

小中学生のための教材用発電システムの製作 I

秋元正樹

沼津工業高等専門学校 技術室

1 はじめに

近年、小中学生の数学力低下や理科離れという話題が相変わらず盛んである。

このように色々なところで指摘されている子供の「理科離れ」対策の一環として、地域の子供たちを対象に、身近な模型用モーターや自転車を使った発電システムで家庭用電気製品を動作させる。電球やテレビを使うのにどのくらいのパワーが必要なのか体力を使って体感し、省エネの大切さも考え、電気を大切に使うという意欲を高めてもらえるような教材をめざし製作したので紹介する。

2 教材用発電システムの製作

2.1 磁気ブランコの製作

永久磁石の前に吊り下げた2組のコイル。片方のコイルを振動させると、他方のコイルも振れ出すという電磁誘導の法則の説明用装置の製作。ここでは永久磁石をネオジウム磁石円柱型直径40mm厚さ10mmのものを使用するが、表面磁束密度0.38[T]とかなり強力なため、アクリルケースに収めて外から操作するものとした。

この磁気ブランコを操作して、ふたつのコイルが交互に振れる不思議さを体験させ、少しでも電気に対する関心や興味を持つきっかけとなるように、また、発電機、モーター、変圧器など多くの電気機器の動作原理となっていることに着目させたい。

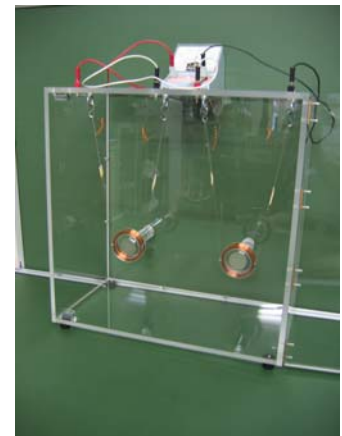


図 1 磁気ブランコ

2.2 手回し発電機

子供たちの身近な模型用モーターも発電機になることを理解させるため、模型用モーターにハンドルを付け、乾電池をつなぐとハンドルが回り、また、ハンドルを回すと電気が起き、電球や発光ダイオードが光る手回し発電機Ⅰの製作。さらに片方のモーターをハンドルで回転させると、他方のモーターも回るという手回し発電機Ⅱを製作した。

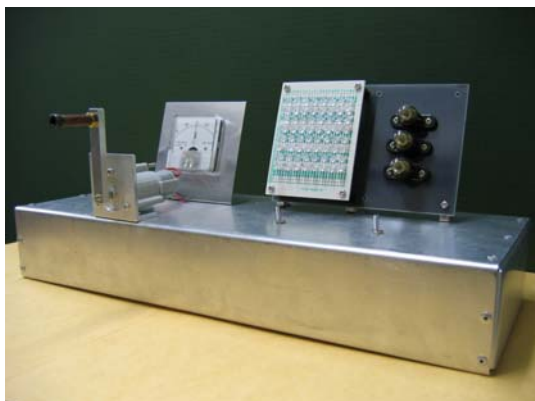


図 2 手回し発電機Ⅰ

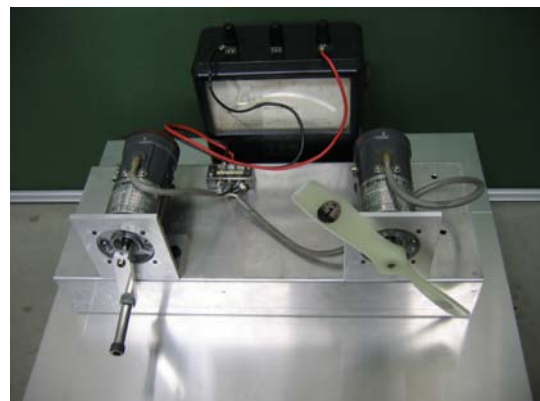


図 3 手回し発電機Ⅱ

2.3 オルタネータを用いた発電システムの製作

自動車の電気装置に電力を供給するためオルタネータ(交流発電機)というものがあり、オルタネータで発電した電力をバッテリー(蓄電池)に供給し、いつでも電気を使えるようにしている。

オルタネータの構造はモーターと同じもので、磁石(電磁石)とコイルで構成されており、ロータコイル(電磁石)にバッテリーから電流を流し磁化する。そのロータコイルをエンジンによって回転させ、周囲のステータコイルで発電するというものである。電気には交流と直流があるが、バッテリーは直流の為、昔の車の発電機は直流式だった。しかし、いまではメンテナンスの簡単な交流発電機(alternating current)で三相交流を発電し、ダイオードで整流し直流に変えている。また発電される電圧は回転数により変化するのでICレギュレータで制御し出力電圧を一定にするものである。

今回製作したものは小学生でも回せるように低出力の軽自動車用のオルタネータを使った。オルタネータを固定し、自転車のペダルを回しタイヤと接触させ回転させる。このとき自転車用ダイナモを後輪に取付けロータの励磁用の電源とした。オルタネータでの発電が始まれば不要になるのでレバーで切り離すものとした。

オルタネータによって得られた電気をインバータで交流 100Vに変え、家庭用電気製品(電球、テレビ等)を動作させ、小学生でも回し発電できるような装置に仕上げた。



図 4 自転車用ダイナモ



図 5 自転車発電システム 1



図 6 自転車発電システム 2

2.4 三相交流電源を直流に変えるには

オルタネータカットモデル オルタネータを分解、ケースを一部カットし、構造が見えるよう加工を加えた後、組み立て、外観からも発電の仕組みの理解を助ける工夫を施し製作。

オルタネータは三相交流で発電されるが、出力時にレギュレータを介して直流に変えている。このレギュレータの手前で交流を取りし、電圧波形等を観察できるように加工を施した。

整流回路とレギュレータは三相交流をダイオードなどの半導体で直流に変え、バッテリーに充電したり、各電気装置を動作させるための適正電圧に保つ仕組みなどそれぞれの働きをオシロスコープで観察できるようにした。また、それぞれの部品を標本化し、ケースに納め展示することとした。

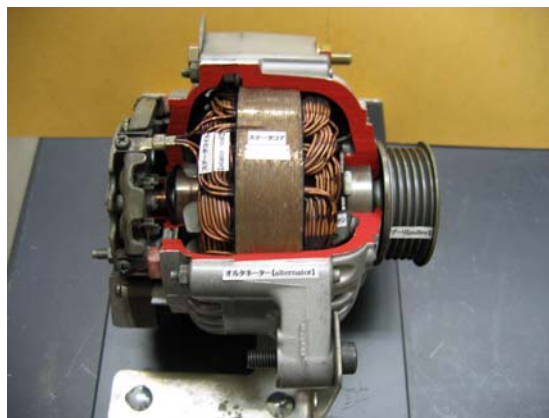


図 7 オルタネータカットモデル

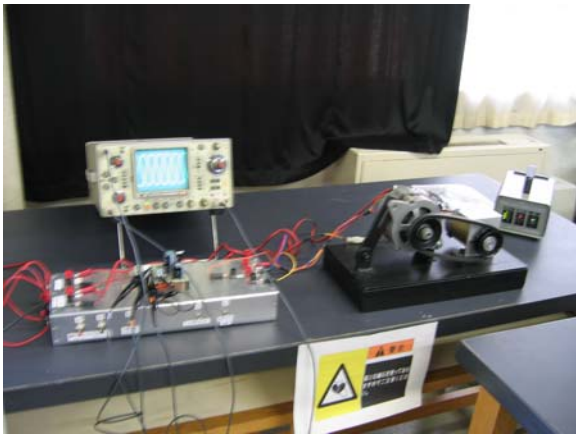


図 8 整流回路とレギュレータ



図 9 オルタネーターパーツ標本

3 学園祭で展示

製作したこれらの教材を学園祭で展示、小中学生に実際にさわっていただいた。また、この子供たちを対象にモーターや発電機の原理の理解を深める目的で、簡単な「モーターをつくろう」という講座を企画、身近な磁石とエナメル線を使って簡単にモーターをつくる事ができること示す。また、ここで製作したモーターは持ち帰ってもらうこととした。



図 10 モーター製作風景 1

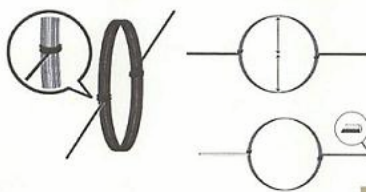


図 11 モーター製作風景 2

モーターをつくろう

【用意するもの】
 エナメル線 0.4mm 50cm 程度 フェライト磁石 25φ×7 1個
 支えピン(クリップ) 2個 単3乾電池 1個 電池ケース 1個
 発泡スチロール台 1個 セロテープ マジックインキ 紙ヤスリ

【作り方】
回転子
 エナメル線を単3乾電池を芯にして10回程度巻き、輪を作る。線の両端を3~4cm残し、輪の両側2ヶ所でねじって輪をとめる。バランスよくするためには、真ん中でとめるのがコツ。残った部分をまっすぐにのばして回転の軸にする。



片方のエナメル線(軸)のエナメルを全部はがす(軸の根元よりしっかりとっておく。)もう一方の軸は反面のみエナメルをはがしておく。(少し反面より多くてもよい。)

支えピン
 クリップをのぼし、支えピンを2本作る。

【組み立て】
 フェライト磁石をコイルの中心におく。
 支えピンを発泡スチロール台に刺し、軸を入れを 高さを調整する。

【運転】
 支えピンに単3乾電池を接続しモーターを回転させる。
 回りにくいようならば、指でそっと回転子を動かしてみると回り始める。
 なかなか回らないときはエナメルが良くはがれているか、はがし方はよいかを確認する。
 また磁石の位置を変えてみたりしてみるとよいでしょう。

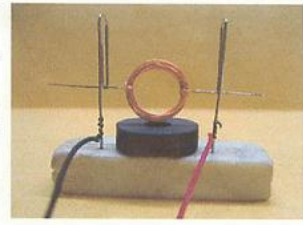


図 12 「モーターをつくろう」テキスト



図 13 モーター製作風景 3



図 14 展示風景 1



図 15 展示風景 2



図 16 自転車発電システム 3

4 まとめ

この製作は、展示等により小中学生の反応やアンケートを通して当初の目的はほぼ果たせたかと考えている。これからは、公開講座・一日体験入学、出前授業等に教材として改良を加え使いたい。

参加者からのアンケートの結果は次に示す。

表 1 アンケート結果

テーマ	大変よかった よかった
1. 磁気ブランコの振れるわけ	74%
2. モーターが発電機に	88%
3. モーターをつくろう	76%
4. 自転車を回して発電しよう	88%
5. オルタネータとは	67%

アンケート記入者 137名



図 17 自転車発電システム 4

次回は太陽電池の発電エネルギーを用いて水を電気分解させ、発生した水素ガスを燃料電池に供給し、反応により電気エネルギーを取り出すものを製作する予定である。

5 謝辞

本製作は、日本学術振興会より平成 18 年度科学研究費補助金（奨励研究）の交付を受けたものである。

本企画の実施にあたり沼津工業高等専門学校企画室の皆様、磁気ブランコの製作についてご助言いただいた沼津工業高等専門学校電気電子工学科高野明夫助教授、加工等に関して沼津工業高等専門学校技術室の皆様、オルタネータ等について終始ご支援ご助言くださいました星電業社の望月克彦氏、ベンテン自動車の清水正治氏、土屋自動車の土屋博志氏に深謝申し上げます。