

**Syowa superconducting gravimeter raw data  
and associated expedition reports  
(explanatory CD-ROM)**

Kazuo Shibuya<sup>1\*</sup>, Koichiro Doi<sup>1</sup>, Tadahiro Sato<sup>2</sup>  
and Yoshiaki Tamura<sup>2</sup>

<sup>1</sup>National Institute of Polar Research  
9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515  
<sup>2</sup>Mizusawa Observatory, National Astronomical Observatory  
2-12, Hoshigaoka, Mizusawa 023-0861  
\*Corresponding author. E-mail: shibuya@nipr.ac.jp

## 1. Introduction

For the past 10 years, Syowa Station, Antarctica, has been upgraded as one of the key global geodynamics observatories in the Southern Hemisphere (*e.g.* Shibuya *et al.*, 2003a). We started superconducting gravimeter (SG) observations at Syowa Station from March 23, 1993. Since then, SG observation has been an important component of the station activity. By the end of January 2003, the observations with the GWR Instruments Inc. TT70#016 SG had continued for almost 10 years without serious interruption.

However, the TT70 SG required an on-site helium liquefying facility. Liquefying of gaseous helium and maintenance of the related facilities were a burden to JARE members. Therefore we planned to replace the TT70#016 with the new CT#043 SG, which is equipped with a new cryocooler. The new CT SG can keep running without transferring liquid helium to the gravity Dewar from outside. The replacement started from February 2003 and performance was tested for about 1 year (*e.g.* Ikeda *et al.*, 2004). The test showed promising performance and we are going to maintain this new CT to succeed the TT70.

In collaboration with the Global Geodynamics Project (GGP), the edited 1-h interval sampling data from TT70#016 are already available to the user

community from the International Center for Earth Tides (ICET), Brussels, together with other GGP site records. After 10 years' successful operation of TT70#016, we decided to archive the original 2 s interval sampling (later changed to 1 s interval sampling) raw data, and the associated expedition reports, for detailed studies.

## 2. Explanatory CD-ROM

At the International Union of Geodesy and Geophysics Assembly in Sapporo on July 3, 2003, Shibuya *et al.* (2003b) presented the archive of Syowa SG raw data records. These raw data were stored in three DVDs, #1 for sy1993 through sy1999 and sy1999x, #2 for sy2000x and sy2001x, and #3 for sy2002x and sy2003x, respectively (see Fig. 1). They correspond to the records from the 34<sup>th</sup> Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-34, 1993) through JARE-43 (2003). The above DVD yearly folders contain daily raw data files, where sy2003x contains only one month data (January 2003) at the end stage of JARE-43. The DVDs were distributed to the participants at the Earth Tide Symposium 2004 (ETS2004) held at Ottawa on August 2-7, 2004.

We prepared here the CD-ROM which contains an explanation of the contents of the data files. The detailed log notes, expedition reports, and other information from each expedition are also stored on the CD-ROM with the label shown in Fig. 1 (bottom right). As shown in Fig. 2a, the CD-ROM has five folders and this data report file, details of which are given below.

### 2.1. DVD\_Notes

The contents of the DVDs are explained in the *DVD\_read\_me.txt* file (see Fig. 2b), as shown in the following box.

DVD\_read\_me.txt was written by Kazuo Shibuya on 2005.02.07 and revised on 07.08

This file explains the contents of three DVDs. They are labeled as,

Syowa SG Raw Data #1  
sy1993-sy1999, sy1999x,

Syowa SG Raw Data #2  
sy2000x, sy2001x,

and

Syowa SG Raw Data #3  
sy2002x, sy2003x.

In #1, there are yearly folders sy1993, sy1994, sy1995, sy1996, sy1997, sy1998, sy1999, and sy1999x. In sy1993, **readme1993.txt** and daily data files from **sy19930801.dat** through **sy19931231.dat** are included. The contents of **readme1993.txt** are written according to the style of GGP/ICET CD-ROMs, and are reproduced in Appendix 1.

The data after August 1, 1993 are archived on DVD#1, although the observations started from March 22, 1993. The sampling interval was 2 s. For reference, an example of the August 1 data-file (**sy19930801.dat** in DVD#1) is copied as **sy19930801.doc** within this "DVD\_Notes" folder. The first three pages of **sy19930801.doc** file are reproduced in Appendix 2. As shown on the bottom line of **readme1993.txt** (Appendix 1), there are three data columns: date, tidal voltage output, and air pressure (960.3 hPa is subtracted).

The gravity calibration value  $-58.168 \mu\text{gal/V}$  (Gravity Cal line) is from Iwano *et al.* (2003), which is updated from the value of  $-57.965 \mu\text{gal/V}$  (Kanao and Sato, 1995) adopted in the GGP/ICET CD-ROMs. In the sy1994 through sy1998 folders, the readme-file and the daily data-files are similar to those in the sy1993 folder. In the sy1999 folder, the daily data-files are only from January 1 to July 31, that is, from **sy19990101.dat** to **sy19990731.dat**.

A new data recording system was tested starting in April 1999 (JARE-40) with a sampling interval of 1 s, in parallel with the 2 s interval sampling system. We archived 1 s interval sampled data files from April 12 in the sy1999x folder; that is, daily-files named **syx990412.dat** through **syx991231.dat** are stored in this yearly folder with an "x" indicating the 1 s interval sampling. The contents of **readme1999x.txt** are reproduced in Appendix 3.

There are six data columns: date, GGP1 voltage, TIDE voltage, Pressure, Tilt-X and Tilt-Y

outputs. Press is the raw output value; 960.3 hPa is not subtracted as in the 2 s interval sampling daily-files. For reference, an example of an April 12, 1999 data-file is copied as *syx990412.doc* in this “DVD\_Notes” folder. The first three pages of *syx990412.doc* are reproduced in Appendix 4.

On DVD#2, daily files from *syx000101.dat* through *syx001231.dat* are contained in the syx2000x folder, while those of the year 2001 are contained in the syx2001x folder. Similarly, DVD#3 holds the syx2002 folder with daily-files from *syx020101.dat* through *syx021231.dat*, while the syx2003 folder contains daily files of only January 2003, that is, from *syx030101.dat* through *syx030131.dat*.

## 2.2. Expedition\_Report

The folder “Expedition\_Report” contains a summary report of each expedition from JARE-34 through JARE-43 (Fig. 2c). Files are named *34ji\_report.pdf*, *35ji\_report.pdf* to *43ji\_report.pdf*, respectively. Contents of each file were copied from the “JARE Report to Headquarters (named blue book)”, where only the pages with an SG report were picked up. These reports are written in Japanese. There is no explanatory readme.txt in this folder. For reference, *34ji\_report.pdf* is reproduced in Appendix 5.

## 2.3. Grav\_Report

The folder “Grav\_Report” contains English versions of the files in the “Expedition\_Report”. Files are named *jare-34.doc*, *jare-35.doc* to *jare-43.doc*, respectively (see Fig. 2d). Each file was summarized by K. Shibuya by translating e.g. *34ji\_report.pdf* (in Japanese) to *jare-34.doc* (in English). Not every phrase is translated, but important events and log-memos are picked up. Each file basically consists of four parts: general description, observation system, helium liquefying and transfer, and maintenance notes. For system configurations of observing instruments, readers can refer to Fig. III.2.2.-9 in *37ji\_report.pdf*. For reference, *jare-34.doc* is reproduced in Appendix 6.

## 2.4. Log\_Notes

Each JARE member left log-notes during his/her maintenance period. They are written in Japanese. The log files are named *SG34.pdf*, etc. (lower half of Fig. 2e). The major events which disturbed the quality of observations are liquefying operation of gaseous helium and subsequent refill of liquid helium into the



gravimeter Dewar. Sometimes an unscheduled power failure disturbed the observations. A brief summary of these noises is described in the “Expedition\_Report” and the “Grav\_Report”. The folder “Log\_Notes” (Fig. 2e) is thus for very detailed filtering of the SG raw data by checking/infering unstable conditions of the instruments and environments with short-duration..

The description style of all pdf-files is very similar, but total pages change from one expedition to another. The contents of *LogNote\_readme.txt* are reproduced in the following box.

LogNote\_readme.txt was written by Kazuo Shibuya on 2005.02.08 and revised on 07.08

The “Log\_Notes” folder contains pdf-files from each expedition. They are named *SG34.pdf*, *SG35.pdf* to *SG43.pdf*, respectively. The file was edited by K. Shibuya from the original hand-written log notes by each JARE member. Each file consists of the log sheets which recorded instrument indicator values, in/out time to/from the gravity observation hut (GOH), and the helium gas liquefying operation. The total pages change from one expedition to another, as summarized below:

*SG34.pdf*--> 177 pages

*SG35.pdf*--> 161 pages

*SG36.pdf*--> 227 pages

*SG37.pdf*--> 154 pages

*SG38.pdf*--> 79 pages

*SG39.pdf*--> 126 pages

*SG40.pdf*--> 39 pages

*SG41.pdf*--> 44 pages

*SG42.pdf*--> 102 pages

*SG43.pdf*--> 30 pages

The description style is very similar in all log files, but it had no fixed format at first. The log is written in Japanese; translation into English is limited to several examples. Examples of fixed forms are prepared in the “Log\_Examples” folder (upper half of Fig. 2e) in both Japanese and English versions.

For reference, the first three pages of *SG34.pdf* (total 177 pages) are reproduced in Appendix 7.

## 2.5. Log\_Examples

The “Log\_Notes” are not completely translated into English, but three basic examples of the work sheet are translated. They (“Form 1”, “Form 2” and “Form 3”) are stored in the “Log\_Examples” folder (upper half of Fig. 2e), where their explanation is given in the *LogExamples\_readme.txt* which is reproduced below.

LogExamples\_readme.txt was written by Kazuo Shibuya on 2005.02.08 and revised on 07.08.

Not all original notes written in Japanese are translated into English. We prepared three pairs of Japanese and English versions for comparison.

### “Form 1” folder

*SG40\_7\_j.doc* ... Page 7 of *SG40.pdf* was reformatted into a Word file. This table format appears in *SG36.pdf*, *SG37.pdf*, and *SG39.pdf* through *SG42.pdf*.

*SG40\_7\_e.rtf* ... The Japanese version *SG40\_7\_j.doc* was translated into English in order that non-Japanese readers can understand other similar pages.

### “Form 2” folder

*SG38\_62\_j.doc* ... Page 62 of *SG38.pdf* was reformatted into a Word file. This is an abbreviated version of “Form 1” and appears only in *SG38.pdf*.

*SG38\_62\_e.rtf* ... The Japanese version *SG38\_62\_j.doc* was translated into English in order that non-Japanese readers can understand other similar pages.

### “Form 3” folder

*SG42\_26\_j.doc* ... Page 26 of *SG42.pdf* was reformatted into a Word file. These “In/Out Logs To/From the GOH” appear from *SG37.pdf*, *SG39.pdf* through *SG42.pdf*.

*SG42\_26\_e.rtf* ... The Japanese version *SG42\_26\_j.doc* was translated into English in order that non-Japanese readers can understand other pages. While working in the GOH, there may be some noise contaminated into the SG records.

Free style notes in *SG34.pdf* through *SG38.pdf* are basically portion and/or breakdown of the contents in the fixed-format pages.

For reference, English versions of “Forms 1-3”, that is, *SG40\_7\_e.rtf*, *SG38\_62\_e.rtf* and *SG42\_26\_e.rtf*, are reproduced in Appendices 8-10.

## 2.6. Others

We prepared four files containing supplementary information in the “Others” folder (Fig. 2f).

### 2.6.1. *grav\_references.doc*

This file summarizes papers (titles, authors, abstracts) on Syowa tidal gravity observations and absolute gravity measurements. They cover publications from 1993, the start of the SG TT70#016 observations, to 2003 when the change-over to CT#043 occurred. A reference concerning installation of CT#043 (Ikeda *et al.*, 2004) is also included.

### 2.6.2. *seis\_1993-2002.xls*

This file contains list of main seismic events recorded by the Syowa STS-1 seismometer (Kanao *et al.*, 2002) from 1993 till 2002. The selection was done according to the criterion  $M_b > 6.0$ . The events are picked from the Earthquake Data Report of the US Geological Survey, not from the International Seismological Centre Bulletin; thus the hypocenter information as well as the magnitude may have been revised or updated. The Syowa seismic data/information can be downloaded via the NIPR data-archiving server. For details, see Kanao *et al.* (2002) or contact kanao@nipr.ac.jp.

### 2.6.3. *member-etc\_j.doc and member-etc\_e.doc*

The Syowa SG data have been managed by collaborative efforts of NIPR (K. Shibuya, K. Doi) and NAOM (T. Sato, Y. Tamura). This collaboration was extended to include Kyoto University (Y. Fukuda and T. Higashi), Tsukuba University (H. Ikeda) and the Ocean Research Institute, University of Tokyo (Y. Imanishi) at the time of SG changeover from TT70 to CT. In addition, contributions by all expedition members are greatly acknowledged. During 10 years' operation, there have been difficulties depending on the status of the related instruments and preparation before departure. In order to remember and appreciate their maintenance efforts, we summarize their impressions of wintering-over life as recorded in the form of answers to the following questions:

- Q1: Your name
- Q2: Age at the beginning of wintering (1 February)
- Q3: Affiliation and Position. If student, university name and course grade.
- Q4: In real summer operation on arrival, what did you find it insufficient in training before departure?
- Q5: Did you feel uneasy about maintaining SG? What was the main reason?
- Q6: What was most difficult, laborious, or impressive during SG maintenance?
- Q7: How did you feel when the succeeding expedition arrived?
- Q8: Were you engaged in gravity research using SG data?
- Q9: General impression on your expedition at the present time.
- Q10: Give scores to the value of your wintering.

Here enclosed in ***member-etc\_j.doc*** (Japanese version) and ***member-etc\_e.doc*** (English version) are their replies to the above questions, and two snapshots during their wintering. We thank all the members for their replies.

### 3. Summary

There are 3 raw data DVDs concerning Syowa SG TT70#016 observations. Maintenance reports during 1993-2002 were gathered on one CD-ROM. The contents of the CD-ROM folder/file are outlined here; this will help users to select and edit raw data according to their needs.

Prospective users of SG data described in this report should reference the present paper as:

Shibuya, K., Doi, K., Sato, T. and Tamura, Y. (2005): Syowa superconducting gravimeter raw data and associated expedition reports (explanatory CD-ROM). JARE Data Rep., **283** (Earth Sci. 6), 34 p.

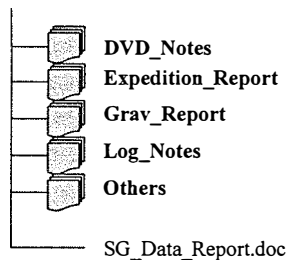
## References

- Ikeda, H., Doi, K., Fukuda, Y., Noguchi, T., Nakajima, T., Iimura, K. and Shibuya, K. (2004): Installation of a superconducting gravimeter in Antarctica and development of its vibration-isolating mechanism and remote monitoring system. *Teion Kôgaku (J. Cryo. Soc. Jpn.)*, **39**, 348-353 (in Japanese).
- Iwano, S., Kimura, I. and Fukuda, Y. (2003): Calibration of the superconducting gravimeter TT70 #016 at Syowa Station by parallel observation with the absolute gravimeter FG5 #203. *Polar Geosci.*, **16**, 22-28.
- Kanao, M. and Sato, T. (1995): Observation of tidal gravity and free oscillation of the earth with a LaCoste & Romberg gravity meter at Syowa Station, East Antarctica. *Proceedings of the Twelfth International Symposium on Earth Tides*, ed. by H.T. Hsu, 571-580.
- Kanao, M., Kaminuma, K., Kobayashi, R., Shibuya, K. and Nogi, Y. (2002): System replacement of seismic observations and data accessibility for public use at Syowa Station, East Antarctica, Antarctica at the close of a millennium. *R. Soc. N. Z. Bull.*, **35**, 601-609.
- Shibuya, K., Doi, K. and Aoki, S. (2003a): Ten years' progress of Syowa Station, Antarctica, as a global geodesy network site. *Polar Geosci.*, **16**, 29-52.
- Shibuya, K., Doi, K., Sato, T. and Tamura, Y. (2003b): CD-ROM distribution of Syowa superconducting gravimeter records. *IUGG2003 Abstracts*, G05/03A/C25-003, A.245.

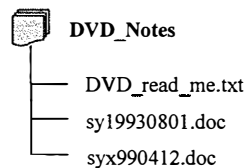


Fig. 1. Three DVDs which contain Syowa SG raw data, and an explanatory CD-ROM (bottom right).

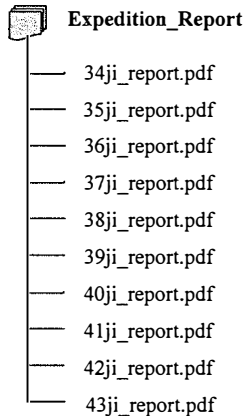
(a) [Syowa SG\_Data\_Report]



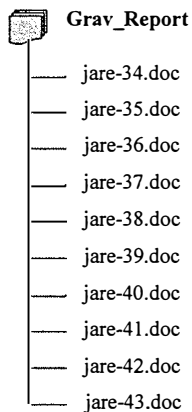
(b)



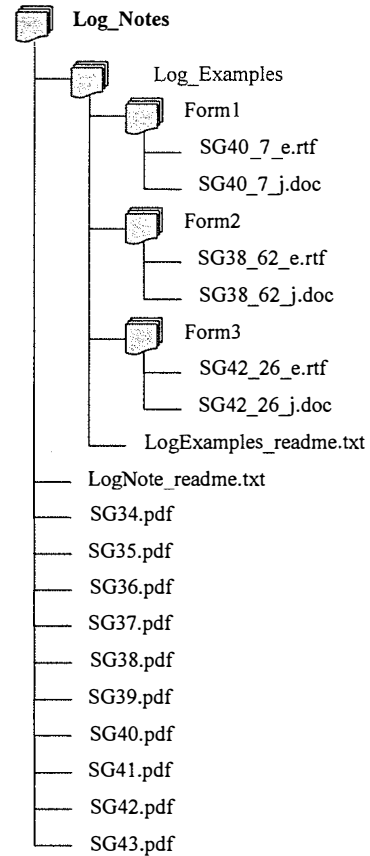
(c) Expedition\_Report



(d) Grav\_Report



(e) Log\_Notes



(f) Others

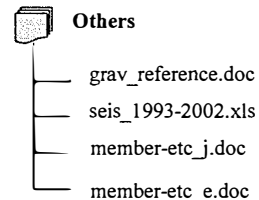


Fig. 2. Directory/file structure of the explanatory CD-ROM. Shaded boxes indicate folders.

Appendix 1. *readme1993.txt*

```
#Author           : shibuya@nipr.ac.jp
# Kazuo Shibuya & Koichiro Doi
# National Institute of Polar Research
# Kaga 1-9-10, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515, Japan
# phone 81-3-3962-4789, fax 81-3-3962-4914
# Tadahiro Sato & Yoshiaki Tamura
# National Astronomical Observatory, Mizusawa
# 2-12 Hoshigaoka, Mizusawa, Iwate 023-0861, Japan
# 99.999999 V denotes no observation.
# Pressure is (hPa - 960.3)
#
Filename          : sy19930801.dat - sy19931231.dat
Station           : Syowa Station/Antarctica
Instrument        : GWR T016 TT70
Phase Lag (deg/cpd) : 0.15580 0.00000
N Latitude (deg)   : -69.00700 0.00000
E Longitude (deg)  : 39.59500 0.00000
Height (m)        : 24.00000 0.00000
Gravity Cal. (ugal/V) : -58.16800 0.00000
Pressure Cal. (hPa/V) : 1.00000 0.00000
#
#For each day file in the folder of sy1993, sampling interval is 2 s.
#There is a header
SGyymmdd TIDE Prs-960.3
C*****
```



Appendix 2. The first three pages of **sy19930801.doc** are output. Time is in UT. This file is included in the "DVD\_Notes" folder.

SG930801	TIDE	Prs-960.3
00:00:00	-2.932044	31.296
00:00:02	-2.932292	31.305
00:00:04	-2.932531	31.305
00:00:06	-2.932778	31.295
00:00:08	-2.933024	31.295
00:00:10	-2.933273	31.305
00:00:12	-2.933516	31.296
00:00:14	-2.933766	31.297
00:00:16	-2.934018	31.297
00:00:18	-2.934267	31.289
00:00:20	-2.934511	31.285
00:00:22	-2.934762	31.275
00:00:24	-2.935001	31.295
00:00:26	-2.935249	31.285
00:00:28	-2.935484	31.286
00:00:30	-2.935725	31.276
00:00:32	-2.935955	31.287
00:00:34	-2.936189	31.276
00:00:36	-2.936409	31.286
00:00:38	-2.936627	31.276
00:00:40	-2.936839	31.264
00:00:42	-2.937042	31.285
00:00:44	-2.937236	31.276
00:00:46	-2.937422	31.266
00:00:48	-2.937606	31.268
00:00:50	-2.937790	31.276
00:00:52	-2.937967	31.266
00:00:54	-2.938150	31.275
00:00:56	-2.938323	31.264
00:00:58	-2.938500	31.255
00:01:00	-2.938670	31.265
00:01:02	-2.938842	31.266

00:01:04	-2.939009	31.266
00:01:06	-2.939175	31.266
00:01:08	-2.939332	31.256
00:01:10	-2.939490	31.265
00:01:12	-2.939634	31.264
00:01:14	-2.939772	31.265
00:01:16	-2.939904	31.255
00:01:18	-2.940029	31.246
00:01:20	-2.940138	31.256
00:01:22	-2.940232	31.256
00:01:24	-2.940307	31.255
00:01:26	-2.940378	31.244
00:01:28	-2.940431	31.255
00:01:30	-2.940478	31.235
00:01:32	-2.940510	31.235
00:01:34	-2.940538	31.241
00:01:36	-2.940564	31.236
00:01:38	-2.940587	31.246
00:01:40	-2.940614	31.236
00:01:42	-2.940641	31.241
00:01:44	-2.940669	31.225
00:01:46	-2.940722	31.235
00:01:48	-2.940778	31.236
00:01:50	-2.940851	31.227
00:01:52	-2.940954	31.226
00:01:54	-2.941076	31.226
00:01:56	-2.941217	31.226
00:01:58	-2.941375	31.225
00:02:00	-2.941561	31.225
00:02:02	-2.941763	31.225
00:02:04	-2.941981	31.224
00:02:06	-2.942223	31.235
00:02:08	-2.942488	31.226
00:02:10	-2.942763	31.226
00:02:12	-2.943053	31.237
00:02:14	-2.943352	31.225

00:02:16	-2.943657	31.234
00:02:18	-2.943965	31.225
00:02:20	-2.944264	31.226
00:02:22	-2.944563	31.236
00:02:24	-2.944861	31.226
00:02:26	-2.945159	31.236
00:02:28	-2.945454	31.232
00:02:30	-2.945747	31.235
00:02:32	-2.946027	31.225
00:02:34	-2.946300	31.225
00:02:36	-2.946566	31.225
00:02:38	-2.946837	31.236
00:02:40	-2.947090	31.226
00:02:42	-2.947354	31.236
00:02:44	-2.947607	31.226
00:02:46	-2.947862	31.236
00:02:48	-2.948102	31.224
00:02:50	-2.948352	31.225
00:02:52	-2.948594	31.235
00:02:54	-2.948836	31.236
00:02:56	-2.949078	31.236
00:02:58	-2.949325	31.224
00:03:00	-2.949562	31.236

Appendix 3. *readme1999x.txt*

```
#Author           : shibuya@nipr.ac.jp
# Kazuo Shibuya & Koichiro Doi
# National Institute of Polar Research
# Kaga 1-9-10, Itabashi-ku, Tokyo 173-8515, Japan
# phone 81-3-3962-4789, fax 81-3-3962-4914
# Tadahiro Sato & Yoshiaki Tamura
# National Astronomical Observatory, Mizusawa
# 2-12 Hoshigaoka, Mizusawa, Iwate 023-0861, Japan
# 99.999999 V denotes no observation.
# Pressure is hPa.
#
Filename          : syx990412.dat · syx991231.dat
Station           : Syowa Station/Antarctica
Instrument        : GWR T016 TT70
Phase Lag (deg/cpd) : 0.15580 0.00000
N Latitude (deg)   : -69.00700 0.00000
E Longitude (deg)  : 39.59500 0.00000
Height (m)        : 24.00000 0.00000
Gravity Cal. (ugal/V) : -58.16800 0.00000
Pressure Cal. (hPa/V) : 1.00000 0.00000
#
#For each day file in the folder of sy1999x, sampling interval is 1 s.
#There is a header
SGyymmdd  GGPI  TIDE  Press  Tilt-X  Tilt-Y
C*****
```

Appendix 4. The first three pages of *syx990412.doc* are output. Time is in UT. This file is included in the "DVD\_Notes" folder.

SG990412	GGP1	TIDE	Press	Tilt-X	Tilt-Y
00:00:00	2.614453	2.624430	974.80	0.0012	0.0018
00:00:01	2.614123	2.624380	974.80	0.0012	0.0046
00:00:02	2.613944	2.624350	974.80	-0.0027	0.0031
00:00:03	2.614006	2.624260	974.80	-0.0015	0.0024
00:00:04	2.613555	2.624220	974.70	0.0046	0.0003
00:00:05	2.613632	2.624160	974.70	0.0034	0.0003
00:00:06	2.613814	2.624140	974.70	0.0027	0.0006
00:00:07	2.613973	2.624110	974.70	0.0006	0.0043
00:00:08	2.614284	2.624060	974.70	-0.0003	0.0046
00:00:09	2.613599	2.624070	974.70	-0.0034	0.0027
00:00:10	2.613771	2.624050	974.60	-0.0009	0.0024
00:00:11	2.613620	2.624050	974.70	-0.0027	0.0018
00:00:12	2.614043	2.624030	974.60	-0.0012	0.0031
00:00:13	2.614179	2.624080	974.60	0.0018	0.0027
00:00:14	2.613765	2.624100	974.70	0.0073	0.0012
00:00:15	2.613766	2.624110	974.70	0.0046	0.0018
00:00:16	2.614264	2.624150	974.80	0.0000	0.0009
00:00:17	2.614407	2.624250	974.70	0.0024	0.0021
00:00:18	2.614490	2.624330	974.80	0.0003	0.0015
00:00:19	2.614424	2.624380	974.80	-0.0027	0.0024
00:00:20	2.614070	2.624500	974.80	-0.0055	0.0031
00:00:21	2.613910	2.624560	974.80	0.0006	0.0027
00:00:22	2.614080	2.624660	974.70	0.0040	0.0027
00:00:23	2.613972	2.624770	974.80	0.0043	0.0046
00:00:24	2.614370	2.624910	974.80	0.0006	0.0021
00:00:25	2.614143	2.625060	974.70	0.0040	0.0037
00:00:26	2.614571	2.625200	974.80	0.0034	0.0055
00:00:27	2.614723	2.625350	974.70	-0.0015	0.0052
00:00:28	2.614414	2.625560	974.70	-0.0043	0.0018
00:00:29	2.614587	2.625700	974.70	0.0012	0.0015
00:00:30	2.614032	2.625880	974.70	-0.0009	0.0046
00:00:31	2.614123	2.626070	974.70	-0.0018	0.0055

00:00:32	2.614575	2.626230	974.70	0.0015	0.0031
00:00:33	2.614428	2.626450	974.70	0.0079	0.0015
00:00:34	2.614551	2.626620	974.70	0.0049	0.0006
00:00:35	2.614184	2.626830	974.70	0.0027	0.0015
00:00:36	2.614585	2.627030	974.70	0.0009	0.0021
00:00:37	2.614398	2.627170	974.70	0.0006	0.0043
00:00:38	2.614215	2.627370	974.70	0.0003	0.0021
00:00:39	2.614378	2.627530	974.70	0.0015	0.0024
00:00:40	2.614231	2.627700	974.70	0.0012	0.0018
00:00:41	2.614324	2.627840	974.70	-0.0027	0.0031
00:00:42	2.614589	2.627970	974.70	0.0015	0.0031
00:00:43	2.614976	2.628090	974.70	0.0003	0.0021
00:00:44	2.614344	2.628240	974.70	-0.0031	0.0046
00:00:45	2.614409	2.628310	974.70	-0.0009	0.0052
00:00:46	2.614770	2.628410	974.70	0.0012	0.0034
00:00:47	2.614326	2.628510	974.70	-0.0049	0.0040
00:00:48	2.614702	2.628570	974.70	-0.0061	0.0040
00:00:49	2.614496	2.628630	974.70	-0.0006	0.0034
00:00:50	2.614528	2.628660	974.70	-0.0024	0.0052
00:00:51	2.615073	2.628720	974.70	-0.0027	0.0034
00:00:52	2.614872	2.628750	974.70	-0.0052	0.0018
00:00:53	2.614634	2.628730	974.70	-0.0058	0.0043
00:00:54	2.614437	2.628720	974.70	0.0021	0.0034
00:00:55	2.614990	2.628750	974.70	0.0034	0.0015
00:00:56	2.615103	2.628740	974.70	0.0040	0.0015
00:00:57	2.614884	2.628720	974.70	-0.0003	0.0046
00:00:58	2.615041	2.628710	974.70	-0.0031	0.0052
00:00:59	2.615517	2.628700	974.70	0.0000	0.0034
00:01:00	2.615632	2.628720	974.80	0.0055	0.0018
00:01:01	2.614714	2.628700	974.70	0.0104	0.0031
00:01:02	2.614933	2.628610	974.70	0.0070	0.0043
00:01:03	2.614904	2.628600	974.70	0.0018	0.0037
00:01:04	2.614925	2.628550	974.70	0.0046	0.0067
00:01:05	2.614477	2.628570	974.70	0.0031	0.0055
00:01:06	2.614949	2.628530	974.70	-0.0006	0.0037
00:01:07	2.614694	2.628520	974.70	-0.0024	0.0046

00:01:08	2.614701	2.628520	974.70	-0.0015	0.0043
00:01:09	2.615251	2.628520	974.70	-0.0009	0.0031
00:01:10	2.615249	2.628540	974.70	-0.0040	0.0034
00:01:11	2.615175	2.628540	974.70	-0.0006	0.0058
00:01:12	2.615357	2.628540	974.70	0.0031	0.0052
00:01:13	2.615205	2.628570	974.70	-0.0018	0.0040
00:01:14	2.615254	2.628590	974.70	0.0027	0.0003
00:01:15	2.615300	2.628610	974.70	0.0073	0.0040
00:01:16	2.615479	2.628660	974.70	-0.0095	0.0043
00:01:17	2.615175	2.628680	974.70	-0.0034	0.0046
00:01:18	2.615608	2.628740	974.70	0.0027	0.0037
00:01:19	2.615132	2.628760	974.80	-0.0046	0.0058
00:01:20	2.615297	2.628770	974.80	-0.0009	0.0061
00:01:21	2.615451	2.628850	974.70	0.0021	0.0037
00:01:22	2.615172	2.628890	974.70	-0.0021	0.0058
00:01:23	2.615859	2.628930	974.70	-0.0052	0.0064
00:01:24	2.615088	2.628980	974.70	-0.0031	0.0034
00:01:25	2.615210	2.629030	974.50	-0.0003	0.0046
00:01:26	2.615627	2.629100	974.60	-0.0024	0.0046
00:01:27	2.615840	2.629140	974.70	-0.0006	0.0043
00:01:28	2.615691	2.629190	974.70	-0.0021	0.0031
00:01:29	2.615283	2.629210	974.70	-0.0015	0.0043
00:01:30	2.615547	2.629220	974.70	0.0018	0.0043
00:01:31	2.615474	2.629280	974.70	0.0031	0.0052
00:01:32	2.615462	2.629310	974.70	0.0052	0.0040
00:01:33	2.615671	2.629310	974.70	0.0027	0.0012
00:01:34	2.615458	2.629330	974.60	-0.0006	0.0046
00:01:35	2.615400	2.629310	974.70	-0.0037	0.0061
00:01:36	2.615434	2.629300	974.60	0.0006	0.0055
00:01:37	2.615454	2.629300	974.60	0.0031	0.0058
00:01:38	2.615637	2.629230	974.70	-0.0040	0.0027
00:01:39	2.616176	2.629170	974.70	-0.0067	0.0058
00:01:40	2.615505	2.629170	974.70	-0.0024	0.0070

## 2. 地学系

### 2. 1 地学系観測の概要

佐藤 忠弘

地学系では第 I 期東クイーンモードランド地域の地学研究計画の一環として、東南極大陸における地殻動態及び地殻形成過程の総合研究を行っている。34次ではその内、“地殻動態の総合的監視・測量計画”の一部として、超伝導重力計 (SCG) とラコステ重力計 (D73) による昭和での地球潮汐・地球自由振動の観測を、また“クイーンモードランド及びエンダービランドの地殻形成過程の調査”を目的に東・西オングル島及び沿岸地域の陸上、及び海底の地形調査を行った。地殻動態については佐藤が、また地形については沢柿が報告する。

幸い、越冬期間中に計画した観測項目の殆どを消化することができた。これらの観測は、設営を始め、他観測部門の協力なしに出来る仕事ではなかった。各々の仕事に忙しいなかサポートをいただいた方々に感謝したい。

### 2. 2 地殻動態の総合的監視・測量計画

佐藤忠弘・岡野憲太

#### 2. 2. 1 SCGによる地球潮汐・地球自由振動の観測

##### (1) 観測概要

本観測は33次を初年度とする5ヶ年計画で始められたが、33次ではSCGの液体ヘリウム容器の故障と言う不測の事故のため、観測を開始することが出来なかった。このため、34次では予備の容器を準備すると共に、その運搬には細心の注意を払った。昨年2月10日に立ち上げ作業を開始し、3月8日、33次においてトラブルが発生した容器への液体ヘリウムの移充填の段階をクリアし、同時に超伝導球の浮上にも成功した。その後、重力計の感度出し、その他の調整作業を行った後、3月18日から連続観測に入った。

越冬期間を通して、重力計、ヘリウム液化機ともに大きなトラブルも無く、順調にデータをとることができた。特にSCG固有の長期安定性から、日本など中緯度地帯の観測点では振幅が小さく観測が困難な長周期潮汐を含む良好な地球潮汐データを取得することが出来た。今観測期間中は、M8クラスを含む多数の大地震が世界各地で発生したが、表面波マグニチュードで6.5以上の地震については、全て自由振動の解析に使えるデータが得られた。また、93年9月1日に大気の内重力波と思われる最大振幅約2.4 hPa、周期約5分の気圧の変動が1時間以上に渡って発生し、これに対応した重力変化(大気の引力・荷重効果)がSCGとD73で捉えられた。このデータは短周期での地殻の応答を調べる良い材料になると考えられる。

94年1月2日から、35次隊への研修・引継を兼ねた液体ヘリウムの製造、重力計への移充填、コールドヘッド及びアドゾーバの交換等の作業を行った。これらの作業は11日に無事終わり、残り3年間の通年観測ができる見通しがついた。

##### (2) 輸送

33次隊夏隊報告書でその詳細を報告したが、液体ヘリウム容器故障の遠因の一つに輸送上の問題があった。このため、容器の輸送には特段の注意を払った。具体的には、1)容器を米国メーカーに持込み、破損箇所を精査すると共に、対策を協議する、2)予備容器を用意する、3)予備器は本容器と異なる型の物を選択し、危険分散を図る、4)容器内部の保護治具の改良、5)運搬容器の改良(2重除振箱)、6)内地巡航中のしらせ船上にて、除振箱の除振特性を実測する、7)傾斜センサー及びショックセンサーを梱包箱に取り付け、荷の取扱の注意を喚起する、8)昭和では水上を十分な時間を掛けて運搬する、9)最終設置点まで梱包を外さない、等の対策をとった。

なお今後の参考にするため、出航前に館山においてヘリコプターの振動データを、また昭和までの航海中、



第3観測室において砕氷時を含む種々の航行モードでの振動データを取った。昭和にはこの記録テープの再生装置がないため、これらのデータの解析は帰国後に行う。

### (3) 立ち上げ作業

立ち上げ作業は以下の手順で行った。

#### 1) 重力計容器の外傷検査、真空テスト

本容器RD-200、また予備器のRD-143とも常温で $1 \times 10^{-3}$ Torr以上の真空度まで引けることを確認した。しかし、RD-200のネック部分に爪が引っかかる程度の傷が縦に3本入っていたため、安全のため観測にはRD-143を使用した。

#### 2) 重力計の組立、常温でのセンサーユニット(GSU)の検査、

#### 3) 液体窒素(LN<sub>2</sub>)、液体ヘリウム(LHe)の製造、

窒素液化機は34次で持ち込んだものであるが、なんらのトラブルも無く順調に液の製造ができた。

#### 4) LN<sub>2</sub>によるRD-143及びGSUの予冷、

#### 5) LN<sub>2</sub>温度でのGSUの検査、及びRD-143真空度の検査、

#### 6) RD-143、GSUからのLN<sub>2</sub>の除去、

#### 7) RD-143へのLHeの移充填、

#### 8) RD-143へのGSUの挿入、及びGSUの冷却、

#### 9) 超伝導状態への遷移温度でのGSUの消磁、

#### 10) LHe温度でのGSUの検査、超伝導球の浮上操作、

#### 11) 重力計の傾斜調整、及び感度出し、

#### 12) GSUへのコールドヘッドの挿入、アラインメント

この作業に関連し、コールドヘッド支持フレームの改造を行った。これによりコールドヘッドの挿入・引き抜き作業がスムーズに行えるようになり、作業時に最も懸念されるクライオポンピングの発生、また、液体ヘリウムの蒸発ロスを減らすことができた。

#### 13) LHeの移充填(約70リッター)、

#### 14) データ収録装置のセットアップ。

### (4) 観測状況

#### 1) データ収録システム

データ収録にはPC9801NSによるGPIB制御の2秒データ収録システムとデータロガー(テアックDR55)を使った。

##### a) 2秒収録システム

収録システムの構成は33次で使用したものと基本的には変わっていない。アナログ信号をマルチプレクサー(アドバンテストR7210)を介して $7 \cdot 1 / 2$ 桁(レンジ $\pm 19.999999V$ 、分解能 $1\mu V$ 相当)のA/Dコンバータ(アドバンテストR6871E-DC)に送り、サンプリングインターバル2秒で数値化したデータをストリーマ付きハードデスク(テアックDS-80)に収録した。データは1ヶ月に1回のペースでカセットテープ(CT-600)に吸い上げ、保存した。このシステムで収録した信号はSCG/TIDE、SCG/MODE、D73/TIDE、D73/MODE、気圧、そして室温の5チャンネルである。

93年10月末、マルチプレクサーのスクャナーボードのリレーが故障したため、従来使っていた0~4chの使用を中止し、5~9chを使用するように結線及び収録プログラムの変更を行った。なお、この時点までの接点のON/OFF回数は約 $3 \times 10^7$ 回と推定され、故障はリレーの寿命によるものと

考えられる。この変更之际し、マルチプレクサーへ行く信号がI-S-Oアンプを経由するように信号のフローを変更した。

#### b) DR 5 5

DR 5 5で収録した補助データは、SCG用自動傾斜補償装置の2チャンネルのドライブ信号（通称X&Yヒータパワー）、SCG内部の真空槽の温度調整のためのヒータ電力、室温、そしてD73用保温箱内部の温度の5種類である。DR 5 5による収録は93年4月2日から開始した。当初、サンプリングを正30分に1回、1回30秒間に設定していたが、時間分解能を上げるため10月7日以降は5分サンプリングに変更した。

#### 2) データ処理・伝送

研究観測でもあり、一つには引継作業のしやすさの観点からデータの吸い上げは毎月1日ではなく、28日に行った。吸い上げたデータについて以下の作業を行い、極地研に定期的に観測状況を報告した；

##### a) 潮汐データファイルの作成：

オリジナルの2秒サンプリング・バイナリーファイルから、1時間インターバルでリサンプリングした潮汐解析用ASCIIファイル、

##### b) 潮汐解析：

上記のデータをもとに、潮汐解析プログラムBAYTAP-Gによる解析、

##### c) 地震データの編集：

極地研から送られて来る米国USCGS刊行の地震速報を参考にMs 6.0以上の地震について、地震の部分抜きだした2秒サンプリングのデータファイルの作成。

現地での潮汐解析は、収録システムのバグ出し、データの質の検査、また重力計の動作の診断を行う上で大いに役に立った。

当初、1時間サンプリングの潮汐データはFAXにて極地研に伝送していたが、宙空・情報科学センターが立ち上げを行っていた”データ通信実験”が7月には軌道に乗り、以後はこのシステムを利用して、毎月の潮汐ファイル（ASCIIで約5kB）を定期的に極地研計算機へ転送した。また、極地研からのリクエストに答え、北海道南西部沖地震（7月21日、M 7.8）とグアム島沖地震（8月8日、M 8.2）の2つの地震のデータファイルを転送した。

#### (5) 液体ヘリウム

##### 1) ヘリウム蒸発量

期間中、平均3週間に1度の割合でSCG容器内の液体ヘリウムの残量をチェックした。液蒸発量は年間を通してほぼ一定、-0.24%/日のペースであった。これから、現在使用している容器RD-143、及びコールドヘッドの性能に問題がないことが確認できた。蒸発量はHe蒸気の再冷却に使うコールドヘッドの性能にも依存する。94年1月にコールドヘッドを交換したが、越冬交代までの3週間のデータによると、蒸発量は-0.15%/日と更に小さい値になっている。しかし、GSU内の温度安定性のためにはある程度以上の蒸発量が維持されていることが望ましい。蒸発量と重力計のドリフト変化との関係については帰国後にデータを検討する。

##### 2) 液化機運転とトラブル

34次期間では、3月の重力計立ち上げ時に200リッター、8月に100リッター、引継時に100リッター、計400リッターの液を製造した。この装置の消費電力が約14kWと大きく、また尖頭電流も大きいことから、運転に当たっては設営・機械と密に連絡を取り合い、不慮の停電が起きぬよう注意を払った。

装置運転時、3月に1回、8月に1回、いずれもクライオスタットの温度が液体ヘリウム温度まで下が

らないと言うトラブルが発生した。3月のトラブルはクライオスタットの真空断熱層の真空度の低下が、また、8月のは3段ある冷凍器の内の最終段J-T冷凍器の弁の開放がスムーズに行かなかったことが原因であった。いずれのケースも症状は軽く、日本と連絡を取り合い不具合をなおし液化をすることができた。

### 3) SCGへの移充填

作業によるロスも考え、安全を見て液が50%以上残っている時点で液の充填を行った。充填ロスの量は作業の手際の良否によっても変わるが、機器の真空度と、充填時のクライオスタットの内圧管理も重要なファクターになる。93年3月の2回目の充填ロスが多かった原因はこれらに問題があったと考えられる。そこで、8月、また94年1月の移充填では、トランスファーチューブ、クライオスタットの真空引きを十分に行うと共に、充填中も液化機を運転しながら加圧用のHeガスの供給量をバルブ操作で調整することでクライオスタット内の圧が過度に上がるのを抑え、充填ロスの軽減を図った。

## (6) 問題点

### 1) ドリフト・跳び

観測期間中のSCGの出力信号の零点ずれ、即ちドリフトは全体としてはほぼ指数関数で近似できる変化をしている。初期の1ヶ月は約 $8 \mu\text{Ga}/1$ と比較的大きなドリフトを示しているが、そのレートは時間と共に減少し、9月以降は $0.3 \mu\text{Ga}/1$ と非常に小さな値に納まっている。なおドリフトの方向は見掛の重力が減少する(球が浮き上がる)センスで、これは従来日本の4台のSCGで経験したセンスとは逆の変化をしている。

上記のように昭和のSCGの平均ドリフトレートは非常に小さいが、ヘリウム移充填やコールドヘッドの交換時に加わる機械的ショックにより球の跳びが起ると言う問題があった。跳びの量は93年8月の作業時が約 $4 \mu\text{Ga}/1$ 、94年1月の作業時が約 $74 \mu\text{Ga}/1$ の計 $78 \mu\text{Ga}/1$ の大きな量になっている。跳びはいずれも球が浮き上がるセンスに起こった。なお、観測期間中に信号が振り切れるような大きな地震が何回あったが、これら自然地震による球の跳びは発生しなかった。

### 2) 温度変化

温度データが未整理のため、重力データに対する室温変化の影響の数量的評価はまだ出来ていない。しかし、モニター記録から読み取った1ヶ月分の温度データを関連データとして使った潮汐解析の暫定的な結果を見る限り、室温変化は観測された短周期潮汐にそれほど大きな影響を与えていないと考えられる。長周期については、データが揃った段階で詳細に検討をする。

### 3) 傾斜補償装置の異常

SCGには、地面・基台の傾斜に起因する観測誤差を抑えるため、自動傾斜補償装置が付いている。この補償装置の作動状況はX&Y傾斜用ヒータパワーでモニターできる。93年4月に1回、9月に1回の計2回、この補償装置がフィードバックがはずれたような異常な動きをすることがあり、其れにともない球の自由振動が大きく励起され、重力信号に大きな乱れが発生した。この間、気圧、室温とうの環境データには特別に異常は認められず、このような異常動作が何故起き、また何故自然に自復するのかその原因については、まだ判然としていない。

## 2. 2. 2 D73による地球潮汐・地球自由振動の観測

33次に引続きラコステ重力計D73による観測を行った。観測システムは33次のそれと基本的に同じであるが、34次では出力フィルターの部分を変更した。

### (1) 変更箇所

### 1) 積分定数の変更

短周期成分(地震 etc)に対する応答特性を良くするため、フィードバックアンプの出力段の積分器のCRの定数を $10\mu\text{F} \times 1\text{M}\Omega$ から $2\mu\text{F} \times 1\text{M}\Omega$ に変更した。

### 2) 出力用アナログフィルターの変更

33次の観測ではフィードバックアンプの出力に含まれる脈動成分を除くため、カットオフ周波数 0.05 Hz のローパスフィルターを入れていた。しかし、このフィルターの出力信号に含まれる潮汐成分は、自由振動、例えばコアモードの解析ではノイズとなる。国内でのデータ解析の経験から、この種の解析で必要とされる程度の振幅(数  $\text{nGa1}$ )まで、2秒データからデジタルフィルターを使って潮汐成分を落とすことが難しいことが分かった。そこで、出力フィルターをSCGで使用しているものと同じ周波数特性のバンドパスフィルター(TIDE/MODEフィルター、パスバンド50~3600秒)に交換した。フィルターの特性が揃ったことで、SCG/MODEデータとの比較が容易になった。

### (2) 観測状況

SCGと同様、毎月、吸い上げたデータについて潮汐解析を行い、データの質をチェックした。また、データ吸い上げ時に重力計のスケールファクター(出力電圧の重力値への換算係数)を調べるための検定を行った。人の出入りの激しかった夏期間を除き、検定値の変動は観測期間中2%以内に納まっている。しかし、D73のドリフトレートは、SCGの $1\mu\text{Ga1}/\text{月}$ に比べ、平均 $505\mu\text{Ga1}/\text{月}$ と非常に大きな値を示している。また、D73は部屋の温度変化の影響を強く受けており、その影響を如何に取り除くかがこのデータから潮汐解析や自由振動の解析を行う際に問題になる。

温度変化の影響を減らす目的で、35次への引継時、従来の発砲スチロール製の保温箱の外側を更にベニヤ板製の断熱箱で覆い、2重の断熱構造にした。

## 2. 2. 3 重力計室の保守

### (1) 外回り

#### 1) GPSアンテナ

建屋西側に、時計用GPSアンテナを取り付けるためのコンクリート台座付きアンテナポール(高さ約4m)を設置した。

#### 2) 海中アース

エグゾス受信用の古いアンテナ用の海中アースから分岐し、重力計室までアース線を延長した。室内へは、西壁、向かって左の玄関入口横の壁に新設した貫通ダクトを通して室内に引き込んだ。末端は、分電盤のアース端子に終端した。33次への依頼工事で、壁コンセントと分電盤間の配線は済んでいたため、これにより重力計室の全ての3Pコンセントは接地型になった。

#### 3) ドリフト

重力計室周りのドリフト(積雪)は、33次のFAX(SK-657)で説明されているものと同様な付き方をした。風の主方向、レドームとの位置関係、またウインドスクープ効果により建屋の北、東、南面側は約3~4mの巾で1年中地面が露出している。33次の時と異なり、北西方向のドリフトの成長が著しかった。これはそこに空ボンベをストック(最終的には57本、3段積み)したことが原因と思われる。未使用のヘリウムボンベはドリフトが付かない建屋の北面、東面に角材で作ったベッドに30~40本単位で積んでストックした。

34次期間は前年に比べ雪が多かったようで、同じ時期のドリフトの高さが50~100cm高く、特に西側には屋根の近くまで達するドリフトが付いた。このため、FFストーブの吸排気管が雪で塞がる不具合が

発生した。吸排気確保のため、西壁に取り付けられている排気管を従来より約50cm高い位置に変更した。

#### 4) 雪囲いの新設

入り口の確保を目的に、西側主入り口をすっぽり囲う雪囲いを建てた。また冬季間でも液化機運転中に使用する北側換気扇（排気側）のダクトを延長した。雪囲いについては、B級以上のブリザードが吹くと囲いの中がB割方雪で埋まってしまうため、ブリザードの度に除雪をする必要があった。この点ではこの雪囲いは本来の目的を達したとは言えなかったが、雪囲いの中に必要本数（20本）のHeポンペを1度にストックでき、ブリザード時の液化作業の作業性が著しく向上し、作業の安全性の面からは大いに役に立った。

#### 5) その他

SCG容器用運搬箱を置くため、重力計室西側入り口付近に残置されていた梱包状態のレドーム用予備パネル（約6立米）2箱を約30m西側に移動した。

### (2) 室内

#### 1) 暖房

重力計室の暖房としては、33次で設置したFFストーブと3kWの天井ヒータ（サーモ付き）がある。FFストーブは7月から運転状態にした。33次と異なり、34次ではコールドヘッド用のコンプレッサー（1.7kW）とチラー（約2kW）が常時運転されているため、部屋の温度が上がり気味で、逆に部屋の温度を目標値の15～20℃に制御するための冷熱源が必要になった。冷熱源として、常時、前室の扉を1cm程度、また玄関扉を30cm程開けた状態で外気を導入せざるをえなかった。このため、外気温度の変化により室温が変化するという問題が生じた。

上記の事情から、今期間での室温の変化巾は10.5～31.6℃の約20℃と、33次期間の6～8℃に較べ非常に大きな変化を示している。2.2.2項に述べたように、この大きな室温変化がD73の観測精度を落としていると考えられる。室温制御の精度を上げることが今後の問題である。

#### 2) 換気扇

砂、雪の吹き込みを避けるため、吸・排気ともビニールシートで塞いだ。ただし、冬季でもHe液化機運転時には排気側を、夏季の運転時には吸・排気両側を運転し室温の過度な上昇を抑える必要があった。

## 2.2.4 海水潮汐観測

佐藤忠弘・岡野憲太・沢柿教伸・榎本浩之

### (1) 観測目的

SCGの感度は1nGalと非常に高い。一方、重力潮汐観測の擾乱源として大きなものの一つに海洋潮汐の引力・荷重の影響がある。その擾乱の振幅は昭和では約10μGalの大きさを持っており、海洋潮汐の影響を正確に補正をすることなしに、観測された重力潮汐データから地球内部に起因する細かな情報を高精度に抽出することはできない。幸い、昭和では定常観測として圧力センサーを使った海洋潮汐の観測が行われており、実データに基づいた海洋潮汐補正が行える。しかし、この観測で問題になると思われることの一つに、“観測点周辺を含め、リュツォ・ホルム湾に厚く張った氷が観測される圧力変化にどのような影響を与えているか？”と言った点がある。

この問題を考える資料を得るため、当初の計画にはなかったが昨年5月から月1回のペースを目標に、検潮が行われている西ノ浦に於て潮汐による海水変位の観測を行った。この変位をここでは海水潮汐と呼ぶ。

### (2) 観測方法・観測状況

観測には34次地学・地形が持ち込んだレーザ測距儀（HP3820A、公称精度+/-1mm）を使用した。測距儀

Appendix 6. The essence of *34ji\_report.pdf* in Japanese was translated into English by K. Shibuya as *jare-34.doc* below.

## **JARE-34 Expedition Report**

Tadahiro Sato,  
National Astronomical Observatory

### **1. General**

Because of leakage of LHe from the Dewar, we could not start the SG observation during the operation of the previous year by JARE-33.

We prepared two Dewars of 200 liter and of 143 liter of strengthened neck. Transport was carefully done using a shock-mount device.

On 8 March 1993, levitation of the gravity sensor was made successfully. After adjustment of the tilt balance, etc., we started the routine observations from 18 March 1993.

Data acquisition continued without serious trouble through the wintering.

Seismic surface waves from the events with  $M_s$  greater than 6.5 can be used for the analysis of free oscillations.

On 1 September 1993, there occurred the atmospheric pressure variation of 1 hour duration with the maximum amplitude of about 2.4 hPa and with the period of about 5 minute, and the associated gravity variation was observed.

From 2 January 1994, maintenance and changeover training for the next expedition team were made till 11 January 1994. During the period, production of the LHe from the gaseous helium, transfer to the SG Dewar, change of the coldhead and adsorber of the compressor were done.

## **2. Observation system**

### **2.1 Main data**

Analog outputs from the gravimeter were passed through the multiplexer (ADVANTEST R7210) and 7.5 digit (range  $\pm 19.999999$  V, resolution 1 microV) digitized using the A/D converter (ADVANTEST R6871E-DC) and 2 s interval sampled data were stored on a hard-disk with the streamer (TEAC DS-80).

The 2 s interval sampled 5-channel data (SG/TIDE, SG/MODE, D73/MODE, Air Pressure, Room Temperature) were recorded and copied on a cassette tape (CT-600) by one-month pace, where D73 is the parallel operated LaCoste-Romberg D73 gravimeter.

At end of October 1993, scanner relays of the above multiplexer were malfunctioning, and we stopped using channels 0-4 and changed to use channels 5-9. Simultaneously we changed the signal flow to pass the isolation amplifier before going into the multiplexer.

### **2.2 Auxiliary data**

The following 5 sensor outputs: X&Y heater power from the SG tilt-balancer, heater power in the SG Dewar, room temperature, and D73 insulator temperature, were recorded using a digital cassette recorder TEAC-DR55 from 2 April 1993.

At first 30 s averaged data at every 30 minutes' interval were recorded. On 7 October 1993, recording interval was changed to 5 minutes in order to improve time resolution.

## **3. Helium liquefier and transfer**

Evaporation of the LHe was  $-0.24$  %/day through the year.

As for LHe, we made 200 liter on March 1993, 100 liter on August 1993, and 100 liter on January 1994. Loss during the transfer was somewhat larger for the case of March 1993.

#### **4. Maintenance notes**

At the initial stage just after start, drift rate was 8 microGal/month.

After September 1993, the rate became small as 0.3 microGal/month.

The sense of the drift is apparent gravity decrease; this is opposite to those of 4 TT-70 gravimeters in Japan.

There was a tare during the liquid helium transfer and/or change of the coldhead; the amount was about 4 microGal on August 1993, while it was about 74 microGal on January 1994. Both tares occurred in a sense of gravity decrease. The tare did not occur during large earthquakes of over-scaled signal amplitudes.

On April 1993 and on September 1993, abnormal movements of the tilt-balancer occurred. These were monitored by the X&Y heater power of the tilt-balancer, and gravity signals were disturbed. There were no disturbances in the associated environmental data such as air pressure, room temperature etc. The reason is not known.



Appendix 7. The first three pages of ***SG34.pdf*** (total of 177 pages) are output as an example in the “Log\_Example” folder.

34 次  
SCG 観測ログ  
重力計室

## SCG 立上げ訓練

場所 水沢、重力測定室

期間 1992.8.3～8.6

参加者 天文台 佐藤忠弘  
東大 岡野憲太  
極研 船木  
名大 名和  
京大・教養 石川

### スケジュール

- 8.3 午後集合 (名和・石川)  
LN<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>gas、レギュレータ入荷  
GSU 引き抜き  
GSU、RD-200 内部の検査、真空度チェック  
RD-200 の予冷  
GSU の予冷
- 8.4 LN<sub>2</sub> の追い出し  
GSU の RD-200 への挿入  
Demagne  
Levitation

- (1)GSU 引き抜き  
常温での抵抗検査、Level meter も
- (2)RD-200 内部の検査  
必要なら掃除
- (3)LN<sub>2</sub> による予冷

1992年8月4日

水沢

10h11m TEMP (panel meter) 1.71 V  
TP4 2.00 V (hot)

バキューム管のバルブしまっていた

low pressure ゲージ 0

温度測定 (水晶温度計)

T1 6.62° c

T2

Level meter の先端の位置

スプリングの下まで来てない

11h19m

RD-200 真空度  $18.5 \times 10^{-3}$  torr {内部温度 6.8° C}

11h25m

TEMP(panel) 1.74 V

TP4 2.00 V

13h12m GSU 窒素につける

LN<sub>2</sub> supply 容器圧 0.73 kg/cm<sup>2</sup>

13h13m ケッターバルブ open

再乾燥

13h24m バルブ close

13h33m LN<sub>2</sub> level → μ-metal top

13h48m v.gage  $18.5 \times 10^{-3}$  torr, LN<sub>2</sub> 移送 start

14h03m V.gage  $14.0 \times 10^{-3}$  torr

14h30m RD-200 窒素液面 10cm

15h31m  $1 \times 10^{-3}$  torr 以下 (赤線の左)

16h34m LN<sub>2</sub> 液面 7~8cm

20h00m LHe transfer 準備

(1)LHe transfer の重力計測の top を長いものに交換

(2)LN<sub>2</sub> 残量 85mm (一番正確)

(3)

(4)LN<sub>2</sub> での TEMP 0.26 V

TP4 2.01 V

Appendix 8. An English version of log example "Form 1" folder, **SG40\_7\_e.rtf**, is output as below.

Noted by Fukuzaki

99Year May 16, 09 13 LT      Weather Cloudy      Wind Weak  
 Room Temperature: W 17.1°C, M 17.8°C      Air Pressure: 979.0 hPa

RD-143  
 Low Pressure      90      cm of Water  
 Flow      240      cc / min  
 LHe level      37.15      mV (      35      %)

GEP-2

	Digital Tester Value	Analog Meter Value
Temp	9.001 V	7.8 V
Temp BAL	0.20 ~ 0.28 V	2.0 ~ 2.9 V
Heater PWR	3.16 V	-3.7 V
Gravity BAL	-0.04 ~ +0.02 V	-0.3 ~ +0.4 V
Gravity SIG	+2.2 ~ +2.5 V	+2.2 ~ 2.5 V
X-Tilt BAL	-9.4 ~ -11.0 mV	-0.2 V
X-Tilt PWR	2.31 V	-3.3 V
Y-Tilt BAL	-1.1 ~ 0.3 mV	-0.1 V
Y-Tilt PWR	3.43 V	-3.2 V

Amp output  
 PC acquired data

\*Check when data saving

SCG MODE	
SCG Tide	
Air Pressure	

Clock

Panel Clock      1 s      ~~delay~~/lead  
 Against GPS Time  
 Analog Recorder Clock      3 s      delay/~~lead~~

APD Compressor

Pressure      22.9 ~ 23.2      PSI  
 Running hours      19169.2      Hours

Cryostat

Reservoir Pressure      0.08      kgf/cm<sup>2</sup>  
 Compressor Pressure      0.23      kgf/cm

C82

Return      9.8      kgf/cm<sup>2</sup>  
 Supply      9.8      kgf/cm<sup>2</sup>  
 Storage      9.7      kgf/cm

C51

Pressure      13.3      kgf/cm<sup>2</sup>  
 He Bombe Manihold  
 Primary      20.0      kgf/cm<sup>2</sup>

Chiller

Liquid      9.5/14.5= 65.52 %

Room Heater

~~ON~~•OFF

Fan

Exhaust (E)      ~~ON~~•OFF  
 Intake (W)      ~~ON~~•OFF

Seismic Event

M/D	Start	End	Amplitude	True/False
	:	:		
	:	:		
	:	:		
	:	:		
	:	:		
	:	:		

L&R Gravimeter      Instrument Temperature

	Time	Set Value	Level
1	:		
2	:		
3	:		
Average	:		

Others

W = west side in the GOH, M = Middle in the GOH

Appendix 9. An English version of log example “Form 2” folder, **SG38\_62\_e.rtf**, is output as below.

## GOH Log Sheet

Name: Kanao

Work Time in the GOH: Nov. 10, 1004 ~ 1010 LT

- (1) [V] Room Temperature: 21 °C (Good if 15°C ~ 20°C)  
@When the room temperature is over 25°C, adjust by opening the doors of the GOH and/or the entrance.  
When the room temperature is under 15°C, shut these two doors.  
[V] Air Pressure: 1002.8 hPa
- (2) Check items of the data acquisition system  
[V] Record check time on the 6-pen recorder chart  
[V] Is the data logger operating?  
[V] Is the streamer accessed every 2 s?
- (3) Check Dewar Condition  
[V] Is the sound of coldhead OK (2Hz)?  
[V] Low Pressure : 7.0 cm of water  
@OK if in the range 5 ~ 10  
[V] He Boil off: 150 cc/min  
@OK if in the range 60 ~ 200
- (4) Check Chiller Condition  
[V] Is the chiller operating?  
[V] Is the compressor operating?  
@If the chiller stopped, both the compressor and the coldhead will stop.  
Indicator of “Low Pressure” will become 20 ~ 30, while “He Boil off” will scale out.

Appendix 10. An English version of log example "Form 3" folder, that is, In/Out Log  
To/From the GOH, *SG42\_26\_e.rtf*, is output as below.

RT\*=Room Temperature, AP\*=Air Pressure, W\* = West point in GOH, M\* = Mid point in GOH

Date		In (LT)				Fan		Out (LT)					
Y M D	Name	Time	RT* W*	RT* M*	AP*	Begin	Stop	Time	RT* W*	RT* M*	AP*	LOG	Remark
2001.01.10	Doi	20:51	19.6 °C	17.0 °C	985.3 hPa			21:42	19.8 °C	18.1 °C	985.3 hPa		6.5cm of W 180cc/min
	11	Doi	14:13	23.7 °C	26.4 °C	982.6 hPa		15:13	23.5 °C	26.0 °C	982.4 hPa		7.9cm of W 230cc/min
	#	#	21:24	27.1 °C	28.0 °C	981.8 hPa		22:11	25.2 °C	28.5 °C	982.2 hPa		
	12	Doi	11:48	27.4 °C	28.0 °C	983.9 hPa		12:11	26.7 °C	27.6 °C	984.1 hPa		7.4cm of W 180cc/min
	#	#	21:37	29.4 °C	29.6 °C	986.8 hPa		22:26	21.7 °C	25.4 °C	987.0 hPa		7.1cm of W 95cc/min
	13	Seo	08:55	24.5 °C	25.5 °C	987.8 hPa			°C	°C	hPa		7.2cm of W 195cc/min
	20	Doi	17:10	21.6 °C	25.2 °C	992.8 hPa		23:54	22.6 °C	25.0 °C	992.9 hPa		7.1cm of W 205cc/min
	21	Iwano	09:10	22.5 °C	24.9 °C	991.3 hPa		15:39	21.5 °C	22.4 °C	989.7 hPa		7.9cm of W 235cc/min
	22	Doi	11:15	25.2 °C	26.0 °C	982.3 hPa		11:38	25.1 °C	24.0 °C	982.0 hPa		9.6cm of W over
	24	Doi		°C	°C	hPa			°C	°C	hPa		
	26	Doi	10:47	22.5 °C	21.0 °C	978.6 hPa			°C	°C	hPa		
	27	Doi	10:27	22.4 °C	22.6 °C	992.5 hPa		23:09	23.5 °C	24.8 °C	996.3 hPa		6.9cm of W 100cc/min
	28	Doi	08:29	21.6 °C	21.3 °C	993.4 hPa		22:24	25.5 °C	27.0 °C	987.5 hPa		9.1cm of W 200cc/min
	29	Doi	10:03	21.0 °C	24.0 °C	981.2 hPa			°C	°C	hPa		
	31	Doi	10:50	24.0 °C	25.0 °C	997.3 hPa		22:50	26.2 °C	27.5 °C	999.7 hPa		6.6cm of W 135cc/min
02.01	Doi	16:55	27.2 °C	28.8 °C	1002.0 hPa			20:05	19.5 °C	23.7 °C	1000.8 hPa		8.1cm of W 225cc/min
	01	Iwano	22:02	26.0 °C	27.5 °C	1000.9 hPa		22:59	25.0 °C	26.0 °C	1000.9 hPa		8.2cm of W 215cc/min
	02	Iwano	08:44	23.0 °C	22.5 °C	999.6 hPa		11:48	23.0 °C	23.5 °C	999.1 hPa		11cm of W over
	02	Iwano	17:05	23.0 °C	24.0 °C	997.6 hPa		17:57	23.8 °C	26.0 °C	997.1 hPa		10cm of W 240cc/min
	02	Iwano	19:30	26.2 °C	28.0 °C	996.8 hPa		22:50	23.6 °C	24.1 °C	996.2 hPa		10cm of W 240cc/min
	03	Doi	08:15	22.4 °C	22.3 °C	995.7 hPa			°C	°C	hPa		
	03	Iwano	20:35	17.5 °C	11.5 °C	996.4 hPa		22:30	18.5 °C	15.1 °C	997.2 hPa		8.8cm of W 240cc/min
	04	Doi	09:05	19.8 °C	20.3 °C	991.1 hPa		12:00	19.3 °C	21.1 °C	987.2 hPa		11.9cm of W over
	05	Iwano	09:00	25.3 °C	26.9 °C	978.4 hPa			°C	°C	hPa		8.3cm of W 234cc/min
	05	Iwano	20:15	23.5 °C	24.4 °C	983.1 hPa			°C	°C	hPa		
	06	Iwano	05:58	11.5 °C	12.3 °C	987.3 hPa			°C	°C	hPa		5.4cm of W 90cc/min
	06	Iwano	17:20	25.0 °C	27.8 °C	990.8 hPa		18:05	20.4 °C	22.1 °C	991.0 hPa		6.9cm of W 75cc/min