

# 自然の事物・現象についての理解を深める理科指導の工夫 — 高等学校生物領域における概念地図法を用いた授業展開を通して —

広島県立福山葦陽高等学校 烏尾 健介

## 研究の要約

本研究は、高等学校理科「理科総合B」の生物領域において、自然の事物・現象についての理解を深める理科指導の工夫について研究したものである。文献研究から、自然の事物・現象についての理解を深めるためには、概念地図法を用いて授業を展開し、知識を体系的に身に付けさせることができると分かった。そこで、概念地図をかかせ、習得した知識の体系化を試みた。さらに、生徒にかかせた概念地図に対して添削の基準を設けて指導を行い、効果を高めることを試みた。その結果、普段の学習活動では知識を定着することが難しい生徒も知識を体系的に身に付けることができ、知識を更新することができた。これらのことから、本研究における指導の工夫は、自然の事物・現象についての理解を深めることに有効であることが明らかになった。

キーワード：概念地図 体系化 添削指導

## I 主題設定の理由

高等学校学習指導要領（平成21年）の理科の目標の一つに、自然の事物・現象についての理解を深めるとあり、高等学校学習指導要領解説理科編理数編（平成21年、以下「解説」とする。）には、自然の事物・現象について理解を深めさせるためには、生徒が知識を体系的に身に付けることができるよう指導することが大切であると示されている。

国立教育政策研究所教育課程研究センター「平成17年度高等学校教育課程実施状況調査」（平成19年）の教科・科目別分析と改善（生物I）によると、「知識・理解」の問題の76%が設定通過率を下回った。これは、生物や生物現象についての基本的な概念や知識・法則を理解し、知識を身に付けていることに課題があることを示している。これまでの私の実践を振り返ってみると、生物領域の教科書には他領域に比べて多くの科学用語が記載されているため、羅列的にそれらの意味を教え、定期テストでその定着度を測ることが中心であり、理解を深めさせることができていなかった。

そこで、高等学校理科「理科総合B」の生物領域において、学んだ知識を体系化する学習を取り入れることで理解を深めさせることにした。具体的には理科総合Bの生物領域において探究活動を行い、まとめとして、概念地図を作ることで、学んだ知識が体系的に身に付き、自然の事物・現象についての理

解を深めることができると考え、本主題を設定した。

## II 研究の基本的な考え方

### 1 自然の事物・現象についての理解を深めることについて

#### (1) 自然の事物・現象とは

戸北凱惟（2000）は、「学習指導要領などにしばしば使われる『自然の事物・現象』や『身の回りの自然の事物』、『自然の素材』、『自然現象』などはすべて同義語と考えられる。」<sup>1)</sup>とし、「自然現象には、理科教育の中では、動植物、土・水・空気、太陽や光、石や化石などの自然界にあるものの事物（モノ）やそこに生起する現象があり、飛行機や橋や構造物などの人工物があり、実験室にあるバネや歯車、加熱道具などのモノや化学反応や電磁波などの現象すべてが考えられる。すなわち、理科学習の素材となるものである。」<sup>2)</sup>としている。

また、角屋重樹（2009）らは、「理科の教育現場では『自然の事物・現象』や『自然の事象』という言葉を同義に用いるが、これらが意味することは、動植物を含む自然界にある事物やそこに起こる現象だけでなく、実験室で見られる事物や現象、人工的な事物や現象をも含むものとして考えられる。」<sup>3)</sup>としている。

これらのことから、自然の事物・現象を、自然界

にある事物やそこに生起する現象、実験室で見られる事物や現象、人工的な事物や現象とする。

## (2) 理解を深めるとは

「解説」には、理科の目標の一つに、「『自然の事物・現象についての理解を深め』とあるのは、生徒が科学の基本的な概念や原理・法則を理解し、自然の事物・現象について知識を更新していくことを示している。」<sup>4)</sup>とある。日置光久(2002)は、理解について、「理解とは、ある対象について、その存在や、性質、あるいは他のものとの関係などを明らかにしていくことである。そして、その結果は、一般に知識と呼ばれる。」<sup>5)</sup>と述べている。このことから、理解することで、知識は増えると考える。

山路裕昭(2000)は、知識について、「知識とは、一般に、対象について知っている内容である。広い意味では、対象についての感覚などの直接的な意識内容も知識に含まれられるが、狭い意味では、ある程度確実で根拠のある認識内容を知識という。」<sup>6)</sup>と述べている。

広辞苑には、更新について、改まることや改めることとしている。

これらのことから、理解を深めるとは、ある対象について、その存在や、性質、あるいは他のものとの関係などを明らかにして知識とし、根拠のある認識内容である知識を改めて、更新することと考える。

日置(2005)は、知の更新について、「理科教育において、子どもが自らの経験と関係付けながら知を作っていくことが重要であるが、そこでつくられる知は必ずしも絶対的、普遍的なものではない。むしろ、子どもの経験の広がりや深まりに沿って、また発達に伴って知は変化していくものである。そして、その変化の方向性は、過去につくった知を包含しつつ、より質的に高まる方向を示す。このようにして、知は不斷に更新され、より説明力の大きいものとなっていく。」<sup>7)</sup>と述べている。

また、日置(2005)は、知の更新について、「子どもにとって説明力の大きな知識があつて、そこからどれだけ、触手が延びて、知識同士が密接に絡み合っていくかということが大切である。そのことによってより理解が深まるとか、より知識が増えたという状態になる。」<sup>8)</sup>と述べている。

これらのことから、知識を更新するとは、既存の知識が包含されて詳しい内容に変わったかどうかや、より質的に高まって既存の知識が改められたかや、既存の知識同士や新しい知識が関連付いたかどうかで検証することが可能なものと考える。

(1)(2)より、自然の事物・現象について理解を深めると、自然界にある事物やそこに生起する現象、実験室で見られる事物や現象、人工的な事物や現象について、その存在や、性質、あるいは他のものとの関係などを明らかにして知識とし、根拠のある認識内容である知識を改めて、更新することと定義する。

## (3) 自然の事物・現象について理解を深めるには

「解説」には、自然の事物・現象について理解を深めるためには、生徒が知識を体系的に身に付けることができるよう指導することが大切であると示されている。

広辞苑には、体系について、個々のものを筋道を立てて秩序づけた組織の全体であり、個々の認識を一定の原理に基づいて論理的に統一した知識の全体としている。

皆川順(2009)は、「概念地図法(concept mapping)とは元来、Novak & Gowin(1984)によって提唱された技法であり、概念と概念同士の関係や全体的な概念群の体系化を目指すものである。」<sup>9)</sup>としている。

これらのことから、自然の事物・現象について理解を深めるには、個々の認識を一定の原理に基づいて論理的に統一した知識のまとまりになるように指導することが大切であり、そのためには、概念地図法を用いることが有効であると考える。

## 2 概念地図法を用いた授業展開について

### (1) 概念地図法とは

J. D. ノヴァックによって開発され、学習者の頭の中の認知構造を視覚化しようとしたものである。学習に関連する言葉(概念)をラベルとして視覚化し、学習者自身がラベル同士の関係を考え、関連付けたり、関連の意味を記録したりして自由に表現する方法である。ある概念と関係のある別の概念をつなないだ線をリンクと呼び、そのリンクの上に概念同士の関係を書く。記述されたこの関係はリンクラベルという。概念地図は概念、リンク、リンクラベルの三つからなり、一群の概念群を体系的にまとめたものである。

概念地図には、教授ツール、学習ツール、評価ツールがある。授業の中で活用する場合、学習者が自分の考えをまとめたり、観察や実験結果を記録したりする方法や、学習の前後に概念地図を作成して比較し自己評価したり、教師が学習後の学習者の概念の変容を捉えたりする方法などがある。

また、概念地図の評価に際しては、一般に概念ラ

ベルの個数、配置のされ方、概念ラベル同士の関係、その説明内容などに着目するとしている。

## (2) 概念地図法を用いた授業展開について ア 概念地図法の利点

ノヴァックら（1984）は、学習者は、概念地図を作成することにより、概念間の関係をまとめたり、概念間の関係に気付くことができ、学習者に学習内容の構造を見いだそうとする動機付けになるとしている。また、より大きな単位のネットワークで概念地図を作成する場合には、学習単元全体の構造を把握し、現在の学習事項の位置付けを明確にするという効果も期待されるとしている。このことから、概念地図法を用いることは、知識を体系的に身に付けることにつながるものと考える。

森本弘一（2000）は、概念地図法は、「評価に用いることが可能であるだけでなく、子供自身の考えを深めることにも役立っている。」<sup>10)</sup>としている。このことから、概念地図法を用いることは、理解を深めることにつながるものと考える。

上辻由貴子（2000）は、「概念地図法は、言葉と言葉の関係に着目して学習者の理解を探る方法」<sup>11)</sup>としている。さらに、「概念地図法は、その利用の仕方を工夫することで、学習者に彼らの理解を多様に表現させるための手法となる。たとえば、授業前後に利用すれば、学習者に自分たちの理解の変容を表現させることができる。」<sup>12)</sup>としている。このことから、概念地図法を用いることは、指導者が学習者の理解の様子を把握することにつながり、追指導することを可能にするものと考える。

これらのこと整理し、概念地図法を用いる利点について図1に示す。

- ① 学習者が知識を体系的に身に付けることができる。
- ② 学習者の理解を深めることができる。
- ③ 学習者の理解の様子を把握することができる。

図1 概念地図法を用いる利点

## イ 概念地図法の課題

大貫麻美（2002）は、「評価が子ども自身に任された場合に、評価方法の判断についてもすべて子どもに委ねると、学習を通して概念が複雑になったという大まかな評価はできても、不足している部分や、変容した部分への考察が深まらない場合がある。」<sup>13)</sup>とし、概念地図に見られるラベル数やリンク数をむやみに増やすことを良いと考える恐れや、誤概念に気付かないという場合もあると述べている。

川上綾子・西川栄展（2013）は、思考支援のツー

ルとして概念地図を活用する際に求められる授業設計や指導のあり方を検討した結果、課題として、「自力でリンクワードを加筆・修正するといった自己モニタリング能力が十分ではない児童への対応の問題が残された。」<sup>14)</sup>とし、「そのような児童に対して他者との相互作用が直接的に生じるような場面での支援が有効であると思われるが、一斉授業の中でそのような場面をどのように設定し、具体的にどのような支援をしていくかといった授業構成上の検討も必要であろう。」<sup>15)</sup>と述べている。

これらのこと整理し、概念地図法の課題について図2に示す。

- ① 評価が子供自身に任せられた場合、不足している部分や、変容した部分への考察が深まらない場合がある。
- ② 評価が子供自身に任せられた場合、誤概念に気付かないという場合がある。
- ③ 自力でリンクワードを加筆・修正するといった自己モニタリング能力が十分ではない児童への対応が十分ではない。

図2 概念地図法の課題

## ウ 概念地図法を用いた授業展開

金子泰子（2009）は、「個別評価とは、指導者によるいわゆる添削（赤ペン）指導のことで、種々の評価の中でも、最も個別、直接的に学習者に届くメッセージである。」<sup>16)</sup>としている。また、添削（校正）記号を学習者と共有し、学習者自身が再考のチャンスを得られるものにすると良いと述べている。さらに、「学習者自身が考え、気付き、自分なりに書き直す経験が書くことの喜びにつながるのである。学習者が十分に練り上げた表現を肯定的に（○や花丸で）評価することが、学習者の意欲を大きく喚起する。なお、○や花丸評価の理由は、学習者に十分伝わるように、文章で書き添えることが望ましい。」<sup>17)</sup>とも述べている。このことから、添削指導は概念地図法の課題を補う手法として有効なものと考える。

ア、イ、ウより、本研究では、概念地図法を用いて授業を展開し、知識を体系的に身に付けさせることで、自然の事物・現象について理解を深めることとした。その際、生徒にかかせた概念地図に対して添削の基準を設けて指導を行い、自力で概念やリンク、リンクラベルを加筆・修正する力が不足している生徒に対しても、効果を高めることとした。具体的には、単元の初日、中盤、最後に概念地図をかかせ、概念ラベルの個数や、配置のされ方に着目して体系的な理解の度合いを見取る。また、単元の中盤に概念地図に対する添削の基準を設けて指導し、その効果を見取る。また、各時期に概念地図から判断

できる内容を文章化させ、知識の更新があるか判断する。

図3に「本研究における概念地図法を用いた授業展開の流れ」を示す。

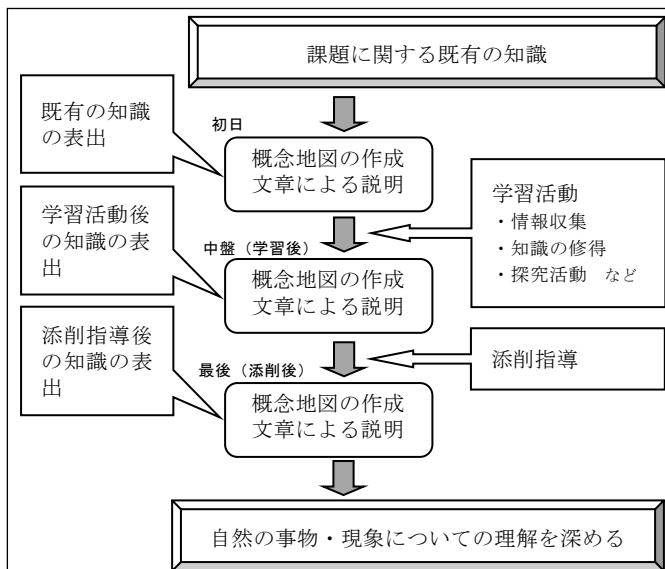


図3 本研究における概念地図法を用いた授業展開の流れ

### III 研究授業について

#### 1 研究の仮説と検証の視点と方法

##### (1) 研究の仮説

高等学校理科「理科総合B」の生物分野において、概念地図をかかせ、添削の基準を設けて指導すれば、知識が更新され、自然の事物・現象についての理解を深めることができるであろう。

##### (2) 検証の視点とその方法

検証の視点と方法について、表1に示す。

表1 検証の視点とその方法

	検証の視点	検証の方法
1	添削指導により知識の数が増えたか (1) 概念地図のラベル数が増えたか (2) 知識のカテゴリーが増えたか	概念地図
2	添削指導により知識が更新されたか (1) 既述の内容が改められたか (2) 既存の知識が詳しい内容に変わったか (3) 既存の知識同士や新しい知識が関連付いたか	概念地図 文章表現 アンケート

#### 2 研究授業の計画

- 期間 平成25年12月11日～平成26年1月16日
- 対象 所属校定時制第4学年（1学級11人）
- 単元名 人間活動と地球環境の変化

「バランスドアクアリウムの作製」

（動物と植物のバランスや物質の循環により、環境が保たれているアクアリウム「魚を水槽の中で寿命

まで飼い続けよう」）

##### ○ 指導計画（全7時間）

次	時	学習活動
一	1	○課題設定 ・密閉された空間で魚を寿命まで飼い続ける ○既存の知識を表出する ・バランスドアクアリウムについて文章表現する ・バランスドアクアリウムについて <b>概念地図</b> をかく（初日） ○生態系についての知識を得る ・食う食われるの関係を学習する ・分解者の役割を学習する ・O <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> の循環について学習する
	2	○探究活動 ・バランスドアクアリウムに何を入れるか決める
	3	○探究活動 ・バランスドアクアリウムを作る
	4	○探究活動 ・COD, BOD, NO <sub>x</sub> , アンモニアの濃度を測る
	5	○学習後の知識を表出する ・ <b>概念地図</b> をかく（学習後） ・文章表現する ・バランスドアクアリウムの授業を通して、地球について思うことを書く
二	6	○添削指導 ○添削指導後の知識を表出する ・ <b>概念地図</b> をかく（添削後）
	7	○文章表現する

○期間 平成25年12月17日～平成26年1月16日

○対象 所属校定時制第4学年（1学級11人）

○単元名 人間活動と地球環境の変化

「遺伝子組換え大腸菌の作製」

##### ○ 指導計画（全7時間）

次	時	学習活動
一	1	○課題設定 ・遺伝子組換え技術について考える ○既存の知識を表出する ・遺伝子組換え技術について文章表現する ・遺伝子組換え技術について <b>概念地図</b> をかく（初日） ○遺伝子組換え技術についての知識を得る ・遺伝子組換えの実験手順を学ぶ
	2	○探究活動 ・遺伝子組換え大腸菌を培地に植える
	3	○探究活動 ・形質転換が起こっているか確認する ・遺伝子組換え技術の例、メリット、デメリットを探す
	4	○探究活動 ・遺伝子組換え技術のメリット・デメリット ・倫理的な問題
	5	○学習後の知識を表出する ・ <b>概念地図</b> をかく（学習後） ・文章表現する ・遺伝子組換えに賛成か反対かを示した上で、その理由を書く
二	6	○添削指導 ○添削指導後の知識を表出する ・ <b>概念地図</b> をかく（添削後）
	7	○文章表現する

### IV 研究授業の分析と考察

#### 1 添削指導により、知識の数が増えたか

##### (1) 概念地図のラベル数が増えたか

概念地図を授業初日、学習活動後、添削指導後（以下、それぞれ初日、学習後、添削後とする。）の時点で、生徒がかいた概念地図を基に、理解の変容を検証した。

概念地図に対する添削の方針とバランスドアクアリウムの概念地図に対する添削の基準を次ページ表

2に示す。バランスドアクアリウムについて生徒cがかいた概念地図のうち、初日のものを図4に、学習後のもので実際に教師による添削指導が行われたものを図5に、添削後に生徒がかき直したものを図6に示す。

表2 添削の方針とバランスドアクリアムについての概念地図に対する添削の基準

添削の方針	<ul style="list-style-type: none"> <li>・学習者自身が考え、気付き、自分なりに書き直せるようとする</li> <li>・記入できている内容は「○」を付けて示し、具体的に指摘する</li> <li>・記入できていない内容は「・」を付けて示し、学習者自身の再考のきっかけになるように指摘する</li> </ul>
添削の基準	<ul style="list-style-type: none"> <li>・気体としての炭素の流れについて記せているか</li> <li>・固体としての炭素の流れについて記せているか</li> </ul>

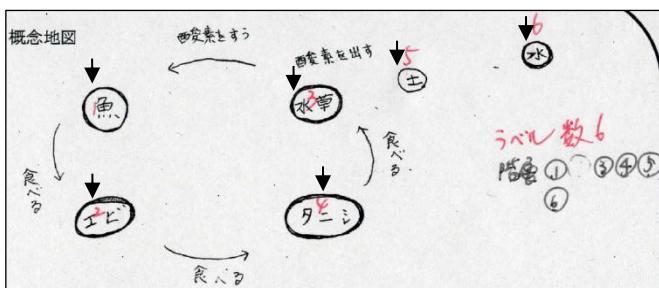


図4 生徒cが初日にかいたバランスドアクアリウムについての概念地図

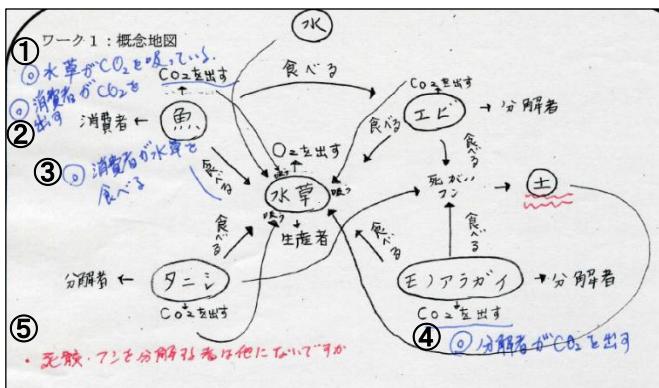


図5 生徒cが学習後にかいたバランスドアクアリウムについての概念地図を添削したもの

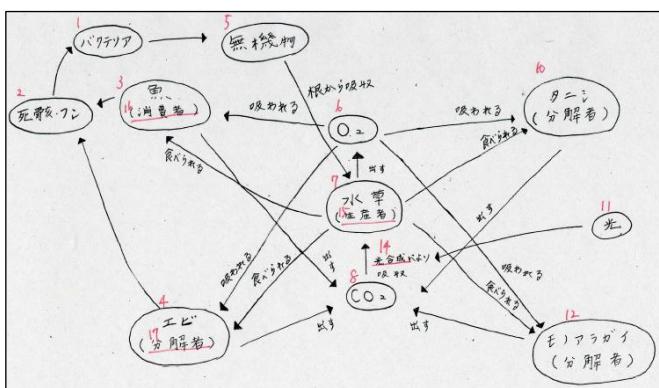


図6 生徒cが添削後に書き直したバランスドアクアリウムについての概念地図

図4に示したように、魚、エビ、タニシなどの概念ラベルに番号をつけてカウント（図4中の▼）し、生徒cの概念ラベル数は6個とした。同様に出席者（生徒aからg）に関して、初日、学習後、添削後にかけた概念地図についてもカウントし、グラフ化したものを図7に示す。

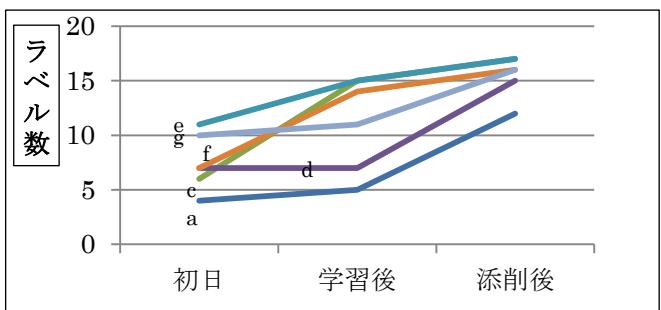


図7 概念ラベル数の推移

図7では、学習後は出席者6人のうち、5人のラベル数が増加していることが分かる。添削後は出席者6人のうち、6人全員のラベル数が増加していることが分かる。これらのことから、概念地図に対して添削指導を行うことを含めた一連の過程は、知識を増やすことに有効であったと考える。

また、学習後の増加が少なかった生徒 a, d, gについても、添削後のラベル数の増加が著しかった。知識を定着させることが苦手な生徒を指導する際に、概念地図によって表出された生徒の知識構造に対して、具体的に対処することができたため、的確な指導ができると考えられる。

## (2) 知識のカテゴリーが増えたか

生徒が描いた概念地図のバランスドアクアリウムに関するラベルを、表3に示す①から⑧の八つのカテゴリーに分類し、カテゴリーの数をカウントした。

図4に示した生徒cの場合、①、③、④、⑤、⑥のカテゴリーがあると判断した。同様に学習後、添削後にかかせた概念地図についてもカウントしてグラフ化したものを次ページ図8に示す。

表3 バランスドアクアリウムのラベルのカテゴリー

カテゴリー	具体的なラベルの記述例
①生物名	タナゴ, エビ, カナダモ
②栄養段階	生産者, 消費者, 分解者
③食物連鎖	食う, 食われる
④呼吸	O <sub>2</sub> 吸収, CO <sub>2</sub> 放出
⑤光合成	光合成, O <sub>2</sub> 放出, CO <sub>2</sub> 吸収
⑥無機的環境	水, 土, 空間, 無機物
⑦循環	循環
⑧エネルギー	光, 熱, 太陽

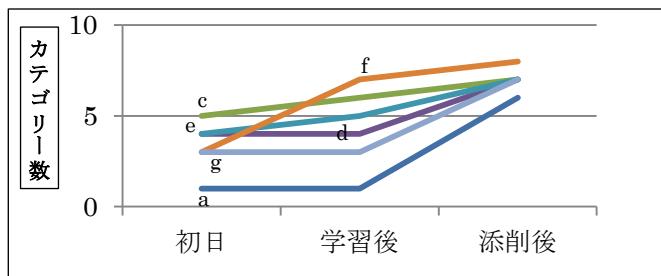


図8 階層カテゴリーの数の推移

図8では、学習後は出席者6人のうち、3人のカテゴリーの数が増加していることが分かる。学習後から添削後にかけては、出席者6人のうち、6人全員のカテゴリーの数が増加していることが分かる。これらのことから、概念地図に対する添削の基準を設けた指導は、知識を増やすことに有効であったと考える。

## 2 添削指導により、知識が更新されたか

### (1) 添削指導により、既述の内容が改められたか

図5は生徒cが学習後にかいた概念地図を添削したものである。表2に示した添削の基準に準じた内容が記述されていた場合は「◎」を付けて青色で記し、次の①から④のように教師のコメントを書き込み、添削指導を行った。

- ①水草がCO<sub>2</sub>を吸っている
- ②消費者がCO<sub>2</sub>を出す
- ③消費者が水草を食べる
- ④分解者がCO<sub>2</sub>を出す

①, ②, ④については添削の基準のうち、気体としての炭素の流れについて記せていることを示した。③については添削の基準のうち、固体としての炭素の流れについて記せていることを示した。これらのことについて、添削後にかいた概念地図である図6では、①, ②, ④に関して、消費者や分解者から排出されたCO<sub>2</sub>がひとまとめにされ、それを生産者が吸収するようになっている。このことは、気体としてのCO<sub>2</sub>が循環していることを連想させるものであり、添削前と比較して知識の更新があったと考える。また、③に関して、水草→魚（食べられる）→死骸・フン→バクテリア→無機物→水草（根から吸収）という循環が記されており、添削の基準が反映された内容になっている。このことから添削指導により知識の更新があったと考える。

また、図5において、表2に示した添削の基準の内容が記述されていない場合は「・」を付けて赤色で記し、次の⑤のように添削した。

- ⑤死骸・フンを分解する者は他にないですか？

このことについて、添削後にかいた概念地図である図6では、バクテリアという添削前にはなかったラベルが記されている。また、タニシ、エビ、モノアラガイといった生物名の下にカッコ付きでそれぞれ分解者と記され、工夫が見られる。このことは、添削指導によって知識の更新があったことを示していると考える。

このように、学習後に生徒がかいた概念地図を見ることにより、学習によって生徒が理解した点、理解していない点を把握することができ、できていない点について、生徒自身の考えを誘発するような指摘をすることでの確に指導できたと考える。

### (2) 既存の知識が詳しい内容に変わったか

バランスドアクアリウムについて生徒jがかいた概念地図のうち、学習後のもので実際に教師による添削指導が行われたものを図9に、添削後に生徒がかいたものを次ページ図10に示す。また、次ページ表4に生徒jがバランスドアクアリウムについて学習後、添削後に、問い合わせて記述した文章を示す。

図9の②, ④については添削の基準のうち、気体としての炭素の流れについて記せていないことを示している。このことについて、添削後にかいた概念地図である図10では、魚やエビが排出したCO<sub>2</sub>を水草が吸収するように記されている。

図9の③については添削の基準のうち、固体としての炭素の流れについて記せていないことを、①については記せていることを示した。このことについて、添削後にかいた概念地図である図10では、死骸・フンが微生物によって処理されるように記されている。これらのことから、添削指導により概念地図は改善され、添削基準に関する知識が詳しい内容になったと判断できる。

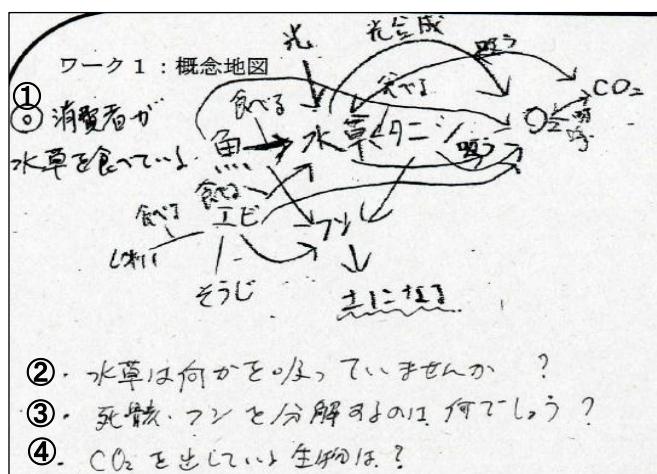


図9 生徒jが学習後にかいたバランスドアクアリウムについての概念地図を添削したもの

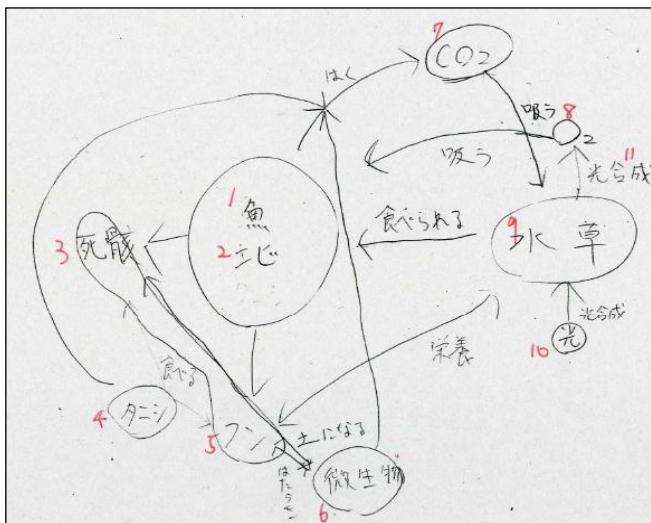


図10 生徒jが添削後に書き直したバランスドアクアリウムについての概念地図

表4 バランスドアクアリウムに関する生徒jの記述

段階	問い合わせに対する生徒jの記述
学習後	(問い合わせ) 魚を生かすためにどうしなければいけないか。 (記述) 食べて、酸素を吸って、きれいな水。
添削後	(問い合わせ) 密閉された空間の中で生物が生き続けられるのは何故か。 (記述) うまく共存できている、エサと酸素があるから、循環しているから。 生産者が消費者によって食べられ、消費者がフンや死骸をだし分解者がフンや死骸を無機物に変え、生産者が無機物を吸収する。これを繰り返す。

また、表4に示した学習後の記述は、魚が生きるために必要な事物が三つ箇条的に書かれているだけであるが、添削後は必要な事物として①共存、②循環が加わり、②の循環については、栄養段階を含めた具体的な内容で示してある。そして、「これを繰り返す」という記述は循環に加えてバランスが保たれることの必要性を感じさせるものである。添削後に、これらの記述が加わったことから、添削指導により既存の知識が詳しい内容に変わり、知識が更新されたと考える。

表5は生徒fが遺伝子組換え大腸菌について学習後、添削後に、問い合わせに対する記述した文章である。

表5 遺伝子組換え技術に関する生徒fの記述

段階	問い合わせに対する生徒fの記述
学習後	(問い合わせ) あなたは遺伝子組換え技術を使うことに賛成ですか、反対ですか。あなたの考えを示し、そう考える理由を書いてください。 (記述) 反対。
添削後	(問い合わせ) 同上。 (記述) 反対です。自然のままがいいです。技術が発達したからといって、自然に無い物を作っていくと、自然のバランスがくずれてしまうからです。病気を治せることはいい事だと思うけど、地球全体のバランスがくずれる事はかなりこわいと思います。

学習後の記述は問い合わせに対する自分の考えを示しただけであるが、添削後については自分の考えを示し

た後に、①自然のバランスがくずれるというデメリットと②病気を治せるというメリットを記述し、それらを比較した様子がうかがえる。これらのこととは、添削指導により既存の知識が詳しい内容になり、知識が更新されたから記述できたものと考える。

### (3) 添削指導により、既存の知識同士や新しい知識が関連付いたか

表6は生徒cがバランスドアクアリウムについて学習後、添削後に、問い合わせに対する記述した文章である。

表6 バランスドアクアリウムに関する生徒cの記述

段階	問い合わせに対する生徒cの記述
学習後	(問い合わせ) 魚を生かすためにどうしなければいけないか。 (記述) 必要なえさ、酸素を作るためにえさになるえびや水草を入れる。酸素を作る水草を多めに入れる。酸素を必要とする魚、えび、タニシ、モノアラガイなどを少なめにしてバランスよくする。
添削後	(問い合わせ) 密閉された空間の中で生物が生き続けられるのは何故か。 (記述) 酸素と食べ物と水と光がつなにあるから。酸素は生産者が出す。生産者が消費者に食べられる。消費者の死骸やフンがバクテリアによって無機物になり生産者が根から吸収する。この循環によって生きることができる。

学習後の記述はエサと酸素が必要であることを主張しているが、水草が酸素を作るとか、魚などが酸素を必要とするなど、記述内容の根拠は直接的なものである。添削後の記述は必要とするものに光が加わり、酸素を作るためには光合成が関係していることを示し、新しい知識と関連付いている。また、生産者→消費者→分解者→生産者という物質の循環が必要なことも示され、学習後の記述には無かつた新しい知識と関連付いている。これらのことから、添削指導により既存の知識が新しい知識と関連付き、知識が更新されたものと考える。

次ページ表7は生徒eが遺伝子組換え大腸菌について学習後、添削後に、問い合わせに対する記述した文章である。

学習後の記述は問い合わせに対する医療や食料問題の改善につながるなどの遺伝子組換え技術の利点のみを示しているが、添削後については利点だけでなく、生態系を乱してしまうという問題点も示し、両者を想定した上で、賛否を判断した様子がうかがえる。このことは、問題点という学習後の記述にはなかつた内容が記されている点で、添削指導により既存の知識が新しい知識と関連付き、知識が更新されたことを示している。また、生徒eの判断は結論としては学習後の内容と同じ賛成というものであったが、利点と問題点の両方を想定した上で判断したこと自体が、知識の更新と考える。

表7 遺伝子組換え技術に関する生徒eの記述

段階	問い合わせに対する生徒eの記述
学習後	(問い合わせ)あなたは遺伝子組換え技術を使うことに賛成ですか、反対ですか。あなたの考えを示し、そう考える理由を書いてください。 (記述)賛成です。再生医療や薬品などの良い面があるからです。食品や作物の生産量なども増えるからです。
添削後	(問い合わせ)同上。 (記述)賛成です。 メリット：再生医療や薬品製造などに使えることや、食品や作物の生産量なども増えること。 デメリット：遺伝子組換え技術によって作られた生物や細菌などが生態系を変化させてしまう可能性があること。 メリットの方がデメリットより良い。

図11は、バランスドアクアリウム、遺伝子組換え技術についての添削指導を終え、再度、概念地図をかかせた後のアンケート結果である。

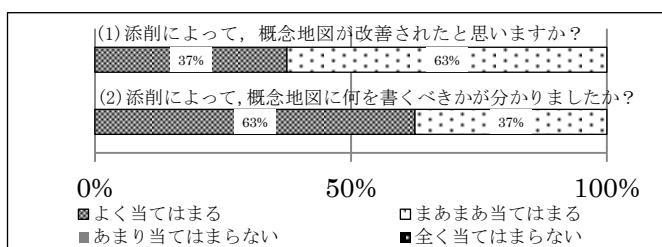


図11 バランスドアクアリウム・遺伝子組換え技術についての添削指導後のアンケート結果

(1) の質問に対して、回答したすべての生徒が添削指導によって概念地図が改善されたと感じている。このことから、一連の指導が既存の知識同士や新しい知識を関連付ける一助となっているものと考える。また、(2) の質問に対しても、回答したすべての生徒が肯定的な回答をしている。このことは、添削指導が、既存の知識同士や新しい知識を関連付け、知識が更新されたものと考える。

## V 研究の成果と今後の課題

### 1 研究の成果

概念地図をかかせ、添削の基準を設けて指導したことは、概念地図のラベル数やカテゴリーを増やしたことから、対象としたことについて、理解を促進したことが分かった。また、添削の基準を設けて行った指導は、普段の学習活動で知識の定着が難しい生徒に対して、その生徒の知識構造に対して具体的に対処できるので効果が上がることが分かった。さらに、添削指導により、概念地図の内容が改められたり、既存の知識が詳しい内容に変わったり、既存の知識同士や新しい知識が関連付いたことから知識の更新が起り、理解が深まったと考える。

これらのことから、本研究における指導の工夫は、自然の事物・現象についての理解を深めることに有

効であることが明らかになった。

### 2 今後の課題

添削指導後の知識数が増加しなかった生徒が若干いるが、既存の知識が非常に少なかったことが一因と考える。そのような生徒に今回の指導を有効に機能させる方策を立てることが課題である。また、添削の基準の作成に当たっては、単元ごとに、生徒の理解度に応じて、焦点を絞って行うことが重要であり、他の単元においても添削の基準を設けて指導することを継続していく必要がある。

### 【引用文献】

- 1) 戸北凱惟(2000) :『理科重要な用語300の基礎知識』戸北凱惟著 武村重和・秋山幹雄編 明治図書 p. 19
- 2) 戸北凱惟(2000) :前掲書 p. 19
- 3) 角屋重樹・林四朗・石井雅幸編(2009) :『小学校 理科の学ばせ方・教え方事典 改訂新装版』 p. 409
- 4) 文部科学省(平成21年) :『高等学校学習指導要領解説理科編理数編』実教出版株式会社 p. 12
- 5) 日置光久編(2002) :『小学校理科 基礎・基本と学習指導の実際』東洋館出版社 p. 29
- 6) 山路裕昭(2000) :『理科重要な用語300の基礎知識』山路裕昭著 武村重和・秋山幹雄編 明治図書 p. 30
- 7) 日置光久(2005) :『展望 日本型理科教育～過去・現在・そして未来～』東洋館出版社 p. 179
- 8) 日置光久(2005) :前掲書 p. 138
- 9) 皆川順(2009) :「導入的概念地図の諸要素と択一式テスト成績との関係」『東京未来大学研究紀要 2009年 第2号』 p. 33
- 10) 森本弘一(2000) :『理科重要な用語300の基礎知識』森本弘一著 武村重和・秋山幹雄編 明治図書 p. 197
- 11) 上辻由貴子(2000) :『理科重要な用語300の基礎知識』上辻由貴子著 武村重和・秋山幹雄編 明治図書 p. 217
- 12) 上辻由貴子(2000) :前掲書 p. 217
- 13) 大貫麻美(2002) :「日本の理科教育における概念地図法の使用意図・目的並びにその機能に関する分析と考察」『東京学芸大学リポジトリ』 p. 112
- 14) 川上綾子・西川栄展(2013) :「概念地図を活用した思考支援の在り方」『鳴門教育大学研究紀要 第28巻 2013』 p. 124
- 15) 川上綾子・西川栄展(2013) :前掲書 p. 124
- 16) 金子泰子(2009) :「大学初年次生のための文章表現指導プログラム－評価作文をもとにメタ認知活性化方略の有効性を検証する－」『長野大学紀要 第30巻第4号』 p. 13
- 17) 金子泰子(2009) :前掲書 pp. 13-14