

3 授業実践

実践事例 11 生物基礎

指導計画

○単元名

「遺伝子とその働き 遺伝情報の分配」(高校生物基礎 実教出版)

○単元の目標

DNAの構造を理解し、DNAが体細胞分裂の際に、複製され質・量ともに均等に分配されることにより、遺伝情報が伝えられることについて、観察・実験などを通して基本的な概念や原理・法則の理解を深め、科学的な見方や考え方を養う。

○単元について

この単元では、DNAの構造が遺伝情報を担い得る特徴を持つことと体細胞分裂の前後で遺伝情報の同一性が保たれることを理解することがねらいである。そのために、DNAの構造についてはDNAが塩基の相補性に依存して二重らせん構造を持つこと、塩基の配列が遺伝情報となること、細胞周期の間期にDNAの複製が行われ、分裂期にDNAが等しく分配され、結果としてDNAが質・量ともにどの細胞でも同じになることを扱う。

○単元における工夫(思考力・判断力・表現力の育成を目指して)

- ・対話的活動を行う前に、生徒に対話的活動の必要性を伝えたり、今後の授業のやり方を確認したりする時間を設けることで、生徒の対話的活動に対する意識を高める。
- ・生徒が対話的活動に慣れるために、「本時の目標の提示→本時の活動内容の説明→個人での活動→グループでの活動→まとめ→リフレクション・シートの記入」という、授業の一連の流れを変えずに単元を通して行う。
- ・生徒が目的意識を持って授業に臨めるよう、単元を通して授業の初めに学習内容と目標の確認を行った。加えて、授業に入る前に個人の目標を決め、授業後にどのくらい達成できたかの振り返りをする時間を取る。
- ・グループのメンバーや人数を何度か変え、最終的に4～5人のグループを作る。
- ・授業者は極力正解を言わず、生徒に話させる。
- ・単元の最後に、生徒自身が単元を通じた学習内容や変容を振り返ることができるようリフレクション・シートを作成する。

○本時の目標

- ・DNAの複製の仕組みについて生徒同士や生徒と教師との対話的活動を通して考察し、自分なりの根拠を持って説明することができる。【思考・判断・表現】
- ・DNAの複製の仕組みについて理解する。【知識・理解】

○本時における工夫(思考力・判断力・表現力の育成を目指して)

- ・グループの中で発言しやすくするために、毎時間、対話的活動に入る前に活動時のルールを提示し、生徒に意識させる。
- ・生徒が自分の言葉で説明ができるように授業者は答えを言わず、生徒同士で答えに行き着くことができるような声掛け、発問を心掛ける。
- ・対話が滞っているグループには、対話を促す声掛け(単語で答えられる質問から、少しずつ対

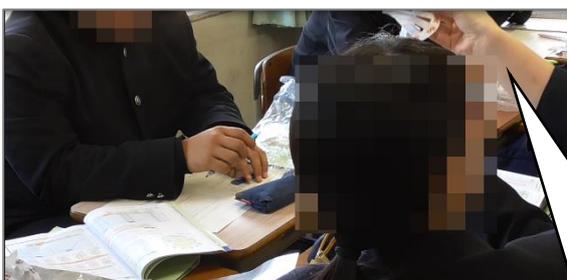
話で広げていくような質問) をしたり、簡単な役割 (調べる係、ワークシートに書く係など) を決めさせたりする。

- ・常に目標を意識しながら活動に取り組めるよう、ワークシートに目標を示す。
- ・目に見えない現象について生徒が考えやすくするために、事前に作成したDNAの紙模型を使う。
- ・生徒一人一人が主体的に授業に取り組むために、発表者だけでなくグループ全員で授業者に伝えに来るようにする。

授業の様子 9 / 11 時間目

☐…対話的活動 □…評価 (A…十分達成 B…おおむね達成 ★…達成不十分な生徒への支援)

過程	学習活動 …教師と生徒のやり取り	教師の働き掛け (○)、評価規準 (◆)
導入	1 本時の目標と学習内容を知る。 ・リフレクション・シートに目標を記入する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> 学習目標 : 「DNAの複製の仕組みについて理解し、自分の言葉で説明できるようになる。」 態度目標 : 「話す、質問する、説明する、動く、チームで協力する、チームに貢献する」 </div> ・本時の学習内容を確認する。	○本時の学習に見通しを持って取り組むことができるように、以下の目標を電子黒板で示し、簡潔に説明した。 ○間期で起きていることを復習しながら、本時の学習内容について電子黒板を使って説明した。
展開	2 ミッション1に取り組む。 (個人⇒グループ) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> ミッション1 教科書を読んで、次の文の空欄を埋めなさい。 </div> <div style="text-align: center;">  <p>個人で取り組んでいる様子</p> </div>	○集中して考えさせるために、時間を意識して活動できるようにした。 ○ミッション1の解説をしながら細胞周期について説明した。

展 開	<ul style="list-style-type: none"> ・個人で解いた後、グループで答え合わせをする。 ・細胞周期についての説明を聞く。 	
	<p>3 ミッション2に取り組む。 (個人⇒グループ⇒全体)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○活動の説明をした。 ○対話的活動をスムーズに行うことができるように、活動の流れを提示した。
<p>ミッション2 教科書に「S期では、塩基の相補性に基づいて、もとのDNAと同じ塩基配列をもつDNAが正確に複製される」とあるが、どういうことか。DNAの紙模型を使って、複製の仕組みを説明しなさい。</p>		
<ul style="list-style-type: none"> ・個人で考える。 		<ul style="list-style-type: none"> ○グループ活動が滞っている場合は、本時の態度目標を振り返らせた。 ○グループの考えをワークシート③に記述するように指示した。 ○考えがまとまったグループは、教師に答えを伝えるように指示した。
<p>個人で考えている様子</p>		<ul style="list-style-type: none"> ○必要に応じて、DNAの構造に着目するように声掛けをした。
<p>滞っているグループに授業者が声掛けをしている様子</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・グループで考えを1つにまとめる。 	<p>教師：このDNAを正確にコピーするにはどうしたらいい？ 生徒A：これ（元のDNA）を見ながらもう1個作ったらいい。 教師：このDNA（模型）は短いけど、実際のDNAはものすごく長いよ。 見ながら作っていったら間違わない？ 生徒A：思う！ 教師：そうよね。それと、みんなは見ながら作れるけど、実際細胞の中では目で見ながら作っていくことはできないよね？じゃあどうやってコピーしたらいいと思う？ 生徒B：塩基の相補性があるから間違わないんじゃない？ 生徒A：AとTをくっ付けたらいい！</p>
	<p>グループで考えをまとめている様子</p>	

展
開

- ・授業者にグループでまとめた考えを伝える。



授業者に考えを伝えている様子

- 分からない場合は、他のグループの様子を見に行っても良いことを伝えた。

- ・代表のグループの発表を聞く。



代表グループが発表している様子

- 発表を聞き、分からないところは質問をさせた。

- ・DNAの複製の仕組みを自分の言葉でまとめる。

- 分かりやすくまとめるように指示した。

◆DNAの複製の仕組みについて、自分なりの根拠を持って説明している。

【思考・判断・表現】

(ワークシートの記述)

A: Bの記述に加え、自分なりの解釈を加えて記述している。

B: DNAの複製の仕組みについてグループ内でまとめた内容を記述している。
または、相補性の記述はあるが、誤った概念を記述している。

★: 教科書の記載事項を示しながら、教師の発問によって気づきを引き出し、それを記述させる。

	<p>・ミッション 2 が早く終わったグループは、ミッション 3 に取り組む。</p>	
<p>まとめ</p>	<p>4 本時の振り返りをする。 ・リフレクション・シートに記入する。</p>	<p>○本時の目標がどれだけ達成できたかを確認するために、リフレクション・シートに記入させた。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>◆DNAの複製の仕組みについて、理解している。 【知識・理解】 (リフレクション・シート) A: DNAの複製の仕組みについて正確に記述している。 B: 本時の学習内容について、自分なりに記述している。 ★: 本時のワークシートの記述内容を確認させ、本時の学習内容を想起させる。</p> </div>

授業実践の考察（実践事例 11）

視点 1 1 時間における生徒の変容

公開授業でのワークシートの記述を基に、1 時間の生徒の変容について考察しました。

ワークシートには、自分の考えを記入する箇所(1)、グループでの対話的活動の後に、グループでまとめた考えを記入する箇所(2)、代表グループが発表を終えた後に自分の言葉で記述する箇所(3)の 3 か所を設けました。

(1) の記述内容と比べて (2)、(3) の記述内容が下の (ア) ~ (イ) のように変化したもの（資料 1、2、次頁資料 3）

を、考えが広がったり、深まったり、確かなものになったと判断し、思考力・判断力・表現力が身に付いたと考えました。このような記述をした生徒は、クラスの 78.1% でした（図 1）。図 1 の中で変容が見られない生徒とは、自分の考えのみを記述し、その後の記述が空欄となっていたものを指します。

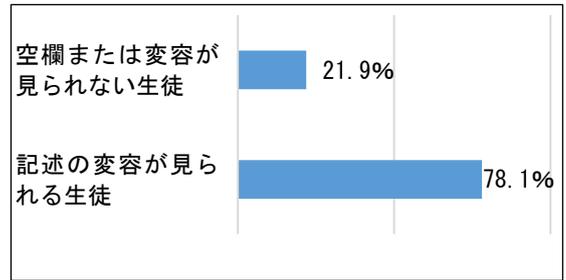


図 1 記述の変容について

(ア) 記述内容の量が増えている

自分の考え(1)	<u>コピーされる。</u>
↓	↓
グループの考え(2)	二重らせん構造の 2 本の鎖
↓	↓
まとめ(3)	<u>二重らせん構造の 2 本の鎖を 1 本に分けて (T には A) のように、相補的な塩基をもつヌクレオチドが結合する。</u>

資料 1 記述内容の量が増えている生徒の記述例

(イ) より妥当性のあるものになっている

自分の考え(1)	間に挟まって出来たのが抜ける
↓	↓
グループの考え(2)	半分に分かれて 相補性で
↓	↓
まとめ(3)	<u>DNA が半分に分かれて相補性の力で新しいパートナーを作る。</u>

資料 2 より妥当性のあるものになっている生徒の記述例

(ウ) 自分なりの解釈を加えて記述している

自分の考え(1)	<u>分裂をして新しいのがくる。</u>
↓	↓
グループの考え(2)	元々の DNA から細胞分裂をして、新しい DNA と結びつく。半分にする。
↓	↓
まとめ(3)	<u>DNA の C-G、A-T を半分にして、NewDNA は、もとの C に newG、G に newC、A には newT、T には newA を付けて、新しく同じ DNA を作る。</u>

※まとめについては、添削後の文章を記載しています。

資料 3 自分なりの解釈を加えている生徒の記述例

評価に関しては、空欄または変容が見られないもの（自分の考えのみ記述）を C とし、それ以外の中で、下の表にある評価基準を基に A と B の評価をしました（表 1）。思考力・判断力・表現力を評価するため、学習内容について誤った理解をしていますが、その生徒自身が思考し判断した上で記述（表現）したと考え、B の評価としました。

表 1 ワークシートの記述内容の判定基準【思考・判断・表現】

A：相補性の記述があり、他者の考えや自分なりの解釈を加えて記述している。
B：相補性の記述はないが、DNA の複製の仕組みについてグループ内でまとめた内容を記述している。または、相補性の記述はあるが、誤った概念を記述している。
C：未記入又は、自分の考えのみを記述している。
★：教科書の記載事項を示しながら、教師の発問によって気付きを引き出し、それを記述させる。

評価に関して、A と B の数値に差はあまり見られませんでした（図 2）。しかし、前頁図 1 の「記述の変容が見られる生徒」の 84% が、半保存的複製について理解していると判断できる記述をしており、今回の対話的活動を取り入れた 1 時間の授業について、効果があったと考えました。

また、生徒が記述することで、生徒の誤った考えが可視化され、今後の指導にも生かしやすいことが分かりました。

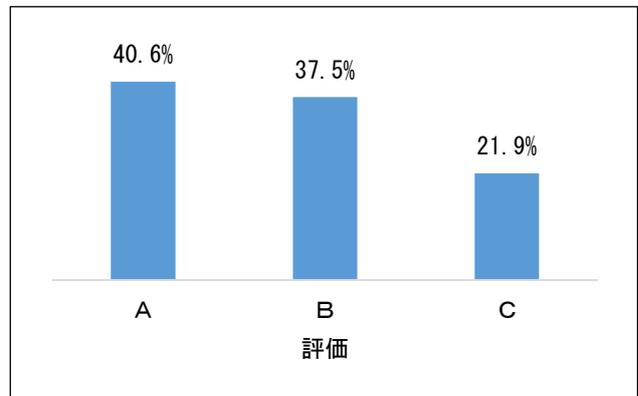


図 2 公開授業における評価の割合

一方で、対話的活動での時間配分に課題が残りました。

未記入の生徒や自分の考えの記述のみでとどまっている生徒が全体の 21.9% います（前頁図 1、2）。これは対話的活動を行う時間が長くなり、生徒の記述する時間が不足していたからではないかと考えます。授業後に、記録が残っていないことに不安を感じる生徒もいました。そのため、生徒が思考した上で、記述（表現）する時間の確保や、何をどこに記入するのかという明確な指示の工夫が必要と考えます。

視点2 単元における生徒の変容

前項で示した対話的活動を取り入れた授業を今回の研究では、1つの単元（全11時間）に9時間取り入れました。これは、DNAの模型作成の時間を除いた、全ての授業で取り入れたことになります。

1単元での生徒の変容は、リフレクション・シート、学習に関するアンケート、評価問題によって分析しました。

(1) リフレクション・シートの記述の分析

今回、生物において使用したリフレクション・シートには、1単元が終えた後に自分の変化を振り返ることができるように、A4用紙1枚（表裏）にまとめ、最後に感想などを記述する欄を設けています。設問は以下のとおりです。

- 学習前、学習中、学習後を振り返ってみて、何が分かりましたか？またどのように変わりましたか？
- 分かったことや変わったことについて、あなたはどのように思いますか？
- その他、どんなことでも構いませんので、自由に書いて下さい。

全体の約95%の生徒が学習内容やグループ活動についてなど何かしらの記述をしていました（図3）。記述内容については、学習内容についてのみ記述しているもの、グループ活動についてのみ記述しているものについては、思考力・判断力・表現力についての記述内容ではないと判断しました。

複数記述していた生徒の60%は、以下のような自己の変容と見受けられる記述をしていました。

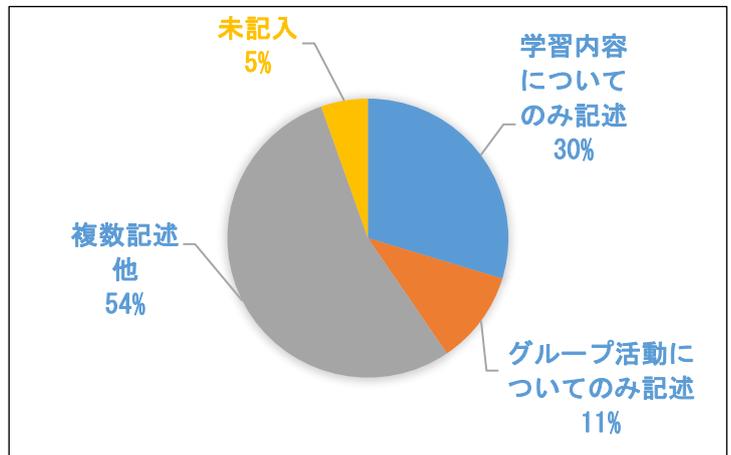


図3 記述内容の内訳

【生徒の記述例】

- ・発想力が良くなった。
- ・生物が楽しくなった。分からないところがあれば、積極的に聞けるようになった。
- ・自分の考えを持つようになった。
- ・遺伝子とか、よくできているなと思いました。人間ってすごいなと思いました。
- ・自分から発言できるようになりました。わからないところは、そのままにせず、人に聞いて分かるようになりました。
- ・見るだけでなく考えることが身に付いたと思います。
- ・少しは班で自分の意見を言えるようになってきました。
- ・グループで考えることで成長できて、暗記もしやすいと自分は考えています。
- ・人間や命って複雑だなと思う。命は複雑だから大切にしていきたいと思う。何で、ファーージは「ぼくらの」に出てきたロボットみたいな形をしているのだろう。
- ・DNAについて興味を持つことができた。

資料4 リフレクション・シートにおける生徒の記述例

記述例から「発想力が良くなった」、「考えることが身に付いた」などから対話的活動を取り入れた授業を単元内に複数回取り入れた結果、特に思考力が身に付いてきているのではないかと考えました。また、「自分の考えを持つようになった」「成長できた」ということから、自己の成長を感じている生徒もいたことが分かります。さらに、学習内容に興味・関心を持ったり、生命現象に関して驚きを持ったりした記述から、学習が深まったと考えられる生徒がいることも分かりました。

このような記述をした生徒は、現在はクラスの一部であるため、今後多数を占めるように対話的活動の継続が必要であると考えます。

しかし、記述の中には、授業に集中して受けることはできたが、グループになってもあまり話合いをしないので個人で授業を受けるのと変わらないというものがあり、対話的活動が全ての生徒について有効であったとは言い難いことも分かりました。

(2) 学習に関するアンケートの分析

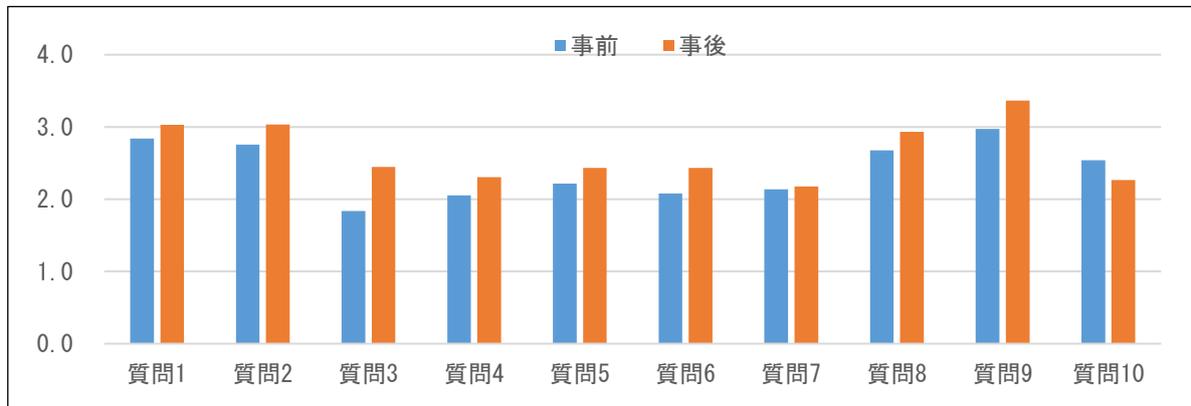


図4 学習に関するアンケート（授業中の学習活動）における事前と事後の変化（平均値）

図4から、質問3（「理由や根拠を基に、意見（自分の考え、答え）を発言したり、記述したりするようにしている」）の数値が事前と比べ事後に顕著に上昇していることが分かります（+0.7ポイント）。この質問項目は、思考力・判断力・表現力を問うものであり、その数値が上昇していることから、思考力・判断力・表現力が身に付いてきていると推察されます。

その他、0.3ポイント以上上昇した質問は、以下のとおりです。

質問6 その時間に学習している内容と、既に学んだ内容（他の教科も含む）を関連付けて考えるようにしている（+0.3ポイント）。質問6については、授業中に既習内容と関連付けて考えるようになってきたことが示唆されており、生徒が授業中に思考力を働かせていることが推察されます。

質問9 話し合う場面では、相手の発言をよく聞くようにしている（+0.4ポイント）。質問9については、事前から高い値ではありましたが、より意識して相手の発言を聞く態度も養われてきていることがうかがえました。

しかし、質問10の項目（ペアやグループで学習活動をしたい）のみ、事後に数値が下がっています（-0.2ポイント）（図4）。これは、グループによる対話的活動を取り入れた結果、活発に取り組むことができたグループとそうでないグループが生じ、後者のグループの生徒は、グループによる対話的活動に良いイメージを持たなくなった結果と考えられます。この結果はリフレクション・シートの分析でも述べたように、対話的活動が全ての生徒に対して有効ではなかったことを裏付けていると考察します。授業者の感想や生徒の記述内容の結果から、主な理由としては以下の3点が考えられました。

- ① クラスの中であまり話したことがない生徒とグループになり、対話が進まず活動が滞る。

- ② グループで話すことにより、気が散ってしまう。
- ③ 以前は、学習内容についてノートに記録が残っていたが、対話的活動では記録が残りにくいいため、授業後の復習ができない。
- これらの改善については、今後の課題となりました。

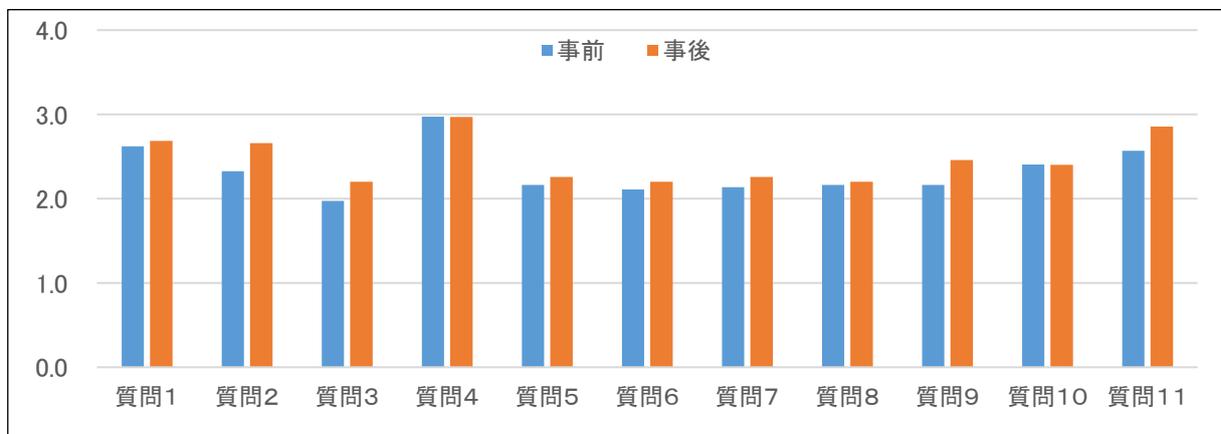


図5 学習に関するアンケート（授業以外の学習活動）における事前と事後の変化（平均値）

図5は、授業以外の学習活動に注目した学習に関するアンケートの結果です。図5の質問2（「授業の内容について『なぜだろう』と考えることがある」）は事後に0.4ポイント上昇していることから、授業外でも思考する生徒の数が増えたと考えられます。また、質問9（「授業で学んだことの中で大切なことを自分の言葉や図でまとめるようにしている」）、質問11（「疑問があれば、先生や友達等に質問をするようにしている」）が共に0.3ポイント上昇しました。このことから、主体的な態度が育まれているのではないかと推察されます。

しかし、前述したようにワークシートに学習内容の記述が残っていないため、授業外において自分でまとめる必要性が高まった結果とも言えます。このことについては、より詳しい分析が必要と考えます。

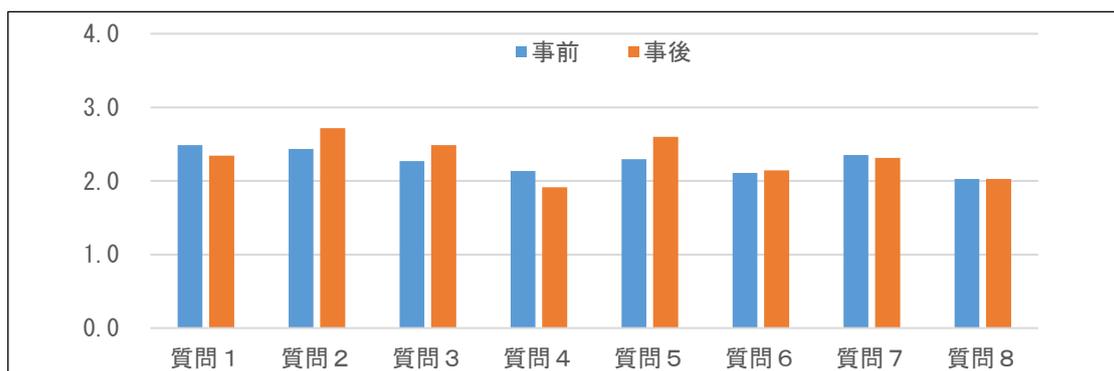


図6 学習に関するアンケート（生物を学ぶ理由）における事前と事後の変化（平均値）

図6は、「なぜ生物を勉強するか」という問いに対して、その理由を答えたものです。質問2（「生物を勉強するように言われるから」）、質問5（「生物を分かるようになることが楽しいから」）が0.3ポイント増加し、質問4（「生物の用語を暗記したり、問題を解いたりすることが楽しいから」）が0.2ポイント減少しました。このことから、生物の学習について、生徒がまだ受け身の状態であると考えられますが、その中でも、生物の問題を解くとか暗記するという技能面よりも、分かるようになる

いう、思考や深い学びにつながる面を楽しんでいる生徒が増えたことが分かります。少しずつではありますが、対話的活動が生徒たちの生物の学習に対する意識に影響を与えているのではないかと考えます。

(3) 評価問題の記述の分析

評価問題では自分の考えとその理由を書かせ、事前事後における変容を分析しました。しかし、事前、事後共にほとんどの生徒（全て空欄で提出した者以外）が自分の考えとその根拠（理由）を記述していたため、数値の変容は見られませんでした（図 7、8）。

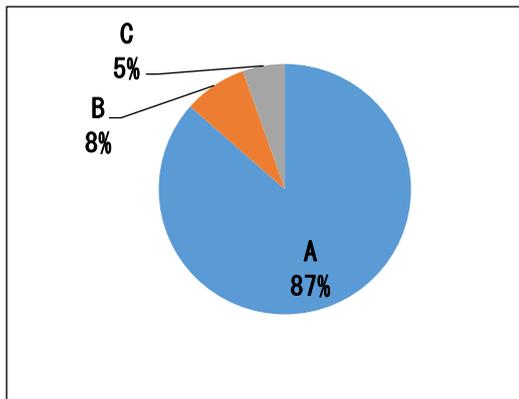


図 7 評価問題（事前）の評価内訳

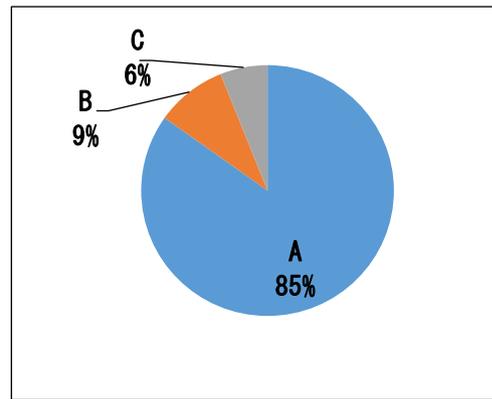


図 8 評価問題（事後）の評価内訳

表 2 評価問題の記述内容に関する判定基準【思考・判断・表現】

A：遺伝子組換えについて、自分の考えについて理由を踏まえて記述することができた。
B：遺伝子組換えについて、自分の考えを記述することができた。
C：空欄

その中で、事後の記述に思考力・判断力・表現力が身に付いてきているのではないかとと思われる記述が見られました。以下にその例を示します（表 3）。

表 3 評価問題における生徒の記述変化の例

事前		事後	
自分の考え	理由	自分の考え	理由
DNA を変える必要はない。	生まれ持った DNA なので変える必要はないと思った。無理やり改善すると、そういう生物が増えて、食物連鎖など自然が壊れていくと考えたからです。	人間の DNA をドロドロとした人間になるように変える。 人間の DNA を何とかしてドロドロとした人間になるような DNA に変えたいと思いました。ゼリーのような人間になることで、もし自動販売機の隙間にお金を落としても取ることができて、便利だからです。ちなみに元に戻することもできるようにしたいです。変身できるようにしたい。	(3)-1 を考えるのが面白かったから。授業で習ったことを生かすことができたということが嬉しかったです。まだ、詳しく覚えていないので、覚えていこうと思いました。

DNA を変える必要はない。	そのものの力や特性などが崩れ、地球の生物たちにも影響してくる。生まれ持ったものを今の技術だけでなくしてはいけない。何もかもシンプルイズベスト。	鳥のDNAを鳥人間にするように変える。	自分自身が飛べたら飛行機やヘリなどの飛ぶものがない。交通費0 <u>DNAがすごく興味深くなりました。自分の体に流れているのがふしぎ。</u>
人間の視力のDNAを鷹とかの生き物と同じになるように変える。	目が良くなればいいと思って。	ヒトのDNAを人種で色の区別がなくなるように変える。	<u>差別をなくすため。前は遺伝子を変えられると思わなかったから。</u>
シマウマのDNAを黒い模様が光るように変える。	光ったら仲間が探しやすい。迷子になってもすぐ見つかる！夜も光っているので良い！	DNAを変える必要はない。	その生き物の体質とかが変わったら、その生き物も生きていくのが大変になるだろうし、変に生活と関わるとかわいそうだから。 <u>前はDNAを変える必要があると考えていたけど、変えてしまったらもうその生物は生物じゃない気がする。例えば、カエルを光るカエルにしたら、それはもうカエルと呼べない感じがするし、ウサギのジャンプ能力を上げても、もともとのウサギが持っている能力じゃないならウサギの能力って言わない気がする。</u>
DNAを変える必要はない。	今のがいい。	DNAを変える必要はない。	今のままでいいと思うから。 <u>授業でいろいろ知ってしまったからこそ分からない。言葉で表すのが難しい。</u>

下線部分の記述に注目しました。遺伝子組換えについて、単元前は想像したことや持論を記述するものですが、今回の単元を通して学習内容を考えたり知識を得たりしたことで、質問内容を自分事として捉え真剣に考え始めた様子が見て取れます。今回の研究では、このような生徒の変容の理由を明確に示すことはできませんが、対話的活動が学習内容を深く考え、思考するきっかけになったのではないかと考えます。

以上のことから今回の研究を通して、対話的活動は生徒の思考力・判断力・表現力を育成するのに効果はあったと推察されます。しかし、ワークシートを記入する時間の確保や明確な指示の工夫、グループ活動をさせるときに対話的活動の必要性を生徒へどのように伝えていくか、どのような相手とでも対話ができる環境をいかに作るかということが、対話的活動をより効果的に進めるために解決すべき課題と考えます。