

理科学習指導案

1. 日 時 令和4年11月14日(月) 3限(10:35~11:25)
2. 学年・学級 3年4・5組(計23名)
3. 場 所 生物教室
4. 使用教科書 改訂版 生物 (数研出版)
単 元 名 (1) 生物の進化と系統 (ウ) 生物の進化と系統に関する探究活動

5. 指導の立場

(1) 生徒観

3年生理系の集団で、学習に対する意欲はおおむね高い。ほとんどの生徒が大学進学を希望しているが、志望分野は医療系・農学系・理学系から教育系まで多岐に渡り、習熟度にも差がある。定期考査や対外模試の標準偏差が大きく、定着度や思考力に差がある集団であると言える。授業アンケートにおける「授業に自ら参加し、自ら考えようとしている。」という質問では、96%が肯定的な回答であり、普段の様子からも授業に対する前向きな姿勢がうかがえる。演習やテストにおいて思考問題に挑戦することや論述を行うことに抵抗感のない生徒が多く、積極的に解答しようとする。その反面、集団の前で意見を述べたり、プレゼンをしたりすることには自信がなく、積極的に発言しようとはしない。小集団(班活動)では少しずつ打ち解けることができるため、数人で十分議論させたり、既習事項と探究的な題材を丁寧に結びつけさせたりするなどのスモールステップを踏みながら、自信をつけていく必要がある。

(2) 教材観

教科書内では「自然選択」について、「個体間に変異があってその変異が遺伝し、さらにある環境のもとで、変異に応じて繁殖力や生存力に差がある場合、繁殖や生存に有利な変異をもつ個体が次の世代により多くの子を残す」という説明がなされている。この自然選択について、種としての統一的な形質の獲得だけでなく、環境に応じて遺伝子頻度に変化しうるということに気づかせ、生物がもつ多様性について考えさせることをねらいとする。本教材は琉球大学の研究をもとにしており、捕食者にとって有毒あるいは不快な味をもつ別種に姿を似せる擬態である「ベイツ型擬態」が有効な条件を考察させるものである。生徒は「擬態が生存率を上げることに有効である」ということは理解しているが、それが起こるかどうかは周囲の環境(毒蝶の分布や捕食者の学習の程度)に依存するというにはなかなか気づきにくいと考えられる。そこでいくつかの擬態率を変化させる条件を考えさせ、「仮説立案→検証」という探究の過程の一部を自ら実行することで、進化の学習のまとめとしたい。「自然選択の結末は周囲の環境条件に依存する」現象は擬態以外でも起こっており、例えば、鎌状赤血球貧血症であるヒトはマラリアにかかりにくいいため、マラリアの多い地域ではこの形質を持つヒトが多くなっており、一般的に不利な形質が環境を変えると有利に働くことを示唆している。このような事例を考えさせることで、進化の過程は一樣ではなく、地球上のあらゆる環境に適応しながら形質を変化させるという生物のもつ普遍的かつ本質的な性質の一端に触れさせたい。高校生物の学習のクライマックス(新課程でははじめ)にあたる本単元で、探究的な学びの深化と自己成長を感じる機会となることを期待する。

(3) 指導観

生徒は「擬態」「自然選択」を個別に学習しているが、それらの関連や進化のストーリーを、具体例をもって表現することはしていない。本授業では単元のまとめとして、既習事項と与えられたデータを組み合わせながら探究の過程の「仮説の設定」「実験の計画」を実行させることとする。できるだけ生徒が「探究活動」の流れに則って思考できるよう授業展開を行うことに努める。実際に探究活動内の調査を実施することはできないが、実際の大学の研究内容を用いることで、「研究を行っていたらこのような結果が得られる」「このような結果が得られたら仮説は立証される」という一定の達成感を持たせられる授業展開と評価を準備する。

6. 単元の目標（新学習指導要領）

(1) 知識及び技能

生物の進化についての観察、実験などを通して、「生命の起源と細胞の進化」「遺伝子の変化と進化の仕組み」「生物の系統と進化」について理解するとともに、それらの観察、実験などの技能を身に付ける。

(2) 思考力、判断力、表現力等

生物の進化についての観察、実験、資料の読み取りなどを通して探究し、「遺伝子の組合せの変化」「遺伝子頻度」「生物の系統」などについて考察できる。進化のしくみについて系統樹などを用いながら適切に表現できる。

(3) 学びに向かう力、人間性等

生物の進化についての観察、実験などを通して、「生命の起源と細胞の進化」「遺伝子の変化と進化の仕組み」「生物の系統と進化」について主体的に関わり、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、生命を尊重する態度を身に付ける。

7. 単元の評価規準（新学習指導要領）

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
生物の進化についての観察、実験などを通して、「生命の起源と細胞の進化」「遺伝子の変化と進化の仕組み」「生物の系統と進化」について理解している。また、それらの観察、実験などの技能を身に付けている。	生物の進化についての観察、実験、資料の読み取りなどを通して探究し、「遺伝子の組合せの変化」「遺伝子頻度」「生物の系統」などについて考察している。進化のしくみについて系統樹などを用いながら適切に表現している。	生物の進化についての観察、実験などを通して、「生命の起源と細胞の進化」「遺伝子の変化と進化の仕組み」「生物の系統と進化」について主体的に関わり、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。

8. 単元全体の指導と評価の計画（19時間）太枠は本字（新学習指導要領）

時間	ねらい・学習活動	評価の観点			評価規準・評価方法
		知	思	態	
1～3	<ul style="list-style-type: none"> ・生命の起源として、無機物から有機物が生じ「細胞」が生じたと考えられていることを知る。 ・生物が代謝を通じて地球の環境を変化させてきたこと、地球の環境の影響を受けて生物が進化してきたことを理解する。 	●			ワークシート 地球の誕生から化学進化、生物進化の流れ、また環境形成作用について論理的に説明できている。
4	<ul style="list-style-type: none"> ・生物の形質の変化は、遺伝子の変化によって生じることを理解する。 ・突然変異によって、遺伝的な多様性が生じることを理解する。 	●			ワークシート 突然変異の具体と形質に与える影響を正しく説明できている。
5	<ul style="list-style-type: none"> ・減数分裂の過程では、染色体の乗換えによって遺伝子の組換えが起こることを理解する。 ・有性生殖においては、親から子へと遺伝子が受け継がれる過程で、遺伝子の組み合わせが変化することを理解する。 		●		ワークシート・小テスト 減数分裂の過程、配偶子とその組み合わせなどについて正しく表現できている。
6					
7			○		
8		●			
9			○		
10	【実験】減数分裂の観察 <ul style="list-style-type: none"> ・減数分裂を観察するのに適したプレパラートを作製する。 ・分裂期の細胞を観察する。 			○	レポート 減数分裂の各時期の染色体の特徴を、文章記述とスケッチで表すことができる。

11	<ul style="list-style-type: none"> ・遺伝的浮動と自然選択によって遺伝子頻度 が変化することを理解する。 ・隔離によって種分化が生じやすくなることを理解する。 	●			ワークシート
12			●		遺伝子頻度が変化する要因についてハーディー・ワインベルグの法則などを用いて説明できている。
13	<ul style="list-style-type: none"> ・DNA の塩基配列やタンパク質のアミノ酸配列から系統を推定できることを理解する。 ・生物が、系統に基づいて 3 つのドメインに分類されることを理解する。 	●			ワークシート 生物の系統について、分子系統樹の作成などを通じて正しく表現できている。
14 ~ 15	<ul style="list-style-type: none"> ・人類が、霊長類のうちの類人猿から進化したことを理解する。 ・人類の特徴として、直立二足歩行をすることが重要であることを理解する。 	●			ワークシート 人類の進化について直立二足歩行などの点に着目し、根拠をもとに説明できている。
16	【探究活動】蝶の擬態率の変化		○		MetaMoJi・発表・振り返りシート
17				●	探究の過程に則り、与えられた情報をもとに「仮説→検証」の過程を正しくたどれている。
18	<ul style="list-style-type: none"> ・学習した内容をまとめる(明らかになったことや新たに疑問に思ったことをどのように解決できるかを表現する)。 ・次の単元での学習に向けて、自分の学習方法についての課題をどのように改善していくかを表現する。 			○	ワークシート・アンケート 「生物の進化」について整理し、適切にまとめられている。学習中にわからなかったことをどのように解決しようとしたか、自己の変容についての記載がある。
19	単元テスト	○	○		

○…評定に用いる評価 ●…学習改善につなげる評価

9. 本時の指導

(1) 目標

与えられたデータと課題をもとに、仮説の設定と根拠に裏付けられた実験方針の立案ができるようになる。

(2) 展開

	学習活動	学習の手立てや学習活動のねらい (○全体指導 ●ペア活動 ◎グループ活動)	具体的評価規準、 評価方法
導入 (5分)	<ul style="list-style-type: none"> ・シロオビアゲハの擬態蝶と非擬態蝶と比較する。 		
	はじめの問い：なぜ同一種に二つの形質があるのだろうか？		
	<ul style="list-style-type: none"> ・シロオビアゲハの擬態蝶、非擬態蝶、ベニモンアゲハの写真を比較する。 	<ul style="list-style-type: none"> ●擬態蝶は目立つが毒蝶に似せて身を守る点で有利ということを見出す。 ○ベニモンアゲハが毒を有することを強調し、ベイツ型擬態を確認する。 	
展開1 (15分)	<ul style="list-style-type: none"> ・島ごとに差がある擬態率のデータを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ○必ずしも擬態が有利ではないことを見出す。 	

	<p>メインの問い：どんな条件なら非擬態蝶が多くなる？それを確かめるにはどう調査する？</p>		
	<p>・フォーマットに従って仮説を立て、実験の計画を立てる。 ⇒①有毒蝶の分布に依存する。 ②周囲の植生に依存する。 ③オスの好みに依存する。</p>	<p>◎探究活動として班ごとに仮説を立て、それを立証する調査計画を立案させる。 ○本授業の評価ルーブリックを示し、生徒が到達目標を意識できるようにする。 ○各班の計画と進捗状況を MetaMoJi と机間巡視で確認する。 ○生徒の思考が放散・収束しすぎた場合はヒントカードを提示する。</p>	<p>・MetaMoJi の記載（ルーブリックに従った事後評価） ⇒本時のメインの評価</p>
展開 2 (10分)	<p>・設定した仮説と調査方法を発表する。 ・相互評価として、他班の仮説や調査方法について指摘を行う。</p>	<p>◎MetaMoJi での把握により、できるだけ異なる視点をもっている班を組み合わせ、2班～3班で相互発表を行わせる。</p>	<p>・発表</p>
展開 3 (10分)	<p>・琉球大学の実際の調査結果を確認し、実際の探究活動の流れにのっとり、仮説→検証の計画の一事例を体験する。</p>	<p>○仮説→検証の一モデルとして紹介。 ○考え方のヒントとして、捕食者の学習は毒蝶が多いほど成立しやすいことを示す。</p>	<p>・MetaMoJi の記載</p>
	<p>まとめの問い：琉球大学の研究チームはどのような仮説を立てたのでしょうか。何のために毒蝶の個体数調査を行ったのでしょうか。</p>		
まとめ (10分)	<p>・「事後振り返りシート」に入力をする。</p>	<p>○最後の振り返りは個人で記入する。 ○個人の考え→班での考え→他班・琉球大の考えを通じて、自己の思考の変容が確認できるようにする。 次時に教師からの評価返却と良い実験計画の紹介を行う。</p>	<p>・「事後振り返りシート」の入力内容（ルーブリックに従った事後評価）</p>

【事後指導】

(1) 各班の仮説・検証内容が妥当かどうかを教師が評価する。

ルーブリック B 評価：①検証可能で、課題に対して妥当な仮説となっている（根拠が示されている）。

②仮説を検証するための調査方法が具体的に示されている。

本研究は毒蝶の分布について調査したものであるが、妥当な仮説と検証方法であれば、B 評価を与える。

(2) 琉球大学の研究論文の詳細を説明し、その仮説や検証方法についてプレゼンできている班があればクラス全体に紹介する。

(3) 解明されている点とまだ明らかになっていない点を周知する。

⇒メスだけが擬態することについては特定の遺伝子座の支配によることがわかっているが、まだ解明されていないこともあり、今後の研究に期待されることと生物の多様性などについて触れる。

【参考文献】

・琉球大学「シロオビアゲハが毒蝶を真似するときの条件 擬態の進化的パラドクスの解明」

平成 31 年 4 月 25 日

・藤原晴彦「だましのテクニックの進化—昆虫の擬態の不思議」オーム社 2015

・石原将弘 他「生物 標準問題精講」旺文社

・数研出版 教科書特設サイト <https://www.chart.co.jp/kyokasho/22kou/seibutsu/#document>