

平成 2 2 年度沼津高専公開講座 実施要項

講 座 名	作ってみよう！電磁力の応用講座② ～作ってみよう！手づくりモーター～
講 座 概 要	<p>【概要】手に入りやすい部品を使って、手づくりモーターを作成します。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ーを作ります。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。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>※ この講座は、同日実施の「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～」の姉妹講座です。</p> <p>※ 「作ってみよう！電磁力の応用講座」①、②の両方を受講すれば、電磁力の理解が更に深まります。①、②いずれか一方だけの受講も可能です。</p>
講 師	望月孔二（電気電子工学科）
日 時	(A) 7月24日(土) 10:00～12:00, (B) 7月24日(土) 13:00～15:00 注意：(A)も(B)も同一内容です。
会 場	沼津高専 E4 教室（電子制御工学棟 3階）
対 象 ・ 定 員	(A) 15名, (B) 15名 (小学1年生～中学生 対象。※小学3年生までは保護者同伴が望ましい)
費 用 (受講料・材料費)	教材費 200円
日 程	10:00(13:00) 開講式、講師紹介、磁石の話、各種モーターの実演説明 10:20(13:20) モーター製作 10:55(13:55) 休み（10分時間） 11:05(14:05) 動作実験 11:45(14:45) 閉講式、アンケート 12:00(15:00) 終了
申 込 方 法	ハガキ・FAXまたはメールに必要事項を記載のうえ、お申し込みください。 申込方法はこちら→ http://techno.numazu-ct.ac.jp/koukai/moushikomi.htm
備 考	<ul style="list-style-type: none"> ・受講者の顔が特定できない程度の解像度の写真を、資料として撮りたいと考えます。ご意見のある方は当日にご連絡をお願いいたします。 ・望月のホームページ http://user.numazu-ct.ac.jp/~mochizuki-k/ ・2009年のページ http://user.numazu-ct.ac.jp/~mochizuki-k/jugyo/koukai/motor09/index.html
申 込 先	<p><申込先・問い合わせ先 ※平日のみ> 沼津工業高等専門学校 公開講座担当 TEL：055-926-5762 E-mail：koukaikouza@numazu-ct.ac.jp</p> <p><講座内容に関する問い合わせ先・当日緊急連絡先> 講師 望月 孔二 TEL：055-926-5815 E-mail：mochizuki-k@numazu-ct.ac.jp</p>

注意事項

作業には危険が伴うことがありますのでご注意ください

<磁石>

- ・ 磁石は飲み込むと危険です。もしも飲みこんだら、直ちに医師に相談して下さい。また、飲み込むおそれのある小さいお子様の近くには磁石を置かないでください。
- ・ 磁石に触れた水には、磁石の成分が溶け出すことがありますので、絶対に飲まないで下さい。
- ・ 磁石は金属アレルギーを起こす可能性があります。症状が出た場合は直接触れないようにして下さい。
- ・ 磁石をクレジットカード・キャッシュカード・フロッピーディスク等に近づけると、使用できなくなる恐れがあります。
- ・ 磁石をパソコン・携帯電話のような精密機器や、心臓ペースメーカーのような医療機器に近づけると故障や、正常でない動作をもたらす可能性があります。
- ・ 磁石は、加工や、強い衝撃や、使用可能でない温度によって、磁力低下を起こす恐れがあります。

<作業>

- ・ 講座は一人ではなく大人数で行います。周りに迷惑をかけることが無いようにしましょう。
- ・ 工具や刃物で人を傷つけないようにしましょう。
- ・ 刃物で物を切る時には、小片が目に入った入りすることがあります。飛ばないように押さええておいたり、保護メガネをかけましょう。

物品について

- ・ L字金具
ホームセンターで売っています。今回使用するものは、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。
なお、二六製作所という、磁石製造会社は、直販をしてくれるようです。
- ・ カッターナイフと紙やすり
どちらもエナメル線のエナメルを削る時に使用します。カッターナイフの方が断然作業性が良いですが、ナイフと言う危険性があるので、大人が良く見ていなければならないと思います。紙やすりは安全性は高いですが、作業性があまりにも悪いので、2010 年度から使用を中止しました

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。それでは早速作りましょう。



図1(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。

この写真の緑の紙の上のもの(L字金具と磁石とクリップ)はお持ち帰りできます。

この写真の、緑の紙に半分かかっているもの(エナメル線とテープ)は、必要な長さをお持ち帰りできます。

この写真の、緑の紙に一切かかっていないもの(工具と電池)は、高専に戻してください。



図2 コイル製作

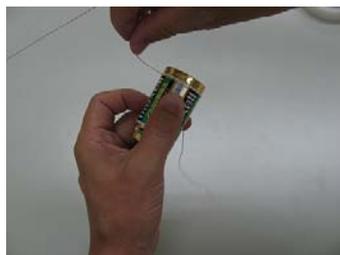
コイルを作ります。10回から20回程度で良いでしょう。

ここで使うエナメル線は直径0.5mmです。



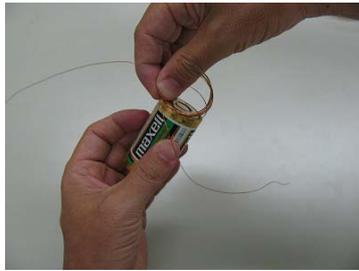
(b)

巻始めは左手の親指で押さええます。



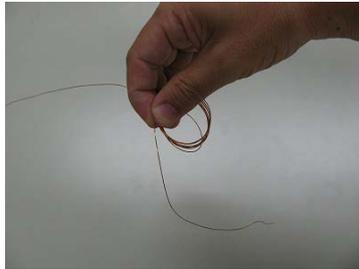
(c)

右手でグルグルっと回せば、コイルができます



(d)

外す時には、コイルがばらばらにならないように気をつけよう



(e)

うまく取れました



図3 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。

(←横から見た図)



図4 エナメルを削る

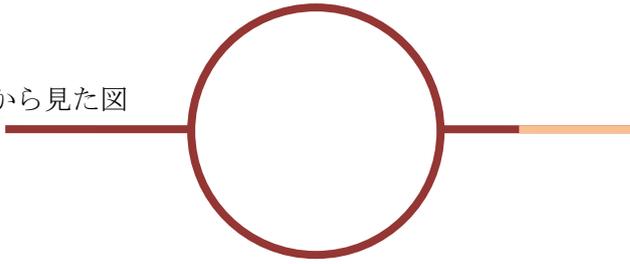
コイルの外に出た配線のエナメルを、紙やすり削って、金属（銅線）が見えるようにします。

(b)

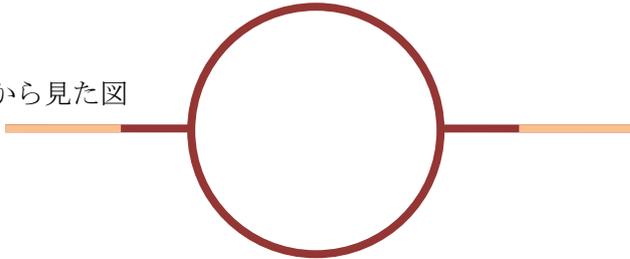
エナメルの削り方には工夫があります。片方（ここでは右側）の配線は、すべてエナメルを取り去ります。もう一方（ここでは左側）の配線は、片側のエナメルだけ削り、裏側はそのまま残してあります。



上から見た図

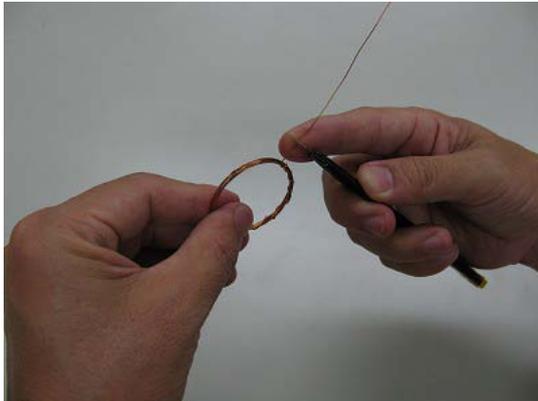


下から見た図



(c)

この図は、上下から見たものです。



(d)

エナメルをはがすにはカッターが適しています。

ケガに注意して作業しましょう。

まずは、右手の人差指の上にエナメル線を置き、カッターの刃を当てます。



(e)

エナメル線を左手で引っ張り出します。そうすると、カッターでエナメルがはがれます。

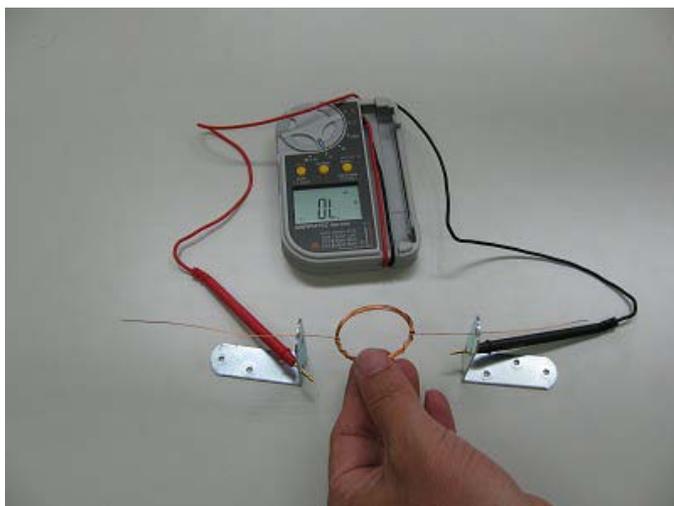


図 5 組み立て開始

それではいよいよ組み立てましょう。

最初に、電気がうまく流れるかどうか、テスターで確認します。

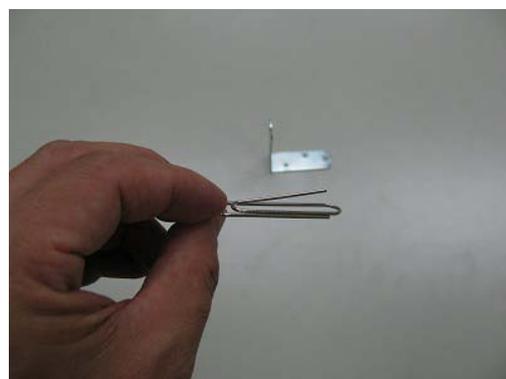
個の時、テスターは導通（どうつう）モードで使用します。電気が流れるなら音が鳴ります。

もしうまくできているなら、コイルを回して行った時、半分は電気が流れますし、もう半分は電気が流れません。



(b)

電池のプラス極をセロテープでL字金具に付けると、使いやすいです。



(c)

折り曲げたクリップを、電池のマイナス極の導通のために使いましょう

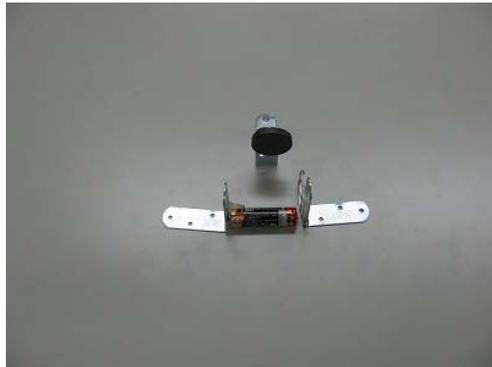


(d)

こんな感じです。



(e)
磁石をつけた L 字金具も用意しましょう。



(f)
これで、

- ・磁石
- ・電池ホルダ
- ・回転子ホルダ

が整いました。

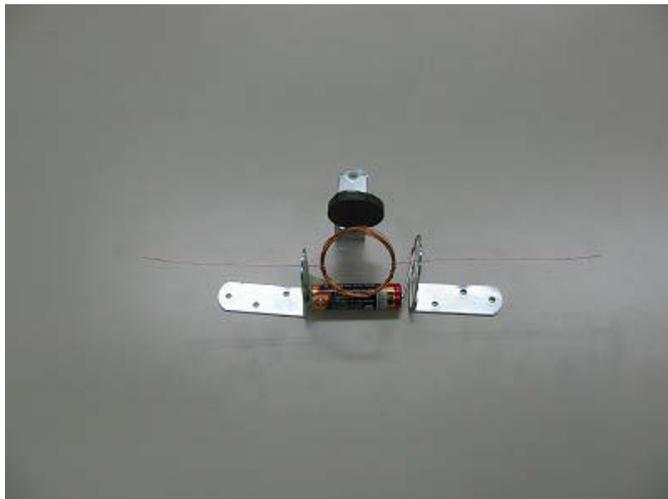


図 6
完成です。
写真のように、L 字金具の幾つかをテープで机に止めると、作業しやすいですよ。

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

・私は、クリップの付いた L 字金具を、スライドさせることを、電源スイッチの代わりにしています。
・私は、他の 2 つの L 字金具は、テープで、机に固定しています。

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ょう。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。

1. は読んでいるものとして、重ならない所を中心に説明します



図 21 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、太いエナメル線を使うことです。太いエナメル線は、シャフトになります。

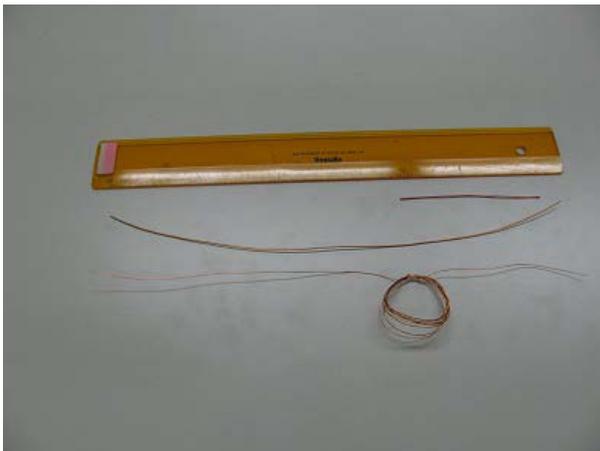
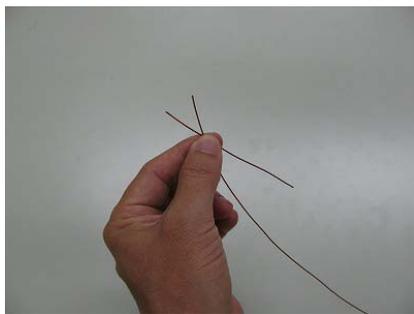


図 22

シャフトとコイルの材料は写真の通りです。

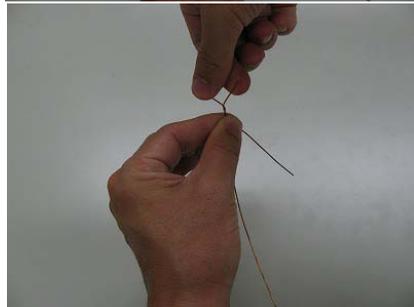
コイルは、単一電池の大きさとで 10~20 回程度としましょう。ここで使うエナメル線は直径 0.5mm です。

シャフトは、0.8mm の直径であり、1 本は 10cm、もう一本は 25 ~ 30cm です。



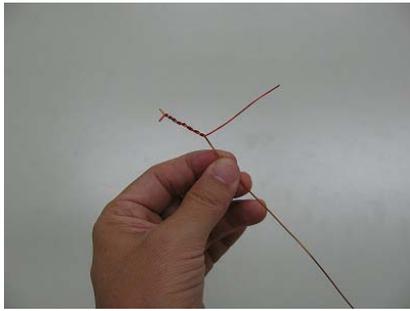
(b)シャフトを作ります

太いエナメル線の加工を始めます



(c)

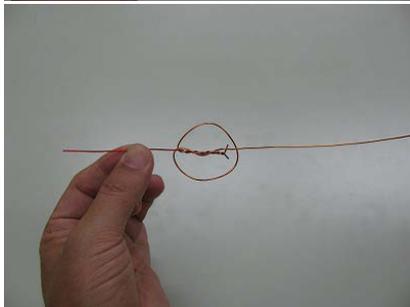
ぐるぐるっと回して



(d)
先端の 3cm ほどをねじりました。



(e)
単一電池くらいの直径の円を作り、



(f)
中央の「ねじったところ」に絡めながら伸ばします。

これで「串に刺さった団子1個」の形ができました。

なお、左側の串と、右側の串は、電気的には絶縁されています。これは大事なことです。

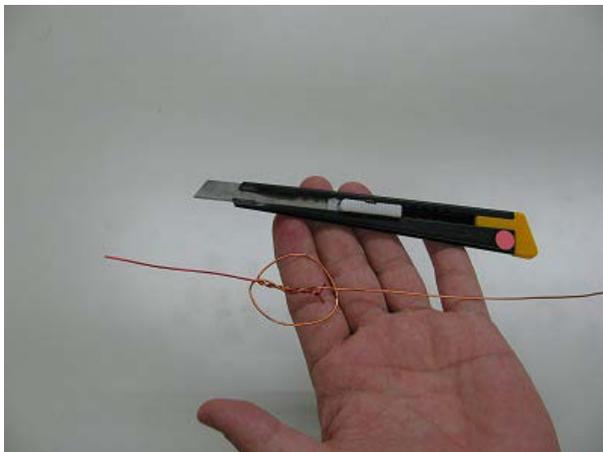
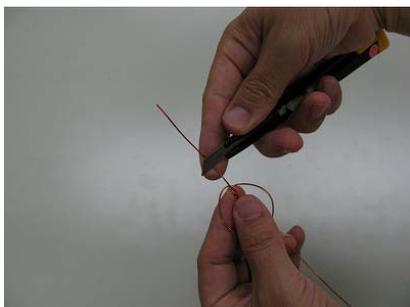


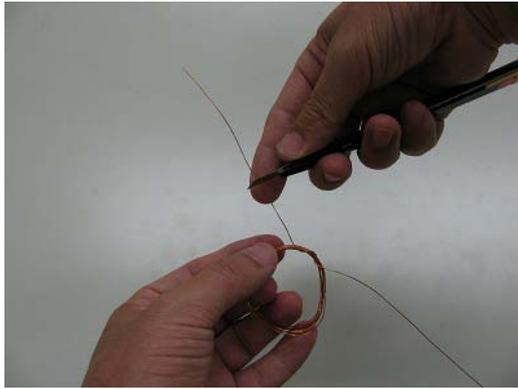
図 23
シャフトとコイルのエナメルをはがします。

カッターはエナメル線をはがす強力な道具です。



(b)
「串に刺さった団子1個」の、串の部分の片面について、エナメルをはがします。

例によって、カッターと手は固定し、「串に刺さった団子1個」を動かします。



(c)
コイルから出ているエナメル線もはがしますが、はがすのはコイルから 4~5cm 以上離れているところとします。(コイルに近いところは、エナメルをはがしません)

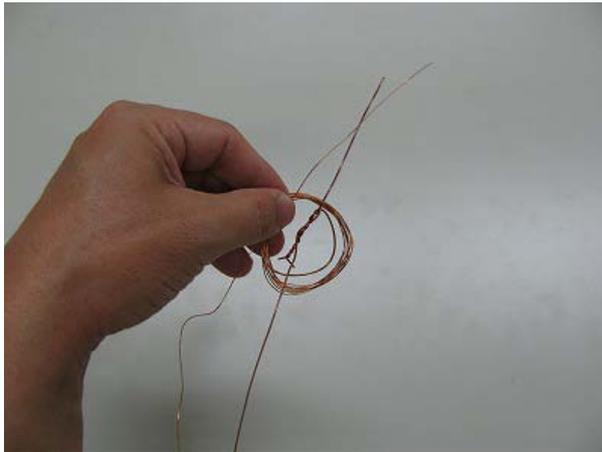
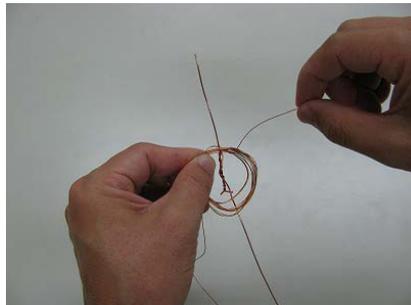
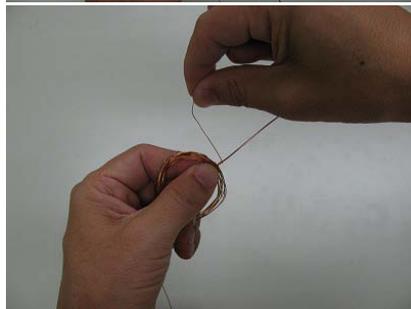


図 24

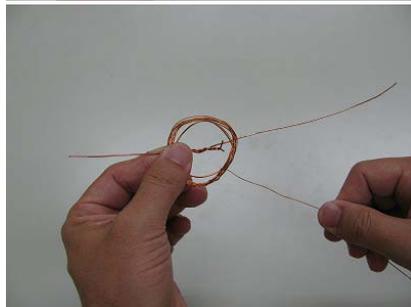
シャフトとコイルをくっつけましょう



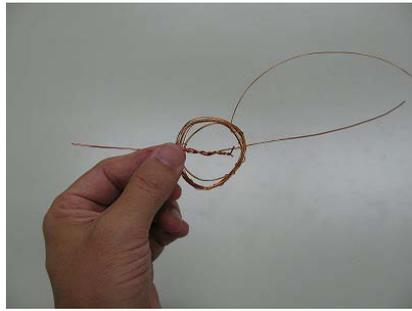
(b)
コイルから出ているエナメル線を、まずは、2, 3回「団子」の部分に巻つけましょう。そうしたら、シャフトとコイルが機械的に結びつきますね。



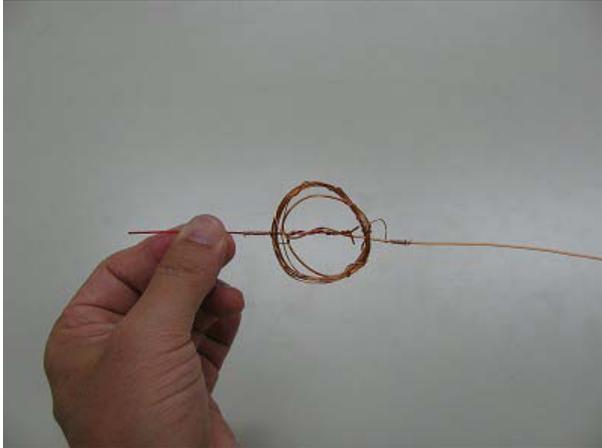
(c)
そのあと、エナメルのはがれたシャフト部分に、エナメルをはがした細いエナメル線をピッチリと巻きつけます。これによって、コイルとシャフトが電氣的につながります。



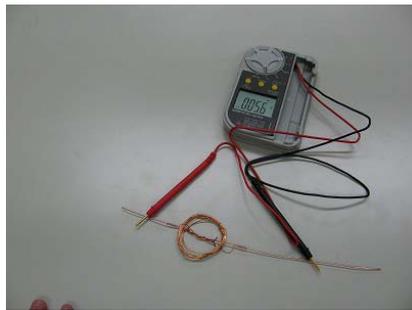
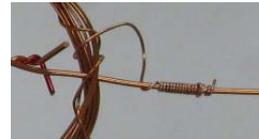
(d)
それでは、もう一方のエナメル線についても、まずは「団子」の部分に巻つけましょう。



(e)
これで、「団子」とコイルは一体になりました。



(f)
最後に、エナメルをはがしたシャフト部分に、エナメルをはがしたコイルからの線を、巻つけましょう。



(g)
もともと両側のシャフトは電氣的に絶縁でしたが、間にコイルが入ったことで、導通することになったはずです。
テスターで導通チェックをして下さい。

もしも導通していないなら、巻きなおし、はがしなおしをして下さい。

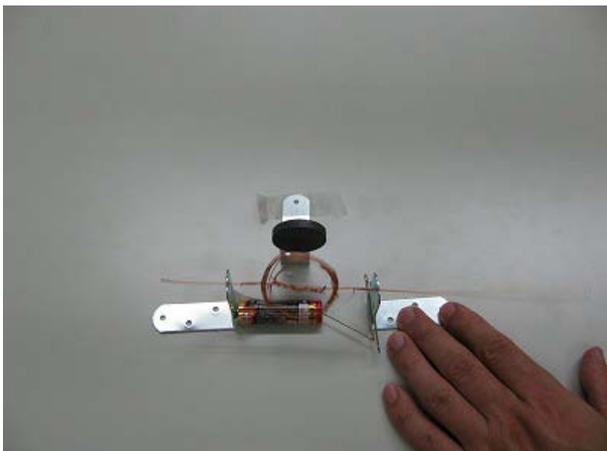


図 25

以上の部品を組み立てると、モーターができます。

シャフトが強いので、ものすごい勢いで回ります。(うまく調整すれば)
例えば、アルミホイルで羽を作ってシャフトに取り付けると、ミニ扇風機になります。

この写真の右のシャフトは長すぎます。不要なら、ニッパーで切ってしまう。

沼津高専電気電子工学科教授 望月孔二 (写真総入れ替えて、説明文を書き直した：2009.7.21)
(新規：2007.6.27)

- ・'09年のページ <http://user.numazu-ct.ac.jp/~mochizuki-k/jugyo/koukai/motor09/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 31 にまとめます。なお、第 3 節は、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。

表 31 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 31、図 32 で解説します。また、実際に作成した電機子を図 33 に、回転の様子を図 34 に示します。

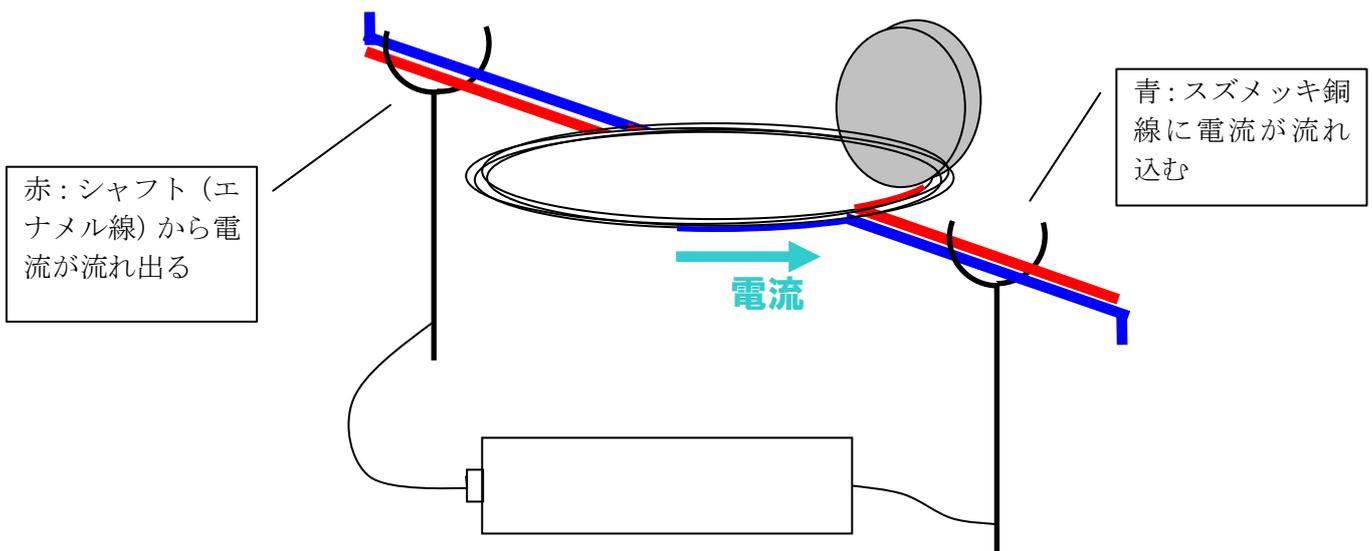


図 31 完全な整流子を備えるモータの原理図 (一つの状態)

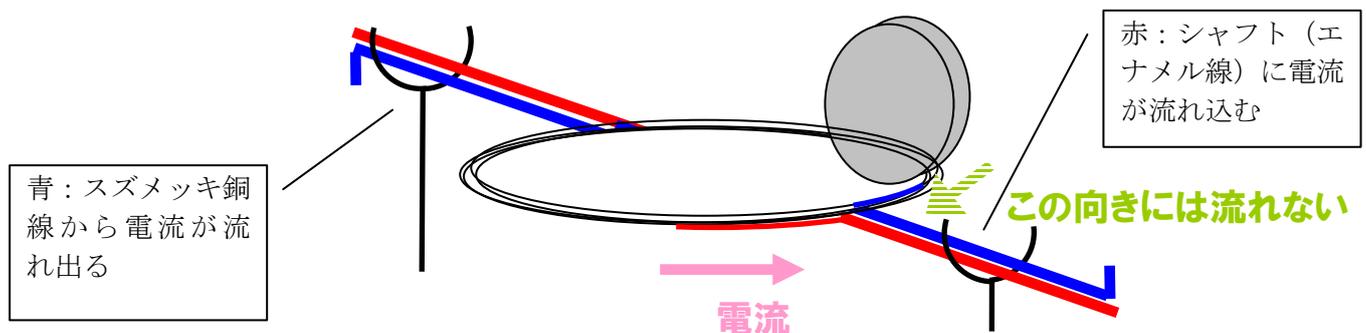


図 32 完全な整流子を備えるモータの原理図 (図 3-1 から電機子がひっくり返った)

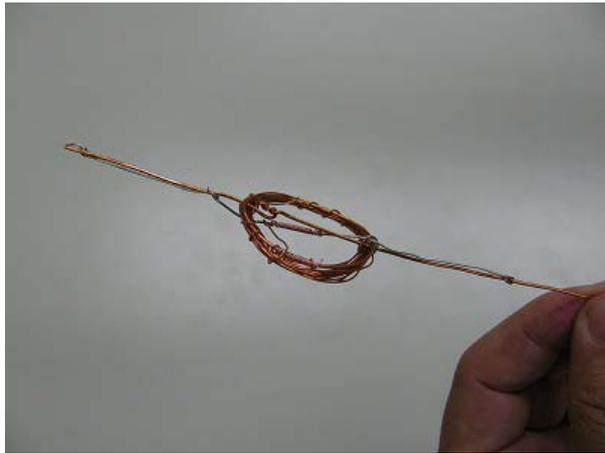


図 33 完成したコイル

コイルの両側には、軸としてそれぞれ太いエナメル線と、スズメッキ銅線（金属の線）が突き出ています。

図 31 と図 32 と対応させるなら、赤い線を太いシャフトで作り、青い線はスズメッキ銅線で作りました。

以下の(b)～(d)はこの写真の部分を拡大したものです。



(b) 軸の左側では、太いエナメル線が上で、スズメッキ銅線が下です。



(c) 軸の右側では、太いエナメル線とスズメッキ銅線の上下関係が、左側とは逆になっています。

スズメッキ銅線をシャフトに巻つけているのですが、こぶを作って縛っているのです。少々力を加えた程度なら、回ったりしません。



(d) 中央部では、コイルと「団子」が電氣的に接続されています。コイルからのエナメル線を巻つければ、団子のエナメルをはがしました。

また、スズメッキ銅線にも、コイルからのエナメル線を巻つけました。

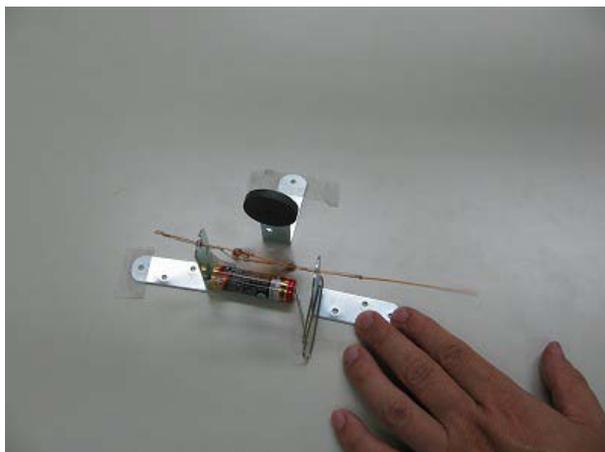


写真 34 完成したモータ

力強く回っています。

※ 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。



図 35 コイルの部品

ここに示すコイルは、**0.5mm** の太さのエナメル線を **15** 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** と **20cm** です。

シャフトの材料は、**0.8mm** の太さのエナメル線 **30cm** です。

スズメッキ銅線は **20cm** です。

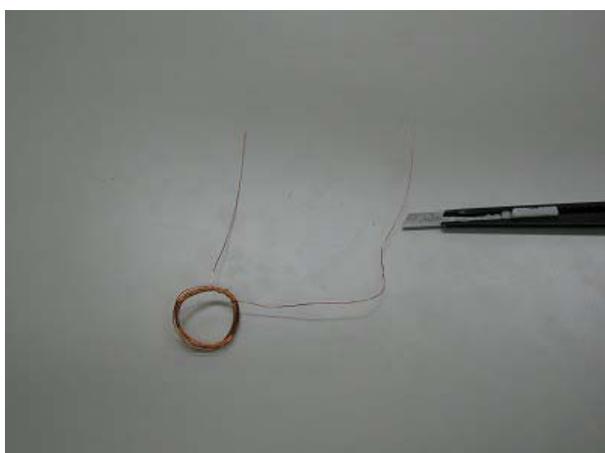


図 36

コイルはからのエナメル線は、端から **6cm** ずつはがします。

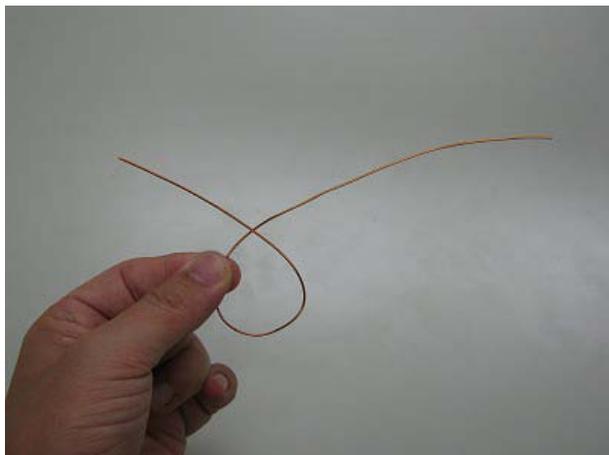


図 37

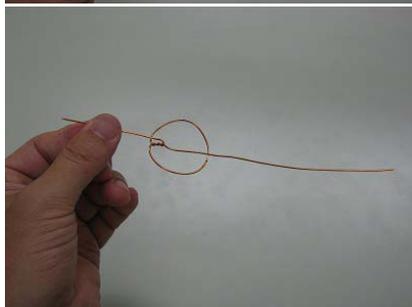
「串団子」の作り方

まずは、単一電池の直径ほどの円を作ります。



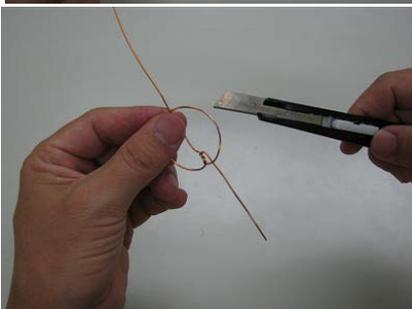
(b)

根元をまとめて



(c)

「串団子」をつくりました



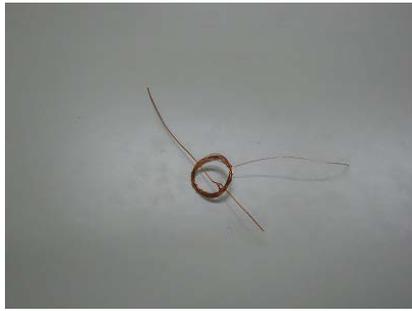
(d)

串から一番遠いところの 15mm ほどの長さのエナメルをはがします。



(e)

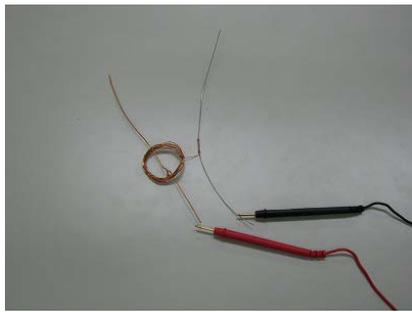
コイルの短いほうのエナメルを、(d)でエナメルをはがした場所に巻つけます。



(f)
長いほうのエナメルを巻つけて、コイルを「団子」に固定します。



(g)
スズメッキ銅線の中央部分に、残りのエナメルを巻つけます。



(h)
このとき、スズメッキ銅線と、シャフトの中央部分（エナメルの無いところ）は、導通しているはずですから、テスターで確認しましょう。



(i)
スズメッキ銅線を、シャフトに固定します。図 33(b),(c)を参考にして下さい。

そして、シャフト上で、スズメッキ銅線の反対側を、カッターで削ります。

これ以降は、図 33 と図 34 の通りです。

以上

注意：エナメル線を削る作業は、紙やすりで行うように指示された講座が多いです。しかし、圧倒的にカッターナイフを使うのが簡単です。ただしカッターには危険が伴いますから、お子様は大人の指導のもとで実施しましょう。

沼津高専電気電子工学科教授 望月孔二（図を総入れ替え 2010.7.21）（新規：2007.8.24）

- ・'09年のページ <http://user.numazu-ct.ac.jp/~mochizuki-k/jugyo/koukai/motor09/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/>