

水路部観測報告

衛星測地編

第 5 号

平成 4 年 3 月



海上保安庁

**DATA REPORT
OF
HYDROGRAPHIC OBSERVATIONS**

SERIES OF SATELLITE GEODESY

No. 5, March 1992

CONTENTS

Satellite laser ranging observations in 1990.....	1
Photographic direction observation of Ajisai in 1989 and 1990	30
Orbital prediction of Ajisai in 1990	39
Positioning of the first order control points in the marine geodetic control network in 1989.....	43
Satellite Doppler positioning of off-lying Islands in 1989.....	65
GPS Observations around Sagami Bay in 1990	95

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.

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

DATA REPORT OF HYDROGRAPHIC OBSERVATIONS SERIES OF SATELLITE GEODESY

No.5, March 1992

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

Summary-Satellite laser ranging observations have been continued by a fixed type satellite laser ranging system at the Simosato Hydrographic Observatory (SHOLAS) and by a transportable one (HTLRS) at off-lying islands. The total numbers of returns obtained by SHOLAS in 1990 are 48,002 from 99 passes of Lageos, 27,338 from 86 passes of Starlette and 146,970 from 215 passes of Ajisai, respectively. Those obtained by HTLRS at Oki Shoto in 1990 are 339 from 5 passes of Lageos and 5,028 from 32 passes of Ajisai, respectively. The range precisions of SHOLAS are 8.0 cm for Lageos, 7.1 cm for Starlette and 7.0 cm for Ajisai, respectively. Those of HTLRS are 3.1 cm for Lageos and 3.3 cm for Ajisai, respectively. The range precision of SHOLAS has been improved because of the improvement of the laser subsystem in July, 1990.

Key words: satellite laser ranging - global geodesy - Lageos - Ajisai - Starlette - SHOLAS - HTLRS

This is a report of satellite laser ranging (SLR) observations obtained by a fixed type satellite laser ranging station at the Simosato Hydrographic Observatory called SHOLAS and a transportable one called HTLRS (Sasaki 1988) at off-lying islands. This report contains the list of data obtained by these two stations in 1990. Previous data obtained by SHOLAS 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 1989. Routine observation by HTLRS started in December 1987, and previous data obtained by HTLRS at off-lying islands appear in Data Report of Hydrographic Observation, Series of Satellite Geodesy, No. 3 and 4 (Sengoku *et al.* 1990, 1991)

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 (SHOLAS) 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 have been observed routinely since August 1986. The range observation for Lageos, Starlette and Ajisai by HTLRS started in December 1987. In 1988, the first and the second observation by HTLRS at off-lying islands were made at Titi sima and Isigaki sima. In 1989, the third, fourth and fifth observation of HTLRS at off-lying islands were carried out at Minamitori Sima, Okinawa Sima and Tusima. The sixth observation of HTLRS at off-lying islands was

carried out at Oki Shoto from September to November 1990. The seventh observation of HTLRS at off-lying islands was carried out at Minamidaito Sima from December 1990 to February 1991. The observation of Minamidaito Sima will be reported in the next issue of this series.

The major specifications of SHOLAS and HTLRS are listed in Table 1 and 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 3 (Takemura, 1983).

The observation schedule of SHOLAS was made by selecting those passes whose maximum elevation was over 30 degrees for Ajisai, nighttime passes of Lageos and Starlette, over 35 degrees for daytime passes of Lageos. The observation schedule of HTLRS was made by selecting those passes whose maximum elevation was over 20 degrees at night. Observation was not carried out on every Saturday and Sunday. The priority of the selection for simultaneous transits was in the order of Ajisai, Lageos and Starlette.

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 GE Mark III network. The orbital elements of Ajisai were also calculated in the Headquarters of the JHD by using quick-look data sent from GSFC and from Simosato via GE Mark III network since the launch of the satellite. 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 SHOLAS and by HTLRS at Oki Shoto in 1990 are listed in table 4 and 5. A GPS clock was introduced in SHOLAS in December 1988, and it has been available since April 1989. A GPS clock was also used in HTLRS in order to check the Loran C clock. A laser subsystem of SHOLAS was upgraded to a Quantel YG 460-5 at the beginning of July 1990. The laser oscillation of SHOLAS has been improved since this modification.

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 of measured range and predicted range or 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 GSFC within two days through GE Mark III network. 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 three satellites were sent to GSFC, the Center for Space Research (CSR) of the University of Texas and the Centre d'Etudes et de Recherches Geodynamique et Astronomiques (CERGA) of France.

The weighted mean range precisions estimated by using the polynomial fitting for all the data obtained by SHOLAS in 1990 are 8.0cm for Lageos, 7.1cm for Starlette and 7.0cm for Ajisai respectively, as shown in Table 4. The same for HTLRS are 3.1cm for Lageos, and 3.3cm for Ajisai respectively.

The QL data sent to GSFC were used to update orbital elements. These data were transferred from GSFC to CSR and were used for the estimation of the polar motion and variation of angular velocity of the earth rotation by processing with SLR data from other sites in the world. All the FR data were also analyzed in CSR, and more

precise values for the earth rotation parameters have been estimated. The FR data sent to the Crustal Dynamics Project were used to detect crustal movements and global plate motions.

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 SHOLAS is $33^{\circ} 34' 39''$, $70^{\circ} 13' 34''$, $135^{\circ} 56' 13''$, $34^{\circ} E$, 101.6 m for latitude, longitude and height above the reference ellipsoid of 6 378 137 m semi-major axis and 1/298.257 flattening, respectively (Sasaki, 1990).

The observations of satellite laser ranging were made by H. Nakagawa, A. Suzuki, K. Onodera, A. Masuyama, H. Ito, K. Tomii, H. Mori, T. Kurokawa, G. Sawada and Y. Narita of the Simosato Hydrographic Observatory and T. Utiyama, E. Nisimura, T. Fukushima, A. Sengoku, K. Fuchida, K. Asai, I. Sato, T. Kawai, K. Kawai, S. Masai, S. Imaki, T. Fujii and S. Kurokawa of JHD Headquarters.

Calculations and compilation for this report have been made by A. Sengoku, S. Kurokawa, N. Ikeda of 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) vol. 2, No. 1, p. 5.
- Marini, J. W., Murray, Jr., C. W., 1973: *NASA report*, X-591-73-351, GSFC, Maryland.
- Sasaki, M., Ganeko, Y., Harada, Y., 1983: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Astronomy and Geodesy*, No. 17, 49.
- Sasaki, M., 1984a: *Report of Hydrogr. Researches*, No. 19, p. 107.
- Sasaki, M., 1984b: *Jour. Geod. Soc. Japan*, vol. 30, p. 29.
- Sasaki, M., 1988: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No. 1, p. 59.
- Sasaki, M., 1990: Study of the Earth's Dynamics by Means of Satellite Laser Ranging Techniques, *Report of Hydrogr. Researches*, No. 26, p. 99.
- Kanazawa, T., Sengoku, A., Nagaoka, M., Nisimura, E., 1987: *ibid.*, No. 21, p. 63 (for 1985).
- Schutz, B. E., 1983: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Astronomy and Geodesy*, No. 17, p. 44.
- USNO, 1987, 1988: *Daily Time Differences and Relative Phase Values, Series 4*, No. 1040-1091.

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., Nagaoka, M., 1984: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Astronomy and Geodesy*, No. 18, p. 55 (for 1982).
- Sasaki, M., Sengoku, A., Nisimura, E., Nagaoka, M., 1985: *ibid.*, No. 19, p. 50 (for 1983).

- Sasaki, M., Sengoku, A., Nagaoka, M., Nisimura, E., 1986: *ibid.*, No. 20, p. 44 (for 1984).
- Kanazawa, T., Sengoku, A., Nagaoka, M., Nisimura, E., 1988: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No. 1, p. 19 (for 1986).
- Kanazawa, T., Sengoku, A., Nagaoka, M., Nakagawa, H., 1989: *ibid.*, No. 2, p. 1 (for 1987).
- Sengoku, A., Nagaoka, M., Fuchida, K., Masai, S., Fujii, T., Nakagawa, H., 1990: *ibid.*, No. 3, p. 1 (for 1988).
- Sengoku, A., Kurokawa, S., Nakagawa, H., 1991: *ibid.*, No. 4, p. 1 (for 1989).

Table 1. Principal specifications of Satellite Laser Ranging Station of the Simosato Hydrographic Observatory (SHOLAS)

Subsystem	Specification
Mount configuration	elevation over azimuth/Coude path
Angular resolution	20 bits (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 (NW pacific Chain)
Computer	PDP 11/60(64 kw) with two disks and a MT drive

* Before July 1990, output energy was 150 mJ and laser pulse width was 200 ps.

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	20 bits (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: 2×10^{-11})
Time comparison	multi-Loran C wave, GPS
Computer	two 16-bits micro computers with a hard disk, a 5 inch and two 3.5 inch floppy disks, printer/recorder, two CRTs and a modem

Table 3a. Geodetic coordinates of SHOLAS

Location	Site ID	Coordinates (Tokyo Datum)		
Cross point of AZ. and EL. axes of SHOLAS	International	33'	34'	27." 496N*
	7838	135	56	23. 537E
	Domestic SHO-L	62.45 m		
Cross line, the fiducial stone marker at Simosato Hydrogr. Obs.	Domestic	33'	34'	28.' 078N**
	SHO-HO	135	56	23. 236 E
		58. 36 m		

* Surveyed in November 1988.

** Surveyed in January 1982.

Table 3b. Geodetic coordinates of HTLRS

Location	Site ID	Coordinates (Tokyo Datum)		
Cross point of AZ. and EL. axes of HTLRS at Oki Shoto	International	36'	10'	37.' 545N
	7303	133	19	19. 691E
		89. 48 m		

Table 4. Data acquisition at the Simosato Hydrographic Observatory in 1990

Satellite	No. of ranges	No. of passes	RMS
Lageos	48,002	99	8.0 cm
Starlette	27,338	86	7.1
Ajisai	146,970	215	7.0

Observers H. Nakagawa, A. Suzuki, K. Onodera, A. Masuyama, H. Ito, H. Mori, T. Kurokawa, G. Sawada, K. Tomii, Y. Narita, S. Masai, T. Fujii* and S. Kurokawa*

*JHD headquarters

Table 5. Data acquisition at Okl Shoto in 1990

Satellite	No. of ranges	No. of passes	RMS
Lageos	339	5	3.1 cm
Ajisai	5,028	32	3.3

Observers T. Uchiyama, E. Nishimura, A. Masuyama*, K. Fuchida, I. Sato, K. Kawai, S. Imaki and G. Sawada*

*the Simosato Hydrographic Observatory

Table 6. Observations and data fitting

Column	Explanation
1, 8	Serial number of passes ranged successfully for each satellite.
2	Observation time (UTC) of the first return and the last return observed in the satellite pass.
3	Satellite identification (ID), LG: Lageos, ST: Starlette, AJ: Ajisai.
4	Azimuth when the tracking of the satellite started at 20° 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 of 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

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

where

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

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

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

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

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

$$K = 1.163 - 0.00968 \cos 2\varphi - 0.00104 T + 0.00001435 P,$$

Here

- dR : Range correction (meters),
- E : True elevation of satellite,
- P : Atmospheric pressure at the site (millibars),
- T : Atmospheric temperature at the site (degrees Kelvin),
- Rh : Relative humidity at the site (%),
- λ : Wavelength of the laser (microns),

- φ : Latitude of the site,
- H : Altitude of the site (kilometers).

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

Column

- 9 Station ID, 7838: Simosato Hydrographic Observatory,
7303: Oki Shoto.
- 10 Atmospheric temperature (degrees Centigrade).
- 11 Atmospheric pressure (millibars).
- 12 Relative humidity (%).
- 13 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

$$v = c \cdot (1 + 10^{-6}N)^{-1},$$

where

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

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

Here

- c : The vacuum speed of light, light in vacua.
- P : Atmospheric pressure (millibars),
- T : Atmospheric temperature (degrees Kelvin),
- Rh : Relative humidity (%),
- λ : Wavelength of the light (microns).

- 14 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.
- 14' Time correction: Transmitting time of the Loran C North West Pacific (997) Chain minus time of the clock used in the SLR system. This term is corrected for the transmitted time in the final MT file.
- 15 Time correction: UTC (USNO MC) minus transmitting time of the Loran C North West Pacific (997) Chain or GPS (USNO, 1987, 1988). This term is corrected for the transmitted time in the final MT file.
- 16 Comments.

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(1) No.	(2) Obs. Time (UTC)						(3) SAT.	(4) Az. ST	(5) Elev.			(6) RTN	(7) Fitting				
	date			caught					lost				MX	CT	LT	N	RMS
	Y	M	D	h	m	s	h	m	s								
1	90	01	05	12	47	25	12	52	37	AJ	-130R	80	77	26	66	10	11.3
2	90	01	10	12	22	49	12	26	41	AJ	-105R	55	43	20	375	8	9.6
3	90	01	16	10	53	36	11	05	56	AJ	-95R	45	21U	20	991	19	10.5
4	90	01	17	07	58	13	08	09	21	AJ	185L	40	21U	20	531	14	9.5
5	90	01	17	09	59	24	10	11	55	AJ	-115R	65	25U	20	1666	23	7.5
6	90	01	19	10	13	44	10	25	30	AJ	-95R	45	22U	20	1177	19	10.0
7	90	01	21	18	38	43	16	49	54	AJ	-65L	50	26U	20	674	17	10.2
8	90	01	23	08	38	10	08	51	06	AJ	-105R	55	21U	20	957	22	9.5
9	90	01	24	09	48	37	09	58	34	AJ	-70R	33	21U	20	298	13	8.7
10	90	01	25	15	03	15	15	16	05	AJ	-55L	70	23U	20	1008	22	10.5
11	90	01	26	05	58	13	06	08	45	AJ	200L	50	32U	20	1021	18	10.5
12	90	01	26	08	00	39	08	10	42	AJ	-105R	55	36U	20	696	14	8.8
13	90	01	29	13	29	35	13	40	09	AJ	-50R	90	29U	30	130	12	8.3
14	90	01	30	04	23	53	04	33	22	AJ	180L	37	25U	21	512	15	9.7
15	90	01	30	08	28	27	08	37	42	AJ	-65R	30	21U	20	599	12	7.5
16	90	02	02	05	46	40	05	55	59	AJ	-115R	65	48U	20	767	13	8.1
17	90	02	05	05	04	34	05	15	23	AJ	-110R	60	34U	21	1341	18	7.9
18	90	02	09	01	34	57	01	37	42	AJ	175L	30	28	20	183	6	9.7
19	90	02	09	03	27	28	03	41	10	AJ	-125R	75	21U	20	1126	26	10.4
20	90	02	09	05	34	15	05	37	05	AJ	-70R	33	27	33	125	6	9.0
21	90	02	09	11	41	20	11	53	14	AJ	-65L	45	21U	20	1818	22	8.0
22	90	02	12	11	01	07	11	12	30	AJ	-65L	40	21U	20	697	15	8.7
23	90	02	13	01	54	35	02	06	27	AJ	220L	80	31U	21	1032	24	10.9
24	90	02	13	03	59	00	04	08	06	AJ	-80R	38	30U	20	605	13	9.1
25	90	02	16	07	26	02	07	36	45	AJ	-40R	50	30U	20	584	25	10.3
26	90	02	17	02	22	32	02	33	44	AJ	-95R	45	26U	20	1007	17	9.8
27	90	02	17	06	30	17	06	41	32	AJ	-40R	38	20U	20	1128	17	9.3
28	90	02	20	07	51	22	08	04	57	AJ	-50L	80	21U	20	1349	25	8.2
29	90	02	21	00	48	47	00	59	26	AJ	-110R	60	36U	20	1412	25	8.4
30	90	03	05	02	14	28	02	25	27	AJ	-40R	38	22U	20	945	25	8.1
31	90	03	06	01	20	11	01	29	58	AJ	-35R	32	21U	20	533	27	8.7
32	90	03	06	03	21	50	03	35	07	AJ	-45R	70	22U	20	1547	25	7.3
33	90	03	07	02	27	37	02	40	23	AJ	-40R	50	21U	20	896	21	8.3
34	90	03	08	01	36	07	01	45	20	AJ	-35R	40	31U	20	715	27	10.6
35	90	03	09	00	41	48	00	49	47	AJ	-35R	33	28U	20	370	21	8.9
36	90	03	09	02	42	12	02	54	45	AJ	-45R	75	27U	20	1066	25	7.9
37	90	03	13	01	06	42	01	19	51	AJ	-40R	60	21U	20	943	25	8.3
38	90	03	14	00	12	49	00	24	39	AJ	-40R	45	21U	21	798	27	8.5
39	90	03	18	15	35	31	15	45	13	AJ	180L	37	25U	20	643	27	9.8
40	90	03	18	16	40	51	16	53	43	AJ	225L	90	24U	21	1179	29	7.3
41	90	03	21	16	54	43	17	07	35	AJ	-110R	60	23U	20	1176	25	9.0
42	90	03	22	01	10	36	01	18	29	AJ	-75L	35	28U	20	384	23	8.2
43	90	03	22	16	01	51	16	13	28	AJ	-130R	80	33U	21	1053	27	7.4
44	90	03	26	14	25	35	14	39	04	AJ	215L	75	21U	20	1468	25	7.4
45	90	04	05	11	33	59	11	43	35	AJ	210L	65	44U	20	609	21	9.6
46	90	04	06	12	38	21	12	51	23	AJ	-110R	60	21U	20	1436	29	8.0
47	90	04	09	11	58	20	12	10	57	AJ	-110R	55	22U	20	1252	21	8.3
48	90	04	18	07	55	07	08	07	50	AJ	205L	60	21U	20	845	31	10.8
49	90	04	18	16	08	59	16	21	16	AJ	-50L	85	29U	20	198	25	9.3
50	90	04	25	11	51	43	12	01	34	AJ	-40R	33	21U	20	629	21	8.8
51	90	04	26	12	59	42	13	11	17	AJ	-40R	55	25U	23	451	21	9.8
52	90	04	27	12	05	54	12	15	33	AJ	-40R	40	25U	25	388	27	10.6
53	90	04	28	13	13	54	13	25	45	AJ	-45R	80	30U	21	450	21	9.6
54	90	04	30	11	24	40	11	36	38	AJ	-35R	45	21U	20	665	21	9.3
55	90	05	01	04	21	19	04	32	03	AJ	200L	55	31U	20	593	29	9.8
56	90	05	01	06	26	09	06	34	01	AJ	-100R	50	47U	20	389	31	10.1
57	90	05	05	10	57	42	11	09	26	AJ	-45R	70	21U	28	710	21	8.1
58	90	05	08	04	11	24	04	19	12	AJ	-110R	60	56U	20	179	29	9.2
59	90	05	08	10	17	50	10	30	17	AJ	-45R	70	25U	22	592	21	7.2
60	90	05	08	12	20	32	12	29	59	AJ	-75L	33	21U	20	322	23	9.5

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(8) No.	(9) STN	(10) TMP	(11) PRESS	(12) HUM	(13) IDT	(14) DTS	(15) DTG	(16) COMMENTS
		°C	mb	%	ns	µs	µs	
1	7838	4.3	1014.5	66	6.5	-1.0	0.5	
2	7838	13.3	1000.9	63	6.4	-1.1	0.5	
3	7838	3.3	1003.4	85	6.3	-0.6	0.5	
4	7838	10.0	1011.2	58	6.5	0.1	0.5	DAYTIME
5	7838	6.0	1013.6	78	6.5	0.0	0.5	
6	7838	10.8	1006.9	64	6.7	-0.5	0.6	
7	7838	2.1	1015.6	65	6.1	-1.0	0.5	
8	7838	3.5	1005.1	51	6.2	-1.6	0.5	
9	7838	2.2	1008.1	50	5.7	0.0	0.6	
10	7838	-0.5	1021.3	54	6.4	-0.5	0.5	
11	7838	7.0	1019.7	37	6.6	-0.4	0.5	DAYTIME
12	7838	3.7	1021.0	42	6.7	-0.4	0.5	DAYTIME
13	7838	12.7	1008.0	94	6.4	-0.8	0.5	
14	7838	13.0	1008.3	50	6.7	-0.8	0.5	DAYTIME
15	7838	8.5	1011.2	57	6.5	-0.9	0.5	
16	7838	9.8	1020.2	57	6.6	0.5	0.5	DAYTIME
17	7838	13.0	1017.3	49	6.4	0.0	0.5	DAYTIME
18	7838	13.3	1018.9	61	6.7	-0.7	0.4	DAYTIME
19	7838	13.3	1018.4	53	6.5	-0.7	0.4	DAYTIME
20	7838	13.2	1018.9	64	6.7	-0.7	0.4	DAYTIME
21	7838	6.9	1023.2	78	6.4	-0.8	0.4	
22	7838	8.9	1011.7	55	6.4	-0.4	0.3	
23	7838	10.1	1016.5	49	6.5	0.0	0.3	DAYTIME
24	7838	10.7	1015.2	56	6.3	0.0	0.3	DAYTIME
25	7838	10.5	1008.6	52	5.6	-0.3	0.3	DAYTIME
26	7838	12.9	1018.0	45	7.1	-0.9	0.2	DAYTIME
27	7838	12.5	1017.3	55	6.2	-1.1	0.2	DAYTIME
28	7838	17.6	1007.5	38	5.8	-0.5	0.2	DAYTIME
29	7838	14.4	1016.2	64	6.5	-0.9	0.2	DAYTIME
30	7838	12.2	998.4	39	6.7	-0.3	-0.1	DAYTIME
31	7838	11.8	1001.2	38	6.6	-0.6	-0.2	DAYTIME
32	7838	13.2	999.7	44	6.4	-0.7	-0.2	DAYTIME
33	7838	13.9	1000.3	44	6.8	0.0	-0.2	DAYTIME
34	7838	7.7	1012.3	36	6.6	-0.4	-0.2	DAYTIME
35	7838	10.8	1018.6	42	6.6	-0.6	-0.2	DAYTIME
36	7838	14.8	1016.7	28	6.5	-0.6	-0.2	DAYTIME
37	7838	10.1	1013.0	36	6.5	-0.5	-0.2	DAYTIME
38	7838	12.1	1019.3	43	6.6	-0.9	-0.2	DAYTIME
39	7838	7.8	1006.9	51	6.1	0.0	-0.1	
40	7838	6.5	1009.7	69	7.2	-0.3	-0.1	
41	7838	5.2	1016.5	62	7.1	-0.8	-0.1	
42	7838	14.9	1019.3	52	7.4	-0.8	-0.1	DAYTIME
43	7838	9.6	1016.5	91	7.2	-1.0	-0.1	
44	7838	7.5	1015.8	47	7.1	-0.6	0.0	
45	7838	6.5	1007.5	77	6.8	0.1	-0.2	
46	7838	10.5	1012.5	63	7.1	-0.4	-0.2	
47	7838	11.7	1007.5	69	6.9	-0.4	0.0	
48	7838	14.2	1004.7	54	6.8	-0.6	-0.1	DAYTIME
49	7838	8.1	1007.1	63	6.3	-0.7	-0.1	
50	7838	10.2	1012.9	70	6.4	-0.7	-0.2	
51	7838	14.8	1013.6	92	6.9	-1.0	-0.2	
52	7838	14.8	1013.8	97	6.8	0.0	-0.1	
53	7838	15.3	1010.5	89	6.5	0.0	-0.2	
54	7838	16.5	1010.8	31	6.5	-0.3	-0.1	
55	7838	19.1	1009.3	49	6.6	-0.5	-0.1	DAYTIME
56	7838	18.3	1008.6	50	6.6	-0.6	-0.1	DAYTIME
57	7838	14.5	1004.9	89	6.4	-1.2	-0.1	
58	7838	21.5	996.4	83	6.6	-0.7	-0.1	DAYTIME
59	7838	18.3	998.6	78	6.7	-0.8	-0.1	
60	7838	16.4	1000.0	77	6.8	-0.5	-0.1	

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(1) No.	(2) Obs. Time (UTC)						(3) SAT.	(4) Az. ST	(5) Elev.			(6) RTN	(7) Fitting				
	date			caught					lost	MX	CT		LT	N	RMS		
	Y	M	D	h	m	s	h	m	s					cm			
61	90	05	09	09	23	32	09	35	56	AJ	-40R	55	22U	20	260	21	8.0
62	90	05	09	11	25	10	11	37	41	AJ	-60L	50	20U	20	390	29	8.4
63	90	05	15	08	02	29	08	15	29	AJ	-40R	60	21U	20	766	27	9.1
64	90	05	15	10	04	55	10	16	16	AJ	-65L	45	21U	20	445	21	8.9
65	90	05	21	06	48	11	06	53	02	AJ	-45R	70	68	30	59	25	8.4
66	90	05	21	08	46	56	08	53	56	AJ	-70L	35	31U	23	154	21	9.0
67	90	05	25	01	05	51	01	09	43	AJ	-75R	35	34	23	50	11	8.6
68	90	05	25	05	09	08	05	19	53	AJ	-40R	55	32U	20	344	27	9.2
69	90	05	26	00	09	08	00	16	17	AJ	-90R	45	40U	21	144	31	9.7
70	90	05	29	03	34	31	03	44	03	AJ	-35R	45	29U	22	195	25	9.2
71	90	05	30	04	43	33	04	52	40	AJ	-45R	85	45U	26	223	19	9.8
72	90	05	31	03	50	56	03	53	02	AJ	-45R	60	52	60	46	6	12.5
73	90	06	06	00	26	10	00	33	37	AJ	-35R	30	27U	20	234	27	10.6
74	90	06	17	15	30	53	15	42	10	AJ	205L	55	21U	29	518	31	10.9
75	90	06	18	14	38	42	14	48	31	AJ	185L	35	22U	22	815	29	10.3
76	90	06	18	16	38	35	16	51	17	AJ	-115R	70	22U	23	880	29	10.3
77	90	06	19	15	44	28	15	57	35	AJ	225L	85	23U	21	676	29	10.6
78	90	06	21	14	00	17	14	08	35	AJ	185L	40	33U	21	115	25	11.8
79	90	06	22	15	03	42	15	17	22	AJ	-130R	85	21U	20	612	31	8.2
80	90	07	18	08	03	57	08	05	16	AJ	220L	85	31	23	103	29	7.7
81	90	07	18	09	55	55	10	07	15	AJ	-80R	38	20U	20	1537	27	4.5
82	90	07	18	14	03	45	14	15	50	AJ	-40R	45	20U	21	1185	27	8.2
83	90	07	19	06	59	07	07	10	38	AJ	205L	55	24U	24	216	21	6.5
84	90	07	19	13	10	02	13	20	51	AJ	-35R	35	21U	20	986	27	7.1
85	90	07	24	12	48	32	12	53	28	AJ	-40R	55	51U	31	617	25	4.2
86	90	07	25	13	50	36	14	04	05	AJ	-50L	80	22U	20	540	21	5.5
87	90	07	26	04	45	17	04	47	07	AJ	190L	45	25	34	130	31	7.1
88	90	07	26	12	58	16	13	09	21	AJ	-45R	75	32U	24	133	31	6.2
89	90	08	01	03	23	14	03	33	26	AJ	200L	55	22U	32	180	23	7.5
90	90	08	01	11	36	47	11	48	54	AJ	-50R	85	28U	22	773	23	6.0
91	90	08	02	02	31	52	02	39	55	AJ	175L	35	25U	22	470	31	8.5
92	90	08	02	06	38	20	06	44	50	AJ	-65R	32	30U	21	557	23	5.1
93	90	08	02	10	42	01	10	54	54	AJ	-40R	60	23U	20	1756	21	5.3
94	90	08	02	12	48	03	12	55	30	AJ	-65L	40	38U	20	532	29	8.3
95	90	08	03	05	39	56	05	51	04	AJ	-80R	38	21U	20	1085	21	5.5
96	90	08	03	09	49	39	09	59	11	AJ	-35R	45	31U	24	1441	21	4.1
97	90	08	03	11	50	16	12	02	36	AJ	-60L	65	26U	20	1209	21	4.3
98	90	08	06	05	00	35	05	10	42	AJ	-75R	37	24U	20	726	21	7.0
99	90	08	06	09	08	21	09	19	39	AJ	-40R	50	26U	20	1618	27	4.9
100	90	08	06	11	10	23	11	21	58	AJ	-60L	55	28U	20	1468	27	7.1
101	90	08	07	04	06	57	04	11	49	AJ	-95R	45	33U	44	56	31	6.2
102	90	08	07	08	16	57	08	22	06	AJ	-40R	38	35U	30	175	25	8.5
103	90	08	07	10	17	18	10	26	03	AJ	-50L	80	38U	35	215	31	7.0
104	90	08	08	03	18	06	03	20	55	AJ	-110R	60	51	30	247	27	6.6
105	90	08	08	09	23	32	09	31	20	AJ	-45R	70	40U	38	168	27	4.5
106	90	08	08	11	25	06	11	33	20	AJ	-75L	35	26U	22	331	25	6.8
107	90	08	10	03	27	17	03	36	11	AJ	-95R	45	35U	20	391	27	6.1
108	90	08	10	07	38	14	07	41	43	AJ	-35R	40	40	31	56	21	8.3
109	90	08	14	01	49	47	02	00	03	AJ	-105R	55	25U	30	844	25	6.4
110	90	08	15	00	55	09	01	07	55	AJ	-120R	75	25U	20	767	29	6.7
111	90	08	15	03	05	06	03	08	56	AJ	-70R	33	32	21	241	27	4.3
112	90	08	15	07	08	30	07	19	06	AJ	-40R	60	37U	19	1213	23	4.5
113	90	08	15	09	14	45	09	19	59	AJ	-65L	45	44	20	556	25	4.8
114	90	08	17	05	25	57	05	28	21	AJ	-35R	35	30	21	81	21	6.6
115	90	08	24	03	06	08	03	12	53	AJ	-35R	32	30U	20	273	21	6.7
116	90	08	28	03	32	18	03	43	01	AJ	-40R	55	33U	20	841	31	7.0
117	90	09	04	01	16	54	01	23	40	AJ	-40R	45	28U	40	917	21	4.8
118	90	09	05	00	24	04	00	32	12	AJ	-40R	37	31U	20	590	25	7.1
119	90	09	06	01	30	25	01	33	24	AJ	-45R	65	30	54	101	19	3.2
120	90	09	07	00	35	15	00	47	25	AJ	-40R	50	22U	20	569	25	5.1

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(8) No.	(9) STN	(10) TMP	(11) PRESS	(12) HUM	(13) IDT	(14) DTS	(15) DTG	(16) COMMENTS
		°C	mb	%	ns	µs	µs	
61	7838	20.0	1003.9	72	6.4	0.2	-0.1	DAYTIME
62	7838	17.8	1005.1	80	6.5	0.2	-0.1	
63	7838	20.6	1000.1	70	6.4	-0.3	-0.1	DAYTIME
64	7838	19.5	1001.8	47	6.2	-0.2	-0.1	
65	7838	22.0	995.5	81	6.2	1.2	0.0	DAYTIME
66	7838	22.0	996.3	68	6.2	1.2	0.0	DAYTIME
67	7838	21.6	1004.7	54	6.5	1.7	-0.1	DAYTIME
68	7838	20.8	1003.8	62	6.1	1.8	-0.1	DAYTIME
69	7838	18.6	1011.4	50	5.9	1.8	-0.1	DAYTIME
70	7838	21.3	1009.9	79	5.8	0.1	-0.1	DAYTIME
71	7838	22.0	1009.7	81	6.5	0.6	0.0	DAYTIME
72	7838	23.0	1009.9	81	6.2	1.0	0.0	DAYTIME
73	7838	23.7	1006.0	64	6.5	1.1	0.0	DAYTIME
74	7838	19.1	1006.9	82	6.3	2.1	0.1	
75	7838	19.1	1008.8	78	6.3	-0.4	0.2	
76	7838	17.8	1007.7	80	6.6	-0.4	0.1	
77	7838	21.4	1005.3	90	6.5	0.0	0.2	
78	7838	25.0	1002.5	88	6.2	0.8	0.2	
79	7838	24.6	1005.1	84	5.9	1.3	0.2	
80	7838	29.5	997.4	73	8.9	-0.7	0.1	DAYTIME
81	7838	26.7	997.7	85	8.7	-0.7	0.1	DAYTIME
82	7838	26.9	999.0	85	8.8	-0.7	0.1	
83	7838	31.6	997.3	77	8.9	-0.7	0.1	DAYTIME
84	7838	26.7	1002.1	91	8.9	-0.8	0.0	
85	7838	25.2	991.6	94	7.1	-0.6	0.0	
86	7838	24.8	990.7	92	7.5	-0.8	0.0	
87	7838	30.6	997.9	79	7.6	-1.0	0.0	DAYTIME
88	7838	26.8	998.4	90	7.8	0.0	0.0	
89	7838	29.3	999.0	70	7.6	-0.3	-0.1	DAYTIME
90	7838	24.7	999.1	85	7.7	-0.5	-0.1	
91	7838	29.7	998.8	63	7.6	-0.8	-0.1	DAYTIME
92	7838	29.0	997.7	74	7.6	-0.8	-0.1	DAYTIME
93	7838	26.4	997.9	83	7.7	-0.9	-0.1	
94	7838	25.3	998.8	85	7.6	-1.0	-0.1	
95	7838	30.6	997.5	57	7.7	-1.3	-0.1	DAYTIME
96	7838	28.1	997.7	60	7.6	-1.4	-0.1	DAYTIME
97	7838	25.7	997.9	72	7.4	-1.5	-0.1	
98	7838	30.5	989.9	62	8.1	-2.3	-0.1	DAYTIME
99	7838	28.0	989.9	83	7.8	-0.4	-0.1	DAYTIME
100	7838	26.6	990.7	89	7.6	-0.5	-0.1	
101	7838	30.5	992.3	75	6.5	-0.8	-0.1	DAYTIME
102	7838	29.0	991.6	80	6.5	0.1	-0.1	DAYTIME
103	7838	27.2	992.3	82	6.5	0.1	-0.1	
104	7838	29.8	995.1	82	6.6	-0.2	-0.1	DAYTIME
105	7838	28.4	995.3	89	6.3	-0.3	-0.1	DAYTIME
106	7838	27.8	996.6	94	6.9	-0.4	-0.1	
107	7838	32.4	992.8	59	6.6	-0.3	-0.1	DAYTIME
108	7838	30.6	994.9	73	6.6	-0.4	-0.1	DAYTIME
109	7838	28.9	1002.9	85	6.6	-1.2	-0.1	DAYTIME
110	7838	29.4	1006.0	82	6.8	-1.7	-0.1	DAYTIME
111	7838	30.2	1006.0	80	6.7	-1.7	-0.1	DAYTIME
112	7838	29.8	1005.1	78	6.7	-1.8	-0.1	DAYTIME
113	7838	27.6	1005.3	86	6.7	-1.8	-0.1	DAYTIME
114	7838	29.1	1000.5	80	6.8	-2.6	-0.1	DAYTIME
115	7838	29.4	999.9	83	6.7	-0.2	0.0	DAYTIME
116	7838	28.1	1008.6	69	6.9	-1.6	0.0	DAYTIME
117	7838	29.2	1004.2	67	6.7	-2.2	0.2	DAYTIME
118	7838	28.2	1008.8	73	6.7	-2.5	0.2	DAYTIME
119	7838	28.0	1012.5	80	6.8	-2.8	0.2	DAYTIME
120	7838	28.7	1012.5	78	6.7	-3.2	0.2	DAYTIME

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(1) No.	(2) Obs. Time (UTC)						(3) SAT.	(4) Az. ST	(5) Elev.			(6) RTN	(7) Fitting	
	date			caught					MX	CT	LT		N	RMS
	Y	M	D	h	m	s							cm	
121	90	09	12	00	09	06	AJ	-45R	75	28	48	64	31	5.8
122	90	10	01	10	08	28	AJ	175L	32	27U	21	166	31	3.3
123	90	10	01	12	06	26	AJ	-120R	70	23U	20	912	31	5.2
124	90	10	01	14	14	54	AJ	-70R	32	32U	21	56	21	6.9
125	90	10	02	11	13	17	AJ	220L	80	29U	21	161	21	5.8
126	90	10	02	13	19	21	AJ	-80R	40	36	21	100	21	4.4
127	90	10	02	15	21	19	AJ	-37R	27	20U	21	70	29	5.8
128	90	10	08	11	55	18	AJ	-80R	35	21U	20	1193	26	4.8
129	90	10	08	14	01	10	AJ	-37R	28	22U	20	896	21	5.1
130	90	10	08	16	02	44	AJ	-40R	50	21U	20	1357	27	5.4
131	90	10	08	18	04	29	AJ	-60L	55	21U	20	900	29	5.7
132	90	10	09	08	57	07	AJ	210L	65	20U	20	619	25	5.5
133	90	10	09	10	59	53	AJ	-95R	45	20U	20	1604	21	4.7
134	90	10	09	13	06	09	AJ	-40R	28	21U	20	367	31	7.3
135	90	10	09	15	12	05	AJ	-35R	40	35U	28	607	25	5.2
136	90	10	15	15	49	28	AJ	-55L	70	21U	39	259	29	5.4
137	90	10	16	12	54	11	AJ	-35R	35	22U	20	639	31	7.7
138	90	10	17	14	01	20	AJ	-45R	60	21U	35	618	25	6.8
139	90	10	17	16	12	03	AJ	-65L	45	35	21	182	21	4.3
140	90	10	18	08	59	20	AJ	-85R	40	20U	21	802	29	5.5
141	90	10	18	11	05	22	AJ	-35R	28	21	24	41	21	7.3
142	90	10	18	13	12	40	AJ	-40R	45	44	38	91	15	7.0
143	90	10	18	15	18	47	AJ	-55L	65	42	20	38	21	4.4
144	90	10	19	08	06	01	AJ	-100R	50	30U	49	458	31	6.8
145	90	10	19	10	10	03	AJ	-45R	28	20U	20	912	21	3.9
146	90	10	19	12	13	55	AJ	-40R	35	22U	31	70	19	4.0
147	90	10	20	05	09	39	AJ	180L	35	21U	20	779	31	6.8
148	90	10	20	07	13	33	AJ	-115R	70	50U	22	383	31	7.4
149	90	10	20	09	14	37	AJ	-65R	30	20U	20	1045	21	4.3
150	90	10	20	11	19	16	AJ	-40R	30	20U	20	917	21	4.9
151	90	10	20	13	20	43	AJ	-45R	65	20U	22	955	21	5.8
152	90	10	20	15	25	39	AJ	-70L	40	30U	20	481	17	6.7
153	90	10	23	08	36	42	AJ	-65R	30	27	28	26	7	4.0
154	90	10	23	10	38	54	AJ	-35R	30	20U	21	920	27	4.9
155	90	10	23	12	41	46	AJ	-45R	70	29U	20	1366	27	5.5
156	90	10	23	14	43	18	AJ	-70L	35	21U	20	955	21	5.7
157	90	10	24	05	44	28	AJ	-130R	80	50	21	247	19	3.6
158	90	10	24	07	39	09	AJ	-75R	35	21U	20	622	31	4.7
159	90	10	24	09	45	17	AJ	-36R	28	22U	20	559	31	5.8
160	90	10	24	13	49	17	AJ	-60L	55	26U	20	90	19	6.5
161	90	10	26	09	58	38	AJ	-40R	32	21U	20	1065	25	5.5
162	90	10	26	14	03	03	AJ	-75L	32	20U	20	735	15	6.1
163	90	10	31	05	23	33	AJ	-90R	40	21U	22	911	21	5.0
164	90	10	31	09	32	20	AJ	-35R	45	24U	21	1762	21	4.2
165	90	10	31	11	33	06	AJ	-55L	70	20U	20	924	21	4.9
166	90	11	02	03	33	40	AJ	-120R	70	21U	20	652	27	4.8
167	90	11	02	05	38	30	AJ	-65R	32	20U	27	364	23	6.4
168	90	11	02	09	45	39	AJ	-40R	60	24U	20	1613	25	4.5
169	90	11	02	11	48	17	AJ	-70L	40	24U	21	58	21	5.0
170	90	11	06	08	10	59	AJ	-40R	50	22U	27	163	29	8.5
171	90	11	06	10	12	22	AJ	-60L	60	20U	20	579	21	3.9
172	90	11	07	03	09	57	AJ	-95R	45	32U	20	487	31	5.5
173	90	11	07	07	17	48	AJ	-35R	37	25U	20	652	27	5.5
174	90	11	07	09	20	09	AJ	-50L	85	33U	20	433	31	4.7
175	90	11	08	02	20	03	AJ	-115R	65	63	20	344	21	3.6
176	90	11	08	04	20	39	AJ	-65R	30	27U	26	128	31	7.5
177	90	11	13	01	47	38	AJ	-90R	45	22U	21	983	27	4.9
178	90	11	13	05	56	48	AJ	-35R	40	25U	20	1160	27	4.6
179	90	11	13	07	58	37	AJ	-55L	75	28U	23	598	23	4.0
180	90	11	14	00	52	15	AJ	-105R	55	21U	23	757	25	4.6

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(8) No.	(9) STN	(10) TMP	(11) PRESS	(12) HUM	(13) IDT	(14) DTS	(15) DTG	(16) COMMENTS
		°C	mb	%	ns	µs	µs	
121	7838	29.6	1000.3	65	7.1	-0.9	0.3	DAYTIME
122	7838	22.5	1004.5	90	7.2	-1.5	0.0	
123	7838	21.4	1005.3	93	7.0	-1.5	0.0	
124	7838	21.0	1005.6	92	7.1	-1.6	0.1	
125	7838	19.0	1011.2	90	6.7	-2.1	0.0	
126	7838	19.0	1011.7	90	6.5	-2.2	0.0	
127	7838	17.2	1011.9	83	6.8	-2.2	0.0	
128	7838	19.2	998.1	76	6.8	-1.1	-0.1	
129	7838	18.7	999.0	73	6.7	-1.2	-0.1	
130	7838	17.4	1001.0	72	6.4	-1.3	-0.1	
131	7838	17.3	1002.3	64	6.4	-1.3	-0.1	
132	7838	20.4	1007.1	75	6.8	-1.9	-0.1	
133	7838	19.1	1008.8	57	6.8	-2.0	-0.1	
134	7838	18.0	1010.1	64	6.8	-2.1	0.0	
135	7838	17.7	1010.6	68	6.8	-2.2	0.0	
136	7838	17.6	1006.9	97	7.9	-0.3	-0.2	
137	7838	18.7	1007.3	98	6.5	-0.8	-0.2	
138	7838	18.3	1007.5	97	6.7	-1.5	-0.2	
139	7838	17.1	1007.1	92	6.7	-1.6	-0.2	
140	7838	19.1	1005.3	52	6.5	-1.9	-0.2	
141	7838	15.5	1006.2	71	6.5	-1.9	-0.2	
142	7838	15.9	1006.4	57	6.1	-2.0	-0.2	
143	7838	17.5	1006.9	60	6.1	-2.1	-0.2	
144	7838	18.9	1006.4	61	6.8	-2.8	-0.2	DAYTIME
145	7838	15.3	1007.7	86	6.7	-2.9	-0.2	
146	7838	14.9	1008.3	79	6.7	-2.9	-0.2	
147	7838	22.6	1008.2	54	6.8	-0.7	-0.2	DAYTIME
148	7838	21.6	1008.2	56	6.7	-0.8	-0.1	DAYTIME
149	7838	17.6	1009.0	76	6.7	-0.9	-0.2	
150	7838	16.1	1009.5	81	6.7	-1.0	-0.1	
151	7838	15.8	1010.1	81	6.6	-1.1	-0.1	
152	7838	14.7	1010.1	86	6.7	-1.1	-0.1	
153	7838	16.6	1008.6	82	6.7	-1.3	-0.2	
154	7838	16.3	1008.8	79	6.7	-1.3	-0.2	
155	7838	16.0	1009.3	78	6.7	-1.4	-0.1	
156	7838	15.8	1008.2	78	6.7	-1.5	-0.1	
157	7838	21.1	1006.6	59	6.8	-2.0	-0.1	DAYTIME
158	7838	19.2	1006.6	62	6.8	-2.1	-0.2	DAYTIME
159	7838	16.4	1007.5	80	6.7	-2.1	-0.2	
160	7838	15.0	1007.5	85	6.6	-2.3	-0.2	
161	7838	15.8	998.4	71	7.7	-1.4	-0.2	
162	7838	14.6	1001.4	78	6.8	-1.5	-0.1	
163	7838	22.3	1009.0	59	6.8	-0.8	-0.1	DAYTIME
164	7838	17.7	1010.6	67	6.7	-0.9	-0.1	
165	7838	16.8	1011.1	67	6.6	-1.0	-0.1	
166	7838	22.0	1008.0	47	6.8	-1.2	-0.1	DAYTIME
167	7838	21.6	1007.5	48	6.4	-1.3	-0.1	DAYTIME
168	7838	15.9	1008.6	76	6.3	-1.4	-0.1	
169	7838	15.0	1008.6	80	8.8	-1.5	-0.1	
170	7838	18.8	1007.6	72	6.6	-0.5	-0.1	
171	7838	15.9	1008.0	84	6.4	-0.6	-0.1	
172	7838	23.2	1007.1	51	6.5	-0.7	-0.1	DAYTIME
173	7838	21.7	1007.3	54	6.5	-0.7	-0.1	DAYTIME
174	7838	17.8	1009.6	68	6.5	-0.8	-0.1	
175	7838	21.1	1013.6	53	6.6	-1.0	-0.1	DAYTIME
176	7838	21.8	1012.2	63	6.7	-1.0	-0.1	DAYTIME
177	7838	19.4	1018.9	62	6.7	-3.2	-0.1	DAYTIME
178	7838	20.3	1016.9	65	6.7	-0.2	-0.1	DAYTIME
179	7838	16.8	1017.3	78	6.7	-0.3	-0.1	
180	7838	19.1	1015.2	67	5.7	-0.4	-0.1	DAYTIME

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(1) No.	(2) Obs. Time(UTC)						(3) SAT.	(4)Az. ST	(5)Elev.			(6) RTN	(7)Fitting				
	date			caught					MX	CT	LT		N	RMS			
	Y	M	D	h	m	s	h	m	s					cm			
181	90	11	14	05	01	47	05	12	06	AJ	-35R	33	20U	20	891	25	6.1
182	90	11	14	07	03	12	07	16	48	AJ	-45R	80	21U	20	752	21	5.1
183	90	11	15	00	05	53	00	11	18	AJ	-120R	75	66	20	462	21	4.9
184	90	11	15	02	02	30	02	12	14	AJ	-75R	33	20U	22	219	29	7.2
185	90	11	15	06	10	08	06	22	18	AJ	-40R	55	25U	20	1244	21	5.0
186	90	11	15	08	11	33	08	23	29	AJ	-65L	45	21U	20	1032	27	5.0
187	90	11	16	01	11	26	01	18	17	AJ	-85R	40	39U	22	456	31	8.1
188	90	11	16	05	15	42	05	27	14	AJ	-35R	45	22U	20	858	21	5.6
189	90	11	16	07	26	07	07	30	20	AJ	-55L	70	50	20	266	21	5.2
190	90	11	19	04	38	10	04	46	52	AJ	-40R	45	37U	21	503	31	7.5
191	90	11	21	00	43	10	00	50	33	AJ	-65R	30	23U	24	361	25	6.3
192	90	11	21	02	46	57	02	51	58	AJ	-35R	35	21	31	108	27	4.0
193	90	11	21	04	48	50	05	00	53	AJ	-40R	65	23U	24	585	31	7.3
194	90	11	22	03	58	47	04	06	50	AJ	-35R	50	43U	20	886	25	5.8
195	90	11	22	05	56	23	06	09	07	AJ	-60L	60	21U	20	736	25	8.7
196	90	11	27	01	25	59	01	36	08	AJ	-35R	33	20U	20	726	21	5.9
197	90	11	27	03	27	28	03	41	05	AJ	-45R	75	21U	20	825	29	5.3
198	90	12	03	02	15	22	02	20	15	AJ	-45R	80	60	20	469	29	5.3
199	90	12	04	01	12	32	01	25	59	AJ	-40R	60	21U	20	1612	31	6.5
200	90	12	05	00	18	37	00	28	30	AJ	-35R	45	20U	32	689	31	6.8
201	90	12	06	01	26	05	01	32	50	AJ	-50R	90	21	88	421	31	5.9
202	90	12	07	00	32	05	00	45	30	AJ	-45R	65	21U	20	1545	25	5.3
203	90	12	10	14	49	54	14	55	16	AJ	165L	25	23U	20	592	23	5.6
204	90	12	11	17	55	08	18	06	54	AJ	-95R	45	21U	21	1080	23	6.0
205	90	12	12	14	59	17	15	10	46	AJ	190L	45	21U	21	1092	25	5.5
206	90	12	12	17	00	05	17	13	21	AJ	-110R	60	20U	20	1745	25	4.7
207	90	12	13	01	14	29	01	22	07	AJ	-75L	32	20U	26	432	27	6.3
208	90	12	14	15	11	54	15	18	10	AJ	215L	75	22	72	886	25	3.9
209	90	12	15	14	25	38	14	30	42	AJ	195L	50	46	20	233	29	6.8
210	90	12	15	16	19	51	16	32	54	AJ	-105R	55	21U	20	1806	31	5.5
211	90	12	18	13	42	14	13	50	24	AJ	200L	50	46U	20	875	23	5.4
212	90	12	19	12	45	35	12	55	19	AJ	180L	33	21U	20	966	19	4.6
213	90	12	21	12	57	48	13	10	04	AJ	205L	55	24U	20	2091	23	4.0
214	90	12	27	11	36	02	11	49	21	AJ	210L	65	20U	20	967	25	5.3
215	90	12	27	13	38	53	13	50	55	AJ	-90R	45	20U	20	1545	21	4.7

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(8) No.	(9) STN	(10) TMP	(11) PRESS	(12) HUM	(13) IDT	(14) DTS	(15) DTG	(16) COMMENTS
		°C	mb	%	ns	µs	µs	
181	7838	20.4	1011.4	60	6.7	-0.5	-0.1	DAYTIME
182	7838	19.4	1011.0	67	6.7	-0.5	-0.1	DAYTIME
183	7838	17.8	1011.9	62	6.3	-0.8	-0.1	DAYTIME
184	7838	20.9	1011.3	45	6.6	-0.8	-0.1	DAYTIME
185	7838	20.4	1009.7	48	6.6	0.1	-0.1	DAYTIME
186	7838	17.8	1011.7	52	6.6	0.1	-0.1	
187	7838	19.5	1019.1	52	6.6	-0.2	-0.1	DAYTIME
188	7838	20.0	1017.3	55	6.8	-0.3	-0.1	DAYTIME
189	7838	17.7	1018.0	67	6.6	-0.4	-0.1	DAYTIME
190	7838	21.7	1012.5	67	6.4	-1.3	-0.1	DAYTIME
191	7838	17.9	1004.2	61	6.7	-0.5	-0.1	DAYTIME
192	7838	17.6	1004.7	51	6.3	-0.5	-0.1	DAYTIME
193	7838	16.0	1006.0	48	6.6	-0.4	-0.1	DAYTIME
194	7838	15.1	1014.3	55	6.7	0.2	-0.1	DAYTIME
195	7838	14.3	1014.3	56	6.6	0.3	-0.1	DAYTIME
196	7838	17.3	1015.4	73	6.9	0.8	-0.1	DAYTIME
197	7838	18.1	1014.1	76	6.9	0.9	-0.1	DAYTIME
198	7838	12.9	1016.0	45	6.7	-0.7	-0.1	DAYTIME
199	7838	13.3	1021.7	49	6.9	-1.5	-0.1	DAYTIME
200	7838	11.6	1022.3	58	6.6	0.1	-0.1	DAYTIME
201	7838	15.7	1021.7	47	6.8	-0.6	-0.1	DAYTIME
202	7838	14.2	1019.9	58	6.7	-1.4	-0.1	DAYTIME
203	7838	12.0	1008.6	80	6.8	0.6	-0.1	
204	7838	10.2	1003.1	64	6.7	-1.1	-0.1	
205	7838	5.8	1011.9	74	6.8	-0.3	-0.1	
206	7838	4.6	1012.1	81	6.8	-0.4	-0.1	
207	7838	11.7	1014.8	50	6.9	0.0	-0.1	DAYTIME
208	7838	10.3	1011.0	95	6.9	-0.4	0.0	
209	7838	8.2	1010.1	58	6.9	-0.3	0.0	
210	7838	8.3	1009.7	53	6.7	-0.4	0.0	
211	7838	6.6	1005.6	69	6.7	0.0	0.0	
212	7838	6.5	1010.6	64	6.7	-0.5	0.0	
213	7838	9.0	1010.6	98	6.9	-0.2	0.0	
214	7838	4.1	1014.5	80	6.7	-0.2	0.0	
215	7838	3.4	1015.2	70	6.7	-0.2	0.0	

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(1) No.	(2) Obs. Time (UTC)						(3) SAT.	(4) Az. ST	(5) Elev.			(6) RTN	(7) Fitting		
	date			caught					lost	MX	CT		LT	N	RMS
	Y	M	D	h	m	s	h	m	s					cm	
1	90	01	05	02	42	49	03 03 09	LG	140L	85	83U	30	142	10	9.8
2	90	01	07	15	36	51	16 24 57	LG	30R	70	20U	20	1953	23	12.2
3	90	01	10	15	03	27	15 49 55	LG	35R	60	21U	20	1062	23	11.2
4	90	01	11	01	25	05	01 54 00	LG	120L	65	46U	31	286	14	11.4
5	90	01	16	13	57	42	14 38 03	LG	45R	45	21U	20	581	19	10.3
6	90	01	17	00	24	26	00 50 11	LG	105L	50	46U	20	122	11	8.1
7	90	01	20	15	35	36	15 46 37	LG	25R	80	31	61	57	7	9.6
8	90	01	21	17	44	29	18 16 00	LG	20L	50	24U	35	216	9	10.8
9	90	01	25	15	45	11	16 16 33	LG	25L	85	21U	64	89	11	12.5
10	90	01	30	00	22	27	00 40 24	LG	115L	60	57U	29	312	8	6.9
11	90	02	09	12	58	15	13 33 27	LG	45R	45	22U	28	694	17	10.6
12	90	02	12	12	26	51	12 51 34	LG	50R	35	22U	31	292	14	12.0
13	90	02	16	14	03	43	14 45 07	LG	30R	75	35U	20	2577	29	10.6
14	90	02	20	15	33	52	16 18 54	LG	20L	65	21U	21	1255	25	10.2
15	90	02	21	02	17	56	02 21 51	LG	-190R	65	45	36	46	27	4.4
16	90	02	27	13	04	28	13 35 53	LG	35R	65	22U	52	242	27	9.4
17	90	03	06	14	05	52	14 22 50	LG	25L	85	22	67	252	25	9.4
18	90	03	07	12	44	27	13 21 42	LG	35R	65	22U	39	210	27	10.7
19	90	03	09	13	32	05	14 06 35	LG	25R	85	23U	53	1007	27	9.3
20	90	03	12	12	57	15	13 44 59	LG	30R	75	21U	20	1280	31	10.2
21	90	03	13	11	37	40	12 18 38	LG	40R	45	21U	20	335	27	11.3
22	90	03	15	12	24	16	13 10 22	LG	35R	65	22U	20	615	27	10.2
23	90	03	16	11	22	09	11 39 56	LG	50R	35	35	22	191	21	9.2
24	90	03	19	14	01	22	14 46 38	LG	25L	75	24U	20	2270	27	9.3
25	90	03	22	13	27	21	14 05 09	LG	25L	80	25U	39	194	27	10.4
26	90	03	23	12	04	37	12 46 58	LG	35R	65	23U	27	1679	17	9.3
27	90	03	26	11	30	43	12 14 56	LG	35R	55	21U	20	773	27	8.5
28	90	04	02	12	40	58	13 13 41	LG	25R	85	44U	33	433	29	11.7
29	90	04	05	12	02	56	12 45 19	LG	30R	75	33U	20	1091	19	10.3
30	90	04	06	10	37	27	11 18 26	LG	40R	45	20U	21	635	27	9.7
31	90	04	09	10	05	48	10 36 06	LG	50R	35	21U	27	593	21	9.4
32	90	04	18	15	27	14	15 54 37	LG	20L	35	22U	24	437	31	12.4
33	90	04	27	10	23	26	10 53 29	LG	35R	55	45U	23	113	21	6.9
34	90	04	28	12	27	01	12 58 03	LG	25L	75	37U	40	55	21	7.3
35	90	05	08	12	50	11	13 21 32	LG	20L	55	24U	41	195	31	8.4
36	90	05	09	15	00	35	15 27 50	LG	20L	30	21U	20	80	21	8.1
37	90	05	14	11	56	40	12 15 42	LG	25L	75	62U	46	99	17	12.0
38	90	05	21	12	48	03	13 12 07	LG	20L	50	30U	41	59	25	12.3
39	90	05	25	10	49	22	11 24 28	LG	25L	80	29U	41	315	31	14.0
40	90	05	28	13	51	36	14 16 10	LG	20L	33	27U	21	78	27	13.0
41	90	06	07	10	58	09	11 23 54	LG	25L	70	65U	26	70	25	10.0
42	90	06	16	12	45	21	12 55 00	LG	20L	37	36U	34	101	21	9.7
43	90	06	22	11	31	09	12 02 13	LG	20L	50	35U	22	92	21	9.8
44	90	07	18	11	22	40	11 41 13	LG	20L	37	34U	27	244	27	8.3
45	90	07	19	10	18	46	10 29 32	LG	20L	55	45	24	140	21	5.8
46	90	08	13	14	23	40	14 42 22	LG	75L	35	32U	28	274	31	5.4
47	90	08	14	16	18	19	16 53 18	LG	130L	70	31U	35	295	17	7.0
48	90	08	15	08	22	27	08 25 21	LG	20L	60	37	44	34	21	3.4
49	90	08	15	15	01	41	15 17 59	LG	100L	50	29	47	150	21	5.8
50	90	08	24	10	25	56	10 36 31	LG	20L	32	31	20	140	17	4.5
51	90	08	24	13	33	14	13 54 04	LG	65L	32	30U	20	397	19	5.4
52	90	08	27	09	49	50	10 03 52	LG	20L	40	36	23	160	23	6.2
53	90	09	10	14	41	17	15 22 09	LG	120L	60	21U	28	50	9	4.9
54	90	09	12	15	28	49	16 13 19	LG	140L	80	25U	23	37	11	4.0
55	90	10	08	12	08	38	12 19 40	LG	80L	37	36	32	117	21	4.6
56	90	10	08	15	16	03	15 19 49	LG	-200R	80	24	32	41	27	5.3
57	90	10	09	10	52	05	10 56 11	LG	50L	27	27	27	102	25	6.9
58	90	10	17	17	15	55	17 41 49	LG	-145R	30	20U	24	134	17	7.4
59	90	10	18	09	16	40	09 28 41	LG	25L	30	26U	20	54	19	8.4
60	90	10	18	12	20	03	12 30 27	LG	100L	50	26	43	39	17	5.6

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(8) No.	(9) STN	(10) TMP	(11) PRESS	(12) HUM	(13) IDT	(14) DTS	(15) DTG	(16) COMMENTS
		°C	mb	%	ns	µs	µs	
1	7838	10.0	1015.6	40	7.0	-0.7	0.5	DAYTIME
2	7838	2.3	1021.7	56	6.8	-1.4	0.5	
3	7838	11.1	1004.0	63	6.6	-1.1	0.5	
4	7838	13.3	1012.5	45	6.8	-1.2	0.5	DAYTIME
5	7838	2.1	1004.2	88	6.5	-0.7	0.5	
6	7838	9.2	1010.6	58	6.4	-0.8	0.5	DAYTIME
7	7838	2.8	1016.5	60	6.3	-0.8	0.5	
8	7838	2.2	1015.5	63	6.2	-1.0	0.5	
9	7838	-1.0	1021.3	56	6.5	-0.4	0.5	
10	7838	12.1	1011.0	57	6.8	-0.8	0.5	DAYTIME
11	7838	6.4	1023.7	63	6.4	-0.8	0.4	
12	7838	8.1	1012.1	53	6.3	-0.5	0.3	
13	7838	6.0	1013.4	60	5.6	-0.6	0.2	
14	7838	7.9	1013.2	73	6.4	-0.7	0.2	
15	7838	15.4	1016.2	67	6.6	-0.9	0.1	DAYTIME
16	7838	6.0	1016.8	67	6.5	-0.1	0.0	
17	7838	5.8	1002.9	68	6.3	-0.8	-0.2	
18	7838	4.6	1002.5	56	6.4	-0.2	-0.2	
19	7838	7.5	1017.0	45	6.5	-0.9	-0.2	
20	7838	6.5	1005.8	46	6.4	0.1	-0.2	
21	7838	6.6	1016.7	57	6.5	-0.8	-0.2	
22	7838	12.2	1009.7	53	6.2	-0.3	-0.2	
23	7838	9.5	1013.6	68	6.4	-0.5	-0.2	
24	7838	8.0	1010.6	64	6.9	-0.3	-0.1	
25	7838	9.7	1016.9	90	7.2	-1.0	-0.1	
26	7838	14.1	1013.0	88	6.9	-1.1	-0.1	
27	7838	8.0	1015.0	57	6.9	-0.7	0.0	
28	7838	11.4	1009.5	83	6.9	0.1	0.0	
29	7838	5.9	1008.2	80	6.6	-0.1	-0.2	
30	7838	11.9	1011.2	59	7.0	-0.3	-0.2	
31	7838	13.3	1006.4	67	6.8	-0.4	0.0	
32	7838	8.2	1007.3	65	7.0	-0.7	-0.1	
33	7838	16.0	1013.4	96	6.8	-0.1	-0.1	
34	7838	15.3	1011.2	92	6.8	0.2	-0.2	
35	7838	16.1	1000.3	77	6.5	-0.7	-0.1	
36	7838	15.4	1006.2	84	6.4	0.0	-0.2	
37	7838	16.8	996.4	98	6.1	-0.4	-0.1	
38	7838	17.7	998.4	85	6.0	1.3	0.0	
39	7838	16.1	1005.6	84	6.0	1.8	-0.1	
40	7838	14.5	1011.0	89	5.8	0.0	-0.1	
41	7838	20.3	1010.8	92	6.0	-0.3	0.0	
42	7838	20.6	1001.2	94	5.8	1.5	0.1	
43	7838	27.1	1004.4	76	6.5	1.2	0.2	
44	7838	26.5	998.4	86	8.7	-0.7	0.1	
45	7838	28.3	999.4	81	8.8	-0.7	0.0	DAYTIME
46	7838	24.3	1002.1	97	6.1	-1.0	-0.1	
47	7838	25.3	1004.5	96	6.5	-1.6	-0.1	
48	7838	28.4	1005.1	83	6.6	-1.8	-0.1	DAYTIME
49	7838	23.8	1006.2	95	6.5	-1.9	-0.1	
50	7838	27.3	1000.0	70	6.6	-0.3	0.0	
51	7838	24.7	1000.5	80	6.7	-0.4	0.0	
52	7838	25.7	1006.6	69	6.4	-1.3	0.0	
53	7838	23.4	1005.6	91	7.0	0.3	0.3	
54	7838	25.6	1000.7	95	7.0	-1.2	0.3	
55	7838	19.1	998.4	75	6.7	-1.1	-0.1	
56	7838	18.1	1000.8	69	6.6	-1.2	-0.1	
57	7838	18.7	1008.4	60	6.8	-2.0	-0.1	
58	7838	16.4	1006.6	89	6.6	-1.6	-0.2	
59	7838	18.0	1005.6	60	6.6	-1.9	-0.2	
60	7838	14.8	1006.6	67	6.2	-2.0	-0.2	

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(1) No.	(2) Obs. Time(UTC)						(3) SAT.	(4)Az. ST	(5)Elev.			(6) RTN	(7)Fitting				
	date			caught					lost				N	RMS			
	Y	M	D	h	m	s	h	m	s	MX	CT	LT			cm		
61	90	10	18	15	44	47	16	27	21	LG	-180R	55	21U	25	127	29	9.0
62	90	10	19	11	14	36	11	20	19	LG	70L	33	32	33	144	19	5.3
63	90	10	19	14	59	22	15	03	10	LG	-210R	85	43	33	134	27	7.1
64	90	10	20	16	37	35	17	14	12	LG	-160R	38	21U	22	234	21	6.2
65	90	10	23	09	28	59	09	40	36	LG	30L	25	25U	20	114	19	4.0
66	90	10	23	12	58	45	13	11	04	LG	110L	55	46	21	185	23	10.3
67	90	10	23	16	07	41	16	43	16	LG	-170R	45	33U	20	660	21	6.0
68	90	10	24	11	21	41	11	32	45	LG	80L	37	31	37	29	13	7.3
69	90	10	28	08	50	14	09	09	00	LG	25L	25	23U	20	247	15	6.0
70	90	10	31	12	34	34	12	51	53	LG	110L	55	52	20	510	25	6.5
71	90	11	02	13	31	28	13	40	19	LG	130L	70	41	21	205	21	5.7
72	90	11	06	11	12	30	11	36	58	LG	90L	40	32U	30	442	29	5.6
73	90	11	13	12	33	31	12	46	12	LG	120L	65	49	20	85	21	3.6
74	90	11	14	10	46	22	11	22	19	LG	90L	40	22U	21	526	21	4.7
75	90	11	15	12	47	26	13	34	53	LG	140L	80	22U	20	263	27	4.9
76	90	11	16	11	36	57	11	45	12	LG	110L	55	37	52	71	25	13.1
77	90	11	21	11	41	25	12	26	17	LG	120L	65	21U	20	845	27	5.3
78	90	11	22	10	32	48	11	03	02	LG	90L	40	32U	20	551	25	6.0
79	90	11	30	13	52	01	14	15	53	LG	-190R	70	66U	22	1083	27	9.1
80	90	12	04	05	00	05	05	32	37	LG	15L	40	23U	23	115	31	7.2
81	90	12	04	11	50	53	12	20	55	LG	130L	75	63U	20	367	31	11.4
82	90	12	05	03	57	55	04	04	21	LG	20L	60	59	51	122	19	5.1
83	90	12	05	10	17	12	10	57	33	LG	100L	50	21U	20	1404	31	9.3
84	90	12	06	02	48	12	02	52	57	LG	25L	85	50	37	38	21	2.7
85	90	12	06	12	31	41	13	09	14	LG	-210R	85	48U	20	1945	27	8.3
86	90	12	07	11	33	47	11	45	44	LG	120L	65	48	21	316	21	6.5
87	90	12	10	10	32	19	11	11	55	LG	110L	55	28U	20	2757	25	7.0
88	90	12	10	14	02	14	14	40	16	LG	-170R	45	23U	25	865	21	7.4
89	90	12	11	09	20	11	09	48	50	LG	80L	38	29U	20	429	31	7.1
90	90	12	12	08	05	08	08	26	21	LG	50L	28	23U	20	177	29	7.1
91	90	12	14	12	01	44	12	42	42	LG	-210R	85	23U	35	918	21	6.5
92	90	12	15	14	38	08	14	55	05	LG	-160R	37	37	20	345	23	9.6
93	90	12	18	10	08	43	10	50	40	LG	110L	55	21U	23	1535	25	6.6
94	90	12	18	13	57	13	14	23	16	LG	-170R	45	44U	20	373	31	8.6
95	90	12	19	08	55	07	09	28	33	LG	80L	38	22U	20	616	21	5.0
96	90	12	19	12	15	27	12	43	05	LG	-200R	75	22U	70	1972	27	5.3
97	90	12	25	01	21	26	01	33	49	LG	30R	85	82	51	51	21	3.3
98	90	12	26	03	29	20	03	33	51	LG	20L	55	51	50	27	19	3.2
99	90	12	27	12	03	40	12	43	20	LG	-200R	75	41U	20	1589	21	6.6

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(8) No.	(9) STN	(10) TMP	(11) PRESS	(12) HUM	(13) IDT	(14) DTS	(15) DTG	(16) COMMENTS
		° C	mb	%	ns	µs	µs	
61	7838	17.2	1007.3	81	5.8	-2.1	-0.2	
62	7838	15.0	1008.0	83	6.7	-2.9	-0.2	
63	7838	15.4	1008.2	70	6.6	-3.1	-0.1	
64	7838	14.6	1009.7	83	6.6	-1.2	-0.1	
65	7838	16.6	1008.6	79	6.7	-1.3	-0.2	
66	7838	16.0	1009.3	77	6.6	-1.4	-0.1	
67	7838	15.9	1007.7	73	6.7	-1.6	-0.2	
68	7838	15.5	1006.2	83	6.8	-2.2	-0.2	
69	7838	15.9	996.8	73	7.6	-1.4	-0.1	
70	7838	15.4	1011.0	75	6.4	-1.1	-0.1	
71	7838	13.5	1009.0	87	6.0	-1.6	-0.1	
72	7838	15.3	1008.2	86	6.5	-0.6	-0.1	
73	7838	12.6	1017.8	96	7.6	-0.4	-0.1	
74	7838	13.3	1011.9	89	6.5	-0.6	-0.1	
75	7838	13.5	1015.2	70	6.5	0.0	-0.2	
76	7838	13.0	1018.4	91	6.6	-0.5	-0.1	
77	7838	7.4	1012.8	81	6.2	-0.3	-0.2	
78	7838	8.2	1016.7	87	6.3	0.3	-0.1	
79	7838	16.7	989.6	82	6.4	0.2	-0.1	
80	7838	14.1	1019.5	48	6.8	-1.6	-0.1	DAYTIME
81	7838	8.4	1021.5	63	6.7	-1.9	-0.1	
82	7838	15.3	1020.2	57	7.2	-0.1	-0.1	DAYTIME
83	7838	8.9	1021.0	88	6.4	-0.2	-0.1	
84	7838	15.4	1020.2	45	6.8	-0.6	-0.1	DAYTIME
85	7838	8.1	1019.9	69	6.8	-0.9	-0.1	
86	7838	9.1	1017.3	71	6.7	-1.8	-0.1	
87	7838	12.4	1008.6	85	6.8	0.6	-0.1	
88	7838	11.8	1008.6	83	6.8	0.6	-0.1	
89	7838	10.0	997.5	54	6.7	-0.5	-0.1	
90	7838	9.1	1009.3	61	6.4	0.0	-0.1	
91	7838	9.3	1012.5	99	6.8	-0.3	0.0	
92	7838	8.1	1009.9	57	6.8	-0.3	0.0	
93	7838	7.9	1004.0	65	6.7	-0.9	0.0	
94	7838	6.0	1005.8	72	6.7	0.0	0.0	
95	7838	7.3	1009.3	62	6.6	-0.4	0.0	
96	7838	6.5	1010.6	64	6.7	-0.5	0.0	
97	7838	9.8	1013.0	52	6.8	-1.8	0.0	DAYTIME
98	7838	15.5	997.0	62	6.8	-2.3	0.0	DAYTIME
99	7838	3.4	1014.7	81	6.8	-0.2	0.0	

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(1) No.	(2) Obs. Time (UTC)						(3) SAT.	(4) Az. ST	(5) Elev.			(6) RTN	(7) Fitting				
	date			caught		lost			MX	CT	LT		N	RMS			
	Y	M	D	h	m	s	h	m	s					cm			
1	90	01	16	12	45	39	12	52	13	ST	-100R	45	23U	20	389	19	13.3
2	90	01	17	11	15	16	11	22	54	ST	215L	70	21U	20	995	24	11.3
3	90	01	20	17	45	10	17	50	48	ST	-45R	75	21U	51	180	13	14.1
4	90	01	21	16	16	59	16	21	56	ST	-20R	32	24U	23	62	11	9.1
5	90	01	23	09	33	48	09	36	57	ST	225L	80	22	70	50	9	6.9
6	90	01	26	08	44	00	08	50	53	ST	-130R	85	31U	20	537	22	11.2
7	90	01	30	08	12	36	08	18	46	ST	-100R	45	24U	24	331	17	10.7
8	90	02	02	05	32	27	05	39	27	ST	195L	45	22U	21	551	17	11.3
9	90	02	02	07	22	26	07	28	38	ST	-95R	40	28U	20	655	15	9.1
10	90	02	05	06	32	37	06	37	41	ST	-95R	40	32U	21	297	9	18.0
11	90	02	09	04	13	53	04	17	31	ST	-130R	85	84	24	288	12	10.7
12	90	02	09	11	31	11	11	37	30	ST	-50L	80	23U	30	459	25	12.1
13	90	02	13	03	39	21	03	46	33	ST	-100R	50	28U	20	264	17	12.2
14	90	02	17	03	11	11	03	14	42	ST	-80R	35	31U	20	139	15	8.6
15	90	02	24	05	30	02	05	35	17	ST	-30R	38	31U	20	238	15	8.4
16	90	03	08	02	04	41	02	12	46	ST	-40R	55	22U	22	286	25	8.9
17	90	03	21	16	00	20	16	06	46	ST	-95R	45	38U	20	349	25	7.2
18	90	03	22	14	28	55	14	35	54	ST	225L	90	38U	29	243	27	8.5
19	90	03	23	12	59	39	13	04	23	ST	185L	35	25U	29	129	21	9.7
20	90	03	26	14	01	43	14	05	31	ST	-105R	55	49	20	233	23	8.7
21	90	04	05	09	53	42	10	02	54	ST	225L	85	21U	20	67	21	9.5
22	90	04	06	10	13	25	10	22	10	ST	-110R	55	21U	21	475	21	7.9
23	90	04	09	07	35	48	07	39	46	ST	185L	35	27U	28	54	21	7.6
24	90	04	09	09	23	21	09	30	41	ST	-105R	55	25U	24	332	21	8.5
25	90	04	16	06	15	40	06	17	37	ST	220L	80	76	41	82	31	13.3
26	90	04	18	05	01	49	05	07	37	ST	200L	45	21U	32	90	21	9.6
27	90	04	18	06	53	46	06	58	13	ST	-90R	40	38U	20	196	21	9.1
28	90	04	25	11	00	50	11	09	42	ST	-55L	75	28U	20	451	21	8.0
29	90	04	27	09	50	19	09	58	20	ST	-45R	70	25U	26	226	21	8.3
30	90	05	01	01	58	16	02	05	30	ST	-115R	60	23U	20	158	27	7.8
31	90	05	01	07	32	37	07	37	06	ST	-20R	35	33U	20	163	29	8.2
32	90	05	25	00	45	00	00	51	31	ST	-40R	65	32U	19	204	21	9.7
33	90	05	26	01	03	27	01	10	52	ST	-55L	70	23U	20	36	18	8.0
34	90	06	22	14	08	01	14	14	07	ST	-25R	32	23U	20	233	31	10.1
35	90	07	18	00	37	43	00	45	25	ST	-105R	55	33U	20	106	27	5.9
36	90	07	19	00	56	36	01	04	13	ST	-85R	37	22U	21	55	21	4.6
37	90	07	26	03	18	31	03	20	27	ST	-30R	40	30	38	64	25	5.2
38	90	07	27	03	36	32	03	43	57	ST	-40R	55	24U	33	58	15	6.1
39	90	08	10	00	56	09	00	59	29	ST	-70L	40	39U	23	65	27	5.8
40	90	08	15	14	01	03	14	06	40	ST	205L	55	27U	28	224	27	4.4
41	90	08	24	11	27	58	11	35	34	ST	225L	75	23U	20	167	21	3.1
42	90	08	28	10	59	13	11	00	22	ST	-105R	55	44	51	125	21	9.8
43	90	08	31	10	08	08	10	13	16	ST	-100R	45	38U	19	367	25	5.4
44	90	09	01	08	37	35	08	43	55	ST	210L	65	35U	20	148	23	5.7
45	90	09	03	14	47	51	14	52	04	ST	-30R	40	27U	34	408	23	4.1
46	90	09	04	15	06	25	15	13	50	ST	-40R	70	23U	22	453	29	4.8
47	90	09	05	15	25	30	15	33	27	ST	-55L	65	21U	20	840	25	4.0
48	90	10	09	02	48	21	02	55	20	ST	-35R	38	22U	22	206	31	7.2
49	90	10	17	16	52	35	17	02	01	ST	200L	50	21U	20	200	19	5.6
50	90	10	20	16	01	31	16	10	44	ST	200L	55	21U	22	288	21	4.9
51	90	10	23	15	10	29	15	20	07	ST	205L	60	21U	21	163	21	4.6
52	90	10	26	14	19	31	14	28	59	ST	210L	65	21U	22	65	19	6.5
53	90	10	31	14	08	11	14	17	01	ST	-100R	50	23U	20	346	31	6.4
54	90	11	02	12	57	15	13	06	43	ST	-115R	65	22U	21	387	21	5.4
55	90	11	06	10	37	30	10	45	39	ST	200L	55	24U	21	216	25	4.9
56	90	11	13	09	15	18	09	22	35	ST	-120R	70	27U	26	407	25	3.2
57	90	11	14	07	49	46	07	53	04	ST	195L	40	40	20	207	25	4.9
58	90	11	14	09	35	37	09	39	11	ST	-100R	45	29U	44	90	19	3.8
59	90	11	15	09	55	56	10	00	29	ST	-80R	32	25U	25	101	23	6.6
60	90	11	16	08	25	50	08	32	22	ST	-120R	65	41U	21	269	19	3.7

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(8) No.	(9) STN	(10) TMP	(11) PRESS	(12) HUM	(13) IDT	(14) DTS	(15) DTG	(16) COMMENTS
		°C	mb	%	ns	µs	µs	
1	7838	2.5	1004.0	88	6.5	-0.6	0.5	
2	7838	5.3	1014.3	80	6.6	0.0	0.5	
3	7838	3.3	1016.7	60	6.5	-0.3	0.5	
4	7838	2.3	1015.6	63	6.0	-1.0	0.5	
5	7838	2.8	1005.6	54	6.2	-1.6	0.6	
6	7838	4.7	1021.5	50	6.5	-0.4	0.5	
7	7838	9.1	1011.0	55	6.4	-0.9	0.5	DAYTIME
8	7838	9.6	1020.2	57	6.6	0.5	0.5	DAYTIME
9	7838	9.6	1020.8	53	6.8	0.5	0.5	DAYTIME
10	7838	12.2	1017.9	53	6.4	0.0	0.5	DAYTIME
11	7838	13.5	1018.4	59	6.5	-0.7	0.4	DAYTIME
12	7838	7.0	1023.0	80	6.4	-0.8	0.4	
13	7838	10.6	1015.4	55	6.3	0.0	0.3	DAYTIME
14	7838	13.0	1017.0	44	6.1	-0.9	0.2	DAYTIME
15	7838	18.6	1000.9	81	6.9	-0.9	0.1	DAYTIME
16	7838	9.4	1011.9	38	6.5	-0.4	-0.2	DAYTIME
17	7838	6.5	1016.5	53	7.1	-0.7	-0.1	
18	7838	9.6	1016.9	90	7.1	-1.0	-0.1	
19	7838	13.7	1013.0	89	6.8	-1.2	-0.1	
20	7838	7.8	1015.6	46	7.1	-0.7	0.0	
21	7838	7.6	1005.8	63	7.0	-0.1	-0.2	
22	7838	12.1	1010.6	58	7.0	-0.3	-0.2	
23	7838	16.8	1004.8	56	7.2	-0.3	0.0	DAYTIME
24	7838	14.2	1005.3	65	7.0	-0.2	0.0	
25	7838	17.1	997.7	60	6.3	0.0	-0.1	DAYTIME
26	7838	15.3	1004.0	54	7.0	-0.6	-0.1	DAYTIME
27	7838	14.7	1004.0	54	7.0	-0.6	-0.1	DAYTIME
28	7838	10.9	1012.2	71	6.4	-0.8	-0.2	
29	7838	17.1	1013.6	93	6.8	0.0	-0.1	
30	7838	17.9	1009.4	42	6.8	-0.5	-0.1	DAYTIME
31	7838	18.2	1008.4	52	6.8	-0.6	-0.1	DAYTIME
32	7838	21.9	1004.7	50	6.7	1.7	-0.1	DAYTIME
33	7838	19.6	1011.7	47	5.8	1.8	-0.1	DAYTIME
34	7838	25.2	1005.1	81	6.5	1.3	0.2	
35	7838	29.7	997.7	70	8.8	-0.6	0.1	DAYTIME
36	7838	29.5	999.2	78	8.4	-0.7	0.1	DAYTIME
37	7838	30.1	998.9	75	7.6	-1.0	0.0	DAYTIME
38	7838	28.4	1000.5	81	7.6	-0.1	0.0	DAYTIME
39	7838	31.2	991.3	61	6.5	-0.2	-0.1	DAYTIME
40	7838	24.2	1006.4	94	6.7	-1.9	-0.1	
41	7838	25.5	1000.5	79	6.4	-0.3	0.0	
42	7838	26.0	1009.3	79	6.6	-1.7	0.0	
43	7838	26.8	1005.3	92	6.6	-1.3	0.0	
44	7838	26.9	1004.6	78	6.6	-1.3	0.1	DAYTIME
45	7838	24.4	1001.0	94	6.7	-2.0	0.2	
46	7838	23.0	1006.0	80	6.7	-2.3	0.2	
47	7838	22.9	1011.0	95	6.6	-2.7	0.2	
48	7838	24.3	1006.3	58	6.5	-1.5	-0.1	DAYTIME
49	7838	16.7	1006.9	90	6.7	-1.6	-0.2	
50	7838	14.4	1009.9	88	6.7	-1.2	-0.1	
51	7838	15.8	1008.0	77	6.7	-1.5	-0.2	
52	7838	14.8	1001.8	79	6.7	-1.5	-0.1	
53	7838	14.7	1010.7	79	6.5	-1.1	-0.1	
54	7838	13.9	1008.8	85	6.2	-1.5	-0.1	
55	7838	15.7	1008.0	87	6.6	-0.6	-0.1	
56	7838	15.3	1017.5	87	6.7	-0.3	-0.1	
57	7838	18.2	1011.0	73	6.8	-0.5	-0.1	DAYTIME
58	7838	14.6	1011.4	90	6.5	-0.6	-0.1	
59	7838	16.8	1013.6	56	6.6	0.0	-0.2	
60	7838	15.7	1018.0	77	6.6	-0.4	-0.1	

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(1) No.	(2) Obs. Time (UTC)						(3) SAT.	(4) Az. ST	(5) Elev.			(6) RTN	(7) Fitting				
	date			caught					lost	MX	CT		LT	N	RMS		
	Y	M	D	h	m	s	h	m	s						cm		
61	90	11	19	07	38	16	07	40	44	ST	-110R	60	51	25	251	21	4.7
62	90	11	21	06	24	41	06	31	09	ST	-130R	85	41U	21	183	23	6.1
63	90	11	21	13	43	47	13	53	45	ST	-50R	85	21U	22	140	21	3.9
64	90	11	22	06	43	31	06	49	46	ST	-110R	55	29U	25	529	23	5.7
65	90	11	22	12	14	29	12	23	03	ST	-30R	40	20U	20	698	27	4.5
66	90	11	27	04	47	03	04	48	28	ST	-120R	70	45	28	48	20	4.0
67	90	11	30	09	23	04	09	30	13	ST	-30R	35	21U	20	494	25	6.1
68	90	11	30	11	17	50	11	20	43	ST	-55L	70	48	21	172	25	4.6
69	90	12	03	03	00	18	03	07	21	ST	-110R	60	23U	22	481	29	6.4
70	90	12	04	03	20	31	03	26	35	ST	-85R	35	22U	20	288	27	6.2
71	90	12	04	10	41	16	10	48	01	ST	-75L	35	24U	20	409	31	7.2
72	90	12	05	01	54	08	01	57	16	ST	-130L	75	72	22	299	23	4.8
73	90	12	05	09	10	27	09	19	34	ST	-50R	85	22U	20	983	31	5.0
74	90	12	06	07	41	32	07	48	37	ST	-25R	38	22U	20	801	25	5.3
75	90	12	06	09	30	07	09	38	39	ST	-60L	55	22U	20	1152	21	6.1
76	90	12	07	02	29	51	02	35	30	ST	-85R	33	21U	21	387	23	5.4
77	90	12	07	09	50	27	09	56	45	ST	-85L	30	22U	20	657	21	6.2
78	90	12	11	00	09	18	00	15	55	ST	-120R	75	31U	20	732	25	5.4
79	90	12	12	00	29	19	00	34	59	ST	-95R	40	29U	20	511	29	8.0
80	90	12	12	06	01	32	06	05	43	ST	-30R	45	36U	29	387	25	5.4
81	90	12	12	07	51	34	07	56	14	ST	-70L	45	41U	20	472	25	5.4
82	90	12	18	04	19	47	04	25	35	ST	-30R	50	37U	20	455	25	4.7
83	90	12	19	04	42	48	04	45	24	ST	-50R	85	49U	20	227	27	3.4
84	90	12	20	03	09	33	03	13	12	ST	-25R	35	29U	27	287	31	5.3
85	90	12	25	02	55	41	03	03	38	ST	-55L	70	21U	20	385	25	4.2
86	90	12	27	01	45	32	01	53	01	ST	-40R	65	21U	22	443	31	6.8

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(8) No.	(9) STN	(10) TMP	(11) PRESS	(12) HUM	(13) IDT	(14) DTS	(15) DTG	(16) COMMENTS
		° C	mb	%	ns	µs	µs	
61	7838	19.1	1012.8	82	6.5	-1.4	-0.2	DAYTIME
62	7838	14.8	1007.3	48	6.5	-0.3	-0.1	DAYTIME
63	7838	6.4	1013.5	84	6.4	-0.2	-0.1	
64	7838	13.7	1014.7	59	6.4	0.3	-0.2	DAYTIME
65	7838	8.6	1016.9	78	6.4	0.4	-0.1	
66	7838	18.1	1013.4	79	6.8	1.0	-0.1	DAYTIME
67	7838	17.8	979.4	76	6.5	0.2	-0.1	
68	7838	17.3	985.3	79	5.9	0.2	-0.1	
69	7838	13.4	1015.2	44	6.8	-0.7	-0.1	DAYTIME
70	7838	14.1	1020.6	46	6.8	-1.6	-0.1	DAYTIME
71	7838	8.7	1021.0	62	6.8	-1.9	-0.2	
72	7838	15.5	1021.8	56	6.7	0.0	-0.1	DAYTIME
73	7838	9.8	1020.7	84	6.7	-0.2	-0.1	
74	7838	14.0	1019.5	55	6.6	-0.7	-0.1	DAYTIME
75	7838	9.9	1019.9	70	6.0	-0.8	-0.1	
76	7838	17.9	1018.1	51	6.8	-1.5	-0.1	DAYTIME
77	7838	11.3	1017.1	63	6.7	-1.8	-0.1	
78	7838	13.6	1006.2	82	6.9	0.6	-0.1	DAYTIME
79	7838	12.0	1009.3	53	6.9	-1.6	-0.1	DAYTIME
80	7838	13.2	1007.7	50	6.8	-2.0	-0.1	DAYTIME
81	7838	9.6	1008.9	58	6.7	0.1	-0.1	DAYTIME
82	7838	11.3	1002.0	51	6.7	-0.7	-0.1	DAYTIME
83	7838	12.5	1007.7	44	6.7	-0.2	-0.1	DAYTIME
84	7838	13.0	1010.6	55	6.4	-0.7	0.0	DAYTIME
85	7838	11.3	1011.7	50	6.5	-1.8	0.0	DAYTIME
86	7838	7.8	1007.5	57	6.8	-2.9	0.0	DAYTIME

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(1) No.	(2) Obs. Time(UTC)						(3) SAT.	(4) Az. ST	(5) Elev.			(6) RTN	(7) Fitting				
	date			caught					MX	CT	LT		N	RMS			
	Y	M	D	h	m	s	h	m	s					cm			
1	90	9	20	13	56	47	14	5	40	AJ	190L	45	31U	24	241	31	3.3
2	90	9	20	16	6	50	16	7	9	AJ	250R	60	31	29	11	7	1.1
3	90	9	20	20	4	25	20	15	19	AJ	320R	40	22U	20	303	31	3.6
4	90	9	21	17	10	20	17	16	22	AJ	290R	38	37U	20	127	31	2.8
5	90	9	21	19	12	33	19	20	10	AJ	320R	35	31U	20	181	31	3.2
6	90	9	26	12	40	11	12	40	29	AJ	200L	55	53	52	8	5	1.2
7	90	9	26	14	40	49	14	43	28	AJ	260R	55	53U	47	33	15	3.3
8	90	9	26	16	47	25	16	49	15	AJ	310R	33	29	23	8	5	1.8
9	90	9	26	18	48	21	18	53	8	AJ	320R	45	44U	29	10	7	5.3
10	90	10	1	12	8	13	12	10	2	AJ	230L	90	35	53	71	15	3.4
11	90	10	1	14	16	13	14	20	53	AJ	280R	40	39	21	41	20	4.1
12	90	10	1	18	20	48	18	28	22	AJ	320R	65	53U	25	56	27	4.2
13	90	10	2	11	14	51	11	18	7	AJ	210L	65	37	62	81	31	3.9
14	90	10	2	13	16	29	13	20	6	AJ	270R	50	30	48	69	25	2.3
15	90	10	2	17	28	11	17	34	28	AJ	320R	50	49U	20	142	31	3.9
16	90	10	4	15	35	12	15	37	14	AJ	320R	35	25	32	100	31	3.0
17	90	10	4	17	37	27	17	47	5	AJ	310R	65	30U	31	383	31	3.4
18	90	10	4	19	43	45	19	48	19	AJ	290L	40	39	24	27	15	3.7
19	90	10	8	16	4	4	16	7	39	AJ	320R	55	36	54	24	15	0.9
20	90	10	9	11	5	42	11	8	8	AJ	260R	60	57	45	46	15	2.7
21	90	10	9	13	5	44	13	8	35	AJ	310R	33	26	33	35	21	2.4
22	90	10	9	15	12	52	15	17	51	AJ	320R	45	43U	26	162	21	3.7
23	90	10	9	17	18	45	17	19	47	AJ	310L	80	47	37	35	21	3.2
24	90	10	15	9	43	51	9	47	56	AJ	260R	50	49	39	267	21	3.1
25	90	10	15	11	44	51	11	51	55	AJ	310R	33	24U	27	335	21	2.9
26	90	10	15	15	57	44	16	1	24	AJ	300L	70	46	20	273	21	3.3
27	90	10	16	8	53	56	8	54	32	AJ	250R	65	42	38	9	7	0.1
28	90	10	21	10	23	40	10	33	1	AJ	310R	33	22U	21	369	13	12.7
29	90	10	21	12	28	39	12	38	9	AJ	320R	50	25U	20	479	21	3.3
30	90	10	23	10	38	56	10	46	32	AJ	320R	35	26U	26	333	21	3.3
31	90	10	23	12	39	51	12	51	38	AJ	310R	70	24U	25	632	27	3.3
32	90	10	23	14	47	38	14	52	17	AJ	280L	35	35	20	137	21	3.6

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(8) No.	(9) STN	(10) TMP	(11) PRESS	(12) HUM	(13) IDT	(14') DTS	(15) DTL	(16) COMMENTS
		° C	mb	%	ns	µs	µs	
1	7303	15.6	1007.4	86	50.3	6.4	0.6	
2	7303	15.5	1007.8	86	50.4	6.4	0.6	
3	7303	16.4	1008.4	83	50.3	6.4	0.6	
4	7303	18.4	1008.6	91	50.7	6.4	0.6	
5	7303	16.6	1008.4	100	50.6	6.4	0.6	
6	7303	19.9	1013.1	79	50.7	6.4	0.1	
7	7303	20.4	1011.6	76	50.7	6.4	0.1	
8	7303	19.8	1010.6	78	50.8	6.4	0.1	
9	7303	20.2	1010.5	79	50.8	6.4	0.1	
10	7303	16.0	1005.7	95	50.7	6.4	0.3	
11	7303	15.7	1006.4	94	50.7	6.4	0.3	
12	7303	15.2	1005.9	97	50.6	6.4	0.3	
13	7303	16.0	1010.4	86	50.7	6.4	0.2	
14	7303	16.8	1010.8	82	50.5	6.4	0.2	
15	7303	15.0	1010.5	92	50.7	6.4	0.2	
16	7303	19.1	1006.3	96	50.7	6.4	0.2	
17	7303	18.5	1005.6	97	50.7	6.4	0.2	
18	7303	18.0	1006.1	97	50.8	6.4	0.2	
19	7303	14.3	1005.0	88	50.7	6.4	0.3	
20	7303	13.0	1013.0	71	50.6	6.4	0.2	
21	7303	13.0	1014.3	71	50.7	6.4	0.2	
22	7303	11.7	1015.4	67	50.8	6.4	0.2	
23	7303	9.1	1016.0	79	50.7	6.4	0.2	
24	7303	16.7	1006.3	95	50.5	6.4	0.3	
25	7303	15.4	1006.5	99	50.4	6.4	0.3	
26	7303	15.2	1005.7	100	50.4	6.4	0.3	
27	7303	17.2	1004.5	82	25.3	6.4	0.2	
28	7303	17.6	1010.6	56	51.8	6.4	0.2	
29	7303	17.7	1011.0	55	50.3	6.4	0.2	
30	7303	14.0	1008.9	85	50.6	6.4	0.3	
31	7303	13.0	1009.3	77	50.7	6.4	0.3	
32	7303	12.5	1008.7	82	50.6	6.4	0.3	

SATELLITE LASERRANGING OBSERVATIONS IN 1990

(1) No.	(2) Obs. Time(UTC)						(3) SAT.	(4)Az. ST	(5)Elev.			(6) RTN	(7)Fitting	
	date			caught					lost				MX	CT
	Y	M	D	h	m	s								cm
1	90	9	20	15	21	6	LG	140L	80	50	75	76	25	2.5
2	90	10	15	13	22	14	LG	110L	55	43	37	36	11	3.6
3	90	10	15	16	54	27	LG	190R	50	39	21	121	21	3.5
4	90	10	22	17	47	39	LG	230R	25	24U	20	42	11	3.6
5	90	10	23	16	7	20	LG	190R	50	29U	49	64	21	2.5

SATELLITE LASER RANGING OBSERVATIONS IN 1990

(8) No.	(9) STN	(10) TMP	(11) PRESS	(12) HUM	(13) IDT	(14') DTS	(15) DTL	(16) COMMENTS
1	7303	15.6	1007.8	87	50.4	6.4	0.6	
2	7303	15.0	1006.8	100	49.9	6.4	0.3	
3	7303	14.1	1005.3	100	50.0	6.4	0.3	
4	7303	12.2	1009.5	89	50.2	6.4	0.3	
5	7303	12.5	1008.3	85	50.3	6.4	0.3	

PHOTOGRAPHIC DIRECTION OBSERVATIONS OF AJISAI

PHOTOGRAPHIC DIRECTION OBSERVATIONS OF AJISAI IN 1989 AND 1990

Summary -Photographic direction observations of Ajisai by satellite cameras at Tusima, Oki Syoto, Minami Daito Sima and Simosato Hydrographic Observatory (SHO) were made in 1988 and 1989. 10 photographs were taken by the fixed satellite camera at SHO, while 8 were taken by the transportable camera at Tusima, Oki Syoto and Minami Daito Sima.

Key words: satellite camera-Ajisai-photographic direction observation

1. Observation

Photographic direction observations of Ajisai by satellite cameras at Tusima, Oki Syoto, Minami Daito Sima and Simosato Hydrographic Observatory (SHO) were made in 1989-1990. The fixed 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 comparater by a contractor. The positional data of flash and star images were converted into right ascension and declination by the Satellite Data Analysis Computer System (Nagamori 1989). The Star Catalogue used this computation are SAO. This computation were based on J2000.

The observed and computed data are shown in Table 1.

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

Reference

- Kanazawa, T., 1989: *Data report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No. 2, p. 50.
- Kubo, Y., 1989: *Data report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No. 2, p. 72.
- Nagamori, K., 1989: *Data report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No. 2, p. 59.
- Kawai, K., 1989: *Data report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No. 3, p. 36.
- Kawai, K., 1990: *Data report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No. 4, p. 38.

Table 1. Directional data of Ajlsal's flash

	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	Station ID. 7838: Simosato Hydrographic Observatory 7302: Tusima 7303: Oki Syoto 7304: Minami Daito Sima
7	Meteorological data; TMP: Atmospheric temperature (degree centigrade) HUM: Relative humidity(%) PRESS: Atmospheric Pressure (millibars)

PHOTOGRAPHIC DIRECTION OBSERVATIONS OF AJISAI

(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	d	m	s		ID	°C	%
1	89	10	12	10	40		4	0	55.030	+22	8	22.121	7838	19.5	95	1009
2	89	10	12	10	40		4	1	23.112	+22	4	2.861	7838	19.5	95	1009
3	89	10	12	10	40		4	1	46.257	+22	0	25.556	7838	19.5	95	1009
4	89	10	12	10	40		4	2	11.812	+21	56	26.206	7838	19.5	95	1009
5	89	10	12	10	40		4	2	39.853	+21	52	5.476	7838	19.5	95	1009
6	89	10	12	10	40		4	3	3.022	+21	48	28.591	7838	19.5	95	1009
7	89	10	12	10	40		4	3	28.516	+21	44	27.173	7838	19.5	95	1009
8	89	10	12	10	40		4	3	56.422	+21	40	3.821	7838	19.5	95	1009
9	89	10	12	10	40		4	4	19.621	+21	36	25.438	7838	19.5	95	1009
10	89	10	12	10	40		4	4	45.285	+21	32	22.916	7838	19.5	95	1009
11	89	10	12	10	40		4	5	5.042	+21	29	14.880	7838	19.5	95	1009
12	89	10	12	10	40		4	5	13.151	+21	27	57.490	7838	19.5	95	1009
13	89	10	12	10	40		4	5	27.111	+21	25	45.520	7838	19.5	95	1009
14	89	10	12	10	40		4	5	36.329	+21	24	18.009	7838	19.5	95	1009
15	89	10	12	10	40		4	5	44.417	+21	22	59.354	7838	19.5	95	1009
16	89	10	12	10	40		4	6	1.772	+21	20	14.741	7838	19.5	95	1009
17	89	10	12	10	40		4	6	21.467	+21	17	4.502	7838	19.5	95	1009
18	89	10	12	10	40		4	6	29.668	+21	15	47.758	7838	19.5	95	1009
19	89	10	12	10	40		4	6	43.551	+21	13	34.582	7838	19.5	95	1009
20	89	10	12	10	40		4	6	52.743	+21	12	6.305	7838	19.5	95	1009
21	89	10	12	10	40		4	7	0.789	+21	10	48.058	7838	19.5	95	1009
22	89	10	12	10	40		4	7	18.249	+21	8	2.735	7838	19.5	95	1009
23	89	10	12	10	40		4	7	37.958	+21	4	51.526	7838	19.5	95	1009
24	89	10	12	10	40		4	7	46.062	+21	3	32.771	7838	19.5	95	1009
25	89	10	12	10	40		4	7	59.954	+21	1	20.444	7838	19.5	95	1009
26	89	10	12	10	40		4	8	9.112	+20	59	51.650	7838	19.5	95	1009
27	89	10	12	10	40		4	8	17.345	+20	58	31.869	7838	19.5	95	1009
28	89	10	12	10	40		4	8	34.529	+20	55	44.491	7838	19.5	95	1009
29	89	10	20	10	20		18	40	45.398	+48	13	18.861	7838	15.5	51	1010
30	89	10	20	10	20		18	40	32.774	+48	9	20.198	7838	15.5	51	1010
31	89	10	20	10	20		18	40	9.048	+48	1	55.801	7838	15.5	51	1010
32	89	10	20	10	20		18	39	46.281	+47	54	41.287	7838	15.5	51	1010
33	89	10	20	10	20		18	39	33.762	+47	50	42.637	7838	15.5	51	1010
34	89	10	20	10	20		18	39	10.813	+47	43	17.393	7838	15.5	51	1010
35	89	10	20	10	20		18	38	47.989	+47	36	3.981	7838	15.5	51	1010
36	89	10	20	10	20		18	38	35.708	+47	32	4.888	7838	15.5	51	1010
37	89	10	20	10	20		18	38	12.666	+47	24	39.647	7838	15.5	51	1010
38	89	10	20	10	20		18	37	50.606	+47	17	25.943	7838	15.5	51	1010
39	89	10	20	10	20		18	37	38.342	+47	13	28.436	7838	15.5	51	1010
40	89	10	20	10	20		18	37	15.784	+47	6	4.995	7838	15.5	51	1010
41	89	10	20	10	20		18	36	53.714	+46	58	49.986	7838	15.5	51	1010
42	89	10	20	10	20		18	36	41.565	+46	54	53.152	7838	15.5	51	1010
43	89	10	20	10	20		18	36	19.121	+46	47	27.388	7838	15.5	51	1010
44	89	10	20	10	20		18	35	57.662	+46	40	13.866	7838	15.5	51	1010
45	89	10	20	10	20		18	35	45.538	+46	36	14.512	7838	15.5	51	1010
46	89	10	20	10	20		18	35	23.308	+46	28	51.625	7838	15.5	51	1010
47	89	10	20	10	20		18	35	1.828	+46	21	38.609	7838	15.5	51	1010
48	89	10	20	10	20		18	34	49.996	+46	17	39.481	7838	15.5	51	1010
49	89	10	21	9	28		23	16	15.011	+42	41	22.736	7302	17.7	66	1023
50	89	10	21	9	28		23	16	39.130	+42	42	31.440	7302	17.7	66	1023
51	89	10	21	9	28		23	17	6.720	+42	43	49.184	7302	17.7	66	1023
52	89	10	21	9	28		23	17	25.101	+42	44	40.782	7302	17.7	66	1023
53	89	10	21	9	28		23	17	49.496	+42	45	47.872	7302	17.7	66	1023
54	89	10	21	9	28		23	18	13.747	+42	46	57.572	7302	17.7	66	1023
55	89	10	21	9	28		23	18	33.473	+42	47	50.828	7302	17.7	66	1023
56	89	10	21	9	28		23	18	59.697	+42	49	4.178	7302	17.7	66	1023
57	89	10	21	9	28		23	19	23.734	+42	50	10.643	7302	17.7	66	1023
58	89	10	21	9	28		23	19	47.840	+42	51	17.024	7302	17.7	66	1023
59	89	10	21	9	28		23	20	14.958	+42	52	27.852	7302	17.7	66	1023
60	89	10	21	9	28		23	20	33.545	+42	53	19.412	7302	17.7	66	1023

PHOTOGRAPHIC DIRECTION OBSERVATIONS OF AJISAI

(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	d	m	s	ID	°C	%	mb
61	89	10	21	9	28		23	20	57.855	+42	54	25.497	7302	17.7	66	1023
62	89	10	21	9	28		23	21	21.693	+42	55	27.749	7302	17.7	66	1023
63	89	10	21	9	28		23	21	41.795	+42	56	23.594	7302	17.7	66	1023
64	89	10	21	9	28		23	21	48.881	+42	56	42.214	7302	17.7	66	1023
65	89	10	21	9	28		23	22	0.197	+42	57	13.807	7302	17.7	66	1023
66	89	10	21	9	28		23	22	7.352	+42	57	29.223	7302	17.7	66	1023
67	89	10	21	9	28		23	22	31.382	+42	58	33.949	7302	17.7	66	1023
68	89	10	21	9	28		23	22	55.647	+42	59	38.881	7302	17.7	66	1023
69	89	10	21	9	28		23	23	15.366	+43	0	27.038	7302	17.7	66	1023
70	89	10	21	9	28		23	23	22.641	+43	0	46.570	7302	17.7	66	1023
71	89	10	21	9	28		23	23	33.875	+43	1	15.516	7302	17.7	66	1023
72	89	10	21	9	28		23	23	41.011	+43	1	35.901	7302	17.7	66	1023
73	89	10	21	9	28		23	24	29.318	+43	3	38.497	7302	17.7	66	1023
74	89	10	21	9	28		23	25	14.620	+43	5	31.515	7302	17.7	66	1023
75	89	10	21	9	28		23	25	38.432	+43	6	33.337	7302	17.7	66	1023
76	89	10	21	9	28		23	26	2.260	+43	7	35.095	7302	17.7	66	1023
77	89	10	21	9	28		23	26	28.955	+43	8	42.353	7302	17.7	66	1023
78	89	10	21	9	28		23	26	40.473	+43	9	9.223	7302	17.7	66	1023
79	89	10	21	9	28		23	26	47.695	+43	9	28.647	7302	17.7	66	1023
80	89	10	21	9	28		23	27	36.000	+43	11	27.752	7302	17.7	66	1023
81	89	10	23	9	40		20	23	14.923	+57	16	42.759	7302			
82	89	10	23	9	40		20	24	9.469	+57	21	51.087	7302			
83	89	10	23	9	40		20	24	38.295	+57	24	34.431	7302			
84	89	10	23	9	40		20	25	31.720	+57	29	34.028	7302			
85	89	10	23	9	40		20	26	26.206	+57	34	41.714	7302			
86	89	10	23	9	40		20	26	55.715	+57	37	21.360	7302			
87	89	10	23	9	40		20	27	49.114	+57	42	14.338	7302			
88	89	10	23	9	40		20	28	44.476	+57	47	16.863	7302			
89	89	10	23	9	40		20	29	14.220	+57	49	55.672	7302			
90	89	10	23	9	40		20	30	8.327	+57	54	45.168	7302			
91	89	10	23	9	40		20	31	3.938	+57	59	40.124	7302			
92	89	10	23	9	40		20	31	33.894	+58	2	18.882	7302			
93	89	10	23	9	40		20	32	28.592	+58	7	3.897	7302			
94	89	10	23	9	40		20	33	24.560	+58	11	55.198	7302			
95	89	10	23	9	40		20	33	54.964	+58	14	30.280	7302			
96	89	10	23	9	40		20	34	50.108	+58	19	11.189	7302			
97	89	10	23	9	40		20	35	46.559	+58	23	57.693	7302			
98	89	10	23	9	40		20	36	16.977	+58	26	30.591	7302			
99	89	10	23	9	40		20	37	12.624	+58	31	8.062	7302			
100	90	9	21	19	15		9	58	50.477	+81	9	35.307	7303	16.6	100	1008
101	90	9	21	19	15		9	58	36.766	+81	1	32.267	7303	16.6	100	1008
102	90	9	21	19	15		9	58	22.233	+80	52	45.951	7303	16.6	100	1008
103	90	9	21	19	15		9	58	9.721	+80	44	45.853	7303	16.6	100	1008
104	90	9	21	19	15		9	57	55.867	+80	35	56.205	7303	16.6	100	1008
105	90	9	21	19	15		9	57	44.503	+80	27	55.161	7303	16.6	100	1008
106	90	9	21	19	15		9	57	31.175	+80	19	3.943	7303	16.6	100	1008
107	90	9	21	19	15		9	57	19.945	+80	11	3.824	7303	16.6	100	1008
108	90	9	21	19	15		9	57	8.541	+80	2	17.474	7303	16.6	100	1008
109	90	9	21	19	15		9	56	57.880	+79	54	11.850	7303	16.6	100	1008
110	90	9	21	19	15		9	56	47.921	+79	45	25.216	7303	16.6	100	1008
111	90	9	21	19	15		9	56	42.558	+79	40	59.199	7303	16.6	100	1008
112	90	10	1	18	23		5	47	7.505	+54	12	22.330	7303	15.2	97	1006
113	90	10	1	18	23		5	47	39.823	+54	6	15.583	7303	15.2	97	1006
114	90	10	1	18	23		5	48	21.835	+53	58	16.926	7303	15.2	97	1006
115	90	10	1	18	23		5	48	43.036	+53	54	16.372	7303	15.2	97	1006
116	90	10	1	18	23		5	49	14.763	+53	48	7.494	7303	15.2	97	1006
117	90	10	1	18	23		5	49	46.062	+53	42	2.818	7303	15.2	97	1006
118	90	10	1	18	23		5	49	56.403	+53	40	3.895	7303	15.2	97	1006
119	90	10	1	18	23		5	50	16.992	+53	36	4.500	7303	15.2	97	1006
120	90	10	1	18	23		5	50	37.987	+53	31	58.943	7303	15.2	97	1006

PHOTOGRAPHIC DIRECTION OBSERVATIONS OF AJISAI

(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	d	m	s		ID	°C	%
121	90	10	1	18	23		5	50	48.323	+53	29	55.881	7303	15.2	97	1006
122	90	10	1	18	23		5	50	58.831	+53	27	53.856	7303	15.2	97	1006
123	90	10	1	18	23		5	51	19.241	+53	23	51.443	7303	15.2	97	1006
124	90	10	1	18	23		5	51	29.482	+53	21	53.412	7303	15.2	97	1006
125	90	10	1	18	23		5	51	49.784	+53	17	50.799	7303	15.2	97	1006
126	90	10	1	18	23		5	52	10.338	+53	13	42.311	7303	15.2	97	1006
127	90	10	1	18	23		5	52	20.714	+53	11	40.833	7303	15.2	97	1006
128	90	10	1	18	23		5	52	30.964	+53	9	38.041	7303	15.2	97	1006
129	90	10	1	18	23		5	52	51.354	+53	5	35.474	7303	15.2	97	1006
130	90	10	1	18	23		5	53	1.445	+53	3	36.974	7303	15.2	97	1006
131	90	10	1	18	23		5	53	21.448	+52	59	32.457	7303	15.2	97	1006
132	90	10	1	18	23		5	53	41.700	+52	55	26.269	7303	15.2	97	1006
133	90	10	1	18	23		5	54	1.959	+52	51	21.140	7303	15.2	97	1006
134	90	10	1	18	23		5	54	21.906	+52	47	16.016	7303	15.2	97	1006
135	90	10	1	18	23		5	55	11.717	+52	37	4.870	7303	15.2	97	1006
136	90	10	1	18	23		5	55	31.587	+52	32	57.616	7303	15.2	97	1006
137	90	10	1	18	23		5	55	51.415	+52	28	52.302	7303	15.2	97	1006
138	90	10	1	18	23		5	56	40.626	+52	18	40.360	7303	15.2	97	1006
139	90	10	2	19	31		3	31	19.285	+22	2	43.293	7838	17.1	83	1012
140	90	10	2	19	31		3	31	42.126	+21	58	35.829	7838	17.1	83	1012
141	90	10	2	19	31		3	32	23.490	+21	51	51.277	7838	17.1	83	1012
142	90	10	2	19	31		3	32	40.668	+21	49	3.144	7838	17.1	83	1012
143	90	10	2	19	31		3	33	2.689	+21	45	27.798	7838	17.1	83	1012
144	90	10	2	19	31		3	33	44.068	+21	38	40.123	7838	17.1	83	1012
145	90	10	2	19	31		3	34	1.170	+21	35	52.187	7838	17.1	83	1012
146	90	10	2	19	31		3	34	23.029	+21	32	16.519	7838	17.1	83	1012
147	90	10	2	19	31		3	35	4.410	+21	25	28.085	7838	17.1	83	1012
148	90	10	2	19	31		3	35	21.412	+21	22	37.671	7838	17.1	83	1012
149	90	10	2	19	31		3	35	43.363	+21	19	0.660	7838	17.1	83	1012
150	90	10	2	19	31		3	36	24.588	+21	12	10.257	7838	17.1	83	1012
151	90	10	2	19	31		3	36	41.615	+21	9	18.986	7838	17.1	83	1012
152	90	10	2	19	31		3	37	3.424	+21	5	39.778	7838	17.1	83	1012
153	90	10	2	19	31		3	37	44.649	+20	58	47.534	7838	17.1	83	1012
154	90	10	2	19	31		3	38	1.534	+20	55	55.941	7838	17.1	83	1012
155	90	10	2	19	31		3	38	23.478	+20	52	15.127	7838	17.1	83	1012
156	90	10	2	19	31		3	39	4.470	+20	45	20.674	7838	17.1	83	1012
157	90	10	2	19	31		3	39	21.450	+20	42	28.920	7838	17.1	83	1012
158	90	10	2	19	31		3	39	43.228	+20	38	48.180	7838	17.1	83	1012
159	90	10	9	11	6		19	14	40.091	+63	29	13.049	7303	13.0	71	1013
160	90	10	9	11	6		19	14	57.393	+63	31	46.010	7303	13.0	71	1013
161	90	10	9	11	6		19	15	23.556	+63	35	25.597	7303	13.0	71	1013
162	90	10	9	11	6		19	16	10.948	+63	41	58.897	7303	13.0	71	1013
163	90	10	9	11	6		19	17	0.006	+63	48	43.328	7303	13.0	71	1013
164	90	10	9	11	6		19	17	26.463	+63	52	19.154	7303	13.0	71	1013
165	90	10	9	11	6		19	18	14.952	+63	58	50.900	7303	13.0	71	1013
166	90	10	9	11	6		19	19	4.959	+64	5	31.450	7303	13.0	71	1013
167	90	10	9	11	6		19	19	31.785	+64	9	7.973	7303	13.0	71	1013
168	90	10	9	11	6		19	20	21.345	+64	15	34.801	7303	13.0	71	1013
169	90	10	9	11	6		19	21	12.205	+64	22	14.288	7303	13.0	71	1013
170	90	10	9	11	6		19	21	39.912	+64	25	46.429	7303	13.0	71	1013
171	90	10	9	11	6		19	22	29.757	+64	32	15.500	7303	13.0	71	1013
172	90	10	9	11	6		19	23	21.512	+64	38	50.835	7303	13.0	71	1013
173	90	10	9	11	6		19	23	49.839	+64	42	23.790	7303	13.0	71	1013
174	90	10	9	11	6		19	24	41.202	+64	48	47.682	7303	13.0	71	1013
175	90	10	9	11	6		19	25	33.818	+64	55	19.153	7303	13.0	71	1013
176	90	10	9	11	6		19	26	2.262	+64	58	49.996	7303	13.0	71	1013
177	90	10	9	11	6		19	26	54.525	+65	5	9.850	7303	13.0	71	1013
178	90	10	9	11	6		19	27	31.328	+65	9	36.905	7303	13.0	71	1013
179	90	10	9	11	6		19	27	48.207	+65	11	39.191	7303	13.0	71	1013
180	90	10	9	11	6		19	28	17.573	+65	15	6.381	7303	13.0	71	1013

PHOTOGRAPHIC DIRECTION OBSERVATIONS OF AJISAI

(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	d	m	s		ID	°C	%
181	90	10	9	11	6		19	28	41.568	+65	18	2.641	7303	13.0	71	1013
182	90	10	9	11	6		19	29	10.812	+65	21	27.784	7303	13.0	71	1013
183	90	10	9	11	6		19	30	5.647	+65	27	52.148	7303	13.0	71	1013
184	90	10	9	11	6		17	50	1.863	+66	15	56.133	7838	19.0	57	1009
185	90	10	9	11	6		17	50	25.543	+66	18	5.151	7838	19.0	57	1009
186	90	10	9	11	6		17	50	46.912	+66	20	2.298	7838	19.0	57	1009
187	90	10	9	11	6		17	51	6.435	+66	21	46.139	7838	19.0	57	1009
188	90	10	9	11	6		17	51	30.050	+66	23	54.769	7838	19.0	57	1009
189	90	10	9	11	6		17	51	51.624	+66	25	50.335	7838	19.0	57	1009
190	90	10	9	11	6		17	52	11.076	+66	27	35.151	7838	19.0	57	1009
191	90	10	9	11	6		17	52	35.116	+66	29	42.790	7838	19.0	57	1009
192	90	10	9	11	6		17	52	56.714	+66	31	37.197	7838	19.0	57	1009
193	90	10	9	11	6		17	53	16.327	+66	33	22.252	7838	19.0	57	1009
194	90	10	9	11	6		17	53	40.597	+66	35	29.730	7838	19.0	57	1009
195	90	10	9	11	6		17	54	2.336	+66	37	24.687	7838	19.0	57	1009
196	90	10	9	11	6		17	54	22.194	+66	39	8.083	7838	19.0	57	1009
197	90	10	9	11	6		17	54	46.332	+66	41	15.066	7838	19.0	57	1009
198	90	10	9	11	6		17	55	8.380	+66	43	8.973	7838	19.0	57	1009
199	90	10	9	11	6		17	55	28.281	+66	44	52.690	7838	19.0	57	1009
200	90	10	9	11	6		17	55	52.838	+66	46	59.497	7838	19.0	57	1009
201	90	10	9	11	6		17	56	7.293	+66	47	59.116	7838	19.0	57	1009
202	90	10	9	11	6		17	56	14.992	+66	48	53.419	7838	19.0	57	1009
203	90	10	9	11	6		17	56	34.978	+66	50	35.840	7838	19.0	57	1009
204	90	10	15	9	45		17	24	29.202	+64	58	7.266	7303	16.7	95	1006
205	90	10	15	9	45		17	24	49.568	+65	1	53.273	7303	16.7	95	1006
206	90	10	15	9	45		17	25	15.274	+65	6	37.922	7303	16.7	95	1006
207	90	10	15	9	45		17	26	5.960	+65	16	2.123	7303	16.7	95	1006
208	90	10	15	9	45		17	26	26.654	+65	19	47.970	7303	16.7	95	1006
209	90	10	15	9	45		17	26	52.876	+65	24	33.865	7303	16.7	95	1006
210	90	10	15	9	45		17	27	44.909	+65	33	54.045	7303	16.7	95	1006
211	90	10	15	9	45		17	28	6.111	+65	37	39.164	7303	16.7	95	1006
212	90	10	15	9	45		17	28	32.690	+65	42	23.602	7303	16.7	95	1006
213	90	10	15	9	45		17	29	26.043	+65	51	44.186	7303	16.7	95	1006
214	90	10	15	9	45		17	29	38.342	+65	54	13.634	7303	16.7	95	1006
215	90	10	15	9	45		17	29	47.323	+65	55	27.171	7303	16.7	95	1006
216	90	10	15	9	45		17	30	14.414	+66	0	10.005	7303	16.7	95	1006
217	90	10	15	9	45		17	31	8.725	+66	9	29.285	7303	16.7	95	1006
218	90	10	15	9	45		17	31	30.719	+66	13	12.723	7303	16.7	95	1006
219	90	10	15	9	45		17	31	58.728	+66	17	53.321	7303	16.7	95	1006
220	90	10	15	9	45		17	32	54.328	+66	27	8.574	7303	16.7	95	1006
221	90	10	15	9	45		17	33	16.738	+66	30	50.537	7303	16.7	95	1006
222	90	10	15	9	45		17	33	45.101	+66	35	33.056	7303	16.7	95	1006
223	90	12	21	21	17		14	29	24.668	+55	38	4.790	7304	19.9	73	1016
224	90	12	21	21	17		14	29	31.113	+55	36	19.508	7304	19.9	73	1016
225	90	12	21	21	17		14	29	41.925	+55	33	21.669	7304	19.9	73	1016
226	90	12	21	21	17		14	29	50.210	+55	30	57.276	7304	19.9	73	1016
227	90	12	21	21	17		14	30	7.069	+55	26	3.663	7304	19.9	73	1016
228	90	12	21	21	17		14	30	15.815	+55	23	37.489	7304	19.9	73	1016
229	90	12	21	21	17		14	30	28.268	+55	20	4.788	7304	19.9	73	1016
230	90	12	21	21	17		14	30	34.396	+55	18	15.866	7304	19.9	73	1016
231	90	12	21	21	17		14	30	44.679	+55	15	18.421	7304	19.9	73	1016
232	90	12	21	21	17		14	30	53.143	+55	12	51.994	7304	19.9	73	1016
233	90	12	21	21	17		14	31	2.336	+55	11	58.630	7304	19.9	73	1016
234	90	12	21	21	17		14	31	8.984	+55	9	2.944	7304	19.9	73	1016
235	90	12	21	21	17		14	31	9.749	+55	8	4.937	7304	19.9	73	1016
236	90	12	21	21	17		14	31	18.164	+55	5	36.634	7304	19.9	73	1016
237	90	12	21	21	17		14	31	30.531	+55	2	0.499	7304	19.9	73	1016
238	90	12	21	21	17		14	31	36.644	+55	0	13.592	7304	19.9	73	1016
239	90	12	21	21	17		14	31	46.808	+54	57	15.852	7304	19.9	73	1016
240	90	12	21	21	17		14	31	55.092	+54	54	50.476	7304	19.9	73	1016

PHOTOGRAPHIC DIRECTION OBSERVATIONS OF AJISAI

(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	d	m	s		ID	°C	%
241	90	12	21	21	17		14	32	6.077	+54	53	7.630	7304	19.9	73	1016
242	90	12	21	21	17		14	32	11.764	+54	49	59.635	7304	19.9	73	1016
243	90	12	21	21	17		14	32	19.808	+54	47	29.919	7304	19.9	73	1016
244	90	12	21	21	17		14	32	22.266	+54	47	7.325	7304	19.9	73	1016
245	90	12	21	21	17		14	32	32.179	+54	43	56.104	7304	19.9	73	1016
246	90	12	21	21	17		14	32	38.041	+54	42	11.453	7304	19.9	73	1016
247	90	12	21	21	17		14	32	47.995	+54	39	10.968	7304	19.9	73	1016
248	90	12	21	21	17		14	32	56.183	+54	36	45.458	7304	19.9	73	1016
249	90	12	21	21	17		14	33	12.708	+54	31	52.799	7304	19.9	73	1016
250	90	12	21	21	17		14	33	20.822	+54	29	25.941	7304	19.9	73	1016
251	90	12	21	21	17		14	33	32.824	+54	25	50.796	7304	19.9	73	1016
252	90	12	21	21	17		14	33	38.404	+54	24	5.037	7304	19.9	73	1016
253	90	12	21	21	17		14	33	48.510	+54	21	5.954	7304	19.9	73	1016
254	90	12	21	21	17		14	33	56.530	+54	18	39.983	7304	19.9	73	1016
255	90	12	21	21	17		14	34	12.945	+54	13	46.851	7304	19.9	73	1016
256	90	12	21	21	17		14	34	20.872	+54	11	18.677	7304	19.9	73	1016
257	90	12	21	21	17		14	34	32.825	+54	7	43.369	7304	19.9	73	1016
258	90	12	21	21	17		14	34	38.656	+54	5	53.790	7304	19.9	73	1016
259	90	12	21	21	17		14	34	48.472	+54	2	54.757	7304	19.9	73	1016
260	90	12	21	21	17		14	34	56.052	+54	0	33.940	7304	19.9	73	1016
261	90	12	21	21	17		14	35	12.624	+53	55	39.189	7304	19.9	73	1016
262	90	12	25	19	42		14	46	1.888	+56	21	54.514	7304	18.2	59	1017
263	90	12	25	19	42		14	46	5.360	+56	19	7.148	7304	18.2	59	1017
264	90	12	25	19	42		14	46	8.625	+56	16	53.031	7304	18.2	59	1017
265	90	12	25	19	42		14	46	18.094	+56	10	4.064	7304	18.2	59	1017
266	90	12	25	19	42		14	46	22.904	+56	6	44.409	7304	18.2	59	1017
267	90	12	25	19	42		14	46	25.204	+56	5	6.449	7304	18.2	59	1017
268	90	12	25	19	42		14	46	29.188	+56	2	19.678	7304	18.2	59	1017
269	90	12	25	19	42		14	46	32.256	+56	0	6.094	7304	18.2	59	1017
270	90	12	25	19	42		14	46	38.724	+55	55	35.054	7304	18.2	59	1017
271	90	12	25	19	42		14	46	41.891	+55	53	19.384	7304	18.2	59	1017
272	90	12	25	19	42		14	46	46.401	+55	49	56.909	7304	18.2	59	1017
273	90	12	25	19	42		14	46	49.045	+55	48	18.806	7304	18.2	59	1017
274	90	12	25	19	42		14	46	55.759	+55	43	19.309	7304	18.2	59	1017
275	90	12	25	19	42		14	47	2.497	+55	38	45.608	7304	18.2	59	1017
276	90	12	25	19	42		14	47	5.639	+55	36	27.492	7304	18.2	59	1017
277	90	12	25	19	42		14	47	10.283	+55	33	10.509	7304	18.2	59	1017
278	90	12	25	19	42		14	47	12.579	+55	31	32.964	7304	18.2	59	1017
279	90	12	25	19	42		14	47	19.448	+55	26	32.314	7304	18.2	59	1017
280	90	12	25	19	42		14	47	25.887	+55	22	0.068	7304	18.2	59	1017
281	90	12	25	19	42		14	47	28.821	+55	19	42.272	7304	18.2	59	1017
282	90	12	25	19	42		14	47	42.699	+55	9	43.030	7304	18.2	59	1017
283	90	12	25	19	42		14	47	52.662	+55	2	56.036	7304	18.2	59	1017
284	90	12	25	19	42		14	47	59.401	+54	57	56.940	7304	18.2	59	1017
285	90	12	25	19	42		14	48	6.281	+54	52	57.488	7304	18.2	59	1017
286	90	12	25	19	42		14	48	15.541	+54	46	7.491	7304	18.2	59	1017
287	90	12	25	19	42		14	48	22.323	+54	41	10.739	7304	18.2	59	1017
288	90	12	25	19	42		14	48	29.304	+54	36	8.844	7304	18.2	59	1017
289	90	12	25	19	42		14	48	38.395	+54	29	22.593	7304	18.2	59	1017
290	90	12	25	19	42		14	48	44.859	+54	24	25.512	7304	18.2	59	1017
291	91	1	30	9	35		5	37	11.653	+59	25	40.735	7838	5.1	60	1015
292	91	1	30	9	35		5	37	46.841	+59	18	42.519	7838	5.1	60	1015
293	91	1	30	9	35		5	38	19.514	+59	11	18.296	7838	5.1	60	1015
294	91	1	30	9	35		5	38	38.186	+59	7	28.488	7838	5.1	60	1015
295	91	1	30	9	35		5	39	11.368	+59	0	15.741	7838	5.1	60	1015
296	91	1	30	9	35		5	39	45.123	+58	52	59.641	7838	5.1	60	1015
297	91	1	30	9	35		5	40	2.579	+58	49	2.534	7838	5.1	60	1015
298	91	1	30	9	35		5	40	35.136	+58	41	48.255	7838	5.1	60	1015
299	91	1	30	9	35		5	41	9.214	+58	34	31.542	7838	5.1	60	1015
300	91	1	30	9	35		5	41	26.619	+58	30	35.607	7838	5.1	60	1015

PHOTOGRAPHIC DIRECTION OBSERVATIONS OF AJISAI

37

(1) No.	(2) date			(3) time			(4) R. A.			(5) Decl.			(6) STN	TMP	(7)		
	Y	M	D	h	m	s	h	m	s	d	m	s			ID	°C	%
301	91	1	30	9	35		5	41	58.500	+58	23	23.558	7838	5.1	60	1015	
302	91	1	30	9	35		5	42	31.711	+58	16	1.746	7838	5.1	60	1015	
303	91	1	30	9	35		5	42	48.787	+58	12	3.044	7838	5.1	60	1015	
304	91	1	30	9	35		5	43	20.672	+58	4	54.792	7838	5.1	60	1015	
305	91	1	30	9	35		5	43	38.050	+58	0	50.402	7838	5.1	60	1015	
306	91	1	30	9	35		5	43	51.781	+57	57	29.203	7838	5.1	60	1015	
307	91	1	30	9	35		5	43	59.311	+57	55	52.809	7838	5.1	60	1015	
308	91	1	30	9	35		5	44	10.001	+57	53	24.893	7838	5.1	60	1015	
309	91	1	30	9	35		5	44	31.441	+57	48	25.926	7838	5.1	60	1015	
310	91	1	30	9	35		5	44	40.429	+57	46	15.978	7838	5.1	60	1015	
311	91	1	30	9	35		5	44	57.832	+57	42	11.078	7838	5.1	60	1015	
312	91	1	30	9	35		5	45	12.571	+57	39	0.571	7838	5.1	60	1015	
313	91	1	30	9	35		5	45	19.405	+57	37	14.538	7838	5.1	60	1015	
314	91	1	30	11	37		3	20	7.357	+ 2	1	28.150	7838	3.1	68	1015	
315	91	1	30	11	37		3	20	20.178	+ 1	58	38.729	7838	3.1	68	1015	
316	91	1	30	11	37		3	20	37.218	+ 1	55	3.444	7838	3.1	68	1015	
317	91	1	30	11	37		3	21	8.906	+ 1	48	36.030	7838	3.1	68	1015	
318	91	1	30	11	37		3	21	21.767	+ 1	45	52.708	7838	3.1	68	1015	
319	91	1	30	11	37		3	21	38.720	+ 1	42	15.747	7838	3.1	68	1015	
320	91	1	30	11	37		3	22	10.941	+ 1	35	49.446	7838	3.1	68	1015	
321	91	1	30	11	37		3	22	23.535	+ 1	33	2.370	7838	3.1	68	1015	
322	91	1	30	11	37		3	22	40.320	+ 1	29	26.841	7838	3.1	68	1015	
323	91	1	30	11	37		3	23	11.953	+ 1	22	48.715	7838	3.1	68	1015	
324	91	1	30	11	37		3	23	24.975	+ 1	20	14.377	7838	3.1	68	1015	
325	91	1	30	11	37		3	23	42.530	+ 1	16	28.460	7838	3.1	68	1015	
326	91	1	30	11	37		3	24	13.898	+ 1	10	0.632	7838	3.1	68	1015	
327	91	1	30	11	37		3	24	26.839	+ 1	7	7.591	7838	3.1	68	1015	
328	91	1	30	11	37		3	24	38.350	+ 1	4	38.294	7838	3.1	68	1015	
329	91	1	30	11	37		3	25	1.228	+ 0	59	56.611	7838	3.1	68	1015	
330	91	1	30	11	37		3	25	21.784	+ 0	55	46.375	7838	3.1	68	1015	
331	91	1	31	10	43		3	36	2.837	+20	8	46.279	7838	4.6	61	1010	
332	91	1	31	10	43		3	36	20.019	+20	5	16.761	7838	4.6	61	1010	
333	91	1	31	10	43		3	36	34.847	+20	2	33.615	7838	4.6	61	1010	
334	91	1	31	10	43		3	36	55.752	+19	58	33.435	7838	4.6	61	1010	
335	91	1	31	10	43		3	37	10.605	+19	55	46.993	7838	4.6	61	1010	
336	91	1	31	10	43		3	37	21.980	+19	53	27.174	7838	4.6	61	1010	
337	91	1	31	10	43		3	37	32.004	+19	51	31.750	7838	4.6	61	1010	
338	91	1	31	10	43		3	37	40.517	+19	49	58.727	7838	4.6	61	1010	
339	91	1	31	10	43		3	37	54.630	+19	47	12.207	7838	4.6	61	1010	
340	91	1	31	10	43		3	38	15.451	+19	43	23.947	7838	4.6	61	1010	
341	91	1	31	10	43		3	38	29.376	+19	40	22.526	7838	4.6	61	1010	
342	91	1	31	10	43		3	38	51.200	+19	36	14.741	7838	4.6	61	1010	
343	91	1	31	10	43		3	39	7.896	+19	32	51.648	7838	4.6	61	1010	
344	91	1	31	10	43		3	39	33.953	+19	27	56.908	7838	4.6	61	1010	
345	91	1	31	10	43		3	39	48.479	+19	25	5.760	7838	4.6	61	1010	
346	91	1	31	10	43		3	40	10.062	+19	21	1.166	7838	4.6	61	1010	
347	91	1	31	10	43		3	40	53.094	+19	12	24.562	7838	4.6	61	1010	
348	91	1	31	10	43		3	41	7.628	+19	9	40.086	7838	4.6	61	1010	
349	91	1	31	10	43		3	41	29.325	+19	5	23.087	7838	4.6	61	1010	
350	91	1	31	10	43		3	42	11.633	+18	56	56.916	7838	4.6	61	1010	
351	91	1	31	10	43		3	42	26.176	+18	54	8.803	7838	4.6	61	1010	
352	91	1	31	10	43		3	42	47.763	+18	49	53.531	7838	4.6	61	1010	
353	91	1	31	10	43		3	43	29.852	+18	41	33.682	7838	4.6	61	1010	
354	91	2	1	9	49		4	12	55.430	+39	40	42.927	7838	7.8	51	1004	
355	91	2	1	9	49		4	13	9.484	+39	37	52.384	7838	7.8	51	1004	
356	91	2	1	9	49		4	13	29.810	+39	34	3.530	7838	7.8	51	1004	
357	91	2	1	9	49		4	14	19.786	+39	24	14.777	7838	7.8	51	1004	
358	91	2	1	9	49		4	14	38.988	+39	20	25.108	7838	7.8	51	1004	
359	91	2	1	9	49		4	14	59.516	+39	16	26.006	7838	7.8	51	1004	
360	91	2	1	9	49		4	15	49.101	+39	6	38.822	7838	7.8	51	1004	

PHOTOGRAPHIC DIRECTION OBSERVATIONS OF AJISAI

(1) No.	(2) date			(3) time			(4) R. A.			(5) Decl.			(6) STN	(7)		
	Y	M	D	h	m	s	h	m	s	d	m	s		ID	°C	%
361	91	2	1	9	49		4	16	8.863	+39	2	41.344	7838	7.8	51	1004
362	91	2	1	9	49		4	16	28.885	+38	58	48.830	7838	7.8	51	1004
363	91	2	1	9	49		4	17	18.292	+38	48	52.259	7838	7.8	51	1004
364	91	2	1	9	49		4	17	38.073	+38	44	56.467	7838	7.8	51	1004
365	91	2	1	9	49		4	17	57.700	+38	40	58.903	7838	7.8	51	1004
366	91	2	1	9	49		4	18	46.519	+38	31	6.059	7838	7.8	51	1004
367	91	2	1	9	49		4	19	6.439	+38	27	8.618	7838	7.8	51	1004
368	91	2	1	9	49		4	19	25.897	+38	23	5.440	7838	7.8	51	1004
369	91	2	1	9	49		4	20	13.970	+38	13	11.477	7838	7.8	51	1004
370	91	2	1	9	49		4	20	33.898	+38	9	13.693	7838	7.8	51	1004
371	91	2	1	9	49		4	20	52.888	+38	5	17.250	7838	7.8	51	1004
372	91	2	1	9	49		4	21	14.960	+38	0	46.707	7838	7.8	51	1004
373	91	2	1	9	49		4	21	33.850	+37	56	48.207	7838	7.8	51	1004
374	91	2	1	9	49		4	21	41.017	+37	55	17.742	7838	7.8	51	1004

ORBITAL PREDICTION OF AJISAI IN 1990

ORBITAL PREDICTION OF AJISAI IN 1990

Summary - Orbital Prediction of Ajisai has been made by orbital prediction system of the Satellite Geodesy Office. Created elements are sent to laser ranging observatories.

Key words: orbital prediction - Ajisai

1. Orbital prediction System

Orbital prediction system for artificial satellites was developed in the Satellite Geodesy Office in 1986 (Sengoku, 1988). This system produces orbital elements of artificial satellites from laser ranging data by SOAP III, Satellite Orbit Analyzer Predictor ver. III, written in special language developed by Fukushima (1986). In SOAP III, we estimate JHD elements by least squares method. Definition of JHD elements is as follows:

n : mean motion
 ξ_0 : $(e \cos \omega)_0$
 η_0 : $(e \sin \omega)_0$
 i : inclination
 Ω : longitude of ascending node
 χ_0 : $l_0 + \omega_0$
 $d\omega/dt$
 $d\Omega/dt$
 $d(e \sin \omega)_0$

where e is eccentricity, l is mean anomaly and ω is argument of perigee. Subscript 0 means values at the epoch. JHD element is good parameter set for nearly circular satellites.

The accuracy of JHD elements created by SOAP III is checked by our check program.

2. Summary of quick look data of Ajisai

Quick look laser range data are sent from the SHO and GLTN (Goddard Laser Tracking Network) once a week via G.E. Mark III. We usually produce JHD elements from quick look data over two or three weeks. Table 1 is the monthly statistics of quick look data sent to our office in 1990. In total, 614 passes and 14,488 returns at 10 stations were sent to our office in 1990.

3. JHD elements

JHD elements are created once a week by orbital prediction system. Table 2 shows the accuracy of elements after one week (σ_1) and two weeks (σ_2). The averages of σ_1 and σ_2 are 777m and 1457m, respectively.

JHD elements created in our office are sent to the SHO, Wuhan, Shanghai and Communications Research

Laboratory for laser ranging observation.

JHD elements were created and sent to users by S.Masai, in 1990.

We would like to thank the staff of GLTN who kindly send us quick look data of Ajisai regularly.

This report was written by A.Sengoku and H.Noda.

References

- Fukushima, T. 1986: *Proc. of the 19th Symp. on Celestial Mechanics*, p.93.
Sengoku, A. 1988: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No.1, p.70.
Sengoku, A. 1989: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No.2, p.68.
Sengoku, A. 1990: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No.3, p.56.
Masai, S. 1991: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No.4, p.55.

Table 1. Monthly statistics of quick look data of Ajisai

1990. Jan.			1990. Feb.			1990. Mar.		
ID	Pass	Return	ID	Pass	Return	ID	Pass	Return
1181	1	29	1181	3	72	1181	2	51
7838	8	160	7838	7	143	7801	1	25
7840	7	174	7840	12	281	7838	7	141
8405	15	376	8405	2	50	7840	19	473
8605	1	1	8502	6	150	8405	9	228
8805	4	99	8605	5	125	8502	7	175
						8605	11	270
						8805	3	71

1990. Apr.			1990. May			1990. Jun.		
ID	Pass	Return	ID	Pass	Return	ID	Pass	Return
1181	12	257	7801	1	25	1181	1	10
7801	1	25	7838	4	79	7801	1	25
7838	5	105	7840	58	1399	7838	5	96
7840	34	801	8405	11	274	7840	15	375
8405	6	150	8502	11	275	8405	7	174
8502	6	150	8605	14	347	8502	4	100
8805	1	25	8805	7	176	8605	7	173

1990. Jul.			1990. Aug.			1990. Sep.		
ID	Pass	Return	ID	Pass	Return	ID	Pass	Return
1181	6	82	7838	2	39	7801	2	50
7801	1	25	7840	18	452	7838	2	37
7840	43	1067	8405	9	225	8405	8	200
8405	9	231	8502	7	174	8805	2	50
8502	2	33	8605	9	221			
8605	3	75	8805	2	39			
8805	3	68						

1990. Oct.			1990. Nov.			1990. Dec.		
ID	Pass	Return	ID	Pass	Return	ID	Pass	Return
7801	1	25	7838	27	537	7801	1	25
7838	35	693	8405	5	125	7838	3	57
8405	17	425	8502	20	500	8405	6	149
8502	6	150	8605	1	25	8502	4	100
8605	1	25	8705	4	99	8605	1	25
8705	5	125				8805	5	125
8805	3	75						

1181 : Potsdam, GDR	7801 : Haleakala, USA
7838 : Wettzell, GER	7838 : Simosato, Japan
7840 : RGO, United Kingdom	8405 : Mon. Peak, USA
8502 : Yarragadee, Australia	8605 : Mazatlan, Mexico
8704 : GSFC, USA	8805 : Quincy, USA

Table 2. Accuracy of JHD elements

Sequential No.	Creation date	Duration of used data	Number of used data	σ_1 (m)	σ_2 (m)
130	1990 Jan.05	1989 Dec.15 - 1990 Jan.05	283	332	780
131	12	29 - 12	187		783
132	19	1990 Jan.04 - 18	150	1847	2186
		1989 Dec.29 - 18	193	559	4046
133	29	1990 Jan.11 - 25	310	442	1475
		04 - 25	435	1911	3038
134	Feb.05	18 - Feb.01	604	302	545
		15 - 01	679	488	1224
135	13	26 - 09	610	733	1148
		19 - 09	1014	480	543
136	Feb.02	Feb.14 - 28	458	687	1957
		07 - 28	608	1335	3048
137	08	22 - Mar.08	478	1659	1745
		15 - 08	811	1565	2619
138	15	Mar.01 - 15	439	455	719
		Feb.22 - 15	639	659	1740
139	23	Mar.09 - 23	1072	233	281
		02 - 23	1381	172	250
140	30	16 - 30	655	737	305
		09 - 30	1369	615	238
141	Apr.06	23 - Apr.06	471	920	1940
		16 - 06	1031	1088	1026
142	13	31 - 13	621	345	1894
		24 - 13	871	1722	3333
143	20	Apr.06 - 20	1005	823	713
		Mar.31 - 20	1364	385	2020
144	May.11	Apr.20 - May.11	1258	500	539
145	25	May.10 - 24	1101	218	341
		03 - 24	1910	330	391
146	Jun.01	18 - Jun.01	494	321	218
		11 - 01	1309	472	471
147	08	25 - 08	433	430	1550
		18 - 08	898	498	1377
148	15	24 - 15	576	82	584
149	30	Jun.15 - 29	636	355	2877
		08 - 29	761	2339	820
150	Jul.06	23 - Jul.06	585	1039	1613
		16 - 06	1011	1239	4119
151	Aug.09	Jul.26 - Aug.09	1016	700	1400
		19 - 09	1631	708	1608
152	25	Aug.10 - 24	350	1240	2050
		03 - 24	1084	1019	729
153	Sep.01	11 - Sep.01	389	668	2369

POSITIONING OF THE FIRST ORDER CONTROL POINTS IN 1989

海洋測地網一次基準点の位置決定

1989

POSITIONING OF THE FIRST ORDER CONTROL POINTS IN THE MARINE GEODETIC CONTROL NETWORK IN 1989

As a step to establish the marine geodetic control network around Japan, we performed a simultaneous observation program of Ajisai and Lageos at Minamitori Sima, Okinawa Sima, Tusima and Simosato Hydrographic Observatory (SHO) in 1989. The position of three islands are connected to the fiducial point, Simosato located at SHO.

Key Words : satellite laser ranging - satellite photograph - Ajisai - Lageos - 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。本報告では、1989年に実施した、あじさい (佐々木, 1987)、ラジオスによる南鳥島、沖縄、対馬 (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。観測方法、解析手法等については水路部観測報告衛星測地編第4号を参照されたい (福島他, 1991)。

2. 南鳥島一次基準点観測

2.1 概要

2.1.1 作業経過

1989年、1月中旬から3月下旬にかけて、下里および南鳥島において、[あじさい]等の同時観測を実施した。なお、この同時観測前の1988年11月上旬から同月下旬にかけて、下里において比較観測を実施している (Sengoku and Fujii, 1990)。

本観測は、防衛庁海上自衛隊(宿泊)、航空自衛隊(機材輸送)、海上自衛隊厚木基地(観測員等輸送)および気象庁海洋気象部と南鳥島気象観測所の協力を得て実施した。

2.1.2 主な作業

(1) 基準点標識等の設置

水路部基準点標識 (金属標)

(2) 「あじさい」の同時観測による位置決定

南鳥島を決定。

(3) 地上測量

南鳥島で実施。

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.

(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

南鳥島と下里の同時観測において得られたレーザー測距については, 水路部観測報告衛星測地編第4号 (Sengoku *et al.*, 1991) に, また写真観測については, 同号 (Kawai, 1991) 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「南鳥島」

東京都小笠原村南鳥島 (Fig.2).

(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: 金沢 輝雄, 西村 英樹, 長岡 継, 河合 晃司 (衛星測地室)

増山 昭博 (下里水路観測所).

後半: 仙石 新, 淵田 晃一, 浅井 光一 (衛星測地室)

黒川 隆司 (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

1989年1月10日~3月24日 (うち設営1月12日~18日, 撤収3月20日~22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	46	16412
	ラジオス	31	13004
本土基準点	あじさい	49	34564
	ラジオス	27	14431

(2) 写真観測

	衛星	パス数	枚数
一次基準点	あじさい	5	5
本土基準点	あじさい	5	5

2.2.5 観測状況

(1) 一次基準点

観測地点は島の北西端に近く、海岸線のほぼ中央部の気象庁南鳥島気象観測所の気象観測用レーザードームの近傍に位置する。南鳥島は、珊瑚礁の隆起した島であり、珊瑚の砂や礫の堆積した内陸部には雑草が生えている。レーザー測距装置等は、この雑草を取り除いたところに鉄板を敷いてその上に設置した。この地盤は水捌けも良く固く安定であった。南鳥島は島全体が標高5~8mで、北風が強い時には海水を含んだ潮風が島全体を覆うこともあった。

「あじさい」のレーザー測距、衛星方位観測、発光タイミング観測、および「ラジオス」のレーザー測距観測を行なった。

(2) 本土基準点

「あじさい」のレーザー測距と衛星方位観測、および「ラジオス」のレーザー測距観測を行なった。

2.2.6 基準点標識等の設置

観測地点の近傍に、水路部測点標識(金属標)H2を設置した。なお、南鳥島には、1982年7月に、観測に際して、滑走路の北東端に基準点標石「南鳥島」H0、また滑走路の南西端付近に測点標識H1を設置している。

2.2.7 地上測量

(1) 補助点の設置

滑走路の東側に補助点S1(金属鋳)を設置した(Fig.2)。補助点S1の位置は、基準点標石「南鳥島」H0および測点標識H1を基準点として、経緯儀T2、光波測距儀RED2を用いて測定した。

(2) 測点標識

測点標識H2の位置は、測点標識H1を基準点、基準点標石「南鳥島」H0および補助点S1を方位基準として測定し、また、補助点S1から、基準点標石「南鳥島」H0および測点標識H1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.3)。

(3) 観測点

可搬式レーザー測距装置および衛星方位測定装置の不動点TおよびKの位置は、測点標識H2から、測点標識H1および補助点S1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。

2.3 解析成果

解析は、水路部が保有する人工衛星レーザー測距データ解析プログラム Hydrangea (Sasaki, 1984, 1990)を用いた。未知量は、人工衛星の元期における位置と速度、GM, J_2 , 極運動等(x_p, y_p, DUT_1)、太陽光の反射係数、永年加速項及び第1表に掲げた7点以外のSLR観測局の座標である。

1989年1月16日~20日、1月21日~25日、2月2日~6日、2月12日~17日、3月6日~10日、3月12日~16日の6セット(427パス、12507リターン)について、南鳥島で得られた「ラジオス」の観測データと世界中のトラッキングデータと合せて、グローバル解析を行った。用いたデータは、第1表の観測局(座標を固定した観測局)と、Mon. Peak(station ID: 7110), Mazatlan(7122), Zimmerwald(7810), Grasse(7835), Graz(7839), RGO(7840), Arequipa(7907)及び南鳥島(7300)の各局で得られたレーザー測距データである。第1表に示した観測局の座標は、現時点で最も信頼できる世界測地系である、ITRF89(BoucherAndAltamimi, 1991)をMinster&Jordan(1978)のプレート運動モデル(AM0-2)に

よって1989.1年の座標に変換したものを採用した。下里水路観測所の固定式レーザー測距装置の不動点の地心直交座標は、

$$\begin{aligned} U_s &= -3822388.380 \text{ m} \\ V_s &= 3699363.491 \text{ m} \\ W_s &= 3507573.084 \text{ m} \end{aligned} \quad \dots(1)$$

である。

グローバル解析の結果、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、

$$\begin{aligned} U_T &= -5227190.070 \pm .070 \text{ m} \\ V_T &= 2551882.341 \pm .100 \text{ m} \\ W_T &= 2607609.781 \pm .059 \text{ m} \end{aligned} \quad \dots(2)$$

となった。これは、世界測地系 (ITRF89) 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 (ITRF89) 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 (ITRF89) と日本測地系の変換パラメーターを求め、次にこのパラメーターを用いて一次基準点の座標を世界測地系 (ITRF89) 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 ϕ , 緯度 λ , 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拠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 (ITRF89) から日本測地系への原点変換量は、

$$\begin{aligned} \Delta u &= u_s - U_s = 146.337 \text{ m} \\ \Delta v &= v_s - V_s = -507.474 \text{ m} \\ \Delta w &= w_s - W_s = -681.755 \text{ m} \end{aligned} \quad \dots(5)$$

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 (ITRF89) 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 ϕ , 経度 λ , 楕円体高 H に直せばよい。

南鳥島の可搬式レーザー測距装置の不動点の位置は、日本測地系に変換すると、

$$\begin{aligned} \phi_T &= 24^\circ 17' 6.9812'' \\ \lambda_T &= 153^\circ 58' 57.0417'' \\ H_T &= 160.151 \text{ m} \end{aligned} \quad \dots(6)$$

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、一次基準点観測成果に基づいた南鳥島島内の基準点の日本測地系における位置を第2表に示す。

第2表と(6)の比較から、南鳥島のジオイド高は、

$$hg = -152.55 \text{ m} \quad \dots(7)$$

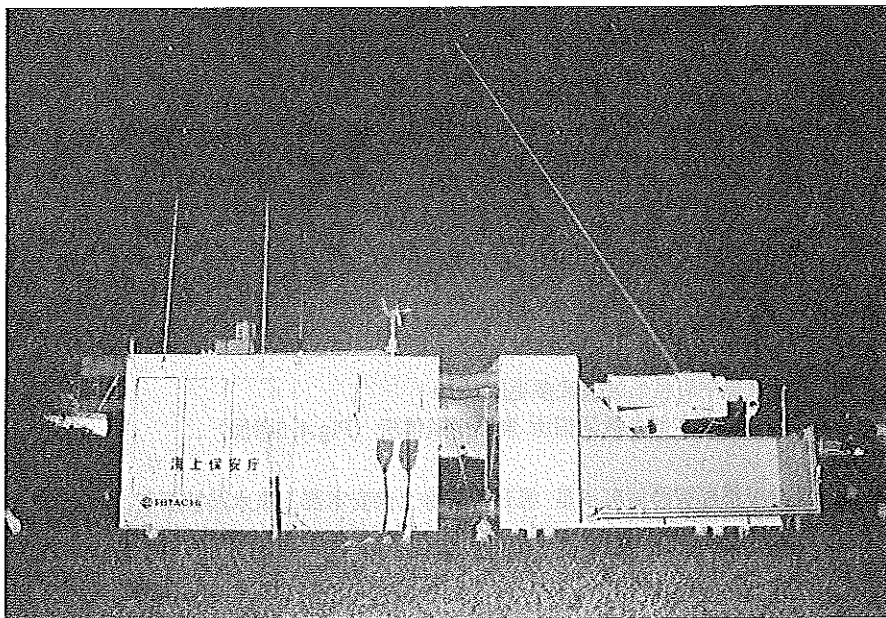
となる。

一次基準点標石「南鳥島」H 0 の日本測地系における位置は、

$$\begin{aligned} \phi_H &= 24^\circ 17' 23.767'' \\ \lambda_H &= 153^\circ 59' 17.095'' \end{aligned} \quad \dots(8)$$

$$h_H = 8.15 \text{ m}$$

である。



3. 沖縄島一次基準点観測

3.1 概要

3.1.1 作業経過

1989年、7月上旬から9月上旬にかけて、下里および沖縄島において、「あじさい」等の同時観測を実施した。なお、この同時観測前の1989年5月下旬に、下里において比較観測を実施している。本観測は、第十一管区海上保安本部の協力を得て実施した。

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：沖縄島

(2) 「あじさい」の同時観測による位置決定

沖縄島を決定。

(3) 地上測量

沖縄島で実施。

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

沖縄と下里の同時観測において得られたレーザー測距については、水路部観測報告衛星測地編第4号 (Sengoku *et al.*, 1991) に、また写真観測については、同4号 (Kawai, 1991) 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「沖縄島」

沖縄県島尻郡東風平町世名城波武多毛原1219

第十一管区海上保安本部糸数通信所 東風平送信所 (Fig.4, 5参照)。

(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：西村 英樹，淵田 晃一，今木 滋 (衛星測地室)

黒川 隆司 (下里水路観測所)。

後半：仙石 新，浅井 光一，川井 孝之 (衛星測地室)

森 弘和 (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

1989年7月5日～9月4日（うち設営7月6日～12日，撤収9月1日～3日）。

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	49	50101
	ラジオス	8	2257
本土基準点	あじさい	59	51229
	ラジオス	8	3646

(2) 写真観測

	衛星	パス数	枚数
一次基準点	あじさい	5	5
本土基準点	あじさい	10	10

3.2.5 観測状況

(1) 一次基準点

観測地点は，沖縄島南部の島尻郡東風平町世名城波武多毛原に選定し，第十一管区海上保安本部糸数通信所東風平送信所構内のアスファルト敷の上に観測機器を設置した。送信所構内には数本の鉄塔や空中線があったが，観測に支障はなかった。小型の台風が次々と接近し不順な天候であったが，観測点が強風域に入ることはなかった。

「あじさい」のレーザー測距，衛星方位観測，発光タイミング観測，および「ラジオス」のレーザー測距観測を行なった。

(2) 本土基準点

「あじさい」のレーザー測距と衛星方位観測，および「ラジオス」のレーザー測距観測を行なった。

3.2.6 基準点標識等の設置

第十一管区海上保安本部糸数通信所 東風平送信所構内に基準点標石「沖縄島」を設置した。

3.2.7 地上測量

(1) 補助点の設置

東風平送信所屋上に補助点Oを設定した。補助点Oの位置は，一等三角点「八重巣岳」および四等三角点「与座」を基準点として，経緯儀T2，光波測距儀Geodimeter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の位置は，四等三角点「与座」を測量原点とし，一等三角点「八重巣岳」を方位基準として測定し（Fig.6），また，補助点Oを測量原点，一等三角点「八重巣岳」と四等三角「与座」を方位基準として，経緯儀T2，光波測距儀Geodimeterを用いて測定した（Fig.7）。

また，衛星方位測定装置の不動点Kの位置は，可搬式レーザー測距装置Tを測量原点，補助点Oを方位基準として測定した。

(3) 基準点標石「沖縄島」

基準点標石「沖縄島」Hの位置は、可搬式レーザー測距装置Tを測量原点、補助点Oを方位基準として、経緯儀T2、光波測距儀Geodimeterを用いて測定した。

3.3 解析成果

沖縄で得られた観測データのうち、「あじさい」についてSPORT法によって解析を行った。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。1989年7月15日11h~13h, 8月3日12h~14h, 8月6日12h~14hの3セットについて、沖縄と下里で得られた「あじさい」のトラッキングデータを解析した。SPORT法では、下里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。下里の採用座標値は、南鳥島と同様である。

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、

$$\begin{aligned} U_T &= -3505323.790 \pm .201 \text{ m} \\ V_T &= 4532740.796 \pm .108 \text{ m} \\ W_T &= 2792253.107 \pm .059 \text{ m} \end{aligned} \quad \dots(9)$$

となった。これは、世界測地系(ITRF89)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、

$$\begin{aligned} \phi_T &= 26^\circ 7' 40.5725'' \\ \lambda_T &= 127^\circ 43' 4.6444'' \\ H_T &= 113.295 \text{ m} \end{aligned} \quad \dots(10)$$

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第3表に示す。

第3表と(10)の比較から、沖縄島の三角点成果に加えるべき補正量は、

$$\begin{aligned} \Delta\phi &= \phi_T (\text{一次基準点観測}) - \phi_T (\text{地上測量}) = -0.414'' \\ \Delta\lambda &= \lambda_T (\text{一次基準点観測}) - \lambda_T (\text{地上測量}) = 0.312'' \\ hg &= H_T (\text{一次基準点観測}) - h_T (\text{地上測量}) = 16.82 \text{ m} \end{aligned} \quad \dots(11)$$

となる。ただし、hgは沖縄における日本測地系の準抱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「沖縄島」Hの日本測地系における位置は、

$$\begin{aligned} \phi_H &= 26^\circ 7' 40.137'' \\ \lambda_H &= 127^\circ 43' 3.954'' \\ h_H &= 94.92 \text{ m} \end{aligned} \quad \dots(12)$$

となる。

4. 対馬一次基準点観測

4.1 概要

4.1.1 作業経過

1989年, 10月上旬から11月下旬にかけて, 下里および対馬において, 「あじさい」等の同時観測を実施した. なお, 一次基準点对馬の観測終了後1989年12月中旬に, 下里において比較観測を実施した.

4.1.2 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: 対馬.

(2) 「あじさい」等の同時観測による位置決定

対馬を決定.

(3) 地上測量

対馬で実施.

4.1.3 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.

4.1.4 観測データ

対馬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4号(Sengoku *et al.*, 1991)に, また, 写真観測については同号(Kawai, 1991)に報告されている.

4.2 観測

4.2.1 観測地点

(1) 一次基準点

長崎県下県郡厳原町大字厳原東里字野良338-1 厳原海上保安部 巡視船艇基地構内 (Fig.8 参照).

(2) 本土基準点

和歌山県那智勝浦町下里 第五管区海上保安本部下里水路観測所.

4.2.2 観測班

(1) 一次基準点

前半: 福島 登志夫, 淵田 晃一, 今木 滋 (衛星測地室),
澤田 剛一(下里水路観測所).

後半: 内山 丈夫, 浅井 光一, 川井 孝之 (衛星測地室),
増山 昭博(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.

4.2.3 作業期間

1989年10月3日～11月24日（うち設営10月3日～10日，撤収11月18日～22日）。

4.2.4 観測数

(1) レーザー測距

	衛星	パス数	リターン数
一次基準点	あじさい	56	22851
	ラジオス	8	2267
本土基準点	あじさい	39	48500
	ラジオス	10	6248

(2) 写真観測

	衛星	パス数	枚数
一次基準点	あじさい	11	11
本土基準点	あじさい	2	2

4.2.5 観測状況

(1) 一次基準点

巡視船艇基地構内の駐車場（運動場程度の固さの土）に観測機材を設置した。設置場所の南に船艇基地建物（高さ8m）が、また北東に山があったが、観測にはほとんど影響しなかった。「あじさい」のレーザー測距，衛星方位観測，また「ラジオス」のレーザー測距観測を行った。

(2) 本土基準点

「あじさい」のレーザー測距，衛星方位，および「ラジオス」のレーザー測距を行った。

4.2.6 基準点標識等の設置

巡視船艇基地構内の駐車場内の北側に設置した。

4.2.7 地上測量

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，地上標的および一次基準点標石「対馬」Hの地上測量を行った。測量原点は三等三角点「権現山」とし，一等三角点「有明山」を方位の基準標とした。三等三角点「権現山」から各観測点等への直接視準は不可能なので巡視船艇基地前方に設置してあるコンクリート岸壁に補助点1を設定し測量した。（Fig.9,10参照）。

4.3 解析成果

対馬で得られた観測データのうち、「あじさい」についてSPORT法によって解析を行った。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。1989年10月12日11h~13h, 10月17日8h~10h, 10月17日10h~12h, 10月21日15h~17hの4セットについて、対馬と下里で得られた「あじさい」のトラッキングデータを解析した。下里の採用座標値は、南鳥島、沖縄と同様である。

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、

$$\begin{aligned} U_T &= -3344473.984 \pm .135 \text{ m} \\ V_T &= 4087076.247 \pm .158 \text{ m} \\ W_T &= 3564512.384 \pm .120 \text{ m} \end{aligned} \quad \text{.....(13)}$$

となった。これは、世界測地系 (ITRF89) 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、

$$\begin{aligned} \phi_T &= 33^\circ 11' 35.8282'' \\ \lambda_T &= 129^\circ 17' 45.1847'' \\ H_T &= -30.852 \text{ m} \end{aligned} \quad \text{.....(14)}$$

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第4表に示す。

第4表と(13)の比較から、対馬の三角点成果に加えるべき補正量は、

$$\begin{aligned} \Delta \phi &= \phi_T (\text{一次基準点観測}) - \phi_T (\text{地上測量}) = 0.420'' \\ \Delta \lambda &= \lambda_T (\text{一次基準点観測}) - \lambda_T (\text{地上測量}) = -0.078'' \\ h_g &= H_T (\text{一次基準点観測}) - h_T (\text{地上測量}) = -35.42 \text{ m} \end{aligned} \quad \text{.....(15)}$$

となる。ただし、 h_g は対馬における日本測地系の準楕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「対馬」Hの日本測地系における位置は、

$$\begin{aligned} \phi_H &= 34^\circ 11' 35.940'' \\ \lambda_H &= 129^\circ 17' 45.227'' \\ h_H &= 2.88 \text{ m} \end{aligned} \quad \text{.....(16)}$$

となる。

本報告は、仙石 新, 内山 丈夫, 西村 英樹が作成した。

参考文献

- Boucher, C., Altamimi, Z., 1991: *IERS Tech. Note No.6*, Observatoire de Paris.
- 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, 第4号, p.60.
- Ganeko, Y., 1977:*J. Geophys. Res.*, Vol.82, p.2490.
- Kanazawa, T., 1989: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No.2, p.50.
- Kawal, K., 1991: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No.4, p.38.
- Kubo, Y. 1988: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No.1, p.1.
- Minster, J.B., Jordan, T.H., 1978:*J. Geophys. Res.*, Vol.83, p.5331.
- Sasaki, M., Ganeko, Y., Harada, Y., 1983: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Astronomy and Geodesy*, No.17, p.49.
- Sasaki, M., 1984: *Report of Hydrogr. Researches*, No.19, p.107.
- Sasaki, M., 1987: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Astronomy and Geodesy*, No.21, p.90.
- Sasaki, M., 1988: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No.1, p.59.
- Sasaki, M., 1990: *Report of Hydrogr. Researches*, No.26, p.99.
- Sengoku, A., Fujii, T. 1990: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No.3, p.42.
- Sengoku, A., T., Kurokawa, S., Nakagawa, H., 1991: *Data Report of Hydrogr. Obs., Series of Satellite Geodesy*, No.4, p.1.

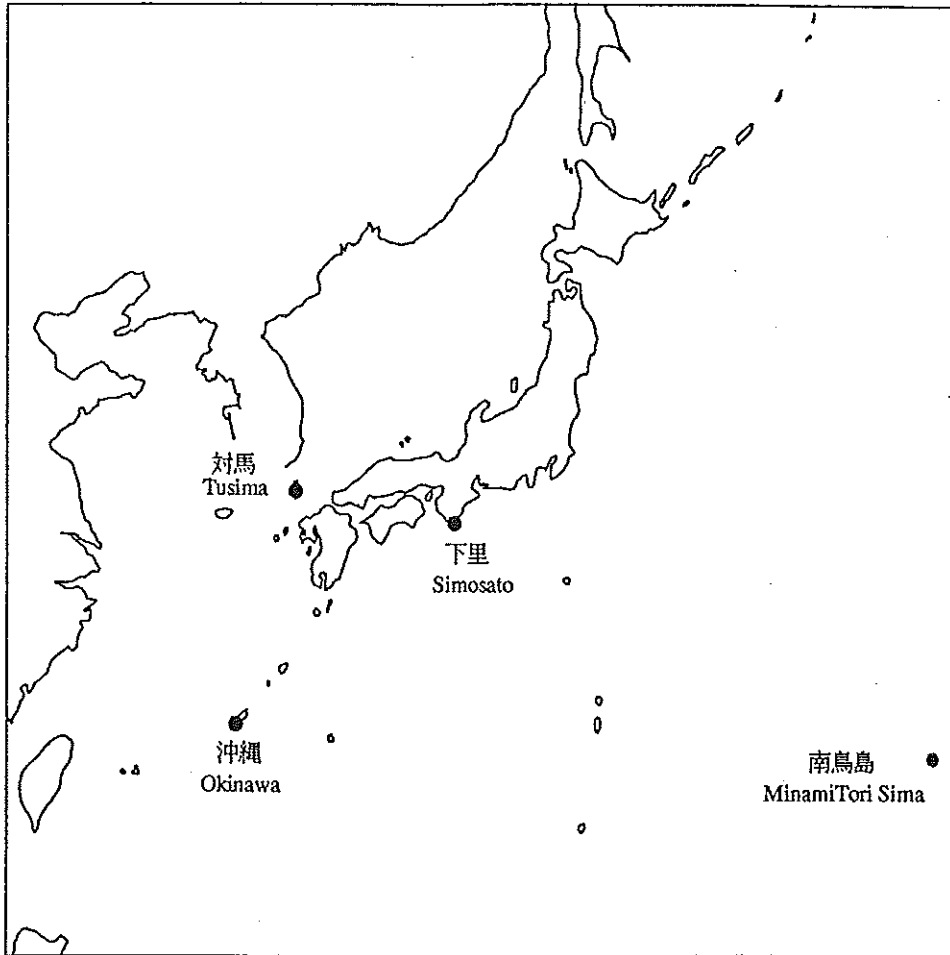


Figure 1. Satellite Laser Ranging observations in 1989.

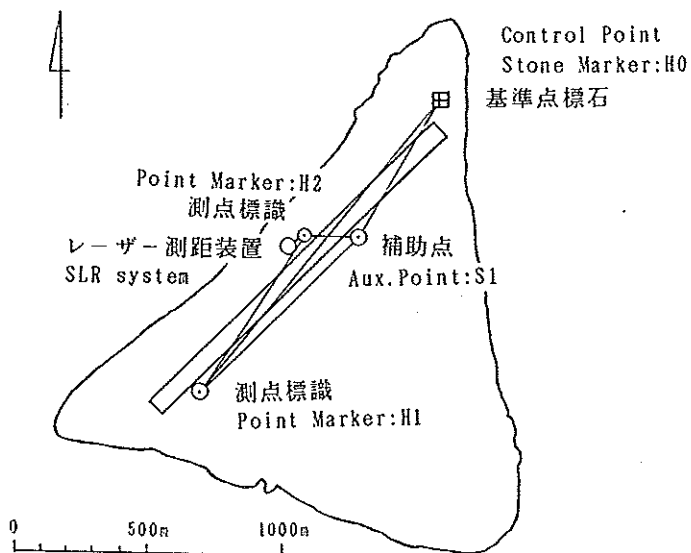


Figure 2. Minami Tori Sima.

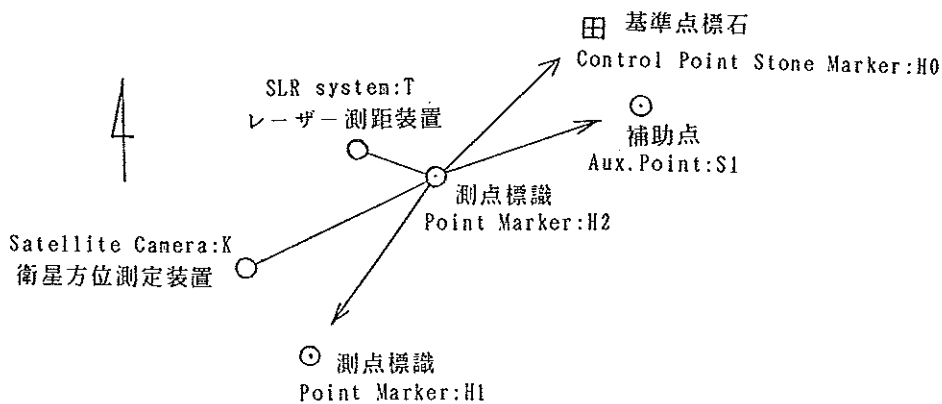


Figure 3. Survey map (Minami Tori Sima).

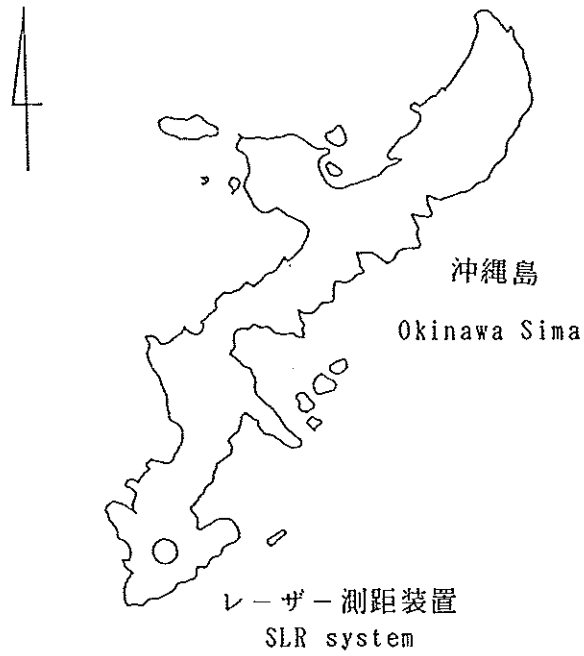


Figure 4. Okinawa Sima.

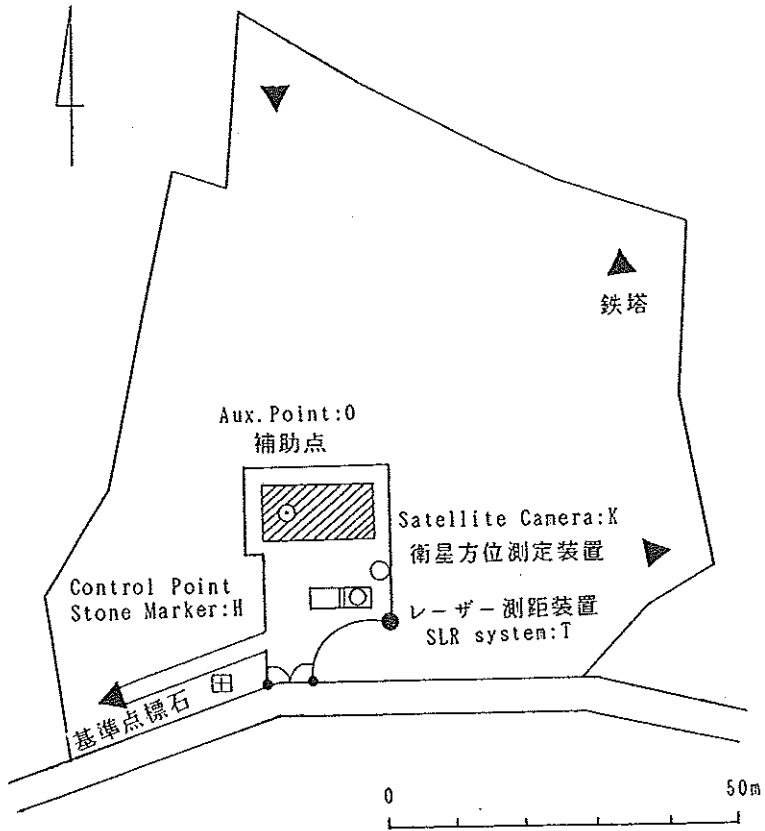


Figure 5. Observing site at Okinawa Sima.

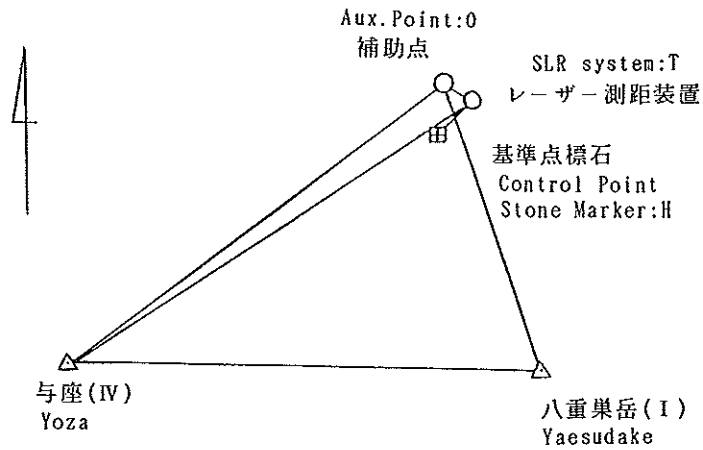


Figure 6. Survey map (Okinawa Sima).

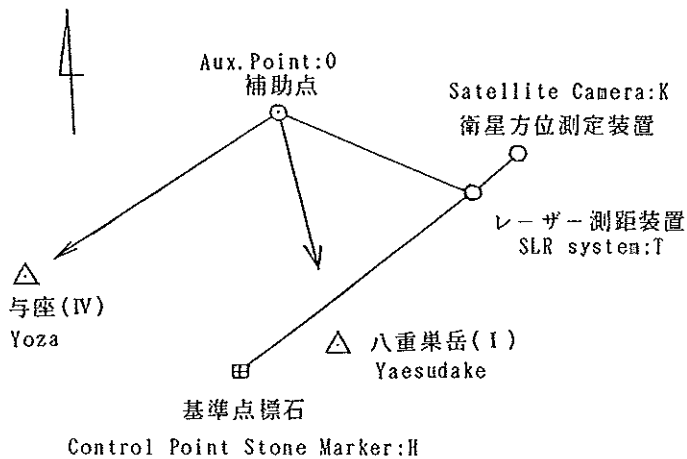


Figure 7. Survey map for the observing site (Okinawa Sima).

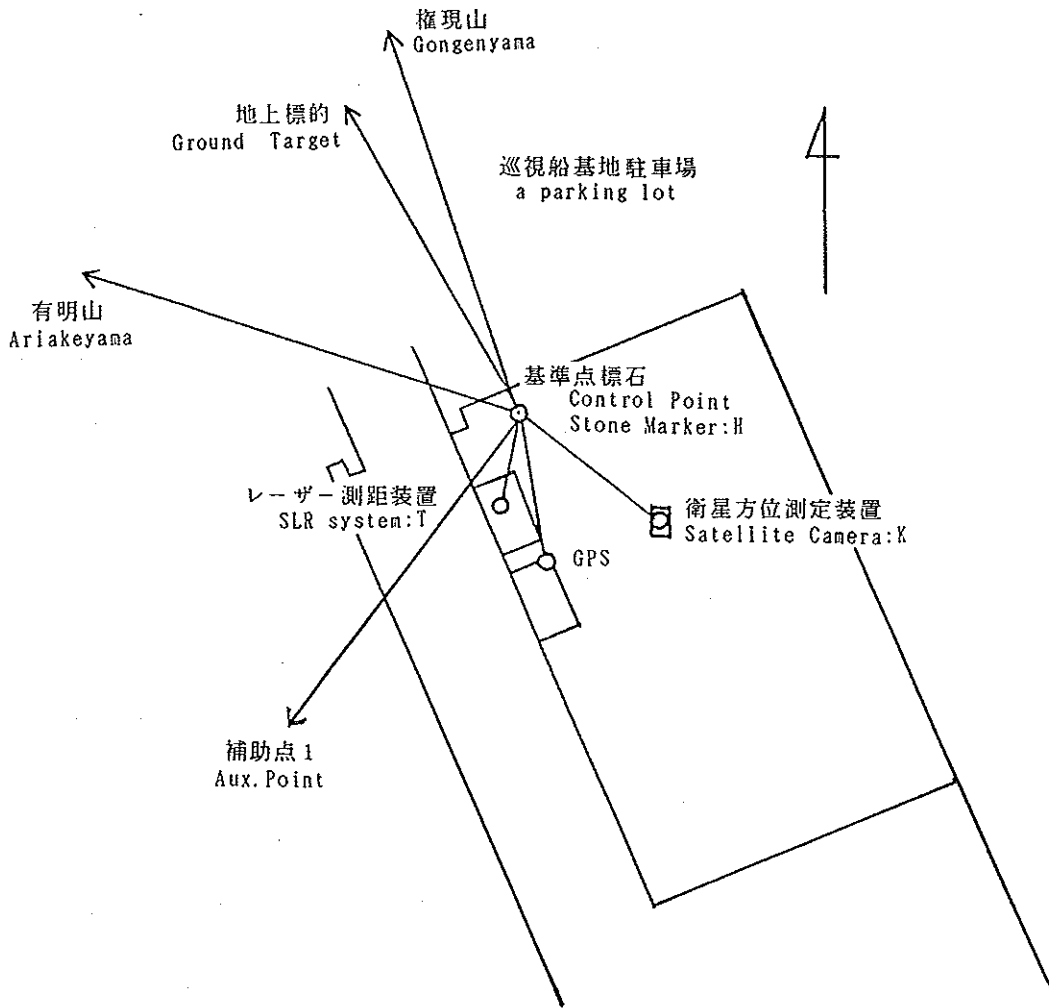


Figure 8. Observing site at Tusima.

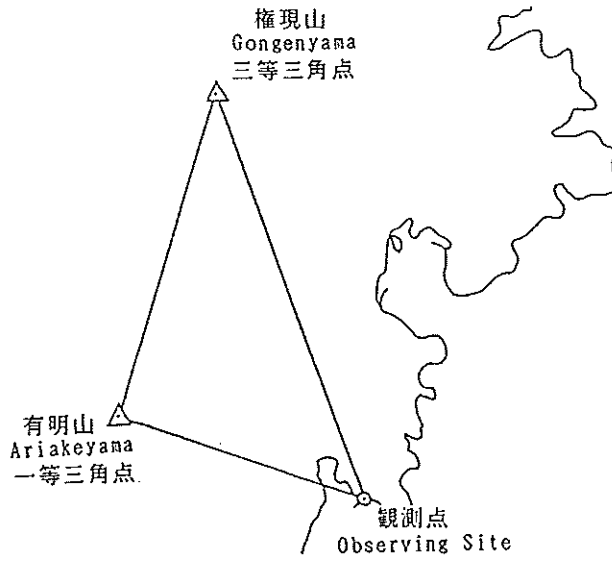


Figure 9. Survey map (Tusima).

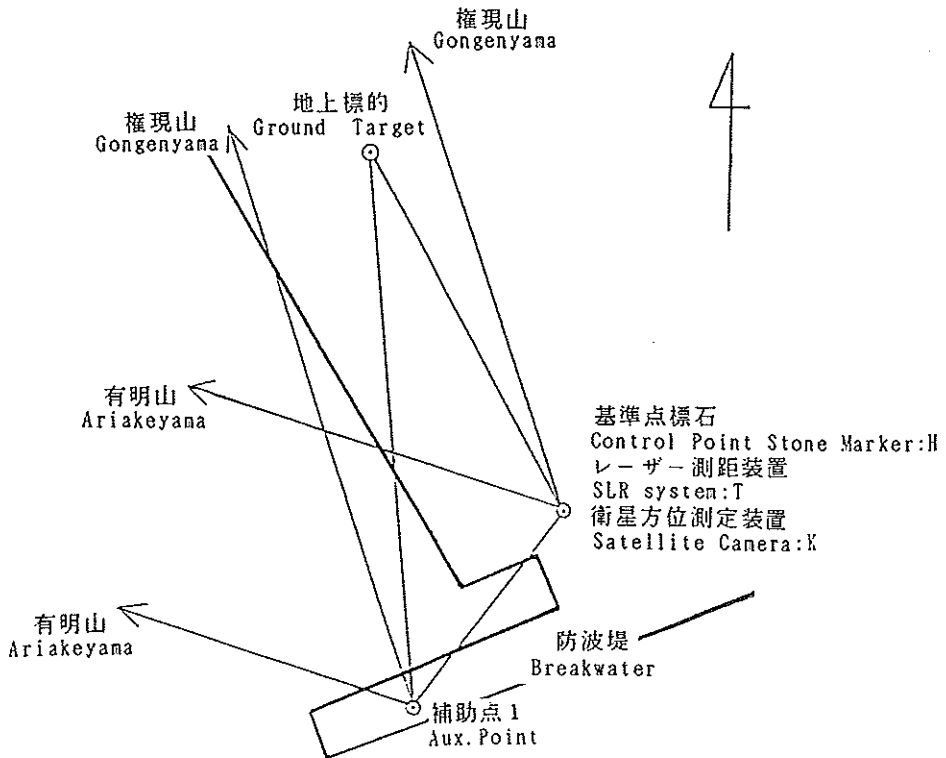


Figure 10. Survey map for the observing site(Tusima).

Table 1. Adopted station coordinates

Station ID	Station name	U (m)	V (m)	W (m)
1181	Potsdam, GER	3800621.284	882005.361	5028859.772
7090	Yarragadee, Australia	-2389007.649	5043331.894	-3078526.951
7105	Greenbelt, USA	1130720.227	-4831353.021	3994108.647
7109	Quincy, USA	-2517236.051	-4198558.343	4076571.785
7834	Wetzell, GER	4075530.135	931781.284	4801618.427
7838	Simosato, Japan	-3822388.380	3699363.491	3507573.084
7939	Matera, Italy	4641965.132	1393069.907	4133262.385

Table 2. Positions of the markers at Minamitori Sima : the ground survey results in Tokyo datum

Station	ϕ			λ			h m	Note
	°	'	"	°	'	"		
基準点標石「南鳥島」H0 Control P. Stone Marker	24	17	23.767	153	59	17.095	8.15	
測点標識 H1 Control P. H1	24	16	51.603	153	58	44.683	6.20	
補助点 S1 Aux. P. S1	24	17	8.932	153	59	4.270	5.61	
測点標識 H2 Control P. H2	24	17	6.880	153	58	57.347	5.74	
レーザー測距装置 T SLR system	24	17	6.981	153	58	57.042	7.60	SLR result
衛星方位測定装置 K Satellite camera	24	17	6.538	153	58	56.519	6.84	
H0 - H2		+	16.8868		+	19.7482	+2.41	Relative
H2 - T		-	0.1009		+	0.3049	-1.85	Relative

Table 3. Positions of the markers at Okinawa sima : the ground survey results in Tokyo datum

Station	ϕ			λ			h m	Note
	°	'	"	°	'	"		
一等三角点「八重巣岳」 Triang. P. Yaesu	26	07	18.922	127	43	08.651	163.11	GSI result
四等三角点「与座」 Triang. P. Yoza	26	07	21.016	127	42	27.848	168.41	ibid.
補助点 0 Aux. P. O	26	07	41.196	127	43	03.803	97.91	
レーザー測距装置 T SLR system	26	07	40.986	127	43	04.332	96.48	
衛星方位測定装置 K Satellite camera	26	07	41.074	127	43	04.453	95.71	
基準点標石「沖縄島」 H Control P. Stone Marker	26	07	40.551	127	43	03.642	94.92	
H - T			-0.4353			-0.6893	-1.56	Relative

Table 4. Positions of the markers at Tusima : the ground survey result in Tokyo datum

Station	ϕ			λ			h m	Note
	°	'	"	°	'	"		
三等三角点「権現山」 Triang. P. Gongenyama	34	13	57.372	129	16	48.850	419.435	GSI result
一等三角点「有明山」 Triang. P. Ariakeyama	34	12	03.999	129	16	02.224	558.166	ibid.
一次基準点「対馬」 Control P. Stone Marker	34	11	35.528	129	17	45.305	2.880	
レーザー測距装置 T SLR System	34	11	35.408	129	17	45.263	4.565	
衛星方位測定装置 K Satellite camera	34	11	35.398	129	17	45.508	3.629	
T - H			-0.120			-0.042	+ 1.685	Relative

DOPPLER POSITIONING OF OFF-LYING ISLANDS IN 1989

人工衛星のドップラー観測による離島の位置決定

1989-90

SATELLITE DOPPLER POSITIONING OF OFF-LYING ISLANDS IN 1989

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 1989 and 1990 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、1989年と1990年に実施した米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Table1に示す。経緯度は魚釣島においては那覇に、その他の地点において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。

1. 1989年作業経過及び暫定成果

1. 1. 概要

1. 1. 1 作業経過

1989年に実施した全観測地の配置をFig.1に示す。

4月上旬～4月下旬にかけて、那覇・石垣島・与論島・サンドン岩・諏訪瀬島・臥蛇島において同時観測を実施した。

5月下旬～6月下旬にかけて、下里・美星・沖ノ島・草垣島において同時観測を実施した。

6月下旬～7月上旬にかけて、那覇・石垣島・魚釣島・南小島において同時観測を実施した。

1. 1. 2 主な作業

1. 測点標識の設置

草垣島（副標）、魚釣島（正標・副標）、南小島（正標）

2. 航行衛星の同時観測による経緯度の決定

与論島、サンドン岩、諏訪瀬島、臥蛇島、沖ノ島、草垣島、魚釣島、南小島

3. 経緯度測量

小屋島（副標）

1. 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

機械番号 HD 1, HD 2, HD 3, HD 4

2. テープ変換器 MFE5000, No01219

3. 整約プログラム MAGNET

1. 2. 観測

1. 2. 1 与論島, サンドン岩, 諏訪瀬島, 臥蛇島観測

本観測には, 測量船明洋を使用した。

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

那 覇: 株式会社那覇新港冷凍屋上 (Fig.3) 内山 丈夫(本庁)

第十一管区海上保安本部水路管理課職員

与 論 島: 一等三角点 (与論島(1)) (Fig.4) 川井 孝之 (本庁)

サンドン岩: 水路部金属標識 西村 英樹 (本庁)

諏訪瀬島: 二等多角点(17818) (Fig.5) 西村 英樹, 川井 孝之, 今木 滋 (本庁)

臥 蛇 島: 二等多角点(17815) (Fig.6) 西村 英樹, 川井 孝之, 今木 滋 (本庁)

観測期間と観測数

	受信機	期 間	受信パス数
下 里	HD 1	1989年4月10日~4月27日	366
那 覇	HD 4	1989年4月10日~4月25日	311
与 論 島	HD 2	1989年4月11日~4月18日	139
サンドン岩	HD 3	1989年4月10日~4月13日	60
諏訪瀬島	HD 2	1989年4月22日~4月26日	69
臥 蛇 島	HD 3	1989年4月24日~4月25日	23

観測状況と地上測量

下 里: 下里水路観測所庁舎屋上のNNS S受信点において観測を行った。

那 覇: 株式会社那覇新港冷凍屋上の水路部測点標識直上に受信アンテナを設置して観測した。受信アンテナ高は, 測点標識より上方1.64mであった。

与論島: 一等三角点 (与論島(2)) 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方2.105mであった。

サンドン岩: 水路部金属標直上にアンテナを設置し観測を行った。観測終了後に恒温槽部に不調があることが判明した。受信アンテナ高は金属標上1.45mであった。

諏訪瀬島: 二等多角点(17818)直上にアンテナを設置し観測を行った。受信アンテナ高は多角点上2.105mであった。

臥蛇島: 二等多角点(17815)直上にアンテナを設置し観測を行った。受信アンテナ高は多角点上1.665mであった。

1. 2. 2 沖ノ島・草垣島観測

本観測は、沿岸調査課が実施した離島の海の基本図「沖ノ島・草垣島」測量及び「沖ノ島・草垣島」沿岸流観測と併行して実施した。本観測には、測量船拓洋を使用した。

観測地点と担当者

下里：下里水路観測所庁舎屋上 (Fig.2)	森 弘和, 黒川 隆司, 澤田 剛一 (下里水路観測所)
美星：美星水路観測所庁舎屋上 (Fig.7)	山口 正義, 加藤 剛, 黒川 修司 (美星水路観測所)
沖ノ島：一等三角点 (沖ノ島) (Fig.8)	河合 晃司 (本庁)
小屋島：金属鋳 (Fig.8)	河合 晃司 (本庁)
草垣上ノ島：四等三角点 (南岩) (Fig.9)	河合 晃司 (本庁)
草垣島S：水路部測点標識 (Fig.9)	河合 晃司 (本庁)

観測期間と観測数

	受信機	期 間	受信パス数
下 里	HD 1	1989年5月22日～6月16日	346
美 星	HD 4	1989年5月22日～6月16日	345
沖ノ島	HD 2	1989年5月22日～5月25日	58
小屋島	HD 3	1989年5月24日～5月28日	61
草垣島 (上ノ島)	HD 2	1989年6月 8日～6月12日	51
草垣島 (S)	HD 3	1989年6月 8日～6月15日	29

観測状況と地上測量

下 里：下里水路観測所庁舎屋上のNNS S受信点において観測を行った。

美 星：美星水路観測所庁舎屋上のNNS S受信点において観測を行った。

沖ノ島：一等三角点 (沖ノ島) の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1.426mであった。

小屋島：補助点 (金属鋳) の直上にアンテナを設置し観測を行った。受信アンテナ高は鋳上1.924mであった。また、小屋島補助点の位置を一等三角点 (沖ノ島) より、太陽による真方位測量によって求めた。

草垣上ノ島：四等三角点 (南岩) の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1.311mであった。

草垣島S：水路部測点標識 (金属標, 新設) の直上にアンテナを設置し観測を行った。受信アンテナ高は金属標上1.612mであった。また、草垣島S水路部測点標識の位置を四等三角点 (南岩) より、太陽による真方位測量によって求めた。

1. 2. 3 魚釣島・南小島観測

本観測は、沿岸調査課が実施した南西諸島沿岸測量及び南西諸島沿岸流観測と併行して実施した。本観測には、測量船天洋を使用し、第十一管区海上保安本部石垣航空基地からヘリコプターの支援を受けた。

観測点と担当者

那 覇：株式会社那覇新港冷凍屋上 (Fig.3) 仙石 新 (本庁)
 第十一管区海上保安本部水路監理課職員

石垣島：石垣海上保安部浮標置場 仙石 新 (本庁)
 工作棟屋上 (Fig.10)

魚釣島：F 1 点, F 2 点 (Fig.11) 仙石 新 (本庁),
 堀迫 順一, 山田 裕一
 (第十一管区海上保安本部水路監理課)

南小島：F 3 点 (Fig.11) 仙石 新 (本庁),
 堀迫 順一, 山田 裕一
 (第十一管区海上保安本部水路監理課)

観測期間と観測数

	受信機	期 間	受信パス数
那 覇	HD 4	1989年6月29日～7月10日	212
石垣島	HD 1	1989年7月1日～7月8日	159
魚釣島 (F 1)	HD 2	1989年7月2日～7月5日	29
魚釣島 (F 2)	HD 2	1989年7月5日～7月8日	59
南小島 (F 3)	HD 3	1989年7月4日～7月7日	58

観測状況と地上測量

那 覇：株式会社那覇新港冷凍屋上の水路部測点標識直上に受信アンテナを設置して観測した。受信アンテナ高は、測点標識より上方1.99mであった。

石垣島：石垣海上保安部浮標置場工作棟屋上の測点標識直上にアンテナを設置して観測した。受信アンテナ高は、測点標識より上方1.59mであった。

魚釣島：水路部測点標識F 1点及びF 2点の直上にアンテナを設置して観測した。F 1の受信アンテナ高は測点標識より上方1.68m, F 2の受信アンテナ高は測点標識より上方1.70mであった。

南小島：水路部測点標識F 3点直上にアンテナを設置して観測した。受信アンテナ高は測点標識より上方1.64mであった。

1. 1. 3. 成果

受信データをMAGNETプログラムにより整約し、受信アンテナ位置をWGS-84の楕円体上で求めた結果をTable2に示す。これらの観測成果を日本測地系に変換したものがTable3で、それぞれの同時観測結果に対し、変換に使用したパラメータの値も掲げた。何れも高さは楕円体上の高さを表す。なお、サンドン岩のデータは受信機の不調によりMAGNETによる整約が出来なかったため表には記載していない。

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。

2. 1990年作業経過及び暫定成果

2. 1. 概要

2. 1. 1 作業経過

1990年に実施した観測地の配置をFig.1に示す。

5月下旬～6月下旬にかけて、水沢・小樽・松前小島・松前大島・奥尻島において同時観測を実施した。

7月中旬～7月下旬にかけて、那覇、石垣島、黄尾嶼において同時観測を実施した。

9月中旬～9月下旬にかけて、下里・三鷹・舳倉島において同時観測を実施した。

2. 1. 2 主な作業

1. 測点標識の設置

松前大島（副標）、黄尾嶼（副標F1, F2）、舳倉島（正標）

2. 航行衛星の同時観測による経緯度の決定

松前小島、松前大島、奥尻島、黄尾嶼、舳倉島

3. 経緯度測量

舳倉島（正標）

2. 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

機械番号 HD1, HD2, HD3, HD4

2. テープ変換器 MFE5000, No01219

3. 整約プログラム MAGNET

2. 2. 観測

2. 2. 1 松前小島・松前大島・奥尻島観測

本観測には、測量船「明洋」を使用した。

観測地点と担当者

水 沢：国立天文台水沢観測センター 仙石 新（本庁）

小 樽：小樽港湾合同庁舎屋上 仙石 新（本庁）

第一管区海上保安本部水路部職員

松前小島：一等三角点（小島）（Fig.12） 西村 英樹，佐藤 勲，河合 晃司（本庁）

松前大島：水路部測点標識（Fig.13） 西村 英樹，佐藤 勲，河合 晃司（本庁）

奥尻島：一等三角点（青苗）（Fig.14） 西村 英樹，佐藤 勲，河合 晃司（本庁）

観測期間と観測数

	受信機	期 間	受信パス数
水 沢	HD 4	1990年6月 4日～6月16日	271
小 樽	HD 1	1990年6月 1日～6月16日	369
松前小島	HD 3	1990年6月 4日～6月 8日	87
松前大島	HD 2	1990年6月 5日～6月 8日	70
奥 尻 島	HD 3	1990年6月12日～6月16日	97

観測状況と地上測量

水 沢：国立天文台水沢観測センターのMagnavox用アンテナ基台にアンテナを取り付け観測を行なった。受信アンテナ高は基台上方0.94mであった。

小 樽：小樽港湾合同庁舎屋上の水路部測点標識直上に受信アンテナを設置して観測した。受信アンテナ高は測点標識より上方1.64mであった。

松前小島：一等三角点（小島）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方1.81mであった。

松前大島：水路部金属標直上にアンテナを設置し観測を行った。受信アンテナ高は金属標上1.59mであった。

奥尻島：一等三角点（青苗）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方1.61mであった。

2. 2. 2 黄尾嶼観測

本観測は第十一管区海上保安本部石垣航空基地所属のヘリコプター（MH525号機，MH526号機）による支援を受け行った。

観測地点と担当者

那 覇：株式会社那覇新港冷凍屋上 (Fig.3) 政井 悟 (本庁)
第十一管区海上保安本部水路監理課，
水路調査課職員

石 垣 島：石垣海上保安部浮標置場屋上 (Fig.10) 政井 悟 (本庁)

黄尾嶼：水路部測点標識 (Fig.15) 浅井 光一 (本庁)
堀迫 順一，山田 裕一
(第十一管区海上保安本部水路調査課)

観測期間と観測数

	受信機	期 間	受信パス数
那 覇	HD 4	1990年7月18日～7月25日	165
石 垣 島	HD 1	1990年7月19日～7月24日	92
黄尾嶼 F 1	HD 2	1990年7月19日～7月23日	73
黄尾嶼 F 2	HD 3	1990年7月20日～7月24日	74

観測状況と地上測量

那覇：株式会社那覇新港冷凍屋上の水路部測点標識の直上に受信アンテナを設置して観測した。受信アンテナ高は、測点標識上2.01mであった。

石垣島：石垣海上保安部浮標置場工作棟屋上の測点標識にアンテナを設置して観測した。受信アンテナ高は、測点標識上1.95mであった。

黄尾嶼F1：水路部測点標識の直上にアンテナを設置して観測した。受信アンテナ高は、測点標識上1.66mであった。

黄尾嶼F2：水路部測点標識の直上にアンテナを設置して観測した。受信アンテナ高は、測点標識上1.61mであった。

2. 2. 3 舢倉島観測

観測地点と担当者

下里：下里水路観測所庁舎屋上 (Fig.2) 富井 清文, 黒川 隆司
(下里水路観測所)

三鷹：国立天文台三鷹南研究棟屋上 仙石 新, 河合 晃司, 黒川 修司
(本庁)

舢倉島：一等三角点(舢倉島)離心点 (Fig.16) 福島登志夫, 佐藤 勲, 政井 悟 (本庁)

観測期間と観測数

	受信機	期 間	受信パス数
下 里	HD 1	1990年9月21日~9月25日	86
三 鷹	HD 4	1990年9月19日~9月25日	133
舢倉島	HD 2	1990年9月21日~9月25日	66

観測状況と地上測量

下 里：下里水路観測所庁舎屋上のNNS S受信点において観測を行った。

三鷹：国立天文台三鷹南研究棟屋上の金属標直上にアンテナを設置し観測を行なった。受信アンテナ高は金属標上1.66mであった。

舢倉島：三等三角点「舢倉島」より方位 $127^{\circ} 40' 04.6''$ 距離19.83mの位置に離心点を設け、アンテナを設置し観測を行った。受信アンテナ高は離心点上2.037mであった。

2. 3. 成果

受信データをMAGNETプログラムにより整約し、受信アンテナ位置をWGS-84の楕円体上で求めた結果をTable7に示す。これらの観測成果を日本測地系に変換したものがTable8で、それぞれの同時観測結果に対し、変換に使用したパラメータの値も掲げた。いずれも高さは楕円体上の高さを表す。

初めに掲げたTable 1は、Table 8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。

本報告は、河合晃司が作成した。また電子計算機による観測成果の算出は浅井光一、政井悟及び河合 晃司が担当した。

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, 第17号, P61.
竹村武彦, 1983:水路部観測報告天文測地編, 第17号, P44.
竹村武彦・監物邦男, 1986:水路部観測報告天文測地編, 第20号, P68.
森 巧, 1976:水路部観測報告天文測地編, 第10号, P42.

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, 第17号, P61.
竹村武彦・金沢輝雄, 1984:水路部観測報告天文測地編, 第18号, P42.
竹村武彦, 1985:水路部観測報告天文測地編, 第19号, P85.
竹村武彦, 1986:水路部観測報告天文測地編, 第20号, P72.
竹村武彦, 1988:水路部観測報告衛星測地編, 第1号, P46.
仙石新・浅井光一, 1990:水路部観測報告衛星測地室編, 第3号, P77.

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

Station	Marker	ϕ	λ	h
		° ' "	° ' "	m
与論島 (Yoron Sina)	G 1	27 02 06.693	128 23 58.863	19.64
諏訪瀬島 (Suwanose Sina)	G 1	29 36 23.251	129 42 10.961	127.44
臥蛇島 (Gazya Sina)	G 1	29 54 28.707	129 32 03.611	195.02
沖ノ島 (Oki-no-sina)	G 1	34 14 27.939	130 06 29.151	243.64
小屋島 (Koya Sina)	B	34 13 41.167	130 06 50.574	27.24
草垣上ノ島 (Kusagaki Kani-no-sina)	G 1	30 51 21.639	129 28 07.570	75.47
草垣島 S (Kusagaki Sina S)	H 1	30 49 39.795	129 25 39.142	19.33
魚釣島 (Uoturi Sina)	F 1	25 44 18.413	123 27 43.075	17.61
魚釣島 (Uoturi Sina)	F 2	25 44 43.534	123 28 51.795	
南小島 (Minami-ko Sina)	F 3	25 43 06.048	123 33 14.957	
小樽 (Otaru)	H 1	43 11 50.360	141 00 25.501	34.72
松前小島 (Matunae Ko-Sina)	G 1	41 21 18.513	139 48 40.568	282.06
松前大島 (Matunae O Sina)	H 1	41 29 39.672	139 21 03.675	
奥尻島 (Okusiri Sina)	G 1	42 03 16.413	139 27 10.057	15.88
黄尾嶼 F 1 (Koubisyo F1)	F 1	25 55 23.739	123 41 05.278	
黄尾嶼 F 2 (Koubisyo F2)	F 2	25 55 09.947	123 40 41.501	
三鷹 T (Mitaka T)	T 1	35 40 18.287	139 32 26.837	68.34
触倉島 (Hegura Sina)	H 1	37 50 54.160	136 55 18.765	12.22

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

Table 2. Positions of the NNSS antennas (1989) : the solutions of the translocation of the Doppler observations in the reference system of NNSS

Station	ϕ	λ	H	Note
	° ' "	° ' "	m	
下里(Sinosato)	33 34 39.200	135 56 12.797	107.870	与論島・サンドン岩・ 諏訪瀬島・臥蛇島 観測
那覇(Naha)	26 14 40.549	127 40 25.375	68.490	
与論島(Yoron Sina)	27 02 20.857	128 23 51.554	55.280	
諏訪瀬島(Suwanose Sina)	29 36 36.491	129 42 03.061	161.970	
臥蛇島(Gazya Sina)	29 54 41.818	129 31 55.740	231.080	
下里(Sinosato)	33 34 39.126	135 56 12.879	107.040	沖ノ島・草垣島観測
美星(Bisei)	34 40 47.866	133 34 16.583	553.620	
沖ノ島(Oki-no-sina)	34 14 39.255	130 06 20.794	275.980	
小屋島(Koya Sina)	34 13 52.489	130 06 42.216	61.200	
草垣上ノ島(Kusagaki kami-no-sina)	30 51 34.298	129 27 59.725	108.610	
草垣島 S (Kusagaki S Sina)	30 49 52.463	129 25 31.313	49.080	
那覇(Naha)	26 14 40.633	127 40 25.312	67.140	魚釣島・南小島観測
石垣島(Isigaki Sina)	24 20 47.281	124 08 51.439	35.190	
魚釣島(Uoturi Sina) F 1	25 44 32.930	123 27 37.506	43.710	
" (") F 2	25 44 58.049	123 28 46.220	36.120	
南小島(Minami-ko Sina)	25 43 20.576	123 33 09.360	31.620	

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

Table 3. Positions of the NNSS antennas (1989): the transformed results of Table 2 into the Tokyo Datum

Station	ϕ	λ	H	Translation parameters	Note
	° ' "	° ' "	m		
下里(Simosato)☆	33 34 27.098	135 56 23.041	67.610	$\Delta U = 147.336$	与論島・
那覇(Naha)	26 14 26.120	127 40 32.409	51.783	$\Delta V = -510.214$	サンドン岩・
与論島(Yoron Sima)	27 02 06.693	128 23 58.863	34.711	$\Delta W = -679.843$	諏訪瀬島・
諏訪瀬島(Suwanose Sima)	29 36 23.251	129 42 10.961	126.615		臥蛇島観測
臥蛇島(Gazya Sima)	29 54 28.707	129 32 03.611	193.048		
下里(Simosato)☆	33 34 27.098	135 56 23.041	67.610	$\Delta U = 149.216$	沖ノ島・
美星(Bisei)	34 40 36.478	133 34 26.120	498.619	$\Delta V = -509.090$	草垣島観測
沖ノ島(Oki-no-sima)	34 14 27.939	130 06 29.151	212.248	$\Delta W = -677.484$	
小屋島(Koya Sima)	34 13 41.167	130 06 50.574	-2.434		
草垣上ノ島(kusagaki Kani-no-sima)	30 51 21.639	129 28 07.570	64.716		
草垣島 S (Kusagaki S Sima)	30 49 39.795	129 25 39.142	5.249		
那覇(Naha)☆	26 14 26.126	127 40 32.236	47.070	$\Delta U = 150.954$	魚釣島・
石垣島(Isigaki Sima)	24 20 32.210	124 08 57.161	20.360	$\Delta V = -509.889$	南小島観測
魚釣島(Uoturi Sima) F 1	25 44 18.413	123 27 43.075	16.068	$\Delta W = -683.483$	
" (") F 2	25 44 43.534	123 28 51.795	8.470		
南小島(Minami-ko Sima)	25 43 06.048	123 33 14.957	4.361		

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

☆: The fixed stations to derive the corresponding translation parameters.

The coordinates of these stations were obtained by the previous Doppler observations and the ground surveys.

Table 4. Positions of the NNSS antennas (1989) : the ground survey results in the Tokyo Datum

Station	ϕ	λ	h	Note
	° ' "	° ' "	m	
下 里(Simosato)	33 34 27.098	135 56 23.041	67.610	与論島・
那 覇(Naha)	26 14 26.582	127 40 32.046	33.55	サンドン岩・
与 論 島(Yoron Sima)	27 02 07.082	128 23 58.550	21.280	諏訪瀬島・
諏 訪 瀬 島(Suwanose Sima)	29 36 23.442	129 42 10.775	129.545	臥蛇島観測
臥 蛇 島(Gazya Sima)	29 54 28.888	129 32 03.391	196.685	
下 里(Simosato)	33 34 27.098	135 56 23.041	67.610	沖ノ島・
美 星(Bisei)	34 40 36.418	133 34 26.019	518.26	草垣島観測
沖 ノ 島(Oki-no-sima)	34 14 27.842	130 06 29.100	245.066	
小 屋 島(Koya Sima)	34 13 41.183	130 06 50.370	29.168	
草垣上ノ島(Kusagaki Kani-no-sima)	30 51 21.556	129 28 06.904	76.781	
草垣島 S (Kusagaki S Sima)	30 49 39.712	129 25 38.544	20.942	

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

Table 5. Differences between the Doppler results and the survey results (1989)

:Doppler(Table 3) minus survey (Table 4)

Station	$\Delta \phi$	$\Delta \lambda$	hg
	"	"	m
下 里(Simosato)	0.000	0.000	0.00
那 覇(Naha)	-0.462	+0.363	+18.23
与 論 島(Yoron Sima)	-0.389	+0.313	+13.43
諏 訪 瀬 島(Suwanose Sima)	-0.191	+0.186	- 2.93
臥 蛇 島(Gazya Sima)	-0.181	+0.220	- 3.64
下 里(Simosato)	0.000	0.000	0.00
美 星(Bisei)	+0.060	+0.101	-19.641
沖 ノ 島(Oki-no-sima)	+0.097	+0.051	-32.818
小 屋 島(Koya Sima)	-0.016	+0.204	-31.602
草垣上ノ島(Kusagaki Kani-no-sima)	+0.083	+0.666	-12.065
草垣島 S (Kusagaki S Sima)	+0.083	+0.598	-15.633

hg: Geoidal height referred to the reference ellipsoid of the Tokyo Datum or local datums

Table 6. Positions of the reference triangulation points used for the survey in 1989 (expressed in the Tokyo Datum or in the local datum)

Station	ϕ	λ	h
	° ' "	° ' "	m
下里 高芝(Ⅲ)	33 34 36.058N	135 54 58.502E	123.35
" 太地(Ⅱ)	33 34 51.295	135 56 37.380	79.57
那覇 天久岳(Ⅲ)	26 13 37.292	127 41 05.766	45.85
" ベリー(Ⅳ)	26 11 46.784	127 40 24.714	48.01
与論島 与論島(2)(Ⅰ)	27 2 7.082	128 23 58.550	19.64
諏訪瀬島 多角点17818(Ⅱ)	29 36 23.442	129 42 10.775	127.44
臥蛇島 多角点17815(Ⅱ)	29 54 28.888	129 32 3.391	195.02
石垣島 大川山(Ⅲ)	24 22 0.961	124 9 48.086	230.09
" 山彦石(Ⅳ)	24 21 11.032	124 7 27.438	23.00
美星 大倉牧場(Ⅳ)	34 40 35.610	133 34 24.201	513.46
" 仏の峠(Ⅲ)	34 41 5.074	133 34 23.529	504.15
沖ノ島 沖ノ島(Ⅰ)	34 14 27.842	130 06 29.100	243.84
草垣島 南岩(Ⅳ)	30 51 21.556	129 28 06.904	75.47

The roman number denotes the class of the triangulation points.

Table 7. Positions of the NNSS antennas (1990) : the solutions of the translocation of the Doppler observations in the reference system of NNSS

Station	ϕ	λ	H	Note
	° ' "	° ' "	m	
水 沢(Mizusawa)	39 8 6.197	141 8 0.490	114.570	松前小島・松前大島・ 奥尻島観測
小 樽(Otaru)	43 11 58.770	141 0 12.047	68.400	
松前小島(Matunae Ko-Sina)	41 21 27.588	139 48 27.896	318.730	
松前大島(Matunae O Sina)	41 29 48.636	139 20 51.129	101.420	
奥尻島(Okusiri Sina)	42 3 25.145	139 26 57.367	51.000	
那 覇(Naha)	26 14 40.599	127 40 25.223	66.92	黄尾嶼観測
石垣島(Isigaki Sina)	24 20 47.216	124 8 51.361	36.50	
黄尾嶼 F 1 (Koubisyo F1)	25 55 38.157	123 40 59.542	70.42	
黄尾嶼 F 2 (Koubisyo F2)	25 55 24.366	123 40 35.767	45.78	
下 里(Simosato)	33 34 39.090	135 56 12.879	107.880	舩倉島観測
三 鷹 T(Mitaka T)	35 40 29.751	139 32 15.281	108.150	
舩 倉 島(Hegura Sina)	37 51 4.779	136 55 8.317	51.610	

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

Table 8. Positions of the NNSS antennas (1990) : the transformed results of Table 7 into the Tokyo Datum

Station	ϕ	λ	H	Translation parameters	Note
	° ' "	° ' "	m		
水 沢 (Mizusawa) *	39 7 56.031	141 8 13.178	63.840	$\Delta U = 148.227$	松前小島・ 松前大島・ 奥尻島観測
小 樽 (Otaru)	43 11 50.360	141 0 25.501	-3.190	$\Delta V = -510.810$	
松前小島 (Matunae Ko-Sima)	41 21 18.513	139 48 40.568	251.193	$\Delta W = -674.958$	
松前大島 (Matunae O Sima)	41 29 39.672	139 21 3.675	31.444		
奥 尻 島 (Okusiri Sima)	42 3 16.413	139 27 10.057	-21.259		
那 覇 (Naha) *	26 14 26.126	127 40 32.236	47.090	$\Delta U = 149.151$	黄尾嶼観測
石 垣 島 (Isigaki Sima)	24 20 32.181	124 8 57.170	21.737	$\Delta V = -511.594$	
黄尾嶼 F 1 (Koubisyo F1)	25 55 23.739	123 41 5.278	41.967	$\Delta W = -682.438$	
黄尾嶼 F 2 (Koubisyo F2)	25 55 9.947	123 40 41.501	17.340		
下 里 (Simosato) ☆	33 34 27.098	135 56 23.041	67.610	$\Delta U = 150.159$	舩倉島観測
三 鷹 T (Mitaka T)	35 40 18.287	139 32 26.837	68.946	$\Delta V = -510.003$	
舩 倉 島 (Hegura Sima)	37 50 54.466	136 55 19.360	-10.612	$\Delta W = -677.024$	

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

☆: The fixed stations to derive the corresponding translation parameters.

The coordinates of this station was obtained by the ground survey.

*: The fixed stations to derive the corresponding translation parameters.

The coordinates of these stations were obtained by the previous Doppler observations and the ground surveys in 1980.

Table 9. Positions of the NNSS antennas (1990) : the ground survey results in the Tokyo Datum or in the local datum

Station	ϕ	λ	h	Note
	° ' "	° ' "	m	
水 沢 (Mizusawa)	39 7 56.041	141 08 13.081	73.13	松前小島・ 松前大島・ 奥尻島観測
小 樽 (Otaru)	43 11 50.252	141 0 25.215	36.06	
松前小島 (Matunae Ko-Sima)	41 21 18.465	139 48 40.362	283.87	
奥 尻 島 (Okusiri Sima)	42 3 16.342	139 27 9.888	17.49	
那 覇 (Naha)	26 14 26.582	127 40 32.046	33.92	黄尾嶼観測
石 垣 島 (Isigaki Sima)	24 20 27.566	124 08 49.984	8.26	
下 里 (Simosato)	33 34 27.098	135 56 23.041	67.61	舩倉島観測
三 鷹 T (Mitaka T)	35 40 18.297	139 32 26.842	70.00	
舩 倉 島 (Hegura Sima)	37 50 54.511	136 55 19.250	14.15	

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

Table 10. Differences between the Doppler results and the survey results (1990)
: Doppler (Table 8) minus survey (Table 9)

Station	$\Delta \phi$	$\Delta \lambda$	hg
	"	"	m
水 沢 (Mizusawa)	-0.010	+0.097	-9.29
小 樽 (Otaru)	+0.108	+0.286	-39.25
松 前 小 島 (Matumae Ko-Sima)	+0.048	+0.206	-32.68
奥 尻 島 (Okusiri Sina)	+0.071	+0.169	-38.75
那 覇 (Naha)	-0.456	+0.190	+13.17
石 垣 島 (Isigaki Sina)	+4.615	+7.186	+13.48
下 里 (Sinosato)	0.000	0.000	0.00
三 鷹 T (Mitaka T)	-0.010	-0.005	-1.05
舩 倉 島 (Hegura Sina)	-0.045	+0.110	-24.76

hg:Geoidal height referred to the reference ellipsoid of the Tokyo Datum or local datums

Table 11. Positions of the reference triangulation points used for the survey in 1990 (expressed in the Tokyo Datum or in the local datum)

Station	ϕ	λ	h
	° . ' "	° . ' "	m
下里 高芝(Ⅲ)	33 34 36.058N	135 54 58.502E	123.35
" 太地(Ⅱ)	33 34 51.295	135 56 37.380	79.57
那覇 天久岳(Ⅲ)	26 13 37.292	127 41 05.766	45.85
" ベリー(Ⅳ)	26 11 46.784	127 40 24.714	48.01
石垣島 大川山(Ⅲ)	24 22 0.961	124 9 48.086	230.09
" 山彦石(Ⅳ)	24 21 11.032	124 7 27.438	23.00
小樽 朝里(Ⅲ)	43 10 29.769	141 3 12.093	70.22
" 茅柴崎(Ⅲ)	43 13 12.162	141 1 17.889	72.96
松前小島 小島(Ⅰ)	41 21 18.465	139 48 40.362	282.06
奥尻島 青苗(Ⅰ)	42 3 16.342	139 27 9.886	15.88
水沢 水沢測地観測所(Ⅳ)	39 6 30.272	141 12 25.808	130.02
三鷹 三鷹村(Ⅰ)	35 40 28.079	139 32 15.093	57.86
舩倉島 舩倉島(Ⅰ)	37 50 54.898	136 55 18.570	12.427

The roman number denotes the class of the triangulation points.

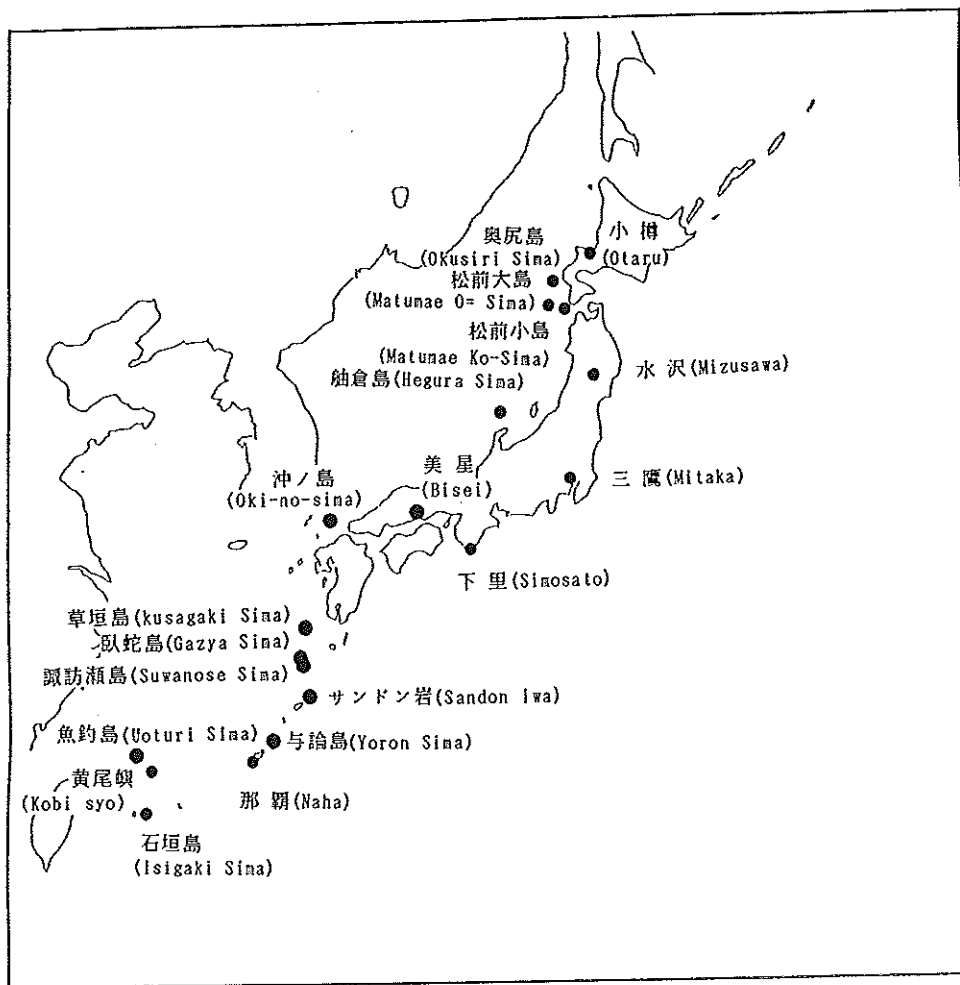


Figure 1. Doppler positioning in 1989 and 1990.

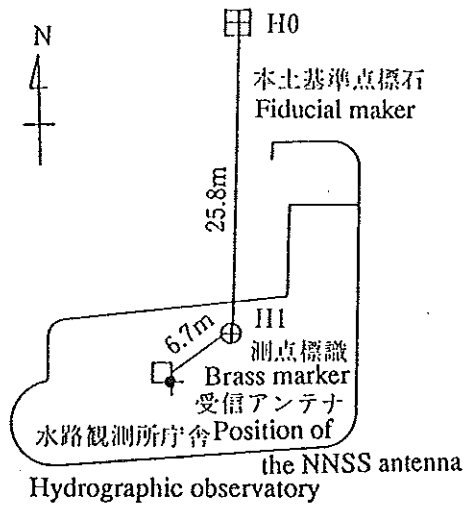


Figure 2. Site sketch for Simosato.

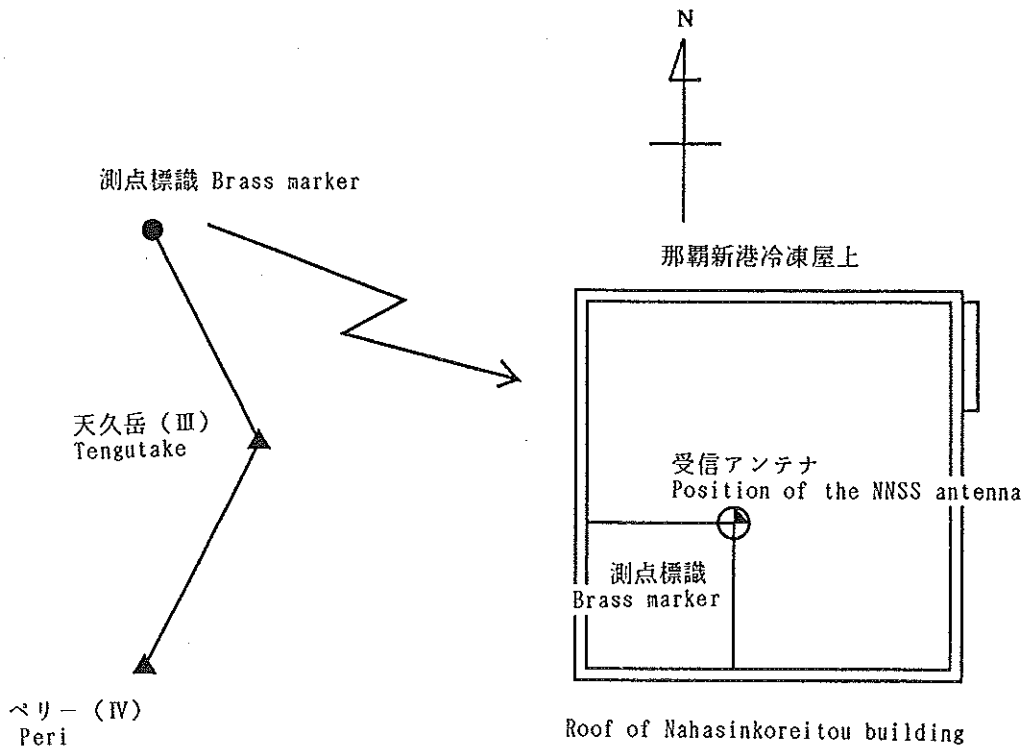


Figure 3. Site sketch for Naha, Okinawa.



Figure 4. Site sketch for Yoron Sima.

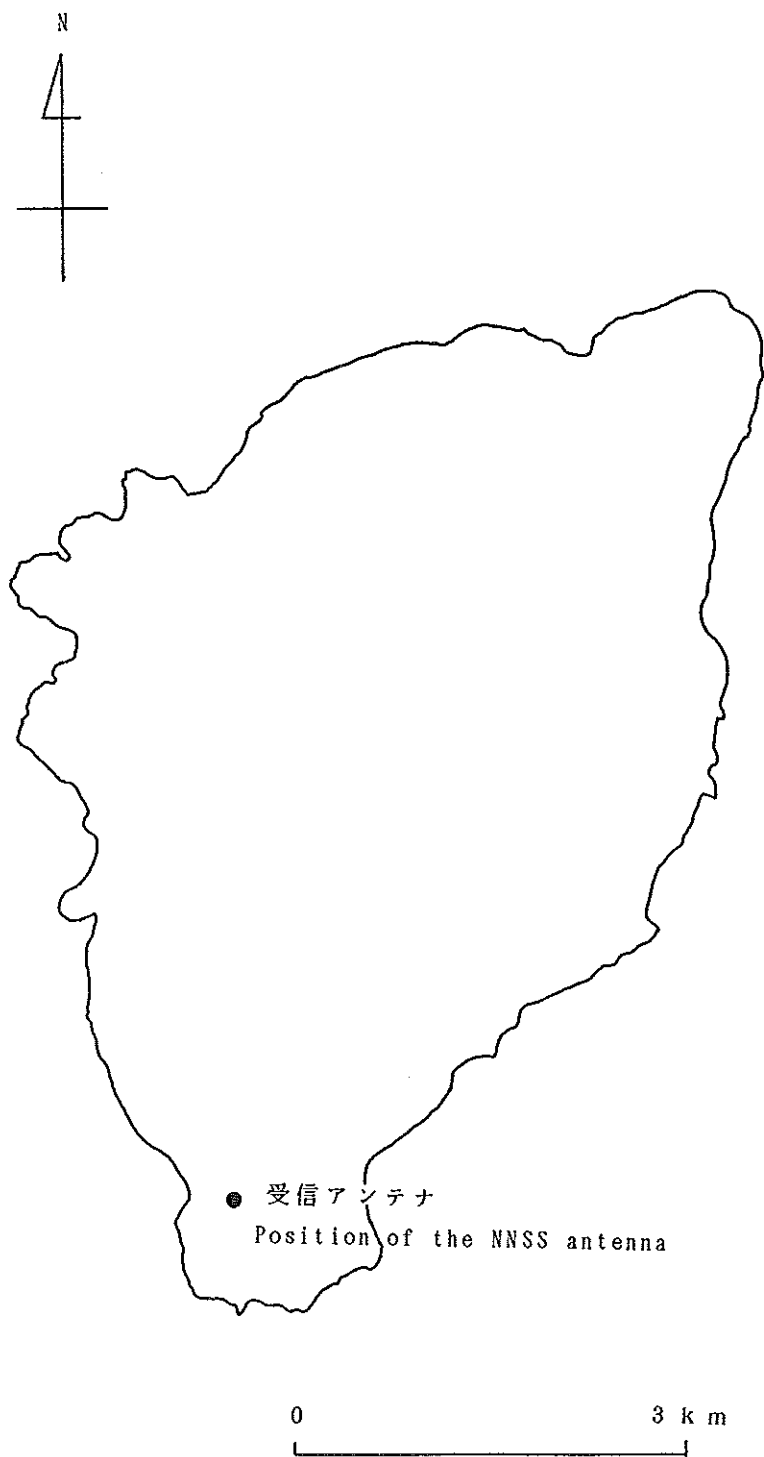


Figure 5. Site sketch for Suwanose Sima.

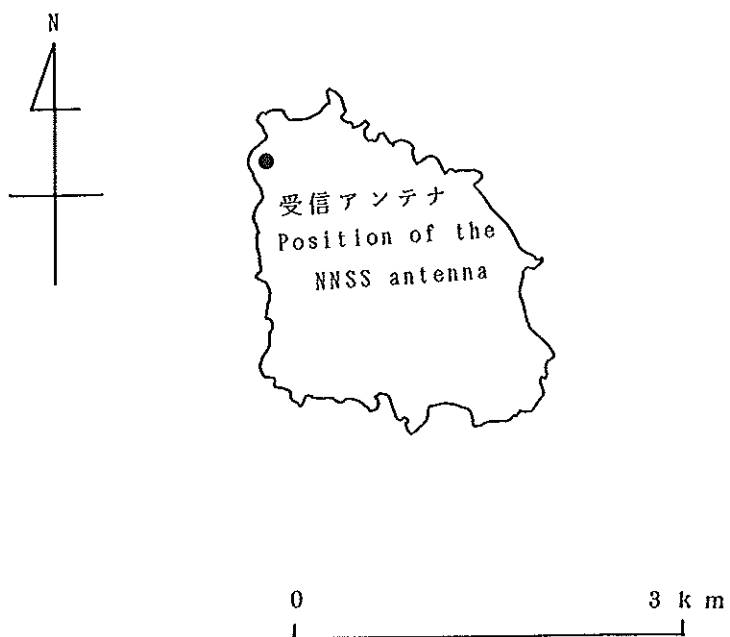


Figure 6. Site sketch for Gazya Sima.

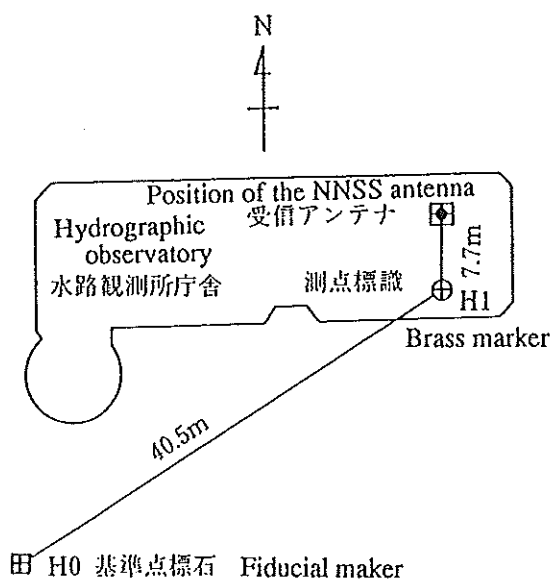


Figure 7. Site sketch for Bisei.

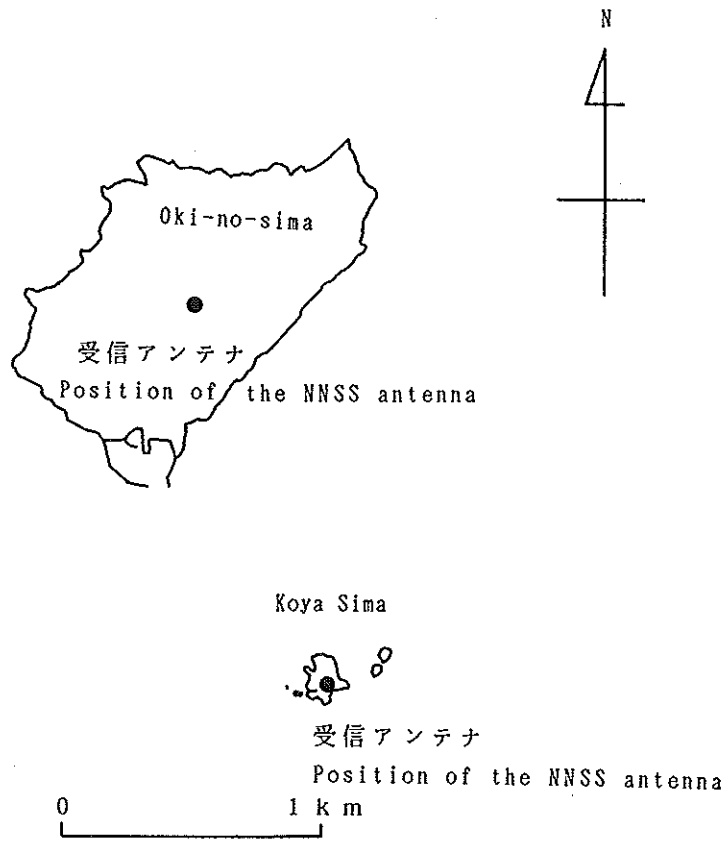


Figure 8. Site sketch for Oki-no-sima.

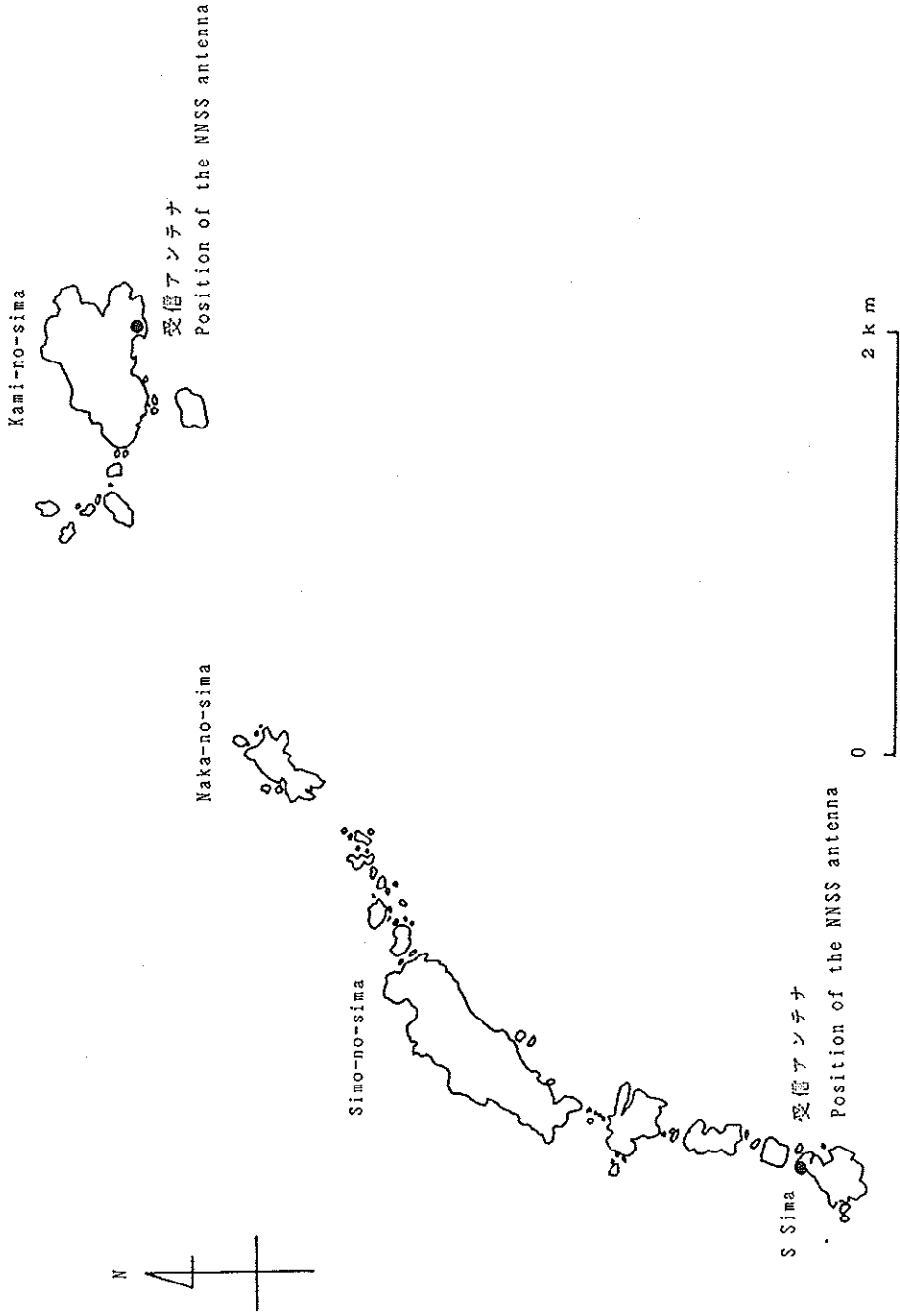


Figure 9. Site sketch for Kusagaki Sima.

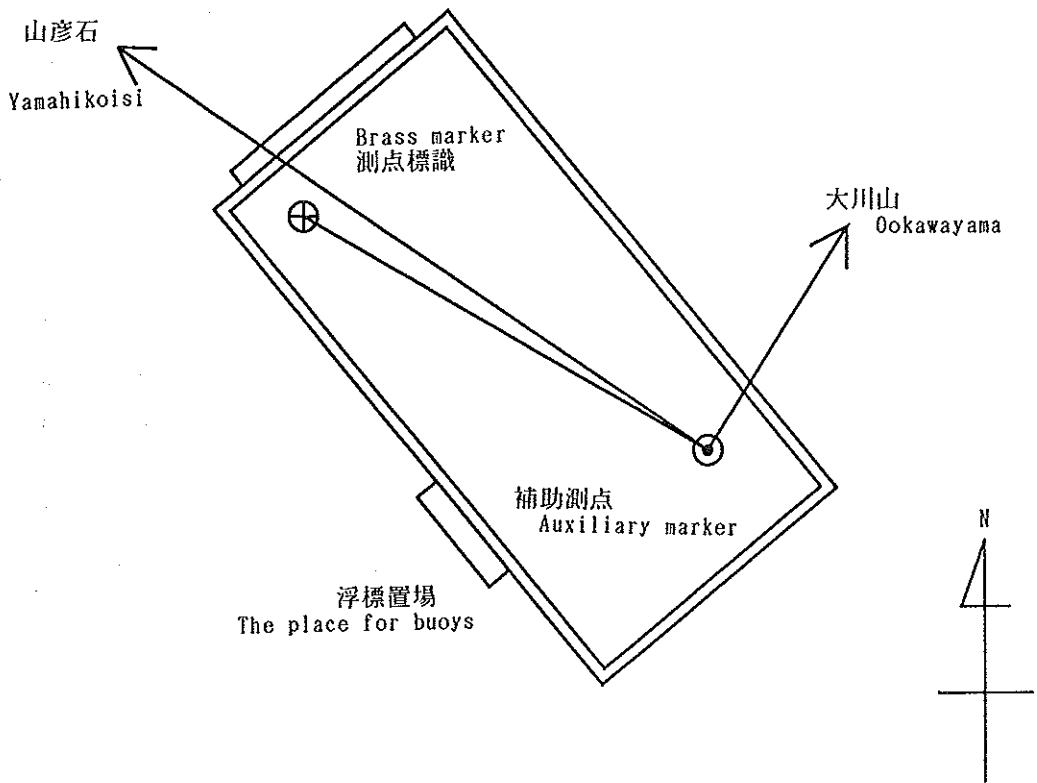


Figure 10. Site sketch for Isigaki Sima.

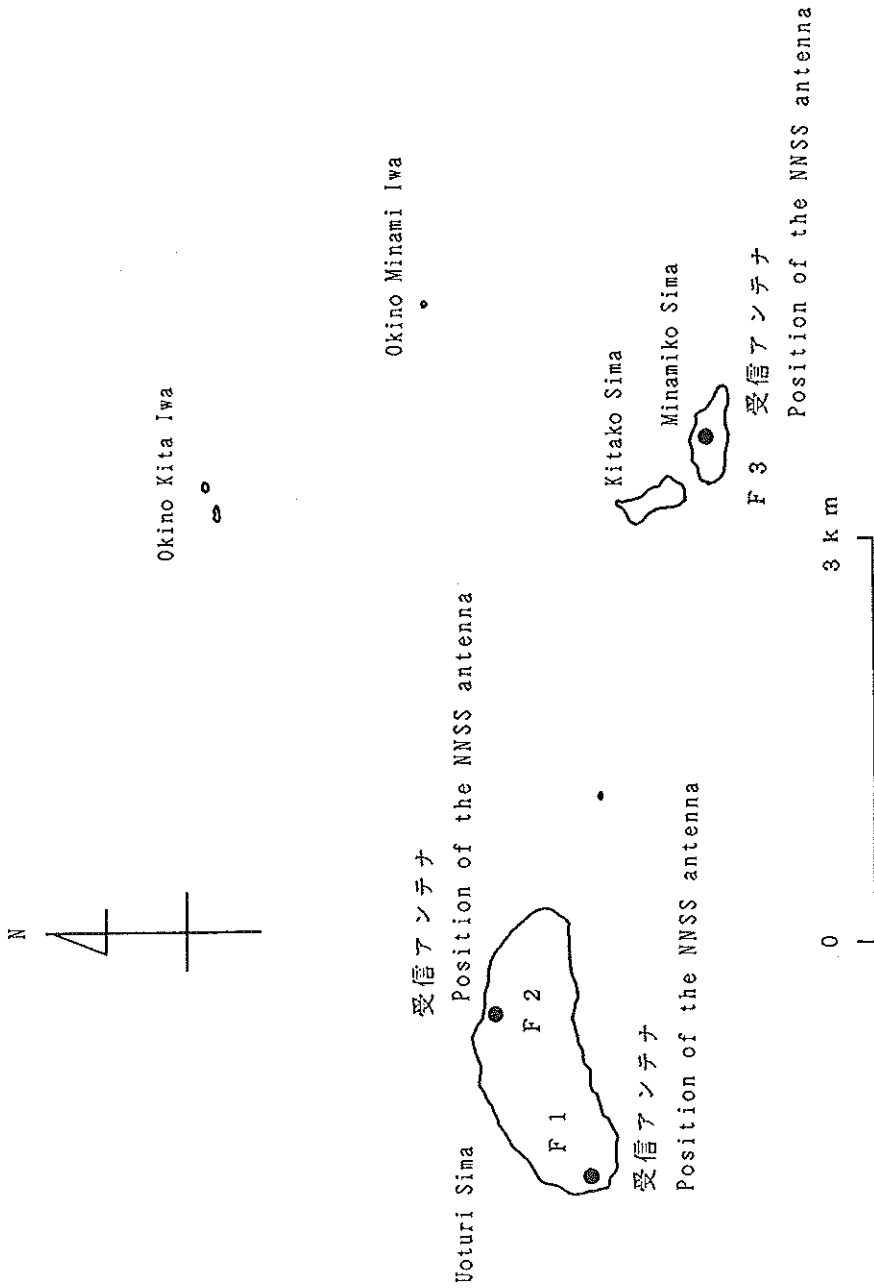


Figure 11. Site sketch for Uoturi sima.

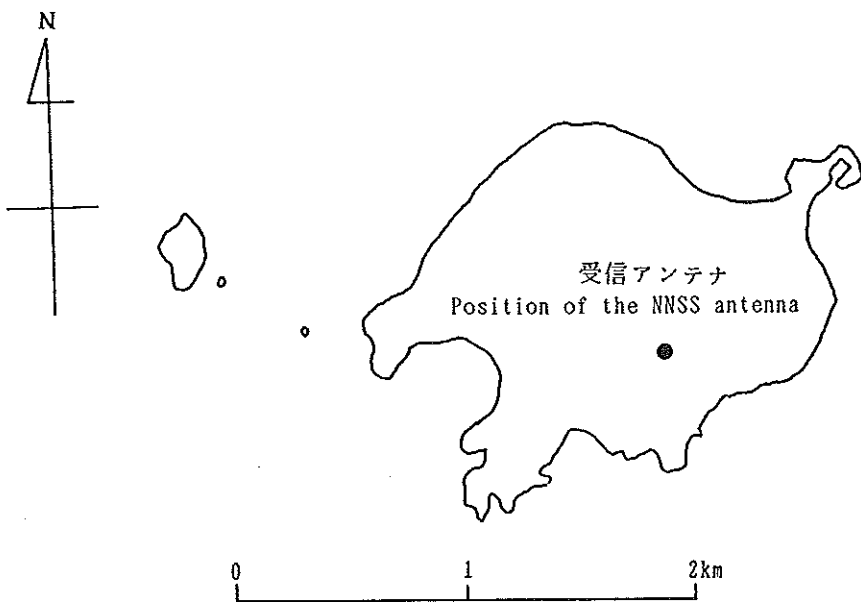


Figure 12. Site sketch for Matumae Ko Sima.

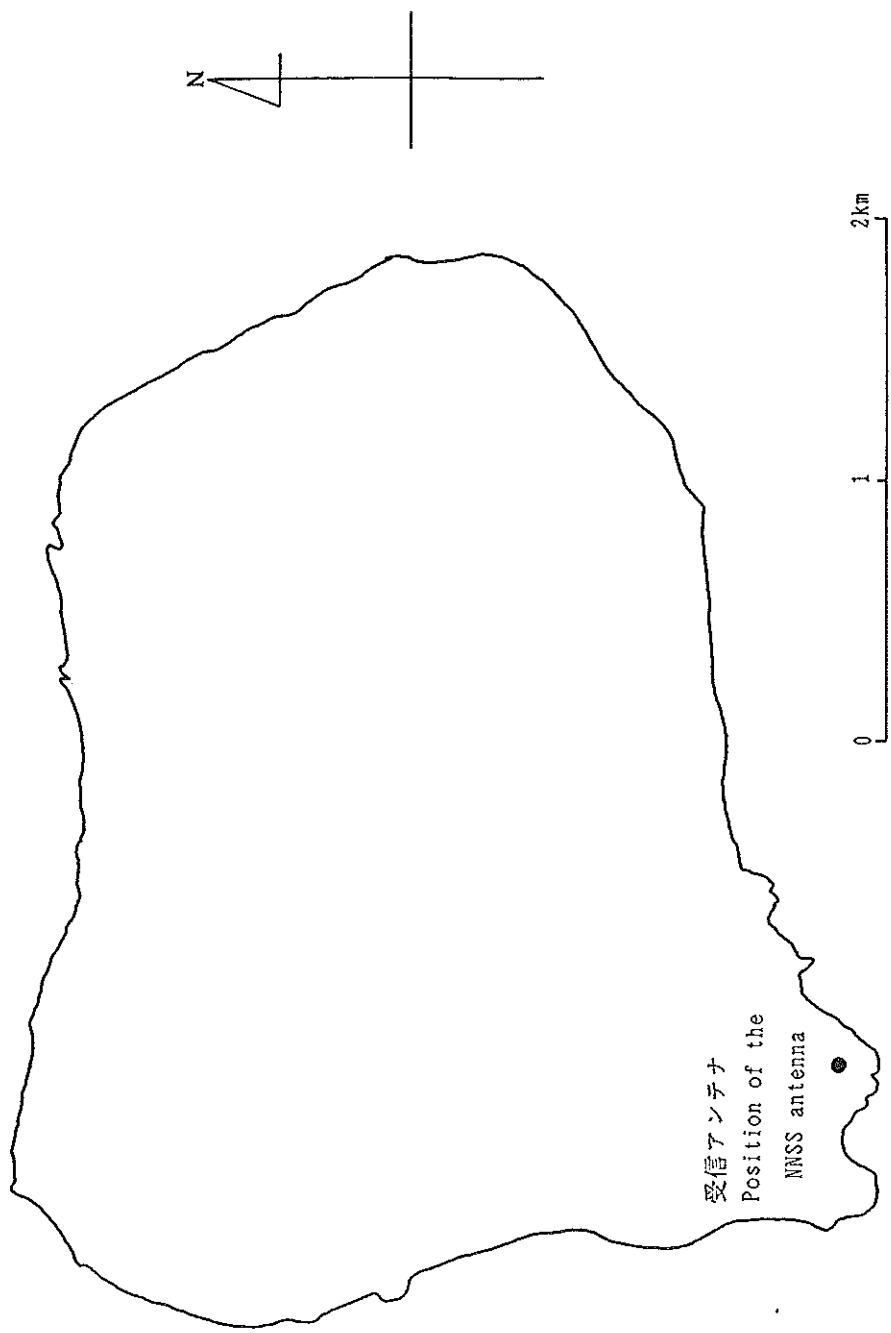


Figure 13. Site sketch for Matumae O Sima.

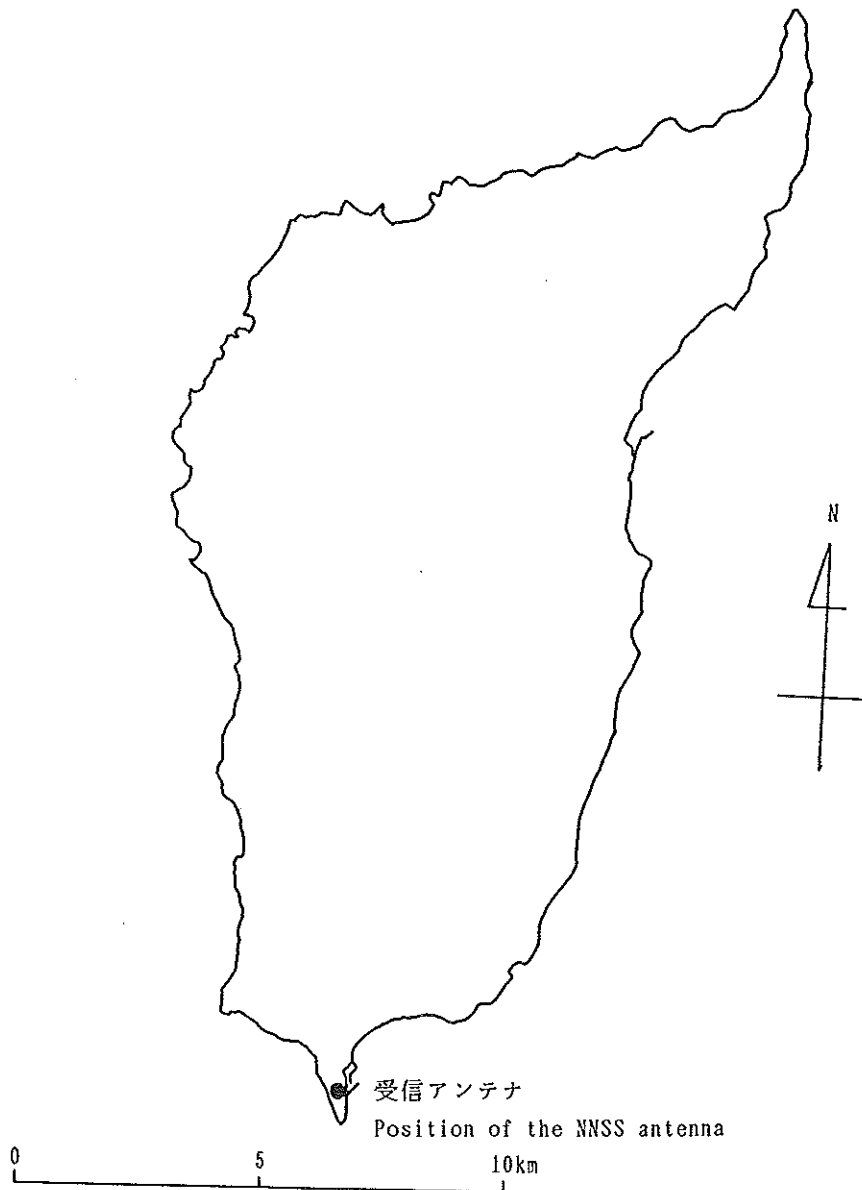


Figure 14. Site sketch for Okusiri Sima.

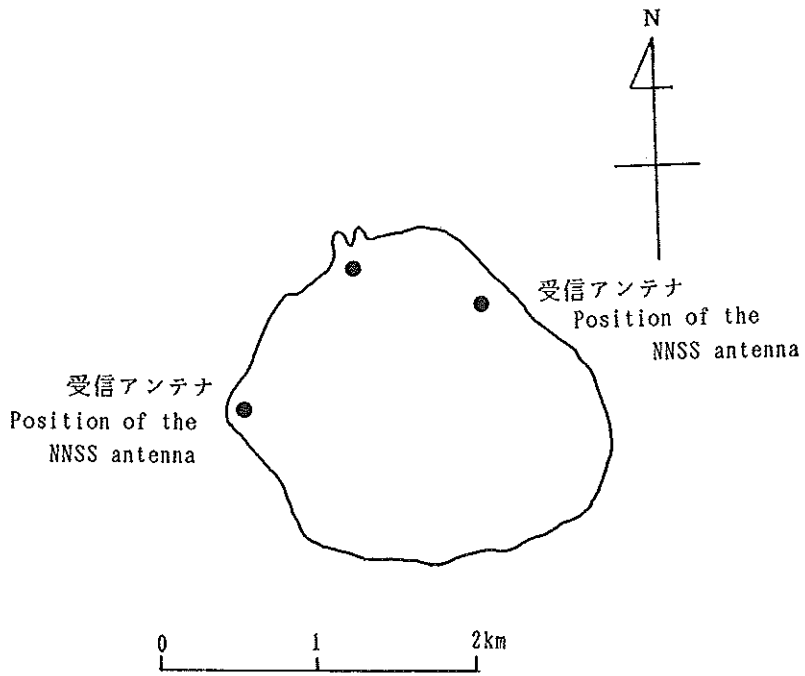


Figure15. Site sketch for Kobi Syo.

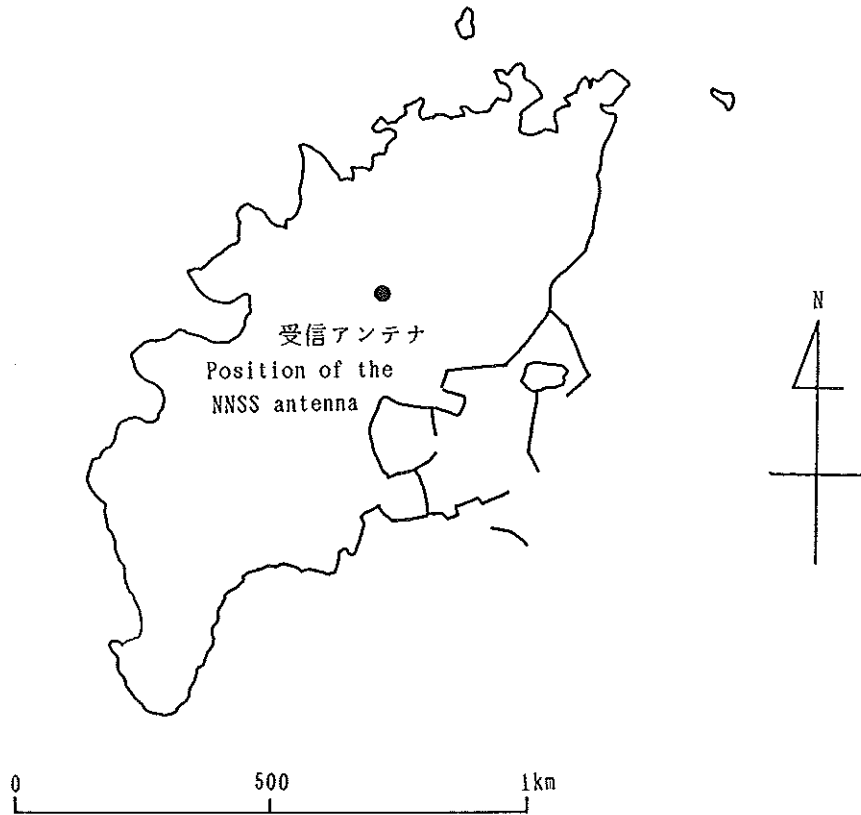


Figure 16. Site sketch for Hegura Sima.

GPS OBSERVATIONS AROUND SAGAMI BAY IN 1990

Abstract

Hydrographic Department 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. These receivers are controlled through telephone line from the head office of Hydrographic Department in Tokyo. Observations have been carried out about once a week with some intensive observations. Triple difference analysis has been made for each baseline fixing the position of O Sima or Manazuru.

Key words: GPS - Sagami Bay - crustal movements

1. Introduction

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 *et al.*, 1991), and it was shown that repeatability of baseline length was about 1ppm or less. It is said that there is an active fault in Sagami Bay near Odawara, and the detection of crustal movements might offer valuable information for prediction of future earthquakes and volcanic activities in this area.

Dual frequency GPS receivers (4000SLD, TRIMBLE NAV. Ltd.) were set at O Sima, Manazuru and Turugi Saki (Fig.1). Distances between stations ranges from 47km to 49km. The control system which sends commands of observations to the receivers and collects observed data from the receivers was installed at the head office of Hydrographic Department in Tokyo. Communication between this system and the GPS receivers is through telephone line. The control system also makes baseline analyses. The observation has been continued since Feb., 1990 and analyzed results have been reported to the Coordinating Committee for Earthquake Prediction (Hydrographic Department, 1991).

Crustal movements is active around Sagami Bay since it is located near a triple junction point of three plates, the North American plate, the Eurasian plate and the Philippine sea plate. The purpose of this observation is to monitor velocity field around Sagami Bay in relatively large scale and abrupt changes between stations, and to clarify the nature of crustal movements in plate boundary region.

2. Observation sites and the control system

2-1. O Sima

A GPS receiver was installed at the Izu O Sima Aids to Navigation Office. Installation of the receiver and survey by EDM were carried out by T. Uchiyama, K. Fuchida and S. Masai from Dec. 18 to Dec. 22, 1989. The GPS antenna was set up on the top of the building (Fig. 2). It was mounted on a pole which was directly fixed to the south side of the building. The receiver and a modem (TELEBIT T-2000, TELEBIT Corp.) were installed in an office room of the building (Fig. 3). Speed of communication of this modem was set to be 9600bps. The position of the antenna was surveyed from a triangulation point (T1, Titigasaki). Another triangulation point (O, Okubo) was used as a reference point of azimuth angle (Fig. 4). On the top of the building, a brass marker (B1) was newly established as a reference point for future survey. The GPS antenna was set up 12cm above the top of the base for the antenna (TB₁). The position of the GPS antenna in the previous test observation in July, 1989 was also surveyed. The results are summarized in Table 1. The difference between the new antenna position (G₁) and the old one (Go₁) is as follows.

$$df (G_1 - Go_1) = 0.014''$$

$$dl (G_1 - Go_1) = -0.013''$$

$$dh (G_1 - Go_1) = 0.35m$$

2-2. Manazuru

A GPS receiver was installed at the Fire Service Office of Manazuru town. Installation of the receiver and survey by EDM were carried out by A. Sengoku, K. Fuchida and T. Kawai from Jan. 16 to Jan. 20, 1990. The GPS antenna was set up on the top of the building (Fig. 5). It was mounted on a pole which was fixed to the eastern side of a handrail on the top level of the building. The receiver and a modem were installed in an office room of the building. The position of the antenna was surveyed from a triangulation point (T₂, Manazurumisaki). Another triangulation point (U, Ueno) was used as a reference point of azimuth angle (Fig. 6). On the top of the building, a brass marker (B₂) was newly established. The GPS antenna was set up 11cm above the top of the base for the antenna (TB₂). The position of the GPS antenna in the previous test observation in July, 1989 was also surveyed. The results are summarized in Table 2. The difference between the new antenna position (G₂) and the old one (Go₂) is as follows.

$$df (G_2 - Go_2) = 0.000''$$

$$dl (G_2 - Go_2) = -0.001''$$

$$dh (G_2 - Go_2) = 0.21m$$

2-3. Turugi Saki

A GPS receiver was installed at the Turugi Saki Aids to Navigation Office. Installation of the receiver and survey by EDM were carried out by T. Uchiyama, S. Imaki and S. Masai from Feb. 5 to Feb. 9, 1990. The GPS antenna was set up on the top of the antenna tower for radio communication (Fig. 7) and the receiver and a modem were installed inside the building of the office. The position of the antenna was surveyed from a triangulation point (T_3 , Misakihoudai). Another triangulation point (K_1 , Kaneda) was used as a reference point of azimuth angle (Fig. 8). The results are summarized in Table 3.

2-4. The control system

Observation schedules of the three GPS receivers have been controlled by a mini-computer (DS/7400, Nippon Data General Inc.) and a modem at the head office of the Hydrographic Department in Tokyo. Through NTT telephone line, this computer sends commands for observations to the receivers and collects observed data from the receivers.

The control program is 4000 (TRIMBLE NAV. Ltd., version 3.12). Each baseline is analyzed by TRIMVEC (TRIMBLE NAV. Ltd., version 88.112MB) with triple difference analysis mode at the control system. Standard atmospheric model is used in the analysis.

3. Observations and baseline analyses

After a test period for evaluating repeatability of baselines (from Feb. to Mar.), 6 hour observations have been made once a week, approximately. Table 4 shows observation schedules in 1990. From Feb. 15 to Dec. 26, 57 dual frequency observations were carried out.

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 coordinates of the fixed stations, in the analyses of Manazuru-O Sima line and Turugi Saki-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. 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 and height difference are shown in Fig. 8, 9 and 10. Those of geocentric rectangular coordinates (u , v , w) are also shown in table 5. In 1990, 39 sets of baselines are obtained for O Sima - Manazuru line, 38 sets for O Sima - Turugi Saki line and 30 sets for Manazuru - Turugi Saki line. From Apr. to Aug. 1990, S/A (Selective Availability) was declared to all the GPS satellites and accuracy of point positioning seemed to be degraded to about 100m. Since Aug. 1990, S/A seems not to be declared to satellites, and precision of analyzed results might be better.

This report is written by A. Sengoku and K. Kawai. Analysis of survey was carried out by T. Uchiyama and K. Fuchida. Authors would like to greatly appreciate the kind assistance of Manazuru town, Izu O Sima Aids to Navigation Office and Turugi Saki Aids to Navigation Office.

References

- Sengoku, A., 1991: *GPS test observations around Sagami Bay in 1989*,
Data Report of Hydrographic Observation, series of Satellite Geodesy, No.4, p. 96.
- Hydrographic Department 1991: *GPS observations around Sagami Bay* (February - November, 1990),
Report of the Coordinating Committee for Earthquake Prediction, vol.45, p.122.
- Sengoku, A., T. Fukushima, K. Kawai, K. Asai, T. Kawai and T. Fujii, 1990: *GPS observation around Sagami Bay*, Jour. Japan Soc. Mar. Surv. Tech., vol.2, p.17.

Table 4. Observation data

	Explanation
Column 1	Serial number
2	Session number
3	Observation time (UT)
4	Observed satellites in PRN number
5	Aquired data size in byte.
	4001: O Sima
	4002: Manazuru
	4003: Turugi Saki

Table 5. Analyzed results

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

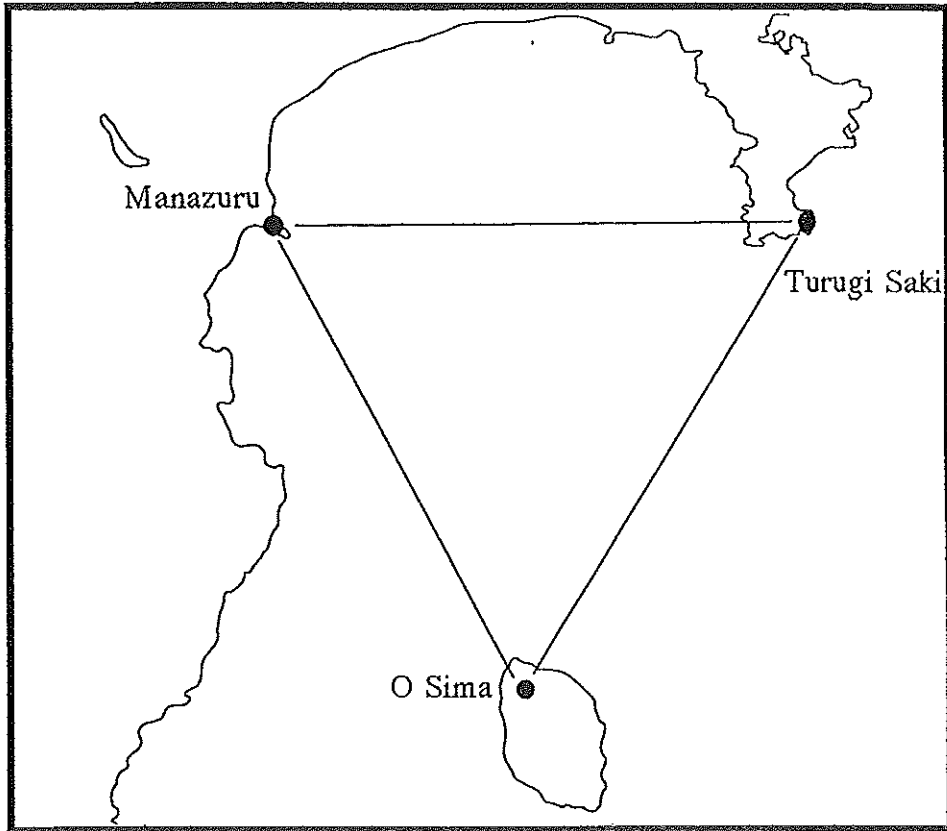


Figure 1. Observation sites.

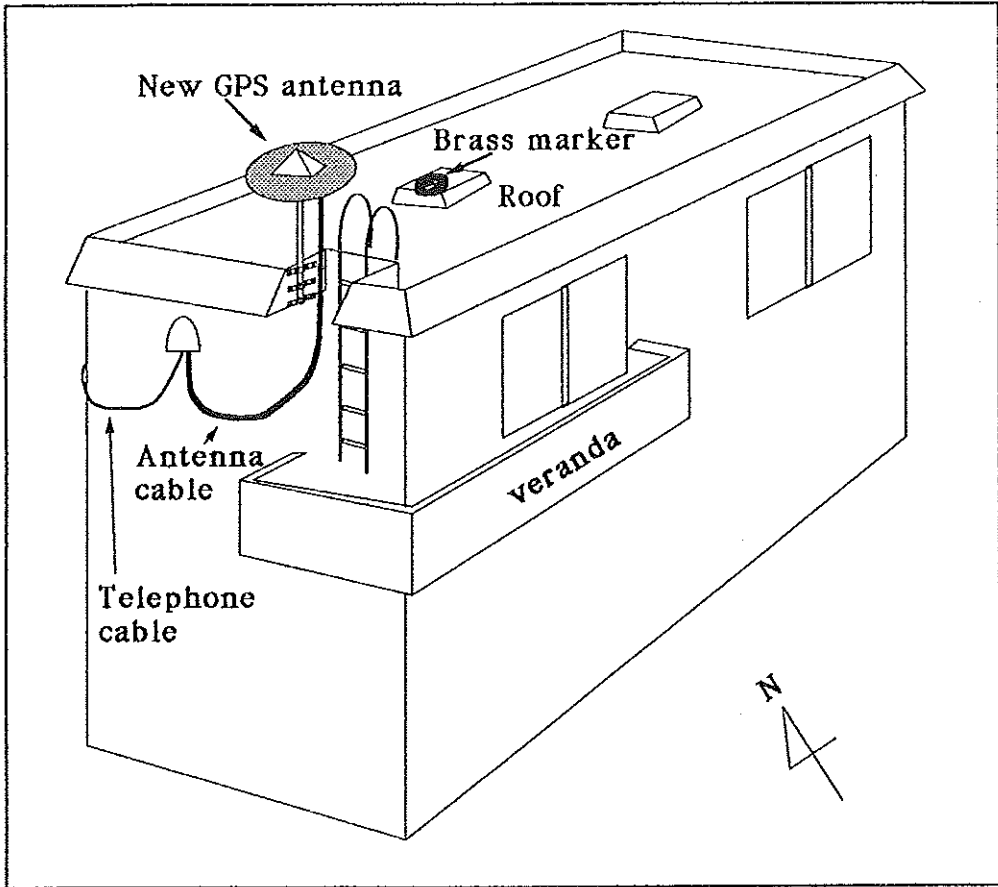


Figure 2. Site sketch of O Sima.

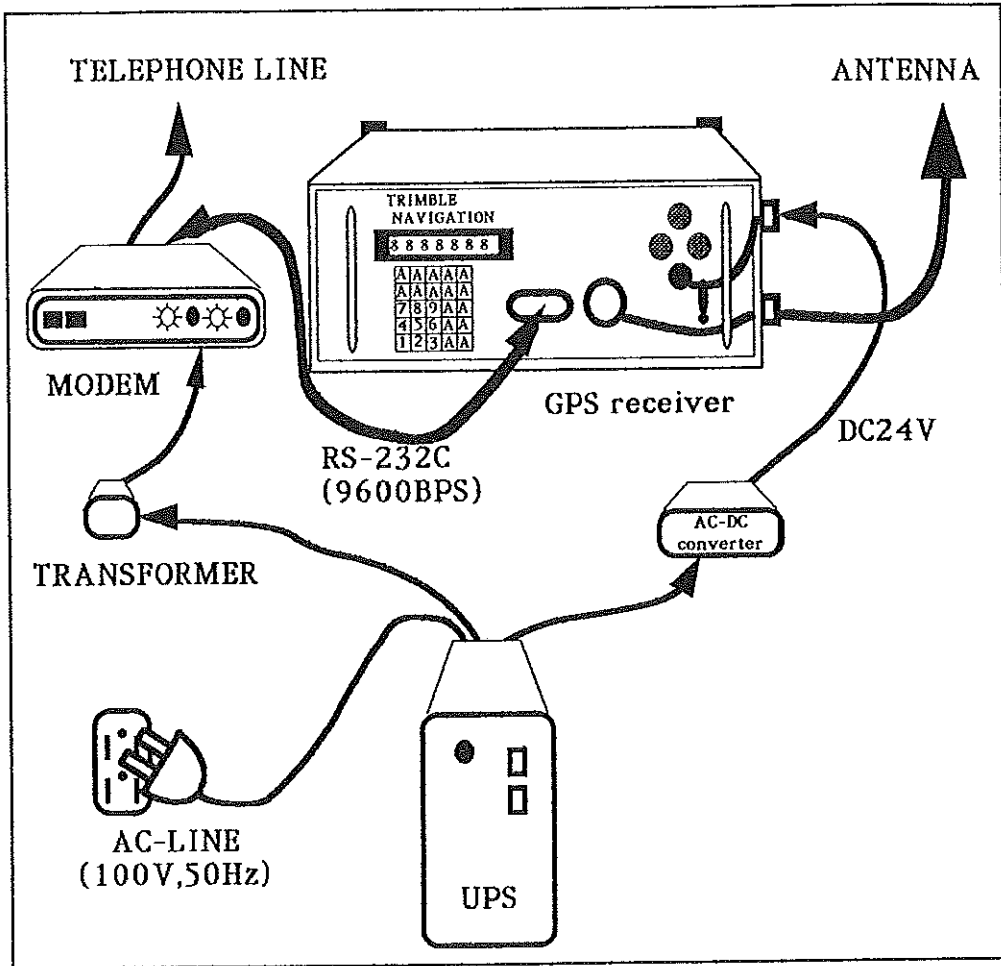


Figure 3. System configuration at observation sites.

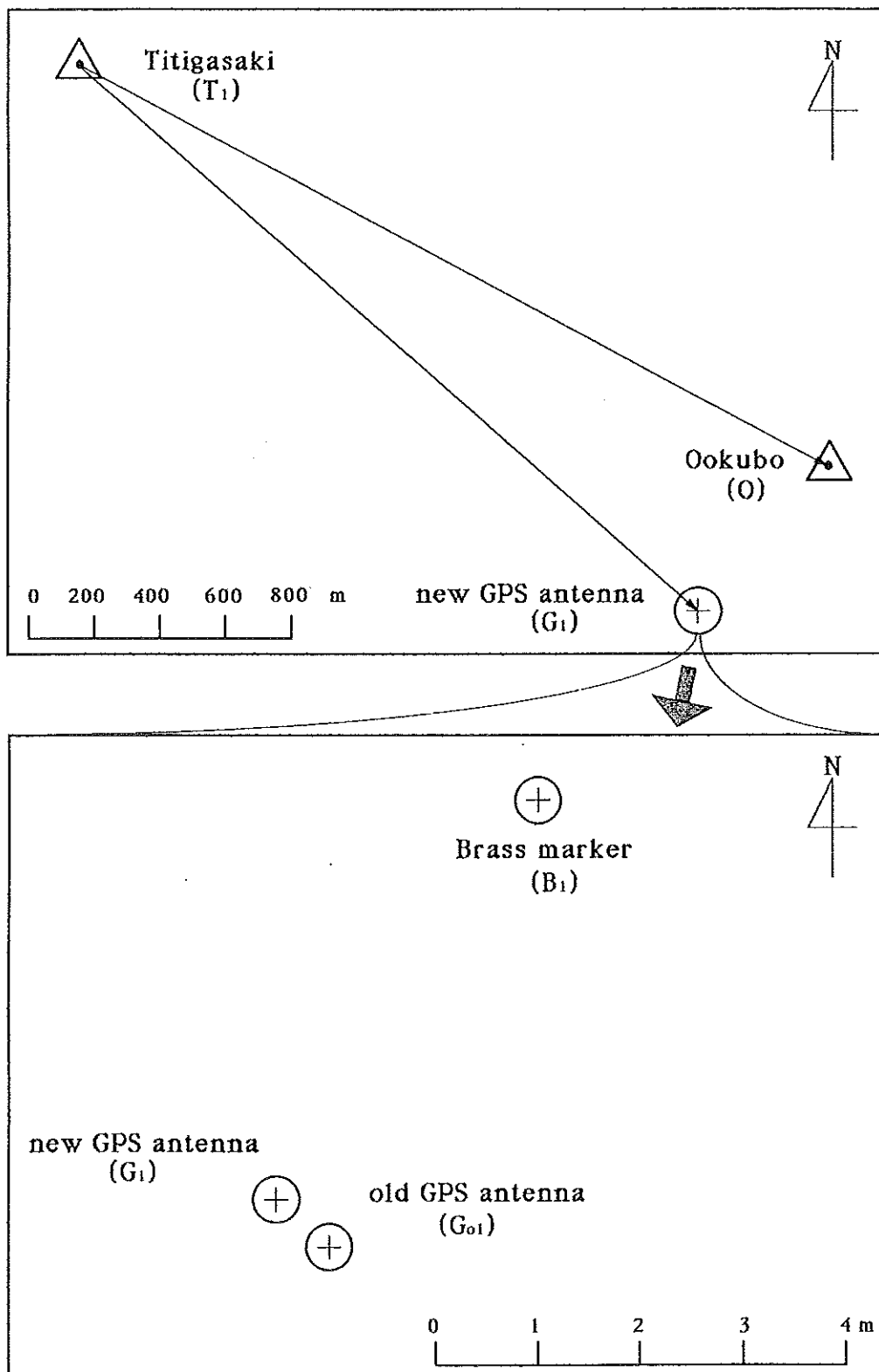


Figure 4. Survey chart for O SIma.

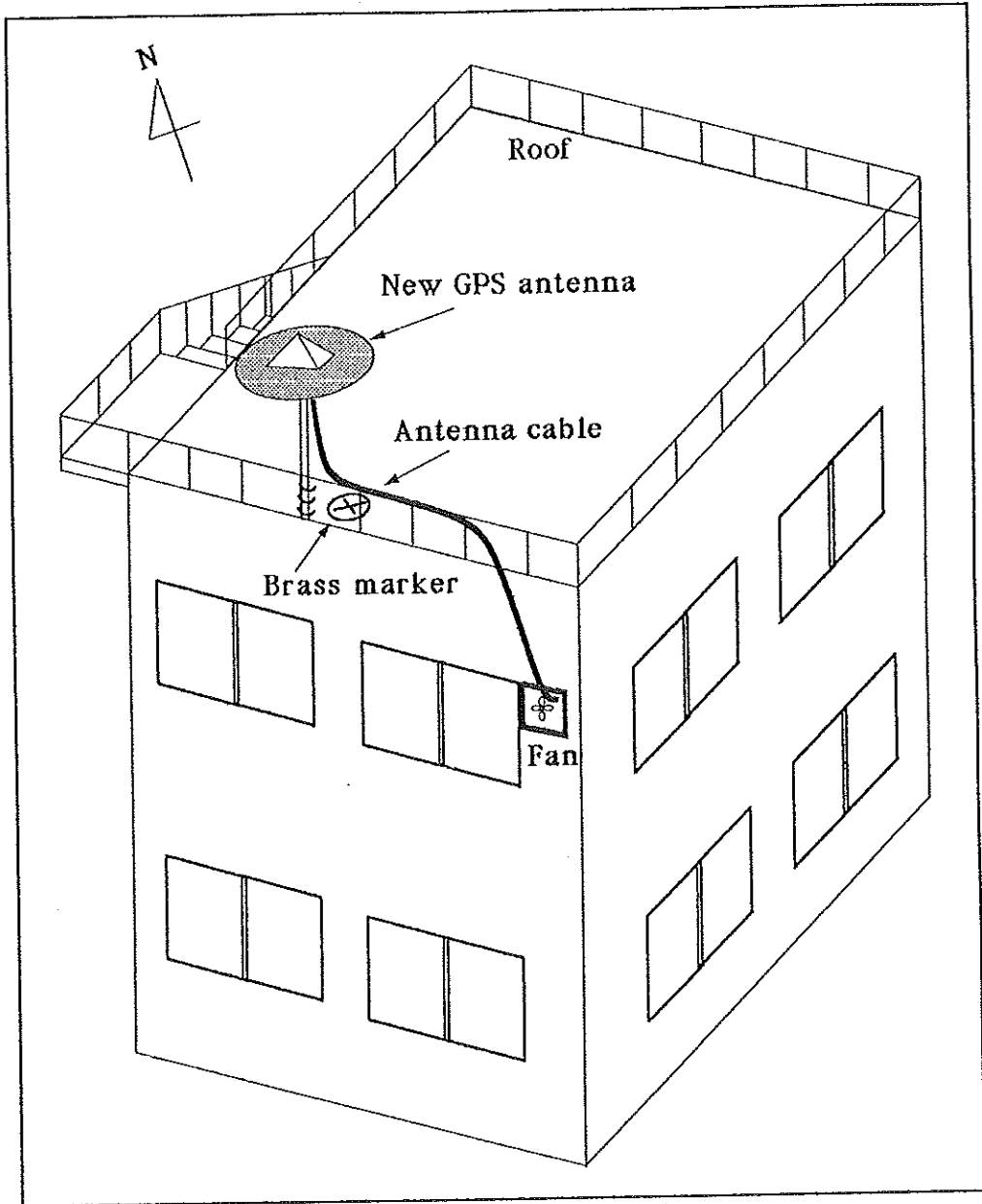


Figure 5. Site sketch of Manazuru.

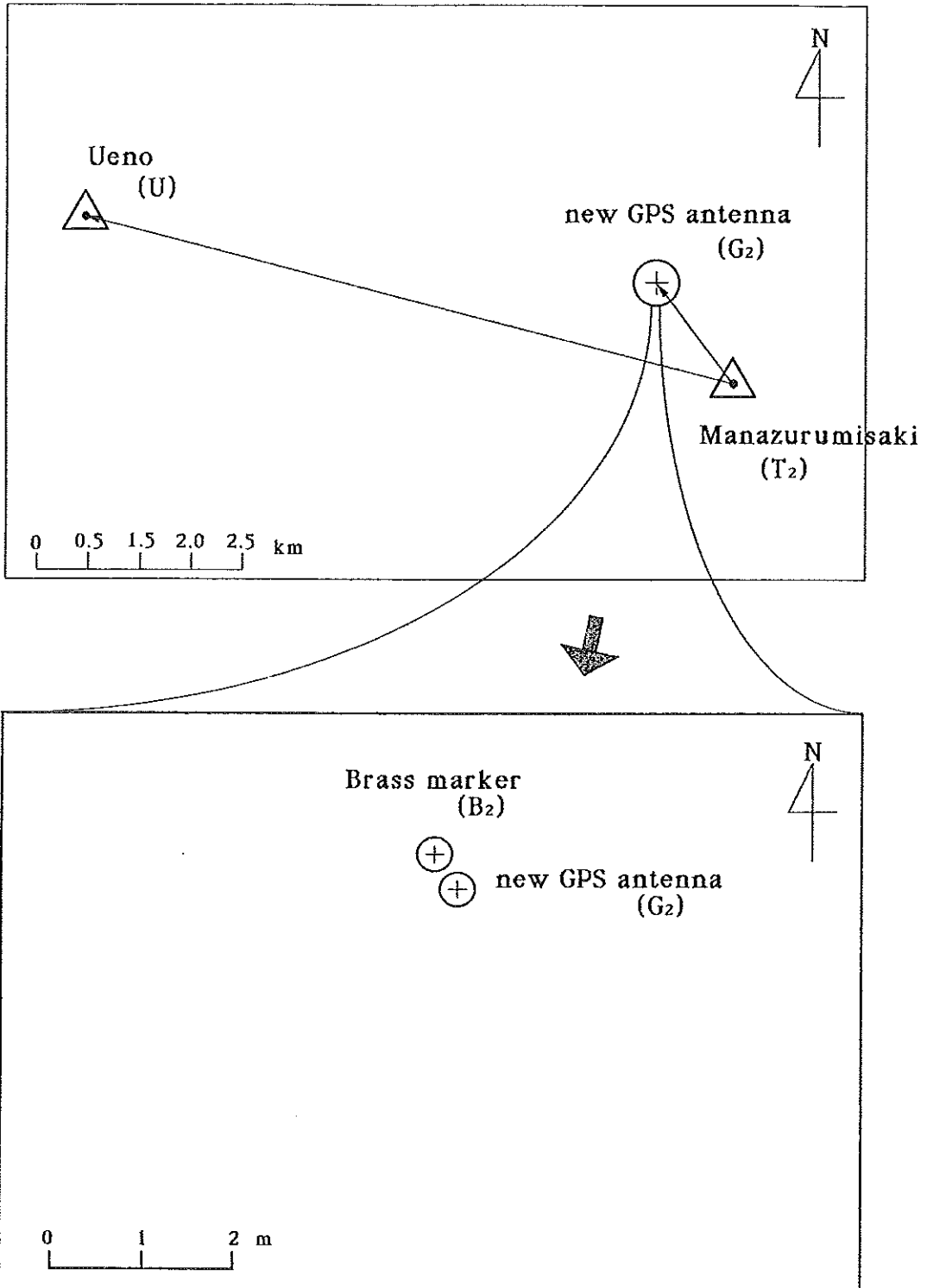


Figure 6. Survey chart for Manazuru.

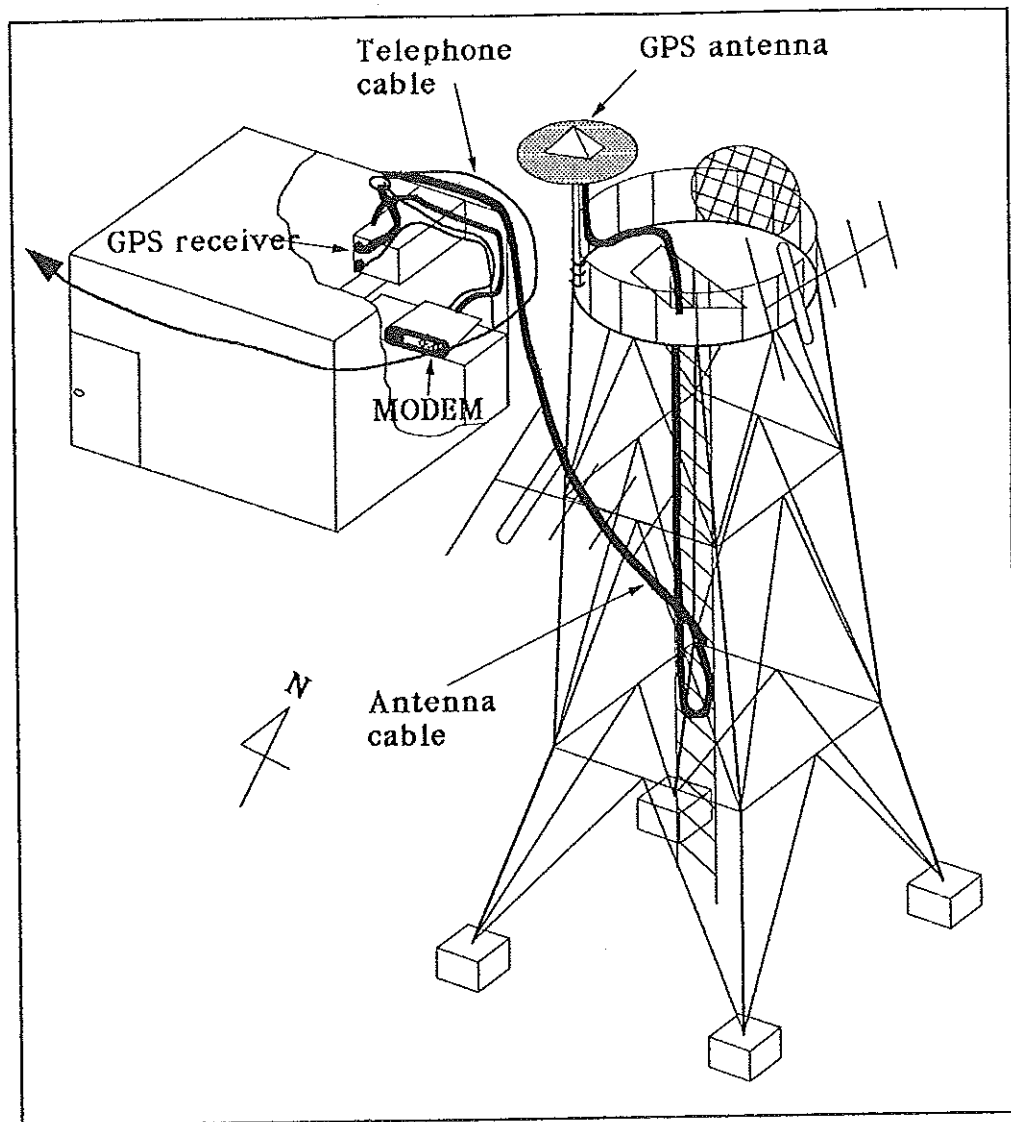


Figure 7. Site sketch of Turugi Saki.

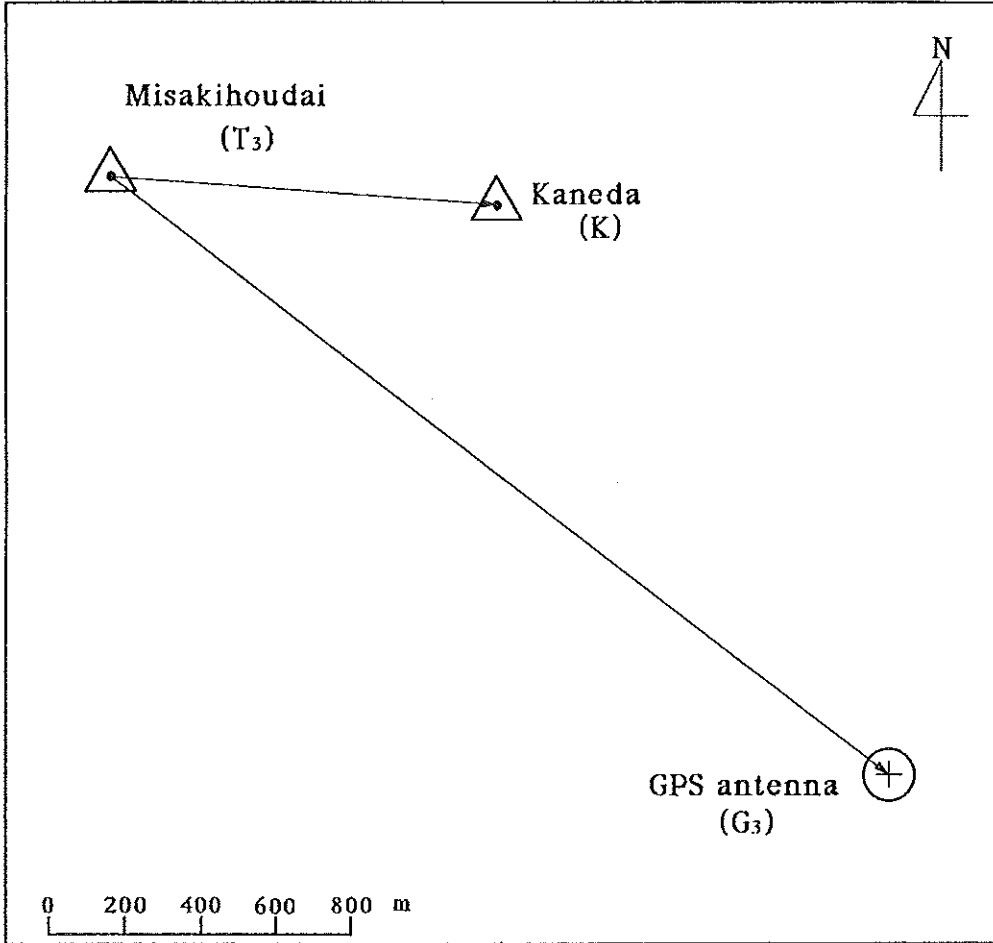


Figure 8. Survey chart for Turugi Saki.

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

	Symbol	Latitude	Longitude	Height	Note
Titigasaki	T ₁	34° 47' 40.550"	139° 21' 55.078"	95.90m	Fiducial point, 4th order triangulation point.
Ookubo	O	34° 46' 56.820"	139° 23' 24.969"	131.00m	Reference point of azimuth angle, 3rd order triangulation point.
Brass marker	B ₁	34° 46' 41.116"	139° 23' 09.168"	115.35m	
Top of the base	TB ₁	34° 46' 40.990"	139° 23' 09.071"	116.07m	Top of the base for the antenna.
GPS antenna(new)	G ₁	34° 46' 40.990"	139° 23' 09.071"	116.19m	Center of the antenna(new).
GPS antenna(old)	G _{o1}	34° 46' 40.976"	139° 23' 09.084"	115.84m	Center of the antenna(old).

Table 2. Survey results of the fiducial and other markers at Manazuru (Tokyo Datum)

	Symbol	Latitude	Longitude	Height	Note
Manazurunisaki	T ₂	35° 08' 38.246"	139° 08' 58.436"	88.79n	Fiducial point, 2nd order triangulation point.
Ueno	U	35° 09' 31.418"	139° 04' 55.644"	662.48n	Reference point of azimuth angle, 3rd order triangulation point.
Brass marker	B ₂	35° 09' 09.108"	139° 08' 31.925"	50.00n	
Top of the base	TB ₂	35° 09' 09.097"	139° 08' 31.933"	51.40n	Top of the base for the antenna.
GPS antenna(new)	G ₂	35° 09' 09.097"	139° 08' 31.933"	51.51n	Center of the antenna(new).
GPS antenna(old)	G _{o2}	35° 09' 09.097"	139° 08' 31.934"	51.30n	Center of the antenna(old).

Table 3. Survey results of the fiducial and other markers at Turugi Saki (Tokyo Datum)

	Symbol	Latitude	Longitude	Height	Note
Misakihoudai	T ₃	35° 09' 07.288"	139° 39' 26.800"	62.69n	Fiducial point, 2nd order triangulation point.
Kaneda	K	35° 09' 05.082"	139° 40' 06.725"	57.76n	Reference point of azimuth angle, 3rd order triangulation point.
GPS antenna	G ₃	35° 08' 17.324"	139° 40' 47.556"	40.50n	Center of the antenna.

Table 4. Observation data

No.	session	year	month	day	time		observed PRN#	data size			
					h	m		h	m	4001	4002
1	046-0	1990	Feb.	15	01	20	- 04 00	3 6 9 12	203318	214396	0
2	046-1	1990		15	21	30	- 24 00	3 11 13 14		0 266252	261802
3	047-1	1990		16	21	15	- 24 15	3 11 13 14	299160	303300	0
4	048-0	1990		17	21	15	- 24 15	3 11 13 14	293814	302912	0
5	052-0	1990		21	21	10	- 24 10	3 11 13 14	287246	300408	0
6	054-0	1990		23	21	02	- 24 02	3 11 13 14	293316	300132	0
7	057-0	1990		26	20	50	- 23 50	3 11 13 14	192340	299742	0
8	058-0	1990		27	20	46	- 23 46	3 11 13 14	290712	299700	0
9	059-1	1990		28	20	42	- 23 42	3 11 13 14	275302	301044	294850
10	060-1	1990	Mar.	01	20	42	- 23 42	3 11 13 14	299352	295772	278528
11	062-1	1990		03	20	34	- 23 34	3 11 13 14	297116	298604	296264
12	064-0	1990		05	20	26	- 23 26	3 11 13 14	289176	297252	295790
13	066-0	1990		07	01	15	- 04 15	6 9 12 16 17 19	404946	55192	337814
14	068-1	1990		09	02	00	- 05 00	6 9 12 16 17 19	404530	361778	402726
15	069-1	1990		10	02	00	- 05 00	6 9 12 16 17 19	401758	356362	398344
16	071-1	1990		12	02	00	- 05 00	6 9 12 16 17 18 19	382750	286976	4096
17	074-0	1990		15	02	00	- 05 00	6 9 12 13 16 17 18 19	369530	335440	373614
18	075-0	1990		16	22	00	- 25 00	3 6 9 12 13 14 16 17	359240	335670	102400
19	078-0	1990		19	22	00	- 25 00	3 6 9 12 13 14 16 17	364124	336656	368344
20	081-0	1990		22	05	00	- 08 00	3 12 13 18 19	309090	237854	295592
21	082-0	1990		23	18	00	- 21 00	3 11 13 14	295782	0	0
22	087-0	1990		28	01	00	- 04 00	6 9 12 16 17 18 19	381294	335288	288768
23	088-0	1990		29	12	56	- 03 56	6 12 16 17 18 19		0 387424	400198
24	099-0	1990	Apr.	09	03	30	- 07 00	3 12 13 18 19	296978	231430	289390
25	100-1	1990		09	23	00	- 27 00	6 9 12 16 17 19	500658	440404	419830
26	108-1	1990		17	23	32	- 26 32	6 9 12 16 17 18 19	372962	353208	385958
27	114-1	1990		23	23	04	- 26 04	6 9 12 16 17 18 19 20	404216	384456	410538
28	118-1	1990		26	22	48	- 25 48	6 9 12 17 18 19 20	101314	93878	53074
29	127-1	1990	May	07	22	04	- 25 04	6 9 12 16 17 18 19 20	97010	93202	96116
30	129-1	1990		09	19	56	- 24 56	3 6 9 12 16 17 18 19 20	146476	146814	151606
31	130-1	1990		10	21	52	- 24 52	6 9 12 16 17 18 19 20	398934	377872	395886
32	148-1	1990		28	19	52	- 25 52	3 9 12 16 17 18 19 20	757392	734486	0
33	155-0	1990	Jun.	04	19	00	- 25 00	3 9 12 16 18 19 20	695832	674186	689152
34	156-0	1990		05	18	56	- 24 56	3 9 12 16 18 19 20	266562	312706	690760
35	163-0	1990		12	18	32	- 24 32	9 12 16 18 19 20	369412	0	636746
36	179-0	1990		28	17	28	- 23 28	9 12 16 18 19 20	638174	0	660932
37	187-1	1990	Jul.	06	17	00	- 23 00	9 12 16 18 19 20	608876	0	621592
38	194-1	1990		13	16	28	- 22 28	9 12 16 18 19 20	576732	0	595818
39	198-1	1990		17	14	30	- 20 30	3 6 9 12 16 17 18 20	775684	0	798756
40	199-1	1990		18	14	26	- 19 46	3 6 9 12 16 17 18	683958	0	708986
41	206-1	1990		25	13	58	- 19 18	3 6 9 12 16 17 18		0 686118	211184
42	213-1	1990	Aug.	01	13	26	- 18 46	3 6 9 12 16 17 18	673278	677878	0
43	218-1	1990		06	13	10	- 18 30	3 9 12 16 17 18	577700	572456	595486
44	225-1	1990		13	12	42	- 18 02	3 6 9 12 16 17 18	659603	630302	665742
45	239-1	1990		27	11	46	- 17 06	3 6 9 12 16 17 18	633313	590726	634282
46	248-1	1990	Sep.	05	11	10	- 16 36	3 6 9 12 16 17 18	604097	582582	609504
47	274-1	1990	Oct.	01	09	26	- 14 46	3 6 9 12 16 17 18	561632	525186	554824
48	277-1	1990		04	09	10	- 14 30	3 6 9 12 16 17 18	586590	495068	573888
49	278-1	1990		05	09	06	- 14 26	3 6 9 12 16 17 18	562376	522576	554052
50	281-1	1990		08	08	54	- 14 14	3 6 9 12 16 17 18	558506	515328	537194
51	288-2	1990		15	08	18	- 10 18	3 6 9 16 17 18	237231	232406	233242
52	288-3	1990		15	10	18	- 14 48	6 9 12 16 17 20 21	542526	504540	530590
53	295-1	1990		22	08	36	- 14 36	3 6 9 12 16 17	470718	438158	464354
54	310-1	1990	Nov.	06	07	32	- 13 32	3 6 9 12 16 17	479754	0	469680
55	317-3	1990		13	20	10	- 24 10	2 6 9 11 14 15 19 21	533688	503932	525814
56	341-1	1990	Dec.	07	18	38	- 22 38	2 6 9 11 14 15 19 21	366760	504676	0
57	360-1	1990		26	01	30	- 06 30	3 6 12 13 16 17 18 19	585210	176798	0

Table 5. Analyzed results

<<Manazuru-Osima>>

No.	session	day	slope distance	delta phai	delta lamda	delta h	dx	dy	dz	rms
1	046-0	46.12	47123.672 .075	1347.9516 .0013	-877.0741 .0054	-64.331 .020	32599.285 0.089	1286.552 0.109	34003.998	0.037
2	047-1	47.94	47123.779 .045	1347.9585 .0009	-877.0839 .0019	-64.225 .017	32599.368 0.043	1286.592 0.029	34004.065	0.026
3	048-0	48.95	47123.746 .061	1347.9566 .0014	-877.0826 .0023	-64.275 .018	32599.373 0.053	1286.576 0.035	34004.015	0.039
4	052-0	52.95	47123.708 .072	1347.9554 .0016	-877.0876 .0027	-64.280 .021	32599.386 0.064	1286.642 0.042	34003.948	0.044
5	054-0	54.94	47123.727 .072	1347.9554 .0017	-877.0847 .0026	-64.275 .021	32599.383 0.062	1286.605 0.038	34003.978	0.046
6	058-0	58.93	47123.670 .056	1347.9535 .0013	-877.0868 .0021	-64.277 .017	32599.367 0.049	1286.660 0.034	34003.912	0.036
7	060-1	60.93	47123.733 .054	1347.9560 .0011	-877.0855 .0022	-64.306 .019	32599.393 0.050	1286.622 0.032	34003.976	0.031
8	062-1	62.92	47123.719 .063	1347.9557 .0014	-877.0865 .0024	-64.294 .020	32599.391 0.056	1286.627 0.038	34003.958	0.040
9	064-0	64.92	47123.732 .068	1347.9496 .0003	-877.0874 .0025	-64.307 .020	32599.420 0.060	1286.658 0.037	34003.947	0.043
10	068-1	68.15	47123.656 .021	1347.9492 .0004	-877.0757 .0014	-64.248 .020	32599.281 0.032	1286.560 0.025	34003.979	0.012
11	069-1	69.15	47123.711 .031	1347.9524 .0004	-877.0830 .0020	-64.229 .026	32599.337 0.046	1286.648 0.033	34003.998	0.015
12	075-0	75.98	47123.732 .016	1347.9517 .0006	-877.0799 .0012	-64.308 .032	32599.372 0.023	1286.631 0.040	34003.994	0.014
13	078-0	78.98	47123.753 .013	1347.9524 .0006	-877.0841 .0012	-64.306 .029	32599.422 0.019	1286.680 0.041	34003.975	0.012
14	081-0	81.28	47123.780 .016	1347.9462 .0006	-877.0821 .0030	-64.227 .030	32601.053 0.513	1287.760 0.362	34002.407	0.498
15	087-0	87.11	47123.703 .051	1347.9512 .0004	-877.0738 .0014	-64.634 .024	32599.400 0.071	1286.647 0.045	34003.927	0.014
16	088-0	88.09	47123.688 .022	1347.9608 .0002	-877.0929 .0010	-64.221 .018	32599.441 0.021	1286.658 0.020	34003.931	0.014
17	100-1	100.04	47123.809 .013	1347.9416 .0004	-877.0616 .0019	-64.453 .024	32599.208 0.046	1286.508 0.030	34003.901	0.012
18	108-1	108.05	47123.548 .030	1347.9484 .0004	-877.0808 .0017	-64.084 .028	32599.284 0.045	1286.611 0.026	34004.005	0.012
19	114-1	114.03	47123.678 .028	1347.9495 .0007	-877.0997 .0026	-64.144 .036	32599.488 0.046	1286.575 0.038	34003.889	0.028
20	127-1	127.98	47123.819 .041	1347.9503 .0033	-877.1800 .0135	-64.542 .098	32599.604 0.056	1286.717 0.046	34003.966	0.014
21	130-1	130.97	47123.790 .036	1347.9598 .0005	-877.0867 .0022	-64.415 .019	32599.476 0.012	1286.648 0.015	34004.003	0.008
22	148-1	148.96	47123.811 .009	1347.9597 .0002	-877.0885 .0006	-64.347 .012	32599.434 0.015	1286.630 0.018	34004.002	0.008
23	155-0	155.92	47123.780 .009	1347.9592 .0004	-877.0869 .0008	-64.331 .012	32599.411 0.028	1286.645 0.041	34004.018	0.013
24	156-0	156.85	47123.776 .018	1347.9592 .0004	-877.0868 .0018	-64.299 .019	32599.417 0.031	1286.506 0.025	34003.975	0.011
25	207-1	206.70	47123.744 .020	1347.9598 .0003	-877.0828 .0013	-64.403 .023	32599.417 0.031	1286.613 0.026	34004.035	0.011
26	213-1	213.67	47123.685 .020	1347.9580 .0003	-877.0820 .0013	-64.214 .022	32599.262 0.028	1286.665 0.016	34004.049	0.010
27	218-1	218.66	47123.728 .013	1347.9584 .0002	-877.0847 .0008	-64.207 .021	32599.308 0.023	1286.548 0.018	34003.956	0.010
28	225-1	225.64	47123.779 .014	1347.9598 .0002	-877.0852 .0008	-64.432 .021	32599.484 0.023	1286.582 0.014	34004.019	0.010
29	239-1	239.60	47123.780 .015	1347.9600 .0003	-877.0858 .0008	-64.343 .021	32599.423 0.026	1286.631 0.020	34004.023	0.009
30	248-1	248.58	47123.764 .018	1347.9593 .0002	-877.0856 .0012	-64.283 .020	32599.382 0.030	1286.605 0.033	34003.997	0.011
31	274-1	274.50	47123.764 .029	1347.9592 .0003	-877.0857 .0019	-64.336 .023	32599.416 0.043	1286.605 0.041	34003.989	0.013
32	277-1	277.50	47123.723 .037	1347.9595 .0004	-877.0816 .0025	-64.363 .029	32599.369 0.055	1286.635 0.036	34004.005	0.011
33	278-1	278.49	47123.776 .033	1347.9592 .0003	-877.0868 .0022	-64.321 .024	32599.349 0.049	1286.542 0.039	34003.969	0.010
34	281-1	281.48	47123.695 .034	1347.9583 .0003	-877.0821 .0023	-64.344 .022	32599.425 0.049	1286.643 0.036	34003.930	0.019
35	288-2	288.39	47123.768 .043	1347.9581 .0005	-877.0888 .0029	-64.401 .033	32599.492 0.058	1286.608 0.031	34004.012	0.009
36	288-3	288.53	47123.745 .032	1347.9590 .0003	-877.0847 .0022	-64.300 .021	32599.364 0.080	1286.584 0.083	34003.995	0.015
37	295-1	295.46	47123.725 .060	1347.9587 .0004	-877.0837 .0044	-64.316 .028	32599.364 0.080	1286.617 0.013	34003.950	0.011
38	317-3	317.93	47123.756 .017	1347.9584 .0003	-877.0871 .0009	-64.380 .019	32599.454 0.026	1286.617 0.013	34003.950	0.011
39	360-1	360.17	47123.914 .054	1347.9645 .0017	-877.0864 .0019	-64.563 .070	32599.638 0.064	1286.435 0.070	34003.999	0.035

<<Tsurugisaki-Osima>>

No.	session	day	slope distance	delta pbai	delta lamda	delta h	dx	dy	dz	rms
1	060-1	60.93	48132.174 .028	1296.2470 .0020	1058.3699 .0029	-78.495 .024	34.875 0.071	-35325.419 0.040	32692.809 0.056	0.11
2	062-1	62.92	48132.270 .031	1296.2486 .0016	1058.3751 .0026	-78.536 .021	34.831 0.061	-35325.549 0.039	32692.810 0.044	0.11
3	064-0	64.92	48132.252 .033	1296.2509 .0018	1058.3706 .0026	-78.451 .022	34.940 0.063	-35325.440 0.039	32692.901 0.051	0.11
4	066-0	66.12	48132.217 .024	1296.2451 .0003	1058.3670 .0014	-78.437 .022	34.927 0.029	-35325.411 0.027	32692.881 0.016	0.10
5	068-1	68.15	48132.090 .023	1296.2420 .0004	1058.3579 .0020	-78.408 .020	35.063 0.043	-35325.258 0.032	32692.858 0.011	0.10
6	069-1	69.15	48132.127 .019	1296.2458 .0003	1058.3613 .0014	-78.503 .018	35.026 0.032	-35325.327 0.025	32692.838 0.011	0.10
7	071-1	71.15	48132.126 .033	1296.2428 .0006	1058.3619 .0029	-78.456 .031	34.972 0.066	-35325.326 0.047	32692.838 0.017	0.14
8	075-0	75.98	48132.162 .028	1296.2428 .0006	1058.3635 .0012	-78.429 .030	34.969 0.063	-35325.552 0.038	32692.864 0.014	0.13
9	078-0	78.98	48132.148 .033	1296.2449 .0007	1058.3622 .0014	-78.455 .031	35.021 0.021	-35325.331 0.045	32692.865 0.012	0.13
10	082-0	82.81	48132.184 .018	1296.2510 .0007	1058.3659 .0021	-78.515 .021	35.050 0.045	-35325.366 0.035	32692.880 0.022	0.11
11	088-0	88.09	48132.153 .017	1296.2419 .0003	1058.3600 .0012	-78.726 .018	35.000 0.028	-35325.395 0.022	32692.804 0.011	0.09
12	100-1	100.04	48132.220 .017	1296.2550 .0003	1058.3692 .0010	-78.515 .017	34.942 0.022	-35325.406 0.021	32692.890 0.012	0.10
13	114-1	114.03	48132.156 .019	1296.2426 .0003	1058.3624 .0015	-78.289 .023	34.896 0.036	-35325.307 0.026	32692.904 0.011	0.10
14	127-1	127.98	48132.131 .029	1296.2496 .0004	1058.3564 .0023	-78.442 .027	35.063 0.051	-35325.285 0.037	32692.890 0.016	0.08
15	129-1	129.94	48132.213 .027	1296.2514 .0005	1058.3690 .0019	-78.524 .020	35.007 0.039	-35325.423 0.034	32692.861 0.017	0.09
16	130-1	130.97	48132.2059 .023	1296.2516 .0004	1058.3682 .0019	-78.498 .016	35.006 0.039	-35325.396 0.032	32692.880 0.011	0.10
17	155-0	155.92	48132.159 .020	1296.2510 .0003	1058.3658 .0011	-78.465 .015	35.017 0.019	-35325.326 0.025	32692.886 0.010	0.11
18	156-0	156.91	48132.193 .036	1296.2518 .0004	1058.3669 .0020	-78.499 .020	35.031 0.031	-35325.374 0.045	32692.885 0.014	0.09
19	163-0	163.89	48132.038 .043	1296.2489 .0008	1058.3613 .0021	-78.467 .028	35.064 0.032	-35325.214 0.051	32692.830 0.027	0.13
20	179-0	179.85	48132.170 .017	1296.2509 .0004	1058.3670 .0010	-78.488 .015	35.011 0.022	-35325.358 0.021	32692.868 0.009	0.11
21	187-1	187.83	48132.245 .019	1296.2518 .0003	1058.3706 .0013	-78.453 .015	34.943 0.029	-35325.420 0.023	32692.912 0.008	0.09
22	194-1	194.81	48132.116 .027	1296.2509 .0004	1058.3631 .0021	-78.530 .020	35.100 0.048	-35325.306 0.033	32692.844 0.010	0.10
23	198-1	198.73	48132.197 .013	1296.2511 .0002	1058.3685 .0009	-78.479 .016	34.984 0.021	-35325.385 0.016	32692.880 0.008	0.11
24	199-1	199.71	48132.195 .015	1296.2517 .0002	1058.3671 .0010	-78.429 .019	34.983 0.024	-35325.340 0.021	32692.924 0.009	0.10
25	206-1	206.70	48132.236 .045	1296.2529 .0011	1058.3679 .0029	-78.483 .058	35.020 0.066	-35325.398 0.071	32692.923 0.017	0.09
26	218-1	218.66	48132.174 .012	1296.2504 .0003	1058.3680 .0009	-78.497 .025	34.994 0.028	-35325.378 0.018	32692.852 0.012	0.11
27	225-1	225.64	48132.204 .011	1296.2517 .0002	1058.3679 .0008	-78.569 .020	35.058 0.021	-35325.428 0.017	32692.843 0.010	0.10
28	239-1	239.60	48132.213 .011	1296.2516 .0003	1058.3687 .0009	-78.553 .021	35.032 0.026	-35325.435 0.014	32692.848 0.010	0.11
29	248-1	248.58	48132.244 .017	1296.2514 .0003	1058.3712 .0013	-78.452 .022	34.926 0.033	-35325.427 0.022	32692.902 0.010	0.11
30	274-1	274.50	48132.127 .025	1296.2515 .0003	1058.3627 .0020	-78.442 .021	35.062 0.042	-35325.259 0.035	32692.912 0.010	0.11
31	277-1	277.50	48132.180 .032	1296.2515 .0005	1058.3664 .0027	-78.488 .028	35.029 0.057	-35325.356 0.046	32692.885 0.014	0.13
32	278-1	278.49	48132.182 .026	1296.2513 .0003	1058.3670 .0021	-78.488 .022	34.996 0.046	-35325.345 0.035	32692.900 0.010	0.11
33	281-1	281.48	48132.240 .029	1296.2507 .0003	1058.3722 .0024	-78.545 .022	34.959 0.049	-35325.487 0.041	32692.832 0.010	0.11
34	288-2	288.39	48132.231 .049	1296.2510 .0008	1058.3710 .0038	-78.509 .044	34.959 0.081	-35325.449 0.069	32692.860 0.023	0.18
35	288-3	288.53	48132.196 .028	1296.2514 .0003	1058.3678 .0023	-78.485 .022	35.003 0.054	-35325.379 0.034	32692.884 0.010	0.11
36	295-1	295.46	48132.162 .051	1296.2506 .0004	1058.3669 .0039	-78.498 .026	35.014 0.069	-35325.359 0.074	32692.855 0.014	0.12
37	310-1	310.41	48132.091 .044	1296.2508 .0003	1058.3615 .0033	-78.415 .026	35.055 0.059	-35325.213 0.063	32692.909 0.013	0.12
38	317-3	317.93	48132.159 .010	1296.2508 .0003	1058.3663 .0008	-78.463 .019	35.006 0.026	-35325.331 0.012	32692.881 0.010	0.11

<<Tsurigasaki-Manazuru>>										
No.	session	day	slope distance	delta phi	delta lambda	delta h	dx	dy	dz	rms
1	046-1	46.95	49016.426 .055	-51.7077 .0010	1935.4582 .0021	-14.276 .020	-32564.509 0.047	-36612.069 0.033	-1311.182 0.032	0.09
2	060-1	60.93	49016.362 .078	-51.7072 .0020	1935.4537 .0030	-14.189 .025	-32564.455 0.072	-36612.033 0.043	-1311.122 0.057	0.12
3	062-1	62.92	49016.461 .068	-51.7068 .0015	1935.4588 .0026	-14.237 .022	-32564.504 0.062	-36612.122 0.039	-1311.138 0.043	0.11
4	064-0	64.92	49016.384 .074	-51.7062 .0018	1935.4570 .0028	-14.149 .023	-32564.450 0.067	-36612.069 0.041	-1311.072 0.052	0.11
5	068-1	68.15	49016.201 .073	-51.7084 .0005	1935.4383 .0029	-14.088 .029	-32564.375 0.065	-36611.889 0.045	-1311.101 0.015	0.12
6	069-1	69.15	49016.213 .053	-51.7064 .0005	1935.4418 .0021	-14.260 .027	-32564.318 0.048	-36611.954 0.035	-1311.146 0.015	0.13
7	075-0	75.98	49016.311 .039	-51.7098 .0008	1935.4467 .0016	-14.062 .040	-32564.441 0.030	-36611.978 0.051	-1311.116 0.016	0.16
8	078-0	78.98	49016.338 .042	-51.7079 .0008	1935.4506 .0017	-14.128 .038	-32564.412 0.025	-36612.040 0.055	-1311.104 0.016	0.15
9	087-0	87.11	49016.195 .084	-51.7067 .0007	1935.4379 .0033	-14.162 .033	-32564.358 0.076	-36611.896 0.049	-1311.101 0.016	0.12
10	088-0	88.09	49016.058 .043	-51.7087 .0004	1935.4113 .0017	-14.073 .028	-32564.267 0.041	-36611.794 0.029	-1311.114 0.015	0.12
11	100-1	100.04	49016.278 .024	-51.7060 .0003	1935.4521 .0009	-14.249 .021	-32564.400 0.021	-36611.970 0.022	-1311.124 0.012	0.10
12	114-1	114.03	49016.235 .049	-51.7054 .0004	1935.4382 .0019	-14.207 .028	-32564.419 0.045	-36611.895 0.032	-1311.094 0.014	0.12
13	127-1	127.98	49016.200 .107	-51.7024 .0008	1935.4406 .0042	-14.422 .073	-32564.345 0.104	-36611.946 0.045	-1311.140 0.052	0.14
14	129-1	129.94	49016.179 .043	-51.7098 .0006	1935.4467 .0017	-14.117 .026	-32564.363 0.031	-36611.869 0.038	-1311.144 0.021	0.13
15	130-1	130.97	49016.303 .068	-51.7087 .0005	1935.4517 .0027	-14.059 .022	-32564.466 0.055	-36611.946 0.045	-1311.085 0.015	0.13
16	155-0	155.92	49016.238 .029	-51.7086 .0003	1935.4491 .0012	-14.106 .016	-32564.393 0.020	-36611.923 0.027	-1311.110 0.010	0.12
17	156-0	156.91	49016.251 .042	-51.7078 .0004	1935.4497 .0017	-14.126 .023	-32564.379 0.027	-36611.953 0.040	-1311.102 0.013	0.11
18	206-1	206.70	49016.291 .032	-51.7111 .0013	1935.4511 .0013	-13.854 .074	-32564.615 0.050	-36611.798 0.071	-1311.027 0.022	0.13
19	218-1	218.66	49016.285 .019	-51.7085 .0002	1935.4510 .0008	-14.220 .024	-32564.350 0.024	-36612.021 0.017	-1311.171 0.012	0.11
20	225-1	225.64	49016.295 .023	-51.7086 .0003	1935.4514 .0009	-14.066 .024	-32564.454 0.027	-36611.945 0.018	-1311.086 0.011	0.12
21	239-1	239.60	49016.302 .025	-51.7087 .0003	1935.4517 .0010	-14.206 .023	-32564.372 0.029	-36612.024 0.017	-1311.168 0.011	0.12
22	248-1	248.58	49016.345 .029	-51.7084 .0003	1935.4534 .0011	-14.130 .025	-32564.444 0.033	-36612.020 0.018	-1311.117 0.012	0.12
23	274-1	274.50	49016.262 .050	-51.7081 .0003	1935.4501 .0020	-14.098 .023	-32564.407 0.043	-36611.944 0.033	-1311.091 0.011	0.12
24	277-1	277.50	49016.305 .075	-51.7087 .0005	1935.4518 .0030	-14.143 .034	-32564.414 0.066	-36611.992 0.049	-1311.132 0.016	0.16
25	278-1	278.49	49016.277 .061	-51.7082 .0004	1935.4507 .0024	-14.132 .024	-32564.395 0.052	-36611.972 0.040	-1311.113 0.011	0.13
26	281-1	281.48	49016.371 .065	-51.7082 .0004	1935.4544 .0025	-14.190 .025	-32564.421 0.053	-36612.075 0.044	-1311.147 0.012	0.13
27	288-2	288.39	49016.331 .098	-51.7070 .0007	1935.4529 .0039	-14.041 .046	-32564.473 0.079	-36611.979 0.074	-1311.032 0.025	0.18
28	288-3	288.53	49016.193 .069	-51.7076 .0004	1935.4474 .0027	-14.181 .027	-32564.304 0.063	-36611.941 0.039	-1311.128 0.012	0.13
29	295-1	295.46	49016.210 .107	-51.7080 .0004	1935.4481 .0042	-14.144 .029	-32564.343 0.077	-36611.930 0.079	-1311.115 0.015	0.13
30	317-3	317.93	49016.296 .026	-51.7083 .0004	1935.4514 .0010	-14.053 .024	-32564.458 0.032	-36611.943 0.014	-1311.070 0.013	0.13

平成4年3月27日印刷
平成4年3月31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)3591-6361(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	合 同 印 刷 株 式 会 社 東京都墨田区業平2丁目9番13号 (郵便番号130) 電話 東京(03)3624-6111(代)
