

第2章 研究の実際

研究（その1）

科学的に探究する力と科学的根拠を基に表現する力の育成

（実践者）岡本 慎次

1 研究テーマ設定の理由

自然の事物・現象を扱う理科の学習においては、観察、実験などを行うことで、理解を深め、理科の見方・考え方を養うことを軸としている。「持続可能な社会」の形成に資するためには、自然の事物・現象に進んで関わり、目的意識を持ち、自ら考え、見通しを持って判断する授業展開が重要だと考える。そこで本研究では、得られた結果を分析して解釈するなど、科学的に探究する力と科学的な根拠を基に表現する力が的確に判断する態度につながるものと考え、本研究テーマを設定した。

2 研究の内容と方法

(1) 問題解決の過程を重視した授業実践

問題解決の過程とは、問題の把握、問題の追究、問題の解決の過程で構成される。問題の把握においては、生徒の事象に対する「驚き」から授業が始まり、「不思議さ」に気付かせ、「なぜだろう？」という「疑問」を持たせる。問題の追究においては、その事象から得た「疑問」から「学習問題」を立て、生徒が持つ既習事項や生活経験に照らし合わせ、予想・仮説を設定し、検証計画を立てる。また、観察・実験を通して得た結果に基づいて、「学習問題」に対する科学的な思考を行う。その際、「学習問題」に対する考察を集団の中で高め合い、思考と表現をより深める。問題の解決においては、科学的な証拠に基づく分析・解釈を行い、それを言語化する。生徒が、実感を伴い納得する結論を導くとともに、日常生活や社会との関わりや新たな疑問について取り上げる。

(2) 積極的なグループ学習を図る、学び合いの場の充実

積極的なグループ学習を実現するため、個々の考えを持たせた上で、ペア・グループ学習を中心にした効果的な仲間との学び合いの場を多く取り入れる。

3 研究の実際

(1) 生徒の実態

本学級の生徒（40名）は、理科の観察・実験に対して興味・関心が高く、探究心を持って学習に取り組んでいる。（40名中40名）また、観察・実験した結果をもとに意見を出したり、話し合ったりする活動にも積極的に取り組む生徒が多い。（40名中26名）しかし、仲間の意見を参考に、自分の考えや見通しを持てるまでには至っていない。また、積極的な生徒の意見に押しつぶされ、自分の意見や考えを十分発表できていない生徒も少なからずいる。（40名中5名）そのため、積極的に自分の意見が言える生徒は、授業は楽しいが、それが困難な生徒にとっては、学習意欲の低下や理解度の低下にもつながる状況が見られた。こうした生徒の実態を踏まえ、できるだけ観察・実験を取り入れることで、探究心を持たせるようにした。また、すべての生徒が意見を出せるように、個々の考えをしっかりと持たせてからグループ学習を取り入れるようにし、一人でも多くの生徒が学習課題の解決に向け、自ら考え見通しを持つことができるようにした。

(2) 論理的に思考し表現する力を高めるための工夫

身近な事物・現象に対する不思議さや面白さに直接触れさせるようにし、日常生活に見られる現象と結びつけて、身近な現象に対する興味・関心を高めるようにしたい。

まず、日常生活との関わりが深く、直接体験が可能な現象を取り上げる。生物に関する観察・実験を通して、それらの結果を図示して考察することなどによって、規則性を見いだす意欲や、身のまわりの現象と関連させて調べようとする主体的な態度を身に付けさせたい。次に、生物の成長とふえ方や遺伝現象の基礎的な仕組みを学ぶとともに、仕組みを図で表して考察する方法、結果を表にするなどの測定値の処理の仕方など、科学的な方法を習得できるようにしたい。

本時は、遺伝の規則性の発展で、Fast Plants の観察を通して、2 遺伝子雑種における遺伝の規則

性を理解させる。その際、話し合い活動（「ペア→小集団（班）→全体」）を取り入れ、遺伝の規則性について根拠を基に説明するなど仲間と学び合いながら課題を解決させたい。

(3) 授業の実際

ア 指導の実際

(7) 逆向き設計を活用した指導計画 単元名「遺伝の規則性と遺伝子」

(a) 研究テーマ（育成したい持続可能な社会を支える資質・能力）

科学的に探究する力と科学的根拠を基に表現する力の育成

(b) 教科領域で育成すべき「論理的に思考し表現する力」

科学的根拠に基づき判断する態度の育成

時数：全22時間

実施時期：平成29年11月

第1段階：求められている結果			
本単元における設定されている目標：		【G】goals	
(a) 研究テーマに対して：			
生物の遺伝の規則性について理解を深め、多様性と共通性の視点から探究するために必要な観察・実験等に関する基本的な技能を身に付け、科学的に探究する態度を高めることができる。			
(b)「論理的に思考し表現する力」に対して：			
生物の交雑実験について遺伝子のモデルなどを用いて科学的に探究し、メンデルの遺伝の規則性を基に、他者と議論を深めようとする。			
永続的な理解	【U】understanding	本質的な問い	【Q】questions
細胞分裂などの観察を行うと、生物の成長や生殖を細胞レベルで捉えることができる。また、遺伝現象に目を向けると、「子は親に似る」と言われるように、遺伝により形質が親から子へどう伝わるかは、昔から人々の興味の対象であった。このような遺伝現象が近代科学と成立したのは、メンデルの功績によるものが大きい。生物の成長や生殖について、細胞や染色体、遺伝子レベルで理解することで、成長や遺伝の仕組みを科学的に捉え、生命の連続性について認識を深め、生命を尊重する気持ちを高めることができる。		身近な生物の成長とふえ方、遺伝現象の仕組みはどのようなになっているのだろうか。	
生徒は次のことを知る	【k】knowledge	生徒は次のことができるようになる	【S】skills(a)
・メンデルの交配実験がどのようなものか知る。		(a)について	
・染色体にある遺伝子を介して親から子へ形質が伝わることを知る。		・安全な観察・実験ができる。	
・生殖細胞の分裂方法について知る。		・表やグラフに結果を表すことができる。	
・分離の法則について知る。		・遺伝の規則性をモデル等を用いて説明できる。	
・染色体が対になっていることを知る。		・他者に自分の考えを適切に伝えたり、他者の考えを聞いて自分の考えと照らし合わせ自分の考えを再構成したりすることができる。	
・遺伝子の本体がDNAであることを知る。		・規則性を持って親から子に形質が伝えられること、遺伝子の本体がDNAであることに関する研究成果が、日常生活や社会に関わる様々な分野で利用されていることについて、文献や情報通信などを活用し、理解を深めることができる。	
・優性の法則を知る。			
・形質の表れ方の規則性を知る。			
生徒は次のことができるようになる			【S】skills(b)
(b)について			
・課題について自分なりに考え、科学的根拠を基に自分の考えを筋道を立てて表現すること。			
・結果を分析、解釈し結果から分かることを、遺伝のモデルや交雑表を用いて、他者に分かりやすく説明し合うことで、議論を深めることができる。			
第2段階：評価のための証拠			
(a)に対して	【T】tasks (a)	他の根拠	【OE】other evidence(a)
あなたは、生物学者です。友人からある植物（Fast Plants）の茎の色と葉の色の遺伝について教えてほしいと相談を受けました。友人に分かるように遺伝の規則性を説明してください。また、説明内容が「なるほど、そういうことなのか。」と分かるような図を使ってかき表してください。		・2つの形質の遺伝子を優性の形質を大文字のアルファベット、劣性の形質を小文字のアルファベットで表すことができているか。	
		・分離の法則から生殖細胞の持つ遺伝子の組み合わせを表すことができているか。	
		・交雑表を用いて遺伝の伝わり方を表すことができているか。	
(b)に対して	【T】tasks (b)	他の根拠	【OE】other evidence
・各実験レポートにおける課題に対する自分の考えの記述が科学的根拠を基にして書かれてあるか。		・相手の考えを自分の考えと比較しながら聞き、6W1Hを生かして質問することができているか。	
・各実験レポートにおける考察の記述が、科学的根拠を基にして書かれてあるか。		・相手の考えを適切に捉え、自分の考えを深めることができているか。	
第3段階 学習計画			
1 有性生殖と無性生殖は、どのように行われるのだろうか。			
2 染色体は、どのような仕組みで、親から子へ受け継がれるのだろうか。			
3 親の形質は、どのようにして子や孫に受け継がれるのだろうか。			

イ 本時の指導（1／22 時間）

(7) 主 題 親の形質は、どのようにして子や孫に受け継がれるのだろうか。

(4) ねらい

○メンデルが行った1遺伝子雑種の交配実験を踏まえ、2遺伝子雑種の交配実験の結果から、親のもつ染色体に遺伝子がどのように配置されているか考えることができる。

○遺伝の仕組みについて、図などを用いながら根拠を基に分かりやすく伝えることができる。

(9) 展 開

学習活動（形態）	時間	○教師の働きかけ・予想される生徒の反応	○指導の工夫 ◇評価（方法）
1 既習事項の復習をする。（一斉）	5	○エンドウの種子の形質（まる・しわ）が子や孫にどのように伝わるか。 ・両方の親の遺伝子が半分ずつ伝わる。 ・両方の親の遺伝子を受け継ぐがどちらか一方の形質が現れる。	○本時の内容を理解しやすくするために、ワークシートを使って1組の遺伝子の形質の分離比を復習させた。 ○すべての生徒が考えられるようにするため、細胞、染色体、遺伝子について、モデルを使って分かりやすく確認した。
2 導入を行う。（一斉）	5	○染色体と遺伝子の関係はどのようなになっているか。 ・細胞の中に核があり、核の中に遺伝子がある。 ・核の中に染色体があり、その中に遺伝子がある。	
3 本時のパフォーマンス課題を聞く。（一斉）	3	○1つの染色体には、遺伝子がいくつものっていることを確認した。	
あなたは、生物学者です。友人からある植物（Fast Plants）の茎の色と葉の色の遺伝について教えてほしいと相談を受けました。友人に分かるように遺伝の規則性を説明してください。また、説明内容が「なるほど、そういうことなのか。」と分かるような図を使って書き表してください。			
4 観察をする。（個人→グループ→全体）	10	○観察を行い、Fast Plantsの茎の色と葉の色の組合せの個数を確認した。	○観察しやすいように図を用いて組合せを確認した。
5 パフォーマンス課題について考える。（個人→グループ）	22	○結果を全体で合わせる。（茎の色/葉の色） (紫/緑)：(紫/黄緑)：(緑/緑)：(緑/黄緑) 9：3：3：1 ※種の個数が200個と少ないため分離比を知らせた。 ○個々の考えをしっかりと持たせ、整理させた。	○ペアで観察を行わせ、記録させ、話し合わせることで考えを深めさせた。 ◇きちんと組み合わせを確認でき、全体の個数を求めることができるか。 (観察・実験の技能)
	5	○茎の色の遺伝子と葉に色の遺伝子はどのように表しますか。 ・AA, Aa, aa, BB, Bb, bbと表す。 ○2組の遺伝子が染色体にどのように乗っているか考える。 ・Aの遺伝子と異なる染色体にBの遺伝子をのせると、観察結果の比になる。	○茎の紫、葉の緑が優性であり、茎の紫の遺伝子をAa、葉の緑の遺伝子をBbとして考えることを知らせた。 ○遺伝の規則性を見いださせるため、2つの形質の遺伝子が染色体にどのように乗っているかを意識させた。 ◇遺伝の規則性を染色体モデルを用いるなどして見いだせたか。（科学的な思考・表現） [パフォーマンス課題]
6 本時の学びを振り返る。（グループ→個人）		○グループでパフォーマンス課題を発表し合う。	○個々の考えを深めるため、問答ゲームを行った。

ウ 考 察

(7) 生徒の学びの実際より

今回は、Fast Plants の茎の色と葉の色の二つの形質について遺伝の規則性を探らせた。生徒たちは、一つの形質の交雑実験（メンデルの交配実験）を基に考えを述べていたが、遺伝子が染色体にどのように乗っているか、生殖細胞で行われる減数分裂の様子がはっきり理解できていないため、議論が難しい生徒がいた。そのため、個々の考えをしっかりと持たせたかったが、個々の考えをしっかりと持てなかった生徒が見られた。その後、問答ゲームを取り入れたことで、個々の考えが持てなかった生徒は、考えが持てた生徒の意見に流されたようになった。

パフォーマンス課題に対する生徒のワークシートの記述を評価した。（図1）二つの形質の遺伝子が染色体にどのように乗り、子に伝わっていくかを遺伝子のモデルと交雑表で正しく記入できている生徒（評価A）は全体の40%程で、二つの形質の遺伝子が染色体にどのように乗っているかは正しく説明できないが、形質の組み合わせから考えている生徒（評価B）は全体の50%程いた。残りの生徒は、一つの形質の交雑実験は理解できているが、二つの形質になるとどこから考えていいか分からなくなっている生徒がいた。

生徒の思考を考えると、遺伝子の組み合わせの段階で、遺伝子が染色体に乗っている条件をしっかりと理解させる必要があった。

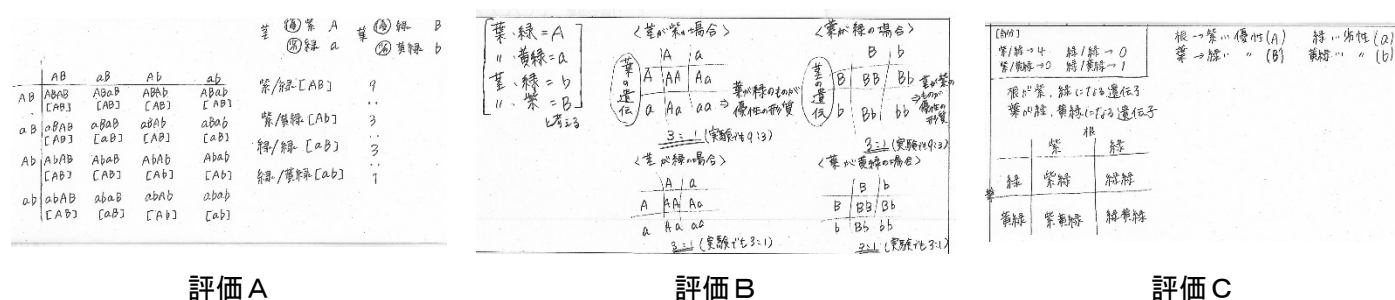


図1 生徒のワークシート（パフォーマンス課題に対する解答）

(イ) 授業研究の視点から

参観された先生から、以下のようなご意見を頂いた。

○パフォーマンス課題について考えさせることは、科学的に探究する力と科学的な根拠を基に表現する力の育成に効果的であったか。

- ・優性、劣性が現れる割合を、科学的（数学の組合せの場面と捉えて）に探究している生徒がほとんどで、解決できていた生徒も半数くらいいたので、効果はあった。
- ・根拠を基に表現するところでは、パフォーマンス課題の設定としては良かったものの、実際の解決の場面では根拠が明らかになっていない生徒が多かった。その原因としては、組合せの大前提となる、各要素の条件がはっきり理解できていないことが挙げられる。

○授業を通して、得られた結果を分析して解釈する姿が見られたか。

- ・実験では、少しずれた結果になったけれど、大まかな割合の予想と科学的な調査が繋がった生徒がいた。
- ・中には、科学的な調査の結果を伝えてそこで終了してしまった生徒がいた。
- ・パフォーマンス課題としての結論「実際と論理のつながり（考えた仕組みが、実験の結果としても表れているという）」を明らかにさせる発問、コーディネートが必要である。

4 成果と課題

どの評価の生徒に対しても積極的に課題について解決しようとする意欲は見られた。これは、身近な生物の発芽を用いた教材であったため、現象を目で確かめながら考えることができたためだと考える。また、ペア・グループ学習を取り入れたため、お互いがしっかりと協力し観察したり、話し合ったりする機会が多くなったためだとも考える。

問題の把握においては、今回のように身近な現象を取り入れれば、「なぜだろう？」という疑問を持たせることができ、次の問題の追究につながるということが分かった。問題の追究においては、しっかりとした基礎・基本の定着（今回の授業では、遺伝子と染色体の関係、分離の法則）と条件整理（染色体に遺伝子が乗る条件）が不十分だと、説明や図示の仕方に過ちや解決が明確でないことが生じ、最終の問題の解決にたどり着かないことも分かった。

しかし、今回の授業のようにペア・グループ学習を多く取り入れ、問題解決の過程を重視した学習を取り入れれば、自然の事物・現象に進んで関わり、目的意識を持ち、自ら考え、見通しをもって行動する力が育ち、よりよい社会を切り拓こうとする力の育成につながると感じた。