

# 電磁石の 不思議

～最強電磁石を作ろう～



5年2組  
平野陽太

## 目次

1. 実験の目的・きかけ	2
2. 電磁石とはどんな物か	3
3. コイルとは何か	5
4. 鉄しんの役割	17
5. 電磁石を作ってみる	19
(1)電磁石の仕組み	20
(2)電磁石を作ってみる	26
(3)しんの素材、導線の素材を変えてみる	29
6. 強い電磁石を作るには	52
(1)導線の太さを変えてみる	53
(2)コイルの巻き数を変えてみる(パート1)	58
(3)コイルの巻き数を変えてみる(パート2)	62
(4)電流の強さを変えてみる	65
(5)コイルを重ねてまいた時の磁力の強さ を見る	70
(6)しんの長さを変えてみる	74
(7)しんの太さを変えてみる	77
7. 最強電磁石を作る	88
8. 実験のまとめ・感想	98
9. 参考にした資料	99

電

磁

石

の

(2)

不

思

議

～最強電磁石を作ろう～

### 1. 実験の目的・きっかけ

4年の時の自由研究で、磁石について研究しました。永久磁石を使い、磁力線を平面、立体的に見てみました。磁石について調べている時に、「電磁石」という磁石の種類があるということを知りました。電磁石は電流を流している時だけ磁石になるという物で、世の中でいろいろな物に使われています。


そうい、た電磁石は、どういう仕組みの物なのか詳しく調べてみたいと思ったからです。



## 2. 電磁石とはどんな物か

### 電磁石とは？

- その名の通り、電氣的に作られた磁石のこと。コイルの中に鉄しんを入れ、鉄しんがコイルの磁界によって磁力を持つようにした物。電磁石は電流が流れることでコイルに磁界が生じ、中の鉄しんが磁化されて磁石のような働きをする物を電磁石と呼ぶ。電流を止めると磁界は発生しなくなり、ただの鉄しんにもとる。
- 電流を通じた時だけ磁化される一時磁石のこととして軟鋼の棒のまわりに絶縁された導線をまきつけたものである。電磁石のコイルに電流を流すと、コイルに磁界を生じ、磁気誘導によって軟鋼が磁化されて磁石となり、電流を切れれば磁界がなくなると軟鋼は磁石でなくなる。電磁石は発電機、モーターなどに広く応用されている。
- 導線をうす状にまいてコイルにし、電流を流すと磁力をもち、これを電磁石という。コイルに鉄しんを入れると磁力が強くなる。電磁石は回路のスイッチなどにも利用されている。また、鉄くずなどを持ち上げるリフターという機械には電磁石が使われている。
- 世界で初めて電磁石の原理を発見したのは、デンマークの物理学者エルステッドと言われている(1820年7月、エルステッドの「電流の磁気作用」)


 エルステッドがホルク電池によって白金線に  
 電流を流す実験を行っていたところ、たまた  
 ま白金線近くに置いておいた磁針があやかに  
 振れることを発見した。  
 電流が磁石に力を及ぼすというエルステッド  
 の発見は、たちまち科学者の間に、大きな興  
 奮を呼び起こし、多くの人々がこの研究に  
 取りかかった。

電磁石のことを調べていると、必ずコイルと  
 いう言葉が登場します。ぼくは、コイルに何か  
 秘密があるのではないかと、思いました。

### 3. コイルとは何か

#### コイルとは？

- 。導線を同じ向きに何回もまいた物で、電磁石、発電機、リニアモーターカーなどに使われている。
- 。コイルは、電気と磁気を互いに作用させて色々な働きをする

#### <コイルの働き①>

電流を安定させる。  
電流の変化をおさえ、ノイズを吸収する。

#### <コイルの働き②>

電圧を交かんする。  
交流の電圧を上げたり下げたりできる。

#### <コイルの働き③>

信号を取り出す。  
直流は通して、周波数で信号を選り分ける。

- 。コンデンサ、抵抗器と合わせて電子回路の基本となる部品である。
- 。1820年、エルステッドの発見と同じころドイツのシュバイガーとポッケンルーフは磁力が強くなるコイルという仕組みを考え出した。





↓  
 エルステッドの発見を利用した、電流検出器  
 をつくった。それは、導線を何重かにまいた  
 リンクの中央に小さな磁針を置いただけの物  
 でもあるが、その後かなり長く重宝された。

- 。1820年の秋には、フランスのアラゴが  
 鉄棒に電線をまき、電流を流すと鉄棒が強く  
 磁化されることを発見する。これが電磁石現  
 象の最初の発見でこの電磁石は電流を止めて  
 も磁化されたままだった。つまり、人工の永  
 久磁石である(アラゴの電磁石現象)

4年の理科の授業で導線を回路にして、豆電  
 球が付くか、モーターが回るかという実験をし  
 ました。今回コイルのことを調べて、まいてコ  
 イルにした導線に電流を流すとどうなるか見て  
 みたいと思いました。

そこでまいていない導線とコイルにした導線  
 に電流を流して比べてみようと思います。  
 (エルステッド&ショハイガー、ポッケンドル  
 フの実験の再現)

**実験** 導線に電流を流した時の変化を見る

(使う物)

- ・ 導線 (エナメル線、太さ 0.35 mm)
- ・ 単3かん電池 1こ
- ・ クリップ 100こ
- ・ 方位磁針 1こ
- ・ わにロクリップ付導線 2本
- ・ 紙やすり
- ・ 消しゴム 2こ
- ・ ストロー



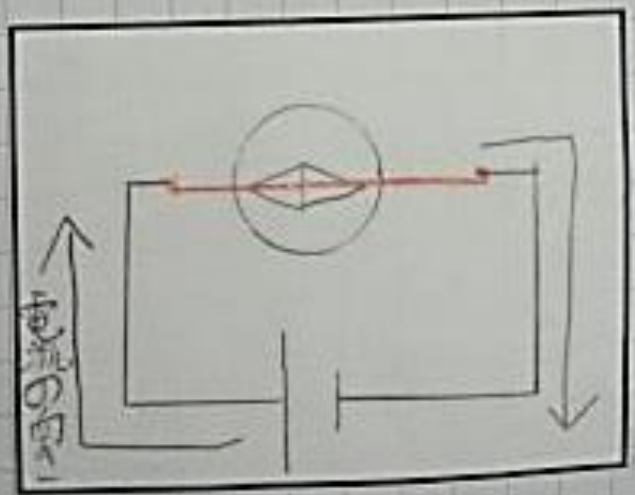
(観る事)

- ・ クリップがくっつくか。
- ・ 電流を流すと磁力が発生するか。

① まいていない導線に電流を流す

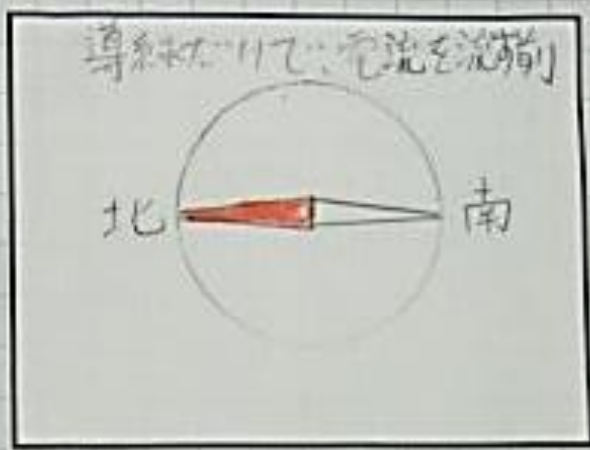
(やり方)

25cmの導線を用意し、導線のはしとはしを紙やすりでコーティングをぬかし、わにロクリップ付導線で電池とはかしたところをつなぎ、電流を流す。

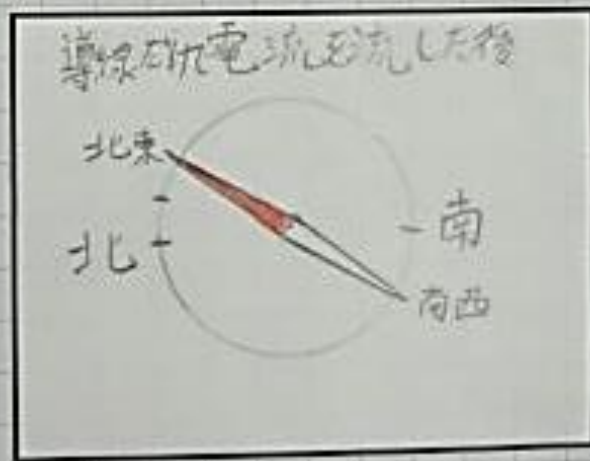




< 電流を流す前 >



< 電流を流した後 >



回路をつなぎ、電流を流したらち位磁針の針が動いた。

クリップを近づけてみると・・・

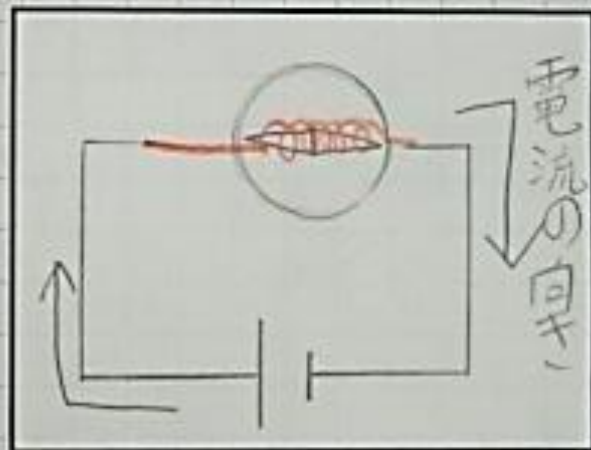


磁気はあまり感じられなかった。クリップはくっつかなかったが、方位磁針の針は動いた。クリップがくっつくほどの磁気ではなかった。

## ② コイルにした導線に電流を流す

(やり方)

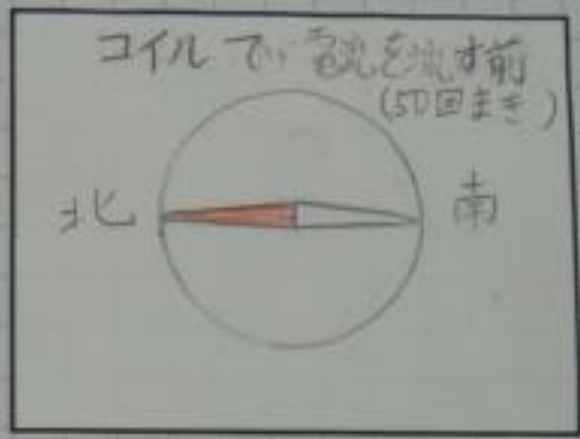
ストローを用意して、50回、100回、200回まきのコイルを用意し、まき始めとまき終わりを、ピロハンターテープではり、コイルのまきの導線は10cmにして紙ヤスリではしどはしのコーティングをはかしたとこと電池を右にロクリップ付導線でつなぎ、電流を流す。



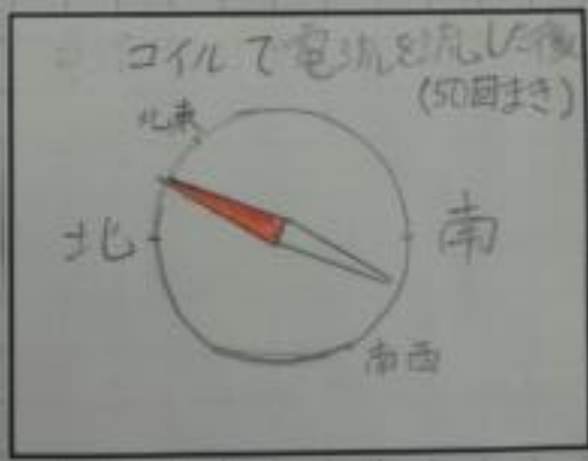


• 50回まきの場合

< 電流を流す前 >

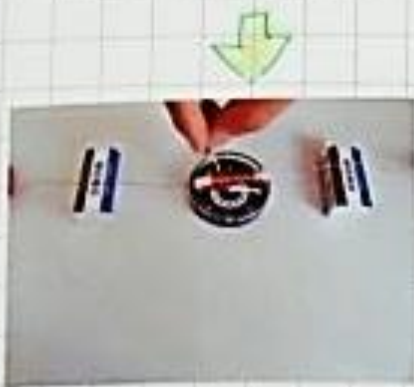


< 電流を流した後 >



電流を流したら、やはり方位磁針の針が動いた。

クリップを近づけてみると・・・



方位磁針の針は動いたが、やはりクリップがくっつく感じはしなかった。

実験中、コイルたさおったら、とても熱くてびっくりしました。だから、素手ではコイルを持たない方が良いと思いました。

・100回まきの場合



50回まきと同様に、回路を作って電流を流してみよう。

< 電流を流す前 >



針は南北を指している。

< 電流を流した後 >



方位磁針の針は北と北東の間に動いた。

クリッ7°を近づけてみると・・・



100回まきでもクリッ7°がくっつく感じはしない。

クリッ7°の山に近づけてみる



全然くっつかなかった。



・200回まきの場合



同様に、回路をつくって電流を流してみる。

<電流を流す前>



針は南北を指している。

<電流を流した後>



方位磁針の針は北と北東の間だ。

クリップを近づけてみると・・・



クリップがくっつく感じはしなかった。

クリップの山に近づけてみる



全然くっつかなかった。



電流が弱いかと思い、電池2こで、直列に  
きにしてみたが、クリップは1こもくっつか  
に、目に見えて、磁力は確認できなかった。ま  
はり、磁力を強くするにははし人が必要なのでは  
?と思った。

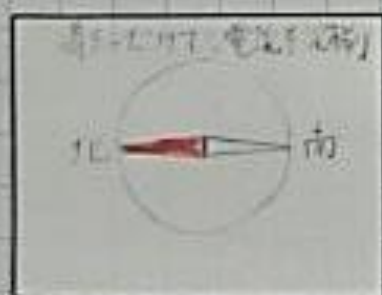
## (わかったこと)

目に見えて、磁力は確認できなかったが、電流を流すことによって、導線だけでも、コイルも方位磁針の針は少しふれることがこの実験でわかった。エーレンシュタットの実験をたたくことのできた。

## ?この実験での疑問?

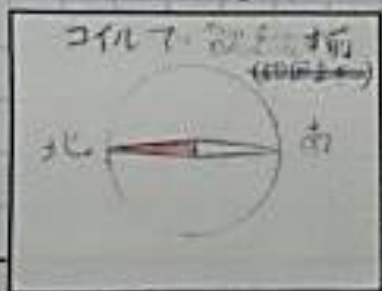
- ・導線だけとコイルにした時の方位磁針の針のふれはほうコイルにした時の物より導線だけのほうが大きかったこと。
- ・導線だけでもコイルにした時も針のふれた方向が同じだったこと。

## 導線だけ



## コイル

(50、100、200回巻き)





#### 4. 鉄しんの役割

2で、電磁石はコイルの中に鉄しんを入れる  
 となっていました。3の実験でしんなしコイル  
 で実験しても、磁力はあまり感じられませんで  
 した。そこで、しんだけでは磁力は感  
 じられませんかやってみます。

**実験** 鉄しんに、電流を流した時の、変化を見る。

(使う物)

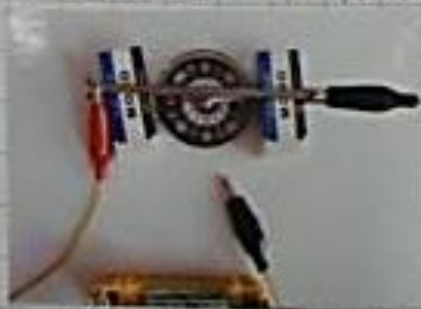
- ・鉄くぎ(長さ9cm)
- ・単3かん電池1こ
- ・方位磁針1こ
- ・クリップ100こ
- ・わに口クリップ付導線2本
- ・消しゴム2こ



(やり方)

3の実験と同じように導線やコイルの代わり  
 に、鉄くぎに電流を流した時の変化を見てみる。

<電流を流す前>



<電流を流した後>



導線の時とろかい、方位磁針の針はふれず、  
 南北をわいたままだった。

クリップを近づけてみると・・・



クリップはしこもくっ  
つかなかった。

(結果)

鉄くさびに電流を流しても方位磁針の針はふれ  
ず、クリップはしこもくっつかず。

(3、4のまとめ)

3は導線(コイル)、4は鉄しんだけだった  
かそれぞれバラバラだと磁気はあまり発生しな  
いこと。

## 5. 電磁石を作ってみる

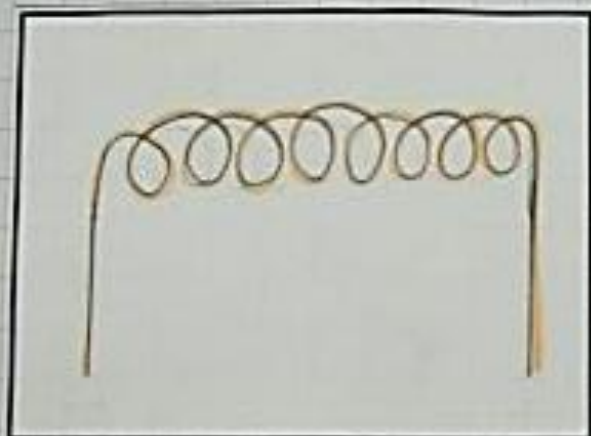
3. は導線(コイル)、4. は鉄しんだけで実験し、単独では磁力はあまり見られませんでした。今度は、実際にコイルとしんを組み合わせで電磁石を作り、実験してみようと思います。電磁石は、コイルに入れるしんは鉄しん、導線は銅にするのかうつつたけれど、しんと導線の素材、大きさを変えたりすると、電磁石の磁力はどうなるのかを調べてみたいと思いました。かん電池は単3で1こに統一して、磁力の強さを調べる方法は、電磁石にくっついたクリップの数を比べてみます。



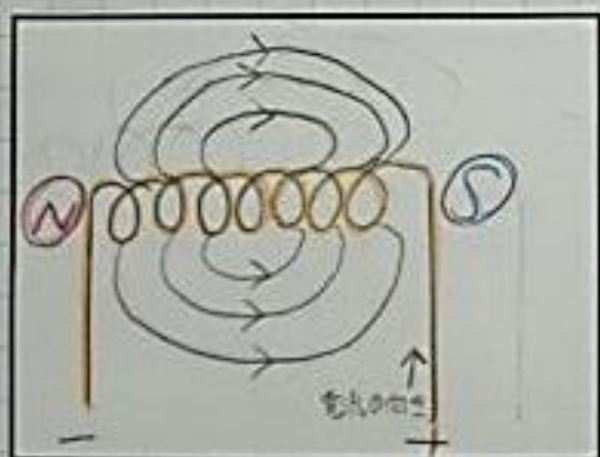
実際に電磁石を作る前に、仕組みについて調べました。



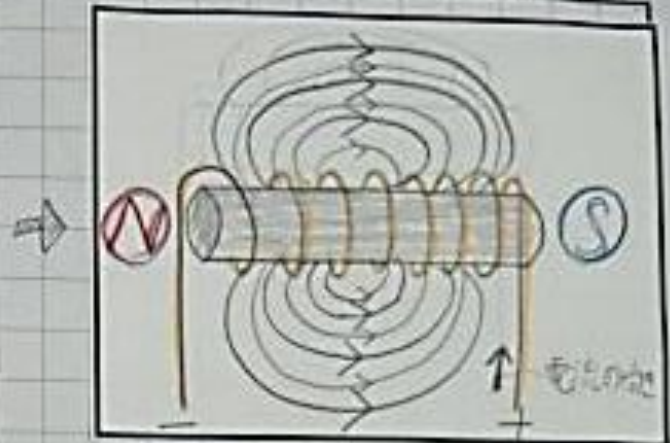
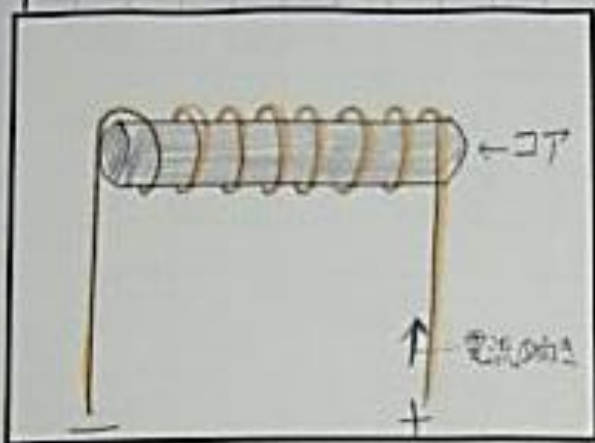
(1) 電磁石の仕組み (村田製作所ホームページ「エレクトロニクス学園」より)



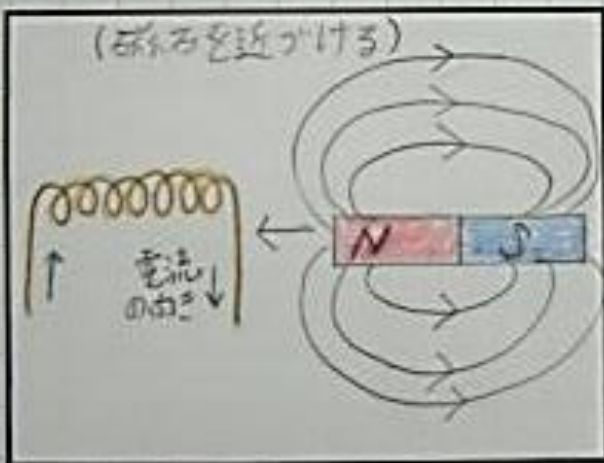
コイルの基本は電線をカールカールまいた構造です。



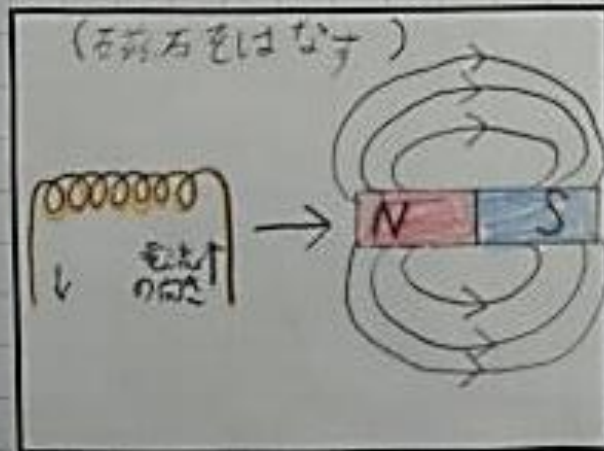
コイルに電流を流すと、電線の周囲に生じる磁界が束ねられて強まり、電磁石になります。



電線をまきつけるためのしんをコアといいます。コアに鉄やフェライトを用いると、コイルが生み出す電流と磁場の作用が強まります。

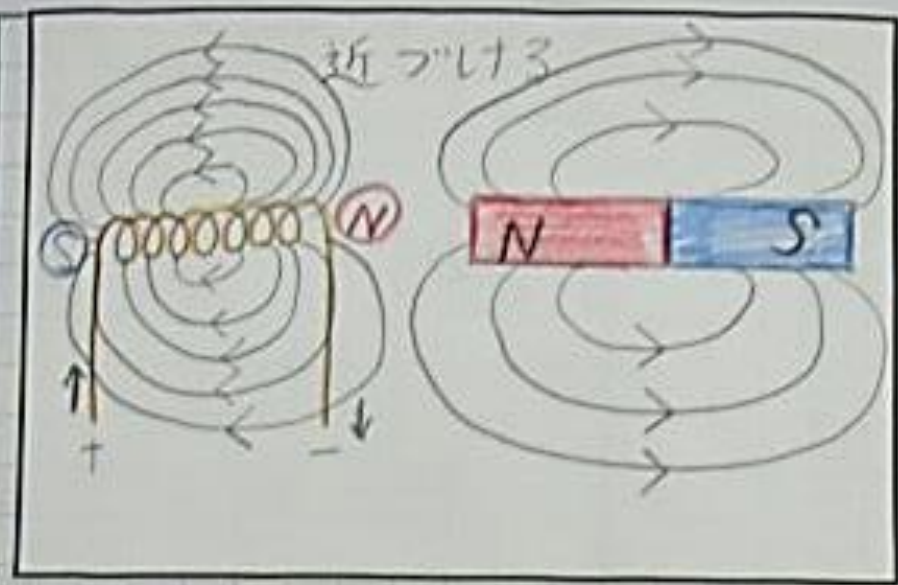


コイルに磁石を近づけたり遠ざけたりすると、コイルを貫く磁界の変化によって電流が発生します。



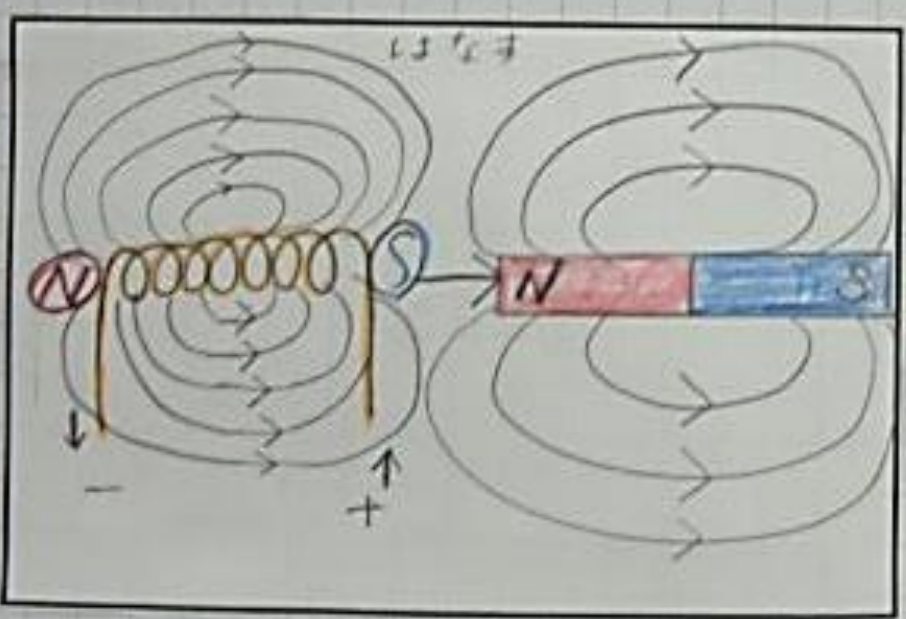
磁石を遠ざけてコイルを貫く磁界を減らそうとすると、磁界の変化を打ち消すような電流が発生します。

コイルには不思議な性質があり、磁界や電流が変化しようとする時、これらの向きや強さを保とうとするように働きます。



磁石を近づけて、コイルを貫く磁界を増やせると、磁界の増えようを打ち消すような電流が発生します。

( 近づけるとコイルが磁石を反発させる (N極になる) ように電流が流れる。というこ  
となのかな？ )



磁石を遠ざけて、コイルを貫く磁界を減らそうと、磁界の減りようを打ち消すような電流が発生します。

( 遠ざけるとコイルが磁石を引きつける (S極になる) ように電流が流れる。というこ  
となのかな？ )







コイルに磁石を近づけたり遠ざけたりすると、磁界の変化を打ち消すような電流が流れ、本当にN極、S極になるのか、疑問に思ったため、これを確認してみようと思いはいました。

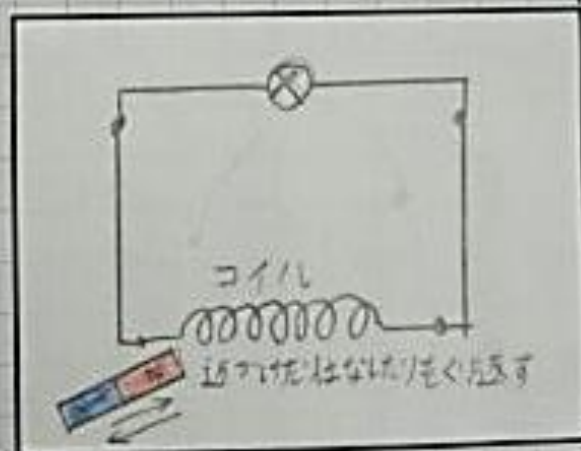
**実験** コイルに磁石を近づけたり遠ざけたりすると電流は流れるのか

(使う物)

- ・ 導線 (エナメル線、太さ 0.35 mm)
- ・ 棒磁石 1本
- ・ 豆電球 1こ
- ・ わにロクリップ付導線 2本
- ・ 太めのストロー (長さ 6cm)

(やり方)

- ・ ストローにエナメル線を150回まいたらおいた。
- ・ 右の図のように、回路をつくる。
- ・ コイルにN極を近づけたりはなしたりして電流が流れるか (豆電球がつかくか) を調べる。



## (結果)

コイルに磁石を近づけたりはなしたりして、電流が流れているか確かめるために豆電球をせ、置したが、豆電球は付かなかつた。なぜ付かないのか、原因を調べてみた。豆電球のフィラメントが切れていないか、ソケットによくはまっていらないのか、しっかり導線と導線がつかつていないのか、きちんとコイルがまけていないのか、電池が使えないのか、調べてみて、い常かないため、もう一度やってみても豆電球が付きませんでした。

## 〈近づけた様子〉



## 〈はなした様子〉



## ①この実験での疑問②

資料では、電流が流れると書いてあるのに、なんで電流が流れるか確かめる豆電球が付かなかつた。なぜだろう？

## ↓ さらに調べてみた

インターネットを見てみたら、この実験でやるうとしてしていることは、「電磁誘導」という物で、電磁誘導によって流れる電流を「誘導電流」というようです。ぼくがやったように、ただコイルに棒磁石を近づけたりはなしたりしただけでは、ほとんど誘導電流が流れないし、もう

人豆電球が付くほどの誘導電流は流れないようにした。

誘導電流を大きくすれば、豆電球は付くのではないかと、思いました。誘導電流を大きくするには、

- ・磁石を動かす速さを速くする。

(磁力の変化とは、すなわち磁石かコイルを動かすことで変化するが、磁石を動かさなくてもコイルを動かしてもかまわなしか、コイルと磁石を同時に同じ向きに動かしては磁力は発生しない。

- ・磁力の大きい磁石を使う。

- ・コイルの巻き数を多くする。

と良いことがわかりました。

コイルに棒磁石を出し入れた時に生じる誘導電流は一しゃん流れるだけですが、その誘導電流を連続的に取り出せるように工夫されたのが発電機です。



## (2) 電磁石を作ってみる

実際に電磁石を作って、ワリッアかどの位くっつか見てください。

## (条件)

- ・導線は銅(エナメル線)太さ0.35mm、200回まきを使う。
- ・しんは鉄で太さ6mm、長さ15cmの棒を使う。
- ・電池は単3かん電池1こを使う。

## (使う物)

- ・導線(エナメル線0.35mm、200回まき)
- ・鉄しん(丸棒6mm、長さ15cm)
- ・とう明パイプ
- ・単3かん電池1こ
- ・わにロワリッア付導線2本
- ・ワリッア100こ
- ・紙やすり



## (やり方)

- ・とう明パイプに導線を200回まき、その中に鉄しんを入れ、導線と電池をつなぎ、回路をつくり、電流を流してワリッアの数を比較する。
- ・セロハンテープで導線のまき始めにとれないようにはり、コイルのわきの導線は約10cmにする。まき終わりもセロハンテープではる。エナメル線のはしを紙やすりでコーティングをほかし、実験する時に、鉄しんをとう明パイプから2cmほど出して実験する。

(導線を巻く)



(コイル)



(コイルに鉄しんを入れる)



最初に鉄しんはクリップ70を引きつけるかやり  
ましたか、もちろん、鉄の棒だけでは、クリッ  
プ70はくっつきません。



&lt; 電流を流す前 &gt;



&lt; 電流を流した後 &gt;



クリップは鉄しんに  
くっついた。

1回目	23こ
2回目	26こ
3回目	24こ
4回目	37こ
5回目	32こ



クリップは23〜37こついた。この実験は電磁石の基本の鉄しん、導線は銅の組み合わせでやったが、それを変えると磁力はどうなるのか、と思ったため、調べてみようと思う。



### (3) しんの素材、導線の素材を変えてみる

次は、しん、導線の素材を変えると、クリップのくっつく数はどうなるのか、実験してみます。

#### (使う物)

- ・導線 (エナメル線、鉄、ステンレス、真鍮)  
う、0.55mm、200回まき。
- ・しん (鉄、ステンレス、アルミ、銅、真鍮、木、丸棒、太さ6mm、長さ15cm)
- ・とう明パイプ
- ・単3かん電池
- ・クリップ100こ
- ・おにっクリップ付導線2本
- ・紙やすり。



#### (やり方)

- ・(2)と同じように、とう明パイプに導線を200回まき、その中にしんを入れ、導線電池をつなぎ、回路をつくり、電流を流して何パターンかクリップのくっつく数を比べる。
- ・セロハンテープで導線のまき始めにとれないうちはりコイルのむき出しの導線は約10cmにする。まき終わりもセロハンテープではり、エナメル線のはしとはしのコーティングを紙やすりでけず、しんをとう明パイプから2cmほど出し、実験する。
- ・10回記録をとり、平均を求める。



### (各金属の特長)

- ・鉄  
他の金属と比べ、加工しやすく鉄鉱石の量が豊富で大量に生産できる。価格も安い。
- ・ステンレス  
鉄との合金で光沢があり、表面処理が不要。水回りに最適。
- ・アルミニウム  
あらゆる分野で使われており、やわらかく、加工性に優れ、軽量。
- ・銅  
赤く、光沢があり、やわらかいので延びやすく、加工性に優れる。
- ・真ちゅう(黄銅)  
一般には「真ちゅう」と呼ばれる。延びやすく、けずりやすい。銅と亜鉛の合金。

※ステンレス、真ちゅうの針金が0.55mmからしかなり。そのため、今回の実験はエナクル棒と鉄の針金も0.55mmの太さに合わせました。

実験をする前に、豆電球を付け、電流が流れているか見てみる。

・鉄  
 <電流を流す前>



<電流を流した後>



電流を流したら、豆電球は付いた。

以下同じように試してみる。

・ステンレス

<電流を流した後>



電流を流したが、豆電球は付かない。電流自体が、ステンレスに流れているのかもしれない。

・エチル線



電流を流したら、豆電球は付いた。



・真ちゅう

〈電流を流した後〉



電流を流したら、豆電球は付いた。

①鉄の丸棒(太さ6mm)にいろいろなコイルで実験する

・鉄の丸棒とエナメル線のコイルの場合



(2)の0.35mmの時より、導線の太さが少し太くなつたので、7リットルのつく数が増えた。

☆導線・銅エナメル線 0.55mm 200回(33)

☆しん・鉄(丸棒太さ6mm 長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
43	54	58	62	52
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
47	41	62	58	54

平均 53.1 個

## 鉄の丸棒と鉄の針金の場合



☆ 導線…鉄(針金、0.55mm、200回転)

☆ しん…鉄(丸棒、太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
4	7	5	7	6
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
7	5	6	4	8

平均 5.9 個

少しはく、つくか、鉄の丸棒に前の磁力が残っているか？ 電流を流さないでいるこくらく、ついていた。

・鉄の丸棒とステンレス針金の場合



☆ 導線…ステンレス(0.55mm 200回転)

☆ しん…鉄(丸棒、太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
3	5	4	3	3
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
4	4	4	4	4

平均 3.8 個

豆電球は付かないが、コイルにしたら、クリッ、ッは3~5こ位くっついた。前の実験の磁カが残ってしまったのか？

コイルから鉄の丸棒をぬき、クリッ、ッの山に近づけたら、3こ位クリッ、ッくっついた。前の実験の磁カが残ってしまったのか。





・鉄の丸棒と真ちゅうの針金の場合



磁カが残ってるにしても、少しはクリップがくっつくよさだ。

☆導線は真ちゅう(0.35mm 200回巻き)

☆しん鉄丸棒(丸棒、太さ6mm 長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
6	5	7	7	7
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
6	6	6	8	7

平均 6.5 個

(おがったこと)

鉄の丸棒とエナメル線の場合はたくさんクリップがくっついたが、他のコイルでは数こしかくっつかなかった。鉄の丸棒自体に磁カが残ってしまっているようで、そこには電流も流さなくてもクリップがくっついてしまう。それでも鉄と真ちゅうのコイルでは、少しだけ磁石になっているのが、5~8こ位くっつくようだった。

② ステンレスの丸棒(太さ6mm)にいろいろなコイルで実験する。

・ステンレスの丸棒とエナメル線のコイルの場合



電流を流して、クリップの山に引っかけても、クリップはくっつかない。

☆ 導線・銅(エナメル線0.55mm, 200回巻)

☆ しん…ステンレス(丸棒太さ6mm, 長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

・ステンレスの丸棒と鉄の針金のコイルの場合



エナメル塗料と同じように、  
電流を流してもクリップがは  
全くくっつかない。

☆導線…鉄(針金、0.55mm、200回巻き)

☆しん…ステンレス(丸棒、太さ6mm長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

・ステンレスの丸棒とステンレスの針金のコイル  
の場合



やはり、ステンレス  
の針金にしても、クリッ  
プは全くくっつかない。

☆導線…ステンレス(0.55mm、200回巻き)

☆しん…ステンレス(丸棒、太さ6mm長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個



・ステンレスの丸棒と真ちゅうの針金のコイルの場合



ステンレスをしんにして実験した前のうつつクリップがくつつかなかったから今回もくつつないだろうと予想したら、やっぱりクリップはくつつなかつた。

- ☆導線…真ちゅう(0.55mm、200目まき)
- ☆しん…ステンレス(丸棒、太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

(わかったこと)

- ・しんがステンレスでは、エナメリ線、鉄の針金、ステンレスの針金、真ちゅうの針金のどのコイルでも、クリップは全くくつつかず、磁石にはならなかつた。
- ・ステンレスは電流が流れないし、磁石がくつつないから、クリップはくつつないだろうと思ったら、やっぱりクリップがくつつないから、電流を流しても磁化されないのかな、と思った。

③ アルミの丸棒(太さ6mm)にいろいろなコイルで実験する。

・アルミの丸棒とエナメル線のコイルの場合



電流を流して、クリップの山に近づけたが、クリップは1こもくっつかなかった。

☆ 導線…銅(エナメル線、0.55mm、200回巻き)

☆ しん…アルミ(丸棒、太さ6mm、長さ5cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

・アルミの丸棒と鉄の針金のコイルの場合



エナメル線と同じように、  
ワリッアは全くくっつか  
なかった。

☆ 導線…鉄(針金、0.55mm、200回巻き)

☆ しん…アルミ(丸棒太径6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

・アルミの丸棒とステンレスの針金のコイルの  
場合



やはり電流を流してき  
ワリッアは全くくっつか  
なかった。

☆ 導線…ステンレス(0.55mm、200回巻き)

☆ しん…アルミ(丸棒太径6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個



- アルミの丸棒と真ちゅうの針金のコイルの場合



前の3つの実験もクリッパはくっつかない。だから、この実験もくっつかないと思ったら、やはりクリッパはくっつかなくなった。

☆導線…真ちゅう(0.65mm、200回巻き)

☆しん…アルミ(丸棒材6mm長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

(おかったこと)

- しんがアルミの場合でも、ステンレスの時の結果と同じく、クリッパは全くくっつかない。
- アルミもステンレスと同じで、磁石がくっつかなく、電流を流しても、磁化されないのかな、と思った。

④ 銅の丸棒 (太さ 6mm) にいろいろなコイル  
で実験する。

・ 銅の丸棒とエナメル線のコイルの場合



電流を流し、フリックの  
山に近づけても、フリック  
は全くくっつかない。

☆ 導線…銅 (エナメル線、0.55mm、200回巻き)

☆ しん…銅 (丸棒太さ6mm長30cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

・ 銅の丸棒と鉄の針金のコイルの場合



エナメル線と同じく、フリップは全くくっつかずた。

- ☆ 導線… 鉄 (針金 0.55mm, 200回巻き)
- ☆ しん… 銅 (丸棒 太さ6mm, 長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

・ 銅の丸棒とステンレスの針金のコイルの場合



やはり電流を流してもフリップは全くくっつかずた。

- ☆ 導線… ステンレス (0.55mm, 200回巻き)
- ☆ しん… 銅 (丸棒 太さ6mm, 長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個



- 銅の丸棒と真ちゅうの釘金のコイルの場合



前の3つの実験でクリップはくっつかないから、この実験もくっつかないと思っただら、やはりクリップはくっつかない。

☆導線…真ちゅう(0.55mm、200回巻き)

☆しん…銅(丸棒、太6mm長5cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

(わかったこと)

- しんを銅にしても、クリップは、全くくっつかない。
- 銅は、磁石がつかないけれど、電流は流れるから、クリップは少しはくっつくと思っただら、くっつかないから、電流を流しても磁化されないのかな、と思った。

⑤ 真ちゅうの丸棒 (太さ 6mm) にいろいろなコイルで実験する

・ 真ちゅうの丸棒とエナメル線のコイルの結合



電流を流し、クリップの  
4に近づけても、クリップ  
は1つもくっつかなかった。

☆ 導線…銅(エナメル線、0.55mm、200回転)

☆ しゃ…真ちゅう(丸棒太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

・真ちゅうの丸棒と鉄の針金のコイルの場合



エナメル線と同じく、ワリッアは全くくっつかないた。

☆導線… 鉄(針金、0.55mm、200回巻き)

☆しん… 真ちゅう(丸棒、太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

・真ちゅうの丸棒とステンレスの針金のコイルの場合



やはりワリッアは全くくっつかないた。

☆導線… ステンレス(0.55mm、200回巻き)

☆しん… 真ちゅう(丸棒、太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個



・真ちゅうの丸棒と真ちゅうの針金のコイルの場合



前のうっけくり、フはくっつか  
なかつたからこの実験もく  
つかないと思、た、やはりく  
つつかなかつた。

☆ 導線... 真ちゅう (0.55mm 200回まき)

☆ しん... 真ちゅう (丸棒太さ6mm, 長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

(おかしなこと)

- ・ しんを真ちゅうにしても、クリ、フはくっつか  
なかつた。
- ・ 磁石がつかないけれど、電流は流れるから、  
クリ、フはくっつくかな、と思、たけれど、  
クリ、フはくっつかないため、電流を流して  
も磁化されないのかなと思、た。

②木の丸棒(太さ6mm)にいろいろなコイルで実験する。

・木の丸棒とエナメル線のコイルの場合



電流を流して、クリップの山に近づけても、クリップはくっつかない。

☆ 針線…金(エナメル線、0.55mm、200回巻き)

☆ 針線…木(丸棒、太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

・木の丸棒と鉄の針金のコイルの場合



エナメル線と同じで、ワ  
リッファは1こもくっつか  
なかった。

- ☆ 導線... 鉄(針金、0.55mm、200回巻き)
- ☆ しゃん... 木(丸棒、太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

・木の丸棒とステンレスの針金のコイルの場合



やはりワリッファは全くく  
つかなかった。

- ☆ 導線... ステンレス(0.55mm、200回巻き)
- ☆ しゃん... 木(丸棒、太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個



・木の丸棒と真ちゅうのコイルの場合



前の実験でクリップはくっつかなかったからこの実験もくっつかないだろうと思ったら、やはりクリップはくっつかない。

- ☆導線...真ちゅう(0.55mm, 200回まき)
- ☆しん...木(丸棒 太さ6mm, 長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
0	0	0	0	0
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
0	0	0	0	0

平均 0 個

(おがったこと)

木のしんでもクリップはくっつかなかった。  
 ・木は電気を通さないし磁石かくっつかないから、絶対くっつかないだろうと思っていたけれど、やはりクリップはくっつかず、電流を流しても磁化されないのかもしれない。

## ☆結果のまとめ(平均)

(個)

導線	銅(エナメル)	鉄	ステンレス	真ちゅう
鉄	53.1	5.9	3.2	6.5
ステンレス	0	0	0	0
アルミ	0	0	0	0
銅	0	0	0	0
真ちゅう	0	0	0	0
木	0	0	0	0

## (まとめ)

何パターンか実験をやり、各10回ずつクリップの山に近づけたか、しんは鉄の丸棒、導線はエナメル線の時が一番クリップがくっつき、しんが鉄以外(ステンレス、アルミ、銅、真ちゅう、木)の時は、クリップは1こもくっつかなかった。しんが鉄の丸棒、導線が鉄の針金、ステンレスの針金、真ちゅうの針金の時のくっついたクリップの数は3~8こ位で、とうとうハイブから鉄の丸棒を出し、クリップの山に近づけてみたら、2、3こ位くっついたから、前の実験の残りが少し残ってしまっているのかな、と思った。

## 6. 強い電磁石を作るには

今までの実験で、導線は銅(エナメル線)、しんは鉄のボターンガクリ、コイルが一番強くくっつき、磁カが一番強いことがわかりました。鉄以外のしんのボターンは、電磁石にはなりませんでした。

次は、導線は銅(エナメル線)、しんは鉄に統一し、導線の太さ、コイルの巻き数、電流の強さ、しんの長さ、しんの太さを変えると、磁カはどうなるのか調べてみます。また、磁カの強さは、フリックのくっついた数で比かくします。

### (今までの実験でわがっていること)

- 導線(コイル)、しん単体では磁カは強くない。
- 導線(コイル)、しんを組み合わせて磁カが強くなる。
- 導線は銅(エナメル線)、しんは鉄のボターンガクリ。

### (予想)

- 導線の太さは太くするほど磁カが強くなると思う。
- コイルの巻き数が多いほど磁カが強くなると思う。
- 電流は強くするほど磁カが強くなると思う。
- しんの長さは長くするほど磁カが強くなると思う。
- しんの太さは太くするほど磁カが強くなると思う。



## ① 導線の太さを変えてみる

## (条件)

- ・コイルは100回まきを使う  
(0.9mmの導線は太くて、100回まきだけで大変だったから)

## (使う物)

- ・導線 (エナメル線、太さ 0.35mm, 0.55mm, 0.7mm, 銅針金 0.9mm)
- ・鉄しん (丸棒、太さ 6mm, 長さ 15cm)
- ・ろう明パイプ
- ・単3かん電池 1こ
- ・電池ホルダー 1こ
- ・クリップ 100こ
- ・おにロクリップ付導線 2本
- ・紙やすり



## (やり方)

- ・まき始めはセロハンテープではり、コイルの両側の導線は10cmにする。まき終わったらまき終りもセロハンテープではる。
- ・鉄しんはろう明パイプから2cmほど出す。
- ・導線のはしをはしを紙やすりでコーティングをはかす。





5.(3)の実験の時、鉄の丸棒に磁力が残っていたようなので、急のため銅1たら、クリップは1こもく、つかか、磁力は残っていないようだ。

①導線の太さが0.35mmの時

<電流を流す前>

<電流を流した後>



☆導線…銅(エナメル線、0.35mm、100回巻き)  
 ☆しん…鉄(丸棒、太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
47	30	33	32	34
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
31	33	37	36	34

平均 34.7 個

④ 導線の太さが0.9mmの時

<電流を流す前>

<電流を流した後>



☆ 導線…銅(エナメル系、0.9mm、100回巻き)

☆ しん…鉄(丸棒太さ6mm長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
76	65	68	64	85
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
65	71	74	80	73

平均 72.1 個



実験が終わり、とう明に  
 170から鉄しんを取り出し、  
 クリップ70の山に近づけたら  
 クリップがくっついた。ま  
 くら 鉄の女房に磁力が残  
 っているということだ。



② 導線の大きさが0.55mmの時

&lt;電流を流す前&gt;

&lt;電流を流した後&gt;



☆ 導線…銅(エナメル線、0.55mm、100回巻き)

☆ しん…鉄(丸棒、太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
47	49	56	41	50
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
52	57	53	59	47

平均 51.1 個

③ 導線の大きさが0.7mmの時

&lt;電流を流す前&gt;

&lt;電流を流した後&gt;



☆ 導線…銅(エナメル線、0.7mm、100回巻き)

☆ しん…鉄(丸棒、太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
64	59	51	75	68
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
88	74	68	70	42

平均 65.9 個

④ 導線の太さが0.9mmの時  
 <電流を流す前>



<電流を流した後>



- ☆ 導線...銅(エナメル線、0.9mm、100回巻き)
- ☆ しん...鉄(丸棒太さ6mm長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
76	65	68	64	85
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
65	71	74	80	73

平均 72.1 個



実験が終り、とう明に  
 イアから鉄しんを取り出し  
 クリッ70の山に近づけたら  
 クリッ70がくっついた。こ  
 から 山のせきに磁力が残  
 っているということだ。

## ( わか。たこと )

- ・導線の太さが太いほど磁力は大きくなるよう  
だ。
- ・細い導線も、何回か太い導線のクリップの故  
も上回ることがあったから、クリップの山の  
積み方によ、クリップの故が変わるし、く  
っさちもちかうのうな、と思、た。
- ・たくさんクリップがく、ついても、持ち上げ  
ると、クリップの重さで落ちってしまうことか  
あった。
- ・まく時、0.7mmと0.9mmはむたくて、かん甲  
にまけなかつたから、手作業で作る電磁石は、  
細めの導線を使った方が、まきやすいな、と  
思、た。

## ☆結果のまとめ(平均)

( 個 )

導線太さ	0.35mm	0.55mm	0.7mm	0.9mm
1人	34.7	51.1	65.9	72.1



## (2) コイルの巻き数を変えてみる・・・パート1

## (条件)

- ・コイルは太さ  $0.35\text{ mm}$  の導線を使い、巻き数は  $50$  回、 $100$  回、 $150$  回、 $200$  回巻きを使い、実験する。
- ・しんは鉄(丸棒、太さ  $6\text{ mm}$ 、長さ  $15\text{ cm}$ )を使う。

## (使う物)

- ・導線 (エナメル線、太さ  $0.35\text{ mm}$ 、 $200$  回) (巻きコイル)
- ・鉄しん (丸棒、太さ  $6\text{ mm}$ 、長さ  $15\text{ cm}$ )
- ・とう明パイプ
- ・単三かん電池1こ
- ・電池ホルダー
- ・クリップ100こ
- ・わに口クリップ付導線2本
- ・紙やすり

## (やり方)

- ・巻き始めはセロハンテープではり、コイルの巻き導線は  $10\text{ cm}$  にし、巻き終わり、たら巻き終りもセロハンテープではる。
- ・鉄しんは、とう明パイプから  $2\text{ cm}$  ほど出す。
- ・導線のはしとはしを紙やすりでコーティングをはけす。



①まき数が50回の時  
<電流を流す前>



<電流を流した後>



- ☆ 導線...銅(エ+×11線径0.35mm 50回まき)
- ☆ しん...針先(丸棒太さ6mm長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
19	13	13	18	23
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
13	17	19	22	17

平均 17.4個

②まき数が100回の時

6.11①の組み合わせと同じなので、そのデータを使います。

- ☆ 導線...銅(エ+×11線径0.35mm 100回まき)
- ☆ しん...針先(丸棒太さ6mm長さ15cm) ※①の時の球を用

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
47	30	33	32	34
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
31	33	37	36	34

平均 34.7個

③まき数が150回の時  
<電流を流す前>



<電流を流した後>



- ☆ 導線…銅(エ+X/L径0.35mm, 150回まき)
- ☆ しん…鉛(丸棒, 太さ6mm, 長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
28	29	33	36	36
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
41	35	40	31	33

平均 34.2 個

④まき数が200回の時  
<電流を流す前>



<電流を流した後>



※5.(2)でも  
やっ  
てい  
るが平均  
を出して  
いないの  
で、もう  
一度10  
回を  
し、平  
均を出  
した。

- ☆ 導線…銅(エ+X/L径0.35mm, 200回まき)
- ☆ しん…鉛(丸棒, 太さ6mm, 長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
44	36	33	31	34
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
31	30	28	37	32

平均 34.0 個



( わか、たこと )

- ・ まき数が多い方が少ない方よりクリップのくっつき数が多くなるんじゃないか、と思ったが、まき数が少ない方が、平均でクリップのくっつき数が多かった。
- ・ 200回まきは、電球をクリップでつかなくさんくっつけたか、クリップの重さでクリップが落ちたか、クリップのくっつき数をまき数が多い方よりクリップのくっつき数をまき数が少ない方が多くなったのかな、と思った。

※100回まきは①②③のものを利用  
(1個)

☆結果のまとめ(平均)

まき回数	50回まき	100回まき	150回まき	200回まき
平均値	17.4	34.7	34.2	34

### ③コイルの巻き数を変えてみる・・・パート2

(2)では、単1かん電池1こを使い実験しましたが、巻き数による磁力の差がよくわからなかった。なので、単1かん電池1こして、電流を大きくしたら、磁力の差がわかるかやってみたくまりました。そこで、単1かん電池1こを使い、条件とやり方を同じにし、コイルも同じ物を使って実験してみます。

①巻き数が50回の時(単1)

<電流を流す前>

<電流を流した後>



☆導線…銅(2×1/4径0.35mm、50回巻き)

☆しん…鉄(芯材、長さ15cm)

①

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
16	12	24	22	18
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
19	19	25	20	21

平均 19.6 個

②まき数が100回の時(単1)

&lt;電流を流す前&gt;

&lt;電流を流した後&gt;



☆導糸糸:銅(二十ヶル糸、0.35mm、100回巻き)

☆しん:鉄(丸棒、太径、φ2.5)

①

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
28	31	31	30	29
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
37	33	31	33	43

平均 32.6 個

③まき数が150回の時(単1)

&lt;電流を流す前&gt;

&lt;電流を流した後&gt;



☆導糸糸:銅(二十ヶル糸、0.35mm、150回巻き)

☆しん:鉄(丸棒、太径、φ2.5)

①

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
33	37	39	39	37
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
34	34	40	36	34

平均 36.3 個



④ まき数が200回の時(単1)

<電流を流す前>

<電流を流した後>



☆導線...銅(エナメル線、0.35mm、200回まき)

☆しん...鉄(太さ1.5mm)

①

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
28	37	32	31	34
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
34	32	44	45	32

平均 34.9 個

### (わかったこと)

単3かん電池の時より、単1かん電池の時のほうがクリップのくっつく数が少し増えたため、単1かん電池の時のほうが磁力が強い。

- ・ニッケルで、150回まきが一番クリップの数が多かったのは、200回まきは、たくさんクリップがくっついたが、クリップ自身の重さで落ちたため、そこからクリップのくっついた数が少なくなったと思う。

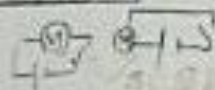
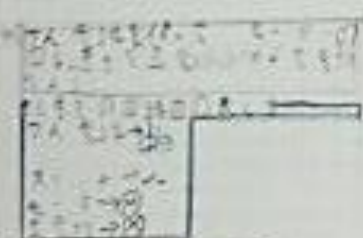
☆結果のまとめ(平均)

① (個)

しん	まき数	50回まき	100回まき	150回まき	200回まき
鉄(太さ1.5mm)		19.6	32.6	36.3	34.9

## (4) 電流の強さを変えてみる

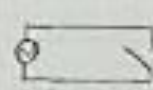
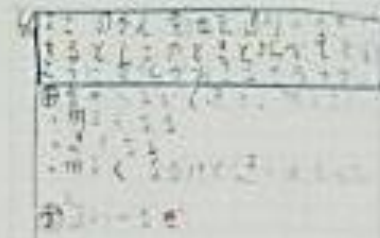
(3)で単1かん電池を単1かん電池にした方が、磁カが大きくなりました。  
 4本の時に、直列つなぎにすると電流が小さくなる、1列つなぎは電池1この時と同じ電流が流れると習いました。



1. 電流の強さを調べる

2. 電流の強さを調べる

3. 電流の強さを調べる

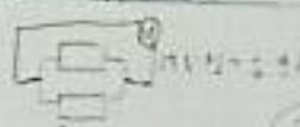


4. 電流の強さを調べる

5. 電流の強さを調べる

電流の強さ	電流の強さ	電流の強さ	電流の強さ
1	2	3	4
5	10	15	20
25	30	35	40

6. 電流の強さを調べる



7. 電流の強さを調べる

8. 電流の強さを調べる

9. 電流の強さを調べる

10. 電流の強さを調べる

11. 電流の強さを調べる

12. 電流の強さを調べる

13. 電流の強さを調べる

14. 電流の強さを調べる

15. 電流の強さを調べる

16. 電流の強さを調べる

17. 電流の強さを調べる

18. 電流の強さを調べる

19. 電流の強さを調べる

20. 電流の強さを調べる

21. 電流の強さを調べる

22. 電流の強さを調べる

23. 電流の強さを調べる

24. 電流の強さを調べる

25. 電流の強さを調べる

26. 電流の強さを調べる

27. 電流の強さを調べる

28. 電流の強さを調べる

29. 電流の強さを調べる

30. 電流の強さを調べる

今度は、単1かん電池、単1かん電池を1この時と直列にした時の磁カの強さを調べてみたいと思います。そこで、導線はエオ×12の太さ0.35mm、100回まきコイル、しんは鉄の太さ6mm、長さ15cmを使い、実験します。

なお、1列つなぎは、電池1この時と同じ電流が流れるため、1列つなぎの実験はやりません。

## (条件)

- ・導線はエナメル線、太さ  $0.35 \text{ mm}$ 、100回まきコイルを使う。
- ・しんは鉄、太さ  $6 \text{ mm}$ 、長さ  $15 \text{ cm}$  を使う。
- ・電池は単3かん電池、単1かん電池を使う。

## (使う物)

- ・導線 (エナメル線、太さ  $0.35 \text{ mm}$ 、100回まきコイル、すでに作っている物)
- ・しん (鉄、太さ  $6 \text{ mm}$ 、長さ  $15 \text{ cm}$ )
- ・電池 (単3、単1、共に2こ)
- ・電池ホルダー (単3、単1用、共に2こ)
- ・わにコクリン、フチ導線 (長い物2本、短い物1本)



## (やり方)

- ・今までと同じように10回実験し、平均を出す。



①単3かん電池1この時

6. (100)の細み合わせと同じなので、そのデータを使います。

☆単3かん電池1に

×1000の(10×1)用

☆導線: 銅(エナメル線 0.35mm, 100回巻き) しん: 鉄(丸棒 6mm径)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
47	30	33	32	34
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
31	33	37	36	34

平均 34.7 個

②単3かん電池直列の時

<電流を流す前>



<電流を流した後>



☆単3かん電池直列

☆導線: 銅(エナメル線 0.35mm, 100回巻き) しん: 鉄(丸棒 6mm径)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
50	57	52	51	48
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
41	63	48	52	58

平均 52.0 個

③ 単1かん電池1この時

6.③②の細み合わせて同じなのでこのデータも使います。

☆単1かん電池1こ

※ ③②ののE0E1)丹

☆導線:銅(エナメル線0.35mm,100回巻き)、鉛…鉄(丸棒材φ6mm長15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
28	31	31	30	29
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
37	33	31	33	43

平均 32.6 個

④ 単1かん電池直列の時

<電流を流す前>

<電流を流した後>



☆単1かん電池直列

☆導線:銅(エナメル線0.35mm,100回巻き)、鉛…鉄(丸棒材φ6mm長15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
59	59	61	57	66
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
62	57	56	63	65

平均 60.5 個

(わがったこと)

単1かん電池並列の時が、クリップが1番たくさんくっついた。  
電流を強くした方がはかた大きくなるということになるのだ、と思った。

☆結果のまとめ(平均)

(回)

電池	単3かん電池に	単3かん電池並列	単1かん電池に	単1かん電池並列
鉄(6mm丸棒5cm)	34.7	52.0	32.6	60.5



## (5) コイルを重ねてまいた時の磁力の強さを見る

(2で50回、100回、150回、200回まきで実験しました。その時は、重ねてまがないで実験したけれど、重ねてまくと磁力はどうかなのか調べてみたくなりました。そこで50回まいたら折りがえし、重ねてまき、磁力の大きさはクリップのくっつく数で、比較してみます。

## (使う物)

・導線 (エナメル線、太さ0.35mm、50回 (50×1重)、100回 (50×2重)、150回 (50×3重)、200回 (50×4重) まき)

・しん(鉄、太さ6mm、長さ15cm)

・とう明パイプ

・車かん電池4こ

・電池ホルダー

・ちんロクリップ付導線2本

・紙やすり



## (やり方)

・今までと同じやり方で作り、コイルは50回まいたら折りがえして重ねてまき

① まき数が50回の時(50×1重)

6.(2)①で同じ組み合わせでやっているのデータの使いやす。

- ☆ 導線...銅(エナメル線0.35mm、50回巻き(50×1重)) ②③のと同じ
- ☆ しん...鉄(丸棒太さ6mm長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
19	13	13	18	23
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
13	17	19	22	17

平均 17.4 個

② まき数が100回の時(50×2重)

<電流を流す前>

<電流を流した後>



- ☆ 導線...銅(エナメル線0.35mm、100回巻き(50×2重))
- ☆ しん...鉄(丸棒太さ6mm長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
30	48	43	47	38
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
43	53	42	48	52

平均 44.4 個



③ まき数が150回の時 (50×3重)  
 <電流を流す前> <電流を流した後>



- ☆ 導線・銅(エナメル線0.35mm, 150回巻き(50×3重))
- ☆ しん・鉄(丸棒太さ6mm長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
58	43	53	56	59
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
59	53	55	56	53

平均 54.5 個

④ まき数が200回の時 (50×4重)  
 <電流を流す前> <電流を流した後>



- ☆ 導線・銅(エナメル線0.35mm, 200回巻き(50×4重))
- ☆ しん・鉄(丸棒太さ6mm長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
58	52	67	65	73
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
67	68	70	61	69

平均 65.0 個



### 《わがったこと》

- ・ 100回、150回、200回まきのとれち重ねてない時より重ねた時がクリッ70のくっつく数が多く、磁力が大きい。
- ・ 電流が流れている時にクリッ70の山に近づけたら、すごく強い力でクリッ70が引きついて、リシカを入れないと、クリッ70がはなれない。

### ☆結果のまとめ(平均)

(個)

まき数	50回	100回	150回	200回
重ねていた		44.4	54.5	65.0
重ねていない	17.4	34.7	34.2	34.0
上の2つの差		9.7	20.3	31.0

## (6) しんの長さを変えてみる

今までは、鉄しんの太さ6mm、長さ15cmを使い、実験しましたが、しんの長さを変えると、磁力はどうなるのか実験してみたい、と思いました。そこで、丸棒、太さ6mm、長さ10cm、丸棒、太さ6mm、長さ15cmを使い、導線は太さ0.35mm、100回まきコイルで実験します。

## (使う物)

- ・導線 (エナメル線、太さ0.35mm、100回)
- ・まきコイル
- ・しん (鉄、太さ6mm、長さ15cm)
- ・とう明パイプ
- ・単3かん電池
- ・電池ホルダー
- ・ワリッ70100こ
- ・おにワリッ70100付導線2本



## (やり方)

- ・今までと同じようにやり、棒だけを入れかえて実験する。

①丸棒、太さ6mm、長さ10cmの時  
 <電流を流す前>



<電流を流した後>



☆ 導線…銅線(エナメル線、0.35mm、100回巻き)

☆ しん…鉛(丸棒太さ6mm、長さ10cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
32	30	25	30	22
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
22	30	34	30	32

平均 28.7 個

②丸棒、太さ6mm、長さ15cmの時

6.(2)②で同じ組み合わせでやっているのでも  
 のテーパーを使います

☆ 導線…銅線(エナメル線、0.35mm、100回巻き) 2回巻き

☆ しん…鉛(丸棒太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
47	30	33	32	34
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
31	33	37	36	34

平均 34.7 個



## (わかったこと)

- ・しんの長さも長くした方がクリップの数が少し多くなり、磁力が強くなると思われる。
- ・5cmの差でも、磁力の強さのちがいが少し見られるんだな、と思った。
- ・前の実験のデータの100回まで、クリップの重さで少し落ちてしまっ、データの平均が下がってしまったから差が小さくなったのだろうか。

## ☆結果のまとめ(平均) (個)

針	しん	鉄(6mm丸棒1cm)	鉄(6mm丸棒15cm)
銅(針先0.35mm)		28.7	34.7

## (7) しんの太さを変えてみる

(6)では、しんの長さを変えました。だけど、そのしんの太さは6mmだったけれど、太さを変えると磁力はどうなるのか、実験したいな、と思いました。そこで、しんは鉄、丸棒、太さ6mm、長さ15cm、六角ホルム、太さ12mm、長さ15cm、六角ホルム、太さ16mm、長さ15cm、導線は、エナメル線、太さ0.35mm、100回巻きコイルを使い、今まで使ったとう明パイプなど六角ホルムの太さ12mm、長さ15cm、太さ16mm、長さ15cmが入らないため、太いとう明パイプを使います。

## 【使う物】

- ・導線 (エナメル線、太さ  
0.35mm、100  
回巻きコイル)
- ・しん (鉄、太さ6mm、長  
さ15cm)
- ・六角ホルム (太さ12mm、  
長さ15cm)  
(太さ16mm、  
長さ15cm)
- ・とう明パイプ (外径2cm、  
内径1.7cm)
- ・単3かん電池
- ・電池ホルダー
- ・7リットル100こ
- ・かにロクリッ、カ付導線2本



### 《ヤリち》

・今までと同じようにヤリ、しんをけ入れかえる。

①丸棒、太さ6mm、長さ15cmの時

〈電流を流す前〉



〈電流を流した後〉



☆ 導線…銅(エナメル線、0.35mm、100回巻き)

③

☆ しん…鉄(丸棒、太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
20	24	22	22	20
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
18	17	24	18	27

平均 21.2 個



②六角ボルト、太さ12mm、長さ15cmの時  
<電流を流す前> <電流を流した後>



☆導線…銅(エナメル線0.35mm、100回巻き) (巻5)  
☆しん…鉄(六角ボルト、太さ12mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
22	17	17	26	25
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
22	28	21	20	20

平均 21.8 個

②六角ボルト、太さ16mm、長さ15cmの時  
<電流を流す前> <電流を流した後>



☆導線…銅(エナメル線0.35mm、100回巻き) (巻5)  
☆しん…鉄(六角ボルト、太さ16mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
26	25	22	18	21
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
29	27	26	25	28

平均 24.7 個

どれもクリップが持ち上がるが、クリップの重さで落ちてしまい、しんの太さの差が見られなかった。なので、電流を強くし、磁カケ保て、差が出るか単1が人電池でやってみます。

④丸棒、太さ6mm、長さ15cmの時(単1)  
<電流を流す前> <電流を流した後>



☆導線: 銅(エナメル線 0.35mm, 100回巻)

①

☆しん: 鉄(丸棒太さ6mm 長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
18	28	20	26	29
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
32	28	31	27	23

平均 26.2個

⑤六角ボルト、太さ 12mm、長さ 15cm の時 ( 単1 )  
< 電流を流す前 > < 電流を流した後 >



☆ 導線... 銅目 ( 太さ 1.0mm、長さ 100cm ) ( 単1 )  
☆ しん... 鉄 ( 六角ボルト太さ 12mm、長さ 15cm )

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
30	20	24	27	21
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
19	10	14	15	15

平均 19.5 個

7回目で、フリ... フリの重さで落ちてしまい、  
かくんと終わってしまった。



④ 六角ボルト、太さ16mm、長さ15cmの時(単1)  
 <電流を流す前> <電流を流した後>



☆導線…銅(エナメル線、0.35mm、100回巻)

(単1)

☆しん…鉄(六角ボルト、太さ16mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
25	23	21	24	25
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
21	29	23	30	28

平均 24.9 個

### (わかったこと)

・多くの予想では、しんの大きさを大きくするほど硬さは強くなると思っただけで、あまり差が出なかったこの結果は意外だった。何か差が出ない原因があるのか考えてみた。しんについて、丸棒でための物があまりなかったのて、長さ12mm、16mmは六角ホルンを使った。その六角ホルンの表示には、「軟鉄/コニクロ」と書いてあったので、鉄だから使えようと思ったが、コニクロということについては、買う時はあまり考えなかった。調べてみると、コニクロとは、亜鉛くっきのことで、六角ホルンは鉄を主成分とする炭素鋼というもので、そのままだとサビしてしまうので、サビ防止のために六角ホルンの表面にメッキを施しているものという事だった。

・炭素鋼 (ブリタニカ国際大百科事典、小項)  
目録の解説

鉄と炭素を主成分とし、ケイ素、マンガンおよび不純物リン、硫黄、銅をわずかに含む鉄鋼材料。性質は含炭量で決まる。炭素の炭素鋼の標準組織成分は軟かい肥鉄フェライン ( $\alpha$ -Fe) が多くて硬い。炭化物セメンタイン ( $Fe_3C$ ) で炭素が少なければフェラインが多くて軟かく、炭素が多ければセメンタインが多くて硬い。

本文は出典元の記述の一部を掲載しています。



丸棒は「鉄」としか表示がなかったのでも、ま  
 りこごちが、ついでに、ま、ついでに、ま、ついでに、ま、  
 原因を上げてみると  
 ・丸棒と六角ホルムの素材にちがいはある？  
 ・ホルムにはねじ山があるのだから、アウ  
 タにきく？  
 これらのことから今回はしんの太さについて  
 は、はっきりと結果を出すことができなかった  
 のが、思った。

☆系言果のまとめ(平均) (単3) (個)

長さ	しん	丸棒太さ10mm	丸棒太さ12mm	丸棒太さ15mm
長さ0.35-100mm		21.2	21.8	24.7

☆系言果のまとめ(平均) (単1) (個)

長さ	しん	丸棒太さ10mm	丸棒太さ12mm	丸棒太さ15mm
長さ0.35-100mm		26.2	19.5	24.9



ほくは、しんの太さの条件を変え、それ以外の条件を統一させるために、太さ12mm、16mmも丸棒にした方がよいと思いました。そこで、ホームセンターにいったら太さ16mmの丸棒は売ってなが、たけれど、前にはなかった太さ12mmの丸棒が売っていたのでそれを買い改めて実験してみます。



(やり方)

・今までと同じようにやる。

①丸棒、太さ12mm、長さ15cmの時(単3)  
 <電流を流す前> <電流を流した後>



☆ 導線…銅(2×4線 0.35mm<sup>2</sup> 100回巻) (83)

☆ しん…鉄(丸棒太さ12mm 長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
31	21	21	17	22
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
29	22	29	27	28

平均 24.7個

⑧丸棒、太さ12mm、長さ15cmの棒(単1)  
<電流を流す前> <電流を流した後>



☆導線:銅(エナメル線、0.35mm、100回巻)

(7)

☆しんく線(丸棒太さ12mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
31	24	23	21	22
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
23	30	22	19	26

平均 24.1 個

## (わかったこと)

- ・ 太さ12mmの六角ボルトも丸棒にしろえ、太さだけを変えた状態で実験したが、残念ながら少し改善が出なかった。
- ・ 太さ12mmの丸棒で、早う、単1かん電池1こでちがいを見たが、あまり差が見られなかった。なので、直列にしないときが出ないのかと思えた。
- ・ 六角ボルトは、クリップはあまり落ちなかったけれど、丸棒はクリップは、たくさんくっついたが、落ちてしまい、六角ボルトと丸棒は同じような結果になってしまった。0.35mmの100回まきは、磁カサ弱くクリップの重さでたえきれず、落ちてしまったのか、と思う。

## ☆結果のまとめ(平均) 早う(個)

条件	しん	六角ボルト太さ12mm	丸棒太さ12mm長さ100mm
太さ0.35mm、100回まき		21.8	24.7

## ☆結果のまとめ(平均) 早1(個)

条件	しん	六角ボルト太さ12mm長さ100mm	丸棒太さ12mm長さ100mm
太さ0.35mm、100回まき		19.5	24.1



## 7. 最強電磁石を作る

6.の実験で一番強いパターンを(1)~(7)で探りました。それらを合わせて最強電磁石を作ります。

☆(1)~(7)でわかったこと

番号	結果
(1)銅線の太さ①②	銅線は銅、しんは鉄の方が良い 銅線は太い方がよい(2.9mm)
(2)巻き回数	巻き数は多い方がよい(200回巻き) (単3)
(3)単1の巻き	巻き数は多い方がよい(300回巻き) (単1)
(4)電線の太さ	電流は強い方がよい(単1直列)
(5)重ね巻き	重ね巻きをした方がよい(200回巻き)(50x4層)
(6)丸の太さ	差があまり出なかった
(7)丸の長さ	差があまり出なかった。(丸の太さ電磁石に向いてる)

なお、(6)、(7)は差があまり出なかつたので、丸棒、太さ6mm、長さ15mm、丸棒、太さ12mm、長さ15mmの両方を使い、実験します。

## (使う物)

- ・導線 (銅計金、太さ 0.9 mm)  
200 回巻きコイル  
(50 × 4 重)
- ・しん (鉄、太さ 6 mm、長さ  
15 cm)
- ・とう明パイプ (外径 2 cm、  
内径 1.7 cm)
- ・単1かん電池
- ・電池ホルダー
- ・フリックスイッチ 100こ (後で  
+ 200)
- ・おにロクリップ付導線  
(短い物1本、長い物2本)



## (やり方)

- ・今までと同じようにやる。

①太さ0.9mmの導線、丸棒、太さ6mm、長さ15cmの時

<電流を流す前>



<電流を流して後>



<とれたワリ...ア>



☆導線: 銅(銅糸線、0.9mm、200円巻(50×4巻))

☆丸棒: 鉄(丸棒、太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
42	43	51	46	49
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
47	46	37	45	41

平均  $44.7$  個



② 太さ0.9mmの導線、丸棒、太さ12mm、長さ15cm  
の時

<電流を流す前>



<電流を流した後>



<とれたクリップ70>



☆導線: 銅(銅糸巻、D. 9mm、200回巻き(50×4巻))

☆鉄: 鉄(丸棒、太さ12mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
46	51	42	47	61
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
74	46	40	50	64

平均 49.1 個

①、②共に、思っていたより、クリップがくっつきなかつた。

太さ0.9mmの導線を使い、  
 4重に巻いた200回まきで、  
 単1かん電池にしてやったの  
 に、ほんでフリップのくっつ  
 く故がながいんだうう！もっ  
 とフリップがたくさんくっつ  
 くんしゃないか、と思い、そ  
 こで、買った製品を見てみた  
 ら、太さ0.9mmの導線は  
 「銅線」で用途には国芸、結  
 末と書いてありました。太さ  
 0.7mmの導線は「エナメル線」  
 で用途にはモーター、コイル  
 と書いてありました。素材は  
 同じ銅だけど、ちがっていま  
 した。



エナメル線と銅線のちがいを  
 を調べてみたら、エナメル線  
 は銅線のまわりにエナメルを  
 塗布したもので、絶縁性か  
 るという物です。エナメル線をつなぐ時は、紙  
 ギヤリでエナメルをはがして使います。  
 銅線は、表面に何も塗布してなくて、絶縁  
 性がないため、絶縁材で包まないと、となりの  
 線や金物にふれて、短絡(ショート)してしま  
 うということですね。



ちなみに、短絡(ショート)とは、

デジタル大辞書の解説

・電気回路で、電位差のある二点間をきわめて抵抗の小さい導体で接続すること、また、絶縁が破れて、抵抗の小さい回路をできること、ショート。

百科事典マイエディアの解説

・電位差のある2本の線路を抵抗またはインピーダンスの小さい導体で直接結ぶこと、または接続されてしまう事故をいう。線路に大電流が流れ、事故の原因となる。英語のショートサーキットを略してショートともいう。

世界大百科事典 第2版の解説

・ショートともいう。正常な状態またはふつうの使用条件では、電圧を発生している2点間を導体で接続すること、または接続されてしまう事故などをいう。短絡により、短絡以前に出していた電圧はほぼ0となり、短絡地点には大電流が流れることが多い。電源、送電線などの線間短絡、三相回路の2線が短絡する相間短絡、1線と接地との間の短絡である地絡、電気機巻のコイルなどでの層間短絡などの事故が起こると、過大な短絡電流が流れる。

上に書いてある意味などです。これを見て、内容を難しくして理解はあまりできないけれど、きけんなことなんだな、ということはおわかりました。



太さ0.9mmの導線は、電磁石にはな。たけれど、短絡(ショート)してしまうときけんです。電磁石には向かないので、この場合はエナメル線など。きちんと絶縁されている物を使わなくてはいけないことがわかりました。それで、太さ0.9mmの次に太い、太さ0.7mmのエナメル線を店やインターネットで探したが、長さ5mの物はあるけれど、それ以上に長い物がな。た。たので、その次に太い導線を探したら、太さ0.6mmのエナメル線が。あ。た。たので、それを使って実験します。



(太さ0.6mm、長さ100mのエナメル線) (0.6mmのエナメル線で作った4重巻きコイル(細、太))

⑨丸棒、太さ6mm、長さ15cmの棒 (太さ0.6mm  
の導線)

<電流を流す前>



<電流を流した後>



クリップが100こ持ち  
上げられてしまったの  
で、100こから200  
こにクリップを増や  
します。



<200こにクリップを増やして電流を流した後>



☆ 導線・銅(太さ0.6mm、長さ200cm、50ヶ所)

☆ 丸棒・鉄(太さ6mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
157	153	152	149	135
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
158	169	142	147	145

平均 149.1 個



④丸棒、太さ12mm、長さ15cmの時(太さ0.6mm)  
(最初からクリップの数は200こ)の手線  
<電流を流す前> <電流を流した後>



クリップが200こ持  
ちよかっ。てしま。たの  
で、200こから300  
こにクリップを増や  
します。



<300こにクリップを増やして電流を流した後>



クリップが今  
で最高の200こ  
くっついた!!

最強電磁石の完成!!





- ☆ 導線…銅 (エナメル線、0.6mm、200回巻き(50x4巻))
- ☆ しん…鉄 (丸棒、太さ12mm、長さ15cm)

1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
192	275	264	268	278
6回目	7回目	8回目	9回目	10回目
270	241	243	276	242

平均 254.9 個

(わかったこと)

- 音磁石に使う導線は、エナメル線などの絶縁された物でないといけない。
- (7)ではしんの太さの差はあまり出さなかつたけれど、7.の実験で、しゅっり結果が出て、クリッ7.の音が多くなつたから、しんの太さを太くすると、磁力は強くなる。
- それぞれの実験の一番強い組み合わせを集めて実験すると、クリッ7.が200こをこえるほどくっつく人だな、と思った。
- 太さ0.9mmのエナメル線があれば、もっとクリッ7.がくっついてたんじゃないか、と思った。

☆結果のまとめ(平均) (個)

	0.9mm (銅線)	0.6mm (エナメル線)
丸棒太さ12mm	44.7	149.1
丸棒太さ12mm 長さ15cm	49.1	254.9

## 8. 実験のまとめ、感想

- ・ 電磁石は、しんは鉄、導線は銅(エナメル線)でないとも磁力は発生しない。
- ・ 導線は、銅は銅でもエナメル線などの絶縁された物でないときけんた。
- ・ 太い導線を使って、4重にまいた200回まきコイルに長く太い鉄しんを入れて、単1かん電池も直列つなぎにして電流を強くしたら、クリップはものすごくくっついて、おどろいた。
- ・ 今度はもっと磁力の強い電磁石を作ってみたい、と思った。
- ・ エルステッド、シュバイカー、ホッケニトルフの実験を再現してみる時に、方位磁針の針は北東を向いたけれど、どうしてその向きに針が向くのか、調べてみたい。
- ・ 実験を進めながら、足りない物も買ったので、素材などがちがってしまった時があったので、次はそうならないようにしたい。
- ・ きけんをともなう実験は注意してやろうと思った。

※ 今回使用した材料の丸棒やとう明パイプは、長さ1mの物を使いました。必要な長さに合わせて切ったり、切れない物は購入した店で切ってもらいました。

## 9. 参考にした資料

(家にあった本、図書館で借りた本など)

- ・小学生の図鑑NEO 科学の実験 小学館
- ・ジュニア学研の図鑑 科学の実験 学研
- ・SUPER理科事典(三訂版) 受験研究社
- ・ポプラディア情報館  
「理科の実験観察 物質とエネルギー編」  
ポプラ社
- ・算数と理科の本16 「磁石のじょけんしつ」  
岩波書店 (内藤善文:著)
- ・力の事典 動きのひみつをさぐる 岩崎書店  
(大井喜久夫 大井みほ 三輪広明)  
(松浦博和:文 黒須高嶺:絵)
- ・なんでも実験ためして見よう  
電気の正体をさかそう フレーベル館  
(松原静郎:監修)



(インターネット)

- ・村田製作所 「エシキッパ学園」
- ・中部電力 「解説 電磁石、てなあに」
- ・東北電力 「つきます！電磁石」
- ・山信金属工業(株) 「電磁石について」
- ・学研キッズネット
- ・TDK 「今の技術がよくわかるテクノマガジン: テクマク」
- ・啓林館 高校理科 ユーザーの広場 物理II
- ・電磁気学に貢献した人々
- ・関西電力 「磁石を動かすだけで電気ができるってホント？」
- ・<http://www.max.hi-ho.ne.jp/lvlll/likai5.html>  
(タイトル不明)
- ・YAHOO! JAPAN 知恵袋
- ・コトバンク