

群 教 セ	G04 - 03
	平24.246集

科学的な根拠を基に考える力を高める 中学校理科指導の工夫

— 問題解決的な学習の過程に、
カードによる思考を整理する活動を取り入れて —

長期研修員 五十木 利丸

《研究の概要》

本研究は、中学校理科において、科学的な根拠を基に考える力を高めることを目指したものである。身近な事象の中から見いだした問題を学習問題として設定し、問題解決的な学習を行う。具体的には、予想や考察の場面において、根拠を挙げてカードに自分の思考を書き入れる活動を取り入れ、思考の整理や比較をしたり、意見交流を行ったりすることで、見いだした学習問題を科学的な根拠を基に考え、解決していけるようにした。

キーワード 【理科—中 科学的な根拠 問題解決的な学習 思考の整理 カード】

I 主題設定の理由

経済協力開発機構（OECD）が行った学習到達度調査（PISA2009）の分析によると、我が国の児童生徒は、国際的に見ると科学的に解釈する力に課題が見られると報告されている。文部科学省も、学習指導要領の改訂に当たっての基本的な考え方で「科学的な思考力の育成を図ること」を要点の一つとして記述している。本県は、群馬県教育振興基本計画（平成21年～25年）の中で教育課程実施状況調査結果の分析から、実験結果と知識などを合わせて理由を説明することの必要性や、記述する設問において無回答が多かったり、グラフの解釈につまづきが見られたりすることを指摘している。中央教育審議会は、科学的な思考力が低い原因として、課題を解決しようとする意欲が低いことを挙げている。また、中学校学習指導要領の理科の目標で、目的意識をもつことの重要性が強調して述べられているとおおり、問題意識をもっていなかったり、観察・実験の目的が曖昧で、目的意識をもって観察・実験を行っていなかったりしていたことが原因として考えられる。そして、観察・実験の結果から考察する際、考える視点が分からなかったり、考察をどのように深めていくか分からなかったりしていたと考えられる。

中学校学習指導要領解説理科編では、この考える力の育成は「課題解決の過程を通して」身に付けるものと述べられている。また、「はばたく群馬の指導プラン」では、問題解決的な学習を効果的に取り入れることが大切であるとしている。

そこで、問題解決的な学習の過程に、思考をカードに書き入れる活動を取り入れ、思考を整理し、他の生徒と意見交流を行うことが有効であると考えた。さらに、ここで身近な事象から見いだした問題を自ら解決したという成就感や満足感が、自然の事象に対して意欲的に働きかける新たな原動力となり、より質の高い学習問題の設定につながるものと考えた。

このように、生徒の思考を生かして身近な事象に問題を見だし、解決する過程に、カードによる思考を整理する活動を取り入れることによって、身近な事象について科学的な根拠を基に考える力が高まると考え、本主題を設定した。

II 研究のねらい

中学校の理科において、科学的な根拠を基に考える力を高めるには、問題解決的な学習の過程にカードによる思考を整理する活動を取り入れることが有効であることを、授業実践を通して明らかにする。

Ⅲ 研究の見通し

- 1 学習問題をつかむ段階において、身近な事象の提示を受け問題を見だし、既習の知識や経験から意見交流して解決のための予想を根拠をもって行い、「予想カード」に書くことで、解決に向けての問題意識が高まるであろう。
- 2 学習問題を追究する段階において、観察・実験それぞれの結果を「考察カード」で整理して「説明カード」に書くことで、自分の考えをもつことができるであろう。
- 3 学習問題を解決する段階において、「説明カード」を基にグループやクラスで意見交流し、自分の考えを補強したり修正したりすることで、科学的な根拠を基に考える力を高めることができるであろう。

Ⅳ 研究の内容

1 科学的な根拠を基に考える力とは

科学的な根拠とは、観察・実験の結果による事実や、既習の理科の正しい知識から導かれるものである。つまり、科学的方法によって得られた信頼できる証拠である。科学的な根拠を基に考える力とは、その証拠を基に理論を構築できる力のことである。「新訂 理科教育指導用語辞典」では、「科学的思考力」を16種類に類型化している。その中でも中学校では「論理的思考力」「数想的思考力」「モデル思考力」などの育成が求められており、これらをまとめて「科学的な根拠を基に考える力」として考える。観察・実験の結果による事実を基に、身近な自然事象を論理的に考える力を高めることが本研究での目標である。

2 問題解決的な学習の過程に、カードによる思考を整理する活動を取り入れることについて

(1) 研究の三つの段階と問題解決的な学習の過程

本研究では、カードを用いて思考の整理活動を行っていくために、「学習問題をつかむ段階」、「学習問題を追究する段階」、「学習問題を解決する段階」の三つの段階の中に問題解決的な学習の過程を位置付けた。問題解決的な学習の過程は、「はばたく群馬の指導プラン」では、「自然事象に働きかけ問題意識をもつ」→「観察・実験を行い、問題を解決する」→「学習をまとめる」→「自然や生活にあてはめる」と示されている。本研究ではこれを基に、「学習問題を設定する」→「予想する（仮説の設定）」→「観察・実験を実施する」→「結果を整理する」→「個人で考察する」→「集団で考察する」→「実感する」の一連の過程に細分化した（次頁表1）。

① 学習問題をつかむ段階

問題解決的な学習の過程では、「ア 学習問題を設定する」「イ 予想する」に当たる。生徒は問題解決に向けた予想を立て、意見交流を行い、その後予想カードに根拠を挙げて自分の予想を書く。このことは、見通しをもつとともに後で自分の考えを説明するときのポイントとなるものである。

② 学習問題を追究する段階

問題解決的な学習の過程では、「ウ 観察・実験を実施する」「エ 結果を整理する」「オ 個人で考察する」に当たる。観察・実験のそれぞれの結果について、個人で学習問題を解決するための科学的な根拠を考察カードに整理する。その後、考察カードを基にして、学習問題の解決となる説明を個々に説明カードに記入する。

③ 学習問題を解決する段階

問題解決的な学習の過程では、「カ 集団で考察する」「キ 実感する」に当たる。説明カードを用い、グループやクラスで個々の説明を意見交流していく中で、参考になった友人やグループの

発表内容をメモしておき、自分の説明に付け加えるなどして、最終的な説明を科学的な根拠を基に他の人に分かりやすく説明できるように書き表す。

表 1 本研究における問題解決的な学習の過程と具体的な活動

過程	具体的な活動
ア 学習問題を設定する	問題の設定では、生徒が自ら追究していくために、問題意識がもてるような工夫が大切であると考え。生徒が学ぶ前にもっている考えや知識を把握し、問題意識を喚起する必要があると考え。そのためには、身近な自然事象の提示や直接体験、間接体験（VTR、スライド、写真）などから生徒の疑問や気付きを生かして問題を見だし、クラス全体の問題を設定する。疑問や気付きをこれから学習する問題と結び付けることで、解決したいという意欲が芽生えてくると思われる。
イ 予想する（仮説の設定）	問題解決の見通しをもたせるために、予想をする。既習事項の知識や今までの経験などを基に、根拠を挙げて行う。そして、予想したことについて、グループやクラスで意見交流したり、教師が意図的に言葉がけなどの支援を行ったりすることによって、問題意識が高まり、目的意識をもって観察・実験に取り組むことができると考える。
ウ 観察・実験を実施する	問題の解決のために、計画に基づいて、幾つかの観察・実験を行う。観察・実験の目的を明確にして行うように指導・支援していく。
エ 結果を整理する	観察・実験を実施し、その結果を文章や図で整理し、次の段階の考察に向けて自分で分かりやすいようにまとめておく。
オ 個人で考察する	整理した観察・実験の結果と個人での予想とを比較しながら、問題に対しての考察を行う。その際、文章や図などを用いて表しておく。
カ 集団で考察する	個人の考察をグループ内やクラス全体の中で意見交流する。個人の考察と参考となった友人の考えなどを比較し、問題の解決に向けて自分の考えを見直す。他の人のよい考えに触れ、論理的に説明するのに十分な根拠を述べているかを判断するので、科学的な根拠を基に考えられる。
キ 実感する	習得した知識・技能を活用して「ものづくり」をしたり、生活や社会の中で活用されている例を見つけて説明したりする。

(2) 思考を整理する活動で使用するカードについて

生徒が自分で思考していくポイントとなることや自分の考えを書くための三つのカードを用意した。これは、観察・実験の手順や知識を確かめるために使用するワークシートと区別し、学習問題を解決していくときの説明を書くために使うものである。

①「予想カード」について

学習問題をつかむ段階において、問題解決に向けた根拠のある予想を書くものである。根拠の部分には、アンダーラインを引かせるようにして、使用する。A5判カラーの用紙で作成した。生徒が、自分の考えを書くときに文章の量に対する抵抗が少なくなり、グループやクラス全体で意見交流する際、供覧したり並べたりしやすくするためである。

②「考察カード」について

学習問題を追究する段階におい

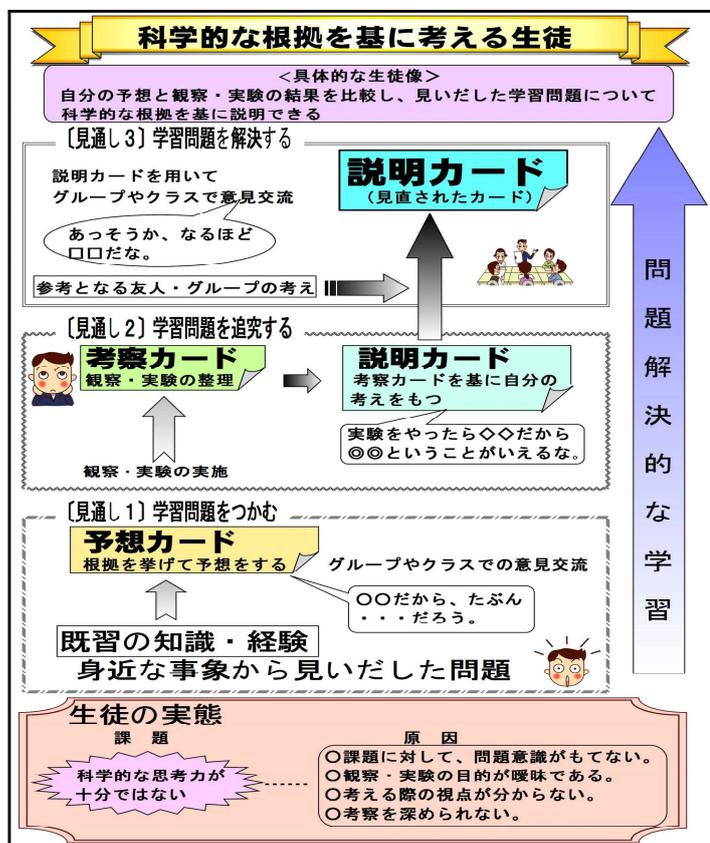


図 1 研究構想図

て、観察・実験の結果を個人で整理しながら問題解決を導いていくカードである。A4判カラーの用紙で作成し、生徒がステップを踏んで考えやすいように、図を入れたり考察のポイントとなる点を示したりする工夫を行った。この「考察カード」を基にして「説明カード」に自分の考えを書く。

③「説明カード」について

学習問題を解決する段階において、学習問題の解決に向けた説明を書き入れるカードである。グループやクラスでの意見交流の後、考えの補強や修正部分は赤ペンで書き入れ、交流によって気付いたことが分かるようにした。「予想カード」と同様に、A5判で作成し、生徒が自分の考えを書くときに文章の量に対する抵抗が少なくなる。グループやクラス全体での意見交流する際、供覧したり並べたりしやすくするためである。

色分けされた三種類のカードを使用し、そこに自分で考えを書くことによって思考が整理され、考えを見直すことができる。最終的には一枚のA3判用紙に予想カード、考察カード、説明カードを貼り、自分の思考の変容について振り返りを行うのに使用した。

V 研究の計画と方法

1 実施計画

対象	研究協力校 中学校第2学年 106名（3クラス）
実践期間	平成24年10月29日～11月12日 6時間
題材名	「磁界中の電流が受ける力」（東京書籍）
題材の目標	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、また、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見いだすとともに、モーターの原理と関連付けて考察できるようにする。

2 抽出生徒

A	身近な事象に対しての問題意識が高く、予想をすることはできるが、科学的な根拠を挙げて考察を書くことが十分ではない。
B	身近な事象に対しての問題意識はあり、根拠を挙げて予想することはできる。また、観察、実験の結果は理解できるが、考察することができない。
C	身近な事象に対しての興味・関心が低く、問題意識があまり見られない。根拠を挙げて予想や考察をすることができない。

3 検証計画

検証項目	検証の観点	検証方法
見通し1 学習問題をつかむ段階	身近な事象の提示を受け問題を見だし、既習の知識や経験から意見交流して解決のための予想を根拠をもって行き、「予想カード」に書くことは、解決に向けての問題意識を高めることに有効であったか。	・予想カードの記述 ・ワークシートの記述 ・活動状況の観察
見通し2 学習問題を追究する段階	観察、実験のそれぞれの結果を「考察カード」で整理して「説明カード」に書くことは、自分の考えをもつことに有効であったか。	・考察カードの記述 ・活動状況の観察
見通し3 学習問題を解決する段階	説明カードを基にグループやクラスで意見交流し、自分の考えを補強したり、修正したりすることは、科学的な根拠を基に考える力を高めることに有効であったか。	・説明カードの記述 ・活動状況の観察 ・事前アンケートとの比較

4 評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	モーターが回る仕組みについて興味・関心をもち、意欲的に磁石とコイルを用いた実験を行い、モーターの原理について追究しようとしている。
科学的な思考 力・表現力	電気ブランコの実験から、電流が磁界から力を受けること、また、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見いだす。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できる。
観察・実験の 技能	電流が磁界から受ける力やコイルモーターについて観察・実験を行い、記録することができるとともに基本操作を身に付けている。
自然事象について の知識・理解	電流が磁界から受ける力やコイルモーターについて、基本的な概念や原理、法則を理解している。

5 指導計画（全6時間）

過程	時間	主な学習活動	支援及び指導上の留意点（●研究上の手だて）
学習問題を つかむ	1	○モーターの中の様子を見て、気付きや疑問を問題設定シートに書く。 ○モーターに関して気付いたことや疑問を発表し、整理しながら学習問題を見いだす。 【学習問題】 どのようにして、モーターが回るのだろうか。	●モーターを各グループに配付して、実際に自分の手で分解し、中の構造を見たり、触ったりすることで、関心を高めるようにする。 ●生徒が問題意識をもてるように、生徒の気付きや疑問などの発想を生かしながら学習問題を設定する。
	2	○モーターの中に入っていた磁石やコイルについて、既習事項を予想準備シートに整理し発表する。 ○モーターが回る仕組みについて、根拠を挙げてグループでホワイトボードに書く。 ○ホワイトボードを使い、グループの考えを発表する。 ○予想カードに、予想を個々に書き入れる。	●自作のモーターモデルを提示し、動く様子をゆっくりと演示していくことで生徒が予想を考えることに興味をもたせる。 ●磁石やコイルの既習事項を予想準備シートに書き、クラスの中で発表し共有することで、予想するときの根拠を挙げやすくする。 ●予想の手助けとなるように、モーターを配付し中の様子が見られるようにする。 ●各グループのホワイトボードを黒板に貼るにより、クラス全体で交流できるようにする。各グループの発表を基に、グループごとの内容の類似点や違う点などを補足し、自分の予想を書くためのヒントとする。 ●予想カードに書き入れる際、自分の意見を大切にしながら、各グループの発表などを参考にしよう助言する。
学習問題を 追	3	<実験A> ○U字形磁石の中に置いた導線（コイル）に電流を流す実験（電気ブランコの実験）をする。 ○実験結果から考えられることを実験Aワークシートに記入し、発表する。	・電流の向きを変えたとき、磁界の向きを変えたときというように、一つ一つ確実に実験結果を確認しておくことにより、電流や磁石の向きがコイルの移動方向に関係していることに気付かせる。 ・実験Aワークシートに磁石とコイルを立体的に記入した図を入れておくことにより、コイルが動く方向を考えやすくする。 ・実験の結果から考えられることをクラスの中で発表し、まとめることで理解させる。
	4	<実験B> ○コイルモーターを作成する。 ○コイルモーターを回すために、気付いたことを実験Bワークシートに記入し発表する。	・見本を見せながら、各自でエナメル線を巻いてコイルモーターを作ることにより、どうしたらうまく作れるか実感させる。 ・コイルモーターを回すために気付いたことを生徒に発表させることにより、共有化を図る。 ・次の時間にコイルモーターが回るための仕組みを考えさせるために、片側のエナメル線を半面だけ削ることを押さえさせる。
学習問題を 究	5	○電気ブランコの実験結果とコイルモーターを回すために気付いた点について、考察カードに整理する。 ○コイルモーターが回る仕組みについて、予想カードと実験結果を比較し各自で考察する。 ○自分で記入した考察カードを基に、コイルモーターの回る仕組みについて説明カードに自分の考えを書く。	●電気ブランコの実験結果やコイルモーターを回すために気付いた点について想起させることにより、モーターが回る根拠を考えていきやすいようにする。忘れてしまっている場合は、実験をもう一度行ってみるように助言し、器具を用意しておく。 ●コイルモーターモデルを用いて、コイルに電流の流れる向きなどを補足しながら、コイルが動くことを考察させる。 ●コイルモーターが回ることについて考えやすいように、考察カードにコイルモーターの回る様子の図を入れたり、考えるポイントを示したりする。 ●考察カードや実物のコイルモーターを用いたりしながら、自分の考えを書く。必要に応じて、実物のコイルモーターを用いて考えさせる。その際、磁石の磁界の力や電流の回りの磁界に注目して考えるように助言する。
学習問題を 解決	6	○グループやクラスの中で意見交流をする。 ○コイルモーターが回る仕組みについて論理的により分かりやすく説明できるように、説明カードを修正する。 ○予想カード、考察カード、説明カードを時系列に並べて振り返り、自分の考えの変容をみる。	●説明カードをグループで順に回して見させてから、説明させる。グループの代表の生徒がホワイトボードに説明を書き、クラスで発表し交流する。 ●必要に応じて図を見せたり、実物のコイルモーターを使ったりしながら、分かりやすく伝わるよう発表させる。 ●説明カードに追加していくために、グループやクラスでの意見交流の中で、参考となる内容をメモさせる。 ●各自の説明カードと参考となる内容を書いたメモを見ながら、科学的な根拠を基に友人に分かりやすく説明できるように説明カードに追加などをさせる。 ●自分の考えの変容をみて、気付いたことや思ったことを振り返り、次の学習問題の解決に生かす。

VI 研究の結果と考察

1 学習問題をつかむ段階において、身近な事象の提示を受け問題を見だし、既習の知識や経験から意見交流して解決のための予想を根拠をもって行い、「予想カード」に書くことは、解決に向けての問題意識を高めることに有効であったか。

(1) 具体的な実践内容

第1時では、ゼンマイの入ったおもちゃの車とモーターの入ったおもちゃの車を提示して、モーターについて興味をもたせた後、各グループにモーターを配付して、分解して中を自由に見させながら「気付いたこと・疑問に思ったこと」を挙げさせた。その後、クラスで交流し、生徒の疑問を生かしながら学習問題を設定した。第2時は、教師が自作した巨大モーターモデルを使って中の磁石とコイルの存在を確認した後、「磁石」と「コイル」の既習の知識を各自に想起させ、発表させた。そして、実際のモーターの中を見ながら学習問題に対しての予想を書き、ホワイトボードを使ってクラス全体で意見交流した後、自分の考えを予想カードに書いた。

(2) 結果と考察

実物のモーターを分解して、疑問を挙げさせたところ、「なぜ磁石が入っているのか」「なぜコイルが入っているのか」「どうして磁石とコイルでモーターが回るのか」という内容を書いた生徒が93%であった。そこで、生徒の疑問を集約しながら「どのようにしてモーターが回るのだろうか」という学習問題を設定した。

問題解決のための予想を根拠をもって行っているのかについて予想カードなどを見てみる。「磁石」と「コイル」の既習事項の整理と予想についてクラスで交流をしてから、予想カードに書かせたので、生徒は「磁石の同極同士がしりぞけ合う」や「磁石の同極同士はしりぞけ合い、異極同士は引き合う」「電流を流すとコイルのまわりに磁界が発生する（コイルに電流を流すと電磁石になる）」など、コイルと磁石の知識を根拠として予想していた。3名の抽出生徒の予想カードの記述を図2に示す。抽出生徒A、B、Cともに磁石とコイルの既習事項から根拠を挙げて予想している。抽出生徒Aは、磁石の性質や磁石のある場所など細かく記述している。また、抽出生徒Cは、磁石の既習事項だけから予想していることが分かる。

抽出生徒A
・電流をコイルに流すと電磁石になるため、ケースの内側についている磁石と反発し合ったり、引きつけ合ったりするため、中央の鉄心が回ると思う。

抽出生徒B
・コイルに電流を流すと電磁石になる。電磁石と中に入っている磁石が反発し合うから回転する。

抽出生徒C
・磁石の同極同士がしりぞけ合って回転すると思う。

※波線は予想の根拠を示す。

図2 抽出生徒の予想カードの記述

学習問題の解決に向けての意欲に関する自己評価の結果を見ると「大変思う」と「やや思う」を合わせると94%の生徒が、学習問題を解決したいと答えている（図3）。また、第2時の予想の活動を行わせた後の生徒の感想（次頁図4）を見ると、「モーターの回る仕組み」に関して、「知りたくなった」や「気になった」「調べていきたい」という前向きな感想を書いた生徒が90%であった。

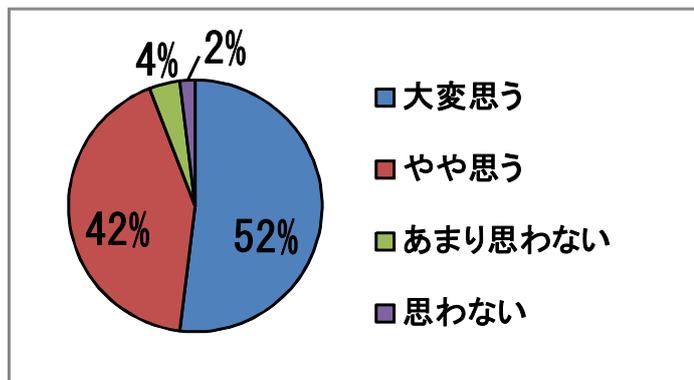


図3 学習問題の解決に向けての自己評価

- ・ どうして回るのかまだわからないから、ますます知りたくなった。
- ・ 自分なりの予想を立てられた。それで、その結果が気になった。
- ・ 予想をして本当はどのようにしてモーターが回るのか興味をもちました。
- ・ モーターがどのように回るのか考えたことがなかったので難しかったけれど、これからどのように回っているのか調べていきたい。
- ・ まだ、よく分からないことをして、頭を使った。はやくモーターがどのように回るのか知りたいと思う。
- ・ どのようにしてモーターが回るのか予想を立てられたので、今後解決していこうと思った。
- ・ モーターがどう回っているのかがとても気になったので、今後の授業が楽しみです。

※下線は前向きに解決していきたい言葉を示す。

図4 第2時（予想の段階）の授業を終えての自由記述より（一部抜粋）

以上のことから、生徒が問題を見だし、解決のために既習の知識や経験を整理して意見交流したことは、問題意識を高めることに有効であったと言える。

2 学習問題を追究する段階において、観察・実験それぞれの結果を「考察カード」で整理して「説明カード」に書くことは、自分の考えをもつことにおいて有効であったか。

(1) 具体的な実践内容

実験内容は、電気ブランコの実験（U字形磁石の磁界中でコイルに電流を流すと力を受ける実験）とコイルモーターの製作である（第3時、第4時）。第5時に、電気ブランコの実験結果を踏まえて、図を入れて生徒が考えやすい工夫をした考察カードに、コイルモーターが回っていく様子を記入させた。生徒は、実物のコイルモーターを動かしながら電流の向きや磁石の磁界の向き（付箋紙で矢印を貼る）に注目し、考察カードを利用して力の受ける向きを考えた。次に、コイルモーターについて記入した考察カードを基に、モーターが回る仕組みについて、自分の考えを説明カードに書かせた。

(2) 結果と考察

自分で作成したコイルモーターが回ると「回った」「やったあ」と歓声をあげ、楽しそうに活動していた。ほとんどの生徒（92%）は、回転のポイントであるコイルモーターの両端のエナメル線の削り方を工夫することでうまく回すことができた。コイルモーターの見本を見たり、友人に聞いたりしながら削り方を理解したようである。

意見交流前の説明カードには、電気ブランコの実験〔実験A〕とコイルモーターの実験〔実験B〕の結果を考察カードで整理したことを用いた記述が見られた。図5は、説明カードの記述について、具体的な内容別に分類したものである。

これを見ると「磁界の中で力が働く」、「半回転ごとに電流が流れないような仕組みになっている」という実験A、実験B二つの結果を基に説明している生徒が25%であった。そして、実験Aの結果から説明をした生徒が26%、実験Bの結果から説明した生徒が35%であった。最終的には、ここで行った二つの実験結果から、「磁界の中で力が働く」ことと「連続して回転するための工夫」について説明することを目指す

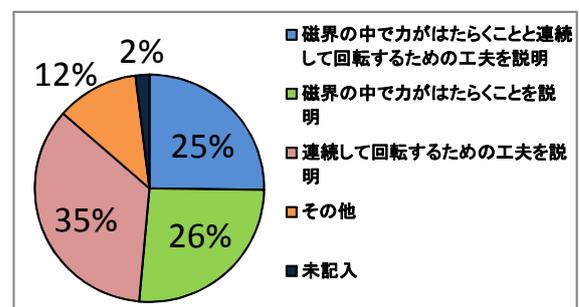


図5 説明カードの記述の内容別の分類

この段階ではいずれかの実験結果を用いて学習問題に対する自分の考えを書くことで十分であると考えた。よって、86%の生徒は自分の考えをもてたと考える。しかし、「中のコイルに電流を流すと電磁石になる」とか「電流と磁石によって回っている」など、二つの実験結果を用いずに説明したものや、図だけが描かれたものなども12%あった。

抽出生徒の意見交流前の説明カードの記述は図6のとおりである。

抽出生徒A
・電流がつくる磁界と磁石の磁界の向きが同じところは電流が強くなり、逆向きのところは磁界が弱くなる。磁界の中を流れるコイルには、磁界が強められたほうから弱められたほうに向かって力が働く。このことからモーターは磁界の中で電流が流れるときに受ける力を利用して回転している。でも、回るためには半回転したら電流を流さないようにして、連続して回転できるようにしている。
抽出生徒B
・電流がつくる磁界と磁石のつくる磁界の向きの同じところは、磁界が強くなり逆向きのところは磁界が弱くなる。このとき受ける力でモーターが回転している。
抽出生徒C
・磁界の向きが同じところは強くなり、逆向きのところは弱くなる。

図6 意見交流前の抽出生徒の説明カードの記述

抽出生徒Aは、考察カードを基に二つの実験結果から得た知識を使って説明している。また、抽出生徒Bは、実験Aの結果のみから説明している。抽出生徒Cは、今回の実験の結果から得た知識について記述しているが、これは根拠だけで現象の説明はなされていない。説明としては不十分であるが、根拠を挙げたことから、モーターが回る仕組みについて、一つの考えをもつことはできたと考える。

以上のことから、観察・実験のそれぞれの結果を「考察カード」で整理して「説明カード」に書くことは、自分の考えをもつことにおいて有効であったと考える。

3 学習問題を解決する段階において、「説明カード」を基にグループやクラスで意見交流し、自分の考えを補強したり修正したりすることは、科学的な根拠を基に考える力を高めることに有効であったか。

(1) 具体的な実践内容

第6時に、自分で書いた説明カードを見せ合わせながら、グループで意見交流をさせた。そして、話し合わせながらグループとしての考えをホワイトボードに書かせ、グループごとにクラスで発表させた。その後、自分の説明と友人やグループの発表意見を比較させながら、自分の判断で説明を書き加えさせた。

(2) 結果と考察

本研究における科学的な根拠を基に考える力の評価規準（表2）と、意見交流前後での説明カードの記述内容の全体での割合の変容（図7）を示す。

表2 本学習問題の科学的な根拠を基に考える力の評価規準

評価規準	評価
・電気ブランコ、コイルモーターの実験の結果から、磁界の中で力が働き、半回転すると電流が流れなくなる工夫がされていることを説明している。	科学的な根拠を挙げて十分に説明している。
・電気ブランコ実験の結果から、磁界の中で力が働くことのみで説明している。 ・コイルモーターの実験の結果から、電流が流れなくなる工夫がされていることのみで説明している。	科学的な根拠を挙げて説明しているが、十分ではない。
・コイルモーターが回る仕組みについて書いていない。	科学的な根拠を挙げて説明できていない。
・無回答	書けていない。

図7を見ると、意見交流の後に「科学的な根拠を挙げて十分に説明している」割合が25%から60%へと増えたことが分かる。このうちの多くは、「科学的な根拠を挙げて説明しているが十分ではない」

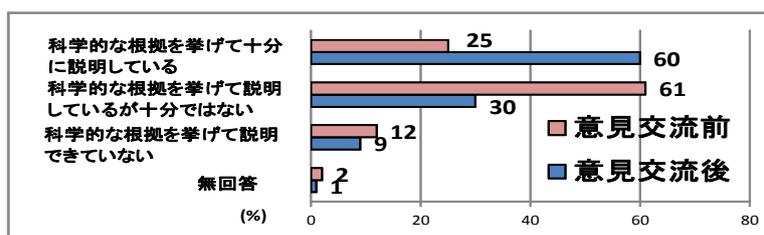


図7 意見交流前後での説明カードの変容（数字は百分率）

ではない」生徒が、意見交流の後、自分の判断で参考となるところを加えたことにより、「科学的な根拠を挙げて十分に説明している」内容に変容したものである（図8）。

抽出生徒A

- 電流がつくる磁界と磁石の磁界の向きが同じところは磁界が強くなり、逆向きのところは磁界が弱くなる。磁界の中を流れるコイルには、磁界が強められたほうから弱められたほうに向かって力が働く。このことからモーターは磁界の中で電流が流れるときに受ける力を利用して回転している。でも、回るためには半回転したら電流を流さないようにして、連続して回転できるようにしている。片方のエナメル線は半面だけ削ったことで、半回転したら電流が流れなくなっている。

抽出生徒B

- 電流がつくる磁界と磁石のつくる磁界の向きの同じところは、磁界が強くなり逆向きのところは磁界が弱くなる。このとき受ける力でモーターが回転している。連続して回転するのは、半回転したときに電流を流さないようにしているからである。

抽出生徒C

- 磁界の向きが同じところは強くなり、逆向きのところは弱くなる。磁界の強いところから弱いところに、力がはたらき動く。

※下線は自分の判断で加えた文を示す。

図8 抽出生徒の説明カードの変容

いずれの抽出生徒も、説明カードの余白に赤ペンで書き加えることができていた。抽出生徒Aは、コイルモーター作りの実験を想起し、友人の意見を参考に「半面だけエナメル線を削ったことで電流が流れなくなる」と加えた。抽出生徒Bは、磁界の中で力が働いていることに加えて、「半回転したら電流が流れないような仕組みがある」と加えて連続して回る根拠を説明していた。抽出生徒Cは、「磁界の中で力が働く」と加えることができた。抽出生徒A、B、Cともに参考となる意見を自分の判断で加えて説明できていた。本実践前には、「科学的な根拠を挙げて十分に説明することができない」抽出生徒Aや「考察することができない」抽出生徒Bが科学的な根拠を挙げて十分に説明できるようになり、抽出生徒Cにおいても十分ではないが科学的な根拠を挙げて説明できるようになった。

以上のことから、説明カードを基に意見交流し、友人やグループでの参考となるところを自分で判断して加えるなどすることは、科学的な根拠を基に考える力を高めることに有効であったと考える。

また、予想カード、説明カード、考察カードをA3判用紙一枚に並べて貼った（図9）後、自分の考えを振り返らせたところ、「自分の考えがかなり変わっていった」や「最初、モーターの中に磁石が入っているということとコイルは電流を流すと磁石になると予想していましたが、考察では予想があっていたところもあったり反対のことを考えてしまったりしました。最終的に詳しくよく分かって良かったです」などの感想が見られた。振り返ることにより、自分の考えの変容を把握したものだと言える。

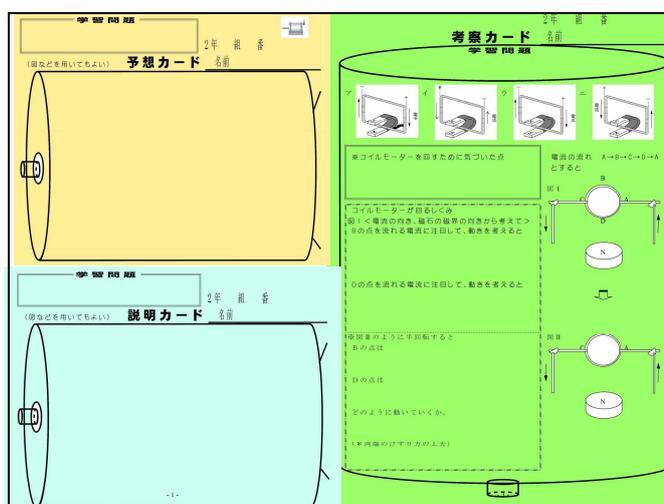


図9 予想カード、考察カード、説明カード

一連の手だてによる科学的な根拠を基に考える力の高まりについて見るために、本実践前に行ったアンケート（事前アンケート）との比較を行った。結果は図10に示すとおりである。「科学的な根拠を挙げて説明

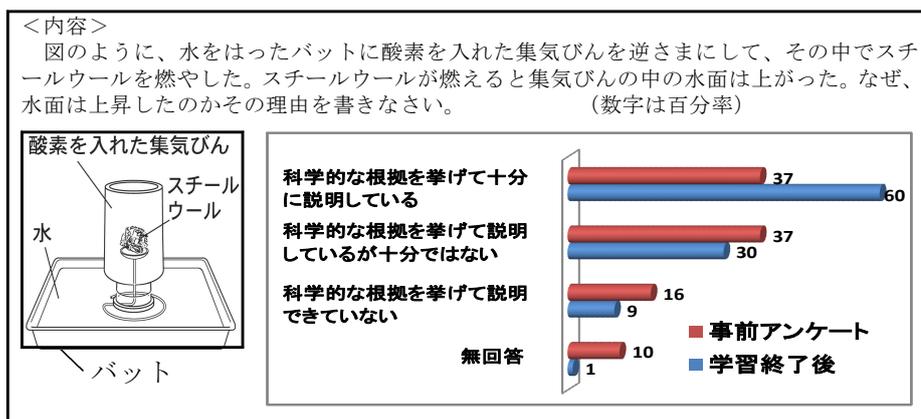


図10 事前のアンケート内容と科学的な根拠を基に考える力の比較

しているが十分ではない」や「科学的な根拠を挙げて説明できていない」、「書けない」生徒の割合が減り、「科学的な根拠を挙げて十分に説明している」が37%から60%へと大幅に増えた。このことから、本研究の手法は科学的な根拠を基に考える力を高めることに有効に働いたと考える。

Ⅶ 研究のまとめ

1 成果

- 問題解決的な学習において、既習事項の経験を整理してクラスで交流してから予想させたことは、生徒が問題意識をもって観察・実験に取り組むことに効果的であった。
- 観察・実験の結果を整理するとき、学習問題に対して追究しやすいような図を入れたり、考察のポイントを示したりする工夫をし、個人での考察がしやすいよう配慮したことで、自分の考えをもつことができた。
- カードに自分の考えを書かせ、それを基にグループやクラスで交流することは、他の人の参考となる考えを取り入れることができ、科学的な根拠を基に考える力を高めるのに有効であった。
- 身近な学習問題を単純化する（モーターをコイルモーターによって考える）ことによって、生徒の考えやすい問題を作成することができた。

2 課題

- 設定する学習問題により考えやすさが異なるので、カードによるグループやクラスでの交流の仕方について題材ごとに効果的な方法を考える必要がある。
- 題材の難易度や生徒の実態によって、カードに生徒の理解や思考の流れを支援する工夫が必要である。また、説明カードの書き方について定型文を取り入れるなど、書き方についての工夫や友人のよいところをどのように取り入れたらよいか規準を具体的に示すことを今後考えていきたい。
- 生徒の書く量が多くなってしまったので、カードとワークシートを上手く組み合わせ、書く内容を精選する必要がある。
- 特に下位層には、自分の考えを書かせるために、科学的な根拠となる観察・実験の結果による事実や既習の正しい知識を十分に整理する必要がある。

<参考文献>

- ・井出 耕一郎 著 『新訂 理科教育指導用語辞典』 教育出版（1993年）
- ・堀 哲夫 編著 『問題解決能力を育てる理科授業のストラテジー素朴概念をふまえて』 明治図書（1998年）
- ・森田 和良 著 『「わかったつもり」に自ら気づく 科学的な説明活動』 学事出版（2004年）