

## コンピュータ通信ネットワークを利用した昭和基地の 固体地球物理学データの伝送, 管理, 公開について

金尾政紀\*・神沼克伊\*・渋谷和雄\*・野木義史\*

Transfer, Archives and Public Use of Digital Data for Solid Earth  
Geophysics at Syowa Station, Antarctica by Computer Network

Masaki KANAO\*, Katsutada KAMINUMA\*, Kazuo SHIBUYA\*  
and Yoshifumi NOGI\*

**Abstract:** Data transmission of solid earth geophysics between Syowa Station (69.0°S, 39.6°E) and the National Institute of Polar Research (NIPR) was successfully made by the 34th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-34) in 1993 via the INMARSAT satellite telecommunication system. In 1994, data transmission from the Earth Science Laboratory (ESL) was started by JARE-35 using UUCP (Unix-to-Unix Copy) protocol for the file transfer. Electronical-mail services are also started by JARE-36 in May 1995; this is useful to exchange observational information easily. In addition to the hypocenters and phase arrival-times detected at Syowa Station, some digital waveform data from broadband seismometers and a superconducting gravity meter for recent several years are available from Internet services. They are stored in the directories under /pub/ of UNIX workstation (IP address: 133.57.3.2), and accessible by use of 'anonymous ftp' command. We basically give priority of any data obtained at Syowa Station to the wintered-over JARE members with time limit of two years, and the data after the priority period go into a release mode. In this paper, the data transmission between Syowa Station and NIPR, the data archives in UNIX workstation, and data release using computer network are explained. The availability of digital waveform data of the other Antarctic stations is also introduced.

**要旨:** インマルサット衛星を利用した昭和基地 (69.0°S, 39.6°E) の固体地球物理学データの伝送は, 第 34 次日本南極地域観測隊 (JARE-34) から試験的に開始された。JARE-35 は, 伝送用ワークステーションを地学棟に持ち込み, 国立極地研究所への UUCP (Unix-to-Unix Copy) 接続による伝送を開始した。JARE-36 においては, データ伝送を継続すると共に, 観測状況などの情報交換に電子メールを利用している。昭和基地から伝送されたデータを含め, 広帯域地震計や超伝導重力計のデジタルデータについては, 国立極地研究所のワークステーションで管理しており, 国内外の研究者にインターネットを利用してのデータ公開を開始した。本稿では, 昭和基地からのデジタルデータ伝送について, その開始から 1995 年 7 月までの状況を報告すると共に, データの管理ならびに公開方法について紹介する。また, 最近の諸外国基地の地震波形データについてインターネットを利用した公開方法を紹介し, 今後の指針について検討する。

\* 国立極地研究所. National Institute of Polar Research, 9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173.

## 1. はじめに

インマルサット衛星を利用した昭和基地デジタル観測データの国内伝送は、第29次日本南極地域観測隊 (the 29th Japanese Antarctic Research Expedition; JARE-29) より開始され、第34次隊 (JARE-34) からは情報科学センターが情報処理棟に設置したUNIXワークステーションを用い、より標準的な伝送方式であるUUCP (Unix-to-Unix Copy) プロトコルによるデータ伝送の試験運用を開始した (利根川, 1994)。地震・重力をはじめとする固体地球物理学・諸観測データの伝送もこのシステムを利用し同時に試みられた。JARE-35では、地学部門で独自に伝送用ワークステーションを持ち込み、1994年3月よりUUCP接続により地学棟から国立極地研究所 (以下極地研究所) への直接伝送を開始した。JARE-36においても、定期的なデータ伝送を継続すると共に、1995年5月より本格的に運用を始めた電子メール (electrical-mail) を利用して、観測状況についての情報交換を行っている。

また、近年インターネットを利用したデータ通信がコンピュータネットワークで主流となっているが、上述の昭和基地から伝送されたデータをはじめとし、基地で近年取得された固体地球物理学データ、主に広帯域地震計や超伝導重力計のオフライン・データを、極地研究所地学部門のワークステーションで保管・管理し、国内外の研究者にインターネットを利用してデータ公開を開始した。

本稿では、昭和基地デジタルデータの伝送について、その開始から1995年7月までの状況を報告すると共に、データの管理ならびに公開方法について紹介する。また、インターネットを利用した最近の諸外国基地の地震波形データ公開方法について紹介し、固体地球物理学データの公開に関する指針を考察する上での一助とする。

## 2. 昭和基地で取得されるデジタルデータの現状

昭和基地においては、近年デジタル収録方式により各種地球物理データが取得されている。収録場所は地学棟が主であるが、重力計室においても行われている。

地震観測は、1959年 (JARE-3) に短周期地震計の上下動成分を用いて始められたが、1967年 (JARE-8) から長周期、短周期各3成分での定常観測が開始 (神沼ら, 1968) され、現在に至るまで継続されている。1989年4月に広帯域地震計 (Streckeisen seismometer; STS) が設置され (村上・神沼, 1991)、1990年5月には地学棟においてデジタル収録が開始された (長坂ら, 1991)。この間、収録サンプリング間隔の変更などソフトの改修はあったが、機器の重大なトラブルはなく順調にデータが取得されている。地震データ収録用パソコンは、データ伝送用のワークステーションとオンラインで接続されていないため、光磁気ディスク (MO) で記録されたデータは、ワークステーションに接続されたオ

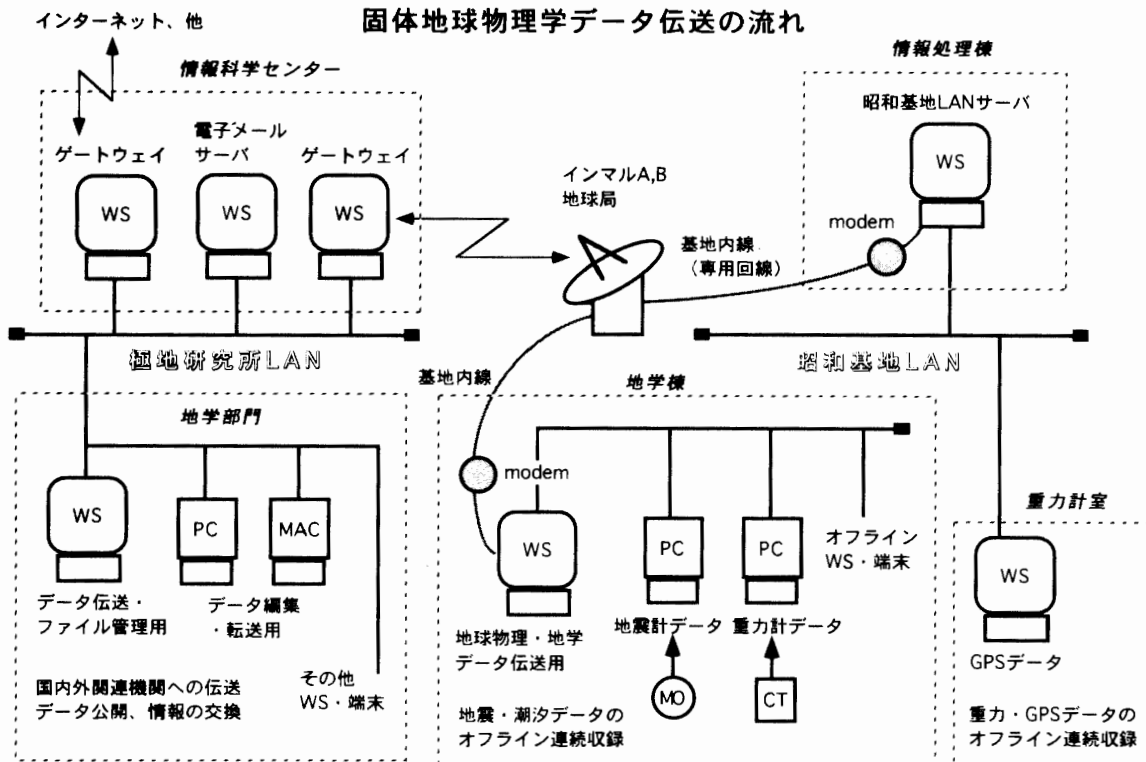


図1 昭和基地と極地研究所間の固体地球物理学データ伝送の流れと関連するハードウェア

Fig. 1. Schematic illustration of data transmission between Syowa Station and NIPR concerning solid earth geophysics. Each abridgment shows as follows; WS (workstation), PC (personal DOS computer), MAC (Macintosh computer), MO (magnet-optical diskette) and CT (magnetic cassette tape).

表1 昭和基地の地震・重力のデジタルデータの種類とサンプリング, 分解能, 保存媒体, 合計容量  
Table 1. Data format, acquisition parameters and total amount of data for broadband seismometers and a superconducting gravimeter at Syowa Station.

観測期間	種類	サンプル 間隔	A/D 分解能	現地保存媒体 (容量)	合計
広帯域地震計					
1) BRB output					
May 1990~					
Jan. 1993	連続	1 Hz	24 bit	磁気テープ (20 MB, 12 日)	700 MB×3 年
	イベント	10 Hz	24 bit	磁気テープ、 又はフロッピーディスク	
Feb. 1993~	連続	20 Hz	24 bit	光磁気ディスク (600 MB, 85 日)	2.5 GB×2 年
2) LP output					
Feb. 1992~	連続	3.0 s	20 bit	磁気テープ (80 MB)	240 MB×3 年
超伝導重力計					
Mar. 1993~	連続	2.0 s	20 bit	磁気テープ (80 MB)	360 MB×2 年

ラインのパソコンで読み込み伝送に使用する。図1は、現時点の昭和基地と極地研究所間のデータ伝送の流れと、それに関連するハードウェアを模式的に示している。なお、地震観測の詳しいシステム構成は、金尾・神沼(1993)などで述べられている。

表1に、広帯域地震計のデジタル収録を開始した1990年度(JARE-31)より1994年度(JARE-35)までの、データの種類とサンプリング間隔、分解能、保存媒体、合計容量などを示す。広帯域地震波形データは、大きく分けて速度出力(broad band; BRB)と加速度出力(long period; LP)とがある。

超伝導重力計による地球潮汐と地球自由振動の連続観測は、1993年3月より開始され(佐藤ら, 1995)、現在に至るまで順調に収録されている。観測は重力計室(図1右下)で行われており、広帯域地震波形データと同様に収録・前処理されたデータが、オフラインで地学棟ワークステーションより日本国内へ伝送される。表1に地震の場合と同様に収録データについての情報を示す。データのサンプリング間隔が2.0秒と地震の場合に比べて遅いので、年間当たりのデータ総量も少なくなる。

なお、JARE-36から重力計室においてGlobal Positioning System(GPS)の連続観測が始められたが、1995年7月段階ではデータ伝送は開始されていない。その他、地学棟では海洋潮汐の連続データ収録が1時間サンプリングで行われているが、衛星回線を利用したデータ伝送は行われていない。

### 3. インマルサット衛星回線を利用したデータ伝送

インマルサット衛星回線を利用したデータ伝送に関連するハードウェアの構成と、観測データ伝送の現状について項目別に述べる。

#### 3.1. 伝送用ハードウェア

JARE-34は、インマルサット衛星を利用した昭和基地観測データの伝送を、情報処理棟に設置された伝送用ワークステーションを用いて行った。JARE-35では、地学棟に独自にワークステーションを持ち込み、モデムを用いて基地内線電話に接続し、さらに衛星回線を利用して極地研究所情報科学センターのゲートウェイ・ワークステーションにUUCP接続を行い伝送した。地学棟からのデータ伝送は、1994年3月より開始した。JARE-36では高速モデムに変更し、現在は9.6 kbpsの伝送速度で行っている。

地学棟の伝送用ハードウェアは、以下の仕様で設置されている。

- ・ワークステーション SUN SparcStation ELC  
(24MBメモリ, 1.0 GB SCSIディスク(内蔵), 1.3GB SCSIディスク(外付け), 3.5" FDD, 15" CRT, CD-ROMドライブ, Ethernet I/F, OS; Sun OS 4.1)
- ・モデム WorldBlazer (TELEBIT社)

図1に、データ伝送の流れとともに関連するハードウェアを模式的に示す。極地研究所側の伝送先ワークステーションとして当初、情報科学センターのゲートウェイ・ワークステーションを利用していたが、1995年4月からは地学部門のワークステーション（IPアドレス 133.57.3.2、以下 geoipx と呼ぶ）に UUCP 設定を行い、ゲートウェイを介して双方向に地学棟ワークステーションと geoipx とで直接伝送を行うようになった。極地研究所内の接続は所内ローカル・エリア・ネットワーク（LAN）を利用して、ワークステーションに UUCP プロトコルを載せることで行っている。geoipx の仕様は以下の通りである。

・ワークステーション SUN SparcStation IPX

(32MBメモリ, 424MB SCSIディスク(内蔵), 2.0GB SCSIディスク(外付け), 3.5" FDD, 19" CRT, CD-ROMドライブ, Ethernet I/F, OS: Sun OS 4.1)

### 3.2. 観測データの伝送

伝送データの種類には、大きく分けて定期的に伝送するものと不定期的なものがある。前者には、地震の読み取り時間、グローバルな地震情報、重力潮汐など基本的に定常的な情報交換が必要な観測データが多い。それに対し後者は、大きな地震の地震計データ・重力計データ、学術情報、収録プログラムの改修情報、画像データなどであり、昭和基地で観測していく上で問題が生じた時を含め必要に応じて伝送するものが多い。後述するように電子メールについても、現段階では不定期的に交換している。

表2に、インマルサット衛星を用いた固体地球物理学関連の観測データの伝送状況について、JARE-34、-35、-36の各年次別及びデータの種類ごとにまとめた。JARE-36については、1995年7月31日現在までであり、JARE-34、-35は伝送の試験期間中であったため年間総量を4-5MB程度に抑えている。

以下、データの種別別に伝送量について考察する。

#### 3.2.1. 定期データ

定期データとしては、地震と超伝導重力計の観測が中心であり現在3種類のデータを地学棟と geoipx との双方向で伝送している。表2の順に、まず地震波の到達時刻や継続時間などの読み取りデータ（験震データ）が昭和基地から毎週1回 geoipx へ伝送される。極地研究所で内容を確認した後、アメリカ地質調査所（United States Geological Survey; USGS）内にある国際地震情報センター（National Earthquake Information Center; NEIC）へ電子メールで転送する。験震データの1ファイル容量は、1週間分をまとめて1kB程度である。各ファイルを、LHAなどの圧縮ツールで圧縮した後、アスキーファイルに変換（uuencode）し伝送する。受け手では、逆の手順でオリジナルファイルに変換する。なお、他の種類のデータについても、伝送時の回線料の負担を考慮してほとんどの場合圧縮して伝送される。以下に、験震データの内容（例）を示す。

表2 インマルサット衛星による固体地球物理学データの伝送状況

Table 2. Summary of the data transmission for solid earth geophysics by INMARSAT telecommunication system until July 31, 1995.

種類	ファイル名	サイズ	頻度	伝送先	伝送量 (合計容量 kB (ファイル数))			
					JARE-34	JARE-35	JARE-36	計
(基地→極地研)								
験震データ	seismo**.uu	1 kB	毎週	USGS	—	23(37)	31(29)	54(66)
重力潮汐データ	sd95mdd.uu	20-25 kB	毎月	天文台	622(8)	325(12)	90(6)	1037(26)
地震波形データ	94093000.f	200 kB 以下	不定期 (3 カ月に 1 回)	(地震研)	2655(28)	2873(29)	1705(10)	7233(67)
超伝導重力計 波形データ	sc95mdd.uu	200 kB 以下	不定期	天文台	257(16)	854(4)	869(32)	1980(52)
その他 (データ, プログラム等)			不定期		86(8)	52(4)	18(2)	156(14)
電子メール (画像含む)			不定期		—	26(6)	101(15)	127(21)
(極地研→基地)								
地震速報	qed**.uu	10-20 kB	毎週	USGS (発信元)	—	90(1)	279(17)	369(18)
その他 (学術情報, プログラム等)			不定期		—	52(2)	1497(6)	1549(8)
電子メール			不定期		—	224(13)	30(11)	254(24)
計					3620(60)	4519(108)	4620(128)	12759(296)

((SEISMIC DATA FROM SYOWA STATION))  
 SEISMO SYOWA NR.95-30 (23JUL95-29JUL95)

DATE	PHASE	UTC TIME		REMARKS
		HRMN	SEC	
JUL 23	-EPZ	1012	14	FP=30S
	+EPZ	1811	4	FP=35S
JUL 25	-EPZ	1545	30	FP=90S
	+IPZ	2359	44.8	FP=155S
JUL 26	+EPZ	0806	56	FP=40S
	-IPZ	0922	30.3	FP=125S
	+EPZ	2355	3.9	FP=680S

超伝導重力計の重力潮汐用1時間サンプルデータについては、1カ月に1回の割合で基地から極地研究所へ伝送されている。ファイル内容を確認した後、インターネット経由で国立天文台水沢へ電子メールとして転送している。国立天文台水沢では、潮汐計算を行い観測が正常に行われているかを確認する。1ファイル容量は20-25kB程度であり、験震データと同様に圧縮して伝送している。なお、JARE-34では1ファイル数当たりの容量が大きい。これは非圧縮の生データが多く含まれていたためである。

極地研究所から昭和基地へ定期的に伝送しているファイルとしては、グローバルな地震速報サービス (Quick Epicenter Determinations; QED) がある。これは上述のUSGSより毎日電子メールで極地研究所へ送られてきているものであり、極地研究所で7日分をまとめて週1回の割合で昭和基地へ伝送している。1995年4月より定常的に開始したが、それまではFAXにて基地へ情報を送付していた。ファイル容量は圧縮した状態で10-20kB程度である。この地震情報を基にして基地の担当隊員は、再度験震を見直すことができる。基地には、地震波の到着時間を計算するプログラムがワークステーション上で用意されている。

U.S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR										NO. 5-200
GEOLOGICAL SURVEY										JUL 19, 1995
NEIC QUICK EPICENTER DETERMINATIONS										
UTC TIME	IAT	LONG	DEP	GS	MAGS	SD	STA	REGION AND COMMENTS		
HRMNSC				MB	Msz		USED			
JUL 12										
040750.6%	33.736S	70.425W	10G			0.6	6	CHILE-ARGENTINA BORDER REGION		
043001.5*	15.472S	172.776W	33N	5.1		1.1	25	SAMOA ISLANDS REGION		
050658.7%	33.076S	70.280W	100G			0.3	10	CHILE-ARGENTINA BORDER REGION. MD 2.6 (SAN).		
052118.3&	36.284N	120.469W	9				33	CENTRAL CALIFORNIA. <GM-P>. MD 3.1 (GM). ML 3.1 (GS).		
054842.7&	62.920N	151.310W	115				57	CENTRAL ALASKA. <AEIC>.		
060258.3?	21.87 N	98.80 E	33N	4.1		1.7	7	MYANMAR		
062344.9%	33.302S	71.045W	60G			0.3	11	NEAR COAST OF CENTRAL CHILE. MD 2.2 (SAN).		
111443.6%	32.815S	70.999W	70G			0.3	10	CHILE-ARGENTINA BORDER REGION. MD 2.6 (SAN).		
154009.5?	22.55 S	171.03 E	33N	4.5		1.1	16	LOYALTY ISLANDS REGION		

ので、地震波の験震精度を上げることができる。以下に、地震情報の内容(例)を示す。

### 3.2.2. 不定期データ

不定期データとしては、広帯域地震計と超伝導重力計による大地震時の波形データが主な内容であり、ほとんどの伝送容量を占める。

JARE-34, -35 では試験期間であったため年間 2 MB という総伝送量の制限があった。JARE-35 の伝送量 2873 kB のうち、4 ファイル (658 kB) は兵庫県南部地震の波形記録であり、地震発生後に緊急に伝送を追加依頼したものである。図 2 に、伝送された観測波形のうち上下動成分の 3 時間分の記録を示す。JARE-36 においては、表 2 に記載された容量は 2-4 月の 3 カ月間に発生した 10 個の地震についてであり、今後さらに 9 カ月分のデータが上乘せされる見込みである。地震の選別については、マグニチュード 6.5 以上を伝送の目安としている。伝送時には、回線の速度と安定性の問題により、1 ファイル容量を 200 kB (1 時間データ分) 以下に区切って行っている。ファイル圧縮は地震データ独自のフォーマットに従っており、伝送されたデータは全て geoipx で保管している。第 4.1.1 章で詳しく述べるように、現地で観測に従事した隊員(データ取得者)の優先権を考慮して順次公開手順に乗せて行くことになる。ただし、国内外の研究者の要望が強ければ、その都度データ取得者の意向を踏まえて早い提供も可能である。

超伝導重力計の大地震波形データ(モードデータ)の伝送についても、基本的には広帯域地震計と同様の取り決めに基づいている。この伝送項目の中には、モードデータ以外にも重力値と平行解析するための気圧データ(JARE-34)や、夏期間に行われた絶対重力計との比較のための 1 分サンプリングデータ等(JARE-36)も含まれている。第 4.2.1 章に

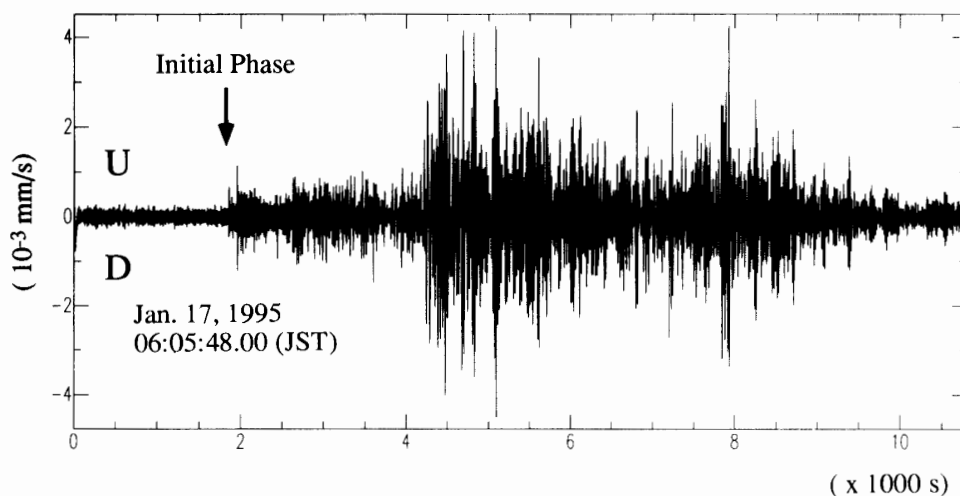


図 2 昭和基地より伝送された兵庫県南部地震の波形データ(上下動成分 3 時間)  
 Fig. 2. An example of the vertical component of digital seismic waveform for 'Hyogo-ken nanbu earthquake' transmitted by INMARSAT from Syowa Station.



公開手順を示す。

その他の不定期的伝送データとしては、観測に必要な各種データ、プログラム、学術情報、画像データなどがある。しかし、伝送容量自体は表2のように極めてわずかである。収録ソフトの新しいバージョンを移植したり、各種必要なプログラムをわずかな時間と労力で国内から誤りなく伝送できることは、FAXによる情報交換のみからでは及ぶべくもない効率性があり、衛星回線の有用性を痛感することができる。

### 3.3. 電子メールの利用

JARE-35の試験的な電子メール(UUCP mail)交換に続き、JARE-36からは本格的な運用が始まり、登録されている利用者により利用が可能になった。現在では、地学棟の伝送用ワークステーションにもUUCP mailの設定をしているため、情報処理棟と地学棟のメールアドレスの両方を併用している。基本的に衛星回線は、情報処理棟では毎日接続している。地学棟からは、担当隊員がモデムを基地内線に接続する作業など、マニュアル操作に頼る部分が大きいため、担当者の負担を考慮して週1回のペースで接続を行っている。

電子メールの内容は、観測に関する報告や、質問等のやり取りが多いが、それ以外にもネットワーク上の学術情報を隊員の必要に応じて送っている。また、必要な写真などを、8 mmビデオより入力した静止画像データとして、メールに圧縮して取り込み伝送する試みも行われている。JARE-36の伝送量101 kBのうち、このような静止画像は3ファイル(約75 kB)に及ぶ。近年、電子メールソフトに各種のデータファイルを取り込む機能が付随しているので、今後こうした情報伝達が益々増えるものと思われる。なお、表2に記載されている電子メールの総量は、極地研究所とのやり取りのみを見積もったものであり、昭和基地で観測事業を行っている他の関連官庁や大学間での伝送量は含まれていない。

また、第3.2.1章で既述した験震データと地震情報については、ファイル容量が小さいこともあり圧縮・展開にともなうフォーマット変換の手間を減らすため、電子メールでの伝送に1995年7月末より切り替えた。

## 4. データ管理とインターネットを利用した公開

第3章で述べたインマルサット衛星回線による伝送データを含め、各観測隊の取得したオリジナルデータは、その取得者が解析用に一時的に使用することを除き、すべて極地研究所で一括して保管しデータベース化、ならびに共同利用に供している。最近ではこうした固体地球物理観測データを、主にUNIX媒体を用いてファイル管理しており、またインターネットを利用して公開を行っている。本章では、それらの詳細について広帯域地震

計と超伝導重力計のデータを中心に述べる。

#### 4.1. 広帯域地震計のデータ公開

昭和基地は、日本が主体となり東アジア周辺に観測点を展開しているポセイドン (Pacific Orient Seismic Digital Observation Network (POSEIDON)) 計画 (Tsuboi, 1995) に参画し、そこを通じて世界中の広帯域地震観測網の連合 (Federation of Digital Seismographic Networks (FDSN)) の1観測点として機能している。東京大学地震研究所にあるポセイドン・データセンターと極地研究所とで調整を行い、データの利用と公開について第4.1.1章のような基本方針で行うことにしている。

提供するデータの種類としては、波形解析や走時計算によく利用される地震波形データにとどまらず、すでにJARE Data Reports (Seismology) (極地研究所発行) に掲載されている情報、すなわち昭和基地で検知された地震の震源リストや地震波形到達時刻などについても、anonymous ftpサイトを作成してインターネット経由で利用できるよう準備している。表1の最右欄には、超伝導重力計を含めた現在までのデジタル波形データの総量を種類別に示している。

##### 4.1.1. データの優先権と公開手順

データの優先権については、基本的に毎年のデータ取得者 (担当隊員) に対し一定の研究優先期間を設けることで保証している。現在、公開の手順としては、以下のような時間スケジュールに基づいている。図3には、地震波形データを例に公開手順を模式的に描いた。

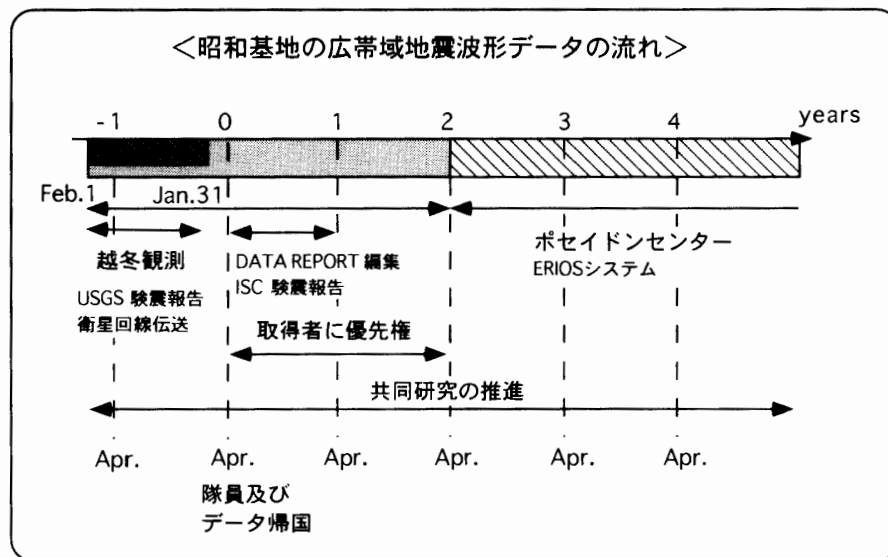


図3 昭和基地の広帯域地震波形データの公開手順

Fig. 3. Schematic illustration of data release schedule for broadband digital seismic waveforms at Syowa Station.

1) 昭和基地より伝送されたデータ (観測年次) と各隊次帰国 (4月) 後2年までのデータについて

第一にデータ取得者の優先権を配慮したうえで利用者の希望に応じる。研究テーマによっては、極地研究所や地震研究所の共同研究として応募・採択の手順を踏むことが必要である。観測者が越冬中 (観測年次) の伝送データ (第4.1.4章参照) についての利用情報と提供方法についても極地研究所より随時行う。即時性を必要とするデータ等については随時申請して貰うようにしている。

2) 各隊次の帰国後2年を経過したデータについて

ポセイドンセンターの地震波形公開システム (Earthquake Research Institute Observation System (ERIOS)) に入れて利用者に提供する。現段階では、1993年1月までの波形データがすでに入れている。極地研究所での保管・公開も行っている (第4.1.3章参照)。なお、JAREの越冬観測期間の年度区分が、2月~翌年1月までなので、2月1日を公開データの区切り日としている。

4.1.2. 震源データ

1987-1993年の7年間のJARE Data Reports (Seismology) (KAMINUMA and YAMAMOTO, 1993; KANAO, 1994; 1995; OKANO and KANAO, 1995) に掲載されている、昭和基地で検知された震源データについては、geoipxのanonymous ftpサイトで保管して公開している。/pub/HYPO/の下に年度別にファイル (1992.syo, など) が置かれている。以下には、ftpコマンドで入手する手順の例を示す。今後も毎年、公開データを追加していく予定である。

```
ftp> open 133.57.3.2
Connected to 133.57.3.2.
220 geoipx FTP server (SunOS 4.1) ready.
Name (133.57.3.2:user): (enter 'ftp' or 'anonymous')
Password: (enter your e-mail address)
230 Guest login ok, access restrictions apply.
ftp> cd pub/HYPO
ftp> ls
  1987.syo
  1988.syo
  1989.syo
  1990.syo
  1991.syo
  1992.syo
  1993.syo
  README
ftp> mget *.syo
ftp> bye
```

4.1.3. 地震波形データ

表1に示すJARE-35の持ち帰り分までのデジタル波形データについて種類別に説明する。

## 1) BRB データ (1990 年 5 月以降)

## 1.1) 1990 年度から 1992 年度までの 3 年度分 (10 Hz イベント, 1 Hz 連続)

現在は, ポセイドンセンター (ERIOS システム) 及び geoipx で同時に保管している. 10 Hz 地震イベントデータの容量は 3 年分で計 1.0 GB となる. geoipx を利用する場合, anonymous ftp サイトを利用できる. 大量にデータを使用するユーザーに対しては, DAT または 8 ミリテープで提供することも可能である. データファイルに対応する地震リストと, 波形解析ソフト (Seismic Analysis Code (SAC)) への変換ソフトも ftp サイトに準備されている. 以下に手順を示す.

**手順)** ftp サイトに anonymous で login し /pub/STS/events の下に移動する. 以下の subdirectory があり, 先頭から 4 つには年度別のデータが入っている.

1990/ 1991/ 1992/ 1993/ LIST/ PROG/

また, /LIST には波形ファイルと JARE DATA REPORTS (Seismology) での検索番号と対応するリストとして, 以下の 4 つのファイルがある.

list1990.brb list1991.brb list1992.brb list1993.brb

それぞれの内容例は, 以下の通り.

Sr.No.	Filename	Size	Date	Time	dt	DATA REP. No.
1	92010201.dat	64080	1/2	14:37:00-14:42:59	-0.1	
2	92010301.dat	92560	1/3	03:46:00-03:54:39	-0.1	2
3	92010302.dat	28480	1/3	06:22:00-06:24:39	-0.2	
4	92010303.dat	35600	1/3	19:53:00-19:56:19	-0.4	7
5	92010401.dat	427200	1/4	13:30:00-14:09:59	-0.1	

また, /PROG には昭和基地収録 10 Hz オリジナルデータから SAC フォーマットに変換するソフトが用意されている. 詳しくは各 subdirectory 下の README ファイルを参照のこと.

1 Hz の連続データについても同様で, /pub/STS/continuous にアクセスをしてデータを入手できる. データ容量は 3 年分で計 1.2 GB 程度となる. 今後は, ポセイドンセンター (ERIOS システム) でも同時に保管する予定である.

## 1.2) 1993 年度以降 (20 Hz 連続)

1993 年度からは, 10 Hz から 20 Hz サンプルングでのデータ収録に変更された. オリジナルデータの収録媒体は光磁気ディスク (MO) であり, 年間で約 2.5 GB のファイル容量となる. 取得者の優先期間を終えたデータから順に, 公開システムに移行させていく予定である.

## 2) LP データ (3 秒サンプル, 1992 年度より収録開始)

データ容量は 1 年間で約 240 MB となっている. 公開の準備が整い次第情報を提供する予定である. 今後このような公開一般情報は /pub/NEWS に準備される.

#### 4.1.4. 最近の大地震波形データ

第 3.2.2 章でも述べたように, マグニチュード 6.5 以上を目安として大地震の波形データの伝送を定期的に行っており, 極地研究所のワークステーションですべて保管している。完全公開はしていないが, 即時性を必要とする研究テーマについては, データ取得者の優先権を考慮した上での利用は可能である。

#### 4.1.5. 地震波到達時刻データ

過去の JARE Data Reports (Seismology) に掲載されている, 昭和基地での地震波到達時刻データも, geoipx の /pub/ATIME/ の下に置かれており, 今後ともデータが追加される予定である。極地研究所においては担当隊員持ち帰り記録を再チェックしており, 最終的な地震波到達時刻データが毎年, International Seismological Center (ISC) へ送付され, グローバルな震源決定に役立っている (図 3)。

## 4.2. 超伝導重力計のデータ公開

昭和基地を含めて, 日本で観測している超伝導重力計は現在 6 台である。国際的には Global Geodynamics Project (GGP) の規約により, データフォーマットやサンプリング間隔, フィルターの定数などが決められる予定である (CROSSLEY and HINDERER, 1995)。日本のサブセンターは東京大学海洋研究所に置かれ, 国内のデータを取りまとめた上で GGP に提供される予定であるが, 各観測機関の都合によりすべての観測点で均等なデータ公開ができる体制にはまだなっていない。昭和基地のデータについても, サブセンターを通じて国内外研究者の利用が可能である。

昭和基地の超伝導重力計のデータ公開については, 観測に直接携わり装置を維持している国立天文台水沢と極地研究所とで調整を行い, 第 4.2.1 章のような方針で行っている。提供するデータの種類は, 1 時間サンプリングの潮汐データと大地震時の波形データ (1 分サンプリングが原則) とに分類される。表 1 には, 超伝導重力計の現在までのデータ総量を示した。

データの優先権と公開手順は地震データとほぼ同様であり, 研究優先期間を設けることでデータ取得者の優先権を保証している。保証期間は原則として, 観測年次と各隊次帰国 (4 月) 後 2 年までである。研究テーマによっては国立天文台や極地研究所の共同研究として行うことで国内外の他の研究者の利用に配慮する。帰国後 2 年を経過したデータについては, 海洋研究所のサブセンターに入れて利用者に提供する。

GGP モード (1 分サンプリング) は原則として anonymous ftp で提供される予定だが, 大地震波形データ解析にとって重要な 2 秒サンプリングのオリジナルデータの一般公開は, 現在検討中でありまだ確定していない。なお, 超伝導重力計と平行してラコステ D 型重力計による連続観測も行われているが, 潮汐記録 (1 時間サンプリング) は国際地球

潮汐センター (International Center for Earth Tides: ICET, ブリュセル) に送られ、そこから一般公開される予定である。

#### 4.3. その他のデータ公開

昭和基地で観測されているデジタルデータには、これまでに述べてきた地震、重力データ以外にも、海洋潮汐の連続データがある。海洋潮汐データは海上保安庁水路部により編集され、極地研究所発行の JARE Data Reports (Oceanography) (例えば, TANAKA and NOGUCHI, 1995) として 1 時間サンプリングの潮位データが毎年公開されている。

さらに、昭和基地の周辺部までを含めると内陸・露岩域での重力測定データ、GPS 測量データ、地磁気絶対測定・3 成分観測データ、リュツォ・ホルム湾域の海岸線や地形データ、氷床・露岩域の標高データなど多岐にわたる固体地球物理学データがある。

このうち海上では、観測船「しらせ」の往復航路上での重力異常値、海底地形のデジタルデータが得られており、これらのデータは National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) の中の National Geophysical Data Center (NGDC) にも送られている。また地磁気のデータに関しては、船上地磁気 3 成分観測 (NOGI *et al.*, 1990) により地磁気 3 成分異常が得られている。これらの重力異常、海底地形、地磁気 3 成分異常のデジタルデータは、geoipx の ftp サイト/pub/OCEAN の下に置くためのデータ編集が現在進行中である。

これまでに述べたように、geoipx の ftp サイト/pub の下には、いくつかの sub directory が作成されており、現在以下のような構成になっている。

ATIME/	HYPO/	STS/	SCG/	OCEAN/
GPS/	TIDE/	PROG/	OTHERS/	NEWS/

今後、これらの各種固体地球物理データのコンパイル作業と公開体制を順次整えていく方針であり、変更の知らせが/pub/NEWS にニューズレターファイルとして追加される。

## 5. 南極基地の地震波形データの公開例

図 4 には、南極大陸における最近の広帯域地震計観測点の分布を示した。黒丸は現存するが白丸は計画中のものである。現存する観測点はすべて、グローバル、または各国のリージョナルな地震観測網に属している。そして、関連するほとんどすべての観測網は第 4.1 章で述べた FDSN に属している。南極の広帯域地震計観測点のうち半数は、第 5.1 章で述べる Incorporated Research Institute for Seismology (IRIS) に属している。

現在、FDSN のデータセンターは、IRIS の下部組織である Data Management Center (DMC) にある。IRIS/DMC の本来の目的は、IRIS の別の下部組織 (Global Seismographic Network (GSN), Joint Seismic Program (JSP), Portable Array Seismic Studies of

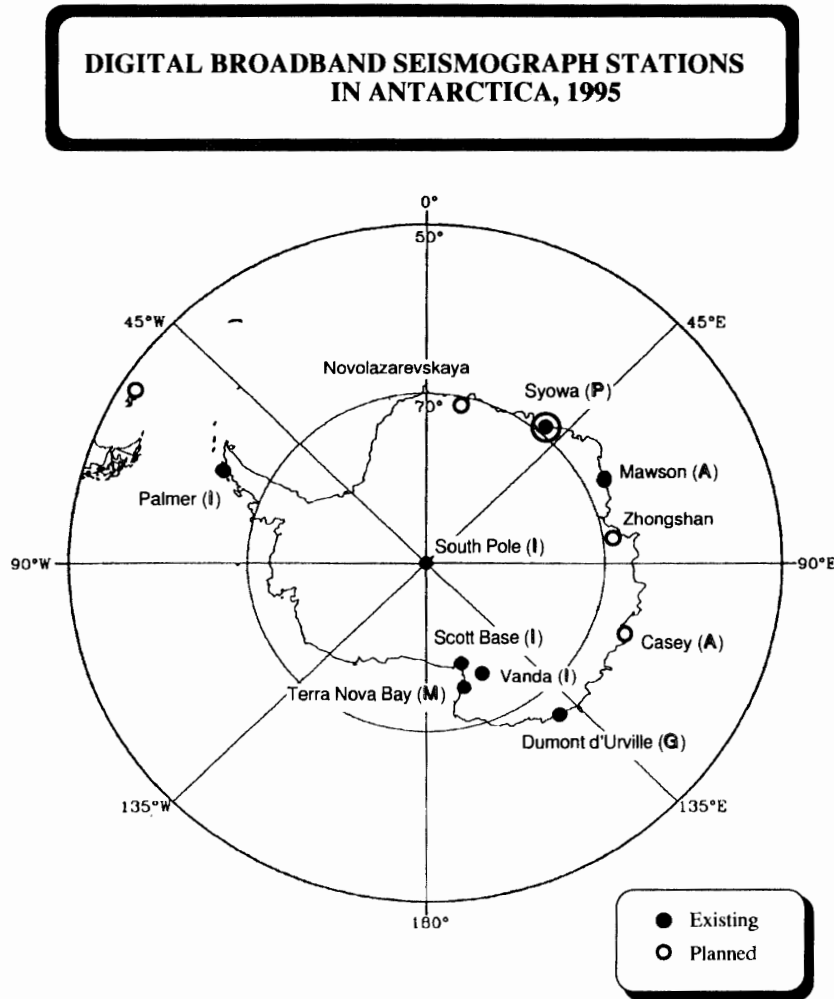


図4 南極における広帯域地震観測点の分布

Fig. 4. Distribution of the broadband seismic stations in Antarctica. Solid circles indicate the existing stations and open circles are the planned stations. Labels in parentheses after stations indicate the belonging seismic networks. P: POSEIDON (Japan), I: IRIS (USA), G: GEOSCOPE (France), M: MEDNET (Italy), A: AGSO (Australia).

the Continental Lithosphere (PASSCAL)) の観測データの管理・公開を行うことであるが (THE IRIS CONSORTIUM, 1994), FDSN のデータについても同様にネットワークを利用したきめ細かいサービスを行っている。FDSN のデータ公開方法は、次節の IRIS の場合と全く同一であり、ネットワーク利用を主体としている。各国のデータフォーマットが異なるため、最終的には統一フォーマット (Standard for Exchange of Earthquake Data (SEED)) によりデータの流通をはかっている。ある程度の時期を経たデータは、順次 CD-ROM 化する方針であり、1990 年 1-2 月分が最近処理された。昭和基地のデータもいずれは、ポセイドンセンターを通じて FDSN の公開システムに入る予定である。

### 5.1. アメリカ (IRIS)

南極大陸上の IRIS の観測点は、現在西南極を中心に 4 点 (Palmer (PMSA), Scott Base (SBA), South Pole (SPA), Vanda (VNDA)) ある。時刻、震源、マグニチュードなどの範囲を指定する地震波形データ・リクエスト電子メールを、決められた書式で作成し IRIS/DMC へ送ると、自動的にデータを作成し利用者に入手法を記載したメールを送付する。その情報を元に ftp でアクセスして取得するのが基本であるが、他の UNIX 媒体での提供もなされている。また、直接インターネット経由で IRIS/DMC のワークステーションへ login して、対話形式でデータのリクエストを行うシステム (Bulletin Board) も利用できる。さらに最近は、UNIX システム上で動くユーザインターフェイスの優れたアプリケーションソフト (WEED, など) も提供されている。なお、WWW (World Wide Web) から IRIS/DMC の home page (<http://www.iris.washington.edu>) へ入れば、上記の情報は公開されており FDSN の波形データが簡単に入手できる。

### 5.2. フランス (GEOSCOPE)

フランスの南極大陸の広帯域地震計観測点は、Dumont d'Urville (DRV) のみであるが、フランスはグローバルな地震観測網 (GEOSCOPE) を展開しており、南極海周辺の海洋島 (Alfred Faure, Is Crozet (CRZF); Port aux Francais, Is Kerguelen (PAF), Martin de Vivies, Is Amsterdam (AMS), etc) に観測点を設けて南半球にも積極的に観測している (ROMANOWICZ *et al.*, 1991)。IRIS の場合と同様に、GEOSCOPE のデータセンターにリクエスト電子メールを送ると自動的に目的のファイルを作成し、Auto DRM という機能により返答のメールで知らせてくれるので、その後に ftp で入手する。WWW サーバも立ち上がっており、home page (<http://geosp6.ipgp.jussieu.fr>) から上記の情報が得られる。また GEOSCOPE の観測点のうち、FDSN に属している観測点のデータは、IRIS/DMC へ直接アクセスすることでも取得できる。

### 5.3. オーストラリア (ASC)

現在の南極大陸上における観測点は、Australian Seismological Centre (ASC) に属している Mawson (MAW) のみであるが、Casey (CSY) にも観測点設置が計画されている。最近 10 日程度の波形データに限っては、ftp サイトから入手することができる。それ以前のデータについては別途に要望をする必要がある。

### 5.4. 日本 (POSEIDON)

第 4.1 章で既に述べたように、昭和基地はポセイドン (POSEIDON) 計画にも参画し、これまでに一部のデータをセンターへ提供している。波形データの公開は ERIOS により



行われているが, POSEIDON すべての観測点が均等にアーカイブされる段階にはまだ至っていない。なお, 東京大学地震研究所内のポセイドン・データセンターの WWW サーバへは, (<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/~http/POSEIDON/poseidon.html>) でアクセスすることができる。

## 6. おわりに

近い将来に昭和基地に本格的な LAN が敷かれ, また現状の UUCP 接続から IP 接続に変更されるなどして, 基地外とも情報交換の時間的・空間的制約が少なくなれば, 情報・データの早期伝送がますます容易になるであろう。現状の UUCP 接続は, 基地隊員のマニュアル操作による部分が大きく, 毎日伝送するとなると担当隊員ならびに通信隊員への負担が大きい。IP 接続が採用されればそのかなりの部分が解消されるが, これにはインテルサット衛星などによる専用高速回線が必要である。しかし, 研究者にとって越冬中に基地外と頻繁な情報交換が行えることは, 今後の観測計画の発展にとって重要である。

極地研究所におけるデータ公開の手法としては, ユーザー・インターフェイスが整っており初心者でも簡単に利用可能な WWW を利用しての情報提供・公開を今後とも検討していく必要がある。すでに極地研究所の WWW サーバが立ち上がっている (<http://www.nipr.ac.jp>) ので, 今後はそれを積極的に活用することを検討して行きたい。また, 自動的にリクエスト電子メールに対して応答する AutoDRM のようなシステムを導入し, 衛星回線を利用して Gopher のようなトリガー式波形データ収集システムを昭和基地における観測に取り入れ, 準リアルタイムのデータ提供の環境を整えていく必要があろう。

なお, 第 4 章で述べたような UNIX 媒体を利用したデジタルデータのコンパイル以外にも, 1980 年 (JARE-21) 以降の地震波形の紙記録については, 光磁気ディスク媒体へコピーし編集する作業を現在行っている。固体地球物理学分野に限らず, 紙記録によるモニターは観測に必須であるにもかかわらず, それが長年に蓄積された場合, 保存管理に労を要するのが常である。波形画像の光磁気ディスク媒体へのコンパイルは, データの保存性を高めると共に, ユーザーが容易にデータ検索ができるために有効であろう。

本稿では, 昭和基地の固体地球物理学データのコンピュータ通信ネットワークを利用した国内への伝送と管理, 並びに公開方法について現状を述べた。今後とも, ネットワークによるデータ伝送と情報の提供がますます活発になるものと期待される。

## 謝 辞

本稿をまとめるにあたり, 昭和基地と極地研究所とのデータ伝送に尽力して下さった第 34, 35, 及び 36 次越冬隊, 及び極地研究所情報科学センターの皆様へ感謝いたします。特に, 通信隊員の方々と地球物理担当としてデータ伝送に携わった岡野憲太氏 (JARE-

34), 名和一成氏 (JARE-35), 田中俊行氏ならびに地学担当の青山雄一氏 (ともに JARE-36) には, 昭和基地との情報交換, ならびに伝送システムの構築に多大な労をとって頂きました。また, 極地研究所情報科学センターの宮岡 宏氏, 岡田雅樹氏ならびに超高層部門の行松 彰氏には, 昭和基地とのデータ伝送について有益な情報を頂き, かつネットワーク構築と UNIX の環境設定について有益なご助言をいただきました。東京大学地震研究所の坪井誠司氏, 鷹野 澄氏, 山中佳子氏, ならびに極地研究所の久保篤規氏には, 広帯域地震計データの管理手法について議論をして頂き, また諸外国の地震データ公開手法についての有益な情報を頂きました。以上の皆様に記して感謝の意を表します。

### 文 献

- CROSSLEY, D. and HINDERER, J. (1995): Global Geodynamics Project-GGP: Status Report 1994. Proc. Second IAG Workshop on Non-Tidal Gravity Changes "Intercomparison between absolute and superconducting gravimeters" Walferdange, Luxembourg (in press).
- KAMINUMA, K. and YAMAMOTO, M. (1993): Seismological bulletin of Syowa Station, Antarctica, 1991. JARE Data Rep., **185** (Seismology 26), 1-53.
- 神沼克伊・江頭庸夫・吉田光雄 (1968): 昭和基地の地震観測. 南極資料, **33**, 65-70.
- 金尾政紀・神沼克伊 (1993): 南極・昭和基地における超高性能地震計による広帯域高感度地震観測—第 33 次観測隊報告 1992—. 南極資料, **37**, 291-318.
- KANAO, M. (1994): Seismological bulletin of Syowa Station, Antarctica, 1992. JARE Data Rep., **192** (Seismology 27), 1-69.
- KANAO, M. (1995): Re-scaling of seismic events at Syowa Station, Antarctica, 1987-1990. JARE Data Rep., **200** (Seismology 28), 1-212.
- 村上寛史・神沼克伊 (1991): 南極昭和基地における STS 地震計による広帯域地震観測. 地震学会講演予稿集, No.1, 62.
- 長坂健一・神沼克伊・渋谷和雄 (1991): 南極・昭和基地での超高性能地震計による観測. 南極資料, **35**, 335-354.
- NOGI Y., SEAMA, N. and ISEZAKI, N. (1990): Preliminary report of three components of geomagnetic field measured on board the icebreaker SHIRASE during JARE-30, 1988-1989. Proc. NIPR Symp. Antarct. Geosci., **4**, 191-200.
- OKANO, K. and KANAO, M. (1995): Seismological bulletin of Syowa Station, Antarctica, 1993. JARE Data Rep., **207** (Seismology 29), 1-95.
- ROMANOWICZ, B., KARCZEWSKI, J.F., CARA, M., BERNARD, P., BORSENBARGER, J., CANTIN, J.M., DOLE, B., FOUASSIER, D., KOENIG, J.K., MORAND, M., PILLET, R. and ROULAND, D. (1991): The Geoscope Program: Present Status and Perspectives. Bull. Seism. Soc. Am., **81**, 243-264.
- 佐藤忠弘・渋谷和雄・田村良明・金尾政紀・大江昌嗣・岡野憲太・福田洋一・島 伸和・名和一成・神沼克伊・井田喜明・熊沢峰夫・行武 毅 (1995): 超伝導重力計を用いた南極・昭和基地における 1 年間の重力連続観測. 測地学会誌, **41**(1), 75-89.
- TANAKA, K. and NOGUCHI, K. (1995): Oceanographic data of the 33rd Japanese Antarctic Research Expedition from November 1991 to March 1992. JARE Data Rep., **203** (Oceanography 16), 1-53.
- THE IRIS CONSORTIUM (1994): 1994 Annual Report. Incorporated Research Institutions for Seismology.
- 利根川 豊 (1994): データ通信実験. 日本南極地域観測隊第 34 次隊報告, 東京, 国立極地研究所, 184-185.
- TSUBOI, S. (1995): POSEIDON. IRIS Newsletter, Arlington, Vol. **XIV**, (1), 8-9.

(1995 年 8 月 21 日受付; 1995 年 9 月 27 日改訂稿受理)