

## 中学生を対象とした出前授業用教材の製作と実施

第2班 徳方孝行

次のような構想を基に出前授業用の教材を製作し、実施しました。

### 【目的】

近年若年層の理科嫌い、独創性あるいはもの作りへの興味・関心の後退が指摘され続けていて、工業高等専門学校に入学してくる学生の中にも、工学に対する興味あるいは学習意欲が希薄な者が見受けられる。

これらのことから、これからの日本を担う少年に、工学や技術の「楽しさ、面白さや確かさ、すばらしさ」を体験して、関心と興味を持つ生徒が少しでも増えてほしいと考え、中学生を対象としたもの作りを含む実験型の授業を提供する。

### 【目標を達成するための方法】

中学校で行なわれている選択理科、学級P活動等の時間を利用し、互いに使える時間の調整を図り、出向いて実施するものとし、必要とする時間および中学生の知識程度を考慮したテキスト、および物作りと実験に使用する教材の製作。

### 【授業内容】

1. テーマは、「もの作りを通して電磁気、電磁力の現象を理解させる」をめざす内容とする。
2. クリップモーターを改良したキットを作り、人数分の部品と工具を用意する。授業を受ける生徒一人一人が製作することで、もの作りのおもしろさと完成した時の感激を体験する。
3. 電機子コイルの巻き数を変える、磁界の強さを変える、電流の向きを変える、などでモーターの回転方向・速度が変わることを認識する。
4. 磁界、電流、力の関係を講義する。この講義は単にテキストに従って板書するのではなく、パソコンのプレゼンテーション用ソフトウェアを使い、プロジェクターで大きく投影することで印刷したテキストでは表現しにくい動きのある内容も印象深く説明することができる。
5. 作ったモーターの諸条件を変えながら各自で実験をした結果を、表にまとめることで講義の内容を確認する。

# 超簡単モーターを作って 電気の働きを知ろう

今日の学習：簡単なモーターを作って、磁石と電流の間に働く力を勉強する。

1. まず最初にモーターを作ろう。

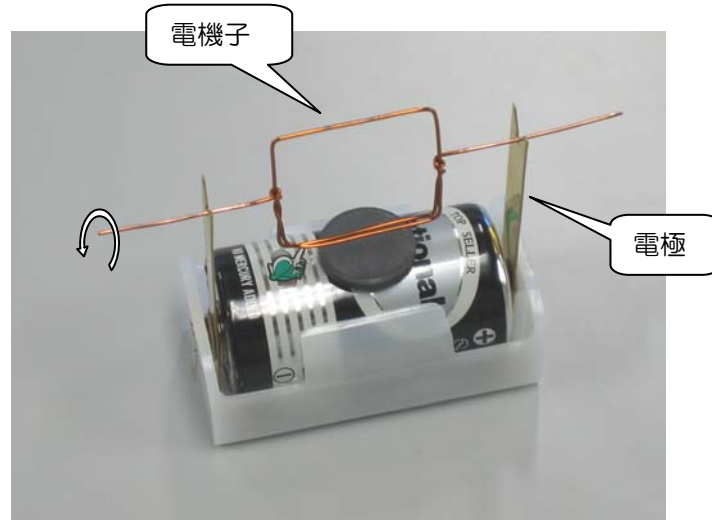


写真1

上がこれから作る簡単モーターの完成写真です、<sup>でんきし</sup>電機子（回転するところ）をY字型になっている電極の上に置いて、最初手で勢いをつけると後は連続して回ります。

ただ、このモーターは回す力が小さいので、プロペラなどを回したりすることはできません。

このモーターを作るための材料と道具が、ビニールの袋に入っているので、下の写真を見て全部そろっているか、たしかめよう。



写真2

写真の左から

**材料**です、単一型の乾電池、電池ケース、黄銅板（2枚）、磁石（2個）、絶縁電線（長短2本）。

つづいて製作に必要な**道具**が2つ、巻き棒とナイフです。

もし、どれか不足していたら申し出るように。

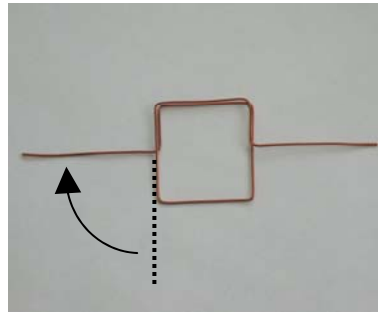
次に作り方の手順を示すので、先生の注意を聞き、説明をよく読んで、できるだけ自分の力だけで完成させよう。

まず、電機子を作ります。次の手順で作るとうまくゆきます。



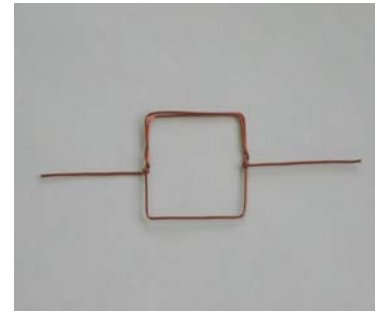
最初は短いほうの電線を使う。巻き枠を使って写真のように巻き、両端を3 cmのこす。

写真3



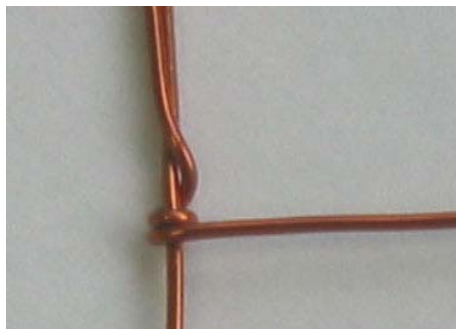
巻き枠からはずして、両端を左右に広げる。

写真4



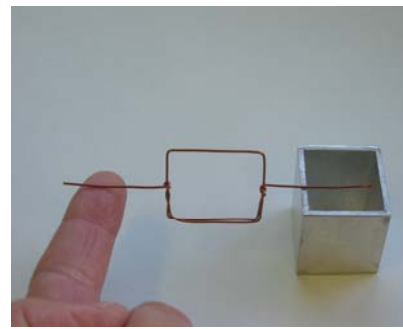
両側の電線を巻きつけて固定する。

写真5



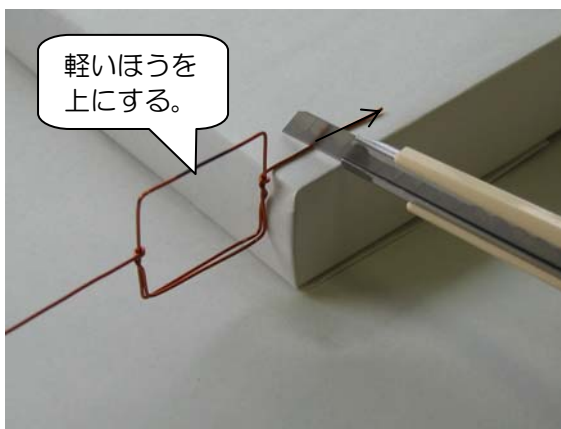
巻きつけた所の拡大写真。

写真6



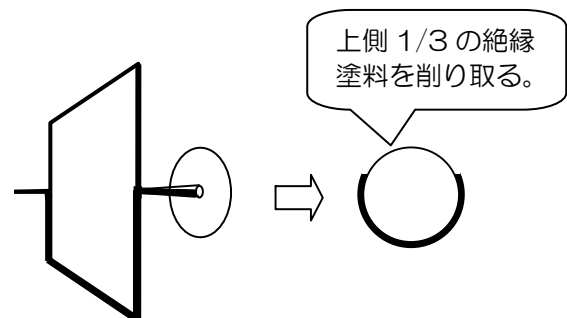
形を整えて写真のように両側の線で支えてみると、軽いほうを上側になるので、どちら側か覚えておきます。

写真7



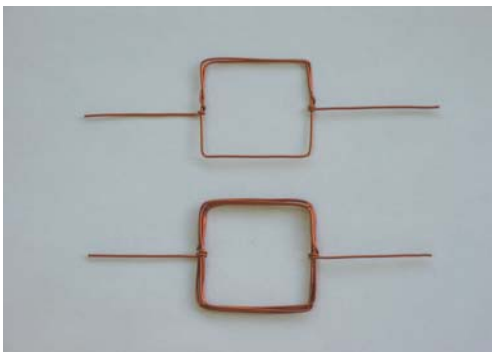
机の角や巻き枠などを台にしていけない。

写真8



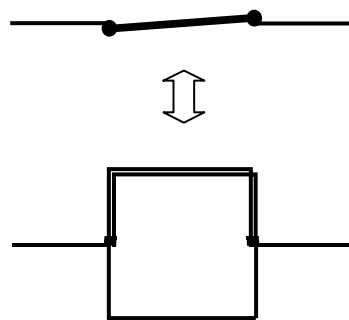
写真を参考に、図のように軽いほうを上にして、両側の線の塗料を1/3周り分削り取る。  
この部分を整流子せいりゅうしと呼び、電流を流したり止めたりの仕事をする重要な所です。  
これで、1回半巻きの電機子のできあがりです。  
※絶縁（ぜつえん）電気を通さない状態。（一塗料）

図1



長いほうの電線でも、同じ方法で4回半巻きの電機子を作ります。

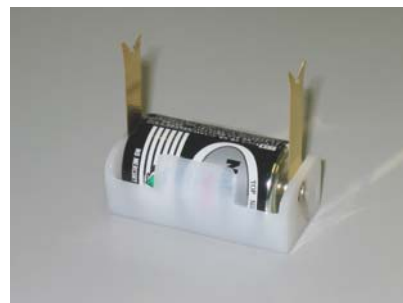
写真9



最後に、バランスの取れたいい形に整えておきます。

図2

電池ケースに電極と電池を付けます。



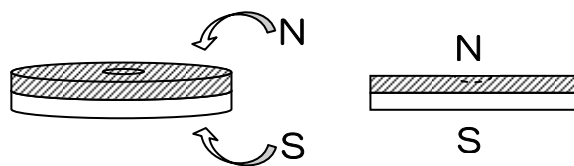
電池ケースの(Spring (マイナス側)の途中に黄銅板(電極、Y字型に切つてあるほうが上)をはさみながら電池を滑らせるように入れる。プラス側は後で入れる。

写真10



写真11

電池の上に磁石を置いて完成！  
電機子を黄銅板(電極)のY字型のところに置いて回してみよう。



この磁石は、へこみがある面がN極、反対面がS極になっています。

図3

- うまく回りましたか、もし回らなかったら
- 整流子(両側の線)の絶縁塗料がうまく取れていない。
- バランスが悪い。
- 両側の線がまっすぐになっていない。
- などがよくある原因です。

モーターの回る原理を理解するためには、磁石の性質を知っている必要があります。  
磁石と、電線に電気が流れた時の働きについていくつか学習します。

## 2. 磁石の性質

磁石の性質を思い出してください。

①磁石には2つの磁極があって、**N極**と**S極**と呼んでいる。

②同じ磁極どうしは反発力、違う極の間では吸引力が働く。

磁石を2個用意しているので、覚えていた人もそうでない人も、下図のようになることを確かめておいてください。

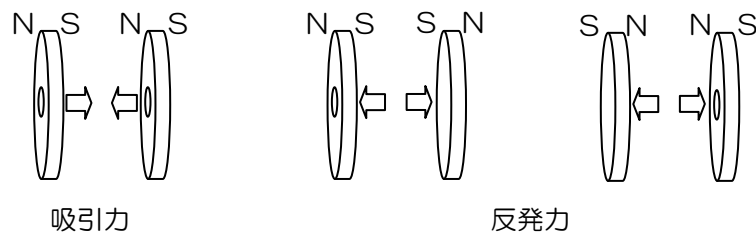


図 4

## 3. 磁界と磁力線

今やってみたように、磁極と磁極の間には力が働きます。この力が働く範囲を**磁界**と言います。磁界と言っても、目に見えるわけではないのですが、くふう次第で磁界の様子を見ることが出来ます。

図5は、磁石のまわりに**方位磁針**を置いたときの様子です。方位磁針はその場所での磁石の力の方向を表しています。方位磁針の示す方向をつないでゆくと、N極とS極をつなぐ曲線になります。この曲線のことを**磁力線**と言います。

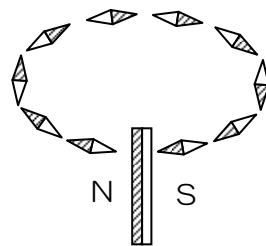


図 5

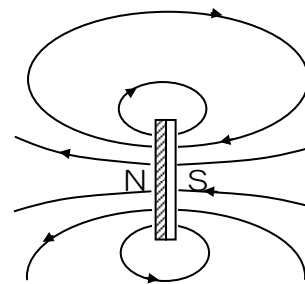


図 6

このようにして磁力線を何本か書くと図6のようになります。ここでは紙の上書いているので平面ですが、実際は**立体的**なものです。

磁力線は力の強さも表すことができます、磁力線が多いところに力が強く作用します。

そして、磁界の中に**N極**を置いたときに力を受ける方向を、磁力線の方向と決められました。

N極では反発し、S極では吸引力が働くので、**磁力線はN極からS極へ**向く方向です。

では、図4のときの磁力線はどうなっているでしょうか。  
くわしく調べて見ると、図7のようになっていることがわかっています。

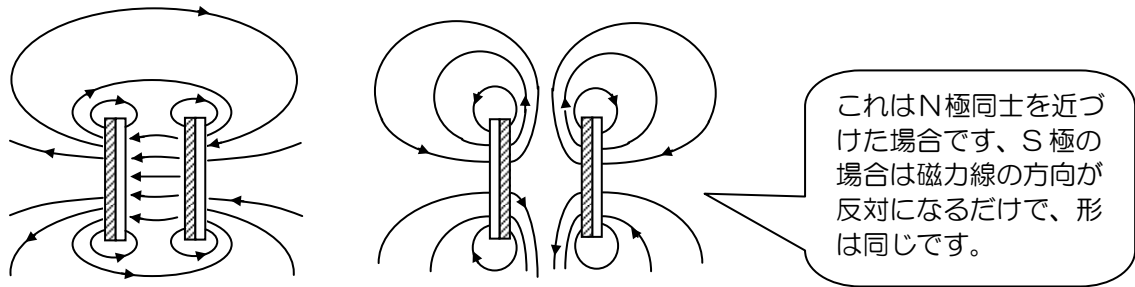


図7

吸引力が働くように近づけた場合は、磁力線が並んでN極からS極へとどきます。  
それにくらべて、同じ磁極どうしを近づけると、互いに嫌がるように曲がってしまいます。

**わかったこと**

- ①磁石の力が及ぶ範囲を磁界と言い、磁力線で表すことができる。
- ②磁力線はN極からS極へ向かう。
- ③磁力線はお互いに近づくの嫌う。
- ④磁極は磁界を作り、磁界は磁極に力を与えます。

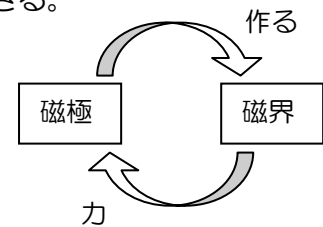


図8

**4. 電流が作る磁界**

磁界を作るのは磁石だけではなく、電線に電流を流すと周りに磁界ができます。  
磁力線は図9のようになり、磁極がないので、**磁力線はそれだけで閉じた曲線**になっています。  
このように、電流のできる磁界は、磁石のときと比べると様子がだいぶ違います。

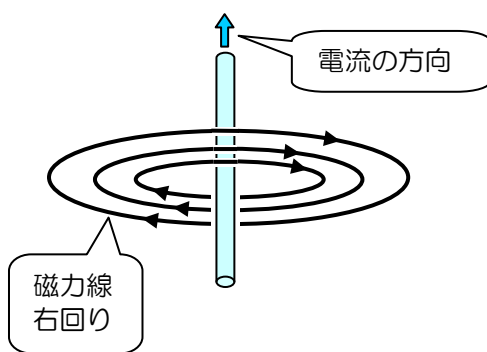


図9

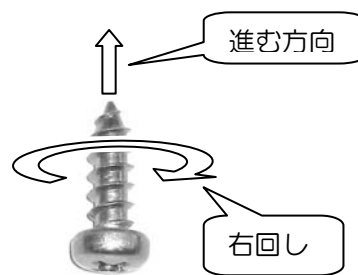


図10

電線を通る電流と磁力線の関係は、図10のようにネジにたとえて **“右ネジの法則”** と言います。

多くの電流を流すと、磁力線の数も増加します。

**わかったこと**

- ⑤電流が流れるとまわりに磁界ができ、磁力線の方向は右ネジの法則に従う。

## 5. 電流と磁界の作用

図 11 のように、磁石でできた磁界の中に電線を通して、電流を流します。そのときの様子を図 12 のように書くことができます。

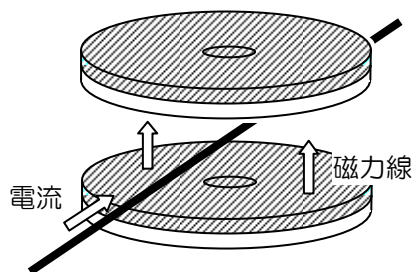


図 11

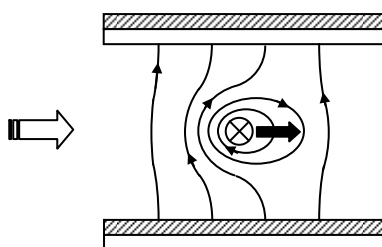


図 12

⊗ は、電流が紙のおもてから裏に向かって流れることを表しています。  
反対に裏からおもてに向かうのは ⊙ と表します。  
弓矢を後ろから見たり、先から見たり、とってください。

図 12 は、電流が紙のおもてから裏の方向へ流れて、そのまわりに磁力線ができる様子を表しています。

磁石の磁力線が下から上へ、すると電流による磁力線の影響を受けて、図のように曲がって通過します。見ると左側の磁力線が右側より混み合っています。

磁力線はお互いに **近づくことを嫌う** ことを思い出してください。その結果、電線左側の磁力線のほうが反発する力が強くなり、電流（電線）は右の方向への力を受けます。そのときのお互いの方向は図 13 のようになります。

この関係を左手の 中指 → 電流

人差し指 → 磁力線

親指 → 力

として、写真 12 のようにお互いの指を直角にした時にあてはめて、**フレミングの左手の法則** といいます。

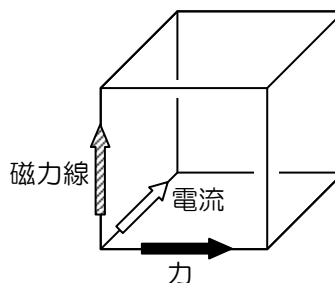


図 13

### わかったこと

- ⑥ 磁界の中で電流を流すと、力が発生する。
- ⑦ 電流、磁力線、力はお互い直角の方向で、“フレミングの左手の法則” に従う。

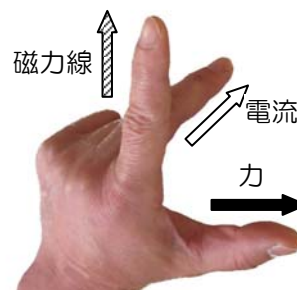


写真 12

## 6. いよいよモーターへ

なんとなく、うまく組み合わせるとモーターになりそうな気がしてきましたと思います、もう少しです。



先ほど作ったモーターの、説明に必要な部分だけを書き出したのが図 14 です。

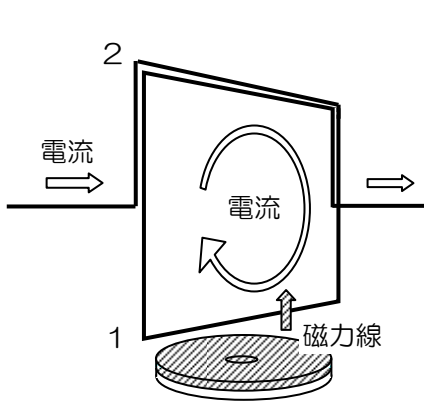
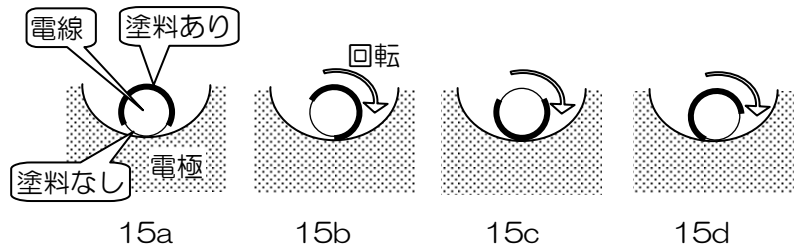


図 14



整流子のところを詳しく見た図です。電機子が電極と接触している部分に、塗料がない時電流が流れ、塗料があるとき流れません。  
15 図のそれぞれに対応した整流子の位置です、見比べながら確認してみよう。

図 16

電機子の上側の線には右向きの力が、下側は左向きの力が加わって、回転力になります。左手で方向を確かめよう。

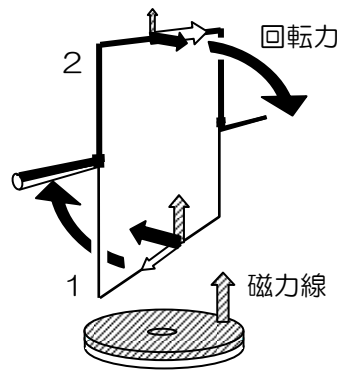
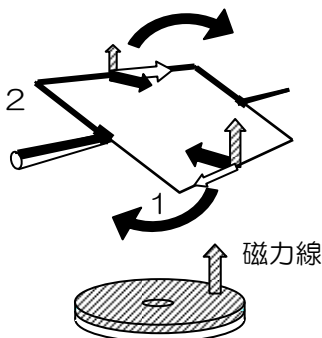


図 15a

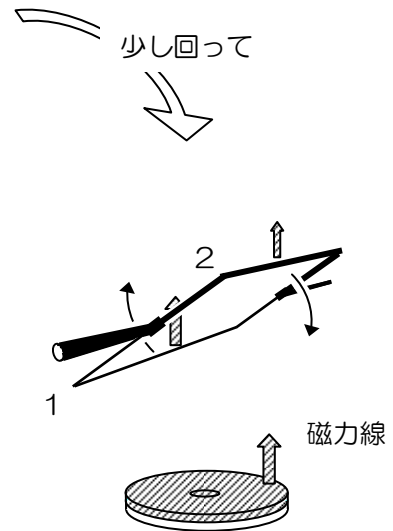


図 15b

この位置まで回ってきた時から電流が流れはじめます。すると、回転力ができて続いて回ります。

まだ勢いで回ります。

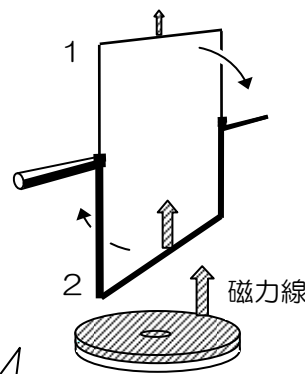


図 15c

ここまで回ってきた時、電流が流れなくなります。すると回転力はなくなりますが、勢いで回ります。

図 15d から図 15b まで回転する間だけ電流が流れるように、絶縁塗料を削り取っています(図 1)。このように、電流を流したり止めたりをうまく切り替えるのが、電線の絶縁塗料を削って作った整流子です。



この簡単モーターでは、市販されている多くのモーターとは違うところも多いのですが、電流をタイミングよく流すことでうまく回す仕組みは同じです。

今までの学習でわかったことを確認しよう。

## 7. 実験

作ったモーターで以下の実験をして、そのときの様子を表に書き、文章の穴埋めをする。

①最初は磁石を1個、N極を上、電池のプラスを右にして、1回半の電機子で回してみよう。

磁石の数	上向きの磁極	プラスの方向	巻き数	回転方向	スピード
1	N	右	1.5		

②次に電流の向きを変えてみます。

電流の向きを変えるのは、電機子を持ち上げて、電池をホルダーごと左右を入れ替えます。

電機子はそのまま下ろして、回します。

磁石の数	上向きの磁極	プラスの方向	巻き数	回転方向	スピード

①にくらべて  が変わり、 が反対方向になった。

③次に①の状態から、磁極の向き(裏表)を変えます。

磁石の数	上向きの磁極	プラスの方向	巻き数	回転方向	スピード

①にくらべて  が変わり、 が反対方向になった。

④次に①の状態から、電流の向きと磁石の向きをどちらも変えます。

磁石の数	上向きの磁極	プラスの方向	巻き数	回転方向	スピード

①にくらべて  と  を変えたために、 は  た。

⑤次に①の状態から、磁石の数を2枚重ねにします。

磁石の数	上向きの磁極	プラスの方向	巻き数	回転方向	スピード

①にくらべて  が  ために、 が  した。

⑥次に①の状態から、電機子の巻き数を増やします。4.5回巻きの電機子を使う。

磁石の数	上向きの磁極	プラスの方向	巻き数	回転方向	スピード

①にくらべて  が  ために、 が  した。

出前授業風景例（美作中学校）

学級P活動で出前授業、人数が多く結構大変でしたが好評。



理科室で、保護者含めて約 50 人。

少しカメラを意識しています。



中央の彼はこの中学卒業生で本校専攻科学生です、彼をメインプレゼンターとして授業進行してもらいました。

最後にまとめと感想を。

