

滞在記

ドームふじ観測拠点 (南極)

北見工業大学土木開発工学科 亀田 貴雄*

1. はじめに

今年の1月から南極氷床の内陸に位置するドームふじ観測拠点に滞在しています。ここでは、現在、雪氷観測と深層掘削の準備を実施しています。私は1995年にも第36次日本南極地域観測隊員(以下、36次隊員と略称)としてここで越冬した経験があるので、2回目となります。ドームふじは、南極の沿岸から約1000 km、標高3,810 m、平均気温が -53.9°C (1995年3月~96年2月)、冬季の最低気温が -79.7°C という極寒の地です。ドームふじ観測拠点は、南極氷床の内陸での観測を実施することを目的として1993年から94年にかけて建設され、1995年2月から98年1月までの3年間にわたり越冬観測(36~38次隊)が実施されました。その間、2,503 m深までの氷床コアの採取や気象・雪氷観測が実施され、過去33万年間の地球環境の変遷、現在の気象状況、積雪の堆積状況や化学成分、大気中の微粒子の成分など、これまでに多くのことが明らかにされました。現在、ドームふじ観測拠点では、44次隊員8名が越冬しています(雪氷2、気象兼通信1、宙空1、医学・医療1、機械2、調理兼建築1。雪氷担当は亀田と名古屋大学の藤田耕史氏)。現在実施している雪氷観測と深層掘削準備作業については今後の雪氷学会で報告することとして本稿では概要のみをお伝えし、ここでは主として我々の生活を紹介したいと思います。

2. 生活

ドームふじ観測拠点の居住区には、6棟の建物

があります。日本では冷凍庫として使われているもので、大きさは奥行8.1 m×幅4.5 m×高さ2.7 mで、厚さ10 cmの断熱材が使われている「プレハブタイプ」のものです。これらは、すべて廊下でつながっています(34次および35次隊が1993~94年に5棟建設。38次隊が1997年に1棟建設)。建設当時は雪面上にあった建物も、その後の10年間の積雪ですべて雪に埋まってしまい、現在、居住区画で外に出ている唯一の建物は、43次隊が設置した南北2つの出入り口のみです。

写真Aにこの居住区画の写真を示します(巻頭の「雪氷写真館」参照)。中央右寄りと左側に写っているクリーム色の四角形の建物が基地内部への出入り口です。中央2つの白いドームには、電話、FAX、電子メールなどで使う通信用アンテナが入っています。中央の緑色の四角は夏用宿舎で、37次隊が持ち込んだオーストラリア製の大型そりの上に居住部が載っています(41次隊製作)。左側には、オレンジ色の雪上車(SM100型)も見えます。我々はこのSM100型雪上車を5台使い、35台の橇に物資84.5トン(209.4 m^3)を載せ、21日間かけて南極の沿岸S16からドームふじ観測拠点まで来ました。左側奥の赤い点々はドラム缶で、氷床深層掘削で使う液体(酢酸ブチル)が入っています。基地の周囲においてあるダンボールは、基地内に運びきれない物品(食糧品や観測用機材、設営関連物品)です。右手前には放射計、左手前には気象担当の杉田興正隊員が写っています。

写真1は、写真Aの右側で、43次隊が建設した新掘削場の屋根部分が写っています。その奥には、基地内に運びきれない物品がドラム缶の上に積んであります。少しでも高いところに置かないと、雪で埋もれるからです。

* 第44次日本南極地域観測隊員
(現在、ドームふじ観測拠点にて越冬観測中)
FAX: 001-010-873-384408334
(2003年1月~2004年1月末まで)

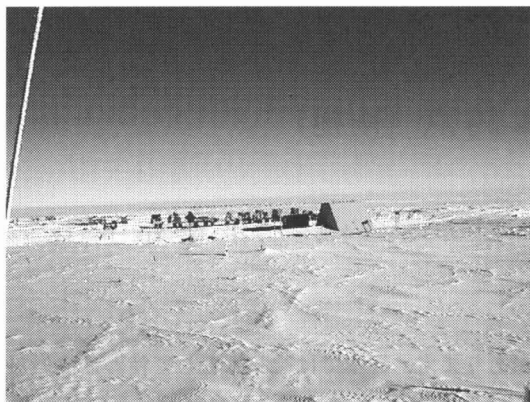


写真1 ドームふじ観測拠点の氷床深層掘削関連の区画の外観(2003年2月撮影)。

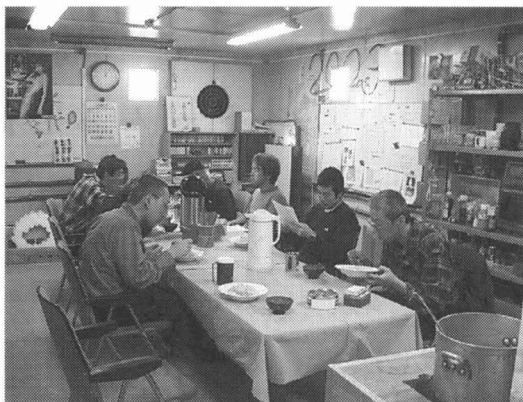


写真2 食事の様子(食堂棟, 2003年2月撮影)。

写真2は基地内での食事風景です。作るのは、調理担当の高橋暁隊員。朝は8時、昼は12時、夜は6時半と決めています。日本とオーストラリアで仕入れた材料を使い、腕によりをかけて作ります。人気メニューは、寿司、ステーキ、すきやき、カレーなどで、あまり日本にいたときと変わりません。毎週金曜日の昼はカレーで、これは南極観測船「しらせ」で南極に向かっていた時と同じです。毎日交代する当直が配膳の補助や後かたづけをします。

水は基地の回りや基地の下から雪を取り、それを融かして使っています。一日400リットル程度消費します。風呂には循環式浄化装置を取り付けてあるので、毎日入れます。トイレは建物内に設置されています。大使用には、便器の内側に長尺のビニールチューブがついている少し変わったタイプの便器を使っています。これは一回の使用ごとに約20cmビニールチューブが下がり、それをトイレの出口で圧着して閉め、「中身が入ったビニールパック」を作るもので、「ビニールパック」はトイレの下の方に入るようになっています。「パクト(PACTO)」という名前の製品で、スウェーデン製です。小使用は、大使用とは別の個室で朝顔がついています。

寝室はアコーディオンカーテンで仕切られた個室になっており、幅2.1m、奥行き1.75m、高さ2.4mの空間です。ここには、ベッドが上段に設置されており、その下に机が配置されています。壁には棚もあります。建物内は不凍液の循環によ



写真3 ディーゼル発電機の点検の様子(2003年3月撮影)。

る温水暖房と補助暖房で暖めており、20℃前後と快適です。また、日本との通信は人工衛星による衛星通信システム(インマルサット)を使っています。電話、FAXに加えて、電子メールが使えるようになりました。各隊員とも家族とのやり取りに活用しているようですし、研究上の打ち合わせもほとんど電子メールになりました。電子メールの料金は3.3円/1kBなので、短いメールは1通あたり10円未満です。電話(1,110円/3分)に比べて電子メールは通信料金が安いことが魅力です。写真の送付や受信もできます(500kB未満)。

写真3は、生活用の2台の発電機を保守点検のために切り替えているところです。担当は、機械の谷口健治隊員と栗崎高士隊員。発電機はいすゞ自動車(株)製です(28kVA仕様)。基地内には

この発電機が3台設置されており、2台は生活用、1台は深層掘削用に使っています。生活用のディーゼル発電機は、一日約110リットルの軽油を消費します。ドラム缶1本は200リットルなので、ドームふじ観測拠点では2日でドラム缶1本強を消費していることになります。

基地から出るゴミは、可燃物、非可燃物、缶類(スチールとアルミに分ける)、電池、鉄くず、ガラスにそれぞれ分別され、我々が帰るときに一緒に持ち帰る予定です。食べ残した残飯は、生ゴミ処理機で水分を蒸発させて可燃物とします。小便是炊事で生ずる下水とともに下水孔(30m深)に流しこみます。大便是ビニールに入れ、ドラム缶に詰めます。つまり、炊事で生ずる下水、小便と大便以外の分別したゴミは、すべて昭和基地に持ち帰ります。昭和基地では可燃物は焼却し、それ以外は日本に持ち帰り処理されます。これらは、南極の貴重な自然を残すために行なっています。

また、ドームふじでの主な娯楽は、映画やドラマなどの鑑賞とゲームです。土曜日の夜にはたいいてい、映画が上演されます。こちらには、これまでの越冬隊が残していった約250本のビデオに加えて、我々も100本の映画ビデオを持ち込みました。他には、卓球、将棋、五目並べなどをやっている人もいます。また、気温が -50°C 台の時に屋外でサッカーをやったこともあります。この時は少し走るとすぐに息が切れ、雪面にへたり込む隊員が続出でした。これは、ドームふじ観測拠点は標高が高いために、気圧が低く、空気が薄いからです。ここでは体を激しく動かすスポーツは、あまりやらないほうがよい感じです。

今回は、私にとってはドームふじでの2回目の越冬観測になりますが、前回とは異なる点がいくつかあります。一番大きい違いは、電子メールが使えるようになったことです。このため、以前よりも日本に関する情報量が格段に増えました(今回の原稿や写真も電子メールを使い、送信した)。また、デジタルカメラが使えるようになったことも大きな違いです。撮ったその場で写真を見ることが出来ることは遠隔地では非常に便利です。暗い場所や低温でも撮影できることは驚きです。また、上にも書きましたが、風呂に浄化装置が付いたことも大きな違いです。このために、貴重な水

を無駄にすることなく、毎日風呂に入れるようになりました(36次隊の時には風呂は週に2回だけだった)。昭和基地ほどではありませんが、ドームふじもこのように生活条件が良くなってきています(ドームふじでの基地建設および36~38次での生活状況は、渡邊他(2002)に詳しい)。

また、こちらに来て初期の南極観測に関する著作を読みましたが(西堀栄三郎著:南極越冬記、立見辰雄著:南極の一年、朝比奈菊雄著:ペンギン日記、松本満次著:南極輸送記、村山雅美著:昭和基地、木村征男著:S10トピックスなど)、現在のドームふじ観測拠点での生活は、寒冷・低圧のハンディはありますが、1次隊の昭和基地よりは快適な感じです。

3. 観 測

こちらでは気象、雪氷、宙空の観測を実施しています。気象分野では気温、気圧、湿度、風向、風速、日射量などを連続的に測定しています。雪氷分野では、雪結晶や氷晶の顕微鏡観察、積雪の表面質量収支(36本雪尺)、雪面での昇華量(蒸発パン)、飛雪・降雪粒子径および数(SPC: Snow Particle Counter)、上空の降雪粒子分布(シーロメーター)、表層積雪の圧密速度(変位計)、GPSによる位置・標高、雪温などを測定し、さらに積雪も定期的に採取しています。宙空分野では、オーロラの観察や地磁気の観測を行っています。また、隊員を対象にした医学研究も担当の大日方一夫越冬隊長が実施しています。これらの中で、雪氷分野での観測結果を中心に紹介します。

写真4は、ドームふじで多く観察される雪結晶の写真です(藤田耕史隊員撮影)。これまでのところ、針状結晶のなかでも中空の鞘(さや)状結晶が立体的に組み合わされたものが多く観察されています。気温が低くなると雪結晶の大きさが小さくなるようです。気温が -70°C よりも下がった時には、中身の詰まった針状結晶も観察しました。写真B(巻頭の「雪氷写真館」参照)は雪まりもです。これは、1995年のドームふじでの初越冬観測時に見つけたものですが(Kameda *et al.*, 1999)、雪面にできた微細な綿毛状の霜結晶が風でまくられてできるもので、直径は5~40mm程度です。今回はこの内部構造や電気的性質を調

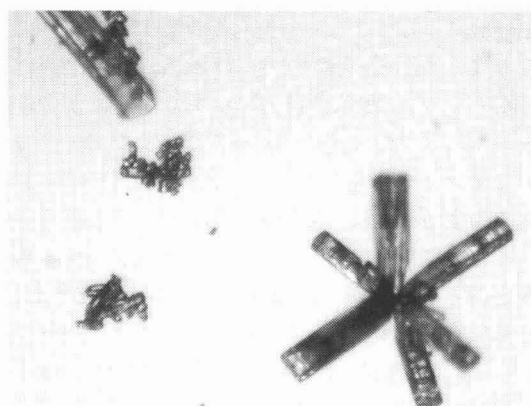


写真4 ドームふじで多く観察される「鞘組み合わせ」型の雪結晶（右側）。2003年4月6日撮影（雪結晶の大きさは約0.8 mm）。

べています。写真Dは霜結晶です（巻頭の「雪氷写真館」参照）。これは、雪面下6 mに位置する深層コア貯蔵庫の天井部にあったもので、コップ型結晶であり、巻き込み構造をしています。下側の大きな結晶の1辺は16 mm。右上の結晶の1辺は約8 mm、左上の結晶の1辺は約4 mmと、なぜか「1辺の長さ半分の法則」が成り立っているようでした。霜があった場所は、年間を通して気温が $-50 \sim -60^{\circ}\text{C}$ 程度に保たれている場所です。昨年の雪氷学会全国大会では低温室内の $-6 \sim -14^{\circ}\text{C}$ で成長したコップ型の巨大な霜結晶の展示発表がありましたが（西村有香里ら, 2002）、写真7はそれに対して「寒冷生育版」です。

写真Cはオーロラです（巻頭の「雪氷写真館」参照、宙空担当の中野啓隊員撮影）。ドームふじは南緯77度に位置するため、オーロラが多く観測できる「オーロラ帯（オーロラ・オーバルともいう）」の内側に入っており、オーロラがあまり観測できないのか思われていましたが、「極環オーロラ」の真下に位置することが多いためか、太陽が出ていない時期は、ほぼ毎日オーロラが観測できています。これはドームふじが内陸に位置するため、空気中の水蒸気量が少ないために雲も少なく、晴れていることが多いことも原因の一つです。

4. 深層掘削準備

ドームふじでは1996年1月に36次隊が612.59 m深、引き継いだ37次隊が1996年12月

に2,503.52 m深まで掘削しましたが、その後2,332.02 m深でドリルが引っかかるトラブルが起き、掘削孔の中からドリルを引き抜けなくなりました（この状態を「スタックした」という）。それ以降、38次隊から40次隊までドリル引き上げ試みられてきましたが、引き上らず、この以前の掘削孔から北に約40 m離れた場所を新たな深層掘削地点としています。42次隊が122 m深までのパイロット孔を掘り、43次隊が長さ36 m、幅4 mの新掘削場を雪面下3 mに建設しました。

我々、44次隊は、42次隊が25.95 m深でスタックさせたケーシングパイプを引き抜き、新たに92.63 m深までケーシングパイプを掘削孔に入れ、新掘削場の床を造成し、掘削用の起倒式マストを格納する10 m深のピットを造成し、深層掘削準備を完了させる予定です。今年の12月には航空機により45次隊のメンバー5名がドームふじに来る予定で、深層掘削を開始します。2004年1月末には彼らとともにドームふじから帰還し、3月末に日本に帰国する予定であります。

今回の44次隊に参加するに当たり、第二期ドーム計画プロジェクト推進委員会の皆様、勤務先の北見工業大学土木開発工学科の皆様には大変お世話になりました。また、現在私が滞在しているドームふじ観測拠点を設計・施工された方々、南極沿岸S16からドームふじまでの物資輸送に関わった多くの方々にこの場を借りてお礼申し上げます。今回の原稿を公表する機会を与えていただいた雪氷編集委員会の皆様（編集委員長：高橋修平・北見工業大学教授）に感謝いたします。

文 献

- Kameda, T., Yoshimi, H., Azuma, N. and Motoyama, H., 1999: Observation of "Yukimarimo" on the snow surface of the inland plateau, Antarctic ice sheet. *Journal of Glaciology*, **45**(150), 394-396.
- 西村有香里, 伏見碩二, 三田恵里, 角川咲江, 神田健三, 樋口敬二, 2002: 巨大霜結晶のレプリカ（展示）。2002年度日本雪氷学会全国大会。
- 渡邊興亞, 上田 豊, 藤井理行, 横山宏太郎, 高橋修平, 庄子 仁, 古川晶雄, 2002: 南極大陸の氷を掘る！ —ドームふじ深層掘削計画の立案から実施までの全記録—（極地選書2）。東京, 国立極地研究所, pp. 248.

雪氷写真館③⑤ ドームふじ観測拠点

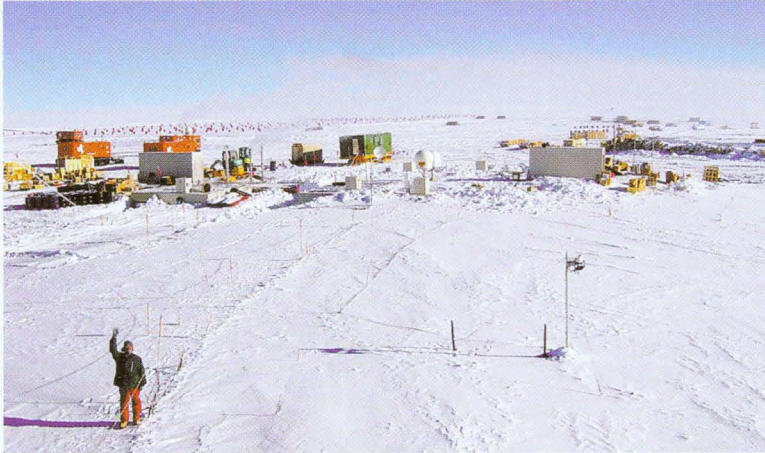


写真 A. ドームふじ観測拠点の居住区の外観 (2003 年 2 月撮影)

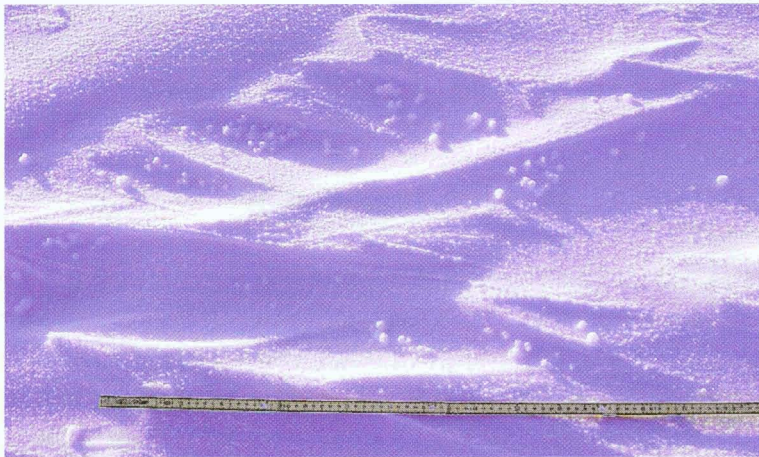


写真 B. 雪まりもの集団 (2003 年 4 月 11 日撮影, 手前側はスケール用の折り尺, おおよそ 80cm の長さ).



写真 C. 緑白色のオーロラ (2003 年 3 月 26 日撮影).



写真D. 巨大な霜結晶(2003年7月12日撮影).

ドームふじ観測拠点

2003年1月からドームふじ観測拠点にて雪氷観測と深層掘削準備のために越冬しています. 詳細については, 本号の滞在記(ドームふじ観測拠点)を参照していただくとして, ドームふじで撮影したいくつかの写真を紹介します.

写真Aは, ドームふじ観測拠点の外観です. 建物は雪に埋まっていますが, 2つの出入り口(中央右よりと左に写っている四角形の建物), 2つの通信用ドーム, 夏用宿舍(中央の緑色), 雪上車(左側のオレンジ色), 屋外デポしてある燃料ドラム(左遠くの赤色の点々), 日射計(右手前), 手を振っている人物(左側)などが見えます.

写真Bでぼつぼつと写っているものは, 表面霜が風でまくられて集まったもので, 「雪まりも」といいます. これは1995年にドームふじ観測拠点で初越冬観測をした際に見つけました(Kameda *et al.*, 1999 参照). 今回は, この内部構造や電気的性質などを調べています.

写真Cは, ドームふじで観察したオーロラです(宙空担当の中野啓隊員撮影). こちらでは, 緑白色のオーロラがよく観察できます.

写真Dは, 雪面下6mの地点に設置された深層掘削コアの貯蔵庫の天井に形成されていた霜の結晶です. コップ型結晶で巻き込み構造をしていました. 下側の大きな結晶の1辺は約16mmでした.

亀田貴雄 会員(北見工業大学)