

—研究ノート—
Scientific Note

2003 年における南極ドームふじ基地内の温度と湿度

亀田貴雄^{1*}・谷口健治²・高橋 暁³・栗崎高士⁴

Air temperature and relative humidity in Dome Fuji Station buildings, East Antarctic ice sheet, in 2003

Takao Kameda^{1*}, Kenji Taniguchi², Kyo Takahashi³ and Takashi Kurisaki⁴

(2007 年 9 月 1 日受付; 2008 年 2 月 25 日受理)

Abstract: In order to clarify the living condition in Dome Fuji Station in 2003, air temperature and relative humidity in the station were measured. Thermocouples with data logger and a ventilated psychrometer were used for the measurements. Average air temperature from February 11, 2003 to January 14, 2004 (missing period: July 19 to August 17) in the Dome Fuji Station buildings were as follows: Generator room 24.7°C, Dining room 23.5°C, Observation room 21.1°C, Dormitory room 18.2°C, Corridor 18.2°C, Food storage 8.2°C and Old ice coring site -51.3°C. Average outside air temperature (1.5 m height from the snow surface) during the period was -54.4°C. A remarkable increase of outside air temperature (+30°C at maximum) due to a blocking high event was observed from October 31, 2003 to November 10, 2003 at Dome Fuji, during which increase of air temperature from 5 to 8°C in the station buildings was recorded. Snow on the station buildings was partly melted and some of the melted water penetrated into the station. This was the only time snow melted during the wintering over party's stay at the station. Average relative humidity in the station buildings obtained using a small humidifier was about 25%; the relative humidity without using the humidifier ranged from 9.0 to 22.9%.

要旨: 南極ドームふじ基地内の生活環境を明らかにすることを目的として、2003 年 2 月 11 日から 2004 年 1 月 14 日まで基地の建物内部の 7 カ所の室内温度を熱電対で 10 分ごとに測定した(欠測期間: 7 月 19 日~8 月 17 日)。この期間中、アスマン型通風乾湿計により建物内部の 6 カ所で相対湿度を 3 回測定した。この結果、平均温度は、発電棟 24.7°C、食堂 23.5°C、観測棟 21.1°C、居住棟内個室 18.2°C、廊下 18.2°C、食料庫 8.2°C、旧掘削場 -51.3°C であることがわかった。この期間中の平均気温(屋外の雪面から 1.5 m 高で測定)は -54.4°C であった。2003 年 10 月 31 日から 11 月 10 日にかけてブロッキング高気圧の発達に伴い、ドームふじでは気

¹ 北見工業大学社会環境工学科雪氷研究室。Snow and Ice Research Laboratory, Department of Civil and Environmental Engineering, Kitami Institute of Technology, 165 Koen-cho, Kitami, Hokkaido 090-8507.

² 高知大学医学部・病院事務部経営企画課。Management Planning Division, Medical School and Department of Hospital Administration, Kochi University, Kohasu, Okatoyo-cho, Nangoku, Kochi, 783-8505.

³ 信州奥霧ヶ峰八島高原荘。Kogenso (mountain lodging), Yashima Kogen, Shimo-Suwa, Suwa 393-0002.

⁴ いすゞ自動車(株) 栃木工場。Tochigi Plant, Isuzu Motors Ltd., 2691, Oh-Aza Hakuchu, Ohira-machi, Shimotugagun, Tochigi, 329-4424.

* Corresponding author. E-mail: kameda@mail.kitami-it.ac.jp

温が最大約 30°C 上昇したが、建物内部でも $5\text{--}8^{\circ}\text{C}$ 程度温度が上昇した。この時は建物屋上の積雪の一部が融解し、融解水が建物の中に浸透した。このような融雪は、越冬中この期間のみ起こった。一方、建物内部の相対湿度は加湿器を室内で使用した時には 25% 前後、加湿器を使用しない時は 9.0% から 22.9% であった。

1. はじめに

南極の内陸に位置するドームふじ基地 ($77^{\circ}19'01''\text{S}$, $39^{\circ}42'12''$; 3810 m a.s.l.) では、深層掘削及び雪氷・気象観測を主目的として 1995 年 1 月から 1998 年 1 月及び 2003 年 1 月から 2004 年 1 月まで、計 4 年間の越冬観測が実施された (渡邉ら, 2002; 大日方, 2005; 亀田ら, 2005; 高橋ら, 2008)。本稿では、ドームふじ基地の生活環境を明らかにする目的で 2003 年 2 月から 2004 年 1 月に実施した建物内部の室内温度と相対湿度の結果を報告する。

2. 測定方法

図 1 にドームふじ基地内での温度測定場所 (A: 発電棟, B: 食堂, C: 観測棟, D: 居住棟内個室, E: 廊下, F: 食料庫, G: 旧掘削場) を示す。室内温度は K タイプのテフロン被覆の熱電対 (東京ワイヤー製作所製, 芯径 0.32 mm) をデータロガー (LS-3000TC 型, 白山工業

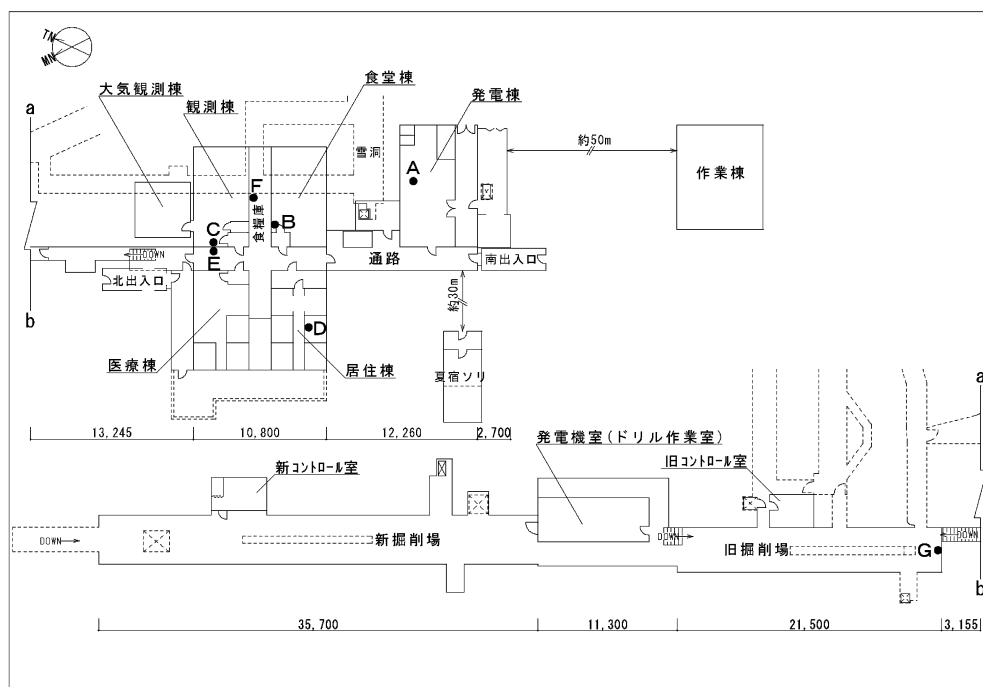


図 1 ドームふじ基地内の室内温度測定地点 (A: 発電棟, B: 食堂, C: 観測棟, D: 居住棟内個室, E: 廊下, F: 食料庫, G: 旧掘削場)。

Fig. 1. Observation sites in Dome Fuji Station buildings. A: Generator room, B: Dining room, C: Observation room, D: Dormitory room, E: Corridor, F: Food storage, G: Old ice coring site.

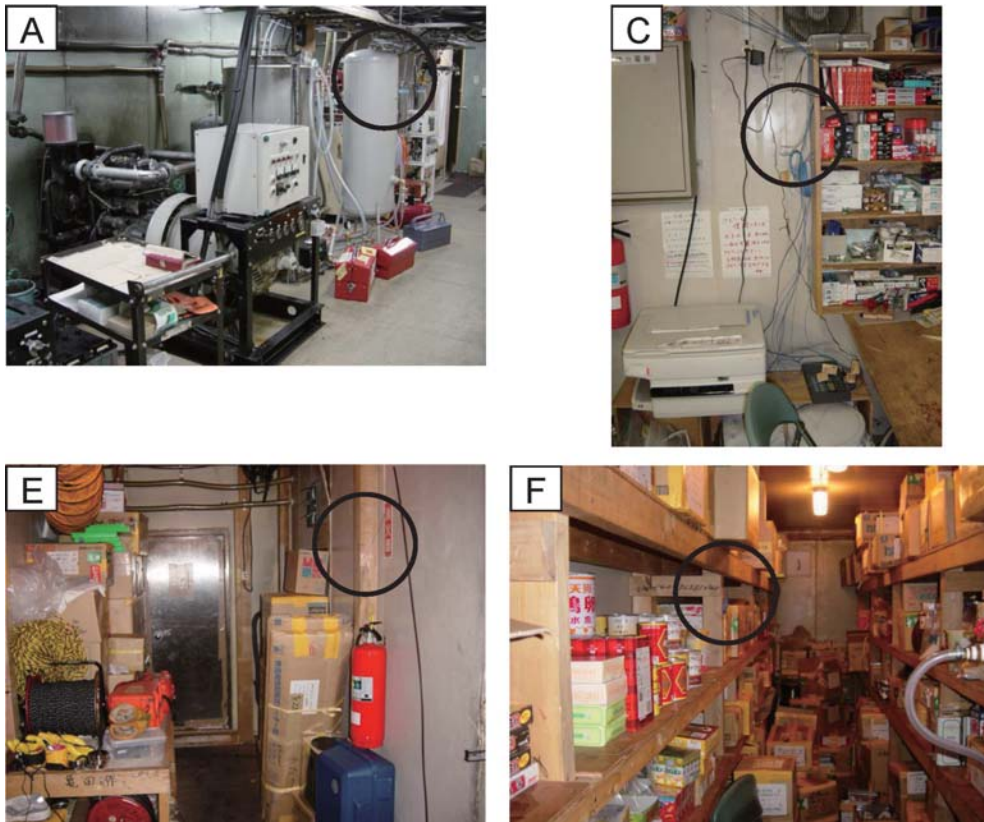


図 2 温度センサーの設置状況 (A: 発電棟, C: 観測棟, E: 廊下, F: 食料庫). 記号は図 1 参照.

Fig. 2. Sensors installed in the station buildings (A: Generator room, C: Observation room, E: Corridor, F: Food storage). Symbols are referred to Fig. 1.

(株) につないで、10 分間隔で記録した。熱電対先端の感温部は、すべて床から 1.5 m の高さに固定した。その際に壁の影響を小さくするために、感温部は壁から少なくとも 10 cm 以上離すようにした。図 2 に熱電対の設置状況を写真で示す。

相対湿度はアスマン型通風乾湿計 ((有)吉野計器製, 以下アスマン乾湿計と記す) で測定した。アスマン乾湿計は気温計測用熱電対の近くに設置し、センサー高は 1.4 m から 1.5 m の高さに固定した。

3. 建物及び建物内の暖房・加湿の状況

ドームふじ基地は、1993 年 11 月から 94 年 1 月に食堂棟が第 34 次南極地域観測隊 (以下、第 34 次隊などと記載) により初めに建設され、他の主要な建物 (発電棟, 観測棟, 居住棟, 医療棟, 燃料庫など) は 1994 年 11 月から 95 年 1 月に第 35 次隊により建設された (Takahashi and Azuma, 1994; 斎藤, 1995; 渡邊ら, 2002)。1996 年 2 月には第 37 次隊により発電棟の南

側にスノーモービル・燃料庫，1997年2月には第38次隊により大気観測棟が増設された。建物はすべて厚さ100mmの断熱パネルを用いて建設された。パネルとパネルの接合には，シリコン及びブチルシーリング材を充填して密閉度を高めた（詳細は，渡邉ら（2002）の第2章を参照）。

建物内の暖房は発電機の廃熱（ラジエーター水）で暖めた温水（不凍液）の循環を用いたファンコンベクタ暖房を基本としている。図3に基地内の温水経路（Hが往路，HRが復路を示す）及び多管式熱交換機（東西型式04014-004型），温水循環ポンプ（三相電機製PB-4023型），温水ボイラー（三浦EW-6W型），ファンコンベクタ（昭和鑄工（株）製DL-11W型，いわゆる温風暖房機）の配置を示す。温水はニュークリアブレードホース（ブリヂストン社製，内径38mm）を用いて発電棟から廊下を経由し，食堂棟・観測棟・医療棟・居住棟の外周を経て，再び廊下から発電棟に戻る経路で設置されている。部屋の温度は，ファンコンベクタの温風調整で適宜調整できるようになっており，越冬中は発電棟内に設置された温水ボイラーで往路の温水温度が50℃程度になるように調整していた。復路の温水温度は測定していないが，室温程度だったと考えられる。4.1節に述べるように，発電棟は発電機の廃熱により他の部屋よりも暖かくなっており，発電機からの廃熱も基地内の暖房に寄与していたと考えられる。

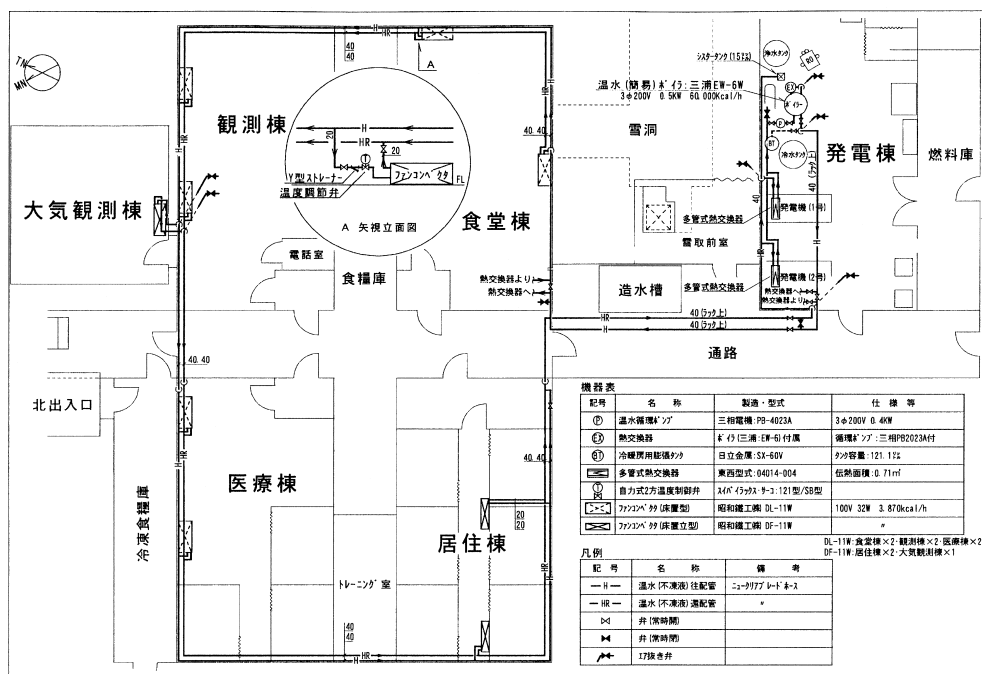


図3 ドームふじ基地内の暖房配管図

Fig. 3. Configuration of heater line in Dome Fuji Station.

一方、食堂棟・観測棟・医療棟・居住棟には小型加湿器（シャープ製 HV-M70CX 型、加湿量 670 ml/h、ただし、気温 20℃湿度 30% のカタログ値）を各 1 台設置した（第 44 次隊持ち込み）。越冬当初は頻繁に水を補給したが、この装置による加湿が不十分であり単に「水の無駄遣い」のようにも思えたので、4 月中頃から使わなくなった。

1993 年から 94 年での第 34・35 次隊による基地建設時には図 1 に示す各建物に換気扇がついていたが、第 44 次隊の越冬開始時には基地外とつながる換気扇（食堂棟以外）はすべてベニヤ板もしくは発砲スチロールなどでふさがれていた。これは越冬観測を一時中断した第 38 次隊の基地閉鎖処置の一環であった。第 44 次隊の越冬中は基地が雪面下であり、基地外との換気扇は役にたたないので、食堂棟以外の換気扇はそのまま塞いだ状態とした。食堂棟の換気扇は排気口がドリフト等で閉塞しないよう適宜点検した。

基地内の建物間の換気扇は通路側への排気を基本として常に動作させていた。図 4 の矢印でこの換気方向を示した。発電棟から補助燃料庫へは屋外から搬入した燃料ドラムを解凍するため、医療棟からトレーニング室へはトレーニング室の暖房のため、それぞれ通風用ダクトを設置した。北出入口からの屋外排気は深層掘削が継続的に始まった 2003 年 12 月中旬以降のみ、食料庫のブチル臭対策のために実施した。越冬中は各棟と通路との間のドアは、通

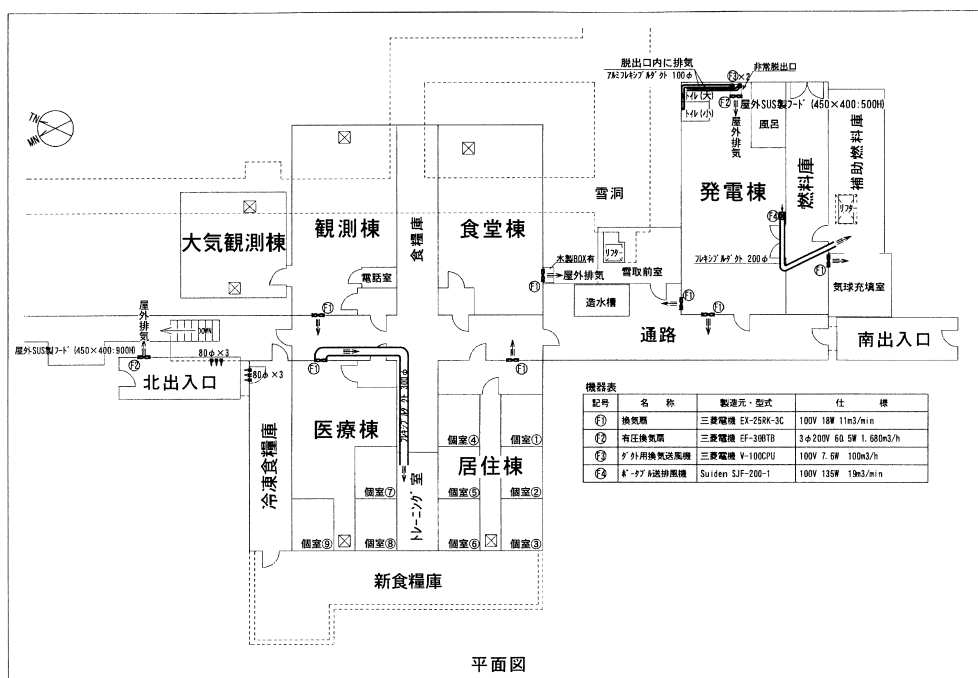


図 4 ドームふじ基地内の換気扇の仕様及び換気扇の通風方向（矢印で表記）

Fig. 4. Specifications of ventilation fans used in Dome Fuji Station and their flow direction expressed by arrows during the overwintering observation period.

常、開けて使用した。

一方、2003年1月の越冬開始時に居住棟の奥側（西側）の天井部パネルに隙間が約5mm程度あることに気がついたが、この隙間のために居住棟の奥では外からの若干の冷気が常に入る状態であった。第44次隊がドームふじ基地に到着した2003年1月20日には、建物の上には部分的に10cm程度の積雪が堆積していた。1年後の2004年1月19日には平均で43cmの積雪が堆積していた。

4. 結 果

4.1. 温度

4.1.1. 年変化

図5に1年間の測定結果を示す。2003年2月11日1430LTから2004年1月14日1540LTまで測定したが、データ回収時のミスにより7月19日1400LTから8月17日1640LTまでは欠測となっている。発電棟(A)は、測定開始から3月下旬まで25℃から時には40℃近くになることもあった。発電棟内の室内温度が高すぎるので、4月上旬から発電棟の南側に位置する燃料庫から冷えた空気を送風機で送るようにしたところ、15℃から30℃の範囲で変動するようになった。食堂(B)は、通年で20℃から25℃で推移した。これは食堂を主として使用する調理担当者(高橋 暁)が温風暖房をこまめに調整した結果である。観測棟(C)は熱源である発電棟の温度が高い時期は若干高いが、4月からは15℃から23℃程度に落ち着いた。居住棟内の個室(D)は3月下旬まで20℃から25℃程度となったが、その後、発電棟の温度が下がるのと同期して、15℃から22℃付近を推移した。廊下(E)は越冬当初20℃から25℃程だったが、発電棟の温度が下がるにつれて温度が低下した。4月以降は10℃から22℃で推移した。観測棟よりも温度が若干低く推移したのは、建物を構成している断熱パネルの隙間の有無などが影響していた可能性がある。食料庫(F)は保冷库の役割を持たせるため、廊下からの暖気はある程度遮断することを目的として、透明ビニールシートが天井から床上約30cmまでつけてある(第37次隊設置)。このため廊下よりも平均で8.5℃低く保たれた。4月上旬までは10℃から18℃で推移したが、それ以降は5-12℃となった。なお、2003年1月下旬にビニールシートの取り付け方を高橋 暁が変更し、食料庫から廊下へ出る際に体にかかる「シート荷重」を少なくした。このために食料庫の密閉性は以前の隊次のときよりも多少悪くなっていた可能性があり、このため食料庫の温度は以前よりも多少は高く推移していた可能性もある。

旧掘削場の掘削場床面から1.5m高での温度(G)は、冬期-60℃から-50℃、夏期-50℃から-30℃で推移した。なお、この温度測定点は2003年2月10日時点では雪面から約6.5m深に相当する。気温(H)は観測棟の東北東約200mの地点で強制通風シュルターを用いて雪面高1.5mで測定した結果である(江崎ら, 2007)。図5では、「ヒゲ」のように見える急上昇

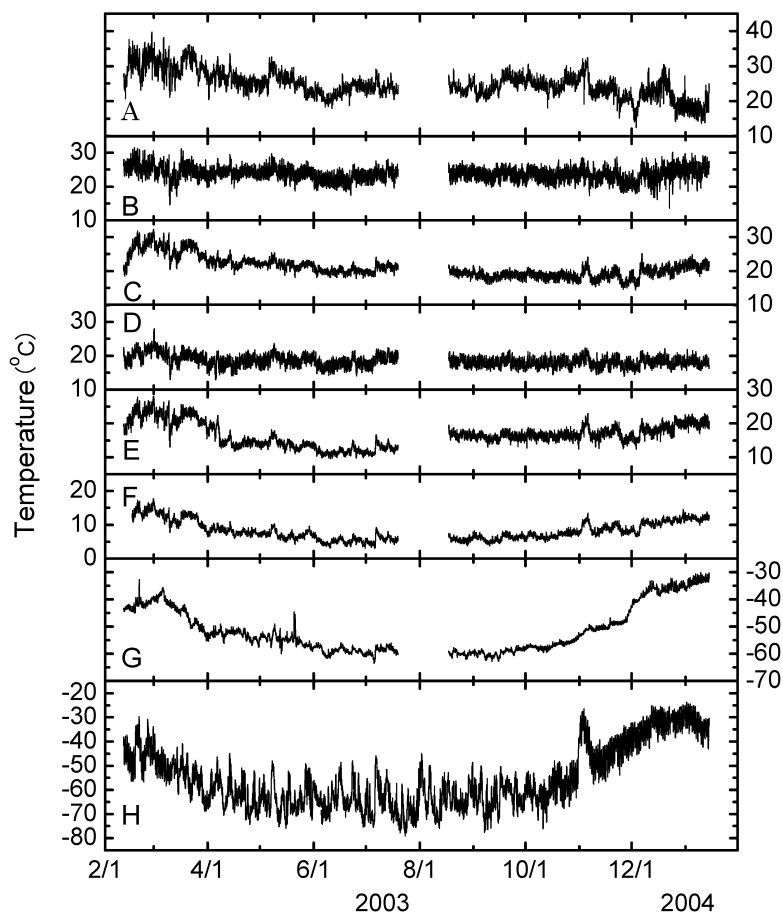


図 5 建物内部での室内温度分布 (A: 発電棟, B: 食堂, C: 観測棟, D: 居住棟内個室, E: 廊下, F: 食料庫, G: 旧掘削場). 屋外の気温 (雪面高 1.5m) は H で示した.
 Fig. 5. Air temperature in Dome Fuji Station buildings (A: Generator room, B: Dining room, C: Observation room, D: Dormitory room, E: Corridor, F: Food storage, G: Old ice coring site). Outside air temperature is shown in H.

及び急低下した温度データが見られる。基地内の温度 (A-F) が急上昇した場合には、発電機のオーバーヒート、基地内の温度 (A-F) が急低下した場合には屋外との扉が開いていたこと、また旧掘削場の温度 (G) が急上昇した場合には、基地建物との間の扉が開いていたなどが原因として想定できる。

2003 年の気温変動 (H) では、ブロッキング高気圧の発達 (例えば, Enomoto *et al.*, 1998; Hirasawa *et al.*, 2000 参照) に伴う 10 月 31 日 0900 LT 頃から 11 月 8 日 2000 LT 頃まで気温上昇 (最高気温 -26.4°C を記録, これは気温上昇前からの約 30°C の昇温に相当) が顕著であるが、基地建物内ではおおよそ 11 月 1 日 2100 LT 頃から 9 日 2100 LT 頃まで $5\text{--}8^{\circ}\text{C}$ 程度、室内温度が上昇した。この時は発電棟や燃料庫, 居住棟などの建物の上の積雪の一部が融解し、

表 1 ドームふじ基地の建物内部の月平均温度及びデータ測定率。居住区域平均は、食堂、観測棟、居住棟（個室）の平均温度を示す。測定期間は、2003 年 2 月 11 日 1430 LT から 2004 年 1 月 14 日 1540 LT。ただし 7 月 19 日 1400 LT から 8 月 17 日 1640 LT は欠測した。

Table 1. Monthly mean air temperature in Dome Fuji station buildings. Monthly averages in the living area (Dining room, Observation room and Dormitory room) are shown in "average column". Measurements were performed from 1430 LT, Feb. 11, 2003 to 1540 LT, Jan. 14, 2004. Data from 1400 LT, July 19 to 1640 LT, Aug. 17 were missed.

	発電棟 Generator room °C	食堂 Dining room °C	観測棟 Observation room °C	居住棟(個室) Dormitory room °C	廊下 Corridor °C	食料庫 Food storage °C	旧掘削場 Old ice coring site °C	居住区域平均 Average in resident area °C	データ測定率 measurement ratio %	気温 Outsite air temp. °C
Feb. 03	30.6	26.0	26.7	20.3	22.6	14.2	-42.1	24.4	99.4	-44.3
Mar.	30.2	24.1	26.2	19.6	21.9	11.8	-44.8	23.3	100.0	-51.6
Apr.	26.2	24.0	22.7	17.7	15.3	8.0	-53.1	21.5	100.0	-62.0
May.	25.6	23.9	22.0	18.8	14.0	7.0	-54.9	21.6	100.0	-63.6
Jun.	22.6	21.9	20.0	17.3	11.6	5.1	-59.0	19.7	100.0	-64.3
Jul.	23.8	23.6	20.9	18.8	12.6	5.7	-59.0	21.1	59.9	-66.4
Aug.	23.8	24.1	19.6	18.1	16.7	5.5	-59.9	20.6	46.1	-63.7
Sep.	24.5	23.3	18.6	17.7	16.1	6.0	-59.6	19.9	100.0	-62.9
Oct.	24.8	23.1	18.5	17.6	16.3	6.9	-56.8	19.7	100.0	-58.8
Nov.	23.3	22.5	18.4	17.7	17.1	8.9	-49.7	19.5	100.0	-43.0
Dec.	21.5	23.2	19.8	17.8	18.3	10.5	-37.1	20.3	100.0	-33.0
Jan. 04	18.0	24.8	21.6	17.9	20.2	11.9	-33.4	21.4	100.0	-32.3
Average	24.8	23.5	21.1	18.2	16.7	8.2	-51.3	21.1	92.1	-54.4

融水が建物内に浸透した。このような融雪は、越冬中この期間のみ起こった。

表 1 には 1 カ月ごとの平均温度・測定率などをまとめた。前述した欠測のために、7 月と 8 月のデータ測定率はそれぞれ 59.9%、46.1% となった。2 月はデータロガーに記録した測定データの回収時の不手際により、欠測が生じた。測定期間における平均温度は、発電棟 24.7°C、食堂 23.5°C、観測棟 21.1°C、居住棟内個室 18.2°C、廊下 18.2°C、食料庫 8.2°C、旧掘削場 -51.3°C であった。居住区域（食堂、観測棟、居住棟内個室）の平均温度は 21.1°C であった。この期間の平均気温は -54.4°C であった（Japan Meteorological Agency, 2005; 屋外の雪面から 1.5 m 高にて 10 分間隔で測定したデータから計算）。なお、基地内の温度計測を実施した期間（2003 年 2 月 11 日 1430 LT から 2004 年 1 月 14 日 1540 LT、欠測期間を含む）の平均気温は -55.4°C であった。

4.1.2. 日変化

図 6a に越冬開始から約 1 カ月後の 2003 年 2 月 20 日 0000 LT から 3 月 2 日 0000 LT までの温度変化を示す。図 6b には同じ時期の気温を示した（Japan Meteorological Agency, 2005）。この時期は発電棟の室内温度が日変化していることがわかるが、これは日中の消費電力の増加に伴い発電機からの廃熱が増加したためだと考えられる。他の部屋の温度でも日変化が見られるが振幅が小さいので、発電棟温度の日変化が原因だと考えられる。ただし、この時期は気温にも日変動が見られるので（図 6b）、気温が基地内温度の日変動の部分的な原因になっていた可能性もある。図 6c には極夜期（6 月 25 日 0000 LT-7 月 5 日 0000 LT）の温度、図 6d には同時期の気温を示した。前述したように、この時期は発電棟には南隣の燃料庫から冷気を送風していたので図 6a に示すような発電棟の温度での日変動は見られず、21.2-27.3°C の

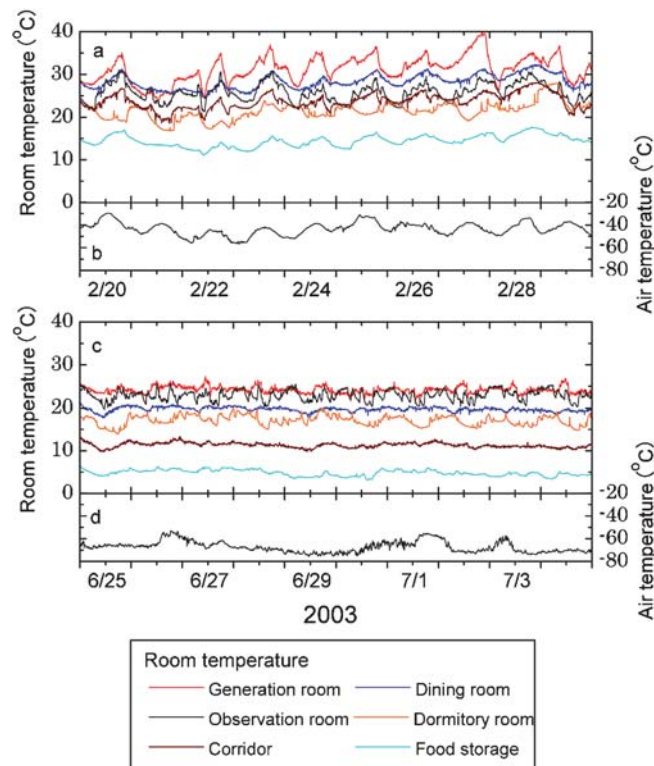


図 6 建物内部での室内温度分布 (a, c) 及び気温 (b, d; 雪面高 1.5 m). a, b は, 2003 年 2 月 20 日 0000 LT から 3 月 2 日 0000 LT までを示す. c, d は, 2003 年 6 月 25 日 0000 LT から 7 月 4 日 0000 LT を示す. これらのデータは, 図 5 に示したデータの一部を拡大した.

Fig. 6. Air temperature in Dome Fuji Station buildings (a, b) from 0000 LT, February 20 to 0000 LT, March 2 in 2003 and (c, d) from 0000 LT, 25 June to 0000 LT, July 4 in 2003. The same data as in Fig. 5 are used.

間を変動していたと考えられる (平均温度は 24.2°C). また, 他の部屋の温度変動も小さくなっていた. 一方, この時期の気温 (図 6d) は極夜期のために日変動がなく, 不規則な変動を示していた. 室内温度と気温との相関は見られなかった.

4.2. 湿度

ドームふじの気温は夏期 -40°C から -25°C, 冬期 -80°C 近くから -40°C と低温であるため, 大気中に含まれている水蒸気量は極端に少ない. 建物内部ではこの空気を暖めているので, 相対湿度は必然的に低くなる. 基地内の湿度を明らかにするために, アスマン乾湿計による湿度測定を 3 回実施した. 測定結果を表 2 にまとめた. 2003 年 3 月 13 日の測定時には各棟内で加湿器を使っていたので (第 3 節参照), 観測棟で 25.6%, 居住棟内個室で 24.9% と比較的高い値となった (平均 25.2%). 一方, 2003 年 7 月 19 日及び 2004 年 1 月 10 日の測定では, 最大で 22.9%, 最低で 9.0% となった. 越冬期間中, 我々は加湿器の能力が不十分であ

表 2 建物内部での相対湿度測定結果. 相対湿度測定時の室内温度も示した.

Table 2. Relative humidity and air temperature measured in Dome Fuji Station buildings.

日付 Date	要素 Elements	発電棟 Generator room	食堂棟 Dining room	観測棟 Observation room	大気観測棟 Atmospheric observation room	居住棟 (個室) Dormitory room	廊下 Corridor	平均 Average
03/3/13 15:00 - 16:00	室温 T_a °C			27.0		19.6		23.3
	相対湿度 RH %			25.6		24.9		25.2
03/7/19 13:20 - 14:30	室温 T_a °C	23.1	22.7	22.4	15.3	21.1	18.0	20.4
	相対湿度 RH %	9.0	21.5	12.8	17.7	17.6	13.4	15.3
04/1/10 16:15 - 16:50	室温 T_a °C	17.5	23.8	23.2		19.0	20.1	20.7
	相対湿度 RH %	12.9	12.1	15.3		22.9	19.5	16.5
平均 Average	室温 T_a °C	20.3	23.3	24.2	15.3	19.9	19.1	20.3
	相対湿度 RH %	11.0	16.8	17.9	17.7	21.8	16.5	16.9

と思っていたが、得られたデータからは加湿器の効果を確認することができた。また、発電棟には風呂が設置されており湿度測定時にも水温 42°C 程度の湯があったが、特に発電棟の湿度が高いという結果にはならなかった。相対湿度計算では、Wexler-Hyland の式 (Hyland and Wexler, 1983) を用いて飽和水蒸気圧を計算した。なお、この低湿度のために越冬隊員の皮膚 (特に指先や爪の周囲など) に細かなひび割れが多く発生した (大日方, 2005)。

5. ま と め

2003 年 2 月 14 日から 2004 年 1 月 12 日まで南極ドームふじ基地の建物内部の室内温度及び湿度を測定した。この結果、建物内部の平均温度は、発電棟 24.7°C, 食堂 23.5°C, 観測棟 21.1°C, 居住棟内個室 18.2°C, 廊下 18.2°C, 食料庫 8.2°C, 旧掘削場 -51.3°C であることがわかった。2003 年 10 月 31 日から 11 月 10 日にかけてブロッキング高気圧の発達に伴い、ドームふじでは気温が最大約 30°C 上昇し、建物内部も 5-8°C 程度上昇した。この時は、建物屋上の積雪の一部が融解し、融解水が建物内に浸透した。越冬初期には消費電力が日中に増加することに伴う発熱量の増加に起因する室内温度の日変動が基地内で見られたが、発電棟の冷却対策を施した後では基地内の温度には大きな日変動は見られなくなった。

一方、建物内部の相対湿度は加湿器を使っていた時期は 25% 前後、加湿器を使っていない時期は 9.0% から 22.9% 程度となった。ドームふじは寒冷であるため空気中に含まれている水蒸気が非常に少なく、また建物内部にて水蒸気を加給していたがそれも不十分であったため、日本国内での日常生活の相対湿度 (40-80% 程度) よりも低い値となった。

謝 辞

2003 年にドームふじ基地にて一緒に越冬した第 44 次南極地域観測隊の大日方一夫氏 (新潟市南部郷総合病院), 杉田興正氏 (気象庁), 藤田耕史氏 (名古屋大学), 中野 啓氏 (当時静岡大学工学部所属, 現 (株)TBS テレビ勤務) には、本原稿をまとめる際にいろいろとコメントを頂いた。斎藤 健氏 (北海道大学低温科学研究所) 及び遠藤伸彦氏 (国立極地研究所)

には草稿段階で原稿を読んでいただき、適切な助言を得た。査読者及び編集担当者（本山秀明氏）によるコメントは的確であり、本原稿を大いに改良することができた。記して感謝します。

文 献

- Enomoto, H., Motoyama, H., Shiraiwa, T., Saito, T., Kameda, T., Furukawa, T., Takahashi, S., Kodama, Y. and Watanabe, O. (1998): Winter warming over Dome Fuji, East Antarctica and semiannual oscillation in the atmospheric circulation. *J. Geophys. Res.*, **103** (D18), 23103–23111.
- 江崎雄治・杉田興正・鳥井克彦・高橋 武・安達正樹 (2007): 第 44 次南極地域観測隊気象部門報告 2003. 南極資料, **51**, 129–208.
- Hirasawa, N., Nakamura, H. and Yamanouchi, T. (2000): Abrupt changes in meteorological conditions observed at an inland Antarctic station in association with wintertime blocking. *Geophys. Res. Lett.*, **27**, 1911–1914.
- Hyland, R.W. and Wexler, A. (1983): Formulations for the thermodynamic properties of the saturated phases of H₂O from 173.15 K to 473.15 K. *ASHRAE transactions*, **89** (2A), 500–519.
- Japan Meteorological Agency (2005): Meteorological data at Syowa Station and Dome Fuji Station in 2003. *Antarct. Meteorol. Data*, **44**, CD-ROM.
- 亀田貴雄・大日方一夫・高橋 暁・谷口健治・杉田興正・藤田耕史・栗崎高士・中野 啓 (2005): 南極ドームふじ観測拠点における新掘削場の建設—第 44 次ドームふじ越冬隊による作業—. 南極資料, **49**, 207–243.
- 大日方一夫 (2005): 第 44 次南極地域観測隊ドームふじ観測拠点越冬報告 2003–2004. 南極資料, **49**, 46–66.
- 斎藤 健 (1995): ドームふじ観測拠点建設. 極地, **61**, 21–27.
- Takahashi, S. and Azuma, N. (1994): Plan of Dome-F Station for deep ice-coring by the Japanese Antarctic Research Expedition (JARE). *Mem. Natl. Inst. Polar Res., Spec. Issue*, **49**, 386–395.
- 高橋修平・亀田貴雄・本山秀明 (2008): ドームふじ観測計画 (1991–2007) における雪氷・気象観測の概要. 南極資料, **52**, 117–150.
- 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. 東京, 国立極地研究所, 248 p (極地選書 2).