

# 理科を学ぶ有用性を高める授業づくり

日常生活や社会との関連を中心とした中学校理科の授業デザイン

宮澤和孝 (M18EP012)

## 1. 研究の目的

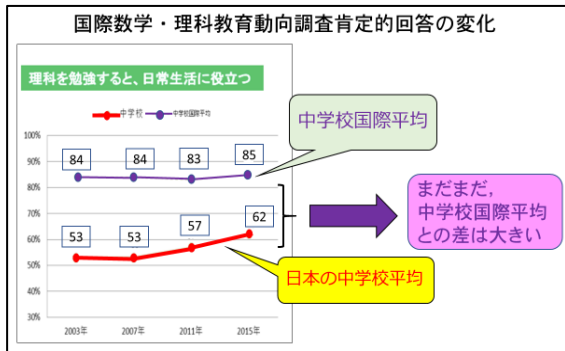


図1 TIMSS2015の調査結果

図1から、理科の勉強をすると、日常生活に役に立ったという項目の調査結果は、日本の中学校平均が国際平均より低いことを示している。このことから、「理科が役に立つ」という有用性の理解を高めることが課題であると分析され、2021年度に実施される学習指導要領の基本的な考え方が次のように示された。

理科で育成を目指す資質・能力を育成する観点から、自然の事物・現象に進んで関わり、見通しをもって観察、実験などを行い、その結果を分析して解釈するなどの**科学的に探究する学習を充実した**。また、理科を学ぶことの意義や有用性の実感及び理科への関心を高める観点から、**日常生活や社会との関連を重視した**。

出展：中学校学習指導要領（H29年告示）解説理科 p.10 平成29年7月 文部科学省

上記の赤字の部分、今回改訂された学習指導要領に新しく追加された内容である。文部科学省が課題として示した、「理科学習の有用性を高める」にはどうすればいいのかわかる、それを明確にしていくことが、本研究の目的である。

## 2. 研究の方法

生徒が日常生活に役に立つ理科授業をどのようにイメージしているのか、山梨県立中学校2年生の生徒に質問紙で調査した。表1にその結果を示す。

表1 日常生活に役立つ理科授業とは

- ①どのようなことが日常生活に生かせるか見つけていく授業
- ②理科で学習したことが、日常のどこで役立つか知ることができる授業
- ③日常生活で使われる事を、実験をしながら例えてみる授業
- ④「混ぜるな危険は何で混ぜると危険なのか？」ということがわかる授業
- ⑤「なぜ」「なんで」などの自分の疑問を知り、結果とどのような関係があるのかを知ることができる授業

これを踏まえて、本研究では目指す授業像と生徒像を図2のように設定した。

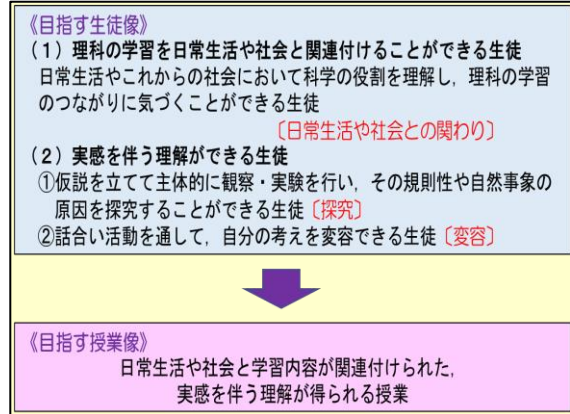


図2 目指す生徒像と授業像

目指す生徒像は2点である。1点目は、理科の学習を日常生活や社会と関連付けることができる生徒で、キーワードは「日常生活や社会

との関わり」である。この根拠は表 1 の①～④である。

2 点目は、実感を伴う理解ができる生徒の育成である。実感を伴う理解を得るためには、自分の仮説を立て、その仮説を検証するための観察・実験方法を考え、その検証を行う探求活動を行い、その規則性を見いだすことができなければならない。キーワードは「探求」である。さらに、他者との話し合い活動を通して、自分が持つ素朴概念や、自分の考えに対してより強く根拠を持たせるための変容ができなければならない。キーワードは「変容」である。この根拠は表 1 の⑤である。

この 2 点を鑑みて、目指す授業像を「日常生活や社会と学習内容が関連付けられた、実感を伴う理解が得られる授業」と考えた。実感を伴う理解とは、「学習内容が日常生活や社会とどのように関連しているかを明記することができる」と定義した。そこで、「目指す生徒像」・「目指す授業」・「重点項目」・「具体的手立て」に基づく研究の構造図を、図 3 のように作成した。

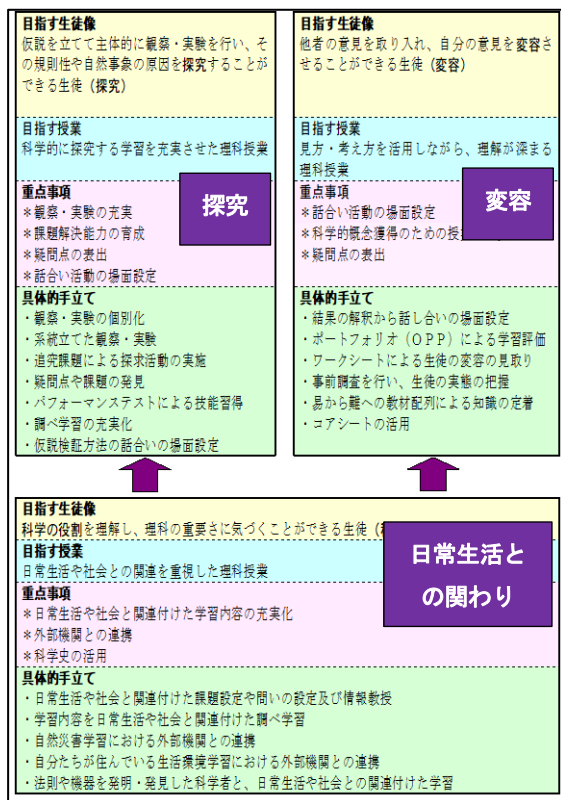


図 3 研究の構造図

### 3. 研究実践内容

(1) 探究活動と日常生活の関連を取り入れた  
中学 2 年生、化学変化の授業実践

表 2 学習内容

- |   |
|---|
| <p>A 学習課題「炭酸水素ナトリウムを加熱すると、何が発生するだろうか、仮説を立てて検証しよう」</p> <p>B 学習課題「酸化銀を加熱すると何が発生するだろうか、仮説を立てて検証しよう」</p> <p>C 学習課題「水に電気を流すと、何が発生するだろうか、仮説を立てて検証しよう」</p> <p>D 学習課題「どうしてかるめ焼きはふくらむのだろう」</p> <p>E 学習課題「酸化鉄を還元してみよう」</p> <p>F 学習課題「カイロと冷却剤をつくり、化学反応による熱の出入りを調べよう」</p> |
|---|

学習課題の A～C は自分で仮説を作り、それを検証するための実験方法を計画し、その計画に基づいて実験を行って課題に迫る授業展開である。例えば、「炭酸水素ナトリウムを加熱して発生する物質を調べるのに、石灰水を使います。」と授業者が発言すると、二酸化炭素が発生してしまうことを生徒は悟ってしまう。この展開はタネを知ってしまった手品みたいなもので、課題に対する生徒の知的好奇心が減少してしまう危険性がある。したがって、学習課題を「炭酸水素ナトリウムを加熱すると何が発生するか、仮説を立てて検証しよう」と設定すると、自分で考え、自力で解決することになる。そのためには既習事項が必要になり、学習内容の知識のつながりが生じ、深い学びや主体的な学習にも繋がると考えた。

化学変化の単元の最初に仮説実験の授業書「もしも原子が見えたなら（仮説社）」を授業で扱い、「原子や分子とは何か」について学習を行った。この実践方法は、原子や分子の知識を使つての仮説づくり、つまり、演繹的な学習による授業構成に相当する。

#### ①原子カードによる仮説づくり

仮説の作り方は、図4のように、Aの学習課題では授業者が原子モデルにより炭酸水素ナトリウム2分子を提示し、図5のように、生徒が加熱後にできる分子を、原子カードを使用して作るというものである。今回の授業では、炭酸ナトリウム分子は生徒から出てこないで授業者が示し、図4の紫色の部分を考えさせた。

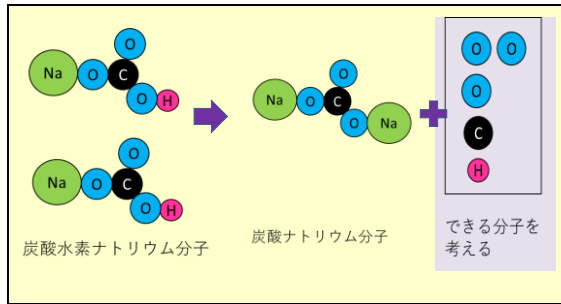


図4 仮説の作り方

②仮説検証実験の計画作成と実験

実験方法を図6のように各班で討議・共有して実験計画を立てる。

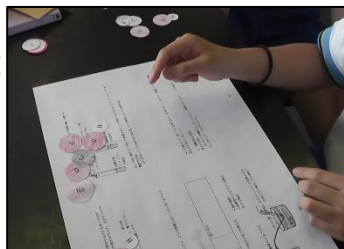


図5 仮説を作る生徒

③この後の操作で、予想した物質であることを調べるため(書き方の例)  
 ○○を行って△△のようになれば、XXが発生したこと  
 石灰水を入れて白くになれば、二酸化炭素が(以下略)  
 塩化コバルト紙につけてピンクになれば、水が(以下略)

③この後の操作で、予想した物質であることを調べるためには、どう(書き方の例)  
 ○○を行って△△のようになれば、XXが発生したことがわかる  
 発生した気体に火をつけたらゼンコウをつけて、酸素  
 発生した液体に石灰水を入れて白くになれば、二酸化炭素  
 発生した液体に青色の塩化コバルト紙につけてピンクになれば、水

酸素、二酸化炭素、水が発生すると仮説をつくり、その検証方法を考えている

二酸化炭素、水が発生すると仮説をつくり、その検証方法を考えている

図6 各班で作成した実験計画書

図7~9は、Bの学習課題の酸化銀を加熱してできた物質を調べるために立てた計画をもとに、検証実験を行っている様子である。



図7 導電性の確認



図8 金属光沢の確認 図9 気体の確認

図10には、生徒が実際に授業で行った仮説の検証方法と結果を示す。

4. 実験方法と結果  
 書き方の例)  
 ○○という実験を行ったら△△という結果になった。

発生した気体にゼンコウを入れると白く臭いを付けたら、酸素と判別した。

加熱した酸化銀に電気を通したら電気が通じた。

加熱した酸化銀を11にマゼンタに付けたらうろのびた。

加熱した酸化銀を2につけて2日したら金属光沢が見られた。

酸素の検証と金属光沢のみ

4. 実験方法と結果  
 書き方の例)  
 ○○という実験を行ったら△△という結果になった。

発生した気体にゼンコウを入れると白く臭いを付けたら、酸素と判別した。

加熱した酸化銀に電気を通したら電気が通じた。

加熱した酸化銀を11にマゼンタに付けたらうろのびた。

加熱した酸化銀を2につけて2日したら金属光沢が見られた。

酸素の検証と金属光沢、導電、延・展性の検証

図10 班で行った実験方法と結果

③実験結果を分析と考察

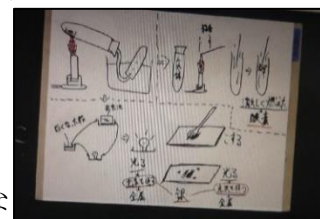
実験結果を分析し、自分たちの仮説が正しいか、図11のように班で討議しながら判断をする。



図11 実験結果の分析

④実験の結果分析と考察の発表

実験方法と結果、考察から加熱後に発生した物質が何であるか、図12のように発表した。「私たちは○○が発生すると思い、△△という方法で実験をしましたが、××という結果になり、○○が発生しな 図12 実験結果の発表  
 いことがわかりました。」という発表でも良いことを全体で確認した。他の班の発表をしっかり聞くことを予め指導し、自分たちが行っていない実験についても、課題解決ができるようにした。その後、課題を解決できる実験を演示する等により確認した方が良いのだが、時間の確保が難しく今回は断念した。



### ⑤課題終了後の生徒の感想

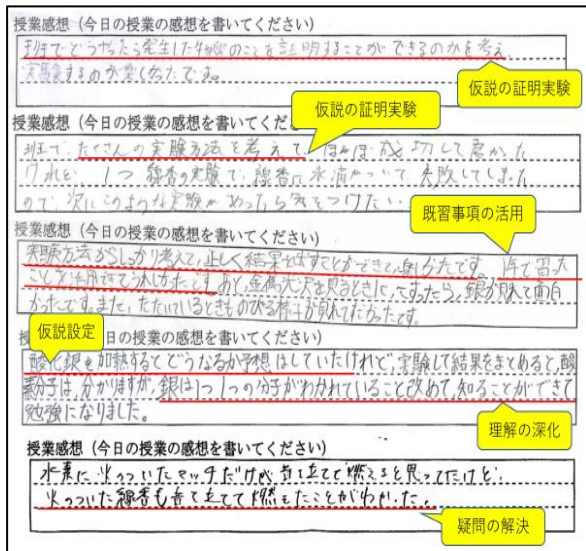


図 13 生徒の授業感想

既習事項を活用して複数の知識を関連付けることができた。さらに、規定通りの実験ではなく、仮説を検証するために様々な実験を行うことにより、科学探究の能力を育成することができる。また、新たな疑問や発見とその解決、そして理解に繋がる授業展開であったこと、自分の仮説を証明できる実験ができて楽しかったと記載している。これらの感想が、有用性の理解が高まったことを証明している。

しかし、生徒がじっくり考えて実験に取り組む展開だったので、難易度が高く抵抗を感じたのではないかと考えられたが、肯定的な感想が多くあり、良い意味で予想外であった。

### ⑥生徒の変容の見取り

生徒の変容の見取りは2つある。

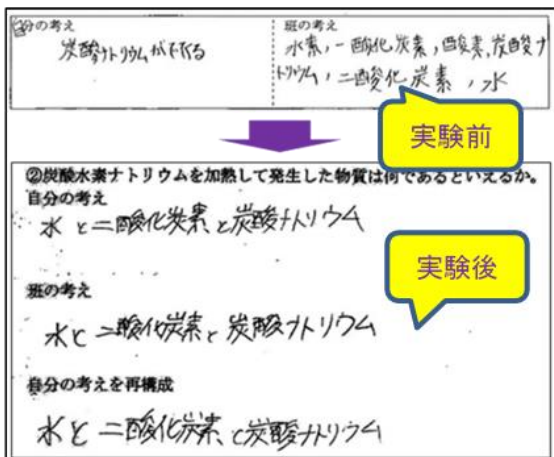


図 14 授業での変容の見取り

1つ目は、ワークシートを活用した、授業での課題に対しての、生徒の考えの変容の見取りである。その様子を図 14 に示した。

2つ目は OPP (1枚ポートフォリオ) を活用したものであり、単元学習前後での生徒の変容の見取りを行った。

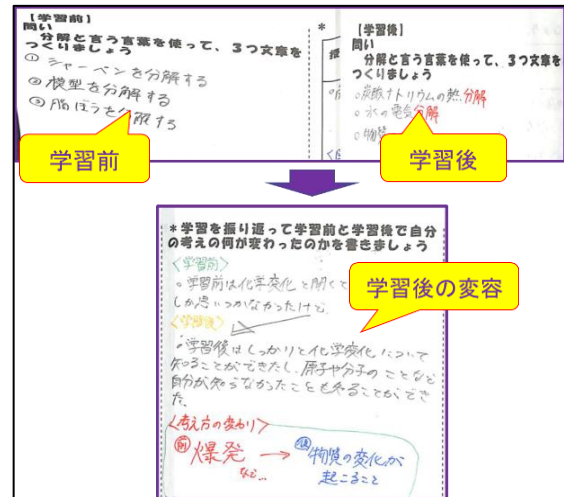


図 15 単元学習での変容の見取り (OPP)

OPP による、図 15 に示した学習前後の生徒の記述内容は、表 3 と表 4 のようになった。

表 3 学習前の記述内容 (抜粋)

- ・シャープペンを分解する (3)
- ・模型を分解する
- ・精密機械を分解する
- ・自転車を分解
- ・空中分解する

表 4 学習後の記録 (抜粋)

- ・炭酸水素ナトリウムの熱分解 (7)
- ・水の電気分解 (11)
- ・物質の分解 (2)
- ・酸化銀の熱分解 (6)
- ・分子を分解する (2)

表 3 と表 4 を比較すると、表 3 は身近な物の分解にとどまったものであり、表 4 は科学的な言葉を使った記述内容が増えたことがわかる。

### ⑦日常生活との関わり

ア) かるめ焼きづくり

炭酸水素ナトリウム

の熱分解を利用したか

かるめ焼きづくりを行い、



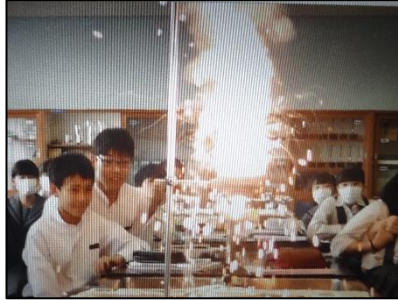
図 16 かるめ焼き

学習内容と日常生活を関連付けた。

かるめ焼きを膨らませるのに、加熱時に発生する二酸化炭素を利用していることに気づかせ、ホットケーキや蒸しパンにも利用されていることに気づかせた。

イ) 酸化鉄の還元

酸化銅と炭素の混合物から、単体の銅と二酸化炭素を発生する実験を行った。



その後、酸 図 17 テルミット反応の様子

化鉄(Ⅲ)とアルミニウム(粉末)の混合物を加熱して鉄ができる化学変化(テルミット反応)を行った。テルミット反



応は線路の補修に活用されている。実験後、その様子を動画で見ながら、還元が社会生活に活用されていることを確認した。

図 18 動画を見る生徒

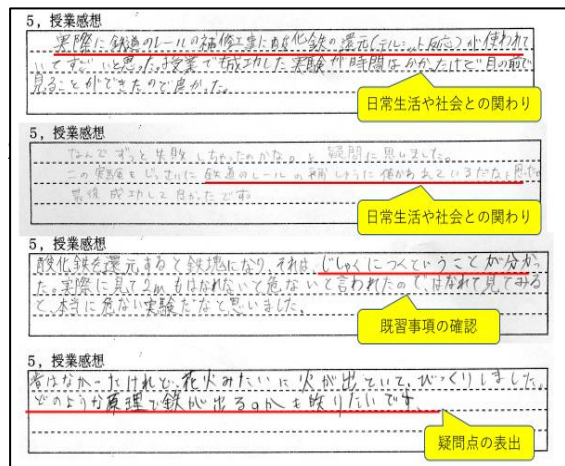


図 19 生徒の授業感想

生徒の授業感想から、日常生活と還元が結びついていることがわかる。このことから、有用性の理解が高まったことを見取ることができた。

(2) 日常生活との関わりを意識した、中学2年生の動物の生活と体のつくりの授業実践

表5 学習内容

- A 学習課題「消化管を見てみよう」
- B 学習課題「全身に血液を送る部屋はどこ」
- C 学習課題「肝臓のはたらきは何だろう」
- D 学習課題「肺の収縮の仕組みを探ろう」
- E 学習課題「ブタの眼球を解剖しよう」

この単元の学習のポイントは「実物を提示し観察させる」ことであると考え、本物のブタの内臓や眼球を教材として用意した。具体的には、消化管(食道・胃・小腸・大腸)、気管・心臓、血管、肺、肝臓、眼球の実物の観察等を行った。

これらの器官は私たちの体の中に備わっているものであるが、見る機会はめったにない。これらの観察を通して、学習内容を身近に感じさせ、新しい発見、気づきなど理解を深め、さらに生命を尊重することを育むことがねらいである。しかし、苦手な生徒もいるので、その生徒には無理をさせずに別課題を与えた。教材を提示したとき、生徒は驚きの声があがり、興味関心が高まる様子が伝わってきた。

①ブタの内臓の実物の観察

観察のポイントは次の5点である。

表6 ブタの内臓の観察のポイント

- A小腸と大腸の長さの違い
- イ左心室と右心室の心筋の厚さの違い
- ウ肝臓の大きさと胆のうの位置関係
- エ気管と食道のつくりの違い
- オ肺の収縮の観察

アは、小腸と大腸の区別がつかない生徒がいるので、実際に観察をして、長さ太さも全く違うことを観察しながら確認した。

イは、心臓を2つに切り、左心室と右心室の筋肉の厚さを確認した。右心室の薄い筋肉の壁からは心臓の近くの肺に、左心室の厚い筋肉の壁からは全身に血液が送られることを確認した。

ウは、肝臓の大きさに生徒は驚く。ここで、肝臓が最も大きい器官であることを確認できる。さらに、肝臓と胆のうが繋がっていることを確認し、肝臓でつくられた胆汁が胆のうから分泌されることを説明した。また、胆のうに

は、赤血球の壊れたものが入っているため、その色は便の色であることも容易に確認できる。

エは、呼吸と消化の学習であり、気管と食道の区別をする。気管は硬く、洗濯機のホースのように丈夫なつくりになっている。一方、食道は柔らかく細い筋肉でできた管になっている。生徒にどちらが食道か質問すると、気管を食道と答える。食道の方が丈夫なつくりになっていると思込んでいるので、確認をする。

オは、気管にカッターで切り込みを入れ、そこからホースを差し込み、思い切り息を肺に吹き込み、膨らませる。しぼんでいる肺は灰色であるが、息を吹きかけると膨らみ、きれいなピンクになる。生徒はそのギャップに驚いていた。かなり息を吹き込まないと肺は膨らまないで、それを見ると、肺を膨らませるのはとても大変なことであると実感できる。

### ②肺の収縮モデルの作成

どうやって肺が収縮しているのか、その仕組みを学習するために、肺のモデルを作成して学習を行った。

図20のようにモデルを作って学習すると、教師の説明ではなく、観察しながら理解ができる。なお、風船が肺胞、ストローが気管支、ゴム膜は横隔膜である。

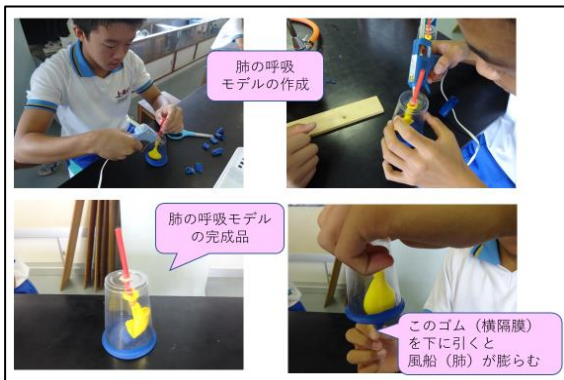


図20 肺の収縮モデル作成の様子

### ③ブタの眼球の解剖

感覚器官の学習で、目のつくりを学習する。ここで、ブタの眼球を一人一個用意して解剖した。解剖を通して、目のつくりが実際にどうなっているのか観察した。ブタの眼球は、ヒトの眼球と同じつくりをしており、さらに大きさも同じくらいである。

教材を提示したとき、驚きの声があがったが、すぐに慣れた様子で解剖を始めた。



図21 ブタの眼球の解剖

この眼球には丈夫な視神経がついている。大切な神経だからこそ丈夫なつくりになっていることが理解できる。さらに、薄いピンクをした網膜も確認し、はがれやすくなってしまふことや、血管を観察し、血液が流れていることを確認する。

さらに、取り出したレンズを通して外の景色を見ると上下左右逆に見えることを確認する。なぜ、このように見えるのか、質問すると「凸レンズだから」と答えががえってくる。1年生のときに学習した「凸レンズのはたらき」の学習内容との関連付けである。ヒトの目のレンズも同じで、上下左右逆に網膜に映し出され、脳が修正していることを説明する。

### ④授業終了後の生徒の感想

生徒に学習の感想を書かせた。それを図22と図23に示す。図22は、「内臓の観察」について、図23は「ブタの眼球の解剖」についての感想をそれぞれ記載したものである。

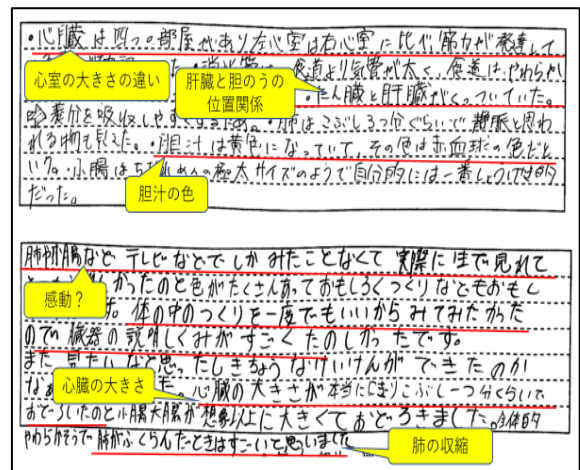


図22 内臓の観察の授業感想

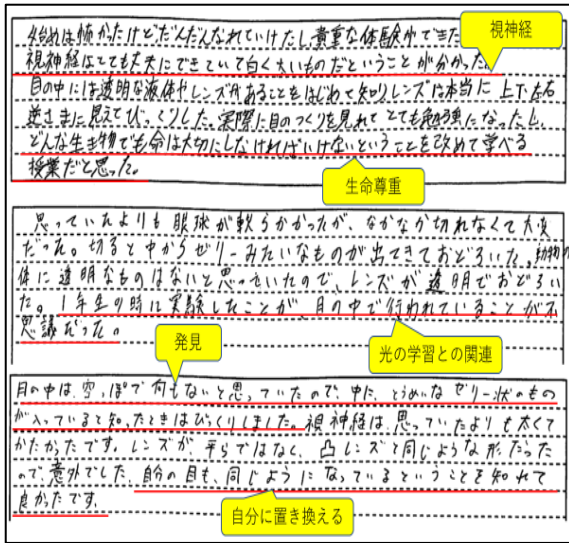


図 23 フタの眼球の解剖の授業感想

自分に置き換えて教材を捉えていたり、新たな気づき、既習事項の確認、自分の将来のことも考えたりするなど、生徒が書いた感想から、有用性の理解が高まったことを確認することができた。

#### 4. 研究のまとめ

日常生活と関連付けられた授業になっていたか、生徒に質問紙調査を行った。その推移を表 7 に回答の理由の記述を表 8 に示す。

表 7 日常生活と関連した授業になっていたか

回答事項	5月 n=32	6月 n=32	7月 n=32	9月 n=31	12月 n=31
A そう思う	3	5	12	16	11
B どちらかと言えば そう思う	19	18	16	9	14
C どちらかと言えば そう思わない	5	6	4	6	6
D そう思わない	5	1	0	0	0
E 無回答	0	2	0	0	0

表 8 表 7 の回答の理由 (抜粋)

##### A そう思う

- ・人間の体の中でも化学変化は起こっているから
- ・柔毛や肺胞などは、体の働きに役立っているから
- ・銅の酸化で黒くなった 10 円玉とピカピカのきれいな 10 円玉があり、それも酸

化と還元だから

##### B どちらかと言えばそう思う

- ・分解や酸化は日常生活でも起こりうることだから
- ・今の姿、形に私たちがなっているのは物が進化していった、生活も変えていったからだと思うから

##### C どちらかと言えばそう思わない

- ・化学変化をしている例が見つからない
- ・関連しているのは何かといわれると、わからないから
- ・動物が生活に関わっていると思っていないから

##### D そう思わない

- ・社会では働いてお金を稼いで生活していくから、理科は全く関係が無い

本研究では、理科の学習内容と日常生活が関連付けられた理解を、実感を伴う理解と定義付けた。それを検証するために、単元学習の最後に質問紙調査をした。

表 9 日常生活と学習内容との関連付け

質問紙調査時期	日常生活と学習内容が関連付いた回答数
6月	1 (n = 32)
9月	14 (n = 32)
12月	24 (n = 31)

生徒が記述した内容を表 10 と表 11 に示す。

表 10 化学変化とは何か。日常生活と関連付けて教えてください (9月/抜粋)

- ・物質が結びつくのは酸化であり、これによって 10 円玉は時間が経つと錆びて黒くなる。しかし、レモン汁で拭くと、ピカピカになるので、自由研究の謎が解けた
- ・酸化物から酸素が失われている反応が還元であり、日常生活では線路の補修に酸化鉄の還元が使用されている
- ・カイロが温まるのは発熱反応によるものである
- ・酸素によって鉄が錆びるともろくなる

表 11 体の仕組みについて皆さんの生活と関連付けて教えてください(12月/抜粋)

- ・小腸に柔毛があることで、表面積が広くなり、効率よく吸収することができる
- ・アキレス腱が切れたら、筋肉と骨がバラバラになるので、歩けなくなる
- ・刺激を受けてから反応するまで時間がかかるので、車は急に止まらない

さらに、理科の学習が日常に役立っているか、4月の理科の学習が始まる前と、2学期終了時に質問紙による調査を行った。その結果を表12に示す。

表 12 理科の学習が日常に役立っているか

回答事項	4月 n = 32	12月 n = 31
A そう思う	14	15
B どちらかといえばそう思う	12	14
C どちらかといえばそう思わない	5	2
D 全く思わない	1	0

表12の回答の理由の記述を表13に示す。

表 13 表12の回答の理由(抜粋)

#### A そう思う

- ・体の仕組みや化学変化を知ること、病気を治すことができ、さらに線路の修復などに役立っているから
- ・人間のからだの仕組みや分子の勉強をすることで、その物質に何が起きているか、理解することができるから
- ・理科の学習で日常生活で起きていることが「なぜなのか」や、その法則を学び、それを利用したりして生活をしていくことができるから

#### B どちらかといえばそう思う

- ・酸化で鉄が錆びるとか、カイロを使うとか、そういういろいろなことがあるから
- ・日常生活と関連付けるのは難しいけど、人の体の仕組みなどは、理科を学習しないとわからないし、知っておくべきことがたくさん出てくるから

#### C どちらかといえばそう思わない

- ・役立ったことがない
- ・何かあったとしても、理科の学習に例えることがない

### 5. 研究の成果と課題

#### (1) 成果

- ・授業感想に、有用性の理解が高まっていると感じ取られる表現が見られた
- ・「理科の学習が日常生活と関連付いた授業になっているか」という質問に、4月から比較すると肯定的に答えた生徒が増えてきた
- ・日常生活と学習内容が関連付いた記述が増加してきた
- ・「理科を学習すると、日常生活に役立っているか」という質問内容に対して、肯定的に答える生徒が増加した

#### (2) 課題

- ・学習内容によって、日常生活との関連付けやすい単元と、関連付けにくい単元がある。関連付けにくい単元を、どのように関連付けていくか、さらに検討が必要である
- ・「日常生活と関連した授業になっていたか?」/「理科を学習すると日常に役立つ」という質問において、否定的に答えた生徒数に変化がない原因を明確にする
- ・日常生活と学習内容を関連付けたものを表出させ、そこからキーワードと知識を結びつけていく作業を行う必要がある。そうして、実感を伴う理解を検証する必要がある
- ・単元学習の導入で、単元学習の柱となる日常生活に関する課題を提示し、学習を通してその課題を解決できる授業展開を行い、日常生活との関連を深めて行くようにする

#### \* 引用文献

- ・もしも原子が見えたなら、仮説実験授業研究会著、仮説社
- ・国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2015)のポイント、文部科学省
- ・中学校理科学習指導要領(平成29年度告示)解説理科編、文部科学省