

電流の働き「電磁石」教材の検討

杉本 聡 藤崎利博 他5名

「電流の働き」は、平成4年度から全面実施された学習指導要領B区分「物質とエネルギー」の第6学年で取り上げられている。ここでは、「電磁石を利用してモーターなどの道具が作られること」とあり、児童の主体的な学習活動を展開するために、日常で用いられている道具の製作や活用を重視していることがわかる。そこで、児童の主体的な問題解決学習の展開に対応できるように、電磁石の基礎的な性質調べと、児童が完成の喜びを味わえる道具について検討した。

[キーワード] 小学校 理科 電流 電磁石

はじめに

直接経験、製作活動を重視して創造力を育てるねらいから、観察、実験を重視した指導展開の在り方、完成の喜びをすべての児童に与えるための道具の製作、指導法、科学に対する意欲や心情を高めるための教材、教具の工夫について検討した。

1 コイルに流れる電流とコイルの線密度及びコイルの長さによる磁力の変化

準備

エナメル線（直径0.34mm）、ピアノ線（直径3mm、長さ10cm）、アルカリ乾電池（6V、3A、15Ah）、直流電流計、ジョリーのばねばかり装置、ばね、鉄球（直径10mm）、リード線、アクリル管（外径5mm 内径3mm、外径8mm 内径5mm）、ニクロム線抵抗器

方法

(1) アクリル管（外径5mm）の両端に別のアクリル管（内径5mm 長さ5mm）を接着し、エナメル線を巻いて、12種類のコイルを作る。（表1）(2) (1)のコイルにピアノ線を通し、片端を10mm出し、電磁石とする。（図1）

(3) ジョリーのばねばかり装置に電磁石を固定し、アルカリ蓄電池、直流電流計、ニクロム線抵抗器を用いて回路を作る。

(4) 電磁石に電流を流し、ピアノ線に鉄球を付け、ばねを引き、鉄球がピアノ線から離れたときのばねの伸びを5回測定し、その平均を記録する。

(5) (4)の作業が終わるごとに、ピアノ線と鉄球

を消磁する。

(6) 各コイルに0.3～1.2Aの電流を流し、電磁石の磁力を測定する。

表1 製作したコイルの長さおよび巻き数

コイルの長さ 線密度	1.7 (cm)	3.4 (cm)	6.8 (cm)	備考
1/4 7.4回/cm		① 25	② 50	一層巻
1/2 14.7回/cm	③ 25	④ 50	⑤ 100	
1 29.4回/cm	⑥ 50	⑦ 100	⑧ 200	二層巻
2 58.8回/cm	⑨ 100	⑩ 200	⑪ 400	
4 117.6回/cm	⑫ 200			四層巻

(○)数字はコイル番号

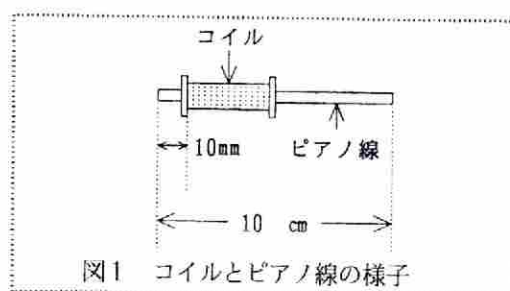


図1 コイルとピアノ線の様子

結果

各電磁石の電流による磁力を、線密度1でまとめたものが表2である。また、そのグラフが図2である。

備考

発熱量が多いので電流は最大1.2Aにした。

表2 各電磁石の磁力
(○数字はコイル番号)

		線密度 1			
コイル長 (cm)	電流 (A)	0.3 (A)	0.6 (A)	0.9 (A)	1.2 (A)
① 1.7	50	0.21	0.52	1.38	2.91
② 3.4	100	0.14	1.00	6.45	19.24
③ 6.8	200	1.70	1.80	19.77	48.81

単位 (g)

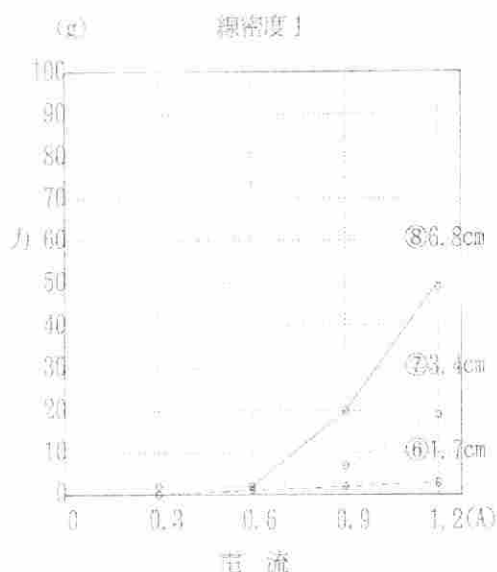


図2 電磁石の電流と磁力の関係

考察

- (1) 電流が同じでコイルの線密度が一定であれば、磁力も一定になると考えたが、実際にはコイルの長さが長いほど磁力は強くなる。
- (2) これは、強磁性体のビアナ線が、コイルを長くしていくことによって、磁界の影響を強く受け、より磁化されるためだと考えられる。
- (3) 実際に鉄粉によって磁場の様子を確かめると、コイル長 1.7cm のものと 6.8cm のものとは、6.8cm の方が強い磁場ができていることがわかった。

3 磁力の強さを視覚できにとらえる教具「磁力線観察円筒」の製作

準備

インスタントコーヒーの空き瓶、サラダオイル、鉄粉、アクリル管(直径5cm)、アクリル板、アクリル用接着剤

方法

- (1) インスタントコーヒーの空き瓶のふたに、アクリル管と同じ直径の穴をあける。
- (2) アクリル管を瓶と同じ長さに切り、片側をアクリル板でふさぎ、もう片側は、管の中に磁石ができるようにして、アクリル板のつばをつける。
- (3) 瓶の中に鉄粉とサラダオイル、(2) で作った管を入れふたをする。

結果

製作物は図3のとおりである。

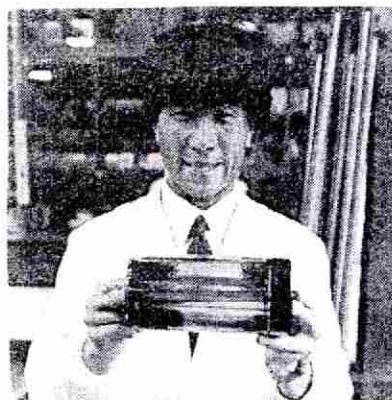


図3 簡易磁力線観察円筒

考察

- (1) 身近なものを利用して作ることができる。

(2) 磁力の強さを視覚的かつ立体的にとらえることができる。

4 簡易モーターの回転子の形や大きさによる回転の様子の変化

準備

エナメル線（直径0.6mm）、ピアノ線（直径3mm、長さ10cm）、アルカリ乾電池（6V、3A、15Ah）、直流電流計、リード線、ニクロム線抵抗器、スイッチ、クワ型端子（アース端子）、発泡スチロールブロック（縦8cm×横15cm×高さ7cm）、綿糸（50cm）、ゼムクリップ、模型用角棒（一辺5mmの角柱）、フェライト磁石（直径30mm 厚さ5mm）

方法

- (1) 模型用の角棒を組み合わせて回転子の型を作り、それに、エナメル線（直径0.6mm）を10回巻いて図4のような12種類の回転子を作る。
- (2) ピアノ線にクワ型端子をつけ、軸受けにし、発泡スチロールブロックに固定して、軸受けと軸受けの間にフェライト磁石をひとつ置く。
- (3) 軸受けに回転子をのせ、アルカリ蓄電池、直流電流計、ニクロム線抵抗器、スイッチで回路を作り、電流1.5A、電圧3.5Vにする。
- (4) 回転子の軸の片端に、ゼムクリップをつけた綿糸を結び、ゼムクリップを軸と同じ高さで水平方向に30cm引く時間を5回計測し、その平均を記録する。（表3）
- (5) 回転子の下端からフェライト磁石の上端までの距離を1mmから15mmまで変化させ回転の様子を調べる。

備考

- (1) 回転子の大きさはフェライト磁石の直径（30mm）を基準にして決める。
- (2) 初めは回転子に一円玉（1g）を引かせたが、スムーズに動かないことが多いので、その約半分の重さのクリップにする。

考察

以上の結果から、簡易モーターを製作するときの回転子の形は3番の形に近いものの方がよいことがわかる。

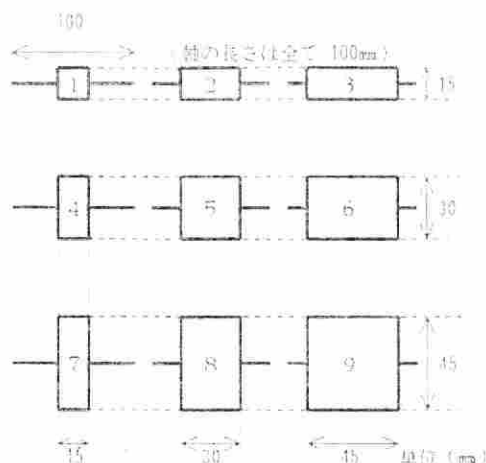


図4 a 矩形回転子の大きさ

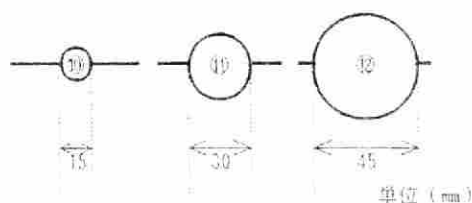


図4 b 円形回転子の大きさ

表3 回転子がクリップを引くのに要した時間

回転子の種類	1 (mm)	3 (mm)	5 (mm)	10 (mm)	15 (mm)
1	1.18	1.98	2.32	2.71	4.34
2	1.57	1.38	1.75	2.17	3.16
3	1.52	1.37	1.33	1.54	2.00
4	2.20	2.50	2.18	3.84	7.56
5	1.41	1.61	2.10	2.54	5.73
6	1.60	1.88	2.22	2.42	3.78
7	2.94	3.59	4.41	5.17	11.14
8	2.96	3.07	3.55	4.85	6.37
9	2.62	2.69	2.79	4.44	5.62
10	1.16	1.35	1.66	2.12	
11	2.33	2.35	2.89	4.20	
12	2.51	2.85	2.81	5.17	8.03

(○)数字は円形の回転子

単位(秒)

この結果をもとに、フィルムケースモーター製作を検討した。

5 フィルムケースモーターの製作

準備

フィルムケース、エナメル線（直径6mm）、アルミニウム管（直径1mm）、（または、はとめ）、ゼムクリップ、フェライト磁石、両面接着テープ

方法

- (1) エナメル線を縦15mm横30mmの矩計に10回巻き、両端を回転軸にするようにして巻き付け、両側に30mm出す。（軸）（図5）
- (2) 30mm出した軸の片側は紙やすりですべてのエナメルをはがし、もう片側は、上半分だけエナメルをはがす。
- (3) フィルムケースのふたと底に穴をあけ、ゼムクリップをはさみ、アルミニウム管（はとめ）で止める。
- (4) (1) の回転子をケースの中に入れ、両面接着テープでフェライト磁石をフィルムケースの外側につける。

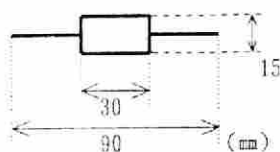


図5 回転子の大きさ

結果

製作物は図6のとおりである。

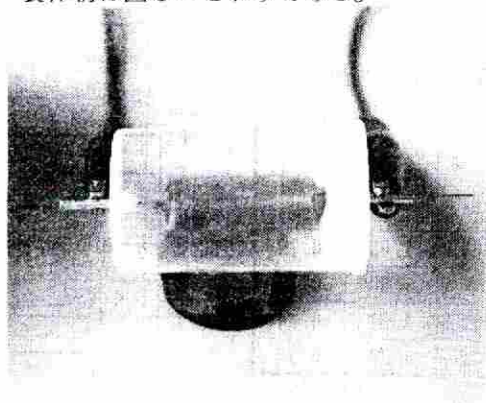


図6 フィルムケースモーター

さらに、児童が意欲的に取り組める素材として簡易スピーカの製作について検討した。

6 簡易スピーカの製作

準備

フィルムケース、エナメル線（直径0.3mm）、フェライト磁石（直径25mm 厚さ5mm）、振動板（軟質紙皿）、セロテープのしん、両面接着テープ、カセットテープ（録音済み）

方法

- (1) フィルムケースにエナメル線を50回程度巻く。このとき両端を5mm程度空けておく。
- (2) 振動板（紙皿）にフェライト磁石をはり、それを覆うようにエナメル線を巻いたフィルムケースをかぶせて、はりつける。

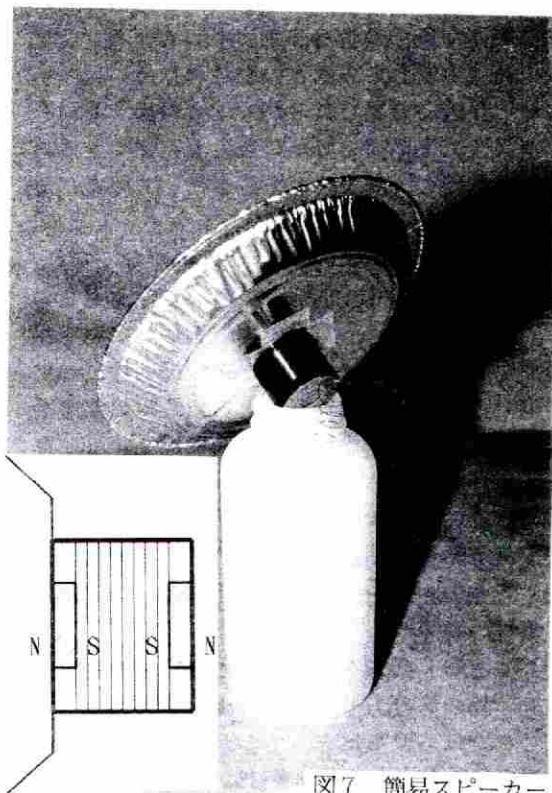


図7 簡易スピーカー

結果

以上の方法で数種類のスピーカーを製作したがもっとも音質、音量共に優れていたのが上の形である（図7）。（文責 物理研究室）