

# 指導資料

# 理科 第316号

鹿児島県総合教育センター  
平成30年4月発行

対象  
校種

高等学校 特別支援学校

## 化学実験を通して、生徒が主体的に考え、議論する授業の工夫

高等学校の化学実験は、与えられた実験手順に沿って実験を進め、実験の結果のみを確認する内容が多い。そこで、新学習指導要領を踏まえ、生徒が主体的に考え、議論する授業の工夫を化学実験を通して紹介する。

### 1 授業改善に向けて

平成28年12月の中央教育審議会答申には、現行（平成20年改訂）の学習指導要領の課題として、「小学校、中学校共に『観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明すること』などの資質・能力に課題が見られることが明らかになっているほか、高等学校については、観察・実験や探究的な活動が十分取り入れられておらず、知識・理解を偏重した指導となっているなどの指摘がある。」と示されている。すなわち、小学校、中学校と比べ、一部の高等学校では大学入試に向けた演習等への取組のため、本来の観察、実験を通じた探究活動が不足していることが指摘されている。また、「生徒自身が観察・実験を中心とした探究の過程を通じて課題を解決したり、新たな課題を発見したりする経験を可能な限り増加させることが重要」と示されている。

授業での観察、実験について、平成29年6月に公表された中学校学習指導要領

解説理科編では、図の高等学校基礎科目の学習過程のイメージが示され、その脚注には、「探究の過程は、必ずしも一方向の流れではない。また、授業では、その過程の一部を扱ってもよい。」ことや「小学校及び中学校においても、基本的には高等学校の例と同様の流れで学習過程を捉えることが必要」と示されており、探究の過程の重要性やこれまで以上に小・中・高等学校の系統性を重視することが述べられている。

### Point 1

- 観察、実験を中心とした探究の過程を増ややす。
- 授業では、探究の過程の一部を扱ってよい。
- 小・中・高の系統性を重視する。

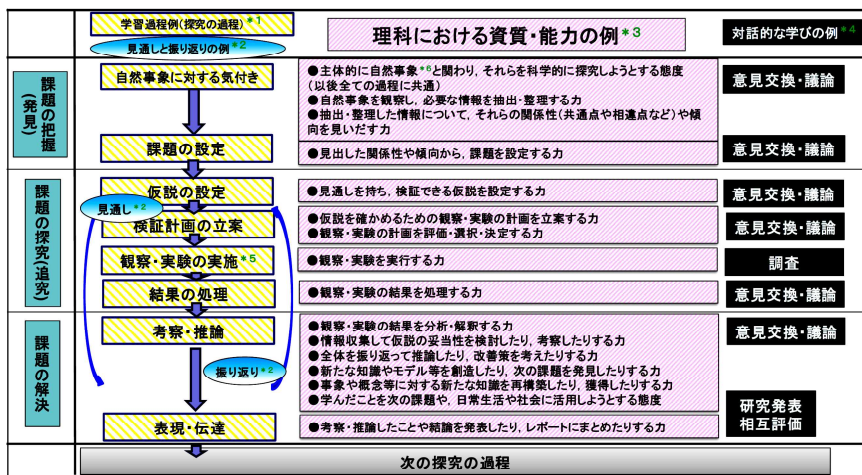


図 資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ（高等学校基礎科目の例）  
（中学校学習指導要領解説理科編から転載）

## 2 大学入学共通テストから

平成29年11月に大学入学共通テストに向けた試行調査（プレテスト）が実施され、問題や結果が公表された。化学については、設問文の長さや出題方法などがこれまでと異なっていたり、知識だけではなく、それらを活用した問題などが出題されたりするなど、これから求められる授業改善を示唆する内容であったと考える。

今回の調査問題には、無機分野の金属イオンの分離の問題が出題された。決して難しい問題ではなく、金属イオンの性質を問う問題であったが、正答率が20.6%ときわめて低かった。このことは、これまでと異なった問い方が影響していると考えられる。例えば、これまでは、＜問題1＞のように金属イオンを数種類与えて、それらの金属イオンについて問う設問であったが、今回の調査問題では、＜問題2＞のように必要としない金属イオンも含めた形で出題し、水溶液に含まれない金属イオンを2種類問う内容の設問であった。

### ＜問題1＞

Al<sup>3+</sup>, Ba<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Zn<sup>2+</sup>を含む水溶液から図の実験により各イオンをそれぞれ分離することができた。 ～以下省略～

（平成28年度センター試験本試験より一部抜粋）

※ 下線は執筆者による。

### ＜問題2＞

6種類の金属イオンAg<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, K<sup>+</sup>, Zn<sup>2+</sup>のうち、いずれか4種類の金属イオンを含む水溶液アがある。

～以下省略～

（平成29年11月実施試行調査より一部抜粋）

※ 下線は執筆者による。

正答率が低かったのは、金属イオンの性質が生徒にしっかりと定着していないこと

や、そのことを活用して、金属イオンを分離するための実験手順を生徒自身が組み立てられないことが原因であると考えられる。そこで、生徒に金属イオンの性質を定着させ活用する力を身に付けさせるために、生徒が主体的に考え、議論しながら実験手順を考えていく授業の工夫について紹介する。

## 3 授業の工夫

金属イオンの分離実験を含め、高等学校では生徒に学習した内容を確認させる目的で観察、実験を行うことが多く、生徒は観察、実験の目的や内容を理解しないまま、与えられた手順に従い観察、実験を進めている状況である。

そこで、前ページ図の「観察・実験の実施」の前の過程、すなわち「検証計画の立案」に重点をおいた授業づくりを紹介する。

### ＜授業例 金属イオンの分離実験＞

この授業展開例は、2時間の連続授業（100分）で計画している。

課題 4種類の金属イオン（Ag<sup>+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>）を含む水溶液から、各金属イオンを分離しよう。

目標 金属イオンの性質に関する知識や実験の技能を習得・活用するとともに、分離実験を計画して課題を解決する。

### 展開例

学習活動	指導の留意点等
1 課題の設定	各金属イオンを含む水溶液を4種類準備し、生徒たちの前で4種類の水溶液を全て混ぜ、この混合溶液からそれぞれの金属イオンを分離する方法を考えさせる。
2 課題解決の見通し	金属イオンをそれぞれ分離するために、何が必要か（何を知っていればよいか）、生徒に問い掛ける。

<b>3 知識・技能の習得</b> セルプレートを用いて、個人で実験を行い、金属イオンの性質を表にまとめる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">個人での実験</div>	金属イオンの性質や実験操作が課題解決のために必要であることを認識させ、目的意識をもって知識及び技能を習得させる。 <ul style="list-style-type: none"> <li>金属イオンの性質</li> <li>溶液や沈殿の色</li> <li>使用する試薬等の取扱い</li> <li>ろ過の仕方</li> <li>金属イオンの確認方法</li> </ul>
<b>4 観察、実験の計画</b> 習得した知識及び技能を活用して、金属イオンを分離する実験手順を個人で考え、班で検討する。	金属イオンを分離する実験手順を計画することを伝える。 <ul style="list-style-type: none"> <li>個人で考え、自分なりの実験手順を考えさせる。</li> <li>班で実験手順を検討させる。</li> <li>各班が計画した実験手順を記録させ、書画カメラ(実物投影機)等で示し、学級全体で共有する。</li> </ul>
<b>5 観察、実験</b> 各班の計画に従って班で実験を行う。	進行状況を把握し、安全管理を行う。 <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; width: fit-content; margin: 5px auto;">班での実験</div>
<b>6 結果、考察</b> 結果をまとめる。	各班が計画した実験手順において、分離できた金属イオンを確認する。また、沈殿や溶液でのイオンの化学式を確認する。
<b>7 まとめ</b> 本時のまとめを行う。	金属イオンの性質によって混合溶液から金属イオンを分離できることを確認させる。

これまで、無機分野の内容については、物質の性質や反応など知識の習得中心の授業となり、実験も取り入れにくく、教科書や資料集を用いて確認だけを行っていることが多かった。そこで、生徒が主体的に考えて実験に取り組めるように「2 課題解決の見通し」の過程で、生徒に金属イオンを分離するためには、金属イオンの性質を知っている必要があるということを再認識させる。また、「3 知識・技能の習得」で、生徒一人一人がセルプレートと点滴瓶を用いて、マイクロスケールでの実験を行い、一覧表を完成させる。これらのことで、「課題を解決する」という目的意識をもった実験となり、生徒は、主体的に観察、実験を行い、金属イオンの性質や実験

操作の定着も図れると考える。

また、マイクロスケールでの実験については、廃液処理や安全性、時間短縮の面からも有効である。実験の際に使用するセルプレートは、写真1、2のように透明なものを用い、生成する沈殿の色により、白色の紙(写真1)や黒色の紙(写真2)をセルプレートの下に敷き、色を見やすくすると分かりやすい。

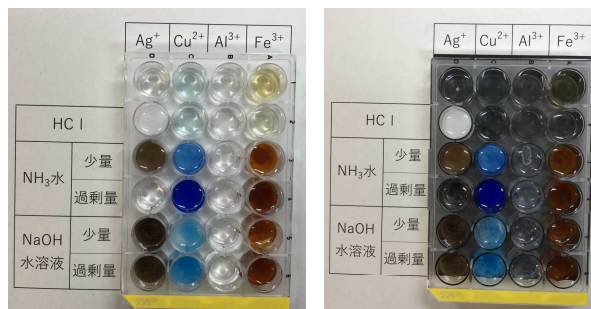


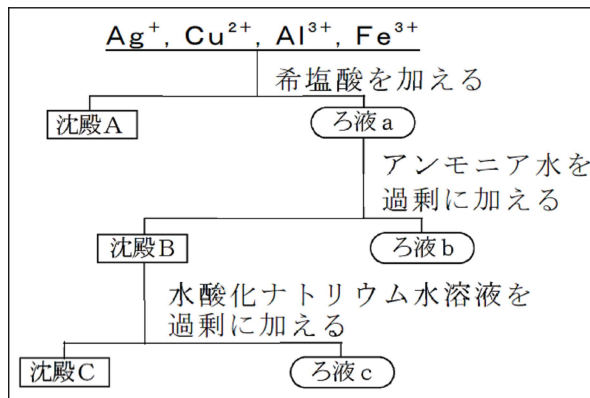
写真1 白色の紙を敷いたときの様子

写真2 黒色の紙を敷いたときの様子

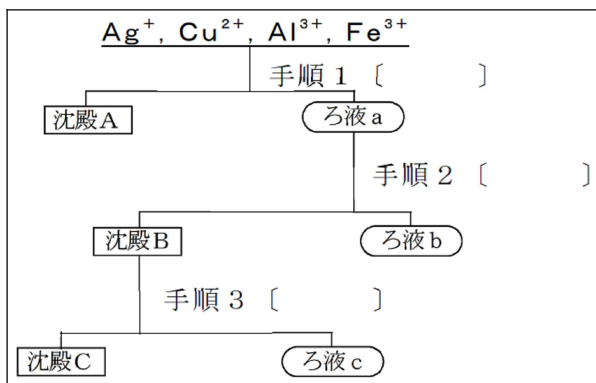
### Point 2

- マイクロスケールでの実験のメリット
  - ・ 生徒が主体的に実験に参加する。
  - ・ 使用する薬品量が減り、安全性が増す。
  - ・ 実験時間が短縮される。
  - ・ 廃液の量が少なくなる。

「4 観察、実験の計画」では、実験手順を計画させる。これまで、資料1のようにワークシートに実験手順が示されており、その手順に従って試薬を入れ、金属イオンを分離する実験が主に行われているが、資料2-1のように実験手順を考え、計画させることによって、「3 知識・技能の習得」で身に付けた資質・能力(既習の知識及び技能)を活用することになり、理解がより完全なものになると期待できる。

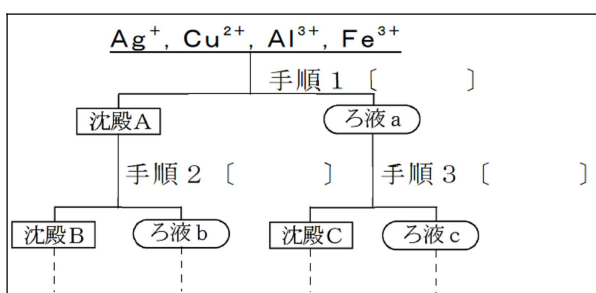


資料1 実験手順が示されたワークシート



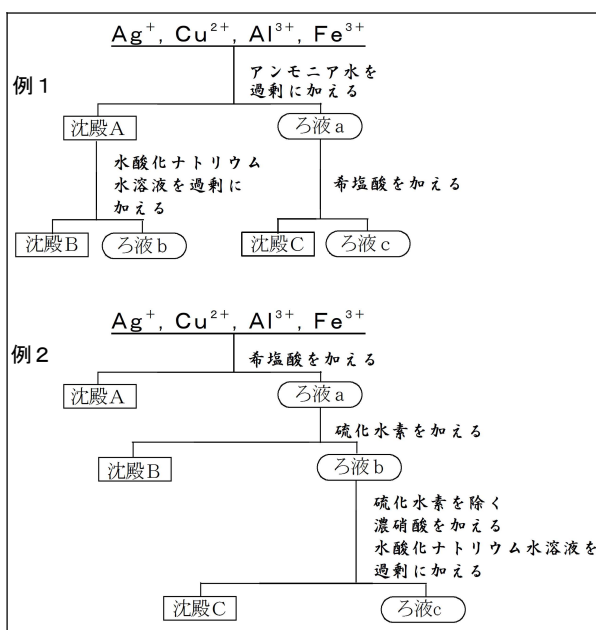
資料2-1 実験手順を考えさせるワークシート

生徒の実態によっては、資料2-2のように手順を全て考えさせるものでもよいと考える。



資料2-2 実験手順を全て考えさせるワークシート

また、自分の考えをより妥当なものにさせるために、まず個人で考え、その後、班で検討させる。その際、資料3のようにいくつかの実験手順が考えられるため、班での議論も活発なものになることが考えられる。



資料3 生徒が考える実験手順例

#### 4 まとめ

国際調査の結果から、日本の生徒は理科が「役に立つ」、「楽しい」と考えている回答が国際平均より低い状況がある。今回紹介した授業は、生徒が、理科の面白さを感じたり、理科の有用性を認識したりするために、生徒自身が観察、実験を中心とした探究の過程を通じて課題を解決したり、新たな課題を発見したりする経験の機会を教師が授業を通じて作っていく一つの例である。このような授業を実現するために、どのような資質・能力を育てたいのか明確にし、生徒の実態を把握した上で、どのような課題を設定すればよいのか、これまで以上に教材研究が重要となってくる。

「生徒が知識及び技能が習得できていないから、実験ができない」、「実験の前にまず知識及び技能の習得だ」と考えるのではなく、この授業内容のように、知識及び技能を活用する内容を設定し、生徒が思考・判断・表現することで、その内容を習得させ、定着を図ることができる。すなわち、思考力、判断力、表現力等の育成とともに、知識及び技能の習得は活用することで身に付き、実感を伴った理解につながる。

また、生徒が主体的に考えられるように、観察、実験を工夫し、個人で考え、自分の考えをもった上で班で検討させ、議論しながら更に考えを深めることが、考えの質を高めることにつながると思う。

#### Point 3

- 知識及び技能は活用することで、定着する。
- 生徒が考え、議論できるような課題を設定する。
- 他者と意見交換するときは、まず個人で考える時間を作る。

—引用・参考文献—

- 大学入試センターWebページ『大学入学共通テスト導入に向けた試行調査（プレテスト）の結果速報』平成29年
- 文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』平成29年
- 文部科学省『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）』平成28年
- 文部科学省『全国学力・学習状況調査の結果を踏まえた理科の学習指導改善・充実に関する指導事例集』平成29年  
(教科教育研修課 森田 忠和)