

事例Ⅳ 動物の発生

指導のポイント

平成17年度高等学校教育課程実施状況調査によれば、「自分の考えで予想して実験や観察をしているか」という質問に対し、肯定的な回答をする生徒は約3割、「実験を積極的に取り入れた授業を行っているか」という質問に対し、肯定的な回答をする教師は約4割であった。この調査結果から、実験や観察を積極的に授業に取り入れ、ねらいや視点を明確にし、生徒が目的意識をもって取り組むことができるようにすることが指摘された。

そこで、科学的な思考力・表現力を育成していくために、「動物の発生」における言語活動の事例として、次のような展開を設定する。

- ①条件を明確にして自分なりの考えを記述する機会を意図的に作っていく。
- ②目的意識をもった効果的な観察や実験を行う指導の中で、生徒に自分の考えで予想を立てさせ、目的に適った実験方法を計画させるとともに、実験や観察をさせる。

これらを踏まえた次の3つの授業展開例を作成し、ワークシートとして示した。各シートのねらいと概要は以下の通りである。

ワークシート1：実験試料の選択

生命現象の解明には、それぞれの実験目的に適した生物試料の選択が必要である。試料として採用できるかどうかの検討を通して、科学的な思考力・表現力を養う。

次に、生物試料の認識を深めるため、高校生物で取り上げられる無脊椎動物の例が「ウニ」、脊椎動物の例が「カエル（イモリ）」である理由について、自分の考えを表現し、班毎に話し合うなどの活動をさせる。

ワークシート2：ウニの初期発生

文章の記述に苦手意識を持つ生徒にとって、言葉で表現するより、図示の方が取り組みやすいため、観察前に、各発生段階にあるウニの様子をプリントに図示して確認させる。また、映像教材により、実物をイメージさせる。

次に、5種類の発生プレパラートを観察し、スケッチおよび発生段階をプリントに記入させる。（プレパラートは受精卵、4～16細胞期、胞胚期、原腸胚期、プルテウス幼生期の何れかであるが、発生段階は記入していないので生徒に観察させて判断させる。）

さらに、判断の根拠となった構造上の特徴やその時期に起こる変化等を文章で記述させる。

最後に、教科書や資料集に記載されている文章を参照し、その特徴を言葉で伝えるには、どのような表現が分かりやすいかを確認させる。ただ正解を書き写すよりも、自分で書いた方が、間違いに気付くことができるため、有益であることも実感させる。

ワークシート3：両生類の器官形成

カエル（もしくはイモリ）の胚を見せ、大きさ・柔らかさをイメージさせ、胚内部の現実的な観察方法を考えさせる。

次の2つの方法で観察させて、それぞれの方法が実験目的に適っているかを確認させる。

I. 寒天包埋法で観察

各発生段階のカエルの胚を寒天に包埋したものを配布し、まずはルーペで外形を観察させる。そしてどの発生段階の胚か班毎に予想を立てさせ、判断理由とともにプリントに記入させる。

次に、胚をカミソリで切断し、その内部をライトスコープで観察させる。この際、どのように切断すれば観察したい向きの切断面となるかを考えさせ、切断した方向についてもプリントに記入させる。

最後に、各発生段階の胚の構造上の特徴を記述させる。

II. 班毎のアイディアで観察

各自のアイディアをプリントに記入させた後、班毎に話し合わせ、実施するプランを決定して発表させる。次に、班毎に検討した方法でカエル（もしくはイモリ）の胚の内部を観察させ、Iの方法と比較させる。

ワークシート1

実験試料の選択

課題1 脊椎動物の発生過程の観察に適しているのは、どのような生物の胚か。次にあげる視点から特徴を考えて記述し、検討し合ってみよう。

分類	魚類	両生類	爬虫類	鳥類	哺乳類
生物名	例：サケ	サンショウウオ	トカゲ	ニワトリ	マウス
入手しやすさ					
飼育しやすさ					
購入や飼育のコスト					
胚の大きさ					
形態					
観察しやすさ					
その他					

課題2 高校生物の「動物の発生」では、「ウニ」、「イモリまたはカエル」を取り上げて観察・実験を行い、発生のしくみを学ぶ。次にあげる視点でそれぞれの特徴を記入して、取り上げる理由を考えよう。

分類	無脊椎動物（棘皮動物）	脊椎動物（両生類）
生物名	ウニ	イモリ・カエル
入手しやすさ		
飼育しやすさ		
購入や飼育のコスト		
胚の大きさ		
形態		
観察しやすさ		
ヒトの発生過程との類似点		

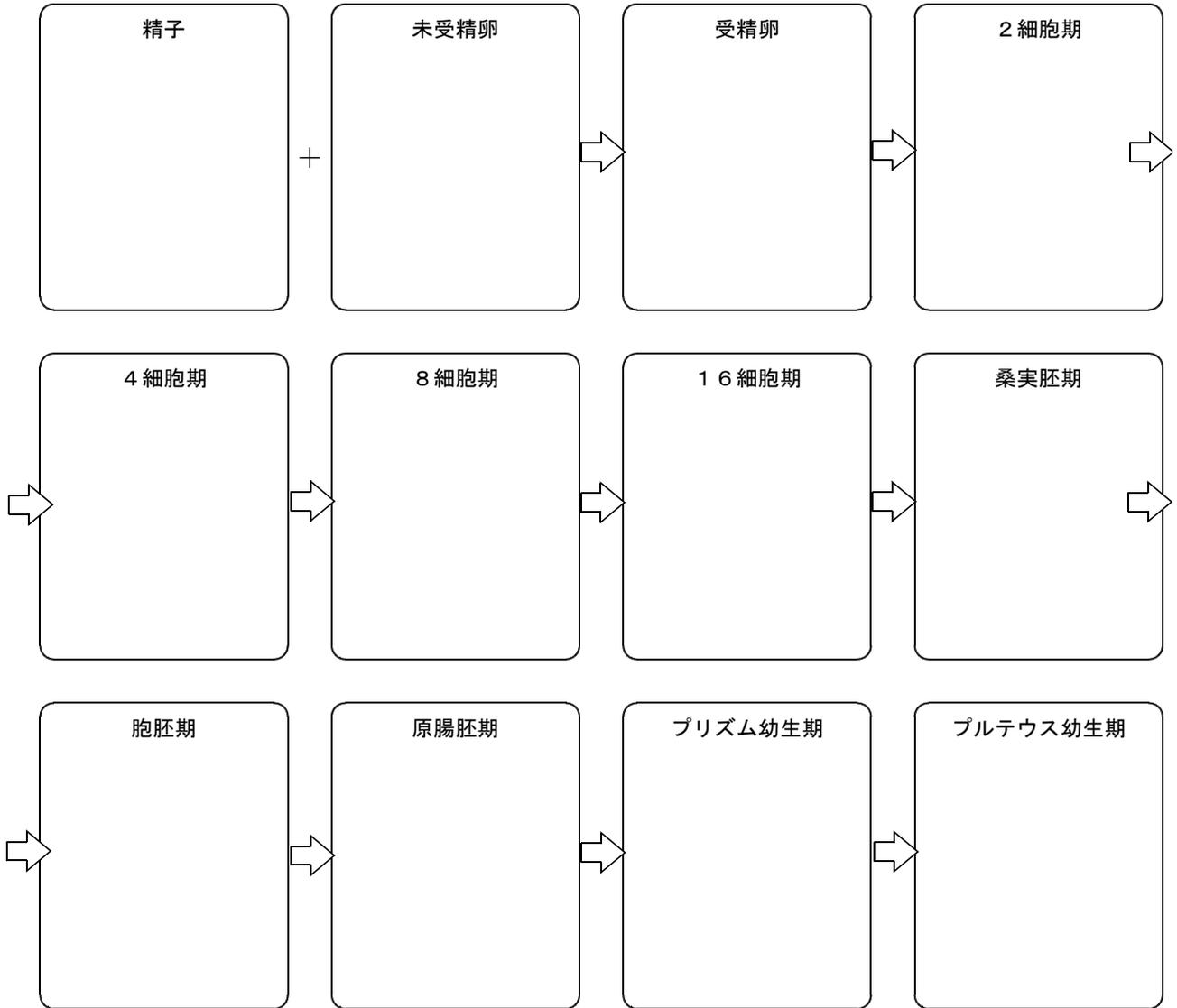
課題3 高校生物の教科書で取り上げる生物を挙げて、その生物の特徴と、試料として扱う実験を調べてみよう。

生物名	試料としての特徴	実験目的
オオカナダモ	葉の細胞が観察しやすい。水槽中で容易に育成。	原形質流動の観察
ゾウリムシ	単細胞生物。田んぼ等の水中で容易に捕獲可。	繊毛・収縮胞・食胞のはたらき
ユキノシタ	液胞に色素を含む。栽培が容易。	原形質分離・復帰の観察
タマネギ	鱗茎の細胞が大きい。容易に発根。	細胞のしくみ、体細胞分裂の観察、DNA抽出
長ネギ	種子が容易に発根。	体細胞分裂の観察
ニワトリ	安価で年中購入可（手羽先、鶏頭）。	組織・器官の観察
トレニアなど	園芸店から容易に購入可。	花粉管の伸長の観察
アフリカツメガエル	水槽中で容易に飼育可。ホルモン注射で年中人工授精可。幼生が透明で器官が観察しやすい。	初期発生の観察、器官形成の観察
エンドウ	一年草で容易に育成。自家受精で純系を得やすい。形質が見やすい。	交雑実験
キイロショウジョウバエ	飼育が容易で、世代交代が早い。形質が見やすい。幼虫の唾線染色体が巨大。	交雑実験、唾線染色体の観察
ユスリカ	幼虫の唾線染色体が巨大。	唾線染色体の観察

ウニの初期発生

目的 ウニの発生について、未受精卵～プルテウス幼生までどのように変化していくか、各時期の特徴を捉える。

復習 次の発生段階にあるウニの外観上の特徴を図示せよ。



準備

光学顕微鏡
プレパラート

* それぞれのプレパラートには、
[オレンジ], [紫], [黄緑], [茶],
[ベージュ] のいずれかの色テープ
が貼ってある。

- ・ 受精卵
- ・ 4～16細胞期
- ・ 胞胚期
- ・ 原腸胚期
- ・ プルテウス幼生期

<参考>

各ステージ10枚組で
¥6,500～8,000程度

方法

各プレパラートを検鏡し(100倍→400倍)、結果を次の表にまとめる。

- ① 5枚のプレパラートについて、各発生段階の名称を記入する。
- ② 簡単なスケッチ(400倍)および各部位の名称を記入する。
- ③ 各時期の特徴を簡潔に記述する。
- ④ 教科書や資料集を参照し、③の記述で特徴を正しく伝えられているか確認する。

まとめ

① 発生段階	② スケッチ	③ 特徴
【オレンジ】 (胞胚期)		絨毛を使い回転しながら動物極側へ前進する。植物極側から細胞が胞胚腔内へ高隆脱していく。
【紫】 (プルテウス状期)		骨片 ^{胚盤} → 骨格が形成。それにしたがって卵形が後方に発達し、腕が伸びてくる。口、食道、腸、肛門などが分化している。絨毛を動かして活発にうごき回る。
【黄緑】 (原腸胚期)		外胚葉、中胚葉、内胚葉に分化する。 骨片ができてはじめる。
【茶】 (4細胞期)		・ 等い大きさの4つの割球。 ・ 透明層は割球がバラバラになるのを防いでいる。
【ベージュ】 (受精卵)		受精すると、精子が入った点から盛り上がり、やがて全体がもちよがり <u>受精膜</u> になる。

カエルの器官形成

目的

脊椎動物の代表としてカエルの胚の発生過程を観察し、胚葉分化と器官形成についての理解を深める。

準備

【試料】カエルの固定胚*¹ (A～E…様々な発生段階のものを含む。寒天中に封入済。)

【器具】ルーペ、ライトスコープ (30倍) *²、カミソリ、スポイト、ろ紙、^{はさみ}、スライドガラス、OHPシート

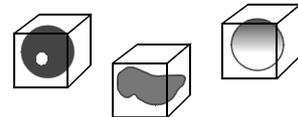
手順

- (1) A～Eの胚の外形をルーペで観察し、どの発生段階の胚か予想を立てる。またそのように判断した理由も記述する。(外形からは判断できなかったものは空欄でよい。)

【予想】

	名称	判断理由
A		
B		
C		
D		
E		

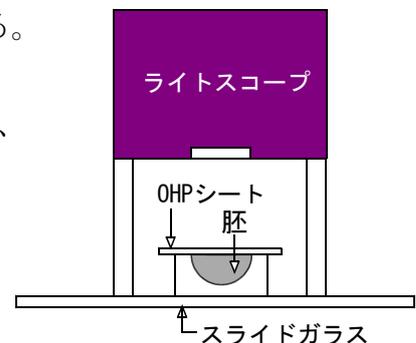
- (2) 各胚をどのような向きで切断するかよく考えた後、カミソリの刃で寒天を一辺が約1cmの立方体に切り出す。



- (3) (2)の寒天ブロックを水で濡らしたろ紙の上に置き、観察したい向き(縦断面 or 横断面)を考えて、カミソリの刃を一方向に引いて胚を切断する。

- (4) 切断面を上にして寒天ブロックをスライドガラスにのせ、スポイトで水を滴下し、OHPシートをかける。

- (5) ライトスコープで胚の内部を観察し、スケッチする。確認できた部分の名称(「胞胚腔」、「原腸」、「内胚葉」、「神経管」等)も記入する。

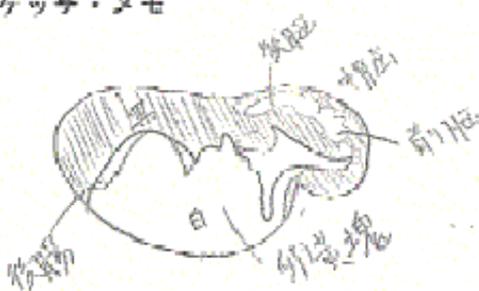
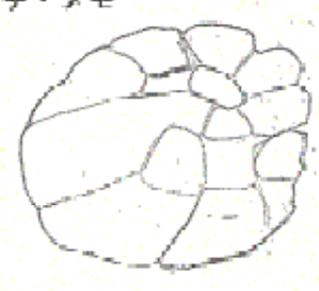
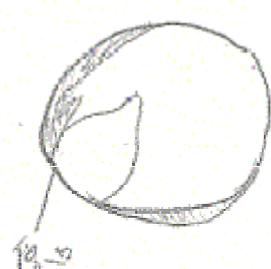


* 1 カエルの固定胚：5段階に分類、各段階10粒入りで¥7,000程度で教材業者より購入。

実験室内でイモリを繁殖させて、固定胚を自作しても良い。

* 2 ライトスコープ：1台¥3,000程度

まとめ

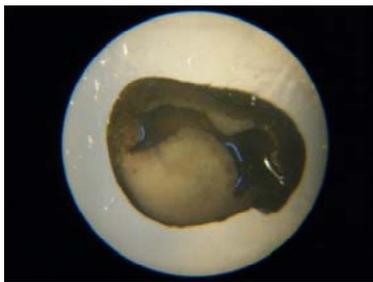
<p>A 尾芽胚</p> <p>切り方 横から見ずにかたがひ 縦に切った。</p> <p>スケッチ・メモ</p> 	<p>B 芽生胚</p> <p>切り方 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩ 縦に切った。</p> <p>スケッチ・メモ</p> 
<p>C 原腸胚 初月</p> <p>切り方 原口を観察できるように 縦に切った。</p> <p>スケッチ・メモ</p> 	<p>D 神経 期</p> <p>切り方 原口が観察できるように 縦に切った。</p> <p>スケッチ・メモ</p> 
<p>E</p> <p>切り方</p> <p>スケッチ・メモ</p>	<p>グループのアイデアで試してみた方法 テープで台を作って、孫でゼリー層を取って カニソリの刃で切る。</p> <p>やってみて気づいたこと、改善点など 寒天のほうが切りやすい！ セロテープと、台とくっつるのが面倒。 器用な人のがでてる。</p>

<実験方法のアイデアを出そう>

両生類の器官形成の仕組みを学ぶ際に、胚内部の観察においてどのような方法が適しているか、アイデアを記述して検討し合い、実験してみよう。

<生徒プリントより（一部抜粋）>

- ・カエルの胚を毛髪で切断
→胚を固定できないので切るのが難しい。カミソリよりも細いので切断しても胚が潰れず、胞胚腔などがはっきり見えた。
- ・イモリの胚をカミソリで切断（胚は学校で飼育中のイモリから）
→イモリの胚は周りの膜が硬く、ゼリーみたいなものを取るが大変だった。
- ・カエルの胚を湿らせたガーゼで凹みを作り、そこに胚を置いて切断。
→寒天に包埋したものの方が断面がきれいで観察しやすい。
- ・カエルの胚を、冷凍庫で凍らせてから切断。
→しっかり凍らなかった。寒天に包埋した方がきれいに見えるが、準備は凍らせるだけの方が簡単。
- ・セロファンテープで固定シートを作り、その上に胚を置いて切断。
→セロファンテープの台を作るのが面倒。器用な人でないとできないので、寒天に包埋した方がよい。



切断時に潰れたカエル胚



観察の様子



自作アカハライモリ固定胚