

## 高等学校理科の基本実験 10 の研究

—新学習指導要領理科の探究活動の実現に向けて—

Ten Studies on High School Science Experiments

— Towards Realizations on the Investigational Activities of Science within the New Educational Guidelines —

### 理 科

川角 博 小林 雅之 岩藤 英司 坂井 英夫 宮城 政昭  
小境久美子 浅羽 宏 田中 義洋 須藤 俊文

#### <要旨>

学習指導要領理科で探究活動は重視されているが、本校の教育実習生対象のアンケート調査によって、観察や実験をしていない高等学校が多数存在する実態が浮き彫りにされた。本研究は、平成 21 年度・平成 22 年度の国立教育政策研究所教育課程センターの教育課程研究指定校事業「新学習指導要領の趣旨を具体化するための指導方法の工夫改善に関する研究」に基づいた初年度の研究で、身近な素材を用いるなど、探究活動の普及と他校での実現を目的とした理科の観察・実験を、基本実験 10 にまとめたものである。

<キーワード> 新学習指導要領 探究活動 物理基礎 化学基礎 生物基礎 地学基礎 基本実験 10

### 1 はじめに

#### 1-1 研究のねらい

平成 21 年度と平成 22 年度の 2 年間、本校の地歴、理科、芸術（工芸）、書道、情報の各科目、および特別活動は、国立教育政策研究所教育課程センターの教育課程研究指定校事業「新学習指導要領の趣旨を具体化するための指導方法の工夫改善に関する研究」に取り組んだ。

新学習指導要領高等学校の理科と数学は、他教科に先駆けて、1 年早く平成 24 年度（本校 59 期生）より実施される。理科は、科学と人間生活、物理基礎、化学基礎、生物基礎、地学基礎の各 2 単位の科目と、基礎を付した科目の履修後に学ぶ 4 単位の科目、物理、化学、生物、地学、そして、発展的な研究をねらいとした理科課題研究（2 単位）から構成されている。このうち、物理、化学、生物、地学の基礎を付した各科目と 4 単位各科目は、多くの高等学校普通科の教育課程で標準的に設置されることが予想される。この場合、基礎を付した科目は 3 科目以上の履修が必要である。

新学習指導要領の理科は、小学校理科、中学校理科を通して、さらに観察・実験を重視しており、生徒が主体的に探究活動に取り組み、自然の事物・現象に関する関心や探究心を高め、科学的に探究する能力と態度を育成することをねらいとしている。

本校では毎年約三百名の大学生が教育実習を行っているが、教育実習オリエンテーションの際に、東京学芸大

学附属学校世田谷地区の各校配属の実習生に対して、小学校・中学校・高等学校理科における基本的な実験・観察の経験の有無についてアンケート調査を行った。小学校理科における実験・観察は多くの学生が経験しているが、中学校・高等学校理科における実験・観察はほとんど経験していない。観察や実験をほとんど行わず、暗記や問題練習に頼った授業となっている高等学校が全国に多数あることが浮き彫りとなった。

本研究は、平成 21 年度・平成 22 年度の国立教育政策研究所教育課程センターの教育課程研究指定校事業「新学習指導要領の趣旨を具体化するための指導方法の工夫改善に関する研究」に基づいた初年度の理科の研究報告である。身近な素材を用いた探究活動等を研究し、基本実験 10 にまとめ、新学習指導要領で重視されている探究活動の普及と、全国の高等学校における探究活動の実現を目的としている。また、将来を担う理科教員の育成にも活用する計画である。

#### 1-2 基本実験 10 の開発計画

平成 21 年度は、次の研究方針に基づき、新学習指導要領の基礎を付した科目、物理基礎、化学基礎、生物基礎、地学基礎（各 2 単位）について研究を行った。

〔物理〕身近な素材を取り入れた探究的な実験を通して、実験データを解く作業から、物理現象を解く姿勢を育成する。

〔化学〕生徒各自の情報端末装置と集計投影装置を活用して実験データの分析を行い、教員と生徒、生徒同士の相互理解を図る。

〔生物〕入手しやすい生物や素材、学校内外の生物など身近な実験材料を使って、生物現象を総合的に捉える力を育成する。

〔地学〕野外実習等の実施を通して、体験不足に起因する自然物の苦手意識と総合的判断力の不足を改善する。

平成 22 年度は、基礎を付した科目に続いて学ぶ 4 単位の科目、物理、化学、生物、地学の基本実験 10 の研究を行う計画である。

### 1-3 本校の実験室の状況

#### 1-3-1 物理科

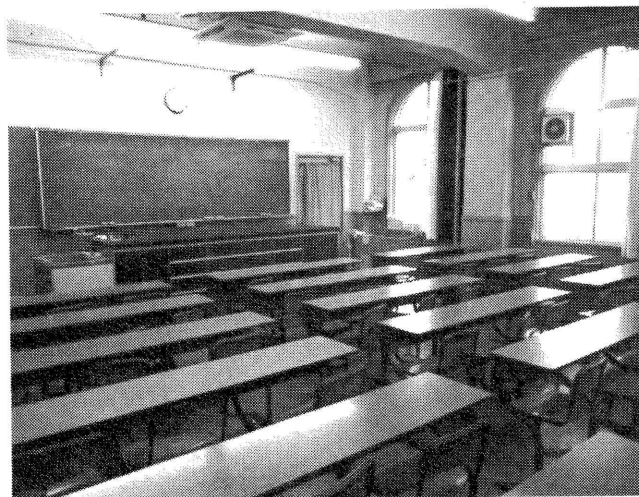
物理科には物理実験室と物理講義室があり、生徒実験は物理実験室で行っている。2 年生 8 クラスの物理 2 単位のすべての授業、3 年生選択 5 クラスの授業のうち週 2 時間は物理実験室で授業ができるように時間割が編成されている。3 年生の場合、授業の進行によっては、物理教室で生徒実験を行う場合もある。

2 年生も 3 年生も 1 クラスの生徒が 40 名を超え、10 台の実験台 (240 cm × 60 cm) に 5 名座る班がある。生徒には大変窮屈な思いをさせているが、意欲的に、協力し合いながら実験に取り組んでいる。実験器具は壁面の重ね書庫や、廊下に設置したスチールラックに収納している。定規やハサミなどの文具は実験室前部のボックスに整理・収納し、力学台車や記録タイマーなど力学分野で常用する実験器具は緑のコンテナ、電流計や電圧計など電気分野で常用する実験器具は黄色のコンテナに、班毎に収納して窓側に積み上げ、いつでも使えるようにしている。

物理教室は平成 22 年末に机を交換し、現在は普通の生徒用机が 48 個並べてある。



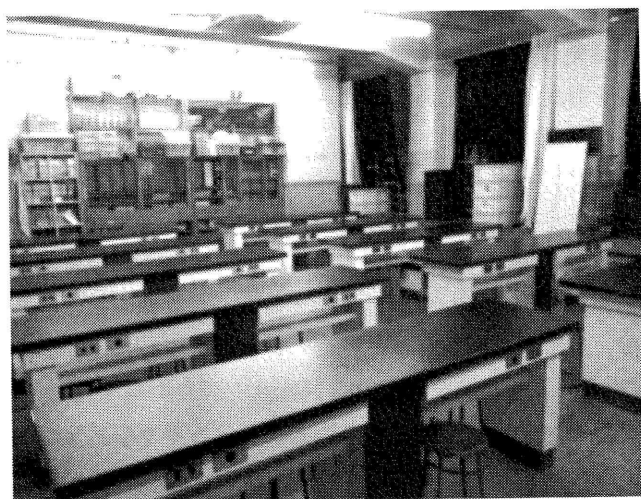
〔物理実験室での電気実験風景〕



〔物理教室〕



〔物理実験室の文房具など〕



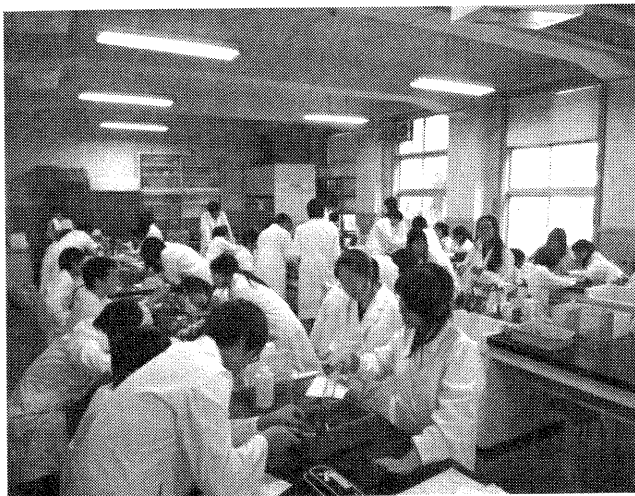
〔物理実験室〕

移動型プロジェクターを情報報交換端末と集計装置 (レスポンスカード) と組み合わせて、教員や生徒同士の相互理解を重視した授業展開にも利用している。

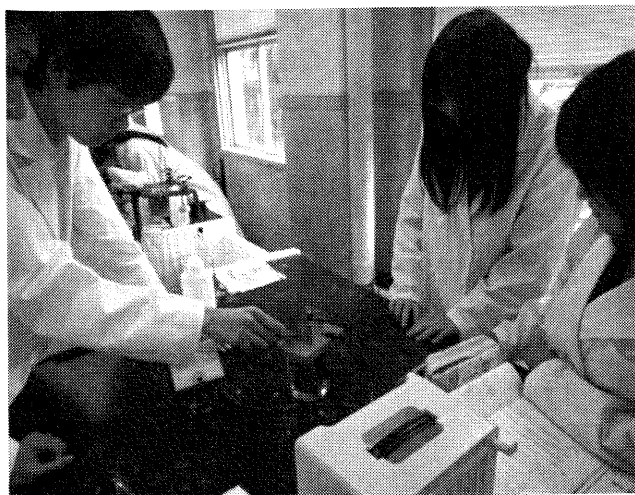
### 1-3-2 化学科

化学科は化学実験室を1教室保有している。2年生8クラス化学Ⅰ3単位の授業のうち、必ず週1時間は、実験室で授業ができるように時間割が配慮されている。3年生生理系選択化学5クラスおよび文系選択化学1クラス(化学Ⅱ3単位)の授業は、1週間3時間の授業を、2時間連続と1時間の日で編成し、2時間連続の日に実験室で実験を行っている。実験室は4人用の机で、11班で構成し、残り1つの実験台を試薬や器具置き場として使用している。

実験室にタッチパネル式のスクリーンを設置し、分子モデルのコンテンツをスクリーンにタッチしながら自由に回転させて観察したり、その他のVTRやDVDを実験の際に生徒に見せたり、レスポンスカードを利用し、教員と生徒、あるいは生徒同士の相互理解を重視した授業に利用している。



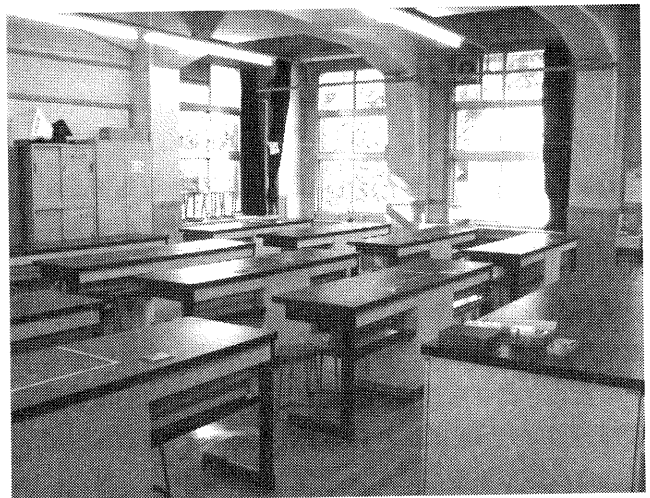
〔化学実験室での実験風景1〕



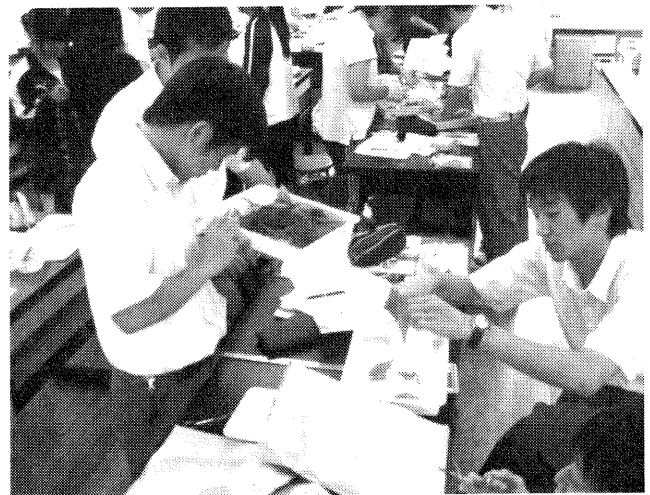
〔化学実験室での実験風景2〕

### 1-3-3 生物科

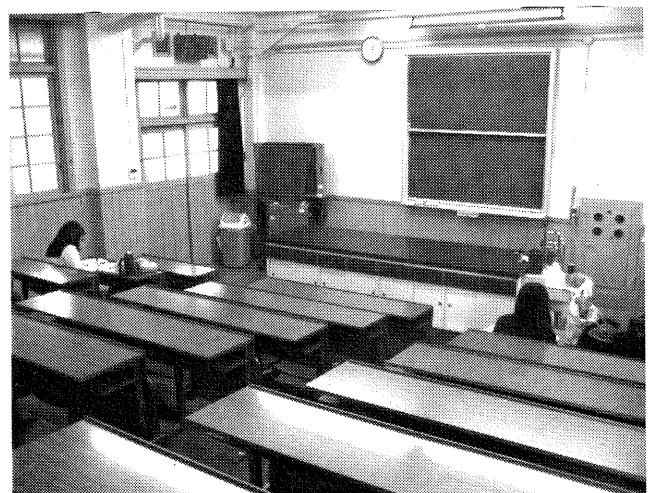
生物科には生物実験室があり、1年生8クラスの生物Ⅰの2単位の授業のうち、必ず週1時間は、実験室で授業ができるように時間割が配慮されている。3年生4クラス(生物Ⅰ(2単位):2クラス、生物Ⅰ・Ⅱ(4



〔生物実験室〕



〔層別刈取りの測定実験風景〕



〔生物教室〕



単位): 2クラス)の授業は、すべて生物教室で授業を行っている。実験室は4人用の机であるが、幅が小さく、実験やスケッチなどの際には多少狭いようである。

実験室には29型テレビモニターが1台あり、VTRやDVDを見ることができる。理科全体の共用のプロジェクターが1台あり、実験室や生物教室に移動して、映像提示などを行っている。授業の演示に使っているものを除き、生徒の観察・実験に使っているものは、主に、次のようなものである。

動物の主要な門を代表する液浸標本は比較的多くあるが相当に古いものばかりである。これらは、生徒の観察に利用している。

顕微鏡は45台あり、1人に1台で使用している。最高倍率は600倍である。古いものを廃棄して買い替えているため、様々な機種が含まれている。また、双眼実体顕微鏡は25台あり、2人に1台で観察することができる。

実験室の他に階段状の生物教室があり、主に3年選択の授業に使用している。また、理科の研究会や研修会等にも使用している。

#### 1-3-4 地学科

地学は1年生8クラスの理科総合B(地学分野)2単位の授業のうち、必ず週1時間は、地学実験室で授業ができるように時間割が配慮されている。3年生3クラス(地学I(2単位):2クラス、地学I・II(4単位):1クラス)の授業は、すべて地学実験室で行っている。実験室は2人用の机であるが、かなり小さく、生徒にとっては窮屈である。実験室には32型テレビモニターが1台あり、VTRやDVDを見ることができる。しかし、普通教室にプロジェクターが設置されているため、

映像提示は実験室の方が普通教室に比べて環境が悪い。

授業の演示に使っているものを除き、生徒の観察・実験に使っているものは、主に、次のようなものである。

岩石、鉱物、化石の標本は比較的多くあり、生徒の観察に利用している。岩石のプレパラートも、火成岩と変成岩については代表的なものが、それぞれ最低10枚ずつはあり、簡易型偏光顕微鏡を1人1台使って観察できる。簡易実体鏡も1人1台使って実体視することができる。

走向・傾斜を測定するクリノメーターも、1クラスで1人1台使うことができる。

双眼実体顕微鏡が25台、直視分光器が30台あり、2人に1台で観察することができる。

この他、天球儀が15台、簡易日時計が15台、ソーラー Scopeが6台あり、グループでの観察・実験に用いている。



[天球儀を使った観察]



[地学実験室]



## 2 物理基礎の基本実験

### 2-1 はじめに

従来から学習指導要領理科では観察・実験が重視され、現行の高等学校物理Ⅰ、物理Ⅱにも様々な実験が説明されている。学校予算で購入が困難な高価な器具を使った実験もあるが、記録タイマーやマルチストロボ、気柱共鳴装置やウェーブマシンのように、高等学校で定番になっている物理実験、家庭にある身近な素材を利用した手軽な実験なども数多く紹介されている。しかし、観察や実験をほとんど、または全く行っていない高等学校も多数あり、多くの高校生が、実際の物理現象の観察や実験器具に触れることなく大学へ進学している現実がある。

実験を行っていない教員に聞くと、実験する授業時間がない、実験器具がない、物品を購入する予算がない、実験室が自由に使えない、実験室の授業は生徒の落ち着きがない等の回答が返ってくるが、最も大きな理由は、教員自身が高等学校の物理実験の経験やノウハウを持っていないことである。

新学習指導要領の物理は、物理基礎2単位と物理4単位から構成され、観察・実験を含む探究活動は一層重視されている。現在では、物理の専任教員が1名、または、専任教員のいない学校も少なくない。教員一人が担当する科目数も増え、先輩教員からノウハウを受け継ぐ機会も減り、新任教員や他科目の教員が物理の観察・実験を実施するための障壁は高くなっている。そこで、本校の授業実践を基にして、他校で探究活動を実現する際の参考となるように、数多い観察・実験の中から10テーマを精選し、物理基礎の基本実験10の研究を行った。

### 2-2 基本実験10の選定

物理基礎で扱う分野は、力学、熱、エネルギー、波動、電気と幅広い。どの教科書にも記載されている定番実験から10テーマを選び、安価で身近な材料を用いた実験を取り入れて基本実験10を設定した。気柱共鳴装置の自作などコストを抑えたり、少人数の班で実験に取り組ませるなどの工夫を行った。

生徒自身が器具を操作し、自ら得たデータの解析を行うことにより、知識として習得する以前に抱いていた素朴な疑問に立ち返らせ、原点からの探究活動を行わせることを目指した。以下に示した実験は一例であり、他にも優れた実験方法が多くあるが、本校の授業実践を通して次の方法で実験を行った。

#### ① 重力加速度 $g$ の測定

物体の運動の表し方の探究を行う。自由落下の他に、歩行実験、斜面上の物体の運動の観察等が考えられる。

#### ② 運動の法則（力学台車の運動）

質量、加速度、力の関係の探究を目的とした。

#### ③ 摩擦力の測定

静止摩擦係数、摩擦角の測定を通して、物体に働く力の関係を理解させることを目的とした。

#### ④ フックの法則（ばねの並列接続・直列接続）

合成ばねのばね定数の測定を通して、グラフの書き方、見方の習熟を目的とした。

#### ⑤ オシロスコープによる音波の観察

オシロスコープの操作、音波の波形観察が主目的であるが、陰極線を利用して電気信号の波形が観察できること、スピーカーのコーン紙を振動させると電圧が発生することにも触れた。

#### ⑥ 弦の振動

簡単な器具で実験ができるプラスチックばねの方法を記載したが、他に、打点式記録タイマーに釣り糸を結び付けて、定常波を観察する方法などがある。

#### ⑦ 気柱の共鳴実験

市販の実験装置を使う場合が多いが、アクリルパイプや紙筒を利用した自作器具を用いた方法を紹介する。

#### ⑧ 力学的エネルギー保存則の検証

様々な実験方法があるが、自作器具を用いて、穴付き金属球を水平投射させる方法を紹介する。

#### ⑨ 比熱の実験（金属の比熱の測定）

どの教科書にも記載されている方法で行った。

#### ⑩ 手軽な電気実験

（箔検電器を用いた摩擦電気の実験）

物理基礎で扱う電気分野は、深い内容には踏み込まないものの、箔検電器、オームの法則、合成抵抗、抵抗率、ジュール熱、変圧器と、幅広い。ここでは、箔検電器の実験を紹介する。

各学校の判断や状況によって設定するテーマは変わる。それぞれの学校に備わっている器具を有効に活用して基本実験の計画を立て、探究活動を実践していくことが大切である。また、器具の自作はコストを抑えるだけでなく、器具の修理も容易である。もの作りの精神も大切である。

## 2-3 基本実験10の内容

### 2-3-1 重力加速度 $g$ の測定

記録タイマーを用いた測定は、どの教科書にも掲載さ

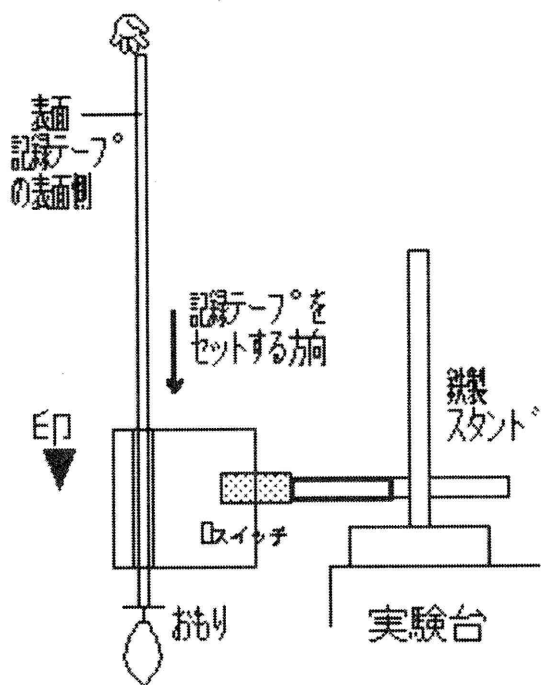
れている。よく調整を行った放電式記録タイマーと適当なおもりを用いれば、誤差率3%以内の測定も可能である。具体的な実験例を述べる。

[目的] おもりを自由落下させ、 $v-t$  グラフの傾きから重力加速度  $g$  [ $\text{m/s}^2$ ] を求める。

(誤差率5%以内目標)。また、時刻0.20[s]のおもりの落下距離  $y$  [m] の値を、 $v-t$  グラフと  $y-t$  グラフからそれぞれ算出し、両者の値が一致することを確認する。

物体の加速度、速度、移動距離を数値で表し、物体の運動を表す  $v-t$  グラフと  $y-t$  グラフの関係を理解させることもねらいのひとつである。

[準備] 放電式記録タイマー、記録テープ、セロハンテープ、海釣り用の六角錘 80号 (約295 g)、記録テープの留め具 (ゼムクリップを加工)、鉄製スタンド、雑巾



#### [方法]

- ① 鉄製スタンドを床に置き、図のように記録タイマー (50Hz) を鉛直に固定する。約60cmに切った記録テープをタイマー上部から通してからテープ先端1cmを折り重ねて六角錘の留め具にセロハンテープで留める。記録テープの上端を手で固定、おもりの揺れが止まってから静かに手を離し、六角錘を自由落下させる。
- ② 記録テープの打点間隔が14～16個 (時間0～0.30[s]) 程度、打点の抜けが無いを確認する。同様に班員分の記録テープをとる。記録テープの打点位置  $y$  を測定し、隣合う打点の間隔を引き算して求める。打点間隔から、おもりの速さ  $v$  [ $\text{m/s}$ ] を求める。 ( $\Delta t$

$= 0.02$  [s])

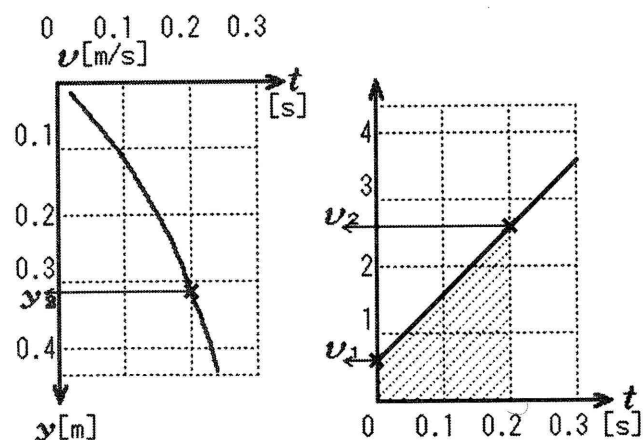
- ③  $v-t$  グラフ ( $t$  [s]は中央時刻) を描き、外挿した直線の傾き  $g$  を求め、誤差率を計算する。

- ④  $v-t$  グラフの0[s]から0.2[s]の間の台形の面積  $y$  (おもりの落下距離) を求める。また、落下位置を表す  $y-t$  グラフを描き、 $y-t$  グラフの曲線上の  $t = 0.20$  [s]の値を読む。作図が正しく行われていれば両者の値は一致する。

#### [記録欄]

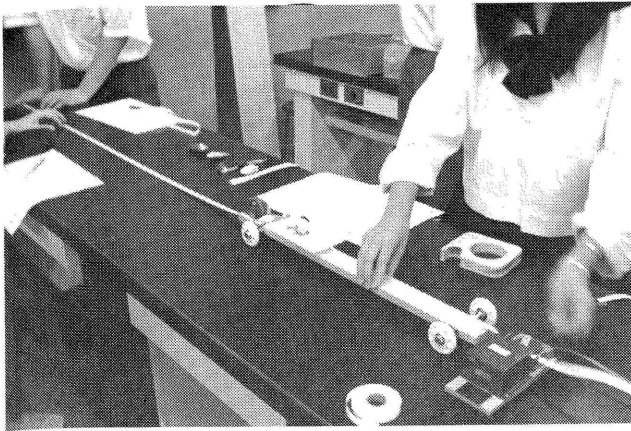
| $y$ [cm] | $t$ [s] |  | $t$ [s]  | $\Delta y$ [cm] | $v$ [m/s] |
|----------|---------|--|----------|-----------------|-----------|
| 落下位置     | 時刻 [s]  |  | 中央時刻 [s] | 打点間隔 [cm]       | 速さ [m/s]  |
| 0        | 0.00    |  | 0.01     |                 |           |
|          | 0.02    |  | 0.03     |                 |           |
|          | 0.04    |  | 0.05     |                 |           |
|          | 0.06    |  | 0.07     |                 |           |
|          | 0.08    |  | 0.09     |                 |           |
|          | 0.10    |  |          |                 |           |

#### [グラフの描き方]



#### 2-3-2 運動の法則 (力学台車の運動)

運動の法則は、定力装置を用いた  $ma = F$  の検証や、滑車や斜面を利用した台車の加速度の測定など様々な実験方法があるが、摩擦等の影響が大きく、少ない誤差の実験は案外と難しい。そこで、発想を変えて、台車に動摩擦力を作用させ、そのときに台車に生じる加速度との関係を調べた。力学台車の車輪を使った自作の長い平面を持つ台車 (以下ロング台車) を、巻尺を利用した定力装置で加速させ、ロング台車の上面に動摩擦力を作用させたとき台車の加速度から、運動の法則の検証を行った。



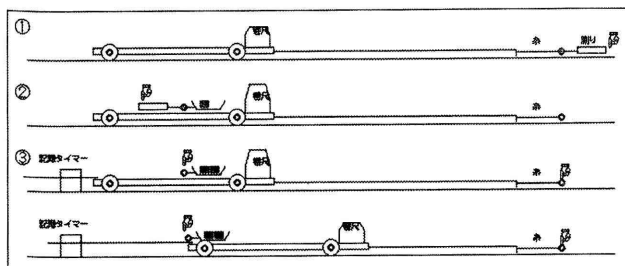
〔動摩擦力と運動方程式の実験の様子〕

〔目的〕 定力装置（巻尺の牽引力  $T$  [N]）で台車を運動させたときの記録テープを解析して、台車の質量  $m$  [kg] と加速度  $a$  [m/s<sup>2</sup>] の関係（運動の第 2 法則）を調べる。また、台車に動摩擦力  $f$  [N] および  $2f$  [N] を作用させた場合について調べる。台車全体の質量を 4～5 通り（ $m_5 \sim m_{10}$ ）に変えて、それぞれを生徒一人に分担させてデータ処理を行う。

〔準備〕 打点式記録タイマー（50Hz）、記録テープ、定力装置付きロング台車（約 0.5 [kg]、張力  $T$  [N]）、ニュートン測り、六角錘（50 号 2 個・約 190 g、80 号 1 個・約 285 g）、動摩擦力用のおもり W5/6 ナット（約 38 g）2 個、舟皿、セロハンテープ、

〔方法〕

- ① 定力装置で台車を運動させ、このときの巻尺の張力  $T$  [N] をニュートン測りで測定する。
- ② 定力装置で台車を運動させ、このときの動摩擦力  $f$ 、 $2f$  [N] を測定する。
- ③ 定力装置で台車を運動させ、 $2f$ 、 $f$ 、動摩擦力無しの場合の 3 種類の記録テープをとる。



- ④ 六角錘を載せて、台車全体の質量  $m$  が、約 700、800、(900)、1000 [g] について③の記録をとる。
- ⑤ 記録テープは 5 打点間隔ごとの長さ [cm] を測り、方眼紙に直接  $v$  [cm] -  $t$  [s] グラフを描く（5 打点間隔の  $\Delta t = 0.10$  [s]）。直線を外挿し、 $2f$ 、 $f$ 、動摩擦力無しの場合について、それぞれ加速度  $a$  [m/s<sup>2</sup>]

（直線の傾き）の値を求める。

- ⑥  $a - F$  グラフ、 $a - 1/m$  グラフを描き、運動の法則について検証する。

〔記録欄〕

| $m_5 =$            | [kg]                | ロング台車のみ  | 担当者 ( )   |
|--------------------|---------------------|--|---|
| 動摩擦無し<br>$a_0 =$   | [m/s <sup>2</sup> ] | ナット 1 個 $\odot$<br>$a_1 =$ [m/s <sup>2</sup> ] | ナット 2 個 $\odot\odot$<br>$a_2 =$ [m/s <sup>2</sup> ] |
| $T = m \times a_0$ |                     | $T - f = m \times a_1$                         | $T - 2f = m \times a_2$                             |

### 2-3-3 摩擦力の測定

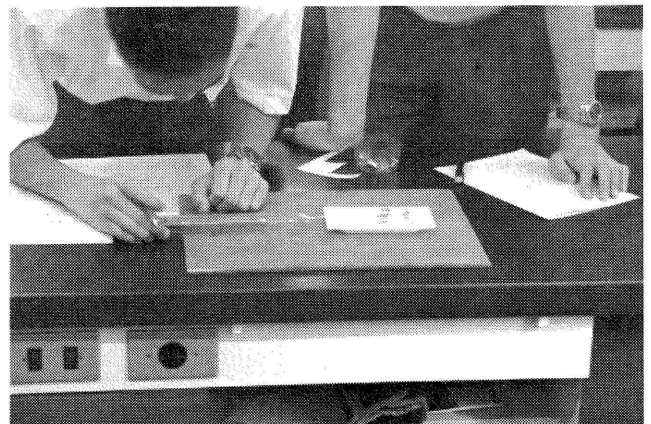
最大静止摩擦力の測定は、水平面に物体を置き、ばね測りを介して物体を水平方向に引っ張り、物体が動き出す瞬間の力の大きさを読み取る方法がよく行われている。この方法で求めた静止摩擦係数の値と、摩擦角の測定から求めた値の比較を行う。

物体は、文化祭の模擬店で余った舟皿を使い、内側に輪ゴム大の糸の輪を接着剤でつけ、力学実験用おもりが引っ掛けられるようにしておく。木板と布面で実験を行ったが、摩擦係数の違いは若干である。

〔準備〕 舟皿（発泡スチロール製）、おもり（25g、6 個）、ばね測り [gW]、木板、布、分度器（厚紙にコピーしたもの）

〔実験 I〕 最大静止摩擦力の測定

- ① ばね測りに鉛直に皿とおもりを吊るして値を読み取る。（垂直抗力  $N$  [gW]）
  - ② 木板を水平にして舟皿を置き、ばね測りを水平方向に静かに引く。皿が動き出す瞬間のばね測りの最大値を読み取る。（最大静止摩擦力  $F$  [gW]）
- 皿にのせるおもりを 1 個ずつ増やして測定を繰り返す。また、そのまま皿をゆっくり動かし続け、このときの動摩擦力を測定する。



〔最大静止摩擦力の測定の様子〕

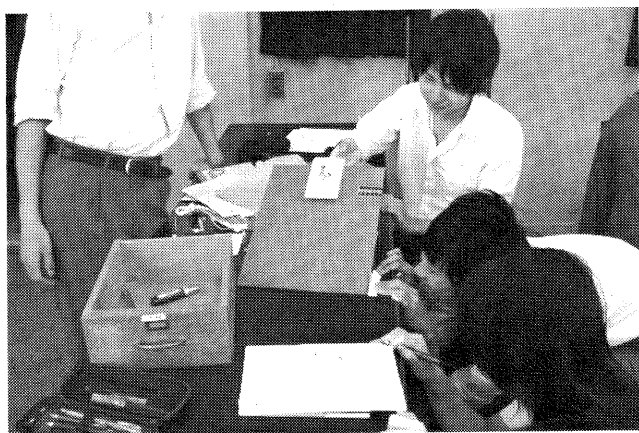
- ③  $F$  [gW] -  $N$  [gW] グラフを描き、直線の傾きから静止摩擦係数、動摩擦係数を求める。（グラフの縦



軸と横軸の目盛の取り方を共通にする)

〔実験Ⅱ〕 斜面による摩擦角の測定

- ④ 木板上に皿を置き、木板を少しずつ傾けていき、皿が滑り出す瞬間の角度（摩擦角  $\theta$ ）を測定する。



〔摩擦角の測定の様子〕

- ⑤ 皿にのせるおもりを1個ずつ増やして測定を繰り返す。  
教科書の三角関数表を使って  $\tan \theta$  の値を求める。  
⑥ ⑤と③の静止摩擦係数の値を比較する。

2-3-4 フックの法則(ばねの直列接続・並列接続)

ばねの実験は中学校でも扱う。ここでは、2種類のばねのばね定数と、これらのばねを直列接続、並列接続した場合の合成ばね定数[N/m]の測定を行う。実験は普通教室で、2人1組で行った。

〔準備〕 ばね (3 [gW/cm]、5 [gW/cm])、10 [g] おもり6個、目盛鏡 (透明定規の裏面に黒紙を貼ったもの)、吊るし具 (目玉クリップを加工)、木製スタンド (自作)、クランプ



〔普通教室で行ったフックの法則の実験の様子〕

〔方法〕

- ① 木製スタンドの上部に目玉クリップで目盛を固定、ばねを吊り下げ、10 [g] のおもりを0～6個下げたときのばねの先端の位置[cm]を測定する。  
また、別のばね、及び、ばねを直列接続した場合も同様に測定する。  
② ばねを並列に接続して同様な測定を行うが、ばね自体に質量があるため、ばねの先端は揃わない。目玉クリップを少し斜めに固定して、ばねの先端が水平になるようにする。おもりを吊り下げる位置の内分点の比率を目分量で読みとっておく。  
③ ばねの弾性力  $F$  [N]、ばねの伸びの長さ  $x$  [m] の関係を  $F-x$  グラフに表す。1枚のグラフ用紙に、ばね1、ばね2、直列接続、並列接続の4本の線を描き、それぞれの関係について考察する。

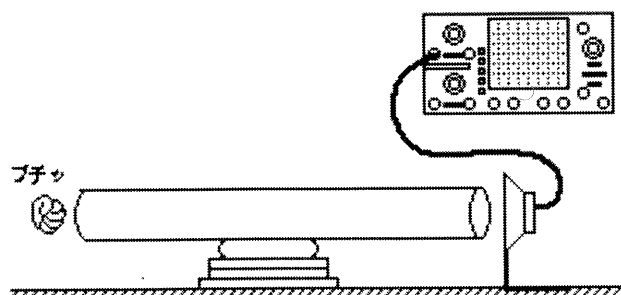
2-3-5 オシロスコープによる音波の観察

アナログオシロスコープを利用して、音速の測定、音や声の波形の観察を行う。

〔準備〕 オシロスコープ、プローブ、スピーカー (マイクの代用)、紙筒 (拡大コピー器の感熱紙の芯、長さ約1 m)、プチプチ (梱包材)

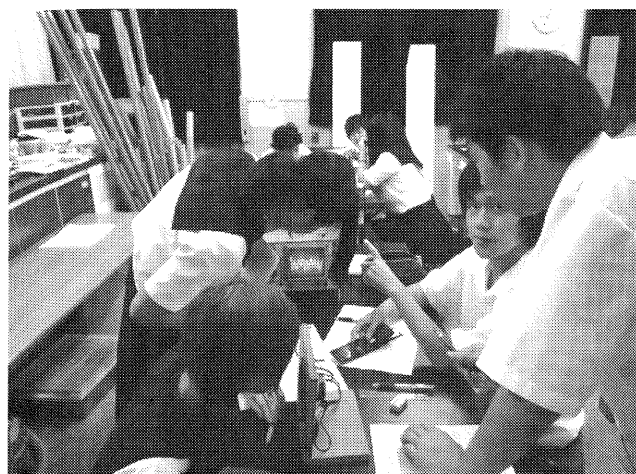
〔実験Ⅰ〕 音速の測定

- ① スピーカーの前に紙筒を置き、紙筒の他端の前で梱包材を破裂させてプチッというパルス音を出し、その波形を観察する。  
② パルス音は紙筒内で反射し、複数の波形が現れる。波形の間隔から音速を求める。



〔実験Ⅱ〕

- ③ 「あ」「い」「う」「え」「お」の声の波形などを観察し、記録をとる。オシロスコープの掃引時間の調整ボリューム (VARIABLE) を CAL (測定) にする。波形の周期  $T$  [s] を読み取り、声の振動数を求める。  
④ 2人で同じ高さの音を出し、1人がわずかに音の高さを変えるときの波形を観察する。(うなりの波形の観察)



〔声の波形の観察の様子〕

### 2-3-6 弦の振動

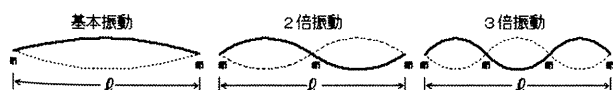
プラスチックばねを使った実験は、和気あいあいとした雰囲気楽しく実験できる。理科教材として購入できるプラスチックばねを使用した。

〔準備〕 プラスチックばね、巻き尺、ストップウォッチ、ばね測り、ビニール袋



〔方法〕

- ① ばねをビニール袋に入れて質量を測る。(弦として振動する部分の質量を求める。)
- ② 2人で弦の端を持ち、片端にばね測りをつけて弦を3.0[m]の長さに伸ばし、弦の張力[N]を測定する。また、線密度を求め、弦を伝わる波の式から、弦を伝わる波の速さを求める。
- ③ ばね測りをはずし、持ち手の1人が弦を振動させて定常波をつくる。基本振動、2倍振動、3倍振動のそれぞれの場合の弦の周期T[s]を測定し、波の基本式から波の伝わる速さを求める。



- ④ 弦の長さが4.0[m]、2.0[m]についても同様に実験し、②と③の値を比較する。

### 2-3-7 気柱の共鳴実験

本校では、アクリルパイプ(外形30mm、厚さ2mm、内径26mm、長さ1m)で手作りの気柱共鳴装置を使っている。安価で、ガラスのように割れることがなく、教育実習生にも扱いやすい特徴がある。気柱に目盛はないが、輪ゴムで印をつけるなど、生徒が工夫して共鳴点の計測を行っている。水ためは、ペットボトルとゴム栓を利用して、さらに安価に作ることもできる。

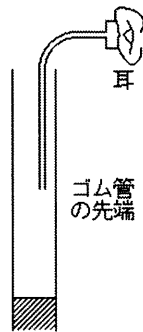
〔準備〕 気柱共鳴実験装置(気柱、水ため)、手持ち音叉(850Hz)、ゴムつち、温度計、バケツ(ペットボトル)

〔方法〕

- ① 水ためを、気柱の上部より少し上の位置に置き、水を入れる(600ml程度)。水ための位置を少しずつ下げると、気柱の中の水面の位置も徐々に下がる。こうして水面の位置を調整する。
- ② 管口から外れた位置で叩いた音叉を、管口の真上に移動させ、共鳴点を探す。
- ③ 測定が終了したら、一番下の共鳴点に水面を合わせ、音を共鳴させながらゴム管を差し込み、ゴム管の先を節や腹の位置にし、そのときの音の大きさを観察する。音が大きく聞こえるのは、音の定常波のどこか。



〔手作りの器具を用いた気柱の共鳴の生徒実験〕



- ⑤ 共鳴点の間隔から求めた音波の波長と、音叉の振動数から、音速を計算する。

発展的な探究活動として、両端が開いた紙筒でも共鳴音が聞こえるか、実験に取り組んだ。紙筒は印刷機のマスター芯と丸めた工作用紙を組み合わせたもので、全長が14～80cm程度に可変できるようにしている。「両端が開いていると、音が反射する所がないから共鳴しない」と予想する生徒が多かったが、音の大きさは小さくなるが、両端が開いた紙筒でも共鳴音がはっきりと聞こえる。この結果に驚く生徒も多かった。

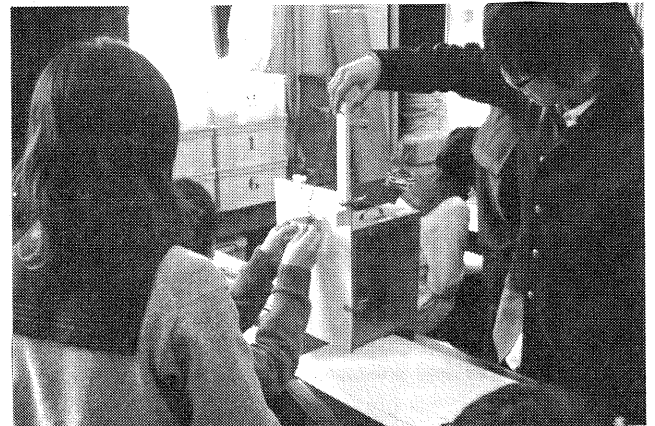
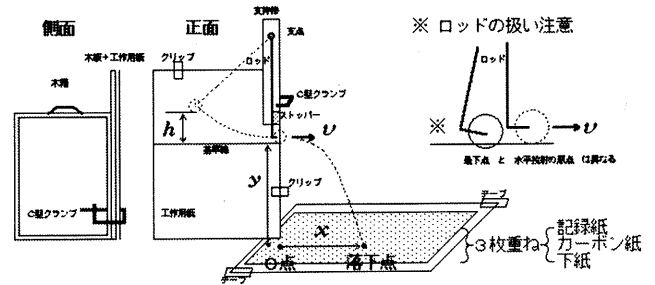


〔紙筒の共鳴音の観察、聞こえるかな？〕

### 2-3-8 力学的エネルギー保存則の検証

力学的エネルギー保存の法則に関する実験は必ず教科書に記載され、様々な方法が研究され、市販されている実験装置を数多い。ここでは水平投射を利用した自作の実験装置について紹介する。全班のデータを公開し、誤差がどのように生じるのか、考察させるようにしている。  
〔準備〕金属球（穴付き）と木片、支持棒とロッド、木箱+木板+工作用紙、C型クランプ2個、クリップ2個、記録用紙+カーボン紙+下紙、テープ適量  
〔方法〕

- ① 実験箱とC型クランプを使って装置を固定する。金属球の標準の落下距離  $y = 30$  [cm] とする。



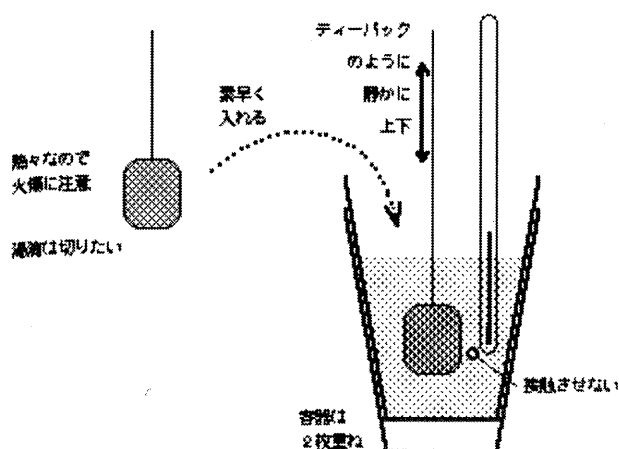
〔力学的エネルギー保存則の検証実験の様子〕

- ② 記録用紙（白紙）、カーボン紙、下紙の3枚を重ね、セロハンテープでとめる。  
③ 水平投射の原点で球を保持し、ロッドを抜いて球を自由落下させてO点をつける。  
④ 金属球を高さ  $h = 1.0$  [cm] 振り上げ、静かに離して球を水平投射させて落下点を確認する。5回程度操作を繰り返す。O点から落下点の中心までの長さ  $x$  [cm] を測定する。  
⑤ 同様に、 $h = 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0$  [cm] の測定を行い、 $h$  [cm] -  $x$  [cm] グラフ、および  $\sqrt{h}$  -  $x$  [m] グラフを描いて考察を行う。また、他班のデータと比較する。

### 2-3-9 比熱の測定（金属の比熱の測定）

熱量保存の法則から、銅・鉄・アルミニウムなどの金属球の比熱を測定する。高校物理の定番実験で、器具はどの学校にも備えてあるように思われるが、実験していない学校では器具が散在している場合も少なくない。熱量計や比熱測定用の金属球は意外と高価で、実験班を単年度予算で用意するのは難しい。熱量計の代用として飲料用断熱コップを使う方法も良く知られている。  
〔準備〕金属球（糸付き、銅・鉄・アルミなど）、断熱コップ（2枚重ね）、温度計、電気ポット、常温の水、台測り、ストップウォッチ





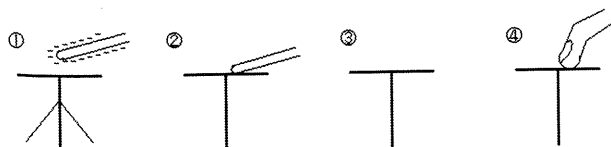
### [方法]

- ① 断熱コップの質量 [g] を測る。
- ② 断熱コップに水を入れ、全体の質量を測り、水の質量を求めておく。水温  $t_0$  °C を読み取る。  
電気ポットの湯（温度  $t_A$  °C を確認）で温めた金属球をすばやく②の中に入れ、金属球を水の中で静かに上下させて水を攪拌しながら、5秒毎の水温を測り、熱平衡の温度を  $t'$  °C を調べる。
- ③ 断熱コップの中の水を常温の水に入れ換えて、他の金属球について実験する。
- ④ 熱量保存の法則より、（高温の金属球が失った熱量）が（低温の水が得た熱量）に等しいことから、金属球の比熱 [J/g・K] を求める。水の比熱を 4.2 [J/g・K] とする。

## 2-3-10 手軽な電気実験

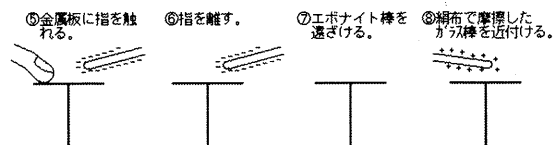
### （箔検電器を用いた摩擦電気の実験）

- (1) 箔検電器の箔が閉じている状態から次の操作を行い、それぞれの段階での、検電器内の電荷の分布の様子を、図中に+および-で表す。①箔検電器の金属板に、負に帯電したエボナイト棒を近付ける。箔が開くのは何故か。②エボナイト棒を金属板に触れる。（軽く擦るようにする）③エボナイト棒を離し、遠ざける。このとき、検電器の電荷は正か負か。④金属板に手を触れてから、指を離す。このとき箔は閉じたままになる。指を触れたことにより、箔にあった電荷をどうなったのか。

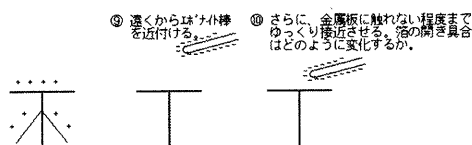


- (2) 箔が閉じている状態から、再び、エボナイト棒を近

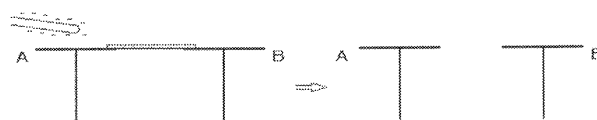
付けて、次の操作をする。



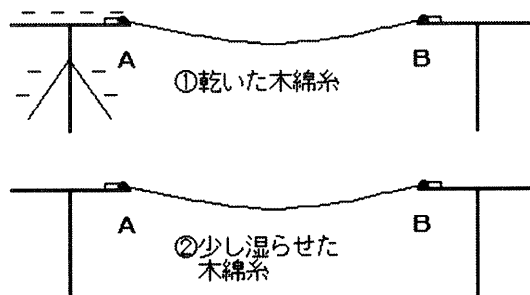
- (3) 箔検電器を正に帯電させて、箔が正電荷で開いている状態にし、次の操作をする。



- (4) 2つの箔検電器をつなぐように金属板の上に金属棒をのせる。その一方のAにエボナイト棒を近付け、箔の開き方を調べる。この状態で、金属棒をストロー（絶縁体）ではじき落としからエボナイト棒を遠ざける。検電器A、Bの箔の開き方、電荷を調べる。



- (5) 導体と不導体の違いを調べる。2台の箔検電器を木綿糸でつなぎ、一方のAに負の電荷を与えたとき、Bの箔の様子を調べる。



## 2-4 まとめ（箔検電器の実験の生徒の感想）

実験(5)①では、糸の抵抗が大きいため電子の移動がおそくなり、箔はゆっくり開き、②では水に湿らしたことで電子の移動がしやすくなって、箔は①よりはやく開いたと考えられます。

目に見えない電荷を、箔検電器によって見分けることができるのは面白いなあと思いました。でも、実験結果がちょっとしたことで変化してしまったのは大変でした。「ぬれた手でコンセントをさわると危ない」ということは小さい頃から親に言われていましたが、実験(5)②から、体験的に知ることができてよかったです。

### 3 化学基礎の基本実験

#### 3-1 はじめに

新しい学習指導要領の大きな特徴は、これまで「化学Ⅰ」3単位、「化学Ⅱ」3単位であったのが、新課程では「化学基礎」2単位、「化学」4単位になったことから、従来「化学Ⅰ」3単位で扱われていた、熱化学、電池、電気分解、無機化合物、有機化合物などの単元は、新課程では4単位の「化学」で扱われているようになっている。そして、今回の改定の当初より提起されてきた「観察、実験の重視」がより具現化されている点にある。例えば、新学習指導要領解説の各小項目の中に、そこで扱うべき具体的な実験の例が示されていることでもその様子が理解できる。

また、「化学基礎」と「化学」のすべての学習にわたって各大項目ごとに探究活動も設定されていることも、新学習指導要領の特徴である。ここで定められている探究活動のねらいは、次の通りである。

観察、実験を通して、

- ① 情報の収集
- ② 仮説の設定
- ③ 実験の計画
- ④ 実験による検証
- ⑤ 実験データの分析・解釈

など化学的に探究する方法を習得させるようにする。

さらに、探究活動の中で、「コンピュータや情報通信ネットワークを活用する」ことも記述され、「探究活動の有用な道具として活用するよう配慮する」と明記されている。

#### 3-2 新学習指導要領に述べられている実験

新学習指導要領の本文中では、「観察、実験」、「調査」、「探究」などの言葉が多用されている。

以下に、新学習指導要領解説本文の中に書かれていたり、具体例として示されていたりする実験について主なものをまとめた。これまで「化学Ⅰ」や「化学Ⅱ」のなかでよく行われていた実験が多いが、これまでの感覚からすると、あまり普通の高校では行われて来いていない実験ではないかと思われるものも若干含まれているように思われる。

##### 【化学基礎】

A これまでもよく授業で行われてきている実験

- ① テルミット反応
- ② クロマトグラフィーによる色素の分離
- ③ 炎色反応による成分元素の検出

- ④ アルカリ金属の性質に関する実験
- ⑤ 水素や酸素、アンモニアなどの気体を発生させその性質を調べる実験
- ⑥ 金属と酸の反応における量的関係を調べる実験
- ⑦ 身近な物質や塩の水溶液のpH測定
- ⑧ 中和滴定

など

B これまでもあまり授業で扱われていなかった実験

- ① 飲料缶などの鉄やアルミニウム製品、ペットボトルなどのプラスチック製品を持参させ透明性、耐熱性、耐薬品性などの比較を行い、その物理的性質や化学的性質を調べる。
- ② 炭素粉末やプラスチック片による酸化銅の還元
- ③ セッケンなどの洗剤について、乳化や表面張力低下など簡単な実験を行った後、洗剤の使用量と洗浄能力や排水の汚れとの関係について調べる。

- ④ 水道水中の遊離残留塩素濃度測定
- ⑤ 市販の飲料水に含まれるアスコルビン酸の検出
- ⑥ 生活排水や河川水のCOD（化学的酸素要求量）

など

##### 【化学】

A これまでもよく授業で行われてきている実験

- ① 減圧あるいは加圧下での沸騰の実験
- ② 気体の分子量を測定する実験
- ③ 水やヘキサンなどへの極性分子及び無極性分子の溶解の実験
- ④ 水溶液の凝固点降下の測定実験
- ⑤ コロイド溶液の性質を調べる実験
- ⑥ ファラデーの法則の検証実験
- ⑦ アルカリ金属、アルカリ土類金属、ハロゲンの単体及び化合物の性質や反応性を調べる実験
- ⑧ 鉄、銅、銀などの単体及び化合物の性質や反応性を調べる実験
- ⑨ 典型元素及び遷移元素の金属イオンを分離する実験
- ⑩ アルコールの性質を調べる実験
- ⑪ エステルの合成と加水分解に関する実験
- ⑫ フェノール類の性質を調べる実験
- ⑬ サリチル酸の誘導体の合成実験
- ⑭ アゾ染料の合成実験

など

B これまでもあまり授業で扱われていなかった実験

- ① 酸素の分圧を測定する方法を調べ、その方法を使って、呼吸による酸素の割合の変化について探究させる
- ② 鉛蓄電池や酸素水素電池の製作

- ③ 様々な金属や合金の物理的性質及び化学的性質を調べる実験
- ④ 酸化チタン（Ⅳ）の光触媒作用を調べる実験

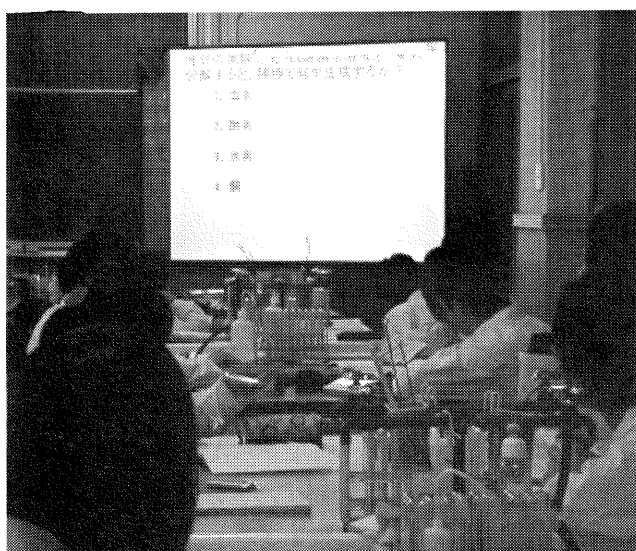
### 3-3 基本実験 10 の選定

新学習指導要領の「化学基礎」の中に述べられている 28 実験のうちから、今回、探究活動として実践が容易であると考えられる実験を 10 テーマ取り上げ、これらについて多くの高校で実践可能な形態になるような指導の工夫を検討し、幾つかを実践した。

特に電気分解の実験などについては、情報機器の活用としてレスポンスカードを用いた授業実践を行った。

取り上げた実験は、次の通りである。

- ① ペットボトルからポリエステルの繊維を作る
- ② クロマトグラフィーによる色素の分離
- ③ 炎色反応
- ④ 水溶液や融解塩の電気伝導性
- ⑤ 物質の極性と溶解性との関係
- ⑥ 分子量既知の気体との比較による気体の分子量の測定
- ⑦ 金属と酸の反応における量的関係
- ⑧ 中和滴定
- ⑨ 代表的な酸化剤と還元剤の反応の実験
- ⑩ 硫酸銅（Ⅱ）水溶液の電気分解



〔実験授業風景 1〕

### 3-4 基本実験 10 の実践例

レスポンスカードを利用し、教員と生徒、あるいは生徒同士の相互理解を重視した授業形態を本校では研究している。

平成 21 年度東京学芸大学附属高等学校第 9 回公開研究会の研究授業では、多くの外部の教育関係者から講評いただき、改善を図ることができた。

課題として、

- ① 継続して授業実践していくための実験準備の時間の確保、実験室の環境整備
  - ② 文部科学省から研究指定は受けたものの十分な予算配備が無い場合、実践集などを作成し広く普及を図ることができないこと
- などが、研究会でも話題になった。予算の確保が大きな課題である。

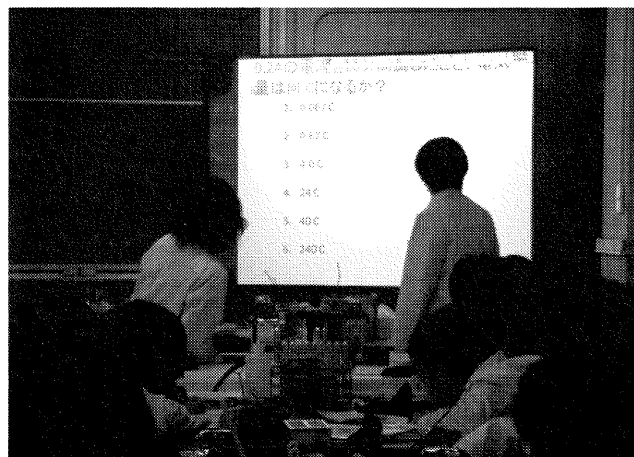
以下に、硫酸銅（Ⅱ）水溶液の電気分解の実験授業の実践例を示す。

今回の実験授業は、

- ① 実験する内容の説明
- ② 実験で得られる結果の予測
- ③ 実験



〔実験授業風景 2〕



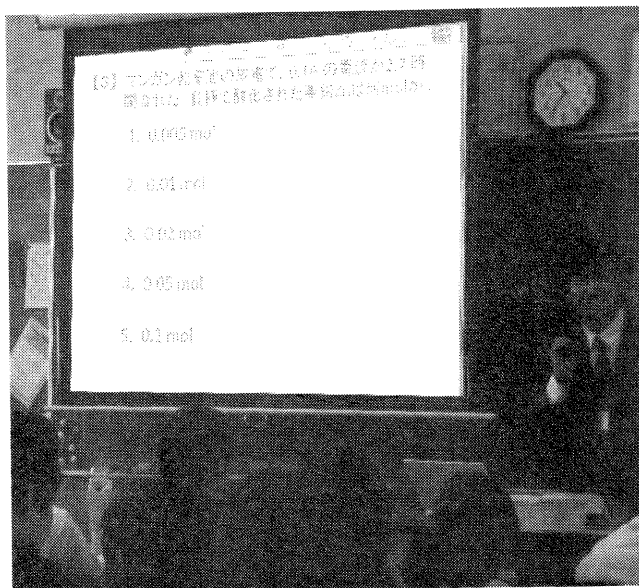
〔実験授業風景 3〕



- ④ 実験結果の確認
  - ⑤ 誤操作等の指摘
  - ⑥ 各班のデータの収集
- というフローで実施した。

レスポンスカードを使用することにより、すぐにその場で全部の班の実験結果を確認し、正答や誤答について細かな指導ができ、生徒の興味や関心が高いまま授業を持続できることが確認できた。

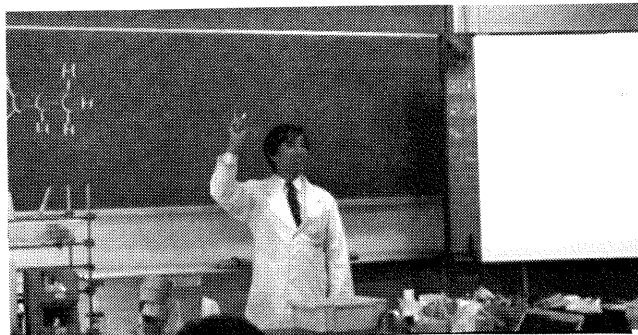
また、実験のデータが保存されているため、次の時間に教室に於いて座学の授業を行う時にも、活用が可能であり、生徒に、行き届いた実際のデータに基づいた指導を簡単に実施することが可能であった。



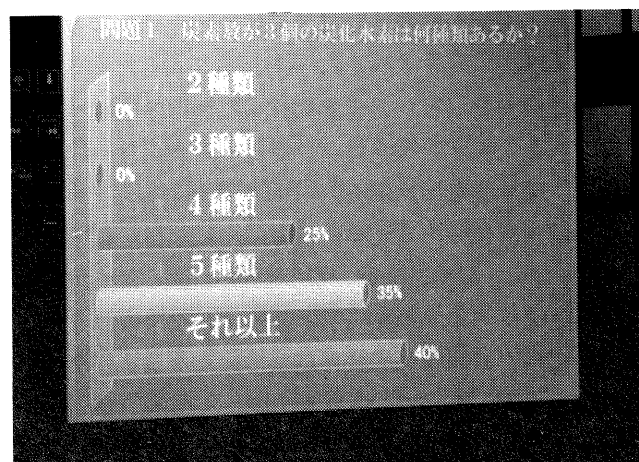
〔実験後の教室での授業風景〕

レスポンスカードの実験授業への導入は、このように高い効果が見られたため、本校化学科では、その他の単元においての実践方法も、現在研究開発中である。

以下の写真は、有機化学の授業での実践場面である。



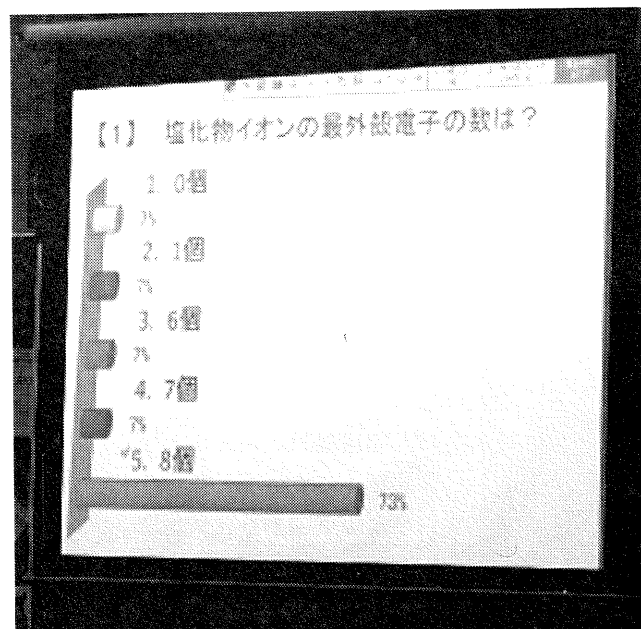
〔有機化学の実験授業風景〕



〔構造異性体についての生徒の予測結果〕

ここでは、構造異性体の数を生徒に予測させ、予測結果をリアルタイムに示しながら授業を進めた。

その他、大学センター入試問題の指導において利用したり、化学の指導各所において効果的にレスポンスカードの利用を促進している。



〔大学センター入試の指導に利用〕

探究活動のツールとしてレスポンスカードを用いることの効果のほどは高く、新学習指導要領のねらいの達成には、欠かせないものになると考えられる。多くの高等学校での実践につながることを祈念する。

次ページに、実践指導時の学習指導案の2つの例を示す。

(化学 文責 岩藤英司)

# 学 習 指 導 案

指導日時 平成 21 年 11 月 7 日 第 3 時限 (10:30 ~ 11:20)

指導学級 3 年選択化学 B 講座

指導教室 3 年 F 組 HR 教室

指導単元 総合演習 (化学 I の全単元)

指導目標 センター試験で誤答率の高かった問題を演習し、誤答の原因を生徒とともに検討する。

| 時間配分              | 指導内容  | 指導上の留意点   |
|-------------------|---|---|
| 導 入<br>(5/5)      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ レスポンスカードの配布</li> <li>・ 使い方の確認 (例題に回答してもらう)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ この講座の生徒は、レスポンスカードをこれまでに使用したことがない。</li> </ul>   |
| 展開 I<br>(15/20)   | センター試験 99 年度問題の演習<br><b>【1】</b> 塩化物イオンの最外殻電子の数<br><b>【2】</b> マンガン乾電池における亜鉛の酸化量 (ファラデーの法則)<br><b>【4】</b> スズと鉛に関する清吾問題<br><b>【7】</b> 臭素の付加した量からアルカンの炭素数を求める。                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生徒は予め問題を演習してくるように指示されている。</li> <li>・ 演習する問題は任意に選んだ。昨年度の生徒の正答率は、<b>【1】</b> 79%、<b>【2】</b> 57%、<b>【4】</b> 75%、<b>【7】</b> 78%。</li> <li>・ レスポンスカードで回答率を集計し、誤答率の多い問題は、詳しく解説する。</li> </ul>          |
| 展開 II<br>(15/35)  | センター試験 00 年度問題の演習<br><b>【2】</b> 金属の反応性に関する正誤問題<br><b>【4】</b> 酸化アルミニウムとアルミニウムに関する正誤問題<br><b>【5】</b> ニッケル合金への水素の吸着量の計算 (見慣れない問題への対応)<br><b>【6】</b> サリチル酸の誘導体と性質                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 演習する問題は任意に選んだ。昨年度の生徒の正答率は、<b>【2】</b> 54%、<b>【4】</b> 63%、<b>【5】</b> 59%、<b>【6】</b> 69%。</li> <li>・ レスポンスカードで回答率を集計し、誤答率の多い問題は、詳しく解説する。</li> <li>・ 無機化合物の各論に関して、授業で解説できていない部分を補いたい。</li> </ul>   |
| 展開 III<br>(15/50) | センター試験 01 年度問題の演習<br><b>【1】</b> 混合物・化合物・単体<br><b>【4】</b> 酸化物の性質に関する正誤問題<br><b>【5】</b> 光学異性体に関する正誤問題<br><b>【7】</b> けん化に必要な NaOH の量と、付加する水素の量からエステルを決定する。<br>・ 解答の配布。レスポンスカードの回収。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 演習する問題は任意に選んだ。昨年度の生徒の正答率は、<b>【1】</b> 83%、<b>【4】</b> 39%、<b>【5】</b> 71%、<b>【6】</b> 46%。</li> <li>・ レスポンスカードで回答率を集計し、誤答率の多い問題は、詳しく解説する。</li> <li>・ 有機化合物の計算問題に関して、授業で演習できていない部分を補いたい。</li> </ul> |

※例年、3 学期の第 1 週 (センター試験の直前の 3 ~ 4 時間程度) に、センター試験の過去問で卒業生の誤答率が高かった問題を与え、演習を行っている。昨年度からレスポンスカードを用いて生徒の回答をその場で集計し、その誤答パターンを表示して解説を行っている。今回は、その演習を公開授業として 1 時間分を前倒して実施した。残りは、3 学期に実施する予定である。

(学習指導案 文責 坂井英夫)

## 学 習 指 導 案

指導日時 平成 21 年 11 月 7 日 第 4 時限 (11:40 ~ 12:30)

指導学級 2 年 A 組

指導教室 化学実験室

指導単元 物質の変化 酸化還元反応 電気分解の法則 (ファラデーの法則)

指導目標 電気分解の法則 (ファラデーの法則) を実験で検証する。

| 時間配分                       | 指導内容   | 指導上の留意点  |
|----------------------------|--|--|
| 導 入<br>(10/10)             | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 前時の復習 (電気分解の生成物)</li> <li>・ 実験方法の説明</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電気分解する物質によって、陽極と陰極での生成物が異なることを演習で復習する (レスポンスカードを利用する)。</li> <li>・ 電極の銅板の前処理の確認。</li> <li>・ 電流を 200mA で一定に保つ。</li> <li>・ 電流を流す時間を決めて、測定させる。</li> </ul>   |
| 実験指導<br>(10/20)            | 実験の机間指導<br>1) 電極の銅板の前処理 (紙やすり→酸処理、水洗い、アセトン処理) と秤量。<br>2) 銅板の硫酸銅 (II) 水溶液へのセット。<br>3) 一定電流を流し、その時間を測定する。            | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 皮脂が付着しないように注意させる。</li> <li>・ 完全に乾燥させてから、秤量させる。</li> <li>・ 銅板を間違えないように注意させる。</li> <li>・ 金属板を接触させないように注意させる。</li> <li>・ 電流計で、電流の大きさを確認させる。</li> </ul>   |
| 演習<br>(質量変化の予想)<br>(20/40) | 観察: 電極の変化の確認<br>→ 気体が発生していないことを確認する。<br>・ 両極での反応を $e^-$ を用いた式で表わす。<br>・ 20 分後の両極の質量変化を、計算によって予想させて、レスポンスカードで報告させる。 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ この実験は、電気分解中の化学変化が分かりにくく、質量変化が明確に分かるので、実験途中で質量変化を予想させることにした。</li> <li>・ 陽極と陰極の反応式から、電子と生成する物質質量 (質量) の関係を確認する。</li> <li>・ 電子 1 個の電気量が分かることで、1 mol 分の電子の電気量が求められる。</li> <li>・ 問題演習の形で提示し、各自の計算結果をレスポンスカードで回答させる。</li> </ul> |
| 実験指導<br>まとめ<br>(10/50)     | 実験の机間指導<br>1) 電気分解後の銅板の後処理 (静かに水洗い→アセトン処理) と秤量。<br>・ 質量変化が予想通りになったかを確認させる。   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 陰極での質量増加と陽極での質量減少が等しくなることが理想であるが、実際には陰極の質量増加が予想より大きくなることが予想される。その理由を考える。</li> <li>・ 陽極での質量減少が予想と一致することを期待したい。</li> </ul>  |



## 4 生物基礎の基本実験

### 4-1 はじめに

平成 24 年度から実施される新教育課程の生物において、生物基礎には従来と同様な目標が立てられている。それは、できるだけ実験や観察を通して、自然現象の見方や捉え方を養うことであり、また、身の回りの自然現象を科学的に捉える力を育成することである。このような目標を踏まえて、本研究では、学校内外で入手しやすいと思われる身近な生物材料を用い、取り組みやすい 10 テーマの実験を設定し、その実験方法や評価などに関して研究を進めた。

### 4-2 研究の方法

#### 4-2-1 基本実験・観察 10 の選定

具体的な取り組みとして、生物基礎の内容にかかわる基本的な実験として、平成 21 年度に以下のような実験を選定した。そのうち、身近な素材を用いた実験・観察として①②④⑤⑥⑧をあげ、また、学校内に見られる生物を扱った実験・観察として①③⑦⑨⑩をあげている。

①細胞の観察②酵素の反応と条件③光合成反応と環境④アルコール発酵⑤ DNA の抽出と分子模型⑥体細胞分裂の観察⑦ゾウリムシの浸透圧調節⑧ニワトリの心臓の観察⑨学校内の植生と環境⑩土壌生物と多様性。

#### 4-2-2 成果と課題

新教育課程の目標を到達すべく、広く実験や観察を主体とした教育を実施していくための目安として、「基本実験 10」を中心に据えた。本研究においては、各学校において実験や観察を企画し、実施し、評価していくにあたり、それらを阻む各種の障害や、実験を実施する上での『取り組みにくさ』をどのようにすれば少なくしていけるか。また、事前準備をどのようにすれば、少ない時間の中で効率的に行うことができるか。以上の点について、これまでの本校における具体的な実践をふまえて研究を続けた。授業時間や放課後などに実験を実施していく過程で、生徒達の中には単に「見る」力だけでなく、生物の様々な現象やしぐみなどについて、より総合的に捉え、本質に迫る力が育ちつつあると考えられる。このような成果は、真に科学的な見方を育成するためには、書物やバーチャルな情報だけではなく、実際に手を動かし自分の目で見て行くことが重要であることを示しているといえるだろう。

今後の課題としては、年間を通じて実験材料をどのように確保するか、またその供給をどのようにしていくか、実験後の評価をいかにしてそれ以降の教育に取り込んで

いくか、などの点を考えていくことであろう。

#### 4-2-3 研究の結果と実践報告

今回は紙幅の制約もあり、以上にのべた 10 の実験すべてではなく、7 つの実験についての研究に絞ってその結果を報告する。

### 4-3 細胞の観察

細胞の観察は、生物学の基礎・基本の項目で、どのような学校でも実施されるべきものである。顕微鏡や光源等の設備は、一応整っていると考えて、ここでは実験材料に関して研究を行った。

実験を実施する上での大きな妨げとなっている点は、検鏡材料の確保の面倒さと、固定染色などの煩わしさにあると考えられる。そのため、常に用意できる材料と、手間ひまのかからない固定染色方法などが望まれる。

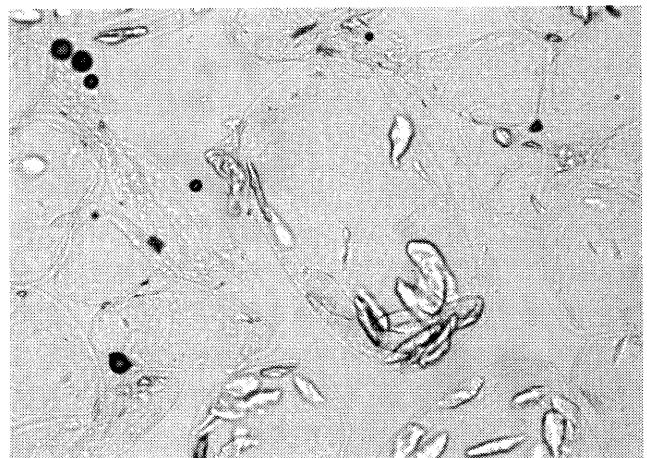
本校では、細胞の観察では次のような材料を用いているが、アオミドロやオオカナダモは、一旦どこかで入手できれば、室内の窓辺の水槽内などで容易に継続的に生育させられよう。

#### 4-3-1 水で封入しすぐに観察できる材料

〔材料〕 a アオミドロ、b オオカナダモ、c シャジクモ、d タマネギ、e トマト、f バナナ、g キャベツなど

〔方法〕 植物体の一部を切り取り (a、b、c)、または表皮をはがして (d) スライドガラスに取り、水をたらしで封入して検鏡する。(e、f) ではその一部をスライドガラスになすりつけ、(g) では材料をカミソリの刃などで薄く切り、同様に観察する。

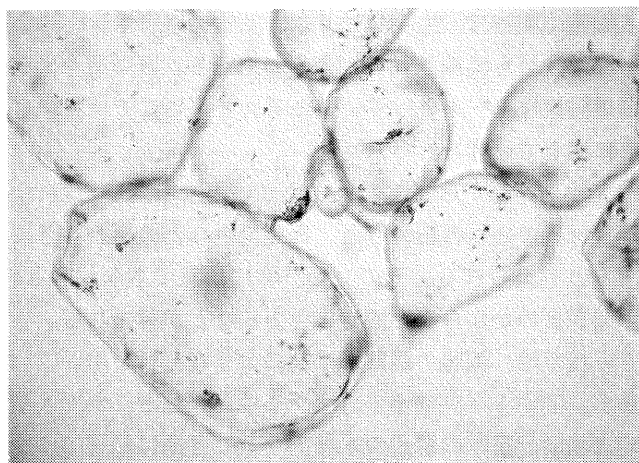
アオミドロやシャジクモは実験室内で長期間継続して生育が可能で、目的にもよるが細胞の観察などでは、ほぼ周年の観察に適している。タマネギは四季を通じて入手しやすく使いやすいが、小中学校でもよく使われており、



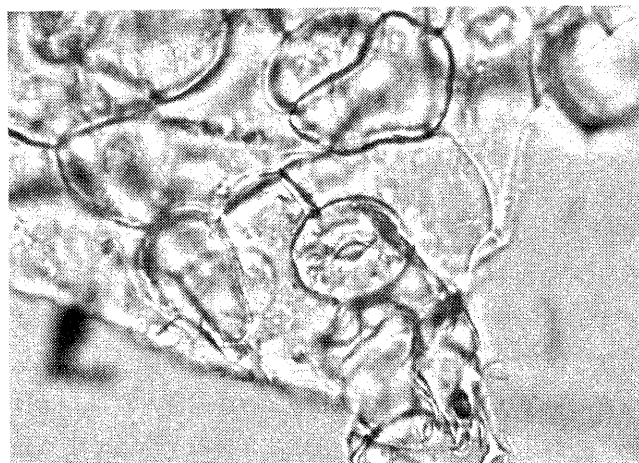
〔バナナの細胞とデンプン粒〕

身近ではあるが、生徒にとって目新しさが無い。トマト、バナナなどの果肉は、適量を取るのも容易、染色も不要で細胞を観察しやすい。

これらの材料は通年市販されており、価格も高くないので入手しやすい。顕微鏡により、色素体やデンプン粒などの観察もたやすく、身近な材料が細胞からなることを実感するのによい。



〔トマトの果肉の細胞と色素体〕



〔キャベツの表皮細胞と気孔〕

#### 4-3-2 固定と染色の後に観察する材料

a ヒトのほほの表皮、b 赤血球（ウマやマウスの血液）、c タマネギの鱗茎など。

〔方法〕aは、清潔な綿棒で口の内側を拭い、スライドガラスになすり付けて風乾後、酢酸カーミン液などを滴下して封入し観察する。bは生理食塩水で適宜薄めた血液をそのまま観察するか、血液をスライドガラス上に薄く延ばし、風乾後、ギムザ液などを滴下して観察する。

ヒトのほほの細胞はいつでも採取が可能であり、私達の体が確かに細胞からできていることを実感できる点で、是非取り入れたい観察の一つである。ヒトの赤血球の観察は血液を入手しにくいので困難だが、ウマやウシ

の血液は業者よりの入手も可能であり、価格もそれほど高くない（保冷状態で配送してくれる業者がある）。血液を静置して、白血球を取出し染色観察できればなおよいだろう。

タマネギの鱗茎の表皮は、酢酸カーミン液などによる染色で、4-3-1の場合と見え方がどのように違ってくるかを比較するのによい。このような実験においては、酢酸カーミン液や酢酸オルセイン液が優秀な固定染色液なので準備しておきたい。市販品の染色液の中には、あまりよく染まらない製品もあるので、薬品を準備して調製しておくとうい。その場合、少なくとも前日に作成して、ろ過したものを静置してから実験に供すべきである。

#### 4-3-3 留意点

細胞の観察の目的は、授業と関連して、生物の機能・形態上の単位である細胞の概念を理解しこれを実感するところにある。技術上の困難が伴う観察では、最初の障壁が大きいことになるので、第一歩としては切片製作や、固定・染色などを伴わないものがよいだろう。

高等学校では、細胞の大きさを自ら把握し測定することも大切であり、マイクロメーターの使用法を同時または細胞観察に先立って行うとうい。多少観察がやりにくいが、接眼マイクロメーターを顕微鏡の接眼レンズに入れ放しにしておくのもひとつの方法である。時間が少ない時には、接眼マイクロメーターの1目盛りの長さを予め教えておいてもよいだろう。

#### 4-4 学校内の植生と環境

多くの学校では、敷地内に多種類の樹木や草本類が生育しているものと思われる。都会の学校であっても、植栽や花壇などが整備されている場合も多い。現にそこに生育している動植物を用いた生物教育は、環境教育の側面からも意義が深いと考えられる。

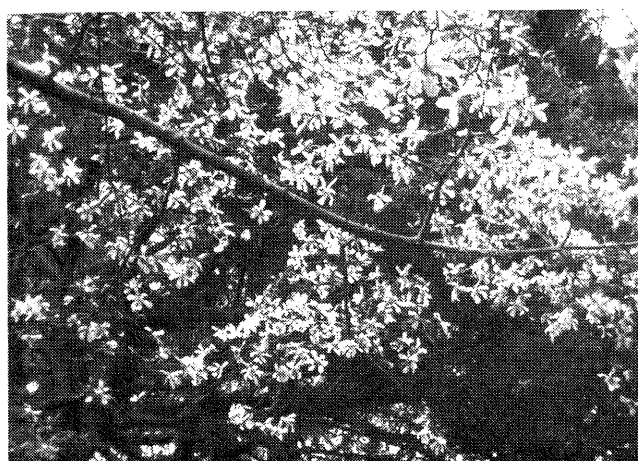
##### 4-4-1 基礎的な調査

学校の敷地内にどのような植物が生育しているかに関して、計画を立て大まかな調査を行う。生物クラブがあれば生徒達にも調べさせるとよい。先行の観察や研究による植物や動物のリストがあれば、それに基づいて調べていけばよいが、ない場合には、とりあえず学校内の花暦だけでも作成しておくといろいろな場面で有効だろう。

1年間にわたり、デジタルカメラで花と植物全体の写真を取り、その生育場所を記載し、これを蓄積していく。多くの写真データがあれば、種名は後でも調べやすい。



〔3月末の附属高校内、林床はハナダイコン〕



〔4月初めの附属高校内、コブシの花〕

#### 4-4-2 発展的な調査

生物の探究学習の一つとして、学校内の草本の調査、樹木の調査などを生徒に課して、より詳細な調査を行っていく。観察する眼が増えていくと、思わぬ種類が出てくることがあり、生徒達の興味や関心を引き覚ますことも多い。調査や研究の過程を通じて、種の判定やその特徴などを実地に体験できることになり、観察眼が大いに養われる。調べた植物について、生徒に名札をつけさせたりすることも有効である。

#### 4-4-3 生態系の観察への取り組み

調査を通じ、その地域のバイオームにおいて、どのような樹木が生育しているかを具体的に知ることができる。他の地域から移入された植物や、移植された植物に関しても、その土地で現に生育が可能であることは、その環境がある程度は生育に適していると言うことができる。

以下は、日本と世界の植生と群系とを考察していく課題研究を行うプリントの例である。このような形の課題では、本校に数年間の実践がある。

#### 生物課題 照葉樹林の樹木の調査

生態分野に、世界と日本の植物の生態分布という項目がある。学習には樹木の理解が不可欠であるが、しっかり観察する機会が少なく、高校生が不得意とする分野である。そこで、各自で身近な環境の樹木調査を行い、生態理解への第1歩を踏み出すことにしたい。ただし、樹種の判定は容易でないので、名前の分かる樹木に関して調べよう。

〔方法〕住んでいる地域の公園や緑地等に出かけ、高さ10 mを越すような樹木（高木）を最低10種類選び、その名称を調べる。また、スケッチまたは写真で記録を取り、証拠となる樹木の一部（落葉、落ちている果実や樹皮）を採取する。

注意点①日本を含む東アジア・中国などを原産とする樹木を調べること。（ヒマラヤスギ、タイサンボク、イチヨウなど、明らかに外国産で、日本に輸入して植樹されたと思われるものは除く。）

②その公園等に複数みられるものを選ぶこと。（特別な銘木、移植樹木などを除く）

③あなたが観察して、その樹木を自分なりに区別する特徴となる点を3つほど記述すること。（図鑑等を参考にするのは良いが、それをすべて書き写すことは意味がない。）

④学校内を散策し、あなたが調べた樹木が校内のどこに生育しているか、または生育していないかをできるだけ調べて、それも一緒にまとめる。

| 名 称      | 最寄りの駅             | 入場料金         | 特 徴 な ど  |
|----------|-------------------|--------------|--|
| 日比谷公園    | JR有楽町、日比谷線日比谷他    | 無料           | 首都を代表する都立公園で、四季それぞれに花が咲き、各種の樹木も多く人通りも多い。GAの設置あり。交通至便で都心の割には静寂にも向く。                               |
| 北の丸公園    | 東西線・半蔵門線・都営新宿線九段下 | 無料           | 皇居の一角にあり、深い森に囲まれている。池もあり夏でも涼しく、日中は静かで観察によい。GAの設置あり。武蔵野近くでイベント時は混雑する。                             |
| 国立自然教育園  | JR目黒、徒歩15分        | 高校生60円、月曜休園  | 多くの樹木に名札がつけられており、食物連鎖や遷移など重要な生態学上の概念が園内のパネルによって楽しく実地に学習できる。都心部にこんな閑静な一角があるかと驚く。深い森の中には真夏でも涼風が吹く。 |
| 新宿御苑     | 丸の内線新宿御苑前         | 高校生200円、月曜休園 | 広々とした苑内に英・仏・日本式の見事な庭園がある。野鳥も多く、苑内の温室に入れば、熱帯地域の植物にもお目にかかれる。GAの設置あり。                               |
| 東大小石川植物園 | 丸の内線茗荷谷           | 大人330円       | 東京大学附属植物園だけに充実し、樹木・草本ともに多数の学名・和名の名札がつけられ勉強が進むが、圧倒される。照葉樹はもちろん外国産樹種も多く、植物学や林学を望む向き。園内にはネコも多い。     |

〔東京都内のおすすめする観察地点〕

このレポートを行うことにより、学校からは多少外に出ることになるが、校内の樹木名などが不明であっても、地域の公園等に出かけていけば、種名の分かる樹木を観察することができる。その経験を積むことで、生徒達の

目が肥え、観察眼が鋭くなることが十分に期待できる。

こうして、地域のバイオームの構成樹木を知ることにより、自分たちの住む土地で本来の植生はどのような樹木が優占しているかを知ることができる。

また、学校内での樹木観察においては、樹木をその高さによって区分することを試みさせる。すると、低木、亜高木、高木というような区分が具体的な樹木名とともに明らかになる。一部分ではあるが、限られた土地でも階層構造の具体例が観察可能となる場合もあろう。

#### 4-5 ニワトリの心臓の解剖

体液の恒常性と調節に関して、心臓の占める重要性はいうまでもないが、その構造と機能に関しては、従来は教科書の記載や図などを参照するだけに止まることが多かった。そこで、身近に入手できる材料を用いる解剖を実施した。

##### 4-5-1 材料の入手と実験方法

ニワトリの心臓は、「ハツ」または「鳥のハツ」などの名称で、全国の食肉店やスーパーマーケットなどで売られており、入手しやすい（10個入りで200～300円前後）。また、購入したものを冷凍し、実験前日に冷蔵庫内で解凍しておけば、いつでも実験材料とすることができる。



〔市販されているニワトリ心臓〕

以下は、実験プリントの例である。

#### ニワトリの心臓の解剖

〔準備〕 ニワトリの心臓を1人1個、解剖用具、釣り糸15cm程度（3～4号）

〔方法〕 実験に先立ち、二人で一つの班をつくる。

- 1 心臓を解剖皿にのせ、全体のスケッチをする。
- 2 心臓の尖った方を下におき、メスを用いて心臓を上

から下の方向に切断する。内部のひだや凹みなどをスケッチする。

3 班のうちもう一つの心臓も同様の位置におき、メスで心臓を先ほどと垂直の断面で切断する（心臓の横断面で切断）。

4 2方向からの切断面を観察して、スケッチを描き、心房と心室を確認し、名称をスケッチの中に入れる。このときに、釣り糸で血液の通り道を探り、循環の方向を考えよ。  
〔考察〕 心房と心室の違いについて考察せよ。

#### 4-5-2 実験への生徒の評価と感想

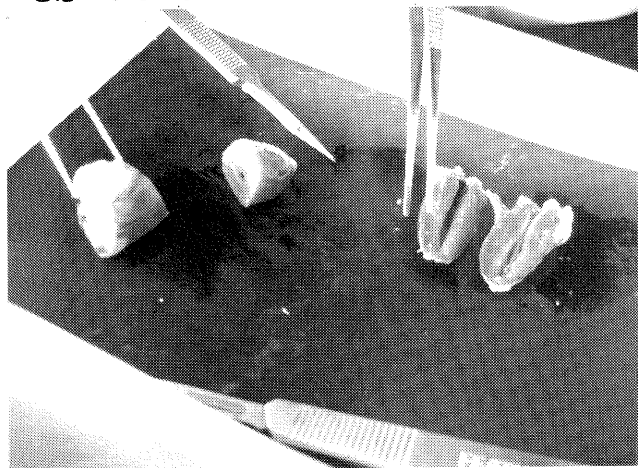
本実験は、簡単な解剖を伴う単純な観察であるが、生徒達にはさまざまな反響を及ぼすようである。方法は単純ながら、実際に心臓を見るという経験は貴重なものであり、是非お勧めしたいものである。また、生きている動物を解剖に用いるということは、一般的な高校生たちにとっては、なかなか抵抗が大きいものであるが、このような材料では心理的に易しいこともあり、解剖の導入としても適切なものの一つではないかと思われる。

以下は、本校で3年生の生物選択者に実験をおこなった後に、スケッチとともに提出したレポートから書き出したものである。

- ・授業で習った構造を実際に見て、多少イメージの集成が必要だった。実際に生きているものは教科書のような単純なものではなく、かなり複雑である。
- ・小さいながらも心室や心房があり、それらがつながっていることに驚いた。いままで興味がわかなかったことに対して興味を持てた。
- ・左心室から釣り糸を通すと大動脈まで通ったが、弁が存在しているのが分かった。こんなに小さな心臓でも複雑な構造をしていた。
- ・中学でもしたことがあるが、今回は釣り糸を使うなどで血液の流れを考えることができ、より得るものの多い解剖だった。
- ・上や前から見たり、広げたり釣り糸を通したりして、見ている部分がどこなのか考えるのが面白く、図で見るとは全然違いました。
- ・左心室の壁が右心室や右心房と比較して異常に厚かったのが本当に驚きました。大動脈から血液を体内に送り出すというのは、こんなに多くの筋肉を要するのかと思ったらなんだか本当に感動しました。大動脈についている弁も感動しました。
- ・小中学校で解剖をしたことがなかったので初体験でした。資料集で見ただけだったものを実際に見てみると、



資料集はかなり手を加えて分かり易くしているのだな  
と思いました。



〔ニワトリ心臓の縦断と横断〕

#### 4-6 DNAの抽出と分子模型

新教育課程では、従来の遺伝学的な扱いを越えて、遺伝子とDNAという取扱いが全面に出ている。生物基礎でもその重要性に鑑み、身近なものとしてのDNAや遺伝子に早くから取り組む必要があると思われる。

以下のプリントは生徒実験用に作成したものであるが、その方法は、社団法人 農林水産先端技術産業振興センターの冊子に準拠している。これは、身近な食品中から簡単な薬品でDNAを抽出することができる優れた方法であり、高校だけでなく、小中学校でも実験が可能で利用価値が高い。

##### 4-6-1 材料と方法

以下は、実験プリントの一例である。

##### 生物I実験 バナナからのDNA抽出

〔目的〕 遺伝現象の本体はDNAであるが、細胞中のDNAは簡単な薬品とわずかな操作で抽出することができる。身近な食品中から、台所にあるような薬品と簡単な器具でDNAを抽出し、その特性を考えよう。

〔用意するもの〕

材料：バナナ3分の1本

薬品：10%食塩水、エタノール（99.5%）、食器用中性洗剤（5ml）

器具：ビーカー（300・100ml）、ガラス棒、（薬）さじ、ろうと・ペーパーフィルター（コーヒー用）

〔方法〕

1. 水（150cc）に、食塩（小さじ3）をよく溶かして、10%食塩水を作る。
2. バナナ（1/3）を300mlのビーカーに入れ薬さじで

よくつぶす。（皮は除く）

3. 2に、1の食塩水をバナナが浸る位まで入れ、食塩水とバナナをなじませる。

※ここからは手早く行う。細胞中にはDNA分解酵素が含まれており、ゆっくりしていると分解が進行していく。

4. ろうとにペーパーフィルターを入れ、そこに3で作ったものをよく混ぜて流し込み内容物をこす。

5. 4でこした液に、食器用洗剤（小さじ1）を入れ、数回混ぜる。この液を少量保存する。

※DNAが壊れないように、やさしく混ぜる！

6. 5の液のほぼ2倍量のエタノールを、ゆっくりと流し入れる。

7. 5分ほどそのまま置いておくと、DNAが上のほうに浮かんてくる。

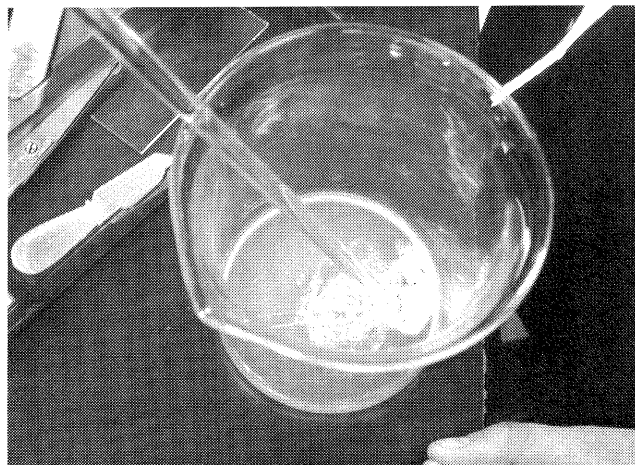
8. DNAの分子をガラス棒などで、ゆっくりかき混ぜてからめとる。

＜結果＞

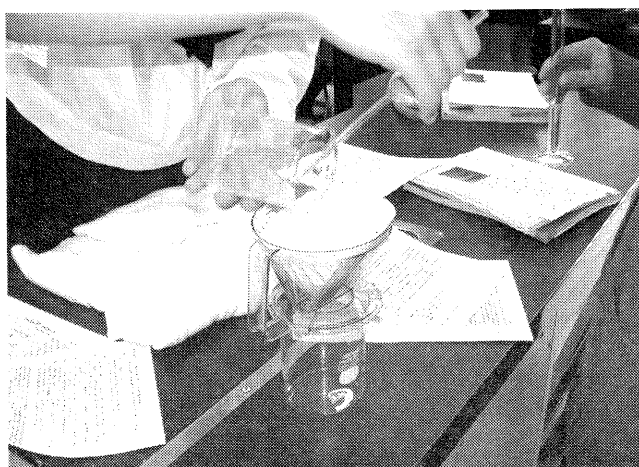
- 1 抽出されたDNAは、ビーカーのなかでどのような形状、性質、色などを示しているか、観察してまとめよう。
- 2 今回の実験では、バナナを材料に用いたが、バナナの利点はどのようなことか。

##### 4-6-2 抽出実験の結果と評価

この実験は、丁寧に実施すれば、かなりの割合で十分な量の白い糸状のDNAが取り出せる。ただし、DNAであることを酢酸カーミン液などの核染色液により確認する方法は、あまりうまくいかない。簡単な操作と少量の薬品類で発色その他が可能なおっとよい方法が望まれる。DNA分子が長い糸状の構造をもち、互いに絡み付き性質がみられるということで、一応の成功ということにしたい。



〔糸状に現れたDNA〕

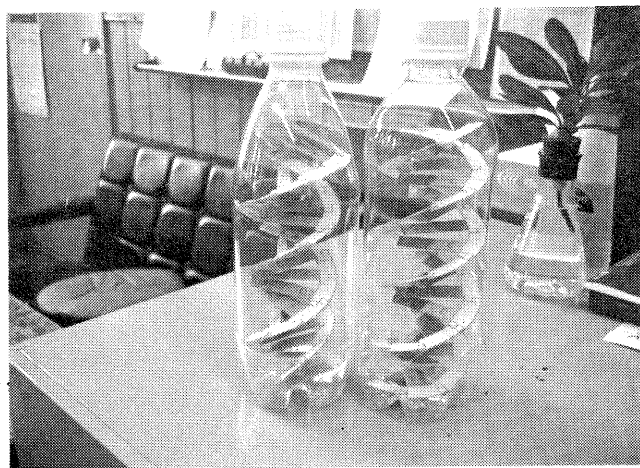


[抽出実験の操作中]

#### 4-6-3 DNA の分子模型の作成

紙による DNA 分子模型の作成法にはいろいろなものがあるが、尼崎西高校の吉田英一先生作成のものは、作成が比較的容易な割に美しく、大変に優れているので本校でも利用させて頂いている。

(<http://www.venus.sannet.ne.jp/eyoshida/>)



[生徒の作品例]

以下は、1 時間で DNA 模型を作成するための、家庭での作業を伴う実験プリント、及び自分で作成した模型をもとにして、遺伝情報について考察を行うためのプリントの実践例である。

#### 生物 I 実験 DNA 分子模型の作成

〔目的〕 遺伝子の本体は DNA である。DNA の分子は二重らせん構造をしているが、平面図だけでは分りにくい。そこで、立体構造模型を作成して、DNA の構造への理解を深め、遺伝情報に関しても考えていこう。

〔材料〕 DNA 簡易型模型を印刷した用紙

〔準備〕 色鉛筆またはマーカーなど4色、はさみ、のり

〔方法〕★次の1から5までの作業を、次の授業時までに、家で完成しておいてください。学校では、6以降の作業を全員で行ないます。

1 DNA 模型作製用紙を4色で塗り分ける。色は適当でよいが、4色の色鉛筆を用意する。まず、そのうち1本を取り、A（アデニン）という文字の印刷してある周囲の薄い色部分をすべて塗る。

2 次に別の色鉛筆を用意し、T（チミン）という文字の印刷してある周囲の薄い色の部分をすべて塗る。これにより、Aの相手は必ずTとなることがわかる。『相補的』

→この1と2により、何枚が完全に塗られたか？

3 同様に、2本の色鉛筆でC（シトシン）とG（グアニン）の部分それぞれ塗り分ける。

→この3により、何枚が完全に塗られたか？

4 用紙の20枚の部分（塩基対）をすべて切り取る。また、太い線のところに切り込みを入れる。

5 500mlのペットボトルをよく洗い、乾燥してその下方を切り取ったものを用意する。これは、へこみや模様などがなく、なるべくまっすぐな形状のものがよい。

6 「のりづけ」のところに木工用ボンドなどを塗り、断面が三角形となるように貼付ける。これを20個作成する。

7 ×のついた部分を少し裏、そうでない部分を少し表に反らす。

8 一つ一つのパーツを組み上げていき、全体として二重らせん構造となるようにする。ただし、らせんは右回転（下から上に時計回り）である。

〔レポート〕

別紙の生物 I 実験レポートの1から4を記入して提出しよう。

この模型製作を学校で実施すると、はじめから行った場合には、1時間で完成することができない。そこで、色塗りと切り離しとを家庭で準備させることで、何とか1時間内で終了することができよう。ただし、それでも多少の時間が不足する。また、ペットボトルによっては、模型がうまく入らないので、予め試しておかれるとよい。

#### 生物 I 実験レポート DNA 模型を観察して

(1)完成したDNAらせんの一方の上から下へ、塩基の記号を順番に記せ。1番上を1のところに書く。以下同様。

1 2 3 4 5 6 7 ..... 17 18 19 20

(2)上であなたが記入した記号は塩基の略号である。それ

それぞれの相手となる塩基の記号を同様に記せ。

1 2 3 4 5 6 7 ..... 17 18 19 20

- (3) 20 個からなる塩基の配列が情報を示すとする、その配列（順列）は全部で何通りあることになるか計算せよ。もしくは、その結果を求める式を記せ。

- (4) 模型を作製した上での感想を記せ。

この考察は、自分で作成した模型を見て行うところにある重要性がある。分子模型の作成に関して、パーツとなるヌクレオチド部分の配列には規則性がない。そのため、ある生徒の塩基配列と隣の生徒とを比較するとまず一致することがないだろう。このことから、遺伝情報となる塩基配列は膨大な種類が存在していることを実感することができる。

#### 4-7 アルコール発酵

アルコール発酵をはじめとする嫌気呼吸は、現行の教育課程では「生物Ⅱ」の内容であるが、新教育課程では「生物基礎」の内容となり、生体内の化学反応である代謝を捉え、その機能を担う酵素などの性質を考察することが求められる。この目的に対して、酵母菌の行うアルコール発酵は、発生する二酸化炭素を定量的に測定できる点、温度や糖濃度、糖の種類などの条件を変えることも容易である点から、観察する現象として適当であると考えられる。また、材料として用いられるパン酵母は、ドライイーストとしてスーパーなどで入手でき、供給も容易である。

##### 4-7-1 方法

乾燥酵母を乳鉢に取り、よくすりつぶす。蒸留水を加えて酵母懸濁液をつくり、グルコース水溶液に加えてガラス棒で混ぜる。この混合液をキューネ管の目盛りいっぱいまで入れ、球部に綿で栓をする。キューネ管を、冷蔵庫、室温、温浴など何通りかの温度条件下におく。時間経過にともなう気体発生量を5分間隔で測定する。発生した気体が二酸化炭素であることを、KOH 水溶液を用いて確認する。

##### 4-7-2 実験課題

結果の記録、考察として生徒に課している課題は以下のとおりである。

- ・時間を横軸、気体発生量を縦軸にとったグラフ、温度を横軸、気体発生量を縦軸にとったグラフをかく。
- ・KOH 溶液を注いだときの変化から、発生した気体を確認する。
- ・アルコール発酵で生じる物質を確認するための手段を

述べる。

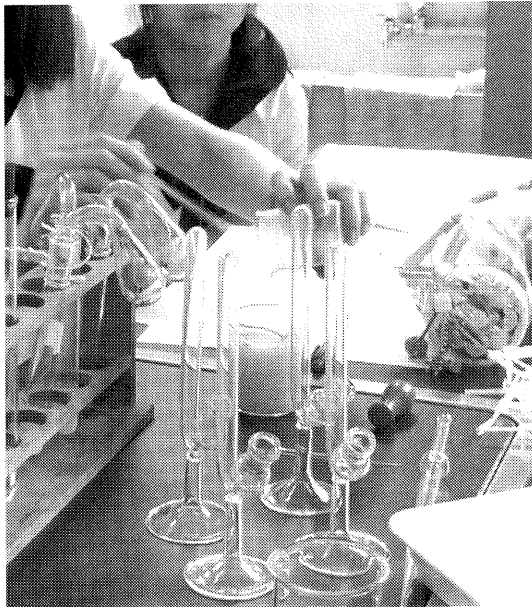
- ・温度による違いが生じた理由を考察する。
- ・実験時に消費されたグルコース量を、気体発生量から求める。
- ・アルコール発酵の他に発酵作用が利用されている例を挙げる。

その他、グルコース濃度を変えた場合の気体発生量の測定から基質濃度と酵素の反応速度について考察する、グルコース以外の糖、スクロースやラクトースなどを用いることにより呼吸基質になり得るものを考察するなど、ことが可能であろう。

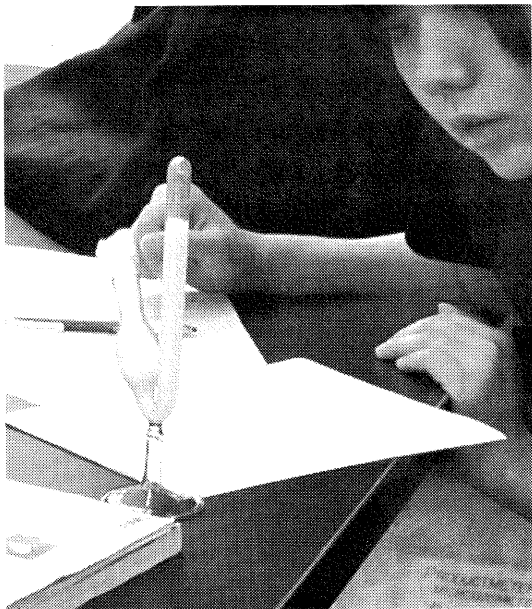
#### 4-7-3 実験への生徒の評価と感想

実験後の生徒の感想からは、気体の発生を目で見たことにより嫌気呼吸に対する理解が深まり、酵素の性質、発酵の応用例、代謝系の進化についても考えが進んだ様子が見えてくる。

- ・嫌気呼吸については、酸素をつかわない呼吸なんだろうな、くらいにしか考えていなかったが、好気呼吸と同じように酵素がはたらいているんだな、と思いました。
- ・パンをつくるときに、なぜあたたかいところに置いておく方が発酵が進むのかを理解できた。酵母はデンプンを基質にできないために、日本酒などではデンプンをグルコースに分解してから酵母によって発酵させているのが大変だと思った。そのまま発酵させるワインより、手の込んだものだった。
- ・今回の実験を通して、嫌気呼吸をしている生物が存在していることを実感し、少し驚きました。嫌気呼吸というと、地球の歴史の中ではるか昔に行われていて、現存している生物は何となく皆好気呼吸のような気がしていました。しかし、実際、私たちの食生活において（きっと他でも）活躍しているんだと思いました。



[実験の様子1]



[実験の様子2]

#### 4-8 体細胞分裂

体細胞分裂の学習は中学校で既習であり、分裂過程の理解は概ね良好である。しかしながら、模式図としての理解はよくできていても、実際の顕微鏡像を見て分裂過程のどの段階にあるかを述べることは難しい。また、分裂の盛んな細胞の特徴（多く見られる部位、細胞が小さいこと、細胞が未分化であること）なども観察によって捉えさせる目的で、体細胞分裂の観察を例年行っている。材料として用いるのはタマネギの種子で、入手しやすい時期が播種に適した秋であるので、授業の進度と調整する必要があるが、園芸店やスーパーで扱っており、入手は容易である。実験の数日前に湿らせたろ紙の上などに播き、発芽した種子を用いて実験に供する。

##### 4-8-1 方法

発根した種子の先端 3 cm くらいをカミソリで切り取って固定液に浸す（固定）。60℃に温めておいた 3.5% 塩酸に 1 分間浸す（解離）。水洗した後、根の先端部を 3 mm スライドガラス上で切り取り先端部を柄付き針でばらばらにほぐし、酢酸オルセイン溶液を滴下する（染色）。5 分後、カバーガラスをかけ、カバーガラスの上ろ紙をのせてその上から親指で強く一気に押しつぶす（押しつぶし）。

##### 4-8-2 実験課題

実験レポートの課題は、以下の通りである。

- ・光学顕微鏡の倍率 600 倍で観察、スケッチする。
- ・核分裂各期（間期、前期、中期、後期、終期）の細胞を探し、視野全体の細胞数に対して、各時期にある細胞数の割合がその程度かを調べる。その割合から、各時期に要する時間を推定する。
- ・実験操作（固定、解離、染色、押しつぶし）の意義を述べる。

##### 4-8-3 実験への生徒の評価と感想

中学校で既に同じ実験に取り組んだことのある生徒もいる一方、染色、押しつぶし、観察を各自が行うのは初めてという生徒も多く、実験時には「この状態でいいのか」という質問が多くあがる。根の先端で分裂像を得るのに必要な部位はどこか、押しつぶし操作の意義から、どの程度押しつぶすべきかを考える、といったことが必要で、それをふまえて 50 分の授業内で核分裂のすべての時期の像を観察することはなかなか難しい。また、分裂像の多く見られる部位は限られており、試料の状態、用いる部位の適切さが実験の成功を左右する。しかしながら、実際に各自が実験操作を行うことで、各操作の意義を確認することができ、間期の細胞の多さから分裂にかかる時間の短さを実感することができる。以下に生徒の感想をあげる。

- ・今までずっと細胞分裂について、図や説明、写真で見ただけだったので、今回大量の細胞の中から数少ない前期、中期、後期、終期の細胞を探してスケッチしてみてもすごくおもしろかった。植物の中のこんな小さな部分が変化して成長していくのはおもしろいと思った。
- ・この実験から間期の細胞がとて多く観察することができ、中期～後期の細胞がとて少ないことがわかった。他の植物や動物の細胞でも同様のことをやってみたい。
- ・個人的には間期の時が面白いなと思った。見た目は他より代わりばえはしないけれど、その裏では…と考えると、何だか奥深い。



## 5 地学基礎の基本実験

### 5-1 はじめに

理科では平成 24 年度から先行実施される高等学校学習指導要領において、必修科目を、「科学と人間生活」、「物理基礎」、「化学基礎」、「生物基礎」、「地学基礎」のうち「科学と人間生活」を含む 2 科目、又は、「物理基礎」、「化学基礎」、「生物基礎」、「地学基礎」のうちから 3 科目としている。そのため、従来に比べると「地学基礎」の履修率が上がることが予想される。

しかし、平成 22 年度用の教科書需要数は「地学 I」は 90,512 部であり、「物理 I」の 353,374 部、「化学 I」の 681,034 部、「生物 I」の 802,182 部に大きく及ばない。このことは、現在、「地学 I」を設定していなかったり、地学を専門とする教員がいなかったりする高等学校が多いことを示している。

そこで、本研究では、地学を専門としない教員でも、取り組みやすい 10 テーマの観察・実験を設定し、その実験方法や評価などについて研究を進めた。

### 5-2 基本実験 10 の選定

現行の教科書に載っていたり、従来から行われたりしている観察・実験の中から、平成 24 年 4 月から先行実施される「地学基礎」の内容に対応する以下の 10 個の観察・実験を選定した。ただし、地学の特徴から、他の 3 科目と比べて観察や実習が多くなっている。

- |             |             |
|-------------|-------------|
| ① 太陽の観察・測定  | ② 地球の大きさの検証 |
| ③ 日本列島の震源分布 | ④ 火山灰中の鉱物観察 |
| ⑤ 地層の野外観察   | ⑥ 地層形成の実験   |
| ⑦ 気象衛星画像の解析 | ⑧ 海流と海面温度分布 |
| ⑨ 環境調査      | ⑩ 都市の気象     |

なお、埼玉県高等学校理化研究会地学研究委員会から、2010 年 4 月に『埼玉から地学 地球惑星科学実習帳』が出版されており、現在では Web 上で公開されている。このような教材は、各都道府県で作成されていることが多いので、参考にしてほしい。

<http://saitamachigaku.jp/2010jisshu-top2.html>

### 5-3 基本実験 10 の内容

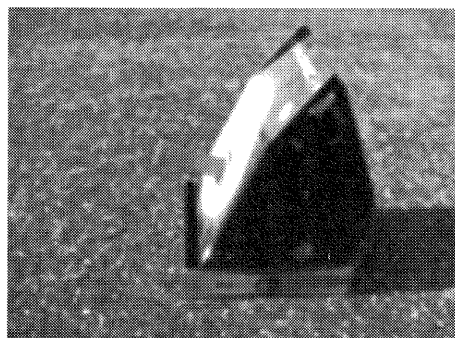
#### 5-3-1 太陽の観察・測定

太陽は昼間に観察することができる天体の 1 つであるため、是非とも生徒に観察させたい。

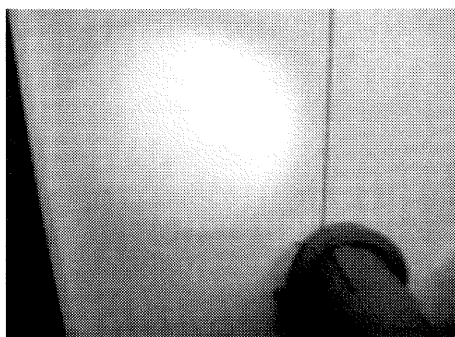
天体望遠鏡を使って太陽表面を観測できれば、それが望ましい。しかし、望遠鏡で太陽を直接見てしまうと、失明の危険性があるため、太陽投影板に映して観察しな

ければならない。望遠鏡操作に慣れていない教員が生徒に安全に観察させることは難しい。

教材屋で市販されているソーラースコープ社製のソーラースコープという組立式の太陽観察器を用いることで、安全に、かつ手軽に太陽の黒点を観察することができる。1 台 12,600 円であるため、すぐに複数台をそろえることは難しいかもしれないが、1 台で 2～3 名が同時に観察できるので、1 台でも、交代しながら観察すれば、40 人が 10 分程度で観察することができる。

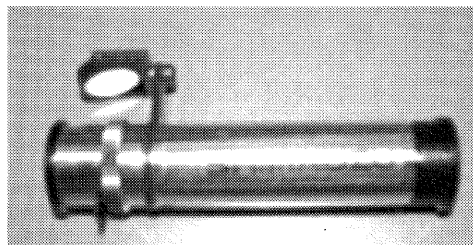


〔ソーラースコープ〕



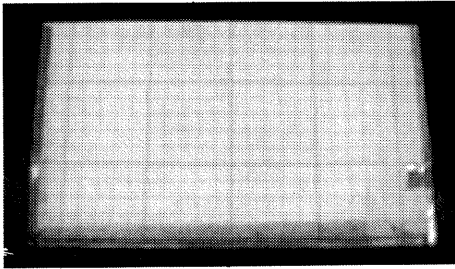
〔太陽像〕

また、太陽のスペクトルの観察には、もし、直視分光器が校内にあれば、それを用いればよいし、CD を用いた簡易分光器や、回折格子シートを用いた簡易分光器を作成して観察することもできる。



〔直視分光器〕

簡易分光器については、組立式のキットとしても販売されているし、工作用紙や牛乳パックを用いた簡易分光器については、さまざまな実験書やホームページ上に作り方が紹介されているので、参考にするとよい。



[回折格子シートを用いた簡易分光器]

[準備]

分光器

[方法]

- ① 分光器で空をながめてみる。ただし、決して、直接、太陽をのぞいてはいけない。このとき観察されるのが太陽のスペクトルである。
- ② 分光器で蛍光灯や電灯をながめてみて、太陽のスペクトルとの違いを確かめる。

## 5-3-2 地球の大きさの検証

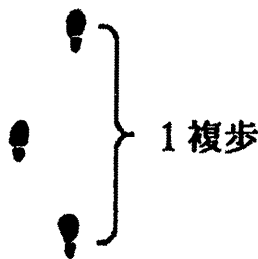
地球の大きさは、地球を完全な球として仮定して、エラトステネスの方法により求めることができる。

[準備]

巻き尺、GPS、関数電卓

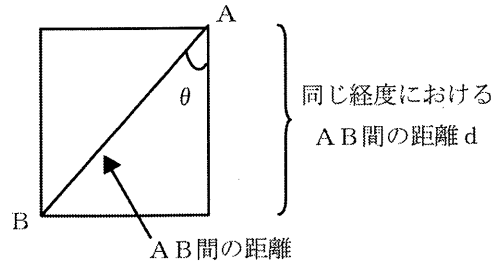
[方法]

- ① なるべく南北方向に離れている2地点A、Bを選ぶ。
- ② GPSを使って、それぞれ2地点A、Bの緯度・経度を測定する。
- ③ 各自10mが、何複歩（1複歩は、右足から歩き始めた場合、右足から左足、そして、左足から右足までの距離のことをいう）に相当するかを調べ、その結果を用いて、2地点A、B間の距離を歩測により求める。



[1 複歩]

- ④ ②、③により求めたA、B間の緯度差と、A B間の距離とから、地球の全周の長さを求める。ただし、2地点A、Bの経度が等しくないときには、下図のように、2地点間の距離と  $\cos \theta$  との積をA B間の緯度差とする。なお、角度の単位は、 $1^\circ = 60'$ （分）、 $1' = 60''$ （秒）である。



[地点A、Bの関係]

- ⑤ ④により求めた地球の全周から、半径を求める。

[実習例]

データは、以下の表の通り。

| 地点 | 緯 度            | 経 度             | A B間の距離 | $\theta$ |
|----|----------------|-----------------|---------|----------|
| A  | N35° 37' 53.2" | E139° 40' 56.8" | 100 m   | 50°      |
| B  | N35° 37' 51.1" | E139° 40' 53.2" |         |          |

緯度差は2.1"で、同じ経度におけるA B間の距離dは、 $100 \text{ m} \times \cos 50^\circ \div 64.3 \text{ m}$ である。

したがって、地球の全周をLとすると、

$$64.3 [\text{m}] : 2.1'' = L [\text{m}] : 360^\circ \times 60 \times 60$$

$$\therefore L = \frac{64.3 \times 360 \times 60 \times 60}{2.1}$$

$$\div 39682286 [\text{m}]$$

よって、地球の全周Lは、39682 [km]となる。

地球の半径をRとすると、全周  $L = 2\pi R$  より、

$$39682 = 2\pi R \quad \therefore R = \frac{39682}{2 \times 3.14} \div 6319 [\text{km}]$$

と求められる。実際の地球の半径は約6400 kmであるから、ほぼ等しいことがわかる。

## 5-3-3 日本列島の震源分布

日本列島で見られる震源の深い地震は、和達-ベニオフ帯とよばれる深発地震面で起こっている。その様子を初期微動継続時間（P-S時間）から震源距離を求める大森公式を使って、震央と震源の深さを求める作図により確かめることができる。

[準備]

コンパス、電卓

[方法]

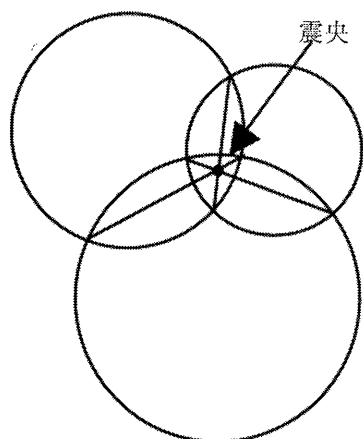
- ① 3地点の地震の記録から、初期微動継続時間を求め、大森公式を用いて震源距離をそれぞれ計算する。
- ② 地震が観測された地点周辺の白地図上に、各観測点

を中心に震源距離を半径として、コンパスで円を描く。

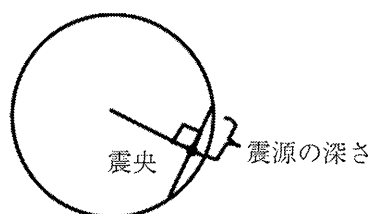
- ③ 3 個の円が切り合う点を結んだ直線の交点が震央である。1つの観測点から震央に直線を引き、その直線と直交する直線进行。その直線と円との交点と、震央までの長さが震源の深さとなる。

- ④ これらの作業を、最低 3 つの地震について行う。

- ⑤ その地域の断面図を作成し、そこに 3 つの地震の震源の深さを記入する。



[震央の求め方]



[震源の深さの求め方]

#### [実習例]

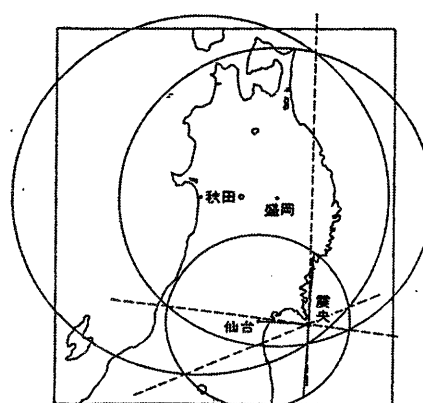
東北地方の地震のデータ例は、以下の表の通り（『地学』〔東京書籍〕より）。

|    | 地震 | 初期微動継続時間 [秒] |
|----|----|--------------|
| 仙台 | A  | 15.5         |
|    | B  | 25.9         |
|    | C  | 33.5         |
| 盛岡 | A  | 26.4         |
|    | B  | 39.6         |
|    | C  | 33.5         |
| 秋田 | A  | 32.1         |
|    | B  | 47.0         |
|    | C  | 28.9         |

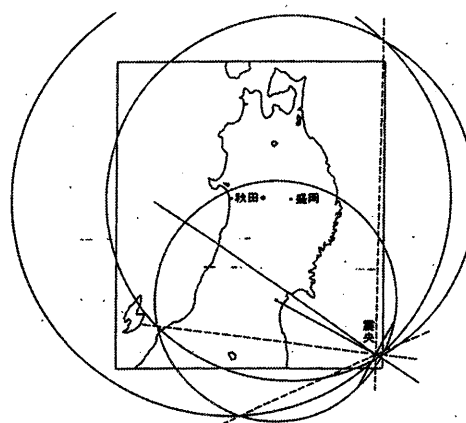
それぞれの観測点からの震源距離は次のようになる。

|    | 地震 | 初期微動継続時間 [秒] | 震源距離 [km] |
|----|----|--------------|-----------|
| 仙台 | A  | 15.5         | 116       |
|    | B  | 25.9         | 194       |
|    | C  | 33.5         | 251       |
| 盛岡 | A  | 26.4         | 198       |
|    | B  | 39.6         | 297       |
|    | C  | 33.5         | 251       |
| 秋田 | A  | 32.1         | 241       |
|    | B  | 47.0         | 352       |
|    | C  | 28.9         | 217       |

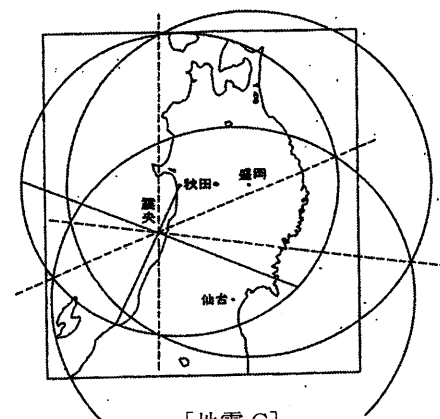
地震 A、B、C の震央を求めると、次のようになる。



[地震 A]

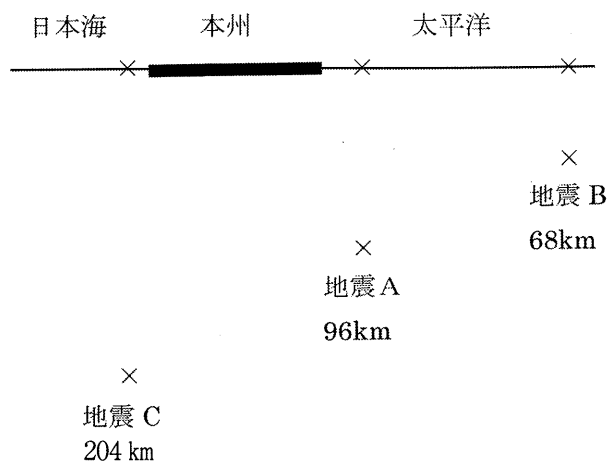


[地震 B]



[地震 C]

作図から、震源の深さを求め、東北地方の断面図に記入すると、次のようになる。



[3つの地震の震源の分布]

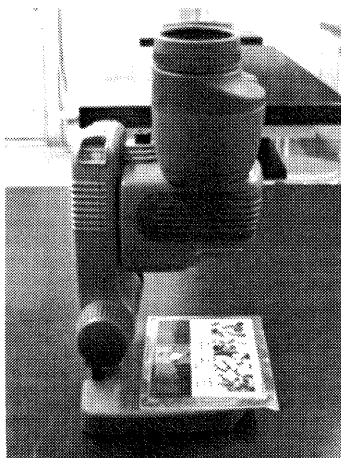
上図のように、東北地方では震源の深さが、太平洋側で浅く、日本海側で深くなっている。

#### 5-3-4 火山灰中の鉱物観察

火山灰中の鉱物を観察することで、火山灰が火山の噴火によって、マグマが姿を変えたことを実感できる。火山灰の観察のためには、わんがけ法により、火山灰を水で洗い、粘土分を取り除く必要がある。

わんがけ法は通常、次のような手順で行う。

- ① 蒸発皿に約 20 g の火山灰を取る。
- ② 火山灰全体が湿るほどの水を入れて、指先でこねるようにして洗う。
- ③ 蒸発皿に水を多めに加えて、少し静置してから、濁り水を捨てる。その際に、底に沈んでいる鉱物を流さないように注意する。
- ④ 水が濁らなくなるまで、②と③の作業を繰り返す。
- ⑤ 上澄みを捨て、蒸発皿に残った鉱物を乾燥させる。時間がないときには、電子レンジで乾燥させてもよい。



[双眼実体顕微鏡]

このようにして、得られた鉱物を双眼実体顕微鏡で観察する。もし、双眼実体顕微鏡がなければ、ルーペでもよい。

観察した鉱物を鑑定するには、『新版 火山灰分析の手びき』〔地学団体研究会〕などを参考にするとよい。

鉱物の鑑定を生徒に指導することや、火山灰の入手が困難な場合には、教材屋で市販されている「火山灰プレパラート」を用いることで、手軽に観察することができる。観察される鉱物の写真と比較しながら、鉱物の名前を調べることができる。6枚のプレパラートと 20 g のサンプルが入って 12,600 円である。



[火山灰プレパラート]

また、地域によっては、泥岩中に有孔虫が入っていることがある。そのような場合、双眼実体顕微鏡による有孔虫の観察も、効果的である。

#### 5-3-5 地層の野外観察

地層の野外観察は、学校の周辺に適切な露頭があったり、地層観察の指導に慣れた教員がいたりしないと、実施が困難であるのが現状であろう。

ただ、もし、生徒に対して「地層観察の指導が困難であることが野外観察実施の障壁になっているのであれば、観察項目を絞って、生徒に観察させるとよいであろう。例えば、堆積岩地域であれば、それぞれの地層の粒径と色に着目して生徒に観察させ、柱状図を書かせるだけでも意味があるし、クリノメーターを使って、走向・傾斜を測定させれば、地層の断面図を作成させることができ、地層の積み重なり方や広がりを実感させることができる。

また、地層の観察にどこに行けばよいかわからない場合は、『神奈川県地学のガイド』〔コロナ社〕や日曜の地学シリーズの『神奈川の自然をたずねて』〔築地書館〕などの地域地質の案内書や、『城ヶ島たんけんマップー深海から生まれた城ヶ島ー』〔日本地質学会〕などの案内書を活用するとよい。もちろん、地学を専門とする教員、大学、地域地質の研究グループなどに相談することもよいであろう。



本校では、1年生全員を対象に、神奈川県の城ヶ島で、日帰りで野外実習を実施している。野外で自らの力で地層を調べ、自然を理解する能力の育成をはかることを目指している。文字通り「百聞は一見に如かず」で、教室内で学習するだけでは理解しにくいことを、実際に観察して理解してもらう目的もある。生徒にとって、教室では実感がわからないことでも、現地で直接見れば、一目瞭然であることが多い。特に、細粒の火山灰の断面が火災のように見える火災構造を直接見ると、生徒は歓声をあげるほど、その模様に驚き、感動する。

城ヶ島では、原則として4人のグループで作業を行う。まず、調査ルートを決め、その範囲の地形断面図を描き、調査ルートに見られる地層を観察・記録していく。実習後に、ひとりひとりがこれらのデータから地質断面図を作成していく。



〔野外実習の様子（城ヶ島）〕

さらに、観察した地層がどのようにできたのか、その生い立ち（地史）を考察し、その内容をレポートにまとめて提出させている。

生徒は、事前・事後学習の内容を基に、地層の生い立ちを考察するわけであるが、同じ地層を観察していても考え方は何通りもあり、必ずしも正解が一つとは限らない。つまり、矛盾さえなければ、どのようにでも解釈できる。そのため、正解が一つでないことに不安を感じる生徒もいるが、自由に発想することができるので、喜んで考察に取り組む生徒も多い。

野外実習のレポートに書かれた生徒の感想は次のようなものである。

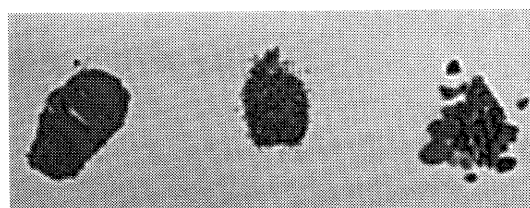
- ・実際に現地に行ってみると、授業でならった構造が見つかり、「あ、これか！」と驚くことがたくさんあっておもしろかった。
- ・今回このレポートを作成するにあたり、実習の際に観

察したひとつひとつの地層を前後の地層と比較して、その間に何が起こったのかを考察していきました。そのためには本当に様々な地学の知識と、自分たちが実際に観察したデータ・事実がともに不可欠です。そして、それらを総合して考えると、調査した土地の非常に長い歴史が予想できるなんて、理論的にはあたり前ですが感動しました。

- ・一見ただのしま模様の地層であっても、その中には様々な種類の粒による地層が形成され、その地層の地史が推定できることに感動した。
- ・野外実習を通して、一番楽しかったことは火災構造やスランプ構造などを実際に自分の目で見たことだ。写真で見たときから凄いと思っていたが実際に見ると、本当にこんな不思議な構造が存在するのかと神妙な気分になった。でき方の理屈がわかっていても不思議に感じるところがまた面白い。やっぱり理科は現象などを実際に自分の目で確かめるところに面白さがあると改めて思った。

### 5-3-6 地層形成の実験

地層を形成する材料である砂や泥の粒径を実感させることも大切である。砂場の砂を2mmと $\frac{1}{16}$ mmのふりいでふるえば、礫、砂、泥の粒子をふるいわけることができる。それぞれの粒子の粒径を実感することができる。もちろん、さらに1mm、 $\frac{1}{2}$ mm、 $\frac{1}{4}$ mm、 $\frac{1}{8}$ mmのふりいでふるえば、極粗粒砂、粗粒砂、中粒砂、細粒砂、極細粒砂と、より細かく粒径の違いを実感することができるであろう。



〔粒径の違い（左から、シルト、中粒砂、レキ）〕

このようにしてふるった砂や泥を、水を入れたアクリル管の上端から入れてみると、密度の違いから、下に大きな粒子が、上に細かな粒子が積み重なる級化成層を示して堆積する。

もっと手軽に行うには、ペットボトルに水を入れ、砂や泥を入れる。ペットボトルを攪拌し、砂や泥を混ぜてから、ペットボトルを静置すると、粒径の大きい砂は即座に堆積し、徐々に泥がその上に時間をかけて堆積していく級化成層を見ることができる。これは、乱泥流（混濁流）により、級化成層が生じることのモデル実験にもなる。



[ペットボトルによる級化成層のモデル実験  
(左：攪拌直後の様子、右：しばらく静置した様子)]

この他、水槽に砂や泥を入れて水を満たし、水槽を左右に振動させると、ウェーブリップルを作ることができる。

### 5-3-7 気象衛星画像の解析

気象衛星画像は気象衛星ひまわりの画像として、テレビや新聞などで、なじみ深い存在となっている。その解析を取り上げることは、生徒にとって興味深いものとなるであろう。

気象画像については、気象庁のホームページをはじめ、インターネットを利用して入手することができる。可視画像と赤外画像とがあるが、可視画像では太陽からの可視光の反射を示すため、厚い雲ほど白く写る。赤外画像では温度の低い高いところにある雲ほど白く写る。両社の写り方の違いを比べることで、雲の種類などを判別することができる。例えば、可視画像でも、赤外画像でもはっきりした輪郭で白く写るのは積乱雲であるし、可視画像ではまだらな感じで白く、赤外画像ではまだらな感じで灰色に写るのは乱層雲である。

気象衛星画像の解析に慣れていない場合は、新聞に載っている気象衛星画像の付いた天気図を利用することもよい。若干、印刷が不鮮明であるが、簡単に入手することができる。特に、低気圧にともなう雲の形と前線との関係は、天気図と重ね合わせてあるため、わかりやすいであろう。その他、天気図上に見られる高気圧の位置に、気象衛星画像で雲が見られるかどうかを調べてみるのもよいであろう。

### 5-3-8 海流と海面温度分布

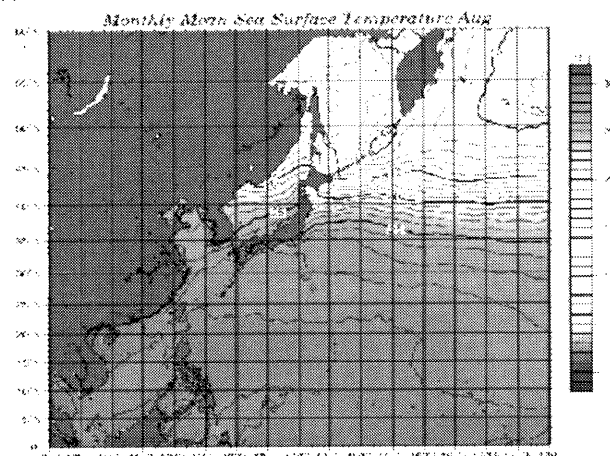
海面水温は一般的に低緯度で高く、高緯度で低くなっており、等水温の場所をつなぐと、ほぼ東西に帯状に分布している。しかし、実際には海流や地形、季節により

複雑な分布を示している。

海水温と海流のデータは気象庁のホームページから入手することができる。

気象庁のホームページの海面水温の項目には [http://www.data.kishou.go.jp/db/kaikyo/knowledge/sst.html]、北西太平洋の海面水温分布の、以下の例が取り上げられている。

図のように、8月の月平均海面水温図を見ると、太平洋側と日本海側の海水温を比べると、太平洋側の水温の方が低くなっている。この資料を示して、その理由を生徒に考えさせると、太平洋と日本海の海流の違い、つまり、太平洋側は寒流の親潮の影響を受けていることに気付かせることができるであろう。



[北大西洋月平均海面水温図 (8月)]

### 5-3-9 環境調査

地学基礎では、地球環境を取り扱うことになっている。より身近な環境調査としては、大気汚染調査、水質調査などがあるであろう。これらの調査には、市販されている調査キットを用いることで手軽に実施できる。

大気汚染調査では、 $\text{NO}_2$ 濃度を測定するのが方法の1つである。 $\text{NO}_2$ により赤く呈色するザルツマン試薬で発色させ、比色表と比べて測定する。20回分のキットで4,250円である。

水質調査では、酸性雨の調査、河川水の調査などがある。酸性雨の調査では、雨水を容器にためてpH試験紙でpHを測定することもできるし、市販のキットを用いると、5回分で1,300円である。

また、河川水の調査では、水温、COD(化学的酸素要求量)などの値、pH、透明度などを測定する。COD、アンモニウム、亜硝酸、硝酸、リン酸の5項目を2回測定するキットは2,200円である。pHについてはpH試験紙で測定する。透明度はアクリル管に河川水を入れ、ひ

もをつけたおもりが見えなくなった長さを測定する。

このような環境調査は、毎年実施して、データを蓄積していくことで、環境変化の様子を把握することができる。

さらに、調査キットなどを使わず、手軽に取り組むことができるものとして、学校の屋上からどのくらいの距離まで見ることができるかという視程を調べるのもよいであろう。調査した視程と天気、風向、湿度などの気象条件とどのような関係にあるかを考察させる。

#### 5-3-10 都市の気象

都市の気象現象として顕著なのが、ヒートアイランド現象である。ヒートアイランド現象の原因は、都市の道路舗装やコンクリート建造物の増加による熱の蓄積、自動車やクーラーによる排熱の増加、高層ビルによる風の通り道の遮断などである。

生徒には、次のようなことを行わせるとよいであろう。インターネットなどの気温のデータから、ヒートアイランドを示す図を作成、または、探させる。そして、ヒートアイランドの原因がどのようなものであるかを考察させる。関連して、都市の冬日と熱帯夜の日数の経年変化を調べさせるとよい。

#### 5-4 基本実験 10 の評価

どのような形で評価を行うかは、実験の内容により異なってくるが、その一例を示す。

##### 5-4-1 ワークシートによる評価

- ① 太陽の観察・測定（太陽のスペクトルの観察）
  - ② 地球の大きさの検証 ③ 日本列島の震源分布
- については、作成したワークシートを提出させて、その達成度で評価することができる。ワークシートの作り方を変えることで、学校の状況や配当時間に応じて、実施することが可能であろう。

##### 5-4-2 レポートによる評価

- ④ 火山灰中の鉱物観察 ⑤ 地層の野外観察
- については、レポートを提出させて、その達成度で評価することができる。

火山灰中の鉱物観察では、観察した鉱物の同定結果について書かせればよい。

地層の野外観察については、学校の状況や配当時間に応じて、さまざまな書かせ方が可能であろう。観察した地層の柱状図を書かせるだけでもよいし、地層の断面図を書かせてもよい。

##### 5-4-3 観察・実験の技能の評価

- ① 太陽の観察・測定（太陽表面を観測）

#### ⑥ 地層形成の実験

については、正しく実験操作ができ、実験目的が達成できたかどうかを自己評価させる。事後のまとめとして、感想や反省を書かせるとよい。

#### 5-4-4 発表による評価

- ⑦ 気象衛星画像の解析 ⑧ 海流と海面温度分布
- ⑨ 環境調査 ⑩ 都市の気象

については、グループまたは個人で、報告書をまとめさせ、その内容を報告会で発表させ、相互評価させる。

#### 5-5 まとめ

幸い、本校では地学担当の教員が2名いるが、多くの学校では1名である。そのため、日常的に地学のことに、校内でやり取りをすることもままならない。

そんな中で、全国の地学教育関係者が教材をはじめ、情報交換する地学教育フォーラムが設立されている〔ホームページの URL は [http://www.i-mate.ne.jp/chigaku\\_forum/index.html](http://www.i-mate.ne.jp/chigaku_forum/index.html)〕。主に、メーリングリストによって交流が深められている。この他にも、地域単位での地学教員の集まりなどもある。

このような場での情報交換、交流を通して、地学を専門としない教員でも、観察・実験を取り入れた「地学基礎」の授業が円滑に進められるようになることを願ってやまない。そして、くれぐれも、学校に専門の教員がないから、「地学基礎」を開講しないということがないことを祈りたい。

#### 6 おわりに

新学習指導要領で、基礎を付した科目は今まで以上に観察・実験を重視するとともに、探究的な活動の推進を図ることになっている。しかし、大学受験等を意識して、知識理解のみに重点を置いて指導してしまったとしたら、生徒が実験・観察を行う機会を奪ってしまうことになる。しかも、単に、暗記や問題練習のみを行うだけでは、問題のための問題を解くことができるようになったとしても、科学的に探究する能力や態度は育たないし、科学的な自然観を育成することはできないであろう。

本校では、従来から観察・実験を重視し、そのまとめとして生徒にレポートや課題に取り組ませている。こういったレポートや課題は生徒にとっては苦しく、大変である。あれこれ考え、試行錯誤することが、目先の学力ではない本物の実力を養うことにつながっていると言える。現代社会に必要な能力・態度は、暗記した知識や与えられた問題を解くことではなく、自ら課題を見つけ、

その問題を解決していくことである。その養成のために、観察・実験はとても有効である。

また、準備が大変であるとか、やり方が分からないからといって、教員が授業の中で観察・実験を行うことを避けてしまつては、やはり生徒にとってはマイナスである。授業で行うべき観察・実験は、本来、教員養成をしていく中で、自ら観察・実験を行うとともに、生徒に対して指導ができるようにすべきである。もちろん、教員になった後も、観察・実験の指導技術が向上するような研修の機会一場所も時間も一が増えることも必要であろう。

今回紹介した基本実験10では、それぞれ比較的实践しやすい内容のものを選んでいる。是非とも、そのうちのいくつかでもよいので、実践していただければ、幸いである。同時に、このような観察・実験もあると、意見交換していくことも必要であろう。

なお、本校理科では、それぞれ現職教員研修講座を実施している。平成22年度は以下のような内容で実施した。

〔物理〕 夏期特別実験講座物理 体験講習会

本校物理科で毎年実施している3年物理選択者象者の夏期特別実験講座に参加・体験を行う。

〔化学〕 夏期特別実験講座化学 体験講習会

本校化学科で毎年実施している3年化学選択者対象者の夏期特別実験講座に参加・体験を行う。

〔生物〕 国立科学博物館・科学関係研究施設見学実習

本校で1年生全員を対象に、1年間の理科学習のまとめとして実施している国立科学博物館の見学と東京近辺の大学や研究施設の見学実習に参加・見学を行う。

〔地学〕 地学科公開研究会 野外観察講座

本校で1年生全員を対象に、神奈川県三浦半島の先端にある城ヶ島で地層観察を行う野外実習に参加・見学を行う。

さらに、公開研究大会や学校訪問などを通して、授業公開を行っている。

これらの講座や授業公開は今後も毎年実施するので、本校の教育活動を直接見て頂き、授業実践に生かしていただければと思う。

最後に、本研究の実施にあたり、本校元校長の東京学芸大学 吉野正巳教授、現校長の東京学芸大学 新田英雄教授には、実践研究にあたって大変お世話になった。ここに記して謝意を表する。

## 7 本校の使用教科書・副教材

- ・教科書 高等学校理科総合B（東京書籍）
- ・教科書 高等学校物理Ⅰ（東京書籍）
- ・教科書 高等学校物理Ⅱ（東京書籍）
- ・教科書 高等学校化学Ⅰ新訂版（実教出版）
- ・教科書 高等学校化学Ⅱ新訂版（実教出版）
- ・教科書 高等学校生物Ⅰ（三省堂）
- ・教科書 高等学校生物Ⅱ（三省堂）
- ・教科書 高等学校地学Ⅰ（啓林館）
- ・教科書 高等学校地学Ⅱ（啓林館）
- ・サイエンスビュー化学総合資料（実教出版）
- ・スクエア最新図説化学
- ・最新図説生物（第一学習社）
- ・生物図表（浜島書店）
- ・ニューステージ地学図表（浜島書店）

## 8 参考文献

- ・高等学校学習指導要領 文部科学省（平成21年）
- ・高等学校学習指導要領解説 理科編 文部科学省（平成21年）