

令和7年度 研究報告書

高等学校生物における関連付けに着目した授業実践と生徒の関連付けの特徴

指導教員 渡邊 重義 教授

飯野 直子 准教授

令和6年度入学

熊本大学大学院 教育学研究科

教職実践開発専攻 教科教育実践高度化コース

247-A9727

田村 梨菜

目次

要旨

第1章 研究の背景と目的

- 1.1 研究背景 1
- 1.2 研究目的 1
- 1.3 研究方法 1

第2章 研究のための理論

- 2.1 関連付けを行うための授業の流れ 3
- 2.2 授業内の工夫 5

第3章 実践研究

- 3.1 実践研究の目的 6
- 3.2 実践の方法 6
 - 3.2.1 研究対象と期間 6
- 3.3 実践3
 - 3.3.1 目的 7
 - 3.3.2 方法 7
 - 3.3.3 結果と考察 21
- 3.4 実践7
 - 3.4.1 目的 31
 - 3.4.2 方法 31
 - 3.4.3 結果と考察 40

第4章 総括

- 4.1 総括および省察 56
- 4.2 課題 57

謝辞

参考文献・引用

授業実践で使用した教科書

令和7年度研究成果報告書

高等学校生物における関連付けに着目した授業実践と生徒の関連付けの特徴

令和6年度入学

熊本大学大学院 教育学研究科

教職実践研究開発専攻 教科教育実践高度化コース 理科

247-A9727 田村梨菜

要旨

本研究では、高等学校生物教育における主体的・対話的で深い学びに着目し、普段の授業の中で生徒が学習内容を既習事項や日常生活、自身の認識とどのように関連付けて学ぶかの実態を明らかにし、関連付けを促す授業デザインの効果を検証することを目的とした。

本実践ではA高等学校の2・3年生の生物の授業を対象に、全7回の授業実践を行い、授業の最後の振り返りを基に生徒の関連付けを見取った。ここでは、「光合成（実践3）」と「細胞小器官（実践7）」を取り上げる。光合成を扱った実践3では、複数種の植物を用いた光合成色素の分離実験の分析を行った。生徒の自己評価では100%が「関連付けができた」と回答し、記述からは「葉の色は全て同じ色素だと思っていた」という「認識の変容」や、光の性質と環境を結びつけた「既有知識との結合」が確認された。一方で、反応系が複雑な単元では関連付けが困難であるとの記述が見られ、学習内容の理解度と関連付けには関連があることが示唆された。これは、教師側が教材について解釈を深め、学習のハードルを下げるのが関連付けの前提条件となるのではないかと考えた。細胞小器官を扱った実践7では、班の中でタンパク質が分泌するまでの過程を画用紙にまとめる学習活動を実施した。活動の後に生徒個人でタンパク質が分泌されるまでの過程について文章で説明する時間をとると、多くの生徒で「転写・翻訳」といった既習用語を活用している記述が見られたが、一部で用語の誤用も見られた。また、6人編成の班では役割の希薄化による意欲の差が生じ、班活動において人数が学習効果に影響することがわかった。また、この実践では細胞膜の分泌過程のイメージとして油滴の様子を提示した際に「ラーメンの油」のような日常の食生活に関連付けた記述も確認できた。科学的な事象を身近な日常生活のイメージに変換することで、理解を深める手立てとなると考えた。これらの結果から、教師が意図的に「日常生活の具体例」や「既習知識との接点」を授業内に散りばめることが、生徒の関連付けを誘発する鍵であると考察した。

今後の課題として、学習内容の難易度に応じた適切な課題設定に加え、導入段階で学習の見通しを提示し、生徒自身に関連付けの目標を自覚させる活動の充実が挙げられる。さらに、生徒が目的意識を持って主体的に知識を関連付けできるような授業デザインを検討していきたいと考える。

第1章 研究の目的と背景

1.1 研究背景

文部科学省ホームページの「理科の現状と課題，改善の方向性」によると、現状として日本の理科教育は、国際的に見て児童生徒の学習意欲が低いという課題を抱えており、生涯にわたって科学に関心を持ち続けることができるような教育が求められている。そして生徒の理科の学習の基盤となる自然体験、生活体験を行う機会も減少している。また、中学理科から高校理科へ進むにつれ学習内容が複雑化することに加え、学習内容のつながりが薄くなることで苦手意識を持つ生徒が増える傾向が見られる。この課題を解決するため、科学への関心を高め生活や学習内容との関連を重視した内容の充実が求められている。

一方で文部科学省ホームページの「主体的・対話的で深い学びの実現（「アクティブ・ラーニング」の視点からの授業改善）について」によると、現在のカリキュラムでは主体的・対話的で深い学びが求められている。文部科学省が目指す「深い学び」とは、習得・活用・探究の過程で「見方・考え方」を働かせながら、知識を相互に関連付けてより深く理解したり、情報を精査して考えを形成したり、問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に想像したりすることに向かう学びである。そのため単なる断片的な知識の暗記ではなく、知識同士を結びつけることが深い学びの鍵とされている。独立行政法人教職員支援機構の『「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて』の中で田村は、概念的・構造的な知識にする手助けを行うのが関連付けであり、関連付けを行うことによってより深く学習内容について理解することができると述べている。また、関連付けによって、学習に関する記憶が大きく変わることが、中尾（2004）により明らかになっている。学習内容を自分に関連付けて処理することで、単に意味や概念を処理したり、他者と絡めて学習したりするよりも記憶が促進されることが分かっている。例えば提示された単語から自分の過去の経験を思い出すことで知識と個人のエピソードを関連付けることで知識と個人のエピソードが関連付けられより深い学びとなる。また、個人間のエピソードだけではなく科学教育において、特定の語句を使用して自然現象の原因や理由を自分の言葉で説明する概念と具体的な事象を関連付ける活動が重要視されるなど、深い学びのために自己関連付けにとどまらず、既知事項等の様々な視点から関連付けを行うことが必要とされている。

このように、現状のカリキュラムにおいても生徒の学習をより良いものにするために関連付けを行うことが求められており、そのためにも教師は生徒が関連付けを行えるような授業をデザインする必要がある。そこで普段の授業の中でどのような関連付けを見取ることができるのか、どのような活動が関連付けに効果があるのかということを明らかにする。

1.2 研究目的

本研究の目的は、内容が複雑で多くの事象が絡み合う高等学校生物教育において、生徒がどのような関連付けを行うのか実態を明らかにすると共に、教師が内容同士のつながりを意識した授業を行うことで、生徒がどのような関連付けを行うのかを明らかにする。

1.3 研究方法

本研究においては高等学校「生物」の学習を対象として、普段の生物の授業の中で生徒がどのように関連付けを行うのか明らかにし、関連付けを行うことができるような授業実践を行い、どのように生徒が関連付けを行うのか明らかにすることを目的として、以下のような展開で実践研究を進めた。

- ①授業における関連付けによって得られる効果の理論的研究
- ②生徒が授業を通して関連付けを行うための教材研究と授業設計
- ③「生物」における授業実践と実践の中で得られた生徒からの反応と分析
- ④授業実践の省察と課題の抽出

上記の手順について、本報告書では①を第2章、②・③を第3章、④を第4章で扱う。

第2章 研究のための理論

2.1 関連付けを行うための授業の流れ

国立教育政策研究所のホームページでは主体的・対話的で深い学びを実現する授業改善の視点について、以下の通り「主体的な学び」、「対話的な学び」、「深い学び」という3視点から挙げられている。この中で普段の授業の中で取り入れ関連付けに役立つものとして、授業者の視点の中から「既習事項を振り返る」、「具体物を提示して引き付ける」、「子供が自分の考えを持つようにする」、「その日の学びを振り返る」、「思考を交流させる」という部分を意識し授業内に取り入れることとした。

	授業改善に向けた『学習者』の視点	授業改善に向けた『授業者』の視点
主体的な学び	<ul style="list-style-type: none"> ・学ぶことに興味や関心を持つ ・自己のキャリア形成の方向性と関連付ける ・見通しを持つ ・粘り強く取り組む ・自己の学習活動を振り返って次につなげる 	<ul style="list-style-type: none"> ・既習事項を振り返る ・具体物を提示して引き付ける ・子供が明らかにしたくなる学習課題を設定する ・子供が自らめあてをつかむようにする ・学習課題を解決する方向性について見通しを持たせる ・子供が自分の考えを持つようにする ・子供の思考を見守る ・子供の思考に即して授業展開を考える ・子供の考えを生かしてまとめる ・その日の学びを振り返る ・新たな学びに目を向けさせる
対話的な学び	<ul style="list-style-type: none"> ・子供同士の協働を通じ、自己の考えを広げ深める ・教職員との対話を通じ、自己の考えを広げ深める ・地域の人との対話を通じ、自己の考えを広げ深める ・先哲の考え方が手掛かりに考える 	<ul style="list-style-type: none"> ・思考を交流させる ・交流を通じて思考広げる ・協働して問題解決をする ・板書や発問で教師が子供の学びを引き出す
深い学び	<ul style="list-style-type: none"> ・各教科等の特性に応じた「見方・考え方」を働かせる ・知識を相互に関連付けてより深く理解する ・情報を精査して考え方を形成する ・問題を見いだして解決策を考えたり、思いや考えを基に創造したりすることに向かう 	<ul style="list-style-type: none"> ・資質・能力を焦点化する (つけたい力を明確にする) ・単元や各授業の目標を把握する ・ねらいを達成した子供の姿を具体化する ・教材の価値を把握する ・単元及び各時間の計画を立てる ・目標の達成状況を評価する

図2-1 授業改善の学習者・授業者の視点

「主体的・対話的で深い学びを実現する授業改善の視点について」(文部科学省 国立教育政策研究所) より引用

図 2-2 に本実践で目指す関連付けの効果を示す。学習内容と既習・既知事項や日常生活、他教科を関連付けることによって、学習後に得られる知見が広がり、深まるのではないかと考える。図 2-2 では、関連付けを赤線で示している。教師の手立てによって得られる関連付けだけでなく、生徒が自身で学習内容を関連付けることもある。それにより学びの成果が広がることを目指したい。

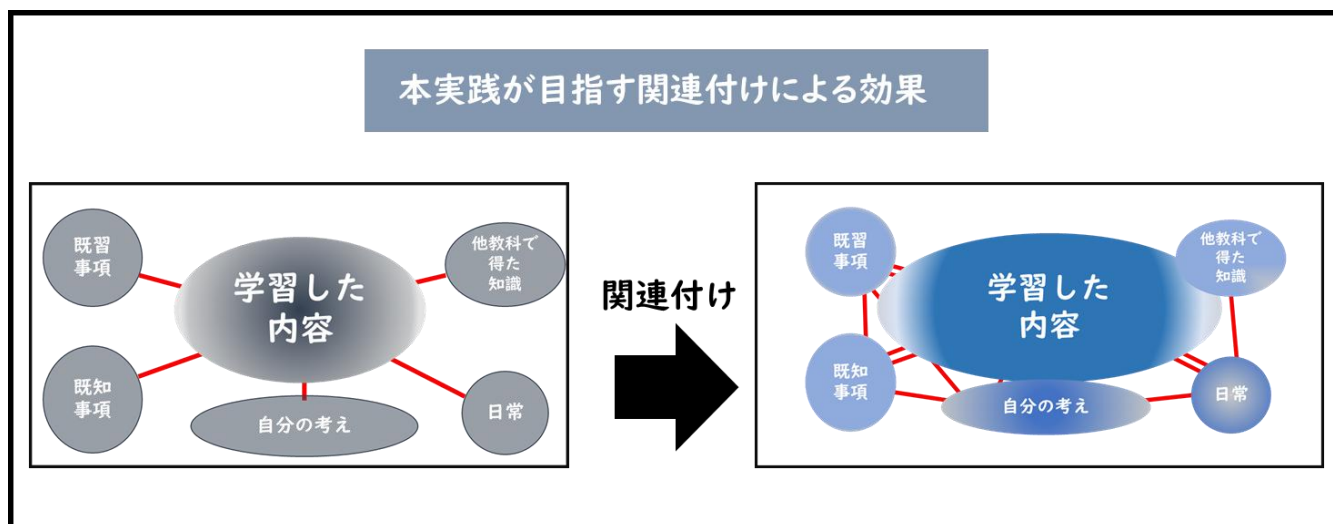


図 2-2 本実践が目指す関連付けによる効果

そこで以下（図 2-3）のような授業展開を考えた。導入としてこれまで学習したことやこれから学習する内容が自分にどのように関わっているかを考えることで学習内容への興味関心を持ち主体的な学びとなるようにする。次に展開では知識を相互に関連付けてより深く理解することができるように、既習事項や他教科と学習内容の関わりを見出だすものを扱う。このとき、に生徒が学習内容について対話を行うことでより自らの知識を関連付けることができるのではないかと考えられる。まとめでは、学習したことをまとめた後に、この学習の中でどのような関連付けを行うことができたのかを記述することで学習内容のつながりを見とれるのではないかと考えた。

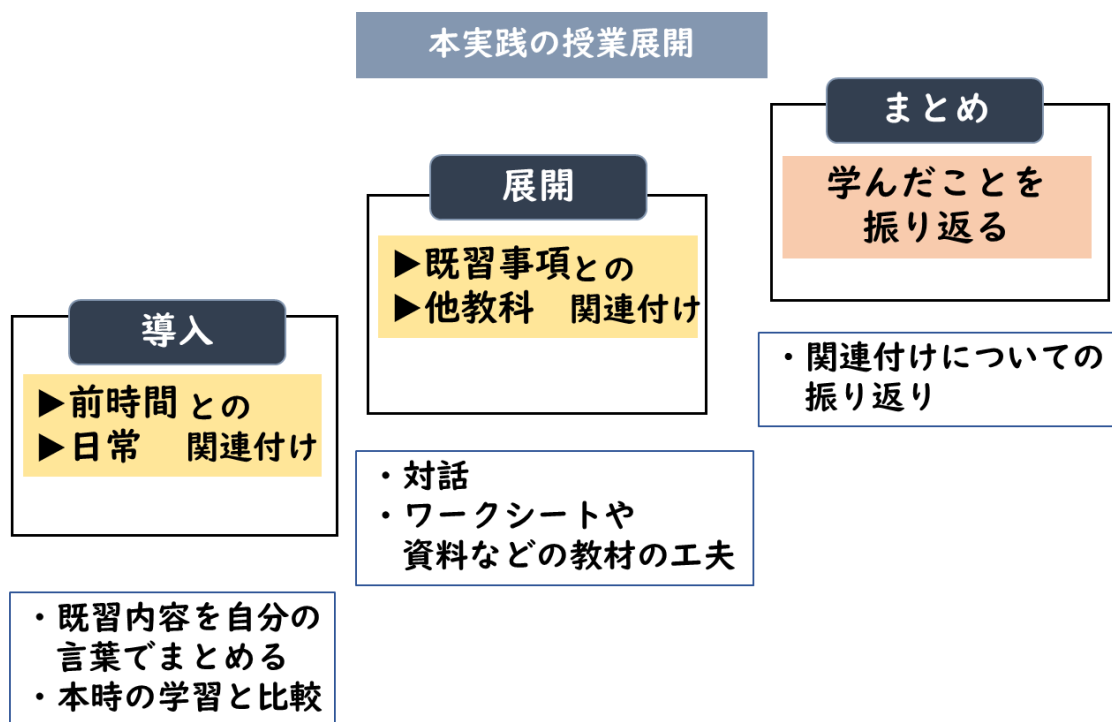


図 2-3 関連付けを行うための授業展開

2.2 授業内の工夫

中込（2019）では関連付ける能力の育成及び、統合へと結びつく授業デザインの検討を行った中で「対話ベースの活動の中で、主観だけではなく、科学的な要素を含ませること」が効果的であると述べていた。これは対話をするることにより、自分の考えと他者の考えを比較・検討することで、効果的に知識が関連付けられ、自分が使用するために知識を創り上げることができるからである。また、科学的な要素があることで、今まで自分が日常的に知っていた知識が関連付けられることによって原理・理論によってその知識について本当の理解が得られることがあるからである。理論的な理解だけでなく、学習したことや実験結果を図やグラフで表現することにより、更なる深い学びを得られることが分かっている。また、中尾（2004）は、覚えたい単語を自分自身に関連付けて処理すると、単に意味や概念を処理したり、他者に関連付けて処理したりするよりも記憶が促進されることを明らかにしている。他にも提示された単語から自分の過去の経験を思い出すことで、知識と個人のエピソードを関連付けさせることができ、これは新しい知識、過去の記憶、現在の記憶の3点で関連付けが起こることになる。

これらのことから、導入においてこれまでの振り返りの中で、授業でどのようなことを学習したのかを想起させる時間を取り、これまでと今回行う学習内容を結び付けるようにした。また、導入、展開のそれぞれにおいて、対話を取り入れ他者に伝えることで自分の知識を整理し、他者の意見と自分の意見を比較する時間をとることとした。活動の中ではじめから対話を用いるのではなく、1人で資料を基に考え根拠をもった後に対話を用いることにより、より効果的に知識を関連付けできるのではないかと考えた。そこで、本実践では授業の中で1人で考えさせた後、教科書等の資料の内容を用い周囲と意見を交換するような時間を用いることとした。

第3章 実践研究

3.1 実践研究の目的

1. 身近にある生物（教科）とのかかわり
2. 既習事項とのかかわり
3. 自分とのかかわり
4. 他教科とのかかわり

以上の関わりを意識した授業実践を行う中で生徒が実際にはどのように関連付けを行ったのかを検証する。

3.2 実践の方法

3.2.1 研究対象と期間

以下に今回の研究の対象と実践機関と担当した単元を示す。全て専門生物において研究を行った。

【対象】 熊本県立 A 高等学校 第2学年および第3学年

【実践期間および担当単元】

実践1 2024年9月11日 第2学年 1クラス
生物「進化のしくみ」 1時間

実践2 2024年10月3日 第2学年 2クラス
生物「生物の系統と進化」 1時間

実践3 2025年2月19~21日 第2学年 1クラス
生物「光合成」 3時間

実践4 2025年6月17日・7月8日 第2学年 2クラス
生物「遺伝子の組み合わせの変化」「進化のしくみ」 2時間

実践5 2025年6月20日 第3学年 1クラス
生物「刺激の受容」 1時間

実践6 2025年9月11日-9月16日 第2学年 2クラス
生物「生物の系統と進化」 2時間

実践7 2025年10月28日-10月30日 第2学年 2クラス
生物「細胞と分子 生体物質と細胞」 2時間

今回は、特に実践3、7について得られた結果を詳しく記載する。

3.3 実践3 生物「光合成 光合成の流れ、光合成のしくみ」

3.3.1 目的

実践3では、「光合成」というこれまで学習してきた内容をより深く学習する単元であることから、反応の流れについて言語化する活動と実験の結果を分析する活動を授業実践の中に取り入れ、生徒がどのようなことを関連付けたのか、どんなことを授業内で感じたのかを明らかにする。

3.3.2 方法

[対象]

実践3では生物第3章「代謝」の「光合成」(A社教科書 pp.137~141)の内容を担当することになった。高校2年生の2クラスの生物選択者を合わせたクラス(計39名)(2年イ組とする)、生物選択者のみのクラス(計40人)(2年ロ組とする)に対して授業実践を行った。イ組では1時間、ロ組では2時間の授業を行った。授業の進行の関係で、この2組の授業内容は少し重なっている。またロ組の実践では、1時間目においてワークシートの回収ができなかったため、分析は2時間目のみで行った。

[教材研究]

今回、授業実践にあたりA社生物の教科書 p.139の「植物の光合成色素の分離」の実験を実際に行い、この実験によって得られた結果を授業に用いることとした。この光合成色素の分離は葉緑体に含まれる色素が有機溶剤に溶けやすいかどうかというRf値を計算し求めることで色素の同定を行う。

教科書ではハウレンソウのみを扱っているが、今回の授業では葉の色の違うムラサキツユクサ、生活環境の違うワカメの3種類を用いたが、教材研究する中でムラサキツユクサに加え、イチョウやイロハモミジなどの葉の色が変化するものや緑葉を複数種用いた。しかし授業で使用できる結果が得られなかったため、今回はこの2つについては割愛する。

材料及び方法

抽出液

食用のハウレンソウ、観賞用のムラサキツユクサ、食用の乾燥ワカメを乾燥させたのち細かく刻み、1.5 mLのマイクロチューブの4分の1ほど充填した。葉を詰めたマイクロチューブにエタノールを1 mLを添加したのち攪拌し、5分ほど静置した。

展開液

太めの試験管にアセトン 1.6 mL、石油エーテル 2.4 mL(計 4 mL)をいれゴム栓をし、静置した。

実験方法

展開液を入れた試験管のサイズに合うようにTLCシート(薄層クロマトグラフィー用プラスチックシート)を20 cm × 2 cmのサイズにカットし、TLCシートの下から1.5 cmのところを鉛筆で線を引き、作成した抽出液を毛細管で採取し、線上の1点(原点)に抽出液をつけた。乾いたら再び抽出液をつけ、この操作を10回繰り返した。抽出液が完全に乾いたら、展開液を入れた試験管に下部が浸るようにTLCシートを入れ、ゴム栓をして静置した。

展開液が TLC シートの上部まで来たらシートを取り出し、展開液の先端に鉛筆で線を引き、それぞれの色素の中心点から Rf 値を求めた。

$$Rf \text{ 値} = \frac{\text{原点から色素の中心点までの距離}}{\text{原点から展開液の先端までの距離}}$$



図 3-3-1 植物の抽出液と TLC シート

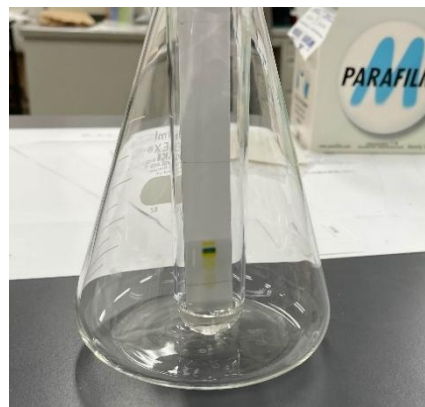


図 3-3-2 薄層クロマトグラフィーの様子

結果

教材研究の結果、以下の様に色素の分離が見られた。各植物の Rf 値を表 3-3-1 に示す。ホウレンソウとトラディスカンティアでは 4 つとも同じ色素が確認できたが、ワカメでは違う色素が見られた。このシートのコピーを授業中に生徒に配布し、実際の授業で使用した。この結果から生徒に Rf 値を求めさせ、色素の同定をすることで植物ごとの光合成色素の違いについて考える活動を行うことにした。

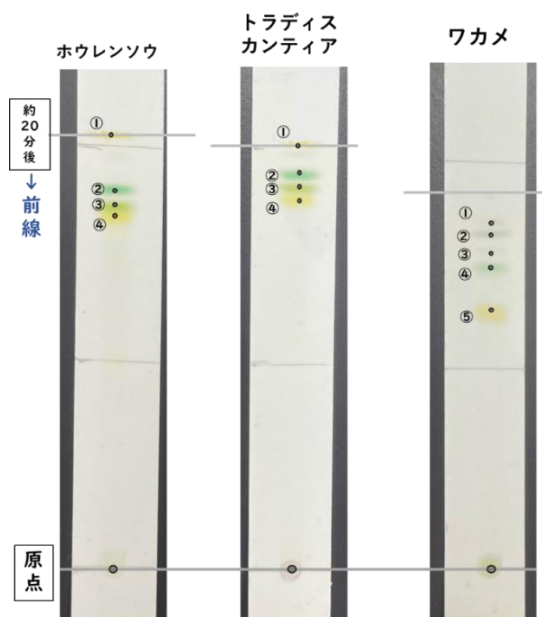


図 3-3-3 各植物の色素の分離の様子

表 3-3-1 実験で得られた各植物の Rf 値

材料	①	②	③	④	⑤
ホウレンソウ	1	0.87	0.84	0.81	
トラディスカンティア	1	0.94	0.9	0.87	
ワカメ	0.91	0.88	0.84	0.8	0.69

[授業構想]

イ組の学習指導案を図 3-3-4、ロ組の 1 時間目の学習指導案を図 3-3-5、2 時間目のものを図 3-3-6 に示す。イ組の授業では光合成の導入であったため、授業の冒頭では中学校までで学習した内容を復習した後に教科書に載っている光合成の図（図 3-3-7 のスライド①）について文章化し、これまで学習してきた光合成の内容との違いを確認する時間をとった。授業の後半では光合成色素の分離の実習を行った。この実験は教科書には記載されているが、試薬や時間の関係上、実験ではなく教師が行った実験の分析をする活動を行った。今回食用のホウレンソウ、観賞用のムラサキツユクサ、食用の乾燥ワカメを使用し、それらの生物に含まれる色素の構成が違って同じであるか、種類が違っていると異なるか、という問いかけを行った（図 3-3-7 のスライド②）。分析に用いた資料は図 3-3-3・図 3-3-7 の③・④の通りである。教科書ではほうれん草のみを扱っているが、今回は色の違う植物（トラディスカンティア）、生活環境の違うワカメを扱い、これらの葉緑体に含まれる色素が同じであるのか違うのか生徒に問いかけ、実際に分析を行うという流れで実習を行った。図 3-3-10 はイ組の授業で用いたワークシートである。ワークシートの左では光合成の流れを文章化し、葉緑体の構造について確認した。右側では光合成色素の分離の分析を行ったものである。

ロ組の 1 時間目では葉緑体の構造と特に何色の光を吸収し光合成を行うのかを学習した後、イ組と同様に光合成色素の分離の実習を行った。使用したワークシートはイ組のワークシート（図 3-3-10）の右側と同様である。使用したスライドは図 3-3-8 の通りである。2 時間目では、光合成の流れの 1 部であるチラコイド膜での反応について実践を行った。チラコイド膜での反応の様子は大変複雑であるため、整理しながら学ぶ必要があると考え、どのような反応が起こっているのかを 4 つの役割を分け、班の中で分担しながら流れを相互に説明しあい、最終的に 1 つにまとめるという活動を行った。その際図 3-3-9 の②をスライド資料として主に用いた。この活動の後に、関連付けを行うための手立てとして同じ代謝の 1 つである呼吸の反応と比較し共通点を挙げる活動を計画していたが（スライド資料：図 3-3-9 の④・ワークシート：図 3-3-11 の右側）時間の都合上行うことができなかった。

[評価の方法]

各授業の最後に授業を通して、「今まで習ったことと関連付けることができましたか」という問いに「大変できた・できた・どちらでもない・少しできなかった・全く」の 5 段階で自己評価する時間をとった（図 3-3-10 の A・図 3-3-11 の C 参照）。その後、図 3-3-10 の B・図 3-3-11 の D の部分に関連付けられたことについて自由記述する時間をとった。本実践の分析として、ワークシートの A・B・C・D の部分で（図 3-3-10・図 3-3-11 参照）主に分析を行った。2 年イ組、2 年ロ組共に、生徒が授業においてどのくらい関連付けを行うことができたのかを調べた（図 3-3-10：A・図 3-3-11：C 参照）。回答し

た生徒は2年イ組では39人、2年ロ組（2時間目）で39人だった。同様に、イ組、ロ組共に、前述した関連付けについての生徒の記述内容から、キーワードと興味を持っていると見受けられる内容、関連付けを行ったとみられるものを抜き出し、生徒がどのような関連付けを行ったのか分析を行った（図3-3-10：B・図3-3-11：C参照）。記載していた生徒は2年イ組で37人、2年ロ組で17人であった。ここから特に関連付けが見られるもののみを抽出し分析を行った。前述したワークシートFの部分の回答内容と共に今回の実践の評価を行った。

第二学年生物 学習指導案（ゼミ）

授業者 田村梨菜

対象クラス：2年7, 8組

1. 単元

第二学年生物 第三章：代謝

第三編：光合成（「生物」・数研出版）

2. 本時の学習（1時間目/4時間目）

(1) 本時の目標

- ・ 光合成についてこれまでの知識を基にエネルギーや物質の流れについて文章で表すことが出来る【思考力・判断力・表現力】
- ・ 葉緑体や光合成色素の構造や機能が光合成において

(2) 使用教材

○教員 教科書『高等学校生物』（数研出版）、学習プリント、緑葉

○生徒 教科書『高等学校生物』（数研出版）、学習プリント、Chromebook

(3) 展開 pp.137-139

過程	○学習内容・学習活動 ・想定している反応	時間 配当	学習 形態	指導上の留意点 ○教師の発問 ・工夫など	◎評価規準 (評価方法)
導入	○これまでに習った光合成についての復習を行う ・葉緑体 ・光合成 ○光合成についてこれまでの学習を振り返る ・葉緑体の中で起こり、光エネルギーと二酸化炭素を用い有機物を生産する過程で酸素を排出する。	10分	一斉 個人 ペア 一斉	・ 緑葉を提示し、何の種類か、これらの共通点を問う ○ どうして緑色なのだろうか 葉緑体は何を行っている器官か ○ では光合成について知っていることをワークシートに記入しよう ・ スライドや板書にキーワードを示す	知) 光合成についてこれまでの知識を表現することが出来る。[ワークシートによって確認]
課題：葉緑体において光合成はどのように行われているだろうか					

展 開	○葉緑体の構造について知っていることを確認する ・二重膜・独自の DNA ○葉緑体の構造について学習する	5分	ペア 一斉	○光合成をおこなう葉緑体はどのような構造をしているだろうか ・図を映し出しながら視覚的に理解を促す	知・思) これまでの既習事項や図を基に光合成の流れについて説明できる。 [ワークシートにより確認]
	○光合成の大まかな流れについて、図 15 を基にエネルギーの流れに着目して学習する	20分	ペア 一斉	・導入で確認した光合成に加え、今回から新しく「NADPH」「ATP」「チラコイド膜」「ストロマ」という単語が入ることを伝える。 ○図 15 の図について「チラコイド膜での反応」「ストロマでの反応」という単語を使用して光合成の流れを説明してください	
	○二つの生物の色素を比較し、吸収スペクトルと光合成色素についての理解を深める	10分	一斉 ペア 一斉	・ワカメとホウレンソウの光合成色素を分離させた画像を提示する。 ○これはそれぞれの光合成色素を分離させたものだけど、どうして同じ光合成をする生物でも含まれる色素が違うのだろう ・資料集を基に光合成色素と吸収スペクトルを確認する。	
ま と め	○本時の振り返りを行う	5分	班	・学習したこと、気づき疑問点などを記入してもらおう。	思) 本時の学習について自分の言葉で気づきや学習したことを表現できる。 [ワークシートにより確認]

図 3-3- 4 2 年イ組の授業で用いた学習指導案

第二学年生物 学習指導案

3. 単元

第二学年生物 第三章：代謝

第三編：光合成 （「生物」・数研出版 p138-141）

4. 本時の学習（1 時間目/4 時間目）

(1) 本時の目標

- ・ 葉緑体や光合成色素の構造や機能が光合成において何の働きを行っているのか光合成の流れと絡めて考えられる。【知識・技能】
- ・ チラコイド膜での反応について解釈しエネルギーや物質の流れについて説明するが出来る【思考力・判断力・表現力】

(2) 使用教材

○教員 教科書『高等学校生物』（数研出版）、学習プリント、緑葉

○生徒 教科書『高等学校生物』（数研出版）、学習プリント、Chromebook

(3) 展開 pp.138-141

過程	○学習内容・学習活動 ・想定している反応	時間 配当	学習 形態	指導上の留意点 ○教師の発問 ・工夫など	◎評価規準 (評価方法)
導入	<p>○葉緑体の図から葉緑体の特徴を考え、光合成色素について意識する。</p> <p>また生物によって含まれる光合成色素の種類が異なるのか、その理由を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・種類が違って同じ ・種類が違うと異なる 	5分	一斉	<p>○（葉緑体の図を示し）これは何か、その根拠、なぜ緑なのかを尋ねる。</p> <p>○葉緑体に含まれる光合成色素は1種類だけだろうか</p> <p>○ホウレンソウ、ワカメ、トラデイスカンティアを提示し、これらに含まれる色素の構成は同じなのだろうか</p> <ul style="list-style-type: none"> ・二択にして考えやすくする 	<p>思) 光合成色素の種類について自分の考えを示すことが出来る。[ワークシートによって確認]</p>
<p>課題：生物によって葉緑体に含まれる光合成色素の種類は変わるのだろうか</p>					

展 開	<p>○光合成色素の分離の結果から光合成色素に種類があることを確認する。</p> <p>また、ホウレンソウ、トラデイスカンティア、ワカメに含まれる光合成色素の種類を比較し、わかることをワークシートに記入する。</p>	5分	一斉	<ul style="list-style-type: none"> ・光合成色素に種類があるか確認するために光合成色素を分離する必要があることその方法について説明を行う。 	
		10分	ペア	<ul style="list-style-type: none"> ・黒マジックを分離したものを見せて感覚的に理解しやすくする。 	
			一斉	<ul style="list-style-type: none"> ・ワカメ、ホウレンソウ、トラデイスカンティアの光合成色素を分離した TLC シートとそれぞれ実物を並べる 	<p>知・思) 光合成色素の分離についていくつかの結果を比較することで、光合成色素と生物の種類について自分の考えを示すことが出来る。</p> <p>[机間指導・ワークシートにより確認]</p>
			班	<ul style="list-style-type: none"> ○この TLC シートに示された結果をどのように分析したらよいでしょうか ○この結果から何が言えるでしょうか ・結果には先に Rf 値を示しておく ・光合成色素の種類について全体で一度確認したあとに活動に移す 	
	<p>○チラコイド膜での反応について p137 の内容を振り返る。</p>	5分	一斉	<ul style="list-style-type: none"> ・それぞれの班の考えを確認して 1 班に発表してもらい、全体で結果の確認を行う。 	
			一斉	<ul style="list-style-type: none"> ○クロロフィルは葉緑体のどこにあるだろうか ○クロロフィルはどんな働きをしているか ○クロロフィルの働きを含めた光合成の詳しいプロセスについて学習していきます。 ・p137 の図 15 の図を示し、チラコイド膜での反応について今回学習することを伝える。(葉緑体の図を示す) 	
<p>課題：チラコイド膜での反応についてエネルギーや物質の流れを整理して説明しよう。</p>					
	<p>○チラコイド膜の反応について生物の体の構造と結びつけて考える。</p> <p>・電子伝達系</p>			<p>○チラコイド膜での反応は最近習った何かと似ていないか</p> <p>・膜上で反応が起こっていること、タンパク質によって反応が進</p>	

	<p>○光化学系Ⅰ、光化学系Ⅱ、ATP、NADPHの4つから1つを選び、その工程について教科書を基に読み解き説明できるようになる。</p> <p>工程やまとめたことを共有し、チラコイド膜の反応では何がどのようにつながっているか協力して説明する。</p> <p>チラコイド膜の反応を確認する。</p>	<p>5分</p> <p>10分</p>	<p>一斉</p> <p>個人</p> <p>4人</p> <p>一斉</p>	<p>んでいることに着目する。</p> <p>○電子伝達系の反応について教科書では矢印で流れを示していた。同様にチラコイド膜の反応について4つの工程に分かれて説明してみよう。</p> <p>・説明のためのポイントとして光化学系Ⅰ、光化学系Ⅱ、ATP、NADPHを提示する。</p> <p>○今まとめたことを班で共有してみよう</p> <p>○ではこの反応がどんなふうにつながっているか考えてみよう</p> <p>・一班に発表してもらい最終的に流れを確認する。</p>	
ま と め	○本時の振り返りを行う	5分	個人	<p>・学習したこと、気づき疑問点などを記入してもらおう。</p>	<p>思) 本時の学習について自分の言葉で気づきや学習したことを表現できる。</p> <p>[ワークシートにより確認]</p>

図 3-3-5 2年口組の1時間目の授業で用いた学習指導案

第二学年生物 学習指導案

5. 単元

第二学年生物 第三章：代謝

第三編：光合成（「生物」・数研出版 p138-141）

6. 本時の学習（2 時間目）

(1) 本時の目標

- ・ チラコイド膜での反応について解釈しエネルギーや物質の流れについて説明するが出来る【思考力・判断力・表現力】
- ・ 光合成の反応における電子伝達系と呼吸の反応における電子伝達系を比較し、酸化的リン酸化や光リン酸化の共通点や反応の共通点を考えることが出来る。【思考力・判断力・表現力】

(2) 使用教材

- 教員 教科書『高等学校生物』（数研出版），学習プリント，緑葉
- 生徒 教科書『高等学校生物』（数研出版），学習プリント，Chromebook

(3) 展開 pp.138-141

過程	○学習内容・学習活動 ・想定している反応	時間配当	学習形態	指導上の留意点 ○教師の発問 ・工夫など	◎評価規準 (評価方法)
導入	○チラコイド膜での反応について自分の調べてきた工程を再度確認する。	5分 (10分)	一斉	○前回途中で終わってしまったけど、何をやったか覚えているか ワークシートに記入してきたか ・時間が欲しい生徒がいたら5分間を書く時間にあてる	
課題：チラコイド膜での反応についてエネルギーや物質の流れを整理して説明しよう					
展開	○光化学系Ⅰ、光化学系Ⅱ、ATP、NADPHの4つから1つを選び、その工程について教科書を基に読み解き説明できるようになる。 工程やまとめたことを共有し、チラコイド膜の反応では何がどのようにつながっているか協力して説明する。	5分 10分	一斉 班 一斉	○まとめたことを班で共有してみよう ○ではこの反応がどんなふうにつながっているか考えてみよう ・一班に発表してもらい最終的に流れを確認する。	思)教科書や調べてきた内容を基にチラコイド膜での反応を

	<p>(できる生徒は例を参照しつつ図を作成する) チラコイド膜の反応を確認する。</p> <p>○呼吸における電子伝達系と光合成における電子伝達系について図や教科書の内容から比較し、共通点を見出だす</p> <p>○酸化的リン酸化と光リン酸化の共通点を考える</p>	<p>10分</p> <p>5分</p> <p>5分</p>	<p>ペア (班)</p> <p>一斉</p> <p>個人</p>	<p>○前回ミトコンドリア内膜で起こる反応とチラコイド膜での反応が似ていることを確認した、実際に図を比較してみよう</p> <p>○これはどちらがどちらの電子伝達系の反応だと思うか()に示してください</p> <p>・一人に発表してもらい、p144の呼吸と光合成の共通点の部分を確認し、進化と絡めて説明を行う</p> <p>○先程「光リン酸化」という単語が出てきましたが、呼吸でも似たような単語がなかっただろうか</p> <p>・酸化的リン酸化</p> <p>これらの反応の共通点を考えてみよう</p>	<p>自分たちの言葉でまとめることができる [ワークシートや発表で確認]</p>
まとめ	○本時の振り返りを行う	5分	個人	・学習したこと、気づき疑問点などを記入してもらう。	<p>思) 本時の学習について自分の言葉で気づきや学習したことを表現できる。 [ワークシートにより確認]</p>

図 3-3-6 2年ロ組の2時間目の授業で用いた学習指導案

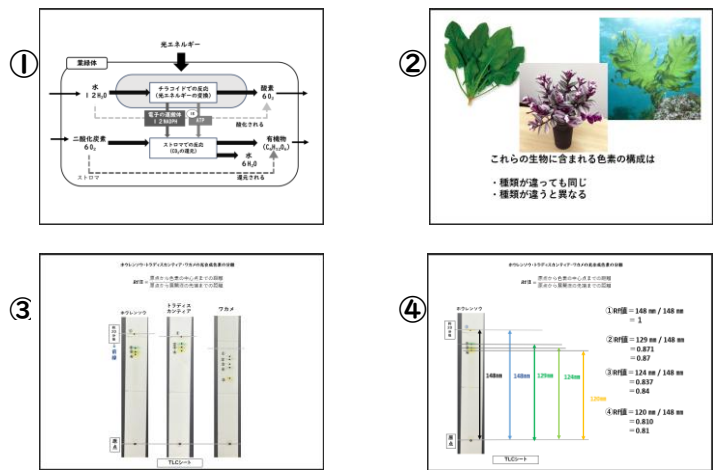


図 3-3-7 2年イ組の授業で用いたスライド

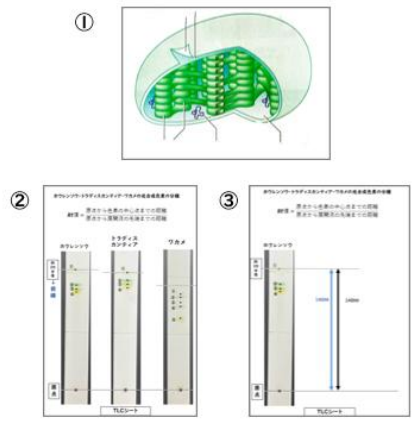


図 3-3-8 2年ロ組の1時間目の授業で用いたスライド

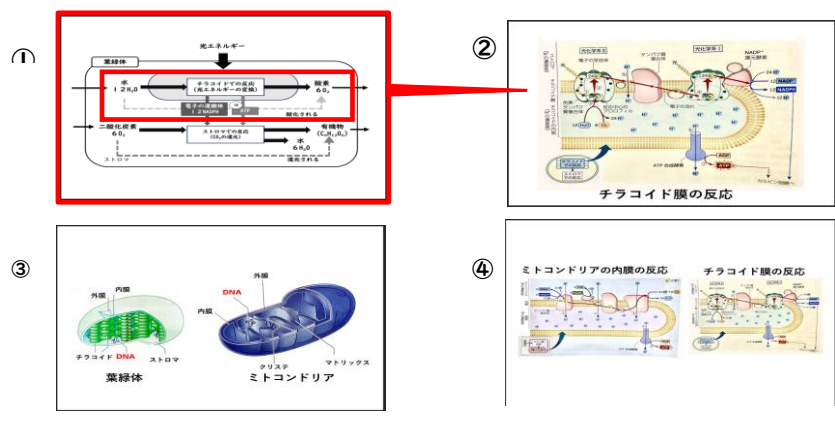


図 3-3-9 2年ロ組の2時間目の授業で用いたスライド

3章 代謝 光合成① p.137~138

2年 組 番名前: _____

▶光合成とは

○振り返り：光合成についてこれまで学習してきたこと、知っていることを文章で表してください

課題： _____

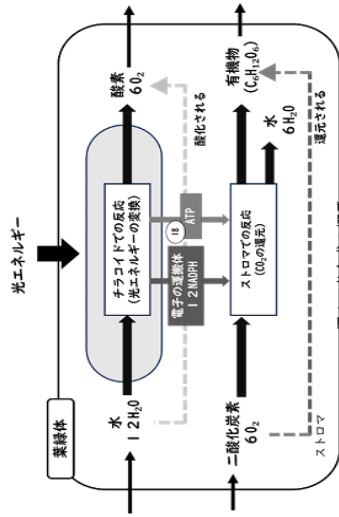
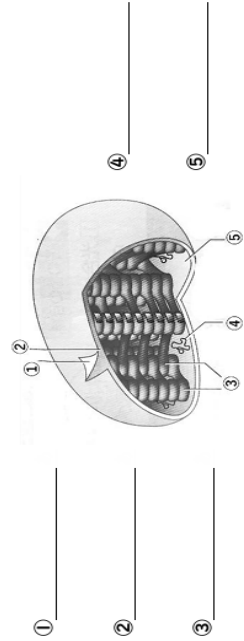


図1. 光合成の概要

○図1を参考に光合成の流れを文章で表現しよう ([] の語句を使用する)

[NADPH・ATP・チラコイドでの反応・ストロマでの反応]

▶葉緑体の構造



① _____

② _____

③ _____

④ _____

⑤ _____

▶光合成色素の分離 (p.139)

準備物：植物の葉、エタノール、展開液（石油エーテル：アセトン＝7：3）、粉末シリカゲル、TLCシート、乳棒と乳鉢、試験管、ゴム栓、ガラス毛細管、鉛筆

方法： ①植物の葉を小さくちぎって乳鉢に入れ、少量のシリカゲルを加え乳鉢ですりつぶし、エタノールを加え抽出液を作成する。

② TLCシートの下から1.5～2cmのところに鉛筆で線を引き①で作った抽出液をガラス毛細管でとり、線の上の1点に抽出液をつける。乾いたらまた抽出液をつけ、この操作を5～10回繰り返すと、色帯がなるべく広がらないようにする。この点を原点と呼ぶ。

③ つけた抽出液が十分乾いてから5mmほどの深さに展開液を入れた試験管の中に下部が浸るように入れ、密栓をして静置する。

④ 展開液がTLCシートの上端近くまで上がってきたらシートを取り出し、展開液の先端（前線）に鉛筆で線を引き、Rf値を求める。それを基に色素を同定する。

Rf値 = 原点から色素の中心点までの距離 / 原点から展開液の先端までの距離

○ホウレンソウ、トラダイスカンティア、ワカメに含まれる色素の色と求めたRf値を記入しよう

	ホウレンソウ		トラダイスカンティア		ワカメ	
	色	Rf値	色	Rf値	色	Rf値
①						
②						
③						
④						
⑤						

○計算したそれぞれの色素のRf値を参考にしたとき何か言えることはあるだろうか

振り返り：今回の授業を通して今まで習ったことと関連付けることができましたか

5. 大変でした 4. できた 3. どちらでもない 2. 少しできなかった 1. 全く

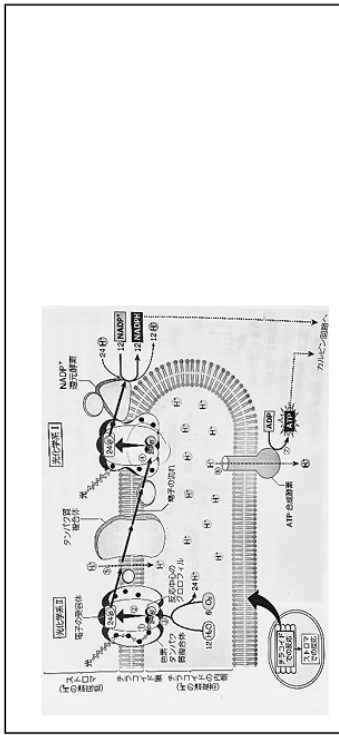
A

B

図3-3-10 2年イ組の授業で使用したワークシート

課題

▶チラコイド膜で起こる反応について以下の4つのうち1つの反応をまとめよう
選んだもの { 光化学系Ⅰ ・ 光化学系Ⅱ ・ NADPH ・ ATP }



▶班でチラコイド膜でのそれぞれの反応を共有し、一番下の段に流れをまとめよう

光化学系Ⅰ	
光化学系Ⅱ	
NADPH	
ATP	

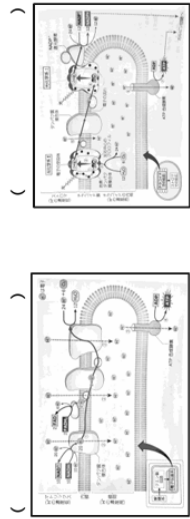
▶チラコイド膜での反応の順番を整理してみよう



▶班で確認したチラコイド膜での反応を文書で表そう

チラコイド膜 全体での反応	
------------------	--

▶呼吸と光合成の共通性



▶上の図やこれまでの学習からわかる共通点

--

→このことから ()
と考えられる

問2 酸化リソ酸化と光リン酸化の共通点を述べよ

振り返り：今回の授業を通して今まで習ったことと関連付けることができましたか
5. 大数できた 4. できた 3. どちらでもない 2. 少しできなかった 1. 全く

C				
D				

図 3-3-11 2年ロ組2時間目の授業で使用したワークシート

3.3.3 結果と考察

実践3の実際の授業展開とワークシートの回答とその分析結果を以下に示す。

1. 2年イ組

(1) 実際の授業展開

以下は実際の授業展開である。指導案の時点では光合成色素によって吸収する光が違うことを学習する想定だったが、分析の計算に時間がかかってしまい、植物によって持ち得る光合成色素が違うことを確認するところで授業が終了した。

過程	○学習内容・学習活動	学習形態	指導上の留意点 ○教師の発問
導入	○光合成についてこれまでの学習を振り返り、個人で考えたのち周囲と確認をした	一斉 個人 ペア 一斉	・緑葉を提示し、何の種類か、これらの共通点を問い ○どうして緑色なのだろうか 葉緑体は何を行っている器官か ○では光合成について知っていることをワークシートに記入しよう
展開	○葉緑体の構造について知っていることを確認した ・二重膜・独自の DNA ○葉緑体の構造について学習した ○光合成の大まかな流れについて、図 15 を基にエネルギーの流れに着目して学習した ○図 15 の図について「チラコイド膜での反応」「ストロマでの反応」という単語を使用して光合成の流れを説明した ○二つの生物の色素を比較し、植物によって持つ光合成色素の種類が違うことを確認した。	ペア 一斉 ペア 一斉 ペア 一斉	○光合成をおこなう葉緑体はどのような構造をしているだろうか ・図を映し出しながら視覚的に理解を促した ・導入で確認した光合成に加え、今回から新しく「NADPH」「ATP」「チラコイド膜」「ストロマ」という単語が入ることを伝えた。 ○図 15 の図について「チラコイド膜での反応」「ストロマでの反応」という単語を使用して光合成の流れを説明してください ・ワカメとホウレンソウの光合成色素を分離させた画像を提示した。 ○これはそれぞれの光合成色素を分離させたものだけど、どうして同じ光合成をする生物でも含まれる色素が違うのだろうか
まとめ	○本時の振り返りを行った	班	・学習したこと、気づき疑問点などを記入してもらおう。

(2) ワークシート A の部分の分析

ワークシート（図 3-3-10）の A 部分において、実践③の授業を通して関連付けを行なえたのかの自己評価の結果をまとめたものが以下の図 3-3-12 である。5.大変できたと回答している生徒は 44%、できたと回答している生徒は 56%であり、1. 全く、2. 少しできなかった、3. どちらでもないと答えた生徒はいなかった。

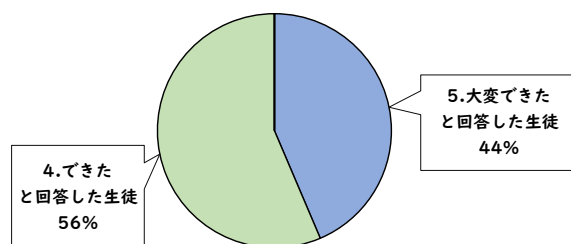


図 3-3-12 2 年イ組での関連付けの自己評価（39 人回答）

(3) ワークシート B の部分の分析

ワークシートの B 「関連付けることができたもの（口頭で回答をお願いした）」の部分で得られた回答を表 3-3-2 に示す。

表 3-3-2 ワークシート B においてイ組において得られた回答 (回答者 37 人)

1	Rf値という言葉を知って聞いた。色が目に見えてわかる実験はとてもおもしろそうだった。
2	Rf値の求め方を授業で身につけることが出来ました
3	今まで大まかなわく組だけ習ってきた光合成について根本的な仕組みから理解することが出来たのでよかった
4	今までは植物の葉の色が違うのは、同じ色素が植物によって変化しているからだと思っていたけれど、植物によって持っている色素が異なるから色が違うんだと思いました。
5	教p137を読むだけでは光合成色素に関してあまりイメージがわからなかったけどTLCシートの実験を通して植物ごとに含まれる色素が異なるのが目に見えて面白かったです
6	光合成がどのような仕組みで行われるかがわかった。 チラコイドでの反応やストロマでの反応など新しく知った語もあった。
7	光合成という現象は知っていたが、光合成色素については初めて知ったので授業を聞いて面白かった
8	光合成とはと考えた時に詳しく書くことが出来なかったけど授業を通して、チラコイド反応とか葉緑体の構造とかRfの求め方など新しいことばかり出てきたのでしっかりと復習しようと思いました。
9	光合成について今までの知識を深めていくことが出来た。
10	光合成について詳しく知れたので良かったです。色素については興味があったのでとても面白かったです。
11	光合成について復習ができた。 色素の違いが分かった
12	光合成によってCO ₂ と水が吸収され、O ₂ と有機物が放出されることは知っていたが、その間で何が起きているかは知らなかったもので、知れて良かったです。
13	光合成による生成物が違うところでの反応だと初めて知って驚きました。 色素のRf値の計算は少し難しかったです。
14	光合成の仕組みについて理解できた。Rf値を求められるようになった
15	光合成の色素が複数あることが分かった ところどころ忘れていたところがあったのでしっかり復習したい
16	光合成も呼吸に似た仕組みだと感じた。
17	光合成を久しぶりに復習して、忘れていたところもあったので思い出すことが出来たので良かったです。葉緑体の構造でチラコイドやストロマという言葉を知れて良かったです。
18	色素を分離させることで色素を特定できるとわかって面白かった。
19	色素を分離するというのが面白いと思った。
20	小・中で習った光合成をもっと詳しく学ぶことが出来、おもしろかった。また、植物の色素のことを初めて学んで同じ緑でも実は違うことを学ぶことが出来た
21	植物で持っている葉緑体の要素が違うのを初めて知って面白かった。
22	植物によって、持っている色素が違うことが分かった。 説明もすぐわかりやすかった
23	植物によって光合成色素が違うことを初めて知りました。光合成のしくみについて詳しく学ぶことが出来て良かったです
24	植物によって持っている色素の種類が異なるということが分かりました
25	植物によって持っている色素が違うことを初めて知れたので面白かったです。他にも種類があるのか知りたいです。
26	ちゅうがくせいの際にした光合成の話からより葉緑体の構成や色素の違いなどから考えを深めることが出来た。葉緑体内の色素の違いがどのような効果をもたらすのかも学習したい
27	中学校の時の学習よりもとても深く考えることが出来たと思います。光合成色素は植物によって違うということが分かりました。
28	普段の授業で実験を中心にするのがあまりないので、自分で測ったり…とかしながら学んでいくのが楽しかったです
29	ハウレンソウとトラディスカンティアの葉の色は全く違うのに分離をさせて出てきた色は同じで驚きました
30	持っている色素によって葉の色が変わるのは面白いと思いました。とげとげしている葉っぱなども光合成しているのか気になりました。(松みたいな)
31	葉緑体=すべて同じ色だと思っていたけれど、少しずつ色素が違うという証明を見て、面白いと思った。
32	葉緑体とミトコンドリアの構造を関連付けて考えることが出来た。Rf値の求め方を知ることが出来て良かった
33	葉緑体の光合成の流れを確認することが出来た。Rf値の求め方を知ることが出来た。
34	葉緑体の細やかな構造が分かりました ワカメは他とは別の成分を持っていることが分かりました。
35	葉緑体の仕組みや構造を理解できた クロマトグラフィーの実験が面白かった
36	陸と水中は届く光の強さや、色が違うから色素の色がワカメだけ違うのかなと思った。
37	ワカメだけ色の順番が異なっていたことに興味をわいた。

ワークシート B の部分では以下のように分析を行った。

例 1) 生徒 1 : 光合成による生成物が違うとことでの反応だと初めて知って驚きました。

色素の Rf 値の計算は少し難しかったです。

例 1 では光合成・Rf 値というキーワードの他、驚きましたという部分から学習内容に興味を持ったのではないかと分析した。

例 2) 生徒 2 : 陸と水中は届く光の強さや、色が違うから色素の色がワカメだけ違うのかなと思った。

例 2 では色素・具体的な植物というキーワードの他、違うのかなという疑問を持っている部分から内容への興味があること、陸と水中で届く光の強さが違うという点から自分が持っている知識を学習内容に関連付けていると分析をした。

このように分析を行った結果、以下の図 3-3-13 のようになった。「光合成色素については初めて知ったので授業を聞いていて面白かった」のように色素について記述している生徒が 57% と最も多く、その次に光合成について 46% の生徒が記述していた。他にはおもしろいという記述 (32%)、学習内容に興味を持っていると判断できるもの (22%)、文章の中で具体的に関連付けを行ったと判断できるもの

(22%)、Rf 値 (20%)、具体的な植物名を挙げているもの (11%) の順番となった。このことから光合成色素の分離の実習が特に印象に残ったことが分かる。また、授業の初めにこれまでの学習の振り返りとこれから学習する光合成の反応を文章でまとめる活動を行ったことにより、光合成について記述した生徒が多く見られたのではないかと考えられる。

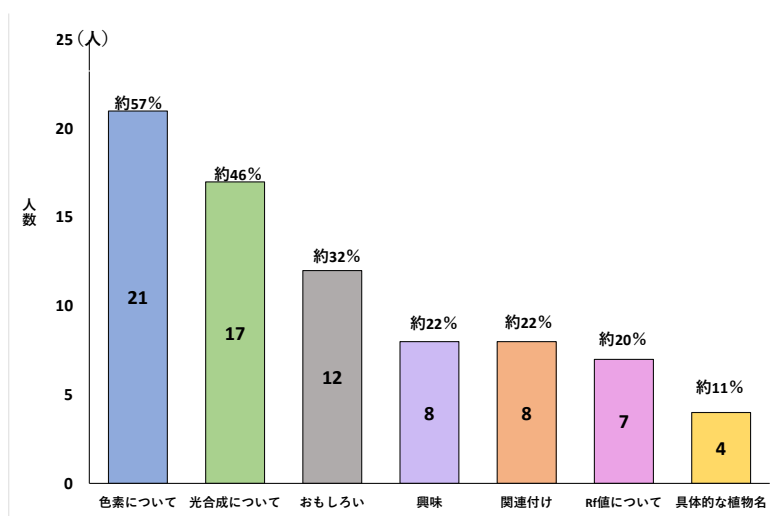


図 3-3-13 イ組の授業において得られたキーワード (複数回答・37 人回答)

また、キーワードだけでなく生徒のワークシートの記述の内容について更に分析を行った。「植物によって持っている光合成色素が違う」等の実験で得られた結果について記述している生徒は 11 人、「色が目に見えてわかる実験はおもしろそう」等の実験自体に対する記述をした生徒は 6 人、「光合成の根本的な仕組みから… (省略)」のように光合成の仕組みについて記述していた生徒は 8 人、学習の深まりが見られた記述した生徒は 7 人だった。深まりが見られた生徒の記述の中で、光合成色素が植物によって違うことで起こる効果や色素が違う理由について疑問を持つなど、実験結果を分析することにより得ら

れたものがあった。

今回求めていた関連付けが見られたのは 8 人であり、どのように関連付けが行われたのかを分類したところ 3 種類に分けられた。今回は、「①本時の中で起こった自身の考えの変容」(2 人)、②「既知事項・既習事項との結び付け」(5 人)、「③新たな知識から得た疑問 (考えの発展)」(1 人) の 3 つに分けた。

「①本時の中で起こった自身の考えの変容」では No.4 の生徒の『今まで植物の葉の色が違うのは、同じ色素が植物によって変化しているからだと思っていたけれど、植物によって持っている色素が異なるから色が違うんだと思いました。』、No.31 の生徒の『葉緑体=すべて同じ色だと思っていたけれど、少しずつ色素が違うという証明を見て、面白いと思った。』という記述が該当する。No.4 と No.31 の生徒では、これまでの自分の考えが今回の光合成色素の分離の実習を経て変化した様子が読み取れることから学習内容を自分の知見と結び付けているのではないかと考えられる。

「②既知事項・既習事項との結び付け」では No.16 の生徒の『光合成も呼吸に似た仕組みだと感じた。』、No.36 の生徒の『陸と水中は届く光の強さや、色が違うから色素の色がワカメだけ違うのかなと思った。』という記述が該当する。No.16 の生徒では前章で学習した呼吸の仕組みと今回学習した光合成の仕組みを比較することで出たものだと考えられる。No.36 の生徒では陸と水中では届く光の強さが違うという元々持っている知見と今回の行った実習の結果を重ねて考えることができていると判断した。この 2 つの記述は深い学びにおいて求められている関連付けに近いものではないかと考えられる。

「③新たな知識から得た疑問 (考えの発展)」では No.30 の生徒の『とげとげした葉っぱなども光合成をしているのか気になりました。』という記述が該当する。この記述では、光合成のプロセスを学習したことと、実習の中で扱った葉が全て平面的なものであったために、他の植物ではどうなのかという問いが生まれたのではないかと考えられる。

2. 2年口組

実践3：2年口組における実際の授業展開とワークシートの回答とその分析結果を以下に示す。

(1) 実際の授業展開

以下は実際の授業展開である。1時間目の授業では葉緑体の構造について学習した後に光合成色素の分離の実習を行い、次回の授業で行うチラコイド膜での反応について、どのような活動を行うのか説明を行った。2時間目の授業ではチラコイド膜での反応について4つに分け、班の中で分担しながら流れを相互に説明しあい、最終的に1つにまとめるという活動を行った。

<1時間目>

過程	○学習内容・学習活動 ・想定している反応	学習 形態	指導上の留意点 ○教師の発問
導入	<p>○葉緑体の図から葉緑体の特徴を考え、光合成色素について考えた。</p> <p>また生物によって含まれる光合成色素の種類が異なるのか、その理由を考察した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・種類が違って同じ ・種類が違くと異なる 	一斉	<p>○（葉緑体の図を示し）これは何か、その根拠、なぜ緑なのかを尋ねた。</p> <p>○葉緑体に含まれる光合成色素は1種類だけだろうか</p> <p>○ホウレンソウ、ワカメ、トラディスカンテアを提示し、これらに含まれる色素の構成は同じなのだろうか</p> <p>・</p>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 課題：生物によって葉緑体に含まれる光合成色素の種類は変わるのだろうか </div>			
展開	<p>○光合成色素の分離の結果から光合成色素の種類があることを確認した。</p> <p>・ワカメ、ホウレンソウ、トラディスカンテアの光合成色素を分離した TLC シートを確認し Rf 値を計算した。</p> <p>ホウレンソウ、トラディスカンテア、ワカメに含まれる光合成色素の種類を比較し、わかることをワークシートに記入した</p>	<p>一斉</p> <p>個人</p> <p>ペア</p> <p>一斉</p> <p>班</p>	<p>・光合成色素に種類があるか確認するために光合成色素を分離する必要があることその方法について説明を行った。</p> <p>・黒マジックを分離したものを見せて感覚的に理解しやすくした。</p> <p>・ワカメ、ホウレンソウ、トラディスカンテアの光合成色素を分離した TLC シートとそれぞれ実物を並べた</p> <p>○この TLC シートに示された結果をどのように分析したらよいでしょうか</p> <p>○この結果から何が言えるでしょうか</p> <p>・それぞれの班の考えを確認して1班に発表してもらい、全体で結果の確認を行った</p> <p>○クロロフィルは葉緑体のどこにあるだろうか</p> <p>○クロロフィルはどんな働きをしているか</p>

	<p>○チラコイド膜での反応についてp137の内容を振り返った</p> <p>○チラコイド膜の反応について生物の体の構造と結びつけて考えた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電子伝達系 <p>○光化学系 I、光化学系 II、ATP、NADPH の 4つから 1 つを選び、その工程について教科書を基に読み次回までにまとめるようにした。</p>	<p>一斉</p> <p>一斉</p> <p>個人</p>	<p>○クロロフィルの働きを含めた光合成の詳しいプロセスについて学習していきます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ p137 の図 15 の図を示し、チラコイド膜での反応について今回学習することを伝えた。(葉緑体の図を示す) <p>○チラコイド膜での反応は最近習った何かと似ていないか</p> <ul style="list-style-type: none"> ・膜上で反応が起こっていること、タンパク質によって反応が進んでいることに着目するよう伝えた。 <p>○電子伝達系の反応について教科書では矢印で流れを示していた。同様にチラコイド膜の反応について4つの工程に分かれて説明してみよう。</p>
<p>ま と め</p>	<p>○本時の振り返りを行った</p>	<p>個人</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・学習したこと、気づき疑問点などを記入してもらおう。

<2 時間目>

過程	○学習内容・学習活動 ・想定している反応	学習 形態	指導上の留意点 ○教師の発問 ・工夫など
導入	○チラコイド膜での反応について自分の調べてきた工程を再度確認した。	一斉	○前回途中で終わってしまったけど、何をやったか覚えているか ワークシートに記入してきたか ・時間が欲しい生徒がいたため5分間を書く時間にあてた
課題：チラコイド膜での反応についてエネルギーや物質の流れを整理して説明しよう			
展開	○光化学系 I、光化学系 II、ATP、NADPH の4つから1つを選び、その工程について教科書を基に読み解き説明できるようにした。 工程やまとめたことを共有し、チラコイド膜の反応では何がどのようにつながっているか協力して説明した。 (できる生徒は例を参照しつつ図を作成する) チラコイド膜の反応を確認した。	一斉 班 一斉	○まとめたことを班で共有してみよう ○ではこの反応がどんなふうにつながっているか考えてみよう ・一班に発表してもらい最終的に流れを確認した。
まとめ	○本時の振り返りを行った。	個人	・学習したこと、気づき疑問点などを記入してもらう。

(2) ワークシート C の部分の分析

以下の図 3-3-14 はワークシート B の部分において、実践③の授業を通して関連付けを行なったかの自己評価の結果をまとめたものである。5.大変できたと回答している生徒は 28%、できたと回答している生徒は 67%であり、3.どちらでもないと回答している生徒は 5%であった。1. 全く、2. 少しできなかったと答えた生徒はいなかった。2 年イ組の結果に比べて大変できたと回答した生徒が少なく、どちらでもないと回答した生徒が見られた。これはイ組の授業内容とロ組の 2 時間目の授業内容が関係しているのではないかと考えられる。今回の授業内容が生徒にとって親しみにくいものであったことに加え複雑なものであったことが影響していると考えられる。

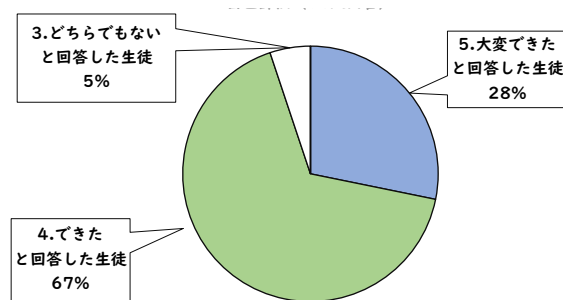


図 3-3-14 2年口組での関連付けの自己評価(39人回答)

(3) ワークシート D の部分の分析

ワークシート D「関連付けることができたこと（口頭で回答をお願いした）（自由記述）」の部分で得られた回答を表 3-3-3 に示す。この授業では振り返りの時間を十分に取るができなかったため回答者が 17 人と少なかった。そのためワークシート B の分析と違い、関連付けが見られたものだけ抽出し分析を行った。

関連付けが見られたのは 4 人であり、全ての生徒が本時学習した反応と呼吸の反応と比較していた。No.3 の生徒の『呼吸の反応と少し似ている部分があった。光化学系 II と I で反応が難しかった。』、No.6 の生徒の『呼吸と関連付けて考えることができた』、No.7 の生徒の『呼吸と光合成の反応で似ている部分を知ることができた。』、No.8 の生徒の『呼吸と光合成の反応は似ていて関連付けて学ぶことができた。』という記述が該当する。これらは授業の最後で、チラコイド膜の反応が呼吸の反応と似ているというスライド資料（図 3-3-9 の④）を提示したことにより関連付けられたのではないかと考えられる。

No.9 の生徒で『最初の題「葉は何故緑なのか」は吸収スペクトルを見れば反射された緑光が目に入っているとわかる。ウミウシとかで光合成する葉緑体をもつやつがいてその仕組みも同じなのか気になる』という記述が見られた。この記述は 1 時間目の授業で問いかけたものの回答と、光合成の仕組みについて疑問に思ったことを記述している。光合成について学ぶことによって元々持っている知識が結びついて疑問が出たのではないかと考えられる。この関連付けは授業内容が影響したものではなく、生徒自身の興味関心によるものだと考えられる。

他にも関連付けとは関係ないが、今回の活動についての記述がいくつか見られた。No.2 の生徒の『1つ1つの反応だったらつながりが見えにくかったけど4つ合わせることでつながりが分かりました』、No.13 の生徒の『チラコイド膜での反応は全体を見ると難しかったけれど部分ごとに分けると今まで習ったことが沢山あって分かりました』、No.14 の生徒の『チラコイド膜での反応は難しかったが手順を踏むことによって理解することが出来た。』という記述が見られた。これは複雑な学習内容に対して生徒同士で説明しあう時間をとることによって、生徒の「理解しやすくなった」という自己評価につながったのではないかと考えられる。

表 3-3-3 ワークシート D において得られた回答（回答者 17 人）

1	1 時間目は結構分かったけど、2 時間目は…（途中）
2	1 つ 1 つの反応だったらつながりが見えにくかったけど 4 つ合わせることでつながりが分かりました
3	吸収の反応と少し似ている部分があった。光化学系 II と I での反応が難しかった。
4	構造をしっかり理解でき、説明できるようになった。
5	光リン酸化と ATP、ADP のつながりが分かりました
6	呼吸と関連付けて考えることが出来た
7	呼吸と光合成の反応で似ている部分を知ることが出来た。
8	呼吸と光合成の反応は似ていて関連付けて学ぶことが出来た。
9	最初の題「葉は何故緑なのか」は吸収スペクトルを見れば反射された緑光が目に入っているとわかる。ウミウシとかで光合成する葉緑体ををもつやつがいてその仕組みも同じなのか気になる
10	図から流れを読み取るのと理解した流れを文章化するのが難しかったです。結構理解できてよかったです。
11	たのしかったです
12	チラコイド膜での反応について理解できた。
13	チラコイド膜での反応は全体を見ると難しかったけれど部分ごとに分けると今まで習ったことが沢山あって分かりました
14	チラコイド膜での反応は難しかったが手順を踏むことによって理解することが出来た。
15	電子がどう…（途中）
16	電子伝達系と光リン酸化について分かった
17	難しくあまり今まで習ったことを結び付けることが出来なかったからもう一度復習したいと思う。

3.3.4 実践 3 の課題

実践 3 において見られた関連付けは、考え方・認識の変容が見取れたもの、既知事項・既習事項と結び付けたもの、学習したことを新しく展開したものの 3 つであった。他教科や日常生活では関連付けが見られなかった。これは学習内容が生徒にとって身近なものではなかったためと考えられる。また、生徒の関連付けには授業の内容が影響するため、教師側が教材についてより理解して教材研究をする必要があることが分かった。

今回用いたワークシートでは生徒の関連付けが何と何を関連付けているのかが分かりづらかったため、授業の最後に行っていた質問内容を変更する必要があると考えた。

3.4 実践7 生物「細胞と分子 生体物質と細胞」

3.4.1 目的

実践7では、これまで学習した細胞小器官の内容について、授業を構成・実践し、「細胞小器官のはたらき」をまとめる活動・「遺伝情報からタンパク質が細胞外へ分泌されるまでの流れ」を対話の中でまとめる活動を行う中で、生徒がどのようなことを関連付けたのかを明らかにする。

3.4.2 方法

[対象]

実践7では生物第2章「細胞と分子」の「原核細胞と真核細胞の構造」、「真核細胞の構造と機能」(A社教科書 pp.87~89)の内容を担当することになった。高校2年生(文理混合)の2クラス(い・ろ組とする)で2時間(1時間目計68名/2時間目計67名)の授業を構成し実践を行った。

[教材研究]

今回2時間目の授業実践において、これまで学習した細胞小器官の知識を用いて「細胞内でタンパク質が合成され、細胞外へ分泌されるまでの流れ」をまとめる活動を行った。それにあたり教材研究を行った。

タンパク質が分泌されるまでのプロセスをまとめるために文章でまとめるだけでは、生徒の印象に残りづらく、班活動も行いづらいと考え、画用紙を用いることにした。また、プロセスの鍵となる細胞小器官や語句を生徒に出させるよりは、教師側が提示した方が、より生徒が活動に参加しやすいため「核」、「mRNA」、「リボソーム」、「ゴルジ体」、「細胞膜」という5つの語句を提示することにした。そこで語句の書かれたカードを画用紙上に並べ、その際どのようなことが細胞内で起こっているのか記述するような活動を行った。視覚的にイメージがつくようにそれぞれの語句に対応するイラストを書き(図3-4-1)、それぞれカード型に切り、5種を1セットにして1班に1セット配布した。実際の授業では、語句カードを並び替えるだけにならないよう図3-4-2のようにどのような反応が起こったかを記載するように生徒に示した。

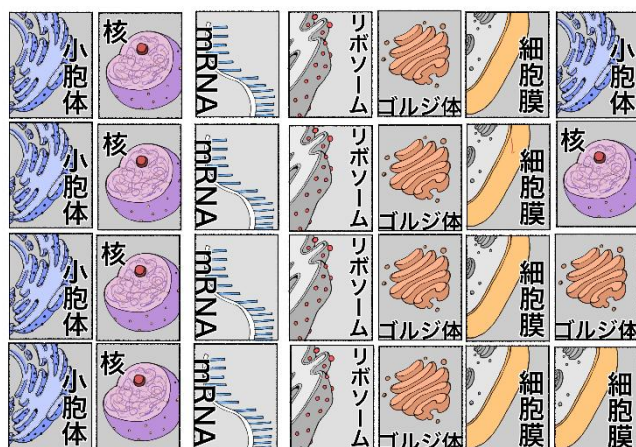


図3-4-1 作成した細胞小器官のカード

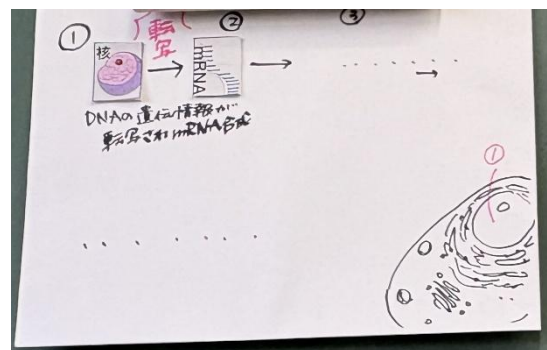


図3-4-2 授業で示した画用紙の活用例

[授業構想]

1時間の学習指導案を図3-4-3、2時間目の学習指導案を図3-4-4に示す。1時間目では教科書や資料集を用いて細胞小器官について生徒自身でまとめ、2時間目では前回までの内容や教科書や資料集を基に「タンパク質が合成され、細胞外に分泌されるまでの流れ」を画用紙にまとめるという活動を行った。2時間目の授業では生徒が視覚的にタンパク質合成→分泌のプロセスを確認できるよう、画用紙と自作の用語・細胞小器官カードを用い、班活動の中でカードを並び替える活動を行った。それと同時に油性マーカーを使用して、それぞれの流れの中にどのような働きが見られるのか記載するよう指示を出し、班ごとに画用紙を作成した。

[評価の方法]

各授業の最後に授業を通して、授業内容の理解の深まりに有効だった関連付けについて既習事項や日常生活・他教科の内容などの項目から選択し(複数回答可)、特に関連付けられたことについて記述する時間をとった。2時間目では実践7の授業を通して「細胞小器官とタンパク質の分泌について考えが深まったか」という問いに「非常に深まった・深まった・どちらでもない・あまり深まらなかった・深まらなかった」の5段階で自己評価する時間をとった(図3-4-8:F参照)。

また、本実践の分析として、ワークシートのB・C・D・F・G・Hの部分で(図3-4-7・図3-4-8参照)主に分析を行った。1時間目、2時間目共に、授業内容の理解の深まりに有効だった関連付けについて既習事項や日常生活・他教科の内容などの項目から選択してもらったものをそれぞれカウントし、特にどの項目で関連付けが行えたのかを調べた(図3-4-7:B・図3-4-8:G参照)。回答した生徒は1時間目では2年い組で32人、2年ろ組で28人、2時間目では2年い組で31人、2年ろ組で29人だった。同様に、1・2時間目共に、前述した関連付けについての生徒の記述内容から、キーワードを抜き出し、どのような関連付けが見られたのか分析を行った。(図3-4-7:C・図3-4-8:H参照)記載していた生徒は1時間目では2年い組で28人、2年ろ組で16人であった。2時間目では2年い組では30人、2年ろ組は17人であった。ここから特に関連付けが見られるもののみを抽出し分析を行った。前述したワークシートFの部分の回答内容と共に今回の実践の評価を行った。

2時間目の授業において、活動①において作成した画用紙の班ごとの特徴と、それぞれの班員のワークシートD(図3-4-6参照)の部分の記述において共通点や特徴をまとめ、この活動の内容が生徒にとってどんなものであったかを調べた。

第二学年生物 学習指導案

1. 単元

第二学年生物 第2章：細胞と分子

第1節：生体物質と細胞 (「生物」・数研出版) pp.87-88

2. 本時の学習

(1) 本時の目標

- ・原核生物、真核生物（植物細胞・動物細胞）のそれぞれの違いと特徴について図から考察する。
- ・細胞小器官のそれぞれのはたらきについて理解する。

(2) 使用教材

○教員 教科書「高等学校生物」(数研出版)、学習プリント

○生徒 教科書「高等学校生物」(数研出版)、学習プリント、Chromebook

(3) 展開 pp. 87-88

過程	○学習内容・学習活動 ・想定している反応	時間 配当	学習 形態	指導上の留意点 ○教師の発問 ・工夫など	◎評価規準 (評価方法)
導入	○今まで生物基礎などで学習した細胞小器官や細胞について知っていることを周囲の人と確認する ・原核細胞一核をもたない ・真核細胞一核を持つ ・植物細胞一細胞壁をもつ ・ミトコンドリアー呼吸	5分	ペア 個人	・ただ意見を出して終わりにならないように、出た回答について生徒に問い返すようにする。	
展開	○原核細胞、真核細胞について大きさやDNAがどのように存在しているのかを確認する。	10分	一斉	○では実際に細胞を見比べてそれぞれの特徴を確認していこう ○原核生物にはどんな生物が存在するだろうか ・アーキア・細菌	
	○核・リボソームの構造を確認した後、どのように遺伝情報からタンパク質が作られるのか(セント	10分	ペア 一斉	○生物基礎までは簡単な細胞小器官について学習したが、今回から詳しく細胞小器官を学習していこう。	

<p>ラルドグマ)を復習する。それが核とリボソームで起こることを確認する。</p> <p>○小胞体、ゴルジ体、リソソームについて構造を確認する。 働きや構造について確認した後WSの図に細胞小器官の名前を書き込む</p> <p>○ミトコンドリア、葉緑体について構造・はたらきを確認する。 既習事項から働きの確認を行う ・葉緑体 →光合成—二酸化炭素を吸収し酸素と有機物をつくる →呼吸—酸素を吸収して二酸化炭素を排出する</p>	<p>10分</p> <p>10分</p>	<p>ペア 一斉</p> <p>ペア 一斉</p>	<p>○核にはどんな働きがあるだろうか ○この一連の流れを何というか</p> <p>○葉緑体は何をしている器官か 光合成はどんなものか</p> <p>○ミトコンドリアは何をしている器官か 呼吸はどんな反応か</p>	
<p>まとめ</p> <p>○本時の振り返りを行う ・学習が深まったのか回答し、何が深まったのか記述する。</p>	<p>5分</p>	<p>個人</p>	<p>・学習したこと、気づき疑問点などを記入してもらおう。</p>	<p>思) 本時の学習について自分の言葉で気づきや学習したことを表現できる。 [ワークシートにより確認]</p>

図 3-4-3 1 時間目の授業で用いた学習指導案

第二学年生物 学習指導案

3. 単元

第二学年生物 第2章：細胞と分子

第1節：生体物質と細胞 (「生物」・数研出版) pp.88-89

4. 本時の学習

(1) 本時の目標

- ・タンパク質分泌にかかわる細胞小器官について役割を理解する
- ・どのようにタンパク質が細胞外へ分泌されるのか、細胞小器官のはたらきをつなげて考えることができる

(2) 使用教材

○教員 教科書『高等学校生物』(数研出版)、学習プリント、画用紙、小器官(語句)カード(リソソーム/核/ゴルジ体/mRNA/小胞体/細胞膜)、マジックペン、マスキングテープ、セロファン紙、ビーズ、矢印カード、

○生徒 教科書『高等学校生物』(数研出版)、学習プリント、Chromebook

(3) 展開 pp. 89-91


過程	○学習内容・学習活動 ・想定している反応	時間 配当	学習 形態	指導上の留意点 ○教師の発問 ・工夫など	◎評価規準 (評価方法)
導入	○食事後の血糖値の上下についてホルモンという言葉を使用し説明する。 ・食事をとることにより血糖値が上昇し、それを下げるインスリンが分泌される。急激に血糖値が下がることによりエネルギーが不足し眠たくなる (また消化に血液が使われるために脳の血流量が減少するため) ・ランゲルハンス島B細胞	10分	個人	○午後からの授業って眠くなるけれど、その理由を説明することができるか (○インスリンの働きはなにか) ○インスリンはどこで分泌されるか覚えているか ○インスリンはタンパク質からできている、どのように細胞外から血液中に分泌されるのか その仕組みについて今日は前回までに学習したことを使って考えよう	

展 開	<p>○細胞内でどのような流れでタンパク質が作られ分泌されるのか予想を立てWSに図を記載し他の生徒と共有する。</p> <p>またグループでタンパク質が分泌されるまでの流れをカードや矢印、模造紙を使用してまとめる。</p> <div style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> 活動② </div>	25分	個人	<p>○細胞内でどのような流れでタンパク質が作られ分泌されるのか予想を立ててみよう</p> <p>・転写等の単語を書き込むよう指示する</p> <p>・核→リボゾーム→小胞体→ゴルジ体という流れで分泌されることを最終的に確認</p> <p>・転写・翻訳・セントラルドグマなどの単語を確認する</p>	<p>思) 前時までに学習したことを基にタンパク質が分泌されるまでの流れをまとめることができる。</p> <p>WS・成果物によって判断</p>
	<p>○タンパク質が細胞膜から出るときの動きがあるのかp94やp92を参考に考え、WSやホワイトボード(模造紙)に考えをまとめる。</p> <p>○他の生徒の考えを確認し、自分の考えを練り上げる。</p>	10分	グループ	<p>○分泌までの流れは確認できたけど、どのように細胞膜から出るのだろうか</p> <p>・風船やセロハンを細胞膜、タンパク質をビーズに見立ててこのままでは通れないことを伝える。</p> <p>・生徒の考えを共有した後、細胞膜の特徴を水に浮かべた油でたとえ分泌される様子を確認する。</p>	<p>思) 細胞外にタンパク質が分泌される工程について自分の考えをまとめている。</p> <p>WS・成果物にて判断</p>
ま と め	<p>○タンパク質の分泌にかかわる細胞小器官を1つ挙げ働きを説明する。</p> <p>○本時の振り返りを行う</p>	5分	個人	<p>・学習したこと、気づき疑問点などを記入してもらう。</p>	<p>思) 本時の学習について自分の言葉で気づきや学習したことを表現できる。</p> <p>[ワークシートにより確認]</p>


図 3-4- 4 2 時間目の授業で用いた学習指導案

<1 時間目>

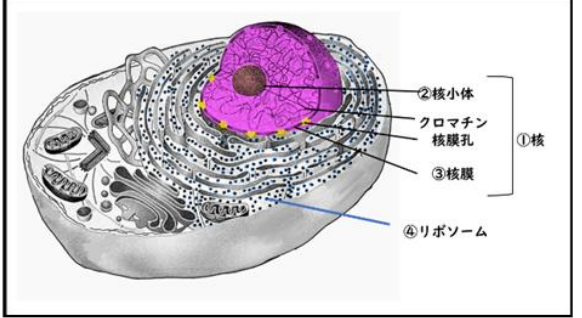
1



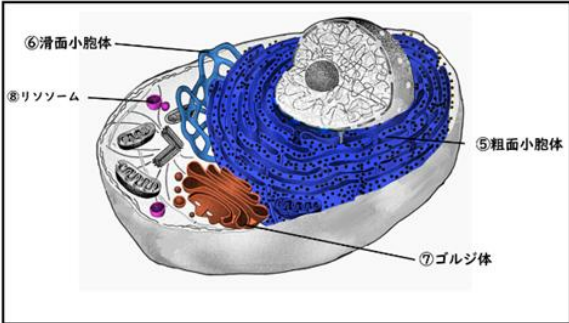
細胞や細胞小器官について
知っていることや学習したことを書きだそう
イラストも可◎



2



3



4

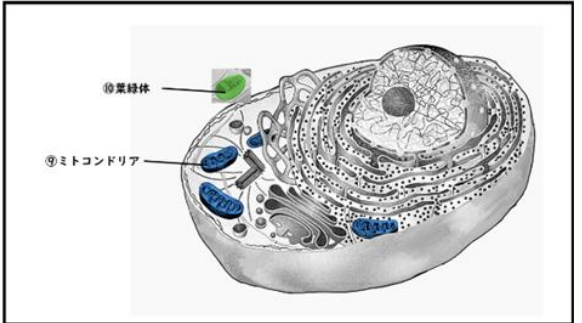



図 3-4-5 実践 7 : 1 時間目の授業で用いたスライドの一部


<2 時間目>

1



食事後に眠たくなるのは何故だろう
→ホルモンに着目してみよう

2




細胞中でタンパク質が合成され、細胞外に分泌されるまでの流れを考えてみよう

①一人で予想を立てる (2分)

②グループで意見を交換し、細胞小器官カードを用いて画用紙に意見をまとめてみよう
※転写等これまで学習したことを記載してください (18分)

画用紙の裏に班名と班員の名前を記載してください (鉛筆で可)

3



細胞中でタンパク質が合成され、細胞外に分泌されるまでの流れを考えてみよう

③整理したことを結果の枠の空いているところに文章で説明してみよう (3分)

4

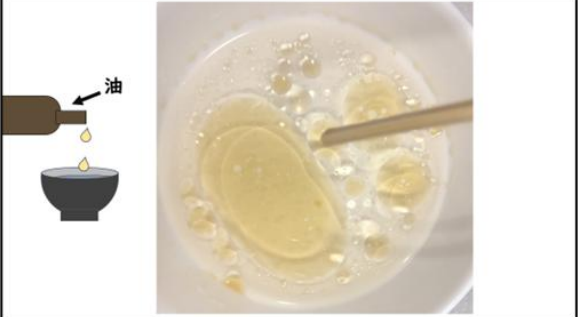


図 3-4-6 2 時間目の授業で用いたスライドの一部

No.2 2章 細胞と分子 1節 生体物質と細胞 p.87~89

2年組 番号前:

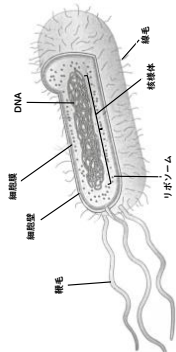
▶細胞や細胞小器官について知っていることを書きだそう(イラストも可)

A: 活動①

--

② 原核細胞と真核細胞の構造 (資料集p.20~)

() 細胞 () 細胞
 ・原核細胞からなる生物を () とい、
 () と () と
 () に分けられる。原核生物には
 () をもたないがチラコイド膜をもち光合成を行
 なうものが存在する。
 大きさ:
 リボソーム



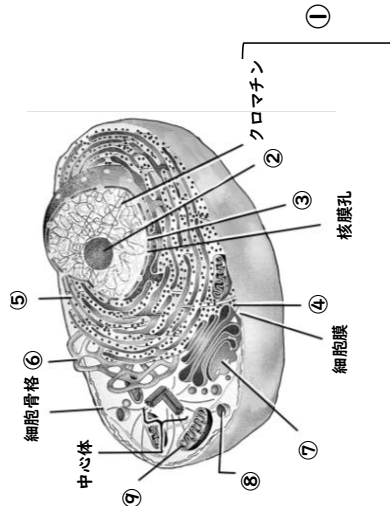
() 細胞
 ・真核細胞からなる生物を () とい、1つの
 細胞からなる () と多数の細胞からなる
 () に分けられる。
 核内ではDNAが () と呼ばれるタンパク質と共
 に () という構造を形成している。
 大きさ:



2. 真核生物の構造と機能 (資料集p.24~)

細胞小器官	特徴	はたらき
①		
核	②	
	③	
④		

⑤	小胞体		
⑥	(小胞体)		(脂質の代謝に関与)
⑦			
⑧			
⑨			
⑩			



授業内で扱ったどの項目が考えが深まることに有効だったと感じますか (複数回答可)

- B
- ・ 中学理科の内容
 - ・ 生物: 第1章の内容
 - ・ 生物: 第2章1節の内容
 - ・ 生物: 第2章1節の内容
 - ・ 他教科 ()
 - ・ その他 ()
 - ・ 該当なし

関連付けができたことについて1つ具体的に教えてください

C

図3-4-7 1時間目の授業で用いたワークシート

食後、眠たくなるのは何故だろうか、ホルモンに着目して説明してみよう

【 (タンパク質) 】は から血液中へ分泌され



考えてみよう!

どのようにタンパク質は細胞外へ分泌されるのだろうか

以下の語句を並び替えよう

(リボソーム / 核 / ゴルジ体 / mRNA / 小胞体 / 細胞膜)

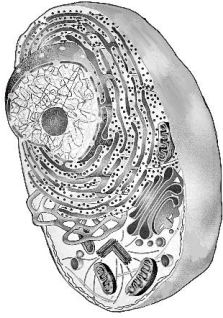
() → () → ()
 → () → () → ()

結果

文章や図を用いてグループで出た意見をまとめてみよう
 (流れやそれぞれの器官のはたらきも記入)

D: 文章

メモ欄 (話し合いで出てきた語句や考えの整理用に使ってください)



step up!

どのようにタンパク質が細胞外に分泌されているのだろうか
 文章や図を用いて説明してみよう ※参考: pp.

▶タンパク質の分泌にかかわる細胞小器官を1つ挙げそのはたらきを説明しよう

E

▶前回・今回の授業を通して細胞小器官とタンパク質の分泌について考えが深まったと感じますか

5. 非常に深まった 4. 深まった 3. どちらでもない 2. あまり深まらなかった 1. 深まらなかった

--	--	--	--	--

理解の深まりにおいて、次のどの項目に関する関連づけが有効でしたか。当てはまる項目に○をつけましょう (複数選択可)。

G ・ 中学理科の内容 ・ 生物: 第1章の内容 ・ 日常生活 () ・ その他 ()
 ・ 生物基礎の内容 ・ 生物: 第2章1節の内容 ・ 他教科 () ・ 該当なし

H 「関連づけができた項目を一つ選んで、その関連づけを説明してください。」

図 3-4-8 2時間目の授業で用いたワークシート

3.4.3 結果と考察

実践7の実際の授業展開とワークシートの回答とその分析結果を以下に示す。

<1時間目>

(4) 実際の授業展開

以下は実際の授業展開である。1時間目は展開の部分で、教科書や資料集を用いて細胞小器官について生徒自身でまとめ、ペア活動を通して意見交換を行う想定だった。しかし最初に行った2年い組において、時間が足りなくなってしまう、授業者が最終的にまとめるものとなった。そこで次に行った2年ろ組の授業では、周囲の生徒と分担し共有させ、解説を行わずに授業後にインターネット上に資料を共有し各自で確認してもらおう形とした。

過程	○学習内容・学習活動 ・想定している反応	学習 形態	指導上の留意点 ○教師の発問
導入	<p>○今まで生物基礎などで学習した細胞小器官や細胞について知っていることを個人で書き出し、全体で共有した。</p> <p><2年い組> 細胞壁—植物細胞—葉緑体 細胞膜—植物・動物 真核細胞—核膜を持つ 原核細胞—核膜をもたない</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; text-align: center;">活動 ①</div> <p><2年ろ組> 細胞分裂して増える 細胞内共生説 植物—細胞壁をもっている 動物細胞にはない</p>	個人 全体	<p>・出た回答について生徒に問い返した</p>
展開	<p>○原核細胞、真核細胞について、教科書を参考にワークシートの空欄を埋め全体で確認した</p> <p><2年い組> ○核・リボソームの構造について、教科書や資料集を基にまとめ、周囲の生徒と分担し共有し全体で確認した。 確認した後、どのように遺伝情報からタンパク質が作られるのか(セントラルドグマ)を復習した。それが核とリボソームで起こることを確認した。</p> <p>○小胞体、ゴルジ体、リソソーム、ミトコンドリア、葉緑体の構造やはたらきについて教科書や資料集を基にまとめ周囲の生徒と分担した。最終的に教師主体で内容を確認した。</p> <p><2年ろ組> ○核・リボソーム、小胞体、ゴルジ体、リソソーム、ミト</p>	一斉 ペア 一斉	<p>○原核生物にはどんな生物が存在するだろうか ・アーキア・細菌</p> <p>○この一連の流れを何というか</p>

	コンドリア、葉緑体の構造やはたらきについて教科書や資料集を基にまとめ、周囲の生徒と分担し共有し、授業後にインターネット上に共有し確認させた。	ペア 一斉	
まとめ	○本時の振り返りを行う ・学習が深まったのか回答し、何が深まったのか記述した。	個人	・学習したこと、気づき疑問点などを記入してもらう。

(2) 実践7のWS：Bの回答の分析

以下は実践7においてWSの記述内容を分析したものである。

以下の表3-4-1・3-4-2は、ワークシートのBの部分において授業内容の理解の深まりに有効だった関連付けについて既習事項や日常生活・他教科の内容などの項目から選択してもらったものを、2年い組・2年ろ組にわけカウントしたものである。2年い組を表3-4-1、2年ろ組を表3-4-2に示す。回答した生徒は1時間目では2年い組で32人、2年ろ組で28人であった。

表3-4-1：1時間目：2年い組においてBの部分で得られた回答

関連付けられた項目について（回答人数：32人/36人）

項目	人数(人)
中学理科の内容	14
生物基礎の内容	31
生物第1章の内容	8
生物第2章1節の内容	6
日常生活	0
他教科	0
その他	0

表3-4-2：1時間目：2年ろ組においてBの部分で得られた回答

関連付けられた項目について（回答人数：28人/32人）

項目	人数(人)
中学理科の内容	11
生物基礎の内容	26
生物第1章の内容	12
生物第2章1節の内容	10
日常生活	0
他教科	0
その他	0

2年い組、2年ろ組共に、殆どの生徒が生物基礎の内容で関連付けることができたと回答している。これは植物細胞と動物細胞について、生物基礎で学習をしていたことに加えて、今回細胞小器官についての学習活動の前に生物基礎の教科書に載っている図と今回学習する細胞の構造を比較する時間を

とったためではないかと考えられる。2年い組では2年ろ組と比較して中学理科の内容を選択した生徒が多くなったのは、活動①において動物細胞・植物細胞の違いを考える時間をとったことが起因したと考えられる。また2年ろ組で生物第1章、第2章と回答した生徒が多く見られたのは活動①において細胞内共生説というフレーズが出たためではないかと考えられる。

(3)ワークシート：Cの回答の分析

表3-4-3、表3-4-4は、ワークシートCの部分において2年い組、2年ろ組でそれぞれ得られた回答である。

2年い組では36人中28人が回答し、2年ろ組では32人中16人が回答した。2クラスの回答に通し番号をつけている。

授業の内容に沿ったものを書いている生徒が多く見られた。また、表3-4-1・2共に、関連付けを行なえた項目の中で「生物基礎の内容」を選択している生徒が多いこともあり、「生物基礎」という単語を記述している生徒が多く見られた。

自由回答の用語に注目すると、「役割」を用いていたり、役割に相当する記述が見られたりしたのは9人(No.3・4・5・10・14・16・37・38・42・43)であった。また、「セントラルドグマ」に関連する内容について記述が見られたのは4人(No.15・23・26・27)であった。これまでに受けた別の授業内容について触れている記述は5人(No.1・17・25・29・30)で見られた。

生徒の回答を関連付けの視点から分析すると、No.16の生徒の『細胞は合成を行っているという内容より呼吸などの代謝に関連付けれた。』という記述内容では、今回学習した葉緑体・ミトコンドリアの働きから連想され、生物基礎で学習した異化・同化などの代謝に結び付けることができたのではないかと考えられる。17の生徒の『進化で習った細胞内共生説と結び付けることができた』という記述内容では葉緑体やミトコンドリアについて学習する中で前章の進化の中で学習した細胞内共生説が思い出されたのではないかと考えられる。

今回具体的な関連付けの記述が見られなかった。これは教科書に準拠した内容だったことに加え、それぞれの器官をまとめるだけで生徒が自分たちで思考する機会がなかったためではないかと考えられる。

表 3-4-3：ワークシート C において 2 年い組で得られた回答

1	1 年生の時教科書とは別に先生がおっしゃっていたヒストンなどがやっと出てきて少し役割を知ることができました
2	1 年生の時の生物基礎のときに理解できていなかったことがこの授業ですごく理解できた
3	各細胞小器官の特徴やはたらきについて
4	基礎で学習した細胞小器官のはたらきとつながりが分かった
5	基礎の方で習った細胞の働きとか名前とか忘れていたので思い出すことができました
6	去年の生物基礎より踏み込んだ話が始まりそうで面白そうです
7	ゴルジ体やリソソームの位置がどれにあたるかを既に習っていたのでスムーズに理解できた
8	これまでの復習と新しく細かい部分まで学べた
9	今度模試に出てくる範囲の復習になった
10	細胞小器官がどんな特徴をもっていてどんな働きがあるか分かった
11	細胞小器官について学べた
12	細胞小器官の名前と特徴を関連付けて覚えることができた
13	細胞小器官の名前の関連付けができた
14	細胞小器官の役割のつながり
15	細胞の生命活動における流れ
16	細胞は合成を行っているという内容より呼吸などの代謝に関連付けられた。
17	進化で習った細胞内共生説と結び付けることができた
18	生物基礎で学んだことをより詳しく知れた
19	生物基礎で学んだ細胞のつくりと関連付けながらできた
20	生物基礎の細胞と細胞小器官
21	生物基礎の植物細胞、動物細胞の内容からもっと詳しく知れました。
22	粗面小胞体はリボソームが多数付着していて、滑面小胞体はリボソームが付着していない
23	タンパク質が作られるまでの流れ（セントラルドグマ）
24	中学で習った内容をより詳しく学べた
25	中学理科のときの原核生物や真核生物の内容
26	転写と翻訳
27	転写と翻訳の仕組みがあやふやだったのではっきりできてよかった
28	ミトコンドリアと葉緑体は特徴が似ているということ

表 3-4-4 ワークシート Cにおいて 2 年ろ組で得られた回答

29	1 年時に習ったATP、rRNA、 mRNA
30	1 年生の時教科書とは別に先生がおっしゃっていたヒストンなどがやっと出てきて少し役割を知ることができました
31	1 年で習った基礎の内容と関連して復習ができた
32	1 年に習ったこと
33	1年の時に習ったことをより深めることができた
34	1年のふくしゅうもできた
35	クロマチンという構造を初めて知った
36	ゴルジ体とリソソームに深いかかわりがありそうだと思います
37	細胞小器官の役割などについて再確認できてよかったです
38	生物基礎で習った時よりも詳しく構造やはたらきについて知ることができた
39	生物基礎の内容を生物でもっと詳しく知ることができた 核の中にも核小体や核膜などより細かい器官があることに驚いた
40	生物基礎よりもより深く細胞小器官について学ぶ
41	ミトコンドリアのおかげで生きてしていると知った
42	ミトコンドリアの働きをより深く知ることができたこと
43	ミトコンドリアは私たちの呼吸に関わっている
44	リソソームはゴルジ体から生じる分解酵素をもっていると関連付けられた

<2 時間目>

(1) 実際の授業展開

以下は実際の授業展開である。2時間目では2クラスの間で実践内容に違いはなかった。しかし、展開の活動②の後のタンパク質がどのように細胞膜外に排出されるかについては、どちらのクラスも十分に考える時間をとることができなかった。

過程	○学習内容・学習活動 ・想定している反応	学習形態	指導上の留意点 ○教師の発問 ・工夫など
導入	<p>○食事後の血糖値の上下についてホルモンという言葉を使用して個人で考える時間を取り、その後全体で確認した。</p> <p>・食事をとることにより血糖値が上昇し、それを下げるインスリンが分泌される。急激に血糖値が下がることによりエネルギーが不足し眠たくなる</p> <p>・ランゲルハンス島 B 細胞</p>	個人	<p>○午後からの授業って眠くなるけれど、その理由を説明することができるか</p> <p>○インスリンはどこで分泌されるか覚えているか</p> <p>○インスリンはタンパク質からできている、どのように細胞外から血液中に分泌されるのか</p>
展開	<p>○細胞内でどのような流れでタンパク質が作られ分泌されるのか個人で予想を立て、グループでタンパク質が分泌されるまでの流れをカードや矢印、模造紙を使用してまとめた。</p> <p>○まとめた内容を1つの班に発表してもらい全体共有した。</p> <div data-bbox="571 1301 663 1406" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>活動②</p> </div> <p>○タンパク質が細胞膜から出るためにどのような動きがあるのか p94 や p92 を参考に考えた</p>	<p>個人</p> <p>グループ</p> <p>グループ</p>	<p>○細胞内でどのような流れでタンパク質が作られ分泌されるのか</p> <p>予想を立ててみよう</p> <p>・転写等の単語を書き込むよう指示した</p> <p>・核→リボゾーム→小胞体→ゴルジ体という流れで分泌されることを最終的に確認</p> <p>・転写・翻訳・セントラルドグマなどの単語を確認した</p> <p>○分泌までの流れは確認できたけど、どのように細胞膜から出るのだろうか</p> <p>ヒントとして細胞膜の特徴を水に浮かべた油でたとえ分泌される様子を確認した</p>
まとめ	<p>○タンパク質の分泌にかかわる細胞小器官を1つ挙げ、その器官の働きの説明を記述させた。</p> <p>○本時の振り返りを行う</p>	個人	<p>・学習したこと、気づき疑問点などを記入させた</p>

(2) 活動②において班ごとに見られた特徴

2時間目に行った活動②で作成してもらった画用紙について班ごとにどのような特徴が見られたかを分析した。2年い組で6班 (a~f)、2年ろ組で6班 (g~i) の結果を図3-4-9・図3-4-10に示す。

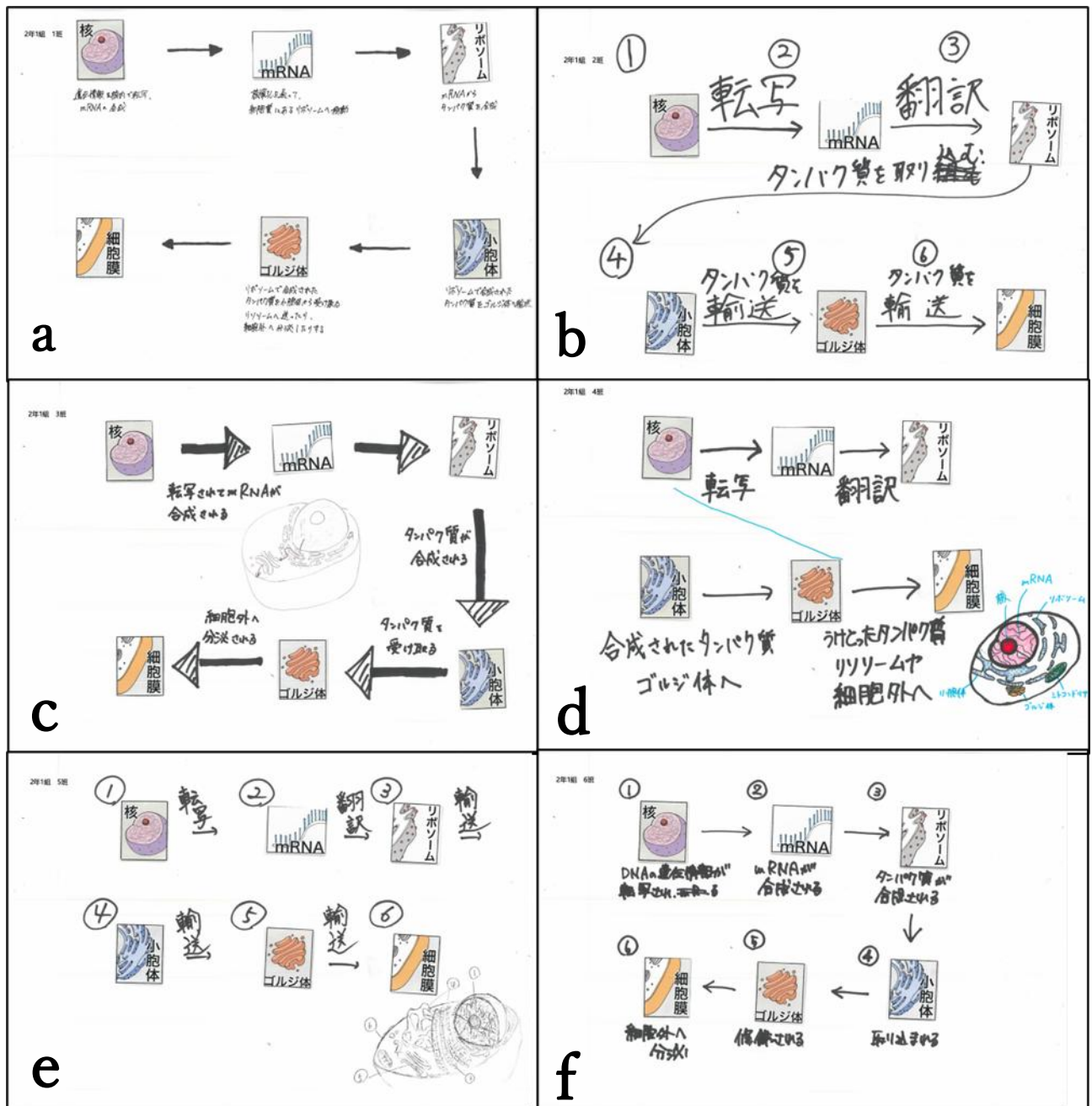


図 3-4-9 活動②で作成された図 (a~f はい組)

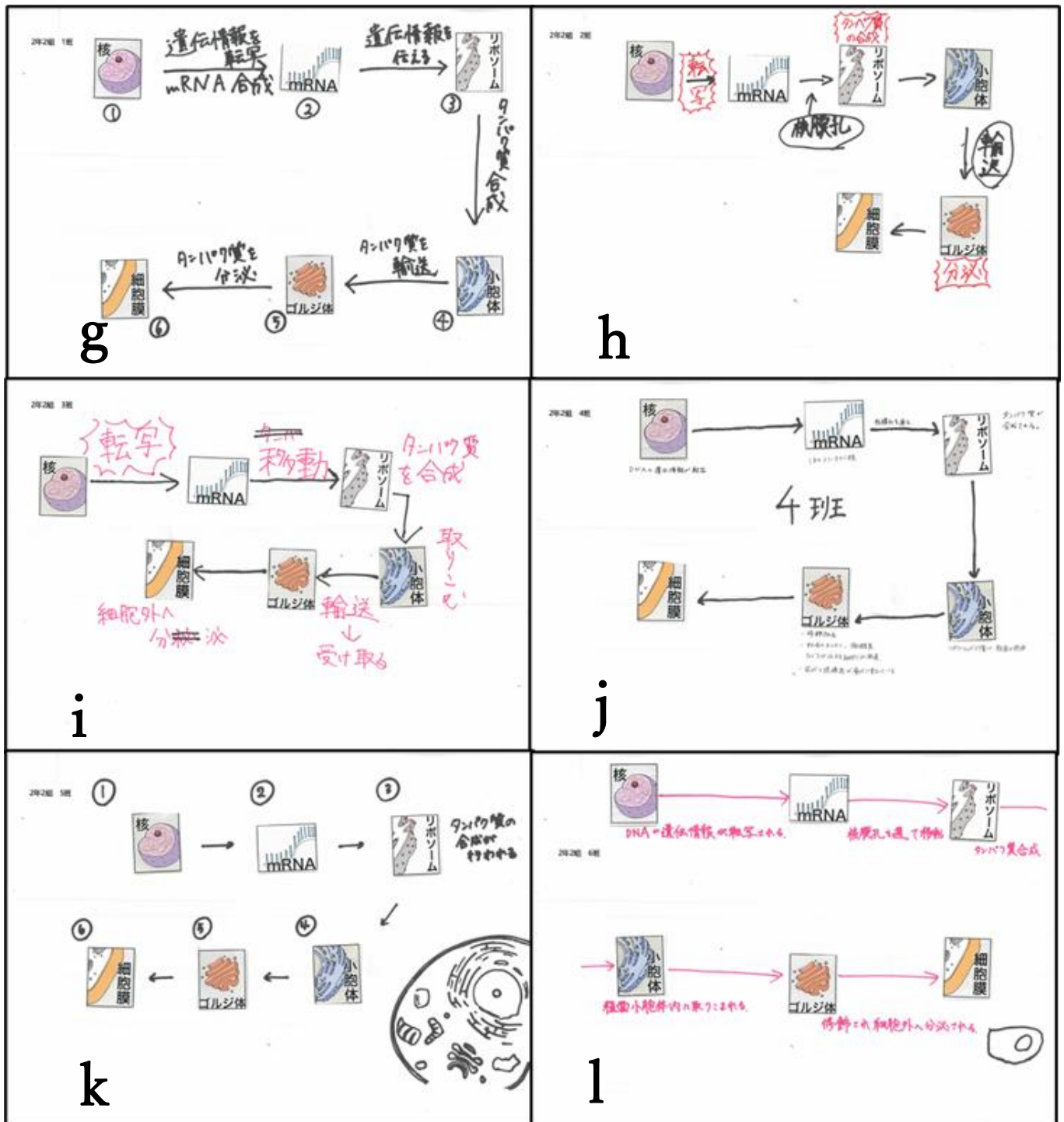


図 3-4- 10 活動②で作成された図 (g~l はろ組)

教科書や資料集を見て2クラス全ての班においてカードは正しく貼られていた。番号や矢印をつけることでタンパク質の細胞内における移動が正しく示されていた。しかし、記載されている内容の程度に違いが見られた。図中のそれぞれのカードの流れにおいて文章で説明を書き添えていた班は6班 (a, c, f, g, j, l)、転写・翻訳などの単語に加え簡潔な文章を書き添えていたのが4班 (b, d, h, j)、単語のみを書き添えていたのが1班 (e)、文章や単語などの記載が殆どないのが1班 (k)であった。ま

た、画用紙内に細胞などの図を記載した班は5班（c, d, e, k, l）であった。d, e班は書き加えた図の中にカードの番号を書いて図と対応させていた。c班では細胞の図の中に矢印を書くことで反応の進み方を表していた。k, l班は細胞のような図が書かれていたが、これはカードとの対応ではなかった。

教科書には直接的に転写や翻訳という単語は書かれていない。しかし殆どの班で転写・翻訳といったキーワードが記載されていた。これは、資料集から引用した場合も考えられるが、これまでの学習と今回の内容が関連付けられた可能性があると考えられる。また、このように班によって記述の仕方が違う要因としては、具体的に参考資料を示したわけではないため、班によって参考にしたものが違ったことが要因ではないかと考えられる。また、班が6人と少し人数が多いためそれによって活発に話し合いをする班と班員の誰かに委ねている班が見られた。そのため班によって活動への姿勢が違ったことも要因の1つだと考えられる。k, l班は細胞のような図に関しては授業内で「時間に余裕があったら図を書きこんでもよい」と指示をしたため記載された図ではないかと考えられる。

（3）2時間目のワークシート D に記載されたものの分析

活動②を通して、タンパク質が合成・分解されるまでの流れについて班ごとに特徴があるのかを調べるためにWSのDの欄の記述内容を分析した。2年い組6班（a～f）、2年ろ組6班（g～i）のうちから今回は2年い組b班、2年い組e班、2年ろ組h班を抜粋して分析を行った。b・e班は班員全員が回答しており、かつ生徒一人一人の記述が異なることより抜粋した。h班では回答できた生徒が2番目に少なかったため（1番少なかった班はd班であり、回答者は0名だった）、比較のために抜粋した。

[2年い組b班]

6人中6人回答、以下生徒の記述内容

生徒 a：核内で mRNA が転写される→細胞質にあるリボソームへ移動（mRNA が）→リボソームで mRNA からタンパク質が合成→小胞体がタンパク質を輸送→ゴルジ体→細胞膜へ輸送

生徒 b：核内で転写がおこり、mRNA が生成され、リボソームで翻訳が起こる。

小胞体ではタンパク質が取り込まれ、ゴルジ体に移動し、細胞膜から細胞外へ分泌される”

生徒 c：核 DNA の遺伝情報が転写される → mRNA が合成される → リボソーム タンパク質が合成される → 小胞体 取り込まれる → ゴルジ体 修飾される → 細胞膜 細胞外へ分泌

生徒 d：核内で遺伝情報が転写され、mRNA が合成される。リボソームで mRNA からタンパク質が合成（翻訳）され、小胞体では、合成されたタンパク質を取り込み、ゴルジ体へ輸送する。ゴルジ体では小胞体で受け取ったタンパク質を細胞外へ輸送する。

生徒 e：核内で遺伝情報が転写され、mRNA が合成された後、翻訳されタンパク質が合成される。タンパク質はリボソームへ移動し、小胞体、ゴルジ体を通して運ばれる。ゴルジ体が受け取ったタンパク質は細胞膜を通してリソソームや細胞外へ分泌される。

生徒 f：核から mRNA への転写、mRNA から小胞体への翻訳、小胞体からリボソームへのタンパク質の取り込み、リボソームからゴルジ体へのタンパク質の輸送、ゴルジ体から細胞膜への輸送

<記述の分析>

- ・生徒 a～生徒 f のすべてで転写・ mRNA という単語が見られた。しかし、転写という言葉では生徒 a・生徒 f において誤った使い方が見られた。
- ・翻訳という単語を用いた生徒は 3 人（生徒 b・生徒 d・生徒 e），しかし生徒 e では mRNA や小胞体の語句について誤って使用している。
- ・大まかな流れは一致しているが、特に核内で遺伝情報が mRNA に転写され、タンパク質を合成する流れにおいて、生徒 a、生徒 f では文章に誤りが見られる。（下線部の通り）

翻訳やタンパク質の輸送と記載している生徒はそれぞれ 3 人ずつであった。全体の流れは共有されているが班で作成した画用紙通りの言葉を全員が使用していない。また詳細な部分においていくつかの生徒で誤りが見られた。以上のことから b 班では活動②によって全体的な流れの共有ができていますが文章化するには画用紙の内容をそのまままとめたのではなく、細かい部分は自分で考え記載したのではないかと考えられる。

[2 年い組 e 班]

7 人中 4 人が回答、以下生徒の記述

生徒 g：核で DNA の遺伝情報が転写される。（mRNA 合成）→ mRNA が翻訳されリボソームができる→小胞体が合成されたタンパク質を取り込む→ゴルジ体が受け取ったタンパク質をリソソームや細胞外へ輸送

生徒 h：核で mRNA が合成され、mRNA からタンパク質がリボソームで合成される。そこから小胞体→ゴルジ体→細胞膜外へ輸送される。

生徒 i：核で転写されて合成された mRNA に基づいてタンパク質へと翻訳され、それがリボソームによって小胞体まで運ばれる。小胞体で取り込まれたタンパク質はゴルジ体に送られそこで修飾され、細胞膜を經由して細胞外へ分泌される。

生徒 j：①DNA の遺伝情報が転写される → ②③mRNA が翻訳されリボソームができる → ④小胞体が合成されたタンパク質を取り込む → ⑤⑥ゴルジ体が受け取ったタンパク質をリソソームが細胞外へ輸送

<記述の分析>

- ・核で DNA の遺伝情報が転写されることについて 2 人が記載している。（生徒 g・生徒 j）
- ・単語や流れ自体は一致しているが生徒により記述が異なる。（但し生徒 g 生徒 j は記述内容が似ている。）

この班では画用紙の内容は単語のみとシンプルなものであったが、生徒によって文章の記述内容が異なっている。画用紙には転写という単語が記述されているが、生徒 h では転写・翻訳という記述が見られず、合成と記載していた。また、文章ではなく矢印で示している生徒が 2 人（生徒 g・生徒 j）見られた。またこの 2 人の生徒は翻訳という単語を誤って使用していた。そのうちの 1 人は画用紙の番号をそのまま用いていた。これは画用紙の影響を受けているのではないかと考えられる。以上のことから b 班と同様に全体的な流れは共有しているが、各自で文章化しているのではないかと考えられる。そして生徒 g・生徒 j の回答から文章化する際に、教科書よりも作成した画用紙が影響を与えている場合が考えられる。

[2年ろ組 h 班]

7人中2人が回答、以下生徒の記述

生徒 k：核の中の DNA で mRNA が転写され（ここで記述が止まっていた。）

生徒 l：核内で転写されて mRNA が合成される。mRNA を通ってリボソームに移動する。リボソームで合成されたタンパク質が小胞体・ゴルジ体を通して運ばれる。

※但し、生徒 k・l は画用紙に記載していた生徒とは異なる。

<記述の分析>

同じクラスの他の班では g 班では 6 人中 4 人、i 班では 5 人中 3 人、j 班では 6 人中 3 人、k 班では 7 人中 6 人、l 班では 6 人中 5 人が記述していた。班の全員が記述できていたわけではないが、h 班は最も記述できた生徒の少ない班であった。これは 3 つの要因が考えられる。1 つ目が活動②を行い画用紙にまとめた後に、どうして文章化する必要があるのかが生徒に伝わっていなかった可能性があることである。2 つ目は h 班に文章で表すことが苦手な生徒が多かった可能性があることである。3 つ目は今回行った活動②について 6 人で構成しており、4 人班にする時よりも 1 人 1 人の役割や責任が薄くなってしまったことから、班の中の数名だけがまとめるような構図になっていた。そのことで授業への参加意欲が薄まってしまったのではないかと考えられる。以上のことから、今回のようにまとめる活動→文章化する活動を行う際には・目的をしっかりと説明すること・班の人数に対しても工夫をするべきであると考えた。

(4)2 時間目のワークシート E・F の回答の分析

以下の図 3-4-11・図 3-4-12 は、ワークシート F の部分において、実践⑦の授業を通して考え方が深まったのかの自己評価の結果をまとめたものである。

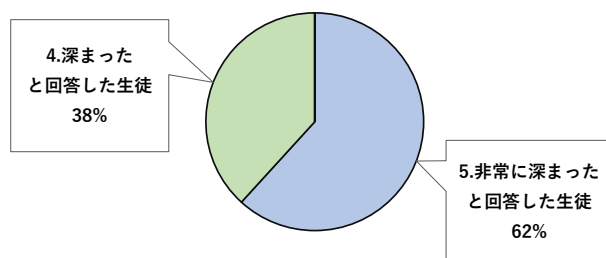


図 3-4-11 2 年い組での考えの深まりの自己評価(34 人回答)

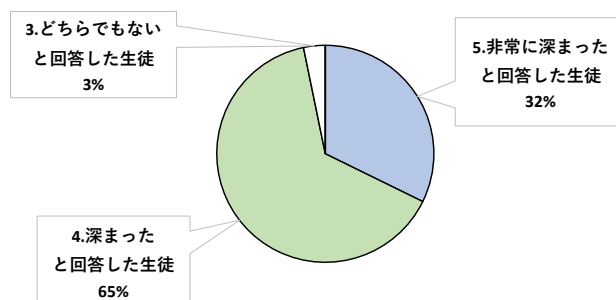


図 3-4-12 2年ろ組での考えの深まりの自己評価 (31人回答)

2年い組では5.非常に深まったと回答した生徒が約62%、4.深まったと回答した生徒が38%であった。2年ろ組では5.非常に深まったと回答した生徒が約32%、4.深まったと回答した生徒が65%、3.どちらでもないと回答した生徒は約3%であった。両クラスについて1.2と回答した生徒はいなかった。またワークシートのGの部分の自由記述ができた生徒はい組では30人、ろ組は17人であり、い組とろ組で倍近く差がある。この違いは、い組では活動②の班活動の時間を少し多くとったことと、い組の方がろ組よりも以前から自由記述ができる生徒が多いことが要因として挙げられる。

以下の表3-4-5・3-4-6は、ワークシートのFの部分において授業内容の理解の深まりに有効だった関連付けについて既習事項や日常生活・他教科の内容などの項目から選択してもらったものを、2年い組の回答を表3-4-5、2年ろ組の回答を表3-4-6に示す。回答した生徒は2年い組で31人、2年ろ組で29人であった。

表 3-4-5：2時間目：2年い組においてFの部分で得られた回答 (回答人数：31人/34人)

関連付けられた項目	人数(人)	割合
中学理科の内容	3	10%
生物基礎の内容	26	84%
生物第1章の内容	11	35%
生物第2章1節の内容	13	42%
日常生活	4	13%
他教科	0	0%
その他	0	0%

表 3-4-6： 2 時間目：2 年ろ組において F の部分で得られた回答（回答人数：29 人/33 人）

関連付けられた項目	人数(人)	割合
中学理科の内容	5	17%
生物基礎の内容	21	72%
生物第1章の内容	15	52%
生物第2章1節の内容	10	34%
日常生活	2	7%
他教科	1	3%
その他	0	0%

WS の F の部分で得られた生徒の関連付けに関する項目を見ると、生物基礎と回答した生徒が最も多く、い組では 84%、ろ組では 72%の生徒が生物基礎の項目を選択していた。い組では生物第 2 章の内容（42%）、生物第 1 章の内容（35%）、日常生活（13%）、中学理科の内容（10%）の順となった。ろ組では生物第 1 章の内容（52%）、生物第 2 章の内容（34%）、中学理科の内容（17%）、日常生活（7%）の順となり、い組・ろ組と共に生物第 1 章の内容、生物第 2 章の内容と答えた生徒が多くなった。今回、日常生活と回答した生徒はい組では 13%、ろ組では 7%、他教科と回答した生徒は、い組では 0%、ろ組は 3%と少なかった。

生物基礎の内容と答えた生徒が多かったのは 1 時間目の授業実践と同様に、細胞や細胞小器官についての内容を復習したこと、生物基礎で学習した内容である転写・翻訳等が今回のキーワードとなっていたことが大きく影響するのではないかと考えられる。2 年い組 2 年ろ組ともに、生物第 1 章・第 2 章と回答する生徒が 30%以上見られたのは、細胞膜の主成分についての学習の中で、1 章で学習した内容を振り返ったことで関連付けが行われたのではないかと考えられる。日常生活や他教科と答えた生徒が少なかったのは細胞という小さい単位の学習であったことから生徒にとっては想像しにくいものだったのではないかと考えられる。

(5)2 時間目のワークシート G の回答の分析

ワークシート G の「関連付けができた項目を 1 つ選んで、その関連付けを説明してください」部分において、い組とろ組から得られた回答をそれぞれ表 3-4-7、表 3-4-8 に示す。2 年い組では 34 人中 30 人が回答し、2 年ろ組では 33 人中 17 人が回答した。2 クラスの回答に通し番号をつけている。

1 時間目と同様に授業の内容に沿ったものを書いている生徒が多く見られた。自由回答の用語に注目すると、「細胞小器官」や細胞小器官の具体的な名称を記述していたのは 14 人（No.1・3・4・6・7・9・11・13・19・27・28・33・34・38）であった。具体的な記述も見られたが、細胞小器官そのものを記述している生徒が多かった。例えば、No.7 の「昨日学習した各細胞小器官の働きから予想をたてられた」のようにそのものを記載していた。「タンパク質の合成」に関連する内容について記述が見られたのは 13 人（No.1・9・14・19・20・21・22・23・24・27・33・43・44）であった。細胞膜やリン脂質について触れている記述は 17 人（No.10・11・12・16・17・18・20・22・28・29・35・36・37・

40・45・46・47) で最も多く見られた。ホルモンについて触れている生徒は3人 (No.3・8・24・25) であった。

今回の実践では特に細胞小器官やタンパク質の合成に焦点を当てているもの (活動②) であったため、Gの部分では殆どの生徒が細胞小器官やタンパク質の合成について挙げるのではないかと予想していた。実際に細胞小器官については47人中のべ14人、タンパク質の合成についてはのべ13人であった。しかし、リン脂質や細胞膜について述べている生徒が最も多く17人見られた。これは授業の最後に学習した内容であることや実際に第1章の内容を見返している生徒が多く見られたことや、今回の学習内容と油滴の様子を演示したことによって過去の授業を想起させた可能性が考えられる。

生徒の回答を関連付けの視点から分析すると、No.11の生徒では『小胞体からゴルジ体の輸送がラーメンの油に似ていること』という記述が見られた。この生徒のワークシートの他の回答に着目すると、Eの部分 (タンパク質の合成にかかわる細胞小器官を一つ挙げ説明するという問い) では「mRNA：タンパク質を合成する」と記述していた。またFの部分 (考えの深まりについての自己評価) では「5：非常に深まった」、Gの部分 (関連付けられた項目を選択するもの) では「生物第2章1節の内容・日常生活 (ラーメンの油)」と回答していた。また、No.40の生徒でも『先生が説明されたように油がお箸にくっつくとな重なって考えることができた』という記述が見られた。この生徒のワークシートの他の回答に着目すると、Eの部分 (タンパク質の合成にかかわる細胞小器官を一つ挙げ説明するという問い) では回答がなく、Fの部分 (考えの深まりについての自己評価) では「5：非常に深まった」、Gの部分 (関連付けられた項目を選択するもの) では「生物基礎の内容・生物第2章1節の内容・日常生活 (ラーメンの油)」と回答していた。これらの生徒は授業中に細胞膜から物質が分泌される際の動きについて油滴の様子を提示したことにより、日常生活に結び付いたのではないかと考えられる。生徒や教師にとって身近な例を挙げることにより日常生活について関連付けることを誘発できるのではないかと考えた。No.12の生徒では『親水部や疎水部によって分離されてから輸送されることに驚いた。』という記述内容が見られた。同様に親水性・疎水性について回答している生徒は5人見られた。その内の5人が「生物基礎の内容」、3人が「生物第1章の内容」の項目と関連付けられたと回答していた。授業の後半でタンパク質を分泌する際、細胞膜の仕組みについて生徒が考える時間をとった。生物基礎や前章で学習したリン脂質二重層の内容を振り返ることで、その際に学習した疎水性・親水性についても同時に思い出されたのではないかと考えられる。No.3・8・24・25の生徒ではホルモンに関連する記述が見られた。また、このうち全ての生徒が「生物基礎の内容」、1人の生徒が「日常生活」に関連付けられたと回答している。これは導入でホルモンやインスリンについて触れたことで食後に眠たくなるという日常のことに関連付けられたり、生物基礎で学習したことを振り返る機会となったりしたのではないかと考えられる。

以上のことから、授業の様々な場面でこれまでに学習してきた内容について、教師が意図していない部分でも関連付けを行っている生徒が見られた。

表 3-4-7 ワークシート G において 2 年い組で得られた回答

1	「タンパク質の合成について」について、より深く学ぶことができた。リボソームで合成された後さまざまな細胞小器官を通っていることが分かった
2	1 年生の時に学んだときより、より詳しく内容を理解できました
3	mRNA やランゲルハンス島
4	核小体という言葉は知っていたのですが 核膜孔など知らない言葉も沢山出てきて奥深いなと思いました
5	基礎で出てきた器官が多くあった
6	基礎で習った用語（核・リボソーム・mRNA など）がどのような働きをしているのかが分かった
7	昨日学習した各細胞小器官の働きから予想をたてられた
8	血糖値を下げるホルモンはインスリンである。
9	細胞小器官の持つそれぞれの働きがタンパク質合成に関与していると分かった
10	細胞膜の形成
11	小胞体からゴルジ体への輸送がラーメンの油に似ていること
12	親水部や疎水部によって分離されてから輸送されることに驚いた。
13	生物基礎で学んだ細胞小器官との関連付けができた。
14	生物基礎で学習したタンパク質合成の流れ
15	生物基礎の内容の復習になった
16	前回の内容や生物基礎の物質の伝達のところとつなげられました。
17	疎水性・親水性の復習ができた。
18	第 1 章 リン脂質
19	タンパク質が細胞外へ分泌されるときに使用される器官について
20	タンパク質が輸送される方法はリン脂質が関係している
21	タンパク質の分泌を一連の動きを通して理解できました。
22	タンパク質の輸送について、1 章のリン脂質に関連性があることが分かった。
23	タンパク質を転写や翻訳などを経て分泌される
24	転写や翻訳でホルモンは分泌される
25	眠くなるのはインスリンが関係している
26	ミトコンドリアの有機物の分解など
27	リボソームがタンパク質合成の場であるということ
28	リン脂質と小胞体～細胞膜外への輸送
29	リン脂質の親水性と疎水性の復習ができた
30	私たちの体でそんなことが行われているんだなと思いました。

表 3-4-8 ワークシート G において 2 年ろ組で得られた回答

31	基礎で出てきた器官が多くあった
32	基礎では細胞小器官のはたらきを詳しく考えることが少なかったので考えられて深まった
33	昨日習った各細胞小器官の働きをタンパク質が分泌される一連の流れと結び付けて理解することができた。
34	細胞小器官のはたらきがいまいよくわかっていなかったのが今日の授業でよくわかったのが良かったです。
35	細胞膜、リン脂質
36	細胞膜の形成
37	細胞膜はリン脂質でできているということから1章の内容を振り返ることができた。
38	小胞体は排出の際に輸送の役割を行う。
39	生物基礎のただ名前とはたらきを覚えているだけだったがつなげて今日習ったらさらに分かりやすかった
40	先生が説明されたように油がお箸にくっくと重なって考えることができた
41	タンパク質が合成され分泌されるのを詳しく学んだ
42	中学で習ったことを復習しながら学べることができた
43	転写がどこで行われているかが分かった
44	転写や翻訳でホルモンは分泌される
45	どのように細胞外へタンパク質が分泌されるのか理解できました。
46	リン脂質…親水性・疎水性がある。
47	リン脂質の親水性と疎水性の復習ができた

第4章

4.1 総括および省察

本研究では、生徒が学習内容を実生活や既習事項と関連付けて学ぶための工夫を各実践に取り入れ、実際にどのような関連付けが見られたのかを分析した。しかし、実際に関連付けを行うため工夫をうまく取り入れることができないものもあったため、特に工夫を行えた実践3、実践7について結果を分析し、省察する。

<実践3>

実践3では、生物の「光合成」の単元において授業実践を行い、その中で生徒がどのようなことを関連付けたのか、どんなことを授業内で感じたのかを分析した。1クラスの実践では光合成の反応の流れについて言語化する活動と実験の結果を分析する活動を取り入れた。多くの生徒で実験や実験の結果に関する振り返りが多く見られた。そこで実物を用いることで生徒の関連付けを補助できるのではないかと考えた。また、実際に関連付けを行ったと推察した記述の中で、「①学習内容をこれまでの自分の考え方・認識の変容が見取れたもの」、「②既知事項・既習事項と結び付けたもの」、「③学習したことを新しい疑問に展開したもの」の3種類の関連付けが見られた。2クラス目の実践では、光合成の反応の1つである「チラコイド膜での反応」について流れを4つに分け、班の中で分担して調べたものを総括し反応についてまとめる活動を行った。生徒から反応を4つに分けることで反応について理解しやすくなったという記述が複数見られたが、この授業では内容が複雑であるため関連付けることが難しいという記述も見られた。このことより学習内容の理解度と関連付けには関わりがあり、生徒が関連付けを行うためには授業の工夫によって学習内容のハードルを下げる必要があり、また関連付けることにより学習内容のハードルを下げるのではないかと考えた。

今回用いたワークシートでは生徒の関連付けが何と何を関連付けているのかが分かりづらく、真意が生徒に伝わっていなかったため、実践3以降の実践では、授業の振り返りの質問内容を変更した。

<実践7>

実践7では、生物の「細胞小器官」の単元において授業実践を行い、生徒がどのようなことを関連付けたのかを生徒の振り返りから分析した。1時間目の授業実践では「細胞小器官のはたらき」について資料を用いてまとめる活動を行った。この活動では教科書の内容を調べ書き写すものであったため、あまり関連付けを見取ることができなかった。このことから関連付けを行うためには生徒が自分で考える時間をつくる必要があると考えた。2時間目の授業実践では、画用紙を用い「遺伝情報からタンパク質が細胞外へ分泌されるまでの流れ」についてまとめる活動を行った。グループ学習において、生徒は「転写・翻訳」等の用語を既習事項と結びつけて活用していた。また流れを文章化する活動では、班内で共有した内容を自身の言葉になおし説明しようとする生徒も見られたが、用語の誤用や資料をそのまま使用している生徒も確認された。また、班を6人で編成したことにより役割意識が低下し、記述の達成度に差が生じてしまった。今後は、班の人数について検討することと文章化の目的明示が課題である。

一方、ワークシートの分析からは、油滴の演示が「ラーメンの油」などの日常生活や、既習の「リン脂質」に関する知識を想起させたことが確認された。今回、細胞外への分泌のモデルとして油滴を取り上げた。このように教師が具体的な事象を授業内で提示することで、授業後にも日常生活の中で授業内容が想起されることにより学習内容が次の学びにつながるということが考えられる。そのため既習事項や日常生活を繋ぐ工夫し深い学びを誘発する授業計画を検討することが深い学びの鍵となる。

4.2 課題

これまでの実践を通じ、生徒が既習事項や日常生活と学習内容を関連付けるために、単に資料を提示するだけの授業では、教師による関連付けを意識した授業構成と活動内容の検討が不可欠であることが明らかとなった。しかし、学習内容の難易度が高い場合、生徒は関連付けを行う余裕を失う傾向がある。今後は生徒が「理解できる」と実感できるレベルまでハードルを下げる必要がある。理解の深化と関連付けの促進は相互に影響し合うため、双方向のアプローチを検討していきたい。また、実践7において、グループ学習をするにあたり、6人編成では役割意識が希薄化し、学びの定着に格差が生じることが明らかになった。今後は、全員が主体的に参加できるように、活動内容と班の人数を最適化し検討していく必要がある。

授業の冒頭で学習の見通しを伝え、学習の意味を自覚させたり、関連付けをあらかじめ意識させたりする活動を取り入れることで生徒の関連付けが更に誘発される。しかし、今回はそれを取り入れることなく、教師が関連付けを意図した活動の途中で生徒の自発的な関連付けが起こるのかという実践を行った。そのため、今後は導入段階で「関連付けることの意図」を生徒と共有し、目的意識を持って主体的に知識をネットワーク化できる環境を整えていく必要がある。

参考文献

- 1) 文部科学省：中央教育審議会 初等中等教育分科会 教育課程部会 高等学校理科専門部会（第4期第3回（第11回））議事録・配付資料
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/035/siryo/07101510/002.htm
- 2) 文部科学省：主体的・対話的で深い学びの実現（「アクティブ・ラーニング」の視点からの授業改善）について
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/10/24/1397727_001.pdf
- 3) 文部科学省：教育課程の実施と学習評価
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/senseioun/mext_01501.html
- 4) 独立行政法人教職員支援機構 國學院大學教授 田村学：「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて
https://www.nits.go.jp/materials/intramural/files/025_001.pdf
- 5) 文部科学省：国立教育政策研究所 主体的・対話的で深い学びを実現する授業改善の視点について 2020年6月
https://www.nier.go.jp/05_kenkyu_seika/pdf_seika/r02/r020603-01.pdf
- 6) 中尾敬：「記憶促進に有効な教示の組み合わせに関する検討—自己関連付け教示の教育場面に行ける有用性—」。広島大学心理学研究，第4号，2004 pp. 11- 17
- 7) 中込泰規：「科学的な知識を関連付け統合していく能力の伸長を目指す授業デザイン」日本科学教育学会研究会研究報告 Vol.33 No.4, 2019 pp.49- 54

授業で使用した教科書

- ・ 嶋田正和 ほか 25名 生物 数研出版 令和4年3月23日検定済