

EISCATレーダーが見た超高層大気

南極・北極写真館 第2回「地球の探偵」

うめ連載マンガ「きょくまん」第11話

南極授業「教室も教科書もない南極で」

極の技術「航空機用の雪氷上滑走路」

成瀬廉二「南極でスキー、スケート」



No.

12

2015 春号

今、そこにある不思議



漫画家・江川達也と語る

南極の氷の下に 隠された地形のナゾ

漫画家・江川達也と語る 南極の氷の下に隠された 地形のナゾ



「氷の大陸」とよばれる南極。そこは日本の約37倍もある大きな大陸です。厚い氷の下にはいったいどんな世界が隠されているのでしょうか？ 今回は、南極の地形や地質を調査・研究している極地研の菅沼悠介さんと、地形や地図が大好きだという漫画家の江川達也さんに、南極の地形や地図、地質学の最新研究について語っていただきました。

▲▲ 自然がつくりだした美 ▲▲ それを紙に写したものが地図

菅沼 江川さんが地形や地図に興味を持たれたのはいつのことだったのですか？

江川 子どものころからです。幼稚園が名古屋台地の上にあったのですが、スクールバスで台地をのぼりながら、名古屋城やお堀、台地を沿って走る瀬戸線などの景色を眺めるのが好きでした。そして、砂場でその地形を再現して遊んでいたんですよ。

菅沼 幼稚園生でもジオラマをつくっていたんですね。

江川 小学校2年生で、家のまわりの地図を描く宿題が出たとき、まわりの子が描いていたのはお店の案内図のような簡単な地図だったのに、自分だけ細かい住宅地図を描いていて恥ずかしかった思い出があります。

菅沼 なぜそんなに地形や地図にひかれたのでしょうか？

江川 絵を描くのも大好きで、「モノの形」に興味があったんです。地図も、その土地を遠くから見た絵のような感覚なんです。

菅沼 なるほど。地形のデッサンですね。

江川 はい。だから下手なデフォルメをされると、すごく残念な気持ちになります。自然がつくりだすものって、人の想像を超えた美しさがあると思うんです。自然のままきちんと描かれた海岸線や等高線を見ると、グッときますね！

菅沼 では、この地形図（図1）は江川さんの好みに合

うでしょうか？ 私が地質調査を行っているセール・ロンダーネ山地（9ページ参照）の地形図です。ここは昭和基地から西へ700キロメートルほどにある標高1000～3000メートルの山々が連なった場所なんです。

江川 これは美しい！ 南極の地形図ははじめて見ましたが等高線が見事なまでにきれいに平行して並んでいますね。こういう地形図が好きなんです。

菅沼 これは南極大陸独特の地形なんです。大陸を覆っている氷は全体が鏡餅のような形をしていて、高度が低い海岸線に向かってゆっくりと下がっていきます。これは、衛星から撮影した南極の写真（図2）でもわかりますよ。

江川 本当だ。この図からは氷に閉ざされた南極の不思議さや不気味さが伝わってきますね。

▲▲ 厚い氷の下には ▲▲ 起伏にとんだ地形が

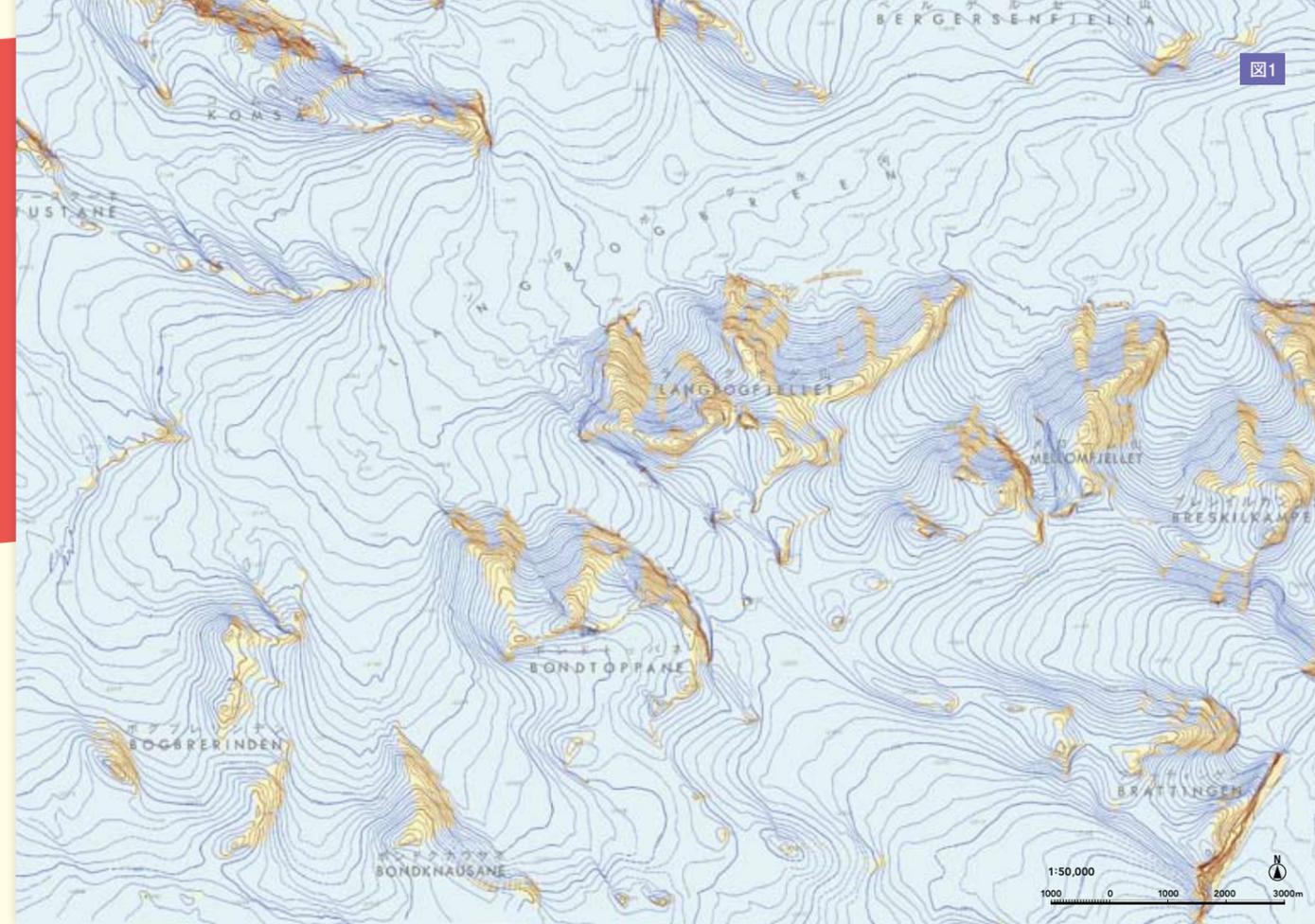
江川 では、南極の氷の下はどんなふうになっているのでしょうか？ どんな地形かわかっているんですか？

菅沼 ええ。これが南極の氷を取り除いた立体地形図です（図3）。

江川 これも美しいですね。こういう地形図も好きで、私も地図の等高線をなぞって色分けしたりしますよ。

菅沼 どこにどんな色を使うか、センスがあらわれますよ。

江川 そうなんです。その点、この地形図はよくできて



セール・ロンダーネ山地ラングボグ山付近の地形図

いますね。

菅沼 合格点をもらえてよかったです。これは衛星やレーダーを使って長年調査してきたデータをもとに作成されたものです。黄色や赤のところは標高が高いのですが、青いところは海面下になっています。

江川 氷の下にはこんなに起伏にとんだ、不思議な地形が隠れていたんですね。氷がなかったとしたら、南極大陸の面積は半分くらいに減ってしまうのですか？

菅沼 そうではありません。平均で厚さ1856メートルの氷の重しがかかっているようなものなので、氷を取り払ったら海面下の大陸も徐々に隆起してきます。

江川 本当に独特でおもしろい！ 探検に行くならエベレストより、南極のほうがよっぽど楽しそうですね。

▲▲ 強い風や紫外線…… ▲▲ 南極ならではの厳しさ

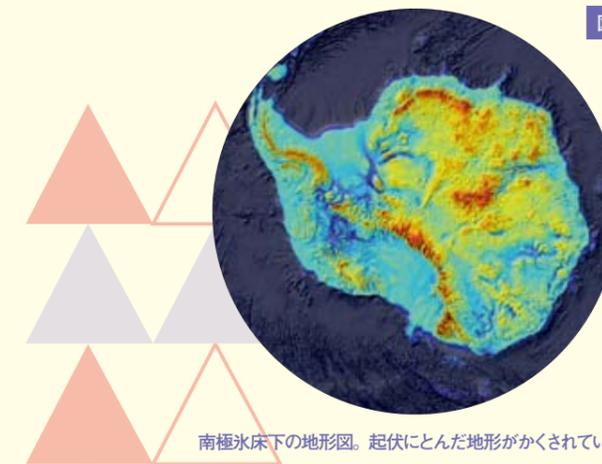
菅沼 実は、私は昔、探検家になりたいと考えていたこともあったんです。世界中のいろいろなところを見てみたいと思っていて。観測隊として南極へ行けたときはうれしかったですね。

江川 とはいっても、南極での調査や研究ならではの苦労もあるんでしょうね。

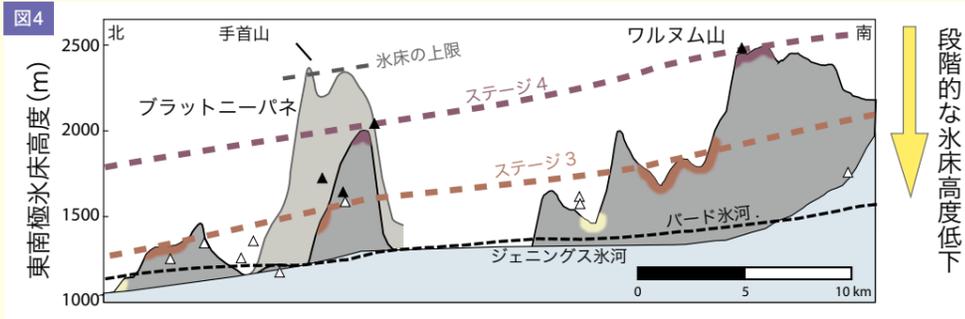
菅沼 そうですね。調査では四国ほどもある広大なエリアを回るのですが、ところどころに深さ数十メートルもあるクレバス（氷河・氷床の裂け目）があって、落ちかけ



南極の衛星写真。氷河・氷床に覆われ鏡餅のような形をしている。



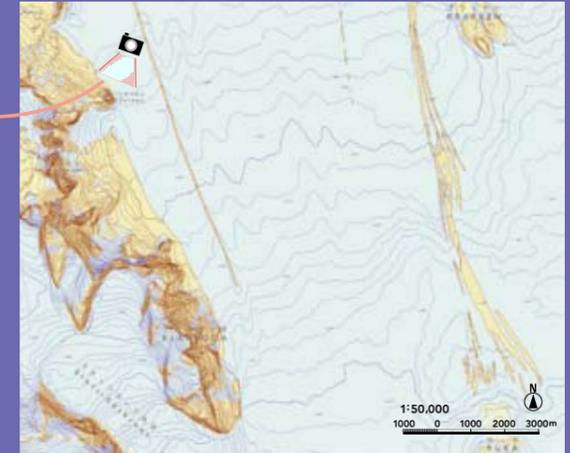
南極氷床下の地形図。起伏にとんだ地形がかくされている。



セール・ロンダーネ山地の南北断面図。氷河によって形成された地形面の対比によって、氷床高度が段階的に低下したことがわかる。



東南極セール・ロンダーネ山地の巨大岩峰。氷河の作用によって作られた地形だと考えられる。岩峰の高さは約400mもあり、横を走るスノーモービルの大きさからも、その巨大さが実感できる。この“極限の地”で、約3か月間のキャンプ生活をしながら危険も伴う地形調査を実施する。



カメラの位置から撮ると、左の景色になる。

たこともありました。雪で隠れて見えないので、慎重に歩かなければなりません。

江川 命の危険もあるんですね。

菅沼 それに昭和基地から離れた場所での調査になるので、約3か月間キャンプ生活なんです。

江川 もちろん、お風呂もトイレもないでしょうし、それにとんでもなく寒いですよね？

菅沼 調査は夏期間に行うので、どんなに寒くてもマイナス25度くらいにしかありませんが……。

江川 十分寒いですよ！

菅沼 気温よりも、風がとにかく強くて。風速が30メートル以上もあるブリザードのときには、重さ200キロもあるスノーモービルが吹き飛ばされるんです。

江川 それは怖い！ 逃げ込む頑丈な建物もないし、テントでただじっと嵐がおさまるのを待たなくちゃいけないんですもんね。

菅沼 だからテントの強度は重要で、ヒマラヤのベースキャンプで使うようなテントを改良して使っています。それでも、南極オゾンホールの影響もあり紫外線も強いので、時間が経つと手で裂けてしまうくらいボロボロになります。

江川 ヒマラヤよりも過酷だということでしょう。まさに“極限の地”なんですね。

▲▲ 南極の氷はどうなる？ ▲▲ 地質からわかる過去と未来

江川 ところで、菅沼さんは南極でどんな調査・研究を行っているのですか？

菅沼 私のおもな研究テーマは「南極の氷（氷床）の変遷」です。氷から露出した岩石を調べて、時代によって氷床の厚さがどのように変化したかを調べています。

江川 地質を調べると氷の厚さがわかるんですか？

菅沼 セール・ロンダーネ山地の地形面を新旧4段階に区分して、それぞれがどのくらいの期間、露出していたかを測定するんです。地表には銀河宇宙線（宇宙から飛来する高エネルギーの放射線）がふりそそいでいます。そのとき宇宙線の被曝によって、地表の岩には宇宙線生成核種という物質（ベリリウム同位体やアルミニウムの同位体など）ができます。露出している期間が長ければ長いほどこれらの物質は多くつくられるので、そこから氷が溶けて地表が露出した年代を調べることができるんです。

江川 年代から、南極の氷床の厚さがどのように変化したかを導き出すんですね。

菅沼 はい。今までの調査・研究の結果、250万年前の氷床が、今より500メートル以上厚かったことがわかり

ました（図4 ステージ4）。

江川 地質調査から250万年も前のことが解明されるなんて、土や岩石は「古文書」のようなものですね。

菅沼 それに未来を知る「予言の書」でもあると思います。今後さらに研究を進めていって、南極の氷の変化を予測するのが私の目標なんです。

江川 過去を調べることで未来がわかるのですか？

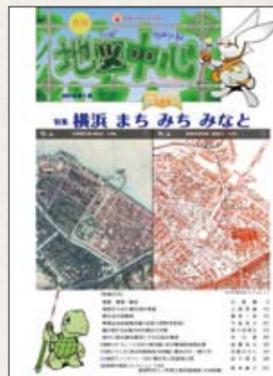
菅沼 未来を予測するためには、過去の歴史やデータを分析するのが一般的な方法なんです。私の場合は、現在と同じように二酸化炭素濃度が高かった250万年くらい前、氷がどのように変化したかを調べて、そこから今後、氷の融解がどう進むのかを予測したいと考えています。

江川 それは、地球温暖化による環境変動が問題になっているなかで注目すべき研究ですね。

今日ははじめて聞くお話ばかりで、とても楽しかったです。これからも研究の成果など、新しい情報をどんどん発信してください。楽しみにしています！

「古地図は歴史を教えるんです」

江川さんは古地図マニアとしても活躍しています。古地図にひかれたきっかけは、『日露戦争物語』（『ビッグコミックスピリッツ』）で2001年から2006年まで連載）で軍用地図を調べたことでした。軍用地図というのは、地形図に敵味方の部隊配置を細かく書き込んだもので、等高線から地形を、また敵と味方の距離や位置関係を読み取って、どのような戦闘が展開されたのかを推測することができます。



日本地図センター発行

地図情報誌『地図中心』に2010年から連載しているシリーズ「脳内散歩地図」は2015年1月号で61回になります。最新号のテーマは「徳川幕府利根川大改造地図 その50」。表紙のデザインも手がけています。



菅沼 悠介(すがぬま・ゆうすけ)

国立極地研究所・地図研究グループ助教。博士(理学)。第51次、53次、55次南極地域観測隊に参加。新生代以降における環境変動を詳細に復元し、そのメカニズムの解明と将来予測に役立てることをめざしている。とくに近年は、セール・ロンダーネ山地の地形調査と氷床高度変動史の復元から南極氷床の変動メカニズムを調べ、将来予測に結びつけるための研究を進めている。

「南極の岩石は『古文書』 歴史が刻まれた なんです」 江川

江川 達也(えがわ・たつや)

漫画家。愛知教育大学数学科(応用数学専攻)卒業。卒業後、中学の数学講師という経歴をもつ。本宮プロダクションでアシスタントを経て、1984年『BE FREE!』(講談社)で漫画家デビュー。『まじかる☆タルるートくん』(集英社)『東京大学物語』(小学館)などのヒット作を生み出している。

現在はタレントとしても活躍。『タモリ倶楽部』などのテレビや雑誌などさまざまなメディアにおいて、地図ネタ・地形ネタでは欠かせない存在となっている。



地球を取り巻く熱い大気の層

オーロラの観測地としても有名な北極海のスパールバル諸島ロングイヤービンとスカンジナビア半島北部のトロムソ。ここには、日本と欧州4カ国、中国が国際共同運用する欧州非干渉散乱（EISCAT：アイスカット）レーダーがあり、高度約80～1000キロメートルの超高層大気を観測しています。太陽から吹き抜ける高エネルギー粒子は、磁気緯度*1 75度付近のカस्पと呼ばれる昼側の領域や、夜側領域の超高層大気に流れ込みます。その高エネルギー粒子が超高層大気とぶつかることで、オーロラが発生します。ロングイヤービンやスカンジナビア半島北部は、昼側のカस्पや夜側の極域で発生するオーロラを観測できる適地なのです。

地球を取り巻く大気の最上層である超高層大気は、空気中の原子や分子が太陽からの紫外線やX線を吸収することで数百度から数千度に加熱されます。さらに、空気中の分子や原子から電子がはぎ取られ、イオン（電離した分子や原子）と電子が大気中に大量に存在することから、この領域は「電離圏」とも呼ばれます。

国立極地研究所 宙空間研究グループ准教授の小川泰信さんにとって、ロングイヤービンやトロムソはホームグラウンド。大学院生時代から数えると、これまでに

70回以上も足を運んでいます。「電離圏」のイオンや電子の温度、密度、速度を正確に測ることが可能なEISCATレーダーの国際共同プロジェクトに魅力を感じ、このレーダーを用いた研究に取り組んでいます。

EISCATレーダーは、「電離圏」に向かって電波を放ち、散乱されて返ってきた電波を捕らえることで、超高層大気の状態やその変動を調べます。初観測は1981年、以来33年間にわたって観測を続け、太陽からの高エネルギー粒子が地球大気圏に流れ込む仕組みや、オーロラ発生仕組みの理解に努めてきています。

超高層大気は地上の温暖化の影響を受けている？

極域の「電離圏」はたえず変化しています。太陽からの粒子や電磁波のエネルギーが大量に入ってくる領域であるため、短期的な変化から長期的な変化まで、さまざまな変化が起きています。さらに、超高層大気は下層の大気とも密接に関係しており、この大気の上下間のつながりを通して長期的な気候変動を探ることもEISCATの大きな研究テーマの1つです。小川さんが主導する研究グループは、33年間蓄積されたEISCATデータを再解析することにより、統一した観測データベースを作成し、「電離圏」のイオン温度の長期的な変

化を調べました。太陽活動に由来する変動成分をできる限り取り除いた結果、高度320キロメートルでは、1年間に約1.4度の割合でイオンの温度が低下していることがわかりました。この値はコンピュータを使ったモデル計算結果に近い結果と言えます。また、このイオンの温度低下は、超高層大気そのものの温度低下と考えられます。

二酸化炭素が増加すると、地表は温暖化しますが、超高層では逆に、二酸化炭素から放出される赤外線の冷却効果が大きく働いて寒冷化します。その変化は地表の10倍以上にもなります。ということは、超高層での長期的な温度変動を知ることが、地球温暖化の進行を予測することにつながるのでしょうか？ それを確かめるには、より詳しい観測が必要になります。

EISCAT_3Dレーダーへの期待

くわしい観測とは、精度を高くするだけではありません。EISCATレーダーが見ているのは、高さ方向の1次元の分布です。そのため、オーロラのように3次元の構造をもち、それが時間とともにばげしく変動する様子を調べるには、時間分解能と空間分解能がとも足りません。極域超高層大気の研究が求めているのは、水平方向と高度方向を含む3次元の空間を、高解像度で観測できる新しいレーダーシステムでした。2003年ごろから、日本を含む関係諸国が集まり、そのような次世代のレーダーシステムの検討を始まりました。これがEISCAT_3D（アイスカット スリーディー）計画です。この3Dは3次元を表しています。

EISCAT_3Dレーダーは、これまでのパラボラ式アンテナに代わり、約1万本の小さなアンテナを組み合わせた方式をとります。アンテナから送信される電波ビームの方向を瞬時に変えていくことで、3次元の立体観測をおこなうことができます。この方式では時間変化もわかりますから、4次元観測とも言えるでしょう。スカンジ



「EISCATレーダー（トロムソ）」

口径32mのパラボラアンテナと送受信装置から構成され、33年間にわたって観測を続けている。

ナビア半島北部の5つのサイトに段階的に建設し、2020年ごろの観測開始を目指しています。超高層大気の観測範囲は高度70～2000キロメートル、時間分解能は0.1秒以下、空間分解能は50メートル。世界最高の性能をもつレーダーになります。

EISCAT_3Dレーダーの大きな目的は、太陽からのエネルギーが極域にどのように流入し、変換されていくかを明らかにすることです。極域に流入した太陽風エネルギーは、オーロラを発生させるだけでなく、大気を温めたり、加熱されたイオンが宇宙空間へ流出したり、また、極域の大気の乱れが下層や低緯度へ移動していくなど、複雑に変化しています。しかも、その変動や変換は3次元的に生じているので、その過程を理解するには3次元観測が不可欠です。太陽からのエネルギーが超高層大気で変換されるプロセスが総合的に解明されれば、宇宙天気*2の予報・予測にも役立つことでしょう。

「3次元の観測が可能になるこれからこそ、超高層で生じるさまざまな現象がどのような仕組みでおきているのかを理解する絶好の機会と言えますね（小川さん）。

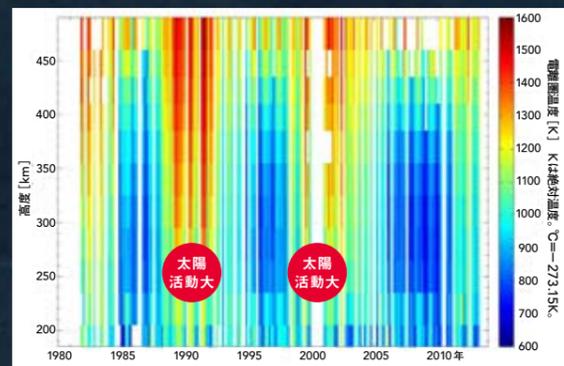
*1 磁気緯度：地球の磁場に基づいた座標の緯度。地磁気のゆっくりした移動に伴って少しずつ変化している。磁気北極は現在、地理的座標の南緯約80度、西経約72度に位置している。

*2 宇宙天気：太陽などからやってくる高エネルギー粒子による宇宙環境の変動。高エネルギー粒子の量が増えると、人工衛星に障害を与えたり、地上の通信システムにも影響を及ぼすことがあり、宇宙天気の予報が必要とされている。

極の先端研究

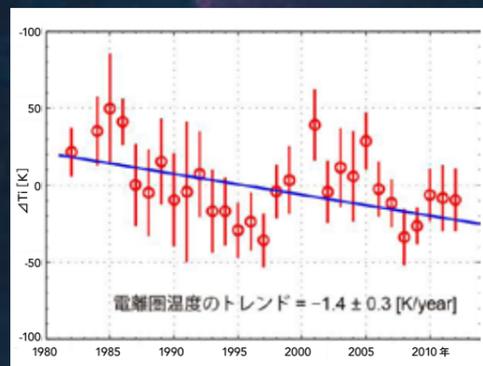
EISCATレーダーが見た 超高層大気

太陽からの高エネルギー粒子が流れ込む北極。
EISCATレーダーが見た未知の現象とは？



「EISCATレーダーが観測した電離圏温度の変動」

33年間（1981～2013年）の高度180～480kmの温度変動を示したものの。太陽活動の極大期には約1500度まで上昇したことがわかる。



「高度320kmの電離圏温度の長期変化」

太陽活動の影響を取り除いたことで明らかになったもの。1年間あたり約1.4度の割合で温度が低下している。



地球の果てを感じさせる風景だった。風速20mの強風が吹く。地球の探偵は、歩き続ける。

南極・北極写真館

第2回 「地球の探偵」

探検の匂いを感じ、参加する気になった地学調査隊。研究者は自分たちのことを“地球の探偵”と呼ぶ、奇妙な人たちだった。

地球で起きた“事件”の謎を解き明かすから、“地球の探偵”なのだが、“事件”とは、大陸の衝突や分裂といった出来事で、事件の謎を解くために証拠、岩石試料を採集は採集しなければならない。良い証拠、岩石が採集できると地球の探偵はとても喜び、ザックは30キロ、40キロと重くなる。私は、ザックが重くなればなるほど喜ぶ人を初めて知った。

「7000万年前は、新しい」という地球の探偵の言葉を聞いたとき、時間感覚が狂っていると思った。私は、樹齢千年を超える巨樹を見て千年単位で命を考え、シベリア極北でマンモスの死体を見て、1万年単位で自然を考えるようになった。7000万年前は、極めて古いと思うのだが……。3年続けて、5億年、10億年前の大陸衝突の現場ばかりを眺めた。地球を考える時間単位は、“億”。時間軸は、46億年という感覚に私もなった。

南極は、地球を覆う森も草原も土さえ存在しないため、大陸が衝突や分裂したときの褶曲や断層を直接見ることができる。すると地球の探偵は、身振り手振り地球の力を推理して興奮し、踊りはじめる。そして、岩を舐める。「なぜ？」と問うと、「岩によって味が違う」と言う。私も岩を舐めてみた。それぞれの岩の味は、ほんとうに違った。

地球の探偵が使う道具は、ハンマー、ルーペ、ノート、色鉛筆と簡素だ。カメラを持っているが、見事な露頭スケッチを描く。極寒、強風にさらされても一心不乱に岩を見る。執念は、尋常ではない。南極へ来るチャンスは、もうないかもしれない。だから、「時間だから帰りましょう」という言葉を私は封印した。

ある日、地球の探偵、志村俊昭と二人で調査に出かけた。良い証拠がたくさんあったので、調査に手間取りキャンプに帰るタイムリミットが迫っていた。白い大理石の露頭が、20分ほど登った尾根に見えていた。「気になる!」。私たちは、走るようにして登った。そこで、サファイアを見つけた。大急ぎで、“証拠”を集め、キャンプに帰った。翌日は、キャンプ移動準備のため調査をしない日だった。志村は、「明日も現場に行きたい」と大和田正明隊長に頼んだ。「キャンプ撤収は二人でやるから、君たちとあと二人、計4人で現場へ行け」と大和田隊長は言った。

4人で調査すると、サファイアを含む岩石をさらにたくさん発見できた。帰国後、志村が採集した証拠を分析してみると世界新発見の鉱物が見つかった。その名は、マグネシオヘグボマイト-2N4S。ルビーのように赤く美しい鉱物だ。私は、40kgを超える証拠を担いだ。サファイアに目がくらんだのって? いやいや、何か本能的に“事件”の匂いを感じたからだ。南極では、嗅覚がものをいう。

志村俊昭が発見した鉱物、マグネシオヘグボマイトの単結晶。執念と嗅覚、そしてチームワークの成果だ(撮影:志村俊昭)。



ルーペで岩を観察する地球の探偵。3か月間に採集する証拠、岩石は3トンほどになる



晴れていると大陸下降風、カタバ風がいつそう強くなる。寒さと強風にへこたれないのが、地球の探偵だ。



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。」

セール・ロンダーネ山地地学調査隊

セール・ロンダーネ山地は昭和基地の西方約700km、標高1000~3000mの山々から成る。地学調査隊は第49、50、51次隊(2007~2010)で派遣された。



おしまん

第11話
第3の基地

うめ

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。

雪上車を
昼夜兼行で
動かせば
なんとかなる
見込みが立った

まさか…
奥の手が
ある

寺井 啓
新基地設営輸送担当

どうせ
建設の時は
白夜だろう？

これだけの
資材をたった
数日で

運び
される
のか？

さらには
氷床の上に
建てるから
基礎に
コンクリが
使えない
オレが
なんとか
する！

佐野は
コンクリの代わりに
ペニヤをつかった
新しい工法を提案

苦勞の甲斐あり
1982年6月
新基地
設営計画を
正式に承認

佐野雅史
新基地建築担当

大陸岩盤

1984年12月
第26次観測隊が
建設に着手

今日は
-5℃か
暖かいな

重機は
持ち込めず
人力作業

午後から
風が
強くなる
急ぎよう

お前もな
ひどい日焼けは
「ナ型病」と
名付けられた

極地研の
永田所長に
似てないか

加えて保護クレーンが
効かないほどの
日差し十照り返しで
ひどい面相となる

ひどい
タラコ唇
だな

そして
1984年12月31日
建物通信
アンテナ完成

困難な
ミッションを
よくぞやり
遂げてくれた！

おおおおお！

第3の基地は
「あすか基地」と
命名され鮎川勝が
初代越冬隊長となる

数々の
観測成果を残し
現在は当初の
役割を終え
雪原の中に
静かに眠っている

川回貞男
第26次隊長

1978年
国立極地研究所

なあ…新しい
観測船できる
んだろ？

今までと同じ
観測体制で
いいの？

だからって
オレたち若手に
できることって

けど何か
やってみたい
じゃないか

だったら

新しい基地でも
作りやいいじゃ
ないか

え…

何か新しいことを
してみたい若者と
して

ママジ
ママジ
ママジ

若手の育成をしたい
村越の思いが
一致した瞬間だった

ええーっ！

村越 望
国立極地研究所
観測協力室長

どこでも
好きな場所に
作るって
わけにもなあ

作る以上は
観測する意義の
ある場所じゃ
ないと

広大な
露岩地帯での
地学的な
観測は
外せない

これ新しい
船までに
まとまるの
か!?

「昼飯会」など
自主的な集まりを
重ねたメンバー達

設営工学の
面からも
だな…

近年
諸外国の
基地では…

そうそう
他にも…

検討の末
昭和基地から
700キロはなれた
人類未踏の地
セール・ロンダーネ
山地が候補地に
選ばれた

おまえ
計画書作れ

オレが
上に通して
やる

お願いします！

川回貞男
計画総責任者

鮎川 勝
計画書作成担当

国立極地研究所(当時)

しかしここで
様々な問題に
ぶつかる

たった
2週間!?

そのひとつが
基地設営の期間



誌上「南極授業」

教室も教科書もない 南極で

フィールドワークから授業のアウトラインを描き、教材をつくった澤柿先生。どこからともなく聞こえてきた“声”を紹介します。

Profile

澤柿教淳 (さわがき きょうじゆん)



「2012年11月から4か月間、第54次日本南極地域観測隊に同行。当時の勤務校、富山大学人間発達科学部附属小学校のほか、富山大学黒田講堂、東京都多摩動物公園に集まった子どもたちに向けて、オリジナル教材で授業を行った。」

「しらせ」の生き様

「後戻り」は「あきらめ」ではない

厚さ6メートルもの海氷にぶち当たりながら私たちが南極に連れて行ってくれた南極観測船「しらせ」。援護の船がない孤独感や途中で故障するわけにいかないという使命感の中、時には来た道を引き返したり停船したり

氷に阻まれるしらせ
(リュツォ・ホルム湾にて)。

しながら昭和基地を目指していました。そんなとき、ふと「しらせ」から感じたこんな生き様。

「困難にぶち当たったときは、一度は後戻りをするけれど、決してあきらめたわけではない。周囲の状況を見極め、体勢を整えてまた挑戦する」。

真夜中の太陽のささやき

利用できれば可能性は無限大

太陽光発電と風力発電を試みている昭和基地。その可能性を子どもたちと一緒に考えるために、自作のミニ発電装置とコンデンサー付き模型列車を持ち込んで実験をしました。南極の自然を利用したエネルギーで模型列車が勢いよく動き出したそのとき、真夜中の太陽から聞こえてきたこんなささやき。

「白夜の南極では真夜中でも発電ができる。毎日決まって吹く南極特有のカタバ風も利用できる。地球の南の果てで蓄えられるエネルギーの可能性は無限大」。



白夜の太陽光発電実験(昭和基地内にて)。

仲間からの合い言葉

最後の1パーセントまであきらめない

初めは三人で取りかかった野外での太陽光パネル交換作業。ところが、新品パネルのサイズが違うトラブルが発生。あらゆる道具で修復を試みるもうまくいきません。最後は野外活動に来ていた7名全員の総力戦となりました。なんとか作業を完遂した深夜の11:00過ぎ、仲間たちの中から発せられた言葉。

「仲間がついている。最後の1パーセントまであきらめない」。



チームワークでやりぬく(ラングホブデにて)。

ペンギンと自作ペンギンロボットの会話

わからないからおもしろい

「ペンギンはどうしてぴよこぴよこ歩くの?」。そんな子どもたちの素朴な疑問に答えようと、ペンギンロボットを自作しました。それを南極に連れて行って、歩かせてみたときに聞こえてきた会話。

ロ「ぼく、あなたの骨の仕組みを調べたのね。そしたら、少しでもよくなったよ。ほら。(ぴよこぴよこ)」

ペ「……? 確かによくなってね。でも、ぼくの進化の秘密は、まだ誰もわかっていないんだ」

ロ「わからないからおもしろい! こんどそ君のまねをするぞ」。



自作ペンギンロボットで、ペンギンの歩き方の秘密に迫る。



アザラシのミイラ
(スカーレンにて)。

アザラシのミイラのメッセージ

人間の尺度を超えた時の流れ方がある

南極では「時」も凍る。そう感じさせる出来事がありました。氷壁が間近に迫る湾岸沿いでアザラシのミイラに遭遇したのです。ほぼ全身の骨格が残っていて、今にも動き出しそうでした。いつ、この浜辺にやってきたのだろう。いつから横たわっているのだろう。そう思いながら横に並んで寝転んだとき、聞こえてきたのはこんなメッセージ。

「南極には人間の尺度を超えた時の流れ方がある」。

ふるさとの偉人からのエール

どこにいても自分らしく

最後に、個人的なことで恐縮ですが、昭和32年、第1次日本南極地域観測隊が南極に到達したとき、そこにはふるさと富山の隊員が数名いました。「芦峠五人衆」です。立山山岳ガイドとして高い技術と屈強な精神力を兼ね備えていて、西堀越冬隊長が強く参加を要請したそうです。昭和基地には今なお、彼らが建設した一棟が現存しています。その奇跡の棟を前にして聞こえてきた故郷の偉人からのエール。

「南極に立って、初めてふるさとの魅力に気づくことがある。世界中どこにいても自分のルーツには誇りを」。

第1次観測隊「芦峠五人衆」(富山県出身)。
富山県立山カルデラ砂防博物館所蔵



極の技術

航空機用の 雪氷上滑走路

南極大陸への人員輸送、物資輸送は通常「船」を使います。日本の場合は観測船「しらせ」で輸送し、到着まで片道約2か月を要します。南極への輸送や基地建設作業は短い南極の夏期間（おおむね11月から翌年の2月）におこなう必要があります。また、地学、生物などの研究観測も夏期間におこなわれます。

この短い夏期間を有効に使うための方法の一つが、航空機を活用して輸送にかかる日数を短縮するというものです。通常の大規模航空機の運行にはタイヤで離着陸できる滑走路が必要となりますが、南極大陸はその大部分が氷床に覆われていて、露岩地帯はわずかしかなかったりしません。その露岩地帯に滑走路を造成するには、莫大な経費と労力が必要となります。南極の環境保全の観点からも認められません。こうした事情のもとで、南極の自然を利用し、雪氷上に滑走路をつくるという発想が生まれました。

■ 雪を押し固めて融解しにくくする

雪氷上に大型輸送機がタイヤで離着陸できる固い滑走路をつくるには、まず雪上車やトラクターで表面の雪をか



オーストラリア ヴィルキンス滑走路の造成

き混ぜる機械を牽引して雪を粉碎した後、重いローラーで雪面を押し固めます。雪の固体粒子が融点より少し低い温度で固結する「焼結作用」を利用した工法です。雪を握って雪玉をつくるのと同じ原理です。

南極大陸の内陸にある裸氷地帯（表面が雪に覆われていない場所）での滑走路造りもおこなわれています。最初に、グレーダー（整地や除雪に使われる作業車）で表面の凹凸を平坦にします。次に、裸氷面に雪を約20センチの厚さに敷き詰め、10センチの厚さになるまでローラーなどで踏み固めます。こうすることで、裸氷に比べて表面が融解しにくくなり、着陸時にタイヤの摩擦抵抗が増し、安全性が高まるのです。

■ 昭和基地へも航空機が運航

昭和基地へも航空機で行くことができます。日本を含む9か国が共同で夏期間に航空機を運航する「ドロームラン」という仕組みがあります。ケープタウンから4100キロメートル離れた南極大陸にあるロシアのノボラザレフスカヤ基地近隣の滑走路まで、タイヤ付きの大型輸送機で5時間半、そこから車輪の脇にスキーが付いた小型機に乗り換えます。スキーが付いていると、雪面を簡単にならしただけの滑走路で十分離着陸が可能となり、天候に恵まれれば日本から数日で到着できます。しかし、航空機で輸送できる量は船でのそれとは比較にならないほど少ないこと、雪氷上滑走路の融解防止や滑走路雪面の維持などの管理に多くの人員・費用が必要であること、南極特有の自然環境下での航空機の安全な運行管理が必要となることなど、雪氷上滑走路を使うことには課題もあります。

ノボラザレフスカヤ基地氷上滑走路のドロームラン大型航空機



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。



1968年度に建設された第10居住棟の木質パネル。

日本の住まいに使用されているミサワホームの木質パネル。



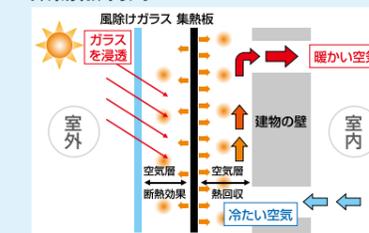
いちばん新しい昭和基地「自然エネルギー棟」が、
2011年グッドデザイン賞を受賞しました。（国立極地研究所・日本大学・ミサワホームの共同受賞）



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



子供たちに夢と希望を届ける
南極クラス
Antarctic Class

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/

2013年グッドデザイン賞
キッズデザイン賞受賞



お問い合わせ/ミサワホーム株式会社 法人・不動産開発部 法人営業課 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/



南極でスキー、スケート

成瀬廉二 (氷河学)

「雪と氷の世界」南極では、スキーやスケートをやろうと思えばかなりできる。昭和基地のある東オングル島内には、夏は雪解け水を貯える真水の池がいくつかあり、秋に結氷すればスケートが可能になるが、猛吹雪があると池の氷の上に雪が厚く吹きだまるので、スケートのシーズンは短い。

一方、スキーは基地周辺に中小の雪渓があり、通年可能である。越冬中のレクリエーションの一つとして、スキーが盛んな隊もあるが、ほとんどしない隊もある。長い夜が明けた厳寒期は、運動不足の解消には良いが、実はスキーの本当の面白さはない。何故なら低温下ではあまりよく滑らないからである。

スキーやスケートは、雪や氷が非常に滑りやすいという特異な性質を利用したスポーツである。しかし、その性質は温度により大きく変わる。スピードスケートの競技では氷の温度が $-2\sim-7^{\circ}\text{C}$ のときに良い記録が出ている(1968-69年、屋外リンク)。スコットの南極探検(1910-13年)『世界最悪の旅』にも、人引きソリには気温 -4 から -10°C までが好適、との記述がある。雪や氷の滑りに関しては古くから多くの研究が行われてきたが、最も主要な仕組みは、摩擦により発生する熱が雪氷の表面を僅かに融かし、その水の薄膜が潤滑剤の役を果たす、というものである。したがって、温度が低すぎると水膜ができず、スキーやソリは「ギーギー、ギシギシ」となる。また、温度が 0°C に近いと氷が軟らかくなり、かつ生成された水の層が逆に抵抗となる。

第10次隊の内陸旅行出発の前日、私はスキー一足を雑荷ソリの隙間に積み込んだ。その目的は、第一はクレバス(割れ目)地帯でルート探索に必要となるかも

知れないこと、第二に機会があったらやまと山脈で滑りたいということであった。

1969年12月31日、氷床の流れを調べる測量作業の締めくくりとして基準点の天測が完了し、同日深夜にかけてやまと山脈南部のA群の麓に移動しベースキャンプを設置した(標高2000m付近)。翌1月1日、新年のランチを祝った後、全員でA群主峰(2380m:小元による計測)に登頂した。

A群の副峰には、程よい傾斜で凹凸のない雪の斜面が広がり、クレバスはなく、表面は深雪でも氷板でもなく、風で固められた新雪であった。これならば、余程無理なターンをしない限り転倒や滑落はないと確信し、ここでスキーを決行することにした。念のため吉川ドクターに、斜面全体が見える場所にて監視と万一の場合の対処を依頼して、高度差100m程度の斜面を1本滑り下った。晴れ、弱風、雪質も良好のもと、やまと山脈スキー初滑走は3か月におよぶ内陸旅行中の豪華な休日のひと時となった。



やまと山脈A群の山塊(キャンプより)。中央の副峰をスキー滑走。

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

「北極科学サミット週間2015
(ASSW2015)」を日本で開催



世界の北極研究者や関係機関が一堂に会して、観測協力や研究成果などについて集中的に話し合いを行います。17回目となる今年は、2015年4月に初めて日本で開催(富山市)されます。4月26日(日)には、一般の方向けに公開講演会を開催します。

公開講演会のHP

<http://www.assw2015.org/japanese/meeting.html>

極 きよく No.12 2015 春号

発行日: 2015年3月18日

発行:  国立極地研究所
大学共同利用機関法人 極地・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

デザイン: フレーズ

制作: サイトック・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