

1. 学校種(全日制普通科)・学年(3年)

科目名・単元名：生物Ⅱ「第1編」・第4章「バイオテクノロジー」

2. 本時の目標

・生物Ⅰに記載されている、肺炎双球菌の形質転換はS型菌のDNA断片を生きたR型菌が取り込むことによって起こっている。新たな遺伝子を細胞外から導入したことに他ならない。このように外部からのDNAを生物に導入すると、生物の「遺伝的性質」が変化する。グリフィス・アベリーの実験・結果を「理科ねっとわーく」デジタル教材で提示し、遺伝子を導入すれば生物の遺伝的性質を変化させることができることを確認する。

・カルスに対してはアグロバクテリウムを、プロトプラストに対してはエレクトロポレーション法を利用して、遺伝子組換えが可能であることを学ぶ。

・プラスミドに目的の有用遺伝子を組み込むためのcDNA法を学ぶ。真核生物のDNAを転写したmRNAには当初、タンパク質に翻訳されないイントロンを含む。そこでイントロンを除去(=編集)されたmRNAから逆転写酵素でDNAを合成し、さらにそれを二本鎖としてプラスミドに導入する。この際に制限酵素・DNAリガーゼを使用する。

・同じバイオテクノロジーの項目で記載されている「細胞融合」では、分類的に近縁な植物を使用するが、遺伝子の導入には、そのような分類的な制約なしに土壌微生物から真核生物へと遺伝子が導入できる。

・農耕の開始とともに始まった、野生植物の栽培植物への変化は、人為選択による進化の過程である。交配による品種改良・遺伝子組換え・進化が生物の遺伝的な性質の変化をもたらす。このように最後をしめくくり、生物多様性の視点から、遺伝子組換え植物について考察できるように配慮する。

3. 「理科ねっとわーく」活用のポイント

【遺伝子組換え植物とその有用性】

農業の実態をあまり知らない生徒に、草刈りに要する労力がすさまじいこと、それを除草剤の散布で軽減できること。また農薬を使わないと病害虫のため、収穫量が減少すること。

農薬を散布すると生態系に悪影響を与えることも、解説する。公正な視点で、遺伝子組換え植物の

<利用コンテンツ名>

「生命の連続性」・「遺伝情報とその発現」・「遺伝子組換え植物を考える」

4. 指導計画(効果器と受容器4時間扱い・本時3/4)

①植物の組織培養・カルスの形成とホルモン処理(事前実習1時間)

②植物の組織培養実習・プロトプラスト観察実習(実習本番1時間)

③遺伝子組換え植物を考える・バイオテクノロジーの問題(授業1時間・本時3/4)

④生存に有利な遺伝子の頻度が世代を経ると増加する現象を、計算で確認(授業1時間)

5. 本時の展開

生徒の活動	教師の準備・使用コンテンツ
●前回の実習で作成した寒天培地上のニンジン組織をいくつか点検し、カルスの有無を確認する。ワークシート返却、プロトプラストがどうして球形になるのかを解説。 ●カルスに対してはアグロバクテリウム法で、プロトプラストに対しては、エレクトロポレーション法で遺伝子組換えが可能である(板書) ●遺伝子組換えはバイオテクノロジー開発以前からおこっていたことをデジタル教材で確認する。 - 肺炎双球菌の形質転換：グリフィスの実験、アベリーの実験、DNAを導入すると遺伝的形質が変化する。 ●アグロバクテリウム法・エレクトロポレーション法を提示 - 目的とする遺伝子を組み込んだプラスミドをどう調整する？ - ヒトの遺伝子を大腸菌に導入する際の過程をデジタル教材で確認する(cDNA法)。 - 遺伝子発現の過程を板書 - イントロンを含まない mRNA から逆転写酵素を用いて、相補的な一本鎖 DNA を合成して、それを二本鎖 DNA にしてからプラスミドに導入する(板書)。 ●除草剤抵抗性ダイズとその有用性、害虫抵抗性トウモロコシとその有用性、青いカーネーションをデジタル教材で提示。 - 遺伝子を導入された生物と、元々の遺伝子を供給した生物を、例毎に板書。 - 害虫抵抗性トウモロコシに的を絞って、環境への影響の懸念を説明(板書、デジタル教材)。 - 細胞融合では、分類的に近縁な植物を使用するが、遺伝子の導入にはそのような分類的な制約がない。 ●交配による品種改良と遺伝子導入による遺伝子組換え植物の育成は、根本的に異なることをデジタル教材で確認。 - 連鎖と組換え・遺伝子組換えの違いを確認(板書) - 野生のトマトと栽培種のトマトの著しい差異は、栽培化にともなう生息環境の変化に、野生種が適応した結果である、つまり人為的な選択(進化)の結果であることを示す。	- 教室移動の指示・座席指定 - スクリーン、プロジェクター準備 - デジタル教材を起動 デジタル教材 「生命の連続性」：形質転換 デジタル教材 「遺伝子組換え植物を考える」：アグロバクテリウム法・エレクトロポレーション法 デジタル教材 「遺伝情報とその発現」：遺伝子組換え  http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0400/contents/sozai_thn/sozai29.html デジタル教材 「遺伝子組換え植物を考える」：除草剤抵抗性ダイズ・害虫抵抗性トウモロコシ・青いカーネーション  http://www.rikanet.jst.go.jp/contents/cp0090a/contents/22030.html - デジタル教材 「遺伝子組換え植物を考える」：環境への影響 板書 遺伝的な性質の変化をもたらすもの 1. 遺伝子組換え 2. 品種改良(育種) 3. 進化

6. 授業風景



<研究を通しての成果と課題>

(1) データ（アンケートのまとめなど）

方法

デジタル教材を使用した授業を体験した生徒群（茨木高校）、していない生徒群（高津）に対して、同一アンケートによるデジタル教材に対する有効性評価を実施した。体験群では、非体験群に対してデジタル教材に対する評価が高かった。茨木高校では、それに引き続き、実験とデジタル教材による授業を一体化させた授業を試行し、公開した。

結果

アンケートの評価項目として、授業を構成する以下の7つの要素を選んだ。1. 教科書の本文・語句・図表の教師による解説；2. 問題集・実習書による演習と教師による解説；3. 実験・観察による授業内容の作業・操作体験；4. デジタル教材による授業内容の視覚化；5. ビデオソフト（TV番組）による授業内容の視覚化；6. 調べ学習・発表、それに対する質疑応答；7. 野外で生物の探索・発見・観察・採集を体験。授業の場面としては、①初めての学習；②発展的な学習；③学習内容の定着、を設定した。3つの場面において、どの要素を活用した授業が望ましいと考えるか、好ましい方法から1から7までの順位を記入する形を採用した。

授業を構成する要素	① 初めての学習		② 発展的な学習		③ 内容の定着	
	高津	茨木	高津	茨木	高津	茨木
1. 教科書	1	1	5	4	2	3
2. 問題集	2	4	1	1	1	1
3. 実験・観察	3	3	2	5	3	5
4. デジタル教材	5	2	4	2	4	2
5. ビデオソフト	4	5	3	3	4	4
6. 調べ学習	7	7	6	7	6	6
7. 観察・採集	6	6	7	6	7	7

茨木、高津ともに、初めての学習では1位が教科書によるもの、発展的な学習・内容の定着では、1位は問題集によるものと極めて高い一致を示している。しかし、デジタル教材の評価は、茨木ではどの場面でも2位を得ている。対照的に高津では5位もしくは4位であった。

(2) 先生（ICTの使用や授業づくりについて具体的な事例）

① 成果

大阪府生物教育研究会が制作した、高等学校生物実験書に収録されている標準的な生物実験と、「理科ねっとわーく」のデジタル教材を融合させた授業案を3つ開発し、1つの形態を公開した（授業案を参照のこと）。公開授業には、JSTと大阪府教育センターから参観をいただき、充実した研究協議を行った。

平素の授業に、「理科ねっとわーく」のデジタル教材を試用した。目的は教科書による授業を実施した後の、理解促進に絞った。「理科ねっとわーく」の動画を含むコンテンツが有効であった場面は、神経の興奮、音の高低を判別するしくみ、眼の遠近調整、ウニの胚発生、両生類の胚発生、局所生体染色法による原基分布図の作成、スーパーマンの交換移植実験、ニューコープの実験、マウスの卵形成の過程、受精と初期発生、被子植物の受粉・花粉管の伸長・受精などであった。動画を提示して、教科書の理解を促進できた。

② 課題

デジタル教材を涉猟して、既存の授業体系に組み込む際にかなりの時間がかかる。その主な原因は各コンテンツのデザインが統一されていないので、個々のコンテンツに習熟するのに時間がかかるためである。PC・プロジェクター・スクリーン・外部スピーカーの操作に習熟するのに時間がかかる。教員によっては、これらの時間を無駄だと判断する場合もあるだろう。

(3) 児童・生徒（授業中の発言、反応、取組の実態から具体的な事例）

① 成果

高等学校の実習設備では不可能な実験・観察をデジタル教材の利用によって、疑似体験できた。マウスの一次卵母細胞の減数分裂・受精・初期発生が特に印象的であった。第一極体の放出時には、生徒から「ああ〜っ」という声があがった。

公開授業で使用した、「遺伝子組換え植物を考える」の中では、野生のトマトと栽培されたトマトの大きさの違いに生徒は驚いた。このような栽培化による植物の変化は植物の「進化」であり、人為によってなされたことから、人為選択の結果であることを実感をともなって理解してくれた。

② 課題

デジタル教材による授業を受けた生徒はそれを高く評価している（アンケート結果参照）。しかし、デジタル教材を使って授業を実施している教員が少ない。