

# 生物 I 「虹の七色が見えるしくみ（視覚の科学）」

大 戸 吉 和

授業実施日時：平成18（2006）年11月18日（土） 公開授業（10：00～11：55）

授業実施学級：第3学年 選択 生物 I クラス（女子39名：当日は重なる授業があるので少し少ない）

2年生の必修生物 I（2単位）の続きとなる3年の選択科目である。2単位の授業を週1回2時間続きで実施している。生徒は、医学部など生物に関連した進学希望者もいれば、文系でセンター試験対策で選択した者もいるなど、例年より多少選択者が多い分、興味関心の高さも様々である。授業中の質疑など自発的な発言は少なめで、もう少し核心をついたやりとりがしたいと願っている。

## 1. 授業組み立ての趣旨

本校の英数国3教科では、「教養基礎」と冠した科目を作り、お茶の水女子大学の先生方の協力を得て、新しいカリキュラムの開発を行っている。このうち数学では、「虹の数学」というテーマで、虹という現象に関係のある、さまざまな数学を学ぶ内容がある。この授業では、物理の教員が虹そのものの原理について、物理の立場から内容の一部を担当している。今後、これを「虹の科学」とでも名付けて、化学分野での色に関する内容などにも広げていこうという構想がある。今回の研究授業では、この構想における生物分野の話題として、“虹を見る”という観点から色覚について取り上げてみることにした。さまざまな科目にまたがった内容から、生徒の大きな興味関心が引き出せればと思っている。

## 2. 単元 第4章 環境と動物の反応

- 1 体液とその恒常性
- 2 刺激の受容と動物の反応（全9時間）
  - ◎刺激の受容と感覚 0.5時間
  - ◎いろいろな受容器の働き 3.5時間
    - ・目と視覚 2.5時間（後半2時間が本時）
    - ・耳・舌ほか 1時間
  - ◎神経系 3時間
  - ◎効果器と反応 2時間
- 3 動物の行動

### 3. 本時の目標

前ページ授業組み立ての趣旨にあるように、「虹の科学」の一部にできるよう、特に視覚に時間をかけ、① 色が脳の認識によって決められていること、② 脳のしくみにより、見ている対象を必ずしも正確に認識しない場合があること（錯覚）などを知る。

### 4. 指導計画

段階	時間	指導項目	学習内容	留意点など
導入	5分	主虹・副虹の観測例 (VTR)	1996. 5. 9 本校1年合宿 (茨城県高萩) で撮影した二重の虹を見て“色”について考える切っ掛けをつくる	副虹の珍しさと色に注目
展開	10分	目の構造	目の各部分の名称や視細胞の分布について説明	あまり詳細な説明はしない
	10分	桿体細胞の働き	暗順応、明順応を含め桿体細胞が働く仕組みを説明	夜盲症など実生活での例をあげる
	15分	いろいろな色と錐体細胞	虹の七色、光や色の三原色の話から錐体細胞の働きについて説明 (ベンハムのコマなどの実験を行い次の時間の導入とする)	色の三原色と、光の三原色の違い
	10分	目の調節ほか	目のピント調節と絞り調節 視交差	問題を解いて考える
	15分	(休憩時間)		
	20分	錯視の例	様々な錯視の例を取り上げ、ヒトの目の不確かさを考えてみる	時間が足りない分は各自で考える
	25分	脳が見るとは (VTR)	驚異の小宇宙 人体Ⅱ「脳と心」 第2集 脳が世界を作る～知覚～ (NHK1993年11月放送) 60分番組の必要な部分のみ	
まとめ	5分	本時のまとめ	視覚、特に色覚について、脳の認識であることを確認	

### 5. 評価

- ◎ 視覚の仕組み、特に色が脳によって作られていることを理解できたか。
- ◎ 普段の生活で「百聞は一見に如かず」のように頼っている視覚が、精巧な仕組みを持つ反面、思いのほかいい加減な部分があることが理解できたか。

## 6. 指導資料など

授業では、放送番組のVTR以外に、次のページの参考書籍などをもとに作成したB4版（モノクロ）のプリント5枚とB5版（カラー）のプリント1枚を使用した。以下その内容の概略や抜粋である。

No.1 各種受容器の一覧および目の構造と機能全般についてまとめた。

- ◎ 動物における刺激の受容から行動までの流れ
- ◎ 各種受容器と適刺激の一覧表
- ◎ 各種動物の目の構造と視覚→盲斑の存在などヒトの目の特徴（盲斑の実験を含む）
- ◎ ヒトの目の構造・2種類の視細胞・桿体細胞での化学反応・明順応と暗順応

No.2 「虹の科学」のため、色と視覚についてまとめた。

- ◎ 色とは何か・光の三原色と色（色材）の三原色→三原色の違い
- ◎ ヒトの3種類の錐体細胞のはたらき

No.3 ヒトの目のピント調節と絞り調節・視交差・色覚の実験

- ◎ 魚類とヒトの目のピント調節を図示し、その違いを比較
- ◎ ヒトで、水晶体を厚くするときの毛様体の筋肉の使い方を考察
- ◎ 視交差によって、左右の目の視野がどのように脳に送られているか考察
- ◎ 「ヒトの色覚に関する実験」 教科書 三省堂 高等学校 生物I P203～205より抜粋  
実験1. 色覚が生じるしくみ

ベンハムのコマを使って、白黒模様の円盤を回転させて色が見えてくる現象を実験。原理については、この教科書に「回転する円盤の1点をじっと見つめているときに、白が通ると3種類の錐体細胞が興奮し、黒が通ると3種類の錐体細胞は興奮しなくなるのは誰でも共通であるが、白が通ったときに、人によって3種類の錐体細胞が興奮するまでの時間に差があるので、一瞬見える色が異なるのではないかと考えられている」と書かれている。

実験2. 錐体細胞の性質

たとえば赤い鳥の絵をしばらく見続けた後、白い紙に目を移すと、補色に当たるシアン色の鳥に見える実験。これも本文中に解説がある。

No.4～5 次ページ参考書籍の「錯視図典」を中心に錯視の図をピックアップして資料を作成した。

- ◎ 生徒は、「大内元の浮動錯視」「北岡明佳の回転錯視」に大きな反応を示した。
- ◎ 最後に、グルカゴンのステレオ図も付け加えた。

No.6 色に関する話なので、カラープリントも用意した

- ◎ 光および色材の三原色の図・色度図・盲斑に関する図・No.3実験2の赤い鳥の絵

(今回参考とした書籍)

- ◎ 「感覚の地図帳」 山内昭雄・鮎川武二著 講談社 (2001)  
→今回の研究授業の内容を決めるにあたって主に使った本の1冊である。脳を含め感覚に関することが、多くの図を使って解説されている。A4版の大型本
- ◎ 「試してナットク! 錯視図典」 馬場雄二・田中康博著 講談社 (2004)  
→ブルーバックス CD-ROMの1冊。さまざまな錯視の例が網羅された本。今回の研究授業では、その図を中心に資料として利用させてもらった。
- ◎ 「視覚のメカニズム」(ポピュラーサイエンス) 前田章夫著 裳華房 (1996)  
→ロドプシンの反応などが詳しく解説されている。
- ◎ 「色はどうして出るの」(ポピュラーサイエンス) 西本吉助・綿谷千穂著 裳華房 (1991)
- ◎ 「身の回りの光と色」(ポピュラーサイエンス) 加藤俊二著 裳華房 (1993)
- ◎ 「情報処理心理学入門 I 感覚と知覚」(第2版) P. H. リンゼイ D. A. ノーマン共著  
中溝幸夫・箱田祐司・近藤倫明共訳 サイエンス社 (1983)

☆授業で使用してる教科書 生I008「高等学校 生物I」 第一学習社  
および副教材 「生物図説」縮小版 秀文堂

## 7. 授業の実施結果と研究協議

今回、視覚の中の色を中心にしたのは、「虹の科学」の一部として今後授業を作る必要があることと、個人的に光の三原色と色(色材)の三原色の関係を理解したいと思っていたことによる。したがって以前から興味を持って取り組んでいた分野というよりは、今回初めて取り組んだようなもので、自分なりに十分に納得して授業に臨んだとは言いがたい。なにしろ、色に関しては、純粹に目の構造と機能といった資料から、心理学や美術の色彩の分野までさまざまな資料があって、高校生物の授業として何を取り上げるべきなのか最後まで迷ってしまったからである。幸い、三原色については、なぜ光の三原色である赤、青、緑を、色(色材)の三原色でも使うことができないのかについては納得することができた。すなわち、反射光を見る色の三原色では、できるだけ明るい色を元に混合しないと混ぜるとすぐに暗い色になって実用にならない、「減法混色」という用語の意味をやっと理解した次第である。一方、疑問点も残った。ヒトの3種の錐体細胞の光の吸収率のグラフが以前から教科書に載っているのだが、平成18年度検定版からグラフのデータが変更されて、特に青錐体細胞の光の吸収率がヒトの可視範囲のほぼ下限波長の400nm付近でもかなりの吸収するようになっていることである。錐体細胞が光を吸収することと細胞が興奮して刺激を伝えることは違うことなのだろうか。

研究協議では、長年視覚の教材化に取り組まれ授業でも実践されている方から、有意義なアドバイスをいただくなど、私自身教えていただくことが多かった。参加していただいた方にお礼を申し上げたい。そして、協議の内容を今後の授業の改善に役立てていきたいと思っている。