

研 究 紀 要

第 4 号

平成 4 年 3 月

北海道立理科教育センター

発刊に当たって

今日、急激な社会の変化と発展に伴い、学校教育においては、時代の動きに自ら対応できる心豊かな人間の育成を目指すとともに、教育内容についても一層の多様化、弾力化を図ることが求められております。

当理科教育センターでは、このことを踏まえ、新しい学校教育に即応した、理科教育に関する基礎的及び先導的な分野の開発を組織的、計画的に行い、その成果を取りまとめ、広く提供するすることにより、各学校の要請にこたえていかねばならないと考えております。

環境教育、問題解決学習、パソコンの各プロジェクトをはじめ、それぞれの分野ごとに、継続的な研究を続けており、その成果は、既に講座テキスト、指導資料などとして各学校において活用していただいておりますが、更に補完的な資料として、また、長期研修の成果の概要も含め、研究紀要第4号を発刊することとなりました。

各学校におかれましては、本研究紀要を、校内研修をはじめ、様々な機会に御活用いただき、本道理科教育の充実、発展のために役立てていただければ幸いです。

平成4年3月

北海道立理科教育センター所長

梅 川 三代治

目 次

発刊に当たって

北海道立理科教育センター所長 梅川 三代治

《環境教育プロジェクト》

中山濕原調查報告

中山峠付近の湿原の地学的考察	高橋 文明	1
中山湿原の地表性昆虫類について	青山 慎一	2
プラスチックの熱分解と再利用(1) ーポリエチレンの熱分解についてー	中村 隆信	6

《問題解決学習プロジェクト》

小学校における問題解決能力を育成する理科教育	作原 逸郎	那賀島彰一	12
	乳井 幸教	中里 勝平	
	永田 敏夫		

《分野別研究》

気体の性質（ボイルの法則）の検証実験 —注射筒とおもりを用いて—	檀棒 光一	15
静電気の教材としての工夫について	中里 勝平	19
流水観光砕氷船に乗って	永田 敏夫	23
北海道産天然ゼオライトとその利用	那賀島彰一	25
台風19号（1991年）の教材化	高橋 文明 森 裕	27

《長期研修報告》

平成2年度 長期研修の概要	33
「水中の微小生物」の教材化	34
「物の運動」における教材の工夫	36
小学校における「加熱前後の金属の変化」素材検討	40
「第6学年身近な地表の石の観察から大地のつくりへ」の教材化の検討	42
「エネルギーの移り変わり」に関する実験の工夫 ーセンサーとパソコンを利用した装置の工夫ー	44
「天気とその変化」に関する身近な素材の教材化 ー低気圧と冬の天気の教材化ー	46
「身近なものから電流を取り出す」学習のための素材検討と実験方法の工夫	48
顕微鏡観察の素材と方法の検討 ー身近な素材を用いた生物の観察ー	50
「新学習指導要領」の内容を取り入れた、ヒメダカの教材化の工夫	54
「光と音」に関する実験の工夫と教材化	56

北海道立理科教育センター

《環境教育プロジェクト》 ー中山湿原調査報告

中山峠付近の湿原の地学的考察

高橋文明

1 中山峠付近の湿原の位置

札幌市と胆振管内喜茂別町を分ける中山峠の北約1.5kmの高原にこれらの湿原がある。

湿原と考えられる部分は、海拔約850m になり、10カ所程度に分かれて散在することが航空写真により分かる。この写真から推定したところ、総面積は約85000 m²になる。

以下、これらの湿原を「中山湿原」と呼ぶ。

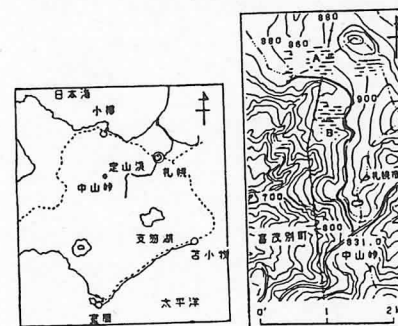


図1 湿原の位置と湿原の付近の地形図

2 湿原A東側の地質について

散在する湿原全体を観察することはできなかったが、湿原Aについては3回にわたって若干の地質観察を行うことができた。

濕原A(図1)の東縁は火山灰が風化して粘土化したものからなり(図2)、水の流れによって運ばれて二次的に堆積したものであることが分かる。所々に含まれる長径約10cm前後の安山岩質の礫も角が取れていて(図3)、やはり運ばれたことを示している。

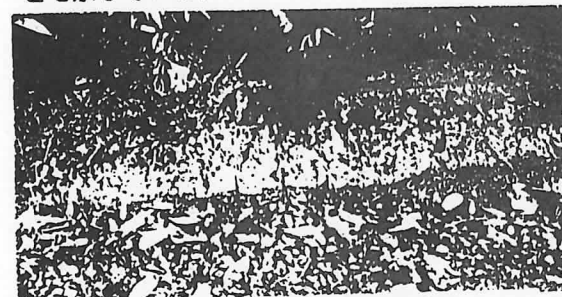


図2 湿原A東縁の堆積の様子



図3 堆積層中に含まれていた礫

付近に大量に水を流す様な沢は見あたらないが、
 湿原Aそのものが山と山の鞍部に位置し、U字状
 のゆるやかな沢になっている。

湿原Aの北縁の送電線鉄塔下で泥炭たい積物の断面を観察すると、露出している部分だけでも、高さが約2mあり、かなり厚く堆積しているものと思われる。この湿原の中央部は、火山碎屑物からなる周囲の土地よりもやや盛り上がっている。

中山峠一帯は、主として新第三紀のグリーンタフ活動によって出来た土地であり、溶岩や火山灰から成る。中山湿原の基盤はこの様な火山噴出物が風化して粘土化したもので、不透水層となっているのであろう。

3 中山湿原が発達する場所の気象条件

散在するどの湿原も、北から西の方向に傾斜しているため、日本海側から湿った北西の風が吹くときには雲が発生し易い地理的条件になっている。この辺にもこれらの湿原が発達した理由があるようだ。3回の観察のうち、2回はこの様にして発生したと考えられる雲に包まれ（昼食時）、現地で雨として感知した。

また、冬季にはかなりの積雪が見られるところであり、当然、多量の融雪水が湿原となっている沢に入り込むだろう。

(たかはし ふみあき 地学研究室研究員)

中山湿原の地表性昆虫類について

青山 慎一

はじめに

1989年、中山湿原で発見されたヒメギス
の一種は、平地に生息するイブキヒメギス (*M-etrioptera japonica*) に最も近いものであつたが、後肢の形態や鳴き声に明かな違いが発見され、注目された。

このことは、中山湿原に古くから生息していた小動物が「隔離による種分化」を起こしている可能性を示唆するものであつた。

そこで、他に傍証となる事実の有無を探るべく湿原及びその周辺の昆虫類と土壌動物の調査を行った。本稿では、それらのうち、中山湿原の生物相を比較的よく表している地表性昆虫類について報告する。

I 調査地の概要

中山湿原は、中山峠からおよそ3kmほど離れた標高800～850mの位置に点在する大小18個ほどの小湿地から成る。

本調査は、そのうち最も大きい仮称第1湿原と、2番目に大きい仮称第2湿原とで行った。

純湿地の面積は、それぞれ50ha、40haであるが湿地と非湿地との境目は判然としていない。なお、これらの湿原の地質や植生については、本誌に別稿で述べられているので参照されたい。



図1 第1湿原の概観

II 調査の期間及び調査回数

調査は1990年、1991年の2年間行い、1990年は6月13日、8月1日、10月8日の3回。1991年は6月11日、8月11日、9月1日、10月5日の4回。合計7回である。

III 調査の方法

黒砂糖と酢酸を主成分とするベイトトラップによる誘引法を用いた。トラップ数は1990年は第1湿原、第2湿原ともそれぞれ30個、1991年は第1湿原に60個を、第2湿原に80個を設置した。

回収した昆虫類は、水洗いしたのち形を整えて乾燥し、種ごとに個体数を記録した。

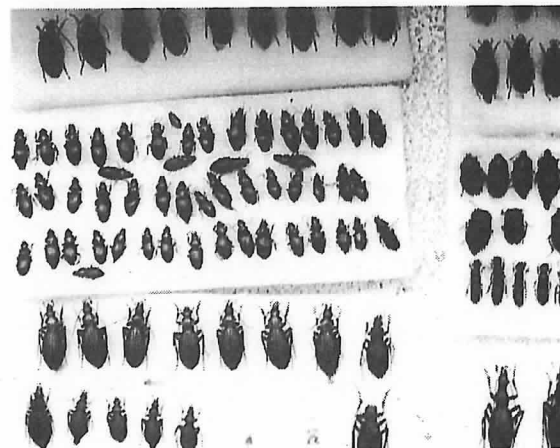


図2 採集した標本の一部

IV 調査の結果

1 中山湿原で得られた地表性昆虫類

本調査で得られた地表性昆虫類の種類とそれぞれの個体数は表1のとおりである。

なお、トラップに誘引されたアリ類やクモ類及び偶然紛れ込んだと思われるハムシ、ゾウムシなどの樹上性昆虫類は全て除外した。

表1 中山湿原で得られた地表性昆虫類及びその個体数

種名	90年	91年	合計
<i>Procrustes kolbei kosugei</i> アイヌキンオサムシ	38	26	64
<i>Damaster blaotoides rugipennis</i> エゾマイマイカブリ	9	19	28
<i>Carabus guranuratus yezoensis</i> エゾアカガネオサムシ	24	62	86
<i>Leptocarabus arboreus arboreus</i> エゾクロナガオサムシ	6	10	16
<i>Leptocarabus opaculus opaculus</i> ヒメクロオサムシ	39	48	87
<i>Anisodactylus punctatipennis</i> ホシボシゴミムシ	12	29	41
<i>Pterostichus subovatus</i> マルガタナガゴミムシ	26	78	104
<i>Pterostichus samurai</i> オオキンナガゴミムシ	53	81	134
<i>Staphylinus daimio</i> ダイミヨウハネカクシ	14	23	37
<i>Microphorus tenuipes</i> ヒメクロシデムシ	4	7	11
<i>Microphorus quadripunctata</i> ヨツボシモンシデムシ	21	18	39
<i>Silpha perforata venatoria</i> ヒラタシデムシ	42	66	108
<i>Geotrura laevistriata</i> センチコガネ	13	16	29

2 中山湿原における地表性昆虫相の特徴

中山湿原の地表性昆虫相の特徴を調べるため、下記の地域において得られたデータと比較したところ表2のようになった。

【比較対照地域】

(1) 三角山 (山地)

札幌市中央区宮ノ森

(2) 森林公園 (平地)

札幌市厚別区小野幌

(3) 釧路湿原 (湿地)

釧路郡釧路町富原

表2 地表性昆虫相の比較

地表性昆虫類 (科 名)	調査地ごとの種類数			
	中山	三角	森林	釧路
オサムシ科	5	11	10	7
ハネカクシ科	1	9	16	2
シデムシ科	3	5	6	3
ゴミムシ科	3	15	18	6
コガネムシ科	1	1	1	1
その他	0	4	4	0

(調査回数やトラップ数がそれぞれ異なるので、個体数の比較は行わなかった)

このことから、中山湿原の地表性昆虫相は、ここで比較した他の地域に比べるとかなり単純で貧相なものであることが分かる。

植生は釧路湿原よりも複雑であることから昆虫相が貧弱な理由は、主として厳しい気象条件によるものと考えられる。

3 ヒメクロオサムシの個体変異について

中山湿原のヒメクロオサムシは、他産地のものに較べて明らかに小型であることに気付いた。そこで、1991年に中山湿原で採集した48個体と、同じく、三角山で採集した69個体の中から、それぞれ雄のみ25個体を無作為に抽出し、鞘翅長と鞘翅最大幅 (図4参照) とを測定したところ、図5のような結果が得られた。

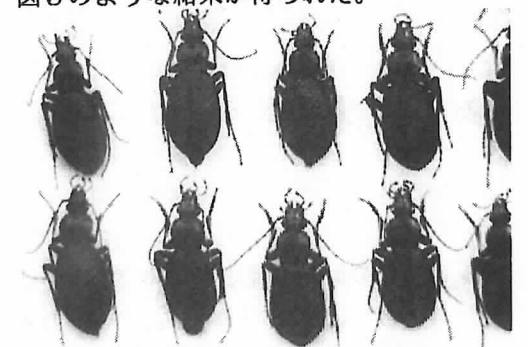


図3 中山湿原のヒメクロオサムシ

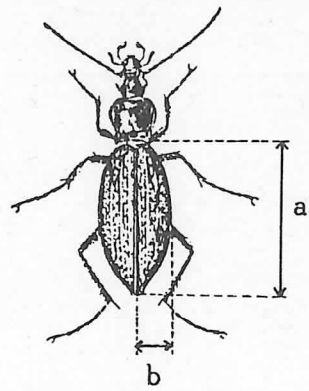


図4 測定部位

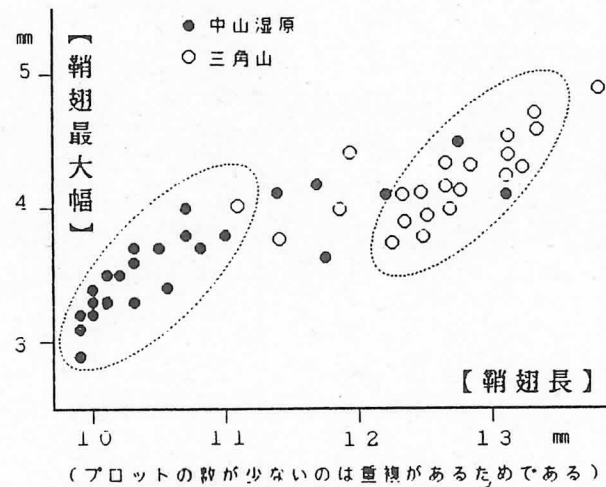


図5 ヒメクロオサムシの変異

このことから、中山湿原に生息するヒメクロオサムシは、三角山のものに比べて小型化した種群であることがうかがえる。

本種は、全道に広く分布する普通種であるが、高地に産するものは小型化することが知られている(例えば大雪山系など)。

なお、雌については、得られた個体数が少なかったため比較していないが、一見して小型であることが認められる。

4 ヒラタシデムシの個体変異について

ヒラタシデムシについても、ヒメクロオサムシと同様の傾向が見られたので、35個体(雄雌混合)について測定し、比較したところ図7のようになった。

a 鞘翅長
b 鞘翅最大幅

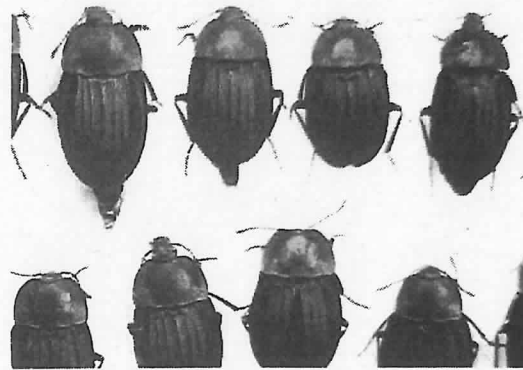


図6 中山湿原のヒラタシデムシ

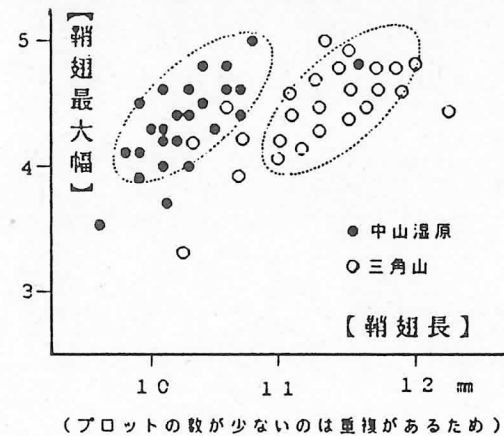


図7 ヒラタシデムシの変異

このことから、ヒラタシデムシについては、ヒメクロオサムシほど明確ではないが、小型化していることがうかがえる。

本種も全道に広く分布する普通種であるが、高地に産するものが小型化するという現象は知られていない。しかし、高地では雪解けが遅く、幼虫の生育期間が短縮されることから小型化する可能性が考えられる。

また、昆虫類では、狭い地域に同一種が多発した場合、幼虫期の餌不足から小型化することも知られており、この調査では原因を特定することはできない。

5 アイヌキンオサムシについて

中山湿原の地表性昆虫類を代表する種としてアイヌキンオサムシを挙げることができる。

本種は体長が22~26mm程で、輝きの強い緑色の金属光沢をもつ美しい昆虫である。

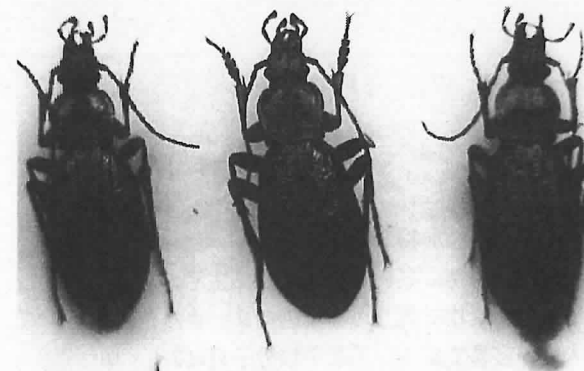


図8 中山湿原産アイヌキンオサムシ

日本列島では、北海道全域と千島列島にのみ分布する寒地性のもので、道央から道南にかけては標高800~1200mの亜高山~高山帯に棲息する。

本種は後翅が退化した歩行性昆虫であることから多くの亜種や型(form)に分けられており、中山湿原のものはssp. kosugei(イブシキンオサムシ)とされる。

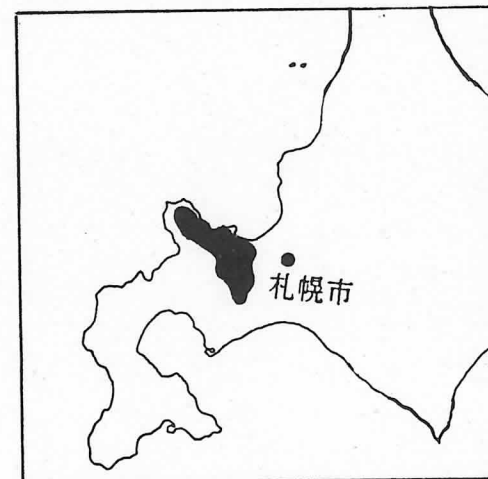


図9 ssp. kosugeiの分布図

亜種kosugeiは、図9に示すとおり、中山岬から積丹半島にかけて分布しており、海岸に近い所では200~300m程度の低標高地からも得られている。

井村(1991)によれば、亜種kosugeiについての調査は最も不十分な状況

にあり、詳細に検討すれば更にいくつかの個体群に細分できるとしている。

中山湿原の個体群が別な亜種または型に細分できるかどうかは今後の研究に待たなければならない。

おわりに

中山湿原に棲息する小動物に「生態的隔離による種分化」が起こっているかどうかを様々な角度から調査し、本稿では地表性昆虫類についてまとめたが、確たる傍証は得られなかった。

しかし、ヒメクロオサムシ、ヒラタシデムシについては、他産地のものに比べて小型化していること、また、アイヌキンオサムシが特化した個体群である可能性が示唆されていることなど、興味ある課題が残った。

当センターの環境教育教材開発プロジェクトの方針として、今後は、中山湿原のような特殊な環境ではなく、学校の周辺に見られる一般的な環境をフィールドとした研究を推し進めることとしたため、不十分な調査結果のまま報告することとなった。

今後は、個人としてこれらの課題に取り組んでいきたいと考えている。

参考文献

1. 青山慎一(1979): 釧路湿原における昆虫類の生態学的研究(I), Jez-oensis No. 6: pp. 97-108, 北海道昆虫同好会
2. 道立理科教育センター(1988): 昆虫類の生活と環境, 理科教育指導資料第20集, pp. 12-15
3. 井村有希(1991): オサムシ亜族の地理的変異と個体変異(2), オシマルリオサムシ・アイヌキンオサムシ, 図説・世界の重要昆虫

(あおやま しんいち 生物研究室長)

プラスチックの熱分解と再利用 (1)

—ポリエチレンの熱分解について—

中 村 隆 信

1. はじめに

プラスチックは軽くて丈夫であり、かつ、成形が容易で、さびたり腐ったりしないという化学的に安定な性質を持っている。また、比較的安価でもあるため、日常生活に欠かせないものであり、工業製品や先端技術の発展にとって不可欠の素材となっている。したがって、生産量も多く我が国における平成2年度のプラスチック類の生産量は原材料で1,270万トンと過去最高を記録した。その主なものはポリエチレン、ポリ塩化ビニル、ポリプロピレン、ポリスチレンで、全体の約66%を占めている。日用品・雑貨だけでも32万トンを生産しており⁽¹⁾、そのほとんどがやがて使用済みのゴミとして廃棄されている。プラスチックの廃棄物は埋め立てられ、焼却または放置されているのが現状であるが、埋めても腐らず、燃やすと焼却炉を損傷するなど処理するのに困難な点が多い。また、原料となる石油資源に乏しい我が国では、資源の有効利用と環境問題の面から、プラスチックの再資源化を考える必要があり、新学習指導要領では化学ⅠAで資源の再利用の重要性が指摘されている。⁽²⁾

ここではポリエチレンの熱分解による油化の簡便な実験方法と分解生成物の性質を調べる方法を紹介する。

2. 実験

2-1 試料

日常生活で用いられているポリエチレンのうち、実験に使用しやすく、純度の高いものとして、フィルムケースのキャップ（フジフィルム製）を使用した。フィルムケースは本体がポリプロピレン、キャップが低密度ポリエチレンでできている。使用したポリエチレンは安定剤、

滑剤などの添加物が0.3%以下で、可塑剤を含まず比較的純度は高い。また、日常生活の中でよく出る廃棄物であり、写真店でまとまった数の入手が容易である。重量平均分子量は 2.6×10^4 である。

試料は試験管に入りやすいように8等分して用いた。

2-2 熱特性

融解の開始温度は102℃で、ピーク温度は115℃、終了温度は118℃である。分解開始温度は400℃付近である。⁽³⁾

2-3 天然ゼオライト

石油からクラッキングによりオクタン価の高いガソリンを生成したり、メタノールからガソリンを合成するのに、従来、接触触媒として合成ゼオライトが用いられているが、ここでは身近で入手しやすい長万部産の天然ゼオライトを用いた。構成鉱物はクリノプチロライトとモルデナイトであり、主要成分はケイ酸と酸化アルミニウムである。粒径は2~3mmのものを用いた。使用に当たって、触媒活性を高めるために、大気中で3時間、電気炉を用いて500℃で焼成した。⁽⁴⁾

2-4 実験装置

スタンド、ガスバーナー、A/Dコンバーター、オペアンプ、パソコン、試験管（24mm）、熱電対（アルメルクロメル）温度計、ガラス管付きゴム栓、液体成分の受容器（フィルムケースで自作）、気体成分の受容器（フィルムケースとフリージングバッグで自作）を用いて図1のように組み立てた。フリージングバッグは「大」で約3.6ℓ、「中」で約1.25ℓの気体を収集することができる。フィルムケースとポリエチレン管（径6mm）を用い、互いに溶融させて接合する。

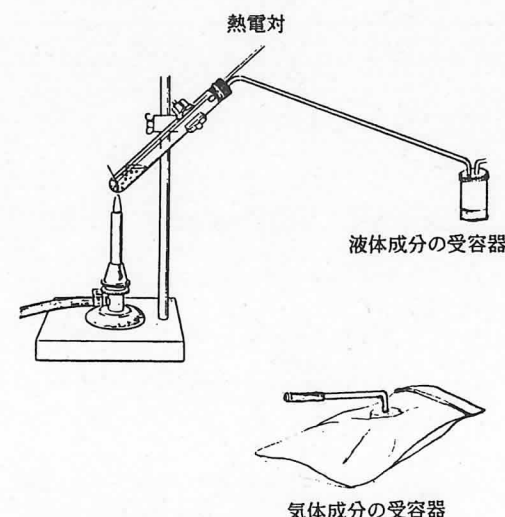


図 1

- (1) 炎の大きさは約15cm。
- (2) ガスバーナー口から試験管までの距離は約7cm。
- (3) 試験管の角度は垂直から約23°傾けた。
- (4) ガラス管の長さ約52cm。

2-5 操作方法

試験管にポリエチレン10gを入れ、ガスバーナーを用いて中火で30分間加熱した。加熱中、試料の温度及び分解の様子を観察し、30分後に加熱をやめ、室温まで温度が下がってから、液体成分及び残さの質量を測定した。発生した気体成分の体積は注射器（100ml）で測定した。次に試験管にポリエチレン10gと天然ゼオライト10gを混ぜて入れ、以下同様に加熱し、分解した液体成分及び気体成分の量を測定した。

温度は試験管内に温度センサーを入れ、出力電圧をオペアンプで増幅して、A/Dコンバーター（AD-232）でデジタル信号に変換し、RS-232Cを通してパソコンにデータを取り込みグラフ化した。

2-6 温度測定装置

温度センサーにはアルメルクロメルの熱電対を用いた。この熱電対は0℃から600℃までの温度に対応して0mVから約25mV程度の出力しかないで、出力を約100倍の増幅率のオペ

アンプで増幅してから、A/Dコンバーターでデジタル化して、RS-232Cインターフェースを介してパソコンに入力し、計測プログラムで数値化して自動的に記録した。

3. 結果及び考察

3-1 熱分解生成物の量

- (1) 熱分解によって生じた液体成分と気体成分の量の例を表1に示す。

表1 熱分解による生成物の量(例)

	ポリエチレン10g	ポリエチレン10g + ゼオライト 10g
液体	6.58g	7.34g
気体	234mℓ	960mℓ
残さ	3.01g	0.69g
減少した質量	0.41g	1.48g

室温26℃ 気圧754mmHg

- (2) 加熱時間と液体成分の生成量の関係は図2のようになり、ゼオライトの添加によって液体成分の生成速度が速くなることがわかる。

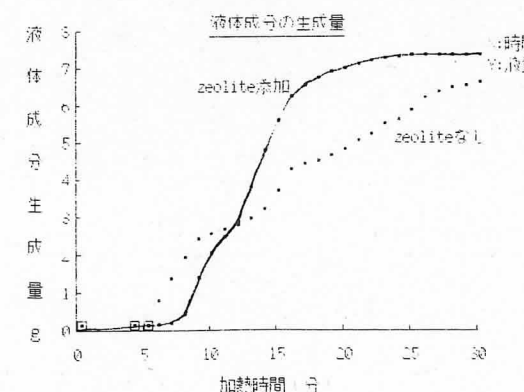


図2

- (3) 加熱時間と気体成分の生成量の関係は図3のようになり、ゼオライトの添加により気体成分の生成量が多くなることがわかる。

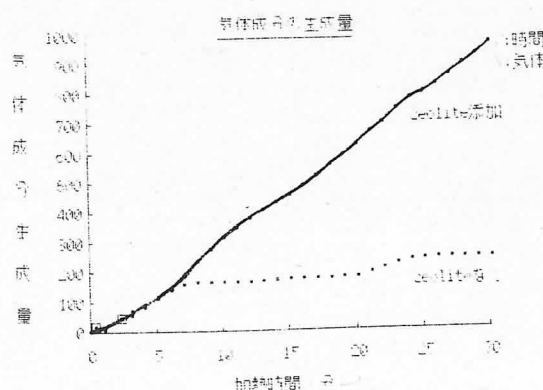


図3

(4) 液体成分は白濁しているが、温めると透明になり、冷やすとゲル状になった。その温度は表2のようになった。

表2

	ゼオライトなし	ゼオライト10g
透明	32℃	45℃
ゲル状	19℃	12℃

このことから、液体成分の主なものは炭素数が6~22程度の炭化水素であると推定される。また、ゼオライトを添加することにより生成した液体成分の炭素数は多少多いことが推定される。

参照 炭化水素の融点、沸点

	融点(℃)	沸点(℃)
CH ₄	-182.6	-161.7
C ₄ H ₁₀	-135.0	-0.5
C ₅ H ₁₂	-129.7	36.1
C ₂₂ H ₄₆	44.4	—
C ₂₃ H ₄₈	47.4	—

(5) 生成した気体成分の体積と減少した質量(試料の質量から液体成分の質量と残さの質量を除いたもの)から気体の状態方程式を用いて、気体成分の平均分子量を求めると表3のようになった。

表3

・ゼオライトなしの場合
P=754/760気圧
V=0.234ℓ
W=0.41g
R=0.082atm・ℓ/mol・K
T=299K
より平均分子量は約43になる。
・ゼオライト10gを添加した場合
P=754/760気圧
V=0.960ℓ
W=1.48g
R=0.082atm・ℓ/mol・K
T=299K
より平均分子量は約38になる。

3-2 分解温度に対するゼオライト添加の影響
温度の上昇速度は、ゼオライトを添加した方がゼオライトの熱容量の分だけ遅い。また、分解する温度は、図4のようにゼオライトを添加することにより、分解温度は低くなった。

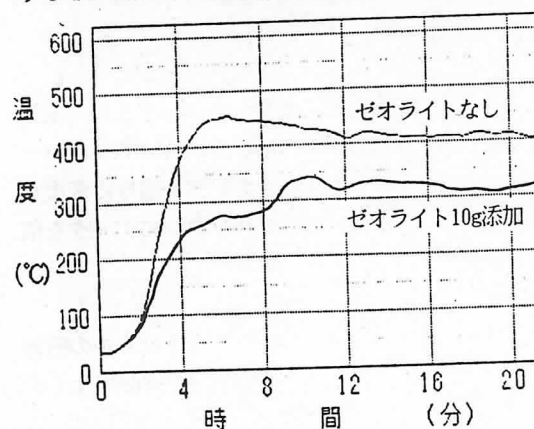


図4

3-3 熱分解生成物の確認

熱分解によって生成した物質の確認は、ガスクロマトグラフによって行った。

・気体成分の確認

気体成分は、生成したガスをYanaco G-1001(柳本迅速ガス分析計)で分析した。

(1) カラムはφ3mm×2mにモレキュラーシーブ5Aを充てんし、キャリアガスはアルゴンを用いた。圧力は1.5Kg/cm²、カラム温度は37℃である。

分析する気体はH₂、O₂、N₂、CH₄、CO、CO₂である。

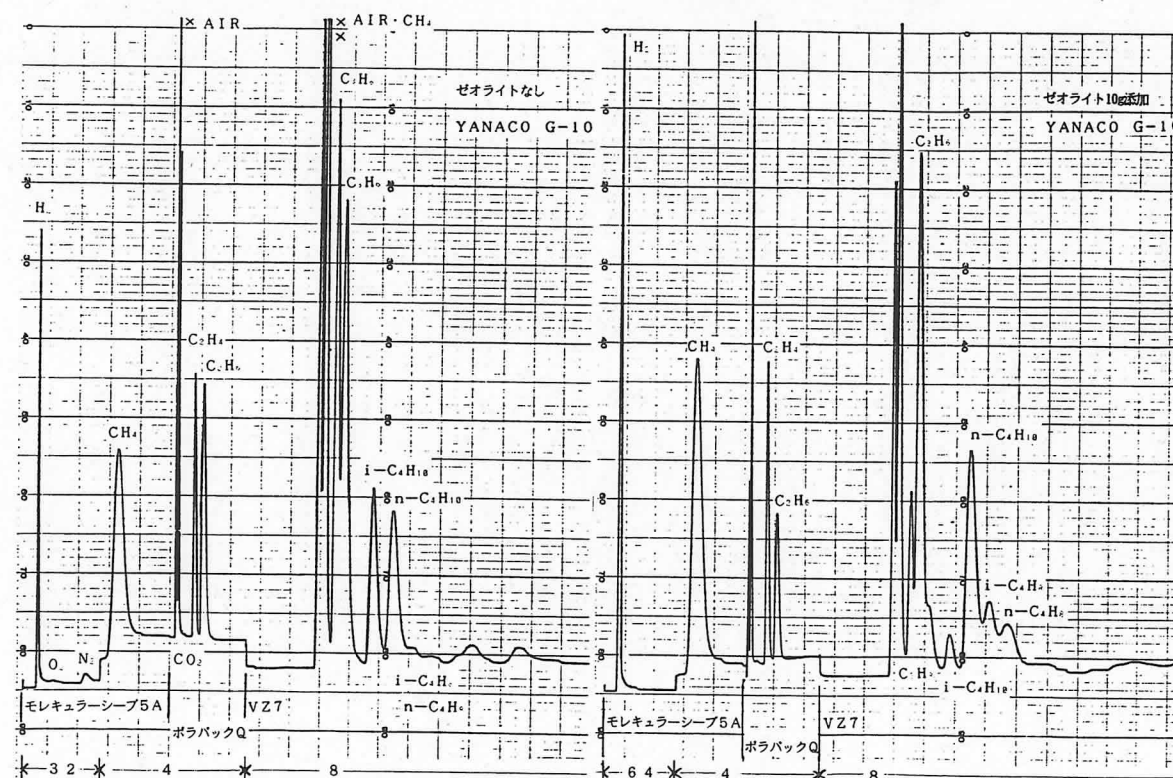


図5

(6) 気体成分には水素、メタン、エタン、エチレン、プロパン、プロペン、ブタン、ブテン、ペンタン、ペンテン等が含まれている。ゼオライトを添加すると、水素が多く生じる。

・液体成分の確認

生成した液体は、Yanaco-G2800

(2) カラムはφ3mm×1.5mにボラバックQを充てんし、キャリアガスにアルゴンを用いた。圧力は1.5Kg/cm²、カラム温度は37℃である。分析する気体はC₂H₄、C₂H₆である。

(3) カラムはφ3mm×7mにVZ7を充てんし、キャリアガスにヘリウムを用いた。圧力は2.0Kg/cm²、カラム温度は37℃である。

分析する気体はC₃H₈、C₃H₆、i-C₄H₁₀、n-C₄H₁₀、i-C₅H₁₂、n-C₅H₁₂である。

(4) 検出にはいずれも熱電導度型検出器(TCD)を用いた。

(5) 結果は図5のとおりである。

により分析した。

(1) カラムはφ3mm×2mにsilicone SE-30を充てんし、試料を0.6μℓ注入して、昇温速度10℃/minで40℃~300℃まで昇温した。

(2) 結果は図6のとおりである。グラフ中のピークの上の数字はノルマルパラフィンの炭素

数を示す。

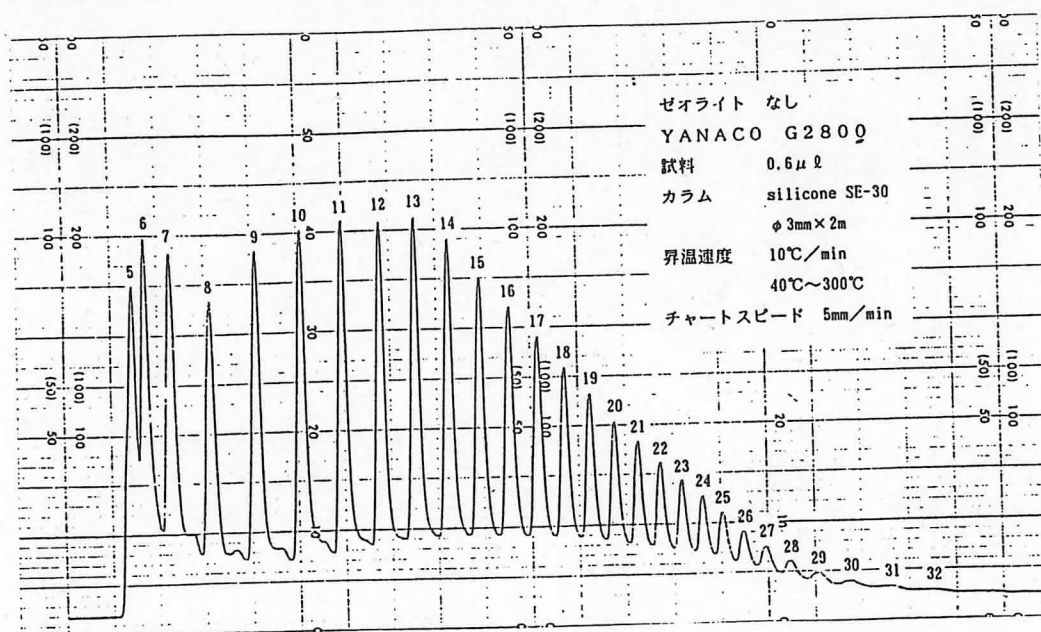


図6

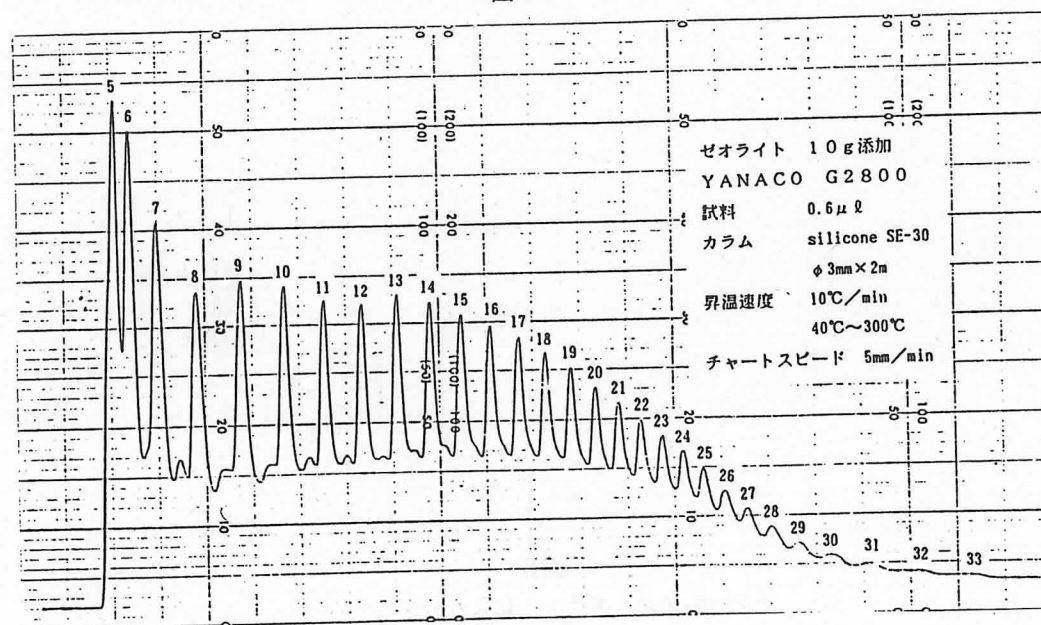


図7

- (3) 液体成分としては炭素数が5~30くらいまでの炭化水素が含まれている。ゼオライトを添加すると、炭素数の少ない炭化水素が多く生じ、かつ、ノルマルパラフィン以外の炭化水素が増える。
- (4) ポリエチレンの熱分解生成物に関しては齊藤（北海道工業開発試験所）により、8.9~13.2%が気体成分としてH₂及び炭素数1~5の

炭化水素になり、82.6~88.7%が液体成分として炭素数5~43の炭化水素に分解されることが報告されている。⁽⁵⁾ その際、接触触媒として天然ゼオライトを添加することにより分解速度を2~3倍に速めることができる。

- (5) ポリエチレンの熱分解は加熱する温度や還流の時間及び温度、炎が試験管に当たる位置などによっても生成物の形状や量が異なり、教材化に当たっては実験条件の設定が大切である。一般に炎を大きくすると分解速度は速くなるが、生成した液体成分は白いワックス状となる。また、温度が低いと還流時間が長くなり、分解が進んで、生成物は黄色い油状になる。

4. おわりに

プラスチックの廃棄物は生産の増大に従い増える一方であるが、廃棄物の処理については十分な対策が確立していない。大部分は埋め立てているが、埋めても腐食せず、埋め立てる量にも限度がある。また、燃焼させてもポリ塩化ビニルのように塩化水素を発生して施設を腐食したりダイオキシンを発生するものもあり、ポリエチレンやポリプロピレンのように発熱量が大きく焼却炉を傷めるものもある。こうした事情を背景にプラスチックの処理方法は各自治体によって異なる。札幌市の場合、市が1年間に処理するゴミの量107万トンのうち、プラスチック類は6.3%、6.8万トンに及ぶ。そのうち、食品トレイ（発泡スチロール）や卵パック（ポリ塩化ビニル）、ゴミ袋（ポリエチレン）は燃えるゴミであり、冷凍食品容器（発泡スチロール）やポリバケツ（ポリ塩化ビニル）、プラスチック密閉容器（ポリプロピレン、ポリエチレン）は燃えないゴミとして処理され、資源の活用としては十分ではない。これらの処理には、年間135億円の費用がかかっており、ゴミ処理の効率化と資源の有効活用が期待されている。⁽⁶⁾ 特に、石油資源の乏しい我が国においては、プラスチック類の再利用は重要で、生産から廃棄に至る

までの一貫したシステムづくりとプラスチックをゴミと一緒にしないで、資源として分別収集することの必要性を教育で扱うことが大切である。

また、熱分解の効率を高める天然ゼオライトは我が国では豊富に産出し、北海道においても長万部、仁木、十勝など各地で産出しており⁽⁷⁾、プラスチックと併せて有効利用が期待されている。

主な参考文献

- 1) 日本プラスチック工業連盟(1991):「塩ビとポリマー」3月号
- 2) 文部省(1989):「高等学校学習指導要領」大蔵省印刷局。
- 3) 富士フィルム資料
- 4) 難波治彦(1988):「化学と教育」Vol136 NO.5
- 5) 齊藤喜代志(1991):「北海道工業開発試験所報告」第51号
- 6) 札幌市清掃局(1991):「さっぽろGOMIマガジン」
- 7) 那賀島彰一(1991):「全理セ」発表資料

(なかむら たかのぶ 化学研究室 研究員)

小学校における問題解決能力を育成する理科教育

化学研究室長 作原 逸郎
地学研究室長 那賀島彰一
初等理科研究室長 乳井 幸教
物理研究室研究員 中里 勝平
物理研究室研究員 永田 敏夫

1 はじめに

今日、教育に求められていることは、「豊かな心を持ち、たくましく生きる人間の育成」である。この問題に理科教育を通してこたえてくために、新学習指導要領では、自ら学ぶ意欲を高め、主体的な学習の仕方を身に付けさせる観点から「問題解決の意欲と能力を育てる教育」の充実が一層求められている。

今までの教育は、ややもすると知識中心になりがちで、面が多かったのではなかろうか。強固な意志力、たくましい実行力、正しい判断力などは、人間の自主性・主体性の中から生まれるものである。したがって、自ら深く考え、主体的に行動する児童を育てていくことが大切である。

小学校は基礎教育の段階であり、それは生涯教育という大きな観点からみると、人間形成の基礎づくりといってもよい。

そうした小学校教育の特質を考えたとき、小学校においては、もっと伸び伸びと創造的雰囲気になった学習がなされなければならないと考える。そして、児童個々が問題にぶつかったときに自分の力で、自分の方法で解決していこうとする姿勢を教師は求めており、自分の力で解決できたことにより学習に喜びをもち新たな問題意識へと発展していくようになって考えている。

新学習指導要領の趣旨を十分にとらえて、いよいよ4月から実施されるわけであるが、小学校理科の改善の方針を要約すると次のようになる。

- ・直接経験の重視
- ・問題解決の意欲や能力の育成
- ・科学的な見方や考え方の育成
- ・生活科と理科との関連を配慮した内容の再構成

これらは、今までにも、自然に親しみ、観察、実験などの直接経験を通して、問題解決活動が十分に展開できるようにしてきた。それを一層重視する方針が示されたと考えてよい。それは、教師が、児童一人一人をよく理解し、児童の側に立った問題解決活動ができるような場の構成をし、科学的な見方や考え方が育つようにすることが必要であると考えられる。

問題解決プロジェクトでは、本年度は小学校における問題解決能力を育成する理科教育に焦点を当て、問題解決能力の意図することについて検討し、プロジェクトメンバーの意識統一をはかることを目的とした。そして、検討されたことが、種々の講座や指導・助言に生かされることを願っている。

2 小学校学習指導要領理科における問題解決能力の意図するもの

小学校学習指導要領には理科の目標が次のように示されている。

「自然に親しみ、観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。」

この目標を構成している要素の一つである問題解決の能力について考えてみると小学校指導

書の理科編には、次のように記述されている。

児童が具体的な自然の事物・現象から問題を見だし、これを主体的に解決しようとして観察、実験などを行い、それによって得た情報を整理しながら、知識や経験と関係付けたり意味付けたりして結論を得るといった、いわゆる問題解決の過程を体験させ、問題を児童自ら解決する能力を育てることを意味している。自然の事物・現象に抱いた疑問や問題を解決するには、見る、探す、育てる、作る、試みるなどの活動を通して情報を集め、集めた情報を関係付けたり意味付けたりして思考を進めていくことが必要である。……

そこで、学習活動を展開するに当たっては、自然の事物・現象を対象にして児童自らが問題を意識する……既得の経験や知識と結び付けながら、解決の方向や方法について予測する……観察や実験などを行い、それによって得た資料を基に予想したことについて吟味、検討する……関係付けや意味付けなど論理的な考察を加えて結論を得るといった、問題解決の過程を児童自ら体験できる場を構成し、事実に基づき、筋道を立てて考えたり判断したりする能力と態度を育てるようにすることが必要である。

3 主体性と問題解決能力

児童が問題を自分自身のものとして主体的にとらえ、過去の生活経験や学習で得た知識を基にして模索し、判断し解決しようとする態度を育て、また、そのための力を育成することが教育の大きな一面であると考えられる。

児童が事物・現象から見出した問題を自ら工夫した方法で解決していく過程は、必然的に主体的なものとなり、その結果として、主体的に学ぶ態度や能力が身に付くことになる。

そのような態度や能力は、学校教育のさまざまな活動の中で、また、広くは社会生活、家庭生活の具体的な活動の中から培われていくものである。

4 児童の側に立った理科指導

学習を成立させるということは、学習者個々に成立することであると考えている。そのためには、学習する児童自身が自分の考えを持って授業に当たることであり、また、仲間と協力し、助け合って一つのものにまとめていけるような集団が必要である。その上、児童一人一人に教師が目を注いでやるのが大切である。そのことによって、児童自身が自己の存在を自覚し、自信を持って課題を追求していくことになることを考える。

授業は、児童と教師が教材を媒介にして、課題を追究し問題を解決していく営みであると考えられる。そう考えると、教師は、児童と一体になりながらも教材のねらう内容をしっかり見定め、一人一人の児童をしっかりとつかみ授業の中で生かしていく必要がある。

「子ども一人一人を大切にしたい授業」とか「児童を生かした授業」とは、授業の中で教師が児童の見方・考え方をとらえ、それが授業の中に生きていくことであり、児童のしたい活動が授業の中に生かされていくことでありと考えていきたい。問題に直面したときに児童のそれぞれの発想は多様であり、また、学習活動のなかで自分の考えを表現する場が随所にある。教師はそれらの発想を認め、その児童を学習に生かすことによって、一人一人を伸ばすことになる。そこから育った問題解決能力は他とのかかわり合いの中でさらに磨かれ、自ら進んで創造的に解決しようとする態度も育つと考える。

理科の学習は、児童が対象となる自然事象に働きかけることから始まる。その際、児童は先行経験に基づいて対象に何らかの願いや期待、イメージ、知識などを持っている。児童の対象への願いや期待が思い通りに実現しなかったり、自らのイメージや知識などと目の事象との間に不一致が生じたりしたとき、児童は問題を意識することになる。

一般に、児童のもっている自然事象に対する願いや期待、イメージ、知識は、一人一人です

それぞれ異なっていることが多い。そのため、同一の事象に接しても、児童の意識する問題は異なる場合が生じる。また、同一の問題を意識した場合でも、その解決方法が児童によって異なることがある。このような場合、児童は、互いに異なる問題や方法により観察や実験を行い、問題を解決することになる。

このように、それぞれが抱いた問題や方法を適用して観察や実験を行い、問題を解決することが児童一人一人の良さを生かし、伸ばすことにつながると考える。

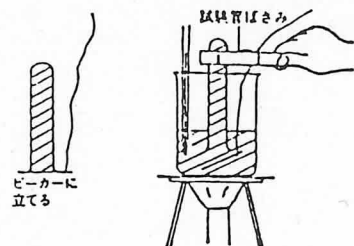
5 教師に問題解決能力が育つ必要性

これまで児童を中心に問題解決能力の育成について述べてきたが、教師に問題解決能力が育っていなければ、授業の中で、どんな素材を使って、どのように事象提示し、どんなふうの問題解決能力の育成のための場づくりをしたらいかなどが分からないものと考ええる。

当理科教育センターが実施している各種研修講座では、受講の先生方に問題解決能力の育成についてどう意識付けをし、働きかけているかを検討してみることも必要と考えている。

第4学年B 物質とエネルギー(1)ウ「水は、温度によって水や水蒸気に変わること。」において、水を加熱し続けて、状態の変化を観察していくと、水の中から徐々に泡が出始め、温度が高くなるにしたがって、はじめの泡の出方と違った泡の出方になることが観察できる。

そこで、この泡の正体を探る実験を計画することになる。この泡が空気なのか水蒸気なのかを調べる実験計画を当理科教育センターでは下記の図の装置で実験をしているが、



受講の先生方にこの実験方法と違う方法を自由に考えてくださいとなげかけると、ほとんど出てこないのが実情である。これが受講の先生方のすべてではないが、これからの講座等の内容に検討を要すると考えるのである。

6 おわりに

これまでの検討内容を十分に生かしながら、今後は、もっと問題解決能力の全体構造の明確化、問題解決能力を育成する理科教育を中学校、高等学校と枠を広げて検討していかなければならない。

さらに、問題解決の意欲と能力の育成を図るための学習展開例の作成と検証方法の方策も今後の課題と考えている。

主な参考文献

- 1) 文部省(平成元年):「小学校学習指導要領」
- 2) 文部省(平成元年):「小学校指導書 理科編」
- 3) 明治図書(1989年):「改訂 小学校学習指導要領の展開 理科編」

気体の性質(ボイルの法則)の検証実験

—注射筒とおもりを用いて—

榎 棒 光 一

1 はじめに

高等学校「物理」担当教員を対象とした当理科教育センターの研修講座「物理」において、講座実験の一つとして本実験を実施した。その方法は、ガラス製注射筒に空気を取り込み、それを垂直に立て、おもりによって加圧及び減圧し、その時の体積を測定するものである。

本実験について、装置の工夫と30回の試行実験を行ったところ、規則性からのずれも少なく、操作性もほぼ満足できる結果を得た。その結果を基に講座実験を実施した。受講者のアンケート結果も「良」とするものが多く、一応よい評価を受けてはいるが改善点もある。

ここでは、学習指導要領での取扱い、講座実験のねらい、講座実験の方法、結果の処理と考察、試行実験の結果、講座実験の実施状況と結果及び課題等について紹介し、皆さんの御批判をお願いし、今後の講座改善に反映させたいと考える。

2 学習指導要領での取扱い

現行学習指導要領高等学校理科「物理」では、「(1) 力と運動 ウ 気体分子運動 気体の法則」で扱っている。新学習指導要領高等学校理科「物理IB」では、「(2) エネルギー イ 熱とエネルギー (イ) ボイル・シャルルの法則」で気体の体積・圧力・温度の関係を扱い、理想気体の状態方程式は、「物理II」で扱い、気体分子運動の立場から取り上げることになっている。

3 講座実験のねらい

巨視的な気体の性質の基本を探究する講座実験題材として、①現象を五感をととして直接把

握し測定できること、②実験をととして圧力の理解と大気圧の意識化ができること、③圧力の単位のいろいろな表し方と相互の関係の理解を深められること、④測定値の処理の仕方をいろいろ工夫できることを考慮した。

4 講座実験の方法

準備

注射筒(硬質ガラス製 20ml)、注射筒を支える台(木製 自作)、おもり(200g、5個 自作)、スタンド、ばねはかり、ノギス(物差し)、気圧計、ゴム栓

方法

- (1) ピストンの質量と断面積を測定する。
- (2) ピストンにミシン油を付けて、注射筒とピストンとの動きが滑らかで、気密性が高まるようにする。
- (3) 注射筒内に空気を 10cm^3 ほど取り、注射口にゴム栓を付ける。
- (4) 図1のように、ピストンにおもりを1個、2個、3個、4個、5個と増加させてつるした場合と逆に減少させた場合の、注射筒内の空気の体積を測定する。

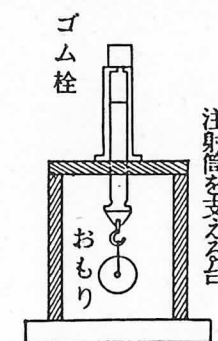


図1

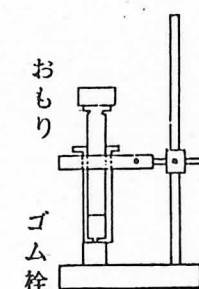


図2

- (5) 図2のように、ピストンにおもりを1個、2個、3個、4個、5個と増加させて載せた場合と逆に減少させた場合の、注射筒内の空気の体積を測定する。
- (6) おもりを増加させた場合と減少させた場合の注射筒内の空気の体積の平均を求める。
- (7) 大気圧を気圧計で測定する。
- (8) ピストンとおもりによる圧力と、大気圧を考慮して、それぞれの場合の注射筒内の空気の圧力を求める。

5 結果の処理と考察

- (1) 測定結果の例は、表1のとおりである。
- (2) 体積 (V) と圧力 (P) の関係のグラフは図3で反比例の関係、また、体積 (V) と圧力の逆数 ($1/P$) の関係のグラフは図4で比例関係になることを十分読み取ることができる。
- (3) $\log V$ と $\log P$ の関係のグラフは図5である。図5のグラフの傾きは -0.994 となり、 $PV = \text{一定}$ の関係があると判断できる。

表1 測定結果の例

気圧 $76.18\text{cmHg} = 1.036\text{g重}/\text{cm}^2$
 注射筒 (硬質ガラス製 20ml)
 注射筒の目盛りの補正值 $+0.4\text{cm}^3$
 おもり (鉛製 200g 5個)

室温 23.2°C

ピストンの質量 34.5g
 ピストンの断面積 2.60cm^2

おもりの 個数		・ 圧 力 P		注射筒の目盛り (ml)			補正した空 気の体積V (cm³)	圧力の逆数 1/P (1/atm)	PとVとの 積 (cm³・atm)
		(g重/cm²)	(atm)	おもり増加	おもり減少	平 均			
膨 脹	5	637	0.616	15.9	—	15.9	16.3	1.623	10.0
	4	714	0.691	14.2	14.4	14.3	14.7	1.447	10.2
	3	792	0.766	12.8	12.9	12.9	13.3	1.305	10.2
	2	869	0.840	11.6	11.6	11.6	12.0	1.190	10.1
	1	946	0.915	10.7	10.7	10.7	11.1	1.093	10.2
		1036	1.002	9.7	9.7	9.7	10.1	0.998	10.1
圧 縮	1	1126	1.089	8.8	8.9	8.9	9.3	0.918	10.1
	2	1203	1.163	8.2	8.2	8.2	8.6	0.860	10.0
	3	1280	1.238	7.7	7.7	7.7	8.1	0.808	10.0
	4	1358	1.313	7.3	7.3	7.3	7.7	0.762	10.1
	5	1435	1.388	6.8	—	6.8	7.2	0.721	10.0
							PとVとの積の平均値		10.1

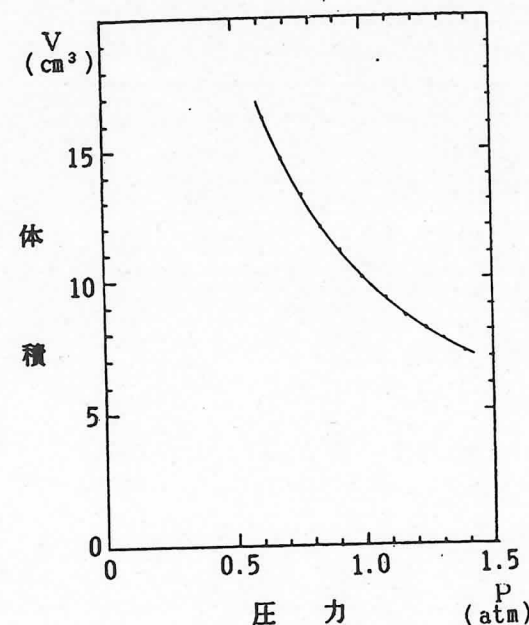


図3 体積と圧力の関係

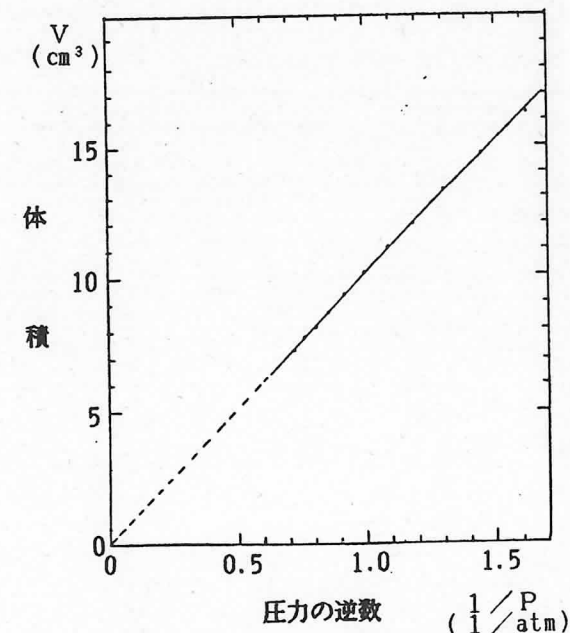


図4 体積と圧力の逆数の関係

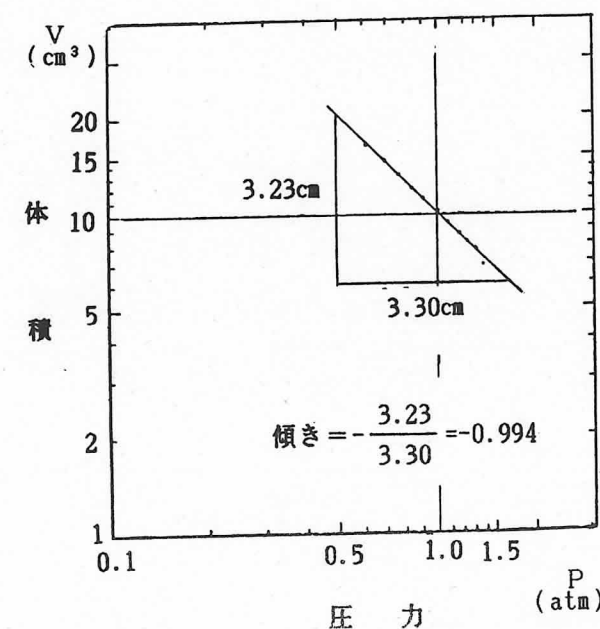


図5 $\log V$ と $\log P$ の関係

6 試行実験の結果

30回の試行実験から、次のことが分かった。

(1) 体積(V)と圧力の逆数(1/P)のグラフの直線性について

これらのグラフの相関係数のばらつきは、相関係数 $r = 0.9991 \sim 1.0000$ (最小～最大) (平均 $r = 0.9997$) であった。

(2) 体積Vと圧力Pとの積の値について

これらの実験で体積Vと圧力Pとの積の値は、それぞれの実験について有効数字2けたまで一致した。

(3) $\log V$ と $\log P$ の関係のグラフの傾きについて

これらのグラフの傾きのばらつきは、傾き $= -0.9831 \sim -1.0239$ (最小～最大) (平均 -0.9995 標準偏差 $= 0.0082$) であった。

これらのことから本実験は、前述のように規則性からのずれが少なく、定量的な取扱いができることが分かった。

7 講座実験の実施状況と結果及び課題等

(1) 実施状況

ア 本実験は、1班4人グループ6班編成で、研修時間を1時間半で実施した。

イ 計算処理については、電子卓上計算機を使用した。

(2) 成果

ア 数値処理とグラフ処理の結果、規則性を確かめる実験として、定量的にも満足できる結果を得た。

イ 受講者にとって、初めての実験方法であり、ピストンの重量の取扱い、大気圧の再認識、圧力の単位のいろいろな表し方と相互の関係の検討など、効果的な内容であった。

ウ グラフのかき方については、反比例のグラフを、一方の量の逆数をとって直線

化したことや、対数グラフを用いたことも好評であった。

(3) 課題

本実験を、授業で定量化を目指して行うには内容を精選しても、2単位時間ほどが必要であろう。今後はより簡易な実験方法とデータ処理の工夫を図るなどして、気体の性質を定量的に理解を深める生徒実験として、適切なものになるように検討していく所存である。

参考文献

池本義夫編(1973年): 三訂増補物理実験事典 P.52

(かしほう こういち 物理研究室長)

静電気の教材としての工夫について

中 里 勝 平

1 はじめに

中学校新学習指導要領理科の第1分野「(2)身の回りの物理現象」の中項目「ウ 力」では、「(ウ)電気を帯びた物体間に働く力についての実験を行い、空間を隔てて互いに作用し合う力があることを知ること。」になっている。働く力の例としては、静電気の力を挙げている。

「(4)電流」の大項目の中で、電流とオームの法則、発熱作用、磁気作用などを中心とした内容を扱うことになっているが、1年で学習する静電気とそれとの関連性などについて、特に触れられてはいない。一方、日常生活の中でも、静電気は様々な現象を引き起こしていることを経験しており、身近なものになっている。

生徒が、静電気と電流の関係を、正しく理解するためには、指導の内容や方法をより一層工夫し、分かりやすくすることが大切である。

このようなことから、静電気の基本的な性質や電流との関連を、簡単な観察、実験、製作実習を基に、探究的に展開する例について述べる。

2 静電気の発生

準備

A群 アクリル管、ストロー、ガラス棒、T

Pシート、プラスチック製物差し、銅板

B群 絹布、毛皮(合成皮革)、ナイロン布、ラップフィルム、フェルト

C群 ティッシュペーパー、発泡スチロール、アルミニウムはく

風船、絹糸、竹ひご(1m)、紙、はさみ、ベトリ皿(直径10cm)、スタンド

方法

(1) 静電気を発生するには、どうすればよいか資料を収集しグループごとに検討して、その結果を発表する。

ア 静電気を発生させる方法

イ 実験に使用する物の選択

ウ 実験方法の工夫

(2) 身の回りの物を用いて行う実験の例として、次のような方法が考えられる。

ア 摩擦しないアクリル管などをいろいろな物に近付けて見る。

イ アクリル管を絹布で摩擦し、いろいろな物に近付けて見る。

ウ 逆に、上記イの絹布をいろいろな物に近付けて見る。

エ A群とB群をいろいろと組み合わせて摩擦し、A群をC群に近付けて見る。

オ 逆に、上記B群をC群に近付けて見る。

(3) 水に浮かせたアルミニウムはくに、強く摩擦したストローを近付けて見る。

(4) 流れを細くした水道水に、強く摩擦したストローを近付けて見る。

(5) 1mくらいの絹糸で2個の風船をそれぞれ結び、スタンドに固定した竹ひごにつるした後、同じ物(セーターなど)で風船を摩擦し、近付けて見る。

(6) 絶縁体の上にラップフィルムを広げてティッシュペーパー(他のものでも可)で摩擦する。

ア 竹ひごにつるすとどうなるかを見る。

イ ラップフィルムの間に紙などを入れるとどうなるかを見る。

(7) 実験結果の考察と成果の活用
結果と考察

(1) よく乾燥した物を強く摩擦することによって、それぞれに電気を帯びる。従来、毛皮とエボナイト棒、絹布とガラス棒などは代表的な組み合わせであるが、最近、身の回りにいろいろな物が出回っているため、多様な実験が考えられる。

(2) ア 一般的には、摩擦しないと帯電しな

いので、物を引き付けない。各種の物を摩擦すると摩擦電気が生じ、その摩擦電気(静電気)によって物体が引き合ったり、反発したりする。

イ アクリル管に+電気が発生するので、アクリル管には物を引き付ける力が生ずる。

ウ 逆に、絹布には-電気を発生しているので、絹布にも物を引き付ける力が生ずる。

エ、オ 基本的には、上記イ、ウのように、それぞれに異種の電気が発生し、その種類は物の組み合わせによって変わる。しかし、引き付ける力は摩擦の程度や摩擦する物の組み合わせによっても異なる。

(3) アルミニウムはくは、ストローに引き付けられる。

(4) 水流はストローに引き付けられる。水流を細くすると、水流が大きく曲がり、よい結果が得られる。

(5) 風船は同じ電気を帯びるので、互いに反発する。

(6) 竹ひごに掛け、逃げないように指で押えておくと、同じ電気なので反発して間が開く。また、その間に手や紙などを入れると、吸引されて吸い付く。入れた物を取り除けば、再度開き繰り返してできる。

指導上の留意事項

- (1) この実験は1年の内容として扱うとよい。
- (2) 摩擦する物は、従来使用されている物ばかりではなく、身の回りの物を自由に選択させるとよい。
- (3) 実験方法も生徒の発想を十分反映させるよう配慮する。
- (4) 実験は、よく乾燥した場所で、よく乾燥した物を用いて行うとよい。湿度が高いとよい結果が得られない。

3 電気振り子の製作と静電気の性質調べ

A 電気振り子の製作

準備

アクリル板(10×8×0.2cm)、アクリル角(21×0.4×0.4cm)、絹糸(20cm)、アルミニウムはく(小片)、接着剤(ボンド、ジクロロメタンの2種)、注射器、ろうそく、マッチ

方法

(1) アクリル角をろうそくの火で過熱してゆっくり曲げる。(別法、角材を3cmと4cm、14cmに切り、ジクロロメタンで接着する。)

(2) 図1のように、アクリル板にアクリル角をジクロロメタンで接着する。

(3) 絹糸の先端に、アルミニウムはくを丸めた小球をボンドで接着し、絹糸をアクリル角の先に結び付ける。

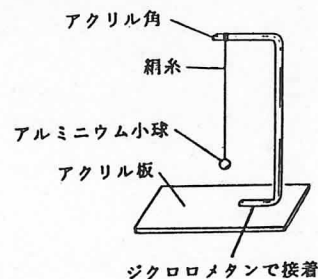


図1 電気振り子

B 静電気の性質調べ

準備

ストロー、アクリル管、ティッシュペーパー

方法

(1) ティッシュペーパー(ナイロン布など)で摩擦したストローを小球に近付けて、その変化を見る。

(2) (1)と同じ物でアクリル管を摩擦し、小球に近付けて、その変化を見る。

(3) ストロー又はアクリル管と接触した小球に(1)、(2)で使ったティッシュペーパー(ナイロン布など)を近付けて見る。

結果と考察

(1) アルミニウム的小球は、ストローに吸い付き、ストローと同じ電気を帯びることによって、反発する力が働いて逃げ回る。

(2) (1)と同じような現象が見られる。

(3) ティッシュペーパー(ナイロン布など)には、ストローやアクリル管に発生する電気と反対の電気が生ずるので、異種の電気によって、引力が働き小球を引き付ける。

(4) アクリルは、ガラス棒よりはるかによい結果が得られるので、従来の物にこだわらなくてよい。

(5) 静電気の性質に関する実験は、いろいろあるが、紙面の関係で他は省略する。

4 静電気と電流の関係

準備

ストロー、TPシート、フェルト、フォームポリスチレン、空き缶、ネオン管(管ヒューズ型)、蛍光管(6W)、クルックス管、クロス真空計、誘導コイル、蓄電池、単巻き変圧器、抵抗(1Mオーム)、スポイト、両面テープ、リード線、アース線

方法

(1) フェルトで十分摩擦したストローにネオン管を接触して見る。

(2) フォームポリスチレンの上に置いた空き缶に、それに接触しないようスタンドに固定したストローの中を通し、スポイトで水を一滴ずつゆっくり落とした後、空き缶の側面にネオン管を接触して見る。

(3) 図2のように、フェルトで十分摩擦したTPシートに蛍光管を接触して見る。

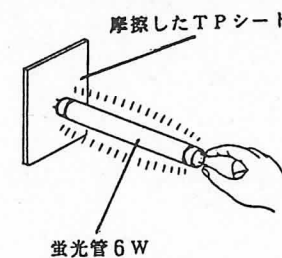


図2 蛍光管の点灯

(4) 次の実験をする。

ア 単巻き変圧器の出力端子にはコードの片方をつなぎ、入力端子と連結した

コードのプラグを、交流100Vのコンセントに差し込む。

イ 抵抗とアース線をつないだネオン管を、出力端子に接続したコードに連結する。

ウ 単巻き変圧器のダイヤルをゆっくり回して、ネオン管がどのように変化するかを見る。

(5) いろいろなやり方で静電気を発生させた物に、クルックス管やクロス真空計の極を接触させ、その変化の様子を見る。

(6) 蓄電池を連結した誘導コイルに、クルックス管やクロス真空計を接続し、その変化の様子を見る。

(7) 上記の実験の結果から、静電気と電流との関係について総合的に考察する。

結果と考察

(1) ネオン管は、赤く発光する。発光してもすぐに消えてしまうが、接触の場所を変えると、何度でも発光させることができる。

この種の実験は、暗い所で行うとネオン管の発光の様子がよく分かる。また、静電気を発生させるために使用する物は、スチール机やじゅうたんの上のショーケース、自動車、セーターなど、身の回りにたくさんあるので自由に選択して実験ができる。

(2) ストローの中を水が通り抜けるとき、水は帯電して空き缶にたまり、ネオン管が発光する。

(3) 蛍光管は、静電気で点灯する。TPシートの接触場所を変えると、何度も点灯させることができる。TPシートの摩擦の度合いによっても蛍光管の明るさが変わる。20W程度の蛍光管でも点灯するが、10W、6W、4Wなど各種そろっているの、状況に応じて使い分けるとよい。また、一般家庭で使っている蛍光管は、100Vの交流を用いて点灯させている。

(4) 100Vの交流電圧を変えると、ネオン管は赤く発光する。また、アースした方が赤

く発光する様子をよく見ることができる。

- (5) 帯電したTPシートなどに、スリット付きクルックス管を接触すると、一本の筋になって発光するのが分かる。形状の違うクルックス管でも、それぞれ発光する。また、発光しなくなったら、接触する場所を変えれば、何度も発光させることができる。

クロス真空計を接触すると、管の中が薄く発光するのが分かる。50mmHgの方がよく発光して見やすい。3mmHgくらいになると、ごくわずかししか発光しなくなる。気圧が3mmHgよりも低くなると、発光している様子を見ることが困難になる。

- (6) スリット付きクルックス管では、蛍光塗料の部分に一筋の発光を見ることができる。十字板入りクルックス管では、蛍光塗料の部分に十字板の影を見ることができる。

また、クロス真空計は、管内の圧力の違いにより、いろいろ違った現象が見られる。

この種の実験は、中学校の学習として、真空放電や陰極線の性質を観察するような場合に行われ、そのことから、陰極線は帯電粒子(電子)の流れであることに気づき、その流れが電流であることを知ることになっている。

- (7) ネオン管や蛍光管、クルックス管、クロス真空計などに生ずる現象は、電流という形で流れている電気を使用することで起こすことができる。

いわゆる、動電気による現象である。一方、結果と考察の(1)、(2)、(3)、(5)は、摩擦によって発生した静電気を利用することでも起こる現象である。

このことから、静電気は1回放電させると、一瞬のうちになくなってしまい、照明器具を続けて点灯したり、モーターを回し続けることができないが、動電気と同じ現象を示すことから、静電気は動電気と同じものと考えられる。電流を連続的に流すことができるようになったのは、ボルタの

電池の発明以後である。

- (8) 上記のような静電気に関連する内容を、課題研究的なテーマとしてでも、「(4)電流」で学習する機会があれば、生徒の興味・関心を一層喚起し、より効果的であると考える。

参 考

ネオン管についての説明

ア ネオン管は空気を抜いて微量のネオンガスを入れたものである。

イ 帯電体が正に帯電している場合は、手でアースしている方の極が発光する。負に帯電している場合は、帯電体に接している方が発光する。

ウ ネオン管は負極側が発光するので、帯電体の正、負電気の判別ができる。交流を使うと両方の電極が赤く発光する。

エ ネオン管には、管ヒューズ型(点灯電圧80V～300V)や電極らせん型(100V～220V)などがあり、市販の中には、若干点灯電圧が異なる物もある。

オ 実験に使用したネオン管の放電開始電圧は67Vくらいであるが、継続電圧は60V前後を維持して発光し続ける。

カ ネオン管の実用的な利用として、検電ドライバーなどがあり、低電圧用(交流100V～250V、直流350V以下)、高電圧用(直流2,500～15,000V)がある。この中のネオン管の発光で、電流の流れていることを知ることができる。

参考文献

- (1) 近角聰信 豊田博慈監修「図解実験観察大事典(物理)」東京書籍 1988
(2) 三輪光雄監修「原色図解理科実験大事典(物理)」株式会社全教図 1980

(なかさと しょうへい 物理研究室研究員)

流水観光砕氷船に乗って

永 田 敏 夫

平成4年2月4日、紋別市の流水着岸初日に流水観光砕氷船「ガリンコ号」に乗った。ここ3年ほどオホーツク沿岸で流水の着岸日数が特に少ない⁽¹⁾。漁船の通年操業ができてよさそうだが、観光資源として利用できなくて困るにとどまらず、掃海・プランクトンの繁殖⁽²⁾などにも影響を与えるため、その原因を探る研究が多角的に進められている。リモートセンシングによる宇宙からの観測、流水レーダー、気象観測などをもとに、大気や海洋の循環などと関連付けた研究⁽³⁾も進められており地学的なアプローチも興味深い。ここでは、観光砕氷船のユニークな仕組みにかかわる素材の物理的な教材化の例を紹介する。

1 流水観光砕氷船「ガリンコ号」

ガリンコ号は、総トン数39重量トン、全長24.9mの航海速力6ノット、乗客定員70名、2階建の船舶である。一般的な船の船体左右に付加船体を付け、後部に備えた推進用スクリュー以外に船首に4本のアルキメディアン・スクリュー(らせん状ブレードを外周に巻き付けた円筒形のフロート)を備えた砕氷船で、船舶としては、ASV(Archimedeian Screw Vessel)に分類される。アラスカ油田開発のために三井造船(株)により開発されたもので、昭和56年に進水し、以後3回改造され現在の船体となった⁽⁴⁾(図1)。

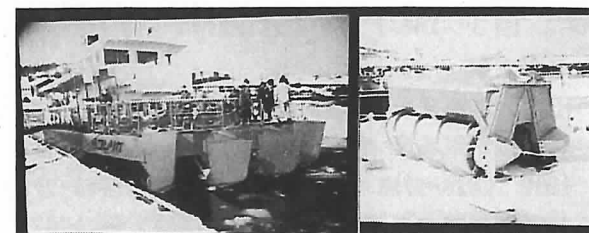


図1 流水観光砕氷船「ガリンコ号」

2 アルキメディアン・スクリュー

流体中の推進力はスクリューの前後の流れの速度差によって生じる。アルキメデスの理想ねじでは、液体がねじのねじれの間を一定速度で移動する。従って推進力は最初と最後のねじれによって生じる。このため流体中の推進力を生み出すためには、回転に大きい動力を必要とする⁽⁵⁾。しかし砕氷能力は氷を破壊することにある。ASVは、木ねじを回すと板の中に食い込む原理で船首水面付近にあるアルキメディアン・スクリューが回転し氷板に食い込むことを利用して砕氷して進む。衝突と船体重量によって砕氷する同型の在来型砕氷船に比べると、大きな砕氷能力を有し、砕氷に必要な馬力や船体強度を小さくでき、結氷浅海域でも航行できる特徴を持つ⁽⁴⁾。

3 スクリューの製作

アルキメディアン・スクリューを作るために、まずは旋形のねじを作るところから始める。同じ円板を利用してスクリューを作るのとらせん形のねじを作るのでは、軸に取り付ける部分が違う。スクリューは同じ中心位置に羽根の付け根をつけられる。ねじは外周が連続したら旋形になっており、中心は軸に沿って動き一致させられない(図2)。

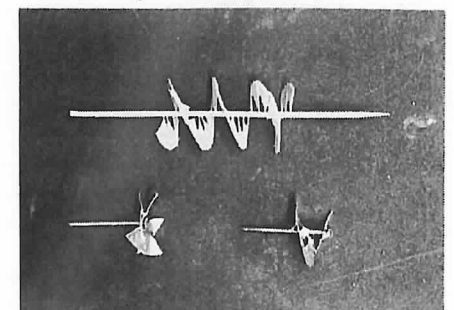


図2 アルキメデスのねじとスクリュー

子供たちにスクリューを作らせながら仕組みの違いに気付かせるのも、そこから何を課題として引き出してくるのか期待するのも興味深い。

自然界の未知の法則を発見する過程を、単純化された自然現象の形で子供たちに体験させながら科学の方法を修得させていくのもよいが、工学的、技術的製品は不思議だらけである。おもちゃを壊して中を探る手法も決して捨て去ってしまつてよいものではない。その原理や仕組みを解き明かしたりアイデアを絞るのも科学的手法や創造性の育成につながる。以下に実習方法を示す。

A ら旋形のスクリューを作ってみよう

準備

アルミニウム板(厚さ0.3mm)、コンパス、物差し、金切りはさみ、鉄棒(2mmφ×25cm)、瞬間接着剤、メスシリンダー(250ml)、糸

方法

- (1) アルミニウム板で半径1.6cmの円板を2枚作る。1枚は外周から中心に向かって切り込みを入れて4枚羽根のスクリューとし、他の1枚は、中心から外周に向かって切り込みを入れ、ら旋形スクリューとする(図2)。
- (2) スクリューに鉄の心棒を接着剤で付ける。スクリューに糸を付け、水を入れたメスシリンダー内で落下させ、その様子を観察し落下時間と回転回数を測る。

表1 水中でのスクリューの落下実験例

	落下時間	回転回数
一般形スクリュー	0.85 [s]	4.6[回]
ら旋形スクリュー	0.90 [s]	7.2[回]

考察

一般的な形のスクリューとら旋形のスクリューでは、構造や性能にどのような違いがあるか考える。

B アルキメディアン・空き缶スクリューで、いかだを走らせよう

準備

空き缶、プラスチック板(70×100cm板)、接着剤、物差し、コンパス、はさみ、ゴムひも、おもり、釘、割ばし、板、発泡スチロール板

方法

- (1) 空き缶に合わせ、必要な枚数だけプラスチック板をドーナツ型に切り抜く。
- (2) プラスチック板の内側に切込みを入れ、作った枚数つなぐ。これを空き缶にら旋形に接着剤で取り付ける。
- (3) 空き缶の小口の中央に釘で孔を開け、おもりを付けたゴムひもを通す。
- (4) 空き缶を数回回転させて水面に浮かべる。
- (5) 一部長方形にくり抜いたベニヤ板に、発泡スチロール板を付け、いかだを作る。
- (6) いかだに空き缶を取り付け雪を入れた水槽で走らせる。

考察

- (1) ゴムひもを付けた空き缶が、なぜ回るのか考える。
- (2) アルキメディアンスクリューの、長所・短所をあげる。

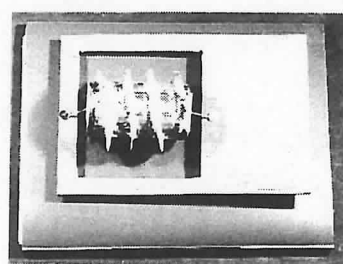


図3 アルキメディアン・空き缶スクリューいかだ

参考文献

- (1)北大低温研展示ハ'91 (2)針生勤 氷がないと魚が困る? 雪氷学会地方懇談会発表要旨 1992 (3)林ツツ海・海水研究グループ 第7回林ツツ海と流水に関する国際シンポジウム講演要旨集 1992 (4)紋別市商工観光課 『ガリンゴ号』ガイト (5)メルロフ 流体力学のはなし P117 東京図書 1983

(ながた としお 物理研究室 研究員)

北海道産天然ゼオライトとその利用

那賀島 彰一

1 はじめに

今回の学習指導要領の改訂により、中学校理科「地球と人間」の小項目「資源の開発と利用」では、資源及びエネルギーとして、天然資源、水力、火力、原子力が挙げられ、それらについて認識を深めるように改められた。

人間が利用する天然資源やエネルギー資源が、どのようなものかを学習するばかりではなく、開発や利用の様子を調べ、それらの有限性とその有効な利用について考えさせることに重点がおかれている。

ここでは、身近なところで使われているがその姿に気付かないことが多く、興味深い資源の一つであるゼオライト資源に目を付けてみた。生徒にゼオライトを通して天然資源への興味・関心を高めてもらうために、北海道内に産するゼオライトとその利用について調べてみたのでその概要を紹介する。

2 ゼオライトとは

ゼオライトはギリシャ語で沸騰する石という意味である。鉱物学的にはフッ石(沸石)と呼ばれている。その主成分はアルカリ及びアルカリ土類金属の含水アルミノケイ酸塩で、結晶格子の中に水を含んでおり、それを加熱または減圧することによって脱水し、比較的容易にイオン交換する特性をもった鉱物である。

日本では新第三紀中新世、特にグリーンタフ地域に産出し、紙の充てん剤、土壌改良剤、分子ふるいなどに使われている。

3 ゼオライトの産地と産状

北海道内で現在採掘されているところは、図1に示すように長万部町国縫、仁木町砥ノ川、上士幌町勢多の3箇所である。以下、産地と産

状の概要を紹介する。



図1 北海道のゼオライト産地(現在採掘中)

(1) 長万部町国縫

長万部町の国縫川の上流地域すなわち茶屋川付近に広く分布する国縫層の緑色凝灰岩の構成鉱物として含まれている。

(2) 仁木町砥ノ川

余市町南方の仁木町砥ノ川部落西方の丘陵地域には、やや傾斜して白色を呈する凝灰岩層が約3~5mの厚さをもって丘陵一帯に分布し、その下部は赤灰色または緑灰色の粘土層に移行する。さらに凝灰岩層上部は灰褐色の砂層・粘土層に覆われるが一部では堆積の不連続な関係も観察される。当地域では新第三紀中新世の国富層と呼ばれている凝灰岩の構成鉱物として産する。



図2 含沸石凝灰岩の露頭

(3) 上士幌町勢多

上士幌町旧萩ヶ岡駅の北西方約5kmの地点

にある。上士幌町勢多のかって採掘されていたカオリナイトの鉱床の周囲にあり、新第三紀中新世のホロカビリベツ川層に属する緑色凝灰岩の構成鉱物として産する。

4 ゼオライトの鉱物学的特性

それぞれの地域に産する沸石凝灰岩の鉱物学的特性をまとめると表1のようになる。

表1 ゼオライトの鉱物学的特性

産地	鉱物学的特性
長万部町国産	斜方沸石を主とし、場所によってモンモリロナイトを混在する。
仁木町延ノ川	高純度の斜方沸石が主であり、少量のモルデン沸石が共存するが他の共存鉱物としての石英、長石類は認められない。
上士幌町勢多	斜方沸石を主とし、割合多くのモルデン沸石を混在し、さらにモンモリロナイトの混在も見られるが、石英、長石、 α -クリストバライトは存在しない。

5 ゼオライトの利用

ゼオライトの利用の状況を調べた結果をまとめると、次のとおりである。

(1) 長万部産ゼオライト

- ・花器に入れて花を長持ちさせる。
- ・風呂・洗顔・塩素・鉄サビなどのいやなおいをなくす。
- ・鑑賞魚用の水槽に入れ、アンモニアや塩素などを除去し、水を最適に保つ。
- ・ペットのえさ一下痢や軟便の予防、胃腸の働きを高める。
- ・ふた付容器の底に入れ生鮮食料品を長持ちさせる。
- ・食器類のにおいの激しい汚れを落とす（みがき粉の代用）。
- ・冷蔵庫や戸棚などのにおいを抜く。
- ・陶器などの焼物の製作にうわぐすり混ぜて使用する。
- ・押し入れ、戸棚などの湿気を防止する。
- ・山菜のアク出しに使用する。

(2) 上士幌産ゼオライト

- ・土壌改良用—肥料を保持し、雨水などによる流出を防ぎ、作物の成長を促進する。
- ・家畜の飼料に混ぜて胃腸の働きを助け、下痢、軟便を解消する。
- ・畜舎に散布し悪臭、水分を吸収する。
- ・鶏ふんに混合し、臭気を除去する。
- ・サイレージに添加し、異常発酵を抑える。

(3) 仁木産ゼオライト

- ・製紙用充てん剤として利用する。
- ・脱臭、汚水処理に使用する。
- ・土壌改良剤として利用する。
- ・ペットクリーン（猫の砂）—ペットの尿の処理と悪臭を吸収する。

6 おわりに

我が国は良質で多量のゼオライト資源の産出国として知られ、利用面でも活発な研究が行われている。北海道においても新産地の発見、新しい用途の開発が必要である。また、ゼオライト資源を教材として取り上げ、中学校の理科や高校のI Aなどで学習の展開案を考えていきたい。

最後に、この研究を進めるにあたり、兵庫教育大学湊秀雄名誉教授には、御指導と御助言をいただいた。心から感謝申し上げる次第である。

附記

本稿は、平成3年度全国理科教育センター研究協議会並びに研究発表会地学部会（第29回）で、紙上発表した内容に、加筆・修正を加えてまとめたものである。

文献

- 1) 湊秀雄(1980): 天然ゼオライトとその応用耐火物, 32-431
- 2) 湊秀雄(1985): 日本のゼオライト資源, 化学と工業 第38巻, 第11号
- 3) 湊秀雄, 那賀島彰一(1988): 北海道余市郡仁木町産出の沸石凝灰岩の鉱物学的研究, 昭和63年度日本鉱物学会講演要旨 (なかじま しょういち 地学研究室長)

台風19号(1991年)の教材化

高橋文明, 森 裕

はじめに

北海道に被害をもたらすような台風はそれほど多くない。しかし、台風が日本に接近すると、テレビ、ラジオ、新聞によって動きや規模が刻々と知らされるようになった。最近、我々はこのように一方的に与えられる情報に頼るようになり、自分の五感を使って情報を得ることが少なくなってきたような気がする。それでも建物に激しくぶつかる風や雨の音、せわしく動く下層雲を見て、台風はどこまで来たのだろうか、もう通過したのだろうかと不安になる。

ここでは、1991年の台風19号に伴う気象の変化を観測することによって、台風についてどのような情報が得られるのかを考察することを中心としたいくつかの実習を取り上げた。

また、その過程で、類似性を取り上げられた洞爺丸台風に関する資料を調べていくうちに、興味ある事実が見いだせたので併せて紹介する。

これらが中学校第2分野「天気とその変化」や高等学校地学I Aの(4)ア「気象とその災害」、地学I Bの(2)ア「大気と水」の参考になれば幸いである。

実習1 台風に伴う雲の観測

方法

- (1) 台風の通過の前日から1時間毎に、雲について、雲量(天気)、種類、高さ、雲向や移動の速さを観察する(図1)。

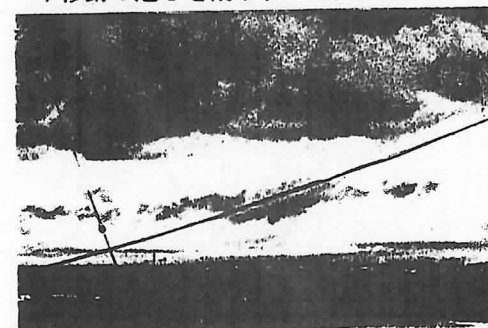


図1 台風に伴う雲の様子(1991.9.28札幌市)

- (2) 雲向、雲の種類の変化から台風の中心の

位置を推定する。

- (3) 自分の推定がテレビなどの情報と合っているかどうか調べる。

実習2 台風通過時の大気の状態

準備

温度計、気圧計(または自記気圧計)

方法

- (1) 気温、風向、風力(風速)、気圧を観測する。
- (2) 気温、風向、風力(風速)、気圧の様子についてグラフ化し、その変化を検討する。

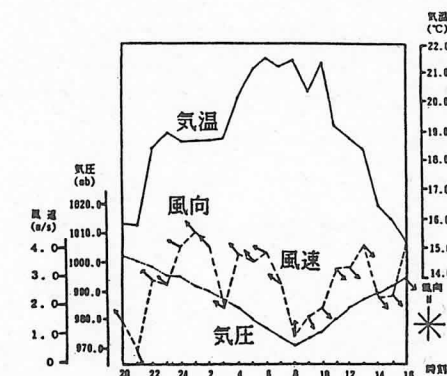


図2 気温、風向、風速、気圧の変化

- (3) 気圧の変化から何時頃、台風が通過したか推定する。
- (4) 気温、風向や風速の変化と(3)の推定の関係を考える。

実習3 台風の進路の予想

準備

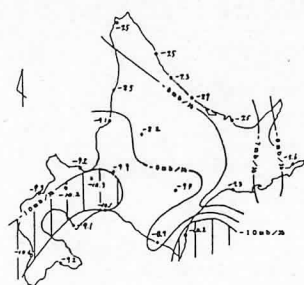
全道各地の気象日原簿(平成3年9月28日)、各観測点を記入した北海道地図(200万分の1)

方法

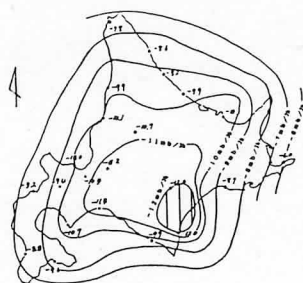
- (1) 全道各地の気象日原簿から各観測点の3時間毎(03~06時, 04~07時, 05~08時, 06~09時)の海面更正した気圧の変化を

読み取り，変化の値を北海道地図にプロットし，1mb毎に変化の値の等圧線を描く（図3）。

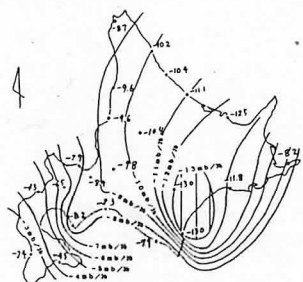
（03～06時の変化）



（04～07時の変化）



（05～08時の変化）



（06～09時の変化）

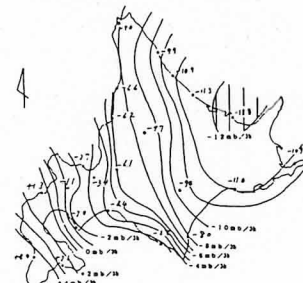


図3 気圧の変化

- (2) (1)によって得られた図の中で変化の大きい部分がどの観測地点か調べる。
- (3) 気圧変化が大きい部分へ台風が進むと予想されるので，03時から09時について検討し，進路を予想する。

実習4 台風の進路の決定

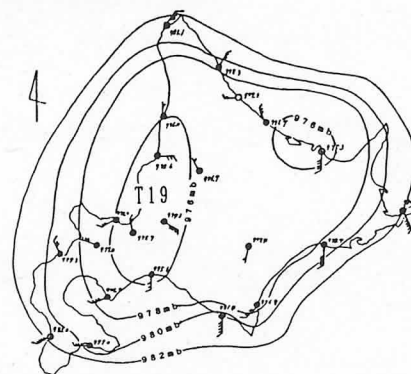
準備

全道各地の気象日原簿（平成3年9月28日），各観測点を記入した北海道地図（200万分の1）

方法

- (1) 全道各地の気象日原簿（午前7時～11時の1時間毎）のデータをもとに渡島半島へ上陸してオホーツク海へ抜けるまでの北海道の地上天気図を作製し，1時間毎に台風の中心を求め，それから北海道における進路を求める（図4）。

（09時の地上天気図）



（台風の進路）

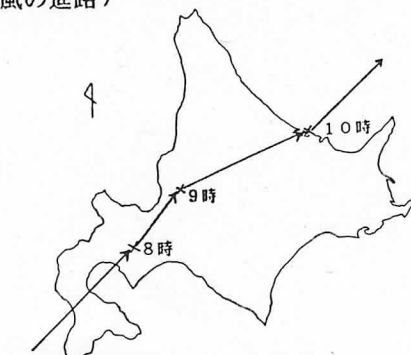


図4 地上天気図と台風の進路

- (2) 台風通過前後の雲の様子や風向の変化をまとめる。札幌の分析を参考に，各地では台風のどの部分が通過していったのか検討する。
- (3) 実習3の進路の予想の結果と実際の進路を比較する。予想がどのくらい当たったか，この方法の評価を行う。

実習5 進路の東側と西側における風の強さ

準備

実習4で製作した地上天気図や台風の進路図，気象彙報（1956）

方法

- (1) 求められた台風の進路において進行方向の東西の風の強さを台風通過前後について比較する。異なるのはなぜか考える。

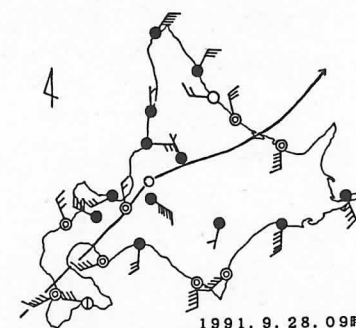


図5 進路の東側と西側における風の強さ

- (2) もう少し経路が西にずれていたらどういうことになったか，資料によって洞爺丸台風（昭和29年）の時の風による被害を調べ，予想する。
- (3) 洞爺丸台風と台風19号の各々について，北海道への上陸前後の風の強さの変化を検討する。
- (4) (3)の結果を進路の違いとの関係で考える。

実習6 台風の経路を規定するもの

準備

9月17日～9月28日の新聞掲載（朝刊，夕刊）の地上天気図，トレーシングペーパー，大気の大循環のモデル図

方法

- (1) 1枚のトレーシングペーパーに，各地の地上天気図の台風19号の中心をプロットし，これらの中心を直線で結び，大まかな進路を描いてみる。そのときの北太平洋高気圧の勢力範囲（1020mb以上の範囲とする）も天気図に写し取り，その変化の様子を調べる（図5）。

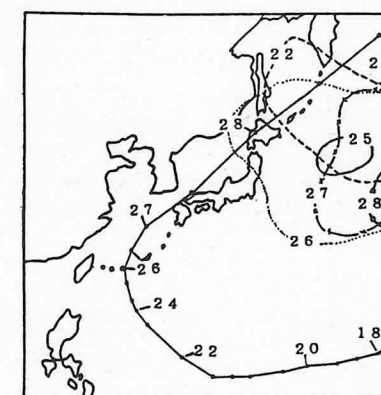


図5 進路と高気圧の勢力範囲

- (2) 発生から東進する部分の位置はどの辺か。速度が遅くなって停滞する位置はどこか。北東に進路を変更する部分や変更してからの速さはどう調べる。
- (3) 季節による台風の進路変化が，その頃の気圧配置の変化とどのような関係にあるか調べる。
- (4) 台風19号の進路を大気の大循環のモデルの図に重ねて，それらの関係を調べる。

実習7 台風の発生する地域とその条件

準備

気象年鑑（1983～1988年），ひまわりの円形画像（春夏秋冬各1枚）

方法

- (1) 気象年鑑によって台風の発生する場所がどのあたりか調べ，発生月日を付記する。
- (2) 発生場所が月によって変化するかどうか調べる（図6）。

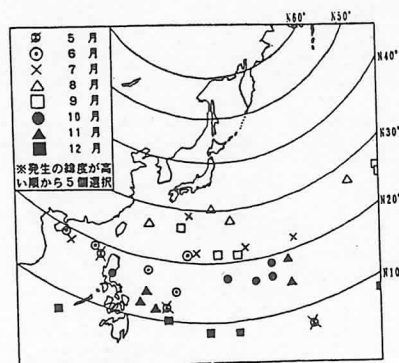


図6 台風の発生場所と季節による変化

(3) ひまわりの円形画像で赤道近くの雲の様子(図7)を調べ、季節による台風の発生場所の変化と関係があるかどうか調べる。



図7 ひまわりの円形可視画像(79'6.22.09)

- (4) 四季におけるひまわりの円形画像から地軸の傾きの変化を推定し、四季がなぜ生ずるの考える。
- (5) 台風のエネルギー源はなにか。なぜ発生するのか考える。
- (6) 赤道上空で台風の発生が見られないのはなぜか。地球の自転から考える。

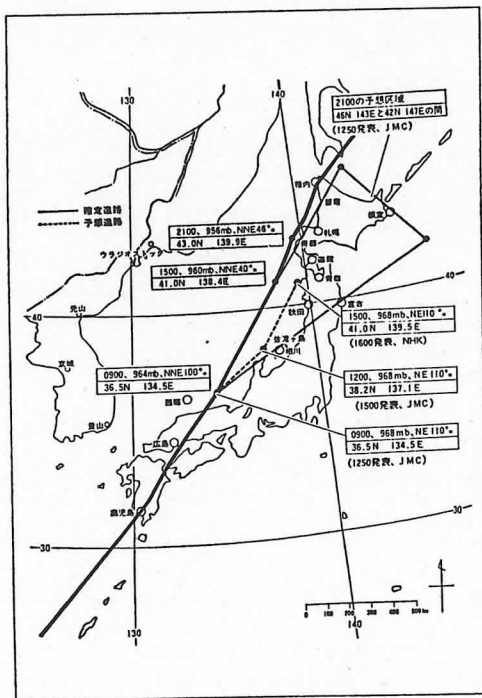
参 考

- 1 洞爺丸台風とはどんな台風だったか
1954年9月18日グアム島西方海上に発生した熱帯低気圧が勢力を増し、23日台風5415号

・マリーと命名された。北海道にさしかかる時、急激に減速、再発達して、現場の判断を狂わせ、当時の青函航路の船舶を何隻も沈没させた。特に国鉄(現在JR)の青函連絡船であった洞爺丸などの船舶が沈没し、多数の犠牲者が出たことで、その後、洞爺丸台風と呼ばれるようになった。ここで台風の日本への接近の様子や函館に近づくまでの足取りを追いかけて、その特徴をとらえてみることにする。

熱帯低気圧は台風となった後、沖縄の近海に達し、進路を北東に変え(転向)、九州南端に上陸し、豊後水道を通過し、山陰を経て日本海に入った。26日9時には、中央気象台の通報によると、日本海南部(N36.5°, E134.5°)に中心があり、中心気圧968mb、北東55ノットの速度で進行中ということであった。

また、21時の予想位置は、N46° E143°と北緯42° 東経147°の間であった(図8)。

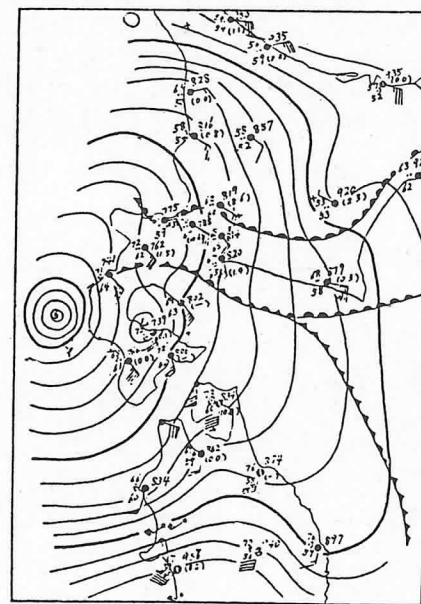


(坂本幸四郎(1983)による)

図8 台風の中心の位置と予想進路
その後、12時には、N38.2° E137.1° の地

点に中心があり、中心気圧968mb、北東55ノットの速度で進行中ということで予想扇形の中央よりやや東よりであり、5時間弱で津軽海峡には17時頃達する予報であった。

確かに、予想どおり17時頃、夕焼けが確認されるほど晴れ間が見え、出航を見合わせていた洞爺丸の気圧計も上昇を始め、台風の目の通過と思われる気象状況であり、18時39分出航した。しかし、19時の地上天気図によると、実際には洞爺丸が出航した時刻には、台風



(気象庁(1956)による)

図9 地上天気図(9月26日19時)

急に減速しほとんど停滞しており、温帯低気圧化が進行中で、再発達していたのであった。

出航後、台風通過に伴う南西の強風や風向と函館湾の方向が一致したため、洞爺丸は湾内の強風、高波にあおられ、強風のために移動した海底の砂により水深が浅くなった部分に座礁し、沈没した。

次に予想が外れた原因を述べる。

2 洞爺丸台風の予報がはずれた原因

洞爺丸台風の予報がはずれ、大きな災害につながった理由は①観測技術、②気象情報に対する最終判断のシステム、③それまで例のない特殊な台風であった、などがあげられる。②は省略し、①、③について述べる。

①観測技術や観測点の問題

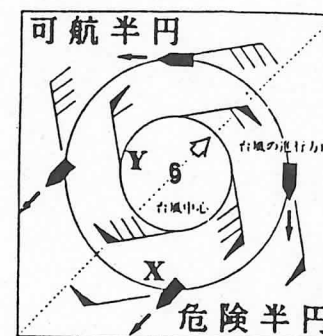
気象情報12時の中心の位置は、日本海上の観測点がなかったこと、当時ひまわり画像がなかったことなどから、正しくとらえられていず、実際には予報より西へ100Km程ずれており、進路の予想が大幅に狂っていた。

③例にない特殊な台風

温帯低気圧に変化した後に、大きく変貌した。その際、函館では台風の目かと思えるほどの偽りの晴れ間があらわれたり、急に速度を減速しながら再発達したことが判断を狂わせた。

3 台風15号の進路と航行の危険性

青函航路にとって台風15号が①三陸沖を通過するか、②渡島半島の西を通過するかは重要問題である。なぜならば、①の場合、津軽海峡付近は台風の進行方向左にあたり、進行速度と中心に吹き込む風が逆向きで相殺され、風速が弱まり、船舶は追い風を受けて中心から脱出可能である(可航半円)(図10)。



(饒村曜(1986)による)

図10 危険半円と可航半円

それに対して②の場合、今度は進行方向右側にあたり、進行速度と風の速度が相乗し、風速が強まり、向い風のため中心から脱出しづらく非常に危険である(危険半円)。

このとき、①、②の場合によって、台風通過に伴う風向の変化に違いがみられる。

①の場合、津軽海峡付近では東→北東→北西と反時計回りに風向は変化するはずである。

②の場合、南→南西→北西と時計回りの変化を示す。これらのことから風向の変化から大まかに台風の進路が推定され、危険度がわかるのである。

したがって、風向の変化で台風の進路の予想は可能であった。津軽海峡の東西にある大間、龍飛にある燈台からの気象通報や函館棧橋における風向の変化(図11)は台風の進路が予報より西で津軽海峡の西側を通過しつつあることを示し、従って津軽海峡は非常に危険な状態にあることを示していた。もし、このことが判断の基準の一つに入っていたらと思うと残念でならない。

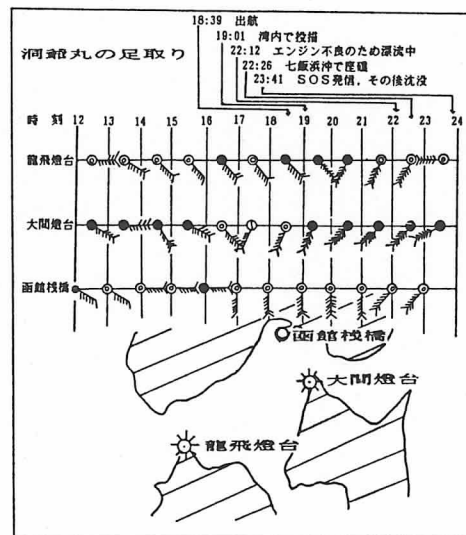


図11 台風の進路と風向の変化

おわりに

現在、気象情報の提供にひまわり画像を始めとして、様々な観測機器が導入されている。最高(最低)気温、降水確率、風向等の予想まで立てられ、マスコミを通して気象情報が市民に簡単に知り得るものとなった。

その反面、あまりにも気象情報に頼りすぎて、自分達の目で空を見て判断するということが軽視されてきている。昔の人々は自らの観察を積み重ね、天気の変化の様子をとらえて天気諺言として残し、地域性のある気象現象を生活と結び付けていた。

気象情報を利用するにしても、実際の空の様子と結び付けて考えなければ、応用することができず、十分活用できない。「どんな情報の時、どんな空模様になるのか」などの判断力を身につけることが大切である。もっと空に目を向けることを大切にし、その上で気象情報を活用したい。このことは、情報の氾濫する現在、これからの学校教育で最も必要とされていることでもある。

空を見上げることは、それほど難しいことではない。風向や雲の種類(名前は知らなくてもよい)などに注目し、経験を積み、天気の変化を大まかにつかむことができる。そんな簡単な観測を通じて、気象災害から生活を守るかもしれないのである。

参考文献

- 1) 気象庁(1956): 昭和29年台風第15号報告, 気象庁彙報第39冊第3号
- 2) 高橋浩一郎他(1982): 衛星でみる日本の気象, 岩波書店
- 3) 坂本幸四郎(1983): 青函連絡船, 朝日イブニングニュース社
- 4) 鏡村曜(1986): 台風物語, 日本気象協会
- 5) 道内の管区気象台, 海洋気象台, 地方気象台, 測候所(1991.9.28): 気象日原簿 (たかはし ふみあき 地学研究室 研究員) (もり ひろし 同 研究員)

当理科教育センターが行う長期研修講座は「公立の小学校教員及び中学校理科担当教員のうち、教育局長の推薦する者に対し全領域及び中学校理科の各分野について、教材及び学習指導に関する研修を深めるとともに指導力を強化し、本道理科教育の水準の向上を図る」ことを目的とし、講座は次のように区分されている。

◆前期(4月～9月, 小学校教員6～7名)

研修員の協議によってA, B, C各区分からそれぞれ研究課題を設定し、教材化に向けて共同研究を行う。

◆後期(10月～3月, 中学校教員3～4名)

研修員個人が、第1分野または第2分野のいずれかから研究課題を設定し、物理、化学、生物、地学の該当する研究室において教材化に向けての研修を行う。

◆一年(小学校または中学校教員, 1～2名)

北海道教育委員会が行う研修事業のうち、提出された研究課題が理科の実験・実習にかかわるもの。研修員は自分の課題に合った研究

室で具体化のための研修を行う。

平成3年度までに、延べ396名がこれらの研修講座を受講しており、その成果は報告書にまとめられて当センターに保存されている。

しかし、これらの報告書は、研究の方法や結果の考察だけではなく、学習指導要領及び教科書の比較検討に基づく課題設定の過程や意義づけ、授業場面における研究成果の具体的活用例など多岐にわたる膨大なものであり、とてもその全文を掲載することは不可能である。

ここでは、直接指導助言に当たった研究室が研修員と協議のうえ、最も現場での活用が期待されると思われる部分を要約または抜粋して紹介するととどめた。

それぞれ研修時における所属学校名を明記してあるので、研究の詳細を知りたい方は、直接問い合わせるかまたは当センターへ照会していただきたい。

◆平成2年度 長期研修員及び研修テーマ一覧

前期 安部 正季(千歳市立日の出小学校), 熊木 仁司(瀬棚町立梅花都小学校)
戸松 弘二(富良野市立麓郷小学校), 尾田 一彦(留萌市立港北小学校)
木下 誠(室蘭市立本室蘭小学校), 樋口 雅裕(中標津町立丸山小学校)
波多野伸一(士幌町立上居辺小学校)

- ・研修テーマ A区分「水中微小生物」の教材化
- B区分「物の運動」における教材の工夫
- B区分 小学校における「加熱前後の金属の変化」の素材検討
- C区分「第6学年 身近な地表の石の観察から大地のつくりへ」の教材化の検討

後期 甲地 努(豊頃町立豊頃中学校)

- ・研修テーマ 「エネルギーの移り変わり」に関する実験の工夫
- センサーとパソコンを利用した装置の工夫 —

後期 菊地 均(小樽市立望洋台中学校)

- ・研修テーマ 「天気とその変化」に関する身近な素材の教材化
- 低気圧と冬の天気の教材化 —

後期 堀口 一騎(函館市立光成中学校)

- ・研修テーマ 「身近なものから電流を取り出す」学習のための素材検討と実験方法の工夫

後期 本間 靖教(紋別市立潮見中学校)

- ・研修テーマ 顕微鏡観察の素材と方法の検討
- 身近な素材を用いた生物の観察 —

一年 菅田 洋三(釧路町立富原中学校)

- ・研修テーマ ・「新学習指導要領」の内容を取り入れたヒメダカの教材化の工夫
- ・「光と音」に関する実験の工夫と教材化

「水中の微小生物」の教材化

長期研修員 熊 木 仁 司 , 戸 松 弘 二 他5名

はじめに

学習指導要領の改訂にともない、第5学年A区分「動物の発生と成長」の学習内容のうち、「水中の微小生物」について、身近な自然の中から児童の興味、関心や学習意欲を起こさせ観察、実験を通してより科学的な見方や考え方を育てることが大切であるとされている。

このたびの研修では、「水中の微小生物」の採集、飼育、培養、観察、記録などの多岐にわたり、研修成果を報告したが、ここでは、紙面の都合により、近くに川、沼、池、湖、水田などの水中の微小生物が棲息している環境がない場所においてどのような学習活動が考えられるか、また、水中の微小生物を効果的に観察させるにはどのようにしたらよいかについて、その一例を紹介する。

1 身近な場所での「水中の微小生物」の採集方法

(1) 目的

身近な木の葉や小石を汲み置き水に入れて微小生物の発生の様子を調べたり、雨後の一時的な水たまりの水を観察して微小生物の存在を確かめる。

(2) 方法

次の三つの方法により、微小生物の発生の有無を試みた。

- ① 適当な大きさの水槽を二つ用意し、これに汲み置き水を入れ、一方に木の葉、小枝、枯草を入れ(A)の試料とする。また、もう一方の水槽に土や小石を入れ(B)の試料とする。
- ② 雨後の一時的な水たまりの水を汲んで水槽に入れ、これを(C)の試料とする。

- ③ 上記の試料の入った水槽にふたをして常温の所に1週間放置する。

(3) 結果と考察

- ① 顕微鏡観察により確認できた「水中の微小生物」は、表1の通りである。
- ② また、確認できた微小生物のうちのいくつかを図1に示す。
- ③ 種類はそれほど多くはないが身近な所で簡単に水中の微小生物を観察することができる。

表1 観察された「水中の微小生物」

NO	分 類	微小生物名	A	B	C
1	原生動物	ソウリムシ	○	○	
2	"	ミドリムシ	○	○	
3	"	ミズケムシ		○	○
4	輪形動物	ヒルガタワムシ			○
5	線形動物	センモウチュウ			○
6	緑藻植物	ミカヅキモ	○		
7	珪藻植物	フナガタケイソウ			○
8	"	コバンケイソウ	○		

2 効果的な観察方法

(1) 観察のためにどんな器具を準備すればよいか。

・虫眼鏡 ・解剖顕微鏡 ・双眼実体顕微鏡 ・顕微鏡 ・照明装置 ・スライドガラス ・ホールスライドガラス
・カバーガラス ・ガーゼ ・脱脂綿
・スポイト ・ピーカー ・フラスコ
・ベトリ皿 ・ブラシ ・マイクロピペット



ソウリムシ ミドリムシ ミカヅキモ フナガタケイソウ コバンケイソウ

図1 観察された微小生物

(2) 採集してきた試料からどのようにして微小生物を取り出せばよいか。

- ① よく見てスポイトで取り出す。
(原生動物、緑藻類など)
- ② 水草を絞って取り出す。
(動物、植物プランクトン)

③ 石や小枝、葉などからブラシでこすり取る。(ケイ藻類、ラン藻類など)

④ ろ紙でこし取る。(節足動物など)

(3) 顕微鏡観察に際し、微小生物の動きを止めるにはどうしたらよいか。

- ① ビニルテープ(幅約2mm)で正方形の枠を作り、スライドガラスに張り付け使用する。

- ・ 試料がつぶれない利点があり、ミジンコなどの観察には適している。
- ・ 生きたまま観察でき、観察後また飼育が可能である。

② 脱脂綿の繊維を利用し、動きを封じる。

- ・ 繊維が気になるが、動きが少なく生きたまま詳しい観察ができる。

③ 試料を冷蔵庫に入れ、一時冷却して固定し、観察する。

- ・ 活動が停止状態なので、生物体の内部のゆっくりした動きも観察できるが、室内との温度差が大きすぎるとレンズがくもり、観察しにくい面もある。

④ 市販のアラビアゴムのりをスライドガラスにたらし、その粘性を利用して試料の動きを封じて観察する。

- ・ 簡便で大変見やすい方法であるが、試料が死んでしまう欠点がある

⑤ 10%ホルマリン液で固定して観察する。

- ・ 試料の形もよく見え、良い方法である。試料は死んでしまうが、長期間保存が可能なので何度でも利用できる。

⑥ その他の薬品を用いる方法もあるが、小学校ではあまりなじまないもので、ここでは省略する。

参考文献

- 「先生と生徒のための生物実験」 南条安昭著 共立出版株式会社 1965
「淡水生物の生態と観察」 水野壽彦著 築地書館株式会社 1979
「動物の顕微鏡観察」 井上 勤著 地人書館 1980
「ザ・サイエンスー小学校ー」 関利一朗著 全教図 1986
「日本淡水プランクトン図鑑」 水野壽彦著 保育社 1973

(文責 生物研究室)

「物の運動」における教材の工夫

長期研修員 安部 正季、戸松 弘二 他5名

1 はじめに

小学校新学習指導要領理科の第5学年B区分「物質とエネルギー」には、(3)「おもりを使い、おもりの重さや動く速さを変えて、物の動きを調べることができるようにする。」ことが新たに付加された。本研修では、「物の運動」として、振り子の周期性、衝突にかかわる実験やそれらを利用した教具の製作などについて、いろいろな角度から検討し、たくさんの成果を収めている。ここでは、その成果の一部分について紹介する。

研修課題1 振り子の周期性にかかわる実験の検討

課題の解明に向けて、下記の実験を行っているが、実験2と4について述べる。

実験1 振り子の実験に使う素材の選定と実験方法

実験2 振り子のおもりを離す角度と周期との関係

実験3 振り子のおもりの重さと周期との関係

実験4 振り子の長さとの関係

◎実験2 振り子のおもりを離す角度と周期との関係

準備

おもり（鋼製金属球60g）、つり用ナイロン糸5号、バネクランプ、スタンド、分度器、ストップウォッチ、記録用紙

方法

- (1) 振り子のおもりを離す角度を 10° 、 20° 、 $\dots$ 、 80° と変えて、その10往復に要する時間をストップウォッチで測定する。
- (2) それぞれの角度ごとに3回測定し、その平均値をグラフにする。
- (3) 振り子の長さは、60cmとする。

結果と考察

(1) 結果は、図1のとおりである。

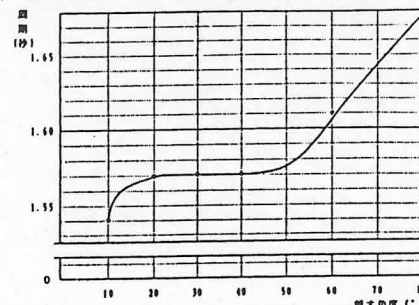


図1 おもりを離す角度と周期との関係

(2) 図1のグラフから、角度が大きくなると周期もそれに伴って長くなる。

(3) 周期は 10° から 20° の間で大きく変化し、 20° から 40° まではほぼ一定している。

(4) 変化の割合の小さい 20° から 40° くらいまでの範囲で実験するのがよい。

参考

図2のように、金属球の高さが一定になるように、固定した金属板をはさむようにして、おもりを磁石で引き付けて行うとよい。

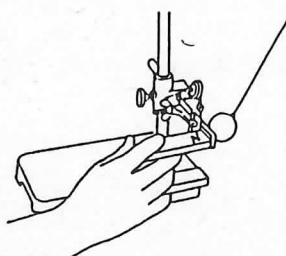


図2 おもりの離し方

◎実験4 振り子の長さとの関係

準備

実験2と同じものを使用する。

方法

- (1) 振り子の長さを20cm、40cm、60cm、80cm、100cm、120cmと変えて、その10往復に要する時間をストップウォッチで測定する。
- (2) それぞれの長さごとに3回測定し、その平均値を表とグラフにする。
- (3) おもりを離す角度は、 30° とする。

結果と考察

(1) 結果は、表1と図3、4のとおりである。

表1 振り子の長さとの関係

振り子の長さ (cm)	20	30	40	60	80	100	120
周期 (秒)	0.90	1.10	1.27	1.55	1.78	2.00	2.20

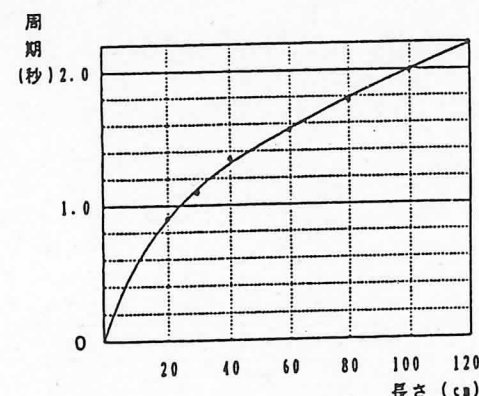


図3 振り子の長さとの関係

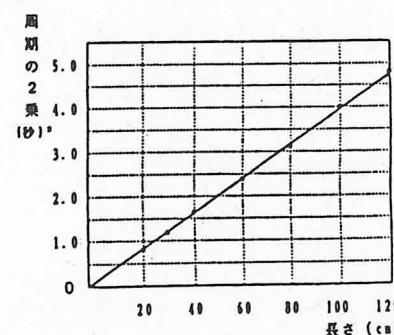


図4 振り子の長さとの関係

(2) 振り子の長さとの関係は、図3のように放物線となる。

(3) 周期を2乗して処理すると、振り子の長さとの関係は、比例関係になる。

研修課題2 衝突にかかわる実験の検討

課題の解明に向けて、下記の実験を行っているが、実験5、9、13について述べる。

実験5 振り子の長さとの関係

実験6 振り子のおもりを離す高さとの関係

実験7 振り子のおもりの重さとの関係

実験8 振り子を利用した弾性、非弾性ゴムボールによる衝突の変化

実験9 斜面の高さと衝突との関係

実験10 おもりの重さとの関係

実験11 斜面の角度との関係

実験12 斜面を利用した弾性、非弾性ゴムボールによる衝突の変化

実験13 衝突の効果を比べる方法の工夫

◎実験5 振り子の長さとの関係

準備

おもり（金属球60g）、被衝突物体（同じ金属球）、つり用ナイロン糸5号、バネクランプ、油粘土、板（油粘土を敷く）、ボールペンのキャップ、ステンレス製直定規、分度器、スタンド、記録用紙

方法A おもりを離す高さを8cmに固定して、振り子の長さを変えた場合（省略）

方法B おもりを離す角度を 30° に固定して、振り子の長さを変えた場合

(1) 実験装置を、図5、図6のように組み立てて行う。

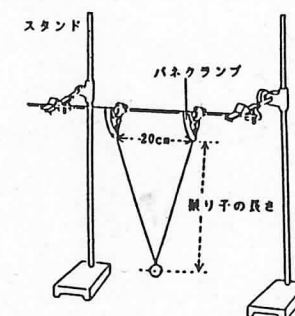


図5 おもりのつりさげ方

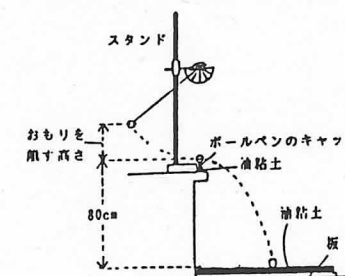


図6 衝突のさせ方

(2) おもりを離す角度を 30° に固定し、振り子の長さを20cm、30cm、40cm、60cm、80cm、100cmと変えて飛距離を測定する。そのときのおもりを離す高さも測定する。

(3) 飛距離はそれぞれ3回ずつ測定し、その平均値を取る。

結果と考察

(1) 方法Bの結果は、表2のとおりである。

表2 振り子の長さとの衝突

振り子の長さ(cm)	20	30	40	60	80	100
高さ(cm)	2.6	3.9	4.9	7.6	11.8	13.4
飛距離(cm)	24.3	26.8	31.3	37.7	47.1	50.0

(2) 振り子の長さを長くすることは、おもりを離す位置を高くすることになる。そのときの関係は、図7のように放物線を示す。

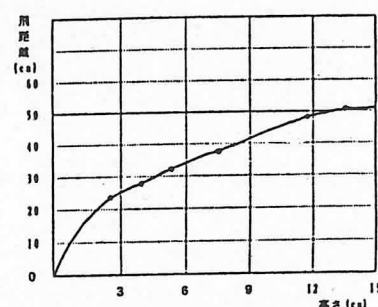


図7 おもりを離す高さとの関係
(3) 飛ぶ距離を2乗して処理すると、図8のように、比例関係になる。

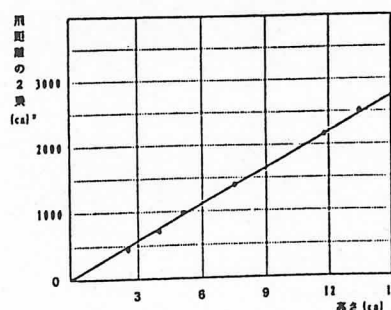


図8 おもりを離す高さとの関係
◎実験9 斜面の高さと衝突との関係

準備

おもり(金属球60g)、被衝突物体(金属球60g)、プラスチックカーテンレール(1.82m)、油粘土、板(油粘土を敷く)、ボールペンのキャップ、ステンレス製直定規、分度器、つり用おもり、つり用ナイロン糸、スタンド、クランプ、記録用紙

方法

(1) 図9のように、スタンド、クランプでカーテンレールを固定する。

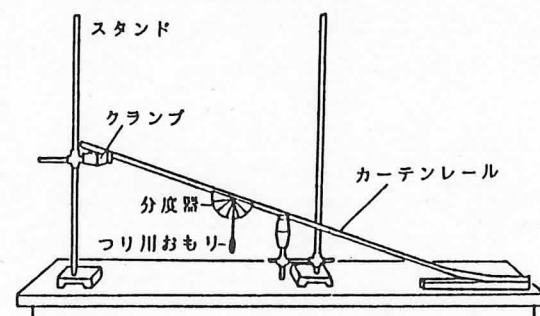


図9 カーテンレールを利用した斜面

(2) つり用ナイロン糸につり用おもりをぶらさげた分度器で、斜面の角度を 30° にする。
(3) 図10のように、水平を確かめた実験台の端に油粘土を張り付け、ボールペンのキャップを差し込み、その上に被衝突物体を載せる。

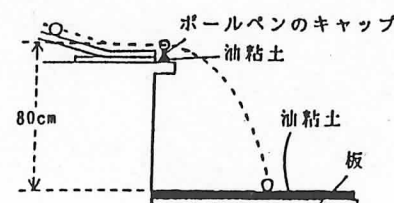


図10 衝突のさせ方

(4) おもりが転がって斜面の真下きたとき、ちょうど衝突するよう被衝突物体を置く。
(5) 落下点分かるように、油粘土を薄く敷いた板を床の上に置き、おもりが被衝突物体をはじいたときの飛距離を測定する。
(6) おもりを離す高さを5cmから5cmずつ高

くし、60cmまで順次変えて行う。

(7) 飛距離はそれぞれ3回ずつ測定し、その平均値を取る。

結果と考察

(1) 結果は、図11のとおりである。

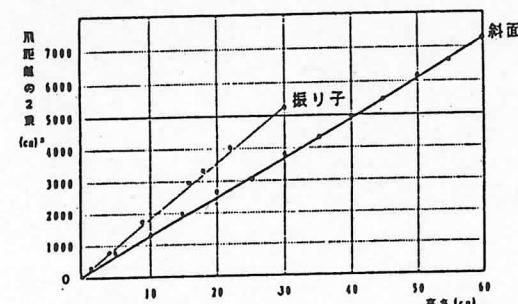


図11 おもりを離す高さとの関係

(2) 斜面の角度を一定にして、おもりを離す高さを増やすと、飛距離は増える。

(3) 斜面の高さと飛距離の関係は、放物線を示すので、2乗して処理すると比例関係になる。

◎実験13 衝突の効果を比べる方法の工夫

A 注射筒のピストンを押した距離

ここでは、振り子を利用し、図12のような装置で実験した結果、次のことが分かった。

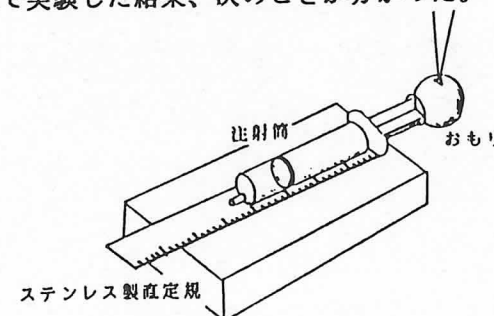


図12 注射筒との衝突

(1) おもりを離す高さとの関係は放物線のようになる。
(2) 高さとの関係は、ほぼ比例関係になる。
(3) 押した距離が2~3mmの変化のため、視覚に訴えるのには弱く、児童の実験には、不向きである。

B 千枚通しが油粘土にささった長さ

ここでは、Aと同じ振り子を利用し、図13のような装置で実験した結果、次のことが分かった。

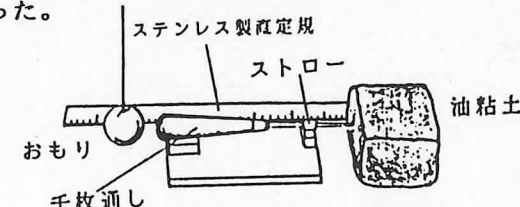


図13 千枚通しとの衝突

(1) Aの(1)、(2)、(3)と似た傾向を示す。
(2) 油粘土は保存状態によっても、固さが変わるとささる長さも変わるので注意する。
(3) 太いくぎでは、ささりにくいので、細めのものを使用するとよい。

C 積み木を倒した数

ここでは、斜面を利用し、図14のような装置で実験をした結果、次のことが分かった。

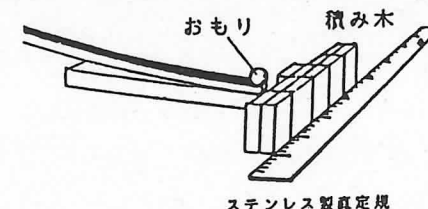


図14 積み木の衝突

(1) おもりを離す高さの違いによって、倒れた積み木の数の違いがはっきりと表れる。
(2) 積み木は児童にとってなじみ深いおもちゃであり、実験装置も扱いやすいのでよい。
D 衝突音をオシロスコープで測定(省略)

研修課題3 「物の運動」で利用できる教具の製作

今までの研修の成果を生かすとともに、日ごろの児童の遊びにも着目しながら、学習との関連性を考慮に入れて13種類ほど製作する。

- (1) ジェットコースター
 - (2) ループコースター
 - (3) スマートボールゲーム盤 など
- (文責 物理研究室)

小学校における「加熱前後の金属の変化」の素材検討

長期研修員 尾田 一彦、木下 誠 他5名

1 はじめに

新学習指導要領では、第6学年B区分「物質とエネルギー」の「燃焼と空気」の内容として、今まで姿を消していた「金属の加熱」が、現行学習指導要領第5学年の「酸素と二酸化炭素」と、第6学年の「物の燃焼」が集約された形で、再び登場することとなった。

最近の児童は、「気体や植物体が燃えている様子を見たこと」はあっても「マッチで火をつけたこと」や「金属が赤熱している様子を見たこと」などの体験は極めて少なくなっている。

そこで、第6学年の新教材「金属の加熱」の学習において、理解を深めるための教材化に必要な条件・方策について、テーマを「小学校における『加熱前後の金属の変化』の素材検討」とし、簡単に入手できる金属「鉄・銅・アルミニウム」を用いて、加熱の方法や加熱時の空気との関係、加熱による変化の調べ方など、児童の思考・発想を中心にさぐってみることにした。

ここでは、紙面の都合上「大きな金属板を用いた加熱後の変化」についてのみ記述する。

2 実験 大きな金属板を用いた加熱後の変化準備

鉄板・銅板（それぞれ15cm×15cm）、アルコールランプ、ガスバーナー、スタンド、テスター

方法

- (1) 金属板を図1のように固定し、中央をアルコールランプで15分間加熱する。
- (2) 冷えてから表面の色を観察する。
- (3) テスターで図2のように金属板の一端Aを起点として、中央Bに向かって1cmおきに抵抗値を測定する。
- (4) ガスバーナーでの加熱についても1～3と同じ方法で行う。

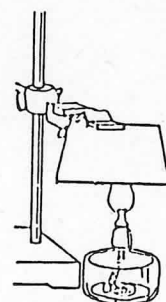


図1 金属板の加熱

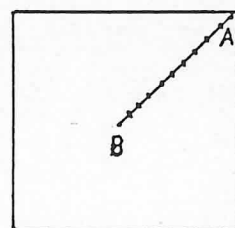


図2 抵抗値の測定

結果と考察

《鉄板をアルコールランプで15分間加熱》

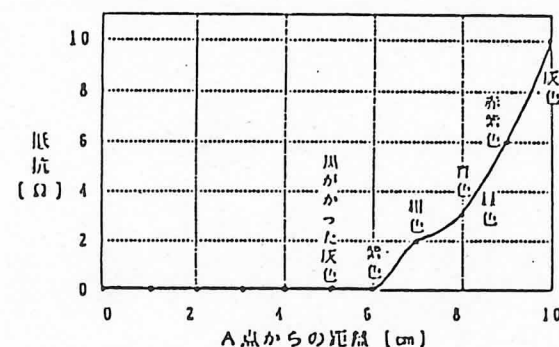


図3 加熱源からの距離と抵抗値及び色の变化

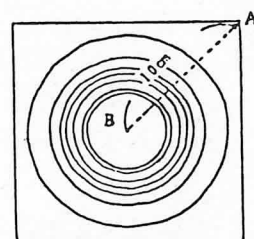


図4 加熱後の金属板の表面の様子

《鉄板をガスバーナーで15分間加熱》

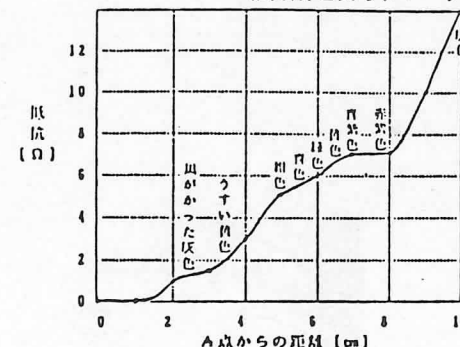


図5 加熱源からの距離と抵抗値及び色の变化

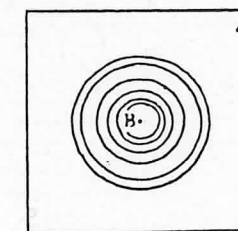


図6 加熱後の金属の表面の様子

《銅板をアルコールランプで15分間加熱》

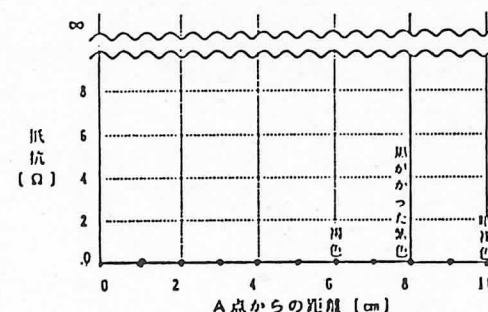


図7 加熱源からの距離と抵抗値及び色の变化

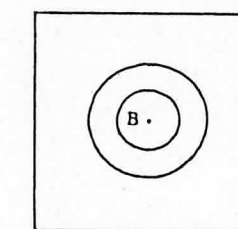


図8 加熱後の金属の表面の様子

《銅板をガスバーナーで15分間加熱》

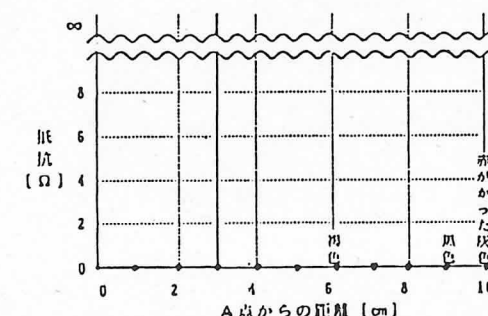


図9 加熱源からの距離と抵抗値及び色の变化

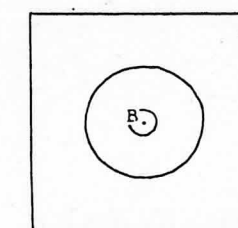


図10 加熱後の金属の表面の様子

- (1) 加熱後の金属板の表面の色の变化の様子がよく観察された。
- (2) 鉄板の場合は、加熱源に近づくにつれて、抵抗値が徐々に大きくなる。
- (3) 銅板の場合は、加熱源に近づくとき抵抗値が無限大になる。

留意事項

テストリードの接触の仕方によって、抵抗値が変わってくるので接触の仕方を一定にする。

(文責 化学研究室)

「第6学年 身近な地表の石の観察から大地のつくりへ」の 教材化の検討

長期研修員 波多野 伸一、樋口 雅裕 他5名

はじめに

「自然に親しみ、観察や実験などの直接経験を重視しながら、問題解決の意欲や能力を育てること」が新学習指導要領のねらいである。

「大地のつくり」を扱う場合、教科書に掲載されているような露頭はごく限られた地域にしか存在しない。しかし、どのような地域でも地面には礫や砂があるはずである。こうした身近な自然に素材を求めて教材化することは、児童の興味・関心を高め、課題意識の掘り起こしにつながり、さらに、郷土の自然に接し、自然を愛する豊かな心情を育てることにもなる。そこで、地域の地層の学習に関する素材を教材化するための手法を、調査をもとに検討することにした。できるだけ問題解決的な手法を取り入れ、観察を中心にした12の学習課題を考え活動の流れを想定した。

紙面が限られているので、ここでは活動の流れに沿った12の学習課題とその目標を簡単に紹介する。

- 1 「校庭の石を集めて仲間分けをしてみよう」
学校周辺の地表面に露出している礫を観点別に分類し、学校付近の礫の特徴について述べるができるようにする。

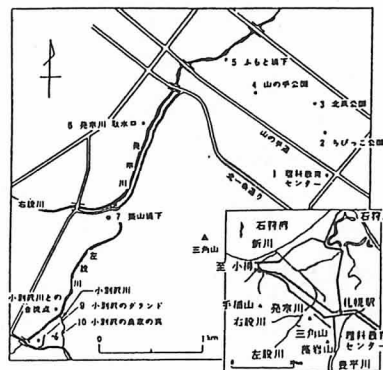


図1 調査地点

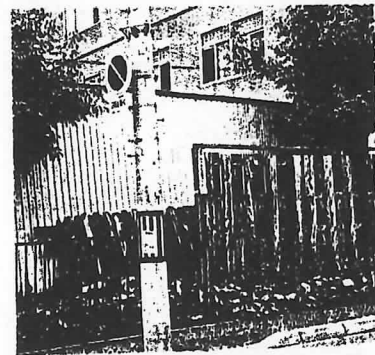


図2 建物の周囲によけられた礫

- 2 「同じような石があるのはどこだろう」
学校周辺に見られる礫の分布を調べ、地図上に表すことができるようにする。

- 3 「石は川が運んできたのかな」
同じ礫が、川から遠く離れた地域に広がっている理由を、流水の運搬の働きをモデル実験から述べるができるようにする。

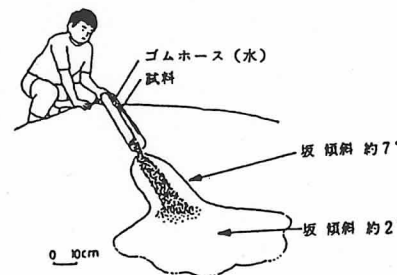


図3 土地のできかたのモデル実験

- 4 「石を追って上流へ行ってみよう」
学校周辺にみられた礫の供給源について仮説をたて、仮説に基づいて調べることができるようにする。

- 5 「川に沿って堆積している礫の層を調べてみよう」
川に沿って堆積している礫層を観察し、そ

の成因について予想することができるようにする。

の成因について予想することができるようにする。

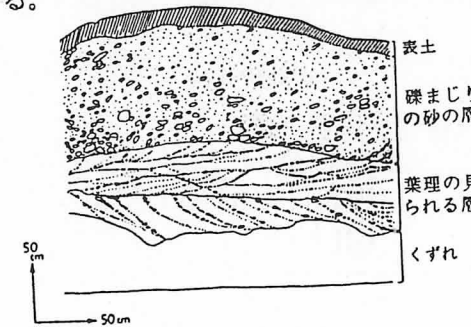


図4 川に沿った露頭のスケッチ

- 6 「川の働きによって堆積した石の様子をモデル実験で確かめよう」
川に沿って堆積している礫層の成因を、流水の働きのモデル実験から考えることができるようにする。

川に沿って堆積している礫層の成因を、流水の働きのモデル実験から考えることができるようにする。

- 7 「石を割って調べてみよう」
礫をつくっている粒の形などの違いをもとに、礫を分類することができるようにする。

- 8 「運ばれた石や砂はどこへ行ったのだろうか。近くの工事現場の地下の層のでき方をモデル実験で確かめよう」
モデル実験から、いったん堆積したものが流水の働きによって常に変化することを知り、実際の地層に当てはめて考えることができるようにする。

モデル実験から、いったん堆積したものが流水の働きによって常に変化することを知り、実際の地層に当てはめて考えることができるようにする。

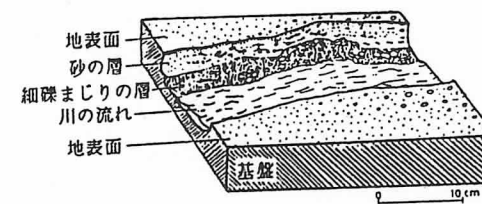


図5 川のモデル実験

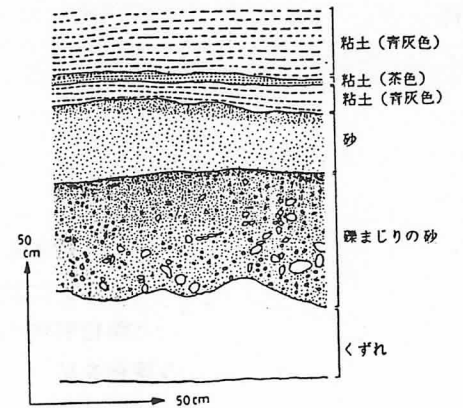


図6 工事現場の地下のスケッチ

- 9 「グラウンドの土を見てみよう」
土の粒の形などを観察し、その成因を考えることができるようにする。

- 10 「種類の違う砂はどこからきたのかな」
火山灰層の成因を、火山の噴火の実験によって考えることができるようにする。



図7 火山灰の堆積のモデル実験

- 11 「海まで運ばれた石や砂は、どうなるのかモデル実験で確かめよう」
海まで運ばれた礫や砂が、海水中で粒の重さの違いから層になって堆積することをモデル実験から述べるができるようにする。

海まで運ばれた礫や砂が、海水中で粒の重さの違いから層になって堆積することをモデル実験から述べるができるようにする。

- 12 「学校の建っている土地のでき方を予想して確かめてみよう」
これまで学習したことや、資料をもとに学校の建っている土地のつくりやでき方を考えることができるようにする。

(文責 地学研究室)

「エネルギーの移り変わり」に関する実験の工夫 ーセンサーとパソコンを利用した装置の工夫ー

長期研修員 甲 地 務

はじめに

理科実験でパソコンを効果的に利用するために、センサーの特性を調べ、パソコンに組み込む装置の工夫、製作を行い、実験指導案例を作成した。ここでは、これらの概要を紹介する。

I センサーの特性

以下に使用したセンサーとデジタルテスター等を利用した計測結果の概要を示す。

《温度センサー》

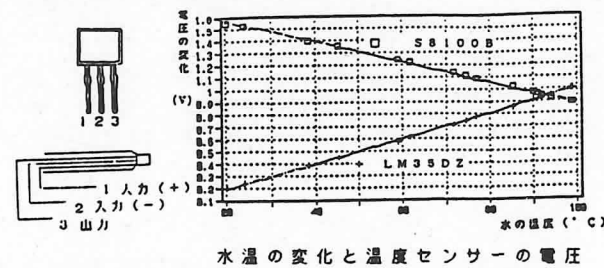


図1 IC化温度センサー S8100B・LM35DZ

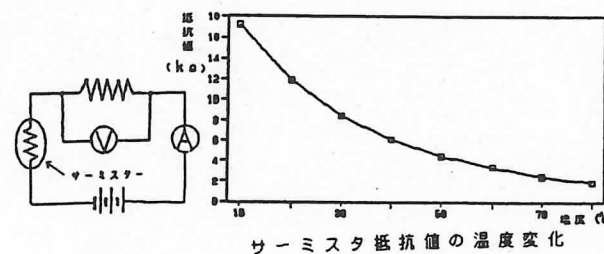


図2 サーミスタ 10BT(石塚電子)

《圧力センサー》

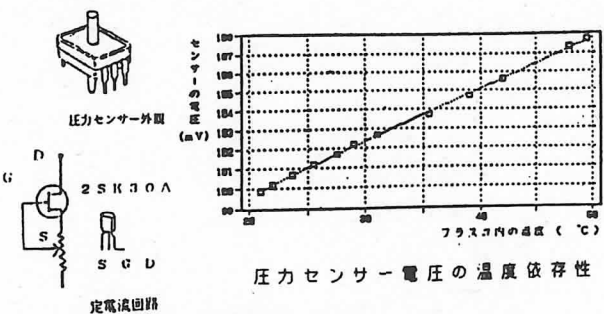


図3 定電流駆動型圧力センサー FPM-15PAR

《磁気センサー》

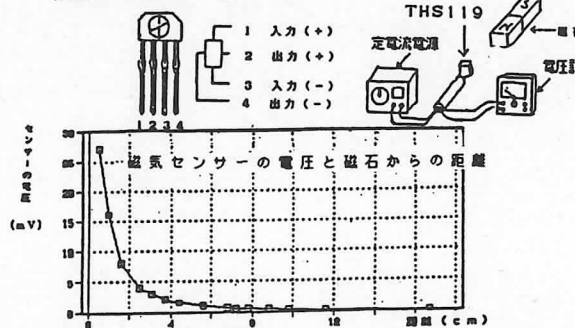


図4 定電流駆動型磁気センサー TMS119

《光センサー》

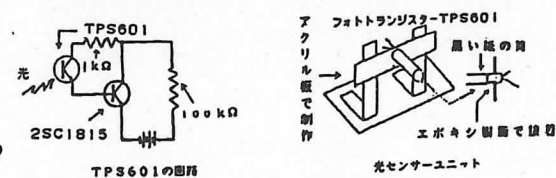


図5 フォトトランジスタ TPS601A

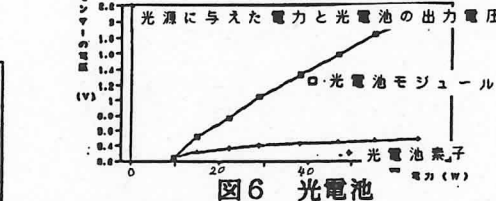


図6 光電池

II パソコンとのインターフェース

1 増幅器の工夫

センサーの出力は小さい。そこで、理振法基準の測定器やパソコン等を利用できるように、以下に示す増幅回路等(使用OPアンプは、LM2904(LM358)・LM2902(LM324))を自作し利用した。

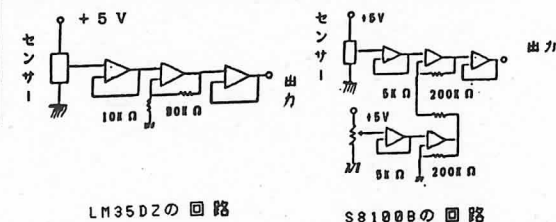


図7 温度センサー(LM35DZ, S8100B)用回路

図8 圧力センサー (FPM15-PAR)用回路

図9 磁気センサー (TMS119)用回路

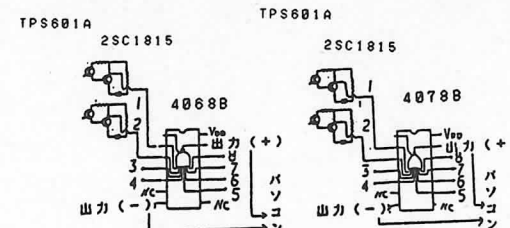


図10 光センサー(4068B・4078B)用回路

2 パソコンのインターフェース

センサーの信号をパソコンに取り込むときに使用したインターフェースの例を以下に示す。

A マウスインターフェース

マウスインターフェースのピン配列は、6ピンと8ピンがマウスの左右のクリックボタンに接続している。GNDの9ピンと断続させてそれぞれの動作を確認する プログラム(MS-DOS版BASIC)を以下に示す。

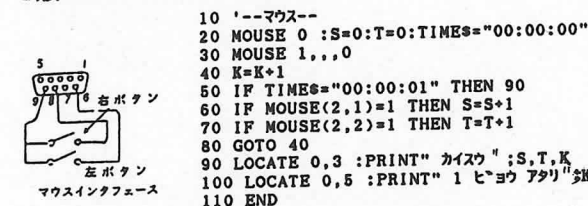


図11 マウスインターフェースとプログラムリスト

イ RS232Cインターフェース

RS232CのI/Oポートのアドレスは33H、GNDは7ピン、モデム(DCE)受信キャリアで受信したことを示すのは8ピンである。以下にテスト方法(DISK-BASIC)を示す。

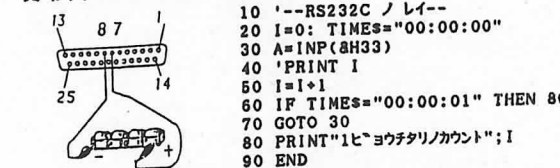


図12 RS232Cのピン配列とテストプログラム

速い変化を捕えるにはVRAMに直接データを書き込むとよい。以下にこの方法で8ピンの入力を確認するプログラムを示す。セグメントアドレスA800Hは、PC98では共通に使える。このプログラムを使うと、1/1000秒程度の短い時間間隔の測定ができる。

```
10 '---RS232C メモリ---
20 CLS 3
30 A=INP(33)
40 I=0
50 DEF SEG=A8000
60 TS="00:00:01"
70 TIMES="00:00:00"
80 ON TIMES=TS GOSUB 120
90 TIMES ON
100 I=I+1:A=INP(33):POKE I,K
110 GOTO 100
120 GOSUB HH
130 END
140 HH
150 FOR J=1 TO I
160 B=PEEK(J):PRINT I,B
170 NEXT J
180 PRINT "1 ヒットノカウント ";I
```

図13 VRAM直接書込用プログラム(DISK-BASIC)ウ AD232Cコンバータ

BASICでは変換速度が遅いので、プログラムを改良する必要があるが、基本プログラムがあり、AD変換ボードより安価で簡単に利用できる。

III 実験指導案例

I・IIの装置を利用した「電流と磁気」の実験例を以下に示す。

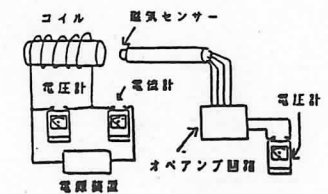


図14 コイルの磁界の強さ

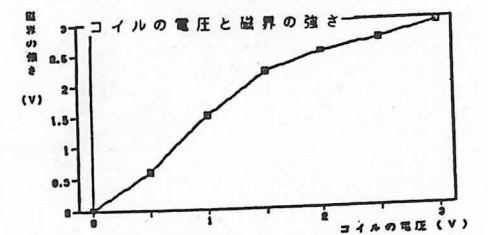


図15 磁界の強さに関する測定

(文責 物理研究室)

「天気とその変化」に関する身近な素材の教材化

長期研修員 菊地 均

1 はじめに

気象の学習では、天気図、ひまわり画像などの二次情報が中心になるのではなく、身近な気象観測を通して、天気の変化を体験することが大切である。また、実際の観測を通してのみ、情報が十分活用されることを考えると、観測が基本であり、最も重要視しなければならない。

本研修では、地域性を生かした身近な気象現象の観察や観測を重要視し、生徒が興味・関心をもって天気の変化を調べていく学習の検討を行った。また、天気の変化が大きい低気圧と冬の天気の教材化を行い、これからの気象の学習のあり方を示した研修である。

2 研修の観点

研修では、次の観点をもって観測を行なった。

①天気の変化をとらえるには、天気を支配している雲や風向に注目すること。②生徒が観測の方法を学び、授業後も興味・関心をもって、継続できる観測の工夫を行うこと。

3 研修の内容と授業にあたって

(1) 観測器具（風向、風速計）の自作

簡単な観測器具を自作し、それを用いて測定させることにより気象観測への理解や意欲、関心を持たせるようにする（図1）。

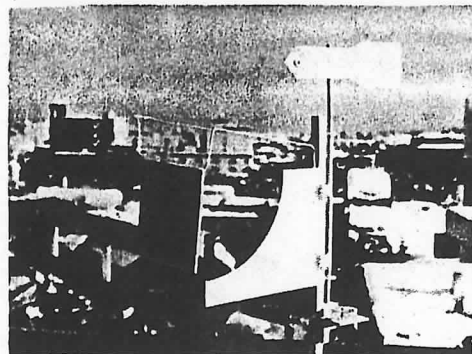


図1 自作の風向、風速計

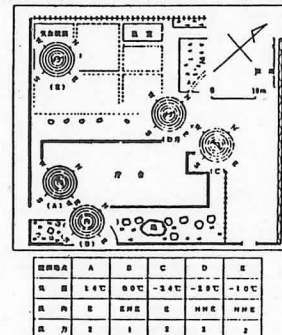
(2) 観測方法、記録の仕方の工夫

校舎周辺で実際に気象観測を行って、観

測方法について問題意識をもたせ、改善を加えながら明日の観測をやり遂げようという意欲を持たせる。

(3) 校舎周辺の観測結果のまとめ方

理科教育センターを校舎と想定した。場所による風向、風力の違いなどから、地形による影響や、風をとらえるときの注意などを考えさせることができる（図2）。



(1991年1月30日12時)

図2 理科教育センター周辺の風向、風力

(4) 2週間の気象観測の方法や記録の整理

校舎周辺の観測結果から観測方法を改善する。天気の変化の規則性がとらえやすいように、雲の種類などシールを用いたり、記録用紙やまとめの用紙の工夫を行った。天気の良い日と悪い日に分け、その特徴やそれらの変化をとらえさせる。

(5) 天気の良い日の特徴

雲の種類や高さ、風向、気温と湿度の関係、気圧に特徴があることに気が付きやすい（図3）。

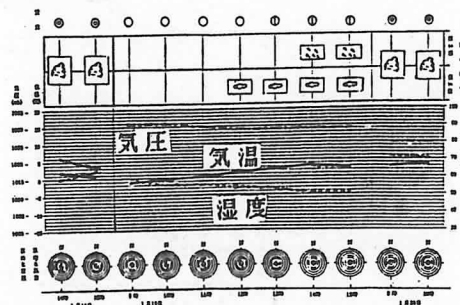


図3 天気の良い日の観測記録

(6) 天気の悪い日の特徴

ここでは、雲などを中心に低気圧による天気の変化や温暖前線の特徴をとらえさせる。温暖前線を扱う場合、教科書のモデルのようなものは認め難い。雲の種類や高さ、雨の降り方、風向、気圧の変化下降などに注目させ、様々な種類、高さの雲が様々な雲向をもって速い速度で移動している、そのゾーンとしてとらえさせる（図4）。寒冷前線も同様であり、風向、気温、雲の種類などに注目させる。

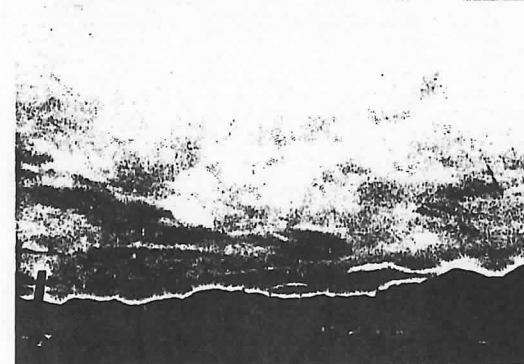


図4 低気圧に伴う雲(1990.11.5)

(7) 雪の降る日の様子

望洋台中学眼下の日本海上を、冬の季節風による雄大積雲の列が降雪を生じながら小樽方面から石狩平野へ移動していく様子を観測した（図5）。生徒にはこの雲の観察や風向、気温、気圧等の観測を行い、どこでどんな条件で雲が発生しているのか、海水の温度を調べたり、ひまわり画像や天気図などの情報を利用して考えさせていく活動を考えたい。

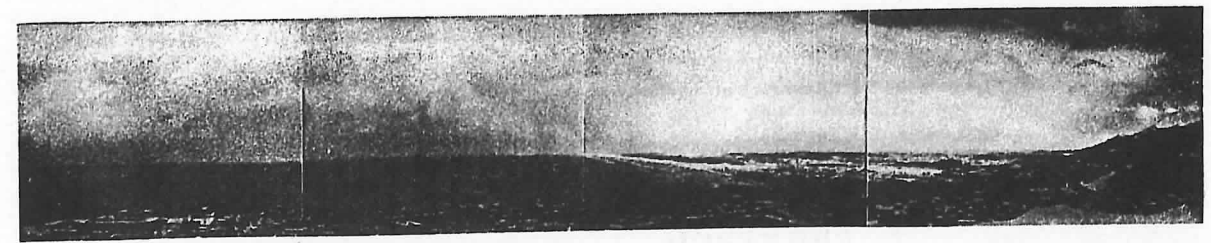


図5 石狩湾上の雄大積雲の列(1991.2.3)

この雄大積雲の観察は、気象現象の時間・空間のスケールをとらえさせるのに素晴らしい教材である。生徒が関心を持てば、身近な現象が遠くシベリアや太平洋の赤道にまでに発展させ、グローバルな見方を育成することも可能である。

4 研修の成果

- (1) 観測する気象要素をしぼりこめば、生徒の観察記録から、天気の変化の規則性を見いだすことが可能であること。
- (2) 雲の観察は、天気の変化を大きくとらえるのに非常によいこと。
- (3) 低気圧に伴う前線をどのようにとらえさせたら良いかがわかったこと。
- (4) 冬の季節風による雲や降雪をとらえることができ、地域の教材化ができたこと。

5 今後の課題

- (1) 寒冷前線通過の観測が不十分であり、機会を得て観測し、十分な教材化を図ること。
- (2) 日本海の海水の蒸発の視聴覚教材作製や類似した身近な現象である川霧などの教材化を図りながら、これらに霧や雲の発生の実験を有機的に結び付けること。

6 おわりに

私達、教師が実際に気象観測を行い、気象現象を体験することなくして、地域の気象の教材化や、生徒が観測を通して帰納的に気象現象をとらえさせる工夫はありえないのである。

(文責 地学研究室)

「身近なものから電流を取り出す」学習 のための素材検討と実験方法の工夫

長期研修員 堀 口 一 郎

1 はじめに

中学校新学習指導要領理科の第1分野「電気分解とイオン」では「電解質水溶液と2種類の金属を用いた実験を行い、電流を取り出せることを見いだすこと」が新たに付加された。本研修では、身近な物質に親しみながら、金属と電解質水溶液から電流を取り出す方法について検討したので、その概要と実験の方法について紹介する。

2 実験 果物電池づくり

準 備

ミカン、1.5×6cmの銅板・鉄板・亜鉛板・アルミニウム板、7cmのマグネシウムリボン、検流計、直流電圧計、豆電球、LED（発光ダイオード）、圧電ブザー、ソーラーモーター、電子オルゴール、リード線、薬包紙またはろ紙、輪ゴム

方 法

- (1) 図1のように、銅板と亜鉛板の間に薬包紙またはろ紙をはさみ、輪ゴムでとめて、銅-亜鉛極板を作る。同様に、銅-アルミニウム極板、銅-マグネシウム極板、鉄-マグネシウム極板をつくる。

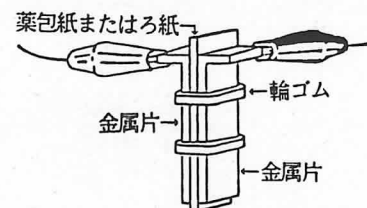


図1

- (2) ミカンを小袋にばらし、小袋の上部を切り落として、(1)で作った極板を差し込む。
- (3) 極板の端子に検流計を接続して、どちらの極板が+極、-極であるかを調べる。

- (4) 検流計の代わりに直流電圧計を接続し、生じた電位差を測定する。
- (5) 直流電圧計の代わりに豆電球、LED（発光ダイオード）、圧電ブザー、ソーラーモーター、電子オルゴールを接続し作動状況を観察する。
- (6) 作動しない場合は、図2のように、極板を2〜3組直列に接続して、作動状況を観察する。

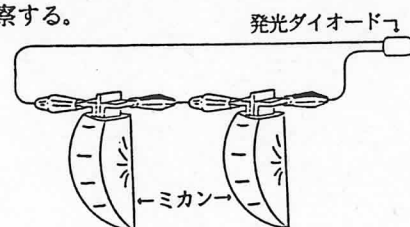


図2

- (7) ミカンの代わりに、身近な果物や清涼飲料水、調味料、液体の食品などを用いて、電流が流れるかどうか、調べる。

3 結果と考察

- (1) Mg、Zn、Cu間の電位差は図3のようになり、互いに加成性が成り立つが、AlやFeを用いたときは、相対的な電位にズレが生じた。

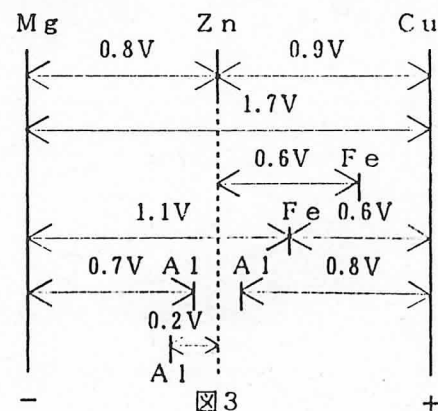


図3

- (2) 直流電圧計及び各電気・電子部品の作動状況は次の表のとおりである。

「1組」は極板1組で、「2組」は極板2組を直列に接続したとき作動したことを示す。

極板の組合せ	電圧計	豆電球	LED	圧電ブザー	ソーラーモーター	電子オルゴール
(-)Mg-Cu(+)	1.7V	点灯しない	1組	1組	1組	1組
(-)Zn-Cu(+)	0.9V	点灯しない	2組	1組	1組	1組
(-)Al-Cu(+)	0.8V	点灯しない	3組	2組	1組	3組
(-)Mg-Fe(+)	1.1V	点灯しない	2組	1組	1組	1組

- (3) 各電気・電子部品の作動環境及び価格は次のとおりである。

		豆電球	LED	圧電ブザー	ソーラーモーター	電子オルゴール
微弱に作動する	電圧	0. 8 V	0. 6 V	0. 6 V	0. 2 V	0. 1 V
	電流	1 8 0 m A	1 m A	1 m A	1 5 m A	微弱電流
安定に作動する	電圧	1. 1 V	1. 6 V	0. 9 V	0. 5 V	1. 5 V
	電流	2 1 0 m A	1 3 m A	1 m A	1 5 m A	微弱電流
価格・ 備考		約70円 1.1V 0.22A 通称“麦球”	約100円 定格1.75V 種類が多い	約340円 1.0V	約700円	約500円 電池を外して使用する

- (4) 電解質水溶液としてミカン（約pH2.7）の他、レモン（約pH3.2）やグレープフルーツ（約pH3.4）、リンゴ（約pH4.3）等の果物を用いても、ほぼ同様の結果を得ることができる。また、果物以外のジュース類や食酢、醤油、梅漬等の食品でも電流を取り出すことができる。

- (5) セパレーターにセロハン紙を用いても同様の結果が得られる。

4 参考

方法(3)の+極、-極を判断するための工夫として、検流計以外に次のような電子キットの活用も有効である。2種類の金属を電解質溶液に入れたとき、電流がどちらに流れるかを調べるために、図4のような極性指示器を作成し、電

流の流れる方向を分かりやすくした。極性指示器の端子に果物電池の極板を接続すると、電流の流れる方向に発光ダイオードが順次点灯し、電流の流れる方向が分かりやすい。極性指示器は「流星フラッシャー」という商品名で市販（1,000円）されている部品を2セット組み合わせて自作した。

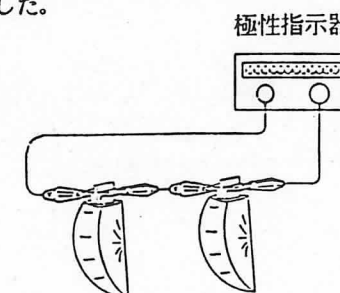


図4

（文責 化学研究室）

顕微鏡観察の素材と方法の検討

—身近な素材を用いた生物の観察—

長期研修員 本間靖教

はじめに

顕微鏡による動・植物の観察は、生物領域における最も基礎的な学習内容であるが、意外にもあまり実施されていないのが現状である。

本研究では、既知の素材や手法にとらわれず、いつでも手軽に入手できる食品や園芸種など、日常生活の中に素材を求め、併せて簡便な観察

手法を開発することによって顕微鏡観察を広く定着させようとしたものである。

これらの新しい素材や手法によって撮影した顕微鏡写真を多数紹介し、汎用性を高める工夫もなされているが、ここでは、材料の一覧表を紹介するにとどめる。

実験に用いた材料一覧（植物）

【確認可能倍率：確、観察倍率：観】

N0	材料名	分類等	観察項目・方法等	入手先	備考（確認可能倍率等）
1	アサツキ	ユリ科 <i>Allium schoenoprasum</i>	染色体（押しつぶし法） 気孔、細胞	スーパー	染色体：確 150倍程度 観 400倍～ 気孔：確 70倍、観 150～400倍 細胞：〃
2	アスパラガス	ユリ科 <i>Asparagus officinalis</i>	維管束（切片）	スーパー	維管束：確 ～70倍 観 70倍～
3	イチイ	イチイ科 <i>Taxus cuspidata</i>	葉（切片）	センター	葉の断面：確 ～70倍 観 70倍～
4	ウド	ウコギ科 <i>Aralia cordata</i>	維管束（切片）	スーパー	維管束：確 ～70倍 観 70倍～
5	オブラート（培地用）		土壌微生物（培養）	スーパー 薬局	糸状菌：確 ～70倍 観 70～200倍
6	カイワレダイコン	アブラナ科 <i>Raphanus sativus</i>	根の維管束（押しつぶし）	スーパー	維管束側面：確 ～70倍 観 70倍～
7	カキ	カキ科 <i>Diospyros Kaki</i>	タンニン細胞（軽い押しつぶし）	スーパー	タンニン細胞：確 ～70倍 観 70倍程度
8	キーウィフルーツ	マタタビ科 <i>Actinidia chinensis</i> （オニマタタビ）	細胞内含有物（軽い押しつぶし） →シュウ酸カルシウム束針晶）	スーパー	結晶：確 ～70倍 観 100倍～（針状の確認は、 150倍以上必要）
9	キュウリ	ウリ科 <i>Cucumis sativa</i> L.	維管束（切片） 種子断面（切片）	スーパー	維管束・種子：確 ～70倍 観 ～70倍～
10	クレソン	アブラナ科 <i>Nasturtium officinale</i> （オランダガラシ）	維管束（切片）	スーパー	維管束：確 ～70倍 観 ～70倍～
11	コウジ（米こうじ）	コウジカビ科 <i>Aspergillus oryzae</i>	カビ（培養）	スーパー	菌体：確 70～150倍 観 100倍～
12	ドライイースト	コウボキン目 <i>Saccharomyces</i> 属	出芽（培養→なすりつけ）	スーパー	細胞：確 150倍程度 観 400倍以上
13	ゴボウ	キク科 <i>Arctium Lappa</i> L.	維管束（切片）	スーパー	維管束：確 10～70倍 観 ～70倍～

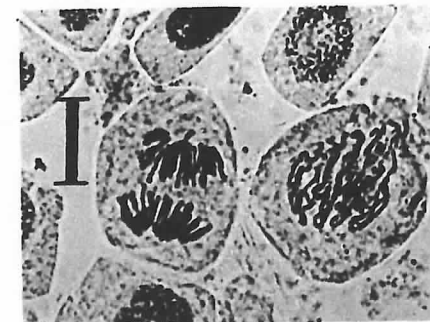
N0	材料名	分類等	観察項目・方法等	入手先	備考（確認可能倍率等）
14	ゴムノキ	クワ科 <i>Ficus elastica</i>	葉（切片） 細胞内含有物（切片→鐘乳体）	センター	葉・鐘乳体：確 ～70倍 観 70～200倍程度
15	サクララン	ガガイモ科 <i>Hoya carnosa</i>	細胞内含有物（切片→シュウ酸カルシウム集晶）	スーパー	デンプン粒：確 70～150倍 観 150倍～
16	ササゲ	マメ科 <i>Vigna sinensis</i>	種子断面（切片）	スーパー	種子断面：確 ～10倍 観 ～70倍
17	サツマイモ	ヒルガオ科 <i>Ipomoea Batatas</i>	細胞内含有物（切片→なすりつけ→デンプン）	スーパー	デンプン粒：確 70～150倍 観 150倍～
18	サトイモ	テンナンショウ科 <i>Colocasia antiquorum</i>	細胞内含有物（切片→デンプン）	スーパー	デンプン粒：確 70～150倍 観 150倍～
19	シュンギク	キク科 <i>Chrysanthemum coronarium</i>	維管束（切片）	スーパー	維管束：確 ～70倍 観 ～150倍～
20	ショウガ	ショウガ科 <i>Zingiber officinalis</i>	維管束（茎）（切片） 細胞内含有物（切片→デンプン）	スーパー	維管束：確 ～70倍、観 70～200 デンプン粒：確 200倍程度 観 400倍～
21	ジャガイモ	ナス科 <i>Solanum tuberosum</i>	細胞内含有物（切片→なすりつけ→デンプン粒）	スーパー	デンプン粒：確 100倍程度 観 150～300倍
22	セトクレアセア	ツユクサ科 <i>Setcreasea purpurea</i>	染色体（押しつぶし） 維管束（切片） 葉（切片）、気孔（剥離） 細胞内含有物（切片→デンプン）	センター 園芸店	染色体：確 100倍～、観 300倍～ 維管束・葉：確 ～70倍 ・気孔 観 300倍～ デンプン粒：確 150倍程度 観 200倍～
23	タケノコ（水煮）	イネ科（マダケ属） <i>Phyllostachys</i>	維管束（切片）	スーパー	維管束：確 ～70倍 観 ～150倍～
24	トイレットベーパー		残留維管束	スーパー	維管束：確 ～70倍 観 ～150倍～
25	トウガラシ	ナス科 <i>Capsicum annuum</i>	種子断面（切片）	スーパー	種子断面：確 ～70倍 観 70倍程度
26	トウヒ（ブナノミドリ）	マツ科 <i>Picea pungens</i>	葉（切片）	センター	葉断面：確 ～70倍 観 70～200倍
27	トマト（プチトマト）	ナス科 <i>Lycopersicon esculentum</i>	細胞（軽い押しつぶし） （細胞内含有物→カロチン）	スーパー	細胞：確 ～70倍（70倍で核も確認可能） 観 70～150倍
28	ニラ	ユリ科 <i>Allium tuberosum</i>	葉（切片）	スーパー	葉断面：確 ～70倍 観 70～150倍
29	ニンニク（芽）	ユリ科 <i>Allium</i> 属	維管束（切片）	スーパー	維管束：確 ～70倍 観 70～150倍
30	ネギ（長ネギ） （小ネギ）	ユリ科 <i>Allium fistulosum</i>	染色体（押しつぶし） 気孔（剥離） 細胞（〃）	スーパー	染色体：確 100～150倍 観 300倍～ 細胞・気孔：確 ～70倍 観 70～150倍
31	ハカカカラサ（トリスカンア）	ツユクサ科 <i>Tradescantia fulminensis</i>	染色体（押しつぶし）	センター 園芸店	染色体：確 150～200倍 観 400倍～

【確認可能倍率：確，観察倍率：観】

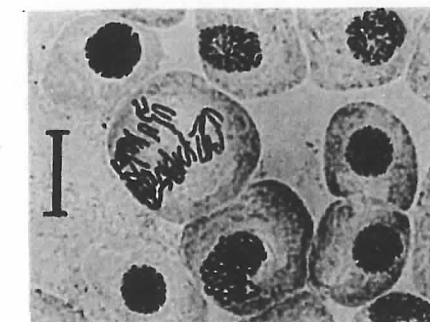
N0	材料名	分類等	観察項目・方法等	入手先	備考（確認可能倍率等）
32	パイナップル	パイナップル科 <i>Ananas comosus</i>	細胞内含有物（軽い押しつぶし→シュウ酸カルシウム束針晶） 維管束（軽い押しつぶし等）	スーパー	結晶：確 70～150倍 観 100～300倍 維管束：確 ～70倍 観 70～150倍
33	ハカテカラサ	ツクサ科 <i>Zeburina pendula</i>	染色体（押しつぶし） 維管束（切片） 気孔（剥離） 細胞内含有物（切片→デンプン粒）	センター 園芸店	染色体：確 100～150倍 観 300倍～ 維管束・気孔：確 70倍程度 観 70～150倍
34	パセリ	セリ科 <i>Petroselinum crispum</i>	維管束（切片）	スーパー	維管束：確 ～70倍 観 70～150倍
35	バナナ	バショウ科 <i>Musa</i> 属	細胞内含有物（軽い押しつぶし→デンプン粒）	スーパー	デンプン粒：確 ～70倍 観 70～150倍
36	ヒジキ	褐藻類 <i>Hijikia fusiformis</i>	藻類の体のつくり（切片）	スーパー	形態：確 ～70倍 観 70～150倍
37	フノリ	紅藻類 <i>Gloiopeltis</i> 属	藻類の体のつくり（切片）	スーパー	形態：確 ～70倍 観 70～150倍
38	ブライトハール	ツクサ科 <i>Gibasis pellucida</i>	染色体（押しつぶし） 気孔（剥離）	園芸店 2500円位	染色体：確 100～150倍 観 300倍～ 気孔：確 ～70倍 観 100～300倍
39	ブルーチーズ		アオカビの観察（培養）	スーパー	アオカビ：確 70倍程度 観 100～300倍
40	ボトス（わかんずら）	サトイモ科 <i>Epipremnum aureum</i>	葉（切片） 細胞内含有物（切片→シュウ酸カルシウム束針晶）	センター 園芸店	葉断面・結晶：確 70～100倍 観 100～300倍
41	ミカン	ミカン科 <i>Citrus</i> 属	葉・細胞間隙（切片） 細胞内含有物（切片→シュウ酸カルシウム単晶）	スーパー センター	葉断面・油室：確 70倍程度 観 70～150倍 結晶：確 150倍程度 観 150～300倍
42	メロン	ウリ科 <i>Cucumis Melo</i>	維管束・篩板（切片）	スーパー	維管束：確 ～70倍 観 70～200倍 篩板：確 150～200倍 観 200～
43	レンコン（ハス）	スイレン科 <i>Nelumbo nucifera</i>	細胞内含有物（切片・なすりつけ→デンプン粒）	スーパー	デンプン粒：確 100倍程度 観 150～300倍
44	ローレル（月桂樹）	クスノキ科 <i>Laurus nobilis</i>	葉（切片）	スーパー	葉断面：確 ～70倍 観 70～150倍
45	ワサビ	アブラナ科 <i>Wasabia japonica</i>	維管束（切片） 細胞内含有物（切片→デンプン粒）	スーパー	維管束：確 ～70倍 観 70～150倍 デンプン粒：確 100倍程度 観 150～300倍

N0	材料名	分類等	観察項目・方法等	入手先	備考（確認可能倍率等）
1	アサリ	マルスグレガイ科 <i>Tapes japonica</i>	絨毛上皮（切除→軽い押しつぶし）	スーパー	絨毛上皮：確 100～150倍 観 150～400倍
2	イワシ	ニシン目 <i>Sardinops melanosticta</i>	横紋筋（解離・押しつぶし） 鱗（色素胞）	スーパー	横紋：確 200倍程度 観 400倍～ 色素胞：確 ～70倍 観 70～300倍
3	サケフレーク		横紋筋（解離・押しつぶし）	スーパー	横紋：確 100～150倍 観 200～400倍
4	カツオブシ		横紋筋	スーパー	横紋：確 200倍～ 観 300倍～
5	サンマ	ダツ目 <i>Cololabis saira</i>	横紋筋（解離・押しつぶし）	スーパー	横紋：確 100～150倍 観 200～400倍
6	ウシ（心臓）	偶蹄目 シカ，ウシ亜目 <i>Bos taurus</i>	横紋筋（解離・押しつぶし）	スーパー	横紋：確 300倍～ 観 400倍～
7	ブタ（骨）	偶蹄目 イノシシ亜目 <i>Sus scrofa</i>	軟骨細胞（切片，なすりつけ）	スーパー	軟骨細胞：確 70～100倍 観 100～300倍
8	シジミ	シジミガイ科 <i>Corbicula</i> 属	絨毛上皮（切除→軽い押しつぶし）	スーパー	絨毛上皮：確 100～150倍 観 150～400倍
9	ヒト	ヒト科 <i>Homo sapiens</i>	口腔粘膜上皮（なすりつけ）	——	粘膜上皮：確 ～70倍 観 150～400倍

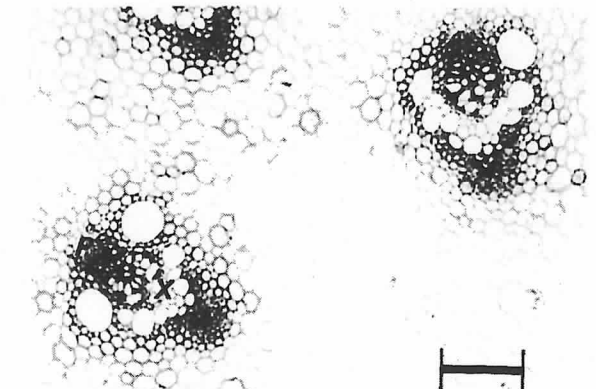
顕微鏡写真の一例



ブライトハール



アサツキ スケール：20 μm



アスパラガス（スケール 200 μm）

（文責 生物研究室）

「新学習指導要領」の内容を取り入れた、ヒメダカの教材化の工夫

長期研修員 菅 田 洋 三

1 はじめに

メダカについては小学校でも学習しており、入手、飼育も簡単で産卵期も長く、年間を通して教材として使用できることから、新学習指導要領の内容を学習するにあたって、最も適した動物教材の一つと考えられる。メダカの教材化について研修を行い、いくつかの結果を得たが、そのうちここでは、「自然光と人工光によるメダカの産卵数の比較」について紹介する。

生徒にメダカの卵を観察させ、発生の様子や血液の循環について学ばせたり、遺伝の学習にメダカを使う場合に、卵を計画的にしかも多数確保する必要がある。しかし、メダカの産卵は、おおよそ5月から9月までの期間の日の出直後に行われるので、この時期以外は入手できないし、産卵から採卵までの時間が長いと、卵が食べられたりして確保できない。そこで、メダカの卵を計画的に多数得る方法について、これまでに報告されている資料を参考にして実験し、検討してみることにした。

メダカの産卵に影響を及ぼす環境要因として、光、水温、水質、えさなどがあげられる。この中で、光の影響については詳細に報告されている(吉岡, 1962)。この報告によると、メダカを160ルクス以上の光のもとに13.5時間以上置くと、卵巣が成熟し産卵可能になり、明期と暗期の光周期を一定にすると、一日の同じ時刻に産卵するようになる。この方法を利用すると、年間を通して、しかも任意の時間に産卵させることができる。

2 実験「自然光および人工光の光周期の相違における一匹あたりの平均産卵数の比較」

自然光で飼育した時の平均採卵数と、人工光の光周期で飼育した時の平均産卵数とを比較し、

メダカの卵を入手する場合、どのような条件にすればよいかを検討する。

準 備

飼育用具(水槽、砂利、照明装置、エアレーション装置)、電流タイマー、真っ暗にするための覆い(ダンボール箱、黒のごみ袋、暗幕)

方 法

- (1) 熱帯魚店からメダカを80匹購入し、窓際に設置した水槽で2週間飼育した。これを雌16匹、雄24匹の計40匹ずつに分けて、それぞれ実験魚とし、6月2日から8月4日まで実験を行った。
- (2) 自然光のもとで飼育する方は、水槽を東側の窓際に設置した。
- (3) 人工光のもとで飼育する方は、照明に蛍光灯を用い、ダンボールとゴミ袋で作った覆いをかぶせ、電流タイマーを使って、朝9時に点灯、24時に消灯した(明期15時間)。
- (4) 自然光の方は朝8時45分から9時までの間に、人工光の方は朝9時に採卵した。
- (5) 土曜、日曜は覆いをしなかった。また日曜は採卵もしなかった。

結果と考察

- (1) 自然光グループでは、採卵総数1433個、1日平均産卵数27.6個、1匹平均産卵数9.0個であった。また、産卵した個体の延べ数は127匹であった。
- (2) 人工光グループでは、採卵総数2159個、1日平均産卵数41.5個、1匹平均産卵数12.3個であった。また、産卵した個体の延べ数は176匹であった。
- (3) 自然光グループでの採卵数には、かなりばらつきがみられ、安定した採卵はむずかしいようである。また、7月に入ってから

は、産卵数が減少しており、日照時間の影響が明らかに現れた。

- (4) 人工光グループでは、月曜と火曜の産卵数が少なく、これは土曜と日曜に覆いをしなかったことの影響と考えられる。
- (5) 両グループを比較してみると、採卵総数、1日平均産卵数、1匹平均産卵数、産卵した個体の延べ数のいずれをとっても、人工光での飼育の方が多い。このことから、毎朝9時ころメダカの卵を採るには、人為的に光周期を調整するとよいことが分かった。

3 実験「人工光におけるメダカの集団飼育と雌雄1対の飼育との産卵数の比較」

人工光で光周期を調整したもて、メダカを集団で飼育した場合と、雌雄1対で飼育した場合とでは、産卵数に差が生じるかを調べる。

準 備

2の実験と同じ

方 法

- (1) 集団飼育のグループについての結果は、2の実験の人工光グループで得られたものを用いる。
- (2) 雌雄1対飼育のグループを3組用意した。
- (3) 実験期間は、6月6日から8月4日であり、人工光を当てる時間は、2の実験と同じく9時から24時までの15時間とした。
- (4) 採卵は午前9時に行った。土曜、日曜は覆いをせず、日曜は採卵しなかった。

結果と考察

- (1) 集団グループ及び雌雄1対飼育グループ3組(A~C)における採卵数は、表1のとおりである。

表1 それぞれのグループの採卵数の比較

	採卵総数	1日平均	1匹平均
集 団	2159	41.5	12.3
雌雄1対A	1084	21.7	21.7
雌雄1対B	1096	21.9	21.9
雌雄1対C	986	19.7	19.7

- (2) Cでは、月曜日に採卵数が最も少なかったが、AとBでは、火曜日に少なくなる傾向が見られた。土曜日に覆いをしなかった影響が火曜日に現れるとしたら、日曜日の影響は水曜日に現れてもよいはずである。日照時間が月曜日はいつもより5~6時間多くなることが関係しているのだろうか。このことについては、今後の検討が必要である。

- (3) 集団飼育の場合より、雌雄1対で飼育したほうが産卵数の多いことが分かった。この結果から、メダカの卵を多数得たい時には、人工光を15時間当てて、雌雄1対で飼育する方法をとればよいといえる。

- (4) 受精率も雌雄1対飼育グループから得られた卵の方が高かった。



自然光のもとでの飼育



人工光のもとでの飼育

参考文献 Yosioka (1962): On the effects of environmental factors upon the reproduction of fishes
(文責 生物研究室)

「光と音」に関する実験の工夫と教材化

長期研修員 菅田 洋三

1 はじめに

この題材は、入学後比較的早い時期に学習し、直接五感を通して体感できる現象であるので、生徒の興味と関心も高い内容である。そこで、学習の動機付けを大切に授業展開が特に求められるところである。この観点から、「光の進み方とレンズの働き・音の伝わり方を調べる実験方法」について検討した。ここでは、「焦点距離測定器の製作と実験」、「音の伝わり方を調べる装置の工夫と実験」、「音が水中を伝わることを調べる実験」について紹介する。

2 焦点距離測定器の製作と実験

焦点距離を求めるには、レンズを光学台やスタンドにセットし、平行光線である太陽光へ向ける方法がある。しかし、この方法は天気の良い日には実施できず、また、レンズで直接太陽をのぞくなどの危険が伴うことも考えられる。そこで、太陽光を利用しないで焦点距離を求める装置を製作する。

準備

レンズ、ルーペ（アクリル製）、工作用紙、カッター、セロテープ、光源装置、発泡スチロール（レンズの高さを調節する台）

方法

- (1) 工作用紙を用いて図1のようなスリットの付いた直方体の箱を作る。上面には、レンズを入れるための長方形の穴を開ける。
- (2) レンズの半分が長方形の穴から出るようにレンズを置く。
- (3) 光源装置の光をスリットを通して入射し、工作用紙上の光線が平行になるよう調節する。
- (4) 焦点距離を求める。

結果と考察

図2に示した通り光路がはっきりし、焦点を結ぶ様子がよく分かる。

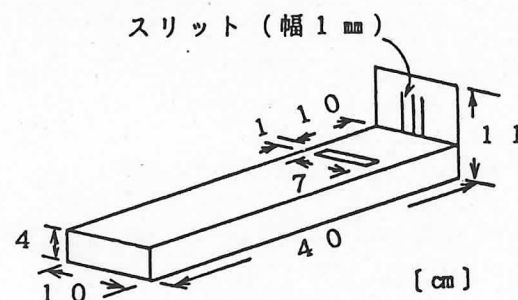


図1 焦点距離測定器

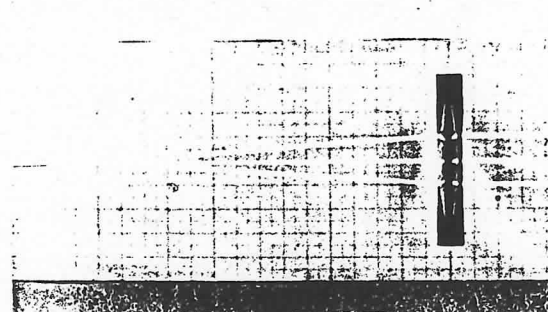


図2 焦点を結んでいる様子

3 音の伝わり方を調べる装置の工夫と実験

この実験では、空気があるときと無いときの音の伝わり方を比較するので、真空にする容器の中に音源を設置する必要がある。容器を密閉すると音は小さくなり、真空にしたときの音の大きさとの差は顕著ではない。そこで、容器の内部に人間の耳に代わるマイクを入れ、容器内での音を聞き取れるような装置を工夫する。

準備

ガラス管（内径2.8cm 長さ45cm）、コンデンサーマイク、イヤホン、ラジオ、ゴム栓2個、

アンプ（スピーカー付き）、ゼムクリップ、乾電池、アスピレーター、真空ポンプ、簡易真空ポンプ、活栓、ガラス管、ゴム管、発泡スチロール、リード線、半田こて、半田方法

- (1) ゴム栓にガラス管と伸ばしたゼムクリップを3本刺し通し、コンデンサーマイクを半田付けする。
- (2) 別のゴム栓に伸ばしたゼムクリップを3本刺し通し、2本はイヤホンに半田付けする。1本はイヤホンの支えとする。イヤホンには、振動がガラス管に伝わらないように発泡スチロールを付ける。
- (3) アスピレーター、真空ポンプ、簡易真空ポンプなどを用いガラス管内の空気を抜き、アンプのスピーカーから出る音が聞こえなくなる距離をそれぞれ測定する。

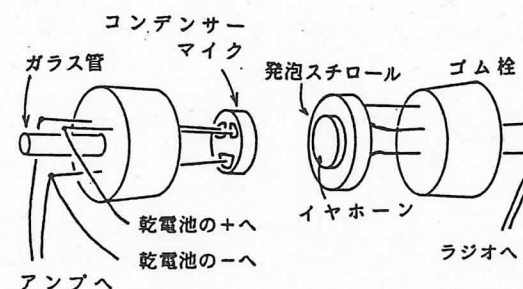


図3 ゴム栓に付けたマイクとイヤホン

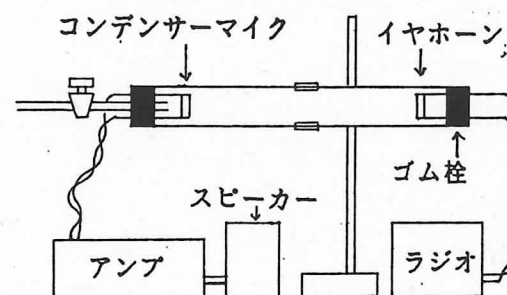


図4 音の伝わり方を調べる装置の様子

表1 スピーカーから出る音が聞こえなくなる距離

	空気あり	空気を抜く
真空ポンプ	10m以上	3m
アスピレーター	10m以上	3m
簡易真空ポンプ	10m以上	8m

結果と考察

- (1) 結果は、表1のとおりである。
- (2) ガラス管から空気を抜く前後の、スピーカーから聞こえる音の差は、真空ポンプとアスピレーターの場合は著しい。簡易真空ポンプでも、その違いを確かめられる。

4 音が水中を伝わることを調べる実験

3の装置のスピーカーとマイクを直接水中に入れ、音が伝わるかを確認する。

準備

ラジオ、スピーカー、マイク、ラジオカセット、リード線

方法

- (1) 水槽に水を入れる。マイクとスピーカーをラップフィルムで包み、水が入らないようにビニルテープで止める。
- (2) マイクは、ラジオカセットに、スピーカーはラジオに接続し共に水中に入れ、水槽に触れないようにスタンドで固定する。

結果と考察

ラジオに接続したスピーカーを水中に入れるとラジオの音がほとんど聞こえなくなるが、マイクを水中に入れるとラジオカセットからラジオの音が鮮明に聞こえる。このことから、ラジオの音が水中を伝わっていることが分かる。

（文責 物理研究室）

投稿規定

<原稿の内容>

理科教育及び理科の専門領域に関する調査・研究とする。

<投 稿 者>

投稿者は、原則として北海道立理科教育センター事業課職員とする。

<執筆要領>

執筆要領の詳細については編集委員会が別に定める。

投稿者予定者はその年の8月末までに編集委員会に連絡をとるものとする。

<投稿及び連絡先>

〒064 札幌市中央区宮の森4条7丁目

北海道立理科教育センター 研究紀要編集委員会

TEL (011) 631-4406

FAX (011) 631-9475

北海道立理科教育センター

研 究 紀 要

第4号

発行日 平成4年3月31日

発行所 北海道立理科教育センター

TEL (011) 631-4406

FAX (011) 631-9475