

ICT を効果的に活用した授業デザイン ～手順を示す・可視化する～

1 研究のねらい

昨年度までは「主体的・対話的で深い学びを取り入れた授業デザイン」というテーマに基づき、1年生の生物基礎で「実験」に重点を置いて研究を進め、実物を使うことで主体的・対話的で深い学びを取り入れた。また、2年生理系の生物で、実物を目にする機会の少ない「遺伝子」の分野に着目し、仮想によって論理的に考えさせることで、主体的・対話的で深い学びを取り入れてきた。

今年度の研究テーマは、「ICT を効果的に活用した授業デザイン」である。第1回目（6月21日）の研修で、ICTを利用することで開いた発問ができる一方で、閉じた発問や手順を示すことが大切であると学んだ。特に、資料集や生徒のノートを「拡大提示」するための手段としてICTが有効であると知った。また、生物領域での協議では、身につけた知識をネットワーク化させるための手段としてICTを活用できないか、ということが論点になった。そこで、これらの視点と、昨年度までの研究内容を踏まえ、①実験などで手順を示すための手段、②遺伝子など目に見えない世界を仮想する手段として、ICTを効果的に活用することを今年度のねらいとする。

2 実践する（した）内容

(1) ヒトの体細胞のDNAの長さの計算（演習）

① ヒトの体細胞の約60億塩基対は全部つなげると何mになるか計算する。

② ヒトの細胞は約5 μ mであり、そこにどのようにしてDNAが収まっているのかイメージする。

(2) DNAの複製過程（講義）

① 体細胞分裂の過程をイメージする。

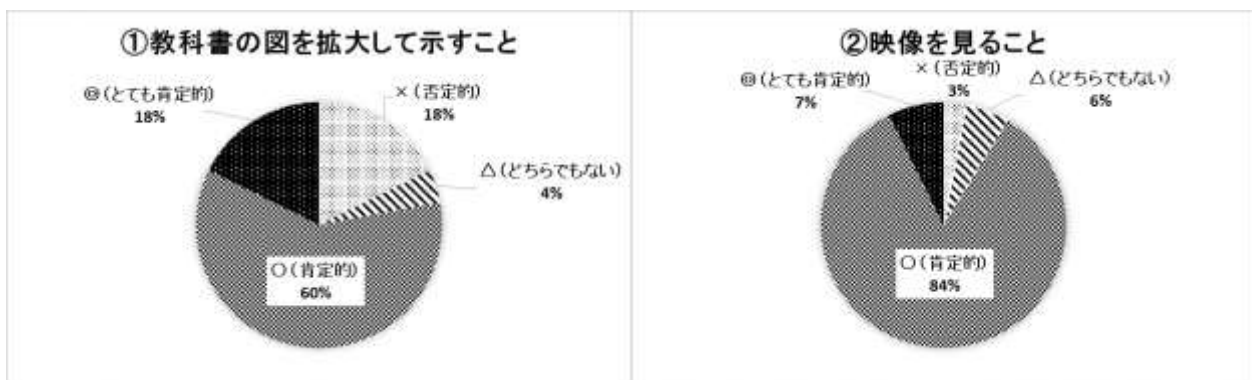
② DNAがいつ複製され、どのように分配されるのかをグラフを描きながら説明する。

(3) 体細胞分裂の観察（実験）

(4) 細胞周期の計算（演習）

3 実践後の生徒の変容

①実験などで手順を示すための手段、②遺伝子など目に見えない世界を仮想する手段として、ICTを効果的に活用する授業を展開し、実施後に1年生2クラス（68名）の生徒にアンケートをおこなった。アンケート項目及び結果を【グラフ①】と【グラフ②】に示す。また、意見を（資料1）に示す。



【グラフ①】

◎ (とても肯定的) …… 18 %
○ (肯定的) …………… 60 %
△ (どちらでもない) … 4 %
× (否定的) …………… 18 %

【グラフ②】

◎ (とても肯定的) …… 7 %
○ (肯定的) …………… 84 %
△ (どちらでもない) … 6 %
× (否定的) …………… 3 %

【資料1】意見（抜粋）

①「教科書の図を拡大して示すこと」は、授業でどれくらい役に立っていますか？（抜粋）

- どこの話をしているのかがわかる。（6名）
- 先生が指しているところが分かって良い。（4名）
- ホワイトボードで先生も図に書き込んで説明してくださるので、どこの話が分かりやすく理解しやすい。（3名）
- 教科書の図に書き込みながら説明するのは分かりやすい。（3名）
- 教科書の図がわかりやすく良いと思う。みんなで1つの図を見るので、意見を示しやすいし、まとまりやすい。
- 先生が図や表を書かなくても良いので時間が短縮され、説明や問題を解く時間が増えてよいと感じた。
- 線を引くところなどが口頭よりも明確に分かる。
- 教科書を見ればわかるから、あまり役に立っていない。（2名）
- うしろの席だと見にくく、あまり活用していない。

②「映像を見ること」は、授業でどれくらい役に立っていますか？（抜粋）

- 映像を見るのは面白くて興味が湧くけれど1回で覚えるのは難しくあまりできない。
- 実際のを映像で見られるのでイメージしやすい。
- 実験の手順の確認にはとても有効であると感じる。
- 映像を見ているだけなのであまり頭に入っていない。

③プロジェクターやホワイトボードを活用した授業の際に、困っていることはありますか？

- 映像の見にくさについて（文字が薄い、にじんでいるなど）…6名
 - ・映っているものが薄くて見にくい。（4名）
 - ・黒板の方がはっきり見える。
 - ・教科書は拡大すると見にくい。
- 明るさについて（光の反射など）…13名
 - ・光が反射して見にくい。（9名）
 - ・西日が当たったとき、全て見にくい。
 - ・外の光をカットしてほしい。
 - ・カーテンを閉めても見にくい。（2名）
- 色の区別について…3名
 - ・オレンジ色が見にくい。
 - ・見にくいペンの色がある。
 - ・青と黒の色の区別が難しい。
- 文字の大きさについて…3名
 - ・文字が小さすぎて見にくい。（3名）
- 授業が進む速さについて…2名
 - ・板書を写しきる前に画面が切り替わってしまう場合がある。
 - ・図がまだ描けていないときに消されて次に進まれると分からなくなる。
- 準備の時間について…1名
 - ・（教員が）教科書にピントを合わせている時間が長いので、それが気になる。
- 問題なし…40名

アンケート結果より、ICTを拡大表示に用いることについては、「どこの話をしているのかが分かりやすい」「教科書の図に教員と生徒が一緒に書き込みながら考えられる」という点が利点として挙げられる。これは、授業者自身も同様の効果を感じている。一方で、「教科書を見ればわかる」「後ろの方の席は見にくい」「拡大表示された教科書の文字の部分が見にくい」といった意見も寄せられた。以上のことから、文字の多い部分の拡大表示は極力避けた方が良く、図の全体像を示し、流れを一緒に確認する意味での活用が望ましいことが分かった。また、本校の生徒は全員が教科書のページを耳で聴いてすぐに開くことができるので、拡大表示をしながらも、従来通り、聴覚による指示や説明も続けていくことも大切であると感じた。

ICTで映像を見ることについては、肯定的な意見が多かった。一方で、少数ではあるが「映像を見るだけでは頭に入らない」「一度見ただけでは覚えられない」という意見もあった。映像を見るだけにすることなく、見終わった後に何らかの振り返りを行ったり、映像の一部を静止画としてプリントにして活用したりするなどの工夫が必要であると考えられる。

4 研究のまとめ（成果と課題）

本研究では、①実験などで手順を示すための手段、②遺伝子など目に見えない世界を仮想する手段として、ICTを効果的に活用する方法を模索してきた。また、「教科書の拡大表示」や「映像の活用」の効果を重点的に検証した。その結果、前で自分の手元と同じものを拡大して示すことは効果的であるが、見にくさを解消する必要があることが分かった。また、今回は教科書の図の拡大表示についてのみ検証を行ったが、実験時の手順の拡大表示においても同様の効果が得られるかどうかの検証は、今後の課題である。また、映像を用いることは、実験の手順を示すためにも、目に見えない世界を仮想するためにも、大変効果的であることが分かった。ただ、後者については今回の検証では、「目に見えない世界の仮想」という「イメージ」としての要素よりも、細胞などの小さなものや、体内にあって普段は直接見ることでできないものなどの「観察」としての要素が強かった。遺伝子やDNAの転写・翻訳といった、概念を伝えるために効果的な利用方法を模索することは、今後の課題である。

5 実践した授業の単元計画と学習指導案

① 単元の指導と評価の計画

時	学習内容	学習活動	ねらい	評価の観点				評価規準	評価方法
				関	思	技	知		
1	第1節 遺伝情報とDNA	遺伝子, DNAゲノム, 遺伝情報	<ul style="list-style-type: none"> 中学校での既習事項の確認。 遺伝に関する外観をつかむ。 	○	◎			<ul style="list-style-type: none"> 一遺伝子雑種の分離比が答えられる。 染色体, DNA, 遺伝子の関係が説明できる。 	ノート 発問
2		DNAの構造1	<ul style="list-style-type: none"> DNAの構造や特徴を理解する。 シャルガフの規則を理解する。 	○			◎	<ul style="list-style-type: none"> ヌクレオチドがどのように結合しているか, 図で示すことができる。 シャルガフの規則から, 各生物の塩基の割合が計算できる。 	ノート 発問
3		DNAの構造2	<ul style="list-style-type: none"> グループ学習を通してシャルガフの規則を確かめる。 ヒトの体細胞のDNAの長さを計算し, いかにか長いかを実感する。 		◎	○		<ul style="list-style-type: none"> 片方のペアが記入した片方の鎖の塩基配列に従って, もう一方の鎖の塩基配列を答えることができる。 グループで完成させた塩基配列でシャルガフの規則が成り立つかどうか確かめられる。 ヒトのゲノムの塩基対数から, 体細胞のDNAの長さを計算することができる。(指数の計算, 単位変換) 	班別活動 答え合わせ
4		遺伝子の本体	<ul style="list-style-type: none"> 「形質転換」という現象と遺伝子との本体との関連性を説明できるようにする。 「ウイルス」の特徴と用いられた意義を理解する。 		◎		○	<ul style="list-style-type: none"> 遺伝子は, 形質を決めるものであることがわかる。 形質転換が起こる条件が答えられる。 ウイルスは, なぜ中間的存在なのか答えられる。 	ノート 発問
5	第2節 遺伝情報の発現	タンパク質のつくりとはたらき	<ul style="list-style-type: none"> タンパク質の構造や特徴を理解する。 ペプチド結合とはどのような結合か, 理解する。 		○		◎	<ul style="list-style-type: none"> タンパク質の構造式(板書)を写すことができる。 ペプチド結合時に, どこから水素原子, 酸素原子が提供されてH₂Oができていくかわかる。 	ノート 発問

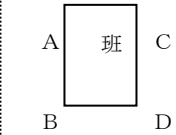
6		転写と翻訳	<ul style="list-style-type: none"> RNAとDNAの違いを比較する。 転写と翻訳は、何のためにどこで起こるのかを理解する。 		○	◎	<ul style="list-style-type: none"> DNAとRNAの長さ、塩基の種類、糖の名称、構造を比較して、違いを述べるができる。 転写と翻訳は、タンパク質を合成するため=私たちのからだを作るために起こることがわかる。 転写は核、翻訳は細胞質基質で起こることがわかる。 	ノート 発問
7		タンパク質の合成(演習)	<ul style="list-style-type: none"> DNAの塩基配列から、RNAの塩基配列と選択されるアミノ酸を答える。 		◎	○	<ul style="list-style-type: none"> DNAの塩基配列から、RNAの塩基配列と選択されるアミノ酸を答える。 	班別活動 答え合わせ
8	第3節 遺伝情報の分配	細胞分裂と遺伝情報の分配	<ul style="list-style-type: none"> 体細胞分裂と減数分裂の比較をする。 体細胞分裂ではDNAの複製と分配が行われていることを理解する。 		○	◎	<ul style="list-style-type: none"> 2つの細胞分裂は、何のためにいつどこで起こるのかという観点で比較できているか。 複製と分配が起こる時期を図で表すことができる。 	ノート 発問
9		体細胞分裂の観察(実験)	<ul style="list-style-type: none"> 固定、解離、染色の意義を理解する。 体細胞分裂中の細胞や染色体の様子を観察する。 	○		◎	<ul style="list-style-type: none"> 自分のプレパラートを自分で作成することができる。 時期による細胞や染色体の様子を比較し、それがわかるスケッチをすることができる。 	プリント
10		細胞数と分裂にかかる時間(演習)	<ul style="list-style-type: none"> 実験時に撮影した画像を元に、その時期の細胞数とかかる時間との関連性をつかむ。 		◎	○	<ul style="list-style-type: none"> どの時期の細胞が多かったか、少なかったか答えることができる。 かかる時間が長いほど、見える細胞数も長いことがイメージできる。 細胞数をもとにかかる時間を計算することができる。 	班別活動
11		細胞の分化と遺伝子発現	<ul style="list-style-type: none"> 全て同じゲノムをもつ細胞が、どのようにして多種多様な役割をもつ細胞に分化していくのか理解する。 		○	◎	<ul style="list-style-type: none"> 全ての細胞は、同じ塩基配列をもっていることがわかる。 必要な時期に必要な領域が選ばれて転写されていることがわかる。 	ノート 発問

② 学習指導案－1

科目	生物基礎	使用教材	生物（数研出版） リードα生物（数研出版）
指導クラス	1年	単元	遺伝情報とDNA

本時の主題	テーマ：DNAはどんな構造をしているのだろう		本時の位置	2/10	
本時の目標と評価の観点	(1) DNAの構造や特徴を理解すること。 (2) グループ学習を通してDNAの長さや他種のDNAを理解すること。				
本 時 の 展 開					
離	学習内容	教師の働きかけ	学習活動 (生徒の活動)	評価の観点 (具体的評価規準)	評価方法や 指導上の留意点
準備	<ul style="list-style-type: none"> 授業準備 開始時挨拶 	<ul style="list-style-type: none"> テーマなどを板書しておく。 席を実験班でグループ体系に座らせる。リーダーを一人決めさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> 実験班ごとに座る。 リーダーを決める。 		<ul style="list-style-type: none"> 全員が前回のワークシートと教科書を持ってくるように声かけ。
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> テーマの把握 見通しの把握 	<p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">テーマ：DNAはどんな構造をしているのだろう ～シャルガフの規則と2重らせん構造～</p> <ul style="list-style-type: none"> 見通しを示す。 	<ul style="list-style-type: none"> 見通しを把握する。 		<p style="text-align: center;">【席 順】</p> <div style="text-align: center;"> </div>
展開 35分	<ul style="list-style-type: none"> シャルガフの規則 2重らせん構造 	<ul style="list-style-type: none"> ワークシートを配り、片方のヌクレオチド鎖を埋める指示をする。 DNAのらせん構造を見せて、DNAについての予備知識を与える。 ヒトの体細胞に含まれるDNAの全長をグループで計算させる。 全員が計算できたグループからホワイトボードを配る。 計算方法を全体で共有する。 核内のDNAがどれだけ長いかを、比喻を用いて理解させる。 	<ul style="list-style-type: none"> 相補性を意識してグループでDNAを完成させる。 グループで協力してDNAの塩基の割合を計算する。 グループでヒトのDNAの長さを計算する。 ホワイトボードに計算手法および計算結果を書いて前に掲示する。 計算方法を共有する。 核内のDNAがどれだけ長いかを、比喻を用いて理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> グループ内で活発に交流できているか。【意欲・関心・態度】 各自がそれぞれのノートに計算が出来ているか。【思考】 自分の考えを相手に伝え、意見の相違を理解し合うことができる。【理解・表現】 	<ul style="list-style-type: none"> つぶやきを汲み共有する。 必ず全員に徹底させる。
まとめ	<ul style="list-style-type: none"> テーマの復習 	<p>【発問】DNAはどんな構造をしていましたか？</p> <p>【発問】DNAにはどんな特徴がありましたか？</p>	<p>【応答】二重らせん構造。</p> <p>【応答】A-T, G-Cが相補的</p>		

10分	<ul style="list-style-type: none"> 動画の視聴 終了時挨拶 	<ul style="list-style-type: none"> 動画を用いて、どのようにして長大なDNAが小さな核に収まっているのか説明する。 【発問】DNAが核に入っている構造を知ってどう感じましたか？ 	<ul style="list-style-type: none"> に結合している。 動画①を視聴する。 感想を述べる。 		
-----	--	---	--	--	--

本時の主題		テーマ：体細胞分裂を観察しよう【実験】		本時の位置	8/10
本時の目標と評価の観点		(1) 固定・解離・染色の方法と意義を理解する。 (2) 分裂期の細胞を時期ごとに分別し、数や割合と細胞周期を関連付けることができる。			
本 時 の 展 開					
離	学習内容	教師の働きかけ	学習活動 (生徒の活動)	評価の観点 (具体の評価規準)	評価方法や 指導上の留意点
準備	<ul style="list-style-type: none"> 授業準備 開始時挨拶 	<ul style="list-style-type: none"> テーマなどを板書しておく。 席を実験班でグループ体系に座らせる。リーダーを一人決めさせる。 	<ul style="list-style-type: none"> 実験班ごとに座る。 リーダーを決める。 		<ul style="list-style-type: none"> 全員が前回のワークシートと教科書を持ってくるように声かけ。
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> テーマの把握 見通しの把握 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> テーマ：体細胞分裂の観察 ～レアキャラ（数が少ない）ほど、短い？ </div> <ul style="list-style-type: none"> 見通しを示す。 		<ul style="list-style-type: none"> 見通しを把握する。 	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; text-align: center;"> 【席 順】  </div>
展開 35分	<ul style="list-style-type: none"> 固定解離染色の意義 プレパラート作成 観察 計測計算 	<ul style="list-style-type: none"> 動画④を視聴させ、固定・解離・染色の方法と意義をまとめさせる。 書画カメラを用いて、自分がプレパラートを作成する手元を拡大表示する。 まずは、各自の顕微鏡に映し出されている様子を観察させる。 沢山細胞が視野に入ったら、カメラ機能付き携帯電話で写真を撮らせる。 時期の判別に困る生徒が出て来たら、自分の顕微鏡写真を、スクリーンに表示し、実際に数を数えてみる。 	<ul style="list-style-type: none"> 動画④を視聴し、固定・解離・染色の方法と意義をまとめる。 前の拡大表示された画像を元に、手順を確認しながら作業を行う。 自分の顕微鏡に映し出されている様子を観察する。 沢山細胞を視野に入れ、カメラ機能付き携帯電話で写真を撮る。 スクリーンに映されている細胞を見ながら、自分の観察している細胞がどの時期なのかを判別し、数を数える。 	<ul style="list-style-type: none"> グループ内で活発に交流できているか。【意欲・関心・態度】 重ならないように、優しくかつ何回も押しつぶしが出来ているか。【実験の技能】 沢山の細胞を視野の中央に収めて、ピントを合わせて撮影することができるか。【実験の技能】 どれが何期に分類されるかを判別することができる。【思考】 	<ul style="list-style-type: none"> つぶやきを汲み共有する。 必ず全員に徹底させる。 <p>◎良い観察とは ①ピントがあっている。 ②細い線と点でスケッチができています。</p>

		<ul style="list-style-type: none"> ・数名の生徒の撮影した画像とスケッチを書画カメラで写し、全員で共有する。 ・全ての細胞数の計測は、自分の撮影した画像を見て、宿題としてやってくるように指示をする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・他の人の画像とスケッチを見て、どんな観察をおこなったら良いのかを学び、良い観察ができるように努力する。 ・他の人が上手に出来ていることを全体で共有し、認め合う。 ・宿題の把握をする。 		③染色体の様子が良く分かる。
まとめ 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・テーマの復習 ・終了時挨拶 	<p>【発問】固定解離染色の方法は？何のためにそうするの？</p> <p>【発問】どれが一番レアキャラ（数が少ない）でしたか？</p> <p>【発問】数が少ないということは、その時期にかかる時間は、長いですか？短いですか？</p> <ul style="list-style-type: none"> ・宿題を頑張りましょう！ ・挨拶 	<p>【応答】 固定はエタノールと氷酢酸の混合液で細胞を生きた状態に近いまま止めておくために行う。解離は希塩酸で細胞をバラバラにするために行う。染色は酢酸オルセイン溶液で染色体を染め、観察しやすくするために行う。</p> <p>【応答】 中期または終期</p> <p>【応答】短い</p>		

【使用したICT機器】

- ①プロジェクター、②書画カメラ

【使用した動画】

- ①NHK 高校講座＞生物基礎＞第9回 DNA とゲノム

>DNA がどうやって核に収まるのか？（3分30秒）

(<https://www.nhk.or.jp/kokokoza/tv/seibutsukiso/archive/chapter009.html>)

◎DNA がヒストンに巻き付いて、ヌクレオソームという構造を作っていくモデルがとても分かりやすい。

◎DNA の二重らせん構造から、ヌクレオソーム→クロマチン→核というように、だんだん視野が広がっていき、それが連続的に表現されているため、小さなところにとっても長いものが巻き付いている、というイメージがつかみやすい。

- ②NHK 高校講座＞生物基礎＞第 10 回 DNA の複製と分配
＞細胞分裂と染色体の分配の過程（3 分 53 秒）
(<https://www.nhk.or.jp/kokokoza/tv/seibutsukiso/archive/chapter010.html>)
- ③NHK 高校講座＞生物基礎＞第 14 回 DNA の複製と分配
＞転写と翻訳のしくみ（2 分 35 秒）
(<https://www.nhk.or.jp/kokokoza/tv/seibutsukiso/archive/chapter014.html>)
◎RNA が核膜孔を通過してリボソームに運ばれ、そこでコドンに対応したアミノ酸が運ばれてくる様子を連続的にとらえることができる。
- ④岐阜県まると学園デジタルコンテンツ「体細胞分裂」
https://gakuen.gifu-net.ed.jp/~contents/kou_seibutu/index2.htm
- ⑤研究開発講座 高 理科実験教材開発成果物（実験書データ）＜学校間総合ネット専用＞
＜H30 年度版＞