

平成16年度（第48回）
岩手県教育研究発表会発表資料

理 科

高等学校生物 「環境と生物の反応」において
眼の構造とはたらきの理解を深める
学習展開に関する研究
- 遠近調節に関するモデル教材の開発を通して -

平成 17 年 2 月 9 日
長期 研 修 生
所属校 岩手県立盛岡農業高等学校
氏 名 川 村 文 昭

目次

研究目的	1
研究仮説	1
研究の内容と方法	
1 研究の内容	1
(1) 高等学校生物 「環境と生物の反応」の学習において眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開に関する基本構想の立案	1
(2) 基本構想に基づく手だての試案	1
(3) 基本構想に基づくモデル教材の開発	1
(4) 授業実践及び実践結果の分析と考察	1
(5) 高等学校生物 「環境と生物の反応」において眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開に関する研究のまとめ	1
2 研究の方法	1
(1) 文献法	1
(2) 質問紙法	2
(3) テスト法	2
(4) 授業実践	2
3 授業実践の対象	2
研究結果の分析と考察	
1 高等学校生物 「環境と生物の反応」において眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開に関する基本構想	2
(1) 眼の構造とはたらきの理解の深まりについて	2
(2) モデル教材について	2
(3) 眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開について	3
(4) 基本構想図	3
2 基本構想に基づく手だての試案の作成	3
(1) 手だての試案の概要	3
(2) 指導の展開	3
(3) 検証計画	5
3 基本構想に基づくモデル教材の開発	5
(1) 教材開発のねらいと開発教材の概要	5
(2) 開発教材の構造及び動作について	5
(3) 開発教材の材料及び作製について	7
4 授業実践及び実践結果の分析と考察	7
(1) 授業実践の概要	7
(2) 手だての試案に基づく観察・実験内容	7
(3) 実践結果の分析と考察	9
5 高等学校生物 「環境と生物の反応」において眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開に関する研究のまとめ	11
(1) 成果	11
(2) 課題	11
研究のまとめと今後の課題	11
1 研究のまとめ	12
2 今後の課題	12
おわりに	12
参考文献・参考Web	12

研究目的

高等学校生物 「環境と生物の反応」の学習においては、眼の構造とはたらきを理解させることが求められている。その中で、遠近調節の仕組みについては、水晶体、毛様体、チン小帯の関連において理解させることが重要である。

しかし、生徒の現状をみると、遠近調節の仕組みを正しく理解していない場合が多い。これは、これまでの眼の水平断面図を用いた説明が、眼の構造を理解させるためには適切であるが、遠近調節において水晶体、毛様体、チン小帯が、密接に関連して働いていることを理解させるには不十分であるためと思われる。

このような状況を改善するためには、眼の遠近調節の仕組みを、立体的、動的に再現するモデルを開発し、教材として活用することが必要である。

そこで、本研究は、眼の構造とはたらきの理解を深めるため、遠近調節に関するモデルを開発し、授業実践を通して教材としての有効性を明らかにし、高等学校生物 の学習指導の改善に役立てようとするものである。

研究仮説

高等学校生物 の学習において、眼の遠近調節の仕組みを、立体的、動的に再現するモデルを開発し、教材として活用すれば、生徒は、水晶体、毛様体、チン小帯の関連を正しく把握し、眼の構造とはたらきについて、理解を深めることができるであろう。

研究の内容と方法

1 研究の内容

- (1) 高等学校生物 「環境と生物の反応」の学習において眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開に関する基本構想の立案

眼の構造とはたらきの理解を深めることの基本的な考えをまとめ、学習展開についての基本構想を立案する。

- (2) 基本構想に基づく手だての試案の作成

基本構想に基づいて、モデル教材を用いた手だての試案を作成する。

- (3) 基本構想に基づくモデル教材の開発

基本構想に基づいて、遠近調節に関するモデル教材を開発する。

- (4) 授業実践及び実践結果の分析と考察

学習展開の試案に基づいて、授業実践を行う。その結果をもとに、眼の構造とはたらきの理解の状況と、学習に関する意識の変容、開発した教材の有用性について分析と考察を行う。

- (5) 高等学校生物 「環境と生物の反応」において眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開に関する研究のまとめ

実践結果の分析と考察に基づいて、眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開に関する研究についてまとめる。

2 研究の方法

- (1) 文献法

先行研究の確認及び関係する文献を参考にして、眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開および開発するモデル教材について基本構想を立案する。

(2) 質問紙法

眼の構造とはたらきの学習において、学習に関する意識の変容と、開発した教材の有用性について、事前及び事後にアンケートを実施し、その結果の分析と考察を行う。

(3) テスト法

眼の構造とはたらきの理解の状況について、事前及び事後にテストを実施し、その結果の分析と考察を行う。

(4) 授業実践

授業実践を通して、開発した教材の有効性を検証する。

3 授業実践の対象

岩手県立盛岡農業高等学校 生物工学科 第2学年 1学級(男子32名 女子5名 計37名)

研究結果の分析と考察

1 高等学校生物 「環境と生物の反応」において眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開に関する基本構想

(1) 眼の構造とはたらきの理解の深まりについて

高等学校生物 「環境と生物の反応」では、眼の構造とはたらきについて、ア 各部の構造とその名称、イ それらのはたらき、ウ 複数の構造が関連したはたらき、を学習する。後者ほど高度な内容であり、特にウの遠近調節の仕組みは立体的、動的な内容、すなわち水晶体、毛様体、チン小帯の関連を含むことから、正しく理解されていない場合が多い。

したがって、眼の構造とはたらきの理解は、アからイ、ウへ、特に遠近調節へと深まっていくものと考えられる。

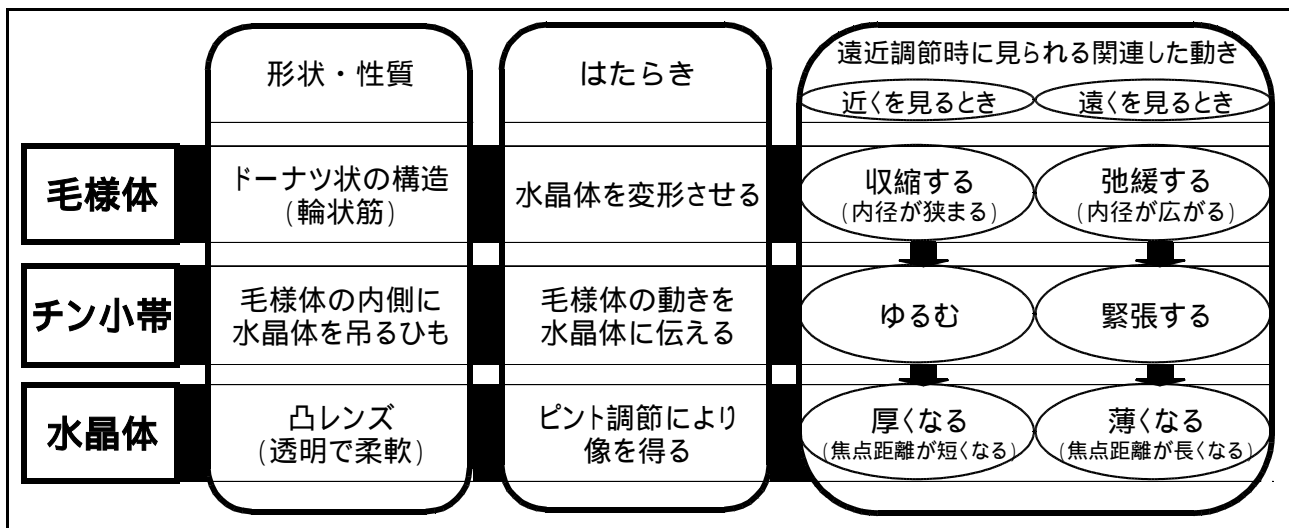
(2) モデル教材について

ア モデル教材の開発の意義

眼の構造とその名称を表わした眼球の水平断面図は、毛様体が輪状筋から成ることを示すことができない。したがって、この図を用いた従来の遠近調節の学習では、正しく仕組みを理解させることが難しい。最近では、垂直断面図や見取り図を取り入れた学習も見られるが、十分とはいえない。遠近調節の仕組みは立体的な動きで成り立っているため、水晶体、毛様体、チン小帯のはたらきを立体的、動的に再現するモデル教材を開発し、活用すれば飛躍的に理解が深まると考えられる。

イ モデル教材が持つべき特性

アで述べたモデル教材が再現する特性を次頁【図1】に示す。モデル教材の水晶体、毛様体、チン小帯は単体でもそれぞれの性質を再現し、組み立てた状態で連動する様子が観察できることが必要である。特に、毛様体が輪状筋として動く様子と水晶体が自らの弾性によって変形する様子が確実に理解できることが重要である。



【図1】遠近調節の仕組みを立体的、動的に再現するモデルが持つべき特性

(3) 眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開について

眼の構造とはたらきの学習を、以下の二つの実験を中心に展開する。

実験1 眼球の解剖実験(ブタ眼球による観察)

眼の構造を立体として観察させ、各構造の性質を確認させる。

実験2 遠近調節の実験(モデル教材による観察)

遠近調節の仕組みを、水晶体、毛様体、チン小帯の関連において理解させる。

学習内容を眼の構造、眼の機能に分けて指導し、理解させる。

眼の構造の指導では、眼の構造と性質について正しく理解させる。立体構造の観察のため、ブタ眼球による解剖実験を行う。

眼の機能の指導では、遠近調節の仕組みを正しく理解させる。モデル教材の組み立て、操作によって水晶体、毛様体、チン小帯のはたらきを立体的、動的に理解させる。

以上より、遠近調節の仕組みを正しく理解させ、眼の構造とはたらきについて理解を深めさせる。

(4) 基本構想図

高等学校生物 「環境と生物の反応」において眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開に関する基本構想図は次頁【図2】のとおりである。

2 基本構想に基づく手だての試案の作成

(1) 手だての試案の概要

ア 指導目標

ヒトの眼の遠近調節を再現するモデル教材を開発、活用し、遠近調節の仕組みを正しく把握させ、眼の構造とはたらきについて理解を深めさせる。

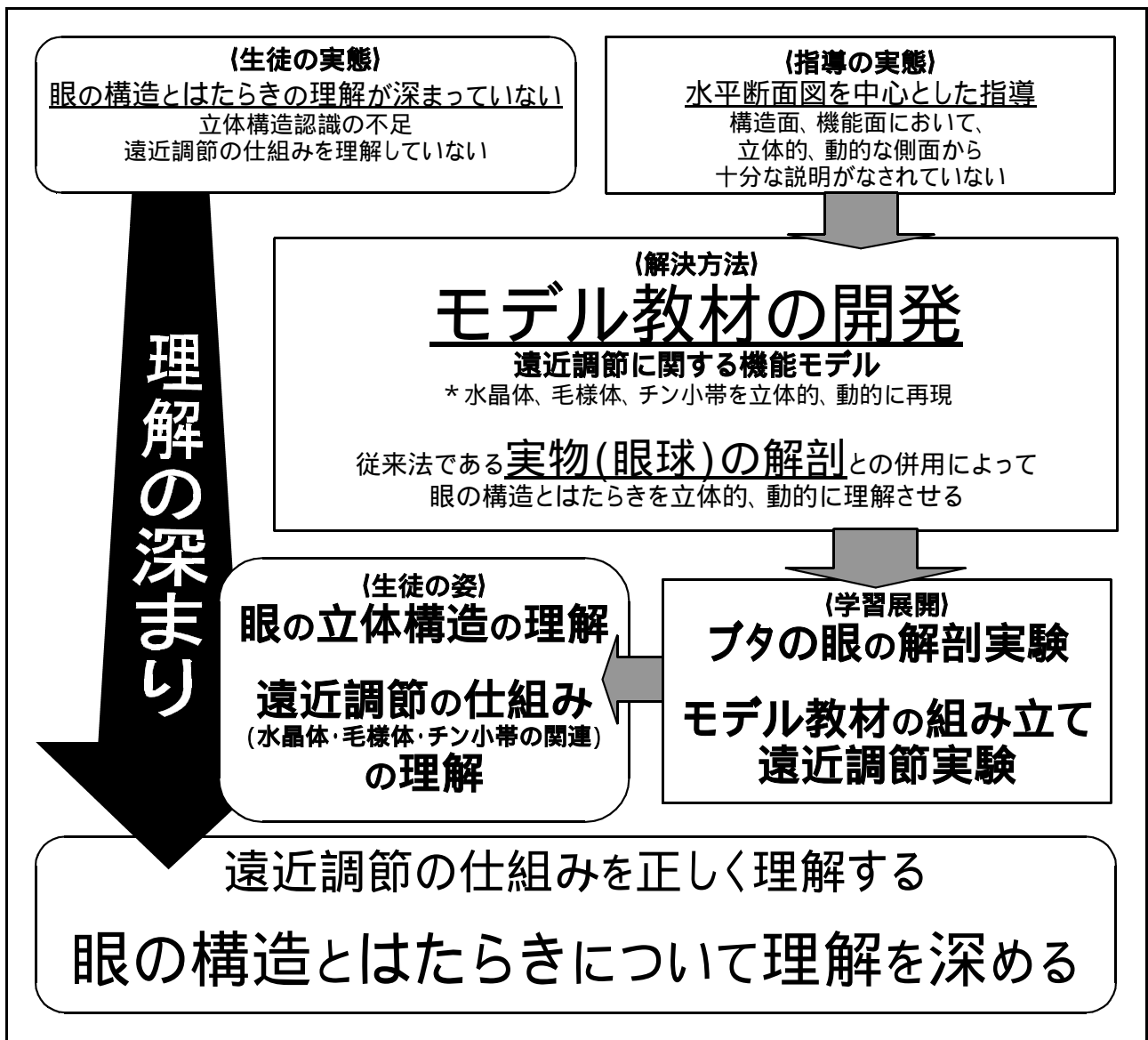
イ 指導計画の位置づけ

高等学校生物 「環境と生物の反応」の、「刺激の受容と反応」の学習として位置づける。

(2) 指導の展開

ア 手だての試案

基本構想に基づく手だての試案を次頁【表1】に示す。



【図2】 高等学校生物 「環境と生物の反応」において眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開に関する基本構想図

【表1】 基本構想に基づく手だての試案

時	学習活動	指導上の留意点
1	眼の構造について ・名称と位置を把握する	・水平断面図など図解して説明する ・眼球の構造、各構造の名称を把握させる
2	フタ眼球解剖実験	・生徒全員に観察させる(一人1個ずつ解剖)
3	・眼の立体構造を理解する ・各構造の性質を観察する	・各構造を区別できるようそれぞれの特徴を理解させる ・水晶体、毛様体、チン小帯の性質、関連を観察させる
4	視細胞・明暗調節の仕組みについて ・2種の視細胞の違いを理解する ・明暗調節の仕組みを理解する	・2種の視細胞のはたらきと役割を理解させる ・視細胞と虹彩のはたらきによって明暗調節の仕組みが成り立つことを理解させる
5	遠近調節モデルの組み立て	・生徒全員に体験させる(一人1個ずつ組み立て)
6	・組み立てながら水晶体、毛様体、チン小帯の性質を確認する	・モデルから水晶体が弾力を持つこと、毛様体(輪状筋)が弛緩時には広がり、収縮時には狭まるなど、各構造の特性を理解させる
7	遠近調節モデル実験 ・水晶体、毛様体、チン小帯の関連を理解する	・生徒全員に体験させる(一人1個操作) ・水晶体によるピント調節、毛様体、チン小帯との立体的、動的な関連を、実際の眼の遠近調節に即して理解させる

イ 観察・実験資料の作成

基本構想に基づく手だての試案から、生徒が使用する実験、学習プリントを作成する。

(3) 検証計画

【表2】に検証計画の概要を示す。

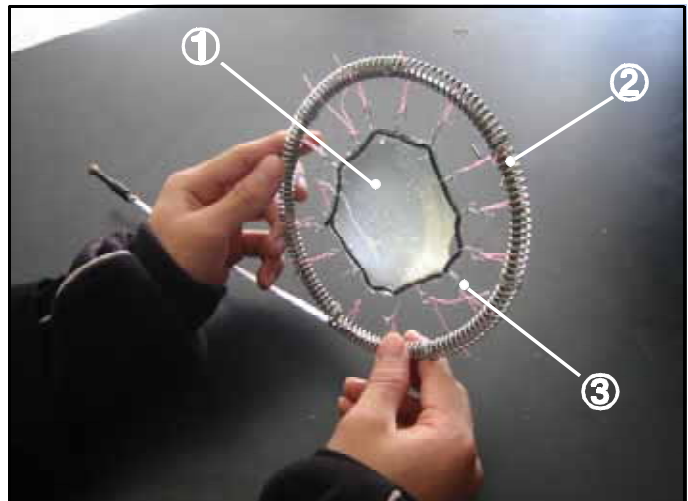
【表2】検証計画の概要

検証項目	検証内容	検証方法	処理・解釈の方法
理解の状況について	・眼の構造とはたらきの理解 ・遠近調節の仕組みの理解	テスト法	・テストは100点満点で、t検定及び有効度指数により分析、考察を行う
学習に関する意識の変容について	・生物の学習の関する意識 ・観察、実験への意識	質問紙法 レポート 感想文	・アンケート、レポート、感想文を分析、考察する
教材の有用性	・学習内容の理解を深めるためのモデル教材の有用性	質問紙法 レポート 感想文	・アンケート、レポート、感想文を分析、考察する

3 基本構想に基づくモデル教材の開発

(1) 教材開発のねらいと開発教材の概要
教材開発のねらいと開発教材の概要を【図3】及び【表3】に示す。

遠近調節の仕組みは、水晶体、毛様体、チン小帯のはたらきによって成り立っている。そこで遠近調節モデルを水晶体のモデル、毛様体のモデル、チン小帯のモデルの3つの部分で構成しそれぞれを教材のねらいに沿って、概要のとおり開発した。



【図3】開発教材：遠近調節モデル

(① :水晶体モデル ② :毛様体モデル ③ :チン小帯モデル)

【表3】教材のねらいと概要

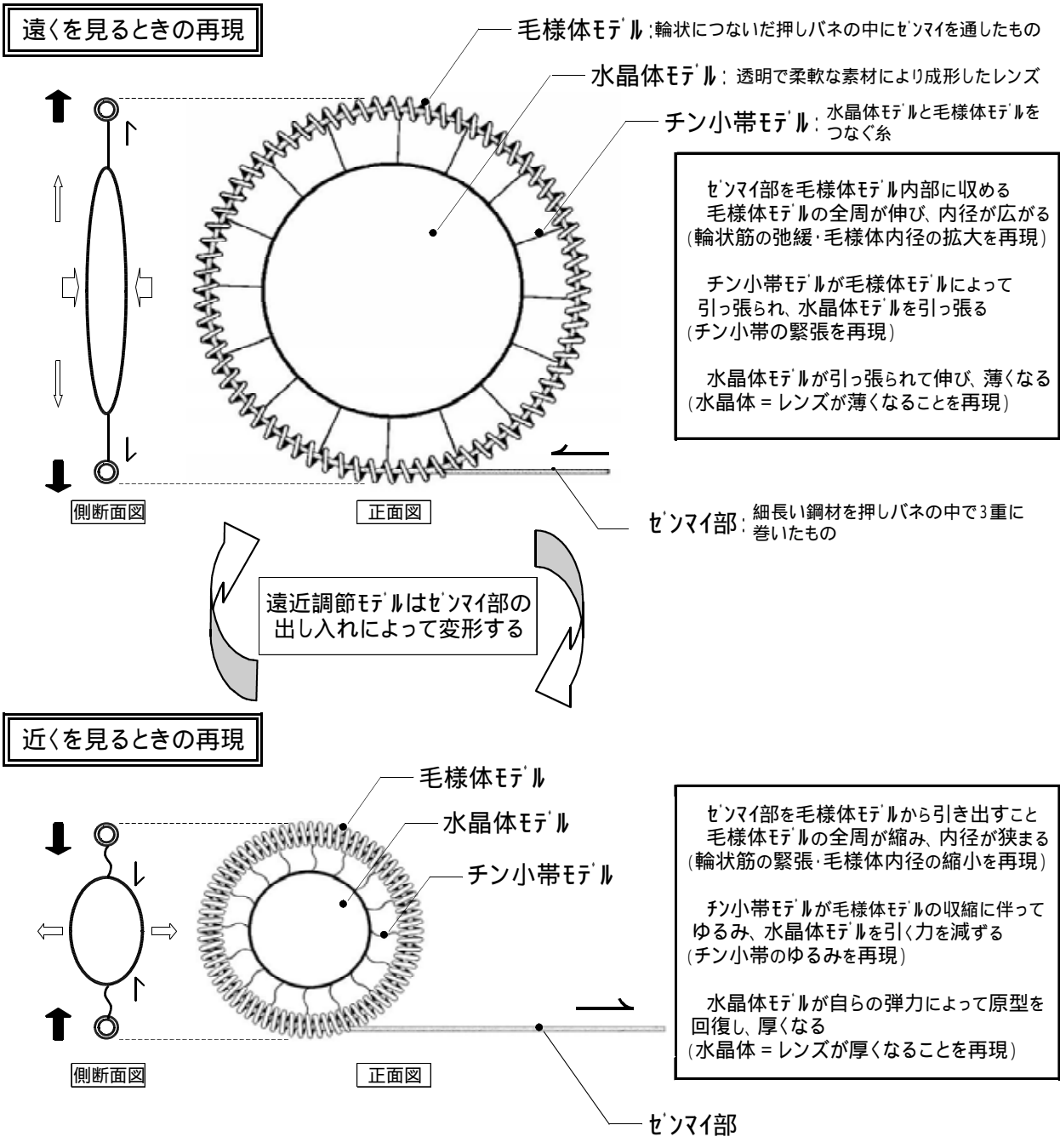
教材のねらい		開発教材の概要
を 実 際 の 眼 の 構 造 と は た ら き	水晶体 モデル	焦点可変式の凸レンズであること 自らの弾力による復元性を持つこと
	毛様体 モデル	輪状筋の伸縮に伴う内径の変化を確認できること
	チン小帯 モデル	毛様体の動きを水晶体に伝えるときのゆるみ・緊張の状態を観察できること
		柔軟な透明素材を、凸レンズ状に整形して使用 周囲に引っ張る力の増減によって厚みが変化
		ゼンマイを通した押しバネを輪状につないだもの ゼンマイの引き絞め状態によって内径が変化
		糸で水晶体、毛様体モデルを接続し、連動させる

(2) 開発教材の構造及び動作について

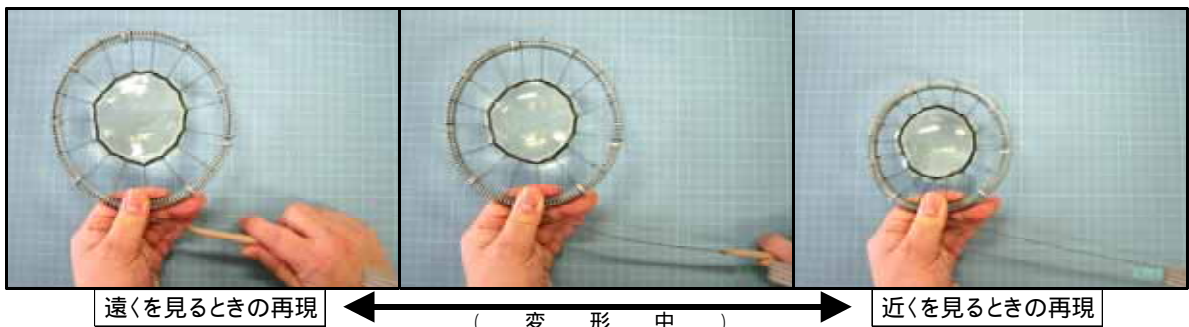
開発教材である遠近調節モデルの構造及び動作について次頁【図4】に示す。

遠近調節モデルは、操作及び観察が容易なものとした。モデルは軽い力で操作することができ、毛様体モデルのゼンマイを動かすことで、毛様体モデルの内径や、水晶体モデルの厚さを自由に変えることができる。また手を離れた状態でも、モデルの状態をそのまま保持することができ、モデル各部の状態について観察を容易にしている。

開発教材：遠近調節モデルの変形



実際の教材による遠近調節の再現



【図4】開発教材の構造及び動作

(3) 開発教材の材料及び作製について

ア 開発教材の材料

開発教材の材料を【図5】に示す。

材料の多くはホームセンター等で容易に購入できるものとした。水晶体モデルの軟質素材のみは関東の美術・文具店よりインターネットを利用して購入した。

イ 開発素材の作製

水晶体モデルは、軟質素材を180℃に加熱して溶かし、金属製のお玉やジュース缶の底部を利用した型に流し込んで凸レンズ状に整形した。軟質素材を冷やして固める前に、円周上にゴムひもを封入した。

毛様体モデルは、押しバネを繋いで450～

500mmの長さにし、内部に1500mmの長さにした排水管クリーナーの板バネを通し、輪状に丸める。板バネは押しバネの中で3重に巻かれ、ゼンマイとして機能する。各材料の固定には細めの針金を用いた。

チン小帯は数センチの長さに切った糸に、クリップを用いたフックを取り付けたものである。



【図5】開発教材の材料

水晶体モデル: 建築模型用軟質素材(商品名「水の素プロ」)...

毛様体モデル: 排水管クリーナー(商品名「ドレインクリーナー」)...

押しバネ(線の太さ1mm、直径10mm)...

チン小帯モデル: 釣り糸... クリップ

4 授業実践及び実践結果の分析と考察

(1) 授業実践の概要

ア 対象

岩手県立盛岡農業高等学校 生物工学科 2 学年 1 学級 (男子32名 女子 5 名 計37名)

イ 実施期間 平成16年 9 月27日、10月 1 日～10月15日 (11日間)

ウ 学習内容及び実施形態

手だての試案に基づき授業実践を行った。観察・実験では、4～5人編成の班を設定した。

(2) 手だての試案に基づく観察・実験内容

各実験の主な内容を以下に示す。

ア 実験1 ブタの眼の解剖実験：眼の立体構造の観察

実験プリント(補充資料 補1頁～補5頁参照)及び演示に従って、生徒全員に眼球を1個ずつ解剖させた(【図6】)。演示の解剖の様子を、実験室に設置したスクリーンとビデオプロジェクターによって生徒に示した。また、市販ソフトによる解剖手順のプレゼンテーションを準備し、解剖の様子と交互に示した。

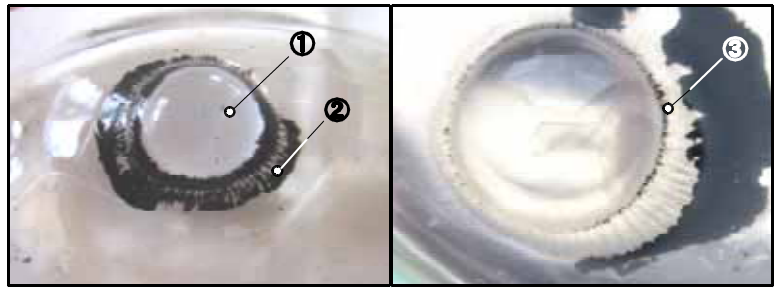
解剖の手順および観察の内容は以下の通りである。

- (ア) 眼球周囲の筋肉・脂肪を切除し、眼球を露出させ、角膜、強膜、虹彩、視神経(束)を観察させる。



【図6】解剖実験の様子(左:作業の様子 右:手順の演示)

- (イ) 強膜を切断し、眼球を前半球、後半球に分割させる。前半球では水晶体、毛様体、チン小帯、ガラス体を、後半球では網膜、視神経、脈絡膜を観察させる。特に水晶体、毛様体、チン小帯の関連に注目させる。毛様体は壊れやすく、チン小帯は微細なため、注意して観察するよう指示する。【図7】



【図7】ブタ眼球の水晶体・毛様体・チン小帯
(左: 水晶体 毛様体 右: チン小帯)

- (ウ) 水晶体を単独で取り出し、凸レンズとしての性質を観察させる。

イ 実験2 遠近調節モデルの組み立て・実験

実験プリント(補充資料 補6頁~補9頁参照)及び演示に従って、生徒に全員1個ずつモデルを組み立てさせ、実験に用いた。

モデルの組み立てを通して、水晶体、毛様体、チン小帯の性質や各構造間のつながりを学習し、その後の実験で、モデルの操作を通して、水晶体、毛様体、チン小帯の関連によって遠近調節の仕組みを学習する。【図8】は実験プリントの一部分で、毛様体モデルの組み立ての方法を示している。

- (ア) 毛様体モデルは押しバネ、ゼンマイの状態から組み立てさせる。押しバネの性質によって内径が広がる様子を観察させる。押しバネの内部にゼンマイを組み込み、ゼンマイを引き締めモデルが縮む様子を観察させ、毛様体(輪状筋)が弛緩して伸び、また収縮して、内径を変化させることを確認させる。

- (イ) 水晶体モデルは凸レンズ状に整形され、内部円周上にゴムひもを封入した状態から組み立てさせる。モデルが弾力を持つ凸レンズであることを確認させ、遠近調節時の変化を観察するため、厚さと直径を測らせる。

- (ウ) チン小帯モデルは、クリップを利用したフックに糸をつないだものを準備し、水晶体モデルの円周上に8本(または16本)を等間隔にフックで接続させる。続いてチン小帯モデルの糸を毛様体モデルの円周上に等間隔で縛り付けさせ、毛様体モデルの輪の内側に、水晶体モデルが中心に位置するよう、糸の長さを調節させる。

- (イ) 2人組で、モデルを操作したときの水晶体の厚さと直径を計らせ、水晶体が自らの弾力で厚みを増すことを確認させる。

- (オ) 遠近調節において、遠くを見るとときと、近くを見るとときの水晶体、毛様体、チン小帯の動きを



【図8】遠近調節モデル実験プリント(部分)

観察させる。毛様体と水晶体がチン小帯によって連動し、チン小帯がゆるみ、緊張することを確認させる。

(カ) 遠近調節モデルを用いて、風景や蛍光灯などをトレーシングペーパー上に結像させる(【図9】)。この観察に



【図9】遠近調節モデルを用いた結像実験(左:風景 右:蛍光灯の光)

によって水晶体、毛様体、チン小帯のはたらきによって遠近調節の仕組みが成り立ち、網膜上に結像することを把握させる。

(3) 実践結果の分析と考察

ア 理解の状況について

眼の構造とはたらきの理解の状況を調べるため、事前、事後テスト(補充資料 補13頁~補16頁参照)を実施し、その結果を分析した。事後テストは、構造編、機能編の2回に分け、構造編は解剖実験の後、眼のはたらき(遠近調節、明暗調節、視細胞)の授業前に実施した。これは、眼のはたらき(機能)の学習の前に、眼の構造の理解を徹底させるためである。欠席した生徒9名を除き、28名の結果から分析した。

【表4】は事前、事後テストについて正答率、標準偏差およびt検定の結果を示したものである。

学級内の理解の状況をより詳しく知るため、期の成績順位を基に能力群(上、中、下位群)を設け分析した。全生徒に正答率の増加が見られたが、その度合いは生徒によって異なっていた。特に中位層ではもともとの成績が互いに接近しており、順位の入れ替えが多く、事前、事後テストの正答率に見られる相関が低かった。分析の結果、全体、上、中、下位群のすべてにおいて、有意水準5%による有意差が認められた。

【表5】は、事前、事後テストについて正答率、有効度指数を用いて分析した結果を示したものである。理解の状況を細分化するため、眼の機能について遠近調節を単独で取り上げて分析した。分析の結果、全体、眼の構造の部分において有効度指数の値が50以上を示した。眼の機能においては遠近調節の部分は有効度指数が64となったが

【表4】目の構造とはたらきの理解の状況 n=28

群	テスト	正答率(%)	標準偏差	相関係数	tの値	有意差
全体 (28名)	事前	55.2	13.78	0.34	12.52	*
	事後	87.7	8.53			
上位群 (9名)	事前	55.6	16.10	0.73	8.03	*
	事後	92.9	4.52			
中位群 (10名)	事前	56.4	10.16	-0.08	5.84	*
	事後	83.3	8.60			
下位群 (9名)	事前	53.5	14.57	0.67	8.72	*
	事後	87.2	8.66			

(注) 1 事前テストは10月1日に実施、事後テストは2回に分け、10月7日(構造編)、10月15日(機能編)に実施した。
2 テストの欠席者(公欠者)9名は除いた。
3 有意差の欄の「*」は、t検定において有意水準5%で有意差があることを示している。
4 t検定に用いた公式は次の通りである。

$$t = \frac{\bar{X}_2 - \bar{X}_1}{\sqrt{\frac{S_1^2 + S_2^2 - 2rS_1S_2}{n-1}}}$$

\bar{X}_1, \bar{X}_2 : 事前、事後テストの平均点
 S_1, S_2 : 事前、事後テストの標準偏差
 r : 相関係数
 n : 人数

【表5】正答率及び有効度指数による分析結果 n = 28

テスト項目	テスト	結果	
		正答率(%)	有効度指数
全体	事前	55.2	72
	事後	87.7	
眼の構造	事前	49.5	85
	事後	92.3	
眼の機能	事前	64.0	46
	事後	80.5	
遠近調節	事前	62.9	64
	事後	86.8	

機能全体では有効度指数46であった。これは遠近調節以外の部分の正答率が低かったためである。(視細胞の種別について：正答率32% 36% 視細胞の感度について：正答率43% 46%)。

以上から、手だての試案に基づく授業実践は、眼の構造とはたらきの学習において、視細胞の内容を除き、効果があったと考えられる。視細胞の学習については課題が残った。

イ 学習に関する意識の変容について

学習に関する意識の変容について、事前・事後のアンケート(補充資料 補10頁～補12頁参照)集計結果より分析した。

【図10】【図11】は、授業および実験・観察に取り組む姿勢について調査した結果である。いずれも今回の授業、実験、観察を経て、熱心に取り組んだ生徒・どちらかといえば熱心に取り組んだ生徒の割合が増している。

【図12】は、生物の学習内容に対する意識について調査した結果である。理解の状況が改善している様子が見え、授業および実験・観察に取り組む姿勢の変化と関連していると思われる。

ウ 教材の有用性について

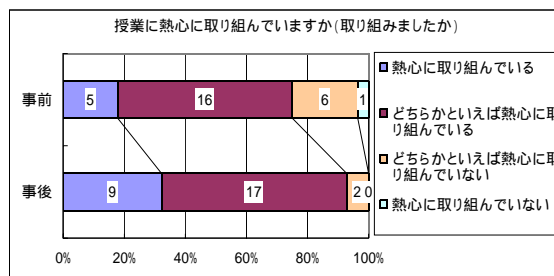
教材の有用性について、事後アンケート、感想文より分析した。

【図13】は、学習内容の理解に対する実験の有用性の評価について事後アンケートより調査した結果である。実験が理解を助けると回答した生徒の割合が増していることから、今回実施したブタ眼球の解剖、モデル教材の実験が学習内容の理解に有用であったと考えられる。

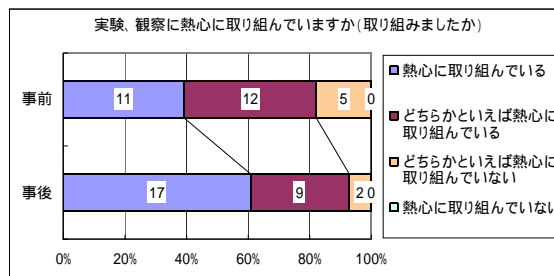
【図14】は、開発教材である遠近調節モデルの有用性について、事後アンケートにより調査した結果である。

遠近調節モデルの組み立てやすさについては、よくない、どちらかといえばよくないと回答した生徒が半数を超えた。

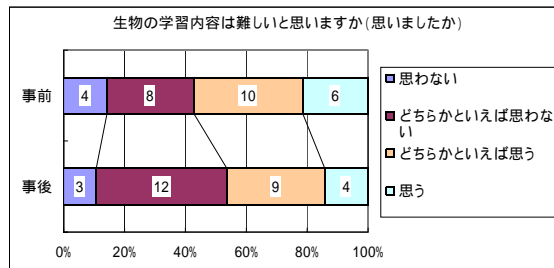
水晶体、毛様体、チン小帯の、各構造の理解、遠近調節の仕組みの理解に対する有用性については、よい、どちらかといえばよいと回答した生徒が大多数を占めた。以上から、開発教材である遠近調節モデルは、組み立てやすさに課題があるが、遠近調節の仕組み及びそれに関わる構造につい



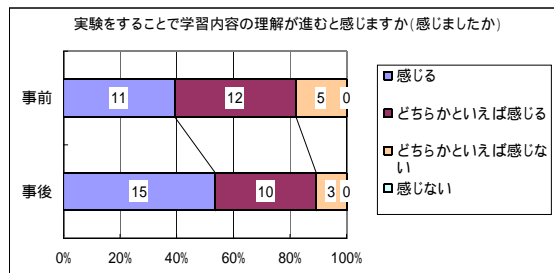
【図10】授業に取り組む姿勢



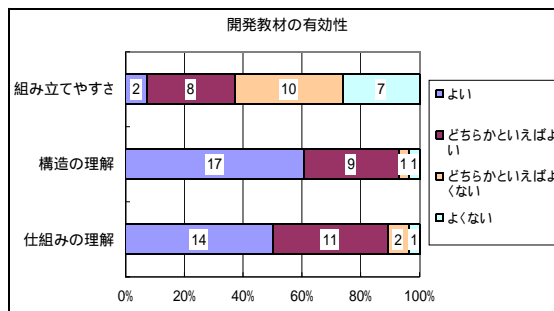
【図11】実験・観察に取り組む姿勢



【図12】生物の学習内容に対する意識



【図13】実験の有用性に対する評価



【図14】開発教材の有用性に対する評価

ての理解のために有用であったと考えられる。

授業実践後に調査した、授業に対する生徒の感想より、遠近調節モデルに関わる部分の一部を抜粋し、以下に示す。

《遠近調節モデルの有用性に関する意見》

- ・観察しやすい、分かりやすい(13名)
- ・毛様体の動きを理解できる(4名)
- ・チン小帯の動きを理解できる(3名)
- ・水晶体の動きを理解できる(2名)
- ・水晶体モデルによる結像が観察できた(2名)
- ・自分で教材を使って動きを確認できるので理解が深まった(2名)
- ・眼の解剖では分からない部分を確かめることができる(2名)

《遠近調節モデルの課題点に関する意見》

- ・組み立てに時間がかかる、組み立てが難しい(12名)
- ・チン小帯モデル(糸)がはずれる、切れる(4名)
- ・毛様体モデルのバネが機械油くさい、手に付く(4名)
- ・毛様体モデルが組み立てにくい、バネがはずれやすい(2名)
- ・水晶体モデルによる結像が観察できなかった(2名)
- ・水晶体モデルが壊れやすい(2名)

感想より、本研究の学習展開が、遠近調節の仕組みを理解させるのに、有効であったと考えられる。特に、事後テストの各問題の正答率より、遠近調節モデルがチン小帯の理解に有用であると思われる結果が得られた。眼球解剖後に実施した構造編の事後テストではチン小帯についての正答率は86%であったが、眼の構造の中では最も正答率が低かった。遠近調節モデルによる実験後に実施した機能編の事後テストでは、チン小帯についての正答率は96%で、眼の機能の中では最も正答率が高かった。解剖実験ではチン小帯は微小な上に壊れやすく、観察の難しい部分であり、続いて行った遠近調節モデルの組み立て、実験がチン小帯の理解に役立ったのではないかと思われる。

5 高等学校生物 「環境と生物の反応」において眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開に関する研究のまとめ

眼の構造とはたらきについて理解を深めるために、遠近調節の仕組みを再現するモデル教材を開発し、活用した本研究の成果と課題は以下の通りである。

(1) 成果

ア 眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開に関する基本的な考え方をまとめることができた。

イ 遠近調節モデルの教材開発を成功させ、学習に役立てることができた。

ウ 遠近調節の仕組みを正しく理解させ、眼の構造とはたらきの理解を深めさせることができた。

(2) 課題

開発教材を、より組み立てが簡易で、耐久性のあるものに改良すること。

研究のまとめと今後の課題

1 研究のまとめ

この研究は、遠近調節に関するモデル教材の開発を通して、眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開を明らかにし、高等学校生物「環境と生物の反応」の学習指導の改善に役立てようとするものである。

そのために、眼の構造とはたらきの理解を深める学習展開の基本的な考え方について検討するとともに、眼の遠近調節の仕組みを立体的、動的に再現するモデルを開発し、授業実践を行った。

その結果、手だての有効性について見通しを持つことができた。

2 今後の課題

開発した教材を、より簡便で、耐久性のあるものに改良し、学習指導の中でさらに効果的になるような展開の工夫を計ること。

おわりに

長期研修の機会を与えてくださいました関係諸機関の各位並びに所属校の諸先生方と生徒のみなさんに心から感謝申し上げます、結びのことばといたします。

参考文献

坪田一男(1996)、「ブルーボックス B-1130 近視を直す」、講談社

村上元彦(1995)、「岩波新書413 どうしてもものが見えるのか」、岩波書店

藤田恒夫 牛木辰男(2004)、「岩波新書880 細胞紳士録」、岩波書店

杉田元太郎 宮崎良美 編(2002)、「ナースのための眼科手術と患者指導」、南江堂

渡邊郁緒 新美勝彦(1987)、「イラスト眼科」、文光堂

参考Web

島津理化器械株式会社 焦点可変レンズKEB0-50 www.shimadzu-rika.co.jp/products/product/128765.html

Anatomical Media Lab. 視覚機能学習モデル(水晶体可変式) www.eva.hi-ho.ne.jp/medical/eye.htm

補充資料



目 次

< 資料 1 >	生物 実験プリント		
1	ブタ眼球解剖実験	-----	補 1
2	遠近調節モデルの実験	モデルの組み立て -----	補 6
3	遠近調節モデルの実験	遠近調節の仕組み -----	補 8
< 資料 2 >	事前・事後アンケート用紙	-----	補10
< 資料 3 >	事前・事後テスト用紙		
1	構造編	-----	補13
2	機能編	-----	補15
< 資料 4 >	学習指導案（5回分）	-----	補17
< 資料 5 >	事前・事後アンケート集計結果及び実践後の感想	-----	補22

生物 実験プリント

ブタの目の解剖・観察

2B 番氏名

1. 目的

目のつくり(構造)について、より深く理解する。

ブタの目を解剖し、構造の各部分を調べ、形、色、大きさ、かたさなどを確かめる。

2. 解剖の手順

(1) 外部の観察

目の周囲にある筋肉・脂肪を取り除いて目(めだま)を外側から観察する。

(2) 内部の観察

目(めだま)を前後2つに切り分け、内部の構造を観察する。

材 料：ブタの目(めだま)

器具など：<個人で使うもの>

ハサミ・カミソリ・ピンセット・手袋・解剖台(ゴムマット)・トレイ・シャーレ
ものさし・双眼実体顕微鏡・このプリント

<グループで使うもの>

洗浄液(0.9%食塩水)・消毒液(70%エタノール)・せっけん

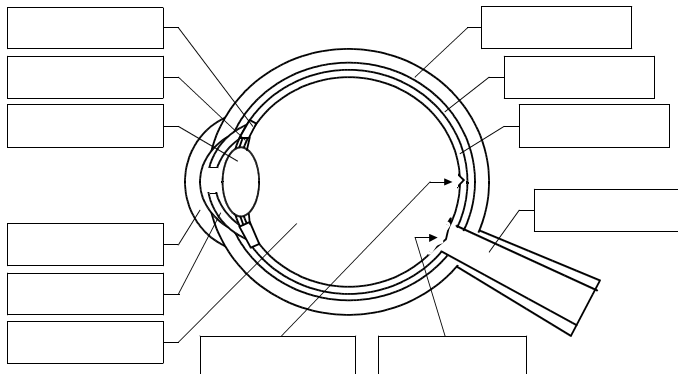
注意：刃物でケガをしないよう気をつける。

(作業は周囲の人に十分注意して行う。使っていない器具はトレイの上に置く。)

ケガをした場合すぐに報告すること。

* 解剖は少しずつ、実験プリントに記入しながら進めます。指示があるまで、先へ進まないこと。

目のつくり(確認)



視細胞について

3. 解剖および観察

(1) 外部の観察

周辺部の切除 (目から筋肉・脂肪を取り除く)



周辺部がある状態



周辺部を取り除いた状態



瞬膜からハサミを入れる



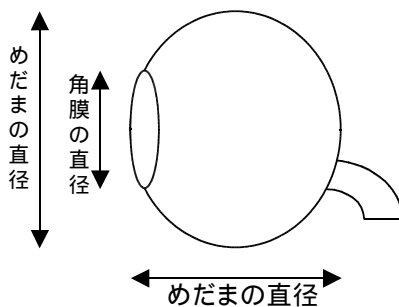
めだまを回転させながら
周辺部を切っていく



視神経 (束) を切らない
ように注意する

目 (めだま) の観察

- 《調べること》 ・視神経の束が付いている位置がどうなっているか
・めだま、角膜の直径 (大きさ)、視神経の束の直径 (太さ)



めだまの直径 : (長) _____ mm
(短) _____ mm

角膜の直径 : (長) _____ mm
(短) _____ mm

視神経 (束) の直径 : _____ mm

* 視神経の束の位置...目の真後ろから、_____にある。

その他、気が付いたことを書いてください。

(2) 内部の観察

目(めだま)を前後2つに切り分ける。



強膜をつまむようにハサミを入れる



強膜に沿って横に切っていく
(ガラス体は切らない)



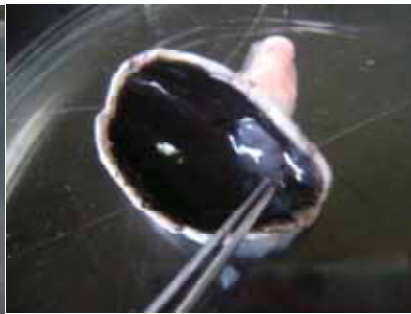
目を前後に切りはなす

後半部の観察(網膜、脈絡膜、強膜、視神経(束))

《調べること》 ・網膜と視神経(束)の関係がどうなっているか
・その他、網膜、脈絡膜、強膜、視神経の様子



後半部(内側)の様子



網膜をピンセットでつまんでみる



視神経(束)をタテ・ヨコに切り
内部を調べる

* 網膜...強膜、脈絡膜など、めだまの3層の膜のうち、_____にある。
薄い膜で、脈絡膜から簡単にはがれる。

* 網膜と視神経(束)は、盲斑の部分で、_____いる。

これは網膜にあるたくさんの視細胞から、視神経がつながっており、_____の部分から束(たば)になって目の外へ出て行くためである。

* 視神経(束)...断面(切り口)を調べると、たくさんの_____が束になっている。

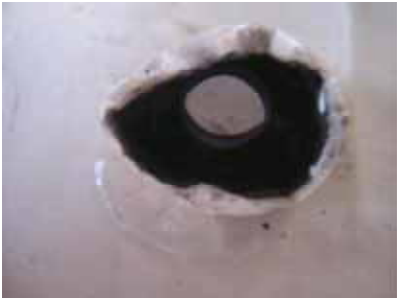
* 強膜...3層の膜のうち、_____にある。_____色で丈夫な膜である。目を外部から守っている。

* 脈絡膜..._____膜と_____膜の間にある。血管が多く存在する。

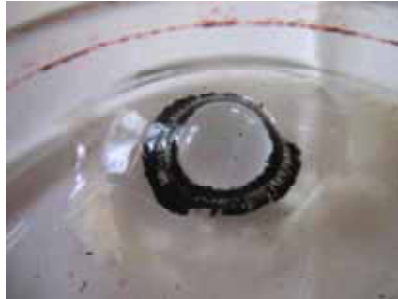
その他、目の後半部について気が付いたことを書いてください。

前半部の観察

- 《調べること》 ・水晶体、チン小帯、毛様体の様子がどうなっているか
・その他、角膜、虹彩、ガラス体などの様子



前半部（内側）の様子



水晶体・毛様体・ガラス体
を取り出したところ



水晶体・チン小帯・毛様体
のつながりを調べる

* 水晶体... _____ (色) で _____ (性質), _____ (形) である。

水晶体のまわりには、たくさんの _____ がくっついており、

さらに外側には _____ がつながっている。

* 毛様体...ドーナツ状で、輪になった _____ (輪状筋) からできている。

* チン小帯... _____ と _____ をつないでいる。

* 角膜は、 _____ 膜から続く透明な膜で、目に入る光は最初にここを通る。(つづいてひとみ(瞳孔)、水晶体、ガラス体を通して網膜に至る。)

* 虹彩(こうさい)は、脈絡膜から続いており、真ん中の穴(_____)の大きさを変える。

* ガラス体は、めだまの中を満たしており、 _____ (色) な _____ 状の構造である。

その他、目の前半部について気が付いたことを書いてください。

水晶体の観察

水晶体を取り出し、その性質を調べる。

- 《調べること》
- ・水晶体の様子はどうなっているか
 - ・水晶体を通して文字や風景を見ると、どう見えるか



* 水晶体...、透明でやわらかい凸レンズで、そっと押しても元に戻る_____力をもっている。

* 水晶体を通して見た文字は_____きく見え、風景は天地が_____に見える。

その他、水晶体について気が付いたことを書いてください。

4.感想 (実験の感想を書いて下さい)

生物 実験プリント

遠近調節モデルの実験

2B 番氏名 _____

1. 目的 遠近調節のしくみについて、水晶体、毛様体、チン小帯のそれぞれの形状や性質、互いの位置関係、連動して働く様子を、モデルの製作と実験を通して理解する。

2. 実験の手順

(1) 遠近調節モデルの作製

モデルを組み立てながら、水晶体、毛様体、チン小帯のそれぞれの特性を学習する。

(2) 遠近調節の実験

モデルを使った実験によって、遠近調節のしくみを学習する。

部品の確認：a-押しバネ(45cm 1本) b-板バネ(1.5m 1本) c-針金(1本) d-レンズ(1個)
f-糸(1巻き) g-クリップ(16または8個)

3. 遠近調節モデルの作製

(1) 毛様体の組み立て

a-押しバネに、b-板バネを通す。



b-板バネの先端をまげ、a-押しバネの内部に差し込んで通していく。

b-板バネがすべてa-押しバネの内部に収まるようにする。b-板バネは3重になる。



b-板バネの先端に、c-針金を巻き付けて、さらにa-バネに固定する。全体はドーナツ状になっている。



(2) 毛様体の動作確認

a-バネの一部を手に持ち、c-板ばねを引っ張る。このとき全体が縮んで、直径が小さくなるか確認する。次にc-板ばねを戻したとき、全体が広がり、直径が大きくなるか確認する。うまくいかないときは、手順を戻って、まちがった部分がないか調べる。



板ばねを戻したとき



板ばねを引っ張ったとき

(3) 水晶体のサイズ・動作確認

水晶体 (d-レンズ) について、直径および厚さを、ものさしで計り、記録する。

水晶体直径: _____ mm 厚さ: _____ mm

水晶体 (d-レンズ) をつまんで軽く引っ張り、水晶体の形状の変化を確認する。指をはなしたとき、水晶体はどうなるか観察する。(注: レンズはやわらかいので、力を入れすぎないように注意する)

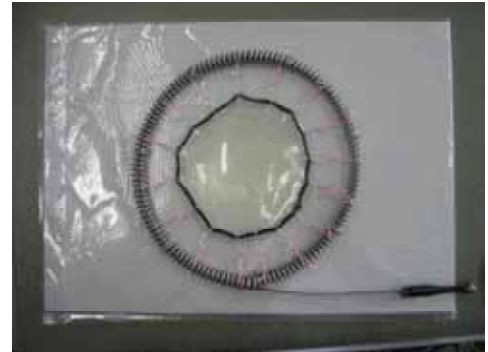
水晶体は、引っ張ると _____。指をはなすと、
_____ によって、水晶体は _____ なる(元に戻る)。

(4) チン小帯と、毛様体の接続

チン小帯 (f-糸) を毛様体に結ぶ。

チン小帯は16本または8本を放射線状に均等に取り付け、2cmの長さにそろえる。

糸の先端にg-クリップを取り付け、毛様体を縮めた状態にして、水晶体にクリップを取り付ける。



(5) 遠近調節モデルの動作確認

a-バネの一部を手に持ち、c-板ばねを引っ張る。このとき毛様体が縮み、直径が小さくなるのに合わせて水晶体 (レンズ) も小さくなるか確認する。次にc-板ばねを戻したとき、毛様体が広がり、直径が大きくなるのに合わせて水晶体 (レンズ) も大きくなるか確認する。

うまくいかないときは、手順を戻って、まちがった部分がないか調べる。(注: レンズはやわらかいので、動作はゆっくり行い、力を入れすぎないように注意する)



生物 実験プリント

遠近調節モデルの実験

2B 番氏名 _____

1. 目的

遠近調節のしくみについて、水晶体、毛様体、チン小帯のそれぞれの形状や性質、互いの位置関係、連動して働く様子を、モデルの製作と実験を通して理解する。

2. 実験の手順

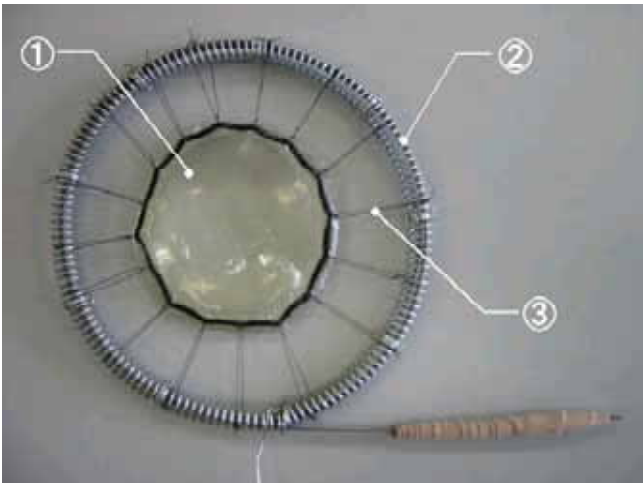
(1) 遠近調節モデルの作製

モデルを組み立てながら、水晶体、毛様体、チン小帯のそれぞれの特性を学習する。

(2) 遠近調節の実験

モデルを使った実験によって、遠近調節のしくみを学習する。

3. 遠近調節モデル

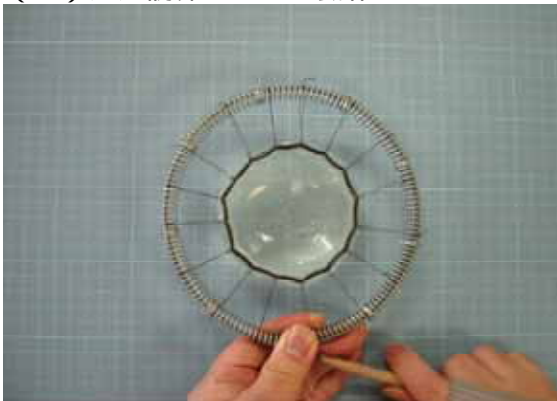


レンズ部分が、水晶体 ...

バネ全体が、毛様体 ...

糸が、チン小帯 ... を表わす。

(1) 遠近調節モデルの動作



バネ(毛様体)がのびると、糸(チン小帯)が引っ張られ、レンズ(水晶体)が引きのばされてうすくなる。



バネ(毛様体)が縮むと、糸(チン小帯)がゆるみ、レンズ(水晶体)が自分の弾力で厚くなる。

(2) 水晶体のサイズ・動作確認

水晶体(レンズ)について、直径および厚さを、ものさしで計り、記録する。

毛様体が縮んでいるとき： 水晶体直径：_____ mm 厚さ：_____ mm

毛様体がのびているとき： 水晶体直径：_____ mm 厚さ：_____ mm

* 水晶体は、チン小帯の引っ張る力がなくなると、_____の弾力で厚くなる。

4 遠近調節のしくみ

毛様体(筋)が**のびる(弛緩する)**と、チン小帯が_____、

水晶体が_____なって、焦点距離が長くなる。

= { _____ を見るときのピントを合わせるしくみ }

* 弛緩 = 筋肉が、力が抜けて(リラックスして)のびること。

毛様体(筋)が**縮む(収縮する)**と、チン小帯が_____、

水晶体が_____なって、焦点距離が短くなる。

= { _____ を見るときのピントを合わせるしくみ }

* 収縮 = 筋肉が、力が入って(緊張して)縮むこと。

8. プタの目の解剖はうまくできましたか。(事後のみ)

ア できた イ どちらかというとできた ウ どちらかというとできなかった エ できなかった

理由

9. プタの目を解剖することは、目のつくり(構造)を理解するのに役に立ちましたか。(事後のみ)

ア 役に立った イ どちらかというと役に立った ウ どちらかというと役に立たなかった
エ 役に立たなかった

理由

10. 遠近調節のモデル教材を正しく組み立てることができましたか。(事後のみ)

ア 正しく組み立てることができた(簡単だった) イ どちらかというとできた(どちらかというと簡単だった)
ウ どちらかというと難しかった エ 難しかった

理由

11. モデル教材は、水晶体、毛様体、チン小帯の性質を理解するのに役に立ちましたか。(事後のみ)

ア 役に立った イ どちらかというと役に立った ウ どちらかというと役に立たなかった
エ 役に立たなかった

理由

12. モデル教材は、遠近調節のしくみを理解するのに役立ちましたか。(事後のみ)

ア 役に立った イ どちらかというと役に立った ウ どちらかというと役に立たなかった
エ 役に立たなかった

理由

13. モデル教材は、遠近調節のしくみをよく再現していたと思いますか。(事後のみ)

ア 思う イ どちらかというと思う ウ どちらかというと思わない エ 思わない

理由

14. モデル教材について、良いと思ったところ、良くないと思ったところを教えてください。
(事後のみ)

良いところ

良くないところ

15. 授業の感想を教えてください。(事後のみ)

* アンケートは以上で終わりです。ありがとうございました。

3 図1は、ヒトの目を、上から見たときの水平断面図である。この目は、右目、左目のどちらか。
〔 〕

4 図2は、図1の の一部を拡大したものである。
視細胞（かん体細胞・すい体細胞）が光の刺激を受けるとき、光は あ と い のどちら側から当たっているか、答えなさい。

〔 〕

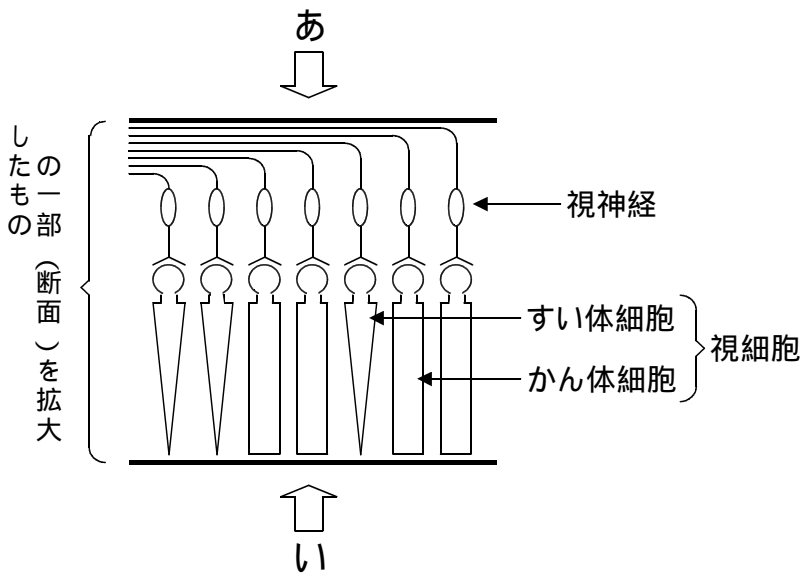


図2. 視細胞と視神経

事前・事後テスト(機能編・25分)

生物工学科2年 番氏名

1. 図は目の構造を表わしたものである。遠近調節に関する次の文の()に適語を語群から選び、記号で答えなさい。

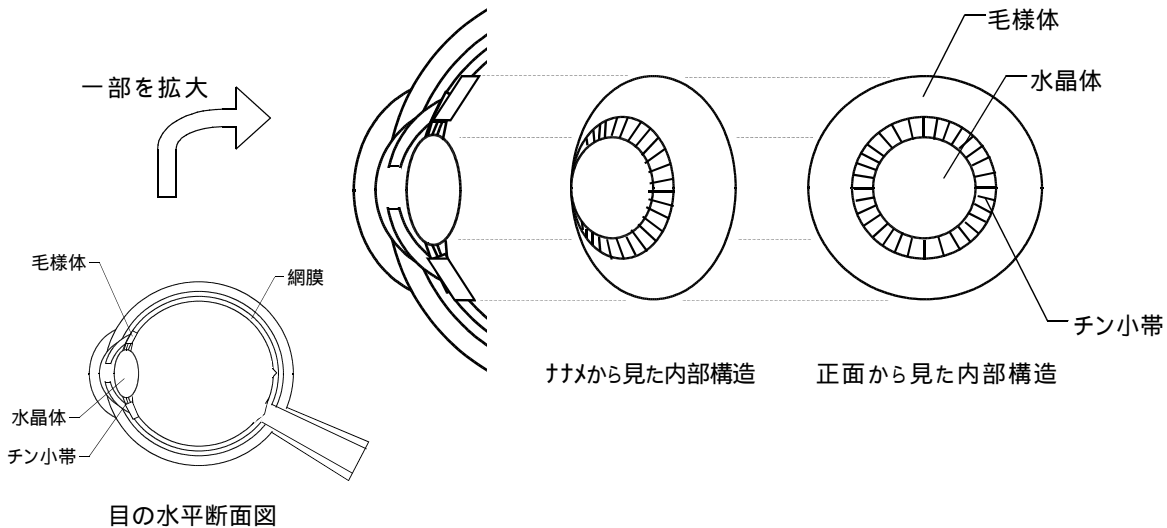


図: 目の構造について

毛様体の筋肉は輪の形をしている。近くを見るときは、この筋肉が()することで輪がせばまり、チン小帯が()。その結果、水晶体は自分自身の弾性によって()くなり、焦点距離が()になるので、網膜上にピントが合う。

遠くを見るときは、毛様体の筋肉が()することで輪が広がり、チン小帯が()。その結果、水晶体が()くなって、焦点距離が()になるので、網膜上にピントが合うことになる。

語群	ア. 収縮	イ. 弛緩 ^{しかん}	ウ. ゆるむ	エ. ぴんと張る	オ. うす	カ. 厚
	キ. 長	ク. 短				

注: 弛緩 = 力が抜けてのびること

2 以下の文を読み、問いに答えなさい。

ある日、地下室でさがし物をした。ドアを閉めると、暗くて周りの様子が見えない。しまった懐中電灯をもってくればよかった、などと考えながら照明のスイッチを手さぐりするうちに、ふと気が付くと、最初は全く見えなかったのに、ドアのすき間から光が漏れているのがはっきり分かる。まわりの様子もしだいに見えるようになった。

地下室をでると、今度はまぶしくてまわりがよく見えなくなったが、数秒すると見えるようになってきた。

(1) 下線部 と のような順応を何というか。次のア、イから選び、答えなさい。

ア．明順応

イ．暗順応

{ }

(2) 下線部 のような現象は視細胞の感度がどのようになったための現象か。次のア、イから選び記号を で囲みなさい。

ア．感度が上がったため

イ．感度が下がったため

(3) 下線部 のとき、目のひとみ(瞳孔^{どうこう})の部分は、地下室に入る前と比べて、どのように変化すると予想されるか。次のア、イ、ウから選び、記号を で囲みなさい。

ア．大きくなる(広がる)

イ．小さくなる(せばまる)

ウ．変化しない

(4) 目にはア．**かん体細胞**とイ．**すい体細胞**の、2種類の視細胞がある。これらのうち、薄暗いところでも働き、光に敏感だが、色を見分けられないのはどちらか、記号で答えなさい。

{ }

学習指導案 第1回(第1時): 目のつくりについて(1)

- 1 指導単元 「環境と生物の反応」「刺激の受容と反応」
- 2 指導目標 目のつくり、構造の位置と名称を把握させる。
- 3 展 開

授業全体(7時間)について

第1回(第1時): 目のつくりについて(1)

目のつくり、各構造の名称と位置を把握する。

第2回(第2・3時): 目のつくりについて(2) 目の解剖実験(ブタ眼球使用)

目のつくりを立体的にとらえ、各構造の性質を確かめる。

第3回(第4時): 目のしくみについて(1) 2種の視細胞、明暗調節のしくみについて

2種の視細胞の性質と役割、明暗順応、虹彩による光量調節のしくみについて理解する。

第4回(第5・6時): 目のしくみについて(2) 遠近調節のしくみについて(遠近調節モデルの実験)

遠近調節モデルの製作を通して水晶体、毛様体、チン小帯の性質を把握する。

第5回(第7時): 目のしくみについて(3) 遠近調節のしくみについて(遠近調節モデルの実験)

モデル教材の操作より、遠近調節の仕組みについて、水晶体、毛様体、チン小帯の関連において正しく理解する。

本時について

段階	時間	学 習 内 容	指導上の留意点	教材・教具
導 入	10分	1 授業の内容(7時間分)について(解説) ・前半は「目のつくり(構造)」、後半は「目のしくみ」を学習する。 ・前半、後半で、それぞれ実験を行う。 ・特に、遠近調節のしくみに重点を置く。	説明、要約、板書により反復説明を行う。	
展 開	35分	2 目のつくり(眼の構造)について ・目のつくり(水平断面図)の描き方を覚える。 ・目の各部分の名称を覚える。 *可能なら(時間に余裕があれば)網膜上の視細胞、視神経、および光の入る方向について覚える。	板書により説明を行った後、生徒にも実際に描かせる。生徒の理解の状況を確認しつつ、少しずつ内容を増やしながらか、繰り返し説明を行う。	
ま と め	5分	3 学習内容の確認		

学習指導案 第2回(第2・3時): 目のつくりについて(2) 目の解剖実験(ブタ眼球使用)

- 1 指導単元 「環境と生物の反応」「刺激の受容と反応」
- 2 指導目標 (1) 目のつくり(構造)を観察させ、立体構造を理解させる。
(2) それぞれの構造の性質を確認させる。

3 展 開

段階	時間	学 習 内 容	指導上の留意点	教材・教具
導 入	20分	1 実験の目的・手順について(解説) ・解剖によって、「目のつくり(構造)」について、各部分を観察する。 ・解説、ワークシートにより実験手順、器具類を確認する。 2 「目のつくり」について(確認) ・前時学習内容を確認し、網膜上の視細胞、視神経、および光のはいる向きを覚える。(確認する)		ワークシート
展 開	65分	3 材料の配布 ・瞬膜・結膜など周りの組織が付随した状態の眼球を確認する。 4 眼球の解剖(一人1個) (1) 眼球外部の観察 ・周囲の組織を取り除いた眼球を外部から観察する。 ・角膜、強膜、視神経(束)を観察する。 (2) 眼球内部の観察 ・強膜を横に切り断し、眼球を前半球・後半球に切断する。 ・後半球で網膜、盲斑を観察する。視神経(束)を切り、断面を観察する。 ・前半球でガラス体、水晶体、毛様体、チン小帯、角膜、虹彩を観察する。 ・水晶体を取り出し、凸レンズとしての性質を調べる。	解剖は、スライド(またはOHP)によって手順を説明し、ビデオプロジェクターで実際の作業を演示した後に、少しずつ実施させる。 視神経(束)の位置が目 の真後ろから、ややずれて いることを確認させる。 網膜が、視神経につなが っていることを観察させる。 水晶体、毛様体、チン小 帯の形態や、互いにつな がっている様子を観察させ る。	材料：ブタ眼球(一人1個) 用具等： <個人で使うもの> ワークシート ハサミ・カミソリ ピンセット 手袋・解剖台 トレイ・シャーレ ものさし・双眼実体顕微 <グループで使うもの> 生理食塩水(洗浄用) 70%イソノール(消毒用) 手洗い用石けん
ま と め	15分	5 実験のまとめ・片付け ・片付け作業を行いつつ、観察結果や感想をワークシートにまとめ、提出する。		ワークシート

学習指導案 第4回(第5・6時):目のしくみについて(2) 遠近調節のしくみについて(遠近調節モデルの実験)

- 1 指導単元 「環境と生物の反応」「刺激の受容と反応」「眼の構造とはたらき」
- 2 指導目標 ・遠近調節モデルを作製させ、水晶体、毛様体、チン小帯の性質を理解させる。
- 3 展 開

段階	時間	学 習 内 容	指導上の留意点	教材・教具
導 入	5分	1 学習内容について(解説) ・遠近調節のしくみについて学習する。 ・水晶体、毛様体、チン小帯の動きについて、遠近調節モデルの製作、実験を通して学習する。		ワークシート
展 開	20分	2 遠近調節のしくみについて 水晶体、毛様体、チン小帯の働きによって、遠近調節が行われていることを学習する。	水平断面図を描き、水晶体、毛様体、チン小帯の動きを確認する。毛様体の動きがポイントになることを指摘する。	
	65分	3 遠近調節モデルの製作 ・モデルを製作しつつ、水晶体、毛様体、チン小帯の形状や性質、位置の関係を確認する。 ・水晶体(レンズ)の直径と厚さを計測する。 ・完成したモデルについて動作確認をする。	スライド(またはOHP)によって手順を説明し、ビデオプロジェクターで実際の作業を演示した後に、少しずつ実施させる。	ワークシート モデル教材(部品) 水晶体モデル(レンズ) 毛様体モデル (ばね・ゼンマイ) チン小帯モデル (糸・クリップ) はさみ ものさし
ま と め	10分	4 実験のまとめ・片付け ・モデルの構造、動作を確認する。 ・片づけ作業をする。		

学習指導案 第5回(第7時):目のしくみについて(3) 遠近調節のしくみについて(遠近調節モデルの実験)

- 1 指導単元 「環境と生物の反応」「刺激の受容と反応」「眼の構造とはたらき」
- 2 指導目標 ・遠近調節のしくみを水晶体、毛様体、チン小帯の関連において理解させる。
- 3 展 開

段階	時間	学 習 内 容	指導上の留意点	教材・教具
導 入	5分	1 学習内容について(解説) ・遠近調節のしくみについて学習する。 ・水晶体、毛様体、チン小帯の動きについて、遠近調節モデルの実験を通して学習する。		
展 開	10分	2 遠近調節モデルの確認 前回製作したモデルについて、水晶体、毛様体、チン小帯の各部分を確認する。		遠近調節モデル
	30分	3 遠近調節の実験 ・モデルの操作によって、遠近調節のしくみを学習する。 ・水晶体の直径、厚みを計測させ、変化を確認する。 ・毛様体の変化が、輪状筋の弛緩、収縮によるものであることを学習する。 ・モデルの水晶体を利用し、トレーシングペーパー上に、風景や蛍光灯を結像させる。	水晶体、毛様体、チン小帯の関連を確認させる。 水晶体が自らの弾力によって厚みを増すことを確認させる モデルで結像が得られない場合、通常の拡大鏡も併用し、結象を観察させる	ワークシート 遠近調節モデル 拡大鏡
ま と め	5分	4 実験のまとめ・片付け ・片付け作業を行いつつ、観察結果や感想をワークシートにまとめ、提出する。		ワークシート

アンケートの集計結果及び実践後の感想

*感想などについては、 は前向きなもの、 は要望的なものを表わしている。

アンケート集計結果

1. 生物の授業に熱心に取り組んでいますか(取り組みましたか)。

- ア 熱心に取り組んでいる
- イ どちらかという熱心に取り組んでいる
- ウ どちらかという熱心に取り組んでいない
- エ 熱心に取り組んでいない

事前	事後
5	9
16	17
6	2
1	0

*主な理由

- 実験があるから
- 動物が好きだから
- 生物のいろいろなことが分かるから
- 目はおもしろかった
- 解剖に興味があるから

2. 生物で観察や実験を行うとき、熱心に取り組んでいますか(取り組みましたか)。

- ア 熱心に取り組んでいる
- イ どちらかという熱心に取り組んでいる
- ウ どちらかという熱心に取り組んでいない
- エ 熱心に取り組んでいない

事前	事後
11	17
12	9
5	2
0	0

*主な理由

- 見たことのないものを見るのが新鮮
- 解剖はグロテスクだった
- 実際に見たりするので分かりやすい

3. 生物の学習内容は難しいと思いますか(思いましたか)。

- ア 思う
- イ どちらかというと思う
- ウ どちらかというと思わない
- エ 思わない

事前	事後
6	4
10	9
8	12
4	3

*主な理由

- 繰り返し学習したので理解できた
- 複雑な内容内容だと分からない
- 専門用語が多い
- 覚えることが多い

4. 「自分は生物の学習内容をよく理解できている」と思いますか(思いましたか)。

- ア 思う
- イ どちらかというと思う
- ウ どちらかというと思わない
- エ 思わない

事前	事後
1	0
13	18
13	7
1	3

5. 実験をすることで学習内容の理解がすすむと感じますか(感じましたか)。

- ア 感じる
- イ どちらかという感じる
- ウ どちらかという感じない
- エ 感じない

事前	事後
11	15
12	10
5	3
0	0

6. 動物やヒトの体の仕組みについて調べてみたいと思いますか。

- ア 思う
- イ どちらかというと思う
- ウ どちらかというと思わない
- エ 思わない

事前	事後
8	9
5	5
12	11
3	3

<資料5> 事前・事後アンケート集計結果及び実践後の感想 (2/3)

7. 6の質問で「ア・イ」と解答した人で、調べたい内容があれば教えてください。
 生息地域による個体の変化 消化のしくみや脳の解剖
 プナリア、厩ハシ、肺魚などちょっと変わった生き物

8. ブタの目の解剖はうまくできましたか。(事後のみ)

- ア できた
- イ どちらかというとできた
- ウ どちらかというとできなかった
- エ できなかった

事後
1 1
1 4
1
2

* 主な理由

思ったより簡単だった スクリーンで手順を映したので分かりやすかった
 最初は気持ち悪かったがだんだんできるようになった
 時間がなくて急いでやったところが不安

9. ブタの目を解剖することは、目のつくり(構造)を理解するのに役に立ちましたか。(事後のみ)

- ア 役に立った
- イ どちらかというと役に立った
- ウ どちらかというと役に立たなかった
- エ 役に立たなかった

事後
1 7
7
3
1

* 主な理由

内部をよく観察できた 自分で解剖するとよく分かる

10. 遠近調節のモデル教材を正しく組み立てることができましたか。(事後のみ)

- ア 正しく組み立てることができた(簡単だった)
- イ どちらかというとできた(どちらかというと簡単だった)
- ウ どちらかというと難しかった
- エ 難しかった

事後
2
8
1 0
7

* 主な理由

毛様体の組み立てが大変だった チン小帯の取り付けが難しかった

* 1名無回答

11. モデル教材は、水晶体、毛様体、チン小帯の性質を理解するのに役に立ちましたか。(事後のみ)

- ア 役に立った
- イ どちらかというと役に立った
- ウ どちらかというと役に立たなかった
- エ 役に立たなかった

事後
1 7
9
1
1

* 主な理由

毛様体(筋)がよくわかった 理解しやすかった

12. モデル教材は、遠近調節のしくみを理解するのに役立ちましたか。(事後のみ)

- ア 役に立った
- イ どちらかというと役に立った
- ウ どちらかというと役に立たなかった
- エ 役に立たなかった

事後
1 4
1 1
2
1

* 主な理由

トレーシングペーパーに像を映しながらピント調節を行う実験が分かりやすかった
 水晶体の変形がよく分かった
 遠くを見るとき、近くを見るとき動きが分かった
 像がさかさまになることが分かった
 実際に動かしてみてもよく分かった

13. モデル教材は、遠近調節のしくみをよく再現していたと思いますか。(事後のみ)

- ア 思う
- イ どちらかというと思う
- ウ どちらかというと思わない
- エ 思わない

事後
14
10
3
1

*主な理由

リアルに伸縮したから
 どのように縮んだりゆるんだりしているかが分かった
 もっとレンズを通した像がよく見えればよかった

14. モデル教材について、良いと思ったところ、良くないと思ったところを教えてください。(事後のみ)

*主な意見

簡単に目のしくみが分かるところ	理解しやすい
チン小帯や毛様体の動きがよく理解できる。	ピントについてよく分かる
壊れやすい	作るのに手間がかかった
つくるときに板バネについていた油で手がベトベトになった	
鉄のにおいがしてくさい	

15. 授業の感想を教えてください。(事後のみ)

*主な意見

実に興味深く、おもしろかった
 実験を自分でやることで理解を深めるのはいいことだと思った。筋肉(毛様体)のところは
 実験しなきゃわかんないと思った
 目の構造と聞いて最初はどうかと思ったけれど、人間の目に近いブタの目を解剖することにより、
 目のしくみ、水晶体などを見てとてもびっくりしました。目の構造について勉強になりました。
 目の解剖は本当に良かった。人生に一度あるかないかの体験をさせてもらってありがとうございました。
 授業はとてもおもしろく勉強できました。ブタの眼の解剖は楽しかった。モデル教材は、目の動きをとても分かりやすく説明しているのですが、本物の目の動きとモデルの動きを比較してみればより分かりやすかったかもしれません。とにかくふつうの生物の授業よりも分かりやすかったです。ありがとうございました。
 川村先生の授業はとてもわかりやすかったです。分からないところがあると何回も教えてくれたので覚えやすかった。
 モデル教材の改良と(組み立て)時間短縮に力を入れて考えて頂きたい
 モデル教材はちょっと作るのに面倒なところがあった。もっと実験みたいなことをしたかった。
 ブタの目はクサかった。