

中等教育研究開発室年報 第 36 号（2023 年 3 月 31 日発行）別冊電子版
2022 年度 授業実践事例

理科 中学校第 3 学年

（後期）総合科学入門

授業者 井上 純一

（校内研究授業）

広島大学附属中・高等学校

中学校 総合的な学習の時間 学習指導案

指導者 井上 純一

日 時	令和 5 (2023) 年 2 月 16 日 (木) 第 6 限 14:20~15:10
場 所	第 1 生物教室
学年・組	中学校 3 年 B 組 41 人
単 元	(後期) 総合科学入門
目 標	1. 科学及び数学に関する知識や技能を基にした探究的な学習活動を通して、多角的な視点から問題解決を行うことができる。(知識・技能) 2. 現象を科学的あるいは数学的な視点でとらえ、論理的に考察することができる。(思考・判断・表現) 3. 科学や数学等に関することがらに興味を持ち、主体的に問題を見いだして探究しようとする。(主体的に学習に取り組む態度)

指導計画 (全 5 時間)

第一次	ダーウィンの考えから学ぼう	1 時間
第二次	魚類の目のつくりはどのような構造になっているのか	1 時間
第三次	魚類の目ではどのようにして眼底に像を結ぶのか	1 時間
第四次	魚類の目を再現したモデルをつくろう	1 時間 (本時)
第五次	魚類の目を再現したモデルを評価しよう	1 時間

授業について

本授業を含む総合的な学習の時間「総合科学入門」では、次年度に附属高等学校へ進学予定の附属中学校 3 年生を対象として、高等学校で取り組む課題研究との接続を意図した教科等横断的・探究的な学習活動を実施している。昨年度 (2021 年度) から数学科・理科・技術家庭科の教員が連携して指導計画の作成及び教材開発に取り組んでおり、今年度 (2022 年度) は数学科・理科の教員により各クラス 5 時間程度のリレー授業を実施している。また、将来的に STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) 教育への発展を見据えており、今年度はリレー授業の最後に、理数融合的な授業を計画している。

本授業においては、「魚類の目」をテーマとした探究的な学習活動を実施する。上述のとおり、高等学校での課題研究の取り組みを見据えて、生徒の「科学的に探究する力」の伸長を図るとともに、STEAM 教育への発展を見据えて、「目」という単一の構造物に対して生徒が多角的な視点から問題発見・解決を行うことのできる能力・態度を育成したいと考えた。「魚類の目」は、ヒトなど哺乳類の目と同様に、カメラ眼 (水晶体 (レンズ) によって光を屈折させ、眼底にある網膜 (スクリーン) 上に像を結ぶ) としての特徴をもつが、魚類は外界と眼球内がともに水であるため、光の屈折率をより大きくするために球状の水晶体をもつ。水晶体に付随した水晶体筋を動かすことで、水晶体を視軸に対して 0.5mm 程度前後に移動させて遠近調節を行っている。また、魚類のもつ球状の水晶体の場合は、像が広範囲かつ曲線を描くように歪んで投影されるため、カメラ等の写真レンズ (魚眼レンズ) として用いられている。

上記のことをふまえ、本授業では、次の(1)~(5)の過程で学習活動を進める。(1)「科学史」の視点として、チャールズ・ダーウィンの「種の起源」を扱い、ダーウィンが目の進化に関して「完璧で複雑な目が自然選択によって形成されてきた」と考えていたことを理解する。(2)「生物学」の視点として、魚類の眼球の解剖観察を行い、ヒトなどの眼球と比較して水晶体が球形で硬いことを見いだす。また、角膜、虹彩、網膜といった目のつくりの特徴を理解する。(3)「光学」の視点として、魚類の水晶体を模したガラス玉を用いて、魚類の目の遠近調節を再現する実験を行い、魚類では水晶体を視軸に対して前後に動かして遠近調節を行っていること、焦点距離が極めて短い (近視である) こと、像が歪んで投影されることなどを見いだす。(4)「ものづくり」の視点として、班ごとに身近な材料を用いて魚類の目のモデルを作成する。(5)(1)~(4)の視点を統合させて、魚類の目のモデルを相互に評価する。本時は、(4)班ごとに魚類の目のモデルを作成する時間とする。

題 目 魚類の目を再現したモデルをつくろう

本時の目標

魚類の目のつくりや遠近調節のしくみについて観察、実験した結果をもとに、魚類の目を再現したモデルを作成することができる。

本時の評価規準（観点／方法）

魚類の目のモデルを作成するにあたって、次の3点が成果物に反映されている。

1. 魚類の目の特徴的なつくりを再現できているか
2. 魚類の目の遠近調節（眼底に像を結ぶ）のしくみを再現できているか
3. 「完成度が高く複雑な」モデルになっているか

（思考・判断・表現／成果物の評価及びテキストへの記述による）

本時の学習指導過程

学習内容	学習活動	指導上の留意点・評価(●)
課題の把握 見通す	○本時の学習課題を確認する。 ・班ごとに魚類の目のモデルを作成する。 ・モデルを作成するにあたっての基準を確認する。 (1)魚類の目の特徴的なつくりを再現できているか (2)魚類の目の遠近調節(眼底に像を結ぶ)のしくみを再現できているか (3)「完成度が高く複雑な」モデルになっているか	○教師が道具・材料(ガラス玉, 透明の方眼シート, LED ライト, 実験スタンド, 画用紙, ガラス器具等)の一式を準備しておくとともに, その他必要な物品を班ごとに持参させる。
課題の探究 試行錯誤する	○魚類の目のモデルを作成する。 【予想される工夫】 ・輪ゴムやゴムひも, 割りばしなどを用いてガラス玉(水晶体)を動かせるように工夫している。 ・スクリュー管などに水を入れてガラス体を再現し, スクリュー管の口にガラス玉(水晶体)を固定して光が進む道すじを再現している。 ・黒画用紙を用いて目の内部の脈絡膜を再現したり, 白紙を用いて網膜(像の投影部分)を再現したりしている。 ・作成したモデルを水中にせずめて像が投影されるかを確認している。	○光が外界(水中)→角膜・水晶体→ガラス体(水中)と進んで網膜に像が投影されることを想起させる。 ○水晶体を視軸に対して前後に動かして遠近調節を行っていることや焦点距離が短い(近視)ことを想起させる。
課題の解決 まとめる 折り合いをつける	○魚類の目のモデルを完成する。 【予想されるモデルの例】 ・ガラス玉(水晶体)とスクリュー管(ガラス体)を組み合わせて, 方眼シートが目盛りや文字(ひらがな)がゆがんで投影される(図1)。 ・黒画用紙で箱(眼球内部)をつくり, 内部でガラス玉(水晶体)が割りばしを通じて動くようにして, 壁面(網膜)に像が投影される(図2)。 ○モデルを作成するにあたっての基準を再度確認し, 班ごとに上手くいだったこと, 上手いかなかったことを整理する。 図1 図2	●モデルを作成するにあたっての3つの基準が適切に成果物に反映されている。(思考・判断・表現／成果物の評価及びテキストへの記述による) ○次時の相互評価における視点を明確にさせる。
備考	副教材: パフォーマンステキスト(自作教材: 課題提出用)	

令和4年度 中学3年【総合】
(2・3学期：理科分野)

Sample

中学 3 年 () 組 () 番

名前 _____

【1 時間目】 ダーウィンの考えから学ぼう

1. チャールズ・ロバート・ダーウィン (1809 - 1882)

1809 年にイングランド西部、ウェールズとの国境に近い小さな商業都市シュルーズベリで生を受けた。16 歳でエジンバラ大学医学部に入学するが、わずか一年半で退学し、半年後にケンブリッジ大学へ入学し直した。卒業後、22 歳のときに、イギリス海軍測量艦ビーグル号乗船の誘いを受け、5 年間の航海へと旅立った。ビーグル号の任務は南アメリカ東岸の海図作成だったため、南アメリカ東岸沿いを何度も往復した。その間、ダーウィンは適宜上陸し、内陸部の探検や標本収集、化石発掘を精力的にこなした。航海前は神による天地創造を信じて乗船したダーウィンであったが、航海後は、この世の生きものは神によって創造されて以降に姿を変えることはなかったとする創造説に疑念を抱く進化論者となって下船した。

1839 年に「ビーグル号航海記」を出版した。また、ビーグル号の航海から帰還後すぐに生物進化について考察する秘密のノートをつけ始め、1842 年には草稿をまとめた。1858 年に、アルフレッド・ラッセル・ウォレスから送られてきた一編の論文（ダーウィンが密かに育んできた「自然淘汰説」とうり 2 つの内容）をきっかけとして、大著「自然淘汰説」の執筆を中断し、それに代わる「要約」の執筆にとりかかった。それからおよそ 1 年後の 1859 年 11 月 22 日に発売されたのが「種の起源」である。

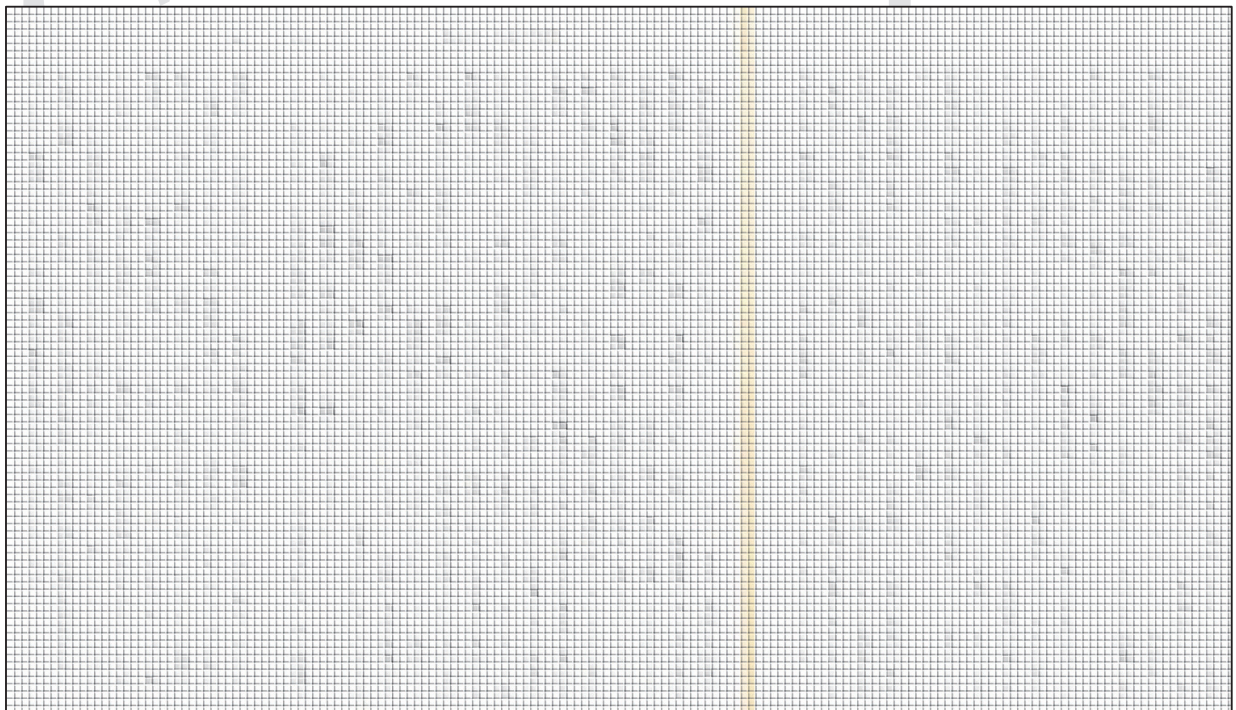
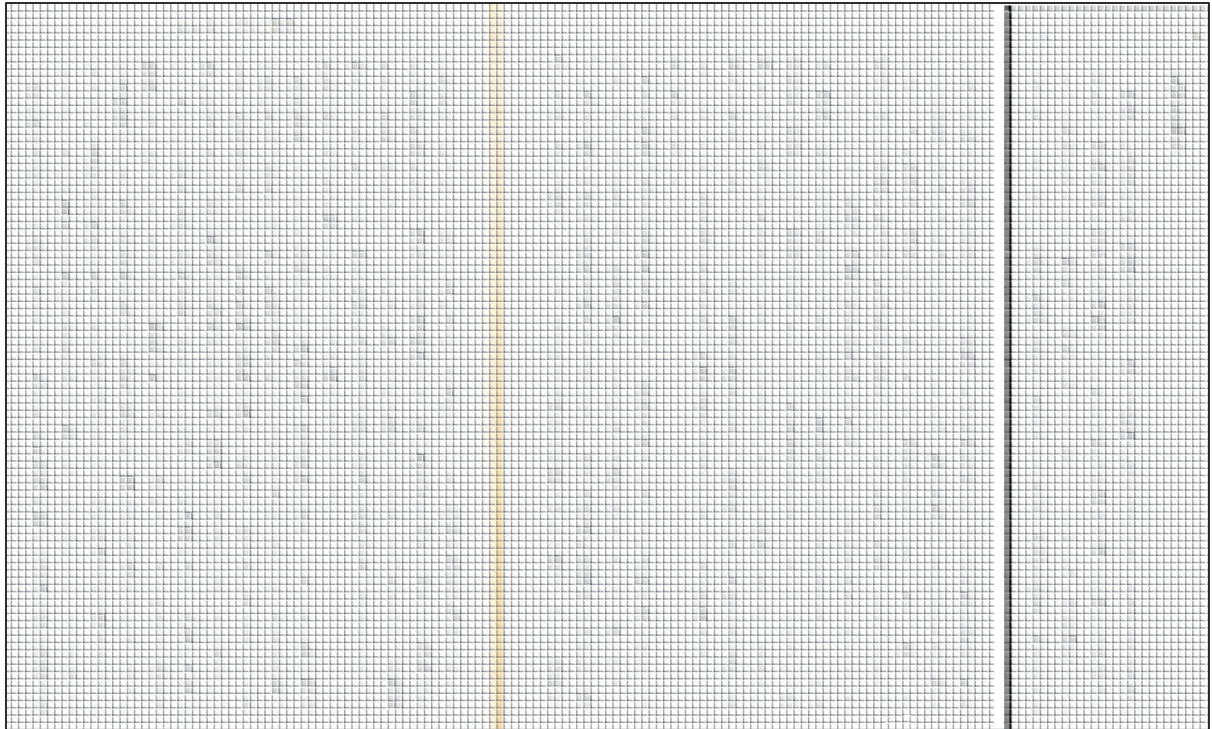
〔引用〕ダーウィン（著）・渡辺政隆（訳）、「種の起源（上）」、光文社古典新訳文庫、2009 年、pp.406-414.

2. 「種の起源」における「目の進化」の取扱い

第 6 章「学説の難題」の項目「完璧な器官」において、「極度に完成度が高く複雑な器官 (Organs of extreme Perfection and Complication)」として「目の進化」を取り上げ、自論を展開している。

「種の起源」の一節を読み、キーワードを抽出するとともに、ダーウィンの目の進化に対する考えをまとめよう。

キーワード
考えの要約



[出典] ダーウィン（著）・渡辺政隆（訳），「種の起源（上）」，光文社古典新訳文庫，2009年，pp.314-320.

【2時間目】 魚類の目のつくりはどのような構造になっているのか

1. 魚類（タイ、アジ、メバルなど）の目のつくりの観察

(1)観察の方法 [参考 URL] <http://www2.kaiyodai.ac.jp/~hasobe/Ch1Kaibou-1-IP/Set1-TF-Brows.html#11>

- ❶ハサミとメスを用いて、体表眼球部の周囲（境界）に切れ込みを入れ、その後、眼球の周囲をハサミで切開し、眼球を露出させる。眼球下の口腔体表からハサミを入れても良い。
- ❷眼球外側に薄いピンク色（ほとんど乳白色）の「動眼筋」が付着しているので、ピンセットを用いて切り離す。
- ❸深部にある視神経は動眼筋に酷似しているが、白色であり強靱な繊維束（太いひも）であるので、ピンセットで少し伸ばし比較すると容易に識別できる。
- ❹視神経も切断し、眼球を摘出する。
- ❺ハサミで眼球表面の透明な角膜を円形に切り出す。
- ❻切り出し部から視神経方向に眼球壁をハサミで切り、半球状態にする。
眼球内の様子を確認する。
- ❼ガラス体（透明のゲル状（液））と水晶体（レンズ）がくっついた状態であるので、ピンセットで取り出す。摘出した水晶体は印刷文字の上で、そのレンズ効果を確認する。指で硬さを確認し、形や厚みなどの特徴も調べる。
- ❽眼球内部の黒色の壁面（網膜、盲斑、脈絡膜）を観察する。
- ❾網膜をピンセットで丁寧にはがして観察する。

この字の上に水晶体を置く

眼

(2)観察の結果：スケッチまたは観察記録

Sample

(3)考察：観察結果から、魚類の目のつくりについて明らかになったこと

【3時間目】 魚類の目ではどのようにして眼底に像を結ぶのか

1. 仮説

2. 仮説を検証するための実験

(1)材料・器具について

①学校で用意できるもの（班ごとに1セット）

☐ ガラス玉	☐ LED懐中電灯	☐ 方眼シート（透明）	☐ 実験用スタンド
☐ 画用紙（白）	☐ 画用紙（黒）	☐ 時計皿・シャーレ	☐ スクリュー管
☐ ビーカー	☐ ピンセット	☐ 定規	☐ セロテープ
☐ 円形水槽	☐ その他（ ）		

②各班で準備するもの

(2)実験方法

(3)実験結果，結果の分析・解釈

3. 仮説の検証（考察）

Sample

（参考）他班の実験方法とその結果として明らかになったこと

【4時間目】 魚類の目を再現したモデルをつくろう

1. モデルの基準

- (1) 魚類の目の特徴的なつくりを再現できているか
- (2) 魚類の目の遠近調節（眼底に像を結ぶ）のしくみを再現できているか
- (3) 「完成度が高く複雑な」モデルになっているか

2. モデルの構想

--

3. モデルの作成

- (1) 材料・準備物

--

- (2) モデル作成図（実際に作成した写真を貼り付けてもよい）

Sample

- (3) 工夫した点，アピールポイント

--

【5時間目】 魚類の目を再現したモデルを評価しよう

※自分の班の欄には斜線を引いておくこと

※評価の観点：観点ごとに S（秀）、A（優）、B（良）、C（可）、D（不可）の5段階で評価

- (1) 魚類の目の特徴的なつくりを再現できているか
- (2) 魚類の目の遠近調節（眼底に像を結ぶ）のしくみを再現できているか
- (3) 「完成度が高く複雑な」モデルになっているか

班	観点(1)	観点(2)	観点(3)	コメント
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

【事後】 授業のふりかえり

(1) 授業を通じて、理解できたこと

(2) 授業を通じて、新たに疑問や興味・関心をもったこと

(3) 授業を終えた感想

中学 3 年 () 組 () 番

名前 _____

実践上の留意点

1. 授業説明

本実践は、「魚類の目」を教材化し、中学第3学年の総合的な学習の時間「総合科学入門」において実施したものである。「総合科学入門」では、次年度に附属高等学校へ進学予定の附属中学校3年生を対象として、高等学校で取り組む課題研究との接続を意図した教科等横断的・探究的な学習活動を実施している。昨年度（2021年度）から数学科・理科・技術家庭科の教員が連携して指導計画の作成及び教材開発に取り組んでおり、今年度（2022年度）は数学科・理科の教員により各クラス5時間程度のリレー授業を実施している。

1) 教材開発

魚類の目は、ヒトなど哺乳類の目と同様に、カメラ眼（水晶体（レンズ）によって光を屈折させ、眼底にある網膜（スクリーン）上に像を結ぶ）としての特徴をもつが、魚類は外界と眼球内がともに水であるため、光の屈折率をより大きくするために球状の水晶体をもつ。水晶体に付随した水晶体筋を動かすことで、水晶体を視軸に対して0.5mm程度前後に移動させて遠近調節を行っている。

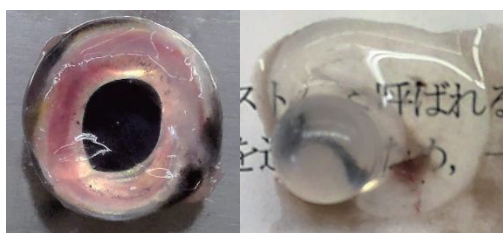


図1. 魚類（タイ）の眼球（左）と水晶体（右）

また、魚類のもつ球状の水晶体の場合は、像が広範囲かつ曲線を描くように歪んで投影されるため、カメラ等の写真レンズ（魚眼レンズ）として用いられている。本実践では、①生徒が眼球の解剖観察を容易に行うことができ、目のつくりを理解しやすいこと、②生徒がガラス玉（魚類の水晶体を想定）、透明の方眼シート（見える対象物）、LED 懐中電灯（光源）、画用紙（白・黒：網膜や脈絡膜を想定）等の材料・器具を用いることで目の簡易的なモデルを作成できること、の2つの理由から、魚類の目の教材化を試みた。

2) 授業の流れ

本実践では、上記の教材開発をもとに、5時間分の探究的な学習活動を実施した。上述のとおり、高等学校での課題研究の取り組みを見据えて、生徒の「科学的に探究する力」の伸長を図るとともに、STEAM（Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics）教育への発展を見据えて、「目」という単一の構造物に対して生徒が多角的な視点から問題発見・解決を行うことのできる能力・態度を育成したいと考えた。そこで、次の(1)～(5)の過程で学習活動を進めた。

(1) 「科学史」の視点：ダーウィンの考えから学ぼう

チャールズ・ダーウィンの「種の起源」を扱い、ダーウィンが目の進化に関して「完璧で複雑な目が自然選択によって形成されてきた」と考えていたことを理解させた。ダーウィン（1859）は著書「種の起源」において、「極度に完成度が高く複雑な器官（Organs of extreme Perfection and Complication）」とし

「種の起源」の一節を読み、キーワードを抽出するとともに、ダーウィンの目の進化に対する考えをまとめよう。

キーワード 自然淘汰・絶滅・遺伝・小刻みな移行

考えの要約

眼は、極度に完成度が高く複雑な器官である。
眼の変異の仕方はきわめて微少であり、遺伝する。眼のそれぞれに優劣はなく、所有者に最適なくみになっている。眼のつくりは所有者の生活状況の中で細かく変化してきた。
完璧で複雑な眼は、自然淘汰によって形成される。改良を重ね、所有者にとってより良い機能が種に保存され、遺伝する。そのため、眼のつくりは小刻みに移行する。これに何百、何千万年の月日とたくさんの種類の何百万もの個体が関係している。

図2. 生徒がまとめた要約

て「目の進化」についての自身の見解を述べており、①動物の目のつくりには多くの段階が存在すること、②各段階の目はそれぞれの動物種にとって有用であること、③完璧で複雑な目が「自然選択（natural selection）」によって形成されたこと、を主張している。

(2) 「生物学」の視点：魚類の目のつくりはどのような構造になっているのか

魚類の眼球の解剖観察を行い、魚類の目のつくりの特徴を理解させた。本実践では、食料品店で購入したマアジ（200～250 円）、マダイ（300～350 円）の眼球を用いた。解剖観察を行うにあたっては、第2学年第2分野で学習した「ヒトの目のつくり」における既習事項を想起させ、ヒトの目のつくりとの共通点及び相違点を抽出するように指導した。解剖観察の結果から、ヒトの目のつくりと共通した特徴（内部が黒色である、ガラス体で満たされている、眼底に網膜がある、水晶体や虹彩がある、視神経が貫通している等）が見られる一方で、水晶体（球状で硬く厚みが変わらない）や虹彩（単純なフレーム状）には違いが見られることを導出させた。

(3) 「光学」の視点：魚類の目ではどのようにして眼底に像を結ぶのか

図3に示す生徒の記述にあるように、(2)の観察結果から「魚類では水晶体を動かしてピントを調節しているのではないか」という考えが得られたため、「魚類の目ではどのようにして眼底に像を結ぶのか」という新たな課題を提示し、それを検証するためのモデル実験に取り組ませた。教師からガラス玉（径18mm）、透明の方眼シート、LED懐中電灯等の材料・器具をいくつか提示した後、班ごとに適切な実験装置や実験方法を検討させ、上記以外に必要な材料・器具を準備させた。ただし、モデル実験を行うにあたっては、第1学年第1分野で学習した「光の屈折」や「凸レンズの働き」における既習事項を想起させ、網膜を模した画用紙等に像が鮮明に投影されるとき像の様子を記録したり焦点距離を測ったりするように指導した。実際に実験を行ってみると、多くの班がガラス玉でピントを合わせるのに試行錯誤していた。班によっては、水の入った円形水槽にガラス玉を沈めて水中環境を再現したり、水で満たしたスクリーン管を用いて目の内部がガラス体（液体）で満たされていることを再現したり、黒色

(2) 観察の結果：スケッチまたは観察記録



(3) 考察：観察結果から、魚類の目のつくりについて明らかになったこと

- ・人間が水晶体の厚みを変えることによって遠近調節を行っているのに対して、魚の場合は水晶体に厚みを変えられる程の弾力がなくほとんど変形しなかったことから、魚類は水晶体を前後に移動させることによって遠近調節を行っていることが明らかになった。
- ・外側から順に「角膜」「水晶体」「ガラス体」「網膜」となっている。
- ・網膜は半球状に近い形をしている。

図3. 生徒による観察結果の記録と考察

(2) 実験方法

「懐中電灯」「物体（方眼シートに書いた『P』の文字）」「ガラス玉」「スクリーン（黒画用紙）」の順に並び、ガラス玉を通してスクリーンに像を映す。この時に、(1)像の向き(2)焦点距離の2点に着目して実験する。



(3) 実験結果、結果の分析・解釈

- ・ガラス玉を通してスクリーンに映った像は上下左右が反対になって映った。
- ・焦点距離は1cm程度だった。

3. 仮説の検証（考察）

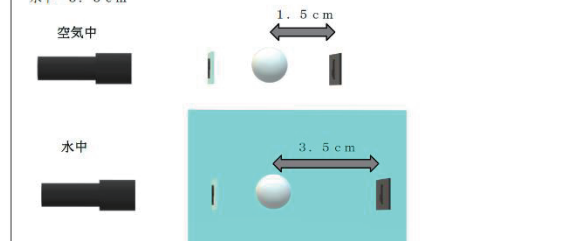
実験により、ガラス玉（水晶体）を通過した光が結んだ像はスクリーン（網膜）に上下左右が反転して映った。人間の場合も同じように水晶体を通過すると網膜に上下左右が反転した像が映る。上下左右が反転した像は脳に電気信号として送る過程で元に戻される。よって、魚類も人間の場合と同じように網膜に上下左右が反転した状態で映った後、脳に送る過程で補正していると考えられる。また、ガラス玉の焦点距離が1cm程度であり、ほとんどスクリーンと接していたことから水晶体もガラス玉と同じく球状と考えることができるので、焦点距離は1cm前後であると考えられる。よって、このことから水晶体と網膜の距離はかなり近いと考えられる。

（参考）他班の実験方法とその結果として明らかになったこと

実験を空気中だけでなく、水中でも行い焦点距離の違いを実験した。

→空気中…1.5cm

水中…3.5cm



水中では焦点距離が空気中に比べて大きくなったことから、魚類は空気中で生活する人間などに比べると網膜が水晶体から遠いところにあると考えられる。

図4. 生徒による観察結果の記録と考察

画用紙を加工して虹彩を再現したりしていた。図4に示す生徒の記述にあるように、モデル実験の結果から、「魚類の目は水晶体を前後に動かすことによるピント調節が可能だが、ごく短い距離でしか調節できない」ことを導出させた。

(4) 「ものづくり」の視点：魚類の目を再現したモデルをつくろう

(3)のモデル実験の結果をもとに、班ごとに魚類の目のモデルを作成させた。例えば、図5に示すように、黒画用紙で箱（眼球内部）をつくり、内部でガラス玉（水晶体）が割りばしを通じて動くようにして、壁面（網膜）に像が投影されるように工夫した例が見られた。また、図6に示すように、ガラス玉（水晶体）とスクリー管（ガラス体）を組み合わせ、方眼シートを目盛りや文字（ひらがな）がゆがんで投影されるように工夫した例も見られた。

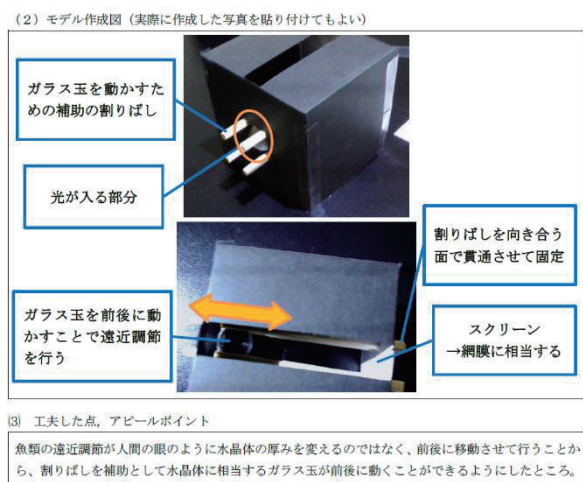


図5. 生徒によるモデル作成①

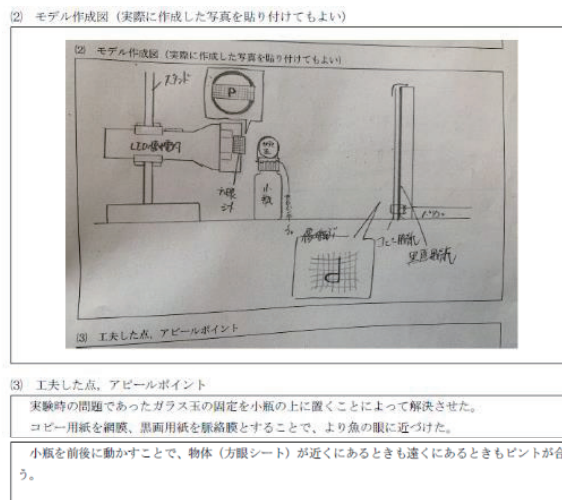


図6. 生徒によるモデル作成②

(5) (1)~(4)の視点の統合：魚類の目を再現したモデルを評価しよう

班ごとに作成した魚類の目のモデルについて、相互評価を実施した。図7に示すように、①魚類の目の特徴的なつくりを再現できているか、②魚類の目の遠近調節（眼底に像を結ぶ）のしくみを再現できているか、③「完成度が高く複雑な」モデルになっているか、の3観点についてそれぞれS・A・B・Cの4段階で評価させた。

3) 教材としての有効性

事後に行った探究の振り返りでは、図8に示すように、魚類の目のモデル作成と「生物模倣」との関連性を見いだしたり、ダーウィンの考えと照らし合わせながら自分なりに目の進化の過程を推察したりするような記述が見られた。また、魚類の目のモデル作成という同一の課題に取り組みながらも、班ごとに工夫を凝らした多様なモデルが完成

- (1) 魚類の目の特徴的なつくりを再現できているか
- (2) 魚類の目の遠近調節（眼底に像を結ぶ）のしくみを再現できているか
- (3) 「完成度が高く複雑な」モデルになっているか

班	観点(1)	観点(2)	観点(3)	コメント
1	A	S	A	ガラス玉を前後に動かすことによって遠近調節をするという魚類の眼の特徴を再現していた。
2	B	D	A	角膜から光が入り、水晶体を通して網膜に像を結ぶという眼のつくりが分かりやすかった。
3	B	D	A	シャーレを使って角膜を再現していたのいいと思った。また、水を使って再現していたのもいいと思った。
4				
5	B	A	B	ガラス玉を前後に動かし遠近調節をすることが再現できていたのいいと思った。
6	A	S	A	遠近調節のためにゴムバンドを使ってガラス玉を動かしていたのいいと思った。
7	B	A	B	ガラス玉を前後に動かし遠近調節を行う仕組みが分かりやすかった。

図7. 生徒による相互評価の例

していたことから、物事を多角的に捉え、思考することが重要であるといった記述も見られた。さらに、他の生徒の振り返りでは、今回の授業を通じて、身の回りには不思議だと思うことや矛盾に感じるようなことがあることに気づき、「今後の課題研究では、身近なところにある疑問を探し、その疑問を深めながら研究していくようにしたい」といった記述も見られた。以上のことから、高等学校での課題研究の取り組みを見据えて、生徒が「多角的な視点から問題解決を行うことができる」あるいは生徒が「主体的に問題を見いだして探究しようとする」という点では、教材としての一定の効果が得られたと考えている。

(2) 授業を通じて、新たに疑問や興味・関心をもったこと
私たちの魚類の眼の構造を再現したモデルは箱状、筒の前後移動で焦点を合わせる等、カメラに近い特徴を持つものになりました。以前読んだ記事には、生物模倣(＝太古から進化し続けてきた生物の型、色、機能、行動など様々な“歴史的産物”を模倣し、活用しようという技術)によって発明された科学技術が多く存在する、と書かれており今回のモデル作成と繋がる部分があるなと感じました。これまでどんな生物から着想を得て、どんな発明が生み出されたのか。現代の課題を新たに解決する為に役立つ生物の特徴はどんなものなのか。興味深い分野だなと思いました。積極的にニュースを取り入れていきたいです。
人間と魚類、全体的な構造は似ているのにも関わらず、遠近調節の仕方に違いが生じたのはなぜか、というのが一番の疑問であり私なりに考察を行いました。最大の理由は生活条件の違いではないでしょうか。魚類は球体の水晶体を持ち、水晶体の屈折率が非常に高い為に屈折率の高い水中でも正確な像を形成することが可能ですが、人間が水中で目を開けると視界がぼやけ、上手く物体を認識できません。水は人間の角膜とほぼ同等の屈折率であるため、光があまり屈折せず、はっきりとした像が形成できない為です。一方で、空中では人間の方が正確に像を形成できます。空気中では角膜によって光が大きく屈折し、魚類の眼では強く焦点が絞られ過ぎてしまう為です。人間の眼の遠近調節の方法は、進化の過程で生活条件の変化により発生したと考えられます。人間の眼も魚類の眼の構造もそれぞれの生活条件においては有用であり、ダーウィンの考えは納得できると感じました。
(3) 授業を終えた感想
魚類の眼の仕組みを再現したモデルを作成するという課題が提示された際に、遠近調節の仕組みに着目する班、眼の全体的な形に着目する班、魚類の生活条件に目を向け再現を試みる班…と同じ条件からも多種多様なモデルが完成していたことが印象的でした。 物を多角的に捉え、思考するという力が重要であると実感できました。これから沢山の研究課題と向き合うこととなりますが、その際に意識して活動していこうと思います。

図 8. 生徒による探究の振り返り

[引用・参考文献]

- ・日本動物学会関東支部編、「生き物はどのように世界を見ているか さまざまな視覚とそのメカニズム」, 学会出版センター, 2001 年, pp.32-35.
- ・高橋恭一,「魚眼の構造と機能－水晶体の役割を中心に－」,『人間環境学研究』, 第 19 巻, 広島修道大学ひろしま未来協創センター, 2021 年, pp.1-42.
- ・中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説 (理科編), 文部科学省.

2. 研究協議

- ・生徒が意欲的にモデル作成に取り組んでいたことは評価できる。しかしながら、モデルの各部の説明 (モデルのどの部分が目のどの部分に対しているか) が不十分であったり、像が投影される網膜が目のモデルに接着していなかったりするなど、課題も散見された。教師側がどこまでの到達点を求めているかを明確にし、それを指導・支援に反映する必要があるだろう。
- ・生徒がモデル作成に取り組む過程で、どちらかというと言を結ぶための「焦点距離」ばかりに注目していた印象があった。例えば、球状のレンズの「屈折率」や「視野の範囲」などに着目させることで、よりモデルとして「完成度が高く複雑な」ものになっていくのではないかと。
- ・将来的な STEAM 教育への発展を見据えて、数学科・技術家庭科と連携して取り組んでいるが、本教材に対して数学科・技術家庭科がどうかかわっていくかが課題である。技術家庭科であれば、魚眼レンズ等を含めたカメラの構造について扱うことが考えられる。数学科であれば、像の見え方を数式化したりすることも考えられるが、内容的に難しいものもあり、検討が必要である。
- ・本教材のように、ある程度構造化された授業に対して数学科・技術家庭科がかかわっていくことは多少難しい面もあるので、例えば「目」や「レンズ」などを共通テーマとして、理科・数学科・技術家庭科がそれぞれの視点でアプローチしていく授業の方が生徒も理解しやすいのではないかと。