

実験結果をより明確にし、たしかな理解につなげるための教師の役割
～インパクトのある教材作りを通して～

伊万里市立大坪小学校 教諭 西 直紀

1 単元名 『電磁石の性質』

2 指導にあたって

この単元の主な教材となってくる電磁石は身近にある様々な生活用品に使ってあるが、見えないものであることもあり、児童にとっては全く身近でないものとなっている。

学習指導要領解説によると、この単元で身に付けさせたい力は、「鉄心に巻いた銅線に電流を流すと鉄心が磁化されることを調べ、電磁石の強さや極は電流の強さや向きによって変わることとらえるようにする」とある。また、「電磁石の強さは電流の強さや銅線の巻き数によってかわることをとらえるようにする」とある。


予備実験では、電流を強くすると電磁石につくクリップの数がかなり増えたが、巻き数を100回から200回に増やしても電流を増やしたときほど変化がなかった。そこでもっと巻き数の多い磁石を準備し授業のまとめ、もしくは発展的な段階で演示実験を行えば解説のねらいにある、「電磁石の強さは電流の強さや銅線の巻き数によってかわることをとらえるようにする」がより児童に深く理解してもらえるのではないかと考え、自作教具を製作することにした。

教科書に載っている子どもが鉄棒にぶら下がるほどの電磁石も考えたが、児童に配る教材とあまりにもかけ離れているので、日用品店で手軽に購入できる身近な道具を使って、児童と同じ作業のできる電磁石の中でできるだけ力の強い電磁石を追い求めた。

3 本時の目標

- ・電磁石の強さは、流れる電流が大きくなるほど強くなることを理解することができる。 <知識・理解>
- ・コイルの巻き数が多いほど電磁石が大きくなることを理解することができる。 <知識・理解>

4 授業の実際

学習活動	指導上の留意点
1 本時の学習内容をつかみ、めあてを考える。	○ 前時の実験結果、同じ電流の強さ、同じ巻き数では、力はほとんど変わらなかったことを想起させる。
電磁石を強くする方法を考えよう	
2 予想を立てる。 ・電池の数を増やす ・コイルの巻き数を増やす ・鉄心を大きくする 3 実験で確かめる。 I 流す電流の強さを変えてみる 「めっちゃ増えた！」 II コイルの巻き数を変えてみる 「あんまりかわらん。」 4 実験結果を発表する。	○ 電磁石の力を強くするにはどのような方法があるかを予想させる。 ○ 電池の数を2倍にした場合や、コイルの巻き数を2倍にした場合の実験結果についても見通しをもたせ、発表させる。 「くっつくクリップの数も2倍になる」 「2倍以上に強くなる」 ○ 電池1個の場合と直列つなぎの2個の場合で結果を記録させる。 ○ 100回巻きのコイルと、200回巻きのコイルで結果を記録させる。 ○ 実験結果から、電磁石を強くする方法についてまとめる。
流れる電流が大きいほど、また、コイルの巻き数が多いほど電磁石は強くなる	
5 自作教具で演示実験を行う。 	○ 多くのクリップを全て持ち上げてみせ、電流の強さ、巻き数の関係性を明確にさせる。 「実は先生、めっちゃ強い電磁石を作りたくて、秘密兵器を作ってきました。じゃ～ん。みんなのとどこが違う？」 「エナメル線がたくさん巻いてある。」 「鉄心が本物の磁石みたいな形で大きい。」 「電池が4つも直列でつながってる。」 「そうなんです。では、個の秘密兵器でこの大量のクリップを持ち上げてみようと思います。成功したら拍手を！！」 「力強っ！！」 「おお～～～」 「すげえ～～～」 「やっぱり電流の大きさやエナメル線の巻き数は電磁石の力をアップさせるのにとっても大切な働きをしてくれるみたいですね」 「鉄心も関係あるんですか？」 「教科書にもあるように、鉄心も関係はあるんです。あと、エナメル線の太さについても書いてありますね。」

5 自作教具作りの実際

児童とあまりにかけ離れた材料でなく、より力の強い電磁石を作るためまずとりかかった。

試作品1 左の写真1のようにより表面積の大きい鉄心探しであった。そこで鉄の金槌の柄の部分を取り落とし0.35mmのエナメル線を500回以上巻いた電磁石を作った。ところが電流を流しても、クリップ1個がようやくつく程度の力であった。原因として考えられたのは、エナメル線の太さが細く、長さが長すぎ、その分増えた抵抗で、電流が弱くなってしまったこと。もう一つ、あまりに鉄心が太く、磁力をもたせるには電力が足らなかったことが考えられた。



写真1

試作品2 失敗を踏まえ次に準備したのは、1.2mmの太いエナメル線と、左の写真2のような径が太くU字になったボルトである。巻きすぎると抵抗が増えるということで、300回巻きつけて電流を流してみた。ところがかなり弱い力しか生まれなかった。長すぎるのかと思い、短くしながら測定してみたが、巻き数を少なくしても強い磁力は生まれなかった。原因としては、今度はエナメル線が太すぎて、強い電流を流すにはかなりの電圧が必要であったことが考えられた。



写真2

試作品3 さらに失敗を踏まえ次に準備したのは、0.5mmのエナメル線と、左の写真3のような幅の広いU字型ボルトである。巻き数は800以上にし、電池4個分の電圧をかけてみた。するとかなりのクリップを持ち上げることができ、児童に見せるには十分のインパクトがあると考え、授業にはこの試作品3を使った。



写真3

授業においてはこちらの想像以上の反応があったのだが、ここまでくるとこれまでに使った材料でさらに強い電磁石が作れるように感じ、試作品2のUの先同士が近く、鉄心が太いボルトに、試作品3で用いたエナメル線を巻いた試作品4(写真4)を作り、巻き数の150回ごとに同じ電圧をかけ、くっつくクリップを記録し、巻き数が多ければ多いほど強いのか、ある巻き数を超えると抵抗の強さが増しすぎて力が弱くなってしまおうのかを調べてみることにした。さらに同じ巻き数、同じ電圧の場合は試作品2と3のどちらのボルトが有効なのかも調べてみた。その結果が以下である。



写真4

写真2の太くて幅の近いボルト	試作品4(写真4)	150回巻き	クリップ180個
		300回巻き	クリップ9個

予想をはるかに超える早さで磁力の低下が見られた。ちなみに試作品3の830回巻きの電磁石で同じ電流を流すと350個のクリップがくっついた。長さにして32メートルの銅線を巻きつけた試作品よりも、たった16メートルの銅線で作った試作品4の方が極端に力が弱い。原因は抵抗でない。鉄心に原因があるとしたか考えられない状況になった。電磁石の深さを感じる結果となった。試作品3のボルトが今回の材料の中で最適であることは証明できた。最後に残ったのは巻き数である。今回のボルトでは、800回から700回にすると90個くっつくクリップが減ってしまった。そこで1000回に増やすと、急に力が下がった。35メートルほどのエナメル線であれば力はどんどん伸びていくことが分かった。最後に今回の作業を通して、やはり手作業の中でよりきれいに巻くほど強い電磁石ができることを感じた。いずれにしても、まだまだ課題は多く残った教材作りであり、今後継続して研究していくつもりである。

6 児童の反応

授業の最後に全員に本時で印象に残ったことや分かったことを書かせた。以下はその中の一部の児童の反応である。

児童A コイルの巻き数、電流の強さ、鉄心の太さ、エナメル線の太さを変えるだけでこんなにクリップがつくとは思いませんでした。どの条件を変えると一番強さに変化があるのかなあと思いました。

児童B コイルの巻き数を2倍にしても思ったよりも力は変わらなかったけど面白かった。さすがに830回巻きの威力はすごかった。830回以上巻いたコイルだとどんな力になるのかやってみたいと思った。

児童C 巻けば巻くほど、磁力が強いほど、鉄心が太いほど電磁石は強くなることが分かった。

7 成果と課題

自作教具の反応はとてもよかった。指導する側の知識としても、失敗を繰り返すことでより深いものが得られた。児童の手元の教材でははっきり出てこない実験結果を大げさに示すことで、なんとなくであった理解がはっきりした形で表れることで頭にすっきり入れることができたように感じた。

行ってみて多くの課題も生じた。児童Aの記述に出ているように、あまりに全てを極端に増やした教材の提示のみに終わったので、本時の実験との兼ね合いがどうであったかということである。巻き数だけを極端に増やし、他は同じ条件で行う教材や、電池の数を極端に増やした演示実験を行った後での写真3の提示であったほうが、ねらいとするところにはより近づけたのではないかと感じた。今後鉄心が同じで巻き数を変えたものを準備して、もう一度比較実験を児童の前で行いたいと思う。

挙げた試作品以外にも様々な電磁石を様々な材料で製作した。そんな試行錯誤の中で私自身が教材作りの大切さや楽しさといったようなものを感じることができ、与えられた教材を作る児童のワクワクした心境を味わうことができ、貴重な体験となった。