

学習内容の関連を踏まえた思考力・判断力・表現力の育成
～第2学年「電流と磁界」の実践を通して～

霧島市立日当山中学校
教諭 前田 雅憲

1 単元の概要

(1) 単元名 「電流と磁界」(大単元 電気の世界)

(2) 単元について

本単元「電流と磁界」は、電流と磁界の相互作用について、日常的な磁気の現象、特にモーター等の磁界中で電流が受ける力、また、発電の基礎となる電磁誘導の現象を理解させる単元である。磁石や電流がつくる磁界の観察を行い、目に見えない磁界を磁力線で表すことを通して、電流の流れているコイルの回りの磁界の様子を科学的に思考させる。また、磁石とコイルを用いた実験を行い、磁界中のコイルに電流を流すと力が働くこと、及びコイル中で磁石を動かすことによって電流が得られることを見いださせるとともに、モーターの原理や発電機と関連付けて科学的に考察させることをねらいとしている。

小単元「磁界の中で電流が受ける力」と学習内容の関連が深い既習単元として「回路に流れる電流」が挙げられる。内容の系統性の面では、両単元ともエネルギーを基にした考察が必要であり、観察、実験を通して電気と磁気の関連性や電磁気のエネルギー観の基礎を養う。また、科学的に探究する方法の段階性の面では、両単元とも電流や磁界の様子を観察、実験の結果から推論させ、水流モデルや磁力線を用いて自分の考えを表現する必要がある、言語活動を通して、観察、実験の結果を分析、解釈し、モデルを用いて表現する能力を高める。

(3) 生徒の実態(調査人数 32人 平成26年10月9日実施)

ア 磁石には何極と何極がありますか。

・N極とS極 18人 ・+極と-極 14人

イ 電磁石の磁力を強くするにはどうすればよいですか。

・電流を強くする 11人 ・コイルの巻く数を多くする 5人
・電圧を大きくする 5人 ・+極と-極を変える 1人 ・無回答 10人

ウ 電磁石に流す電流の向きを逆にするとどうなりますか。

・N極とS極が逆になる 14人 ・付かなくなる 4人 ・無回答 14人

エ 電磁石の仕組みを説明してください。

・電気を通すと金属が付く 3人 ・分からない 29人

本学級は、明るく授業に意欲的に取り組む生徒が多い。班で話し合ったり他者の意見を聞いたりすることに積極的な生徒が多い反面、自分の意見を他者に説明したり、みんなの前で発表したりすることには消極的な生徒が多く、自分を他者に表現することを苦手とする傾向にある。

生徒はこれまで、磁石や電磁石の性質を学んでいるが、実態調査から電流と磁石の極を混同している生徒や、磁石の性質を間違えて覚えている生徒も多いことがうかがえる。また、電磁石の性質については、強さが電流と導線の巻数によって変わることは理解しているが、電流の磁気作用の概念は理解していない。

指導に当たっては、観察、実験を重視し、電流と磁界の様子を調べるための基本的な技能を習得させるとともに、日常生活との関連を意識できるような場面を多く設定し、電流の磁気作用に対す

る興味・関心を高めるようにする。また、科学的な思考・表現についての「判断基準」を設定することで、思考場面や思考内容を明確にし、個で考える時間を十分確保するとともに、グループ活動の中では練り合いの場면을重視することで、新しい発想やより深い考えが出るようにする。その際に、ワークシートや発表の様子から思考の状況を見取り、補充指導や深化指導を行うことで評価と指導の一体化を図る。また、班の意見をホワイトボードで提示したり、発表の場面では ICT を活用したりして、自分の考えを他者に分かりやすく表現できるようにさせたい。

2 学習内容の関連を踏まえた「判断基準」の設定

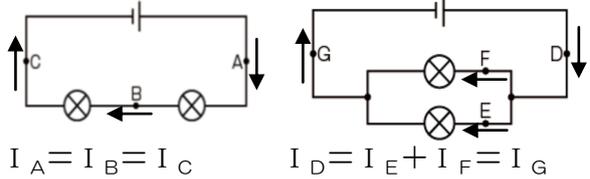
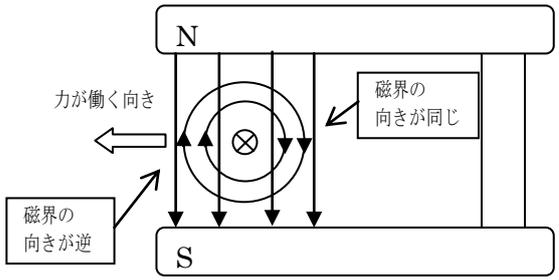
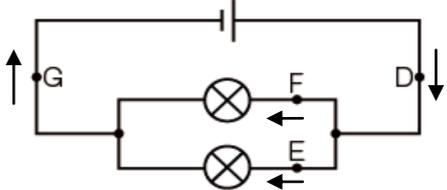
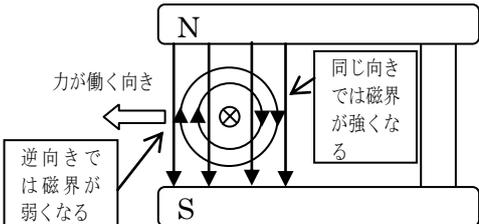
(1) 単元の評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
電流がつくる磁界、磁界中の電流が受ける力、電磁誘導と発電に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりでみようとする。	電流がつくる磁界、磁界中の電流が受ける力、電磁誘導と発電に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、磁界の表し方やコイルの回りにできる磁界、磁界中のコイルに電流を流したときに働く力、コイルや磁石を動かすときに得られる電流などについて自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。	電流がつくる磁界、磁界中の電流が受ける力、電磁誘導と発電に関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	磁界を磁力線で表すことやコイルの回りに磁界ができること、磁界中のコイルに電流を流すと力が働くこと、コイルや磁石を動かすと電流が得られること、直流と交流の違いなどについて基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。

(2) 指導計画（全 12 時間中の 4 時間）

単元名	小単元名	時間	主な学習活動	評価規準
電流と磁界	磁界の中で電流が受ける力	1	<ul style="list-style-type: none"> 実験を行い、磁界中を流れる電流が受ける力について、その向きや大きさについて調べる。 	【技能】 磁界中を流れる電流が受ける力について実験を行い、導線が動く向きについて調べ記録する方法を身に付けている。
		1（本時）	<ul style="list-style-type: none"> 電流が磁界から受ける力について、それぞれの磁界の向きによって受ける力の向きの規則性を見だし、説明する。 	【思考・表現】 磁界中を流れる電流が受ける力の向きについて、その規則性を磁力線のモデルと関連付けて自分の考えを表現している。
		1	<ul style="list-style-type: none"> モーターが回転する仕組みについて理解する。 磁界の向き、電流の向きによってモーターの回る向きが決まることを理解する。 	【知識・理解】 モーターの原理について、電流と磁界の関係から理解している。
		1	<ul style="list-style-type: none"> 身近なものを利用してモーターを作る。 	【関心・意欲・態度】 モーターの製作に意欲的に取り組もうとする。

(3) 「判断基準」の設定

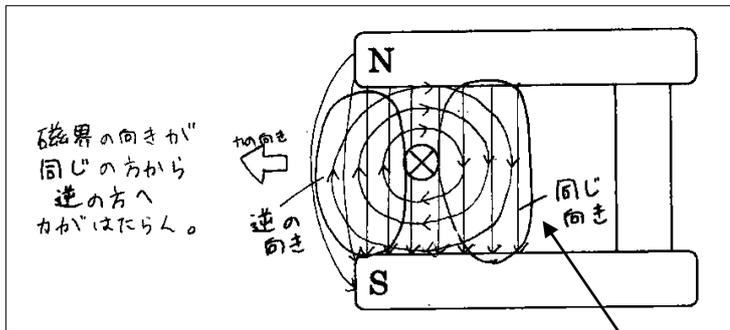
既習単元「回路に流れる電流」	本単元「磁界の中で電流が受ける力」
評価規準「科学的な思考・表現」	
直列・並列回路に流れる電流の総量を、水流モデルと関連付けて自分の考えを表現している。	磁界中を流れる電流が受ける力の向きについて、その規則性を磁力線のモデルと関連付けて自分の考えを表現している。
評価時期及び評価の対象（思考・判断に基づく表現内容）	
実験結果から考察する場面で、自分の考えを記述したノートの内容や生徒の説明から評価する。	
判断の要素	
ア 回路を流れる電流の総量は変わらないことを、水流モデルと関連付けた考察	ア 導線が動く向きを、磁石・電流相互の磁力線の作用と関連付けた考察
イ 水流モデルを用いた表現	イ 磁界のモデルを用いた表現
判断基準 B	
ア 電流の量は、回路が一本でも分かれていても総量は変わらないことを説明できる。	ア 電流の向きや磁界の向きを変えると電流が受ける力の向きが変わることを説明できる。
イ 直列・並列回路の電流の流れを水流モデルを用いて説明できる。	イ 力を受ける向きについて自分の考えを磁界のモデルを用いて説明できる。
<p>(予想される表現例)</p> <p>直列回路では、一本道なので各点を流れる電流はどこでも同じである。</p> <p>並列回路では、道が分かれているので、電流はそれぞれに分かれていくが、総量は変わらない。</p>  <p>$I_A = I_B = I_C$ $I_D = I_E + I_F = I_G$</p>	<p>(予想される表現例)</p> <p>磁石の磁界と電流による磁界の向きが同じ方から逆向きの方へ力が働く。</p> 
C 状況生徒への指導（補充指導）	
<ul style="list-style-type: none"> 水流モデルを使って回路を流れる電流の道筋を考えさせる。 電流は途中でなくなったり、増えたりすることはないことを理解させる。 	<ul style="list-style-type: none"> 磁石や電流によってできる磁界の様子を砂鉄の模様から再考させ、磁力線のモデルを用いて表現させる。 磁力線のかき方を確認させる。
判断基準 A	
<p>【判断基準 B に加えて】</p> <p>流れている電流の量を→の長さによって表現できる。</p> 	<p>【判断基準 B に加えて】</p> <p>磁界が強め合う方から弱め合う方に力が働くことを説明できる。</p> 
B 状況生徒への指導（深化指導）	
<ul style="list-style-type: none"> 水流モデルを用いて電流の流れと総量をイメージさせ、表現させる。 	<ul style="list-style-type: none"> 磁石による磁界、電流による磁界の向きを意識させる。

(3) 「判断基準」を生かした指導

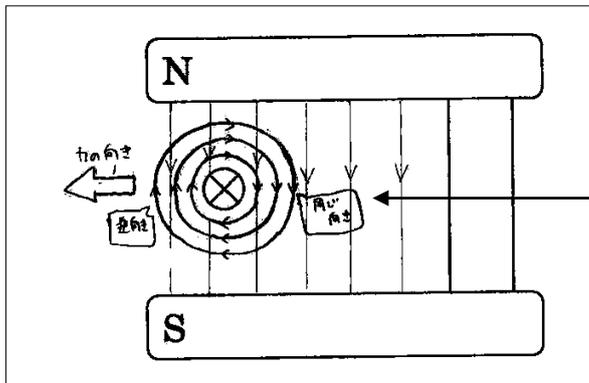
ア 「判断基準」による見取りと補充・深化指導

(ア) B状況の記述例

例 1



例 2



磁力線の向きに着目できている、そこから力が働く向きの規則性を見いだせている（例2では力が働く向きの規則性を、口頭で確認できた。）

【見取りと評価】

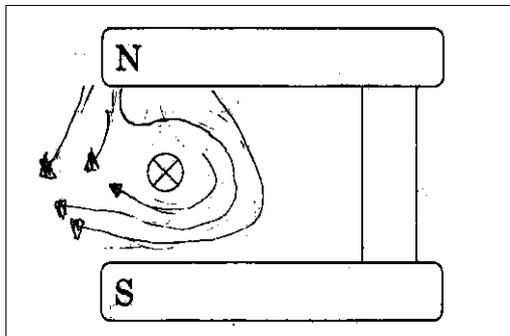
磁石による磁界，電流による磁界を磁力線で表現し，磁力線が同じ向きから逆向きの方へ力が働くことを指摘できた。

【深化指導】

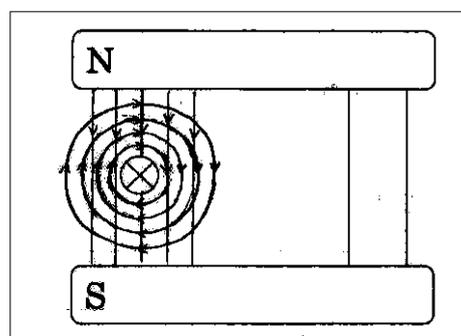
磁石による磁界と電流による磁界の向きに注目させ，その向きが同じであるか逆であるかによって，磁力線がどのように変化するか意識させた。

(イ) C状況の記述例

例 3



例 4



【見取りと評価】

磁石による磁界，電流による磁界を磁力線で表現できていない（例3）。

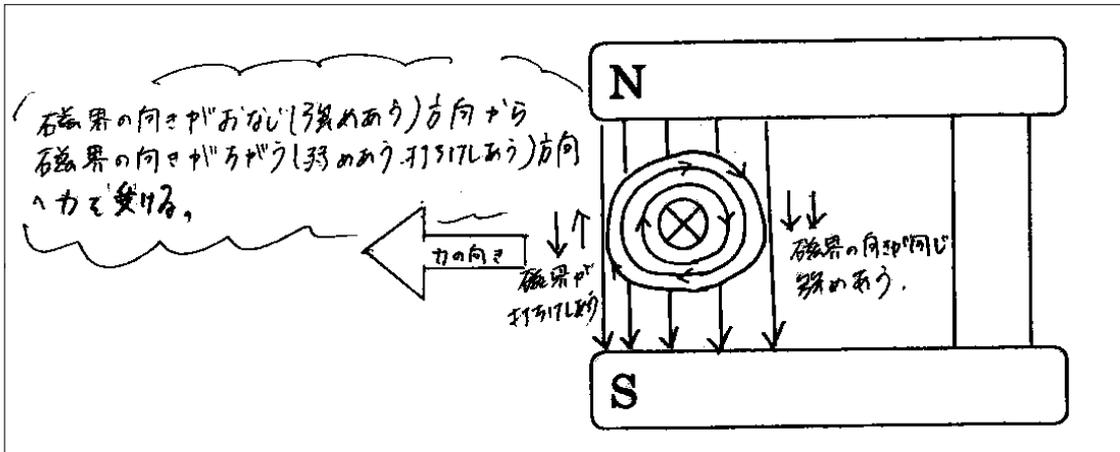
磁石による磁界，電流による磁界を磁力線で表現できているが，磁力線の向きに着目できず，力を受ける向きについても規則性を見いだせていない（例4）。

【補充指導】

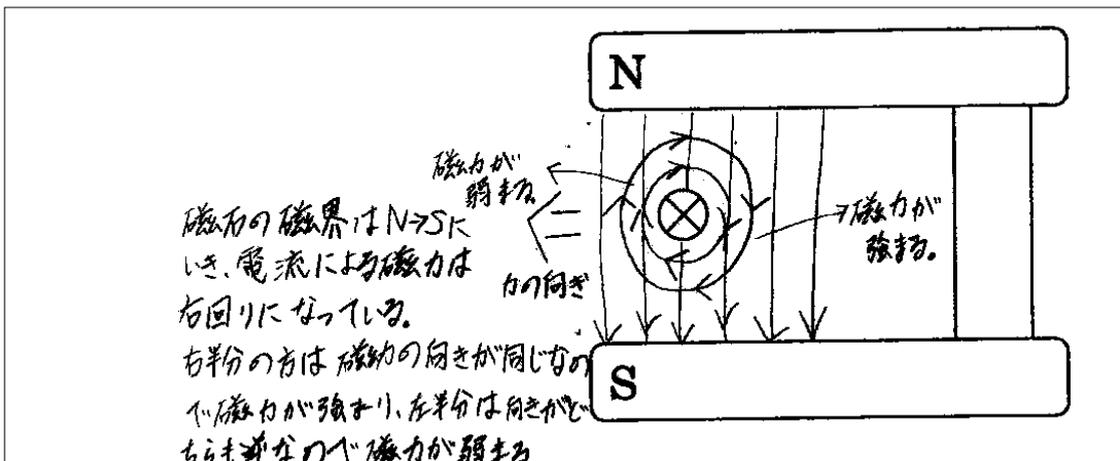
磁石や電流によってできる磁界の様子を砂鉄の模様から再考させ、磁力線のモデルを用いて表現させた。また、磁力線のかき方を再確認し、表現できるように指導した。

(ウ) A状況の記述例

例5



例6



【見取りと評価】

判断基準Bに加えて、磁力線が同じ向きのところを磁界が強め合う、逆向きのところを磁界が弱め合うと表現し、強め合う方から弱め合う方へ力が働くことを指摘できた。

イ 「判断基準」による見取りと補充・深化指導

生徒のワークシートの記述を基に、個人で予想を立てた時の磁界の様子を判断基準に照らし合わせてみると、個人の予想の時点ではA状況の生徒は1人もおらずほとんどがC状況であった。多くの生徒は、磁力線で磁石・電流による磁界は表せてはいるが、その規則性を指摘できていなかった。個人の予想時点でのC状況の中で多かったのが、「磁力線はかけているが、力の受ける向きの規則性に気付いていなかった」という生徒であった。磁界を磁力線で表して考えるとよいということにすぐに気付いた生徒が多かったのは、既習単元の「回路に流れる電流」において水流モデルで表す活動をしてきたため、見えないものをモデルで表すとよいという考え方が身に付いていたためと思われる。

表1は、班で話し合う前後の評価の推移である。班で話し合った後はC状況からA・B状況になった生徒が多い。これは、生徒に話し合う基盤ができており、話し合いの練り合いの中で、磁力線への着目や、その規則性を意識することができたためと思われる。そして、教師が「判断基準」に基づいて適切に指導することによって、短時間で有効なアドバイスをすることができたためである。また、話し合いの前後で、明らかに評価が上がっており、班での話し合い活動が、科学的思考力・表現力を高めるのに有効な手段であることが分かる。

表1 評価の推移

評 価		個人で予想した時点	班で話し合った後
判断基準A		0人	8人
判断基準B		6人	20人
判断基準C	磁力線がかけている	17人	4人
	磁力線がかけていない	9人	0人

全体への発表の場において ICT を活用し自分たちの考えを全体に発表させたり、それ以外の班もクリアボードを使って班の考えを発表させたりした。自分の考えを分かりやすくする工夫をしたり、他者の考えが分かりやすいことで、自分の考えを修正したり補足したりする生徒が見られた（写真1）。

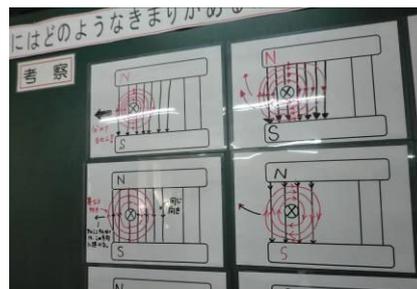


写真1 クリアボード

また、生徒の科学的な思考・表現が深まるような教具も工夫した。透明なフィルムに磁石・電流による磁界をかかせ、それらを重ね合わせることによって磁石・電流による磁界の全ての組み合わせを表現できるようにした。本時では、他の磁界の組合せのパターンまで思考できた班は少なかったが、中にはフィルムをうまく活用して他のパターンの規則性も確認できた生徒もいた（写真2）。



写真2 透明フィルム

4 研究の成果と課題（○…成果，●…課題）

(1) 学習内容の関連を踏まえた指導について

- 既習単元の「水流モデル」を用いて行った学習と関連付けて指導を行うことで、生徒は、力が働く向きを「磁界のモデル」と関連付けて考察したり、モデルを用いて表現したりすることがスムーズにできた。
- 既習単元と関連付けて指導することで計画的な指導ができ、生徒の表現力や理解力の向上に効果的である。

(2) 「判断基準」を基にした指導と評価について

- 「判断基準」を作成して指導した既習単元を基にするとともに、本時の「判断基準」を設定することで、本時の授業展開や指導上の留意点が設定しやすくなり、指導のポイントを整理した授業を行うことができた。
- 理科担当教諭が複数の場合や単元が学年をまたいで関連している場合など、知識・技能を効果的に活用させることができるとは限らない。教師間で「判断基準」と学習内容の関連を共通理解、共通確認しておく必要がある。