

無線電力伝送装置の秘密を探ろう！

熊本大学教育学部附属中学校 1年 廣川 拓飛

1 研究の動機

僕は電車通学をしています。駅の改札口を通る時、自動改札機に定期券で IC カードを近づけると「ピッ」と音が鳴り、青色に光ります。僕は IC カードに電池が入っているわけではなく、カードと改札機が導線でつながれているわけでもないのに、なぜ改札機は反応するのだろうと疑問に思いました。また、改札機が反応するのには IC カードとの距離が決まっており、その距離より離れると改札機は反応しないということにも気づきました。カードと改札機を再現し、秘密を探ろうと思いこの実験を行いました。

2 研究の方法

トランジスタ、小発信ダイオード、コンデンサ、抵抗、30 回巻きのコイル、単 3 乾電池をつなぎ回路を作る。また、赤色 LED につないだ 30 回巻きのコイルを作り、回路と近づけて赤色 LED を点灯させる。そして 2 つのコイルをどれだけ離すと消えるか測定し、その値を基本に次のように条件を変えて測定する。

- ① 巻き数を減らしたり増やしたりし、また上下でコイルの巻き数が異なる実験もする。
- ② 電池の個数を増やし測定する。
- ③ コイルの直径を長くして測定する。
- ④ 様々な素材のものを 2 つのコイルの間に置き、赤色 LED が点灯するか調べる。

3 研究の結果及び考察

(1) 巻き数と距離の関係

上下のコイルの巻き数が等しい場合は、図 1 のようなグラフになった。上下のコイルの巻き数が異なる場合は、図 2 のようになった。図 1 で上下 30 回の時までは距離はコイルの巻き数に比例した。これはただ単に電流が大きくなったためと考えられるが、60 回の時に距離が短くなったのはエナメル線の長さが長く、コイルの抵抗が大きくなるためだと考えられる。そのため、コイルの抵抗が最も小さい 10 回の時は発熱量も多かった。グラフの平均線を見ると、距離が最も長いのは 40～45 回の時で、これ以上コイルの巻き数を増やすと距離はどんどん短くなっていくと推測できる。また、図 2 で上よりも下の方がコイルの巻き数が少ない方が距離が長くなったのは、エナメル線の長さが短くなり、抵抗が小さくなるため、電流が大きくなるからだと考えられる。

(2) 電池の個数と距離の関係

結果は図 3 のようになった。2 個、3 個と増やしていくにつれて、電流が大きくなるため距離は長くなり、赤色 LED は明るさが増すことが分かった。結果、グラフの平均線はほとんど 3 点を結ぶようになっていた。

(3) コイルの直径と距離の関係

結果、図 4 から、コイルの直径を長くすると距離が長くなることが分かった。これはコイルの断面積が大きくなることで磁場が大きくなり、電流も大きくなって上のコイルに伝わるから

と考えられる。コイルの直径を長くしていく上で赤色 LED が点灯しにくかったり明るさが暗くなったりしたのは、直径を長くし、エナメル線の長さも長くなったためコイルの抵抗が大きくなったからだといえる。

(4) 電力をさえぎるものの関係

実験の結果、金属であるアルミホイルとトレイでは赤色 LED が点灯せず、その他の非金属である紙、クリアファイル、ハンカチ、緩衝材シートでは赤色 LED が点灯した。これは金属に伝導率が高いという性質があるため電磁波がその金属に当たると、その金属の中で電流の流れができ、上のコイルまで届かないことが考えられる。それにより、赤色 LED は点灯しなかったといえる。

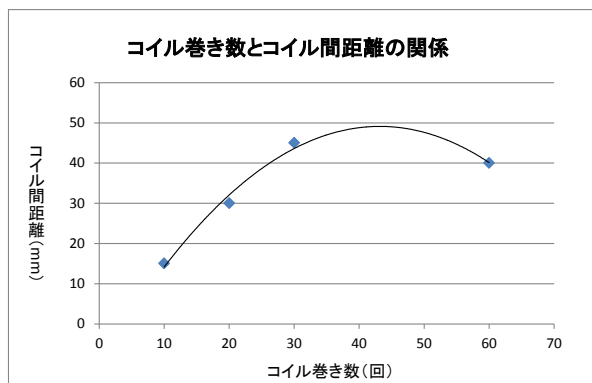


図 1

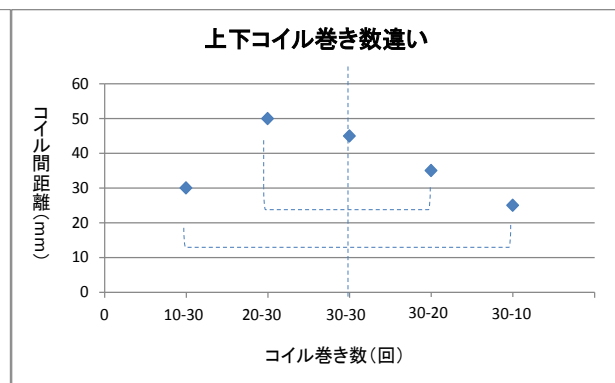


図 2

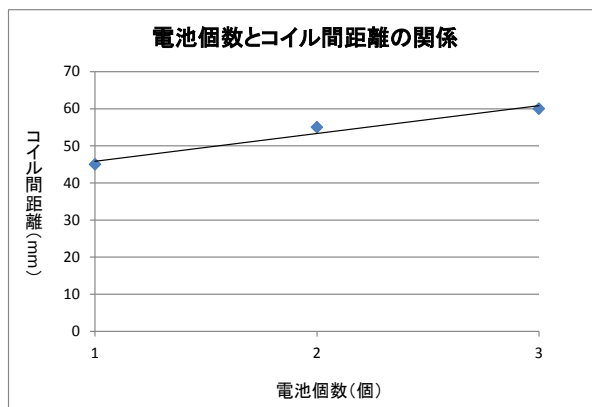


図 3

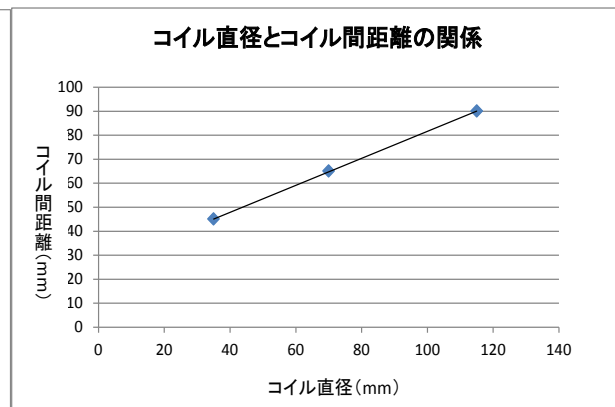


図 4

4 研究のまとめ

今回の研究を通して、駅での自動改札機と IC カードには磁場が利用されており、それにはコイルの巻き数、コイルの断面積、電流の大きさ、エナメル線の長さが関係していることがわかった。また磁場が大きくなるとコイルの発熱量が大きくなったり、赤色 LED の明るさが明るくなったりすることが分かった。金属が間にあるとコイルが反応しないことを生かして、普段から気を付けていきたいと思う。これからは、その距離関係をもっと詳しく研究して、更にコイルの反応が良くなるような装置を開発していきたい。そして、エナメル線の太さなどの新しい視点を持ち、さらに実験を続けていきたいと思う。