

電磁誘導による人力発電の研究

名城大学附属高等学校 野田 慎一郎

第一章 序論

1-1 動機・目的

私たちは自然災害の恐怖に日々さらされている。2011年の東日本大震災では各地で停電が起こり、乾電池が買い占められ、電気が必要な人に行き届かなかった。そこで気軽に発電できる装置を作ろうと考えた。すでに携帯発電機や発電機能が付いた懐中電灯が市販されているが両手がふさがってしまうなどの問題点がある。なので歩くといった日常動作の振動で発電できる小型な装置にする。また充電効率を考え500mA程度の出力が出せるようにする。

1-2 先行研究

本研究は2011年から継続して行っている。

林崎伸一氏、山形大学名誉教授・富川義朗氏、東北工業大学教授・高野剛浩氏の「同極・電磁石を対向配置した携帯電磁発電」に磁力の高いネオジム磁石を用い、過去の研究で得た磁石の長さがコイルの長さと同じときに発電量が上がるという知識を加えて発電機の工夫の1つとした。(第4章 実験1および磁石の対する工夫)

第二章 使用器具

測定器具および製作に使用した器具

電流計、電圧計、巻線機

実験用装置に使用した資材

塩ビパイプ、銅線、ネオジム磁石

第三章 仮説

銅線を巻きやすくする為にコイルを何段かに分けて巻いている。以前に製作した装置に最後の段だけ巻き数の異なるものがあり著しく電圧が大きかった。巻き数に偏りがあると発電量が大きくなると考え、実験4,5を行った。

第四章 実験

装置(図1)は同一のものを使用する。磁石は4400Gの直径15mm内径10mm高さ5mmのドーナツ状のものを使用する。5回測定し、その平均値を測定値とする。特記しないかぎり銅線は同じものを用い、各実験で銅線の長さは統一している。装置には整流子をかませ直流電流にした。

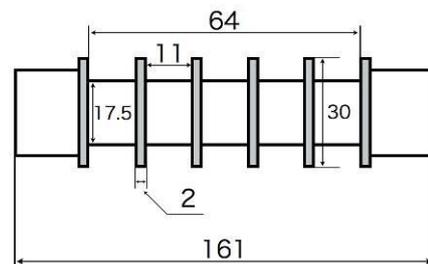


図1 装置概要図

4-1 巻く方向

4-1-1 概要

段ごとに銅線の巻く方向を変えた交互巻きと、同じ方向に巻き続けた単一方向巻きを用意し、発電量を測定した。

磁石は5個、ボルトを用い同極同士反発させるように固定したもの(以下SN対向と呼ぶ)を、銅線の太さは0.50mmを用いた各段200巻で合計1000巻きのコイルを使用する。

4-1-2 結果

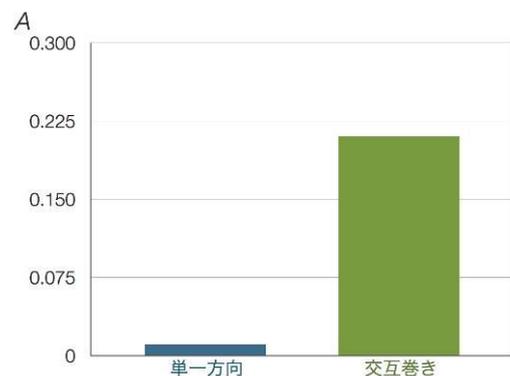


図2 実験1電流値

4-1-3 考察

この結果はレンツの法則によるものだと考えられる。レンツの法則はコイルの巻いた方向と磁界の変化によって電流の向きが変わるという法則だが、同一方向巻きだと巨大な1つのコイルのようになるが、交互巻きだとコイルが段ごとに区切られコイル内の磁場の変化が同一方向巻と比べ激しくなるので発電量が大きくなった。

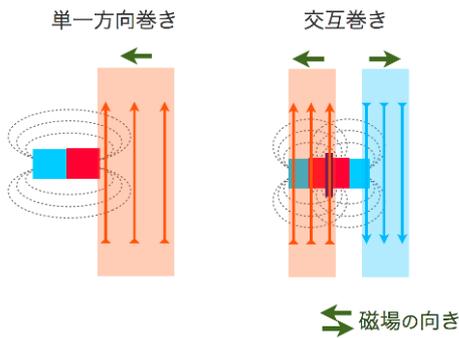


図3 コイル内の磁場の変化

4-2 銅線の太さ

4-2-1 概要

太さの違う銅線 (0.29,0.50,1.00,1.50mm) を用意し、コイルを巻いた。コイルは一重で交互巻き、各段 20 巻で合計 100 巻き。磁石は 5 個を SN 対向させる。

4-2-2 結果

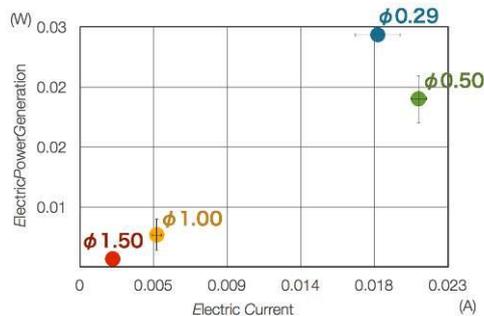


図4 実験2 ワット・電流

4-2-3 考察

この結果はコイルの密度と磁石との距離に影響している。電磁誘導は磁石の磁力が高いほど発電量が大きくなるが磁石の磁力が及ぶ範囲には限界がある。細い銅線の方がコイルの密度が大きくなり同じ巻き数でも磁石に近い所に巻けるので発電量が大きくなる。しかしあまりに銅線が細いと断面積も小さくなってしまい電流が小さくなってしまふ。

4-3 テンション

4-3-1 概要

銅線を巻く強さ (テンション) を変えて発電量に違いがあるのか調べた。キツめ、ゆるめ、そしてはじめはゆるく巻き次第にキツくしていったもの (ゆるキツ) の 3 種類を比較する。

磁石は 5 個を SN 対向させ、銅線の太さは 0.50mm を用い 1 重巻きかつ交互巻きのコイルを使用する。

銅線を張る強さを測る装置がなかったので、それぞれコイルの直径を測った。

4-3-2 結果

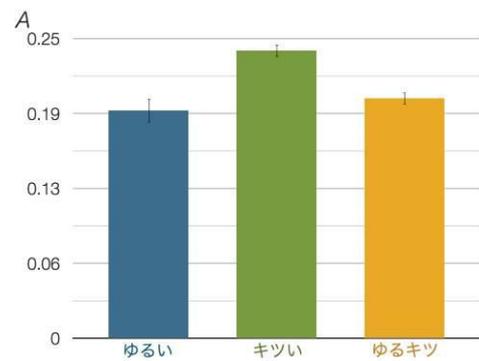


図5 実験3 電流値

コイルの直径 キツい : 27mm ゆるい : 35mm

4-3-3 考察

キツく巻いたものの方が発電量が大きくなったのは実験 2 の細い銅線を用いたものと同様にコイルの密度が大きくなったためである。

4-4 巻き数偏差

4-4-1 概要

4 段目まで 200 巻にし、5 段目のみ巻き数を変えた。今回の実験では 100,200,300 巻の 3 パターンを用意した。

磁石は 5 個を SN 対向させ、銅線の太さは 0.50mm を用い 1 重巻きかつ交互巻きのコイルを使用する。

4-4-2 結果

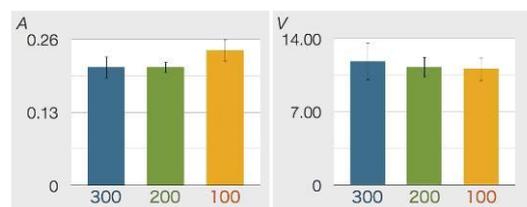


図6 実験4 電流値 (左), 電圧値 (右)

4-4-3 考察

電流において 300 巻きと 200 巻きで値が同じになっているのは測定誤差だと考えられる。この実験の詳しい考察は実験 5 の考察に記す。

4-5 巻き数偏差 Part.2

4-5-1 概要

実験 4 の結果が本当に正しいのか総巻き数を変え検証する。4 段まで 100 巻きにし、5 段目の巻き数を 100,200,300 にする。磁石は 5 個を SN 対向させ、銅線の太さは 0.50mm を用い 1 重巻きかつ交互巻きのコイルを使用する。

4-5-2 結果

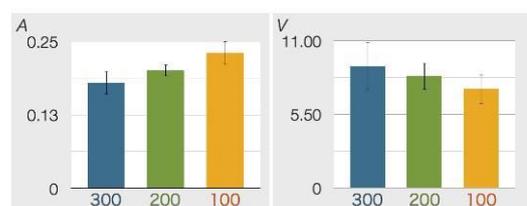


図7 実験5 (左) 電流値 (右) 電圧値

4-5-3 考察

実験4同様、300巻にしたものは電圧が、100巻のものは電流がそれぞれ大きくなった。電圧が大きくなる一方で電流は小さくなり、電流が大きくなる一方で電圧は小さくなっている。しかしワットを算出すると巻き数に偏りをつけたものの方がつけないものよりも大きくなっており、仮説は正しいといえる。

過去の実験や電磁誘導に関する法則より、コイルの巻き数が多いと電圧が、少ないと電流がそれぞれ大きくなる事は分かっている。実験4において4段目までコイルを巻いた段階で電圧が8.3V、電流が0.25Aだったことからそのことは確認できる。巻き数に偏りをつける事で電流と電圧のどちらかが大きくなり、その結果ワットも大きくなった。

4-6 多重巻き

4-6-1 概要

銅線を何回か折り返して、それをパイプに巻く。1度折り返したものを2重、2度なら3重・・・とする。但し、2重なら1巻きで2巻分、3重なら3巻分・・・巻いたものと見なす。巻き終えた後、銅線の端を繋ぎなおしていくつかのコイル(2重なら2個、3重なら3個・・・)がつながっているような形にする。

磁石は5個をSN対向させ、銅線の太さは0.5mmを用いた各段200巻で合計1000巻きの交互巻きのコイルを使用する。

4-6-2 結果

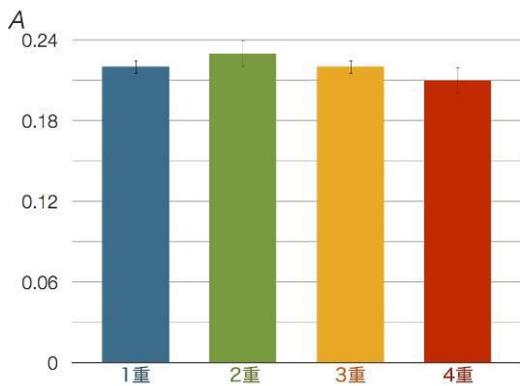


図8 実験6電流値

2重を頂点にした2次関数のグラフのような形になった。

4-6-3 考察

多重巻きはいくつかのコイルが1箇所にも重なり、かつ直列につながった体になっているためコイルに電流が流れることによって発生する磁場が、互いに影響しあうことによって銅線を折り返したものは発電量が上がると考えられる。(インダクタンス)3重巻以降、発電量が下がっているのは、銅線を折り返したもののほどいくつかつながったコイルの1つ1つのコイルの密度は小さくなっているため、実験3,4の考察より発電量が下がり、その下がり幅がインダクタンスによる上がり幅を上回ってしまうため、3重以降発電量が下がっていくという結果になった。

第五章 結論

コイルに細い銅線を用い、キツく巻く。巻き数に偏りをつける。折り返した銅線を使うといった工夫をすれば発電量が大きくなることがわかった。

第六章 開発

6-1 製作

実験で有効だと分かった工夫を組み合わせ発電機を製作した。実験同様、整流子をかませ直流電流にしている。

0.50mmの銅線で交互および2重巻きで4段目まで200巻で5段目のみ100巻の計900巻のコイルを製作し、磁石は5個をSN対向させたものを用いる。また使用した装置は実験と同一のものである。



図9 製作した発電機

6-2 測定

電圧は11.12V、電流は0.24Aだった。これは実験同様に5回測定した平均値である。

6-3 考察

昨年度に製作した発電機よりも電流が2倍になったが、もう少し電圧電流ともに値は大きくなると予想していた。電圧に関しては実験で得た値の方が大きい。製作時に用意していた銅線の長さが足りず、やむなく余っていた銅線をはんだづけして無理に長さを稼いだ為に抵抗が上がり、発電量が小さくなったと考えられる。

6-4 展望

目標とする500mAにまだ達していないので新たな工夫を模索していく。

第七章 謝辞

本研究を行うにあたり、研究や発電機製作にご協力くださった名城大学附属高等学校の伊藤憲人先生、高木國彦先生に厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 林崎伸一, 富川義朗, 高野剛浩編. “同極・電磁石を対向配置した携帯電磁発電”
バクウ研究所,
[http://www.use.yz.yamagata-u.ac.jp/baku-u_works/SEAD18_B1A01\(A02\).pdf](http://www.use.yz.yamagata-u.ac.jp/baku-u_works/SEAD18_B1A01(A02).pdf), (参照 2013-06-13)