

第33回衛星設計コンテスト

ジュニア概要書（3 ページ以内）

応募区分 ジュニアの部

1. 作品情報・応募者情報

作品名（20文字以内）

オーロラを見てみたい！

副題（自由記入）

いろいろな色のオーロラ作成

学校名

成立学園中学・高等学校

2. ミッションの概要（プレスリリース等で使用するので、200 字程度でわかりやすく表現して下さい。）

真空ポンプ・デシケーター・誘導コイルを用いて、実験室で作成できるオーロラの作成を行った。真空ポンプで作成をすると、空気中の窒素の割合が多いため、紫色のオーロラのみ作成をすることができなかった。そこでデシケーター内部の気体の状況を変化させることで、オーロラの色を変化させることに取り組んだ。本研究ではデシケーター内の酸素と二酸化炭素の割合を増やし、実験を行った。

3. 目的と意義（目的・重要性・技術的意義等）

(a) 目的（今回考えたアイデアを何に利用するか等）

オーロラは太陽からの太陽風によって形成される。太陽風によるプラズマが磁気圏に集中するため北極など、高緯度の地域を中心に見ることができる。近年太陽の動きが活発なこともあり、日本で観測されることもあるが、我々が住んでいる東京では見ることが出来ず、実際にオーロラを見に行くことも金銭的には難しい。そこで日本とは無縁に感じるオーロラを実験室で再現することで、文化祭などで多くの人に向けて発信をすることができると考えた。本実験で作成したオーロラを通して、太陽の活動やオーロラの原理などに興味を持つ人が増え、宇宙に興味を持つ人を増やしたいと考えている。

(b) 重要性・技術的意義等(ex:宇宙空間で利用する理由、他にない技術など)

実験室でオーロラの作成を行った文献を見つけることができたが、気体の割合を変化させオーロラの色を変えたものは見つからなかった。そこで本実験では、オーロラの色を変えることができる方法を考えた。

4. アイデアの概要

(1) オーロラの作成方法

参考文献①を元にオーロラの作成を行った。真空ポンプ・誘導コイルをデシケーターに繋ぐ。その際デシケーター内に磁石を中に入れた凸面鏡と剣山を入れ、誘導コイルを接続する。（図1）

その後、デシケーターを閉め、真空ポンプで真空にしながら、誘導コイルの電源をつける。5分程度真空ポンプでデシケーター内の圧力を下げていくと-0.08MPa(約21300Pa)以下となったとき、オーロラが作成が始まり、-0.1MPa(約1300Pa)以下のとき、より精度の高いオーロラを作成できた。（図2）

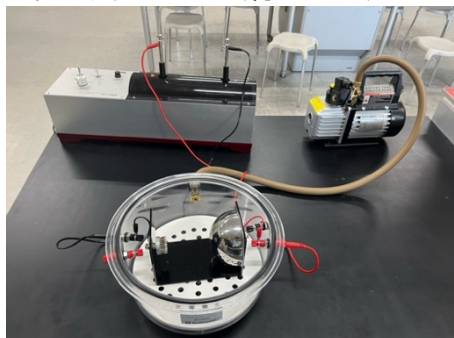


図1 オーロラ作成の方法



図2 作成したオーロラ(紫)

(2) オーロラの色を変化させる

参考文献①によると、オーロラの色はプラズマの衝突する原子によって依存することが知られている。通常の作成方法であれば空气中に最も多い窒素による発光で色が決定されると考えた。そのため、中の気体の比率を変えることにより、色を変化させることができると考えた。

実験 i 酸素の発生とオーロラの色の関係

酸素を発生させることで、オーロラの色は変化し、緑色または赤色になるのではないかと考えた。

デシケーター内にオキシドール 100mL、二酸化マンガン 5.0g(図3)を入れ、酸素を発生させながら真空ポンプで気圧を下げていく。

その結果、同条件で複数回実験を行ったところ、全て作成したオーロラは薄い桃色となった。(図4)



図3 オキシドール 100mL 二酸化マンガン 5.0g

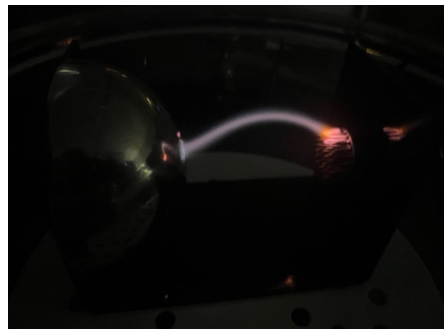
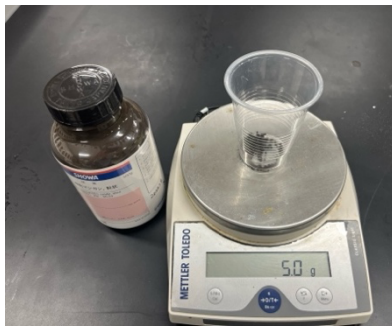


図4 作成したオーロラ(薄い桃色)

実験 ii 二酸化炭素の発生とオーロラの色関係 part1

二酸化炭素をさせ、色の変化を観察した。二酸化炭素の発生方法として、

デシケーター内に重曹 84g、クエン酸 64g (図5)を入れ、二酸化炭素を発生させながら真空ポンプで気圧を下げていく。

その結果、作成したオーロラは白くなり、ほんのりと薄い緑色となった。

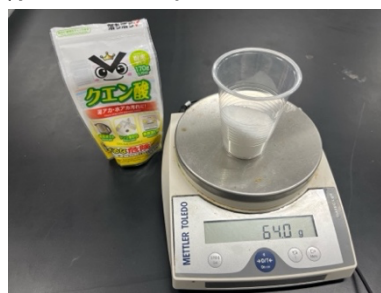
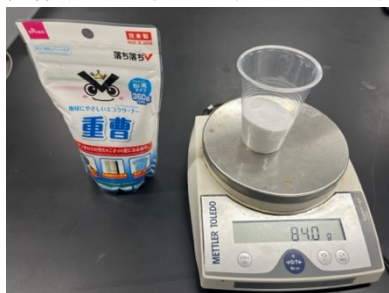


図5 重曹 84g クエン酸 64g

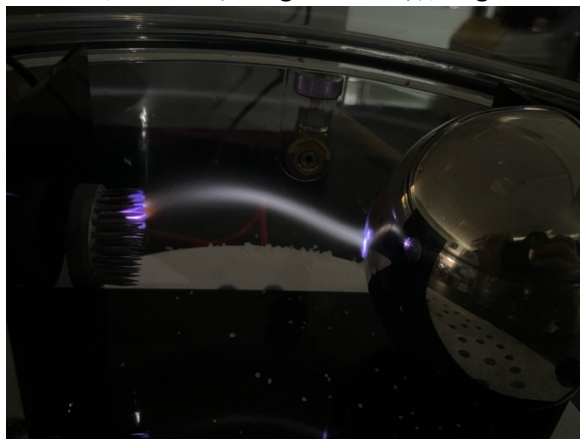


図6 作成したオーロラ(白と薄い緑色)

実験 iii 二酸化炭素の発生とオーロラの色関係 part2

iiと同様に二酸化炭素の発生方法を変えたときにオーロラの色は変化するか実験を行った。今回はドライアイス(ドライアイス)をデシケーター内に入れ、二酸化炭素の濃度を上げる。ドライアイスの量が多い(100g)場合、真空ポンプが空気を抜く量よりも気化する量が増えてしまい、オーロラは発生しなかった。そのため、

ドライアイスで 16.4g デシケーター内に入れ、実験を行った(図7)。その結果、実験 ii よりも濃い緑色のオーロラが作成できた。

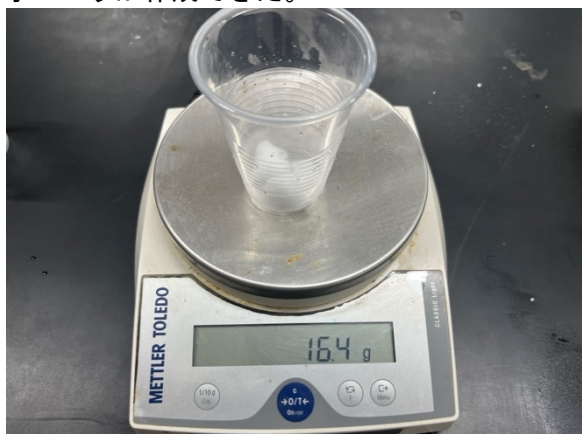


図7 ドライアイス

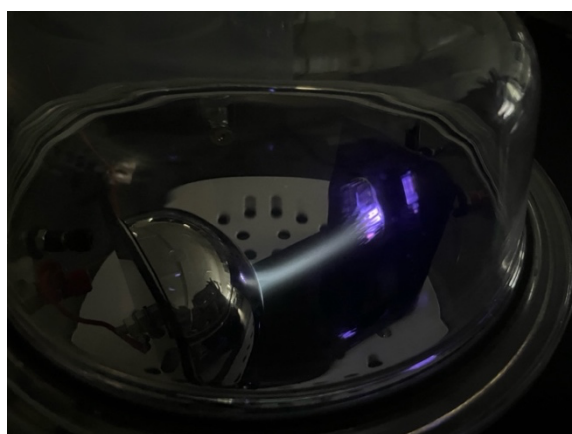


図8 作成したオーロラ(薄い緑色)

(3) 実験で作成したオーロラと実際のオーロラの相違点

作成したオーロラ 気体の種類：酸素分子/二酸化炭素 気圧：-0.1MPa(約1300Pa) 気温：24℃

実際のオーロラ 気体の種類：酸素原子/窒素分子など 気圧：0.01hPa 気温：-80～-90℃

上記の条件から、作成したオーロラである酸素分子で、簡易的に平均自由行程の計算を行った。その結果、作成したものの $5.56 \times 10^{-6}\text{m}$ 実際のオーロラ $4.02 \times 10^{-3}\text{m}$ となる。

参考文献

① 佐賀大学理工学部電気電子工学科

<http://www.ee.saga-u.ac.jp/plasma/img/aurora.pdf>

② JAXA ホームページ

https://www.jaxa.jp/article/interview/2013/vol79/index_j.html#:~:text=%E3%81%BE%E3%81%9A%E7%B0%A1%E5%8D%98%E3%81%AB%E3%82%AA%E3%83%BC%E3%83%AD%E3%83%A9%E3%81%AE,%E3%81%AE%E6%94%BE%E9%9B%BB%E7%8F%BE%E8%B1%A1%E3%81%AA%E3%81%AE%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82

5. 得られる成果

クエン酸や重曹、オキシドール、ドライアイスなど、比較的安価で手軽に手に入るものを利用することで、オーロラの色を変化させることに成功した。このことから、実験室など真空ポンプやデシケーターがあれば、大きく色を変えることは難しかったが、オーロラの色を変化させることができることがわかった。

本実験ではドライアイス以外の場合、連続した実演が難しいことがわかった。デシケーター内が十分に乾燥していないと、残っている水に通電してしまいオーロラが正常に作成されなかった。また、デシケーター内の気圧が-0.08MPa 以下でなければ気体による色の変化がないため、気圧をより低くしなくてはならない。気圧以外にも実際のオーロラの状況と大きな乖離が見られるため、高緯度地域で見られるようなオーロラと全く同じものを作成することは実験室のレベルでは難しいことがわかった。しかし、本実験の二酸化炭素の緑色のよう、実際のオーロラに対応する色が生成することができれば、オーロラの擬似的な再現が可能であると考えられる。

6. 主張したい独創性または社会的な効果

本研究を元に、今後文化祭などで発表することで、多くの人にオーロラを身近なものとして感じてもらえると考えている。また、オーロラや太陽などに興味を持ってもらい、宇宙に興味を持つ人を増やしていきたい。

また、作成することのできるオーロラの実際の色と気体の関係がより明確に分かれれば、実際の人工衛星データから高緯度地域で発生しているオーロラの様子の実現をできる可能性がある。実現することができれば、より多くの人々が興味を持ちやすくなるような演示ができると考えている。

以上