

オーロラは再現できるのか

抄 録

私は以前オーロラをテレビで見てきれいだなと思い興味を持ちはじめた。虹はプールのシャワーの時にできるので、オーロラも同じように再現できるのではないかと思った。オーロラは、太陽から飛んできた電気を帯びたプラズマが地上の上層大気と衝突した時に起きる放電現象であることがわかった。虹は、太陽の光が水滴を通ることにより、屈折や反射し色ごとに分離して、きれいな七色の虹になる現象である。よって、オーロラは、虹のように簡単に再現することができず、特殊な装置が必要である。

キーワード：オーロラ，虹，発光

1. はじめに

私は、以前テレビでオーロラを見てきれいだなと思い関心をもちはじめた。虹はプールのシャワーの時にできるので同じようにオーロラも再現できるのではないかと思い、オーロラはどのような仕組みで構成されているのか調べて再現しようと考えた。

1.1 研究動機

私は以前オーロラをテレビや写真で見たことがあった。自然にこんなにきれいな物があると知り、実際に見るためには北極や南極に行かないと見ることができないと思った。虹と似ているので作れるのではないかと考え、本物を作り見たいのでオーロラについて調べはじめた。

1.2 研究目的

この研究をすることでオーロラはどのようにできているのか、なぜ色が変化するのか、明らかにできる。そして実験が成功すれば、オーロラを人工的に作り出すことができる。

2. 研究方法

- 計画
1. 文献やインターネットを使いオーロラについて調べ、まとめる。
 2. 大阪市立科学館に行き、施設の方に聞き、見学する。
 3. 調査結果から、オーロラを作る。
 4. 虹の調査結果から、虹を作る。
 5. 3ができなかった場合は、虹との相違点を明らかにする。
オーロラを再現できなかった理由をまとめる。
 6. 考察、感想を書く。

3. 結 果

オーロラとは (図1)

赤祖父 (2011) は、オーロラとは、太陽から飛んできた電気を帯びた粒子 (プラズマ) が地上の上層大気と衝突したときに引き起こされる放電現象。太陽から放出されたプラズマ = 太陽風が地球の大気圏に突入し、その時に発せられる光がオーロラである。

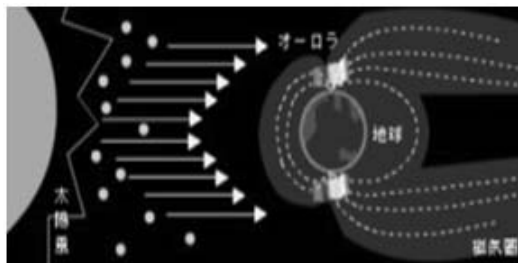


図1 オーロラの原理

オーロラにはなぜ色々な色があるのか？

太陽からやってきたプラズマ粒子が、地球上層大気中にあるどの原子とどうぶつかるかによって決まると考えられる。オーロラの色を大きく分けると青、緑、赤からなる。高度の高い部分では大気が薄く、大気中の酸素原子の割合が大きいため赤く発光しやすくなる。もう少し高度の低い部分では、窒素と酸素が発光した青色、赤色、そして緑色と混ざり合って緑白色の光となる。高度の低いカーテン状オーロラのすその部分では、大気中の分子の密度が高く酸素は発光することができない。すその部分に見られるピンクがかかった色は、窒素の発光する赤色と青色が混ざったものである。

また同じ原子でも、オーロラの高度やぶつかるプラズマ粒子のスピード、つまり原子と衝突したときにもらうエネルギーの大きさによっても色が変わる。たとえば酸素原子からは赤色も出ますが、オーロラの上部だけが赤くなっていたり、大きなエネルギーを受けてオーロラの活動が非常に活発になると、全天に真っ赤なオーロラが現れたりするのはこうした理由からである。

ちなみに、よくオーロラの写真で見られるようなカラフルな色は、常に肉眼で同じように見えるとは限らない。個人差も大きく、とくに赤色は一般に肉眼では認識しにくいとされている。

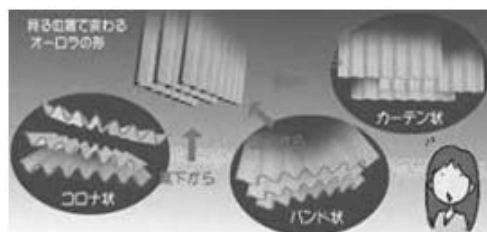


図2 オーロラの形状

オーロラはなぜ色々な形があるのか？ (図2)

オーロラにはさまざまな形があるが、大きく分けると次の3つのタイプに分類される。

① はっきりしたオーロラ (discrete)

おなじみのカーテン状オーロラやコロナ (冠状)、アーク (弧状)、レイ (細い線状)、サージ (大波状) などはずべてこのタイプ

② ぼんやりしたオーロラ (diffuse)

薄くて形がはっきりしないため、ふつうは白っぽく見え雲と間違いやすい。

③ 脈動オーロラ (pulsating)

チカチカと点滅を繰り返すタイプ

カーテン状オーロラを真下から見上げたときに見られる形がコロナである。頭上から降り注ぐように見え、ふつうは高度の高い中心部ほど赤くなる。同じように弧を描くアークは、カーテン状オーロラを遠くから見たときにみえる形。つまり、これら見

た目は異なりますが元は同じカーテン状オーロラで、見る位置や角度によって違った形に見える。

オーロラは飛行機に乗ると届くのか？ (図3)

大きなオーロラが現れると、地上に届きそうに見えることがあるが実際には一番明るい下縁100kmのあたりでもエベレスト(8848m)の10倍以上の高さである。オーロラが活発なときの上限は500km～800kmもある。

ただし高度約350kmを飛行する国際宇宙ステーションならそれも可能である。

オーロラの見られる場所は？

統計上でオーロラが発生する確率が最も高いのは、磁極をとりまくベルト状のエリア、いわゆるオーロラ帯(オーロラベルト)と呼ばれる地域。オーロラ帯はグリーンランドの北西部などである。と述べている。

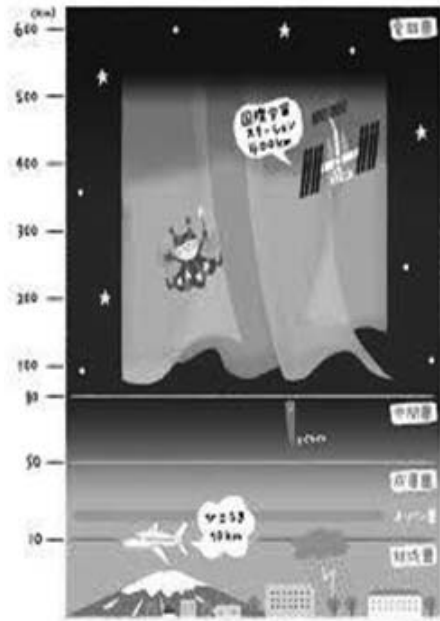


図3 オーロラの高さ

科学館に行く (図4)

オーロラ発生装置は、真空ガラス容器を減圧して、高電圧をかけ、電子をとばすことで、わずかに残った空気が発光するのである。

虹とは (図5)

虹とは、太陽の光が水滴を通ることによって屈折をしている。その時に色ごとに分離して、きれいな七色の虹になるというわけである。太陽光線は、赤や紫などいろいろな波長を持つ光の集まりであるが、光は波長によって色が変わり、波長の長い順に赤、橙、黄、緑、青、藍、紫となっている。

また、光は異なる物質の境界で進行方向が変わる性質があり(屈折)その変わる度合いを「屈折率」という。その光の屈折率は、波長が長くなるほど小さく、屈折率の小さい順に赤、橙、黄、緑、青、藍、紫となっている。ここで太陽を背にして雨粒で反射した光を見る場合を考えてみる。太陽光線は雨粒の表面で屈折して雨粒内に入る。屈折して雨粒内に入った光は、雨粒の反対側で反射し、さらに雨粒内を出ていくときも屈折し、観測者の目に入ってくる。この時に光の色(波長)によって屈折率が違い、波長の長い光(赤)ほど屈折率が小さいため、地平面に対して大きな角度で進んでいくのである。逆に波長の短い光(紫)は地平面に対して小さな角度になるのである。このため赤い光は最も高い位置(虹の最も外側)に見え、紫の光は、最も低い位置(虹の最も内側)見える。その他の色の光は赤と紫の間に順番に並んで現れ、このようにして見える虹を「主虹」という。また光が、雨粒の中で2回反射してくる場合があり、この場合は



図4 オーロラ発生装置

「主虹」とは逆に紫の光が高い位置に見える。このような虹を「副虹」という。副虹は主虹に比べて、ぼんやりしているといわれている。

虹を作る実験をした。

実験1：霧吹きを使って虹を作る方法 (図6)

準備物品：霧吹き・黒い傘

方法：太陽に背を向け、霧吹きで霧を作る。

☆観察しやすい場所・時間帯

- ・暗い色の壁の近く
- ・太陽の位置が低い朝か夕方

私が行った場所は、玄関の前の廊下である。

8月27日夕方頃行う。

結果：虹を作ることができた。傘がなくても見えたが、写真に写らなかったため、黒い傘を使用した。

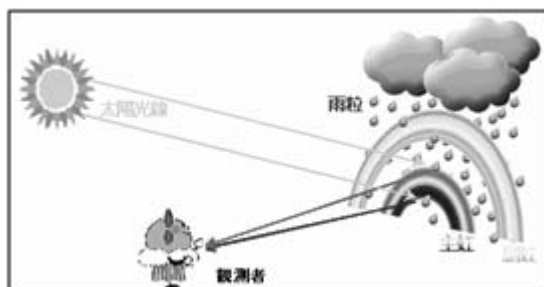


図5 虹の発生とその仕組み



図6 虹の再現写真

実験2：懐中電灯で虹を作る方法

準備物品：懐中電灯、ペットボトル、水、アルミホイル、輪ゴム

方法：アルミホイルに約5cmのスリットを入れる。

アルミホイルを懐中電灯に被せて輪ゴムで固定する。

水の入ったペットボトルを照らす。

- ・アルミホイルに入れるスリットの大きさは、約5cmが目安。大きさに合わせて調節する。
- ・光は、スリットを通すことで細くなるが、その方が虹の観察をしやすくなる。
- ・実際に実験を行う時には、部屋全体を暗くする。
- ・水の入ったペットボトルを白い壁や白い画用紙の近くに置く。

結果：虹は小さいけれど見えた。しかし、写真では写らなかった。

4. 考 察

オーロラと虹の相違点

オーロラは、太陽から飛んでくる粒子が必要である。その粒子が上層大気と衝突して、放電現象が起こる。虹は、太陽の光（太陽光線）が必要である。その太陽の光が、水滴を通ることにより、屈折をしたり、反射をしたりして、色ごとに分離して、きれいな七色の虹ができる。

共通点

- ・太陽の光が必要である
- ・空で色々な色を出しながら光ること

オーロラは、赤色、青色、緑色、緑白色、ピンクなどの色を出しながら光る。

虹は、赤、橙、黄、緑、青、藍、紫の色がグラデーションのようになって光っている。

異なる点

・でき方（発生の仕方）

オーロラは、太陽から飛んできた電気を帯びた粒子（プラズマ）が地上の上層大気と衝突した時に起きる放電現象。

虹は、太陽の光が水滴を通ることによって、屈折する。その時に色ごとに分離してきれいな七色の虹になる。

・色のでき方

オーロラは、太陽からやってきたプラズマの粒子が、地球上層大気中にあるどの原子（分子）とどのようにぶつかるかによって決まる。

虹は、太陽の光は赤や紫などのいろいろな波長を持つ光の集まりでありそれが、水滴を通ることによって屈折する。その時に屈折率が異なるので、色ごとに分離して色ができるのである。

・色

オーロラは、色を大きく分けると、青、緑、赤からなるのである。

原子と衝突した時にもらうエネルギーの大きさによっても色が変わる。大きなエネルギーを受けて、オーロラの活動が非常に活発になると、全天に真っ赤なオーロラが現れる。赤色は一般に肉眼では認識しにくいとされている。

虹は、色を大きく分けると、赤、橙、黄、緑、青、藍、紫である。水滴の中で一回反射してできる虹は「主虹」一番外側が赤色になる。水滴の中で二回反射してできる虹は「副虹」一番外側が紫になり、主虹の色と順番が逆になる。副虹は主虹に比べ少しぼんやりしている。

・見える時間

オーロラは夜である。

虹は雨が止んだ直後あるいは、まだ雨が止んでいない時に日射がある時である。

・できる場所

オーロラは統計上、発生する確率が最も高いのは、「極」を取り巻くベルト状のエリア、いわゆるオーロラ帯（オーロラベルト）と呼ばれる地域である。

オーロラの最も見えるのは、磁北極の方だとグリーンランドの北西部である。

稚内などの南端の地域では0.05%～1%の確率で見られるのである。

虹は、雨が止んだ直後、あるいはまだ雨が止んでいない時に日射があると、太陽のある方向と反対の方向を見るとできるので、その条件がそろえば、どこの場所でも見ることができると言える。

5. 論 証

オーロラは、太陽から飛んできた電気を帯びたプラズマが地上の上層大気と衝突した時に起きる放電現象である。

虹は、太陽の光が水滴を通ることにより、屈折や反射をして、色ごとに分離して、きれいな七色の虹になる現象である。

虹は、霧を作り、そこに太陽の光が通ると作ることができる。しかし、オーロラは、真空ガラス容器を減圧して、高電圧をかけ、電子を飛ばすことで、わずかに残った空気が発光するそうである。オーロラを作り出すためには、真空ガラス容器を作ったり、電子を飛ばしたりすることを家にあるもので作ることができないので、オーロラを私は、作ることができなかった。

6. まとめ

オーロラは、虹と同じように太陽の光が関係しているのではないか思っていた。

しかし、オーロラは太陽からやってきたプラズマ粒子が、地球上層大気中にある原子の衝突であることがわかった。人口的に作ることはできるが、作るためには特殊な装置を使わなければ手軽に作ることは不可能である。オーロラの成り立ちを知ることができたので良かった。この研究により、ますますオーロラベルトと呼ばれる地域にオーロラを見に行きたい気持ちが高まった。

参考文献

赤祖父 俊一 (2011) 『オーロラ ウォッチング&撮影ガイド』誠文堂 新光社

NHK取材班 (2012) NHK 『NHKスペシャル宇宙の渚』 NHK出版

虹の発生とその仕組み

<<http://www.jma-net.go.jp/matsue/chisiki/column/phenomena/rainbow.html>>
(2016年8月8日アクセス)

オーロラの仕組み

<<http://image.search.yahoo.co.jp/search?rkf=2&ei=UTF-8&gdr=1&p=%E3%82%AA%E3%83%BC%E3%83%AD%E3%83%A9%E3%81%AE%E4%BB%95%E7%B5%84%E3%81%BF#mode%3Dsearch>> (2016年8月8日アクセス)

子供の自由研究！虹はどうしてできるの？知りたいことだらけ

<<http://知りたい.biz/post-792/>> (2016年8月8日アクセス)