

[研究ノート]

静電気をを用いた発電機と 太陽電池を用いた実験

田口 功

The Generator of Electricity by Static Electricity and Many Experiments Using a Solar Battery

Isao TAGUCHI

After celluloid is caused friction by wool, it is electrified and attracts hair. It means electrified celluloid has energy for work. The ways of making the electrified objects are applying the direct voltage and generating static electricity by friction. There is not a generator of electricity using the static electricity in the electric equipments which are used by the student of the elementary school.

The use of this equipment and solar battery are found to make the following experiments.

- (1) An experiment to emit L.E.D (Light Emitted Diode).
- (2) An experiment of the electromagnet by using the solar battery.
- (3) An experiment to emit L.E.D by using the solar battery.
- (4) An experiment of collecting electricity in the condenser by using the solar battery.

1. はじめに

こどもと科学教育、4年生ゼミにおいては、自然科学分野の基礎的な原理や法則を身につけ、小学校理科の3年生、4年生、5年生、6年生で扱うことになる電気に関する実験を調べ、安価で作成できる実験装置を作ったり組み立てたりすることを試みた。実際に市販されている装置（キット）も多いが、値段が高価であるものが多い。自作できれば、非常に安価になる教具は多い。さまざまな装置の作成やその利用は、基本原理の理解を容易にすることが多く、安価で作成することができる。

従来は、基本的に電源としては、乾電池かまたは、直流安定化電源を使用していた。今回の報告では、基本的には、電池を使用するが、静電気を利用した電気エネルギーの取り出しやクリーンなエネルギー太陽光を利用した太陽電池を用いて数々の小学校理科教材の実験を試みたのでその実験内容を報告する。

特に、静電気をを用いた発電機は、生活上、誰でもが経験している静電気を利用し、静電気のエネルギーを動電気のエネルギーに変換する装置を学生と共に製作した。さらに、その装置を使用して発光ダイオードを発光させた。

小学校の電気を使った実験として、電源側から見れば、負荷としては、豆電球、モーター、検流計、電圧計、電流計、電磁石などがあげられる。本作成実験では、負荷として、さらに、電気エネルギーが小さくとも、光を発する発光ダイオードを加えた。最近販売されている発光ダイオードは、単独で発行する製品は少なく、10個ぐらいのまとめりとしてプラス、マイナスの接続端子がある場合が多い。

発光ダイオードは電気エネルギーを光のエネルギーに変換し、熱エネルギーを出さないためにエネルギーのロスが少ない。その理由で、最近では家庭のなかにも多くの発光ダイオード製品が出回るようになった。

2章では、発電装置の構成や発電方法およびその使用方法について報告を

行なう。3章の前半では、電磁石作成と基礎的実験について述べ、後半で電磁誘導実験を行なった回路図と実験結果を示す。4章は、まとめである。

2. 発電装置の基本的な作成方法および操作法

静電気を利用した発電装置の考案と原理の基本は、平行板コンデンサーが直流電源に接続された場合、電気をためる働きがあるということが基本の基本となっている。市販の平行版コンデンサーは、2枚の金属板に絶縁材料を挟み込んでいる構造をしている。2枚の金属板は接触しないように油に浸してある。種類によって、極性がある場合があるので、市販されているコンデンサーを使用する場合には、接続に注意が必要となる。

絶縁材料の厚さは、薄ければ薄いほうがコンデンサーとしての能力は向上する。コンデンサーは、直流電源を接続すると、プラス側にはプラスの電荷、マイナス側にはマイナスの電荷を蓄積する。この時、挟み込まれた絶縁材料には、金属板とは異符号の電荷がたまる。

考案のきっかけは、異符号ではないが、単一の帯電された絶縁板を2枚の金属板に帯電させて挟み込んで両金属板から電気を取り出せないかと考えたわけである。実際には、絶縁体として塩化ビニル板を挟み込んで片方の金属板を動かすことによって電気を取り出すことに成功した。

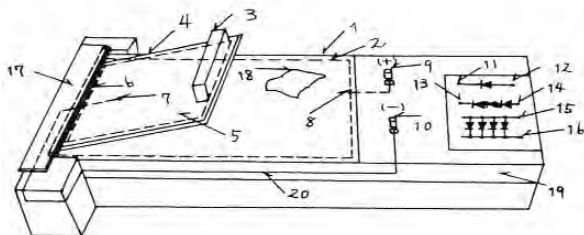
2.1 装置の構成法

第1に、2枚の固定電極板と可動電極板が2枚（平行版コンデンサーのプラス極とマイナス極）あり、その間に塩化ビニル板が挟み込まれているというのが基本である。両電極板は、家庭でよく用いられているアルミニウム箔を利用する。アルミニウム箔を木の板に固定するために、紙テープを使い、しわが生じないようにしっかりと固定する。しわのできないように固定することが大切である。図1に発電装置の構成を示す。

2.2 作成方法

- (イ) 帯電板（木の板を使用）にアルミ箔を同程度の大きさに切り、紙テープでしっかり張り付け、固定したものを、台の上に載せ固定し、固定電極板（平行版コンデンサーのプラス極）とする。そして、金属箔出力端子8と+電極9を電氣的に接続する。
- (ロ) アクリル板（平行版コンデンサーのマイナス極）の上に絶縁性の高い木材で作った取手を接着剤で取り付ける。アクリル板の裏に固定電極版と同様にアルミ箔を同程度の大きさに切り、紙テープでしっかり張り付け、はがれないように固定する。取手を持って上下運しやすいように固定電極版の先と可動電極版の先は、紙テープで接続し、左右に動かないようにした。紙テープの代わりに、図1の17に示すような固定板を使ってもよい。学生の発電装置では、固定板は使用しなかった。
- (ハ) 単独の発光ダイオードの接続は、ハンダ付けを行ない、直列接続、並列接続、直並列接続できるようにした。その基本構成回路図の各部位の名称を図1に示す。
- (ニ) 7の金属箔出力端子は、1の帯電版（塩化ビニル板）の上に金属箔を5cm×1cm程度に切り、アルミ箔を置き、可動電極が上から下に動いたときに接触するようになっている。接触したときの出力

図1 静電気を利用した発電装置の構成



- 1：帯電板 2：金属箔 3：取手 4：アクリル板 5：可動電極 6：アルミニウム筒
7：金属箔出力端子 8：金属箔出力端子 9：電極 10：電極
11～16：発光ダイオード接続端子 17：固定板 18：絹布 19：台 20：導線

は、導線で電極 10 に電氣的に接続される。5cm × 1cm 程度にきつたアルミ箔は、上下運動するたびに、可動電極のアルミニウム箔に接触するように、しかも切れないように、軽く紙テープで貼り付けである（2枚の金属板が接触したときのみ市販のコンデンサー状態になっていることに注意が必要である）。

- (ホ) 発光ダイオードの接続は、ハンダ付けを行ない、直列接続、並列接続、直並列接続できるようにした。図2は木材の上に直列接続された発光ダイオードである。
- (ヘ) 注意点としては、アルミニウム箔は、たるみがないようにしっかりと伸ばし、固定することである。アルミニウム箔を張り替えた班もいくつかあった。

2.3 静電気を利用した発電装置の操作方法

- (ト) 最初に、絹布で1の帯電版（塩化ビニル板）を10回程度広い範囲にわたってこすり、塩化ビニル板を帯電（マイナスに帯電することが知られている）させる。次に発光ダイオード接続端子11-12を、それぞれ電極10と電極9に接続する。取手を手で握りゆっくりと上下運動

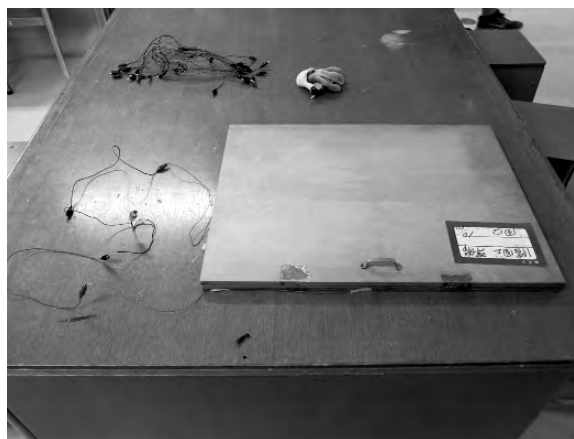
図2 発光ダイオードの直列接続と学生が作成した発電装置



図3 大型の発電装置の稼働電極を上を持ち上げている様子

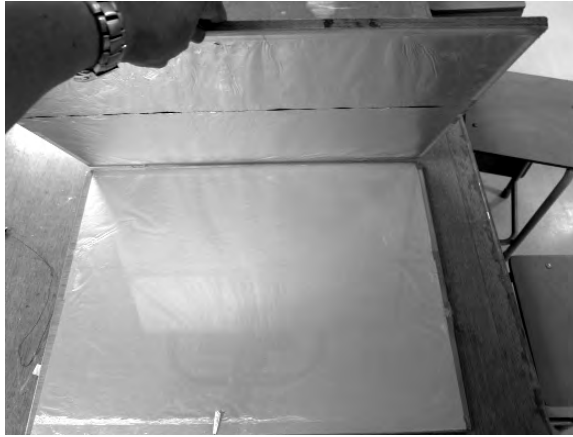


図4 大型の発電装置の固定電極と可動電極が平行になっている状態



させる。上から下に可動電極を動かした時、その可動電極が1の帯電板上の7の金属箔出力端子に接触する瞬間に発光ダイオードが光る。逆に、持ち上げる瞬間にも発光ダイオードが光る。絹布で1の帯電版を数10回まんべんなくこすれば、少なくとも1～2時間この静電気を利用して、ダイオードを発光させることが断続的ではあるが可能である。図2に発光ダイオードを直列に接続した様子を示す。

図5 大型の発電装置の取手を握って可動電極を上へ上げている状態



3. 静電気を利用した発電機 および太陽電池を利用した実験

3.1 発光ダイオードの発光実験

この実験は、2章の操作法の説明で述べたので省略するが、帯電板を帯電させ、出力端子と発光ダイオードを接続した後、取手を握り、上下運動するたびに発光ダイオードが発光することを確認する。発光ダイオードには、2個の端子があり、長いほうが電池のプラス極、短いほうがマイナス極につながれたときに発光する。今回は、安価な赤と黄色の発光ダイオードを使用した。実際に、実験を行なうと、7の金属箔出力端子がなじまないために、発光ダイオードが発光しない場合もあるが、しばらく実験を繰り返しているうちに、すべての班で出力が安定し、実験が可能となった。発光すると、こんなに簡単に発光ダイオードが光る実験は数少ないために、急にやる気を起こし、夢中になる学生が多かった。5個の発光ダイオードを直列に接続し、それを二組さらに接続してもすべての発光ダイオードが発光した。

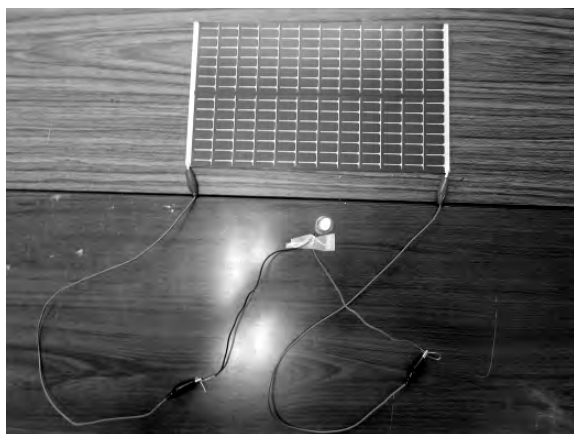
3.2 太陽電池による発光ダイオードの発光実験

太陽電池の定格は、12V、500mAである。光量によって、発電される電圧、電流が異なる。この実験では、約5V、1mA程度の値であった。この様子を図7に示す。また、太陽電池のプラス側とマイナス側にそれぞれ発光ダイオードのプラス側、マイナス側を接続し、単独の発光ダイオードを発光させている様子を図7に示す。

図6 太陽電池および18個のダイオードが1列に接続された製品と電圧計および電流計



図7 太陽電池と1個の発光ダイオードが発光している様子



さらに、太陽電池の両出力端子をコンデンサーに接続し、充電を行なっている様子を図8に示す。充電し、太陽電池の接続を断ち、コンデンサーの両極と発光ダイオードの両極を接続すると、数秒発光ダイオードが発光しその後、発光は消えた。電池のように長くは発光しないが、容量の大きいコンデンサーを使用すると、時間的に長く発光した。1000 μ Fの容量を持つコンデンサーの様子を図9に示す。

図8 太陽電池に接続されたコンデンサーと1個の発光ダイオードおよび電流計

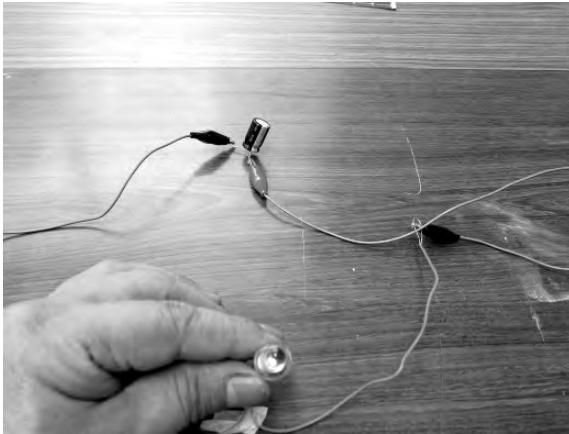


図9 太陽電池に接続されたコンデンサー（充電状態）



3.3 太陽電池による発光ダイオードの発光実験

次に、小学校の理科教材の中で電源としては電池で授業を行なっているが、本実験では、太陽電池を電源とした電磁石の作成を行なってみた。ここでは、市販の太陽電池、方位磁針およびゼムクリップにエナメル線を巻いた電磁石を用いて実験を行なった。その様子を図10および図11に示す。図10は、ゼムクリップの左側がN極となり、方位磁針のS極が引き付け

図10 ゼムクリップの左側がN極となり、方位磁針のS極が引き付けられている様子

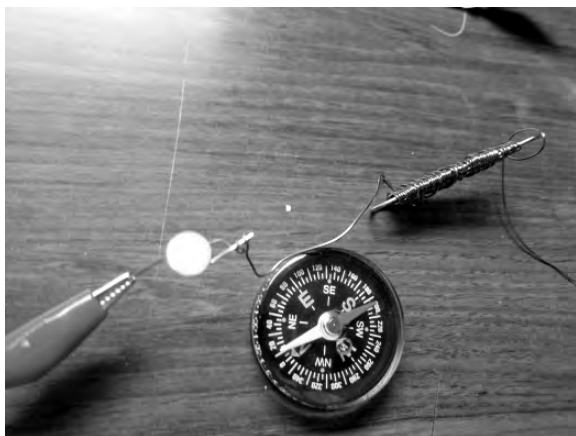


図11 電磁石の影響が少なく方位磁針が離れている状態



られている様子を示し、図 11 は、電磁石と方位磁針が離れているために電磁石の影響が少なく方位磁針の針が定まっていない様子を示している。

3.4 太陽電池によるモーターの回転実験

最近、市販の直流モーターであり、非常に小さく小型で、しかも安価で購入できるモーターがあった。太陽電池を用いてこのモーターを回転させてみよう、試みている。乾電池を使ってモーターを回転させるためには、

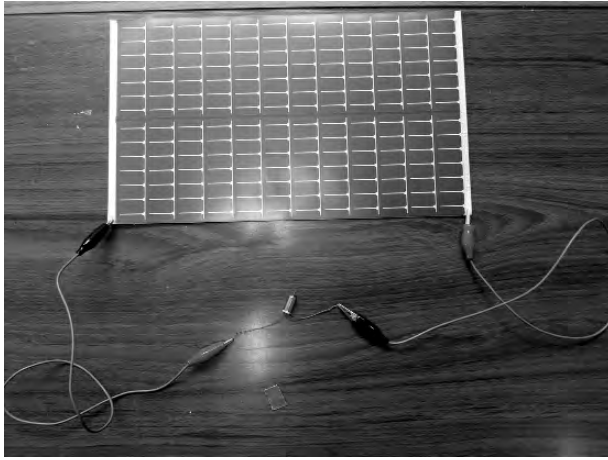
図 12 小さなモーターが乾電池 1 個で回っている様子



図 13 小さなモーターと乾電池



図14 回転しない太陽光電池に接続された小さなモーター



1個すなわち、1.5Vの電圧が必要であることは、確認済みである。乾電池で回転している様子を図12に示す。

図13には、単3乾電池と比較した小さな直流モーターの様子を示す。実際には、太陽光電池と小さなモーターを接続して回転実験を行なったが思うように動かなかった。

4. おわりに

安価で、しかも、身近な材料を用い、手軽に発電できる静電気を利用した発電装置を学生とともに作成した。塩化ビニル板をこすると帯電することは、誰でも知っている。この現象をうまく利用し、発電装置を安価な材料で作れ、発光ダイオードを発光させた。誰もが、こんなに簡単には発光しないのではないかと考えている装置で発光させることにより、電気というものが、ブラックボックス的な電池よりも身近に感じられるのではないか。はじめは、こんな発想で発電機を作成した。もともとは、コンデンサーがこの発電機を作るヒントになっている。2枚の電極の間に絶縁物を挟み込んでいる。本発電機も全く同じ構造である。学生の興味を引き出すと

いう点では、簡単に作成できるので成功と思われる。

太陽光を利用した太陽電池は、最近多く家庭でも出回るようになったために、ほとんどの学生は、興味を持っているように思われた。さらに、安価になれば小学校でもより多く普及するものと思われる。モーターの回転実験については、今後の課題としたい。

(参考文献)

- (1) 田口功「静電誘導現象を利用した実験用発電装置の製作」『研究紀要』Vol. 26、No. 2、日本理科教育学会、1985年。
- (2) 田口功「静電気を利用した簡単な発電装置」『物理教育』Vol. 35、No. 1、日本物理教育学会、1987年。
- (3) 田口功「静電気を利用した発電装置」『敬愛大学国際研究』第22号、2008年12月。
- (4) 木暮陽三『ゼロから学ぶ物理のことば』講談社、2003年。