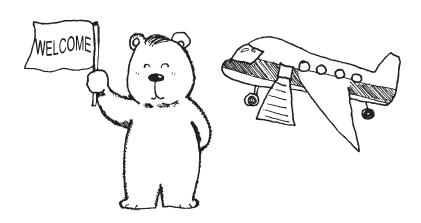
短弧 500次线



大村純子•絵

制 作 名古屋大学宇宙地球環境研究所 りくべつ宇宙地球科学館 豊川市ジオスペース館

発行名古屋大学宇宙地球環境研究所 http://www.isee.nagoya-u.ac.jp/

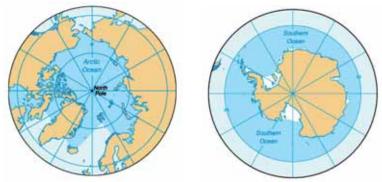


***** はじめに*****

北極や南極では、赤道地域や日本が位置する中緯度地域に比べて、太陽から受けるエネルギーの量は少ないですね。この条件が、地球の長い歴史を通して、「極地」を雪と氷の世界にしてしまいました。極地に生きる動物や植物、そして人間も、厳しい自然環境に順応しながら、独自の生活パターンを築いてきました。

今日、世界の文明の発展によって、人々は快適な生活を楽しむことができるようになりましたが、一方では、地球温暖化等の環境変動によるグローバルな社会問題が深刻になっています。このような問題を解決するには、クリーンな極地で自然環境の変動を科学的に調査することが、とても重要です。

この小冊子は、極地に関する基本的な「なぜ」を取り上げ、ひとつひとつに簡単な形で答えています。多くの読者の方が極地の自然現象に興味をもち、太陽と地球の関係をより深く理解するために、参考にしていただければと思います。



Courtesy of the University of Texas Libraries, The University of Texas at Austin.



アムンゼンの銅像(4参照)。

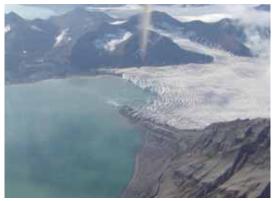




"ころがる太陽"。極地では、太陽はあまり高く昇らないかわりに、なかなか沈みません。昭和基地の夏の12月中旬から1月中旬にかけて、太陽は真南で一番低くなり、また昇ります。冬はこの逆で、正午頃、北の地平線を上に弧を描くように動きます(5参照)。



カナダのサスカチュワンで 見られたハロ・幻日 (14 参 照)。



小型飛行機から見える、ス ヴァールバル島の谷氷河 (16 参照)。

もくじ

***** 極地とは*****

- 1. 極地とはどの地域のこと?
- 2. 日本で極地研究が始まったのはいつ?
- 3. 南極はどこの国の領土なの?
- 4. 北極基地はどこにある?
- 5. 白夜と極夜はどんな夜?
- 6. 極地には3つの極があるって本当?
- 7. 南極点からは四方八方すべて北?
- 8. 南極大陸が他の大陸と離れているのはなぜ?

***** 気温, 天気****

- 9. 北極と南極では気温はどちらが低い?
- 10. 極地でも夏は暑い?
- 11. 極域でも温暖化しているの?
- 12. ブリザードってどんな現象?

- 13. 温暖化すると積雪量が多くなる?
- 14. ハロ・幻日ってどんな現象?

***** 雪 と 氷 *****

- 15. 極域にある氷にはどんな種類があるの?
- 16. 氷河の動く速さはどれぐらい?
- 17. 滑らかな氷の表面や、クレバスの中が青く見えるのはなぜ?
- 18. 北極と南極では雪と氷の量はどちらが多い?
- 19. 北極海の氷はなくなるの?
- 20. 極地の氷が融けるとどうなる?
- 21 氷床のボーリングで何がわかる?
- 22. 永久凍土はなくなっちゃうの?

***** 地震. 火山. 隕石 *****

- 23. 極地でも地震がある?
- 24. 極地に火山はある?
- 25. 極地にはどんな資源がある?
- 26. 南極大陸ではなぜ隕石がよく見つかるの?

***** オゾンホール *****

- 27. オゾンホールってなに?
- 28. オゾンホールはこれからどうなるの?

***** オーロラ *****

- 29. 極地が宇宙への窓とはどういう意味?
- 30. 北極と南極とでは同じオーロラが同時に見える?

- 31. 極地では真昼でもオーロラが見えるって本当?
- 32 オーロラ観光はどこへ行けばいいの?
- 33. オーロラレーダで何を測るの?
- 34. オーロラ観測ロケットで何を測るの?
- 35. 宇宙からの音楽とは何のこと?
- ***** 動物,植物*****
- 36. 極地にはどんな動物がいるの?
- 37. 極域の海のアザラシは何を食べるの?
- 38. ペンギンが南極に多いのはなぜ?
- 39. 極地にはどんな鳥がいるの?
- 40. 極地では花は咲くの?
- ***** 生活, 交通 *****
- 41. 極地には人が住む町はある?
- 42. 北極と南極へはどのようにして行くの?
- 43. 砕氷船は氷の中をどのように進む?
- 44. 極地の野外活動で注意することは?
- 45. 南極ではどんな車が使われるの?
- 46. 極地でガソリンは凍らないの?
- 47. インターネットはつながるの?
- 48. 南極越冬隊員は何を食べているの?
- 49. 昭和基地での電気はどうしている?
- 50. 南極の環境を守るにはどんなことをしているの?

1. 極地とはどの地域のこと?

「極地」とは寒い地域だと、まず思い浮かびますね。紀元前のギリシャ時代には、丸い地球を5つの気候帯に分けて、北極と南極の地域を「冷凍帯」と呼んでいました。その後、北極と南極とではいろいろな違いがあることがわかり、北極と南極を別々の定義で分類していた時代もありました。現代では、北極、南極の共通の定義として、地理上で緯度 66.5 度より高緯度側を「極地」と呼んでいます。

このような極地では、夏には 24 時間太陽の沈まない日が少なくとも 1 日はあり、逆に冬には 1 日中太陽の出ない日が 1 日はあります。一般に、北半球のグリーンランドの南端やアイスランド、南半球の南極半島の先端は緯度 66.5 度より低緯度側にあるので厳密には極地ではありませんが、これらの地域を含んだ呼び方としては「極域」が使われます。



2. 日本で極地研究が始まったのはいつ?

日本の極地研究が本格化したのは、1957 - 1958 年の国際 地球観測年(IGY)に実施した南極観測からです。オーストラリ ア、チリ、ノルウェー、イギリス、アメリカ等は南極観測のために、 南極大陸とその周辺に 55 の観測所を設置し、国際共同観測を実 施しました。日本の第1次南極観測隊は、1957年1月29日 に昭和基地(南緯69度00分、東経39度35分)を開設。 気象、 オーロラ、地磁気、地震等の地球物理学の分野を中心に共同観測 を行いました。各国の科学者は、IGY における科学観測の成果は 国際共同観測の結果であることを強く感じて、1961 年に発効 した「南極条約」により、IGY 以後も国際協力が引き継がれました。 それでは、IGYにおける北極観測はどうでしょう? ノル ウェー北方のスヴァールバル諸島に外国が共同で観測隊を送り、 北極海の海氷調査等を行いました。日本はこの北極観測には参加 しませんでしたが、研究者グループが個別にグリーンランド、北 極海、アラスカで科学調査を始めました。日本の北極観測が本格 化したのは、1990年代に入ってからになります。



スヴァールバル・ニーオルスンにあるノルウエー極地研究所。

3. 南極はどこの国の領土なの?

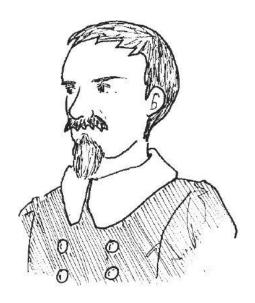
南極地域において国際共同で科学観測を継続して行うために、 日本を含む 12 カ国により南極条約が締結。1961 年から発効され、南極研究科学委員会(SCAR)が設置されました。南極条約の骨子は、「平和目的の科学活動のみに限定し、軍事的な活動を禁止する」、「領土主権や領土請求権を凍結する」、「核兵器の持ち込み、核実験、核物質の廃棄を禁止する」「科学的調査の自由と国際協力を促進する」、「観測成果の公表や科学者の交流、情報の交換を行う」、「条約加盟国は他国の基地を査察できる」ことです。南極はどの国にも属していませんので、南緯 60 度以南の地域

南極はどの国にも属していませんので、南緯 60 度以南の地域のどこに行くにも、パスポートは必要ありません。南極条約に加盟している国々は、観測のために自由にこの地域を往来できます。2015 年現在、条約加盟国は 52 カ国です。



4. 北極基地はどこにある?

北極地域にも、どこの国にも属さない地域があります。それは、 北欧のノルウェーの北方約 1000 km にあるスヴァールバル諸島。 スヴァールバル諸島は、もっとも大きなスピッツベルゲン島、5 つの大きな島、そして数多くの小島からなっています。これらの 島々が位置するのは、北緯 77 度から 81 度。1920 年に決めら れたスヴァールバル条約により、主権はノルウェーに与えられて いますが、島が領土ではないのでノルウェー人は本籍を置くこと はできません。条約では、ノルウェーを含め、どの国もこの諸島 内に軍事基地を置くことは禁じられています。スピッツベルゲン



アムンゼンは初めて南極点に到達したことで有名ですが、北極ニーオルスンを拠点に飛行船によって北極点にも到達しました。両極到達に成功した最初の探険家です。

島は、昔は石炭の採掘で栄えていましたが、いまでは、ほそぼそと掘っている程度です。また、島の周りはエビやホタテが採れる漁場が広がっています。島内の首都のロングイアービエンにはノルウェー本土のトロムソーからの定期航空便があり、夏には多くのツアー客が北極の自然を楽しみにやって来ます。

ロングイアービエンの北方約 100km にあるのが、北緯 79 度 55 分のニーオルスンという国際共同の観測基地。かつては北極探検の拠点であり、それを記念して、探検家で有名なノルウェー人のアムンゼンの銅像や高い鉄塔が立っています。現在では、世界各国から科学者が極地観測や研究のために訪れます。日本の科学者は 1980 年代半ばからここでオーロラ等の観測を始め、1990年代からは、いろいろな科学分野の本格的な北極観測が始まったのです。

5. 白夜と極夜はどんな夜?

地球の自転軸は、太陽公転面に垂直な線から 23.5 度傾いています。この自転軸の傾きによって、緯度 66.5 度より高緯度の極地では少なくとも 1 年に 1 日以上、夏には太陽は沈まず、冬には現れません。白夜とは本来、太陽が地平線や水平線より下に沈んでも薄明るく、暗くならない夜のことを言いますが、今日では、太陽が沈まない夜のことを白夜と呼んでいます。

反対に極夜とは、太陽の現れない夜のことを言います。緯度 66.5 度より高緯度側に行くほど、1 日中太陽の出ない、あるい は沈まない日数が多くなります。北極点や南極点では、白夜と極 夜がそれぞれ半年間続くことになります。中緯度に住んでいる私 たち日本人にとっては、太陽が沈まない明るい夜と言われてもピ ンと来ませんね。





6. 極地には3つの極があるって本当?

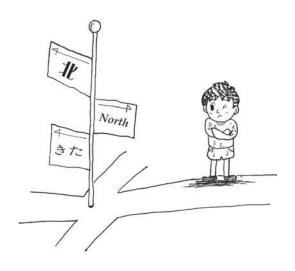
北極点や南極点は、地球の自転軸が地表面と交わる点をさします。これは地理的な極です。地球上の位置は緯度と経度で表しますね。北極点は北緯 90 度、南極点は南緯 90 度で、経度のない特異な点です。北極点は北極海の海氷上に、南極点は南極大陸の標高約 2800 m の氷原上にあります。

2番目の極は、北磁極、南磁極と呼ばれる磁石の極。ここでは磁石の針が垂直に立つ点です。両磁極とも年々移動しています。 2005年の測定では、北磁極は、北緯82.7度、西経114.4度のカナダ北方のバリー諸島、そして南磁極は南緯64.2度、東経137.9度の南極大陸アデリーランド沖の南極海です。

3番目の極は磁軸極と呼ばれます。地球の中心には、1本の双磁極(棒磁石)があると考えられています。実際に地球上の多数の点で地磁気の強さを測定し、その測定した分布が、その棒磁石の分布と最もよく一致する棒磁石のN極とS極が磁軸極です。北磁軸極は北緯79.5度、西経71.6度のグリーンランド北西部にあり、南磁軸極は南緯79.5度、東経108.4度の南極大陸の氷原上に位置しています。



7. 南極点からは四方八方すべて北?



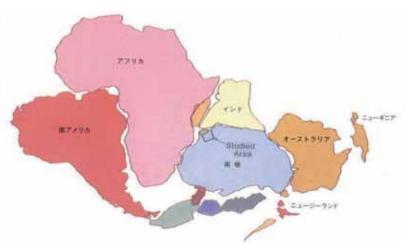
地球は、地理的な北極点、地球の中心、南極点の3点を串で通した軸の周りを回っています。地球上のある1点での北方向とは、その1点と地球の中心、及び北極点を結ぶ子午面内にある子午線の方向を指します。もし、地球上のある1点が南極点ならば、子午線は無数にできるので、南極点からは四方八方すべてが北方向になります。

南極点は南極大陸の標高 2800 mの氷原上に位置しており、アメリカのアムンゼン・スコット観測基地が建てられています。その近くに観光用の「南極点」の標識がありますが、氷原は年々少しずつ動くので、正確な南極点ではありません。本当の南極点は標識から少し離れた点にあり、測量した年月日が記されているのです。この点で、そこに記された年月日に四方八方を見れば、すべて北方向。そして、この点の周りを回れば地球を経度方向に1周したことになります。

8. 南極大陸が他の大陸と離れているのはなぜ?

南極大陸の大部分は氷に覆われ、露岩地帯は全体の5%にすぎません。この露岩地帯の地質を調査した結果、南極は南アメリカ、アフリカ、インド、オーストラリアとひと続きの超大陸として、約6億年前に誕生したという「ゴンドワナ大陸」の説が出されました。そして、ゴンドワナ大陸は1億8000万年前から分裂し始めて、南極大陸以外の大陸が離れて、現在のように、南極大陸が太平洋、大西洋、インド洋に囲まれ孤立することになったのです。

ゴンドワナ大陸説の証拠は、これらの大陸の地質構造や化石の 分布などがよく似ているということ。なかでも、南極横断山地で 発見されたグロソプテリスの植物化石がインドでも発見されたこ とや、リストロザウルスなどの爬虫類の化石がインド、アフリカ、 オーストラリアで発見されたことが有力な証拠です。

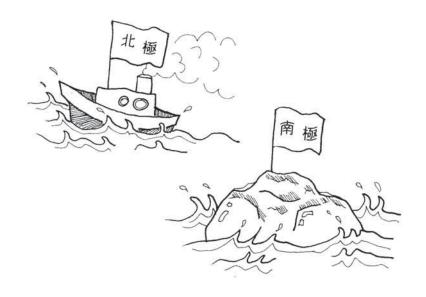


ゴンドワナ大陸の復元図。Studied Area: 日本隊の調査地域 (Lawver et al., 1985 による)。

9. 北極と南極では気温はどちらが低い?

太陽は、地球の北極も南極も、夏と冬とでは逆ですが、同じ条件で照らしています。しかし実際には、南極のほうが北極よりも、夏も冬も平均気温は低くなっているのです。たとえば、北極点では、夏の7月はほぼ〇度、南極点では、夏の1月はほぼ一30度です。さらに、北極点では、冬の1月はほぼ一30度で、南極点では冬の7月は一70度にもなります。つまり、北極と南極の気温の差は、太陽と地球の位置関係では説明されないのです。

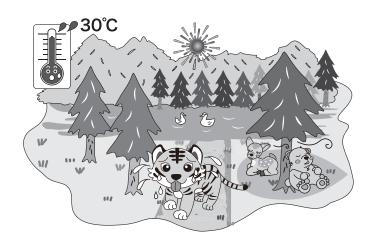
気温の差の原因はなんだと思いますか? それは、北極域の大半は海であるのに対し、南極域は平均標高約2300 mの氷の大陸だからです。海の中にいるのと冷凍庫の中にいるのとでは、様子が違うことはわかりますね。この両極の地形の違いが、両極間の気温の差をもたらしています。



10. 極地でも夏は暑い?

シベリアと聞くと「非常に寒い場所」というイメージがありますが、シベリアの夏はとても暑い日が続きます。夏至(6月21日頃)の頃から7月下旬頃まで、日中の気温が30℃を超えることが多くなります。つまり、東京や名古屋の夏の気温と、それほど大きく変わらないのです。ただし、シベリアでは空気が乾燥しているので、日本のように蒸し暑くは無く、木陰に入れば過ごしやすく、日本の夏より快適です。

一方、南極はどうでしょうか。沿岸域にある昭和基地では夏(1月)の平均気温はほぼ○℃であり、日本やシベリアの夏に比べてかなり寒冷といえます。しかし、想像したよりも寒くないと思いませんか?夏の最低気温はマイナス4℃程度まで下がりますが、日中はプラスの気温まで上昇します。また、温暖な空気が氷の山(氷床)を駆け下るフェーン現象が起こると最高気温が10℃近くまで上昇することもあります。



11. 極域でも温暖化しているの?

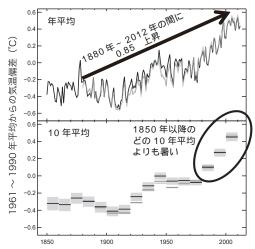


図. 観測された世界平均地上気温(陸域+海上)

の偏差 (1850 ~ 2012 年)

出典:図, IPCC AR5 WG SPM Fig. SPM.1(a)

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、2013年に公表した第5次報告書で、「気候システムの温暖化については疑う余地がない。1880~2012年の世界平均地上気温は0.65~1.06℃上昇しており、最近30年の世界平均地上気温は、1850年以降のどの10年間よりも高温である。」と報告しています。極域では、なんとこの値の倍以上の速さで気温が上昇している場所もあります。そして、夏よりも、冬の気温が上昇しているようです。

注意しなければならないことは、極域では、年平均気温が20年~30年のサイクル(周期)で他の地域よりも大きく変動していることです。このような気温の大きな変動の原因はまだよくわかっていませんが、規模は大きくなくとも温帯域や熱帯域でも同じような気温の周期性があることを覚えておいて下さい。

12. ブリザードってどんな現象?



一般的には、地吹雪を伴った冷たい強風、猛吹雪のことをブリ ザードと呼びますが、気象学的には風の速さ(風速)、どれぐら い遠くまで見えるか(視程)、どれぐらいの時間猛吹雪が吹いて いるか(継続時間)で、ブリザードかそうでないかを決めています。 ちなみに南極の昭和基地ではブリザードを強い方から A 級、B 級、 C 級と3段階に分けて隊員の安全対策の月安にしています。 A 級 ブリザードは風速毎秒 25 メートル以上、視程 100 メートル未 満、継続時間6時間以上の猛吹雪を言いますが、特にその中で もひどい A 級ブリザードの場合は1メートル先も見えなくなり、 うっかり外にでてしまうと建物に戻って来られなくなり命に関わ ることもあります。そこで、昭和基地では安全対策として建物と 建物の間にロープを張り、隊員はロープをつかんで離さないよう にして移動するようにしています。また、建物群を囲むようにロー プを張り、隊員が建物から遠くへ離れないようにしています。A 級ブリザードになると外出そのものが禁止されます。昭和基地で は、年間 50 回ほどのブリザードがあります。ブリザードの後に は、建物の風下に雪の吹き溜まり(ドリフト)が山の尾根のよう にできますが、これは、越冬中の貴重な水資源にもなります。

13. 温暖化すると積雪量が多くなる?

地球温暖化は気温の上昇だけでなく、降水量にも影響を及ぼすことが知られています。極域でも温暖化によって降雪量が変化しているのでしょうか?極域では、低気圧などによって運ばれてくる湿った空気が寒冷な空気とぶつかって雪がふります。そして、温暖化した場合には、気温の上昇とともに空気中に含まれる水蒸気量が増加するため、極域に輸送される水蒸気量が増加し積雪量が増えると予想されています。北極域では降雪量の変化が明瞭ではありませんが、南極大陸では、21世紀に入ってから年間降雪量が増加傾向を示すなど、温暖化の兆候と疑われる事例が報告されはじめています。

他にも、温暖化が進むと大雪が発生するなど、雪の降り方が変化すると考えられます。昭和基地のある東南極では、1日の降雪量が10mmを超える大雪イベントの発生頻度が高まっており、さらに60年に一度という記録的な積雪も観測されています。しかし、極域では気象観測データの年数が短いために、温暖化の影響によって大雪が発生しやすくなってきているとは言えません。今後、長期にわたる観測データをとることが重要であり、さらに雪氷コアの解析から過去の年間積雪量の変化を復元することも重要です。



14. ハロ・幻日ってどんな現象?

ハロも幻日も太陽の光の屈折によって起きる現象です。皆さんもよく知っている虹も同じように光の屈折や反射で起きる現象ですね。違いは虹は空気中の水滴によって起きますが、ハロや幻日は空気中の小さな氷(氷晶)によって起きるところです。水滴はほぼ球形の形をしていますが、氷晶は平たい六角柱の形をしていてプリズムの役目を果たします。太陽の光が色々な角度で氷晶に当たると、約22度の角度で屈折して出てくることが多く、太陽から22度ずれた方向に出てくる光が強くなります。氷晶がいろいろな方向を向いていると、太陽を中心に22度離れた方向にぐるっと明るい光の輪ができます。これがハロです。風が弱いと六角柱の平たい面が上下にそろうようになります。そうすると、ちょうど太陽から水平方向に22度離れた方向が明るく光って見えます。これが幻の太陽、幻日です。



カナダのサスカチュワンで見られたハロ・幻日。太陽を囲む輪と、太陽を通る水平線の交点で最も輝きます。太陽を鉛直に通る光柱も明るく見られます。

15. 極域にある氷にはどんな種類があるの?



南極大陸やグリーンランドが巨大な氷で覆われていることはよくご存じだと思います。このように広大な地域を覆う陸氷の塊を「氷床」と呼んでいます。極域では降雪のほとんどが融けず万年雪となり、下の方にある雪は圧力をうけて氷にかわります。大陸氷床は大陸の中心地域では厚く、沿岸に向かうほど薄く、大陸全体では鏡餅のような形になります。グリーンランド氷床よりも大きい南極氷床では、平均の厚さが2450mで、最も厚いところでは4000mを超えます。

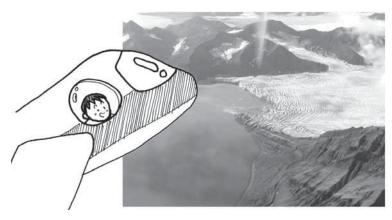
大陸氷床は過去数万年にわたる降雪を保持していますが、重力によって内陸部から沿岸域へとゆっくり流動しています。そして、海に押し出された氷床はそのまま海に浮かびます。この時、大陸氷床と繋がったまま海に浮かんでいる氷床を「棚氷」と呼んでいます。南極大陸周辺には広大な棚氷が発達しており、海に突き出た先端部分の厚さは200m以上もあります。2017年には、南極半島にあるラーセン棚氷の分離が大きな話題となりましたが、棚氷はもともと海に浮かんでいる氷ですので、この氷が融けても海面は上昇しません。また、海に流出した棚氷を「テーブル型氷山」と呼んでおり、四国と同じ大きさの氷山ができることもあります。

16. 氷河の動く速さはどれくらい?

氷河は、大陸の氷床が流れてできる床状氷河と、山岳地帯の氷床が流れてできる山岳氷河に分けることができます。床状氷河は、広大な南極大陸やグリーンランドのような大陸に多く、表面の形は全体にのっぺりとしています。大陸沿岸地域では傾斜が急になっているので、氷流と呼ばれます。氷河の流れる速さはさまざまで、内陸地域では1年に10m、沿岸地域では数百m。そして氷流の速さは、1年に数百mから2000m。

南極大陸には、白瀬中尉の南極探検から名付けられた「白瀬氷河」があります。その幅は 10 km 近くで、長さは 100 km ほどと推定されています。氷河の末端部では、1 日で 5 m の速さで流れています。

北極スヴァールバルには、山岳地帯の氷床が流れ出た谷氷河があります。ロングイアベンからニーオルスンに向かう小型飛行機は、この谷氷河の上空を飛ぶのですが、晴天の時には、雄大ですばらしい景色を見ることができます。



小型飛行機から見えるスヴァールバル島の谷氷河は、上流では縞模様 が美しく、海の近くではひだ状の模様に変わっていきます。

17. 氷河の表面やクレパスの中が 青く見えるのは何故?

氷河の氷はグレシャーブルー(氷河の青)と呼ばれる神秘的な青白い色をしています。15.で書かれていたように氷河の氷は雪が長い年月をかけて押しつぶされて氷になったものです。氷の中に空気の泡(気泡)が多く含まれていると氷は白っぽく見えます。これは光が表面で乱反射するためで、すりガラスが白っぽく見えるのと同じです。氷が圧縮されていくと雪や氷の中に含まれていた空気が外に逃げたり氷の結晶の中にとりこまれて普通のガラスのように透明になってきます。透明になると、光は氷の奥深くまで入って行くことができるようになりますが、氷を作っている水は赤い色の光を吸収し、青い色の光は吸収しにくい性質を持っているため氷の中では青い光がどんどん先へと進むことができます。そこで、氷河の内部で何度も反射してから私たちの目に届く光は青い色をしているのです。

クレバスは、氷河にできる幅数センチから数メートルで深さ十から数十メートルの深い氷の割れ目ですが、表面から入った光がクレバスの亀裂の壁面から出てきて青く光って見えます。

昭和基地から約300km離れた大陸域にある「みずほ観測拠点」は氷の中に埋もれています。クレバスではありませんが、大きく掘った氷の穴(氷の部屋)に太陽の光が入ってくると、青に近い紫色に見えます。あまりにも幻想的な美しさのため、「むらさき御殿」と呼ばれています。

00000

18. 北極と南極では氷の量はどちらが多い?

南極大陸も北極海も日本の 40 倍あまりの面積があります。しかし、氷の量、つまり体積は面積(二広がり)だけでなく、厚さによって大きく変わります。地面の上には雪が積もりますが、海の上には雪が積もりません。北極域の約3分の2は海二北極海です。海の上の氷は海水が凍った「海氷」でその厚さは平均数メートル程度です。一方、南極は大陸が広がっており、15. で書かれていたように、長年降り積もった雪が氷となった「氷床」に覆われ、氷の厚さは平均で2450メートル、最も厚いところでは富士山よりも高い4000メートルに達します。氷の厚さの違いからもわかるように、氷床のある南極の方が氷の量がはるかに多くなっています。北極域にもグリーンランドに氷床があり、またアラスカやカナダなどには氷河がありますが、南極大陸には及びません。南極大陸の氷は地球上の氷の約9割を占めています。

厚さの薄い北極海の海氷の面積は水温の影響を受けやすく夏と 冬で大きく違います。また最近は温暖化の影響で夏の海氷面積が 減少していることがわかってきています。



19. 北極海の氷は無くなっちゃうの?

北極海の浅いところの水温は、場所と季節で大きく変わります。 冬はほとんど全ての北極海で、水温が O℃よりも低く、表面は海 氷に覆われます。ところが夏になると O ℃よりも少しだけ高く なり、海氷が融けやすくなります。最近は、ユーラシア大陸に近 い北極海で、夏になると毎年のように O ℃以上になり、海氷が 消えています。大西洋や太平洋から北極海に流れ込む海水の温度 が高いことが主な理由です。そして、氷が無くなると見た目で黒っ ぽくなるため、太陽光線を吸収しやすくなります。そしてその熱 が海の水を温めることで、さらに海氷を融かしていき、どんどん 海氷が減ってしまうのです。難しい言葉ですが、これをアイス・ アルベドフィードバックと言います。



20. 極地の氷が融けるとどうなるの?

極地には、地球上の全ての氷の99%があり、南極の氷の量が90%を占めます。残りの10%のうちグリーンランドに7%程度、アラスカやカナダの氷河に2%程度が存在します。それでは、これらの氷が全て融けて海に流れ込むとどうなるのでしょうか?最新の研究成果によると、南極の氷が全て融けると地球上の海面が約60m上昇すると見積もられています。これにグリーンランドの氷を加えると約65m上昇すると推定されています。

「大陸氷床がすべてなくなる」というのは極端な仮定ですが、 地球温暖化によって大陸にある氷はすでに縮小しています。グ リーンランドでは、夏に融解する氷の量が年々増大し、降雪量よ りも融解などによって消耗する量のほうが多くなっています。

南極では、グリーンランドのような氷の減少はみられませんが、 海水温度の上昇によって棚氷が崩壊しやすくなったと言われています。棚氷が消滅すれば、背後に堰き止められていた氷床が海に流れ出すことになり、巨大な氷の塊が海中に沈むことになります。 水の入ったコップに氷をいれると水かさが増えるように、これは世界の海面上昇を引き起こすことになります。



21. 氷床のボーリングで何がわかる?

ボーリングといっても氷の上にピンを並べてボールで倒すわけではありません。地質調査のために細く深い穴をほることをボーリングと言います。英語で書くと、前者は bowling、後者は boring です。15. で南極氷床の深さは平均 2450 メートルで最も深いところで 4000 メートルと書きました。氷床は長い年月をかけて南極に降り積もった雪が押しつぶされて氷に変わっていったものです。深いところの氷ほど昔に降った雪からできています。そのため、ボーリングで深いところの氷を掘り出して分析すれば、そのもとになった雪が降った時代の様子(気候や環境)を知ることができます。

南極では、1968年にアメリカのバード基地で2164メートルの掘削に成功しました。その後、各国が共同で掘削の記録を更新していきました。日本では内陸の「ドームふじ」観測拠点で1996年に2503メートルの氷床掘削に成功し、2004年から開始された第2次ドーム計画では最終的に3035メートルまでの掘削に成功しました。これにより、過去72万年におよぶ氷のサンプルを得ることができました。

氷の資料は、円柱状の形をした雪氷コアとして保存されます。 雪氷コアに含まれる水分子の酸素同位体の比率から過去の気温を 推定することができます。また、水蒸気以外の大気中の成分や火 山灰やダストなどの微粒子から火山活動の様子や砂漠などの乾燥 地域の状況やダストを運ぶ風の状況などの過去の地球の環境を知 ることもできます。さらに過去の地球の周りの磁場の変動や宇宙 で起きた超新星爆発の痕跡も見つかる可能性があります。まさに 雪氷コアは天然のタイムカプセルです。

22. 永久凍土は無くなっちゃうの?

永久凍土とは、少なくとも2年以上、地面や地下の温度が0℃よりも低い温度に保たれた土を指します。北半球の陸地、緯度が高い場所(シベリアやカナダ北部)や、標高の高い場所(チベット高原)にあります。陸上には、冬に一時的に凍土になる季節凍土もあります。最新の研究によると、今世紀末までに、北半球の永久凍土の37%が季節凍土になると報告しています(IPCC, 2013)。しかし、永久凍土が無くなることは(少なくともあと万年間は)ありません。その理由は、シベリアやカナダ北部には、地面からとても深いところまで永久凍土になっているからです。

一方、モンゴルにも永久凍土がありますが、モンゴルでは地面の温度が 0℃より少しだけ低い温度で凍っているため、地球温暖化によって永久凍土が無くなる可能性があります。つまり、一年中凍土ではなく、冬だけ土が凍結する季節凍土になってしまいます。凍土は水を通しにくいので、雨が少ないモンゴルでは、夏に凍土が無くなると、夏に降った雨水が地下に染み込みやすくなり、地面が乾燥して草が生えにくくなり、羊や馬、牛などの動物が生きていけなくなり、それらの動物と一緒に暮らしている人間も生活できなくなって大変なことになります。それを防ぐにはどうしたらよいか、皆さん考えてみましょう。

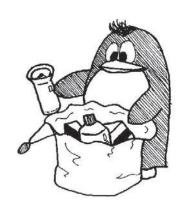


23. 極地では地震がある?

地震が起こる場所は、主にプレートとプレートの境界です。北極海では、グリーンランドの東の海底から北極点近くを通って、ロシアまで線状に延びたプレートの湧き出し口に沿って、地震がたび発生していることがわかりました。

南極大陸では地震はほとんど起こっていないと、IGY 以前には 思われていました。地震の観測点が非常に少なく、地震計の感度 も高くなかったというのがその理由です。しかし、1960 年代に 入って高感度の地震計が置かれるようになり、1968 年には南極 大陸内でマグニチュード 4.3 の地震が発生したことが初めてわか りました。その後 1968 年から 1985 年の間に、南極大陸内で マグニチュード 4 程度の地震が 4 回起ったことが、世界の地震観 測網によってわかりました。

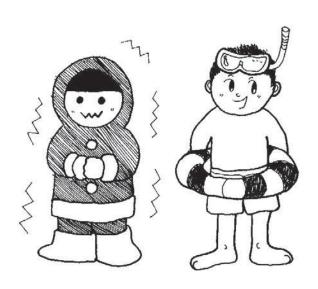
しかし、マグニチュード5以上の地震はこれまで記録されていません。南極プレートはほとんど動かないプレートなので、地震の原因となる歪みが地殻内に蓄積されにくいと考えられます。また、大陸氷床が地殻内での地震活動をおさえているという考えもあります。



24. 極地に火山はある?

北極地域をみると、グリーンランドとノルウェーの間にあるヤンマイエン島は海底火山の島です。そして、アイスランドは氷河で覆われた巨大な火山島。島の南北に大きな地溝が走り、氷河の下で噴火が起き、溶岩は急に冷やされ、噴出物の堆積が海面上に出てきて丘になりました。火山の麓には間欠泉があり、地下の温泉水が数分毎に地上に吹き出していて、今では有名な観光地となっています。

南極ではロス海にエレバス火山があって、その高さは富士山とほぼ同じ。1984年9月に噴火活動があり、1985年12月にも噴火しました。南極半島の先端のデセプション島(南緯63度)には、海底火山の頂上部が海上に突き出しています。島は馬蹄形をしていて、その湾内には温泉が湧き出しています。南極で唯一、海水浴ができる場所ですが、ちょっと不思議ですね。



25. 極地にはどんな資源がある?

北極地域は人間の生活圏に近いため、鉱物資源の開発は早くから進められてきました。スカンジナビア半島の北部やスヴァールバル諸島では鉄鉱石が産出され、グリーンランド南部では鉄鉱石、鉛、亜鉛が掘り出されています。ロシアは、北極では最も広い陸地を持っているため、地下資源の埋蔵量も多く、ニッケル、銅、プラチナなどを産出しています。カナダでは、鉛、亜鉛、銅を主に、多くの種類の鉱物を産出しています。アメリカのアラスカ州は、昔のゴールドラッシュで湧いたように、金や銅のほか、多くの種類の鉱物を産出しています。

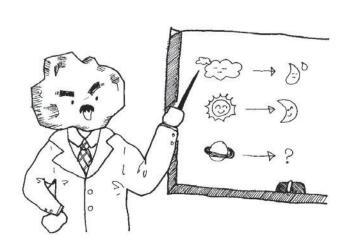
南極地域では、南極の海底に潜んでいると考えられる石油や天然ガスがあります。また、化石資源だけでなく、露岩地域からはいろいろな鉱物が発見されています。しかし、厳しい自然環境のもとでは、鉱物資源の探査や開発にともなう技術的な問題が多く、それに、自然環境破壊は最大の問題です。



26. 南極大陸ではなぜ隕石がよく見つかるの?

隕石は太陽系のどこかから飛んでくる地球外物質で、惑星の形成や、宇宙の創造の過程を解明する貴重な資料ですね。日本の南極観測隊は、1969年に昭和基地の南300kmにある「やまと山脈」付近で9個の隕石を初めて発見し、現在では、1万6千個余の隕石を収集し、世界で1、2を争う隕石の保有国になりました。隕石は地球上にほぼ同じ割合で落下しますが、なぜ、南極大陸で多くの隕石が発見されるのでしょうか?

南極氷床上に落下した隕石は、氷床内に埋まりながら大陸の縁へと運ばれます。大部分の氷床は氷山となって海上に流れ出ますが、氷床が内陸の山脈にぶつかるところでは、氷床は山の斜面に沿って上昇し、風でけずられ、なくなっていきます。その結果、埋もれていた隕石が氷上に現れ、発見されやすくなるというわけです。南極の「やまと山脈」で集められた隕石は「やまと隕石」と呼ばれています。



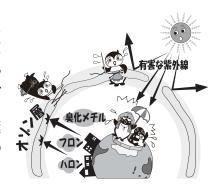
27. オゾンホールってなに?

地球の大気の中には酸素原子3つからできているオゾンと呼ばれる分子があります。オゾンは空気の分子100万個に対して数個しかない微量成分ですが、太陽からの有害な波長の紫外線を吸収して地上の生き物を守っています。このオゾンが極域の春先にほとんどなくなってしまうのがオゾンホール(オゾンの穴)です。穴といっても実際の大気中に穴が空いているわけではありませんが、地図上にオゾンの量を濃淡で表していくと丸い穴がぽっかり空いているように見えます。南極では1980年代から毎年オゾンホールが観測されていますが、北極では南極ほど顕著ではなく、この違いは両極域のまわりの地形の違いが影響しています。

オゾンホールでオゾンを減らす原因はフロンという物質から出てくる塩素という元素です。極域の冬は極夜と呼ばれ、太陽が登ってこない夜が何十日も続きます。その間に極域上空の空気はどんどん冷えていきます。また極夜の時期は極渦と呼ばれる西風のジェットが極域のまわりに吹いて、これが極域の内側と外側の空気の出入りを邪魔します。外部から暖かい空気が入ってこないため、極域上空はどんどん温度が下がり、オゾンがある高度 20 キロメートルあたりに氷の雲ができます。春になって太陽からの紫

外線が降り注ぐようになると、 氷の粒の表面で紫外線の働きに より塩素を含んだ大気中の物質 から塩素が放出され、これが一気 にオゾン分子を壊して減らしてし まうのが、オゾンホールです。

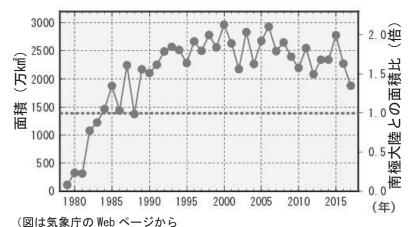
オゾンホールは、日本の南極 観測隊の気象隊員が世界で初め て発見した現象です。



28. オゾンホールはこれからどうなるの?

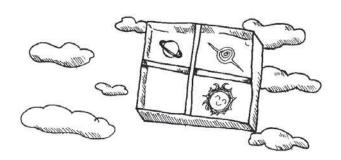
南極オゾンホールの大きさは 1980 年代に発見された時から 1990 年代半ばまで次第に大きくなり、その後は年ごとの変化は あるものの概ね南極大陸の 1.5~2倍ぐらいの大きさを維持して います。そのため南米大陸の南端部はオゾンホールの中に入って しまうことがしばしばあり、その地域の住人にとっては日々の生活にも関わる現象となっています。また、オゾンホールが地球規模の大気の循環にも影響を与え、南半球の気候にも影響を与えているという計算結果もでています。

世界的な取り組みで、原因となるフロンの使用を 1996 年までに先進国で全廃しました(途上国は 2010 年まで)。2016 年には米国の研究者によりオゾンホールは今世紀に入って回復傾向にあるという報告が出されましたが、回復の速度は非常にゆっくりで、依然としてオゾンホールは大きな勢力を維持しています。モデル計算では今世紀いっぱいはオゾンホールは無くならないとも予想されています。



http://www.data.jma.go.jp/gmd/env/ozonehp/diag_o3hole_trend.html)

29. 極地が宇宙への窓とはどういう意味?



地球は、1本の双磁極(棒磁石)がその中心にあると考えられます。南極の磁極から出た磁力線は、宇宙を通って北極の磁極に達します。つまり、地球は磁力線で囲まれた「磁気圏」という領域の中にいることになります。地球から見て太陽側(昼間側)では、磁力線は太陽からのプラズマの流れ(太陽風と呼ばれます)に押されて形になり、磁力線は北極と南極の間でつながっています。

一方、太陽と反対側(夜側)では、極地の磁力線はまるで鯉のぼりの尾のように、太陽風に流されて長くたなびきます。この尾の部分には、オーロラの源であるエネルギーを持った粒子が蓄えられていきます。この蓄えられたエネルギーが爆発的に磁力線に沿って降りてきて、極地の上空 100km から数百 km の「電離圏」と呼ばれる高さでオーロラを発生させます。

磁力線のたなびく様子は、極地では磁場強度の変動に表われます。また、オーロラの発生にともなって、ヒスとかコーラスと呼ばれる低い周波数の自然電波が発生します。このように、極地は宇宙の現象を覗きやすい場所という意味で「宇宙への窓」と呼ばれるのです。

30. 北極と南極とでは同じオーロラが 同時に見える?

オーロラの源であるエネルギーを持った粒子は、主に、電子です。電子は南極から北極へ向かう磁力線では、まるで朝顔のつるのように、右回りに巻きつきながら行ったり来たりしながら降りてきて、電離圏の酸素原子や窒素分子と衝突して光を放ちます。北極と南極の電離圏で光るオーロラを、地上から見ると、北極では左周り、南極では右周りの渦状のオーロラになります。つまり、北極と南極とで同じオーロラが同時に見られることは原理的に可能です。

しかし、実際には、磁力線の磁場強度は時々刻々と変動します。 したがって、1本の磁力線で結ばれた北極と南極の点(磁気共役 点と呼びます)は、いつも同じ場所ではないので、オーロラの現 れる場所も移動するのです。つまり、地上に固定されている1観 測点からみると、オーロラの見える方向や距離が変わるので、同 じオーロラを見る機会は少なくなります。同じ渦上の構造が現れ ても、南北の磁気共役点でオーロラがアーク状やバンド状に見え たり、時には、一方の観測点だけで線状の構造が目立ったりしま す。また、南北の磁気共役点では、同時に暗くなる極夜の期間が 春分・秋分の近くでしかありません。この条件も北半球と南半球 で同じオーロラを同時に見える機会を少なくしています。

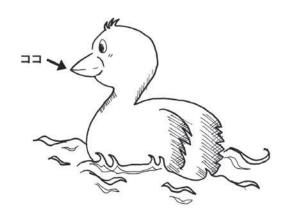


31. 極地では真昼でもオーロラが見えるって本当?

オーロラを起こすエネルギー粒子のふるさとは、太陽と反対方 向の夜側の磁気圏にあるため、オーロラは極地の暗い夜で見られ る現象であると一般に知られています。しかし、太陽からのエネ ルギー粒子が、昼間側の磁気圏の「カスプ」という領域から電離 圏に入り、真昼でもオーロラが見られることがわかりました。カ スプとは「鳥のとがったくちばし」の形をいい現す言葉です。

昼間側の南北両半球間で磁力線がつながっているところと、磁力線が太陽風によって夜側の方へ流されていくところとの境界にあたる領域で、昼間側のオーロラベルトよりやや高緯度側の、磁気緯度で75-76度になります。真昼のオーロラが見えるためには、冬の真昼でも暗くなる地理的に高緯度の場所でなければなりません。このような条件にあるのは、スヴァールバル諸島で、地理上の緯度では77-79度の地域です。

昼間のオーロラは夜のオーロラに比べ、光の強さや動きに華々 しさはありませんが、太陽風から地球の磁気圏に直接流れ込む粒 子やエネルギーの解明には重要であります。

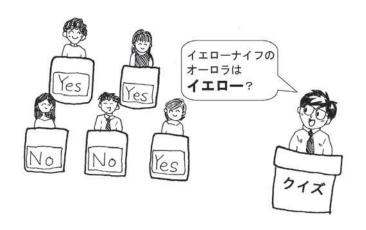


32. オーロラ観光はどこへ行けばいいの?

「オーロラは極地で見られる現象」といっても、実際には磁軸極をとり巻くドーナツ状のオーロラ帯またはオーロラベルトと呼ばれる領域が統計的に一番よく見える場所です。これは、地磁気緯度でおよそ65-70度の領域。これより緯度の高い磁軸極に近い領域では、オーロラの見える確率は小さくなります。また、オーロラベルトより低い緯度でも確率は低くなります。

北極地域の磁軸極は、北極海からグリーンランド北西部にあるので、オーロラベルトの中には、カナダのイエローナイフ、アラスカのフエアバンクス、スウエーデンのキルナ、ノルウエーのトロムソーという都市があり、オーロラ観光には最適の地域です。トロムソー以外の都市は内陸部にあるため天気が比較的よく、オーロラの見える確率は高くなります。

オーロラエネルギーの爆発の時には、動きの早い、赤や黄色、 青色がかった、アーク状やバンド状のオーロラが全天に見られま す。最もオーロラ活動が激しい時には、天頂を中心に扇形に広が るコロナ状の見事なオーロラが見られます。極地の寒さもオーロ ラの美しさで忘れそうです。

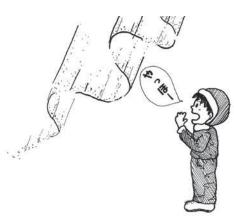


33. オーロラレーダで何を測るの?

オーロラを電波で測るには、レーダを用いる方法があります。オーロラに向かって電波を発射すると、電子の密度が高いところや低いところの不規則な分布の領域からエコーが返ってきます。数m程度のスケールの不規則性の測定には超高周波数帯 (VHF)の電波が使われます。電波発射点から300km程度離れたオーロラエコーを観測できます。

数十m程度の不規則性の測定には、短波帯の高周波数帯 (HF) レーダが使われ、最長 5000km までのオーロラエコーを観測できます。このHFレーダは、極方向に向かって水平方向に作られた 16 個の扇状ビームを順次切り替えて、広い範囲のオーロラエコーを測定します。北極、南極にある 15 台の HF レーダを同時に稼働することで、太陽風の変動によって起こる両極地域の電離圏プラズマの対流を測定します。

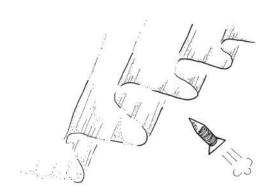
オーロラ内の電子やイオンの密度等の測定には、極超高周波数帯(UHF)や、マイクロ波帯で、強い電波を発射させてオーロラ内の分子からの散乱電波を測定するレーダが使われます。北欧やスヴァールバルでは、欧州と日本の共同で建設された大型のパラボラアンテナを用いた EISCAT (アイスキャット) レーダが活躍しています。



34. オーロラ観測ロケットで何を測るの?

極地ではオーロラ観測のために、全天カメラや、特定の波長の光で子午線方向の強度の時間変化を見る掃点フオトメータ等の装置を使います。これらの観測から、オーロラの光る高度が100kmから数百 km の電離圏と呼ばれる領域であること、つまり、オーロラを起こすエネルギー粒子が磁気圏から電離圏まで降ってくることがわかってきました。このことを直接に確かめるには、オーロラめがけてロケットを発射させる実験が有効です。

昭和基地では、国際的な共同研究にあわせて、約220kmの高さまで飛ぶオーロラ観測ロケットが発射されました。オーロラ粒子のエネルギー分布や、磁力線に巻きつく角度の測定、低周波数から高周波数までの自然電波や電場・磁場が測定されました。地上の全天カメラでオーロラを監視しながら、毎秒1-2kmくらいの速さで動くオーロラにロケットを命中させることは、大変むつかしい観測技術です。





35. 宇宙からの音楽って何のこと?



極地は、磁気圏内の高エネルギー粒子の運動や、その運動によって発生する自然電波を探る窓にもなります。自然電波には、オーロラと関係して発生する極超低周波数(ELF)から超低周波数(VLF)の「オーロラヒス」と呼ばれる自然電波があります。

大型のループアンテナで電波を受けて、可聴周波数帯のアンプとスピーカを通すと、「シャー」という音が聞かれます。この音は、夜側のオーロラの発生にともなって、短い時は数分間、長い時は1-2時間にわたって連続して聞かれる雑音的な音です。

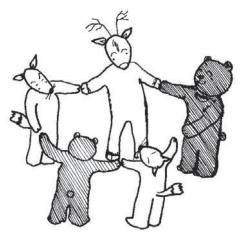
一方、地球の磁場が大きく乱れる状態の磁気嵐の期間の昼間によく発生する「オーロラコーラス」と呼ばれる ELF-VLF 帯の自然電波があります。この電波をスピーカで聞くと、「ヒュウヒュウ」という音が、高くなったり低くなったりして響くので、実に音楽的。この音は数秒毎に繰り返して聞かれますが、この繰り返しは、コーラスの電波が磁力線に沿って南北の磁気共役点を往復する時間です。

36. 極地にはどんな動物がいるの?

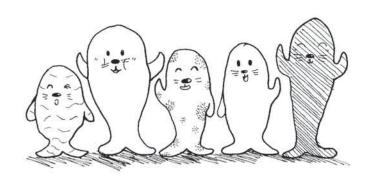
北極には、約50種類の陸に棲む哺乳動物がいます。肉食獣のホッキョクグマは、白色や象牙色をしているのでシロクマとも呼ばれます。ホッキョクグマは北極海を取り囲むように分布し、氷のある地域に生息しています。-35度以下の気温でも平常の体温を保てるように適応していますが、暑さにはとても弱いです。食べ物となるのはアザラシやトナカイ。

トナカイは鹿の仲間の草食動物で、ヨーロッパではレインデイアと呼ばれ、草を求めて森林地帯を移動します。今日では、北方民族に飼育され家畜化されているものが多く、北方民族はトナカイの肉や毛皮をとって生活しています。北極では、ホッキョクギツネやウサギも見られます。

南極では、大陸周辺の定着氷にアザラシがいます。海氷上で生息します。南極の人気者はペンギンです。夏には、大陸沿岸上で巣を作ります。南極大陸周辺には、恐ろしい哺乳動物はいません。南極大陸ではトビムシやダニなどの節足動物が主な動物です。厳しい自然環境ではこのような下等動物しか生息できません。



37. 極域の海のアザラシは何を食べるの?



アザラシは海氷上で出産をして、オキアミを食べて育つため、 極域の海で多くいます。海にもぐって餌をとるのに適した体のし くみを持っています。

南極域の海氷上に生息するアザラシは、5種類。海氷が張りつめている昭和基地の周辺に最も多く見られるのは、体長3m近く、体重400kgを超えるウエッデルアザラシ。ウエッデルアザラシは犬歯で海氷に穴を開け、呼吸のために海氷上に出てきます。ヒョウアザラシは肉食性で、ペンギン等の海鳥や他のアザラシを襲います。ヒョウアザラシやシャチは呼吸のために、海氷に穴を開けられないため、ウエッデルアザラシの近くには来ません。襲われる心配がありませんね。

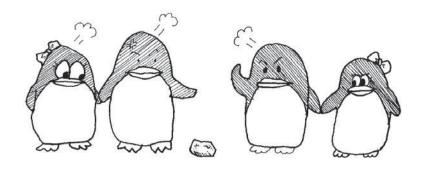
ゾウアザラシは陸上で出産、子育てをするため、南極半島や南 米との間にある島に見られます。雄の大人は体長が約4.5 m、体 重が4トン程度もあります。大陸沿岸で折り重なって寝そべって います。そんな光景は、何だかのどかですね。

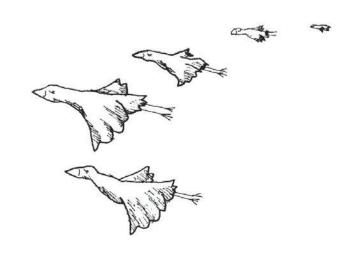
38. ペンギンが南極に多いのはなぜ?

ペンギンは、水中を自由に飛ぶように泳いで、海中にいるオキアミ類を食べます。南極の海氷の下では、海水が凍るときにでる塩分が濃く、微小な海中生物が多く育ち、オキアミも多くなります。その結果、ペンギンも多くなるというわけです。

昭和基地周辺に多いのはアデリーペンギン。大人のアデリーペンギンは、体長が70cm、体重が6kg程度で、夏になると繁殖のために集団で露岩地帯に集まり、夫婦で小石を拾ってきて巣を作ります。この営巣地帯をルッカリーと呼びますが、それはまるでペンギンの団地のよう。

時々、ペンギン夫婦達は小石の取りあいでけんかをします。ペンギン夫婦の卵は2個。雌は産卵後、巣を離れて餌を食べに海に行き、その間、卵を温めるのは雄の役目。雌が巣に帰ってくると、交代して雄が海に行きます。卵がふ化してひなになると、親ペンギンは口移しでひなに餌を与えます。2-3か月たつと、灰色の産毛から白と黒の成鳥の毛に生え変わります。南極は恐ろしい動物はいないので、ペンギン達には安全なように思えますが、安心はできません。オオトウゾクカモメがペンギンの卵やひなを襲うのです。ひなが巣立ちをするまでに、2-4割が死んでしまうと言われています。





北極域で繁殖する鳥は約180種で、その多くは渡り鳥。夏には、 氷のなくなった海面に、大量のプランクトンや魚を食べるウミツ バメ等の海鳥がいます。断崖の途中の穴に巣を作り、海面の餌を 狙って飛んでいく海鳥もいます。

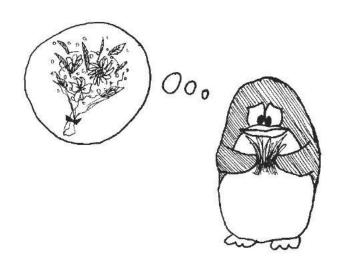
広大な平原と湿地のツンドラ地帯では、ハクチョウ、ガン、カモは水草を食べ、チドリ類は、昆虫、小魚、貝類を食べます。ある種類のライチョウは、冬になっても繁殖場にとどまり、雪を掘って中に入り寒さを避けます。シロフクロウは肉食で、餌となるのはネズミやウサギ。

一方、南極域の鳥の種類は約15種と少なく、すべて海鳥です。 餌は、ナンキョクオキアミ、イカ、魚類。オオトウゾクカモメや ユキドリ、鳥の仲間のペンギンも、夏には大陸露岩地帯で繁殖し ますが、オオトウゾクカモメは、ペンギンの卵やひなを襲って食 べます。冬には、これらの鳥は北の暖かい海に移動していきます。

40. 極地では花は咲くの?

北極域には、森林を含む約900種もの植物が茂っています。 タイガ(針葉樹林帯)の北の限界は、ところにより北緯70度を 超えています。タイガより北方のツンドラ地帯では、夏には、高 さ2 m程度のブッシュ状の樹木が見られ、樹木の間には小さい 花々が咲きます。スヴァールバル諸島の西岸では、夏になると、 日本の高山に見られるような白やピンクや黄色の小さい花々が、 柔らかくなった水分のある凍土に咲いています。

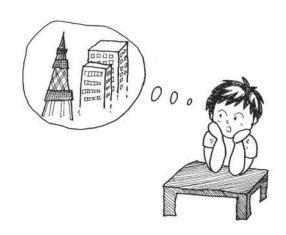
一方、南極域では亜南極地帯で草が生えていますが、木は全くありません。気象条件が厳しい南極大陸では、露岩地帯でのみ、地衣類、コケ類、藻類が夏の間は生えています。露岩地帯では、雪渓の融けた水や池から流れ出た水が砂地や岩肌をうるおし、また、ペンギンやユキドリの排泄物には窒素やリンが含まれるので、これらが肥料となるのです。



41. 極地には人が住む町はある?

オーロラ等の宇宙の現象には、北極と南極とでは共通点が多いのですが、人とのかかわりについては著しい違いがあります。北極にはたくさんの町があり、人々は普通の生活をしています。ノルウエーのトロムソーやロシアのムルマンスクは、南極昭和基地と同じ程度の緯度にあり、白夜や極夜でも都会の生活を営んでいます。カナダ北部の島々の町は定期航空路で結ばれ、必要な物資は本土から運ばれています。

一方、南極では、領土権を主張しない科学観測の基地があるだけで、定住する人々はいませんし、町や村もありません。観測と輸送支援の隊員達がいるだけです。科学観測のために最高級の観測装置やコンピュータを備え、最新の設備の中で生活していますが、南極大陸が他の大陸と離れている特殊な条件のため、そして、冬の厳しい気象条件のため、隊員の交代以外には人々の往来はほとんどありません。まれに外国の査察団が昭和基地に訪れることがあります。

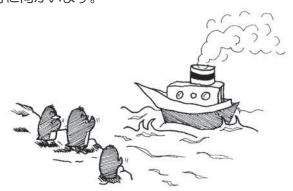


42. 北極と南極へはどのようにして行くの?

北極地域には、普通の市民生活を営んでいる都会や町が多くあり、人々の往来や、生活に必要な物資の輸送のために定期航空便があります。この航空便で日本から北極の町まで、いつでも行けます。しかし、定期便は毎日飛んでいるわけではありません。それに、季節と天候に影響され欠航や遅れがでることも。夏の間は観光ツアーの大型客船などが北極海を航海し、ツアー客を運びます。ツアー客は氷山を眺たり、北極の町々に寄って白夜のショッピングを楽しみます。

南極では、観測基地までの往来には、大陸周辺の厚い氷を割って航海する砕氷船と、航空機が使われています。日本から昭和基地への物資輸送は、砕氷船「しらせ」が行います。観測隊員は、オーストラリアまで航空機で行き、そこで「しらせ」に乗り換えます。 最近では、南極の外国基地を航空機で乗り継いで昭和基地まで行く航路も利用できます。

南極半島には多くの国々の観測基地があって、南米チリの最南端のプンタアレナスから、隊員は航空機で基地まで往来します。南極点のアメリカ基地は、南極大陸沿岸から遠い氷原上にあるため、物資も隊員も航空機で運ばれます。夏の季節に限って、観光船を使って行く南極観光ツアーがアルゼンチンのウスワイアから南極半島等に向かいます。



43. 砕氷船は氷の中をどのように進むの?

日本の南極観測船は、初代の「宗谷」、2代目の「ふじ」、3代目の旧「しらせ」についで、4代目の新「しらせ」が日本と昭和基地を毎年往復しています。現在の「しらせ」は、船長 138m、船幅 28m、満載の排水量 12,5000 トンもある世界でも最大級の砕氷船です。

しらせは、氷の厚さ 1.5m までの海氷を時速3 ノット(約時速6km)で割りながら進むことができます。しかし、沿岸域では、岸と連結した定着氷が広がっており、氷の厚さも 1.5m よりも厚くなるために連続的に氷を砕いて進むことはできません。その時は、船体を氷の上に乗り上げ砕氷船自身の重さで氷を砕いて航行しています。船をいったん 200 から 300m くらい後退させ、再び最大馬力で前進して氷に体当たりして氷に乗り上げて氷を上から砕きます。この後退と前進の繰り返しをチャージングと言います。1回のチャージングでは数 10m から数 100m しか進むことができませんので、昭和基地に接岸するまでチャージングを繰り返します。この回数は氷の状況によって毎年異なります。例えば 2014 年には 3187 回のチャージングを行ったのに対して2017 年はたったの 27 回でした。

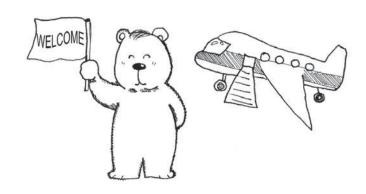


海氷を割りながら昭和基地にむかう2代目しらせ。 提供:国立極地研究所 平沢尚彦氏

44. 極地の野外活動で注意することは?

極地の科学観測には、野外活動は欠かせません。北極の野外活動で注意しなければいけないのは、ホッキョクグマ。熊の出現は北極だけでなく、日本でも注意が必要ですね。スヴァールバルの東海域あたりには、ホッキョクグマの生息地があります。ロングイアービエン空港から町までの5kmぐらいの道路でホッキョクグマが出て、人に危害を加えたこともあります。ニーオルスンの科学基地では、野外活動をする人達はライフルの発射訓練を受けることになります。

南極では、動物による危険は全くありません。しかし、注意しなければいけないことは。オングル島にある昭和基地では、海と陸の間には、必ず潮の割れ目(タイドクラック)があります。この割れ目に落ちると、冷たい海水を浴びることになるのです。もっと危険なことは、大陸沿岸地帯の斜面の傾斜が大きいところにできやすいクレバス地帯での野外活動。氷の深いクレバスに落ちると、2度と地上に戻れないかもしれません。クレバスの地帯では、雪上車の運転には目をこらして、また、歩行にはザイルをつけて行動することが必要です。



45. 南極ではどんな車が使われるの?

南極での陸上移動手段は主にキャタピラのついた雪上車になります。日本の南極観測では、ルート工作に用いられる小型雪上車、除雪や氷上輸送に用いられる中型雪上車、そして内陸基地への旅行に用いられる大型雪上車など全部で6種類あり、目的に応じて車両が選択されます。これらの雪上車はすべて国産です。

「しらせ」が到着する12月から1月の夏には、「しらせ」や基地内のヘリポートから観測機材や燃料、食料といった生活物資を保管場所に運ぶために、小型の物資輸送用雪上車が活躍します。しかし、この時期は海氷の厚さが薄く海氷上での行動は危険が伴います。3月になって海氷が厚くなると、浮上型の小型雪上車で海氷上を試運転しながら安全なルートを探ります。浮上型の雪上車は、海氷が割れて海に落ちた場合でも2時間程度は浮かぶことができる設計になっています。大型の雪上車は、昭和基地から約20km離れた大陸氷床上にあるS-16拠点に配備されており、マイナス60度でも走行できます。車内には、二段ベッド、キッチン、発電機が装備されており、キャンピングカーとして利用されています。





内陸基地への旅行に使われる大型雪上車。ドイツ製の PB300(左) と 大原鉄工所製の SM100(右)。

提供:国立極地研究所 平沢尚彦氏

46. 南極で燃料は凍らないの?

南極では、ウィンター軽油(通称:W軽)、南極用低温燃料(通称:南軽)、レギュラーガソリン、そして航空燃料(JP-5や JET-A1)の4種類が使われています。日本の基地がある昭和基地における最低気温の記録は1982年9月4日の「-45.3度」ですが、ガソリンと航空燃料の凝固点はそれよりも低く、真冬でも凍ることはありません。しかし、問題なのは軽油です。軽油にはワックス成分が含まれていて、低温になるとそれが固まって軽油の流動性が低下してしまいます。昭和基地で主に使われているW軽(ダブケイ)は、冬期の北海道で販売されている-30℃まで凍らない寒冷地用の軽油とほぼ同じです。また、厳冬期の昭和基地ではW軽では凍ってしまうこともあるので、冬期には-60℃でも凍らない南軽(ナンケイ)が使われます。そして、ドームふじ基地等への内陸旅行へは南軽が不可欠です。

南極観測で使用する燃料は、南極観測船「しらせ」を使って毎年輸送されています。毎年約1,000トン以上の物資を昭和基地へと運んでいますが、総重量の半分以上は燃料が占めています。「しらせ」が昭和基地に到着すると、昭和基地の貯油タンクと「しらせ」を送油ホースで結び燃料を3日3晩かけて送油しています。





南極用低温燃料(左)と昭和基地の貯油タンク(右)。タンクにかかれた W の文字は W 軽を示す。

提供:国立極地研究所 平沢尚彦氏

47. インターネットは繋がるの?

パソコンやスマホを通して今は大人から子供まで毎日の生活の中でインターネットは欠かせないものです。南極観測初期の頃は短波の無線通信でモールス信号やテレックスを使って日本とのやりとりをしていましたが、地磁気が大きく変動してオーロラが現れるようなときには通信が不安定になることがありました。1981年にはインマルサットという衛星回線を使うことで、電話やファックスが24時間使えるようになり、安定した通信ができるようにはなりましたが、今から考えるとまだ不便な状況でした。そして2004年にやっとインテルサットという通信衛星の信号を受信するパラボラアンテナが設置され、常時インターネットが昭和基地でも繋がるようになり、日本との通信環境が劇的に改善されました。

日本とビデオ会議で結ぶことができるようになり、日本の小中学校と繋いで日本からの質問に昭和基地からリアルタイムで回答



をしたり、日本の専門の医師と相談し画像や動画をやり取りしながら病人やけが人の対応を行う遠隔医療が実現できるようになりました。観測データも、データ量の制限はありますが、それまで観測船「しらせ」で持ち帰るまで解析できなかったデータをインターネットで日本まで送ることにより、素早く解析ができるようになりました。ブログを作って昭和基地から情報発信をしている隊員もでてきました。

光ファイバが普及している日本国内に比べると衛星回線は通信速度が遅いため、観測データの転送や基地の運用に関する緊急連絡等が優先され、日本の家族との個人的なテレビ電話などは使用が制限されています。しかし、メールはほぼ制限なく使えるため日常生活でほとんど不便は感じません。

往復の「しらせ」の船上ではインターネットは繋がりますが、 設備が小さいインマルサットを使用し、通信速度が昭和基地より もずっと遅いため、メールだけが使用可能となっています。メー ル通信量は1隊員あたり月に3Mバイトまでに制限されており、 高解像度の画像や動画を受信してしまうと、月明けまでメールが 読めなくなってしまいます。

日本国内に比べれば、いくらか制限はありますが、昭和の時代に比べれば格段の進歩です。

48. 南極の越冬では何を食べるの?

南極での食生活は、日本隊も外国隊も一般に豊かです。その理由は、冷凍食品が発達し、それに冷蔵庫や冷凍庫を備えることができるようになったから。南極で冷蔵庫や冷凍庫が必要だなんて、不思議ですね。南極の基地のほとんどは沿岸地域にあって、夏には気温が O 度近くになります。冷凍食品は -20 度で新鮮さが保たれますので、冷凍庫が必要になるわけです。

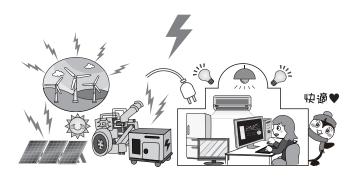
日本隊では、日本食、洋食、中華料理など約400種の食材を準備します。しかし、「しらせ」がオーストラリアに寄港して調達する生鮮野菜や果物は、越冬半ばまでしかもちません。越冬の後半には、すべてが冷凍食品か乾物類。果物は缶詰めになります。もやし、貝割れ大根などの水耕栽培は「昭和基地農協」からときどき出荷されます。専門のシェフが豊富な食材を料理するので、食事は越冬生活の最大の楽しみ。アルコール度が低い缶ビールは、冬に廊下や外に置いておくと、凍ってしまい、飲むのに苦労します。気温が-50度以下になる内陸旅行では、アルコール度の強い洋酒が飲まれます。



49. 昭和基地の電気はどうしている?

南極で越冬生活をするうえで最も大事なことは電気エネルギーをどう確保するかです。発電機は基地の「心臓」です。1957年の第1次南極観測越冬隊は20kVA発電機を観測船「宗谷」で持ち込んで、観測機器、生活に必要な機器(暖房)に使いました。しかし、十分な燃料はなかったので、夜の10時から翌朝6時まで停めて燃料を節約しました。以後、観測船「ふじ」や「しらせ」によって多くの物資を運ぶことができるようになって、基地は年々発展し、建物、観測機器、暖房器具、冷凍機、そして、隊員が使うパソコンも増えました。現在では300kVA発電機2台が据え付けられています。この発電機を動かすため、年間約560キロリットルのデイーゼル燃料が必要です。この大量の燃料を観測船「新しらせ」が運んでいます。しかし、タンク容量にあまり余裕はありません。

このような事情で、昭和基地では、再生可能な発電エネルギーとして、太陽光発電や風力発電の試験運転を続けています。昭和基地では、夏の期間、太陽が沈まないので、常時太陽光発電が可能です。太陽光パネルを北方向に向けて、さらに北東、北西方向にも設置して、発電量は年間の消費電力の3%になります。また、いろいろな型の風車を用いた風力発電機もテストされています。強いブリザードをうまく利用できればよいですね。



50. 南極の環境を守るにはどんなことを しているの?

南極は地球上に残された最もクリーンな大陸です。地球環境の観測のためには人類からの汚染が入り込まないようにすることが必要です。1980年代には南極で鉱物資源の開発が計画されたこともありました。また、観光で南極へ訪れる人も1970年代には1万人になりました。人間の活動が増えることによって廃棄物の問題や、極限の環境で生きる生物への悪影響が出始めたのです。

これらの問題を解決するために、1998年に南極の「環境の保護に関する南極条約議定書」が発効しました。日本の南極観測隊では、観測現場の環境に負担をかけないように「廃棄物を分別して持ち帰る」、「汚水処理の対策をする」、「発電機の排熱を有効利用する」、「化石燃料の削減化対策をする」等の努力をしています。

他にどんな方法があるか、ぜひ皆さんも考えてみて下さい。



資料/イラストの提供・出典一覧

参考文献

東京書籍刊「北極と南極の 100 不思議」

神沼克伊 監修

サイエンス・アイ新書「みんなが知りたい南極・北極の疑問 50」 神沼克伊

現代書館「白い大陸への挑戦、日本南極観測隊の 60 年」 神沼克伊

朝日新聞社「南極ってどんなところ」

国立極地研究所、柴田哲治、中山由美

草思社「南極で宇宙をみつけた、生命の起源を探す旅」 中山由美

日本極地研究振興会「南極大陸」創設 40 周年記念

日本極地研究振興会「極地87」第44巻第2号



谷氷河の海側の先端が崩れ落ち、フィヨールドに流れ出た氷が波に削られて、いろいろな形の氷の彫刻が見られます。



オーロラのなぞを解き明かすために、昭和基地のロケット発射台から、オーロラめがけてロケットが発射されます(34参照)。



北欧ノルウェーのトロムソにあるEISCAT UHFレーダー(33参照)





北極のオーロラ (左)、南極のオーロラ (右)。カーテン型オーロラのひだの折りたたみの向き(渦の方向)が、北極と南極とでは逆になっていることがわかります(30参照)。

昭和基地から南極大陸の 調査旅行に出発する大型 雪上車には、調査用の器 械や食料、燃料等が積み 込まれます (45 参照)。





北極ニーオルスンでは、夏には柔らかくなった凍土の上に、ピンクや白、黄色の小さな花が咲きます。



南極の夏、ペンギンは巣を作って 卵を産んで温めます。アザラシは、 呼吸のため氷の割れ目から海氷上 に出てきます。

三型 可多多00ge

2017年度 改訂版 第2版 第1刷発行

334333	2017年度 改訂版 第2版 第1刷発行
発行日	2005 年度 初 版 第 1 刷発行
企画·制作	名古屋大学宇宙地球環境研究所 りくべつ宇宙地球科学館 豊川市ジオスペース館
文 絵 編集	西野 正徳 大村 純子 野田ゆかり
発行	名古屋大学宇宙地球環境研究所 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町) http://www.isee.nagoya-u.ac.jp
印刷/製本	株式会社 T. P. O. (〒441-8077 豊橋市神野新町中洲 3番)

本冊子は平成 17 年度名古屋大学地域貢献特別支援事業の一環として制作されました。 All rights reserved.

極 地 50のなぜ





