

I H調理器を使った理科学習

沖花 彰 京都教育大学 〒611-8522 京都市伏見区深草藤森町 1 番地

身近なものを分解しながらもののしくみを探る理科学習は、生徒に新鮮味や興味関心を持たせるのに有効であると同時に、生徒に理科が生活に結びついていることを実感させ、さらに生徒の考える力を養うことができる。本研究では、特に理解が難しいといわれる電磁誘導の学習と結びつけた、IH 調理器のしくみを探る学習を開発した。中学校や高等学校で複数の実践授業を行ったが、いずれも生徒の興味関心は高く、さらに授業後、多くの生徒が電磁誘導や誘導電流の理解が深まったと答えた。

1. はじめに

新しい学習指導要領では¹⁾、「科学的に調べる能力や態度を育てるとともに、科学的な認識の定着を図り、科学的な見方や考え方を養うことができるよう改善を図る。」ことが求められている。さらに、これまでの学力調査から^{2,3)}、理科の学習に対する児童生徒の意欲は他の教科と比較して高いといえるが、それが大切だという意識が高くない、という両者の乖離が課題であると指摘されている。そのうえで、改善の基本方針の中で、「理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を重視する内容を充実する方向で改善を図る」ことがうたわれている。

筆者は、身の回りのものを分解しながらそのしくみを理解することで、生徒が生活の中での理科の役割を実感することができると考え、教材開発を行っている。分解してもののしくみを理解する学習を行うことは、生徒に新鮮味や興味関心を持たせると同時に、分解しながらそのしくみを理解する過程で、考える力を養うことができると考える。

しかし現実には、生徒のまわりには、身近なものといってもその多くがブラックボックス化されており、簡単に分解できないものや、分解できても複雑すぎてしくみがわからないものが多い。そのため子どもたちは「分解＝壊すこと→してはいけない、ものは使えればよく、しくみを理解する必要はない」と考えてしまいがちになる。現代の社会には、本来不思議に思うはずの機械や装置があふれているが、子どもたちには不思議に思う意識や、中を開けてみたいという好奇心がなくなっている。そういった子どもたちが、積極的にものを分解してそのしくみを調べ、考えていくような教材や学習の流れが求められる。

そこで、学校での学習へ適用するにあたって、ただ単に中を開けて、しくみを知識として教えるのではなく、科学的な見方や考え方が養える理科学習として位置付けるために、以下の点に留意した。

- ①児童生徒が自分で分解することが可能であること。
- ②見たり使ったりしたことのある身近なものであること。
- ③しくみが児童生徒に理解できること。
- ④中を見ただけですぐわかるのではなく、補助的な実験を行うことで理解できること。
- ⑤（可能な限り）元に戻すことができること。
- ⑥児童生徒が開けてみたいと思うこと（思わせること）。

筆者は、分解してもののしくみを知る理科学習について、これまでにいくつか教材化し、学校現場で実践してきた^{4,5)}。本稿では、磁界や誘導電流の学習と結びつけた「IH 調理器のしくみを探る学習」について報告する。

2. 開発したカリキュラムのねらいと学習の流れ

誘導電流は中学校理科第 1 分野「電流の利用」、高校物理Ⅰ「生活の中の電気」、物理Ⅱ「電流と磁界」、と繰り返し学習内容として取り上げられている。しかし平成 15 年度国立教育政策研究所の調査によると²⁾、中学生にとってこの単元が、生徒にとって理解しやすい／理解しにくいと思う教師は 11.1%/71.6%、分かりやすかった／分かりにくかったと思う生徒は 34.4%/48.5%である。また、生徒が興味を持ちやすい／持ちにくいと思う教師は 33.6%/38.6%、おもしろい／おもしろくないと思う生徒は 27.4%/51.5%となっている。つまり、教師にとって教えにくく、また生徒にとっても分かりにくく、興味の持ちにくい単元と言える。さらに平成 17 年度の調査でも³⁾、高校物理Ⅰの「生活の中の電気（電気と生活、モ

ーターと発電機、交流と電波など)」の単元は、扱っている内容が比較的身近であるにもかかわらず、高校生にとって理解しやすい／理解しにくいと思う教師は 30.8％／38.1％、よく分かった／よく分からなかったと思う生徒は 30.2％／39.8％と、わかりにくいほうが多い。生徒が興味を持ちやすい／持ちにくいと思う教師は 58.7％／17.0％である一方、好きだった／嫌いだったと思った生徒は 27.3％／36.7％で、教師側の意図に反して生徒の興味を引き出す内容とはなっていない。

そこで、誘導電流の原理が利用されている IH 調理器を使った学習を開発した。IH 調理器は中学校理科や高校物理の一部の教科書にも紹介されているが⁶⁾、しくみがわかりやすい電化製品である。また、卓上型の場合、四隅のねじを外すだけで中学生でも容易に中を開けて見ることができる。IH 調理器を使った学習教材⁷⁾や、分解して中を見せる体験授業⁸⁾は、これまでも多くあるが、いずれも演示的要素が強い。筆者は、IH 調理器のまわりに発生する磁界の様子や誘導電流を、生徒が自分で作ったくぎ磁針やストロー豆球（後述）を使って調べることで、自らが実感できる学習を考案した。また、すぐに分解するのではなく、そこで起きている現象を探求しながら IH 調理器のしくみについて考えさせ、そのうえで最後に分解させる方法をとった。

以下に実験の準備物と授業の流れを記す。

2.1 準備するもの

・班ごとに用意するもの

卓上型 IH 調理器（1200W のもので 4000 円くらいから入手可能）、腕付きステンレス計量カップ（900 円くらい）、アルミ箔、ドライバ、軍手

・生徒一人一人に用意するもの

鉄くぎ（長さ 25-30mm）、棒磁石、方位磁針、糸、ストロー（直径 10mm 程度長さ 20cm 程度）、ソケット付き豆電球

2.2 授業の流れ

1) 諸注意を受ける。

家庭にある IH 調理器を使って実験しないよう注意を行う。本実験で使用する IH 調理器は、安全のため中央に水を入れた金属容器を乗せないよう作動しないようになっている。計量カップに水を 8 分目入れ、IH 調理器の中央に乗せてから電源スイッチを入れるよう指示する。また水が沸騰し始めたら、すぐ新しい水に入れ替えること、計量カップやくぎ、アルミ箔を持つときは必ず軍手をすることを注意する。

→家庭にもある身近な調理器具を使うので、授業で行ったことをそのまま家庭で実践しないよう注意する。またやけどをしない等の注意喚起を行う。なお、計量カップの水は頻繁に入れ替えるので、流しのついた実験台を使用するのが望ましい。無い場合は水槽を実験台ごとに用意する。

2) IH 調理器の表面に、ドーナツ状にくりぬいたアルミ箔を乗せて電源を入れる。現象を観察する。（図 1）

→IH 調理器はほとんどの生徒が見たことのある身近なものである（前述の留意点②に対応）。電源を入れるとアルミ箔が宙に浮くという現象から、その表面に何かが働いていることを実感させる。また同時に、それを調べてみたいという動機付けにする。（留意点⑥）



図 1 アルミ箔が宙に浮く

3) くぎを磁石にする方法を予想してから、くぎを棒磁石でこすって磁化させる。糸で水平に吊してくぎ磁針をつくる。（図 2）

→自分で磁界を調べる道具を作らせる。鉄が磁化するしくみを筆者自作のアニメーションで図解し（磁化を鉄の中にある小さな磁石（磁区）が整列することと説明する）磁化についてのイメージをつかませる。



図 2 くぎを棒磁石でこすってくぎ磁石を作る

4) くぎ磁針を使って IH 調理器の表面にできる磁界を調べる。（図 3）調べた磁界の様子を班ごとに発表する。

→3) で作ったくぎ磁針を用いて表面の磁界を調べさせる。市販の方位磁針だと水平方向の磁界しかわからない。磁界は放射状にできるが、中央付近では上下方向を向く。くぎが磁界に沿う方向に向くことで磁界の向きを実感させる。中央付近の磁界については、電源が落ちない程度に計量カップをずらして調べるよう指示する。（留意点④）



図 3 くぎ磁石で表面の磁界を調べる

5) 豆電球のソケットから出るリード線をお互い逆向きに巻き、両端を接続する。セロテープでストローの端に固定

する。誘導電流を調べる道具（ストロー豆球と呼ぶ。）を作成する。IH 調理器の表面に近付けて豆球が点灯する様子を調べる。（図 4, 5）

→ストローの中を通る磁界が変化することで豆電球が点灯する。誘導電流が流れていることを実感させる。（留意点④）

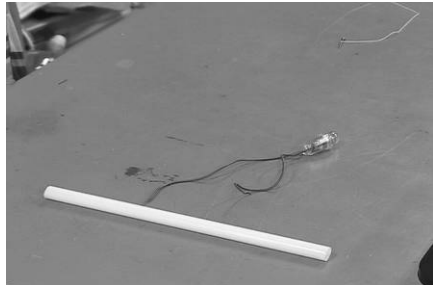


図 4 ストローの先に豆球ソケットのリード線を巻いてストロー豆球を作る



図 5 ストロー豆球で誘導電流を調べる

6) 中学校で習う誘導電流の学習を復習する。コイルの中に棒磁石を出し入れすることによって誘導電流が発生することを検流計のふれや豆電球を点灯させることで確認する。

→生徒に実験させるのが望ましいが、すでに同様の実験学習を履修済みであれば教員による演示でよい。後述の実践ではすべて教師による演示とした。IH 調理器上でストロー豆球が点灯したことから誘導電流が発生していることや磁界が繰り返し反転していることを推測させる。

7) 以上の探究実験を踏まえて IH 調理器の中がどうなっているかを予想する。IH 調理器のフタのねじをはずして中を開ける。コイルがあることを確認する。（図 6）

→コイルが水平に巻いてあることを確認すればいいのでそれ以上は分解しない。調べた磁界の様子とコイルを結びつけさせる。（留意点①, ③, ⑤）



図 6 IH 調理器の中を開ける

3. 授業実践とその結果

中学生および高校生を対象に、以下の実践授業を行った。すべてのクラスで 2 人 1 班とし、班ごとに IH 調理器

1 台用意し、生徒全員に実験させた。

・A 中学校選択授業（2, 3 年生合同クラス）

2 年 13 名, 3 年 15 名, H22 年 9 月,
2 年 12 名, 3 年 16 名, H22 年 11 月,
それぞれ 50 分×2 校時分を連続して実施。

・B 中学校課外活動（1～3 年生合同クラス）

1 年 3 名, 2 年 6 名, 3 年 9 名, H23 年 7 月,
2 時間通して実施。（1 年生のみ電気の学習がまだなので
磁界について事前に 30 分説明を行った。）

・私立 C 高校

1 年 11 名, H23 年 3 月,
45 分×2 校時分を連続して実施。

・私立 D 高校文系コース

3 年 24 名, H22 年 11 月,
45 分×2 週にわたって実施。

・府立 E 高校理系 SSH コース

3 年 17 名, H23 年 6 月,
50 分×2 校時分を連続して実施。

3.1 授業の様子と生徒の反応

実践したクラスは年齢や学習履歴がそれぞれ異なるが、授業中の生徒の反応や授業後のアンケート結果に顕著な差は見られなかった。B 中学校課外活動の 1 年生を除いて、受講した生徒はすべて中学 2 年「電流の働き」を学習後であり、逆に高校物理Ⅱの電磁誘導の分野は D 及び E 高校 3 年生も含め、どのクラスもまだ履修していなかった。このように電磁誘導に関する学習履歴にそれほど大きな差がなかったこともクラス間で顕著な違いが出なかった理由と考えている。また、行った実践授業が教科書で習う学習内容そのままではなくそれを活用した内容であることも学校での学習履歴の違いが影響しなかった理由かもしれない。

そこで授業の様子やアンケートの集計は、実践したクラスを区別せずまとめて行った。以下に順を追って授業の様子と生徒の反応を述べる。

アルミ箔が浮く実験は IH 調理器を使ったサイエンスショーではよく見られる。アルミ箔に計量カップが入るように穴をあけると指示するので、浮くと予想する生徒もいたが、多くは燃えるや熱で縮むと予想した。アルミ箔が浮く現象を見ると、驚きの声をあげるものも多く、IH 調理器の表面で何が起きているかを調べる動機づけとしては最適であった。アルミ箔が一部破れていたため局所的に抵抗が大きくなり、その部分が赤く焼ける班もあった。電源を入れる前にアルミ箔が破れていないか確認する、できるだけしわをのばすなどの注意が必要である。

くぎ磁針の作成では、くぎを棒磁石でこすって磁化させることを経験したことのない生徒が大半であった。く

ぎの先が N 極になるよう磁化させる方法については各自予想させてから思うようにさせた。静電気のように、極性が棒磁石からくぎへ移動するイメージで、棒磁石の N 極でくぎの先をこすとか、くぎの先に N 極をつけると考える生徒が半数程度いた。棒磁石をつけて磁石にするというのは小学校新学習指導要領にも掲載されているが⁹極性については触れていない。S 極でこす、もしくは S 極をつけると考える生徒も半数近くいたが、くぎの中の N 極が誘起されるイメージで理解していた。どちらも磁極を静電気の＋のような単極として捉え NS が一对で存在するという理解はなかった。棒磁石でくぎ全体を一方方向にこす生徒はほとんどいなかった。生徒の試行のあと、強磁性体の磁区をくぎの中にある小さな磁石にたとえ、それらが棒磁石に引っ張られて一方方向に整列するので磁化することを自作のアニメーションを使って説明した。糸で水平に吊った自分のくぎが南北をさすことに感動する生徒もいた。

くぎ磁針による磁界の探索では、IH 調理器の表面にできる磁界がくぎの方向から放射状になっていることはすべての班が理解できていた。ただ、くぎの向きが班ごとに違ったり、試すたびに違うことに戸惑う生徒が多かった。高周波による磁界の変化のため、くぎ磁針の向きは磁界に近づけたその時々で変わる。班ごとに結果を発表させたが、この時点では磁界が放射状になることと、班によってくぎ磁針の向きが違うことだけ確認するにとどめた。また、観測したくぎ磁針の向きから磁界の向きを推測するとき、磁界を逆向きに考える生徒が多くいた。くぎ磁針自体の N 極から S 極への向きと、N 極から出て S 極に向かう磁界の向きとが混同してしまうのだと思われる。磁界の方向については中学校のどの教科書も磁界に置かれた方位磁針の N 極が指す方向と書かれているが¹⁰、生徒の理解が必ずしも十分ではないと思われる。

IH 調理器の中央付近ではくぎが吸い込まれるように斜めを向いたり下を向いたりするので磁界が中央付近から出ている（入っている）ことがよく実感できていた。

ストロー豆球をどういうふうに持っていったら点灯するかについては生徒の中でしばらく試行錯誤が必要であった。磁界の向きが分かっているにもかかわらず、すぐその方向にストロー豆球を置けばいいと気付くものはほとんどいなかった。ストローの向きではなく、豆球を縦にしたり横にしたりするものもいた。半ば偶然に点灯することを見つけても、それが誘導電流によるということには結びつかないようであった。ストローの中に磁力線を通すように磁界に沿って置くよう指示すると、中央付近ではストローを垂直に立てると明るくつくことに気づくようになった。

コイルに磁石を出し入れして豆電球を点灯させる誘導電流の実験を演示してはじめて通常の授業でやったことを思いだしていた。ストロー豆球による点灯実験の段階ではまだ誘導電流と結びついていない。いかに学校での学習が身につけていないかがわかる。最後に IH 調理器の中を空けて見たら意外にシンプルな構造だという印象が強かった。

3.2 授業後アンケート

それぞれの授業終了後にアンケートを行った。生徒が興味を持ったところやよくわかったところについて自由記述してもらった。その内容を以下のように分類した。主なものを示す。

○分解する楽しさ

- ・実際自分たちでどうなるかを調べたり、IH 調理器を分解したのが楽しかった。

- ・普段使っているものを分解したり中が知れた。

- ・今まで家電を分解したことがなかったので新鮮で楽しかった。

- ・日常でできないことができた。

- ・普段は中のしくみについて実際にみることはできないものを見ることができおもしろかった。

○IH 調理器のしくみの理解

- ・今までしくみを知らずに使っていた身の回りの電化製品のしくみを知ることができた。

- ・自分の想像もできないぐらいの技術をつかっていると思っていましたが、自分が知っていることが使われていることにおどろいて、親近感がわいた。

- ・IH 調理器のしくみが意外と簡単だった。

- ・基本的な事から最新の技術が使われているという所（に興味をもった）。

- ・中学の時に習ったことから発展してこういうところに使われていると知ることができた。

- ・IH の分解で中にあんな大きいコイルが入っているというのもおどろきました。

- ・IH ヒーターの中身がどんなようになっているのかはじめて知った。

○電磁誘導・磁界の学習

- ・IH の磁力線の解説もくわしくしてくれた。

- ・誘導電流がわかった。

- ・磁界と誘導電流について復習することができた。

○実験する楽しさ

- ・最初に予想してから実験をしてたしかめるという方法でより理解が深まったのでよかった。

- ・くぎとか豆電球の作業が楽しかった。

- ・理科はあまり好きじゃなかったけど実験を通してなぜそうなるかがわかったので興味を持った。

○現象に対する驚き

- ・アルミが浮くところ。
- ・豆電球がつくところ。
- ・IH 上でくぎを近づけて、どの方向に動くかというところ。
- ・豆電球の光を電池なしでつけたりくぎ磁石を作ったりしたところが楽しかった。

4. まとめ

以上のように本研究では自分で調べる道具を作り、それを用いて探索するという過程をたどりながら IH 調理器という最新の電化製品のしくみを学習した。授業実践した生徒の反応やアンケートからも、知的好奇心や探究心をもって科学的に調べる能力や態度を育てることや、理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高めることに有効であったと言える。また電磁誘導という生徒にとって理解しづらい分野であるが、多くの生徒が磁界や誘導電流がよくわかったと答えた。本研究では教師による演示ではなく、生徒自らに実験させるという点にもこだわった。科学技術振興機構が高校教員に行った実態調査によると¹¹⁾、生徒による実験を「月に1～3回程度」かそれ以上行っている教員の割合は物理Ⅱで18%、逆に

「年に数回以下」の割合は物理Ⅱで49%もある。小学校中学校では95%以上が「月に1～3回程度」かそれ以上行っていることと比較すると非常に少ない。学校（特に高等学校）での実験が教師による演示実験にとどまらず、できる限り生徒による実験をさせることが授業の効果を高めることになるということを本研究は示唆している。さらに、理科の実験や観察が好きという割合は中学2年生で47.5%、高校3年生で32.5%であるのに対し、分からないことや興味関心を持ったことについて自分から調べようとしていきますかという問いには9.9%（中学2年）、13.9%（高校3年）である。本授業後のアンケートではもっと他の身の回りのものを分解したいという感想も多く、この学習をきっかけに身の回りのものに対する新たな探求心も引き出すことができた。

最後に IH 調理器を教材として使用する際、気になるのが人体への影響である。可能性として発生する電磁界の影響と人体に流れる誘導電流の影響が考えられる。上村による研究¹²⁾では、おおむねその影響は電波防御指針や ICNIRP（国際非電離放射線防護委員会）ガイドラインを越えるものではないということであるが、学校教育では配慮が必要である。

（共同分担者安東茂樹）によるものである。（課題番号 21530929）

最後に、この研究に協力していただいた京都教育大学附属桃山中学校教諭の荒木功先生、同附属京都中学校教諭の田中美美子先生、花園中学高等学校の鶴田佳代先生、平安女学院中学高等学校の岩間徹先生、京都府立桃山高等学校の山口道明先生ならびに被験者となっていた各学校の生徒のみなさんに感謝いたします。また教材開発の段階から多大な協力をいただいた京都教育大学職員の高木亜里子さんに厚く感謝します。

引用文献

- 1) 中央教育審議会：「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」（答申）（2008）
- 2) 国立教育政策研究所：H15 年度小中学校教育課程実施状況調査（2005）、H13 年度小中学校教育課程実施状況調査（2003）、
- 3) 国立教育政策研究所：H17 年度高等学校教育課程実施状況調査（2007）
- 4) 沖花彰：「鍵盤ハーモニカを分解しながら学ぶ理科学習～理科と音楽を融合した新しい理科学習～」理科教育学研究 52（2011）pp.171-177
- 5) 沖花彰：「分解してももののしくみを知る学習」第27回物理教育研究集会予稿集（2010）
- 6) 吉川弘之他：中学校理科教科書「未来へひろがるサイエンス」1（上）、啓林館、平成23年度用、125頁 鈴木増雄他：高校教科書「物理 I Physics」大日本図書、平成21年度用、7頁 三浦登他：高校教科書「新編物理 I Physics」東京図書、平成21年度用、9頁
- 7) 例えば 長戸 基：「火を使わない IH 調理器のサイエンス」理科の探検 7月号（2011）塚林功、服部邦彦：「IH 調理器と電子レンジで理科実験」応用物理教育 32（2008）pp.79-82
- 8) たとえば 平成20年度 経済産業省 社会人講師活用型教育支援プロジェクト企業と教師がいっしょにつくる楽しくわかる理科実験授業「IH調理器・コイルのふしぎ」
http://www.shakaijin-koshi.net/?m=2-6-2-1&kno=50020&l_ym=201001
- 9) 文部科学省：小学校学習指導要領解説理科編、平成20年6月 p.30
- 10) 例えば 戸田盛和他：中学校理科教科書1（上）、大日本図書、平成21年度用、125頁
- 11) 科学技術振興機構理科教育支援センター：「平成20年度高等学校理科教員実態調査報告書」（2010）
- 12) 上村佳嗣：「IH 調理器による人体への健康影響とばく露評価」EMC（科学技術出版）262（2009）pp.65-73