

高等学校における 教科指導充実のために 【理科編】

栃木県総合教育センター 平成28年3月

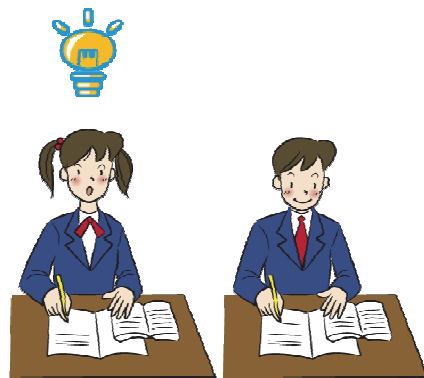
変化の激しいこれからの社会を生き抜く人を育てるために、いま「思考力」の育成がますます重視されています。本パンフレットでは、これからの「思考力」を育むことを目指した高等学校における教科指導の在り方について紹介しています。

これから必要とされるのは「思考力」

平成19年の学校教育法改正によって、いわゆる学力の三要素が明確に示されました。それを受けて、現行の学習指導要領においても「基礎的・基本的な知識及び技能を確実に習得させ、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくむとともに、主体的に学習に取り組む態度を養い、個性を生かす教育の充実に努めなければならない」と定められています。このように習得と活用のバランスが重視されているところですが、高等学校においては授業及び学習評価が知識偏重型になりやすい傾向にあり、思考力等の育成に依然として課題が見られます。

加えて、現代社会は急速な少子化・高齢化の進行による生産年齢人口の減少やグローバル化の影響等によって、日々激しく変化し、先を予測するのが困難になったり個人の力では解決できないような複雑化・多様化した問題に直面したりする場面が増えつつあります。そのような中で、いま教育の果たすべき役割にも変化が求められています。国では「育成すべき資質・能力を踏まえた教育の在り方」が検討されており、「何を学ぶか」だけでなく、「どのように学ぶか」「どのような力が身に付いたか」などの視点が重視されています。

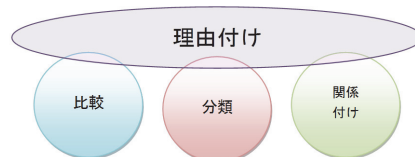
これらのことを踏まえ、本調査研究では、これからさらに重要視されるであろう「思考力」の育成を、高等学校における教科指導の中でどう進めればよいのかをテーマに研究しました。



思考力を育むための「思考のすべ」

当センターでは、平成26・27年度に「思考力・判断力・表現力の育成に関する調査研究」を行いました。その中で、子どもたちが思考をするための技法として「比較」「分類」「関係付け」「理由付け」の四つを提案し、これらを「思考のすべ」と呼ぶことにしました。本調査研究においても、これを取り入れて思考力を育成する事例をいくつか紹介しています。「思考のすべ」についての詳細は、当センターのWebサイトを御覧ください。

栃木県総合教育センター「思考力・判断力・表現力の育成に関する調査研究(小・中・高)」
http://www.tochigi-edu.ed.jp/center/cyosa/cyosakenkyu/shikouryoku_h26/index.html



事例 1 思考を深める物理授業の展開

事例の概要

生徒が思考を深めることを目指した2つの実践を紹介する。

実践1 「生徒に思考させる授業展開の工夫 ～新しい電池と古い電池の違いを題材に～」

○授業の題目 単元「電気回路」より、
「電気回路に関する探究活動」



授業の様子

○授業の様子

- (1) 目標 回路図をもとに回路を組み立て、適切にデータを集め、整理することにより、乾電池の起電力、端子電圧、内部抵抗について日常生活と関連させながら探究させる。
- (2) 準備物 乾電池（新しいものと古いもの）、電圧計、電流計、可変抵抗器、導線、豆電球、グラフ用紙、電卓、ワークシート
- (3) 展開
 - ① 新しい乾電池と古い乾電池をそれぞれ豆電球につなぎ、両者の違いを確かめる。
 - ② 新旧の乾電池それぞれの起電力を測定する。（実験Ⅰ）
 - ③ 新旧の乾電池の違いの原因を探る。
→ このとき、端子電圧の公式との関係付けをさせた。
 - ④ 電流と端子電圧の関係を調べる実験を行う。（実験Ⅱ）
→ このとき、1次関数のグラフと式（ $y = ax + b$ ）の関係を想起させ、比較させた。
 - ⑤ 実験結果をまとめ、新旧の乾電池の違いが内部抵抗にあることを理解する。
 - ⑥ 新旧の乾電池を混ぜて使用すると危険であることの原因を考察する。
→ このとき、補助プリントを用いて、事象と事象の間にある原因・理由に着目させた。

新しい電池と古い乾電池を混用した時の危険性について順を追って考察してみましょう

書き方

事象 → 理由 → 事象


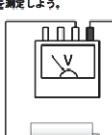
古い乾電池は内部抵抗が大きい

補助プリント

実験プリント

〈観察・実験〉新旧乾電池の違い

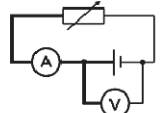
3年 組 番 氏 名

1. 目的
新しい乾電池と古い乾電池の違いについて、実験を通してその特性を学ぶ。また、乾電池使用の注意点について、実験結果に基づき考察を行うことで、安全に使用するための知識を深める。
2. 実験準備
乾電池（新しいものと古いもの各1）、電池ボックス、みのむしクリップつき導線、可変抵抗器、電流計、電圧計、グラフ用紙、ものさし、電卓
3. 実験Ⅰ 新旧乾電池それぞれの電圧を調べる。使用する電池の種類（ ）
① 図のように、それぞれの乾電池に豆電球を接続し、乾電池の新旧を区別する。そして、電池に「新」「古」のシールを貼る。

② 図のように、電圧計を乾電池に接続して電圧の大きさを測定しよう。

③ 測定結果
○新しい乾電池 _____ V
○古い乾電池 _____ V

以上の結果より、新旧乾電池の違いは、 _____ と考えられる。

4. 実験Ⅱ 新旧乾電池それぞれの電流値と端子電圧の関係を調べる。

① 右図のような回路を組み、可変抵抗器を変化させ、50mA から 300mA ごとに5つのデータを取る。

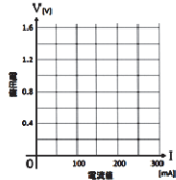


【電位の高い部分（右図太線部分）は赤の導線、低い部分は黒の導線を用いる】

② 結果の記録

| | | | | | |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ・新しい乾電池 | | | | | |
| 50mA | 100mA | 150mA | 200mA | 250mA | 300mA |
| V | V | V | V | V | V |
| ・古い乾電池 | | | | | |
| 50mA | 100mA | 150mA | 200mA | 250mA | 300mA |
| V | V | V | V | V | V |

③ 結果をグラフ用紙にプロットする。



④ グラフの傾きを求める。
i. それぞれのプロットからの距離が最小になるように直線を引く。
ii. 引いた直線から傾きを求める。（プロットの値を眺むのではなく直線の直線を引くこと）

⑤ $V = E - rI$ であるから、③と④より E と r が求まる。
・新しい乾電池 $E =$ _____ $r =$ _____
・古い乾電池 $E =$ _____ $r =$ _____

○本実践のねらい

観察や実験を通して、実物に触れさせることの重要性はこれまでも言われてきたことである。教科書の内容等と実物や現象との関係付けができていないと、公式を覚えることに終始してしまうなど、知識の定着や深い思考に至らないことがある。そこで、これまでに習得した知識や実際に目にした現象を結び付け、生徒が思考を深めることができるように、比較、分類、関係付け、理由付けという「思考のすべ」を取り入れることにした。

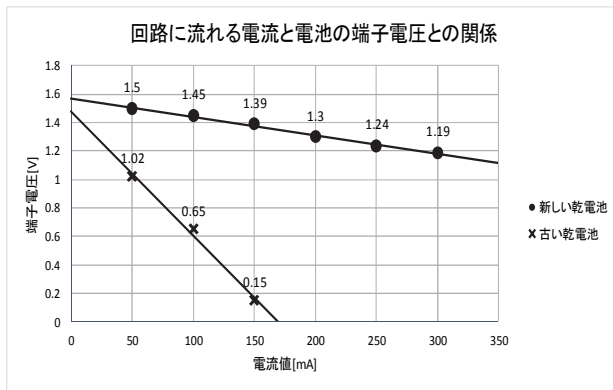
○本実践の成果と課題

新しい乾電池と古い乾電池では、起電力の差はわずかだが、端子電圧には大きな違いがあり、その原因が内部抵抗の大小にあることを見いださせるようにした。その際、1次関数の式との「比較」をさせることにより、内部抵抗に着目させた。また、発展として、

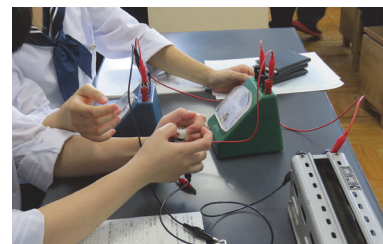
「新旧乾電池の混用は危険」である理由について考察させた。その際、事象を挙げさせるとともに原因・理由にも着目させて、関係性をまとめさせるようにした。

このように着目すべき視点を明確にしたり、考察の筋道を示すことによって、生徒たちは科学的な考察をすることができた。

今回、「古い電池」の代用として、「新しい電池」と同時期に購入してモーター等をつなぎ、使い古したのも実験に使用したところ、本当に古い電池とは明らかに異なる特性を示すことが分かった。「使い古した電池」は、内部抵抗の増加よりも起電力の低下の方が特徴的であり、本実践の題材としてはあまり適さないことが分かった。



実験の結果



実験の様子

思考力を身に付けさせるための工夫

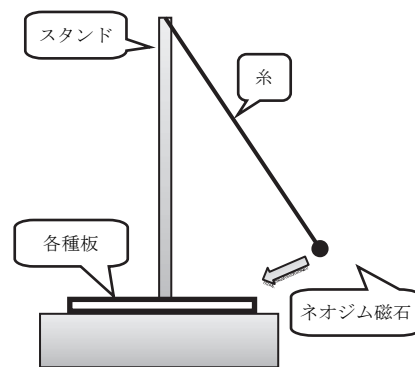
授業の様子の(3)の③に示したように、新旧の乾電池の違いについて予想させた。このとき、単に「なぜだと思おう?」と聞くのではなく、端子電圧の公式 ($V = E - rI$) と関係付けて、科学的な考察となるようにした。観察・実験を行う前に「予想」をさせたり、観察・実験の「立案」をさせたりすることは、観察・実験の目的意識をもたせる上でも大切であるが、思考力を身に付けさせる上でも重要であると考えられる。

実践2

「生徒の予想を超える現象で思考力を高める ～磁石振り子の考察～」

○展開

- ① ネオジム磁石をおもりにして振り子をつくる。
- ② 振り子の下に、鉄板、アクリル板、アルミニウム板を敷くと、振り子の動きがどのようになるかを予想する。
→ このとき、材質の性質を分類するとともに、予想の理由付けをさせた。
- ③ 実際に振り子を振らせて動きを調べる。(実験)
→ このとき、鉄板、アクリル板、アルミニウム板の順で実験を行った。
- ④ アルミニウム板の場合、予想を超えた動きをした理由を考える。



実験装置

思考力を身に付けさせるための工夫

物理の学習をしていると、生徒は「これまでの経験等から自然発生的に身に付けた考え方」を覆さなければならない場面に遭遇することがある。このような、いわゆる「素朴な概念」は、しばしば科学的に正しい考え方を習得する際の妨げになるが、それを逆手にとって、うまく覆してやると印象的な授業展開ができる。本事例では、「磁石に付かないアルミニウムは、磁石振り子の運動に影響を与えないだろう」という素朴な概念を覆して、次の単元の電磁誘導につなげるものである。その際に、運動の予想と、そう考える理由付けをさせることによって、思考を深めるようにした。

事例2 思考力の育成を目指した芳香族化合物の学習 ～芳香族化合物からなる色素を活用して～

本事例の概要

化学は、実際に物質に触れることで、その物質の性質や他の物質との相互作用等を探究しながら、物質観と思考力が育まれる科目である。特に観察・実験は、対象とする物質を通して生徒に主体的に思考させるための様々な仕掛けづくりが可能な機会である。

本事例は、科目「化学」における芳香族化合物及び高分子化合物の単元で実施する、下表に掲げる中心事例と三つの関連事例からなる一連の指導事例である。既習事項である電離平衡や粒子間の相互作用に関する知識等を生かしながら、人間生活と関係が深い染料や繊維となる有機化合物への探究を深めさせる活動を通して、化学的な思考力を育成することを目的とする指導事例を検討した。特に、観察・実験における考察や問題演習を通してどのような思考力を育成するかを、「思考のすべ」に照らしながら検討し、指導・実践した。



図1 3種類の色素の多織交織布への染着の様子
(関連事例(2)より)

色素は、上から、①マラカイトグリーン、②エリスロシン、③エリスロシン+二酸化炭素、④p-フェニルアゾフェノールである。また、繊維は、左から、ポリエステル、絹、アクリル、レーヨン、羊毛、アセテート、ナイロン、綿である。

| 時間 | 学習内容(単元) | 実践事例名 | 事例の概略 | 評価規準 【育成したい思考力に対応する「思考のすべ」】 |
|-------------|----------------------------------|---|--|---|
| 1 ～ 7 | 有機化合物の 性質と利用 芳香族化合物 | | | |
| 8 | | 関連事例(1) 実験・観察 「芳香族化合物の分離(1)」 | まず教科担当教師の演示による、ニトロベンゼン、アニリン、安息香酸、フェノールの混合物からの抽出・分離の実験を観察させ、芳香族化合物の分離の原理を理解させる。次に、生徒自身による分液ロートを使った模擬実験を通して、抽出・分離をするための技能を身に付けさせる。 | ○分離する芳香族化合物の官能基に着目し、液性の調節によって抽出・分離する原理を理解し、操作過程を説明している。 (知識・理解) ○分液ロートの構造を理解し、分液ロートを適切かつ安全に使用し、水と有機化合物の混合物からそれぞれを分離することができる。 (観察・実験の技能) |
| 9 | | 関連事例(2) 演習 「芳香族化合物の分類と分離」 | 分子式が $C_8H_8O_2$ で表される芳香族化合物の異性体を考え、整理・分類させながら、それぞれの化合物の性質を官能基から判断させる。また、それらの異性体の中の3種類の芳香族化合物(フェノール類、芳香族カルボン酸、芳香族エステル)について、それらの混合物を抽出・分離する方法を、関連事例(1)で習得した知識等から類推させながら導き出させ、文章や図で表現させる。 | ○分子式から芳香族化合物の異性体を漏れなく見いだしている。さらに官能基に着目して、異性体を分類・整理することができている。 (思考・判断・表現) 【構造化、示された視点による分類】 ○基本的な抽出・分離方法の知識を活用しながら、芳香族化合物の官能基から判断して分離方法を検討し、文章や図で表現している。 (思考・判断・表現)【類推、演繹的思考】 |
| 10 | 有機化合物と 人間生活 | 中心事例 生徒実験 「芳香族化合物の分離(2) ～色素の分離～」 | 人間生活で使用されている、未知の3種類の色素(いずれも芳香族化合物)についての限られた情報を与え、生徒が考えた操作手順により、それらの混合物を抽出・分離させる。分離後の溶液の様子からそれぞれの色素の特性を見定め、構造式を選択・決定させる。また、実験を通して、色素をはじめとする人間生活と関連が深い有機化合物の存在に気付かせ、関心を高めさせる。 | ○色素の混合物を抽出・分離する方法を既習事項を基に導き出し、他者の合意を得て分離している。また他班の分離方法と客観的な比較をし、合理的な評価・説明をしている。 (思考・判断・表現)【類推、検討】 ○分離した色素など、人間生活と染料とのつながりについて実験班で協議しながら、身近にある有機化合物への関心を高めている。 (関心・意欲・態度) |
| 11 | | | | |
| 1 ・ 2 | 高分子化合物の 性質と利用 に関する 探究活動 | 関連事例(3) 探究活動 「繊維への染着の原理を調べる」 | 多織交織布に、マラカイトグリーン、エリスロシン、p-フェニルアゾフェノール(いずれも中心事例で用いた色素)をそれぞれ少量ずつ溶かした水溶液で染色させる。ただし、エリスロシンについては、二酸化炭素を吹き込んだ水溶液でも染色させる。(染着の様子は図1。)そして、色素と繊維の組み合わせによる染着性の違いを整理させ、色素分子と繊維分子との相互作用を、それぞれの構造式を確認しながら考察させる。さらに染料の繊維への染着のメカニズムを化学的に追究させる。 | ○3種類の染料を用いた多織交織布への染色実験結果を整理し、それぞれの分子構造や官能基等の違いに着目しながら、染着のメカニズムを探る視点を見いだしている。 (思考・判断・表現)【課題を見いだす】 ○これまでに身に付けた「化学」全体の学習内容を活用し、染色実験結果を分析したり、帰納的・演繹的に考察を深めたりでき、得られたことを探究レポートにまとめている。 (思考・判断・表現) 【視点を見いだす比較、視点を見いだす分類、帰納的思考、演繹的思考】 |

中心事例 生徒実験「芳香族化合物の分離(2)～色素の分離～」の概要

〇ねらい

与えられた情報を基に、既習事項である基本的な芳香族化合物の抽出・分離の原理から類推しながら抽出色素の分離方法を発想・計画させ（「類推」）、計画に従って分離させる。そして得られた結果から、色素の芳香族化合物を同定させる。また、実験結果をフィードバックし、自班が行っていない別の分離方法と比較しながら自班の方法の妥当性を客観的に検討させる（「検討」）。同時に、マラカイトグリーンやエリスロシンなどを実際に扱わせ、その化学的性質を追究させながら染料や医薬品などへ視野を広げさせ、有機化合物と人間生活とのつながりへの関心を高めさせる。

〇生徒実験の概要 ※実験プリントの記載内容(下)を参照いただきたい。なお、実験プリントの裏面の一部は省略する。

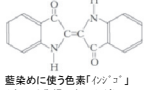
【 生徒実験 】 芳香族化合物の分離(2)～色素の分離～

【目的】
 (1) 芳香族化合物である、未知の3種類の色素の混合物を、抽出・分離する。
 (2) 分離した色素物質の特性を決める要因を、分子構造から見いだす。

【準備】
 (1) 器具
 分液ロート(100mL)、支持環付きスタンド、駒込ピペット、50mLビーカー4個、ガス量調節器、使い捨て手袋
 (2) 試薬
 試料(ソルベント(イ)エロフ7、食用赤色3号、ベシックグリーン4を10mLのジエチルエーテルに溶かした混合溶液)、0.1mol/L塩酸、飽和炭酸水素ナトリウム水溶液、0.1mol/L水酸化ナトリウム水溶液、二酸化炭素(ボンベ)
 ※ 全てを使用するとは限らない!

【計画】 ソルベントエロフ7、食用赤色3号、ベシックグリーン4は、それぞれ黄色、赤色、青緑色の染色液である。これらは、抽出・分離する際に、アニリン、安息香酸、フェノールのいずれかと同じ挙動を示すことが分かっている。(つまり、アニリン、安息香酸、フェノールの分離と同様の操作を行えば、黄、赤、青緑の3色に分離できるはず。)
 では、操作の手順を考えてみよう。アニリン、安息香酸、フェノールと同じ挙動を示す色素を、それぞれ色素Ⅰ、色素Ⅱ、色素Ⅲとして、次の操作図と予想する結果をかいてみよう。

【操作】
【結果の予想】 色素Ⅰ(≒アニリン)、色素Ⅱ(≒安息香酸)、色素Ⅲ(≒フェノール)



藍染めに使う色素「インゴ」
(今回は登場しません)

【結果】
 (1) 混合溶液は、 色、 色、 色の溶液に分離できた。
 * 青緑色の色素が得られず、黄色の色素が二つ得られたら、それぞれに水酸化ナトリウム水溶液を少しずつ加えてみる。

(2) 分離した溶液の色から、色素Ⅰ～Ⅲに対応する化合物名は以下のとおりである。
 ① アニリンと同じ挙動を示す色素Ⅰは 色であったので、 である。
 ② 安息香酸と同じ挙動を示す色素Ⅱは 色であったので、 である。
 ③ フェノールと同じ挙動を示す色素Ⅲは 色であったので、 である。

【考察・課題】
 (1) このレポートの裏面の【参考】に、今回分離した3種類の色素の構造式と一般に使われる化合物名を示してある。それぞれ、色素Ⅰ、Ⅱ、Ⅲのどれに該当するだろうか。【参考】の(1)に記入しよう。

(2) 自班が行った分離方法(方法Ⅰ)以外に、もう一つ別の方法(方法Ⅱ)がある。その方法を検討し、結果も含めて図で表してみよう。また、方法Ⅰと方法Ⅱのどちらの方法が優れた方法であると思うか、理由とともに説明しよう!

(3) 今回扱った3種類の色素(染料)が、我々の生活のどのようところで使われているかを話し合ったり調べたりしてみよう。また「インゴ」のように、私たちの生活では、他にどのような染料が利用されているだろうか?

※ 抽出・分離のための器具の扱い方や注意すべき点は、前回の実験レポートを参照しながら思い出そう!

(クラス)

【参考】
 (1) 3種類の色素の構造式



マラカイトグリーン
→色素(別称)



エリスロシン
→色素(別称)



p-フェニルアゾフェノール
→色素(別称)

(2) マラカイトグリーンについて
 ① マラカイトグリーンは、液性(pH)を変化させると色が変化する。

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| pH | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| (色) | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 黄色 | 黄色 |

(以下省略)

〇授業の様子

各実験班ともに、話し合いをしながら操作手順を円滑に決定し、適切な図で表現することができた。教科担当教師が各班の手順の妥当性・安全性を確認し、実験を開始した(図2)。全5班中三つの班が、塩酸を加えてマラカイトグリーンを塩として水層で分離するところから始め、残りの二つの班が、水酸化ナトリウム水溶液を加えてマラカイトグリーンを対イオンの形で分離するところから始めていた。前回までに分液ロートの扱い方を習得していることもあり、全ての班は短時間で分離に成功し、色素の構造式を同定できた。また発表では、各班の代表生徒が分離方法と原理を板書し、適切な説明を他の生徒に伝えていた(図3)。

思考力を身に付けさせるための工夫

自班で行う色素の抽出・分離方法については、ほとんどの生徒が導き出すことができ、フローチャート等を用いて適切に記述していた。同時に自班が行った分離方法と別の方法を考え出すこともできていた。関連事例(1)、(2)の学習活動で身に付けた思考力等により到達できたものとする。また、自班の分離方法と別の方法を比較・検討し、どちらが優れているか合理的な理由を導き出させた。そこでは、到達できた生徒に、到達できなかった同班の生徒に対して説明させることにより、双方の生徒の到達度を高めることができた。本指導事例を実践するに当たって工夫を図った点は次の三点である。一点目は、色素を分離するというゴールを認識させ、主体的に検討した分離方法に従って取り組ませることで、目的意識をもって実験に臨ませることができるようにした点である。二点目は、3種類の色素が分離できたことを視覚的に確認させ、達成感を与えるようにした点である。三点目は、複数の分離方法が存在するので、それぞれの方法に対して様々な視点での評価を可能にした点である。本事例を通して、それまでに身に付けた有機化合物や分離方法に関する知識を基に、提示された問題の解決方法を考えさせ、試行錯誤しながら行動させることで、思考力や判断力が育まれることが期待できる。

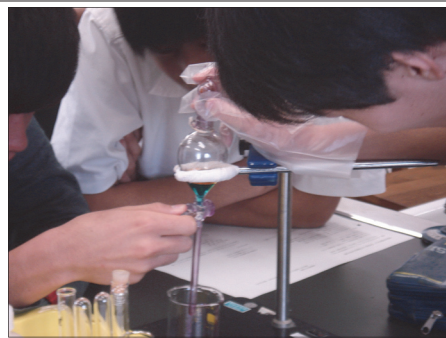


図2 色素の分離・抽出を進める様子



図3 考察したことを発表する生徒

関連事例(1)～(3)については、本調査研究のWebサイトを御覧ください。

事例3 思考の深まりと活性化を目指した生物の授業

実践1 知識の整理と、それらの活用を意識した授業展開 ～「生物の系統」の学習を通して～

本実践の概要

○単元「生物の系統」

○単元の目標

- ・生物がその系統に基づいて分類できることを理解させる。
- ・種を基本単位として、生物の類縁性の程度によっていくつかの階層に分けて整理されることを理解させる。

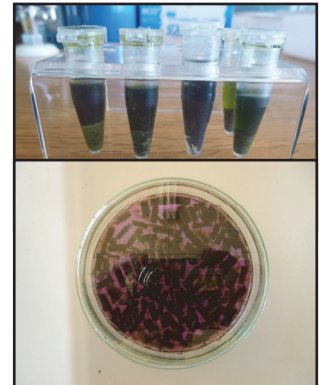
○本実践の展開

生徒は前時までに、生物の分類体系、それに属する生物やその特徴について学んでいる。また、生物の分類は種の類似性に基づいて行われてきたこと、いくつかの分類の基準を組み合わせることで進化の系統が見えてくることも学習している。ここでは、単元の最後で次のような展開の実践をした。

- ①次時の実験材料の光合成生物を、それらが生息している様子が分かる写真シートとそれまでの学習内容を基に、複数の視点から分類する。【ワークシート1】
- ②実験「薄層クロマトグラフィーによる光合成色素分離」を行い、各生物の共通性と多様性を光合成色素の視点から見いだす。ワークシート1と実験結果から「光合成生物の系統」と「光合成生物と光」について考察する。【ワークシート2】



実験の様子



抽出された色素

思考力を身に付けさせるための工夫

ワークシート1では、与えられた分類の視点及び各自が設定した視点からそれまでの知識を整理し、生物の分類を行えるようにした。ワークシート2では、ワークシート1で整理した知識と実験で得られたデータを活用して考察を行う過程を設けた。その中で、「比較」「分類」「理由付け」という、考えるための技法（思考のすべ）を用いて思考させることを意識した。さらに、「グラフや表を読み取ることが苦手である」という生徒の傾向も踏まえ、科学的な概念の理解を促すために観察・実験の結果にグラフ資料を加えて、考察し論述する欄を設けた。考察の場面では、実験ペアでお互いの考えを伝えたりして意見交換をするように指導した。

これらの工夫により、生徒たちは、分類の視点を意識して考えながら知識を整理し、考察を行っていた。また、お互いの意見を聞いて様々な意見があることを知り、聞き合った内容から自分の意見を振り返っていた。生徒どうしの意見交換が再考を促し、考えを深めることに役立っていた。

ワークシート1

実習 生物を分類してみよう

年 組 番 氏 名

5. 考察

(1) すべての生物に共通する光合成色素は何か？

(2) もっているクロロフィルの種類が

(3) 実験の結果から、緑色植物と最も

【課題】 1. A～Dの視点で生物を
2. E, Fは、自分で視点

【生物】 イシクラゲ（藍色細菌）、
スサビノリ ツノマタ（紅茶）
タンポポ（緑色植物）

視点A：生活場所

水中

陸上

視点C：核膜の有無

視点D：（

「実験結果の比較」「理由付け」を用いる
【ワークシート2】

(4) 分類群もっている特徴を比較することで、系統関係を考えることができる。実験で得たクロロフィルによる分類【考察(2)】と実習「生物を分類してみよう」のいずれか二つの分類の視点の各基準を用いて、系統樹の①～⑦にはいる枝分かれの判断基準を答えよ。

藍色細菌 褐藻類 紅藻類 緑藻類 緑色植物

⑥ ⑦

<発展>

(5) 右図は各光合成色素の波長と光吸収量の関係を示している。このことをふまえ、光合成生物が複数の光合成色素をもつ利点を考えよ。なお、フィコピリンはフィコエリトリンとフィコシアニンに分けて示してある。

(6) 右表は、海の水深と光の透過の関係を相対値で示している。深い海では緑藻類は少なく、紅藻類が多くなる。この理由を考えよ。

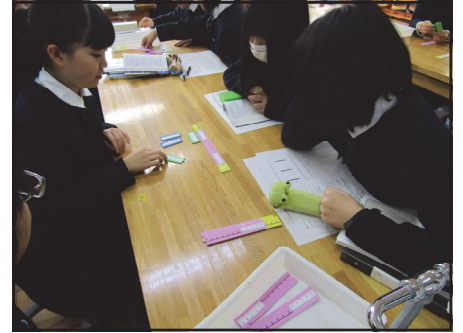
| 光の色 | 青 | 緑 | 橙 | 赤 |
|-------|-----|-----|-----|-----|
| 水深(m) | | | | |
| 1 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 5 | 45 | 25 | 0.3 | 0.3 |
| 10 | 44 | 17 | 0.2 | 0.3 |
| 20 | 28 | 0.6 | 0.1 | 0.0 |

(Oltmann, 1923)

「分類」(与えられた視点、見いだした視点による)を用いる
【ワークシート1】

グラフや表と関連付ける
【ワークシート2】

実践2 モデルの活用とグループ活動を取り入れた授業展開 ～「遺伝情報の発現」の学習を通して～



演習の様子

本実践の概要

○単元「遺伝情報の発現」

○単元の目標

- ・DNAの複製や遺伝情報の発現の仕組みと遺伝情報の調節について、分子レベルで捉え、理解させる。
- ・遺伝子を扱った技術について、その原理と有用性を理解させる。

○本実践の展開

科目「生物」の「遺伝情報の発現」分野で「PCR法」を題材にした。「PCR法」の学習では、「DNAの半保存的複製」と混同してしまい、何サイクル目に目的とする二本鎖DNAを得ることができるのか戸惑う生徒も多いと思われる。両者の違いを明確にするために、数学的な考え方をを用いて規則性を見だし、サイクル数と増幅される二本鎖DNAの関係を示した式を導く過程を重視した授業を実践した。

思考力を身に付けさせるための工夫

DNAに関する学習は、分子レベルの内容が多く扱われ、生徒が実感しにくい分野でもある。そこで、簡単なDNAモデルを作製し、実際に自分たちの手でDNAモデルを動かし、かつグループ活動を通して考えを出し合いながら規則性を導き出す場面を設定した。DNAモデルセットの中にはダミーのプライマーも入れ、正しいプライマーやDNA鎖を考えて選び出せるようにし、知識の確認・定着も促せるようにした。ワークシートには、思考の流れを提示し、サイクル数と増幅される二本鎖DNAの関係性を記録できるようにして、規則性を考察しやすくした。

生徒たちは、モデルを用いることでDNA複製の様子をイメージできていた。また、モデルを用いながらの話し合いを伴ったグループ活動により思考は促され、サイクル数と増幅される二本鎖DNAの規則性を導き出していた。



DNAモデル

鋳型となる一本鎖DNAを「長」とし、「長」を元に複製されるDNA鎖を「中」、「中」を元に複製されるDNA鎖を「短」と表した。各サイクルのDNA鎖の様子をワークシートにまとめ、サイクル数と複製される二本鎖DNAの関係性を見いだした。

(5) 生じる二本鎖DNAについて、次の表を完成させなさい。

| STEP 1 | | | |
|--------|------------|-----------------------------|--------------------------|
| サイクル数 | 生じる二本鎖DNA数 | 増幅したい部分以外も持つ二本鎖DNA数(長中, 中短) | 増幅したい部分のみからなる二本鎖DNA数(短短) |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

↓ サイクル数を使って表現すると

| STEP 2 | | | |
|--------|------------|-----------------------------|--------------------------|
| サイクル数 | 生じる二本鎖DNA数 | 増幅したい部分以外も持つ二本鎖DNA数(長中, 中短) | 増幅したい部分のみからなる二本鎖DNA数(短短) |
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

↓ 「nサイクル終了時」、nを使って表現すると

| STEP 3 | | | |
|--------|------------|-----------------------------|--------------------------|
| サイクル数 | 生じる二本鎖DNA数 | 増幅したい部分以外も持つ二本鎖DNA数(長中, 中短) | 増幅したい部分のみからなる二本鎖DNA数(短短) |
| n | | | |

ワークシート

その他の実践

確認実験から探究的な実験へ ～「遺伝子とその働き」の学習を通して～

(この実践の学習指導案とワークシートについては、Webサイト「教材研究のひろば」を参照してください)

科目「生物基礎」の「遺伝子とその働き」分野で「DNAの抽出実験」を題材とした。DNAの抽出実験は、DNAが含まれていることを確かめる確認実験であることが多い。ここでは、ブロッコリーを試料として、「部位でDNA収量に差が出るのか」という視点で、根拠を基に仮説を立て、細胞の分裂・成長やDNA複製などのそれまでに得た知識を活用して、細胞の大きさとDNA量について考える授業を実践した。

これからの「思考力」の方向性

育成すべき資質・能力

◇「キー・コンピテンシー」「21世紀型スキル」

いま、様々な国や機関で「育成すべき資質・能力」を踏まえた教育の在り方についての研究が進められています。「育成すべき資質・能力」としては、例えば、OECDの「キー・コンピテンシー」やATC21sの「21世紀型スキル」などが広く知られています。

◇「21世紀型能力」

日本の国立教育政策研究所も日本型モデルとして「21世紀型能力」を提唱しています。これは、「思考力」を中核として、それを支える「基礎力」と思考の方向性を決定する「実践力」を重層的に育むというものです。（図1）

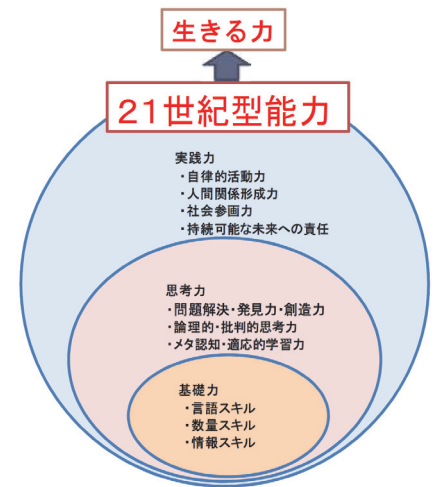


図1 21世紀型能力
(国立教育政策研究所のWebページより)

次期学習指導要領の方向性と思考力

現在、中央教育審議会において次の学習指導要領改訂に向けた議論が進められています。その中では、学力の三要素等を踏まえ、「何を知っているか・何ができるか」という知識・技能の習得と、それらを「どう使うか」という思考力・判断力・表現力等の育成、「どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか」という主体性・多様性・協働性、学びに向かう力、人間性などをバランスよく育むことを重視しています。（図2）

これらは、現行の学習指導要領における考え方と基本的に共通するものですが、教科横断的に育成すべき資質・能力を育むという視点が強調されています。また、これまでの「何を教えるか」という学習内容に加えて、「どのように学ぶか」という学習方法についても盛り込まれる見込みであり、特に、課題の発見と解決に向けて主体的・協働的に学ぶ学習（いわゆる「アクティブ・ラーニング」）の視点から授業を見直すことが求められます。高大接続に関する議論の中でも高等学校における教育の質的転換を求めており、これまで以上に思考力・判断力・表現力等の育成を進めていく必要があります。

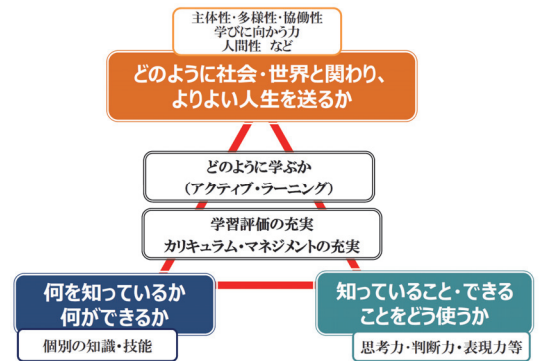


図2 育成すべき資質・能力の三つの柱を踏まえた日本版カリキュラム・デザインのための概念
(文部科学省Webページより)

栃木県総合教育センター（研究調査部）

〒320-0002

栃木県宇都宮市瓦谷町1070

電話：(028) 665-7204

FAX：(028) 665-7303

本事例についての詳細は、本調査研究のWebサイトを御覧ください。

栃木県総合教育センター |

調査研究・報告 | 教育課題に関する調査研究 | 平成27年度調査研究 高等学校における教科指導の充実

http://www.tochigi-edu.ed.jp/center/cyosa/cyosakenkyu/kyokasido_h27/index.htm