

## 指導資料

## 理科 第320号

鹿児島県総合教育センター  
平成31年4月発行

対象  
校種

中学校

義務教育学校

高等学校

特別支援学校

## 日常生活と関連付けて科学的に探究する観察、 実験の必要性と工夫

高等学校化学について、学習指導要領改訂のポイントである「科学的に探究する学習の充実」と「日常生活や社会との関連を重視」を踏まえ、全国学力・学習状況調査や大学入学共通テスト試行調査に出題された問題を手掛かりに、これからの授業改善の在り方を述べる。

### 1 必要な資質・能力

これからの時代は情報化や人工知能(AI)の技術が更に進歩し、急激な社会の変化が起こる予測困難な時代といわれている。そのため、どれだけ知識を多くもっているかではなく、様々な変化に積極的に向き合い、課題を解決する力や、新たな考えを生み出す創造力が必要となる。また、自分の限界を超え、更に大きな力を発揮するために、他者と協働することが重要である。そのためには、コミュニケーション力が必要となる。学校教育においても子供たちが、これからの予測困難な時代を生き抜くために、「知識を教える」教育から「資質・能力を育成する」教育に転換する必要がある。そこで、本稿では、高等学校学習指導要領(平成30年3月告示)の改訂のポイントを踏まえ、平成30年4月に実施された全国学力・学習状況調査 中学校第3学年理科(以下、「全国学力調査」という。)や平成30年11月に実施された大学入学共通テスト試行調査(以下、「試行調査」という。)の問題を手掛かりに、これからの授業改善の在り方を述べる。

### 2 主体的・対話的で深い学びの実現

『高等学校学習指導要領(平成30年3月告示)解説 理科編 理数編』(以下、「解説」という。)には、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善の視点が示されている(図1)。

#### 「主体的な学び」

自然の事物・現象から課題や仮説の設定をしたり、観察、実験などの計画を立案したりする学習となっているか、観察、実験などの結果を分析し解釈して仮説の妥当性を検討したり、全体を振り返って改善策を考えたりしているか、得られた知識及び技能を基に、次の課題を発見したり、新たな視点で自然の事物・現象を把握したりしているかなどの視点。

#### 「対話的な学び」

課題の設定や検証計画の立案、観察、実験の結果の処理、考察などの場面では、あらかじめ個人で考え、その後、意見交換したり、科学的な根拠に基づいて議論したりして、自分の考えをより妥当なものにする学習となっているかなどの視点。

#### 「深い学び」

「理科の見方・考え方」を働かせながら探究の過程を通して学ぶことにより、理科で育成を目指す資質・能力を獲得するようになっているか、様々な知識が繋がって、より科学的な概念を形成することに向かっているか、さらに、新たに獲得した資質・能力に基づいた「理科の見方・考え方」を、次の学習や日常生活などにおける課題の発見や解決の場面で働かせているかなどの視点。

図1 「主体的・対話的で深い学び」の視点

高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編(平成30年7月)から転載

特に、「深い学び」をいかに具現化していくかが授業改善を行う上での鍵となる。今回の改訂で、全教科を通して「見方・考え方」が整理されたが、生徒の「深い学び」を実現するには、各教科の「見方・考え方」を働かせることが大切である。

これまで理科においては、小・中・高等学校を通して、「科学的な見方や考え方」の育成を目標として位置付けられていたが、今回の改訂では、「見方・考え方」は資質・能力を育成する過程で働く、物事を捉える視点や考え方として整理された。

例えば、図2の小学校の粒子領域において、燃焼の仕組みを考えると、空気に物を燃やす力がなくなった（質的）という視点や空気がなくなった（実体的）という視点で捉える。

このように、粒子領域では自然の事物・現象を主として質的・実体的な視点で捉える。さらに、中学校からは、実体はあるが見えないレベルの原子、分子レベルで事象を捉え、高等学校では、事象をより包括的・高次的に捉えるようにする必要がある。例えば、高等学校では、物質の構成粒子について、原子の構造や電子配置から包括的・高次的に捉える。

図3は、理科の「考え方」であり、これらの理科の「考え方」を用いて、科学的に探究する力をどのように育成していくかが大切である。

| 理科の考え方   |  |
|--|--|
| <b>「比較する」</b><br>対応させ比べる。<br>① 同時比較<br>② 計時比較                                      | <b>「関係付ける」</b><br>様々な視点から結び付ける。<br>① 変化と要因<br>② 既習の内容や生活経験               |
| <b>「条件を制御する」</b><br>影響を与えると考えられる要因について、どの要因が影響を与えるかを調べる際に、変化させる要因と変化させない要因を区別すること。 | <b>「多面的に考える」</b><br>① 互いの予想や仮説を尊重<br>② 予想や仮説、方法を振り返って再検討<br>③ 複数の結果を基に考察 |

図3 理科の「考え方」

「深い学び」を実現するためには、このような「理科の見方・考え方」を生徒が働かせる場面、すなわち、科学的に探究する場を教師が設定したり、身に付けた「理科の見方・考え方」を他の場面で生かすような場を構成し、設定したりすることが大切である。

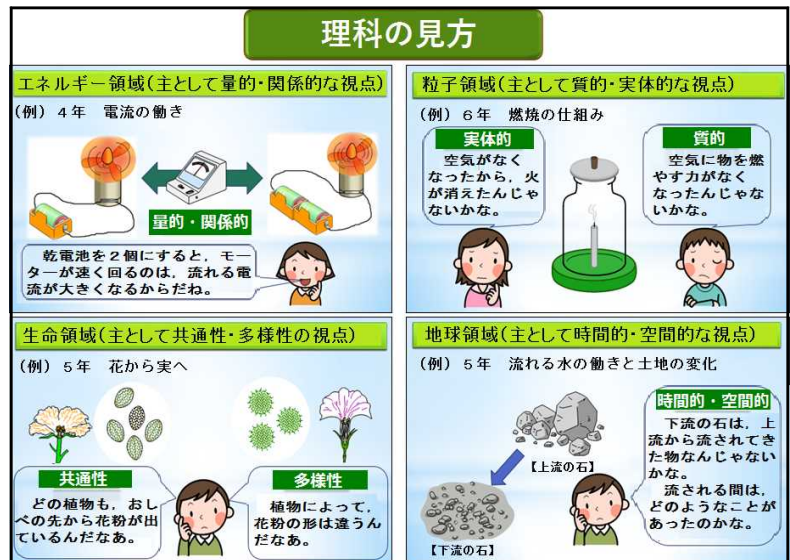


図2 理科の「見方」

さらに、理科を学ぶことの意義や有用性の実感及び理科への関心を高めるために、日常生活や社会との関連を図ることも大切である。

### 3 科学的に探究する学習の充実

「化学基礎」では物質とその変化について、「化学」では科学的な事物・現象について、科学的に探究するために必要な資質・能力を育成することを目標としている。

図4は、資質・能力を育むために重視する探究の過程のイメージである。このように課題の把握（発見）、課題の探究（追究）や課題の解決といった探究の過程を通じた学習活動を行い、資質・能力が育成されるよう授業改善を行う必要がある。

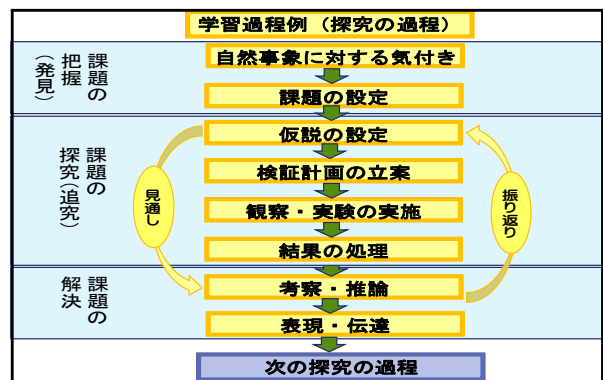



図4 探究の過程のイメージ

全国学力調査の問題では、図5で示すように「科学的に探究して・・・」という言葉が全ての大問のリード文に使われており、科学

的に探究する学習を充実させることの重要性を示している。


※ 下線は執筆者による。

4 科学部の雪子さんは、図書便りに紹介されていたファラデーの「ロウソクの科学」を読んで、科学的に探究してレポートにまとめました。  
(1)から(3)までの各問いに答えなさい。



「ロウソクの科学」  
ファラデー著

**炎の色とスス（炭素）の量**



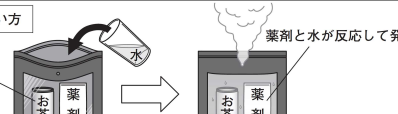
ロウソクの炎から飛んでいくスス（炭素）をご覧なさい。  
ススが生じるのは、空気が不足したまま燃焼しているためです。

8 夏希さんは、発熱バック（火を使わずに発熱する商品）について、科学的に探究して実験ノートにまとめました。  
(1)から(3)までの各問いに答えなさい。

**実験ノート**

5月3日（木） 天気 晴れ 気温 24℃

**発熱バックの使い方**



薬剤と水が反応して発熱

図5 全国学力調査 第4問と第8問

#### 4 日常生活や社会との関連を重視

全国学力調査では、図5の問題のように、日常生活で身近なものを題材とした問題が出題されている。また、試行調査の「化学基礎」や「化学」においても、日常生活や社会と関連した課題等を科学的に探究する内容の問題が出題されている。「化学基礎」では、生理食塩水やミネラルウォーター、ビタミンC、トイレ用洗浄剤など日常生活で身近なものを試料として実験を行う内容のものであった（図6）。また、「化学」では、かぜ薬の合成をテーマとした内容やカセットボンベを扱った内容のものであった。

**第3問** 学校の授業で、ある高校生がトイレ用洗浄剤に含まれる塩化水素の濃度を中和滴定により求めた。次に示したものは、その実験報告書の一部である。この報告書を読み、問い(問1~4)に答えよ。(配点 15)

「まぜるな危険 酸性タイプ」の洗浄剤に含まれる塩化水素濃度の測定

**【目的】**

トイレ用洗浄剤のラベルに「まぜるな危険 酸性タイプ」と表示があった。こ

図6 試行調査 第3問

このように、学習した内容を身の回りの事物・現象と関連付けて授業を行うことが大切である。

#### 5 授業の工夫例

生徒は、薬品は化学の授業で使用するもの

とし、同じ物質でも日常生活と切り離して考えがちである。例えば、塩化ナトリウムを扱うとき、試薬容器に入ったものより、食塩（塩化ナトリウム99%以上の精製塩）を使った方が、生徒にとっては身近に感じ、内容を理解しやすい場合がある（図7）。



図7 塩化ナトリウム（左）と食塩（右）

高等学校の無機分野の単元において、カルシウムの化合物を扱うとき、図8のような石灰乾燥剤（主成分 酸化カルシウム）を実際に提示し授業を進めた方が、生徒にとっては授業内容を受け入れやすい。



図8 石灰乾燥剤

そこで、試行調査に出題され、解説に実験例として記載されているアスコルビン酸（ビタミンC）を例に、授業の工夫例を紹介する。

##### (1) 日常生活との関連

ビタミンCは、L-アスコルビン酸という物質である。生徒にとっては、L-アスコルビン酸は、難しい聞き慣れない物質であるが、ビタミンCは日常生活で見たり聞いたりする身近な物質である。食品や清涼飲料水の成分表には、ビタミンCと記載されたものが多くあり、清涼飲料水などに加えられているビタミンCの働きに触れることが有用である。すなわち、ここでのビタミンCは、図9の成分表のように、酸化防止剤としての働きがあり、食品添加物として含まれている。そのため、ビタミンCは栄養剤として含まれているものではないことやビ

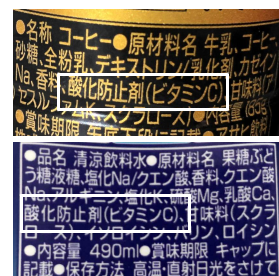


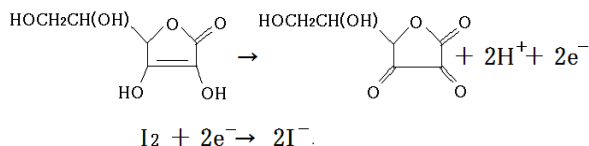
図9 缶コーヒー(上)と清涼飲料水(下)の成分表

タミンC（L-アスコルビン酸）が酸化されやすく、還元剤として働くため、他の成分の酸化を防いでいることを説明したり、考えさせたりすることによって、生徒は学習した内容と関連付けて理解することができる。

## (2) 探究的な活動の例

生徒は身近にあるものを教材として扱ったり、実験で求めた数値が実際のものと同じになったりすることで、化学で学習している内容の有用性を実感する。そこで、中和や酸化還元を学習した後、次のような実験が考えられる。

清涼飲料水等にビタミンCが含まれているかどうかを、既習事項の酸化還元反応を用いて検出する。例えば、ヨウ素等の酸化剤と反応させることで検出できる。身近な物質ではポピドンヨードを含むうがい薬で検出できる。



この反応により、褐色のうがい薬（図10）にビタミンC（L-アスコルビン酸）溶液を加えると無色（図11）になる。



図10 ビタミンC溶液(左)とうがい薬(右)



図11 うがい薬にビタミンC溶液を加えた様子

ビタミンCの定量実験として、この反応を用いて、酸化還元滴定を行うこともできる。例えば、濃度調整したL-アスコルビン酸溶液を用いて、うがい薬の濃度を決定することにより、うがい薬中のヨウ素の含有量が求められる（デンプン溶液を指示薬として使用）。実験を行ってみると、求めたヨウ素の含有量はうがい薬に表記されている数値とおよそ同じ（うがい薬1 mL中7 mg）であった。また、濃度を決定したうがい薬を用いて、市販され

ているビタミンCのサプリメントについて、1カプセル中のビタミンCの含有量を滴定によって求めると、パッケージに表記されている量とおよそ同じであった（求めた量:529mg, パッケージ表記量:525mg）。これらの実験結果から有用性を実感するとともに、中和滴定実験の復習ともなり、既習事項の器具の名称や操作方法、濃度計算などの定着を図ることもできると考える。

探究的な活動を行う際は、「3 科学的に探究する学習の充実」に記載した探究の過程を踏まえ、生徒たちが見通しをもって実験を行うことができるように、課題の設定をしっかりと行わせ、実験手順を考えさせたり、グループで議論させたりすることが大切である。また、これまで習得した知識や技能を活用したり、生徒に説明させたりする場面を設定することも大切である。

これまでの学習指導要領でも、科学的に探究することの重要性や日常生活との関わりを重視することの必要性は指摘されてきた。今回の改訂では、探究する学習を一層充実させるため、探究の過程を明確にしたり、理科で学習していることが日常生活や社会を豊かにし、様々な分野と関連していることに触れたりするなど、更に重視するものとなっている。

授業においては、科学的に探究する場面を設定し、他者と協働したり、習得した知識を活用したりすることや日常生活のあらゆる場面やものに目を向けさせ、化学を学習する有用性を認識させることが大切である。

### —引用・参考文献—

- 文部科学省Webサイト『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』平成30年
- 大学入試センターWebサイト『大学入学共通テスト導入に向けた平成30年度試行調査（プレテスト）マーク式問題に関する実施状況（速報）について』平成30年
- 国立教育政策研究所Webサイト『全国学力・学習状況調査問題 中学校第3学年 理科』平成30年度
- 日本化学会 化学教育協議会『化学と教育 高等学校化学実験集』平成15年
- 日本化学会編『身近な化学実験Ⅱ』平成5年、丸善株式会社（教科教育研修課 森田 忠和）