

# 理科の教科書の使い方

中学校理科の教科書は一般的に、右の図のような探究の過程に沿って構成されています。それぞれの教科書の構成をもとに授業を進めましょう。

## 1. 授業の準備

### (1) 教科書から単元の流れをつかみ、本時の目標を確認する。

- ① 教科書の単元全体を見たあと、本時のページを読んで、構成をつかみましよう。
- ② 『教師用指導書』を読んで、単元全体の目標と本時の目標を確認しましょう。
- ③ 観察・実験などの活動がある場合は、必要なものを事前に準備しましょう。

### (2) 探究の過程の重点や「理科の見方・考え方」を確認する。

教科書や『教師用指導書』を読んで、探究の過程（右図）の中でどこに重点を置いたらよいか構想を練りましよう。その際、「主体的・対話的で深い学び」が実践できる授業となるように意識ましよう。また、本時で働かせることが想定されている「理科の見方・考え方」を確認ましよう。

### (3) 授業に入る前に授業中の教科書の使い方を確認する。

学習内容や生徒の習熟度・適性等によって、教科書の適切な使い方は多様であると思われる。例えば、次のような使い方が考えられます。

## 中学校の学習過程例 (探究の過程)



『中学校学習指導要領解説 理科編』より改変

使い方（A：開いて使う，B：開かずに使う）	理由
① 事象提示や活動により課題を考える場面では、教科書は使用せず（B）、課題文を設定する場面で初めて使用する（A）。	・教科書は開かず、動植物のようすや物理・化学現象などに対して、実際に見たり感じたりしたことから気づいたことを話し合うことで興味・関心を高め、課題を考えやすくなると考えられる。
② 観察・実験方法を計画する場面では教科書は使用せず（B）、観察・実験方法を確認するときに使用する（A）。	・実験の方法を生徒が考える場合は、各自の発想を生かしたい。その場合でも手順は確実におさえ、教科書の注意事項も確実におさえておきたい。
③ 課題設定から結論の導出までは、教科書は使用せず（B）、結論を確認するときに使用する（A）。	・教科書を開かなければ、結果や結論がわからないので、関心・意欲を維持しやうい。 ・教科書を開いて、各自でまとめた結論と教科書に書かれた結論とを比べ、結論を導く過程での矛盾の有無を確認し、知識の定着をはかることができる。
④ コラムなどを読むときに使用する（A）。	・実際に読んで、学んだことの意義や日常生活や社会との関連を意識させることができる。
⑤ 探究過程の各場面で、話し合いが活発になるように活用する（B）。	・教科書は開かずに、教師が前もって確認しておいた教科書のキャラクターのセリフを言い換えたり、傍注や脚注の内容に触れたりするなどして声をかけることで、話し合いが活発になる。

## 2. 授業中

### (1) 生徒の活動を大切にする。

- ・すべての活動場面で、「主体的・対話的で深い学び」が実践できているか意識ましよう。
- ・探究の過程の中で行われる、生徒の話し合い、レポート作成、発表などの活動場面で、生徒の考えを的確につかみ、より深い学びにつながるように助言ましよう。
- ・学習内容の本質に関わるような素朴な考えを意識的に取り上げるようにましよう。素朴な考えを取り上げるときは十分に配慮して扱うようにましよう。
- ・教科書を開かずに授業を進める場合でも、教科書の吹き出しにあるようなことばを生徒から引き出すように工夫したり、傍注や脚注で書かれている事柄について話題を提供したりしてましよう。

### (2) 生徒のさまざまな考えを共有する。

- ・課題や仮説の設定、検証計画の立案、結果の処理、考察など、探究の過程の各場面で、できるだけ考えさせる時間を設定ましよう。
- ・まず個人で考えさせ、グループや学級全体での話し合いなどでさまざまな考えを共有し、深い学びにつながるような助言をましよう。



### (3) 振り返りの時間を確保する。

- ・探究の過程の考察・推論のあと、検証計画の立案からの一連の過程を振り返る時間を確保ましよう。
- ・振り返る中で、結果や考察が仮説と違った場合や、他のグループと違った場合など、その理由がどこにあるのか考えさせましよう。その後、話し合いの中で結論を学級全体で共有し、学級全体として問題解決できるように助言ましよう。
- ・教科書を見て、結果を確認したり、用語の解説などを読んで知識の定着をはかったり、概念的な理解を深めたりできるようにましよう。

## 3. 授業後

### (1) 教科書の記述の確認

- ・重要な内容が平易かつ簡潔にまとめられているのが教科書であることを念頭に置いて、授業で取り組んだ探究の過程を想起しながら本文をよく読むように指導ましよう。また、本文の内容と関連付ける意識をもって、改めて傍注、脚注、コラム等に目を通すように助言することも大切です。

### (2) 教科書の資料の活用

- ・教科書には、単元や学習内容において、読み物資料や観察・実験等の活動用資料が多く掲載されています。また、二次元コード等を用いたデジタルコンテンツへのリンクも充実してまきました。タブレット端末等の活用が期待できます。これらについては、探究の過程に即して随時生徒に紹介するなど、積極的に活用ましよう。

溶解度と再結晶 (3時間) 指導事例

溶解度と再結晶

(3時間)

本時：1時間目

① 自然事象に対する気付き

小学校で、水溶液中では溶けている物が均一に広がることを学習している。それを踏まえ、前時までに、物質の水への溶解について、粒子のモデルを用いて微視的に捉えさせようとしている。そのような学習を通して、溶質を取り出すにはどうしたらよいかという気付きを促しておきたい。

② 課題の設定

前時までの学習を通して生徒が抱いた気付きをもとに、「水溶液から溶質を取り出すには、どのようにしたらよいだろうか」という課題を設定する。

③ 仮説の設定 ④ 検証計画の立案

課題について検討する中で、具体的な仮説を設定させたい。「〇〇を〇〇すれば溶質を取り出せるはずだ」というように、生徒に具体的な見通しを持たせることができるかが重要である。また、そう考えた根拠を示せるとなるとよい。

小学校では既に、物が水に溶ける量には限度があること、物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違うこと、この性質を利用して溶けている物を取り出すことができることについて学習しており、学習内容が小学校と中学校で重なる部分が少なくない。

ここでは改めて、物が水に溶ける量には限度があること、物が水に溶ける量は水の温度や量、溶ける物によって違うことを振り返り、溶液から溶質を取り出せることを溶解度と関連付けながら検討できるかが問われている。

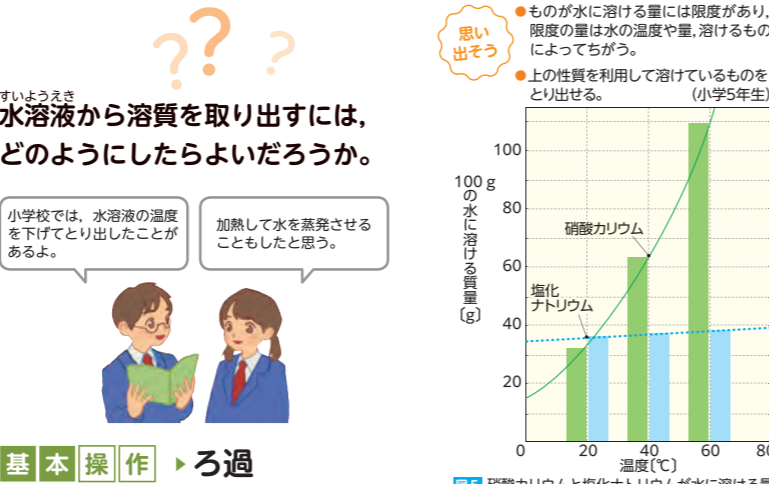
・教科書本文と傍注の役割

教科書の本文では溶解度を示すグラフと、小学校で学んだことを取り上げている。傍注ではグラフを掲載し、小学校で学んだことを具体的に提示している。これらの記述は、課題を検討し、仮説を設定する際に、重要な手がかりになる。

課題の設定から仮説の設定を行う活動場面に合わせて、これらの記述を手がかりとして示すとよい。

2 溶解度と再結晶

図5は、硝酸カリウム、塩化ナトリウムが水100gに溶ける量をグラフにしたものである。ものが水に溶ける量には限度があり、限度の量は水の温度や量、溶けるものによってちがうことを小学校で学んだ。



**基本操作** ▶ ろ過

① ろ紙の折り方  
ろ紙は下の図のように折り、円錐形に開く。  
ろうとにはめたら、水でぬらし、ろ紙をろうとに密着させる。

② 液の注ぎ方  
ガラス棒を伝わらせながら、少しずつ注ぐ。  
ろうとをあしの長い方をピーカーの内壁につける。  
ろ液

**コツ**  
ろ紙の中央は破れやすいので、ガラス棒をろうとの側面にあてる。

**ろ過のしくみ**  
ろ紙の隙間よりも小さなものは通り抜けるが、隙間よりも大きなものは通り抜けられない。

・生徒キャラクターの会話の役割

硝酸カリウムは溶ける限度の量の変化が温度変化に対して大きい、塩化ナトリウムが溶ける限度の量の変化は温度変化に対して小さい。硝酸カリウム水溶液から硝酸カリウムを取り出すことを想定した場合は、水溶液の温度を下げるのが考えられ、塩化ナトリウム水溶液から塩化ナトリウムを取り出すことを想定した場合は、加熱して水を蒸発させることが考えられる。生徒キャラクターは仮説を設定するために重要な二つの視点を代弁しているといえる。最初からこの会話を読ませずに考えさせてもよいが、生徒の思考が行き詰っている場合は、この会話を示したり、この会話の意図を踏まえた助言等を行ったりすることが考えられる。

・基本操作などのコラム

汎用性の高い重要な操作については、コラムが随時設定されている。確かな定着をはかりたい。小学校でも経験している操作だが、微視的な見方・考え方を踏まえ、その原理(しくみ)に踏み込むことも期待されている。

実験5 再結晶

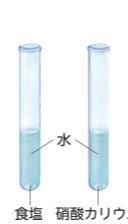
目的 水溶液から物質を取り出す。

着目点 硝酸カリウムの水溶液や食塩水を冷やすと、溶けている物質は取り出せるか。

- 必要なもの
- 硝酸カリウム  食塩  試験管  ピーカー  ガラス棒  こまごめペット
  - ろうと  ろうと台  ろ紙  スライドガラス  ルーペ  葉さじ
  - 葉包紙(または秤量皿)  電子てんびん  保護眼鏡

1 物質を水に溶かす。

硝酸カリウム、食塩をそれぞれ3g試験管に入れ、5gの水を加え溶かす。



注意! 保護眼鏡をかける。

2 水溶液を熱する。

70℃くらいのお湯を用意して、試験管を湯につけ、硝酸カリウムと食塩を溶かす。



注意! やけどに注意する。

3 水溶液を冷やす。

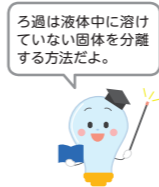
2の水溶液を別の試験管に約2mlとって冷水で冷やす。溶けきらない場合は上澄みの部分を約2mlとって冷水で冷やす。

溶質が現れたら4へ

溶質が現れなければ5へ

4 ろ過する。

3で溶質が現れたら、ろ過して固体を分け、得られた結晶のようすを観察する。



5 溶媒を蒸発させる。

試験管の中の水溶液をスライドガラスの上に1滴たらす。水分を蒸発させ、ようすを観察する。



結果の整理

- 硝酸カリウムと食塩の水と湯に対する溶け方はどうだったかをまとめる。
- 水溶液を冷やしたり、水を蒸発させたりしたときのようすをまとめる。

結果から考えよう

- ろ過して得られた固体は、何だと考えられるか。
- 溶媒を蒸発させて現れた固体は、何だと考えられるか。また、この水溶液を冷やしても、固体が現れなかったのはなぜだと考えられるか。

り出せるかという具体的な視点を示すことで、実験の意図を明確にしようとしている。その後、結晶が得られた硝酸カリウム水溶液についてはろ過を行い、結晶が得られなかった塩化ナトリウム水溶液については溶質が取り出せないことに気付き、水を蒸発させる操作に進む展開である。

・必要なもの

必要なものが示され、頭に□がついているので、チェックを入れる(✓)など、活用してもよい。

・手順について

実験の方法を説明する際は、単なる手順だけでなく、その操作を行う意味を合わせて指導したい。キャラクターが「ろ過は液体中に溶けていない固体を分離する方法だよ。」とコメントしているが、操作の意味を強調したものといえる。

イラストや画像は実験の操作のイメージを伝えている。生徒にとっては初めて出会う操作である場合が多いので、参照させながら具体的なイメージを持たせられるとよい。安全上の注意点は特に目立つように記述されているので、指導の際に強調したい。

⑥ 結果の処理 ⑦ 考察・推論

・結果の整理

結果は観察によって得られた事実を記述するように指導する。ただし、結果を記述することが難しい生徒も多いので、ここでは具体的な視点を示している。水と湯に対する溶け方を記録しておくことで、硝酸カリウムと食塩の温度に対する溶ける量の限度の違いについて検討することができる。また、水溶液を冷やしたり、水を蒸発させたりしたときのようすを記録しておくことで、溶質を取り出したかという目的に正対する内容について検討することができる。

・結果から考えよう

結果から考えようを記述する際は、この実験の目的が何であったのかを改めて振り返り、結果をもとに、目的に正対する結論を記述するように促す。その際、なぜそのような結論を導くことができたのかという根拠を示せるとよい。この実験では、出てきた溶質の結晶を観察させており、出てきたものが本当に硝酸カリウムや食塩なのかという視点も重視している。

溶解度と再結晶

(3時間)

本時：2時間目

⑤ 観察・実験の実施

・目的

③の仮説の設定の段階で、生徒は「水溶液を冷やせば硝酸カリウムを取り出すことができるはずだ。」「水溶液の水を蒸発させれば塩化ナトリウムを取り出すことができるはずだ。」という見通しを持っていると考えられるので、水溶液から溶質を取り出すことができるかどうかを検証することがこの実験の目的となる。改めて、実験の目的を生徒と共有しておきたい。

・着目点

硝酸カリウム水溶液や塩化ナトリウム水溶液を冷やすと、溶質を取

◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇ 溶解度と再結晶 ◇◇◇◇◇◇◇◇◇◇

(3時間)

本時：3時間目

⑥ 結果の処理 ⑦ 考察・推論 (つづき)

教科書は一般に観察・実験のページから(ページをめくって)次のページへ読み進めていくと結果や結果からわかることの例が記述されている場合が多い。観察・実験を通して、生徒が主体的に結果の処理、考察・推論を行うことが望まれるため、観察・実験のページと結果の例、結果からわかることが同時に見えないような配慮がなされている。一方で、望ましい例についての記載があることについても意義があると考えられるので、この部分をどこで示すのかという点については、授業者が意図的に判断したいところである。

・いろいろな結晶の資料

この教科書では、硝酸カリウム、塩化ナトリウム、硫酸銅、ミョウバンの4種類の結晶の写真が示されている。生徒は物質によって特徴的な結晶の形があることを物質名と関連付けながら理解しているわけではないので、このような資料を提示することで、針状の結晶だから硝酸カリウム、立方体の結晶だから塩化ナトリウムというように実験結果と関連付けることができる。結果から考えさせる際に活用できるとともに、他にもさまざまな結晶が存在することを知らせることも活用できる。

⑧ 表現・伝達

ここでの教科書紙面では表現・伝達の具体的な場面は示されていない。ここでは、結果から考えたことを互いに共有しながら練り上げていくプロセスが重要なので、実態に応じて、話し合ったり、発表したり、質疑応答をしたりする場面などを設定したい。

○知識の定着、概念的な理解

探究の過程を通じた思考力、判断力、表現力の育成は重要だが、それと同時に、さまざまな知識の定着をはかり、概念的な理解を深めることも重要である。観察・実験を通して見いだせることにはおのずと限度があるので、行った観察・実験と、学習内容に関連する既習事項等をしっかりと想起させてまとめる学習場面を大切にしたい。

**結果の例** 硝酸カリウム水溶液を冷やすと、針状の固体が現れた。食塩水を冷やしても変化がなかったが、水を蒸発させると白い固体が現れた。

結果からわかること

- ・硝酸カリウムの水溶液を冷やすと、針状の固体が現れたことから、針状の固体は硝酸カリウムで、硝酸カリウムは決まった量の水に溶ける限度の量が、温度によってちがうと考えられる。
- ・食塩水を冷やしても変化がなかったが、水を蒸発させると白い固体が現れたことから、白い固体は食塩で、食塩は決まった量の水に溶ける限度の量が、温度によってあまり変わらないと考えられる。

● **溶解度** 一定量の水に溶ける物質の最大の量をその物質の溶解度といい、ふつう水 100 g に溶ける溶質の質量で表す。物質が溶解度まで溶けている状態を飽和といい、このときの水溶液を飽和水溶液という。溶解度は、溶質の種類ごとに決まった値となり、温度によって変化する(図6)。

● **結晶と再結晶** 実験5で、水溶液中に現れた固体の硝酸カリウムは、溶かす前の形(粉末状)と比べて、大きく、規則正しい形をしている(針状)。こうした規則正しい形の固体を結晶という。結晶中では、物質の粒子が規則正しく並んでいる。

実験5のように、一度溶かした物質を再び結晶としてとり出すことを再結晶という。再結晶を利用すると、純粋な物質をとり出せる。

塩化ナトリウム(食塩の主成分)は、温度が変わっても溶解度があまり変化しない。実験5で食塩水を冷やしても溶質が現れなかったのは、このためである。

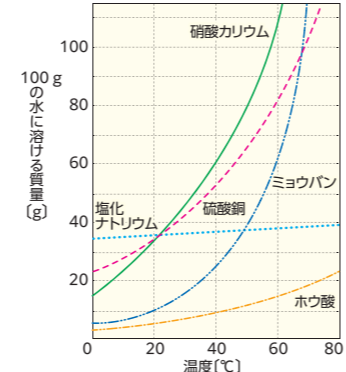


図6 いろいろな物質の溶解度曲線

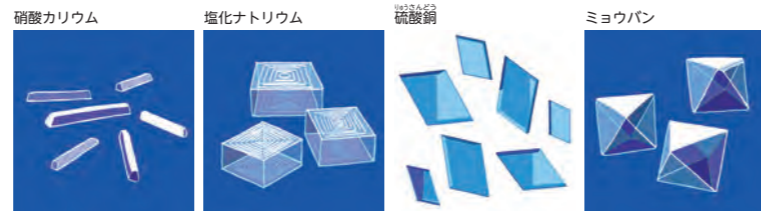
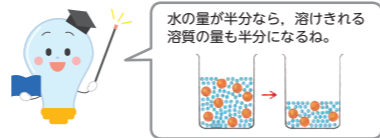


図7 いろいろな結晶

○本文とキャラクターと傍注の関係

本文では溶解度を定義し、飽和と飽和水溶液の用語についての確認を行っている。概念としては既に学んでいることを、改めて整理して明確に述べている。その際、溶解度が水 100 g あたりであることに言及しており、既に提示したグラフを改めて溶解度曲線として再提示し、新たに硫酸銅、ミョウバン、ホウ酸のグラフを加えている。実験で扱った硝酸カリウムと塩化ナトリウムだけでなく、その他の溶質の例を掲載することで、より一般化をはかろうとしている。この点が小学校と大きく異なる点である。

生徒には硝酸カリウムと塩化ナトリウムを例に知識や概念をおさえつつ、多様な物質があることにも触れておきたい。また、生徒は水 100 g あたりに溶ける限度の量という感覚について、必ずしも深く理解しているわけではない。キャラクターに、「水の量が半分なら、溶けられる溶質の量も半分になるね。」と語らせて、溶ける限度の量は水の質量によって定まることを強調している。

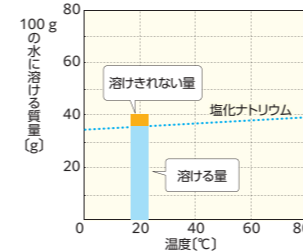
**例題** 表1や図6から、次の問いに答えなさい。

- ① 20℃の水 100 g に塩化ナトリウム 40 g を入れたとき、全て溶けきるか。
- ② 40℃の水 100 g に硝酸カリウムを溶けるだけ溶かして、硝酸カリウムの飽和水溶液をつくった。この飽和水溶液を 20℃まで冷やすと、何 g の硝酸カリウムが結晶として出てくるか。

表1 硝酸カリウムと塩化ナトリウムが 100 g の水に溶ける質量

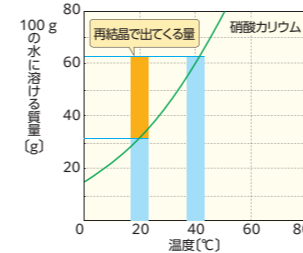
水の温度(℃)	硝酸カリウム(g)	塩化ナトリウム(g)
0	13.3	35.6
20	31.6	35.8
40	63.9	36.3
60	109.2	37.1
80	168.8	38.0

**解答例** ① 20℃のときの縦軸を読みとり、40 g と比べる。



答え 溶けきらない

② 40℃のときと 20℃のときの縦軸の数値差が、再結晶で得られる量である。



$63.9 \text{ g} - 31.6 \text{ g} = 32.3 \text{ g}$

答え 32.3 g

再結晶の利用

再結晶を利用することで、少量の不純物を含む物質から、結晶となった純粋な物質が得られる。身のまわりでは、薬を作るときや砂糖を精製するときなどに使われている。



やってみよう 塩化アンモニウムの雪を降らせてみよう

- 1 70℃の水 40 g と塩化アンモニウム 20 g をビーカーに入れ、塩化アンモニウムの結晶を全て溶かす。溶けきらないときは、70℃くらいの湯につける。
- 2 室温で冷やしながらか、ようすを観察する。

**コツ** 塩化アンモニウム水溶液を試験管などの背の高い容器に移すと、観察しやすい。



**注意** 換気を行う。やけどに注意する。保護眼鏡をかける。

○例題と回答例

中学校では溶解度と関連付けて理解することが求められており、小学校より一歩踏み込んだ定量的な扱いをしている。ここでは、溶媒に溶質が溶ける量や出てくる結晶の量を溶解度曲線をもとに判断できるかどうかを問う問題を設定している。

①は 20℃の水 100 g に塩化ナトリウム 40 g を入れたとき、全て溶けきるかを見とりたい。また、溶解度の意味や、溶解度曲線の具体的な見方を理解しているかどうかを見とりたい。できれば、全て溶けきるか溶けきらないかの単純な二択とせず、なぜそのように判断したのか、グラフや表をもとに説明する活動を入れると、個々の生徒の理解の様相がより鮮明にわかる。ここでつまづいている生徒には、適切な支援を施したい。

②は 40℃における硝酸カリウムの溶解度を表やグラフから見いだし、20℃における溶解度との差から出てくる硝酸カリウムの量を推定できるかどうかを見とりたい。さらにこの単元で育てたい概念的な

理解を見とりたい。こうした問題においても、計算結果だけを示して単に正答か誤答かを判断するだけでなく、解答のプロセスを記述させ、どこでつまづいているのかを個々に把握し、適切な支援をすることが大切である。

○やってみよう(塩化アンモニウムの再結晶)

この実験は、塩化アンモニウムを水に入れて温め、冷やしながらか再結晶のようすを観察する実験である。すでに学習した内容であるが、学んだことを適用させながら観察させることで、実感を伴った理解が期待される。とりわけ、塩化アンモニウムの再結晶では、細かい雪が降り積むような印象的な現象を観察することができるため、生徒の興味・関心を高めることにもつながる。時間があればぜひ見せておきたい現象である。こうした実験は時間の関係で生徒実験にすることが難しい場合もあるが、教材提示装置や大型モニター等を活用して、演示実験を行うことも考えられる。

具体的な実験方法は掲載されていないが、教科書の指導書等で補足されているはずである。具体的な実験方法を確認し、予備実験を行うことは、通常の実験と同様である。昨今はデジタルコンテンツも充実してきているが、やはりリアルタイムで演示する実験は生徒へのインパクトが大きい。

○コラム「再結晶の利用」

この単元は、水溶液から溶質を取り出す実験を行い、その結果を溶解度と関連付けて理解させることが主なねらいだが、さらに、再結晶は少量の不純物を含む物質から溶解度の違いを利用して純粋な物質を得る方法であることを理解させることもねらいとしている。

本文においても、このことについては言及しているが、具体例があることで、より深い理解をはかることができる。このコラムでは、薬をつくるときに再結晶を利用することで、純粋な結晶をつくり、長期保存による品質の劣化や、不純物による悪影響を防いでいることを紹介している。

コラムは学習した内容をさらに深めさせたり、日常生活や社会とのつながりを考えさせたりする上で有効であり、授業の中でもぜひ取り上げたいものである。