

群 教 セ	G04 - 03
	平 29. 265 集
	理科一中

自ら問題を見だし、進んで問題解決しようとする生徒を育成する理科授業

—日常生活の中の意外性を利用した導入を通して—

特別研修員 大塚 伸一

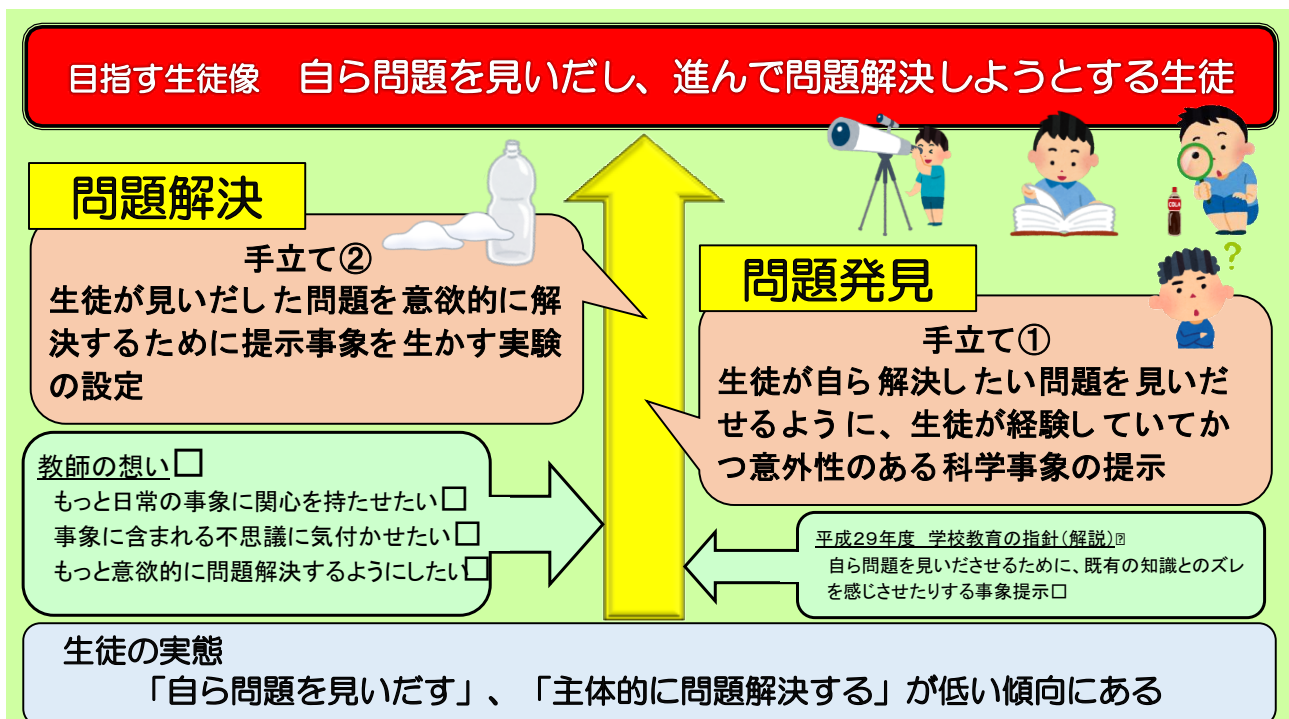
I 研究テーマ設定の理由

中学校学習指導要領解説理科の教科の目標には、「自然の事物・現象に進んでかかわること」が示されている。このことは、「生徒が主体的に疑問を見付けるために不可欠であり、学習意欲を喚起する点からも大切なことである」と解説されている。また、「平成 29 年度学校教育の指針（解説）」では「自ら問題を見いださせるために、2つの事象を比較させたり、既存の知識とのズレを感じさせたりする事象提示をし」とあり、生徒主体で問題解決をするための一番の決め手は問題の設定であるとされている。しかしながら、所属校の生徒の多くが意欲的に問題を見いだそうとせず、受け身になっていると感じている。平成 28 年度、所属校の校内研修で質問紙調査（平成 23 年栃木県総合教育センター「学習に関するアンケート」を利用）を行った。その結果、知的好奇心「よくわからないことは、わかるまで調べたい。」、自発学習「自分から勉強に取り組んでいる。」などの項目において、「当てはまる」と答えた生徒は3割程度だった。知的好奇心、自発学習が低いということは、自ら問題を見だし、その問題を解決しようという意欲が低い傾向にあると捉えることができる。

そこで、2つの事象を比較し、既存の知識とのズレを感じさせるために「日常生活の中にある意外性」を利用した導入を行うこととした。この中で意外性のある事象を提示することで、「どうしてなのか調べてみたい」、「なぜか知りたい」といった生徒の意欲を高め、自ら問題を見だし解決することにつながると思われる。このことから、「日常生活の中にある意外性」を利用した導入を考えることを重視し、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

自ら問題を見だし、進んで問題解決しようとする意欲を高めるためには、科学的な事象に対する生徒の興味・関心を高めること、解決しようとする意欲を継続させることが必要であると考え。これらを解決するために、以下の手立てを設定した。

手立て1

導入において、生徒が自ら解決したい問題を見いだせるように、生徒が経験しているかつ意外性のある科学事象を提示する。

手立て2

生徒が見いだした問題を意欲的に解決するために、提示事象を生かす実験を設定する。

手立て1の「生徒が経験しているかつ意外性のある科学事象」とは、日常生活で当たり前目にしているために不思議に思わなかったり、気付いていなかったりする事象を他の事象と比較することで不思議に思える科学事象のことである。例えば、酸素中で物質が激しく燃える科学現象と二酸化炭素中でも激しく燃えるマグネシウムの燃焼を比較することが挙げられる。このように日常生活では当たり前利用しているのにも関わらず、比較することでその意外性や変化の要因に気づき、改めて不思議に思うことで、生徒の興味・関心が高まり、生徒自ら解決したい問題を見いだすことができると考える。

手立て2の「提示事象を生かす実験を設定」というのは、手立て1の事象提示で使われた器具をできるだけ用いて、その事象を繰り返し再現しながら見いだした問題を解決する活動である。問題解決において、事象提示で使われた器具とは別の実験器具を用いることとなると、何を解決するための実験だったのか曖昧になってしまうことがある。そのため、提示した事象とできるだけ同じように再現することで、目的意識を保ったまま試行錯誤を繰り返し、問題を解決することができる。例えば、炭酸飲料の開栓時に容器内が曇る事象では、生徒が問題を見いだした後に、フラスコなどを使って雲を発生させるのではなく、炭酸キーパーとペットボトルを用いて実験する。こうすることで、何度も事象を再現しながら生徒が目的意識を保ったまま進んで問題解決することができる。と考える。

Ⅲ 研究のまとめ

1 成果

- 生徒自ら問題を見いださせる上で、意外性のある2つの科学事象を提示し比較させることは、生徒の関心を高め、変化の要因に着目させることとなり、効果的である。
- 進んで問題解決させる上で、ビーカーやフラスコといった実験器具を使わず、導入の事象提示で扱った器具とほぼ同様の器具で問題解決させることは、目的意識を継続したまま問題解決を図ることとなり、効果的である。
- 自ら問題を見いださせ、進んで問題解決させることで、他の新たな問題を見だし、その問題を主体的に解決しようとする意欲を持つ生徒が見られた。

2 課題

- 意外性のある効果的な事象の教材化を図り、その事象をどの場面で活用するかをよく検討する必要がある。
- 自分たちの発想を基に、試行錯誤しながら問題解決させるために、まず変化の要因が何であるかを抽出させる必要がある。その上で、観察・実験の条件制御を設定させ、丁寧に問題解決できるようにする必要がある。

実践例

1 単元名 「気象観測と雲のでき方」 (第2学年・2学期)

2 本単元について

本単元では、霧や雲が発生する状況を観察し、大気中の水蒸気が凝結する現象を気圧、気温及び湿度の変化と関連付けてとらえさせることがねらいである。そこで、窓や鏡、コップが曇るなど大気中の水蒸気が水滴に変化する現象から露点の測定を行い、水蒸気の凝結現象について理解を深められるようにしたいと考えた。また、大気の上昇に伴う気温の低下(断熱膨張)に触れながら、雲の成因について追究し、説明できるようにさせたいと考えた。

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	身近な気象の観察、観測を通して、気象要素と天気の変化の関係を見いだすとともに、雲の発生についての観察・実験を行い、そのでき方を気圧、気温及び湿度の変化と関連付けて理解できる。	
評価 規 準	関心・意欲・態度	気象観測を行うことを通して、様々な気象現象の中に規則性があることに気付き、気象現象に対して興味・関心を持っている。
	思考・表現	水蒸気が水滴に変わる条件を考える実験や減圧実験を通して、それらに関する現象を推論し表現している。
	技能	気象観測の基本操作を習得し記録している。また、露点の測定実験や減圧実験などを安全に行っている。
	知識・理解	気象要素の基本的な知識を身に付けている。飽和水蒸気量について説明できたり、雲のでき方について説明できたりしている。
過程	時間	主な学習活動
問題把握	第1時～ 第3時	<ul style="list-style-type: none"> ・気象の観測における重要な基礎知識を知る。 ・観測結果をまとめ、気象要素が常に変化していることを理解する。
	第4時～ 第8時	<ul style="list-style-type: none"> ・水蒸気から水滴へと変化する観察を行い、水滴に変わる条件を考察する。 ・露点と飽和水蒸気量の関係を知る。 ・飽和水蒸気量から湿度を導く方法を知る。 ・炭酸飲料のペットボトルが曇る現象から、気圧と温度変化を推論する。 ・水蒸気量や気圧の変化における温度変化などから、雲のでき方を考察する。
まとめ	第9時 第10時	<ul style="list-style-type: none"> ・気圧が他の気象要素とどのように関連しているか考える。 ・気圧と風の間接的な関係を知り、低気圧と高気圧を理解する。

3 本時及び具体化した手立てについて

本時は全10時間計画の第7時に当たる。前時までには空気中の水蒸気が水滴となって生じる実験を行い、水蒸気が露点に達し水滴に変化することを理解している。本時では、雲のでき方を理解させるために、未開栓の炭酸飲料を開栓したときに容器内が曇る事象を利用する。地球規模の広大な空間の中で起きていて生徒にとってイメージしにくい現象を、身近なものを使って水蒸気水滴に変化する要因について、気圧の変化による温度変化と関連付けて見いだせるようにする。

手立て1 導入において、生徒が自ら解決したい問題を見いだせるように、生徒が経験しているかつ意外性のある科学現象を提示する。

「炭酸飲料を開栓した時に容器内が曇る」といった身近でも意外性のある事象を提示し、生徒自ら解決したい問題を見いだすことができるようにする。

手立て2 生徒が見いだした問題を意欲的に解決するために、提示事象を生かす実験を設定する。

手立て1で提示した事象とできる限り同じ事象を再現するために、ペットボトルと炭酸キーパー(炭酸が抜けるのを防ぎ空気を入れ加圧するもの)を用意する。炭酸キーパーを用いてペットボトル内を加圧することで、炭酸飲料の開栓と同じ事象を作り出し、目的意識を保ったまま進んで問題解決できるようにする。

4 授業の実際

前時までに、空気中の水蒸気が水滴となって生じる実験を行っている。そこで、目に見えない水蒸気が露点に達し水滴として生じることを理解している。

本時の導入では、開栓済みと未開栓の2つの炭酸飲料を開栓する。そして、未開栓の炭酸飲料を開栓した瞬間に生じる水滴（雲状のもの）を観察させることで、「なぜだろう」と興味を持たせ、水滴が生じる条件を検証する実験を行う。生徒にとって身近な事象を基に、水蒸気が水滴に変化することを、減圧による温度変化と関連付けながら見いだすことができるようにする。

本時の問題 なぜ炭酸飲料の容器のふたを開けると曇るのか

(1) 炭酸飲料の開栓で容器内が曇るという現象から問題を見いだす

炭酸飲料を開栓した時に容器内が曇る現象を利用した(図1)。始めに、未開栓の炭酸飲料を開栓し、炭酸が抜ける瞬間(気圧が下がる瞬間)に容器内が曇る様子を観察させた。続いてもう一度ふたを閉め、再度開栓したところ、容器内が曇らないことを観察させた。炭酸が抜けることで、容器内が曇ることを生徒に意識させることができた(図2)。

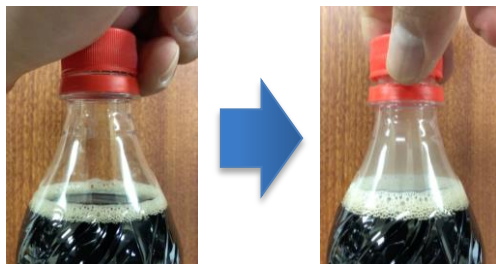


図1 ペットボトル内の変化

この現象を提示後、この現象で不思議に思ったこと・調べたいことは何かとワークシートに記入させたところ、30人の生徒が「ペットボトル内が曇ったのはなぜか」と記入した。生徒が見いだした問題から、本時の学習問題を「なぜ炭酸飲料の容器のふたを開けると曇るのか」と設定した。

(2) 容器内が曇る要因を予想する

各自で容器内が曇る要因を予想した後、班で共有させた(図3)。その後、いくつかの意見をクラスで共有した。各班に自分たちの発想を基に試行錯誤しながら実験させるため、出された意見を板書せず、発言させるだけにとどめた。この段階で、炭酸が抜けるということは気圧が下がるということに、自ら気付くことができた生徒は少なかった。そのため容器内が曇る要因の予想として、気圧の変化を挙げた生徒は16人であった。



図2 問題を見いだす導入場面

生徒が出した予想は、以下の通りである。

- 二酸化炭素が関係している。 ○露点に達した。
- ふたを開けたことで、炭酸飲料の中の何かが状態変化して、曇る。



図3 予想を班で共有する様子

(3) ペットボトルと炭酸キーパーを用いてボトル内が曇る条件を見いだす

各班にペットボトルと炭酸キーパーを渡した後は、説明を最小限にして問題解決させた(図4)。そうすることで、自分たちが予想した条件が合っているかどうかを繰り返し実験できていた(図5)。条件を見いだすことから、対照実験を意識して行うことも指示した。実験の方法を話し合い、各班が試行錯誤しながら実験をし、条件を見いだそうと進んで問題解決していた。ただ、見いだす条件を2つと指定したために、かえって判断が困難になっている班も見られた。



図4 実験器具



図5 実験場面

(4) 実験で見いだした条件と気圧が下がった時の温度変化から、ペットボトルの中が曇る要因をまとめる

実験から導いた条件を基に、気圧が変化すると何が起こるのかを逆説的に考えさせた。曇ったということは露点に達したからであり、露点に達したということは温度が低くなったという流れで、生徒とやりとりをしながらまとめた。温度変化は、赤外線温度測定器を用い、開栓の瞬間に温度が下がったことを確認した(図6)。その後「ペットボトルのふたをあげた時」という書きだしと「気圧」、「温度」、「露点」というキーワードを使って、生徒一人一人にまとめを書かせた。概ね満足なまとめを書けた生徒は、84%であった。以下は生徒がまとめたものである(図7、8)。



図6 赤外線温度測定器を用いた測定

ペットボトルのふたを開けると気圧が下がりそれにともなう温度も下がると露点を下回り水蒸気が水滴になり、ボトルの内側が曇る。

図7 ワークシートにおける生徒Aのまとめ

ペットボトルのふたをあげた時、気圧が急激に下がり、それに伴い温度も下がり露点に達して、水蒸気が水滴に変化した。

図8 ワークシートにおける生徒Bのまとめ

5 考察

導入で提示した事象に対し、生徒は強い関心を示していた。ワークシートの「不思議に思ったこと・調べたいこと」に、81%の生徒が「ペットボトルの中が曇ったのはなぜか」と記入し、本時の学習問題を「なぜ炭酸飲料の容器のふたを開けると曇るのか」と設定することができた。また、開栓済みと未開栓の2つの炭酸飲料を比較させることで、「気体が抜けることが関係しているのではないか」といった変化の要因に着目させることもできた。ワークシートの感想には、「ふたを開けたら曇るという発想はなかった」という記述があったことから、日常の事象に対する興味・関心も高めることができたと考える。以上のことから、生徒自ら問題を見いださせる上で、手立て1「生徒が経験しているかつ意外性のある科学事象を提示する」ことは、生徒の関心を高め、変化の要因に着目させることとなり、有効であると考えられる。

授業後のアンケートで、「本日の学習に意欲的に取り組むことができたか」という設問に、88%の生徒が「意欲的に取り組めた」と回答した。「ペットボトルと炭酸キーパーを用いて問題が解決できたか」という設問に対しても、88%の生徒が「問題解決に有効であった」と回答した。授業のまとめでも、ペットボトルの中が曇る要因について概ね満足なまとめを書けた生徒は、84%であった。以上のことから、進んで問題解決させる上で、手立て2「生徒が見いだした問題を意欲的に解決するために、提示事象を生かす実験を設定」し、事象提示で扱った器具とほぼ同様の器具を用いて問題解決させることは、目的意識を継続したまま問題解決を図ることに有効であると考えられる。

生徒の感想の中には、「お茶でも曇はできるのか」、「気圧が変わると温度が変わるのはなぜか」など、更に調べてみたいという意欲を持ったり、新たな疑問を考えたりするものも見られた。これは、自ら問題を見いだしたことで、他の気付きが生まれ主体的に学ぶ意欲が高まったものだと考えられる。

課題としては次の二点が挙げられる。一つ目は、生徒が「露点」について十分理解できるように指導の徹底を図る必要がある。問題解決に必要な既習事項の理解について、常に把握に努め指導と評価の一体化を図りたい。二つ目は、観察・実験で生徒が使い慣れていない器具を扱う場合、その用途や使い方などを生徒に十分理解させるということである。本時であれば、炭酸キーパーは押すことで容器内に空気を送り気圧を上げ、二酸化炭素が抜けないようにする道具であることを丁寧に押さえる必要があったと考える。