

モーター製作教室

エレホビー 電磁石の実験
「JS03 モーター」を使って
電気電子工学科 教授 望月孔二

ようこそ沼津高専の公開講座に

- この講座は小学校高学年から中学生まで、15名の受講生×2回です
--- 沼津高専は大歓迎します ---



- この講座の責任担当は、電気電子工学科です。
--- 電気電子工学科は、電気の基礎から応用まで研究し教える学科です ---

公開講座「モーター製作教室」午前の部

10:00 開講式、講師紹介、
磁石の話、各種モーターの実演説明
10:45 モーター組立て
12:00 昼休み(1時間)
13:00 動作実験、閉講式、アンケート
13:30 モーターを研究する研究室見学
14:30 終了
この後「磁気振り子の製作講座」

公開講座「モーター製作教室」午後の部

午前「磁気振り子の製作講座」
13:30 モーターを研究する研究室見学
14:30 開講式、講師紹介、
磁石の話、各種モーターの実演説明
15:15 モーター組立て
16:30 動作実験、閉講式、アンケート
17:00 終了

講座の約束事

- 説明がある時は、集中して聞き私語しない
- 質問がある時は手を上げて指されてから
- **ゴミ持ち帰りにご協力してください**
(学内で用意されたもの、買った物から出たゴミは捨てられます)
- **お昼はこの部屋でお弁当または学生食堂**
- 貴重品に注意 (青は午前の部のみ)

時代は電気へ

- 鉄道は昔SLだったが、今は電気方式 
- 自動車も、トヨタ社プリウスを初めとして**電気方式が実用化し始めた**
- 電気を使った乗り物は、他の方式と比べスピードを速くしたり遅くすることが得意
(電気は**容易に精密に**[流す]・[止める]ができる)

「モータ」(モーター)って何

- モータは「電気」を「力」に変換する
- そのとき、磁石の性質を利用する

○電気現象の源は電子である。
○磁石は、**電子が流れることで生じる力**
※他に、電子が溜まることで生じる力もある

磁石について

- 磁石はN極とS極でできている
N極とS極は吸引力が働く。
N極とN極は反発力が働く。(S極同士も)



- 大きく分けて2種類
◇永久磁石 (電源要らず) 
◇コイル (電流から作る磁石)
(電流の流し方で磁力を変えられる)

モータの原理

- 動きの伝達
 - 磁界の回転を電氣的にする (同期モータ、ブラシレスDCモータ、ステッピングモータ、リニアモータ)
 - コイルを2つに
 - 外側を永久磁石にする (DCモータ)
 - 銅を電機子とするモータ (誘導モータ)
- これらについてそれぞれ詳しく説明する

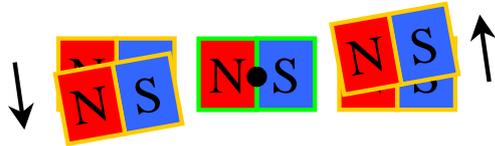
動きの伝達

内(緑)と外(黄)に磁石



動きの伝達

外(黄)を回す



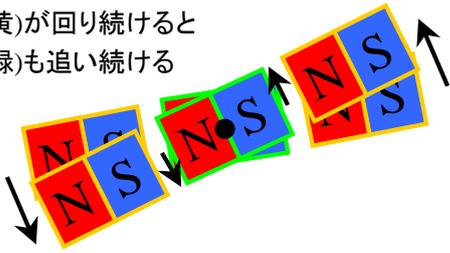
動きの伝達

磁石の力で内(緑)も回る

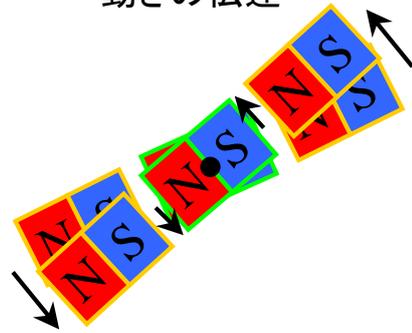


動きの伝達

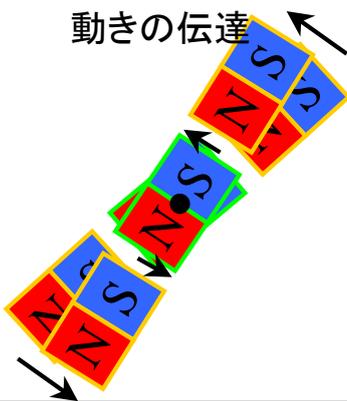
外(黄)が回り続けると
内(緑)も追いつける



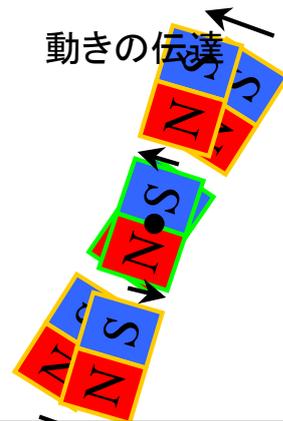
動きの伝達

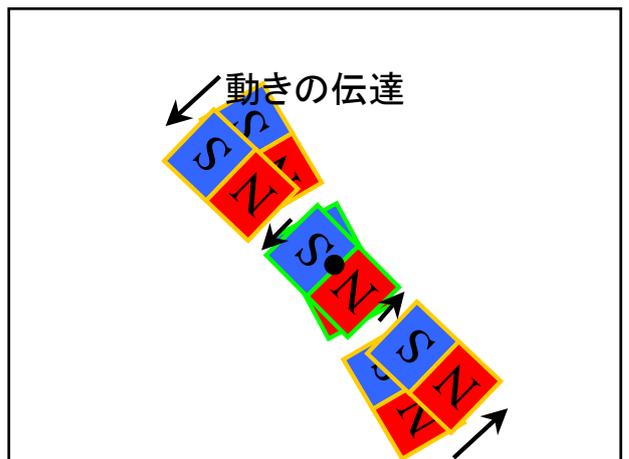
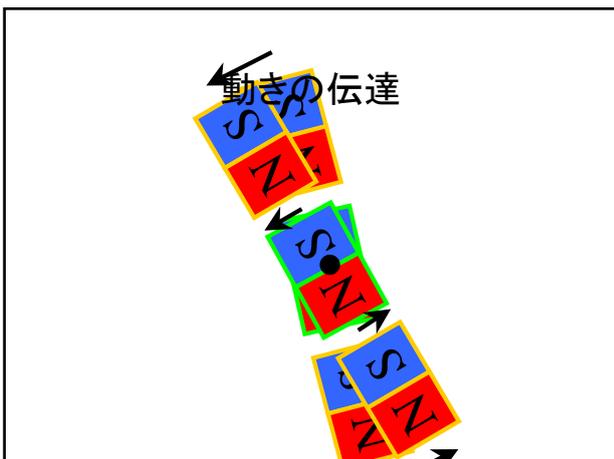
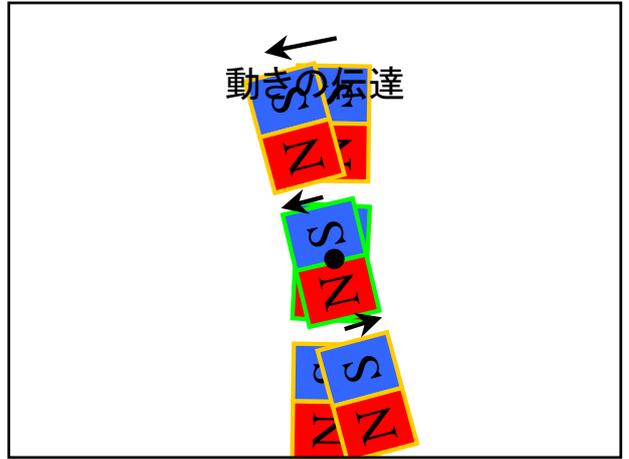
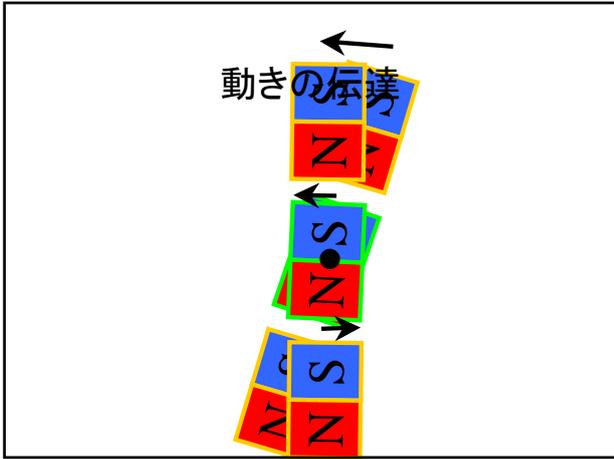


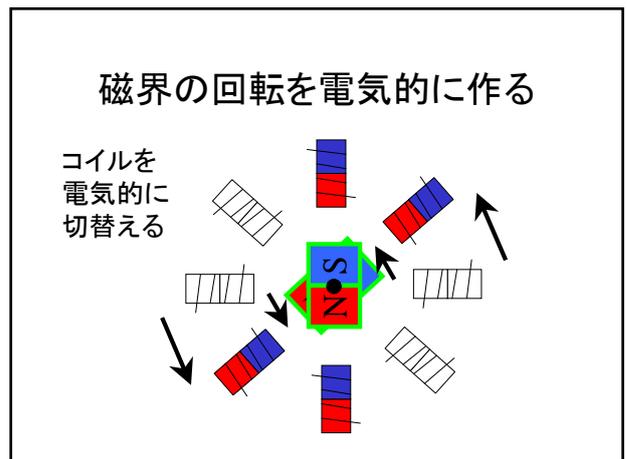
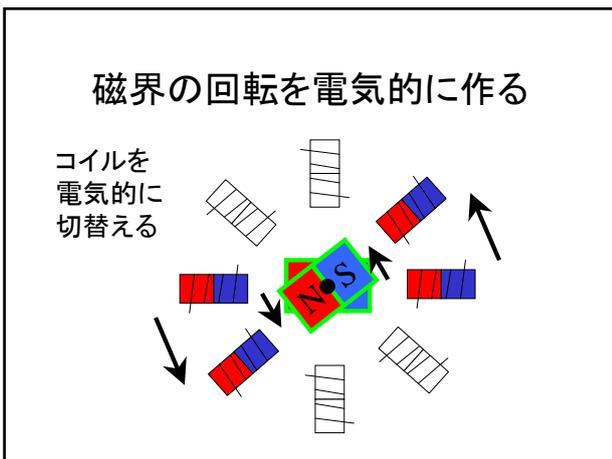
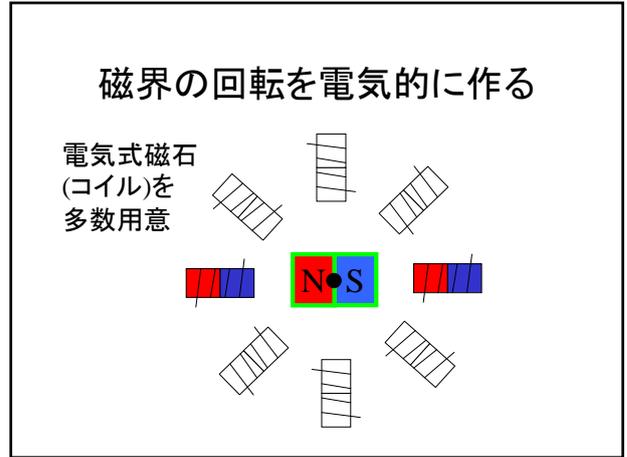
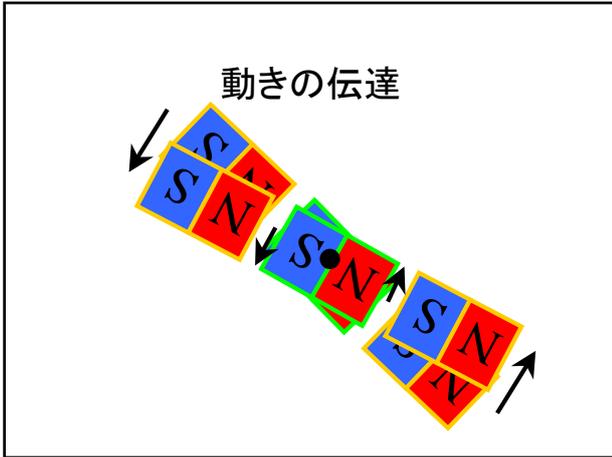
動きの伝達



動きの伝達

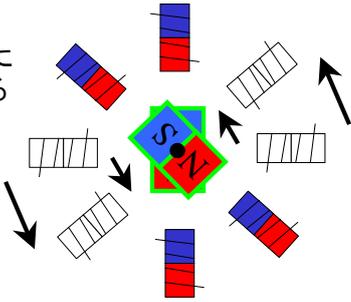






磁界の回転を電氣的に作る

コイルを電氣的に切替える

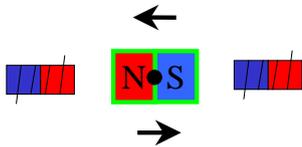


用語の解説-1

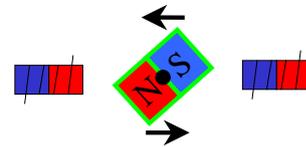
- 今説明したのは、「同期モータ」「ブラシレスDCモータ」「ステッピングモータ」「リニアモータ」の原理である。

コイルを2つに

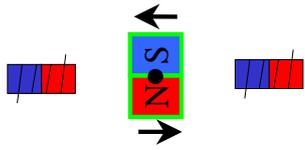
コイルの数を減らしても回る
(回転は少しギクシャクするが簡単に作れる)



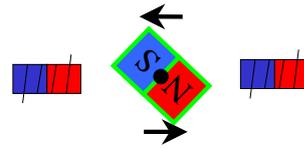
コイルを2つに



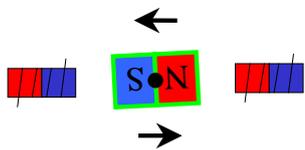
コイルを2つに



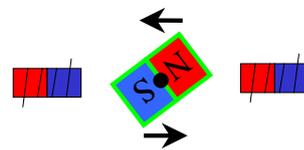
コイルを2つに



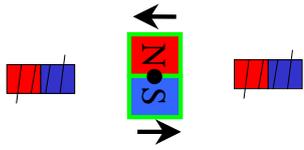
コイルを2つに



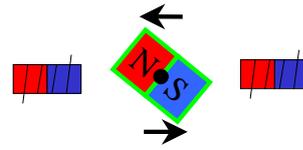
コイルを2つに



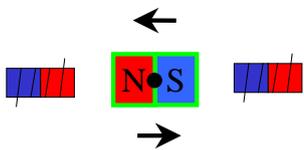
コイルを2つに



コイルを2つに

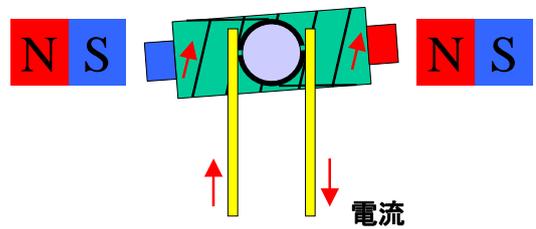


コイルを2つに

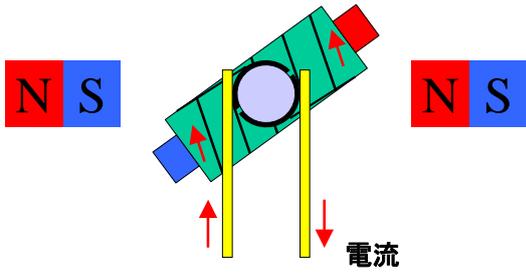


外側を永久磁石にする

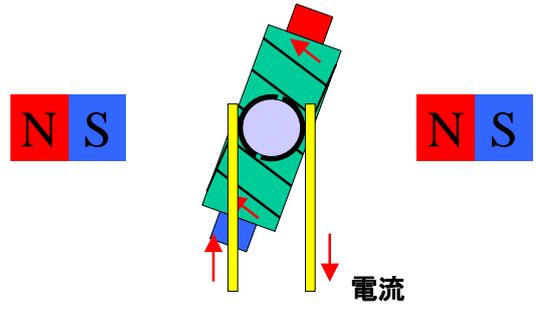
内側にコイル。内側は電機子と呼ばれる



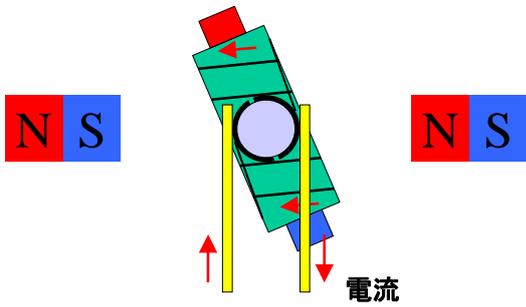
外側を永久磁石にする



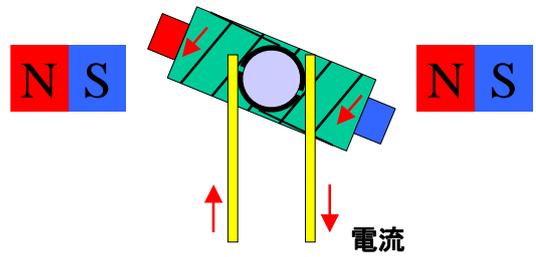
外側を永久磁石にする



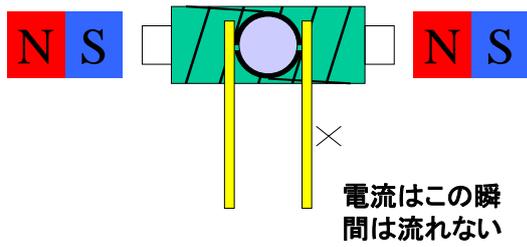
外側を永久磁石にする



外側を永久磁石にする

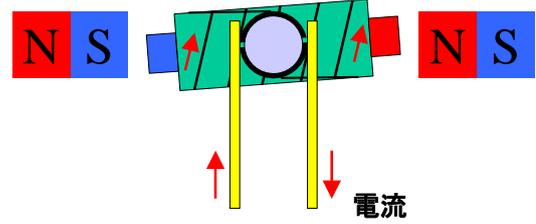


外側を永久磁石にする



外側を永久磁石にする

電気子の電流が切り替わった



用語の解説-2

- 今説明したのは (外側に永久磁石、内側にコイル) は、「DCモータ」の原理である
- **本日の講座では、この型のモータを作る**

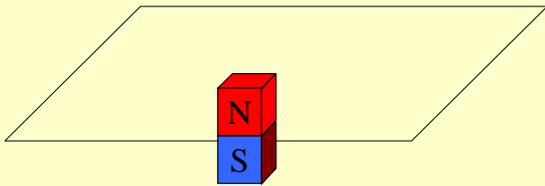
銅を電機子とするモータ

- 最初説明したモータと同じだが、内部は銅の円筒



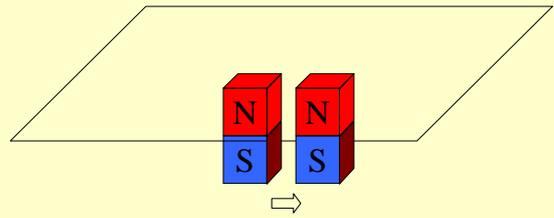
銅を電機子とするモータ

内部の円筒の銅は永久磁石にならない



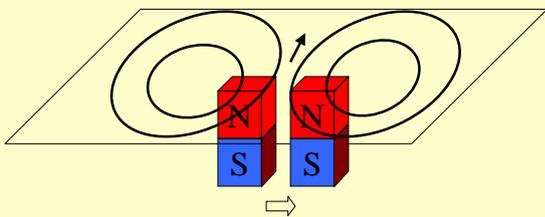
銅を電機子とするモータ

内部の円筒の銅は永久磁石にならない
磁石の動き



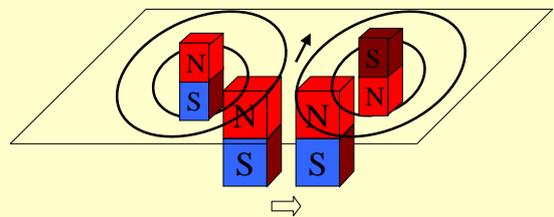
銅を電機子とするモータ

内部の円筒の銅は永久磁石にならない
磁石の動きでウズ電流が生じ



銅を電機子とするモータ

内部の円筒の銅は永久磁石にならない
磁石の動きでウズ電流が生じ引力が働く



用語の解説-3

- 今説明した動作説明は、「誘導モータ」の原理である
- 他の実験でもウズ電流を確認できる

モータ作りの前に

- より早くまわすための工夫
- より力強くまわすための工夫（頑張ろう）
- 事前実験の結果

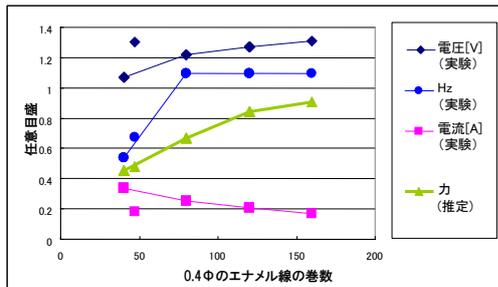
モーターの改良-1(より早く)

- 電機子の半径 → 小さく
 - 電機子の重量 → 軽く
 - モータに加える電圧 → 高く
- … 今回は電池は固定なので、
電圧ほぼ一定 ⇒ 速度ほぼ一定 …

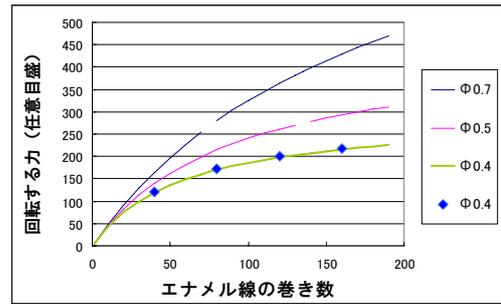
モーターの改良-2(より強く)

- 磁力 → 強める
固定子の永久磁石を強く
電機子の芯材料を改良
電機子の電線を太くする
電機子の電線をたくさん巻く
- 電機子の半径 → 大きく
- モータに流れる電流 → 大きく

実験結果 - コイルと特性



ここからは推定値(未実験)
自分で自分のやり方を決めよう



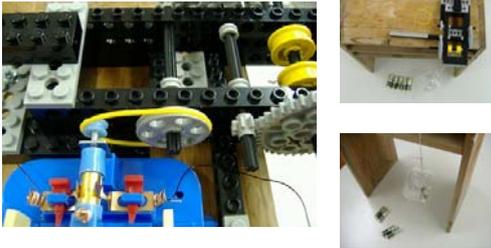
今日の課題

- キットを説明書に沿って組み立てよう。途中の余分な実験は飛ばしてもかまいません。
- 上級者は、エナメル線の太さや巻き方を工夫しよう。(何φを何回巻いたか覚えておく)
- トルク特性を測定しよう。(望月まで)(この教室全体でデータを共有)⇒夏休みの間、沼津高専望月孔二のホームページに掲載

注意

- 電池はマンガン式のみ。アルカリ式は電流が流れすぎるので火事の恐れがあります
- 実験後は必ず電池を抜いて下さい。モータが回らなくても電流は流れているかも
- キットが紛れると困るので、名前を書いてください
- 用意したゴミ袋→プラスチックゴミ, ビン→金属ゴミ

実験風景



実験結果2006

講座	持ち上げた電池の本数	条件
午後	17本	0.4mm たくさん
午後	16本	0.4mm たくさん
午前	11本	0.5mm 120巻
午前		0.4mm 176巻
午前	9本	0.4mm 180巻
望月	4本	0.4mm 160巻

実験結果2006まとめ

- エナメル線の巻き方によってモーターの力は変わる。
しかし、それ以外の影響も大きい。
- ブラシの調整は重要である。
- エナメル線を紙ヤスリできちんと加工するなど、配線にも注意を払うべきである。
- 磁石として、磁気振り子で使ったものまで追加してセットすると更に強力になる。

実験結果2005 - コイルと特性

巻き数	無負荷	負荷あり
40回	軸の摩擦だけでも、 回転数低下	試験できず
80回		回転しない
120回		回転するが、僅かな 重りをつけても止まる
160回		2×6を、4個上げることができた

エナメル線は0.4Φ

実験結果2005(分析は後ろ)

a	0.5Φ80巻	10(2×8)+8(2×6)
b	0.4Φ100巻	11(2×8)+10(2×6)
c	0.4Φ172巻	10(2×8)+10(2×6)+3(2×4)+15(2×2)+12(2×1)...全部
D	0.4Φ180巻	cの結果と同じ
E	0.5Φ100巻	cの結果と同じ
F	0.4Φ120巻	cの結果と同じ
G	0.4Φ120巻	cの結果の約半分
H	0.4Φ180巻	cの結果の約半分
I	0.4Φ200巻	cの結果の約1/3
J	0.7Φ160巻	cの結果に加えて+ラジペン1個...まだ余裕
K	0.4Φ200巻	cの結果の約1/4
L	0.5Φ120巻	cの結果の約8割
M	0.4Φ144巻	cの結果の約8割

実験結果2005(分析は後ろ)

b	0.4Φ100巻	cの結果の約80%...[11(2×8)+10(2×6)]
F	0.4Φ120巻	cの結果の100%
G	0.4Φ120巻	cの結果の約50%
M	0.4Φ144巻	cの結果の約80%
c	0.4Φ172巻	10(2×8)+10(2×6)+3(2×4)+15(2×2)+12(2×1)...全部
D	0.4Φ180巻	cの結果の100%
H	0.4Φ180巻	cの結果の約50%
I	0.4Φ200巻	cの結果の約33%
K	0.4Φ200巻	cの結果の約25%
a	0.5Φ80巻	cの結果の約70%...[10(2×8)+8(2×6)]
E	0.5Φ100巻	cの結果の100%
L	0.5Φ120巻	cの結果の約80%
J	0.7Φ160巻	cの結果の100%にラジペン1個を加えてまだ余裕

実験結果の分析2005

- 前ページは、結果を、巻き数順に並べたものであるが、はっきりした傾向があるとは思えない。むしろ、ブラシの調整や、スイッチ周りの配線の影響が大きかったと思う。さっきまで回らなかったモータが、僅かな調整で調子よく回ることがよく見られた。
- ただし、J君の結果については、明らかに群を抜いて性能が高いことが確信できた。
- 望月の前実験は、ブラシをいじらずに実験したので、信頼度の高いものである。

実験結果のまとめ2005

- 巻き数が大きいほど、モータの力が強いことが分かった。(望月の実験から)
- 同じ巻き数なら、太いエナメルを使うほどモータの力が強いことが分かった(J君と望月の実験の比較から)
- I、K、L君の実験からは、ひよっとしたら「巻き数が多すぎると返って力が落ちる」という仮説も考えられないことはないが、D君の結果も無視できない。実験の再現性を考えると、これは仮説に留まるものである。