

セールロンダーネ山地地域雪氷調査隊報告
1989-1990 (JARE-31)

本山秀明¹・東 信彦²・Hugo DECLEIR³・
Philippe HUYBRECHTS³

Report of the Glaciological Field Party in the Sør Rondane Mountains
Region, 1989-1990 Summer Season (JARE-31)

Hideaki MOTOYAMA¹, Nobuhiko AZUMA², Hugo DECLEIR³
and Philippe HUYBRECHTS³

Abstract: Summer party of the 31st Japanese Antarctic Research Expedition (JARE-31) carried out maintenance of automatic meteorological stations, glaciological observation, and drilling test for "Antarctic Climate Research (ACR)" Project from late December 1989 to January 1990 around the Sør Rondane Mountains region. This party is constituted by four glaciologists including two Belgian observers and one JARE-30 member.

Three prototypes of electromechanical ice drill for deep core sampling using antifreezing liquid were successfully tested on a bare glacier at Jenningsbreen (Jennings glacier). On the same glacier, dynamics of glacier movement were studied by Belgian observers. Mass balance measurement was conducted on Goosenbreen (Goosen glacier) of Brattnipene.

Two helicopters were employed for geological and topographical survey in the Sør Rondane region, so that we were able to fly to Nansenisen, south of Sør Rondane, and to obtain surface bare ice within dust band (volcanic ash?).

要旨: 第31次南極観測隊(夏隊)の雪氷調査隊4名(第31次観測隊員, 第30次観測隊員, 交換科学者2名)は, 12月後半に「ACR計画」の一環の観測としてLルート沿いの無人気象観測装置のデータ回収, 電池交換を行った後, 1月2日-28日にセールロンダーネ山地(Sør Rondane Mountains)でドリルテスト, 雪氷調査を行った。

液封型深層メカニカルドリルのプロトタイプでの掘削テストをジェニングス氷河(Jenningsbreen)の中流部の裸氷帯で実施し, 良好な結果を得た。交換科学者はこの氷河で流動と質量収支のための雪尺の設置と測量を行い, 第32次観測隊で再測する予定である。また, ブラットニーパネ(Brattnipene)・グーセン氷河(Goosenbreen)での雪尺網の再測から, 例年に比べてこの1年の積雪が多いことが分かった。

今回セールロンダーネ山地調査隊のためにヘリコプターが2機導入され, これを利用し, セールロンダーネ南部のナンセン氷原(Nansenisen)の火山灰層を含む表面氷の採取を行った。

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

² 北海道大学工学部. Faculty of Engineering, Hokkaido University, Kita-13, Nishi-8, Kita-ku, Sapporo 060.

³ Geografisch Instituut, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan, 2, 1050 Brussel, Belgium.

1. はじめに

1.1. 目的

第31次南極観測隊(夏隊)の雪氷調査隊は、第28次から第32次観測隊にかけての5カ年計画で実施されている「南極域における気候変動に関する総合研究(ACR)」の一環として、セールロンダーネ山地(Sør Rondane Mountains)地域で無人気象観測と氷河調査、氷河掘削を行った。観測項目を次に示す。

- (1) ジェニングス氷河(Jenningsbreen)裸氷帯での液封型深層メカニカルドリルの掘削試験及びコア採取。
- (2) ジェニングス氷河とブラットニーパネ(Brattnipene)人さし指尾根周辺での氷河流動調査。
- (3) セールロンダーネ南部ナンセン氷原(Nansenisen)裸氷域における火山灰層の観察と表面氷の採取。
- (4) ブラットニーパネ中央部グーセン氷河(Goosenbreen, 通称上田氷河)の質量収支観測。
- (5) Lルート沿いの無人気象観測装置の保守及びデータ回収(L0, 30マイルポイント, L85)。

1.2. 隊の構成

調査隊は総勢4名の雪氷研究者から成るが、1人が第30次観測隊からの参加、2人がベルギーからの交換科学者であった。隊員と個別の観測項目を次に示す。

本山秀明(リーダー): 観測項目(1), (3), (4), (5)

東 信彦(第30次, 気水圏): 観測項目(1), (3), (4), (5)

H. DECLEIR(交換科学者, Vrije Universiteit, Belgium): 観測項目(2)

P. HUYBRECHTS(交換科学者, Vrije Universiteit, Belgium): 観測項目(2)

2. 行動経過

行動経過概要を表1に示すが、大きく分けてブライド湾(Breidvika)―あすか観測拠点(以下「あすか」)輸送期間中の無人気象観測とセールロンダーネでの氷河掘削、氷河調査期間に分けられる。

1989年12月後半の「あすか」への物資輸送期間中にLルート沿いの3カ所(L0, 30マイルポイント, L85)の無人気象観測装置のデータ回収、電池交換、保守整備を行った。L0では野外でデータロガーからパーソナルコンピューターにデータを回収したが、風避けと保温のためにテントを張り、電源として300Wの小型発電機を用いた。30マイルポイントではアルゴス発信機を使い衛星中継でデータを得ているため、現場では気象観測装置が正常に作動しているかどうかのチェックができない。L85の現場ではデータ回収ができず、「あすか」へ持ち帰り不良点を調べた後、再設置した。観測センサーは3カ所共に外見上は正常であった。

表 1 行動経過概要
Table 1. Itinerary of the traverse and observed items.

月 日	行動・調査内容
1989 12/20	L0 にてデータ回収, 電池交換, 保守整備, 計測続行 (本山)
25	30マイルポイントにて電池及びアルゴス発信機の交換, 計測続行 (本山)
27	L85 からデータロガーの「あすか」への持ち帰り, データ回収, 電池交換 (本山, 東)
30	L85 へのデータロガーの再設置, 保守整備, 計測続行 (本山, 東)
1990 1/ 2	「あすか」→ジェニングス氷河 (本山, 東, DECLEIR, HUYBRECHTS)
3	ブリザード停滞
4	キャンプ設営
5	液封型深層ドリルの掘削試験並びにジェニングス氷河の流動と質量収支観測, 表面氷の採取 (1/19にナンセン氷原裸氷帯の火山灰層の偵察飛行)
22	ジェニングス氷河→ブラットニーパネ グーセン氷河の質量収支観測並びに人さし指尾根先端裸氷帯にて表面氷の採取 (1/24にナンセン氷原ロイサーネ山東方の火山灰層を含む表面氷採取)
28	ブラットニーパネ→「あすか」(AB ルート雪尺の読み取りと保守整備)

12月後半から1月前半にかけて「あすか」周辺の天候は悪く、やや天気が快復した1月2日午前9時ジェニングス氷河に向けて出発し、ベースキャンプ候補地に午後7時に到着した。

1月3日はブリザードのため停滞、翌4日の午後に天候が快復したため、ドリル試験の適地(裸氷上 10-20 cm の積雪, 風が弱い, 氷厚 100 m 以上)をスノーモービルで探し、図1に示す BC1 地点にキャンプを設営した。

1月5日からキャンプ撤収日まで作業可能な日が続いた。本山, 東はドリル場の設営, 液封型深層メカニカルドリルの掘削試験を行った。交換科学者2名はスノーモービルを用いてジェニングス氷河の氷状偵察後, 氷厚測定, 流動, 質量収支観測のための10数本の雪尺立てと数カ所の山地露岩上に基点を作り, 雪尺位置の測量, $\delta^{18}\text{O}$ 分析用の表面氷の採取を行った。なお氷厚測定は持ち込んだアイスレーダーが不調なためできなかった。

掘削試験場は, 最初単管パイプとハイピーシートで縦 3 m, 横 9 m, 高さ 3 m の風避けを立てたが, 夜間 30 m/s 位の突風によって一部変形したため規模を縮小し, 縦 3 m, 横 3 m, 高さ 3 m の風避けをオーニングシートを使い再度たてた。液封型深層ドリルのテストは順調で 25 m まで掘削した。得られたコアは日本で解析する予定である。

1月19日に, 本山, 東はヘリコプターでセールロンダーネ南部裸氷帯の火山灰層の偵察飛行を行った。

1月22日にキャンプ地をブラットニーパネ人さし指尾根先端モレーン近くの裸氷上に移動した(図1, BC2 地点)。途中のルートは裸氷とサスツルギがほぼ半々に出現した。本山, 東は第26次観測隊から続いているグーセン氷河(通称上田氷河)の質量収支観測のため, 雪尺測定を行い, 1 m 以下の竹ざおは立て直した。交換科学者は人さし指尾根先端から北へ向か

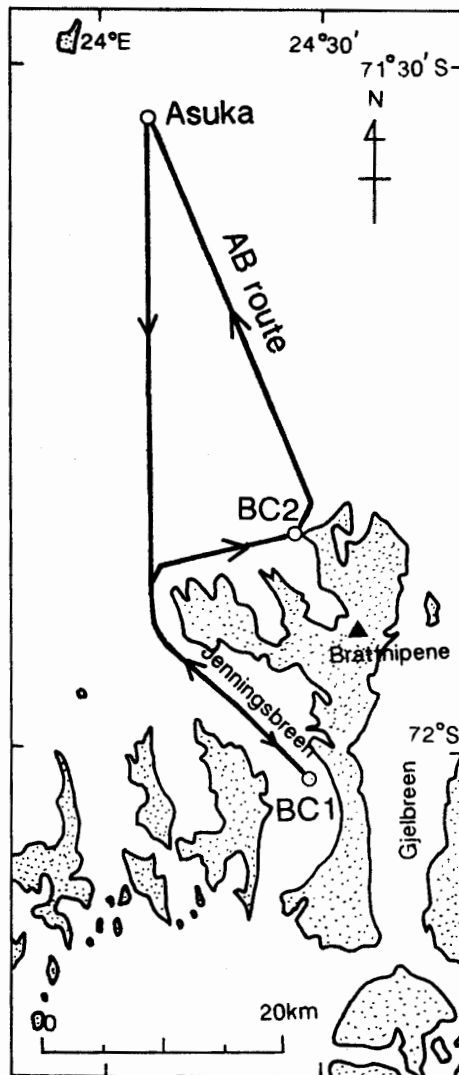


図1 旅行ルート図. 2カ所のキャンプ地をBC1, BC2で示す.

Fig. 1. Traverse route. BC1 and BC2 indicate the sites of base camp.

って表面氷の採取 ($\delta^{18}\text{O}$, ^{14}C 分析用) を行った.

1月24日に本山, 東はヘリコプターでセールロンダーネ南部ロイサーネ (Roysane) 山東方の裸氷帯において, 火山灰層を含む表面氷の採取を気温 -14°C , 風速 10 m 以上の中で実施した.

1月28日に「あすか」へ戻ったが, 途中 AB ルートで 2 km おきにあるルート雪尺の再測と, 1 km おきの竹ざおと赤旗の整備を行った.

3. 観 測

3.1. 無人気象観測 (12月後半)

L0, 30 マイルポイント, L85 での無人気象観測装置の処理結果を報告する. C-MOS タイプのデータロガーは, L0 では順調に作動していたが, L85 のデータロガーは不調で, 「あすか」へ持ち帰って外部電源をつないでデータの取り出しを行ったところ, 設置から9日間の

表 2 無人気象観測用リチウム電池の電圧低下
 Table 2. Voltage depression of lithium battery
 for automatic meteorological station.

地 点	旧(V)	新	タイプ
30マイルポイント	20.4	23.0	Argos
L0	14.0	15.0	C-MOS
L85	2.7	15.0	C-MOS

データしか出力されなかった。30マイルポイントのアルゴシステムは1月に日本から連絡が入り、順調に動いていることが確認された。南極での無人気象観測では、寒冷地での電池消耗が問題になるのでその結果を表2に示すが、L85を除いて電圧低下は1割程度である。L85では電池の被覆が1カ所焦げたように破れていたもので、静電気のために放電したのかもしれない。

3.2. ジェニングス氷河（1月2日-21日）

(1) 液封型深層掘削メカニカルドリル試験

開発中の3種類の液封掘削ドリル（A型、C型、E型）の掘削試験をジェニングス氷河の裸氷上で行った。各ドリルの性能（掘削速度、刃の高さ・角度、アンチトルク、スライム回収能力など）を調べるため、掘削条件や各種の部品を取り替えて、液封孔内で掘削試験を行った。どのドリルでも順調に掘削でき、今回現地試験したいくつかのプロトタイプドリルいづれでも深層掘削用のドリルとして開発可能と考えられる。

(2) 氷河流動調査

交換科学者が主に観測を担当した。氷河上に4測線を設け、1測線に数カ所の竹ざおを立て、山地裸岩上の基点から、各ポイント位置を測量した。また数カ所で表面氷の試料採集を行った。これは氷河の流動と表面質量収支の観測が目的であり、第32次観測隊で再測する予定である。

3.3. ブラットニーパネ（1月22日-28日）

(1) グーセン氷河（通称上田氷河）

第26次観測隊からはほぼ毎年行われている質量収支観測のための雪尺網の再測を行った。さらに1流線ぞいに裸氷採集を行った。なお1m以下の雪尺は立て直した。過去の観測結果と比較してみると、この1年間（1989年1月-1990年1月）は例年より積雪量が多いことが分かった。

(2) 裸氷表面氷の試料採集

交換科学者が主に担当した。人さし指尾根付近の裸氷上で $\delta^{18}\text{O}$ と ^{14}C の分析用に表面氷を採集した。

3.4. ナンセン氷原裸氷域での火山灰層を含む氷の採集

山地観測隊ヘリコプターにて1月19日にセールロンダーネ南西部の偵察飛行、1月24日に

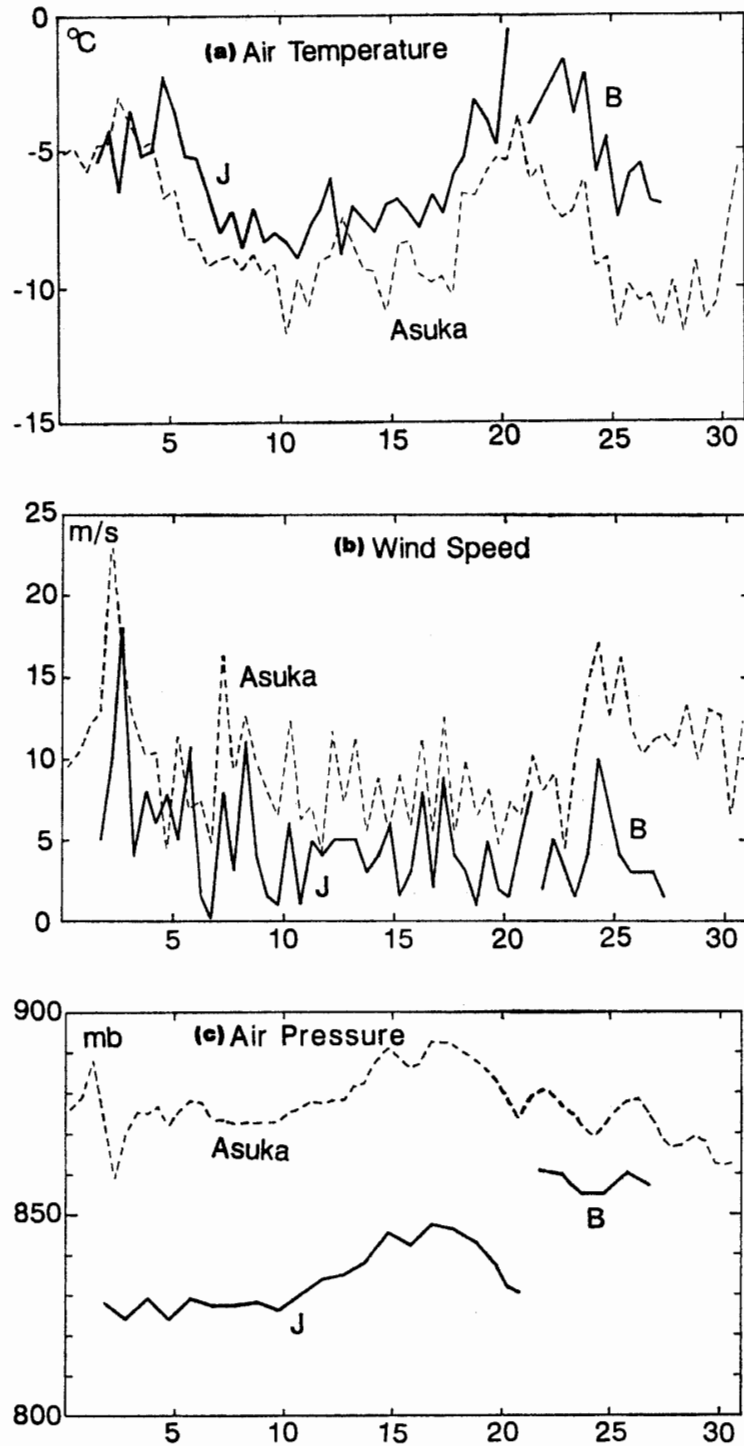


図 2 観測期間中の気温 (a), 風速 (b), 気圧 (c). 実線はキャンプ地 BC1 (J) と BC2 (B) での観測値. 破線は「あすか」定常観測によるデータ.

Fig. 2. Time variations of air temperature (a), wind speed (b) and air pressure (c). Solid line: data at BC1 (indicated by J) and at BC2 (indicated by B) broken line: at Asuka Station.

ロイサーネ東部で火山灰層を含む氷の採集を行った。この火山灰層の解析により氷の年代決定の可能性はある。上空からの火山灰層のマッピングも試みたが例年より裸氷上が積雪で覆われているところが多く、今回は写真とビデオの撮影のみ行った。

3.5. 気象観測

図2に旅行期間中の09時と21時の気温(a)、風速(b)、気圧(c)を示す。気温は振り回し式通風水銀温度計、風速は手持ち三杯風速計(強風用)、気圧は簡易デジタル気圧計(時計の付属機能)でそれぞれ測った。「あすか」と比較すると、セールロンダーネ北側の山麓は、気圧は低い気温が高く風は弱い(表3)。しかしジェニングス氷河、プラットニーバネ共に5-10分周期で突風が吹くことが多かった(例えば3 m/s→10 m/s)。今回付属機能として気圧

表3 「あすか」とセールロンダーネ雪氷キャンプ地の気象比較
Table 3. Weather conditions at Asuka Station and Sør Rondane base camp.

1/2-1/22	気温 (°C)	風速 (m/s)	気圧 (mb)
「あすか」	-7.7	9.1	879.1
ジェニングス BC1	-6.0	5.1	833.4
差	1.7	-4.0	-45.7
1/22-1/28			
「あすか」	-8.8	11.5	875.1
プラットニーバネ BC2	-4.7	3.9	857.9
差	4.1	-7.6	-17.2

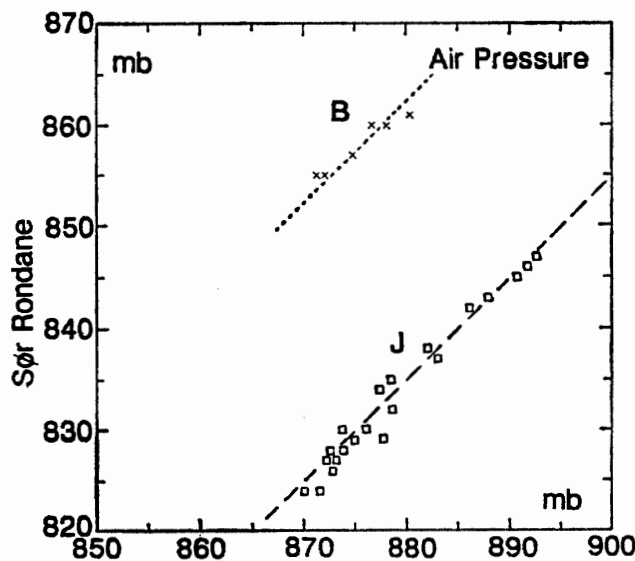


図3 「あすか」とセールロンダーネ山地 (BC1→J, BC2→B) の気圧比較。

Fig. 3. Comparison of air pressure between Asuka Station and Sør Rondane Mountains (BC1→J and BC2→B).

計のついた腕時計を使ったが、常に体温と接しており外気温の影響を受けないし、図3に示すように「あすか」の気圧変化との相関もよく、観測に十分に使えることが分かった。

4. 設 営

4.1. 車両・そり

旅行および調査用に使用した雪上車は、SM515（レーダー付き）とオーバーホールしたSM509、スノーモービルは3002、3003と28-Bである。

運搬物資としては、ボーリング機材1.5t、液封液用Jet A1 12本、燃料（軽油7本、ガソリン5本）、ヘリコプター燃料デポ用Jet A1 12本、氷河調査・装備設営・食糧計1.5t、その他発電そり、食堂カブースを使用した。

表4に車両の走行距離と燃費を示す。SM515の燃費が悪いのは、毎日0930と2100に「あすか」との定時交信を行った際、暖気運転でバッテリーを充電していたためである。

表4 使用車両の走行距離と燃料消費量
Table 4. Operation record of oversnow vehicle and mobile.

車 両	走行距離 (km)	消費燃料 (l)	燃 費 (km/l) (l/km)	「あすか」帰投時 距離計指示値 (km)	備 考
雪上車					
SM509	162.0	295	0.55 1.82	13084.0	暖気運転を含む
SM515	176.6	462	0.38 2.62	12820.6	暖気運転を含む
スノーモービル					
28-B					メーター故障
3002	660.9	300	(4.0) (0.25)	1923.9	
3003	637.2			1422.2	

4.2. 食 糧

「しらせ」から支給された野外行動食を主に使用し、冷凍品、野菜、調味料を除いて16人日分（4日4人）でレーション化して中型ダンボールに詰めた。しかし、1カ所での滞在日数が長かったためレーション化の必要はなく、またレトルトのカレーやシチュウはほとんど使わなかった。用意した食糧のうち、野菜、サラダ油、コーヒー、ジャムが不足がちであり、肉が適量、その他は余った。野外にしか食糧の保存ができないため、野菜、果物はすべて凍結した。調理、食事に食堂カブースが快適に使用できた。

4.3. 装 備

調達した装備は基地要覧の旅行用共同装備表に準じた。雪上車2台のキャビンとテント1張を居住用とし、その他ジェニングス氷河では3張り、ブラットニーパネでは1張を荷物、観測テントとした。

食堂カブスの利用で、料理、食事が快適にできた。この中でカセットコンロと「あすか」から借用したオプティマス2連コンロで造水、炊飯、調理が安全にかつ手早くやれた。キャンプ地が裸氷上のため、つるはしで表面氷を砕き、それを融かすことで容易に造水できた。

雪上車でスノーモービルをけん引したが、スキーがいつも平行になるようにたる木とロープで工夫した。

ブラットニーパネ、グーセン氷河調査には、スノーモービルのうち28-Bと3002で行ったが、25°程度の傾斜になると3002は裸氷上を登板できなくなった。接地圧が28-Bより大きいのが原因であろう。またこのときは氷表面の温度が高く、裸氷面は非常に滑り易い状況であり、小型そりにも滑り止めが必要となり、ロープをスキーの下に渡して代用した。

4.4. 通 信

旅行期間中、2130に「あすか」と定時交信、0930に気象通報を行った。雪上車に搭載しているVHF 10Wで両キャンプ地から「あすか」への通信は電波状態が悪い数日を除き、毎日感度3~4で良好にできた。HF 100Wも同時に傍受しており、セールロンダーネに入っている山地隊と「あすか」間の交信が感度不良の時には中継を行った。HFでは山地隊、「あすか」、昭和基地、「しらせ」が常に感度1~2以上で傍受できた。

VHF 1Wは、隊員間の通信で使用した。交換科学者は、氷河調査でスノーモービルに乗ってキャンプ地を離れることが多いため、時間を決めてベースキャンプと交信するようにした。また測量時にも用いた。ジェニングス氷河内では、VHF 1Wで感度良好であった。HF 10WとAVHF 1Wはヘリコプターオペレーション時に使用する目的で持ち込んだ。なお表5に持ち込んだ10台の通信機の機種を示す。

表 5 使用した通信機
Table 5. List of transceivers.

HF	100W	1台 (SM515 に搭載)
HF	10W	1台 (ヘリコプター移動時「あすか」通信用)
VHF	10W	2台 (SM509, 515 に搭載)
VHF	1W	4台 (各自に1台)
AVHF	1W	2台 (ヘリコプターとの交信)

4.5. 医 療

第31次観測隊「あすか」の医療担当者が準備した医薬品を用いたが、使用した薬品は救急バンとイソジン程度であった。

5. お わ り に

第IV期南極観測5カ年計画(JARE-33~37)の中で、東南極ドーム深層掘削計画が行われようとしている。その際使用される掘削ドリルは、まだ日本では経験のない液封型深層メカ

ニカルドリルである。このプロトタイプドリルを3機種持ち込み、セールロンダーネ・ジェニングス氷河で各種の掘削テスト・性能試験を行い、その結果から今後のドリル開発への貴重なデータを得た。また液封型深層メカニカルドリルで掘削できる見通しを得た。

セールロンダーネ周辺の氷河は、1950年代後半からベルギー隊によって調査されている (DECLEIR *et al.*, 1989)。今回交換科学者として参加した Vrije Universiteit の雪氷研究者がジェニングス氷河の流動調査のために雪尺設置などを行い、第32次観測隊で再測する予定である。

謝 辞

今回の観測、調査については、多くの方々からご協力、ご助言を得た。

第31次観測隊長ほか観測隊の皆様には、計画の全般にわたってご援助をいただいた。特に第31次あすか越冬隊の方々には、旅行の準備、通信、食糧などに多大のご助力をいただいた。セールロンダーネ山地観測隊の方々からもご協力を得た。ここに記して感謝申し上げます。

文 献

DECLEIR, H., HUYBRECHTS, P., DE VOS, L. and PATTYN, F. (1989): Dynamics of the Antarctic ice cap. Belgian Scientific Research Programme on Antarctica, Scientific Results of Phase One, (Oct. 85-Jan. 89), Volume III: Glaciology and Climatology, 51 p.

(1990年5月21日受付; 1990年6月4日改訂稿受理)