

自作ディロッド発電機における静電気量の変化 Change in the amount of static electricity produced by a self-made Dirod generator

兵頭 侑樹・小野 祐輝・土居 勇太・高橋 空翔
Yuki Hyodo Yuki Ono Yuta Doi Kuto Takahashi

1. 要旨

もともと電気に興味があり、先輩の研究からディロッド発電機というものを知った。そこで、自分たちでディロッド発電機を製作し、条件を変えて静電気量を測定した。

2. 先行研究

2012年度高松第一高校AS課題研究静電気班はディロッド発電機を製作し、改良を試みたが、最終的には静電気のリークにより発電にまで至る発電機の製作ができなかった。しかし実験の途中で、左右の集電器の電荷の正負が逆になる現象が見られた。

3. 研究目的

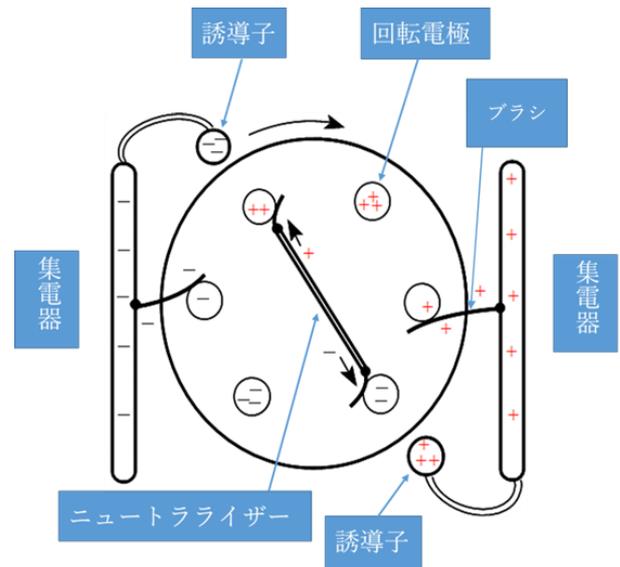
まずは、電荷を安定してためることができる自作のディロッド発電機を製作する。その後、回転数や金属板の違いによる静電気量の変化を調べ、最も発電できる条件を模索する予定であったが、実験途中で先行研究にあった電荷が入れ替わる現象がみられたため、その現象が発生する原因について調べる。

4. ディロッド発電機とは

誘導子と回転電極の間の静電誘導を利用して静電気を発生させる装置

<装置の名称>

- ・ディスク（プラスチック）※モーターで回転させる
- ・回転電極（金属製）
※予備実験はアルミ製であるが、実験1からは都合によりニッケル製で実験を行った
- ・集電器（アルミ製）
- ・誘導子（アルミ製）
- ・ニュートライザー（アルミ製）
向かい合う回転電極を接続し、回転電極間の電子の移動を可能にする金属
- ・ブラシ（導電性ゴムにアルミ箔を巻いたもの）



5. 発電原理

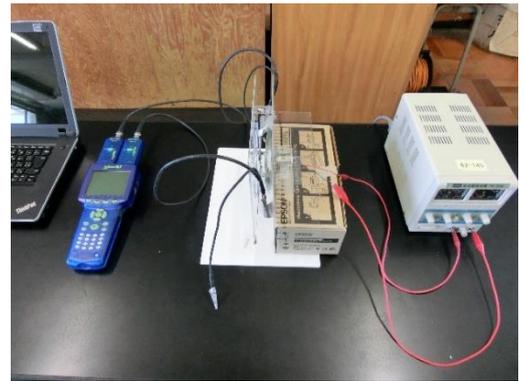
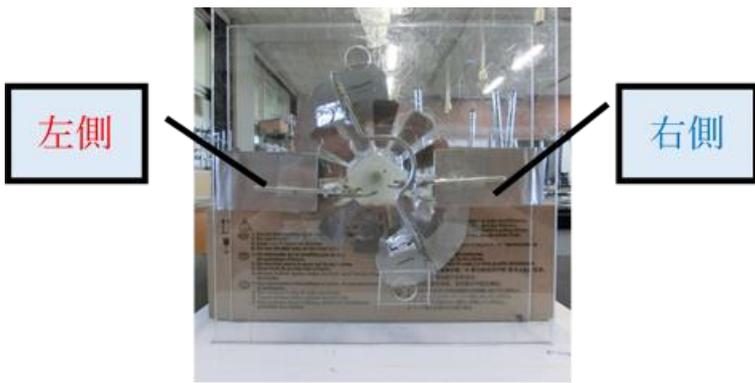
- ① 両側にある集電器に電荷の偏りを生じさせる。
- ② 円盤を回転させる。
- ③ 誘導子と回転電極間の静電誘導でニュートライザーを介して電子が移動し回転電極が電荷をもつ。
- ④ 回転電極が集電器に達すると、ブラシから電荷が回収される。
- ⑤ ①～④が繰り返されることにより、集電器の静電気量が2倍、4倍、8倍と増えていく。

6. 実験の方法

- ・回転盤をモーターで回転させ、電荷センサーで静電気量を測定する。
- ※予備実験1,2の時は電荷センサーが一つしかなかったので、片側の電極でしか計測ができなかった。
実験1,2,3では電荷センサーを2つ用意することができたので、両極同時に計測を行った。

<準備物>

- 自作ディロッド発電機、電源装置、モーター
- 電荷センサー（※ $\pm 110\text{nC}$ まで測定可能）、塩化ビニルパイプ、ティッシュ、PC



7. 予備実験 1

- 実験目的

回転数の違いによる右側の集電器の静電気量の変化を調べる。(

※回転数を測定できなかったため、モーターにかかる電圧を変えて円盤の回転数を変化させた。

- 実験方法

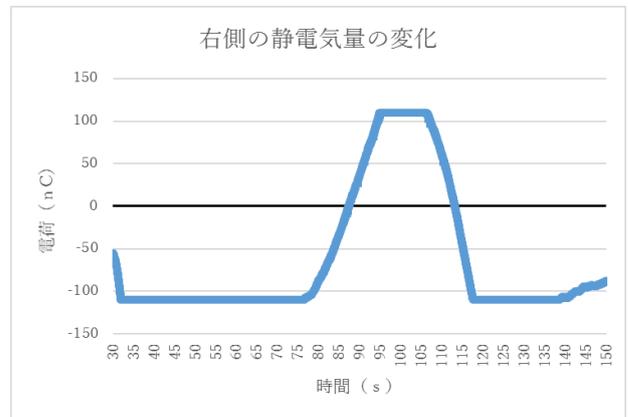
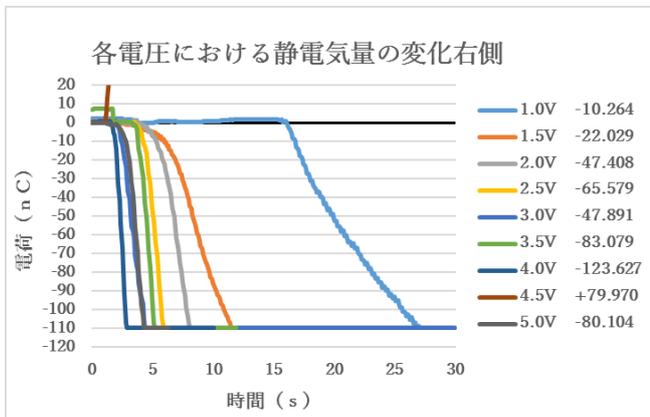
電荷をためていない右側の集電器の静電気量を電荷センサーで測定する。モーターにかかる電圧を 1 V から 0.5 V ずつ大きくし、5 V まで測定する。

- 実験結果

負に増加した(4.5Vを除く)。電圧を大きくするにつれて静電気量の変化量が大きくなった。また、4.5Vのときだけ正に増加した。

- 考察

- ① 電圧を大きくすることで円盤の回転数が増加し、金属板と集電器の接触回数が多くなり、集電器が負電荷を回収する速度が大きくなった。
- ② 4.5Vのときだけ正に増加したのはなぜかわからない。
- ③ 実験を繰り返していると右側の集電器にたまった電荷の正負が入れ替わる現象が起こった。



8. 予備実験 2

- 実験目的

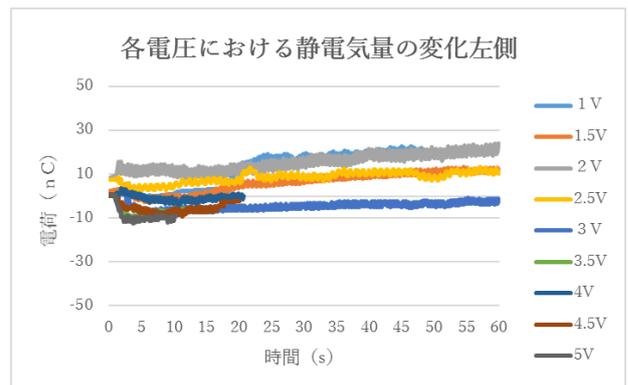
回転数の違いによる左側の集電器の静電気量の変化を調べる。

- 実験方法

左側の集電器 (0 nC) の静電気量を電荷センサーで測定する。

- 実験結果

測定開始直後に正に増加する場合と負に増加する場合があります。また、電荷の増加量が一侧に比べて小さい。



・考察

- ① 測定開始直後から正に増加する場合と負に増加する場合があることから、左側の電荷は正負のどちらに動くか定まっていないのではないかと考えた。
- ② 左側は右側に比べて電荷が増加しにくいことは円盤の回転の方向が関係していると考えた。

9. 実験1

・実験目的

電荷の正負が入れ替わる現象が静電誘導によるものか、回転電極とブラシ間の摩擦によるものか調べるために、ニュートライザーを外し、集電器に電荷をためずに実験を行った。

・実験方法

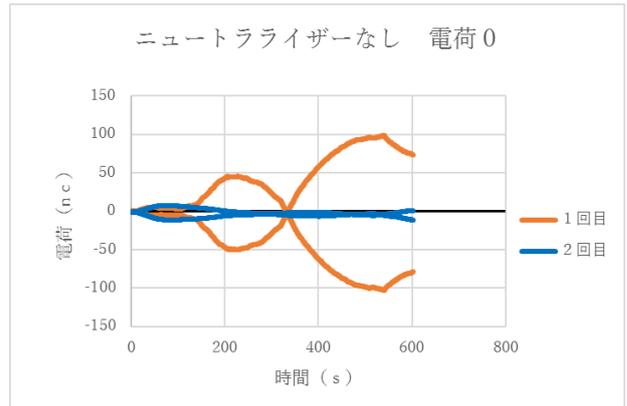
2つの電荷センサーを両集電器に取り付け、ニュートライザーを外し、集電器に電荷をためずに円盤を回転させ、測定を行う。

・実験結果

2つの集電器の電荷が正負反対に増加した。

・考察

- ① 2つの集電器の電荷が正負反対に増加したことから回転電極とブラシ間の摩擦によるものではないと考えた。
- ② はじめ集電器に電荷をためていないので静電誘導によるものでもないと考えた。集電器は電荷0の状態であるが、ディスク上の金属板の電荷は0ではない可能性がある。これによって、電荷0の状態からでも、両側の電荷が増加すると考えられる。



10. 実験2

・実験目的

実験1の電荷をためていない状態との比較

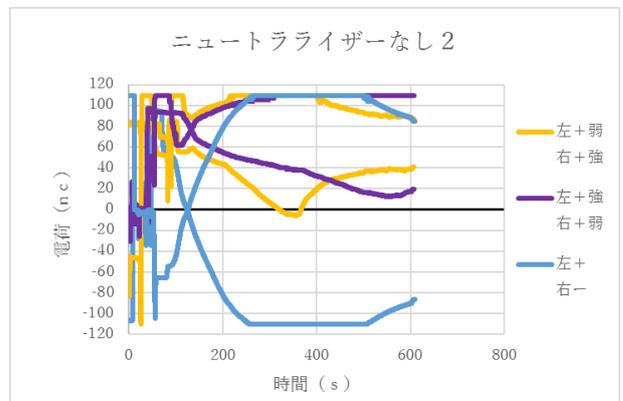
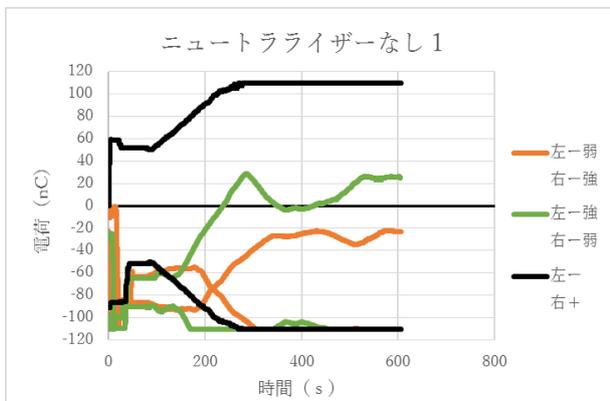
・実験方法

電荷センサーを両集電器に取り付け、ニュートライザーを外したまま、両集電器にあらかじめ電荷を与えた状態で実験を行った。

※電荷のため方

- ①左-、右+ ②左+、右-
- ③左-弱、右-強 ④左-強、右-弱
- ⑤左+弱、右+強 ⑥左+強、右+弱

※集電器を同符号の強弱に帯電させたのは、電荷の偏りをつくるにあたって、同符号でも電位差があれば発電するのか調べてみようと思ったからである。



・考察

左側に負電荷がたまりやすく、右側に正電荷がたまりやすいのは円盤の回転の向きが関係していると考えられる。電荷の増加が左右の集電器で反対になったのは装置内でのみ電荷のやり取りが行われているためだと考えられる。

1 1. 実験3

- ・実験目的

実験2のニュートライザーなしの状態との比較

- ・実験方法

電荷センサーを両集電器に取り付け、ニュートライザーを付け、両集電器に電荷を与えた状態で実験を行った。

※電荷のため方

①左-、右+ ②左+、右-

③左-弱、右-強 ④左-強、右-弱

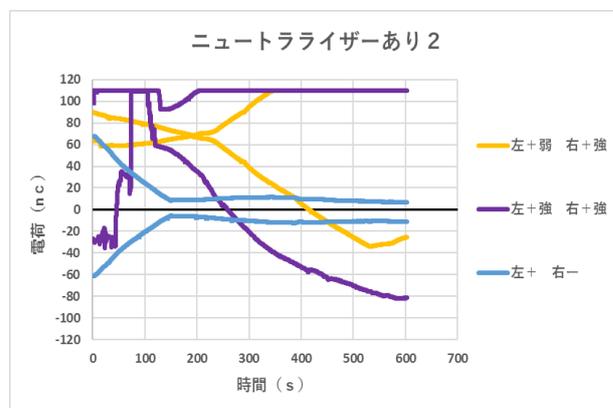
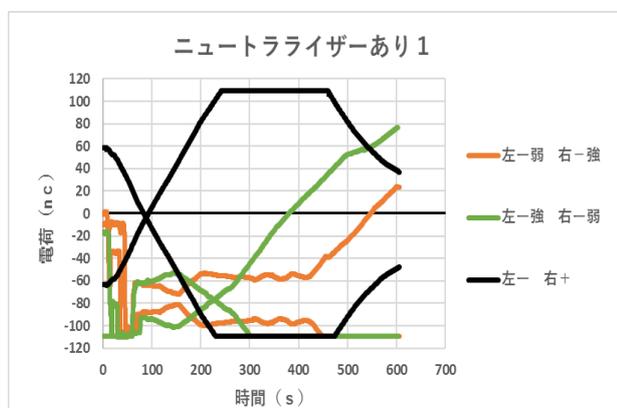
⑤左+弱、右+強 ⑥左+強、右+弱

- ・実験結果

左側に正電荷がたまりやすく、右側に負電荷がたまりやすい（実験2と逆）傾向がみられた。ここでも線対称なグラフが見られた。

- ・考察

実験2と電荷の増加のしかたが逆になったのは、ニュートライザーをつけたことが大きく影響していると考えられるが、詳しい原理については説明できなかった。



1 2. まとめ

すべての場合に成り立つ原理を考察したが、説明には至らなかった。したがって、電荷をためた状態とためていない状態で発電原理が異なると推測できる。電荷の正負が入れ替わる現象は、静電誘導によるものでも回転電極とブラシ間の摩擦によるものでもないと考えられる。（電荷が正負反対にたまったことより）しかし、電荷の正負が入れ替わる原理は説明できなかった。両集電器の電荷が0の状態から電荷が増加する理由について新たな仮説を立てた。

<仮説>

集電器は電荷0の状態であるが、回転電極には残留電荷が残っている、つまり電荷は0でない可能性がある。このことが関係して、集電器に電荷がたまっていない状態で静電気量が増加したと考えた。しかし、その具体的な説明はできていない。

1 3. 今後の展望

- ・回転電極の電荷をゼロにして実験を行う。
- ・結果に基づいた発電原理の解明
- ・実験回数を増やす。
- ・電荷の増加にニュートライザーがどのように関係しているかを考察する。

1 4. 参考文献

- ・静電誘導発電機を作ろう！ <http://www7b.biglobe.ne.jp/~macmade/index.html>
- ・2012年高松第一高校 SSH 課題研究「ディロッド発電機の製作と改良」