

生物分野におけるエネルギー教育の実践

久川 浩太郎

学習指導要領においてエネルギーは理科を構成する領域の一つとされ、重要な内容として扱われている。しかしながら、抽象的な概念の理解が難しかったり日常的な生活経験や情報が不足しやすかったりする聴覚障害生徒にとって、目に見えないエネルギーの概念を深く理解するのは難しい。そこで、高等部普通科1・2年生の理科の授業においてエネルギーの視点を取り入れた教育実践を行った。本稿では、特にエネルギーとの関連が理解しづらい生物分野において行った実践を報告する。

キー・ワード：エネルギー教育 抽象的な概念 「問い」 への意識 単元・授業デザイン

1 はじめに

2019年2月に特別支援学校高等部学習指導要領が公示され、2022年4月から年次進行での実施となり、2024年度に完全実施となった。新学習指導要領では、聴覚障害者である生徒（以下、聴覚障害生徒）に対する配慮事項として、「生徒の興味・関心を生かして、積極的な言語活動を促すとともに、抽象的、論理的な思考力の伸長に努めること。」「視覚的に情報を獲得しやすい教材・教具やその活用方法を工夫するとともに、コンピュータ等の情報機器などを有効に活用し、指導の効果を高めるようにすること。」が示されている。また、高等学校学習指導要領解説（理科編）において、エネルギーは粒子、生命、地球とともに理科を構成する領域として位置付けられ、自然の事物・現象を主として量的・関係的な視点で捉えることが重要だとされている。

抽象的な概念の理解が難しかったり日常的な生活経験や情報が不足しやすかったりする聴覚障害生徒にとって、目に見えないエネルギーの概念を深く理解するのは難しい。筑波大学附属聴覚特別支援学校（以下、本校）高等部普通科では、平成27年から3年間は、一般社団法人日本電気協会（以下、電気新聞）が主催するエネルギー教育モデル校に選定され、地歴・公民科の授業を中心にエネルギー教育を実施した。地歴・公民科において3年間にわたるエネルギー教育を行った結果、日本の資源や国際的なエネルギー問題についての理解を深めることにつながっ

た（横山, 2018）。

2022・2023年度は電気新聞が主催するエネルギー教育支援事業に採択されたこともあり、高等部普通科1・2年生の理科の授業において、視覚的に情報を獲得しやすい教材・教具を活用したエネルギー教育の実践を行った。高等部普通科2年生の「科学と人間生活」の授業では、年間を通して学習内容とエネルギーを関連付けた体験的な学習を行うことができ、エネルギーに対する関心・意欲、知識探究心や自主学习意欲、科学技術に対する意識の向上が見られた（久川, 2023）。本稿では、特にエネルギーとの関連が理解しづらい生物分野において高等部普通科1年生を対象に行った実践を報告する。

2 目的

聴覚障害生徒の生物分野におけるエネルギーの知識に関する課題を明らかにするとともに、教科書の「問い」を意識させた授業や、教材・教具の工夫を通して、エネルギーに関する学習の理解を深めたり、定着させたりすることを目的とした。

3 方法

対象は、高等部普通科1年生で、必修科目である生物基礎の「生物とエネルギー」の単元において実施した。

年度当初に生物分野のエネルギーに関する既習知識を問う理解度テストを実施した。その後、単元

デザインや授業デザインの工夫に基づいて授業を行った。単元終了後、再度理解度テストを実施した。また、対象単元の2時間目終了後に、授業中に使用した映像や実験などの教材・教具に関する質問紙調査を行った。

4 実践内容と成果

(1) エネルギーの知識に関する課題

呼吸や光合成、代謝とエネルギーの関連について、中学校段階で学んだ知識を問う理解度テストを行った。その結果、特に呼吸の目的や植物が呼吸を行う理由について多くの誤答が見られた。呼吸の目的では、「生きるため」「酸素がないと生きられないから」というような抽象的な回答が多かった。植物が呼吸を行う理由についても、「生きるため」「光合成ができないときがあるから」というような抽象的な回答や誤答が多かった。また、植物が光合成を行う目的については、「私たちには酸素が必要だから」というような、ヒトのために植物が光合成を行っているという誤答も見られた。これらの結果から、気

体の出入りは理解しているものの、それぞれの働きの意義やエネルギーとの結びつきの理解が不十分であり、これらに留意して指導していかなければならないことが分かった。

(2) 単元デザインの工夫

新学習指導要領では、単元などの内容や時間のまとまりを見通して指導したり学習評価を行ったりすることの重要性が強調されている。教育課程の実施に際しては、単元全体を見通しながら、生徒の主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善が求められている。学習評価においても、単元全体を見通しながら評価の場面や方法を工夫し、資質・能力の育成に生かすようにすることが示されている。そこで、エネルギーに関する既習知識を問う理解度テストの結果を踏まえ、単元全体を見通した単元デザインの工夫を行った。

国立教育政策研究所が作成した『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料』を参考に、単元全体を通して育成を目指す資質・能力を明確にした上で、指導と評価の計画を作成した (Table 1)。

Table 1 指導と評価の計画

時間	ねらい・学習活動	重点	記録	評価規準・評価方法	教材・教具
1	代謝とそれに必要なエネルギーについて学習し、生体内における代謝の意義を確かめる。	態		生徒自身の生活と代謝を関連付けながら、その意義について関心を持っているか。[発問に対する反応]	ワークシート、文字カード
2	発光実験を行うことで ATP への興味関心や理解を深める。また、酵素の働きを学習し、実験準備を行う。	知	○	ATP が代謝においてどのように働くかを理解しているか。[ワークシートへの記入]	ワークシート、文字カード、呼吸アニメーション、筋収縮実験映像、発光実験
3	生体内におけるカタラーゼの働きや意義を確かめるための実験の技能を身に付ける。	知		実験の操作や記録等の技能を身に付けているか。[実験の取組の様子]	ワークシート、文字カード、化学反応式自作アニメーション
4	実験結果から生体内における酵素の働きを見いだして表現する。	思	○	得られた実験結果から、生体内における酵素の働きを見いだして表現しているか。[ワークシートへの記入]	ワークシート、文字カード、対照実験アニメーション、酵素の性質アニメーション
5	グループで光合成とエネルギー、ATP との関係、光合成の反応について話し合い、整理する。	知		光合成について、反応の前後の物質を理解しており、ATP がどのように関与するかを理解しているか。[ワークシートへの記入]	ワークシート、文字カード、光合成アニメーション
6	グループで呼吸とエネルギー、ATP との関係、呼吸の反応、光合成との比較について話し合い、整理する。	思	○	光合成と呼吸におけるエネルギーの流れを理解し、共通点と相違点を説明することができるか。[発表の様子]	ワークシート、文字カード、呼吸アニメーション

ねらい・学習活動は、理科の見方・考え方や主体的・対話的で深い学びの視点を意識して設定した。評価規準・評価方法については、各時間で重点とした評価の観点を示した。記録の「○」が付いている授業では、生徒全員の記録を残し、観点別学習評価を行った。教材・教具については、それぞれの時間で使用する教材・教具を工夫するために明確に記した。単元デザインの工夫を行うことで、単元全体を見通して主体的・対話的で深い学びの視点から授業改善を行ったり、単元全体を通してバランスよく評価したりすることができるようになった。

(3) 「問い」を意識させた授業デザインの工夫

新学習指導要領では、理科の基礎科目において学習内容に大きな変更はなかったが、本校の理科基礎科目において使用している教科書（実教出版）の項目の示し方が異なった。例えば、「代謝とATP」が「獲得したエネルギーは生命活動にどのように利用される？」のように、全ての項目が「問い」の形で示されるようになった。そこで、以下のような流れで授業を実施した。課題の提出や修正は、授業支援クラウド「ロイロノート・スクール」を使用した。

- ・課題として、教科書の項目に示されている「問い」の答えを、教科書を参考に自分なりにまとめ、授業前に提出する。
- ・「問い」を意識しながら授業を受ける。
- ・授業を受けた後に課題として提出したものを見直し、修正する。

授業デザインの工夫を行った結果、生徒たちに主体的な学習姿勢が見られるようになり、受け身の授業ではなく、生徒自身が常に問いを持ち続ける能動的な授業につながったと考えられる。また、問いを解決するために思考し続ける姿勢が見られ、生徒の学習意欲の向上や学習内容の理解が深まることにつながったと考えられる。

(4) 教材・教具の工夫

毎時間、学習内容に関するアニメーション映像を視聴したり、必要に応じて教科書には掲載されていない実験を行ったりした。例えば、本単元の2時間目のATP（アデノシン三リン酸）に関する学習では、

呼吸に関するアニメーション映像や筋収縮の実験映像の視聴、ATPを用いた発光実験を行った。発光実験は教科書には掲載されていないが、短時間ででき、生徒の印象に残りやすいものを実施した。対象授業実施後に、授業中に使用した映像や実験に関する質問紙調査を行った（Fig. 1）。質問項目は、それぞれの教材を用いることで、興味関心が高まったか（Q 1、3、5）、学習内容の理解が深まったか（Q 2、4、6）、とした。その結果、肯定的な意見が最も多かったのは、「発光実験で学習内容の理解が深まった」であった。発光実験実施後、「実際に体験することで理解が深まった」「ATPの働きは生物によって違うことが分かった」「ATPの量で働きは変化するのか気になった」とような感想が見られた。これらのことから、ATPの働きや利用に関する理解が深まったと考えられ、教科書には載っていない短時間で簡単にできる実験の重要性が示された。また、アニメーション映像や筋収縮の実験映像に対する肯定的意見も多く、視覚的に分かりやすい映像教材の有効性も示された。

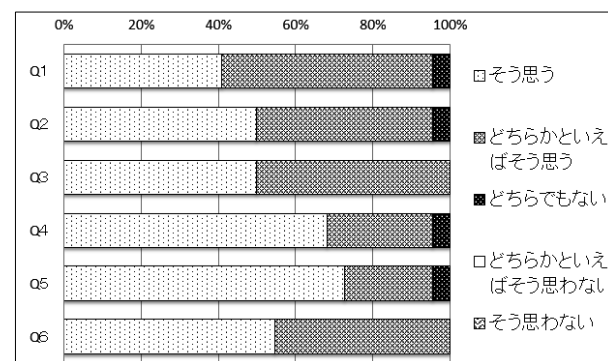


Fig. 1 質問紙調査の結果

(5) 発光実験

ATP はすべての生物が共通してもつ物質で、代謝におけるエネルギーの吸収・放出の仲立ちをしている。高等学校の生物基礎の「生物のエネルギー」の単元において、ATP は重要語句として扱われており、生命活動におけるATPの利用の代表例として筋収縮、物質の合成、発電などが教科書に記されている。しかしながらATPに関する実験についての記載はないため、ATPや生物が利用するエネルギーについて深

く理解できない現状があった。そこで、ATP や生物が利用するエネルギーについての理解を深めることを目的として、キッコーマンバイオケミファ社のルシパック Pen を用いてホタルの発光を再現した実験（本橋，2021）を行った。ルシパック Pen には、酵素であるルシフェラーゼや酸化されて発光するルシフェリンが入っており、ATP 溶液を入れると発光する。本橋（2021）では、pH の違いによる発光の比較を行っていたが、本実践では酵素の性質の理解を深めることも目的とした。

発光実験実施後、「今までホタルの発光に興味なかったが、この実験を通して生物のエネルギーの利用について興味が湧いた」「発光がホタルの光のように見え感動した」のような感想があり、ホタルの発光に対する興味関心が高まったり、他の生物のエネルギーの利用に対する理解が深まったりしたと考えられる。

(6) 単元終了後の理解度テスト

該当単元終了後、再度理解度テストを行った。その結果、正答率が向上していただけてだけでなく、エネルギーと関連付けた回答が多く見られた。例えば、呼吸の説明について気体の出し入れのみを答えていた生徒が、「酸素を用いて有機物を分解し、エネルギーを取り出す過程のこと。その結果二酸化炭素と水が発生する」のように、ほとんどの生徒がエネルギーと関連付けて答えることができていた。

5 まとめと今後の展望

本実践では、生徒の実態に応じた単元デザインや授業デザインの工夫を行い、特に生物分野においてエネルギー教育について重点的に取り組んだ。単元全体を見通して授業を進めた結果、生徒たちの主体的に学ぶ姿勢を身に付けること、能動的に考え続ける力を養うことにつながった。

特に、エネルギーに関する概念を深く理解させるために、具体的な事例や実験、アニメーション映像などを活用し、視覚的に理解しやすい教材を用いたことが効果的であった。これにより、生徒たちは抽象的な概念を具体的な体験と結びつけて理解する

ことができ、単元全体を通して育てたい資質・能力を身に付けることができたと考えられる。今後も、単元デザインや授業デザインの工夫を続け、より良い教育実践を追求していきたい。

本校は、2025 年度も電気新聞が主催するエネルギー教育支援事業に採択された。2025 年度は、高等部普通科 1 年次に履修する「化学基礎」と 3 年次に選択履修する「化学」の授業において、イメージカードや ICT を効果的に活用し、エネルギーに関して生徒の興味関心を高めたり、学習の理解を促したりすることを目的とした。今後もエネルギーに関して身近な生活を見つめ直したり学習内容と社会の関わりを意識したりすることで、科学的に探究しようとする技能や態度を育成したい。

〔付記〕

本研究は、筑波大学附属聴覚特別支援学校研究倫理審査委員会の承認を受けて実施されたものである。また本研究は、一般社団法人日本電気協会（電気新聞）が主催する 2023 年度エネルギー教育支援事業の助成を受けて実施したものである。

〔参考文献〕

- 国立教育政策研究所教育課程研究センター（2021）「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料【高等学校 理科】. 東洋館出版社.
- 久川浩太郎（2023）科学と人間生活におけるエネルギー教育の実践. 筑波大学附属聴覚特別支援学校研究紀要, 45, 53-58.
- 最上善広（2022）生物基礎. 実教出版.
- 文部科学省（2019）特別支援学校高等部学習指導要領. 海文堂出版.
- 本橋晃（2021）ATP の作用を確認する実験—ホタルの発光の再現—. 生物教育, 62 (2), 75-79.
- 横山知弘（2018）エネルギー教育モデル校 3 年目を迎えて. 筑波大学附属聴覚特別支援学校研究紀要, 40, 57-78.