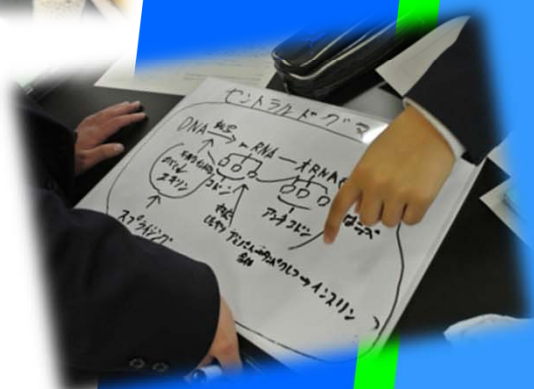
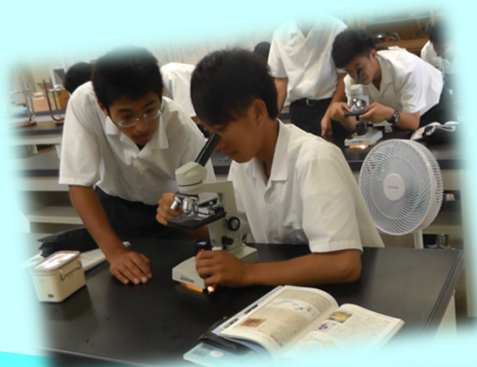


# 学ぶ意義や有用性を実感する 理科の授業づくり

— 科学と人間生活との関わりを意識した実践事例 —



平成29年2月  
岡山県総合教育センター

## 目 次

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| 実践の概要                 | p 1～5   |
| 第1部 研究編               |         |
| I はじめに                | p 6～8   |
| 1 研究の目的               |         |
| 2 研究の背景               |         |
| II 研究の内容              | p 9～14  |
| 1 アンケート調査並びに現状分析      |         |
| 2 授業づくりの方策の検討         |         |
| 3 実践を通して見えたもの         |         |
| III 次期学習指導要領と本研究の関連   | p 15～16 |
| IV おわりに               | p 16    |
| 第2部 中学校・高等学校における実践事例編 | p 17～58 |
| 引用・参考文献、Webページ        | p 59    |

研究番号 16-01

## 科学と人間生活との関わりを実感させる 理科の授業づくりに関する研究

### 研究の背景

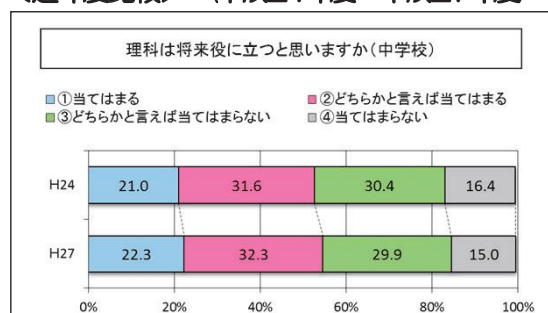
#### ①学習指導要領の趣旨

【改善の基本方針】（中学校・高等学校学習指導要領解説理科編）

理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を重視する内容を充実する方向で改善を図る。

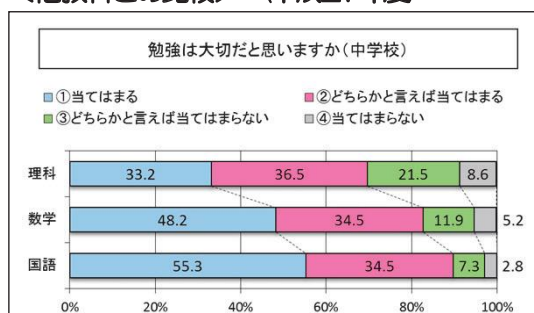
#### ②全国学力・学習状況調査（中学校・全国集計の結果）

＜過年度比較＞（平成24年度・平成27年度）



→肯定的な回答が微増したが、依然として課題がある。

＜他教科との比較＞（平成27年度）



→他教科に比べ、肯定的な回答が少ない。

### 研究の目的

科学的な知識や概念を活用し、「実社会や実生活と関連付け」ながら、「科学を学ぶ意義や有用性を実感」させ、科学への関心を高める学習活動や授業実践を提案する。

### 研究の内容

#### 理科に対する意識について生徒アンケート調査、実施・分析

- 生徒が考える、科学と日常生活との関わりとはどのようなものか
- 理科に対して、どのような意識をもっているか

#### 理科の授業づくりの方策の検討

- 実態把握と題材選び
  - －授業・単元の構想の段階で意識すること－
- 思考場面の設定
  - －1単位時間の授業で意識すること－
- 学びの手ごたえ
  - －授業・単元を貫いて意識すること－

#### 生徒が「自ら学び、自ら気付く」授業の実践、指導資料作成

# 実践事例の見方

本研究では、次の(1)～(3)の視点で授業づくりを考えた。マークは、それぞれの視点を示している。

## (1) 実態把握と題材選び

—授業・単元の構想の段階で意識すること—



## (2) 思考場面の設定

—1単位時間の授業で意識すること—



## (3) 学びの手ごたえ

—授業・単元を貫いて意識すること—



### 実践事例①

中学校第3学年『エネルギー』エネルギー



掲載 P18

#### 身の回りにはエネルギーだらけ？



授業で使用したシートと記入例

目に見えないエネルギーに目を向けさせるために、日常場面のエネルギーを班対抗で多く見付けさせ、変換を考えさせる。



授業の様子

#### 生徒の感想

・他の人の色々な意見があつて見方が広がった。  
・ふだん何気なくやっていることでも、じっくり見ていくといろいろなエネルギーがあることにびっくりしたし、面白かった。

### 実践事例②

中学校第1学年『粒子』物質のすがた



掲載 P21

#### 金属の利用について考えよう！

「いろいろな金属の情報」シートから、金属がどのような性質を基にして、日常生活で生かされているか考える。

いろいろな金属の情報

| 金属名      | 原子番号 | 原子量    | 密度    | 融点      | 沸点     | 価格         | その他                  |
|----------|------|--------|-------|---------|--------|------------|----------------------|
| 金        | 79   | 197.0  | 19.3  | 1064.18 | 2856   | 4,580,000円 | ・最も硬い金属(室温) (硬く丈夫)   |
| 銀        | 47   | 107.87 | 10.5  | 961.78  | 2162   | 62,000円    | ・最も伝導性の高い金属 (電気の伝導性) |
| 銅        | 29   | 63.55  | 8.96  | 1084.62 | 2562   | 691円       | ・最も伝導性の高い金属 (電気の伝導性) |
| 白金(プラチナ) | 78   | 195.08 | 21.45 | 1768.3  | 3825   | 4,288,000円 | ・最も硬い金属(室温) (硬く丈夫)   |
| 鉄        | 26   | 55.85  | 7.86  | 1538    | 2862   | 77円        | ・最も伝導性の高い金属 (電気の伝導性) |
| アルミニウム   | 13   | 26.98  | 2.7   | 933.47  | 2519   | 208円       | ・最も伝導性の高い金属 (電気の伝導性) |
| 鉛        | 82   | 207.2  | 11.34 | 327.46  | 1749   | 220円       | ・最も伝導性の高い金属 (電気の伝導性) |
| 水銀       | 80   | 200.6  | 13.55 | -38.83  | 356.73 | —          | ・最も伝導性の高い金属 (電気の伝導性) |
| 亜鉛       | 30   | 65.38  | 7.14  | 419.53  | 907    | 246円       | ・最も伝導性の高い金属 (電気の伝導性) |

並びやすさ(主な金属) → 硬い ← 軟い

伝導性(主な金属) ※線状に伸びる性質

大 ← 金 銀 白金 鉄 ニッケル 銅 アルミニウム 亜鉛 スズ 鉛 → 小

伝導性(主な金属) ※うすい線状に広がる性質

大 ← 金 銀 銅 鉛 アルミニウム スズ 白金 亜鉛 鉄 ニッケル → 小

「いろいろな金属の情報」シート



授業の様子

#### 生徒の感想

導線にするのは「銀」が良いけど、銀はとても高価だから「銅」を利用して導線にしているのは、初めて知った。身近な物を調べてみるのも楽しい!!

ここで紹介するのは、実践の一部です。詳細については「第2部 中学校・高等学校における実践事例編 (p17～)」を御覧ください。



### 実践事例③

中学校第2学年 『生命』 動物の体のつくりと動き



掲載ページ P26

#### カードゲームを通して 消化・吸収を学ぶ

用語が頻出する「消化・吸収」の単元について、用語のつながりを班活動を通して行うカードゲームで学ぶ。



授業の様子

- |                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1. 「唾液せん」から「唾液」は分泌される。      | 9. 「胃液」には、「ペプシン」という消化酵素が含まれている。 |
| 2. 食物は、口の次に食道を通して「胃」へと送られる。 | 10. 「ペプシン」は、「タンパク質」を分解することができる。 |

授業で用いたカード（一部）

#### 生徒の感想

一人でできないところも4人班ですると、みんなの意見も聞けて参考になるし、正解数も多くなった。図があって分かりやすく良かったし、班でやる授業もまたやりたいと思った。

### 実践事例④

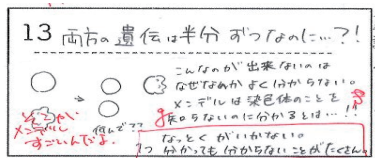
中学校第3学年 『生命』 遺伝の規則性と遺伝子



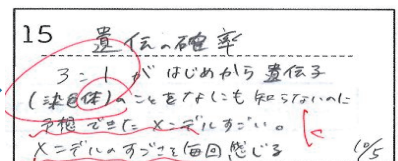
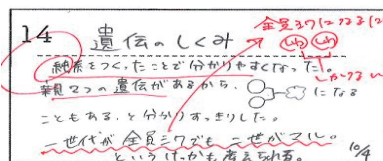
掲載ページ P29

#### 単元を見通した授業展開の構想

単元に、「科学史」「OPPA」「パフォーマンス課題」を組み入れ、生徒が学ぶ手ごたえを実感できる単元を構想する。



生徒のOPPシート



授業の様子

#### 生徒の感想

いろんな曖昧だったことが明確になった。一つのことになると、「じゃあこれはどうなるんだ？」って毎回の授業でなっていたけど、習ったことをフルに活用して、プラスでヒントをもらって自分たちで考えたから、分かったとき「おあ！！」ってなって、頭によく残っている。

### 実践事例⑤



掲載ページ P35

高等学校「科学と人間生活」 光や熱の科学

#### 虹ができる位置関係を確認しよう！

虹ができる条件について「虹ビーズ」を用いた実験結果から考える。



実験の様子

#### 生徒の感想

砂（虹シート）にライトを当てると、色々な角度から虹が見えた。見る位置によって虹の形が違った！！

### 実践事例⑥



掲載ページ P38

高等学校「科学と人間生活」 宇宙や地球の科学

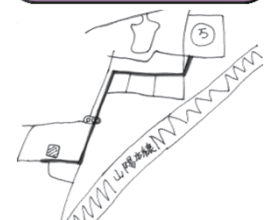
#### ハザードマップを作成する

地域のハザードマップを活用して、自分の居住地域のハザードマップを作る。



授業の様子

#### 生徒の作品例



### 実践事例⑦

高等学校「物理基礎」 様々な力とその働き



掲載 P40

#### 日常生活で見られる摩擦



授業の様子



事前に準備した材料

摩擦について、どのような場面で生じているのか想起させて、摩擦力に関する要因を試行錯誤を通して考えさせる。

#### 授業後の生徒の質問

- ・体育館の床を滑ったとき、遅く滑ったときより速く滑ったときの方が、ダメージが大きくなると感じるが、摩擦力の大きさは速さに依存しないのか？
- ・ふだんはつつつの面の方が滑りやすいのに、アクリルボードの上を滑らせたとき一番動摩擦力が大きくなったのは何故か？

### 実践事例⑧

高等学校「物理基礎」 波



掲載 P43

#### 音波の性質を活かした技術を考え紹介しよう！



授業の様子

身の回りに波の性質を利用した技術があることに気付かせるために、生徒自身に波の性質を利用した技術を考えさせ、発表させる。

#### 生徒の作品例



#### 生徒の感想

- ・雑音と逆の波を出すのに、どうやって聞こえる前に間に合わせているのか気になった。
- ・授業で習ったことを応用していて説得力があった。

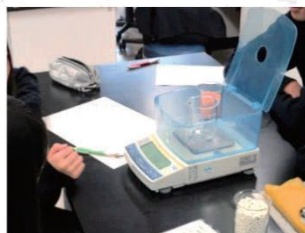
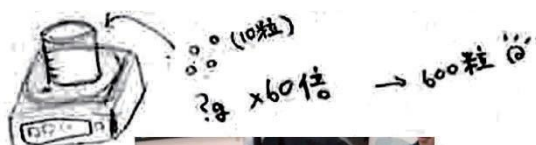
### 実践事例⑨

高等学校「化学基礎」 物質と化学反応式



掲載 P46

#### 「単位」が示すものを実感させる



生徒が考えた方法

BB弾を原子・分子にみたて、600個の粒子の数を効率よく調べる方法を考えることから、物質の有用性に気付かせる。



授業の様子

#### 生徒の感想

- ・メスシリンダーは目で見て測定するので、電子はかりで質量を測定するほうが正確だと思った。
- ・重さや体積があれば、見えない粒子を見えるようになると分かった。



### 実践事例⑩

高等学校「化学」 化学反応と化学平衡



掲載ページ P49

### 化学平衡を利用した「ものづくり」



マドラー作成と完成品

「サーモクロミズム」を利用して化学平衡を視覚化して捉えさせ、「ものづくり」を通して学習内容の意義を見出す。

### 生徒の感想

・色の変化から温度によって化学平衡が移動することを目で見て理解できた。  
・化学平衡は、ただ問題を解くだけではどのようなものかよく分からなかったが、実験を通して色の変化で視覚的に確認できた。

### 実践事例⑪

高等学校「生物基礎」 生物の体内環境



掲載ページ P51

### コオロギの血球観察

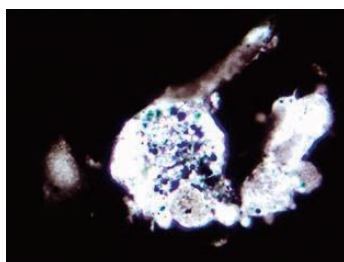
(3) 免疫で働く細胞

白血球  
白血球には、薬物を免疫細胞が細胞内に取り込んで処理する、好中球、マクロファージ、リンパ球などの細胞とT細胞、B細胞など別の細胞があり、それぞれ免疫細胞として働いている。

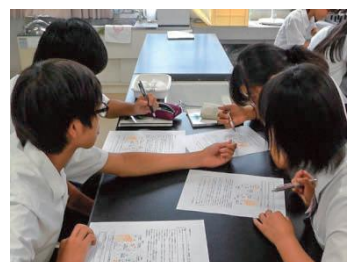
(4) 免疫のシステム

私たちの体は、3つの防御機構に守られている。自然免疫と呼ばれる皮膚のバリア、消化・分解による殺菌作用。3つ目は、有細胞の働き。自然免疫が排除しきれなかった病原体に対しては、最も強力な適応免疫(獲得免疫)

生徒がまとめたワークシート



コオロギの血球



授業の様子

単元のはじめに、コオロギの血球を用いた「免疫」に関する実験を行い、単元全体の学習内容を自分たちでまとめ、学習の見通しをもたせる。

### 生徒の感想

生き物に興味をもった。ヒトの体のつくりや仕組みを学ぶことで、自分の体のことをもっと学びたいと思った。

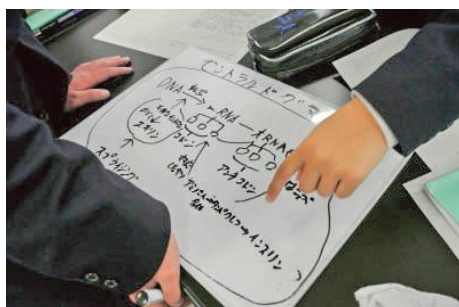
### 実践事例⑫

高等学校「生物基礎」 遺伝子とその働き



掲載ページ P55

### 「遺伝子とその働き」のまとめ



授業の様子

単元の最後に、学習の内容を総合的に活用する課題を示し、「思考ツール」や「知識構成型ジグソー法」の手法を用いて班で解決させる。これにより、単元全体の学習内容を振り返る。

### 生徒の感想

授業で学んだことを使って、何かを考えることは、ふだんできていないので、今回の授業で活用することができてよかった。エキスパート活動でしっかり考えてから話し合うと、自然と答えが浮かんできたので楽しかった。

# 科学と人間生活との関わりを実感させる

## 理科の授業づくりに関する研究

### 第1部 研究編

#### I はじめに

##### 1 研究の目的

中学校及び高等学校における理科の改善の基本方針として中央教育審議会答申（平成20年1月）では、「理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を重視する内容を充実する方向で改善を図る」ことが示された。さらに、中学校理科における改善の具体的事項として、「活用という視点」及び「社会との関連付け」が示され、高等学校理科においては、新しい科目として「科学と人間生活」が設けられた。しかしながら、平成27年度実施の全国学力・学習状況調査（以下「全国学調」という。）の結果においては、依然として理科を学ぶ意義や有用性に対する肯定的な回答が他教科と比べて少ないことに加え、活用に関する力に課題が見られた。また、次期学習指導要領改訂に向けての議論の中で「アクティブ・ラーニング」の視点が示され、理科においても、この視点を取り入れながら科学と人間生活との関わりを実感させる授業づくりが求められる。

そこで、本研究では、科学的な知識や概念を活用して、「実社会や実生活と関連付け」ながら、「理科を学ぶ意義や有用性を実感」させ、科学への関心を高める学習活動や授業実践を提案することを目的に理科指導資料を作成した。

##### 2 研究の背景

岡山県総合教育センターでは、現行の学習指導要領に移行後、『観察、実験の安全ガイド』（平成23年）、『生徒の力を引き出す「基礎を付した科目」の探究活動実践事例集』（平成25年）、『系統性を踏まえた理科の授業づくり』（平成27年）などの理科の授業づくりに関する研究に取り組んできた。研究を進める中で、岡山県においても全国と同様の課題が見えており、学習指導要領改訂の趣旨を改めて確認し、科学と人間生活との関わりを実感させる場面を効果的に設けた理科の授業づくりを積極的に提案する必要がある。

##### (1) 学習指導要領の改訂の趣旨

中央教育審議会答申（平成20年1月）において、教育課程の改訂の基本的な考え方や充実すべき重要事項等が示されるとともに、各教科別に主な改善事項が示された。中学校及び高等学校の理科の改善の基本方針は次のとおりである<sup>1)2)</sup>。

(i) 改善の基本方針（抜粋）

(a) 理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会をもたせ、科学への関心を高める観点から、実社会・実生活との関連を重視する内容を充実する方向で改善を図る。また、持続可能な社会の構築が求められている状況に鑑み、理科についても、環境教育の充実を図る方向で改善する。



これを受けて改善の具体的事項として、中学校においては、次のように示されている<sup>1)</sup>。

(ii) 改善の具体的事項 (抜粋)

身近な自然の事物・現象について生徒が自ら問題を見だし解決する観察・実験などを一層重視し、自然を探究する能力や態度を育成するとともに、科学的な知識や概念を活用したり実社会や実生活と関連付けたりしながら定着を図り、科学的な見方や考え方、自然に対する総合的なものの見方を育てることを重視して、次のような改善を図る。

また、高等学校においては、次のように示されている<sup>2)</sup>。

(ii) 改善の具体的事項 (抜粋)

(7) 科学技術が発展し、実社会・実生活を豊かにしてきたことについて、身近な事物・現象に関する観察・実験などを通して理解させ、科学的な見方や考え方を養うとともに、自然や科学に関する興味・関心を高める新たな科目「科学と人間生活」を設ける。「科学と人間生活」は、科学の発展、生活の中の科学、科学と人間生活などで構成する。

これらを踏まえて、学習指導要領の改訂が行われた。

中学校理科の学習指導要領解説には改訂に当たっての基本的な考え方が、次のように示されている<sup>1)</sup>。

(1) 改訂に当たっての基本的な考え方(抜粋)

③ 科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めること

国内外の様々な調査から、生徒が科学を学ぶ意義や有用性を実感していないことなどが課題となっている。そのため、科学技術が日常生活や社会を豊かにしていることや安全性の向上に役立っていること、理科で学習することが様々な職業と関係していることなど、日常生活や社会との関連を重視して改善を図る。さらに、持続可能な社会の構築が求められている状況も踏まえ、環境教育の充実を図る。

(4) 指導計画の作成と内容の取扱い

ウ 科学技術が日常生活や社会を豊かにしていることや安全性の向上に役立っていることに触れること。また、理科で学習することが様々な職業などと関係していることにも触れること。

また、高等学校理科の学習指導要領解説にも次のように示されている<sup>2)</sup>。

3 改訂の要点(抜粋)

(3) 今日の科学や科学技術の発展はめざましく、その成果が社会の隅々にまで活用されるようになっている。このように急速な進展に伴って変化した内容については、その変化に対応できるように学習内容を見直す。また、科学や科学技術の成果と日常生活や社会との関連にも留意し改善を図る。

さらに、高等学校において新設された科目「科学と人間生活」の目標及びその解説には次のように示されている<sup>2)</sup>。

2 「科学と人間生活」の目標（抜粋）

自然と人間生活とのかかわり及び科学技術が人間生活に果たしてきた役割について、身近な事物・現象に関する観察、実験などを通して理解させ、科学的な見方や考え方を養うとともに、科学に対する興味・関心を高める。

「科学と人間生活」の目標は、自然に対する理解や科学技術の発展が日常生活や社会に与えた影響と、それらが果たしてきた役割を学ぶ中で、科学的な見方や考え方を養い、科学に対する興味・関心を高めることにある。このため、これまで人間が自然をどのように理解し利用してきたかということや、日常生活や社会に深く関係している科学技術について、具体的な事例を取り上げ、生徒自らが行う観察、実験などを通して、科学の成果や果たしてきた役割について理解させ、科学的な見方や考え方を養うとともに、科学に対する興味・関心を高めることとしている。

(2) 全国学力・学習状況調査の結果から

中学校理科において平成24年度と平成27年度に実施した全国学調の全国集計の結果（図1、図2）からは、理科を学ぶことに対する意義・有用性についての状況に改善の兆しは見られるものの、依然として否定的な回答が多く見られる<sup>7)4)</sup>。

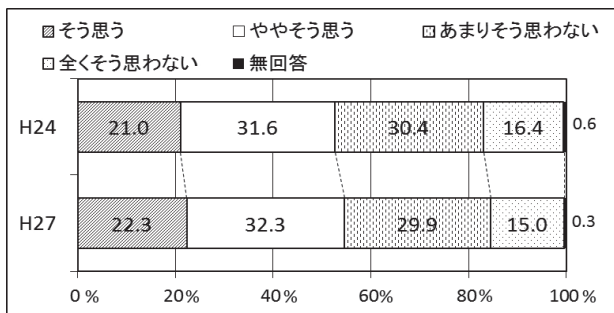


図1 理科は将来役に立つと思いますか

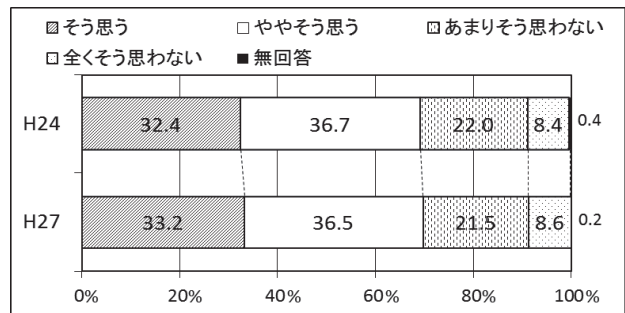


図2 理科の勉強は大切だと思いますか

また、小学校及び中学校の全国学調の児童、生徒質問紙の結果から、「好きだ」の項目についての肯定的回答は、国語、算数・数学と比較すると、小学校では高く、中学校では同程度であることが分かる。一方、「大切だ」「将来役に立つ」の項目についての肯定的回答は、国語、算数・数学と比較して低い状況にあり、理科を学ぶことに対する意義・有用性についての課題が見られる（表1）<sup>7)4)</sup>。

表1 平成27年度全国学調 児童、生徒質問紙の全国集計の結果

|           | 小学校    |          |          | 中学校    |          |          |
|-----------|--------|----------|----------|--------|----------|----------|
|           | ① そう思う | ② ややそう思う | 肯定的回答①+② | ① そう思う | ② ややそう思う | 肯定的回答①+② |
| 勉強は好きだ    |        |          |          |        |          |          |
| 理科        | 55.0   | 28.5     | 83.5     | 29.8   | 32.1     | 61.9     |
| 国語        | 25.0   | 36.3     | 61.3     | 23.3   | 37.1     | 60.4     |
| 算数・数学     | 38.8   | 27.9     | 66.7     | 29.1   | 27.1     | 56.2     |
| 勉強は大切だ    |        |          |          |        |          |          |
| 理科        | 59.8   | 27.2     | 87.0     | 33.2   | 36.5     | 69.7     |
| 国語        | 66.0   | 26.1     | 92.1     | 55.3   | 34.5     | 89.8     |
| 算数・数学     | 74.6   | 18.5     | 93.1     | 48.2   | 34.5     | 82.7     |
| 勉強は将来役に立つ |        |          |          |        |          |          |
| 理科        | 44.5   | 30.1     | 74.6     | 22.3   | 32.3     | 54.6     |
| 国語        | 56.8   | 31.8     | 88.6     | 45.1   | 39.0     | 84.1     |
| 算数・数学     | 68.6   | 21.8     | 90.4     | 37.8   | 34.5     | 72.3     |

※数値はすべて%とする

## II 研究の内容

本研究では、これまで述べた背景を踏まえ、生徒の理科に対する意識等を把握するために、研究協力委員が所属する中学校及び高等学校において担当する学級でアンケート調査を実施した。アンケート回答を集計し、現状を分析した上で、科学と人間生活との関わりを意識させながら、科学を学ぶ意義や有用性を実感させる理科の授業づくりに向けて具体的な方策を検討した。

### 1 アンケート調査並びに現状分析

#### (1) アンケートの質問項目

本研究のアンケート項目に、全国学調の生徒質問紙の調査項目を加えた。アンケート項目は表2のとおりであり、Q1～Q6は、「①当てはまる」から「④当てはまらない」までの選択式とし、Q7、Q8は記述式とした。

表2 本研究のアンケート項目

|    |  |
|----|--|
| Q1 | 科学や自然について疑問をもち、その疑問について人に質問したり、調べたりすることがありますか。                 |
| Q2 | 自然の中で遊んだことや自然観察をしたことがありますか。                                    |
| Q3 | 理科の勉強は好きですか。また、そのように答えた理由を書いてください。                             |
| Q4 | 理科の勉強は大切だと思いますか。   |
| Q5 | 理科の授業で学習したことをふだんの生活の中で活用できないか考えますか。                            |
| Q6 | 理科の授業で学習したことは、将来、社会に出たときに役に立つと思いますか。                           |
|    | [Q1～Q6の選択肢]  |
|    | ①当てはまる ②どちらかと言えば当てはまる ③どちらかと言えば当てはまらない ④当てはまらない                |
| Q7 | 理科の授業で学んだことや原理・法則が、日常生活の中ではどのように使われていますか。<br>できるだけたくさん書いてください。 |
| Q8 | 理科を学んで良かったこと、役立ったことをできるだけたくさん書いてください。                          |

#### (2) アンケートの実施及び結果

平成27年度上半期にアンケート調査を実施し、中学校から155名、高等学校から245名の回答を得た。アンケート回答から、現状把握と分析を行い、Q1～Q6の結果を中学校と高等学校とで比較した(図3)。また、Q2～Q6は全国学調と同一項目であり、平成24年度及び平成27年度の全国学調の中学校の全国集計の結果を併せて示す<sup>7)</sup>。

この結果から、Q1～Q3について、中学校から高等学校へ進むにつれて、肯定的な回答が減少しているが、Q2については、本研究対象の中学校において肯定的な回答が高かった。

Q3については、生徒に理由を併せて調査した。「理科が好き」とする肯定的な回答の理由として、「実験が楽しい」と回答した生徒が最も多く、他にも、「実験結果から自然の仕組みを考えること」「疑問が解消すること」などが挙げられている。一方、否定的な回答の理由として、「覚えることが多い」「目に見えない」「計算が難しい」「役に立たない」「必要と感ぜない」などの記述が目立った。表3に主な回答例を示す。

Q4～Q6について肯定的回答の割合は、全国学調とほぼ同じ、もしくはやや高い割合を示した。Q4～Q6に関して、生徒の理科に対する意識を更に具体的に把握するために、Q7、Q8において理科の活用例や役立つと感じた体験などを具体的に記述させた。Q7、Q8の記述について代表的なものを表4に示す。

本研究の回答数：中学校N=155、高等学校N=245  
 全国学調：全国集計の結果、その他・無回答は省略

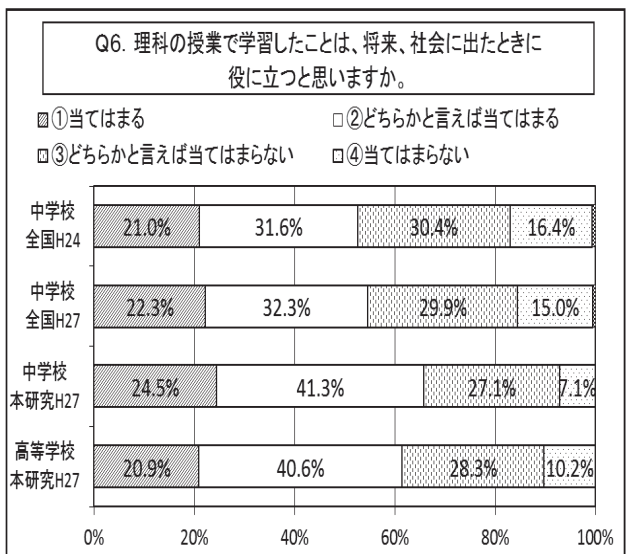
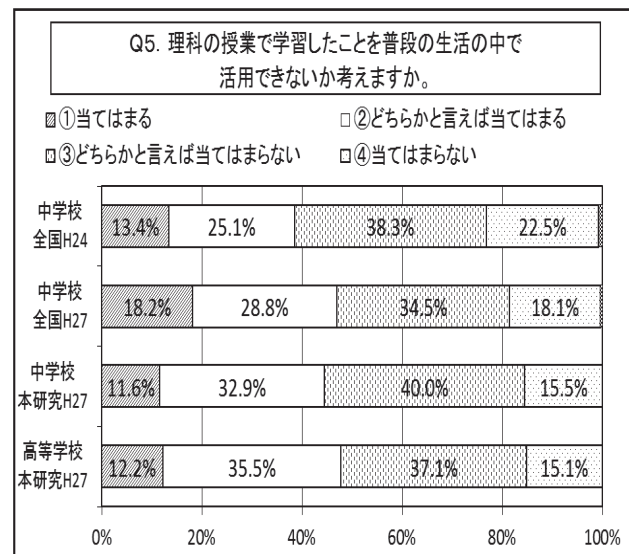
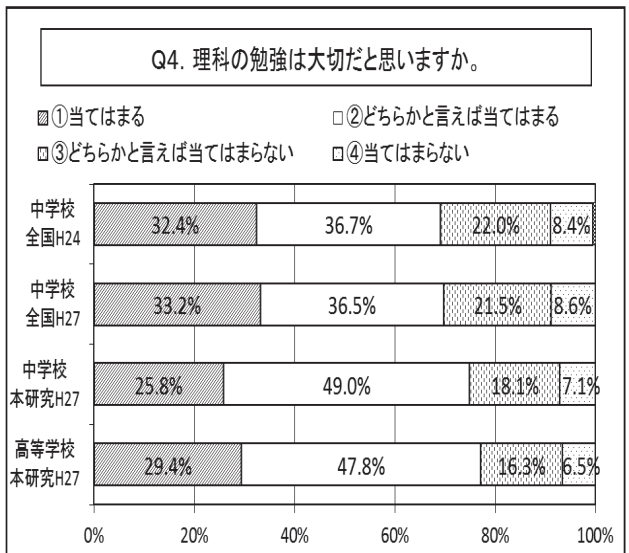
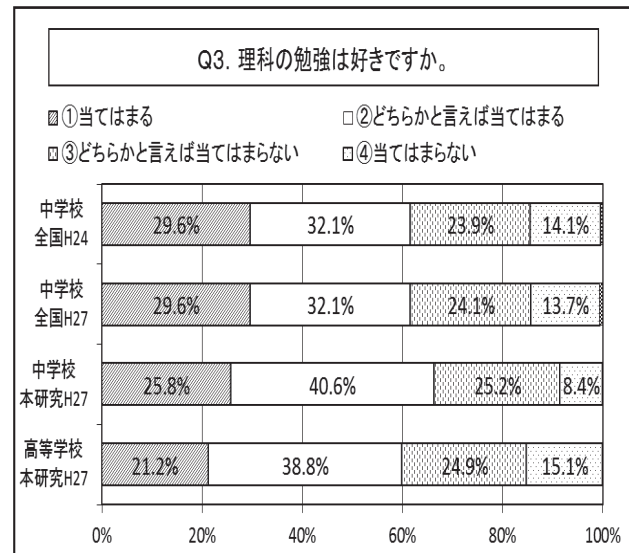
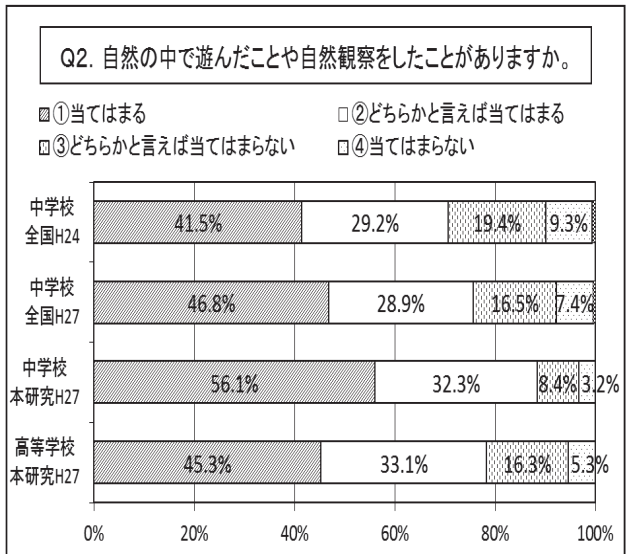
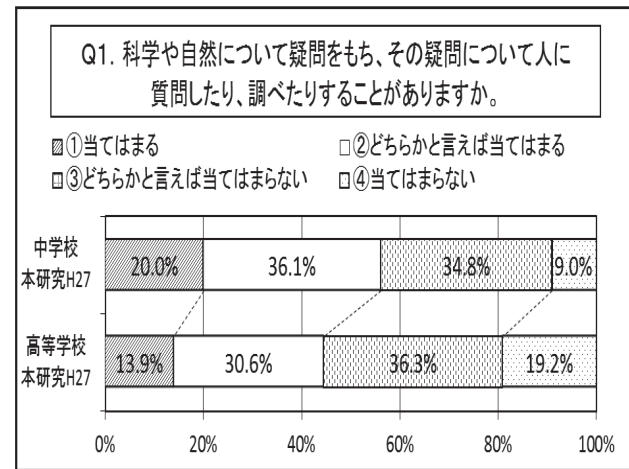


図3 アンケート調査の結果



表3 Q3「理科の勉強は好きですか。」に対する回答の理由

## [肯定的な回答の理由]

- 実験が楽しい。(複数回答で最も多い)
- 実験の結果からどのようにになっているのかを考えるのが楽しい。
- 知らなかったことを新しく知ることがうれしくて楽しい。
- 原理が分からないことを実証するのが楽しい。
- 一つ一つが明確になっていく。
- 疑問が解消したときに面白い。
- 実験で変化が起こるのを見ると楽しい。目に見える変化は好き。

## [否定的な回答の理由]

- 覚える言葉が次々と増える。
- 目に見えない気体が嫌い(想像できない)。
- 計算やグラフ問題があり、数学ができないと無理だ。
- モルなんか面倒くさい。
- できない。苦手だ。
- 覚えるものが多い。役に立つとは思わない。
- 納得するまで時間がかかる。将来必要になるとは思えない。
- 法則を覚えるのがたいへん。
- 難しい。ややこしい。

表4 Q7、Q8に対する記述例

## [Q7の具体的な記述例]

- 人間は酸素を吸って二酸化炭素を吐く。
- 根っこをみて、どんな根っこの種類が見たら分かってくる。
- 鏡は反射の法則を利用していること。
- その辺を歩いていると、地面に咲いている植物が何か分かることがある。
- てこの原理が荷物を持ち上げることに使われている。
- 触って良いものや、触ってはいけないものが分かる。
- 花などの効率の良い育て方が分かる。

## [Q8の具体的な記述例]

- 知っていることが増えた。知らなかったことが分かった。
- 植物を育てるのに必要なものが分かった。
- 学校の帰り道に花を見ていると「あ、あの花は学校で習ったものだ」と思った。学校で学習すると良いなということが分かった。
- 草花を植える場所を工夫した。
- 太陽のある方向でどこが南か北か判断するとき。
- 家族に植物のはたらきなどいろいろ話すことができた。

## 2 授業づくりの方策の検討

現行の中学校及び高等学校学習指導要領解説の「改訂に当たっての基本的な考え方」にもあるように、生徒が科学を学ぶ意義や有用性を十分に実感していないことが課題となっている。本研究において、生徒のアンケート調査の結果を分析した結果、「覚えるのが大変」等の意見が多くみられた。この原因として、教師から生徒への「知識の伝達」が中心になっていることが多く、生徒の「主体的な学び」の機会が十分ではないことが考えられた。そこで、科学と人間生活との関わりを意識しながら、教師による一方向の「知識の伝達」型の授業を改善し、生徒の「気付き」を引き出す授業づくりの方策について検討した。本研究においては生徒が学ぶ意義や有用性を感じさせるため、次の三つの視点を意識して授業実践を行い、授業づくりにおいて大切なことを見出すこととした。

### (1) 実態把握と題材選び —授業・単元の構想の段階で意識すること—

理科の学習に対して肯定的に捉えている生徒がいる一方で、抵抗感や否定的な考えをもつ生徒がいることを把握する必要がある。アンケートQ3の「好きだ」に対する回答の理由から、中学校から高等学校へ進むにつれて、「理科は難しい」というイメージが生徒に広がっていることが推測できる。また、生徒の否定的な回答の理由として、目に見えないものを扱ったり、法則や計算がどのように生かされているか理解できていなかったりすることなどが見られる。このように、生徒がどのような課題を感じているのかを正確に把握することで、どのような題材を用いればよいかを考えることができる。

本研究では、学習内容に対する生徒の実態を十分把握し、授業・単元を構想する段階において、生徒の実態を踏まえた題材選びを行い、学習内容を日常生活へ焦点化して「理科は身近で日常的である」というイメージの定着を図ることを目指した。

### (2) 思考場面の設定 —1単位時間の授業で意識すること—

生徒の気付きを引き出すためには、生徒自身の思考場面に授業に位置付ける必要がある。例えば、導入時において学習する現象がどのようなところで起こるか想起させたり、日常生活と関わり深い現象を題材として、観察・実験を生徒自身に試行錯誤させたりするなどの場面を設定することで生徒の学習意欲を高め、気付きを引き出す。場面設定においては、授業を通して生徒に身に付けさせたい力をイメージして行う。その際、発想が広がりすぎて学習内容の焦点がぼやけないように、事前に教師側で場面を限定する場合と、自由な発想が広がるようにオープンエンドな場面を設定する場合が考えられる。

以上の場面設定に加えて、生徒の思考を後押しする方法の提示や手がかりを示すことが必要となる。本研究では、考える視点や思考のヒントとなる情報を提示するなど、生徒の思考を促し、より深めるための方法や教具について工夫した。

### (3) 学びの手ごたえ —授業・単元を貫いて意識すること—

本研究の目的は、理科を学ぶ意義や有用性を実感させることであり、そのためには生徒自身に学びの手ごたえを意識させることが重要である。そのために、生徒に自分の力でまとめたり、表現したり、他の人に伝えたりする活動を取り入れる。その手立てとして、授業後に振り返りの時間を確保・充実させたり、発表や班活動などの表現させる場面や方法を工夫したりすることなどが考えられる。また、生徒に学習したことを活用してものづくりを行わせたり、パフォーマンス課題に取り組みせたりすることで、学びの手ごたえを感じるのではないかと考えた。

教師は、生徒の記述や生徒との関わりなどの中から、生徒の変容を見取り、その後の授業へ生かすことで、より深みのある授業を追求し、授業力の向上を目指した。

### 3 実践を通して見えたもの

第2部で紹介する実践事例の中から、授業づくりにおいて大切であると考えられる要素を抽出し、次のようにまとめた。

#### (1) 実態把握と題材選び

本研究では、学習内容に対して生徒がどのような実態であるかを把握し、どのような題材を扱うかを検討して実践を行った。教師は、生徒の学びを促進させるために、生徒の実態から学びせたい到達点に向けて的確に題材を選定する必要があり、場当たりのではなく、教師の意図や授業のねらいを明確にして計画的に実施することが大切である。

[生徒の実態]

- ・身の回りで起きている事物・現象であるが、目に見えなかったり、ありふれていたりするため、生徒が意識していない。(エネルギー、摩擦、原子・分子など)
- ・様々な用語が頻出する單元において、身近な事物・現象と生徒の間に心理的距離ができる。(体内での現象など)
- ・計算や論理が学習のほとんどを占め、観察・実験を伴わない授業・單元では、その学習がどのように生かされているのか実感しにくい。

[題材の選出・設定]

- ・生徒が、あらかじめ肯定的に捉えているものや、興味をもっているものを題材として選ぶ。
- ・生徒が、苦手意識や抵抗感をもっていたりする題材を意図的に選び、その克服につながる教材を準備する。
- ・日常の事物・現象と生徒との心理的な距離が見られる場合、その橋渡しとなるような教材を準備する。
- ・見えないものを可視化する。
- ・生徒の考え方を広げるために、地域や先哲に学ぶような教材も効果的である。
- ・教材を選ぶ際には、入手しやすい素材を使うなど準備についても考慮する必要がある。

#### (2) 思考場面の設定

生徒の気付きを促すために大切なことは、生徒が自分で考える時間や場面を十分確保し、生徒の主体性が発揮され、思考の深まりが見られるような場面設定を行うことである。また、授業を通して生徒に身につけさせたい力をイメージして設定することが大切である。生徒の思考を後押しする方法の提示や手がかりを示すことが必要となる。

[場面設定]

- ・対象とする現象が、日常生活のどのような場面で起きているのかを想起させる。
  - ・実験方法を自ら考える時間や、試行錯誤をする時間を設定する。
  - ・考えを焦点化させるために、あらかじめ教師側で考える場面を限定する。
- これらの場面設定を行ったことで、本実践では次のような手立てが見られた。

[思考を促す手立ての例]

- ・語句や事象をつながりで意識させたり、分けて考えさせたりするなど考える視点を示す。
- ・考える手がかりとなる情報をシートとして配付する。
- ・情報機器を用いて調べさせる。
- ・生徒の学習状況に応じてヒントカードや画像を示す。
- ・ワークシートに手がかりとなる図や文章を記載しておく。
- ・ラミネートしたシートやホワイトボードに書き込ませながら考えさせる。
- ・思考ツールを活用する。
- ・班活動の方法を工夫する。

(3) 学びの手ごたえ

授業や単元を通して大切なことは、生徒に学びの手ごたえを実感させることであると、実践から改めて分かった。生徒は自分の力でまとめたり、表現したり、他の人に伝えたりすることで、生徒自らで学びの手ごたえを実感する。これを今後の授業につなげていくことで、より授業に深みが増す。そのためには、生徒の状況や生徒が書いた文章、生徒との関わりなどの中から、生徒の変容を見取ることが大切である。また、生徒の姿を基にして、授業を再構成する姿勢も必要となる。教師が、そのような心構えで授業に臨み、生徒の学びの手ごたえを大切にすることで、それまで受動的であった生徒が積極的に活躍する場面が多く見られた。

[手立ての例]

- ・単元の前後に学習内容に関することを書かせた。
- ・単元のはじめに、今後の学習内容の基礎となる内容をまとめさせた。
- ・学習した内容を基に、日常生活で見られる事物・現象について考えさせた。
- ・ものづくりを行わせ、学習内容に意義を見出させた。
- ・振り返りの時間を確保し、授業で大切なことなどを書かせた。
- ・ルーブリック評価を用いて自己評価を行わせた。
- ・単元の最後に、パフォーマンス課題（第2部「実践事例④」参照）に取り組ませた。
- ・単元の最後に、学習した概念を整理しながら、班活動を通して振り返らせた。

(4) 実践の成果と課題

図4は、協力委員の勤務校で行った本実践前後のアンケート結果の一部である。Q5、Q6について、中学校、高等学校で数値の差はあるものの、授業実践の前後では肯定的回答の割合に、いずれも上昇が見られた。また、この両項目について大きな上昇が見られた学校もあった。この結果の要因として、本時のみの授業実践だけではなく、普段の授業において日常生活との関わりを意識しながら、生徒の気付きを大切にした授業の成果であると考えられる。

一方で、日常的に生徒が学ぶ意義や有用性をどのように感じていて、それを教師がどのように捉え、評価したり、授業へ反映させたりすればよいのかが課題である。本研究では、実践者によって生徒の様子や記述等から、生徒の学ぶ意義や有用性をどう感じているのかを捉えているが、統一的なものではなく教師の力量にゆだねられているところが大きい。Ⅲに後述するように、本研究で目指す生徒の姿は、これから求められる資質・能力と共通する部分が多く、指導と評価の一体化の観点から、より具体的な評価についての検討が必要である。

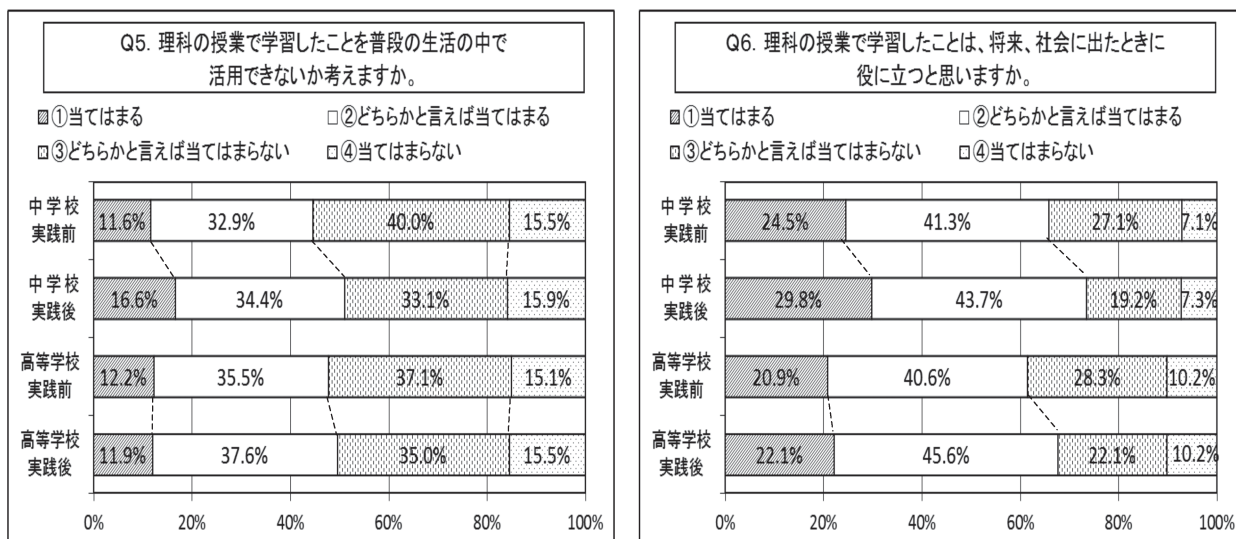


図4 実践前後のアンケート結果の比較



### Ⅲ 次期学習指導要領と本研究の関連

中央教育審議会では、文部科学大臣の諮問(平成26年11月)を受け、次期学習指導要領の改訂に向けた審議が行われ、平成28年12月に答申(以下「平成28年答申」という。)が出された。平成28年答申では、指導要領改訂に向けて育てる資質・能力が示され、理科においても「知識・技能」「思考力・判断力・表現力等」「学びに向かう力・人間性等」の三つの柱に沿った整理が行われた(表5)<sup>7)</sup>。資質・能力の「学びに向かう力・人間性等」において、中学校では「日常生活との関連、科学することの面白さや有用性の気付き」、高等学校では「日常生活との関連、科学の必要性や有用性の認識」と示されているように、日常生活との関わりや理科を学ぶ有用性に関する授業実践が求められている<sup>7)</sup>。

表5 理科において育成を目指す資質・能力の整理

|            | 知識・技能   | 思考力・判断力・表現力等  | 学びに向かう力・人間性等  |
|------------|---|---|---|
| 高等学校<br>理科 | <選択科目><br>・知識・技能の深化<br>・自然事象に対する概念や原理・法則の体系的な理解   | ・科学的な探究能力(論理的・分析的・統合的に考察する力)<br>・新たなものを創造しようとする力  | ・果敢に挑戦する態度<br>・科学的に探究する態度<br>・科学に対する倫理的な態度  |
|            | <必修科目><br>・自然事象に対する概念や原理・法則の理解<br>・科学的探究についての理解<br>・探究のために必要な観察・実験等の技能                                    | ・自然事象の中から見通しをもって課題や仮説を設定する力<br>・観察・実験し、得られた結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する力と科学的な根拠を基に考えを表現する力<br>・仮説の妥当性や改善策を検討する力                             | ・自然事象に対する畏敬の念<br>・諦めずに挑戦する態度<br>・日常生活との関連、科学の必要性や有用性の認識<br>・科学的根拠に基づき、多面的、総合的に判断する態度<br>・中学校で身に付けた探究する能力などを活用しようとする態度     |
| 中学校<br>理科  | ・自然事象に対する概念や原理・法則の基本的な理解<br>・科学的探究についての基本的な理解<br>・探究のために必要な観察・実験等の基本的な技能(安全への配慮、器具などの操作、測定の方法、データの記録・処理等) | ・自然事象の中に問題を見いだして見通しをもって課題や仮説を設定する力<br>・計画を立て、観察・実験する力<br>・得られた結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する力と科学的な根拠を基に表現する力<br>・探究の過程における妥当性を検討するなど総合的に振り返る力 | ・自然を敬い、自然事象に進んでかかわる態度<br>・粘り強く挑戦する態度<br>・日常生活との関連、科学することの面白さや有用性の気付き<br>・科学的根拠に基づき判断する態度<br>・小学校で身に付けた問題解決の力などを活用しようとする態度 |

(「平成28年答申別途資料 別途5-1」<sup>2)</sup> から作成 下線：岡山県総合教育センター)

また、平成28年答申においては「アクティブ・ラーニング」の三つの視点からの学習過程の質的改善が求められており(図5)、理科については次のように述べられている<sup>7)</sup>。

i) 「主体的・対話的で深い学び」の実現

○ 理科においては、「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の三つの視点から学習過程を更に質的に改善していくことが必要である。なお、これら三つの視点はそれぞれが独立しているものではなく、相互に関連し合うものであることに留意が必要である。

(「主体的な学び」の視点)

- ・ 理科において「主体的な学

び」を実現していくためには、例えば、a) 自然の事物・現象から問題を見だし、見通しをもって課題や仮説の設定や観察・実験の計画を立案したりする学習場面を設けることや、b) 観察・実験の結果を分析・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する学習場面を設けること、c) 得られた知識や技能を基に、次の課題を発

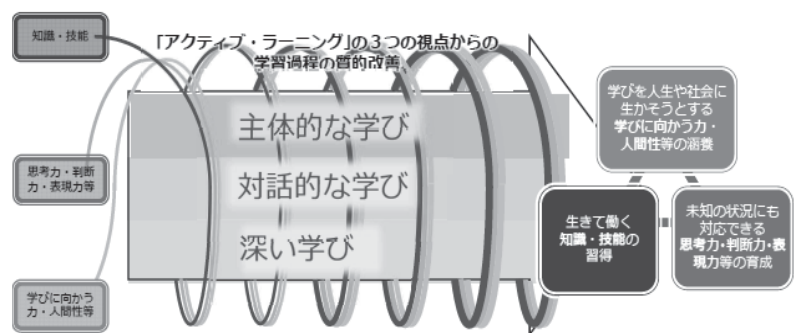


図5 資質・能力と主体的・対話的で深い学び  
(「アクティブ・ラーニング」の視点)の関係(イメージ)

見したり、新たな視点で自然の事物・現象を把握したりする学習場面を設けることなどが考えられる。

(「対話的な学び」の視点)

- ・ 理科において「対話的な学び」を実現していくためには、例えば、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・推論する場面などでは、あらかじめ個人で考え、その後、意見交換したり、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場面を設けることなどが考えられる。

(「深い学び」の視点)

- ・ 理科においては、自然の事物・現象について、「理科の見方・考え方」を働かせて、探究の過程を通して学ぶことにより、資質・能力を獲得するとともに、「見方・考え方」も豊かで確かなものとなると考えられる。さらに、次の学習や日常生活などにおける問題発見・解決の場面において、獲得した資質・能力に支えられた「見方・考え方」を働かせることによって「深い学び」につながっていくものと考えられる。






本研究では、「知識の伝達」型の教師による一方向の授業ではなく、科学と人間生活との関わりを意識しながら、生徒の「気付き」を引き出す授業づくりについて検討した。前述のとおり、本実践においても、「主体的な学び」「対話的な学び」を実現するための場面設定や教師の手立てを意図的に行った。また、生徒自身が学んだ手ごたえを実感することが最も重要であり、日常生活を意識した授業・単元を計画・実施することの大切さを改めて感じている。平成28年答申には「探究の過程の中で、観察・実験を通じて仮説を検証するために効果的な教材の開発が必要であり、各教員の創意工夫を共有化するような取組も重要である。」<sup>9)</sup>とあるように、本研究のように実践を教師間で共有することが求められている。

#### IV おわりに

生徒が「理科を学ぶ意義や有用性を実感」するには、知識中心の学習だけではなく、理科で学習した内容が日常生活の中で活用されていることを、学びの中で自ら気付き、実感することが第一であると考えている。そのためには「実社会や実生活と関連付け」ながら、本物に触れる観察・実験などを通じた「豊かな体験」に基づいた理解や、自らの体験を基に、仮説を立て観察・実験を通して理解するなどの学習が大切である。

また、教師が考えている日常生活と生徒が感じている日常生活にはギャップがあり、教師は生徒の視線に合わせる必要があるのではないかと考えている<sup>3)</sup>。本研究でも、物理的に近くても心理的に距離を感じている生徒の様子が感じられ、実態把握の重要性を改めて感じている。子供たちが何気なく見ている風景の中にある不思議や疑問に対して興味・関心を引き出し、自身で考えたいと思えるようにするのも教師の役目である。しかし、子供たちにとっての日常は絶え間なく変わり、教師も柔軟に対応しながら実態を踏まえた実践事例の積み上げが求められる。各学校の研修会等で本理科指導資料を活用し授業づくりの参考としていただければ幸いである。

## 第2部 中学校・高等学校における実践事例編

| 実践事例 | 単元                         | タイトル                  | 授業づくりの視点  | ページ |
|------|----------------------------|-----------------------|---|-----|
| ①    | 中学校第3学年『エネルギー』<br>エネルギー    | 身の回りにはエネルギーだらけ？       |     | 18  |
| ②    | 中学校第1学年『粒子』<br>物質のすがた      | 金属の利用について考えよう！        |          | 21  |
| ③    | 中学校第2学年『生命』<br>動物の体のつくりと働き | カードゲームを通して消化・吸収を学ぶ    |     | 26  |
| ④    | 中学校第3学年『生命』<br>遺伝の規則性と遺伝子  | 単元を見通した授業展開の構想        |     | 29  |
| ⑤    | 高等学校「科学と人間生活」<br>光や熱の科学    | 虹ができる位置関係を確認しよう！      |     | 35  |
| ⑥    | 高等学校「科学と人間生活」<br>宇宙や地球の科学  | ハザードマップを作成する          |     | 38  |
| ⑦    | 高等学校「物理基礎」<br>様々な力とその働き    | 日常生活で見られる摩擦           |     | 40  |
| ⑧    | 高等学校「物理基礎」<br>波            | 音波の性質を活かした技術を考え紹介しよう！ |    | 43  |
| ⑨    | 高等学校「化学基礎」<br>物質と化学反応式     | 「単位」が示すものを実感させる       |     | 46  |
| ⑩    | 高等学校「化学」<br>化学反応と化学平衡      | 化学平衡を利用した「ものづくり」      |     | 49  |
| ⑪    | 高等学校「生物基礎」<br>生物の体内環境      | コオロギの血球観察             |    | 51  |
| ⑫    | 高等学校「生物基礎」<br>遺伝子とその働き     | 「遺伝子とその働き」のまとめ        |    | 55  |

## 実践事例の見方

本研究では、次の(1)～(3)の視点で授業づくりを考えた。マークは、それぞれの視点を示している。

## (1) 実態把握と題材選び

—授業・単元の構想の段階で意識すること—



## (2) 思考場面の設定

—1単位時間の授業で意識すること—



## (3) 学びの手ごたえ

—授業・単元を貫いて意識すること—



## 実践事例① 身の回りにはエネルギーだらけ？

中学校第3学年『エネルギー』エネルギー



### (1) 授業づくりの視点

「エネルギー」については、その捉え方や変換・保存といった量的な関係、更には資源の有効利用に至るまで、関係する学習内容は多岐にわたる。また、エネルギーの効率的な利用について考えることは、これからの社会でますます重要となる。一方で、生徒にとって「エネルギー」は目に見えないものであり、日常的に意識しにくい側面もある。そこで、本実践では、身の回りの様々なエネルギーに目を向けさせるために、何気ない日常の場面でどのようなエネルギーがあり、変換されているのかを班対抗で考えさせ、エネルギー変換が身の回りの至るところで行われていることを楽しみながら実感させ、興味・関心をもたせることをねらいとした。

### (2) 実践例

本実践では、身の回りにある多くのエネルギーに気付かせるために、班対抗でより多くのエネルギーを見付けるという競争を取り入れた。また、電気製品等を例に挙げてエネルギーを考えさせるのではなく、日常で起こりうる場面を設定することで、生徒の発想を広げやすくさせた。生徒に考えさせたのは、「花火が上がる」「バットでボールを打つ」「テレビを見る」「窓ガラスを割る」という四つの場面であり、それぞれについて2班ずつ担当させた。また、A3サイズ of 用紙の中央にそれぞれの場面のイラストを入れ、ラミネート加工したものを配付し、書き込みながら考えられるようにした。

#### ○前時までの学習・活動

- ・身の回りにはどのようなエネルギーがあるのか学習した。
- ・私たちは、様々なエネルギーを変換して利用していることを学習した。

#### ○展開例

|  |                                       |   |       |
|--|---------------------------------------|---|-------|
| 【単 元】(7)科学技術と人間 ア エネルギー (ア)様々なエネルギーとその変換                               |                                       |   |       |
| 【目 標】日常場面の中にあるエネルギーとその変換を探し、説明する活動を通して、エネルギーを日常生活との関わりで考える。 [関心・意欲・態度] |                                       |   |       |
|  | 学習活動                                  | 教師の指導・支援  | 学習評価等 |
| 導<br>入   | 1 私たちは、様々な器具でエネルギーを変換して利用していたことを思い出す。 | ○スマートフォンを例に、器具によるエネルギーの変換を思い出させる。   |       |
|  | 2 目標を確認する。                            |   |       |
| 日常場面の中にあるエネルギーの変換について考えよう。   |                                       |   |       |
| 展<br>開   | 3 班活動の説明を聞く。                          | ○生活の一場面を示した挿絵の中に隠れているエネルギーの変換をできるだけ多く見つけ出すように指示する。<br>○挿絵の中に隠れているエネルギーを一つ紹介し、ヒントを与えた上で班活動を行わせる。 |       |



|    |   |  |  |
|----|---|--|--|
|    | 4 班活動を行う。   | ○同じエネルギー変換でも、変換されている場所が異なる場合はそれも一つと数えることを伝える。<br>○活動の進んでいない班への助言と支援を行う。<br>○発表は、指名した生徒にしてもらうことを告げることで、班の中の誰もが説明できるように促す。 | ○日常場面の中にあるエネルギーとその変換を探し、説明する活動を通して、エネルギーを日常生活との関わりで考えようとしている。〔関心・意欲・態度〕（観察、ワークシート） |
|    | 5 他の班の発表を聞く。  | ○シートを黒板に貼り、見つけたエネルギー変換の一つ一つの意味を説明させる。  |  |
|    | 6 エネルギー変換についての説明を聞く。  | ○身の回りは多数のエネルギー変換にあふれていることを伝える。<br>○目的とするエネルギー以外のエネルギーも多く発生すること、エネルギーの中には他のエネルギーへと変換することが難しいものがあることを伝える。                  |  |
| 終末 | 7 まとめをして、本時を振り返る。   | ○ノートにまとめさせ、ワークシートに振り返りを記入させる。  |  |
|    | 身の回りにはたくさんのエネルギーであふれている。目的とするエネルギーだけをつくる時、必ず目的以外のエネルギーもできる。 |  |  |

## ○事後の学習・活動

- ・エネルギーの変換の中でたくさん発生する熱の伝わり方について学習する。
- ・エネルギー変換の前後で、その総量はどうか変化するか学習する。

## (3) 実践から見てきたもの

## ①生徒の取組

生徒は意欲的に取り組み、班で協力しながら活動を進めていた。授業後の生徒の感想を見ると、班で考えることにより、自分では考えられなかったエネルギーとその変換に気が付く生徒が多くいたようである。一方で、難しさを感じている班もあった。特に「テレビ見る」場面については考えづらく困っていた様子が見え、考える対象を広げて考えても良いと声をかけると、見つけるエネルギーも増えていった。

班活動の後、それぞれの班で見つけたエネルギーとその変換について発表をさせた。同じ場面を担当した二つの班が互いに気が付いていないエネルギーなどがあると納得しながら考え方を広げている様子が見え、図1-1。



図1-1 授業の様子

図1-2は、それぞれの班活動で考えていたものであり、多くの班は10程度のエネルギーを見つけていた。「窓ガラスを割る」場面を考えたらある班では、「音」が複数使われており、生徒に尋ねると「ガラスが落ちる度に音が鳴るから」と返答をした。班対抗の競争であるので、他の班からはルール違反との声も出たが、至るところでエネ

ルギーが生じていることに納得する様子も見られた。図1-3に生徒の感想の一部を紹介する。

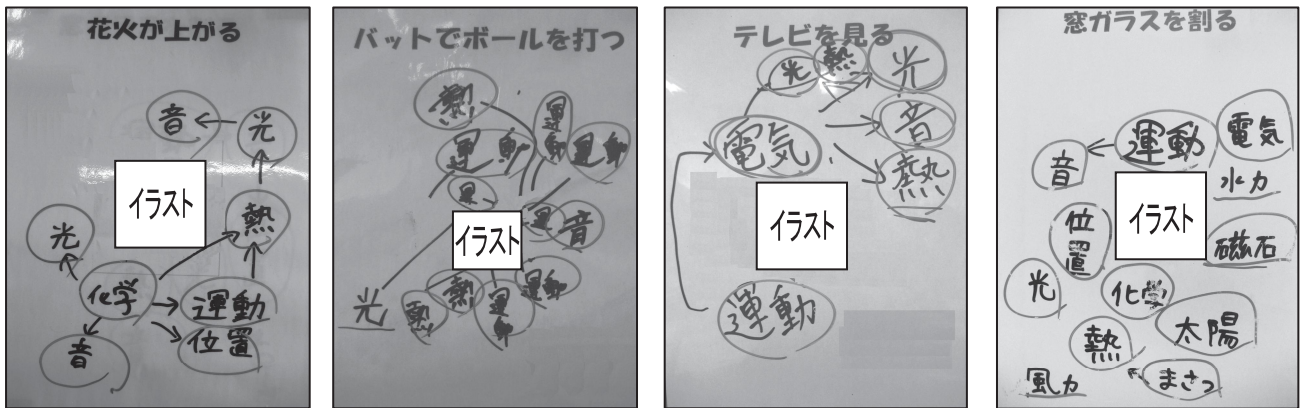


図1-2 授業で使用したシートと生徒の記入例  
(シートの中央部にそれぞれの場面のイラストあり)

- ・自分で考えるより、みんなで考えた方がたくさんの意見が出てよかった。楽しみながらできたので、いつもより内容が頭に入った気がした。
- ・他の人のいろいろな意見があって見方が広がった。
- ・身のまわりはいろいろな種類のエネルギーがあふれていて、それらが別のエネルギーに移り変わり続けていることがわかった。
- ・ふだん何気なくやっていることでも、じっくり見ていくと色々なエネルギーがあることにびっくりしたし、おもしろかった。

図1-3 授業後の生徒の感想

## ②授業者の感想と今後の展望

本実践は、生徒の生活場面をもとに、エネルギーの存在に気付かせ、その変換について考えさせた。班によっては、「窓ガラスを割る」場面において一つ一つのガラスが床に落ちたときに発する音に注目するなど、授業者としては想定しなかった回答が出てきて、困惑することもあったが、同時に生徒の発想力に驚かされた。今回は、考える対象場を広げることが許容しながら進めさせた。このことで、より自分自身の生活と重ね合わせながら考えを広げていたように思う。一方で、対象場を広げすぎたことによりエネルギーの変換の観点で考えると結び付きが曖昧なものとなったり、科学的に誤った捉え方をしたりすることもあり、生徒の説明の中で訂正することもあった。今後に向けては、生徒の実情を踏まえて、エネルギーの変換が考えやすく、なおかつより考えを広げられる場面設定が大切であると感じている。

授業後に生徒が述べているように、エネルギーは身の回りにあふれている。しかし、前時までの学習を終えても、生徒はエネルギーに関わる用語等の理解にとどまり、エネルギーの存在は理解できても、意識の対象とまでは至っていないように感じた。本実践のように、生徒の実生活に基づき、自分の生活と重ね合わせながら考えることで経験と知識がつながり、存在は理解しているが意識しにくかったエネルギーが、生徒の中に認識されていったのだと考える。身の回りにあるからといって、生徒にとっては当たり前ではないものは他にもある。身の回りにある当たり前の事物・現象と理科をつなげられるように今後も授業づくりに取り組みたい。

## 実践事例② 金属の利用について考えよう！

中学校第1学年『粒子』物質のすがた



### (1) 授業づくりの視点

金属は日常生活に欠かせないものであり、金属の特性に応じて様々なところで利用されている。金属の基本的な性質の理解とともに、それぞれの性質を基に、どのように金属が利用されているかを考えることで、日常生活とのつながりを生徒に意識させたい。そこで、生徒に金属に関する様々な情報を提示して、その情報を基に日常生活での利用について考えさせる授業展開を考えた。

### (2) 実践例

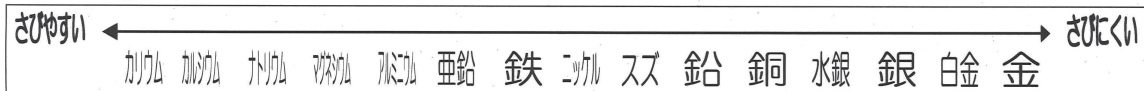
本実践では生徒に、金属にはどのような性質があるのか、また、金属が日常生活でどのように利用されているのかを意識させることに重点をおき、次のことを工夫して授業を行った。

- ・いろいろな金属の情報を一枚の用紙にまとめ、全生徒に配付し、手ごかりとした(図2-1)。
- ・金属の種類は、あらかじめ教師が絞り込み、表に金属の写真、裏にいくつかの使用場面の写真をラミネートしたものを準備し、配付することで、金属の性質と利用の関連に着目しやすくした。
- ・着目させたいポイントなどを載せたヒントカードを示した(図2-2)。
- ・班用のワークシートに考えるポイントや注目させたい性質や利用について示し、さらに簡単な話型を示すことで、発表をしやすくした(図2-3)。

### いろいろな金属の情報

| 情報<br>金属名 | 熱伝導性                      | 電気伝導率                                     | 密度                         | 融点                   | 沸点                  | 価格                            | その他                               |
|-----------|---------------------------|---|----------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
|           | W/m/k<br>数値が大きい方が熱を良く伝える。 | $10^{18}$ オーム・メートル/m<br>数値が大きい方が電気を良く伝える。 | $g/cm^3$<br>大きい方がより密度が大きい。 | ℃<br>物質が固体から液体に変わる温度 | ℃<br>物質が液体から気体になる温度 | 円/kg(※2015)<br>1kg当たりのその金属の値段 |                                   |
| 金         | 315                       | 49  | 19.3                       | 1064.18              | 2856                | 4,580,000円                    | ・薬品などとの反応性(溶けたりすること)が非常に低い        |
| 銀         | 427                       | 66.7                                      | 10.5                       | 961.78               | 2162                | 62,000円                       | ・硫黄化合物、ヒ素化合物(有毒)と反応すると黒くなる。       |
| 銅         | 398                       | 64.5                                      | 8.89                       | 1084.62              | 2562                | 691円                          | ・人類が古くから使用してきた金属の一つ(銅鑠、銅鏡など)      |
| 白金(プラチナ)  | 71.4                      | -   | 21.45                      | 1768.3               | 3825                | 4,288,000円                    |                                   |
| 鉄         | 80.3                      | 11.2                                      | 7.89                       | 1538                 | 2862                | 7円<br>(鉄鉱石の値段)                | ・金属の中で、地殻に2番目に多く含まれている<br>・磁石につく。 |
| アルミニウム    | 237                       | 40  | 2.7                        | 660.32               | 2519                | 208円                          | ・金属の中で、地殻に最も多く含まれている              |
| 鉛         | 35.3                      | 5.2                                       | 11.34                      | 327.46               | 1749                | 220円                          | ・放射線が通過しにくい。                      |
| 水銀        | 8.3                       | -   | 13.53                      | -38.83               | 356.73              | -                             | ・金属で唯一の液体(常温)<br>・温度変化に伴い膨張(膨らむ)  |
| 亜鉛        | 116                       | 18.1                                      | 7.14                       | 419.53               | 907                 | 246円                          |                                   |

#### さびやすさ(主な金属)



#### 延性(主な金属) ※線状に伸びる性質



#### 展性(主な金属) ※うすい板状に広がる性質

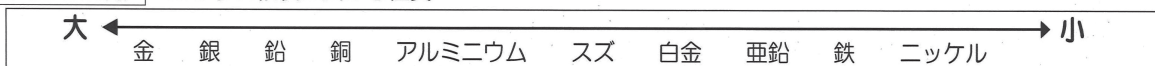


図2-1 生徒に配付した「いろいろな金属の情報」シート





## ○前時までの学習・活動

身の回りの物質とその性質についての学習を行い、単元末の発展的な学習として本時を行った。

## ○展開例

| 【単元】(1)身の回りの物質 ア 物質のすがた (ア)身の回りの物質とその性質                                     |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 【目標】金属の情報を元にした班での話し合いを通して、金属の日常生活での利用について、金属の性質を踏まえて説明することができる。 [科学的な思考・表現] |   |   |   |
|   | 学習活動  | 教師の指導・支援  | 学習評価等   |
| 導入  | 1 本時のめあてを確認し、自分たちが考える金属の種類を知る。<br>・班で担当する金属を決定する。<br>・発表の大まかな形式を知る。 | ○身の回りの金属について考え、発表することを伝え、本時で考える金属を紹介する。<br>・6種類の金属の写真を見せる。<br>・6班それぞれに一つの金属が割り当てられるようにする。<br>・班用のワークシートを記入させ、大まかな発表の流れをつかませる。 |   |
|   | 身の回りでの金属の利用について、様々な情報をもとに考え、発表しよう。                                  |   |   |
| 展開  | 2 情報の読み取り方についての説明を聞く。   | ○金属の情報をまとめたプリントを配付して、情報の読み取り方を簡単に説明する。<br>・鉄が磁石につくことを利用したものを例示して、見通しをもたせる。<br>・未習の単位については詳しく触れない。                             | ○与えられた情報を基に話し合いを通して、金属の日常生活での利用について、金属の性質を踏まえて説明している。 [科学的な思考・表現] (班レポート、発表の様子) |
|   | 3 情報をもとに、自分たちが担当する金属の利用について考え、班レポートを作成する。                           | ○次の点に留意して、机間指導を行う。<br>・考える時間を設定して、タイマーで示す。<br>・すべての班が一通り情報を確認したところで、ヒントカードを提示し、着目すべき点を絞らせる。<br>・発表できるように、ワークシートにまとめさせる。       |   |
| 終末  | 4 発表をする。  | ○各班の代表者に発表させる。<br>・電子黒板に、各班が担当した金属の写真を提示する。<br>・状況に応じて電子黒板に書き込みをしながら発表させる。  |   |
|   | 5 まとめをする。   | ○生徒の発表を基にまとめ、活動の価値付けを行う。<br>・明らかな間違い等があれば訂正する。  |   |
|   | 身の回りでは、利用の目的や場面に適した特性をもつ金属が使われている。                                  |   |   |
|   | 6 本時を振り返る。  | ○ワークシートに記入をさせる。   |   |

## (3) 実践から見てきたもの

## ①生徒の取組

図2-4は班レポートの一部である。全ての班で金属の性質と日常生活での利用とを関連付けて考え、発表することができた。また、普段の授業では受動的な生徒が、班の中で中心的に意見を述べたり、班の代表として発表をしたりする姿も見られた。

今回準備した「いろいろな金属の情報」のプリントは生徒にとって興味深いものであったようで、特に金属の価格の情報などに興味を示す生徒もいた。また、授業の最後の振り返りの場面では、分かったことや気付いたことなどを、一生懸命に書いている姿が見られた。生徒の感想には、今回の授業を通して金属の利用について日常生活に目を向けることができたという記述や金属について新たに知ったことなどの記述が多くみられ、「金属以外にも考えてみたい」という記述もあった。図2-5に生徒の感想の一部を紹介する。

|   |  |
|---|--|
| <p>私たちの考えた金属は「鉛」です。<br/>「この金属は、日常生活の中で、<br/>タイヤや、ラケットなどのバランスをとるための重り<br/>として使用されています。」</p>      | <p>私たちの考えた金属は「アルミニウム」です。<br/>「この金属は、日常生活の中で、<br/>タイヤ、ナベ、アルミホイール、アタッチケース(車カバン)に<br/>使われています。(写真の説明をする。)</p>         |
| <p>重りにこの金属が使われているのは融点が他の金属と比べて低いので<br/>形を変えやすいという特性を生かしているからです。<br/>密度が言いかかり小さくて重いです。<br/>鉛</p> | <p>タイヤにこの金属が使われているのは、密度の点でいうと、いちばん<br/>小さいという特性を生かしているからです。<br/>なぜなら金や銀や銅などだと重いしお金がかかると思う<br/>からです。<br/>アルミニウム</p> |

図2-4 班レポートの一部(左:鉛 右:アルミニウム)

- 金属はいろいろな良い点もあり、悪い点もあるという所を兼ね備えているものが金属なんだと思う。金属以外の物もあるけど、一番役に立っているのは金属だと思います。みんなの発表を聞くと、鉄が優れていると思う。なぜなら、1班の発表を聞いて、鉄は安価だけど、何にでも使われていたからです。もっと身の回りで使われている金属を調べてみたいです。
- 鉛が放射性物質を通さないことを初めて聞いて、とってもびっくりした。鉄は最初、車とかに使われているくらいしか思いつかなかったけれど、考えてみるととてもたくさんあった。鉄は、安くてびっくりしたけど、金が458万円と高かったのでそっちにも驚いた。アルミニウムは軽いけど、丈夫なのだろうか？プラスチックも何に使われているのか知りたい。
- 他の班もたくさん案を出して考えていてすごいなあと思っていたら、自分の班の番が回ってきて上手に話すことはできなかったけれど、発表して先生に補足なしといわれてうれしかったです。皆もたくさん考えていたので聞いていてなるほど〜とか楽しかったです。また機会があればやりたいです。
- 導線にするのは「銀」が良いけど、銀はとても高価だから「銅」を利用して導線にしているのは、初めて知った。小学生の頃の実験など銀じゃなくて銅線を使用していたな〜！！とふと思った。それぞれの発表は分かりやすく、知らなかったことがよく分かった。身近な物を調べてみるのも楽しい！！
- 他の班も物質の長所に注目して、何のためにその金属が使われているか説明もしっかりまとめられていた。生活の中にそれに必要な金属と工夫されているところが知ることができて面白かった。
- いろいろな金属には「一体何に使われているのか」「どんな性質」をもっているのかがよく分かった。金や銀、銅などの金属の性質は知っていたけど、水銀、アルミニウム、鉛などあまり聞かない金属が身近なところで利用されていることを知り、とても勉強になった。それぞれの性質を色々なところで利用されていて、金属ってすごいなあと思った。

図2-5 授業後の生徒の感想

## ②授業者の感想と今後の展望

今回の実践は、実験もなく、実物を見ることもなく、資料と写真を基に考えるという内容であったのにも関わらず、生徒は予想以上に興味をもち、集中して取り組み、話し合いも活発に行われていた(図2-6)。この要因として、話し合う内容とそのための資料が生徒にとって適切であったことが考えられる。特に、金属の価格を情報として与えたことが、生徒にとって話題として取り上げやすかったように思う。また、価格などの情報から他の情報にも触れることができ、日常を意識しやすかったのかもしれない。さらに、生徒自身で話し合い、発表を聞くという授業の展開も要因の一つに挙げられる。



図2-6 授業の様子

本実践で心がけたことは、教師が普段の授業で伝えていることを生徒自身に考えさせるということである。そのための手立てとして次のことを行い、効果的であったと考える。

- ・考えるための情報を準備・整理し、中学校では学習しない発展的な内容も盛り込んだ。
- ・考える金属の種類を班ごとに変えるようにした。
- ・金属が使用されている場面や例が写った写真をあらかじめ用意した。
- ・金属の利用について考えるポイントを示したヒントカードを用意した。
- ・発表の時間を盛り込み、また、発表のための簡単な話型を提示した。

本実践では、考えさせたい情報を事前にまとめておくことで、考えるポイントが明確になり、情報や学習した知識を活用するという視点からも有効であると考えられる。このような活動と生徒自身の自由な調べ学習などと併用することで、より効果も増すと考える。今回の実践は金属に注目したが、プラスチックなどの物質でも応用が十分可能である。日常生活との関わりを意識させるためには、教師からの一方的な伝達に終始するのではなく、生徒自身に考えさせるという発想が大切であると考える。

# 実践事例③ カードゲームを通して消化・吸収を学ぶ

中学校第2学年『生命』動物の体のつくりと働き



## (1) 授業づくりの視点

消化・吸収は自分の体内でおこる事象であるが、この単元では、さまざまな用語を扱うことになり、用語を理解することが学習の中心となってしまうこともある。本単元では、食べたものがどのように消化・吸収されるのかを考えることで、学習した内容を自分のこととして実感することができる。そこで、教師の一方的な説明ではなく、消化・吸収の仕組みをカードゲームの要素を取り入れた授業として行うことで、生徒の関心・意欲を引き出すとともに、生徒全員の参加を促したい。生徒自身の言葉で伝え合い、用語のつながりを意識させ、消化・吸収について自分のこととして実感し、理解を深めることをねらいとして実践を行った。

## (2) 実践例

本実践では、図3-1のワークシートをカードゲームを利用し、班全員で解決するように指示した。カードゲームの方法は、学級活動等で行われるエクササイズを参考にし、次のルールで行った。

- ・ 図3-2のヒントカードを裏向きにして、班員全員に枚数が均等になるように配付する。
- ・ 自分が持っているカードの情報は、口頭でのみ伝えることができる。（カードを見せることはできない。）
- ・ 班員が持っているカードの情報を伝え合い、図3-1のワークシートの空欄を埋める。

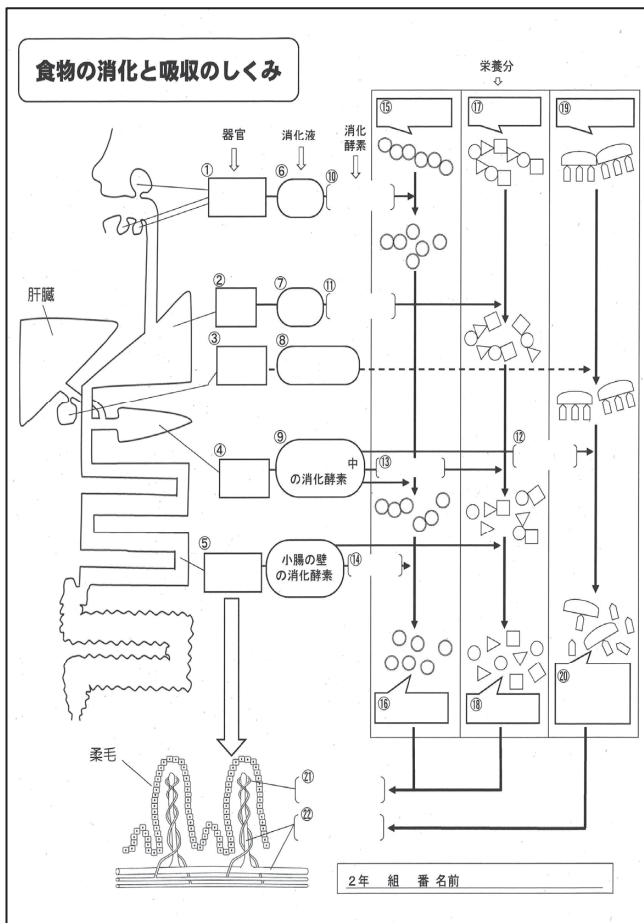


図3-1 ワークシート

|  |   |  |
|--|---|--|
| 1. 「唾液せん」から「唾液」は分泌される。   | 9. 「胃液」には、「ペプシン」という消化酵素が含まれている。                         | 17. 「マルターゼ」は、麦芽糖を「ブドウ糖」に分解することができる。                        |
| 2. 食物は、口の次に食道を通して「胃」へと送られる。                                    | 10. 「ペプシン」は、「タンパク質」を分解することができる。                         | 18. 「胆汁」は、「胆のう」に一時たくわえられ、「小腸」から分泌される。                      |
| 3. 食物は、「胃」の次に「小腸」へと送られる。                                       | 11. 「すい液」には、「アミラーゼ」という消化酵素が含まれている。                      | 19. 「すい液」は、「すい臓」でつくられて「小腸」から分泌される。                         |
| 4. 肝臓の下には、「胆のう」がある。  | 12. 「すい液」には、「リパーゼ」という消化酵素が含まれている。                       | 20. 「ブドウ糖」は、小腸の壁にある柔毛の表面から吸収され、「毛細血管」に入る。                  |
| 5. 「胆汁」は、消化酵素は含まないが、「脂肪」を小さな粒にすることができる。                        | 13. 「すい液」には、「トリプシン」（とペプターゼ）という消化酵素が含まれている。              | 21. 「アミノ酸」は、小腸の壁にある柔毛の表面から吸収され、「毛細血管」に入る。                  |
| 6. 「すい液」には、たくさんの種類の消化酵素が含まれており、「デンプン」も「タンパク質」も「脂肪」も分解することができる。 | 14. 「リパーゼ」は、「脂肪」を「脂肪酸とモノグリセリド」に分解することができる。              | 22. 「脂肪酸とモノグリセリド」は、小腸の壁にある柔毛から吸収された後、ふたたび脂肪となって、「リンパ管」に入る。 |
| 7. 「唾液」には、「アミラーゼ」という消化酵素が含まれている。                               | 15. 「トリプシン」（とペプターゼ）によって、「タンパク質」は分解され、最終的に「アミノ酸」へと分解される。 |  |
| 8. 「アミラーゼ」は、「デンプン」を麦芽糖に分解することができる。                             | 16. 小腸の壁には、「マルターゼ」という消化酵素がある。                           |  |

図3-2 ヒントカード



## ○前時までの学習・活動

- ・食物は消化管を通る間に、消化液に含まれる消化酵素によって消化されることを学習した。
- ・消化酵素の種類とその働きについて学習した。

## ○展開例

| 【単元】(3)動物の生活と生物の変遷 イ 動物の体のつくりと働き (7)生命を維持する働き          |  |   |  |
|--|--|---|--|
| 【目標】消化と吸収に関する用語を適切につなげ、消化管・消化液・消化酵素の関係を理解している。 [知識・理解] |  |   |  |
|  | 学習活動   | 教師の指導・支援  | 学習評価等  |
| 導入   | 1 消化管・消化のはたらきを思い出す。  | ○消化に関係するつくり、消化液、消化酵素にそれぞれ少しずつふれる程度にしておく。  |  |
|  | 2 本時の目標を確認する。  |   |  |
| 食物の消化と吸収についてまとめよう。                                     |  |   |  |
| 展開   | 3 班活動の説明を聞く。   | ○班活動のルールを説明する。<br><div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">・カードに書かれているヒントのみを使って消化・吸収の仕組みを解き明かす。<br/>・配られたカードは他の人には見せず、言葉のみで伝える。</div> | ○グループ活動を通して、消化と吸収に関わる用語のつながりをプリントにまとめ、消化・吸収について理解する。〔知識・理解〕（観察、ワークシート） |
|  | 4 班活動を行う。  | ○活動の進んでいない班への助言と支援を行う。<br>○活動の進行状況から生徒の実態を把握し、ヒントの数を増やす。  |  |
|  | 5 正解発表を聞く。   | ○グループでまとめたプリントを個人用のプリントに写させ、正解の確認は一人一人行わせる。   |  |
|  | 6 吸収のしくみについての説明を聞く。  | ○吸収されやすい形にまで分解された栄養分は、小腸の柔毛から吸収されることを伝える。<br>○柔毛の中には、毛細血管とリンパ管があり、栄養分によって吸収される管が異なることを伝える。  |  |
| 終末   | 7 まとめをし、振り返る。  | ○まとめと本時の振り返りを書かせる。  |  |
|  | 食物は、消化管を通る間に消化液に含まれる消化酵素によって分解されて吸収されやすい形となり、小腸の柔毛から吸収される。 |   |  |

## ○事後の学習・活動

- ・吸収された栄養分が、生きていくためのエネルギーへとどのように変わるかを学習する。
- ・エネルギーを作るための酸素を取り入れる仕組みと、不要物排出の仕組みについて学習する。

### (3) 実践から見えてきたもの

#### ①生徒の取組

意欲的に取り組む生徒が多く見られた(図3-3)。班活動を始めたばかりのときは、ルールや全体像が見えず戸惑っていた班もあったが、時間とともに集中力が高まっている様子もうかがえた。これまでの知識を伝達する授業と比べ、生徒たちは用語の多さに抵抗感を示すこともなく、授業を楽しんでいるようであった。生徒の感想からも、班で協力することで、教え合ったり、自分一人では解決できないことを解決したりしたという充実感を感じている生徒が多くいることがうかがえた。次に、生徒の感想の一部を紹介する。



図3-3 班活動の様子

- ・班で協力して問題を解くのが楽しかった。
- ・みんなと協力することで、分からないことを教え合うことができてよかった。
- ・ヒント(カード)を使えば、大体は難なく解けたが、消化酵素のあたりが難しかった。
- ・一人ではできないところも4人の班ですると、みんなの意見も聞けて参考になるし、正解数も多くなった。図があってわかりやすくて良かったし、班でやる授業もまたやりたいと思った。

#### ②授業者の感想と今後の展望

今回の実践は、学級活動で人間関係づくりを目的に行っている活動を理科の授業に応用して行ったが、意欲的に取り組む生徒が非常に多く、手ごたえを感じる事ができた(図3-4)。本実践でも多くの用語を扱ったが、ゲームの要素があり、用語に対する抵抗感は少なく、用語のつながりを意識して、消化・吸収についての理解を深めている様子うかがえた。生命領域では扱う用語が多く、そのことによって本来身近であることが身近に感じられなくなる学習内容も多くなる。本実践の成果をもとに、他の単元でも授業づくりを考えてみたい。



図3-4 授業の様子

一方で、図が複雑であったためか、器官、消化液まで理解できても、消化酵素、栄養分についてまではたどり着けない班や間違っている班があり、今回の記述の様子をみると、事前に消化管、消化液、消化酵素について具体的な名称に触れずに実践するのは難しいようである。また、今回は、班での活動を考えていたが、中には自分一人の力でチャレンジしてみたかったという生徒もいた。今後は、班での活動だけでなく、個人でも取り組むことのできる実践を考えてみたい。

## 実践事例④ 単元を見通した授業展開の構想

中学校第3学年『生命』 遺伝の規則性と遺伝子



### (1) 授業づくりの視点

授業は単元を通したのストーリーの中で位置付けられるものである。そこで、本実践では、単元全体を通して科学と人間生活との関わりを実感させるようなストーリーを展開し、なおかつ、生徒に授業の中で学んだことなどを文章で表現する時間を設けることで、生徒自らに科学と人間生活との関わりを気付くことが大切であると考えた。そして、単元末の学習の締めくくりとして、単元を貫く課題を生徒に取り組みさせることにより、学習の定着を図るとともに、日常生活への興味付けを行うこととした。

### (2) 実践例

本実践では、それまで行っていた本単元の授業に、「科学史」「One Page Portfolio Assessment」「F1種のパフォーマンス課題」という三つの視点から単元を構想した。

#### 視点①「科学史」

「生命の連続性」の単元の中で、メンデルが登場する。単元を構想するにあたり、科学史を取り入れることで生徒の学習意欲の向上につながるのではないかと考えた。これは、科学者メンデルにとって研究は日常生活そのものであり、彼の「遺伝の規則性を解明したい」という探究心が、生徒の学ぶ姿勢に大きく影響するのではないかと考えたからである。図4-1は、メンデルの生涯を中心に据えたオリジナルの年表であり、単元のはじめに配付した。科学史を取り扱う授業において空欄等に必要事項を書き込ませ、生徒自身に学習内容との関連を考えさせたり、当時の様子を想像させたりすることで、科学へ対する科学者の心構えに触れさせた。

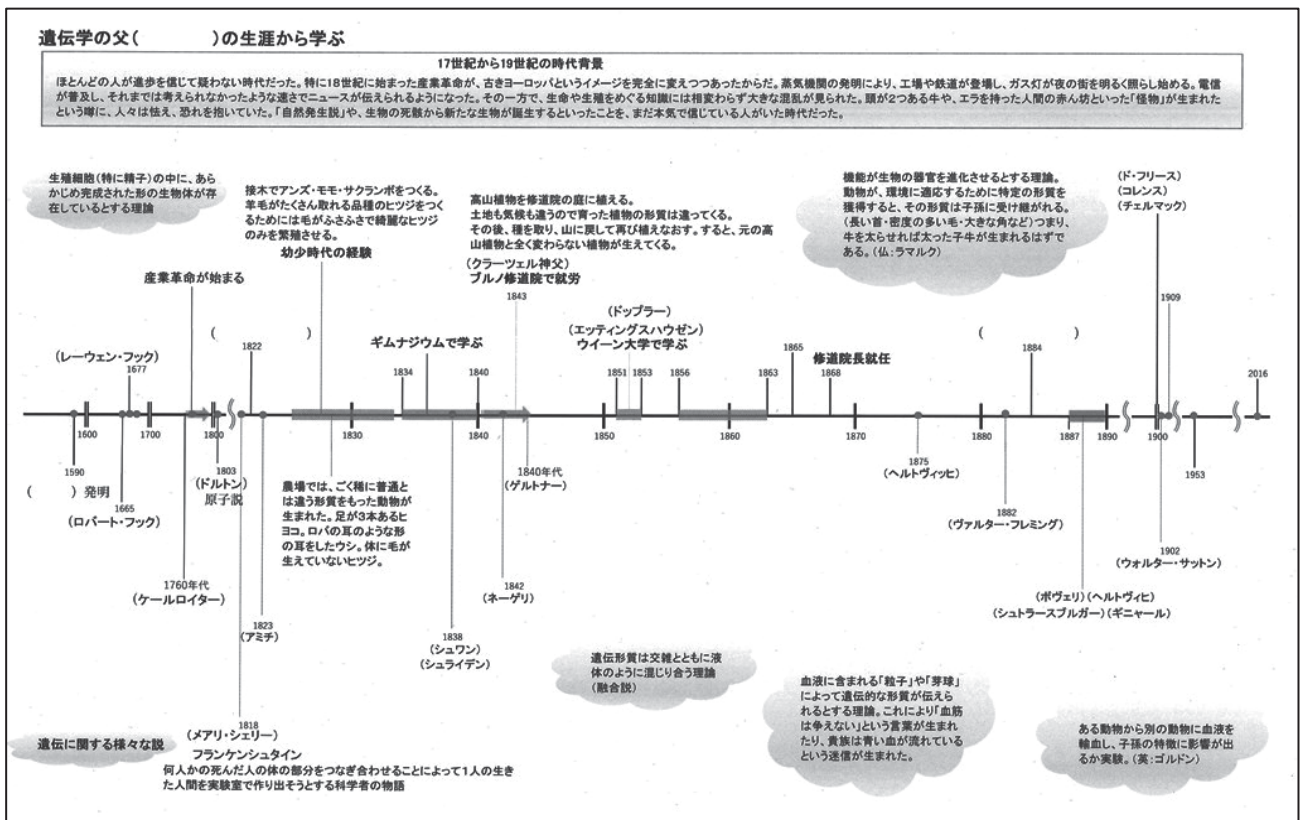


図4-1 メンデルの生涯を中心に据えたオリジナルの年表

## 視点②「One Page Portfolio Assessment」(以下 OPPA という)

生徒に授業の中で学んだことなどを文章で表現させる時間を設け、生徒自らが科学と人間生活との関わりを実感できるようにするために OPPA を用いることにした。

OPPA とは、山梨大学の堀哲夫氏が開発したもので、著書<sup>4)</sup>には以下のように紹介されている。「学習者の理解状態を基礎にして授業の適切性を判断する授業研究法の一つとして、学習者の学習履歴を中心にした評価シートの活用があります。この評価法は、OPPA (One Page Portfolio Assessment : 一枚ポートフォリオ評価法) と呼ばれています。」

ワークシート(以下 OPP シートという。)に毎時間「この時間で最も大切だと思ったこと」を小さな欄に書かせ、毎時間教師が評価、返却をおこなった(図4-2)。評価する基準は表4-1のとおりであり、これまでの実践を通して、経験的に設定したものである。つまり、生徒の OPP シートに j という評価をたくさんつけた授業は、その日の学習において日常との関連が最も大切だと感じた生徒の割合が多いと判断できると考えた。また、OPPA では単元を貫く課題を設定し、学習前後において同じ質問をする。本実践では、「遺伝とは何か」と「連想して考えられることは何か」の二つの問いを立てた。この問いに対する回答を単元の前後に生徒に書かせ、その記述の変容を生徒自身に感じ取らせることで、学んだ手ごたえを感じることができると考えた。また、授業者が行う評価として、単元の学習前後での記述の変容から、生徒が科学と日常生活との関わりを実感している姿を読み取ることとした。

表4-1 評価の基準例

|   |                   |
|---|-------------------|
| e | : 内容              |
| s | : 思考              |
| c | : 概念              |
| k | : 興味・関心           |
| g | : 疑問              |
| t | : 技能              |
| j | : 日常との関連          |
| m | : メタ認知            |
| d | : ダジャレ            |
| n | : ナイスコピー          |
| v | : Visual Alphabet |

The figure shows two pages of the 'One Page Portfolio Assessment' (OPPA) worksheet. Each page has a header with the title and fields for group, class, and name. The left page is for the start of the unit, and the right page is for the end. The left page has a large box for 'Unit start' and a 'Catch & Copy' section with a '3' rating. The right page has a large box for 'Unit end' and a 'Feedback' section. Both pages have numbered boxes (1-5) for time-based reflections.

図4-2 授業で用いた OPP シートの一部



視点③「F1種のパフォーマンス課題」

現在流通している野菜の種の多くは、一世代に限り、収量が安定して形が揃った作物が採れるF1種であり、一般的に、F1種から得られた作物からは種を取らない。ここにメンデルの発見した法則が隠れている。スーパーで野菜を購入することが当たり前となっている現代では、知らない人の方が多いと思われる。野菜は日常生活とは切っても切り離せないが、そこに潜んでいる科学は見えない部分が多い。この部分を授業で扱い、科学と人間生活との関わりを実感させることができなかつたか考えた。

また、パフォーマンス課題とは、「知識やスキルをリアルな文脈の中で総合して使いこなすことを求めるような課題」のことをいうが<sup>4)</sup>、本実践においては、「絶好調スイカ」という架空の品種の種をもとにしたT君とF先生の会話を生徒に示して、以下のパフォーマンス課題を設定した(図4-3)。

**課題1** 種会社はどのようにして「絶好調スイカ」を作ったのでしょうか。

**課題2** 先生の言っていた「種は取れても、採れないよ」とはどういう意味ですか。

Biology Final ( )組( )番 氏名( )

～パフォーマンス課題～

スイカを植えてみようと考えたT君は、ホームセンターの種売り場へと向かった。そこには、たくさんの野菜や花の種があった。スイカに絞ってもたくさんの種(品種)がある。パッケージに、「縞のある皮が硬くて甘くて美味しいスイカ」と書かれている「絶好調スイカ」という品種を選んだ。この時、T君はあることが気になっていた。

スイカだけでなく、ほとんどの種のパッケージには、「〇〇交配」、「一代交配」、「F1」のどれかが記載されていた。疑問に思ったT君は農業が得意なF先生に翌日質問した。するとF先生は一般的には「〇〇交配」、「一代交配」、「F1」は全て同じ意味で、種は取れても、採れないよという話を教えてくれた。不思議なことをF先生はいつもんだなと思いつつも、T君はスイカを植えたのだ。ほとんどの種子は同じタイミングで発芽し、すくすくと成長していった。数ヶ月、確かに「縞のある、皮が硬くて、甘くて美味しいスイカ」ができた。

そのスイカを食べながらF先生との会話を思い出していた。スイカにはやっぱり種があったのでT君は水で湿らせたスポンジの上に種をのせ発芽を試みた。すると芽が出てきた。その時の写真が右である。同じタイミングで発芽せず、茎の太さもまちまちになっていた。T君は、この時、初めてF先生の言っていた言葉の意味がわかったのだ。

実験だと思いつつ翌年、再びこの種を使ってスイカを作ることにした。すると、①縞のない、皮が硬くて、甘くて美味しいスイカ ②縞のある、皮が柔らかく、甘くておいしいスイカ ③縞のある、皮の硬い、甘くなくてまずいスイカなど、いろいろな形質のスイカができた。

さて、課題です。15分で各班の考えをまとめなさい。

課題1. 種会社はどのようにして絶好調スイカを作ったのでしょうか。

課題2. F先生の言った「種は取れても、採れないよ」とはどういう意味ですか。

図4-3 生徒に配付したプリント

○単元構想

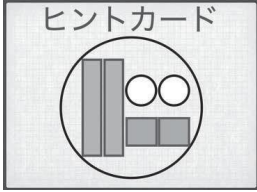
全18回の授業をデザインした(表4-2)。科学史はメンデルの生涯を中心に据えたオリジナルの年表(図4-1)を使って、単元全体を通して扱っている。なお●マークは科学史を扱った授業である。単元の最後には、OPPシートのまとめとともに、班での共有をさせた。

表4-2 全18回の授業デザイン

|   |                        |    |                         |
|---|------------------------|----|-------------------------|
| 1 | ●玉ねぎの根の先端プレパラートの観察     | 10 | ●遺伝とはなんだろう              |
| 2 | ●プレパラートの観察から成長について考える  | 11 | 無性生殖における遺伝子の伝わり (VAで表す) |
| 3 | ●VAを使って細胞分裂のメカニズムの考察   | 12 | 優性生殖における遺伝子の伝わり (VAで表す) |
| 4 | ●発根させた玉ねぎの染色体を探せ!      | 13 | ●メンデルの発見した遺伝の規則性        |
| 5 | ●動物の生殖                 | 14 | ●ゲルトナー前半部分の考察 (F1)      |
| 6 | 受粉後種ができるのはなぜ? 仮説を立てる   | 15 | ●ゲルトナー後半部分の考察 (F2)      |
| 7 | ●仮説の検証実験 (花粉管)         | 16 | 優性と劣性を同時に持つ純系エンドウの交雑    |
| 8 | ご飯の正体=胚乳&シダ・コケの生殖      | 17 | 種会社はどうして品質を保証できるのか      |
| 9 | 種芋とは種なのか? 子を新しい個体と定義する | 18 | ●遺伝子の正体はDNA・クローンの作り方    |

(●…科学史を扱った授業)

○展開例

| 【単 元】(5)生命の連続性 イ 遺伝の規則性と遺伝子 (7)遺伝の規則性と遺伝子                      |   |  |   |
|--|---|--|---|
| 【目 標】・遺伝の規則性が人間生活に深く関わっていることを実感して、1時間の学習で大切な事をまとめる。 [関心・意欲・態度] |   |  |   |
| ・種会社が野菜の品質を保証できる理由について、遺伝の規則性から説明することができる。 [科学的な思考・表現]         |   |  |   |
|  | 学習活動  | 教師の指導・支援   | 学習評価等   |
| 導入   | 1 前時について振り返り、メンデルが行っていた実験を振り返る。   | ○生徒のOPPシートとある班の試行錯誤を繰り返す様子を撮影した映像を見せ、前時を思い出させる。  |   |
|  | 2 スイカの写真（青果店で陳列、畑）を見る。<br>・同じ形質（大きさ、色）、収穫時期も同じであることに気付く。<br>・野菜種パッケージの記載から、どのような形質をもっているか見取る。 | ○メンデルが形質の揃ったブドウを作るために実験をしたことを思い出させ、種子から畑、陳列まで一連の中で「同じである」ことに違和感を覚えさせる。<br>○種のパッケージ一覧と購入したスイカの種を準備する。                     |   |
| 種会社が、成長する前から決まった形質をもった野菜の品質を保証できているのはなぜだろう。                    |   |  |   |
| 展開   | 3 パフォーマンス課題に取り組む。<br>・パフォーマンス課題を知り、班で考える。<br>・班の考えを、ホワイトボードにまとめる。                             | ○司会、発表、記録、派遣の役割を与える。派遣は残り5分になったら他の班を見に行くことができる。（他の班と話してはいけない。）<br>○課題1の考え方に優性の法則を用いて考えることができるように促す。<br>○状況に応じてヒントカードを示す。 | ○種会社が野菜の品質を保証できる理由について、純系を両親にもつ交雑第1代の形質が揃うという現象を利用して説明している。[科学的な思考・表現]（観察、OPPシート） |
|  | 4 代表の班が全体に説明して考えを共有する。  |  <p>ヒントカード</p>                        |   |
| 終末   | 5 まとめをする。   |  |   |
|  | メンデルの考えた優性の法則を利用して、交雑の第1代目なら形質が揃うという現象を利用して、種会社は品質を保証している。                                    |  |   |
|  | 6 OPPシートを書き、本時を振り返る。  | ○優性の法則を利用した種子のおかげで私たちは均質な野菜を手に入れることができていることを伝える。<br>○世界の種は、大手数社によってほとんどが供給されていることを伝える。<br>○OPPシートを記入させる。                 | ○OPPシートに自分の言葉で1時間の中で大切なことをまとめることができているか。[関心・意欲・態度]（観察、OPPシート）                     |

(3) 実践から見てきたもの

①生徒の取組

生徒のOPPシートを見ると、日常生活との関わりについて述べる生徒が多かった授業は8、9、13、17、18回目の授業である。これらの授業では、授業の題材としてご飯（8回目）や、ジャガイモ（9回目）、野菜の種（17回目）など日常生活と直接に関わっている内容を扱っていたということがあり、授業において身の回りにあるものを取り扱うことの有効性を再確認することができた。また、OPPAで最も難しいところは、誰が見ても納得できる評価を下すことである。見方によっては興味・関心とも日常生活との関わりとも、どちらともとれる記述もあるので、記述だけでは、一概に日常生活との関わりを生徒が意識しているかは言えないが、従来行っていた本単元での授業と比べ、生徒の様子から日常生活への関わりを意識するとともに、学習に対する意欲の向上も見ることができた。次は生徒の記述の一部である。

- ・私たちが食べている米は果実じゃなくて、種子だった。そして発芽のための母乳みたいなものだった。(略) ジャガイモはどの部分を食べているのか全然知らないなとも思った。(8回目)
- ・種芋と種子の違いは、染色体の伝わり方の違いと言うことがわかった。もっと芋のことをおばあちゃんに聞いてみようと思った。(9回目)
- ・メンデルさんの発想力は私は絶対ついていけないなと思った。統計学も実験には重要で、先を見通すことによって結果が出るのかな。(13回目)
- ・米の胚芽の栄養を食べていたとは…。(略) 自分の生活の中で改めて見ようと思った。(8回目)

科学史を扱った授業では、当時の科学者の心構えにふれ、当時の状況下の中で研究をしていたことの偉大さに気付き、自分自身の学びと重ね合わせる記述が見られた(図4-4)。

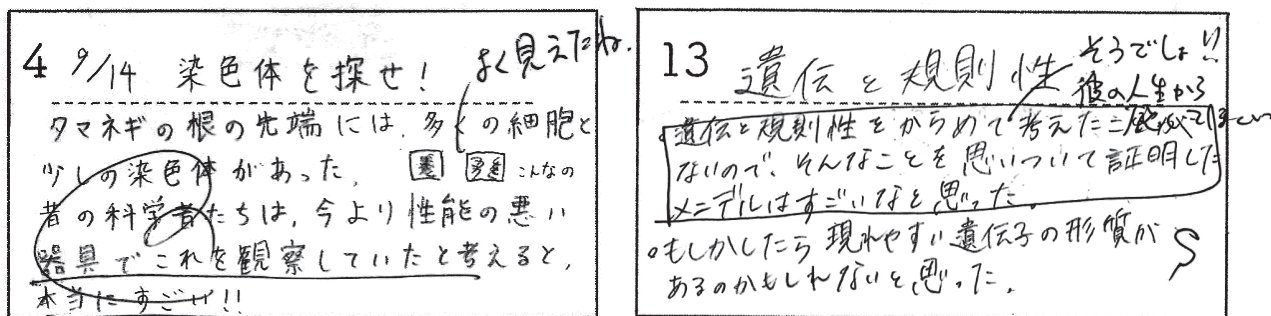


図4-4 科学史を扱った授業でのOPPシートの生徒の記述

また、学習の前後での問いに関しては、記述量の増加とともに、それまで漠然としたイメージをもっていたことが鮮明になるという記述の変容が多く見られた(図4-5)。

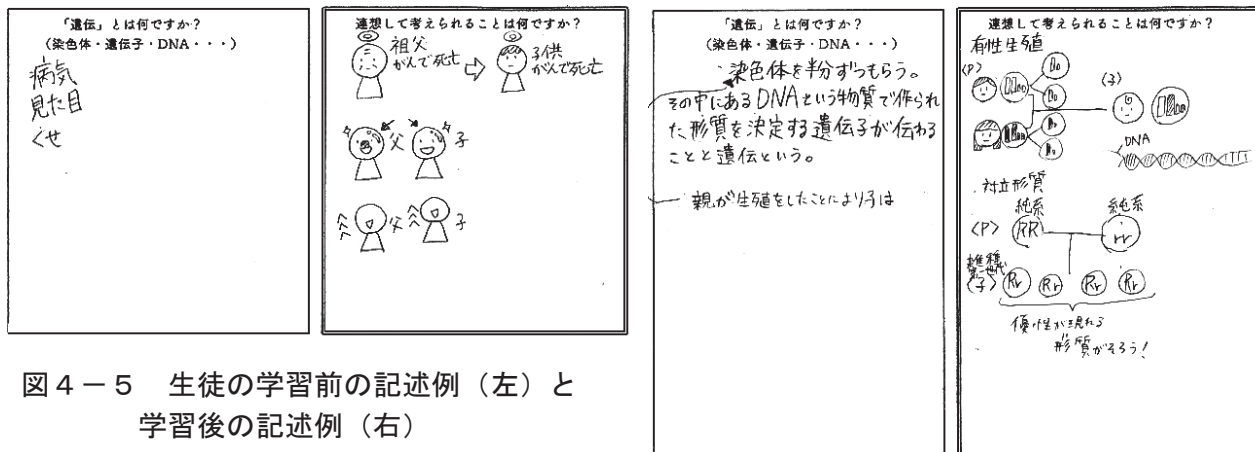


図4-5 生徒の学習前の記述例(左)と学習後の記述例(右)



パフォーマンス課題を課した本時の授業においては、優性と劣性を同時に持つ純系エンドウの交雑についての前時の考えをもとに、班で協力して積極的に課題に取り組む様子が見られた（図4-6）。また、生徒のOPPシートの記述からも、これまでの学習で学んだことの手ごたえや、自分の理解度について客観的に振り返る記述も見られ、日常生活との関わりについての記述も多く見られた（図4-7）。

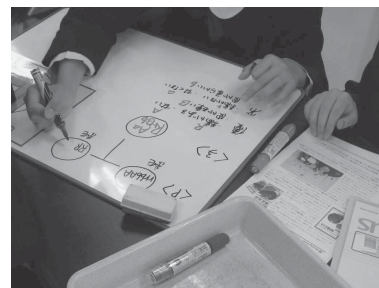


図4-6 授業の様子

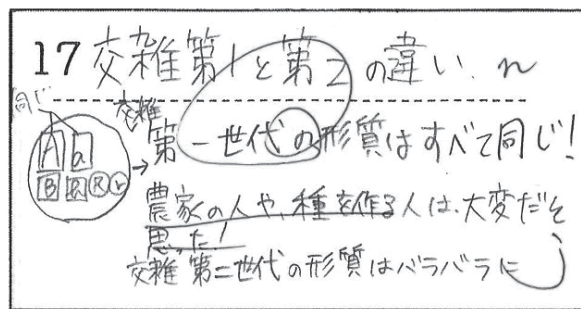
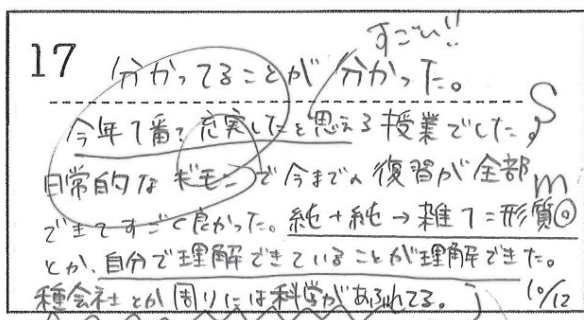


図4-7 パフォーマンス課題に対する生徒のOPPシートの記述

②授業者の感想と今後の展望

本実践において、単元のストーリーを組み立てていく際に推理小説の作家のようだと感じながら単元構成を行った。毎時間、生徒のOPPシートを読む中で、生徒の学びの様子を把握し、それに合わせて授業展開も変更しながら実践した。これらのことから、授業を構想する際には、生徒の実態を見取り、その実態にあう適度な課題設定を行うことの必要性を改めて感じる事ができた。

図4-8はある生徒の連続した3回分の授業のOPPシートの記述であり、自分の学習を振り返り次のような記述をしている。

いろいろな曖昧だったことが明確になりました。一つのことになると、「じゃあこれはどうなるんだ？」って毎回の授業でなっていたけど、習ったことをフルに活用して、プラスでヒントをもらって自分たちで考えたから、分かったとき「おあ！！」ってなって、頭によく残っている。学習後、メンデルさんを尊敬しました。

この生徒の記述から、本単元を通じて高い学習意欲を保ち続け、毎時間少しずつ成長したことをうかがうことができる。また、実践後に「自分で自分なりに物事を理解することや表現することが楽しい！」と笑顔で話してくれた生徒がいたが、この瞬間が印象的であった。この「楽しい」という感情は、まさに学習意欲の現れであると感じたからである。本実践では、従来の授業に三つの視点を加えて単元構想を行ったが、日常生活との関わりを意識させること、科学者の心構えに触れることには、それぞれ学習意欲の向上につながる要素が大いにあると感じている。しかも、それは単純に授業の中に位置付ければ良いというものではなく、学習者である生徒自身が自分自身で学びの変容に気づき、そのことを実感することが大切である。

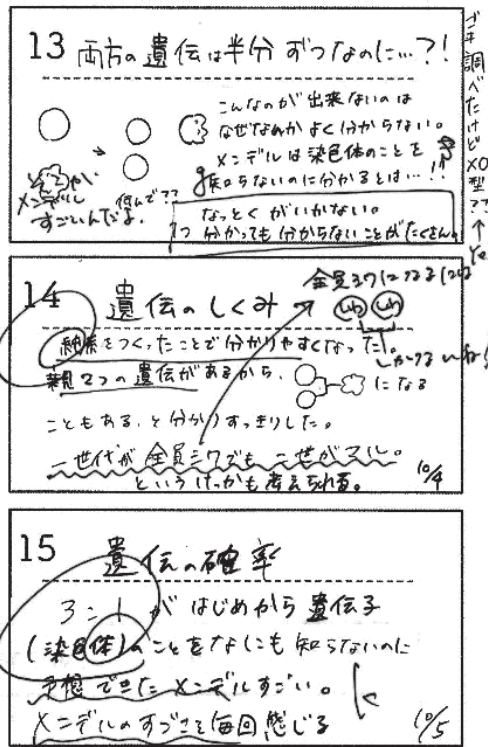


図4-8 生徒のOPPシートの記述例



## 実践事例⑤ 虹ができる位置関係を確認しよう！

高等学校「科学と人間生活」光や熱の科学



### (1) 授業づくりの視点

光は虹などの印象的な現象を引き起こし、光の性質や現象について興味を持っている生徒も多い。しかし、多くの生徒は、その現象が「なぜ起こるか」といった、科学的な見方をもち合わせていないことがうかがえる。そこで、身の回りの自然現象がなぜ、どのような仕組みで起こるのかを体験しながら考える学習活動を通して、科学と人間生活との関わりを意識するきっかけにしたいと考え、授業を構想した。また、現象を理論からだけで考えさせるのではなく、容易に実施することができ、実感を伴って理解しやすい実験を積極的に取り入れることにより、生徒一人一人の授業への意欲的な参加を目指した。

本実践では、生徒が日頃からよく目にしている虹を取り上げることで生徒の興味・関心の喚起を行い、生徒自身で虹のできる仕組みを説明できるようになることをねらいとした。

### (2) 実践例

#### ○実践で行った実験

「虹ビーズ」を黒色の画用紙に貼り付けた「虹色シート」をそれぞれの班に配付した。「虹ビーズ」は理科器具店などで購入でき、「虹シート」に点光源や日光を当てると簡単に虹を観察することができる<sup>3)</sup>。本実践では、懐中電灯を光源として実験を行い、光を当てる角度を変えるなど、繰り返し実験を容易に行えるようにした。

#### ○ワークシートの工夫

図5-1に示すワークシートを使用した。ワークシート冒頭には、前時に学習した内容を教科書から引用して載せることで、前時の学習を思い出しやすくした。また、観察結果から虹が見える状況について、実験の結果と対応して考えやすいように、時間や方向、場所などに注目させ、複数の場面について考えられるようにした。

#### ○振り返る活動

一枚ポートフォリオ評価法(OPPA)を活用して、毎時間生徒に振り返りの活動を行わせた(詳細は実践事例④を参照)。生徒には、「分かったことや印象に残ったことをまとめましょう」として、授業を通して自分の気づきについて自由に記述させた。また、単元の前後に、虹に関して知っていることなどを書かせることで、自分自身で理解の変容に目を向けさせるようにした。

#### ○前時までの学習・活動

水による光の屈折において、色ごとに光の屈折の仕方が異なることを学習した。

■科学と人間生活 物理分野

ワークシート 光の分散

本時の目標 実験を通して、虹が見える条件を考える。

図 虹が見えるしくみ

1 実験  
虹色シートをつかって虹を観察する。  
ライトを持つ人、虹色シートを持って観察する人に分かれる。

①しゃがんで虹シートを上下させて観察する。  
②立って虹シートを上下させて観察する。  
③ライトの位置を変えて、①②を繰り返す。  
・ライトの位置は、午前(午後)、早朝(夕方)、星の3つの位置から照らす。  
役割を変えて、一度は虹を観察する

④虹が観察できたときの時間、方向から観察結果をまとめる。

2 観察結果  
虹が見える状況  
(いつ、どの方向にみることができるか。具体的に、日常生活の中で考えてみる)

I 自分が( )にいる時の( )、( )を見ると虹をみることができる。  
地面?高いところ? いつ? どの方向?空?地面付近?

II

III

IV

図5-1 ワークシート

○展開例

| 【単 元】(2)人間生活の中の科学 ア 光や熱の科学 (7)光の性質とその利用                                     |                                      |   |  |
|---|--------------------------------------|---|--|
| 【目 標】虹に関する実験を行い、その結果やこれまでの学習事項をもとに、どのような条件で虹が見えるのか考えることができる。 [科学的な思考・判断・表現] |                                      |   |  |
|   | 学習活動                                 | 教師の指導・支援  | 学習評価等  |
| 導 入   | 1 前時の内容を復習し、多くの水滴によって虹ができることを理解する。   | ○前時の復習をし、多くの水滴によって虹ができることを説明する。   |  |
|   | 実験を通して、虹が見える条件を考える。                  |   |  |
| 展 開   | 2 虹シートとライトを使って虹の観察をする。<br>・役割を変えて行う。 | ○虹の観察実験を通して、いつ、どの方向に虹が観察できるか気付かせる。<br>・虹ビーズが目に入らないように注意する。<br>・実験道具は観察が終わったら回収する。 | ○実験結果やこれまでの学習事項を基に虹が見える条件について考えることができる。[科学的な思考・判断・表現] (ワークシート) |
|   | 3 観察結果から虹が見える状況の例を班で考える。             | ○机間指導をし、話し合いが円滑に進むよう支援する。   |  |
|   | 4 発表をする。                             | ○班で考えた内容を発表させる。   |  |
|   | 5 虹が見える状況の例の説明を聴き、どんな状況で虹が見えるかを理解する。 | ○生徒の発表を基にして、虹が見える状況をまとめる。   |  |
| 終 末   | 6 本時の学習の振り返りをする。                     | ○振り返りシートを書かせる。  |  |

○事後の学習・活動

光の分散 (虹はどうしたらできるか) について説明ができるように振り返りシートをまとめる。

(3) 実践から見てきたもの

①生徒の取組

生徒は意欲的に実験に取り組んでいた (図5-2、図5-3)。また、授業後の生徒の感想を見ると、実験について「感動的」「びっくり」「不思議」という言葉が多く見られ、取りあげた実験の効果を感ずることができた。一つの実験を分割して実施することで、これまで行っていた一斉授業型の授業展開よりも生徒の反応もよく、生徒の様子や感想からも楽しんで主体的に授業に参加している様子がうかがえた。また、授業の終末において、振り返りシートを書かせることで本時の振り返りをさせているが、前時に学



図5-2 実験の様子 図5-3 振り返りの様子

また、授業の終末において、振り返りシートを書かせることで本時の振り返りをさせているが、前時に学

んだことを思い出しながら、集中して書いている姿を見ることができ、この姿からも生徒が意欲的に取り組んでいた様子が見ええた。

## ②授業者の感想と今後の展望

本実践で取り上げた単元では、一枚ポートフォリオ (OPP) を使用し、毎時間、振り返りの時間をとるとともに、単元の前後で虹について情報をまとめることで、生徒一人一人の変容を評価できるようにした (図5-4)。個人差はあるが、どの生徒も【はじめ】の部分があまり書けなかった。しかし【おわり】になると、教師から与えられたものでなく、実験等を通して自ら学んだことを基に、より具体的に書くことができるようになっていた。

生徒の様子や記述を見ると、本実践では、虹というテーマから生徒の興味を引き出すことができ、何かを学びたいという姿勢を感じることができた。しかし、生徒の発表時間を十分とることができず、他の班の意見を聞くということが十分にできなかったため、実験の時間と生徒の思考する時間、思考を共有する時間を計画段階で十分検討する必要があると感じた。また生徒の記述や説明を振り返ると、単なる感想になっている部分も多くあるため、理由を挙げて説明させるための手だてや指示を工夫する必要があると感じた。

実践の前後で実施した、本研究のアンケート結果では、特に、Q5「ふだんの生活の中で活用できないか考えますか」という問いに対して、肯定的回答が増加していた。この要因として、本実践で行った授業だけでなく、本研究をきっかけとして、これまで以上に教師自身が日常生活を意識した授業を日頃から心掛けて行うようにしたことが、影響したのではないかと考える。

|  |   |
|--|---|
| <p>【はじめ】 空にかかる虹について知っていることを書こう。(どんなときに見えるか、どうして見えるか、何色をしているかなど)</p> <p>雨が降っている太陽の光があるとき。<br/>虹は7色。</p>                 | <p>分かったことや印象に残ったことをまとめよう。</p> <p>光の三原色の光で作るやつを2も楽しかった。<br/>緑・赤・青を3つと白に合わせたのが感動的だった。<br/>すごく綺麗!!</p> |
| <p>【おわり】 空にかかる虹について説明してみよう。</p> <p>壁に下くさんの水滴がある。<br/>その水滴に太陽の光が反射して見える。色が113113<br/>みるほど光が反射して色になって<br/>角度が違ってはから。</p> | <p>第2回<br/>分かったことや印象に残ったことをまとめよう。</p> <p>太陽光や蛍光灯の光のやつには名前がある。<br/>虹の光がキレイな印象に残った!</p>               |
|  | <p>第3回<br/>分かったことや印象に残ったことをまとめよう。</p> <p>砂(虹シト)にライトを当てると173人分角の虹が見えた。見る位置によって虹の形が違った!!</p>          |

図5-4 OPP シートの記述例

## 実践事例⑥ ハザードマップを作成する

高等学校「科学と人間生活」宇宙や地球の科学



### (1) 授業づくりの視点

近年防災に関する関心は高まってきているが、内閣府による調査によると、岡山県は大災害に対する危機意識が低く、若年層ほど、災害へ備えをしていない傾向がある<sup>3)</sup>。そこで、本実践では、身近な地域のハザードマップを作り、地域の危険箇所について知ること、身の回りの自然現象への興味・関心を高めるとともに、防災意識の向上をねらいとした。また、岡山県のハザードマップとして「おかやま全県統合型 GIS」があり、各地域にもハザードマップが作成されているが、その活用等を図るきっかけともしたいと考えた。

### (2) 実践例

本実践では、学校の周辺や生徒の住んでいる地域のハザードマップを参考とし、どのような災害を想定するのかを明確にすることが大切と考え、次の配慮を行った。

- ・土砂災害と浸水についてのハザードマップを作成させた。
- ・今回は生徒が住んでいる地域のハザードマップを使用し、「おかやま全県統合型 GIS」についても紹介した。

#### ○前時までの学習・活動

様々な気象災害について理解し、ハザードマップの内容について学習した。

#### ○展開例

| 【単 元】(2) 人間生活の中の科学 エ 宇宙や地球の科学 (1) 身近な自然景観と自然災害              |   |  |   |
|---|---|--|---|
| 【目 標】・ハザードマップ作成を通して、自然災害が起こった場合の状況について考えようとしている。 [関心・意欲・態度] |   |  |   |
| ・タブレット端末の地図アプリを活用することで、地図の見方について理解する。 [観察・実験の技能]            |   |  |   |
|   | 学習活動  | 教師の指導・支援   | 学習評価等   |
| 導入  | 1 自宅及び学校周辺のハザードマップの作り方を知る。  | ○タブレット端末、ワークシート、地域のハザードマップを配り、自宅及び学校周辺のハザードマップの作り方を説明する。   |   |
|   | 身近な場所のハザードマップを作ってみよう。   |  |   |
| 展開  | 2 自宅周辺のハザードマップを作る。<br>・自宅周辺の避難場所を知る。<br>・自宅から避難所までの地図を作る。<br>・土砂災害、浸水についてのハザードマップを作る。 | ○それぞれの地域のハザードマップから避難場所を見つけさせる。<br>○自宅周辺の地図を作るときはタブレット端末の地図アプリを活用するように説明する。<br>○地域のハザードマップから自宅周辺の危険箇所について理解させる。 | ○ハザードマップ作成を通して、自然災害が起こった場合の状況について考えようとしている。 [関心・意欲・態度] (観察) |



|    |  |  |                                     |
|----|--|--|-------------------------------------|
|    | 3 学校周辺のハザードマップを作る。<br>・地域のハザードマップを見ながら協力して学校周辺のハザードマップを作る。 | ○地域のハザードマップを基に、学校周辺の避難場所を確認させる。<br>○学校周辺ではどのような状況になるか、協力して地図にまとめさせる。 | ○地図の見方について理解している。〔観察・実験の技能〕（ワークシート） |
| 終末 | 4 身近な地域のハザードマップを見て、気付いたことを振り返りシートに記入する。                    | ○まとめをして、振り返りシートに記入するよう指示する。  |                                     |

○事後の学習・活動

実際に避難所まで行き、危険箇所を確認し、気付いた点をハザードマップに付け加える。

(3) 実践から見えてきたもの

①生徒の取組

今回作成したハザードマップでは、生徒の自宅及び学校で起こりうる災害をテーマとし、河川の氾濫による浸水と土砂災害を取り上げた（図6-1）。土砂災害については山沿いに住んでいる生徒は認識していたが、河川の氾濫や浸水については考えていなかった。熱心に地図の作成に取り組んでおり、タブレット端末を用いて、地図の読み取りもできていた。地図の作成は比較的簡単にできたが、自宅から避難所までの距離や移動にかかる時間についての認識は不十分なところが見られた。

実習 「わが家のハザードマップを作ろう」

【目的】 自宅近くのハザードマップを作成することで防災意識を高める。

【準備】 ハザードマップ、マジック、ものさし

【方法】

- あなたと住んでいる町のハザードマップから次の場所を探して、図（わが家のハザードマップ）に記入し、地図を作りましょう。
  - ・あなたの家
  - ・あなたの家から一番近い避難場所
  - ・避難場所までの道
  - ・川（あれば）
  - ・目印となる施設や場所
- あなたの家のまわりで危険な場所をかきましよう。

【考察】

- あなたの家のまわりで起こりそうな災害は何ですか。起こりそうな災害を書いてみましょう。

- あなたの家から避難場所までのくらくらかかるか考えましよう。

【反省・感想】

年 番 氏名

わが家のハザードマップ

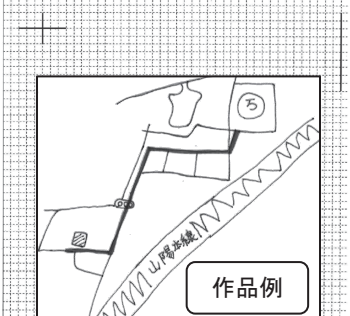


図6-1 ワークシートと生徒の作品例

②授業者の感想と今後の展望

自宅周辺のハザードマップは地図を作成することから授業を始め、自宅から避難所までの行き方を考えさせたところ、避難所がなじみのある小学校だったこともあり、道筋を思い出しながら地図を作成することができた（図6-2）。一方、避難所までの距離や時間については認識不足のところもあり、今後の課題と考えている。また、生徒は、ハザードマップの必要性を感じており、更なる防災意識向上のために、自宅周辺のハザードマップをより詳しく考えさせたり、地震等の災害についても考えさせたりすることが必要と考える。



図6-2 授業の様子



○前時までの学習・活動

なめらかな面上での運動方程式を学習した。

○展開例

| 【単 元】(1)物体の運動とエネルギー イ 様々な力とその働き (7)様々な力                                   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| 【目 標】・摩擦力の大きさを決める条件を予想し、実験計画を立て、実験結果に基づいて自分の言葉で説明することができる。 [科学的な思考・判断・表現] |  |   |   |
| ・予想に基づいて計画した実験を協力して適切に行い、その結果を的確に記録することができる。 [観察・実験の技能]                   |  |   |   |
|   | 学習活動   | 教師の指導・支援  | 学習評価等   |
| 導<br>入  | 1 演示実験を観察・体験し、摩擦と関係する現象を確認する。                    | ○演示実験を行う。<br>・下敷きを滑らせる。<br>・厚い冊子のページを重ね引っ張る。      |   |
|   | 2 [班活動1]<br>「摩擦と関係する現象は日常生活のどこに見られるか」について班で話し合う。 | ○班内で意見を出し合い、各班でホワイトボードに列挙させる。話し合いが活発に行われるように支援する。 |   |
| 運動する物体に働く摩擦力の大きさが、何によって決まるか説明しよう。   |  |   |   |
| 展<br>開  | 3 [班活動2]<br>「摩擦力の大きさはどのようにして決まるか」について班で話し合う。     | ○話し合いの結果を実験の仮説に用いるので、できるだけ多く挙げるように指示する。           | ○摩擦力の大きさを決める条件を予想し、実験計画を立て、実験結果に基づいて自分の言葉で説明する。[科学的な思考・判断・表現] (観察、ワークシート) |
|   | 4 運動方程式の復習を通して、実験原理を確認する。                        | ○運動方程式を復習することで、前時と本時を結びつける。                       |   |
|   | 5 班内で「摩擦力が〇〇に依存する」という予想を立て、実験方法を考える。             | ○予想を一つに絞らせ、実験方法を考えさせる。                            |   |
|   | 6 実験を行う。   | ○「仮説」に注目して机間指導を行う。                                | ○予想に基づいて計画した実験を協力して適切に行い、その結果を的確に記録している。[観察・実験の技能] (観察、ワークシート)            |
|   | 7 測定結果のグラフをもとに、摩擦力と各班の定めた物理量の関係を考察する。            | ○異なる測定を行った班のワークシートを、教材提示装置を使って表示させる。              |   |
| 終<br>末  | 8 摩擦力の大きさの要因について、実験結果を参考にしながら、班で話し合い、発表する。       | ○全体で理解が深まるよう、話し合いの結果をホワイトボードを用いて発表させる。            |   |

○事後の学習・活動

- ・実験結果をもとに、 $f' = \mu'N$  を導き出す。
- ・摩擦力には動摩擦力と静止摩擦力があることを示し、違いを考える。

(3) 実践から見てきたもの

①生徒の取組

〔班活動1〕において、生徒は活発に議論を行い、あらゆる場面で摩擦による現象が見られることに気付いたようである(図7-3)。生徒が挙げた場面には、次のようなものがあった。

- |          |              |      |
|----------|--------------|------|
| ・自転車のライト | ・フリクションボールペン |      |
| ・アイスホッケー | ・エアホッケー      | ・マッチ |
| ・手をこする   | など多数         |      |



図7-3 班活動1の様子

また、各班で異なる仮説を立て実験をすることで、自ら考えて意欲的に取り組むことができ、実験の意図をよく理解している様子であった。さらに、測定結果から自分たちで適するグラフを考えることで、物理法則を考えること、つまり各自が設定した物理量に摩擦力が依存するのかわからないかを判断し、科学的な見方を通して現象を捉える経験をすることができた。

本実践は、生徒の発想に基づく実験であり、実験に創意工夫をする姿が見られた(図7-4、図7-5)。例えば、「接地面積」による摩擦力の大きさを比較している班では、断面積の異なる木片を二つ用意していたが、質量が同じでなかったため質問したところ、「引く



図7-4 実験の様子

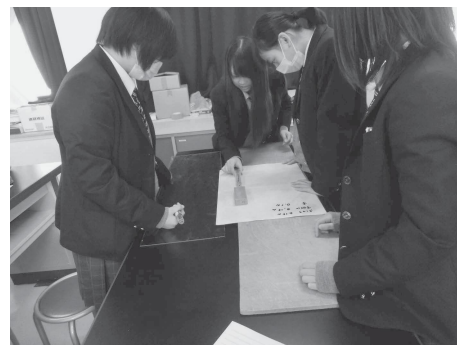


図7-5 実験の様子

ときには二つ重ねて引くようにしているので、質量は関係ありません。下になる木片の接地面積を計算しています。」と、返答があり思考の深まりを感じた。

②授業者の感想と今後の展望

実践後にある生徒から、「体育館の床を滑ったとき、遅く滑ったときより速く滑ったときの方が、ダメージが大きくなると感じるのですが、摩擦力の大きさは速さに依存しないのですか?」「普段はつるつるの面の方が滑りやすいのに、アクリルボードの上を滑らせたとき一番動摩擦力が大きくなったのは何故ですか?」といった質問を受けた。本実践において、「仮説を立てる」場面で、日常生活の実体験を通して考えさせたことが、日常生活との結びつきを考えるきっかけになったと考えられる。生徒の身の回りには物理現象が常に起きている。しかし、当たり前過ぎてなかなか意識はできない。実験ありきで授業を展開するのではなく、本実践のようにその実験が、日常でどのような場面に見られる現象なのかを想起させることが有効であると考えられる。

本実践では自由度の高い実験であり、あらかじめ生徒が必要とする材料を準備したことが効果的であった。生徒の発想を強引に誘導するのではなく、生徒がどのような思考をするのか想定した上で準備をする事が大切である。また、結果をまとめる際に共通のグラフ用紙を提示したが、実験結果によってはそぐわない場合もあった。生徒の自由思考に基づく実験を行う際に、その結果などをどのように表現させるのかが課題である。



# 実践事例⑧ 音波の性質を活かした技術を考え紹介しよう！

高等学校「物理基礎」波



## (1) 授業づくりの視点

物理で学習する現象は、実際に日常生活における自然現象として観察できたり、科学技術の中に広く応用されていたりするものも多い。しかしながら、生徒はそれらの関係に気付かないため、身近に感じられていないと考えられる。そこで、生徒が既習事項をより身近なものに関連付けて捉えるための活動を通じて、生徒が探究的な学びの中から、自らの気付きとして学びを深めることができるよう、授業展開を構想した。その中では、科学的に物事を捉える力を身につけさせると同時に、表現する機会を意図的につくることにより、生徒を主体的な深い学びへと導くことを目指した。また、ルーブリックを用いて振り返りを行い、自己評価を行うことにも取り組んだ。

## (2) 実践例

本実践は、自分たちの身の回りにも音波の性質を利用した最先端の技術や工業製品が多くあることに気付かせるため、様々なヒントを与えながら、生徒自身が「音波の性質を活かした技術」を考案し、その製品をクラス全体に紹介するという場面を設定した。各班の紹介した内容については図8-1のワークシートにまとめさせた。班活動と発表を取り入れることにより、生徒の主体的で探究的な学びを通して、楽しみながら音波の性質をより深く理解することをねらいとして実践した。

平成28年度 物理 ( ) 組 ( ) 番 氏名

本時の目標：音波の性質を活かした技術を考え、紹介しよう！

○グループ分け 班番号  担当する性質

① 音の ( ) を活かした技術を挙げてみよう。  
 ・技術、製品の名称  どこに使われているか

② 各班の発表をまとめよう。

●音の ( ) を活かした技術

| 技術・製品の名称 | どこに使われているか | 感想&疑問点 |
|----------|------------|--------|
| 原理       |            |        |
|          |            |        |

●音の ( ) を活かした技術

| 技術・製品の名称 | どこに使われているか | 感想&疑問点 |
|----------|------------|--------|
| 原理       |            |        |
|          |            |        |

●音の ( ) を活かした技術

| 技術・製品の名称 | どこに使われているか | 感想&疑問点 |
|----------|------------|--------|
| 原理       |            |        |
|          |            |        |

③本時の振り返り

☆1 音波の性質を活かした技術を考え、紹介しよう！ (該当する番号に○をつける)

- ① 音波に関係する技術を考え出し、原理を理論的に考察することも出来た。
- ② 音波に関係する技術は考え出せなかったが、原理を理論的に考察することは出来た。
- ③ 音波に関係する技術は考え出せたが、原理を理論的に考察することは出来なかった。
- ④ 音波に関係する技術を考え出せなかったし、原理を理論的に考察することも出来なかった。

☆2 本時で感じたことを振り返りノートに書こう！

図8-1 ワークシート

## ○前時までの学習・活動

音波が縦波であること、音速が温度に依存すること、音の三要素について学習した。

## ○展開例

| 【単 元】(2) 様々な物理現象とエネルギーの利用 イ 波 (イ) 音と振動  |                                 |   |   |
|---|---------------------------------|---|---|
| 【目 標】音波の性質を活かした技術を考え出し、波の基本的な性質(反射・屈折・干渉・回折)を基に、原理を理論的に考察することができる。 [科学的な思考・判断・表現] |                                 |   |   |
|   | 学習活動                            | 教師の指導・支援  | 学習評価等   |
| 導 入   | 1 本時の目標を確認する。                   | ○本時の目標を掲示する。  |   |
|   | 音波の性質を活かした技術を考え、紹介しよう。          |   |   |
| 展 開   | 2 波の四つの性質(反射・屈折・干渉・回折)を復習する。    | ○グループ内で説明者を分け、各性質を説明するよう指示する。穴埋め形式の話型を示す。             |   |
|   | 3 本時の流れの説明を聞く。                  | ○ワークシートを配付し、四つの性質(反射・屈折・干渉・回折)×2班の計8班に分ける。            |   |
|   | 4 各班で担当する性質を活かした技術について考える。      | ○話し合いが円滑に行われるよう、ヒントになるような画像を示す。話し合い開始4分後にヒントカードを配付する。 |   |
|   | 5 発表資料の作成に取り組む。                 | ○模造紙に図示、又は模型を作成して発表させる。必要な機材があれば随時申し出させる。             | ○音波の性質を活かした技術を考え出し、波の基本的な性質(反射・屈折・干渉・回折)を基に、原理を理論的に考察している。[科学的な思考・判断・表現](観察、ワークシート) |
|   | 6 代表して発表する班を決める。                | ○同じテーマの2班で発表内容を吟味し発表班を決めさせる。                          |   |
| 7 発表、質疑応答を行う。   | ○ワークシートにメモを取らせながら発表を聞かせる。       |   |   |
| 終 末   | 8 まとめとしてワークシートを完成させ、本時の振り返りを行う。 | ○ワークシートにまとめさせ、末尾のルーブリックを用いて自己評価させ、提出させる。              |   |

## ○事後の学習・活動

音波の屈折・干渉に関する身近な現象を紹介し、前時の考察の妥当性に触れながら理解を深める。

### (3) 実践から見てきたもの

#### ①生徒の取組

対話的な学習活動を目指しても、理科が得意な生徒が苦手な生徒に教えるといった教授型授業の縮小版のような形態になりがちであるが、本実践は未知の事柄に関して推測する側面もあり、互いに意見を出し合い活発に議論する様子も見られ、深い学びへとつながったように感じた(図8-2、図8-3、図8-4)。この授業における生徒の自己評価についても次に示す(表8-1)。



図8-2 授業の導入



図8-3 班活動の様子



図8-4 発表の様子

表8-1 生徒の自己評価

| 選択項目                                   | 回答数(割合)  |
|--|----------|
| ①音波に関する技術を考え出し、原理を理論的に考察することができた。      | 14 (34%) |
| ②音波に関する技術は考え出せなかったが、原理を理論的に考察することはできた。 | 19 (47%) |
| ③音波に関する技術は考え出せたが、原理を理論的に考察することはできなかった。 | 5 (12%)  |
| ④音波に関する技術を考え出せず、原理を理論的に考察することもできなかった。  | 3 (7%)   |

#### <生徒の感想>

- ・きれいな波形でなくても音を打ち消して聞こえなくするのはどのようにするのか気になった。
- ・授業で習ったことを応用していて説得力があった。
- ・雑音と逆の波を出すのに、どうやって聞こえる前に間に合わせているのか気になった。

#### ②実践者の感想と今後の展望

通常の授業では、確認実験からデータの処理方法、現象を数式で表現する方法などを学ぶが、題材によっては実験が困難なものもあり、教え込みや動画での紹介にとどまることも多い。本実践では、身近な科学技術や製品について既習事項を用いて考察し理論立てて説明することに取り組んだ。実験で検証することなく発表に至るので、当然ながら勘違いや誤りも多くある。しかしながら、例えば単元の導入時に、一度身の回りの現象に目を向けさせ、その時点での知識で考察し表現することは、今後の学習活動に対する意欲を高め、ひいては新規事項を学習するたびに日常生活を意識する機会が増えることにつながるのではないかと考える。また、明らかに原理原則に反する発表については生徒同士で質問し合ったり、教師から発問し説明を求めたりすることもある。そこでも、一方的に判断の正誤を押しつけるのではなく、現段階で説明できない現象を正しく説明できるようになりたいと思わせることで、科学的な見方・考え方を育むことにつながるのではないかと考える。

## 実践事例⑨ 「単位」が示すものを実感させる

高等学校「化学基礎」物質と化学反応式



### (1) 授業づくりの視点

中学校理科「化学変化と物質の質量」において質量変化の規則性について学習し、例えばマグネシウムと酸素が一定の質量比  $Mg : O_2 = 3 : 2$  で化合することを学ぶ。中学校の学習内容を受けて高等学校「化学基礎」では、「物質と質量」という新しい単位、概念を学ぶが、目に見えない原子・分子などをイメージしながら思考することが求められるとともに、小数・指数を含む計算技能を必要とするため、多くの生徒の学習意欲が低下する内容でもある。物質と質量に関する計算だけではなく、「物質と質量」という概念の利点や物質と質量が示すものについて理解することも大切であることから、本実践では現象と粒子の挙動を関連付けて考えさせるために、直径 6 mm の BB 弾を粒子モデルとして用い、物質と質量が示すものを考える授業を展開した。

### (2) 実践例


本実践では生徒に「見えているもの」と「見えないもの」を区別、意識させて展開した。「見えているもの」は直接測定できるものとし、「見えないもの」は直接測定することが困難であり、物質と質量や法則性などを通して、「見えているものから、見えないものを見ようとする」ことが大切であることを確認させた。授業の展開において、すべての生徒の活躍の場となるように実験方法をグループで考える活動を取り入れた。また、授業の終末において、炭素、銅、鉄の 1 mol 標本を示し、生徒が触れることで、原子 1 個の質量の違いを体感するように工夫した。このほかに本実践には次のようなメリットがあると考えている。なお、本実践では図 9-1 に示すワークシートを用いた。

- ・同じ大きさ(直径 6 mm)で質量や色の異なる BB 弾を大量に準備することが容易である。
- ・BB 弾を使うことによって、粒子の数に注目することを意識付け、物質が原子や分子、イオンなどの粒子から成り立っていることや化学反応式の係数が示すものを再確認できる。
- ・複雑な計算がなく、BB 弾を使った取り組みやすい内容であり、苦手な生徒でもやってみようと思える題材である。

#### ○前時までの学習・活動

原子量・分子量・式量、相対質量について学習した。

#### ○展開例

| 【単 元】(3) 物質の変化 ア 物質と質量と化学反応式 (7) 物質と質量 |                                 |  |   |
|--|---------------------------------|--|---|
| 【目 標】 実験を通して物質と質量が粒子の数を表すことを見出すことができる。 |                                 |  |   |
| [科学的な思考・判断・表現]                         |                                 |  |   |
|  | 学習活動                            | 教師の指導・支援   | 学習評価等   |
| 導<br>入                                 | 1 物質が粒子からできていることを確認する           | ○物質が、原子・分子・イオンなどの粒子からできていることを確認させる。                          |   |
|  | 実験を通して、物質と質量が示すものについて考えることができる。 |  |   |
| 展<br>開                                 | 2 BB 弾を効率よく数える課題について説明を聞く。      | ○大きさは同じで色と重さが違う 2 種類の BB 弾を配付し、実験室内にあるものを用いて 600 個数える課題を与える。 |  |





|        |        |  |  |   |                             |
|--------|--------|--|--|---|-----------------------------|
| 展<br>開 | 3      | 1班4人でBB弾の数を効率よく数えるための手段を考える。                 | ○5分間の作戦タイムで複数の手段を考えるよう促し、最も速くに数えられそうな方法を決めさせる。         | ○活動を通して物質量が粒子の数を表すことを考えることができる。[科学的な思考・判断・表現](ワークシート) |                             |
|        | 4      | 作戦に沿ってBB弾を数える。                               | ○一方のBB弾を数え終わったら、もう一方のBB弾を数えさせる。                        |   |                             |
|        | 5      | 他の班の発表を聞き、数える手段を練り直す。                        | ○代表的な班に発表させる。  |   |                             |
|        | 6      | 簡単な化学反応を通して、粒子の数と係数の関係について考える。               | ○簡単な化学反応式を示し、係数の意味について確認させる。                           |   |                             |
|        | 7      | 活動を通して、物質量が何を表す単位なのか、利用することでどのような利点があるかを考える。 | ○原子・分子・イオンなどの粒子の数は直接測定できないことを確認させ、物質量が何を表す単位なのか、考えさせる。 |   |                             |
|        | 8      | 物質1 molの質量について考える。                           | ○1 molの銅、鉄、炭素の塊を配付し、原子の重さを体感させる。                       |   |                             |
|        | 終<br>末 | 9  | 本時の内容をまとめて、振り返りをする。                                    |   | ○本時のまとめと、振り返りをワークシートに記入させる。 |

化学授業プリント 物質量 (教科書 p. \_\_\_\_\_ ~ \_\_\_\_\_)

**学習目標** 実験を通して、物質量 (mol) とは何を表す単位か、考える。

**Mission 1** 色違いのBB弾をそれぞれ「600粒」数える手段をみんなで考えて、実践してみる。  
 <条件> 化学教室にあるものは許可があれば何を使って良い。

①作戦会議・準備 ※できるだけいろいろな手段を考えてみよう  
 【作戦メモ欄】

**生徒の記入例**

**生徒の記入例** まずは10粒の重さを測り、その重さx60倍の重さになるように、電子てんびんで測りながらBB弾をビーカーに入す。

②実験結果

Q1 原子・分子・イオンの、粒子の数を数えることはできるだろうか? → 容易・困難

Q2 実験室において、「見えるもの (=測定できるもの)」とは何か?  
 → \_\_\_\_\_ 長さ、重さ、数、体積、時間、距離など

Q3 原子量・分子量・式量を表す数字にはどのような意味があるか? → \_\_\_\_\_

|      |     |    |                |         |
|------|-----|----|----------------|---------|
|      | H   | C  | O <sub>2</sub> | A g (銀) |
| 相対質量 | 1.0 | 12 | 32             | 107.9   |

1molの質量

まとめ

① 化学反応が起きる際、原子・分子・イオン (← 粒子) の数の関係性が決まっている。

粒子の数

多くの物質について、原子・分子・イオンの数を直接知ることはできない。そのため、\_\_\_\_\_ を測定して得られたデータから間接的に (=計算して) 求める。

③ 「mol」とは、\_\_\_\_\_ を表す単位である

物質量 (mol) とは何を表す単位か、考えることができましたか?  
 できた まあまあ いまいち

感想を書きましょう

**生徒の記入例** molという言葉を初めて聞いたときにほんのりが理解できていなかったけど、今回の理解ができた。

**生徒の記入例** それぞれの物質が (mol) のがたまりで見ると粒子の大きさや質量が違うことが分かった。

化学反応式と単位

**生徒の記入例**  $10 \text{ (個)} + 1 \text{ (個)} \rightarrow 1 \text{ (個)}$  粒子数  
 $\text{mol} \quad \text{mol} \quad \text{mol}$

( ) に入る「単位」に注目して考えてみよう!

年 組 番 名前 \_\_\_\_\_

図9-1 ワークシートと生徒の記入例

### (3) 実践から見たもの

#### ① 生徒の取組

実験室内の器具は、自由に使ってよかったが、多くの生徒が電子天秤を用いて重さを測定した。一つの班が体積を測定する方法を考え、メスシリンダーを利用したが、充填の問題や測定誤差などの要因により、質量を利用する場合よりも誤差が大きくなる傾向が見られたものの、誤差は5%程度に収まった。



図9-2 授業の様子

担当するクラスの生徒は学習に対して受動的な面があり、理解度にも差が見られるが、本実践ではどの班も協力しながら実験を進めていた(図9-2)。BB弾を使い、数を数えるという内容であるので、どの生徒も「自分もできそうだ」と思えるような題材であったと考えている。

生徒の感想には「molが便利な単位だと思いました。」「目に見えないものをはかるのはとても楽しみ。早くしたいが計算もがんばりたい。」などの記述があり、意欲・関心が高まっている様子もうかがえた。次にその他の生徒の感想の一部を紹介する。

#### < 生徒の感想 >

- ・少し難しかったけど、粒子の数を表す単位が「mol」ということは分かった。
- ・それぞれの物質 1 mol でこんなに質量に差があることが理解できた。
- ・これから計算とかが増えても頑張りたい。
- ・メスシリンダーは目で見て測定するので、電子ばかりで質量を測定するほうが正確だと思った。
- ・600個数えるために、他にどのような方法があるのか気になる。
- ・重さや体積があれば、見えない粒子を見えるようになると分かった。
- ・アボガドロ数をどうやって求めたのか気になった。
- ・「物質質量」については理解できたが、なぜ利用するのかということは理解できなかった。

#### ② 実践者の感想と今後の展望

BB弾の工作精度について、生分解性プラスチック製のもの(質量 0.20 g)は、600個を集めても0.1%以内の誤差で測定することができたのに対して、ポリエチレン製のもの(質量 0.12 g)は最大10%程度の個体差がみられた。10個程度の平均を求めてから600個の質量を計算した班はおおむね正確に測定できていた。

実践後の授業において、様々な物質質量の計算をしていく中で「mol とは何の単位か」に対する理解について定着がみられ、本実践のねらいとおりに事後の指導がしやすくなったと感じている。また、「自転車が1 mol あるとすると、車輪は何 mol あるか?」といった問いを投げかけると、生徒は物質質量についてさらに納得した様子であった。実践終了後に実施した定期考査においても、物質質量に関する出題に対して無回答・無得点の割合が低下し、正答率が向上した。

本実践において一定の成果が見られたが、同様の実践を行うためには、単元全体のバランスや年間指導計画における位置付けをより明確にすることが大切である。

## 実践事例⑩ 化学平衡を利用した「ものづくり」

高等学校「化学」化学反応と化学平衡



### (1) 授業づくりの視点

高等学校「化学」の「化学反応と化学平衡」においては、理論的な学習内容が中心であり、ルシャトリエの原理を実感できる観察・実験は限られる。温度によって色の変化が確認できる「サーモクロミズム」を利用して化学平衡を視覚的に実感させるとともに、学習内容を活用したものづくりを通して、化学平衡を学ぶ意義を実感させることをねらいとして展開した。


### (2) 実践例

塩化コバルトは中学校理科の観察・実験のほか、乾燥剤のシリカゲルの発色剤としても利用され、色の変化により視覚的に平衡移動を実感できる。また、学習したことを日常生活にも利用できないかと考え、ガラス細工によるマドラーを作成し、化学平衡をより身近に感じさせたいと考えた。

#### ○前時までの学習・活動

濃度・圧力や温度の変化により、ルシャトリエの原理に従って平衡が移動することを学習した。

#### ○展開例

| 【単 元】(2) 物質の変化と平衡 イ 化学反応と化学平衡 (イ) 化学平衡とその移動                     |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 【目 標】実験を通して温度変化を伴う平衡移動について考え、熱化学方程式で表すことができる。<br>[科学的な思考・判断・表現] |   |   |   |
|   | 学習活動                                      | 教師の指導・支援                                  | 学習評価等   |
| 導<br>入  | 1 本時の目的・実験の内容を聞く。                         | ○ルシャトリエの原理と平衡移動について確認する。                  |  |
|   | 2 ワークシートを見ながら実験操作に関する説明を聞く。               | ○ガラス細工を伴うため、やけど、ガラス管の破裂、エタノールの引火に十分に注意する。 |   |
| 温度変化を伴う平衡移動について考え、熱化学方程式で表すことができる。                              |   |   |   |
| 展<br>開  | 3 道具を確認し、マドラーを作成する。                       | ○ガラス管を塞ぐ前に液量が多すぎないように確認する。                | ○温度変化を伴う平衡移動について考え、熱化学方程式で表すことができる。[科学的な思考・判断・表現] (ワークシート)                            |
|   | 4 作成したマドラーを冷水・温水に浸す。結果を記録し、熱化学方程式について考える。 | ○冷水・温水に浸したときの色を観察させ、熱化学方程式について考えさせる。      |   |
|   | 5 実験道具を片付ける。                              | ○片付けを指示し、残った塩化コバルト溶液を回収する。                |   |
| 終<br>末  | 6 結果・まとめを聞く。                              | ○「サーモクロミズム」は化学平衡の例であることを伝える。              |   |
|   | 7 身の回りにあるものの中で、温度等で色が変わるような例を考える。         | ○身の回りに化学平衡を利用して色が変わる例を考えさせる。              |   |

## ○事後の学習・活動

- ・アンモニアの工業的製法を例に、化学工業においてもルシャトリエの原理が利用されていることを学習する。
- ・質量作用の法則を学習する。

## &lt;実験の概要&gt;

## 【準備物】

塩化コバルト ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 4 g、エタノール 50 mL、水 5.8 mL、保護眼鏡、温水、冷水

## 【操作】

- [1] ガラス管を 20~30cm の適当な長さに切り、一端をバーナーで強熱して閉じる。
- [2] ガラス管が冷えたら、注射器で塩化コバルト溶液を管に入れる。  
※あまりたくさん入れすぎると、封入できなくなるので端から指一本分くらい残す。
- [3] ガラス管の他端を、バーナーで強熱して封じる。加熱部分が膨らみ始めた時点で加熱をやめ、放冷する。  
※あまり大きくふくらませると、ガラスが薄くなって壊れやすくなるので注意する。



## 【結果】

(記入例)  
温水に浸すと青色、冷水に浸すと淡赤色を示す。

## 【考察】

コバルト(II)イオン  $\text{Co}^{2+}$ (青色)とヘキサアquaコバルト(II)イオン  $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ (淡赤色)の間で化学平衡が成立している。この反応の反応熱を  $Q \text{ kJ/mol}$  ( $Q > 0$ ) とするとき、実験結果を踏まえて熱化学方程式を考えなさい。



## (3) 実践から見たもの

## ①生徒の取組

生徒の感想には「色の変化から温度によって化学平衡が移動することを目で見て理解できた。」「化学平衡はただ問題を解くだけではどのようなものかよく分からなかったが、実験を通して色の変化で視覚的に確認できた。」などの記述があり、化学平衡に関する理解が深まっている様子うかがえた。また、ガラス細工が初めての生徒が多く、ガラスが溶けていくところが楽しかったようである。マドラーを苦労して自作するため、化学平衡についての理解が深まり、作成したマドラーにも愛着が湧いているようであった。

## ②実践者の感想と今後の展望

班で一本のマドラーを作成する場合は一単位時間、一人一本のマドラーを作成する場合は二単位時間が適当であると考えている。マドラー作成を行わず試験管で実験する場合は試薬を混合するだけなので、10分程度で実施できるが、ものづくりと併せて実施することで生徒の印象に残り、理解の定着につながったのではないかと考えている。生徒の感想に「化学平衡を実感することができました。」「理論を学ぶ化学平衡が目に見え、身近なものに感じた。」などの記述があり、意欲・関心が高まっている様子うかがえた。また、「サーモクロミズムが日常生活にたくさんあって驚きました。」という感想もあり、日常生活に視点を移して考える生徒の姿も見られた。



## 実践事例⑪ コオロギの血球観察

高等学校「生物基礎」生物の体内環境



### (1) 授業づくりの視点

本研究で行ったアンケートにおいて、生徒が理科を学ぶ意義を感じられた内容として、血液の循環や血液凝固など血液に関する回答が多くあった。血液は免疫の分野で扱い、「免疫とそれにかかわる細胞の働きについて理解する」と学習指導要領にはある。生徒にとって身近に感じられる血液であるが、この単元は新出する用語が多く、覚えることが多いと感じられる内容であり、学習したことと実生活とのつながりを意識しにくい側面もある。そこで、この単元の導入として第一時に観察を行い、観察結果を通して関連する用語を生徒自身の力でまとめることで、この単元の理解の基礎となるような知識・イメージをもたせ、興味・関心・意欲を高めることをねらいとした。免疫は大切な生命活動であること、免疫系の正常な働きなくしては生きられないこと、免疫反応は細胞が行うことや脊椎動物だけでなく無脊椎動物にもあることを、この単元の理解の基礎となるような知識・イメージとして授業づくりを考えた。

### (2) 実践例

本実践では、血液・体液を素材として扱うことにし、観察材料は、生徒にとって身近であろう昆虫のコオロギの体液とした。昨年の実践では、生徒に実際にコオロギを触らせ、足をもぎ取り体液を採取し、食作用をはっきりと観察することができた(図11-1)。しかし、足をもぎ取るという行為に生徒は抵抗感をもち、食作用に意識が向かない生徒も見受けられた。そこで、本実践では、教師が異物として墨汁を注射したコオロギから体液を事前に採取し、あらかじめ血球のプレパラートを用意して、観察させた。

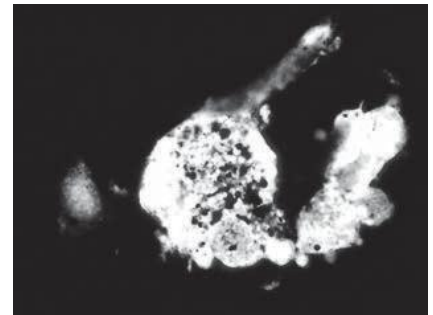


図11-1 血球の顕微鏡写真

また、観察結果のまとめは、知識構成型ジグソー法<sup>7)</sup>を参考にした班学習を行った(図11-2)。「異物の体内への侵入を防いだり、異物が体内に侵入した場合に異物を排除したりするしくみが免疫である」ことを中心のテーマとした。さらに、表11-1に示すA~Cの三つのテーマに関するヒントや図などを示したワークシートを配付し、A~Cのどれか一つのテーマのワークシートに取り組んで深めさせた(図11-3)。その後、自分の班に戻り、A~Cの三つのテーマについて、互いに説明することによってこれから学習する内容を自分たちの力でまとめさせた(図11-4)。

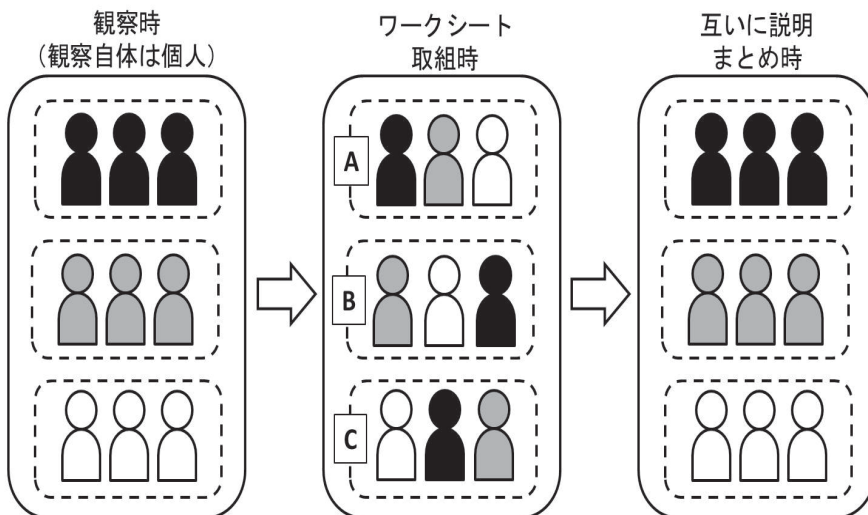


図11-2 班学習のイメージ図

表11-1 三つのテーマ

|   |   |
|---|---|
| A | <b>体液とは(復習も含む)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・免疫のしくみ</li> <li>・体液の種類</li> <li>・血液の成分および赤くない血球とその理由</li> </ul>                |
| B | <b>免疫ではたらく細胞</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・免疫のしくみ</li> <li>・免疫にかかわる血球の種類</li> <li>・好中球、マクロファージ、樹状細胞が行う作用、異物処理の方法</li> </ul> |
| C | <b>免疫のシステム</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・第1の防御機構と第2の防御機構のしくみ</li> <li>・第3の防御機構の特徴</li> </ul>                                |

○展開例

| 【単 元】(2)生物の体内環境の維持 ア 生物の体内環境 (ウ)免疫                                     |  |   |  |
|--|--|---|--|
| 【目 標】コオロギの体液の観察やジグソー法による班学習を通して、免疫の働きについてまとめることができる。<br>[科学的な思考・判断・表現] |  |   |  |
|  | 学習活動                                       | 教師の指導・支援  | 学習評価等  |
| 導入   | 1 免疫の単元に入ることを知り、体液中の細胞がその大切な役割を担っていることを知る。 | ○休み時間に教卓にコオロギの入った容器を置き、自由に観察させる。<br>○今まで学習した体液についての学習内容を思い出させる。<br>○免疫について次の点を簡単に説明する。<br>・免疫は異物を除去する反応であり、これなくして生命活動はありえない。<br>・免疫は体液中の細胞(血球)が行っている。<br>・免疫はヒトのような脊椎動物にもコオロギのような無脊椎動物にもある。<br>○昆虫の気管系と体液の写真を示し、コオロギでは何という血球が必要ないのか、発問する。 |  |
|  | 2 本時の具体的な活動内容を知る。                          | ○本時は、コオロギを用いて免疫についての観察と、班学習で観察のまとめをすることの2点が学習活動であると説明する。  |  |
| コオロギの体液を観察し、免疫の働きをまとめよう。   |  |   |  |
| 展開   | 3 教科書で実験・観察の方法を確認する。                       | ○教科書の実験・観察の方法を読ませ、コオロギには前日に異物として墨汁が注射してあること、すでに体液はプレパラートにしてあることを説明する。   |  |
|  | 4 教師が作成したプレパラートを観察する。                      | ○白血球が異物を食べた写真を提示し、何を観察するのか、分かりやすくする。<br>○異物である墨汁の粒子も意識して観察させる。<br>○状況に応じて見えた試料を見に行かせる。  |  |
| 終末   | 5 ジグソー法について説明をうける。                         | ○ジグソー法のワークシートを配付し、協力して、観察のまとめをすることを説明する。  | ○コオロギの体液の観察やジグソー法での班学習を通して、免疫の働きについてまとめることができる。[科学的な思考・判断・表現] (まとめのワークシート) |
|  | 6 班学習(ジグソー法)を行い免疫について、観察のまとめを行う。           | ○ワークシートに考えるヒントはあること、しっかりコミュニケーションをとること、班に戻ってそのワークシートの内容を班員に責任をもって説明できるようになっておくこと等の留意点を説明する。   |  |
|  | 7 学習の振り返りを行う。                              | ○次時から免疫について詳しく学習するが、本時の学習が理解を助けてくれることを告げる。  |  |

免疫の学習の前に・・・体液の復習・・・  
**A 体液とは：血液・組織液・リンパ液**  
 1年（ ）組（ ）番名前（ ）

**免疫**  
 異物の体内への侵入を防いだり、異物が体内に侵入した場合に異物を排除したりするし  
 くみを**免疫**という。

ヒトなどの脊椎動物では、体内環境を作る体液は、  
 血管内を流れる血液、血管の液体成分である血し  
 ょうが毛細血管からしみ出して、細胞を取り巻く組織  
 液、リンパ管内を流れるリンパ液からなる。

**図 体液の移動**  
 血液は、有形成分である赤血球・白血球・血小板  
 と、液体成分である血しょうからなる（表1）。血液  
 は、細胞の呼吸に必要な酸素や栄養分、細胞が放出し  
 た二酸化炭素や老廃物を体の適切な場所に運搬する。  
 酸素は赤血球に含まれる赤いタンパク質であるヘモグロビンと結びつき、酸素を必要とす  
 る組織へ運搬される。

| 名称   | 形状                  | 直径         | 1ml中の個数                                     | はたらき |
|------|---------------------|------------|---|------|
| 赤血球  | 無<br>7~8μm<br>(円盤形) | 450万~600万個 | ヘモグロビンを含み酸素を運搬する。                           |      |
| 血小板  | 無<br>2~3μm          | 10万~40万個   | 血液の凝固に関係する。                                 |      |
| 白血球  | 有<br>5~20μm         | 4000~8000個 | 多様な運動があり、病原体などの異物に対する免疫作用に関係する。             |      |
| 液体成分 | 血しょう                | —          | 水(約90%)、タンパク質(6~8%)、無機塩類(約1%)<br>グルコース、脂質など |      |

表1 血液の有形成分

(1) 免疫とはどのようなしくみか。

(2) 体液は、どのような液からなるか。

(3) 血液はどのような成分からなるか。

(4) (3)のうち、赤くない血球をすべて挙げよ。また、なぜ赤くないのか。

図11-3 班学習用ワークシート(テーマA)

☆ジグソー☆  
 1年（ ）組（ ）番名前（ ）

(1) 免疫とはどのようなしくみか。

(2) 体液とは

(3) 免疫で働く細胞

(4) 免疫のシステム

発表後、皆で話し合います。

(5) 今回コオロギを使った実験で見えた血球は、何という血球でしょうか。

(6) 今回コオロギを使った実験で見た血球の働きは何と呼ばれるか。

(7) どうしてそのように考えましたか。

(8) ほかの班の発表を聞いて

(9) 実験とジグソーの授業の感想

図11-4 班学習用ワークシート(まとめ用)

(3) 実践から見てきたもの

①生徒の取組

観察とジグソー法を用いた班学習の両方を行うという盛  
 沢山な内容であったが、生徒は興味をもち、集中して取り  
 組んでいた(図11-5、図11-6)。教師が事前に体液の  
 プレパラートを作成しておいたことで、スムーズに観察を  
 行うことができた。生きたコオロギを教卓に置き、鳴き声  
 が聞こえる中での観察であり、生き物を使っている実感と、  
 生命について話題にしながら観察することができた。事後  
 のアンケートには「免疫が働いていることについて認識で  
 き、また、命をより大切に感じた。」というように生命の  
 重要性について言及したような記述も見られた。また、「コ  
 オロギの足をちぎらなくてよかった」など解剖に対して否  
 定的な意見もある一方、「解剖してみたかった」という意  
 見も一定数あった。自分で解剖したいという生徒に対する  
 準備もできるが、全体的に見ればコオロギの体液採取を事  
 前に教師がしておく方が生徒の抵抗も少なく、観察に取り  
 組みやすいと感じる。

観察、ジグソー法を用いた班学習はともに面白いと感じ  
 られたようであり、積極的に活動していた。班学習の取組  
 みの様子は良く、また、記述内容は質・量ともによく書け  
 ていた(図11-7)。



図11-5 観察の様子

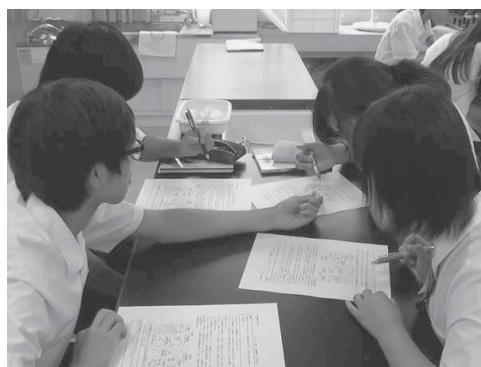


図11-6 班学習の様子



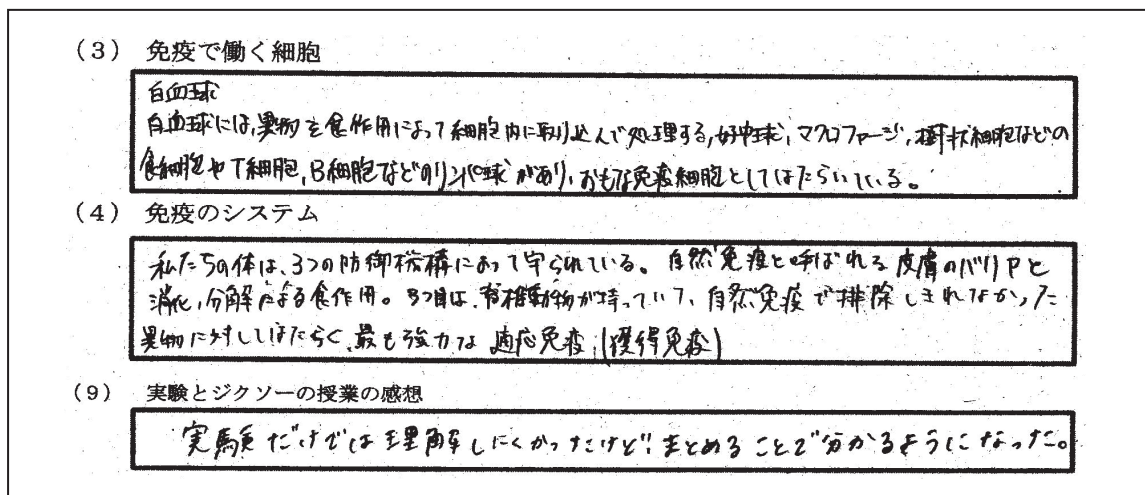


図 11-7 生徒のワークシート(まとめ用)の記述例

## ②授業者の感想と今後の展望

本実践において、観察材料として入手の容易さや生徒にとっての身近さからコオロギを選んだが、実際に体液を採取する作業については、教師が行った方がよい場合もあった。コオロギとヒトの体液の色の違いや、無脊椎動物にも免疫があることなどについて興味深いと感じた生徒は多く、脊椎動物のような「赤い血液」ではなく、無脊椎動物で観察実験を行う意義はあると考える。また、観察時に白血球が異物を食べた写真を提示し、どのような細胞を観察するのか示したが、それでも一部の生徒から「何を見ればよいのかわからない」などの声もあった。この場面では「異物を食べている細胞が見えた。」という感動が大切で、その後の学習の興味・関心につながると考える。そのため、食作用の「まさに今食べている様子」がもっと確実に観察できれば、生徒の興味・関心はさらに高まると思われ、教師の血球観察の指導のスキルアップが求められる。

ジグソー法を用いた班学習では、非常に有効な手立てだと感じたが、教材の分量が多すぎたとも感じた。もう少し分量については減らした方が、観察・実験と合わせて時間内におさまりがよく、話し合いも深まっていくのではないかと思う。

事後アンケートの「これから学ぶ単元に興味をもてましたか」という問いに対して、32人中30人が肯定的な回答をした。観察を行い、その結果やこれから学習する用語のいくつかを、班学習により自分たちの力でまとめておくという今回の実践は、単元の初めに全体を見通す機会として、有用な方法ではないかと考えられる。また、「理科を学んで良かったこと、役に立ったこと」については、図 11-8 のような記述があり、日常生活と理科の授業を結び付けていることがうかがえた。本実践は、血液が生徒にとって身近に感じられるものであるという、事前把握の基に行った。これからの実践においても、生徒の実態に即した授業を展開していきたい。

<理科を学んで良かったこと、役に立ったこと>

- ・ふだん見ている生物の体の仕組みや違いをこの実験や授業で知ることができて良かった。
- ・生き物に興味をもった。ヒトの体のつくりや仕組みを学ぶことで、自分の体のことをもっと学びたいと思った。
- ・日常生活で何か気になったことがあったときなどは、理科で学んだことを思い出して考えることができるようになった。
- ・生物の特徴等について知ることは、また次に新しいことを知ろうと思うことにつながる。

図 11-8 生徒の事後アンケートの記述



## 実践事例⑫ 「遺伝子とその働き」のまとめ

高等学校「生物基礎」遺伝子とその働き



### (1) 授業づくりの視点

高等学校の理科教育において、科学の概念形成を着実に図ることは難しい。ともすれば、生徒は重要語句を暗記しただけで、学習が完成したように考えてしまう。科学用語の重要性はもちろんのことであるが、それぞれの用語の関連性を捉え、それらにまつわる科学概念を理解し、科学用語を自由に活用できるようになってほしい。そこで、本実践では大きく二つの方策を考えた。一つ目は、考え方を学ぶこととして「思考ツール」の活用とグループワークによる課題解決を図るため「ジグソー法」である。二つ目は、単元の振り返りの機会を設けることである。

まず、考え方を学ぶことについて、思考ツールの一つで概念の整理に適した「コンセプトマップ」と実験方法等の手順の説明に適した「ステップ・チャート」<sup>5)</sup>を活用し、単元末の課題解決型の活動を計画した。併せて、「知識構成型ジグソー法」の手法<sup>6)</sup>を用いて、班で課題を解決できるように展開した。

次に、単元の振り返りの機会を設定することについて、理科では時間ごとの振り返りだけでなく、単元の終末に単元全体の学習内容を振り返ることが重要と考える。そこで、単元全体を振り返って考える課題を設定し、生徒が適切に科学用語等を適切に使用してお互いに説明できる授業展開を考え実践した。

### (2) 実践例

本実践では、1組3人のジグソー班をつくり、「遺伝子とその働き」の単元を振り返り3人で解決するメインの課題1題を設定し、ジグソー班3人それぞれがエキスパート活動として取り組むための三つの課題を準備した。エキスパートの課題の解答を三つ集めるとメインの問いのヒントとなるようになっている。メインの課題とエキスパート活動の課題は次の表12-1のとおりである。

表 12-1 ジグソー活動の課題

|             |   |
|-------------|---|
| メインの課題      | ヒトのインスリン遺伝子を大腸菌や酵母に挿入することで、なぜ大腸菌や酵母はヒトのインスリンを作成することができるのか、この <b>仕組み</b> と <b>理由</b> を説明せよ。  |
| エキスパート活動の課題 | エキスパート A<br>今までに学習した内容に基づいて、ヒト(真核生物)のセントラルドグマについて、下記のキーワードをすべて利用して <b>コンセプトマップ</b> を作成しなさい。<br><div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">セントラルドグマ</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">DNA</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">mRNA</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">tRNA</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">タンパク質</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">コドン</span> </div> <div style="margin-top: 5px;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">スプライシング</span> </div> |
|             | エキスパート B<br>今までに学習した内容に基づいて、大腸菌(原核生物)のセントラルドグマについて、下記のキーワードをすべて利用して <b>コンセプトマップ</b> を作成しなさい。<br><div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">セントラルドグマ</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">DNA</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">mRNA</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">tRNA</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">タンパク質</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">コドン</span> </div>  |
|             | エキスパート C<br>インスリンについて説明した次の文章を読んで、ヒトインスリンの作成方法について <b>ステップ・チャート</b> を作成しなさい。  |

**ワークシートA** ( )組 ( )番 名前 ( )

問「ヒトのインスリン遺伝子を大腸菌や酵母に挿入することで、なぜ大腸菌や酵母はヒトのインスリンを作成することができるのか、この仕組みと理由を説明せよ。」

問A 今までに学習した内容に基づいて、**ヒト（真核生物）**のセントラルドグマについて、下記のキーワードを**すべて利用して**コンセプトマップを作成しなさい。

セントラルドグマ DNA mRNA tRNA タンパク質 コドン  
スプライシング

## ワークシートA

**ワークシートB** ( )組 ( )番 名前 ( )

問「ヒトのインスリン遺伝子を大腸菌や酵母に挿入することで、なぜ大腸菌や酵母はヒトのインスリンを作成することができるのか、この仕組みと理由を説明せよ。」

問B 今までに学習した内容に基づいて、**大腸菌（原核生物）**のセントラルドグマについて、下記のキーワードを**すべて利用して**コンセプトマップを作成しなさい。

セントラルドグマ DNA mRNA tRNA タンパク質 コドン

## ワークシートB

**ワークシートC**

( )組 ( )番 名前 ( )

問「ヒトのインスリン遺伝子を大腸菌や酵母に挿入することで、なぜ大腸菌や酵母はヒトのインスリンを作成することができるのか、この仕組みと理由を説明せよ。」

問C インスリンについて説明した以下の文章を読んで、ヒトインスリンの作成方法についてステップ・チャートを作成しなさい。

インスリンは、すい臓から出るタンパク質からなる体内ホルモンの一つで、血糖値を下げる働きをするほぼ唯一のホルモンです。インスリンは、すい臓のランゲルハンス島という組織にあるβ細胞でつくられています。食事によって血糖値が上がると、すい臓のβ細胞がこの動きをすばやくキャッチして、すぐにインスリンを分泌します。血糖が全身の臓器にとどくと、インスリンの働きによって臓器は血糖をとり込んでエネルギーとして利用したり蓄えたり、さらにタンパク質の合成や細胞の増殖を促したりします。こうして、食後に増加した血糖はインスリンによって速やかに処理され一定量に保たれます。

糖尿病は、すい臓から出るインスリンが減少するか、またはインスリンの働きが悪くなって、血糖値を下げられなくなった状態（高血糖状態）が続く病気です。もともと、インスリンはブタの膵臓から抽出したものが使われていました。1人の糖尿病患者が1年間に使用するインスリンをまかなうには約70頭のブタを必要としました。同じインスリンとはいっても、ヒトとブタでは若干構造が違いますから、アレルギーの原因になったり、効果が100%でなかったりといった問題点がありました。

糖尿病患者は増加しつつあり、遅からず危機的な状況が到来することが危惧されましたが、1970年代になって飛躍的に進歩した遺伝子工学技術が救いとなりました。カリフォルニア大学サンフランシスコ校のグッドマン研究室とハーバード大学のギルバート研究室が、ラットインスリン遺伝子（DNA）のクローニング（簡単に言えばコピー）に成功します。その少し前の1976年にポイヤーらはその当時規制が厳格であったヒト遺伝子そのものの使用を避けて化学合成したDNAを自らが開発したプラスミドpBR322（環状DNAのこと）に組み入れて大腸菌の中で発現させることを試みることにしました。1978年8月には合成した60個のヌクレオチドからなるA鎖DNAと93個のB鎖DNAをプラスミドpBR322に組み入れて大腸菌でA鎖とB鎖を別々に作ることができました。その後は、A鎖とB鎖をS-S結合で組み合わせることで、ヒトインスリンを作成することに初めて成功しました。

## ワークシートC

図 12-1 エキスパート活動のワークシート

図 12-1 は実践で使用したワークシートを示している。ワークシートCは『バイオテクノロジーの教科書 上』<sup>7)</sup>を参考に作成した。ワークシートA～Cは、それぞれ B4 用紙サイズのワークシートの一部（左側）である。ワークシートの右半分には、『考えるってこういうことか！「思考ツール」の授業』（田村ら）より引用した「思考ツール」の考え方、取り組み方を記載し、生徒の活動を支援した。

本実践は、単元終末に与えられた課題を解決することで、本単元を振り返りながら、目標である「生物の共通性」について考える機会となることを期待した。単元のまとめの授業であるので、一部の生徒のみが個人で解決できる課題とならないように、かつ、3人のグループで解決できるようにほぼ同じ難易度のエキスパート活動の課題を三つ用意して、ジグソー活動でメインの課題を解決できるように配慮した結果、難易度がある程度高い課題となった。

エキスパートAでは真核生物のセントラルドグマについて、エキスパートBでは原核生物のセントラルドグマについて、エキスパートCではヒトインスリンを大腸菌につくらせる方法について「思考ツール」を利用してまとめさせた。これらの情報を整理すると、大腸菌にヒト（真核生物）のDNAを挿入することで、大腸菌にヒトの遺伝子を発現させ、ヒトインスリンを合成させることができる。このことから、セントラルドグマやコドンが指定するアミノ酸が、原核生物を含め全ての生物で共通であることに気付かせることができると考えた。また、この単元としては発展的な内容ではあるが、糖尿病にかかわるインスリンの合成に本単元で扱った科学技術が生かされていることを知り、私たちの生活に科学技術が活用されていることをより強く印象付けたいと考えた。

## ○展開例

| 【単 元】(1)生物と遺伝子 イ 遺伝子とその働き  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| 【目 標】グループで「遺伝子とその働き」の学習内容を振り返り、まとめることができる。<br>[科学的な思考・判断・表現]             |   |   |   |
|  | 学習活動  | 教師の指導・支援  | 学習評価等   |
| 導<br>入   | 1 本時がこの単元のまとめであり、ジグソー法で既習内容を活用して課題を解決することを知る。   | ○本時がこの単元のまとめであり、既習内容を活用して課題を解決することを説明する。グループ分け、課題解決の方法、ルールを示す。                          |   |
|  | 2 3人のグループ分けを行い、自分の役割、課題解決の時間配分、ルール、課題を知る。       | ○黒板に本時の予定を書いておく。  |   |
| ヒトのインスリン遺伝子を大腸菌や酵母に挿入することで、なぜ大腸菌や酵母はヒトのインスリンを合成することができるのか、この仕組みと理由を説明せよ。 |   |   |   |
| 展<br>開   | 3 各自のワークシートを読み、個人で課題に取り組む。                      | ○生徒へのA～Cのワークシートをそれぞれ配付し、個人で課題に取り組みさせる。  | ○グループで「遺伝子とその働き」の学習内容を振り返り、まとめることができる。[科学的な思考・判断・表現]（観察、ワークシート） |
|  | 4 エキスパート活動<br>指示された場所で4人程度の新たなグループになり課題を検討する。   | ○コンセプトマップやステップ・チャートをまとめやすいようにホワイトボードを配付しておく。<br>○机間指導をしながら、まとまらない班には、考え方やまとめ方のアドバイスを行う。 |   |
|  | 5 ジグソー活動<br>元のジグソー班に戻り、メインの課題を考える。              | ○机間指導をしながら、各ジグソー班でまとめた内容を確認しておく。  |   |
| 終<br>末   | 6 各グループの発表<br>指名されたグループはまとめた結果を発表し、その他の班は発表を聞く。 | ○机間指導時に確認した内容からいくつかのジグソー班を指名し、タブレット端末を利用し、プロジェクトでまとめた内容を大きく提示して発表させる。                   |   |
|  | 7 個人で課題のまとめを行い、ワークシートに記入する。                     | ○次時に解答、解説を行うことを告げる。   |   |

### (3) 実践から見えてきたもの

#### ① 生徒の取組

生徒は熱心に取り組むことができていた(図12-2)。それぞれのエキスパート課題では、教師の思いとは反対に課題Aと課題Bの共通点ではなく相違点に着目する班も見られたが、概ねメインの課題の解決に向けて3人が協力して取り組むことができた。コンセプトマップやステップ・チャートでは、ホワイトボードを利用した。書き、消しが簡単にできるので、短時間で班内の考えをまとめ、表現するのに適していた。

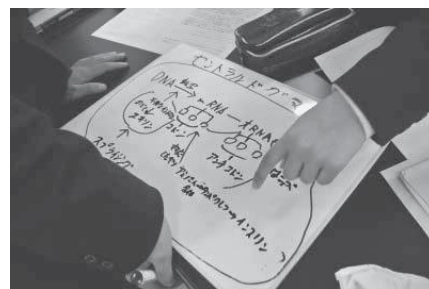


図12-2 班活動の様子

事後のアンケート「本日の活動で、この単元について振り返りができましたか」という問いについては、全体の91%(n=235)が肯定的な回答をした。また、本時の授業に関する自由記述では図12-3のような感想も多く得られた。

授業で学んだことを使って何かを考えることは普段できていないので、今回の授業で活用することができてよかった。エキスパート活動でしっかり考えてから話し合うと自然と答えが浮かんできたので楽しかった。

「遺伝子とその働き」について、今まで習ったことを組み合わせる調べることができることを初めて知りました。実験ではまた違う活動をするのができ、とても勉強になりました。

図12-3 生徒の感想(一部)

#### ② 授業者の感想と今後の展望

今回扱った単元「遺伝子とその働き」の学習内容は、私たちの生活に密接に関係しているが、遺伝子は肉眼で見えないので生徒にとっては特に概念形成が難しい単元である。そこで、ヒトインスリンの大腸菌での合成という科学研究の資料を用意し、これをエキスパート活動に加え、真核生物と原核生物の遺伝子発現の共通点を中心に課題を設定した。

思考ツールやジグソー法などの多くの取組を扱ったため、どの活動がもっとも効果的であったかは分からないが、生徒の活動を中心にした単元のまとめは、生徒自身に学ぶ手ごたえを実感させることにおいて効果があったと感じている。これは生徒の感想等からも読み取ることができる。盛りだくさんな内容でありながら、日頃の授業で、観察、実験や探究活動など生徒同士が積極的に関わり合う活動を実践しているため、班での活動に支障がなかったことが時間内に実践ができた要因であると感じている。また、実践後に生徒から「難しかった」という声も多く聞いたが、次時の解説において生徒が納得する姿を見て、今回のように課題についてはある程度の難易度は必要だと感じた。

単元の終末に学習した内容を問題演習でなく、概念を整理しながら班活動を通して振り返ることは、生徒自身が学習の到達度をメタ認知できる機会となることが分かった。同時に、教師にとっては、単元のまとめに生徒からどのような発言内容を得たいのか、生徒のどのようなつぶやきを期待しているのか、という単元のゴールから逆算しながら授業展開を考える機会になるので、授業改善に非常に効果的な取組みであったと考えている。このような実践を他の単元でも実施し、生徒の科学概念の定着を一層図りたい。



○引用・参考文献

- 1) 文部科学省 (2008) 『中学校学習指導要領解説 理科編』大日本図書、p. 3、4、7、9
- 2) 文部科学省 (2009) 『高等学校学習指導要領解説 理科編 理数編』実教出版、p. 4、5、15
- 3) 田代直幸 (2015) 「子どもたちにとっての「日常生活」と理科教育」、『理科の教育 8月号 757号』東洋館出版
- 4) 堀哲夫、西岡加名恵 (2010) 『授業と評価をデザインする 理科』日本標準
- 5) 田村学、黒上晴夫 (2013) 『考えるってこういうことか! 「思考ツール」の授業』小学館
- 6) 三宅なほみほか (2016) 『協調学習とは』北大路書房
- 7) ラインハート・レンネバーグ (2014) 『バイオテクノロジーの教科書 上』講談社

○Web ページ

- ア) 文部科学省、国立教育政策研究所 (2012) 「平成 24 年度 全国学力・学習状況調査 報告書 (質問紙調査)」  
([http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/04chuu-gaiyou/24\\_chuu\\_houkokusyo-3\\_situmonsi.pdf](http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/04chuu-gaiyou/24_chuu_houkokusyo-3_situmonsi.pdf))
- イ) 文部科学省、国立教育政策研究所 (2015) 「平成 27 年度 全国学力・学習状況調査 報告書 (質問紙調査)」  
([http://www.nier.go.jp/15chousakekkahoukoku/report/data/qn\\_02.pdf](http://www.nier.go.jp/15chousakekkahoukoku/report/data/qn_02.pdf))
- ウ) 中央教育審議会 (2016) 「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)」  
([http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2016/12/27/1380731\\_00.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2016/12/27/1380731_00.pdf))
- エ) 中央教育審議会 (2016) 「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) 別添資料」  
([http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2016/12/27/1380902\\_3\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2016/12/27/1380902_3_1.pdf))
- オ) 中央教育審議会 (2016) 「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) 補足資料」  
([http://www.mext.go.jp/component/b\\_menu/shingi/toushin/\\_icsFiles/afieldfile/2016/12/27/1380902\\_4\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2016/12/27/1380902_4_1.pdf))
- カ) (株)ナリカホームページ  
([http://www.rika.com/product/prod\\_detail1.php?catalog\\_no=D20-1406-01](http://www.rika.com/product/prod_detail1.php?catalog_no=D20-1406-01))
- キ) 内閣府 (2016) 「日常生活における防災に関する意識や活動についての調査結果」  
([http://www.bousai.go.jp/kohou/oshirase/pdf/20160531\\_02kisyu.pdf](http://www.bousai.go.jp/kohou/oshirase/pdf/20160531_02kisyu.pdf))
- ク) 東京大学 大学発教育支援コンソーシアム推進機構 「知識構成型ジグソー法」  
(<http://coref.u-tokyo.ac.jp/archives/5515>)



平成27・28年度岡山県総合教育センター所員研究  
(共同研究；教科教育)  
「科学と人間生活との関わりを実感させる理科の授業づくりに関する研究」  
研究委員会

指導助言者

稲田 修一 岡山大学教師教育開発センター准教授

協力委員

山田 裕史 岡山県立倉敷南高等学校指導教諭（平成28年度）  
伊藤 昌訓 津山市立勝北中学校教諭（平成27年度）  
（現 岡山県総合教育センター教科教育部指導主事）  
谷本 薫彦 真庭市立落合中学校教諭（平成28年度）  
岡野 健一 和気町立和気中学校教諭  
三阪 良一 岡山県立岡山大安寺中等教育学校教諭  
岡田 誠 岡山県立岡山芳泉高等学校教諭  
望月 一宏 岡山県立倉敷鷺羽高等学校教諭（平成27年度）  
黒川 正英 岡山県立倉敷工業高等学校教諭（平成27年度）  
高見 朋美 岡山県立井原高等学校教諭  
矢庭 政紀 岡山県立新見高等学校教諭（平成28年度）  
石井 亮太 岡山県立和気閑谷高等学校教諭  
西谷 知久 高梁市立松山高等学校教諭（平成27年度）

研究委員

佐藤 裕之 岡山県総合教育センター教科教育部長  
滝澤 浩三 岡山県総合教育センター教科教育部指導主事  
山田 稔 岡山県総合教育センター教科教育部指導主事（平成27年度）  
（現 次世代型教育推進センター研修協力員）  
山田 裕史 岡山県総合教育センター教科教育部指導主事（平成27年度）  
（現 岡山県立倉敷南高等学校指導教諭）  
守屋 昌樹 岡山県総合教育センター教科教育部指導主事  
宮原 健文 岡山県総合教育センター教科教育部指導主事（平成28年度）  
伊藤 昌訓 岡山県総合教育センター教科教育部指導主事（平成28年度）

平成29年2月発行

中学校・高等学校理科指導資料

学ぶ意義や有用性を実感する理科の授業づくり  
—科学と人間生活との関わりを意識した実践事例—

編集兼発行所 岡山県総合教育センター

〒716-1241 岡山県加賀郡吉備中央町吉川7545-11

TEL (0866)56-9101 FAX (0866)56-9121

URL <http://www.edu-ctr.pref.okayama.jp/>

E-MAIL [kyoikuse@pref.okayama.lg.jp](mailto:kyoikuse@pref.okayama.lg.jp)

お問い合わせ 教科教育部 TEL (0866)56-9103

Copyright © 2017 Okayama Prefectural Education Center

