

宮崎で観測されたオーロラ

～ 25年前のオーロラの謎を解く～

5 年 山下 遥大
担当教諭 稲用 健二

研究要約

私は、25年前に宮崎で見えたという「オーロラ」について研究してきた。その「オーロラ」の観測者は、都城市に住む天文家の簗部樹生氏ただ1人だけだった。そこで私は、簗部氏が見たものが確かなオーロラであるという可能性を調べたいと思い、宮崎で見えたオーロラの発生メカニズムについて調査をすることにした。

今回は、当時の新聞記事のオーロラの情報をもとに、太陽活動の大きさ、オーロラの色、オーロラの形の3点から、宮崎で見えたオーロラを検証していくことにした。簗部氏によると、25年前の太陽活動は非常に活発であったようだ。1989年3月にカナダのケベック州で磁気嵐による大停電が起きたり、同年10月には北海道でオーロラが観測されたりしたことから、確かにこの年は太陽活動が非常に大きかったことが分かる。また、オーロラ発生装置も利用することで、実験による検証も行ってきた。そして、研究に基づいて私がまとめた発生メカニズムを簗部氏に直接確認することもできた。

簗部氏の助言をもとに、これからも研究を継続していく予定である。

Abstract

I have studied about the northern lights which were seen in Miyazaki in March 1989.

Mr. Tatsuo Minobe, who is the director of the astronomical observatory in Miyakonozyo, was the only person in Miyazaki who saw them. I decided to research how the northern lights appeared in Miyazaki, because I wanted to investigate the possibility of Mr. Minobe's sighting.

How high was the sun's electromagnetic activity? What were the color and of the shape of the northern lights? I started to search for the answers on the newspapers published at the time. According to Mr. Minobe, the sun was in a period of high electromagnetic activity then. This claim is strongly supported by a geomagnetic storm that caused a big power failure in the province of Quebec in Canada in March 1989 and by reports of the northern lights seen in Hokkaido in October 1989. I have conducted experiments using an instrument which makes northern lights appear in the laboratory. I have asked Mr. Minobe to verify my theory.

I will continue studying the northern lights, taking his comment.

1 はじめに

私たち数理工学オーロラ班は、「オーロラプロジェクト」というものをおこなっており、3年間オーロラの研究を継続している。3年目となる今年は、「宮崎で観測されたオーロラ」について調べることにした。動機としては、宮崎県たちばな天文台台長の簗部樹生氏が「24～5年前に高崎でオーロラを見た。」という情報があつたことである。基本的に、オーロラは極地方で見られる自然現象ではあるが、北海道などの日本の北方でも見えたという情報もある。また、昨年(2019年)は1770年に長崎で見えたオーロラを検証することができた。ここで、高崎で見えたものがどのような原因で観測されたのか疑問に思い、研究していくことにした。

2 一般的なオーロラ発生のメカニズム

太陽は、太陽風と呼ばれる希薄なガスを宇宙空間に向かって吹きだしている。太陽風は主に電離した水素ガス、つまり陽子や電子などの荷電粒子である。これらの荷電粒子が地球に近付き、角度をもって地球の磁力線に入る時に「ローレンツ力」という力が働く。

図1

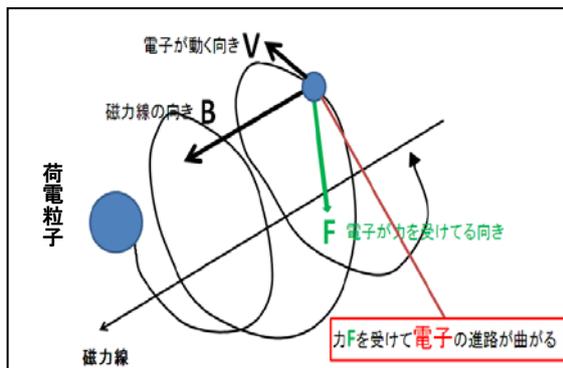
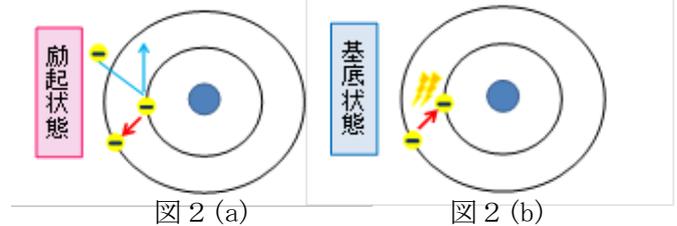


図1からわかるように、荷電粒子は「フレミングの左手の法則」にしたがって、力Fを受ける。この影響で、荷電粒子はらせん運動をしながら極地方へと運ばれていく。このとき

に、地球上空にある気体原子や分子などと衝突し、これらの原子分子はエネルギーが高く不安定な「励起状態(図2(a))」と呼ばれる状態になる。その後、元の状態に戻ろうとし、安定した「基底状態(図2(b))」と呼ばれる状態になる。このとき、放出する余分なエネルギーがオーロラの光となるのである。



3 研究内容

(1) 文献調査及び仮説設定

●手紙、新聞記事の情報分析

簗部氏は1989年に高崎でオーロラを見られた際、それに関する写真と手紙を、情報通信研究機構の理事の富田二三彦氏に送っていたことが分かった。それらの資料を富田氏から譲り受けてもらい、研究の参考にした。以下がその手紙の内容の一部である。

一瞬、霧かモヤが近くの街灯に照らされているのだろうと思った位。一筋フーツと光の筋が現れ、数秒間少し蛇行しながら消える。意外と速い。何に例えようもないような鮮やかな色(淡い青緑色→黄緑色→オレンジに変化)。「あれがオーロラというものか」と思わず叫びたくなるのをまたおさえて、幻でも見ているのではとあちこちつねったりたいたり、そうするうちにまた一筋また一筋と間隔を空けずに西から東、北から天頂へまた東北東の空をよぎる。フーツと現れてはフーツと消えていく光の筋にしばし見とれ、ダウンを羽織っただけの寒さを忘れてしまうぐらいであった。(一部抜粋)

オーロラを見た簗部氏の当時の感動が伝わってくる。しかしながら、手紙の内容ではオーロラの情報曖昧であったため、別の資料を利用することにした。

当時の宮崎日日新聞に、簗部氏が見たオーロラの記事が掲載されていたということがわかった。その後、実際に探して見つけることができた。記事は、1989年3月17日分(図3)のものである。以下がその内容である。

- ・1989年3月14日(図3)、16日に見えた。
 - ・14日は4分間、16日は3分間
 - ・「太陽活動が活発」と、当時の簗部氏は述べていた。
 - ・「西から東、北から南または西から南へと2~3秒ごとに青、赤、緑、黄など7色の光が1本ずつサーチライトのように夜空を走った。」
- 宮崎日日新聞(1989年3月17日分)より

図3

「1989年3月17日宮崎日日新聞(左)、3月14日に簗部氏が撮影したオーロラ(右)」



実際のオーロラの写真としては、簗部氏が3月14日に撮影したものが新聞記事に載っていたが、カラー版ではなかった。そのため、富田二三彦氏から譲り受けた。この写真は3月14日のものであり、3月16日は撮影されていなかったため、今回は3月14日に見えたオーロラのみを検証していくことにする。新聞記事の内容から、この3点でオーロラを検証していくことにした。

検証する3点

- i) 太陽活動の大きさ
- ii) オーロラの色(7色の光)
- iii) オーロラの形(サーチライト)

●仮説設定

1989年は、太陽活動の大きさが非常に大きかったということ、取材の際に簗部氏からは聞いていた。先行研究から、太陽活動が大きくなると、太陽風に含まれる荷電粒子のエネルギー量が大きくなると同時に、太陽面でフレアという現象や磁気嵐が起こることが分かっている。その結果、オーロラが上空の高い所にまで広がり、通常より南下した位置で見えるようになる。これより、「太陽活動が大きかったことが、宮崎でもオーロラが見えた原因となったのではないか。」という仮説を立てた。

(2)オーロラの検証

i) 太陽活動の大きさ

●大きさの程度を検証する

簗部氏がオーロラを見た頃の太陽活動が、実際はどれほどの大きさであったのかを調べることにした。文献調査の結果、以下のことが分かった。

- ・1989年3月13日にカナダのケベック州で磁気嵐が起き、大停電が何時間も続いた。
- ・1989年10月21日に北海道など、東北地方で「低緯度オーロラ(図4)」が観測された。

図4



磁気嵐とは太陽活動の増大によって起きる、地球の磁力線が乱れる現象である。この影響で、人工衛星などの通信機器が被害を受けることがよくあるという。しかし、磁気嵐による大停電や、低緯度オーロラといったものはめったに起こらない。したがって1989年という年は、例年よりも遥かに太陽活動が大きかったのではないかと考えることができる。

●磁気嵐との関係性を検証する

大停電が起こった日である3月13日と、宮崎でオーロラが見えたという3月14日というのが非常に近いことから、次のように考えた。

図5

カナダ (ケベック州)	西経約 72 度
日本 (宮崎県都城市)	東経約 135 度

図5のとおり、カナダと日本の間に経度の差が約210度あるということが分かる。これにより、カナダと日本の間に約14時間の時差が発生し、日付変更線の位置の関係で日本のほうが時間が進むのが早いことになる。ここで、新たに情報を手に入れたところ、3月14日に簗部氏がオーロラを見られた時刻は午後8時～9時頃だとわかった。このとき、カナダでは3月14日の午前6時～7時頃である。磁気嵐が続いた時間の情報等が分からないが、少なくとも、カナダでの3月13日に起きた磁気嵐が14日まで続いていた可能性があるのではないかと考えた。

また、ある論文には、磁気嵐の継続時間はたいいてい24時間以上に及ぶ、ということが書いてあった。したがって、3月13日にカナダでの大停電が起きる原因となった巨大な磁気嵐が、3月14日に宮崎で見えたオーロラにも影響を与えたということが考えられる。

ii) オーロラの色

●「7色のオーロラ」を検証する

新聞記事の情報から、簗部氏が見たオーロラの色が7色だったということがわかった。しかし、実際には「7色のオーロラは存在しない」ということが分かっている。

図6

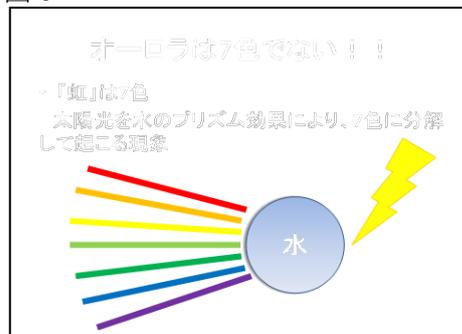


図6を見ての通り、「虹」というものは、太陽光を水がプリズム効果（分散）によって分解して起こる自然現象である。それに対して「オーロラ」というものは、気体原子や分子そのものが発光する現象である。こういう仕組みの違いにより、「虹」は日本では7色といわれるように無数の色に見られるが、「オーロラ」に関しては反応する気体が限られていて、それらの気体は決まった色しか出さない。つまり、オーロラは7色もあるはずがないということである。

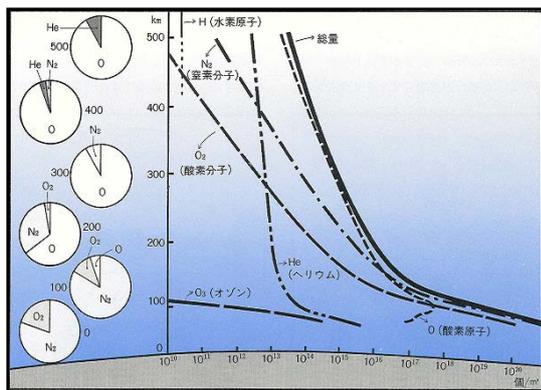
図7



ところが図7のように、まるで虹のように多数の色に見えるオーロラも存在している。このような色のオーロラを簗部氏も見ただのではないかと考えられる。ここで、「7色のようなオーロラはどこで発生するのだろうか。」という疑問が生まれた。

●高さによるオーロラの色の違いを調べる

図8 「地球上空の高さによる気体分布」



「うずまく大気と海」より引用

図8のとおり、地球上空では高さによって存在する気体が違う。これにより、100km 辺りで発生するオーロラは窒素分子が反応して桃色、300km 辺りでは酸素原子や窒素分子が反応して緑色、500km 辺りでは酸素原子が反応して赤色になるといわれている。また、オーロラが発生するのは 100~500km の辺りのみである。これは、窒素分子や酸素原子以外に、オーロラとして発光する物質が見つからないためである。

*色が混ざったオーロラに関する実験

私たちは、学校にあるオーロラ発生装置を使って実験することがあるが、その時のオーロラの色は目視ではいつも薄桃色をしている。どのような気体が反応しているのか疑問に思った。

○仮説

実験を行う際は、発生装置内を真空にした状態でオーロラを発生させる。しかし、真空ポンプを使っても発生装置内を完全な真空にすることはできないため、中に少量の空気が存在しているということになる。空気中の気体成分は、窒素が大半を占めているがほかにも様々な気体が存在している。また桃色のオ

ーロラは、窒素が多く存在する上空 100km に存在することから、

「空気中で発生するオーロラは、窒素などが反応するため、桃色に近いオーロラになるのではないか。」と考えた。

以上の仮説をもとに実験を行った。

○実験

オーロラ発生装置内に窒素を入れた場合と、空気を入れた場合に発生するオーロラの色を比較する実験を行った。分光器を用いて、光の波長を調べる実験を九州大学で行った。

<手順>

- 1、オーロラ発生装置内(図9)を、真空ポンプを用いて一度真空にする。
- 2、装置内を、窒素または空気で満たす。
- 3、再度装置内を真空にする。

※この作業を 3 回行う。

上のような手順を踏まえることにより、装置内が窒素、または空気のみで満たされるように工夫をした。その後、オーロラを発生させてその光を分光器で観測した。

図9



○実験結果



図10(a)



図10(b)

図 10(a)は通常の空気、図 10(b)は窒素が反応したオーロラである。見ての通り、空気が反応したものは、窒素が反応したものに対して、より薄い桃色になっていることが分かるだろう。下は、光の波をグラフ化したものである。

図 11(a)

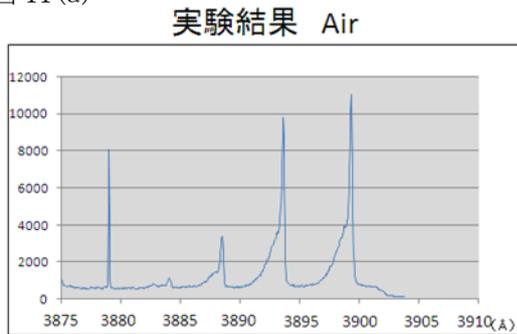


図 11(b)



図 11(a)と、図 11(b)のグラフは縦軸が光の相対出力強度（任意スケール）、横軸は波長の大きさ（Å）を表している。

2つのグラフを見てみると、図(a)のほうは(b)と違って、3880Å付近で線スペクトルらしきものが出ている。どうということなのか大学の教授に聞くと、これは恐らく分光器の傷と考えてよいということだった。

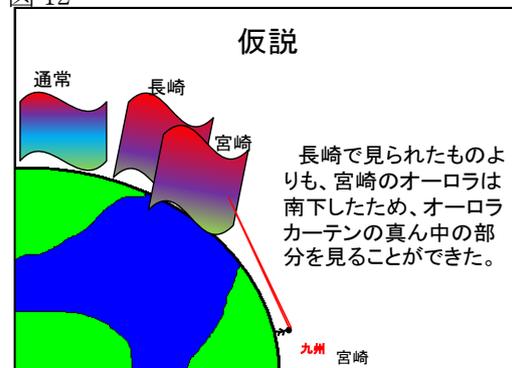
以上を踏まえると、2つのグラフがほぼ同じ形であるため、空気と窒素は似た色のオーロラを発生させるということがわかる。しかし、グラフや目視からわかるとおり、色が全く同じというわけではない。これは、空気中には窒素だけでなくほかにも様々な気体が存在しているからである。つまり、「様々な気体が反応したオーロラは、色が混ざり合ったオ

ーロラになる。」ということが考察できる。

また、1989年10月に北海道で見られたオーロラの写真（図4）から、白っぽい縦縞が入っている様子を観察することができる。この部分で、窒素分子と酸素原子が反応して色が混ざり合い、そのように見ることができる。これより、オーロラの色が混ざり合うという現象は実際に存在するということがわかり、まさしく考察の裏付けとなる。

●オーロラが発生した高さの仮説を立てる

図 12



ここで、先ほどの疑問に戻る。「7色のようなオーロラはどこで発生するのだろうか」ということである。先ほどの実験から、「様々な気体が反応したオーロラは、色が混ざり合ったオーロラになる。」ということが分かっている。これより、図 12をもとに仮説を立てる。先行研究では、1770年に長崎でオーロラが見えた際には太陽活動の影響でオーロラが南下して、上の赤い部分（上空500km辺り）が見えたのではないかと考察してある。ここで、「1989年に宮崎でオーロラが見られた際には1770年よりも太陽活動が活発であり、さらに南下して、真ん中の部分（上空300km辺り）で様々な気体が反応して7色のようなオーロラが見えたのではないか」という仮説を立てた。これを検証するために、計算式を用いて考えた。

●地球をグラフとして考える

図 13

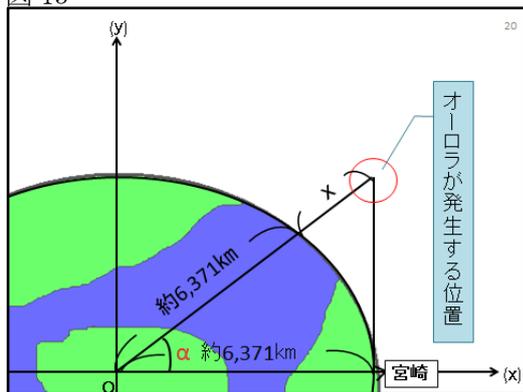


図 13 のように、地球を x-y グラフとして考えた。地球半径が約 6378km、 α を緯度の差、X はオーロラが発生した地上からの高さを表している。地球は、赤道半径 6378.388km、極半径 6356.912km、扁平率 0.0034 とされており、南北に扁平な回転楕円体である。この情報から、赤道半径と極半径は誤差の範囲であり、地球を楕円としてとらえて計算したところで、計算結果は大きく変わらないことが分かったため、今回は地球を球としてとらえた。地球半径には平均半径である 6371.012km という値を利用して計算した。

また、今回の計算には緯度もかかわっているが、緯度の表し方というのもいくつか存在しており、今回は、一般的に地図帳などでも利用されている地理緯度というものを活用した。地理緯度は、「ある地点で回転楕円体に立てた垂直線が赤道面と交わる角」と定義されている。これに従うと、多少の誤差は生じるが、地球上の点から地球の中心に引いた直線と赤道面の成す角が、その地点の緯度と考えることができる。

このようにして、図 13 にある直角三角形を利用した計算ができることになる。

●実際の計算過程

地球半径は小数点以下を四捨五入し、6371km として計算を行う。

$$\cos \alpha = \frac{6371}{6371 + x}$$

直角三角形の三角比の公式を利用して、上の数式を導くことができる。x には前に述べたとおり、300km を代入する。

$$\cos \alpha = \frac{6371}{6671}$$

$$\cos \alpha = 0.95502923099 \dots$$

$\cos \alpha$ の値が出たため、 α の値をこれから吟味していく。

$$\cos 16^\circ = 0.9613 \quad \cos 17^\circ = 0.9563$$

$$\cos 18^\circ = 0.9511 \quad \text{より、}$$

$$\alpha = \text{約 } 17^\circ \text{ となる。}$$

ここで、宮崎県都城市高崎町の緯度が北緯 31.4 度であることから、オーロラが発生した位置の緯度は $17 + 31 = 48$ 、つまり約 48 度である。この付近にオーロラが発生する可能性があれば、この仮説を立証することができる。

図 14

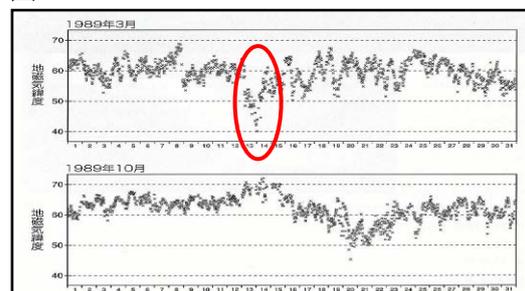


図 14 は地磁気緯度を表している。つまり、オーロラが南下する最大の緯度を表している。図 14 から、日本時間の 3 月 14 日ごろに地磁気緯度が 40 度辺りまで下りていたことが分かった。したがって、北緯 48 度でもオーロラが発生していたと考えることができ、仮説は正しいと考えることができる。

iii) オーロラの形

●観測点によるオーロラの形の違いを検証

新聞記事より、簗部氏が見たオーロラの形は、「サーチライト」のようであったと分かった。その後文献調査より、見ているオーロラ

が同じでも、発生しているオーロラを見る地点によって、形が変わるといことが分かった。

図 15

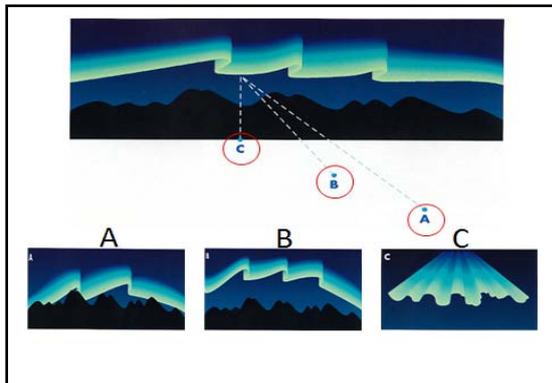


図 15 のように、オーロラの観測地点を、発生場所からの距離によって 3 点 (A, B, C) に分けた。A が最もオーロラ発生地点から遠く、C が最も近い。ここで、それぞれの地点から見えるオーロラの特徴を調べていった。

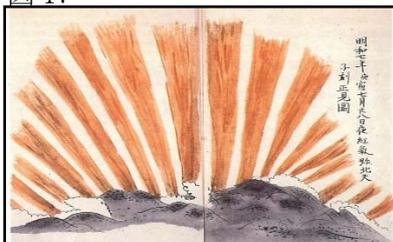
(A) カーテン状のオーロラ

A 地点で見えるオーロラは「カーテン状のオーロラ (図 16)」と言われていて、カーテンのヒダが揺れ動いているように見える。先行研究にあった、1770 年に長崎で見られたオーロラ (図 17) の種類もこれに分類される。

図 16



図 17



「オーロラ～太陽からのメッセージ～」

より引用

(B) オーロラアーク

B 地点で見えるオーロラは「オーロラアーク (図 18)」と呼ばれていて、孤の形をしているものである。

図 18



(C) コロナオーロラ

C 地点で見えるオーロラは「コロナオーロラ (図 19)」と呼ばれていて、天の 1 点から放射状に光が広がるような形をしている。オーロラが自分の頭上で発生している状態で見られない。

図 19



● 「サーチライトの形のオーロラ」を検証

以上の通り、それぞれの地点で特徴があった。これらの中から、それぞれの写真を見比べて、最もサーチライトの形に近いものは B 地点のオーロラアークであった。これより、簗部氏がサーチライトの形をしたオーロラを見た理由は、B 地点でオーロラアークを見ていたからではないかと考えられる。しかし、現在は A, B, C という記号のみで地点を表しているという状況であるため、これから仰角などを用いて、数値化していけたらよいと考えている。

(3) 簗部氏の見解

●簗部氏の来校

昨年12月16日、天体観測会を本校で開くということで、簗部氏に本校までお越しいただいた。その際、私の研究内容を直接伝え、考察に関してのご本人からの意見をいただいた。

しかし簗部氏は、私がまとめた内容に対して、納得した様子は見せなかった。理由の一つとして簗部氏は、「iii) オーロラの形」の説明の内容に関して、自身が見たオーロラはオーロラアークのようではなかったと思うという意見を言った。また、オーロラとはいっても、通常とは異なる特殊な「オーロラ」だったのではないかという助言も与えてくれた。

前に述べたように1989年は、たしかに太陽活動が非常に大きかった。そのため、このような状況下で発生したオーロラを、通常の発生メカニズムに当てはめて考えるだけでは、不十分であるといえる。したがって、オーロラの発生メカニズムについて、再度詳しく考えていくことにした。

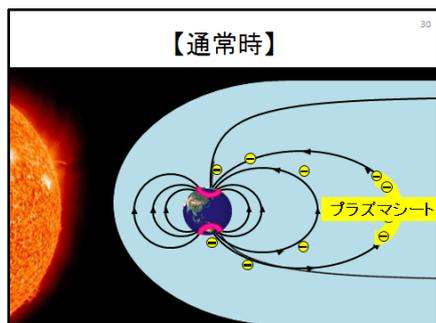
(4) オーロラの再検証

●新たな仮説設定

この研究の中で、私がこれまで参考にしてきた、一般的なオーロラの発生メカニズムを説明する。

通常の太陽活動の状態における地球磁場を、下の図20(a)に表した。

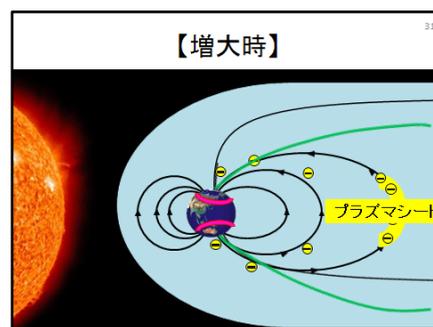
図20(a)



太陽磁場の影響を受けて、地球磁場が多少開いているのがわかる。この時、太陽から降り注ぐ荷電粒子が図20(a)中のプラズマシートといわれる場所にたまっていき、これらの粒子が極地域へと運ばれていく。このとき、荷電粒子が極地域に運ばれる仕組みは、前に述べたローレンツ力が関係している。そして、これらの荷電粒子が地球上空の気体原子分子と衝突してオーロラが発生する。その後、太陽磁場が弱くなり、地球磁場が元の形に戻ると、オーロラは北上しながら衰退していく。

一方、太陽活動が通常時よりも大きくなった状態における地球磁場を、下の図20(b)に表した。

図20(b)



太陽磁場が強くなり、通常時よりも地球磁場が大きく開いているのがわかる。この時、先ほどと同様に荷電粒子がプラズマシートにたまっていくが、これらの荷電粒子が運ばれる場所は多少低緯度寄りになる。このようにして、オーロラが南下するといわれている。このような一般的なオーロラの発生メカニズムを、簗部氏が見たオーロラに当てはめて研究を進めてきた。

そして、1989年の太陽活動が異常であったことを踏まえて、新たにオーロラの発生メカニズムに関する仮説を立てた。この仮説を説明するに当たり、1989年の地球磁場の様子を、下の図20(c)に表した。

図 20(c)

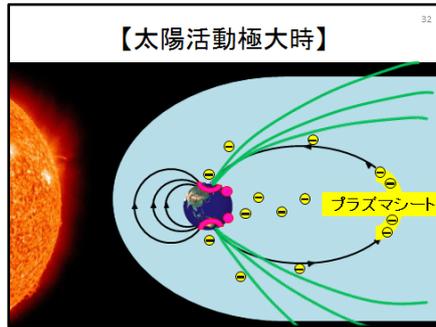


図 20(b) に対して、地球磁場が完全に開かれた状態になっているのわかるだろう。この状態でも、荷電粒子はプラズマシートにたまっていく。この状態では、磁場の影響を受けて極地域に運ばれる荷電粒子と、磁場の影響を受けずに低緯度地域に直接やってくる荷電粒子が存在しているのではないかと考えた。

したがって、箕部氏が見たオーロラは、低緯度地域に直接やってきた荷電粒子によって引き起こされたものではないかという仮説を立てたのである。これを検証するために、実験を行った。

* 磁場とオーロラの関係に関する実験

仮説を検証するために、荷電粒子が磁場の影響を受ける場合と、受けない場合のオーロラの違いを調べる。そのために、オーロラ発生装置の内部にリング状磁石を入れた場合と、入れなかった場合に発生するオーロラの様子を観察した。

< 手順 >

- 1, オーロラ発生装置内を、真空ポンプを用いて真空にする（その際、真空度は統一する）。
- 2, 電圧をかけて、模擬地球上に発生したオーロラを観察する。

○ 予想

模擬地球内部に磁石を入れなかった場合に

は、入れた場合と違って、リング状のオーロラはできないのではないかと考えた。

○ 実験結果

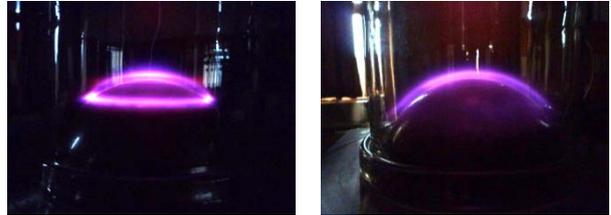


図 21(a)

図 21(b)

※図 21(a) は磁石を入れた場合、(b) は、磁石を入れなかった場合のオーロラの様子である。

< 気付いたこと >

- ・ (b) では、薄い光の膜が模擬地球上に生じていた。リングの形はしていなかった。
- ・ (b) は、(a) に比べて光が弱かった。

○ 考察

(a) の、磁石を入れた場合にリング状のオーロラが発生した理由は、荷電粒子が磁場に引き寄せられ、特定の場所で発光現象が起きたからではないかと考えた。(b) の、磁石を入れなかった場合に全体に広がるようなオーロラが発生した理由は、荷電粒子が磁場の影響を受けることがなく、全体的に荷電粒子が降り注いだため、発光現象が起きたのではないかと考えた。これより、(b) は (a) よりも比較的光が弱かったことも説明がつく。

これを、実際の現象に置き換えて考えていく。今回の実験における (a) は、荷電粒子が磁場の影響を受けて、極地域に運ばれて発生したオーロラを表し、(b) は、1989 年の地球磁場の状態で、低緯度地域に直接やってきた荷電粒子によって発生したオーロラを表す。箕部氏が見たオーロラは、ぼんやりとした光であったという点では、(b) の特徴と一致している。また、これまでの文献調査では、1989 年 3 月 14 日ごろのオーロラ観測情報が 1 つも見つ

かっていないという現状がある。この原因として、以下のことが考えられる。

私の仮説に従うと、太陽活動極大時において、低緯度地域では、磁場の影響を受けない荷電粒子が降り注ぐ場所は広範囲であり、かつ部分的であると考えられる。そのため、このオーロラを見るための条件として、オーロラが発生する場所にいる必要がある。そして、光が弱いことも併せて考えると、日頃から空を観察する、天文家がそこにいる必要がある。したがって、確率的に考えて、1989年3月14日ごろのオーロラ観測情報は非常に少ないのではないかと考えた。また、簗部氏がオーロラ観測に成功したのは奇跡的であるといえる。

ここで改めて、簗部氏が見たオーロラは、低緯度地域に直接やってきた荷電粒子によって引き起こされたものではないかという仮説を考える。以上の実験結果より、簗部氏が見たオーロラと実験で発生したオーロラには、共通した特徴もいくつかあることが分かった。したがって、この仮説は正しい可能性がある。しかし、この実験だけでそれを決めるのは難しい。この仮説に関する文献調査を行ったり、大学の先生の助言をいただいたりしていきたい。

●これからの検証の計画

前にも述べたとおり、1989年3月14日の太陽活動は、図14の黒点数のグラフからもわかる通り、非常に大きかった。それゆえに、通常では考えられないような現象が起きたのではないかという考えにも、引き続き注目していくべきである。

また、今回行った実験は磁石があるかないかという、極端なものであった。そのため、今後の計画としては、様々な強さの磁石を利用して、オーロラにどのような変化が起こるのかを調べていきたい。

4 結論

今回は、最初に「太陽活動が大きかったことが、宮崎でもオーロラが見えた原因となった。」という仮説を立てて、3つの点から簗部氏が見られたオーロラを検証してきた。その結果、様々な条件が一致して、簗部氏はそのようなオーロラを見ることができたということが分かった。最終的には、太陽活動が例年に比べて異常なまでに大きくなり、その影響で通常よりも南下した位置にできて7色のよう見えたり、通常とは違う形に見えたりしたのではないかとすることを考察することができた。

今回の研究では、このような考察を行った。しかし、簗部氏がおっしゃるような、通常とは違うオーロラ発生メカニズムというものにも、向き合っていく必要がある。

5 今後の展望

4の、簗部氏の見解で述べていたように、まずは磁力とオーロラの関係についての、詳しい実験を行っていく予定だ。

また、4の実験に対する考察に関して、宮崎大学工学部教授の前田幸治先生の助言から、オーロラの動きの面からも考察できることが分かった。極地域で発生するオーロラは、磁場の影響を受けて、帯状に集まった荷電粒子によってできるため、太陽風の変動があった時、「ゆらぎ」のような動きも見せる。それに対して、私の仮説による発生メカニズムでできるオーロラは、磁場の影響を受けずに、まばらに降り注いだ荷電粒子によって引き起こされるため、太陽風の変動があった時、「蛇行しながら消えていく」のではないかと考えた。「蛇行しながら消えていく」というのは、簗部氏の手紙の中にあつた情報である。

また、1989年3月14日にほかの地域でも

オーロラが観測されたという情報が全く見つからない原因として、まだ私が調べていないということも考えられる。これからより細かい調査を行っていきたい。また、2013年の今年、太陽活動が大きくなる年にあたる。太陽活動は約11年周期で大きくなるためである。そして、2000年頃から、太陽活動が活発化してきていることが分かっている。このため、宮崎で見られたようなオーロラの情報がこれから徐々に出てくる可能性があるため、オーロラの観測情報を引き続き集めて行く予定である。

6 謝辞

今回の研究でお世話になった、以下の先生方へ厚く御礼申し上げます。

九州大学 西田 迪雄 名誉教授

九州大学 木原 尚 先生

宮崎大学 森 浩二 先生

宮崎大学 前田 幸治 先生

情報通信研究機構 理事 富田 二三彦 様

たちばな天文台台長 簗部 樹生 様

7 参考文献

「オーロラ～太陽からのメッセージ～」

上出洋介著 山と溪谷社

「オーロラ」ニール・デイビス著 地人書館

「オーロラへの招待

～地球と太陽が演じるドラマ～」

赤祖父俊一著 中公新書

「うずまく大気と海」

木村龍治、立平良三、西田篤弘著 岩波書店

「LIVE！オーロラ」

<http://aalive.net/howto/step3-1.html>

8 寸評

昨年度の先輩たちの「長崎で観測されたオーロラ」を引き継ぎ、「宮崎で観測されたオーロラ」の研究まで発展させることができました。簗部さんのインタビューに始まり、富田二三彦さんとの出会いからより正確な情報ももらい、さらに、彗星観測会では直接簗部さんからサーチライト状のオーロラの話聞くことにより、さらに研究を発展させることができました。そして今回の前田先生からのアドバイスでは、色よりも動きに注目したほうが良いのではとの新たな気づきを与えてもらうことができました。山下君は宮崎県代表としても、全国高等学校総合文化祭や九州高等学校生徒理科研究発表大会でも発表してきました。いろんな人に支えられながらの研究でよく頑張ってくれました。この貴重な体験が、山下君の今後の人生にさらに輝きを増してくれることを願いながら、寸評のコメントとします。

(数理工学Ⅱ担当 稲用健二)