

高等学校

平成 10 年 度

教育研究員研究報告書

理 科

東京都教育委員会

平成 10 年 度

教育研究員名簿(理科)

分野	学 校 名	氏 名
物 理	都 立 明 正 高 等 学 校	長 谷 川 裕
	都 立 武 蔵 丘 高 等 学 校	小 室 孝 志
	都 立 足 立 高 等 学 校	岡 田 一 浩
	都 立 野 津 田 高 等 学 校	川 角 玲 子
化 学	都 立 杉 並 高 等 学 校	酒 井 秀 樹
	都 立 永 福 高 等 学 校	小 野 昌 彦
	都 立 八 王 子 東 高 等 学 校	白 井 豊 和
	都 立 八 王 子 工 業 高 等 学 校	田 代 敏 彦
生 物	都 立 目 黒 高 等 学 校	藤 岡 浩
	都 立 目 黒 高 等 学 校	山 崎 仁
	都 立 青 梅 東 高 等 学 校	阿 部 英 喜
	都 立 武 蔵 野 北 高 等 学 校	岩 瀬 基

担 当 教育庁指導部高等学校教育指導課 指導主事 荒 川 洋

身近な事象から興味・関心を引き出し、
科学的なものの見方・考え方を養う理科の指導法

目 次

I 研究主題設定の理由	2
II 具体的な研究方針	2
III 研究を進める上での留意点	3
IV 研究内容	4
1 テレビリモコンを利用して、赤外線を物理的に探究させる指導法の工夫	4
2 生徒の理解を重視した「中和滴定」に関する教材の開発と指導法の工夫	11
3 生物に対する紫外線の影響を学ばせ、環境保全を考えさせる指導法の研究	18
(メラニン等の身近な材料の導入)	

身近な事象から、興味・関心を引き出し、 科学的なものの見方・考え方を養う理科の指導法

I 研究主題設定の理由

最近の生徒は豊かな自然に触れる体験が不足していることが指摘されている。また、第3回国際数学・理科教育調査の結果では「我が国の児童生徒は知識量が多いが、問題解決のための実験計画の立案や自然を科学的に見る力は、不足している」と報告されている。間近に迫った21世紀は、科学技術、高度情報化が一層進展する社会である。また、平成14年度から完全学校週五日制が実施されることから生徒自らが学びとっていく力をつけることがますます大切になっている。

平成10年には、教育課程審議会の最終答申が出され、これからの学校教育の方向が明確にされた。答申の中で、理科においては、科学的に調べる能力や態度、科学的な見方や考え方を養うことができるようにすること、また、日常生活との関連や、自然環境と人間とのかかわりなどの学習を重視し、問題解決能力や総合的な見方を培うことを改善の視点としてあげている。

教育研究員の過去の研究においては、「理科好きな生徒を育てる教材開発と指導法の研究」、「自ら学ぶ意欲を引き出し、科学に親しみを感じさせ、探究する能力・態度を育てる理科の指導法の研究」、「生徒の興味や学習意欲を引き出し、科学的な思考力を育てる指導法」などの研究が行われた。これらの先行研究をもとに、生徒の学習意欲を向上させ、知的好奇心・探究心をもって観察、実験を行うためには、特に日常生活と密接に関連した身近な事象の中から題材を選び、導入することが有効であると考えた。このため、日常生活の身近なものを取り上げることとした。また、生徒の能力、適性、興味に応じて、自然の事物・現象を探究する能力や態度を養うためには、探究の過程を通して、科学的な見方、思考力を養う指導法の開発に取り組む必要があるとして、標記の研究主題を設定した。

II 具体的な研究方針

1 研究の概要

物理では、テレビリモコンを利用して、赤外線を物理的に探究させ、さらに、情報伝達の仕組みも学習させる指導法を研究した。

化学では、中和滴定に関する演示実験と生徒実験、及び生徒の思考の変化や理解を重視した指導法を開発した。

生物では、身近な事象である日焼けという現象から紫外線の性質を学び、メラニンのヒトにおける役割及びオゾン層の破壊などの環境保全について考え、理解させた。

2 取り上げた題材と生徒の活動

分科会	日常生活と密接に関連した題材	学習意欲を引き出す活動	自然の事物・現象を探究する活動
物理	テレビリモコン ビデオカメラ・デジタルカメラ 太陽電池	・リモコンから赤外線が出ていることを太陽電池を用いて調べる	・リモコンからの赤外線の波長を測定する ・リモコンからの赤外線の信号を調べる
化学	かき氷用シロップ 食酢	・かき氷用シロップを指示薬として用いて、酸塩基について調べる ・定量実験器具の正確性について調べる	・中和滴定の実験により食酢の種類を当てる
生物	紫外線による日焼け UVケア商品	・納豆菌に対する紫外線の影響を調べる ・メラニンの紫外線吸収を確かめる	・生物の環境に対する適応を調べる ・地球環境問題について調べる

Ⅲ 研究を進める上での留意点

物理、化学、生物の3つの分科会で研究を進めたが、それぞれに共通して以下の点に留意して研究を進めた。

◎生徒の実態に応じた指導法・教材の改善に努める。

◎扱う題材は、生徒にとって身の回りにある、身近な道具、材料を使用するよう心掛ける。

◎実験の進め方については、生徒自ら考え、探究し、発見していく過程を重視する。

さらに、3つの分科会それぞれでは次の点に留意した。

物理では、「物理ⅠA」、「物理ⅠB」で実践できる内容とする。また、「物理Ⅱ」、「総合理科」においても実践できる指導内容を検討する。

指導内容については、生徒自ら探究し、発見できるよう工夫する。また、単なる定性実験に終わらず、定量的にも実験できる内容とする。

化学では、酸と塩基の実験の目標や内容を検討して、実験技術の習得だけに終わらず、実験器具に対する理解を深め、生徒の理解度に応じた指導ができるように工夫する。また、生徒の思考内容や理解度をプレテスト、ポストテストなどを通して把握し、思考の過程を評価できるよう工夫する。

生物では、紫外線の生体に及ぼす影響を身近な教材で実験できるよう工夫する。紫外線の生物に対する影響を理解するところから、様々な環境問題についても生物学の観点から総合的に考察することができるようになる。

IV 研究内容

物 理

1 テレビリモコンを利用して、赤外線を物理的に探究させる指導法の工夫

(1) はじめに

現代は、科学技術を応用した便利な器具が身の回りにあふれているが、それらの動作する原理を自分達で解明することは、難しくなっており、それらはブラックボックスのようになっている。このことが、逆に自然科学への興味を失わせている原因にもなっていると考えられる。高等学校の物理の学習の範囲内で探究できる題材を選び、教材化することを通して、本研究主題の「身近な事象から、興味・関心を引き出し、科学的なものの見方・考え方を養う指導法」を工夫をすることにした。ここでは、日常生活で便利に使っているテレビのリモコンを取り上げた。リモコンでテレビを操作するとき、リモコンからは何が出ているのか、情報伝達の仕組みはどうなっているのかを物理的に探究させる指導法の研究を行った。

(2) 指導計画

リモコンを用いた授業を「総合理科」、「物理ⅠA」、「物理ⅠB」、「物理Ⅱ」のそれぞれの科目で行った。

「総合理科」では、「(1) 自然の探究」の「ア 自然の認識」において、「いかにして自然を探究するか」の題材の一つとして、テレビリモコンから放射される目に見えない赤外線を観察する方法を学習させる。ここでのねらいは直接感覚では観察し得ないものについて探究する方法の手順を考えさせ、習得させることである。

「物理ⅠA」では、「(1) 光と音」の「ア 光と目」と「(4) 情報とその処理」の「ア 情報の伝達」で扱うことができる。テレビリモコンから出ているものは何か。探究的に調べ、テレビリモコンの出す赤外線の波形が、各チャンネルによって違うことを、X-Yレコーダーで描き出して調べる。

「物理ⅠB」では「(3) 波動」の「ウ 光波」における「スペクトル」及び「光と色」の学習の発展をねらいとする。まず光の色と波長の関係を、回折格子によるスペクトルの観察を通して理解させる。さらに学習の過程で、仮説・検証などの考えを入れ「探究活動」を行うための事前学習として、「科学の方法」を学ぶ。

「物理Ⅱ」では「(2) 電気と磁気」の「イ 電磁誘導と電磁波」で扱う。電磁波の項目では一般に実験はあまり取り扱われていない。そこで、電磁波の一つの領域である「赤外線」について、身近な道具であるテレビリモコンを使った実験を取り入れた。

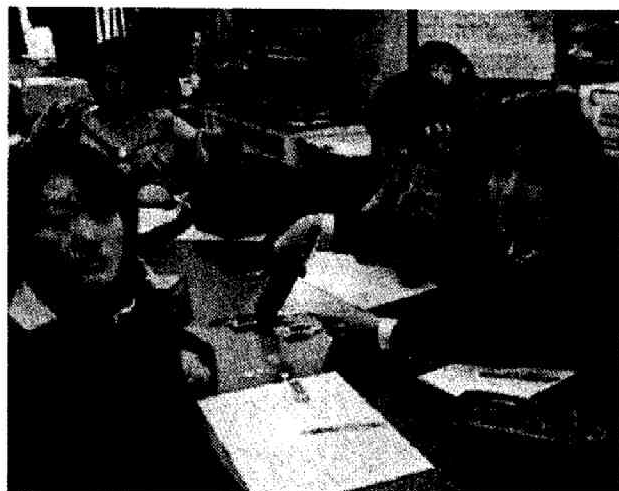


図1-1 生徒の実験風景

表1-1 指導計画

科目	時間	学習内容及び留意点
総合理科	前時まで	・光波の授業において、波長による電磁波の分類や、回折格子を使った簡易分光器の製作を通し、回折格子を通った単色光の明点の間隔が、光の波長に比例することを確認するよう指導する。 ・音波の授業において、音波の波形は、音をマイクロホンで電流に変換し、観察できることを確認する。
	本時2	①太陽電池をラジカセのマイク端子に接続し、ラジカセを録音状態にする。太陽電池に向けたリモコンのスイッチを入れ、リモコンからの信号を音として聞く。 ②太陽電池は、テレビリモコンに反応すること、赤外線は目に見えず、蛍光作用がないことなどの実験を行い、リモコンから出ているものは、赤外線であると推論させる。 ③ビデオカメラの前に可視光線フィルターと紫外線フィルターを重ねて装着し、カメラに向かってリモコンのスイッチを押すと、出ているものがはっきりと見えることから、赤外線であるということが出来る。 ④③で使用したフィルターを装着したまま、外の景色などを撮り、赤外線による映像を見せる。 ⑤回折格子を用いて赤外線の波長を求める。 ⑥パソコンの微弱電流分析装置を使用して赤外線の波形の分析をする。
物理ⅠA	前時まで	・電磁波の種類の確認（「光と音」の単元における波長の特性や光や音の性質を復習） ・回折についての予習
	本時2	①クリスタルイヤホンに太陽電池に接続する。太陽電池に向けたリモコンのスイッチを押す。リモコンからの信号を音として聞く。 ②電圧計をフォトダイオードに接続する。フォトダイオードに向けたリモコンのスイッチを押すと、起電力が生じることを確認する。 ③ビデオカメラに向けてリモコンのスイッチを押す、カメラモニターに「何か」が見えることを確認させる。 ④ビデオカメラのレンズの前にハンカチーフや料理用の灰汁取り網をかけて、ビデオカメラをのぞき、回折現象が起きているのを確認するよう指導する。 ⑤ビデオカメラのレンズの前に回折格子をつけておく。カメラに向けて、リモコンの上にLEDを載せ、光らせながらリモコンのスイッチを入れる。LEDの出す赤、黄、青のどの色よりもリモコンから出ている「何か」の方が、回折角が大きいことを確認し、その比からリモコンから出ているのは赤外線であることを確認させる。 ⑥太陽電池に、X-Yレコーダーとストレージオシロスコープをつなぐ。太陽電池に向けたテレビリモコンの1チャンネルから12チャンネルまでのスイッチを押す、その波形をX-Yレコーダーに描き出し、各チャンネルによる波形の違いがあることを気付かせる。
物理ⅠB	前時まで	・光のスペクトル（1時間）、光の波長と色、可視光線と赤外線・紫外線、光の干渉（2時間）回折とは何か、レーザーの回折像、回折の式。
	本時1	・テレビリモコンから出ているものは何かを考えさせる。 ・テレビリモコンから出ているものが電波や、光、音の仲間であるのなら、それぞれどんな特徴があるかを考えさせる。 ①クリスタルイヤホンに太陽電池に接続し、太陽電池に向けてリモコンのスイッチを押す。リモコンからの信号を音として聞く。リモコンの他、可視光線、ブラックライトを太陽電池に当ててみる。 ②リモコンから出ている「何か」を遮る。リモコンを手や紙で遮り、電波の仲間かどうか調べてみる。 ③ビデオカメラで、リモコンの発信部が発光して見えることを示す。 ④赤、緑のLEDとともにリモコンの発信部をビデオカメラで撮り、さらにカメラのレンズの前に回折格子を置いて、回折像を確認する。 ⑤リモコンから出ているのが「光」の仲間であることから、回折格子の公式から、波長を計算させる。
物理Ⅱ	前時まで	・波動、光及び電磁気について学習している。
	本時2	①目には見えない赤外線が存在及び可視光より長い波長の測定についての探究活動 ・トランジスタとミニスピーカーを使った簡易受信機を製作する。これにより、赤外線による信号を音に変換し、赤外線が情報を伝えていることを知る。併せてトランジスタの増幅作用の役割も知り、半導体の学習へ発展させる。 ・ビデオカメラへ向けたりモコンのスイッチを押す、LEDの可視光と比較させ、赤外線が存在を発見させ、波長を求める。 ②リモコンからの紫外線を題材とした課題研究 (ア)赤外線の波としての性質の実験による学習 ・回折格子を取り付けたビデオカメラの実験から、赤外線の回折現象を検証させる。 ・紫外線がステンレス板などにより反射することを確認させる。 ・フィルターや物質への透過についての探究学習。 (イ)電磁波の情報伝達の役割の学習。 ・リモコンからの赤外線の信号をオシロスコープを使って観察させる。 ・リモコンからの赤外線の信号を使って全反射によるファイバーケーブルでの伝達を検証させる。 ・LEDを使った可視光線によるラジカセやウォークマンを使った光通信の実験をさせる。

(3) 主な教材の紹介

ア 「太陽電池」と「フォトトランジスタによる受信機」(図1-2)

リモコンから出ている赤外線を受信するには、市販の太陽電池に、クリスタルイヤホンをつなげば十分リモコンの信号音を聞き取ることができる。ただ、生徒実験の場合、多くの生徒が一度に聞き取ることができないため、フォトトランジスタを利用した簡易受信機を製作した。これは、フォトトランジスタへ入った信号を、トランジスタ1個のみで増幅し、ミニスピーカーから音声として信号を取り出すものである。電源は単三電池4本使用する簡易型の受信機だが、リモコンの信号音を十分明瞭に取り出すことができ、生徒には評判が良かった。

イ リモコン台 (図1-3)

ビデオカメラのCCDは赤外線も紫外線にも感じるため、リモコンからの赤外線を回折格子を通してビデオカメラに照射すると、白く点滅が見え、回折している様子が観察できる。しかも、赤色の可視光線よりは波長が長いため、明点の間隔も大きい。これを青色と赤色の光と同時に観察し、比較するために、リモコン台を製作した。赤外線の波長の計算においては、波長が既知($6.5 \times 10^2 \text{ nm}$)の赤色LEDの光を基準にした。

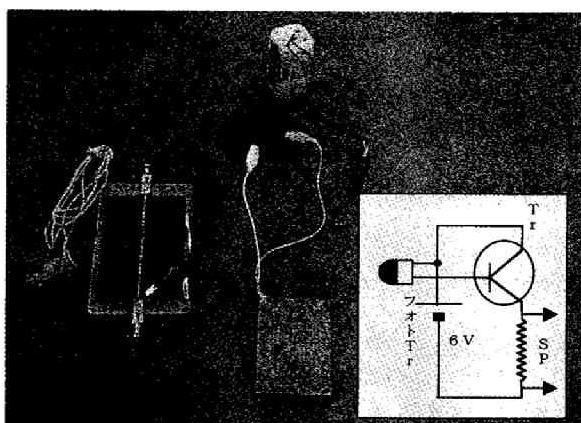


図1-2 受信機

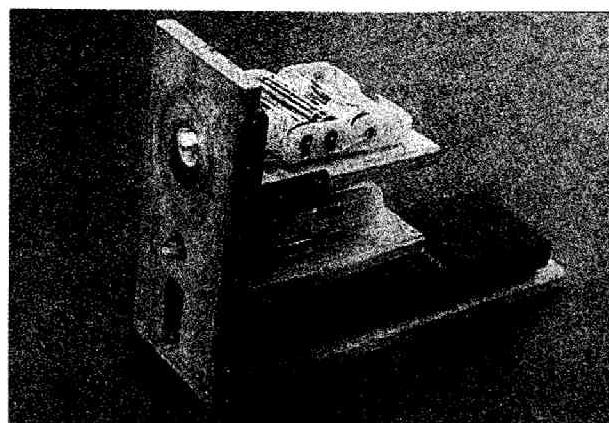


図1-3 リモコン台

ウ ビデオカメラ、デジタルカメラ

リモコンから出る赤外線を見えるようにするためビデオカメラやデジタルカメラを利用し、その様子を大型モニターに映しだした。

エ 波形表示装置

信号の観察及び探究については、ストレージオシロスコープ、X-Yレコーダー、パソコンインターフェイスを利用した。

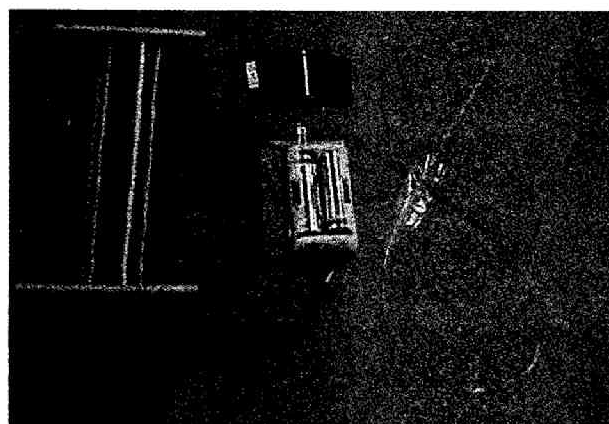


図1-4 実験セット

オ 通信に関する実験装置

リモコンから出ている赤外線は、光と同様に波の性質をもっている。この性質を利用して、回折格子による回折の実験、金属板による反射の実験、ファイバーケーブルでの全反射による情報伝達、各種フィルターによる透過の実験を行った。また、リモコンから出ている赤外線は、可視光線の赤色の光に極めて近いものであり、そのことを踏まえ、赤色の高輝度 LED を使って、光通信を行った。用意したラジカセ等のイヤホン端子の出力を市販のコイルの両極に加える。その電圧を赤色の LED 回路に入力させ、受信機セットに向けて発信させた。



図1-5 生徒実験風景

(4) 授業内容

本研究による授業内容は、内容の選択によって、「総合理科」、「物理ⅠA」、「物理ⅠB」、「物理Ⅱ」のいずれでも実施できるように工夫した。

ア リモコンから出ているものの予測

リモコンから出ているものについての仮説を立てる。「何か」がリモコンから出ていること、また授業展開によっては「何であるか」まで考えさせる。

イ 太陽電池のはたらき

太陽電池に電圧計をつなぎ太陽電池のはたらきを調べる。

ウ リモコンのはたらき

クリスタルイヤホン又はアンプにつないだ太陽電池に向けて、リモコンのスイッチを押す。断続音が聞こえることから、「光の仲間」が出ているのではないかとこの仮説が成り立つ。また、太陽電池の代わりにフォトトランジスタを利用した実験も行う。

エ リモコンから出る「光」

リモコンをビデオカメラ又はデジタルカメラに向けて、スイッチを押してみる。カメラのモニターに白い点滅が見られることを確認する。ついで、緑色（又は青色）と赤色の LED を組みこんだリモコン台（図1-3）を用い、ビデオカメラ等で撮影し、3つの光源の像が映ることを確認する。

オ 回折格子を利用した実験

回折格子をビデオカメラまたはデジタルカメラの前に置き、回折が起こることを確認する。

波長の違いによる明点の間隔から、赤や緑（青）の光の波長と、リモコンから出ている光の波長を近似として、比で求め、「赤外線」が出ていることを確認させる。この際、モニター画面から直接測定する方法と、一度プリンターなどで印刷させたものを利用す

る方法がある。

カ 信号の分析

太陽電池にオシロスコープや X-Y レコーダーをつなぎ、リモコンからの信号を調べる。メーカーによる違い、チャンネルによる違いなどを調べる。

キ 情報伝達の実験

光ファイバーケーブル、可視光線フィルター、反射板などを用い、赤外線の基本性質についての理解を深める。また、フォトランジスタを利用した通信実験を行う。

ク まとめ

- ・ リモコンから出ているものは赤外線である。
- ・ 回折現象を利用して、波長の特定ができる。
- ・ デジタル信号を利用して情報伝達が行われる。

以上のことを確認してまとめとする。

(5) 授業結果

実験の最初の段階で行う、リモコンの信号音の聞き取りは、生徒にとって、意外性があったのか、多くの生徒が驚きと興味を示していた。リモコンからの赤外線の波長の測定は、かなり精度の良い値が出たため、赤外線は、可視光線より波長が長いことを改めて実感したようである。そして、信号の探究については、いろいろな手段を用いて行ったが、いずれにおいても、信号が明瞭に観察できた。今回の研究の授業実践は、全日制普通科 4 校における「総合理科」、「物理ⅠA」、「物理ⅠB」、「物理Ⅱ」の 4 科目、それぞれ行った。主として、波動の学習を踏まえてのものであり、上記の結果から、どの科目においても本研究の成果を活かすことが可能であることが確認できた。授業実践後のアンケート結果から「身近な道具の仕組みや、普段考えたことのない情報の伝達が分かった」等の意見が多く出され、今回の実験によって興味と関心を引き出すことができたと思われる。

ア 測定及び観察の様子

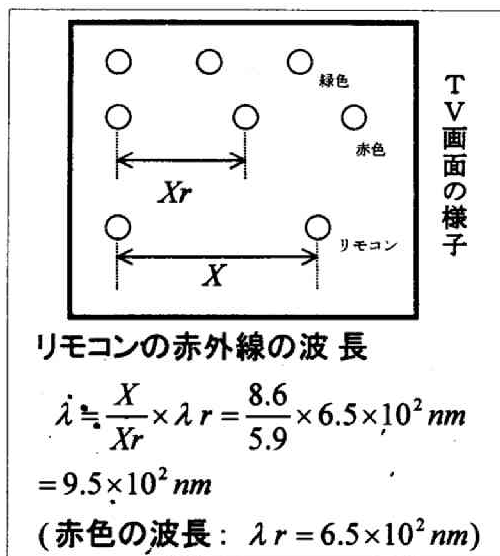


図 1-6 波長の測定

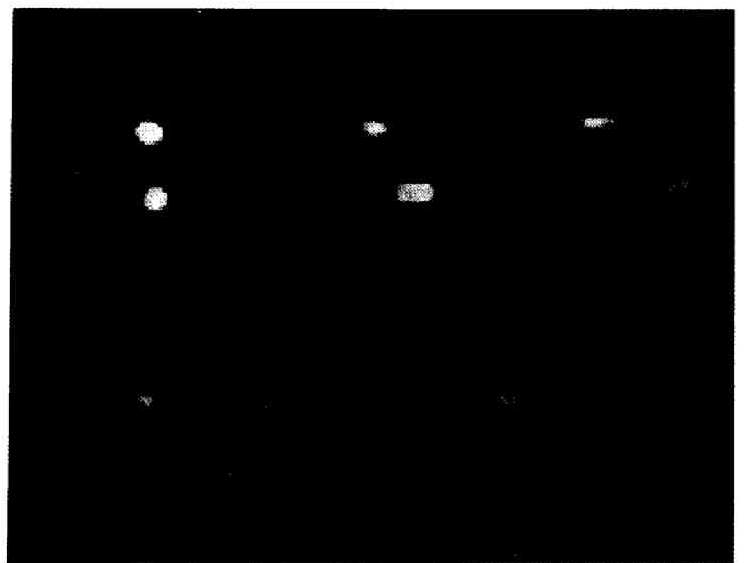


図 1-7 回折像

イ 生徒の感想

「毎日使っているリモコンがこんなにすごい仕組みになっているのを知って驚いた」

「モニターに映し出された波形をスケッチするとき、チャンネルの信号が2進法であることが分かったときはうれしかった」

「最初から答えの出ているもの確かめるのではなく、考えることから実験が始まり、流れに沿っていくことができ、分かりやすかった」

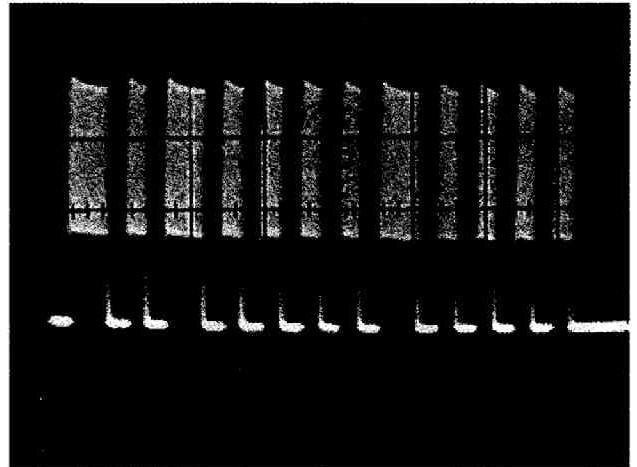


図1-8 信号の観察

(6) 今後の課題

各校それぞれの実験装置を使用したので、以下のように装置による長所・短所がはっきりした。これらの点を踏まえて、各校の実状にあわせるとよい。

ア 実験で使うテレビリモコンは、各校で生徒に持参させたため身近な教材であるという第一印象を与えることができた。検出装置になるヘッドホンやウォークマンなども持参させたほうが一層身近に感じられてよい。

イ 回折格子のセッティングの方法は、回折格子を鉄製スタンドに固定し、そこにビデオカメラやデジタルカメラを近づける方法と、それらのレンズの前にテープ等で固定する方法がある。前者のほうがLEDとリモコンまでの距離を一定に保ち易く、生徒実験には適している。

ウ リモコンからの赤外線的光量は少ないので、ビデオカメラのモニターでは暗く見えるので、ビデオカメラとの距離は近い方（1 m以下）がよいことが分かった。またLEDの光とリモコンからの赤外線を同時に見るために同一距離に設定できるリモコン台を製作したが、赤外線とLEDが同程度の明るさに見えるようLEDの光量を調節できるようにするとよい。

エ モニターに映し出された明点の間隔を直接定規で測定しても、思ったほどの誤差は生じなかった。さらに正確にするために、その画面をプリントアウトして配布した例があったが、多数の生徒が同時に測定できる利点もあった。

オ リモコンからの信号の波形は各社様々な信号を使用しているが、分析のやりやすさにおいては大きく差があった。S社製のものが分析しやすく、見本例として使用するとよい。

カ 赤外線の波形の観察の仕方は、オシロスコープで波形を静止させて見られるタイプのものを実験班ごとに一台ずつ使用するのが理想的である。パソコンの微弱電流分析装置により静止したグラフとして大型のモニターに映す方法もあるが、この方法は全体に説明を加えるのに便利である。また、オシロスコープのデータをX-Yレコーダで描かせ

てプリントする方法もある。必要に応じてこれらを組み合わせるとよい。

キ 光通信の実験では、高輝度 LED を使用したが、今一つ輝度が足りなかった。そのかわりに、最近価格も安くなっているレーザーポインターを使用すれば距離を大きくしてダイナミックで安定した光通信の実験ができる。また、使用したコイルは電磁力実験器用であったが、時間が許せば、生徒に自作させるのが望ましい。

ク 今回のように実験装置の数が限られ、いくつかの実験を組み合わせた授業は、受講生の少ない選択講座等の少人数のクラスでないと十分な効果は上げにくい。特に実験装置が 1 台しかないような場合は、ワークシートの工夫や実験のローテーション等に改善の余地はあるものの限界があった。

ケ 実験装置として、コンピュータを使用できたのは 1 校のみで、ビデオカメラやデジタルカメラなどは視聴覚の機器を借りたり、個人の持ち物を利用したりして、各校で工夫して実施したが、あの機器があればあの実験ができたのということが多々あった。また、他の機器についても、必要な数の確保が難しかった。これらの機器は、実践した学校に物理科の備品として備えていなかった。また、今後の指導要領の改訂でますます新しい機器が必要になることが予想されるので、学校の実験機器の整備が望まれる。

コ ビデオカメラやパソコンなどの実験装置そのものがブラックボックスのようになってしまって理解し難かったという生徒の声があった。ビデオカメラなどのように生徒の手作りで代用が不可能な場合はやむを得ないが、フォトリソスタの手作り受信機のように、簡易な装置なら、今後でもできるだけ生徒に自作させるのが望ましい。

(7) おわりに

本研究を行うに当たって特に留意した次の 3 点については、さまざまな工夫の積み重ねによって十分な成果を得ることができた。

ア 一つの完結した実験にすることと、各校の実状に合わせてワークシートを工夫することによって、「総合理科」、「物理ⅠA」、「物理ⅠB」、「物理Ⅱ」の各科目で扱うことができるようにする。

イ ミニ実験の積み重ねによって理論を構築し、実験で証明していくということによって、科学的研究方法が自然と身に付くようにする。

ウ 身近な題材を用いることによって、生徒の興味・関心を引き出し、自発的な探究心が芽生えるようにする。

現代は与えられたブラックボックス化した機器を操作することだけで楽しみが得られ、科学的探究心が育ちにくい。今回の実験はそんな状況を改善することができたように思われる。生徒のアンケート結果や感想にもそのことは示されている。生徒は、決して科学を嫌いなのではなく、学ぶ喜びを忘れていただけなのである。物理をより一層身近で興味深い科学にするために、今後もこのような身近な事象から興味・関心を引き出し、科学的なものの見方・考え方を自然に養える教材を各单元ごとに開発していきたい。

2 生徒の理解を重視した「中和滴定」に関する教材の開発と指導法の工夫

(1) はじめに

中和滴定は高等学校で最も広く行われている実験の一つであり、実際の化学の研究などにも役立つ重要な定量実験である。この実験では、メスフラスコ、ホールピペット、ビュレットといった生徒にとってなじみの薄い定量器具を一度に多く使用する。こうした器具についての知識を得ることは大切である。このため、①「定量器具についての実験」を行うことで、器具についての理解を深めることを目指した。また、生徒にとって身近なかき氷用シロップや食酢を実験に取り入れることを検討した。②「かき氷用シロップを酸塩基指示薬として用いて演示実験」を行うことによって、生徒の興味や意欲を高め、さらに、市販されている数種類の食酢を用いて、③「中和滴定によって食酢の種類を当てる実験」を開発した。

これらの実験は、かき氷用シロップや食酢など身近な市販品を比較的多く用いること、並びに、探究ゲーム形式の実験とすることで、生徒の興味・関心を高めるよう配慮した。また、これらの実験を組み合わせることで、生徒の思考の変化や理解を重視した指導を試みた。従来からの評価法は、実験技術の習得に偏ったものが多く、生徒の思考の変化等を評価しようとする試みはほとんど行われていない。本研究においては、積極的に生徒の思考の変化を評価することで、生徒に自信をつけながら、溶液の濃度の決定まで指導することを目指した。

(2) 実験教材

ア 定量実験器具に対する理解を深めるための実験

- ① 乾いた100ml用のビーカー、メスフラスコ、メスシリンダーの器具の質量を、電子天秤でそれぞれ正確にはかる。
- ② それぞれの器具に、水道水を100mlの標線まで入れる。
- ③ 水を入れた器具の質量を、電子天秤で正確にはかる。
- ④ 結果をプリントに記録し、100mlの体積を正確にはかるのに、3つの器具のうちで最も適した器具は何かを判断する。
- ⑤ 乾いた別の100ml用のビーカーの質量を電子天秤で正確にはかる。
- ⑥ ビュレットに水を満たし、最初の目盛りを読む。
- ⑦ ビュレットから⑤のビーカーに10滴（10滴以上でもよい）の水を滴下させ、ビュレットの終わりの目盛りを読む。
- ⑧ 水が入ったビーカーの質量を正確にはかり、結果を提出用プリントに記入する。
- ⑨ 滴下した水の体積と質量とを比較し、ビュレットの目盛りの1/10のケタまで（小数第2位；0.01mlまで）正しく読むことができたかを確かめる。（ただし、±0.01mlの差は、誤差の範囲とする。）

イ かき氷用シロップを用いた酸塩基指示薬の演示実験

- ① かき氷器を用いて、3つの容器（ゼリーやプリンなどのプラスチック容器）にかき氷をつくる。
- ② 一つのかき氷には、炭酸水素ナトリウム（重曹）の粉末をかける。



図2-1 かき氷用シロップ例

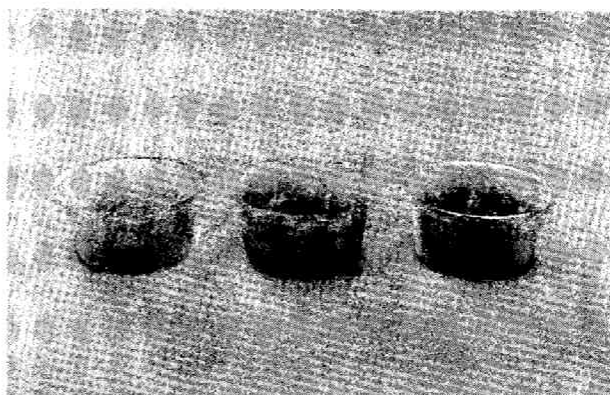


図2-2 いちごシロップをかけたかき氷

左 : (赤色) コントロール
中央 : (紫色) 炭酸水素ナトリウム (重曹) 入り
右 : (緑色) 炭酸ナトリウム (ソーダ灰) 入り



図2-3 市販の食酢例

- ③ 別の一つのかき氷には、炭酸ナトリウム (ソーダ灰) の粉末をかける。
- ④ 3つのかき氷すべてに、いちごシロップをかけ、それぞれの色を観察する

(図2-1、2)

ウ 食酢の種類をあてる中和滴定の実験

市販の食酢 (図2-3) の中和滴定を行うことで、穀物酢、米酢、リンゴ酢のいずれかを当てる実験を行った。実験に用いる食酢の数や実験目的・方法は、生徒の理解度に応じて変えることができる。今回は、A～D校の4校で、それぞれ異なるプリントを用いて実験した。それぞれの、プリントに記した実験の目的を表2-1にそれぞれ示した。D校での実験操作を次に示す。

- ① ホールピペットを使って、食酢Aを10mlはかりとり、メスフラスコに入れる。
- ② 純水を全量を100mlになるまで加える。
- ③ 薄めた食酢Aをホールピペットで正確に10mlはかりとり、100mlコニカルビーカーに入れる。
- ④ 駒込ピペットを使い、指示薬 (紫キャベツ液1mlまたはフェノールフタレイン1滴) を加える。
- ⑤ ビュレットの始めの値を0.01の位まで読む (提出用プリントに記入)。
- ⑥ 滴定を行い、中和点に達したらビュレットの終わりの値を0.01の位まで読む。
- ⑦ 滴定を3回繰り返し、平均値を求める。
- ⑧ 食酢Bについても同様の実験を行い、結果を提出用プリントに記入する。

表 2-1 実験プリントに記した目的

実践校	実験プリントに記した目的
A校 B校	米酢(4.5%)とリンゴ酢(5.0%)は酸の濃度が異なる。1つのビーカーの中には米酢、もう1つのビーカーにはリンゴ酢が入っている。どちらがどちらか当ててみよう。
C校	穀物酢、米酢、リンゴ酢は、それぞれ酸の濃度が異なる。酸の濃度ををはかることによって、三つの食酢A、B、Cの種類を当てよう。
D校	穀物酢、米酢、リンゴ酢は、それぞれ酸の濃度が異なる。酸の濃度ををはかることによって、二つの食酢A、B(3種のうちのどれか)の種類を当てよう。

(3) 評価方法

評価は、次の3種類の方法で行った。

- ① 定量実験器具に対する「素朴概念」の変容調査(プレ・ポストアンケートの比較)
- ② 提出用実験プリントの記述
- ③ 食酢の中和滴定に関するプレ・ポストテスト

なお、ここでいう「素朴概念」とは、生徒の経験や既存の知識に基づいた科学的に精緻化されていない概念のことである。①～③のプリントの例を、図2-4～図2-6に示した。

(4) 結果と考察

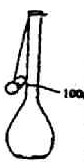
ア 定量実験器具に対する理解を深めるための実験

溶液についての学習をしていない高等学校1年生の生徒127人に対して行った実験器具に関するアンケート調査では、定量するのに適した器具として、メスシリンダー、ビーカーなどを挙げた生徒が多かった。

これはテストではありませんから、あなたの思った通りに書いて下さい。

____年 ____組 ____番 氏名 _____

1. 次の器具のうち、最も正確に100mlの体積をはかれるものはア～キのどれだと思いますか。また、そう



ア. 100ml用メスフラ
エ. アとイ オ

選んだ理由

a: 目盛りの数か
b: 100mlの位置
c: 100mlの目盛
d: なんとなく

2. 次の器具のうち、最も正確に10mlの体積をはかれるものはア～キのどれだと思いますか。また、そう思った理由をa～eの記号で答えて下さい。



ア. 10ml用ホールピペット
エ. アとイ オ. アとウ



イ. 10ml用駒込ピペット
カ. イとウ



ウ. 10ml用ビーカー
キ. アとイとウ

選んだ理由

a: 目盛りの数が最も多いから
b: 10mlの位置が最も細くなっているから
c: 10mlの目盛りが付いているから
d: なんとなく
e: その他

図 2-4 定量実験器具に対するプレ・ポストアンケートの一部

提出用プリント 年 組 番 班 氏名

1

器 具	乾いた状態の質量 (g) A	水が入った状態で の質量 (g) B	水の質量 (g) B - A
ビーカー			
メスシリンダー			

100mlを正確にはかる
なぜ正確さに違

2

器 具	
ビュレット	
ビーカー	

考察

(1) 薄めた酢の濃度を求めよ
計算 (A)

計算 (B)

mol/l

mol/l

(2) 薄める前の酢の濃度はいくらか。
計算 (A)

計算 (B)

mol/l

mol/l

(3) 薄める前の食酢100ml中には何gの酢酸が含まれていたか。
計算 (A)

計算 (B)

図 2-5 提出用実験プリントの例

中和滴定プレテスト 年 組 番

問題 食酢中の酢酸 (分子量60) の濃度を求めるために、10倍に薄めた食酢10.0mlを0.100mol/lの水酸化ナトリウム水溶液で滴定した。以下の各問いに答えよ。ただし、食酢中に含まれる酸は、

1) 食酢を10倍に薄め

2) 滴定に要した水酸食酢のモル濃度はい

計算

3) 薄める前の食酢10

4) 食酢の密度を1.01g/cm³とすると、この食酢に含まれる酢酸の濃度は何%か。

計算

答え %

自己評価 適当な数字に○

問題には	意欲的に取り組んだ	5	4	3	2	1	しかたなくやった
問題文の意味は	よくわかった	5	4	3	2	1	まったくわからなかった
1) の答えには	自信がある	5	4	3	2	1	自信がない
2) の答えには	自信がある	5	4	3	2	1	自信がない
3) の答えには	自信がある	5	4	3	2	1	自信がない
4) の答えには	自信がある	5	4	3	2	1	自信がない

実験後にもう一度同じ問題をやって

前よりわかるようになった 5 4 3 2 1 前よりわからなくなった

少し 同じ 少し

図 2-6 プレ・ポストテストの例

また、その中には、なぜそう考えたかという根拠まではっきりと記述した生徒もいた。中和滴定の実験では、生徒は、メスフラスコ、ホールピペット、ビュレットといった定量器具を一度に多く使用する。それまで信じていた実験器具より正確に測定できるメスフラスコなどの定量器具との出会いは、生徒にとって大きな驚きとなった。

従来の指導では、それらの定量器具がより正確であることを口頭で説明し、実験では測定法を中心に指導することが多かった。また、評価についても、正しいデータが得られたかどうかのみに注目することが多かった。しかし、正しい測定技術の習得は、定量的な考え方の基本についての指導がなされた後行われるべきものである。そこで、どの器具が一番正確に体積を測定できるのかということを、実験により生徒自身が理解できるように実験プログラムを考えた。

中和滴定の実験の前に、メスフラスコ、メスシリンダー、ビーカーにそれぞれ100mlずつの水を取らせ、質量を測定させた(表2-1)。メスフラスコの方がより正確に体積を測定できるということは教科書にも記述されているが、実際に両方の器具で測定したものを比較することにより、定量器具を使うことの意味を理解させることができた。また、これにより、実験していないホールピペットの有用性についても理解させることができた(表2-2、2-3)。

表2-1 生徒がはかった100mlの水の質量(C校の例)

*: 誤って200ml用のビーカーではかってしまったときの値。

使用器具	1 班	2 班	3 班	4 班	5 班	6 班
メスフラスコ	98.88g	99.33g	99.29g	99.44g	99.32g	99.18g
メスシリンダー	97.65g	98.37g	98.60g	98.52g	98.52g	98.14g
ビーカー	95.84g	96.68g	95.48g	89.60g*	101.12g	93.77g

表2-2 定量器具に関する概念調査(1)

最も正確に100mlの体積をはかれるもの

プレアンケートは9月上旬に実施、ポストアンケートは11月下旬に実施

D 校	ア メスフラスコ	イ メスシリンダー	ウ ビーカー	エ (アとイ)	オ (アとウ)	カ (イとウ)	キ (アとイとウ)
プレアンケート (n=127)	35%	33%	1%	16%	0%	6%	9%
ポストアンケート (n=123)	90%	5%	0%	2%	0%	2%	1%

表2-3 定量器具に関する概念調査(2)

最も正確に10mlの体積をはかれるもの

プレアンケートは9月上旬に実施、ポストアンケートは11月下旬に実施

D 校	ア ホールピペット	イ 駒込ピペット	ウ ビーカー	エ (アとイ)	オ (アとウ)	カ (イとウ)	キ (アとイとウ)
プレアンケート (n=127)	37%	25%	15%	10%	4%	3%	6%
ポストアンケート (n=123)	92%	1%	2%	3%	1%	0%	1%

イ かき氷用シロップを用いた酸塩基指示薬の演示実験

食酢の中和滴定には、一般に、酸塩基指示薬としてフェノールフタレインが用いられるが、赤キャベツの水溶液（赤キャベツ液または紫キャベツ液ともいう）を用いることも可能である。食酢に加えた赤キャベツ液の赤色が、水酸化ナトリウム水溶液を加えていくことで薄い紫色になり、さらに加えていって黄緑色になったところを終点とする。

定性的な実験では、指示薬としてかき氷用シロップを用いることができる。かき氷用シロップには、いちご、ブルーベリー、メロン、レモン等があるが、このうち、メロンシロップ、レモンシロップには合成着色料が使われている。いちごシロップには赤キャベツ色素とベリー色素が、また、ブルーベリーシロップにはブルーベリー果汁とクチナシ青色素、ベリー色素、赤キャベツ色素が含まれている。したがって、いちごシロップとブルーベリーシロップは、赤キャベツ液と同様に酸塩基指示薬としての利用が可能である（図2-1）。

ただし、いちごシロップは赤味を増大させるために酸味料が比較的多く加えられているため、定量実験には適さない。また、ブルーベリーシロップには、アントシアニン系色素ではないクチナシ青色素が含まれているため、酸性域と中性域での色の変化が小さいことに注意しなければならない。

今回開発したかき氷にいちごシロップをかける演示実験は、次のような特徴がある。

- ① 色素を抽出することなく市販品をそのまま利用できる。
- ② かき氷にシロップをかけるという自然なストーリーであり、試験管中などの実験に比べ興味・関心を高めやすい。

ウ 食酢の種類を当てる中和滴定の実験

この実験は、難しい計算をほとんど必要としないものから従来の難易度の高い計算を含むものまで、生徒の計算能力に応じたいくつかのパターンを可能にするものである。ここでは、最も難易度の高いプリントを用いて実験を行ったD校の例を示す。

実験には、穀物酢（酸度4.2%）、米酢（酸度4.5%）、リンゴ酢（酸度5.0%）の3種類を用いた（図2-3）。ワインビネガー（酸度5.0%）についてはワイン特有の香りにより実験しなくても判別できるので使用を避けた。実験は、食酢の種類を当てるゲーム形式とし、2種類の食酢の種類を判別するだけのもの（どちらが濃いかを調べるもの）から、3種類の食酢のうちどの2種類かを判別するものまでを用意した。学校によっては、本実験を行った後、特濃穀物酢（8.4%）の濃度当てコンテストを行い、生徒の興味・関心を高めるとともに、酢酸の濃度決定に対する理解をさらに深めることができた例がある。

エ 評価

実験前に行ったプレテストと実験後に行ったポストテストの結果（難易度の最も高い教材を用いた高校の例）を表2-4に示した。表2-4に示したカテゴリーのうち「中和」、「質量」、「濃度」の3つは一連の問題を使って調べたものであり、「濃度」が最も難易度の高いものである。実験後の理解度は、実験前に比べ大きく上昇していた。これは、考察の際、班員どうしで相談することで理解が深まったものと推測される。なお、ポストテストに与えるプレテストの影響を調べるため、プレテストを行わないクラスでも調査を行ったところ、プレテストの影響はほとんどみられず、実際の考察により理解が深まったことが

表 2-4 実験前後での理解度（D 校の例）

「器具」：食酢を10倍に薄めるために必要な2種類の器具が言える。

「中和」：中和の公式（ $zcV = z'c'V'$ ）が使える。

「質量」：薄めた食酢中の酢酸の質量が計算できる。

「濃度」：密度の値を使って、もとの食酢中の酢酸の質量パーセント濃度が計算できる。

カテゴリー		「器具」	「中和」	「質量」	「濃度」
プレテスト	(n=85)	14%	61%	22%	8%
ポストテスト	(n=85)	79%	95%	82%	72%

表 2-5 実験前後での自己評価（D 校の例）

5段階評定尺度法で3以上を「自信がある」、2以下を「自信がない」とした。

「中和」：中和の公式（ $zcV = z'c'V'$ ）が使える自信がある。

「質量」：薄めた食酢中の酢酸の質量を計算できる自信がある。

「濃度」：密度の値を使って、もとの食酢中の酢酸の質量パーセント濃度を計算できる自信がある。

カテゴリー		全く自信がない	「中和」	「質量」	「濃度」
プレテスト	(n=85)	61%	39%	20%	8%
ポストテスト	(n=85)	18%	82%	73%	65%

分かった。

また、プレ・ポストテストの解答に対する生徒の自信度を5段階評定尺度法で自己評価させたところ、自信をもって解答する生徒の割合が大きく増加した（表2-5）。この傾向は、D校以外の3校でも同様に確認できた。

(5) おわりに

今回の研究で明らかになったのは、主に次の3点である。

- ① 多くの生徒は目盛りの多い実験器具がより正確であるという「素朴概念」をもっていたが、メスシリンダーよりもメスフラスコの方が正確であることを実験を通して理解させ、定量器具に対する素朴概念を変容させることができた。
- ② かき氷用シロップを用いた酸塩基指示薬の演示実験により、指示薬の変色を身近な現象としてとらえさせ、酸・塩基に対する生徒の興味・関心を高めることができた。
- ③ 食酢の中和滴定の実験を、食酢の種類を当てる探究ゲーム形式とすることで、濃度の計算に対する学習意欲、教師から見た理解度、自信度（生徒自身が評価した理解度）を高めることができた。

自分の考え方に自信をもつことは、科学的にものを考える上で重要な要素となる。科学的なものの見方・考え方を育てるためには、事物・現象に対する理解の積み重ねがなくてはならない。今回、生徒の理解度をプレ・ポストテストなどにより把握したが、これらのテストは、開発した教材の評価だけでなく、理解不十分な生徒の抽出とその指導にも役立った。高校が国民的教育機関となっている現在、生徒の理解を重視した教材の開発ときめ細かい指導が、なお一層望まれることになろう。

3 生物に対する紫外線の影響を学ばせ、環境保全を考えさせる指導法の研究 (メラニン等の身近な材料の導入)

(1) はじめに

今日、地球環境の保全の重要性が叫ばれている。このような問題に対処するためには、自然に対する興味や関心を育てていくことが重要な課題となる。理科という教科には、自然に対する関心を高めること、観察や実験を通して科学的探究力を育てて自然の事物・事象について理解を深めること、そして科学的な自然観を育成することが求められている。これらに対応する教育の役割は重大であり、特に自然との関連が強い理科の役割はさらに大きなものとなっている。今、地球環境は様々な面で危機的な状況であることを示しており、中には人間の体にも直接関わるような問題も含まれている。それらの中から紫外線に関する問題に的を絞りながら、身近な材料をもとに環境保全を考えさせる指導法の研究を行った。

ア 身近な教材の導入として、メラニン、納豆菌、そして紫外線を利用した。メラニンを素材とすれば、日焼けという身近な事例から、日射量と生物の適応の例にいたるまで、様々な視点で扱うことができる。多くの生徒は日焼けを体験し、またUVカットを強調した商品を数多く目にしている。頭髮のメラニンを脱色する薬品もかなり市販されており、それらを使った経験のある生徒も少なくない。ごくあたりまえのように生体に存在するこの色素を教材に授業ができれば、科学的なものの見方を身に付ける一つの手がかりになる。

イ 生徒の科学的な興味・関心を引き出し、自ら問題を考えさせる方策として、2つの実験を盛り込んだ指導計画を準備した。細菌を使う実験は、結果が確認できるまで時間がかかるため、授業展開の流れの工夫が必要である。

(2) 教材について

メラニンは、様々な種類の生物の体内でいろいろな目的で使われている化学物質である。ここでは、主にヒトの持つメラニンに着目して指導計画を準備した。ヒトの体には、紫外線の影響に対してこの色素を準備するはたらきがある。このため、日焼けという一個体の中の問題から始まり、日射量と生物の適応の例という広い視野にいたるまでの様々な視点を設けることができる。

この指導計画では、実験に必要なメラニンを頭髮から抽出することにした。ただしメラニンはほとんどの溶媒に対して不溶である。このため、濃硫酸に少量の頭髮を入れて一定時間加熱しなければ抽出が難しく、極少量でも危険を伴う実験となりうる。従って、この部分は演示実験を中心に行った。

紫外線の吸収を確認する実験には、安全のために波長350nm ($=3.5 \times 10^{-7}$ m) のブラックライトを使用し、さらに紫外線源を直視しないような方法を工夫した。

実験に使用する納豆菌は、市販されている納豆から得ている。身近な材料から紫外線の生体への影響、特に有害性を確認するために納豆菌を選んだためである。なお、納豆菌を扱う実験には、殺菌灯による紫外線の照射という操作が含まれているので、安全には十分配慮した。

(3) 指導計画

ア 単元名 オゾン層の破壊とフロンガス

イ 単元設定の理由 身近な事象である日焼けから紫外線の性質を学び、ヒトにおけるメラニンの役割を理解し、さらにオゾン層の破壊などの環境保全について考察する。

ウ 授業計画（各々の時限の指導案より抜粋）

	過 程	学 習 活 動	指 導 項 目	備 考
1 時 限	導 入	・日焼けから連想する言葉を考える。	・日焼けの原因として紫外線を認識させる。	
	展開 1	・紫外線を理解する。 ・紫外線を利用している物を思い出す。	紫外線とは何かを説明する。 ・紫外線の特性と関連づけながら考えさせる。 【演示実験】ブラックライトを使って蛍光物質を発色させる。	・殺菌灯 ・日焼けサロン ・合成洗剤
	展開 2	【実験】納豆菌に対する紫外線の影響を調べる。 ・結果を予想する。	・納豆菌や検出紙のしくみ、判定の仕方などを説明する。 ・科学的考察を実践させる。	・コロニー
2 時 限	導 入	・前時の内容を確認する。 ・増殖の有無を判定する。	・実験結果をまとめる。 ・各班ごとに報告、板書する。	
	展開 1	・紫外線による殺菌のしくみを考察する。	・アメーバの分割実験・除核実験から核の意義を説明する。	・核のダメージ ・DNA
	展開 2	・有害な紫外線を防ぐ方法を考える。 ・日焼けによって皮膚が黒くなる理由を考える。	・紫外線を吸収する物質があることを説明する。 ・メラニン合成を説明する。	・サングラス ・チロシナーゼ
	展開 3	【実験】メラニンの紫外線吸収を確かめる。	・実験手順の説明・注意。 ・結果を生徒に予想させる。	・濃硫酸の扱い ・UV化粧品
	展開 4	・皮膚におけるメラニンの役割を推測する。	・メラニンの吸光曲線や毛髪の断面の顕微鏡写真を提示。	
	展開 5	・人種による皮膚や毛髪の色の違いを考える。	・人種の居住地域と緯度・日射量の関係を説明する。	・ヒトの適応
3 時 限	展開 1	・成層圏のオゾン層の存在を認識する。	・地球大気の種類とオゾン層について説明する。	
	展開 2	・オゾン層の現状と破壊のメカニズムを理解する。	・フロンの説明と利用例を話して、問題点を指摘する。	・冷媒・洗浄剤 ・オゾンホール
	展開 3	・紫外線の影響に関する【ビデオ】を視聴する。	・オゾンホールなどについて補足説明をする。	
	まとめ	【アンケート】に回答。 ・今、何ができるか検討。	・ビタミンD合成などの紫外線の意義も補足する。	・くる病 ・日光浴

(4) 授業の実践報告

定性的な実験を通して紫外線に興味をもたせ、オゾン層の破壊と環境保全の問題を考えさせる授業を行った結果、生徒は、環境保全の問題をより一層身近な問題として認識するようになった。特に、納豆菌を使用した紫外線の殺菌力についての実験では、結果が明確にできたこともあって、紫外線の有害性についての理解を深めさせることができた。また、髪の毛から抽出したメラニンを材料に、ヒトの環境への適応を考察させることができ、生物の素晴らしさを理解させる上で有意義であった。以下に、A高校1年生及びB高校3年生に対して行った紫外線の殺菌力についての実験結果、授業の感想、指導上の留意点を記す。

ア 実験結果について

A高校では、2クラス延べ22班、K理化学研究所製の細菌検出紙を使用して、B高校では、6クラス延べ42班、S化学社製の細菌検出紙を使用して行った。A高校、B高校の事例とも、納豆菌を塗布することにより、ほとんどの班でコロニーの形成が観察でき、納豆菌の増殖が確認できた。また、紫外線照射によってもコロニーが形成された班があったが、いずれも、コロニー数は照射していないものと比べ少なく、紫外線照射による効果を確認することができた（表3-1）。

表3-1

検出紙	コロニー形成が見られた班 (%)		コロニー形成が見られなかった班 (%)	
	A高校	B高校	A高校	B高校
① 納豆菌	17班 (77)	39班 (93)	5班 (23)	3班 (7)
② 納豆菌+UV	6班 (27)	2班 (5)	16班 (73)	40班 (95)

①：納豆菌を塗布した細菌検出紙（図3-1）

②：納豆菌を塗布した細菌検出紙に紫外線を照射した細菌検出紙（図3-2）

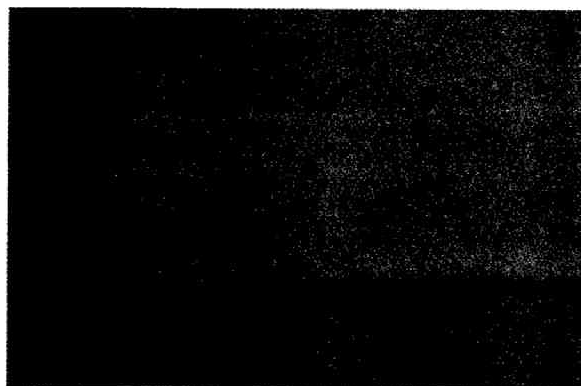


図3-1

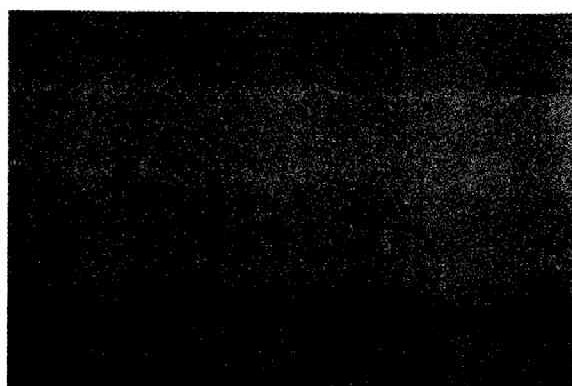


図3-2

イ 生徒の感想

A 高校

- ・ こういった自分の身の回りのことをやるのはとても楽しかった。もう少し詳しく知りたいところもあった。地球は大切だなと思う。
- ・ 自分が知らないところで少しずつ確実に環境が破壊されていることを改めて考えさせられた。自分達の行動しだいで、これから先も決まるし、真剣に取り組んでいかなければならない問題だと思う。環境破壊の現状や被害をビデオ等でもっと見てみたいと思った。
- ・ 環境問題について自分ができることを積極的にやっていこうと思う。紫外線の人体への影響をもっと知りたいと思った。
- ・ 地球は今大変だなと思った。紫外線以外の環境問題も知りたい。
- ・ 今までの紫外線についての害などの知識をより広げたいし、改善策についていろいろ考えたりした。リサイクルの大切さを改めて考えようと思った。

B 高校

- ・ 紫外線は菌を殺してしまう威力があるなんてすごいと思った。
- ・ 家に帰ったら菌を殺すために紫外線を部屋にいらてみることにする。
- ・ 菌の繁殖力はすごいと思った。納豆は好きだけどなんか気がひけた。
- ・ 紫外線を浴びたほうが菌の動きが活発になって増えると思ったが、予想をうらぎられた。
- ・ 紫外線はなんとなく、その言葉を聞いただけであまりよくない印象があるけど、殺菌効果があることを知っていい面もあるんだなと思った。
- ・ このビデオを見て、本当に紫外線は怖いものなんだなとわかった。あたりまえにある紫外線なのに怖いなんてヤダ。
- ・ 紫外線がけっこう怖いのはしっていたけど、実験をやってもっと怖いことに気づいた。これからは紫外線に気をつけようと思った。
- ・ オゾン層の破壊が私達にすごい影響を与えることをあらためて知り、環境問題についてもっと真剣に考えなくてはいけないと思った。

ウ 指導上の留意点

- (ア) 紫外線の殺菌効果を納豆菌の核と関連させて考察した生徒は少なかった。紫外線と核との関連をアメーバの分割実験、除核実験などの実験結果を用いて補った。
- (イ) 紫外線の吸収を調べる実験では、安全のため長波長の紫外線のみを使用した。しかし、水は長波長の紫外線を吸収しないので、長波長の実験だけでは、水は紫外線を吸収しないという誤解を与えてしまうおそれがある。そのため演示実験で短波長の紫外線の吸収を演示してみせた。

(ウ) 紫外線には、有害な作用だけでなく、体内のビタミンD合成に欠かせない有効な作用もある。健康な体を維持するには、適度な日光浴が必要である。授業では、紫外線の有害性を強調したが、一方的に有害と決めつけてしまわないよう、紫外線の有効性も指摘した。



図3-3



図3-4



図3-5

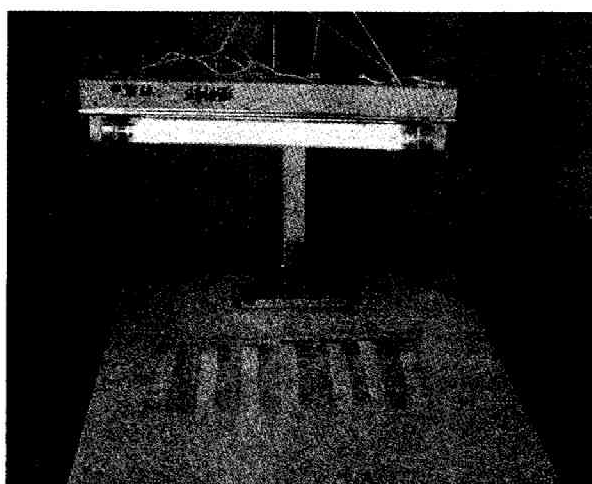


図3-6

(5) 評価 (A高校1年生78名、B高校3年生78名の計156名に対して授業後にアンケートを実施)

ア 紫外線の生物に対する影響等について、あなたが理解したことを簡単にまとめなさい。

- | | |
|--------------|-----|
| ① 皮膚がんの増加 | 105 |
| ② DNAの変化 | 28 |
| ③ ビタミンD合成 | 17 |
| ④ 植物の成長阻害 | 17 |
| ⑤ 農作物の収穫量の減少 | 16 |

日焼けから紫外線を考察したために、皮膚がんの印象が非常に強くなった。また、ビデオによって理解が増加した。

イ 紫外線に対して、いま地球が置かれている現状について、理解したことを記しなさい。

- | | |
|------------|-----|
| ① オゾン層の減少 | 110 |
| ② 紫外線の増加 | 71 |
| ③ フロンガスが原因 | 55 |
| ④ 皮膚がんの増加 | 25 |
| ⑤ 生物への影響 | 23 |

フロンガス→オゾン層の破壊→紫外線増加という図式は多くの生徒が理解していた。ヒトや農作物への影響という回答も多い。

ウ メラニンが果たしている役割について簡単にまとめなさい。正解142（正解率91%）

エ 紫外線の影響以外にも、私たちが生活する地球の環境破壊が問題になっています。あなたがニュース等で聞いたことがある環境問題について箇条書きしなさい。

- | | | | |
|--------|----|-------------------|----|
| ① 温暖化 | 62 | ⑥ ダイオキシン | 21 |
| ② 森林破壊 | 51 | ⑦ 砂漠化 | 20 |
| ② ごみ問題 | 51 | ⑧ CO ₂ | 16 |
| ④ 酸性雨 | 34 | ⑧ 水質汚染 | 16 |
| ⑤ 大気汚染 | 24 | ⑩ 生態系破壊 | 8 |

他にエルニーニョ、環境ホルモン、放射能汚染、食糧危機などの回答もあった。

オ それらの問題の対処法について、あなたの考えをまとめなさい。（回答は省略）

カ 地球環境について、あなたは日常生活の中でどのようなことを行っていますか。また、行いたいと思っていますか。簡単に示しなさい。

- | | |
|-------------|----|
| ① ごみの減量化 | 55 |
| ② リサイクル | 47 |
| ③ 省エネの実践 | 28 |
| ④ ペットボトルの回収 | 12 |
| ⑤ 紙の節約 | 11 |

ごみの分別によって、リサイクルや減量化に取り組んでいる生徒も多いが、反面、何もしていないという生徒も約1割いた。

キ 以下にあげるマークの名称と意味を語群から選びなさい。また、これらのマークはどのような品物に付いていますか。



名称・意味の正解 136 (87%)
具体例の正解 121 (78%)

名称・意味の正解 139 (89%)
具体例の正解 122 (78%)

名称・意味の正解 147 (94%)
具体例の正解 143 (92%)

名称・意味の正解 145 (93%)
具体例の正解 140 (90%)

ク この授業を通して、あなたはどのようなことを考えましたか。また、これからどのようなことを知りたいですか。（回答は省略）

(6) 今後の課題

生物では、紫外線の生体に対する作用を学ぶことから、人類を取りまく環境問題について生徒が主体的に考えることができることを目的とした。この目的の達成度は、生徒の学習活動の結果から考えるとかなり効果があったと判断できる。一方、今回の実験から以下のような課題が考えられた。

ア 紫外線の有害性について

紫外線はDNAを損傷させるため、細菌だけではなく人類を含む他の生体にも悪影響を与えるものであり、その有害性は極めて大きい。しかし、多くの生徒は、生体にとっての有害性と、人間が有効に活用していることの違いについて、あまり的確に把握できていないようであった。紫外線の殺菌作用は、日常生活の中で有害な雑菌等を死滅させることで、衛生的に生活するために有効に利用されている。そのため、かなりの生徒はこの紫外線の殺菌作用に対して、有害性よりもむしろ有効性を強く認識している。紫外線の殺菌作用は、生体にとっての有害性を利用していることを、生徒に的確な理解をさせなければならない。

イ 頭髮に含まれるメラニンの有効利用について

今回身近な材料として、頭髮を用いたメラニンの抽出の実験を行ったが、熱濃硫酸を使用しなければならないため、高い安全性が求められる。また、頭髮すべてが濃硫酸中に溶解するため、高等学校の段階ではこの溶液からメラニンを単離することは困難である。加えて、抽出したメラニンは、紫外線の吸収に関する実験にしか用いることができなかった。今後このメラニンをより有意義に活用する実験の開発を進めなければならない。

ウ 生体の環境適応に対する正確な理解について

生徒の多数が、メラニンの紫外線防御の役割について理解することができた。しかし、生体の環境に対する適応力に気付き、感動を覚えた生徒は少なかった。探究し学習を続ける力は、自らの疑問や発見・感動等から生じる場合が多い。生物のこのような適応能力の素晴らしさ・不思議さに多くの生徒が関心をもち、その理由や仕組みについて検討できる授業展開を考えることが必要である。

エ 地球環境保全学習への連携について

今回のテーマでは、紫外線の性質を知ることから、オゾンホール等現在の地球が抱えている現状について学習することができた。現在の地球が直面している問題は、これ以外にも数多く存在している。これからの世代を担う子供たちは、地球とその上で生活している全ての生命を守っていくためにも、状況をしっかりと把握し改善を試みて行かねばならない。今回、アンケートにより生徒の意識調査を行った。現状の地球環境に関する生徒の知識は、温暖化・森林破壊・酸性雨といったことのほか、テレビ、新聞等で取り上げられているダイオキシン・環境ホルモン等にまで及んでいた。この点については、更に生徒各自の自発的な学習姿勢を確かなものとするため、レポート等による探究的な学習活動を導入していくことが望まれる。

(7) おわりに

約46億年という長い歴史をもつ地球は、近年その生態系の平衡に乱れが生じ始めている。これは、人類がより便利な生活を追求することから起こったといっても過言ではないであろう。かけがえのない生命が誕生し、はぐくまれてきた地球生態系を保持し、守っていくことがこれからの人類の務めでもある。環境保全に関しては、高等学校教育の中でも今後複数の教科にわたって取り上げられることが予想される。生徒一人一人が、身の回りの環境に関心をもち、環境のために行動できる力を育成することを考慮して本研究を行ってきた。

特に、今までこの分野に関する生徒実験はあまり知られていなかったこともあり、新たな試みであると思う。今後は、家庭科・公民科等の教科との連携も視野に入れながら本研究を発展させていきたい。

最後に、濃硫酸で抽出したメラニンの吸光曲線を調べる際にご協力いただいた東京学芸大学の真山 茂樹教官、中西 史教官に深謝する。