放電の探究

２年Ｂ組　清家　悠大
２年Ｂ組　中谷　駿介
指導教員　米田　隆恒

１．要約

私たちは、周りの空気量などの環境によって放電がどう変化するかを調べた。また、放電から発生する電磁波の性質についても調べた。それらについて、わかったことを報告する。

キーワード　　真空、放電、電磁波

２．研究の背景と目的

近年、蛍光灯やLED(発光ダイオード)などの発光体が目覚ましく発達している。私たちはそのような発光体の中でも気体と放電の関係性に注目し、今後の私たちの電球開発で電球の発光体に放電を用いるとしたときに発生する課題や疑問を改善しようと思った。

また、光源として放電を利用する際、次の２点について考察し、改善しようとした。１つ目は、普通の空気中の放電だと電球として利用するほどの明るさを得られないと考えたため、明るくする必要があるということ。２つ目は放電からは電磁波が発生している可能性があり、ラジオなどの電波を使う機器に影響が出る可能性がある。このため、もしそれが出ているなら、それを遮断するべきということである。

３．研究内容

今回は２つの実験を行った。

［実験Ⅰ］普通の空気中の放電では電球として利用するほどの明るさが得られないので、明るくする必要がある。

これについては、放電の周りの環境を変えることで明るくなるのではないかと考えた。そこで微真空にする場合と、その中に様々な気体を入れた場合の２パターン(A、B)について調べた。

［実験Ⅱ］放電からは電磁波が出ている可能性があり、ラジオなどの電波を使う機器に影響が出る可能性があり、もし出ているならそれを遮断する方法を考えるべきである。こちらも２パターン(C、D)行った。

４．実験Ⅰ

4.1 実験Ａ

放電の周りの空気を段々と抜いていき、微真空にする。

4.1.1 実験Ａの装置の説明

真空ポンプ、真空容器(直径約 30cm、高さ約 12cm)、電池、９Ｖ入力の高電圧発生装置(放電を発生させる機器)、リードスイッチ(磁石によってスイッチを on、off できる部品)、ネオジム磁石

真空容器の中に、高電圧発生装置と電池とリードスイッチを繋いだものを入れ、真空ポンプで真空容器の空気を微真空になる

まで抜く。そして、真空容器の外からネオジム磁石を使ってリードスイッチを on にし、高電圧発生装置で放電させる。つぎに、真空容器のバルブを緩め、空気を徐々に入れていく。

この実験を行う際、放電は周りの空気が減れば、光りの強さが増し、パチパチという音も小さくなると私たちは予想した。

4.1.2 実験 A の結果と考察

放電は微真空のときは光もあまり見えず、音もしなかったが、 空気を入れるにしたがって、光が現れて太くなっていき、音も徐々に大きくなっていった。 しかし、音は空気が少ないため、伝わりにくかったという可能性がある。このことから放電は周りの気圧が下がると、放電する力が下がるということが判明した。

4.2 実験 B

放電の周りの気体を変える。

4.2.1 実験 B の装置の説明

100V 入力の高電圧発生装置、放電管(窒素,水素,酸素,ネオン)、分光器

高電圧発生装置の端子と放電管をワニロクリップでつなぎ様子を観察する。そして、分光器で放電のスペクトルを見る。この実験を行う際、私たちは周りの気体が変わっても放電の様子やスペクトルに変化はないと考えた。

4.2.2 実験 B の結果と考察

実験結果は図１の通りになった。4.1 の放電に比べて、明らかに明るくなっていた。このことより、放電は周りの気体が変わると色が変わり、明るさは通常のときに比べてとても明るくなることがわかった。

５．実験Ⅱ

放電からは電磁波が出ている可能性があり、ラジオなどの電波を使う機器に影響が出る可能性があり、もし出ているならそれを遮断する方法を考えるべきである。

5.1 実験 C

放電から本当に電磁波が出ているかを確認する。

5.1 実験 C の装置の説明

100V 入力の高電圧発生装置、ラジオを準備する。

高電圧発生装置で放電を発生させ、ラジオを近づけたり、遠ざけたりしながら雑音の入り具合で、放電から電磁波が出ているということを確認する。私たちは放電からは電磁波が出ているので、ラジオを放電へと近づけるほど、雑音は徐々に大きくなると予想した。

5.1.1 実験 C の結果と考察

ラジオを放電部分へと近づけるにつれて、雑音が大きくなっているので、放電から電磁波が発生している。しかし、このときに高電圧発生装置の端子同士が当たると、ラジオに小さく雑音が入った。さらに、蛍光灯の方に近づけると雑音が入った。

このことから、放電からは電磁波が出ている。さらに、端子同士が接触したときにも電磁波が発生している。また、蛍光灯からも電磁波は発生していると考えられる。

5.2 実験 D

放電からの電磁波を遮断する物質を考える。

5.2.1 実験 D の装置の説明

100V 入力の高電圧発生装置、ラジオ、金網(鉄製)、発泡スチロールケース、プラスチック皿(３枚)、Ａ４用紙(２枚)

まず、高電圧発生装置で放電を発生させる。次に、金網，発泡スチロール，プラスチック皿,Ａ４用紙のそれぞれでラジオを完全に覆う。そして、覆っているときと覆っていないときでの雑音の大きさで、物質ごとに電磁波を遮断することができるかを調べる。また、蛍光灯についても同じように調べる。私たちの仮説はどの物質を用いても電磁波を遮断することはできないというものである。

5.2.2 実験Ｄの結果と考察

放電から発せられる電磁波は金網のみで遮断することができた。また、他の物質では全く効果がなかった。さらに、蛍光灯についても同じ結果が出た。今回のことから、放電から出る電磁波は鉄を使うことで遮断することができると考えられる。

６．今後の課題

実験をしていく中で下記の疑問が発生したためそれぞれを解決していきたい。

・空気を抜いていくと、なぜ放電の光は弱くなっていったのか？また、なぜ通常の空気では青白い放電なのに、様々な気体の中ではカラフルな色に光ったのだろうかということについては、放電が発生する原理を調べるべきである。

・カラフルな色が混ざり合うとなぜ青白くなったのかということについては、空気の成分の割合と、光の混ざる度合いによる光りの色の変化について調べるべきだと考える。

・高電圧発生装置の端子同士が接近すると、なぜ、電磁波が発生するのかということについては、他の金属でも試してみるべきだと考える。

また、実験を行った際のこととして、今回の実験は真空容器内で行ったが、容器内は大きくなく、実験器具が散在しており実験がしづらい状況となってしまった。今後、実験を行うときは、部品等の配置などを決めて行いたい。

７．謝辞

今回のサイエンス研究会物理班の活動において、顧問の米田先生をはじめ、多くの先生方、先輩方から多大なご指導やご協力をいただきました。この場で深く感謝申し上げます。

図１　放電管内での放電の様子

気体名	放電の様子	放電の色	スペクトルのスケッチ	スペクトルの特徴
窒素		青紫色		・赤が最も明るく、縦縞が多い。
水素		ピンク色		・明るさは全て同じで、色がはっきり分かれている。
酸素		白色		・全てが同じ明るさで光る。
ネオン		赤色		・赤,オレンジ,黄色が明るい。