

## 平成20年度沼津高専公開講座 実施要項

(pdf ファイルで開いたなら、しおりを開くと便利に閲覧できます)

講 座 名	作ってみよう！電磁力の応用講座② ～作ってみよう！手づくりモータ～
講 座 概 要	<p>【概要】手に入りやすい部品を使って、手づくりモータを作成します。また、ちょっとした工夫が特性に影響することを体得します。体験を通して、ものづくりの楽しさを味わうとともに、電磁気現象への興味を高めます。</p> <p>【内容を簡単に説明します】エナメル線を細工し、L字金具や磁石と組み合わせて、単三電池で回転するモータを作ります。磁石の位置を変えるなどちょっとした工夫で特性が変わることを体得します。</p> <p>最初の説明や、途中の解説の時間に、回転の原理を解説したり、電磁力の応用例などを示します。</p> <p>※ 7月26日実施の、「作ってみよう！電磁力の応用講座①～作ってみよう！ステレオスピーカ～」も受講すれば、電磁力の理解が更に深まります。</p>
講 師	望月孔二（電気電子工学科）
日 時	(1) 7月27日(日) 10:00～12:00 (2) 7月27日(日) 13:00～15:00 注意：(1)も(2)も同一内容です。
会 場	E4 教室
対 象 ・ 定 員	(1) 15名 (2) 15名 (小学1年生～中学生 対象。 ※小学3年生までは保護者同)
費 用 (受講料・材料費)	教材費300円（傷害保険料として別途100円が必要になります）
日 程	(1)について書きますが、開始時刻が変更になることを除いて(2)と(1)は同一です。 10:00 開講式 10:05 モータの原理解説 10:25 機材の配布と、作業に関する解説 10:30 作業Ⅰ（製作） 10:50 休憩（10分間） 11:00 電磁力の応用例説明 11:10 作業Ⅱ（動作と調整） 11:40 閉講式 12:00 閉講（12:00～12:30 個別に質問があれば歓迎します。）
備 考	もしも撮影するなら了解を得てからとします。 資料を残すために写真を撮りたいと思っていますので、当日相談します。プライバシーを考慮し、受講者の顔が特定できない程度のもので残します。
問 合 せ 先	沼津高専 総務課企画室（TEL：055-926-5762）

- ・ 本講座のページ<http://user.numazu-ct.ac.jp/~mochizuki-k/jugyo/koukai/motor08/index.html>
- ・ 沼津高専 電気電子工学科 望月のホームページ <http://user.numazu-ct.ac.jp/~mochizuki-k/>

## モータ製作マニュアル 2008.5.27 望月孔二



図 1(写真) 使用するもの一覧

図 1 のものを以下の通り説明します。

一番奥

- ・ 30cm 物差し (エナメル線の長さを測ります。なお、A4 用紙 1 枚の長辺も約 30cm です) <物差しは必要に応じて使用します。>

奥からひとつ手前, 左から,

- ・ 細いエナメル線 (コイル用です)  
ホームセンターでは、既に巻いたものを売っています。
- ・ セロテープ (加工時に必要に応じて使用します。)
- ・ 単一乾電池 (コイルを巻くときの土台とします。)
- ・ クリップ (電極として使用します。)
- ・ 太いエナメル線 (必要に応じて使用します。シャフト用です。)

手前, 左から,

- ・ A4 の紙 (机を痛めないように敷いておいて下さい。)
- ・ L 字金具  
ホームセンターで売っています。写真は、もともと 100mm のものを 90 度に曲げたものであり、50mm の辺 2 つあります。清水町柿田川近くのホームセンターでは、4 個を 1 まとめにして販売していました。最近はその店でもばら売りを始めたようです。辺の長さが違うと金額も変わります。
- ・ 磁石  
ここでは購入したケースのまま示しましたが、使用はモータ 1 つあたり 1 個です。これもホームセンターで売っています。商品名は、「強力マグネピース M-8(850 ガウス, 6 個入り, 両面テープ付)」, 販売元は新潟精機株式会社です。
- ・ 単三乾電池 (今回のモータの電源として使用します。)
- ・ ニッパー (エナメル線を切るときに使用します。)
- ・ カッターナイフ (エナメル線のエナメルを削る時に使用します)
- ・ ヤスリ (同じく、エナメル線のエナメルを削る時に使用します)  
<カッターナイフとヤスリは、どちらか一方を使用します>

## 1. 基本のクリップモータを作る

一般に「クリップモータ」と呼ばれるモータは、モータのシャフトを支えるのは「クリップを適当な形に折り曲げたもの」です。

今回は、そのシャフトを支える役目を果たすのは、市販の「L字金具」を使います。これは、電池ホルダの役目も果たして便利だからです。しかしながら、基本的な構造は全く変わりませんので、今回のモータも「クリップモータ」と呼ぶことにします。

それでは早速作ってみましょう。

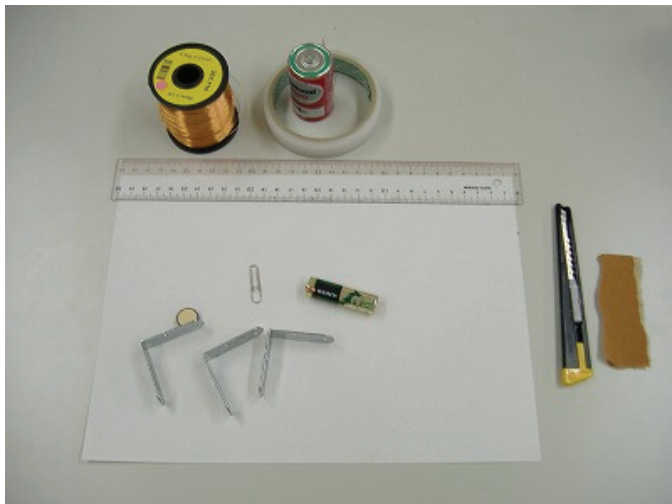


図 2(写真) 材料

最初に基本のクリップモータを作りましょう。実際に使用するものはこれだけです。

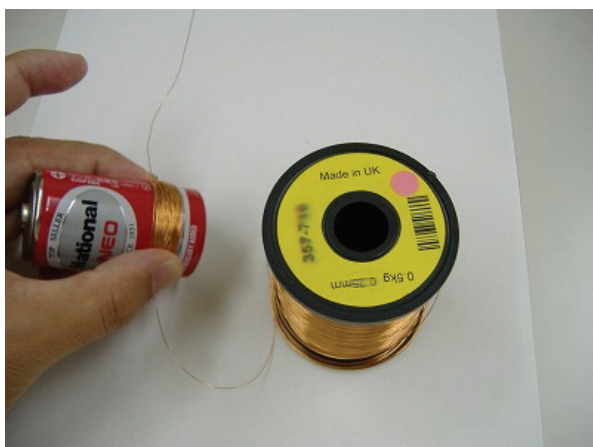


写真 3 コイル製作

コイルを作ります。10回から20回程度で良いでしょう。ここで使うエナメル線は直径0.5mmです。

少なすぎる巻き数では力が出ません。多すぎる巻き数では機械的なバランスが保ちにくいです。

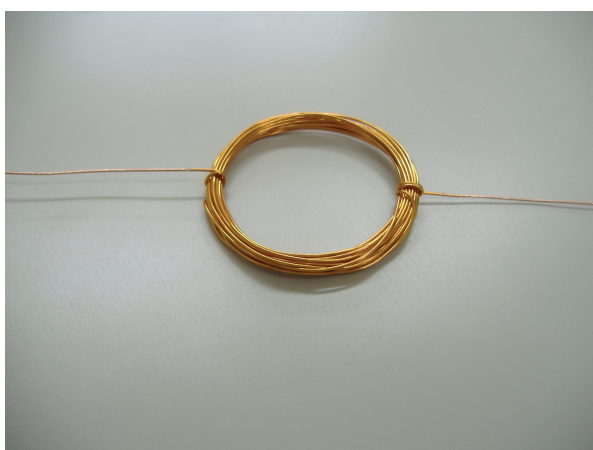


写真 4 コイル完成

巻き終わりました。

コイルの左右から出る配線は、ちょうど向かい合わせの場所からバランスよく取り出します。

また、バランスを考えると、左側がコイル上側から取り出すなら、右側はコイル下側から取り出しましょう。

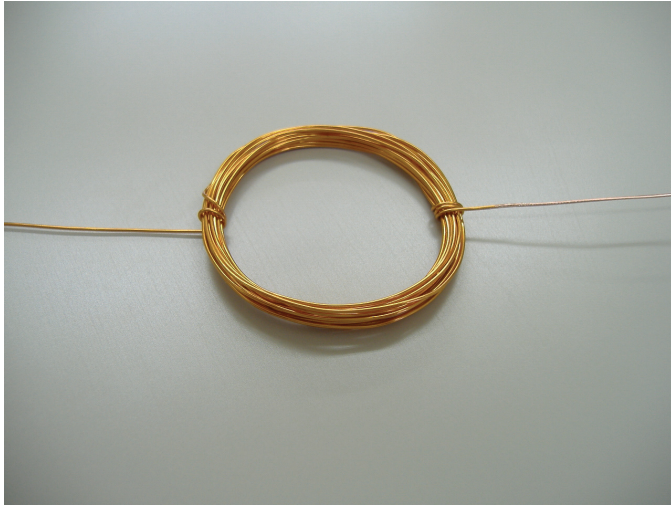


写真5 エナメルを削る

コイルの外に出た配線のエナメルを、紙やすり削って、金属（銅線）が見えるようにします。

写真5は、写真4のコイルを手前にひっくり返したものです。

エナメルの削り方には工夫があります。片方（ここでは右側）の配線は、すべてエナメルを取り去りますので、写真4でも写真5でも銅の色に光ります。しかし、もう一方（ここでは左側）の配線は、写真4ではエナメルを取り去ったので銅の色ですが、写真5ではエナメルをそのままのこしてあります。

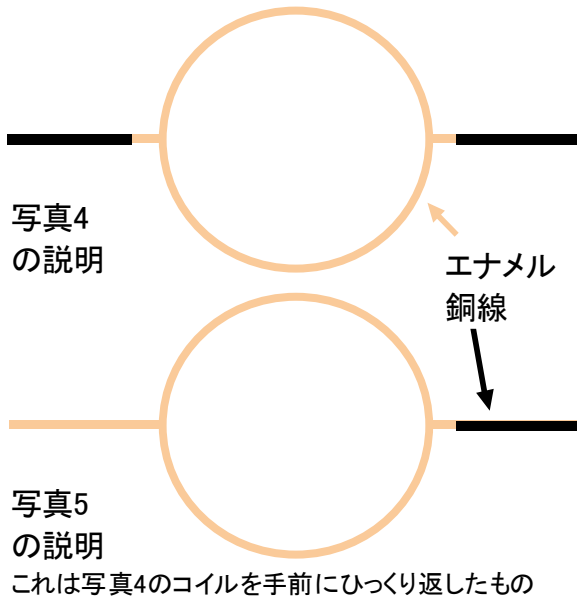


図1

写真4と写真5の説明を図にしたものです。

説明を分かりやすくするために、銅が直接見える部分を黒色で示します。

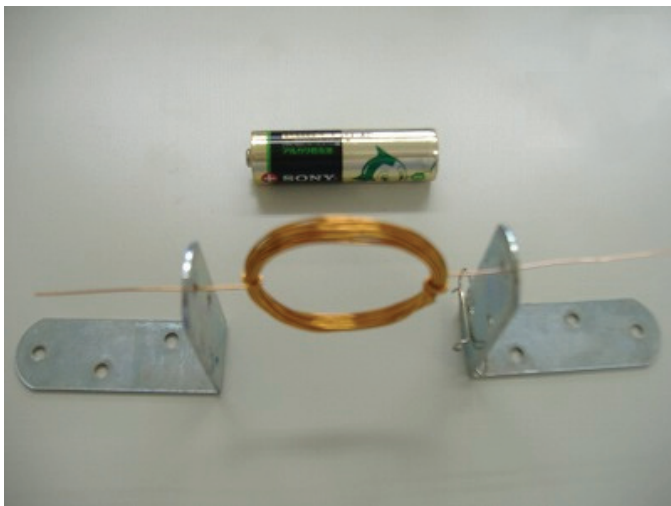


写真6 組み立て開始

それではいよいよ組み立てましょう。

電池一本の隙間を空けて、2つのL字金具を立てて、コイルを入れます。

なお、この写真右のL字金具にはクリップがついていますが、それは写真7のように折り曲げたクリップです。写真9で示すように、クリップには電池のマイナス電極が当たります。





写真7 電極とするために工夫したクリップ

クリップは、ちょっと折り曲げたものです。もしもコイルを大きくしてしまったなら、曲げる部分をもっと長くしても良いでしょう。

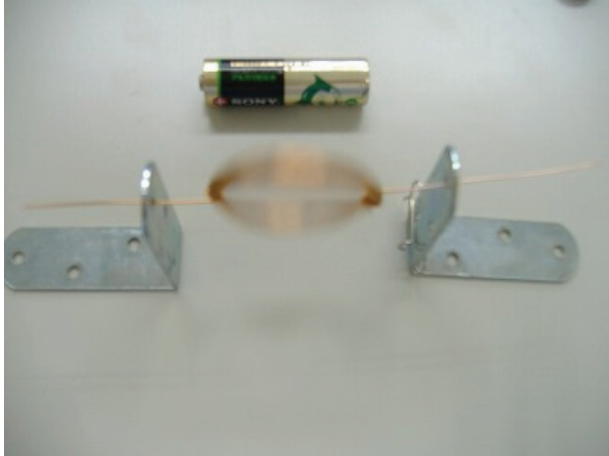


写真8 調整

調整が肝心です。

手で回したときに、(この写真のように)良く回るようならば、うまく調整できている証拠です。

十分に時間をかけて調整してください。

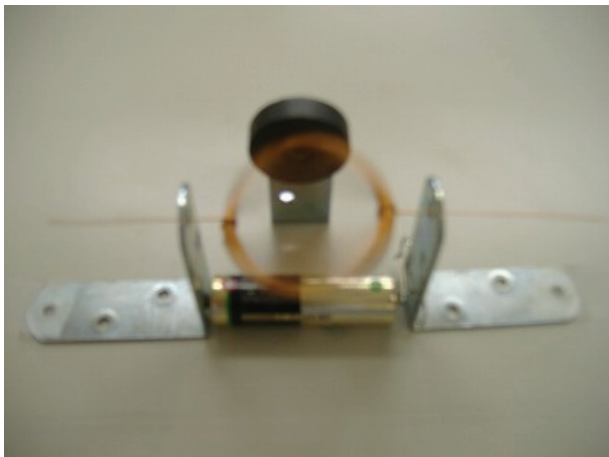


写真9 回転

それではいよいよモータを回します。

磁石を、3個目のL字金具にくっつけて、コイルが当たらないぎりぎりの場所までモータの中心に近づけます。

続いて、もともとの2個のL字金具で電池を挟みましょう。

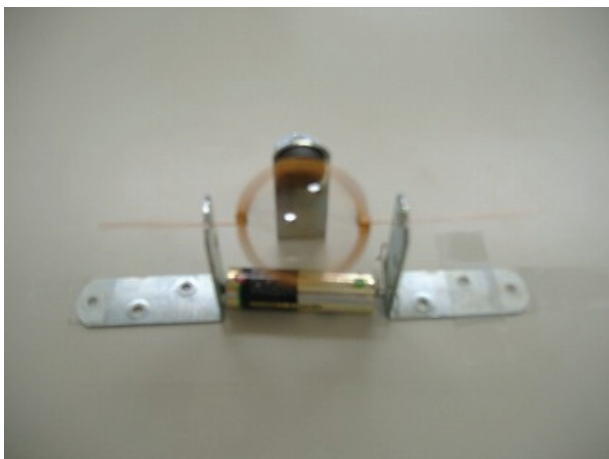


写真10 完成

写真10のように、L字金具の幾つかをテープで机に止めると、作業しやすいですよ。

おめでとう、良く回るね。

あとは、上手く回るための工夫をしよう。

- ① 磁石の位置
- ② 磁石の強さ
- ③ エナメル線の巻き数
- ④ コイルの形

## 2. シャフトを工夫したクリップモータを作る

基本のクリップモータも良く回るのですが、シャフトが弱いので直ぐに曲がってしまい、再調整を必要とします。そこで、(コイルはそのままですが,) シャフトを太くしてみましよう。機械的なブレが減るので、安定して回るようになりますよ。

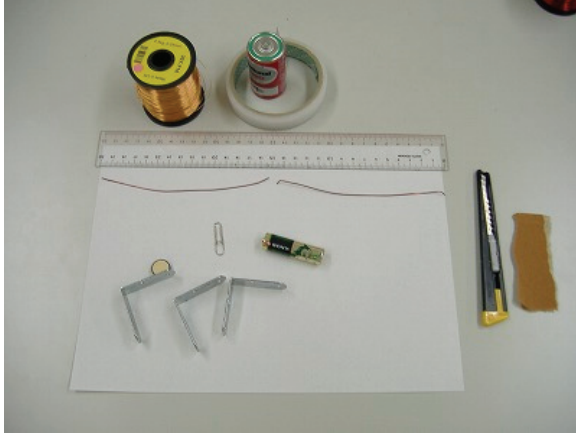


写真 2-1 材料

実際に使用するものはこれだけです。基本のモータと比べた違いは、次のとおりです

- 太いエナメル線は 15cm を 2 本使用します。片方は両端をちょっと曲げました。これら 2 本が、1 本のシャフトになります。



写真 2-2 コイル製作

コイルを作ります。10~20 回程度で良いでしょう。ここで使うエナメル線は直径 0.25mm です。

少なすぎる巻き数では力が出ません。多すぎる巻き数では機械的なバランスが保ちにくいです。



写真 2-3 コイル完成

コイル外の「ヒゲ」は 20cm 程度で良いでしょう。

「ヒゲ」でコイルを数回巻いておくと、コイルがまとまります。



写真 2-4 コイルのエナメルを削る

コイルもエナメル線を削ります。写真 2-4 の印をつけたところを，どちらも周りを全部削ります。

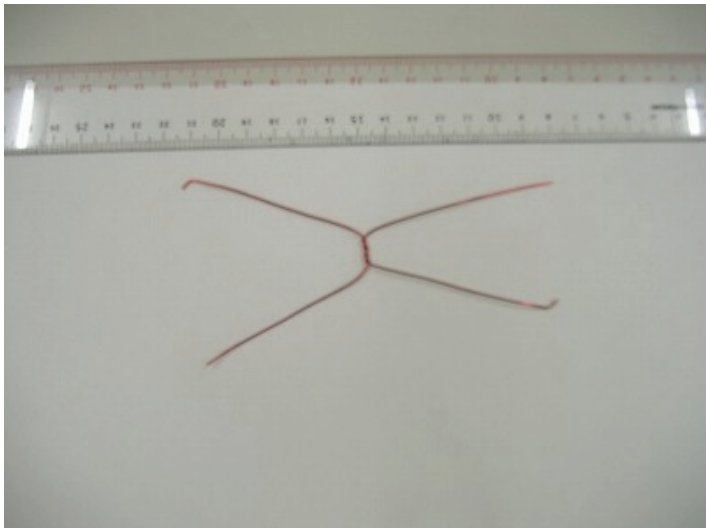


写真 2-5 シャフト製作の開始

太いエナメル線の中央を，お互いに 2 回ほど巻きつけます。  
このとき，写真右側と，写真左側には，別々のエナメル線が来る様にします。  
(つまり，左右のどちらを見ても「まっすぐな端」と「曲がった端」があります。)

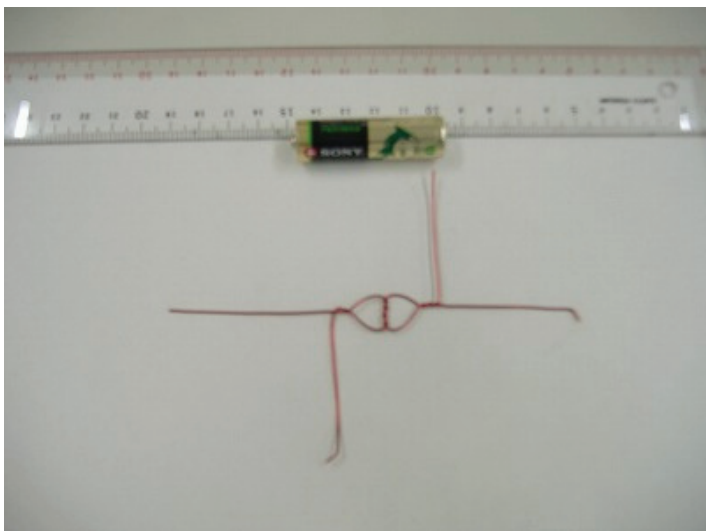


写真 2-6 シャフト製作(続き)

真ん中に 2 つの三角形ができるように曲げて巻きつけます。  
2 本のエナメル線はまっすぐ伸ばし，もう 2 本のエナメル線は 90 度曲げます。  
このとき，まっすぐ伸ばしたエナメル線の片方は「まっすぐな端」であり，もう片方は「曲がった端」になるようにします。

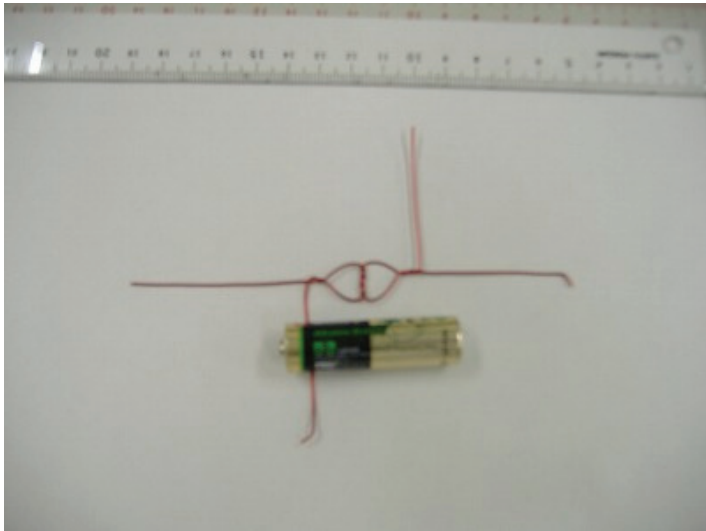


写真 2-7 シャフト製作(続き)

単三電池の長さの中に、2の三角形は収めなくてはなりません。もしも2つの三角形が大きくなりすぎた場合は、作り直します。

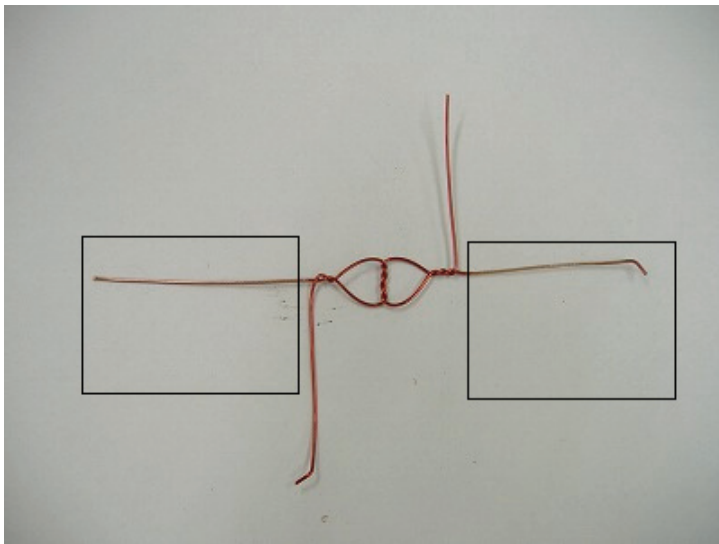


写真 2-8 シャフトのエナメル削る

エナメル線を削るのは、写真 8 の四角く囲った2箇所です。右側の部分は、360度削ります。左側の部分は、180度削ります。

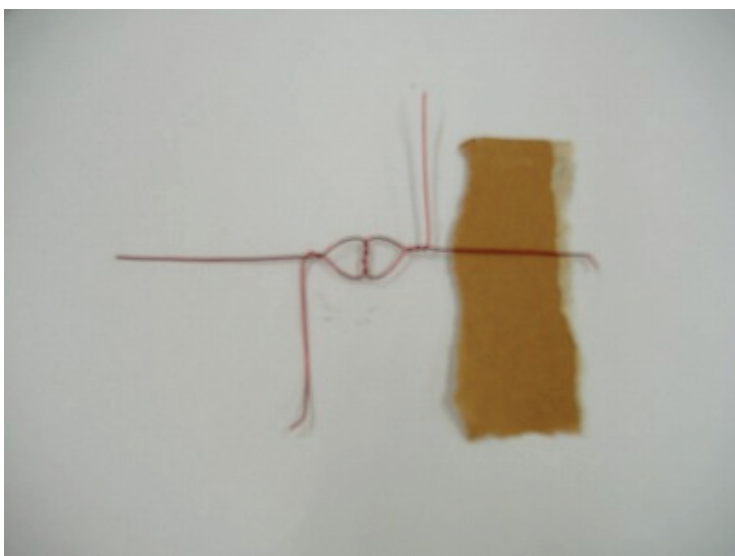


写真 2-9 シャフト製作(続き)

怪我をしないよう作業して下さい。また、机を痛めないようにして下さい。



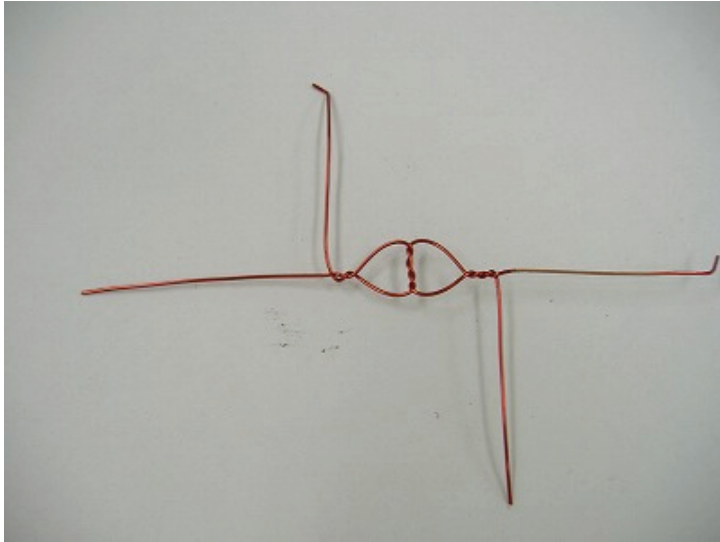


写真 2-10 シャフト製作(続き)

写真 2-10 は、写真 2-8 をひっくり返したものです。  
右側の部分は、写真 2-8 でも写真 2-10 でも同じように削っています。  
左側の部分は、写真 2-8 では削っていますが、写真 2-10 ではエナメルのままです。

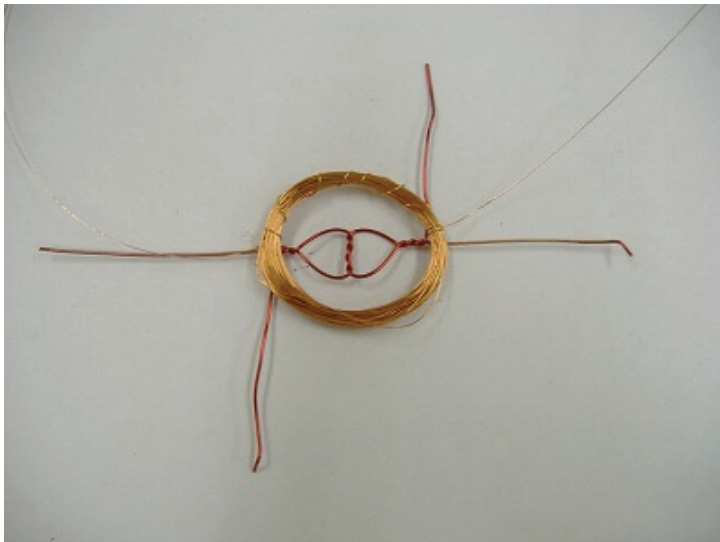


写真 2-11 コイルとシャフト合体!?

それでは、シャフトとコイルを組み合わせましょう。

この図は誤った組立の例です。一見良さそうですが、上手く回りません。

シャフトの上にコイルが乗っている  
ので、それぞれの重心がずれています。  
これでは回転する際に、重心の  
バランスが崩れます。

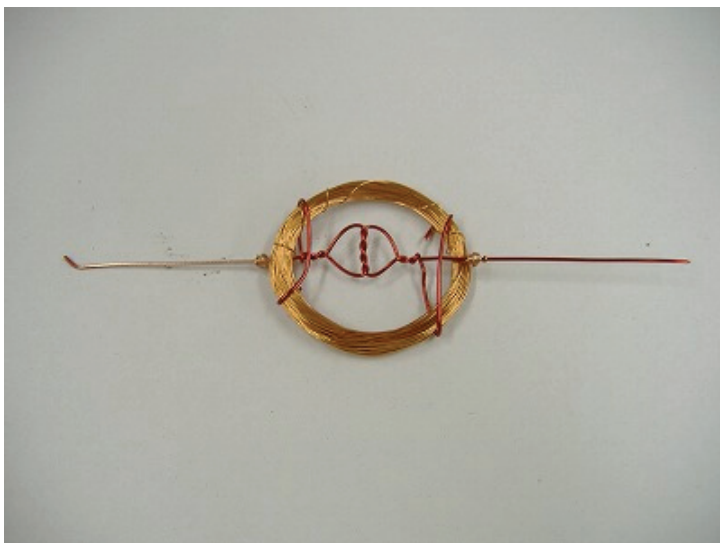


写真 2-12 正しい合体

いいモータを作るには、写真 2-12 のようにします。

写真 2-11 では、左側ではコイルがシャフトの手前ですが、右側ではコイルはシャフトの奥です。このように作ると重心がぴったりと重なって、バランスよく回転します。

上下に出ていた太いエナメル線は、コイルを支えるように適当に曲げます。  
コイルから出ている「ヒゲ」は、シャフトをぐるぐると巻きます。

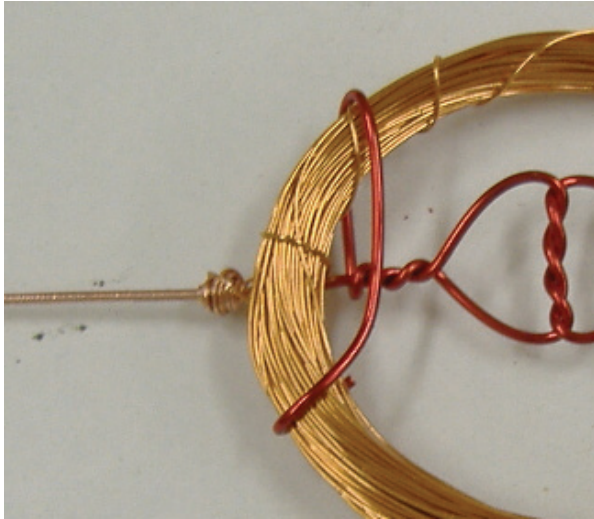


写真 2-13 シャフトとコイルの接続部

細いエナメル線が、シャフトをぐるぐると巻いたところです。

これによって、コイルとシャフトが電氣的に接続されます。今回はハンダ付けをしません、これだけぐるぐる巻いたならばハンダは不要です。

(もしも巻いた回数が数回程度なら、ハンダ付けをしたほうが良いかもしれません)

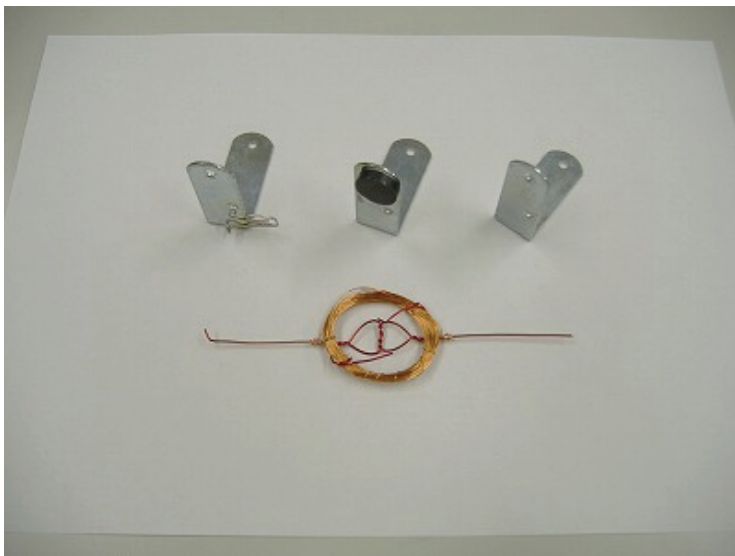


写真 2-14 組み立て準備

これに電池を加えれば、モータの完成です。あとは配置の問題です。

なお、この写真の一番左のL字金具にはクリップがついています。これは「1. 基本のクリップモータを作る」の写真7でも示しましたように、単三電池のマイナス側の電極に接するため、真ん中をちょっと折り曲げたものです。

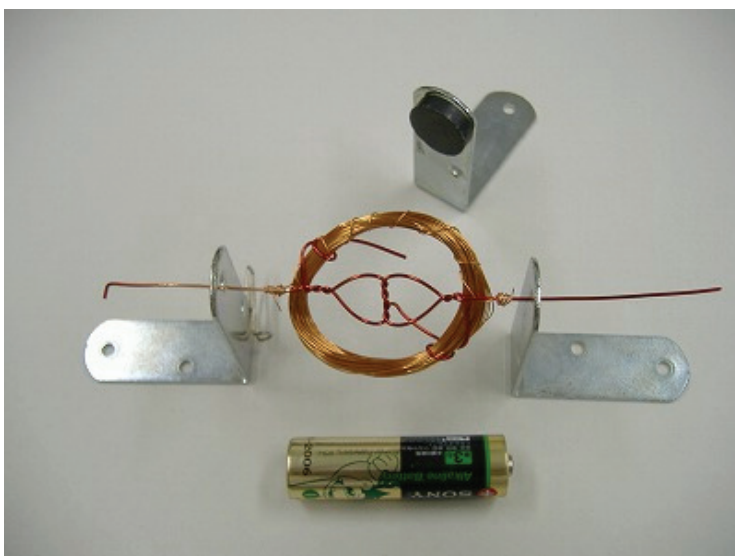


写真 2-15 調整

この写真は、今回のモータを作るうえで一番重要な状態を示します。

この状態で、エナメル線の回転部が、軽い力でぐるぐる回るように調整します。

もしもこの状態で回りにくいようなら、モータとしては失格です。



写真 2-16 回転!!!

私が 2007 年 6 月 27 日（水曜日）  
に作成したモータは，うまく回  
りました。

皆さんのモータの調子はどうで  
しょうか？

もしうまく回らなかったなら，  
写真 2-15 に戻って再調整です。

沼津高専電気電子工学科教授 望月孔二（新規：2007.6.27）（語句の修正と。図番号を前の資料と合わせる：2008.5.27）

- 本講座のページ <http://user.numazu-ct.ac.jp/~mochizuki-k/jugyo/koukai/motor08/index.html>
- 沼津高専 電気電子工学科 望月のホームページ <http://user.numazu-ct.ac.jp/~mochizuki-k/>

### 3. 完全な整流子をもつクリップモータ (2007.8.23 新規 望月孔二)

前のページまで説明したモータの材料を使いながらも、工夫を加えることによって、クリップモータに完全な整流子をもたせることができます。仕様について、表 1 にまとめます。

表 3-1 製作するモータの種類と特徴

名称	前のページまで説明したクリップモータ	ここから説明するクリップモータ
特徴	整流子が不完全である	整流子が完全である
回転に関する説明。	1 回転のうち、半回転については、コイルに電流が流れ、電磁力が働いて回転力を生み出す。もう半回転については、コイルには電流を流さないため、回転力は新たに生じることはないが、勢いが付いているのでそのまま回転をする。	1 回転のうち、半回転については、コイルに電流が流れ、電磁力が働いて回転力を生み出す。もう半回転についても、コイルに逆方向に電流が流れ、電磁力が働いて回転力を生み出す。

それでは、完全な整流子を、限られた機材でどのように実現するか、図 3-1、図 3-2 で解説します。また、実際に作成した電機子を写真 3-1 に、回転の様子を写真 3-2 に示します。

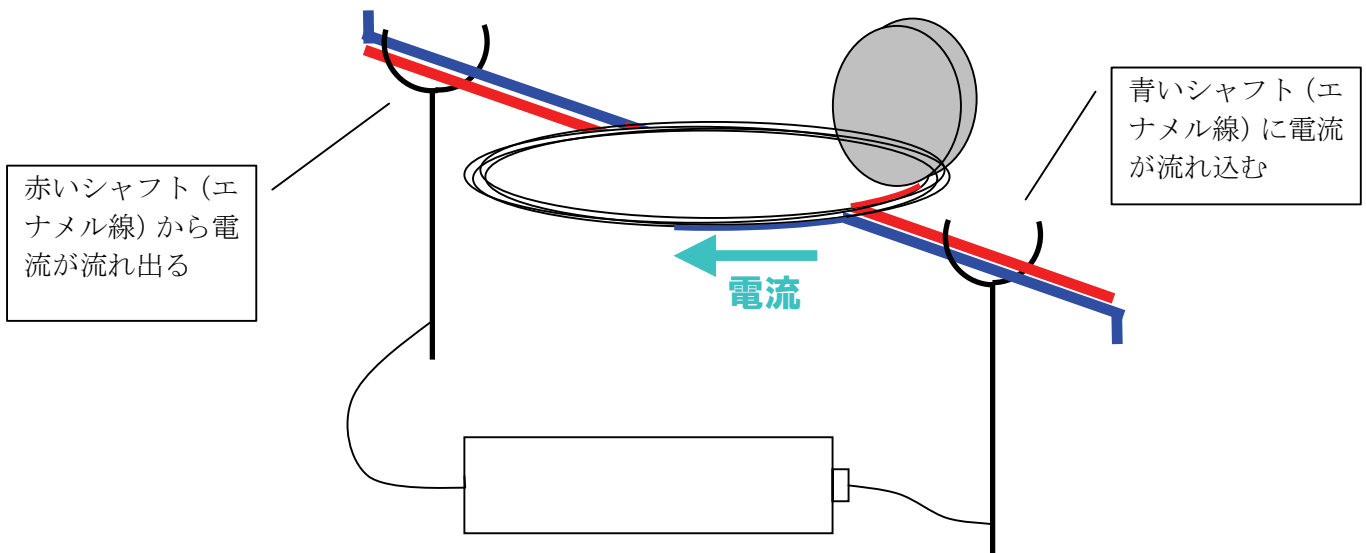


図 3-1 完全な整流子を備えるモータの原理図 (一つの状態)

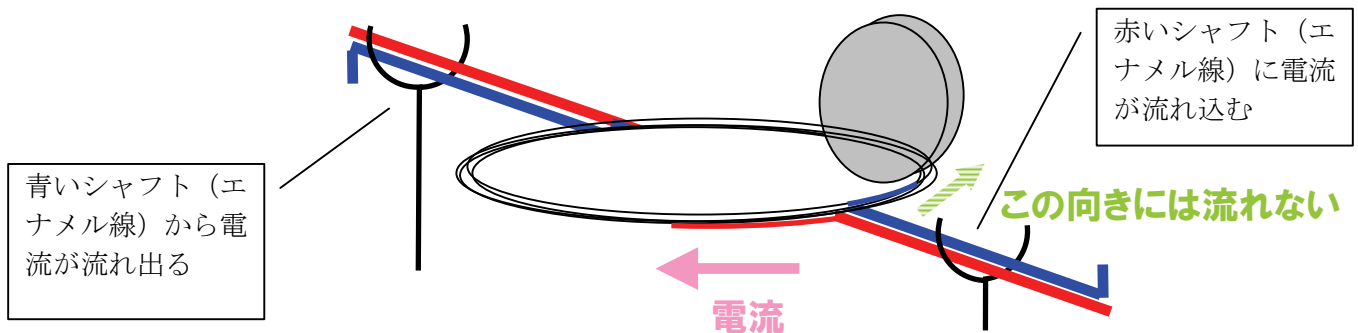


図 3-2 完全な整流子を備えるモータの原理図 (図 3-1 から電機子がひっくり返った)



写真 3-1 完成したコイル

コイルの両側には、軸としてそれぞれ 2 本のエナメル線が突き出ています。

軸のエナメル線のうち、手前側で上になっているものは、奥側では下になっています。同様に、手前側で下になっているものは、奥側では上になっています。

図 3-1 と図 3-2 では、簡単に書きましたが、実際には力学的な強度を持たせるため、軸の先端部も 2 本のエナメル線を絡めてあります。エナメル線を削るのは、それぞれ外側の半周ずつです。シャフトの途中の 10mm くらいの区間は、エナメル線を外周をまるまる削り、そこにコイルのヒゲの部分巻きつけてあります。

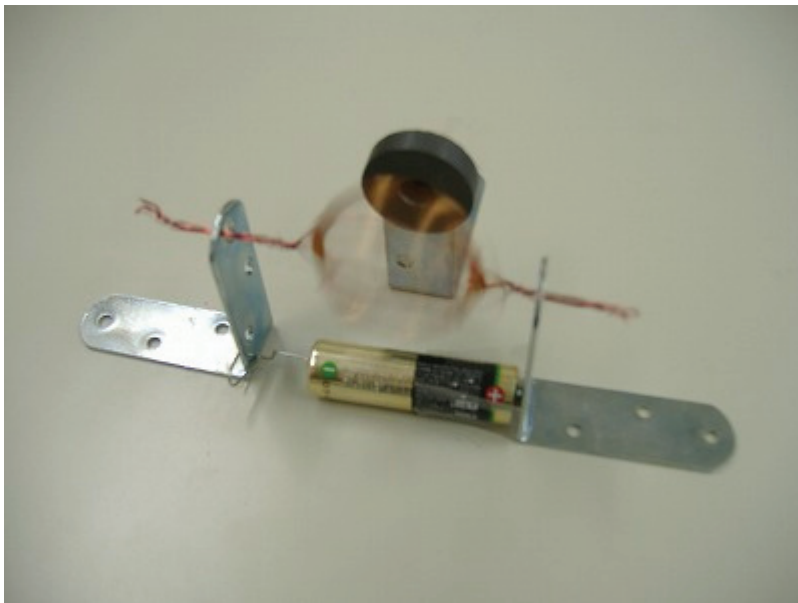


写真 3-2 完成したモータ

力強く回っています。

整流子の機械的なロスが大きいため、調整はちょっと手間がかかります。

※ クリップは曲げ方を工夫し、電池と L 字金具の距離が開いても、通電するようにしました。

以下、作り方を概説します。



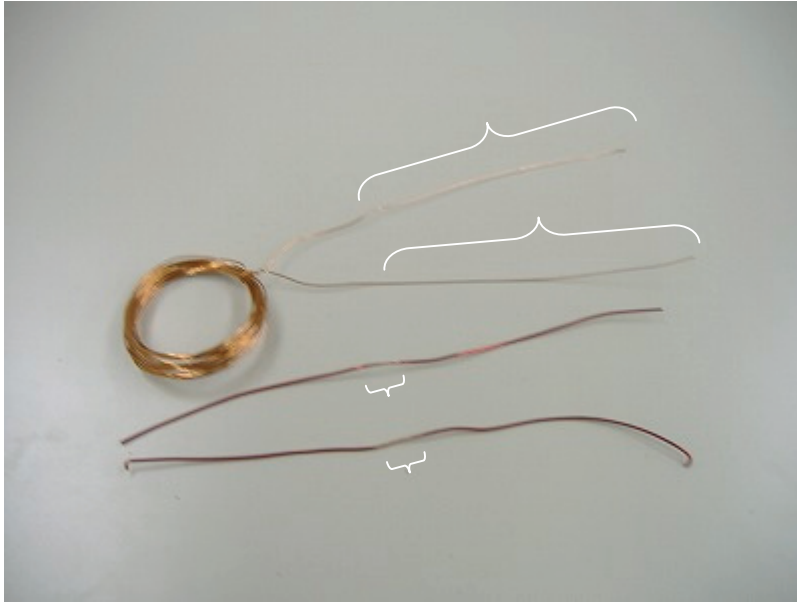


写真 3-3 コイルの部品

ここに示すコイルは、0.4mmの太さのエナメル線を20回巻いたものです。エナメル線の端が、ヒゲのように2本伸びていますが、長さは10cm程度です。コイルの根元3cmを残し、端側の7cmはエナメルを削ってあります。

シャフトの材料は、0.71mmの太さのエナメル線2本です。私は長さ150mmで作りますが、なれないうちは、170mmくらいにしたほうが良いでしょう。真ん中付近の10mmほどを、ぐるりと1周エナメル線を削ってあります。

シャフト用のエナメル線のうち、1本は両端がまっすぐですが、もう一方は両端を短く90度曲げてあります。これにより、シャフトを加工したとき、どちらのシャフトなのか必ず分かります。シャフトの端を折り曲げるのは簡単・確実な方法です。

2本のシャフトの区別が目的ですから、マジックインク等で色を塗ってもかまいません。

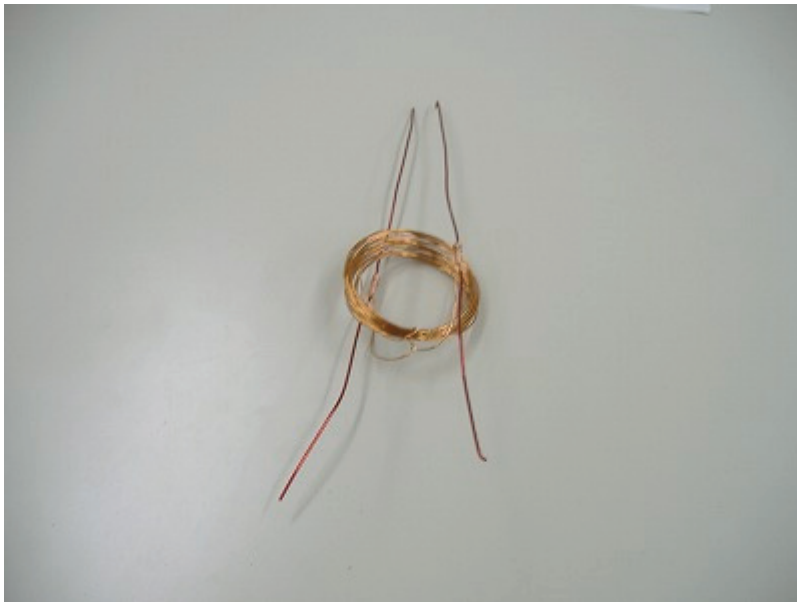


写真 3-4 組み立て中のコイル

コイルとシャフトをつなげたところです。

写真 3-3 で解説した、「シャフトの真ん中付近の、エナメルを削った10mm」に、コイルのヒゲをびしっと巻きつけました。



写真 3-5 シャフトとコイルの接合部分

写真 3-4 の一部を拡大したものです。

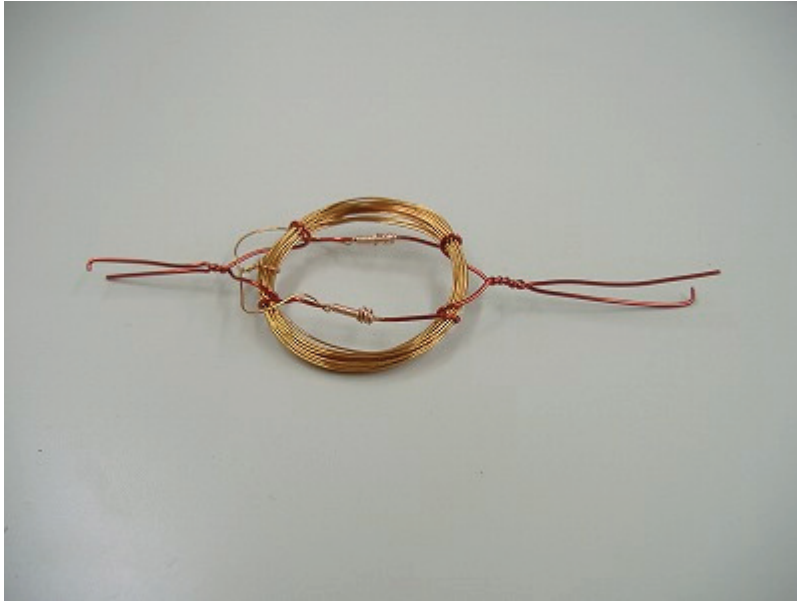


写真 3-6 完成手前のコイル

コイルを支えるために、シャフトとコイルをつなげました。

このとき、シャフトとコイルのどちらの重心も、中心に重なるように、シャフトの取り付けはバランスをとるようにします。写真 3-6 は正しい例を示します。

(間違いの例は、例えばシャフトをすべてコイルの表 (おもて) の面から取り付けること等です)

2本のシャフトは、後ほど回転軸として働きます。そのため、2本ずつ出ている2組のシャフトが、コイルの一番遠い場所でそれぞれ突き出ることが大切です。そうしないと、回転のバランスが崩れます。

また、2組ある2本のシャフトは、コイルを写真 3-6 のようにテーブルの上に置いたとき、それぞれ上下の位置関係になるように調整してください。

ここで、一組のシャフトでは端がまっすぐなエナメル線が下になっているとき(写真 3.6 の左側)、もう一組のシャフトでは端がまっすぐなエナメル線が上になるように(写真 3-6 の右側)して下さい。

このように調整することで、整流子がうまく機能するようになります。

完成は写真 3-1 に載せてあります。また、回転している様子は、写真 3-2 に載せてあります。

以上

注意：第3節は半ば独立した文章になっていますが、第1節と第2節を読み終わったことを前提としていますので、そちらも併せてご覧下さい。

注意：エナメル線を削る作業は、私からすると圧倒的にカッターナイフを使うのが簡単です。しかし、中学生や小学生が作業する場合は、事故を避けるためにも、紙やすりを推奨します。

沼津高専電気電子工学科教授 望月孔二 (新規：2007.8.24) (語句の修正 2007.8.27) (図番号を前の資料と合わせる：2008.5.27)

- ・本講座のページ <http://user.numazu-ct.ac.jp/~mochizuki-k/jugyo/koukai/motor08/index.html>
- ・沼津高専 電気電子工学科 望月のホームページ <http://user.numazu-ct.ac.jp/~mochizuki-k/>