

日本-スウェーデン共同南極トラバース 2007/2008 実施報告: II. 現地調査活動報告

藤田秀二^{1,2*}・福井幸太郎³・中澤文男¹・榎本浩之^{4,1,2}・杉山 慎⁵

Report of the 2007/2008 Japanese-Swedish joint Antarctic traverse: II. Details of the field expedition

Shuji Fujita^{1,2*}, Kotaro Fukui³, Fumio Nakazawa¹, Hiroyuki Enomoto^{4,1,2} and Shin Sugiyama⁵

(2014年3月17日受付: 2014年6月4日受理)

Abstract: In the seventh five-year plan of the Japanese Antarctic Research Expedition, Japanese scientists (led by the National Institute of Polar Research) together with a group of Swedish scientists conducted an intensive field campaign across Dronning Maud Land, East Antarctica, during the 2007/2008 austral summer season. This paper details the entire scope of the field activities of the project, and includes an outline of the field expedition, manning and roles, logistics, communications, navigation, and observations. This report should provide valuable information for future programs in Antarctica.

要旨: 南極地域観測第Ⅶ期5か年計画において、2007/2008年の南極の夏期シーズンに、国立極地研究所を中心とした研究グループは、スウェーデンの研究者グループと共同で、東南極内陸域のドロンイグモードランド地域の内陸部の氷床環境調査を実施した。本報告は、本プロジェクトで実行された観測活動の全体像を記録し、報告するものである。内陸調査実行の概要、経過、人員・役割分担、設営、通信、ナビゲーション、観測の各項目を含む。本プロジェクトで得られた南極内陸高原部の資源、すなわち、データや試料を長い将来にわたって活用する際に、この実行経過の記録は重要な情報になるはずである。また、将来に類似の内陸調査を計画することがあれば、参考にできる経験が非常に多くあると確信する。

¹ 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.

² 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 Multidisciplinary Sciences, SOKENDAI (The Graduate University for Advanced Studies), Midori-cho 10-3, Tachikawa, Tokyo 190-8518.

³ (現所属 present affiliation) : 立山カルデラ砂防博物館 (元国立極地研究所). Tateyama Caldera Sabo Museum, 68 aza-Bunazaka, Ashikuraji, Tateyama-machi Nakaniikawa-gun, Toyama 930-1405.

⁴ 北見工業大学. Kitami Institute of Technology, 165, Koen-cho, Kitami, Hokkaido 090-8507.

⁵ 北海道大学低温科学研究所. Institute of Low Temperature Science, Hokkaido University, Kita-19, Nishi-8, Kita-ku, Sapporo, 060-0819.

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

1. はじめに

本内陸旅行は、南極地域観測第Ⅶ期5か年計画の一般プロジェクト研究観測である「氷床内陸域から探る気候・氷床変動システムの解明と新たな手法の導入」を構成する内陸調査旅行として企画され、通称を「日本-スウェーデン共同トラバース観測計画（以下、トラバース旅行と略す）」と呼ぶ。この計画にかかる企画立案・事前準備と、科学研究成果の概要については、藤田ほか（2014）に報告をしている。また、報告量が多いため、トラバース旅行の経過のうち、おもに設営面の詳細にかかる一部の事項については、本稿のなかでは詳述せず観測隊報告の引用のみを示す事項もある。

2. 内陸調査実行の概要

2.1. 実行日程の概要

トラバース旅行で実際に旅行隊が移動したルート全体像を図1に示す。また、図1のなかで四つのエリアを枠組みしているが、そのエリアごとの拡大図を図2-5に示す。当初計画を表1に、実績値としての行程を図6に示す。行程上の主要な地点の一覧は、本報告末尾に、付録1として示す。当初計画に沿い、事前準備や航空オペレーション支援のため、第48次越冬隊員4名と支援チームは昭和基地を2007年10月31日に出発し、S16へ向かった。第49次夏隊員4名については、日本を2007年10月30日に出発し、ケープタウンに向かった。ケープタウンから南極ノボラザレフスカヤ基地へは、11月2日深夜にドロンイングモードランド航空網（Dronning Maud Land Air Network: DROMLAN）の共同運航便にて移動した。当初予定では、11月3日のうちにノボラザレフスカヤ基地で、大陸内を移動するバスラーターボ機に乗り換えてS17へ移動する予定であった。しかし、ノボラザレフスカヤ基地およびその西方域の悪天のため、S17に向かったのは予定よりも4日遅れの11月7日となった。到着は同日の深夜であった。

その後、第48次越冬隊員とともに約6日間をかけて内陸旅行の準備を整え、11月14日に内陸へ出発した。ドームふじ基地には12月10日に到着した。ドームふじ基地からはドームふじ最高点経由でコーネン基地側に北西方向に伸びる尾根（図1-3）に沿って移動し、会合点到着は12月24日であった。途中、ドームふじ基地から190kmの地点（便宜上、DK190と呼ぶ）に無人気象観測装置を設置した。スウェーデン隊とは、12月27日にドームふじ基地の北西約400kmに位置する会合点（以下、会合点と呼ぶ）で会合をした。ここでは、第49次夏隊員2名（榎本・杉山）が交換科学者としてスウェーデン隊に加わり、ワサ基地に向かった。同時に、スウェーデン隊員2名（Karlin, Andersson）が交換科学者として日本隊に加わり、昭和基地まで同行した。日本隊の会合点出発は12月30日、内陸南方側をまわりこむルートを取り2008年1月6日にドームふじ基地に到着、S16には2008年1月26日に帰還した。

一方、スウェーデン隊は12月5日にワサ基地(73.05°S, 13.42°W)を出発し、コーネン基地(75.00°S, 0.00°E)経由で会合点に至った(図4, 5)。スウェーデン隊はその後観測を続けながら、往路のルートを通り、2008年1月25日にワサ基地へ帰還した。双方のトラバース隊の行動は、それぞれの出発地から会合点までの往復旅行を基本としたが、会合点にてメンバー両国各2名と測定機器を一部交換し、一様な観測が全測線上で実施されるように計画した。

日本隊がS16地点に帰還したのち、全隊員は一旦1月29日に昭和基地に移動した。その後、

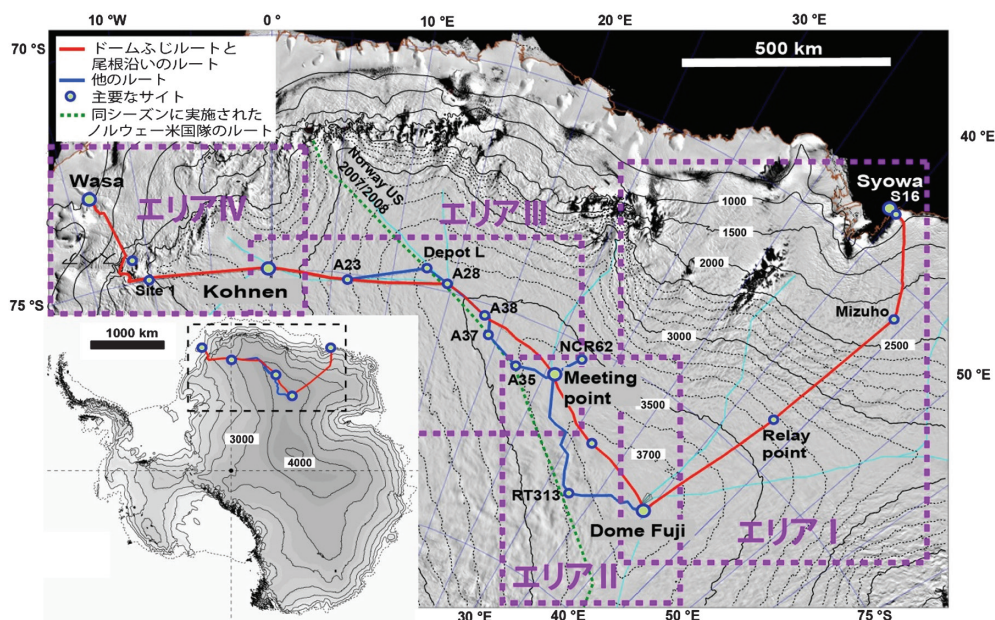


図1 日本-スウェーデントラバース旅行のルート。表面高度の地図の等高線は、2000mよりも高いところでは100mごと、低いところでは500mごととしている。これはデジタル標高モデル(Liu *et al.*, 2001)による。背景においた人工衛星画像は、南極のMODISモザイク(Haran *et al.*, 2005)である。赤いトレースで、S16とワサを結ぶルートを示している。青いトレースは、南側ルート(本文参照)を示す。主要な地点は、丸い記号で示している(付録1参照)。日本-スウェーデン会合点から延びる線は、分水界を横切る調査の測線(本文参照)である。緑色の点線は、同じ2007/2008年シーズンに実施されたノルウェー・米国のトレースである(Anschütz *et al.*, 2009)。明るい青色の線は、氷床表面の分水界を示す。四つの枠で示したエリアの拡大図を、図2-5に示す。

Fig. 1. Routes of the JASE traverse. The underlying satellite image is the MODIS mosaic of Antarctica (Haran *et al.*, 2005), with surface elevation contours at a 500 m spacing below 2000 m and a 100 m spacing above 2000 m (Liu *et al.*, 2001). The red trace shows the route between S16 and Wasa. The blue trace shows the south routes (see text). Major sites are indicated by circles (see also Appendix 1). The short line at MP is the trace of the survey across the ice divide (see text). The green dotted trace is the route of the Norwegian-USA traverse during the 2007/2008 season (Anschütz *et al.*, 2009). Light blue thin traces indicate ice divides on the ice sheet surface. Four rectangular frames, labeled I-IV, outline the expanded views presented in Figs. 2-5.

第49次夏隊員2名とスウェーデン人交換科学者2名の計4名は、2月5日夕方にバスラーターボ機でS17地点からノボラザレフスカヤ基地滑走路に移動した。ノボラザレフスカヤ基地滑走路の待機施設にて、ワサ基地経由で同基地滑走路へ戻った日本人2名およびスウェーデン隊と合流した。また、セール・ロンダーネ地学調査隊の7名とも帰路合流し、同日、DROMLANの共同運航便（2月5日の深夜の便）にてケープタウンへ移動した。その後、第49次夏隊員の日本への帰国は2月9日となった。一方、トラバース旅行参加の第48次越冬隊員は引き継ぎ作業が終わった者から順次、昭和基地から「しらせ」へ移動し、帰国の途についた。

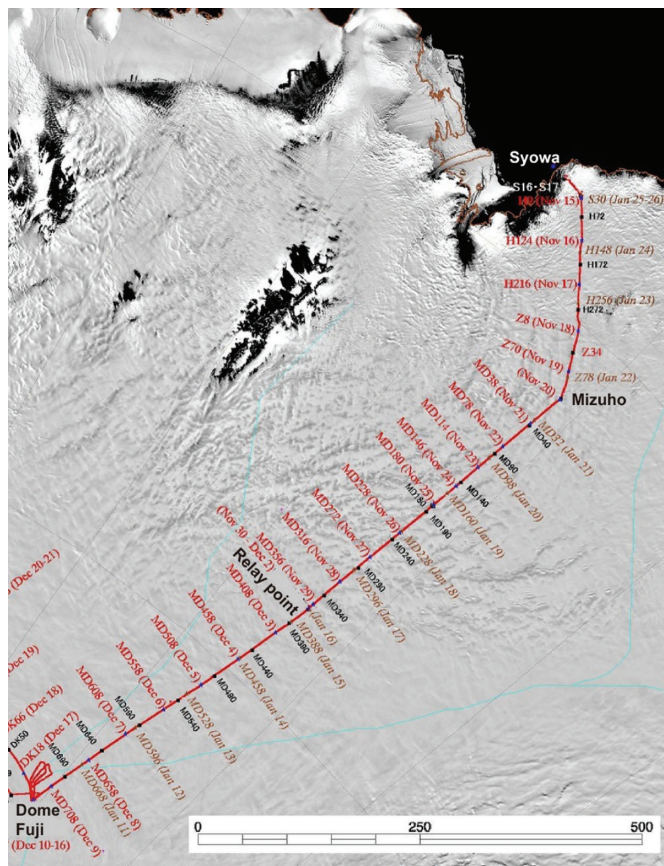


図 2 図 1 で四つの枠で示したエリアのなかで、エリア I の拡大図。SI16、みずほ基地、ドームふじ基地を結ぶルートを示す。赤色で、往路のキャンプ位置と日付を示している。茶色で、復路でのキャンプ位置と日付を示している。距離スケールの単位は km。背景の衛星画像は、図 1 と同様、南極地域を撮影した光学衛星画像 MODIS。

Fig. 2. Expanded view I, from Fig. 1. The area covers the route connecting SI16, Mizuho, and Dome Fuji. The locations and dates of campsites for the inland and return traverses are shown by red and brown letters, respectively.

日本隊のトラバース全車両と一緒に移動する走行距離は、2940 kmであった。ドームふじ基地や会合点をベースにして観測用の車両が走行計測をした走行総距離は、最大で約450 kmであった。

2.2. 計画日程と実際の結果

計画段階で、日程検討にあたってのポイントは以下であった。ここまで計画されている計画（観測・設営すべて含む）を合理的に割当て、かつ全行程（81日）に6-8日を最低ラインの予備日としてあてることを前提に計画を立案した。DROMLANの遅延可能性も想定し、実際の計画書には詳細を掲載したが、本報告では省略する。日本隊は、S16の出発から帰還までの期間を、81日間として計画した。しかし、第49次観測隊の4名がノボラザレフスカ

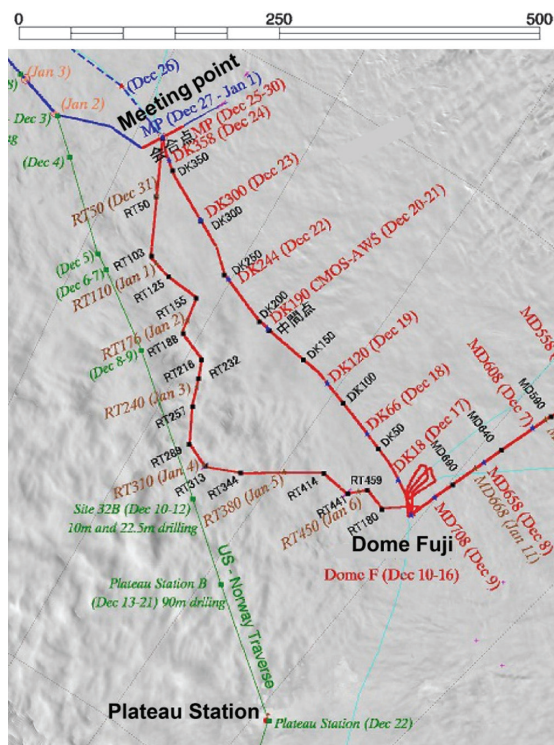


図 3 図1で四つの枠で示したエリアのなかで、エリアⅡの拡大図。ドームふじ基地と会合点を含むルートを示す。赤色は、日本隊の通過したトレースとキャンプ位置。青色は、スウェーデン隊。緑色は、ノルウェー・米国籍。赤文字で日本隊往路のキャンプ位置と日付を示している。黄土色で、日本隊復路でのキャンプ位置と日付を示している。距離スケールと背景画像は図2と同様。

Fig. 3. Expanded view II, from Fig. 1. The area covers Dome Fuji and the meeting point. Red, blue, and green traces highlight traverse routes for the Japanese, Swedish, and Norway–USA teams, respectively. The locations and dates of campsites for the inland and return traverses are shown with red and brown letters, respectively.

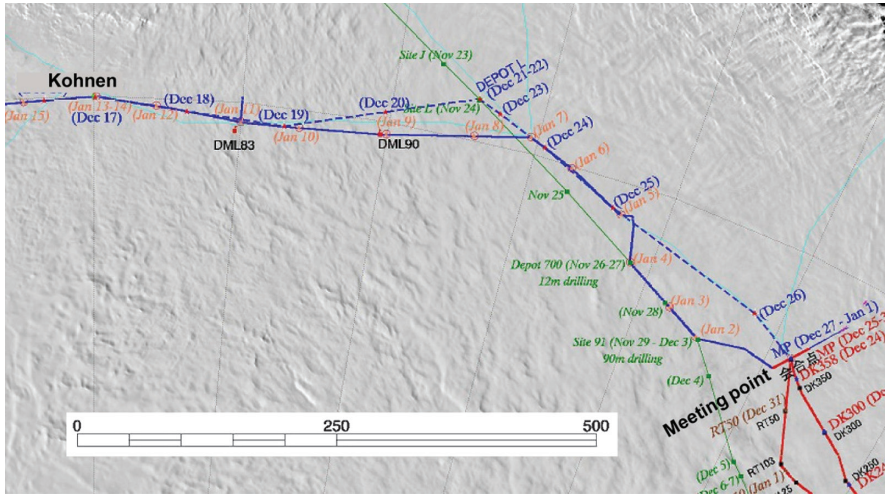


図 4 図 1 で四つの枠で示したエリアのなかで、エリアⅢの拡大図。コーネン基地と会合点を含むルートを示す。色の使用は図 2 や 3 と同様。青い点線はスウェーデン隊の往路、実線は復路。

Fig. 4. Expanded view III, from Fig. 1. The area covers Kohnen Station and the meeting point. Dotted and solid blue lines are for the inland and return Swedish traverses, respectively. The locations and dates of campsites for the inland and return traverses are shown with red and brown letters, respectively.

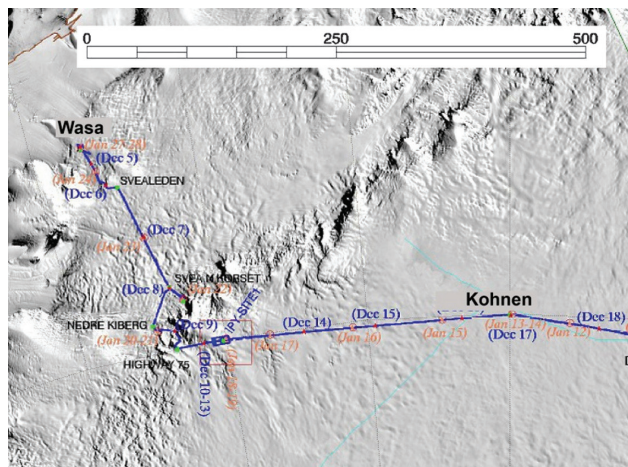


図 5 図 1 で四つの枠で示したエリアのなかで、エリアⅣの拡大図。ワサ基地とコーネン基地を含むルートを示す。色の使用は図 2-4 と同様。

Fig. 5. Expanded view IV, from Fig. 1. The area covers the Kohnen Station and the Wasa Station. The locations and dates of campsites for the inland and return traverses are shown with red and brown letters, respectively.

表 1 計画段階での全体日程表 (1/2)
Table 1. Schedule during the planning stage. (1/2)

日時	第 49 次隊の場所と行動	第 48 次隊の場所と行動	スウェーデン隊の場所と行動
2007/10/30	成田発		
10/31	ケーブタウン着 物資の諸状況確認	昭和基地→S16 移動	
11/ 1	ケーブタウン滞在 ALCI プレフライトミーティング	S16 滑走路整備, 橋編成	
11/ 2	ケーブタウン→ノボラザレフスカヤ基地移動 (深夜便)	S16 滑走路整備, 橋編成	
11/ 3	ノボラザレフスカヤ基地→S17 移動 第 48 次隊と合流 1便 4人+物資 850 kg, 飛行時間約 3 時間 40 分	S16 第 49 次隊と合流	
11/ 4~	S16 旅行準備		
11/ 9-11	S16 発, 内陸へ 出発目標, S16 サポート 隊 (第 48 次越冬隊) 昭和基地へ帰選		
11/11-16			ストックホルム発 11/1, フサ基地着 11/16
11/15	みずほ基地到着目処		
11/24	中継拠点到着目処 11/28 までここに滞在		フサ基地にて出発準備 11/28 まで準備を継続
11/29			フサ基地発, 内陸へ
12/ 4			Site 1 (定点観測点) 到着目処
12/ 7	ドームふじ基地着目処 ここから定点観測にはいり, 12/16 ないし 12/17 に出発		出発が遅れた場合, 合点到達を想定し出発できる時間的限界
12/11			コーネン基地通過目処
12/15			Site 2 (定点観測点) 到着目処
12/20	DK190 (ドームふじ基地と, 日本-スウェーデン合点) 通過目処		
12/21			Site 3 (定点観測点) 到着目処
12/24	合点着目処 スウェーデン隊と合流		合点着 日本隊と合流
12/30-31	合点発目処 復路開始		合点発 12/31 復路開始

表 1 計画段階での全体日程表 (2/2)
Table 1. Schedule during the planning stage. (2/2)

日時	第 49 次隊の場所と行動	第 48 次隊の場所と行動	スウェーデン隊の場所と行動
2008/ 1/ 2			Site 3 (定点観測点) 到着目処
1/ 7			Site 2 (定点観測点) 到着目処
1/ 9	ドームふじ基地着 1/14 頃まで滞在		
1/13			コーネン基地通過目処
1/17			Site 1 (定点観測点) 到着目処
1/19	中継拠点着 1/21 頃まで滞在		
1/25			ワサ基地着, トラバース終了. 2/2 まで片付け作業
1/26	みずほ基地発目処		
1/29	S30 冷凍物資を「しらせ」へ輸送		
1/30	S16 着 これ以降, 第 49 次隊で日本-スウェーデン隊帰還支援オペレーション		
1/31~2/2	S16 滞在 旅行装備撤収作業, 橇の整理, 帰国物資の用意. 一般物資を「しらせ」へ輸送		
2/ 3-4	谷口と交換科学者 2 名を昭和基地視察研修に派遣. 2/4 には S16 帰還. 第 48 次隊 4 名 (金子, 志賀, 中澤, 福井) も昭和基地へ移動		
2/ 3-5	S16 滑走路整備 (藤田および支援メンバー)		ワサ基地→ノボラザレフスカヤ基地移動 (榎本, 杉山含む), ワサ基地から日本機材 450 kg を輸送
2/ 5	バスラー機便はワサ基地から日本機材 450 kg を S17 まで輸送. その便が折り返し第 49 次隊員 2 名 (谷口, 藤田) と, スウェーデン隊員 2 名を載せノボラザレフスカヤ基地へ	昭和基地滞在	
2/ 5-6	S16 にて, 第 49 次支援隊が, ワサ基地から帰還する日本-スウェーデン隊機材 450 kg とセール・ロンダーネ地学隊物資を「しらせ」へ輸送		
2/ 6	ノボラザレフスカヤ基地→ケープタウン 深夜便にて移動		ノボラザレフスカヤ基地→ケープタウン 深夜便にて移動

以下の日程は省略

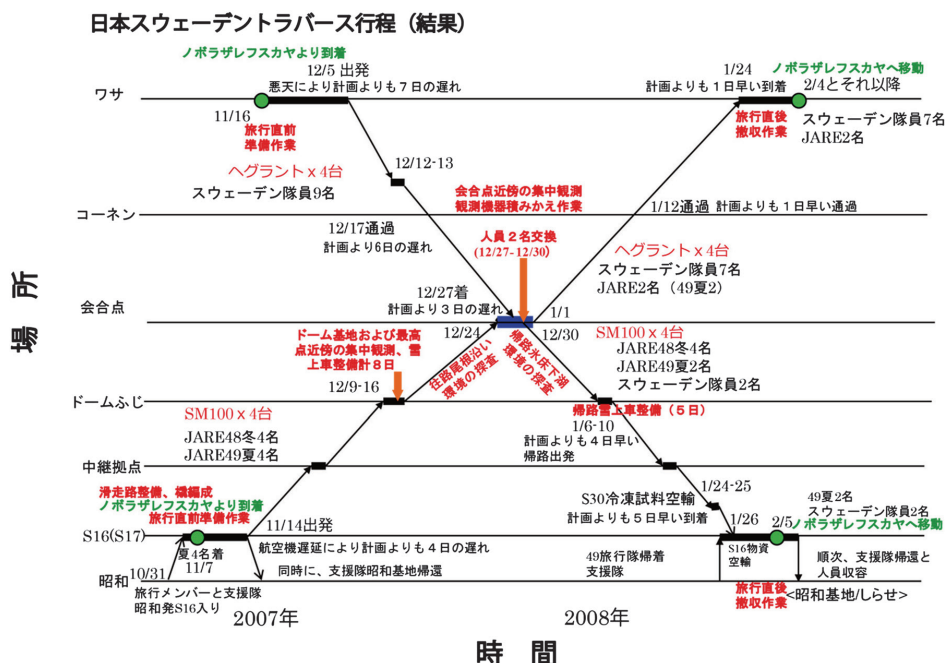


図 6 トラバース旅行の行程表, 実績値. 当初計画からのずれも示す.

Fig. 6. Overview of the traverse schedule. Deviations from the plan are also mentioned.

ヤ基地から S17 に移動する航空便が、悪天のために遅れたため、出発まで 4 日の遅れがでた。また、内陸行動の後半には、一部の隊員に心身のストレスが強くあらわれたため、計画よりも 4 日早くドームふじ基地を離れた。結果として、トラバース旅行の日数はほぼ 1 割減の 73 日間となった。一方スウェーデン隊は、当初の日程（ワサ基地発から帰還まで）を 58 日間として計画していた。しかし、12 月中に悪天に見舞われ停滞した日数が約 10 日間に及んだ。結果的に日程に大きな影響が生じ、総行動日数は 50 日間となった。

3. 人員・役割分担

トラバース旅行は、第 48 次越冬隊員と第 49 次夏隊員をあわせた表 2 のメンバーで実施した。日本隊全体の内訳は、設営系 3 名、研究観測系 5 名である。内陸旅行全般を長期間維持するには、隊員全員が設営関連作業全般（車両や橇の整備や管理、装備・環境保全・食糧管理、調理、医療補助、通信、雪上車運行）を積極的にけん引することが絶対条件であり、少人数の内陸旅行の円滑な遂行につとめた。

なお、スウェーデン隊側の人員構成は 9 名であり、そのうち表 3 に示した 2 名が日本隊との会合後、交換科学者として日本隊に参加した。日本隊からは榎本・杉山が交換科学者としてスウェーデン隊に参加した。

表 2 日本隊メンバー一覧

Table 2. List of members in the Japanese team.

氏名および年齢 (2008/1/1)	隊次	所属 (観測隊参加当時)	主な役割
藤田秀二 (43)	第 49 次夏隊	国立極地研究所研究教育系	リーダー, 通信, 安全管理, 観測全般
福井幸太郎 (34)	第 48 次越冬隊	国立極地研究所研究教育系	サブリーダー, 通信, ナビゲーション, 氷床物理探査, GPS と GPR 観測
榎本浩之 (50)	第 49 次夏隊	北見工業大学工学部	気象・マイクロ波観測を中心とした観測 全般 (ワサ基地派遣)
金子弘幸 (30)	第 48 次越冬隊	株式会社大原鉄工所	機械・車両整備・燃料管理のチーフ
志賀尚子 (41)	第 48 次越冬隊	日本医科大学多摩永山病院	医療, 医療研究, 生活管理 (娯楽含む), 食糧管理
杉山 慎 (38)	第 49 次夏隊	北海道大学低温科学研究所	気象観測・各種資料採取および雪氷観測, ビデオ記録 (ワサ基地派遣)
谷口和幸 (30)	第 49 次夏隊	いすゞ自動車株式会社 藤沢工場	機械・車両整備・燃料管理, ビデオ記録
中澤文男 (34)	第 48 次越冬隊	新領域融合研究センター	環境保全, 極限微生物・化学・各種資料 採取とサンプルの管理

表 3 スウェーデン隊メンバー一覧

Table 3. List of members in the Swedish team.

氏名	交換科学者としての 日本隊への参加	所属	主な役割
Per Holmlund		Stockholm University	研究観測リーダー
Torbjörn Karlin	○	Stockholm University	研究観測
Ivar Andersson	○	The Royal Institute of Technology	研究観測
Margareta Hansson		Stockholm University	研究観測
Susanne Ingvander		Stockholm University	研究観測
Tomas Karlberg		Swedish Polar Research Secretariat	設営リーダー
Sigvard Eriksson			医療
Pär Ljusberg		Swedish Polar Research Secretariat	設営
Stefan Gunnarsson		Swedish Polar Research Secretariat	設営

4. 車両・橇編成および輸送物資

4.1. 車両と橇編成

車両は SM111, 112, 114, 116 (号車) の 4 台を使用した。車両については, SM100 型車のなかから最も調子の良好なものを第 48 次越冬隊が選択した。人員および車両役割は表 4-1~4 のように割り振った。就寝車両は SM114 を女性隊員単独就寝とし, SM116 を男性隊員 3 名就寝とした。設置検討機材や, 車両の役割案に応じて配置を検討した。実際の計画書では, 長期で単調な内陸旅行のなかで気持ちのリフレッシュをはかるために, 期間中何度か車両やそこに乗る隊員を組み替えて交代するプランをリーダーの藤田は提案していた。しかし, 実際には, 一度居場所が決まるとそこから動くというアクションは, 隊員の心理面や移

表 4-1 往路 S16 出発時における車両・人員・橇の配置

Table 4-1. Allocation of members, vehicles, and sledges departing S16 on the inland traverse.

車 両	人 員	役 割	けん引橇	
SM 111	福井, 谷口	先導・給油・GPR 観測	7 台	南極用軽油 5 台+観測+トイレ
SM 114	志賀, 杉山	食堂・通信	7 台	南極用軽油 4 台+箱+食糧 2 台
SM 112	中澤, 藤田	積雪サンプリング・アイスレーダ	7 台	南極用軽油 3 台+観測 4 台+布団
SM 116	金子, 榎本	マイクロ波放射計・気象観測・機械	7 台	バックホー+機械+風呂+JET-A1+油脂 2 台+観測
合計			28 台	南極用軽油 12 台+JET-A1+観測 5 台+機械+油脂 2 台+バックホー+風呂+箱+食糧 2 台+布団+トイレ

表 4-2 往路ドームふじ基地出発時における車両・人員・橇の配置

Table 4-2. Allocation of members, vehicles, and sledges departing Dome Fuji on the inland traverse.

車 両	人 員	役 割	けん引橇	
SM 111	福井, 谷口	先導・給油・GPR 観測	7 台	南極用軽油 2 台+南極用軽油・JET-A1 混載+JET-A1 2 台+観測+トイレ
SM 114	志賀, 杉山	食堂・通信	7 台	南極用軽油 4 台+箱+食糧 2 台
SM 112	中澤, 藤田	積雪サンプリング・アイスレーダ	7 台	南極用軽油 3 台+JET-A1+観測 2 台+油脂橇
SM 116	金子, 榎本	マイクロ波放射計・気象観測・機械	4 台	機械+風呂+観測 2 台
合計			25 台	南極用軽油 9 台+南極用軽油・JET-A1 混載+JET-A1 3 台+観測 5 台+機械+油脂+風呂+箱+食糧 2 台+トイレ

動の手間の面で困難であり、シフト変更は実施できなかった。

4.2. 雪上車に対する観測機器の搭載案と人の配置

雪上車に対する観測機器の搭載状況を、概略図(図7)とあわせて説明・記載する。実際の計画段階では、(1) 通常走行時、(2) 限られた2台の車両に装置を集中搭載するケース、(3) 限られた1台の車両に装置を集中搭載するケースに分けて検討をしていた。(2)や(3)は、たとえば、ドームふじ基地近傍を他の作業(車両整備やピットサンプル観測)と並行して限られた人員と車両で探査する場合の機器搭載案である。同時に、車両故障が発生し、機器搭載をできる車両が限定される場合も想定して検討していた。ただ、本報告書では、(1)のケースのみを記載する。

計画段階では、実際に観測を開始したときに、レーダ機器同士の電磁波の干渉がありうると考えていた。S16地点で機器を設置した段階で、干渉の発生の有無を確認し、干渉がデータの質を著しく低下させてしまうような場合には置き換えをすべきと考えた。雪上車に搭乗するメンバーとの関係として、通常走行時は、車両に搭載した機器に最も研究上関わりのあ

表 4-3 復路会合点出発時における車両・人員・橇の配置

Table 4-3. Allocation of members, vehicles, and sledges departing the meeting point on the return traverse.

車 両	人 員	役 割	けん引橇
SM 111	福井, Andersson	先導・給油・GPR 観測	7 台 空ドラ+南極用軽油 3 台+空+観測+トイレ
SM 114	志賀, 谷口	食堂・通信	7 台 空ドラ 3 台+南極用軽油+箱+食料 2 台
SM 112	藤田, Karlin	積雪サンプリング・アイスレーダ観測	6 台 南極用軽油 3 台+JET-A1+油脂+観測
SM 116	金子, 中澤	マイクロ波放射計・気象観測・機械	5 台 観測 3 台+機械+風呂
合計			25 台 南極用軽油 7 台+空ドラ 4 台+空+JET-A1+観測 5 台+機械+油脂+風呂+箱+食糧 2 台+トイレ

表 4-4 復路ドームふじ基地出発時における車両・人員・橇の配置

Table 4-4. Allocation of members, vehicles, and sledges departing Dome Fuji on the return traverse.

車 両	人 員	役 割	けん引橇
SM 116	金子, 中澤	先導・給油・積雪サンプリング	7 台 観測+南極用軽油 4 台+布団+トイレ
SM 112	藤田, Karlin	アイスレーダ観測・積雪サンプリング	7 台 バックホー+JET-A1+油脂+観測 3 台+空ドラ
SM 114	志賀, 谷口	食堂・通信・ルート標識ドラム整備	7 台 空ドラ 3 台+ごみ+箱+食糧 2 台
SM 111	福井, Andersson	赤旗整備, ルート雪尺, 雪尺網観測	7 台 観測+機械+風呂+アイスコア 2 台+油脂+観測
合計			28 台 南極用軽油 4 台+空ドラ 4 台+JET-A1+観測 6 台+アイスコア 2 台+機械+油脂 2 台+バックホー+風呂+箱+食糧 2 台+布団+ごみ+トイレ

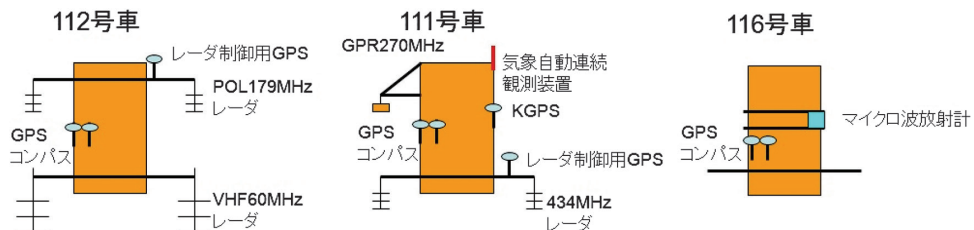


図 7 車両に対する計測器配置案（通常走行時）概念図. 雪上車のボディをだいたい色で表現し、その上部や側部に設置したセンサーやアンテナのポンチ図としている。

Fig. 7. Schematic view of the instrument installation on the tracked vehicles. The tracked vehicles are shown in orange. Images of antennas or sensors are also shown.

るメンバーが、少なくとも観測が十分軌道にのるまでは各雪上車に搭乗している必要があると考えた。よって、SM112（氷床探査レーダ搭載車）は藤田、SM116（マイクロ波放射計搭載車）は榎本、SM111（地下探査レーダ（GPR と略称）搭載車）は福井を配置した。

図 7 で、SM112 は氷床深層探査を主目的とした 2 台のレーダを搭載している。もし 2 台

のレーダが干渉した場合には、片方のみの運用とするか、離して運用することとして考えた。SM111は、氷床浅層や表層の探査を主目的としている。もしGPRと434MHzの略称「陸434レーダ」が干渉するなら離すこととして検討していた。SM116のアンテナ取り付け機構は、スウェーデン側からレーダの取り付け依頼がある場合に付けることとして確保していた。スウェーデン側からレーダの取り付け依頼はなく、結果的にこれは使用されなかった。

4.3. 橇の内訳

トラバース旅行開始の準備として、昭和基地から輸送した橇28台の内訳は以下のとおりである。

- ・自走用南極用軽油：12台（144本）
- ・JET-A1 橇：1台（12本、非常時の航空オペレーション用）
- ・観測物資橇：5台
- ・機械橇：1台（幌）
- ・油脂橇：2台、雪上車用油脂類、不凍液を積載。
- ・ミニバックホー橇：1台（平橇枠なし）
- ・風呂橇：1台（幌）
- ・食糧橇：3台（箱1、平2）、箱橇には共同装備品も積載。
- ・布団橇：1台
- ・トイレ橇：1台（幌）

これらの橇のうち、燃料橇を除く橇の積載物内訳は表5（往路（昭和基地出発時））、表6（内陸行動中に新規に発生した物資）のとおりである。

図8は、S16出発時の橇編成の例である。トイレ橇と燃料を、停止時に最も先に止まる確率の高い先頭車両の末尾に付けて利便をはかった。給油やトイレをこれで効率的に行うことができる。食堂の役割をもつ2台目の車両が食材をけん引した。観測を中心とする3台目、4台目は、観測用品をけん引した。機械担当隊員が搭乗する最後尾の車両が、機械関連物品をけん引した。なお、雪上車1台が7台の橇をけん引するためのカーロープ、ワイヤー等の編成は、近年の観測隊で用いられている方法として、図9に示した方法で行った。

4.4. ドームふじ基地、中継拠点およびH212からの輸送

トラバース旅行では、往路と復路あわせて中継拠点の南極用軽油（以下、南軽と略す）81本、ドームふじ基地の南軽35本を直置きデポから橇に積み込んで自走用に輸送した（表7）。また、会合点でスウェーデン側に供与するためのJET-A1（第42次観測隊持ち込み）27本もドームふじ基地直置きデポから橇積みした。このほか、ドームふじ基地では、国立極地研究所地学部門からの依頼で、直置きデポの第46次観測隊JET-A1 12本を橇積みして滑走

表 5 橇の積載物内訳

Table 5. Main items transported with the sledges.

物資	橇台数	積載品
トイレ	1 (幌)	<ul style="list-style-type: none"> ●旅行中トイレ関係品および日用品 ペール缶, トイレットペーパー, エチケットシート, 外袋, 内袋, 便座カバー, 線香 ●日用品 (トイレットペーパー・JK ワイパー・調理セットブラコン大・キッチンペーパー等, ガムテープ・洗剤・ジップロック), 入浴関連品 (風呂キット, 湯沸かしコンロ)
食糧	3 (平 2, 箱 1)	<ul style="list-style-type: none"> 往路冷凍品, 往路飲料品 復路冷凍品, 復路飲料品 乾物 (ミネラルウォーター・カップラーメン・スープ類), おやつ, コンク私物 ※帰路に食糧橇にできる空間は, 廃棄物積載空間となる.
一般物資	4	<ul style="list-style-type: none"> ●以下, 機械隊員が必要と判断をするもの ラジエーター, 油脂類, 65%不凍液ドラム 1 本 ●以下, 行動装備品 装備類, 竹竿 ●日用品的な装備品 ガスコンロ用ボンベ ●廃棄物関連品 ドラムふた ●以下, 雪氷試料採取関係品 表層掘削ドリル (3 台), 雪氷試料保管用段ボール (100 枚, ドームふじ基地からの調達もある), 雪氷試料保管用コアケース (ドームふじ基地からの調達予定), 銀マット (冷凍試料覆い用, 最終持参枚数確定必要) ●観測機器やその関連品 アイスレーダ予備機, 無人気象装置 ●日用品予備: タオル等, トイレットペーパー, ティッシュ, タイコン, クッション用布団 (昭和基地の古布団はクッション材として使うほか, 雪上車内での就寝時にも使用)
機械類	1 (幌)	

表 6 内陸行動中に新規に発生した積載物内訳

Table 6. Main items that appeared during the traverse.

物資	橇台数	積載品
廃棄物 (タイコン)	2	<ul style="list-style-type: none"> 初期には空橇に積載 後半には食糧橇の空き部分 (4 橇中 2 橇) に積載 (数量さらに詰め)
廃棄物 (ドラム缶)	1	<ul style="list-style-type: none"> 複合物 1, 金属 1, アルミ缶 2, スチール缶 2, 廃油 4, 65%不凍液 1 ※空ドラムは燃料空ドラムから作成. 空ドラム回収橇のうちの一つがこの橇に該当することになる
冷凍試料	3	<ul style="list-style-type: none"> 1 橇には, 中ダン約 36 箱. 橇底に布団を敷き, 2 段積みで表面は銀マットで断熱

路脇に橇ごとデポした. 内陸の ARP2 地点 (72° 56' S, 43° 24' E) には第 47 次観測隊がデポした直置き南軽が 2 本あり, 往路に給油して消費した. H212 にも第 47 次観測隊がデポした橇積み南軽 12 本があり, 国立極地研究所雪氷部門から回収すべきとの指示がでていたので, 復路に橇ごと回収し S16 へ輸送した.

橇積みおよび給油で消費した南軽の合計は昭和基地からの輸送分もあわせると 274 本,

雪上車	橇							役割
SM111	南軽12	南軽12	南軽12	南軽12	南軽12	観測用品 赤旗長尺	トイレ	GPR270, 434MHz レーダ
SM114	南軽12	南軽12	食糧平橇	食糧平橇	食糧箱橇	空	空(布団)	食堂車
SM112	南軽12	南軽12	南軽12	南軽12	南軽12	観測用品 (藤田)	空	179MHzレーダ, 60MHzレーダ
SM116	機械橇	機械油脂	風呂	航空燃料 12	観測用品 (榎本)	観測用品 (化学)	空(銀マツト)	マイクロ放射計, 化学サンプリング

図 8 橇配置の概念図。グレーで表現したものが雪上車のボディ。右側に、橇列の概念図をつける。
 Fig. 8. Schematic view of the tracked vehicle and sledge arrangement. The tracked vehicles are shown in gray. Images of the sledges are shown to the right.

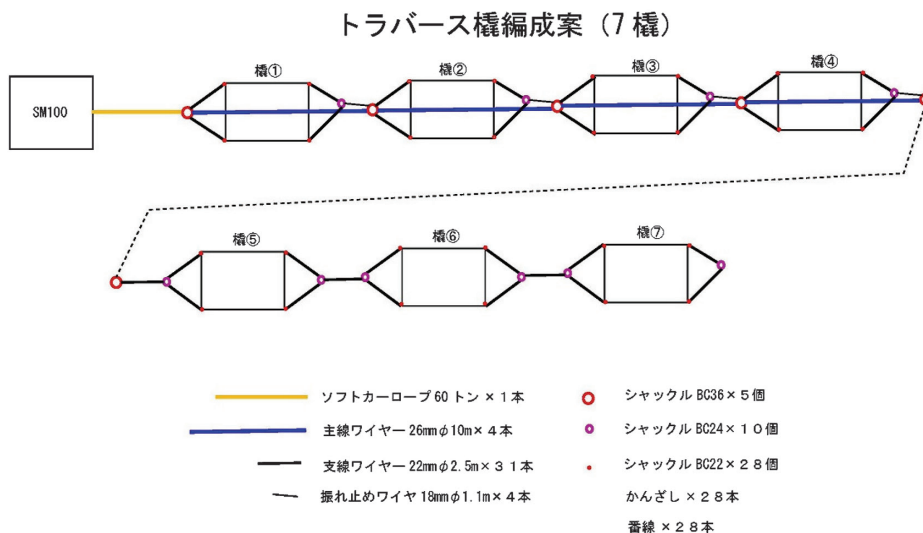


図 9 7 橇をけん引する編成方法の説明図
 Fig. 9. Schematic view of the arrangement between the tracked vehicles and seven sledges using cables.

JET-A1 のそれは 51 本になった。非常用の航空機燃料として昭和基地から輸送した JET-A1 は、航空機を利用するような非常事態がなかったため使用しなかった。S16 帰還時に余っていた南軽約 20 本と JET-A1 12 本は S16 にデポした。なお今回、リーク対策として燃料ドラムと橇枠の間に古布団をはさんだ結果、旅行中に燃料のリークは南軽、JET-A1 とも発生しなかった。

表 7 トラバースで消費した南極用軽油（南軽）と JET-A1
Table 7. Fuel consumption during the traverse.

場所	南極用軽油	JET-A1
H212	12 本積み込み. 現在デポなし.	
ARP2	直置きドラム 2 本を給油で消費. 現在デポなし.	
中継拠点	往路 48 本, 復路 27 本積み込み. 6 本+30 l を給油で消費. 合計 81 本+30 l 消費.	
ドームふじ基地	往路 17 本, 復路 12 本積み込み. 6 本を給油で消費. 合計 35 本消費.	27 本 (第 42 次隊) 積み込み. 会合点でスウェーデン側に供与. 12 本 (第 46 次隊) を橇積みして DF 滑走路脇にデポ.

5. 行動記録

5.1. 行動記録

表 8 に第 48 次越冬隊昭和基地出発から帰還まで, 第 49 次夏隊日本出発から帰還までの毎日の行動記録を示す.

5.2. 機械・車両

5.2.1. 燃料計画

(1) 燃費想定

過去の雪上車の燃費実績を参考に考え, S16 から中継拠点までの往路は, 5.0 l/km (過去データは 4.2-4.9 l/km) として計算した. 中継拠点から内陸側は軟雪帯となり燃費が低下するので, ここは 5.5 l/km (過去データは 5.4 l/km) として計算した. 橇を 1 台のみけん引する程度の調査走行は, 3.0 l/km (過去データは 5.4 l/km) として計算した. ドームふじ基地から S16 までの帰路については, 3.5 l/km (過去データは 3.1-3.4 l/km) として計算した.

- ① 出発時燃料には JET-A1 を 12 本, レスキューフライト用の燃料として準備した.
- ② ドームふじ基地デポから 30 本の JET-A1 燃料を持ち出し, スウェーデン隊帰路補助のためとした.
- ③ 燃費見積もりや実績は, 暖機, 慣らし運転・給油ほか, 各種作業による長短の停滞を含むものとして想定した.

(2) 予備燃料の想定

予備燃料の想定は, 以下の考え方に基づいた.

- ① ドームふじ基地までの往路は, 次のデポ地前で何らかの事情により (事故等) 帰還の決断をしても次のデポ地に行くことなく引き返すことが可能な状況とする.
- ② ドームふじ基地から会合点への往復は, 橇 1 台 + a ドラムの余裕を確保する. なお, この余裕は, 4 台の雪上車が橇フルけん引で約 3 日間, 計 140 km 走行可能なものである.

表 8 トラバース旅行隊行動記録 (1/7)

Table 8. Activity records of the traverse team. (1/7)

日付	出発地	時刻 LT	到着地	時刻 LT	距離 km	活動内容や備考	スウェーデン隊の状況
10/30	-	-	-	-	-	第 49 次隊 4 名 (榎本, 杉山, 谷口, 藤田) が成田空港発.	-
10/31	-	-	-	-	-	第 48 次越冬隊員 4 名が雪上車にて S16 へ移動. 第 48 次越冬隊員 4 名と支援隊員が S16 にてトラバースの準備作業を開始. 第 49 次隊 4 名がケーブタウン着.	-
11/ 1	-	-	-	-	-	第 49 次隊 4 名が, ケーブタウンの ALCI にてプレフライトミーティングに参加. ノボラザレフスカヤ基地の西方に位置するノイマイヤー基地側の天候が下り坂となるため, その方向のフライトを優先することを ALCI から要請された承. 午後, 第 48 次越冬隊への土産にする生野菜の買い出し.	-
11/ 2	-	-	-	-	-	第 49 次隊 4 名が深夜の大陸間フライト D7 便でノボラザレフスカヤ基地滑走路へ移動. 3 日早朝に到着.	-
11/ 3	-	-	-	-	-	ドイツのノイマイヤー基地へのフライトを数回試みる間にノボラザレフスカヤ基地近傍の天候も悪化. 本意であったが, フィーターフライトの待機にはいる. S16 側は好天が続く.	-
11/ 4-6	-	-	-	-	-	ノボラザレフスカヤ基地の天候回復待ち.	-
11/ 7	-	-	S16	-	-	第 49 次隊 4 名 (榎本, 杉山, 谷口, 藤田) が夕刻にノボラザレフスカヤ基地から S17 へ航空機で移動. 第 48 次越冬隊 4 名および支援隊 (加藤, 久川) で受け入れ. 1610 UT ノボラザレフスカヤ基地滑走路を離陸, 1938 UT (2238 LT) S17 滑走路到着. Basler 機名 "Lidia", キャプテンは Brian. ほかに Jim と Bob.	-
11/ 8	S16	-	S16	-	-	物資整理. 日本からの託送品と緊急物資を第 48 次隊メンバーに配った. これ以降の作業段取りについて打ち合わせ. 雪上車の整備作業 (114 号車).	-
11/ 9	S16	-	S16	-	-	第 48 次越冬隊から 6 名が準備状況視察のため訪問 (宮岡, 半田, 中島, 永島, 島田, 若生). 雪上車整備 (111, 112 号車). 特に発見されたクラックへの対応. アルゴス AWS の試験. POL179 レーダを 112 号車に取り付け. マイクロ波放射計を 116 号車に取り付け.	-
11/10	S16	-	S16	-	-	視察隊は昭和基地へ帰還. この日までに雪上車関連の作業は完了. 機械櫓の調整. POL179 レーダ試験. VHF 30 MHz レーダの設置. マイクロ波放射計の試験.	-
11/11	S16	-	S16	-	-	観測機材の準備と試験を集中して実施した. POL434 レーダの取り付け. GPS compasses コンパスを 3 基, 雪上車 (111, 112, 116 号車) に設置. 雪上車整備.	-
11/12	S16	-	S16	-	-	観測機器準備の仕上げ段階. 2 t 櫓の連結作業. 物資を櫓や雪上車内へ配置.	-
11/13	S16	-	S16	-	-	出発準備としての最終日. 観測機器の設置や調整の最終作業. 2 t 櫓の連結作業. 櫓や雪上車内の物資整理. 雪上車運転の注意点を教授 (金子).	-

表 8 トラバース旅行隊行動記録 (2/7)

Table 8. Activity records of the traverse team. (2/7)

日付	出発地	時刻 LT	到着地	時刻 LT	距離 km	活動内容や備考	スウェーデン隊の状況
11/14	S16	1105	H7	1740	31	橇の最終連結作業後、1105 LT に内陸に向けて雪上車隊を出発。4 台の SM-100 型雪上車、28 台の橇をけん引。支援隊 (加藤、久川) の 2 名は見送り後、昭和基地へ帰還。走行観測の開始。観測は、各種氷床探査レーダ、マイクロ波放射計、各種雪氷試料サンプリングを軸とした多項目。以降、移動日はほぼ同様。往路の速度設定は 7 km/h として機械隊員が指示。	DROMLAN D2 便の大 陸間フライトにて 9 名 が南極入り。
11/15	H7	000	H124	1740	50	内陸に向けて走行。同時に、各種の連続観測や定点サンプリング・観測を実施。	-
11/16	H124	0830	H220	1740	50	〃	第 1 陣ワサ基地入り。
11/17	H220	0820	Z8	1730	52	〃	第 2 陣ワサ基地入り。
11/18	Z8	0820	Z70	1740	46	〃	準備を開始。
11/19	Z70	0830	Mizuho	1500	30	みずほ基地に午後到着後、雪上車の 250 km 点検および 112 号車のレーダアンテナ設置用車管の修正作業。	強いブリに見舞われる。
11/20	Mizuho	0830	MD38	1730	44	内陸に向けての走行・観測を継続。機械隊員の診断により、雪上車 (112 号車) のクラックが成長傾向にあるとの診断。それに、新たなクラックも見いだされた。今後継続してみていくこととするが、対象が金属疲労であるため、成り行き予測が難しいと認識。	車両や観測機器の準備。 ただし悪天傾向継続。
11/21	MD38	0830	MD78	1740	40	内陸に向けての走行・観測を継続。サスツルギやデューンの頻度が上がりはじめ、走行速度が低下傾向。	〃
11/22	MD78	0830	MD114	1730	36	雪面状態が前日よりさらに悪化。走行効率低下。	〃
11/23	MD114	0830	MD146	1740	32	雪面状態が全区間を通じて最も悪い。	〃
11/24	MD146	0830	MD180	1730	34	走行継続。11/23-25 に走った区間は、ほぼ連続した堆積域にルートが設定されているため、サスツルギが続く。しかし、衛星画像は、ルートを約 5-10 km ずらすことによつてこのサスツルギ帯の大部分を避けることができることを示していた。あえて現在の「悪路」にルートを設定し続けるよりも、ルートを再設置すべき必要性を強く認識した。ドラムリークのリスクも大幅に抑制できるはず。	〃
11/25	MD180	0830	MD228	1800	48	比較的平坦な消耗域と、サスツルギ帯の繰り返しの出現。氷床下地形の反映。	〃
11/26	MD228	0830	MD272	1730	44	走行継続。先頭車両の人員の疲労が最も大きい。ナビの注視が必要なことに加え、雪面が最も粗い状態で走行することになるため。	〃
11/27	MD272	0830	MD316	1730	44	走行継続。	ブリ明けで準備再開。
11/28	MD316	0830	MD356	1730	40	走行継続。	ブリ明けで準備再開。
11/29	MD356	0830	MD364	1020	8	中継拠点に到着後、以下の作業を開始。雪上車の整備と点検 (金子、谷口)、橇の再配置、48 本の空ドラムのデボ、10 m コア掘削機のテスト、無人磁力計の保守、アルゴスタイプ無人気象観測装置の保守、定点での布の紫外線暴露試験関連作業。	好天となり、準備をさらに継続。

表 8 トラバース旅行隊行動記録 (3/7)

Table 8. Activity records of the traverse team. (3/7)

日付	出発地	時刻 LT	到着地	時刻 LT	距離 km	活動内容や備考	スウェーデン隊の状況
11/30	MD364	-	MD364	-	-	2 m 深の積雪ビットワークを試みたが、地ふぶきにより難渋。ミニバックホーを用いて 48 本の燃料ドラムを現地デポのなかから搭載。幌櫓に設置をした風呂を沸かし入浴 (全行程中 3 回のうちの初回)。	〃
12/ 1	MD364	-	MD364	-	-	休日日課としたが、中継拠点でそれまでに実施できなかったいくつかの作業を実施。ブランチを 1000 LT にとる。櫓の連結作業 (金子, 谷口), アルゴスタイプ AWS の保守 (榎本, 福井)。	〃
12/ 2	MD364	0830	MD408	1800	44	ドームふじ基地に向けての走行を再開。この日から表層密度計測の開始 (藤田)。キャンプ地で 30 MHz アイスレーダの点検・修理作業。	〃
12/ 3	MD408	0830	MD458	1800	50	雪面状態が目に見えて改善した。	〃
12/ 4	MD458	0830	MD508	1800	50	走行継続。	〃
12/ 5	MD508	0830	MD558	1800	50	走行継続。	準備を最終的に完了し、夜に旅行開始。 73°12' S; 13°14' W
12/ 6	MD558	0830	MD608	1730	50	走行継続。	73°25' S; 12°56' W Fossilhydrogen
12/ 7	MD608	0830	MD658	1730	50	走行継続。	73°57' S; 12°6' W
12/ 8	MD658	0830	MD708	1730	50	走行継続。	74°27' S; 11°36' W SVEAN KORSET
12/ 9	MD708	0830	Dome F	1230	25	ドームふじ基地に到着後、以下の活動を実施。雪上車の点検と保守 (金子, 谷口), 櫓列の再配置と物資の整理, 基地施設内の訪問。	内陸高地にあがる山岳地帯を移動。 74°51' S; 11°43' W
12/10	Dome F	-	Dome F	-	-	ドームふじ基地における以下の活動。雪上車の点検と保守作業を 2 台について実施 (金子, 谷口)。無人磁力計の保守と再設置作業 (福井), 4 m ビットワークのうちの 2 m 深までの作業を実施 (榎本, 杉山, 中澤, 藤田)。	75°0' S; 10°48' W 高原にあがった。悪天傾向。
12/11	Dome F	-	Dome F	-	-	ドームふじ基地における以下の活動。雪上車の点検と保守作業を残 2 台について実施 (金子, 谷口)。アルゴスタイプ AWS の保守と再設置作業 (榎本, 福井), 4 m ビットワークのうちの最深部 2 m 深までの作業を実施 (榎本, 杉山, 中澤, 藤田)。	標高約 2400 m の科学サイト 1 近傍。
12/12	Dome F	-	Dome F	-	-	ドームふじ基地における以下の活動。空ドラムを櫓から降ろす作業 (金子, 谷口, 福井), バックホーを用いてドラムデポから燃料を櫓に積載する作業 (金子, 谷口, 福井), 滑走路始点に JET-A1 を 12 本積積みにしてデポ (金子, 谷口, 福井), 風呂の準備 (旅行中 2 回目, 金子, 谷口), アルゴスタイプと CMOS タイプの AWS 装置の保守 (榎本, 福井), 4 m ビットについて昨日からの残作業 (杉山, 中澤, 藤田)。	悪天に見舞われる。
12/13	Dome F	-	Dome F	-	-	ドームふじ基地における以下の活動。風呂の準備 (旅行中 2 回目, 金子, 谷口), アルゴスタイプと CMOS タイプの AWS 装置の保守 (榎本, 福井), 4 m ビットについて昨日からの残作業 (杉山, 中澤, 藤田), 10 m コア掘削機のテスト (失敗, 藤田), 花粉分析および極限微生物分析のための雪試料採取 (中澤, 杉山)。	悪天にて停滞。

表 8 トラバース旅行隊行動記録 (4/7)
Table 8. Activity records of the traverse team. (4/7)

日付	出発地	時刻 LT	到着地	時刻 LT	距離 km	活動内容や備考	スウェーデン隊の状況
12/14	Dome F	-	Dome F	-	-	ドームふじ基地における以下の活動。風呂の片付け (金子, 谷口), アルゴスタイプAWS装置の調整 (榎本), ドーム最高点でのGPSを用いた流動計測 (福井), 実験的長期ビット (中澤, 杉山), 深層コア貯蔵庫内の点検 (藤田).	75°3' S; 7°15' W
12/15	Dome F	-	Dome F	-	-	休日日課としたが, いくつかの作業を実施。アルゴスタイプAWS装置の調整 (榎本), ドーム最高点でのGPSを用いた流動計測 (福井).	75°3' S; 4°45' W
12/16	Dome F	1030	DK18	1730	36	ドームふじ基地において, 橋連結作業を午前前半に実施し, その後, ドームふじ基地最高点を経由して西方尾根沿いの移動にはいった。	天候が安定し, 東方へ向かう。 75°2' S; 1°40' W
12/17	DK18	0830	DK66	1730	48	コーネン基地方面に伸びる尾根沿いの走行を継続。	75°0' S; 0°4' E コーネン基地を通過。
12/18	DK66	0830	DK120	1730	54	コーネン基地方面に伸びる尾根沿いの走行を継続。	75°6' S; 3°9' E
12/19	DK120	0830	DK190	2000	70	コーネン基地方面に伸びる尾根沿いの走行を継続し, 夕刻 2000 LT 頃まで走行を続けることによって DK190 まで到達。この地点は日本-スウェーデン会合点までの中間点にあたり, CMOS-AWS 点とも称する。	75°10' S; 6°30' E
12/20	DK190	-	DK190	-	-	CMOS-AWS 点にて以下の活動を実施。CMOSタイプAWSの新規設置。33本の雪尺列を新規設置。2m深のビット。	74°55' S; 9°49' E
12/21	DK190	0830	DK244	1730	54	コーネン基地方面に伸びる尾根沿いの走行を再開。	74°39' S; 12°47' E
12/22	DK244	0830	DK300	1730	56	コーネン基地方面に伸びる尾根沿いの走行を継続。	74°39' S; 12°47' E
12/23	DK300	0830	DK358	1730	58	コーネン基地方面に伸びる尾根沿いの走行を継続。	74°44' S; 13°34' E
12/24	DK358	0830	DK379 会合点	1230	21	日本-スウェーデンの会合点に到着。到着後, 以下の活動を実施。アルゴスタイプAWSの新規設置 (榎本, 福井), 4m深のビットワーク (杉山, 中澤, 藤田), 雪上車整備作業 (金子, 谷口)。	74°55' S; 15°17' E
12/25	DK379 会合点	-	DK379 会合点	-	-	日本-スウェーデン会合点近傍で以下の作業を実施。尾根を垂直に横切る測線で雪上車走行による氷床レーダとマイクロ波放射計の観測 (金子, 谷口, 福井), 4m深ビットワーク, 雪上車の保守・点検 (金子, 谷口), 33本雪尺列の新規設置 (福井)。この日, 上空に漂う大型の気球を終日視認できた。	75°15' S; 18°5' E
12/26	DK379 会合点	-	DK379 会合点	-	-	日本-スウェーデン会合点近傍で以下の作業を実施。尾根を垂直に横切る測線で雪上車走行による氷床レーダとマイクロ波放射計の観測 (金子, 谷口), 4m深ビットワーク, GPSによる精密測位 (福井)。	75°40' S; 23°59' E

表 8 トラバース旅行隊行動記録 (5/7)

Table 8. Activity records of the traverse team. (5/7)

日付	出発地	時刻 LT	到着地	時刻 LT	距離 km	活動内容や備考	スウェーデン隊の状況
12/27	DK379 会合点	-	DK379 会合点	-	-	スウェーデン隊が0920 LT (UT+3) に会合点に到着。活動は以下のとおり。尾根を垂直に横切る測線で雪上車走行によるGPRの観測(福井)、POL 179 レーダを用いた偏波観測(藤田)、風呂の準備(旅行中3回目、最終)、物資や櫓の整理。この日、夕食はスウェーデン隊と会食。プレスリリースとして2枚の写真を国内に送信。	日本隊と会合。 75°53' S; 25°50' E
12/28	DK379 会合点	-	DK379 会合点	-	-	活動は以下のとおり。マイクロ波放射計を日本の雪上車からスウェーデンの雪上車に移設。60 MHzの氷床レーダをスウェーデンの雪上車から日本の雪上車に移設。JET-A1を27本、かねてからのスウェーデン隊との合意に基づきスウェーデン隊に供給。風呂旅行中最終。	会合点での各種設営、 観測活動。
12/29	DK379 会合点	-	DK379 会合点	-	-	日本-スウェーデン会合点にて以下の活動を実施。櫓列の調整、風呂の撤収(金子、谷口)、櫓と物資の整理。この日から榎本と杉山がスウェーデン隊に移動。Torbjörn KarlinとIvar Anderssonが日本隊に移動。60 MHzレーダの試験運用。スウェーデン隊と会食。	"
12/30	DK379 会合点	0830	RT50	1800	50	日本-スウェーデン会合点から往路よりも南側を経由してドームふじ基地に戻る全長502 kmの行程を移動開始。ルート番号は会合点からの距離を示す。	"
12/31	RT50	0830	RT110	1800	60	走行継続。これ以降、帰路を急ぐ動機から走行距離伸びる。	尾根を垂直に横切る測 線で雪上車走行による 氷床探査の観測(氷床 下湖観測)。
1/ 1	RT110	0830	RT176	1800	66	走行継続。	復路の出発。 76°4' S; 22°28' E Norwegian fuel depot
1/ 2	RT176	0830	RT240	1800	64	走行継続。	75°54' S; 21°7' E
1/ 3	RT240	0830	RT310	1800	70	走行継続。	75°39' S; 19°15' E
1/ 4	RT310	0830	RT380	1800	70	走行継続。レーダで氷床下に湖がある兆候を確認。	75°17' S; 18°25' E
1/ 5	RT380	0830	RT450	1800	70	走行継続。レーダで氷床下に湖がある兆候を確認。	75°2' S; 16°20' E
1/ 6	RT450	0830	Dome F	1800	70	走行継続。氷厚レーダを搭載した112号車のみ、ドームふじ基地に最短距離で向かった他車と異なり、氷床下の谷筋に沿ってドームふじ基地に向かった。約20日ぶりにドームふじ基地に戻った。	74°52' S; 14°45' E
1/ 7	Dome F	-	Dome F	-	-	ドームふじ基地近傍にて以下の活動を実施。雪上車の保守作業(金子、谷口)、ドームふじ基地深層コアを貯蔵庫から搬出し櫓積み(藤田、福井、中澤、Andersson、志賀)、積雪化学サンプリング(Karlin)。	74°58' S; 12°53' E
1/ 8	Dome F	-	Dome F	-	-	ドームふじ基地近傍にて以下の活動を実施。ドームふじ基地の北西側領域(r<45 km)の氷厚計測(藤田とKarlin, 0800-2200 LT)、雪尺網計測(福井)、燃料ドラムの積み込み作業(金子、谷口)、櫓の再配列作業(金子、谷口)、氷床コア貯蔵庫の温度ロガーの回収(福井)。	75°6' S; 9°58' E

表 8 トラバース旅行隊行動記録 (6/7)

Table 8. Activity records of the traverse team. (6/7)

日付	出発地	時刻 LT	到着地	時刻 LT	距離 km	活動内容や備考	スウェーデン隊の状況
1/ 9	Dome F	-	Dome F	-	-	ドームふじ基地近傍にて以下の活動を実施。ドームふじ基地の北西側領域 (r<45 km) の氷厚計測 (藤田と Karlin, 0900-2200 LT), DF80 地点での雪尺網計測 (福井, Andersson), 10 m 深フィルコアの掘削 (福井, Andersson), ドームふじ基地最高点の AWS から温度ロガーの回収 (福井), 櫛列の調整 (金子, 谷口), 積雪化学サンプリング (Karlin), POL179 レーダの観測を終え, POL434 と積みかえ作業をしたが, POL434 レーダは発信器が故障していることが判明し, 今回の使用は断念。	75°10' S; 7°0' E
1/10	Dome F	0830	MD668	1830	65	ドームふじ基地から S16 方面に戻る帰路行程の開始。移動速度制限を 8 km/h に設定。往路に比べ, 雪面硬度がとてまあがっている。	75°10' S; 5°0' E
1/11	MD668	0830	MD596	1830	72	走行継続。	75°4' S; 2°8' E
1/12	MD596	0830	MD528	1830	68	走行継続。	復路コーネン基地に至りドイツ隊と会合。
1/13	MD528	0830	MD458	1830	70	走行継続。	〃
1/14	MD458	0830	MD388	1830	70	走行継続。	75°2' S; 2°23' W
1/15	MD388	0830	MD364	1200	24	中継拠点に到着後, 以下の活動を実施。ミニバックホーを用いた燃料ドラムの積みかえ (金子, 谷口, 福井), 雪尺網の計測 (福井), CMOS タイプ AWS の保守 (福井), これらのタスクを除けば, 午後は休養の時間となった。	75°3' S; 5°32' W
1/16	MD364	0830	MD298	1830	66	走行継続。	75°2' S; 8°27' W
1/17	MD298	0830	MD226	1830	72	走行継続。	74°60' S; 10°0' W MALINS MACK 最後のサイエンスストップ。
1/18	MD226	0830	MD160	1830	66	走行継続。夕方 MD180 をこえたところで悪路域にはいる。	74°60' S; 10°0' W MALINS MACK
1/19	MD160	0830	MD98	1830	62	走行継続。ルート中最大の悪路だが, 復路で下りであることから, 往路よりは雪上車や人員への負担は小さい。しかしそれでも 100 km 長レベルの悪路域はルート変更を要する。	75°49' S; 12°18' W NEDREKIBERG
1/20	MD98	0830	MD32	1830	66	走行継続。	Svea 基地に立ち寄り。
1/21	MD32	0830	Z78	1800	63	みずほ基地に 1300 LT 頃に立ち寄り。福井が雪尺網計測と無人気象観測装置の保守を実施。作業完了後に通過。	Svea 基地滞在。
1/22	Z78	0830	H288	1830	71		73°57' S; 12°5' W
1/23	H288	0830	H152	1830	70	S16 地点まであとわずか 90 km 程度。	73°17' S; 13°8' W ワサ基地手前 30 km.
1/24	H152	0830	S30	1700	64	冷凍試料の空輸拠点となる S30 地点に午後後半に到着。	ワサ基地到着。
1/25	S30	-	S30	-	-	午後, 3.2 t の冷凍試料を 4 回のヘリ便に分けて「しらせ」に空輸。中澤が一時しらせに移動し, 物資について指示。	後片付け作業。
1/26	S30	0900	S16	1230	26	トラバースとしての走行を完了。S16 にて, しらせ艦長や, 第 48・49 次の隊長および隊員の出迎えを受けた。到着後間もなく後片付けを開始。櫛列解体と順次デポ, 雪上車装着の装置取り外し, 梱包作成, 廃棄物のとりまとめ。	〃

表 8 トラバース旅行隊行動記録 (7/7)

Table 8. Activity records of the traverse team. (7/7)

日付	出発地	時刻 LT	到着地	時刻 LT	距離 km	活動内容や備考	スウェーデン隊の状況
1/27-28	S16	-	S16	-	-	後片付けを継続。	#
1/29	S16	-	昭和基地	-	-	後片付けを完了し、午後にヘリ輸送オペレーション。まず、約 2 t の物資を「しらせ」へ輸送。約 1 t の物資 (廃棄物を含む) を昭和基地へ輸送。トラバース人員 8 名は昭和基地へ移動。夕刻、第 48 次越冬隊解散会兼トラバース隊お疲れ様会に谷口、藤田、Andersson, Karlin にも参加をさせていただいた。	#
1/30~ 2/ 4	昭和基地	-	昭和基地	-	-	第 48 次越冬隊員 (金子, 志賀, 中澤, 福井) はトラバース関連の残務整理のため昭和基地滞在。第 49 次夏隊の 2 名 (谷口, 藤田) と同行者 (Andersson, Karlin) は昭和基地にて研修 (2/4 まで)。	2/4 に帰国先発隊 (榎本, 杉山を含む) がノボラザレフスカヤ基地へ移動。残り人員は約 1 週間後。
2/ 5	昭和基地	-	昭和基地	-	-	第 49 次夏隊の 2 名 (谷口, 藤田) と同行者 (Andersson, Karlin) は昭和基地から S16 へ移動。その後 DROMLAN のバスラー機でノボラザレフスカヤ基地へ移動。スウェーデン隊の帰国先発隊およびセール・ロンダーネ地学隊と会合。スウェーデン隊にはいていた榎本と杉山が日本隊に合流。Andersson と Karlin はスウェーデン隊に戻った。深夜の大陸間フライト D7 便でケープタウンへ移動。なお、バスラー便が S17 に来た際に、340 kg のトラバース隊物資をワサ基地から運搬した。	帰国先発隊はノボラザレフスカヤ基地待機。深夜の大陸間フライト D7 便でケープタウンへ移動。
2/ 6	-	-	-	-	-	第 48 次越冬隊員 (志賀, 中澤, 福井) が「しらせ」へ移動 (金子は 2/10 に移動)。第 49 次隊夏隊員 (榎本, 杉山, 谷口, 藤田) はケープタウン入り。	-
2/ 7	-	-	-	-	-	第 49 次隊夏隊員 (榎本, 杉山, 藤田) がケープタウンにてスウェーデン隊と今後の研究展開や会合の予定について議論をする会合を実施。また、ALCI と打ち合わせをし、DROMLAN 輸送オペの実績確認と経費の確認作業をした (藤田と外田が参加)。	帰路先発隊は、ケープタウンにて日本と今後の研究展開や会合の予定について議論。夕刻のフライトにて帰国。
2/ 8	-	-	-	-	-	第 49 次隊夏隊員 (榎本, 杉山, 谷口, 藤田) がケープタウンから東京へ向けて空路移動を開始。	-
2/ 9	-	-	-	-	-	第 49 次夏隊員 4 名がセール・ロンダーネ地学隊 7 名とともに成田空港に到着。	-

③ドームふじ基地からの帰路は、次のデポ地到着までにドラム 12 本分の燃料の余裕を確保する。

④リーク燃料対策として、養生を施した後でも最大数ドラムのリークがありうると想定する。

ただ、④については上記①-③に記載をした予備ドラムで吸取できると考えた。リーク対策として、通称「右前の法則」にしたがい、橇のなかでも振動によるリスクの高い部位の燃料を優先して使用した。

(3) 廃棄物としての空ドラム対策

総計で約 320 本の空ドラムが発生し、このうち約 60 本はルートのなかの 10 km ごとの標

識として使用を計画した。このため、廃棄ドラムとしては260本前後の発生を見積もった。これを、空櫃を駆使して最大限回収をはかることとした。実際の回収は210本程度を目処と考えた。

5.2.2. 実際の走行距離および車両燃費

観測隊報告（国立極地研究所，2009）からの転載として、主な区間ごとの車両別走行距離および燃費を表9に示す。往路S16～会合点において、総給油量はハイスピード算出値で53655l・ドラム缶268本であり、このうち、中継拠点、ドームふじ基地、および会合点での作業で消費したのは4627l・23本である。当初計画では、移動・作業および予備燃料を合わせて64000l・320本の使用を見込んでいたので、計画よりドラム缶52本分程度少なくてすんだことになる。ルート距離およびハイスピード給油量から算出した平均燃費は、移動のみを考えた場合4.1l/km、作業を含めると4.6l/kmであった。

5.2.3. 車両整備および不具合

本項目も、観測隊報告（国立極地研究所，2009）からの転載である。車両の運用に際しては毎日、始動前点検、暖機運転、慣らし運転、終業点検を実施した。走行中はトラブルを極力避けるために、機械担当隊員が時速7km、エンジン軸トルク最大付近の2速1300rpmでの走行を指示した。また、車両が共振するエンジン回転域の使用は避けるようにした。運転終了後の終業点検では、足回りの除雪、底板へこみ具合、底板ボルトの弛み、履帯ボルトの状況を目視点検した。この旅行での慣らし運転は、朝の寒い時間帯での蛇行運転は履帯およびブレーキ系統の負担が大きく、故障の原因となると機械担当隊員が判断し、蛇行運転を行わなかった。トラバース旅行を通じ、履帯およびブレーキ系統の故障、不具合は一切なかった。

旅行出発前にSM111、112のフレーム、スピンドル溶接箇所には亀裂があるのを機械担当隊員が発見し、S16にて溶接修理を行った。旅行中再度亀裂が発生したが、スピンドル部への負担を軽減するためにサスツルギ帯での走行は十分速度を落とすよう機械担当隊員が指示し、様子をみながら運用した。亀裂は徐々に広がっていったが、特に問題なく全行程を走破した。

SM114、116はエンジンおよびミッションが他車と異なり、標高が上がるにつれてエンジン負荷が大きく、オーバーヒート気味となった。時速8km、2速1500rpmでの運用でそれは解決した。しかしエンジン性能の差がはっきりであるため、旅行時にはけん引する櫃の重量配分を常に考慮するなど、工夫の必要につき機械担当隊員から指摘があった。

車両の定期点検は、みずほ基地、中継拠点、ドームふじ基地、会合点で実施された。具体的には、みずほ基地、中継拠点、会合点で各部グリースアップおよび各部点検を、そしてドームふじ基地にて本格的な車両整備が行われた。旅行中の車両整備および車両不具合の処置記録は、観測隊報告（国立極地研究所，2009）に記載している。また、この内陸調査を実施し

表 9 日本-スウェーデントラバース旅行の走行距離と車両燃費 (1/2)
Table 9. Driving distance and fuel consumption rate of the vehicles during the traverse. (1/2)

区間	日数 (*1)	ルート距離 km (*2)	1日平均 走行距離 (*3)	走行距離 (*4) 給油量 (*5) 燃費		SM111	SM112	SM114	SM116	集計	
				走行距離 / km	給油量 //					平均	合計
S16→IM0	6	256.15	42.7	走行距離あたり	1.111	265	270	270	274	平均	269.8
				ルート距離あたり	4.2	995	1.088	1.140	合計	4334	
IM0→中継拠点	10	371.95	37.2	燃費 //km	4.3	390	394	402	402	平均	393.8
				走行距離 / km	1710	1633	1844	1892	合計	6979	
中継拠点作業	2			走行距離あたり	4.4	4.4	4.2	4.7	4.7	平均	4.5
				ルート距離あたり	4.6	4.4	5.0	5.1	平均	4.8	
中継拠点 →ドームふじ基地	8	370.75	46.3	走行距離 / km	19	5	2	19	19	平均	-
				給油量 //	179	160	120	197	合計	656	
ドームふじ基地作業	6			走行距離 / km	403	408	408	416	416	平均	408.8
				給油量 //	1845	1694	1973	1874	合計	7386	
ドームふじ基地 →会合点	8	397	49.6	燃費 //km	4.6	4.6	4.2	4.8	4.5	平均	4.5
				走行距離 / km	5.0	4.6	5.3	5.1	平均	5.0	
	6			走行距離 / km	170	24	0	38	38	平均	-
				給油量 //	735	320	230	354	合計	1639	
	8			走行距離 / km	427	434	423	440	440	平均	431.0
				給油量 //	2067	2044	2065	1969	合計	8145	
				燃費 //km	4.8	4.7	4.9	4.5	平均	4.7	
				走行距離 / km	5.2	5.1	5.2	5.0	平均	5.1	

(*1) 日数には、寝機・食らし運転・給油ほか、各種作業による長短の停滞を含む。ただし、中継拠点、ドームふじ基地および会合点での作業停滞はともに別枠とした。

(*2) ルート距離はルート方位表の距離に基づく。

(*3) 1日平均走行距離は、1日あたりの平均走行ルート距離である。

(*4) 走行距離は車載距離計に基づく。

(*5) 給油量はハイビスター換算である。

(*6) 最後の合計には、作業停滞中の走行距離および燃料消費も含む。

表 9 日本-スウェーデン-トラバース旅行の走行距離と車両燃費 (2/2)

Table 9. Driving distance and fuel consumption rate of the vehicles during the traverse. (2/2)

区間	日数 (*1)	ルート距離 km (*2)	1日平均 走行距離 (*3)	走行距離 (*4)		SMI11	SMI12	SMI14	SMI16	集計	
				給油量 (*5)	燃費					平均	合計
会合点作業	5			走行距離 / km	63	89	0	85	平均	-	
					給油量 / l	445	248	195	364	合計	1252
会合点 →ドームふじ基地	8	505	63.1	走行距離 / km	527	542	524	534	平均	531.8	
					給油量 / l	2083	2347	2017	2147	合計	8594
ドームふじ基地作業	3			燃費 //km	4.0	4.3	3.8	4.0	平均	4.0	
					給油量 / l	4.1	4.6	4.0	4.3	合計	4.3
ドームふじ基地 →S16	17	998.85	58.8	走行距離 / km	59	224	0	25	平均	-	
					給油量 / l	220	570	135	155	合計	1080
合計 (*6)	74	2899.7	39.2	走行距離 / km	1050	1031	1035	1044	平均	1040	
					給油量 / l	3611	3445	3117	3317	合計	13490
				燃費 //km	3.4	3.3	3.0	3.2	平均	3.2	
					給油量 / l	3.6	3.4	3.1	3.3	合計	3.4
				走行距離 / km	3373	3416	3056	3277	平均	3281	
					給油量 / l	14006	13456	12784	13409	合計	53655
				燃費 //km	4.2	3.9	4.2	4.1	平均	4.1	
					給油量 / l	4.8	4.6	4.4	4.6	合計	4.6

(*1) 日数には、暖機・慣らし運転・給油ほか、各種作業による長短の停滞を含む。ただし、中継拠点、ドームふじ基地および会合点での作業停滞はともに別枠とした。

(*2) ルート距離はルート方位表の距離に基づく。

(*3) 1日平均走行距離は、1日あたりの平均走行ルート距離である。

(*4) 走行距離は車載距離計に基づく。

(*5) 給油量はハイビスター換算である。

(*6) 最後の合計には、作業停滞中の走行距離および燃料消費も含む。

た時点での内陸燃料デポ配置についても、同報告書に記載している。

6. 通 信

6.1. 通信の手段一覧

通信は、内陸行動にあたっての情報送受の命綱である。定時交信（状況把握、行動記録や予定の連絡、重要な情報、たとえば気象通報の伝達）、緊急時支援依頼、チーム間のコミュニケーションや情報共有、データの送受、アウトリーチのための画像発信に通信を必要とした。通信の運用の実際を本セクションにまとめる。ボイス機器の一覧とその用途を表 10 に、また、イリジウム衛星携帯電話の配置を表 11 に記載した。

6.2. 定時交信

S16 より内陸では、2030 LT より SM114 搭載の HF 無線機により昭和基地と定時交信を行った（周波数は主波 4 MHz、予備波 7 MHz）。複数人で交信の内容を聞けることなどから、HF を主通信手段として用いたが、交信状況が悪いときはイリジウム衛星携帯電話を使用した。使用割合は HF 通信が約 7 割、イリジウム通信が約 3 割である。中継拠点～ドームふじ基地

表 10 通信用ボイス機器と用途

Table 10. Voice communication instruments and applications.

機器名	用途
車載 HF	昭和基地との定時交信用（イリジウム衛星携帯電話通信よりも優先使用）。これはしらせ、セール・ロンダーネ隊も傍受し、かつ、チームが情報共有をしやすい利点がある。また、チームの夕食後の明るい雰囲気にもプラスになる。 スウェーデン隊との通信には不使用。（スウェーデン側の対応はなし） 4 車両（111, 112, 114, 116）に搭載。 4 MHz, 7 MHz の SSB (USB) 形式の通信。 キャリアー周波数 4540 kHz, 7771 kHz。
イリジウム衛星携帯電話 (モトローラ社 9505)	定時通信手段としては、HF 感度が低く情報伝達が困難な場合のバックアップとして使用する。また、対バスマーターボ機通信にも使用する。 計 4 台を携帯しているなかで、雪上車行動中は、最低 2 台（主・副）を常時待ち受け状態とし、定時通信以外の緊急通信の送受に対応できるようにする。 データ通信へ活用をする（後述）。 国立極地研究所や昭和基地をはじめとする国内外の関係機関との直接交信に使用するほか、トラバース隊員の家族にかかる緊急事態の発生の際にも通信に使用をする。
車載 UHF UHF トランシーバー	雪上車間交信およびトランシーバーとの通信。近距離通信用として優先。 車両と車両近傍での作業者の通信に UHF トランシーバーの使用を予定。第 49 次隊員分の機材は公用連絡にて今後第 49 次隊から第 48 次隊へ依頼をする。 バッテリーチャージャーは各車に 1 台必要である。 ※たとえば朝の慣らし運転時等、車両と地上人員の通信に高い頻度で利用することになる。
車載 VHF	雪上車間交信（S17 近傍では対昭和基地の交信）。 レーダとの干渉を避けるため、UHF のみでの通信に特に問題がない場には VHF 通信機は通常は使用しない。
AIR-VHF	バスマーターボ機飛来時に S17 地点近傍で対バスマーターボ機用の通信用に使用をする。今回は昭和基地備品のハンディ AIR-VHF の使用となる。

表 11 イリジウム衛星携帯電話の配置
Table 11. Allocation of Iridium mobile phones.

ID	帰属	11/3 まで	全体行動時 配置	状態	会合点以降	トラバース後
1 (実際の計画書では、ここに電話番号を記載)	国立極地研究所	第 49 次主機	114 号車+車外アンテナ	常時待受	変更なし	ノボラザレフスカヤ基地経由日本へ
2	昭和基地	第 48 次 S16 主機	112 号車+車外アンテナ	常時待受	変更なし	昭和基地
3	国立極地研究所	第 49 次別送	111 号車	随時使用	榎本・杉山が携帯、電源プラグ変換必要	ノボラザレフスカヤ基地経由日本へ
4	昭和基地	第 48 次 S16 副機	116 号車	随時使用	変更なし	昭和基地

～会合点では主波の 4MHz の感度が悪く、予備波の 7MHz のほうが感度良好であった。スウェーデン隊との連絡は後述するが、定時交信を行わずイリジウム衛星携帯電話を使ったメールでほぼ毎日行い、定時交信時に位置情報を昭和通信へ連絡した。なお S16 滞在中は VHF 無線機を用いた。定時交信の記録は、観測隊報告（国立極地研究所，2009）に詳述しており、本報告からは省く。

6.3. 車載無線機

定時交信には車載 HF 無線機、車両間の連絡には車載 UHF 無線機、S16 での定時交信には車載 VHF 無線機を使用した。地形的な影響や電離層の状態により感度が悪かったこともあったが、車載無線機自体の不具合はなかった。車載無線機の一覧詳細は、観測隊報告（国立極地研究所，2009）を参照。

6.4. イリジウム衛星携帯電話

定時交信時に、HF 感度が低く情報伝達が困難な場合はイリジウム衛星携帯電話を使用した。また、バスマーターボ機が S17 航空拠点に接近した際の通信、国立極地研究所や昭和基地をはじめとする国内外の関係機関との直接交信、スウェーデン人の交換科学者が本国の研究機関と行う職務上の連絡にも使用した。イリジウム衛星携帯電話は、観測隊のなかで新旧 2 機種（Motorola 9505, 9505 A）があるので、バッテリーやデータ通信キットもそれぞれ規格が異なる。トラバース旅行では旧型機種である「9505」に統一した。イリジウム衛星携帯電話は昭和基地から 2 台、国立極地研究所から 2 台借り受け合計 4 台を携帯した。トラバース旅行中のイリジウム衛星携帯電話の配置詳細は、表 11 に記載した。SM114 に配置した第 49 次観測隊主機のイリジウム衛星携帯電話を常時待ち受け状態とし、定時通信以外の緊急通信の送受に対応できるようにした。イリジウム衛星携帯電話は車外で使用すると電池の消

耗が激しいので、延長ケーブルと外部アンテナを設置して雪上車内（SM111 と 114）で使用できるようにした。場所によって頻繁に通信が途切れたりしたが、電話機自体は不具合なく使用できた。また、今回は後述するようにイリジウムデータ通信によるデータ通信を活用した。インマルサット電話はトラバース隊に免許者がなく、SM114 車載のインマル・アンテナを昭和基地で取り外したため使用しなかった。

6.5. データ通信

トラバース旅行ではイリジウム衛星携帯電話のデータ通信キットを使用したデータ通信を活用した。これにより小規模なメールの送受を確保した。メール通信頻度は、1日1回～数回程度とした。チームを代表する電子メールのアドレスは用意したが、隊員個々のメールアドレスを用意する体制とはらず、同一のメールボックスを共有した。大きいサイズのメールは通信時間の負担となるため、ヘッダーをみて判断し受信をしない選択ができるようにした。このため、メールサーバーはPOP3サーバーではなくヘッダーのみを最初に確認できるIMAPサーバー（NTT系の民間のプロバイダ「goo メールアドバンス」）を月額200円にて藤田の自己負担で利用した。通信速度としては、約240kBの画像を日本に送るのに約20分かかった。また、電子メールとは別に、イリジウム衛星携帯電話の「ショートメッセージメール」機能を通信手段として活用した。トラバース隊やトラバース隊メンバーのイリジウム機への短信連絡や緊急連絡は、イリジウム社のweb (<http://www.iridium.com/>) の「Send a Satellite Message」メニューからアルファベット使用として実施でき、1通50円の課金となるシステムであった。

6.6. 通信網

トラバース旅行の実施にかかり、通信連絡体制については国立極地研究所や観測隊内部での調整のうえ以下のように設定した。連絡網の図を図10に示す。フィールドにいるトラバース隊の消息を内外に知らせる目的での基本的な定期的通信を、昭和基地との定時交信に絞った。それにより、定時交信にかかるエフォートをできるだけ小さくおさえることとした。スウェーデンとの毎日の定時交信は企画しなかった。定時交信タスクが増えるほどに、全体の行動に時間的な束縛がはいること、メール連絡で行動概要が伝われば、一応は相互の消息は確認できることが理由である。日本隊の状況がスウェーデンに伝わる窓口は、現場にいるスウェーデン・トラバース隊（メールアドレスを保持）、それに、国内の極地観測の事務を担当するSwedish Polar Research Secretariatとした。メールによる情報発信は、あらかじめ用意したメーリングリストを活用した同時通報とした。これは、過去に国内で特定のアドレスを窓口にして、情報の共有がうまくいかなかった事例があることを教訓にしている。通信連絡網は以下を基本とした。

- (1) 日本-スウェーデン隊にかかる行動は、定時交信を軸として昭和基地へ通信連絡をいれることを基本とする。
- (2) チーム行動のエポックの内外への連絡については、昭和基地の公用メールでの発信をお願いした。
- (3) 毎日の定時交信内容の内外への連絡については、昭和基地 Wiki への記載のほか、「しらせ」乗船中の第 49 次観測隊長および副隊長宛でのメール同報をお願いした。
- (4) 日本側のトラバース隊とスウェーデン側のトラバース隊との連絡は、メールによる毎日の直接連絡を基本とする。特別な事情の生じない限り昭和基地等に仲介の労をお願いすることはないことを事前に確認した。
- (5) トラバース隊は週間レポートを発行し、メール同報により、直接に関係各方面に配信をした。なお、週間レポートの言語は英語とした。これは二つの言語でレポートを書く手間の重複を防ぐためであった。

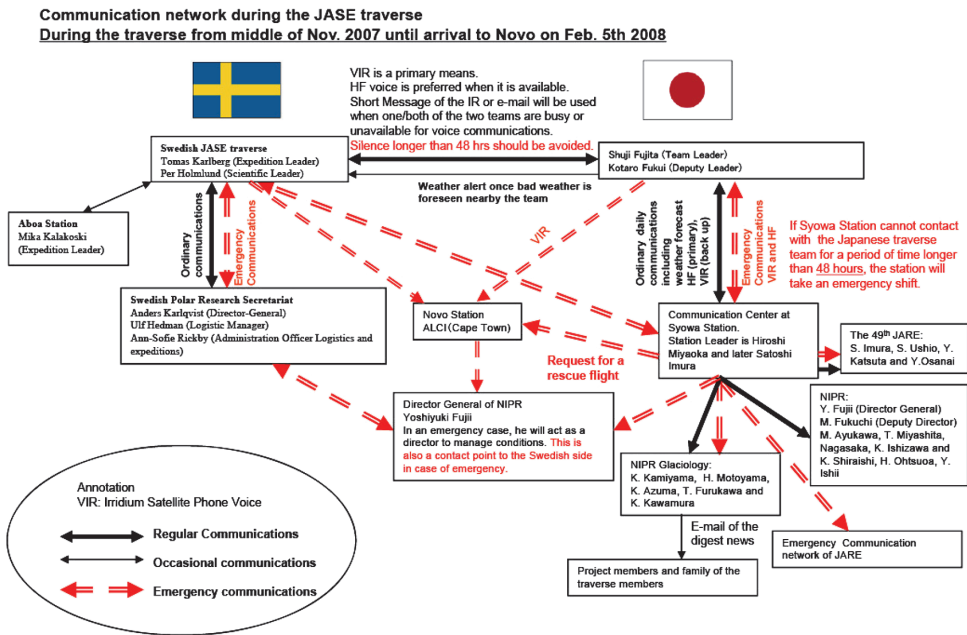


図 10 トラバース実行期間中（2007年11月中旬～2008年2月初旬）の連絡網

Fig. 10. An example of the communication network during the traverse (from mid-November 2007 until February 2008).

6.7. 携帯無線機

第 48 次観測隊員は各人が昭和基地で使用していた UHF を、第 49 次観測隊員は通信から借りた 4 台の UHF を外作業の際などに使用した。不具合はなかった。

7. ナビゲーション

7.1. 船舶航行用 GPS

表 12 には、トラバース時に用いた各車載の船舶航行用 GPS の一覧を示す。車載の GPS は光電社製 GPS と JRC 製 GPS があったが、JRC のものは進行方向を示す線が表示されないため、ナビゲーション GPS としての利用は困難であった。このため、ナビゲーションは先頭車 SM111 車載の光電社製 GPS をメインに使用した。S16～ドームふじ基地では、GPS ポイントカセット 4 本（第 46 次観測隊データ入力済）を使用、ドームふじ基地～会合点では、カセット 2 本にデータを新たに入力してルート航法を行った。SM111 以外の車両では、GPS ポイントを適宜カセットに上書きコピーして使用した。光電社製 GPS は走行中に一日数回測位不能（1 回 10 分間程度。緯度経度表示が赤くなる）に陥り、現在地が表示されなくなったり、現在地が突然、数百 m も飛んでしまったりする現象が発生した。みずほ基地～中継拠点（サスツルギ帯登坂時）やドームふじ基地～会合点の新規ルートでナビをしているとき、この現象のせいでルートを数 10m 外して数百 m～1 km 走行することがあった。この現象は SM111 車載のものだけでなく SM112、116 の光電社製 GPS でも発生した。この測位不能時、研究用に使っていたほかの GPS は問題なく測位できていた。GPS としてはかなり旧型である光電社製 GPS 特有の現象だと考えられる。この時々測位不能になる現象以外、大きな不具合は生じなかった。しかし、内陸、特に新規ルートでは GPS が命綱であるので、車載用 GPS は位置データ取得が安定したものを選択していく必要がある。なお、このトラバースにおいては、航法用レーダは観測用のアイスレーダと干渉するため使用しなかった。

7.2. PC ベースのナビゲーションシステムについて

トラバース旅行では、新しい試みとして PC ベースのナビゲーションシステムを運用した。

表 12 船舶航行用車載 GPS の一覧

Table 12. List of Marine Navigation type GPS mounted on the tracked vehicles.

車両	メーカー	機器型番	備考
SM111	光電	GTD-1200A	GPS ポイント (S16～ドームふじ基地～会合点間) がはいつたカセットとパソコンとの接続ケーブルを車載
SM112	光電	GTD-1200A	カセット 1 本付属
SM114	JRC	JLU-128J	
SM116	光電	GTD-1200A	カセット 1 本付属

ウィンドウズ PC の上で動くソフトウェアで、FUGAWI Global Navigator というものである。別途に用意した GPS 受信機から、シリアルケーブルを用いて NMEA 形式の信号を受信し、PC 画面の上に地図上の現在位置やナビゲーションに必要な各種の情報が表示されるシステムである。あらかじめ緯度経度の情報とともに人工衛星画像 (MODIS) を入力し、また、既存のルート方位表や新規走行路のルート方位表を入力して活用した。図 11 に観測時の PC 画面の一例を示している。

このシステムの利点は、衛星画像の上での位置を常に把握しながら走行ができること、かつ、走行位置情報を PC に電子ファイルとして刻々記録できることにあった。また、ルート方位表が入力されていることと、ポイント名が常に表示されていることから、ルート上で現在位置が不明確になることは全くなかった。たとえば、S16 からみずほ基地の区間では時折 250m ごとにルート旗が設置されており、現在の位置がしばしば不明確になる。しかし、この仕掛けを用いることにより、そうした事例はおこらなかった。

図 11 に示した PC 画面の左側の枠には、以下の情報が表示されている。次に到達するルートポイント「MD730」、そのポイントの現在位置からの磁方位 (CTS)、そのポイントまでの距離 (DTG)、到達見込み時刻 (ETA)、そのポイント到達までにかかる時間 (TTG)、クロ

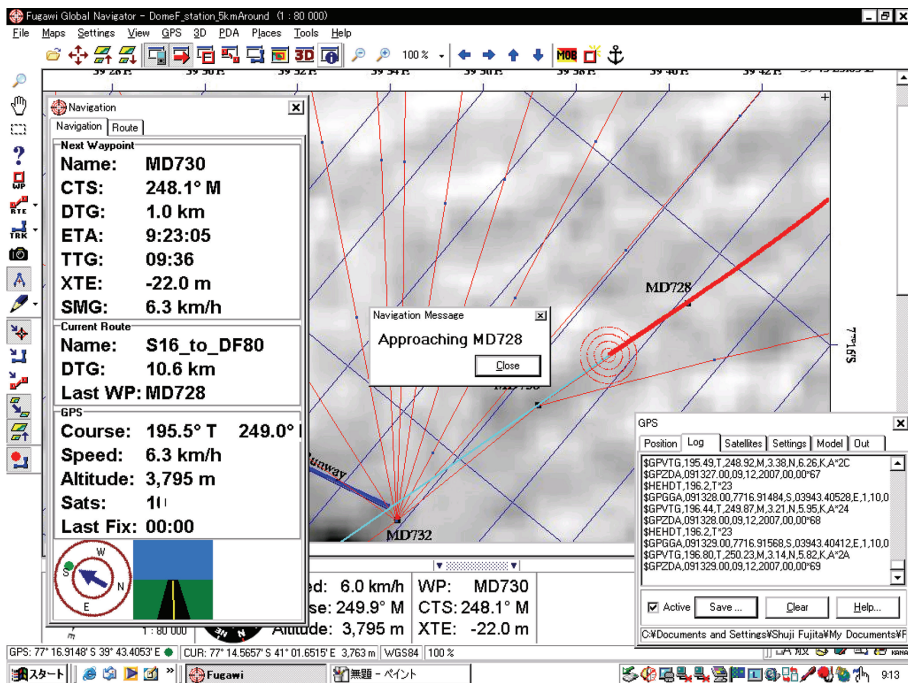


図 11 FUGAWI Global Navigator の PC 画面の一例。ドームふじ基地近傍。

Fig. 11. An example screenshot of the FUGAWI Global Navigator. This image is from Dome Fuji.

ストラックエラー, すなわち, 現在位置の本来通過すべきルートからの横方向の変位 (XTE), 現在の速度 (SMG), 最後に通過したルートポイント, 現在の位置情報. また, 進むべき方向とそこからのずれは, 画面上の矢印として表示がなされる.

筆者 (藤田) は, 過去に内陸旅行を経験するなかで, 航行用の車載 GPS が PC データとしての記録面でとても不自由であること, 衛星画像とのリンクができないこと, データ入力が基本的に手入力であること等, 種々の不自由を感じてきた. しかし, 今回試行したシステムは, データ入力も PC 上のエクセルファイルからコピーでき, 手入力と比べてずっと容易であった. さらには, GPS センサーとして GPS コンパス (Hemisphere 社製) と呼ばれる方位検知に有効なセンサーを活用することにより, 雪上車のヘディング情報を刻々記録した. 氷床探査用のレーダ観測やマイクロ波放射計の観測では, 雪上車方位が非常に重要であり, この点でも今回利用したシステムは役にたった.

今回は運用した 4 台の雪上車すべてにこのシステムを設置し, すべての車両が現在位置や衛星画像のなかでの位置をリアルタイムで把握できるようにした. PC は Panasonic 社製のタブブックを利用した (図 12). 走行する雪上車のなかでの連続運用で, 振動に起因する技術的なトラブルは発生しなかった. 雪上車の環境として不便を感じた点は, 既存の航行用 GPS 装置とレーダ装置が運転席とナビ席前方の位置をすでに占めていることであった (図 13). ここに PC 画面を設置することにより, 今後より効果的なナビゲーションが可能になると考えた. なお, システムにかかるコストとしても, 航行用のソフトと比べて安上がりに見える. もっとも, 事前設定の際にソフトウェアに対する習熟が必要であり, また, ソフトのインターフェース画面が英語である. この点, 将来多数の隊が使用する際の課題と思えた. また, 将来の雪上車環境として, 人工衛星画像やナビソフトの画像, それに, 計測中のセンサーのデータ表示等, 複数の PC 画面を設置できる態勢があれば, 今後より効果的な活動に資すると考えた. 人工衛星画像を画面に表示できることから, サスツルギ帯や平坦雪面, それに潜在的なクレバスの危険がある地域の区別もオペレーターが明確にできる. 野外行動用のナビゲーションソフトウェアは市販のものが複数種あるので, 南極の内陸行動に適したものを研究していく必要があると考える.

7.3. その他の航法支援装置や人工衛星画像情報

上記の PC を活用したナビゲーション装置とあわせ, 今回のトラバースにおいてはリモートセンシング画像を GPS とリンクさせたくて直接観測できる態勢で臨んだ. ソフトウェアは米国 RSI 社の ENVI であり, これをウィンドウズ PC に搭載して利用した. 実際には, 1 台の PC に対し, NMEA 信号を 2 ポート送り込み, 一つをナビゲーション用に, もう一つを ENVI 用にした. この ENVI には, 事前に各種の人工衛星画像や GIS データ (たとえば RADARSAT 衛星の合成開口レーダ, ICESAT 衛星のレーザー高度計データ, 氷床下地形図



図 12 雪上車の助手席に設置した GPS コンパス（左側の青色の機器）とナビゲーション補助用 PC

Fig. 12. GPS Compass and PC setup for navigation.



図 13 雪上車の前部を占める船舶航行用レーダ（左側）と船舶航行用 GPS（右側）
Fig. 13. Displays from the Marine Navigation GPS and Marine Navigation radar, occupying the front inner part of the tracked vehicle.

のBEDMAP、表面傾斜データ、可視画像のMODIS データ等)を入力した。画像にはあらかじめルートが書き込まれているほか、GPS とのリンクにより、画像上に常に現在位置が表示される。走行をする雪上車のなかで、常に周囲の環境と衛星画像を対比しながら進行するメリットは大きかった。図 14 に示した例は、みずほ基地近傍を走行していた際の PC 画面である。凸地で消耗域が発生しているのが画面上の輝度の高い領域であり、凹地で堆積域になり、かつ、サスツルギ帯になっているのが画面上暗い領域である。走行しながら、現在さしかかっているサスツルギ帯がどの範囲まで続くのかということや、サスツルギを合理的に避けるルート設定が可能かなど、画面上で明瞭にあらたな情報を入手できた。こうしたシステムがなければ、周囲の状況を俯瞰することは不可能であり、今回は衛星情報を内陸旅行で有効に活用できたと考えている。

なお、今回活用をした GPS コンパス (Hemisphere 社製) は、2 ポートのデータ出力を有していた。一方を FUGAWI Global Navigator に送り、もう一方を ENVI に送って活用をした。また、位置やヘディング情報の記録は、どちらのソフトウェアでも可能であるが、今回のトラバース旅行では、FUGAWI Global Navigator でこれらの記録を行った。こうしたシステムを、今後の内陸旅行の際の標準装備化することにより、安全な走行や科学調査の充実

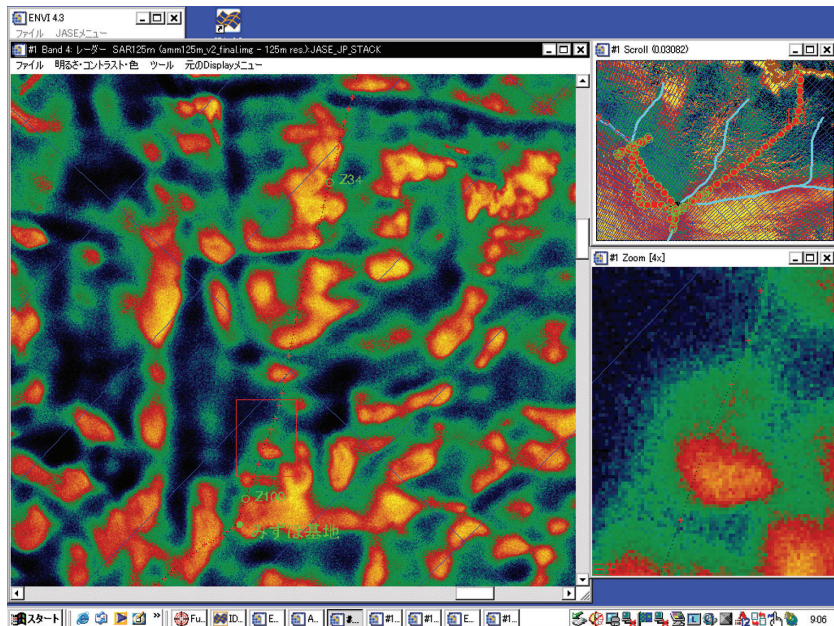


図 14 ENVI の PC 画面の一例。みずほ基地近傍。右上が広域図、左が現在位置を示す図、右下が拡大図。

Fig. 14. An example ENVI screenshot. This image is from Mizuho. The upper right and left windows show the wider area and present location, respectively. The lower right window gives an expanded view.

に大きく資すると考える。ナビゲーション技術の研究は、内陸旅行で有益と考える。

8. 安全対策

トラバース旅行中には、深刻な事故等はなかった。ただし、ヒヤリ・ハットの出来事は数々あった。計画段階で、予想される危険や、リスク軽減のための対策、緊急事態発生時の対処を検討していた。安全管理にかかる通信体制を事前に検討したほか、突発緊急事態発生時の心得や緊急時対策を検討していた。また、緊急事態発生時の日本とスウェーデンの2国間の関係もあらかじめ話し合っていた。検討した事項は、将来の旅行時や国際連携時にも使える内容を多数含むため、本報告に、計画書からの転載として以下 8.1.-8.5. として記述する。

8.1. 予想される危険、リスク軽減のための対策、緊急事態発生時の対処

①「内陸行動中に重い高度障害が発症する」

・回避策：高地での自分の身体の反応を、高所訓練によってあらかじめ確認をする。行動中に標高を有意に上げる段階でダイアモックスを服用し、水分摂取を励行する。高度障害はほとんどの隊員に現れるが、無理をして悪化させないことが重要である。

・緊急事態発生時：重い高度障害が発生した場合は、医師の診断により現地リーダーが対応を判断する。必要と判断されれば航空機による患者の収容を行う。航空機レスキューオペレーション（手順は後述）が必要になった場合に内陸のどこに居ても対応可能とするために、中継拠点以降の内陸域においては航空機燃料 JET-A1 を橇で常時けん引する。その後の観測の縮小継続か中止・帰還かの判断は、現地リーダーが観測隊長および国内と協議のうえ対応を判断する。

・急患が発生し、航空機の速やかな手配ができない場合、雪上車の 24 時間走行により、患者を標高の低いところに下ろすことも選択肢とする。過去の例（第 37 次観測隊）では、緊急物資輸送のために SM100 型車を用いドームふじ基地からみずほ基地まで単車 3 日で移動をした実例がある。

②「雪上車の故障」

・回避策：雪上車は内陸旅行での行動をするための命綱である。担当機械隊員 2 名のリードのもと、メンバー全員が日常点検と無理のない運用に特に留意する。

・緊急事態発生時：もし故障が重度であり運用困難な車両が発生した場合は、機械隊員の診断により現地リーダーが観測隊長および国内と協議のうえ対応を判断する。観測チームの昭和基地帰還に重大な支障をきたすと判断されれば、航空機による部品の輸送もありうる。緊急航空機オペレーション対策は①と同様。また、内陸残置の判断を余儀なくされる車両が発生した場合には、残置判断、それに、その後の観測の縮小継続か中止・帰還かの判断は、現地リーダーが観測隊長および国内と協議のうえ対応を判断する。

③「雪上車運転や橇運用の不注意にともなう事故」

・過去事例は多数ある。雪上車の迫力写真を撮影しようと走行中の雪上車に接近し轢かれた。橇けん引時のワイヤー跳ね上げによるひざ骨折（ちょうどワイヤーをまたいでいるときに雪上車がホーンを鳴らしたが、すぐに発進してしまったので逃げる時間がなかった）。燃料ドラム缶の載せ替え時に指を挟んで骨折や捻挫。燃料給油時の燃料漏れ。橇同士の接触。キャンプ地での雪上車足回り点検時の思いがけない発進（ホーンが鳴って、あわてて逃げた）。外国隊でも同様の事故は発生している。

・回避策：雪上車にかかわる事故発生を予防するため、雪上車運転にかかる観測隊のルール遵守を徹底する（たとえば、エンジン始動警告としてホーン1回、前進合図としてホーン2回、後退合図としてホーン3回）。形式的なルール遵守ではなく、ホーン後5-10秒は間をおく等、実質意味のある遵守とすることとした。人が周囲に居ないことを確認できない状況下ではエンジン始動や運転をしない。足回り整備中は、「メンテ中・始動厳禁」の表示パネルを運転席に置くこととし、パウチを用いて目立つ赤色を使ってあらかじめ作成した。動く可能性のある車両には不用意に接近しない。南極で雪上車に人員が轢かれた事例が過去に複数あることを思い起こすよう注意喚起をした。

・緊急事態発生時：緊急航空機オペレーション対策は①の重度高所障害と同様。ひとたびこうした人為事故が発生し、その結果が重大である場合、ここまで観測に投じられた準備がいかに膨大であっても観測の継続は困難になる。観測継続か中止・帰還かの判断は、現地リーダーが観測隊長および国内と協議のうえ対応を判断する。

④「旅行中の生活態度上の不注意（過度のアルコール等）にともなう事故」

・回避策：特に長期の内陸旅行であるため、精神面での余力を常に維持できるように明るい雰囲気づくりにつとめ、生活態度に起因する事故の発生を防ぐこととした。行動日程や観測日程には常に余裕をもつように心がけることとした。過度の飲酒は厳禁とするほか、もし生活態度の逸脱に気付いたときはお互いに注意をしあえる関係と雰囲気の維持に心がけることとした。

⑤「雪上車内での酸欠や一酸化炭素中毒」

・回避策：特に調理をする雪上車については換気を励行する。また、就寝時の雪上車エンジンの停止は絶対原則であるとした。アイドリング中は30分に一回程度アクセルをあおることとした。

⑥「S16, 17近傍での準備中の不注意な行動範囲逸脱にともなうクレバス事故、橇・雪上車デポ周辺のドリフト乗り上げやウインドスクープ転落事故」

・回避策：S16, 17近傍での行動範囲を事前に確認し、周知徹底をすることとした。また、橇・雪上車デポ周辺にはドリフトやウインドスクープがあることを事前に確認することとした。実際に生じたドリフトやウインドスクープはできるだけ現場で平坦雪面に戻すことを試みる

が、現実的でない規模である場合には、存在と位置を周知し、交差して立てる竹竿によって進入不可地点であることを示すこととした。こうした注意を喚起しても逸脱した行動により過去に事故事例があることを思い起こす必要がある。

⑦「観測上の不注意，たとえば，1kW のレーダアンテナへの接触にともなう事故，表層掘削機への巻き込み事故」

- ・回避策：観測機器の運用に関わるけがや事故の発生を防ぐために，習熟訓練や安全教育を徹底する。表層掘削機使用時には服装や操作に特に注意をし，巻き込み事故等の発生を防ぐ。

⑧「通信機器の故障により昭和基地と交信ができなくなる」

- ・回避策：通信機器は，車載 HF が4台，イリジウムを4台持って行く。出発前に使用方法と動作確認をすることが絶対の前提である。

- ・緊急事態発生時：何らかの理由で昭和基地との連絡手段を完全に失った場合は，仮に通信機器以外には何の支障がないとしても「遭難状態」であり，内陸旅行を中止し昭和基地へ帰還する。

⑨「燃料ドラムの過度のリークによる燃料不足」

- ・回避策：燃料ドラムはリークしやすい右前方から使用する。ドラムに緩衝材を巻く。サストルギはゆっくり越える。

- ・緊急事態発生時：燃料不足のリスクが顕在化した時点で，最も近いデポ地への効率的な雪上車走行を検討する。

⑩「ブリザードやホワイトアウトにともなうロストポジション」

- ・発生時：ブリザードやホワイトアウトのときには，特に慎重に行動をする。視程が100m以下のときは基本的に停滞する。

⑪「凍傷，過度の紫外線による皮膚障害や雪眼」

- ・寒冷環境や，強い紫外線下での環境にあることについての教育や周知を徹底する。野外行動時には，曇天であってもサングラスの使用を必須とする。日焼け止めクリームの使用を励行する。サングラスは特に側方からの光を遮る機構のあるものでなければ雪眼になるリスクは高い。

8.2. 安全管理にかかる通信体制

内陸旅行の各時点での通信体系を，行動の各時点で図10の例のように取り決め，通信ルートをあらかじめ策定していた。スウェーデン側との連絡も含め，緊急時の連絡方法やルートもあらかじめ決めていた。

8.3. 突発緊急事態発生時の心得 一時系列記録と通信の確保を最優先とすること一

以下も，計画書からの転載である。

「緊急事態が発生した場合、チームのうちの1名は、時系列の出来事の記録および昭和基地との通信確保に専従する。リーダーあるいはサブリーダーは、この通信専従隊員を指名し、状況の昭和基地への刻々の報告にあたらせる。この報告をもって、昭和基地は事態を把握・記録し、緊急事態発生現場よりははるかに冷静な視点で観測隊内あるいは国内に対し必要なアクションをなすことができる。また、事態の事後検証においても、記録が極めて重要な意味をもつ。」

8.4. 緊急時対策

以下、①-⑤をあらかじめ検討していた。

①航空機遅延

航空機が何らかの事情で遅れた場合、基本的にS17航空支援隊はS17にて待機。ただし、20日以上フライトが遅れることが決定的であれば、第48次観測隊、第49次観測隊、スウェーデン隊協議のもとで、計画を大きく変更することもありうる。S17からの出発が11/28をこえた場合、日本-スウェーデン会合点に不到達となることが視野にはいり、出発が12/1になるとそれは確実になる。「会合点不到達確実」である場合であっても、ここまで準備をすすめてきている各種観測事項はその実施には十二分に価値があり、かつ、プロジェクトとしての計画実施責任がある。これらに鑑み、極力、持ち時間や設営力の範囲での内陸調査をすすめる。

②救援要請発動

トラバース中に重度の健康上の問題（特に高度障害を想定する）が発生した場合には、医師と相談しながら藤田リーダー（あるいは福井サブリーダー）は現地連絡本部である昭和基地（観測隊長、時期に応じ第48次あるいは第49次）あるいは国内からノボラザレフスカヤ基地滑走路やALCIへ救援要請を依頼する※1。高度障害の状況によっては雪上車にて滞在高度を下げることも検討する。緊急フライトがありうることを想定し、旅行隊は中継拠点以降の内陸において航空機燃料を携帯している※2。ノボラザレフスカヤ基地滑走路（パイロット）と現地リーダーとの打ち合わせは必須である。

※1 現場からノボラザレフスカヤ基地滑走路へ連絡を入れるのは可能だが、昭和基地や国内との通信体制が取れているはずなので、昭和基地あるいは国内からノボラザレフスカヤ基地滑走路やALCIに救援要請をしてもらうほうが確実である。特に昭和基地は24時間連絡が取れる。内陸隊は通信手段が限定されている（上記、緊急時の昭和基地との通信確保と関連）。

※2 全燃料中の12本をJET-A1とし、常時携行する。最終的には、「しらせ」ヘリによるレスキュー可能圏内にはいった時点で、これは単独あるいは軽油との混合により雪上車燃料として消費される。これは設営室（旧名称）了解済事項である。

③救援要請発動時の航空手段

- ・内陸の広域においては、バスラー機によるレスキューを前提とする。
- ・地上レスキュー。往路はみずほ基地（11/20 頃）まで。復路「しらせ」が昭和基地近傍に滞在をしている時期のヘリコプターを用いた救援可能範囲については、通常片道 100 マイル（約 200 km）である。

④救援要請発動後の観測活動の継続・中止の判断

救援要請発動後は現地連絡本部である昭和基地（観測隊長，時期に応じ第 48 次あるいは第 49 次）と連絡をとり，その指揮のもと，内陸観測活動の継続あるいは中止について判断を下す。その際にはスウェーデン側とも協議をする。中止と判断を下した場合には早急かつ安全に昭和基地に帰還する方策をとる。事故の性格や軽重，それに南極観測プロジェクトとしての実施責任を総合的に勘案したうえでの判断が必要になる。

⑤内陸調査隊のリーダーの交代

急病患者がリーダーである藤田である場合や，事故等によりリーダー自身による判断が困難である場合には，サブリーダーの福井がリーダーの任務を担い，その後の状況処理の指揮をとる。リーダーの交代（交代後の復帰も含む）は内陸旅行隊内外に対し明確な形で行うものとし，その条件については，さらに検討をする。

8.5. 日本とスウェーデンの関係

緊急事態発生時の日本とスウェーデンの関係は以下のようにあらかじめ協議し，両国の共通認識としていた。

①救援に対する責任の所在

2007 年 6 月 18 日，19 日のストックホルム会議において，下記をスウェーデン側と協議をした。

「事故や急病によるレスキューが発生した場合，患者の国籍にかかわらず発動した側の国（つまり患者発生チームを統括する国）がそのコストをもつ。コストはノボラザレフスカヤへの緊急搬送までとし，ノボラザレフスカヤからケープタウンへの患者搬送やそれ以降の扱いは患者の所属する国が負担をする。」背景としては，ノボラザレフスカヤ以降の人員搬送コストは事故の有無にかかわらず各国の計画にすでに盛り込まれていること，それに，患者は国籍にかかわらず，観測を実行しているチームの指揮下にあることがある。スウェーデンは観測活動全体が保険によってカバーされており，救援フライトが発生しても最終的にはそのコストは保険にて保障される。

この方針はスウェーデン側からの提案であった。対応にあたったリーダーの藤田は，日本側からみても妥当にみえることを述べ，ただ，問題がないかさらに検討をすることにした。帰国後，副所長および事業部長に報告した。

②救援要請発動後の観測活動の継続・中止の判断

日本隊やスウェーデン隊に緊急事態が発生する場合について、観測の継続・中止の判断については両者の協議を要する。仮に1国が計画を中止しても、他の1国は可能な範囲で観測活動を継続することはありうる。

③日本からスウェーデンへの燃料補助

スウェーデン側から帰路の燃料33本の支援要請を日本側は2003年以降にうけており、プロジェクトリーダー間（Holmlund、藤井）では了解をしている。この燃料補給が万一アクシデントによってキャンセルされたとしても、スウェーデン側が帰還困難に陥ることはないことをストックホルム会議（2007年6月18日、19日）にて確認をしていた。ノルウェーとスウェーデンの内陸デポ相互供与によって内陸燃料の効率的なマネジメントを処理していた。

④医療ファイルの事前交換について

日本隊に参加するスウェーデン人2名については、医療の参考を目的として健康診断結果（スウェーデン側の項目、書式で可とする）を事前に取り寄せ、第48次医療隊員に送った。医療隊員以外のメンバーが目を通すことはない。同様に、スウェーデン隊に合流する見込みの日本人隊員については、観測隊の健康診断結果を英語書式とし、スウェーデン側に事前送った。医療行為を要する事態において、スウェーデン人医師に参考にしてもらうこととした。上記についてはストックホルム会議（2007年6月18日、19日）にて確認をした。

9. 生活管理

今回のトラバース旅行は、内陸での活動がS16での活動を含めると総計約90日におよび、生活全般を快適におくるための配慮は特に重要と考えていた。衛生面、精神衛生面、娯楽・休養・睡眠、プライバシー確保にかかる配慮は特に必要であると考えていた。特に事前に検討していた事項を、ここに記述する。

①トラバース全般の仕事とオフのバランス

内陸旅行を約80日間実施するなかで、出発時想定で最低6-8日の予備日（休養日や、不測の事態にあてる余力として保持する日）をもつことを前提に考えた。これは日本での通常の週休2日とは一致しないものの、内陸での行動パターンとしてチームのメンバーの理解をお願いした。行動の節目節目に休息のための余暇日程を織り込む形をとることとして提案していた。

②入浴・シャワー・体拭き、洗濯

南極内陸部は寒冷地であるが、雪上車内の環境は車両のもつ熱で+20~30℃前後になることがしばしばある。これに加え、多種多様の力仕事をこなすため、人の発汗は活発になる。このため、入浴やシャワーなど、快適性を求める工夫を試みた。このため、増水バケツ等を

増強したほか、キャンプ用シャワーやシャワー用テントを用意していた。

ただ、実施のトラバース旅行では、昭和基地用の予備品の浴槽を積んだ櫓を第48次越冬隊員が作成しトラバース隊期間中の数回の入浴を可能にした。この浴槽櫓を結果的には内陸に持ち込み利用した。金属製の大型浴槽であったことに起因し、入浴準備にはキャンプ地で約2-3日の時間と手間がかかった。結果的に、S16地点、中継拠点、ドームふじ基地、会合点の4回の入浴が実施されたが、断熱性（木製）のよりコンパクトなものを使用して高頻度にリフレッシュをはかるほうが良策に思えた。

水なしでの体拭きのために、ウェットティッシュ、タオル（アルコールタイプ、ノンアルコールタイプ）は多数をそろえて内陸で利用した。

洗濯は、車両内で雪をとかして、バケツを用いた手洗濯ができた。洗濯石けんを消耗品として持ち込んだ。

③就寝車両およびプライバシー

長期の心理的な快適度を維持するために、就寝車両は男性隊員と女性隊員を分け、女性隊員の就寝は単独車両とした。男性隊員が大部分の8名の長期のチームのなかで、不快感の発生する余地をつくりたくないと考えていた。車両での就寝は、2基のベッドと、それに床で寝ることになる。図15に、車内での就寝場所の例を示す。2-3名で就寝をする場合、車両にある2台の寝台、床面1、床面2が就寝場所の候補になる。2段寝台の上部は狭く、シェラフに入り込む作業が容易ではない。1台の車両に3名が就寝をする場合、隊員の選択により床面2か寝台上部かの選択が必要であった。床面1と2については、就寝時にマットや布団と置くことになる。長期の就寝を快適にするために、白夜の日射を遮る遮光カーテンが重要である。また、各寝台に付けるプライバシー目的のカーテンは確実にすべきである。

④娯楽・休養

休養日、たとえば正月前後やクリスマス等、それにプリザード停滞のときなど、ある程度の準備があると時間を楽しく過ごすことができると考え、皆で楽しめるタイプのゲームを用

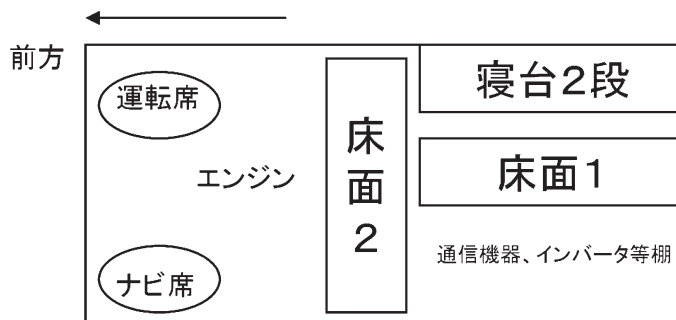


図 15 雪上車内での就寝場所候補配置図

Fig. 15. Arrangement of the sleeping beds within the tracked vehicle.

意していた。たとえば、将棋、トランプ、花札、麻雀、ダーツ、水道管ゲーム、オセロ、人生ゲーム、キャロム、UNO 等である。ただ、結果的には、これらのゲームを用いる機会はなかった。クロスカントリースキーを持ち込み、トラバース隊の移動と伴走をするなど、キャンプ地近傍を歩いて楽しんだ隊員がいた。

⑤ トイレ

トイレについては、基本はトイレ櫛にペール缶便座とした。用便はトイレカブスを推奨したほか、屋外でも可とした。トイレカブスは1台しかないので行動中はカブスから遠い位置にいた隊員には便利ではなかった。排泄物については、環境議定書に従って処理（一部は雪中埋設）した。

⑥ 散髪

散髪の道具の用意もしていたが、用いることはなかった。

10. 装 備

装備にかかる記録は、観測隊報告（国立極地研究所，2009）からの転載である。

10.1. 共同装備

トラバース旅行に準備した共同装備品（括弧内は数量）と所見を表13に記す。トラバース旅行では、ゴミ袋や竹竿が不足気味であったがドームふじ基地のデポ品から補充した。それ以外の装備品に関する不具合はなかった。

10.2. 個人装備

表14に内陸旅行標準個人装備（参考例）を示す。隊員はこれを参考に、支給品と貸与品あるいは私物をそろえて旅行に参加した。

11. 医 療

全期間を通して、重篤な疾病や外傷の発生はなかった。傷病者総数は11名で、内訳は、感冒3名、胃痛・下痢症1名、腰痛症1名、指擦過傷1名、口唇ヘルペス1名、口唇日焼け1名、口内炎1名、高所障害（頭痛、安静時の息切れ）2名。いずれも軽症で、投薬、処置にて軽快し、注射、点滴類の使用症例はなかった。

急性高山病対策として、旅行出発以前に日本国内で富士登山・山頂宿泊訓練を実施し、高所環境を体験するとともに、高所における各人の体調変化について調査した。第48・49次観測隊員全員参加のテレビ会議の際に、高山病の症状、予防、治療、パルスオキシメーターと登山用携帯加圧バッグの使用法等について概説した。旅行中、毎朝食前に各自、血圧、脈拍、酸素飽和度測定と高所馴化アンケート表への記入を実施し、高山病の早期発見につとめ

表 13 共同装備一覧

Table 13. List of standard equipment used for the inland traverse.

分類	内訳 (カッコ内は数量)
(1) 寝具	敷き布団 (8), 掛け布団 (8), 毛布 (8), 枕 (8), シュラフ (8)
(2) 居住用品	トスロン密閉型造水バケツ 20 l と蓋 (8), バケツオープナー (2), 洗髪用たらい桶 (2), ペール缶トイレ (6), 造水装置 (1) 備考: トスロンバケツは装備部門で標準装備としては所持していないので, 調査旅行ごとに準備する必要がある. 造水用として各車の一つ以上必要である. 造水装置は風呂用の水をつくるために準備した. 場所にもよるが 4-5 時間で 40 l の水を作成可能. 消費電力は 700 W なので発発から電源を取った方がよい.
(3) 炊事用品	使い捨てライター (20), マッチ (20), カセットコンロ (4), カセットコンロガスボンベ (400), EPI ヘッド (3), EPI-Long 缶 (48) 備考: 昭和基地在庫の灯油コンロの調子が悪かったため, 炊事はすべてカセットコンロで行った. ガスボンベをポットのお湯に浸すなどして暖めればドームふじ基地でも問題なく使用できた. ただし, 高標高域では火力が低下した. EPI は非常用として準備した. 非常時にすぐ使用できるように, EPI ボンベ 8 本は常に車載した.
(4) 調理用品	圧力鍋 4.5 l (2), 圧力鍋蓋予備 (1), 電子レンジ (2), オープントースター (1), フライパン大 (1), フライパン中 (1), フライパン小 (1), コッヘル (1), 鍋 (1), 大鍋 (1), やかん (2), 包丁 (2), まな板 (2), お玉 (1), メジャーカップ (2), 菜箸 (3), フライ返し (1), しゃもじ (2), 茶こし (1), 缶切り (2), ポリタン 20 l (6), ボカリスウェットボトル (10), 水用漏斗 (2), 水用ポンプ (2), ステンレスポット 1.8 l (5), 角バット (2), ボール小 (2), ざる (1), タップウェア (2), サランラップ (10), アルミホイル (3), スチールたわし (2), クーラーボックス (1), 収納コンテナ (4), JK ワイパー大 (20 箱入り段ボール 1), JK ワイパー小 (36 箱入り段ボール 3), リードペーパー (9), ひしゃく (2), 個人用食器セット (8), 大皿 (4), 塗り箸 (2), 割り箸 (100 本入り 1), Ziploc 中 (20 枚入り 10), Ziploc 小 (30 枚入り 4)
(5) 日用品	ガムテープ (3 箱), ビニールテープ (10), トイレットペーパー (250), 裁縫セット (1), 体ふきウェットタオル (30 枚入り 30), ウェットティッシュ (60 枚入り 16), ネピアリフレッシュレット (30 枚入り 8), ネピアリフレッシュレット詰替 (60 枚入り 8), 強力ライト (6), 乾電池 U3 (100)
(6) 行動用品	ルート方位表 (8), 双眼鏡 (4), ハンドベアリングコンパス (2), 通信野帳 (5), 剣先スコップ (8), 角先スコップ (4), 雪鋸 (1), ゾンデ棒 (2), アイスドリル (2), 脚立 (1), 竹竿 (130), 赤旗 (300), 赤旗付竹竿 (270), ビニールテープ (30), マジックインキ (10), ゴムストレッチコード長 (20), ゴムストレッチコード短 (20), ブタ札用品 (一式), ライフロープ 50 m (1) 備考: 電子レンジ, オープントースターはレーションの暖めやパンを焼くのに非常に有効であった.
(7) 気象観測用品 (1 式/party)	スリング式温度計 S-371 (1), 気圧高度計 Tomen 6000m (1), 風速計 S-1091 (1), 気象野帳 240 回観測分 (2)
(8) 個人用非常装備品 (1 式/人)	ライフミラー, コンパス, メタ缶, マッチ (2), 小物袋, 収納袋
(9) 非常用装備 (1 式/party)	ピッケル (8), ツェルト (1), ザイル 9 mm×50 m (2), ザイル 11 mm×20 m (1), 細引き 6 mm×20 m (1), レスキューロープ 200 m 巻 (2), アイスハンマー (1), プーリー大 (1), プーリー小 (2), ユマール (4), スノーバー (4), スノーアンカー (2), エイト環 (2), スクリューハーケン (6), アイスハーケン (6), ハーネス size L (7), ハーネス size M (1), カラビナ (8), 環付カラビナ (4), シュリング大 (4), シュリング中 (4), シュリング小 (4), クライミングテープ (4), 収納コンテナ 54 l
(10) 旅行用防寒具の 予備品 (1 式/party)	シノ棒 (2), 羽毛服上下 LL (1), 目出帽 (2), 黒革手袋 (4), ウール靴下厚手 L (2), ウール靴下厚手 M (4), ウール靴下薄手 L (2), ウール靴下薄手 M (4), 毛手袋厚手 (2), 毛手袋薄手 (2), ヤッケ LL (2), ヤッケ S (1)
(11) その他	石鹸 (8), シャンプー (2), 洗剤ブルーシー (2)

表 14 内陸旅行標準個人装備 (参考例)

Table 14. List of standard equipment for each individual during the inland traverse.

分類	装備品	備考	
衣類	下半身	ダクロン QD 又は毛薄手靴下	3 足
		毛厚手靴下	4 足
		D 靴	内陸用
		D 靴中敷予備	
		化繊又はウール肌着	
		ウールズボン	
		二重ヤッケ (赤ヤッケ)(下)	機械隊員は予備必要
		長靴	
		インナーダウン (下)	
		羽毛服 (下)	機械隊員は予備必要
	上半身	化繊又はウール肌着	5 着
		ダクロン QD 又はウールカッターシャツ	3 着
		二重ヤッケ (赤ヤッケ)(上)	機械隊員は予備必要
		インナーダウン (上)	
		羽毛服 (上)	機械隊員は予備必要
	首から上	※セーター, フリースジャケットなどの防寒具	
		ネックゲイター	
		厚手目出帽	
		フラノ又は黒革スキー帽	
		サングラス	
		ゴーグル	
	手	アーミーナイフ	
		ウール薄手・厚手手袋	4 枚
		黒革手袋	4 枚
		冷凍庫作業用手袋	
		裏起毛ナイロン軍手	12 枚
その他	ダイロップ手袋	給油作業等に必要	
	シノ棒	ワイヤー・シャックル点検等に必要	
	ヘッドランプ		
	ヘッドランプ予備電池 (単 3×4 本)		
	携帯衣袋又はザック	誰の物かわかるようにしておく	
	マグカップ		
	個人用食器セット	出発前に貸与, 旅行終了時まで各自で管理	
	個人用非常装備	まとめて SM111 に車載	
プレートコンパス	常時携帯		
UHF 無線機	常時携帯, 充電器は各自 1 台		

た。

携行した医薬品, 医療材料, 医療機器は, 酸素ボンベ以外すべて雪上車内に積載し, 医薬品は低温下での凍結を避けるため, クーラーボックスに梱包した。夜間エンジン停止時, 車内気温は -10℃ 前後まで低下したが, 薬剤, 点滴類の凍結は認められなかった。

12. 食 糧

12.1. 食材の準備・梱包・献立

以下は、担当の志賀隊員と福井隊員が観測隊報告（国立極地研究所，2009）に記述した内容をもとに、引用と加筆をする。

全体の基本的食糧計画は福井が立案し、副食用のレーション作成，および冷凍食品，レトルト食品，乾物，飲料の確保等は，昭和基地において第48次観測隊調理隊員の協力のもとに行った。

朝夕は米を主食とし，1食あたり8名分を6合と見積もり，1パック6合入りの無洗米を基幹日程91日分および予備日4日分準備した。ここでは，前提として，トラバース隊（越冬4，夏4）全員が一緒にいる日数とその内訳を以下のように見積もった。食料計画を表15に示す。

2007/11/05-2008/02/03=91日基幹日程 → 91日分8名=728人日

2007/02/04-2007/02/07=4日撤収期予備日→ 4日分8名=32人日

上記計算から，合計で760人日の食料の準備を行った。

朝食の副食は，漬け物，佃煮，煮豆，納豆，明太子，ふりかけ，お茶づけ海苔等，調理不要なものを中心とし，レトルトのオムレツ，焼き魚，ハム等を適宜追加した。昼食は，旅行日程の大半が全日雪上車での移動だったため，冷凍レトルト米飯かパスタを基本とし，量的に不足を感じる者は，各自，食パン，ロールパン，カップラーメン，あるいは朝食の残り飯で自作したおにぎりを補食した。夕食の副食は，観測隊調理隊員に依頼して，1パック4人分のレーション（カレー，肉料理など基地での食事の一部を真空パック後冷凍したもの）を数カ月かけて数種類，計約150パック作成してもらい，1回の食事で2パックずつ使用した。週末には焼き肉，鮭，ステーキ，鍋物などの特別食を，またクリスマス，正月，スウェーデン隊との会合時には，ローストチキンやおせち料理，ケーキ等のパーティーメニューを用意した。冷凍レトルト食品とレーションのみでは野菜が不足していたため，ニンジン，ジャガイモ，ブロッコリ，カリフラワー，ナス，ミックスベジタブルなどの冷凍野菜を週単位で一定量調達していき，カレー等の具として，あるいは温野菜サラダとして適宜追加使用した。献立例は，観測隊報告を参照されたい。

朝・昼・夕食用食材を各々1週間分ずつダンボール箱に梱包し，旅行中取り出しやすいように箱の配置を考慮して，橇2台に積載した。アルコールと炭酸飲料はすべて雪上車内に積載したが，衝撃で缶が破損したり，エンジンの余熱による車内気温上昇にともなって味が変質してしまったりしたものが一部あった。車内に積載しきれず橇積みとした飲料のうち，ペットボトルとスチール缶は問題なかったが，アルミ缶は一部破損したものがあつた。

表 15 食料計画表
Table 15. Food plan.

	品目	食数	備考
米 (朝・夕)	無洗米	1520 人日=15 缶 予備 3 缶 合計 18 缶	1 人 1 日 2 食×8 人×95 日=1520 人日 1 食=150 g で計算 合計 228 kg 1 缶 15 kg 228 kg÷15 kg=15.2 缶
夕食	おかず (レーション)	528 人日 予備 32 人日 合計 560 人日	8 人×66 日分 予備 8 人×4 日分 4 人×140 日分で作成依頼
夕食 (休日)	週末用食材 (焼き肉, 鍋, 刺身など) 調味料	160 人日	8 人×20 日分
昼食 (主)	冷凍ピラフ・パスタ系各種	760 人日	1 人 1 日 1 袋
昼食 (副)	カップ麺 インスタントスープ 冷凍焼きおにぎり	152 人日 760 人日 720 個	1 人 1 日 1 個 1 人 1 日 1 個
中間食	冷凍バターロール 食パン ジャム類 お菓子類 フルーツ缶 シーチキンなど缶詰	96 個 96 斤 320 個 340 人日 100 缶 60 缶	
朝食おかず	佃煮のり のり お茶漬け ふりかけ 納豆 インスタントみそ汁	13 瓶 700 袋 180 袋 1010 袋 192 個 667 袋	1 本/約 60 人日 1 人 1 日約 1 袋 1 人 4 日約 1 袋 1 人 1 日約 1 袋
パーティー用食材	クリスマス 大晦日 正月 スウェーデンとの会合祝い スウェーデンとのお別れ会 旅行の節目	夕食 8 名分 夕食 8 名分 朝, 昼, 夕 8 名分 朝, 昼, 夕 17 名分 朝, 昼, 夕 17 名分 夕食 8 名分×4 日	
お茶	お茶ティーバック 紅茶ティーバック インスタントコーヒー クレープ	2580 袋 1000 袋 460 杯分 7 本	1 人 1 日 3 袋 1 人 1 日 1.5 袋
ジュース・酒	缶ジュース 缶ビール ウィスキー 日本酒 箱ワイン (赤) 箱ワイン (白) カルピス ミネラルウォーター	1584 本 760 本 11 本 16 本 8 箱 40 箱 108 本 184 l	1 人 1 日 2 本 1 人 1 日 1 本 1 箱 5 l 1 箱 2 l 1 人 1 日 0.5 l

12.2. 調理

朝食は 0700 LT から, 夕食は 2000 LT から, 食堂車で全員そろってとり, 昼食は給油のための停車時等に各車で自由にとった. 移動日の朝食準備, 後片づけは主に当直者が行い, 夕食の準備と非移動日の朝・昼食準備, 後片づけは志賀隊員が行った.

主食の米は、無洗米を朝夕1パック6合ずつ、ガスコンロと圧力鍋を用いて炊いた。標高、気圧の変化にともなって水の量を加減する必要があった。汁物は味噌汁、スープ等1パック1食分のインスタント品を準備し、毎食各自好みのものを食した。昼食は、毎朝食後に冷凍米飯類とテルモス入りの湯を各車に配布し、車両ごとに温風噴き出し口か電子レンジで解凍・加熱して摂取した。夕食の副食は、前夜のうちに翌日使用するレーションや冷凍食品、冷凍野菜等の食材を食料櫃から雪上車内に移しておき、日中、温風噴き出し口に置いて自然解凍し、加熱時間が短時間で済むようにした。水使用量を節約するため、冷凍野菜はゆでずに、解凍後、電子レンジを活用した。レーションの一部に走行時の振動によると思われる保存用真空袋の破損がみられたが、食材の品質に問題はなく、一回り大きな袋に入れて解凍し、加熱時は袋のまま湯煎にかけず、中身を鍋に移して温めるようにした。

調理用の水は、蓋付きポリバケツに雪を入れ、雪上車内の空調噴き出し口に置いて融かし、ポリタンクに保存して使用した。飲料水は、融水を煮沸した湯か、ペットボトル入りミネラルウォーターを使用した。使用した主な調理器具は、カセットコンロ2台、電子レンジ、オーブントースター、フライパン、鍋、圧力鍋等で、カセットコンロ用のガスカートリッジは1日平均1.5本使用した。

13. 環境保全

廃棄物の分別は、昭和基地におけるそれと同様に行った。ごみ分別表を表16に示す。各廃棄物は車両ごとに指定のごみ袋に集め、一杯になり次第専用のタイコンに詰めて櫃積みした。トラバース旅行中に発生した廃棄物の詳細は表17のとおりである。これらの廃棄物はトラバース旅行終了後、すべて昭和基地へ持ち帰った。その他の廃棄物（電池やガラスなど）については、発生量が少量だったため各人が管理し、昭和基地もしくは日本へ持ち帰った。

排泄については、移動中のルート上での小便は、観測サイトを汚さないためにルート風下側で行った。キャンプ中の小便は雪上車周辺で行った。大便の排泄は、トイレ櫃に設置したペール缶トイレ（中にビニール袋が敷いてある）を利用した。使用済みのペーパーは、（糞尿と一緒にせず）トイレ櫃内に設けた専用のごみ箱へ捨てた。ペール缶トイレの中身が一杯になったら新しいビニール袋と交換し、糞尿のはいったビニール袋はトイレ櫃内にある排泄物回収用ペール缶にしまった。このビニール袋は3-5袋たまったときに（約1週間おきに）雪中廃棄した。

14. その他、計画書の策定や準備段階を通じて留意した点

①計画全般について、タスクサイズの詳細分析の更新と、計画の合理化促進をはかった。特に時間配分や人員配置の効率化や「枝プラン」的な計画細部の取捨選択判断、移動経路の判断も含む。

表 16 ごみ分別表

Table 16. List of waste classification.

種類	分別方法	該当品目
可燃	可燃専用ごみ袋 →可燃専用のタイコン (400 l)	紙くず・木くず・つめ・革手袋・軍手・ガムテープ・雑誌類・紙パック・繊維 (タオル・靴下・パンツ・雑巾等)・タバコ吸殻・タバコのふくろ (ビニールは不燃物)・トイレで使用したトイレットペーパー
不燃	不燃専用ごみ袋 →不燃専用のタイコン (400 l)	ビニール・発泡スチロール・タバコのふくろ (ビニールのみ)・ビニール手袋・歯ブラシ・歯磨き粉のチューブ・ビニールサンダル・輪ゴム・ヤッケ
生ごみ	生ごみ専用ごみ袋 →生ごみ専用のタイコン (200 l)	食料全般
プラ	プラ専用ごみ袋 →プラ専用のタイコン (400 l)	プラの表示のあるもの (容器・ラベル・ペットボトルのふたなど)
ペットボトル	ペットボトル専用ごみ袋 →ペットボトル専用のタイコン (400 l)	容器にペットボトルの表記があるもの (ふた・ラベルは剥がしてプラへ)
ダンボール	折りたたんで (つぶして) ダンボール専用のタイコン (400 l)	
アルミ缶	つぶした後、アルミ缶専用のタイコン (400 l)	ジュース・ビール
スチール缶	つぶした後、スチール缶専用のタイコン (200 l)	ジュース
一斗缶・大型缶 複合物	つぶした後、専用のタイコン (400 l)	米のはいつている一斗缶
	専用ダンボール or 一斗缶	2 種類以上の分類が含まれるもの (ビンのふた・文房具 (ボールペン・カッター等)・ビデオテープ・CD・カセットテープ・PC のケーブル類・カミソリ)
金属・鉄くず	専用ダンボール or 一斗缶	アルミホイル・針金・くぎ・鉄板・金属たわし・フライパン
ゴム	専用ダンボール or 一斗缶	ゴムベルト・長靴
電池	一斗缶	アルカリ電池・マンガン電池・充電式バッテリー
たばこの吸い殻	可燃専用ごみ袋 →可燃専用のタイコン (400 l)	一斗缶などに入れて 24 時間程放置し、火が完全に消えた後可燃扱い
空き瓶	専用ダンボール	一升瓶・その他のガラス瓶 (キャップ・ふたは複合物)
ガラス類	一斗缶	割れた瓶

②航法の補助や、サイエンスプラン検討の補助のために、観測対象地域の人工衛星データ集を編集し、衛星地図の冊子体と電子体を作成し、全隊員に配布した。現在走行している地域の特徴をとらえるには有効であった。たとえば、人工衛星データ画像なしには現地と同定できない地形、たとえばメガデューンなどを同定可能になった。

③各地点でのキャンプ地への雪上車隊の進入手順や配置手順についての確認をした。

15. 観測の各項目

トラバース旅行では第 48 次越冬隊、第 49 次夏隊、スウェーデン隊が共同で観測を実施し

表 17 トラバース中に発生した廃棄物の内訳
Table 17. List of waste during the traverse.

類別	使用タイコン容量 (l)	梱数
生ごみ	200	11
可燃ごみ	400	6
不燃ごみ	400	2
ペットボトル	1000	2
プラスチック	1000	3
ダンボール	400	5
ガスボンベ	200	1
スチール缶	200	2
アルミ缶	200	1
その他	400	1

た、このなかで、日本隊が実施した観測について、項目ごとにその概要を記載する。観測にかかる記述は、別途記載の研究成果にかかる報告（藤田ほか，2014）と報告内容が一部重複するが、本報告では、観測実行経過に力点をおいて記述する。なお、観測で取得した資料の一覧を、本報告末尾に付録2として示す。

15.1. レーダを用いた氷床内部構造の広域調査

表層部から基盤岩までの氷の層構造、氷床下の物理構造、融解水の存在や湖を広域で調査するために、多種類の氷床探査レーダを用いて観測を実施した。使用レーダ機器は全部で6種類あったが、正常に動作してデータ取得ができた4種類について、その特徴や運用区間の状況を表18に示す。また、レーダを搭載した雪上車の様子を図16に示す。

(1) 陸179Ⅲ観測

レーダの型式については、文献（藤田，2008）も参照されたい。このレーダは、多偏波およびIQ（振幅・位相）検波方式の179MHz氷床探査レーダであり、平成17年度に新規作成

表 18 トラバース中に運用したレーダの内訳
Table 18. List of ice sounding radars used for the traverse.

レーダ記号	中心周波数 (MHz)	パルス幅	使用空中線	検波	運用区間	キャンプ地観測	会合点での尾根を横切る測線	従事者
陸179Ⅲ	179	500 ns/ 60 ns	交叉型 3素子八木	IQ	S16→ドームふじ基地→会合点 →内陸經由ドームふじ基地	全運用区間	運用	藤田
GPR270 MHz	270	-	-	-	S16→ドームふじ基地→会合点 →内陸經由ドームふじ基地	全運用区間	運用	福井
陸60Ⅱ	60	500 ns/ 1000 ns	3素子八木	ログ	ワサ基地→会合点→内陸經由 ドームふじ基地→S16	会合点～ ドームふじ基地	無	藤田、 Holmlund
空179Ⅱ陸	179	250 ns	3素子八木	ログ	ワサ基地～会合点間の往復	無	運用	Holmlund

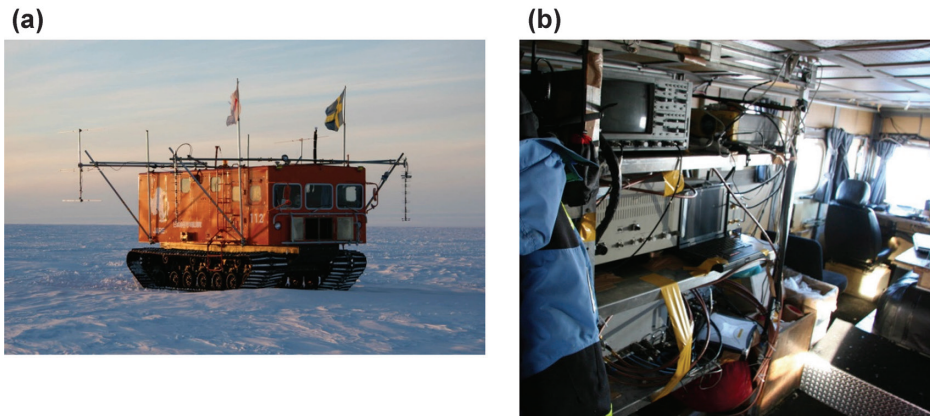


図 16 (a) レーダを搭載した雪上車, (b) 雪上車内の棚に配置したレーダ機器群.

Fig. 16. (a) The ice-sounding radar mounted on the tracked vehicle. (b) Radar instruments on the shelves within the tracked vehicle.

をしたものである。氷床の内部層構造と氷厚の計測にこれを用いた。データは S16～ドームふじ基地～会合点～ドームふじ基地で取得した。キャンプ地においては、アンテナ偏波面に対する信号の変化を調査する目的で、雪上車の方位を 22.5° ずつ 16 ステップで時計回りに変化させながら、各方位 1 分間のデータ収録を実施した。これにより 360° にわたるアンテナ方位のデータ収録をしている。雪上車の方位決定には、GPS コンパスを利用し、雪上車とレーダのオペレーターが雪上車方位を常に確認と収録できるようにして臨んだ。GPS コンパスを用いた雪上車方位記録は今回はじめて導入したものであるが、とても有効であった。このレーダはパソコンの USB 機器として動作をしており、データも PC に接続した 8 GB の USB メモリに収録した。1 日あたり 1 個の USB メモリを使用する程度のデータ収録効率であった。レーダを搭載した雪上車は SM112 である。

(2) 地中探査レーダ (GPR270 MHz) 観測

地中探査レーダ (GPR) は、GSSI 社製 SIR3100 に 270 MHz アンテナを装着したものであり、平成 18 年度に新規導入をした。使用した表層 80 m までの積雪内部構造観測を S16～ドームふじ基地～会合点～ドームふじ基地で実施した。測線長は約 1900 km、データは欠測なく取得できた。また、サスツルギの向きとレーダの反射強度との関係を調べるために、キャンプ地でサスツルギに平行と直交する方向にそれぞれ 100 m ずつ測線を取り観測を実施した。アンテナを雪上車側面からのぼした単管につるして観測を行ったために、サスツルギ帯通過時にアンテナと雪面が度々接触したが、不具合は発生しなかった。レーダを搭載した雪上車は SM111 である。

(3) 陸 60 II 観測

ログ検波方式の 60 MHz 氷床探査レーダを、氷厚計測を主目的として運用した。このレー

ダは第 37 次観測隊、第 40 次観測隊、第 43 次観測隊等ですでに運用されており、S16～ドームふじ基地ではデータが蓄積されている。今回は、当初、陸 30（藤田，2008）を氷厚計測目的のレーダとしていた。しかし、S16 での初期運用によってこのレーダが不調であることが判明した。陸 60 II は、空 179 II 陸とあわせてスウェーデン隊に貸し出していた。陸 30 の不調から、日本隊からの帰路、会合点からの氷床下湖の検知に支障が発生しないように、会合点での日本側への返却をスウェーデン側に要請をし、会合点にて返却を受けた。ただちに SM112 後部に設置をし、帰路の氷厚計測に活用した。ルートに沿った計測のほか、ドームふじ基地近傍での氷厚計測（後述）にも活用した。スウェーデン隊側には、陸 60 II よりも氷厚探査性能の優る空 179 II 陸を残したため、スウェーデン隊も日本のレーダを用いたうえでワサ基地への帰路は支障なく氷厚計測を実現している。なお、ドームふじ基地～S16 においては、過去の計測でパルス幅 250 ns、500 ns での計測結果は蓄積していた。このため、新たな計測条件として、1000 ns のパルス幅設定としてデータ収録を実施した。

(4) 空 179 II 陸による観測

ログ検波方式の 179 MHz 氷床探査レーダを、氷厚計測を主目的として運用した。このレーダについては第 33 次観測隊、第 37 次観測隊、第 40 次観測隊等ですでに運用されており、S16～ドームふじ基地ではデータが十分に蓄積されている。このため、ワサ基地と会合点を結ぶ測線での計測を実現する目的で、陸 60 II とあわせてスウェーデン隊に貸し出した。ワサ基地と会合点を結ぶスウェーデン側のレーダ計測に有効に運用された。

(5) 動作が不良であったレーダ

多偏波および IQ（振幅・位相）検波方式の 434 MHz 氷床探査レーダを平成 18 年度新規作成により新たに導入した。このレーダは、P バンドマイクロ波の計測として氷床内部構造を探る目的で製作したものである。実際の運用にあたってはいくつかの問題点が浮上した。まず、S16 でレーダを設置し、実際の計測を開始したところ、初段アンプ（LNA）が不調となり、受信信号に大きなノイズが出現した。陸 434 と陸 179 III はレーダの構造が共通であったため、陸 179 III の LNA を装着したところ、ノイズがのることなく計測が可能であることがわかった。この段階で一旦のデータ収録をしている。ドームふじ基地からの帰路で陸 179 III の運用をやめた段階で、陸 179 III の LNA を陸 434 に移設してデータ収録をすることにした。しかし、ドームふじ基地からの帰路に陸 434 の本格運用をしようとしたところ、レーダの送信信号がでなくなっていることが判明した。このため、陸 434 についての観測は試験計測時のわずかなデータを除いては実現しなかった。動作が不良であったレーダについては、いくつかの反省点や教訓を挙げることができる。一つは、電波暗室を用いての装置の総合的な運用試験を事前実施できなかったことである。南極の観測現場に近い送受信環境での試験を行っておけば、問題点のいくつかは発見できていた可能性が高い。もう一つの点は、装置数が増えるほどに不具合への遭遇確率も増大することである。南極の野外観測の現場ではひと

つひとつの物事に対し、対応する余力が減る。そうしたなかで、不具合の原因究明や修理に対応する事案が発生すると、このレーダへの対応のみではなく他の物事への対応余力も奪われる。後日の国内での点検によって、陸434の不具合の原因は、雪上車のもつ振動によって内部の高周波の同軸線「セミリジッドケーブル」が破損していたことであると判明した。対策を施し、5年後、福井らがこのレーダを2012/2013年の内陸観測で運用し、データ取得を実現した。

15.2. マイクロ波放射計を用いた氷床表面付近の電波放射および積雪層構造の広域調査

マイクロ波放射計を車載し、それを用いた氷床表面付近の電波放射および積雪層構造の広域調査を実施した。車載したマイクロ波放射計の概観を図17に示す。表層部の種々の物理構造（温度分布、層構造、結晶粒径）とマイクロ波放射の関係を広域で把握することを目的とした。観測の条件およびその結果や留意点について、概要を箇条書きで記載する。

①使用センサー1: MMRS2 6GHz V/H, 18GHz V, 36GHz V/H

内訳は、平成19年度国立極地研究所新規作成成分（6GHz V/H, 36GHz V/H）と北見工業大学備品（18GHz V）

②観測期間: 2007年11月7日～2008年1月27日

③観測地域: 南極大陸沿岸部、内陸高原部 約2800km S16～ドームふじ基地～会合点～ワサ基地

④観測地域の特徴: 季節融解有無、温暖／寒冷、粒径大小、涵養多少、卓越風系のある地域

⑤比較情報: 表層（1m）積雪構造、密度、粒径、温度、誘電率、10m雪温、卓越風系、年間積雪量、アイスレーダデータ、GPRデータ、衛星（可視・近赤外、SAR、マイクロ波放射）データ

マイクロ波放射計による移動観測により、以下のような成果が得られた。

観測項目 判別内容

①季節融解域の分布 粒径増加

②年間積雪量 結晶成長: 粒径と関連

③年間涵養量、涵養中断 不連続層構造と関連

④涵養中断域（光沢雪面） 表面状態（昇華による高密度化） 天空放射の反射（輝度温度の顕著な低下 40K）

⑤年平均気温 積雪内部（10mまで）の放射（年間一定）

⑥表面状態 サスツルギ帯有無、表面の方向性

⑦卓越風向 サスツルギの走向による放射の異方向性

⑧表面状態 青氷（融解による氷化、高密度表面）

⑨表面霜の有無による影響確認

⑩積雪内部の不均一構造（表面変化のない雪原で）

⑪表面や内部の異物（金属、埋設物）

センサー稼働状況については以下のような点を挙げる事ができる。まず、全期間を通じてセンサーおよび制御・記録 PC は、南極内陸部での低温および振動のある移動観測でほぼ順調に稼働、低温のフィールドでの使用実績を得た。詳細かつ連続的なデータが取得でき、広域氷床表層状態の観測に有効なデータが得られた。また、地域による変動、局所的な急変などが確認された。データ通信は LAN ケーブルにより行った。車両電源の利用、カメラによるモニターも順調に稼働した。マイクロ波放射計の雪上車上への固定には、雪上車の屋根に取り付けた単管パイプまたは荷物代に専用フレームを固定し、さらに大きなゆれによる破損を避けるためラッシングベルトによりステイを張り固定した。全期間中、安定して固定され、振動による緩みもなかった。使用温度については、センサー内部の温度を上げるために、内部ヒーター、断熱壁、保存時毛布カバーを利用した。低温時もヒーターによる加熱で -10°C 以上の温度下で使用可能となった。加熱は 30 分で 30°C 上昇（夜間 $-30\sim-20^{\circ}\text{C}$ から $0\sim10^{\circ}\text{C}$ に加熱。36GHz 機は昇温に時間がかかる）した。内部温度 -10°C 以下ではしばしば起動時に通信エラーが生じた。昇温不十分で通信エラーになると正常に切断できなくなり再接続不能となる。この場合は電源オフが必要となった。

そのほか、観測の条件およびその結果や留意点について、概要をさらに箇条書きで記載する。

- ①ヒーターの加熱と同期したマイクロ波測定値の上下シフトが生じたため、データの後処理が必要である。
- ②くぼみのある赤外センサー入り口に雪が付着、マイクロ波アンテナ、カメラへの付着も起きた。これは雪上車の雪の巻上げと風向による影響のため。
- ③センサーへの付着雪の融解水の不安があった。沿岸域で付着した雪が解けることによる。
- ④赤外センサーの ON/OFF 不能（6 GHz 機、赤外センサー内部のスイッチ問題）
- ⑤バッテリー電源使用の注意（電源供給と充電・放電の実施の注意）
- ⑥使用中の通信エラーによる測定停止。雪上車の直流電源の不安定による。
- ⑦複数電源：外部電源 24VDC、12VDC のどちらかだけで使用できたほうが便利。
- ⑧シリアル電源ケーブル：順調に使用
- ⑨スイッチ：PC 側でリモート ON/OFF が望ましい（センサーは遠隔、断熱状態におかれている）
- ⑩ Web カメラ：フィルター使用。ハレーションの影響なし。
- ⑪時間あわせ：Web カメラの時間がずれる。調整困難。
- ⑫ 6GHz の観測値が小さ目にする。キャリアレーション、衛星より 10K 低い。
- ⑬無線 LAN：使用可能。ただし、一度通信エラーを起こすとリモートで修復困難。

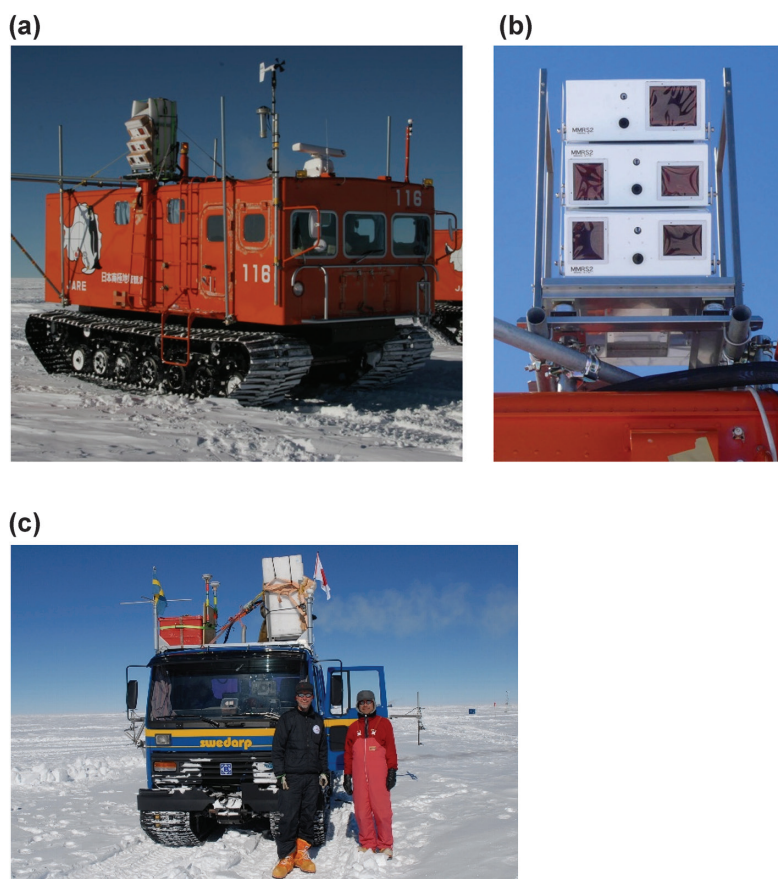


図 17 (a)日本隊雪上車に搭載したマイクロ波放射計, (b)マイクロ波放射計拡大写真, (c)スウェーデン隊雪上車に搭載したマイクロ波放射計.

Fig. 17. (a) The microwave radiometers mounted on the tracked vehicle. (b) The microwave radiometers. (c) The microwave radiometers mounted on the Swedish tracked vehicle.

15.3. 広域での積雪含有成分の調査

(1) 積雪の化学成分

ア. 表面積雪試料の採取

化学成分および水同位体の分析を目的とした表面積雪試料の採取を、ルート上（往復）約 10km ごと、計 290 地点で実施した。また、微量金属成分の分析を目的とした表面積雪試料の採取を約 20km ごと、計 147 地点で実施した。試料採取は、上記の化学成分・水同位体用試料と同時に行った。

イ. ピット観測

ピット観測は、中継拠点・MD732・中間点・会合点の計 4 地点で、それぞれ 11/30・12/10-12・12/20・12/24-26 に実施した。中継拠点・中間点では 2m 深の、MD732・会合点



図 18 極限環境生物研究用の積雪サンプル採取の様子
 Fig. 18. Snow sampling for biological purposes.

では4m深のピットを掘削した。ただし中継拠点での観測は地ふぶきに見舞われ、途中で試料採取を断念した(0-0.2m深のみ実施)。試料は、化学成分および水同位体用と、微量金属成分用に分けて採取した。試料採取間隔はそれぞれ2cm・5cmであった。

(2) 極限微生物環境の調査のための積雪サンプリング

試料採取は、トラバースルート上(往復)約200kmごと、計14地点、およびドームふじ基地近傍(約10kmの範囲)4地点で実施した。また、スウェーデン隊が往路3地点で採取した試料を会合点で受け取った。

(3) 花粉分析のための積雪サンプリング

試料採取は、S16~ドームふじ基地ルート上(往路)標高約500mごと、計8地点、およびドームふじ基地~会合点ルート上(往復)約200mごと、計3地点で実施した。

(4) 個別粒子分析用エアロゾル粒子の直接採集・表面積雪採取・エアロゾル粒子直接採集時のエアロゾル粒子数密度計測

観測は日々のキャンプ地で実施した。トラバース期間を通じて計測された、大気中の $>0.3 \mu\text{m}$ エアロゾル粒子数密度は数百個//であった。この値をもとに、エアロゾル粒子採集のための吸引操作を約1時間実施した。表面積雪試料は、キャンプ直前にルート風上側で採取した。またキャンプ地で地ふぶきが上がっていた11/20・11/27・11/28・12/7は、ポリ瓶を横向きにし、口を風上側に向けて飛雪の採集を行った。

(5) 宇宙塵採集を目的とした積雪サンプリング

試料採取は2007年12月12日にMD732にて実施した。

15.4. 氷床の堆積環境の広域調査

ルート雪尺観測は、トラバース旅行帰路の2008年1月9-26日の期間に実施した。DF80～S16の2kmごと、計500本のルート雪尺の高さをすべて測定し、高さ80cm以下の雪尺113本を立て替えた。S16は紛らわしい竹竿が複数あり、いずれが雪尺なのかはっきりわからない状態であったので、雪尺を新規設置し、ブタ札を付け直した。また次の8地点では、設置されている雪尺網（雪尺列）を計測した。MD560（50本）、MD364（50本）、MD180（50本）、みずほ基地（101本）、Z40（36本）、H180（36本）、H68（36本）およびS16（36本）。今後の観測継続のために、MD180、MD68、S16の3地点の36本雪尺網の雪尺をすべて立て替えた。また、H180では倒れかけていた雪尺9本を立て替えた。S122（36本）の雪尺網はほとんどの雪尺が埋没したと思われ、今回発見できなかった。S30でのヘリオベの日程が決められているため時間的余裕がなく、再設置の実施を見送った。

また、ドームふじ基地～会合点の新規ルートでは、33本雪尺をCMOS-AWS点と会合点に新規設置した。設置日はCMOS-AWS点が2007年12月20日、会合点が12月25日である。

15.5. 広域での気象観測

(1) 無人気象観測点の新規設置（日本-スウェーデン会合点ほか）および既存点の保守作業

以下の地点におけるARGOSタイプAWSおよびCMOSタイプAWSの保守および新規設置を行った。

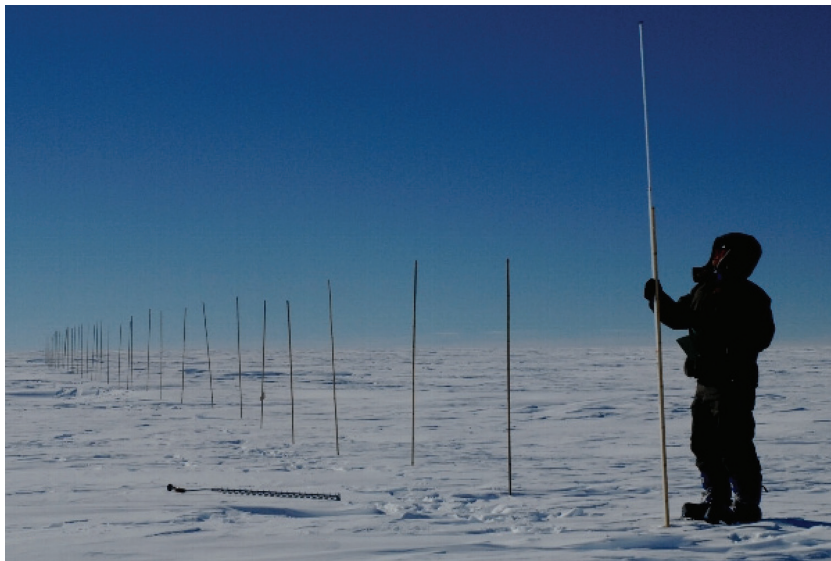


図 19 日本-スウェーデン会合点での雪尺網の設置と計測作業風景

Fig. 19. Snow stake farm measurements at the meeting point.

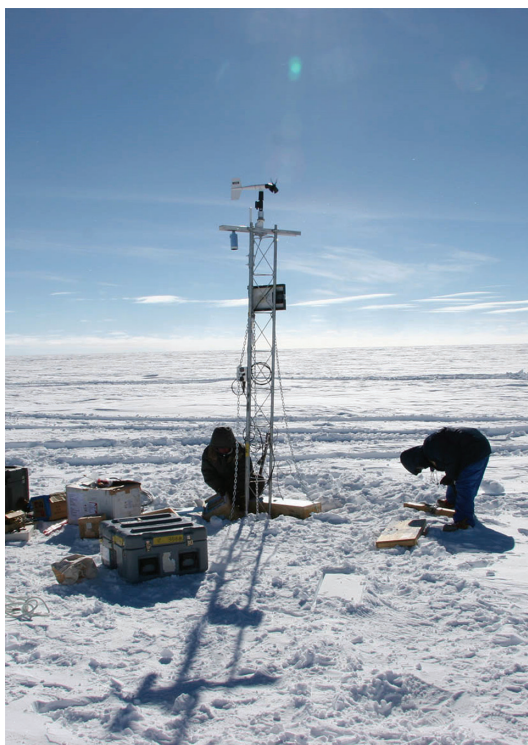


図 20 日本-スウェーデン会合点での無人気象観測装置の設置作業風景
Fig. 20. Automatic Weather Station installation at the meeting point.

①中継拠点

ARGOS タイプ AWS について、データ送信が途絶えていたエレクトロボックスの交換を行った。当初通信できなかったが、回路内部の断線を修理して通信できるようになったものの、他の回路の誤りがあるらしく正常な値が得られていない。

②ドームふじ基地

ARGOS タイプ AWS について時期によりデータ送信が途絶えるため、送信機の水晶発信機のチューニングを行ったが、通信は復帰せず、中継拠点で使用していたエレクトロボックスと交換した。短期間は送信したが、安定した通信再開はできていない。システム全体はドームふじ基地より遠ざけた。

CMOS タイプ AWS は昨年保守を行ったものであるが、その気温、風向風速センサーと記録計の移動と交換を行った。

③会合点

新規 ARGOS タイプ AWS を設置した。2007 年 12 月 25 日よりデータ通信を始め、ウイスコンシン大学により公開、記録されている。JASE2007 という観測地点名称となっている。

④会合点とドームふじ基地の中間点

通称、DK190点。ここで、2007年12月20日にCMOSタイプAWSの新規設置を行った。測定項目は気温、風向、風速。

⑤その他

S16からドームふじ基地のルート沿い（ドームサミット、中継拠点、みずほ基地、S16）に設置した気温測定用無人気象観測装置（データロガー方式）は北見工業大学からの依頼ですべて回収し、日本に持ち帰った。

(2) 地上気象観測（気圧、気温、風向・風速、雲量、天気、視程、雲の種類）

トラバース旅行中、地上気象観測（気温、風向・風速、雲、現在天気、大気現象、および視程）を1日1回1500LTに行った。測器については、気圧はCASIO製PROTREK、気温はtesto社製サーミスタ温度計、風向はハンドベアリングコンパス、風速は風杯型風速計を使用した。気象観測記録を表19に示す。

(3) 雪上車走行時自動気象連続計測（気温、風向・風速、気圧）

SM116に設置した気象観測装置により、気温、風向・風速、気圧を自動連続観測した。気温、風向・風速、気圧の各ロガーは内部バッテリーで作動するため、雪上車エンジン停止時も24時間連続観測できる。例年は気温計の通風筒ファンと電気式気圧計も外部蓄電池を使用して24時間連続観測を行っているが、今回は雪上車内スペース確保のため通風筒ファンと電気式気圧計の電源として外部蓄電池を使用せず、雪上車のインバータを使用した。このため、雪上車エンジン停止時は気圧データが欠測、気温データも自然通風のデータになっている。

表20に使用した測器を示す。また、自動連続観測の時系列のデータのうち、気温、平均風速、気圧について、地上気象観測の結果とあわせてうでそれぞれ図21に示す。気圧は、高度に応じて変化した（図21(a)）。車載自動気象装置の計測による気温のデータ（図21(b)）と風速（図21(c)）のデータは、観測者による1200UTの毎日の地上気象観測の結果とよく一致している。風速や地ふぶきという観点では、観測隊が会合点からドームふじ基地に向かっている時点での気象条件が最も安定した。連続記録によるトラバース旅行時の最低気温は2007年12月6日2300LT（MD608）の -44.13°C 、最高平均風速は2007年11月20日1000LT（MD38付近）の 16.1 m/s 、最低気圧は2008年1月6日1900LT（ドームふじ基地）の 604.75 hPa である。

15.6. 氷床の形状や流動の広域調査

(1) Kinematic GPS 連続観測

氷床表面形態の測量と地中探査レーダの測線位置記録のため、トラバース旅行往復でKinematic GPSの連続観測（5秒間隔）を実施した。往路、中継拠点～ドームふじ基地でメモリー

表 19 気象観測記録 (1/3)

Table 19. Recorded weather conditions. (1/3)

月/日	観測時刻 LT	観測地点	気圧 HPa	気温 ℃	天気	大気現象	風向 磁方位	風速 m/s	視程 km	全雲量 10分量	雲形
10/31	1500	S16	903	-13.0	晴	-	120	6	10	7	1Ac, 7Ci
11/ 1	1500	S16	904	-13.0	曇	-	290	3	10	9	9Ac
11/ 2	1500	S16	912	-18.0	快晴	-	100	3	30	0+	0+Ac
11/ 3	1500	S16	921	-16.0	快晴	-	130	5	30	0+	0+Ci
11/ 4	1800	S16	923	-12.0	快晴	-	160	3	30	0+	0+Ci
11/ 5	1500	S16	933	-12.0	快晴	低い地ふぶき	130	12	2	0+	0+Ci
11/ 6	1500	S16	935	-9.0	晴	低い地ふぶき	130	14	0.5	4	4Ci
11/ 7	1500	S16	930	-6.0	晴	-	160	5	30	5	4Ci, 2Ac
11/ 8	1500	S16	923	-6.0	快晴	-	140	8	30	1	1Ac
11/ 9	1500	S16	927	-9.6	快晴	-	130	2	30	0+	0+Ci
11/10	1840	S16	915	-8.3	快晴	低い地ふぶき	160	11	3	0+	0+Ci
11/11	1900	S16	910	-10.0	快晴	低い地ふぶき	150	8.5	30	0+	0+Ci
11/12	1815	S16	924	-8.2	快晴	低い地ふぶき	152	10.5	1	0+	0+Ci
11/13	1900	S16	918	-10.0	快晴	-	95	2	30	0+	0+Ci
11/14	1815	H09	861	-11.6	曇	-	126	3	0.5	9+	9+As
11/15	1510	H124	823	-7.6	晴	-	145	3	30	2	2Ci
11/16	1510	H220	808	-8.1	晴	-	120	1	30	2	2Ci
11/17	1500	Z08	708	-9.0	快晴	-	148	3.5	30	0+	0+Ci
11/18	1530	Z70	780	-11.8	快晴	-	134	9	30	0+	0+Ci
11/19	1450	IM0	745	-15.3	快晴	-	145	8	30	1	1Ci
11/20	1500	MD38	728	-17.8	快晴	低い地ふぶき	158	10	5	1	1Ci
11/21	1500	MD78	718	-18.8	快晴	-	155	7.5	30	0+	0+Ci
11/22	1500	MD114	702	-20.9	快晴	-	160	6	30	0+	0+Ci
11/23	1500	MD146	697	-24.0	快晴	-	160	6	30	1	1Ci
11/24	1500	MD180	690	-26.1	晴	-	162	4.5	30	2	2Ac
11/25	1500	MD228	678	-26.4	晴	-	150	4	5	7	7Ci
11/26	1500	MD272	665	-28.3	晴	-	150	3.5	30	0+	0+Ci
11/27	1500	MD316	650	-28.0	快晴	-	155	8	5	0+	0+Ci
11/28	1500	MD356	643	-27.6	高い地 ふぶき	高い地ふぶき	148	8.5	0.2	-	-
11/29	2000	MD364	637	-30.1	晴	-	165	6.5	30	4	4As
11/30	1500	MD364	638	-25.5	晴	低い地ふぶき	155	9.5	1	6	6As
12/ 1	1630	MD364	633	-25.7	晴	-	128	5	30	3	3Ci
12/ 2	1500	MD408	630	-24.2	晴	-	155	3.5	30	3	3Ci
12/ 3	1500	MD458	625	-24.3	快晴	-	160	<2	30	1	1Ci
12/ 4	1500	MD508	616	-29.3	晴	-	160	7.5	5	2	2Ci
12/ 5	1500	MD558	610	-31.3	快晴	-	78	2.5	30	1	1Ci
12/ 6	1500	MD608	602	-31.7	晴	-	140	3	5	3	3Ci
12/ 7	1500	MD658	604	-31.9	雪	低い地ふぶき	124	9	0.5	-	-
12/ 8	1500	MD708	604	-28.0	晴	-	116	6.5	1	8	4As, 4Ci
12/ 9	2015	DF	601	-32.8	快晴	-	125	<2	30	1	1Ci

表 19 気象観測記録 (2/3)

Table 19. Recorded weather conditions. (2/3)

月/日	観測時刻 LT	観測地点	気圧 hPa	気温 ℃	天気	大気現象	風向 磁方位	風速 m/s	視程 km	全雲量 10分量	雲形
12/10	1530	DF	603	-29.3	晴	-	124	2.5	30	2	2Ci
12/11	1500	DF	601	-29.3	快晴	-	110	4	30	1	1Ci
12/12	1500	DF	604	-29.7	晴	-	106	5.5	5	2+	2Ci
12/13	1520	DF	605	-28.1	快晴	-	125	4.5	30	1	1Ci
12/14	1515	DF	608	-27.0	快晴	-	125	5	30	1	1Ci
12/15	1700	DF	608	-26.4	快晴	-	125	3	30	0+	0+Ci
12/16	1500	DK18	608	-31.7	晴	-	140	3	5	3	3Ci
12/17	1500	DK66	606	-21.3	快晴	-	105	2.5	30	0+	0+Ci
12/18	1500	DK120	607	-24.0	快晴	-	125	3	30	0+	0+Ci
12/19	1500	DK190	606	-24.0	晴	-	44	2.5	30	5	5Ci
12/20	1515	DK190	603	-28.8	晴	低い地ふぶき	130	7	1	2	2Ci
12/21	1500	DK244	603	-27.5	晴	低い地ふぶき	118	7.5	1	5	5Ci
12/22	1500	DK300	606	-25.8	晴	-	96	5.5	5	6	3Ci, 3Cu
12/23	1500	DK358	608	-26.7	晴	低い地ふぶき	90	5.5	2	2	2Ci
12/24	1500	会合点	604	-24.3	快晴	-	90	3	10	1	1Ci
12/25	1500	会合点	609	-26.1	快晴	-	85	3	30	1	1Ci
12/26	1520	会合点	605	-25.5	快晴	-	130	3	30	1	1Ci
12/27	1500	会合点	607	-26.3	快晴	-	96	4	30	0+	0+Ci
12/28	1500	会合点	613	-25.3	晴	-	65	2	8	8	8Ci
12/29	1930	会合点	609	-28.2	快晴	-	112	2	30	0+	0+Ci
12/30	1500	RT50	608	-29.4	晴	-	110	5.5	2	3	3Ci
12/31	1500	RT110	610	-25.4	快晴	-	60	4	30	2	2Ci
1/ 1	1500	RT176	608	-27.5	晴	-	320	<2	30	3	3Ac
1/ 2	1500	RT240	604	-29.8	快晴	-	120	3	30	1	1Ci
1/ 3	1500	RT310	613	-26.6	快晴	-	70	4.5	30	1	1Ci
1/ 4	1500	RT380	613	-27.6	快晴	-	260	2	30	0+	0+Ci
1/ 5	1500	RT450	601	-31.2	快晴	-	270	4	30	1	1Ac
1/ 6	1500	DF	600	-28.7	晴	-	110	4	30	2	1Ac, 1Ci
1/ 7	1540	DF	601	-26.8	快晴	-	350	3	30	1	1Ci
1/ 8	1500	DF	599	-27.7	快晴	-	320	3	30	1	1Ci
1/ 9	2015	DF	599	-34.5	晴	-	20	<2	30	2	2Ci
1/10	1500	MD608	606	-27.5	晴	-	330	<2	30	2	2Ci
1/11	1500	MD596	610	-31.3	晴	-	140	2	10	2	2Ci
1/12	1500	MD528	620	-30.7	晴	-	180	3.5	10	2	2Ci
1/13	1500	MD458	625	-29.2	晴	-	160	5.5	10	3	3Ci
1/14	1500	MD388	630	-26.2	晴	低い地ふぶき	165	7.5	5	6	6Ci
1/15	1900	MD364	635	-29.0	快晴	低い地ふぶき	160	<2	30	0+	0+Ci
1/16	1500	MD296	645	-27.7	快晴	-	165	3	30	1	1Ci
1/17	1500	MD228	663	-25.8	晴	-	170	2	30	3	3Ci
1/18	1500	MD160	686	-24.6	晴	-	160	3.5	30	2	2Ci
1/19	1500	MD98	707	-22.2	晴	-	160	<2	30	2	2Ac, 1Ci

表 19 気象観測記録 (3/3)

Table 19. Recorded weather conditions. (3/3)

月/日	観測時刻 LT	観測地点	気圧 HPa	気温 ℃	天気	大気現象	風向 磁方位	風速 m/s	視程 km	全雲量 10分量	雲形
1/20	1500	MD32	723	-21.0	快晴	-	125	5	10	4	3Ac, 1Ci
1/21	1520	Z78	744	-16.4	晴	-	10	3	10	6	4Ac, 3Ci
1/22	1500	H288	766	-14.3	快晴	-	120	<2	30	1	1Ci
1/23	1500	H158	810	-10.7	快晴	-	120	3	30	1	1Ci
1/24	1500	S30	846	-7.5	快晴	-	130	4	30	1	1Ci
1/25	1400	S30	871	-7.6	晴	-	120	6	30	2	2Ci
1/26	1900	S16	912	-6.0	晴	-	160	3	30	4	4Ac
1/27	1500	S16	912	-4.6	晴	-	100	<2	30	3	2Ac, 1Ci
1/28	1500	S16	913	-7.0	快晴	-	130	5	30	1	1Ci

表 20 自動連続観測使用測器

Table 20. Instruments used for automatic recording of weather conditions.

観測項目	測器名	感部形式	備考
気圧	電気式気圧計	YOKOGAWA F4711	雪上車内に設置
気温	電気式温度計	コーナシステム	雪上車外強制通風式通風筒に設置
風向・風速	風車型風向風速計	コーナシステム	雪上車外ポール上に設置

カードエラーが発生したために一部データが欠測したが、それ以外は機器の不具合もなくデータ取得できた。

(2) GPS 定点精密測位による氷床流動調査

氷床流動解明のためドームふじサミット、会合点、S16にて二周波GPSを使用したGPS定点精密測位を実施した。使用機材はTrimble社製4000ssi、観測日はドームふじサミットが2007年12月14-15日、会合点が2007年12月26-27日、S16が2008年1月26-27日、観測時間は24時間である。ドームふじサミットではバッテリーの不具合で再測定を要したが、3地点すべてでデータを無事取得できた。

15.7. 氷床表層部の物理構造形成についての広域調査

(1) 10m 雪温観測と水同位体用積雪サンプル

年平均気温と水同位体対比の関係を明らかにするために、トラバース旅行往復でキャンプ地ごとに10m雪温観測と水同位体用の積雪サンプリングを実施した。10m雪温観測は穴開けに使用したアイドリルが不調(切りカスが穴に溜まる)で、12地点しかデータを取得できなかった。積雪サンプリングは約60地点で実施した。

(2) 積雪物理構造解析のための10mコア掘削

積雪物理構造解析のための10mコア掘削を、復路ドームふじ基地近傍のMD734で実施

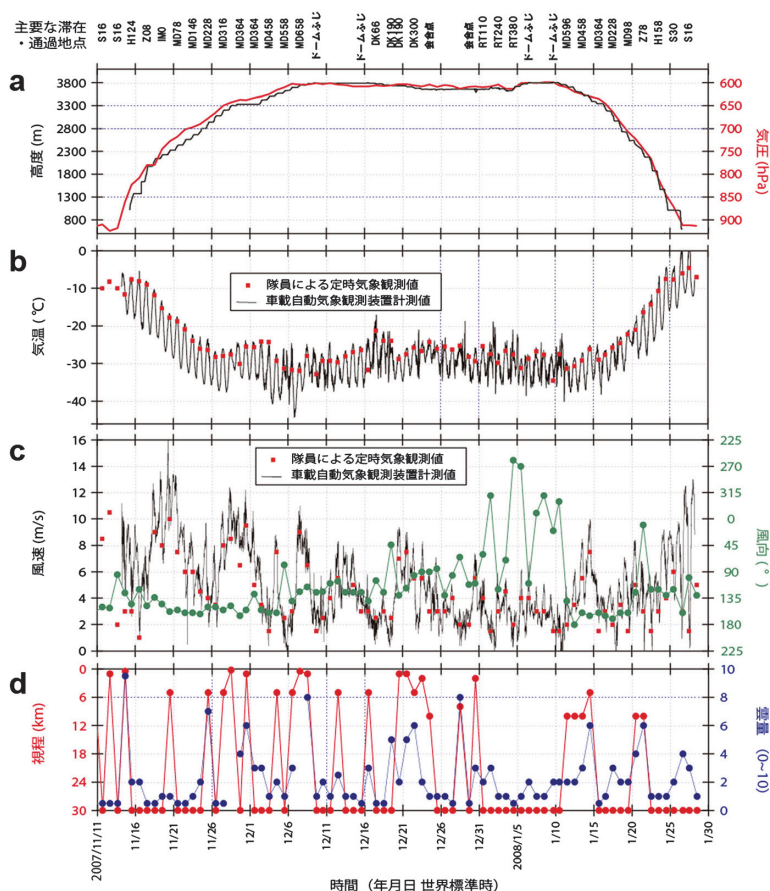


図 21 トラバース旅行中の気象条件の時系列変化。グラフ上部には、主要な通過あるいは滞在地点名を記載している。(a) 高度 (WGS84 上, m) (黒) と気圧 (赤) の変化。気圧は、毎日 1200 UT に定時気象観測をしたもの。(b) 気温の時系列変化。赤マーカーは隊員による定時観測値。1.5 m 高。黒線は、車載自動気象観測装置を用いた連続計測値で、センサー高は約 4 m。(c) 左軸を用いて、風速の定時観測値 (赤) と車載自動気象観測装置を用いた連続計測値。センサー高は (b) と同様。右軸を用いて、風速 (緑) の定時観測値。真北を 0° としている。(d) 定時観測時の視程 (km) と、10 段階で判定した雲量。

Fig. 21. Time series of the meteorological conditions during the traverse. Measurement locations are given at the top. (a) Elevation on the WGS84 ellipsoid (black) and air pressure (red). Air pressure was measured daily at 1200 UT. (b) Temperature record. Data with red symbols were measured by an operator daily at 1200 UT, at a measurement height of 1.5 m above the surface. Black traces are continuous measurements from an Automatic Weather Station mounted on a tracked vehicle, at a measurement height of 4 m above the surface. (c) Wind speed. Both manual (red) and automatic (black) measurements were made, and are labeled on the left axis. Wind direction was measured manually (green symbols), and is labeled on the right axis. (d) Visibility in km (left) and cloud amount (right).

した。掘削は2008年1月9日の1700–2300LTに実施した。採取したコアは50 cm 間隔に切り、コアチューブに入れた上でコアケースに収納した。上部150 cm はシモザラメで脆く、掘削中に破碎してしまったためコア採取はできなかった。

(3) 積雪表面近傍の物理計測

氷床表面の積雪物理構造を理解するため、キャンプ地において0.5–1 m 深のピットを掘って各種の計測を実施した。観測地点はZ8地点から会合点の間、約50 km 間隔で27地点(MD356地点までの11地点は0.5 m 深)。観測項目は、層位観察、粒径測定、積雪サンプラー(3 cm 厚)による密度測定、スノーフォークによる誘電率測定である。粒径測定は層位ごと、密度と誘電率測定は3 cm 間隔で行った。ピットの掘削と計測はキャンプ地にはいった直後1800 LT ごろから約2時間を要した。

(4) 4 m, 2 m ピットでの物理計測およびフィルン試料のサンプリング

氷床表面の積雪物理構造を理解するため、および積雪サンプルの解析に必要な情報を得るため、4 m および2 m ピットにおける各種計測を実施した。ピットは積雪サンプル用に掘削したものと同一である(観測地点などの詳細は表21を参照)。観測項目は、層位観察、粒径測定、積雪サンプラー(3 cm 厚)による密度測定、スノーフォークによる誘電率測定、雪温度測定である。粒径測定は層位ごと、密度と誘電率測定は3 cm 間隔、雪温度測定は10 cm 間隔で行った。会合点の4 m ピットにおいては、スウェーデン隊の研究者によってECM(電気伝導度)測定、粒径測定も行われた。それぞれのピットにおいては、フィルンの物理解析を目的とした積雪ブロック(断面は25 cm×25 cm)を採取し、日本へ輸送した。

(5) 表層部密度の観測

氷床表面付近の積雪の密度と、その夏期の日射による発達を検証するために、表層部密度の計測を実施した。試料採取は、3 cm 厚の角形サンプラー、それに、11.5 cm 長の円柱型サ



図 22 1日1回キャンプ地で実施した1 m 深ピット観測の様子

Fig. 22. Pit study from a 1-meter-deep pit. This was done every evening at the campsite.



図 23 日本-スウェーデン会合点での4mピット作業
 Fig. 23. Pit study from the 4-meter-deep pit at the meeting point.

ンプラーを用いて実施した。観測地域としては、内陸高原域に着目をしたため、中継拠点よりも内陸側のみの計測とした。

- ①ルート上、10kmごとに、化学サンプリングのタイミングと同期させて密度計測を実施した。
- ②3cm厚の角形サンプラーでは、表面から3cmステップで、18-21cm深の密度を計測した。
- ③試料重量は、電子天秤あるいはバネ秤にて計測をした。
- ④11.5cm長の円筒サンプラーでも同様に計測をした。この計測では、11.5cm深までの計測を1地点において3-4回繰り返し実施をした。
- ⑤2種の異なるサンプラーによる計測は、それぞれ交互に10kmごとに実施をした。
- ⑥計測は、往路に中継拠点から開始し、復路の中継拠点まで実施をした。その結果、中継拠点とドームふじ基地を結ぶ約360kmの区間においては、夏至をはさみ12月上旬と1月中旬の2度にわたる計測を実現し、夏期の夏至前後の密度変化の評価が可能となった。

こうした計測の実現により、夏期に表層部で密度が急激に発達する現象をとらえた。雪の粒径の変動や、夏期の降雪をとらえるようなミニ雪尺計測をあわせて実施すれば現象をより多角的にとらえることが可能と思われたが、将来の課題である。

(6) 氷床表面の積雪面から読み取る卓越風向

ドームふじ基地よりも会合点側、それに、ワサ基地に至るルートは、新規に観測をする領域であったため、氷床表面の積雪面に刻まれた卓越風の特徴を読み取る作業を実施した。榎

本と藤田がこの作業を実施し、多地点において雪面の特徴を読み取り、記録をした。

15.8. スウェーデン人交換科学者が日本隊のなかで実施をした観測事項

(1) 化学成分分析を目的とした積雪サンプリング

Tobjorn Karlin 氏は、化学成分分析を目的とした積雪サンプリングを実施した。サンプリング頻度は 50 km ごととした。また、ドームふじ基地においては、化学成分の空間不均一性をみる目的で多数サンプルの集中採取を実施した。

(2) Kinematic GPS 計測

Ivar Andersson 氏は、氷床表面形態の測量のため会合点以降のルートにおいて Kinematic GPS の連続観測を実施した。設置車両は SM111 である。

(3) スノーレーダ

当初、日本隊の帰路の雪上車にスウェーデン側のスノーレーダを設置してほしいとの依頼を受けていた。しかし、レーダ間の干渉、それに、日本側レーダの一部不調にともなう手不足、さらにはスウェーデン側の準備が遅れ一切予備的な運用ができない状況となったことから、この観測は現地の判断として実施をしなかった。

15.9. スウェーデン隊で日本人隊員が実施をした観測事項

(1) マイクロ波放射計を用いた氷床表面付近の電波放射および積雪構造の広域調査

スウェーデン隊の雪上車の屋根に放射計を設置し、会合点からワサ基地の間、およびワサ基地周辺での観測を行った。観測の詳細は S16～会合点の間における観測を参照のこと。

(2) 積雪表面近傍の物理計測

会合点からワサ基地の間、50–100 km 程度の間隔で 19 地点において 1 m 深のピット内積雪観測を行った。観測項目は、S16～会合点における観測と同一 (15.7. (3) を参照)。なおこのピット内では、スウェーデン隊の研究者によって ECM (電気伝導度) 測定、粒径測定も行われた。

(3) 氷床表面の積雪面から読み取る卓越風向

積雪表面状態から、卓越風向の観測を実施した。測定の詳細に関しては S16～会合点における観測を参照のこと。

(4) 積雪温度分布の測定

会合点からワサ基地の間、50–100 km 程度の間隔で 1 m の深さまでの積雪温度分布測定を行った。観測の詳細は、S16～会合点における観測を参照のこと。

(5) インターバルカメラの設置

ワサ基地の通信アンテナタワーにインターバルカメラを設置した。基地周辺の写真を毎日 1 回、数年にわたって撮影するよう設定した。

15.10. その他の観測

①無人磁力計

国立極地研究所宙空系からの依頼により、ドームふじ基地の無人磁力計のデータロガーとバッテリーの入れ替えを実施した。また、中継拠点、みずほ基地、および H100 に設置してある無人磁力計のメンテナンスを実施した。

②繊維曝露実験

武庫川女子大学の奥野温子教授らの研究グループからの依頼により、繊維を夏期の南極の日射に曝露する実験を実施した。MD550, 中継拠点, MD180, みずほ基地, 赤旗 30 km ごとに回収, 再設置を実施した。

16. 連携観測や集中観測をした項目

トラバース旅行では、観測地点や測線を決めたくうえで複数の観測項目を組み合わせて実施したものや、地域を絞って集中観測をしたものがある。15章に記載したものと重複するが、観測の組み合わせや連携、それに集中観測を行った事項をここに特記する。

16.1. 4 m ピット

4 m ピット, それに 2 m ピットは合計 4 箇所の地点で行った。観測項目や試料採取項目は表 21 に記載するとおりである。

16.2. 日本-スウェーデン会合点を南北に横切る全長約 40 km の測線

日本-スウェーデン会合点 (75° 53' S, 25° 50' E, 高度 3661 m) を中点にして, 北方 20 km の地点 (75° 44.43' S, 26° 16.04' E, 高度 3647 m), それに南方 20 km の地点 (76° 2.01' S, 25° 23.37' E, 高度 3651 m) を結ぶ測線を設置した。この測線では, 表 22 に示す複数項目の観測を実施した。

この測線の設置は以下の目的をもって実施した。

- ①尾根位置を横切る氷床内部の構造を調査する。特に移動履歴や堆積環境についての南北のコントラストについて着目をする。
- ②日本とスウェーデンの電波観測機器について, 共通の測線のなかで信号を調査し, センサーごとの対比較正が可能な場とする。これによって, 日本側のトラバース線のデータとスウェーデン側のトラバース線のデータが, 互いに計測するセンサーが異なる部分においても連結できるようにする。

なお, この南北の測線においては, スウェーデン側の雪上車は測線をさらに北側に延伸をし, 氷床下湖の検知を実現している。

表 21 4 m ピット, 2 m ピット観測についての情報整理表
 Table 21. Information from the 4-meter-deep and 2-meter-deep pits.

	中継拠点	ドームふじ基地	CMOS-AWS	会合点
緯度				
経度	74°0' S		76° 48' S	75°53.29' S
標高	43°00' E		31° 54' E	25°50.02' E
ピット深さ	3353		3742	3661
	2 m	4 m	2 m	4 m
日付	11/30	12/10-12	12/20	12/24-26

観測・採取項目	分解能			
	層の変わり目ごと	層の変わり目ごと	層の変わり目ごと	層の変わり目ごと
層位観察		0-1.5 m 深	○	○
粒径測定		0-1.5 m 深	○	○
積雪サンプラーによる密度測定	3 cm*	0-1.05 m 深	○	○
スノーフォーク誘電率計測	3 cm	0.6 m 深	○	○
Denoth 式誘電率計測	10 cm ごと	0.6 m 深	○	○
雪温計測	10 cm ごと	○	○	○
化学・同位体分析用試料採取	2 cm	0-0.2 m 深	○	○
微量金属分析用試料採取	5 cm	-	○	○
物理解析用ブロック試料採取 (日)		-	全層	全層
同上 (独 AWI の依頼に応じ採取・供給)		-	2.5-3.5 m 深	2.5-3.5 m 深
ピット壁面 ECM 計測 (スウェーデンによる)		-	-	○
粒径測定 (スウェーデンによる)		-	-	○

* ただし, 中継拠点の浅部 (0-0.3 m) では, 2 cm の分解能で計測.

16.3. ドームふじ基地北西方向約 45 km の範囲までの氷床レーダ計測

ドームふじ基地近傍において、陸 60 II レーダと陸 179 III レーダを搭載した SM112 を用いて、ドームふじ基地から北西方向域を中心とした氷床レーダ観測を実施した。観測地域と経路は、図 2, 3, 24 に示した。この観測では、氷厚と氷床内部構造の検知を実施した。今後、既存の氷床内部構造のデータとあわせて、基盤地形図や氷床内部構造図の作成をすることになる。

表 22 測線沿いの観測項目

Table 22. Items of observation along the cross traverse.

計測名	プラットホーム
地中探査レーダ (GPR270MHz)	日本
陸 179III レーダ	日本
マイクロ波放射計 5 チャンネル	日本
空 179II 陸レーダ	日本-スウェーデン
スノーレーダ	スウェーデン

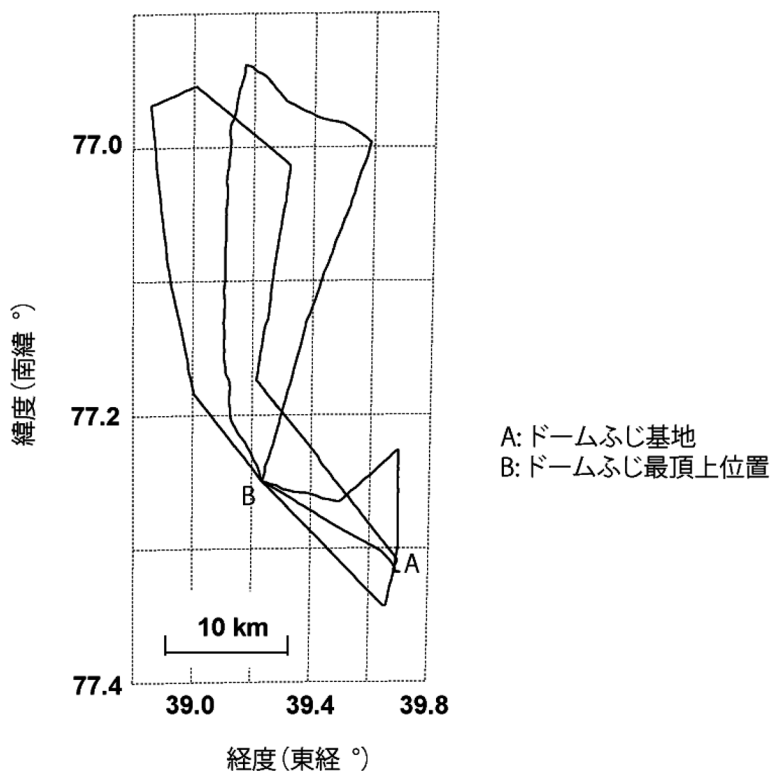


図 24 ドームふじ基地南西方向での氷厚計測走行路

Fig. 24. Trace of the tracked vehicle for ice thickness measurements on the southwest side of Dome Fuji.

17. おわりに

トラバース旅行の実施経過を本報告にまとめた。実施経過の具体的内容として、内陸調査実行の概要、人員・役割分担、車両・橇編成および輸送物資、行動記録、通信、ナビゲーション、装備、医療、食糧、環境保全、観測の各項目、連携観測や集中観測をした項目をとりまとめた。筆者らは、本報告が以下に示す役割を長い年月にわたり果たすことを期待している。

(1) 観測実行の記録である。(2) 取得データや取得サンプルを研究に活用する際に、データやサンプルの取得経過の詳細や取得環境の参考にできる。(3) 私達自身や、将来の極地研究者が、極地の内陸環境の観測に臨む際にその調査の進め方や設営的観点の参考にできる。

主筆者の藤田は、準備段階の周到な取り組みが実際の観測の場での経過や成果に大きく影響することを、先輩の方々から教わってきた。かつて、アイスコア研究の先達である米国の研究者 Chester C. Langway 先生にお目にかかったとき、「Langway の七つの P の法則」という言葉を伺った。“Prior planning and preparation prevents piss poor projects.” (周到に計画し準備をすればよいプロジェクトになり、逆ならば貧しいプロジェクトになる) という言葉であった。そうした心構えで本プロジェクトの準備や実行にもあたってきたつもりである。研究成果としては、非常に充実した成果がこれまであがってきていると考える。一方、南極内陸部での数カ月間の長期にわたる観測活動の維持にかかる困難さにも、現場で直面した、内陸調査チームとして、いかに円滑に運営できたかという点では、反省すべき点や要改善点は多々あったと思う。機器や装備や設営の物理的な準備やソフト的な準備が丁寧にできているほど、それに、観測の目的の共有や心理的な共感が隊員間に浸透しているほど、観測現場は円滑に運営され、結果としてチーム力はあがってくるだろう。隊員が現地で経験するストレスも軽減できるはずである。将来の内陸調査活動の際には、このトラバース旅行の経験としての本報告が参考になればと願う。

トラバース旅行の結果としての科学研究が展開し、2013 年末までの段階での科学研究の成果は、別の報告 (藤田ほか, 2014) にとりまとめた。国際極年というタイミングで行ったこの研究のデータとサンプルは、国際極年のいわゆるレガシーとして、データ分析とサンプル処理により今後長期にわたり、多大な研究成果をもたらすと確信している。そうした研究展開を今後も継続してはかっていく。

謝 辞

日本-スウェーデントラバース旅行は、宮岡宏氏が越冬隊長をつとめた第 48 次日本南極地域観測隊、それに、伊村智氏が総隊長をつとめた第 49 次日本南極地域観測隊の両隊による全面的な支援があつてはじめて実現することができた。第 48 次日本南極地域観測隊の越冬段階の諸準備があつてはじめて、11 月初旬からの内陸調査が可能になった。特に、トラバースチームに参加し、設営を担ってくださった第 48 次観測隊機械担当金子弘幸氏、第 48 次観

測隊医療担当の志賀尚子氏, それに, 第49次観測隊機械担当の谷口和幸氏には, トラバース旅行への参加と, 旅行中に払ってくれた献身的な努力に, 心からの感謝を申し上げる. スウェーデン側の研究スタッフ, それに設営スタッフにも, 心から謝意を表す. 設営的な準備にあたっては, 国立極地研究所南極観測センター長の鮎川勝教授(当時)や, センターの多くのスタッフからの多大なご支援やご助言をいただいた. 渡邊興亜前国立極地研究所長や西尾文彦前千葉大学教授によるスウェーデン側との交渉開始により本研究が実現した. 本研究の国内段階での実施は, 日本学術振興会による科学研究費補助金, 基盤研究(A)20241007の研究補助を受けた.

文 献

- Anschütz, H., Müller, K., Isaksson, E., McConnell, J.R., Fischer, H., Miller, H., Albert, M. and Winther, J.-G. (2009): Revisiting sites of the South Pole Queen Maud Land Traverses in East Antarctica: Accumulation data from shallow firn cores. *J. Geophys. Res.*, **114**, D24106, doi:10.1029/2009JD012204.
- 藤田秀二 (2008): 氷床探査レーダーの開発及び現地での運用状況. *南極資料*, **52**, 238-250.
- 藤田秀二・福井幸太郎・中澤文男・榎本浩之・杉山 慎・藤井理行・藤田耕史・古川晶雄・原圭一郎・保科 優・五十嵐誠・飯塚芳徳・伊村 智・本山秀明・Sylviane Surdyk・植村 立 (2014): 日本-スウェーデン共同南極トラバース 2007/2008 実施報告: I. 企画立案・事前準備と科学研究成果の概要. *南極資料*, **58**, 352-392.
- Haran, T., Bohlander, J., Scambos, T., Painter, T. and Fahnestock, M. (2005): MODIS Mosaic of Antarctica 2003-2004 (MOA2004) Image Map. National Snow and Ice Data Center, <http://nsidc.org/data/nsidc-0280>, (updated 2006).
- 国立極地研究所 (2009): 日本南極地域観測隊第48次隊報告 (2006-2008). 東京, 433 p.

付録 1 日本-スウェーデントラバース旅行での行程上の主要な地点
Appendix 1. List of main sites along the Japanese-Swedish traverse.

地点名や略称	緯度 (degrees)	経度 (degrees)	高度 WGS84 (m)	氷厚 (m)	備考
S16	-69.939	49.952	589	359	日本隊の出発拠点
みずほ基地	-79.697	44.274	2259	2969	1984年に799 m深のアイスコアが掘削された地点
中継拠点 (略称 RP)	-74.998	42.996	3347	2716	みずほ基地とドームふじ基地の中間地点
ドームふじ基地 (略称 DF)	-77.317	39.793	3899	3928	ドームふじ基地氷床深層コア掘削地点
DK199	-76.794	31.999	3741	2919	無人気象観測装置を新規設置し、2 mピット研究を実施した地点
日本-スウェーデン 会合点 (略称 MP)	-75.888	25.834	3661	2829	2カ国のチームが会合場所とした地点
NCR88	-75.235	27.676	3597	2872	日本-スウェーデン会合点で実施した、尾根に直交した測線での調査のなかで、北方の先端点
SCR29	-76.934	25.399	3659	2921	日本-スウェーデン会合点で実施した、尾根に直交した測線での調査のなかで、南方の先端点
RT193	-76.762	27.248	3653	3919	日本隊が、日本-スウェーデン会合点から尾根の内陸側経由でドームふじ基地へ復路移動する際の通過点 (進行方位変更点)
RT155	-76.869	29.279	3791	2792	同上
RT188	-77.161	29.426	3678	2574	同上
RT313	-77.961	32.624	3629	3559	同上. 一連の観測で通過した最南端点
RT459	-77.376	37.932	3789	3333	同上. 29 km 以上の幅をもつ氷床下湖の上を通過した
ワサ基地	-73.953	-13.374	292	383	スウェーデン隊の拠点
スベア基地	-74.571	-11.179	1313	715	スウェーデン国の基地
Highway-75 (H75)	-75.999	-11.781	2195	667	スウェーデン隊の通過点の通称名
Site1	-75.991	-19.121	2528	1693	スウェーデン隊が集中科学調査を実施した
コーネン基地	-75.994	-9.996	2899	2774	ドイツ基地. 2774 m 深のアイスコアが過去に掘削された場所
ATIMG48 (A48)	-75.167	5.999	3119	2185	スウェーデン隊が集中科学調査を実施した地点
ATIMG23 (A23)	-75.168	6.493	3174	-	スウェーデン隊の通過点の通称名
DEPOT L	-74.647	12.799	3429	-	スウェーデン隊がノルウェーから燃料デポの供給を受けた地点
ATIMG28 (A28)	-74.862	14.742	3466	-	スウェーデン隊の往路ルートと復路ルートの連結点
ATIMG38 (A38)	-75.287	18.421	3543	2796	スウェーデン隊の往路ルートと復路ルートの連結点
ATIMG37 (A37)	-75.654	19.249	3544	-	スウェーデン隊ルートと、ノルウェー-米国隊ルートの連結点
ATIMG35 (A35)	-76.966	22.459	3586	-	スウェーデン隊ルートと、ノルウェー-米国隊ルートの連結点

付録 2 観測で取得した資資料の一覧 (1/3)

Appendix 2. List of data and samples that were collected during the traverse. (1/3)

項目名	現場担当者 (支援や調整を担当)	実施場所, 日本隊側かスウェーデン隊側か, 往路か復路か				タスクサイズや場所や頻度, 留意点, 2 国間調整等	データやサンプルの形態および量
		日本隊		スウェーデン隊			
		往	復	往	復		
ハイビジョン映像やデジタル写真記録	杉山, 谷口	○	○		○	杉山分映像は DVD として編集した.	ハイビジョン画像やデジタル写真等
地上気象観測	往路は杉山, 復路は福井	○	○			1200 UT 毎日 (気圧, 気温, 風向, 風速, 雲量, 天気, 視程, 雲の種類)	観測野帳記載, のち編集済み
氷床探査用 POL179MHz レーダ	藤田	○	○			連続計測および, キャンプ地での詳細観測 (往路+復路ドームふじ基地まで)	デジタルデータ (数百ギガバイト) と野帳記録
氷床探査用 VHF179MHz, VHF69MHz レーダ	藤田, Holmlund		○	○	○	VHF179MHz レーダは, スウェーデン隊の往復に使用. VHF69MHz レーダは, スウェーデン隊往路, 日本隊復路 (112 号車) に使用.	デジタルデータ (数十メガバイト) と野帳記録
氷床探査レーダを用いた, ドームふじ基地最高地点の近傍の探査	藤田	○	○			VHF69MHz レーダと POL179MHz で氷下探査のためドームふじ基地近傍南西方向の山塊域を走行. 実行には Karlin が同伴.	デジタルデータ
日本-スウェーデン会合点を南北に切る全長約 49 km の測線の集中観測	福井, 藤田, 榎本, Holulund	○		○		日本-スウェーデン会合点近傍. 雪上車 2 台で 2 日の往復行程, 放射計, GPR, VHF179, POL179 の観測を 2 国間で調整して実施.	デジタルデータ
地中探査レーダ GPR (GSSI 社製 SIR3999, 279 MHz) を用いた. 氷床表層部・浅層部の探査	福井	○	○			連続計測および, キャンプ地での詳細観測 (往路+復路ドームふじ基地まで) 111 号車. 表層 89 m までの積雪内部構造観測を S16~ドームふじ基地~会合点~ドームふじ基地間で実施. 測線長は約 1999 km. データは欠測なく取得. また, サスツルギの向きとレーダの反射強度との関係を調べるために, キャンプ地でサスツルギに平行と直交する方向にそれぞれ 199 m ずつ測線をとって観測を実施. スウェーデン隊は, 対応して, スノーレーダの観測を実施.	デジタルデータ
マイクロ波放射計 (6 GHz, 18 GHz, 36 GHz) を用いた積雪探査	榎本	○			○	S16 とワサ基地を結ぶ連続計測および, キャンプ地での詳細観測 (往路 116 号車+復路ワサ基地まで). スウェーデン隊復路の観測では, そのプラットフォームを利用.	デジタルデータと野帳記録
雪上車走行中の KGPS 計測を用いた, 氷床形状の精密計測	福井, Andersson	○	○	○		連続 (日本側往復, スウェーデン機器を利用し日本隊復路で観測), 単独測位.	デジタルデータと野帳, 毎日の観測記録
雪上車走行中の通常 GPS および GPS コンパスによる車両位置と方位記録	福井, 藤田	○	○			連続観測 (111 号車 (GPR 車): 福井, 112 号車 (レーダ車): 藤田, 116 号車 (放射計車): 榎本, スウェーデン車: 榎本) 基本的にレーダ等の計測機器に対する補助情報 (スウェーデン車も含む).	デジタルデータと野帳記録
車載自動気象観測による気象観測記録	福井 (本山)	○	○			連続計測 (116 号車) 気温, 風向・風速, 気圧を自動連続観測. 雪上車エンジン停止時は気圧データが欠測, 気温データは自然通風のデータ.	デジタルデータと野帳記録

付録 2 観測で取得した資資料の一覧 (2/3)

Appendix 2. List of data and samples that were collected during the traverse. (2/3)

項目名	現場主担当者 (支援や調整を担当)	実施場所, 日本隊側かスウェーデン隊側か, 往路か復路か				タスクサイズや場所や頻度, 留意点, 2 国間調整等	データやサンプルの形態および量
		日本隊		スウェーデン隊			
		往	復	往	復		
堆積量計測のための雪尺計測	福井 (本山)		○			2 km ごとのルート雪尺のルーチン観測。帰路に福井が担当した。	野帳記録
日本隊による積雪化学サンプリング (化学イオン用, 同位体用)	中澤 (本山)	○	○			化学イオン成分および水同位体の分析を目的とした表面積雪試料の採取を, ルート上 (往復) 約 19 km ごと, 計 299 地点で実施。	観測隊中型ダンボール 6 梱包相当。
スウェーデン隊による積雪化学サンプリング	Karlin		○	○		化学イオン成分および水同位体の分析を目的とした表面積雪試料の採取を, ルート上 59 km ごとで実施。	
金属微成分分析積雪サンプル (韓国との共同研究)	中澤 (本山, Hong)	○	○			微量元素成分の分析を目的とした表面積雪試料の採取を約 29 km ごと, 計 147 地点で実施。	観測隊中型ダンボール 3 梱包相当。
極限微生物サンプリング	中澤 (伊村)	○	○	○		試料採取は, トラバースルート上 (往復) 約 299 km ごと, 計 14 地点, およびドームふじ基地近傍 (約 19 km の範囲) 4 地点で実施した。またスウェーデン隊が往路 3 地点で採取した試料を会合点で受け取った。	日本隊で中ダン 18 梱。スウェーデン隊で同 3 梱。
花粉用雪試料サンプリング	中澤	○	○			試料採取は, S16~ドームふじ基地ルート上 (往路) 標高約 599 m ごと, 計 8 地点, およびドームふじ基地へ会合点ルート上 (往復) 約 299 m ごと, 計 3 地点で実施した。	中ダンボール 42 梱包相当。
個別粒子分析用エアロゾル粒子の直接採取・表面積雪採取・エアロゾル粒子直接採集時のエアロゾル粒子数密度計測	中澤 (原)	○	○			観測は日々のキャンプ地で実施した。トラバース期間を通じて計測された, 大気中の $>9.3 \mu\text{m}$ エアロゾル粒子数密度は数百個/l であった。この値をもとに, エアロゾル粒子採集のための吸引操作を約 1 時間実施した。表面積雪試料は, キャンプイン直前にルート風上側で採取した。またキャンプ地で地ふぶきが上がっていた 11/29・11/27・11/28・12/7 は, ポリ瓶を横向きにし, 口を風上側に向けて飛雪の採集をおこなった。	中ダンボール 2 梱包相当。
水同位体分析用表面積雪サンプル	福井 (植村, 藤田耕史, 飯塚, 本山)	○	○			年平均気温と水同位体対比の関係を明らかにするためにトラバース旅行往復でキャンプ地ごとに 19 m 雪温観測と水同位体用の積雪サンプリングを実施した。19 m 雪温観測は穴開けに使用したアイスドリルが不調 (切りカスが穴に溜まる) で 12 地点しかデータを取得できなかった。積雪サンプリングは約 69 地点で実施した。	観測隊中型ダンボール 2 梱包相当。
19 m 雪温計測	福井 (関係者)	○	○			19 m 孔に温度センサーを下げて, センサーを底に接触させ, 翌朝温度を測定した。上を参照。	野帳記録
表面層位の物理計測	榎本, 杉山	○			○	1 日一回キャンプ地にて 2 人で 1 m ビットを作成し観測。日本隊往路およびスウェーデン隊復路。密度, スノーフォーク誘電率, Denoth 式誘電率, 雪質計測, 雪温計測を実施。1 ビットは約 39 分~1 時間。	野帳記録
表面層密度計測	藤田	○	○			19 km ごとに, 12 cm 深の縦サンプリングか, あるいは, 3 cm ごと 21 cm 深までの 7 分解能サンプリング。中継拠点以南のみで実施。	野帳記録

付録 2 観測で取得した資試料の一覧 (3/3)

Appendix 2. List of data and samples that were collected during the traverse. (3/3)

項目名	現場主担当者 (支援や調整を担当)	実施場所、日本隊側かスウェーデン隊側か、往路か復路か				タスクサイズや場所や頻度、留意点、2 日間調整等	データやサンプルの形態および量
		日本隊		スウェーデン隊			
		往	復	往	復		
無人気象観測装置の設置・回収・保守	福井, 榎本 (亀田, 本山)	○	○			新規設置: 2007 年 12 月 29 日, CMOS 点に CMOS 式装置 (気温, 風向・風速) を, 同年 12 月 25 日, 会合点に ARGOS 式装置 (気温, 風向・風速, 気圧) を新規設置 既存点の保守: DF (気温, 風向風速, 雪温) のロガー回収と交換, S16-DF のルート沿い (ドームサミット, 中継拠点, みずほ基地, S16) 設置の CMOS 式気温測定装置は北見工大の依頼で全回収, 日本に持帰り.	電子ファイル
モニタリングとしての雪尺網計測	福井 (本山)	○				次の 8 地点で実施: MD569 (59 本), MD364 (59 本), MD189 (59 本), みずほ基地 (191 本), Z49 (36 本), H189 (36 本), H68 (36 本) および S16 (36 本), MD189, MD68, S16 の 3 地点の 36 本雪尺網の雪尺を全立て替え. また, H189 では倒れかけていた 9 本を立て替え. S122 (36 本) の雪尺網は雪尺が埋没したと思われる, 発見できず	野帳記録
4-2 m 深ビットを用いた化学層位の研究	中澤, 杉山, 榎本, 藤田 (藤田耕史, 飯塚, 本山)	○	○			計 4 地点で実施. 中継拠点 (11/39)・MD732 (12/19-12)・中間点 (12/29)・会合点 (12/24-26). 中継拠点・中間点では 2 m 深の, MD732・会合点では 4 m 深のビットを掘削. ただし中継拠点での観測は地ふぶきに見舞われ, 途中で試料採取を断念 (9-9.2 m 深のみ実施). 試料は, 化学成分および水同位体用 (2 cm 間隔) と, 微量金属成分用 (5 cm 間隔) に分けて採取. ※スウェーデン側も会合点で採取	層位データはすべて野帳記載. サンプルは, 観測隊中型ダンボール 29 梱包相当.
4-2 m 深ビットを用いた物理層位の研究	同上	○	○			同上のビットを用い, 密度測定 (3 cm 分解能)・層位観察・雪温測定 (3 cm ごと)・スノーフォーク測定 (3 cm ごと), Denoth 式 (3 cm ごと), 物理ブロック試料採取. 物理ブロックについては, 2.9-2.5 m 深について, DF および会合点でドイツからの要請に応え採取・供給. 共通情報としてとりまとめ: 密度・層位・雪温・誘電率解析としてまとめ: スノーフォーク・Denoth 式 (杉山, 榎本) 物理ブロックはほぼすべてが日本に非破壊で到着. 今後解析: 密度 (バルク法, X 線法, 誘電率実数部), C 軸分布 (X 線法, 自動ファブリック, 誘電異方性), 構造異方性 (X 線 CT, 誘電テンソル), 不純物分布 (HRDEP (非破壊) 塩微粒子プロファイル (破壊)), 気泡形成 (X 線 CT).	層位データはすべて野帳記載. サンプルは, 観測隊中型ダンボール 29 梱包相当.
実験的長期ビット観測	中澤 (藤田耕)	○					観測隊中型ダンボール 1 梱包相当.
19 m 深フィロンコアの採取	福井, Andersson, 藤田		○			積雪物理構造解析のための 19 m コア掘削を復路 DF 基地近傍の MD734 で実施. 掘削は 2008 年 1 月 9 日の 1700-2300 LT に実施. 採取したコアは 59 cm 間隔に切り, コアチューブに入れた上でコアケースに収納. 上部 159 cm は脆く掘削中に破碎してしまったためコア採取はできず. 解析項目は, 「4-2 m 深ビットを用いた物理層位の研究」と同様.	観測隊中型ダンボール 4 梱包相当.
GPS 定点観測による氷床流動調査	福井 (本山)	○	○			氷床流動解明のため DF サミット, 会合点, S16 にて二周波 GPS を使用した GPS 定点精密測位を実施. 観測日は DF サミットが 2007 年 12 月 14-15 日, 会合点が 2007 年 12 月 26-27 日, S16 が 2008 年 1 月 26-27 日, 観測時間は 24 時間.	デジタルデータ