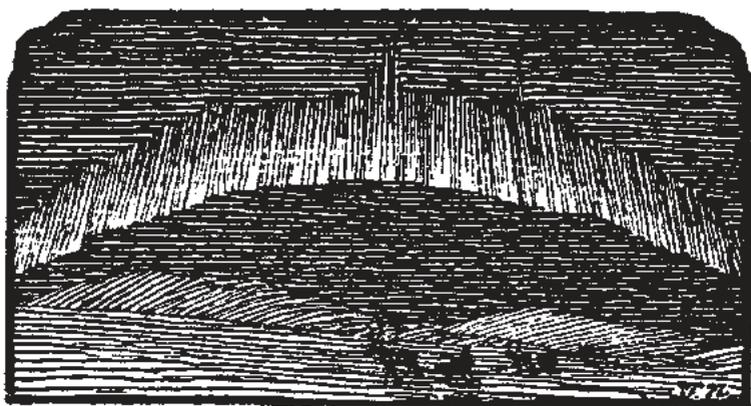


# オーロラ 50のなぜ



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/>



好奇心、そして感動。この二つが「科学すること」の原点だとすれば、オーロラは見事にその条件を満たしています。オーロラは自然の仕組みや人間の宇宙での立場を理解するヒントを与え、私たちの知的好奇心をくすぐってくれるだけではなく、この荘厳な光は、人間が作った言葉では表現しつくせない感動を与えてくれるからです。

極地の空に、音もなく華麗に舞うオーロラ。太陽と地球の微妙なバランスが生み出すこの神秘の光は、宇宙と地球のちょうど境目で発生します。オーロラの中には、太陽と地球のでき方や惑星地球号の立場について、多くのカギがかかれています。

オーロラは、太陽から地球人への壮大なメッセージ。オーロラの複雑な舞いには、地球環境のエネルギー収支の謎も秘められています。また、見る者に言葉を失わせるオーロラは、地球上での生命生存についても教えてくれます。

---

(表紙) ノルウェーの探検家として知られ、科学者、政治家、芸術家でもあったナンセンによって制作された木版画。弧状に現われたオーロラの下を、ゆっくりとトナカイのそりが行く。夕方、このようなアーチ型のオーロラが北の空にかかると、今夜はダイナミックな光の舞いが期待できる。



ブレイクアップ。コロナ型のオーロラが見える。〈撮影：坂本昇久〉



オーロラと流れ星が湖に映る。〈撮影：高坂雄一〉



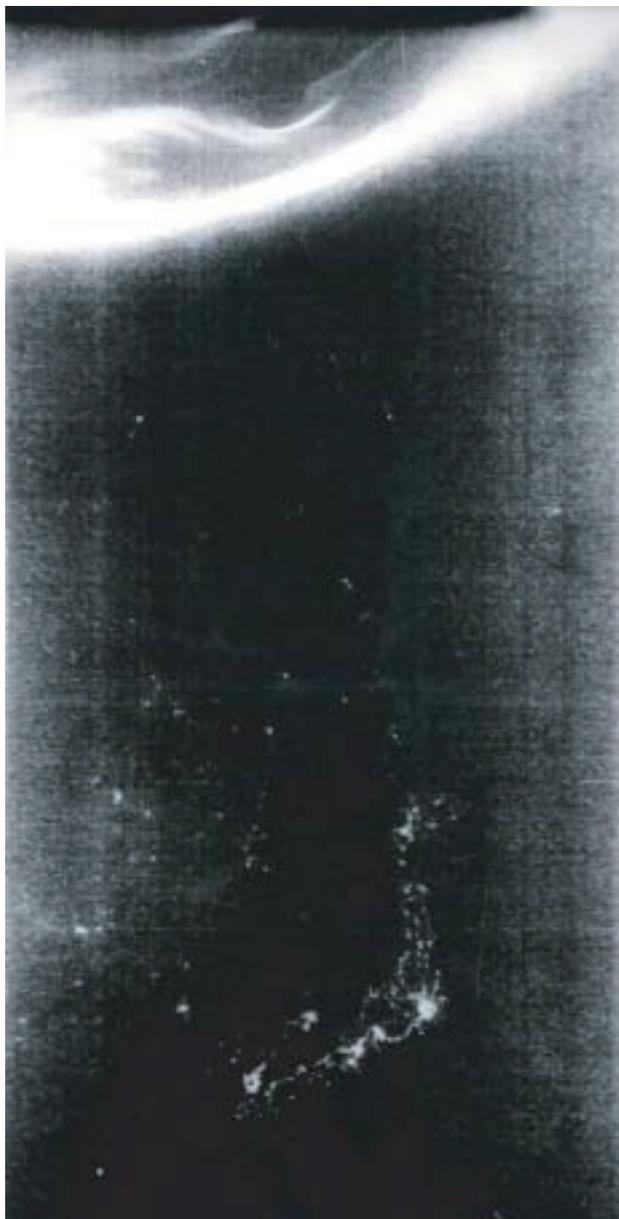
火星と月の最接近と、のたうち回るオーロラ。〈撮影：及川雅昭〉

# Aurora: 50 Questions

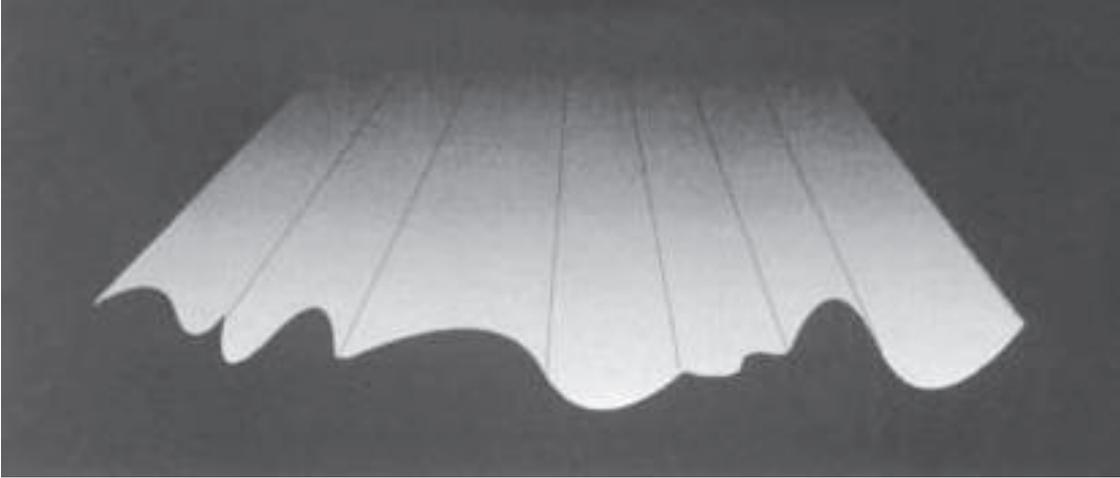
The aurora, one of the dominant manifestations in space, signaling the solar wind-magnetosphere-ionosphere disturbances, is perhaps the most fascinating and captivating majestic natural phenomenon to be seen on the earth's surface, although unfortunately this impressive multi-color display can be observed regularly only by a limited number of people living in the polar regions. Anyone who has ever witnessed the display of infinite shapes and movements of the aurora in the sky knows that the whole drama can never be described with adequate vocabulary invented by human being. The aurora appears as a tremendous spectacle in the dark sky, with structured displays moving rapidly but erratically in all directions, changing the combination of color.

The aurora has continuously been a subject of curiosity for space physicists as well as for the natives living at high latitudes. Not until recently was it well documented that the aurora on a global scale behaves in a well-defined, systematic manner, with characteristic features that recur under similar conditions in terms of the degree to which the solar wind interacts with the earth's magnetic field. It has become possible, with the imaging capability of several polar-orbiting spacecraft, to monitor nearly the entire auroral displays from above the northern and southern poles, so that we are beginning to use extensively spacecraft images to construct a relatively complete picture of auroral physics.

If one looks at our planet, the earth, from space, it has two annular rings-shaped glows, one surrounding the north and the other surrounding the south polar regions. These annular belts of auroral luminosities are often called the auroral ovals. The auroral oval delineates approximately the area called the polar cap, where geomagnetic field lines are "open," being connected to the interplanetary magnetic field.



日本列島とオーロラ <NOAA/NGDC提供>



# もくじ

1. ブレークアップって何？
2. オーロラって何？
3. オーロラはどこで見えるの？
4. オーロラは寒いところにしか出ないの？
5. オーロラは毎日出るの？
6. オーロラと天気は関係があるの？
7. 北半球と南半球で同じオーロラが同時に見えるの？
8. オーロラはどこで光っているの？
9. オーロラの高さはどうやって測るの？
10. オーロラのすぐ近くに行くことはできる？
  
11. オーロラの色は誰が決めるの？
12. オーロラには何色あるの？
13. ブラックオーロラって何？
14. オーロラにはどんな形があるの？
15. オーロラはどうしてカーテンの形になるの？

16. オーロラはどれくらい明るいのか？
17. オーロラの動くスピードはどれくらい？
18. オーロラはどのように動くのか？
19. オーロラのエネルギーは？
20. オーロラはどのようにして爆発するのか？
  
21. オーロラには、どれくらいの大きさの電流が流れているのか？
22. オーロラから熱が出るのか？
23. オーロラから音が聞こえるのか？
24. オーロラは人工的に作れるのか？
25. オーロラの種はどこから来るのか？
26. 太陽の中に地球がいるってほんと？
27. オーロラの2つの太陽活動の原因とは？
28. 太陽活動とオーロラの関係は？
29. 他の惑星にもオーロラがあるのか？
30. 地球を守る2つのバリアーとは？
  
31. 地球の中には巨大な磁石が埋まっているのか？
32. 地球の磁力は一定なのか？
33. 日本でオーロラが毎晩見えるのはいつ？
34. 日本でオーロラが見えた記録はあるのか？
35. オーロラにまつわる伝説は？
36. オーロラは何かの前ぶれなのか？
37. オーロラをテーマにした音楽は？
38. オーロラをテーマにした小説はあるか？
39. オーロラをテーマにした詩は？
40. オーロラ姫はどこにいるのか？

41. オーロラの名付け親は誰？
42. 磁気嵐って？
43. オーロラが出ると動物が狂うって聞いたけど、ホント？
44. 宇宙天気って何？
45. オーロラの出現を予報できる？
46. 地球温暖化が進むとオーロラはなくなるの？
47. オーロラの写真を撮るには、露出は何秒？
48. 世界中にオーロラ市、オーロラ通りがあるの？
49. なぜオーロラの研究をするの？
50. オーロラはどんなメッセージを私たちに送っているの？



北の地平線を見ると、青白い光がほんやりと東西方向にのびているのがわかります…。最初は雲かと思っていましたが、だんだん近づいて来るにつれ、縦に線が入っているのも見えてきます。

# 1. ブレークアップって何？

夜空の一点から突然光が吹き出し、空全体に一気に広がっていくオーロラの様子が、まるで空が破れたかのように見えたので auroral breakup（破れる）と呼んだのだと思います。むりやり日本語に訳すと、「オーロラ爆発」ということになるでしょうか。

オーロラの素晴らしさを、色と形と動きで表現すると、ブレークアップは、「いろいろな色の、いろいろな形のオーロラが、全天をいろいろなスピードで動きまわること」とか、「空の各部分が、いろいろな色、いろいろな形で勝手に動いている様子」とでもなるでしょう。何百回もオーロラを見慣れている科学者でさえ、



どんどん近づいてくると、光っている部分が何本にもなり、夜空一面にオーロラが動き出します。

ブレイクアップが頭上で発生すると、全身にパルスが走るといいます。ブレイクアップは、数分間しか続きません。

それにしても、「空が破れる」とはただごとではありませんね。私たち地球上の生命を、いつも上から見守ってくれているのが天空なのですから。紀元前4世紀、ギリシアの哲学者アリストテレスは、オーロラを「天の裂け目から吹き出す炎である」と説明しています。

ブレイクアップという言葉は、いまではオーロラ物理学の専門用語となっていて、オーロラの学術論文にこの言葉がさかんに出てきます。ちなみに、ブレイクアップが、なぜ、どのように起きるかについて、学界で一致した理論はまだありません。



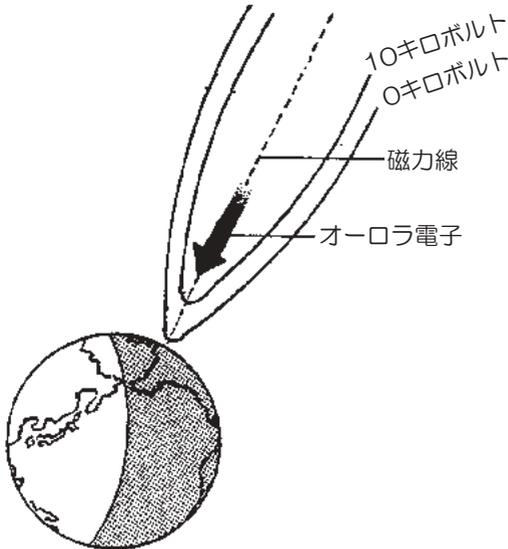
さあ、ブレイクアップ breakup の始まりです。

## 2. オーロラって何？

一言でいえば、太陽風と呼ばれる、太陽から放出される電気を帯びた粒子（プラズマといいます）の流れが極地の大気圏に突入し、上空に引き起こす光のショーのこと。

太陽から放出されたプラズマが、地球磁気の勢力範囲に入り込み、磁力線に沿って加速され、極地の大気と衝突して発せられる光のことです。つまり、オーロラの色、形、動きには、太陽と地球の間の宇宙空間の情報が詰まっていることとなります。「雪は、空から送られた手紙である」といわれますが、「オーロラは、天から送られた手紙である」ともいえるでしょう。

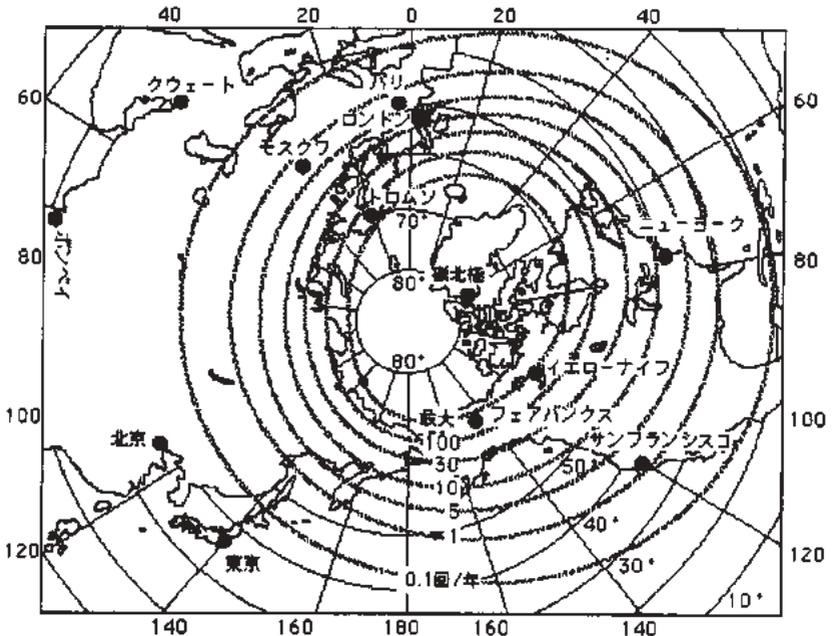
オーロラは、街のネオンサイン、家庭の蛍光灯と同じ、放電現象です。理科の実験で使うオシロスコープも同じ原理です。稲妻もそうですが、上司のカミナリのメカニズムはよく分かりません。



### 3. オーロラはどこで見えるの？

オーロラは、高緯度へ行けば行くほどよく見られると思っている人が多いようですが、実際は、地球の極を取り巻くように現れます。ただし、ここで極というのは、地球の磁場の極のことです。オーロラが統計的に一番よく見える場所は、地磁気緯度で 65—70 度で、この領域のことをオーロラ帯、またはオーロラベルトと呼びます。そこでは、天気さえよければ、ほとんど毎晩オーロラをみることが出来ます。

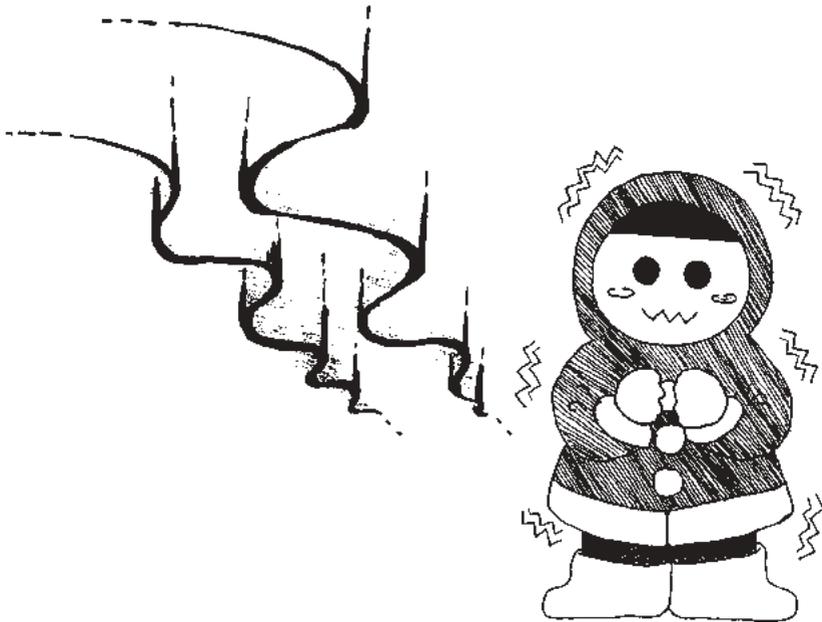
つまり、極まで行ってしまえば、オーロラが見える確率は減ってしまいます。磁極が、地理上の北極のある北極海から、グリーンランド北西部側（つまり、アメリカの東海岸側）へずれているため、アメリカやカナダの東部では、それほど寒くなくてもオーロラを見物することができます。例えば、ニューヨークやボストンでは、1年に 10 回くらいオーロラが見えるはずですが、その逆に、日本は損をしていることになりますね。



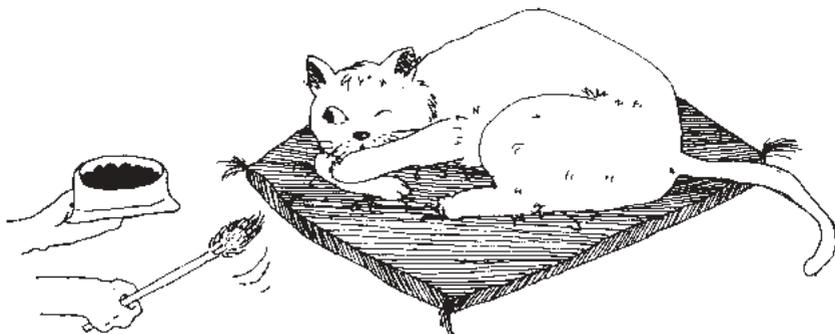
## 4. オーロラは寒いところにしか出ないの？

「オーロラは寒い地方に発生する」と頭から仮定している人が多いのですが、実はオーロラの発生に、地上の気温は関係していません。オーロラは宇宙の現象ですから、地球上の気温とは関係がないのです。現在の地球では、地磁気緯度の高い場所が、寒い地方にあたっているというだけのことです。地球磁力の緯度と普通の緯度（すなわち、地理緯度）は、最大でも 11.5 度しか離れていないからです。

また、私たちが生きている現在は、太陽風と地球磁場のバランスの関係で、たまたまオーロラが極地方に出現しているにすぎません。地球の磁力が今より弱ければ、オーロラベルトはもっと低い緯度へ降りて来ますし、逆に強ければどんどん高緯度へ行って、ベルトのサイズは小さくなってしまわずです。



## 5. オーロラは毎日出るの？



オーロラは気まぐれです。1日中連続で出ていることもあるし、1年に数えるほどしかありませんが、数日間待っても出ないことさえもあります。平均すれば、4-5時間に1回、世界のどこかでブレイクアップが発生しているはず。もちろん、天気が悪ければ、いくら雲の上で見事なオーロラが出ていても見ることはできません。

「出る、出ない」、「見える、見えない」といっても、オーロラの明るさや形のことは限定していません。オーロラのタイプにまで注文をつけると、当然その出現割合は少なくなります。オーロラが真上に出ても、肉眼では見えず、高感度のカメラでしか捉えることができない場合があります。目に見えるオーロラになるには、 $1\text{ cm}^2$ に1秒当たり最低数億個の粒子が宇宙からやってこなくてはなりません。実は、人間の目では見ることはできない微弱な光のオーロラは、磁極を取り巻いていつも存在しています。

## 6. オーロラと天気は関係があるの？

極地に住んでいる人たちが、「今夜はよく冷え込んでいるから、見事なオーロラが現れるぞ」と会話しているのを聞きます。何しろ、現地でオーロラを見慣れている人が、自らの経験から言うわけですから、説得力があります。

しかし、これは冷え込む夜は空が晴れているため、オーロラがよく見えるというだけのことであって、気温が低いことがオーロラの発生条件ではありません。曇っていたり、雪や雨が降っていたら、いくら見事なオーロラが出現しても、雲の下にいる私たちには見ることはできませんね。曇っていたら、放射冷却もあまり起きず、気温がそれほど下がりにません。



## 7. 北半球と南半球で同じオーロラが同時に見えるの？

色や形がとてもよく似たオーロラが両半球で見られることが、しばしばあります。その2点が1本の磁力線でつながっていれば、同じタイプのオーロラが同時に出現しても何の不思議もありません。オーロラをおこす（可能性のある）荷電粒子は、磁力線に巻きつきながら、北半球と南半球の間を、行ったり来たりしているのです。その往復に要する時間は、粒子のエネルギーによって変わりますが、典型的な明るいオーロラをおこす電子はわずか数秒程度です。

南極の昭和基地とアイスランドは、1本の磁力線でつながっています。アラスカから出た磁力線は、ハワイの上空を通り、ニュージーランド南方の海に到達します。もっとも、オーロラの中には大電流が流れており、それを供給する電流も宇宙空間から流れ込むため、地球周辺の磁場自体が刻々と変化していますから、これらのペアも微妙に変動します。

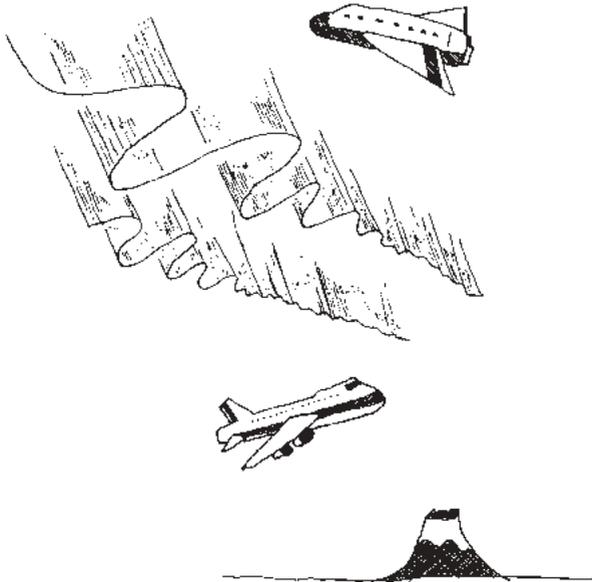


## 8. オーロラはどこで光っているの？

オーロラの華麗な舞いの舞台はどこなのか、何百年も議論が続きました。結局、20世紀の初め、オスロ大学の研究者によって、丹念な写真観測が何万例ものオーロラに繰り返され、舞台の高さが示されました。

オーロラは、地上から100–500 kmの高さで光っています。そこは電離圏と呼ばれ、太陽からのエネルギーによって、地球の中性大気が一部電離されています。電離圏は、短波帯の電波を反射する層構造になっています。この領域は、宇宙と地球の境界といえるでしょう。

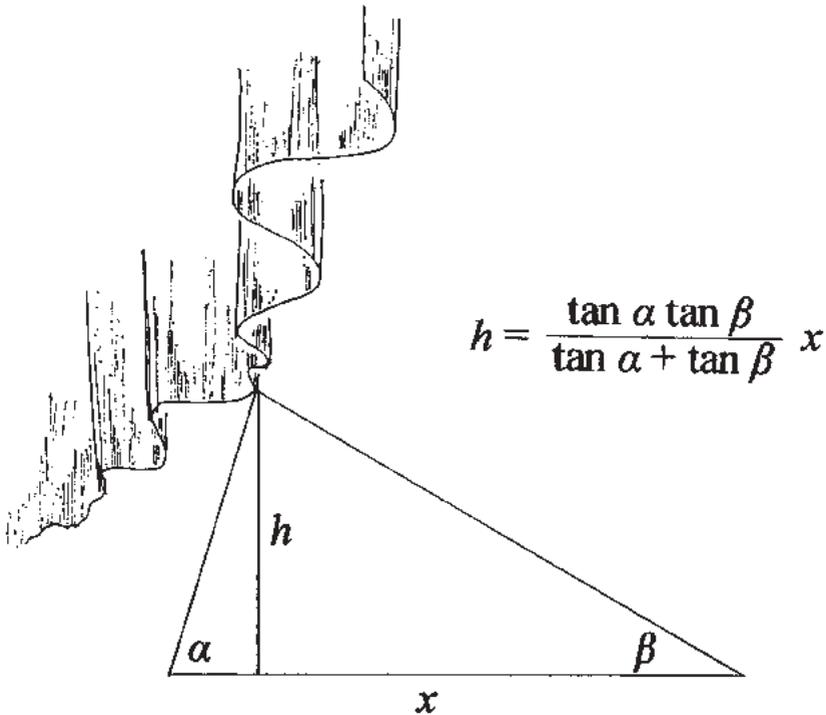
オーロラが出現するためには、まず、タネが宇宙からやってこなければなりません。そして、そのタネが地球の磁場に誘導され、地球の大気に衝突しなければ、オーロラは発生しないのです。つまり、オーロラができるには、宇宙と地球の両方の要素が必要であるということになります。オーロラが光っている高さが宇宙と地球の境界であるということは、偶然の一致ではありません。



## 9. オーロラの高さはどうやって測るの？

三角測量の原理を使います。地上の2点から同じオーロラを同時に観測し、地平線からの仰角を測れば、三角関数を使って高さを計算することができます。基準にするのは、2カ所で撮ったオーロラ写真のバックに映っている共通の星です。星は無限の遠くにあることを使えば、あとは中学生のときに習った三角関数を使うだけです。

もっとも、こんな間接的な方法でオーロラの高さを推定しなくても、今ではロケットをオーロラに打ち込めば、送られてくるデータから、直ちにオーロラの高さを知ることができます。スペースシャトルでオーロラに突っ込めば、いいことにもなりますね。



## 10. オーロラのすぐ近くに行くことはできる？

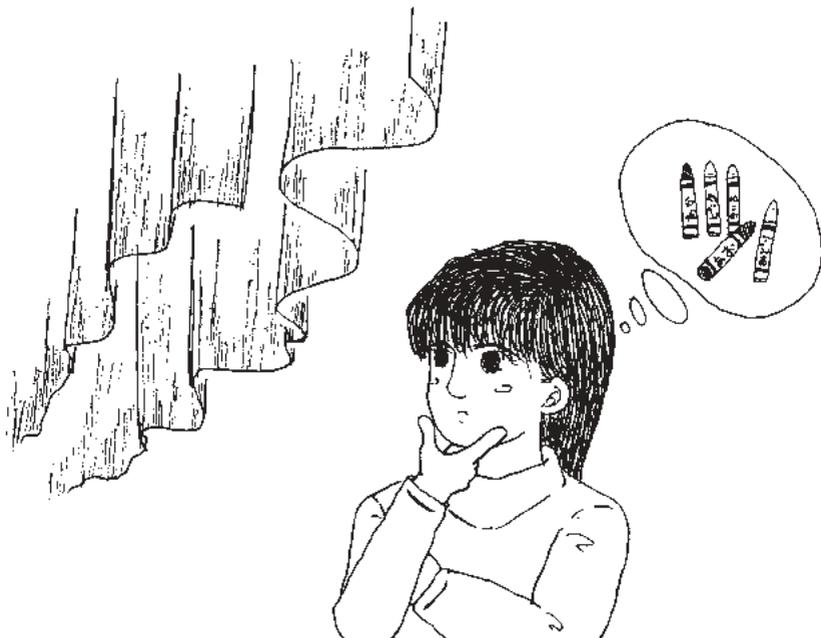


飛行機が飛んでいるのは高度約 10 km、オゾン層が 20–30 km、そしてオーロラが 100–500 km。スペースシャトルは高度 200–300 km を飛行するので、将来みなさんが宇宙に行くことになったら、オーロラの中を突っ切ることも、すぐ目の前で見ることでもできるでしょう。

スペースシャトルの前身、スペースラブに乗り組んだNASAの科学者が、自分の指でシャッターを押して、宇宙から初めてオーロラの写真を撮りました（カメラはもちろん日本製でした）。その人の話では、オーロラのあまりの美しさと雄大さに感動し、どこで撮ったかなどはすっかり忘れてしまったということ。毛利衛さんもスペースシャトルからオーロラの写真を何枚も撮りましたが、「オーロラは、宇宙でたったひとつ、ゆらいているものが奏でる、やさしいやさしい音楽のようだった」と話しています。

飛行機の窓から遠くのオーロラを見ると、まるで同じ高さで光っているかのように見える時があります。しかし、これは地球が丸いための錯覚です。

## 11. オーロラの色は誰が決めるの？



オーロラ発光の原理は、簡単に言えば放電です。オーロラの色は、宇宙から突入してくるプラズマ粒子のスピード（すなわち、エネルギー）と、その粒子が大気中のどの原子／分子に衝突するかによって決まります。やってくる粒子のエネルギーが高ければ高いほど、地球の近くまで来ることができます。つまり、高ければ高いほど、低くなるわけです!?

一番典型的なのは、酸素原子の出すグリーン、電離した窒素分子が出すブルーでしょう。同じ原子から出るオーロラでも、どれほどの衝突エネルギーをもらうかによって色も変わります。たとえば、酸素原子からは、真っ赤なオーロラも光ります。オーロラカーテンの上の方が赤くなっていたり、血のような真っ赤なオーロラが全天を染めるのも、6300オングストロームのこの過程によります。

## 12. オーロラには何色あるの？

みなさんは虹の色は7色だということを知っていますね。紫・藍・青・緑・黄・橙・赤の7色です。

しかし、この「虹7色説」は、人々が便宜上、日常言っているだけで、科学的には誤りです。虹は、太陽の光が、大気中の水滴で反射したり、曲がったりして、波長によって（つまり色によって）連続的に分れたものです。ですから、虹はいくつの色と数えることができるような代物ではありません。どうしても「虹の色数は？」に答えなければならないなら、「無限の数です」と答えるべきでしょう。

オーロラの色数は、上層大気の成分（基本的には、酸素と窒素の原子、分子です）によって決まり、非常にたくさん色があります。しかし、特定の色は特定の物理・化学プロセスから出てくるわけですから、オーロラの色は虹と違って不連続です。



### 13. ブラックオーロラって何？



巨大な重力のため、光さえも外に出ることができない「ブラックホール」とは違います。ぼんやりとしたオーロラの中に、オーロラのない部分があれば、そこは暗く（黒く）見えます。つまり、オーロラのない部分を、ブラックオーロラと呼ぶのです。オーロラでないところがブラックオーロラなのです。しつこいようですが、ブラックオーロラはオーロラではありません。

ブラックオーロラの形にはいろいろあります。まるい形や、1本の線状になったもの。ブラックオーロラについては、あまり研究されておらず、そのメカニズムもよくわかっていません。すみません。

## 14. オーロラにはどんな形があるの？

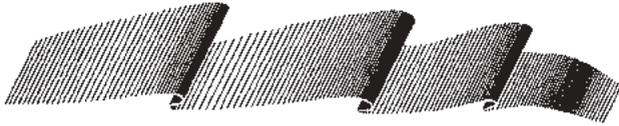
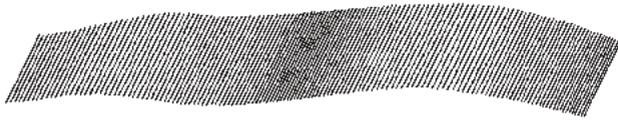
専門的には、discrete（はっきり）オーロラ、diffuse（ぼんやり）オーロラの2つに大きく分けることができます。はっきりオーロラの中には、その形に応じて、ray（レイ：細い線）、torch（トーチ：たいまつ）、surge（サージ：大波）、corona（コロナ：冠、放射状）などという名前がつけられています。どのオーロラにも、カーテンの形が含まれているのがわかるでしょう。

一方、ぼんやりオーロラは、文字通りうすくボンヤリしていて、慣れないうちは、雲と間違えるかも知れません。うす暗くて、色も感じられません。人間の視神経は、ある程度の明るさのものでなければ、色を感じません。そのため、ぼんやりオーロラは、ほとんどの人には白っぽいオーロラに見えることでしょう。

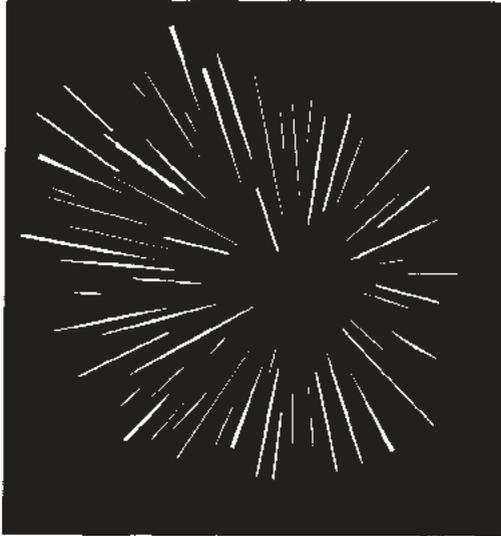
これらの他に、チカチカと点滅を繰り返す 脈動（みゃくどう）オーロラもあります。同期は1秒より速いものから、10秒以上の比較的ゆっくりしたものまで、いろいろです。



ナンセンの木版画。北極海の厚い氷に阻まれて、行く手を閉ざされてしまったフラム号。デッキに出て、オーロラの美しさと恐ろしさは心を奪われてしまったことが日記に書かれています。



オーロラは、様々な形を変えて極地の空を舞います。



コロナ型オーロラ。活発なカーテンのヒダを真上に見ると、まるで全身がオーロラに包まれてしまいそうな錯覚に陥ります。

## 15. オーロラはどうしてカーテンの形になるの？

カーテンというのは、上下方向に走るヒダと、下の縁がピタッとはっきりしていることが特徴ですね。オーロラがカーテンと呼ばれるのは、まさにこの2つの特徴をもっているからです。スカートも同じです。

電気を帯びた粒子は、磁力線に沿ってやってきますので、オーロラカーテンのヒダはその磁力線の方向を表わします。そして、カーテンの縁は、粒子がその高度より低く入って来られないことを示しています。

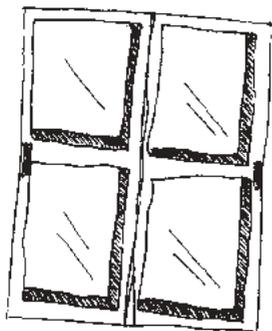
ちなみに、まっすぐ東（または西）を向いて撮ったオーロラ写真のヒダの角度から、その写真を撮った場所の緯度がわかります。



## 16. オーロラはどれくらい明るいのか？

もっとも明るいオーロラは、数ルクス、すなわち、ロウソクから1m離れたところの照度程度です。この明るさは、ちょうど満月の夜の明るさ（暗さといった方がいいかも）と同じくらい。明るいオーロラの下で、本が読めることもあります。赤い明るいオーロラで、雪原が赤く染まって見えることも珍しくありません。

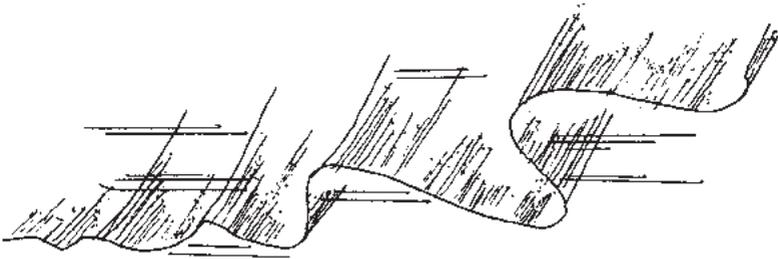
ふつうのオーロラはさらに暗く、0.1-0.01ルクス程度（ロウソクから3-10mの照度）です。天気の良い日に、窓から1m離れた机の上がだいたい100ルクスくらいですから、オーロラはずい分暗い光ですね。



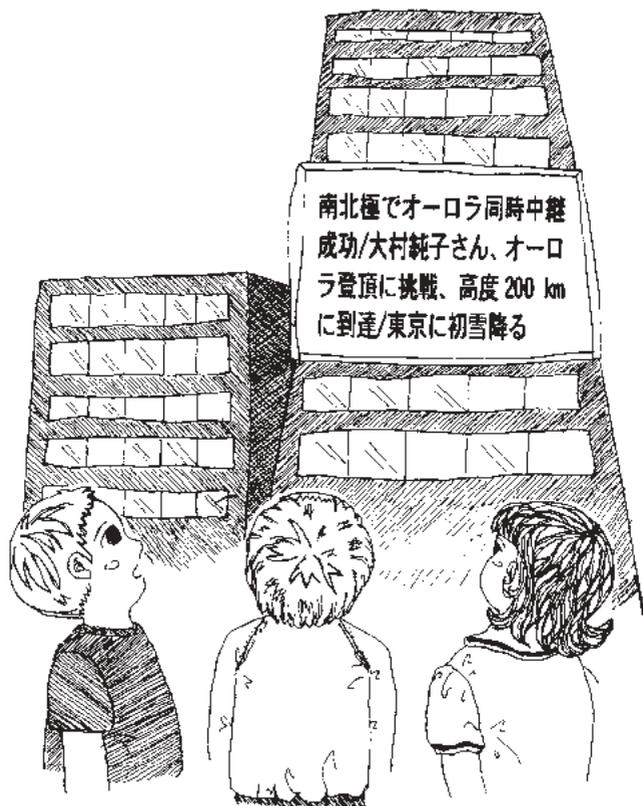
## 17. オーロラの動くスピードはどれくらい？

オーロラの1つ1つの模様は、実にいろいろな動きをします。前進、後退、右回り、左回り、折りたたみ、ねじれ。スピードもいろいろです。部分部分によってスピードも異なります。

ブレークアップに伴って真夜中付近に発生する大規模な波構造（専門用語で surge）は、全体として毎秒2km くらいで、西の方（真夜中から午後側の方へ）進みます。つまり、時速7200 km。カナダからアラスカまで、10分ほどで進みます。新幹線の何倍速いですか？



## 18. オーロラはどうして動くの？



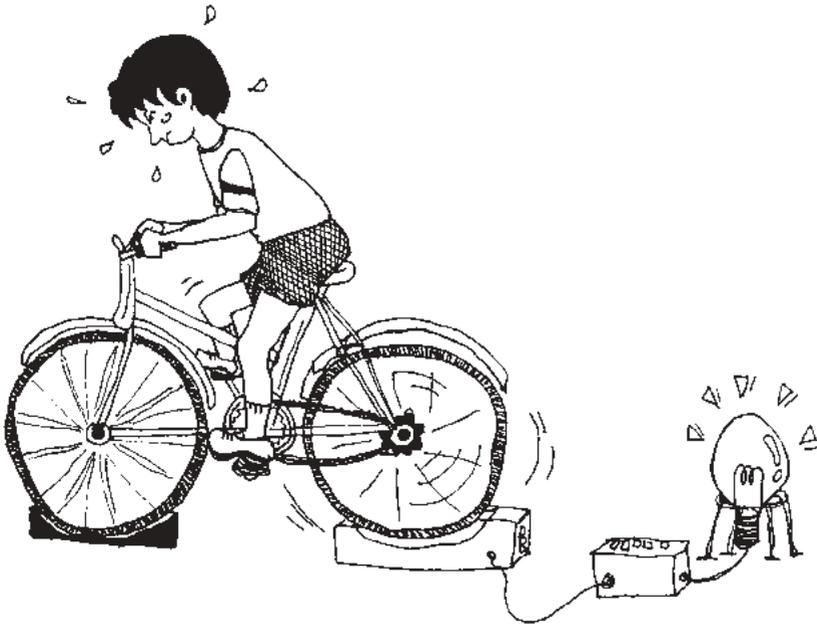
ほんとうは動いていないのです。街のネオンサインや電光ニュースでは、ひとつひとつの電球は動いていませんね。「次に、どの電球が灯け」という命令が、次々と伝えられてくるのです。

オーロラの場合もこれと同じように、空のどの部分がどのように光るのかの命令が、宇宙空間でつくられているのです。オーロラの動きから、宇宙空間の電気的な様子がわかるはずですが、それぞれのオーロラの動きがあまりにも複雑なため、いまのところは、全くお手あげです。

## 19. オーロラのエネルギーは？

太陽風と地球磁場がお互いに作用し、起電力がつくられ、その一部がオーロラのエネルギーになっています。太陽風は地球の磁場の形を変え、地球の周りに磁気圏という空間をつくっています。磁気圏は、太陽風に流されて、太陽と反対側に彗星のような長い尻尾をもちます。この地球の尾っぽはとてとても長く、月はおろか火星までも届いているということです。

プラズマが磁場を横切ると巨大な電力が発生する — これは電磁気学の基本法則です。言いかえれば、オーロラの中を流れる巨大な電流は、地球の磁気圏と太陽風が接するところに行き、宇宙の発電所で生み出されていることとなります。この発電所からの放電現象がオーロラである、ともいえます。



## 20. オーロラはどうして爆発するの？



ヒステリーと似ています。ふだんのストレスやイライラがたまって、あるときドーンと爆発するのです。火山、地震など、自然現象はほとんど全部、この形態をとります。つまり、エネルギーがどこかに貯えられ、あるきっかけで放出されるというわけです。

実は、オーロラのふるさとである、太陽フレアのエネルギー放出も同様のエネルギー過程であることがだんだんわかってきました。太陽のヒステリーで放出されたエネルギーが、地球でまたヒステリーを起こしている、ということになるのでしょうか。

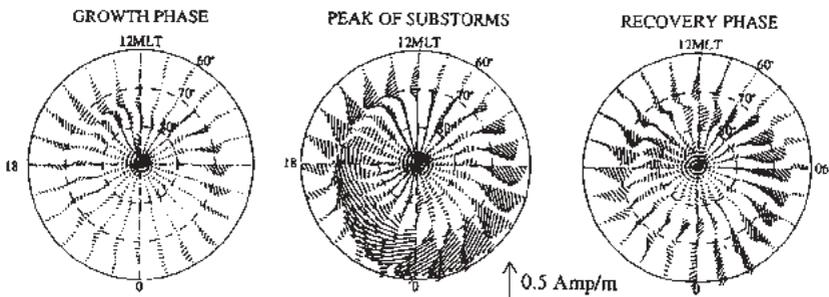
オーロラの場合は、磁気圏の尾っぽに、太陽風と地球磁場の相互作用でつくられたエネルギーが貯えられています。地球が磁場の長い尾っぽをもっているということ自体、エネルギーが貯えられていることと等価です。しかも、その尾っぽが細長くなればなるほど、貯えられたエネルギーが大きいことになります。ちょうど、ゴムでつくったパチンコのように、伸ばせば伸ばすほどそれを手で支えていることが難しくなりますね。くすぐられたり、ちょっとのきっかけで、玉は前へ放たれます。オーロラのエネルギーは、粒子のエネルギーとなり、磁力線に沿って地球の極地方へ進むのです。

## 21. オーロラには、どれくらいの大きさの電流が流れているの？

真夜中付近の明るいオーロラでは、全電流が何百万〜何千万アンペアに達することもあります。この強力な電流のことを、オーロラジェット電流と呼んでいます。ジェット気流のように、ある特定の場所に集中して流れているからです。

オーロラジェット電流にかかっている電圧は、数百キロボルトで、この電圧のもと、太陽風が太陽から引っぱり出してくる磁場との作用で生じます。一般に、オーロラ電流の強さは、オーロラが明るければ明るいほど強いので、ブレークアップのときには、電流量は数分間に急激に増えます。

この電流によって、世界中の磁場が乱れます。たとえばイェローナイフ上空に流れるオーロラ電流によって、遠く離れた日本でも磁場が変化します。逆にいえば、日本や赤道地域で、オーロラが見えなくても、変化する磁場の情報から、いまどこにどれくらい強いオーロラが出ているか計算することができます。



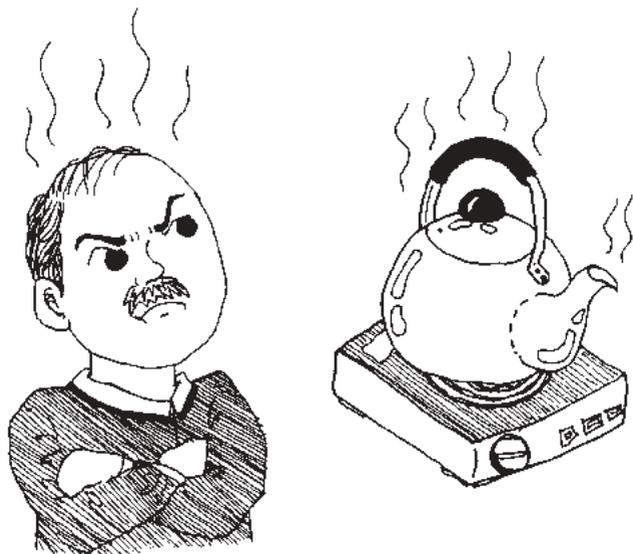
オーロラの中を流れる電流。上が太陽側、下が真夜中。オーロラがない状態から、中央のピークを経て、だんだん弱くなっていく。

## 22. オーロラから熱が出るの？

ちょうど電熱器から熱が出るように、オーロラからも熱が出ています。オーロラから出る熱は、上層大気に拡がって逃げていきます。ジュール熱と呼ばれています。

オーロラから出る熱量は、明るいオーロラの場合1,000,000,000,000 ワット以上に達することもあります。この熱量はまわりの大気を暖め、大気は膨張します。つまり、大気の密度が変わります。そんなことを知らないでやってきた人工衛星が、膨張した大気のかたまりに突っ込むと、軌道が変えられてしまいます。その結果、落下してしまった人工衛星は、今までにいくつもあります。一方、オーロラからの熱が大気対流のパターンを変え、地上の気圧配置に影響しないとはいえません。しかし、この方面の研究はほとんど進んでいません。

また、オーロラからの熱がエネルギー源になって、大きな大気振動が発生し、この波が、日本上空をってはるか赤道地方にも伝わるのがわかっています。赤道では、南半球からも波が伝播してきますから、事態は複雑です。



## 23. オーロラから音が聞こえるの？

オーロラの音を聞いたという人もいますが、科学的には証明されていません。ご存じのように、音は空気の中を伝わる縦波です。この波が私たちの耳の鼓膜を震わせ、音として感じるわけです。

昔から、聞いたというオーロラの音に共通しているのは、「ヒューッ」とか「スーッ」という音で、静寂の中で木々が風で揺れる音、着ている防寒具などがこすれる音に似ています。また、オーロラの音はいまだかつて録音されたことはないので、その実態は不明のままです。

オーロラが発生する高度では、空気の密度が低く、音を伝播させるには十分ではありません。また、オーロラから音を聞いたという人の多くは、オーロラの動きに合わせて音も変化したといいますが、これは音の速度から考えて矛盾します。もし本当にオーロラから音が出て、地上まで伝播してくるとしたら、5分以上時間がかかるはずだからです。

ひとつの可能性は、オーロラから出た電波が、人間の脳で音の感覚に変換されるのではないかということ。実際、オーロラの音を何回も聞いた人がいる一方、聞こえない人には全く聞こえないようです。一説によると、犬がオーロラの音に反応するともいわれています。



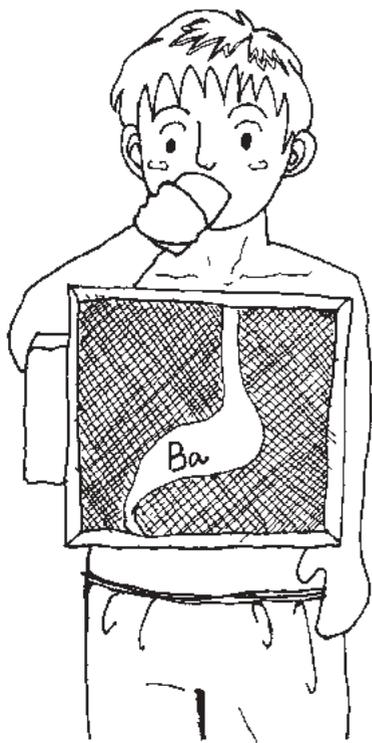
## 24. オーロラは人工的に作れるの？

作れます。胃の検査のときに使うバリウムなど、電離しやすいタネをロケットに積み込み、地上100 km以上で放出してやるだけのことです。この人工オーロラの実験は、オーロラの原理を試すというよりも、むしろ上層大気の風や電磁場の強さを測定する手段として使われます。人工オーロラの動きを観測して、上層大気の電気の状態を捉えるのが目的なのです。

発射されたバリウムの一部に、太陽の紫外線が当たって電離されイオンになります。イオンは紫や赤の光を放ち、残された中性のバリウムはグリーンに光ります。このように、人工オーロラの実験には太陽光が必要なため、地球が丸いことを利用して、実験は日没頃に行われるのが通常です。地上ではうす暗くなって、つくられたオーロラを観測しやすいからです。

また、実験室でオーロラをつくることもできます。有名なのは、近代オーロラ科学の創始者ビルケランド（オスロ大学教授）の実験です。19世紀末、真空にした箱の中に地球に見たてた磁石を置き、横の方からプラズマを当て、オーロラが発生することを示しました。これは、太陽風プラズマが発見されるずっと前のことです。

ビルケランドの実験と原理的に同じ装置は、東京にある科学技術館を始めとして、全国の科学館にいくつか置かれています。

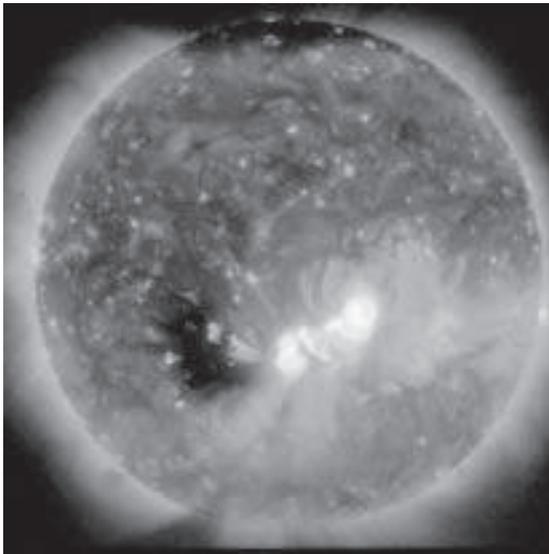


## 25. オーロラの種はどこから来るの？

オーロラのふるさととは太陽です。太陽の大気であるコロナは、高温（100 万度以上）であるため、太陽の重力を振り切って宇宙空間に飛び出ます。こうしてコロナから吹き出される高温のプラズマ（太陽風）が、地球磁場／大気と作用するのです。

太陽風は、ふだん400 km／秒くらいのスピードで、太陽から地球まで3日かけて到着していますが、激しいオーロラ活動のもとになる高速太陽風は、ときどき1000 km／秒を超えることもあるくらいです。

太陽風といっても、その密度は地球付近で1 cm<sup>3</sup>あたり、わずか数個程度。現代の技術でつくることができる最高の真空でさえ、1 cm<sup>3</sup>に100万個の分子を含んでいるのですから、太陽風は真空以下の世界。そんなわずかのエネルギーが、美しいオーロラをつくっていることを考えると、自然の仕組みの不思議さを感じずにはいられませんね。



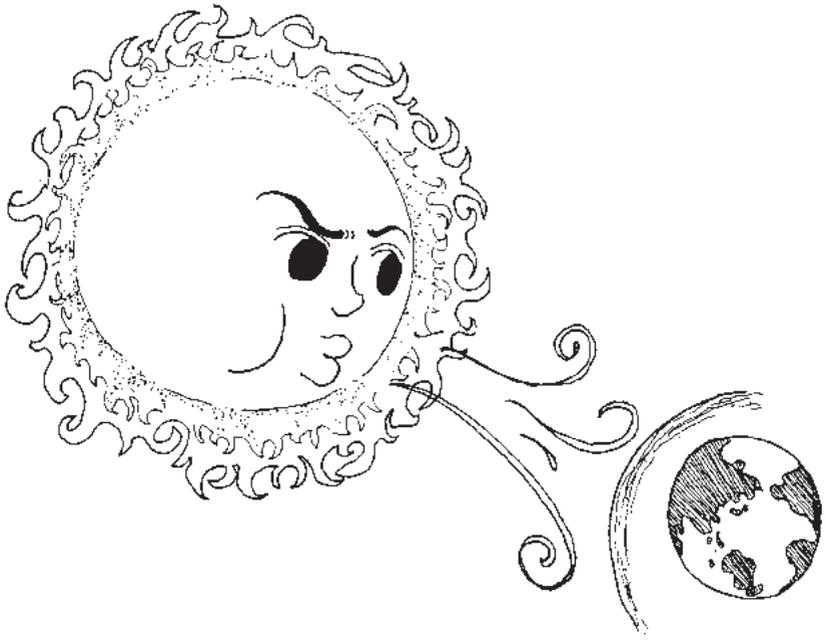
人工衛星「ひので」に積載されたX線望遠鏡で見た太陽

## 26. 太陽の中に地球がいるってほんと？

ほんとうです。びっくりしましたか？

太陽風というのは、太陽の大気そのもので、その太陽風は太陽系空間を充たしていますから、地球は太陽の大気の中にいるというわけです。「わーッ、大変」と思うでしょうが、幸い地球は磁場をもっていて、太陽風という高温気体が直撃できない仕組みになっています。そんな仕組みがあるからこそ、私たち生命がこの星に生まれてきたのです。惑星間空間の中に、ホンの小さな空洞があり、私たちは例外的ないい場所に住んでいるというわけです。

しかし、太陽風が地球圏のまわりを、すーっと通り過ぎて行っているわけではありません。地球圏には小さな窓があり、その窓が大きき開いたり小さくなったりしていて、太陽風のエネルギーが侵入してくる量をコントロールしているのです。つまり、地球圏の外側を流れる太陽風の息づかいを、私たちはオーロラという形で感じとっているというわけです。

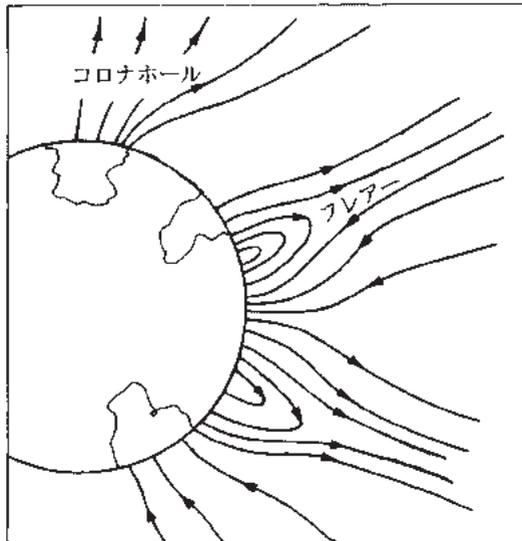


## 27. オーロラの2つの太陽活動の原因とは？

オーロラのふるさとは太陽にあります。太陽の原因には大きく分けて2つあります。太陽風フレア（とコロナ質量放出）とコロナホール（コロナの穴）です。前者は太陽の低緯度で活発で、後者は高緯度で発生します。それぞれが約11年の周期で、活動度が高まったり低くなったりしており、それぞれがオーロラの原因になっています。原因は違いますが、オーロラになってしまえば同じということでしょうか。

フレアは太陽面の爆発現象で、太陽のオーロラと呼ばれているくらい、オーロラの発生と似ています。フレアは黒点と関係がありますが、それらの関係の正体が最近だんだんわかってきました。黒点は、周囲に比べて温度が低く、磁場が強い場所です。フレア爆発によるオーロラ嵐は、衝撃波によって始まります。

一方、コロナホールは、穴といっても何かが落ち込むような穴ではなく、逆に高速の太陽風が吹き出している場所です。温度は1000万度に達することがあります。コロナホールが引き起こすオーロラには、衝撃波は伴いません。

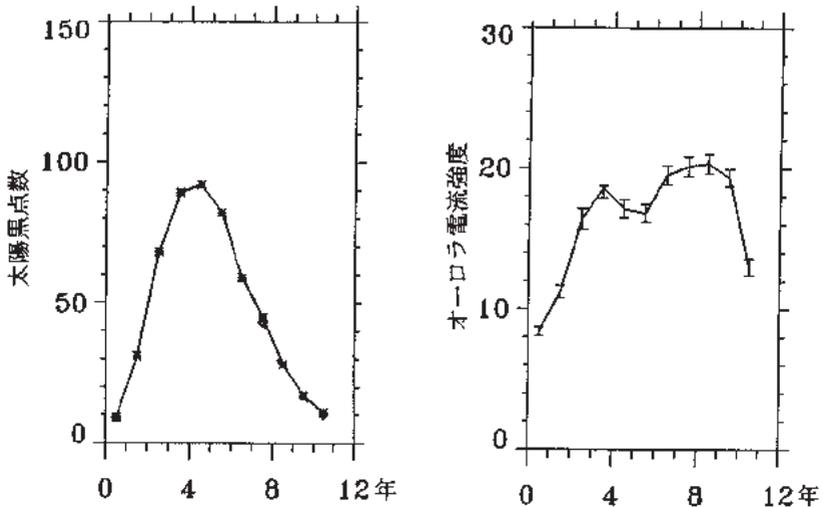


## 28. 太陽活動とオーロラの関係は？

街に出回っているオーロラツアーのパンフレットなどにより、皆さんはきっと、太陽活動は 11 年周期だから、オーロラの現れ方も 11 年周期で変動すると思っているのではないのでしょうか。オーロラは 11 年ごとにしか見られないと思っている、極端な人もいるようです。

しかし、いったい太陽活動度とは何でしょう。あのデカイ太陽の活動度を表わす正しい方法を、私たちは果して知っているのでしょうか。そもそも、太陽全体の活動度を、まとめて1つの数字にすることなど、可能なのでしょうか。

太陽活動度は、歴史的に黒点の数で代表させています。黒くて目立つからです。この黒点数の増減が、約 11 年の周期をもっているわけです。この周期も一定ではなく、短いときで9年、長いときは 13 年にもなります。しかも、一般にはあまり知られていませんが、1つの周期の中に、オーロラ活動のピークが統計的に2つあります。1つはフレアによるもの、もう1つはコロナホールによるものと考えられていますが、詳細はわかっていません。

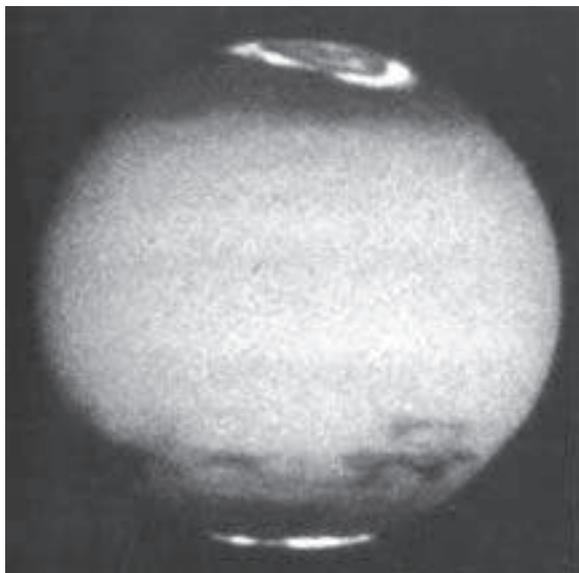


太陽周期の中にオーロラ出現ピークが2つある。

## 29. 他の惑星にもオーロラがあるの？

オーロラが出現するには、大気と磁場が必要です。ということは、大気と磁場をもっている惑星では、オーロラがつくられている可能性があります。実際、地球よりも1万倍も強い磁場をもっている木星で、宇宙船ボイジャー1号がオーロラの写真撮影に成功したときには、世界の学界では「やっぱり…」という声が多かったのです。ハッブル宇宙望遠鏡によっても、土星のオーロラが見事にとらえられています。さらに外にある天王星、海王星でもオーロラの存在が確認されるに至りました。

それぞれの惑星の大気の成分が異なるため、オーロラの色は惑星によって違います。磁場をもっていない、あるいは非常に弱い金星、火星に、オーロラは期待できません。もちろん、月にもオーロラはありません。また、立派な磁場をもっていますが、大気をもっていない水星にも、オーロラはあり得ません。

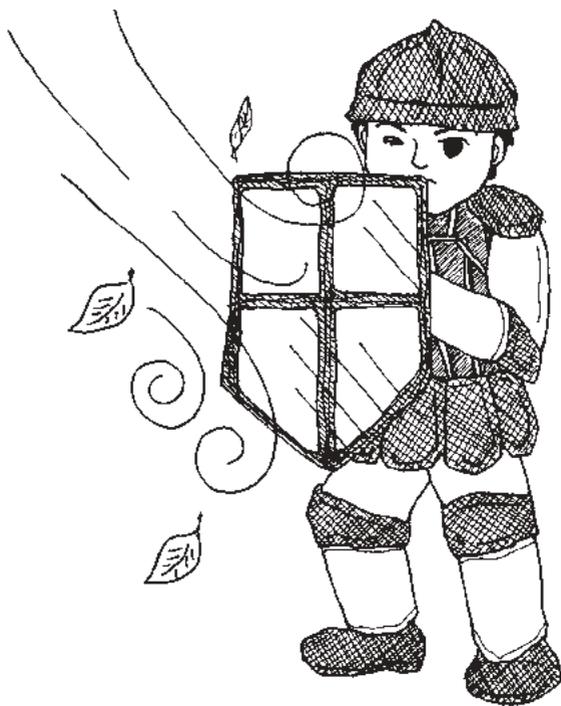


ハッブル宇宙望遠鏡が捉えた木星のオーロラ

## 30. 地球を守る2つのバリアーとは？

いま突然この空気がなくなったら、呼吸ができなくなって大変なことになることは、皆さん簡単に想像できますね。しかし、地球がもつ磁場の有り難みは、あまり知られていないのではないのでしょうか。地球の磁場が、宇宙空間を飛び交っている危険な高エネルギー粒子をはね返し、地上の生命が保たれているのです。さらに、地球が磁場を失えば、太陽風が地球を直撃して、この大気も吹っ飛ばしてしまいます。

宇宙空間の高エネルギー粒子が地上への侵入を防いでくれているのが、地球の磁場で、いわば盾の役目を果たしてくれているのです。高エネルギー粒子が直接やってくると、遺伝子や脳がダメージを受けます。(小さい声で = もっとも、ふだんからおかしい人は、高エネルギー粒子の衝突で、正常になるかも知れませんね)

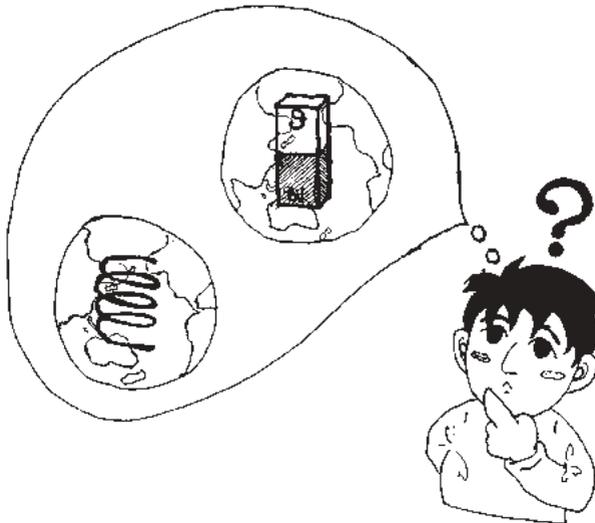


### 31. 地球の中には巨大な磁石が埋まっているの？

違います。地球がどうして磁力をもっているのかは、実はよくわかっていないのです。逆に、地球は磁石をもっていないはずだということでノーベル賞をもらった人がいます。ピエル・キュリー、キュリー夫人の旦那さんの方です。彼はキュリー点というのを発見しました。それは、例えば鉄をどんどん熱して800℃、900℃、1000℃にしていき、その点を超えると、その鉄は磁性を失うということです。つまり磁石ではいられなくなるということです。

地球は鉄で出来ています。地球の中心近くに行くと5000—6000℃の高温になりますね。すると、三段論法から、地球は磁力をもっているはずはないということになります。

ところが実際にはもっていますね。いったいどうしてでしょうか。それは、地球内部に多分電磁石があるんだろうということになっていますが、ではどんな電磁石なんだろうかという疑問がわきます。それもわかりませんが、とにかく、地球が磁性をもった星であり、かつ大気をもった星であるためにオーロラが生まれるのです。



## 32. 地球の磁力は一定なの？

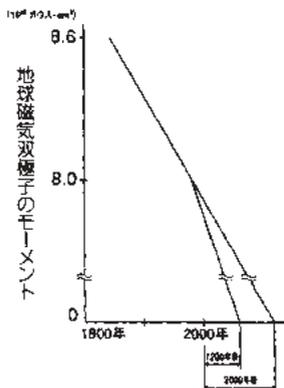
違います。地球がどのようにして磁力をもつに至ったかがまだよく理解されていないので、なぜ変動するのかもわかっていません。とにかく、地球の磁力は一定ではありません。「地磁気 50 のなぜ」を読んでくださいね。

地球は電磁石になっているわけですから、その電流の量が変化すれば、磁力も変化するはずで、電流の向きが変われば、磁場の逆転も当然起こります。実際、地球の歴史をひもといてみると、磁場が何回も逆転した証拠が、古い地層や岩石の中に見つかっています。恐竜の絶滅が、地球磁場の減少によるという考え方もあります。おもしろいのは、あの巨大な太陽では、11年ごとにも簡単に、南北の磁極が入れ替わっているということ。

ところで、いま地球の磁力がどんどん減ってるのをご存知ですか。19世紀初めに、ドイツのガウスが地球磁場を測定して以来、年に0.05-0.07%の割合で着実に減少しているのです。

もう一度いいます。地球がどうして磁力をもっているのかわかりませんから、なぜ減っているのかもわかりません。無責任な言い方ですが、この情けない気持ちをお察し下さい。

地球の磁力がゼロになる!?

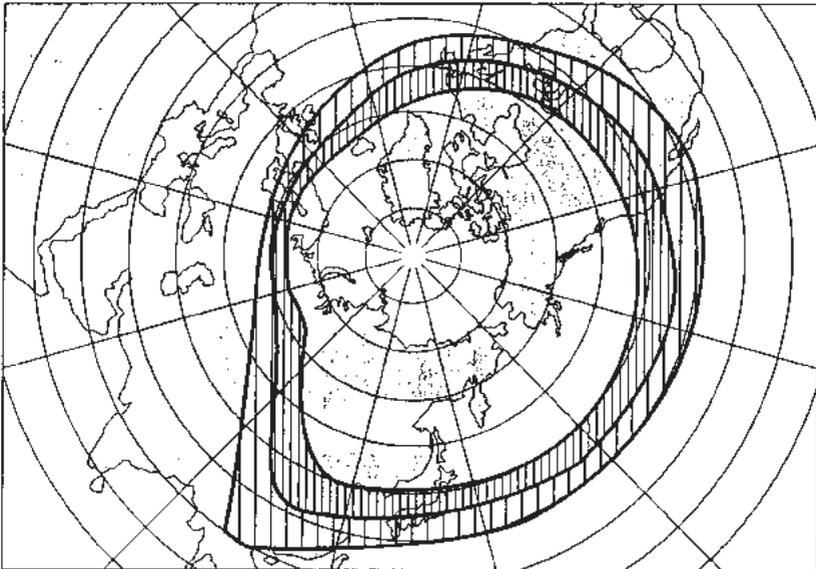


地球の磁力は着実に減っています。とくに近年はそのスピードが高まっており、このままいくと、あと1200年でゼロになってしまうことになります。

### 33. 日本でオーロラが毎晩見えるのはいつ？

このままの割合で減り続けると、地球の磁場はあと 1200年ほどでゼロになってしまいます。1000年後には、日本はオーロラベルトの真下。本物のオーロラが、毎晩のように日本の空に舞い狂う計算になります。寒いカナダやアラスカ、スカンジナビアへ行かなくても、家庭にいながらダイナミックなオーロラを見物できることになります。その時には、オーロラで一句詠むもよし、オーロラの下で一杯やるのもよし。皆さん、がんばって長生きしましょうね。

ただし、この計算には大きな仮定があることを忘れてはいけません。あくまでも、「このままの調子で減り続けるとすれば…」の話だからです。わずか 200 年足らずのデータを使って、1000 年後のことをいうのは不謹慎だとお叱りを受けるかも知れません。



今から1000年後のオーロラベルト

## 34. 日本でオーロラが見えた記録はあるの？

あります。日本の古い書物には、オーロラのことは赤気（せっき）という言葉で表現されています。オーロラが表れる最も古い記録は、「日本書紀」です。また、推古天皇の代には、「天に赤気あり、その形は雉（きじ）の尾に似たり」という記述が残っており、大和飛鳥でオーロラが見えたこととなります。藤原定家の「明月記」には、「北の空から赤気が迫って来た。その中に、白い箇所が五カ所ほどあり、筋も見られる。恐ろしい光景なり」とあり、当時の人々がオーロラを恐怖の光景ととらえていたことがわかります。オーロラは京都にも何度も出現し、山火事、野火、旗などと表現されています。

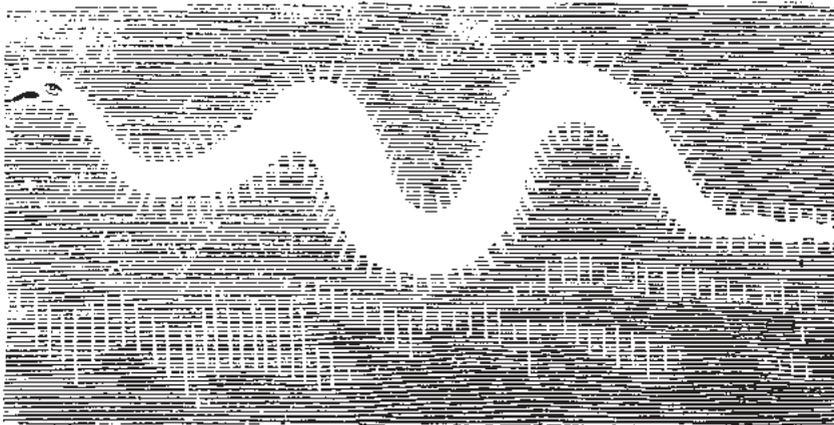
紀元前 700年から 1600 年までの長期間にわたる中国の古文書を調べた研究者があり、オーロラの記録らしいもの約 600 例が選ばれています。「オーロラらしい」と書いたのは、当時はこの不思議な光を自然現象とみる概念がありませんから、古文書中の文章を読んでも、オーロラと解釈するか、彗星ととるかなど、研究者によって解釈が分れるからです。



## 35. オーロラにまつわる伝説は？

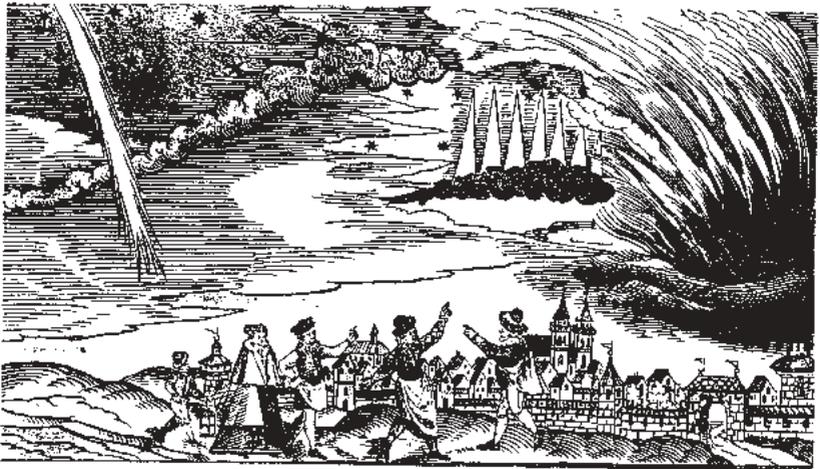
神秘的な美しさは、怖ろしさともつながります。古くからオーロラを毎日のように見ていた、ラップランド人やグリーンランド人など、極地に住む人々にとって、オーロラのゆらめきは天空からの光でした。北欧では、神の世界と人間の世界がオーロラで結ばれていると信じている人が、今でもたくさんいます。北米のイヌイットには、精霊が地上に話しかけているといういい伝えがありますし、オーロラがまれにしか現れなかった中国では、オーロラは天に住む龍の姿でした。

中世ヨーロッパでは、オーロラも彗星も、災害が起きる前兆であると伝えられていました。中低緯度で見られる赤いオーロラは、血を連想させ、神の怒りのしるしであると思われたのです。中世の文明国では、オーロラは珍しい現象であるため、オーロラの模様の中に、武器や戦う兵士の姿が見えたのも不思議ではありません。



大きな蛇が空を舞っている

白いハンカチを振るとオーロラが動く



天空で戦争が起きている



スカンジナビア最北部に住むラップランド人は、明るいオーロラの光に照らされながら、キツネを撃っていたという。

## 36. オーロラは何かの前ぶれなの？

オーロラが現れると何か大事件が起きると、中世の人たちは心から信じていたそうです。世界史は政変の歴史ですから、不安におののいていた当時の人の気持ちが判るような気がしますね。「オーロラが大地震や火山の爆発の前ぶれである」と主張する科学者はいませんが、逆に大地震によってオーロラが活発化すると考えている人はいます。地震の震動から出た波が、電離層を刺激してオーロラを発生させるというのです。

赤いオーロラは、地の果てである北の空からやって来るので、中世ヨーロッパの人々は、神の怒りであると怖れていました。不吉の前兆だと思っていたわけです。ワーグナーの楽劇「ニーベルングの指輪」の最後、「神々のたそがれ」には、天上の神々が炎上するシーンがあります。ドイツのヒトラーは大のワーグナー好きで、「私の最期は神々のたそがれである」と、生前よく周りの者に言っていたそうです。折しも彼がポーランドに侵入する前日に、大磁気嵐が発生し、真紅のオーロラが全天に拡がりました。ヒトラーの作戦は失敗に終わりました。

中国でも、赤いオーロラは不吉の前兆ととらえられ、政治の大変革の前ぶれと考えられていました。たしかに、赤は血を連想させますね。





## 38. オーロラをテーマにした小説はある？

有名なのは、新田次郎の「アラスカ物語」（新潮社）、曾野綾子の「極北の光」（新潮社）でしょう。両方とも、壮絶な人間ドラマなのですが、その中でオーロラが、運命や人生の方向を示唆するメッセージとして使われています。

フランク安田は眼を上げて北極光オーロラを見た。

空で光彩の爆発が起っていた。赤と緑がからまり合って渦を巻き、その中心から緑の矢があらゆる空間に向って放射されていた。彼に向って降りそそがれる無限に近いほど長い矢は間断なく明滅をくりかえしていた。

光の矢は彼を射抜くことはない。それは頭上はるかに高いところで消えた。だが、消えた緑の矢は、感覚的には、姿を隠したままで、彼に向って降りそそがれていた。身体に痛みこそ感じないが、恐怖は彼の全身を貫き、しばしば立止らざるを得なかった。

（「アラスカ物語」より）

それは凍てついた夜空を煽りあお、星を撫でながら走り、森のかなたに舞い上がり、光子はオーケストラ・ボックスの中において、熱演する指揮者の音楽に連れて揺れる天空の緞帳どんちょうを見ているような思いになった。

（「極北の光」より）

戸川幸夫は、アラスカの雄大な雪原を舞台に、子どもたちに力いっぱい生きることの大切さを教えた動物ドラマ「オーロラの下で」（金の星社）の中で、次のように描いている。

オーロラは、ゆらゆらとゆれるかと思うと、ほのおのように燃え上がり、あるときはがらりと、もようを変える。

それは空というキャンバスに、神が大自然の絵筆でえがく、おそろしいまでの、みごとな芸術といえた。

（「オーロラの下で」より）

## 39. オーロラをテーマにした詩は？

オーロラの美しさを詩に表現した人はたくさんいます。バイロン、キーツ、ディキンソンなどは、オーロラをロマンと神秘の代名詞のように使っています。この光には、イマジネーションが込められているのです。科学的知識をもたずに、オーロラの舞いに直面すれば、南極大陸で果てる直前にスコット隊が氷上で綴った日誌にあるように、「このような美しいものを見れば、人間は必ずや畏敬の念がおきるはずである」と感ずるのはごく自然なことでしょう。次はゲーテの「愛の詩集」（高橋健二訳）からです。

リーダよ、おん身の愛し得ただひとり  
残りなくおん身のものと望むのも、ことわり。  
彼もまたひたすらおん身のものです。  
なぜとて、わたしはおん身と別れてから、  
無上にせわしい世の中の  
騒々しい動きも、  
わたしには軽い薄ぎぬとのみ思われるのです。  
おん身の姿はいつも雲の中のように、  
この薄ぎぬを通して見えるのです。  
おん身の姿は、永遠の星が  
極光（オーロラ）の定めぬ輝きの中に  
きらめくように、  
親しげに変わることなく輝くのです。



An Lida.

Den Einzigen, Lida, welchen du lieben kannst,  
Förderst du ganz für dich, und mit Recht.  
Nur ist er einzig dein.  
Denn, seit ich von dir bin,  
Scheint mir des schnellsten Lebens  
Wärmende Bewegung  
Nur ein leichter Flor, durch den ich deine Gestalt  
Immerfort wie in Wolken erblicke:  
Sie leuchtet mir freundlich und treu,  
Wie durch des Nordlichts bewegliche Strahlen  
Ewige Sterne schimmern.

## 40. オーロラ姫はどこにいるの？



有名なのは、「眠れる森の美女」のオーロラ姫でしょう。チャイコフスキー作曲のこのバレエ組曲は、17世紀ルイ14世時代の作家ペローの童話に基づいています。仙女の呪いで眠らされるオーロラ姫のストーリーが展開します。

オーロラ Aurora とは、ラテン語で「東の方角」あるいは「夜明け」のことを意味します。バラ色とか輝きの代りにも使われ、ヨーロッパにはオーロラという名の女性が少なくありません。日本語では暁子といったところでしょうか。

## 41. オーロラの名付け親は誰？

ローマ神話に登場する女神オーロラは、地上の生き物に夜明けや希望をもたらす神でした。女神オーロラが、夜の闇を追い払い、この世に光を与えてくれていると信じていたのです。オーロラ女神のおかげで、暗黒の夜がいつまでも続かず、朝がやってくるのです。

この女神の名が、極地に舞う光に与えられるようになったのは17世紀に入ってからです。ガリレオが名付け親だとされています。ガリレオは、望遠鏡を使って太陽黒点を発見したことで知られていますから、オーロラとオーロラの源の両方に関係していたことになりそうです。



ローマ神話に現れるオーロラの女神

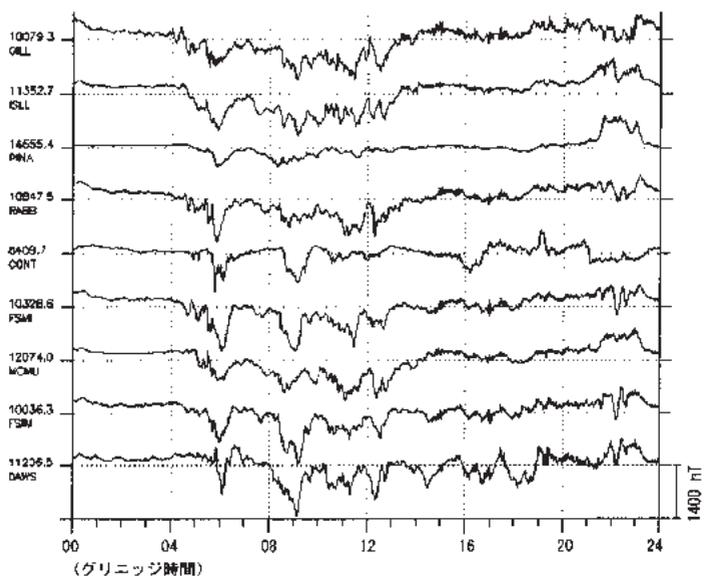
## 42. 磁気嵐って？

文字通り、地球の磁場が大きく乱れる状態のこと。ドイツの物理学者フンボルトが、「地球磁場のカミナリ」と名付けました。19世紀初頭のことで。当時は、磁場の乱れとオーロラや太陽との関係が、科学的によく理解されていない段階でした。

オーロラが1度だけ舞い、世界中の磁場が乱れても磁気嵐とはいいません。オーロラ嵐が何度も次々に発生し、地球の周りにリング状の電流が形成される状態を磁気嵐と呼んでいます。磁気嵐は、ふつう2-3日続きますが、1週間以上に及ぶこともあります。大きな磁気嵐のときには、オーロラのベルトが赤道側へ拡大し、日本からもオーロラが見えることがあります。

磁気嵐は、太陽の爆発現象フレアや質量大放出、コロナホールからの高速太陽風などによって引き起こされます。

カナダで観測された2003年10月14日の磁気嵐



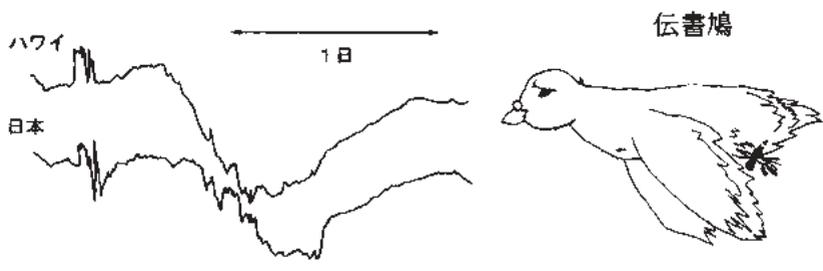
## 43. オーロラが出ると動物が狂うって聞いたけど、ホント？

ホントです。オーロラの中を流れる電流が、ふだん動物たちが感じている地球の磁場を乱すためです。たとえば、地球の磁場を頼りに飛んでいる伝書鳩が、方向を間違えて迷子になってしまいます。

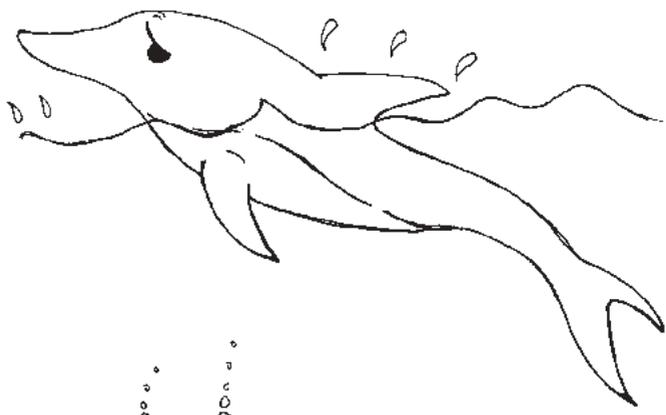
イルカやクジラなどの、いわゆる鯨類の脳には磁気センサーがあります。ときどき何百頭もの鯨類が浜に打ち上げられる報道がありますが、こうした集団座礁は磁気嵐のときに多いという研究結果さえもあります。

湖や海岸の浅いところに棲んでいる単純な生物、バクテリアも生きるために磁場を使っています。北半球に棲んでいるこの種のバクテリアは、敵から逃げるために、磁場の方向へ進めば泥の中へ入って行けることを知っていますし、南半球のバクテリアは、磁場とは逆の方向へ進むことを生きる術として心得ているわけです。

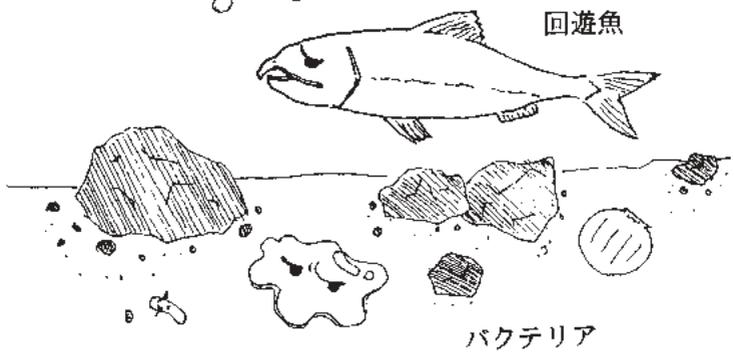
オーロラがつくる磁気の乱れは、人間にも影響を及ぼしている可能性があります。イギリスでは、人間の磁場感知能力をテストし、女性の方が「優れている」ことが示されました。しかし、人間は動物と比べて頭がいいため、「北はどっち？」と聞かれても、単純に答えてもらえず、テストの結果を検証することが非常に難しいのです。細胞レベルでは、バクテリアと同じように磁場を感じ、オーロラに反応しているのかも知れません。実は、私もオーロラが出るとメロメロに狂ってしまうのです。トホホ。



イルカ



回遊魚

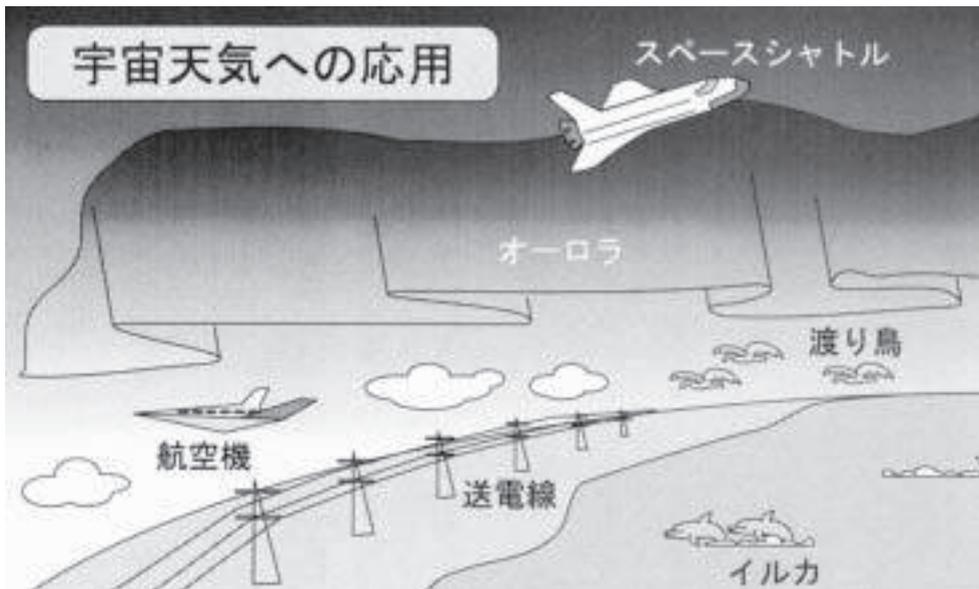


みんな困った顔をしています。

## 44. 宇宙天気って何？

地球を取り巻く宇宙空間の状態のことを指して、宇宙天気と呼んでいます。つまり、太陽風が満たす惑星間空間や、磁気圏、電離圏、上層大気の状態のことをいいます。宇宙の天気は、人工衛星や工学技術、地上の生命にまで影響をおよぼします。「天気」というからには、いい天気、悪い天気がありますが、これはあくまで人間にとっていいか悪いかの話です。

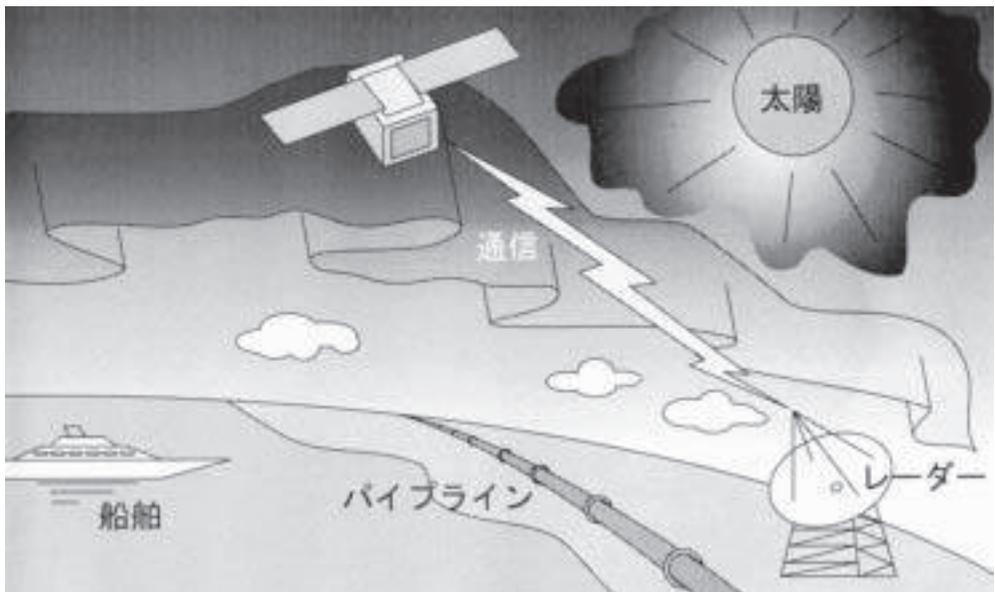
オーロラの中を流れる電流が、地上の送電線に異常誘導電流を発生させ、変圧器やブレーカーの機能をマヒさせることが報告されています。カナダやスカンジナビアでのこうした停電は、何例も報告されています。誘導電流は、石油パイプラインにも流れ、腐食が進む原因にもなりますし、パイプの温度を上げて周囲の生態系をも乱します。オーロラからの熱は、人工衛星の軌道を狂わ



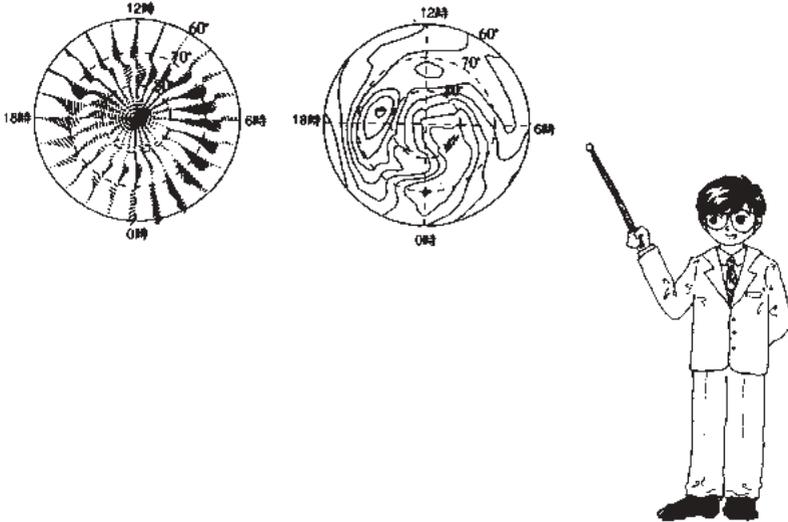
せ、寿命を縮めます。通信障害は、飛行機や船舶の位置決定にも影響を及ぼします。

現代社会は、電力はもちろん、通信、人工衛星なしでは成立しないくらい、工学技術に依存しています。換言すれば、この文明社会は宇宙の天気の影響を受けるように発達してきたともいえるでしょう。今や、宇宙の「悪い」天気は、世界経済に打撃を与えるところまできています。

オーロラは宇宙天気の1つの表れです。



## 45. オーロラの出現を予報できる？



できるタイプのオーロラと、できないタイプのオーロラがあります。たとえば、磁気嵐のときのような大規模なオーロラは、太陽を観測していれば、オーロラ出現の2-3日前に、ある程度は予測ができます。また、太陽は27日の周期で自転していますから、一度大磁気嵐が発生すると、27日後にも見事なオーロラが現れると見当がつくわけです。

オーロラのブレークアップは、平均すれば数時間に1度起きていますが、どこで起きるかわかりません。今では、太陽と地球の間にある人工衛星や、静止衛星からのデータ、極の上を飛んでいる衛星からのオーロラ写真、刻々と入る地球磁場のデータを使って、ある程度のオーロラ予報はできます。

太陽から地球までのエネルギーの流れや変換のプロセスが全部解明されたときには、すべてのオーロラの予報ができるはずですが、その日はまだまだ来ないと思います。今のところ、わからないことが多すぎるからです。

## 46. 地球温暖化が進むとオーロラはなくなるの？

「オーロラは寒い地域で見える」、「いま地球温暖化が進んでいる」から、三段論法でくる推測でしょうか。しかし、オーロラの発生は地上の気温とは関係ありませんから、心配ご無用です。

しかし、地球的規模の長期的な気候変動とオーロラの発生には、統計的な関係があり、歴史的なデータがこれを示しています。太陽活動が両方に効いているからです。ただし、これでいくと、「温暖化—オーロラ消滅」の推論とは逆で、地球温暖化はオーロラ活性化につながります。最近の人工衛星の観測によると、太陽からの光のエネルギー総量と黒点の数（つまり、太陽活動度）には、正の関係があることがわかってきたのです。「太陽定数」は、実は定数ではなかったというのです。黒点の11年周期で、エネルギー総量が0.1パーセント程度変化しているのです。



## 47. オーロラの写真を撮るには、露出は何秒？

オーロラの明るさによりますが、ISO(ASA)400の場合、一番明るいオーロラでは、2-5秒といったところでしょう。しかし、この数秒の間に、オーロラが烈しく動いてしまうと、でき上がった写真はボケてしまいます。

オーロラ撮影には、三脚とシャッターレリーズは必需品。また、室外を行ったり来たりする場合にそなえて、カメラカバー（ビニール袋でもいい）も忘れてはいけません。マイナス 20 度から室内にカメラをもってくると、レンズが曇ってしまい、「いざ」というときにあわてることがあります。

帰国後、友だちに自慢できる写真を撮りたい方のために、いくつかのアドバイス。それは、オーロラの上の方だけではなく、建物、樹々、山、湖などと一緒に、オーロラをフレームに入れることです。オーロラと記念撮影もいいでしょう。

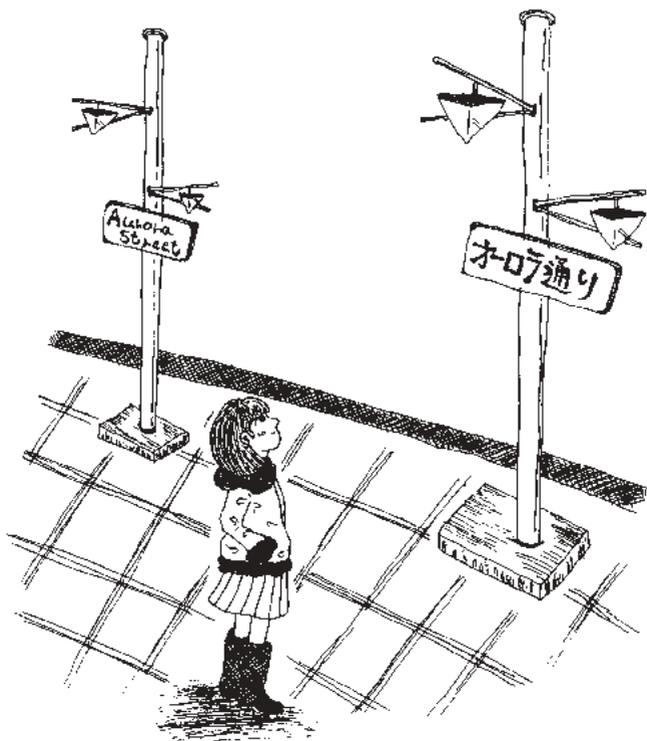
家庭で使っているビデオでは、非常に明るいオーロラなら写ります。テレビ番組で見るオーロラは、特殊な高感度カメラで撮ったものです。



## 48. 世界中にオーロラ市、オーロラ通りがあるの？

ロスアンゼルスなどアメリカの大きな街では、道路名がアルファベット順になっているところが多いことに気づいている人もいるでしょう。まずAで始まる道路は、Aurora Streetとか Aurora Drive という通りをよく見ます。ちょっとしゃれた響きの、Auroral Boulevardというのもあります。

また、オーロラ市や町は、アメリカに全部で 17 あります。大きいのは、コロラド州とイリノイ州のオーロラ市でしょう。とくに、デンバー空港に隣接しているコロラド州のオーロラ市の名は、住民投票で決定され、大磁気嵐に伴ってこの辺りで見られた見事なオーロラにちなんだということです。ロマンチックな市民ですね。



## 49. なぜオーロラの研究をするの？

オーロラは、太陽と地球の関係を表わす一つの現象にすぎません。音もなく現れ、色や形が変化し、空一面を動きまわるこの不思議な光の舞いは、私たちの知的好奇心をかき立てます。

「なぜ？」に発する、人間の知的好奇心は、あらゆる科学の原点です。好奇心あふれる人間は、この不思議な光を注意深く観察し、多くの規則性を発見してきました。夜の光なのに、原因が太陽にあることも突きとめました。18-19世紀のヨーロッパでのオーロラ研究は、そのまま電磁気学の誕生と発展の歴史です。

ちょっと身の回りを見て下さい。私たちが日常使っている製品で、電磁気学という学問のおかげで出来上がったものが数多くあることに気づくでしょう。家庭やオフィスにある電灯、テレビ、ラジオ、ステレオ、電話、ファクス、パソコン…。不思議な自然



現象を解明しようとして始まる研究の成果は、色々な方面へ応用されるのです。

「何のために、オーロラの研究をしているのですか」とよく質問されます。私なら、「太陽と地球の関係を知るためです。宇宙での人間の立場を知るためです」と答えます。惑星地球号の住民が、自分たちの地球のことや地球の周りのことを知りたいのは、当たり前のことです。オーロラは、その目的に向う1つの手段にしかすぎません。ですから、太陽と地球の関係を知るために、他の手段で研究をしている人が、世界中にたくさんいます。ちなみに、「オーロラはどのように光るか」だけを研究している人は、世界中に1人もいません。

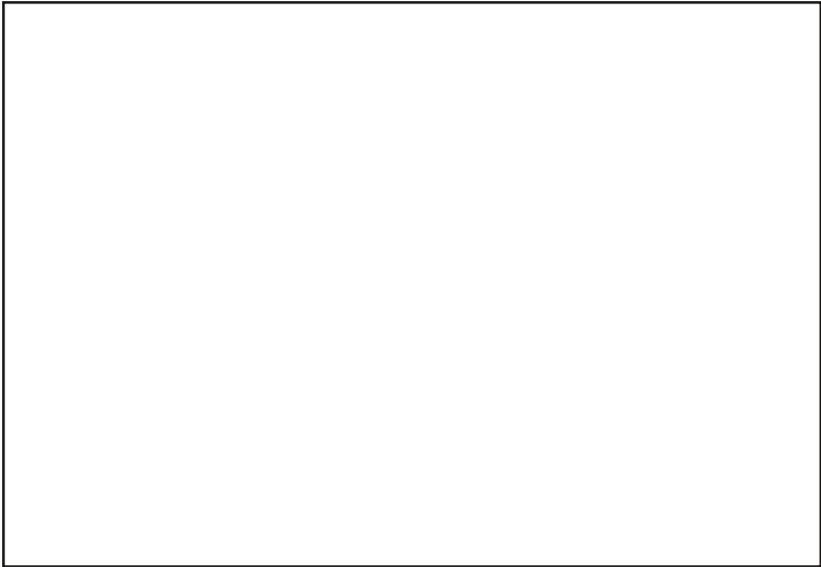
オーロラの科学は、宇宙科学の一部です。人工衛星と地上からの観測が、研究の主な手段です。観測は室内実験と違って、太陽活動や惑星間空間の条件を整えた上で行うことはできません。与えられたものを、データとして受け入れるより方法はありません。

### オーロラを研究した著名な科学者

ハレー (E. Halley)  
ニュートン (I. Newton)  
ケルビン (L. Kelvin)  
ダルトン (J. Dalton)  
ビオ (J. B. Bio)  
オングストローム (A. J. Ångström)  
フランリン (B. Franklin)  
セルシウス (A. Celsius)  
オイラー (L. Euler)  
ライプニッツ (G.W. Leibnitz)  
ベルヌーイ (D. Bernoulli)

## 50. オーロラはどんなメッセージを 私たちに送っているの？

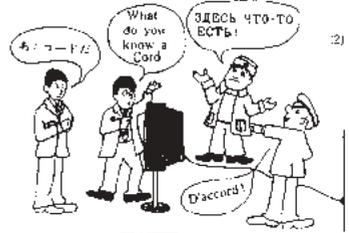
皆さんはこの冊子を読んで、もうオーロラ博士です。この問いには、ご自分でお答え下さい。



(私の答え)

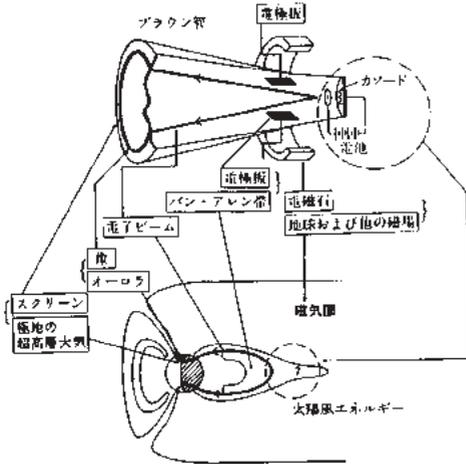
オーロラは、太陽と地球の微妙なバランスで発生することが、だんだんわかってきました。地球が、実は太陽の大気の中にも知りませんでした。ふだん危険な太陽の大気にさらされていないのは、地球が自前の大気と磁力をもっているからであることも、オーロラの研究によってわかってきました。

たまたまこの地球に住みついたちっぽけな人間が、オーロラの不思議さを解明していくことから発して、自然の仕組みを理解し始めたのは、素晴らしいことだと思います。しかし、自分の生活の便利さのみを追求して、太陽と地球の微妙な関係を壊すことができる技術をもってしまったのも人間ではないでしょうか。オーロラは、自然と生命の調和の大切さを教えてくれているような気がします。

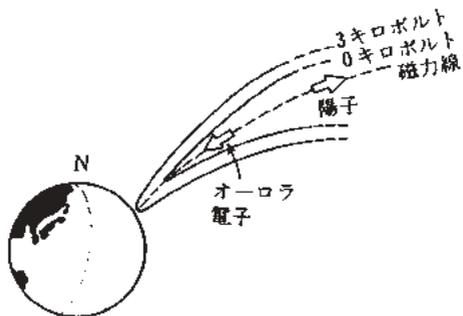


オーロラ科学について私たちはどこまで学んだか。  
 〔上出洋介著「オーロラー太陽からのメッセーシ」(山と溪谷社)より〕

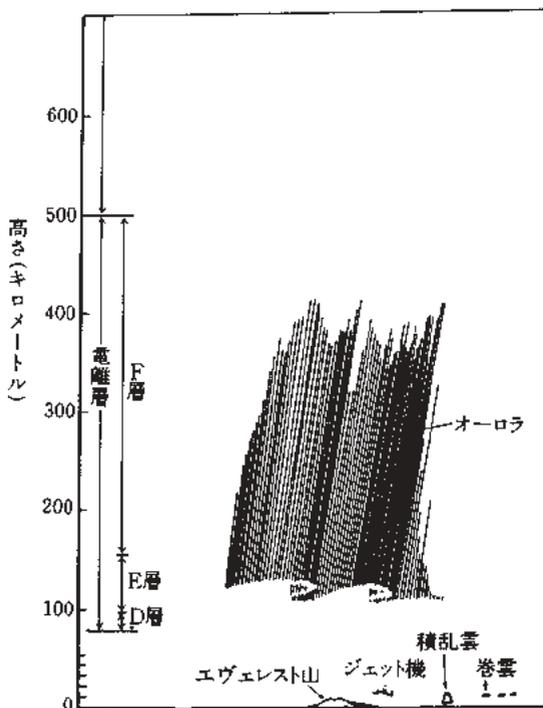
- (1) 人々は空を見上げ、「これはいったい何?」と感じた。
- (2) 60年代になり、人類は宇宙へ飛び出し、太陽風や磁気圏を見つけ、この不思議なカラーテレビの電源を発見したことになる。
- (3) しかし、まだまだ肝心なことがわからない。たとえば、「どのようにしてオーロラブレイクアップが起きるのか」など



テレビのブラウン管とオーロラの類似性。  
 <赤祖父俊一著「オーロラ」(中央公論社)より>



オーロラ粒子の加速を説明するための電位分布。〈上出洋介著「オーロラと宇宙の神秘」(サイエンス社)より〉



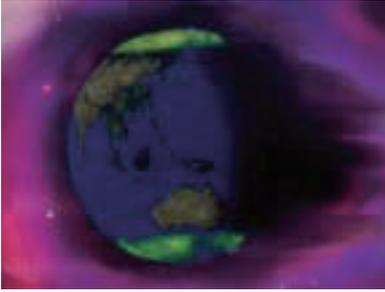
オーロラの現われる高さや気象現象の高さ。〈赤祖父俊一著「オーロラへの招待」(中央公論社)より〉



そろそろ夜明け。明るくなってくると“今晚”最後のオーロラ。〈撮影：坂本昇久〉



カナダの広原に広がる赤いオーロラ。赤いオーロラは稀な現象。〈撮影：内野志織〉



↑

NASA の人工衛星ポーラーが捉えた南北半球での同時オーロラ。

<NASA 提供>

→

(上) 北海道陸別町の北の空に現れた真っ赤なオーロラ。 <撮影：津田浩之>

(下) 同じ日、オーストラリアでも赤いオーロラが観測された。 <撮影：村田 行>



スペースシャトルはオーロラに突っ込むことができる唯一の乗り物。

<NASA提供>

## 資料／イラストの提供・出典一覧

---

表紙	Auroral Observatory, The University of Tromso
目次および 1	つだかつみ（偕成社刊「オーロラのひみつ」より本人の許可を得て転載）
3	H. Fritz
1 4	Auroral Observatory, The University of Tromso
2 1	上出洋介
2 5	宇宙航空研究開発機構
2 8	E. W. Cliver
2 9	NASA
3 3	小口高
3 5	（順に）E. M. Handie, A. Brekke, Staatsbibliothek Bamberg, and R. H. Eather
3 7	A. Brekke and A. Egeland
4 0	E. F. Brewtnall
4 1	R. H. Eather
4 2	CANOPUS magnetometer chain
4 9	つだかつみ（偕成社刊「オーロラのひみつ」より本人の許可を得て転載）

---

# オーロラ 50のなせ



2017年 9月 改定版 第6版発行

---

発行日	2007年12月 初版 第1刷発行 2011年 3月 第2版 第2刷発行 2012年 8月 第3版 第3刷発行 2014年 7月 第4版 第4刷発行 2016年 3月 第5版 第5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	上出 洋介 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) <a href="http://www.isee.nagoya-u.ac.jp/">http://www.isee.nagoya-u.ac.jp/</a>
印刷／製本	株式会社 T. P. O. (〒441-8077 豊橋市神野新田町中洲3番)

---

本冊子は、平成19年度文部科学省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.