

群 教 七	G04 - 03
	平28.261集
	理科 - 中

目的意識を持って観察・実験を計画し、 結果を分析・解釈する力の育成

——既習内容を基に予想をし、観察・実験の計画及び

検証をする活動を通して——

特別研修員 黒澤 伸元

I 研究テーマ設定の理由

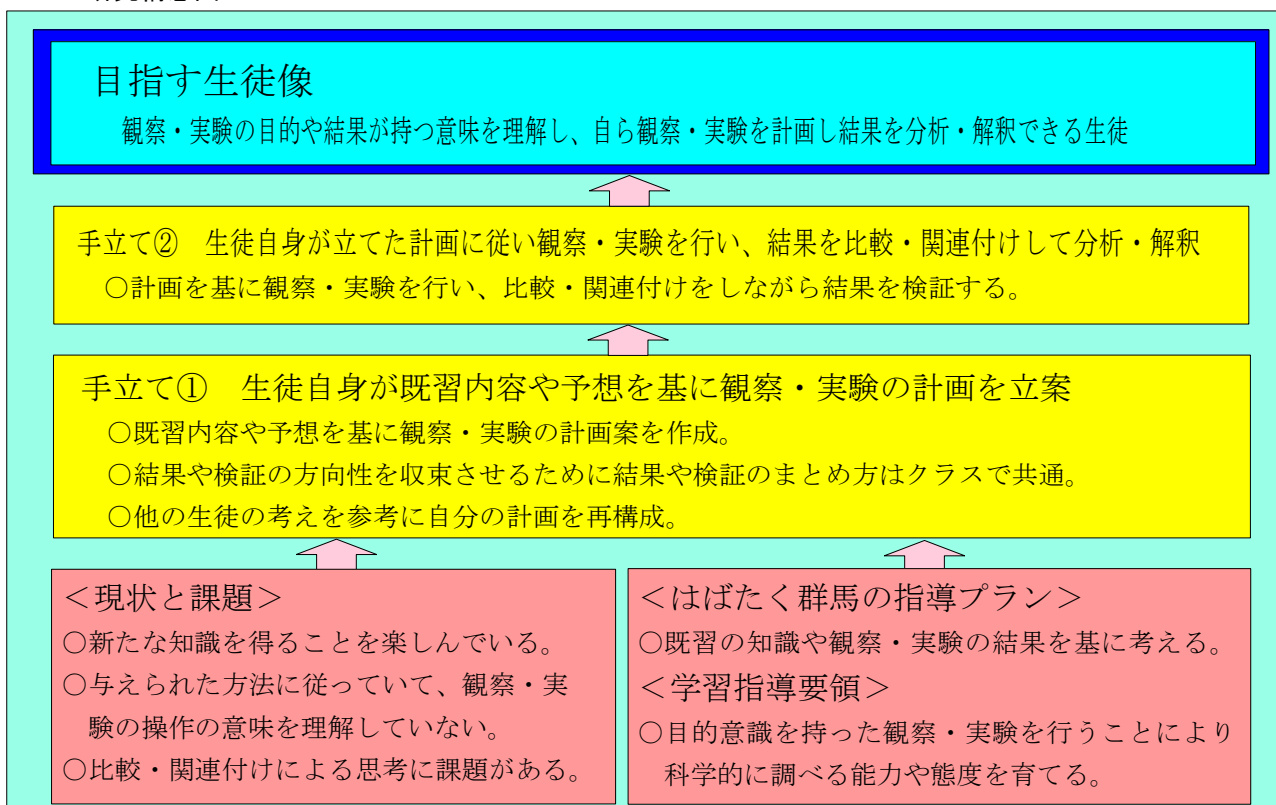
はばたく群馬の指導プランでは、伸ばしたい資質・能力として「既習の知識や観察・実験の結果を基に考えること」が挙げられている。中学校段階では、「比較や関連付け、条件制御、推論などを活用しながら観察・実験を計画・実施し、結果を分析・解釈する取組によって確かな学力を育てること」を重点化している。

本校は、観察・実験に対して興味・関心を持って取り組むことのできる生徒が多い。今まで知らなかったことを自分の力で調べ、新たな知識を得ることを楽しんで学習できる。そのため、過去に行った観察・実験については知識として定着している生徒が多い。一方で、観察・実験の結果を基に自分で考え、わかったことをまとめる力が不十分な生徒も多い。予想や根拠を考えず教科書通りの与えられた方法に従って観察・実験に取り組んでいるため、何を明らかにするための操作なのか考えずに活動している。考察では既存の知識のみに頼っており、結果を比較や関連付けして思考し判断する必要があるとどうすればよいのか分からなくなる生徒が少なくない。結果を分析・解釈できるようにするためには、操作の意味をよく理解し、結果を見通しながら目的意識を持って観察・実験を行い、結果を検証する力を育成していくことが重要である。

そこで、観察・実験で目的意識を持ち、予想を基に結果を見通して観察・実験の計画を立て検証することで、結果を分析・解釈する力を育成することに重点を置き、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

生徒が観察・実験の目的や操作の持つ意味を理解して結果を検証するためには、与えられた方法に従って活動するのではなく、自分で考えた方法で観察・実験を行う必要があると考え、以下のような手立てを取り入れた。

手立て1 生徒自身が既習内容や予想を基に、観察・実験の計画を立案する。

- 計画に必要な既習内容を導入時に確認し、計画の手助けにする。
- 観察・実験の結果を予想させ、予想を基に計画を立てさせる。
- 他の生徒の考えを参考にし、自分たちの計画を再構成する。
- 観察・実験に必要な道具を確認する。

手立て2 生徒自身が立てた計画に従い観察・実験を行い、結果を比較・関連付けして分析・解釈する。

- 各自に必要な道具を用意し、計画に従って観察・実験を行う。
- 計画時に指示された形式に従って結果をまとめる。
- 結果を比較・関連付けし、分析・解釈する。

手立て1において、各自の計画をすべて自由にさせるとクラス全体として得られた結果が拡散してしまい、結果の分析・解釈が難しくなってしまう恐れがある。そこで、計画を立てる段階で結果のまとめ方を提示し、結果や検証内容の方向性を示す必要がある。また、めあてを達成するために必要な計画が立てられている例を生徒自身に発表させ、行き詰っているところを解消する参考にさせる。

手立て2において、結果の分析・解釈については本時のめあてや計画時に立てた予想を基に行わせる。また、計画時に示したまとめ方でクラス全体の結果をまとめ、クラス全体で共通の内容を検証できるようにする。クラス全体で行う検証の際はそれぞれが得た結果を比較・関連付けさせる。

Ⅲ 研究のまとめ

1 成果

- 自分たちで考えた計画に従って観察・実験を進めることができるので、明確な目的意識を持って活動し、操作の意味をよく考えながら活動できた。また、検証内容を見据えて計画を立てているので観察・実験の結果がもつ意味を明確に捉えることができ、結果から分かることを各自が考え、結果の分析・解釈を進んで行うことができた。
- 自分たちで考えた観察・実験を行っているためクラスの中で様々な方法による結果が得られたが、結果のまとめ方を計画前に指示し方向性を示すことで、全員に共通の内容を押さえることができた。観察・実験の方法は異なっても同じ内容について分析・解釈することができた。
- 友達同士で相談しながら共通のめあてに向けて観察・実験の計画を立てることにより、お互いに教え合いながら活動することができた。どのように検証したらよいか分からない生徒はわかっている生徒から教えてもらって理解し、分かっている生徒は質問されることにより考えを深めることができた。
- 小学校で学んだ内容を指導者が把握しておくことで、計画を立てる際のヒントとして提示でき、既習内容を基に考えて予想・計画・検証を行うことができた。

2 課題

- 自分たちで自由に計画できるので、目的から逸れて興味本位で観察・実験を計画してしまうところがある。観察・実験の目的を再確認し、操作の意味や得られた結果から分かることを確認しながら観察・実験の計画を立てていく必要がある。
- 観察・実験の計画を立てる活動を取り入れると、最初の段階では時間がかかってしまう。慣れてくると活動も思考も早くなるため、生徒自身による観察・実験の計画は単発的に行うよりも、無理なく継続的に行うことが必要である。

実践例

1 単元名 「状態変化と温度」(第1学年・2学期)

2 本単元について

本単元は、「物質が状態変化するときの温度を測定し、融点や沸点は物質によって決まっていること」、「融点や沸点の測定により未知の物質を推定できること」及び「沸点の違いを利用して混合物から物質を分離できること」をねらいとしている。また、既習内容を生かしながら物質の性質や変化の様子を調べるなど、観察・実験における基本的な技能や科学的な考え方を身に付けるために適している。温度や燃焼により結果を判断することができるので目で見て判断しやすく、日常生活や社会と関連づけて取り上げることもできる。

以上のような考えから、本単元では以下のような指導計画を構想し実践した。

目標	物質の状態変化についての観察・実験を行い、状態変化による体積や質量、温度の変化の様子を見いだす。	
評価 規 準	関心・意欲・態度	状態変化と熱に関する事物・現象に進んでかかわり、それらを科学的に追究しようとする。
	科学的な思考・表現	状態変化と熱に関する事物・現象の中に課題を見だし、目的意識を持って観察・実験を行い、融点を境にした物質の状態変化、沸点の違いによる物体の分離などについて自らの考えを導き、表現している。
	観察・実験の技能	状態変化と熱に関する事物・現象についての観察・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。
	自然事象についての知識・理解	観察・実験などを通して、状態変化によって物質の体積は変化するが質量は変化しないこと及び物質は融点や沸点を境に状態変化すること、沸点の違いによって物質を分離できることなどについて基本的な概念を理解し、知識を身に付けている。
過程	時間	主な学習活動
課題把握	第1時	<ul style="list-style-type: none"> 身の回りにあるものを固体・液体・気体に分類する。 状態変化を理解する。
課題追究	第2時	・状態変化したときのロウの体積・質量の変化を調べる実験計画を立てる。
	第3時	・状態変化したときのロウの体積・質量の変化を実験計画に従って調べる。
	第4時	・粒子モデルと関連づけて状態変化を理解する。
	第5時	・基本的な実験技能を理解する。
	～6時	・固体の融点を調べ、物質ごとに決まった温度であることを理解する。
	第7・8時	・純粋な物質の沸点を調べる。(エタノール、水)
	第9時	・混合物を加熱した際に出てくる物質を調べる実験計画を立てる。
	第10時	・混合物を加熱した際に出てくる物質を実験計画に従って調べる。
まとめ	第11時	・混合物は沸点の違いを利用して分離できることを理解する。

3 本時及び具体化した手立てについて

本時は全11時間計画の第9時に当たる。前時まで純粋な物質の沸点を調べており沸点で状態変化し気化してくることを理解している。本時では混合物を加熱したときの温度変化に触れ、どの温度で何が気化してくるかを調べさせる。すべてを生徒に計画させると得られる結果が拡散してしまうので、実験装置などについては提示し、得られた物質を検証する方法を計画させ、クラス全体の結果を収束させる。

手立て1 混合物を加熱したときの温度変化のグラフを基に、何が気化してくるか調べる実験を計画。

純粋な物質を加熱したときの内容を基に、水とエタノールの混合物ではどの温度で何が気化するか予想する。予想した温度で気化した物質を集め、予想通りの物質か検証する方法を考え、実験を計画する。検証方法は、今までの実験やエタノールの性質を振り返らせることで各自に考えさせる。

手立て2 計画した実験を行い、混合物から気化してきた物質を調べ、結果を分析・解釈する。

計画した検証方法を基に、気化してきた物質を調べる。得られた結果を、予想と比較・関連付けする。また、自分たちの結果と友達の結果を比較・関連付けし、結果を分析・解釈する。

4 授業の実際

前時までに、純粋な物質（水、エタノール）の沸点を測定する実験を行っている。また、沸点に達している間、その物質が気化していることを理解している。

本時では、水とエタノールの混合物を加熱したとき、最初にエタノールが気化し始め、その後水が気化していくことを理解する実験を計画した。各自で予想を立てた後、班で相談しながら予想を立て、班で計画を立てた。本時の次の時間に計画通り実験を行い、実験結果の検証も行った。

めあて 水とエタノールの混合物を加熱すると何の気体が発生するか調べる実験をしよう

(1) 予想を立てる活動

各自の予想をはっきりさせ、班としての予想を相談した（図1）。予想は、エタノール、水、混合物がそれぞれ何℃で気化してくるか考えた。前時までに行った純粋な物質の沸点を基に考えて予想する生徒が多く見られた。個人の予想の段階では、「なんとなく」と根拠のない予想を立てている生徒がいたが、班の中で相談することにより、根拠のある予想を立てることができた。何を基に考えればよいか分からない生徒には、黒板に提示した混合物の温度変化をよく見て考えるよう指導した。

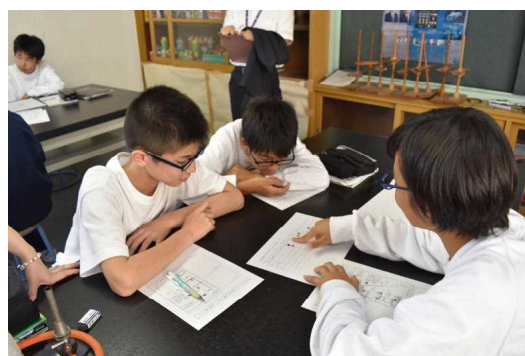


図1 班の予想を立てる

(2) 予想を基に実験を計画する活動

実験結果や検証内容を共通にするため、実験装置や使用する混合物の量、混合比、集める量は共通にした。班で相談して計画を立てさせるため、1枚の紙に図や言葉を使って計画させた（図2）。期待される実験結果が得られない計画を立てている班には計画の根拠を明らかにさせ再検討を促した。安全面にも配慮して各班の計画を確認し指導した。各班で計画された検証方法を以下に示す。



図2 班で相談して計画を立てる

- においを嗅ぐ。エタノールは特有のにおいがある。
- 手につける。エタノールはスースーする。
- 引火させる。エタノールは引火する。
- 葉を脱色させる。エタノールは脱色作用がある。
- 凝固させる。水は凝固すると体積が増える。
- 取り出した物質の沸点を調べる。純粋な物質はそれぞれ決まった沸点をもつ。

(3) 他の班の計画を聞き、自分の班の計画を再構成する活動

ほとんどの班が同じような計画を立てている。他の班にない考えをした班と疑問点を抱えている班に発表させ、各班で計画を再構成させるきっかけをつくった（図3）。発表を聞いた後の各班の再構成の内容を以下に示す。



図3 班の計画を発表する

- 引火させることしか計画できていなかった班は他の方法も検討を始めた。
- 根拠に自信がなく実験結果がはっきりと出るか心配な班は実験結果・検証を補強するものとして他の方法も試す計画に作り直した。

集めた物質がエタノールなのか混合物なのかを検証す

る方法がわからない班が多かった。各班から考えを募り、燃焼の激しさや燃焼時間、においの強さで判断するという考えが引き出された。

(4) 計画に従って実験し、実験結果を検証する活動

自分たちで立てた計画に従って実験を行うため、道具の準備や操作を迷うことなく素早く進めることができた。また、めあてや予想に基づいて計画を立て実験できているので、実験結果の分析・解釈も進んで行うことができた。各班で異なる操作を行ったが、計画の段階でまとめ方を提示しているので、クラス全体で共通の内容を押さえることができた。クラス全体で押さえた共通の内容を以下に示す。

- 最初に集めた物質は引火し激しく燃えたことからエタノールであると考えられる。
- 二本目に集めた物質は引火したものの弱く燃えたことからエタノールを少し含んだ混合物であると考えられる。
- 三本目に集めた物質は引火しなかったことから水であると考えられる。
- 以上のことから水とエタノールの混合物を加熱すると、沸点の低いエタノールが最初に気化し、その後沸点の高い水が気化すると考えられる。

5 考察

予想を立てる活動では、既習内容を基に考える生徒が多かったものの、個人で考える段階では「なんとなく」と根拠のない予想を立てている生徒もいた。しかし、班の中で友達の考えを自分の考えと比較しながら聞くことにより、実験の目的意識を明確に持ち、根拠のある予想へと立て直すことができた。予想を立てる段階に、友達同士で意見を比較しながら話し合う時間を十分に確保することも大切である。

実験を計画する活動では、既習内容や予想を基に検証方法を考えることができた。特に、授業の導入の段階でエタノールの性質について復習しておいたので、教科書の実験では出てこない方法を用いて検証しようと自分たちで考えることができた。エタノールであることを調べる方法については様々な考えが出てきたが、水であることや混合物であることを調べる方法について困ってしまう班が多かった。混合物については、エタノールが混ざっているため、純粋なエタノールと同様引火してしまうと考え、エタノールと混合物の違いをどのように判断すればよいか話し合う班が多かった。各班で話し合った結果、燃焼の激しさや燃焼時間、においの強さに注目して判断するという意見にまとまっていた。また、においや感触、燃焼の様子などを比較・関連付けして判断しようとする班もあった。どの考えにおいても、生徒の中に、エタノールの濃さの違いに注目して分析・解釈するという考えでまとまった。

他の班の計画を聞き、自分の班の計画を再構成する活動は、多様な考えに触れて自分の考えを見直すために取り入れたものである。計画が行き詰っている班にとっては他の班の発表がよききっかけとなり、参考にしながら計画を立てることができた。また、根拠に自信のない班にとっては実験結果・検証を補強する実験として計画を充実させることができた。実験方法を指示されるのではなく、自分たちで考え選択することができ、目的や実験結果がもつ意味をよく理解して計画を立てることに有効であったと考える。

計画に従って実験し、実験結果から検証する活動では、生徒自身が進んで活動し考えることができた。何のための操作で何が明確になったかをよく理解して実験した結果であると考ええる。

全体を通して、生徒同士で話し合い協力する活動が多かった。自ら実験計画を立て検証する活動は、一人だけで行うより協力して行うほうが広い視点で考えたり明確な根拠を持って活動することに有効であった。話し合い、協力し合うことにより、目的意識をはっきりと持って計画し、自分で考えながら比較・関連付けによる分析・解釈を行うことができた。一方で、班の中で共通の実験を行うため、自分の意見が通らなかった生徒も見られた。十分に議論することで個人の考えをすくい上げ、全員が自分自身の学習に対し満足できる手立てを構築していくことが課題である。