47123.7371	1347.9584	-877.0855	0.0004	-64.4062	0.0111	32599.445	0.009	1286.574	0.012	34003.934	0.007	0.082
8	099-1	47123.7578	1347.9589	-877.0861	0.0004	-64.4468	0.0124	32599.486	0.010	1286.556	0.013	34003.924	0.008	0.088
9	104-1	47123.7340	1347.9581	-877.0858	0.0004	-64.3467	0.0101	32599.409	0.009	1286.614	0.011	34003.962	0.006	0.079
10	112-1	47123.7443	1347.9583	-877.0863	0.0005	-64.3743	0.0131	32599.437	0.011	1286.608	0.015	34003.950	0.009	0.096
11	119-1	47123.7344	1347.9579	-877.0863	0.0004	-64.3533	0.0131	32599.419	0.011	1286.622	0.013	34003.954	0.008	0.086
12	127-1	47123.7346	1347.9580	-877.0861	0.0004	-64.3198	0.0114	32599.396	0.010	1286.636	0.011	34003.975	0.007	0.082
13	132-1	47123.7260	1347.9579	-877.0856	0.0004	-64.3818	0.0124	32599.424	0.011	1286.593	0.012	34003.937	0.007	0.084
14	154-1	47123.7253	1347.9575	-877.0864	0.0005	-64.2924	0.0124	32599.377	0.012	1286.661	0.013	34003.979	0.009	0.090
15	160-1	47123.7316	1347.9578	-877.0864	0.0005	-64.2557	0.0124	32599.358	0.011	1286.678	0.013	34004.006	0.009	0.085
16	164-1	47123.7074	1347.9575	-877.0850	0.0004	-64.2606	0.0117	32599.334	0.010	1286.651	0.012	34003.996	0.007	0.067
17	168-1	47123.7505	1347.9584	-877.0865	0.0005	-64.2768	0.0129	32599.382	0.011	1286.661	0.013	34004.010	0.008	0.082
18	174-1	47123.7336	1347.9578	-877.0864	0.0005	-64.2337	0.0117	32599.345	0.011	1286.689	0.013	34004.020	0.007	0.084
19	182-1	47123.7148	1347.9572	-877.0862	0.0006	-64.2875	0.0145	32599.368	0.013	1286.664	0.017	34003.974	0.008	0.105
20	190-1	47123.7339	1347.9584	-877.0851	0.0005	-64.2706	0.0134	32599.355	0.011	1286.638	0.015	34004.014	0.007	0.083
21	195-1	47123.7373	1347.9585	-877.0852	0.0006	-64.3178	0.0143	32599.387	0.011	1286.615	0.017	34003.988	0.008	0.082
22	199-1	47123.7428	1347.9580	-877.0869	0.0005	-64.3295	0.0109	32599.414	0.010	1286.645	0.013	34003.969	0.006	0.086
23	204-1	47123.6976	1347.9579	-877.0832	0.0007	-64.3844	0.0183	32599.386	0.012	1286.545	0.022	34003.936	0.010	0.084
24	205-1	47123.6895	1347.9559	-877.0871	0.0009	-64.2333	0.0185	32599.331	0.018	1286.725	0.022	34003.972	0.014	0.099
25	219-1	47123.7265	1347.9575	-877.0865	0.0005	-64.2904	0.0152	32599.378	0.015	1286.664	0.012	34003.980	0.008	0.090

Table 3. Analyzed results (Manazuru - O Sima) (continued)

No.	Session	slope distance	d $\phi$	d $\lambda$	d h	d x	d y	d z	rms							
26	221-1	47123.6904	0.0095	1347.9575	0.0002	-877.0835	0.0005	-64.3078	0.0147	32599.339	0.014	1286.598	0.012	34003.970	0.008	0.102
27	227-1	47123.7365	0.0093	1347.9583	0.0002	-877.0857	0.0005	-64.3373	0.0118	32599.403	0.013	1286.615	0.011	34003.971	0.006	0.087
28	232-1	47123.7436	0.0091	1347.9583	0.0002	-877.0862	0.0005	-64.3015	0.0150	32599.390	0.014	1286.644	0.013	34003.992	0.008	0.093
29	237-1	47123.7603	0.0094	1347.9585	0.0002	-877.0870	0.0005	-64.3921	0.0149	32599.464	0.014	1286.609	0.013	34003.947	0.008	0.087

Table 3. Analyzed results (Turugi Saki - O Sima)

No. Session	slope distance	d $\phi$	d $\lambda$	d h	d x	d y	d z	rms							
1 016-1	48132.1427	0.0076	1296.2504	0.0002	1058.3659	0.0004	-78.4681	0.0090	35.009	0.008	-35325.322	0.010	32692.867	0.006	0.070
2 024-1	48132.1537	0.0080	1296.2500	0.0002	1058.3675	0.0004	-78.4471	0.0100	34.965	0.008	-35325.336	0.011	32692.869	0.007	0.077
3 029-1	48132.1561	0.0082	1296.2499	0.0002	1058.3678	0.0004	-78.5066	0.0100	34.995	0.008	-35325.373	0.011	32692.832	0.007	0.078
4 034-1	48132.1620	0.0098	1296.2503	0.0002	1058.3674	0.0005	-78.4532	0.0120	34.975	0.010	-35325.342	0.013	32692.874	0.008	0.092
5 036-1	48132.1546	0.0079	1296.2501	0.0002	1058.3673	0.0004	-78.4992	0.0090	35.002	0.008	-35325.361	0.010	32692.842	0.006	0.072
6 041-1	48132.1469	0.0086	1296.2499	0.0002	1058.3671	0.0004	-78.4878	0.0100	34.995	0.009	-35325.350	0.011	32692.843	0.007	0.076
7 048-1	48132.1555	0.0073	1296.2499	0.0002	1058.3676	0.0004	-78.4850	0.0090	34.985	0.008	-35325.359	0.010	32692.846	0.006	0.066
8 050-1	48132.1562	0.0076	1296.2499	0.0002	1058.3677	0.0004	-78.4872	0.0090	34.987	0.008	-35325.361	0.010	32692.845	0.006	0.069
9 057-1	48132.1575	0.0091	1296.2505	0.0002	1058.3666	0.0004	-78.4874	0.0099	35.011	0.009	-35325.348	0.011	32692.861	0.007	0.078
10 062-1	48132.1443	0.0083	1296.2502	0.0002	1058.3664	0.0004	-78.4743	0.0097	35.003	0.008	-35325.332	0.011	32692.859	0.007	0.073
11 069-1	48132.1790	0.0088	1296.2505	0.0002	1058.3682	0.0004	-78.4891	0.0109	34.988	0.009	-35325.378	0.012	32692.860	0.007	0.079
12 071-1	48132.1728	0.0081	1296.2506	0.0002	1058.3676	0.0004	-78.4904	0.0099	34.999	0.008	-35325.369	0.011	32692.861	0.007	0.077
13 076-1	48132.1747	0.0088	1296.2502	0.0002	1058.3685	0.0004	-78.5069	0.0105	34.989	0.009	-35325.390	0.011	32692.841	0.007	0.081
14 083-1	48132.1864	0.0072	1296.2503	0.0002	1058.3691	0.0003	-78.4750	0.0089	34.961	0.008	-35325.386	0.009	32692.862	0.006	0.069
15 085-1	48132.1818	0.0075	1296.2509	0.0002	1058.3677	0.0004	-78.5257	0.0092	35.022	0.008	-35325.394	0.010	32692.847	0.006	0.072
16 099-1	48132.1827	0.0080	1296.2506	0.0002	1058.3682	0.0004	-78.5074	0.0099	34.999	0.008	-35325.391	0.011	32692.852	0.007	0.075
17 104-1	48132.1681	0.0089	1296.2501	0.0002	1058.3682	0.0004	-78.4392	0.0114	34.950	0.010	-35325.347	0.012	32692.877	0.008	0.084
18 112-1	48132.1861	0.0078	1296.2513	0.0002	1058.3674	0.0004	-78.5008	0.0101	35.017	0.009	-35325.378	0.011	32692.871	0.008	0.076
19 119-1	48132.1667	0.0092	1296.2502	0.0002	1058.3679	0.0004	-78.4610	0.0109	34.971	0.009	-35325.354	0.012	32692.868	0.008	0.089
20 127-1	48132.1654	0.0077	1296.2505	0.0002	1058.3673	0.0004	-78.4948	0.0099	35.004	0.009	-35325.365	0.010	32692.854	0.007	0.076
21 160-1	48132.1409	0.0081	1296.2507	0.0002	1058.3651	0.0004	-78.3801	0.0095	34.973	0.009	-35325.264	0.011	32692.927	0.007	0.076
22 164-1	48132.1601	0.0081	1296.2505	0.0002	1058.3670	0.0005	-78.4705	0.0107	34.994	0.010	-35325.345	0.012	32692.868	0.007	0.076
23 168-1	48132.1751	0.0074	1296.2511	0.0002	1058.3669	0.0004	-78.4759	0.0097	35.009	0.009	-35325.353	0.011	32692.882	0.006	0.074
24 174-1	48132.1795	0.0081	1296.2508	0.0002	1058.3677	0.0005	-78.4121	0.0106	34.952	0.010	-35325.331	0.012	32692.911	0.007	0.080
25 182-1	48132.1932	0.0092	1296.2509	0.0002	1058.3685	0.0005	-78.4942	0.0120	34.991	0.011	-35325.391	0.014	32692.867	0.007	0.090

Table 3. Analyzed results (Turugi Saki - O Sima) (continued)

No.	Session	slope distance	d $\phi$	d $\lambda$	d h	d x	d y	d z	rms							
26	190-1	48132.1755	0.0075	1296.2511	0.0002	1058.3669	0.0004	-78.3913	0.0094	34.955	0.008	-35325.308	0.011	32692.930	0.006	0.077
27	195-1	48132.1581	0.0081	1296.2508	0.0002	1058.3663	0.0004	-78.4421	0.0103	34.992	0.009	-35325.320	0.012	32692.892	0.006	0.080
28	199-1	48132.1812	0.0072	1296.2507	0.0002	1058.3681	0.0004	-78.4904	0.0094	34.991	0.008	-35325.379	0.011	32692.862	0.006	0.076
29	205-1	48132.1696	0.0076	1296.2507	0.0002	1058.3671	0.0004	-78.4614	0.0096	34.990	0.009	-35325.346	0.011	32692.881	0.006	0.076
30	209-1	48132.1886	0.0081	1296.2512	0.0002	1058.3676	0.0004	-78.4540	0.0098	34.983	0.009	-35325.357	0.012	32692.897	0.006	0.076
31	210-1	48132.1530	0.0078	1296.2510	0.0002	1058.3655	0.0004	-78.4433	0.0100	35.008	0.009	-35325.308	0.012	32692.897	0.006	0.077
32	211-1	48132.1763	0.0062	1296.2514	0.0002	1058.3664	0.0004	-78.4505	0.0101	35.004	0.010	-35325.334	0.010	32692.904	0.006	0.078
33	212-1	48132.1717	0.0058	1296.2507	0.0001	1058.3673	0.0004	-78.4531	0.0097	34.981	0.009	-35325.345	0.009	32692.885	0.006	0.068
34	213-1	48132.1746	0.0057	1296.2510	0.0002	1058.3670	0.0003	-78.4515	0.0097	34.989	0.009	-35325.342	0.009	32692.893	0.006	0.075
35	216-1	48132.1971	0.0052	1296.2517	0.0002	1058.3673	0.0003	-78.5147	0.0089	35.034	0.009	-35325.389	0.008	32692.875	0.005	0.070
36	217-1	48132.1985	0.0049	1296.2511	0.0001	1058.3686	0.0003	-78.5132	0.0084	35.001	0.008	-35325.406	0.008	32692.858	0.005	0.065
37	218-1	48132.1855	0.0051	1296.2510	0.0002	1058.3678	0.0003	-78.4878	0.0090	34.998	0.009	-35325.376	0.008	32692.871	0.005	0.068
38	219-1	48132.1716	0.0062	1296.2511	0.0002	1058.3667	0.0004	-78.4754	0.0105	35.010	0.010	-35325.349	0.010	32692.881	0.006	0.082
39	221-1	48132.1837	0.0052	1296.2512	0.0001	1058.3674	0.0003	-78.4975	0.0086	35.014	0.008	-35325.375	0.008	32692.870	0.005	0.071
40	227-1	48132.1750	0.0050	1296.2514	0.0001	1058.3663	0.0003	-78.4880	0.0086	35.029	0.009	-35325.352	0.008	32692.882	0.005	0.068
41	232-1	48132.2313	0.0073	1296.2520	0.0002	1058.3693	0.0004	-78.6461	0.0127	35.087	0.012	-35325.499	0.011	32692.806	0.008	0.101
42	237-1	48132.1917	0.0057	1296.2514	0.0002	1058.3676	0.0003	-78.4811	0.0098	35.003	0.009	-35325.373	0.009	32692.885	0.006	0.077
43	241-1	48132.1889	0.0055	1296.2511	0.0002	1058.3679	0.0003	-78.4907	0.0094	35.000	0.009	-35325.381	0.008	32692.872	0.006	0.072
44	246-1	48132.1778	0.0059	1296.2503	0.0002	1058.3685	0.0003	-78.4722	0.0110	34.968	0.010	-35325.373	0.009	32692.863	0.007	0.079
45	251-1	48132.1779	0.0053	1296.2510	0.0002	1058.3673	0.0003	-78.5167	0.0089	35.025	0.009	-35325.381	0.008	32692.855	0.005	0.066
46	262-1	48132.1827	0.0056	1296.2511	0.0002	1058.3674	0.0003	-78.5491	0.0098	35.045	0.009	-35325.402	0.009	32692.840	0.006	0.073
47	265-1	48132.1748	0.0052	1296.2502	0.0002	1058.3684	0.0003	-78.5933	0.0091	35.044	0.009	-35325.435	0.008	32692.792	0.005	0.066
48	269-1	48132.1768	0.0068	1296.2507	0.0002	1058.3677	0.0005	-78.4902	0.0117	34.997	0.012	-35325.373	0.011	32692.863	0.007	0.087
49	275-1	48132.1741	0.0058	1296.2506	0.0002	1058.3677	0.0004	-78.5181	0.0114	35.014	0.010	-35325.385	0.010	32692.845	0.007	0.074
50	276-1	48132.1729	0.0068	1296.2513	0.0002	1058.3664	0.0005	-78.5059	0.0122	35.037	0.011	-35325.361	0.012	32692.869	0.008	0.084

Table 3. Analyzed results (Turugi Saki - O Sima) (continued)

No.	Session	slope distance	d $\phi$	d $\lambda$	d h	d x	d y	d z	rms							
51	277-1	48132.1655	0.0053	1296.2508	0.0002	1058.3667	0.0003	-78.5327	0.0108	35.042	0.009	-35325.377	0.009	32692.841	0.007	0.069
52	284-1	48132.1590	0.0059	1296.2506	0.0002	1058.3667	0.0003	-78.4966	0.0106	35.016	0.010	-35325.355	0.009	32692.856	0.006	0.077
53	289-1	48132.1848	0.0060	1296.2508	0.0002	1058.3681	0.0004	-78.5306	0.0099	35.018	0.010	-35325.402	0.009	32692.842	0.006	0.075
54	297-1	48132.1686	0.0062	1296.2508	0.0002	1058.3670	0.0004	-78.5402	0.0116	35.041	0.010	-35325.386	0.010	32692.836	0.007	0.075
55	302-1	48132.1782	0.0057	1296.2505	0.0002	1058.3682	0.0004	-78.5410	0.0099	35.020	0.010	-35325.406	0.009	32692.829	0.006	0.072
56	305-1	48132.1699	0.0062	1296.2503	0.0002	1058.3680	0.0004	-78.5450	0.0127	35.021	0.010	-35325.402	0.011	32692.820	0.007	0.065
57	309-1	48132.1611	0.0064	1296.2511	0.0002	1058.3660	0.0004	-78.5080	0.0114	35.042	0.009	-35325.352	0.012	32692.861	0.007	0.064
58	315-1	48132.1628	0.0095	1296.2504	0.0002	1058.3672	0.0006	-78.5769	0.0142	35.056	0.009	-35325.406	0.017	32692.806	0.008	0.083
59	316-1	48132.1634	0.0109	1296.2502	0.0002	1058.3676	0.0006	-78.5501	0.0152	35.030	0.010	-35325.397	0.019	32692.817	0.008	0.089
60	317-1	48132.1760	0.0097	1296.2501	0.0002	1058.3687	0.0006	-78.5316	0.0143	35.000	0.010	-35325.407	0.017	32692.825	0.008	0.075
61	318-1	48132.1860	0.0099	1296.2503	0.0002	1058.3691	0.0006	-78.6360	0.0140	35.061	0.010	-35325.471	0.017	32692.770	0.008	0.087
62	322-1	48132.1502	0.0058	1296.2491	0.0001	1058.3650	0.0003	-78.5416	0.0115	35.045	0.008	-35325.368	0.010	32692.828	0.007	0.069
63	325-1	48132.1565	0.0078	1296.2494	0.0002	1058.3650	0.0004	-78.5344	0.0139	35.045	0.010	-35325.367	0.013	32692.839	0.008	0.083
64	330-1	48132.1303	0.0073	1296.2486	0.0002	1058.3645	0.0005	-78.5673	0.0123	35.063	0.010	-35325.366	0.013	32692.801	0.007	0.077
65	333-1	48132.1351	0.0060	1296.2489	0.0001	1058.3644	0.0003	-78.5559	0.0107	35.061	0.008	-35325.361	0.010	32692.814	0.006	0.069
66	338-1	48132.1291	0.0068	1296.2482	0.0002	1058.3651	0.0004	-78.5428	0.0117	35.033	0.010	-35325.360	0.012	32692.806	0.007	0.073
67	342-1	48132.1099	0.0061	1296.2473	0.0002	1058.3654	0.0003	-78.4568	0.0126	34.961	0.009	-35325.311	0.011	32692.831	0.007	0.066
68	349-1	48132.1263	0.0061	1296.2483	0.0001	1058.3647	0.0003	-78.5437	0.0112	35.041	0.008	-35325.355	0.011	32692.808	0.006	0.070
69	353-1	48132.1314	0.0062	1296.2484	0.0002	1058.3650	0.0003	-78.5460	0.0118	35.039	0.008	-35325.361	0.011	32692.808	0.007	0.072
70	357-1	48132.1501	0.0064	1296.2492	0.0002	1058.3649	0.0003	-78.5727	0.0117	35.068	0.008	-35325.383	0.011	32692.812	0.007	0.074
71	360-1	48132.1438	0.0055	1296.2489	0.0001	1058.3650	0.0003	-78.5691	0.0102	35.060	0.008	-35325.379	0.009	32692.807	0.006	0.062

Table 3. Analyzed results (Sirahama - O Sima)

No.	Session	slope distance	d $\phi$	d $\lambda$	d h	d x	d y	d z	rms							
1	349-1	37051.9018	0.0087	-234.7248	0.0001	-1428.6554	0.0003	58.7424	0.0115	20595.402	0.008	30228.232	0.011	-5909.893	0.007	0.069
2	353-1	37051.9256	0.0075	-234.7243	0.0001	-1428.6565	0.0003	58.761	0.0103	20595.416	0.007	30228.256	0.01	-5909.869	0.006	0.064

Table 3. Analyzed results (Turugi Saki - Manazuru)

No.	Session	slope distance	d $\phi$	d $\lambda$	d h	d x	d y	d z	rms							
1	057-1	49016.3006	0.0121	-51.7071	0.0002	1935.4517	0.0005	-14.1310	0.0131	-32564.398	0.011	-36612.003	0.014	-1311.085	0.008	0.092
2	062-1	49016.2796	0.0114	-51.7077	0.0002	1935.4508	0.0004	-14.0925	0.0122	-32564.416	0.010	-36611.959	0.013	-1311.078	0.008	0.086
3	069-1	49016.3119	0.0115	-51.7071	0.0002	1935.4521	0.0005	-14.1302	0.0128	-32564.406	0.011	-36612.011	0.013	-1311.084	0.008	0.088
4	071-1	49016.2840	0.0115	-51.7067	0.0002	1935.4510	0.0004	-14.1353	0.0123	-32564.380	0.010	-36611.997	0.013	-1311.079	0.008	0.089
5	076-1	49016.3134	0.0126	-51.7073	0.0003	1935.4522	0.0005	-14.1159	0.0133	-32564.419	0.011	-36612.001	0.014	-1311.083	0.009	0.097
6	083-1	49016.3004	0.0102	-51.7078	0.0002	1935.4516	0.0004	-14.1075	0.0110	-32564.422	0.010	-36611.981	0.011	-1311.090	0.007	0.083
7	085-1	49016.3028	0.0110	-51.7070	0.0002	1935.4518	0.0004	-14.1512	0.0115	-32564.386	0.010	-36612.016	0.012	-1311.095	0.008	0.088
8	099-1	49016.3167	0.0132	-51.7075	0.0003	1935.4523	0.0005	-14.0727	0.0145	-32564.450	0.013	-36611.979	0.015	-1311.063	0.009	0.108
9	104-1	49016.3045	0.0118	-51.7073	0.0002	1935.4518	0.0005	-14.1153	0.0122	-32564.413	0.010	-36611.995	0.013	-1311.082	0.008	0.091
10	112-1	49016.2979	0.0149	-51.7067	0.0003	1935.4516	0.0006	-14.1484	0.0145	-32564.380	0.013	-36612.015	0.016	-1311.085	0.010	0.108
11	119-1	49016.2706	0.0124	-51.7074	0.0003	1935.4505	0.0005	-14.0962	0.0143	-32564.405	0.012	-36611.957	0.014	-1311.074	0.009	0.098
12	127-1	49016.2945	0.0118	-51.7072	0.0003	1935.4514	0.0005	-14.1513	0.0124	-32564.383	0.011	-36612.007	0.013	-1311.101	0.008	0.094
13	160-1	49016.2698	0.0142	-51.7078	0.0003	1935.4504	0.0006	-14.1043	0.0140	-32564.404	0.013	-36611.956	0.015	-1311.089	0.010	0.097
14	164-1	49016.2802	0.0140	-51.7078	0.0002	1935.4508	0.0006	-14.1729	0.0146	-32564.368	0.013	-36612.001	0.015	-1311.127	0.008	0.085
15	168-1	49016.2773	0.0133	-51.7081	0.0002	1935.4507	0.0005	-14.1575	0.0134	-32564.380	0.012	-36611.986	0.014	-1311.127	0.008	0.090
16	174-1	49016.3208	0.0108	-51.7080	0.0002	1935.4524	0.0004	-14.1583	0.0108	-32564.406	0.010	-36612.022	0.011	-1311.124	0.007	0.075
17	182-1	49016.3067	0.0161	-51.7069	0.0003	1935.4519	0.0006	-14.1490	0.0156	-32564.389	0.014	-36612.019	0.018	-1311.091	0.009	0.108
18	190-1	49016.2313	0.0149	-51.7074	0.0002	1935.4489	0.0006	-14.1089	0.0153	-32564.371	0.012	-36611.935	0.017	-1311.080	0.009	0.097
19	195-1	49016.3204	0.0183	-51.7080	0.0003	1935.4524	0.0007	-14.1488	0.0177	-32564.411	0.013	-36612.016	0.021	-1311.118	0.010	0.101
20	199-1	49016.2898	0.0137	-51.7073	0.0002	1935.4512	0.0006	-14.1380	0.0128	-32564.389	0.012	-36611.996	0.015	-1311.094	0.007	0.099
21	205-1	49016.3124	0.0184	-51.7067	0.0003	1935.4522	0.0007	-14.1909	0.0154	-32564.364	0.016	-36612.048	0.018	-1311.110	0.011	0.080
22	219-1	49016.3312	0.0122	-51.7075	0.0002	1935.4529	0.0005	-14.1182	0.0154	-32564.432	0.015	-36612.014	0.012	-1311.090	0.008	0.101
23	221-1	49016.2531	0.0124	-51.7074	0.0002	1935.4498	0.0005	-14.1686	0.0151	-32564.348	0.015	-36611.983	0.012	-1311.115	0.008	0.110
24	227-1	49016.2931	0.0099	-51.7075	0.0002	1935.4514	0.0004	-14.1097	0.0118	-32564.412	0.011	-36611.981	0.010	-1311.084	0.007	0.081
25	232-1	49016.3272	0.0120	-51.7069	0.0002	1935.4527	0.0005	-14.2912	0.0154	-32564.314	0.015	-36612.110	0.012	-1311.174	0.008	0.095

Table 3. Analyzed results (Turugi Saki - Manazuru) (continued)

No.	Session	slope distance	d $\phi$	d $\lambda$	d h	d x	d y	d z	rms					
26	237-1	49016.3427	0.0119	1935.4533	0.0005	-14.1499	0.0152	-32564.413	0.014	-36612.046	0.013	-1311.095	0.008	0.086

Table 3. Analyzed results (Sirahama - Turugi Saki)

No.	Session	slope distance	d $\phi$	d $\lambda$	d h	d x	d y	d z	rms					
1	353-1	78804.6513	0.0080	-2487.0220	0.0004	137.3338	0.0124	20560.374	0.009	65553.638	0.012	-38602.651	0.007	0.079

Authors would like to greatly appreciate the kind assistance of Manazuru Town, the Izu O Sima Aids to Navigation Office, the Yokosuka Aids to Navigation Office and the Sirahama Hydrographic Observatory.

This report is written by T. Uchiyama, A. Sengoku, Y. Watanabe and Y. Takanashi.

#### Appendix

The position of the GPS antenna at Sirahama was also surveyed from a triangulation point (Takane yama, Fig.4,6) by EDM. An auxiliary point was made near Takane yama for the survey. A reference marker on the top of the base for old telescope was used as a reference point of azimuth angle (Fig.7). Its position was surveyed in 1981 (Takemura, 1983). The position of GPS antenna is summarized as follows.

$$\phi = 34^{\circ} 42' 45.7968 \text{ N,}$$

$$\lambda = 138^{\circ} 59' 20.276 \text{ E,}$$

$$H = 173.54 \text{ m.}$$

Note that height of the GPS antenna is 7.7cm from the top of the base for the antenna.

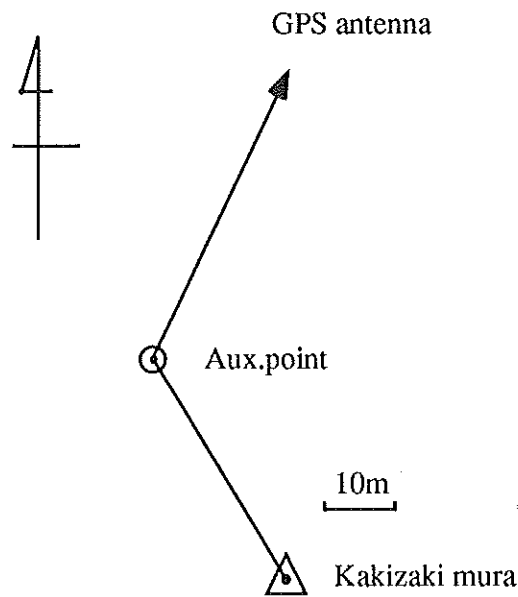


Figure 6. Survey map of Kakizaki mura.



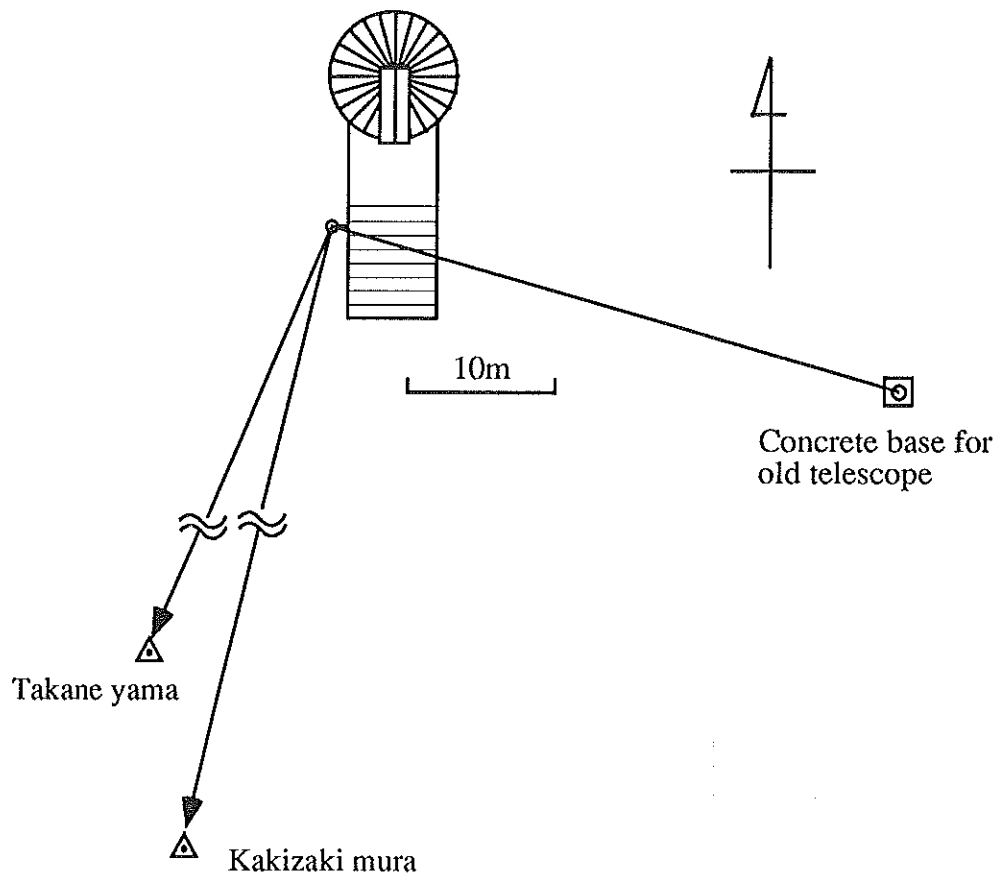


Figure 7. Observing site at Sirahama.

#### References

- Hydrographic Department 1991-a: *GPS observations around Sagami Bay* (Feb. - Nov., 1990), *Report of the Coordinating Committee for Earthquake Prediction*, 45, pp.122-126. (in Japanese)
- Hydrographic Department 1991-b: *GPS observations around Sagami Bay* (Apr., 1990 - Apr., 1991), *ibid.*, 46, pp.108-113. (in Japanese)
- Hydrographic Department 1992-a: *GPS observations around Sagami Bay* (Apr., 1990 - Nov., 1991), *ibid.*, 47, pp.144-149. (in Japanese)
- Hydrographic Department 1992-b: *GPS observations around Sagami Bay* (Apr., 1990 - Apr., 1992), *ibid.*, 48, pp.167-173. (in Japanese)
- Hydrographic Department 1993-a: *GPS observations around Sagami Bay* (Apr., 1990 - Nov., 1992), *ibid.*, 49, pp.169-173. (in Japanese)
- Hydrographic Department 1993-b: *GPS observations around Sagami Bay* (Apr., 1990 - May, 1993), *ibid.*, 50, pp.192-196. (in Japanese)
- Sengoku, A., Fukushima, T., Kawai, K., Asai, K., Kawai, T. and Fujii, T., 1990: *GPS observation around Sagami Bay*, *Jour. Japan Soc. Mar. Surv. Tech.*, 2, pp.17-23. (in Japanese)
- Sengoku, A., 1991: *GPS test observations around Sagami Bay in 1989*, *Data Report of Hydrographic Observation, series of Satellite Geodesy*, 4, pp.96-108.
- Sengoku, A., Kawai, K., 1992: *GPS observations around Sagami Bay in 1990*, *ibid.*, 5, pp.95-114.
- Sengoku, A., Kawai, K., Noda, H., 1993: *GPS observations around Sagami Bay in 1991*, *ibid.*, 6, pp.70-81.

## GPSによる水路部庁舎再測量

### RE-SURVEY OF GEODETIC POSITION OF THE HYDROGRAPHIC DEPARTMENT BY USING GPS

**Summary** - Positions of the two fiducial markers (JHD-1, JHD-2) on the top of the Hydrographic Department, which had already been obtained from the ground survey, were precisely re-surveyed by performing the GPS measurement.

**Key word** : GPS positioning

水路部庁舎屋上には2点の測点標識 (JHD-1, JHD-2) が設置されているが、このうちJHD-1については三角測量により既に位置が求められている (水路部観測報告天文測地編第10号, 1976)。このほどGPSにより両点の再測量を行ったのでここに報告する。なお、高さは各点でジオイド高0mと仮定した値である。

GPS観測による各点の位置をTable 1に示す。なお、高さはベッセル楕円体からの楕円体高である。なお本表は、Table 3のGPS測量の結果(LSC(CSR)85L07の値)及びTable 5の値を、測地系LSC(CSR)85L07から日本測地系に変換をしたものである。本報告では、LSC(CSR)85L07から日本測地系への変換パラメーターとして $\Delta U=146.329\text{m}$ ,  $\Delta V=-507.477\text{m}$ ,  $\Delta W=-681.777\text{m}$ を用いた。なお、この値は、水路部観測報告衛星測地編第4号「海洋測地網一次基準点の位置決定」より引用した。

**Table 1. Summary of the positions of the fiducial markers by means of the GPS measurement :  
the transformed results of Table 3 and Table 5 into the Tokyo Datum**

Station	$\phi$	$\lambda$	h
JHD-1	35 39 41.541 N	139 46 10.335 E	40.49
JHD-2	35 39 41.598 N	139 46 10.166 E	40.45

h: the height above the mean sea level

#### 1. 概要

##### 1.1 作業経過

1992年7月8日にJHD-1, JHD-2間でGPSの観測を行った(Fig.1).

1992年7月10日に第三台場三角点, JHD-1間でGPSの観測を行った(Fig.2).

##### 1.2 機材

GPS受信機

機種 トリンプル 4000SST IIP

トリンプル 4000STD.

##### 1.3 解析

解析ソフトウェア トリンプル社 TRIMVEC rev.E.

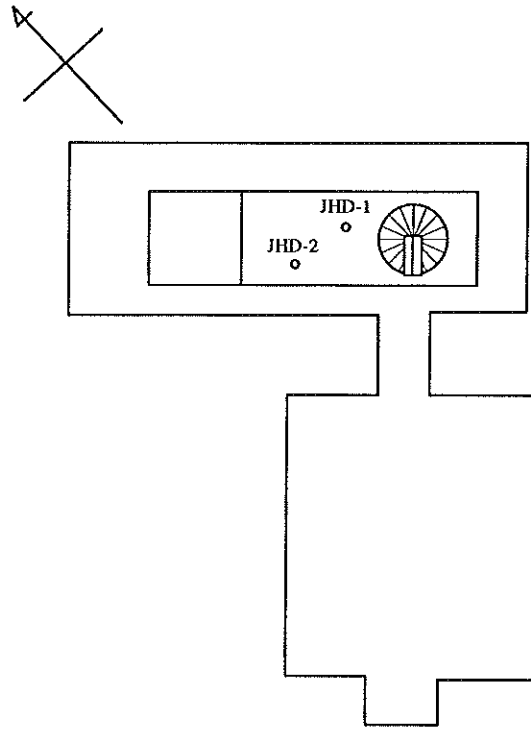


Figure 1. Hydrographic Department.

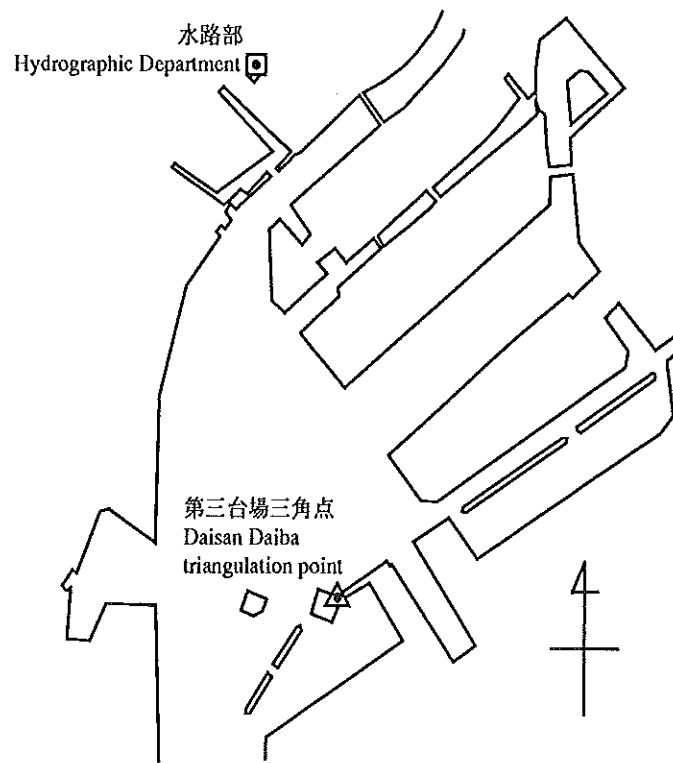


Figure 2. Hydrographic Department and Daisan Daiba.

2. 観測

2.1 JHD-1, JHD-2 観測

観測地点と担当者

JHD-1, JHD-2 : 水路部測点標識 河合晃司, 高梨泰宏, 池田信広.

観測期間

1992年 7月 8日 10:00~13:00 (JST) 11 15 17 18 19 21 25 28  
 1992年 7月 8日 14:00~17:00 (JST) 2 11 13 14 15 19 28.

観測衛星

観測状況

JHD-1 : 水路部測点標識JHD-1 直上において受信機は4000SST-IIPで観測を行った。受信アンテナ高は1.015mであった。  
 JHD-2 : 水路部測点標識JHD-2 直上において受信機は4000STDで観測を行った。受信アンテナ高は1.085mであった。

2.2 第三台場, JHD-1 観測

観測地点と担当者

第三台場 : 第三台場三等三角点 村上修司, 池田信広  
 JHD-1 : 水路部測点標識 河合晃司.

観測期間

1992年 7月 10日 10:00~13:00 (JST) 2 11 14 15 18 19 21 28.

観測衛星

観測状況

第三台場 : 第三台場三角点直上において受信機は4000SLDで観測を行った。受信アンテナ高は1.302mであった。  
 JHD-1 : 水路部測点標識JHD-1上において受信機は4000SST-IIPで観測を行った。受信アンテナ高は1.050mであった。

3. 解析

第三台場三角点の位置を, Table 2に示したLSC(CSR)85L07の値に固定してJHD-1を求め, さらにその値を使用してJHD-2を求めた。解析は二重位相差法によった。

Table 2は, 三角点成果とその値を日本測地系からLSC(CSR)85L07に変換したものである。

Table 2. Positions of Daisandaiba triangulation point used for the survey in 1976 and 1992

Geodetic system	$\phi$	$\lambda$	H	h
Tokyo Datum	35 37 50.603 N	139 46 34.542 E	m	m
LSC(CSR)85L07	35 38 02.318 N	139 46 22.898 E	46.68	9.64

h: the height above the mean sea level

H: the height above the reference ellipsoid of the LSC(CSR)85L07. Geoidal height is assumed to be 0.00m.

Table 3は、第三台場のLSC(CSR)85L07の値(Table 2)を固定してJHD-1を解析した成果と、その値をLSC(CSR)85L07から日本測地系に変換した値、ならびにJHD-1の1976年の三角測量の成果である。

Table 3. Position of the JHD-1

	Geodetic system	$\phi$	$\lambda$	H	h
GPS survey result(1992)	LSC(CSR)85L07	35 39 53.243 N	139 45 58.688 E	m 77.75	m
transformed result of GPS survey result(1992)	Tokyo Datum	35 39 41.541 N	139 46 10.335 E		40.49
ground survey result(1976)		35 39 41.541 N	139 46 10.331 E		40.40

h: the height above the mean sea level

H: the height above the reference ellipsoid of the LSC(CSR)85L07

Table 4は、LSC(CSR)85L07から日本測地系に変換したGPS測量の値と三角測量(1976年)の値との差である。

Table 4. Differences between the GPS results(1992) and the survey results(1976)  
: transformed value of GPS survey(1992) into the Tokyo Datum  
minus ground survey (1976)

Station	$\Delta \phi$	$\Delta \lambda$	$\Delta h$
JHD-1	0.000	0.004	m 0.09

h: the height above the mean sea level

Table 5は、JHD-1のLSC(CSR)85L07値(Table 4)を固定してJHD-2を解析した結果である。なお2回の観測の内、1回目の観測の解析では2周波での解が求まらなかったため、2回目の観測のみの値である。

Table 5. Position of the JHD-2 :expressed in the LSC(CSR)85L07

Station	$\phi$	$\lambda$	H
JHD-2	35 39 53.299 N	139 45 58.519 E	m 77.72

H: the height above the reference ellipsoid of the LSC(CSR)85L07

本報告は、高梨泰宏が作成した。また観測成果の算出は、河合晃司及び高梨泰宏が担当した。

#### 参 考 文 献

1976：水路部観測報告天文測地編，10，水路観測所経緯度観測，p.47.

1991：水路部観測報告衛星測地編，4，海洋測地網一次基準点の位置決定1988，p.60.

## GPSによる地殻変動監視観測点の位置再測量

### RE-SURVEY OF GEODETIC POSITIONS OF GPS OBSERVATION POINTS AROUND SAGAMI BAY BY USING GPS

**Summary** - The Hydrographic Department has been monitoring crustal movements around Sagami Bay by using GPS. The positions of the GPS antennas at O Sima, Turugi Saki and Manazuru, which had already been obtained by the triangulation survey, were re-determined by GPS observation from the Simosato Hydrographic Observation in 1992.

**Key words** : GPS positioning - Sagami Bay

水路部では相模湾における地殻変動の監視を1990年から伊豆大島、劔崎、真鶴においてGPS観測で行っている(仙石・河合, 1992)。各観測点のGPSアンテナの位置は、三角測量により近傍の三角点から求められているがこのほど下里水路観測所を基点としたGPS観測により再測量が行なわれたのでここに報告する。

Table 1は測量結果であり、各観測結果の平均を測地系LSC(CSR)85L07より日本測地系へ座標変換したものである。本報告では変換パラメーターとして $\Delta U=146.329\text{m}$ ,  $\Delta V=-507.477\text{m}$ ,  $\Delta W=-681.777\text{m}$ を用いた。なお、この値は水路部観測報告衛星測地編第4号海洋測地網一次基準点の位置決定より引用した。

Table 1. Summary of the positions of the GPS antennas expressed in the Tokyo Datum

Station	$\phi$	$\lambda$	h
	° ' "	° ' "	m
伊豆大島 (O Sima)	34 46 40.980 N	139 23 09.036 E	122.20
劔崎 (Turugi Saki)	35 08 17.346 N	139 40 47.542 E	42.59
真鶴 (Manazuru)	35 09 09.109 N	139 08 31.930 E	54.43

h: the height above the mean sea level.

## 1. 概要

### 1.1 作業経過

1992年2月6日から27日にかけて下里-伊豆大島, 下里-劔崎間でGPSの観測を行った(Fig.1).  
1992年2月26日から3月17日にかけて伊豆大島-真鶴, 劔崎間-真鶴間でGPSの観測を行った。

### 1.2 機材

GPS受信機

機種 トリンプル 4000SLD  
トリンプル 4000STD.

## 2. 観測

### 2.1 下里, 伊豆大島, 劔崎観測

観測地点と担当者

下里: 可搬式衛星方位測定装置基台金属標	木股文昭 (名古屋大学)
伊豆大島: 伊豆大島航路標識事務所	野田秀樹 (本庁)
劔崎: 劔崎灯台	野田秀樹 (本庁).

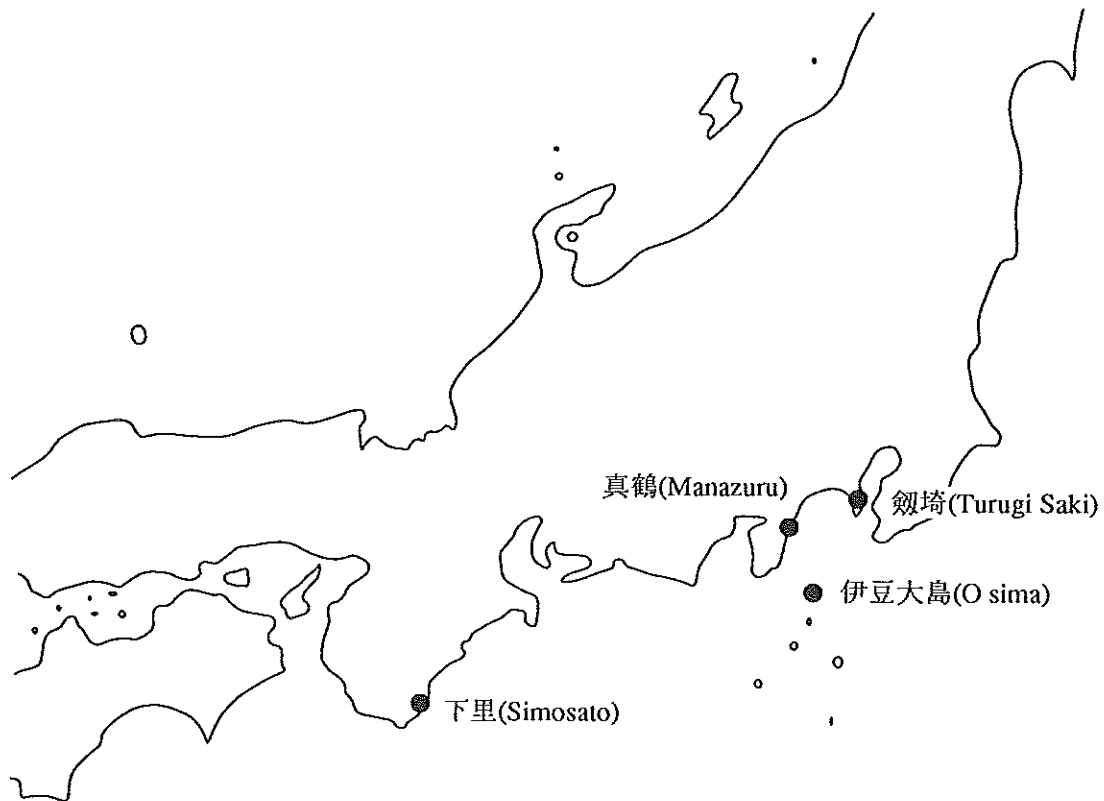


Figure 1. GPS observation points.

観測期間	観測衛星
1992年 2月06日 (036) 06:20~12:02	3 6 12 13 16 17 18 19 24
1992年 2月11日 (041) 05:42~11:42	3 6 13 16 17 18 19 23 24
1992年 2月18日 (048) 05:14~11:14	3 6 12 13 16 17 18 19 24
1992年 2月20日 (050) 05:06~11:06	3 6 12 13 16 17 18 19 24
1992年 2月25日 (055) 04:46~10:46	3 6 12 13 16 17 18 19 24 *
1992年 2月27日 (057) 04:38~10:38	3 6 12 13 16 17 18 19 24,

\* 劔埼欠測

なお時間は全てJSTであり( )内は年初からの通日である。

#### 観測状況

下 里：下里水路観測所の可搬式衛星方位測定装置基台金属標において受信機4000SLDによって観測をし、データはタイマーにより自動でダウンロードを行った。受信アンテナ高は1.236mであった。

伊豆大島：伊豆大島航路標識事務所屋上に設置してある地殻変動監視観測固定点において受信機4000SLDによって観測し、電話回線を通じて本庁よりダウンロードを行った。

劔 埼：劔埼灯台内にある無線塔に設置してある地殻変動監視観測固定点において受信機4000SLDによって観測をし、電話回線を通じて本庁よりダウンロードを行った。

## 2.2 伊豆大島, 劔埼, 真鶴観測

### 観測地点と担当者

伊豆大島：伊豆大島航路標識事務所

野田秀樹

剣 崎：剣崎灯台 野田秀樹  
 真 鶴：真鶴町消防団本部 野田秀樹。

観測期間	観測衛星
1992年2月26日 (057) 04:38~10:38	3 6 13 16 17 18 19 23 24
1992年3月03日 (062) 04:18~10:28	3 6 13 16 17 18 19 23 24
1992年3月05日 (064) 04:10~10:20	3 6 13 16 17 18 19 23 24
1992年3月10日 (069) 03:50~10:00	3 6 13 16 17 18 19 23 24
1992年3月12日 (071) 03:42~09:52	3 6 13 16 17 18 19 23 24
1992年3月17日 (076) 03:22~09:32	3 6 13 16 17 18 19 23 24.

なお時間は全てJSTであり( )内は年初からの通日である。

#### 観測状況

伊豆大島：伊豆大島航路標識事務所屋上に設置してある地殻変動監視観測固定点において受信機4000SLDによって観測をし、電話回線を通じて本庁よりダウンロードを行った。

剣 崎：剣崎灯台内の無線塔に設置してある地殻変動監視観測固定点において受信機4000SLDによって観測をし、電話回線を通じて本庁よりダウンロードを行った。

真 鶴：真鶴町消防団本部屋上に設置してある地殻変動監視観測固定点において受信機4000SLDによって観測をし、電話回線を通じて本庁よりダウンロードを行った。

### 3. 解析

伊豆大島、剣崎の位置は下里 (Table 2の値) を固定して求め、真鶴は伊豆大島、剣崎 (Table 5の値) を固定して位置を求めた。なお解析はトリンプル社のTRIMVEC (rev.E)を用いて三重位相差法によるものである。

Table 2. Position of the fiducial marker at the Simosato Hydrographic Observatory

Geodetic system	$\phi$	$\lambda$	h	H
	° ' "	° ' "	m	m
Tokyo Datum	33 34 26.249 N	135 56 23.090 E	57.81	
LSC(CSR)85L07	33 34 38.451 N	135 56 12.895 E		96.95

h: the height above the mean sea level

H: the height above the reference ellipsoid of the LSC(CSR)85L07 (a=6,378,137m, f=1/298.257).

Geoidal height is assumed to be 0.00m.

Table 2は下里水路観測所の可搬式衛星方位測定装置基台金属標の位置である。この値は日本測地系で与えられており(仙石・藤井, 1989), LSC(CSR)85L07における値も併記した。下里をTable 2のLSC(CSR)85L07の値に固定して下里-伊豆大島解析の基線を行った結果がTable 3であり、下里-剣崎の基線解析の結果がTable 4である。Table 3, 4では、各観測日毎の結果と平均値を示した。なお $d\phi$ ,  $d\lambda$ ,  $dH$ は各観測地点間の測地系LSC(CSR)85L07での差である。



Table 3. Relative positions of O Sima GPS antenna to Simosato in LSC(CSR)85L07

day of year	$d\phi$	$d\lambda$	dH
	° ' "	° ' "	m
036	1 12 14.5491	3 26 44.7358	58.612
041	1 12 14.5496	3 26 44.7356	58.455
048	1 12 14.5488	3 26 44.7393	58.412
050	1 12 14.5503	3 26 44.7370	58.451
055	1 12 14.5510	3 26 44.7363	58.393
057	1 12 14.5511	3 26 44.7339	58.520
平均(average)	1 12 14.5500	3 26 44.7363	58.474

H: the height above the reference ellipsoid of the LSC(CSR)85L07

Table 4. Relative positions of Turugi Saki GPS antenna to Simosato in LSC(CSR)85L07

day of year	$d\phi$	$d\lambda$	dH
	° ' "	° ' "	m
036	1 33 50.7984	3 44 23.1015	- 19.911
041	1 33 50.7993	3 44 23.1023	- 20.079
048	1 33 50.7978	3 44 23.1069	- 20.120
050	1 33 50.7998	3 44 23.1024	- 20.088
057	1 33 50.8010	3 44 23.0999	- 20.006
平均(average)	1 33 50.7993	3 44 23.1026	- 20.041

H: the height above the reference ellipsoid of the LSC(CSR)85L07

Table 5はTable 2の下里の値にTable 3, 4の平均値を加えたものである。

Table 5. Positions of the GPS antennas in LSC(CSR)85L07

Station	$\phi$	$\lambda$	H
	° ' "	° ' "	m
伊豆大島 (O Sima)	34 46 53.001 N	139 22 57.631 E	155.42
剣 崎 (Turugi Saki)	35 08 29.250 N	139 40 35.998 E	76.91

H: the height above the reference ellipsoid of the LSC(CSR)85L07

Table 6, 7は伊豆大島と剣崎の位置をTable 5の値に固定して真鶴の解析を行った各観測日毎の結果及び平均値である。

Table 6. Relative positions of Manazuru GPS antenna to O Sima in LSC(CSR)85L07

day of year	$d\phi$	$d\lambda$	dH
	° ' "	° ' "	m
057	0 22 27.9557	- 0 14 37.0857	- 64.324
062	0 22 27.9565	- 0 14 37.0848	- 64.369
069	0 22 27.9564	- 0 14 37.0845	- 64.376
071	0 22 27.9568	- 0 14 37.0843	- 64.414
076	0 22 27.9561	- 0 14 37.0849	- 64.355
平均(average)	0 22 27.9563	- 0 14 37.0848	- 64.368

H: the height above the reference ellipsoid of the LSC(CSR)85L07

Table 7. Relative positions of Manazuru GPS antenna to Turugi Saki in LSC(CSR)85L07

day of year	d $\phi$	d $\lambda$	dH
	° ' "	° ' "	m
057	0 00 51.7065	- 0 32 15.4516	14.171
062	0 00 51.7071	- 0 32 15.4507	14.128
069	0 00 51.7064	- 0 32 15.4522	14.169
071	0 00 51.7061	- 0 32 15.4509	14.172
076	0 00 51.7067	- 0 32 15.4522	14.150
平均(average)	0 00 51.7066	- 0 32 15.4515	14.158

H: the height above the reference ellipsoid of the LSC(CSR)85L07

Table 8はTable 6, 7の平均値にTable 5の値を加えたものであり, 平均をした値を真鶴の位置とした。

Table 8. Position of the Manazuru GPS antennas in LSC(CSR)85L07

	$\phi$	$\lambda$	H
	° ' "	° ' "	m
伊豆大島より (O Sima Fixed)	35 09 20.957 N	139 08 20.546 E	91.05
鰺崎より (Turugi Saki Fixed)	35 09 20.957 N	139 08 20.547 E	91.07
真鶴 (Manazuru)	35 09 20.957 N	139 08 20.547 E	91.06

H: the height above the reference ellipsoid of the LSC(CSR)85L07

Table 9は1990年の三角測量により求められたGPSアンテナの位置である。今回GPS測量により求めた位置との差がTable 10であり日本測地系への各点への補正量である。ただし, hgは各点における日本測地系の準拠楕円体からのジオイド高である。

Table 9. Ground survey result(1990) in the Tokyo Datum

Station	$\phi$	$\lambda$	h
	° ' "	° ' "	m
伊豆大島 (O Sima)	34 46 40.976 N	139 23 09.084 E	116.19
鰺崎 (Turugi Saki)	35 08 17.324 N	139 40 47.556 E	40.50
真鶴 (Manazuru)	35 09 09.097 N	139 08 31.933 E	51.51

h: the height above the mean sea level

Table 10. Differences between the GPS results(1992) and the survey results (1990)

:Table 1 minus Table 9

Station	$\Delta \phi$	$\Delta \lambda$	hg
	"	"	m
伊豆大島 (O Sima)	0.004	- 0.048	6.01
鰺崎 (Turugi Saki)	0.022	- 0.014	2.09
真鶴 (Manazuru)	0.012	- 0.003	2.92

hg : geoidal height referred to the reference ellipsoid of the Tokyo Datum

本報告は高梨泰宏が作成した。また観測成果の算出は河合晃司，渡辺由美子及び高梨泰宏が担当した。

#### 参 考 文 献

仙石新，藤井智雄，1989：水路部観測報告衛星測地編，4，p.96.

仙石新，河合晃司，1990：水路部観測報告衛星測地編，5，p.95.

1991：水路部観測報告衛星測地編，4，海洋測地網一次基準点の位置決定1988，p.60.

## GPSによる新島測量

### SURVEY OF GEODETIC POSITION OF NII SIMA BY USING GPS

**Summary** - The position of the planned place of the Loran C Tower in Nii Sima was measured by the GPS observations in 1991 and 1992.

**Key words** : GPS positioning

新島にロランCアンテナが設置された。ロランCアンテナの設置予定位置を平成3年度および平成4年度にGPSにより測量を行ったのでここに報告する。なお新島島内のジオイド高は一定と仮定している。

Table 1は測量結果であり、各観測結果を平均し測地系LSC(CSR)85L07より日本測地系へ座標変換したものである。本報告では変換パラメーターとして $\Delta U=146.329\text{m}$ 、 $\Delta V=-507.477\text{m}$ 、 $\Delta W=-681.777\text{m}$ を用いた。なお、この値は水路部観測報告衛星測地編第4号海洋測地網一次基準点の位置決定より引用した。

**Table 1. The position of the planned place of Loran C Tower expressed in the Tokyo Datum by means of the GPS observations :the transformed result of Table 8 into the Tokyo Datum**

Station	$\phi$	$\lambda$	h
新島ロランCアンテナ設置予定点 (planned place of Loran C Tower)	° ' " 34 23 59.781 N	° ' " 139 16 30.797 E	m 396.28

h: the height above the mean sea level

#### 1. 概要

##### 1.1 作業経過

1992年7月22日に伊豆大島-新島ロランCアンテナ設置予定地点、劔崎-新島ロランCアンテナ設置予定地点の間でGPSの観測を行った(Fig. 1,2).

1992年7月23日に伊豆大島-新島石山三角点、劔崎-新島石山三角点の間でGPSの観測を行った。

1992年10月1日から3日にかけて伊豆大島-新島、劔崎-新島の間でGPSの観測を行った。

##### 1.2 機材

GPS受信機

機種 トリンプル 4000SLD  
トリンプル 4000STD.

##### 1.3 解析

解析ソフトウェア トリンプル社 TRIMVEC rev.E.

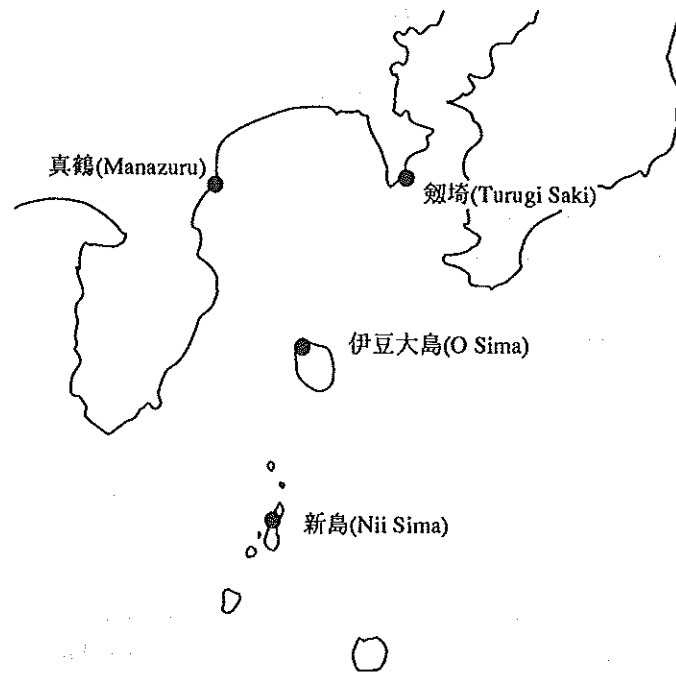


Figure 1. GPS observation points.

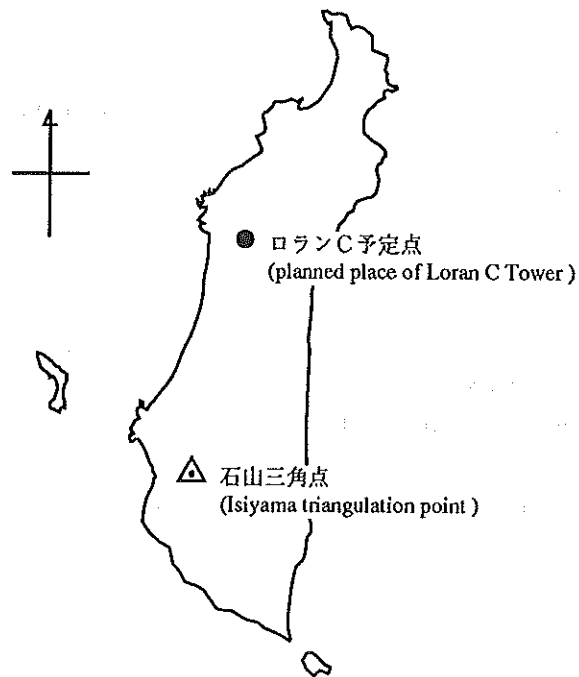


Figure 2. Site sketch for Nii Sima.

## 2. 観測

## 2.1 伊豆大島, 劔埼, 真鶴, 新島ロランCアンテナ設置予定点, 新島石山三角点観測

## 観測地点と担当者

伊豆大島：伊豆大島航路標識事務所	村上修司, 池田信広 (本庁)
劔 埼：劔埼灯台	村上修司, 池田信広 (本庁)
真 鶴：真鶴町消防団本部	野田秀樹 (本庁)
新 島：新島ロランCアンテナ設置予定点 石山三角点	第三管区海上保安本部水路部職員 〃

## 観測期間 観測衛星

ロランCアンテナ設置予定点観測 (劔埼欠測)

1992年7月22日(204) 16:10~21:50 2 3 13 14 15 16 18 19 24.

石山三角点観測

1992年7月23日(205) 19:27~23:18 3 12 13 16 17 18 19 23 24.

なお()内は年初からの通日であり, 時間は全てJSTである.

## 観測状況

伊豆大島：伊豆大島航路標識事務所屋上に設置してある地殻変動監視観測固定点において受信機4000SLDによって観測をし, 電話回線によりダウンロードを行った.

劔 埼：劔埼灯台内にある無線塔に設置してある地殻変動監視観測固定点において受信機4000SLDによって観測をし, 電話回線によりダウンロードを行った.

真 鶴：真鶴町消防団本部屋上に設置してある地殻変動監視観測固定点において受信機4000SLDによって観測をし, 電話回線によりダウンロードを行った.

新島ロランCアンテナ設置予定点：新島ロランCアンテナ設置予定点直上において受信機4000STDによって観測をし, マニュアルでダウンロードを行った. 受信アンテナ高は0.98mであった.

石山三角点：新島石山三角点において受信機4000STDによって観測をし, マニュアルでダウンロードを行った. 受信アンテナ高は1.481mであった.

## 2.2 新島観測

## 観測地点と担当者

伊豆大島：伊豆大島航路標識事務所	村上修司 池田信広 (本庁)
劔 埼：劔埼灯台	村上修司 池田信広 (本庁)
新 島：新島ロランCアンテナ設置予定点	小山 薫 矢吹哲一朗 (本庁).

## 観測期間 観測衛星

1992年10月01日(275) 13:17~19:57 3 13 16 17 18 19 24 26

1992年10月02日(276) 13:13~19:53 3 13 16 17 18 19 24 26

1992年10月03日(277) 13:09~19:49 3 13 16 17 18 19 24 26 \* .

なお()内は年初からの通日であり, 時間は全てJSTである.

\*新島データが少ないため解析せず.

## 観測状況

伊豆大島：伊豆大島航路標識事務所屋上に設置してある地殻変動監視観測固定点において受信機4000SLDによって観測をし、電話回線によりダウンロードを行った。

剣 埼：剣埼灯台内にある無線塔に設置してある地殻変動監視観測固定点において受信機4000SLDによって観測をし、電話回線によりダウンロードを行った。

新 島：新島ロランCアンテナ設置予定点において受信機4000STDによって観測をしマニュアルでダウンロードを行った。受信アンテナ高は1.04mであった。

## 3. 解析

伊豆大島、剣埼及び真鶴の地殻変動監視観測点の位置をTable 2の値に固定して新島ロランCアンテナ設置予定点及び石山三角点を求めた。解析は三重位相差解析を行った。

Table 2は下里水路観測所からGPS観測により決定された地殻変動監視観測点のアンテナの位置である(高梨, 1994)。

Table 2. Position of the GPS antennas in LSC(CSR)85L07(Takanasi,1994)

Station	$\phi$	$\lambda$	H
	° ' "	° ' "	m
伊豆大島 (O Sima)	34 46 53.001 N	139 22 57.631 E	155.42
剣埼 (Turugi Saki)	35 08 29.250 N	139 40 35.998 E	76.91
真鶴 (Manazuru)	35 09 20.957 N	139 08 20.547 E	91.06

H: the height above the reference ellipsoid of the LSC(CSR)85L07(a=6,378,137m, f=1/298.257)

Table 3は1992年7月22日行ったGPS観測から求められた石山三角点の位置である。なお各観測結果の平均により位置を確定した。

Table 3. GPS survey result(1992) of the Isiyama triangulation point

	$\phi$	$\lambda$	H
	° ' "	° ' "	m
伊豆大島より (O Sima Fixed)	34 21 28.931 N	139 15 07.060 E	275.65
剣埼より (Turugi Saki Fixed)	34 21 28.936 N	139 15 07.056 E	275.31
真鶴より (Manazuru Fixed)	34 21 28.932 N	139 15 07.067 E	275.38
平均(Average)	34 21 28.933 N	139 15 07.061 E	275.45

H: the height above the reference ellipsoid of the LSC(CSR)85L07

Table 4はTable 3で求められたGPSでの石山三角点の位置をLSC(CSR)85L07から日本測地系に座標変換した値である。

Table 4. Position of the Isiyama triangulation point expressed in the Tokyo Datum

Station	$\phi$	$\lambda$	H
	° ' "	° ' "	m
石山三角点 (Isiyama triangulation point)	34 21 16.755 N	139 15 18.369 E	244.44

H: the height above the reference ellipsoid of the Tokyo Datum

Table 5は石山三角点の三角点成果である。

Table 5. Position of the Isiyama triangulation point used for the survey in 1992

Station	$\phi$	$\lambda$	h
石山三角点 (Isiyama triangulation point)	° ' " 34 21 16.689 N	° ' " 139 15 18.484 E	m 234.750

h: the height above the local mean sea level

Table 6はGPS測量の成果(Table 4)と三角点成果(Table 5)との差であり日本測地系への新島ロランCアンテナ設置予定点への補正量である。ただし、hgは各点における日本測地系の準拠楕円体からのジオイド高である。

Table 6. Difference between the GPS result and the triangulation point  
:Table 4 minus Table 5

Station	$\Delta \phi$	$\Delta \lambda$	hg
石山三角点 (Isiyama triangulation point)	" 0.066	" -0.115	m 9.69

hg : geoidal height referred to the reference ellipsoid of the Tokyo Datum

Table 7は1992年7月22日及び10月1, 2日に行ったGPS観測から求められた、新島ロランCアンテナ設置予定点の位置である。

Table 7. Summary of GPS survey result(1992, July and Oct.)  
of the Nii Sima planned place of Loran C Tower

	Day of year	$\phi$	$\lambda$	H
		° ' " . . .	° ' " . . .	m
伊豆大島より (O Sima Fixed)	204	34 24 11.942 N	139 16 19.478 E	427.78
	275	34 24 11.941 N	139 16 19.476 E	427.44
	276	34 24 11.942 N	139 16 19.477 E	427.35
真鶴より (Manazuru Fixed)	204	34 24 11.942 N	139 16 19.479 E	427.56
剣埼より (Turugi Saki Fixed)	275	34 24 11.940 N	139 16 19.479 E	427.47
	276	34 24 11.943 N	139 16 19.477 E	427.38

H: the height above the reference ellipsoid of the LSC(CSR)85L07

Table 8はTable 7の平均値であり、新島ロランCアンテナ設置予定点のLSC(CSR)85L07における位置である。

Table 8. Averaged position of planned place of Loran C Tower :expressed in the LSC(CSR)85L07

Station	$\phi$	$\lambda$	H
新島ロランCアンテナ設置予定点 (planned place of Loran C Tower)	° ' " 34 24 11.942 N	° ' " 139 16 19.478 E	m 427.50

H: the height above the reference ellipsoid of the LSC(CSR)85L07



本報告は高梨泰宏が作成した。また電子計算機による観測成果の算出は河合晃司、渡辺由美子及び高梨泰宏が担当した。

#### 参 考 文 献

1991：水路部観測報告衛星測地編，4，海洋測地網一次基準点の位置決定1988，p.60.  
高梨泰宏，1994：水路部観測報告衛星測地編，7，p.83.

下里水路観測所レーザー測距装置用時計比較装置検定観測 (1989-1992)

CALIBRATION OF THE CLOCK SYSTEM OF THE FIXED TYPE SATELLITE LASER  
RANGING STATION  
AT THE SIMOSATO HYDROGRAPHIC OBSERVATORY(1989-1992)

**Summary** - The clock system of the fixed type satellite laser ranging station of the Simosato Hydrographic Observatory have compared with the central standard clock at the National Astronomical Observatory in Tokyo. In this report, the calibration results from 1989 to 1992 are reported.

下里水路観測所の固定式レーザー測距装置の時計比較装置 (GPS受信機トリンプル5000A (TRBL)) の整合性を検定するため、国立天文台 (三鷹) において中央標準時 (NAOT) を用いた精密比較観測を行っている。人工衛星レーザー測距観測 (SLR) に必要な時刻精度として、時計比較装置に期待する精度は $0.1\mu\text{sec}$ であり、これを達成しているかどうかの検定がこの観測の目的である。

なお、下里水路観測所では、レーザー測距装置に使用している原子時計の時刻の整合を、1989年まではロランC受信機によって、1989年からは上記時計比較装置によって行っている。

1. 実施時期及び観測者

1989年	9月 18日 1140 ~	19日 1030 JST	中川久穂, 黒川隆司
1990年	9月 4日 1150 ~	5日 1130 JST	鈴木晃, 黒川隆司
1991年	7月 1日 1640 ~	4日 1640 JST	鈴木晃, 富井清文
1992年	10月 26日 1140 ~	29日 1030 JST	富井清文, 鈴木充広

2. 観測方法

国立天文台では、中央標準時の保守のためGPS受信機 (STI社製) を用いて時刻のモニタリングを行っている。下里水路観測所の時計比較装置を国立天文台に搬入した後立ち上げ、国立天文台の中央標準時との時間差をPC98LTで集録した。また、同装置アンテナの位置は各年共ほぼ同じ位置であった。高さは5~10cm異なっているが、この違いは観測精度上無視できる。

3. 場所 国立天文台 (東京都三鷹市)

4. 機器構成 (Fig. 1, 2)

時計比較装置 (TRBL)  
データ記録装置 (PC98LT)  
中央標準時 (NAOT)

5. 初期設定データ

アンテナケーブル遅延量	158nsec (計算値)
NAOT 1PPSケーブル遅延量	3nsec (実測値)
アンテナ設定経緯度	$\phi$ 35° 40' 31." 420 N
	$\lambda$ 139° 32' 14." 960 E (WGS84)
	H 106.5m

但し、アンテナ設定経緯度は、国立天文台におけるGPSの単独測位観測から得られた値を用いた。

## 6. 整約

各年の整約値をTable 2~5に示す。なお、表中の変数の意味は以下のとおりである。

## (1) NAOT - TRBL

観測により得られた、国立天文台が保持している協定世界時であるUTC(NAOT)と、時計比較装置の示す協定世界時であるUTC(TRBL)の差。

## (2) USNO - GPS

米国海軍天文台が保持している協定世界時であるUTC(USNO)とGPSによる協定世界時であるUTC(GPS)の差。USNO series4より、各衛星毎に観測中央時刻において補間して用いた。

## (3) USNO - NAOT

UTC(USNO)とUTC(NAOT)の差。BIPM circular-Tより、各衛星毎に観測中央時刻において補間して用いた。

## (4) GPS - TRBL

UTC(GPS)とUTC(TRBL)の差。(1) + (3) - (2)により算出した。

## (5) NAOT - STI

UTC(NAOT)と国立天文台において時刻のモニタリングを行っているGPS受信機 (STI) の示す協定世界時の差。

## (6) STI - TRBL

UTC(STI)とUTC(TRBL)の差。(1) - (5)より算出した。

## 7. 結果

Table 1は各年の比較結果の平均値と標準偏差をまとめたものである。GPS-TRBLが時計比較装置のオフセット値を与える。Table 1より、ほぼ所要の精度が達成されていることがわかる。1990年のSTI - TRBL及びGPS - TRBLの結果に異常がみられるが、観測中時計比較装置に $0.1 \mu \text{sec}$ 程度のなんらかのオフセットがかかってしまったと考えられ、その後の観測結果より時計比較装置自体は正常と思われる。

Table 1. Summary of calibration results (Unit :  $\mu \text{sec}$ )

	Sep./1989	Sep./1990	Sep./1991	Oct./1992
GPS - TRBL	$0.03 \pm 0.02$	$-0.10 \pm 0.02$	$0.01 \pm 0.02$	$0.06 \pm 0.03$
STI - TRBL	$0.02 \pm 0.01$	$-0.11 \pm 0.02$	$0.01 \pm 0.04$	$0.03 \pm 0.03$

## 8. 謝辞

本検定観測を行うにあたり福島登志夫氏、山崎利孝氏ほか国立天文台の多数の方々にご協力頂きました。ここに深く感謝します。

本報告は、鈴木晃が作成した。

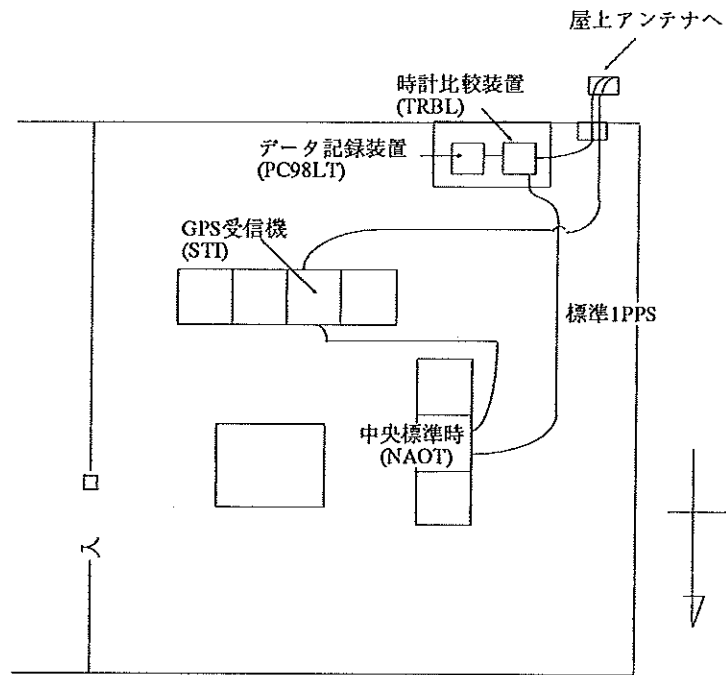


Figure 1. System setting at the National Astronomical Observatory.

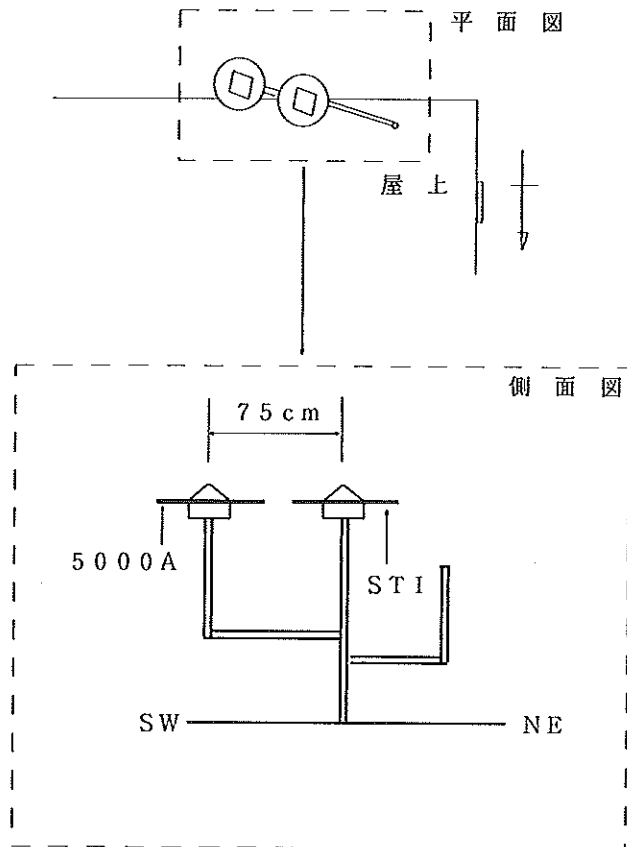


Figure 2. Antenna.

## CALIBRATION OF THE CLOCK SYSTEM

Table 2. Calibration results (1989)

(Unit :  $\mu$  sec)

衛星番号	NAOT-TRBL	USNO - GPS	USNO-NAOT	GPS - TRBL	NAOT - STI	STI - TRBL
3	2.920	-0.240	-3.150	0.010	2.910	0.010
3	2.930	-0.240	-3.150	0.020	2.920	0.010
6	2.930	-0.260	-3.150	0.040	2.910	0.020
6	2.920	-0.260	-3.150	0.030	2.910	0.010
6	2.920	-0.260	-3.150	0.030	2.900	0.020
6	2.920	-0.260	-3.150	0.030	2.890	0.030
9	2.930	-0.240	-3.150	0.020	2.920	0.010
9	2.930	-0.240	-3.150	0.020	2.920	0.010
11	2.930	-0.250	-3.150	0.030	2.910	0.020
11	2.920	-0.250	-3.150	0.020	2.900	0.020
11	2.930	-0.250	-3.150	0.030	2.910	0.020
11	2.940	-0.250	-3.150	0.040	2.920	0.020
11	2.940	-0.250	-3.150	0.040	2.910	0.030
12	2.950	-0.250	-3.150	0.050	2.940	0.010
12	2.940	-0.250	-3.150	0.040	2.930	0.010
12	2.950	-0.250	-3.150	0.050	2.920	0.030
12	2.960	-0.250	-3.150	0.060	2.940	0.020
13	2.910	-0.240	-3.150	0.000	2.890	0.020
13	2.920	-0.240	-3.150	0.010	2.900	0.020
13	2.920	-0.240	-3.150	0.010	2.910	0.010
13	2.940	-0.240	-3.150	0.030	2.910	0.030
平均				0.029		0.018
標準偏差				0.015		0.008

Table 3. Calibration results (1990)

衛星番号	(Unit : $\mu$ sec)					
	NAO-TRBL	USNO - GPS	USNO - NAC	GPS - TRBL	NAO - STI	STI - TRBL
2	1.120	0.190	-1.020	-0.090	1.200	-0.080
3	1.090	0.190	-1.020	-0.120	1.220	-0.130
3	1.120	0.190	-1.020	-0.090	1.210	-0.090
3	1.150	0.190	-1.020	-0.060	1.230	-0.080
3	1.090	0.190	-1.020	-0.120	1.210	-0.120
6	1.080	0.180	-1.020	-0.120	1.190	-0.110
6	1.080	0.180	-1.020	-0.120	1.200	-0.120
6	1.070	0.180	-1.020	-0.130	1.190	-0.120
6	1.080	0.180	-1.020	-0.120	1.190	-0.110
9	1.120	0.190	-1.020	-0.090	1.220	-0.100
9	1.100	0.190	-1.020	-0.110	1.210	-0.110
9	1.110	0.190	-1.020	-0.100	1.210	-0.100
12	1.140	0.190	-1.020	-0.070	1.240	-0.100
12	1.110	0.190	-1.020	-0.100	1.240	-0.130
12	1.110	0.190	-1.020	-0.100	1.240	-0.130
13	1.080	0.190	-1.020	-0.130	1.210	-0.130
13	1.090	0.190	-1.020	-0.120	1.210	-0.120
13	1.110	0.190	-1.020	-0.100	1.220	-0.110
13	1.150	0.190	-1.020	-0.060	1.230	-0.080
14	1.140	0.200	-1.020	-0.080	1.220	-0.080
14	1.100	0.200	-1.020	-0.120	1.210	-0.110
14	1.100	0.200	-1.020	-0.120	1.200	-0.100
16	1.110	0.180	-1.020	-0.090	1.230	-0.120
17	1.090	0.150	-1.020	-0.080	1.210	-0.120
17	1.090	0.150	-1.020	-0.080	1.220	-0.130
20	1.130	0.200	-1.020	-0.090	1.220	-0.090
平均				-0.100		-0.108
標準偏差				0.021		0.017

## CALIBRATION OF THE CLOCK SYSTEM

Table 4. Calibration results (1991)

(Unit :  $\mu$  sec)

衛星番号	NAOT-TRBL	USNO - GPS	USNO-NAOT	GPS - TRBL	NAOT - STI	STI - TRBL
2	-0.724				-0.713	-0.011
3	-0.715	0.015	0.700	-0.030	-0.711	-0.004
6	-0.664	0.008	0.700	0.028	-0.674	0.010
6	-0.712	0.008	0.700	-0.020	-0.681	-0.031
6	-0.671	0.008	0.700	0.021	-0.669	-0.002
6	-0.657	0.009	0.700	0.034	-0.682	0.025
11	-0.707	0.006	0.700	-0.013	-0.655	-0.052
12	-0.699				-0.709	0.010
12	-0.702				-0.698	-0.004
12	-0.707				-0.700	-0.007
12	-0.675				-0.701	0.026
13	-0.696	0.001	0.700	0.003	-0.712	0.016
13	-0.683	0.001	0.700	0.016	-0.720	0.037
13	-0.711	0.000	0.700	-0.011	-0.710	-0.001
13	-0.701				-0.701	0.000
14	-0.718				-0.736	0.018
14	-0.701				-0.720	0.019
14	-0.729				-0.739	0.010
14	-0.702				-0.723	0.021
14	-0.700				-0.760	0.060
15	-0.738				-0.667	-0.071
15	-0.648				-0.731	0.083
16	-0.734				-0.628	-0.106
16	-0.621				-0.589	-0.032
17	-0.650				-0.749	0.099
17	-0.593				-0.602	0.009
18	-0.574				-0.612	0.038
18	-0.631				-0.608	-0.023
18	-0.593				-0.684	0.091
20	-0.682	-0.001	0.700	0.019	-0.704	0.022
20	-0.683	-0.004	0.700	0.021	-0.690	0.007
20	-0.696	0.005	0.700	-0.001	-0.678	-0.018
20	-0.678	0.007	0.700	0.015	-0.696	0.018
21	-0.637				-0.602	-0.035
23	-0.681				-0.730	0.049
23	-0.727				-0.701	-0.026
平均				0.006		0.007
標準偏差				0.020		0.041

Table 5. Calibration results (1992)

(Unit : $\mu$ sec)						
衛星番号	NAOT-TRBL	USNO - GPS	USNO-NAOT	GPS - TRBL	NAOT - STI	STI - TRBL
11	0.087	-0.022	0.075	*	0.184	
11	-0.001	-0.044	0.063		0.106	
11	0.113	-0.018	0.051	*	0.182	-0.036*
12	-0.072	-0.023	0.082		0.033	
12	0.078	-0.022	0.080	*	0.180	-0.078*
12	-0.068	-0.028	0.070		0.030	-0.074
12	0.100	-0.031	0.068	*	0.199	
12	-0.063	-0.040	0.058		0.035	-0.068
12	0.112	-0.039	0.056	*	0.207	-0.053
13	0.018	0.002	0.085		0.101	-0.058
13	-0.036	0.000	0.084		0.048	-0.057
13	-0.009	-0.030	0.073		0.094	-0.087
13	-0.068	-0.031	0.072		0.035	-0.091
13	0.013	-0.030	0.061		0.104	
13	-0.057	-0.028	0.060		0.031	
15	0.081	-0.036	0.050	*	0.167	-0.060*
20	-0.052	-0.025	0.080		0.053	-0.073
20	0.078	-0.026	0.079	*	0.183	-0.073*
20	-0.053	-0.029	0.068		0.044	-0.072
20	-0.038	-0.029	0.056		0.047	-0.058
20	0.104	-0.029	0.055	*	0.188	-0.043*
20	0.090	-0.028	0.067	*	0.185	-0.059*
平均					0.111	0.083
標準偏差					0.069	0.073
平均					0.059	0.030
標準偏差					0.033	0.028

\* は、GPS受信障害があったと思われるデータ。  
 上段の平均及び標準偏差は全データの整約値。  
 下段の平均及び標準偏差は、\*印データを除いた整約値。



DETERMINATION OF THE POSITION OF THE MAINLAND CONTROL POINT  
IN THE MARINE GEODETIC CONTROL NETWORK

**Summary** - In the marine geodetic control network around Japan, the Simosato Hydrographic Observatory (SHO) is assigned as the mainland control point. The precise position of the fiducial point at SHO was determined on the basis of the ten-year observation with the satellite laser ranging technique. An amount of the origin shift used for transforming coordinates from the World Geodetic System into the Tokyo Datum was also obtained.

**Key Words** : satellite laser ranging - Lageos - marine geodetic control network - mainland control point - origin shift

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海洋測地網の整備を推進している(Kubo, 1988)。この中で、下里水路観測所は本土基準点に定められ、1982年以来米国の測地衛星「ラジオス」のレーザー一定常観測を行うことによって、その正確な世界測地系(WGS)座標値が求められている。

下里水路観測所には、レーザー測距装置1号機(固定式)があり、また、本土基準点標石が設置されている。レーザー測距装置の不動点と標石の位置は、共に日本測地系で座標値が決定されているので(竹村, 1983)、この座標値を基にして、日本測地系と世界測地系との連結が行われる。

下里レーザー装置不動点の世界測地系座標値としては、従来その時々観測から求められた値が暫定値として用いられてきたが、本レーザー観測も約10年を経過したので、これまでの成果を総合した値を算出した(以後、これに基づく全ての成果を海洋測地成果と総称する)。これに伴い、日本測地系から世界測地系への変換のために必要な原点シフト量も海洋測地成果として得られる。

2. データ及び解析

下里レーザー装置不動点の世界測地系座標値の計算は、ラジオスのレーザー測距データに基づいて、これまで6つのepochについて行われ、その結果はJHDSC-1からJHDSC-6として報告されている(Sasaki, 1984; Sasaki, 1990; Sasaki and Sengoku, 1993)。今回の成果値計算は、これらに新たに1つのepochを追加し、その結果を総合して行った。但し、JHDSC-1については解析の方法及び前提条件に違いがあるため、今回の計算からは除外した。

個々のepochで求められた座標値は、数組の5日アークデータの解析結果に基づいて計算されている。各epoch内の5日アークの観測期間(または平均日)、観測局数、データ数及び距離残差の標準偏差を、時刻順にTable 1からTable 6に示す。Table 2に示されたepochが、今回新たに追加解析を行ったものである。用いられた解析プログラムは、HYDRANGEAである(Sasaki, 1990)。

解析の際、ヤラガデー(オーストラリア)、ヴェッツェル(ドイツ)、マテラ(イタリア)、クインシー(アメリカ合衆国)の4局の位置座標を固定している。さらに解析の不安定を避けるため、観測データの少ない観測局の座標も固定した。これらの固定局の座標値は世界測地系(SSC(CSR)86L07; Tapley et al., 1986)の値を、各epoch毎にMinster and Jordan (1978)のプレート運動モデルに従って補正したものを用いている。本土基準点を含めて座標値が未知とし

て解かれた観測局の数は、JHDSC-2~JHDSC-4及び追加したepochについては16、JHDSC-5、JHDSC-6については22である。

Table 1. Data table for epoch 1984.80 (JHDSC-2) and range residuals

Mean date	Station number	Data number (normal point)	Residuals(rms)
1984			cm
Sept. 26.26	10	841	7.3
Oct. 1.53	12	569	5.6
Oct. 5.51	13	623	5.9
Oct. 10.71	16	750	6.8
Oct. 16.37	12	821	7.8
Oct. 20.57	13	639	7.2
Oct. 25.71	13	821	8.9
Oct. 31.31	12	901	6.9
		(total 5965)	

Table 2. Data table for epoch 1985.99 and range residuals

Obs. period	Station number	Data number (raw data)	Residuals(rms)
1985			cm
Nov. 1-5	13	1757	5.7
Nov. 7-11	14	3224	8.2
Nov. 12-16	10	3029	7.0
Nov. 24-28	9	1199	8.7
Nov. 29 - Dec. 3	10	1802	10.1
Dec. 9-13	12	1785	6.3
Dec. 15-19	12	2936	8.9
Dec. 20-24	10	1250	7.3
1986			
Jan. 4- 8	12	2330	6.0
Jan. 9-13	13	3628	9.0
Feb. 2- 6	10	1899	5.8
Feb. 8-12	11	2299	7.6
Feb. 16-20	11	2194	7.2
Feb. 21-25	14	2661	8.6
		(total 31933)	

Table 3. Data table for epoch 1986.76 (JHDSC-3) and range residuals

Mean date	Station number	Data number (raw data)	Residuals(rms)
1986			cm
Sept. 17.37	10	9033	4.0
Sept. 23.98	11	8462	5.0
Sept. 29.32	13	7665	7.8
Oct. 2.72	13	11046	5.1
Oct. 8.51	12	6062	5.1
Oct. 14.25	13	16561	4.3
Oct. 18.16	12	14436	6.2
Oct. 22.88	10	14010	4.5
		(total 87275)	

Table 4. Data table for epoch 1988.11 (JHDSC-4) and range residuals

Mean date	Station number	Data number (raw data)	Residuals(rms)
1988			cm
Jan. 12.58	14	11638	3.9
Jan. 19.33	10	3887	4.0
Jan. 25.73	14	9865	5.1
Jan. 30.75	11	9391	4.1
Feb. 4.21	11	17370	5.2
Feb. 9.77	11	12228	5.3
Feb. 14.11	12	12817	7.0
Feb. 18.96	12	9885	3.1
Apr 13.01	9	4553	4.3
		(total 91634)	

Table 5. Data table for epoch 1989.95 (JHDSC-5) and range residuals

Obs. period	Station number	Data number (normal point)	Residuals(rms)
1989			cm
Nov. 8-12	12	704	5.7
Nov. 17-21	14	738	5.6
Nov. 26-30	14	1089	6.0
Dec. 2- 6	11	721	8.0
Dec. 7-11	13	523	4.4
Dec. 13-17	12	607	4.0
Dec. 18-22	12	930	5.7
1990			
Jan. 7-11	9	908	5.5
Jan. 16-20	12	948	6.5
		(total 7168)	

Table 6. Data table for epoch 1990.97 (JHDSC-6) and range residuals

Obs. period	Station number	Data number (normal point)	Residuals(rms)
1990			cm
Nov. 11-16	12	1139	4.9
Dec. 3- 7	17	1224	6.6
Dec. 10-14	14	731	4.2
Dec. 15-19	10	399	4.2
1991			
Jan. 13-17	13	863	7.0
Jan. 26-30	14	722	4.7
		(total 5051)	

3. 本土基準点座標値 (海洋測地成果)

上述の各epochについて求められた下里水路観測所のレーザー装置不動点の直交座標値は Table 7の通りである。これらの値を、U, V, Wそれぞれについて時間に関する一次式で近似し、1990.0年における値を内挿で求め、これを本土基準点レーザー装置不動点の海洋測地成果とする。これは、計算の結果、以下のように得られた。

$$\begin{aligned} U_s' &= -3822388.272 \pm 0.019 \text{ (m)} \\ V_s' &= 3699363.582 \pm 0.017 \text{ (m)} \\ W_s' &= 3507573.187 \pm 0.018 \text{ (m)} \end{aligned}$$

一方、このレーザー装置不動点の日本測地系における経緯度および標高は、測量により次のように得られている (竹村, 1983)。

$$\begin{aligned} \phi_s &= 33^\circ 34' 27."4963 \\ \lambda_s &= 135^\circ 56' 23."5368 \\ h_s &= 62.443 \text{ (m)} \end{aligned}$$

これを、日本測地系の採用準拠楕円体であるベッセル楕円体の諸元 ( $a=6377397.155\text{m}$  および  $1/f=299.152813$ )を用いて直交座標値に変換すると次のようになる。但し、下里におけるジオイド高は0mと仮定している (Ganeko, 1977)。

$$\begin{aligned} u_s &= -3822242.043 \text{ (m)} \\ v_s &= 3698856.017 \text{ (m)} \\ w_s &= 3506891.329 \text{ (m)} \end{aligned}$$

従って、両座標系の座標値の差をとることによって、世界測地系から日本測地系への原点変換量が次のように得られる。

$$\begin{aligned} \Delta U &= 146.229 \text{ (m)} \\ \Delta V &= -507.565 \text{ (m)} \\ \Delta W &= -681.858 \text{ (m)} \end{aligned}$$

以上の結果を Table 8にまとめて示す。

以後、一次、二次基準点の座標値を暫定値から海洋測地成果へ修正する再計算にあたっては、上記の値が基礎資料として用いられる。

Table 7. Results of mainland control point for all epochs

Epoch	U value (m)	V value (m)	W value (m)
1984.80	-3822388.330	3699363.577	3507573.186
1985.99	-3822388.388	3699363.577	3507573.154
1986.76	-3822388.362	3699363.594	3507573.190
1988.11	-3822388.307	3699363.540	3507573.232
1989.95	-3822388.270	3699363.562	3507573.195
1990.97	-3822388.241	3699363.615	3507573.160

Table 8. Final result of mainland control point and shift of origin  
from World Geodetic System to Tokyo Datum

Items	Values
下里不動点座標値	$U_s' = -3822388.272$ m $V_s' = 3699363.582$ m $W_s' = 3507573.187$ m
原点のシフト量	$\Delta U = 146.229$ m $\Delta V = -507.565$ m $\Delta W = -681.858$ m
下里標石座標値	$U = -3822373.312$ m $V = 3699359.898$ m $W = 3507585.859$ m

本報告は辰野忠夫が作成し、藤田雅之が検算を行った。

#### 参 考 文 献

- Kubo, Y., 1988: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, 1, p.1.
- Sasaki, M., 1984: *Jour. Geod. Soc. Japan*, 30, p.29.
- Sasaki, M., 1990: *Study of the earth's dynamics by means of satellite laser ranging techniques. Rep., Hydrogr. Res.*, 26, 99-187.
- Sasaki, M., Sengoku A., 1993: *SLR Observation and Data Analysis Made by the Hydrographic Department of Japan in the Last Decade and the Motion of the Simosato Site, PROCEEDING OF THE INTERNATIONAL WORKSHOP FOR REFERENCE FRAME ESTABLISHMENT AND TECHNICAL DEVELOPMENT IN SPACE GEODESY*, pp134-141.
- 竹村武彦, 1983: *水路部観測報告天文測地編*, 17, p.44.
- Tapley, B.D., R. J. Eanes and B. E. Schutz, 1986: *Earth rotation from laser ranging to LAGEOS ; ERP(CSR)85L07, Rep. MERIT-COTES Campaign on Earth Rotation and Refence Systems*, Part III, M. Feissel(ed.), IHB, Paris, B67-B73.
- Ganeko, Y., 1977: *J. Geophys. Res.*, 82, p.2490.

## 新衛星データ整約装置

### NEW SATELLITE DATA ANALYSIS COMPUTER SYSTEM

**Summary** - For the purpose of processing the various data of the geodetic satellite Ajisai consisting of laser ranging data and direction data by photographs, a satellite data processing system was upgraded at Satellite Geodesy Office in January, 1993. The system is composed of several mini-computers, graphic displays, disk driving units, printers and so on connected to each other by LAN.

**Key word** : Satellite data - Data processing system

海洋測地の推進事業において、本土基準点及び一次基準点での測地衛星「あじさい」等のレーザー測距観測等を行っているが、得られたデータを解析するため、昭和63年1月に旧衛星データ整約装置を導入し（長森，1989）高精度な一次基準点の位置決定を行ってきた。このほど旧衛星データ整約装置のリース期間が終了し、また解析データが増大したため、衛星データ整約装置の更新を平成5年1月に行ったので、その概要について報告する。

#### 1. 装置構成

##### 1.1 全体仕様

衛星の測地観測データは、それぞれ種類の異なる膨大な量の測距、方位、時刻の各データからなっており、これらを相互変換、相互比較、混合等の処理は、反復計算を伴う大変な作業である。また、累積されたレーザー観測データの一括整約ではさらに強力な計算能力を必要としている。そのため衛星データ整約装置には高度な計算能力、大量のメモリー、優れたインターフェイス能力が備わっていなければならない。

- (1) 高速処理（高性能なフローティング計算）
- (2) 大量データ保管（光磁気ディスク，DAT，EXABYTE）
- (3) データの共有，統合（ネットワーク・ファイルシステム，概存LANとの接続）
- (4) データの多様な表現（文字，図形，画像）
- (5) 優れたソフトウェアの導入（プログラム開発支援，システム管理）
- (6) オフィスでの環境（大きさ，発熱量等）

この中で最も重視したのは高速処理である。衛星測地室で作成したベンチマークテストにより性能を確認し機種選定を行った。性能を高めるため総合記憶容量は384MB，ネットワーク上のハードディスク容量は21GBとなった。

##### 1.2 装置構成

衛星データ整約装置は、データ演算部、データ記憶部、データ編集部、データ入出力部、画像出力部より構成されている。HP9000/750を中心として5台のHP9000/730がLANで結ばれ分散環境になっている。実際の運用では各機器を並列で運用し高速化を図っている。

装置の構成図をFig.1に示す。

ネットワーク上の機器にはノード名をつけて使用している。HP9000/750のノード名はrc71，HP9000/730はrc72からrc76までとなっている。

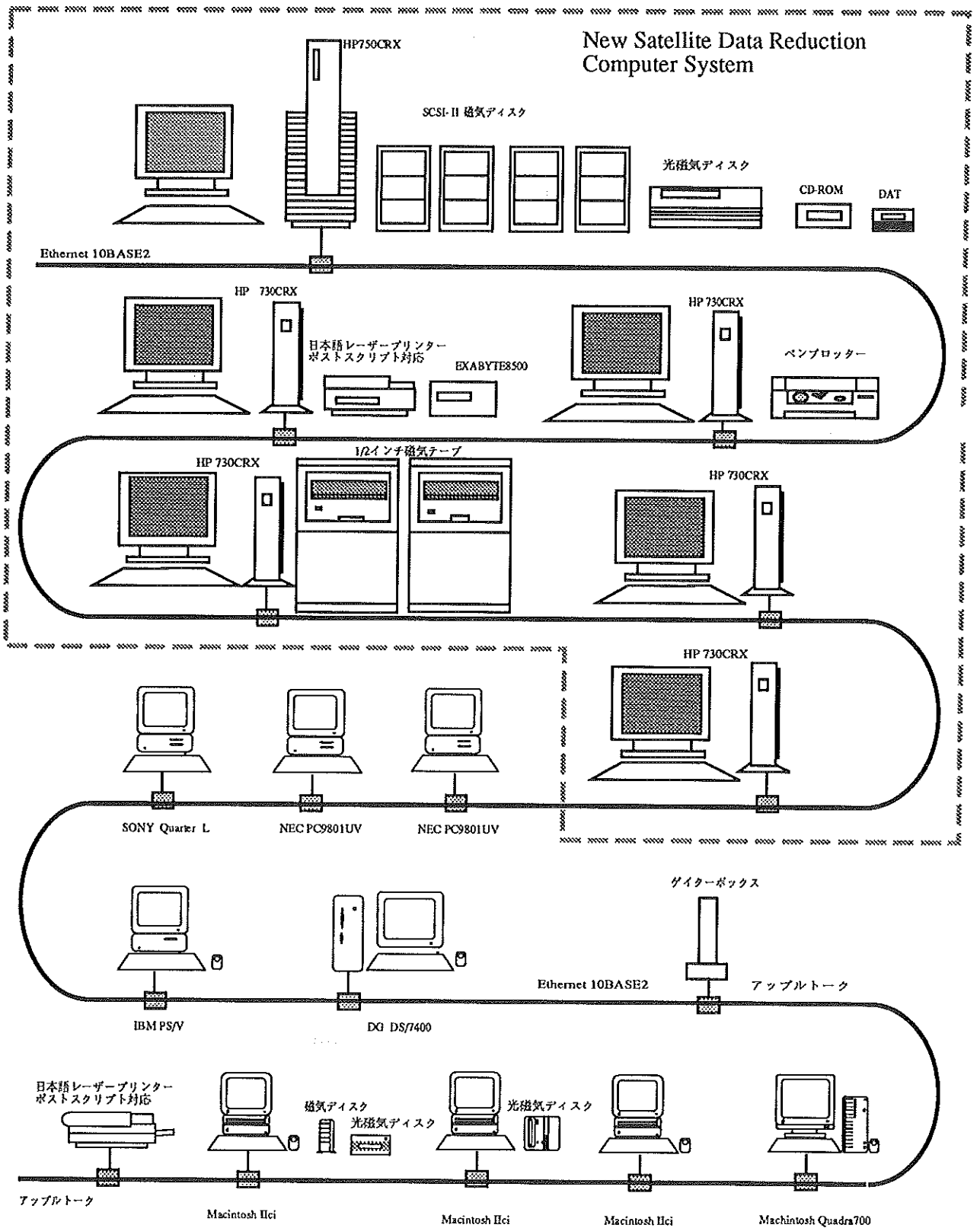


Figure 1. Computer System.

## 1.3 機器性能

機器の性能をTable1に示す。

Table1. Specification of the Satellite Analysis Computer System

名称	機器	数	備考
データ演算部	HP9000/730CRX	1	RAM64MB 内蔵ハードディスク840MB 命令処理能力76MIPS
データ記憶部	HP9000/730CRX	1	RAM64MB 内蔵ハードディスク840MB 命令処理能力76MIPS
	レーザープリンター	1	日本語PostScript対応 最高8枚/分
データ編集部	HP9000/730CRX	2	RAM64MB 内蔵ハードディスク840MB 命令処理能力76MIPS
データ入出力部	HP9000/750CRX	1	RAM64MB 内蔵ハードディスク1.33GB 命令処理能力76MIPS
	ハードディスク	4	SCSI-II 4GB
	DAT	1	記憶容量2GB~8GB
	CD-ROM	1	
	光磁気ディスク	1	両面600MB
	磁気テープ装置	2	1600/6250BPI
	ゲイターボックス	1	ゲートウェイ (Ethernet ⇔ Apple Talk)
画像出力部	HP9000/730CRX	1	RAM64MB 内蔵ハードディスク840MB 命令処理能力76MIPS
	プロッター	1	分解能 (位置指定) 0.025mm ペン8本 ペン速度 (最高) 80cm/秒



## 2. システム構成

### 2.1 オペレーティングシステム

オペレーティングシステムはHP-UXを使用している。HP-UXはAT&T社のUNIX System VをベースにUNIX 4.2BSD及びHP社独自の機能が追加されたものである。なおシステムのバージョンは1993年12月現在HP-UXリリース8.07である。

### 2.2 ネットワーク

各コンピューター間は10Mbpsのイーサネット (10Base2) で結ばれている。ネットワークを使った各ファイルの共有は、NFS(Network File System)を利用している。

従来から利用しているDGワークステーションDS/7400, PC9801UV, SONY Quarter L, IBM PS/Vをイーサネットに組み込んでいる。またMacintosh IIfx(3台), Macintosh Quadra 700はアップルトークで結ばれており、衛星データ整約装置とはゲイターボックスを介してイーサネットに接続している。

衛星データ整約装置は全て並列につながれており、互いにremote mountをすることができる。これによりネットワークに接続されている全ての機器上のファイルを、あたかも自分の機器上にあるかのように扱うことができる。

6台全てのコンピューターは独自にハードディスクを内蔵しておりUNIXシステムが存在している。

### 2.3 ファイル構成

衛星データ整約装置のファイル構成をFig.2に示す。各機器は、互いにremote mountを掛けているのでどの端末でも利用環境は共通である。

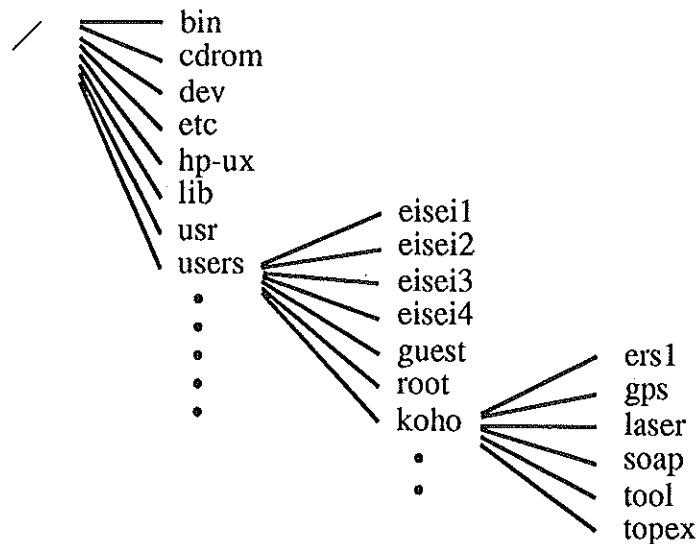


Figure 2. File System.

## 2.4 ソフトウェア

衛星データ整約装置には、以下に示すソフトウェアを装備している。

- 1) データ入力ソフトウェア  
HP VISUAL EDITOR
- 2) データ出力ソフトウェア  
TEX, パワーシェイド
- 3) 処理言語  
FORTRAN77, C, Awk
- 4) ウィンドウ機能  
X-Window, HP-VUE
- 5) 画像出力ライブラリ  
HP-Starbase
- 6) 数値解析・統計ライブラリ  
SPACE II
- 7) ソフトウェア開発環境  
SoftBench
- 8) バックアップツール  
OmniBack
- 9) ネットワークシステム診断ツール  
GrancePlus/UX

## 3. 管理運用

衛星データ整約装置は、HP-VUEを利用してマルチウィンドウ、マルチタスクで運用している。

### 3.1 運転時間

運転時間は、原則として休日を除いた月曜日08時30分から金曜日17時45分までで、必要に応じて週末も連続運転を行う。

### 3.2 ユーザー管理

UNIXでは利用者をユーザー登録しなければならない。衛星データ整約装置ではユーザーをeiseiとguestの2つのグループに分けている。eiseiグループには業務、衛星測地室員及びシステム管理を割り当て、guestには衛星測地室員以外の利用者を割り当てている。

### 3.3 システム管理者

衛星データ整約装置の管理はシステム管理者が行う。システム管理者は衛星測地室長より指名される。システム管理者は、システム環境の構築、整備、ユーザー管理及びファイル管理等を行い、衛星

データ整約装置が最良の状態で使用できるように努めている。また、利用者から操作、及びプログラム開発に関する質問等があれば可能なかぎり援助を行う。

#### 4. まとめ

この度更新された衛星データ整約装置は、旧装置のシステムをほぼ踏襲しているため旧ユーザーからもなじみやすくなっている、しかも前回導入からの5年間の技術の進歩により、高速化、大容量化が計られたため高度なウインドウ環境が使用できるようになり、新しいユーザーにもより使いやすくなっている。

今後このシステムを運用していくにあたり、最も重要な点はシステム管理者の問題であろう。UNIXシステムを有効に利用していくにはかなりの知識と経験を要求される。現在システム管理者と副の管理者が決められているが、技術の伝承が最大の問題となっている。これを解決し、また常に最新の技術の動向をふまえながら運用していくことが必要であろう。

衛星データ整約装置はレンタル契約による。

本報告は、高梨泰宏が作成した。

#### 参 考 文 献

長森享二, 1989: 水路部観測報告衛星測地編, 2, p.59.

平成6年3月25日発行

---

発行者	海上保安庁 東京都千代田区霞が関2丁目1番3号 (郵便番号100) 電話 東京 (03)3951-6361 (代)
編集者	海上保安庁水路部 東京都中央区築地5丁目3番1号 (郵便番号104) 電話 東京 (03)3541-3811 (代)
印刷者	株式会社文秀社 東京都千代田区内神田3丁目10番7号 (郵便番号101) 電話 東京 (03)3254-5311 (代)

---