

# 「手づくりソフトフェライト磁石」を使った新しい電気と 磁力の授業研究

## Lesson Study of the Relation between Electricity and Magnetic Force in a Hand-made Soft Ferrite Magnet

畑 俊 明・紅 林 秀 治・中 村 元 紀・岩 科 はるみ

Toshiaki HATA, Syuji KUREBAYASHI, Genki NAKAMURA and Harumi IWASHINA

（平成16年9月29日受理）

### 概 要

本論文は、「手づくりソフトフェライト磁石」を用いた電気と磁力に関する、小学校から高等学校までの新しい授業作りに関する提案である。ここで取り扱う「手づくりソフトフェライト磁石」は、手づくりでソフトフェライト磁石を簡単に成形加工できる方法で、このためものづくりの要素を取り入れた体験的な学習が可能になる。また、「手づくりソフトフェライト磁石」はコイルの電流に関して材質にもよるが、鉄などのコア金属に比較して磁力が強く、残留磁気が存在しないため、コイルの巻数、電流の強さと磁力の関係の学習に最適であり、「手づくりソフトフェライト磁石」を用いた電気と磁力の学習に有効な教材づくりが可能となる。本論文では、「手づくりソフトフェライト磁石」を用いた、新しい小学校から高等学校（工業）までの授業事例案を提案する。

### 1 はじめに

小学校学習指導要領 6年生理科の目標（2）に以下の文面がある。<sup>(1,2)</sup>

（2） 水溶液、物の燃焼、電磁石の変化や働きをその要因と関係付けながら調べ、見いだした問題を多面的に追究したりものづくりをしたりする活動を通して、物の性質や働きについての見方や考え方を養う。

以上の文面からわかるように、小学校6年生の理科の授業で電磁石の授業を取り上げることは義務づけられている。電磁石を教材として取り上げることは、小学生にとっては、電気が光や熱に変わるだけでなく、力に変わることを学ぶという点でエネルギー変換の学習として大変重要である。

教材として与える電磁石の多くは釘などの鉄心にコイルを巻いて作る電磁石が多い。身近な材料を使って電磁石作りを行うことは、教材として適切であるが、鉄心以外にも磁石になるか疑問を持つ。教材として用意できるのが銅、真鍮、アルミなどの金属であるので、学習者は、電磁石の心に用いるには磁石がつく金属（透磁率が高い金属）＝鉄であると考えるのは当然である。

鉄を電磁石の心として教材化することは、大変有効であるが、鉄は小学生を始めとする学習者が自由に塑性変形させることはできない。そのため、電磁石はまっすぐな鉄の棒（釘やボルト）などにコ

イルを巻き付けて作る物であるという印象を与えてしまう。

実際に電磁力を応用して作られているモーターやトランスなどは、コイルの心に鉄心を使うが形状は様々である。学習者には、いろいろな形でも電磁石を作ることが可能であることを学ばせる機会が必要である。

本論文で取り扱う、「手づくりソフトフェライト磁石」は、フェライト磁性体粉末に粘土粉末5重量%混合し、水を加えて混練し、1000度以上の温度で加熱すると、粘土が熔融しその融液中で磁性体粉末が液晶焼結する現象を利用した焼結磁石である。従って、ソフトフェライト焼結磁石は、残留磁気を持たず、透磁率が高いが、自らは磁石にならない。また、粘土を混合しているので、粘土細工で作るのと同じ方法で様々な形に製作できるため、鉄心のような固定したイメージにとらわれることなく、電磁石教材を作成することができる。さらに、残留磁気がほとんど残らないため、中学校や高等学校のモータづくりやトランスづくりなどの種々の形状を持つ教材化には大変有効である。

「手づくりソフトフェライト磁石」を用いて、小学校6年生で行う電磁石の授業、小学校4年生の総合的な学習の時間で電磁石を扱う授業、中学校技術・家庭科または理科で扱える直流モータの授業、工業高校の工業技術基礎や課題研究等で扱える限取り型交流モータ<sup>(3,4)</sup>、トランス製作の教材を提案する。

## 2 ソフトフェライトについて

フェライトは、酸化鉄( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )を主成分とする酸化物で、他の物質と化合して用いられている。特に、Ba系フェライトは保持力が高く、比較的簡単にでき安価であるため永久磁石として広く用いられている。電磁石の心によく用いられるのは、残留磁気、保持力が小さい軟鉄が用いられる。ソフトフェライトは、酸化鉄にマンガンや亜鉛を加えたもので、透磁率が高い( $\eta = 22$ )が残留磁気ほとんど残らない性質がある。そのため、電磁石の心に使用しても熱損失が少ない。また、トランスやモータなどの鉄心の代わりに用いれば損失の少ないものを作ることが出来る。本論文の「手づくりソフトフェライト磁石」は、少量の粘土の融解を利用した焼結磁石で、焼き固めても性質が変わらず、成形加工が容易である。ソフトフェライト磁石を用いれば、トランスやモータの心などを粘土細工と同様な加工法で簡単に成形加工できる<sup>(5)</sup>。

## 3 「手づくりソフトフェライト磁石」の製作方法

ソフトフェライト磁性粉は戸田工業製 Ni-Zn ソフトフェライト粉 (BSN-828) を使用した。プラスチックコップに、ソフトフェライト粉末 95%、陶芸で使用されている信楽焼用粘土を乳鉢で粉末にし、信楽焼用粘土を 5% 加える。そして、出来上がった粉末をかき混ぜる。その後、水を加えながら混合する。その結果 95% のペースト状の磁性体ペーストとなる。これを、好きな形に手で成形したり、または、型成形を行う。その後、乾燥させ、電気釜で  $1100^\circ\text{C}$  で 6 時間焼いて焼結させる。加熱中、粘土の溶融液中で磁性体粉末が液晶焼結を行い焼結磁石ができる<sup>(6)</sup>。

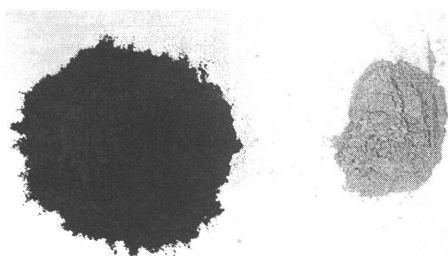


Fig. 3・1 ソフトフェライト磁性体粉末 (BSN-828) と信楽焼き用粘土

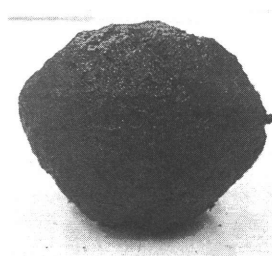


Fig. 3・2 磁性体ペースト

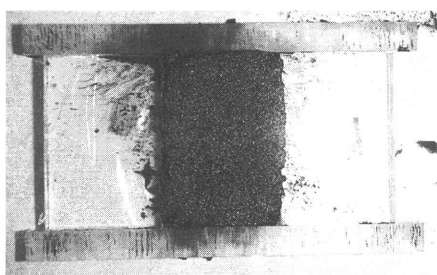


Fig. 3・3 型成形したソフトフェライト磁石

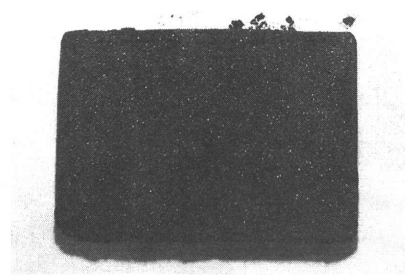


Fig. 3・4 完成した「手づくりソフトフェライト磁石」

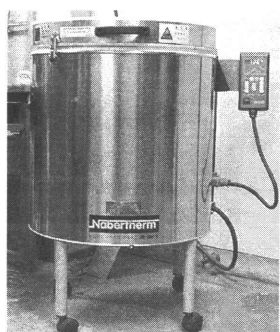


Fig. 3・5 焼結に用いた電気釜

#### 4 小学校での授業：「手づくりソフトフェライト磁石」による電磁石の製作

##### 4. 1 小学校6年生理科での「手づくりソフトフェライト磁石」による電磁石の製作

小学校6年生理科の電磁石の授業では、釘などの鉄心を用いて電磁石を作る授業が実践されている。ここでは、「手づくりソフトフェライト磁石」を用いた電磁石の授業計画を以下のように考えた。

- |   |     |
|---|-----|
| 1 Fig.4・1のかえる石を磁石に変身させよう。パート1 永久磁石を使って          | 1時間 |
| 2 Fig.4・1のかえる石を磁石に変身させよう。パート2<br>乾電池とエナメル線を使って。 | 1時間 |
| 3 コイルの働きについて考えよう。                               | 2時間 |
| 4 電気と磁石の性質は。                                    | 1時間 |
| 5 コイルと電池をつなげば、何でも電磁石になるのかな。                     | 1時間 |
| 6 「手づくりソフトフェライト磁石」を作ってみよう（成形と型抜き）               | 2時間 |
| 7 「手づくりソフトフェライト磁石」を完成させよう（着磁と色塗り）               | 2時間 |

この授業では、Fig. 4・1 カエルまたは動物の形に作った「手づくりソフトフェライト磁石」を小学生に見せ、磁石のような性質を持たないことを確認させる。その後、「手づくりソフトフェライト磁石」に永久磁石をつけると、「手づくりソフトフェライト」が磁化され永久磁石と同じ働きになることに注目させる。「手づくりソフトフェライト磁石」は残留磁気がないため、磁石を離すと磁力を失ってしまう。そのため、小学生は「ものに磁石が近づくと磁石になる。」という仮説が出来上がる。しかし、透磁率が高い物質でないものはその仮説が成り立たないため、磁石になるものとならないものがあることに気づいてくる。

また授業の2時間目において、カエルの形をした「手づくりソフトフェライト磁石」にエナメル線を巻くことにより電磁石に変わる。前回の授業から、コイルに電流を通すと磁石と同じような磁気が生じることを学習させ、コイルと電流が磁気を生み出すことに気づかせる授業を展開する。また、心になる部分を自由な形に作りあげること興味を持たせながら学習を展開する。また、この「手づくりソフトフェライト磁石」は粘土の熔融凝固により空隙ができるため、絵の具で色を自由に塗ることができるので、子どもたちがより、愛着を持つことができる。

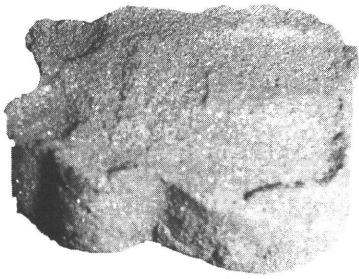


Fig. 4・1 「手づくりソフトフェライト磁石」で作った動物型のかえる

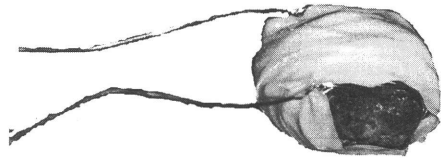


Fig. 4・2 コイルを巻いた「手づくりソフトフェライト」かえる電磁石

#### 4. 2 小学校4年生での総合的な学習の時間の授業

##### 4. 2. 1 小学校学習指導要領解説

小学校学習指導要領解説 理科編に以下の文面がある。<sup>(1)</sup>

##### ○ものづくりの充実

児童の知的好奇心を高め、実感を伴う理解を図るため、各学年の「物質とエネルギー」の指導に当たっては、ものづくりを行うことを充実とした。

小学校学習指導要領 総合的な学習の時間の取り扱いに、以下の文面がある。<sup>(2)</sup>

- 1 総合的な学習の時間においては、各学校は、地域や学校、児童の実態に等に応じて、横的・総合的な学習や児童の興味・関心等に基づく学習など創意工夫を生かした教育活動を行うものとする。
- 2 (1) 自ら課題を見付け、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、よりよく問題を解決する資質や能力を育てること。
- 5 (1) 自然体験やボランティア活動などの社会体験、観察・実験、見学や調査、発表や討論、ものづくりや生産活動などの体験的な学習、問題解決的な学習を積極的に取り入れること。

以上の文面から分かるように「ものづくり」を通して、知的好奇心を高めることにより、自ら課題を見つけ、自ら学び、自ら考え主体的に判断でき、そして問題解決的な能力や資質の育成をねらっている。これを受け、最近では小学校においてもものづくりが積極的に導入されてきている。授業の導入や学んだことのまとめとしてもものづくりが見直されてきている。

現在の子どもたちは、「理科・科学技術離れ」や「ものづくり離れ」が叫ばれ、大変深刻になっている。これを打開できるような魅力的な内容の小学校4年生の総合的な学習の授業案を提案する。

#### 4. 2. 2 「手づくりソフトフェライト磁石」を用いた小学校4年生での総合的な学習の時間について授業計画とその実践

- |   |            |
|---|------------|
| 1 導入（永久磁石の復習を行う）                          | 1時間（※3時間）  |
| 2 電池を使って「手づくりソフトフェライト磁石」を作ろう①             | 1時間（※報告内容） |
| 3 なぜ、磁力が弱かったのか                            | 1時間        |
| 4 電池を使って「手づくりソフトフェライト磁石」を作ろう②             | 1時間（※報告内容） |
| 5 電磁石のまとめ<br>（一回目と二回目の製作でどこが違うのかなどを考えさせる） | 2時間        |
| 6 まとめ<br>（磁石の種類やどのように使われているか？などを調べ学習をし発表） | 2時間        |

※（7 学校祭に磁石の店を出店する企画）

今回の授業を行うに当たってまず、3年生の段階で、動物型「手づくりハードフェライト磁石」を使用し、磁化の仕方、仕組みを既習し、磁石に興味・関心をもった状態である。（※「手づくりハードフェライト永久磁石」製作を行っていない場合は、手づくり永久磁石製作を行った方が子どもたちの興味を引けると思うので導入の段階で製作する。）そこで、永久磁石と同じ形の「手づくりソフトフェライト磁石」を使用し、興味・関心を引きながら電磁石の学習を行うことが出来る。「手づくりソフトフェライト磁石」を使用し、子どもたちに電磁石を使用した「遊び」や「ゲーム」を考えさせる。釘と違い好きな形の電磁石が作れるので、釘よりも子ども達の興味・関心を引く。そして、永久磁石のように一度くっ付いたら離れないもの、という考えから「離れる磁石」を考えられるようになる。このことから永久磁石と電磁石の違いを矛盾なく学習させることができる。

また、理科の時間と平行して「モーターカーを作ろう」や「豆電球に光をつけよう」といった単元で電池と回路を学びさせながら横断的に行い、理科と総合的な学習の時間との連携をはかる。

この授業の大きなポイントとして、一回目の電磁石製作では、ほとんど電磁石の知識がない状態で製作させるため、3年生の時の「永久磁石の製作」の既習概念により電磁石を製作しようとするためうまくいかない。電磁石が分かりかけてきたころには、電池がなくなってしまう磁力がなく弱い電磁石になる。これは永久磁石に比べてかなり弱いため子どもたちは大きな「つまずき」を体験する。しかし、子どもたちは、永久磁石と比較し、磁力が弱いことに関し、なぜ着かないのか？ 磁化の仕方が悪いのか？ と考えを巡らせる。

そして、2回目の製作では永久磁石に引けをとらないような電磁石の製作を行う。これにより、1回目の「つまずき」が大きければ大きいほど、子どもたちは「喜び」を感じる。これが、学ぶ意欲に繋がり、「理科・科学技術離れ」や「ものづくり離れ」の解消に繋がる。

そして、時間的な余裕があれば、学校祭に磁石の店を出店させる。お店を出店するために、学習してきた事をもう一度思い出して、どんなものがおもしろいのかを考えることにより、自然と「生活と学んだ事」を結び付けることができる。

4. 2. 3 実践の報告（静岡市立長田東小学校 4年生 31人を対称とした授業実践）

実践報告は、上記の授業計画の2項と4項の「手づくりソフトフェライト磁石」を用いた電磁石の製作についての実践内容を報告する。一回目の「手づくりソフトフェライト磁石」の製作で予想していたように、かなりの多くの子どもたちが「つまらない」とか、「永久磁石の方が良い」と言っていた。実際に子どもたちの表情からもそれが滲み出ていた。これにより子どもたちは大きな「つまずき」を感じた。授業後の「おもしろかったか?」と問いかけてみたところほとんどの子どもたちが手を挙げなかった。

しかし、二回目の「手づくりソフトフェライト磁石」の製作後のアンケートの集計結果から子どもたちの意見が大きく変化したことがわかった。授業中の表情も楽しさが溢れ出ていた。以下に製作終了後に行ったアンケートの集計結果一部を表4・1、表4・2に記す。

表4・1 アンケート結果（授業評価アンケート①）

今日の授業はおもしろかったか？	
おもしろかった：26（78.8%）どちらでもない：6（18.2%）おもしろくない：1（3%）	
おもしろかったの理由	
<ul style="list-style-type: none"><li>・前よりもクリップがついた：4</li><li>・クリップがたくさんついた：4</li><li>・電磁石とクリップでゲームができたから：2</li><li>・永久磁石じゃなく、電磁石を作ったから：2</li><li>・いろいろな実験が出来たから：1</li><li>・導線を巻くのがおもしろかった：1</li><li>・電池を4つ繋げてクリップがたくさんついたから：1</li><li>・カエルがクリップについたから：1</li><li>・前よりもエナメル線の巻き数を増やして強くなったから：1</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・クリップを持ち上げるのが楽しい：1</li><li>・線が太いから：1</li><li>・まだ一回もやっていないから：1</li><li>・遊べたから：1</li><li>・ついたりつかなかったりしたから：1</li><li>・最初はみんなついたけれど僕だけつかなかったから：1</li><li>・考えながらできたから：1</li><li>・前よりも工夫がされているから：1</li><li>・今度は強力な電磁石が作れたから：1</li><li>・前は永久磁石がおもしろかったけど電磁石もおもしろくなってきた：1</li></ul>
どちらでもないの理由	
<ul style="list-style-type: none"><li>・クリップがつかなかった：3</li><li>・電磁石になったけど電池がすぐになくなった：1</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・うまくいかなかった：1</li><li>・ワニ口クリップを代えたらついた：1</li></ul>
おもしろくなかったの理由	
無記名：1	

表 4・2 アンケート結果（授業評価アンケート②）

今日の授業で「ものづくり」や「理科」が前よりも好きになったか？	
はい：29(87.9%)                      いいえ：4(12.1%)	
はいの理由	
<ul style="list-style-type: none"><li>・おもしろい、楽しいから：3</li><li>・電磁石は面白いし、楽しいから理科を好きになった：1</li><li>・磁石のキャラができたから：1</li><li>・電磁石はついたり、離れたりするから：1</li><li>・いろんな研究をしたから：1</li><li>・色々なことがいっぱいあるから：1</li><li>・昔は理科が嫌いだったけど、今は出来るような気がしたから：1</li><li>・電磁石はいっぱい使われているから凄いと思った：1</li><li>・強力になったから：1</li><li>・前は全然ものづくりのことは考えなかったで、今日の授業をやってくれたらとても楽しかった：1</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・いろんな遊びができるから：1</li><li>・いっぱいクリップがついたから：1</li><li>・永久磁石と電磁石があるから：1</li><li>・クリップがついたとき、嬉しかったから：1</li><li>・実験するのが楽しくてどうなるのかわからないのが楽しみ：1</li><li>・磁石を作ったから好きになった：1</li><li>・楽しくなった、やり方がわかった：1</li><li>・電池に繋いでクリップがついたから：1</li><li>・いろんなことが分かったから：1</li><li>・今は分かるようになった：1</li><li>・前より楽しかった：1</li><li>・輪になっているのが分かった：1</li></ul>
いいえの理由	
・理科は得意だけどあまり分からなかった：1    ・無記名：3	

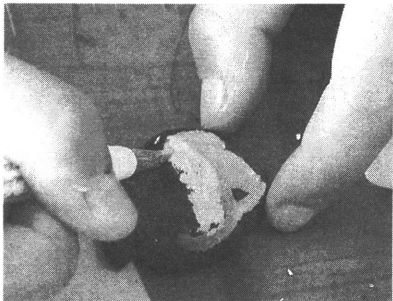


Fig. 4・3

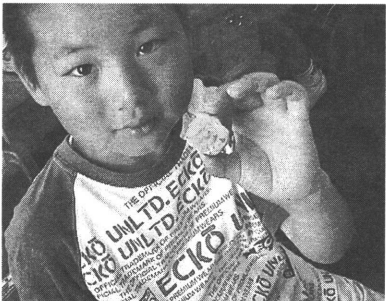


Fig. 4・4

作った動物型「手づくりソフトフェライト」に色を塗っている様子



Fig. 4・5

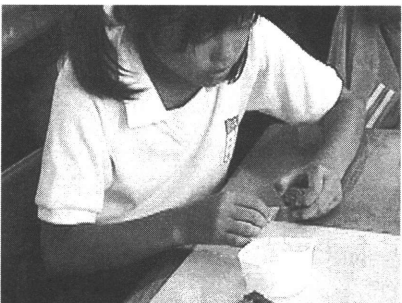


Fig. 4・6

コイルを巻いている様子

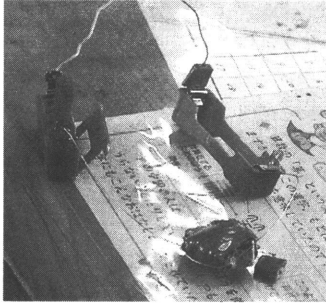


Fig. 4.7



Fig. 4.8

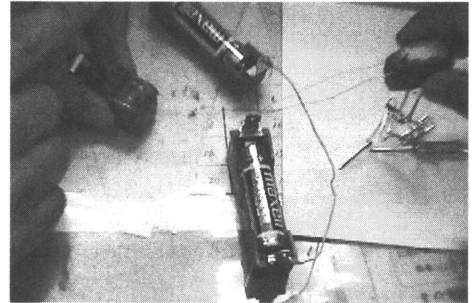


Fig. 4.9

「手づくりソフトフェライト」を使った電磁石の実験をしている様子

#### 4. 2. 4 実践の考察

表4.1から分かるように26人の子どもが「手づくりソフトフェライト」を使った電磁石の授業が「面白かった」と答えている。そして「どちらでもない」と答えた子どもたちでは、「つかないから」の理由が4人いた。これは実験がうまくいかなかったからで、製作や実験がうまくいけば面白かったと答えたに違いない。また、授業中「電池がすぐなくなる」ということがわかり、今後の授業展開の課題となった。

表4.2より、総合的な学習の時間で「手づくりソフトフェライト」を使った電磁石の授業を行うことで、理科やものづくりを好きになってくれている子どもたちが多いことが分かった。その理由として考えられるのは、一回目の授業で何も電磁石の知識がない状態で製作と実験を行わせたことにより、電磁石について理解し始めたころには、電池がなくなってしまいあまり磁力が出なく失敗したため、二回目の授業での成功が印象深かった。この子どもたちが味わった「つまずき」は「喜び」＝「学ぶ意欲」に繋がった。

いいえの理由として、「得意だけど分からなかった」とあるがこれは、座学が得意だが実践が苦手ということを表しているとも考えられる。理科はこういった子どもたちが多い分野でもあると思われるので実験や体験、ものづくりの学習を増やしたほうが良い学習効果をもたらすと考えられる。このような実践により理科をより好きになっていく子どもも多い。特に子どもの磁石への興味は大変大きく、「手づくりソフトフェライト」教材は、理科やものづくりを好きになるきっかけを与えられる教材である。

2回目に製作を終え、3年生時に製作した「手づくりハードフェライト永久磁石」に負けないぐらい、子どもたちの興味・関心をひくことができた。

学習指導要領によれば、電磁気学における磁石に関する教育は、3年生での「永久磁石、一時磁石」と6年生での「電磁石」と繋がりが希薄に感じられたが、4年生の総合的な学習の時間の中で「手づくりソフトフェライト」電磁石を学ぶことにより、6年生で学習する電磁石（モーターなど）までの「繋ぎ」の役割を果たすと考えられる。この残留磁気の残らないソフトフェライト磁石を使用することにより、生活に沿った磁石の種類を学ぶことが出来る。電化製品は残留磁気が残るものでは誤作動や故障の原因になる。今回の電磁石を学ぶことは、生活の中で使用されている「磁石」の基礎も学習することができる。そのことにより、子どもたちの見方や考えかたの視野が広がり、これまで、結び付いてくかった「磁石教育と生活」の関係を学習する一助となろう。

また、アンケート結果からもわかるように、子どもたちの「理科・科学技術離れ」や「ものづくり離れ」の解消にも大変効果的な教材である。



## 5 中学校での授業 「手づくりソフトフェライト」を用いた直流モータの製作

中学校では、2年生の理科でクリップモータを作成する実践がある。簡単に作ることができることと、電気と磁力の関係をもの作りを通して学べるよい教材である。

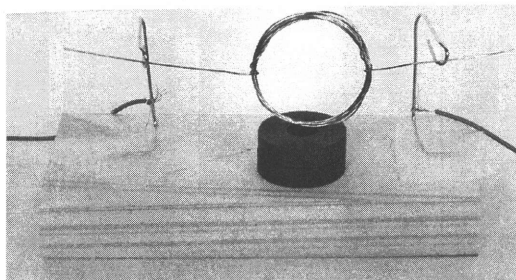


Fig. 5・1 中学生が作るクリップモータ

技術・家庭科の授業では「ロボコン」や「動く模型」等でモータを使うことが多いがモータを作る実践はない。理科で簡単な原理を学習した後、技術・家庭科の授業でモータを作る授業の展開を考えてみた。

- |                                   |      |
|-----------------------------------|------|
| 1 電気を何に変えて利用しているか。                | 1 時間 |
| 2 電気を力に変える電磁石を作ってみよう              | 1 時間 |
| 3 電気を回転に変える直流モータの仕組み              |      |
| ・マブチモータを分解してみよう。                  | 1 時間 |
| 4 「手づくりソフトフェライト」を使った直流モータを作ってみよう。 |      |
| ・回転子の形を考えよう                       | 1 時間 |
| ・磁界を作るステータの形を考えよう                 | 1 時間 |
| ・直巻き、分巻き モータについて                  | 1 時間 |
| ・ソフトフェライトで回転子とステータを作ってみよう         | 4 時間 |
| ・動力試験                             | 2 時間 |
| ・自作モーターカーを走らせてみよう。                | 2 時間 |
| 5 モータが使われている製品を探してみよう             | 1 時間 |

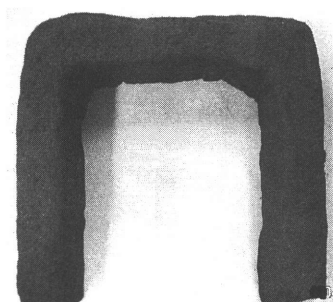


Fig. 5・2 「手づくりソフトフェライト磁石」で作った分巻き用固定子(ステータ)

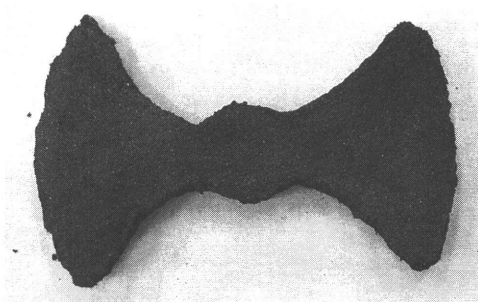


Fig. 5・3 手づくりソフトフェライト磁石で作った分巻き用回転子(ローター)

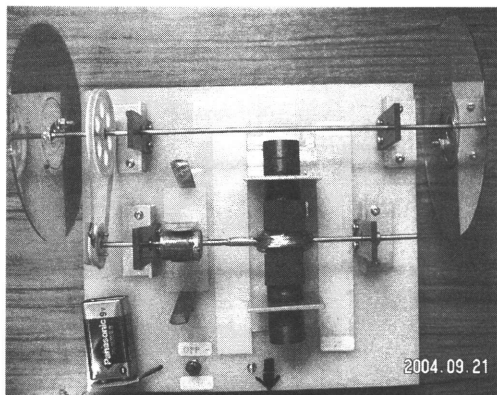


Fig. 5.4 「手づくりソフトフェライト磁石」で作った吸引反発モーターカー(5)



Fig. 5.5 「手づくり磁石」で作った固定子(ステータ)と回転子(ロータ)(5)

理科での学習経験を生かしながらモータ製作を行うことが可能である。また、販売されているモータ製作キット等で作るモータではステータの形や回転子の形が決められてしまうが「手づくりソフトフェライト磁石」を用いた場合は、自由にそれらを作ることができる。また、磁力線の向きや方向によってどのような形の回転子やステータが良いのか考え設計することも可能になるため、一人ひとり異なった形のモータ製作ができる。必修の授業での実施が難しければ、選択の授業などで、実施することも可能である。

## 6 工業高校での「手づくりソフトフェライト磁石」授業

工業高校の工業技術基礎の授業や課題研究の授業では、教師が内容を工夫したものの作りの授業が可能である。特に、電気科、機械科問わず、交流モータに関する知識は必要であり、またそれらに関わる製作技術等も学習する意義は大きい。また、ヒステリシス損を軽減するための工夫がなされているトランスの鉄心やモータのステータなどに言及しながら残留磁気が少ないソフトフェライトを用いることの利点を学ぶことができる。

### 6. 1 同期モータの製作(隈取りコイル型モータの製作)

ここに製作例を上げる隈取り型コイルモータは<sup>(3)</sup>、扇風機や換気扇などの比較的トルクが小さくても使用できるモータである。隈取りコイルモータは、簡単な隈取りコイルを付けるだけで同期の回転方向が定まる仕組みでできている。同期モータとして学習には最適である。授業では、ステータの形を「手づくりソフトフェライト磁石」で製作して、回転子となるローターも「手づくりソフトフェライト磁石」で作るものである。実際にステータは薄い珪素鋼板を重ねたものを用いるが、鋼板を打ち抜きで製作するよりも「手づくりソフトフェライト磁石」で成型加工した方が容易である。

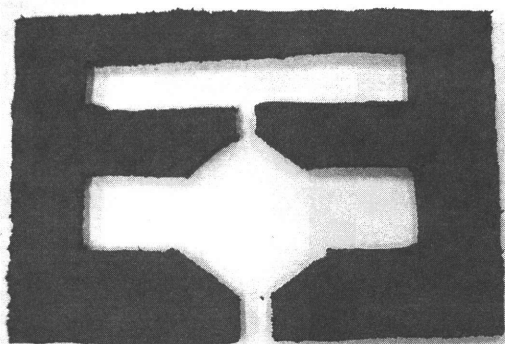


Fig. 6.1.1 「手づくりソフトフェライト磁石」で作った隈取り型モータの固定子(ステータ)

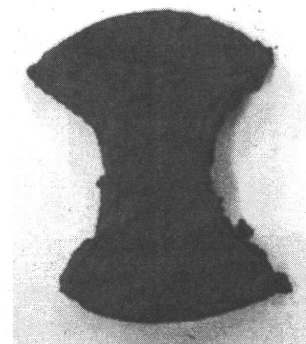


Fig. 6.1.2 「手づくりソフトフェライト磁石」で作った回転子(ロータ)

## 6.2 「手づくりソフトフェライト磁石」を用いたインダクションモータの製作

インダクションモータとは、電磁誘導作用とそれによる電磁力を使って回転するモータである。このモータでは、回転子を導体で作ることができる。ステータは回転磁界が生まれるようにコイルを使って製作する。「手づくりソフトフェライト磁石」を用いてステータを作ることが可能である。界磁が発生しやすいようなステータの形状を工夫しながら製作することも可能である。

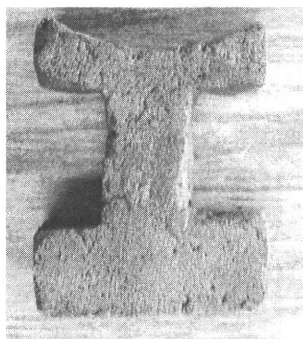


Fig. 6.2.1 「手づくりソフトフェライト磁石」で作ったステータ



Fig. 6.2.2 コイル巻き後の様子

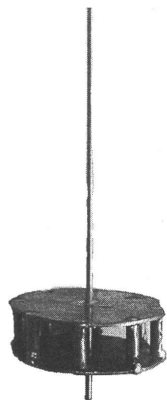


Fig. 6.2.3 ローター

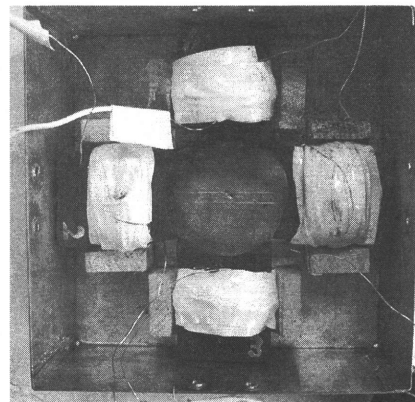


Fig. 6.2.4 「手づくりソフトフェライト磁石」で作ったインダクションモータ

### 6. 3 「手づくりソフトフェライト磁石」を用いたトランスの製作

ヒステリシス損による熱損を少なくするためトランスの鉄心には、鋼板を重ねた積層鉄心を用いるのが一般的である。しかし、残留磁気が少ない「手づくりソフトフェライト磁石」を心を用いたものを製作することで、トランスの特性を学習することが可能になる。

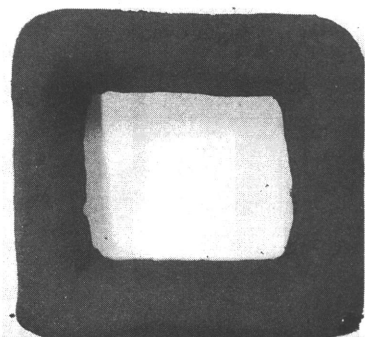


Fig. 6.3.1 「手づくりソフトフェライト磁石」で作ったトランスの心

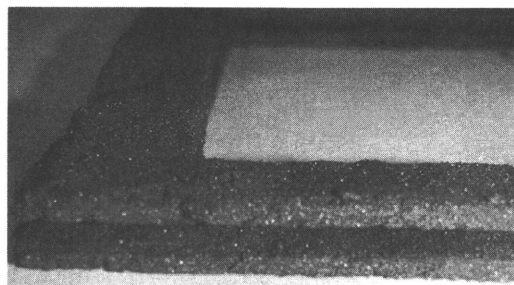


Fig. 6.3.2 「手づくりソフトフェライト磁石」で作ったトランスの心(積層タイプ)

## 7 まとめ

電磁力を学習する教材として、学習用教材のキットが多く販売されているが、大半のものは原理を学習することを主眼にしている。しかし、自分なりに工夫して作ることを主眼にした教材はない。また、教科書や百科事典等で調べてもあまり紹介されていないソフトフェライトのような物質が、磁化される様子を見ることは、学習者にとって新鮮な驚きと興味を抱かせることになる。

「手づくりソフトフェライト磁石」を用いることで、小学生から高校（工業）生までの授業にものづくりを取り入れた電磁誘導に関する学習が可能になる。また、今まで製作が難しかったモータのステータやトランスの心などを簡単に製作できるため、設計製作の授業がやりやすくなる。また、残留磁気が存在しない特長を生かして、熱損失の少ない磁気材料や電気材料に関する授業展開も可能になる。

この新しい「手づくりソフトフェライト磁石」を用いた電磁力の学習教材の開発と実践研究が今後の「磁石学習」のイメージづくりに多大な貢献をすることを期待したい。

## 参考文献

- (1) 文部省（平成 10 年）：小学校学習指導要領、財務省印刷局
- (2) 文部科学省（平成 11 年）：小学校学習指導要領解説 理科編、東洋館出版社
- (3) 内田隆裕（2000）：なるほどナットク！ モーターが分かる本、オーム社
- (4) 見城尚志、佐渡 茂（2001）：イラスト・図解 小型モーターのすべて、技術評論社
- (5) 草野正義（2003）：回転原理の理解および製作意欲の向上を迫及した電動機教材の研究 平成 15 年度静岡大学大学院教育学研究科修士論文
- (6) 山本瞬平（2003）：自家製磁石を使ったインダクションモーターの回転効率の研究、平成 15 年度静岡大学教育学部技術科卒業研究論文