

モーターモデルを使った授業実践

— 目に見えない電流と磁界をモデル化し、理解を促す —

松原 謙二

中学校理科第1分野「電流と磁界」で、モーターが回るしくみを学習する。モーターが回るしくみは、電流と磁界の関係からコイルに力が働き、モーターが回ることは概念的に理解しているが、本質的に理解ができている生徒は多くはない。

今回、附属理科教育センターと連携協力をして、モーターモデルの教材開発をおこなうとともに、モーターが回るしくみを探究的な活動を通して、授業の中でどのように活用できるかについて検討したので報告する。

【キーワード】 電流と磁界、モーターモデル、教材開発、学習プログラム

はじめに

北海道における理科教育の充実を図るための調査研究（第4回本道の理科教育に関する実態調査）において、中学校2年生理科の最も苦手または嫌いな単元の中で、「電流と磁界」があげられている。特に、モーターの回るしくみについて、理解できている生徒は多くない。

中学校理科学習指導要領において、科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、次のことが求められている。○観察、実験において、事実や根拠に基づいて結果を予想したりしながら考えを深めさせる。○観察、実験の結果を分析し解釈するために、モデルと比較したりするなど、考察する時間を十分に確保し考えをまとめ表現させる。○科学的な概念を使用して考えたり説明するために、レポートの作成、発表、討論など知識及び技能を活用する学習を工夫する。

今回、附属理科教育センターと連携協力をして、「電流と磁界」の指導方法の検討、及び科学的な思考力・表現力の育成を図ることを目的として、教材開発と学習プログラムを作成した。

1 学校の状況

勤務校の江別市立大麻中学校は、全校生徒488

名の中規模校で、主体的に学習する生徒を育成するため、地域と連携した教育活動を推進している。筆者が担当する2年生の生徒は164名（5クラス）からなり、生徒は落ち着いており、勉強や学校行事など、何事も一生懸命に取り組む姿勢が見られる生徒である。

2 授業の概要

(1) 単元名

中学校理科第1分野「電流と磁界」
「磁界中の電流が受ける力について」

(2) 単元のねらい

磁界の中を流れる電流が磁界から力を受けることを、観察、実験を通して見いださせる。

(3) 指導内容

	指導内容
1	磁界の中に置いたコイルに電流を流すとどのような力が働くか実験により確かめる。
2	磁界の中に置いたコイルに電流を流すときの力の働きを理解する。
3	モーターの仕組みを考える。

3 教材と学習プログラムについて

モーターが回るしくみの指導は、磁界と電流と力の関係を教科書などの立体図を用いて説明し、生徒に理解をさせていくことが一般的な授業展開となっている。

今回のモーターモデル（模型）（図1）は、班活動の中で生徒がモーターが回るしくみをモデル（模型）を利用しながら、理解を深めていけるようにと考え、作製した教材である。

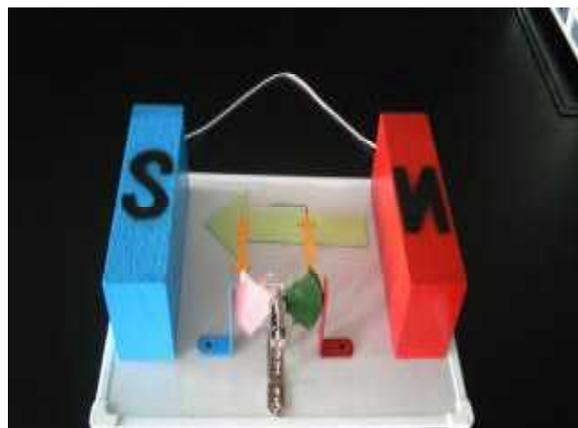


図1 モーターモデル（模型）

学習プログラム（学習内容）の3時間の授業の展開を次のよう設定した。

	学習内容
1	（実験）磁界の中に置いたコイルや導線に電流を流すとどうなるか。 (1) コイルに流れる電流の強さを変える。 (2) 電流の向きや磁石の向きを変える。 (3) コイルの巻き数を変える。
2	（実験）磁界の中に置いたアルミ棒に電流を流すとどうなるか。 既習事項を利用し考える。
3	（実験）磁界の中に置いたコイル棒に電流を流すとどうなるか。 モーターの仕組みを考える。 （モーターモデルの利用）

磁界の中に置いたコイルに電流を流すとコイルに力が働くことを理解させる。その後、既習事項をもとに、①磁界中においたアルミ棒に電流を流し、アルミ棒の動きを予想し、実験を行って確認する（図2）。②磁界中においたコイルを含む棒（回転子）に電流を流したときの回

転子の動きを予想し、実験を行って確認する（図3）。③②では回転子が回らないことを確認した後、回転子が回るための方法を考えさせる。

学習プログラムの内容は、①～③の実験を通して、モーターが回るしくみをスモールステップで考えさせながら、そのしくみを解き明かしていけるような授業展開（図4）とした。

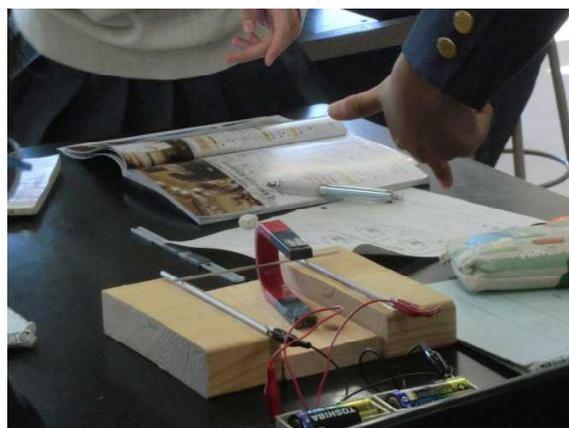


図2 アルミ棒で動きを確認

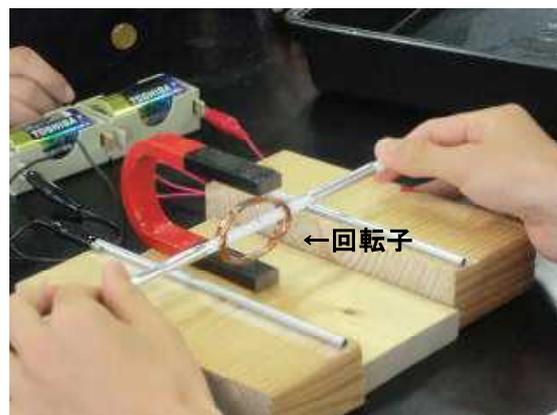


図3 回転子を使った様子

②では、電流を流した回転子は回転すると考えた生徒もあり、揺れ続けることを意外に感じる生徒もいた。

回転子が回らない理由を既習事項をもとに考えさせると、「コイルの上と下に流れる電流の向きが違うことから、上と下のそれぞれのコイルに働く力も逆になり回転しない。」との回答があげられていた。

次に、回転子を回す方法を考えさせると、「スイッチを入れたり、切ったりする」、「磁石を動かすなど」の回答があげられた。

ねらい 磁界中を流れる電流が磁界から力を受けることを、観察・実験を通して見いだせる。
 展開例 電流が磁界から力を受けることをモーターの原理と関連付けて考察させる。

	生徒の活動 ●言語活動	教師の活動	評価（方法）および留意点
導入	<p>・実験①（ストローとアルミテープを使ったリニアの実験）</p> <p>・分解したモーターを観察し、モーターが、磁石、コイル、ブラシなどからなっていることを理解する。 ・モーターがなぜ回るのか探究心を持たせる。</p>	<p>・磁界から電流が受ける力を確認する。</p>  <p>・分解したモーターを見せながら、どのような部品からなっているかを理解させる。</p>	<p>事前指導（確認）</p> <p>・磁界から電流が受ける力を理解している。 （フレミングの左手の法則）</p> <p>・既習事項をもとに、モーターがなぜ回るのかを探究的に考えさせる。 ・実験については、スモールステップですすめていく。</p>
展開	<p>・実験②（コイル状の回転子を使った実験）</p> <p>仮説1（予想） 磁界の中で、回転子に電流を流すと回転をする。 （振動する理由を、グループで話し合いをさせる。）</p>  <p>※回転子に働く力を制御する方法を考える。 仮説2（予想） 磁界の中で、回転子に流れる電流を制御すれば回転する。 （グループで話し合わせる。） （実験をする）</p> <p>実習 モーターのモデルを使い、モーターが回転するしくみについて、班の中で交流し、実験結果をワークシートにまとめる。 実験の結果からわかったことを全体で発表・交流させる。</p>	<p>※磁界の中で軸をつけたコイルに電流を流すと回転するのか事前に予想させる。</p> <p>実験後、回転子が振動し、戻す力が働いていることに気づかせる。</p> <p>回転子に働く力を制御する回転が戻ろうとする瞬間に電流を0にすると、慣性により回転子は回転する。</p> <p>方法①タイミングをつかんでスイッチをON、OFFを繰り返し、回転子を回転させる。</p> <p>※軸が回転しながらスイッチをON、OFFする方法はないか考えさせる。</p> <p>方法②回転子の回転軸の片側半分にビニールテープを貼って一部を絶縁させ、電流を流すと、回転の様子を観察する。</p> <p>※生徒の状況に応じて指示やヒントを与える。</p>	<p>〈評価 思・表〉 目的意識を持って実験を実施する。 結果を適切に記録・整理する。（ワークシート）</p> <p>※状況に応じてヒントを与える。</p> <p>〔実験のヒント〕 コイルに流れる電流は磁界からどちら向きに力を受けているか。</p>
まとめ	<p>・モーターの整流子の働きについて理解するとともに、モーターが回転するしくみを理解する。</p>	<p>・モーターは磁界から電流が受ける力を利用し、整流子により、電流の流れを切替えることで、モーターが連続的に回転していることを説明する。</p> 	<p>〈評価 思・表〉 実験の結果を分析・解釈し、既習事項をもとに、ワークシートに表現している。（ワークシート・発表）</p>

図 4 授業展開例

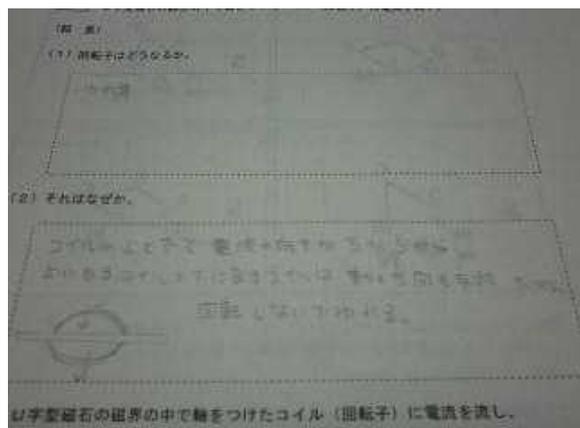


図5 生徒の解答

その後、回転子の一端に部分的に電流を流さないテープを貼り付けることで、電流が流れたり、流れなかったりすることで、回転子が回り続けることを確認させた。

このような一連の実験は、この後に学習するモーターの整流子の役割を考える上で、生徒の理解を助けるものとなった。

4 モーターモデルの利用

回転子が回るしくみを理解した後、モーターの回るしくみについて、モーターモデルを利用して、班で検討させた。

プリント（図6、次ページに掲載）により、回転場面を段階的生徒がモーターモデルを使って考えさせるようにした（図7）。

モデルを利用しながら、生徒が自分の考えを互いに交流したり、教えあう場面も見られた。



図7 モーターモデルを利用する様子

5 アンケート結果

一連の実験、モーターモデルの有用性、及びモーターの回る理由や整流子の働きを理解しているかを調べるために、生徒アンケート調査を実施した。質問項目と結果（一部）を紹介する。

（1）質問項目

[授業について]

- ①グループで話し合うことで、意見を出しやすくなったり、考えが深まりましたか。
- ②一連の実験は、モーターの整流子の働きを理解する上で役立ちましたか。
- ③モーターのモデルは、モーターの仕組みを理解する上で役立ちましたか。

[学習について]

- ①整流子には、なぜ電気を通す部分と通さない部分があるのか説明できますか。
- ②モーターがなぜ回るのか、仕組みを説明できますか。

（2）アンケートのまとめ

授業について、実験やモデルの利用は、整流子の理解やモーターが回るしくみに役だったかとの間に約9割の生徒が肯定的な意見をあげている（図8）。

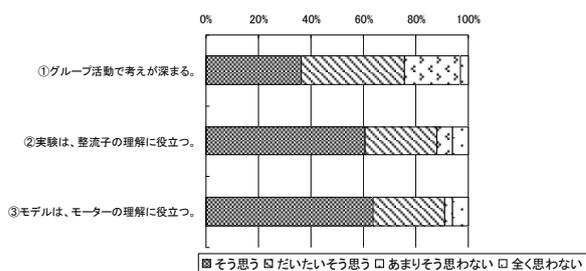
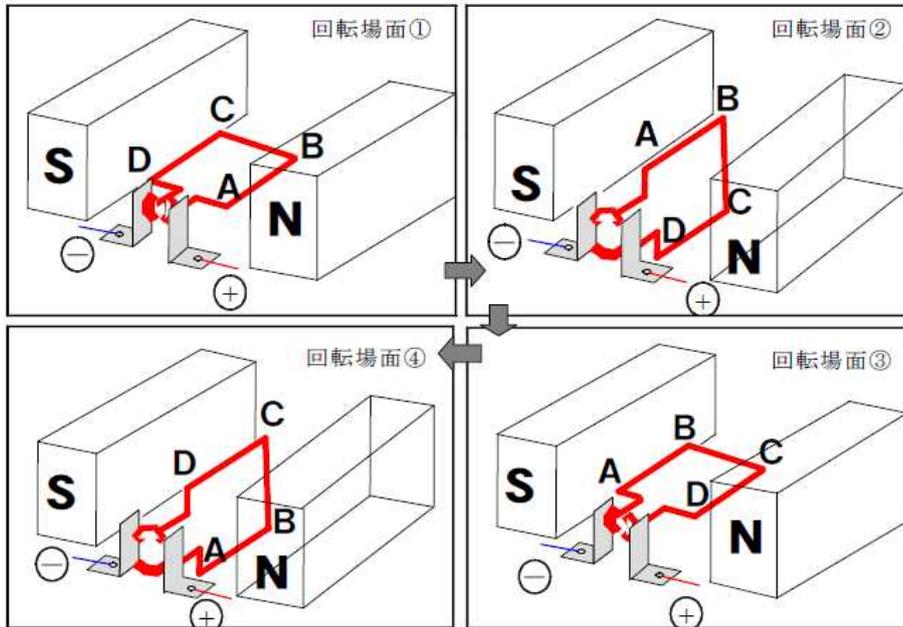


図8 授業について

学習について、整流子の役割やモーターの回るしくみについて、約7割が説明ができると答えている（図9）。

月 日 () 年 組 番 氏名
 1. モーターモデルで、回転のしくみを説明しよう



問題1 コイルが回転している。以下の(1)～(4)を説明せよ。

- (1) 磁石による磁界の向きは、N極→S極、S極→N極どちら向きか。
- (2) 回転場面①のとき、A→B→C→Dの向きに電流は流れており、④で電流が流れていない。②、③のとき、コイル流れる電流の向きに流れているか。また、流れているとしたら、電流の向きどのように流れているか。
- (3) 回転場面①のとき、コイルのABには上向きに力が働く。CDの部分はどの向きに力を受けているか。
- (4) 回転場面④のとき、コイルのAB、CDの部分はどの向きに力を受けているか。

問題2 整流子はどのような働きをしているか説明せよ。

問題3 逆向きに回転させるためには、どのようなことを行えばよいか。

図6 授業プリント

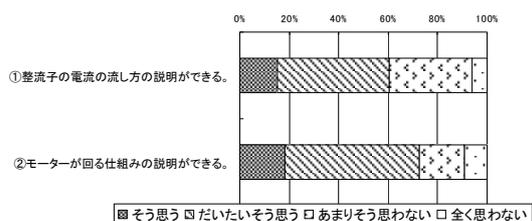


図9 学習について

授業についての主な意見・感想は次の通りである。

- ・モデルがあることでわかりやすかった。
- ・今回はすべて自主的に行うことができたと思う。模型があることでよりわかりやすく、楽しかった。
- ・いつも今回みたいなモデルがあったらわかりやすくてすごく良い。
- ・今までモータの仕組みについて、調べることもなかったので、良い体験になった。
- ・グループではあまり話をせず、ついて行けなかったところも少しあった。
- ・時間に余裕が欲しい。
- ・とても楽しく、わかりやすかったのでこれからも道具を使って勉強していきたい。
- ・模型を使った実験が分かりやすく楽しかった。今後も是非、模型での実験をしたい。

おわりに

この授業を通じ、これまで「磁界の中に置いたコイルに電流を流すと力が働く」ことから、一足飛びでモーターの回るしくみの指導に移っていたことを痛感し、モーターの回るしくみや作り、特に整流子のしくみが素晴らしいかということを改めて自分自身も感じる事ができた。

アンケートの結果からも明らかであるが、今回の学習プログラムはスモールステップで実験を重ねていくことから、生徒が実感を伴いながらモーターが回転するしくみについて理解することができた。また、その都度、実験の中で磁界の向きと、電流の向きと力の向きを確かめた

ことで、法則を定着させることができた。

今回開発したモーターモデルは、教師が演示用に作製する大型の模型とは違い、班の中で、実際に触りながら、動かしながら他の人と疑問をぶついたり、教え合ったりするなかで、モーターが回るしくみを考えることができる点で大変優れている。

そして、スモールステップで実験を進めていく際に、予想を立てたり、結果の理由を考えたりする中で、科学的な思考力・表現力を育成することにつながるであろうし、班でモーターモデルを使いながら問題の答えを考えていくときに、質問したり、説明したり、議論することを通じ科学的な思考力・判断力を身に付けていくことができると考える。

今後、モーターモデルが改良され、容易に多数作製され様々な学校で活用され、多くの生徒のモーターの回るしくみの理解に寄与することを期待したい。

最後になるが、モーターモデルの教材開発や学習プログラムについて多大なご指導ご助言いただいた北海道立教育研究所附属理科教育センター松田素寛研究研修主事、伊藤新一郎研究研修主事に感謝申し上げますと共に、モーターモデルを提案された小樽菁園中学校小清水亨亮教諭にお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 第4回本道の理科教育に実態調査 (附属理科教育センター)
http://exp.ricen.hokkaido-c.ed.jp/tobira/htdocs/?action=com_mon_download_main&upload_id=1078&nc_session=eef3cf8b33012d9e0aacafb0ab70c215
- 2) 第4回本道の理科教育に実態調査におけるクロス集計の結果 (附属理科教育センター)
http://exp.ricen.hokkaido-c.ed.jp/tobira/htdocs/?action=cabinet_action_main_download&block_id=1632&room_id=1&cabinet_id=14&file_id=731&upload_id=1806
- 3) 文部科学省 言語活動の充実に関する指導事例集【中学校版】第3章言語活動を充実させる指導と事例

(まつばら けんじ 江別市立大麻中学校)