

## 理科学習指導案

科 目	授業学級	授業場所	使用教科書	授業者
生物	3年5組（普通科）19名 （男子14名，女子5名）	生物実験室	生物 （東京書籍）	牧迫 剛志

### 1 単元（題材）名

第2編 遺伝子のはたらき 第3章 バイオテクノロジー C 遺伝子を細胞に導入する  
実験・考察 大腸菌を使った遺伝子組換え実験

### 2 単元（題材）の目標

遺伝子組換えの際に利用される酵素のはたらきについて理解させる。また、大腸菌に遺伝子導入を行う模擬実験を通して遺伝子組換えについて自ら考える態度を養うとともに、遺伝子導入後は、実験の成否の判別方法について協議させ、発表を通じて理解を深めさせる。

### 3 単元（題材）の評価規準

関心・意欲・態度	思考・判断・表現	観察・実験の技能	知識・理解
バイオテクノロジーについて関心を持ち、主体的に協議し、意欲的に探究しようとしている。	プラスミドの構造モデルを作成し、遺伝子導入を効果的に示す手法を協議・演示し、模擬実験を行うことができる。また、抗生物質耐性遺伝子とスクリーニングの関係について協議・考察し、導き出した考えを表現している。	—	制限酵素の性質やプラスミドの役割、スクリーニングの考え方を理解し、その知識を身に付けている。

### 4 単元（題材）の指導計画（全3時間）

- ① 遺伝子導入について基本事項の確認及び実験の準備（1時間）
- ② 遺伝子導入の模擬実験（1時間）※本時
- ③ 遺伝子組換えや遺伝子導入に関する問題演習（1時間）

### 5 教材（単元・題材）観（単元概要）

バイオテクノロジーの学習においては、大腸菌に遺伝子組換えを施したプラスミド（環状DNA）を導入する実験が大きく扱われている。しかし、実験を行うにあたり必要となる器具や設備（オートクレーブやクリンベンチ）は高価なものであるため、多くの高等学校では不足している。また、遺伝子組換え実験を規制する法律（いわゆるカルタヘナ法または遺伝子組換え生物等規制法）を遵守する必要もあり、実施が困難な状況にある。結果的に理論の説明にとどまる授業や、演習問題としてしか触れることのない学習の題材となっているのが現状である。

### 6 生徒観（生徒の実際）

3学年の普通科クラスであり、生物選択者の約8割がセンター試験を受験する予定である。授業中は概ねおとなしいが、積極的に発表・質問する生徒も見られ、発問に関するディスカッションでは明るい雰囲気を取り組める。全体的には生物学に対する興味・関心が高い傾向が見られるが、理解度に大きく差があるため、学習内容の定着に関しては工夫した授業を展開する必要がある。

## 7 指導観

遺伝子導入の実験が演習問題として扱われる場合には、多くはオペロン説（調節遺伝子のはたらき）についても正しく理解しておかねば解答できない。しかし、このオペロン説は理解しにくい項目であり、実際に演習問題として取り扱った後にアンケートを実施したところ、全員が「難しい」と回答していた。また、「問題の内容が理解できた」と回答したのは、19人中1人であった。

大腸菌へのプラスミド導入に関しては、実験の成否を判別するためにスクリーニング（抗生物質を用いて目的遺伝子を含む大腸菌のコロニーを選別）の手法が用いられる。この選別方法は実験結果の分析や考察を行ううえでは論理的な思考を必要とする操作であり、魅力的な題材である。

したがって、今回の模擬実験においては「遺伝子導入の方法」、「スクリーニングの考え方」を取り扱う。また、考察・協議・発表のサイクルで基本事項の定着や科学的な発想の展開につながるよう指導する。

## 8 本時の実際

### (1) 本時の目標

- 大腸菌を使った遺伝子組換えに関する模擬実験について、自ら考え協議し、それを表現することができる。

【思考・判断・表現】

### (2) 本時の評価規準

思考・判断・表現	遺伝子導入を効果的に示す手法について自ら考え、協議・演示し、模擬実験を行うことができる。
思考・判断・表現	スクリーニングと抗生物質の関係について理解し、協議・考察した内容を表現することができる。

### (3) 本時の展開

	学習内容	指導上の留意点	評価
導入 10分	<ul style="list-style-type: none"> <li>遺伝子組換えの際に必要な酵素は何であったか、具体例を挙げ復習する。               <ul style="list-style-type: none"> <li>制限酵素（はさみの役割）</li> <li>DNAリガーゼ（のりの役割）</li> </ul> </li> <li>遺伝子導入に用いられる操作にはどのようなものがあるか、具体例を挙げ復習する。               <ul style="list-style-type: none"> <li>パーティクルガン法</li> <li>ヒートショック法</li> </ul> </li> <li>プラスミドの構造とはどのようなものだったか復習する。               <ul style="list-style-type: none"> <li>環状のDNA</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>生徒に発問する。答えた内容を板書する。</li> <li>生徒に発問する。答えた内容を板書する。</li> <li>生徒が前時に複数の色紙で作成したプラスミドの模型を配布する。</li> </ul>	

<p>展開① 20分</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>組換えプラスミドを作成する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>制限酵素（はさみ）でプラスミドの構造モデルの緑色の部分を切る。</li> <li>色画用紙を切り口に合わせた形に切り、DNAリガーゼ（テープ）で接着する。</li> </ul> </li> <li>完成したプラスミドを観察する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>水色は蛍光タンパク質の遺伝子</li> <li>緑色は抗生物質耐性遺伝子</li> <li>桃色は導入された遺伝子</li> </ul> </li> <li>組換えプラスミドを大腸菌に導入する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>班ごとに協議し、①パーティクルガン法と②ヒートショック法のどちらかを選ぶ。</li> <li>選んだ方法に合わせて道具を選び、遺伝子導入を示す手法を協議し演示する。</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>色画用紙，はさみ，テープを配布する。</li> <li>切る形を確認させる。</li> <li>各色が何を意味するものか確認させる。</li> <li>プラスミド内の全ての遺伝子が発現するかどうかを考えさせる。</li> <li>模擬実験に使える道具について説明する。</li> <li>大腸菌…カゴ</li> <li>その他…模造紙，ボール</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>遺伝子導入を効果的に示す手法について協議・演示し，模擬実験を行っている。</li> </ul> <p>【思考・判断・表現】</p>
<p>展開② 15分</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>遺伝子導入後にスクリーニングを行う。 <ol style="list-style-type: none"> <li>① 大腸菌（カゴ）にプラスミドが入っていれば目的とする遺伝子が導入されたとみなす。</li> <li>② 抗生物質の作用を加味して考える。</li> <li>③ スクリーニング 生き残る大腸菌を選別する。</li> </ol> </li> <li>どの大腸菌を導入に成功したものと考えてよいのか協議する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>蛍光を発するコロニー</li> </ul> </li> <li>遺伝子導入に成功した大腸菌を単離するためには今後どのような操作や実験を行えばよいのか協議する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スクリーニングの考え方や結果について，生徒が主体的に協議を進められるかを確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スクリーニングと抗生物質の関係について理解し，協議・考察し考えを表現することができる。</li> </ul> <p>【思考・判断・表現】</p>
<p>まとめ 5分</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>遺伝子導入方法として大腸菌に適したものはどちらなのか確認する。</li> <li>導入された遺伝子の数やはたらきによっては複雑な思考が必要になることを理解する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スクリーニングの考え方が理解できたかどうかをアンケートで確認する。</li> </ul>	