

指導資料

 鹿児島県総合教育センター

理科 第301号

— 高等学校，特別支援学校対象 —
平成27年4月発行

小・中学校との系統性を踏まえた 高等学校化学の指導の工夫

平成24年度から実施された高等学校学習指導要領による理科の教育課程は，平成26年度で全面実施となり，この学習指導要領に基づく大学入試センター試験も実施された。従前に比べ，必修科目数の増加や各科目の選択履修項目の必修化など，理科の指導内容の充実が図られ，各学校において指導の工夫が求められている。

一方，小・中学校においても，現行の学習指導要領から理科の授業時数が増加し，高等学校に入学するまでに児童生徒が学習する内容も増加した。

今回の改訂では，科学的な概念の理解など，基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から，「エネルギー」，「粒子」，「生命」，「地球」などの科学の基本的な見方や概念を柱として，児童生徒の発達段階を踏まえ，小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化が図られた（表1）。

表1 小・中・高等学校理科の内容の構成

小・中学校	高等学校
エネルギー	物理基礎，物理
粒子	化学基礎，化学
生命	生物基礎，生物
地球	地学基礎，地学

こうした内容の構造化を踏まえて，高等学

校理科担当者は，小・中学校で実施されている観察や実験はもとより，それらを通して児童生徒がどのような学力を身に付けているのかを把握した上で，高等学校での指導の充実を一層図り，生徒の学力を確実に定着させることが大切である。

そこで，本稿では，化学に関する学習を例に，小・中学校の指導内容を生かしながら，高等学校での指導を充実させるための工夫について述べる。

1 物質の状態変化に関する指導

物質の状態変化に関する指導では，表2に示すような指導内容の構成を踏まえることが大切である。

表2 物質の状態変化に関する指導内容の構成

校種	学年・科目	指導内容
小学校	第4学年	金属，水，空気と温度 ・ 温度と体積の違い ・ 温まり方の違い ・ 水の三態変化
中学校	第1学年	状態変化 ・ 状態変化と熱 ・ 物質の融点と沸点
高等学校	化学基礎 化学	物質の探究 ・ 熱運動と物質の三態 物質の状態とその変化 ・ 状態変化

(1) 小・中学校での指導内容

まず，小学校第4学年の「金属，水，

空気と温度」においては、以下の点を指導する。

ア 金属、水及び空気を温めると、それらの体積は膨張し、冷やすと収縮すること



図1 金属球膨張試験器を用いた実験

イ 金属は熱せられた部分から順に温まるが、水や空気は熱せられた部分が移動して全体が温まること

ウ 水は、温度によって水蒸気や氷に変わること、また、水が氷になると体積が増えること など

ここでは、金属、水及び空気を加熱して体積の変化を調べる実験を通して、金属（固体）、水（液体）及び空気（気体）によって温度による体積変化の様子に違いがあり、これらの中では、空気の温度による体積変化が最も大きいことや、加熱・冷却による水の温度変化をグラフで表し、水が沸騰したり凝固したりするときには一定の温度を保つことなどについて理解させる。

次に、中学校第1学年の「状態変化」において、以下の点を指導する。

ア 状態変化が物質そのものの変化ではないことや状態変化によって体積は変化するが質量は変化しないこと

イ 融点や沸点が物質によって決まっており、融点や沸点の測定により未知の物質を推定できることや、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 など

アについては、物質を粒子の集まりとして捉え、固体、液体、気体の状態を粒子の熱運動が変化する様子と関連付

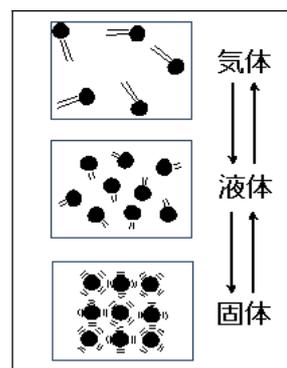


図2 粒子のモデル

けて理解させる。また、エタノールやろうなどを例に物質の体積は、固体→液体→気体の順に大きくなることや水は固体の方が液体より大きくなる特別な物質であることについて指導する。そして、イについては、みりんや赤ワインなどの混合物からエタノールを分離する蒸留の実験等を通して理解させる。なお、物質の構成粒子が原子や分子であることについては、第2学年において指導する。

(2) 高等学校での指導の工夫

化学基礎の「熱運動と物質の三態」では、状態変化のみを扱うのではなく、小学校からの系統性を踏まえて、生徒に同じ状態における物質の体積変化の要因についても考察させたい。そこで、学習の導入において、小学校で経験した図1のような実験を演示する。その後、加熱や冷却により物質を構成する粒子の熱運動が変化し、同じ状態でも物質の体積が変化することを生徒に説明させる。このとき、小学校での水や空気の加熱や冷却による体積変化の実験も同時に示すことで、より効果的

に粒子の熱運動に対する理解を深めさせられる。また、実験は容易なので、演示ではなく、生徒にさせるのもよい。このような導入の後で、状態変化について指導すれば、生徒は、加熱や冷却によって起こる物質の一連の変化を熱運動と粒子間に働く力と関連付けて捉えやすくなる。さらに、温められた水や空気が移動する現象についても考察させれば、体積と密度の関係についての理解も深めさせることができる。

化学の「状態変化」においては、各変化に必要な熱量の値を、粒子の熱運動の様子と比較させることで、必要な熱量が何故そのような値になるのかを理解させることができる。

2 金属と酸の水溶液の反応に関する指導

金属と酸の水溶液の反応に関する指導では、表3に示すような指導内容の構成を踏まえることが大切である。

表3 金属と酸の水溶液の反応に関する指導内容の構成

校種	学年・科目	指導内容
小学校	第6学年	水溶液の性質 ・ 酸性、アルカリ性、中性 ・ 金属を変化させる水溶液
中学校	第1学年 第3学年	物質のすがた ・ 気体の発生と性質 酸・アルカリとイオン ・ 酸・アルカリ
高等学校	化学基礎 化学	化学反応 ・ 酸化と還元 無機物質 ・ 典型元素 ・ 遷移元素

(1) 小学校、中学校での指導内容

小学校では、水溶液の基礎となる「物の溶け方」を第5学年で指導する。そして、第6学年では、「水溶液の性質」において、以下のような点を指導する。

ア 色やにおいの異なるいろいろな水溶液があるが、それらは、酸性、アルカリ性、中性の三つに分類されること

イ 水溶液には、金属を変化させるものがあること など

アでは、数種類の無色透明な水溶液を加熱し、水を蒸発させて溶けている物質を取り出したり、それらの水溶液をリトマス紙を用いて分類したりする実験などを行う。また、イでは、塩酸にアルミニウムや鉄を加え、気体が発生する様子や加えた金属の表面の色が変化する様子などを観察する。そして反応後の水溶液から水を蒸発させ溶けている物質を取り出し(写真1)



写真1

鉄と塩酸を反応させた後、水を蒸発させて取り出した物質

違いを調べる実験などを行う。ここでは、発展的な内容として、水酸化ナトリウム水溶液にアルミニウムや鉄を加える実験を行うなど、両性元素の性質に関する実験を経験している児童もいる。

中学校では、第1学年の「物質のすがた」で、気体の発生や性質について指導する。この中で鉄や亜鉛に薄い塩酸を加える実験を行い、水素が発生することを理解させる。そして、第3学年の「酸・アルカリとイオン」で、酸やアルカリの水溶液を中央に染み込ませたろ紙に電圧をかけ、指示薬の色の変化を観察することなどで、酸やアル

カリの性質が水素イオンや水酸化物イオンによるものであることを指導する。

(2) 高等学校での指導の工夫

化学基礎の「酸化と還元」や化学の「無機物質」での学習において、小学校での実験を参考にすることで、生徒の理解を深めさせることができる。

金属と酸の水溶液の反応の学習において、発生する気体については、視覚的に捉えやすいことから生徒の理解の度合いは高いと考える。しかし、視覚的に捉えにくい水溶液中の反応については、理解しにくい。そのために、化学反応式を正確に記述できない生徒が多いのが現状である。

そこで、指導の際には、発生する気体だけを捉えさせるだけではなく、小学校での反応溶液から水を蒸発させる実験を行い、反応後の水溶液中に存在する物質を視覚的に捉えさせることで、水溶液中の反応を生徒に理解させることができる。このとき、対照実験として反応させる前の水溶液を準備して、同様の実験を行うと生徒の理解を一層深めさせやすくなる。

なお、鉄と塩酸などを反応させるときに生じるイオンが鉄(Ⅱ)イオンであることは、蒸発をさせなくても、反応溶液に過剰の水酸化ナトリウム水溶液を加え、**写真2**のような水酸化鉄(Ⅱ)の緑白色沈殿が生じることで確認することができる。

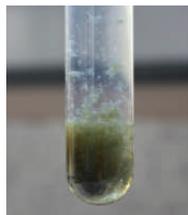


写真2
反応で生じた水酸化鉄(Ⅱ)の緑白色沈殿

3 小・中学校での指導内容の把握

小・中学校の指導内容は、それぞれの学習指導要領解説で詳しく把握することができる。また、小学校での観察や実験については、『小学校理科の観察、実験の手引き』が参考になる(文部科学省のホームページを参照)。

小・中学校との系統性を踏まえて指導を行う際には、指導内容だけではなく、どのような学力を小・中学校で身に付けさせることが求められているのかについても把握しておく必要がある。全国学力・学習状況調査(理科は3年ごとに実施、平成27年度は実施年度)や公立高等学校入学者選抜学力検査などの問題や結果を確認し、高等学校での指導に生かしたい。

化学分野の学習は、小学校から同じ事物や現象を系統的に扱い、それらを捉えるための化学の概念や原理・法則を発達の段階に応じて高めていくことが多い。したがって、小・中学校で経験した観察や実験を活用することで、効果的、効率的に高等学校での指導を進めることができる。

ただし、指導を行う際には、観察や実験の内容について発問等で確認するだけではなく、実際に演示するなどして、観察や実験を通して何を学習したのかについて想起させることが大事である。

— 参考文献 —

- 文部科学省『小学校学習指導要領解説 理科編』平成20年、大日本図書
- 文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』平成20年、大日本図書
- 文部科学省『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』平成21年、実教出版株式会社

(教科教育研修課)