

科学的な思考力・表現力を育成する理科授業の工夫 —「遺伝の規則性」において、理論依存型の問題解決学習を取り入れた授業モデルの作成を通して—

熊野町立熊野中学校 末田 純司

研究の要約

本研究は、中学校第3学年理科「遺伝の規則性」における科学的な思考力・表現力を育成するための理科授業について考察したものである。文献研究から、科学的な思考力・表現力を育成するために、考える場を授業の中に設定し、考えるための根拠となる経験や知識を生徒にもたらすことが一つの方法であることが分かった。そこで、本単元の学習において、生徒が思考するための根拠となる遺伝子の伝わり方のきまりを学習し、それを活用して思考し、表現する理論依存型の授業を取り入れることによって、科学的な思考力・表現力を育成することができると考え研究授業を実施した。その結果、生徒が既習事項を活用して思考し、自らの考えを導き出すことができたり、記述内容が既習事項を根拠にしたものになるなどの変容が見られた。このことから、本研究における理科授業の工夫は、科学的な思考力・表現力を育成することに有効であることが明らかになった。

キーワード：科学的な思考力・表現力 授業改善

I 主題設定の理由

中央教育審議会答申（平成20年）の理科の改善の具体的な事項では、「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、生徒が目的意識をもって観察・実験を主体的に行うとともに、観察・実験の結果を考察し表現するなどの学習活動を一層重視する。」¹⁾ことが述べられている。

平成24年度全国学力・学習状況調査【中学校】報告書では、「基礎的・基本的な知識や技能を活用して、観察・実験の結果などを分析し解釈することに課題がある。」²⁾ことが指摘され、指導改善のポイントとして「観察・実験の結果を分析し解釈する場面では、科学的な知識や概念と根拠に基づき、筋道を立てて考えをまとめ説明できるように指導することが大切である。」³⁾ことが示されている。また、先行研究において、科学的な思考力・表現力の育成を図る授業方法として理論依存型の問題解決学習が提唱されているが、その実践例は非常に少ない。

そこで、本研究では「遺伝の規則性」の単元において、理論依存型の問題解決学習を取り入れた授業モデルの作成と実践を行う。本単元は、遺伝の規則性を見いだすに当たり、生徒が仮説を立てることが難しい。そのため、規則性を知ったうえで、その仕組みを推論していく理論依存型の問題解決学習を行うことに適している。理論依存型の問題解決学習と

は、教師が必要な知識や法則を教え、生徒がこれらを活用しながら問題解決を行うことに重点を置いたものである。このような理論依存型の問題解決学習を取り入れた授業モデルを作成して、実践することで、科学的な思考力・表現力を育成す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 科学的な思考力・表現力について

(1) 科学的な思考力とは

角屋重樹（2013）は、「思考とは、ある目標の下に、生徒が既存経験をもとにして対象に働きかけ種々の情報を得て、それらを既存の体系と意味付けたり、関連付けたりして、新しい意味の体系を創りだしていくことと考える。」⁴⁾と述べている。

原田周範（2000）は、科学的な思考力を「自然の事物・現象に問題を持ち、それを筋道を通して考え、得られた結論を事実に即して確かめ、応用・発展させていくような過程で行われる思考活動である。」⁵⁾と述べている。

羽村昭彦他（2006）は、科学的な思考力を「自然の事物・現象の中に問題を見いだし、観察、実験などをを行うとともに、事象を実証的、論理的に考えたり、分析的、総合的に考察したりして問題を解決す

る能力」⁶⁾と定義している。

高木克将（平成24年）は、「科学的な思考力とは、正しい知識を得てそれらの知識を活用する学習活動の全体を通して自然の事物現象について客観的・多角的にとらえることができる力である」⁷⁾と定義している。

これらのことから、科学的な思考力とは、自然の事物・現象の中に問題を見いだし、正しい知識を得て、それらを活用して、実証的、論理的に筋道を通して考え、応用・発展させたり、問題を解決することができる能力であると考える。

（2）科学的な表現力とは

角屋（2013）は、「表現は、対象に働きかけて得た情報を目的に合わせて的確に表すことであるといえる。」⁸⁾と述べ、理科の学習で表現力を育成するために、生徒が観察、実験を実行し、結果を得て、その結果を目的や仮説のもとに的確に整理する力を育成することが大切であることを指摘している。

村山哲哉（2010）は、「観察・実験において結果を表やグラフに整理し、予想や仮説と関連付けながら考察を言語化し、表現することが一層求められる。」⁹⁾と述べ、生徒が自らの考えを表現する方法として、文字や記号としてだけでなく、イメージ図や立体的なモデルを用いて表現することも考えられると述べている。

これらのことから、科学的な表現力とは、観察、実験の結果を表やグラフに整理し、思考の過程や結果を、目的に合わせて言語、イメージ図、モデル等を的確に用いて表すことができる能力であると考える。

（1）（2）に加えて、国立教育政策研究所教育課程研究センターの「評価規準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料（中学校理科）」（平成23年）の学習指導要領の内容、内容のまとめごとの評価規準に盛り込むべき事項及び評価規準の設定例の科学的な思考・表現の観点では、「自らの考えを導き出し表現する」ことを評価規準とした例が示されていることから、科学的な思考力・表現力とは自らの考えを導き出す力と、それを表す力が重要な要素になっていることが分かる。

2 理論依存型の問題解決学習を取り入れた授業モデルについて

（1）これまでの理科授業における問題点

中学校学習指導要領（平成10年）では、「教師が教えて生徒が聞く」という伝統的な授業方法から、「生徒自身が自ら学び、自ら考える」授業方法への

転換が図られ、理科の授業においては、調べ学習や実験方法などを生徒自身に考えさせる授業が推奨された。しかし、中央教育審議会答申（平成20年）では、学校における指導について、子どもの自主性を尊重する余り、教師が指導を躊躇する状況があったのではないかという問題点が指摘されている。

池田幸夫（2004）はこの時期の理科授業に対して、「学校における現在の理科授業では、教師が知識を教えることに消極的になりすぎているように思う。」¹⁰⁾と述べている。また、理科の授業が、学力の高い一部の生徒の発言によって進められ、その他の生徒にとっては「どのように考えればよいのか」ということさえ分からずに、一見学習しているように見えても、実際には何も分からぬまま授業が終わっているのではないかと疑問を感じ、生徒の理科離れや理科嫌いにつながったのではないかと述べ、授業方法の改革に向けた提案を行っている。

また、同様の疑問を感じた、市川伸一（2008）は「教えて考えさせる授業」を提唱し、「教えるべき必要な知識は教えるが、知識を教えるだけにとどまらない教育」の必要性を説き、日高晃昭（2007）・進藤公夫（2009）は「知識を分かりやすく教え、そこで得られた知識を探究して学びを深めていく」授業方法の提案と実践を行っている。

（2）理論依存型の問題解決学習とは

池田（2004）は、実験、観察や思考などの活動をどのように位置付けるのかによって、表1のように理科の授業を理論依存型と理論追求型に分類している。

表1 理論追求型授業と理論依存型授業の比較¹¹⁾

授業の形	理論追求型授業	理論依存型授業
授業の流れ	観察・実験 ↓ 情報を整理してきまりを見つける	きまりを学習 ↓ きまりを用いて自然現象を理解する
科学的な思考	きまりを見つけることができる	きまりを活用することができる

理論追求型の授業とは、生徒が実験、観察の結果に基づいて「科学のきまり（法則や理論）」を発見することを目標に行われる授業であり、生徒が主体的にきまりを見付けることが目標である。したがって、「生徒自らがきまりを見付ける」ことが科学的な思考力の評価の観点として重視されている。現在の理科の教科書は理論追求型の授業を想定して記述されており、理科授業の多くはこの型で行われてい

る。しかし、池田（2003）は、理論追求型の授業の場合、学習内容によっては表2のような問題点がみられる場合があることを指摘している。

- ①生徒実験で得られた結果からきまりを見付けることが難しい場合には、授業が不自然な形で強引にまとめられることが多い。
- ②見付けさせるべききまりが教科書に書かれているため、教科書を使わずに授業が行われ、教科書軽視した授業が行われている。
- ③生徒の多様な考え方を取り上げると、思考が拡散してまとまりのない授業になりがちである。
- ④教えることを避ける傾向があつて、学力が中以下の生徒は「何が分かったのか分からぬ」中途半端な理解のまま授業を終えることが多い。

理論追求型の授業における問題点

これに対して、理論依存型とは、「きまり（法則や理論）」は基本的に教師が教え、生徒は教えられた科学的なきまりを活用して問題解決活動に取り組む授業方法である。したがつて「きまりを知識として活用して考える」ことが、科学的な思考の評価の観点として重視される。理論依存型授業の視点に立つて教材を見直すことによって、表2のような問題点を解消できる学習内容も多く、新たな教材の開発や授業研究を続けていく必要性がある。

（3）理論依存型の問題解決学習を取り入れる意義

理論依存型の授業では「きまり」は基本的に教師が教え、生徒が与えられたきまりや法則を活用する活動を重視している。新しい課題について観察、実験を行う場合、その課題に対するイメージや既存の知識が全くない生徒にとっては、「何をどのように考えればいいのか」が分からず、授業に主体的に関わることが難しくなる。科学的な思考力を育成するためには、生徒が主体的に授業に参加し、考える（思考する）場を授業の中に設定する必要があり、考えるためにはその根拠となる経験や知識が必要である。理論依存型の授業では、すべての生徒に思考するための根拠となる必要最低限の共通した知識をもたらすことができ、等しく思考する場面を保証し、自らの考えを導き出し、表現する活動を行うことができることから、科学的な思考力・表現力を育成することに有効であると考えられる。

理論追求型は帰納法的な探究であり、理論依存型は演繹法的な探究であるといえる。益田裕充（2009）は、帰納法的に探究活動を展開するばかりでなく、演繹法的に探究の活動を展開する授業を構想すべきであると述べ、澤田一彦（2008）は、生徒が帰納的

に推論したり、演繹的に推論したりすることを繰り返すことで、科学的な思考力が高まっていくと述べている。このことから、それぞれの授業方法の組み合わせ方や有効性を検討し、授業計画を構想していくことが必要である。

3 「遺伝の規則性」について

（1）学習内容の概要

「遺伝の規則性」の学習内容は、平成20年の中学校学習指導要領改訂に伴い、高等学校生物から中学校理科の学習内容に移行された。平成17年度教育課程実施状況調査（高等学校）の結果によると、遺伝に関する設問の通過率が設定通過率を下回っており、高等学校生物においても、生徒にとって理解に困難さがある内容であり、課題があつたことが分かる。中学校においても、同様の課題が生じる可能性があることから、中学校理科で遺伝の学習を進めるにあたっては、一層の授業方法の工夫、改善を図っていく必要がある。

藤田剛志（1990）は、その研究の中で、遺伝に関する学習の理解が困難になる理由として、（1）遺伝用語の混同、（2）減数分裂の不十分な理解、

（3）文脈による偶然概念の認識の違いの3点をあげている。特に、減数分裂の理解が不十分であることが、学習の困難さに大きな影響を与えていていることを明らかにしている。このことから、遺伝の学習においては、最初に遺伝に関する基本的な知識の確実な習得を図ることが必要であり、これを活用して遺伝の規則性について、その仕組みを考える理論依存型の授業を取り入れることに適していると考える。

（2）理論依存型の問題解決学習を取り入れた授業の構想

本单元を、理論追求型で行う場合と理論依存型で行う場合の授業展開の比較を表2に示した。

表2 本单元における授業展開の比較

授業の形	理論追求型授業	理論依存型授業
授業の流れ	メンデルの実験の結果 ↓ 親から子への遺伝子の伝わり方のきまりを見付ける	親から子への遺伝子の伝わり方のきまりを学習する ↓ メンデルの実験で得られた結果について、仕組みを推論する
科学的な思考	遺伝の規則性を見いだすことができる	遺伝子の伝わり方のきまりを活用して、遺伝の規則性を説明できる

理論追求型で授業を展開する場合、染色体と遺伝

子の関係や、減数分裂と遺伝子の伝わり方の関連が理解できていない生徒にとって、親から子への遺伝子の伝わり方のきまりを見付けることは困難であり、遺伝の規則性を見いだすという、科学的な思考力の育成につながりにくい。しかし、理論依存型で授業を展開した場合、生徒が、親から子への遺伝子の伝わり方のきまりを思考するための根拠として活用し、遺伝の規則性を説明していくことができる。これにより、生徒の科学的な思考力の育成につなげること

ができる。

本研究では、「遺伝の規則性」の学習を通して育成する科学的な思考力・表現力を「遺伝の規則性について問題を見いだし、遺伝子の伝わり方のきまりを活用して自らの考えを導き出し、言語や図を的確に用いて表現する力」と設定した。また、生徒が思考するための根拠となる、活用する「基本的な知識」を明確にした授業の構想を、図1にまとめた。

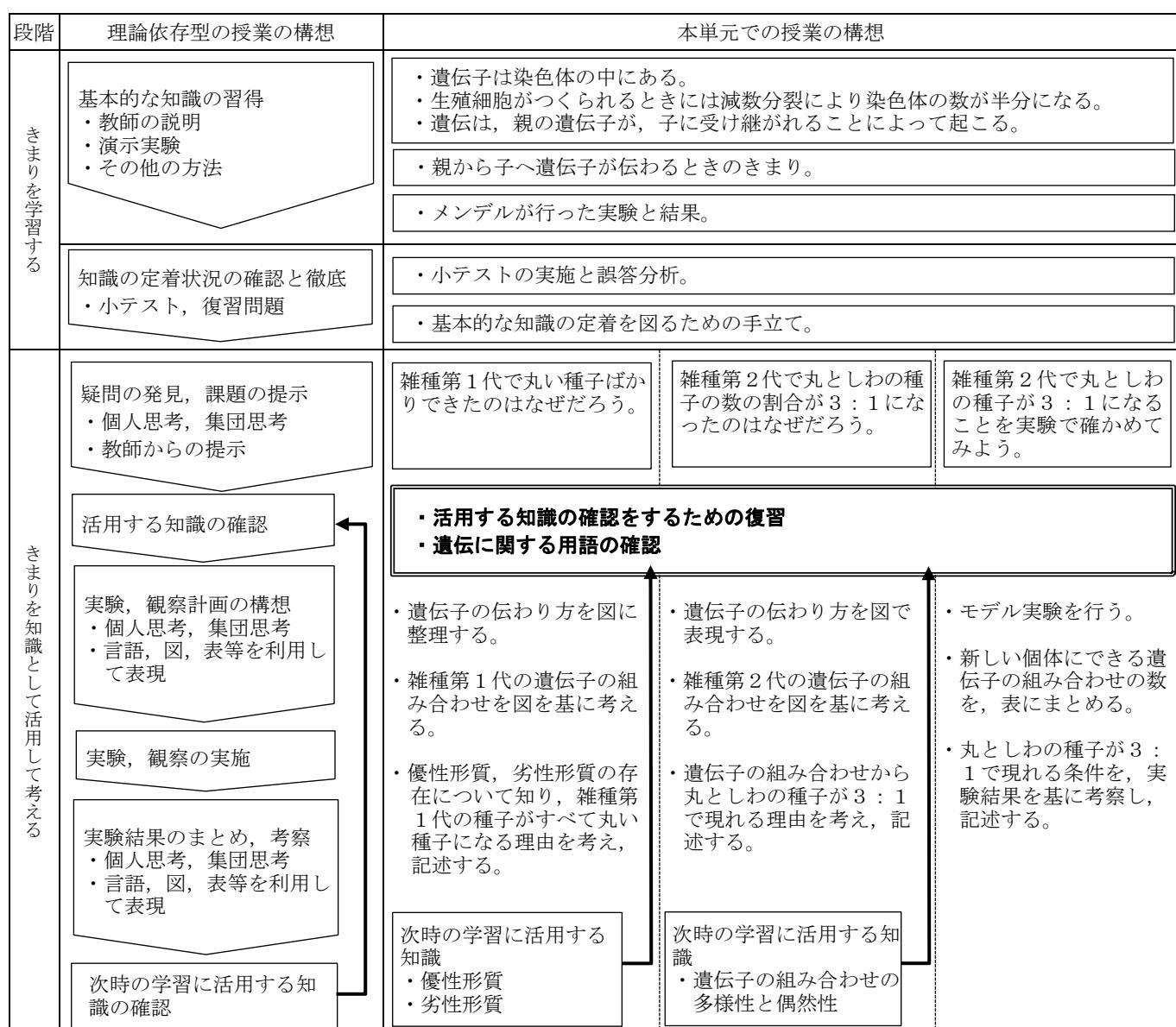


図1 理論依存型の授業の構想図

III 研究の仮説と検証の視点と方法

1 研究の仮説

「遺伝の規則性」において、理論依存型の授業を

構想し、生徒が基本的な知識を習得し、これを活用して思考し、根拠を基に表現する活動を取り入れた授業を行うことによって、生徒の科学的な思考力・表現力を育成することができるだろう。

2 検証の視点と方法

検証の視点と検証の方法を表3に示す。

表3 検証の視点と方法

検証の視点	検証の方法
遺伝に関する基本的な知識を習得しているか。	小テスト ワークシート
遺伝子の伝わり方や用語等の既習事項を活用し、自らの考えを導き出し、言語や図等を的確に用いて表現することができているか。	ワークシート 確認テスト

3 研究授業について

(1) 授業の内容

- 期間 平成25年7月1日～平成25年7月12日
- 対象 所属校第3学年（3学級93人）
- 単元名 遺伝の規則性と遺伝子
- 指導計画（計7時間）

次	時	主な学習活動	段階
1	1	有性生殖と減数分裂のしくみを知る。	学習する
	2	遺伝という現象と遺伝子について知る。	学習する
	3	メンデルが行った実験の目的や、方法について知り、結果に対して、疑問を見いだし、その原因を予想する。	学習する
2	4	遺伝子の伝わり方を図で整理しながら、雑種第1代の遺伝子の組み合わせを考える。	して考えを
	5	遺伝子の伝わり方を図で表現しながら、雑種第2代の遺伝子の組み合わせを考え、丸としわの種子が3:1で現れた理由を考え、記述する。	して考えを
	6	モデル実験を行い、雑種第2代で丸としわの種子が3:1で現れる条件を、実験結果を基に考察し、記述する。	して考えを
3	7	遺伝子をアルファベットで表す遺伝子型を学習する。	知識として活用

(2) 授業における工夫

ア 「きまりを学習する」段階での工夫

きまりを学習する段階では、何を題材にして学習を進めるかが重要である。一般的には、メンデルが実験で用いたエンドウやその他の植物を題材に用いる。しかし、植物の有性生殖の方法や形質の遺伝の様子は、動物の場合と比べ、生徒にとってイメージすることが難しい。そこで、本研究では、以下のような理由で、ヒトの血液型の遺伝を題材に取り上げることにした。

- ・両親の血液型によって、子の血液型が決定するという、遺伝の基本的な考え方を多くの生徒が知っている。
- ・四種類の血液型を対立形質として示すことで、対立形質のイメージがしやすい。
- ・身近なヒトの遺伝を取り上げることで、生徒は興味をもち、遺伝子の伝わり方のきまりをイメージしやすい。

また、生徒の基本的な知識や用語の定着状況の把握を小テストや自己評価アンケートにおいて適宜行う。

イ 「きまりを知識として活用して考える」段階での工夫

- ・メンデルの実験結果について、親のもつ形質と子に現れた形質の間にある矛盾に注目させ、その現象に問題をもたせる。
- ・生徒自らが、メンデルの実験結果に対する疑問を遺伝子の伝わり方のきまりを活用して解決していくという授業を展開することで、生徒の思考力の育成を図る。
- ・授業で、思考するための根拠となる知識や既習事項を明確に示し、それらの活用を促す。
- ・遺伝子の伝わり方を図に整理しながら、遺伝の規則性が成り立つ仕組みを記述させることで表現力の育成を図る。

ウ ワークシートにおける工夫

- ・ワークシートに、「これまでの復習」、「遺伝に関する用語の確認」の欄を設けた。その中に単に用語を書き込むのではなく、知識や用語の具体的な活用の仕方を合わせて指導し、知識や用語と、それらの活用の仕方の定着を図る。
- ・図に整理したり、思考する段階で、どこでどのような知識を活用するのかを、ワークシート内に示す。

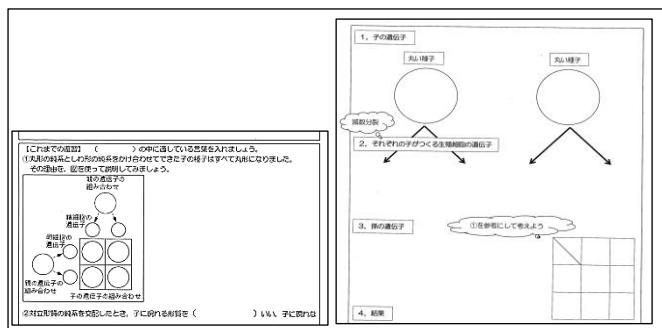


図2 検証授業で使用したワークシートの例

IV 研究授業の分析と考察について

1 遺伝に関する基本的な知識を習得することができたか

ここでは、第2時終了後に行った基本的な知識の定着状況を把握するため、小テストを基に、基本的な知識を習得することができたかを検証する。小テストでは、図3で示した問題の正答率が非常に高く、90%以上であった。

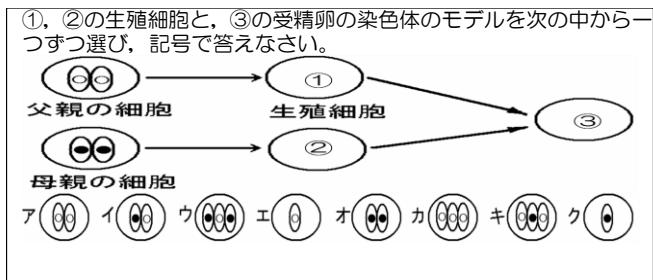


図3 小テストで正答率が高かった問題

遺伝の学習において、減数分裂の仕組みを理解させることの重要性が先行研究によって明らかにされている。この問題の正答率が高いことは、生徒は、本単元で活用していく基本的な知識の一部である遺伝子の伝わり方のきまりについては習得できているといえる。これは、ヒトの血液型の遺伝を題材に学習させたことで、生徒にとって遺伝子の伝わり方がイメージしやすくなつたことが原因であると考える。

これに対し、遺伝に関する用語を答える問題の正答率が「形質」53%, 「遺伝子」76%, 「減数分裂」55%であった。これは、新出である遺伝に関する用語の多くが専門的であることで、第2時終了の段階では、用語の習得が進んでいなかつたといえる。この結果を踏まえ、遺伝の用語等の定着を図る手立てとして、それらの一覧を配布し、生徒が用語等の正しい意味を確認しながら、活用できるようにした。ワークシートの復習問題を見ると、「遺伝子」84%, 「減数分裂」82%に正答率が上昇している。また、下に示した生徒aは、小テストでは、「形質」「遺伝子」等の遺伝に関する用語を正しく答えることができていなかつたが、繰り返し活用していくことを通して、これらの用語を適切に使用し記述できるようになつていている。これらのことから、様々な手立てを用いることで、基本的な知識の習得ができたといえる。

《疑問②》
雑種第2代で丸い種子としわの種子が3:1の割合で現れたのはなぜだろう。
孫の代では、遺伝子の組み合わせが4つあって、3つは、優性形質の遺伝子をもつていて、1つは、劣性形質の遺伝子だけの組み合せだから、丸い種子としわの種子が3:1の割合になる。

第5時学習後の生徒aの記述

2 遺伝子の伝わり方のきまりや用語等の既習事項を活用し、自らの考えを導き出し、言語や図等を的確に用いて表現することができているか

(1) ワークシートの記述分析

第4時では、メンデルの実験結果に対する疑問①として、「種子の形が丸形の純系としわ形の純系をかけ合わせたときにできる子の代がすべて丸形になるのはなぜか」に対する自らの考えを、授業の始めに記述させた。記述内容を分析した判断基準とそれぞれの段階の生徒数を表4に示す。

表4 記述分析の判断基準と生徒数

段階	判断基準	人数
IV	遺伝子の伝わり方のきまりや用語等を活用して、自らの考えをもつことができている。	14
III	遺伝子の伝わり方のきまりを活用して、自らの考えをもつことができているが、用語等の活用が不十分である。	46
II	遺伝子の伝わり方のきまりを活用することができていない。	21
I	無回答	6

(単位：人)

本研究の工夫で、第2時に遺伝子の伝わり方のきまりを学習させたことにより、69%の生徒が、遺伝子の伝わり方のきまりを活用して自らの考えをもつことができている。記述内容を詳しく見ると、「しわ形の種子を作る遺伝子が子に伝わらなかつた」と考えた生徒はおらず、「両方の遺伝子が子に伝わつてゐるが、丸形の遺伝子の影響が強いから」等、遺伝子の優性、劣性に近い考え方を導き出した生徒が多く見られるという特徴があつた。

次に、第5時に疑問②として、「子の代の丸い種子同士の自家受精でできる雑種第2代に、丸形としわ形の種子が3:1の割合で現れるのはなぜか」に対する考え方を、学習前に記述させた後に、遺伝子の伝わり方のきまりや用語等の既習事項を活用することを意識せながら考えを深めさせ、同じ問い合わせに対する答えを記述させた。これを、表4の判断基準を基に記述分析を行い、疑問①についての記述分析の結果と共に、生徒の記述内容の変容を図4に示す。

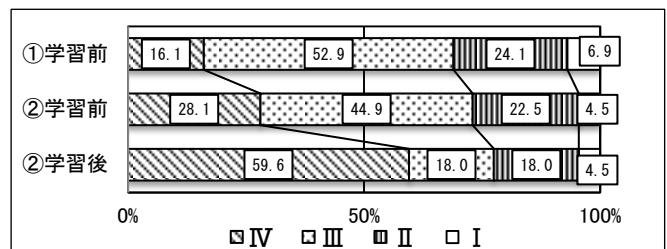


図4 生徒の記述内容の変容

第4時の学習前に比べ、第5時の学習前でIV段階と判断できる生徒が増加している。さらに、第5時

の学習終了後には、Ⅱ、Ⅲ段階の生徒が減少しⅣ段階の生徒が大幅に増加している。

疑問①の解答で遺伝子の伝わり方を基に記述することができなかつた生徒bの記述内容が、学習の過程でどのように変容したかを次に示す。

第4時学習前 疑問①
種子の中にある染色体が、丸形のものが多く、しづわ形が少なかったから。
第5時学習前 疑問②
丸い種子の中に一部のしづわの種子の遺伝子があり、それが一つの種子に集まつたから。
第5時学習後 疑問②
優性形質の遺伝子をもつものが3つ、劣性形質の遺伝子だけをもつものが1つできる。だから、優性形質と劣性形質が3:1の割合で現れる。

生徒bの記述の変容

疑問①では、用語の混同等が見られる。第5時の学習前から学習後に進むに従い、用語の意味が整理され、遺伝子の伝わり方や組み合わせ、用語等を正しく活用して記述できるようになっている。

これらのことから、多くの生徒が遺伝子の伝わり方等の既習事項を活用し、自らの考えを導き出し、言語や図等を的確に用いて表現することができるようになり、生徒の科学的な思考力・表現力の育成につながった。

第6時終了後に行った自己評価アンケートで、遺伝子の伝わり方に対する生徒の習得状況を確認した。

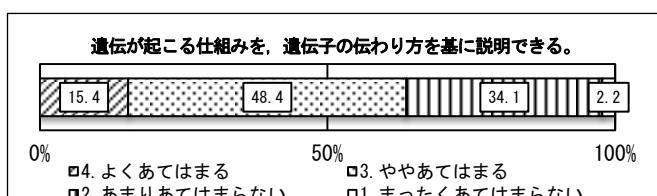


図5 自己評価アンケートの結果

自己評価アンケートの結果と疑問②の学習後の記述分析をクロス集計したものを表5に示す。

表5 自己評価アンケートと記述分析のクロス集計

	IV	III	II	I	総計(人)
4	10	3			13
3	27	7	7	2	43
2	15	6	9	1	31
1	1			1	2
総計(人)	53	16	16	4	89

表5から、「遺伝が起こる仕組みを、遺伝子の伝わり方を基に説明できる」の質問に肯定的に回答し

た生徒ほど記述内容が充実していることが分かる。これは、思考する為の根拠として、遺伝子の伝わり方のきまりを正しく理解させ、その活用を促すことが、生徒の思考や記述に影響を与えた結果であると考えられる。このことから、本研究の工夫である遺伝子の伝わり方のきまりを習得させ、これを活用して考える理論依存型の授業は、遺伝の学習において生徒の理解や科学的な思考力・表現力の育成に有効な方法の一つであることが分かる。

(2) 確認テストの記述分析

ここでは第7時終了後に行った確認テストの記述内容を分析した。問題を図6に、記述分析の判断基準とそれぞれの段階の生徒数を表6に示す。

《問題①》															
それぞれの水槽で生まれた子どもの体色と数は表のようになつた。															
<table border="1"> <thead> <tr> <th>水槽A</th> <th>水槽B</th> <th>水槽C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>黒のオス♂× 赤のメス♀</td> <td>赤のオス♂× 赤のメス♀</td> <td>黒のオス♂× 赤のメス♀</td> </tr> <tr> <td>黒</td> <td>赤</td> <td>黒</td> </tr> <tr> <td>17</td> <td>16</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>28</td> <td>20</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	水槽A	水槽B	水槽C	黒のオス♂× 赤のメス♀	赤のオス♂× 赤のメス♀	黒のオス♂× 赤のメス♀	黒	赤	黒	17	16	0	28	20	0
水槽A	水槽B	水槽C													
黒のオス♂× 赤のメス♀	赤のオス♂× 赤のメス♀	黒のオス♂× 赤のメス♀													
黒	赤	黒													
17	16	0													
28	20	0													
(1) 優性形質は赤と黒のどちらか。															
(2) (1)のように考えた理由を説明しなさい。															
《問題②》															
丸い種子をつくるエンドウ(Aa)と、しづわの種子をつくるエンドウ(aa)をかけ合わせ子の世代のエンドウをつくつた。															
(1) 子の世代のエンドウの種子はどのようなると考えられるか。次のア～ウから選びなさい。															
ア　すべて丸い種子になる　イ　すべてしづわの種子になる															
ウ　丸い種子としづわの種子が一定の割合で現れる															
(2) (1)のように考えた理由を説明しなさい。(図を使ってもよい)															

図6 確認テストの問題

表6 記述分析の判断基準と生徒数

段階	判断基準	①	②
V	(1)が正答であり、既習事項を活用し筋道を立てて考え理由を書くことができている。	30	28
IV	(1)が正答であるが、既習事項を十分に活用して理由を書くことができていない。	22	21
III	(1)が誤答であるが、その答えを導き出した理由を書くことができている。	13	13
II	(1)の正誤にかかわらず、答えを導き出した理由を書くことができていない。	24	26
I	無回答	1	2

(単位：人)

正答率は問題①が58%、問題②が54%である。平成17年度教育課程実施状況調査（高等学校）に問題②とほぼ同様の問題が出題されているが、その正答率47.3%を、今回は若干上まっている。しかし、正答率が50%程度にとどまっている。その原因是、既習事項を別の事例で活用させる事への工夫が本研究では不十分であったと考える。第7時終了後から確認テストまでの間に、再度、ヒトの遺伝の別の事例

を題材にして、既習事項を活用して課題に取り組ませる時間を授業構成の中に設定する等の工夫が必要であった。

次に、表7に生徒の具体的な記述内容を示した。

表7 確認テストの生徒の記述内容

段階	生徒の解答例
V	①水槽Bで生まれた子が赤だけであることから、赤のグッピーの遺伝子を劣性形質の遺伝子の組み合わせであると仮定すれば、すべての水槽で同じ考えが通った。水槽Cで子がすべて黒色になったことから、黒が優性形質とわかった。 ②丸い種子(Aa)としわの種子(aa)をかけ合わせた子のエンドウは図のように、Aa : aaが1:1になっている。だから、丸い種子としわの種子が一定の割合で現れる。(説明に図を使用している)
IV	①黒のグッピーのいる水槽AとCでは、黒のグッピーの子どもの数の方が多いから。 ②AAとaaでは、優性形質、劣性形質もどちらも含まれるので、子かAaだと丸、aaだとしわになるので、一定の割合になる。(説明に図を使用していない)
III	①水槽A, B, Cのすべてのグッピーの子の数を数えたら、赤色の数が多いから。 ②丸い種子の遺伝子としわの種子の遺伝子がどちらもあるので、丸い種子としわの種子はどちらもできるから。

Vと判断できた生徒が全体の3割程度にとどまっていた。IVと判断した生徒の記述内容を分析すると、生徒が導き出した自らの考えを、既習事項を基に記述によって的確に表現することに課題が残ることが明らかになった。また、IIIと判断した生徒の記述内容を分析すると、問題①では優性形質の意味を誤って理解している生徒、問題②では、図の使い方を間違えている生徒がいた。このことからも、遺伝の学習の中で、基本的な知識を正しく理解させ習得させることの重要性が分かる。

II段階の生徒の中には、事後アンケートの自由記述欄に「頭の中では分かっているけど、文章にするのが難しい」と回答している生徒が複数おり、自らの考えを記述によって表現する為の技能を高めていく指導も必要である。

V 研究の成果と今後の課題

1 研究の成果

「遺伝の規則性」の単元において、理論依存型の授業を構想し、基本的な知識を習得させ、これを知識として活用することを意識させ、根拠に基づいて思考し表現する活動を取り入れた授業を行った。その結果、学習が進むに伴って、多数の生徒が既習事項を知識として活用して思考し、自らの考えを導き出すことができたり、記述内容が既習事項を根拠にしたものになるなどの変容が見られた。

このことから、「遺伝の規則性」の単元に理論依存型の授業を取り入れることは、科学的な思考力・表現力を育成するために有効であることが分かった。

2 今後の課題

- 遺伝の学習内容の理解は困難であるため、基本的な知識の確実な定着を図る方法や、学習を深めさる為の方法等、時間配分を含め、更に細かい授業展開の検討が必要である。
- 実験の考察や、毎時間のまとめ等を自分の言葉でワークシートや自己評価カードに記述させる等、記述するための技能を高める指導が必要である。
- どの学習内容が、理論依存型の授業が適しているのか検討して、計画的に指導を行うことも大切である。

【引用文献】

- 1) 文部科学省(平成20年) : 『中央教育審議会答申「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領の改善について』 p. 88
- 2) 国立教育政策研究所(平成24年) : 「平成24年度 全国学力・学習状況調査【中学校】報告書」 p. 19
- 3) 国立教育政策研究所(平成24年) : 前掲書 p. 20
- 4) 角屋重樹(2013) : 「理科における「思考・判断・表現」の評価のあり方Ⅱ」『研究紀要 平成24年度 No. 42』公益法人日本教材文化研究財団 pp. 4-5
- 5) 原田周範(2000) : 『理科重要用語300の基礎知識』原田周範著 武村重和・秋山幹雄編 明治図書 p. 163
- 6) 羽村昭彦他(2006) : 「高等学校理科における科学的な思考力を育成するための教材に関する研究一観察、実験などを探究的に行う教材の開発一」『研究紀要 第33号』広島県立教育センター p. 44
- 7) 高木克将(平成24年) : 「基礎・基本の習得と活用を図り科学的な思考力を高める理科の授業づくり～「物質の状態変化」の単元を通して～」『帝京大学教職大学院年報 3』 p. 141
- 8) 角屋重樹(2013) : 前掲書 p. 6
- 9) 村山哲哉(2010) : 『「見えないきまりや法則」を「見える化」する理科授業』日置光久・村山哲哉・全小理石川大会実行委員会編著 明治図書 p. 8
- 10) 池田幸夫(2004) : 「文化としての科学史とその理科教育への応用」『理科の教育 No. 628』 p. 4
- 11) 松永武・池田幸夫(2012) : 「理論依存型による理科授業の実践的研究ー(2)中学校理科における「恐竜の分類と進化」ー」『山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要第34号』 p. 57