

清心女子高等学校 第1学年生物基礎学習指導案

期 日：令和7年12月17日

時 間：第6校時

対 象：第1学年D組25名

学校名：清心女子高等学校

授業者：池田理佐

1 題材名

「生きた細胞で見る 微小管の動き」

2 題材の目標

(1) 【知識・技能】細胞分裂時に形成される紡錘糸、鞭毛・繊毛、タイヨウチュウの軸足などが、共通して「微小管」という細胞骨格から構成されていることを理解し、真核生物における「構造と機能の共通性」についての認識を深める。

(2) 【思考力・判断力・表現力】微小管の「重合・脱重合」という動的な性質に着目して、冷却刺激や薬剤投与による実験結果を科学的に考察するとともに、その知見を応用して「細胞分裂の制御（抗がん剤の作用機序）」について論理的に推論する力を養う。

(3) 【主体的に学習に取り組む態度】微小な生物（タイヨウチュウ）の観察や実験を通して、細胞内の微細構造が生命維持に果たす役割に関心を持ち、生命現象を物理的・化学的な視点（温度や物質による変化）から多角的に探究しようとする態度を育てる。

3 題材の評価規準

知識・技能	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度
① 生物の共通性と多様性の理解 細胞分裂の紡錘糸、鞭毛・繊毛、タイヨウチュウの軸足などが、共通して「微小管」から構成されていること、およびそれらが「重合・脱重合」によって機能していることを理解している。 ② 観察・実験の技能 光学顕微鏡を用いて、生きたタイヨウチュウの微細な構造（軸足）を適切に観察・スケッチできるとともに、冷却実験や試薬投与における操作を正しく行うことができる。	① 実験結果の科学的推論 「低温で軸足が縮む」という観察事実を、微小管の「脱重合」という分子レベルのメカニズムと結びつけて論理的に考察している。 ② 知識の応用・展開 微小管の動的な性質を阻害することが細胞分裂の停止につながることに気づき、抗がん剤の作用機序について仮説を立てたり説明したりしている。	① 探究的な関心・意欲 細胞の形態維持や運動における微小管の役割に関心を持ち、微小管の性質を物理的・化学的条件（温度・薬剤）と関連付けながら意欲的に調べようとしている。 ② 協働的な学び 観察結果や考察を他者と共有し、自分の考えを修正したり深めたりしながら、生命現象の共通性についての理解を広げようとしている。

4 指導観

(1)題材観

生物基礎の学習において、細胞は生命の基本単位として扱われるが、教科書の図版や固定標本の観察だけでは、細胞を「静的で不変な構造」として捉えがちである。しかし、実際の生命現象は、細胞内のタンパク質が絶えず合成と分解を繰り返す「動的な平衡状態」によって支えられている。本題材では、真核生物の細胞骨格である「微小管」に着目させる。微小管は、細胞分裂時の染色体の移動（紡錘糸）や、細胞の形態維持、細胞小器官の輸送など、多様な機能を担う共通の構造である。本時では、微小管の重合・脱重合という動的な性質を、実験を通して検証する探究活動を行う。この活動を通して、一見異なる生命現象（原生生物の運動とヒトの細胞分裂など）が、共通の分子メカニズムによって支えられていること（生物の共通性）を実感させるとともに、その知見を医療（抗がん剤の作用機序）などの実社会の課題へとつなげて考察できる科学的な見方・考え方を育成したい。

(2)教材観

観察対象として、タイヨウチュウを用いる。本種は、多数の微小管を束状に内包する軸足を持つ。この軸足は光学顕微鏡下で容易に観察できるだけでなく、温度変化や薬剤の影響を軸足の長さの変化としてダイナミックに捉えることができる。通常、目に見えないタンパク質（微小管）の挙動を、細胞レベルの形態変化として生きた状態のまま可視化できる点において、微小管の動的な機能を実感させる上で極めて有効な教材である。

(3)生徒観

本クラスは、難関コース 12 名、生命科学コース 13 名の計 25 名で構成されている。全体として生命科学分野への関心が高く、観察や実験に対して前向きに取り組む生徒が多い。また、グループワークにも積極的で、他者とコミュニケーションを取りながら課題解決を図ろうとする姿勢が定着している。一方で、実験結果を既習の知識と結びつけて論理的に考察したり、仮説検証を行ったりする経験は十分とは言えない。これまでの実験は手順通りの操作や確認にとどまることが多く、知識を「活用」する段階には課題が見られる。そこで本時では、生徒の持ち味である「協働性」を活かし、グループでの対話を通して思考を深めさせる。単なる観察で終わらせず、微小管の性質という理論的知識を用いて目の前の現象を科学的に説明させることで、論理的思考力の伸長を図りたい。

5 年間指導計画における位置付け

学年	第 1 学年	第 2・3 学年
単元(題材)名	生物基礎 (1) 生物の特徴 (生物の共通性と多様性)	生物 (1) 生命現象と物質 (細胞と分子 / 細胞骨格)
主な内容	○真核細胞の構造と共通性 ・真核細胞と原核細胞、細胞小器官の観察。 ・【本時：発展】教科書レベルを超え、細胞骨格（微小管）に着目する。ヒトの抗がん剤が原生生物にも作用する実験を通し、「見た目（多様性）」は違っても「部品（共通性）」は同じであることを、探究的に深く理解する。	○タンパク質の構造と機能 ・微小管、アクチンフィラメントの分子構造。 ・モータータンパク質による物質輸送や筋収縮。 ・1年次の実験（本時）で得た「微小管は動的である」という原体験を基に、より詳細な分子メカニズム（ATP の利用や動的不安定性）を学習する。

6 題材の指導計画と評価計画（全2時間扱い）

時	★目標 ☆関連する主な資質・能力 ○学習内容 ・学習活動	■評価規準（評価方法）
第1時	<p>★多様な細胞運動や構造維持が、共通して「微小管」によって担われていることを理解し、生きた細胞でその構造を観察する。</p> <p>☆観察・実験の技能、科学的な見方・考え方</p>	
	<p>○真核生物の細胞骨格（微小管の構造と機能）</p> <ul style="list-style-type: none"> 細胞分裂（紡錘糸）の動画を視聴し、染色体を動かしている糸が「微小管」であることを知る。 紡錘糸だけでなく、鞭毛・繊毛の運動や、神経細胞の細胞内輸送（物質輸送）にも、微小管という全く同じパーツが利用されていることを知り、生物の「共通性」を認識する。 タイヨウチュウを顕微鏡で観察する。約200μmに及ぶ長大な軸足をスケッチし、軸足にも微小管の束が関与していることを確認する。 「微小管は低温などの刺激で崩壊しやすい」という性質を提示し、「もし冷やしたら軸足はどうなるか？」という次時の実験への仮説を持つ。 	<p>■【知・技】</p> <p>細胞分裂、細胞内輸送、軸足の維持など、一見異なる生命現象が共通して「微小管」によって支えられていることを理解している。 （ワークシート・発言）</p> <p>■【知・技】</p> <p>顕微鏡を正しく操作し、タイヨウチュウの軸足の特徴（放射状、長さ、微小管の束による直線性）を的確に捉えてスケッチしている。 （スケッチ・観察態度）</p>
第2時	<p>★微小管の動的な性質を対照実験で検証し、その結果（変化の有無）を科学的に説明するとともに、生物の共通性を実感する。</p> <p>☆科学的な推論、生物の共通性の理解、協働的な学び</p>	
	<p>○微小管の動的性質と薬剤の影響（対照実験）</p> <ul style="list-style-type: none"> 各班で顕微鏡を2台用意し、プレパラートA（通常の培養液）とB（試薬X「パクリタキセル」入り）をセットする。冷却前の段階では、どちらも長い軸足を保持していることを確認・スケッチする。 2つのプレパラートを顕微鏡から外し、冷蔵庫（約4℃）に入れ、一定時間冷却刺激を与える。 教員より「試薬Xには微小管をギプスのように固定し、補強する性質がある」というヒントを提示する。 生徒はヒントを基に、AとBがどう変化するか（例：Aは縮むが、Bは縮まない等）を予測し、ワークシートに記述する。 冷蔵庫から取り出して素早く再観察し、予測と結果を比較する。 <p>A：軸足が著しく短縮している（低温による脱重合）。</p> <p>B：軸足が長いまま維持されている（薬剤による安定化）。</p> <ul style="list-style-type: none"> 「なぜAは縮み、Bは縮まなかったのか？」をグループで検討する。Aの結果から「低温による脱重合」を、Bの結果から「薬剤による安定化」を導き出し、微小管が動的な分子であることを論理的に説明する。 実験結果を裏付けるため、蛍光パクリタキセルで標識した哺乳 	<p>■【思・判・表】</p> <p>「冷却のみでは縮むが、薬剤処理すると縮まない」という結果の違いを、微小管タンパク質の「脱重合」および「薬剤による安定化」という分子レベルの仕組みを用いて論理的に説明している。 （ワークシート・考察記述）</p>

	<p>類の細胞とタイヨウチュウの比較画像を提示する。どちらも微小管が標識されている（薬が結合している）様子から、哺乳類と原生生物が同じ部品（微小管）を使っているという「生物の共通性」を確認する。</p>	<p>■【知・技】</p> <p>ヒトの薬剤が原生生物の構造維持にも影響を与える実験結果と、蛍光標識による視覚的な証拠から、真核生物における細胞骨格（微小管）の保存性（共通性）を実感・理解している。</p> <p>（振り返りシート・発言）</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

7 指導に当たって

(1) 教材観：微小管の「動的性質」の可視化 細胞骨格である微小管の「重合・脱重合」というミクロな挙動を、タイヨウチュウの軸足の伸縮というマクロな変化として捉えさせる。低温刺激（脱重合）と薬剤処理（安定化）を比較することで、動的な平衡状態にある細胞骨格の性質を直感的に理解できる教材とした。

(2) 指導観：対照実験を通じた論理的推論の育成 冷却操作中の「待ち時間」を活用し、仮説を設定させる場面を設ける。薬剤の機能を「ギプス」に例えるなどの足場かけを行い、既習知識と新たな情報を統合して「なぜ薬剤区では縮まないのか」を論理的に予測・説明できる科学的思考力を養う。

(3) 生徒観：実感を伴う「生物の共通性」の理解 ヒトの抗がん剤が原生生物にも作用する実験結果と、蛍光標識画像を組み合わせることで、機能・構造の両面からアプローチする。「ヒトもタイヨウチュウも同じ部品を使っている」という生物の共通性（保存性）を、驚きと共に実感させたい。

8 本時（全2時間中の2時間目）

(1)本時の目標

微小管の動的な性質についてタイヨウチュウを用いた対照実験によって検証し、その軸足長の変化を科学的に説明するとともに、生物の共通性を実感する。

(2)本時の展開

時間	○学習内容 ・ 学習活動	・ 指導上の留意点	☆資質・能力を育成する主な手立て ■評価規準（評価方法）
導入 (5分)	○本時の課題把握 ・前時の振り返り(微小管は低温で脱重合しやすい)。 ・本時の課題を確認する。 「温度変化や薬剤に対して、微小管はどのような挙動を示すだろうか？」	・前時のスケッチ等を提示し、微小管が「動的な構造」であることを想起させる。	☆既習事項から本時の課題へ の見通しを持たせる。
展開 (25分)	○微小管の動的性質と薬剤の影響(対照実験) ・A(通常)とB(薬剤X入り)の冷却前を観察・スケッチ。 ・冷却中にヒント「薬剤はギプスのように固定する」を基に結果を予測・記述する。 ・事後観察し、Aは短縮(脱重合)、Bは維持(安定化)を確認する。 ・「なぜAは縮み、Bは縮まなかったか」を、「脱重合」「安定化」の語を用いて論理的に考察する。	・実験開始時の条件(軸足の長さ)が揃っていることを確認させる。 ・「ギプス」の比喻を用いて構造の固定化をイメージさせ、論理的な仮説設定を支援する。 ・室温での再重合に注意し、手早く観察させる。	■【思・判・表】 結果の違いを、微小管の「脱重合」と「薬剤による安定化」の仕組みを用いて論理的に説明している。 (ワークシート) ☆事実(実験結果)と知識(微小管の性質)を結び付け、科学的に推論させる。
まとめ (15分)	○生物の共通性の確認と振り返り ・試薬Xが抗がん剤(パクリタキセル)であることを明かす。 ・蛍光標識された哺乳類の細胞とタイヨウチュウの画像を比較し、生物の共通性を実感する。 ・本時の学習を通して分かったことや疑問に思ったことをワークシートに記述する。	・ヒトの薬が原生生物にも作用する事実と画像を提示し、機能・構造の両面から共通性を裏付ける。 ・記述された疑問(例:「他の生物も同じ?」など)を取り上げ、探究の継続を促す。	■【知・技】 ヒトの薬剤が原生生物にも効く事実と画像から、生物の共通性を実感・理解している。 (ワークシート) ☆ミクロな実験結果を、進化的な視点(共通性)へと拡張させる。

(3)板書計画

左側（導入・課題）	中央（展開・実験・仮説）	右側（考察・まとめ）
<p>【前時の復習】 ・微小管は低温で脱重合する</p> <p>【実験の目的】 温度変化や薬剤に対して、タイヨウチュウの軸足の長さがどのように変化するかを調べる。</p> <p><実験条件> A：通常（培養液） B：試薬 X 入り</p> <p>どちらも冷却（4℃）</p>	<p>【仮説の設定】 Q：試薬 X（ギブス）があるとき、冷却するとどうなるか？ （生徒の予測をメモする）</p> <p>・A は縮むが、B は縮まない？ ・B も少し縮む？</p> <p><実験結果></p>	<p>A：バラバラになる → 「脱重合」 [図]</p> <p>B：隙間が埋まり固まる → 「安定化」[図]</p> <p>※試薬 X = 抗がん剤（パクリタキセル）</p> <p>☆まとめ ヒトの薬がタイヨウチュウにも効いた。 ↓ 「真核生物（ヒト、タイヨウチュウ）」は 共通の部品（微小管）を利用している。</p>