

# ディロッド発電機の製作と考察 ～アルミ板の自然放電の時間変化とその抑制～ 小竹 貴志 荒木 健斗

## 1. 研究の目的

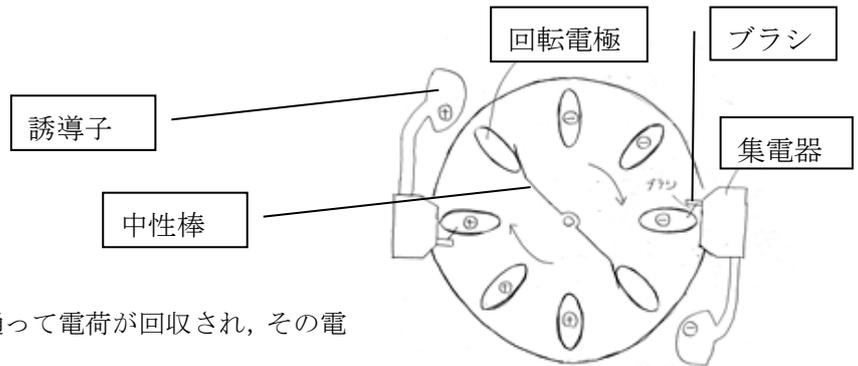
今、世界には風力、太陽光、水力など様々な自然の力を利用した発電方法があるが、自然の力を利用したエネルギーは他にないのかと調べていたところ、静電気と出会った。そして、静電気を利用したディロッド発電機という発電機があることを知った。そこで、非常に興味深いと思い、詳しく調べていくことにした。

ディロッド発電機とは、両極の電位差が生じることによって発電する装置のことだ。静電気というと擦って発生しているというイメージが強いかもしれないが、これは静電誘導を利用して発電している。擦らずに静電気を発生させているのが面白いと思った。研究の目的は、完成した装置を実際に動かし、静電気を発生させることだ。また、コンデンサー等に電荷を蓄え、LED電球を光らせたり、物を動かすことである。

## 2. 発電方法

発電方法について、少し説明する。図は装置の模式図である。

- ① 誘導子に電荷を与える
- ② 静電誘導によって回転電極が電荷を持つ
- ③ 一方の電荷は中性棒を通して反対側の回転電極に移る
- ④ 回転板が時計回りに回転してブラシを通して電荷が回収され、その電荷が誘導子まで移動する
- ⑤ これらが繰り返されることで誘導子の両極の電位差が生じて発電する



インターネット上のサイトを参考にしながら製作していった。しかし、装置は完成したものの、うまく発電することが出来なかった。そこで、発電機に関する問題点を考え、改良していくことにした。



製作した発電機

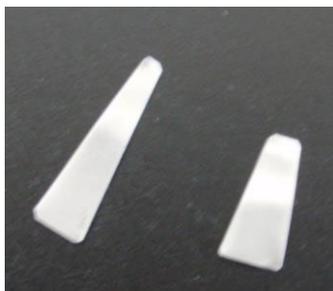
## 3. 改良点 1

今までは短めだった回転電極を長めに作り直し、中性ブラシをアルミテープに変更した。(理由)

回転電極で静電誘導を起こす際に、回転電極が短いとうまく静電誘導が起これず、静電気が発生しないと考えたからだ。また、中性ブラシと回転電極の接触がうまくいってなく、電荷の受け渡しが行われていないのではないかと考えたため、金属部分が多く、回転電極との接触の良いアルミテープに変更することにした。

(結果)

実際に変更して試してみたのだが、変更前と同様に静電気が発生しなかった。現在は、回転電極のリーク（漏れ）に注目して実験を続けている最中だ。4種類の回転電極（切りっぱなし、角を丸くしたもの、表面をやすりでみがいたもの、絶縁テープをまいたもの）を用意し、どの回転電極が最もリークを抑えることが出来るかの実験をした。その実験から角を丸くしたものが最もリークを抑えることが出来ると分かったので、それを使用している。また、磨き粉を用いて表面をより滑らかにすることでリークを抑えることが出来ることが実験でわかったので、その回転電極を装置に用いている。また、磨き粉は回転電極だけでなく、集電器、誘導子にも使えると考え、使用してみることにした。



左が作り直した回転電極、右が従来のもの



変更後使用したアルミテープ

## 4. 改良点 2

アルミ板の形状や表面のなめらかさによる内的影響力と、温度・湿度による外的影響力によって自然放電にどのような違いが生じるのか調べ、静電誘導によって発電するディロッド発電機で効率よく発電させるため、放電をより抑えることのできる状態を調べる。

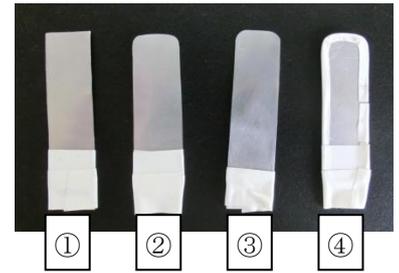
(仮説)

まず内的影響力については、冬には服を脱いだ時などに静電気が起こることを感じるができるが、夏では感じることがないという日常生活の経験より、温度、湿度が高いほど放電は起きやすいと考えた。また外的影響力については、放電は尖っている部分から起きやすいということを知っていたため、表面がなめらかなものほど放電は起きにくいと考えた。

### 5. 実験 1

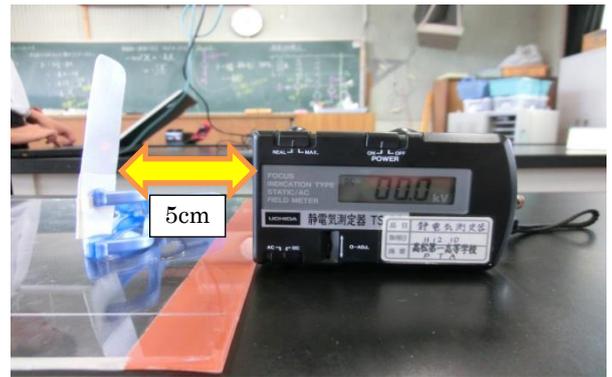
アルミ板をまず同じ大きさの長方形（縦 7.8cm, 横 2.2cm）に切り取る。そして

- ① 長方形に切ったもの ⇒そのまま
  - ② ①の角を丸く削ったもの ⇒角取り
  - ③ ②の表面をやすりがけしたもの ⇒角取り+やすり
  - ④ ②の周りを絶縁テープで巻いたもの⇒角取り+絶縁テープ
- 以上の 4 種類を準備した（以後、⇒の後の名前を使う）。



放電は尖っている部分から起きやすいという仮説のもと、①, ②, ④ではアルミ板の切断面の状態によって生じる違いを調べ、②, ③ではアルミ板の表面のなめらかさによって生じる違いを調べた。

それぞれを 5[kV] 帯電させ、10 分間 10 秒ごとにアルミ板の表面電位を計測した。アルミ板表面の静電電位は静電気測定器を使って帯電させたアルミ板から 5[cm]離れた位置から計測した。（距離 5[cm]が正確にアルミ板の表面電位を計測できる距離である。）

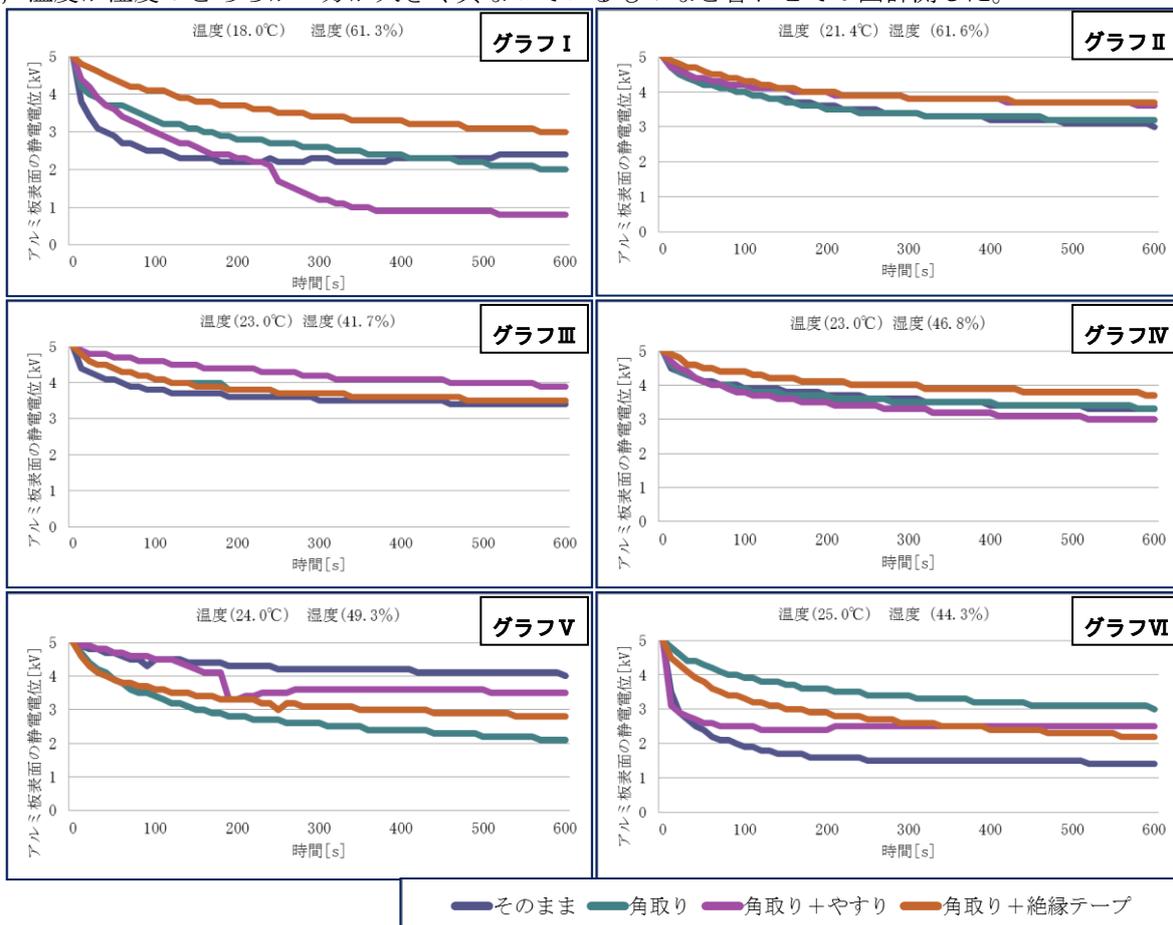


また帯電は、ポリ塩化ビニルの棒とキッチンペーパーを擦り合わせて静電気を発生させ、マイナスに帯電した塩化ビニルの棒をアルミ板に近づけて帯電させた。

温度、湿度はアスマン通風乾湿計を使って計測した。乾球、湿球の温度差から湿度を算出できる装置で、乾球では気温を計測し、湿球で水蒸気が蒸発する際に発生する蒸発熱で下がる温度を計測している。湿度によって水蒸気の蒸発量は変化するので、この違いから湿度を求めることができる。

### 6. 結果

データは同じ温度、湿度の条件で数回計測したものや、日付を変え、温度、湿度が大きく異なる場合や小さく異なる場合、温度か湿度のどちらか一方が大きく異なっているものなど合わせて 6 回計測した。



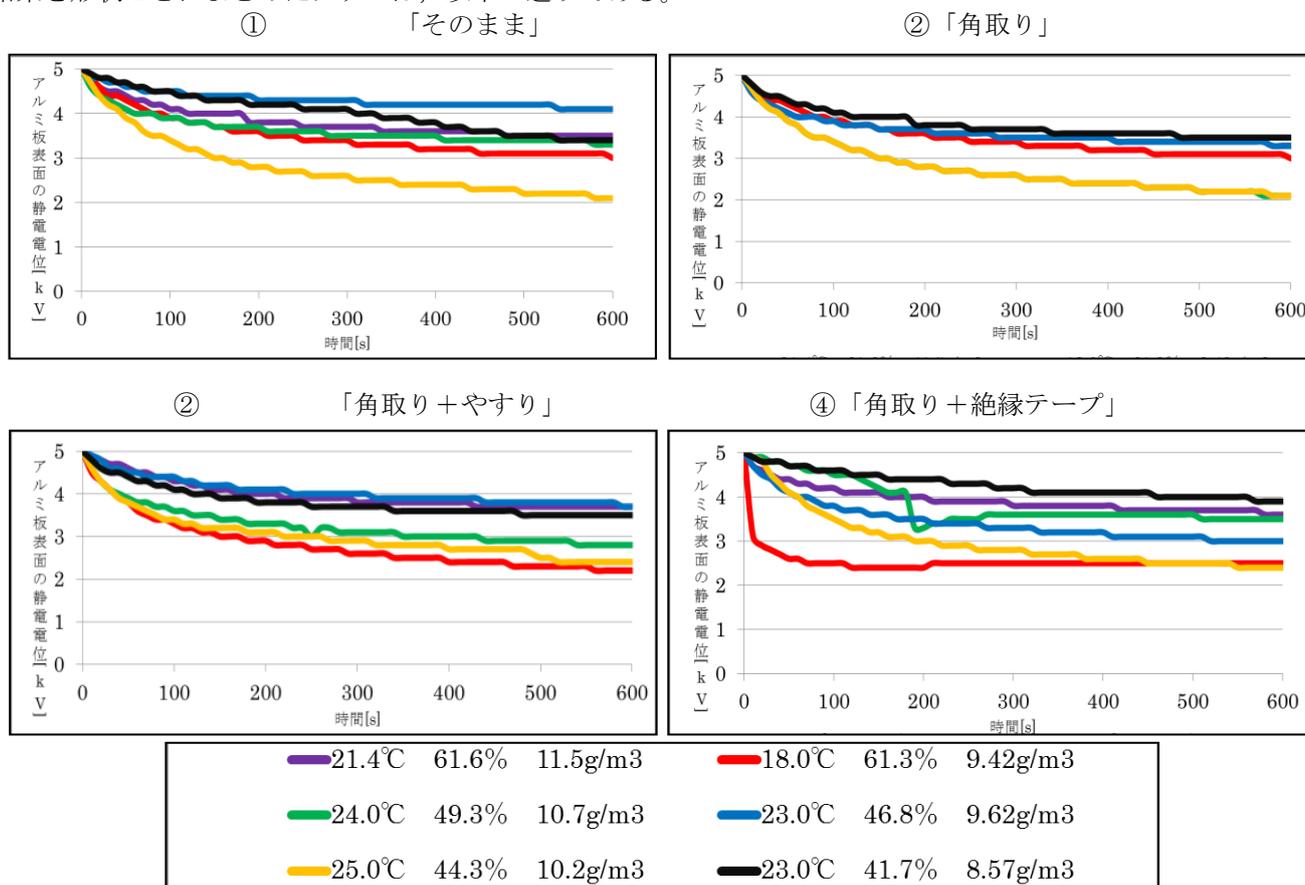
まず、温度による違いを計測結果により比較する。温度は 18.0℃～25.0℃までの範囲で 6 回実験を行ったが、その中でも温度が中間の値であるグラフⅡ,Ⅲ,Ⅳの 3 つの結果のグラフにおいて、比較的 5 分後のアルミ板の表面電位の値は、どの形状においても安定しており、残りの 3 つのグラフⅠ,Ⅴ,Ⅵについては値にばらつきがある結果になっているといえる。しかし、この実験は自然の条件下での実験であるため、このことから相関があることを明確にすることは難しいと考えた。

## 7. 形状ごとの結果

次に、湿度に注目しそれぞれ 4 つの形状によって結果にどのような違いがみられるのか調べた。また絶対湿度の数値が似ていても大気中の水蒸気量の数値には違いが生じ、相対湿度だけでは大気中の水蒸気量はわからない。このことからこれまでは絶対湿度のみに注目して実験結果について考察しようとしていたが、大気中の水蒸気量によっても結果に影響がでるのではないかと考え、それぞれ実験ごとの大気中の水蒸気量も算出し、結果との関係について調べることにした。なお、大気中の水蒸気量の算出については、温度ごとに飽和水蒸気量は決まっていることから、計測した気温から求められる飽和水蒸気量 $[g/m^3]$ と計測した湿度 $[%]$ を用いて以下の式より求める。

$$\text{湿度} = \frac{(\text{大気中の水蒸気量 } [g/m^3])}{(\text{気温においての飽和水蒸気量 } [g/m^3])} \times 100$$

結果を形状ごとにまとめたグラフは、以下の通りである。



これらのグラフよりそれぞれを比較する。①, ③, ④のグラフでは、温度、水蒸気量と放電の大きさには関係性はみられない。また結果にばらつきがあることがわかる。

しかし、②の「角取り」は、水蒸気量が多い（湿度が高い）ほど放電しやすい傾向がみられる。

## 8. 考察

以上 4 種類の形状ごとにまとめたグラフより考察する。

①「角取り」のグラフより、切りっぱなしのアルミ板では、角から放電が起こり、安定していないことが分かる。

②「角取り」のグラフには、ある程度結果に湿度との相関関係がみられ、比較的値が安定していることがわかる。これらの結果から天候に左右されず安定した値を得られる状態のものは②「角取り」の状態が最もあてはまると考えられる。

③「角取り+やすり」のグラフより、表面をなめらかにすると放電を抑えることができると私たちは予想していたが、予想とは違い、やすりがけをしたものの方が普通の状態のものよりも多く放電してしまった。このような結果となったのは市販のアルミ板は初めから表面がなめらかであり、やすりをかけたことでかえって表面が削られてしまい凸凹してしまったためであると考えられる。

④「角取り+絶縁テープ」のグラフより、値が安定しなかったのは、アルミ板の周りに絶縁テープを貼り実験していたがアルミ板の表面電位を計測する際、絶縁テープとアルミ板の間に隙間ができており、アルミ板の角を覆うことが十分にできていなかったことが原因であると考えられる。

①, ②, ④の結果より、どの気象条件でも②の角取りがもっとも安定して自然放電を抑えられていることが分かる。アルミ板の切断面は、角を丸く取りなめらかにした方が自然放電が抑えられることが分かった。また②, ③の結果より、アルミ板の表面はよりなめらかな状態が、自然放電が抑えられることも分かった。以上より、②の「角取り」をベースに、よりアルミ板表面をなめらかにするために研磨剤を使った実験2を計画した。

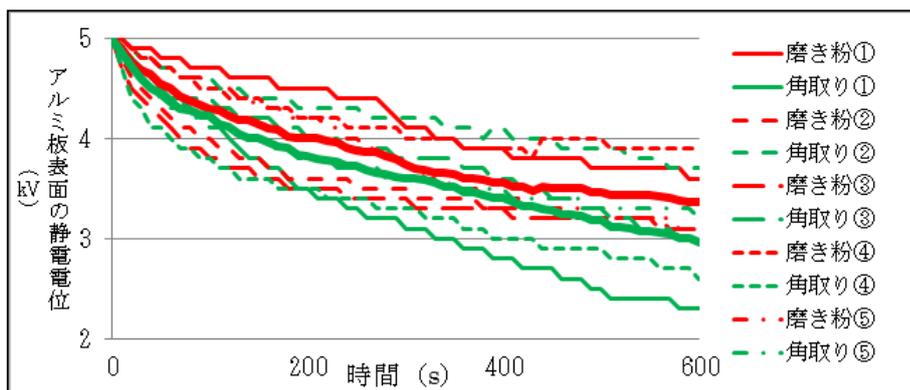
一方、形状ごとにまとめた4つすべてのグラフから「最も湿度の高いものと低いものがほぼ同じ静電電位の値になっており、その値が最も安定している」という結果も得られており、②「角取り」の実験結果から得られた「湿度が高ければ高いほどアルミ板表面の静電電位は小さくなる」という結果には当てはまらない。なぜこのような結果がでたのか原因はわからなかった。このような結果が出たことの原因を調べるのが今後の課題である。

## 9. 実験2

アルミ板の表面をよりなめらかにすることのできる研磨剤として磨き粉を使うことにし、結果にどのような違いがでるのか、実験①と同じ方法で実験した。以下、このサンプルを「磨き粉」と呼ぶことにする。

## 10. 結果

「角取り」と「磨き粉」を用いて、湿度、温度が同じ条件で5回計測した。グラフより、5回ともすべて磨き粉を使ったものが「角取り」よりもアルミ板表面の静電電位の値が大きくなった。そのことから磨き粉を使い表面を滑らかにすると、より放電を抑えることができることがわかった。



## 11. まとめ

まず内的影響力（アルミの形状や表面のなめらかさ）については、尖っている部分が少なく、表面がなめらかであるものが最も放電を抑えることができることがわかった。また外的影響力（温度や湿度・水蒸気量）については、温度とは全く相関が見られなかったが、湿度については相関のみられるものもあった。しかしながら、それに当てはまらない結果も得られ、はっきりとした相関を見つけることはできなかった。

## 12. 今後の課題

今回の実験では自然の条件下での実験だったため温度や湿度を安定させることは難しかったが、人工気象装置を使えば温度や湿度を定めた値に統一することで正確なデータを得ることができる。温度か湿度のどちらかを一定に保った状態でもう片方を変化させる実験ができれば、「最も湿度の高いものと低いものがほぼ同じ静電電位の値になっており、その値が最も安定している」という結果や、温度の違いによって生じた結果のばらつきについても原因を究明することができる可能性がある。

## 13. 私の考え

今日、火力発電、水力発電、原子力発電など、様々な発電方法が存在する。しかし、そのような発電に必要な資源は枯渇してしまっている。今は世界の技術力が向上しているため、可採年数はあまり変化していないが、それでもあと50年近くで石油などは枯渇してしまう。また、発電する際には多くの二酸化炭素を排出し、地球温暖化を促進してしまうのだ。さらに、地球温暖化が進むと海面が上昇し水没してしまう国々もある。また、気温も最大で4.8℃も上昇し、世界はかつて経験したことのない気温の変異に見舞われてしまうという記事を新聞で読んだ。さらに、そのような気温上昇の原因の半分以上は人間の活動によってもたらされたと言う。私はこのままでは世界は自分たちの活動によって活動が制限され、今まで通りの生活ができなくなるのではないかと不安だ。自分たちで引き起こした問題は自分たちで解決しなければならない。だから、世界中の人が一致団結し、この問題に取り組まなければいけない。そこで、まずは発電の方法から見直さなすべさだ。そんな中で求められるのは自然の力を利用したクリーンなエネルギーである。自然の力を利用した発電はこれまでも多く存在したが、私は新たなクリーンエネルギーとして静電気で発電することを提案する。静電気は普段は多くの人々にとって邪魔者扱いされがちだが、全てが私達にとって悪影響があるわけではない。逆に上手に使ってあげることでみんなが静電気のことを見直すきっかけにもなるだろう。もし、ディロッド発電機が実用化され、世界で幅広く使われるようになるとすばらしいエネルギーの革命が起きると思う。なぜなら、この発電機を用いて発生したエネルギーをコンデンサー等に蓄えることで、電池のような役割を果たすことができるからだ。これを実用化することが出来たら、いつでも、どこでも、誰でも、発電でき、簡単に利用できる夢のようなエネルギー源になると思う。さらに、発電の際に有害な物質は一切発生しないので、そこが大きな強みである。

今日では、家庭や個人での発電が注目されている。太陽光は屋根に取り付けることで簡単に家庭で発電が出来、余った電気は電力会社に売ることもできる。このように環境にも優しく、家庭のお財布にも優しいところが大きな

メリットである。だから、静電気も実用化の際には個人でも発電を中心にしていくことになるだろう。そこで、小型化してコンパクトにすればいいと思った。現在インターネットなどに掲載されているディロッド発電機は電池でモーターを回して回転板を回転させ、電気を起こすというのが一般的だが、それでは結局発電しているのに電池が無駄になってしまい、効率的ではない。だから、今の日常生活に付加したプラスアルファの発電として考えると、自然環境にはとても優しくていいはずである。例えば、自転車や車、扇風機などに取り付けて移動しながら発電するのはどうだろうか。移動しながら発電が出来るので強制的に発電している感じもなく、とても効率が良く発電出来ると思う。こんな風に「さりげなく」発電するエネルギーになるだろう。

しかし、やはり問題はある。それは、静電気だと大きな装置を動かすことが出来るほどの発電量はあまり期待が出来ないということだ。また、湿度が高かったり、温度が高い地域ではあまり効果が期待できないということも問題として挙げられる。その問題点を改善すべく将来は研究者となって研究していきたい。

#### 14. 将来への提言

現在の日本における課題は、原発が使用不可になった今、どのように今まで原発が発電してただけの発電量をまかなっていくかである。このように発電のあり方を考え直すきっかけになったという点では、福島での原子力発電の事故はプラスに考えてもいいかもしれない。だから、福島での事故が無駄にならないように我々がもっと将来のことを考えていかなければならない。例えば、エアコンの設定温度を考え直したり、部屋の電気はこまめに切ったりするなど、個人で出来ることはたくさんある。まずは自分一人だけでも節約を意識することで、周りの人にもその風潮が広がり、周りの人も意識し始める。そんな流れが世界中に出来たらもっと過ごしやすい世の中になると思う。様々な都市が発達していくこといいことだと思う。しかし、それに伴ってエネルギーへの意識を高めるべきだ。また、自分が過ごしやすかったらいい、など思わず、後世のことも考え、今自分出来ることを行っていくのが将来の世界を救う第一歩かもしれない。

#### 15. 参考文献

「静電気の話」A. D. ムーア著

「静電誘導発電機をつくろう！」<http://www7b.biglobe.ne.jp/~macmade/index.html>