

理科(生物)

1 単元名 遺伝子を扱う技術

2 単元の目標

- (1) 遺伝子を扱う技術について、その原理と有用性を理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技術を身に付ける。
- (2) 遺伝子を扱う技術について、観察、実験などを通して探究し、遺伝子を扱う技術の原理と有用性について、科学的に考察して表現する。
- (3) 遺伝子を扱う技術に主体的に関わり見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとする態度と、生命を尊重し、自然環境の保全に寄与する態度を養う。

3 単元の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
遺伝子を扱う技術について、その原理と有用性を理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技術を身に付けている。	遺伝子を扱う技術について、観察、実験などを通して探究し、遺伝子を扱う技術の原理と有用性について、科学的に考察して表現している。	遺伝子を扱う技術に主体的に関わり見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

4 指導と評価の計画

「指導と評価の計画」の工夫

- ・生徒が身に付けた知識を活用して思考できるように、1～3時間目に知識を身に付け、4～6時間目に科学的に探究する場面を設定した。
- ・4～6時間目の科学的に探究する場面では、生徒が理科の見方・考え方を働かせて学習活動ができるよう、生徒同士の対話の場面を意図的に設定し、主体的・対話的な深い学びの実現を目指した。
- ・7時間目に、単元全体で学んだことを日常生活と結び付けて考える場面を設定し、今後の生物の学習につなげられるように配慮した。
- ・実現状況が把握できるように、記録に残す評価をする場面を、4～6時間目に3観点バランスよく設定した。

時間	ねらい・学習活動等	重点	記録	評価規準・評価方法等
1	<ul style="list-style-type: none"> ・遺伝子の単離と増幅のしくみを理解する。 ・任意のDNAにおいて、特定の塩基配列が現れる確率の求め方を理解する。 ・PCR法において、目的のDNA断片が生じることを理解する。 	知		<ul style="list-style-type: none"> ・遺伝子の単離と増幅のしくみについて、酵素やベクター、温度変化による作用の違いを理解している。 ・任意のDNAにおいて、特定の制限酵素の塩基配列と同じ塩基配列が現れる確率の求め方を理解している。 ・PCR法のしくみについて、目的の塩基配列のみからなるDNA断片が3サイクル目以降に生じることを理解している。

2	<ul style="list-style-type: none"> ・サンガー法の資料を読み、電気泳動による塩基配列の解析のしくみを、見だし表現する。 	思		<ul style="list-style-type: none"> ・サンガー法の資料を読み、電気泳動のしくみと、電気泳動で出現したバンドの位置から塩基配列を解析するしくみを見だし、塩基配列を特定する方法について表現している。
3	<ul style="list-style-type: none"> ・遺伝子の機能を解析する方法を理解する。 ・遺伝子組換え実験に関する規則や法律を理解する。 	知		<ul style="list-style-type: none"> ・ノックインやノックアウトなどが活用されている場面や発現の違いから、遺伝子の機能を解析する方法を理解している。 ・遺伝子を取り扱う実験や遺伝子組換え生物の管理に関する規則や法則を理解している。
4	事例1 <ul style="list-style-type: none"> ・細胞への遺伝子導入実験で、観察、実験を安全に行う基本的な技能を身に付ける。 ・実験後の酵母菌の変化について予想する。 ・ウラシル欠損酵母菌にGFP遺伝子とウラシル合成遺伝子を導入する実験を行う。 	知 思	○	<ul style="list-style-type: none"> ・培地への菌の混入や遺伝子組換え生物の実験室外への流出等を防止する目的を理解しながら、観察・実験の基本的な技能を身に付けている。《ワークシート》 ・GFP遺伝子を導入する意義を理解して、実験後の酵母菌の変化について予想している。
5	事例2 <ul style="list-style-type: none"> ・実験結果から、遺伝子導入によって酵母菌がどのように変化したかを考察し、表現する。 ・遺伝子が導入できたかを確認する実験を行う。 	思	○	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果を踏まえて、最少培地でコロニーを形成できた酵母菌とできなかった酵母菌の違いから、酵母菌がどのように変化したかを考察し、表現している。《ワークシート》
6	事例3 <ul style="list-style-type: none"> ・実験結果から、DNAが導入されたかどうかを確認し、まとめる。 ・遺伝子組換え技術の応用について、日常生活と関連付けて考察し、グループで話し合いまとめる。 ・実験と単元全体を通して、遺伝子組換え技術に対するイメージの変化や、遺伝子組換え技術の展望を考え、まとめる。 	思 思 態	○	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果から、DNAが導入されたかどうかを確認し、遺伝子を導入された酵母菌が増殖すると、発光が目視できるようになることに気づき、まとめようとしている。 ・遺伝子組換え技術が有用な場面について、日常生活と関連付けて考察し、積極的に話し合ってまとめようとしている。 ・実験と単元全体の学習を通して、遺伝子組換え技術について、自分の意見を主体的にまとめようとしている。《ワークシート》
7	<ul style="list-style-type: none"> ・遺伝子や細胞を扱う技術の応用や影響など日常生活と関連付けて考察し、まとめる。 ・遺伝子組換え技術を医療に活用する場合の注意点などを話し合い、課題をどのように対処したらいいのかを考えまとめる。 	思	○	<ul style="list-style-type: none"> ・遺伝子や細胞を扱う技術について、人間生活への応用や、自然環境への影響など日常生活と関連付けて考察してまとめ、表現している。 ・遺伝子治療や遺伝子診断における個人や家族の意思決定についての注意点などを話し合い、遺伝子や細胞を扱う技術に生じる課題をどのように対処したらいいのかを考えてまとめ、表現している。《ワークシート》
	<ul style="list-style-type: none"> ・ペーパーテスト 	知 思	○ ○	<ul style="list-style-type: none"> ・知識を習得、活用している。

*記録の欄に○が付いているところは、教師が指導に生かすとともに生徒の学習状況を記録に残す。

5 **事例1** 観点別学習状況の評価の進め方 **知識・技能**

(1) 本時(第4時)の目標

細菌への遺伝子導入実験について、既習の遺伝子組換え生物の取扱いに関する法律や規制と関連付けるとともに、培地への菌の混入や遺伝子組換え生物の実験室外への流出等を防止する目的や、実験器具が滅菌されている理由を理解しながら、観察、実験の基本的な技能を身に付ける。

(2) 評価規準

培地への菌の混入や遺伝子組換え生物の実験室外への流出等を防止する目的を理解しながら、観察・実験の基本的な技能を身に付けている。

(3) 指導と評価の流れ

<p>〔指導の工夫〕</p> <p>①実験に使用した酵母菌、導入した遺伝子や培地の特徴について、資料から読み取って実験結果を予想し、生徒同士で話し合う場面を設定した。</p> <p>②各操作の目的を理解しながら実験に取り組めるように、資料と実験器具の実物を見ながら、実験手順や器具の特徴を生徒同士で確認させた後に、教師が操作のポイントについて補足を加えた。</p> <p>③実験器具を安全に取り扱えるように、生徒が作業する様子を行動観察した。</p> <p>④操作したことを踏まえて、操作の留意点をワークシートにまとめさせた。</p> <p>〔評価の工夫〕</p> <p>・実験器具が滅菌されている理由や実験上の留意点について、操作したことを踏まえて具体的に記述できているかどうかを評価した。</p>
--

学習場面	学習活動	学習活動における具体的評価規準・《評価方法》
導入	<ul style="list-style-type: none"> これまでの学習や日常生活を振り返って、遺伝子組換え技術に対するイメージをワークシートに記入する。 実験で使用する酵母菌や培地、GFPの特徴をワークシートの資料から読み取り、この実験においてGFPを利用する理由をワークシートに記入する。 【指導の工夫①】 GFPを利用する理由を班で話し合い、発表する。【指導の工夫①】 <p>課題：遺伝子導入実験を行う上で、気を付けなければいけないことは、どのようなことか。</p>	
展開	<ul style="list-style-type: none"> 配付されている実験器具を、ワークシートの資料で点検しながら、班で実験手順を確認する。【指導の工夫②】 酵母菌への遺伝子導入の操作を行う。 【指導の工夫③】 遺伝子導入が完了した酵母菌を、培地に播種する。【指導の工夫③】 播種した培地を恒温器（インキュベーター）に入れ、2日以上培養する。 培養後の酵母菌の変化について予想し、ワークシートに記入する。 【指導の工夫①】 	

	<ul style="list-style-type: none"> ・班で話し合い，予想を共有する。 【指導の工夫①】 ・滅菌された実験器具の取扱い方を確認し，操作中の留意点やその理由をワークシートに記入する。【指導の工夫④】 		<ul style="list-style-type: none"> ・培地への菌の混入や遺伝子組換え生物の実験室外への流出等を防止する目的を理解しながら，観察・実験の基本的な技能を身に付けている。 《ワークシート》
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・学習した内容を振り返り，次回行う実験内容を確認する。 		

(4) 「知識・技能」の評価例

＜ 問い ＞

実際に生きた酵母菌を培地から培地へ移動させる等の操作で，気を付けるべき点を，理由とともに書きなさい。

【評価Bの例】

＜ 生徒の記述 ＞

菌が入らないように、素早く行う。実験器具は直前に開封し、清潔なものを使用する。

理由は不十分であるが，操作上の注意点が具体的に記述できているので，評価Bと判断した。

【評価Aの例】

＜ 生徒の記述 ＞

実験器具を滅菌状態に保ったまま操作できるように、器具を使用する直前に袋から出す。カビなどの孢子が入らないように、外気との接触をできるだけ少なくし、すぐにフタをする。

滅菌された器具を包装から取り出してすぐに使用したり，培地のフタを素早く開閉したりする等の注意点が，菌の混入を防止するという理由とともに記述できているので，評価Aと判断した。

【評価Cの例】

＜ 生徒の記述 ＞

性質が変化しないように気を付ける。

意図しない変化が起きないように注意することは記述できているが，操作する上での具体的な注意点の記述が不十分であり，評価Cと判断した。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

滅菌された実験器具で素早く操作することが，培地への菌の混入の防止につながることに気付かせるように，目的の菌が生育した培地と，他の菌が混入した培地の写真とを比較させた上で，操作の目的を一つずつ確認させた。

6 事例2 観点別学習状況の評価の進め方 思考・判断・表現

(1) 本時(第5時)の目標

実験結果から、最少培地でコロニーを形成できた酵母菌が、どのように変化したのかを考察する。また、培地にコロニー以外のものが形成された場合には、どのような原因があるかを実験手順から振り返り、改善点を考える。

(2) 評価規準

実験結果を踏まえて、最少培地でコロニーを形成できた酵母菌とできなかった酵母菌の違いから、酵母菌がどのように変化したのかを考察し、表現している。

(3) 指導と評価の流れ

〔指導の工夫〕

- ①培地に形成されたコロニーを効率よく数えるなど、実験結果を正確に処理する場面を設定した。
- ②前時に予想したことと本時の結果から、酵母菌がどのように変化したのかを、生徒同士で話し合いながら考察させた。
- ③酵母菌が最少培地で生育可能となる条件に気付かせるために、資料から遺伝子や酵母菌の特徴を読み取らせ、実験結果や既習事項と関連付けながら考えるように促し、生徒同士で話し合っ深めた考察を基に、個人でワークシートにまとめさせた。
- ④酵母菌が培養できない複数の原因を班で話し合い、後半の実験や実験後の片付けの注意点を確認させ、ワークシートにまとめさせた。

〔評価の工夫〕

- ・実験結果を考察して、酵母菌が最少培地で生育できる条件と、酵母菌がどのように変化したかについて、具体的に記述できているかどうかを評価した。

学習場面	学習活動	学習活動における具体的評価規準・《評価方法》
導入	<ul style="list-style-type: none"> ・前時の実験内容を振り返る。 ・本時の目的、実験内容、手順や注意点を確認する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> 課題：最少培地でコロニーを形成できた酵母菌とできなかった酵母菌の違いを比較して、コロニーを形成できた酵母菌はどのように変化したのか。 </div>	
展開	<ul style="list-style-type: none"> ・恒温器から培地を取り出し、順調に培養できているかを確認する。 【指導の工夫①】 ・培地を裏返し、水性ペンでコロニーが形成されている部分に点を打ちながらコロニーの数を数え、コロニーの数をワークシートに記入する。 【指導の工夫①】 ・培地にコロニー以外の何かが発生したかどうかを確認し、培地の様子をワークシートにまとめる。【指導の工夫①】 ・コロニーを形成した酵母菌に導入された遺伝子が何かを考察して、ワークシートに記入する。 	

	<ul style="list-style-type: none"> ・最少培地でコロニーを形成できた酵母菌と、形成できなかった酵母菌の遺伝子にはどのような違いがあるかを考察して、ワークシートに記入する。 ・個人で考察したことを基に、酵母菌がどのように変化したかを、班で話し合う。【指導の工夫②③】 ・酵母菌の変化について、班で話し合ったことを基に考察し、ワークシートにまとめる。 ・コロニー以外のものが培地に形成された原因を考え、後半の実験や実験後の片付けも含めて注意点をまとめ、ワークシートに記入する。【指導の工夫④】 ・遺伝子導入前後の酵母菌を、+U培地に播種する。 ・播種した培地を恒温器で2日以上培養する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果を踏まえて、最少培地でコロニーを形成できた酵母菌とできなかった酵母菌の違いから、酵母菌がどのように変化したのかを考察し、表現している。《ワークシート》
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・学習した内容を振り返り、次回行う実験内容を確認する。 	

(4) 「思考・判断・表現」の評価例

< 問い >

最少培地でコロニーを形成できた酵母菌とできなかったコロニーを形成できなかった酵母菌の違いを比較しながら、酵母菌がどのように変化したのかをまとめなさい。

【評価Bの例】

< 生徒の記述 >

ウラシル合成遺伝子が酵母菌に導入されているか、いないかの違いがある。

最少培地でコロニーを形成できた酵母菌とできなかった酵母菌の遺伝子の違いが記述できているので、評価Bと判断した。

【評価Aの例】

< 生徒の記述 >

ウラシル欠損酵母菌にウラシル合成遺伝子を導入したことで、酵母菌はウラシルを合成できるようになり、最少培地でもコロニーを形成することができた。コロニーを形成できなかった酵母菌は、ウラシル合成遺伝子が導入できていなかった。

実験結果を基に、最少培地でコロニーを形成できた酵母菌とできなかった酵母菌の遺伝子の違いだけでなく、遺伝子の導入で酵母菌がどのように変化したかが記述できているので、評価Aと判断した。

【評価Cの例】

< 生徒の記述 >

酵母菌にウラシル合成遺伝子を導入した。

導入された遺伝子は記述できているが、最少培地でコロニーを形成できた酵母菌とできなかった酵母菌の違いについての記述が不十分なため、評価Cと判断した。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

実験で使用した遺伝子、酵母菌、培地の特徴を、ワークシートの資料から読み取るように促し、最少培地で生育できないウラシル欠損酵母菌が、遺伝子の導入によって最少培地で生育できるようになっていることに着目させて、酵母菌がどのように変化したのかを考えるように助言した。

7 **事例3** 観点別学習状況の評価の進め方 **主体的に学習に取り組む態度**

(1) 本時(第6時)の目標

単元全体の学習や実験を踏まえて、遺伝子組換え技術の有用な場面を日常生活と関連付けて積極的に話し合い、遺伝子組換えについて主体的に関わろうとする。

(2) 評価規準

単元全体の学習と実験を踏まえて、遺伝子組換え技術について、自分の意見を主体的にまとめようとしている。

(3) 指導と評価の流れ

<p>【指導の工夫】</p> <p>①遺伝子組換え技術の有用性に着目できるように、技術がどのような場面で活用できそうか、日常生活や既習事項と関連付けながら生徒同士で話し合う場面を設定した。現在は不可能だと考えられていることも含めて、複数の視点から考えるように促した。</p> <p>②単元の学習を通して、遺伝子組換え技術に対する考えがどのように変化したかを実感させるために、単元の学習前後での遺伝子組換え技術のイメージの違いを比較させた。</p> <p>【評価の工夫】</p> <ul style="list-style-type: none"> 単元を通して学んだことを踏まえて、自分自身の考えがどのように変化したのかを具体的に記述できているかどうかを評価した。 	
---	--

学習場面	学習活動	学習活動における具体的評価規準・《評価方法》
導入	<ul style="list-style-type: none"> 前々時、前時の実験内容及び結果を振り返る。 <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">課題：単元全体の学習や実験で学んだことや、遺伝子組換え技術のイメージがどのように変化したかを踏まえて、遺伝子組換え技術の展望について自分の意見をまとめよう。</p>	
展開	<ul style="list-style-type: none"> 恒温器から培地を取り出し、順調に培養できているかを確認する。 黒いボックス内で、青色LEDライトとオレンジフィルターを使って、遺伝子導入された酵母菌が発光することを確認する。 遺伝子が導入された酵母菌の増殖によって、発光が目視できるようになったことに気付く。 遺伝子組換え技術が有用な場面について、日常生活や既習事項と関連付けながら班で話し合っ、まとめる。【指導の工夫①】 遺伝子組換え技術の有用性について、班でまとめたことを発表する。 	

まとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・単元全体の学習や実験で学んだことや、遺伝子組換え技術のイメージがどのように変化したのかを踏まえて、遺伝子組換え技術の展望について自分の将来と関連付けながら班で話し合っ、自分の意見をまとめる。 【指導の工夫②】 	<ul style="list-style-type: none"> ・単元全体の学習と実験を通して、遺伝子組換え技術について、自分の意見を主体的にまとめようとしている。 《ワークシート》
-----	---	---

(4) 「主体的に学習に取り組む態度」の評価例

< 問い >

単元全体や実験で学んだことや、遺伝子組換え技術のイメージがどのように変化したかを踏まえて、遺伝子組換え技術の展望について、自分の意見を自由に書きなさい。

【評価Bの例】

< 生徒の記述 >

今までネガティブなイメージを持っていたが、ポジティブなイメージを持つことができた。医療の分野などで貢献できる技術だと思う。

実験の前後における遺伝子組換え技術のイメージの変化と、遺伝子組換え技術の展望が記述できているので、評価Bと判断した。

【評価Aの例】

< 生徒の記述 >

実験前は、体に悪そうなイメージを持っていたが、今は遺伝子の性質によっては良いこともあるかもしれないと思うようになった。導入する遺伝子によって、さまざまな性質を持つ生き物がつくれるようになり、植物の品種改良に活用して、変わっていく地球環境に適応した植物をつくっていききたい。

遺伝子組換え技術のイメージの変化を日常生活と関連付け、遺伝子組換え技術の展望が具体的に記述できているので、評価Aと判断した。

【評価Cの例】

< 生徒の記述 >

遺伝子組換え技術について詳しいことは知らなかったが、実際にやってみると意外と簡単にできることが分かった。

遺伝子組換え技術を用いた実験によるイメージの変化は書けているが、遺伝子組換え技術の展望についての記述が不十分であるため、評価Cと判断した。

【「努力を要する」状況と評価した生徒に対する指導の手立て】

単元の学習前に記述した遺伝子組換え技術のイメージを確認させたり、授業中に生徒同士で話し合った遺伝子組換え技術が活用できそうな場面を思い出させたりして、将来、技術がどのように役立てられそうかを日常生活や既習事項と関連付けながら思考するように助言した。