

# 第5学年 理科学習指導案

指導者 千葉市立北貝塚小学校  
朝日 隆宏

## 1 研究主題

### (1) 市教研統一テーマ

○自ら学び、心豊かに生きる力を身につけた児童生徒の育成

### (2) 部会テーマ

○個を生かした学習指導の進め方《小中合同主題》

○教科の本質にもとづき、児童の力で自然を調べる楽しさが体得される場の工と指導法の追究《小学校主題》

## 2 単元名 電磁石の性質

## 3 単元について

### (1) 単元の問題

#### ① 現在の電磁石の授業の進め方

現在出版されている教科書では、全ての教科書が本単元を「電磁石作り」から始めている。

例えば、現在千葉市で使われている大日本図書では、単元の最初のページに次のようにある。

コイルの中に鉄心を入れて電流を流すと、磁石のようなはたらきをする。これを電磁石という。

児童は、コイルと鉄心を組み合わせて電磁石を作り、電流を流した時に発生する力が磁石と同じであることを確かめていく。方位磁針を使って極があることを調べ、クリップを引きつけて磁力の変化を調べる。そして、「わかったこと」として次のようにまとめられている。

電磁石に流れる電流を大きくしたり、コイルのまき数を多くしたりすると、電磁石が鉄を引きつける力は強くなる。

その後は、電磁石を使ったおもちゃ作りなどで学習を終えている。どの教科書もおおむね上の流れをとっている。

児童は、電磁石を作る楽しさや、鉄を引きつける力がどんどん強くなる面白さから、喜んで学習に参加する。電磁石について興味を持つことができ、実験する際の条件制御についても考えられ、一見何の問題もないように思える。

しかしこの進め方だと、学習指導要領の単元の目標「電流のはたらきについての見方や考え方をもち」が達成できていないのではないかと考えた。

#### ② 電流のはたらきへの見方や考え方

小学校段階でどこまで「電流のはたらき」が理解されていけばよいだろうか。小学校段階で説明すると次のようになる。

- 1 電流が導線に流れると、導線全体に磁力が発生する（導線の周りに磁界ができる）
- 2 磁力が発生した導線をコイルにすると磁力が集まり、コイルの中心の磁力が強くなる
- 3 強くなった磁力がコイルの中央に入った鉄心を磁化させ、磁石のはたらきをする

導線や鉄心の入っていないコイルの磁力調べなど、現在は中学校で扱っている内容もある。しかし、導線の周りに磁界が発生していることや、導線をコイルにすると磁力が集められていることがわからなければ、「**電流の流れているコイルは、鉄心を磁化するはたらきがある**」ことを理解したとは言えないはずである。

「電流のはたらきへの見方や考え方」をもつためには、上記の内容が必要と考える。

### ③ まとめ

「小学校でそこまでやる必要はないのでは？」「難しいことをやると理科嫌いが増える」  
そういった意見もある。

確かに、TIMSS2007 の調査によると、小学校4年で「理科は楽しいか」という質問に肯定的な回答をした割合は87%と高いものの、中学校2年で58%と国際平均より20ポイントも低くなる。小学校理科の場合、具体物が目の前にある楽しさから児童の興味を持たせることは難しくない。現在の学習でも、楽しく満足しているからこそその数字だろう。しかし、実物を見たり操作したりする楽しさから、中学校になり一転、原理や仕組みを詰め込むように覚えなければならなくなる現在の授業のあり方が、中学校での理科嫌いを増やす原因の一つになっているのではないか。

小学校段階であっても、電磁石の仕組みを追究する授業が必要であり、これが結果として「教科の本質にもとづき」、中学校やさらに将来を見据えて「児童の力で自然を調べる力が体得される」実践になると考える。

## （2） 本授業の提案

### ① 本実践の単元構成

次の単元構成による授業を、本実践で提案する。

- 1) 従来通り電磁石を作り、釘やクリップの付く数調べをして、電池が増えたりまき数が増えたりするとたくさん付く、つまり磁力が増すことを確かめる。
- 2) 巻き数を増やして釘がたくさん付くようになったとき電流の大きさは変わらない事実から、電流の大きさ以外の磁力の変化の要因を考える。（なぜ巻き数が増えると磁力が増すのか）
- 3) 巻き数が増えて磁力が増したのは、導線そのものから磁力が出ているのではないか、という見通しをもとに電磁石を分解し、導線から発生する磁力を調べる。（本時）

なぜ、このような単元構成にするか。以下に述べる。

### ② 先行実践について

児童が自ら電磁石の仕組みを追究していく実践に、1本の導線から導入するものがある。

この先行実践は、1本の導線に電流を流した時に近くに置かれた方位磁針の針が揺れる現象を

観察するところから始まり、導線から磁力が出ていることを調べ、導線をコイルの形にしていく。

導線から出る力が磁力であることや、磁力を集めるためにコイルにして鉄心を入れるまでを児童の力で調べていく極めて優れた実践であり、追試も数多くある。むしろ、初等理科研究では、この先行実践の方が一般的である。教科書では扱われていないが、「**電流の流れているコイルは、鉄心を磁化するはたらきがある**」ことを学ぶ指導要領に沿った単元構成にするなら、現在の教科書よりこの先行実践の方が理に適っていると言える。

### ③ 中学校の内容とのつながり

また、先行実践の1本の導線から出る磁力を調べる内容は、中学校の電磁誘導の授業でも行う。いくら小学校段階でも理解できるとはいえ、内容が重複してしまっただけでは中学校で学習する価値がなくなってしまう。

かといって、現状の電磁石を操作するだけの授業では、中学校の学習になって仕組みや電磁誘導について学ぶことになり、かい離が大きい。なんとなく「電磁石というものがある」「手回し発電機というものがある」といった理解しかできていない児童が、中学生になって急に磁界や電磁誘導を学ぶ飛躍が中学校段階で理科嫌いが増える原因になると考えていることはすでに述べた。

小学校の3年生で学ぶ「磁石」「電気」と、中学校2年の「電磁誘導」をつなげる点からも、本実践は必要だと考える。

### ④ まとめ

教科書実践、先行実践と本実践について、次のようにまとめられる。

現在の実践（教科書実践）	初等理科の実践（先行実践）	本実践
操作中心で磁界などの見方が育たない。 仕組みを学習しない（結果、中学になって急に難しくなる）。	内容が中学校と重なっている。 磁力や電気の見方が育っていない児童が導線の磁力を調べるのは困難。	磁石と電磁石の磁界観察、導線から出る磁力調べを児童の力で行う。 中学校の内容につなげられる。

「1本の導線から磁力が出ているかどうかどうしても確かめたい」という切実な思いを児童が持ち、「これまでの実験結果からすると、1本の導線に磁力が出ていないと説明が付かない」と児童の問題意識を焦点化させられるよう、授業に取り組みたい。

なお、今年度（27年度）改訂の大日本図書の教科書では、扱う教材がエナメル線からビニル導線へと変わった。この点も本実践を行うにあたってのメリットとなるので有効に活用したい。

- ビニルで覆われているため、直接鉄心に電流が流れていない（絶縁されている）見方をもたせやすい。（ただし、電流が何でも通すと考えている児童も多い。事前に指導が必要）
- エナメル線に比べ、つけはずしが容易。分解して調べる発想も、ビニル導線を見て思いついたものである。

## 4 単元の目標

- 電磁石（導線）に電流を流したときに起こる現象に興味・関心をもち、調べようとしている。電磁石の性質を活用したおもちゃに関心を持ち、作ろうとしている。（関心・意欲・態度）
- 電磁石（導線）から発生する力が磁力であることを、実験結果から考察できる。電磁石の極、強さを変える要因について条件を制御して調べることができる。  
各実験における予想や考察など、自分の考えを表現できる。（科学的な思考・表現）
- 方位磁針やクリップ、簡易検流計などを適切に扱い、電磁石の極や強さについて調べ、その過程を記録できる。電磁石の性質を活用して、工夫してものづくりができる。（観察・実験の技能）
- コイルに電流を流すと、磁力が発生することを理解している。電流の向きが変わると電磁石の極が変わる。電磁石の強さは、電流の大きさや導線の巻き数によって変わることを理解している。  
コイルに電流を流すと導線の周囲に磁界ができ、導線を巻くと磁力が強くなることを理解している（提案者による追加）。（知識・理解）

## 5 単元構成（11時間扱い）別紙参照

## 6 本時の展開 7/11

### （1）本時の視点

- ① 「どこから磁力が発生しているか」に、児童が自ら問題を焦点化していく単元構成

本実践の問題解決は、教科書の学習でまとめとなっているところから始まる。

教科書実践では、児童は巻き数が増えた時に磁力が増えること、その際に電流の大きさは変わっていないことを確認し、これで終わりとなる。しかし、考えてみると、これは大きな矛盾である。

これまで児童は、豆電球やモーターの実験や前時までの電磁石の実験で、電流の大きさが増した

時（乾電池が増えた時）に、明かりや動力、磁力が増す、という捉え方をしている。

それが、この実験は、磁力が強くなっても電流の大きさは変わっていないのである。電流の大きさは変わっていないのに電磁石の力は強くなる結果は、今までの電流についての捉え方からすると説明が付かない。しかし、目的がはっきりせず電流の大きさを調べるだけ（なぜ電流の大きさを測るか、教科書にも書かれていない）の現在の学習の流れでは、児童にとって矛盾と意識され

大日本図書 平成 27 年度改訂版より

《実験の結果》

コイルのまき数 電流の大きさ くぎの数

50 回巻き	1. 2A	3	3	4
100 回巻き	1. 2A	8	9	8

《わかったこと》

電磁石に流れる電流を大きくしたり、コイルのまき数を多くしたりすると、電磁石が鉄を引きつける力は強くなる。

ず、「電流の大きさも増えていた」と誤った印象しか残らない(既習児童への実態調査(ア)参照)。

そこでまず、児童に、巻き数を増やして磁力が増した理由を考えさせる。磁力が増した事実からすぐに電流の大きさを結び付ける児童も多いだろうし、乾電池の数に着目して電流は変わっていないと考える児童もいるだろう。そのように考えを表出させたあと、実際に調べさせる。すると、電流の大きさは変わっていない。電流の大きさに変化がないのに、巻き数を増やすと磁力が増すし巻き数を減らすと磁力も減る。このような試行を繰り返し、児童の問題意識を徐々に導線へと焦点化させていきたい。

② 見えない磁力を「観たい」という必要感に支えられた観察の場の設定

本授業は、目に見えない微量な磁力を観察する。釘やクリップも付かず、軽量のマグチップも導線はかなり慎重に何度かくぐらせて、かろうじて「付いていることがある」程度である。方位磁針を近づけた時のみ、はっきりと動く様子が観察できる。このような微量な磁力をいきなり方位磁針の動きで観察させても、おそらく児童は見過ごしてしまうだろう。

そこで、観察に際して、釘、マグチップ、方位磁針の順で教材を渡していくことにする。

釘でもわからない、マグチップでもはっきりしない、でも微量な磁力がありそうだ、という見通しが持てた時に、方位磁針のわずかな揺れを見逃さない観察の眼が育てられると考える。

このように、児童が「どうしても観たい」と思えるような場を設定することで、見えない微量な磁力に迫っていきたい。

(2) 本時の目標

- 導線に電流を流すと、導線全体から磁力が発生することを確かめられる。(知識・理解)

(3) 展開

学習活動と内容	○指導上の留意点 ◆評価の観点
<p>《前時までに》</p> <p>○実験の準備をする。</p> <p><b>【実験道具】</b></p> <p>電磁石 75 回巻きを分解したもの</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>長くて扱いが難しいため、ある程度巻いておく。実験は1本の導線を調べることが確認する。</p> </div> <p>磁力の発生を調べる物</p> <p>「釘 マグチップ 方位磁針」</p> <p>電池 2 個</p> <p>○予想を書く。</p> <p>○予想の根拠を明確にして話し合う。</p> <p><b>【結果の共有】</b></p> <p>プロジェクター テレビ カメラ 等</p>	<p>○分解して導線のみになった物を用意して、導線だけで磁力が発生しているかどうかを調べることをはっきりさせておく。</p> <p>○巻き数が減ると磁力が減ることから、導線に磁力が発生したとしても微量なことは想像がつく。微量の磁力を調べる方法についても事前に話し合っておく。</p> <p>○マグチップ、方位磁針の扱いに習熟させておく。</p> <p>※本時になる前に、今までの内容からするとつじつまの合わない点を整理し、話し合いがスムーズに行われるよう配慮する。必要なら教師実験で確かめておく。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>■電気が鉄心に流れる⇒鉄心を覆っても磁力は出る 鉄心に直接電流を流しても磁力は発生しない</p> <p>■並列、直列の曖昧さ⇒電流計を使って確かめ</p> <p>■導線の長さ⇒同じであることを見せる</p> </div>

<p>《本時》</p> <p>○前時の学習内容を想起する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・導線を多く巻くと、<u>電流の大きさは変わらないのに磁力が強くなった。</u></li> <li>・導線から磁力が出ていて、巻く度に磁力が集まっているのではないか。</li> </ul> <p>○本時の問題を確認する。</p>	<p>○導線の巻き数を増やして磁力が強くなった理由について児童なりの予想を書かせておき、話し合わせる。</p> <p>◆導線を多く巻くと磁力が強くなるが、電流の大きさは変わっていない事実を元に、予想が書けているか。</p> <p>(1本の導線でも磁力は発生しているのだろうか)</p>
<p>磁力は、電磁石の<u>どこから</u>発生しているのだろうか</p>	
<p>○実験方法を確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・導線に釘を近づければよい。 →導線に釘がつけば磁力が出ている。</li> <li>・磁力は出ていたとしてもかなり弱いはず。マグチップならつくのではないか。</li> </ul> <p>○実験する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>① 導線に釘を近づける</p> <p>② 釘が付かなければマグチップ</p> <p>③ マグチップも付かなければ方位磁針</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・あれ？ 釘は全然つかない。</li> <li>・マグチップも、2、3本しか付かない。</li> <li>・導線が巻かれていると少し付くようだ。</li> <li>・2～3巻きしていればマグチップが付く。</li> <li>・1本でも、とても弱い磁力がありそうだ。</li> <li>・方位磁針が反応した！ やっぱりあった。</li> </ul> <p>○結果を整理し、話し合う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・導線の<u>どこからも磁力が出ている。</u></li> <li>・導線1本でもわずかな磁力が出ている。</li> <li>・鉄心が無くても、導線から磁力が出ている。</li> </ul>	<p>○「○○が見られたら磁力が出ていたと言える」と見通しを持った意見を賞賛し、広める。</p> <p>○見えない磁力を「観る」方法として「<u>釘やマグチップがつく</u>」「<u>方位磁針が動く</u>」などがあることを確認しておく。</p> <p>○導線1本になった時の磁力は微量で、釘は付かない。必要が生じてから、マグチップや方位磁針など微量な磁力を確かめる器具を渡す。</p> <p>○巻いてある部分にマグチップをつけて磁力を確かめる児童を紹介し、2～3巻きで磁力があるなら、1本の時も磁力は発生しているのではないか、という見通しを持たせる。</p> <p>○<u>方位磁針が微量な磁力を感知する高感度の測定器</u>として使えることを事前に確認しておく。</p> <p>○発表しながら再度実験を見させる。視聴覚機器を活用して結果を共有できるようにする。</p> <p>○どこからでも磁力が発生していることを調べられるよう、<u>大きな輪になった回路</u>を用意しておく。 (どこからでも？ が問題になったときに調べる)</p> <p>◆導線から磁力が出たことをノートにまとめたか。</p>
<p>導線に電流を流すと、導線全体から磁力が発生する。</p>	
<p>○次時の見通しを持つ。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・導線の磁力は弱いから、導線を重ねて磁力を増やしているのではないか。</li> </ul>	<p>○本時では、導線に磁力が発生する事実を捉えさせる。コイルにする理由や鉄心を入れる理由は、意見が出たら取り上げて次時の課題にする。</p>

## 2 参考文献

- ・平成17年 日本初等理科研究会千葉大会研究紀要
- ・1993 授業・成功と失敗の分かれめ —理科— 6年「電磁石」平松不二夫
- ・1997 「知の創造」をめざす生活科・理科の授業 筑波大学附属小学校理科研究部「電磁石」平松不二夫
- ・平成11年 問いが生まれる場とその展開 角屋重樹 矢野英明 大西秀彦編 第6学年(3)電流の働き 村松友和