

思考力を発揮しながら概念を形成する高等学校生物の授業づくり

— 生物や生物現象を日常生活と関連付ける活動を通して —

長期研究員 橘 圭子

《研究の要旨》

本研究では、生徒自身が思考力を発揮しながら生物や生物現象を理解し、生活の中で生きて働く概念的知識を形成することを目指した。そのために、学習内容を日常生活と関連付けて自分の言葉で表現したり、他者のもつ考えや知識を共有して思考したりする協働的な学習活動を行った。その結果、個々の知識の意味内容を理解し関連付けて考える力や、学習により獲得した生物の知識を日常生活の中で役立てようとする意識が育成された。

I 研究の趣旨

次期高等学校学習指導要領解説理科編理数編の理科改訂の要点に、「『生物基礎』及び『生物』においては、主要な概念を理解させるための指導において重要となる用語を中心に、その用語に関わる概念を、生徒が思考力や判断力などを発揮しながら理解できるように指導すること」と示されている。本研究における「概念」とは、図1が示す「概念的知識（わかる）」に依拠するものとする。

研究協力校で実施した事前アンケートでは、約8割の生徒が「生物の学習は暗記中心である」と回答し、

多くの生徒が生物という科目を用語を覚える暗記科目であると認識していることが分かった。暗記によって得た記憶は失われやすく、これまで行ってきた知識伝達型の授業では、知識の定着という事実的知識の段階にも至っていない可能性がある。

H・リン・エリクソンらは、生徒に考える力を見出す教育者は、生徒の思考力を重んじ指導することによって生徒から学習意欲や情熱を引き出すことができると述べている^{※2}。生物という科目は、私たちが生きていくことと関わりの深い学問である。生物や生物現象と自分自身との関わりについて思考しながら生物の学習を行うことで、これまでの受動的な学びから、生徒自身が内容を理解しようとする能動的な学びに変えることができるのではないかと考えられる。

そこで本研究では、生徒が生物や生物現象を日常生活と関連付けて思考し、表現する活動をさまざまな場面で設定し、他者のもつ知識や考えを共有しながら、概念的知識を形成していく授業を構築したいと考えた。

※1 幼稚園、小学校、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）（中教審197号）補足資料を基に作成

※2 思考する教室をつくる 概念型カリキュラムの理論と実践 H・リン・エリクソンほか（北大路書房 2020年）

II 研究の概要

1 研究仮説

高等学校生物において、以下の手立てを講じれば、生徒が思考力を発揮しながら学習し、生物や生物現象に関わる概念的知識を形成することができるだろう。

【手立て1】概念の更新を実感する「概念マップ」

【手立て2】重要用語を自分の言葉で表現し伝え合う「私の用語解説」

【手立て3】日常生活との関連付けを共有する活動

【手立て4】一人一人が実験材料を見だし行う実験

2 研究の内容

(1) 【手立て1】概念の更新を実感する「概念マップ」

単元の導入時に、単元全体の内容に関連した課題に取り組みせ、課題について自分自身がどのような知識や考えをもっているのかを書き出すことで、概念を可視化し確認させる。課題には、概念地図^{※3}を参考にした「概念マップ」を用いた。単元の終末に再度導入時と同じ課題に取り組みせ、作成した二つの「概念マップ」を比較しながら振り返らせる。学習を通して獲得した知識や考えの変容を生徒自身に確認させることで、概念が更新されたことを実感させる。

※3 事物と事物、考え方と考え方、あるいは人と人との間に成り立つ関係について、どのように理解しているのかを探る手法

(2) 【手立て2】重要用語を自分の言葉で表現し伝え合う「私の用語解説」

生物や生物現象と日常生活を関連付けながら重要用語についての理解を深めるために、その授業で学んだ重要用語と日常生活を結び付けさせ、自ら作成するオリジナルな解説をまとめさせる。解説には難しい用語を使う必要はないことを伝え、自分の理解した内容を自分の言葉でかみ砕いて表現したり図を用いたりすることなど、ま

(3)【手立て3】について

実践Iでは、「独立栄養生物と従属栄養生物」の学習後に、「自分の知っている生物名を挙げ、それらを生物の五つの分類（五界説）にまとめながら独立栄養生物と従属栄養生物に分ける」という課題に取り組みさせた。生徒は、キノコやワカメなど、自分たちの挙げた生物が何に分類されるのかを考えるときに、生物の生態や栽培方法など、各自の経験や知識を出し合いながら解決を図り、スライドにその分類をまとめた（図7）。

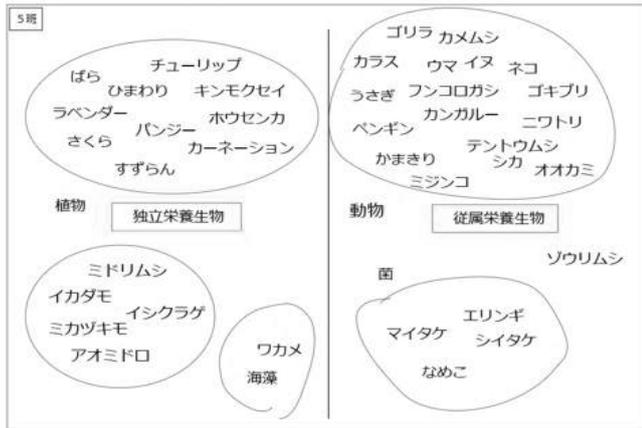


図7 生徒が生物を分類したスライド

実際に自分たちで例を挙げ、他者の経験や知識を共有しながら分類を考えることで、学習内容の理解を深める生徒の様子が見られた（図8）。

生徒も独立栄養生物と従属栄養生物に分類して、より理解を深めることができた。ワカメがどちらに分類されるのか分らない場合は、先生と話しあって、独立栄養生物であることが分ったのでよかった。

図8 他者と話し合い理解を深めた生徒の感想

(4)【手立て4】について

実践Iでは、「酵素カタラーゼの実験」において、生徒一人一人に実験材料を見いださせて行う実験を設定した。まず、ダイコンで演示実験を行い、「今回の実験は自分で実験材料を考え準備して行うこと」「実験結果の予想とその根拠を考えること」を提示し、実験材料を考えさせた（図9）。

私の実験材料	分類	状態	結果の予想	結果の予想の根拠
対照実験 (過酸化水素のみ)	-	-	-	何も入っていない
① ニンジン(すりおろす)	植物	加熱	+	ダイコンと同じ植物だから、加熱して酵素が壊れるから反応は起こらない
② ニンジン(すりおろす)	植物	常温	+	反応は起こると思う
③ お米	植物	加熱	-	反応は起こらないと思う
④ お米	植物	生	+	反応は起こると思う

図9 生徒の考えた実験材料

実験当日は、各自の実験材料を用いて実験を行い（図10）、個人で行った実験のそれぞれの結果は、



図10 実験の様子

タブレット端末を用いて表に入力することで集約し、考察に用いた。生徒の中には、実験結果を基に、結果が考察と異なる実験材料に疑問をもち、その理由を考えようとする生徒や、実験結果から生物の生命活動を考えようとする生徒

が見られた（図11）。

枯れ葉の反応が大きいからいいけれど、
枯れ葉は生きてはいないと思うので、
なぜ反応が大きいのか。
原核生物にはカタラーゼはない
みらいはかたけれど、
酵素はカタラーゼで
どうして生きているのかと疑問。

図11 実験を通して考えを広げる生徒

4 研究の考察

(1)「概念マップ」の分析

実践Iの課題「健康的にダイエットする方法」の「概念マップ」について、その形状と内容について比較した。「概念マップ」の言葉のつながりは、三つの形状に分けて分析した（図12）。

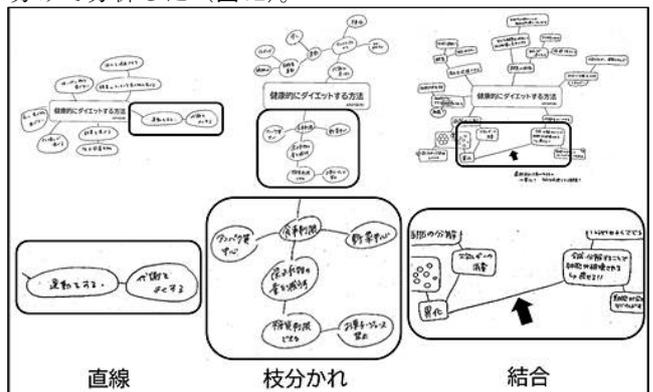


図12 「概念マップ」の言葉のつながりの形状

言葉のつながりの形状がどのように変化したのかを調べるため、全ての「概念マップ」に書かれた形状の種類を数えたところ、その割合に変化が見られた（図13）。

	直線	枝分かれ	結合
導入	43.8%	44.9%	11.2%
終末	36.7%	43.6%	19.5%

図13 「概念マップ」の形状の変化

単元の導入時と比較して、終末では直線の割合が減る傾向が見られ、結合の割合は有意に増加した（ $p < .05$ ）。本研究の「結合」は概念地図の「ネットワーク型」の特徴の一つであり、岸学は、ネットワークの広がりやの程度が概念（単語）の包括性の目安になるとしている^{※4}。また、比護一幸によると、「ネットワーク型」は学習内容を構造的・体系的にして理解していることを表すとされている^{※5}。これらのことから、単元の学習を通して必要な知識が増えただけでなく、内容の理解が深まったことで知識と知識がつながり、概念的知識が形成されたと考えられる。

生徒全体の記述内容について、言葉のつながりをテキストマイニングすると、「運動」という言葉に対して、単元の導入では「運動の種類」をつなげている生徒が多かった。しかし、終末では「代謝」や「エネルギー」など学習した内容を用いて、運動をすることがダイエットにつながる理由について記述していることが分かった（図14）。このことは、「代謝」の意味内容を理解したこ

とで、「運動」という概念との間に意味のあるつながりが見いだされたものと考えられる。

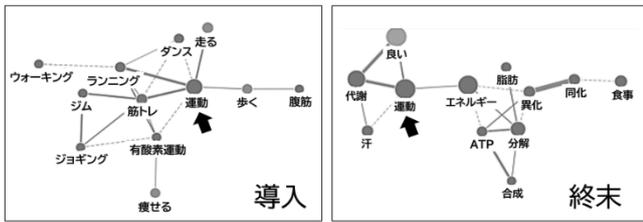


図14 「運動」につながる言葉の変容

次に、生徒Aの作成した「概念マップ」の導入と終末の記述内容について比較する（図15）。

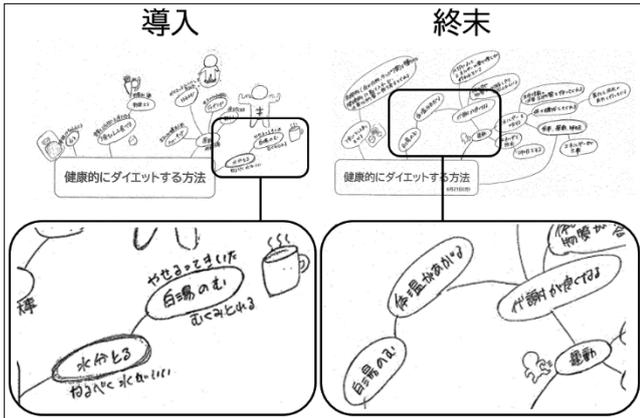


図15 個人の記述内容の変容

生徒Aは、単元の導入と終末の両方で「白湯」について記述している。単元の導入では白湯を飲むことに対して「やせるってきいた」「むくみとれる」と人から聞いた知識をそのまま記述しているが、単元の終末では白湯を飲むことを「体温があがる」「代謝が良くなる」とつなげている。生徒Aは、学習前は人から聞いた話を鵜呑みにして知識としていたが、学習後は、学習して理解した知識を基に自分で考え、白湯を飲む意味について自ら答えを見いだしている。以上のことから、このようにして獲得した知識は、さまざまな場面でも生かすことが可能であり、日常生活で活用することができる、生きて働く概念的知識が形成されたと考えられる。

また、生徒の中には実践IとIIの二つの単元の学習内容をつなげて考える生徒もいた（図16）。この生徒は、学習を通して形成された概念的知識によって、異なる単元の内容につながりを見いだしたと考えられる。

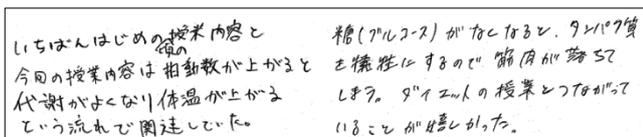


図16 単元間につながりを見いだした生徒の記述

※4 教育工学辞典 日本教育工学会編（実教出版 2000年）

※5 教育実践研究 第23集（上越教育大学 学校教育実践教育センター 2013年）

(2) 生徒の意識の変容

実践Iにおいて、実践の前後に行った生徒の意識調査の結果の一部をまとめた（図17）。意識調査では、生物と自分自身との関係が深いと感じたり、学んだことを日常生活の中で意識したり、役立てようと考えたりする生徒の割合が有意に増加した。

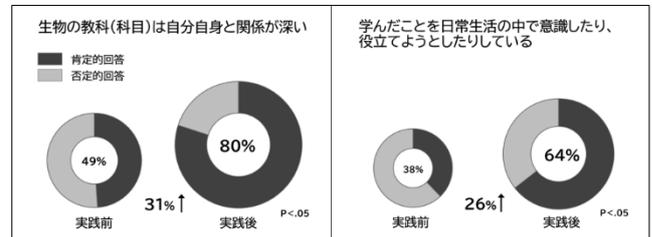


図17 意識調査の結果（一部抜粋）

また、実践II後に行ったアンケート調査には、学習することに価値を見いだしたり、小さなことから日常生活で行動できることを考えたりする記述が見られた（図18）。生物や生物現象を日常生活と関連付ける活動を通して、生物を自分事として捉え、学習したことを生活に生かそうとする意識が育成されたと考えられる。

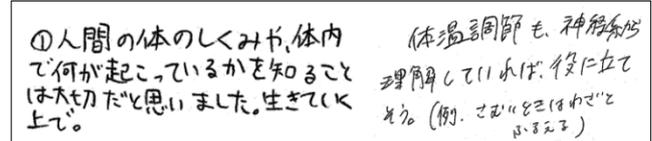


図18 生物の学習内容の有用感を感じた生徒の記述

II 研究のまとめ

1 研究成果

生徒自身が生物や生物現象の例を、自らの日常生活の中から見いだそうと思しながら学習を行うことで、用語（知識）のもつ意味内容の理解が深まり、知識と知識の間に意味のあるつながりが生まれ、日常生活で生かすことのできる概念的知識を形成することができた。

また、生物や生物現象と日常生活を関連付けて学習することは、生徒が教科としての生物を自分自身と関係が深いと感じ、生徒自身が生物を学習することの価値を見いだすことにもつながった。

2 課題と今後の見通し

「概念マップ」で用いる課題は、単元の見通しをもたせることにもつながるため、生徒に何を身に付けさせたいのかを明確にして設定する必要がある。

また、生徒に実験材料を見いださせて行う実験では、多様な実験材料の提案と多くの実験結果が得られる。それらを基に、生徒に思考させながら主要な概念の形成に導くためには、実験材料を考える際の条件設定や、結果の集約、データの処理の方法等を検討する必要がある。

今後は、生徒の思考と理解をさらに深めていけるように、各手立てについて研究を進めていきたい。