

# 磁界を触る

## －磁力線を指で体感して理解する体感電磁石－

Touch the magnetic field

筑波大学附属視覚特別支援学校

山田 毅

キーワード: 磁石、コイル、電磁石、磁力、磁界、磁力線

### 1 はじめに

小学部3年生の教科書では 棒磁石などを使って、磁石から出る磁力の導入の学習を行い、5年生の教科書では、電磁石の性質を学習する。また、中学部2年生の教科書では、4.電気の世界の第3章「電流と磁界」の中で、電磁石を使った磁界の学習をするという流れがある。この学習の中で、微弱な磁力を感じにくいことがある。微弱な磁力でも捉えられる力を日頃から身につけることが肝要であるが、児童生徒によっては、磁界の微妙な変化を捉えることが不得意な場合がある。磁界は、観察する事象の変化を強調すると変化が捉えやすくなることがある。本稿では、わかりにくい磁力を躍動的に理解するために、図1のようなマグネットワイヤーを使った体感電磁石について報告する。

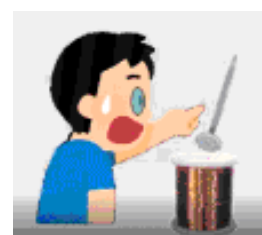


図1 体感電磁石を児童が触っている様子

### 2 強力な電磁石を作成する際の課題解消

強い電磁石を作るためには、銅線の巻き数を増やす、鉄芯を入れる、電流を強くする方法があるが、巻数の多いコイルを作ったり、密度の高い鉄芯を用意したり、電流を強くすることは容易ではない。そこで、以下のような方法を考えた。

#### 1. マグネットワイヤーをコイルとして利用する

電線などを扱っている店舗や HP では、被覆された銅線を巻いてある図2のようなマグネットワイヤーを販売している。この商品は銅線が規則正しく巻かれており、精度の高いコイルになっている。ニクロムやポリウレタンなどの絶縁物質が被覆されている様々な線が用意されているが、今回は直径が 0.4mm の銅線にポリウレタンで被覆が施されている物を使用した。巻数は約4千回に及び電磁石を強くする条件の一つである巻数を満たしている。



図2 販売されているマグネットワイヤー

これをそのまま使用することで、銅線を巻く工程を省くことができる。直径が 0.4mm のマグネットワイヤーは、重さが 1kg で長さは 895m になる。

## 2. 鉄しんとして利用できるもの

密度の高い鉄しんを入れることで電磁石を強くすることができる。しかし、マグネットワイヤーの穴に合う鉄しんを探すことは困難がある。そこで、図3のように焼き鈍した鉄釘を穴にたくさん詰め込むことで密度の高い鉄しんを実現した。

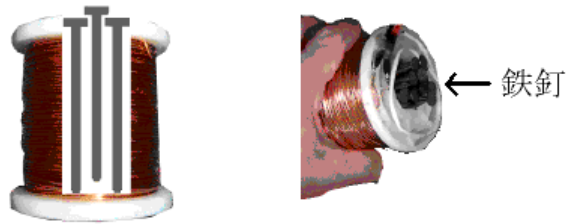


図3 マグネットワイヤーに鉄釘を詰め込む

## 3. 電流を強くするために

小学部の実験では、1.5V の乾電池を1個または2個を使用することが多いが、今回は感光器で使えなくなった 9V の 006p 電池を使用することで電流を強くした。

## 4. 磁力を自分で感じるための工夫

自分の操作で磁力を感じるためには、児童生徒の操作で磁力の有無がはっきり分かるようにしたい。磁界の有無については電磁石の電流を入れたり切ったりすることで実現できる。図4のようなフットスイッチを使うと電流を自分の意志でオンオフして両手で観察を行うことができる。

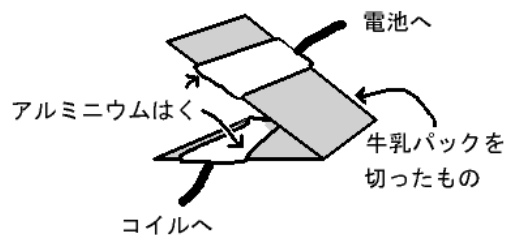


図4 牛乳パックで作ったフットスイッチ

## 3 体感電磁石(磁界を感じる電磁石)の製作

### 1. 材料

- (1) マグネットワイヤー(図5のように、エナメルかポリウレタンで被覆されているもので直径 0.4mm 程度)
- (2) 木片(12cm×12cm 程度)
- (3) 陸式ターミナル赤1個
- (4) 陸式ターミナル黒1個
- (5) 被覆線赤と黒を各々20cm 程度
- (6) ホットボンド用接着剤
- (7) はんだ少々
- (8) 焼きなました釘(長さ 10cm)
- (9) 針金(黒色直径2mm くらい)
- (10) 針金(白色直径3mm くらい)

### 2. 道具

- (1) きり
- (2) はんだごて
- (3) ホットボンド用グルーガン
- (4) 木づち

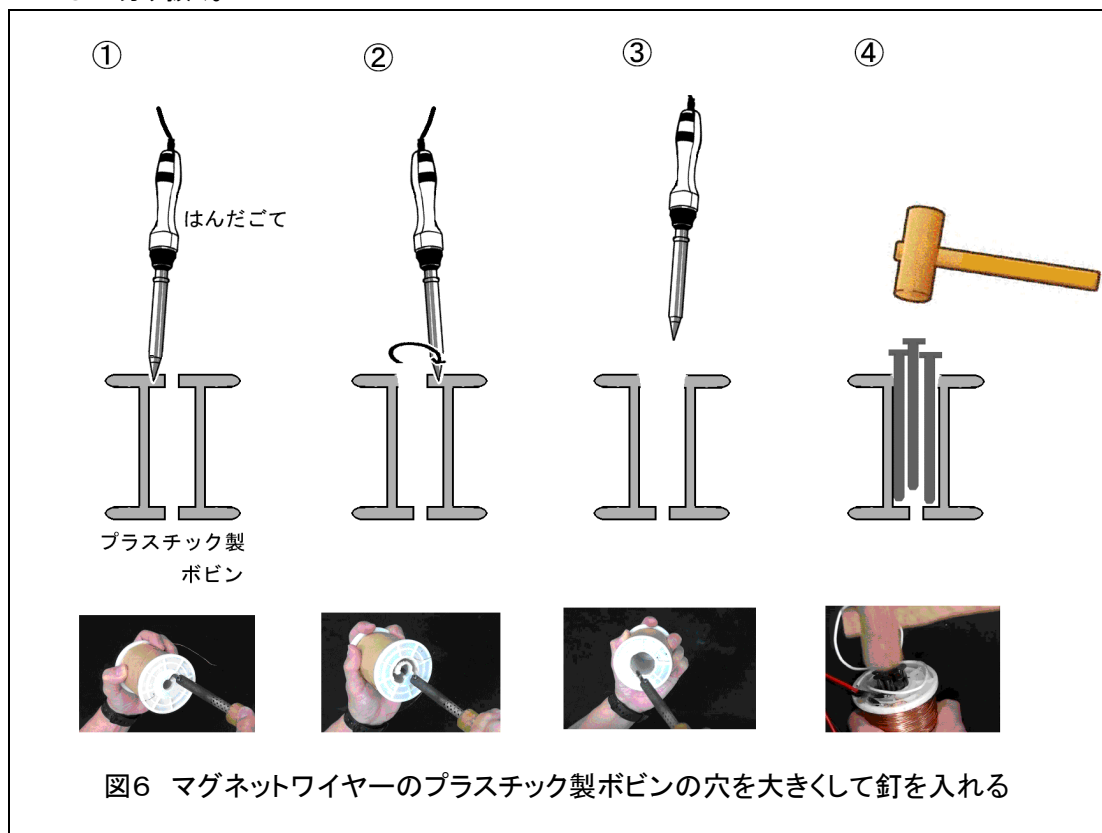


図5 直径が 0.4mm の  
マグネットワイヤー

### 3. 作り方

#### (1) ボビンの穴を拡げる

マグネットワイヤーのボビンの側面の穴と中の穴は、直径が異なるので中の穴の直径に合わせる必要がある。そこで、図5の①から③ように、はんだごてを使って不要部分を溶かして切り抜く。



#### (2) 釘を差し込む

図6の③のように拡げた穴に、図6の④のように木槌を使って焼き鈍した釘を差し込む。

(3) マグネットワイヤーの端から出ている2本のワイヤーにはんだごてを使って図7のように被覆線を付ける。(ワイヤーの被覆がエナメルの場合は、紙やすりで被覆を剥がす。ポリウレタン被覆の場合は、そのままはんだ付けをする。※ポリウレタン被覆は、はんだごての温度で被覆がはがれる。)

#### (4) 容器を支える針金を付ける

磁力を感じるための釘を入れる容器を支える台座になる針金(直径3mm)をホットボンドで図7のように付ける。



図7 マグネットワイヤーに線と針金で作った台を付ける

## 4 体感電磁石の活用

### 1. 磁界観察用短鉄線の起立

図8のように、磁界観察用短鉄線（以下短鉄線と記す。）をプラスチック製カップの底から3 cm程度の高さに切った容器に入れる。この容器を電磁石の上に置き、図9のように指3本を短鉄線の上に置く。電流を流すと図 10 のように短鉄線が起立して磁力線がわかる。

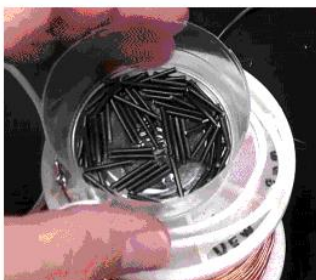


図8 カップに入れた短鉄線

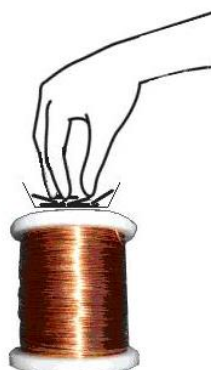


図9 指を置く



図10 短鉄線が起き上がる

### 2. 釘の起立

図 11 のように、釘をプラスチック製カップを細くした容器に入れる。この容器を電磁石の上の針金台に置き、図 12 のように人差し指を釘に触れるか触れない程度の横の位置に置く。電流を流すと図 13 のように釘が起立して磁力線がわかる。

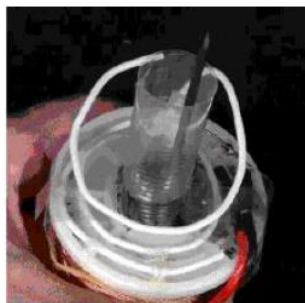


図11 カップに入れた釘

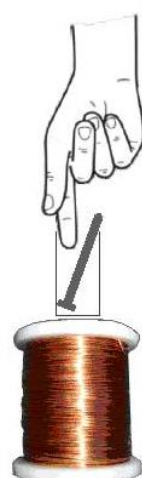


図12 指を置く

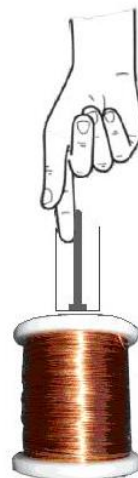


図13 釘が起き上がる

## 5 関連する磁力の学習

### 1. 小学部の学習

棒磁石の磁力線の表し方は、墨字教科書では図 14 のように鉄粉(砂鉄)を使用しているが、鉄粉(砂鉄)の場合は触ると同時に動いてしまうために、磁力線を理解できないが、点字教科書では、図 15 のように磁界観察用短鉄線(直径 1.3mm 程度の黒い針金を長さ 1cm に切ったもの)を使い触ってわかるような工夫をしている。

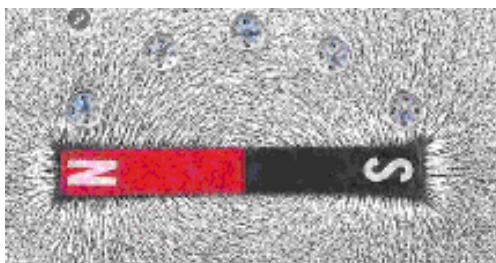


図 14 通常の教科書の磁力線



図 15 点字教科書の磁力線

点字教科書で扱っている観察方法で進めると、磁力線を触ってわかるようになっている。また、磁界観察用短鉄線を指で引くことで微弱な磁力線を感じることができる。棒磁石の磁力は時間とともに減衰するので、使用前に着磁装置を使って十分な磁力を回復しておく必要がある。

### 2. 中学部の学習

図 16 のようなスタンドに吊るしたコイルに電流が流れると、コイルはブランコのように U 型磁石から外側に移動する。移動する先に手を置いておくと、図 17 のように移動してきたコイルが手に触れて磁力によって押し出されたことがわかる。

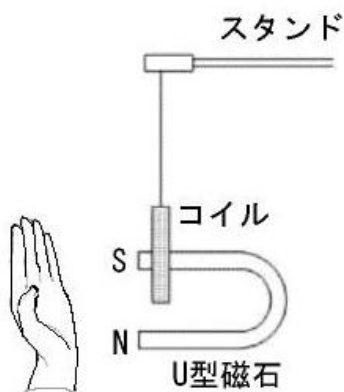


図 16 コイルとU型磁石

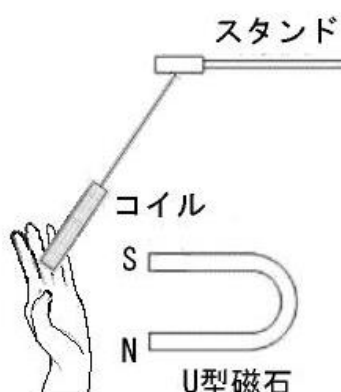


図 17 移動したコイルに手が触れる様子

## 6 まとめ

小学部の学習では、図 18 のようなボビンで作った 100 回巻と 200 回巻のコイルに同じ電流を流して電磁石の強さを比較したり、(小学部理科点字教科書編集資料 P36) 同じ巻数のコイルでも電流を強くすると電磁石も強くなることを学ぶ。(小学部理科点字教科書編集資料 p38) また、中学部の学習では、磁界観察用短鉄線や視覚障害者用方位磁針を使ってコイルのまわりの磁界のようすを調べたり、電気ブランコを使って、電流の大きさは磁界の強さが関係することを理解する。これらの学習を円滑に進めるためには、微弱な力を感じるための蝕知力、判断力、表現力が必要になってくる。しかし、視覚以外の障害を合わせ有する場合やこの力を獲得する途上にある児童生徒は、事象を躍動させることで、細かいステップでの学習の隙間を埋めることができる。本教材は、微弱な磁界を理解するためのきっかけになった。

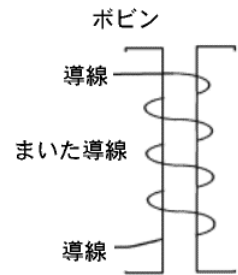


図 18 ボビンで作ったコイル

## 7 参考文献

1. 特別支援学校(視覚障害)中学部点字教科書の編集資料
2. 特別支援学校(視覚障害)小学部点字教科書の編集資料
3. 東京書籍 新しい科学 中学校2年
4. 東京書籍 新しい理科 小学校3年・5年

## 8 キーワードに使用した文言

1. 磁石＝鉄を吸いつける性質をもつ物体
2. コイル＝絶縁した導線を円形・らせん状に巻いたもの
3. 電磁石＝コイルに軟鉄の心(しん)を入れ、電流を通すと磁石の働きをするもの
4. 磁力＝磁石の力
5. 磁界＝磁力が働いている空間
6. 磁力線＝磁界の向きをつないだ線

## 9 作り方を案内する動画

1. 磁力を指で体感して理解する体感電磁石 <https://youtu.be/op2cr-1HatI>
2. 牛乳パックスイッチのつくり方 <https://youtu.be/WmRZAQe279E>