

群馬 教 育	G04 - 23
	平27.257集
	理科 - 中

思考力・表現力を高める理科授業

— 問題解決の見通しを持たせるための

授業展開の工夫を通して—

特別研修員 大河原 一樹

I 研究テーマ設定の理由

はばたく群馬の指導プランには、「既習の知識や観察・実験の結果を基に考えること」とあり、科学的な思考力・表現力を高める指導の工夫が求められている。その中で中学校では、「小学校で培った比較、関係付け、条件制御、推論する力を基に、既習内容を活用して、観察・実験の結果を分析・解釈することができる」ことを重視している。

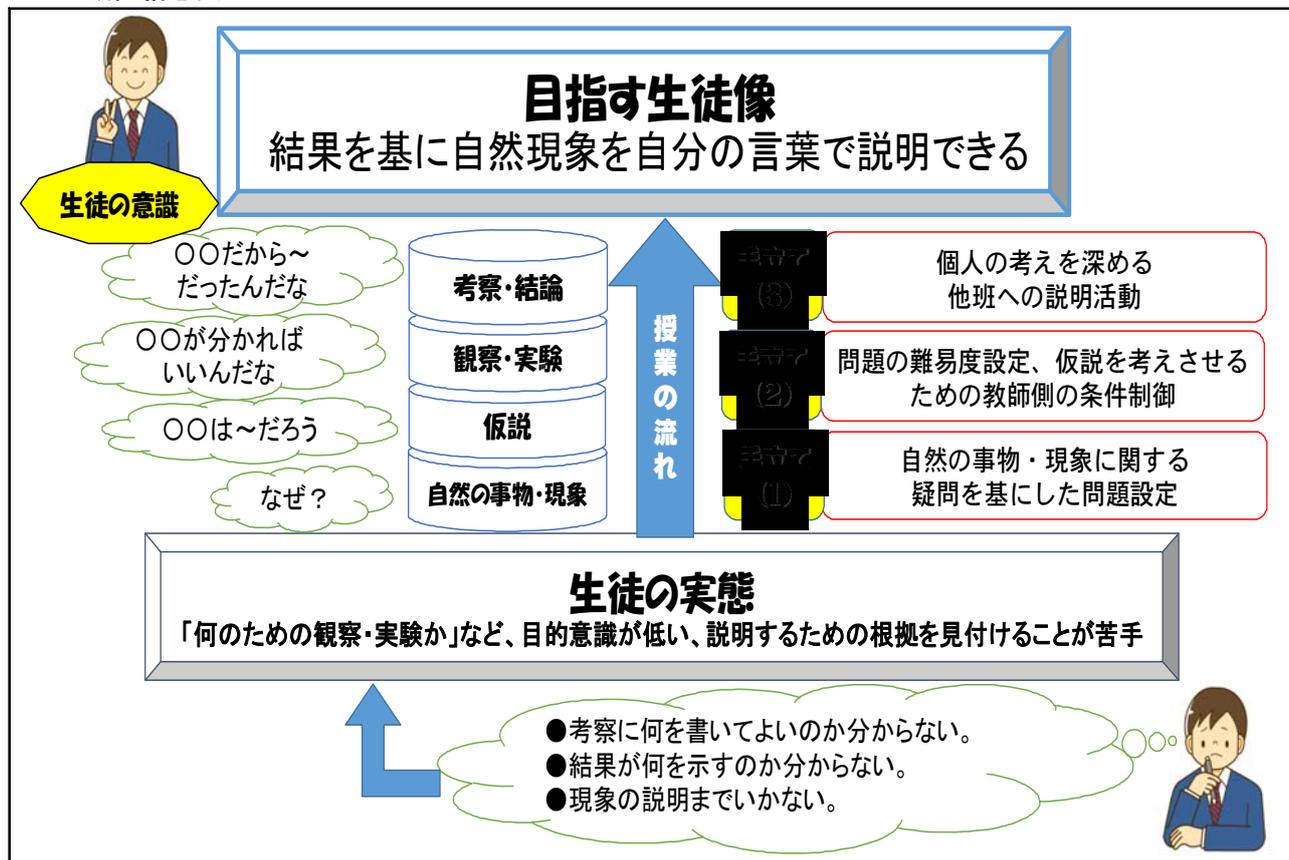
本校の生徒の多くは、意欲的に観察・実験に取り組むことができる。また、一年時から考察文の定型文「○○という結果から～」を提示し結果と考察の違いを意識させて考察文を書かせたことで、多くの生徒が観察・実験の結果を基に分析・解釈し、考察文を記入することができている。しかし、なかなか考察文を書き始められない生徒も見られる。それは、「何のために行った観察・実験なのか」という目的が曖昧であるという理由が一つだと考える。

このような生徒に、自然の事物・現象の問題を自分の問題として捉えさせ、仮説を設定して学習の見通しを持たせることで観察・実験の目的を明確にし、自分が考えた仮説・予想などと比較させながら観察・実験の結果を分析し解釈させることが大切であると考え。

そこで、目的意識を持たせやすくするための問題設定の場面を工夫し、仮説を基に学習活動を進めさせ、観察・実験の目的を意識させた授業展開を工夫していきたいと考え、上記のとおりテーマを設定した。

II 研究内容

1 研究構想図



2 授業改善に向けた手立て

問題解決の見通しを持たせる授業展開の工夫として、次の(1)～(3)の手立てを講じた。

(1) 自然の事物・現象に関する疑問を基にした問題設定

単元の導入で単元につながる自然現象を体験させ、生徒の疑問が問題として設定できるようにした。

<実践1「化学変化と熱」における手立て>

化学カイロの中身を予想させてから、実際にカイロを開けて観察したり触ったりしながら中身が何かを考えさせた。そのことから、「なぜ化学カイロが温くなるか」という疑問を問題として設定した。

(2) 問題の難易度設定、仮説を考えさせるための教師側の条件制御

まず、問題は観察・実験の結果の解釈や話合いの必要性があるものになるよう吟味した。適度な難易度にするだけでより生徒たちは意欲的に取り組むと考えた。

次に、問題の仮説を立てるためには、既習事項を根拠として考えなければならないので、生徒が考えやすいように考える条件を制御することを心がけた。また、ホワイトボード、短冊シートを使用し、班の様々な考えの類型化をしやすくした。

<実践1「化学変化と熱」における手立て>

①化学カイロの熱の変化は、「化学カイロの中身である、鉄、炭素、食塩のどれかと空気中の酸素が反応したからである」と発問で確認しながら示した。

②仮説の短冊シートを一人一人に書かせて、班で類型化を行った。

<実践2「電流とそのはたらき」における手立て>

回路によって電球の明るさが異なることを説明するために、直列回路、並列回路に分けて、それぞれの電流の大きさ、電圧の大きさが分かれば説明できることを示した。

(3) 個人の考えを深める他班への説明活動

観察・実験の結果を考察したり、問題の答えを考えたりする際には、個人の考えを深めるため仮説と照らし合わせて考えさせたり、他の生徒と交流させたりした。

<実践2「電流とそのはたらき」における手立て>

①図や言葉を使って、班で相談や説明がしやすいように、説明用ボードを用意した。

②個人の考えを修正、深化しやすくするため、「個人で考える→班で考える→他班に説明に行く→振り返る」という展開の説明活動を行った。

III 研究のまとめ

1 成果

- 身近な事物・現象を単元の導入に取り入れ、体験活動を行い、疑問を出させてから問題を設定するという導入の工夫をしたことで、生徒は問題を自分の問題として捉え、それを解決するのに自分の言葉で説明しようとすることができた。
- 問題に対する自分なりの仮説を設定すること、それを交流させたことによって、目的意識を持って観察・実験に取り組み、問題について深く考える様子が見られた。
- 仮説を振り返らせたり、観察・実験の目的を再確認したり、考察文の定型文を示したりしたことは、結果を分析・解釈し自分の言葉で考察文を書かせる上で有効であった。
- 問題の仮説や問題の答えを考えるために、班で相談し、他班に説明に行かせる活動を取り入れたことは、個人の考えを修正したり深めたりするなどの思考力を高めたり、自分の考えを表現する力を高めたりすることが期待できる。

2 課題

- 問題の仮説を設定する場面では、その後の実験計画的を絞りやすくするために、生徒が考える条件を教師が計画的に整えておくことが大切である。
- 単元にふさわしい問題の難易度を設定し、より効果的な授業展開をしていく必要がある。

<授業実践>

実践 1

1 単元名 「化学変化と原子・分子（化学変化と熱）」（第2学年・1学期）

2 本単元及び本時について

本単元は、「化学変化によって熱を取り出す実験を行い、化学変化には熱の出入りが伴うことを見いださせること」がねらいである。ねらいの達成のため、以下の手立てを講じた。

<手立て (1) 自然の事物・現象に関する疑問を基にした問題設定>

化学カイロを提示し、触らせたり袋の中身を見させたりする中で「カイロの中身は何か」「なぜカイロは温かくなるのか」という疑問を問題として設定した。

<手立て (2) 問題の難易度設定、仮説を考えさせるための教師側の条件制御>

- ①化学カイロの中身の何が変化しているかに着目させ、仮説を立てさせた。その際には、化学カイロの中身である鉄粉、炭素、食塩に絞り、温度が上がる条件を考えやすくした。
- ②仮説を基に実験計画を立てさせる際には、三つの材料から一つずつを選ぶようにさせ、実験の方向性が全体でずれないようにした。

3 授業の実際

まず、化学カイロを提示し、中身の予想を行い、実際に観察したり触ったりさせた（図1）。その後、化学カイロの中身である鉄、炭素、食塩を示し、この三つのどれかが化学変化することによって温度変化するであろうと確認した。また、密閉された化学カイロでは、温度変化しないことから、空気中に多量に含まれる酸素と化学カイロの中身が反応して温度変化が起こったのだらうと確認した。このように、「なぜ化学カイロの温度が上がるのか」という問題から、「化学カイロの中身の〇〇が酸素と反応して～になったから温度が上がったのだらう」という仮説定型文を提示し、温度変化の原因として考えられる条件を絞った。そのことで、一人一人が仮説文を書くことができた（図3）。



図1 カイロの中身を予想

次に、それぞれの仮説の類型化を行うため、仮説文を短冊シートに書かせ、班で交流した。その際は、ホワイトボードを用い、同じ考えは重ね、違う考えは別の場所に貼るといったやり方で類型化できるようにすることで考えをまとめやすくした（図2）。

その後、仮説を確かめるために必要な実験を考えさせ、温度の比較も含めて二つの材料を使って実験を行う計画を班で立てられるようにした（図3）。

次時では、実験計画を基に班でそれぞれの実験を行い、結果を全体で交流した。その後、自分たちで調べた結果だけでなく、他の班の結果も参考に考察文を書かせた。その文章から、温度変化には鉄粉が必要であることに気付き、9割以上の生徒が化学カイロの温度変化の原因を文章で説明することができた（図4）。

話し合い活動の様子

T : カイロがあたたくなる原因をカイロの材料に着目して
(教師) 仮説を立ててみよう。

S1 : カイロの中には、鉄粉がある。鉄が酸素とくっつくと酸
(生徒) 化鉄になるってこの間の授業でやったよ。鉄が酸化鉄になるから温度が上がるんじゃないかな。

S2 : 木炭は燃えるときにできるから、木炭（炭素）が酸素と
(生徒) くっついて二酸化炭素になるとき温度が上がるんじゃないかな。

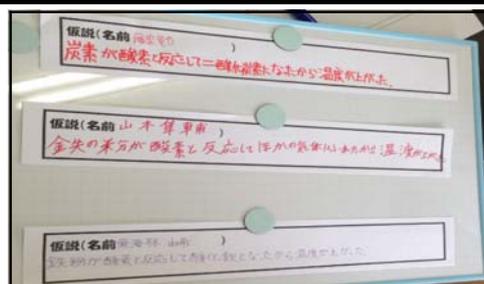


図2 仮説の類型化

S 3 : 食塩は酸素とくっついて何か違うものになりそうだ。まだ勉強してない物質ができるときに温度が(生徒3) 上がるんじゃないかな。

T : 仮説を調べるためにどんな実験が必要か話し合ってみよう。

S 1 : 鉄粉をかき混ぜていけば温度が上がってくるはず。

S 2 : 木炭をかき混ぜていけば温度が上がってくるはず。

S 3 : 食塩をかき混ぜていけば温度が上がってくるはず。

S 1 : それぞれで温度の違いを調べればいいのか。そのためには温度計が必要だ。

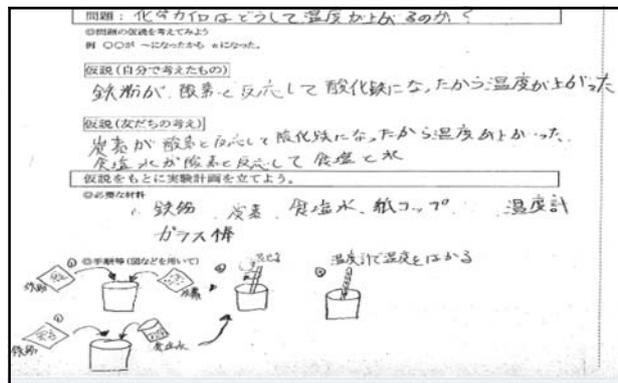


図3 仮説から実験計画立案までの例

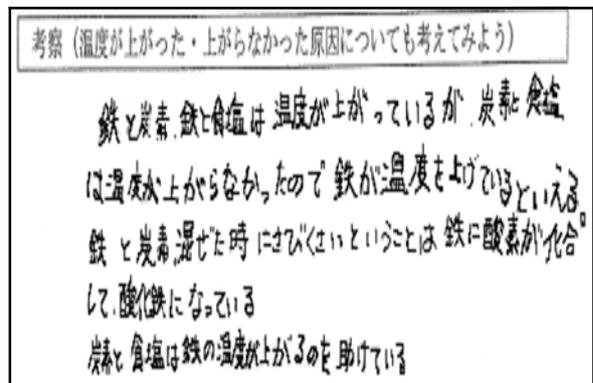


図4 考察文の記述例

4 考察

- 仮説を考える場面で、「○○と酸素が反応して、～になったから温度が上がった」という定型文を示したことで、化学変化に着目し定型文に言葉を加えながらすべての生徒が文章を書くことができた。それを短冊に書かせたことは、自信を持って話し合いに参加しようとする意識を高める上で有効である。
- 仮説を基に実験計画を立てたので、何をすればいいのか分からないという状態の生徒はいなかった。このことから、実験を自分の問題として捉えながら実験計画を考えることにつながったと言える。
- 仮説を考える過程は、目的意識がはっきりするだけでなく、既習事項の復習にもなり、生徒の思考の流れに沿った授業展開となったと言える。
- 考察を書く場面では、仮説と結果を比較させて考えを書かせたことで、鉄と酸素の反応による温度上昇に気が付くことができた生徒が28名だった。考察文をしっかり書かせるためには、仮説を設定し、見通しを持って実験に取り組むことが有効であると言える。また、今までの授業でよく見られる考察文には「鉄が酸化鉄になった」「炭素は二酸化炭素になっていない」という文章(結果から言えることのみ)で終わってしまうことが多かったが、仮説文と比較させたことで、「鉄の化学変化が温度上昇の原因となっている」という現象の説明まで書くことができた。
- 実験計画を立てる際に、条件が多すぎると大変だと考え、温度変化の原因を焦点化するために仮説の定型文を示した。しかし「もう少し自由度(材料等)があってもよいのではないか」という見方もある。教師がどこまで焦点化し、「生徒に知らせる情報」と「生徒に考えさせること」の区別をするのかという部分をしっかり計画しておかなければならない。
- 自分の仮説を短冊に書かせ、ホワイトボードに発表させながら貼らせたのち、班ごとに全体で発表させたが、出てきた考えについての矛盾等についての吟味まではいかず、一方的な発表であった。考えを深めるための話し合いの方法を考えていく必要がある。そのため、実践2では、<手立て(3)>を導入し、生徒一人一人が話し合いに参加し、自分の考えを深められるようにしたい。

実践2

1 単元名 「電流とそのはたらき（電流・電圧・抵抗）」（第2学年・2学期）

2 本単元及び本時について

本単元は、「電流回路の観察、実験を通して、電流と電圧の関係について理解するとともに、日常生活や社会と関連付けて電流についての見方や考え方を養う」ことをねらいとしている。ねらい達成のため、以下の手立てを講じた。

<手立て (1) 自然の事物・現象に関する疑問を基にした問題設定>

100Wと40Wの電球を用意し、並列回路と直列回路で明るさを比べた。二つの電球は回路の違いで明るさに違いがでることから、問題を設定した。

<手立て (2) 問題の難易度設定、仮説を考えさせるための教師側の条件制御>

①ワット数として示されている数値にとらわれないよう電球A、電球Bとした。

②並列回路、直列回路で分けて考えさせた。

<手立て (3) 個人の考えを深める他班への説明活動>

①図や言葉を使って、班で相談や説明がしやすいように、説明用ボードを用意した。

②個人の考えを修正、深化しやすくするために「個人で考える→班で考える→他班に説明に行く→振り返る」という展開の説明活動を行った。

3 授業の実際

まず、100Wと40Wの電球を示し、並列回路と直列回路での明るさの違いを示した。そのことから「並列回路では100Wの電球が明るいのに、直列回路にすると40Wの電球が明るくなるのはなぜか」という問題を設定した。ここでは、生徒がワット数として示されている数値にとらわれて混乱するのを防ぐため、100W電球をA、40W電球をBという記号で示した。

仮説を立てる際には、電球が明るくなるのは、「電圧と電流が共に大きくなっている」ことを確認し、「AとBどちらに多くの電流が流れているか」「AとBどちらが高い電圧がかかっているか」を並列回路、直列回路ともに予想させながら、自分なりの仮説を立てられるようにした。自分で考えた仮説を基に、ホワイトボードを用いて班の生徒と交流し、班員の考えをまとめさせた（図7-1）。その後、班員2名が説明係、2名が聞く係として説明したり説明の疑問点を質問したりする説明活動を行い、考えを深められるようにした（図5）。さらに、考えを修正したり深めたりするため、自分の班に戻って改めて改善案を考え、もう一度説明活動を行った（図6）。最後に深まった考えを全体の前で数名発表をさせ、それを聞いて個人の仮説文を見直せるようにした（図7-2、図7-3）。

話し合い活動の様子

T : 個人の考えを基に、問題の答えをグループで話し合ってみよう。

S 1 : 並列回路だと、明るいのはAだから、Aの方が電流が流れている。

S 2 : Aに電流がたくさん流れてるってことは、Aの方が電流が流れやすいんだから、Aの方が抵抗が小さいってことかな。

S 3 : 直列回路はBの方が明るいんだから、Bの方が抵抗が小さいのかな。でも抵抗の大きさがあって、変わったのかな。

S 4 : 直列回路は電流がどこも同じだよ。

S 1 : 電圧はBの方が大きいってことじゃないの。

<他班への説明活動>

S 2 : さっき〇〇君の話聞いたから、「抵抗は並列でAが小さいのだから、直列でも小さいはずだよ。」って言ってたよ。

T : オームの法則を使って説明できないかな。

S 3 : 電流が同じで、抵抗はAが小さくて、Bが大きい。



図5 説明活動の様子



図6 班で相談

S4 : $V = R \times I$ を使えばいいのかな。I (電流) = 1 なら、R (抵抗) が大きい方が V (電圧) が大きくなるじゃない。

S1 : 明るいのは、電圧と電流が大きいときだから、直列は B が明るくなるんだね。

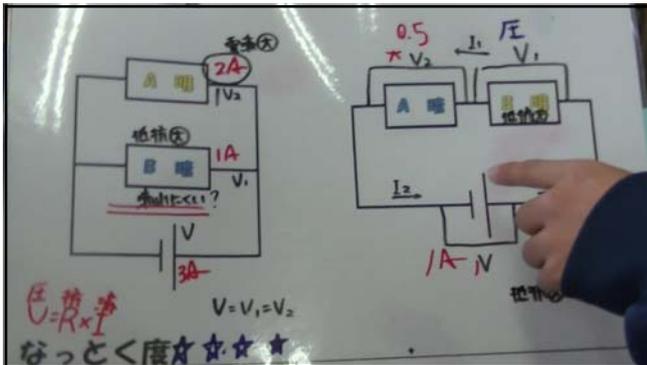


図7-1 話し合いシートの例

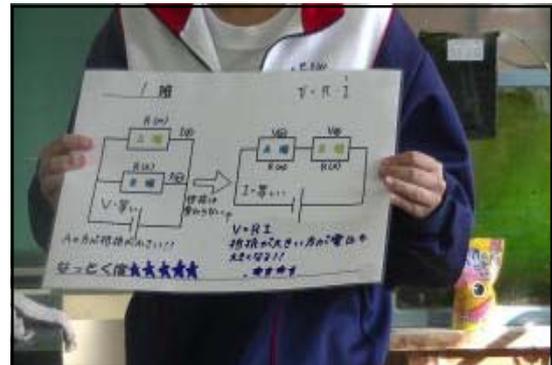


図7-2 全体の前で説明する様子

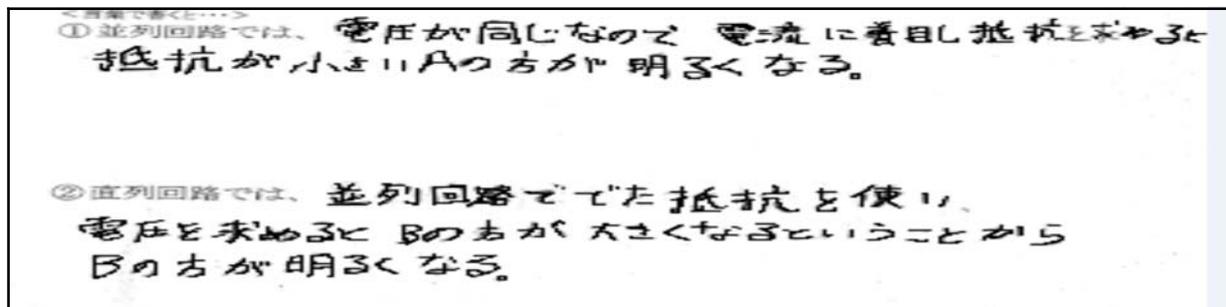


図7-3 それぞれの回路で電流、電圧の大きさの違いについて気付いている記述例

4 考察

- 自分たちの考えを他の班へ説明に行く活動は、何となく理解している生徒も話し合いをしていくうちに間違いに気付くことができた。この活動は、既習事項を確認するだけでなく、一人一人の思考を促し、知識の活用につながると考えられる。
- ホワイトボードを活用し、班ごとにまとめるための資料としたが、話し合いを活性化させるだけでなく、話す側・聞く側双方にとって自信を持って話すことに有効であった。
- 話し合いの活動は、不得意な生徒でも自らの考えを述べるために思考する必要がある学習となるが、得意な生徒が話し合いの中心となってしまう、不得意な生徒の考えの深まりはどうだったかという問題もある。しかし、不得意な生徒であっても話を聞いたり質問したりする中で、9割以上の生徒が自分の言葉で仮説として書くことができた。そのことから、本実践での説明活動はどの生徒にとっても考えを深める上で有効であったと言える。
- 話し合いの中で教室掲示を基に既習事項に気付く生徒も多かった。そのため、教師による既習事項の確認は最小限にとどめ、話し合いの時間を長く設定することで、より多くの「生徒自らの気付き」を引き出すことができると考える。
- 説明を聞く側にも鋭い視点を持たせ、議論を生ませることがよりよい話し合いとなる。今回は一方的に話を聞き、質問をする程度だったので、「ここはこうじゃないか」と指摘できるように助言していく必要がある。
- 「抵抗が小さいと明るさは明るくなる」「回路を変えると抵抗の値も変わる」と勘違いして考えを進めていた班もあった。その後、実験をしてその実測値で抵抗の値等を確認したことで、誤った考えの修正につながった。このように、自ら立てた仮説を実証するためには、実験を通して確認することが必要であることに生徒たちは改めて気付くことができた。