

## 第 40 次日本南極地域観測隊越冬報告 1999–2000

宮岡 宏<sup>1,2\*</sup>

### Activity report of the 40th Japanese Antarctic Research Expedition wintering party in 1999–2000

Hiroshi Miyaoka<sup>1,2\*</sup>

(2010 年 12 月 28 日受付; 2011 年 1 月 14 日受理)

**Abstract:** The 40th Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-40) wintering party, with 40 members, has successfully conducted the third-year project of the Vth five-year JARE program, over the period from 1st February 1999 to 31st January 2000, at Syowa Station, Antarctica.

The framework of the JARE-40 wintering party program was the same as those of JARE-38 and JARE-39, comprising three routine observation programs and project/monitoring research observation programs in upper atmospheric physics, atmospheric sciences and glaciology, geophysics, and biology. In addition to many continuing projects, several new observations were started: 50 MHz/112 MHz aurora radars and a VLF wave receiver as part of the ionosphere program, aerosol sonde observations of Polar Stratospheric Clouds (PSCs) as part of the meteorological program, HF/MF radars as part of the upper atmospheric physics program, frequent VLBI experiments as part of the geophysics program, and biological field surveys (including two dives), including monitoring of the undersea behavior of Weddell seals using bio-logging devices.

In terms of inland field surveys, two parties were organized: fuel transportation and glaciological/meteorological observations along the route to Mizuho Station in August–September and to Dome Fuji/Yamato air-basecamp in November–January. These surveys involved snow sampling, precise GPS positioning, and sub-glacial surveys using three types of ice radar.

Logistical activities, conducted in cooperation with the JARE-40 summer party, included the construction of a second summer lodge, the startup of a second 300 kVA generator and co-generator system, the development of a sewage plant, solar power panels, an access road to the A-heliport, and the cleanup of disused buildings. During the wintering period, efforts were directed towards the maintenance of all facilities at Syowa Station, safety management, and practical support for field operations.

The Antarctic Environmental Protection Law came into force in January 1998.

<sup>1</sup> 情報・システム研究機構国立極地研究所. National Institute of Polar Research, Research Organization of Information and Systems, Midori-cho 10-3, Tachikawa, Tokyo 190-8518.

<sup>2</sup> 総合研究大学院大学複合科学研究科極域科学専攻. Department of Polar Science, School of Multi-disciplinary Sciences, The Graduate University for Advanced Studies (SOKENDAI), Midori-cho 10-3, Tachikawa, Tokyo 190-8518.

\* Corresponding author. E-mail: miyaoka@nipr.ac.jp

Since this time, the outdoor burning of all packaging materials has been restricted at Syowa Station; consequently, we sent a large amount of waste (136 t, including 98 t of large-size material) back to Japan onboard the RV *Shirase*.

要旨: 第40次日本南極地域観測越冬隊40名は、1999年2月1日から翌2000年1月31日までの1年間、昭和基地で越冬し、第V期5カ年計画3年次の観測・設営計画を遂行した。越冬観測の枠組みは第38-39次隊と同じく、定常観測(電離層、気象、潮汐)と、宙空、気水圏、地学、生物・医学の4分野におけるプロジェクト研究観測とモニタリング研究観測から成る。多くの継続観測に加えて、年次計画に従い、新たな観測も開始した。電離層部門では、50MHz・112MHzオーロラレーダ観測およびVLF電波観測を再開した。気象部門では、エアロソルゾンデを計8回飛ばし、極域成層圏雲の観測に成功した。宙空部門では、第1HFレーダおよびMFレーダのアンテナを更新・新設し、連続運用を開始した。また、新たにナトリウム温度ライダーを設置した。気水圏部門では、温室効果気体の連続観測、エアロソル観測などを継続した。地学部門では、地震計、超伝導重力計、GPS観測などを維持するとともに、VLBI観測をほぼ月1回の頻度で実施した。生物部門では、沿岸露岩域の湖沼調査(夏期の潜水2回を含む)、ならびに小型データロガーを用いたウェッデルアザランの遊泳行動調査などを実施した。

越冬中の内陸調査としては、みずほ基地往復とドームふじ観測拠点(旧名称:現在はドームふじ基地)・やまと航空拠点を往復する広域トラバースを実施した。後者の100日間を越えるトラバースでは、物質循環を探る雪氷試料採取、氷床流動量測定のための精密GPS測位、3周波アイスレーダによる氷床内部・基盤地形観測などの成果をあげた。

一方、設営関係では、昭和基地整備計画(10カ年)の8年目として、夏隊と協力して第2夏期隊員宿舎建設、300kVA2号発電機と熱源供給システムの更新整備、汚水処理棟設備の立ち上げ、太陽光パネル増設、ヘリポート道路整備などの基地整備作業を実施するとともに、不要建物の解体撤去も行った。越冬期間中は、基地設備の維持管理と安全対策、観測オペレーション支援に力を注いだ。

1998年1月に「南極地域の環境保護に関する法律」が発効し、第40次隊から梱包材等の屋外焼却が実質的に全面禁止となった。これらの処理や残置廃棄物を持ち帰るための作業に多くの人手と時間を費やした。第40次隊では合計136t(うち大型98t)の廃棄物を国内に持ち帰った。

## 1. はじめに

第40次日本南極地域観測越冬隊(以下、第40次隊)は、1998年11月13日に開催された第113回南極地域観測統合推進本部総会(以下、本部総会)において決定された行動実施計画に基づいて、1999年2月1日~2000年1月31日までの1年間、昭和基地を拠点として越冬観測および設営活動に従事した。

第40次隊は、南極観測第V期5カ年計画の3年次を担い、定常観測、モニタリング研究観測、ならびにプロジェクト研究観測を実施するとともに、設営計画に従って、昭和基地の整備と維持管理を行った。越冬期間中、ブリザードなどによる観測設備の被害も発生したが、基地観測はおおむね順調に実施することができた。基地周辺の海水は、第38-39次隊越冬中のように大規模に流出することはなく比較的安定していたため、オングル海峡や内陸方面の野外活動は計画通りに実施された。

本報告は、第40次隊の基地観測、野外観測、設営活動、その他について経過の概要をまとめたものである。さらに詳しい情報については、日本南極地域観測隊第40次隊報告(国立極

地研究所, 2000) に, また, 越冬成立にも関係する第40次夏期行動の概要については, 白石(2001)に記載されている。

## 2. 観測計画と越冬隊の編成

表1に第40次越冬観測実施計画を示す。第40次隊は南極観測第V期5カ年計画の3年次にあたり, 観測計画の基本的な枠組は, 第38-39次隊と同様である。すなわち, 電離層, 気象, 潮汐の「定常観測」, 宙空, 気水圏, 地学, 生物・医学系の4分野における「プロジェクト研究観測」と「モニタリング研究観測」から成る。多くの観測項目を継続するとともに, 研究観測では新たな観測が追加された。宙空系の「南極域熱圏・中間圏へのエネルギー流入と大気変質の研究」では, MFレーダ, ナトリウム温度ライダー, 狭視野オーロライメージャー等による超高層大気観測やオーロラ観測, 気水圏系の「極域大気-雪氷-海洋圏における環境変動機構に関する研究」では, 内陸雪氷中における放射性同位体による物質循環観測, 3周波アイスレーダによる氷床内部・基盤地形探査等である。地学系はすべて継続項目であったが, VLBI観測を頻度を上げて実施した。生物・医学系では「南極環境と生物の適応に関する研究」として, 定着氷下における生物基礎生産と生態系に関する調査とともに, データロガーを用いたウェッデルアザラシの潜水行動に関する研究が加わった。

第40次観測隊員・同行者は, 第112回本部総会において, 第40次南極地域観測実施計画とともに決定された。越冬隊は, 越冬隊長宮岡 宏以下総勢40名で構成され, この中には設営系としては初めての女性越冬隊員1名が含まれた。表2に第40次越冬隊員名簿を示す。出発時の隊員の平均年齢は34.5歳であった。

## 3. 越冬隊の運営

### 3.1. 運営体制

越冬隊の運営を円滑に進めるため, 総務, 観測主任, 設営主任, 生活主任, 野外主任の役職を設けた(表3)。総務については実質的な越冬副隊長とし, 越冬隊長が昭和基地不在の場合, 越冬隊長代行を兼務した。古川観測主任, 土屋野外主任がみずほ旅行(8月23日~9月13日)の間は, それぞれ工藤総務, 佐藤克文隊員が主任を代行した。さらに, 春期ドーム旅行(11月1日~2月11日)で古川観測主任が長期不在となる11月以降は, 東島隊員が観測主任を代行した。

2月1日の第1回全体会議で越冬隊の基本的な行動規範となる「第40次越冬隊内規」を決定した。消火体制, レスキュー体制, プリザード対策, 廃棄物処理等の細則については第2回全体会議(2月22日)で決定した。第40次隊より環境保全対策が特に重要な課題となったため, 詳しい廃棄物の処理方法を「昭和基地における廃棄物処理細則」として定めた。

毎月末に開催される観測, 設営, 生活の各部会から提案された翌月の計画をオペレーショ

表 1 第 40 次日本南極地域観測越冬隊観測計画概要  
Table 1. Research program of the JARE-40 wintering party.

区分	部門	観測・研究課題	観測項目
定常観測	電離層	電離層観測	電離層垂直観測, 電波によるオーロラ観測, リオメータ吸収の測定, 短波電界強度測定, VLF 電波の測定, FM/CW レーダー
	気象	気象観測	地上気象観測, 高層気象観測, オゾン観測, 日射・放射量の観測, 特殊ゾンデ観測, 天気解析, ロボット気象計, エアロゾルゾンデ, 調査旅行中の移動気象観測
プロジェクト研究観測	潮汐	潮汐観測	海面水位変動観測
	宙空系	◎南極域熱圏・中間圏へのエネルギー流入と大気変質の研究 ・地上リモートセンシングによる熱圏・中間圏へのエネルギー流入と大気変質の研究 ・大気球・衛星観測による広域大気組成・電磁環境の研究	MF レーダー観測, ナトリウム温度ライダー観測, 狭視野高速オーロライメージャー観測, LF/MF 帯電波観測, 全天単色イメージャー・高速多色フォトメータ観測, HF レーダー観測, EXOS-D 衛星・DMSP 衛星データ受信
	気水圏系	◎極域大気-雪氷-海洋圏における環境変動機構に関する研究 ・南極大気・物質循環観測 ・氷床変動システムの研究観測 ・南極季節海氷域の大気-海洋相互作用観測	エアロゾル粒径別濃度測定, エアロゾルゾンデ観測, ドームふじレーザート沿いの雪氷観測, アイスレーザによる氷床内部と底面の観測, 南極域における大気・雪氷中の化学トレーサーの地理分布測定, ルート上の無人気象観測, ドームふじ深層掘削ドリル回収作業
	地学系	◎南極大陸の進化・変動の研究 ・総合的測地・固体地球物理観測による地球変動現象の監視と解明	超伝導重力計連続観測, VLBI 観測, ERS-2 衛星追尾用小型アンテナ設置, DORIS ビューコン保守
	生物・医学系	◎極域環境と生物の適応に関する研究 ・海水圏環境変動への生態系応答の研究 ・露岩域生物相の起源と定着に関する研究 ・低温環境下におけるヒトの医学・生理学的研究	季節定着氷試料の採取と環境観測, アイスアルジー試料の光合成測定, 係留観測, 底棲生物群集採取, データロガーを用いたウエッジアルアザラの着氷行動調査, 露岩域湖沼生物調査, 寒冷・高所適応への生体反応調査
	宙空系	◎極域電磁環境の太陽活動に伴う長期変動モニタリング ・電磁エネルギー流入のモニタリング ・粒子エネルギー流入のモニタリング	地磁気絶対観測, 地磁気 3 成分・脈動観測, ELF/VLF 電波観測, イメージングリオメータ観測, 全天 CCD カメラ観測
モニタリング研究観測	気水圏系	◎地球環境変動に伴う大気・氷床・海洋のモニタリング ・大気微量成分モニタリング ・氷床氷縁監視と氷床表面質量収支のモニタリング	温室効果気体観測, 大気サンプリング, エアロゾル観測, 成層圏オゾン・関連成分の光学観測, トラバースルート沿いの雪氷観測
	地学系	◎南極プレートにおける地学現象のモニタリング ・昭和基地及びリユツオ・ホルム湾域における地震・地殻変動モニタリング	短周期・広帯域地震計連続観測, ラコスト重力計による潮汐観測, GPS 地殻変動測量, IGS 点保守, 沿岸露岩域での広帯域地震計観測, 海洋潮汐観測, 地電位観測
	生物・医学系	◎海水圏変動に伴う極域生態系長期モニタリング ・陸上生態系モニタリング ・海洋大型動物モニタリング	ペンギン・アザランジ個体数調査, SSSI 地区監視, 土壌藻類・細菌モニタリング
	共通	◎衛星データによる極域地球環境変動のモニタリング	ERS-1/2 衛星・NOAA 衛星・DMSP 衛星データ受信

表2 第40次日本南極地域観測越冬隊員名簿 (1998年11月現在)

Table 2. Members of the JARE-40 wintering party.

区分	担当分野	ふりがな 氏名	所属	隊員歴
	越冬隊長	みや おか ひろし 宮 岡 宏	国立極地研究所情報科学センター (文部教官助教授)	第28次越冬隊
定 常 観 測	電離層	なか もと ひろし 中 本 廣	郵政省通信政策局 (郵政事務官)	第33次越冬隊
	気象	さ とう たつる 佐 藤 健	気象庁観測部 (運輸技官)	
	〃	ひがしじま けいしろう 東 島 圭志郎	気象庁観測部 (運輸技官)	
	〃	かわ ほら きょういち 河 原 恭 一	気象庁観測部 (運輸技官)	
	〃	やすがひら かず や 安ヶ平 一 也	気象庁観測部 (運輸技官)	
研 究 観 測	宙空系	まえ がわ きみ お 前 川 公 男	福井工業高等専門学校電気工学科 (文部教官助教授)	第29, 33次越冬 隊, 第36次夏隊
	〃	やま おか のぶ お 山 岡 信 夫	大阪大学工学部 (文部技官)	
	〃	かわ ほら たく や 川 原 琢 也	信州大学工学部 (文部教官助手)	
	〃	つづみ まさ き 堤 雅 基	国立極地研究所研究系 (文部教官助手)	
	気水圏系	きくら ぼ とし あき 櫻 庭 俊 昭	通商産業省工業技術院電子技術総合研究所 (通商産業技官)	
	〃	すず き とし たか 鈴 木 利 孝	山形大学理学部 (文部教官助教授)	
	〃	ふる がわ てる お 古 川 晶 雄	国立極地研究所研究系 (文部教官助手)	
	〃	か い ひろ き 改 井 洋 樹	国立極地研究所事業部 (財団法人リモート・センシング技術センター)	
	〃	まつ おか けん いち 松 岡 健 一	北海道大学低温科学研究所 (文部教官助手)	
	地学系	ふく ぎき よし ひろ 福 崎 順 洋	建設省国土地理院測地部 (建設技官)	
	〃	なか にし たかし 中 西 崇	京都大学防災研究所 (文部教官助手)	
	生物・ 医学系	つち や やす たか 土 屋 泰 孝	筑波大学下田臨海実験センター (文部技官)	
	〃	く どう さかえ 工 藤 栄	国立極地研究所北極圏環境研究センター (文部教官助手)	
〃	さ とう かつ ふみ 佐 藤 克 文	国立極地研究所研究系 (文部教官助手)		

表 2 (続き)  
Table 2. (Continued.)

区分	担当分野	ふりがな 氏名	所 属	隊員歴
設	機 械	なかにし みのる 中 西 実	国立極地研究所事業部 (いすゞ自動車株式会社)	第 28 次越冬隊 第 36 次越冬隊
	〃	かめや ひろ とも 亀 谷 弘 智	北海道開発庁北海道開発局営繕部 (総理府技官)	
	〃	やまけ まさ とし 山 家 正 俊	国立極地研究所事業部 (ヤマディーゼル株式会社)	
	〃	まつなが いげ とし 松 永 重 年	国立極地研究所事業部 (株式会社関電工)	第 34 次夏隊
	〃	えんどう のぶ ひこ 遠 藤 伸 彦	国立極地研究所事業部 (文部技官)	
	〃	いかりし けん じ 五十嵐 賢 二	国立極地研究所事業部 (株式会社大原鐵工所)	
	〃	ふじ た ふみ ひろ 藤 田 文 博	国立極地研究所事業部 (株式会社日立製作所)	
営	通 信	ほりもと こう じ 堀 本 浩 二	海上保安庁警備救難部 (海上保安官)	
	〃	つじ まさ ゆき 辻 正 幸	郵政省近畿電気通信管理局電波監理部 (郵政技官)	
	調 理	いとう はる お 伊 藤 晴 夫	国立極地研究所事業部 (株式会社東條会館)	第 34 次越冬隊
	〃	たか い さと こ 高 井 智 子	海上保安庁警備救難部 (海上保安官)	
	医 療	くさかや ひろ みつ 草 谷 洋 光	国立極地研究所事業部 (東京医科大学)	
	〃	おお たに しん じ 大 谷 眞 二	鳥取大学医学部 (文部教官助手)	
	環境保全 設営一般 (建 築)	やなぎ や きく お 柳 谷 季久夫	国立極地研究所事業部 (三機工業株式会社)	
〃 (LAN)	ます だ みつ お 増 田 光 男	国立極地研究所事業部 (金子架設工業株式会社)	第 24, 27, 30, 32, 33, 35, 36 次夏隊	
〃 (多目的アンテナ)	たけした しゅう 竹 下 秀	国立極地研究所事業部 (東海大学総合科学技術研究所)		
〃 (庶 務)	い の たけし 井 埜 剛	国立極地研究所事業部 (日本電気株式会社)		
〃 (装 備)	かじ かや みち お 梶 川 道 雄	京都大学総務部 (文部事務官)		
	きた かぜ よし あき 北 風 好 章	大阪大学医学部附属病院 (文部事務官)		

表 3 第 40 次越冬隊の役職及び部門責任者  
Table 3. Section Chiefs of the JARE-40 wintering party.

○役職			
総務	工藤	野外主任	土屋
観測主任	古川	生活主任	増田
設営主任	中西 (実)		
○部門責任者			
観測系		設営系	
定常観測		機械	中西 (実)
電離層	中本	通信	堀本
気象	東島	調理	伊藤
		医療	草谷
研究観測		環境保全	柳谷
宙空	前川	多目的大型アンテナ	井埜
気水圏	櫻庭	建築	増田
地学	福崎	装備	北風
生物・医学	工藤	庶務	梶川
衛星受信	井埜		

ン会議で検討し、全体会議を経て決定した。直近の予定や各部門・係からの連絡事項は、夕食時のミーティングにて随時伝達した。

### 3.2. 諸会議

観測・設営作業、野外行動、越冬生活などについて協議し、情報を共有するため、全体会議、オペレーション会議、観測部会、設営部会、生活部会を原則、毎月開催した。11月以降、次隊の受入準備や輸送作業を効率よく進めるため、夏作業委員会を設け、毎夕食後にミーティングを持ち、翌日の作業計画（内容、人員）を検討・調整した。

### 3.3. 安全対策

安全・防災は観測隊にとって最優先の課題である。出発前に作成した「第 40 次隊安全対策計画書」、ならびに越冬開始後に正式決定した「消火体制細則」、「プリザード対策細則」等に準拠して安全対策を推進した。

夏期作業中は、作業開始前に必ず班ごとの KY（危険予知）ミーティングを行い、潜在的な危険に対する想像力と安全意識を喚起した。これは冬明けの夏期作業においても励行したが、素人集団が慣れない作業に携わる昭和基地の現場では効果があった。

本格的な野外活動が始まる前の 3 月より、過去の事故例に基づき危険の所在と予防・対処方法を全員で考える「安全研究会」を毎週開催した。毎回、越冬経験者が講師となり、基地施設、車両、海水・沿岸、内陸行動のテーマごとに事故例を検証した。また、4-5 月には「野外行動講習会」を開講し、装備品の使用法、クラック・クレパスへの転落防止法、万一落ちた場合の脱出・救助法を実習した。さらに 5 月には「雪上車講習会」、内陸旅行が始まる 8 月

には「救急処置講習会」を開講し、応急処置法の実技や救急セットの利用法を講習した。冬明けの本格的な除雪作業に備え、9月からはブルドーザーなどの「重機安全講習会」を開始した。機械隊員以外にも多くの隊員が重機による除雪作業に加わるため、こうした講習会が事故防止に役立った。消火訓練についても毎月実施し、基地の防火体制を随時確認した。

## 4. 自然概況

### 4.1. 天候

第40次隊越冬期間中の気温、風速の旬平均値を図1に示す。

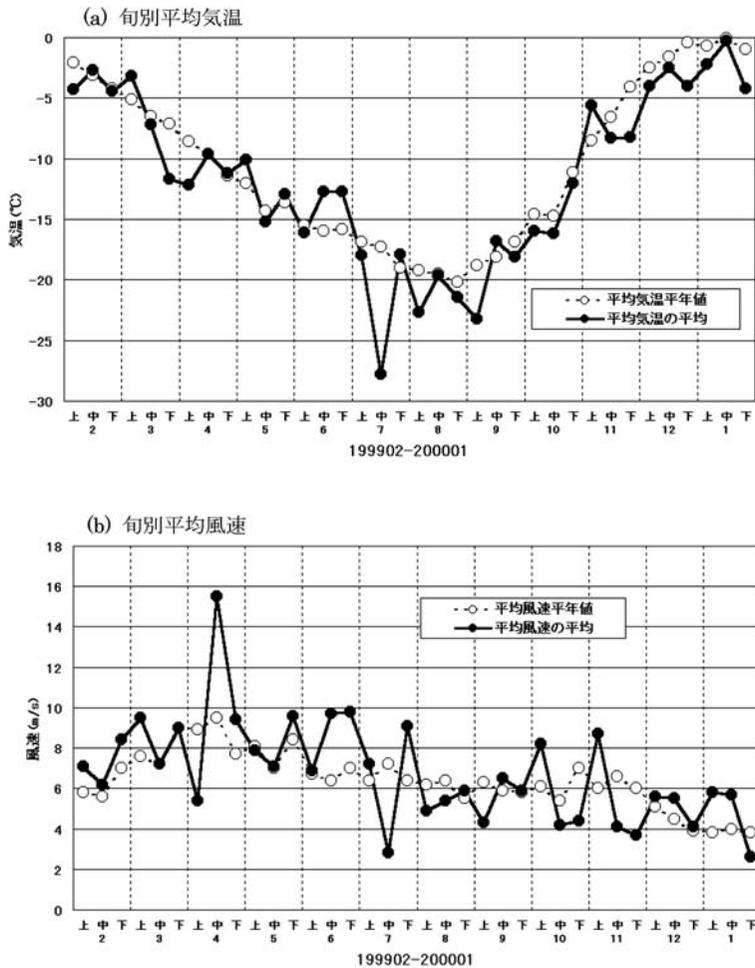


図1 越冬期間中の (a) 旬別平均気温、(b) 旬別平均風速

Fig. 1. (a) 10-day mean variations in air temperature, and (b) 10-day mean variations in wind speed during the JARE-40 period.

記録的な悪天となった1999年1月(上・下旬の平均風速が大きい値で歴代1位)に引き続き、越冬前半は不順ぎみで推移した。4-7月にはブリザードが連続して襲い、基地主要部に大量のドリフト(吹き溜まり)をもたらした。7月中旬には一転して快晴日(-30°C以下の低温)が1週間ほど続き、7月19日には最低気温-37.7°Cを記録した。これ以降、比較的安定な天気が増え、冬明けに計画されていた多くの野外行動を順調に実施することができた。越冬期間中のブリザードは合計25回と平年並みであった。各月の概況を以下に記す。

- 【2月】 上旬は晴天が多く、中旬から下旬にかけて曇天で推移した。1月と比べると好条件で遅れぎみの屋外作業が進捗した。
- 【3月】 上旬は低気圧通過に伴う強風(38.0 m/s)、下旬は内陸寒気団の張り出しによる低温(-25.0°C)と3月として記録的な気象状況に見舞われ、強風のため一部の観測設備に被害がでた。
- 【4月】 月平均雲量が過去最多(9.0)を記録した。中旬から下旬にかけてブリザード(B級3回)や降雪・曇天が続いた。ブリザードで吹き溜まりが基地主要部に堆積した。
- 【5月】 不安定な天候が続き、月平均雲量は5月として最多(8.6)、月平均気圧も低い値2位(977.6 hPa)を記録した。ブリザードで大量の吹き溜まりが堆積し、倉庫棟近くのケーブルラックが陥没した。
- 【6月】 太陽が出ない極夜期で吹き溜まりも増大し、汚水処理棟から倉庫棟にかけて建物がほぼ埋まった。成層圏の温度も下がり、極成層圏雲(PSCs)が視認され始めた。25-26日のA級ブリザードは、最大瞬間風速54.6 m/sを記録した。
- 【7月】 13日に太陽が戻り、42日間の極夜が明けた。中旬に10日間以上にわたり安定した晴天が続き、連日-30°C以下の低温となった。
- 【8月】 平穏な晴天が続き、-30°Cを下まわる低温日が計8日間を数えた。みずほ旅行隊出発をはじめ、沿岸の野外活動が本格化した。
- 【9月】 全般的に曇り日が多く、おおむね安定した天候で推移した。
- 【10月】 5日に接近した低気圧は規模が大きく、最も低い気圧歴代2位(932 hPa)を記録した。
- 【11月】 初旬に最高気温がプラスに転じ、穏やかな気候となった。基地内の除雪を中心とする夏期作業を開始した。
- 【12月】 全般的に穏やかな天候が続き、基地作業や輸送作業が進捗した。
- 【2000年1月】 引き続き好天に恵まれ、輸送作業が順調に進んだ。

#### 4.2. 海水

図2に昭和基地で受信した1999年2月から12月までのNOAA衛星AVHRR画像によるリュツォ・ホルム湾およびプリンス・オラフ海岸の海水状況の変化を示す。リュツォ・ホル

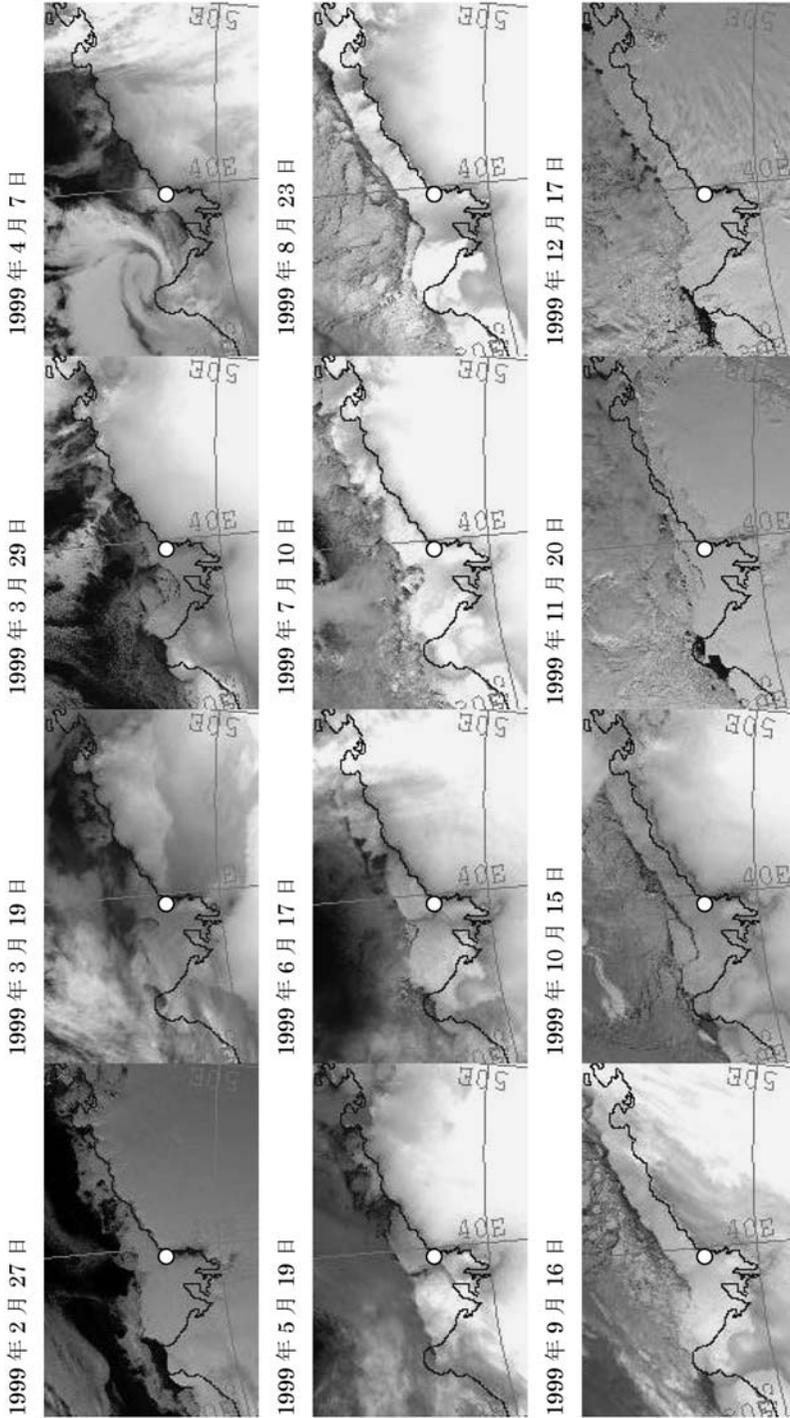


図2 リュツォ・ホルム湾およびプリンス・オラフ海岸の海氷状況の変化。白丸は昭和基地を示す。

Fig. 2. Sea-ice coverage in Lützow-Holm Bay and Prince Olav Coast in 1999, as assessed by NOAA satellite AVHRR. ○: Syowa Station.

ム湾の定着氷は、3月中旬より湾の中央部北側から流出が始まり、4月上旬に流出面積が最大となった。湾内の西側約2/3の領域が流出した。ただし、第38-39次隊とは異なり、流出域はオングル諸島周辺までは及んでいなかった。5月には流出域が再凍結し始め、7月には湾内の開水面はなくなり、定着氷縁と一体化した。8月には、プリンス・オラフ海岸沖の定着氷も大陸棚の北縁に沿ってしっかりと形成された。その後、12月までこの構造がほぼ安定して保たれた。

オングル諸島周辺の海水が流出しなかったため、前年に北の浦~見晴らし岩沖周辺に座礁した冰山群は動いていなかった。越冬開始当初、見晴らし岩沖からアンテナ島にかけてが多年氷、その他が一年氷の状態であったが、2月中旬以降は結氷が進み、多年氷との段差は解消した。越冬終了間近の1月には海氷上にパドルが拵がった。

## 5. 観測系経過

### 5.1. 電離層定常

#### 5.1.1. 電離層垂直观測

電離層観測装置 10-B システムを用いて高度 60-1000 km の電離層電子密度分布とその変動を観測した。ブリザードにより、エレメント（銅線）の断線、支柱の倒壊などの被害を受けたが、運用可能な状態に修復した。宙空部門の MF レーダ（2.4 MHz）がイオノグラムに入感することへの対策として、帯域阻止フィルターを受信機前段に付加することによりノイズを軽減した。

9-B システムについては予備機としての役目を終えたことから、本体システムと現像機一式を持ち帰った。10-B で取得されたデータは年間を通しておおむね良好であった。

#### 5.1.2. リオメータによる電離層吸収観測

天頂に向けた5素子八木アンテナとRIO（Relative Ionospheric Opacity）メータを用いて、20 MHz, 30 MHz の短波帯の銀河電波（宇宙電波雑音）を連続観測した。受信感度が低下していることから同軸ケーブル、コネクタ箇所や受信機の調査を行ったが、特に損傷および異常は見受けられなかったため、そのままの状態を観測を継続した。感度が若干低いものの、一年を通じておおむね良好なデータが取得できた。なお、同軸ケーブルについては、すべて第41次隊夏作業で張り替えた。

#### 5.1.3. 短波電界強度観測

日本から発信されている8 MHz と 10 MHz の標準電波（JJY）を受信し、その電界強度を連続記録した。8 MHz は受信感度が良く、故障やアンテナ損傷等もなくおおむね順調に観測できた。10 MHz については、強風によりアンテナおよびマッチングボックス接続箇所の損傷など被害を受けた。オペアンプの調子が悪かったが、予備品がなく受信感度の悪い状態で観測を継続した。

#### 5.1.4. FM/CW レーダ観測の継続観測

パルスドチャープ方式レーダにより電離層の見かけ高度を計測した。越冬初期からパソコンのフリーズによる欠測が相次いだ。フリーズした場合はシステムとMOドライブを再立ち上げし、正常動作させることで観測を継続した。アンテナ、ケーブルを除く装置一式を第40次隊で持ち帰るため、12月25日に観測を停止した。

#### 5.1.5. オーロラレーダ観測

パルスレーダ方式により、50 MHz および 112 MHz のパルス変調波をオーロラに向けて連続送信し、その散乱電波を観測した。不調のため国内で調整した 50 MHz, 112 MHz レーダ観測装置を持ち込み、再設置した。第39次隊越冬中にブリザードで破損した 50 MHz, 112 MHz 両アンテナの修復を夏作業で行った。

50 MHz レーダは、越冬開始直後の2度のブリザードにより受信アンテナおよびケーブルに多大な被害を受け、観測中断を余儀なくされた。データに筐体からと思われるノイズが入ることが判明し、観測装置の改良を行う必要があると判断して、アンテナとケーブルを除く、すべてのシステムを持ち帰ることとなった。112 MHz レーダについても、観測装置の立ち上げ時期にブリザードにより受信アンテナブームが損傷し、越冬中の観測を断念した。第41次隊夏期間にアンテナを修理し、観測装置の立ち上げ調整を行った。

#### 5.1.6. VLF 電波測定

ループアンテナを用いて米国（ハワイ）から送信される 21.4 kHz の VLF 電波を受信した。夏期間中に電離層棟屋上にアンテナを設置し、7月からアンテナ方位を調整しながら観測を行った。おおむね順調にデータを取得できた。

### 5.2. 気象定常

第39次隊を引き継ぎ下記の定常観測を実施するとともに、総合気象観測装置（地上系）に新たに視程計を取り付けて正式運用を開始した。また、気水圏部門と共同で大気微量成分観測およびエアサンプリングを実施した。なお、第40次隊気象部門の活動については、データ解析結果を含む詳しい報告が第40次隊気象部門報告（東島ほか、2003）に記載されている。

#### 5.2.1. 地上気象観測

気圧、気温、露点温度、風向風速、全天日射量、日照時間について、総合自動気象観測装置（地上系）により連続観測および毎正時の観測を行った。また、降雨強度計付視程計（WIVIS）を目視観測補助測器として観測を行った。雲、視程、天気については、目視により1日8回の観測を行った。総合自動気象観測装置（地上系）用センサーの一つとして視程計（現象判別付）を管制棟裏に設置した。目視による観測値との対応は良く、参考測器として通年運用した。

### 5.2.2. 高層気象観測

毎日 00 UT と 12 UT の 2 回、ヘリウムガスを充填した自由気球に RS2-91 型レーウィンゾンデを吊り下げて飛揚し、気球が破裂する上空約 30 km までの気圧、気温、風向、風速および気温が  $-40^{\circ}\text{C}$  に達するまでの相対湿度を観測した。観測結果は、国際気象通報式 (TEMP 報) により、DCP 通報装置を使用して静止衛星経由で通報を行った。越冬期間中の飛揚回数 761 回、資料欠測 2 回、再観測回数 32 回、最高到達高度は 34.3 km であった。

### 5.2.3. 特殊ゾンデ観測

RS2-KC96 型オゾンゾンデを用いて気温とオゾン量の鉛直分布を測定した。オゾンゾンデは計 78 台 (気象庁分 54 台、ILAS 分 24 台) を持ち込み、5 月から 9 月まで週 2-3 回観測した。なお、発信器不良が 2 台生じたので、観測回数は 76 回となった。また、エアロゾル (大気浮遊微粒子) の粒径別鉛直濃度分布を観測するため、ADS-98-5N 型 OPC (Optical Particle Counter) と RS2-91 型レーウィンゾンデを結合したエアロゾルゾンデを計 8 回飛揚した。

### 5.2.4. オゾン観測

ドブソン分光光度計 (Beck 119) を用いて太陽北中時と午前午後各 2 回、AD 波長組による太陽直射光および天頂光によるオゾン全量観測を行った。太陽光による観測ができない冬期には月光直射光による観測を行った。また、層別のオゾン量観測のため、反転観測を天頂晴天時に可能な限り実施した。日代表値オゾン全量は 8 月下旬から 11 月中旬までオゾンホールを目安となる  $220\text{ m atm-cm}$  を続けて下回った。12 月 25 日には過去最も低い  $220\text{ m atm-cm}$  を記録した。

### 5.2.5. 地上オゾン濃度観測

紫外線吸収方式のオゾン濃度計 (model 1100) を用いて地上付近の大気中に含まれる微量のオゾン濃度を観測した。第 39 次隊使用のオゾン濃度計 (現用と予備) と第 40 次隊持ち込みのオゾン濃度計の比較検定を行い、第 39 次隊予備器を第 40 次隊の現用器として観測を開始した。

### 5.2.6. 地上日射・放射観測

BSRN (Baseline Surface Radiation Network) の数少ない極域観測点として、第 40 次隊では下向き直達日射、全天日射、紫外域日射、散乱日射、赤外放射、地表反射放射の毎秒サンプリング観測を行った。下向き放射観測の比較用として、全天日射計による全天日射量と遮蔽バンド付き精密全天日射計による散乱日射量の観測やサンフォトメータによる大気混濁度観測も継続した。

### 5.2.7. 天気解析

昭和基地で観測した地上・高層観測資料に加えて、キャンベラ放送の南半球 500 hPa 面解析図と地上および 500 hPa 面の 48 時間予想図、プレトリア (南アフリカ) 地上天気図、気象庁配信天気図、NOAA 衛星雲画像、METEOSAT からの雲画像等の情報をもとに天気解析

し、日々の天気予報や野外オペレーション時に気象情報を提供した。

#### 5.2.8. その他の観測

S16 のロボット気象計は、発信器交換のため運用休止した9月中旬~10月上旬以外は通年運用した。観測項目は9月までは気温、風向、風速で、10月から現地気圧も追加した。

基地内 LAN 上の WEB サーバに気象情報ページを開設し、総合自動気象観測装置（地上系）の観測データ（気圧、気温、風速、視程等）を10分ごとに転送し、気象データを準リアルタイムに基地内に提供した。

### 5.3. 宙空系

プロジェクト研究観測として「南極域熱圏・中間圏へのエネルギー流入と大気変質の研究」、モニタリング研究観測として「極域電磁環境の太陽活動に伴う長期変動モニタリング」の課題の下に、オーロラ、磁気圏ダイナミクス、超高層大気を対象とした観測を実施した。

#### 5.3.1. 南極域熱圏・中間圏へのエネルギー流入と大気変質の研究

##### 1) 大型短波レーダ2システムによる広域観測

短波帯電波を極域電離層に向けて発射し、その反射エコーの強度とドップラーシフトから電離層プラズマの運動を広範囲にわたり観測した。第36次隊で建設した第1レーダは、16基すべてのアンテナに著しい損傷が生じたため、第39次隊で土台を残して解体撤去した。第40次夏作業において第2レーダと同じクリエイेटデザイン社のCLP8020Mアンテナに変更、再建した。タワー基部に設置していた600Wパワーアンプ（PA）も新たにPA小屋を建設し屋内に収容した。第1レーダは試験運用を経て3月22日から、第2レーダは2月15日から連続観測を再開した。以後、両レーダともに順調に観測を続け、2日以上連続して停止することなく越冬交代まで観測を継続した。

##### 2) MFレーダによる中間圏から下部熱圏の風速観測

MFレーダは、ナトリウムライダーとともに中間圏から下部熱圏（60-110km）の大気を観測する新たな観測装置として第40次隊の夏期間に東オングル島みどり池の西側に設置した。3月末に完成して観測を開始して以来、大きなトラブルや欠測もなく、順調に風速および電子密度連続データを取得した。

従来のMFレーダでは、相関法による風速観測と電子密度観測を同時には行ってはいなかったが、データ処理ソフトウェアを変更することで同時観測が可能となった。これにより最高2分の時間分解能で観測可能となった。さらに流星エコー観測用のソフトウェアを越冬中に新たに開発した。これも先の観測と同時運用が可能で、同類のレーダよりもはるかに多くの情報を引き出せるようになった。

観測開始当初よりHFレーダからの混信によるノイズが問題となっていたが、ソフトウェアである程度ノイズ除去できるようにして観測を継続した。12月末に第41次隊が持ち込ん

だフィルタを HF レーダに装着することで混信はほぼ解消し、良質なデータ取得が可能となった。

### 3) ナトリウム温度ライダーを用いた中間圏の温度観測

第40次隊から4カ年計画で中間圏界面付近の温度観測を目的とするナトリウムライダーを導入した。今回設置した装置は、固体レーザーとして実績のある Nd:YAG レーザーをベースにしたもので、従来のシステムに比べてコンパクトで保守が容易である。連続光レーザーを種としてパルスレーザーの波長を狭帯域化し、種レーザーの波長を精密に制御することで中間圏界面に分布するナトリウム原子のドップラー幅から温度の高度分布を求めることができる。

ライダーの組立は3月から始め、光学定盤上のレーザーの組立は5月末までに終了したが、分解して持ち込んだ望遠鏡が国内調整時の状態に復元できず、7月中旬まで調整に時間を要した。試験観測開始を目前にした7月20日、光学定盤上に冷却水の水漏れを発見した。調査の結果、フラッシュランプマウントの内壁が損傷していることが判明した。この原因は、7月18-19日の2日間、観測棟が無人で暖房せず、室温が氷点下まで下がり、フラッシュランプの循環冷却水が凍結したことによる。

12月下旬、第41次隊の第一便で到着した交換部品を用いて復旧作業を進め、システム再立ち上げを行った。第40次隊で観測結果を出すまでには至らなかったが、第41次隊夏作業期間中にライダー送信系を完全に復旧させ、最終的に観測可能な状態まで調整できた。

### 4) 狭視野高速オーロライメージャーによるオーロラの微細構造観測

磁気天頂方向に固定した狭視野のデジタル CCD カメラ3台とアナログ CCD カメラ2台を用いて、オーロラの高時間・空間分解能観測を行った。最も空間解像度の高いカメラの画角は約4.3度（横方向）で、30Hz（毎秒30コマ）のオーロラ撮像が可能であった。

デジタル CCD カメラは、画像を取り込む光学系、イメージ・インテンシファイア (I・I)、縮小光学系、空冷式デジタル CCD カメラ、制御用コンピュータ (PC) などで構成される。1枚の画像は656×494画素、12bits のデジタルデータからなり、露光時間36m/s、露光間隔39m/s で1枚の画像を取得した。

アナログ CCD カメラは ICCD と NV の2種類があり、ICCD は I・I 一体型空冷式 CCD カメラを、NV は暗視撮像装置を使用した。

全カメラを衛星受信棟屋上光学ドーム内に設置した。磁気天頂方向（方位角133度、高度角64度）に向けて固定し、4月7日よりデジタル CCD カメラ2台と ICCD カメラによる予備観測を開始し、4月26日から10月4日まで本格観測を継続した。総観測日夜数は46夜であった。

### 5) 全天単色イメージャー観測

第39次隊で持ち込んだ全天単色イメージャー (ASI) を用いてオーロラ観測を実施した。

観測は3月14日から開始したが、途中データを保存していた媒体のトラブルによりデータを失ったため、最終的には4月7日から10月7日まで83日間のデータを取得した。5月にフィルター構成を変更し、基本的にOI 557.7 nm とOI 630.0 nm の観測を主体に実施した。

#### 6) LF/MF 電波スペクトラム・偏波観測

情報処理棟の風上側約20 m 地点に簡易クロスダイポールアンテナ（地上高約3 m）を設置し、受信した100 KHz~5 MHz のLF/MF 電波を高速リアルタイムスペクトラムアナライザーと偏波計（5ch）を用いて周波数スペクトラムならびに偏波の観測を行った。観測は5月28日から12月25日までの間、可能な限り行ったが、当初からシステムのハングアップ（異常停止）が頻繁に発生し、断続的な観測となった。

#### 7) EXOS-D 衛星データ受信

多目的衛星受信設備を用いてデータ受信を行った。3月29日から4名3交代シフトで24時間受信体制に入り、その後、パス要求の減少により、順次、週2名、週1名と減員した。8月19日から10月4日まで受信は無くなった。10月の受信再開後は、週1名から週2名の体制で、12月20日から昼間のパスのみ受信した。年間の総受信数は792パスであった。

#### 8) DMSP 衛星データ受信

DMSP 衛星の受信は基本的に全自動で、年間を通してほぼ順調にデータ取得を行うことができた。しかし、GPS 週カウンターのロールオーバー問題（8月）や2000年問題（12-1月）対応など特別なシステム改修作業が発生した。

大型アンテナレドームとの干渉を避けるため、L/Sバンド受信アンテナの移設作業を11月18日に完了した。年間の総受信数は4177パスであった。

#### 9) 太陽 UV-B 天空放射輝度分布観測

太陽 UV-B 天空放射輝度分布のモデル式を作成することを目的として、太陽 UV-B 天空放射輝度計を用いて10月12日から12月23日まで10分ごとに24時間連続計測を実施した。同時に、可搬型の太陽 UV-B、UV-A（ultraviolet-A、波長315-400 nm）放射計により、水平面の全天太陽 UV-B、UV-A 放射量を毎日正午に測定した。観測は2000年1月31日まで続した（竹下ほか、2001）。

### 5.3.2. 極域電磁環境の太陽活動に伴う長期変動モニタリング

#### 1) オーロラ観測

全天 CCD カメラ（ASC）、全天テレビカメラ（ATV）、ならびに掃天フォトメータ（S-PM）の3種類の装置を用いてオーロラのモニタリング観測を実施した。

2月28日に全装置の試験観測を行い、3月1日より本観測を開始した。太陽活動のピークを翌年に控え、活発なオーロラ現象が期待されていたが、3月~5月は天候に恵まれず、オーロラ活動は晴天時でも低調であった。7月中旬から天候が回復し、10月7日の観測終了までは比較的活発なオーロラを観測した。総観測日夜数は97夜（掃天フォトメータは66夜）で

あった。なお、3月1-20日と9月2-20日の2回、アイランドとの共役点観測を実施した。

## 2) 超高層モニタリング観測

第40次隊では従来からの観測を継続するとともに、データ収録システムである ATLAS を新システムに更新した。アイランドとの共役点観測を3月6-26日と9月5-21日までの2回行った。この間、VLF ワイドバンド記録用の8mm ビデオデッキを24時間収録した。

西オングルテレメータ施設については、バッテリー充電を計5回(6/9-10, 7/7-8, 8/3-4, 9/7, 1/23-24)実施した。また、リオメータアンテナ2本のリフレクターを修復した。

## 3) イメージングリオメータ観測

8行8列のダイポールアレーアンテナを持つ30MHz リオメータにより、基地上空180km 四方の領域を空間分解能20km, 時間分解能1秒で走査し、オーロラ出現に伴う電離層電子密度の急増による銀河雑音電波の吸収を観測した。2月1日にUPSとMOドライブを新品と交換した。越冬中これらの機器にトラブルは発生しなかった。

## 4) 地磁気観測

### 4a) 地磁気絶対値観測

地磁気変化計室において、Carl Zeiss 社製010A型セオドライトに搭載したBartington 社製A型フラックスゲートプローブを同社製MAG-01H型Declinometer/Inclinometerに接続して偏角Dと伏角Iを、またGeometrics社製G-816/826A型携帯型プロトン磁力計を用いて全磁力Fを測定した。観測は月1回、月の下旬に地磁気静穏日を選んで実施した。

### 4b) 地磁気3成分連続観測

島津製作所製フラックスゲート磁力計を用いて、地磁気3成分のアナログチャート記録、ATLASシステムによるMOへの記録、PCによるデータ収集を行った。K-indexはPCに記録したデータを解析して作成した。結果は地磁気絶対値観測データとともに、翌月に国内へメールで報告した。

## 5.4. 気水圏系

プロジェクト研究観測「極域大気—雪氷—海洋圏における環境変動機構に関する研究」として3つのサブプロジェクト、「南極大気・物質循環観測」、「氷床変動システムの研究観測」、および「南極季節海氷域の大気—海洋相互作用」を実施した。また、モニタリング研究観測として、「大気微量成分モニタリング」と「氷床氷縁監視と氷床表面質量収支のモニタリング」を継続して実施した。このうち、「氷床変動システムの研究観測」として2回の内陸調査旅行を実施した。また、共通観測の「衛星データによる極域地球環境変動のモニタリング」では、ERS衛星およびNOAA衛星データを受信した。

### 5.4.1. 南極大気・物質循環観測

#### 1) 大気中エアロゾルの粒径別数濃度測定

エアロゾルの粒径別数濃度の連続測定を TD-100 型 (0.3–5  $\mu\text{m}$  の 5 粒径), ST-3010 型 (0.01  $\mu\text{m}$  以上) の 2 台のパーティクルカウンターを用いて計測した。TD-100 型は第 40 次隊が「しらせ」艦上で使用したもの、ST-3010 型は第 40 次隊持ち込みの機器を使用した。観測値の互換性を確保するため第 39 次隊で使用中の機器との同時観測を実施した。データ解析プログラムにバグが発見され、プログラム修正を 2 月下旬に実施し、以後連続測定に入った。

## 2) エアロゾルゾンデ飛揚観測

エアロゾルの粒径分布プロファイルを得るため、定常気象部門と共同で 1999 年 2 月 2 日、4 月 26 日、6 月 18–29 日、7 月 11 日、9 月 8 日、10 月 27 日、2000 年 1 月 22 日にゾンデを飛揚・観測した。

### 5.4.2. 氷床変動システムの研究観測

#### 1) 基本観測点の設置・再測およびルート沿いでの雪氷観測

昭和基地からドームふじ観測拠点へ至るルートには 9 地点の雪氷基本観測点が設置され、氷床表面流動量等の観測が毎年継続されている。第 40 次隊では昭和基地からドームふじ観測拠点へ至るルートに加え、白瀬氷河流域の 2200 m の等高線沿いにほぼ沿っている YM ルートに雪氷基本観測点を新たに設置し、ドームふじ観測拠点頂上から白瀬氷河への流線に沿うように YM60 地点から MD240 地点へ至るルート（仮称：N ルート）を新たに設置して雪氷観測を実施した。

#### 2) アイスレーダによる氷床の内部と底面の観測

60,179 MHz に加えて 30 MHz のレーダを新たに製作し、3 周波で氷床の内部および底面の観測を行った。これは、近年の研究により、低周波では氷床中の酸性度の分布が、高周波では氷床氷の物理構造が、それぞれ観測できることが明らかになったからであった。

本観測は春ドーム旅行中の 1999 年 11 月 30 日にドームふじ観測拠点で開始し、2 月 6 日の S16 到着まで氷床内部と基盤からのエコーを良好に取得した。

#### 2a) 3 周波アイスレーダシステムの機器構成

SM108 雪上車に 30 MHz レーダを、SM109 雪上車に 60 MHz, 179 MHz のレーダを搭載した。オシロスコープ（レクロイ社製 9304C）では波形データを 20 nsec 間隔、8 bit/2 V（受信ビデオ出力は 0 から 2 V）でデジタル化し、GPIB コントローラを介しパソコンへ 256 個（移動観測時）または 500 個（定点観測時）平均した波形データを送った。また車載 GPS から位置と時刻を取り込みデータのヘッダとした。平均化した 1 データの取得に要する時間は、合計で約 30 秒（256 個平均）ないし 60 秒（500 個平均時）であった。振動対策として、パソコンのハードディスクはシリコンディスクに換装し、データ書き込みはハードディスクではなく PC カードに行った。

#### 2b) 昭和基地での立ち上げ作業および S16 周辺での運用試験

地学棟にレーダ本体を設置し、ダミーロード装着による連続運用試験と実射試験（アンテナ

ナは地学棟横に見晴らし台に向けて設置)をそれぞれ5, 6月と7月に実施した。基地起因と思われるノイズが多かったが、機器の正常動作を確認した。9月とつつき岬で雪上車にレーダを搭載し、S16 および S25~とつつき岬間での運用試験を行った。

#### 2c) 本観測の観測条件および観測経過

ドームふじ観測拠点への往路、中継拠点からドームふじ観測拠点の間でダミーロード装着による連続運用試験を行い、実際の動作環境(温度、電圧、振動など)における出力・遅延時間等の連続モニターを行った。ドームふじ観測拠点到着後11月27日にアンテナを設置し、以後2月6日のS16到着まで観測を行った。その途中、送信波形、VSWR、受信部増幅器特性を適宜測定した。

氷床深部からの微小エコーの測定を目的として長時間観測を、氷結晶の異方性に起因する偏波情報の取得を目的として偏波観測を、それぞれ定点で行った。長時間観測では雪上車を停止させて観測した。一方、偏波観測では、アンテナ(車両)の向きを変えることによって、真北から22.5度刻みで各偏波面の情報を得た。また、スペckルノイズを軽減させるため、車両を前後に数十m移動させながら観測を行った。

#### 3) 南極域における大気・雪氷中の化学トレーサーの地理分布測定

夏期ドーム旅行、みずほ旅行、春期ドーム旅行において $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 等の海塩起源物質を測定するため、ルート上5kmごとに約10mlの積雪採取を行った。キャンプ地では、高層大気起源の $^7\text{Be}$ (半減期53日)を測定するため約1000mlの積雪採取を行った。春期ドーム旅行では雪上車内にエアロゾルサンプラー(柴田科学製SL-15P型)を設置し、1日ごとのエアロゾルを連続採取した。

#### 4) 無人気象観測

##### 4a) S16~ドームふじ観測拠点に至るルート上の観測点の保守

氷床内陸部において通年の気象データを取得するため無人気象観測点が設置されており、今次隊でも継続して保守を行った。

##### 4b) YMルートにおける無人気象観測点の新規設置

YM112に自然通風筒つき気温計および風向風速計を設置した(2000年1月15日)。

##### 4c) 積雪深計の比較観測

超音波式積雪深計の動作試験、ならびに光電管式積雪深計との比較のため、昭和基地およびH21地点で両積雪深計による観測を行った。

昭和基地では5月中旬から8月上旬まで運用し、超音波積雪深計の良好な動作を確認した。冬期みずほ旅行で装置を移設し、9月上旬から2月上旬までH21で無人観測を行ったが、両装置とも正常に動作せず、データを取得できなかった。

##### 4d) 昭和基地における風向風速計の比較観測

風向風速観測測器の改良に向けて、通常日本で用いられるものとセンサ表面に超撥水塗料

を塗布し低温特性に優れたグリースに交換したものを観測棟屋上に設置し、1999年3月末から2000年1月末まで比較観測を行った。

#### 5) 深層ドリル回収作業

深層掘削孔拡大のため、第39次隊で1998年1月に高密度液(HCFC225)を注入し、12月にドリルの引き上げを試みたが、回収には至らなかった。第40次隊では、1999年1月24、25日に高密度液3000kgを注入した。12月1日に深層掘削孔内の液面レベルを測定したところ、約236mとなっていた。前年の液面レベルと比較して予想通りの低下量で、掘削孔は十分に拡大していると推測されたが、深層ドリルを引き上げることはできなかった。

#### 5.4.3. 大気微量成分モニタリング

##### 1) 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度連続観測

非分散型赤外分析計を用いた連続観測システムで観測を継続した。定期的な標準ガスの交換、各種交換部品の適時交換を実施し、通年データ(事故停電による欠測を除く)を採取した。

##### 2) メタン(CH<sub>4</sub>)濃度連続観測

FIDを用いたガスクロマトグラフによる連続観測システムで観測を継続した。第40次隊で運用したGC-8A(2)機器に付随するハイドロカーボン(HC)の白金線の断線、プログラムICカード(リニアリティおよび再現性チェック用・No. 3)のエラーによる故障が発生した。第39次隊使用の部品と交換し、復旧した。

##### 3) 地上オゾン(O<sub>3</sub>)連続測定

1007型、1100型の2台の計測器を併用した連続観測を継続した。出力異常が数回発生したが、電源のON、OFF操作で対応した。

##### 4) 成層圏オゾン・二酸化窒素(O<sub>3</sub>・NO<sub>2</sub>)の連続測定

C型、D型の2台の可視分光器による連続観測を継続した。1999年12月10日をもって観測終了となり、装置の解体、梱包を実施し、すべて持ち帰りとした。

##### 5) 大気サンプリング

NOAA、URI(酸素濃度比測定)、同位対比測定、温室効果気体測定、大気中微量気体濃度(ハロンカーボン)精密測定、南極地域の大気の保存など、それぞれの方法で大気を充填採取した。

##### 6) その他

液体窒素製造装置(GN-10)の運転時間は2273.5時間(連続運転95日相当)となった。通年コンプレッサーを含む各機器は正常な駆動状態で推移した。

#### 5.4.4. 衛星データによる極域地球環境変動のモニタリング

ヨーロッパ宇宙機関(ESA)のERS衛星および米国海洋大気庁(NOAA)のNOAA衛星による観測データを年間を通じて受信した。また、衛星搭載光学センサによるデータの解析

アルゴリズム開発に資することを目的として、積雪、海氷、露岩の野外分光観測を実施した。さらに、衛星搭載合成開口レーダの GCP (Ground Control Point) として用いるために、コーナリフレクター 1 台を東オングル島内の露岩域に設置した。

NOAA 衛星の AVHRR データについて、新たに全パスの JPEG 画像を自動的に作成し、昭和基地サーバ上の Web サイト「NOAA Web」への掲載、国内研究者への電子メールによる送信、および検索用画像として保存を行うシステムの運用を開始した。

#### 1) ERS 衛星データ受信

多目的大型アンテナを用いて ERS 衛星の観測データを受信した。センサは C バンド合成開口レーダの AMI である。主として ERS-2 のデータを受信したが、SAR インターフェロメトリ用のデータセットを得る目的で ERS-1 の受信も行った。合わせて全 87 パスのうち正常受信は 73 パス、部分欠測は 4 パス、欠測は 8 パス、キャンセルは 2 パスであった。

#### 2) NOAA 衛星データ受信

L/S バンド衛星受信システム (TeraScan システム) によって NOAA 衛星の観測データを受信した。テレメトリは HRPT であり、受信後のルーチン処理によって AVHRR および TOVS のデータを抽出しファイルを作成した。4 月 16 日に受信パラメータの最終的な設定変更を行い、1 日あたりの受信パス数を 3 パスとした。その時間帯および衛星は、0000 UT~0230 UT 頃の NOAA-12、1300 UT~1530 UT 頃の NOAA-14、2200 UT~0030 UT 頃の NOAA-14 である。

また、受信したデータを活用するため、全パスの AVHRR データから自動的に JPEG 画像を作成し、昭和基地サーバ上の Web サイト「NOAA Web」に掲載するシステムを構築し、10 月 1 日から定常運用を開始した。

#### 3) 極域衛星リモートセンシングのための雪氷地上観測

衛星搭載光学センサによる観測データを念頭に、その解析アルゴリズム開発に必要な基礎的な知見を得ることを目的として、携帯型分光放射計による測定を中心とした地表面分光観測を 1999 年 11 月中旬から 12 月中旬にかけて実施した。使用した分光放射計は、測定波長 400-2500 nm のオプトリサーチ製 KKS-1000、および同 300-1100 nm の Ocean Optics Inc. 製 S2000 の 2 台である。

対象は主として積雪であり、含まれる不純物の濃度および積雪粒子の粒径と分光アルベド (spectral albedo) との関係性を明らかにすること、またさまざまな条件における積雪表面の BRDF (Bidirectional Reflectance Distribution Function) を捉えることを目的とした。観測地点は昭和基地前海氷上およびとつき岬ルート沿いである。観測時に採取した積雪サンプルは、融解させたのちポアサイズ  $3\mu\text{m}$  の Whatman GF/A フィルターおよび  $0.2\mu\text{m}$  の Nucleopore フィルターで二段濾過を行った。これらのフィルターの重量を測定することにより、不純物の濃度を算出した。また粒径については、ポケットマイクロスコープによる目視と接写

カメラによる写真撮影の二つの方法によった。これら以外にも、積雪深、雪質、層構造、密度、雪温、体積含水率等の各項目を測定したほか、観測中の日射の変動を把握するためにアルベドメーターによっても並行してデータを取得した。

#### 4) 衛星 SAR データ解析のための GCP 設置

ERS 衛星搭載合成開口レーダ AMI のデータ解析に際して GCP として用いることを目的に、三面レーダ反射体コーナリフレクター 1 台を設置した。場所は昭和基地 C ヘリポートの南西、 $69^{\circ}00'23.1''\text{S}$ ,  $39^{\circ}35'43.6''\text{E}$  (WGS-84) の地点である。

### 5.5. 地学系

プロジェクト研究観測「南極大陸の進化・変動の研究」として「総合的測地・固体地球物理観測による地球変動現象の監視と解明」を、モニタリング研究観測として「昭和基地およびリュツォ・ホルム湾域における地震・地殻変動モニタリング」を実施した。これらに加えて、昭和基地内にある各測地観測点 (VLBI 観測点, GPS 観測点, DORIS 観測点) を結合するための測量を実施した。

#### 5.5.1. 総合的測地・固体地球物理観測による地球変動現象の監視と解明

##### 1) 超伝導重力計による地球潮汐・地球自由振動の観測

第 34 次隊から始まった超伝導重力計による重力連続観測を重力計室において継続した。ヘリウム液化機も順調に動作した。第 38 次隊から不具合が発生しているチラーについては新品へ更新した。また、データ収録システムについても更新し、新たな収録装置によるデータ収集を開始した。

##### 2) VLBI 観測および水素メーザー

第 39 次隊より 3 年計画で昭和基地にて Very Long Baseline Interferometry (VLBI) 観測を行い、南極プレート運動やリュツォ・ホルム湾周辺の地殻変動を精密に計測することになった。第 40 次隊はその 2 年目として、第 39 次隊で導入した観測装置を引き継ぎ、より高精度かつ応用的な観測を計 12 回実施した。1 回あたりの観測時間は 24 時間に短縮した。

水素メーザー原子周波数標準の動作状況を年間通じてチェックした。メーザー発振器を置く地震計室内の温度管理は、第 40 次隊で持ち込んだ温風ヒーターおよび扉の開閉で適宜調整した。

##### 3) ERS-2 衛星の追尾用小型アンテナの設置と送受信

人工衛星 ERS-2 の軌道精密決定を目的とした追尾用小型アンテナ地上局 (PRARE Ground Station) が第 38 次隊から運用されていたが、RAM カードの不具合などにより 1998 年 1 月に観測を中断していたため、第 40 次隊では、検査を受けたカード・追尾装置本体を持ち込み、再立ち上げた。1999 年 1 月に再立ち上げ作業を開始したが、正常に装置が動作せず、越冬中を通じて調査した結果、アンテナ駆動装置と追尾装置本体間のケーブル短絡が原

因と判明した。ケーブルの修理を試みたが成功せず、ケーブル一式を持ち帰りとした。

#### 4) 衛星軌道精密決定用 DORIS 観測

故障していたアンテナおよび架台を持ち込み、1999年1月に再設置を行った。設置後は自動で電波の発信が行われ、衛星で受信した信号がフランスに送られ、衛星軌道の精密決定および地上局の位置決定が行われた。越冬中、DORIS点とGPS連続観測点(IGS点)との結合測量を行った。

#### 5.5.2. 昭和基地およびリュツォ・ホルム湾域における地震・地殻変動モニタリング

##### 1) 短周期・広帯域地震計連続観測

###### 1a) 地震計室関連

半年に1度、短周期地震計センサーのレベル等の調整と広帯域地震計センサーのガラスベリジャー内の真空確認を行った。STS3成分のいずれにも気密の低下は認められなかった。

###### 1b) アナログ収録

長時間アナログペンレコーダ(NEC三栄製:8D23)を用いて、HES3成分を4mm/s、STS3成分を2mm/sの記録速度でそれぞれ連続記録した。不調であった8K23(同じくNEC三栄製)は、1999年1月に第39次隊地学隊員によって第40次隊持ち込みのアナログペンレコーダ(理化電機製:R66)に交換され、2cm/hourの速度でSTS広帯域3成分の記録を行っていた。

###### 1c) デジタル収録

第38次隊より開始されたAD変換器からワークステーションへのデータ収録を行う新収録システムはおおむね順調に稼動しており、1週間に約1回の頻度でワークステーションのバックアップを行い、3ヶ月おきのバックアップを持ち帰り用のデータとして8mmおよびDATテープに保存した。

###### 1d) 験震作業

越冬期間中、8D23紙記録から地震イベントの読み出しを行い、その結果をアメリカ地質調査所(USGS)と国立極地研究所へメールで報告した。

##### 2) 沿岸露岩域における広帯域地震計連続観測

可搬型の広帯域地震計(CMG-40T; 3成分一体型)をリュツォ・ホルム湾の沿岸露岩域に複数設置し、地震波形(主に遠地地震)の解析から当該地域の地殻、最上部マントル、および地震波形の伝播してきた地球内部の地震学的構造を探ることが目的であった。観測システムは、太陽電池(5枚)と3-5個の鉛蓄電池(12V 100Ah)を並列につないで電源とし、データロガー(白山工業製:LS8000WD)により20Hzサンプリングで連続収録した。1998年12月末にとつき岬観測点のセンサーを第40次隊持ち込みの新規センサー(機種は同じ)に交換し、約20m離れた地点へ移設した。1月初旬には、ラングホブデ雪鳥沢観測点のセンサーおよびデータロガーを交換、スカルプスネスきざはし浜観測点ではデータロガーのみを交換

した。2月にとつき岬観測点のデータロガーも交換し、すべての観測点においてバッテリーおよびハードディスクを交換した。

### 3) ラコスト重力計による地球潮汐の観測

重力計室内の専用基台に設置されたラコスト重力計 (D73) は、越冬期間中、順調に稼働し、データを取得した。

### 4) GPS 連続観測

第36次隊より開始したGPS連続観測装置 (IGS点) は順調に稼働し、データを取得した。1999年8月22日に発生したGPS週カウンターのロールオーバー問題、ならびに年末に発生した2000年問題にも適切に対処でき、大きな問題にはならなかった。

### 5) 海洋潮汐連続観測

#### 5a) 海洋潮汐観測装置

西の浦に設置された水圧型検潮儀 (QWP-841型水晶水位計) 2台の潮位データを地学棟内の打点式記録計と1999年1月に設置された新収録システムにより連続収録した。収録プログラムは設置当初から約3日おきにエラーを出して停止する状態が続き、最終的に、10月にバグ解消が行われたプログラムをインストールするまでの間、不都合が生じた。

#### 5b) 海水位副標観測

西の浦検潮小屋近傍の海氷上で、海水位変動の観測 (海水位副標観測) を行った。海水位副標観測は、ビデオ撮影と精密GPS観測の2種類を行った。

### 6) 沿岸露岩域におけるGPS測量、重力測定

昭和基地近傍ならびに周辺沿岸露岩域 (とつき岬、ラングホブデ雪鳥沢、スカルプスネスきざはし浜、スカーレン) における地殻変動のモニタリングのため、第39次隊から精密GPS観測が開始され、第40次隊でも引続き観測を行った。

## 5.5.3. 東南極リソスフェア (岩石圏) の構造と進化の研究

### 1) 地電位連続観測

第39次隊より継続して地学棟内のパソコンによる連続収録を行った。情報処理棟からフラックスゲート型磁力計データ3成分も同時にハードディスクに収録した。

## 5.6. 生物・医学系

プロジェクト研究観測として「南極環境と生物の適応に関する研究」、モニタリング研究観測として「海水圏変動に伴う極域生態系長期モニタリング」を実施した。第40次隊では、プロジェクト研究として、主に定着氷海洋生態系に焦点を当てた「海水圏環境変動への生態系応答の研究」、陸上生態系に焦点を当てた「露岩域生物相の起源と定着に関する研究」、さらにそこで活動するヒトの医学・生理学に焦点を当てた「低温環境下におけるヒトの医学・生理学的研究」を実施し、また、モニタリング研究として「陸上生態系モニタリング」および

「海洋大型動物モニタリング」を実施した。

#### 5.6.1. 南極環境と生物の適応に関する研究

##### 1) 海水圏環境変動への生態系応答の研究

###### 1a) 定着氷下の炭素循環における生物基礎生産の役割

###### ・季節定着氷（一年氷）試料の定期的採取と環境観測

1月中旬に開水面となっていた西の浦の験潮場所沖、水深25mに観測地点（St. Z）を設け、ここでの海水の成長、水温、光環境季節推移観測、アイスアルジーの定期的試料採取を実施した。氷試料はドリル（アイスオーガー）を用いて柱状採取した。次に電動ドリルにて3mmの錐穴を約5cm間隔で開け、サーミスタ温度計で氷の温度を測定した。実験室に持ち帰った後、アイスアルジー量などの測定を行った。

###### ・アイスアルジー（海水藻類）試料の光合成測定

西の浦観測点（St. Z）周辺部から明瞭に着色している海水部分のみを採取し、アイスアルジー光合成実験試料とした。光合成測定は、差動式検圧計（プロダクトメーター）を用いた酸素発生量測定、および蛍光測定装置（PAM）を用いた蛍光収率・量子収率測定を実施した。

###### ・係留観測

オングル海峡中央部に自動採水装置・セジメントトラップ（海水中の沈降粒子採取装置）・水温計・濁度センサーを備えた電磁流速計2台からなる係留系を設置し、越冬期間中の定期的な試料採取、データ取得を実施した。見晴らし岩沖のオングル海峡中央部にも観測点を設け、海水上から自動採水器と水温計（水深10m）、アンデラ流速計（水深15m）、セジメントトラップと水温計（水深240m）、アンデラ流速計（水深250m）を取り付けた観測・試料採取システムを係留した。第1回目の係留は5月15日~7月25日まで、2回目は8月5日~11月13日まで実施した。この2回の係留において、5月22日採取するはずだった自動採水器の試料が取れていなかったほかは、すべての観測機器、試料採集が正常に動作した。

###### ・リュツォ・ホルム湾（オングル海峡）海洋鉛直観測

係留観測で得られる試料・データを補強するため、オングル海峡を南北に切断するようにCTD観測および採水を実施した。観測点は係留観測地点約1km南のL3、ラングホブデ沖L56、および更に1kmほど西沖のSt. M、ホノール海底谷SV11、テーレン海底谷SK21の4点を設け、極夜明けから早春に実施した。

###### ・オングル海峡南北ラインの氷厚、アイスアルジー量の調査

春のアイスアルジーの発生分布状況を調査するため、10月21日にオングル海峡のほぼ中央部を走る昭和~ラングホブデルート（Lルート）上にて、積雪量、アイスオーガーによる海水の柱状採取と氷厚測定、試験的な炭素分析用試料として穴より表面水を採取した。

###### ・籠網・ツブ籠・エクマンバージ型採泥器による底棲生物群集採取

西の浦に試料採取点を4点（それぞれ水深5, 10, 20, 30m）、北の浦に1点（水深50m）を設け、月に1度以上試料採取を実施した。これら観測点の他、3-6月には北の瀬戸（水深約20m）にも籠網を入れ、生物試料を採取した。また、8月-翌年1月にはツブ籠（25cmほどの立方体の竹籠）を併用して採集を行った。

・ウニ発生実験

籠網で採集したウニを用いて卵の発生・飼育実験を行った。秋季の試料については0.5 mol KCl 溶液で卵と精子の放出を誘導したが、受精は確認できなかった。一方、春季（11月）試料では、実験室にウニを移送した段階で自発的に卵と精子の放出が生じ、これらを隔離して卵・精子試料とした。この一部を混合したところ直ちに受精し、受精卵の分裂が始まった。11月19日に開始した受精卵の飼育は12月13日まで続けたが、この期間を要してようやく体腔形成段階まで発生が進むにとどまった。発生はこの段階で停止したため、飼育実験を終了した。

・シヨウワギスのヒートショック蛋白質誘導実験

南極域の魚類には経験温度に応じて誘導される蛋白質があり、これにより低温環境での代謝活動を速やかに進行させることが知られている。この実験は人為的に飼育水温を変動させて蛋白質誘導を試みるもので、試料は冷凍保存（-80℃以下）し、帰国後にカナダのベッドフォード海洋研究所にて分析を行う予定となった。

b) 海氷域におけるウェッデルアザラシ研究

・昭和基地周辺のウェッデルアザラシ分布状況

第40次隊では航空機が無いため、雪上車ないしスノーモービルを用いた海氷上の探査、見晴らし岩からの目視調査を行った。

・標識調査・DNA サンプル採集・体長測定

計98頭に対して標識装着を行った。98頭の内、11月17日にオングルカルベンで出産した成体雌（ID No. 33A 母）には、第21次隊で新生児に装着した標識（丸形プラスチック製21-26と刻印）が付いていた。これは1980年に産まれた個体が、19年後にも引き続き繁殖に参加していることを意味する貴重な例である。標識装着の際は、専用捕獲袋（Head bag）で捕獲し、左右後肢指間にレーザーパンチで径5mmの穴を空けた後、1頭につき2個ずつ黄色のプラスチック製標識（Dalton Jumbo Rototag）を装着した。

・データロガーを用いたウェッデルアザラシの潜水行動調査

データロガーを25個体に装着し、20個体から回収した（回収率8割）。データロガー装着後に場所を移動した個体は計5頭いたが、内4頭は再発見された。回収に失敗した要因は、装着個体の再発見が出来なかった例が1例、残りの要因はすべてデータロガーの脱落によるものであった。今回用いたデータロガーは下記の3種類であり、それぞれの回収結果を述べる。

- ① PD2GT: 速度 (プロペラ回転数)・深度 (圧力)・2軸加速度・温度をそれぞれ任意の測定間隔で連続的に記録する行動記録計。データ容量は200万データ以上で、データ圧縮機能を持つ。

測定間隔は、速度1秒、深度1秒、加速度それぞれ1/16秒、温度60秒に設定した。計15頭 (母8頭、仔6頭、非繁殖雌1頭) からデータを得た。内、母1頭の記録は数時間で停止し、仔1頭は水中に入らなかった。

- ② DSL: 30万画素のデジタル画像を任意 (30秒以上) の間隔で撮影するデジタルカメラ。深度 (圧力) も任意の間隔で測定される。事前に設定した深度以上でのみ撮影するように設定可能。

測定間隔は、画像が30秒ないし60秒、深度1秒に設定した。記憶容量は約600枚。フラッシュを内蔵し、事前に設定した閾値以下で自動発光する。計9個体 (母7頭、非繁殖雌2頭) からデータを得た。撮影枚数は90枚から694枚。

- ③ ECG: 心電記録計。データ容量は200万データ以上で、データ圧縮機能を持つ。

測定間隔は1/100秒に設定した。

salt-water switch を持ち、アザラシが水中に入ると同時に測定が開始されるように設定可能。唯一回収できた1個体からのデータログは不調で起動しておらず、データは得られなかった。氷上における心電波形を数分間2個体から得た。

#### ・吸入麻酔薬を用いたアザラシに対する麻酔法の検討

調査上必要を認めたアザラシ22頭に対し、吸入麻酔薬セボフルランおよびイソフルランを用い全身麻酔を行った。全症例に対し麻酔効果を認めたが、重篤な合併症は1例も認めなかった。吸入麻酔薬を用いた本麻酔法は簡便かつ安全であり、フィールドにおけるアザラシの麻酔法として有用と思われる。詳しくはKusagaya and Sato (2001) に報告済みである。

#### 2) 露岩域生物相の起源と定着に関する研究

##### 2a) 南極湖沼における基礎生産者現存量と炭素固定に関する研究

リュツォ・ホルム湾沿岸部の露岩域には大小の湖沼が存在し、それらの湖底には水棲コケの大群落が存在する事が第36次隊以降の調査で明らかとなっている。本研究はコケ群落を含む湖底の生物の分布、量、組成と湖沼の水質環境を調査すると同時に、水棲コケの光合成に関する特徴を捉える事を目標として、ラングホブデ・スカルプスネス露岩域の湖沼を中心に実施した。

#### ・1999年夏期観測

1999年2月に第39次越冬隊員と夏期沿岸観測を共同実施した。第40次隊到着時の夏の天候は極めて不順であったせいか、従来、湖水が完全に溶けていると報告されていた湖沼でも、氷が溶けずに残っており、これが種々の観測の妨げとなった。

あけび池 (2月4-8日) では潜水によりコケの分布状況のビデオ、写真映像撮影、コケ試料

の採取を行った。あけび池では通年の水温・光環境を観測すべく、コケ群落近傍にこれらのデータロガーを設置した。

次いで、第36次隊により見出し出され命名された「コケ坊主」が、湖底から塔状に直立する、水棲ナシゴケ群落のあるスカルプスネスB群湖沼において、第38次隊によって設置された温度データロガーの回収とデータロガーの再設置、コケ群落密度の測定を試みた（2月8-11日）。

雪鳥沢では、雪鳥池において第38次隊が設置したデータロガーの回収と新たなデータロガー設置を行った（2月11-13日）。ただし、雪鳥池にもすでに氷が発達しており、第38次隊設置のデータロガーを発見する事はできなかった。

#### ・越冬期間中の実験研究と湖沼の予備調査

越冬期間中、あけび池および、くわい池（仮称）から採取した水棲コケの分離培養と生育した状態での保存培養を試みた。また、ラングホブデ露岩域、スカルプスネス露岩域への沿岸旅行をそれぞれ数回企画し、第41次夏隊と共同で実施する湖沼調査の予備観測を実施した（沿岸旅行の詳細は別項を参照）。

#### ・1999年12月~2000年2月夏期観測

第41次夏隊と共同でラングホブデの22湖沼、スカルプスネスの16湖沼、西オングル島の10湖沼の水質測定を実施した。ラングホブデ湖沼群に関しては、水中の浮遊藻類量の測定の為、水試料を現地にてガラス繊維ろ紙で濾過し、捕集物を有機溶媒抽出してクロロフィル $a$ 量を測定した。また、スカルプスネスの湖沼群では、投げ込み式コケ採集具にて水棲コケ試料の採取を試み、B群湖沼のすべてとA群湖沼の大半から水棲コケ試料を採取し、分布を確認した。すべての湖沼から採取した湖水・植物等の試料の一部は、冷凍保存し国内で分析する予定である。なお、1999年2月にあけび池、雪鳥池、B4池に設置したデータロガーはこの期間にすべて回収し、ほぼ1年にわたる10分ごとの水温記録等を得る事ができた。また、スカルプスネスB4池において潜水によるコケ坊主群落のビデオ・写真撮影、群落の採集を実施した。

### 5.6.2. 海水圏変動に伴う極域生態系長期変動モニタリング

#### 1) 陸上生態系モニタリング

1999年2月および2000年1月2月上旬に実施した。第1回目は第39次越冬隊員とともに、1999年2月上中旬にぬるめ池脇の高等植物の監視分析試料採取（2月6日）、SSSI地区の生物監視（2月11日）を行ったほか、東オングル島（アンテナ島を含む）での土壌藻類および細菌のモニタリング試料採取を実施した。これと同様の観測を2000年1月~2月に第41次夏隊とともに実施した。

#### 2) 海洋大型動物モニタリング

##### 2a) アデリーペンギンのモニタリング調査

#### ・成鳥数調査

1999年11月15日にオングルカルベン, まめ島, 弁天島, ルンバ, 水くぐり浦, 袋浦, イットレホブデホルメン, ネッケルホルマネ, 鳥の巣湾のコロニーにおいて成鳥数を数えた。複数の調査員が連続して3回, カウンターを用いて数えた。調査員ごとの平均値が調査員の間でばらついた場合, 最大値と最小値を除いた後, 全体の平均値を求め, コロニーごとの値とした。

#### ・繁殖巣数調査

1999年12月1日にオングルカルベン, まめ島, ルンバ, 水くぐり浦, 袋浦において繁殖巣数の計数を行った。複数の調査員が連続して3回, カウンターを用いて数えた。調査員ごとの平均値が調査員の間でばらついた場合, 最大値と最小値を除いた後, 全体の平均値を求め, コロニーごとの値とした。

#### ・標識調査

成鳥数調査および繁殖巣数調査において, フリッパーバンドのついた個体を発見した場合, コロニーの外から双眼鏡を用いて番号を読み取って番号を記録した。

#### ・繁殖期初期のアデリーペンギン潜水行動調査

これまでデータロガーを用いた潜水行動調査は, 卵孵化後からクレイシ形成期にかけて, 成鳥がコロニー付近で採餌している夏期間のみ行われてきた。孵化期以前, 成鳥がコロニーから遠く離れた開水域まで出かけて採餌する際の潜水行動は, これまでデータが得られていなかった。今回, この期間のアデリーペンギンの雌雄にデータロガーを装着し, 繁殖期初期の潜水行動データを得た。

### 5.6.3. 低温環境下におけるヒトの医学・生理学的研究

#### 1) 寒冷刺激暴露に対するプロスタンディン軟膏の効果

夏期ドーム旅行において, 寒冷刺激暴露による身体異常, およびそれに対しプロスタンディン軟膏を投与した時の効果をアンケート調査により検討した。寒冷刺激暴露により発現した身体異常は四肢末梢の冷感, 知覚異常, 運動障害が最も多く, プロスタンディン軟膏は直接寒冷に暴露している時にはほとんど効果を示さなかったが, 寒冷から遮断された休息時の回復を促進する効果が推測された。

#### 2) 寒冷刺激暴露に対するスーパーライザーの効果

夏期ドーム旅行において, 寒冷刺激暴露による身体異常に対しスーパーライザーによる近赤外線照射の効果をアンケート調査により検討した。内陸旅行において, 寒冷刺激暴露による身体異常は四肢冷感が最も多く認められた。これに対し, 従来は雪上車の温風により回復を促していたが, 今回近赤外線照射を施行したところ, 温風を用いるよりさらに深部での温度上昇感が得られた。寒冷刺激暴露に対するスーパーライザー併用の有用性が示唆された。

#### 3) 短期旅行における高地順応の検討

夏期ドーム旅行において標高、気圧、気温を観測し、拍脈、体温、動脈血酸素飽和度の計測を毎日実施した。さらに血圧、動脈血液ガス分析、血中電解質、ヘマトクリット値の計測を出発前、往路中間地点、ドームふじ観測拠点到着・出発時、復路中間地点、昭和基地帰着時の計6回行った。拍脈・体温・血圧・血中電解質は全経過を通じて変化はなかった。動脈血酸素飽和度・動脈血液ガス分析では、みずほ基地通過後、標高の上昇とともにSpO<sub>2</sub>、PaO<sub>2</sub>およびPaCO<sub>2</sub>の低下が認められ、復路では逆の様相を呈した。また、ヘマトクリット値はドームふじ観測拠点出発頃より上昇傾向を認め、これは昭和基地帰着時まで持続した。標高の上昇に伴うヘモグロビンの増加、血中への酸素摂取率の増加は認められず、早期高地順応性は末梢組織における酸素供給の変化が関与することが想定された。

#### 4) サイトカインからみた寒冷作業が人体に及ぼす影響

寒冷作業が人体に及ぼす影響をサイトカインによって評価するため、昭和基地夏期作業に従事する隊員11人を対象に、夏期作業期間に4回の採血を行い血清を分離・凍結保存した。検体を国内へ持ち帰り、今後、測定・評価する予定である。

#### 5) 昭和基地における越冬隊員の栄養評価

越冬隊員の栄養評価を行うため、健康診断を兼ねて隊員全員を対象とした採血を4回を行い、血清の蛋白・脂質、ほか肝機能値を測定した。また、17人については血清を分離・凍結保存して、国内へ持ち帰り、ビタミン、ホルモンなどを測定し、越冬隊員の栄養状況を総合的に検討する予定である。

#### 6) 極地高所環境が人体に及ぼす影響

春期ドーム旅行において、極地高所環境が人体に及ぼす影響を各種サイトカイン、造血因子、ホルモン、細胞増殖能によって検討するため、7人の旅行隊員に対し、旅行中4回の動脈血ガス分析、口腔粘膜採取を行った。また、採血時に血清を分離・凍結保存し、国内で種々の項目を測定する予定である。

### 5.7. 多目的衛星受信システム保守

例年の多目的衛星受信システム保守作業および受信運用に加えて、EXOS運用システムの更新、レドームパネルの交換、アンテナ駆動特性の調整とデータ取得を実施した。越冬後半には2000年問題について対応を行った。

#### 5.7.1. 大型アンテナ受信系

##### 1) 保守点検

例年の保守点検に加えて、Sバンド・Xバンド受信設備、Xバンド記録設備のデータとアンテナ駆動特性のデータを取得した。

##### 2) 新EXOS運用システム

EXOS-D衛星の追尾受信は、担当隊員が個人的に作成した運用ソフトウェアが使われてき

た。このソフトウェアには問題点、不便性があったため、第 40 次隊にて運用 PC を含めてソフトウェアを一新した。

### 3) アンテナ駆動特性の調整

アンテナを最大速度で駆動させるとモータ用のブレーカーがトリップしてしまうため、数年前から約 6 割の速度で駆動させてきた。今回 DCPA CONT の GATE CONT 基盤を調整する事により、最大速度を抑え、ブレーカートリップをなくした。

### 4) レドームパネル交換

大型アンテナレドームは、設置後 10 年が経過し、風雪や紫外線等で劣化の進行が懸念されていた。今回パネル（メンブラン）2 枚をサンプルとして国内に持ち帰り、素材製造メーカーにて詳細な調査をするため、対象パネルの抜き取りと予備パネルへの交換を行った。

### 5) 2000 年問題対応

新 EOXS 運用 PC については OS (Windows NT4.0) のパッチ当てを実施した。運用ソフトウェアについては 2000 年問題対応済みであったため、特に問題は発生しなかった。

### 6) ACU (Antenna Control Unit) の交換

衛星受信時の Auto Mode Drop 対策として、試験的に ACU 予備機への交換を行った。AMD は外部ノイズが原因の可能性があり、マザーボードにノイズ対策が施されている予備機に交換し様子を見たが、依然 AMD は発生しており、別の対策が必要となった。

### 5.7.2. L/S バンド受信系

L/S バンド衛星受信システム (TeraScan) は、第 38 次隊で昭和基地に導入して以来、DMSP 衛星、NOAA 衛星の受信に用いられている。第 40 次隊では通常の保守対応に加え、GPS 週カウンターのロールオーバー問題と 2000 年問題の対応に多くの時間を費やした。

GPS 週カウンターのロールオーバー問題については、これに該当しないとされていた予備の GPS 受信機が使用できないことが判明したため、8 月以降は、UNIX の rdate コマンドにより、多目的大型アンテナ制御用ワークステーションから時刻情報を得るようにした。第 41 次隊によって交換用の GPS アンテナが持ち込まれ、さらにワークステーションの OS とアプリケーションをバージョンアップして、ようやく復旧できた。

2000 年問題については、当初ワークステーションの OS 用ハードディスクの交換、OS と TeraScan ソフトウェアのバージョンアップを 1999 年末までに行う方針であった。しかし、TeraScan 最新バージョンの CD-ROM が入手できなくなり、急遽従来のアプリケーションにパッチを当てて対応することとなり、その過程で非常に多くの問題が発生した。最後は、第 41 次隊が導入した TeraScan システムに含まれる CD-ROM を使って当システムのアプリケーションを更新し、解消することができた。

## 6. 野外行動

### 6.1. 概要

越冬期間中に数多くの野外活動を実施した。宿泊を伴う野外行動としては、リュツォ・ホルム湾沿岸や S16 以南の内陸域での調査活動のほか、S16 からの車両回収やとつぎ岬での雪上車整備等も設営部門の主導で実施した。昭和基地周辺の日帰り行動や、生物部門による海底生物試料採集、海洋観測、アザラシ調査などが連日のように実施された。

こうした野外活動には、越冬隊長の許可を必要とし、それぞれ「外出届」（基地外への日帰り行動）、または「野外行動計画書」（宿泊を伴う旅行）を事前に提出することを義務付けた。「外出届」は責任者が必要事項を記入し、隊長の承認を得た上で出発前日までに野外行動主任に届けること、無線機、非常装備、非常食を携行し、出発・到着時ならびに行動中は随時通信室に連絡することとした。また、「野外行動計画書」は前月 20 日までに野外行動主任に提出し、オペレーション会議で検討した後、隊長が正式承認することとした。基地主要部外での単独行動は原則禁止とした。ただし、基地視界内の海氷上とアンテナ島、および HF/MF 小屋については例外措置として、その場合も必ず無線機を携帯し、行動中は通信室に連絡することとした。

### 6.2. ルート工作

野外行動を効率よく安全に進めるため、ルートを設定した（図 3 に主要ルートを示す）。とつぎ岬までのルートは、スノーモービル 2 台と SM255 で 500 m おきに赤旗を立て、氷厚を測定すると同時にハンドベアリングコンパスと携帯型 GPS を用いて磁方位と緯度経度を計測した。遠方の沿岸ルートの場合は、SM255 が先行して氷厚測定と赤旗設置を行い、後続の SM410 で GPS 測位を行った。この携帯型 GPS 装置は使い易い上に精度も良く、沿岸調査の際にも非常に役立った。

設定したルートは、昭和基地～とつぎ岬（T ルート）、とつぎ岬～S16 ルート、昭和基地～ラングホブデ（L ルート）、ラングホブデ～スカルブスネス（SV ルート）、きざはし浜（KH ルート）、スカルブスネス～スカーレン（SK ルート）、弁天島（B ルート）、ルンパ（R ルート）の 8 ルートである。その他、ルンパルート R-8 とラングホブデルート L-42 を結ぶバイパスルート、ラングホブデ袋浦とイットレホブデホルメンを繋いでバイパスルートに至る補助ルートなども設定した。

### 6.3. 沿岸調査旅行

5 月に入り海水が安定したため、S16 での橋の掘り起し・車両回収作業を開始したが、基地へ帰る頃になるとブリザードが起り、現地に停まることが度重なった。9 月頃より生物部門がとつぎ岬ルート周辺でアザラシ調査を開始したほか、海洋観測や海底生物採集のた

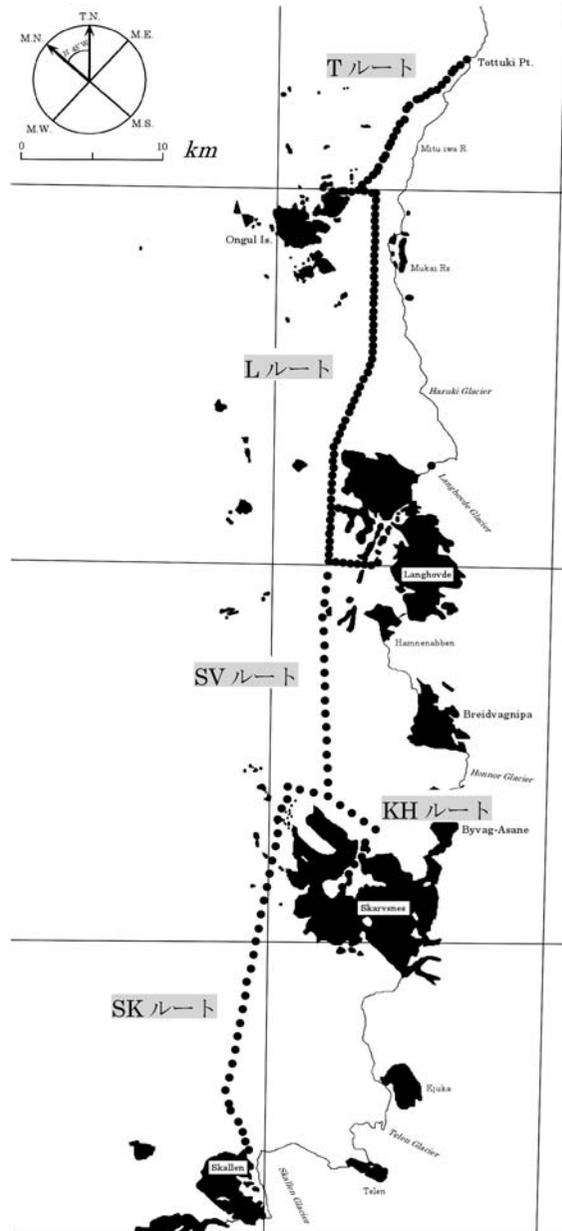


図3 第40次隊で設定した主な海氷ルート。各点は赤旗の位置を示す。  
 Fig. 3. Main routes on sea ice used by JARE-40. Small dots indicate red-flag positions.

め、ラングホブデ、スカルプスネス、スカーレン方面での観測調査旅行を開始した。地学部門でとつき岬、ラングホブデ、スカルプスネス、スカーレンにおいてGPS観測や地震計保守作業を、宙空部門では西オングルの超高層モニタリング施設の保守、さらに気水圏部門で

は地表面分光観測、積雪サンプリングなどの野外観測活動を実施した。

車両については、初期のルート工作の際はスノーモービルと SM255 を用いたが、その後は SM410, SM409 を中心に SM411, SM407 等の雪上車を利用した。万一のトラブルを想定し、2 台以上の雪上車で行動するのを基本とし、燃料、道板、ワイヤー、カーロープなどを搭載した 2t 橋と、必要に応じて観測カブースや食堂カブースなども牽引して行動した。また、非常用装備セット、非常用調理器具、非常用医療セット、非常用食料等を必ず携行した。

通信手段として車載 UHF・VHF 通信機のほかに、携帯型 UHF, VHF 通信機、充電器を持ち、さらにスカルプスネス以南では HF 通信機を携行した。行動の節目には昭和基地通信室に連絡を行い、特に宿泊時には定時交信により一日の行動概要を報告した。

宿泊を伴った野外行動一覧を表 4 に示す。越冬期間中の宿泊を伴う野外行動は計 34 件、日帰り野外行動は計 188 件（うちアザラシ調査が 77 件）である。

## 7. 設営系経過

### 7.1. 機械

越冬期間中を通じて、新発電棟設備を始めとする基地内設備の維持管理、雪上車、装輪車、装軌車等の車両整備、さらには内陸旅行、沿岸露岩域調査、海洋観測等の観測支援を行った。

越冬中の設備工事では、夏作業から継続して太陽光発電の電気配線、弱電端子盤の結線、管理棟汚水雑配管の配管を行った。太陽光発電を除いて 3 月中旬までには完成し、越冬のための生活環境が整った。太陽光発電については、3 月初めに瞬間最大風速 48 m/s を越える強風時に 1 基が倒壊したが、パネル本体には問題はなく、4 月より連続運転を開始した。また、排ガスボイラーは 6 月に試運転を実施し、定常運用に入った。

既存設備では、3 月末に予備食冷凍庫の冷凍機本体が故障した。国内と連絡をとりつつ修理を試みたが、最終的に現場修理は困難と判断されたため、運用を停止した。また、9 月末には厨房冷凍庫の冷凍機も故障した。修理後運転を再開したが、10 月に再発したため運転を停止した。6 月末に荒金ダムの取水ポンプのブレーカーがトリップし、循環系統の一部が凍結した。積雪が多いため、雪解けを待って復旧作業を行った。電気関係では、5 月末に地絡警報がたびたび発報した。ブリザード時のみであったので原因箇所が絞れず、復旧に苦労した。突き止められた原因は、電力ケーブルを支えていたワイヤーが錆びて切断され、電力ケーブルが自重で止め金具に食い込んでいたとのことであった。その他の設備に関しては、特に問題はなかった。

車両関係では、8 月に今回搬入した SM100 雪上車 2 台を南極大陸深部へ移送した。8 月末に SM509 雪上車のデファレンシャルの左軸ドライブシャフトが走行中に折損した。予備部品があり、交換復旧した。その他、小さな不具合や破損等あったが、その都度修理や整備により対応した。第 40 次隊では浮上型雪上車がなく、ルート工作や春先の生物観測には SM25

表4 越冬中の宿泊を伴う野外行動一覧

Table 4. List of field operations that required more than an overnight stay.

期日	場所	目的	人員(筆頭者:リーダー)	車両
5/19-25	S16	橇、雪上車回収	古川, 鈴木, 松岡, 中西(実), 土屋, 亀谷, 山家, 北風, 遠藤, 佐藤(健), 村方, 高井	409, 408, 407, 410, 411
6/ 8-14	S16	橇、雪上車回収	古川, 松岡, 松永, 遠藤, 五十嵐, 藤田, 改井, 安ヶ平, 増田, 堀本, 梶川, 大谷	409, 408, 411, 509
6/ 9-10	西オングル	システム保守	山岡, 堤, 中西(実)	255
7/ 7- 8	西オングル	システム保守	山岡, 堤, 中本	255
7/12-16	S16	橇掘り起こし回収	古川, 松岡, 中西(実), 五十嵐, 鈴木, 河原, 工藤, 佐藤(克), 北風, 大谷	511, 509, 409, 411
7/21-23	とっつき岬	車両整備	亀谷, 五十嵐, 松永, 遠藤, 柳谷, 古川, 鈴木	411, 511, 522
8/ 2-3	ラングホブデ	ルート工作, 小屋の保守	土屋, 工藤, 佐藤(克), 山家, 遠藤, 福崎	408, 410
8/ 3-4	西オングル	テレメータメンテナンス	山岡, 井埜, 改井	407
8/10-16	ラングホブデ	海洋観測, アザラシ調査 係留系設置, 湖沼調査	工藤, 土屋, 佐藤(克), 櫻庭, 草谷, 佐藤(健), 山家, 井埜	410, 409
8/11-13	とっつき岬	車両整備	五十嵐, 中西(実), 亀谷, 藤田, 遠藤	408, 522
8/23-9/13	みずほ基地	みずほ旅行	古川, 土屋, 松永, 北風, 遠藤, 柳谷, 村方, 堀本	110, 109, 511
8/23-25	とっつき岬, N16	みずほ旅行支援, 車両整備	中西(実), 五十嵐, 亀谷, 松岡, 鈴木	408, 511, 509, 522
8/23-26	ラングホブデ スカルプスネス	ルート工作, 地震計回収	中西(崇), 大谷, 工藤, 佐藤(克), 竹下, 安ヶ平, 山岡	409, 410
9/ 2-4	ラングホブデ スカルプスネス	GPS 観測 地震計更新	山岡, 福崎, 中西(崇), 鈴木, 亀谷, 河原, 中本, 堤	409, 411
9/ 7-9	とっつき岬	車両整備	山家, 五十嵐, 鈴木, 梶川	408, 522, 107
9/13-16	スカルプスネス, ラングホブデ	ルート工作	工藤, 佐藤(克), 高井, 中本, 五十嵐	409, 410
9/15-20	S16, S25	アイスレーダー運用試験	松岡, 佐藤(健), 櫻庭, 増田, 井埜, 堤	407, 411, 511, 108, 109
9/20-24	スカルプスネス, スカーレン	海洋観測, ルート工作	工藤, 土屋, 藤田, 高井(宮岡), 草谷	410, 409
9/20-22	とっつき岬	車両整備	松永, 鈴木, 五十嵐, 亀谷, 山家, 安ヶ平, 中西(崇), 福崎, 堀本	408, 521, 522
10/4-7	S16	ブルドーザー掘り起こし 気象ロボット調整	中西(実), 亀谷, 五十嵐, 松永, 北風, 辻, 増田, 佐藤(健)	408, 521, 522
10/4-7	S16	ドーム旅行用燃料補給揚げ	鈴木, 古川, 遠藤, 松岡, 安ヶ平	509, 511
10/ 8-9	ラングホブデ	公用氷の採取	山家, 櫻庭, 中本, 宮岡, 草谷, 川原, 柳谷	409, 407
10/11-17	スカーレン, ラングホブデ	海洋観測, 湖沼調査	工藤, 土屋, 中西(実), 増田, 伊藤, 東島, 梶川, 改井	409, 410

表 4 (続き)  
Table 4. (Continued.)

期 日	場 所	目 的	人 員 (筆頭者: リーダー)	車 両
10/13-15	スカルプスネス	GPS 観測, 地震計保守	中西(崇), 福崎, 井埜, 川原, 草谷, 藤田	409, 410
10/21-23	ラングホブデ	氷柱採集, 湖沼調査	工藤, 土屋, 村方, 竹下, 柳谷, 堤	409, 410
10/27-29	S16	車両整備	藤田, 松永, 五十嵐, 柳谷, 辻, 宮岡, 梶川,	408, 411, 511, 521, 522
10/28-30	スカーレン	地震計保守, GPS 観測	福崎, 中西(崇), 山家, 山岡, 井埜, 川原	409, 410
11/1-00/2/11	ドームふじ	ドーム旅行	古川, 鈴木, 松岡, 安ヶ平, 大谷, 亀谷, 遠藤	110, 109, 108, 107
11/ 2-7	ラングホブデ	生物採集, 光合成実験	工藤, 土屋, 松永, 北風, 柳谷, 竹下	409, 410
11/ 8-10	スカルプスネス, ラングホブデ	地震計保守, GPS 観測	中西(崇), 改井, 堀本, 前側, 宮岡, 山家	410, 409
11/15-17	イットレホブデホルメン, 水くぐり浦, ルンパ, 袋浦	ペンギンセンサス	佐藤(克), 柳谷, 五十嵐, 梶川	255
11/15-16	ネックホルマネ, 鳥の巣	ペンギンセンサス	土屋, 櫻庭, 松永, 北風, 竹下	410
11/23-25	ラングホブデ	係留系回収, GPS 観測	工藤, 土屋, 山家, 河原, 辻, 福崎	410, 255
12/ 1-3	オングルカルベン, まめ島, ルンパ, 水くぐり浦, 袋浦	アデリーペンギン巣数計数作業, データローガー装着	佐藤(克), 土屋, 藤田, 井埜	255

雪上車やスノーモービルを多用した。

ブリザード後の吹き溜まりは、倉庫棟~污水处理棟間、污水处理棟風下、倉庫棟風下において特に多く、積雪荷重によるケーブルラックの破損も発生した。越冬中こうした吹き溜まり対策に多くの時間と労力を費やした。

#### 7.1.1. 電力設備

##### 1) 発電発動機

基地内電力需要の増大に対応するため、第 37 次隊で 1 号発電機 6RL-T (200 kVA) を S165 L-UT (300 kVA) に更新したが、第 40 次隊ではさらに 2・3 号発電機 (6RL-T) を撤去し、新 2 号発電機として S165L-UT1 台を設置した。これにより、液体ヘリウム製造や VLBI 観測など大電力使用時も 1 機運転にて対応可能で、年間を通じて燃料消費量の低減を図ることができた。

2 号発電機更新に伴い、新発電棟内では制御盤類・冷却水配管設備・燃料配管設備・排気管設備・排熱回収設備等を更新した。また、新発電棟と管理棟・居住棟間の暖房用温水配管設備も整備され、基地居住区全体でのコジェネレーション・システムの整備がほぼ終了し

た。

1999年1月11日より2月13日までの設備改修工事の間、非常用発電機に切り替えて発電を行ったが、1月に2回、2月に4回の停電が発生した。最初の停電は、冷却水ポンプからの水漏れを原因とする冷却水断水、ほかは過負荷に伴う継電器トリップが原因であった。同じく1999年12月31日～2000年1月4日の間も、直流電源盤更新・電力切替盤新設工事（第41次隊夏期作業）に伴い、非常用発電機による電力供給を行った。この工事の前後にも2回の停電が発生した。1回目は、発電機冷却水ポンプの停止ボタンを誤って押してしまったことによる冷却水断水、2回目は新たに設置した電力切替盤内の誤配線によるものであった。これらを除いて1号および新2号発電機は、越冬中大きなトラブルもなく順調に稼働した。月平均電力は、8月に最大160.4kWを記録した以外はおおむね140-160kWの範囲を推移した（図4）。

## 2) 燃料

電力需要に伴うW軽油（ウィンター軽油）備蓄量の減少を押さえるため、第40次隊からW軽油にJP-5を混合して発電機の燃料として使用した。混合比率はJP-5の備蓄量を勘案し、W軽油:JP-5を9:1とした。混合燃料の使用は1999年4月24日から開始した。年間の燃料消費量は、W軽油が338.61kl、JP-5が27.70klであった。

## 3) 発電機制御盤

2号発電機制御盤および同期盤の入れ替えと1号発電機制御盤の太陽光発電連携に伴う改造工事を実施した。前次隊までの同期投入時のハンチングはなくなり、年間を通じて問題なく投入できた。

5月に作業工作棟への400V電力線損傷による地絡警報が発報したが、損傷部を発見して修復した。

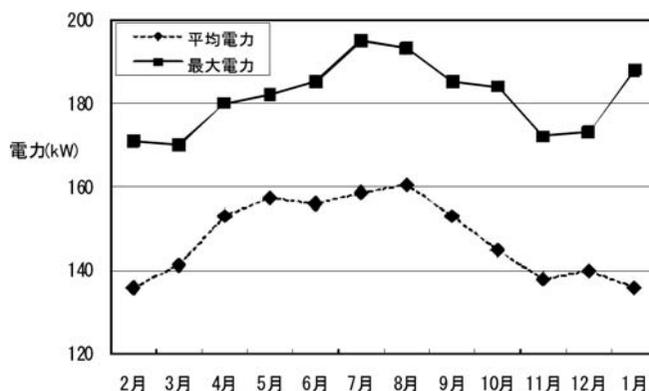


図4 越冬期間中の月別平均電力と最大電力

Fig. 4. Monthly mean and maximum electric power consumption.

#### 4) 太陽光発電設備

第 39 次隊に続いて太陽光パネル 10kW (16 基) の増設工事を実施した。第 38-39 次隊設置パネルの後方(推葉庫側)に、これまでのパネル列に対して垂直方向に 8 基 2 列を設置した。パネルの向きも変更し、それぞれ真北から東西に 60 度ずつ傾け、ハの字型配列とした。これにより、発電時間の実質的延長が可能となった。今回の増設により最大出力 30kW の発電設備となる。

3 月初旬の強風で第 40 次隊で設置した太陽光パネルの内、風上側の 1 基が基礎から倒れた。幸いパネル本体に損傷はなく、新たに基礎を設け、パネル架台を組立て直した。強風対策のため、風上側のパネル架台 8 基にすべて支線アンカーを設け、補強した。また、太陽光パネルの保護ガラスがヒビや飛散物による破損を受けており、現在ある太陽光パネル全 48 基中 35 基で何らかの破損が確認された。

##### 7.1.2. 電気設備

汚水処理棟設備および MF 小屋の完成、太陽光パネル増設に伴い、電源配線工事を行った。倉庫棟天測点側のケーブルラックが雪の荷重で大きく折れ曲がったため、ラックを交換するとともに単管パイプで補強した。その他、各棟の屋内電気配線・改修、気象棟第 1 居住棟側外灯設置、放送設備、電話設備、火災報知設備等の整備を適宜行った。

##### 7.1.3. 機械設備

これまで暖房用温水ボイラーは 1 号機のみであったが、第 40 次隊にて 2 号ボイラーを設置した。このボイラーは、発動機から回収し管理棟・居住棟へ供給する熱が、需要熱量に不足する場合に追い焚きとして使用する。また、発動機の排気熱を回収し造水・暖房等に利用するため、新たに排ガス・温水熱交換器を設置した。その他、造水装置、給水設備、暖房設備等の保守整備を行った。このうち、予備食冷凍庫の冷凍機のコンプレッサー用ヒータースイッチが入っておらず、潤滑油が凍結し、コンプレッサーが破損した。交換部品がないため、以後、予備食冷凍庫の使用を中止した。これ以外には一年を通じて特に大きな問題はなかった。なお、1 日あたりの水消費量は、基地人口が倍増する 1 月を除いて 3-4 kl で推移した。

##### 7.1.4. 防災設備

自動火災報知設備、防火扉については特に問題となることはなかった。一方、消火設備については、消火器薬剤の交換基準など消火設備の管理基準や方法が明確でなかった。酸素ボンベは長年使用しておらず、有資格者による点検もしくは機材の更新が必要である。また、現在は粉末消火剤をメインに使用しているが、火災の種類や規模によっては炭酸ガス消火器も有効であり、検討する必要がある。

##### 7.1.5. 作業工作棟および工作機械・工具

作業工作棟入口の風除室は、ブリザードの影響を受けやすく頻繁に除雪した。また、シャッターの変形により下の隙間から雪が吹き込むことが何度かあった。電動工具について

は使用頻度が高く老朽化が進んでいる。安全面からも計画的な交換が必要である。

#### 7.1.6. 車両

装輪車は除雪した雪の運搬や夏期の人員・物資輸送などに使用した。1999年2月中旬より整備し、越冬中はAヘリポート前に風上に向けて並べ、雪避け用の覆いをした上で集積した。装軌車は夏期作業、建築作業、除雪等一年を通して活用した。雪上車はルート工作、沿岸および内陸の調査旅行等に使用した。SM509のウォーターポンプ故障やデファレンシャルのドライブシャフト折損以外は、大きなトラブルはなかったが、全体的に老朽化が進んでいる。

#### 7.1.7. 橇・カブース

夏期ドーム旅行を始め、みずほ旅行、春期内陸旅行、沿岸・海洋観測などの際、車両燃料、集積燃料、観測物資を運ぶため多くの橇を使用した。第40次隊では2t積木製橇を計5台（新品4台、修理品1台）を持ち込んだ。4、6、9月の3回にわたり、S16に集積していた橇60台の内47台を昭和基地に搬送し整備を行った。機械用幌カブースの破損が特にひどく、全面的に幌を張り替えた。

カブースについては、機械用幌カブースの幌張り替え、食堂幌カブースの支柱修理等を実施した他は、特に問題はなかった。

橇は全般的に老朽化しているものが多い。新しい橇を持ち込んではいるが、持ち帰りが少ないため、台数が増えてきている。今後、計画的な持ち帰り修理や廃棄処分が必要である。

#### 7.1.8. 燃料・油脂

「しらせ」接岸後、直ちに艦の支援を受けて、「しらせ」から見晴らし岩貯油所まで貨油ホース（約1230m）を敷設し、W軽油420klならびにJP-5燃料100klのバルク送油を実施した。1998年12月29日1815LTに開始し、31日0410LTに完了した。

基地タンクについては、発電機用のW軽油はFRP20klタンク、25kl金属タンク、20kl金属タンク2基を使用し、10kl金属タンクは車両燃料、20kl金属タンクはボイラー燃料として使い分けた。見晴らし岩貯油所から基地タンクへの送油は計11回行い、平均約25kl以上（W軽油、JP-5）を送油した。なお、第40次隊より発電機燃料をW軽油とJP-5混合（9：1）とし、4月より使用開始した。

W軽油のドラムは非常発電機用に用い、残りは車両関係に使用した。

南極軽油については、主に夏、春のドーム旅行、みずほ旅行での車両・集積用として持ち込んだが、冬期の基地周辺の観測、内陸観測、基地車両などにも一部使用した。なお、基地車両については、南極軽油とJP-5混合（7：3）を使用した。

その他の燃料、油脂に関しては、作動油が不足気味だった他は特に問題なかった。

将来的には、見晴らし岩金属タンク、ならびに基地金属タンクの増設、送油パイプラインの更新、基地タンクの各レベルゲージの交換等が必要である。

## 7.2. 通信

### 7.2.1. HF 系通信設備

越冬期間中、おおむね良好に動作した。ただし、第40次隊で第1HFレーダアンテナを蜂の巣山受信用ロンピックアンテナ近くに設置したため、短波受信機および短波FAXにHFレーダの送信電波が3-16MHzの広帯域にわたり常時入感した。内陸旅行隊との定時交信の際には、レーダ送信を約1時間停止するよう宙空部門に依頼するとともに、短波受信機のノイズブランカー（NB）を入れて運用した。これにより干渉は軽減したが、通信条件が悪い場合には大きく影響した。根本的にはHFレーダの設置場所に問題があるが、通信周波数に影響しないようフィルターを入れるなどの応急対策をとる必要がある。

### 7.2.2. 衛星通信設備

越冬期間中、インマルサットA, B-1, B-2の3台とも、大きな障害もなく良好に動作した。

### 7.2.3. 移動用無線機器

第40次隊ではイリジウム携帯電話の試験運用を実施し、昭和基地周辺および内陸ではドームふじ観測拠点周辺まで通話可能であることを確認した。新規に搬入したSM109, SM110号車にHF・VHF・UHF送受信機・レーダ・GPS装置を設置したほか、車載UHF送受信機を内陸旅行や沿岸旅行で使用する雪上車に優先的に設置した。沿岸ならびに内陸の各旅行隊との通信はおおむね良好であった。8-9月のみずほ旅行隊とのHF通信は感度が悪かったが、11月からのドーム旅行隊については十分な感度を得て良好な通信を確保できた。

## 7.3. 調理

越冬期間中、倉庫棟の冷凍・冷蔵庫は順調に稼働し、保存食料への悪影響はなかった。しかし、3月末に予備食冷凍庫が使用できなくなり、保管していた予備食（1年経過）を新発電棟第2冷凍庫へ移動した。9月末には厨房内冷凍庫も故障し、使用できなくなった。予備食（1年経過）は、一部の魚類・野菜類を除いてほぼ満足できるものであるが、数が多すぎるものや使用頻度の少ないものがあった。

食事は、朝はバイキングスタイル、昼は一品と副食とし、夕食はできるだけ冷めないよう大皿盛にし、4-5品を準備した。献立の内容は和食・洋食・中華を交互に織り混ぜ、変化とボリュームをもたせた。休日日課は朝昼兼用のランチとし、朝食希望者には、常備してあるパンやカップ麺などを各自で利用してもらうことにした。

## 7.4. 医療

第40次隊は越冬期間中、生死に関わる、後遺症を残す、あるいは基地内で十分な対応ができず移送を必要とするといった重篤な傷病は発生しなかった。行動制限を要する傷病としては、骨折の3例で治癒までの期間の局所安静を、腰椎疾患1例で平常時の作業制限を、痛風

発作の1例で一時的安静の必要を認めた。また高尿酸血症3例は継続的な内科的コントロールを必要とした。その他の傷病は、すべて短期的な加療のみで治癒または軽快した。また、筋肉痛、腰痛といった傷病に対し、内服、外用、理学療法にて積極的に加療する方針をとったため、その領域での受診が多い傾向があった。

健康管理では、治療を必要としない程度の肝機能異常、高脂血症、高尿酸血症などを相当数認めた。そのためか定期健康診断や、希望者を対象に行った血液検査の結果に対する関心が高く、年間を通じ特記するような健康状態の悪化は発生しなかった（大谷眞二ほか、2002）。したがって、健康診断・血液検査等は自己健康管理の指標として充分機能したと思われる。環境管理としては水質検査を定期的に施行し、1年で2回異常を認めたが、早急な対応により直ちに正常に復帰した。

また基地外での傷病に備え、越冬開始前に救急医療マニュアルを作製配布するとともに、救急医療講習会を越冬開始前および野外行動が本格化する春前の2回行った。

その他、設備維持、在庫管理、救急品調整等は基本的に例年通りであった。

#### 7.5. 環境保全

廃棄物の管理ならびに処理は、越冬隊内規「廃棄物処理細則」に基づき、基地から排出される廃棄物の分別・指導、処理設備の保守管理、排出量の計測等を中心に年間を通して実施した。また、みずほ旅行隊に参加し、内陸旅行時の廃棄物処理法をとりまとめ、ドーム旅行隊に引き継いだ。

大型廃棄物については、Bヘリポート奥集積山のアスベスト廃材と車両、発電機更新に伴って廃棄処分となった機器・配管類、第7発電棟および組立調整室解体に伴って発生した機器・パネル類を持ち帰りとした。

污水处理設備については夏期間に管理棟からの排水を処理する設備工事を行い、運用を開始した。越冬期間中は設備の維持管理ならびに水質管理を行った。

#### 7.6. 建築

越冬交代後も夏期作業の残作業として、第2夏宿移設・RT棟下道路補修・第7発電棟および10kl水槽の解体作業を行った。解体作業に伴う残材の移動・水槽内氷の撤去作業にかなりの時間を要した。また、2月末~3月上旬にかけて組立調整室の解体を行った。越冬後半には、不要アンテナの解体や大型アンテナレドームのパネル交換（2枚持ち帰り）等を行った。

年間を通しての主な作業は、基地建物の点検・補修、建築工具と資材の管理、各部門からの依頼による製作・修理等で、特に依頼作業については優先的に行うようにした。

### 7.7. 装備

装備品の管理・運用は、原則的に「装備部門の手引き」（国立極地研究所事業部観測協力室（当時）編）に基づいて行ったが、特別な場合は現場の判断で対応した。越冬中は、各装備品の管理、維持、個人装備品の追加支給、旅行共同装備品の貸出・補修を随時行い、日用品については在庫管理を計画的に行い在庫不足とならないよう補給した。個人装備品については、越冬中3月と10月の2回アンケートを実施し、次隊への調達参考意見の作成、備品の在庫調査、持ち帰り物品の準備、貸与品の回収等を行った。装備品全般では特に大きな問題はなかったが、個人装備品については改善と新しい対応を強く求める声が多かった。

### 7.8. ネットワーク管理

昭和基地では、第38次隊で整備されたATMによるローカルエリアネットワーク（LAN）が基地内の情報基盤として運用されている。昭和基地と日本の国立極地研究所の間はインマルサットB回線により接続され、2時間ごとにUUCPを用いたダイヤルアップのIP接続（9600bps）が行われている。

第40次隊では、既存のネットワークシステムの維持管理を行うとともに、1)「syowa」サブドメイン、「しらせ」用「shirase」サブドメイン、夏期隊員宿舎用「summer」サブドメインの新設、2)「しらせ」、夏期隊員宿舎でのデータ通信の運用開始、3)昭和基地用WWWサーバ、ファイルサーバの新設、4)ハイスピードデータ通信試験、などを新たに実施した。

### 7.9. 荷受け・持ち帰り輸送

第41次隊物資の搬入ならびに第40次隊物資の持ち帰り輸送は、氷上輸送・空輸ともに天候に恵まれ、順調に終了した。氷上輸送で約335t、空輸で約317tの物資が基地へ輸送され、そのうち車両、航空機、40ftコンテナ、食料、ドラム缶、私物については第41次隊が荷受けをし、その他の物資を第40次隊が荷受けを行った。一方、第40次隊の持ち帰り物資は、廃棄物127.941t、観測・設営物資（持ち帰り車両を含む）86.42tの合計214.361tであった。

輸送期間中は原則的に全員作業としたが、ドーム旅行隊7名、生物野外調査3名、第41次人工地震オペレーション支援1-2名、調理・通信各1名、さらに日勤者等観測を抜けられない者がいるため、作業は常に20名弱で行うこととなった。また、昨年のように観測物資を海氷上に積み残しておくのは好ましくないとの判断から、作業時間を朝7時30分から夜7時までで延長し、積み置きを残さずその日のうちにすべて所定の場所に集積する方針とした。

1999年12月20日、第40-41次隊の越冬隊長および輸送担当者が集まり、第41次隊物資輸送について協議した。また、第40次隊の持ち帰り輸送についても12月28日に輸送担当者が「しらせ」に赴き、打ち合わせを行った。

今回、Aヘリポートの改修工事に伴い、1月12日より空輸作業がCヘリポートに移り、

フォークリフト移動や長距離の物資輸送に時間を要した。また、空輸の際に輸送用パレットが不足するという問題が生じた。これは、第41次隊の食料荷受けの際パレットごと輸送する方法を取り、パレット積みしたまま基地内に積み置いたこと、第40次隊の持ち帰り廃棄物集積が同時期に行われたこと、さらにCヘリポートでの荷受けに伴い運搬距離が長く時間がかったことなどが要因として考えられる。

## 8. おわりに

まれにみる悪天候とアムンゼン湾の緊急撤収のため、「しらせ」が昭和基地を離れるといった事態の中で進行した第40次隊の夏期オペレーションであったが、夏隊と協力してこれを持ち切った自信とチームとしての連帯感が、一年間の長い越冬生活を過ごす上で大きなプラスとなった。越冬中、大きな事故や健康を損ねた隊員もなく、所定の観測・設営計画を無事完了することができたのは、越冬隊員全員の献身的な努力の賜物といえる。

第40次越冬隊の準備段階から帰国まで、さまざまな局面で多くの方々のお世話になった。特に、「しらせ」の茂原清二艦長ほか乗員の皆様、国立極地研究所の教職員の皆様、文部省を始め関係機関・会社の皆様、そして、一年以上に及ぶ長期出張を支えていただいた隊員の家族のご支援に心より感謝する。

## 文 献

- 東島圭志郎・佐藤 健・安ヶ平一也・村方栄真・河原恭一 (2003): 第40次南極地域観測隊気象部門報告 1999. 南極資料, 47, 171-271.
- 大谷眞二・草谷洋光 (2002): 第40次南極地域観測隊越冬隊員の健康状況. 南極資料, 46, 34-39.
- 国立極地研究所 (2000): 日本南極地域観測隊第40次隊報告 (1998-2000). 東京, 423p.
- Kusagaya, H. and Sato, K. (2001): A safe and practical inhalation anaesthesia for Weddell seals. Polar Biology, 24, 549-552.
- 白石和行 (2001): 第40次南極地域観測隊夏期行動報告 1998-1999. 南極資料, 45, 50-70.
- 竹下 秀・宮岡 宏・江尻全機・佐々木政子 (2001): オゾンホール下の太陽紫外放射環境. 南極資料, 45, 1-12.