

世の中を支えている『電気』はここが原点だ！

西条市立禎瑞小学校 第6学年 福田 琉 創
指導教諭 田 中 裕 子

1 研究の動機

去年の自由研究では、磁石の近くに置いた導線に電気を流すと、導線が動くモーターについて、マイケル・ファラデーが行った実験を再現することにより確認した。

僕は、その後も、マイケル・ファラデーについて興味をもち調べていくと、「ファラデーの電磁誘導の法則とは一体どのような実験により発見したのだろう。」と疑問に思った。そのことについて更に調べていると、「モーターと発電機の仕組みは全く同じ。違いは電気を使っているか作っているかということ。」という記事を見つけた。それなら、「モーターの軸を回すだけでLEDが点灯するのではないか。」と考え、試しにやってみると、LED（赤・白）が点灯した。それならば、「自分でもオリジナルの発電機が作れるのではないか。」と思い、試したくなった。

2 研究の全体目的

電磁誘導の基礎的な実験を行い、得られた結果（たくさんの電気を起こせる条件）を整理し、それを基に、LEDを点灯させることができるオリジナル発電機を作る。

3 研究の目的にいたるまでの準備実験と計画

- (1) 僕の予想では、電線にネオジウム磁石を近付けると、接続しているLED（赤）が光ると思って試してみたが、光らなかった。マルチメーターを使って、発生した電圧の値を見ようとしたが、電圧に変化が全くなかった。
- (2) 次に、「コイルを作って、S極とN極を入れ替えれば、コイルにつながれたLED（赤）が点灯するのではないか。」と考え実験してみたが、点灯しなかった。マルチメーターで電圧を見てみたが、単位は全てが数mV程度だった。調べてみて分かったが、「赤色のLEDが光るためには、約1.5V以上の電圧が必要で、白色のLEDが光るためには、約3.5V以上の電圧が必要」ということが分かった。赤色のLEDが点灯する電圧には、1000倍以上の電圧が必要と分かり、点灯するには程遠い状況であった。
- (3) そこで、どのような要素が高い電圧を発生できるのかを知りたくなり、実験しようと思った。考えた末、「高い電圧を発生できる最適条件は何か」を調べるために、それぞれの関係（要素①～⑤）が測定できる実験装置を自作してテストすることにした。

要素	内容
① 電気を発生する電線の種類	銅・アルミニウム・鉄 ステンレス・真鍮・エナメル
② 磁石と電線の距離	0mmから5mmずつ30mmまで
③ 磁石の強さ（大きさ）	ネオジウム磁石サイズ大・中・小
④ 磁石が電線を横切る速度	高さ10cm・50cm・100cm
⑤ 磁石の向き	S極・N極



実験装置

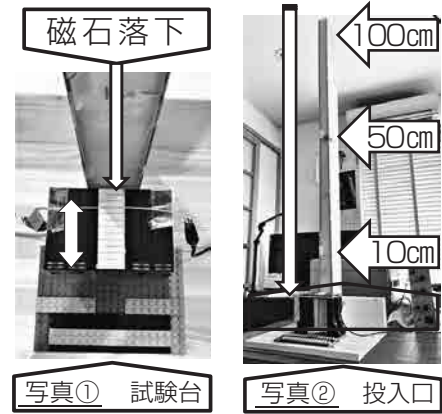
【実験装置の工夫点】

・②の測定

試験台は、調節できるようにレゴブロックを使用した。磁石が落下する位置からの距離がわかるように、試験台に5mmごとのゲージを記したものを貼り、素早く電線をセットできるようにした。(写真①)

・④の測定

安定した落下速度を保つために、丈夫な木にアクリル板を貼ることで滑りをよくし、磁石を落下させる高さ10cm・50cm・100cmの投入口を用意した。(写真②)



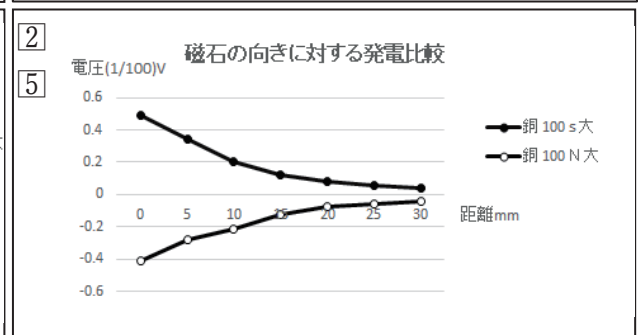
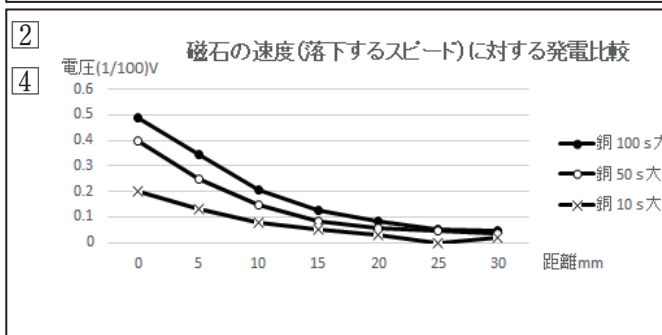
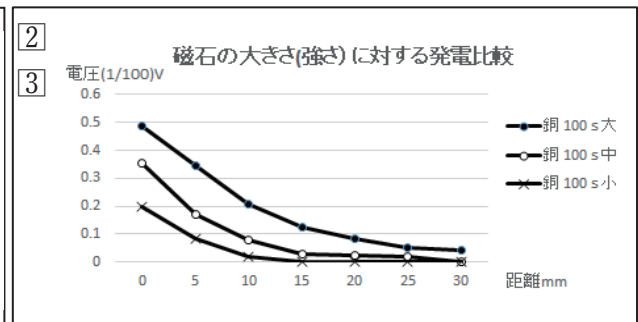
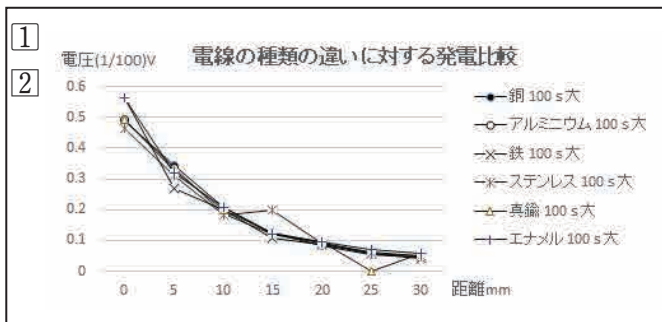
(4) マルチメーターにつないで測定をしてみたが、電圧値の動きが速すぎて正確なデータとして読み取ることができなかった。そこで、オシロスコープという計測器を使うことで数値が読み取れるようになり、測定する環境が整った。

4 実験 I

【目的】 電圧を高くしている要素 (①~⑤) について調査し、一番高い電圧が発生できる条件を調べる。

【結果】

要素	全体結果	説明
① 電線の種類	不明確	電線の種類が違ってても、大きな差はなかった。
② 磁石と電線の距離	0mm	磁石に影響を受ける距離が <u>近い</u> 所ほど、高い電圧を発生していた。
③ 磁石の大きさ	大	磁力が大きいほど、高い電圧を発生していた。
④ 磁石の速度	100cm	<u>速度が速い</u> ほど磁束の変化が速く、高い電圧を発生していた。
⑤ 磁石の向き	関係なし	S極は+、N極は-に、同じくらいの値で表示されるので大きな差はなかった。

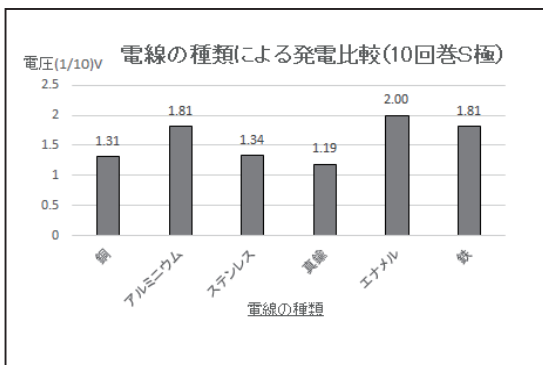


5 実験Ⅱ

【目的】 実験Ⅰで明確にならなかった、よく発電する電線の種類は何かを確かめるために、ポピンを使用し、①の電線をコイル1回巻と10回巻にして、確定した条件(②一番近い0 mm、③磁石サイズ大、④速度が速い100cm)で調べる。(写真③④)

【結果】

要素	全体結果	説明
① 電線の種類	エナメル線	1回巻では大きな違いは得られなかったが、10回巻でエナメル線が高い電圧を発生することができた。銅とエナメル線は同じ材質であるが、銅線にウレタンコーティングされているため、コイル状に巻いても電線と電線が触れてもショートしないので、高い電圧を発生した。



写真③ コイル1回巻



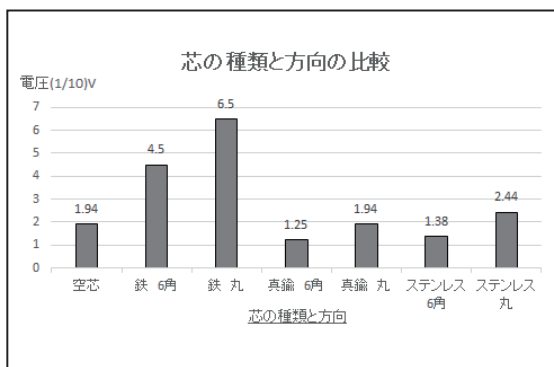
写真④ コイル10回巻

6 実験Ⅲ

【目的】 エナメル線をコイル100回巻にして、コイルの芯に金属のボルトを入れ、向きなどを変え、確定した条件(①エナメル線、②一番近い0 mm、③磁石サイズ大、④速度が速い100cm)で、高い電圧が発生できる組合せ(構造)を調べる。(写真⑤⑥)

【結果】

要素	全体結果	説明
⑥ コイルの芯の種類(鉄・真鍮・ステンレス)	鉄	磁石に反応して高い電圧を発生した。
⑦ コイルの芯の向き(六角・丸)	丸	六角ボルトは、コイルが磁石から5 mmほど離れるため、低い電圧になったと考えられる。



写真⑤ コイル100回巻

六角ボルト

丸側

六角側



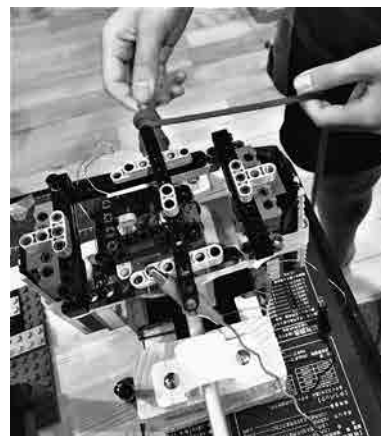
写真⑥ コイル100回巻 丸

7 僕のオリジナル発電機作成

確定した条件を基に、回転する構造にし、コイル（100回巻）を4つ作り、ネオジム磁石を使用し発電機の製作を行った。（写真⑦）

【実験Ⅰ・Ⅱ・Ⅲの結果からのオリジナル発電機の条件】

要素	説明
① 電線の種類	エナメル線
② 磁石と電線の距離	なるべく近く
③ 磁石の大きさ	大
④ 磁石が電線を横切る速度	なるべく早く
⑤ 磁石の向き	LEDが光る向き
⑥ コイル（100回巻）の芯の種類	鉄
⑦ コイルの芯の向き	丸



写真⑦ オリジナル発電機

【発電機作成の工夫点】

- ・ 軸が回転するときにスムーズに回るように、ベアリングを使用した。
- ・ コイルを設置する台は、形を変えやすいレゴブロックを使用した。
- ・ 軸を高速回転させるために、こま回しにヒントを得て、軸にひもを巻き付け、引けるようにした。

【苦勞した点】

- ・ コイル設置の際、ネオジム磁石が鉄ボルトにくっつき、固定の仕方が難しかった。
- ・ 軸を高速回転するための強い土台作りへの追及で、実験のたびに分解の連続だった。
- ・ ネオジム磁石を取り付けてある軸を速く回すと磁石が外れてしまい、回転する側の磁石の固定は非常に難しかった。

【感想】

実験で得られた結果を最大限に生かす発電機を製作するにあたって、モノづくりの面白さと難しさを感じた。苦業の末、オリジナル発電機で、一瞬ではあったが赤色LEDが点灯したときは、僕にとっては奇跡の瞬間であり、達成感を感じることができた。また、性能を引き出すためには製作の技術が大切だと思った。うまくいった事にも理由があり、うまくいかなかった事にも理由がある。実用的な品質には程遠い僕の発電機を、今後、改善改良を重ねてよりよいものにしていきたい。

8 研究を終えて

研究に至るまでの準備実験では試行錯誤が続いたが、知りたいことを整理し計画を立て、得られた結果から条件を整え、改善や工夫を繰り返したことで全体目的を達成できたのだと思う。また、測定を効率よくするためにプログラミングの技術を学び、コンピューターを使って自動計測できれば、もっとたくさんの実験が可能になると思うので挑戦したい。「電気」という存在は必要不可欠だ。もし、ファラデーの電磁誘導の発見がなかったら、今の僕たちの生活は今より不自由だったのかもしれない。4年生から始めた理科研究を通して、科学研究の大切さを痛感した。よりよい生活の原点は、世の中の不思議をとことん探ることだと思う。