

## 実践報告 4 生物分野における授業モデルの提案

### －習得した知識を背景として、思考力・判断力・表現力を育成する生物の授業実践－

#### 1 はじめに

文部科学省が平成 27 年度に実施した全国学力・学習状況調査の結果から、理科では「結果を通して実験を構想したり、実験結果を基に自分の考えを改善したりすること」に課題があるとされた。理科の学習で最も大切なことは、授業や観察・実験を通して生徒たちの「なぜ」「どうして」という気持ちを学びにつなげ、理科を通して身に付けた考え方を社会生活にも生かすことである。しかし、講義を中心とした授業、これまで多く取り組まれていた既習の内容や現象を確認する観察・実験では、習得した知識を生かして事象を判断する力や自分の考えを表現する力の育成には至らない。そこで本研究では、生徒達が習得した知識を背景としながら思考・判断・表現する場面を設定したり、学びに向かう動機付けを刺激したりするパフォーマンス課題を生物分野で実践することとした。あわせて、バランスの取れた学習評価を行うため、論述やレポートの作成・発表、グループでの話し合い等の多様な活動を取り入れ、それをルーブリックによって評価することとした。

#### 2 研究の目的

パフォーマンス課題を用いた授業を実施する際には「生徒にこの課題を通してどのような力を身に付けさせたいのか」「この課題の達成目標は何か」を明確にしておく必要がある。これが不明確なままだと課題に取り組む目的を見失ってしまい、ただ取り組むだけになってしまう。本研究では「習得した知識や技能を活用し、表現する力」「探究する力」の二つの力を身に付けることを目指して、二つのパフォーマンス課題に取り組んだ。

##### (1) 「習得した知識や技能を活用し、表現する力」の育成

これまで筆者が本校で観察・実験を行ったときに、レポートの考察や感想を書かずに提出する生徒が複数いた。授業の後にそのような生徒に個別に声を掛けて話を聞いてみると、多くの生徒は学習意欲が乏しいのではなく、「考えているが、どう表現したらよいかわからない」「間違いを書くのが恐かった」という理由から、考察や感想を書けなかったことが分かった。生徒が卒業した後の社会生活では、自分の意見を相手に的確に伝え、理解してもらうことが求められる場面が何度もあるため、上記のような生徒にも理科の授業の取組を通じてそのような力を身に付けてほしいと考えた。

そこで本研究では、習得した知識や技能を活用し、表現する力の育成を目指した取組として「バイオテクノロジーを積極的に推進すべきである」という論題に対するディベート（マイクロディベート）を実践した。この実践では、既習の知識を活用して自分の意見を主張する力と、自己の思いや意見を伝えながら他者の意見等を的確に理解する力の育成を目指した。

##### (2) 「探究する力」の育成

観察・実験に取り組む意義は、仮説を考えた上で結果に見通しを立て、実際に得られた結果から仮説を検証することにある。しかし、これまでの本校の生徒は観察・実験のねらいを理解しないまま操作に取りかかり、教科書に記載されている結果が出ただけで満足していたため、科学的に探究する能力や態度の育成にまでつながっていない実態があった。そこで「キーワードから仮説を立てる」「仮説に基づ

いて実験手法や実験材料を検討する」「実験内容・結果をクラス全体に発表する」という三つの場面を設け、答えのないテーマについて生徒同士で意見を交換しながら自らの仮説を立証する方法を模索させた。これらの活動を通して、論理的思考力・客観的分析力・表現力を養うことを目指した。

### 3 研究の方法と内容

#### (1) 習得した知識や技能を活用し、表現する力の育成を目指したパフォーマンス課題「ディベート」

3年生生理型の生物選択の生徒（25名）を対象に、実践した。生徒はこれまでディベートを経験していなかったため、最初にディベートの方法とその必要性について理解させる指導から入った。また、準備の時間を4時間設定し、事前に立論、質問、反論シートを配付し、フローチャートに従って進めれば小さなディベートが成立するような仕組みを整えた。更に事前に「意見を述べる時、相手に伝わるように述べることは難しいが、それが最も重要である」ということを、指導した。

実際のディベート（マイクロディベート）は、8人または9人を1グループとし、それを3人1組の「賛成派」及び「反対派」と、2人はまた3人の「審判」の小グループに分けて行った。ディベートに取り組んだ後に、論題に関する自分の意見を800字程度の小論文形式のレポートにまとめた。

#### ア 指導計画

時限	実施内容	課題（家庭学習も含む）
1	オリエンテーション ・ディベートとは ・論題の提示	・論題に対し賛成派、反対派のどちらの役割になってもよいよう、メリット・デメリットを考える。
2	論題に対する賛成派、反対派のグループ分け	・ディベートをスムーズに進められるよう、どのように立論・反論するか考える。
3	各派の中で考えたメリット・デメリット、立論の内容を共有 ・想定される相手の立論に関する質問の検討 ・想定される相手の質問及びその回答の検討	・文献等で必要な情報を集めておく。
4	審判の生徒によるディベート ・審判の生徒のみでディベートを行い、他の生徒はそれを見学する。そこで示された反省を、自分たちのディベートに生かす。	・文献等で必要な情報を集めておく。 ・想定される相手の立論、質問に対する説明の内容等をまとめる。
5	本番のディベート ・賛成派、反対派、審判に分かれて、実際にディベートを行う。	ディベートの経験を踏まえ、論題に対する自分の意見を、小論文形式のレポートにまとめて提出する。

#### イ 授業展開

過程	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 (8分)	・既習のバイオテクノロジーの内容を再確認する。	・扱いを間違えると生態系を乱し、取り返しのつかないことにもなることを強調する。	【関心・意欲・態度】
展開 (37分)	・ディベートのねらいを再確認する。	・次の3点を伝える。 ①意見を述べる時は、ポイントを明確にして相手に伝える。 ②相手の意見は、自分があまり大切だと思わないものも含めてメモを取る。 ③ディベートは競技であるため、もともとの自分の考えとここで分けられた賛成派、反対派の立場には関係がないことに留意する。	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ディベートの準備をする。</li> <li>・8人または9人のグループに分かれ、グループ内で賛成派3人、反対派3人、審判2人または3人に分かれる。</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ディベートを行う。 賛成派発言 5分 反対派発言 5分 フリートーク 5分 判定・まとめ 3分 (各発言後に、まとめと作戦会議を行う時間として3分とる)</li> <li>・ディベートの感想を発表する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・審判が司会とタイムキーパを兼ねることを確認する。</li> <li>・マイクロディベートなので「立論・質疑・反駁」の明確な形態をとらず、発言という形にする。</li> <li>・フリートークでは発言の順番は自由だが、賛成派または反対派の一方だけが発言することがないようにする。</li> <li>・ディベートが終わったグループから、賛成派、反対派のグループごとに感想をまとめるよう指示する。</li> <li>・各グループの賛成派、反対派のグループごとに感想を発表させ、ディベートについて振り返りを行うよう指示する。</li> </ul>	<p>【思考・判断・表現】</p> <p>【関心・意欲・態度】</p>
まとめ (5分)	自己評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ディベートを終えて、よかったところ、印象に残ったところ、反省等を記述するよう促す。</li> </ul>	

ウ 本実践で使用したルーブリック

達成度 評価の ポイント	観点	到達レベル3 (十分に満足)	到達レベル2 (おおむね満足)	到達レベル1 (努力を要する)	評価の資料
① ディベートを通して、自分の意見を適切に伝える力と、他者の意見等を的確に理解する力を発揮できたか。	【関心・意欲・態度】	自分の役割を果たしてディベートに参加するとともに、他の役割の生徒にも適切な配慮ができる。	自分の役割を果たしディベートに適切に参加できる。	ディベートでの自分の役割を果たしていない。	生徒のワークシートとレポート 授業者の記録
② 遺伝子を扱ったバイオテクノロジーの有用性と課題について、自分の考えを明確に述べることができたか。	【思考・判断・表現】	バイオテクノロジーについて、具体的根拠に基づき、今後の課題等とも関連付けて自分の意見を説明することができる。	バイオテクノロジーについて、具体的根拠に基づいて自分の意見を説明することができる。	バイオテクノロジーについて意見を説明しているが、具体的根拠が示されていない。または意見を説明していない。	生徒のレポート

「自分の意見を適切に伝える力と、他者の意見等を的確に理解する力」「根拠をもって自分の考えを明確に述べること」の2点を、「ディベートにおける取組の記録」と「ワークシートとレポート」の二つから評価することとした。

評価のポイント①については、ふだんの授業における話し合いの場面でもなかなか意見交換ができない生徒が多いことと、パフォーマンス課題に対する生徒の経験がまだ浅いことに配慮し、ディベートでの自分の役割を果たすことができれば、レベル2とした。そして、他者理解と協調性という観点から、他の役割の生徒に対する配慮ができた場合に、レベル3とした。

評価のポイント②については、具体的な根拠が示されていなければレベル1、具体的な根拠に基づいて自分の意見が述べられていればレベル2とし、具体的な根拠に加え今後の課題等と関連付けた意見を述べることであればレベル3とした。

## (2) 探究する力の育成を目指したパフォーマンス課題「活性酸素と抗酸化力」

3年生文型2クラス（各クラス39名）を対象に実践した。最初に、身の回りにある飲料（ジュース、ワイン）を題材に、その抗酸化力を演示実験で確認した。それを踏まえ、校庭にある植物の抗酸化力を測定する実験に取り組んだ。

まず、生徒を8人一組の5グループ（1グループのみ7人一組）に分けた。次に、植物の採取に関するキーワード（「植物の種類」「植物の器官」「植物の色」「調理」のいずれか）を各グループに与え、グループごとにキーワードに沿った植物の抗酸化力に関する実験テーマと仮説を立てた。そして、その仮説に基づいて採取する植物や部位を決定し、学校の敷地内で目的の植物を探し、採取した。実験終了後に、グループごとに実験テーマと結果について発表した。この課題では、テーマや仮説の設定に時間がかかることを考慮し、2時限（45分×2）で行った。また発表は実験とは別の日に行ったため、その準備も含め、合計4時限で実施した。

### ア 指導計画

時限	実施内容	生徒の動き
1・2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・演示実験「飲料水の抗酸化力を調べてみよう！」（授業開始から20分程度で実施）</li> <li>・生徒実験「植物の抗酸化力を調べてみよう！」</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最も抗酸化力の高い飲料を予想し、そのように考えた理由を記述する。</li> <li>・与えられたキーワードに従って、グループごとにテーマと仮説を立て、仮説に基づいて採取する植物や部位をグループで決定する。</li> <li>・校庭に出て植物を採集する。</li> <li>・採集した植物の抗酸化力を測定する。</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験結果のまとめ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・班ごとに、実験の内容と結果を模造紙にまとめる。</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発表</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験の内容と結果を発表する。</li> </ul>

### イ 授業展開（2時限連続）

過程	学習活動	指導上の留意点	評価の観点
導入 (20分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・活性酸素と抗酸化能力について確認する。</li> <li>・果汁100%のオレンジジュース、無果汁のオレンジ味の炭酸飲料、果汁100%のトマトジュース、果汁20%のレモンジュース、赤ワイン、水道水を用意し、最も抗酸化力の高い飲料はどれかを考えさせ、その根拠について話し合う。</li> <li>・用意された飲料の中で最も抗酸化能力の高い物質を考え、演示実験により確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ヒトでも疾患の原因として活性酸素が注目されていることを伝える。</li> <li>・演示実験を丁寧に行う。</li> <li>・「活性酸素を除去する能力は植物により異なるのか」ということについて、生徒の興味関心を引き出すように話しながら、次の課題の内容を示す。</li> </ul>	【関心・意欲・態度】
展開 (65分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・野外で植物を採取する際のキーワード「植物の種類」「植物の器官」「植物の色」「調理」のいずれかを確認し、仮説を立てる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実験は仮説を立証するために行うものであることを、再度確認する。</li> </ul>	【思考・判断・表現】

	<ul style="list-style-type: none"> <li>各班の仮説に基づいて採取する植物や部位をグループで話し合い、決定する。</li> <li>植物を採取する。</li> <li>採取した植物から、抽出液を調製する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>仮説に基づいた実験手法、得られる結果を考え、その根拠に基づいて植物を採取するように伝える。</li> <li>机間指導で各グループの様子を確認し、仮説を立てることができないグループがあれば、必要に応じて支援する。</li> <li>植物の抽出液の調製に時間がかかるので、DPPH溶液はあらかじめ準備し配付しておく。</li> </ul>	<p>【思考・判断・表現】</p> <p>【観察・実験の技能】</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>DPPHラジカル消去能の測定</li> <li>結果の考察とまとめ</li> <li>実験テーマと結果について、グループごとに発表する。</li> <li>他のグループの発表を聞き、自分たちの結果・考察と比較する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>各植物の抽出液をDPPH溶液反応させるときに、できる限りタイムラグが生じないように注意するよう促す。</li> <li>グループ内で、自分の意見や考えを出し合うよう促す。机間指導で各グループの様子を確認し、うまく表現できない生徒がいれば、必要に応じて支援する。</li> <li>テーマ設定の根拠、予想、結果と考察を必ず発表するように促す。</li> </ul>	<p>【観察・実験の技能】</p> <p>【思考・判断・表現】</p>
まとめ (5分)	自己評価	感想や疑問に思ったことなどを具体的に記述するよう促す。	

#### ウ 評価基準 (今回使用したルーブリック)

達成度 評価のポイント	観点	到達レベル3 (十分に満足)	到達レベル2 (おおむね満足)	到達レベル1 (努力を要する)	評価の資料
① 仮説を立てるとともに、それを立証するための適した方法で実験を進めることができたか。	【思考・判断・表現】 【観察・実験の技能】	科学的根拠に基づいて仮説を立てるとともに、立証に適切な材料を用いて実験を行うことができる。	根拠に不十分な点はあるが、自分の考え方を示して活性酸素消去能を測定できる。	仮説を立てることができず、実験にも取りかかることができない。	生徒のワークシートとレポート 授業者の記録
② 結果と考察を科学的な表現で記述し、発表することができたか。	【思考・判断・表現】	得られた結果に対して自分の考えを踏まえて説明し、追実験に関する展望等を述べることができる。	得られた結果に対して、自分の考えを踏まえて説明することができる。	得られた実験結果に対して、自分の考えを述べることができない。	生徒のワークシートとレポート 授業者の記録

「仮説とその立証の方法」「結果と考察の記述・発表」の2点を、「ワークシートとレポート」「発表」の二つの方法で評価した。

評価のポイント①については、生徒はこれまで自ら仮説を立てたり実験結果を検証したりする活動を経験してなかったことから、まずは自分の考え方を示して、活性酸素消去能を測定できていればレベル2とした。それに加え、科学的根拠に基づいた仮説を立てるとともに、立証するのに適切な材料を用いて実験ができればレベル3とした。評価のポイント②については、「実験の結果について自分の考えを踏まえて説明する」という観点で、評価を行った。得られた実験結果に対して考察を加えるという意味で、自分の意見を交えた説明ができていればレベル2とした。更に実験結果を踏まえ、実験の方法や操作について追実験に向けた改善点まで述べることは、レベル3とした。

## 4 研究の実際

### (1) パフォーマンス課題「ディベート」

#### ア 事前学習

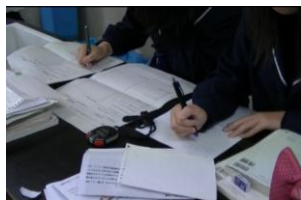
事前学習では、どの生徒も論題に対するメリット・デメリットを一つ以上示すことができた。その後、グループに分かれて個人の考えを共有する場面でも「なるほど、確かにそうだね」「そういう問題もあるのか」という声が聞かれ、生徒が視野を広げ理解を深めている様子がうかがえた。また、立論を自分たちなりの根拠に基づいてすることができたが、ほとんどのグループが立論をするだけで精一杯となり、授業時間内に「想定される相手からの質問及びその回答」「想定される相手の立論に関する質問」の検討まで十分に取り組むことはできなかった。そのため、これらについては授業後の各グループの課題とした。事前学習の段階で、生徒の役割分担や時間配分をより明確にするとともに、授業の限られた時間を有効に活用することができるような準備の方法を考える必要があると感じた。

#### イ 本番のディベート

どのグループも立論については十分に事前準備ができており、根拠を複数示しながら発言することができた。しかしフリートークの場面では、多くのグループが「想定される相手側の質問」を事前に考えておらず、相手側の質問や主張が始まると、メモを取ることで精一杯となってしまった。そのため、自分の質問に関する相手の主張に対して再度質問をしたり、反論し合いながら議論を深めたりする段階まで至らないグループが多かった。このように、充実したディベートを行うという点では多くの課題や反省が残されたが、どのグループの生徒にも既習の知識を活用しながら自分の考えを主張したり、相手の主張や質問に丁寧に対応したりして議論を深めようとする積極的な姿勢が見られたことは、大変意義深かったと感じている。



自分の意見を話す様子



メモを取る様子



グループ内で協議する様子

#### ウ 生徒による自己評価

今回のディベートに対する生徒の自己評価の結果を、次に示す（資料1，資料2）。

#### 【資料1 事前準備に関する生徒の自己評価の結果】

事前準備について	できた	まあできた	あまりできなかった	できなかった
メリット・デメリットについて調べることができたか。	28%	52%	20%	0%
自分の支持する立場について、具体的な根拠まで調べることができたか。	20%	56%	24%	0%
想定される相手側からの質問とその答えについて考え、準備することができたか。	12%	12%	56%	20%
相手側の立論に対する質問を考え、準備することができたか。	0%	24%	60%	16%

#### 【資料2 ディベートに関する生徒の自己評価の結果】

ディベートについて	できた	まあできた	あまりできなかった	できなかった
自分の考えや意見を論理的に説明することができたか。	16%	32%	52%	0%
他者の意見等を的確に理解することができたか。	0%	52%	44%	4%

評価しようとした「自分の意見を適切に伝える力と、他者の意見等を的確に理解する力」を自己評価の結果と結び付けて考えると、後者の「他者の意見等を理解しようとする力」が低い結果となったと言える。特に「他者の意見等を的確に理解することができたか」という質問については、48%の生徒が「あまりできなかった」「できなかった」と回答していた。また、「自分の考えや意見を論理的に説明することができたか」という質問についても、52%の生徒が「あまりできなかった」と回答していた。これは、経験の不足によるイメージ不足から、想定される相手の質問や主張を踏まえた事前準備が十分できていなかったことが原因であると考えられる。生徒の感想にも「知識が不足していたので、自信をもって自分の意見を話すことができなかった」「相手側の立論が理解できず、どれが重要な言葉で、メモすべきものなのか分からなかった」「フリートークのときに質問が続かなかった」というものが複数見られた。

一方、生徒の感想には「自分の意見を押し通すのではなく、相手の意見に考慮して議論しなければならないと思った」「メモを見ながら発表したが、やはり相手の方を見ながら発表した方が声も伝わりやすいし、心がこもっているように感じてもらえるのではと思った」という、自分たちの主張の仕方について振り返るものも多く、本実践が生徒にとって「自分の考えを相手に的確に伝えるために、何が大切なのか」を考えるよいきっかけとなった様子がうかがえた。

今後、同様なディベートを実施する際は、まず事前準備の段階で、賛成派、反対派の両方の考え方や意見を客観的な立場からまとめるとともに、自分が示した意見を相手はどう受け止めるのか、相手が考えるどの意見に対して反論するとよいかまで考えるようにさせたい。その上で、相手の意見を考慮しながら自分たちの意見を主張するようにさせたい。

#### エ ルーブリックによる評価結果

次に、今回のディベートに対するルーブリックを用いた評価の結果を示す（資料3）。

【資料3 ルーブリックを用いた評価の結果】

評価のポイント	達成度	到達レベル3 (十分に満足)	到達レベル2 (おおむね満足)	到達レベル1 (努力を要する)
① ディベートを通じて、傾聴力、論理的思考力、客観的分析力、表現力を発揮する。		44%	56%	0%
② 遺伝子を扱ったバイオテクノロジーの有用性と課題について、自分の考えを明確に述べる。		20%	80%	0%

評価のポイント①については、ディベートを動画で記録して見直したが、グループ内の個々の生徒の様子までを詳細に把握するのはやはり困難であった。また、生徒の話しぶりも生徒の人柄などによる持ち味もさまざまであるため、ここでは生徒の自己評価とディベートのメモを生かして評価を行った。

生徒の自己評価については、パフォーマンス課題の経験の浅い生徒では、どうしても評価に個人差が見られた。また教員による評価についても、レベル3とレベル2を分けるポイントである「他の役割の生徒にも適切な配慮ができていないか」という点については、現状の生徒の実態では判断に大変迷った。このようなことから、ほとんどの生徒がレベル2となってしまう、生徒の実態の把握には生かしたが、信頼性や妥当性という点では課題が残された。

評価のポイント②については、ディベート後に実施した、論題「バイオテクノロジーを積極的に推進すべきである」について書いた800字程度の小論文形式のレポートを基に評価した。レポートでは、全ての生徒が具体的な根拠を挙げながら意見を述べることができおり、レベル2の基準を達成することができた。しかし、レベル3に該当するような、今後の課題等と関連付けて自分の意見を説明することができている生徒は20%と少なかった。既習の学習内容を現在の技術、研究内容、未来の生活等の日常

生活の視点から考えるような取組を、パフォーマンス課題だけでなく平素の授業の中にもいかにして組み込むかが、今後の大きな課題であると感じた。

#### オ 本実践の形式のディベートを実施する上での留意点

本実践の反省を踏まえ、今後生徒が十分な事前準備をした上で本番のディベートに臨むとするならば、ディベートの時間を20分から25分程度は確保したい。また立論の時間も5分間は確保したい。

また、生徒から示された反省には「時間が短く感じられた」「実際にディベートをやってみると、すぐに時間がオーバーしてしまった」「もっと時間を気にするべきだった」のように時間の使い方に関するものが多かったので、フリートークの5分という時間の使い方を、事前にしっかり考えることができるような準備の工夫が必要である。さらに、相手側の主張をまとめることで、その後のフリートークでの質問や反論をスムーズに進めることができるよう、賛成派、反対派それぞれの発言の後に、相手や自分の発言内容をまとめてグループで作戦会議を行う時間を、3分間程度加えた方がよいと思われる。

さまざまな点で課題が残ったが、生徒が時間の使い方の大切さを学ぶとともに、既習の知識を活用して話し合うことの難しさとおもしろさを体感したという点では、大変有意義な実践であった。

### (2) パフォーマンス課題「活性酸素と抗酸化力」

#### ア 演示実験「飲料水の抗酸化力を調べてみよう！」

演示実験では、自分の考えを記述することに慣れるため、「次の飲料のうち一番抗酸化力が高いのはどれだと思いますか」という問いの解答とその根拠を、それぞれの生徒が自分で考え記述するようにした。これまでの理科の授業では、自分の考えを詳しく記述するという経験が乏しかったので、まず記号で飲料を選び、次に自分の考えを1, 2行で記述するようワークシートの様式を工夫した。

次に、予想した内容について、どの飲料を選んだか全員で挙手をしながら確認をし、その飲料を選んだ理由について代表の生徒1名が説明するようにした。この段階では、高い抗酸化力につながる要因について説明せず、特に抗酸化力が高かった二つの飲料の成分を比較して考えるよう、生徒に指示した。

#### イ 生徒実験「植物の抗酸化力を調べてみよう！」

生徒には演示実験との関連について説明せず、「次は身の回りの植物の抗酸化力を測定してみよう」と働きかけ、校庭にある植物の抗酸化力を測定する実験に取り組んだ。仮説を立て実験材料を選定するまでにかなり時間がかかると予想していたが、どの班も予想以上に積極的に意見を出し合い、キーワードからテーマと仮説をスムーズに設定し、実験で使用する植物を採取することができた。仮説を立てる際も、演示実験の結果を踏まえ、ビタミンが多く作られ、そのロスが少なくなる条件などを考慮して実験植物を選んだり、加熱方法などを考えたりするなど、段階的に実験に取り組むことができるよう工夫がされていた。次に各グループに与えたキーワード、生徒が立てたテーマと仮説を示す。

キーワード①：植物の種類 ※このキーワードのみ、二つの班に与えた。

班1	テーマ	花の有無と単子葉類と双子葉類
	仮説	花に栄養が集中するので、花のない植物の方が抗酸化能力は高いだろう。 双子葉類は葉が大きく日光を受ける面積が大きいので、抗酸化作用は高いだろう。
班2	テーマ	植物の形と抗酸化力の関係
	仮説	小さい植物はエネルギーの分散が少ないから、抗酸化作用が強いだろう。 花が咲く植物は花を咲かせるためにエネルギーを使うから、抗酸化作用は低いだろう。

キーワード②：植物の器官

班3	テーマ	日向の植物と日陰の植物の茎葉の関係
	仮説	日向の植物の茎や葉は、日光に多く当たっているため、抗酸化能力は高いだろう。



キーワード③：植物の色

班 4	テーマ	明度と濃度と抗酸化作用の関係
	仮説	暗い色は光を吸収しやすいので、抗酸化作用は高いだろう。 色が濃いと光を吸収しやすいので抗酸化作用は高いだろう。

キーワード④：調理

班 5	テーマ	加熱前、加熱後の抗酸化力の変化
	仮説	水を加えて加熱すると中の成分が外に流れ出るので、抗酸化作用が低下するだろう。

実験結果は仮説通りの結果が得られた班だけでなく、仮説と逆の結果になった班、全く変化が見られなかった班もあった。仮説通りにならなかった班も落胆することなく、驚きの声あげながら「どうして仮説と反する結果になったのか」「どうして変化が起こらなかったのか」と、その場で議論を始めていた。どの生徒も大変意欲的な姿勢で、パフォーマンス課題に取り組んでいた。

ウ 結果のまとめと発表

生徒に「模造紙にテーマ、仮説、実験材料、結果、考察、感想を記す」「発表時間は各班 10 分（発表 7 分、質疑応答 3 分）」とだけ指示し、1 時限かけて準備に取り組んだ上で、発表に臨んだ。どの班も仮説の説明から結果まで、論点を整理して発表することができたが、科学的根拠の裏付けがないまま自分の考えを述べるだけの班が多く、考察の内容の深さは不十分であった。質疑応答では、最初は質問が出なかったが、一人の生徒が質問をしたことをきっかけに、複数の生徒から次々と質問が出るようになった。各班の結果について、生徒同士で議論しようとする姿が見られたことは、大変有意義であった。



採取した植物を処理する様子



結果をまとめる様子



発表の準備の様子



仮説と結果を発表する様子

5 研究のまとめと考察

(1) 生徒による自己評価

今回のパフォーマンス課題に関する生徒の自己評価の結果を示す（資料 4）。

【資料 4 パフォーマンス課題に関する生徒の自己評価の結果】

パフォーマンス課題について	できた	まあできた	あまりできなかった	できなかった
積極的に実験に参加できたか。	70%	25%	1%	4%
仮説を立てて実験に取り組めたか。	69%	23%	8%	0%
実験操作は適切にできたか。	74%	23%	3%	0%

このパフォーマンス課題では、どの生徒もとても楽しそうに生き生きと実験に取り組んでいた。このことは、生徒の自己評価で「積極的に実験に参加できたか」という問いに、95%の生徒が「できた」「まあできた」と回答していたことからうかがえた。あわせて、今回の実験のねらいの一つでもある「仮説を立ててそれに適した実験操作を行うこと」に関しても同様に、92%の生徒が「できた」「まあできた」と回答していた。生徒の感想にも「自分で考えて結果を予想し、それを実験追究していくことがとても楽しかった」「結果にはあまり変化がなかったが、とても達成感があった」「班で話し合っってどんなテーマにして、どんな植物を採取するのか考えることがとても楽しかった」という趣旨のものが複数あ

り、このパフォーマンス課題を通して生徒が答えの分からない実験テーマに対し、生徒同士で協働的に検証していくことの楽しさや意義を実感できたものと感じている。

次に、今回の実験の内容と結果の発表に関する生徒の自己評価の結果を示す（資料5）。

**【資料5 実験内容と結果の発表に関する生徒の自己評価の結果】**

実験内容と結果の発表について (発表会を行った1クラスの自己評価)	できた	まあできた	あまりできなかった	できなかった
結果を根拠に基づき考察できたか	34%	41%	22%	3%
発表会では論理的に発表することができたか	22%	47%	28%	3%

※この表のみ、発表会という形式で全ての班の発表を1時限の授業の中で行った1クラスの生徒の自己評価の結果である。

積極的に実験に取り組むことができた一方で、得られた結果に関する考察をまとめ、その内容を論理的に発表することに関しては「あまりできなかった」「できなかった」と答える生徒が30%ほどいた。生徒の様子を見てみると、仮説を立てる場面では積極的に議論して意見が出ていたが、結果を踏まえて考察する場面になると消極的になり、一部の生徒の意見をそのまま全体の考察としてしまった班も見られた。生徒の感想にも「発表の準備に気を取られた」「実験の考察をもっとしっかりするべきだった」「考察が難しく、曖昧なままにしていた」といった、準備の甘さを指摘するものが複数あった。

その後行った発表についても、「論理的に発表することができた」と考えている生徒は22%にとどまった。生徒の感想には「模造紙を完成させることに集中し過ぎてしまい、発表で話す内容や準備をしつかりできなかった」「話す内容や順番などをもう少し詳しく決めておけばよかった」という内容が複数示されたように、発表を見据えて準備できなかった班が多かった。また、この取組では1班に8人の生徒がいたため、班員同士の役割分担や連携の在り方について工夫の余地があると感じた。

このパフォーマンス課題を通して、生徒は実際の研究の流れをコンパクトな形で体験するだけでなく、実験結果をまとめることの難しさや、それを発表し他者の理解を得ることの難しさを実感することができた。今後は、パフォーマンス課題に取り組む経験を重ねることで、得られた実験結果を考察・検証する力を伸ばすとともに、それをまとめて発表するための準備を効率的に行う力を身に付けさせたい。

**(2) ルーブリックによる評価結果**

次に、今回のパフォーマンス課題に対するルーブリックを用いた評価の結果を示す（資料6）。

**【資料6 ルーブリックを用いた評価の結果】**

評価のポイント	達成度	到達レベル3 (十分に満足)	到達レベル2 (おおむね満足)	到達レベル1 (努力を要する)
① 仮説を立てるとともに、それを立証するための適した方法で実験を進めることができたか。		59%	41%	0%
② 結果と考察を科学的な表現で記述し、発表することができたか。		3%	85%	12%

評価のポイント①については、60%近くの生徒が科学的根拠に基づいて仮説を立てるとともに、適切な材料を用いて実験を行うことができていたため、レベル3と評価された。他の生徒は、仮説を立てて実験に取り組んではいたがその根拠が不十分だったため、レベル2と評価された。

評価のポイント②については、実験結果をそのまま記載するだけで自分の考察を示すことができていなかった生徒を、レベル1とした。また、実験結果を踏まえて自分の考えを記述し、自分の仮説や仮説通りにならなかった理由を説明していた生徒をレベル2とした。レベル2の生徒が85%を占め、レベル1の生徒は12%であった。残念ながら、レベル2の内容から更に実験が成功または失敗したポイントや実験の改善点に関する展望までを述べ、レベル3と評価された生徒はごく少数であった。今後もパフォ

パフォーマンス課題に取り組む経験を重ねることで、結果を考察するだけでなく、その背景や結果を踏まえた実験の改善策等まで深く考察する力を身に付けさせたい。

### (3) まとめ

本研究ではパフォーマンス課題の取組を通して、「習得した知識や技能を活用し、表現する力」「探究する力」の育成を目指し、ディベートという観察・実験を伴わないパフォーマンス課題と、観察・実験によるパフォーマンス課題の、大きく異なる2種類の実践に取り組んだ。観察・実験による課題については生徒のワークシートやレポート、発表の様子などをルーブリックの内容に当てはめることで、一人の教員で評価することも可能であると感じた。一方、観察・実験を伴わないディベートのパフォーマンス課題については課題が残った。ディベートは本来、生徒同士の対話を評価することが望ましい。しかし、本実践のように同時に複数のディベートを実施するような取組の場合、一人の教員で個々の生徒の発言やパフォーマンスを把握することは困難だったため、生徒の対話そのものを評価できなかった。生徒の自己評価を活用するなどの工夫を試みたが、これには生徒自身が自己評価の経験を重ねることで、適切な評価をできるようにならねばならない。そのためには、平素の授業に振り返りシートを導入し、それをポートフォリオとして活用する取組を導入する必要があると思われる。

また、ディベートに限らず、生徒同士の対話を評価する際は、個々の生徒の人柄や持ち味を把握しておく必要があるのではと感じた。今後同様の取組を行う場合は、生徒同士の対話を的確に評価するために、各ディベート班に1人ずつ教員を配置するなど、複数の教員で同時に生徒の状況を見ながら評価する体制を整える工夫をするとともに、発言の内容やパフォーマンスを評価できるルーブリックの内容についても、複数の教員で検討を重ねたい。

## 6 成果と今後の課題

二つの実践を通して、多くの生徒から「知識を使って新しいことに取り組むのが楽しかった」「自分の考えをまとめることの難しさを感じた」という感想が示されたように、生徒は講義形式の授業とは異なる貴重な学びを得ることができた。また、パフォーマンス課題を通して生徒の思考力・判断力・表現力、観察・実験の技能だけでなく、主体的な学習態度、他者との関係を形成する力、情報活用力の育成にもつなげることができた。

しかし、現状ではまだ多くの生徒が科学的根拠を伴った考察ができていない。また、教員の補助がないと協議を充実させることができない場面も見られた。引き続き、各大単元の中でパフォーマンス課題に取り組むとともに、ルーブリックを用いた評価を通して生徒へのフィードバックを充実させるようにしたい。また、ポートフォリオの取組を通して生徒の自己評価を蓄積することで、生徒が自らの変容を確認できるようにしたい。今後も生徒の実態に応じてこれらの取組を加えながら、生徒の思考力・判断力・表現力や観察・実験の技能を高める指導法の改善に努めたい。

### 参考文献等

- R. ドラン他（古屋光一監訳）『理科の先生のための新しい評価方法入門』北大路書房
- 文部科学省『高等学校学習指導要領』平成21年3月公示
- 愛知県総合教育センターウェブページ「理科・CSTの広場」高等学校・パフォーマンス課題  
<http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/koutou/performancemenu.htm>

※本実践の教材等も、当ウェブページに掲載されている。

【資料】

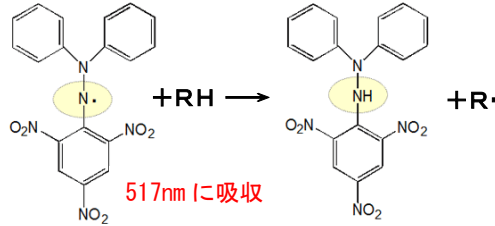
# 植物の抗酸化力を調べる

## ～DPPHを用いた、植物に含まれる活性酸素除去能の測定～

<実施日> \_\_\_\_月 \_\_\_\_日 \_\_\_\_曜日

<実験の原理>

DPPHラジカルの不対電子がトラップされると、DPPHラジカル特有の色（紫）が、退色するので、その退色の程度を測定することにより、DPPHラジカル消去能を測定することができる



ここではDPPHラジカルの消去能力を抗酸化能力の指標として用いる

<実験1>

### 飲料水の抗酸化力を調べる

次の飲料水等の中で、最も抗酸化力が高いものはどれか

- ①100%オレンジジュース    ②炭酸入りのオレンジジュース（無果汁）    ③トマトジュース、  
④レモンジュース（果汁20%）    ⑤赤ワイン    ⑥水道水

そのように考えた理由

◇実験結果

抗酸化力の度合いを○、△、×で記入

100%オレンジ	炭酸入りオレンジ	トマト	レモン	赤ワイン	水道水

考察

<実験2>

**植物の抗酸化力を調べる**

- ◇キーワードからテーマと仮説を設け、採取する植物や部位を決める  
与えられたキーワード

キーワードから考えたテーマ

- ◇仮説を立てる

(例) ○○○は△△△だから、抗酸化作用は高いだろう。

×××すると◇◇◇になるので、抗酸化作用は低いだろう。

- ◇実験植物を採取する

採取した植物の種類と部位

- ◇実験操作

- ・採取した全ての植物を0.5gずつ測り取る
- ・採取した植物を石英砂とともに別々の乳鉢に入れて、乳棒で摩砕する
- ・乳鉢にエタノール5mLを加え、乳棒で攪拌する  
※生じる液体が少なければ、適宜エタノールを追加する
- ・抽出液を、駒込ピペットでマイクロチューブへ移す
- ・遠心分離(30秒)したマイクロチューブを教卓へ
- ・上澄み0.5mLを駒込ピペットで取り、DPPH溶液と反応させる

- ◇仮説の検証結果

◇考察

<振り返り>

①できた    ②まあできた    ③あまりできなかった    ④できなかった

- ・積極的に実験に参加できたか (            )
- ・仮説を立てて実験に取り組めたか (            )
- ・実験操作は適切にできたか (            )
- ・結果を根拠に基づき考察できたか (            )
- ・発表会では論理的、効果的に発表することができたか (            )

実験を通して気付いたこと、活動全体で印象に残ったこと、今後の課題など

<今回の実験の感想>

\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_組\_\_\_\_\_番 (            ) 班 氏名\_\_\_\_\_