

# 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 助教授 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 モータを研究する研究室見学
- 14:30 終了  
受講生によっては「磁気振り子の製作講座」へ

## 公開講座「モーター製作教室」午後の部

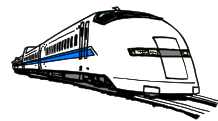
- 受講生によっては前に「磁気振り子の製作講座」
- 13:30 モータを研究する研究室見学
- 14:30 開講式、講師紹介、  
磁石の話、各種モーターの実演説明
- 15:15 モーター組立て
- 16:30 動作実験、閉講式、アンケート
- 17:00 終了

## 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

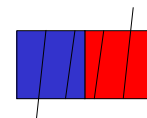
○電気現象の源は電子である。  
○磁石は、**電子が流れることで生じる力**  
※他に、電子が溜まることで生じる力もある

## 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作る (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

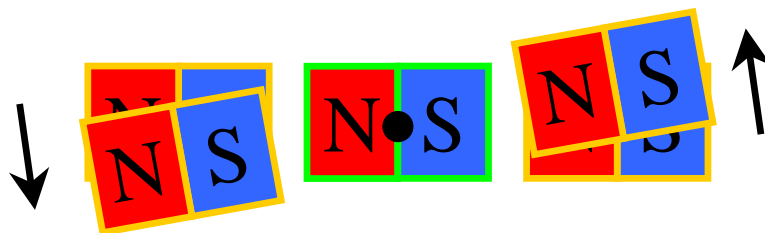
## 動きの伝達

内(緑)と外(黄)に磁石



## 動きの伝達

外(黄)を回す



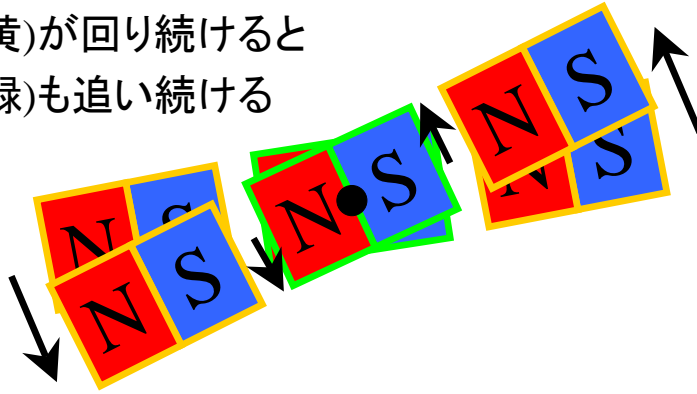
## 動きの伝達

磁石の力で内(緑)も回る

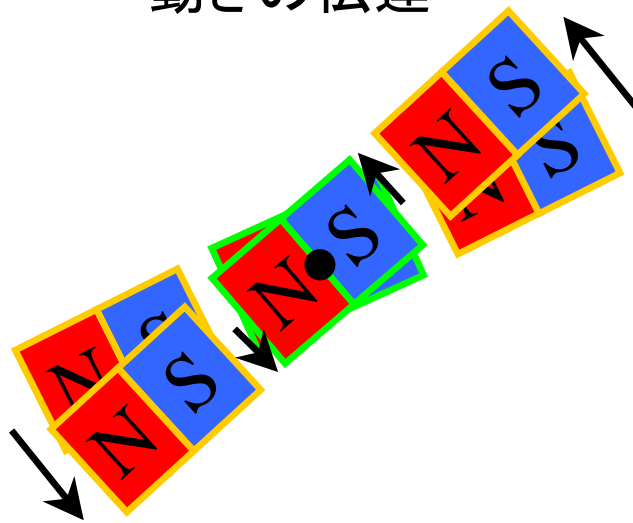


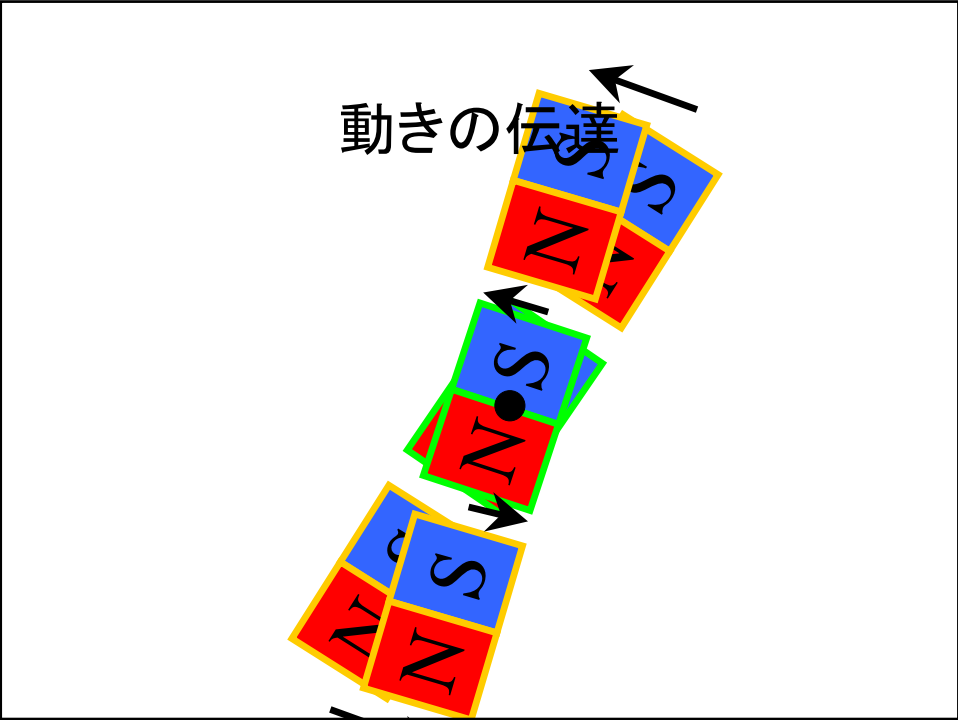
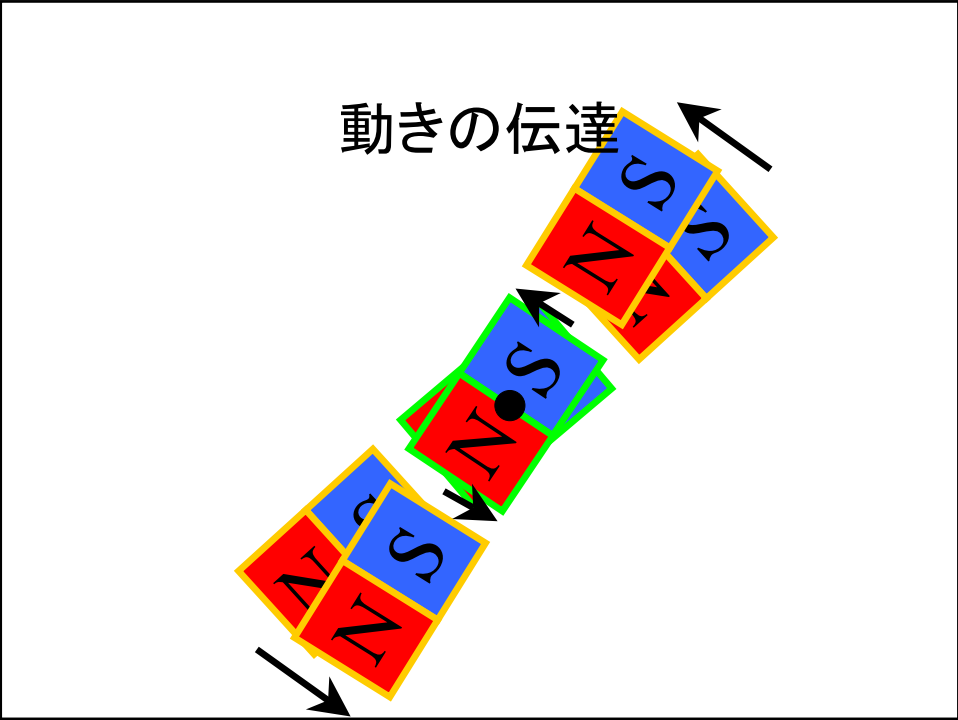
## 動きの伝達

外(黄)が回り続けると  
内(緑)も追いつける

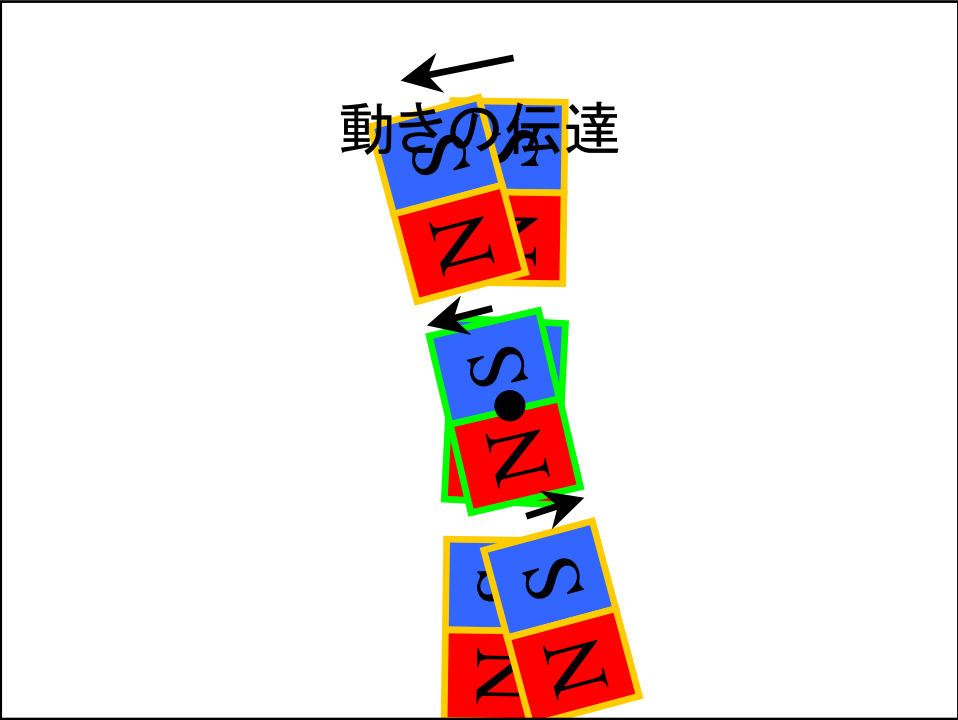
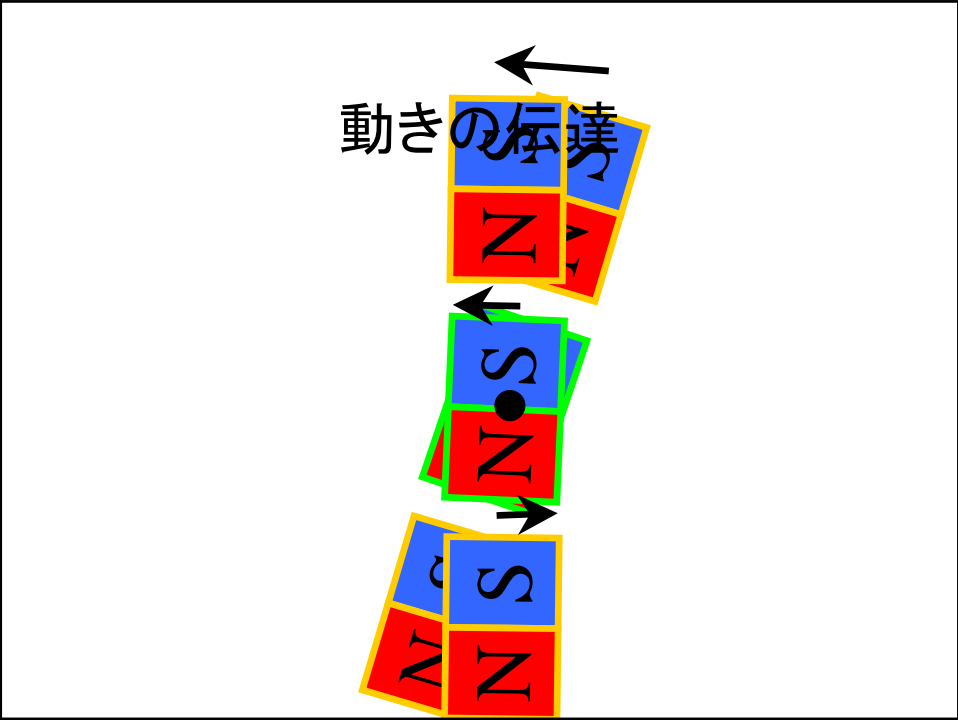


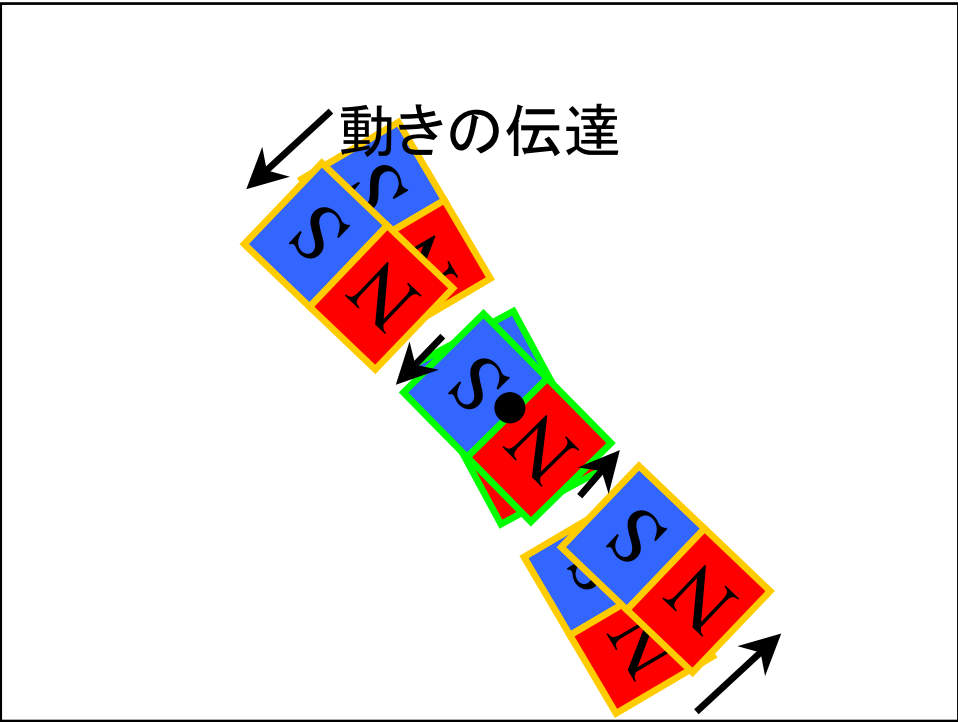
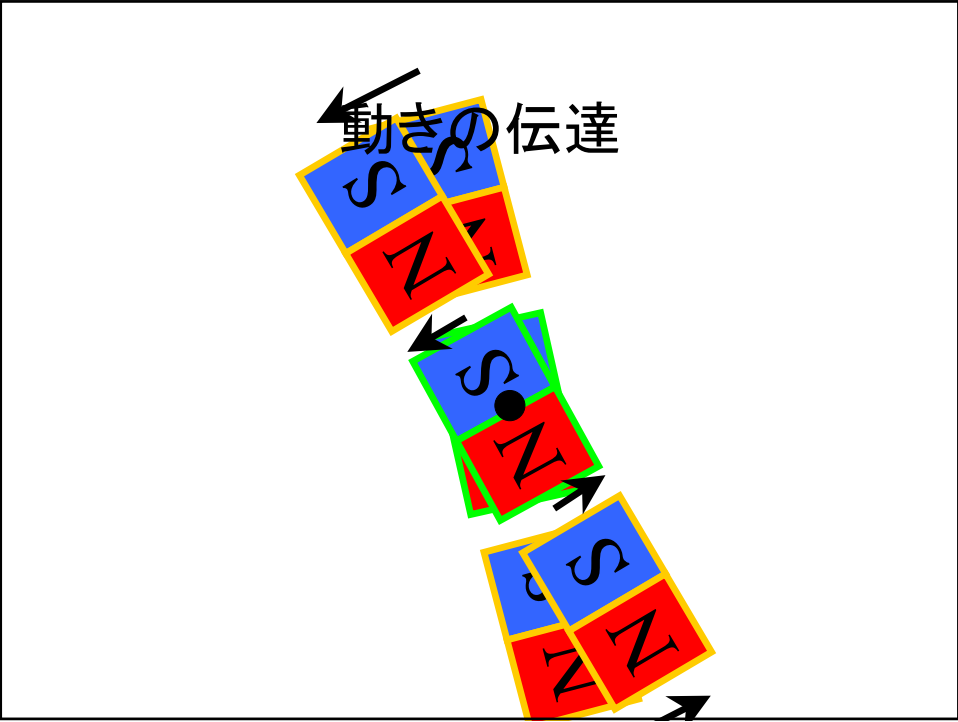
## 動きの伝達

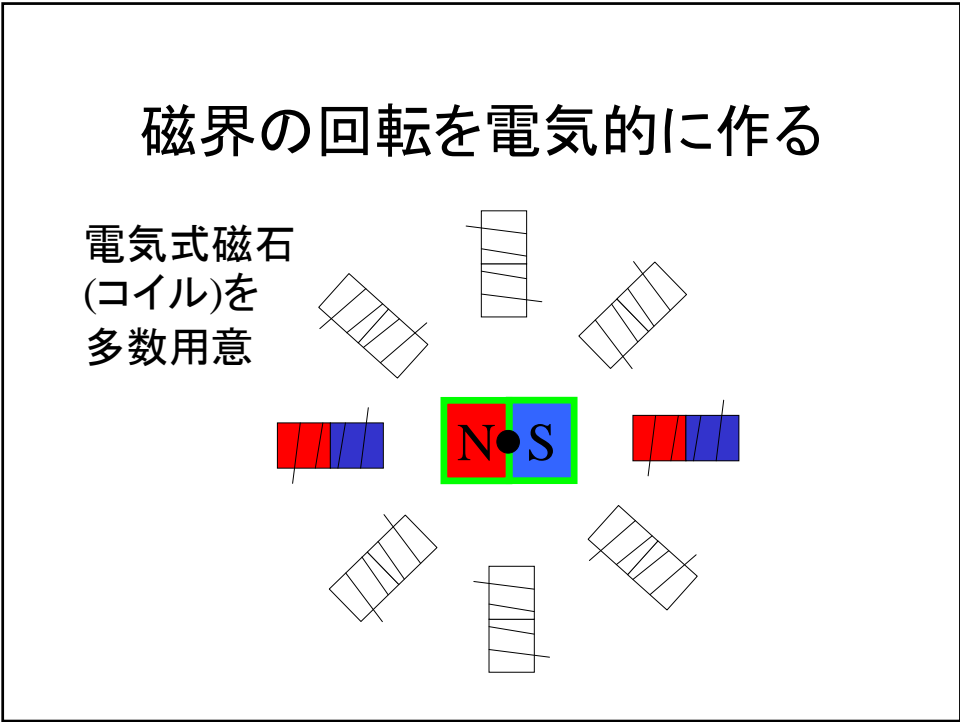
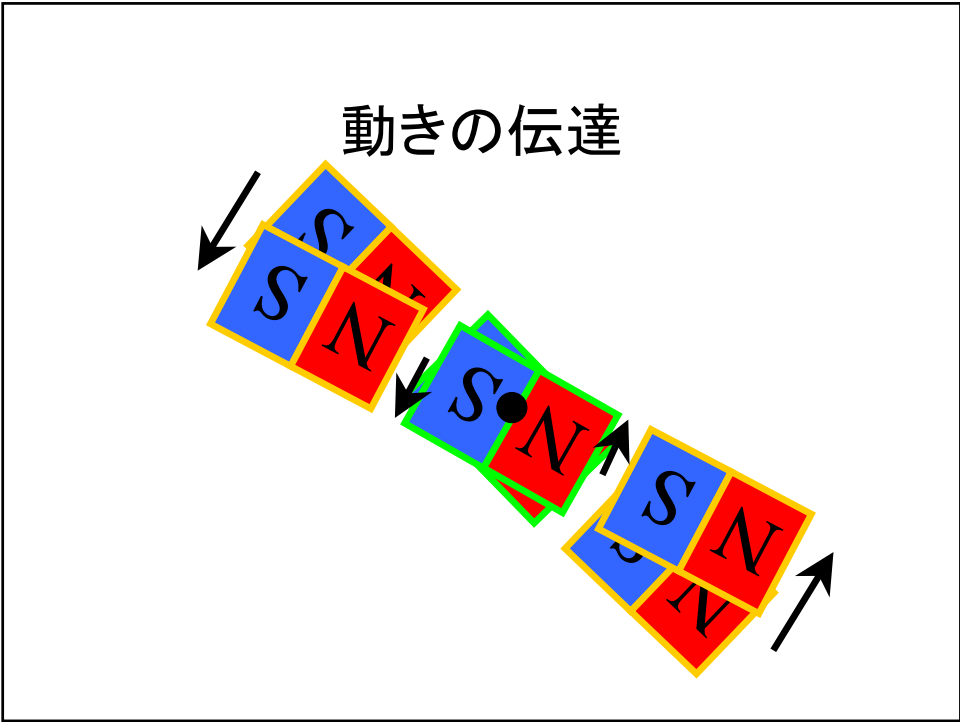






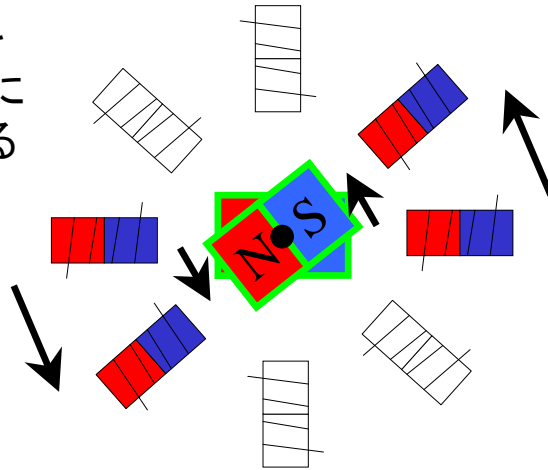






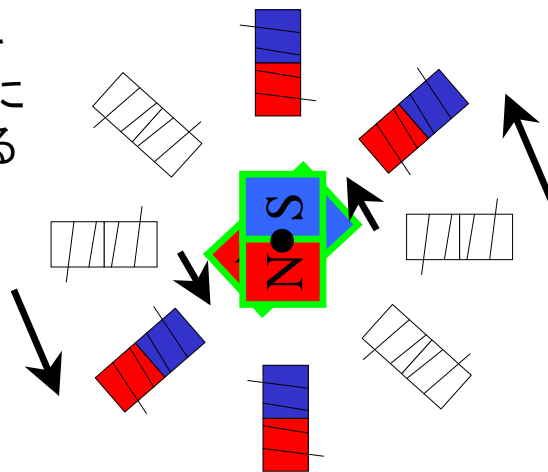
## 磁界の回転を電氣的に作る

コイルを  
電氣的に  
切替える



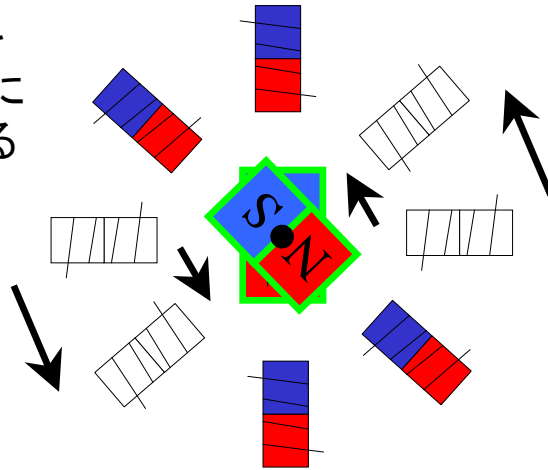
## 磁界の回転を電氣的に作る

コイルを  
電氣的に  
切替える



## 磁界の回転を電氣的に作る

コイルを  
電氣的に  
切替える

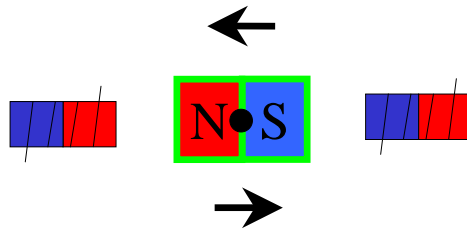


## 用語の解説-1

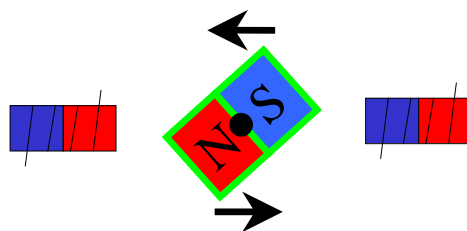
- 今説明したのは、  
「同期モータ」  
「ブラシレスDCモータ」  
「ステッピングモータ」  
「リニアモータ」  
の原理である。

## コイルを2つに

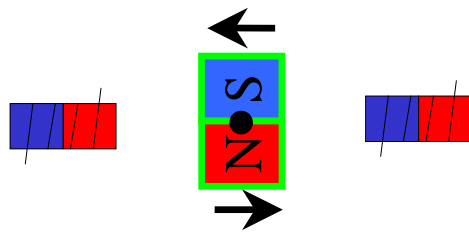
コイルの数を減らしても回る  
(回転は少しギクシャクするが簡単に作れる)



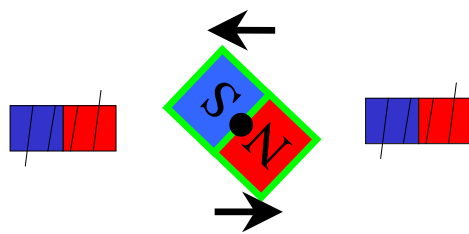
## コイルを2つに



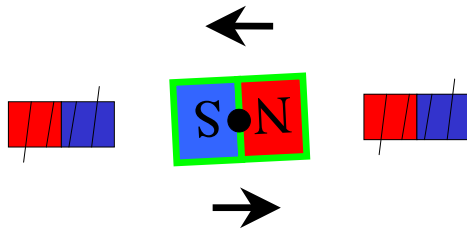
コイルを2つに



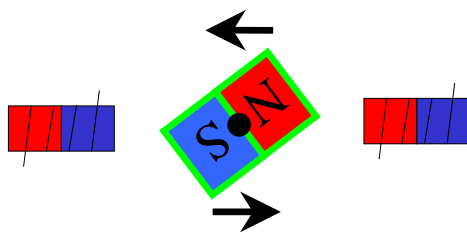
コイルを2つに



コイルを2つに

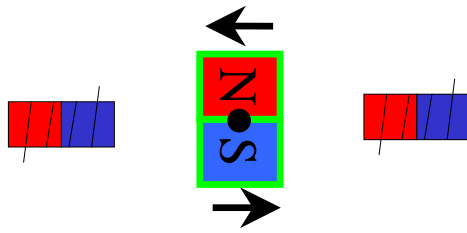


コイルを2つに

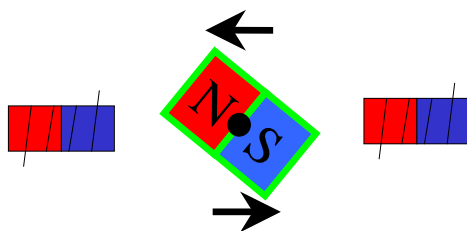




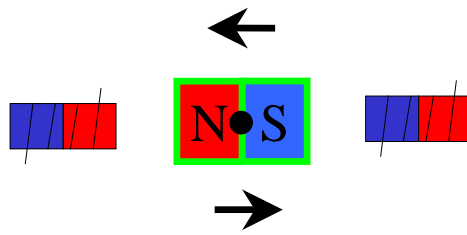
コイルを2つに



コイルを2つに

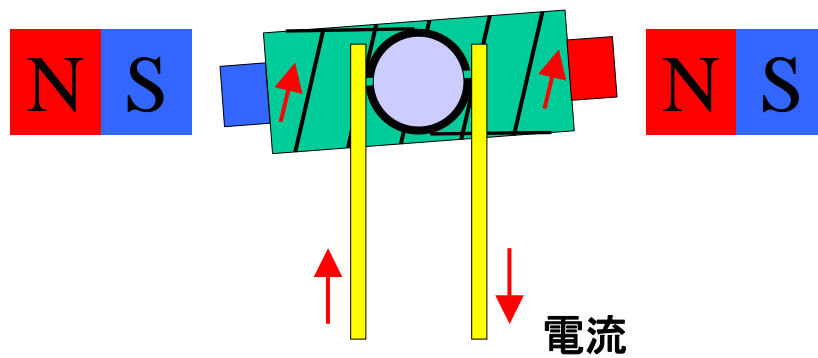


コイルを2つに

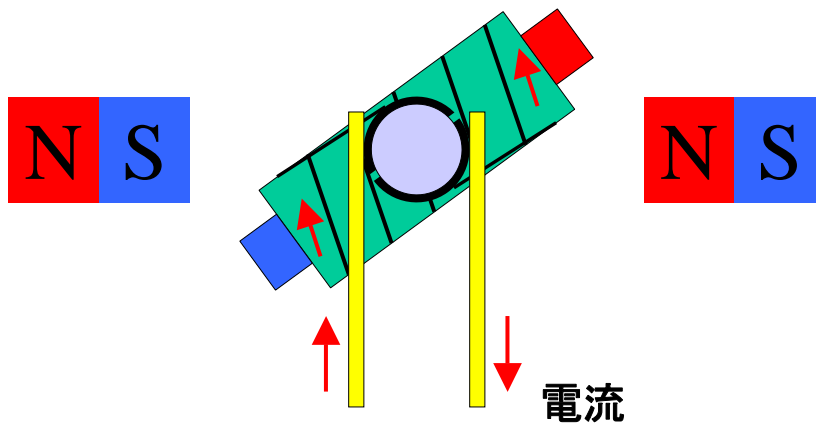


外側を永久磁石にする

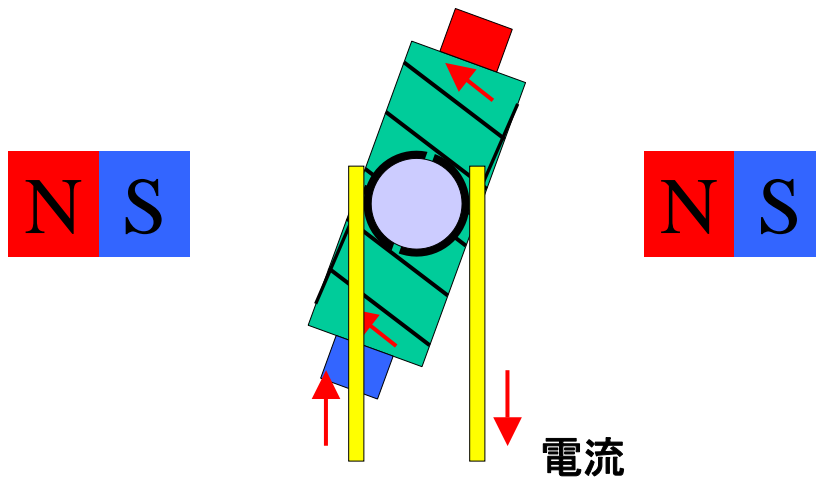
内側にコイル。内側は電機子と呼ばれる



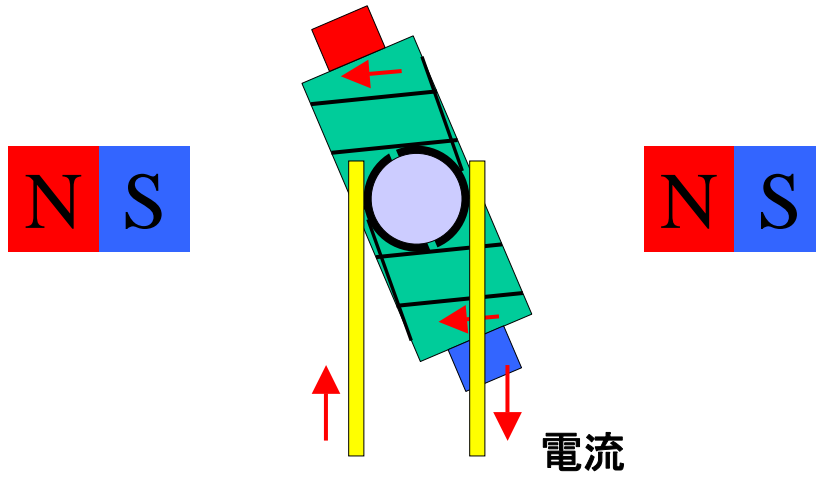
外側を永久磁石にする



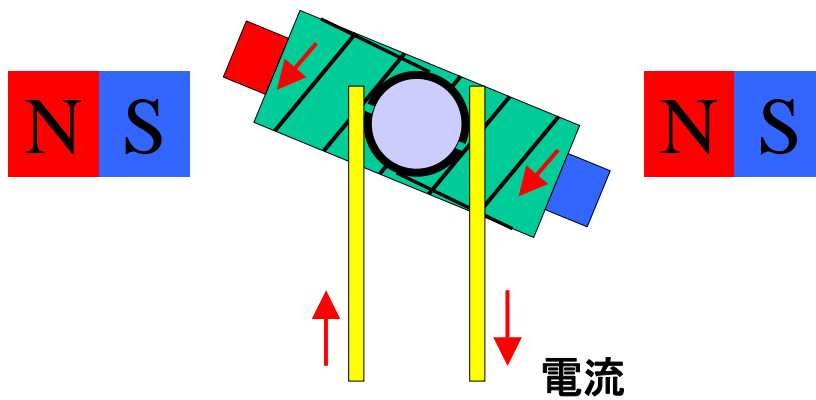
外側を永久磁石にする



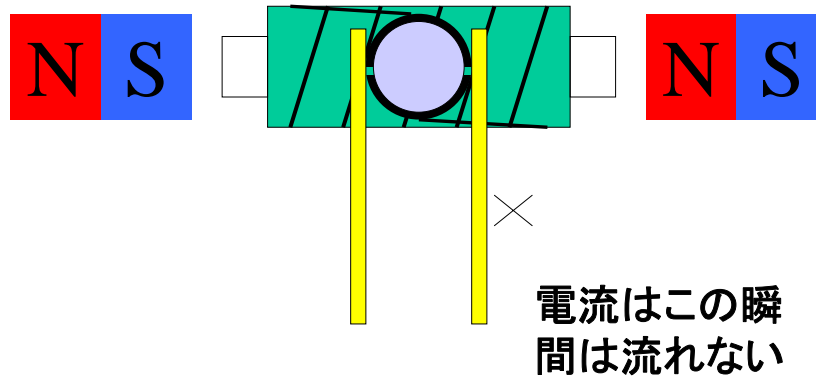
外側を永久磁石にする



外側を永久磁石にする

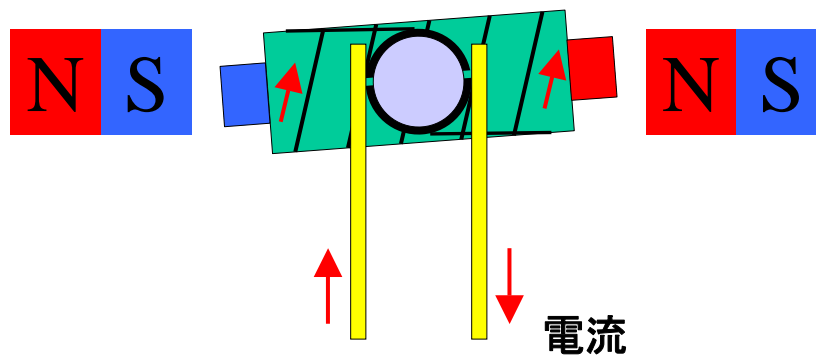


## 外側を永久磁石にする



## 外側を永久磁石にする

電気子の電流が切り替わった

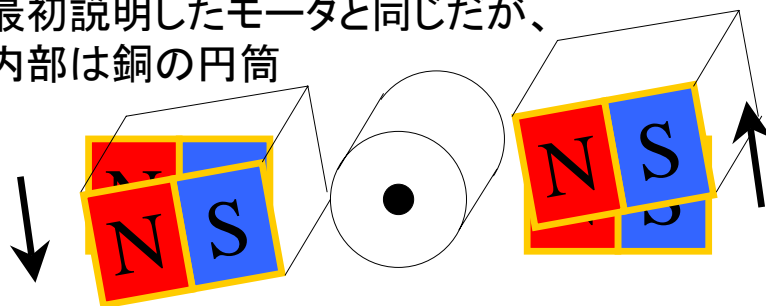


## 用語の解説-2

- 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

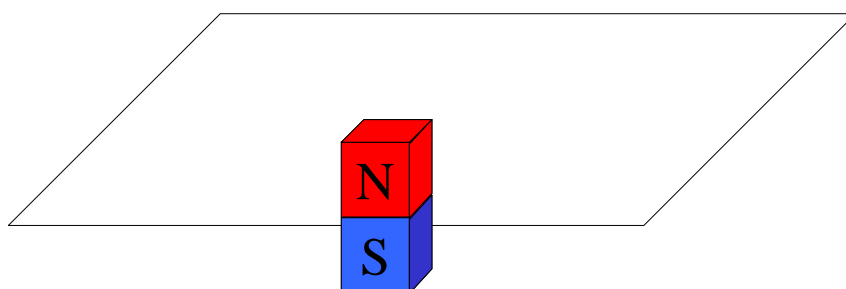
## 銅を電機子とするモータ

- 最初説明したモータと同じだが、内部は銅の円筒



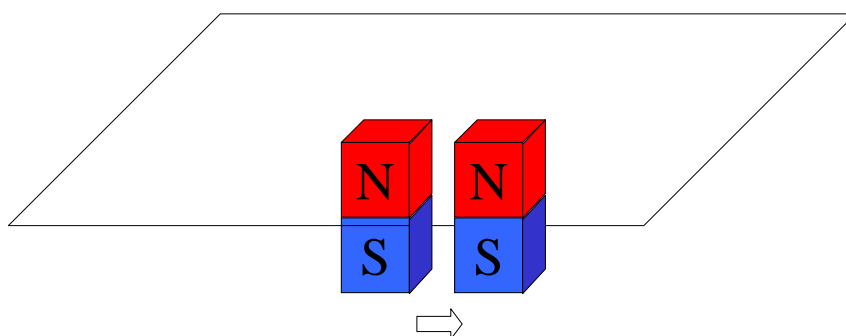
## 銅を電機子とするモータ

内部の円筒の銅は永久磁石にならない



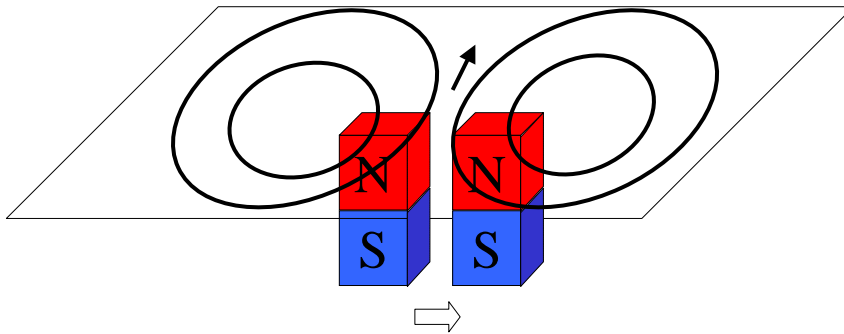
## 銅を電機子とするモータ

内部の円筒の銅は永久磁石にならない  
磁石の動き



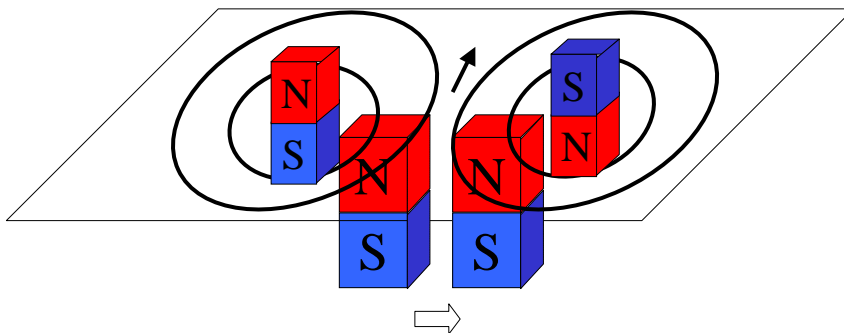
## 銅を電機子とするモータ

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(残念)
- より力強くまわすための工夫(頑張ろう)
- 事前実験の結果

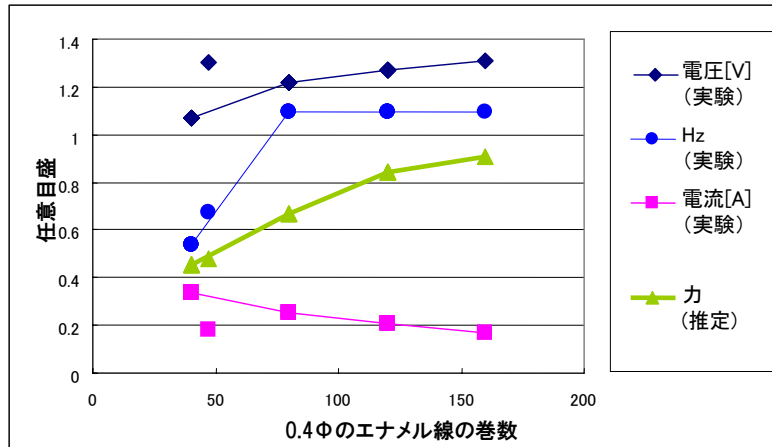
## モーターの改良-1(より早く)

- 電機子の半径 → 小さく
  - 電機子の重量 → 軽く
  - モーターに加える電圧 → 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 …

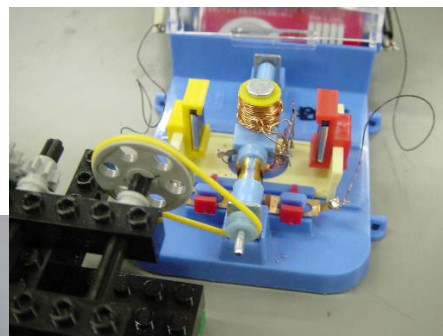
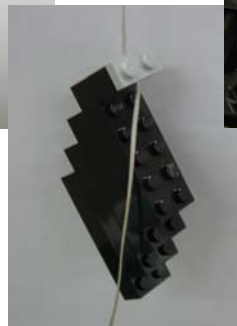
## モーターの改良-2(より強く)

- 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
- モーターに流れる電流 → 大きく

## 実験結果 - コイルと特性



## 実験風景



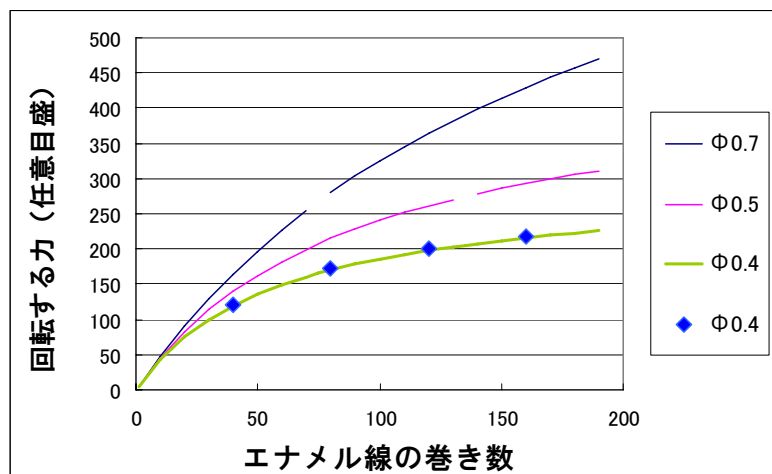
## 実験結果 - コイルと特性



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

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
- 用意したゴミ袋は、プラスチックゴミを入れてください

## 実験結果(分析は次ページから)

a	0.5Φ80巻	$10(2 \times 8) + 8(2 \times 6)$
b	0.4Φ100巻	$11(2 \times 8) + 10(2 \times 6)$
c	0.4Φ172巻	$10(2 \times 8) + 10(2 \times 6) + 3(2 \times 4) + 15(2 \times 2) + 12(2 \times 1) \dots$ 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(分析-続き)

b	0.4Φ100巻	cの結果の約80%... $[11(2 \times 8) + 10(2 \times 6)]$
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	$10(2 \times 8) + 10(2 \times 6) + 3(2 \times 4) + 15(2 \times 2) + 12(2 \times 1) \dots$ 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%... $[10(2 \times 8) + 8(2 \times 6)]$
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

- 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

- 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、ひょっとしたら「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、実験の再現性を考えると、あくまで仮説に留まるものである。