電流のはたらき

［平成24年度　知って得する理科研修５年生 教材］

新潟市立総合教育センター

Ⅰ　単元の分析

1　学習指導要領の記述から

（3）電流の働き

電磁石の導線に電流を流し，電磁石の強さの変化を調べ，電流の働きについての考えをもつことができるようにする。

ア　電流の流れているコイルは，鉄心を磁化する働きがあり，電流の向きが変わると，電磁石の極が変わること。

イ　電磁石の強さは，電流の強さや導線の巻数によって変わること。

【児童】　多様で様々な実態

・電磁石のことをよく知っている。
・電磁石に興味があるが，よく知らない。
・電磁石を全く知らない。
・電磁石に興味がない。　　　　　　　などなど

【活動】
電磁石の導線に電流を流し，電磁石の強さの変化について興味・関心をもって追求する。

【育てる能力】
条件を制御して調べる能力。

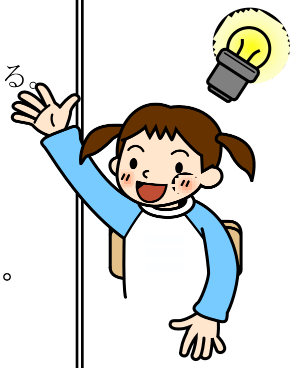
【育てる能力】
実験結果を的確に処理，考察する。

【児童】「電流の働きについての見方や考え方をもつことができるようにする。」

ア　コイルに鉄心を入れて電流を流すと，鉄心は磁石になる。
　→　**電流には磁力を発生させる働きがあることをとらえる。**
　コイルに電池をつないで，乾電池の極を変えると電磁石の極が変わる。
　→　**電流の向きを変えると電磁石の極が変わることをとらえる。**

イ　乾電池を直列につないで電流の強さを変えると電磁石の強さが変わる。
　→　**電磁石の強さは電流の強さによって変わることをとらえる。**
　導線の長さを同じにして，巻き数の異なる二つの電磁石をつくり，
　一定の電流を流すと，電磁石の強さが変わる。
　→　**電磁石の強さは，導線の巻数によって変わることをとらえる。**

（２種類以上のものづくりを行う）・・・実際の生活との関係を認識



２　教科書の構成から

（１）H23 の教科書から

各社の教科書を見ても，単元構成に大きな違いはありません。

「電磁石を知る」→「作る」→「遊ぶ」（いろいろ試す），という活動をして，電磁石の性質を調べた後に，「電磁石をもっと強くするには，どうしたらよいでしょうか。」と追究していくことになります。

「学校図書」の教科書の単元構成は以下の通りです。

次	時	主な学習の流れ	メ　モ
1	1 2	【1　電磁石を作ってクレーンゲームをしよう！】 ・電磁石を作ってクレーンゲームをしよう。 〇電磁石に電流を流すと，磁石と同じような働きがある。 〇電流が流れていない電磁石には，その働きはなさそうだ。	
2	3 4	【2　電磁石の性質やはたらきを調べよう】 ・電磁石の性質や働きは，どのようにして調べたらよいだろうか。 ・電磁石の性質や働きを調べよう。 〇電磁石に電流を流すと，磁石と同じように鉄を引きつける。電流を止めると，磁石のはたらきはなくなる。 〇電磁石にもＮ極とＳ極がある。 〇電流の流れる向きが変わると，極のできかたも変わる。	
3	5 6 7 8 9 10	【電磁石の力を強くするには・・・】 ・電磁石の力をもっと強くするには，どうすればよいだろうか。 ・電流の強さやコイルの巻き数を変えて，電磁石の強さを調べよう。 〇コイルに流れる電流が強いときほど，電磁石の力は強くなる。 〇電流の強さは同じでも，コイルの巻き数が多いときほど，電磁石の力は強くなる。 ・電磁石のはたらきについてまとめよう。 ・モーターのしくみを調べてみよう。 〇　私たちの日常生活の中でもいろいろな電気器具が使われている。モーターのように電磁石の性質を利用したものだ。	

☆ この学習の流れで，子どもたちが難しさを感じたり，わかりにくさを感じたりするのはどんなことだと思いますか？

（２）過去の教科書（学校図書）から

現在の教科書では「どうして電磁石ができるのか」ということは触れていません。指導要領改訂前の６年生での指導も同様です。

それでは，指導要領に記述されている**「電流には磁力を発生させる働きがあることをとらえる」**ことが十分できたとは言いにくいところです。電流に磁力を発生させる働きを知らなければ，「電磁石を強くする方法」も，子どもにとっては見通しのもちにくいものになります。

しかし，平成８年版の教科書（6年生　上）には，以下の記述があります。

> 導線に電流が流れると，方位磁針の針がふれる。これは，電流が流れたとき，目には見えないが，導線のまわりに，磁石と同じ力（磁力）がはたらくためである。

さらに，記述があります。

> コイルに電流を流すと方位磁針の針がふれる。また，コイルを鉄粉や虫ピンに近づけると，これらのものが引きつけられるように動く。これらのことから，コイルには磁力がはたらいていると考えられる。
> また，コイルの中の鉄のくぎは，コイルに電流を流したときだけ磁石になる。これを電磁石という。

過去の教科書の内容を整理すると，大きく二つのパターンがあることが分かります。

平成２３年版　５年	平成８年版　６年
電磁石という物を知り，電磁石を試しながら性質を調べる。	電流が磁力を発生させることを試し，導線→コイル→電磁石と変化を調べながら電磁石の性質を調べる。

☆ この二つの指導パターンを比較して，それぞれの良い点や問題点は何だと思いますか？

この単元の指導ポイント

1　「電流には磁力を発生させる働きがあること」を子どもたちに気付かせるためのプラスαをしましょう。
　　→　電流の働きを知ることで電磁石の原理が分かり，電磁石を強くするための見通しがもてるはずです。
2　セット教材だけで終わらない，「ものづくり」にプラスαをしましょう。
　　→　電磁石が生活に身近なものであることを実感させたり，電磁石の原理を再確認したりして，実感を伴った理解へとつながるはずです。

Ⅱ　こんなプラスαを（教科書の指導にもう一工夫）

１　「電流には磁力を発生させる働きがあること」を気付かせるためのプラスα

（１） 電磁石で自由に試す

電磁石は，普段子どもたちが手にする道具ではありません。子どもたちの電磁石についての内部情報には個人差があります。自分で調べていろいろと知っている子どももいれば，全く初めて「電磁石」という言葉を聞いた子どももいるはずです。ですが，「電磁石」というものが目の前にあれば，どんな子どもも興味をもつはずです。まずは，電磁石を自由に触らせましょう。

このときに，いきなりたくさんのものを子どもが使うと，かえって大変になります。使うものは最小限度にしましょう。例えば，以下の物です。

コイル　　鉄心　　乾電池１個　　くぎ　　方位磁針

（教科書で，コイルや電磁石などの言葉，エナメル線の皮膜をやすりで削り落とすことが必要なことも確認しておきます。）

子どもたちには，自由に試して「分かったこと，気付いたこと，思ったこと」を必ず記録させておきます。自由に試す活動をさせることで，子どもは「鉄心を入れると磁力が強力になること」「電磁石に極があること」「電流の向きによって極が変わること」などを発見していきます。子どもが発見したことを確かめる形で，電磁石の性質を調べる学習へとつなげていくことができるはずです。

（２）「電流には磁力を発生させる働きがある」ことは，事象の繰り返しから気づかせる

電磁石で試した子どもの中には，「どうして磁石になるのだろう」と疑問に思ったり，「鉄心に電流が流れるから磁石になるのだろう」と誤った考えをもったりする子どももいます。

しかし，電磁石の仕組みや原理を５年生の子どもが見付け出していくのは，なかなか難しいといえるでしょう。

そこで，事象を繰り返していくことで，電磁石の仕組みに気付かせるようにします。

「電流が磁力を発生させている」ことに気付くことこそ「電流の働きについての考えをもつ」ことにつながるのではないでしょうか。

【事象 1】

導線１本を方位磁針の上におき，電流を流すと方位磁針の針はどうなるか？

［　　　　　　　　　　　　　　　　　］

【事象２】

導線を方位磁針にコイルのように巻き付けて，電流を流すと方位磁針の針はどうなるか？

［　　　　　　　　　　　　　　　　　］

【事象３】

電流の流れたコイルを，マグチップにつけるとマグチップはどうなるか？

［　　　　　　　　　　　　　　　　　］

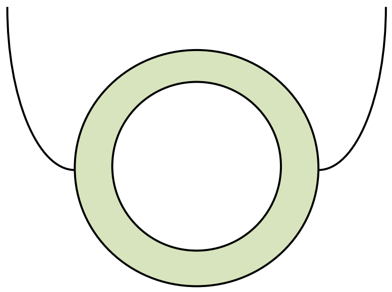
ここで，子どもたちに問います。

◎どうしてコイルにマグチップがつくのでしょうか？

おそらく，子どもたちは「コイルが磁石になった」と予想するはずです。そこで，コイルの図を示し，以下のように指示します。

◎　電流が流れたときに，磁石の力ができると思うところに色を塗りなさい。

【予想】

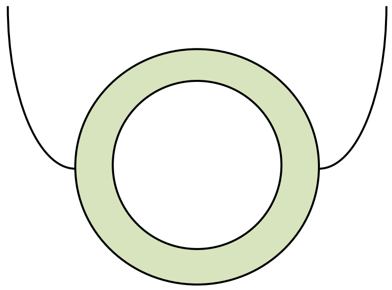


【事象４】

「磁気ビュアシート」を，電流の流れたコイルにのせるとどうなるか？

（磁気ビュアシート：磁石の力がある場所は黒くなる）

【結果】



電流が流れたとき，目には見えないが，導線のまわりに，磁石と同じ力（磁力）がはたらく。

【事象５】

電流の流れたコイルに，釘をいれると磁石になるか？

（釘がコイルにふれないようにする）

［　　　　　　　　　　　　　　　　　　］

ここまで，事象を体験してきた子どもたちに，改めて問います。

◎　どうして，コイルに入れた釘にマグチップがつくのですか？

［　　　　　　　　　　　　　　　　　　］

「電流には磁力を発生させる働きがある」

２　セット教材のものづくりにプラスα

（1）おすすめものづくり

①　かんたんモーター

→　材料がシンプルだがよく回る。自分で作ったものが回ることにおもしろさを感じるはず。

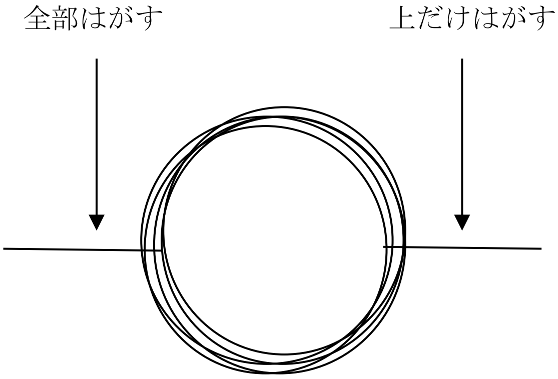
【材料】エナメル線　磁石　ゼムクリップ（巨大）　紙やすり　　単一乾電池

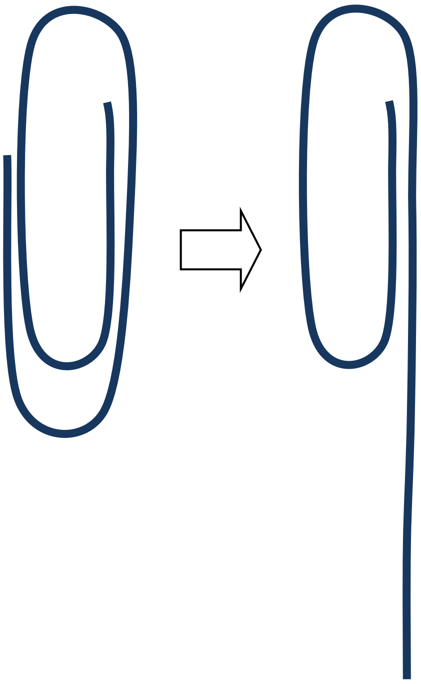
【作り方】

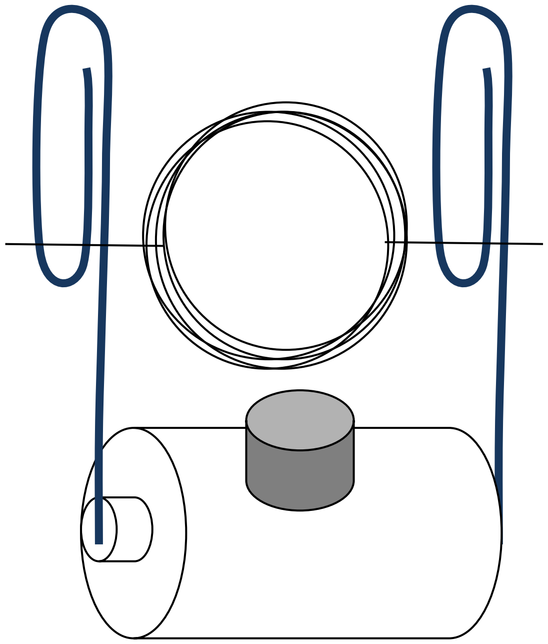
ア）エナメル線を電池に10回まき，エナメルをはがす。

（左右のエナメルのはがし方の違いに注意！）

イ）クリップを伸ばす。







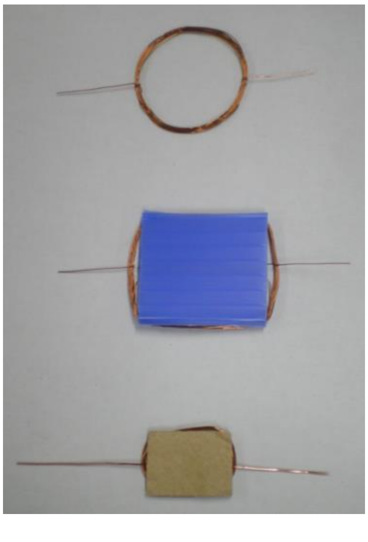
ウ）クリップをセロテープで電池に固定する。

エ）磁石を電池につける。

オ）最初に作ったコイルをセットして完成。

コツ１：傾けると回しやすくなる

コツ２：エナメルをしっかりはがすと反応しやすい



☆　コイルを丸く巻くのが難しい場合は，段ボールを使うと巻きやすい。

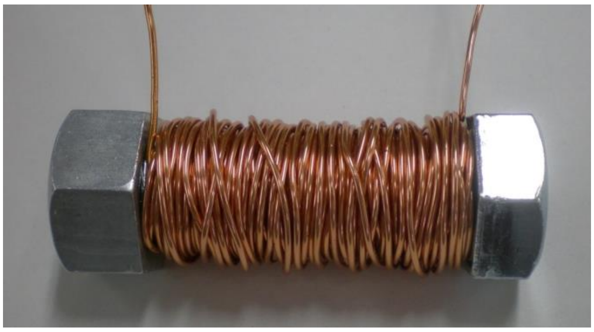
☆　単三電池とセットで小型版を作ることもできる。

②　ボルトを使った電磁石

→　なかなか強力な磁石になる。
　　子どもも作ろうと思えるはず。

【材料】ボルト，ナット，エナメル線（直径１㎜），

「ボルトとナットを使った 130 回巻きの電磁石」



【作り方】

ア）直径１㎜のエナメル線を７ｍの長さにする。

イ）130 回巻いたら，ボルトを締めて，完成。

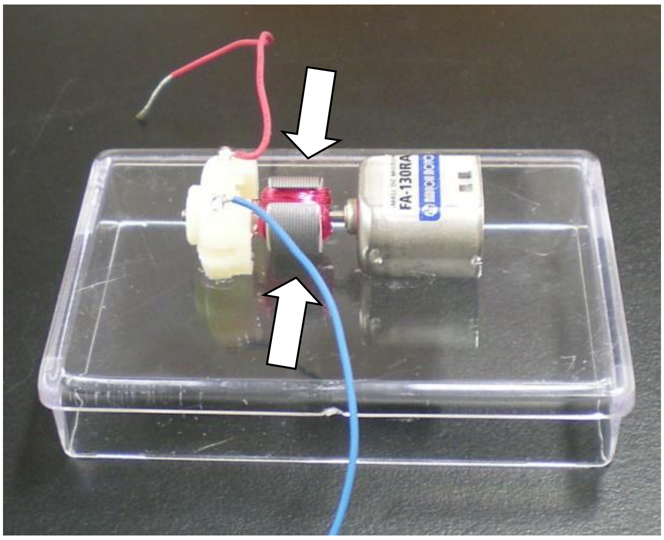
＊　エナメル線がほどけないように巻き終わりを下に通しておくとよい。

乾電池１個でも強力です！

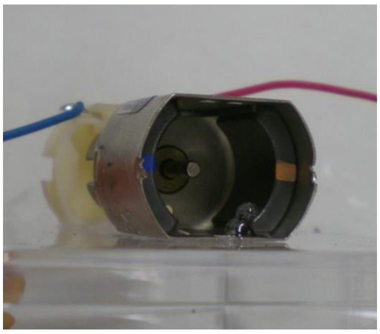
③モーターの分解

→　モーターの中に，コイルと磁石が入っていることが一目瞭然。電磁石の活用に興味をもつきっかけにできる。

【材料】モーター，台（何でも可），ボンド

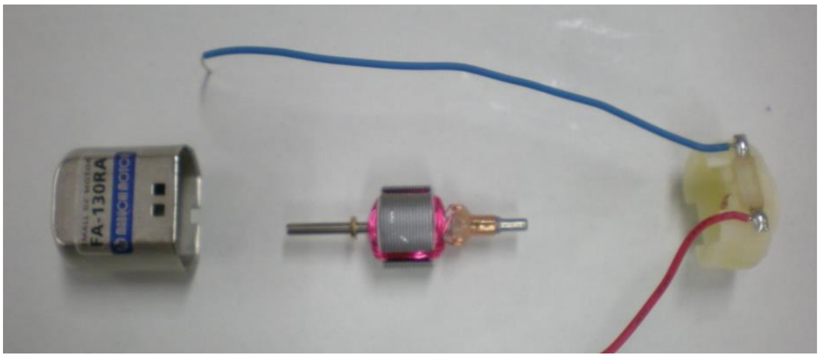


電流を流しても，コイルは回らない。
磁石を矢印の場所に近づけると，コイルが回り始める。



本体の中に磁石があることが分かる。

【作り方】



図Ａ

図Ｂ

【作り方】

ア）モーターのつめをゆるめて，分解する。(図Ａ)

イ）向きを変えて，コイルを固定する。(図Ｂ)

ウ）土台にボンドで固定して完成。

Ⅲ　ちょっとした指導のアイディア　～電磁石単元で，こんなこと困りませんか？～

１　コイルを巻くのが難しい子どもがいる

コイルの巻き数を変えて，電磁石の強さを比べるには，コイルを実際に巻かないといけません。ですが，全部の子どもが上手にコイルを巻くのは，なかなか難しくないでしょうか？
そこで，以下のようにしてはいかがでしょうか。

案１）　50 回巻きにする　→　巻くのが簡単です。
極端に巻き数に差ができるので，実験結果もはっきりします。

案２）　100 回巻きを班で１つ作る　→　班のメンバーで１つ巻けていれば良いのですから，時間内に巻けない子どもがいても大丈夫。また，どうしても不得手な子どもにも無理をさせずにすみます。

巻き数を変える場合には，エナメル線の長さを同じにするために，巻き残った部分も残しておくことが必要です。

２　実験結果が違ってしまう

電流の強さを変えて電磁石の強さを調べる実験を個人で実施すると，乾電池の強さ個々によって違うために，実験結果が正しくならない場合があります。

電流の強さを変える実験は，乾電池ではなく電源装置を使うと良いです。班で１台の電源装置を使用し，班で協力して実験をすることになります。班ごとに実験を行うと，方法をお互いに吟味することになります。また，実験結果を班ごとに黒板に板書させるようにすると，実験途中から子どもたち自身で結果を比較したり，自分たちの実験結果を見直したりすることができます。また，実験が終了したときには，板書も終了しているので，時間を効率よく学習を進めることができます。

（電磁石は,「抵抗なしで電流を流すショート回路」といえます。大きな電流を流すことは危険なので，電源装置の使用電圧には注意しましょう。）

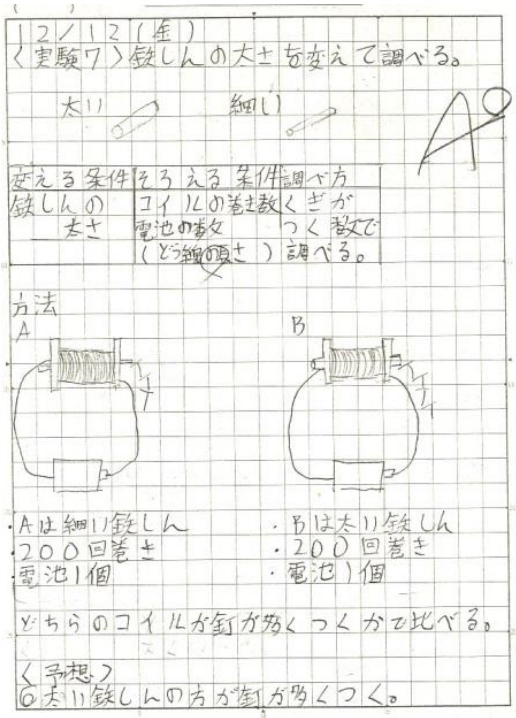
３　ノートは見開き２ページでまとめる

実験の記録は，見開き 2 ページでまとめるノートの型を活用すると，一貫したノート指導をすることができます。

本単元だけではなく，どの単元でも活用できる型を，子どもが習得していけるようにすると，書き方ではなく，内容での指導に力を入れることができます。

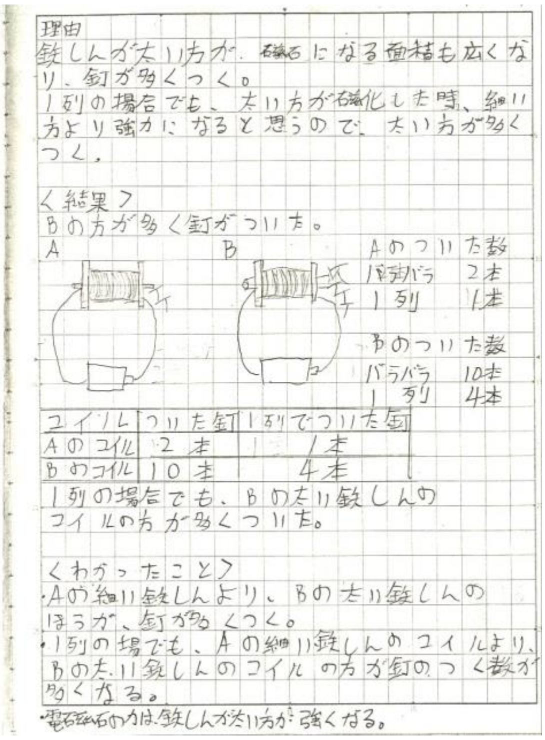
1　課題
2　方法
3　器具・材料
4　予想
5　結果
6　結論
（7　感想）

の項目を活用すると，課題解決の過程を経たノート記述ができます。


12／12（金）
〈実験7〉鉄しんの太さを変えて調べる。
太い　細い

変える条件	そろえる条件	調べ方
鉄しんの太さ	コイルの巻き数 電池の数 （どう線の長さ）	くぎがつく数で調べる。

方法
A　B
・Aは細い鉄しん
・200回巻き
・電池1個
・Bは太い鉄しん
・200回巻き
・電池1個
どちらのコイルが釘が多くつくかで比べる。
〈予想〉
◎太い鉄しんの方が釘が多くつく。


理由
鉄しんが太い方が、磁石になる面積も広くなり、釘が多くつく。
1列の場合でも、太い方が磁化した時、細い方より強力になると思うので、太い方が多くつく。
〈結果〉
Bの方が多く釘がついた。
A　B
Aのついた数
バラバラ　2本
1列　1本
Bのついた数
バラバラ　10本
1列　4本

コイル	ついた釘	1列でついた釘
Aのコイル	2本	1本
Bのコイル	10本	4本

1列の場合でも、Bの太い鉄しんのコイルの方が多くついた。
〈わかったこと〉
・Aの細い鉄しんより、Bの太い鉄しんのほうが、釘が多くつく。
・1列の場でも、Aの細い鉄しんのコイルより、Bの太い鉄しんのコイルの方が釘のつく数が多くなる。
・電磁石の力は鉄しんが太い方が強くなる。

☆電磁石の学習にあると便利な教材☆

【マグチップ】　　6 個組み　8000 円

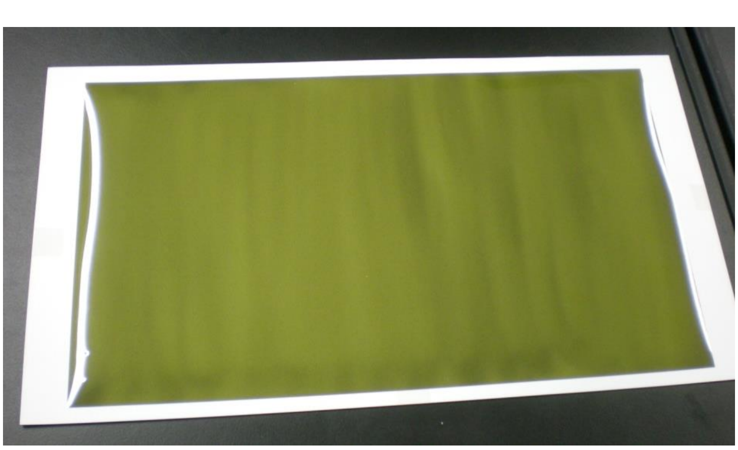
磁界観察用短鉄線。直径 0.3㎜の亜鉛メッキした鉄の細い線を約２㎜に切った物。

・鉄粉よりも磁力線がきれいに描ける。
・手や指で触っても安心。
・磁力に反応しやすい。

【磁界ビュアシート】　　3500 円

磁界観察用のシート。鉄粉を内包したマイクロカプセルインキを PET フィルムに印刷加工したもの。

・磁界が明暗になって現れる。
・弱い磁気情報も見られる。



Ⅳ　おまけ　電磁石についての雑学

教科書の学習から，電磁石を強くするには以下の条件が必要なことが分かります。

・電流を強くする
・導線の巻き数を増やす

電流をたくさん流すには，細い銅線よりも太い導線の方が適しています。太い導線の方が内部抵抗が少なくて電気が通りやすいからです。

導線を太くすると，巻き数をかせぐために，ある程度の鉄心の太さが必要になります。

では，すごく太い鉄心に太い導線をたくさん巻けばよいかというと，導線が太いと消費される電流も大きかったり，発熱が激しかったりと，なかなかうまくいきません。

一般的には以下の条件が，強い電磁石の条件といわれます。

●巻き数を多くする
●電流を多く流す
●鉄心を太くする
●コイルを密に巻く

しかしながら，厳密に理論値を求めるとなると，磁場の計算や，鉄心の直径と長さの割合，巻き幅と巻き数の関係など，と複雑で難しい専門的知識が必要となります。

その結果，上記の条件だけではなかなかうまくいかない場合もあります。

その全ての知識を，私たちが知っておく必要はないでしょうが，諸条件が関係する難しさがあることは知っておいてよいと考えます。

学校で自作する場合には，使用できる導線の長さも限られますし，使える道具も限られます。

そこで，自作する場合には，以下の諸条件を考慮しながら，一番効果のありそうな物に決定することが必要となるでしょう。要は，「やってみる」ということです。

1）どれぐらいの太さの鉄心にするか
2）どれぐらいの太さの線にするか
3）何回ぐらい巻くか
4）電流をどのくらいにするか

子どもたちにも，このような働きかけをして，興味をもった子どもがさらに追求するようになればうれしいですね。

余談ですが，導線を電気抵抗がないものにすれば，電流をたくさん流せます。

電気抵抗がない物質を「超伝導物質」といいます。超伝導物質を電線にして電流を流すと熱が出ないので，非常に強い電磁石を作ることができます。

超伝導物質の線をコイルにして電流を流すと非常に強い磁石となります。これを利用しているのがリニアモーターカーです。