

北極の観測データを見える化

南極・北極写真館 第3回「マンモスの墓場」

うめ連載マンガ「きょくまん」第12話

南極授業「南極で試みた『色彩採集』と『日時計観測』」

極の技術「現地の雪や氷で造る建築空間」

成瀬廉二「氷河のクレバス」

極

きょく

No.

13

2015 夏号

今、そこにある不思議

過酷な極の環境に負けない!

南極建築の今





昭和基地

極スペシャル

過酷な極の環境に負けない！ 南極建築の今



はげしい地吹雪が吹き荒れる南極大陸。そんな過酷な環境に耐えるよう、基地の建設にはさまざまな技術と工夫が施されています。そこで今回は東京大学で建築を学んだ経歴を持つ菊川怜さん、第53次南極地域観測隊の越冬隊長を務めた石沢賢二さん、福島高専建設環境工学科の金高義さんの鼎談を通し、南極地域観測隊の歴史とともに、進歩した南極建築の今をご紹介します。

●●● 昭和基地は日本のプレハブ建築第一号 ●●● 運びやすく建築しやすいのが重要

金 実は、私は菊川さんと同年代なんです。土木学科の学生だったころ、東京大学の建築学科に菊川さんのような女性がいらっしやると知って驚いたのを覚えています。なぜ、建築を学ぼうと思われたのですか？

菊川 もともとモノ作りが好きということもあったのですが、大きなきっかけになったのは大学1年のときに行ったイタリア旅行です。ローマやフィレンツェ、ベニスなどいろいろなところを巡ったのですが、どこへ行っても町並みが素敵で。そこから建築に興味を持ちました。

金 私も大学院時代に1カ月間ヨーロッパを旅行しましたが、美術の教科書から飛び出したようなすばらしい風景だったのを覚えています。

石沢 ヨーロッパは石の文化ですから古い建造物が残っていて、日本とはまったく違う町並みですよ。

菊川 イタリア以外にも世界中さまざまな場所へ行きましたが、土地や文化が違えばそこに建つ建物もまったく

違うんです。それがとてもおもしろいと思います。南極の建物はその最たるものですね。

石沢 そうですね。寒さや強風、雪など、南極ならではの過酷な環境に合わせた建築が必要ですから。

菊川 ということは、南極の建物には何か特別な建材が使われているのですか？

石沢 昭和基地の建物などは、間に断熱材を挟んだ木製パネルを使ったプレハブ建築なんです。南極は雨がほとんど降らないので、木材でも比較的長持ちするんですよ。

菊川 そうなんですか！ 風や雪に耐えられるように、重くて頑丈な建材を使っているんだと思ってました。

石沢 逆に、木製パネルは軽いから運びやすいですし、組み立てやすいというメリットもあります。

金 第一次南極観測隊によって建てられた昭和基地の建物が、日本ではじめてのプレハブ建築なんですよ。

石沢 南極の冬は日照時間が短くて、気温はマイナス50～60度にもなるので建築作業はできません。夏の2カ月くらいの間に完成させなくてはいけないので、建てやすさも重要なんです。

●●● 雪に埋もれていく基地の建物 ●●● 各国が独自の工夫を展開

金 そのほか、南極建築で課題となるのが雪の吹きだまり（スノウドリフト）対策です。

菊川 やはり南極は雪がたくさん降るんですか？

石沢 実は内陸ではあまり降りません。1年で数十センチ積もる程度です。ただ、雪は風でも運ばれてきます。障害物で風が弱まると、そこに雪がたい積していきます。そのため建物のまわりに吹きだまりができることは避けられません。

金 昭和基地から約1000キロメートル内陸にあるドームふじ基地は、建築後3年ほどでほとんど雪に埋まってしまう（写真1）。

菊川 たった3年で基地が埋もれてしまうんですね。雪に覆われないようにする方法はあるのですか？

金 それが私の研究テーマのひとつなのですが、まず建物の形状と構造が重要になります。3年前、54次南極観測隊に参加したとき、ドームふじ基地に9メートルの天

体観測架台を建設したのですが（写真2）、それは骨組みだけでできています。人工雪による地吹雪を再現した模型風洞実験^{*}で、この構造が風の流れを乱さず、雪の吹きだまりも低減できることをあらかじめ確認しています。
菊川 なるべく風の通りを邪魔しないことが大切なんです。



写真1

日本の基地の中でもっとも内陸にあるドームふじ基地。1995年に建設されたが、建物のまわりに吹きだまりができ、ほとんど雪に埋まってしまった。



写真2

ドームふじ基地の天体観測架台。あらかじめ風洞実験を行ってから建設された。表紙で菊川さんが手にしているのはその時の模型。

金 はい。風速場と吹きだまりとの関係は、九州大学応用力学研究所に協力いただいたスーパーコンピュータでの数値計算からも確認されています。また、これから昭和基地の建物の立て直しも予定されているのですが、それは高床式の12角形状の建物になります(写真3)。四角い建物に比べてより円柱形状に近く、風の流れが乱れないので吹きだまりを軽減できるはずですよ。

菊川 雪に対するさまざまな工夫が考えられているんですね。南極には外国の基地もありますけれど、その建物も同じような形をしているんですか？

石沢 それぞれの国が、それぞれに工夫をしているので、いろいろな建物がありますよ。たとえばイギリスのハリー基地(写真4)は、まわりに雪がたまってくると建物をブルドーザーで新しい雪面に移動させるんですよ。

菊川 なるほど！ そうやって雪に埋もれるのを防ぐんですね。単純だけど、画期的な対策ですね。

金 ほかに、ドイツのノイマイヤー基地は、雪が積もったらジャッキアップして建物を持ち上げています(写真5)。

菊川 基地の建物にもそれぞれの国ならではの特徴があ



写真4

イギリスのハリー基地は、雪が積もったらブルドーザーで建物を移動させるという対策がとられている。



写真5

ドイツのノイマイヤー基地は、雪が積もったら建物をジャッキアップさせるという対策がとられている。

るんですね。世界各国のさまざまな建物が集まっているなんて、そういう意味でも南極は特殊な場所ですね。

※この模型風洞実験は防災科学技術研究所雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所、日本大学建築学科、神奈川工科大学機械工学科の協力のもと行われました。

最も印象に残っている建造物は「ピラミッド」
これから行きたい場所は……？

石沢 菊川さんはさまざまな国の建物を見てきたということでしたが、とくに印象に残っている建物はありますか？

菊川 そうですね。やっぱりエジプトのピラミッドを見たときには圧倒されました。たくさんの石がぴたりと組み合わせられていて、どうやって設計したのか、どうやって石



写真3

昭和基地の建物の建て直しが予定されている。計画段階では、このような模型風洞実験が行われる。

を積み上げていったのか、本当に不思議な建造物だと思います。

石沢 確かに砂漠の中のピラミッドは神秘的な風景ですよ。

菊川 そういえば、ピラミッドやスフィンクスも砂に埋もれた状態で発見されたりしますが、これも雪の吹きだまりと同じ現象なのではないでしょうか。

金 そうです。砂漠でも砂嵐のように砂が風で運ばれます。そして建造物のまわりに積もってしまうことがあります。

菊川 あんなに巨大なものが埋もれてしまうんですから、そこからも南極建築の大変さがわかりますね。

石沢 南極へ行って実際に建物を見てみたいとは思いませんか？

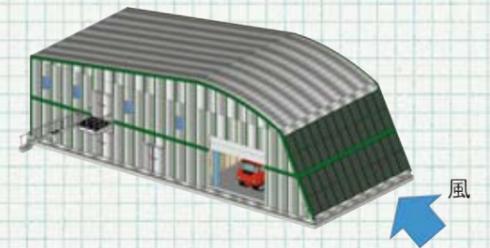
菊川 そうですね。先ほどお話に出た南極での天体観測の建物には興味があります。南極は星がきれいなのですか？

石沢 実は南極は天体観測に適した土地なんです。気温が低くて水蒸気が少ないので、天体観測をしたときの星の瞬きが少なく、くっきり見えるんです。

菊川 当然、空気も澄んでいるでしょうし、まわりに建物も明かりもないから、肉眼でもきっと満天の星が見られるんじゃないでしょうか。

金 私は白夜の夏期間にドームふじに行ったので、星空を見るときはできませんでした。いつかドームふじで越冬して、満天の星とオーロラを見てみたいです。

菊川 南極でオーロラを見るなんて贅沢だと思います。私もぜひ見てみたいです。



「南極の環境を考えた建物 自然エネルギー棟」

風速60m/秒のブリザードが吹き荒れ、建物もあつという間に雪に埋もれてしまう南極。そんな環境に耐えられる建物として昭和基地に2013年に完成したのが「自然エネルギー棟」です。

この建物の独特な形は、風(空気)の流れをスムーズにして、吹きだまりを防ぐためのもの。6種類の形のなかから、吹雪風洞実験を行ったうえで決められました。また、壁面には太陽光集積パネルが設置され、太陽光集熱暖房システムが採用されています(15ページの写真参照)。夏には自然エネルギーだけで室内を20℃くらいまで温めることができるそうです。

この建物は(財)日本産業デザイン振興会が主催する「2011年度グッドデザイン賞」を受賞しています。

「環境や文化によって 違う姿を見せてくれる。それが建築の魅力ですね」 菊川



菊川 怜(きくかわ・れい)

埼玉県出身。2月28日生まれ。東京大学工学部建築学科卒業。大学在学中にモデルデビュー。現在、毎週月曜から金曜フジテレビ系「とくダネ!」で司会を務めるほか、ドラマやバラエティなど各方面で活躍中。



石沢 賢二(いしざわ・けんじ)

国立極地研究所 極地工学研究グループ技術職員。越冬隊員として5回、夏は2回、その他外国の基地へも数回行っている極地設営工学の専門家。南極観測隊として、みずほ基地での観測、あすか基地の建設、ドームふじ基地、昭和基地の設営に携わった。



金 高義(キム・コウイ)

福島高専 建設環境工学科助教(元・国立極地研究所 極地工学研究グループ助教)。南極における建物周辺のスノウドリフト性状を、模型風洞実験と数値解析から導き出す。現在進行している南極内陸部の新観測基地建設計画を効率的に実施することを最大の目的とし鋭意研究に努めている。

地球温暖化が 北極で増幅される原因を探る

北極とその周辺に広がる「北極海」を特徴づけているのは海水です。冬には海が凍って海水域が拡大し、夏には縮小するという変化をくりかえしています。この海水域が、1980年ごろから急激に減少していることが衛星観測から明らかにされています。また、北極海のまわりのグリーンランドやアラスカ、ロシアでは、過去数十万年間に積もった雪が氷に変わった「氷床」や、土壌中の水分が凍って岩石のように固くなった「永久凍土」の融解がはげしくなっています。

こうした現象は地球温暖化の影響と考えられています。北極では過去50年間、地球全体の平均気温と比べて大幅に気温が上昇しており、気候変動がもっとも顕著にあらわれていると予測されています。その影響は、大気海洋循環などを通して地球全体にも及ぶ可能性があります。そこで、北極域における温暖化増幅の原因と、地球全体の気候変動との関連性を解明しようという研究が内外でさかんになってきました。

日本では国立極地研究所(極地研)が代表機関となり、GRENE北極気候変動研究事業を2011年から5か年計画で進めています。このプロジェクトには国内の大学、研究機関、気象庁、民間企業など35機関が参加。大気、海洋、陸域、生態系などの多様な分野で観測と研究を進めています。

観測データの「見える化」がもたらす 大きな恵み

GRENE北極気候変動研究事業では、その一環として「北極域データアーカイブシステム(ADS)」を開発・整

備しました。従来のデータセンターの機能は観測データをそのままストックしておくだけで、研究者が必要なデータを探して解析していました。これに対してADSでは、観測データを可視化して提供しています。たとえば、「VISHOP(ビショップ)」というサービスでは、衛星で観測された北極海の海水の広がりなどが、ほぼリアルタイムで見られます(右上の画像)。

このように観測データを「見える化」することで、さまざまな分野の人が利用できるようになりました。そもそも北極域は広いので、1地点のデータだけで気候変動のプロセスなどを調べることはできません。多くの地点で観測したさまざまなデータを組み合わせて解析するためにもデータの共有が必要でした。

ADSの整備を進めている矢吹裕伯さん(国際北極環境研究センター特任准教授)は、スタッフのモチベーションをこう語ります。「私は氷河や永久凍土の研究をしてきましたが、一人の研究者がデータをどんなにたくさん集めても、自分で解析するには限界があります。公開してみんなに使ってほしいという思いがありました」。

さらに、ADSはデータを単に可視化するだけでなく、地上観測や衛星観測、数値モデルやシミュレーションから得られたデータを、ウェブ上で解析できる「VISION(ビジョン)」というアプリケーションも備えています(右下の画像)。これによって、ビッグデータに近い大量のデータも効率的に解析できるようになりました。

「ADSを使うことで、新たな知の発見があるのではないのでしょうか」。矢吹さんは今後の成果に期待しています。ADSの主な利用者は研究者ですが、ステークホルダーになる海運業界からも歓迎されています。GRENEプロジェクトの戦略研究の1つが、北極海に新しい航路を開くことができるかどうかを評価するための海水分布の将来

予測です。海水が減って、日本から北極海経由でヨーロッパまで運行できれば、太平洋から大西洋へ回る現在の航路に比べて燃費を大幅に減らすことができるからです。

また、研究者の卵である大学生や大学院生の利用が増えているようです。複雑な操作をしないで、そのまま初期解析ができるからです。

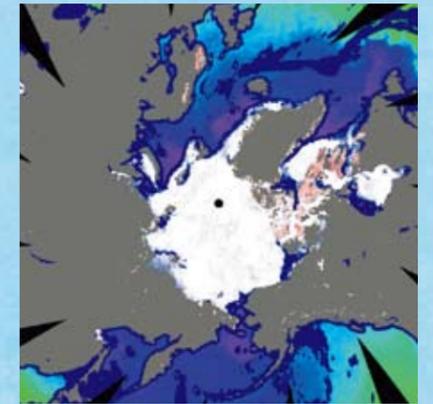
地球全体の統合データベースの 構築をめざして

「データを集める受け皿はできたので、どうしたら研究者がいろいろなデータ登録してくれるか、そのしきみを考えるのが目下の課題です」と矢吹さん。

そのためには、研究者にとってADSが魅力あるものでなければなりません。そこで考えられたのが、登録されたデータにDOI(Digital Object Identifier)という国際的な識別子をつけて、論文と同様な評価をしようという試みです。DOIの付与は今年の10月から実施される予定で、準備が進められています。これは世界的に見ても新しい試みです。

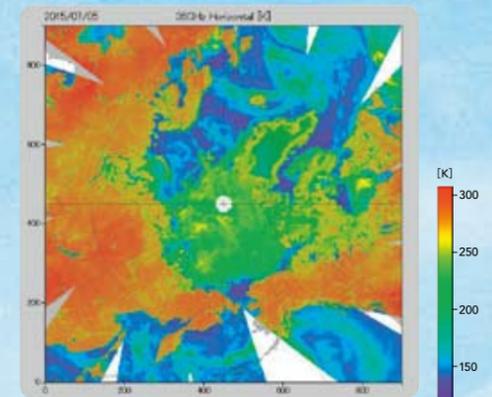
ADSのこうしたアプローチは、国際的な潮流である「オープンサイエンス」の一端といえるでしょう。この流れの中で、1つのデータセンターにデータを集中するのではなく、複数のデータセンターがそれぞれのデータを保有し、それらの個別データをたがいに共有するというカタチが主流になってきています。ADSは海外のデータセンターとの連携を進めており、相互に運用ができるように、KIWA(Key service for interworking Artic data: 極)という検索システムを開発しました。

将来的には、世界中のデータセンターをバーチャルでつなぐ統合データベースが作られていくことでしょう。ADSはそこへ向かって第1歩を踏みだしました。



「準リアルタイム極域環境監視モニター VISHOPの表示例」

JAXAの水環境変動観測衛星「しずく」が観測した海水密度(白い部分は高密度。黒丸が北極点)と海面温度(緑~青の領域)。日時を選択することもできる。



「オンライン可視化 アプリケーションVISIONの表示例」

「しずく」が観測した2015年7月5日のマイクロ波データ。ウェブ上でさまざまな解析をおこなうことができる。

極の先端研究

北極の観測データを見る化

気候変動が際立って大きい北極域。その観測データの可視化と公開が進められている。

「マンモスの墓場」

シベリアの北の北極海に浮かぶボリショイリャーホフスキー島。その海岸にそそり立つ永久凍土の氷壁はマンモスの墓場であった。

ソ連崩壊直前の1991年春、モスクワでソ連の極地探検家に「空軍の救助訓練に参加して、北極点にパラシュート降下しないか」と誘われた。空軍のドル稼ぎなので費用は3000ドル。金がない私は、北極点へ行く機会を失った。

ソ連がロシア連邦共和国になり、1993年と94年の二夏、シベリア極北、北緯72度から75度に島々が点在するノボシビルスク諸島を北海道大学、モスクワ大学などの永久凍土調査隊に同行して巡った。レナ川の河口にあるティクシは冷戦時代、空軍基地があったので外国人立入禁止だった。ティクシから、ヘリで4時間ほど飛ぶとボリショイリャーホフスキー島に着く。気温は氷点下2〜3℃。毎日、雲が低く垂れ込め陰鬱で、雪が降った。

島は地下600メートルまで永久凍土に覆われ、地表に50〜60センチの土があるだけだ。海岸にはヤクート語で、“食い尽くされる大地”という意味の“エドマ”と呼ばれる永久凍土の奇妙な氷壁があった。大地に巨大な氷の楔を打ち込んだようで、氷の中に土の柱が林立している。エドマは猛烈な速度で溶けていて、1年間で10メートルも溶け陸地が後退しているところがあった。エドマからシジミの化石が出て来ることから、太古の昔は汽水域の湿地帯であったと想像できる。湿地で氷が成長、大地を割り、楔のように地下深く成長していったのだろう。

“エドマ”は、地球温暖化の影響を受け、融解速度が増していた。しかも氷には、温暖化を促進するメタンが含まれている。エドマの融解は、地球温暖化を加速させているのだ。

エドマからは、おびただしい量の動物の骨が溶け出していた。目を惹いたのは、マンモスの牙。島には、マンモスハンターが二人滞在し、一夏で1トンのマンモスの牙の採集を目標にしていた。1トンの牙で二人は一年を裕福に暮らせるという。マンモスの牙だけでなく、死体もエドマに冷凍保存されていた。私は、2年間で4体のマンモスの死体を目撃した。この島は湿地の泥沼にはまり、死んでしまったマンモスの墓場だったのだ。

モスクワ大学の教授が、私に言った。「マンモスビジネスをいっしょにやらないか?」。輸出して、ドルを稼げるといふ。誘いに応じていたら今頃、私は富豪になっていただろう。地球温暖化の影響でマンモスの墓場から牙や死体が、続々と溶け出してくるのだから。



エドマと呼ばれる永久凍土の氷壁。高さは、約20m。土の中にマンモスの牙や死体が冷凍保存されている。

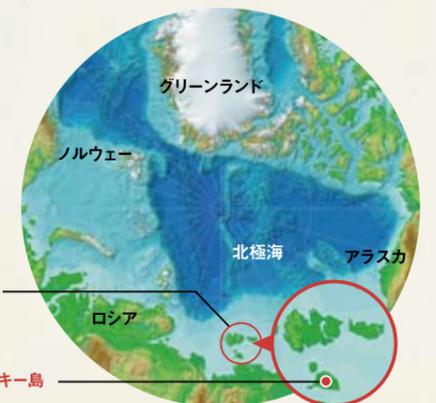
A: エドマの土柱から溶け出してきたマンモスの牙。大きなものは、1本60kgの重量がある。
B: 0歳のマンモスの死体の頭部と鼻。眼球も残り、つい最近、死んだように思えたが、年代測定すると16,000年前の死体だった。
C: エドマの氷壁と融解した永久凍土。海に大地が食い尽くされ、消えていく。



Profile
阿部幹雄
(あべ みきお)

「1953年、愛媛県松山市生まれ、札幌市在住。写真家、ビデオジャーナリスト。北海道の山々を登り、ヒマラヤ、千島列島、カムチャツカ半島、北極など、探検的な旅をしてきた。取材対象は、事件、政治、自然と幅広い。フィールドアシスタントとして第49、50、51次南極観測隊(2007〜2010)に参加。食料、装備、安全管理など設営分野を担当して研究者を支えた。食料では、軽量化のためにフリーズドライ食料「南極野外食(極食)」を開発した。」

ボリショイリャーホフスキー島
ノボシビルスク諸島の中南部に位置する。島はわずか数十メートルの高さで、永久凍土に覆われている。北緯73.5度、東経142度。



ノボシビルスク諸島
ボリショイリャーホフスキー島

おもしろ

第12話
無謀な計画
大型パラボラアンテナ
前編

うめ

1980年代後半
昭和基地に大型パラボラアンテナを建設?
小沢高広(企画・原作)、妹尾朝子(作画)からなる二人組マンガ家。代表作「大東京トイボックス」。現在は、70年代アメリカ・シリコンバレーを舞台に若きエンジニアたちの活躍を描く「スティーズ」を連載中。

それを聞いた大川管理部長がこう言った

なるほどそれがお前の基本姿勢か?

大川さん...!?

じゃあしょうがないな

そして

清水の舞台から一緒に飛び降りてみるか

ヤッ

誰もやってないだからやる

無謀な計画? 予算がない?

永田所長!

いい根性じゃないか

そんなつまらん反対するヒマがあったら援護してやれ

観測隊員だ

それでこそ極地研だ

永田初代所長の後押しもありプロジェクトは始動した

しかし... 建設期間が夏隊が帰るまでの3ヶ月だけ!? コンマミリの単位で組み立てなきゃいけないんですよ?

圧倒的に人手が足りません

かつて観測隊が経験したことない精度が求められていた

極地研(当時)

うーむ... 海外からも

そして日本が大型アンテナを南極に?

ムリ

どの国も実現できてないのには?

世界各国が注目する中果たしてプロジェクトは成功するのか

待て次号!!

はい!

本気が江尻!?

昭和基地に大型パラボラアンテナを建設?

1980年代後半

極地研 大川管理部長

オーロラ観測研究者 江尻全機

アメリカでスペースシャトルが打ち上げられ地球を知る研究を高まっていた

宇宙から

日本でも宇宙研(現JAXA)がオーロラ観測衛星「あけぼの」の打ち上げに成功

しかしデータをうけとる基地が北半球のみで南半球にないことが長年の問題だった

南半球でデータを受信できればもっと研究が進むんです!

それで昭和基地ってわけか

うーん...

しかし江尻の熱意とは裏腹に

「あけぼの」は宇宙研の仕事だろう

極地研内部は反対派が大多数を占めた

なぜ極地研で? 予算もウチで出せと?

ざっと計算したところ観測隊数年分の予算が必要です

そんなもの宇宙研にやらせろ!

アメリカでさえ作れないんだ

技術に劣る日本が成功するわけがない

プロジェクトは各方面から大反対にあう

計画は当然中止されるものだが誰もが思った

誰もやってない

だからやるんじゃないのか?



遙か昔に氷によって連れてこられた「迷子岩」

誌上「南極授業」

南極で試みた 「色彩採集」と「日時計観測」

南極は白一色の世界？ いいえ、河合先生はあふれるばかりの豊かな色彩を発見。自作の日時計で南極ならではの「時」を見てきました。

南極で「色彩採集」

暴風圏を抜けると、海は荒々しく暴れることをやめ、静かで神秘的な氷の海へとその姿を一変させた。頭上では、まぶしすぎる日差しとともに青空が広がった。流水が見えはじめると濃紺の海が刻々と氷と雪の白に占



青く澄み渡った青空を真っ白なユキドリが行き交った。
(撮影：吉田賢司氏・JARE56)

有されていく。やがて、砕氷艦「しらせ」を中心に世界は青と白の世界へ。そこに太陽の強い光が一層その色味を引き立たせていった。その青をバックにユキドリが視界を行き交った。名前のとおり、本当に真っ白な鳥だ。青と白のコントラスト…なんと形容したらいいのだろうか？感動の一瞬…そうとしか言えない。



西オングル島。露岩と氷と雪と空が織りなす色彩のハーモニー。

はるか昔に氷床から解放された岩盤が隆起してきた東オングル島に昭和基地がある。ここの夏は雪と氷に覆わ

静かで冷たい空気が幻想的な色彩に染まっていく。



れた世界ではない。むき出しの乾いた岩盤と土…荒涼とした赤茶けた世界だ。木はおろか草も生えない南極は緑が一切ない。この光景を見ていると昔読んだSF小説『火星年代記』を想起する。白夜の太陽が地平線近くまで降りてきて岩盤をオレンジに染め出すとなおさらだ。

「しらせ」が接岸を果たすと着々と本格輸送への準備が進んでいった。氷上輸送は海水が固く締まる夜を徹して行われた。時間帯はちょうど白夜の太陽が最も地平線近くに寄り添うころ。雪と氷と冷たい空気の世界が幻想的な色彩に染まっていく。白いキャンパスに青、紫、緑、ピンク…。それらが光という溶媒に溶かされて静かな夜が描き込まれていく。それを下地に強烈な太陽の光が放つ色彩がさらに重ねられていくかのように「しらせ」が登場する。「しらせ」が南極という雄大な世界に描き込まれた人間の夢や希望の象徴かのように。



Profile
河合健次 (かわい けんじ)

「2014年11月から4か月間、第6回教員南極派遣プログラムに参加し、第56次南極地域観測隊に同行。勤務校のほか、明石市立天文科学館に衛星回線で南極から「色彩」と「時」をテーマとした「南極授業」を行った。明石市立清水小学校勤務。」

「南極日時計」で時間を獲得する



南極で日時計の観測をすることにどんな意味があるのか？ まず南半球であるから、太陽は東→北→西→南へと動く。つまり、お昼の12時は北半球の「南中」と同じではなく、南半球では「北中」となるのだ。そうすると、日時計に落ちるノーマンの影は西→南→東→北と動く。これをカメラでインターバル撮影して写真をつないでいくと、影は時計と反対回りに24時間で一周する。人類は古代文明期にすでに太陽の動きを観測し日時計の影によって「時間」を獲得している。そして、やがて機械式時計というものが発明された。もし、この文明圏が北半球ではなく南半球であったとしたら、「時計回り」とは今と逆方向に回ることになったに違いない。また、北極圏と南極圏だけ、それぞれの夏には太陽は24時間沈まない「白夜」がある。つまり、世界でこの両極圏のみ日時計は24時間、時を刻むことができる。「時」を科学する楽しさがここにある。

南極で感じた「時間」

北半球から見れば「地球の底」南極は人類の文明圏から最も離れた場所だ。人類はここでは生きていけない。少しの期間だけ、最小限の物資を持ち込んで間借りしているにすぎない。「時間」も私たちが持ち込んだもの一つだ。南極では「時間」を持ち込み、生活を管理しなければならない。この荘厳な大自然の中、その厳しさ故に「限られた時間」の範囲しか人間は南極という特殊な世界と対峙できないからだ。

南極の魅力は何も雪と氷の世界だけではない。昭和基地周辺には南極大陸ではレアな露岩帯がいくつか存在する。その露岩帯では迷子をよく見かけた。大昔に氷によって運ばれ、置いてきぼりにされた巨大岩が不自然に点在している。「迷子岩」だ。もうここから何処に行くわけでもなく、何処に帰ることもなく、未来永劫ここに居続けるのだろう。ユキドリやアザラシ、ペンギンの雛の死骸に出会った。いずれも腐ってはならず完全に乾燥している。ミイラとなって長い時空を越えて迷子状態なのだ。ここでは、死を迎えてから「長い時間」をかけてもなお、迷子のまま少しづつ風化し、それでもまだ「無」に帰らない。

最後は「フォトモザイク」

氷と雪に支配された無彩色の世界。同時に世界のどこよりも強い太陽の日差しと、どこよりも澄んだ空気が織りなす豊かな有彩色の世界。「色彩採集」の完成形として、南極を彩る写真5,000枚を素材にして、「フォトモザイク画」として構成した。観測隊のみなさんから、たくさんの写真を提供していただいた。完成した作品の中には、美しい南極の風景のみならず、厳しい自然の環境下で生命を輝かせているたくさんの生き物の姿、そして観測隊員の夢や希望、笑顔があふれていた。



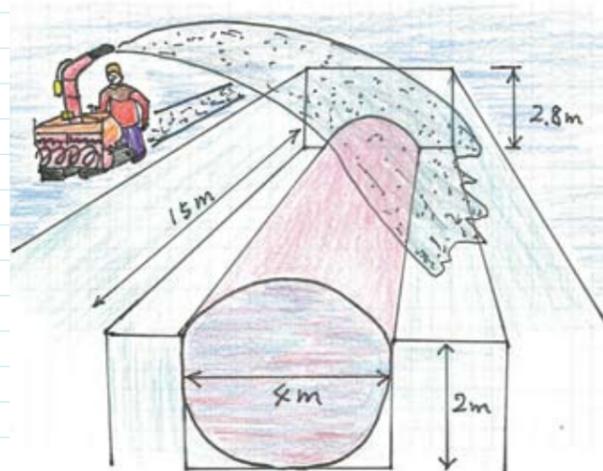
この絵を構成する写真5,000枚の1枚1枚に輝く南極の姿が詰められている。

極の技術

現地の雪や氷で造る建築空間

現地に存在する材料だけで構造物を造ることは、極地建築家の夢です。材料購入費、輸送費、撤去費が掛かりません。1950年代から60年代にかけて、米国陸軍は、グリーンランド氷床下に大規模な軍事施設を計画しました。そのときに開発したのが、「カット・アンド・カバー」という工法です。ロータリー除雪機でトレンチ（雪の溝）を掘り、波状鉄板などで屋根掛けします。次に周囲の雪を細かく砕いてこの鉄板の上に撒いて埋め戻します。2～3日すると焼結作用（雪粒子が氷点下で固結すること）により強度を持つ雪のかたまりになります。そうなったら、天井の鉄板をトレンチ内部から撤去して出来上がりです。この工法のミソは、鉄板を一時的に型枠として使い、使用後に取り外せることです。しかし、雪洞の天井は時間とともにクリープ現象（積雪に力がかかると時間とともに変形が進むこと）で下がってきます。米国陸軍は、雪洞空間の歪みが予想より激しく、この計画を断念しました。

昭和基地から約300キロメートル離れた日本のみずほ基地では、1971年、第12次隊が雪洞の中に発電機を設



グリーンランドの掘削基地で実験したバルーンを利用した雪洞造成法(2012年コペンハーゲン大学)

置し、鉄骨の梁で屋根掛けをしました。しかし、数年で鉄骨が変形してしまいました。変形した梁を撤去するのはやっかいで、放置すれば廃棄物として残ります。

第28次隊で建設したあすか基地では、排水配管が通るメンテナンス雪洞に、厚い段ボール紙を敷いて屋根としました。天井が沈下して通行の邪魔になったときには、内部からカッターナイフで紙を切り取り、雪を削って空間を広げることができました。

1991年、第32次隊は、直径10メートル、高さ3メートルのアイスドーム製作実験をあすか基地で行いました。耐寒性のあるプラスチックシートをドームの形状に膨らませ、この外側に水と雪を散布し厚さ10センチほどの氷殻を作ります(左下の図)。内部からシートを取りはずせばアイスドームの出来上がりです。この方法の欠点は、造水に熱エネルギーが必要なことと、日射による氷の昇華が激しく、日増しにアイスドームの厚さが減少することです。

最近、グリーンランドの氷床で実験された方法は、掘削したトレンチの内部でシートを膨らませ、この上から雪を撒いて固めるというものです(右上の図)。2～3日後には雪が固まり、空気を抜けば広い空間ができあがります。できた空間は氷床掘削場、ガレージ、食糧庫などとして使えます。しかし、時間が経過すれば天井や壁が変形してくるので、内部から雪を削り取るなどのメンテナンスは欠かせません。

雪氷材料だけの構造物は、使用後には何も残りません。内陸基地での撤去が簡単な構造物の開発は、環境保全の面からも今後欠かせない技術となるでしょう。

第32次隊があすか基地で実施したアイスドーム製作実験(1991年)



南極昭和基地のシンボル「管理棟」
写真提供:財団法人 日本極地研究振興会

ミサワホームは、南極昭和基地の観測活動を応援しています。

風速60m/秒、時速では216kmというF1レーシングカー並みのブリザードや、金属を素手でつかめばたちまち凍りつく-45℃という低気温も記録したことがある南極昭和基地。こうした過酷な環境の中で、研究観測を続けている、日本の南極観測隊。隊員の方々の活動を支える、快適な建物づくりのために、ミサワホームの木質パネルが採用されています。

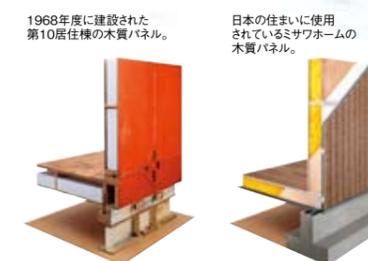
ミサワホームがお手伝いした南極昭和基地の建物は、
延べ約5,500㎡(1,663坪)・35棟です。*平成25年現在

1968年度の第10居住棟以来、ミサワホームが過酷な環境で40年以上も改良を続けてきた住まいづくりは、日本の住まいづくりにもいかされています。



酷寒の南極で快適な住環境をつくる秘密は、
ミサワホームの「木質パネル」にあります。

南極昭和基地と日本の家で使用している木質パネルは、断熱材を充填する充填断熱方式も、両面パネル接着工法も、変わりありません。高断熱で快適な環境を実現しています。



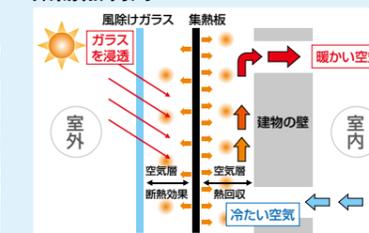
いちばん新しい昭和基地「自然エネルギー棟」が、
2011年グッドデザイン賞を受賞しました。(国立極地研究所・日本大学・ミサワホームの合同受賞)



自然エネルギー棟

南極における「自然エネルギーを利用した太陽光集熱暖房」と「スノードリフト(雪の吹き溜まり)に対応した建物形状」が研究開発され、これを受注。過酷な極地における「エネルギー」「環境」「防災」「長期利用」への取り組みをカタチにしたことが高く評価されました。

太陽熱利用



ブリザード対策



ご存知ですか? ミサワホームのCSR活動

南極観測隊参加経験のあるスタッフによる「南極クラス」を全国で開催しています。子供たちにとって「未知の世界」である南極での活動を伝え、限られた人数で支え合ってミッションをこなしていく南極隊員の経験を通して、チームワークの大切さを伝えていきたいと思っています。詳しくはHPをご覧ください。 <http://www.eco.misawa.co.jp/antarctic-class/>



お問い合わせ/ミサワホーム株式会社 事業推進部 法人推進課 担当:手塚

[e-mail] 330houjin@home.misawa.co.jp

☎ 0120-398-330 (10:00~18:00/土日、祝日除く)

[ホームページ] <http://www.eco.misawa.co.jp/nankyoku/>



氷河のクレバス

成瀬廉二 (氷河学)

日本南極観測の55年の歴史の中で、死亡に至る野外事故は第4次越冬隊(1960年)のブリザード(猛吹雪)による遭難一件のみである。この後、南極ではさまざまな安全対策が徹底されてきたし、ブリザードは突然来襲ということはなく予測ができるので、以来重大な事故はない。

一方、南極の野外活動で常に危険が潜み、予知が難しいのがクレバス(割れ目)である。クレバスは、氷河の急傾斜部や山脈の周辺で氷の流れが変化する場所に発達する。裸氷域なら表面の凹凸は明瞭だが、積雪から裸氷への遷移地帯では雪に被われたヒドン(隠れ)クレバスが出現しやすいので、最も警戒を要する。

南極観測隊では今までに、クレバスや海水クラックに雪上車や人が転落したり、落ちそうになったり、運が悪ければ大事故になるヒヤリハット事例は数多くある。中でも、1989年セールロンダーネ山脈にて隕石探査隊の雪上車がヒドンクレバスに転落し、3名が重傷を負いながら救出された際どい事故もあった。

第14次内陸旅行隊は4年前の第10次隊が開拓したルートをたどってやまと山脈を往復した。ルート方位表には「クレバス幅2m」とかのメモが記されていた。それは警報としては役立つが、安全な迂回ルートを指示するものではない。4年もたてば氷は数十m流れ、古いクレバスは閉じ、新たに生成される。そのため既知のルートを旅行する場合でも、初回と同様な判断と対処が必要である(写真)。

同旅行の後半、クレバス帯を抜けた後の1974年1月1日夜、昭和基地の平沢威男隊長から「ふじ」の近くの氷山で自衛隊員がクレバスに転落して亡くなった

旨の通信を受けとった。「何のために氷山に上がったのか」「ヒドンだったのだろうか」などと思ったが、詳細な続報はなかった。

その後も本件についてはあまり公にされていないので、一般にはほとんど知られていない。第15次夏隊概報(村山雅美、1974)には「元旦の午後、氷山のクレバスに〇〇兵曹を失う不慮の事故があった」と、短く1行のみ記述されている。日本の南極活動中の死亡事故は、ブリザード遭難に次いでこれが2例目ということになる。しかし死者は観測隊員ではないので、日本南極観測隊の事故には含まれてはいない。

クレバスの深さは一般に30mを超えることはない。それより深いところで割れ目ができても、氷の圧力によって閉じてしまうからである。そのクレバスに転落すると、途中で引っかかって止まることもあるが、運が悪く底まで一気に落下すると致命的な事故になり得る。南極に限らず山岳地の氷河でも、常にクレバスへの抜かりない対策と慎重な行動が求められる。



やまと山脈付近の雪原上のヒドンクレバス(雪上車の位置から右手前に向かう溝状の表面)。クレバス内の雪は固いが、迂回して幅の狭いところを横断する(1973年12月)。

Profile

成瀬廉二(なるせ れんじ)

1942年、京都生まれ。北海道大学大学院理学研究科修了。理学博士。1968～2006年、北大低温科学研究所にて氷河・氷床の研究と大学院教育に従事。第10次・第14次南極観測越冬隊員、第34次南極観測夏隊長。パタゴニア氷河調査:計10回。2006年から鳥取市を拠点にNPO法人氷河・雪氷圏環境研究舎を主宰。

INFORMATION

こっちは北極が熱いよ!

「南極・北極科学館 夏の企画展示」開催中! 『HotでCoolな北極のひみつ』

「HotでCoolな北極のひみつ」をテーマに、北極と南極の違い、環境問題、北極の最新研究・観測の成果などについて展示しています。夏休みの自由研究の課題としてもオススメ。期間限定スタッフのホッキョクグマがお出迎えます!

開催期間

2015年7月4日(土)～2015年9月12日(土)
10:00～17:00 日・月・祝日休み

※ 期間中の8月8日(土)、国立極地研究所一般公開「極地探検2015」も開催されます。詳細は極地研HPを参照ください。
<http://www.nipr.ac.jp/tanken2015/>

極 きよく No.13 2015 夏号

発行日: 2015年7月23日

発行:  国立極地研究所

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構

〒190-8518 東京都立川市緑町 10-3 www.nipr.ac.jp

本誌についてのお問い合わせ:

広報室 TEL:042-512-0655 / FAX:042-528-3105

e-mail:kofositu@nipr.ac.jp

定期送付ご希望の方は、メールにてお申し込みください。

デザイン: フレーズ

制作: サイテック・コミュニケーションズ

©本誌掲載記事の無断転載を禁じます。ISSN 1883-9436