

群 教 セ	G04 - 04
	平 27. 257 集
	理科 - 高

# 科学的思考力や表現力を高める理科授業

— 身近な材料を使った、生徒が考えやすい課題設定の工夫 —

特別研修員 阿部 忠康

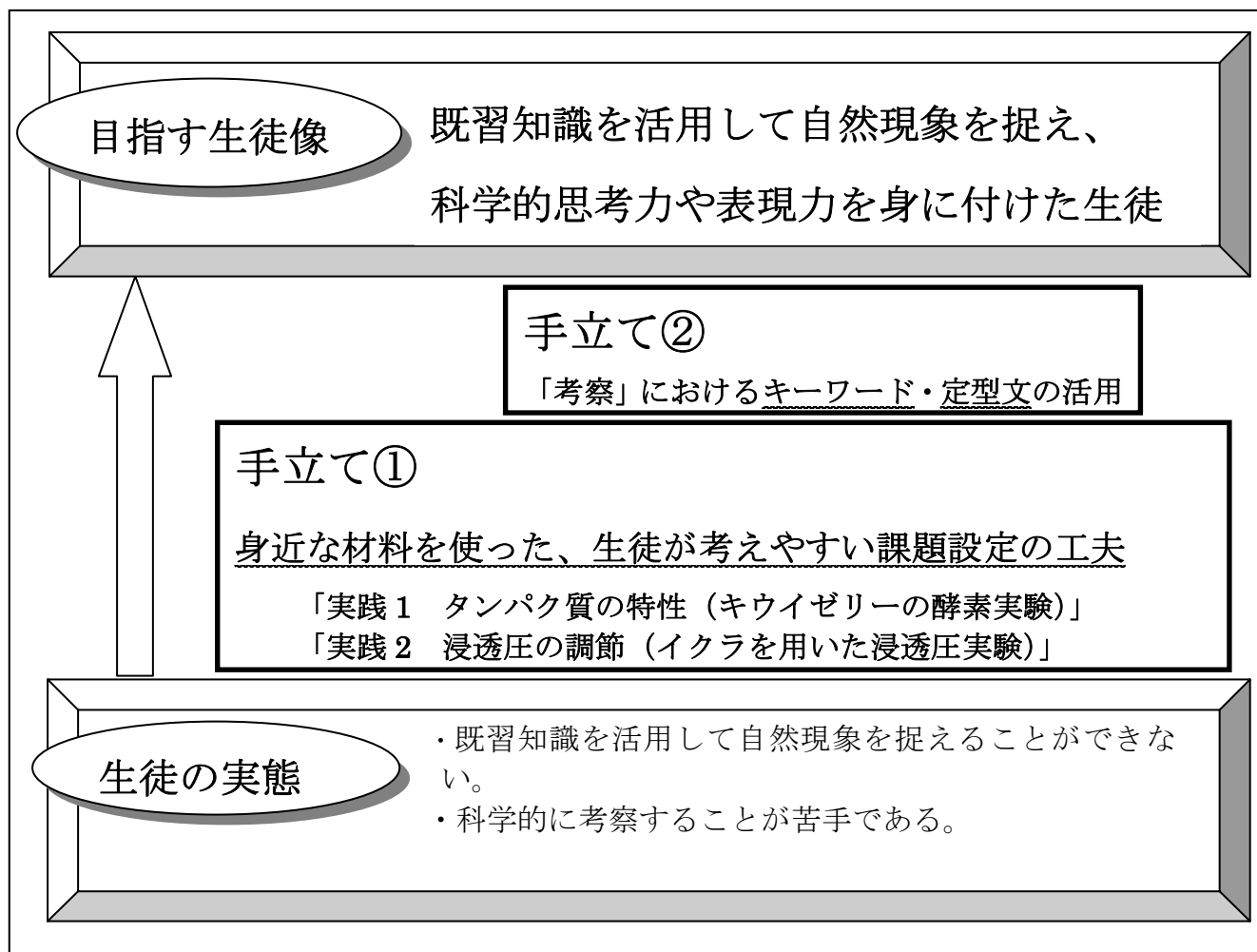
## I 研究テーマ設定の理由

高等学校学習指導要領では、生物基礎の目標に「科学的な見方や考え方を養う」ことを挙げている。また、群馬県教育委員会の平成 27 年度県立学校教育指導の重点の中でも、身に付けさせるべき事柄の明確化の中に「自然の事物・現象の中に問題を見だし、探究する過程を通して、事象を科学的に考察し、導き出した考えを的確に表現する力を身に付けさせる」ことを挙げている。

本校の生徒の実態として、理科に興味があり、観察・実験や講義形式の授業に熱心に取り組んでいる生徒が多い。また、定期試験などに向けてしっかりと勉強し、知識を定着させることは得意である生徒も少なくない。しかし、その既習知識を科学的現象と結び付けて考えたり、根拠を立てて説明したり、論述したりすることには課題が見られる。そこで、身近な材料を使って、生徒が考えやすい課題設定を工夫した授業を行うことで、生徒一人一人が既習知識を活用して自然現象を捉えた、科学的な思考力や表現力を身に付けることができると考え、本研究テーマを設定した。

## II 研究内容

### 1 研究構想図



## 2 授業改善に向けた手立て

### 手立て① 身近な材料を使った、生徒が考えやすい課題設定の工夫

- ・キウイゼリーの酵素実験を通して、タンパク質の特性を調べる(授業実践1)。

単元「遺伝子とのはたらき」のねらいの一つにタンパク質の特性を理解させることが挙げられる。本単元で学習する酵素や染色体、次単元で学習をするホルモンや抗体などは、タンパク質が主成分である。生命活動を営む上で重要な物質であるタンパク質の特性をしっかりと理解させるため、ゼリーという身近な材料を使って、生徒が考えやすい課題(「ゼリーはどのような条件のときに固まるか?」)を工夫することで、タンパク質を主成分とする酵素の特性について調べさせたいと考えた。

- ・イクラを用いた浸透圧実験を通して、体液の浸透圧調節の重要性に気付かせる(授業実践2)。

単元「生物の体内環境」のねらいの一つに体液の濃度を一定に保つことの重要性を理解させることが挙げられる。イクラという身近な材料を使って、生徒が考えやすい課題(「体液濃度を一定に保つ必要があるのはなぜか?」)を工夫することで、イクラをヒトの細胞とみなし、体液濃度が変化した場合に細胞にどのような変化が生じるかを観察させ、体液の浸透圧調節の重要性に気付かせたいと考えた。

### 手立て② キーワード・定型文の活用

考察文を書かせる場面や自分の考えを文章で表現させる場面で、内容や視点が絞れない生徒、何を書けば良いかわからない生徒、結果から得られる内容と考察が逸脱してしまう生徒が見られる。そこでキーワードや定型文を活用することで、科学的根拠を基に本時のねらいに沿った考察文を書かせたり、自分の考えを文章で表現させたりしたいと考えた。また、既習知識の定着が曖昧な生徒のために、キーワードの内容が書かれているヒントカードを用いることで、キーワードの内容をしっかりと確認しながら、考察文を書かせたいと考えた。

## Ⅲ 研究のまとめ

### 1 成果

- 現象を思考する際、思考の入り口を広くするため、課題はハードルの低いものにすることが重要である。身近な材料を使って、生徒が考えやすい課題設定を工夫することで、生徒は課題に取りかかりやすく、興味・関心を持ちやすい。キウイゼリーの酵素実験では、5種類のゼリーの固まり具合から酵素の変性、失活、基質特異性について理解を深めることに有効であった。また、イクラを用いた浸透圧実験では、異なる濃度の食塩水に浸した3種類のイクラを観察させることで体液濃度を一定に保つ重要性に気付かせることに有効であった。更に、体液濃度の調節の仕組みについて考えるきっかけにもなった。

各実践後の生徒の自己アンケートでは、「授業で習った知識を活用して、考察文を書くことができた」と6割以上の生徒が回答をした。

- キーワードや定型文を活用することで、理由や根拠を明らかにしながら考察文を書くことができた。と答えた生徒は84%であった。何を書けばよいか分からない生徒、結果から得られる内容と考察が逸脱してしまう生徒を減らすことができた。

### 2 課題

- キーワードの全てを教師が設定するのではなく、日常生活の事象や既習知識の中から、課題解決のきっかけとなるキーワードを生徒個人が見つけられるよう実践を積み重ねていく必要がある。
- 生徒が、既習知識を活用して自然現象を捉え、科学的思考力や表現力を身に付けられるように、様々な単元で、身近な題材を使って生徒が考えやすい課題設定をさらに工夫していく必要がある。

<授業実践>

実践 1

1 単元名 「遺伝子とのはたらき」 (第2学年・1学期)

2 本単元(題材)及び本時について

本単元の目標の一つは、遺伝情報に基づいてタンパク質が合成されることを理解させることである。本単元で学習をする酵素や染色体、次単元で学習をするホルモンや抗体などは、タンパク質が主成分である。生命活動を営む上で重要な物質であるタンパク質を学習するにあたり、本題材は、身近なゼリーを用いた酵素実験を通して、生体内でのタンパク質の重要性に気付き、その特性について考察する力を身に付けることがねらいである。本時の授業を通して、酵素の変性や失活、そして基質特異性について実感をさせ、その事象を科学的に考察し、導き出した考えを的確に表現する力を身に付けさせることができると考えた。

3 授業の実際

図1に示した授業プリントの①～③までは前時の授業で行った。本時は、図2に示した授業プリントの④(次ページ)からである。班(4名)の机上にゼリーA～Eの5種類を置き、ゼリーの固まり具合に着眼させながら観察をさせた。実物が目の前にあることで生徒の反応がよく、結果も的確に記入できていた。

図2の⑤では、対照実験から考察できることを記述させた。その際に考察の定型文を参考にして記述すること、(定型文:その理由は、□□□□だからである。)そしてキーワードを用いて根拠を明確にし記述することを徹底した。キーワードは「タンパク質分解」「酵素」「変性」「失活」「基質特異性」の四つを挙げ、これらの語句の定義が定着していない生徒のためにヒントカードを用意した。定型文とキーワードを用いたことで、生徒たちは考察文に抵抗感を抱くことなく記入できていた。その後、班内で意見交流をさせ、班内の最もよい考察文を発表させた。その際にAとBを比較し、酵素の働きについて考察できたか、BとCを比較し、熱による酵素の変性・失活について考察できたか、BとEを比較し、酵素の基質特異性について考察できたかを評価の観点とした。発表後には、他

班の意見を基に再考する時間をとり、さらに考察を深化させる機会を設定した。授業の振り返りでは、各生徒にタンパク質の特性についてのまとめを記述させ次時へのつながりを持たせるようにした。

ゼリーはどのような条件のときに固まるか?

①目的  
タンパク質を主成分とする酵素を用いて、タンパク質の特性を理解する。

②方法  
(1) A～Eの5種類のゼリーを作る。  
(2) A～Eのゼリーが固まるか否かを予想し、根拠とともに記入する。  
(3) 冷蔵庫に入れ、翌日結果を確認し、考察を考える。  
\*ゼリーの作成方法は割愛

③ 仮説 ○…よく固まる △…やや固まる ×…固まらない

	予想	判断理由
A		
B		
C		
D		
E		

<ヒント>

- ・ 寒天の主成分は炭水化物、ゼラチンの主成分はタンパク質。
- ・ 生のキウイにはタンパク質分解酵素(プロメライン)が含まれている。

図1 授業プリント

④ 結果

ゼリー	固さの順位	様子
A		
B		
C		
D		
E		

⑤ 考察 I～IIIについて、実験結果のようになった理由を考察せよ。  
 キーワード群から各一つ以上のキーワードを用いること。  
 I 実験結果AとBを比較した場合  
 II 実験結果BとCを比較した場合  
 III 実験結果BとEを比較した場合  
 【キーワード群】 タンパク質分解酵素、変性、失活、基質特異性

⑥ 振り返り

図2 授業プリント

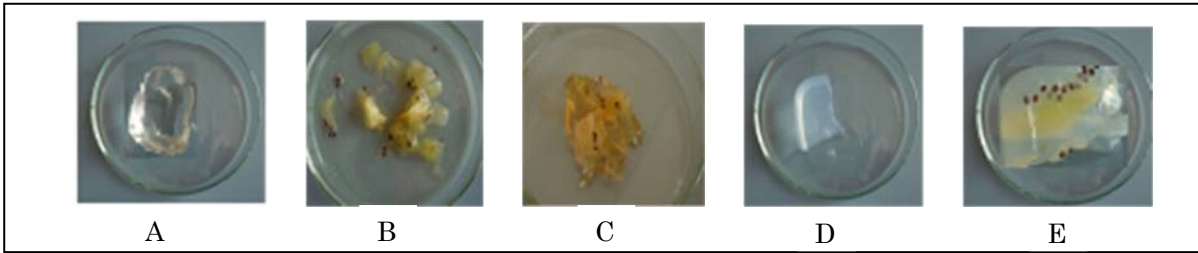


図3 酵素実験の結果

4 考察

○ 手立て①について

本時でゼリーを用いた酵素実験を行った理由は、生徒に考えやすい課題を与え、それを基にタンパク質の特性について拡充・深化させることがねらいであったためである。ゼリーという身近な材料を使って実験を行うことで、生徒は課題に取りかかりやすく、興味・関心を持ちやすいと考えた。

授業プリントの「⑥振り返り」で生徒から図4のような質問が出た。このような鋭い質問が複数の生徒からでたということは、生徒は実験結果からタンパク質の特性について考えるという本時のねらいを達成できていたことがうかがえる。ゼリーという身近な食べ物の固まる条件に注目させ、考察を考えさせたことで、生徒は

・酵素が熱によって変性したのではなく、熱によって分解されたのではないか。  
 ・タンパク質分解酵素が変性したのだから、お湯が溶かしたゼラチンが変性したのではありませんか。  
 ・ゼリーAとDは何のための実験だったのか。

図4 生徒からでた質問

本時の課題に取りかかりやすかったと考える。今後の課題としては、タンパク質の特性や対照実験の意義、さらには考察文の内容などをさらに深化させていくことである。

○ 手立て②について

授業実践1の前には、考察文の書き方が分からないと答えた生徒が60%であった。また、結果から得られる内容と考察が逸脱している生徒が11%であった。この点に関し、結果と考察の違いを理解させるために定型文を生徒に示した。

結果・・・○○○○○であった。(目の前の現象をそのまま書く。)  
 考察・・・その理由は、□□□□□だからである。(根拠を立てて、結果を説明する。)

この定型文を用いて考察を書かせた結果、考察に対しての抵抗感を減らすことができ、戸惑うことなく考察文を書くことができたと答えた生徒は82%となった。また、キーワード(タンパク質分解酵素・変性・失活・基質特異性)やその内容が書かれているヒントカードを活用することで、理由や根拠を明らかにして考察文を書くことができたと答えた生徒は84%となった。これまでの授業では、考察文を書く場面で、内容や視点がしぼれない生徒、何を書けばよいか分からない生徒、結果から得られる内容と考察が逸脱してしまう生徒がいた。しかし本時では、定型文とキーワードを活用させることで、多くの生徒達に本時のねらいに沿った考察文を書かせることができた。また、考察の内容が結果から得られる内容と大きく逸脱している生徒はいなかった。これらのことから、手立て②は有効であったと考える。

## <授業実践>

### 実践 2

#### 1 単元名 「生物の体内環境」 (第2学年・2学期)

#### 2 本単元(題材)及び本時について

本単元の目標の一つは、生物には体内環境を維持する仕組みがあることを理解させ、体内環境の維持と健康の関係について意識させることである。本題材のねらいは、体液の濃度を一定に保つことの重要性に気付かせること、そして腎臓で尿を生成することで体液の濃度は調節されるということを説明できるようにすることである。生徒はヒトの場合、水分量は約70%に保たれているという知識は持っているが、体液の濃度は一定に保たれているということを知らない生徒が多い。また、体液の濃度が一定に保たれなかった場合、細胞にどのような影響があるかを、講義だけで理解させることは難しい。そこで体液の濃度を一定に保つ重要性に気付かせるために、身近なイクラを用いた浸透圧調節実験を通して、体液の浸透圧調節の重要性に気付かせる授業を行った。

#### 3 授業の実際

導入段階で、日常生活の中で体液の濃度が変化する場合を考えさせた。低い状態が続いた場合、体内の細胞にどのような影響があるかを考えさせるため、本時では身近なイクラを用いて実験を行った。

図5の授業プリント①を班で考えさせ発表をさせた。多くの班が正確に予想できていた。次に3種類(高濃度の食塩水に入れたもの、未処理のもの、蒸留水の中に入れたもの)のイクラについて、その実験結果を観察させた。実物が目の前にあることで生徒の反応がよく、イクラを触ったり、潰したりと、積極的に観察をしていた。すべての班が授業プリント②で体液の濃度を一定に保つ重要性に気付くことができていた。③での問いは、「ヒトの場合、体液濃度はどの臓器で調節しているか」である。班で臓器を考え、その理由を発表させた。臓器は腎臓、理由は尿を作っているからと考えた班が多かったが、臓器は肝臓、理由は栄養分の調節をしているからと考えた班もあった。次に、生徒たちから出た理由の中で最も多かった「尿の生成」を取り上げ、体液の濃度が高くなった場合と低くなった場合で、どのような尿を生成すれば体液の濃度を一定に保つことができるかを考えさせた(授業プリント④)。その際にキーワードとして「濃度」と「量」を設定した。体液の濃度が高くなった場合については、「尿の濃度は高く、量は少なくなる」という意見や「尿の濃度は高く、量は多くなる」という意見が出た。

<u>体液の濃度を一定に保つ必要があるのはなぜか。</u>	
2年 組 番 氏名	
体液の濃度が高くなる場合	体液の濃度が低くなる場合
<b>観察</b>	
・ 3種類のイクラを観察する。 高濃度の食塩水の中に入れたもの。 何も処理をしていないもの。 蒸留水の中に入れたもの。	
<b>①</b>	
①	水の中に置いた場合、イクラの(外・中)から水が(入る・出る)ため細胞の体積は(大きくなる・小さくなる)。
②	水分を含ませた食塩水の中に置いた場合、イクラの(外・中)から水が(入る・出る)ため細胞の体積は(大きくなる・小さくなる)。
<b>②</b> 体液の濃度を一定に保つ必要は(ある・ない)。	
理由:	
<b>③</b> 問	
臓器:	
理由:	
<b>④</b> キーワードを用いて説明をする。 「                    」 「                    」	
a 体液濃度が高くなった場合	
b 体液濃度が低くなった場合	

図5 授業プリント

理由の中で最も多かった「尿の生成」を取り上げ、体液の濃度が高くなった場合と低くなった場合で、どのような尿を生成すれば体液の濃度を一定に保つことができるかを考えさせた(授業プリント④)。その際にキーワードとして「濃度」と「量」を設定した。体液の濃度が高くなった場合については、「尿の濃度は高く、量は少なくなる」という意見や「尿の濃度は高く、量は多くなる」という意見が出た。

体液の濃度が低くなった場合については「尿の濃度は低く、量は多い」という意見や「尿の濃度は低く、量は少ない」という意見が出た。体液の濃度が高くなった場合と低くなった場合で、尿の濃度に関しては考えが同じであったが、尿の量で考えが分かれた。発表後には、他班の意見を基に再考する時間を設けた。その後、班の構成メンバーを変え、意見の異なる生徒を同じ班にし、理由を明確にしながらいずれに分かりやすく説明する機会を設けた。すると、体液の濃度が高くなった場合では、「体液の濃度を下げたいのだから、水分は体内に残しておいた方がよい。よって、量は少なくなる」、体液の濃度が低くなった場合では「体液の濃度を上げたいのだから水分は出した方がよい。よって、量は多くなる」という意見にまとまった。最後に生徒一人一人に「体液の濃度と尿の生成」というテーマで考察文を書かせることで自分の考えをまとめさせた。



図6 浸透圧調節の実験結果

#### 4 考察

##### ○ 手立て①について

本時は腎臓の働きの導入として行った授業である。イクラという身近な材料を使って、生徒が考えやすい課題（「体液濃度を一定に保つ必要があるのはなぜか？」）を工夫することで、イクラをヒトの細胞と見なし、体液濃度の変化した場合に細胞にどのような変化が生じるかを考えさせた。教科書などにある、外液の濃度により赤血球の体積がどう変化するかを顕微鏡で観察させる実験よりも手間がかからず、細胞の変化も肉眼で観察しやすい。また自分の手でイクラに触れることで、結果に対する実感が深まりやすく、その後の展開で内容を拡充・深化させやすい。やはり、理科の授業では、教師の言葉による説明だけにとどまらず、実物を見せること、実物に触れることが大切だと考える。

本時の課題が生徒にとって考えやすいものでなければ授業内容を拡充・深化させることはできなかったと言える。今後の課題としては、生徒が考えやすい課題を更に工夫していく必要があるということである。様々な単元の授業の導入段階で、生徒の興味・関心を引くような課題を工夫していく必要がある。また、教師が説明をただけでは生徒が理解しにくい分野で、どれだけ多くの実物を用意できるかが大切である。実物を用意することが難しい分野については、映像などを見せることで対応していきたいと考える。

##### ○ 手立て②について

実践授業実施後も、引き続き、結果と考察の違いを伝えたり、考察文の書き方を繰り返し説明したりすることで、多くの生徒は抵抗感なく考察文を書くことができるようになってきた。また自分の考えを文章で表現することも以前ほど戸惑うことがなくなってきた。アンケート結果では、「考察文を書くことや自分の考えを文章で表現することが苦手である」と答えた生徒の割合は、78%（6月）から42%（11月）へと大きく減少した。これは、手立て②により、授業内でキーワードや定型文の活用を継続的に取り入れたことで、生徒に考察文や自分の考えをまとめて文章で表現する力が身に付いたためだと考えられる。

今後の課題としては、キーワードの全てを教師が設定するのではなく、日常生活の事象や既習知識の中から、課題解決のきっかけとなるキーワードを生徒個人が見つけられるようにしていくことが挙げられる。これは、多くの情報からより必要な情報を選び出す力や既習知識を関連させて活用する力の育成にもつながると考える。さらには、個人だけでなくグループで同様な活動を行うことで、既習知識を活用して自然事象を捉え、科学的に考察して表現する力を身に付けさせていくことができると考える。