

研究紀要

第8号

平成8年3月
北海道立理科教育センター

はじめに

日本人宇宙飛行士の活躍やインターネットでの情報交換など、わたしたちをとりまく環境は21世紀を間近にして大きく変わろうとしています。人間にとって地球が小さく見えてくるばかりか、わたしたち自身が自ら創造してきたものに埋もれてしまうことさえないとはいえません。このようなときこそ、一人一人が主体的に生きていく力を育て、人間性豊かで知性に富んだ人格を育成し、夢と生きがいのある生涯学習社会を実現していくことが強く求められます。

最近、「自然離れ」，「理科嫌い」の傾向が各方面から指摘され，解決への様々な対応が模索されているところですが，「魅力ある理科教育」をすすめるためには，直接経験を重視し，目的や手段を明確にするとともに，自然の素晴らしさ・不思議さに感動し常に疑問を解き明かして行こうとする態度や意欲を育てていくことが大切です。理科の学習は，これらに基づき，自然現象や自然環境を対象として観察や実験を行い，基本的な科学概念を形成するとともに，科学的に探究する能力や態度を育てるものです。

地球上の国々が，健全に発展を遂げるためには，国民が科学を正しく理解し，科学的にものを見たり考えたりすることができ，科学技術の成果に的確な判断と決断を下して行動できることが必要です。これには，児童生徒のときから自然や日常生活，科学技術に興味を持ちながら学習を進め，正しい科学の教養や知性を磨くことが大切です。発想を豊かにし，異なるものを認め，創造へ挑戦し続けることです。また，科学を通じて地域や社会と積極的に交流を深め，自分達の住む大地を踏みしめながら，地球全体を考える理科教育を推し進めていかなければなりません。

当理科教育センターでは，このような課題をふまえながら継続的に研究をすすめ，その成果の一部は指導資料としてまとめとともに，各種研修講座の中で紹介したり普及することに努めてまいりました。このたび，各研究員による教材の開発・研究の成果，並びに長期研修員による教材の開発と指導法の検討結果などをまとめ，研究紀要第8号として発刊いたしました。

この紀要が理科教育の魅力向上のための参考資料として，また，理科教育の一層の振興と充実発展のために広く活用していただければ幸いです。

平成8年3月

北海道立理科教育センター所長

川 渾 孝

はじめに	
<物理>	
プールを活用した物理教材の開発について	1
原子に関するエネルギー教材に目を向けて	
液体窒素・ドライアイスの活用	
講座受講者の高校理科得意科目	
科学学習センターとしてのエクスプロラトリウム	
電流による発熱	
水のエネルギー	
<化学>	
CODの定量法に関する一考察(その1)	
高分子物質をどのように捉えるか	
「物の溶け方」における一考察	
<生物>	
高校生物における免疫の指導について	
植物の光合成・呼吸をとらえる実験とその工夫	
<地学>	
天気の変化の特徴とその教材化	
火山砕屑物の教材性に関する検討	
簡易天体観測装置の製作と活用	
<初等理科>	
「水溶液の性質」における一考察	
<平成7年度長期研修員報告>	
土壌動物の教材化	
水生動物を指標とした水質判定法	
身の回りで起きている化学変化の教材化への検討	
市街化地域における地質素材の教材化	
湧別川周辺の地学的自然環境の教材化	
気象学習における身近な素材の活用について	
<資料編>	
'95-'96研究発表・表彰等	
理科教育指導資料総目次	
長期研修テーマ一覧	
全国理科教育センター研究協議会研究発表テーマ一覧	
研究紀要総目次	

中里勝平 永田敏夫 大久保政俊	13
宮崎 秋山 小西 前田 相原	15
斉藤康夫 三科圭介 道林真一	18
中里勝平	20
中里勝平	29
永田敏夫	34
永田敏夫	37
大久保政俊	41
大久保政俊	45
鈴木 哲	47
八島弘典	51
八重樫義孝	55
片岡辰三	59
川島政吉	63
高橋文明	65
松田義章	73
志佐彰彦	75
高山賢吉	77
宮崎直高	79
秋山秀也	81
小西昭徳	83
前田寿嗣	84
相原繁喜	87
相原繁喜	96
	105
	108

プールを活用した物理教材の開発について

—五感を使い直接経験を通して学ぶ教材—

中里 勝平 永田 敏夫 大久保 政俊 斎藤 康夫 三品 圭介
道林 真一 宮崎 直高 秋山 秀也 小西 昭徳 前田 寿嗣
相原 繁喜

子供が自然の事象・現象に接した時に興味・関心を持ち、学習意欲を高揚し創造性を培う教材の開発が一層求められている。日常生活経験に基づいた学習を目指して、理科室の学習では味わうことのできない身近なプールの施設に着目し、それを活用した観察、実験の在り方を追究した。

ここでは、特に「浮力」、「水圧」、「音」、「光」についての具体的な観察、実験の方法を紹介するとともに、それらの教材性について述べた。

[キーワード] 理科 浮力 水圧 音 光 地域教育施設の活用

はじめに

本テーマは、教育施設を活用した教材を開発するという視点から、平成6年度の6か月及び1年長期研修講座研修Ⅰ(物理)と、平成7年度の6か月及び1年長期研修講座研修Ⅰ(物理)で取り上げ追究した課題研究である。新しい視点からの教材づくりということから、事前準備段階で試作品を作ったり実験装置に改良を加えるなど、実験方法についても創意工夫し、改善を図ったものである。

特に、それぞれの施設が本来もっているねらいや目的に固執することなく多面的に活用することや、施設の大きさと広さを有効に生かすことで物理的事象を体験を通してダイナミックに学ぶことができる教材について紹介する。

課題1 「浮力」の教材化について

A ねらい

日常生活において、「浮力」を身近な現象として感じることができるのは、入浴時や水泳のときである。しかし、授業で扱う浮力の教材は、ばねはかりとおもりを使ったものがほとんどで、実生活での体験と結び付いたものが不足していると考えられる。

そこで、人体を水中に沈めた場合に感じられる浮力と体重(重さ)の関係をプールを使って体験的、探究的に調べ、物理教材としての適否について検討する。

実験1 水中で体重の変化を調べよう。

目 的

水中に体を少しずつ沈めるときに感じる浮力と水中での体重の変化を調べる。

準 備

ヘルスマーター、チェック付ビニール袋、おもり(4Kg)、ビニールテープ、カメラ(防水機能付き)、8mmビデオカメラ(防水機能付き)

方 法

- (1) 測定される者の体重を事前に測定する。
- (2) ビニール袋で防水したヘルスマーターの底に、4Kgのおもりをビニールテープで固定しプールの底に沈める。
- (3) 沈めてヘルスマーターの目盛りを読む。
- (4) ヘルスマーターに乗り、体重を測定する(目盛りは他の人に読んでもらう)。
- (5) 体を少しずつ水中に沈めるとき、体重の変化を測定するとともに、体がどのようになるか感得する。

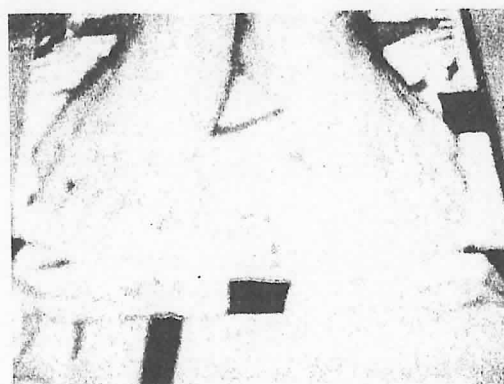


図1 水中でヘルスメーターに搭乗

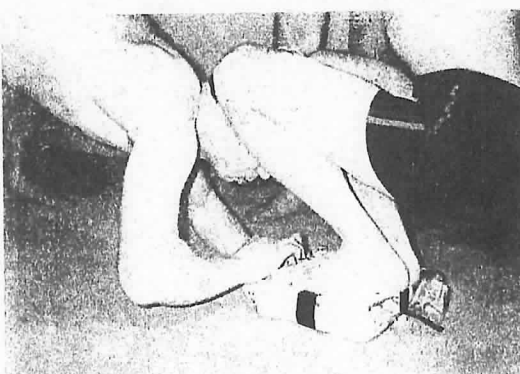


図2 ヘルスメーターの目盛りの読み取り

結果

(1) 測定される者の体重は56Kgである。

(2) 水深70cmのところで行った場合、

沈めた状態	体重	浮力の感じ方
メーターのみ	1.2Kg	
太ももまで	50.0Kg	あまりわからない。
腰まで	33.5Kg	足の裏に感じる体重が小さい。
胸まで (腕を入れない)	18.5Kg	かなり立つのが不安定になる。
胸まで (腕を入れる)	14.0Kg	かなり立つのが不安定になる。
全身 (背中の一部が出る)	4.5Kg	ほとんど体が浮く。

(3) 水深110cmのところで行った場合、

沈めた状態	体重	浮力の感じ方
メーターのみ	1.0Kg	

腰まで	32.5Kg	体重が軽くなったようになる。
肩まで	4.0Kg	かなり立つのが不安定になる。
全身	1.5Kg	ほとんど体が浮く。

考察

- (1) 体をプールの中に沈めていくと、段々と体重が軽くなっていく様子を五感で感じ取ることができ、このような実験を通して浮力を実際に体感することができる。
- (2) 体重が軽くなっていく様子は、ヘルスメーターの目盛りの変化で確かめることができる。
- (3) 実験に用いたヘルスメーターは、文字盤の大きなものを用い、ビニルのしわが寄らないように、窓にアクリル板を取り付けることで、目盛りを読みやすくする。
- (4) チェック付ビニル袋はやや水漏れがするものの、この程度の実験なら防水効果は十分である。また、水流ポンプでビニル袋内の空気を抜くことでビニル袋がヘルスメーターに密着し、測定される者が乗りやすく効果的である。

実験2 プランコに乗って水中での体重の変化を調べよう。

目的

ヘルスメーターを水中に沈めないで、体を水中に沈めるときに感じる浮力と水中での体重の変化を調べる。

準備

ヘルスメーター、板(長1枚、短2枚)、ロープ、椅子

方法

- (1) 測定される者の体重を事前に測定する。
- (2) 図3のように、プールサイドで実験用プランコを組み立てる。
- (3) 実験用プランコだけの重さを測定し、ヘルスメーターの目盛りを0に調整する。

- (4) 実験用プランコに乗り、体重を測定する。
- (5) ロープの長さを調節しながら体を少しずつ水中に沈め、体重を測定する。

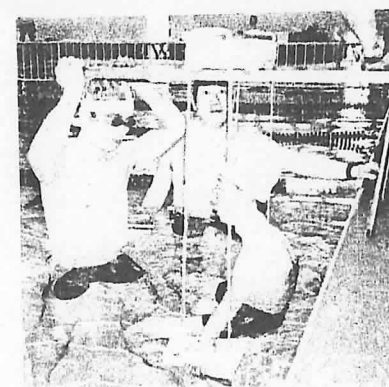


図3 プランコを用いた測定装置

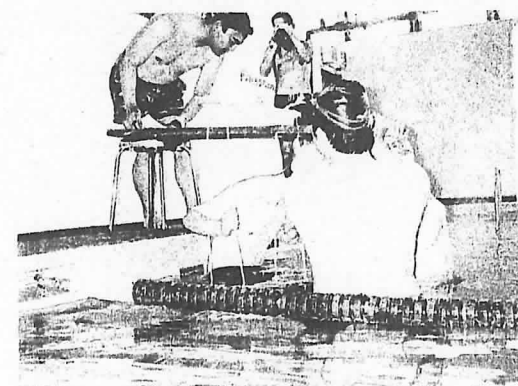


図4 体の一部を水中に沈めている様子

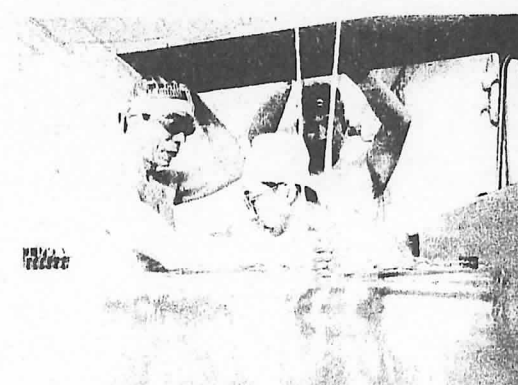


図5 全身を水中に沈めている様子

結果

- (1) 測定される者の体重は56Kgである。
- (2) 体を水中に沈めたときの浮力の感じ方は、

次のとおりである。

沈めた状態	体重	浮力の感じ方
足首まで	55.0Kg	あまりわからない。
腰まで	31.5Kg	あまりわからない。
腹まで	20.5Kg	少し軽くなったように感じる。
肩まで	7.0Kg	板の上に座っても体が不安定に動く。
全身	0.0Kg	ほとんど体が浮く状態になる。

考察

- (1) 板の上に座って水中に沈んだときの体重の感じ方は、水中に沈めたヘルスメーターの上に直接乗ったときよりも体感しにくいことがわかる。
- (2) 体重が軽くなっていく様子は、ヘルスメーターの数字の変化で確かめることができる。ヘルスメーターがプランコをつくる板の下にあるために、目盛りの読み取りや板やロープの重さを差し引くための0調整も簡単に行える。
- (3) プランコを支える板の片方を人が持っているためにかかなり大変な作業となったが、脚立などを水中に立てることができれば、より安定した実験装置を組み立てることができ、実験もやりやすくなる。
- (4) 板の浮力のために体が不安定となるので、若干の改善が必要である。
- (5) 実際、水中での体重は、上記の結果に板の浮力を加えたものとなる。板が水中に沈むものであれば、測定前の段階で0調整を行うことができる。

B 教材としてのとらえ方

ヘルスメーターを用いることで、体感としてだけしかとらえられなかった浮力を、体重の減少という具体的な量で浮力の大きさを確認することができる。これは生徒が日常体験することと物理的な法則が結び付いている一つの例とし

で、浮力の学習を取り上げることができる。ばねはかりとおもりを用いた従来の教材よりも、プールで実際の実験を行ったり、その様子を写真やビデオで提示することで、生徒にも興味・関心を持たせることができ、プール学習等でも課題意識をもって追体験することが可能になると考えられる。

C 今後の課題

(1) 水中で体が受ける浮力を正確に測定するためには、実験2の方法でさらに装置に改良を加える必要がある。水中での支持の仕方やより安定したブランコの作製などが課題となる。

(2) 体を水中に沈める場合、どこまで沈めるかを決めていなかったため、ヘルスメーターの数値の減少を確認するにとどまった。

発展的に行うとすれば、アルキメデスの原理にかかわった実験を取り入れる必要がある。それは、沈める体の部位に印を付けておき、そこまで沈めたときの体重を正確に測定するとゴミ容器とともに、別に沈めた部分の体の体積を図6のような方法で測定し、数値を比較検討することである。

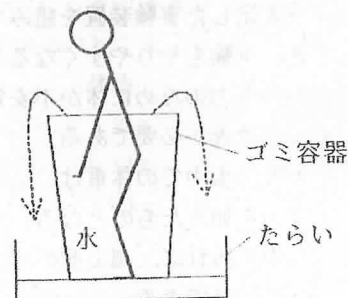


図6 水中での体重の測定（別法）

すなわち、水を満杯に入れたゴミ容器の中に決められた部位まで沈み、たらいにあふれ出た水の体積を求める。

課題2 「水圧」の教材化について

A ねらい

中学校の「水圧」の学習などでは、水槽という限られた範囲での実験結果からの考察を中心にその概念をとらえさせようとするもので、ややもすれば実生活とのかかわりにおいて大きな隔たりがあると考えられる。海水浴で海中に潜ったときなどは、耳に圧迫感を感じるが、これは水圧によるもので、ねらいに添った教材が考えられる。

そこで、日常の体験から水圧をとらえることや、水圧の変化を視覚的にとらえさせるために自作水圧計を作製したり、水圧測定法について検討する。

実験1 自作水圧計とゴム風船を用いて水圧の測定をしよう。

目的

平成6年度の実験の結果から、「水圧」は水面の広さや水量に関係ないことが確認されている。ここでは、水深の目安となる水深スケールを用いて実験を行い、水圧は水深に比例して大きくなり、方向には関係しないことを視覚的にとらえる方法を工夫する。

準備

自作水圧計（ペットボトル）、上質のゴム膜（伸縮率の大）、塩化ビニル管、ゴム栓、ビニルテープ、輪ゴム、水深スケール、風船スケール、おもり（10kg）、網、ゴム風船、風船ネット

方法

- (1) プールで自作水圧計を用いて、水深の違いによるゴム膜の変化を調べる。
- (2) プールで水深を一定に保ち、水圧の働く向きとゴム膜の変化を調べる。
- (3) 同じ大きさの空気を入れたゴム風船と水を入れたゴム風船（風船スケール）を作り、空気中での体積の変化と、同じ水深での体積の変化を調べて、比べる。
- (4) 1個のゴム風船に空気と水を半々ずつ入

れ、ゴム風船が水深の違いでどのように変化するか調べて、比べる。

- (5) 塩化ビニル管を取り付けたゴム風船を水中に入れて、管を通じて息を吹き込んで膨らませ、水圧を体で感じとる。
- (6) 塩化ビニル管の両端に、同じ大きさのゴム風船を取り付け、水深を交互に変化させるときのゴム風船の大きさの違いを調べて、比べる。

結果

- (1) 図7のように、自作水圧計を沈める深さが深くなれば、ゴム膜が内側に押し込まれるように伸びて、放物面状態になる。

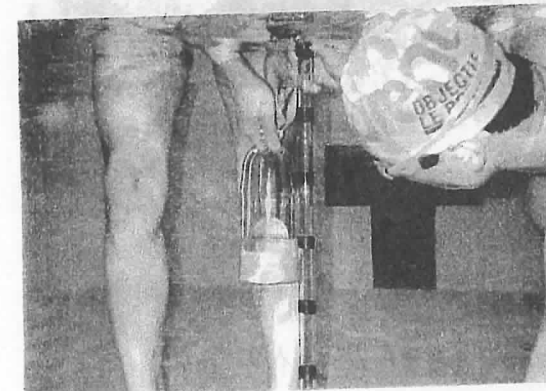


図7 水深の違いによるゴム膜の変化

- (2) 図8、図9のように、水深が同じ場合、どの方向も同じだけ自作水圧計のゴム膜が内側に伸びる。

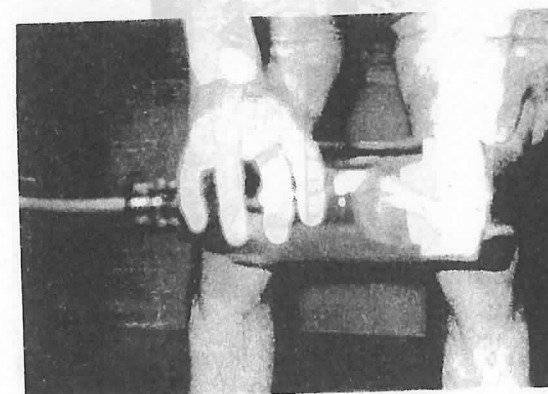


図8 同じ水深によるゴム膜の変化



図9 同じ水深によるゴム膜の変化

- (3) 水深が増すにつれて、空気入りゴム風船の方が水入りゴム風船より小さくなる。
- (4) 図10のように、一つのゴム風船の中に空気と水を入れたものを水中で観察したが、その変化を確認することは難しい。

ただし、空気だけのものより、水中に引き下げる力は弱く感じられる。

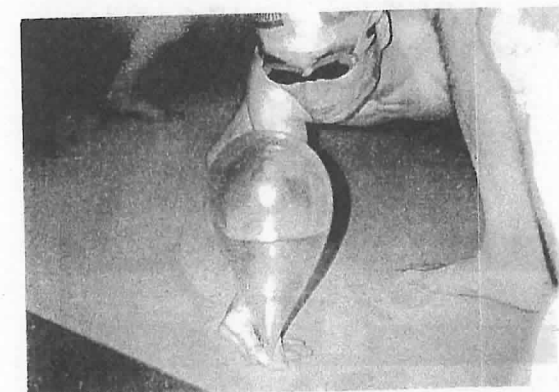


図10 空気と水を入れたゴム風船の変化

- (5) 水深が増すほど、呼気でゴム風船を膨らませるのは、困難となる。
- (6) 図11のように、水深の深い位置にあるゴム風船の方が縮み、その分浅い位置にある（初めの位置にある）ゴム風船が膨らむ。明らかに、水圧の違いにより水深の深い方から浅い方へ、空気が移動するためと考えられる。

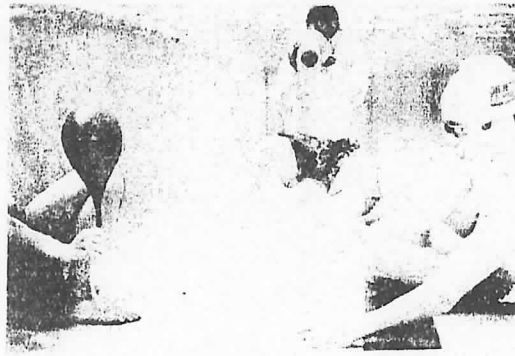


図11 水圧の違いによるゴム風船の膨張

(7) 図12、図13のように、全部水を入れたゴム風船は容易に引き下げることでしか、その大きさはほとんど変わらない。

一方、図14のように、全部空気を入れた同じ大きさのゴム風船を底まで引き下げるには、図15のように、おもりを必要とする。



図12 水入りゴム風船

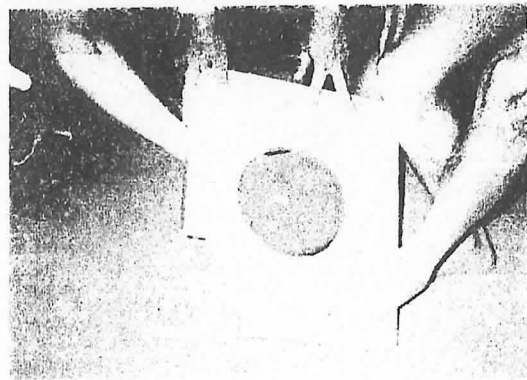


図13 水中での水入りゴム風船

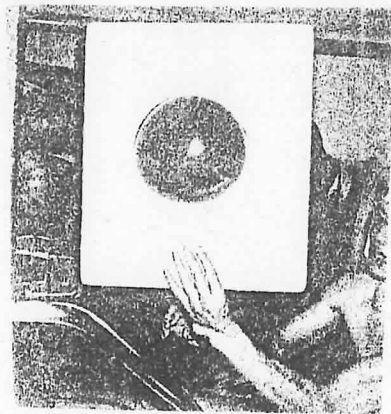


図14 空気入りゴム風船

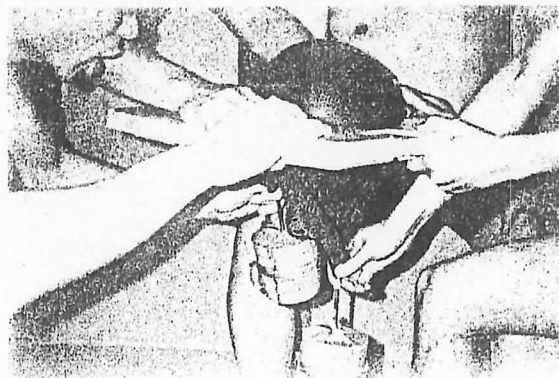


図15 水中での空気入りゴム風船

(8) 図16のように、チューブ状のゴム風船の水圧による変化を明確に確認することは、この実験からは、なかなか困難である。

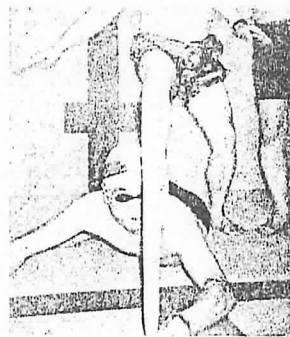


図16 水中に引き下げたチューブ状ゴム風船

考察

(1) 水深を確認するのに、水深スケールを用

いたのは効果的である。

(2) 今回の方法で、同じ水深における水圧が、向きには関係しないことを示すには、ペットボトルにゴム膜のへこみを示す計測目盛りを付けるとよい。また、透明の自作水圧計では、色の付いたゴム膜を用いる方が、視覚的で観察するとき都合がよいと考えられる。

さらに、水深を一定に保つ時の基点として、ゴム膜の中心の位置が適当であると思われる。

(3) 大きさの差違を視覚的に明確にするには、さらに水深を増す必要があるが、付けるおもりのことや今回行ったプールの条件からすると別の装置や方法を検討すべきである。

(4) 空気と水の水圧に対する性質の違いを調べるためには、適当な装置の工夫が必要である。

(5) 息の吹き込み口が塩化ビニル管では、息継ぎの際に空気が漏れるので、装置の工夫が必要である。

(6) プールの最深以上の長さの連結管を使用すると、視覚的に差違を調べるのに効果的である。

(7) ゴム風船の形を保持したまま、水中に引き下げるのに、ボールネットを用いたのは効果的である。

(8) チューブ状に膨らむゴム風船では、伸び縮みする面が連続していること、筒の太さと長さがたりないことなどにより、水平方向の圧力による変化を観察することができなかった。

B 教材としてのとらえ方

塩化ビニル管の両端に連結したゴム風船を用いた水深の違いによる水圧の実験は、生徒に視覚的に示す上で非常に効果があると思われる。その際、生徒が水圧と水深の関係を探究的にとらえるためには、それぞれの水深の位置を工夫、選択させるとよい。

プールを活用した物理

また、水中にあるゴム風船を膨らませるのは、中学校で「水圧」の学習をする際の予備体験として、有意義である。さらに、「水圧が水深に比例して、大きくなること」とを伝えさせるためには、円筒に同じ径の穴を開け、上質のゴム膜を張った「自作水圧計」が有効であると思われる。

C 今後の課題

(1) 水深スケールについては、水中でも容易に水深の値を読み取れる工夫が必要である。
(2) 考察(2)で考えたように「水深が同じ時、水圧は向きに関係せず、同じ強さである。」ことを示すには、自作水圧計から総合的に思考させる必要がある。

ただし、「浮力」との関連も考慮して、発展的（選択理科等で）にアルキメデスの原理まで学習を取り扱うならば、図17のような装置を作製し、A、Cの面でのゴム膜のへこみ方は同じになることが予想されるが、D面ではB面より大きくへこみ、その差と向きを観察を通して、理由を考察できるようにする必要がある。

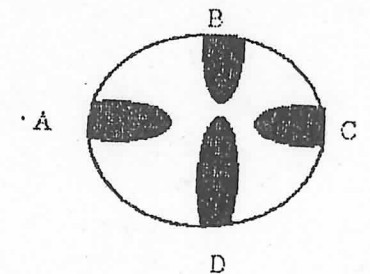


図17 水深の違いによるへこみの大小

(3) 水中における物体に働く「浮力」は水深に関係しないことを、水底におもりを付けて固定した定滑車を活用して、水入りゴム風船と空気入りゴム風船をひもとバネばかりで引き下げ、その力を比較することによ

り、数量的に取り扱うことが可能となる。

課題3 「音」の教材化について ねらい

中学校の音の学習では、音を伝える媒体として主に空気を取り上げられている。しかし、シンクロナイズスイミングの選手が水中で音楽を聞くことができたり、イルカが水中で音を発して情報交換していることから、水も音を伝える媒体としての役目を果たしていることがわかる。

そこで、発展学習として水中で伝わる音を取り上げ、プールを活用しての教材化について検討する。

実験1 水中で音はどう伝わるか調べよう。

目的

水中で音の聞こえ方や音の伝わる範囲をいろいろな音源を使って調べ、空気中の場合と比較する。

準備

- 音源 ① 鉄のおもり2個
② 鉄板と鉄のおもり
③ 発泡スチロールと手
④ 手で連打
⑤ 声
⑥ 鉄のおもり2個を同じ強さで連打
⑦ マイク、レシーバーを通した声及びラジオ音

方法

- 音源①～⑤について、水中に潜り音の聞こえ方を確かめる。
- 音源⑥について、3方の端から水中で聞きながら音源に近付き大きくなった所で立ち上がる。
- 音源⑦について、水中で耳で直接聞く方法と水中でレシーバーを通して聞く方法で聞こえ方の違いを比較する。



図18 マイクの音をレシーバーを通して水中に伝搬

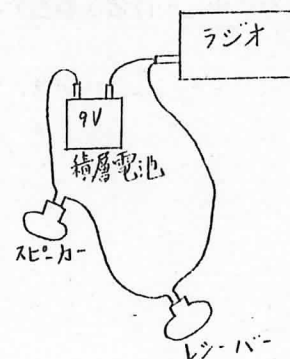


図19 ラジオによる音の発生回路

結果

- 音源①は、カチカチと一番はっきり聞こえる。
- 音源②は、カチカチと聞こえる。
- 音源③は、キッキッと聞こえる。
- 音源④は、カチンカチンと鈍い硬い音で聞こえる。
- 音源⑤は、ミシミシと微かにきしむ音で、近ければ(5m位)判別できる。
- 音源⑥は、5～6m位で大きく聞こえる。
- 音源⑦は、耳、レシーバーともに聞こえる限界は10m位である。

考察

- 音源⑥については、継続的に音を出す必要がある。どこを向いても同じ音で方向性がわかりにくかったので、次回は指向性レシーバーを使って実験し音の反射も確かめたい。
- 音源⑦については、より正確に判定する

ために一定音を流す必要がある。また、レシーバーで聞く場合は空中にだして聞く方法でも確かめておくとよい。

実験2 空気中と水中での糸電話の音を伝える振動の違いを調べよう。

目的

糸電話は音のエネルギーを糸の振動として伝えているが、糸を伝える振動が水によってどのように影響されるかを調べる。

準備

糸電話(スチロール樹脂のコップ2個組、テグス、銅線、たこ糸各10m及び20m)

方法

- 糸電話を使って空気中での音の伝わり方を確かめる。
- 図20、図21のように、糸電話の糸を水中に没して音の伝わり方を調べる。

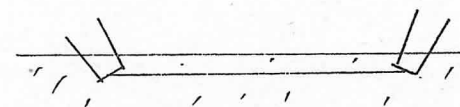


図20 糸電話による音の伝達

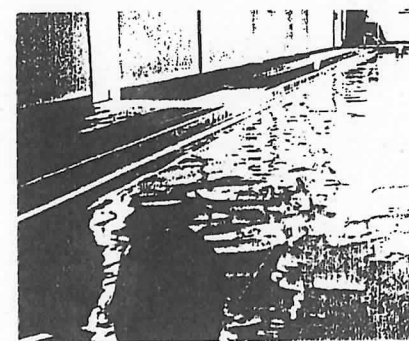


図21 水中での糸電話による音の伝達

結果

プール室内の音の反響等の影響で音の伝達の確認があまりできなかった。

考察

空気中では聞こえたが、水中でははっきりと聞こえなかったのはコップの材質の選定ミスやコップの持ち方、プール室内の音の反響による聞き取りにくさ等が考えられる。

B 教材としてのとらえ方

小学校第3学年での音の扱いでは音を出すものが震え、その震えを伝えるものとして糸や紙が取り上げられている。本実験の糸電話は糸を水に浸すことによって、糸の震えが水に吸収されてエネルギーが小さくなることを確認できる。そして、糸の震えの伝わりやすさを空気中と水中とで比較もできる。

また、中学校の学習内容では、音を伝える媒体を主に空気として条件を設定し、音の性質を考えさせている。本実験では、音の媒体を水にすることによって、さらに音の性質についての考えを発展させることができる。なお、音の伝わり方を比較することで空気と水の物質の状態の違いについても考察できる。

C 今後の課題

- 水中での音の伝わり方をより正確に検証するためには、音源の音の大きさを一定にすることが必要である。また、聞く人の聴力の個人差も考慮しなければならない。
- 糸電話の実験については、水中での音の減衰も考えて振動のエネルギーをよく吸収できる材質のコップを選定する必要がある。

課題4 「光」の教材化について ねらい

空気中でのさまざまな色の見え方については、日常体験している。信号機の赤、黄、青(緑)の3色のうちで赤が遠くからでも見えやすいということで危険を避けるための停止信号となっ

ているが、水中でも同じことがいえるのかどうか、また色の違いによって見え方に違いがあるのかを調べる。さらに、光の反射、屈折によって起こる現象についても、実践的な教材に結び付けるために検討する。

実験1 空気中と水中での色の見え方の違いを調べよう。

目的

水中を通過した光が、空気中と比較して見え方に違いがあるか調べる。

準備

アクリル板、カラーシート、水中用懐中電灯

方法

- (1) アクリル板にカラーシートを貼る(赤、黄、緑、青、無色)。
- (2) 水中で10m離れ、水中用懐中電灯を通して光が空気中と比べて見え方に違いがあるかどうかを調べる。

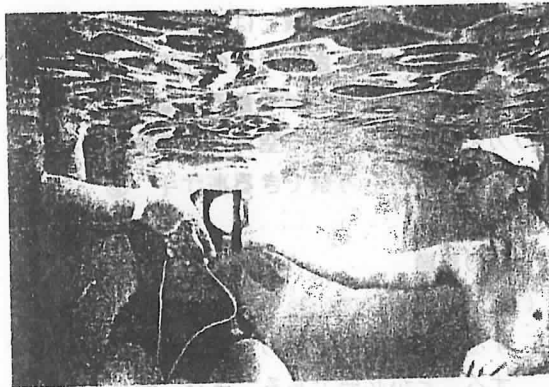


図22 水中で色の見え方の比較



図23 水中で色の見え方の比較

結果

(1) 照度計等を使つての測定はできず、肉眼での感覚にたよつたため、定量的な結果を得ることはできなかった。

(2) 肉眼でとらえた範囲では、以下のとおりである。

ア、赤 —— 最も見えやすく暗く見えた。

イ、黄 —— 明るいが多少緑色がかった見えた。

ウ、緑 —— 赤色ほどではないが見えづらかった。

エ、青 —— 最も良く見えた。

オ、無色 —— 明るい、多少青色がかった見えた。

考察

(1) 準備した5色に、同じ明るさの光を同時に当てることに配慮する。

(2) (1)を解消するためには、光源から離れたところにカラーシートをセットする必要がある。そのためには、水中で使える極めて明るい光源を用意するとよい。

(3) 水中では波長の短い青系統の色光は散乱するため、プールの中では水の色自体青く見える。したがって、結果(3)エで全体として青色がかった見えたのはこのためと思われる。

実験2 水めがねを使って水中での光の反射を調べよう。

目的

プールを大きな水槽と考え、大きなスケールで光の反射の法則を体験を通して調べる。

準備

水めがね(自作)、懐中電灯、大型分度器

方法

- (1) 図24のように、水中で斜め下から懐中電灯の光を水めがねに当て、光が反射する様子を見る。



図24 水めがねを使った全反射

- (2) 図25のように、水めがねを使わずに(1)と同様、水面で光が反射する様子を調べる。

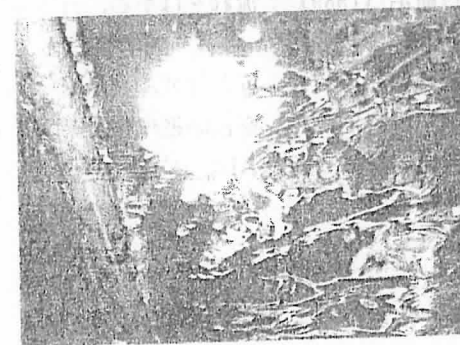


図25 水面での反射

- (3) 懐中電灯の光を壁に持っていきプールの壁をスクリーンとして反射と屈折を調べる。

結果

(1) 光の角度を変えて行くと、臨界角(水は 48.5°)付近で全反射が見える。

(2) 水めがねを使わずに直接水面に光を当てると光がまさに水面上から来ているように見える。

(3) 光源を壁に持っていきプールの壁をスクリーンにして反射と屈折を調べたが、写真ではストロボが発光して写らないが肉眼では大きなスケールで見ることができる。

考察

- (1) カメラによる全反射の水中撮影は光が反

射した位置にカメラを持っていく必要があり、その点を配慮するとよい。

- (2) 光の進路を正確に見るためにはプールが波立たない状態にしたほうがよい。今回は休憩時間を使うことによりこの問題をクリアした。全反射については正確にとらえられたとはいえないが、入射角を正確に測り臨界角を調べておく必要がある。

実験3 スケールを使って光の屈折を調べよう。

目的

スケールを水面に対して垂直、水平において見え方を比べることにより屈折の様子を調べる。

準備

自作スケール(アクリル管、ビニルテープ)、スケール

方法

- (1) 2つのスケールを垂直に立てて斜め上から見る。
- (2) 同様に、水平にして見る。



図26 スケールを垂直に立てた場合



図27 スケールを水平にした場合

結 果

- (1) 垂直に立てた場合は、屈折により水中部分が短く見える。
- (2) 水平にした場合（深さ約5cm）は、見え方に変化はない。

考 察

- (1) 水中で立った状態のとき、光の屈折により高さが短くなって見えることは日常体験することであるが、今回は2種類のスケールを使うことによりはっきりとその違いをとらえることができる。
- (2) この実験も、実験2同様に波立っていない状態で行う必要がある。

B 教材としてのとらえ方

プールで泳ぐ機会はあってもそれを大きな水槽と考える発想は生徒には思い付かないものであろう。空気中での光の見え方には何の疑問も持っていないはずであるが、これを水中で行うことで、色による光の屈折率の違いに発展させて考えていくこともできる。

また、水中での屈折の様子を自分の目で直接見ることができるということも利点である。写真には写していないが水中からプールの壁を見上げると高いところの文字などが低い位置に見えるということもその一例で、臨場感のある教材と考えられる。

C 今後の課題

光に関する三つの実験を行ったが、このうちの実験2はとてもむずかしく、プールで行うよりは水槽を使って行ったほうが入射角を測る等、良い結果が出せると思われる。また、実験1については見え方についてのチェックリストを作る等、まだまだ客観的な結果とするための工夫が必要である。ただ、現象の解明を定量的な考えに走り過ぎず、定性的なとらえができるという視点からは効果的な教材と考えられる。

おわりに

教材を開発する視点には、いくつか考えられ、理科室での観察、実験を重視することは当然であるが、もっと日常生活と関連の深い事物・現象を積極的に取り入れるためにも、体験重視からも、教材の新鮮味から是非諸教育施設を活用することも大切である。

今までにも、遊園地等を利用した教材、冬における雪や氷を取り上げた教材など多様な視点から開発を試みているが、生徒の主体性や創造性を育成する上から、新しい視点からの教材の開発にチャレンジすることを期待したい。

参考文献

- 1) 木村龍治 (1989) : 流れをはかる, 日本規格協会
- 2) 小橋 豊 (1959) : 音と音波, 裳華房
- 3) 三輪光雄 (1980) : 原色図鑑理科実験大事典 (物理), 株式会社全教図

- (なかさと しょうへい 物理研究室長)
 (ながた としお 物理研究室研究員)
 (おおくぼ まさとし 物理研究室研究員)
 (さいとう やすお 平成6年度長期研修員)
 (みしな けいすけ 平成6年度長期研修員)
 (みちばやし しんいち 平成6年度長期研修員)
 (みやざき なおたか 平成7年度長期研修員)
 (あきやま ひでや 平成7年度長期研修員)
 (こにし あきのり 平成7年度長期研修員)
 (まえだ としつぐ 平成7年度長期研修員)
 (あいはら しげき 平成7年度長期研修員)

原子に関するエネルギー教材に目を向けて

中 里 勝 平

地球環境とも関連して、エネルギー教育の重要性が指摘されているが、理科教育において校種を問わず、「原子に関するエネルギー教材」を適切、かつ積極的に取り上げることが大切である。各種研修講座で実施している内容や指導資料などに掲載している事例を紹介するとともに、原子に関するエネルギー教材の開発の必要性やそれらの推進を意図した内容を述べた。

[キーワード] 理科 エネルギー教育 環境教育 原子力 放射線 放射線計測器

はじめに

学習指導要領の改訂に伴い、中、高等学校の理科で、原子力や放射線など原子に関するエネルギー教材を取り上げることになっている。改訂以前に高等学校の物理で一部学習しているが、取り上げ方は、校種のレベル、科目のねらいなどによってそれぞれ違いがある。

ここでは、研修講座のねらいやそれに伴った内容、及び簡単に組み組める観察、実験などについて紹介する。

1 原子に関するエネルギー教材では

生徒が自然を理解する上で自然現象を直接経験することが重要である。エネルギー教材について言えば、その一つである自然界や身の回りの物から放出する放射線を観察したり、測定するなどの探究的な学習活動を通してエネルギー問題や自然環境の保全の在り方を思考し、判断できる力の育成が期待されている。

このような背景から、原子に関するエネルギー教材にもっと目を向け、理科教育の中で自然科学の一部として純粋に、適切かつ積極的に取り上げることが大切である。

しかし、中、高等学校では、原子力や放射線など原子に関するエネルギー教材を軽く扱う程度で、欧米並に生徒一人一人が主体的に課題を見付けて学習するレベルまでいっているとはいえない。

このような現状を改善するためには、理科教

員に原子に関するエネルギー教材の在り方を含めて、基礎的な観察、実験の方法や学習の展開方法などを総合的に研修し、その成果を学校教育の場で生かしてもらうことが、非常に必要であり、急務なことである。

2 研修講座の内容紹介・教材化

A 中学校理科 (第1分野)

(1) 主なねらい

- ・簡易型霧箱を製作し、放射線を視覚的に観察するために飛跡を発生させる。
- ・各種計測器の使い方や定性的な活用の仕方を習得する。

(2) 主な実験内容

- ・「簡易型霧箱による放射線調べ」
- ・「簡易型GM放射線カウンターによる放射線調べ」
- ・「はかるくんによる放射線調べ」

(3) 指導上留意している点

- ・生徒が直接経験できる学習を展開する。
- ・環境教育の視点から放射線と日常生活とのかかわりを総合的に検討する。
- ・ディベートの学習形態を取り入れるなどして、生徒一人一人の主体性、判断力、表現力の育成を図る。

B 高等学校理科 (物理ⅠB・Ⅱ)

(1) 主なねらい

- ・簡易型霧箱を作り、放射線の飛跡を発生させて放射線を視覚的に観察する。

中里 勝平

- ・計測器の構造や原理的なことを学ぶ。
- ・計測器の使い方や定量的な測定法、多様な活用方法を習得する。

(2) 主な実験内容 (Aを参照)

(3) 指導上留意している点

- ・直接経験を重視した学習を展開する。
- ・課題研究など多様な学習を工夫する。

C 教材化の推進

高等学校理科(総合理科, I A), 環境教育研修講座などでも, 原子に関するエネルギー教材を取り入れており, これらを参考に生徒の実態に即した多様な教材の開発が望まれる。

3 指導資料, 研究紀要の事例紹介・教材化

A 指導資料の事例

(1) 冊子名

理科教育指導資料(第25集)

高等学校理科 I B・II編

(2) テーマ名「電子と原子」

～放射線の観察と実験～

(3) 主なねらい

物理 I Bの学習項目「放射能」では, 従来機器の不足などから観察や実験があまり取り上げられなかったところである(が, 中学校との関連を大切にしながら身近な事象の中での放射線の観察や実験を通して総合的に学習することが期待されている。

そのための教材として, 放射線の出方と透過力及び半減期などを学ぶ観察, 実験の方法やその成果を紹介している。

(4) 実践事例

①身の回りの放射線の観測

ア GM管式放射能検知器, 歯科用X線フィルムなどの放射能検知器

イ テレビ, クロス真空計, 岩石標本などの観察・実験試料

ウ 実験結果と考察

- ・GM管式放射能検知器による場合
- ・歯科用X線フィルムによる場合

②拡散型霧箱による放射線の観察

ア 拡散型霧箱の作り方 イ 自然放射線の場合

ウ 実験用放射線源, 岩石標本の場合

③放射性元素の崩壊の様子

ア 空気中のちりに付着している放射性元素による放射線の観測

イ 放射性元素の崩壊モデル実験

B 研究紀要の事例

(1) 冊子名 研究紀要(第3号)

(2) テーマ名「霧箱の製作法と放射線の検出法に関する研究」

(3) 主なねらい

生徒が, 放射線の性質や利用について正しく理解するためには, 放射線に関するいろいろな観察や実験を通して総合的に学習することが大切である。

そのために, 教師が手作りの霧箱などを用いて簡単に放射線の飛跡を観察し, 放射線の検出ができるような実践力を身に付けるための事例を紹介している。

(4) 実践事例

①霧箱の原理 ②拡散型の霧箱の製作

③放射線の観察実験 ④総合考察

ア ビーカーを用いる方法

イ 大型ペトリ皿を用いる方法

ウ 自作の亚克力製箱を用いる方法

C 教材化の推進

これらの教材を参考に校種に合った教材の開発を積極的に進めることが大切である。

おわりに

次の時代を担う生徒には, 物事を客観的に考え, 論理的に判断して自分の意志を的確に表現できる力を身に付けさせる必要がある。

特に, エネルギー問題などを論ずるとき, それらの力が大変必要となるので, その育成に向けて教師のたゆまぬ努力と意識の改革がとっても大切である。

(なかさと しょうへい 物理研究室長)

液体窒素・ドライアイスの活用

中里 勝平

液体窒素やドライアイスは, 科学技術の進歩により日常生活でもいろいろな分野に利用されるようになっている。これらを用いた観察や実験は様々に考えられるが, 普段目にできない現象を直接経験できて, 驚き, 楽しさ, 不思議さなどを感得できる極低温の世界を紹介した。

ここでは, 液体窒素, ドライアイスを使った観察, 実験や, それらの性質, 取り扱い, 保存法などについて述べた。

[キーワード] 理科 極低温 液体窒素 ドライアイス 超電導現象 簡易型霧箱

はじめに

液体窒素は冷媒として食品の急速冷凍, 貯蔵などに, ドライアイスは食品の配送, 旅行やレジャー, ショウの演出効果などに利用されているが, これらの性質を生かした理科の実験は, 意外と行われていない。当理科教育センターの研修実践からすると, 子供は液体窒素, ドライアイスを取り入れた理科の学習に興味・関心を持って立ち向かうことが予想される。

ここでは, 校種を問わず理科の学習で活用されることを期待し, それらを生かした観察, 実験や両者の特性などについて紹介する。

A 液体窒素の活用

実験1 液体窒素に物を入れてみよう。

準備

液体窒素, ジュワー瓶, 発泡スチロールカップ, 風船, 花, 油粘土, メダカ(金魚)

方法

- (1) ジュワー瓶から液体窒素を発泡スチロールカップに注ぎ7部程度まで入れる。
- (2) 指先を液体窒素の中に一瞬だけ入れてみる。
- (3) 膨らました風船を液体窒素の中に入れて後, 取り出してみる。
- (4) 花を液体窒素の中に入れてみる。
- (5) 油粘土を液体窒素の中に入れてみる。

(6) メダカを液体窒素の中に短い時間入れた後, 取り出し水の中に戻してみる。

結果と考察

- (1) ごくごく短い時間であれば指は冷たさを感じない。これは, 液体窒素と指の間に窒素の気体の膜ができ断熱効果をもたらすからである。しかし, 何度も繰り返すと指の表面温度が下り, その効果が低下し危険である。実施するときは十分な注意を払う必要がある。
- (2) 風船は縮んでから膨らむ。これは, 風船の中の空気が液体窒素の極低温で減少するが, 取り出すと逆に膨張するからである。また, ゴム風船は, 部分的に膨張率が異なりいびつな形になったり, 裂けたりする。
- (3) 花や油粘土は凍結状態となり硬くてもろく, 力を加えると壊れる。
- (4) メダカは一瞬仮死状態のようになるが, 水の中に戻すと, 生き返る。

実験2 気体の酸素を液体酸素に変えてみよう。

準備

液体窒素, 発泡スチロールカップ, 試験管, 線香, マッチ

方法

- (1) 発泡スチロールカップに液体窒素を注

研究紀要第8号(1996)

-15-

北海道立理科教育センター

ぎ7部程度入れる。

- (2) 空の試験管を5～10分程度入れておく。
- (3) 試験管の中の物を推定し、火の付いた線香を入れるなどして確かめる。

結果と考察

- (1) 数分すると試験管の底に透明であるが、若干青味がかった液体が溜る。
- (2) 火の付いた線香を液体の中に入れると、線香が燃えて炎が赤々と大きくなる。
- (3) 沸点-183.2℃の空気中の酸素は、液体窒素の極低温で液化して液体酸素となり助燃性と示すからである。

実験3 乾電池のパワーを変えてみよう。

準備

液体窒素、発泡スチロールカップ、乾電池、豆電球、電流計、電圧計、リード線

方法

- (1) 乾電池、豆電球、電流計、電圧計、リード線を用いて回路を作る。
- (2) 液体窒素を入れた発泡スチロールカップに乾電池だけを入れる。
- (3) 液体窒素に入れる前と入れている間の豆電球の点灯の様子を比べる。
- (4) 液体窒素から取り出した後の豆電球の点灯の様子を比べる。

結果と考察

- (1) 液体窒素に入れる前は、明るく点灯しているが、入れると段々暗くなり、フィラメントが赤く色づく程度の点灯となる。
- (2) 取り出したあとは、時間の経過とともに元に回復し、明るく点灯する。
- (3) 乾電池は化学物質の化学反応によって電気を生ずるので、温度が極端に低くなると化学反応も著しく劣り、豆電球を明るく点灯させるだけの電気を発生できなくなる。

実験4 電気抵抗を小さくしてみよう。

準備

液体窒素、発泡スチロールカップ、乾電池、豆電球、コイル（エナメル線を使用）、電流計、電圧計、リード線

方法

- (1) 乾電池、豆電球、コイル、電流計、電圧計、リード線を用いて回路を作る。
- (2) 液体窒素を入れた発泡スチロールカップにコイルだけを入れる。
- (3) 液体窒素に入れる前と入れた後の豆電球の点灯の様子を比べる。

結果と考察

- (1) 豆電球は、コイルを液体窒素に入れた後のほうが明るく点灯する。
- (2) コイルを液体窒素に入れることによりコイルの電気抵抗が小さくなり、電流が非常に流れやすくなる。
- (3) コイルを液体窒素から取り出すと温度が上がるので、電気抵抗が大きくなり電流が流れにくくなる。

実験5 超電導現象を再現してみよう。

準備

液体窒素、超電導物質、ネオジウム磁石（強力磁石）、アルミニウム製容器、発泡スチロール板、竹ばし、皮製手袋、ゴーグル

方法

- (1) 液体窒素を入れた容器の中に超電導物質を静かに置いて十分冷やす。
- (2) 竹ばしでネオジウム磁石をはさみ超電導物質の上に載せる。
- (3) ネオジウム磁石の動きを調べる。

結果と考察

- (1) ネオジウム磁石が浮いたり、竹ばしで力を加えようと磁石が回転したりする。
- (2) マイスナー効果（完全反磁性）によって起こり、この現象を超電導現象と呼ぶ。
- (3) 超電導は、電気エネルギー貯蔵、リニアモーターカーなどに応用され、将来の生活や産業を大きく変えることが予想される。

指導上の留意事項と参考

- (1) 液体窒素は、無色透明で沸点が-195.8℃なので取り扱いには十分気を付ける。
- (2) 液体窒素の貯蔵には、専用の容器を使用するとよい（10、5リットル用）。なお、簡便な方法としては、家庭用の魔法瓶の気密部分を取り除いて使うこともできるが、絶対密封してはならない。
- (3) 液体窒素の中に物を入れると、沸騰したように激しく泡立ちするが、しばらくするとおさまる。ほぼ同じ温度になるので、液体窒素で冷やした物には、凍傷を起こすので直接触れないようにする。
- (4) 液体窒素を入手するときは、地域の特約店にお願いするとよい。

B ドライアイス（Dry Ice）の活用

実験1 簡易型霧箱の低温体に利用しよう。

準備

簡易型霧箱（一式）、ドライアイス（固形）、白熱電球、発泡スチロール板

方法

- (1) 発泡スチロール板の上にドライアイスを載せ、その上に簡易型霧箱を置く。
- (2) 簡易型霧箱の中の放射線による飛跡を観察する。

結果と考察

- (1) ドライアイスで冷却することで、簡易型霧箱の中に放射線による飛跡が生ずる。
- (2) 飛跡の形は直線的なもの、渦状のものなど放射線の種類によって異なる。
- (3) 飛跡の発生の様子は、簡易型霧箱の冷却温度、エタノールの過飽和状態、線源の種類（エネルギー）などで変わる。

実験2 運動の滑走体に使ってみよう。

準備

ドライアイス（固形）、滑走板、スケール、タイマー、ビデオカメラ

方法

研究紀要第8号(1996)

- (1) ドライアイスを5cm程度の円盤状に切り、底を平らにして水平に置いた滑走板の上を滑らせる。
- (2) (1)と同じように、滑走板の角度を変えて斜めから滑らせる。
- (3) 運動の様子をビデオカメラで撮影して調べる。
- (4) 大型テーブルの縁を細い棒で囲み、その上にドライアイスを置いてアイスホッケーの遊びをする。

結果と考察

- (1) 平面では、条件にもよるがほぼ等速運動を観察できる。
- (2) 斜面では、加速運動が観察できる。
- (3) (1)(2)とも、ドライアイスは固体から気体になり（昇華）、その気体が滑走板との間の摩擦解消に役だっている。
- (4) ストロボを使わなくとも明るい部屋でビデオ撮影ができ運動の様子を観察でき、大変便利である。

指導上の留意事項と参考

- (1) ドライアイスは、二酸化炭素を固化成型したもので、昇華点が-78.5℃の純白大理石様の固体で、冷却剤として活用されている。低温なので素手で触ると凍傷になりやすいので、手袋をはくなどして直接扱わないように十分気を付ける。
- (2) 周囲から熱を奪い直接気化して二酸化炭素になるので、新聞紙などで包み冷凍庫にいておくことある程度保存がきく。
- (3) 0℃での冷却力は、1kgで152kcal、これは同じ容積の氷の3倍、同じ重量の約2倍に相当している。
- (4) ドライアイスをビンなどの容器に入れて密封すると、750倍の気体となり破裂する恐れがあるので注意する。
- (5) 1kgの値段は、約450円（札幌）くらいで各地の特約店から容易に入手できる。

講座受講者の高校理科得意科目

永田 敏夫

平成5、6、7年度の北海道立理科教育センター通常研修講座受講者の高等学校での理科履修科目と専門科目、特に理科I履修者とそれ以前の者の履修科目や専門科目について調べた。高校の理科教育課程の変化が教員の得意科目の動向にどの様に影響したか、今回の教育課程の変化を予想し対策を構じるための一助とする。

〔キーワード〕 理科 理科教員 高等学校 理科履修科目 理科専門科目

はじめに

1982年に高校での理科教育課程が変更されてから10年が経過した。すでに新たな教育課程が実施されているが、理科Iを導入した選択性の強い教育課程の結果が、1990年以後に採用された教員の理科科目に対してどの様な影響を示すようになってきているのかを調査した。今回導入された多様な生徒に対応する趣旨の教育課程が今後の理科教育にどのように影響するかを考え、理科教育研修を検討する上での参考とした。

1 教員の高校理科履修科目

1982年の教育課程改訂後、理科Iが導入され、理科の他の科目が高校で選択になり、理科の科目による履修率が全国的に大きく変動した。物理が80%から30%台へ、化学が100%から60%へ、生物が80%から50%台へ、地学が40%から10%台へ推移してきた(図1)。

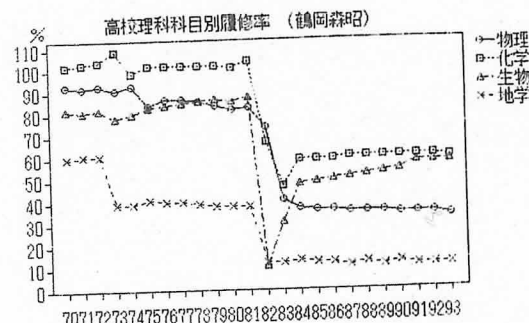


図1 高校理科科目別履修率 (鶴岡 1992)

北海道の場合、1992年には物理27.5% (全国34.4%)、化学65.2% (同59.7%)、生物64.0% (同55.9%)、地学12.3% (同11.5%) (鶴岡1992)で全国と比べると物理が少なく、生物と化学が多かった。これは高校生のときの状況だが、この高校生が教員となった場合には、教員の理科の履修状況は高校生一般とは異なってくるということが予想される。

そこで、理科センター受講者で1993年から1995年にかけての1982年以前に高校で理科を履修した教員とそれ以後の教員で理科履修科目の状況がどの様に変化しているかを調査した。その結果を図2、3に示す。

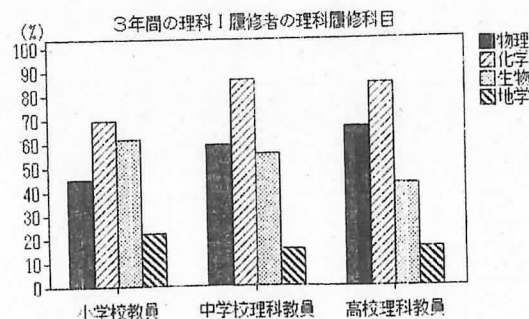


図2 最近3年間の理科I履修者の履修科目

理科Iを履修している小学校教員の場合、物理45% (旧75%)、化学70% (旧82%)、生物62% (旧86%)、地学22% (旧50%)で、旧課程を履修した教員と比べると物理と地学での落込みが大きい。

北海道立理科教育センター

いが、高校生一般と比較すると生物以外はすべて高い履修率を示している。

中学校理科教員の場合は、物理59% (旧82%)、化学86% (旧93%)、生物54% (旧98%)、地学15% (旧59%)で、旧課程を履修した教員と比べると生物、物理、地学が大きく落ち込んだが、高校生一般と比べた場合は、化学を履修している割合が高く生物が低いことが分かる。

高校教員の場合は、物理65% (旧98%)、化学82% (旧98%)、生物43% (旧96%)、地学15% (旧57%)と生物、地学の落込みが大きい。高校生一般と比べると化学と物理の履修率が高く生物が低い。

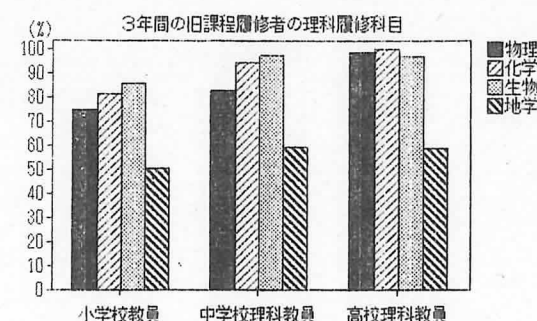


図3 最近3年間の旧課程履修者の履修科目

2 理科得意科目

理科Iを履修した世代とそれ以前の世代で得意科目に有為な違いがあるのか、教育課程の影響を考える。

そこで、高校での理科履修の結果が得意科目に影響しているかを次に調査した。最近3年間

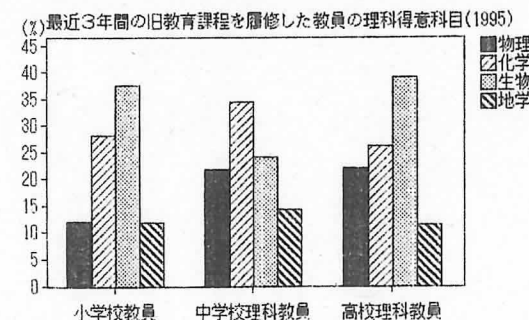


図4 最近3年間の旧教育課程履修者得意科目

研究紀要第8号(1996)

に理科センターで通常研修を受講した教員の理科得意科目について図4、図5に示す。

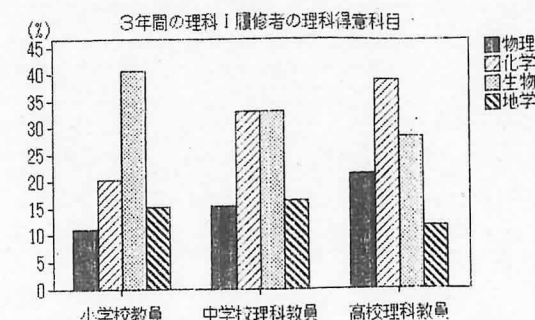


図5 最近3年間の理科I履修者の得意科目

小学校教員の場合、化学の得意な者が減って、生物の得意なものが増えている。これは、履修科目が化学が多く生物が少ないのと異なる。物理は、理科I世代もそれ以前も変わらずに低い。

中学校教員では、物理の得意な者が減って生物の得意な者が増え、化学と生物の得意な者の割合が優位になっている。これも、履修者の和居合が割合が減った地学や生物が得意科目として増えているという結果を示している。

高校の理科教員の理科得意科目については、生物を得意とするものが減って化学の得意なものが増えている。これは、高校については、教育課程上の選択者の動向が採用教員の専門科目に反映されると考えると理解できる。

おわりに

理科Iを履修した年代が教育を支えている。生徒の履修状況を反映して、高校教員の理科履修科目が変わる。つまり、高校教員の職場は当然履修者を増やす努力がそのまま職場の拡大につながり、中学校教員については、物理が減って生物が増え、第1分野、第2分野のバランスがとれてきたともいえる。しかし、小学校教員の理科得意科目の傾向は変わらず、物理、化学の得意なものがさらに減少した。子どもたちの人生に影響の大きい小学校の先生方になる生徒たちにもっと物理に親しんでもらうための教育研究が緊急に求められている。

(ながたとしお 物理研究室研究員)

科学学習センターとしてのエキスプロラトリウム

永田敏夫

サンフランシスコのエキスプロラトリウムは、展示物に直接触れ自ら主体的に学習しながら学ぶ異色の科学館として科学教育者や科学館関係者の間でよく知られている。今回訪問して、高校生が週末に説明員としてアルバイトの形で活動しながらボランティア活動をしていること、理科教師教育を軸に据えた研修システムを持つこと、インターネット(<http://www.exploratorium.edu>)のホームページを充実させていることなど科学学習センターの機能を考える上で知見を得たので紹介する。

[キーワード] 科学 芸術 感覚 博物館 教師教育 展示

1 歴史と創立者

1915年パナマ太平洋博覧会々場となったPALACE OF FINE ARTに1969年物理学者で教育者のフランク・オッペンハイマー(Frank Oppenheimer: 1912-1985)によって築かれた。彼はコロラド州のパゴサスプリングの高校では、スクラップ置き場に生徒を連れて行ったり、自動車の部品を使って実験をしたりした。コロラド大学へ移ってからは、初級一般物理学実験について、毎週順を追って一斉に行うのではなく、学期中にやりたいときにいつでもできるようにすべての学生実験をそれぞれ1セットだけ準備しておく物理実験ライブラリーを作り上げた。これは、必要最小限の説明のもとに学生が主体的に実験を行うもので、この実践がエキスプロラトリウムの建設に生かされている。

彼の展示哲学は、「学習者自身にとって自ら学ぶために最もよい学習環境を作り上げる」ことで、製作者の意図したものだけを学ぶということよりも、入場者自身が何かを学び、何かに気づき、自分自身の観察力に自信を持てるようになることを第一に考えるものであった。

2 公開展示センター(center for public exhibition)

エキスプロラトリウムには、科学・芸術・感覚分野の650以上の展示がある。「博物館を学習センターに」をモットーに、科学・自然・芸術の情報を提供している。展示には、生命科学、色、電気、熱と温度、言語、光、運動、軌跡、音と聴覚、触覚、視覚、波と共鳴、気象の



13コーナーがある。展示はあらかじめ色や形や大きさが決められているわけではなく、遊んだり、学んだり、議論したり、実験したり、修理したりするうちに変わってくる。製作者の好みや展示の機能によって見た感じは違うが、一般的な原理と特徴がいくつかある。

最も大きな特徴は、展示に少しずつ手を加え続けることを基本的な開発研究法としていることである。この展示の5分の4は開発中で、完成品は5分の1にすぎない。展示はその現象に興味を持つ人が企画し、開発し続けていくことが第一である。ほとんどの展示は、科学技術者ばかりでなく芸術家や教師なども含む様々な人々が考えやアイデアを提供しながらの協同制作である。

まず、製作者が原型を製作し、それに対する反応を見ながらこれに変更を加えていく。製作

者自身が展示を楽しみ、入場者やスタッフの意見に耳をかたむけ、何度も改良を加えながら形を変えていく。

このとき、どうやったら面白く、美しく、魅力的になるのか、センスを大切にしたい。たいていの場合、入場者に触ってもらい、試してもらう。入場者が展示の内部を見て、どういう仕組みなのか調べたりすることもできる。また、大部分の展示は移動テーブルに載せてあるのでいくつかの実験を集めることができる。展示は予想もしないようなものとか廃品とかを使ってある。ほとんど全ての展示はエキスプロラトリウム内で製作されている自主製作品である。



科学館は作曲に似て曲の構造に気が付かなくても、聴取者がそこに何かがあることを感じるべきではない。また、科学館は小さな教育課程を編み上げているたくさんの財宝の集積と見なすこともできる。また、自然と人間をしっかりと理解するには芸術と科学の両方が必要であるが、エキスプロラトリウムでは芸術と科学を有機的に結合させている。展示作品は次々と生まれるアイデアの反映であり、来訪する科学者や教師や芸術家のセンスに敏感に反応生き物であるともいえる。

3 科学学習センター(center for teaching and learning)

エキスプロラトリウムの学習センターには教育研究所事業(the Exploratorium Teacher Institute), 学校事業(the School in Exploratorium), 少年少女支援事業(The Children's Outreach Program) 展示体験説明員事業(the Field Trip Explainer program), 高校生説明員事業(the High School Explainer Program)の5つの事業がある。特に、1983年にカリフォルニア州教育省から地域科学学習センター(Regional Science Resource Center)としての指定を受けている。

教員研修事業としては、カリフォルニアの65学区からの高校教員、40学区からの中学校教員、30学区からの小学校教員が科学館所属の芸術家や科学者と一緒に研修している。ここでは、年間約500人の幼稚園から高校までの教員が研修を受けており、実人数で1000人、延べ50000人以上の学生がこの学習にかかわっていることになる。また、センターは学校で行う理科教育についてもサンフランシスコ市内の全学区及びマリナカントリーの数学区と連携して改善に当たっている。

3.1 学校事業(the School in Exploratorium)

この事業は小学校教員を対象としているが、事業の中心は、科学館と地区の勤務場所に同時に所属する形で4人の小学校教員を受け入れ理科教育専門家になるために行う1年研修事業である。このほか、夏期研究講座、学期中の週末や放課後に行うトピックスを扱った1日単位の製作実習を行うワークショップ、研修者による出版物の刊行やカリフォルニア科学学習基準改善のための研究事業にも参加している。

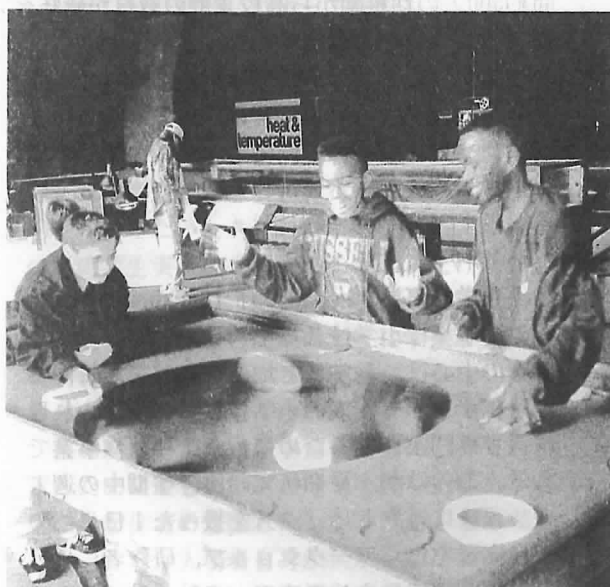
このプログラムでは、自然現象の探究を科学と芸術の両方の視点で行っており、教員の要望に従って専門的基礎についての研修の機会を提供している。これには例えば、発見学習に焦点を当てた夏期講座、学期中のワークショップなどがある。また、スタッフの学級訪問、実験キット、学校授業記録の貸出、ミニ展示作制ガイド、研修事後講習会、高度な物理直接体験教室を含む教員団体の専門的研修会、3日間のテー

永田敏夫

マ別入門ワークショップ、湾岸地域の小学校に対する特定内容の研修会などの要望にも応じている。

3. 2 教育研究所事業(the Exprolatorium Teacher Institute)

教育研究所事業は、中学高校教員を対象としている。そこでは、物理、一般科学、化学、数学、英語を第2言語とする生徒のための科学教育について研修している。夏期講習会には毎年14地方100人以上の中学高校教員が参加している。その他、事後講習会やワークショップもあり、展示を活用した発見学習法を基本としている。夏期講座には今まで600人以上が受講しているが、エクспロラトリウムの展示をモデルに授業で実際に活用できるように科学を楽しく分かりやすいものにしていく研修を進めている。



3. 3 少年少女支援事業(The Children's Outreach Program)

少年少女支援事業では、恵まれない少年少女に教育サービスを提供するコミュニティグループや社会福祉団体との協同活動を推進している。この協同活動には、体験ワークショップや器具器材の準備やミニ展示の設置などがある。これらの活動ではみんなで発見したり発表したりすることや一人一人の希望や気づきを重視している。支援事業では青少年会館、地域レクリエ

ションセンター、小児科医院センター、先導的な学級や他のコミュニティ組織とも連携している。

3. 4 展示体験説明員事業(the Field Trip Explainer program)

場内体験学習説明員事業の説明員は、様々な専門の大人で、学期中の体験活動で科学館を訪れた子ども達の指導に当たっている。クラス担任は事前に学級での学習項目に合う展示コースを選ぶ。説明員は学級が選択したコースや展示に関する世話をする。この説明員は体験学習時間終了後や夏休みの長期間にわたる研修にも関係し科学館のスタッフと毎日研修を深めているベテランである。

3. 5 展示体験学習(Field Trips)

毎年60000人以上の生徒が展示体験学習に教師の引率で来館する。個人的な自由見学のほか、体験学習コースがある。コースは15あり、各コースには関連する8から10の展示がある。各コースには、事前事後の学習で利用できる生徒用展示ガイドと教室活動が完備している。ただし、1回の訪問では1コースを学習するように勧められている。また、3、4コースを統合した電気、光、音、視覚の統合コースもある。高校生を対象とした展示体験には、数学のワークシートもある。

科学館のすべてのエリアに各年代の説明員がいて、生徒が到着すると入口で一般的なオリエンテーションと選択したコースの入門ガイドをし、展示場所へ案内する。そこで15分程度質問に答えたり説明した後、生徒は各自体験学習をする。スペイン語を話す説明員もいる。牛の眼の解剖、帯電と電流、音の柱などのデモンストレーションなども行っている。期間は10月から6月の火曜日から金曜日の9時30分から13時までで、比較的すいている10月から12月までは特別コースがある。

3. 6 高校生説明員事業(the High School Explainer Program)

高校生説明員は科学館の各フロアや展示にいて、来場者に話しかけたり、展示や現象の説明

をする。湾岸地域の各高校の教員や地区相談員から3名ずつの推薦を受け、面接をして選考され毎年100人の高校生説明員が説明をしながら科学を学んでいる。説明員の資格は、高校の1年から3年と大学1年で言語が明瞭で意欲があり、科学館で働くことに興味がある者であることである。仕事の内容は、科学館のガイド、補助員、巡回員、科学館の操作の補助要員や展示の補修要員で、期間は2か月から4か月である。1月1日から始まる春の学期と9月1日から始まる秋の学期の勤務は、平日の午後が2～3回と週末の終日か週末のみの選択ができる。5月に始まる夏の学期中は、土曜日から火曜日までの終日である。それぞれの学期中に25人から35人のグループ単位で仕事をする。彼らは、スタッフや客員研究員から研修を受ける。この間、科学館の展示についての講義も60時間受ける。全くの無給ではなく、1時間当たり4ドル25セントの報酬がある。



この事業は、高校生説明員が現象を探究し自ら学ぶことができる環境を提供すると同時に科学館に若さとエネルギーをもたらすことを目的としている。説明員の科学的素養や学校の成績や科学の基礎は問題ではない。説明員の54%しか科学の学習をしていなかった調査結果もある。(1987)ドロップアウトした学生でも受け入れた結果科学に興味を持ち大学で優秀な成績を納めた者もいる。むしろ、説明をしながら学ぶこと

がねらいである。彼らの役目は客の質問に正しく答えるのではなく、入場者が自ら発見し学べるように余り説明しないことにあるといってもよい。彼らに求められるのは科学的な理解ばかりではなく良い人間関係をつくることでさえある。

4 芸術研究事業(Artist Research Program)

芸術家研究事業では、音楽、ダンス、映画、語り、人形使い、詩などで、自然と文化の関係についての新しい見方や考え方の開発を進めている。芸術家は科学館のスタッフと協同しワークショップや一般公開の提示法にかかわる。これは、一般市民がいきいきとして、広く様々な世界を知り、その世界間を広げることであり、才能ある若い諸君を科学に引き付け科学教育に新風を吹き込むことが大切であると考えているからである。さらに、体の五感を越えて脳の認知や心の課題にも迫ろうとしている。心を使って心自身の働きを理解することへの挑戦は、一般市民と最近の認知研究の架け橋ともなる魅力ある方法ととらえている。この認識という現象に焦点を置くことは芸術に関わる展示やプログラムを科学と同様に重視していることを示すものでもある。

5 情報交流センター(Center for Media and Communication)

情報交流センターは、科学館内外での学習者に研究成果をメディアを使って広めている。従来からある書籍やビデオ以外にもエクспロラトリウムの開発した学習ツールやネットワークを利用して科学館の教育機材や情報を教員、学生、一般市民に普及することに勤めている。このため、情報交流センターは、編集、グラフィック、図書館、メディアの4領域に分かれている。

5. 1 図書館、視聴覚学習スタジオ部門

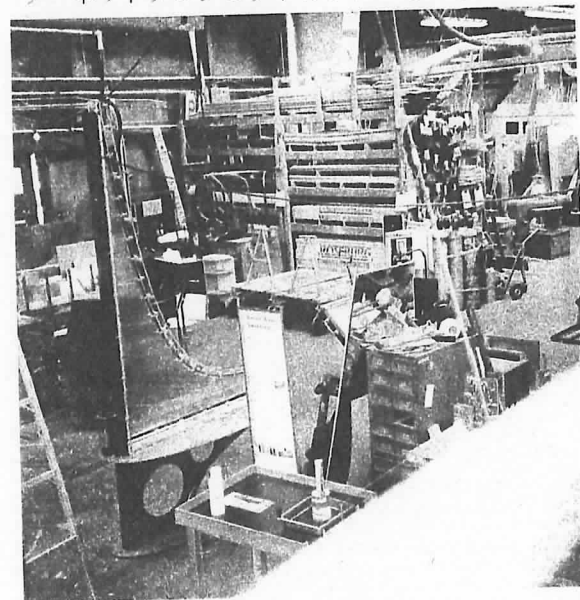
図書館は閲覧、貸出、他の図書館への貸出希望図書の照会ばかりでなく、視聴覚学習スタジオで他のメディアによる情報を提供することも予定している。これは、マルチメディア技術を使ってエクспロラトリウムの展示を中心とし

た教育普及活動プロジェクトに発展すると予測している。

5. 2 展示, 演示部門

展示, 演示部門では, マルチメディアプレイグラウンド, インターネットステーションがある。マルチメディアプレイグラウンドは毎年春に開催され, 体験的, 芸術的なもの, 教育的な広告用マルチメディアのアプリケーションなどが活用できる。具体的には, 広告用CD-ROM, 教育用プログラム, マルチメディアソフト, 芸術家の作品, バーチャルリアリティの企画, オンライン掲示板, インターネットのアプリケーションなどがある。

インターネットステーションでは, 1994年9月から来場者用にWWW, Gopher, CU See Meが5台のワークステーションにセットされ, インターネットがアクセスできる。来場者が自由にネットサーフィンを楽しむこともできるし, ガイドに従って, 最新科学のトピックスや掲示板, メールリスト, 興味ある集まり, その他のインターネットプロジェクトのツアーもできる。



5. 3 教育出版部門

科学教育出版物は次の4つを刊行している。展示の内容を掲載してあり, 他の科学館の展示の参考やエキスポラトリウムの展示の複製を作る場合の資料となるExploratorium Cooking

book, 3か月ごとに発行し特定の話題について会員や教員や学生に情報提供と交換の場となるExploring, 107の実験について理科教師が教室で演示をするとき教師用手引書であるExploratorium Science Snackbook, 学級担任が科学館訪問の事前準備に使える活動や情報を掲載し, 科学館の展示の構成やコースを示す Pathways, 32ページのエキスポラトリウムの展示哲学や過程を照会する Working Prototypesがある。

5. 4 科学教育商品部門

CMCスタッフは, 売店や市場調査スタッフとも協力し, 来場者が持ち帰れる展示関連の商品を開発している。最近のものとしては, アルファベットや電磁気などの図解ポスターである Popular Reference Charts, 子ども用の実験器具付きの本の科学実験室である Explorabook, 自然界にみられる模様の写真集のBy Nature's Designなどがある。

5. 5 相互共同メディアプロジェクト部門

相互共同メディアプロジェクトとして, 国内の他の科学館や教育研究所と新しいメディアを活用した次のようなネットワークづくりを模索している。

たとえば, Learning Through Collaborative Visualizationsでは, North Western 大学の科学教育研究所などと連携し, 僻地にいる生徒の学習のための実験を指揮してきている。エキスポラトリウムは, 高速コンピュータネットワークを通じて, オリジナルテキストや映像ばかりでなく, イリノイ州の2高校とエキスポラトリウムとの実況映像による交流なども行い, ここ2年間で60の高校が試験的に参加するまでに広がっている。この事業はNSFの奨励事業である。

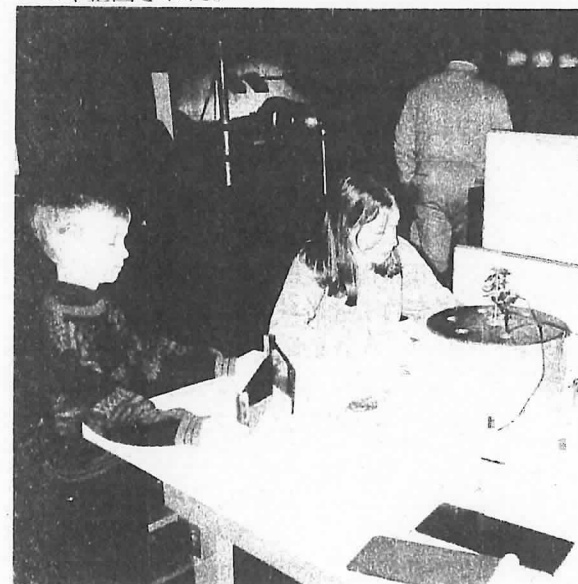
また, Science Learning Networkでは, 科学館と企業と学校間のユニークなパソコン通信ネットワークで, 幼稚園から8年生を対象とした科学数学技術教育にたづさわる教員を支援する事業である。これには, 科学館協会(フランクリン研究所, エキスポラトリウム, オレゴン科学技術館, ボストン科学館, ミネソタ科学館)が, 資料や情報を提供してネットワークを

支援している。この事業は, NSFとユニシーズ株式会社の奨励事業である。

さらに, Informal Science Educators Networkは, 科学技術センター協会, 西部実験研究所のとエキスポラトリウムの協同研究事業で科学教育に関する学校外活動教育者のオンライン, オフラインのネットワークを支援している。この事業は, アネンベルグ/CPB数学科学プロジェクトの奨励事業である。

6 2001年に向けて

1991年, フランス人科学者で, 科学教育者のGeory Delacote を新しい館長に迎え, 将来の構想と事業推進計画の策定に取り組み始めた。これは, 次の4年間の研究機関としての詳細と今後10年間にわたる概括的な大綱を目指すものであった。この取り組みは, 緊急な施設の問題, 財産, 組織的支援方法, さらに, 科学館のプログラムや設備や歳入, 運営費について新たな視点から考えるものであった。これらのメンバーは, 科学館の評議員, スタッフ, 外部のコンサルタントなどを含み, 21世紀の教育要求に見合う開かれた公共大学(生涯学習機関)として, 新しいエキスポラトリウムの創造を促進するべく企画された。



エキスポラトリウムが, 新たな課題として今後進めていこうとしていることは, 科学教育の一般的な課題に対しても中心的な影響を与え

て行くことにある。つまり, 人々に世界を理解させ, 認識させ, 有望な若者を科学に引き付け, 科学教育に新たな理念を提供することにある。

6. 1 教育課題解決研究所構想(The Exploratorium Institute For Inquiry)

エキスポラトリウムは, 現在全国的な新しい先導的な研究所(The Exploratorium Institute For Inquiry)を構築し, 科学館の展示財産と地域科学実験室と結び付け, 全国の小学校に研究調査に基づく, 質の高い教授学習法を提供して地区の科学教育の改革と向上を推進する改善プロジェクトを目指している。このプロジェクトは5年計画の理論と実践に関するもので, 学習指導を高めるために科学教育者と科学教育改善者に機会を与えるもので, 「調査研究に基づく学習法を導入し, 教育者個人の専門的な資質を向上させる」ことと「今日の学校教育を取り巻く重要な課題について意見や観点を交換する教育者や研究者の全国的なフォーラムを提供する」ことを予定している。プロジェクトは3部門からなる。

6. 1. 1 科学教育改善活動(Menu of Program Activities)

様々な役割を果たす広範囲の教育者を標的にする科学教育の再構築運動で, 次のものを含む。調査研究ワークショップ(Inquiry Workshops):

3週間の入門ワークショップと2週間の上級ワークショップがあり, 科学と学習における経験を持つ実践者, 履行者に専門的開発を提供することを意図するもの。

専門的企画セミナー(Professional Design Seminars):

調査研究ワークショップ修了の後に行うイブニングセッションで, 参加者と企画者の双方から出される時代の動きを反映するもの。

調査研究セミナー(Inquiry Seminars):

4日間のセッションで, プロジェクトにおいて調査に基づく研究を熱心に進めている実行者のために調査の本質を明かにしていくもの。

調査研究経験者セミナー(Inquiry Graduate Seminars):

4日間のセッションで, すでに他の研究所活

動に参加した全国の教育者や教師のためのもの。
調査研究フォーラム(Inquiry Forums):

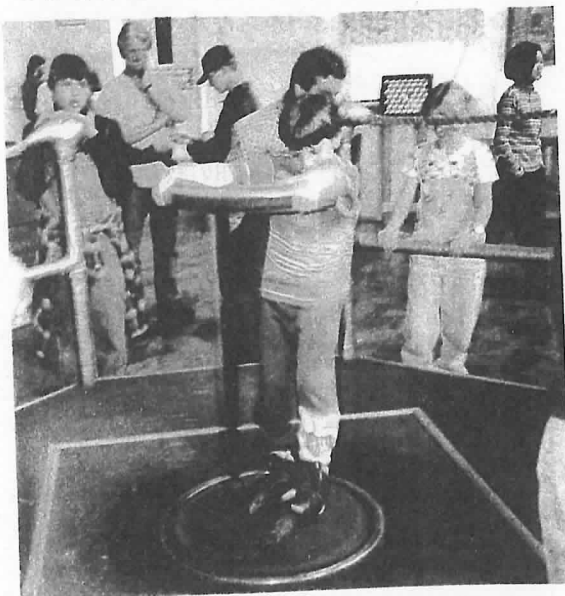
2日間の会議で、調査に基づく教授の基礎的
課題の議論を深め、科学教育改善運動を推進す
るリーダーの会議。

6. 1. 2 地域実験室 (Local Laboratory)

専門的教育開発活動と地域の機構改革を進め
る地域実験室は、(1)他の教員研修事業に加
わっている地域以外の教育研究者の参加による
活動的な研究機会を提供するとともに、(2)
指導法の新しい技術の開発を支援する。

6. 1. 3 調査研究ネットワーク (National Inquiry Network)

毎年の調査研究経験者セミナーの参加者を通
じて継続的な情報交換を進めるために各プロジ
ェクトの実施状況に関する研究年報の発行や広
報と各地域で調査研究に基づく授業実践を支
援するインターネットによる情報交換ネットワ
ークからなる。



参加者のニーズに合うプログラムへの改善の
ために、2つの聴聞会がある。1つは、地域の
先導的な教師、エクスプロラトリウムの滞在研
修教員、地域実験室プロジェクトに参加する科
学教育専門家によるものであり、もう1つは、
全国の教育者や専門的開発改革プロジェクトの

リーダーで、集まって関係分野における中心的
課題を議論し、実際に調査研究指導を受ける機
会が必要な人によるものである。

この研究所には先導的教師、話題提供教師、
教育課程の専門家、行政官、科学生涯教育者、
科学教育改革プロジェクトの原理研究者、科学
者、政治家、大学教員教育者等初等教育に関わ
るあらゆる分野の人が参加できる。

研究所の中心的な機構は、ワークショップで
学んだり、フォーラム、セミナーで先導的な教育
者に提供された理論をさらにフォーラムで発展
させ、ワークショップで試み、これがまた実践
されて事例研究としてワークショップで紹介さ
れるなどフィードバックループを持つことに特
徴がある。

さらに、国と地方の聴取者を結び付け、理論
から実践へ、実践から理論へのコミュニティを
構築して行くことである。これらのプロジエ
クトのために、360人の国の教育者と440人
の地域の小学校教員が重要な役割を果たす予定
である。

7 未来の科学文化への模索

30年の歴史を持つサンフランシスコのエク
スプロラトリウムは、その展示のユニークさか
ら世界の科学館に影響を与え、巨大なおもちゃ
箱と称せられている。しかし、ここを訪れて発
見したのは、教師教育に重点を置く教員研修機
関の未来への姿を指向する姿だったのは新しい
発見であった。施設設備が古いからこそ蓄積さ
れた巨大な財産があるわけで、これを基盤に新
たな事業を模索する姿は学ぶべきものが多い。
自信を持って自分達の科学教育哲学と事業哲学
を紹介し、その世界的影響力を誇りにする態度
は多くを物語っている。我々が、事業を改革し
ようとするとき、他の施設や事業を参考にする
のは当然だが、そこから自分達はどこを変えて
新たなものにしていくのかが問われるところ
である。前例がある場合は、それと同じ様にな
らないように自らの生み出す価値を付加して学
びとることが、前例を生かすことであることを眼
前にたたきつけられた気がする。

その設立コンセプトを乗り越え、新たな科学

文化を構築し、世界的なリーダーとなるべく理
論と実践を結合させる機構を創造するための改
革が進められることを科学教育を進める世界の
仲間の一人として私たちも見守ると同時に挑戦
して行きたい。

8 参考資料 エクスプロラトリウム事業報告 1995-1996

施設設備 1995年に開かれたパナマ太平洋万国
博覧会で建設された建物の一部でファ
インアート宮殿にある。

- ・天井の高さ50フィート、フロア面積
103,000平方フィート
- ・500の常設展示用スペース
- ・特別展示用のスペース
- ・教員用研修室
- ・機械工作、木工作、電子工作スペース
- ・175席のマックビーン劇場
- ・生命科学実験室
- ・参考資料図書室、メディアセンター
- ・売店
- ・軽食堂

来場者 1994年の6月から1995年の5月までに、
619,000人以上の来場者があった。

- ・無料入場者が14%
- ・割引入場者が32%
- ・湾岸地域からが35%、他のカリフォルニ
アからが34%、他の州からが23%、外国
からが8%
- ・wwwにあるホームページには、1年
間で600,000人がアクセス
- ・科学館の会員は8,500人
- ・教育センターで1年間に研修を受けた
教員は550人
- ・年間204,000人の生徒と2000人の引率教
員が来場
- ・昨年の展示体験学習には、77,000人の
生徒が来場

学習支援

- ・昨年の少年少女教育支援では、24以上
のコミュニティグループから6,800人の
恵まれない子どもたちとその親がワー
クショップに参加

- ・100人の高校生が毎年説明員として働い
ている。彼らの33%は恵まれない者であ

出版物

- ・2か月毎に10,000部以上のニュースレ
ターが配布されている。
- ・3か月毎に12,000部の雑誌Exploringが
出版されている。
- ・教員、生徒、家庭用に900,000冊以上の
クスプロラトリウムの科学書が販売さ
れている。

予算

- ・1993-94 \$11,116,100
- ・1994-95
\$12,386,400
- ・1995-96 \$14,418,000
- ・予算の約半分は営業収入で、半分は寄
付である。
- ・赤字はない

スタッフ

- ・統括責任者 Goery Delacote 博士
- ・従業員301人:131人がフルタイム、女
性は53%、少数民族は35%である。
- ・ボランティア協力者 225人

参考文献

- 1) frank Oppenheimer et al. "Working Prototy
-pes" The Exploratorium 1986
- 2) Raymond Bruman and the Exploratorium Stu
-ff "Exploratorium Coobook I" 1991
- 3) Ron Hipschman and the Exploratorium Stuf
-f "Exploratorium Coobook II" 1990
- 4) Ron Hipschman and the Exploratorium Stuf
-f "Exploratorium Coobook III" 1987
- 5) The Exploratorium visitors' guide panphle
-t "Welcom to the Exploratorium" 1994
- 6) "New Directions in Education" The Explor
-atorium News Jun-Feb 1996
- 7) The Exploratorium "Phenomena "(Exhibitio
-n rists) 2/17/93
- 8) Beth Ashley "Getting smart about science
teaches training at Exploratorium" IJ
- 9) Rushworth M. Kidder "Museum Guides Turn O
-n to Science" The Christian Science Moni
-tor 6/JUN/89
- 10) David Perlman "\$10 Million In Grants

電流による発熱

-短時間で可能な定量実験-

大久保 政俊

学習指導要領においては、水熱量計などを使った電流の発熱の実験を行い、発熱量は電流と電圧に関係することを見いだすことになっている。ここでは、水熱量計を使わず、短時間に発熱が観察測定できる実験方法を考察する。さらに、測定データをパソコン上の表計算ソフトを使って、グラフ化処理することにより、容易に生徒に電流と発熱の関係を理解させる方法も併せて示す。

[キーワード] 中学校 理科 電流 発熱 パソコン 表計算ソフト

1 電流による発熱の実験方法の検討

1-1 水熱量計を用いた実験方法の問題点

電流の発熱実験においては、水熱量計を用いて定量的に熱量と電流・電圧の関係を調べ、一定時間内の発熱量は電流と電圧の積に比例することを、測定値をグラフ化することによって見いださせることが多く実施されている。

この実験を実施するには、次の問題点が挙げられる。

- (1) 条件（抵抗値、電流、電圧）をいろいろと変えた複数の実験をしなければならず、時間がかかる。
- (2) 水熱量計を用いるため予め室温になるように設定するので、一つのグループで(1)の実験をやるとすると、複数の実験装置が必要である。
- (3) 実験装置がない場合（一つのグループが一つの実験装置を使う場合）は、複数のグループでそれぞれ違った条件で実験をおこない測定値をもちよってグラフ処理をする。この場合は、全体（例えば一クラス）で、少数の結果しか出せず、結論を引き出す上の信頼性という点で問題がある。
- (4) 測定値からグラフ処理するのに、複数の条件下のデータが必要で、時間がかかる。

1-2 時間のかからない簡単な実験方法の工夫

ここでは1-1の問題点を解決する為、水熱量計を使わず、以下の簡単な実験方法を考えた。

- (1) 複数本の温度計にそれぞれ巻き数の異なる電熱線を直接巻き付けて直列につないで電流を流して発熱させ、温度の上昇を調べる。これによって、一定電流のもとで条件（抵抗、電圧）が異なるデーターが数分間で一度に得られる。さらに、電流値を変えて同様の実験を繰り返すことによって多数のデーターを短時間に得ることができる。

- (2) 表計算ソフトを使ってシートに測定値を入力しグラフを作成する。シートには予めグラフを作成するのに必要な表を用意しておく。測定値の一度の入力でシート上に複数の表が同時にできるように表に測定値と結びつく式を代入しておく。例えば表1-1に温度を入力すると、温度上昇を表す表1-2ができるように相対 Δ 番地と絶対 Δ 番地（\$）を組み合わせた数式を代入しておく。

	B	C	D	E	F	G	H
2	表1-1						
3	入力↓ 電熱線 電源1A 直列 温度						
4	時間\巻数	5	10	15	20		
5	0分後						
6	1分後						
7	2分後						
8	3分後						

	B	C	D	E	F	G	H
2	表1-2						
3	電熱線 電源1A 直列 温度上昇						
4	時間\巻数	5	10	15	20		
5	1分後	+D6-\$D\$5+E6-\$E\$5+F6-\$F\$5+G6-\$G\$5					
6	2分後	+D7-\$D\$5+E7-\$E\$5+F7-\$F\$5+G7-\$G\$5					
7	3分後	+D8-\$D\$5+E8-\$E\$5+F8-\$F\$5+G8-\$G\$5					

For Museum, S.F. Exploratorium gets money to train teachers"San Fransisco Chronicle Oct 24 1995

11)Lloyd Watson "Apple and the Exploratorium-Partners in Science"San Fransisco Chronicle March 16 1992

12)Ellen Klages "When The Right Answer is a Question, Students as Explainers at the Exploratorium" A publication of the Exploratorium 1995

13)Jennifer Bjorhus "Exploratorium's 'Explainers' Tells All Pioneering project brings science to life"San Fransisco Chronicle Sep 6 1994

14)Mark Barlett et al "The Role of Art in a Science Museum" A Curious Alliance, Exploratorium 1975

15)Andrew L. Yarrow "Nature's Forces Unleashed, in Miniature Science and amusement merge in 'Art From the Exploratorium'"The New York Times Feb 9 '90

16)Steven Winn "Fresh Look at Where Art, Science Meet" San Fransisco Chronicle March 17, 1984

17)Peter Turvey "Artful science from sunny California"New Scientist Feb 15 1992

18)Exploratorium "A Brief Summary of Previous Artist Research Program Projects at the Exploratorium" 1994

19)Pamela Winfrey "Invitation Letters of the Artist Research Program"Exploratorium 1994

20)Ann Chamberlain "At The Exploratorium Teaching Art And Science"Journal of the College of Education/University of Hawaii 1987

21)Exploratorium Teacher Institute "The Exploratorium As A Teaching Center" 1995

22)School in the Exploratorium "School in the Exploratorium Elementary School Teacher Training Program An Integrated Approach to Teaching Science and Art" 1995

23)School in the Exploratorium "An Integrated

-ted Approach to Teaching Science and Art" 198624)the Exploratorium "The Exploratorium Center For Teaching And Learning An Overview" The An Overview

25)Linda Dackman "Exploratorium Science Education ON-line" The Exploratorium Press Release 1995

26)the Exploratorium "The Exploratorium Center For Media And Communication An Overview 12/94

27)Sally Duensing "Exhibit Development as a Way of Thinking and Communicating" Presented at the Palais de la Decouverte DEA Seminar Series: Communicating Science Jan 1993

28)William Sweet "Exploratorium influences science museums new and old" Physics Today 198729)Goery Delacote "The Exploratorium Toward the Year 2001" Jan 1992

30)Shannon Lalor "The Exploratorium Institute For Inquiry" 1994 NSF Proposal Oct 1994

31)The Exploratorium "Fact Sheet 1995-1996" 11/1995

32)Exploratorium Field Trips Pamphlet 1995

33)Exploratorium Teacher Institute "Science Snackbook Teacher Created Versions of Exploratorium Exhibits" 1991

34)Paul Doherty "Hands-On Science, A Teacher's Guide to Student-Built Experiments and The Exploratorium Science Snackbook" The Exploratorium

35)Maurice Bazin, Modesto Tamez "Exploratorium Teacher Activity Series: Math Across Cultures" The Exploratorium 1995

36)Ellen Klages et al "The Exploratorium Home Laboratory, Hands-On Science Fun for Families" Exploring Vol. 19 No. 1A Spring 1995

(ながたとしお 物理研究室研究員)

大久保 政俊

1-3 実験方法・条件についての考察

従来の水熱量計で発熱量を測ることはせず、直接、温度計の目盛りの上昇で発熱量の程度を表すことが可能となるのは次の通りである。

(1) 温度計の目盛りは、温度計のガラスとアルコールの膨張率の差による温度変化の割合を示している。湯の中に温度計が浸されている場合は湯と温度計（ガラス部分とアルコール）が熱平衡状態となって、温度計の目盛りは湯の温度を示す。しかし、温度計に電熱線が巻き付けられている場合は、温度計と電熱線は熱平衡になく、たえず温度の高い電熱線から熱が温度の低い温度計に流れ込む。（当然ながら、熱の吸収に伴い温度計からの放熱は無視できない。）したがって、電熱線と平衡にない温度計の目盛りは電熱線の温度を表すのではなく、電熱線の発熱（温度計が電熱線から吸収した熱量）に伴う膨張の割合を示している。

(2) 電熱線の発熱量を熱量計（水）を使わずに、温度計の目盛りの変化で正しく見ることができるとは、温度計のガラス部分から電熱線の発熱をすべて吸収しなければならない。しかし熱の吸収が多いほどガラス部分からの放熱が増える。従って、電熱線の発熱量がより少ないほど放熱が少なく、温度計の目盛りの上昇はより正しい発熱の程度を表す。そのため電熱線として発熱が少ない抵抗の小さな太めのエナメル線を使用し、電流を流す時間も短くとるようになる必要がある。

2 エナメル線による発熱の実験

2-1 準備

エナメル線、温度計（水銀温度計、アルコール温度計）、電流計、電圧計、乾電池、直流電源、水性ペン

2-2 方法

(1) 図1のように温度計のガラス球の部分に直径0.5mmエナメル線を巻き付け、5巻、1

0巻、15巻、20巻の温度計を直列につなげる。放熱を防ぐのと熱が温度計のガラス部分に様に伝わるようにするため、アルミホイルと断熱材でガラス球の部分を覆う。エナメル線の両端に電流計と電源を直列につなぐ。

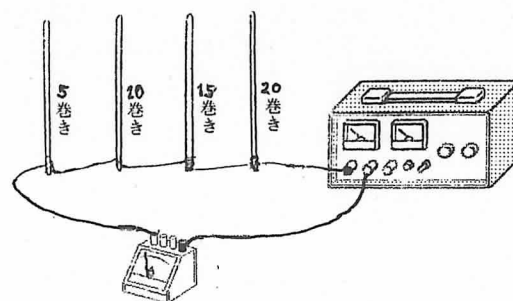


図1 エナメル線を巻いた温度計

(2) 一定の直流の電流（1A、2A、3A）を流して、一定時間（1分）毎に3分間、それぞれの温度計の温度の変化を調べる。乾電池を使用すると、実験の始めと終わりで電流の値が変化してしまうので、電源装置からの直流を用いた。厳密には脈流なので実際の一定値の直流電流の時と比べて誤差が伴う。しかし、ここでは発熱量そのものを求めるのではなく、温度上昇（温度差）によって発熱量の程度を表すのでその影響は無視できる。

(3) 観察していると刻々目盛りが上昇していくので水性ペンなどで直接温度計の目盛りに印をつけておいて、測定終了後、データ処理をする。

(3) 測定終了後、データ（温度上昇）を表計算ソフトの表に入力し、パソコン上で表計算ソフトを使って処理し、グラフを作成する。ファイルの表に数式を入れておいて、1回のデータ入力で複数の表ができるようにしておくとう便利である。

2-3 測定値

複数の条件下での測定値を表にして示す。

(a) 表2-1～2-3

電流値が一定のもとのエナメル線の巻き数が異なる各温度計の時間変化（温度上昇）

表2-1
エナメル線 電流1A 直列 温度上昇(℃)

時間\巻数	5	10	15	20
1分後	1.0	1.3	1.9	2.2
2分後	1.4	2.1	3.0	3.6
3分後	1.6	2.6	3.7	4.3

表2-2
エナメル線 電流2A 直列 温度上昇(℃)

時間\巻数	5	10	15	20
1分後	2.6	4.5	6.3	8.4
2分後	4.1	7.2	10.2	12.6
3分後	5.0	8.8	12.9	15.5

表2-3
エナメル線 電流3A 直列 温度上昇(℃)

時間\巻数	5	10	15	20
1分後	5.4	9.5	13.5	17.3
2分後	8.6	15.2	22.6	27.5
3分後	9.9	18.1	27.9	

(b) 表3-1～3-4

巻き数が一定の温度計の各電流毎の時間の変化（温度上昇）

表3-1
エナメル線 (巻数5) 温度上昇(℃)

時間\電流	1A	2A	3A
1分後	1.0	2.6	5.4
2分後	1.4	4.1	8.6
3分後	1.6	5.0	9.9

表3-2
エナメル線 (巻数10) 温度上昇(℃)

時間\電流	1A	2A	3A
1分後	1.3	4.5	9.5
2分後	2.1	7.2	15.2
3分後	2.6	8.8	18.1

表3-3
エナメル線 (巻数15) 温度上昇(℃)

時間\電流	1A	2A	3A
1分後	1.9	6.3	13.5
2分後	3.0	10.2	22.6
3分後	3.7	12.9	27.9

表3-4
エナメル線 (巻数20) 温度上昇(℃)

時間\電流	1A	2A	3A
1分後	2.2	8.4	17.3
2分後	3.6	12.6	27.5
3分後	4.3	15.5	

(c) 表4-1～4-3

一定時間中の、各電流値における巻き数が異なる温度計の温度上昇

表4-1
エナメル線 1分間の温度上昇(℃)

巻数\電流	1A	2A	3A
5	1.0	2.6	5.4
10	1.3	4.5	9.5
15	1.9	6.3	13.5
20	2.2	8.4	17.3

表4-2
エナメル線 2分間の温度上昇(℃)

巻数\電流	1A	2A	3A
5	1.4	4.1	8.6
10	2.1	7.2	15.2
15	3.0	10.2	22.6
20	3.6	12.6	27.5

表4-3
エナメル線 3分間の温度上昇(℃)

巻数\電流	1A	2A	3A
5	1.6	5.0	9.9
10	2.6	8.8	18.1
15	3.7	12.9	27.9
20	4.3	15.5	

2-4 結果と考察

(1) 温度計は、目盛りが一致するように並べる。目で直接見て、温度計の目盛りの上昇から巻き数の違いによる発熱量の違いがわかる。巻き数と抵抗が比例しているので、抵抗が大きい場合（電圧が大きい場合）に発熱量が多いことが定性的にわかる。

(2) 表2-1~2-3に対応したグラフ(電流値が一定のもとでのエナメル線の巻き数が異なる各温度計の温度上昇)を書く。

(図2-1~2-3)

電流が一定下(1A, 2A, 3A)で、エナメル線の巻き数の多い温度計ほど時間とともに温度が大きく上昇して発熱が多いことがわかる。また電流値が大きいほど温度上昇が大きく、発熱が多いことがわかる。

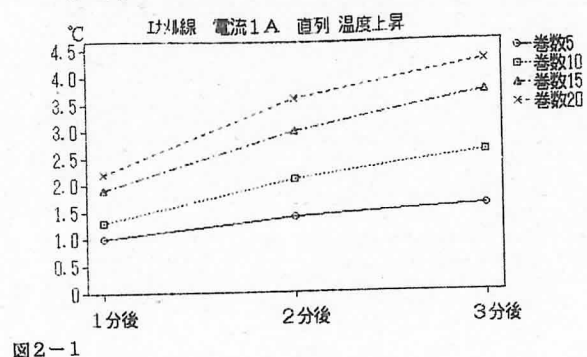


図2-1

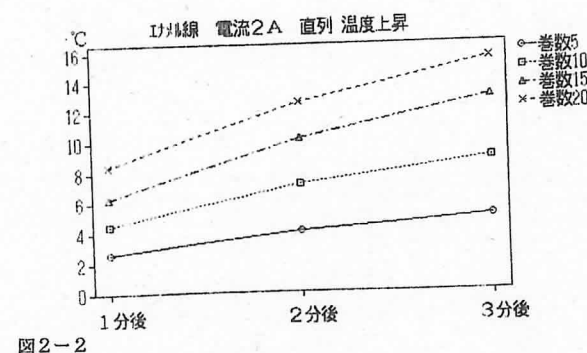


図2-2

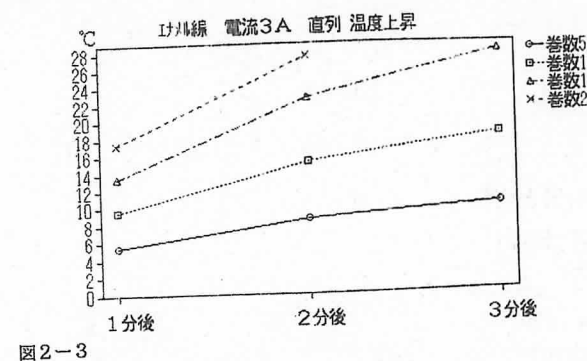


図2-3

(3) 表3-1~3-3に対応したグラフ(巻き数一定の温度計の一定時間中の電流変化に伴う温度上昇)を書く。

(図3-1~3-3)

図3から巻き数一定のエナメル線からの一定時間の間の発熱量(温度の上昇)は電流とともに増加していることが理解できる。直線のグラフにならず、電流値を細かくとって測定データを増やすと2次曲線となる。これは、抵抗(巻き数)が一定の条件下では、電力は、電流×電圧=電流×電流×抵抗=(電流)²×抵抗となり、発熱量が電流の2乗に比例することに対応する。また、巻き数が多いほど発熱量が多いことが理解できる。

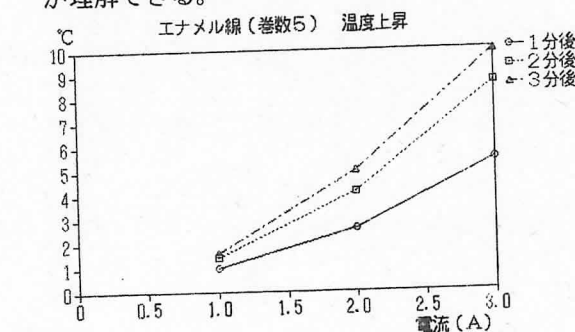


図3-1

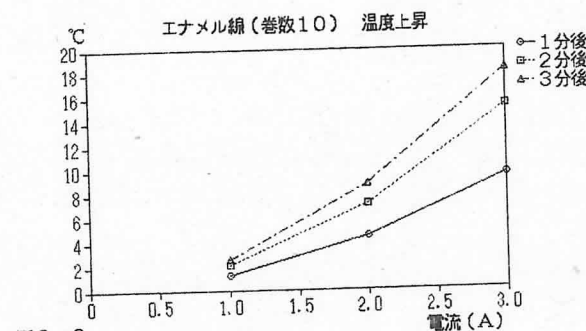


図3-2

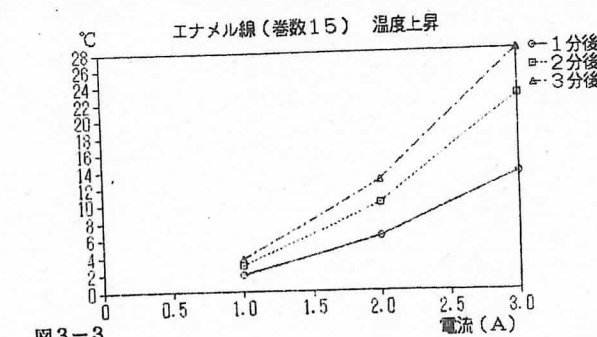


図3-3

数に比例していることがわかる。電流が一定の条件下では巻き数(抵抗に比例)と電圧(抵抗×電流)は比例する。従って電流が一定の条件下では発熱量は電圧に比例することが結論できる。

厳密に調べると発熱時間が増えるにつれ、また、電流値が増えるにつれ、巻き数の多いところの測定値をみると温度上昇と巻き数の比例の関係がずれている。これは、発熱が増えるにつれ、放熱も多くなり、温度上昇がにぶくなることによる。たしかにグラフのずれは、比例を示す直線から下方にずれている。

3 指導上の留意事項

視覚的に子供達に温度の変化を理解させるため、色のついたアルコール温度計を使用した。アルコール温度計は、個々に形状が違っているので、できるだけ太さ、アルコールだめの大きさ、目盛り間隔の同じ温度計を使うのが良い。

4 おわりに

温度計に巻き数の異なるエナメル線を巻き付けて、直列に並べた簡単な実験装置で発熱の定量的データが短時間に測定可能となる。

表計算ソフトを使ってグラフ処理することにより、以下のような発熱での定性的理解が容易になる。(1) 発熱量は電流とともに増加する。(2) 発熱量は、電流が一定の条件下では電圧に比例する。(3) 発熱量は電力(電流×抵抗)に比例する。

巻き数や電流値や発熱時間を小さくにとって放熱を減らすことに注意すれば、一時間以内で、十分に定量的に実験測定、結果処理が可能である。

参考文献

- (1) 村越 昌昭(1991): モーターを利用した実験・観察, 理科の教育 (vol. 40)
- (2) 堺市立科学教育研究所(1993), 理科の授業におけるコンピュータの活用, 中学校理科指導資料 (おおくぼ まさとし 物理研究室研究員)

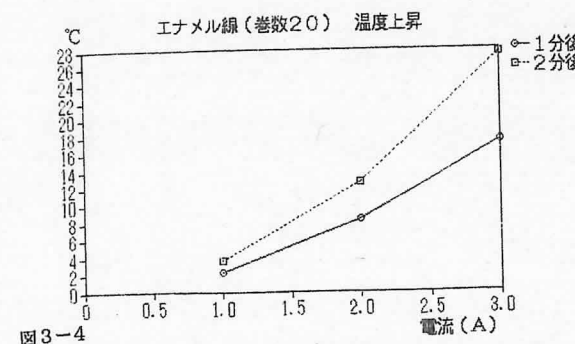


図3-4

(4) 表4-1~4-3に対応したグラフを書く。(図4-1~4-3)

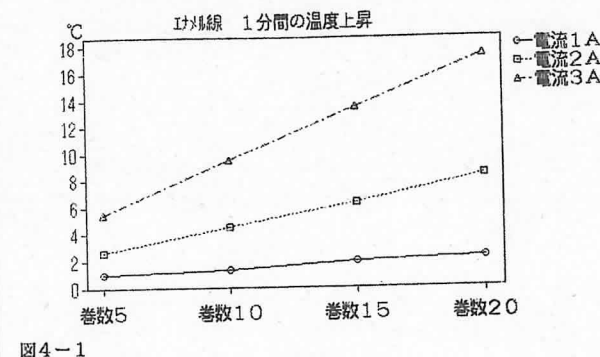


図4-1

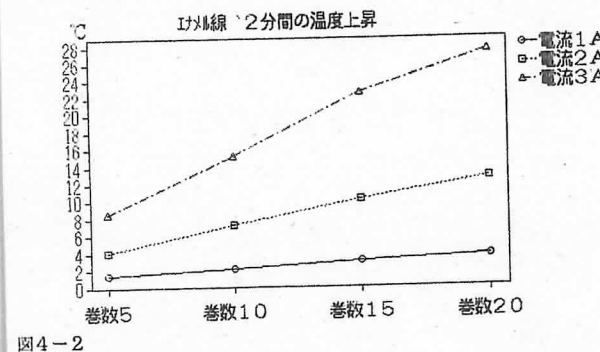


図4-2

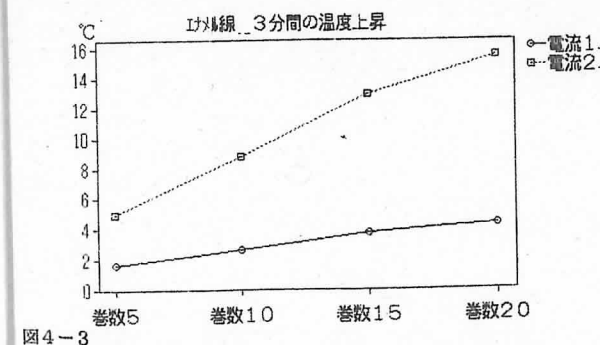


図4-3

図4から電流が一定(それぞれ1A, 2A, 3A)のとき、巻き数とともに温度が上昇(発熱量が増加)している。これより発熱量が巻き

水のエネルギー

—川（流水）での物理現象—
大久保 政俊

自然の中から物理現象を発見し観察・探究することは、子供に物理に対する興味・関心を持たせるだけでなく、自然についての物理的見方を育て、認識を深めることへとつながる。ここでは、川をとりあげ、流水としての様々な現象・性質を考察する。とりわけ、流れの速さや水量を地形やれきの運動と関係付けて水の働きを理解しながら、水のエネルギーについて多面的に考察する。

【キーワード】 高等学校 物理 総合理科 川 エネルギー

1 はじめに

川は小・中学校では理科教材としてよく取り上げられるが、高校では地学・生物・化学領域にかぎられている。ここでは物理領域の観点から川（発寒川）を教材として、川の流れと地形の観察を通して、エネルギーの視点に立って自然の現象を理解し、探究する方法を提示する。

2 観察・実験例

A 川の流れ

観察の方法

- (1) 川全体を見渡して流れがどのようなになっているか、蛇行の様子、流れの速さ、深さ等に注目して調べる。
- (2) 川岸の様子、大きな石のあるところ、草の生えているところ、中州、流れの速そうな所、堰堤のあるところ等に注意しながら、橋や堤防の上から川原の概要を調べる。

結果と考察

- (1) 深くて流れが速い所（蛇行の外側、淵）と浅くて流れが遅い所（蛇行の内側）が出現することから、水深と流れの速さが相互に関係して川が蛇行していることがわかる。これをエネルギーの視点（運動エネルギー＋位置エネルギー）から考察する。
- (2) 深く掘れた淵と水深が浅く急勾配をなし対岸の淵に落ちていく瀬とが交互に繰り返す。淵では水量が多くエネルギーがたまり、土砂を瀬を通して蛇行の外側に掃き出しエネルギーが散逸している。

B 堰堤の働き

観察の方法

- (1) 堰堤の上流と下流の川の流れを観察し、速さの違いを較べる。
- (2) 川底を考えて堰堤がない場合とある場合との比較より堰堤の働きを考える。

結果と考察

- (1) 堰堤を落下した川の水は堰堤の少し下流れまで窪んだり、波打つたり、渦を巻いたり、時には水が飛び上がったたりして、エネルギーが消散している。
- (2) 堰堤は川底が急勾配のとき段落ちの工法を使って、水のエネルギーを失わせてゆるやかな流れにしている。

C 川に置かれた岩の回りの流れ

観察の方法

- (1) 水面からでている岩の回りで川の流れがどのように変化しているか調べ、エネルギーの視点から考える。
- (2) 水底に沈んでいる大きな岩の上の水面では、どのような変化が見られるか調べる。

結果と考察

- (1) 岩の上流部分は流速が減速し、運動エネルギーが減少する分、水面が高くなり、水位エネルギーが増加する。下流部分では渦が発生している。
- (2) 水底に沈んでいる大きな岩の上の水面では、(1)と同様に水面が盛り上がり、その下流では渦が発生している。

D 流れが違う二つの川の合流点の様子

観察方法

- (1) 流れが違う二つの川の合流点付近での流れの様子を調べる。特に川の合流前後の速さ、渦の出来方に注目する。
- (2) 合流前の二つの川の温度、合流した後の川の温度を比較してみる。

結果と考察

- (1) 流れが違う二つの川が平行に接する境界では、速さの不均衡が生じて、流れの遅い方に水が流れ込み、渦が生じる。これによって流れの速さの差を解消（エネルギーの分散）しようとしている。
- (2) 自然界で熱的エネルギー保存則が成り立つかどうか、川の温度から検討する。大気との接触や風、日光の当たり具合、川の流れの影響も考慮して、総合的に考察する。

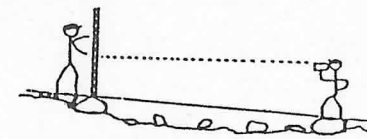
E 流速と水面の斜面

準備

目盛り付きポール、ハンドレベル、縄

方法

- (1) 図のように、目の高さに見えるポールを目盛りを読み、2地点の高低差（観測者の目の高さ－目盛りの読み）を求めて傾斜を求める。



- (2) いろいろな場所で2地点の傾斜とそれぞれの点の流速を調べる。

結果と考察

水面の傾斜と流速はどのような関係があるか、エネルギー保存の点から考える。

F 川底を流れる砂礫の観察

準備

牛乳パック、空き缶（底をくり抜く）、ラップフィルム、ビニルテープ

観察方法

- (1) 牛乳パックや空き缶で箱メガネを作り、

水面に当てて川底をのぞく。

- (2) 水底での砂の動き、砂や泥が堆積しているところ、水中での砂礫の動きを観察する。

結果と考察

- (1) 岸からの距離、水深によって流れる砂礫の大きさ、量が違うことから、流れる水の速さ、エネルギーの違いを考える。
- (2) 水底のはまり石の後ろ側に砂が堆積している。はまり石の前後で、層流から乱流に変わり、流れ（エネルギーの移動）の向きに変化が生じているのがわかる。

G 流速と発電量

準備 スクリュー、モーター、ジョイント、電流計、電圧

方法

- (1) 流れに沿って、モーターにジョイントでつながっているスクリューを一定の深さに沈め、水力発電による電圧、電流の大きさを測定する。
- (2) 流速の違い（深さの違い）によって電流、電圧の大きさがどのように変化するか調べる。

結果と考察

- (1) 水力発電を効率よくおこなうには、どのようにしたらよいか、エネルギーの観点から検討する。

3 おわりに

川をエネルギーという大きな視点で観察してみると実に内容が豊かで興味ある題材が多い。川の現象を専門的に細かく見るのではなく、観察を通して、特徴をとらえることが望ましい。

本研究を行うにあたって地学研究室から多大なご教示を頂いたことに感謝致します。

4 参考文献

- 1) 谷 一郎(1967)：流れ学、岩波書店
- 2) 可視化情報学会(1986)：流れのファンダー、講談社
- 3) 山田 勝家(1993)：川はなぜ曲がるのか、理科の教育 (11月号)
(おおくぼ まさとし 物理研究室研究員)

CODの定量法に関する一考察（その1）

鈴木 哲

化学的酸素消費量（COD）の定量法は、酸化剤の種類と濃度、酸化の温度及び時間などの条件によって、あるいは一定条件のもとでも有機物の種類と濃度によって、酸化率が異なり、COD値にも影響を及ぼす。定量の方法と条件の選択は、調査の目的やCODの意義付けと関連するが、ここでは、過マンガン酸カリウムアルカリ性法での、加熱温度と時間、試料水の量の影響による測定条件及び添加、繰り返し実験によるCOD値の信頼性について比較、検討した。

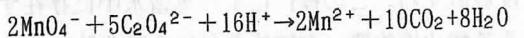
[キーワード] 高等学校化学 COD 過マンガン酸カリウムアルカリ性法 測定条件 酸化率

2. 測定法の原理

①試料水に一定量の過マンガン酸カリウムを加え、一定条件で試料水中の被酸化性物質を酸化する。



②その後、一定過剰量のシュウ酸ナトリウムを加えて残留した過マンガン酸イオン（ MnO_4^- ）を分解する。



③次いで、残留したシュウ酸イオン（ $C_2O_4^{2-}$ ）を過マンガン酸カリウム溶液で滴定し、計算によって試料水中に含まれる被酸化性物質と反応した過マンガン酸イオン（ MnO_4^- ）の量を求める。

量的関係をミリグラム当量数に比例した数直線で表したものを図1に示す。

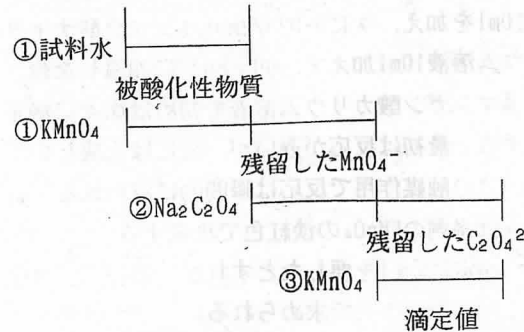


図1 試料水、KMnO₄、Na₂C₂O₄の量的関係

1. はじめに

化学的酸素消費量は、一定の強力な酸化剤を用いて一定の条件で試料水进行处理した場合に、消費される酸化剤の量を求め、それを対応する酸素の量に換算して表したものであり、試料水中に被酸化性物質がどのくらいあるかを示そうとするものである。

被酸化性物質としては、各種の有機物、亜硝酸塩、鉄（Ⅱ）塩、硫化物などが考えられるが、特殊な水を除けば有機物が主要なものであって、CODを有機物の相対的な比較の尺度と考えても支障のない場合が多い。

CODの定量法は、酸化剤の種類と濃度、酸化の温度および時間などの条件によって、あるいは一定条件のもとでも有機物の種類と濃度によって、酸化率は異なってくる。

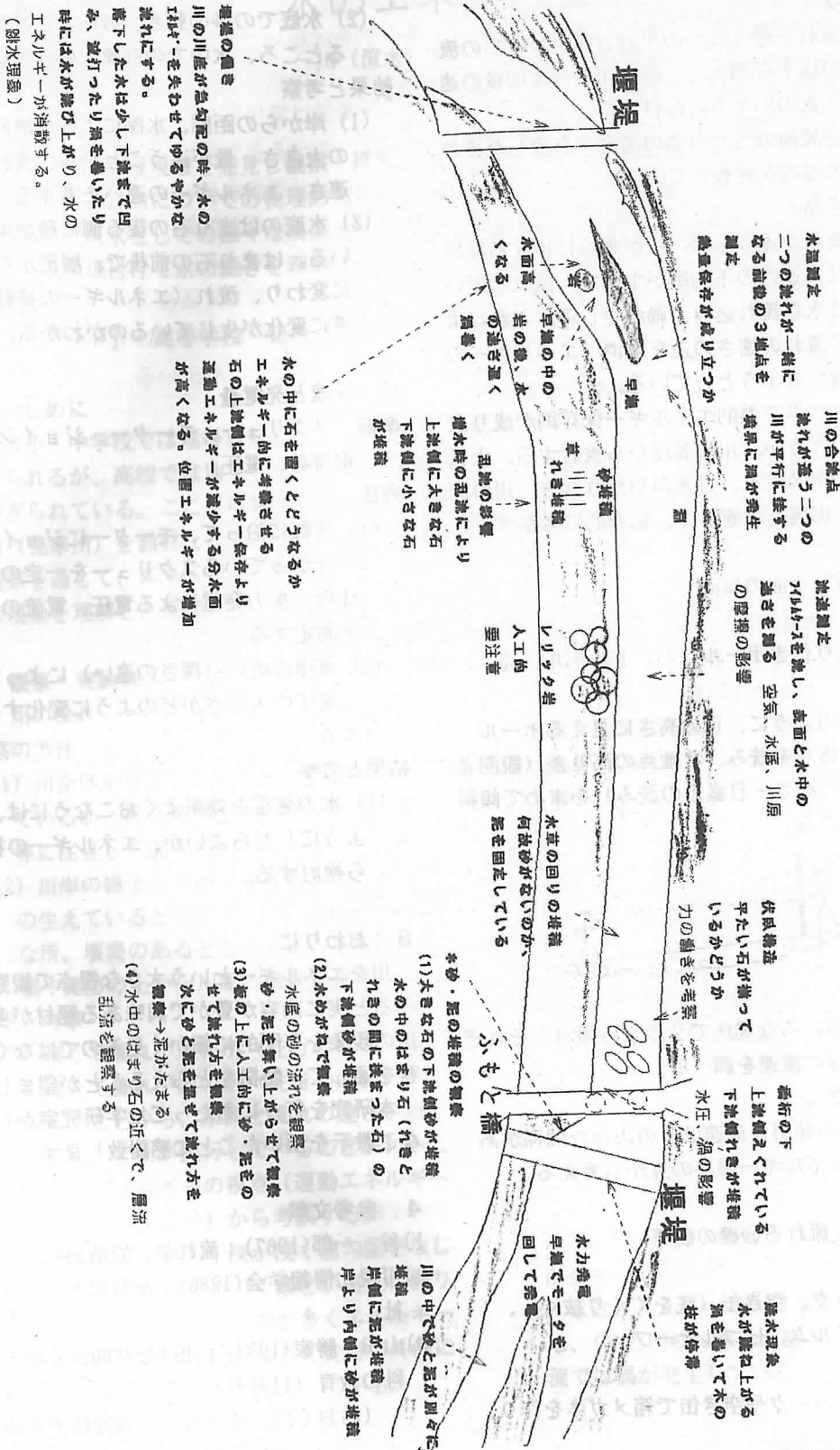
したがって、CODといっても一義的のものではなく、測定対象である被酸化性物質の内容や測定の方法の違いによってその値が異なる。

定量の方法と条件の選択は、調査の目的とCODの意義をどのようにみるかということと関連するが、ここでは、過マンガン酸カリウムアルカリ性法での、加熱温度と時間、試料水の量の影響による測定条件及び添加、繰り返し実験によるCOD値の信頼性について比較、検討した。

研究紀要第8号(1996)

寒川の観察 物理領域

平成7年9月26日



北海道立理科教育センター

鈴木 哲

3. 実験結果と考察

3.1. 試薬

3.1.1. 0.025/2mol/Lシュウ酸ナトリウム溶液

シュウ酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ を150~200℃で40~60分乾燥し、デシケータ中で放冷した後、その1.675gをはかりとり、水に溶かして1000mlとする。

過マンガン酸カリウムの標定には、基準物質としてシュウ酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 、シュウ酸 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ などが使用されるが、結晶水をもたない純粋にしやすい $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ を使用すると便利である。

3.1.2. 過マンガン酸カリウム溶液

過マンガン酸カリウムの結晶は、普通多少の酸化マンガン(IV)等の不純物を含み、そのままでは過マンガン酸カリウム溶液をつくることはできない。

従って、0.025/5mol/L KMnO_4 溶液は、 KMnO_4 0.8gを水1Lに溶かし、これを煮沸している水浴上で時計皿でふたをし、2時間以上加熱し、一夜放置する。この操作により蒸留水中に存在する被酸化性物質(有機物など)を酸化除去する。

次に、上澄みをガラスフィルター(G4)でろ過し(ろ紙は KMnO_4 を還元するので用いない)、分解で生じた MnO_2 を分離する。保存には褐色びんを用い、暗所に貯える。

過マンガン酸カリウム溶液の標定は、次のようにして評定する。

水100mlを三角フラスコにとり、硫酸(1+2)10mlを加え、次に0.025/2mol/Lシュウ酸ナトリウム溶液10mlを加えて、60~80℃に加熱した後、過マンガン酸カリウム溶液で初めは徐々に滴定する。最初は反応が遅いが、後には生成した Mn^{2+} の触媒作用で反応は瞬間的に行われる。終点は過剰の KMnO_4 の淡紅色で決定する。

滴定にa mlを要したとすれば、そのファクター(f)は次の式で求められる。

$$f = \frac{10}{a - \text{空試験値}}$$

3.2. 操作方法

試料水の適量を300mlの三角フラスコに取り、水を加えて約100mlとし、振り混ぜながら10%水酸化ナトリウム水溶液10mlを加える。

次に、0.025/5mol/L過マンガン酸カリウム溶液10mlをビュレットを用いて加え、直ちに沸騰水浴中に入れ、正確に15分間加熱する。

次に、水浴から出して、硫酸(1+2)10mlと0.025/2mol/Lシュウ酸ナトリウム溶液10mlをピペットで加え、よく振り混ぜる。

過マンガン酸カリウム溶液で滴定し、溶液が無色から僅かに淡紅色になった点を終点とする。

試料水の代わりに水100mlを用い、上記と同様に操作して、空試験における滴定値を求める。

試料水V mlを用いた場合に滴定に要した0.025/5mol/L過マンガン酸カリウム溶液の量をa ml、空試験のそれをb mlとし、試料水を用いた場合の過マンガン酸カリウムが消費された量をx meq、空試験におけるそれをy meqとすれば、

$$x(\text{meq}) = f \times 0.025 \times (10 + a) - 0.025 \times 10$$

$$y(\text{meq}) = f \times 0.025 \times (10 + b) - 0.025 \times 10$$

であり、試料水中の被酸化性物質と反応した量(x-y)は次のようになる。

$$(x-y) = f \times 0.025 \times (a-b)$$

従って、次式によってCODを算出できる。

$$\text{COD}(\text{O}_2\text{mg/L}) = f \times 0.025 \times 8 \times (a-b) \times \frac{1000}{V}$$

また、過マンガン酸カリウム消費量という表現で、 KMnO_4 mg/Lの値で示すことも、飲料水の水質検査などではよく用いられる。

$$\text{COD} : 1\text{meq/L} = \text{O}_2 : 8\text{mg/L} = \text{KMnO}_4 : 31.6\text{mg/L}$$

3.3. 測定条件の検討

測定条件の影響についての実験は、その影響のみを知るために他の条件はすべて3.2.の操作方法にしたがい、目的とする条件のみをかえて実験した。

3.3.1. 加熱温度と時間の影響

3.2.の操作方法と同じように0.50mgを含むグルコースの溶液(10mg/L $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ 50ml)を用いて、直火、煮沸水浴中での加熱条件の影響について

実験し、得られた結果を表1に示す。また、表中には、煮沸水浴中15分を100%とした相対酸化率も示した。

表1 加熱条件の影響

加熱条件 時間(分)		滴定値 (ml)	COD値 (O ₂ mg/L)	酸化率 (%)
直火	5	4.21	7.8	92
煮沸水浴中	5	4.00	7.4	87
〃	15	4.59	8.5	100
〃	30	4.76	8.8	104
〃	60	5.12	9.3	109

できるだけ有機物量の全量を表す指標にすることは必要である。しかし、有機物量の相対的な比較の尺度と考える場合は、必ずしも酸化率の高いことは条件とならず、酸化率が低くても再現性がよく、しかも、より簡便に行える方法がよい。

3.3.2. 試料水の量の影響

3.2.の操作方法と同じように0.25, 0.50, 0.75mgを含むグルコースの溶液を用いて、試料水の量の影響について実験し、得られた結果を表2に示す。また、表中には、0.50mgを含むグルコースの溶液を100%とした相対酸化率も示した。

試料採取量が少なく(0.25mg)、残留する MnO_4^- が1/2より多ければCOD値は大きくなり、逆に1/2より少なければ(0.75mg)、COD値は小さくなる傾向がある。

試料水の量は、加熱後に残留する過マンガン酸イオン(MnO_4^-)が、添加量の約1/2になるように、予想されるCOD値を考えて、試料水の量をきめ、被酸化性物質の酸化率をできるだけ一定にするとよい。

研究紀要第8号(1996)

表2 試料採取量(残留 MnO_4^- 量)の影響

残留する MnO_4^- 量	滴定値 (ml)	COD値 (O_2 mg/L)	換算 COD値	酸化率 (%)
1/2以上 (0.25mg)	2.35	4.3	8.6	104
約1/2 (0.50mg)	4.52	8.3	8.3	100
1/2以下 (0.75mg)	6.31	11.6	7.7	93

3.2.の操作方法では、試料水を希釈しないで100mlにとって定量した場合(f=1)、1/2が10mg/Lに相当するので、予想されるCOD値と併せて考えて、試料水の量を決めるとよい。

3.3.3. 添加実験

定量された値の信頼性を知るために、3.2.の操作方法と同じように試料水を用い、0.25mgを含むグルコースの溶液を添加し実験を行った。得られた結果を表3に示す。

表3 添加実験

試料	滴定値 (ml)	COD値 (O_2 mg/L)
含有量(排水50ml)	1.82	3.5
添加量(グルコース0.25mg)	2.18	4.2
合計		7.7
測定値 (排水50ml+グルコース0.25mg)	3.90	7.5
回収量		4.0
差		-0.2

回収量は、3.3.2.の結果と考え合わせると、添加量にほぼ等しく良好な結果を得た。

3.3.4. 繰り返し実験

定量方法の精度を明らかにするため、試料水を用い、繰り返し実験を9回行い、得られた結果を表4に示す。

表4 繰り返し実験

No	滴定値 (ml)	COD値 (O ₂ mg/L)	偏差
1	3.08	6.0	-0.1
2	3.80	6.4	0.3
3	3.73	6.3	0.2
4	3.75	6.3	0.2
5	3.61	6.1	0
6	3.61	6.1	0
7	3.47	5.8	-0.3
8	3.53	5.9	-0.2
9	3.75	6.3	0.2
平均値		6.1	
標準偏差		0.2	
変動係数		3.4%	
試料 排水 (終沈出口塩素滅菌前)			

4. おわりに

CODの定量法は、酸化剤の種類と濃度、酸化の温度および時間などの条件によって、あるいは一定条件のもとでも有機物の種類と濃度によって、酸化率は異なってくる。

今回は、過マンガン酸カリウムアルカリ性法での、加熱温度と時間、試料水の量の影響及び添加、繰り返し実験について比較、検討した。

共存イオンの影響その他については、次回で報告する。定量の方法及び試料水の提供に際して、北海道大学工学部工藤憲三技官にお世話になった。ここに感謝申し上げる。

主な参考文献

- 1) 半谷高久著(1973):「水質調査法」. 丸善
- 2) 日本分析化学会北海道支部(1983):「水の分析」. 化学同人
- 3) 日本分析化学会北海道支部(1987):「分析化学実験」. 化学同人
- 4) 岩崎岩次著(1969):「分析化学概説」. 学術図書

(すずき さとし 化学研究室長)

高分子物質をどのように捉えるか

八 島 弘 典

高等学校における高分子物質についての従来からの指導は、幾種類かの高分子の組成と合成の紹介を中心としたもので、低分子と高分子の本質の違い、またゴム・プラスチック・繊維の関係についても理解しやすい展開内容にはなっていない。本稿では、分子鎖の「からみあい」と「分子内回転運動(ミクロブラウン運動)」という高分子特性をもつゴム物質を指導展開の中心に置き、高分子物質の本質的理解を目指した指導プランを紹介する。

[キーワード] 低分子と高分子の本質の違い、分子内回転運動(ミクロブラウン運動)、ゴム・プラスチック・繊維の関係

はじめに

図1のように、一般に分子量の大きさが10のオーダーに達するとき、それは分子量の単なる増大という連続した量のものから、異質な物性をもつ物質へと質的に変化する。この物質こそが高分子物質である。これは分子量が10のオーダーに達すると、図2のように、長い糸のような高分子が互いに「からみあい」、粘性が大きくなるからである。

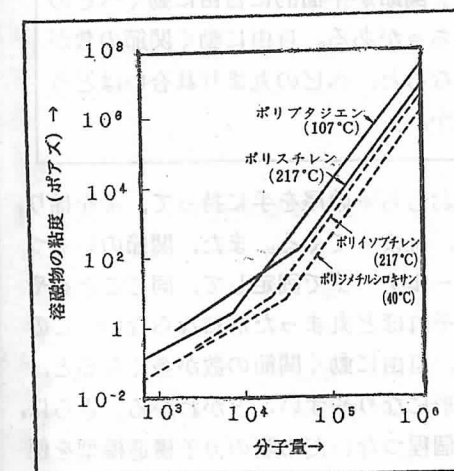


図1 溶解粘度と分子量の関係

分子どうしの「からみあい」は、高分子だけにみられるものである。このように室温で高

分子が互いに「からみあい」、「分子内回転運動」が盛んな物質がゴムである。これに対して室温で「分子内回転運動」がほとんど凍結されているのがプラスチック・繊維である。

ここでは、「分子内回転運動」をキー概念として、ゴム・プラスチック・繊維の関係を学習する指導プランを紹介する。

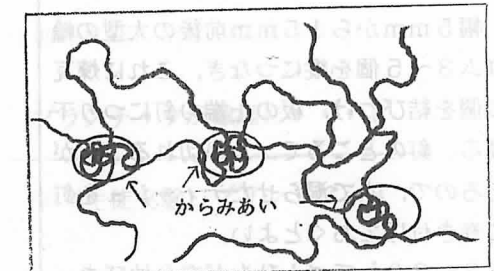


図2 高分子のからみあいの様子

1 分子内回転運動とは?

図2のように、ゴムを構成している高分子は互いに「からみあい」ながらゴムをつくっている。したがって、室温では分子全体の移動運動も回転運動もできない。しかし、図3に示してあるように、XYのC-C軸を回転軸にして隣のYZのC-C軸が回転するという運動が行われている。この運動が「分子内回転運動」である。このことは、市販の分子構造模型を使ってやってみると、容易に理解できる。

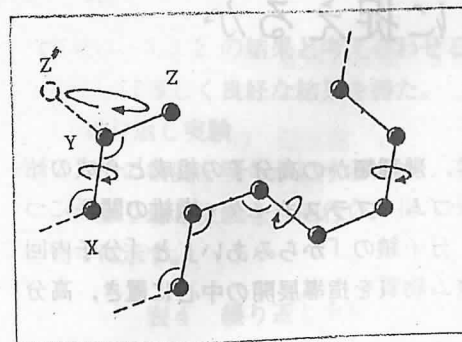


図3 分子内回転運動の模式図

2 ゴムひもに熱湯をかけると・・・!

実験(演示)プリントNo1

[質問] ゴムひもに煉瓦をつり下げ、そこに熱湯をかけるとゴムはどうなるか。

予想

- ア ゴムは縮む。
イ ゴムは伸びる。
ウ ゴムは変化しない。

[操作]

- 幅5mmから15mm前後の大型の輪ゴム3～5個を縦につなぎ、これに煉瓦2個を結びつけ、板の上端の釘につり下げる。釘のところでゴムが切れることがあるので、水で湿らせたティッシュを釘に巻き付けておくとよい。
- 2～3分してゴムひもが充分伸びきった後、熱湯をかける。また、冷水をかけてゴムひもの伸び縮みも観察する。

[結果と考察]

- 実験結果を整理せよ。
- 熱湯をかけるとゴムを構成している高分子は丸まった形になるか、それとも伸びた形になるかを予想しなさい。

<指導解説内容>

[質問] 正解はア。

[結果と考察]

- 熱湯をかけるとゴムひもは縮んで煉瓦を持

ち上げる。また、冷水をかけるとゴムひもは伸びて煉瓦が下がる。

- 熱湯をかけるとゴムひもが縮むのは、ゴムひもを構成している高分子にどのような変化が起こっているのでしょうか。高分子鎖は非常に多くの炭素原子が共有結合したもので、この結合距離は変化することはない。したがって、高分子を長い糸と考え、糸の長さは変化しないから、熱湯をかけると糸が丸まった形になり、その結果ゴムひもが縮むと予想される。

[質問] 熱湯をかけると、ゴムを構成している高分子は、なぜ丸まった形になるのか?

熱湯をかけると、分子内回転運動をするC-C軸の数は増加する。これが、ゴムの温度の上昇である。それでは、分子内回転運動をするC-C軸の数が多くなると、なぜゴムひもが縮むのでしょうか。このことを、次の質問をとおして考察させる。

[質問] 関節が平面的に自由に動くヘビのおもちゃがある。自由に動く関節の数が多くなると、ヘビの丸まり具合はどうなるか。

ヘビのおもちゃの尾を手にとって、手を揺り動かすと、丸まってくる。また、関節のいくつかをビニールテープで固定して、同じことをやっても、それほど丸まった形にならない。このことから、自由に動く関節の数が多くなると、丸まった形になりやすいことがわかる。さらに、炭素を7個程つないだ市販の分子構造模型を使って、自由に回転できるC-C軸の数が多くなると分子は丸まった形になることを説明すると、生徒の理解が深まる。

高温になると分子内回転運動をするC-C軸が多くなり、その結果ゴム分子は丸まって小

くなり、ゴムひもは縮む。ここで重要なことは、ある一定温度では、回転できるC-C軸だけでなく、回転できないC-C軸も存在することである。つまり、C-C軸の回転に与えられているエネルギーは平等ではなく、バラツキがみられる。もし、回転エネルギーが平等に与えられるとすると、一定温度以上ではすべてのC-C軸が回転運動し、さらに高温になってもC-C軸の回転速度が単に速くなるだけである。したがって、ゴム分子の形に変化はなく、ゴムひもの長さも変化しない。

3 ゴムボールを冷やすと・・・!

実験(演示)プリントNo2

[質問] ゴムボールをどんどん冷却するとゴムの弾力はどうなっていくと予想されるか。

予想

- ア ゴムの弾力は小さくなり、やがてほとんどなくなりゴム弾性を示さなくなる。
イ ゴムの弾力は小さくなるが、どんなに冷却してもゴムの弾力は一定以下にはならず、ゴムの弾力は失われない。
ウ ゴムの弾力は小さくなるが、一定温度以下になるとゴムの弾力は大きくなる。

[操作]

- ゴムボールを液体窒素で冷却し、冷却していないゴムボールといっしょに机上に落としてゴムボールの弾力の変化を比較する。これをゴムボールの冷却時間を変えてやってみる。ゴムボールを液体窒素から取り出すには割箸を使うと便利である。
- ゴムボールを1分ほど冷却して床に落としてみる。

[結果と考察]

- 実験結果を整理せよ。

2 操作2の結果から、分子内回転運動とゴム・プラスチックの関わりについて説明せよ。

<指導解説内容>

[質問] 正解はア。

[結果と考察]

- ゴムボールを冷却すると、ゴムの弾性は小さくなる。1分ほど冷却して床に落とすと、ゴムボールは破裂する。破裂したゴムボールの破片をみると、ゴムの弾力は失われていることがわかる。
- ゴムボールの破片に触れると、それはゴムとは言えない物であることが実感される。つまり、分子内回転運動をしているC-C軸がほとんどない状態である。これがプラスチック状物質である。ゴム状物質からプラスチック状物質になる変化は「相転移」といわれ、天然ゴムの場合はこの温度は -73°C である。私達は一般に室温でゴム状物質のものをゴム、プラスチック状物質のものをプラスチックと呼んでいるが、これらは室温での分子内回転運動の状態と密接な関係がある。

4 プラスチックが繊維に・・・!

実験(生徒実験)プリントNo3

[操作]

半透明のフィルムケースのふたにチャッカマンで火をつけてやわらかくしたところを、ピンセットで引き伸ばして繊維をつくってみる。また、フィルムケースの本体の部分も同様にして、繊維をつくってみる。どの班がもっとも長い繊維をつくることのできたか、比べてみよう。

[結果と考察]

- フィルムケースのふたと本体では、どちらが繊維をつくりやすかったか。
- プラスチック(フィルムケース)から繊維をつくる時、なぜ加熱するかを説

明せよ。

<指導解説内容>

[結果と考察]

1 実験結果から、フィルムケースのふたは本体より繊維をつくりやすいことがわかる。

2 プラスチックを加熱すると、高分子は分子全体の運動が激しくなり、結晶部分や高分子どうしのからみあいもほぐれ、高分子は流れやすくなる。この状態の時にピンセットで引くと、引いた方向に高分子が伸ばされ、驚くほど伸びる。

ふたは低密度ポリエチレン、本体はポリプロピレンからできている。低密度ポリエチレンはポリプロピレンに比べ低い温度で高分子が流れやすく（融点が低く）、しかも構造が単純で分子が整列しやすく繊維をつくりやすい。

5 ゴム・プラスチック・繊維

高分子の種類により、高分子間に働く分子間力は違ってくる。ポリイソブレン（天然ゴム）などは分子間力が弱く、高分子が丸まった形になりやすく、室温では分子内回転運動が盛んでゴム弾性を示す。ポリ塩化ビニルなどは比較的分子間力が強く、部分的に分子どうしが整列（結晶化）しやすく、室温ではほとんどゴム弾性を示さずプラスチックや繊維になる。

図4のように、繊維はプラスチックに比べて結晶部分が多く、方向性のある結晶をもっている。このため繊維は高分子の集合体としてのまとまりが強い。

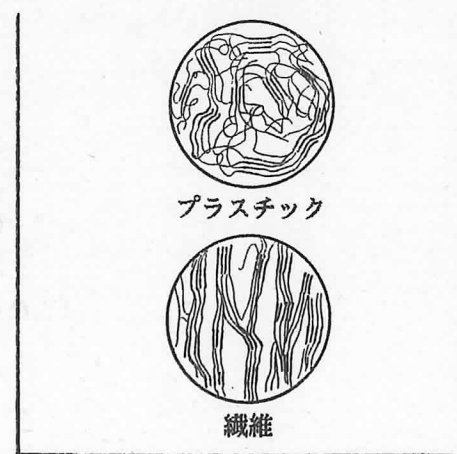
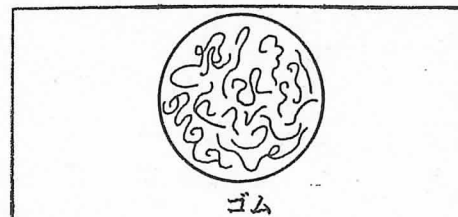


図4 ゴム・プラスチック・繊維の状態模式図

[質問] 室温でゴムから繊維をつくれるか？

ゴムを構成している高分子は、分子どうしが接近してもそこに働く分子間力が弱く、ゴムを引き伸ばした後、室温では力を除いてやると元のゴム状態にもどり、繊維になることはない。しかし、室温でも未加硫のゴムを引き伸ばすと高分子どうしが部分的に整列（結晶化）して、高分子鎖の一部の分子内回転運動が凍結する。このためゴムの弾性は小さくなり、プラスチックに近いものになる。

参考文献

- 1) 中川鶴太郎 (1984) : ゴム物語, 大月書店
- 2) 日本化学会編 (1978) : 身近な現象の化学, 培風館
(やしま ひろみち 化学研究室研究員)

北海道立理科教育センター

「物のとけ方」における一考察

八重 櫻 義 孝

子供が物が溶けている現象を解明しようと追究する過程は、素材や場の設定の仕方によって大きく異なってくる。物のとけ方の学習では、ミョウバンや食塩などの結晶を見ることから発展させ、子供の関心・意欲を喚起し、固体の溶け方や再結晶など数多くの観察、実験が行われる。ここでは、「物のとけ方」の観察、実験を進める上での実験器具の取扱いや取り扱う試薬について考察した。

[キーワード] 小学校 理科 B領域 物のとけ方 実験器具 試薬の調製

1 はじめに

第5学年B区分(1)では、「物を水に溶かし、水の温度や量による溶け方の違いを調べられることができるようにする」と述べられており、ここでの学習内容は、次の(1)~(3)で構成されている。

(1) 水に物を少しずつ溶かしていくときに見られる溶け方の様子から、物が溶ける量には限界があり、限界に達すると物は溶けないで残る。溶け残った物は、さらに水を加えると溶ける。

このことから、一定温度では物の水に溶ける限界は、溶ける物と溶かす水の量によって決められることをとらえるようにする。

また、物が水に溶けると物の形が見えなくなり、透明な溶液になる。溶かす前の物の重さ及び水の重さの和と、溶かした後の水溶液の重さを比べ、物は水に溶かしてもその重さが変わらないことをとらえるようにする。

(2) 水を加熱して温め、水の温度を測定し、一定量の水に物がどれだけ溶けるかを調べる。温度が上昇するにつれ、物の溶ける量がどのように変わっていくかを調べる。温度が上昇すると物の溶ける量が増すことをとらえる。

また、高い温度で物を溶かした水溶液が冷えるにつれて物が析出する。このことから、水の温度によって物の溶ける量には違いがあ

ることをとらえられるようにする。

他の物を用いて同様に水に溶ける量の変化を調べると、水の温度を変えても溶ける量があまり変化しない物もあることがわかる。これらのことから、物が水に溶ける量は、水の温度や溶ける物によって違うことをとらえられるようにする。

(3) 水溶液を加熱すると、水が水蒸気になって出ていく。さらに加熱を続け、水が蒸発して物が水に溶ける限界を越すと、溶けていた物が出てくる。出てきた物は初めに溶かした物と同じであることを確かめ、水溶液の水を蒸発させると、溶けていた物が水と分かれて出てくることをとらえられるようにする。

ここでは、物質の再結晶の実験を進める上で、具体的な実験例を基に、器具の取扱いや薬品について考察した。

2 大きな結晶を作る実験例

2-1 準備

ビーカー (500cm³)、上皿てんびん、葉包紙、ガラス棒、定温器、食塩、塩化カリウム、ミョウバン、割箸、エナメル線、接着剤

2-2 方法

(1) ビーカーに60℃くらいの湯を300mlほど取り、食塩を溶けるだけ溶かし、飽和食塩水をつくる。

高校生物における免疫の指導について

片岡 辰三

学習指導要領の改訂にともなって、生物ⅠA、生物Ⅱでは免疫に関する事項は旧課程生物に比較して増加しているが、生物ⅠBではほとんどふれられていない。エイズ教育の必要性が高まりつつある状況において、より多くの生徒に、エイズの基礎知識や正しい理解を図ることは重要である。そこで、高校生物における免疫の指導、特にエイズ教育について検討した。

[キーワード] 高等学校 生物 教科書 免疫 エイズ教育

はじめに

近年、エイズや拒絶反応などの用語は日常的なものとなり、高等学校の生物、保健体育などの教科書にもかなり詳しく記述されるようになってきた。更に、最近ではエイズ教育の必要性も強く叫ばれている。

ここでは、高校生物の教科書における免疫に関する用語やその記述量について検討し、高校生物における免疫学習の必要性について述べる。

1 免疫の定義について(表1, 2)

教科書各社における免疫の定義は、表1及び表2から解るように、おおよそ次の3通りで記述されている。

ア 一度かかった病気に二度かからないことを免疫という。

イ 特定の病原体や毒素等に対して抵抗性をもつことを免疫という。

ウ 体内に侵入した異物を排除する生体防御を免疫という。

免疫の定義は、ア、イでは免疫を「状態」として記述しているが、ウでは「しくみ」として記述しているので、大きくは2通りにまとまる。

生物学辞典(岩波書店)によれば、「ある特定の病原体、または毒素に対して個体が強い抵抗性をもつ状態をいうが、生物には、生体の内部環境が外来性及び内因性の異物によって攪乱されるのを防ぎ、生体の個性性と恒常性を維持

するための機構をいう。」と定義されている。

これらのことから免疫の定義は2通りで記述されていることが解る。生物の用語は語句が多く表現が統一されていない、また、カッコ付きの用語が多く煩雑である等が、生物が嫌われる要因の大きな理由として挙げられる。

免疫に限らず、生物用語の精選と統一を今後とも積極的に検討する必要があるであろう。

2 免疫の記述量について(表3, 4, 5)

免疫に関する事項の記述量を頁数で示すと、旧課程「生物」においては平均2.9頁(5社平均、表3)、新課程「生物ⅠA」においては平均3.4頁(5社平均、表4)、「生物Ⅱ」においては平均6.4頁(8社平均、表5)、しかし「生物ⅠB」ではほとんど記述されていない。

免疫に関する学習普及量を、記述頁数と履修生徒数の積として考えると、新課程に比較して旧課程の方が大きかったと考えられる。免疫に関する基礎知識を必要とする現状を考えると、学校現場において、多くの生徒に学習する機会を与える必要がある。

旧課程「生物」の履修者は、新課程「生物ⅠA」及び「生物Ⅱ」の履修者の合計よりはるかに多いと推察される。また、新課程においては「生物ⅠB」の履修者が他の生物科目よりかなり多いことが予想されるので、特に「生物ⅠB」の授業での工夫が必要となるであろう。

研究紀要第8号(1996)

(3) ビーカーに水150cm³を入れ、アルコールランプで70℃ぐらいまで加熱する。

(4) 図1のように

ビーカーの中に

試験管をつけ酢

酸ナトリウムを

完全に溶かす。

(5) 酢酸ナトリウ

ムが溶けたら、

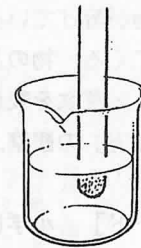
シャーレにうつ

し、種結晶を入

れ、シャーレを 図1 酢酸ナトリウムの溶解

OHPにのせて

結晶ができる様子を観察する。



3-3 結果と考察

(1) 2・3分で花状の酢酸ナトリウムの結晶が現れる。

(2) 結晶が、枝状に成長していく様子が観察できる。

(3) 6・7分でシャーレ全体が酢酸ナトリウムの結晶でおおわれるのが観察できる。

おわりに

実験器具の取扱いや試薬の調製について、実験例に基づきながら準備、方法、結果と考察などの視点から考察した。しかし、実験例に基づいた一考察であり、実際の授業では、子供が物の溶け方を解明しようと追究する過程における素材の選定やその教材化、場の設定などは、子供の実態や発達に即して、各教師によってなされていくことが大切である。

主な参考文献

- 1) 日本化学会(1975):「化学便覧」. 丸善
 - 2) 山本大二郎代表(1967):「化学実験図鑑」. 講談社
 - 3) 長倉三郎, 武田一美監修:「図解実験観察大事典 化学」. 東京書籍
- (やえがし よしたか 化学研究室研究員)

北海道立理科教育センター

(2) 定温器を55℃程度に設定し、飽和食塩水が入ったビーカーを入れ、核になる結晶を作る。

(3) 核になる結晶を接着剤でエナメル線につるし、接着剤を十分乾燥させる。

(4) (2) で使用した結晶が残っている食塩水に、少量の水と食塩の結晶を結び付きやすくするための塩化カリウムを1g程度入れ、再び加熱し、結晶を全部溶かす。

(5) 結晶が全部溶けたら再度冷やし、表面や底に結晶が出始めたら、糸を水溶液中につり下げ定温器の温度を約55℃に設定して結晶が成長するのを待つ。

(6) 水が蒸発するので、様子を見ながら55℃程度の飽和食塩水を加え、ビーカー内の飽和食塩水の量を保つ。

(7) 同様にミョウバンでも大きな結晶ができる。

2-3 結果と考察

(1) 水を蒸発させて結晶を作る場合には、加熱を急ぐと小さな結晶になる。そこで、定温器などでゆっくり加熱する工夫が必要である。

(2) ミョウバンの結晶は、1日で3cm程度まで成長するが、食塩は1か月程度かかる。

(3) ミョウバンの結晶は、エナメル線の先端を加熱し、核になる結晶につきさすと、すぐに固定される。

3 OHPを利用した結晶の観察例

3-1 準備

ビーカー(200cm³)、メスシリンダー、シャーレ(直径10cm)、試験管、試験管ばさみ、上皿てんびん、酢酸ナトリウム、加熱器具、セラミック金網、OHP

3-2 方法

(1) メスシリンダーで水を5cm³ばかり、試験管に入れる。

(2) 上皿てんびんで、酢酸ナトリウム6gをはかり、水の入った試験管に入れる。

次期改訂においては、免疫に関する事項を多くの生徒に学習させるために、履修率の高い「生物ⅠB」でも取り扱うことができるようにすることが望ましい。

3 エイズの記述について

旧課程「生物」においては、ほとんど触れられていないが、新課程「生物ⅠA」においては、1社のみがコラムでとりあげている。

「生物Ⅱ」においては8社中6社が取り上げている。しかし取扱い方はほとんどが参考の形である。F社のみが本文の中で取りあげており仕組みについて説明している。尚F社が免疫に関しての取扱が9頁と最も多かった。

エイズに関しては、正しい知識を教えることが重要であり、興味付け程度の取扱いは、いたずらに不安を抱かせるので改善する必要がある。

4 免疫の実験について

高校レベルでの免疫実験の報告は少ないので、免疫についての関心を高めるためにも実験教材の開発が強く望まれる。

免疫の基本である自己と非自己の識別能力を

表1 高校教科書「生物ⅠA」における免疫の定義

教科書社	教科書における免疫の記述表現（一部簡略化している）
A	一度はしかにかかると、二度とかからない。このような現象は免疫と呼ばれ、……
B	ヒトが一度伝染病にかかると、二度目からは感染しても発病しなかったり、発病しても症状が軽くてすむことが多い。このような現象を免疫という。
C	一度病気になるとその病原体に対して抵抗力ができ、同じ病気になることが少ない。このような現象を免疫といい、……
D	このような微生物や、外界の異物（抗原）の侵入に対して、からだを守る反応を免疫といいます。
F	病原体などの異物が侵入すると、わたしたちのからだは抗体をつくり出す。このような働きを免疫といい、……

表2 高校教科書「生物Ⅱ」における免疫の定義

教科書社	教科書における免疫の記述表現（一部簡略化している）
A	免疫とは、外部から体内に侵入してくる異物（非自己）を認識し、速やかにこれと反応して効果的に排除する生体防御のことをいう。
B	元来、このように、一度ある疾病にかかると二度目にはかかりにくくなる現象を免疫とよんでいたが、こんにちでは、病原体に限らず、体内に侵入した異物に対する生体防御反応全般をさすことばとして用いられている。
C	これは、体内に侵入した病原体や毒素などに対抗する物質がつくれ、それらの病原体に対して抵抗力をもつようになるためである。このような現象を免疫といい、……
D	このように、いちどかかった病気に二度とかからないことは、ほかのいろいろな細菌やウイルスによる病気についても知られていて、これを免疫とよぶ。
E	特定の病原体や毒素に対して抵抗力をもつことを免疫という。
F	このような、二度目から同じ病気になることが少なくなる現象は、後天的に成立する生体防御のしくみであり、免疫とよばれている。
G	さらに、侵入した異物の種類は記憶され、ふたたびその物質が侵入したときにはすみやかに排除される。このしくみを免疫反応という。
H	このように、病気を起こす細菌やウイルスなどに対してからだに抵抗力をもっている状態を免疫という。

調べる実験として、魚の鱗移植や両生類の皮膚移植等の例が報告されている。

魚の鱗移植を利用した細胞性免疫の実験は比較的簡単にできるので、本紙第7号（p30-33, 1995）の実験を是非試みて欲しい。

おわりに

エイズに関する指導の意義と重要性が求められている現状において、各教科において広く取りあげ、特に生物においては、エイズの基礎となる免疫に関する基礎知識の学習が重要となる。

いたずらにエイズを恐れ、差別するのではなく、正しい知識をもち、適切な注意を払いたる行動を取ることによって感染を回避できることを理解させ、いたずらに不安や偏見を払拭することが求められている。

免疫に関する学習の必要性は、今後益々高くなっていくと考えられるので、より多くの生徒に、免疫の基礎を学習する科目を履修させる機会をつくることが重要である。

（かたおか たつぞう 生物研究室長）

表3 旧課程高校教科書「生物」の免疫に関する事項の取り扱い方について

旧学習指導要領における生物の『免疫』の内容の取り扱い：生体防御・免疫などについては特に言及していない。
(3) 恒常性と調節 イ 個体の恒常性と調節

教科書社	大単元	中単元	小単元	頁数	項 目	太 字 語 句
A	第3章 反応と調節	第2節 個体の調節	D 血液による防御	3	・抗原抗体反応 ・免疫 ・アレルギー	抗原、抗体、抗原抗体反応 体液性免疫、細胞性免疫 [参考] 抗体の構造
B	Ⅲ章 恒常性の維持と反応	A 体液とその恒常性	3 生体防御	5	・免疫と疾病 ・抗原と抗体 ・体液性免疫	生体防御 免疫、ワクチン、 抗体、抗原、抗原抗体反応 体液性免疫、血清療法 [参考] 細胞性免疫
C	第5章 個体の恒常性と調節	2. 内部環境としての体液	b. 血液の組成とはたらき	1.5	・抗原抗体反応	抗原、抗体、抗原抗体反応、免疫、アレルギー [参考] 体液性免疫と細胞性免疫
D	第6章 個体の維持と調節	1 個体の内部環境	b 血液によるからだの防御	3	・免疫 ・抗原 ・抗体 ・体液性免疫	免疫、抗原 抗体、抗原抗体反応 体液性免疫 [参考] 細胞性免疫
E	第3編 個体の恒常性と調節	I 体液の恒常性	3. 血液による調節とからだの防御 D 免疫現象	2	・体液性免疫 ・細胞性免疫	抗体、抗原、抗原抗体反応、グロブリン、免疫、 ワクチン、アレルギー 細胞性免疫 [参考] 自己と非自己の識別の実験
平均				2.9		

表4 高校教科書「生物ⅠA」における免疫に関する事項の取扱い

学習指導要領における生物ⅠAの『免疫』の内容の取り扱い：生体防御については、免疫を中心に初歩的な事項にとどめること。
(3) 生命を維持する働き イ 体の調節

教科書社	大単元	中単元	小単元	頁数	項 目	太 字 語 句
A	第2部 生命を維持する働き	第2章 体の調節	第3節 ヒトの体内での防御	4	・白血球による防御 [リンパ球]、[白血球の働き] ・免疫による防御 [白血球の働き]、[抗体の働き]、 [ワクチンと血球]	免疫、抗原抗体反応、抗体、ワクチン [参考] 血液の凝固、拒絶反応 [実験] 血球の観察
B	Ⅲ編 ヒトが生命を維持するしくみ	2章 体内の環境の調節	C からだの防御	4	・血液の凝固 ・免疫	[実験] ヒトの血球の観察
C	第4章 生命を維持する働き	2. からだの調節	d. ヒトは異物からからだを守るしくみをもっている 一生体の防御	4	・からだの防御 ・免疫とそのしくみ ・血清療法 ・ワクチン ・アレルギー	マクロファージ、食作用、リンパ節 免疫、抗原、抗体、抗原抗体反応 血清療法 ワクチン アレルギー [実験] 動物の血球を調べてみよう [話題] 花粉症、[読物] 腎移植と免疫
D	第3章 生命を維持するはたらき	2 からだの調節		3	・侵入者への防御システム-免疫 ・移植された臓器はつきにくい-細胞性免疫	抗原、免疫、抗体、抗原抗体反応、体液性免疫 [生活の科学] 免疫の応用とアレルギー 拒絶反応、細胞性免疫、ツベルクリン反応
F	Ⅱ編 生命を維持する働き	4 からだの用心棒-免疫-		2	・抗原抗体反応 ・免疫の記憶 ・アレルギー	抗体、免疫、抗原、抗原抗体反応、免疫グロブリン ワクチン アレルギー [コラム] エイズと免疫
平均				3.4		

植物の光合成・呼吸を視覚的にとらえる実験法

川島 政吉

表5 高校教科書「生物Ⅱ」の免疫に関する事項の取り扱い方について

学習指導要領における生物Ⅱの：生体防御がタンパク質の特異性に基いていることを中心に扱うこと。
 「免疫」の内容の取り扱い 免疫の仕組みについては、基本的事項にとどめる。
 (1) 生物現象と分子 ア 生物体の機能とタンパク質 (イ) 生体防御とタンパク質

教科書	大 単 元	中 単 元	小 単 元	頁 数	目 的	太 字 語 句
A	第1部 分子からみた生 命現象	第2章 生体その防御す るタンパク質	第2節 免疫	5	・免疫と細胞 ・抗原と抗体 ・抗体産生のしくみ	免疫、赤血球、白血球、リンパ球、マクロファージ、食作用、T細胞、B細胞、細胞性免疫、体液性免疫、抗原、抗体、抗原抗体反応、ワグチン療法、血清療法、アレルギー、拒絶反応
B	Ⅱ章 生物体の機能と タンパク質	B 生体防御とタン パク質	1免疫 2抗体の構造	6	・抗原と抗体 ・リンパ球 ・体液性免疫 ・細胞性免疫 ・抗体の構造	免疫、抗原、抗体、抗原抗体反応、T細胞、B細胞、体液性免疫、抗体産生細胞、ワクチン、血清療法、細胞性免疫、 γ (ガンマ) -グロブリン
C	第1章 生物体の機能と タンパク質	3. 生体防御とタン パク質	3-1 抗原抗体反応 3-2 免疫のしくみ	7	・抗原と抗体 ・いろいろな抗原抗体反応 ・抗体による免疫反応 ・リンパ球による免疫反応	免疫、抗体、抗原、非自己、免疫グロブリン、B細胞、可変部位、抗原抗体反応、アレルギー [参考] 免疫と予防接種 T細胞、ワクチン、ツベルクリン反応、拒絶反応、細胞性免疫 [読物] エイズ (後天性免疫不全症候群)
D	第1章 生物体の機能と タンパク質	2 生体防御とタン パク質	A体液性免疫 B細胞性免疫	5	・抗原 ・リンパ球の生成 ・抗体産生細胞 ・抗体 ・抗体の特異性 ・抗体のしくみ ・アレルギー ・T細胞 ・T細胞の種類と働き ・移植拒絶反応 ・マクロファージ	免疫、抗体、抗原抗体反応、体液性免疫、抗原、B細胞、T細胞、免疫グロブリン アレルギー、細胞性免疫、胸腺 [参考] 後天性免疫不全症候群 (エイズ)
E	第1編 生物現象と分子	第1章 生体の機能とタン パク質	5 生体防御とタン パク質	5	・生体防御 ・免疫現象 ・抗体タンパク質の構造	免疫、ワクチン、抗体、グロブリン、抗原、抗原抗体反応、B細胞、T細胞、体液性免疫、細胞性免疫、免疫グロブリン [読物] 自己と非自己の識別の実験 [参考] エイズのウイルス (HIV)
F	第1章 生命現象と分子	2 生体防御とタン パク質	1生体防御と 抗原抗体反応 2免疫のしくみ	9	・生体防御 ・抗原抗体反応 ・免疫グロブリン ・免疫に関与する器官や細胞 ・体液性免疫と細胞性免疫 ・アレルギーと免疫不全	非自己、自己、生体防御、免疫、抗原、抗体、抗原抗体反応、凝集反応、沈降反応、免疫グロブリン、免疫グロブリンの構造 (ワクチンと予防接種) B細胞、T細胞、 体液性免疫、細胞性免疫、マクロファージ、記憶細胞、拒絶反応、自己免疫、アレルギー、免疫不全、エイズ
G	第1章 生物現象と分子	2. 生体の機能とタン パク質	3 生体防御とタン パク質	6	・生体防御 ・免疫反応とリンパ球 ・体液性免疫 ・抗体分子 ・細胞性免疫 ・免疫の応用とアレルギー	生体防御、食作用、免疫反応、リンパ球、T細胞、B細胞、抗体、抗原、抗体抗原反応、体液性免疫、免疫グロブリン、細胞性免疫、ワクチン [参考] インフルエンザウイルスとワクチン
H	第1章 生体の機能とタン パク質	2 生体防御のしく み	序 生体防御 A体内への異物の侵入 B血球とリンパ球 C体液性免疫と細胞性免疫	8	・食作用による防御 ・血球とリンパ球の分化 ・抗原と抗体 ・抗原抗体反応 ・体液性免疫 ・細胞性免疫	免疫、白血球、マクロファージ、食作用 [読物] ヒトの血球の観察、[読物] アーパの食作用、造血組織、造血幹細胞、血球、リンパ球、B細胞、T細胞、[実験] カイコの血球の観察、抗体、抗原、免疫グロブリン、抗原抗体反応、体液性免疫、ワクチン、[参考] 抗体の多様性、細胞性免疫、[話題] エイズ (AIDS)
平均				6.4		

中学校における光合成や呼吸については、今まで3年生で学習する内容であったが、新学習指導要領では1年生で学習しなければならない。しかし従前の方法では、光合成・呼吸によって起こる変化を結果としてとらえる実験法が多く、1年生段階で興味関心を持って意欲的に取り組ませるには難しい。そこで光合成・呼吸を連続的に起こる変化として簡単な方法で視覚的にとらえることはできないか検討してみた。

[キーワード] 中学校理科 光合成呼吸 pH指示薬 寒天 同化デンプン

はじめに

植物の光合成や呼吸については、これまでさまざまな工夫や検討が加えられてきている。気泡計算法や酸素センサーを用いた計測法による酸素検出法、pH測定法、ヨウ素試験法などが広く実践されている。ただ第1学年で学習するという観点ではまだ検討の余地が残されている。

植物は光合成で二酸化炭素を吸収し、呼吸で二酸化炭素を放出している。水草を用いた光合成や呼吸の実験において、二酸化炭素量の変化に伴って水溶液中のpHが変化することを利用し、光合成や呼吸を視覚的にとらえることを検討した。具体的にはpH指示薬の色の変化、さらにその変化が連続的に起こっていることを視覚的にとらえるために、寒天を用いる方法について検討した。また、光合成によってつくられる同化デンプンを直接確認する方法についても取り上げた。

1 光合成をpH指示薬によって、視覚的にとらえる実験法の工夫

準備

オオカナダモ、寒天 (粉末)、pH指示薬 (クレゾールレッド、BTB、BTBフェノールレッド)、炭酸水、ペトリ皿、OHPまたは蛍光灯、ビーカ、加熱器具、温度計、ピペット、ガラス棒

研究紀要第8号(1996)

- (1) オオカナダモを6～8cmほどに切断し、水を入れたビーカの中に入れ、暗黒中に約20分間放置する (暗処理)。
- (2) ビーカの中の水200mlに、寒天の粉末を1.2g加え、焦がさないようにガラス棒でかき混ぜながら加熱し、完全に溶解する (0.6%寒天液)。
- (3) 寒天液が40℃になったら、色の反応がはっきりわかるまで指示薬を入れ軽くかき混ぜる。
- (4) 寒天液が38℃になったら、炭酸水を約1ml入れ軽くかき混ぜ、指示薬の色が弱酸性の色に変化したことを確認する。
- (5) その寒天液を、ペトリ皿に静かに注ぎこみ、すばやく暗処理しておいたオオカナダモを入れる。
- (6) 残っている寒天液で、ペトリ皿中のオオカナダモを完全に覆う。(30℃で寒天液が凝固する)。
- (7) 光合成の光源として日光 (OHPまたは蛍光灯) を利用し、指示薬の色の変化を観察する。

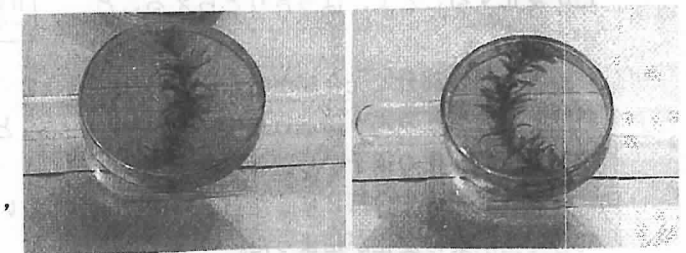




図1 炭酸水を用いた光合成の実験

結果

- (1) 光源が日光でのオオカナダモの光合成によるpH指示薬の種類と変化の様子を表1に示す。

表1 指示薬による色の変化

指示薬	指示薬の変化の様子
B T B	15分ぐらいで変化が始まり、30分ぐらいで葉の裏側が青色に変化していくのがはっきり確認できた。
クレゾールレッド	10分ぐらいで変化が始まり、20分ぐらいで葉の裏側が赤色に変化していくのがはっきり確認できた。
BTB・フェノールレッド	10分ぐらいで変化が始まり、20分ぐらいで葉の裏側が紫色に変化していくのがはっきり確認できた。

※光源は20,000lx以上になり室温は22℃で対照実験（オオカナダモ無し）の指示薬は変化しなかった。

- (1) 光合成によって寒天液中の二酸化炭素が使われることを、pHの変化によって指示薬の色が変化することで、はっきりととらえることができる。
- (2) 植物のどの部分で光合成が盛んに行われ、時間とともにどのように進行していくかを、寒天の色の変化の様子から読み取れる。
- (3) 光源を蛍光灯やOHPにしたときも20分～30分で指示薬の変化が始まった。

考察

- (1) 指示薬の色の変化にかかる時間は、オオカナダモの状態や二酸化炭素源として加えた炭酸水の量によって大きく左右される。
- (2) この実験の光合成に用いる植物を、水草以外の植物にしたらどのようなようになるか検討する必要がある。
- (3) 表2の指示薬の変色域の違いによって、色の変化にかかる時間、酸性域から中性を経てアルカリ性に近い状態まで変化するので色の変化の様子が異なる。

表2 いろいろな指示薬

指示薬	変色域 (pH)	色の変化
B T B	6.0～7.6	黄～緑～青
クレゾールレッド	7.2～8.8	黄～橙黄～赤
フェノールフタレイン	8.3～10.0	無～紅
BTB・フェノールレッド	7.4 (淡紫)	黄～淡紫～紫

- (4) 光合成によって指示薬の色が変化したものを、暗所において置くと、葉のまわりで指示薬が酸性の呈色を示し、呼吸の実験として引き続き応用できる

参考

表3に指示薬の作成方法を示す。

表3 いろいろな指示薬の作成方法

指示薬	作成方法
BTB (ブドウ糖ブドウ糖)	0.1gのBTBをエタノールを20cm ³ に溶かし、水を加えて100cm ³ とする。
クレゾールレッド	0.1gのクレゾールレッドをエタノール20cm ³ に溶かし、水を加えて100cm ³ とする。
フェノールフタレイン	1.0gのフェノールフタレインをエタノールを90cm ³ に溶かし、水を加えて100cm ³ とする。
BTB・フェノールレッド	0.1gのBTBと0.1gのフェノールフタレインをエタノール50cm ³ に溶かし、水を加えて200cm ³ とする。

2 植物の呼吸をpH変化によって、視覚的にとらえる実験法の工夫

A 簡単に短時間にできる、植物の呼吸量の違いを比較実験する方法の工夫

準備

呼吸を確かめる植物（カイワレ大根、もやし、

エノキタケ、青ジソ、春菊）、大型試験管（内径24ミリ）、試験管立て、ろ紙、水酸化カルシウム（石灰水）、指示薬（フェノールフタレイン、BTB）、ペトリ皿、アルミニウムはく、ピンセット

方法

- (1) ろ紙を、一辺が5cmの正方形に切る。
- (2) ペトリ皿に取った飽和水酸化カルシウム溶液10mlに指示薬を加え、アルカリ性の呈色を示したもので、(1)のろ紙を入れ濃く染める。
- (3) 内径24mmの試験管に、実験に使う植物材料をほぼ同量入れ、アルミニウムはくでおおう。
- (4) ペトリ皿からピンセットで染めたる紙で、試験管にふたをするようにのせ（図2）、時間とともにろ紙の色の様子の変化を観察する。

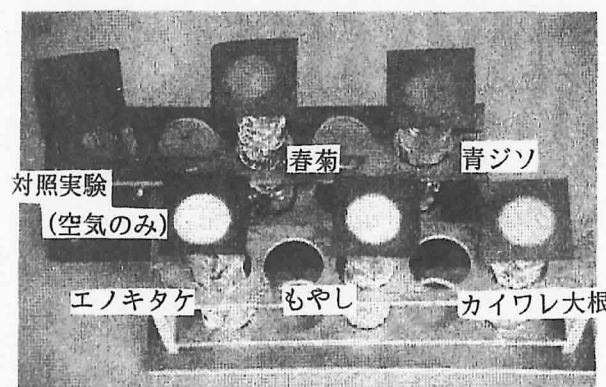


図2 植物の呼吸実験

結果と考察

- (1) いろいろな植物の呼吸量の比較実験は、表4と表5に示す。

表4 フェノールフタレインを用いた場合

植物	指示薬の変化の様子
もやし	3分ぐらいで変化が表れ、10分で紅色の中に、円形の透明な部分が確認できた。
カイワレ大根	7分ぐらいで変化が表れ、15分で紅色の中に、円形の透明な部分が確認できた。
エノキタケ	3分ぐらいで変化が表れ、10分で紅色の中に、円形の透明な部分が確認できた。
青ジソ	10分ぐらいでようやく変化が表れ、紅色の中に円形の透明な部分が確認できるまで、20分かかった。
春菊	10分ぐらいでようやく変化が表れ、紅色の中に円形の透明な部分が確認できるまで、20分かかった。

表5 BTBを用いた場合

植物	指示薬の変化の様子
もやし	15分ぐらいで変化が表れ、20分で青色の中に、円形の黄色い部分が確認できた。
カイワレ大根	20分ぐらいで変化が表れ、30分で青色の中に、円形の黄色い部分が確認できた。
エノキタケ	15分ぐらいで変化が表れ、20分で青色の中に、円形の黄色い部分が確認できた。
青ジソ	10分ぐらいで変化が表れ、20分で青色の中に、円形の黄色い部分が確認できた。
春菊	10分ぐらいで変化が表れ、20分で青色の中に、円形の黄色い部分が確認できた。

※それぞれの実験では、用いた植物の量は約10gで、室温は約21℃であった。

- (2) 指示薬の変化は、フェノールフタレインの方が、変化が速く色の変化もはっきりしている。
- (3) 室温やアルミニウムはくの有無、植物の種類によって指示薬の変化が、どの様になるか比較検討する。

指導上の留意点

- (1) 指示薬でぬれたろ紙によって、試験管が密閉されてないと、正しい結果が得られないので、ろ紙が乾燥して浮いてしまわないうちに実験を終了する。
- (2) 指示薬の色の変化によって、植物の呼吸量を比較するので、水酸化カルシウム溶液の量は、指示薬の色が濃くなるように調節する。

B 寒天液を用いて、植物の呼吸量の違いを定性的に調べる実験法の工夫

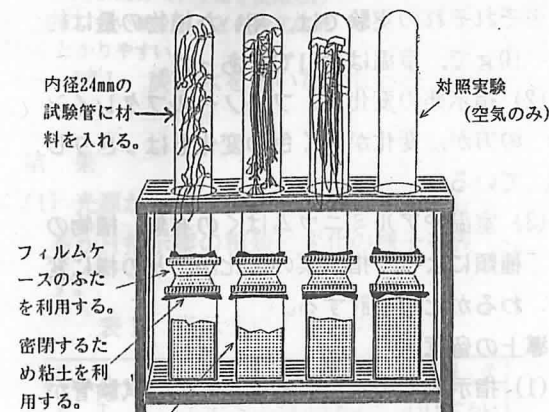
準備

呼吸を確かめる植物（カイワレ大根、もやし、エノキタケ）、大型試験管（内径24mm）、小型ガラス管（内径17mm）、試験管立て、フィルムケース、油粘土、水酸化カルシウム（石灰水）、指示薬（フェノールフタレイン、BTB）、ペトリ皿、アルミニウムはく、ピンセット

方法

- (1) 内径24mmの試験管に、実験に使う植物を同量入れ、アルミニウムはくでおおう。
- (2) 対照実験用として、空気だけのものも用意する。

- (3) 0.6%寒天液100mlが40℃ぐらいになったら指示薬を加える。さらに、飽和水酸化カルシウム溶液を0.3～0.5ml加え、アルカリ性の呈色反応を起こさせる。
- (4) この寒天液を、小型ガラス管に入れ固め、植物の入った試験管と小型ガラス管を図3のようにつなぐ。
- (5) 図3のように小型ガラス管を下にして、試験管立てにたて、植物の呼吸によって少しずつ反応し透明になっていく様子を観察する。



指示薬入り寒天液（飽和水酸化カルシウム水溶液入り）

図3 呼吸によって指示薬入り寒天液の色の变化をとらえる実験

結果と考察

- (1) エノキタケの呼吸量が他のに比べ速いことが指示薬の色の变化によってわかる。
- (2) 指示薬にフェノールフタレインを用いた寒天液の方が、呼吸によって生じた二酸化炭素による色の变化が速くはっきり現れるが、対照実験で、空気中の二酸化炭素の影響を多少受ける。
- (3) アルミニウムはくをつけなかったり、他の緑の部分が多い植物で行ったとき、光合成量と呼吸量の比較をどの様に行うか検討する。

3 すりつぶし法によるデンプンの検出

準備

緑葉、ピーカー、ガーゼ、乳棒・乳鉢、ペット、カッター

方法

- (1) きれいに洗った緑葉約20gを細かくきざんで置き100mlの水を加え、乳棒ですりつぶす。
- (2) すりつぶしたものを四重のガーゼで、ピーカーに搾り取り24時間以上放置する。
- (3) ピーカーに取った搾り汁は、上澄みを捨て、沈殿したものをろ紙上で乾燥し、色や手触り等を調べ、ヨウ素液の反応を確認する。

結果と考察

搾り汁に粘性のあるものは沈殿しにくい。沈殿の量は植物の種類によってかなり差が出る

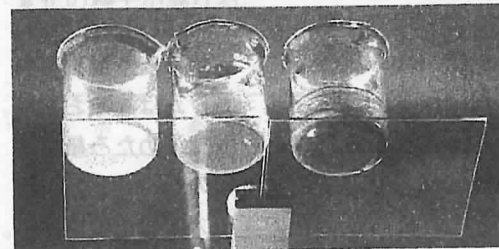


図4 デンプンの沈殿の様子

おわりに

中学1年生にとって身近な植物ということで水草の代表であるオオカナダモやスーパなどでいつでも手に入れることができるもやし、エノキタケなどを使用した。今後はもっと多くの植物について今回の実験法を試していきたい。

また、光合成の二酸化炭素源として一般的には、炭酸水素ナトリウムを使用するが、中学生にとって身近なもので理解しやすいものとして、炭酸水（水に二酸化炭素を溶かしたもの）を使用してみた。結果的には指示薬の変化がはっきりわかり、有効だったのではないかな。今後は、より定量的な実験について工夫してみたい。

参考文献

- 1) 岡山県理科研究サークル編(1986): 中学校理科の課題研究100. 東洋館出版社
- 2) 川島政吉(1993): 長期研修集録 植物の光合成・呼吸をとらえる実験・観察法とその工夫
- 3) 神谷明男(1980): 光合成と物質生産 理工学社

(かわしま まさよし 生物研究室)

北海道立理科教育センター

天気の変化の特徴とその教材化

—夏から初冬にかけての気象の特徴を生かした試み—

高橋 文明

天気の変化を観察することによって得られる具体的な情報から、気象分野における自然界の仕組みを理解し、より一般化するための教材の展開の方法を検討した。また、その中で気象衛星ひまわりによる雲画像をいかに利用するか工夫した。

[キーワード] 天気の変化 気象の観察 雲画像 台風 秋霖前線 冬型

はじめに

研究紀要第5号では、冬から春にかけての気象の特徴を生かして、観察を中心とした授業を展開するにはどのような事象に注目するとよいかについて述べた。また同様に、第6号では春から夏にかけての気象を取り上げた。本号ではそのしめくりとして、夏から初冬にかけての気象を取り上げた。一年間を通して、気象の学習がいつ行われても、それぞれの時期の特徴的な気象を観察し、天気の変化の仕組みについての一般的な理解が得られるように工夫した。

- 1 大気の状態が不安定になり始めた夏の終わり
- 年によって太平洋高気圧の張り出しの強さが異なるので時期は多少ずれるが、北海道では一般的に8月上旬の七夕のころに夕立に見舞われることがある。それまでは太平洋高気圧の暖かく湿潤な大気におおわれていたところに寒気が入り込むよ



図1 夕立が降る前の雲の様子

うになり、大気の状態が不安定になってきたことを示している。その後、冬の到来までにいくつかの特徴的な気圧配置が出現しながら、「ひと雨毎に寒くなる・・・」という天気が数ヶ月続くことになる。

展 開 例	ね ら い
1 水は、高いところから低いところへ向かって流れること、電流は電圧の高いところから低いところへ向かって流れることと関連させて、例えば図1のような道具を使って説明する。	・気圧とは何か
2 屋上など見晴らしの良い場所で方角を確認する。	・気圧と風の吹き方
3 下層雲や中層雲が動く方向で上空の風向を読む練習をした後、高気圧や低気圧の配置を推定する。	



図1

- 4 新聞の最新の気圧配置図で、推定が当たっていたかどうか確認する。
- 5 毎日、例えば正午に、真上の雲の動く方向、気温、気圧、天気を調べ記録する
- 6 例えば南東方向と北西方向の2つの方向を観察のポイントと決め、山や建物などをあらかじめ書き込んだ雲の記録用紙を使って、5と同じ時間に2つの方向の雲の様子を記録する。
- 7 7~10日程度の記録をとってから、図2のようなグラフにまとめる。
- 9 図2で、上空の風向、雲の様子、気圧、天気などの変化から、気圧の谷が通過した時期を推定する。
- 9 新聞に掲載される気象衛星の雲画像を切り取り、図2の上部に張り、天気の変化と照合する。
- 10 気圧配置図を切り取り、同様に図2の上部に張る。

・気象を観察する方法

・前線の通過と風向、気温の変化

・気象衛星の雲画像など気象情報の読み方

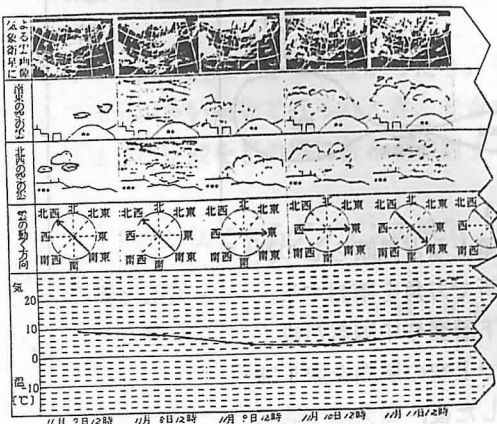


図2 観察記録の例

2 低気圧の通り道になる頃

夏の盛りに北海道の北側にあった温帯低気圧の通り道は、8月中・下旬に、北海道まで南下し、その上を低気圧が西から東へと通り抜ける。この通り道が秋雨前線（秋霖前線）と言われるもので、9月末には本州の南岸まで移動する。西から東へ移動する低気圧にともなう寒冷前線も北海道の上を通過し、しばしばはげしい雷雨に見舞われることがある。昭和56年夏の大水害の時には、低気圧の通り道が南西-北東方向に、ちょうど日本列島に沿うように停滞し、南方から湿った空気を次々と引き込んで大雨が続いた。

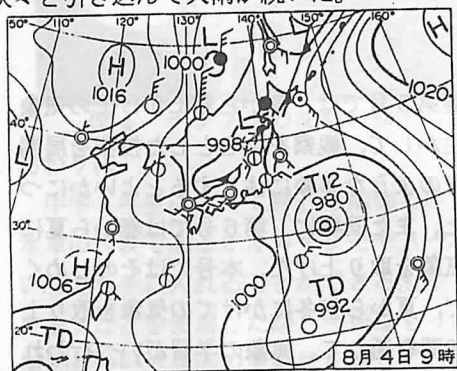


図3 昭和56年豪雨のときの気圧配置



図4 昭和56年豪雨のときの雲画像

展	開	例	ね	ら	い
11	ある時刻の全国各地の気温を調べ、緯度によって大きく変化する場所があったら、およそどの辺りになるか調べる。		・気団と日本の天気		

- 12 気象衛星の雲画像により11の位置との間にどのような関係があるかを調べる。
- 13 新聞に軽視される天気図の、前線の位置と12との関係を調べる。
- 14 時間とともに雲画像が変化する様子と前線の位置の変化とを照合し、移動の傾向をとらえる。
- 15 日本列島を西から東へ通り抜けるいくつかの低気圧の移動経路を地図上に描く
- 16 移動経路の変化の傾向を調べる。
- 17 低気圧の通過に伴う天気の変化を、6~10の方法で調べる。

・低気圧の通過と天気の変化

3 移動性高気圧による晴天

秋雨前線が本州南方沖に遠ざかる10月には、大陸から高気圧が張り出し、強い偏西風のために東シナ海の辺りでその一部が分離し、日本上空に移動するようになる。これが移動性高気圧である。比較的乾燥した空気塊であるため、さわやかな晴天をもたらす。秋の行楽シーズンとなる。次々と移動性高気圧が発生し、日本を通過するのだが、高気圧と高気圧の間に挟まれた部分は気圧の谷となり、低気圧が発生し晴天は長続きしない。

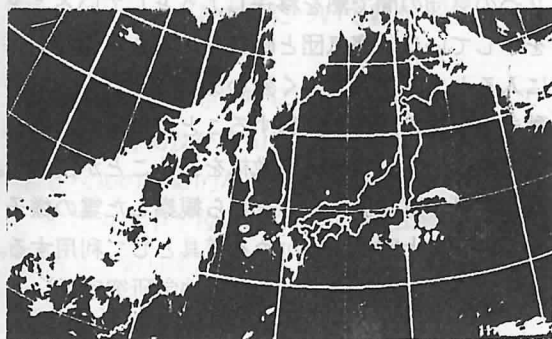


図5 移動性高気圧による晴天
(9月5日2時の赤外画像)

展	開	例	ね	ら	い
18	17の観察の中で、風向が急に変化した日時に注目し正午の気温と湿度の日毎の変化を調べる。		・移動性高気圧の性質と天気の変化の特徴		
19	18から気圧配置を推定しどのような性質の空気塊の領域に入ったのか推測する				
20	気象衛星の雲画像により19の推定を確認する。				
21	新聞天気図で高気圧か低気圧かを確認する。				
22	朝刊と夕刊の天気図により、等圧線の東の縁が少しずつ張り出す変化を追う。				

4 冬の気圧配置が出現

秋が深まってくると北海道は大陸の高気圧の圏内に入ることが多くなり、日本海側と太平洋側の天気が対照的な違いを見せるようになる。シベリアから入り込む寒気が日本海の暖流から発生する水蒸気を凝結させ、日本海側の各地に吹き付け時雨模様となる。

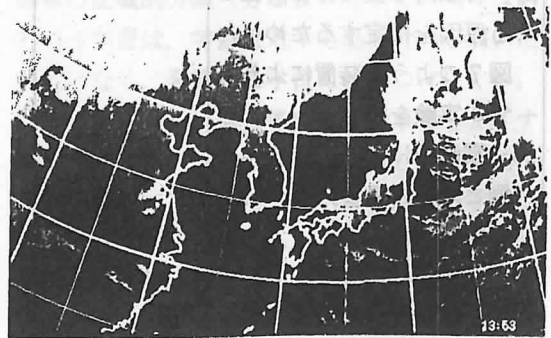


図6 冬の気圧配置の時の雲画像
(1月8日0時の赤外画像)

みぞれ混じりの冷たい雨が降る天気はあまり気分の良いものでないが、一山越えた太平洋側の各

地で、寒いながらもすばらしい晴天になる。大陸からの高気圧の勢力が強いときには、10月でも山岳地帯では吹雪に見舞われ、まとまった積雪となる。

展 開 例	ね ら い
23 いくつかの移動性高気圧の移動の経路を、日本周辺の地図上に描き、経路の変化の傾向を調べる。	・気団と日本の天気
24 経路が次第に南下し、北縁部が北海道を通過するときの天気の変化を、6~10の方法で調べる。	
25 24において、風向の変化とともに正午の気温がどのように変化するか調べる。	
26 特に、日本海側の各地で高気圧の張り出しの中に入っているにもかかわらず、時々雨が降るような場合、気象衛星の雲画像により現在の天気を上空から確認するとともに、雲の分布の特徴を調べる。	・北西の季節風と雲の特徴
27 特徴的な雲の分布が生じる原因を推定するために、図7のような装置によりモデル実験を行う。	
28 雲画像によって、日本海側と太平洋側の天気の違いを調べる。	・天気に及ぼす地形の影響
29 この違いがなぜ生じるのか、仮説を立てて考える。	
30 立てた仮説の一つを検証するために、図8の装置を使い推定する。	

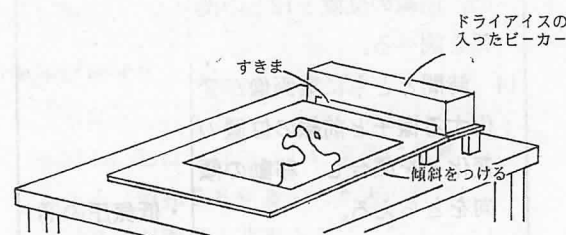


図7 雲の発生のモデル実験

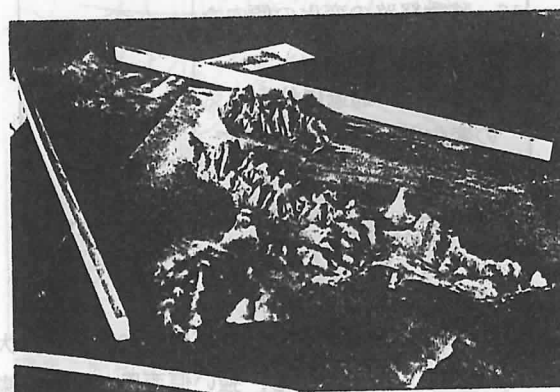


図8 地形によって影響される大気の流れのモデル実験

おわりに

盛夏のわずかの期間をのぞいて、北海道は温帯低気圧の通り道になることが多い。これは、北海道が寒気団と暖気団のせめぎ合いの場所となり、2つの気団の間で熱を移送しようとしていることを示している。寒気団と暖気団のどちらの勢力下に入るかで気象が大きく変わる点に注目し、雲の動きや天気の変化を観察することによって、北海道の特徴を生かした気象教材を作ることが出来る。気象衛星の雲画像は、地表から観察した雲の様子を、さらに上空から確かめる道具として利用する。

(たかはし ふみあき 地学研究室長)

火山碎屑岩の教材性に関する検討

—マクロな産状の解釈及び防災教育的視点を重視した取扱い—

松田 義章

北海道には新第三系及び第四系の火山碎屑岩が広く分布している。しかし、この身近な地質を構成する火山碎屑岩については、その教材としての活用が十分なされていない。ここでは、従来標本サイズの記載的な取扱いにとどまっていた火山碎屑岩について、その教材としての取扱い上の問題点を指摘し、マクロな産状の観察とそのダイナミックな成因の解釈に重点を置き、さらに防災教育的観点からの取扱いの方法について検討した。

[キーワード] 理科 地学 地質 岩石 火山碎屑岩 防災教育

1 はじめに

北海道には、西南部日本海側の地域及び北東部オホーツク海側の、いわゆるグリーンタフ地域を中心として新第三紀の火山碎屑岩が分布している。また、中央部及び全道各地に存在するカルデラ周辺には第四紀の火山碎屑岩が広く分布している。地域の地質を教材として活用する場合、これらの火山碎屑岩は最も身近なもののひとつである。しかし、火山碎屑岩が火山岩と堆積岩の両方の性質を併せもっていること等の理由から、その取扱いの困難性のみが強調され、従来その教材としての活用は十分なされていない。

小論では、これまで行われてきた火山碎屑岩の標本単位の記載的な取扱いの問題点を指摘するとともに、マクロな産状の野外観察を重視し、その成因のメカニズムをダイナミックに解釈する学習を行うための方法及び防災教育的視点からアプローチする方法について紹介する。

2 問題の所在

中学校及び高等学校における地学教材としての火山碎屑物及び火山岩の取扱いは、おもに標本レベルの記載的な分類に重点が置かれている。

ちなみに中学校においては、火山碎屑岩を取り扱っておらず、それを構成する火山噴出物として溶岩、火山弾、軽石、火山灰等が扱われている。なお、火山灰についてはその実体顕微鏡による観察が一部の教科書で取扱われている。

一方、高等学校の地学においては火山碎屑物及び火山碎屑岩についてその取扱いが特に明記されておらず、探究活動や課題研究の教材として取り扱っているケースがある。しかし、この場合においても、未だにWentworth and Williams (1932)の記載的分類の流れをくんだ標本レベルでの取扱いに終始した学習であることが多い。

表1 Wentworth and Williams(1932)の分類

破片の形状 破片の大きさ	特定の形態や内部構造を有しないもの	多孔質のもの	特定の形態や内部構造を有するもの
>32mm	火山角礫岩 凝灰角礫岩	軽石凝灰岩 (明色・柱状質)	凝灰質集塊岩 (火山弾・細粒集塊)
32~4mm	火山礫凝灰岩	岩屑凝灰岩 (暗色・苦鉄質)	岩屑集塊岩 岩屑凝灰岩(岩屑)集塊岩
<4mm	凝灰岩		

教室における火山碎屑物及び火山碎屑岩の標本の記載的分類(分類表と標本との当てはめ)という学習は、学習に対する動機付けが弱いだけでなく、発展的な学習に結びつけにくい。

すなわち、火山活動等の地学的事象をダイナミックにイメージ化しながら解釈し、探究的な調査を通して科学的な思考力を育成する学習に発展させることは難しい。分類的分類はあくまでその成因を解釈するために有効に活用してこそ、その学習の意義がある。

最近、Fisher(1961)、Yamagishi(1979)、及びFisher & Schminke(1984)等により火山碎屑岩の成因的分類がいくつか提唱されているので、上記のような観点からその活用を図る等の工夫や改善が必要である。

松田 義章

表2 Fisher(1961)による成因的分類

粒 径 (mm)	自破砕性 Autoclastic	火 砕 性 Pyroclastic	二次堆積性 Epiclastic	成因を考慮 しない用語
256	流動性角礫岩	火砕性角礫岩	二次堆積性 火山角礫岩	火山角礫岩
64	自破砕角礫岩	凝灰堆積岩		
	貫入性角礫岩	火山性豆石岩	二次堆積性 火山門礫岩	火山門礫岩
2		粗粒	二次堆積性 火山砂岩	火山性砂岩
1/16	凝灰質破砕岩	凝灰岩	二次堆積性 火山砂岩	火山性砂岩
1/256		細粒	二次堆積性 粘土岩	火山性粘土岩

3 火山碎屑岩の産状の観察—果して、岩石の 名前を覚えることは必要か？—

火山碎屑岩はあくまで火山体の一部であるという認識のもとに、野外において認識できるマクロな産状の観察を重視するような学習こそが重要である。この意味において、火山碎屑岩の名称を覚えるようなことは、さほど本質的な学習ではないと言える。

以下にその実習の事例を示す。

【実習1】 野外における火山碎屑岩の観察



図1 火山碎屑岩の露頭の産状
(北海道積丹海岸)

観察及び解釈の方法

- ① 身近な地域で火山碎屑岩の見られる露頭を探し、その調査計画を立てる。
- ② 火山碎屑岩の露頭に安全に留意して近付き、落ちてくる転石の岩質やつくり（組織）、自形性の結晶の有無の様子から、その岩石がマグマ性のものかどうか判定する。
- ③ 露頭全体を眺めながら、その構造（層構造の有無、岩相の急激な変化、岩脈の有無とその方向、節理の有無とその方向）を調べる。
- ④ 露頭の産状をもとに以下の産状パターンの例を参考に、その露頭の形成にかかわるメカニズムを推定する。

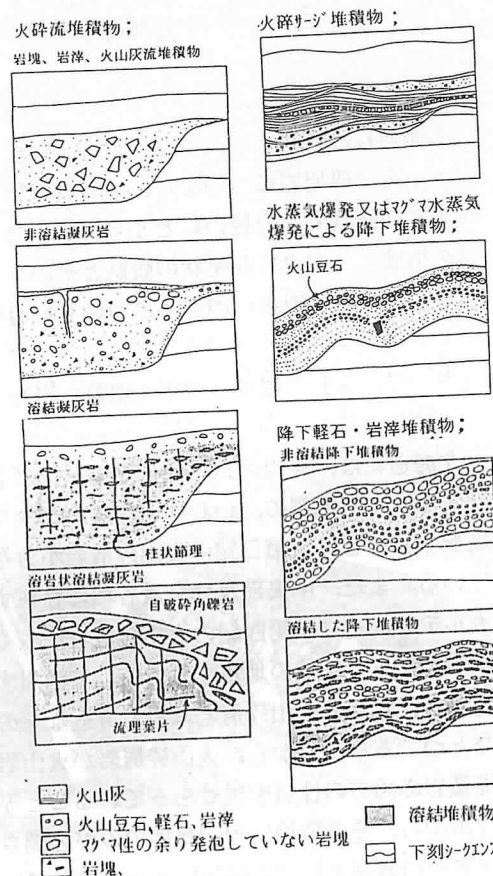


図2 火山碎屑岩の産状の代表的パターン

- ④ 岩脈の入っている3次元的な方向から、岩脈の貫入した当時の大地の応力場を推定する。
- ⑤ 節理の方向から、マグマの流動方向を推定する。
- ⑥ 火山碎屑物岩中の本質岩片の方向、火山弾や軽石、スコリアの気泡の方向性からマグマの流動方向を推定する。
- ⑦ 観察し、その成因を推定・解釈したことを総合して、この地域周辺にかつて起こった火山活動をダイナミックに復元する。

評価

火山碎屑岩のマクロな産状の調査データをもとに、過去の火山活動のイメージを表現することができたか。

4 防災教育という視点からの取扱い

北海道における火山碎屑岩の分布する地域は地すべりや斜面崩壊（崖崩れ）の多発地域とほぼ一致している。



図3 北海道の地すべり地域3次元分布図
(5万分の1メッシュで作成)

理科（地学）教育が安全な生活を営むための自然理解とそのために必要な生きて働く知恵をもった国民を育てる基礎的な教育であると位置付けられるならば、火山碎屑岩の学習が単に岩石の学習の一部として扱われるにとどまらず、災害教育とのかかわりで扱うことも重要ではないだろうか。

このような視点に立った火山碎屑岩の学習の事例を示す。

【実習2】 火山碎屑岩と地盤災害とのかかわりの検討

方法

- ① 北海道の地質図と北海道の地盤災害（地すべり・斜面崩壊）分布図とを対比しながら、地質と地盤災害とのかかわりを調べる。（どのような時代の、どのような岩質のところに地盤災害が多いか調べる。）



図4 北海道の地質図及び地盤災害分布図

- ② 身近な地域において火山碎屑岩の見られる露頭の分布を野外に出て調べ、そのような岩石の見られる場所がどのような地形となっているか検討する。

- ③ 身近な火山碎屑岩の見られる露頭に近付き露頭全体を眺め、どのような部分に崖崩れが見られるか調べる。

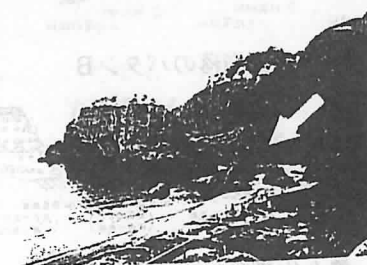


図5 火山碎屑岩の露頭に見られる斜面崩落
(北海道室蘭市)

- ④ どのような岩質の岩石が崩れやすいか、その岩石の産状、内部構造、組織（つくり）、その他特に気の付いた特徴等について調べる。

考察

- ① 地形と地質との関連を調べた結果をもとに、地形パターンからその付近の地質を推定させる。
- ② 地形と地質との関連から、どのような地形のところに地盤災害が起こり易いか観察や調査結果をもとにまとめる。
- ③ 火山碎屑岩の露頭のうち、どのような部分のどのような岩質のものが崖崩れを引き起こしているか調査結果を発表しあい、それをまとめる討論を通して総合的に検討する。

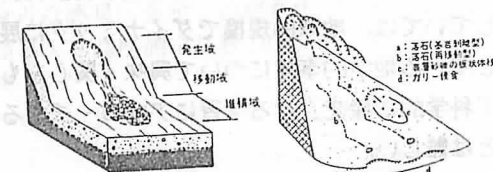


図6 斜面崩落の形状モデル

- ④ 調査の成果をまとめ、地域の地盤災害予測図（Hazard Map）を作成する。

評価

風景（地形）や地質を災害という視点でとらえることができたか。



図7 斜面崩落のパターンA



図8 斜面崩落のパターンB

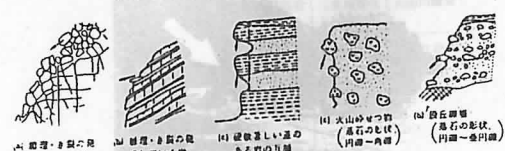


図9 落石の地質による発生パターン

5 おわりに—火山砕屑岩の学習を通しての地学リテラシーの育成—

岩石の学習に当たっては、野外における産状の観察よりも室内における標本の記載的分類の実習が中心になされていることが多い。しかし、岩石は地球を構成する物質の一部であるということから、自然の階層性を踏まえ、その観察対象もマクロなものから順次ミクロなレベルへとすすめ認識させることが重要である。産状というマクロなレベルでの認識を軽視し、それを飛び越えて標本サイズの肉眼的観察や、Thin Sectionの顕微鏡的観察のみが、いわゆる学問としての岩石学の過去の体系に準じて学習されている。しかし、このような記載的な、いわば静的な観点での「分類のための分類学習」に終始しては、地球的規模でダイナミックに展開している地学的事象について興味・関心をもって科学的に探究させる学習にアプローチすることは難しい。

小論においては、北海道に身近に存在しているにもかかわらず、今までと全くその教材化が等閑視されてきた火山砕屑岩をCase Studyとして取り上げ、その標本サイズの名称にこだわらずに、野外の産状を調べ、露頭からその成因をダイナミックに解釈する学習の一事例を示した。また、火山砕屑岩を単なる岩石の学習からさらに発展させ、そのマクロなレベルでの認識を重視して防災教育という観点から学習する事例についても示した。

このような学習を中学校の選択理科、高等学

校の総合理科、地学ⅠA及びⅠBの探究活動、地学Ⅱの課題研究として取り入れることによって、身近な風景や地質を疑問を持って眺め、その成因や生い立ちについて考え、さらにその危険性について体験的に認識して災害を合理的に回避する知恵を育てる一つの基礎が築かれるものと思われる。この意味で、いわゆる、地学リテラシーの育成を目指す学習についての各事・現象に即しての事例収集がなされなければならない。

すなわち、地学教育ではどのような能力や資質の育成をめざすのか、またそのためのトレーニングのためにどのような戦略が必要なのかといった、「地学教育」という観点に立った従来の学問としての「地球科学」の体系のを見直しや再構築が必要である。

【参考文献】

- Fisher, R. V., (1961): Proposed classification of volcanoclastic sediments and rocks Geol. Soc. America Bull. vol. 72 p1409-1414
- Fisher, R. V. and Schminke, H. U. (1984): Pyroclastic Rocks Springer Verlag 472p
- 久野久(1954): 火山及び火山岩 岩波書店 255p
- 松田義章・山岸宏光(1994): 小樽・積丹海岸の水中火山岩 日本地質学会第101年会見学旅行案内書 P1-16
- 松田義章・下野 洋(1996): 風景を読む力を育てる地学教育 日本地質学会第103年会講演要旨 日本地質学会 (印刷中)
- Wentworth, C. K. and Williams, H., (1932): The classification and terminology of the pyroclastic rocks. Nat. Res. Council, Rept. Comm. Sedimentation, Bull., 89, p19-53
- Yamagishi, H., (1979): Classification and features of subaqueous volcanoclastic rocks of Neogene age in southwest Hokkaido. Rept. Geol. Surv. Hokkaido., 51 p1-19

(まつだ よしあき 地学研究室研究員)

天体の運動をとらえる簡易観測装置の製作と活用

志 佐 彰 彦

初等中等教育の天文に関する学習においては、身近な天体の観察や星とその動きから、長大な時間と広大な空間とを関係付けながら、宇宙の構造やその起源について学ぶ。野外で観察した天文現象を取り上げ、直接体験を中心にした学習を展開させ、意欲的な学習活動を実践する工夫が重要である。ここでは、簡単な観測装置を製作し、その活用を通しての学習の展開例を述べる。

[キーワード] 太陽 月 金星 簡易観測装置 惑星の運動

はじめに

天文の学習は、身近な天体である太陽・月の観察や星とその動きから、長大な時間と広大な空間について学ぶことをねらいとしている。何よりも野外での天体観察をもとに、直接体験を重視し、生徒自身が天文現象について興味や関心を持てるような学習活動の実践が重要である。

ここでは、簡単な装置を製作し、その活用を通して天文の学習の展開例を述べる。

1 身近な天体「月と太陽」の観察法

—簡易天体高度測定装置の製作と活用— 準備

牛乳パック、糸、はとめシール、工作用紙(直径60mmの四等分の扇形、25mm×25mm)、つまようじ、インデックスシール、画びょう、遮光板(溶接用色ガラスも可)、方位用磁針装置の製作方法

(1) 本体部分の製作

図1に示すように牛乳パックの斜線部を切り取る。また、先端の部分に遮光板の差し込み口を開け、本体部分をつくる。

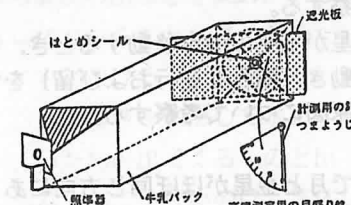


図1 簡易天体高度測定装置

(2) 照準器部分の製作

パック底部の丸く切り取った部分に十字に糸をはり、はとめシールの穴が交差した糸の中心にくるように、照準をつくる。また、注ぎ口に切り込みを入れ、接眼部に照準部品を差し込んで、接着する。

(3) 高度測定部品の製作と取り付け

先端部に高度測定用の目盛り盤と計測用の針を取り付ける(図1)。計測用の針は、つまようじの頭部をインデックスシールで挟み、針が振れるように画びょうで止める。

活用法

- (1) 太陽高度の測定は、太陽が照準器の中心に位置したとき、測定用の針を指で押え、その目盛りの値を読み取る。また、方位を方位用磁針ではかる。必ず遮光板を用いて、太陽の光で目を痛めないように注意する。
- (2) その他の天体の高度を測定するときは、遮光板を抜き取り、(1)の方法で測定する。

参 考

月や太陽および星の位置の変化などを観察し、記録することから天体の運動のしかたや相対的な位置関係について考えることができる。

2 身近な惑星「金星」の観察法

—簡易天体高度測定装置の改良と活用— 準備

工作用紙(直径25cmの6等分の扇形)、はとめシール、つまようじ、記録用紙、分度器装置の製作方法

図2のように簡易天体高度測定装置の斜線部分を切り取る。角度測定部分は、角度の目盛りを書き込み、扇の左先端に照準器部品を取り付ける。角度測定部品が回るように、取り付ける。

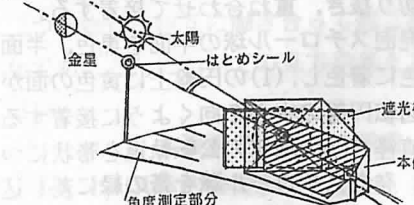


図2 金星の見かけの運動観測装置

志佐 彰彦

活用法

- (1) 太陽と金星の高度と方位を測定する。また、太陽と金星との距離を角度で測定する。
- (2) 日没後の金星の高度と方位を3日ごとに測定し、1か月間の位置の変化を記録用紙に書き込む。また、高度と方位を理科年表やコンピュータを用いてデータを集め、金星の1年間の動きを調べる。

結果

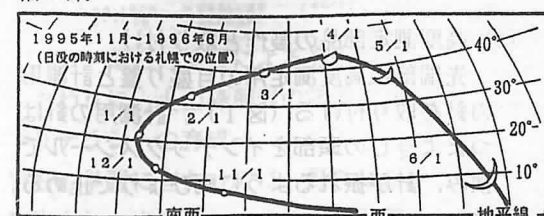


表 金星の見かけの形と位置の変化

考察

- (1) 観察結果をもとに太陽と金星がどのような位置関係にあるのか、また、火星や木星などとも比べながら太陽系の構造を考える。
- (2) 金星の1か月間、および1年間の天球上の位置の変化からどのようなことがわかるか考察する。

参考

日の出のとき、太陽と金星との距離を角度で測定には、装置本体の天地を逆にして、角度を測定するとよい。

3 惑星の観察からわかること

—惑星の運動モデル説明装置の製作と活用—
準備

CD用プラスチックケース（直径12cm用）、発泡スチロール球（直径2cm）、工作用紙（55cm×3cm、85cm×3cm）竹ひご（60cm）、虫ピン、分度器

装置の製作方法

- (1) 工作用紙でCDと同じ大きさの円盤を2枚切り抜き、重ね合わせて接着する。
- (2) 発泡スチロール球の半面を黒色、半面を黄色に着色し、(1)の円盤上に黄色の面が常に回転円盤の中心を向くように接着する。
- (3) 直径17cmの地球の公転軌道を带状につくる。発泡スチロール球を帯の縁に差し込む。
- (4) 竹ひごの一方にインデックスシールを張り付けて、虫ピンで発泡スチロール球（地

球）の表面に止める。

- (5) 図3のように用紙に書いた地球の公転軌道に重なるように、(3)の带状の工作用紙を置き、CD用ケースの中心と地球の軌道の中心が一致するように置いて、組み立てる。

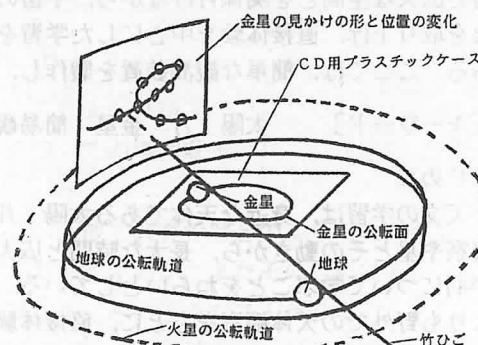


図3 惑星の運動モデル説明装置

活用法

- (1) 金星の円盤を回転させ、地球から見える金星の満ち欠けの様子と比較し、観察する。
- (2) 金星の10日毎の位置の変化の記録から、順行や逆行および留の動きについて調べる。
- (3) 金星の位置の変化を記録用紙に書き込み（表）、装置の前に立てる（図3）。金星と地球の軌道上での相対位置や金星の公転面の傾きを変えながら、天球上と同じような軌跡を描く条件を調べる。
- (4) 火星の10日毎の位置の変化の記録から、その動きをモデル装置を用いて、調べる。

考察

- (1) 見かけの金星の満ち欠けの様子を観察し、実際の観測との相違点について、その原因を考察する。
- (2) 惑星が星座の中を移動するとき、いろいろな動き（順行や逆行および留）をする。その原因について考察する。

参考

天球上で月と金星がほぼ同じ方向にあるとき、月と金星との見かけの形が異なって見えることから太陽系の広がりを実感することができる。

おわりに

身近な天体の観察をもとに、地学的な概念である長大な時間と広大な空間について、野外での意欲的な学習活動を重視して育成したい。

（しさ あきひこ 地学研究室研究員）

「水溶液の性質」における一考察

高山 賢吉

子供がいろいろな水溶液を使い、その性質や変化を調べる過程は、素材や場の設定の違いによって大きく異なってくる。水溶液の学習では、水溶液の性質や変化を指示薬を用いて調べたり、酸性とアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせたりする。また、水溶液を加熱したり、金属と触れさせたりなどして数多くの観察、実験が行われる。ここでは、「水溶液の性質」の観察、実験を進める上での実験器具の取扱いや試薬の調製について考察した。

〔キーワード〕 小学校 理科 B領域 水溶液 実験器具 試薬の調製

1 はじめに

第6学年B区分(1)では、「いろいろな水溶液を使い、その性質や変化を調べることができるようにする。」と述べられており、ここでの学習内容は、次の(1)～(4)で構成されている。

- (1) 水溶液には臭いのあるものや無いもの、すっぱい味がするもの、ぬるぬるするものなど、溶けている物によって違いがある。しかし、リトマス紙などの指示薬を使って、色の変り方を調べると、似ている性質があることが分かる。これらを酸性、アルカリ性、中性といったまとまりをつくることによって、水溶液についての新しい見方や考え方ができるようにする。

- (2) 水溶液を観察すると、泡が出るものや、鼻をつくような臭いのするものがある。これらの水溶液から出る泡を集め、それが空気とは違う気体であることに気付かせたり、集めた気体が水に溶けることを調べる。

また、水溶液を加熱して水を蒸発させると、溶けていた物が出てくるものと出てこないものがある。出てこないのは、気体が溶けている水溶液ではないかと考え、水に溶ける物質について新しい見方や考え方ができるようにする。

- (3) 水溶液には、酸性、アルカリ性、中性という共通の性質によって三つに類別できる。ここでは、酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液

とを混ぜ合わせると、リトマス紙の反応はどうなるか。また、水溶液の中に溶けているものはどうなるかなどを調べるのがねらいである。

そこで、酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を適量混ぜ合わせて、指示薬の反応や、混ぜ合わせた水溶液に溶けているものを取り出して調べる。このことから、性質の違う二つの水溶液を混ぜ合わせると、互いに働き合って、溶けているものが新しい物質に変化するという質的な変化についての見方や考え方ができるようにする。

- (4) 金属が水溶液に触れるとことにより、金属の表面の色が変わったり、溶けて見えなくなったり、一時的ではあるが水溶液の温度が変わったり、泡が発生したりする。このことから、金属の様子や水溶液の性質、その中に溶けているものを取り出して調べ、金属と水溶液が触れる前と比較して、その違いをとらえ、金属や水溶液の変化、その変化も食塩が水に溶けたような変化と違って、元に戻らない質的な変化であることをとらえさせる。即ち、二つの物質が相互に働き合って起こる質の変化であることについての見方や考え方を養いたい。

ここでは、「水溶液の性質」の観察、実験を進める上で、具体的な実験例を基に、実験器具の取扱いや試薬の調製について考察した。

研究紀要第8号(1996)

2 水溶液の学習で使用する試薬の調製とその性質を調べる実験例

2-1 準備

理科で使用する薬品は、購入時の規格濃度のまま使用することが少なく、一定の濃度に溶かしたり薄めたりしたのち使用することが多い。

小学校では、溶液の濃度を重量パーセント濃度で表示することが多い。これは、溶液の質量に対する溶質の質量の比をパーセントで表した濃度のことであって、溶液100g中に溶質何gが含まれているかを示している。

$$\frac{\text{溶質の質量 (g)}}{\text{溶液の質量 (g)}} \times 100 = \text{パーセント [\%]}$$

ここでは、「水溶液の性質」の学習で使用する試薬の調製の方法について述べる。

5%塩酸の調製：濃塩酸（約35%，比重1.18）を薄めて5%塩酸をつくる場合は、 $35 \div 5 = 7$ 、 $7 - 1 = 6$ なので濃塩酸1に対し水6の割合（質量比）で薄める。50gの濃塩酸を300gの水に溶かし、全体を350gにするとよい。

また、体積ではかって薄めようとするときには、次のようにするとよい。体積は、質量÷比重で求められるので、濃塩酸の比重は、1.18であるから、50gの濃塩酸の体積は、 $50 \div 1.18 = 42.4 \text{ (cm}^3\text{)}$ となるので、5%塩酸をつくるには42.4cm³の濃塩酸を水300cm³に溶かせばよい。

5%水酸化ナトリウム水溶液の調製：100gの水に5gの水酸化ナトリウムを溶かすことには誤りがある。この溶液では、

$$\frac{5}{5+100} \times 100 \approx 4.7\%$$

となるので、95gの水に5gの水酸化ナトリウムを溶かすとよい。このとき水の密度はほぼ1であるから、1gが1cm³と考えてよいので、水95gはメスシリンダーで95cm³をはかり取ればよいことになる。

このように、固体を水に溶かして任意の濃度のものをつくるには、求める%濃度と

等しいg数をはかり、溶液全体が100gになるように水をメスシリンダーではかり、加えるとよい。

5%アンモニア水の調製：濃アンモニア水（約28%，比重0.9）を薄めて5%アンモニア水をつくる場合は、 $28 \div 5 = 5.6$ 、 $5.6 - 1 = 4.6$ なので濃アンモニア水1に対し水4.6の割合で薄める。50gの濃アンモニア水を230gの水に溶かし、全体を280gにするとよい。

また、体積ではかって薄めようとするときには、濃アンモニア水の比重は、0.98であるから、50gの濃アンモニア水の体積は、 $50 \div 0.9 = 55.6 \text{ (cm}^3\text{)}$ となるので、5%アンモニア水をつくるには55.6cm³の濃アンモニア水を水230cm³に溶かせばよい。

石灰水：密栓のできるペットボトルなどに水酸化カルシウム50gを入れ、水を加えて放置しておく。必要に応じて上澄み液を使用する。使用後は水を加えて補充しておく。

炭酸水：市販されている炭酸水には、クエン酸のような有機酸や食塩が含まれているものがある。このような炭酸水は、蒸発乾固すると白いものが残るので、加熱してもあとに何も残らないという実験には適さない。

蒸留水にドライアイスを入れておくと、pH3.5程度の炭酸水が得られる。

5%食塩水の調製：粗製の食塩には、炭酸ナトリウム、炭酸カルシウム、炭酸マグネシウムなどが不純物として少量含まれていることが多い。そのため、粗製食塩を使った食塩水は少し濁った感じになる。

95gの水に5gの塩化ナトリウムを溶かすとよい。

ホウ酸水：温度による溶解度の差が大きく、20℃の水100gに溶けるホウ酸の最大グラム数は4.65gであるので室温では、5%ホウ酸水は作れない。薄い溶液を使用する。

10%以上の塩酸、アンモニア水、5%以上の水酸化ナトリウム水溶液は、劇物に該当するので保管・管理を正しく行う必要がある。

2-2 方法

- (1) あらかじめ番号を付けておいた試験管に調製した試薬をそれぞれ5cm³ずつ取り、図1のように試験管立てに並べ、水溶液の色の違いを観察する。

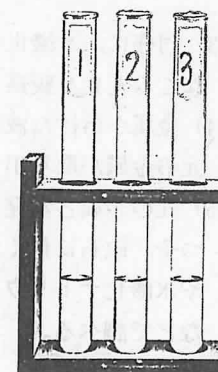


図1 水溶液の色の観察

- (2) それぞれの水溶液のにおいを調べる。にのいの調べ方は、水溶液の入った試験管の管口を手であおぐようにしてにおいをかぐようにする。
- (3) 水溶液をスライドガラスに1滴ずつ取り、水溶液をドライヤーで乾燥させ、あとに残るものがあるかどうかを観察させる。

蒸発皿を用いて蒸発乾固させる場合は、塩化水素、アンモニアの有毒な気体が発生するので、水溶液はできるだけ少なく取り（数滴）、弱火でゆっくりと加熱するようにする。

2-3 結果と考察

- (1) それぞれの水溶液の色、にのいの有無、蒸発乾固の結果は、表1のとおりである。

表1 水溶液の性質

水溶液	性質		
	色	におい	蒸発乾固
塩酸	無	刺激臭	無
水酸化ナトリウム水溶液	無	無	白い粉末
アンモニア水	無	刺激臭	無
石灰水	無	無	白い粉末
炭酸水	無	無	無
食塩水	無	無	白い粉末
ホウ酸水	無	無	白い粉末

- (2) 水酸化ナトリウム水溶液、石灰水、食塩水、ホウ酸水は、蒸発乾固したあとに白い粉末が残ったので、固体が溶けていた水溶液であることが分かる。

- (3) 塩酸、アンモニア水、炭酸水は蒸発乾固したあとに何も残らなかったの、気体が溶けていた水溶液であることが分かる。

- (4) 塩酸、アンモニア水は、刺激臭があることからにおいのある気体が溶け、炭酸水はにおいがいいことからにおいのいい気体が溶けていたことが分かる。

2-4 後始末

実験後の廃液は、あらかじめ試験管に番号を付けておいたので、同じ番号の試験管の水溶液を同じ種類ごとに別々の容器に回収すること。

小学校では、酸とアルカリの種類に分類して回収してもよい。

2-5 留意事項

- (1) 調製した水溶液の容器には、必ずその物質名と濃度を書いたラベルをはって置く。

例えば、5%以上の水酸化ナトリウム水溶液は、劇物であることを認識できるように赤わくのラベルをはり、ラベルの表面をパラフィンなどでコーティングしておく。

- (2) 水溶液の中には、危険なものもあるので、勝手になめたり、指につけたりしてはいけないことを十分指導する。

- (3) 薬品が手や衣類につけてしまったら、すぐ水でよく洗い流す。

- (4) 塩酸やアンモニア水を加熱すると、塩化水素やアンモニアが発生するので蒸発した気体を吸い込まないように、換気しながら蒸発させる。

- (5) 水酸化ナトリウム水溶液やアンモニア水を加熱するときは、小さな炎でゆるやかに加熱しなければならない。強く加熱すると水酸化ナトリウム水溶液やアンモニア水が沸騰して飛び散り、皮膚や目にふれて危険である。

高山 賢吉

3 金属に水溶液を入れたときの変化を調べる 実験例

3-1 準備

アルミニウム：銀白色の金属で、板状、箔状、粉末などの形で市販されている。粉末アルミニウムは、危険物第2類に指定されているのでこの実験にはふさわしくない。

アルミホイル（アルミニウム箔）やアルミニウム板を使用するとよい。塩酸と反応させる場合、アルミニウムの表面にできている酸化被膜のために反応が鈍い場合は、事前にサンドペーパーでよく磨くか、5%水酸化ナトリウム水溶液に浸し、水素を発生しやすくしておく。

鉄：銀白色の金属で、板状、スチールウール粉末などの形で市販されている。鉄粉は、危険物第2類に指定されているのでこの実験にはふさわしくない。

塩酸と反応させる場合、鉄片と用いると反応が鈍いのでスチールウールを用いるとよい。なお、砂鉄は Fe_3O_4 の組成の酸化鉄であるので、酸に入れても水素は発生しない。

銅：赤色の光沢のある金属で板状、粒状、粉末などの形で市販されている。湿った空气中に長時間置くと塩基性炭酸塩を生じて、緑色のロクショウが金属の表面を覆うので、サンドペーパーでよく磨いて使用する。

マグネシウム：危険物第2類に指定されている銀白色の軽金属で軟らかい。テープ状、削り屑状、粉状などにして市販されている。

5%塩酸、5%水酸化ナトリウム水溶液、試験管、温度計、駒込ピペット、蒸発皿

3-2 方法

- (1) アルミニウム、鉄、銅、マグネシウムをそれぞれ試験管に入れたものを2組用意する。
- (2) 金属を入れた試験管に、塩酸を駒込ピペットで1/6ほど注ぎ、起こる変化を観察する。

- (3) 同様に、水酸化ナトリウム水溶液を注ぎ起こる変化を観察する。
- (4) 金属が溶けた液を蒸発皿に移して熱し、元の金属が取り出せるか調べる。
- (5) 元の金属と蒸発皿に残った物の性質を色、つや、磁石に付くか、電気を通すか、塩酸や水酸化ナトリウム水溶液に再び溶けるかなどで調べる。

3-3 結果と考察

- (1) 塩酸と金属、水酸化ナトリウム水溶液と金属での反応の結果は、表2のとおりである。

表2 金属と水溶液の反応

金属	水溶液	塩酸	水酸化ナトリウム水溶液
アルミニウム		- 表面から徐々に泡が出始め、次第に激しく出る。 - 温度が徐々に上がる。 - 溶けると液が透明になる。	- 表面から徐々に泡が出始め、全体に広がる。 - 温度が徐々に上がる。 - 溶けると液が透明になる。
鉄		- 泡が少し出る。 - 温度はあまり変化しない。	- 変化しない。 - 温度は変化しない。
銅		- 変化しない。 - 温度は変化しない。	- 変化しない。 - 温度は変化しない。
マグネシウム		- 激しく泡を出して溶ける。 - 温度が上がる。 - 溶けると透明になる。	- 変化しない。 - 温度は変化しない。

- (2) アルミニウムやマグネシウムが塩酸に溶けた液を蒸発させると、白い粉が出てきた。白い粉は、アルミニウムやマグネシウムと違って電気を通さない。鉄が塩酸に溶けた液を蒸発させる、黄色い粉が出てきた。黄色い粉は、鉄と違って磁石に付かないし、電気も通さない。

- (3) アルミニウムが水酸化ナトリウム水溶液に溶け、もうアルミニウムが反応しなくなってきた水溶液を蒸発させると、白い粉が出てきた。白い粉は、アルミニウムと違って電気を通さない。

- (4) 金属が塩酸や水酸化ナトリウム水溶液と反応して発生する気体は、水素である。水素は、色にもにおいもなく、空気より軽い。

- (5) 塩酸や水酸化ナトリウム水溶液と金属が反応したとき、水溶液中では、他の物質ができています。

3-4 後始末

実験後の廃液は、酸とアルカリの種類に分類して回収する。水溶液と反応しなかった金属については、よく水洗いして再利用するか、廃棄する。

3-5 留意事項

- (1) 金属の溶けた塩酸を加熱すると、塩化水素が発生するので蒸発した気体を吸い込まないように、十分換気しながら蒸発させる。
- (2) 金属の溶けた水酸化ナトリウム水溶液を加熱するとき、未反応の水酸化ナトリウムが水溶液中に残っているので、強く加熱すると水酸化ナトリウム飛び散り、皮膚や目にふれて危険であるので、できるだけ水酸化ナトリウムを含んだ水溶液は加熱しないようにする。
- (3) 金属と水溶液を反応させると水素が発生し、火気を近づけると爆発することがあるので絶対に火気のあるところでは実験を行わないように注意する。
- (4) 「燃焼の学習」のとき空気中で燃焼させた経験（金属もまぶしい光を出して燃える）があれば、ここの実験で用いてもよい。マグネシウムは、塩酸と激しく反応するので子供の興味・関心を高めることができる。

4 水溶液に溶けているもの（固体、気体）を調べる実験例－炭酸水に溶けているもの－

4-1 準備

研究紀要第8号(1996)

炭酸水、塩酸、アンモニア水：気体の溶けている水溶液

水酸化ナトリウム水溶液、石灰水、食塩水、ホウ酸水：固体の溶けている水溶液

スライドガラス、ドライヤー、駒込ピペット、集気びん、ガラス板、ペットボトル、ろうそく水そう、ゴム栓、ゴム管、ガラス管、ろうと

4-2 方法

- (1) それぞれの水溶液をスライドガラスに駒込ピペットで1滴ずつ取る
- (2) スライドガラス上の水溶液をドライヤーで乾燥し、あとに残るものがあるかどうか観察させる。
- (3) 炭酸水から出るあわ（気体）を集める。
- (4) 集めた気体を石灰水に入れて観察する。
- (5) 集めた気体の中に火のついたろうそくを入れて観察する。
- (6) 水を半分ほど入れたペットボトルに、集めた気体を図2のように入れ、ふたをしてからよく振り、水に溶けるかどうか調べる。

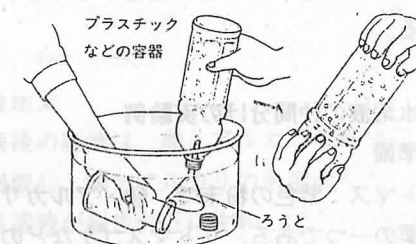


図2 気体の再溶解

4-3 結果と考察

- (1) 炭酸水、塩酸、アンモニア水は、それぞれ二酸化炭素、塩化水素、アンモニアの気体が溶けている水溶液である。
- (2) 水酸化ナトリウム水溶液、石灰水、食塩水、ホウ酸水は、それぞれ水酸化ナトリウム、水酸化カルシウム、塩化ナトリウム、ホウ酸などの固体が水に溶けている水溶液である。
- (3) 炭酸水から集めた気体は、石灰水を白濁させ、助燃性も可燃性もないことから、二

酸化炭素が溶けていることが実験からも確かめられる。

また、ペットボトルを振るとボトル内の体積が減少して図3のようにつぶれることから、二酸化炭素が水に溶けたことが分かる。



図3 二酸化炭素の溶解

4-4 後始末

この実験で使った集気びんには、炭酸カルシウムが内側のガラスに付着して白くなるので、集気びんの中に0.1%塩酸を少量入れ、炭酸カルシウムが二酸化炭素の泡を発生しながら溶けて消失した後、水洗いする。

4-5 留意事項

4-2(6)では、あらかじめ水にBTB溶液を少量入れておくと、気体が水に溶けたことが液性の違いにより緑色から黄色に変化することからも分かる。

5 水溶液の仲間分けの実験例

5-1 準備

リトマス：紫色の粉末で、酸・アルカリ指示薬の一つである。リトマスゴケなどの地衣類を原料として作られる。この指示薬の変色範囲は、pH5.0以下で赤色、pH8.0以上で青色、pH5.0～8.0の間は赤紫色から青紫色へ徐々に変色する。

リトマス試験紙：ろ紙をリトマス水溶液に浸してから乾燥させた試験紙。長く放置すると、空気中の二酸化炭素によって変色する。

青色を保つにはアンモニアなどのアルカリ性の気体を吸わせ、赤色を保つには塩化水素など酸性の気体を吸わせ遮光した容器に保管しておくことよい。水溶液の性質を調べるときは、両方のリトマス紙を使う。

BTB（プロモチモールブルー）溶液：酸・

アルカリ指示薬の一つである。BTB溶液の変色範囲は、pH6.0までの酸性では黄色、pH6.0～7.6の間の中性では緑色、pH7.6以上のアルカリ性では青色を呈する。

BTB粉末0.1gを95%エタノール20cm³に溶かし、水で100cm³にする。

炭酸水、塩酸、ホウ酸水、食塩水、水酸化ナトリウム水溶液、アンモニア水、石灰水、ガラス棒、ガラス板、ピンセット、試験管

5-2 方法

- (1) ガラス板の上にピンセットでリトマス紙をおく。
- (2) 水溶液をそれぞれ試験管に少量取り、ガラス棒で1滴リトマス紙に付けて変化を調べる。
- (3) (2)の試験管にBTB溶液を加え、色の変化を調べる。

5-3 結果と考察

- (1) それぞれの水溶液の液性は、表3のとおりである。

表3 いろいろな水溶液の液性

水溶液	純リトマス	飽和リトマス	BTB	液性
炭酸水	赤色	赤色	黄色	酸性
塩酸	赤色	赤色	黄色	酸性
ホウ酸水	赤色	赤色	黄色	酸性
食塩水	赤色	青色	黄緑色	中性
水酸化ナトリウム水溶液	青色	青色	青色	アルカリ性
アンモニア水	青色	青色	青色	アルカリ性
石灰水	青色	青色	青色	アルカリ性

- (2) 水溶液には、酸性の水溶液、アルカリ性の水溶液、中性の水溶液の三つの仲間に分けることができる。

5-4 後始末

実験後の廃液は、酸とアルカリの種類に分類して回収する。

5-5 留意事項

- (1) 水溶液が混じらないように、液ごとにガラス棒を決めておく。もし、一度使ったガラス棒を使うときは、水でよく洗い、乾い

た布で拭き取って使うようにする。

- (2) リトマス紙は必ずピンセットで取り出す。

リトマス紙を手で直接持ってはいけない。

5-6 参考

花、野菜、果物の汁などを使うと、リトマス紙のように調べたい水溶液が酸性かアルカリ性かを見分けることができる。身近なものの汁の色の変化は、表4のとおりである。

表4 水溶液の性質と汁の色の变化

素材名	酸性	汁の色	アルカリ性
ムラサキキャベツ	赤色	紫色	緑色
ナスの皮	桃色	淡茶色	黄色
パンジー（紫）	濃桃色	紺色	黄色
カーネーション（赤）	橙色	赤色	黄色
バラ（赤）	橙色	淡桃色	黄色
小ギク（黄）	透明	淡黄色	黄色
紅茶	淡茶色	茶褐色	褐色

花の汁は、花びらと少量の水をポリエチレンの袋に入れて、色の付いた汁をもみ出し、袋の底部を少し切って汁を取り出す。

ムラサキキャベツは、細かくきざみ、湯の中で色が出るまで煮る。ナスは、少量のミョウバンを入れた湯の中で色が出るまで煮ると抽出することができる。

この他に指示薬として利用できるものは、ムラサキツユクサの花、アサガオの花、シソの葉、タマネギの皮、カタバミの花と葉、ホウセンカの花などがある。

6 酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液の混合

実験例—塩酸と水酸化ナトリウム水溶液—

6-1 準備

5%塩酸、5%水酸化ナトリウム水溶液、試験管、リトマス紙、BTB溶液、アルミニウム、スライドガラス、顕微鏡、ドライヤー、

6-2 方法

- (1) 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液とを同じ量ずつ取り、よく混ぜ合わせる。

研究紀要第8号(1996)

- (2) できた液の性質を調べる（リトマス紙の色の变化、BTB溶液の色の变化、におい、アルミニウムとの反応など）

- (3) 混ぜ合わせた液をスライドガラスに1滴取って、ドライヤーで乾燥させ、残った物を顕微鏡で観察する。

6-3 結果と考察

- (1) リトマス紙、BTB溶液から水溶液が中性になっていることが分かる。
- (2) 塩酸の刺激臭が混合することによってなくなっている。
- (3) 水溶液を混合する前は、それぞれの水溶液とアルミニウムは反応したが、混合した液は反応しない。
- (4) 蒸発乾固したときに残った物には、食塩ができています。
- (5) 酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混合すると、酸性になったりアルカリ性になったりする。二つの水溶液の量によって、中性になることもある。
- (6) 酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混合すると、水溶液の中で変化が起こり、新しい物ができる。

6-4 後始末

実験後の廃液は、酸とアルカリの種類に分類して回収し、酸とアルカリの水溶液を混合し、BTB溶液が緑色付近に中和してから多量の水とともに流す。

6-5 留意事項

- (1) 5%塩酸の濃度は約1.40mol/l、5%水酸化ナトリウム水溶液の濃度は約1.32mol/lなので、加える塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の量はほぼ同量ずつでよい。
- (2) 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を同量ずつ取らないで混合させる場合は、塩酸に水酸化ナトリウム水溶液を数滴ずつ加えるようにすると、蒸発乾固したときに、食塩の結晶の中に水酸化ナトリウムの結晶が析出することがなく、水溶液の性質の変化が理解しやすい。

高山 賢吉

7 酸性の水溶液とアルカリ性水溶液の混合 実験例—塩酸とアンモニア水—

7-1 準備

5%塩酸, 2.5%アンモニア水, アルコールランプ, 三脚, セラミック金網, 蒸発皿, ガラス棒, 駒込ピペット

7-2 方法

- (1) 蒸発皿にうすい塩酸を少量入れ, さらにうすいアンモニア水を少量加える。
- (2) 混合した水溶液をガラス棒でかき混ぜ, 加熱して変化の様子を観察する。

7-3 結果と考察

- (1) 塩酸とアンモニア水を混ぜ合わせたものを加熱し, 蒸発乾固すると蒸発皿に白い粉末が残る。
- (2) うすい塩酸とうすいアンモニア水を混ぜることにより生じた物質の性質を塩酸やアンモニア水の性質と比較することにより, 気体が溶けているものと固体が溶けているものとの違いがわかる。
- (3) 塩酸とアンモニア水を混ぜると, 中和して塩化アンモニウム水溶液が生じ, これを蒸発乾固すると, 白色の塩化アンモニウムの粉末が得られる。

7-4 留意事項

5%塩酸の濃度は約1.40mol/l, 2.5%アンモニア水の濃度は約1.46mol/lなので, 加える塩酸とアンモニア水の量はほぼ同量ずつでよい。

8 身の回りのものを用いた水溶液の混合実験 例—トイレ洗浄剤と虫刺され塗布液剤—

8-1 準備

ドライヤー, スライドガラス (5枚), ピーカー (50cm², 2個), 試験管 (3本), スポイト, 顕微鏡, トイレ洗浄剤 (塩酸が主成分であるもの), 虫刺され塗布液薬 (アンモニアが主成分であるもの), BTB溶液

8-2 方法

- (1) 試験管にそれぞれトイレ洗浄剤, 虫刺され塗布液薬を取り, BTB溶液を加えて,

色の変化を調べる。

- (2) トイレ洗浄剤, 虫刺され塗布液薬をスライドガラスに1滴ずつ取り, ドライヤーで蒸発乾固し, 残ったものを観察する。
- (3) スライドガラスにトイレ洗浄剤を1滴のせ, それに虫刺され塗布液薬を1滴加える。
- (4) ドライヤーで蒸発乾固し, 残ったものを(2)の結果と比較する。

8-3 結果と考察

- (1) トイレ洗浄剤, 虫刺され塗布液薬を蒸発乾固すると, ごくわずかの粉末が残る。これは, それぞれ界面活性剤やサリチル酸などが含まれているからである。
- (2) トイレ洗浄剤に虫刺され塗布液薬を加えたものは, 蒸発乾固すると, 白い粉末がはっきりと残る。
- (3) 蒸発乾固によりスライドガラス上に生じた粉末を顕微鏡で観察すると結晶が生じたことがわかる。

8-4 留意事項

- (1) トイレ洗浄剤には約9%の塩化水素が含まれているので取り扱いに注意する。
- (2) 虫刺され塗布液薬にはエタノールが多量に含まれているので, 直火で加熱しない。
- (3) トイレ洗浄剤の代わりに炭酸水を用いるときは, 50℃以下の温度で蒸発乾固するとよい。炭酸アンモニウムは約58℃で炭酸とアンモニアに分解するので, 加熱しすぎると残留物はほとんどなくなる。

9 おわりに

実験器具の取扱いや試薬の調製について, 実験例に基づきながら準備, 方法, 結果と考察, 後始末などの視点から考察したが, あくまでも実験例に基づいた一考察であり, 実際の授業では, 子供が水溶液の性質や変化を調べる過程における素材の選定やその教材化, 場の設定などは, 子供の実態や発達に即して, 各教師によってなされる必要がある。

(たかやま けんきち 初等理科研究室長)

北海道立理科教育センター

土壌動物の教材化

宮崎 直高

土壌生物は土壌動物と土壌微生物に分けられるが, 中学校においてはどちらも「生物のつながり」の中で学習する。しかし, 顕微鏡レベルで観察することを考え, 土壌動物に的を絞って教材化した。土壌動物の観察を通して, 生徒の関心と学習意欲を高め, また, その生息環境と出現動物の関係を調べる作業を通して, 環境学習への土壌動物の利用法を検討した。

[キーワード] 中学校 理科 土壌動物 環境学習 簡易ツルグレン装置

はじめに

生徒が自然の事物・現象に興味関心を持ち, 意欲的に課題を解決していく態度を養うためには, 身近な自然の事象に問題意識を持たせることが大切である。土壌動物は自然界で大きな役割を持ち興味深い形態をしている。それを発見し観察することで生徒の関心と意欲を高めることができると考え, 簡便な実験方法の検討を行った。また, その生息環境と出現動物の関係を調べ環境学習への利用法を検討した。

1 土壌の採取

(1) 採取方法

ア 準備

清涼飲料水のブリキ缶 (直径 6.5cm, 上蓋を金きりノコで切断し, 高さ10cm, 330mlの容量としたもの) 木槌, 移植ゴテ

イ 方法

地表から10cm毎に深さ30cmまでの3層を別々に採取し, ビニル袋に入れ持ち帰る。必要に応じて木槌, 移植ゴテを用いる。

(2) 採取地点

ア 理科教育センター裏庭

都市部住宅地

イ 千歳市立向陽台中学校グラウンド

新興住宅地内に造成されたグラウンド

ウ 千歳市泉沢自然林

支笏湖につながる自然林域

エ 札幌三角山

標高311mの市街地に隣接した山

(3) 採取月日

地点	回	1回目	2回目	3回目
理科センター裏庭		6/19	7/7	7/21
本校グラウンド		7/10	7/24	8/8
千歳自然林		7/10	7/24	8/8
札幌三角山		7/11	7/27	未実施

(4) 採取深度

- ア 0cm < (採取深度) ≤ 10cm
- イ 10cm < (採取深度) ≤ 20cm
- ウ 20cm < (採取深度) ≤ 30cm

2 土壌動物の抽出 (簡易ツルグレン法)

市販のツルグレン装置は高価なので授業レベルでも手軽に用意できるよう簡易ツルグレン装置を工夫した。また, ツルグレン法では24~48時間白熱電球を照射することになっているが, 本研修では, 8時間照射で行った。

ア 準備 (簡易ツルグレン装置の組み立て)

アルミ製大型ロート (直径19cm), 三脚, 金網, フィルムケース, 70%エタノール, 電気スタンド (60w白熱電球)

イ 方法

簡易ツルグレン装置に土壌をセットし連続して8時間, 電気スタンドの光を照射して, 土壌中の動物を70%エタノールの入った容器に集める。この容器は多量に必要とするため, フィルムケースを利用した。これを1時間ごとに交換し連続8時間抽出した。また, 電球光が平均して土壌に当たるようにするため予めビニル袋の中で土壌を解しておく。

3 土壌動物の同定分類

(1) 方法

土壌動物を取り、70%エタノールを滴下し双眼実体顕微鏡で観察し同定する。

(2) 結果

同定分類された土壌動物は、科レベルで45種類 724個体であった。そのうち、トビムシ目が10種類 439個体と最も多かった。地点別では千歳市泉沢自然林が26種類 382個体と最も多く、次に札幌三角山の17種類 203個体、理科教育センター裏庭の21種類 134個体、そして最も少なかったのは、千歳市立向陽台中学校グラウンドの4種類5個体であった（ただし、札幌三角山の採取は2回のみ）。理科教育センター裏庭と札幌三角山で袋形動物門のセンチュウが抽出された以外は、すべて節足動物門の土動物であった。各地点で抽出された主な土壌動物を下表に示す。

採集地点	主な土壌動物
理科センター敷地	シロビムシ、ヒメヤブ、センチュウ
グラウンド	ほとんど抽出できない
千歳自然林	シロビムシ、フシビムシ、ヒメヤブ、センチュウ
札幌三角山	フシビムシ、ヤドリガニ、センチュウ

(3) 考察

ア 採取深度について

千歳市泉沢自然林と千歳市立向陽台中学校グラウンド、札幌三角山では0cm～10cmの範囲の土壌から全体の7割の土壌動物が抽出されている。授業に取り入れる場合は、表土だけで殆どの土壌生物を授業時間内に抽出できる地点を事前に調べておくことが必要である。

イ 抽出時間について

どの採取地点、採取深度においても最初の1時間で殆どの土壌動物が抽出された。この結果から授業で実施する場合は1時間で十分な土壌動物を抽出することができる。また、サンプルの土壌に腐葉土等を用いると、30分程度でも十分な量の土壌動物を抽出でき、環境と土壌動物の関わりがわかる。

ウ 採取時期について

自然林の抽出個体数を見ると7月、8月と夏に向かうにしたがって数が増加した。これは夏に近づき気温の上昇に伴う繁殖活動による個体数の増加によるためと考えられる。春にダニの幼生が多く見られたが、夏には成虫しかみられなくなった。三角山では7月11日の採取土壌で、フシビムシが157個体抽出されたが7月27日の採取土壌では3個体をかぞえるのみであった。これらのことから季節による土壌動物の種類の変遷もあると考えられる。

エ 採取場所について

本研修で土壌動物が一番多く抽出されたのは、千歳市泉沢自然林であった。また、札幌三角山や理科教育センター裏庭も次いで多かった。これは、3地点とも土壌に養分を多く含み土壌動物の生育に適した環境であるためと考えられる。千歳市立向陽台中学校グラウンドは4種類5個体と極端に少なく、その種類をみると、他から移入したものと考えられる。グラウンドは人工的に造られた土壌なので生物の生育に適さない。採取場所を選定するに当たっては土壌の質も事前に調べる必要がある。

4 土壌動物を用いた環境教育の検討

自然林のように腐葉土等で養分の多い場所が一番土壌動物の種類数、個体数も多い。また、土壌の質、土壌深度の違いなどによって土壌動物の種類数や個体数が変化する傾向が認められる。このように土壌動物はその生息環境に適した種類や個体数となるので、それを指標に環境をみるができる。このことから、「生物のつながり」や「大地の変化」の『地球と人間』の単元で、身近な素材として土壌動物を観察しその生態を調べることを通して、環境への関心を高めさせていけると考える。
(みやざきなおたか平成7年度前期長期研修員)

水生動物を指標とした水質判定法

秋 山 秀 也

河川に生息する生物は河川の水質の影響を受けやすく、水のきれいな水域と汚い水域とでは生息する生物の種類や個体数が異なることが知られている。そこで、水生動物の調査をすることによりその河川の汚濁の程度を知ることができる。本研修では、札幌市の西部を流れる琴似発寒川を環境学習の素材とし水生動物の調査を行い、環境と水生動物のかかわりを検討し、地域素材の教材化を図ることをねらいとした。

[キーワード] 中学校 理科 環境学習 水生動物 水質階級 指標生物

はじめに

中学校学習指導要領における「人間と自然」の大項目の中の環境教育は、最近特に注目されるようになってきている。環境問題は特定の地域の問題としてではなく、地球規模で考えなくてはならない時期にきていると考える。

環境学習の素材として、より身近な事象を取り上げ、その発展として地球規模での自然環境の保全を考えさせることをねらいとした。そこで、身近な素材として水生動物を取り上げ、環境とのかかわりを調べることを通して、生徒たちが自然に対する興味、関心を高め、積極的に環境保全のためにはたらきかける態度を育成するための地域素材を検討した。

1 水生動物の調査

(1) 方法

ア 調査地点

琴似発寒川に調査地点A～Eを設けた。

- A 河口から19.7km, 標高 215m
- B 河口から16.6km, 標高 105m
- C 河口から 9.3km, 標高 5m
- D 河口から 5.9km, 標高 3m
- E 河口から 1.6km, 標高 1.5m

イ 調査項目

調査項目表をつくり、日時、天候、気温、水温、水深、流速、底質、汚濁度などを記入した。

ウ 水質調査

水質の化学的分析については、 PO_4^{3-} 、pH、 NO_2^- 、 NH_4^+ 、CODの5項目について、パケットテスト（共立化学研究所）を用いて行った。

エ 採集方法

川底に一定の方形区(50cm×50cm)を設定し方形区内の水生動物をすべて採集し、5%ホルマリン水溶液に固定する。水深の深いD、E地点は、金網付たも網を用いて採集した。

オ 分類・同定

水生動物は、検索表や図鑑を用いて分類同定し、5%ホルマリン水溶液の入ったフィルムケースに入れて保存した。

カ 採集期間

採集は6月2日、7月5日、8月2日の3回行った。

(2) 結果

ア 水生動物の種類数と個体数

採集の結果35種類 428個体の動物が得られた。カゲロウ目が種類数個体数ともに一番多く13種 141個体、次にトビケラ目が6種 112個体となっておりこの2目が全体の種類数の54%、個体数の59%を占めている。

調査地点別にみるとA地点はカゲロウ、カワゲラ、トビケラ、軟体動物のカワニナが多く、優占種としてエルモンヒラタカゲ

ロウ、ヤマトビケラ、エグリトビケラ科があげられる。B地点はカゲロウ、カワゲラ、トビケラの他に双翅目のガガンボ科や環形動物のヒルが採集された。優占種はエルモンヒラタカゲロウ、フタマタマダラカゲロウ、ヒゲナガカワトビケラ、ウルマーシマトビケラとなっている。C地点ではカワゲラやカワニナは採集されず、カゲロウ、トビケラもかなり減り、ヒルや同じ環形動物のミミズのなかまが多くなっている。D地点とE地点は種類数が非常に少なく、主に双翅目のユスリカ（赤色）や、ミミズ、節足動物のヌマエビ科、ヨコエビ科が採集された。

イ 水質調査

水質の化学的分析の結果を表1にまとめた。

表1 水質検査の結果（3回の平均）

	A	B	C	D	E
PO_4^{3-}	0	0	0	2.5	1.3
pH	7.1	7.3	7.2	6.9	7.1
NO_2^-	0	0	0.03	0.3	0.2
NH_4^+	0	0	0.1	4.5	1.3
COD	0	0	2	10.3	6.7

2 環境と水生動物のかかわりの検討

ー水生動物による琴似発寒川における水質階級の判定ー

(1) 方法

ア 採集された動物の中から各水質階級の指標生物となる種類を選び、水質階級の表をつくる。

イ 選んだ生物の中から10個体以上採集されたものには◎、10個体未満は○を記入する。

ウ 出現した指標生物の種類数（◎と○の合計）を各水質階級ごとに記入する。

エ ◎をつけた指標生物の種類数を各水質階

級ごとに記入する。

オ 方法ウ、エの数を合計し、その値が最も大きい水質階級をその地点の水質階級とする。

(2) 結果

水生動物による水質階級の判定ではA地点とB地点ではきれいな水（貧腐水性）、C地点とD地点は汚い水（α-中腐水性）、E地点は大変汚い水（強腐水性）と判定された。

(3) 考察

以上の結果と、水質の化学的分析の結果を比較すると一致しない点が少なくない。これはこの判定表が環境庁水質保全局による全国版を使用したため、北海道の指標生物とは合致していないなかまがあることが理由であると思われる。

そこで、琴似発寒川に適した判定法としていろいろな資料をもとに琴似発寒川における各水質階級の指標生物を選定し（表2）、表をつくり直し、判定した。その結果化学的分析の結果ともよく適合した結果が得られた。

表2 琴似発寒川における指標生物

水 質 階 級	指 標 生 物
a. きれいな水 （貧腐水性）	エルモンヒラタカゲロウ、フタマタマダラカゲロウ、エグリトビケラ、ヒゲナガカワトビケラ、ヒビトンボ、アミカ、カワニナ、ガガンボ
b. 少し汚い水 （β-中腐水性）	ヒカゲロウ、モンカゲロウ、アサタラカゲロウ、ガガンボ、シマトビケラ、カワニナ
c. 汚い水 （α-中腐水性）	サホコカゲロウ、ミスミズ、イトミミズ、ヒル、モノアラガイ
d. 大変汚い水 （強腐水性）	ユスリカ（赤）、ナナアブ、サカキガイ、ゴカイ、イトミミズ

（あきやまひでや平成7年度前期長期研修員）

身の回りで起きている化学変化の教材化への検討

ー「化学変化とイオン」における実験・観察についてー

小 西 昭 徳

電池については、中学校学習指導要領では電解質水溶液に2種類の金属片をひたすと電流が流れることを実験から見いださせることがねらいであり、現象的な扱いにとどめている。しかし一方では、電解質水溶液や金属片はできるだけ身近なものを用いて、物質に興味・関心を持たせることになっている。そこで、乾電池にも炭素棒が使われていることも考え、金属片にとられない炭素なども用い、教材化という視点から種々の電池について検討した。

【キーワード】 電池 アルミニウム 備長炭 食塩水

1 はじめに

電池は生徒にとって興味深いものである。しかし、化学変化という視点で見ているかどうかはわからない。そこで、「化学変化とイオン」の導入の段階でイオンに対する興味・関心を持たせたり、また、発展的な学習につながるようにという視点から、身近な素材を活用して簡単に製作できる電池について調べてみた。

2 実験

(1) バケツー炭素棒電池の検討

準備 食塩、濃硝酸、ブリキのバケツ、炭素棒、綿、直流電圧計、直流電流計、太陽電池用モーター、豆電球（2.5V、0.3A）導線

方法

ア ブリキのバケツの縁を紙やすりで磨き、水を入れる。

イ 20cmの炭素棒に綿を巻き、たこ糸でしばって濃硝酸をしみこませる。

ウ バケツの中央に炭素棒を固定し、バケツ内の水に食塩を加える。

考察

条件\測定したもの	電圧	電流
食塩水 硝酸なし	1.25 V	15 mA
食塩水 硝酸あり	1.71	251

・硝酸を用いないものでは太陽電池用モーターが回転し、圧電ブザーが小さく鳴った。

・硝酸を用いたものでは太陽電池用モーター、圧電ブザーがいきおいよく作動した。豆電球もわずかに点灯した。

(2) マグネシウムー銅電池の検討

準備 飽和食塩水、マグネシウムリボン、うすい銅板、キッチンペーパー、シャーレ、太陽電池用モーター、圧電ブザー、直流電圧計、直流電流計、導線

方法

ア うすい銅板を焼き、表面に酸化銅の被膜を作る。

イ 酸化銅の被膜を作った銅板のまわりに、キッチンペーパーを巻く。

ウ イの上からマグネシウムリボンを巻き付け、さらにマグネシウムリボンを密着させるために、上からキッチンペーパーを巻いて輪ゴムで押さえる。

エ シャーレの中に電極を置き、食塩水をしみこませる。

考察

条件\測定したもの	電圧	電流
飽和食塩水	0.82 V	183 mA

・圧電ブザー、太陽電池用モーターが作動した。
・60分間太陽電池用モーターを回し続ける事ができた。

(3) アルミ缶ー備長炭電池の検討

準備 飽和食塩水、5%酸化ナトリウム水溶液、

市街化地域における地質素材の教材化

—札幌市の大地の生い立ちを学ぶ学習を例として—

前田 寿嗣

岩石や地層の学習では、野外実習・観察などで、生徒が直接自然の事物や現象に接することが重要である。しかし、大都市では地質素材の観察に適した露頭は皆無に等しい。このような状況の中で、市街化地域において大地の生い立ちを示す地質素材や地質情報を見だし、それらの教材性と教材化について検討を行った。

[キーワード] 市街化地域 地層 地質素材 地質情報 大地の生い立ち

はじめに

現行の学習指導要領では、観察や実験を行うことが一層重視されているが、「大地の変化と地球」の学習において、市街化地域の学校では野外での観察・実習はほとんど行われていないのが現状である。それは市街化地域に観察に適した露頭がないことと、この単元の学習時期が積雪期に当たることによる。

足元の大地には、その形成に至るまでの様々な歴史が刻まれていることを知ることによって生徒の自然に対する見方は大きく変わることが期待される。

ここでは、地域の地質を理解するために必要な地形の把握の仕方と、市街化地域における地質素材と地質情報を組み合わせた活用方法および教材性について検討した。

1 地域の地形をとらえる

地域の地形をとらえるための方法として次のようなものが挙げられる。

- (1) 見晴らしのよい場所で地形を眺望する。
- (2) 地形図の等高線を色分けする。
- (3) 接峰面図を描く。
- (4) 接峰面図から立体模型を作る。
- (5) 水系図を描く。

これらのうち、とくに接峰面図とその立体模型は、地形をとらえるために有効である。

(3) 結果と考察

接峰面図は、細かな谷地形を省略してあるので、大地形がとらえられやすい。等高線の間隔の変化から、地形区分も行える。

2 接峰面図と立体地形模型の作成

(1) 準備

5万分の1地形図、定規、セロテープ、トレーシングペーパー、発泡スチロールパネル、発泡スチロールカッター、接着剤

(2) 方法

- ①地形図にトレーシングペーパーを重ねてセロテープで止め、2cmの方眼を引く。
- ②各方眼の最高点の位置と標高を読み取り記入する。
- ③記入した標高から、新たに等高線を引き直す(100m間隔、必要なら20m間隔)。
- ④等高線ごとに、発泡スチロールパネルに線を写し取る。
- ⑤発泡スチロールカッターで切り取り、標高の低いものから順に重ねて接着する。

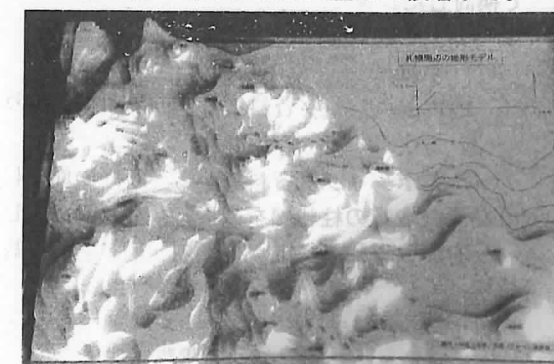


図1 札幌周辺の立体地形模型

でつないで断面図を完成させる。

(2) 結果と考察

いろいろな地域の断面図を作成することにより、地層の広がりを立体的にとらえること

小西 昭徳

アルミ缶、備長炭、活性炭、布、圧電ブザー、太陽電池用モーター、直流電圧計、直流電流計、導線、豆電球(2.5V, 0.3A)

方法

- アルミ缶に濃硫酸を入れ、内側のコーティングを取り、内側に布を敷く。
- 布を敷いたアルミ缶の中に備長炭を電極として入れる。
- 電極のまわりに備長炭を砕いたものまたは活性炭を詰め、電解質水溶液を加える。

考察

条件\測定したもの	電圧	電流
飽和食塩水	0.90 V	0.70 A
5%酸化ナトリウム	1.50	1.15

- ・飽和食塩水では、太陽電池用モーターが回転し、圧電ブザーもなった。豆電球は赤くなる程度であった。
- ・5%酸化ナトリウム水溶液では、太陽電池モーター、圧電ブザーがいきおいよく作動し、豆電球も点灯した。
- ・アルミ缶、飽和食塩水では太陽電池用モーターをつないで24時間以上回転した。
- ・市販の活性炭でもほぼ同じ結果が得られた。

(4) アルミホイルー備長炭電池の検討

準備 飽和食塩水、5%塩酸、アルミホイル、備長炭、圧電ブザー、太陽電池用モーター、直流電圧計、直流電流計、キッチンペーパー、導線、豆電球(2.5V, 0.3A)

方法

- 備長炭の上にキッチンペーパーを巻く。
- アのキッチンペーパーに食塩水をしみこませ、備長炭と接触しないようにアルミホイルを巻く。
- アルミホイルを一極に、備長炭を+極にして電流を流す。

考察

条件\測定したもの	電圧	電流
飽和食塩水	0.95 V	0.70 A
5%塩酸	1.26	1.70

- ・飽和食塩水では、太陽電池用モーターが作動

し、圧電ブザーはうなる程度。豆電球は赤くなる程度であった。

- ・5%塩酸では、太陽電池用モーター、圧電ブザーがいきおいよく作動し、豆電球もわずかに点灯した。
- ・備長炭に紙とアルミホイルを巻き電解質水溶液をしみこませるだけで、ある程度の電圧・電流を得る事が出来るので簡便である。

3 まとめ

バケツー炭素棒電池は、ダイナミックであり、演示実験に適している。マグネシウムー銅電池、アルミ缶ー備長炭電池、アルミ箔ー備長炭電池はどれも太陽電池モーター程度のものは30~40分作動させることができた。生徒の目の前で食塩を加えるとモーターが回り出すことから、電解質・非電解質の導入にも使えるのではないかなと思う。備長炭は普通の木炭より高価なものではあるが、塩酸につけて乾燥させると繰り返し使えることが、いろいろ検討した結果わかった。身近な素材を活用した簡便な電池ということでは、アルミホイルー備長炭電池が優れていると思う。また、生徒実験の場合には、電解質水溶液に食塩水を用いるのが安全で、身近な素材という点でもよいと思う。

4 おわりに

本研修では、種々の電池を製作して太陽電池用モーター等を作動させたが、こうした直接体験の重要性を再確認することができた。このような体験を手軽にさせられる簡便な教材の開発に向けて、今後も努力していきたいと思う。

参考文献

- (1) 滝川・洋二(1995):戦後50年目の「木炭テレビ」, 科学朝日
 - (2) 盛口 襄・高田 博志(1990):いきいき化学アイデア実験, 新生出版
- (こにしあきのり平成7年度6か月長期研修員)

立体地形模型は、いろいろな方向から観察できるので、地形を立体的イメージでとらえるのに大変有効である。

3 市街化地域での微地形の観察

(1) 準備

5万分の1地形図、地質図など。

(2) 方法

①地質図から、扇状地や自然堤防などの地質やその範囲を読み取る。

②地形図の等高線を調べ、地形の特徴が表れていると思われる地域を選び出す。

③現地観察を行い、道路面の傾斜などを確認する。

(3) 結果と考察

露頭のない市街化地域でも、視点を定めて野外観察を行うことにより、扇状地中央部の高まりや扇頂から扇端にかけての傾斜、自然堤防の緩やかな傾斜などを観察することができる。地質図から得られる情報を組み合わせて、なぜこのように土地が傾斜しているのかを考えさせることにより、大地の生い立ちを考察させる導入とすることができる。

4 地質ボーリング資料の活用

市街化地域では、地質ボーリング調査が数多く実施されており、それらの資料から地質断面図や立体地質断面模型を作成し、教材性について検討した。

4-1 地質断面図の作成

(1) 準備

地質ボーリング資料集、グラフ用紙、のり

(2) 方法

地質ボーリング資料集から、断面の作成に必要な地域の柱状図を選択し、柱状図のコピーをグラフ用紙に並べて貼る。同じ岩相を線

ができる。さらに、地層の重なり方から、その地域の大地の生い立ちを読み取ることができる。

4-2 立体地質断面模型の作製

(1) 準備

地質断面図、透明ラベル、カラーOHPシート、塩ビ板、カッター

(2) 方法

作成した断面図を透明ラベルにコピーして塩ビ板に張り付け、カラーOHPシートで岩相を色分けする。いくつかの断面図を格子状に組み合わせる。

(3) 結果と考察

地下の地層の様子をいろいろな方向から観察でき、地層の広がりや空間的にとらえることができる。地域の地質の特徴を見るには大変有効である。

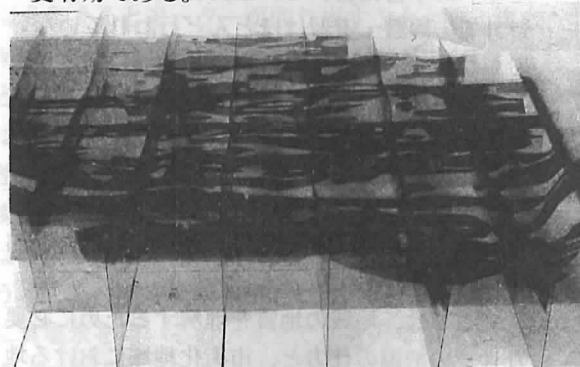


図2 札幌市の立体地質断面模型

おわりに

露頭のない市街化地域でも、視点を定めて観察することによって地質素材を見いだすことができる。さらに地質図やボーリング資料などの2次情報を組み合わせることによって、地域の地質素材を生かした、大地の生い立ちを探る学習のための教材化を進めることができる。

(まえだ としつぐ 平成7年度長期研修員)

湧別川周辺の地学的自然環境の教材化

相原 繁喜

中学校理科の「大地の変化と地球」の指導においては、地域の自然を生かし、自然と触れ合う機会の多い授業を展開する必要がある。そこで、生徒が自分たちの住む郷土の自然に目を向け、興味・関心を持って意欲的に取り組めるように、湧別川周辺の地質・地形を用いた教材の製作と検討を行った。

〔キーワード〕 上湧別町 れき 山の形 河岸段丘 大地の成り立ち

はじめに

これまで身近にありながら身近なものとして受け取ってこなかった郷土の自然を取り上げ、できるだけその自然に直接触れ、観察や実験を行って、その結果をもとに生徒が自ら思考し、空間概念や時間概念をとらえられるようにさせたいと考えた。そこで、「上湧別町の大地の成り立ち」を指導するための学習の流れを想定した指導のストーリーを構成し、これに基づいて野外学習を行い教材研究を進めた。

想定される学習の流れと学習内容

1 上湧別町の土地の特徴をあげてみよう。

日常生活の中で実感できる土地の特徴を取り上げ、なぜそのような特徴があるのか追究する。

○ 校舎周辺の土地の特徴について調べる。



図1 校舎周辺に見られるれきの様子

2 上湧別町の大地のつくりを調べよう。

(1) 穴を掘って土地のつくりを調べよう。

学校の裏の荒地とグラウンドに穴を掘って土地を比較し、特徴をまとめる。

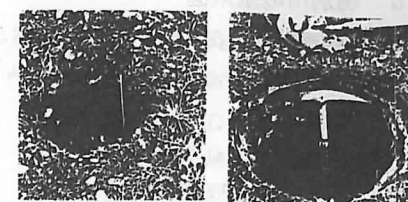


図2 荒地の穴(左)とグラウンドの穴

(2) 川原のれきの特徴を調べよう。

校舎裏の川原のれきを色区分による種類分けをした後、粒による基準で区分けし、火成岩と堆積岩に分ける。そしてその特徴を知る。

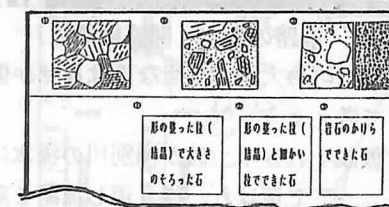


図3 堆積岩と火成岩の分類表

(3) 校舎裏の川原や校舎の周辺に見られるれきはどこからきたのか調べてみよう。

観察地

- ① 富美川中流域の川原
- ② 生田原川と湧別川の合流地点
- ③ 十勝石沢川と湧別川の合流点

3 上湧別町の大地の成り立ちを考えよう。

(1) 山の形から考えよう。

湧別川の左岸と右岸に位置する山の形とその地質を観察して比較し、特徴をとらえる。

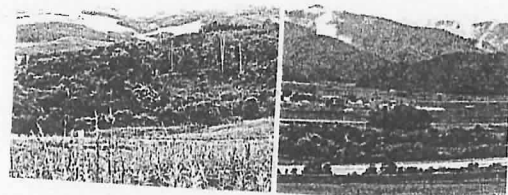


図4 湧別川の左岸と右岸の山(右)の形

(2) 湧別川の水系図を作成し、その特徴を考えよう。



図5 湧別川の水系図

(3) 縦断曲線の遷移点に当たる地点を観察しよう。

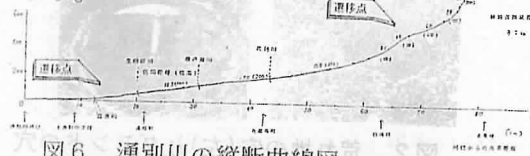


図6 湧別川の縦断曲線図



図7 流路の変化(開盛橋周辺)

(4) 上湧別町の大地が平坦なのはなぜか仮説を立てて考えよう。

- ・ 仮説；れきや土砂が湧別川の流水によって運ばれ、繰り返し流路を変えて堆積したので、平地になった。

(5) 湧別川のはんらん原の広がり調べる。

調査方法

- ・ 黒曜石の分布図を作成する。
- ・ 築堤以前の旧河川の跡を観察する。(明治30年頃の地形図を使用)



図8 明治30頃の地形図

(6) 土地のつくりについて、地質資料に基づいて考察する。

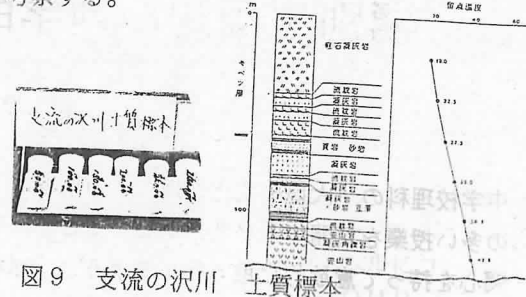


図9 支流の沢川 土質標本

(7) 上湧別町の大地の成り立ちについてまとめよう。

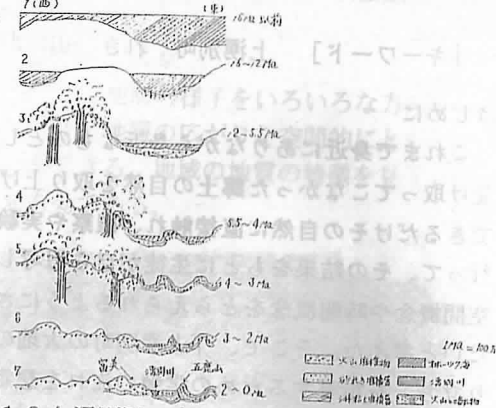


図10 上湧別町の大地の成り立ち

4 上湧別町の大地の特徴と人々の生活との関わりについて調べよう。

- (1) 粘土や砂れきの産地と利用について取材して調べる。
- (2) 岩石の建築物への利用について調べる。
- (3) 土地の条件と農業の関連を調べる。
- (4) 先史時代の町内及び周辺地域の土、れきなどの利用について調べ、上湧別町の自然環境の様子について考える。
- (5) 五鹿山麓の粘土を利用して、素焼き土器を作成し、使用してみる。



図11 素焼き土器(五鹿山麓、せり器粘土)おわりに

地域の地学的な素材を教材化するには本研修の手法が有効である。

北海道立理科教育センター

気象学習における身近な素材の活用について

—— 冬季における気象現象の教材化の検討 ——

相原 繁喜

中学校理科の「天気とその変化」の指導においては、生徒が日常、体験する地域の気象現象を多く取り入れた授業を展開する必要がある。そこで、冬季における気象現象の教材化をテーマとして、観察に基づいた学習を展開し、低気圧の通過による天気の変化を中心に「大気中の水」「気圧と風の吹き方」「大気と海洋」「大気の大循環」など、基本的な気象現象の仕組みを理解させることをねらった検討を行った。

[キーワード] 観天望気 露点 気圧配置 地形モデル 地表凍結 流水 積雪相当水量

はじめに

生徒が直接身近な自然に触れる観察や実験を行い、その結果に基づいて自然現象の基本的な仕組みをとらえさせたいと考えた。そこで冬季を3期に分け、観天望気による観測に基づいた身近な気象現象の教材化を検討した。

1 「晩秋に見られる気象現象の教材化」

(1) 霧について調べてみよう。

晩秋から初冬にかけて、よく晴れた日の翌朝、平地にできた霧を観察して、霧と地形や気圧配置の関係の教材化を検討した。

表1 観測結果

観測地	平地 80m	100m	200m	頂上 246m
気温	2.0	5.0	6.0	7.0



図1 霧の様子(11/6 遠軽町)

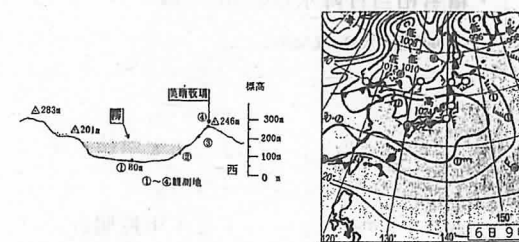


図2 観測地の断面



図3 気圧配置

2 「厳寒期に見られる気象現象の教材化」

(1) 降雪と気圧配置や地形との関係調べよう。

降雪のあった日、観測して地域(校区内)別に降雪量を比較すると、異なっていた。その原因を地形モデルを用いた実験によって探究し、教材化の方法を検討した。

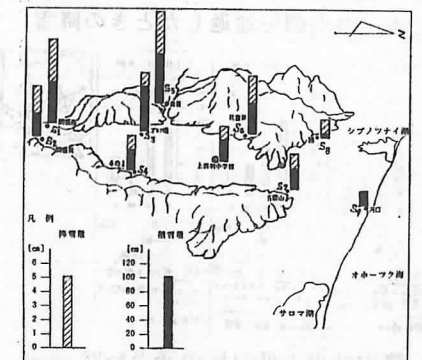


図4 降雪量の観測結果(2/15 上湧別町)

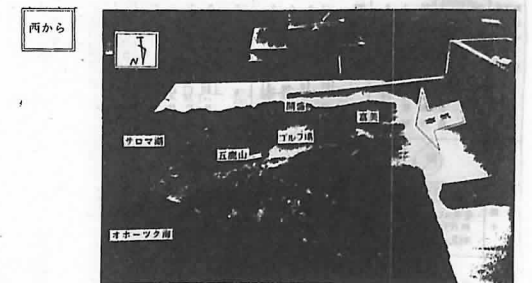


図5 地形モデルによる寒気の流入(西風)

3 「流水接岸期に見られる気象現象の教材化」

(1) 流水と気象の関係を調べてみよう。

道東の海岸に見られる流水の動向と気象の関係を調べ、地域の自然環境への影響を調べる。

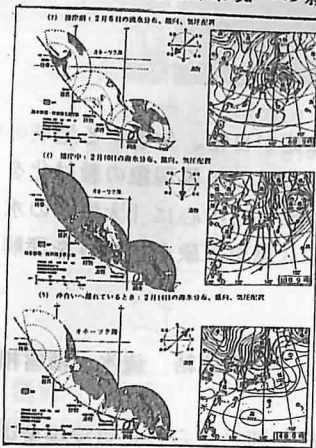


図6 海水の分布と風向、気圧配置

・流水の沿岸漁業への影響（聞き取り調査）

悪い点 漁具が破壊される。

良い点 海の生態系が保たれ好漁場となる。

4 「冬の天気の特徴と生活との関わりについて」

(1) 低気圧の通過経路と降雪

① 本道の南側を通過したときの降雪

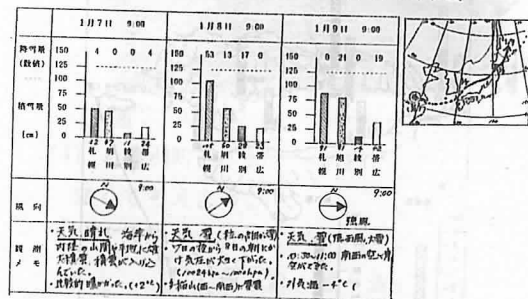


図7 降雪結果と低気圧の通過経路

② 冬型気圧配置による降雪

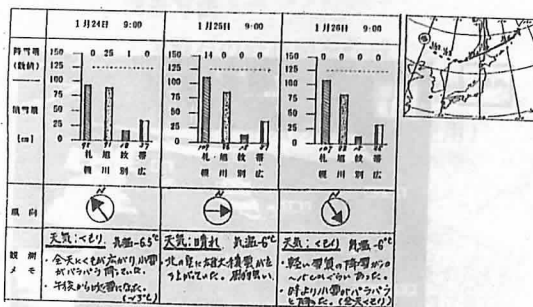


図8 降雪結果と低気圧の通過経路

(2) 地表凍結の深さを調べよう。

身近に見られる地表凍結を教材化する方法を検討した。

(積雪中) (積雪無)

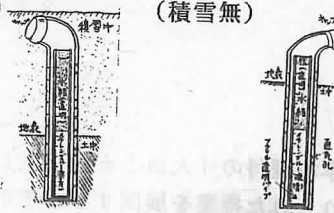


図9 地表凍結の観測装置

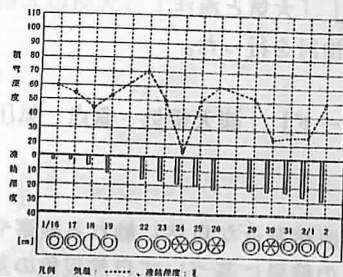


図10 地表凍結（積雪無）

(3) 水資源としての積雪を考えよう。

雪が担う人々の生活への関わりを調べるために水資源という視点で、雪という素材を教材化する方法を検討した。

- ・流域面積 = 1,293km²・・・①
- ・平均積雪深度 = 79.7cm・・・②



図11 積雪相当水量の算出流域

表2 教材化への検討

- ・積雪平均密度 = 0.25g/cm³・・・③
- ・積雪相当水量 = 2.6 × 10⁸m³・・・④
- ・積雪相当日降水量 = 201.1mm・・・⑤

おわりに

気象素材を教材化するには、観天望気による観察に基づいた手法が有効である。

(あいはら しげき 平成7年度1年長期研修員)

北海道立理科教育センター

'95-'96 研究発表・表彰等一覧

口頭発表

魚の鱗移植による免疫の教材化
雪や氷に親しむ教材の理科教育への活用
環境認識の実態に基づく理科の

野外学習指導法(2)

ー実験器具の取扱と試薬の調整ー

高分子物質の指導展開について

生物教材としてのイエバエ

天文学習における

簡単な観測装置の製作と活用

プールの物理的領域での教材化

魅力ある理科教育研修講座への一考察

物理教育の背景と未来への一考察

生物教材研究の文献・資料集の作成について

風景を読む力を育てる地学教育

野外での体験的理科教材の開発I

ープールの活用ー

バンゾー・ジャンプ方式による無重力教材の開発

片岡	第58回日本生物教育学会	1995.1
中里 永田 河原	雪氷学会北海道支部研究会	1995.6
松田 恩藤知典	日本地学教育学会第49回大会	1995.8
高山	全理セ初等理科部会	1995.9
八島	全理セ化学部会	1995.10
川島	全理セ生物部会	1995.10
志佐	全理セ地学部会	1995.10
中里 永田 大久保	全理セ物理部会	1995.11
永田	全理セ物理部会	1995.11
永田	物理教育学会道支部研究会	1995.12
片岡	第60回日本生物教育学会	1996.1
松田 下野洋	日本地質学会第103年会	1996.3
中里 永田 大久保	96春季応用物理学会	1996.3
中里 永田 大久保	日本物理学会第51回年会	1996.4

誌上発表

物理教育の振興を考える

情報発信基地としての北海道の地域性を

生かした科学文化活動づくり

北海道科学の祭典の記録

雪や氷に親しむ教材の理科教育への活用

広領域教育研究能登大会に参加して

国指定史跡手宮洞窟を中心とする

小樽北部の地理的地質的環境

チエトナイ地名考

ー北海道及び小樽市における地質に関わる

アイヌ語地名の研究ー

小樽市におけるオコパチ・カツナイ・

ウツルウシ地名考

ー地名研究における旧記・文献地形学

的手法によって得られる情報の総合

的研究ー

小樽市春香町洞窟遺跡（予報）

ー特に遺跡の立地環境についてー

学会・研究会・研究助成等について

小樽市管内の地質について

博物館とその活用

ー特にユーザーの立場から見た博物館の

課題と地域に根ざした博物館づくり

に関わってー

児童性と環境認識の実態（その2）

永田	物理教育 VOL. 43 NO. 1	1995
永田	物理教育研究 VOL. 23	1995
永田	理科 VOL. 25 NO. 2	1995
中里 永田 河原	北海道の雪氷 VOL.	1995
中里	広領域教育 NO. 38	1995
松田	手宮洞窟修理事業報告 文化庁1995	
松田 福岡イト子	小樽市博物館紀要 VOL. 9	1995
松田 福岡イト子	小樽市博物館紀要 VOL. 9	1995
石神敏 松田	小樽市博物館紀要 VOL. 9	1995
片岡	道生物教育会誌 VOL. 18	1996
山岸 松田	平7調査研究成果報告書	
松田	道地下資源調査所	1996
松田	Boreoloprithecus	
松田 藤田郁男	地学団体研究会道支部報	1996
松田 藤田郁男	平7国研文部省平7科研費	
松田 藤田郁男	試験研究B-1研究成果報告書	1996

研究紀要第8号(1996)

理科教育指導資料総目次

研究奨励等

平成7年度(第34回)下中科学研究助成金

高等学校生物における免疫実験の教材化の研究

一特に普通高校においても実施可能な免疫実験の開発と教材生物の検討—

バンジジャンプ方式による無重力実験教材の開発

片岡

永田

北海道科学文化協会科学教育活動実践表彰

高等学校教員の研修と実践交流に対する表彰

BUTURIサークルほっかいどう

(代表 永田)

第1集 中学校理科・第1分野篇 (昭和45年3月)

- 1 探究の過程を考える —化学教材を例として—
実験計画(第1段階) / 外観 / 水溶性 / 水溶液の液性 / 水溶液の電気伝導性 /
実験計画(第2段階) / 溶解度 / 結晶形
- 2 水素
水素の発生・捕集 / 水素の性質 / 爆鳴 / 危険防止
- 3 気体の密度
二酸化炭素 / 酸素
- 4 クロマトグラフィー
ペーパークロマトグラフィー(簡易上昇式) / ペーパークロマトグラフィー(円形) / チョーククロマトグラフィー / 陽イオンの分離測定 / 植物色素の分離
- 5 物質の粒子性
ろ過・透析 / 物質の状態変化 / 結晶形の観察 / 拡散 / ブラウン運動 / 気体の体積変化 / 放射性物質の変化
- 6 化学変化における重さの保存
水とアルコールの混合 / いろいろな物質の燃焼 / 大理石と塩酸の反応 / 鉄とイオウの反応 / 重さの保存を示す他の実験
- 7 化合の規則性
水素と酸素との反応 / 亜鉛と塩酸との反応 / 測定値の処理 / 酸化第二銅と水素との反応
- 8 単分子層の厚さ
オレイン酸の薄膜の厚さを測定し、分子の大きさのオーダーを推定する
- 9 電流
1 保存量へのアプローチ
2 電流と電圧の関係
3 電流回路のブラックボックス
- 10 二極真空管の整流作用
実験の概要 / 用具 / 方法 / 実験例 / データーの解釈
- 11 オシロスコープの活用
概観 / オシロスコープによる電流の測定と波形の観察 / 二極管の整流特性の観察 / オームの法則の視覚化 / オシロスコープの測定器としての優秀性 / 波形の写真撮影について / シンクロスコープ
- 12 イオン
電解質と非電解質 / 水溶液中の電流と金属中の電流 / 水溶液中で電気を運ぶものは何か / 電解質は、水にとけてはじめてイオンになるのか・すべてイオンからできているのか / 水溶液中のイオン濃度がませば電流は流れやすくなるか
- 13 中和
中和による水の生成 / 中和の途中の経過をみる / 中和における酸塩基の反応量の関係 / 指示薬を利用する中和滴定・pH曲線を利用する方法・中和熱を利用する方法・電気的方法による中和滴定・その他の方法
- 14 運動とエネルギー
1 直線運動のあらわれ方
歩行実験 / 平面上の台車の移動
2 等加速度直線運動
斜面上を下向きに走る台車の運動 / 落下運動
3 力と運動
慣性の法則 / 加速度と力および質量の関係
4 重力による位置エネルギー
5 運動のエネルギー
(参考) 交流記録タイマーの作り方

第2集 中学校理科・第2分野篇 (昭和46年3月)

- 1 花粉と胞子
花粉の発芽 / 胞子の観察と前葉体培養の方法
- 2 生物と細胞
細胞のつくり / 細胞分裂
- 3 分類
模式図の分類 / 植物の分類(木本の分類) / 植物の類縁関係 / 植物の系統
- 4 地球を取り巻く宇宙
地球・月・太陽 / 太陽の運動 / 太陽系
- 5 光合成と呼吸
発芽種子による呼吸の測定 / BTB液の性質 / 光合成と呼吸の相互作用
- 6 植物体のつくり
根の断面のつくり / 茎のつくり / 葉のつくり
- 7 動物の物質交代
血液・血球の観察 / 血液(赤血球)の酸素化と還元 / デンプンや糖類などの検出(予備実験) / だ液のはたらきと温度・pHとの関係 / 消化と吸収のモデル実験
- 8 大気中の水
水の状態変化とエネルギー / 蒸発 / 温度と露点の測定 / 雲と凝結高度
- 9 刺激と反応
カエルのせき髄反射 / カエルの神経脚標本による刺激とその反応
- 10 植物群落の観察と測定
植物群落の観察と測定 / 植物生育型(Growth form)の調査 / 測定結果の整理
- 11 地かくの変化と地表の歴史
火山活動とマグマ / 火成岩の特徴 / 地震 / 地かくの変化と地表の歴史

資料編

- 第3集 小学校編 (昭和47年3月)
- A 生物とその環境
- ・ショウジョウバエ
 - ・ニワトリのたまご
 - ・植物標本 (その作り方と野外利用のための整備)
- B 物質とエネルギー
- ・二酸化炭素
 - ・青写真感光紙のつくり方
 - ・酸素
 - ・水溶液の電気伝導性
 - ・ものが溶けるときの熱の出入り
 - ・酸性・アルカリ性・中和
 - ・電流とエネルギー (電流回路)
 - ・電流とエネルギー (電流の発熱作用)
 - ・電流とエネルギー (電流の磁気作用)
- C 地球と宇宙
- ・月の動きと形の変化
 - ・川原のれきと砂の観察 (流水のはたらき)
 - ・太陽の動きと温度

- 第4集 高等学校・地学篇 (昭和48年3月)
- I 第三系の地域 (門別から様似まで) 露頭No. 1~13 第三系層序表
- II 中生界の地域 (浦河から様似まで) 露頭No. 14~16
- III 先白亜系の地域 (1 不変成の地域) 露頭No. 17~19
(2 変成帯の地域) 露頭No. 20~24
- 野外観察の学習過程

- 第5集 基礎理科 (昭和49年2月)
- 仮説の方法と探究の過程
- 数量データの処理と高校理科
- 溶解現象および溶液についての一考察
- 基礎理科の研究
- I 基礎理科の性格 1 設けられた理由 2 基礎理科の性格
- II 基礎理科の構成 1 構成にあたって 2 全体構成について
- III 基礎理科の内容構成案
- IV 基礎理科の展開例
- 1 惑星の視運動と運動の法則
 - 2 化学反応とエネルギー
 - 3 自然事象のばらつき
- 参考資料 基礎理科の履習状況

- 第6集 小学校編 (昭和50年3月)
- A 生物とその環境
- コン虫の生活と形態の観察
- 1 コン虫の生活の観察
 - 2 コン虫の形態の観察
- B 物質とエネルギー
- 磁石とコイル
- 1 磁石とコイル<1>
 - 2 磁力の変化
 - 3 磁石とコイル<2>
- やじろべえ・てんびん・風車とばね
- 1 やじろべえ
 - 2 てんびん
 - 3 風車
 - 4 ばね
- 燃焼とさび
- 1 燃焼
 - 2 金属のさび
- C 地球と宇宙
- 地層
- 1 地層と流水の関係
 - 2 地層の厚さと広がり
 - 3 地層の野外観察
- 火山と岩石
- 1 火山活動でできた岩石と土地
 - 2 火山の噴出物

- 第7集 高等学校編 (昭和51年3月)
- 科学認識におけるモデリング
- 物理実験における電卓の利用
- 照度測定と光エネルギー
- 単振動

酸化と還元
錯塩と錯イオン
発芽種子の物質交代
小進化のしくみ
高層気象

- 第8集 中学校編 (昭和52年3月)
- 理科の学力構造を探る (昭和51年度入学者選抜学力検査実施結果の分析)
- 第1分野
- 力学的エネルギーの変換と保存
- 仕事とエネルギー
- 電流の発熱とエネルギー
- 化学反応の見方と考え方
- 気体の性質
- 第2分野
- 植物の生活と環境への適応
- 土壌動物と食物連鎖
- 火成岩をつくる鉱物
- 化学薬品の取り扱い
- 試薬とは何か
- 試薬にはどのような規格があるか
- 試薬の品質の保持をどうするか
- 危険薬品にはどのようなものがあるか
- 薬品の管理と事故防止をどうするか
- 廃水処理をどうするか
- 資料 1 消防法危険物及び準危険物
- 資料 2 毒物及び劇物取締法の対象となる化学薬品(抄)
- 資料 3 毒物及び劇物の廃棄(毒物及び劇物取締法による)

- 第9集 (昭和53年3月)
- これからの理科教育へのひとつのパラダイム
- 環境科学教育への志向
- 環境科学教育講座
- 環境科学教育部会3年間の歩み
- 前線による降水の地域性
- 河川環境の変化と生物相
- 人為的作用による植生の変化
- 環境放射線の測定とその性質
- 高等学校化学実験法解説
- 沸点・融点と分子量の測定
- 理科工作ガイド
- アクリル樹脂材を用いた自作教材(教具)の製作
- 星座指導のためのピンホールスライド製作
- 簡易気体発生装置の製作

- 第10集 (昭和54年3月)
- 「理科I」研究の課題
- 「理科I」前期研修講座
- 研究の経過とその概要
- 運動のエネルギー
- 物質の化学反応
- 生物の進化
- 地表の変化
- 「理科I」後期研修講座
- 力と運動
- 原子の質量と化学反応の量
- 遺伝と変異
- 地球の形状
- 力と運動
- 物質質量
- 細胞とその分裂
- 地球の運動

- 第11集 (昭和55年3月)
- 研究のあゆみ
- 新しい学習指導要領と低学年理科
- 1 はじめに
 - 2 低学年理科改訂の経緯
 - 3 低学年理科の改訂の方針
 - 4 低学年理科の目標について
 - 5 低学年理科の内容について
 - 6 低学年理科学習指導上の諸問題
- 低学年理科における学習活動の工夫

研究紀要第8号(1996)

植物の葉、花、実を使った活動
植物の世話をする活動
動くおもちゃを作る活動
磁石を使った活動
物の影を利用した活動
雨水、氷などを使った活動
石を使った活動
物を水に溶かす活動
おもりで動くおもちゃを作る活動
日なたと日陰の地面の様子を比べる活動
砂や土と水を使った活動
資料 1 草花の栽培について
資料 2 製作活動について
資料 3 野外観察指導上の留意点
低学年理科学習指導の展開例
乾電池と豆電球
音遊び

第12集 (昭和55年3月)

研究の経過とその概要
〈力とエネルギー〉
1 仕事と熱
2 力学的エネルギーの変換と保存
3 エネルギーの変換
〈物質の構成と変化〉
1 物質量
2 物質の化学変化一定性的な見方―
〈生命の連続性〉
生殖と発生
〈地球とそのしくみ〉
1 地球の運動
2 地球の熱収支
3 アンモナイト化石の模型とその活用

第13集 (昭和56年3月)

実験方法の開発、自作教材製作など
圧力
電流と電圧
電流と磁界
加熱による物質の変化
純物質の融点・沸点
水溶液とイオン
校庭の生物を用いた「生物の種類と生活」の展開
発芽における物質変化
天気の変り変わり
地層と堆積物
火山の様子と火成岩
移動理科教室の巡回指導から

第14集 (昭和57年3月)

「理科Ⅰ」の指導と展開
「人間と自然」の指導と展開
Ⅰ 内容構成と配当時間
Ⅱ 学習指導内容の要点
Ⅲ 実習題材の展開
実習 1 水槽のミニ生態系の観察
実習 2 ウキクサの繁殖と水質
実習 3 底生昆虫による水質の判定
実習 4 太陽エネルギーの変換
「地球とその仕組み」の指導と展開
Ⅰ フーコー振子の実験
Ⅱ 大気の大環境のモデル実験
Ⅲ 地球の内部構造に関する実習
観察・実験の指導ポイント
Ⅰ 滑車を用いた力学台車の実験
Ⅱ 散弾によるモルのモデル実験
Ⅲ フキバッタの減数分裂の観察
「理科Ⅰ」における単位の取扱い
「理科Ⅰ」関係の出版資料
「理科Ⅰ」と小・中学校理科との関連表
高等学校理科観察・実験に関する調査の報告
1 調査の実施
2 調査結果及び講座内容の検討

第15集 (昭和58年3月)

身近な素材をつかった観察・実験
植物の世話をする活動 (ヒマワリ)
ゴムとおもりで動くおもちゃ (ローラー車)
植物の成長と養分及び日光との関係 (ジャガイモ)
空気
音
水に溶けるもの
水溶液と植物のしる
土・砂を利用した活動
音

理科学習上の質問に答えて

- ・ 科学的指導はどのようにすすめるか。
- ・ 低学年理科の評価は、具体的にどのようにしたらよいか。
- ・ ヘチマの学習のねらいや指導のポイントは何か。ヘチマ以外に利用できる植物は何か。
- ・ メダカの飼育の仕方や産卵のさせ方はどうしたらよいか。観察のポイントは何か。
- ・ モンシロチョウなどの昆虫を飼育し、変態の観察を実施するにはどうしたらよいか。
- ・ 昆虫の体のつくりの特徴をとらえさせる指導のポイントは何か。
- ・ 道内で使用されている教科書には、どのような「じしゃくあそび」があるか。
- ・ ぬい針で磁石をつくるには、どのようにするか。また、鉄が磁石になるのはなぜか。
- ・ 導線に流れている電流を方位磁石で調べるには、どのような方法があるか。
- ・ 水流ポンプ(アシビレータ)でどの程度の真空に関する実験ができるか。
- ・ 「てんびん」や「てこ」が、「つりあい」の状態になっているとき、力の関係はどうなっているか。
- ・ せっけんの溶ける様子を観察させる際に、(1)溶液が白濁する (2)せっけんが水でふやける (3)溶液が寒さで固まるなどの点があるが、教材として適当か。
- ・ 2年生のせっけんの溶け方の学習において、「とける」ということをどうとらえさせればよいか。
- ・ 4年生のほう酸の溶け方の学習で、「とける」ということと、「まざる」ということを児童に指導するにはどうしたらよいか。
- ・ 水溶液中のほう酸が、ビーカーの中で均等に分布し溶けていることを確かめるよい方法はないか。
- ・ 教科書では、水100℃で沸騰し、0℃で凍りはじめとなっているが、実験ではどうしても100℃で沸騰しない。0℃でも凍らない。効果的な実験方法はないか。
- ・ 5年生の二酸化炭素の重さに関する実験で、筒、箱などに段をつくり、ろうそくに点火してふたをすると、下から消えずに上から消えていく。よい実験方法はないか。
- ・ 6年生のろうそくの炎の学習の際に、外炎の部分の観察で物足りない感じが残るが、何かよい工夫はないか。
- ・ 正午に太陽が1日中で最も高い位置にあることになっているが、観測すると11時30分ごろであった。どうして異なるのか。
- ・ 方向を表わす方位と方角のちがいは何か。
- ・ 天体の動きで「みかけの動き」、「真の動き」とは、どのようなことをいうか。
- ・ 1日の太陽の通り道 (日周運動) のおおよその方位角と高度が知りたい。
- ・ 月の動きを毎日時刻を定めて観測すると、高度、方位がちがうのはどうしてか。
- ・ 月の指導を、学校で一斉に学習させる方法はないか。
- ・ 月と太陽の動きを同時に観察し、それぞれの通り道を学習する方法はないか。
- ・ 星や星座を観察するときの留意点は何か。

理科実験器具・薬品の扱い方

顕微鏡の扱い方
計量器の扱い方
電気器具の扱い方
薬品の扱い方
気象器械の扱い方

第16集 (昭和59年3月)

自然を調べる能力と態度について

学習指導要領のねらいと自然を調べる能力と態度の関連表 第1分野 第2分野

自然を調べる能力と態度を重視した観察・実験例

- Ⅰ 浮力
- Ⅱ 化学反応における量の関係
- Ⅲ 金属の電気抵抗
- Ⅳ 化学反応と熱の出入り
- Ⅴ 水中の微小生物の観察
- Ⅵ 細胞の観察
- Ⅶ 天気の変化

理科学習指導上の質問に答えて

- ・ ばねに加えた力とばねの伸びは、弾性限界内では常に比例するか。
- ・ 電圧の考え方を水流モデルで具体的に扱うにはどのような方法があるか。
- ・ オームの法則が成立しないとき、抵抗をどのように指導すればよいか。
- ・ 純物質の融点に関する実験で、素材として、P-ジクロロベンゼンを用いているが、常に文献値より3~4℃低く測定される。どのような原因が考えられるか。また、実験終了後、試験管の底に固着した試薬の後始末はどのようにしたらよいか。
- ・ 試薬の調製の際に、純水でなく水道水を用いても、実験に支障はないか。また、学校の水道水は、BTBで明らかにアルカリ性を示すが、どのような原因が考えられるか。
- ・ 土中に微生物が存在し、有機物を分解していることを指導するには、どのような観察実験をしたらよいか。
- ・ シダ植物を生徒に観察させるには、どのような方法があるか。また、胞子を発芽させる方法を知りたい。
- ・ 身近な植物のなかま分けは、具体的にどのように扱えばよいか。
- ・ 野外学習のとき、地層をどのように観察させたらよいか。また、観察で注意しなければならないことは何か。
- ・ 地層の観察からどのようなことがわかるか。

- ・授業に観察・実験を多く取り入れていくためにはどうしたらよいか。

第17集 高等学校「理科Ⅱ」編 (昭和60年3月)

「理科Ⅱ」について

「理科Ⅱ」の指導の要点

水を中心にした観察・実験例

Ⅰ 河川を調べる

Ⅱ 水生動物と水質

Ⅲ 水質調査法

Ⅳ 水の運動

1 液体の深さと圧力

2 対流

3 流線

講義・講演 (要旨)「森と水と人」 北海道大学農学部教授 東 三郎

本道における「理科Ⅱ」の実践状況

第18集 小学校理科編 (昭和61年3月)

基本的な観察・実験の工夫

メダカの飼育と観察

植物相互の関係

温度による水の状態の変化

「風車」の学習

電磁石の強さの調べ方

地層の観察の仕方・まとめ方

教材・教具の製作と有効な活用

身近な植物をつかった製作と遊び

二酸化炭素の発生装置の工夫

光の学習における実験装置の工夫

簡易太陽高度測定器とコマ型日時計の工夫

理科学習上の質問に答えて

- ・飼育や観察の教材として適している昆虫の飼育法とふやし方について知りたい。
- ・小学校における植物栽培用教材園の経営は、どのようにすすめるか。
- ・アブラナは教材としてどのようにすぐれているか。これを栽培する方法は。
- ・アブラナに代わる教材には、どのようなものがあるか。
- ・小学校理科で扱う理科薬品について、実践上大切なことは何か。
- ・回路に流れている電流の強さ(大きさ)を調べるには、どのような方法があるか。
- ・方位磁針を直すには、どうすればよいか。
- ・スチールウールをつかって磁石をつくるにはどのようにするか。
- ・北海道で最も身近な素材である雪を、教材化できないだろうか。
- ・北海道の冬期間に、氷点下になる「寒さ」を教材化できないだろうか。

北海道における栽培植物などに関する地域性の調査

第19集 人間と自然編 (昭和62年3月)

Ⅰ 「人間と自然」を重視した理科教育

Ⅱ 大地 1 大地と人間のかかわり

2 指導項目の関連:大地

3 観察・実験の例:大地

Ⅲ 水 1 水と人間のかかわり

2 指導項目の関連:水

3 観察・実験の例:水

Ⅳ 空気 1 空気と人間のかかわり

2 指導項目の関連:空気

3 観察・実験の例:空気

Ⅴ 生命 1 人間の生存の条件

2 指導項目の関連:生命

3 観察実験の例:生命

Ⅵ 資料 1 中学校における「人間と自然」の学習に関する調査

2 「人間と自然」を意識した指導のためのマトリックス

第20集 中学校理科編 (昭和63年3月)

身近な自然を素材とした観察、実験の工夫

放電式記録タイマー用記録テープを用いたオームの法則と抵抗の実験

オシロスコープの操作と観察、実験の例

物質と反応

物質と原子

物質とイオン

昆虫類の生活と環境

植物の蒸散と吸水の観察

血液と心臓の観察

空間概念を深める天体教材の工夫

教材・教具の製作と有効な活用

針金で作ったつるまきばねの実験

電磁気に関する教材製作とその利用

簡易気体発生装置の工夫

岩石・鉱物観察のための装置の工夫と活用

黒板演示による2力・3力のつり合い

理科学習指導上の質問に答えて

- ・水の深さと圧力との関係調べるための実験器具とその取り扱いを知りたい。
- ・実験後の廃液処理の方法について知りたい。
- ・ベネジクト液とブドウ糖の反応で、突沸を防ぐにはどうしたらよいか。
- ・酸・アルカリの性質を調べる場合、リトマス紙の変化が分かりにくい。
- ・放電現象とは何か。また、真空放電を見せるための容易な方法はないか。
- ・地域の自然を教材化するに当たっての留意事項及び方法、手順を知りたい。
- ・落ち葉が解体されていく様子を観察させる適当な材料と、その方法について知りたい。
- ・アメーバーの採集法と培養法について知りたい。
- ・「天気の変化」について、身近な素材を利用した、簡単な実験、観察教材について。

理科教育の変遷と課題

戦後の中学校における理科教育の変遷と今後の課題

第21集 小学校低学年理科編 (平成元年3月)

自然の中で五感を使う認識素材の大切さ

低学年理科の変遷と現状

低学年理科実践の今後の方向について

展開例 はるののやまであそぼう(第1学年)

いきものとなかよしになろう(第1学年)

うごくおもちゃを作ってあそぼう(第1学年)

じしゃくであそぼう(第1学年)

かげあそびをしよう(第1学年)

せつぞうづくりをしよう(第1学年)

秋の野山であそぼう(第2学年)

うごくおもちゃを作ってあそぼう(第2学年)

シャボン玉あそびをしよう(第2学年)

雨の日に楽しくあそぼう(第2学年)

資料1 通常研修講座小学校低学年部会講義内容(抜粋)

「低学年理科を考える」 札幌山鼻保育園長 菅原末吉

資料2 指導計画を立てるに当たっての留意点

第22集 小学校理科編 (平成2年3月)

発刊の趣旨

新学習指導要領の趣旨と理科のねらい

移行期の理科学習の進め方

移行期における理科学習の具体的な観察、実験などの工夫

動物のつくりと育ち方(第3学年)ー昆虫の育て方ー

空気・水の性質(第3学年)ー身近な素材を用いた製作活動ー

電気や光の働き(第3学年)ーモーターや光電池などを使った活動の工夫ー

自然界の水の行方(第4学年)

植物の発芽・成長・結実(第5学年)ー花のつくりと受粉・結実ー

天気と気温の変化(第5学年)

水溶液と性質(第6学年)

電流の働き(第6学年)ー電磁石の応用・電流と発熱ー

新学習指導要領「理科」のねらいを達成させる観察、実験や教材、教具の工夫

植物のつくりと育ち方(第3学年)

物の性質と電磁気(第3学年)ー磁石の性質を利用した活動の工夫ー

物の運動(第5学年)

太陽と月(第5学年)ー太陽の動きを観察する教具の工夫ー

太陽観察遮光板の製作

人の特徴と環境(第6学年)ー人と他の動物の体のつくりの比較ー

燃焼と空気(第6学年)

土地のつくり(第6学年)ー地面の下を調べるー

土地のつくり(第6学年)ー岩石の観察ー

第23集 中学校理科編 (平成3年3月)

新学習指導要領の趣旨と理科のねらい

移行期の理科学習の進め方

移行期における理科学習の具体的な観察、実験などの工夫

第1分野 水溶液(第1学年)

第2分野 植物の生活と体のつくり(第1学年)ー葉のつくりと働きー

新学習指導要領「理科」のねらいを達成させる観察、実験や教材、教具の工夫

第1分野

光と音(第1学年)

電流の働きと電子の流れ(第2学年)

電気分解とイオン(第3学年)ー電池ー

酸・アルカリ・塩(第3学年)

科学技術の進歩と人間生活(第3学年)

第2分野

身近な天体(第1学年)

資料編

動物の生活と体のつくり(第2学年)ー身近な小動物の飼育と観察ー
 天気の変化(第2学年)ー身近な気象の観察ー
 生物の殖え方と遺伝(第3学年)ー遺伝の規則性ー
 生物界のつながり(第3学年)ー土中の微生物の働きー
 火山と地震(第3学年)ー火山と火成岩ー
 地層と過去の様子(第3学年)ー化石の観察ー

第24集 高等学校 総合理科・I A編 (平成4年3月)

新学習指導要領の趣旨と理科のねらい

総合理科

自然を総合的にみる野外実習
 土地のつくりと気象の調査
 土の中の生き物
 土の成分と性質
 土の硬さと水分

物理I A

エネルギーと生活
 情報とその処理ー「雪が白い」の表現・伝達・処理ー
 物理学の影響

化学I A

自然界の物質とその変化ー天然水と精製水ー
 身近な材料ー窯業製品の成分と性質ー
 化学の応用と人間生活ープラスチックの熱分解と物質の再利用ー

生物I A

人間の生活と生物ーヒトの呼吸と植物の光合成ー
 生物としての人間ーヒトと動物の感覚と反応ー
 生物学の進歩と人間生活ーバイオリクターによるアルコール発酵の実験ー

地学I A

身の回りの地学
 天体の運行と人間生活
 地球と人間ー地球規模の変化と環境保全ー

第25集 高等学校 I B・II編 (平成5年3月)

I B, IIを付した科目の展開の視点

物理I B, II

波動に関する探究活動
 電子と原子ー放射線の観察と実験ー
 電界や磁界の変化と電波の発生や受信

化学I B, II

物質の性質に関する探究活動
 物質の変化に関する探究活動
 高分子化合物ーポリ酢酸ビニル・ポリビニルアルコールの合成と性質ー

生物I B, II

生物体内の化学変化と酵素
 変異の測定
 植物の分布と環境とのかかわり

地学I B, II

大地の構成とその変化
 天気の変化と大気の運動
 宇宙の中の地球ー身近な天体の観察によって得られる情報の利用ー

第26集 コンピュータの活用編 (平成6年3月)

理科におけるコンピュータの活用

小学校

観察データの処理と活用

中学校

電流回路の実験とデータ処理
 地学的領域における活用
 天体の学習とシミュレーションの活用
 酸素センサーを用いた光合成や呼吸の計測

高等学校

コンピュータ計測の仕組みとA/D変換
 中和滴定の計測と処理
 気圧センサーボードを用いた酵素反応の計測
 コンピュータキモグラフによる計測
 風向観測でのコンピュータの利用
 GP-I Bの活用
 C A Iによる科学史教育
 コンピュータ通信の活用

第27集 小学校理科編 (平成7年3月)

理科学習の目指すもの

A区分

生き物のくらしー植物の運動を調べる教材ー
 動物の発生と成長ーメダカの飼育と観察を通してー
 動物の体のつくりと働きー消化吸収と血液循環ー
 人和其他の動物、植物及び環境とのかかわり

B区分

光と音の楽しみ

温度と物の変化ーペットボトルや液晶シートを用いてー
 物の溶け方ー温度などによる溶け方の違いと水溶液の蒸発ー
 てこの働きーシーソーなどの遊具を使った実験をもとにー
 おもりの運動ーブランコ、バイキングなどの遊具を活用した実験をもとにー
 水溶液ー塩酸、アンモニア水や身の回りのものを用いてー

C区分

流水の働きと土地のつくりー足元の石の語る情報をもとにした地質の学習の展開
 自然界の水の行方と天気の変化ー水の循環を柱にした気象の学習の展開
 太陽と月、星の動きー簡単な観測装置を活用した天文の学習の展開ー
 理科学習上の質問に答えて
 植物や小動物の冬越しの観察
 動植物の採集の可否
 昆虫や植物の簡単な標本の作り方
 試験管に付着したタールの除き方
 集気びんに付着したろうや炭酸カルシウムの取り除き方
 活栓に詰まったワセリンの取り除き方
 薬品の調整の方法
 薬品の保管の方法
 実験室から出る廃棄物の廃棄の仕方
 雪や氷に親しみ、活動や遊びを通してその性質を体験的に学ぶ方法
 雲や雪の観察から冬の天気の変化を調べる方法
 気象衛星の雲画像の読み方

第28集 中学校理科編 (平成8年3月)

選択教科としての理科

課題の探究

石けんの作り方と性質
 紙の作り方
 木炭を利用した簡単な電池
 コロリンカンのふしきをさぐろう
 音の発生と伝わり方
 摩擦電気の発生と応用
 太陽光エネルギーの利用
 地磁気による発電
 バンジージャンプで無重力
 サカマキガイとヒトデの発生
 アフリカツメガエルの利用

野外の活動

プールでの体験科学
 遊園地の科学
 冬のアウトドアサイエンス
 身近な地形の語る情報を読む
 土壌中の生物を素材とした環境学習
 川の水質に着目した環境学習
 川の流域の環境調査

実験・観察の工夫

銅による酸化と還元
 純粋な物質と混合液の沸点
 電流による発熱
 放射線のエネルギー
 植物の生活と体のつくり
 動物の生活と体のつくり
 地球と太陽系

資料編

選択教科としての理科テーマ一覧

長期研修テーマ一覧

昭和40年度

第1期 赤堀 孝

小学校電磁気教材の研究
製作活動による児童の記録を共にした認識過程の解明
6年教材モーター

第1期 山形 一夫

小学校理科化学教材の系統性について
「花汁から中和」の考察
小学校理科化学教材の授業研究
「二酸化炭素」の調査と指導案

第1期 長谷川一美

生物教材(植物)の学習を深めていくための実践

第1期 奥野 利夫

学習を効果的に行うための地学実験、実習、観察法

第2期 小松 良輔

対流による熱の伝わり方の問題点とその改善

第2期 小林大治郎

酸・アルカリ・中和における効果的な実験指導法の考察

第2期 秋野 健一

生物学習の効率を高める採集と製作活動

第2期 小西 長治

小学校における地質、岩石、鉱物の系統的指導の工夫

第2期 成田 静男

屋外理科施設の設置経営計画

第2期 正岡 辰郎

雲についての学習を円滑に指導するにはどうしたらよいか

第3期 佐藤 郁雄

電流の発熱作用についての実験と指導法の改善

第3期 青木 謙

小学校化学教材における実験器具の基礎操作の系統とその指導

第3期 太田 敏夫

子供の理解を深めるための実験・観察のあり方

第3期 伊藤 一郎

小学校におけるカビの指導について

第3期 野田 武美

土の学習における指導内容の研究

第4期 名取 一郎

小学校における熱移動に関する実験の検討

第4期 小川 昭一

デンプンにおける溶解指導と糖化について

第4期 高橋 徳吉

小学校理科における教材用植物と地域植物利用について

第4期 茂野 吉勝

小学校生物教材「種子の発芽」を効果的に指導するための一考察

第4期 斎藤 安弘

岩石、鉱物教材の実験、観察法の検討

第4期 斎藤 安弘

小学校6年の教材を中心に

昭和41年度

第1期 木村 省子

モーターの回転原理実験器の作成

第1期 美馬 淳

食塩の結晶のでき方

第1期 玉手 昌義

同化でんぷんのヨウ素試法について

第1期 町田 宏介

花粉の観察

第2期 宇佐美良一

「かがみ」を用いた教具の作成について

第2期 村元 正人

金属とさびの学習についての一考察

第2期 澤野 久

かびの観察について

第2期 土井 勝男

植物教材の「子葉のはたらき」について

第2期 今 八重子

豊平川の石

第3期 小山内光信

光教材に於ける一考察

第3期 北川 正人

中和の指導

第3期 宮本 一義

でんぷん粒の粒状、材料と含有量の関係

第3期 黒田 哲司

小学校の野外学習指導

第4期 谷岡 隆志

小学校光教材に於ける効果的な実験、観察法

第4期 外山 陽一

熱的平衡

第4期 浅利 政俊

酸素と燃焼

第4期 米山 信平

燃焼の種類と燃え方

1年 菊地 良弘

生徒の能力に応じた学習指導法はどうあるべきか

1年 森野 重雄

学習指導法 効果を高める実験観察をめざして

昭和42年度

第1期 山本 康平

ゴムとつる巻ばねの弾性及び緩衝性

第1期 細川喜三雄

青じゃしん

第1期 柳原 重治

金属鉱物の観察

第1期 土谷 清一

カビの培養

第1期 島宗 栄一

水生菌と地中菌について

第1期 佐藤 剛

タンポポの生態観察について

第2期 高橋 重捷

苦小牧地方の地質構造とそのおいたち

第2期 近嵐 作三

小学校5年まざつ実験の検討

第2期 阿部 哲也

小学校生物教材「植物のつくりとはたらき」の指導

第2期 田中柳太郎

「海辺の生物」教材の効果的指導について

第2期 高瀬 誼

地層学習に用いるスライドの作成

第2期 板倉 重忠

二酸化炭素の発生について

第3期 金谷 拓彦

「電流の流れかた、電流のはたらき」の指導法の検討

第3期 杉山 憲三

レーヨンの製法及び性質を調べる

第3期 加納 勉

植物の冬ごし観察と調査に関する一考察

第3期 酒井 徹

火成岩とたい積岩の比較観察指導

第4期 森川 行雄

電磁石の指導 電磁石の強さについて

第4期 佐藤 富春

中和についての効果的学習指導法について

第4期 江目 岩男

繊維の性質を主とした取扱い

第4期 加賀谷 勝

音の実験について一弦の諸条件の検討

1年 松並 和重

地学教材の指導について一岩石と鉱物

1年 佐藤 清司

実験・観察を中心とした「植物の構造と働き」の指導

1年 佐藤 郁雄

理科において生徒の能力に応じた学習指導はどうしたらよいか

昭和43年度

第1期 古沢 博

過酸化水素水による酸素の発生について

第1期 南 穠

「種子の発芽」の条件を効果的に指導するための一考察

第1期 吉田 光明

植物の成長運動と光の関係について

第1期 木村 一夫

北海道の降水量(冬期間)その気象条件について

第2期 本間 英基

キノコの発生と培養について

第2期 一橋 哲夫

いろいろな条件での気温の日変化を調べる

第2期 奈良 武美

「電流の発熱作用」の実験について

第3期 岡下 文一

熱と伝導

第3期 貝塚 博之

水溶液の実験について

第3期 古谷 宏

水溶液に対する金属の変化について

第3期 斎藤 正雄

湿球が氷結する気温状態における湿度観測の簡便法について

第3期 山川 武

中学校の化学分野における基礎概念をどのように指導したらよいか

1年 斎藤 哲夫

昭和44年度

第1期 新崎 昌佑

ショウジョウバエ

第1期 久恒 志能

ニワトリの発生、カビの発生過程

第1期 吉田 久栄

水溶液の電導性

第1期 林 幹宏

岩石の特徴と分類、岩石薄片の観察

第1期 斎藤 正昭

3・4年の気象教材、星座の観察法

第2期 沢田 幸伸

消化と吸収について

第2期 川原 秀明

光合成の実験における問題点の究明

第2期 仲谷 昇

物の溶け方 ほう酸、食塩についての教材化のための考察

第2期 川原 秀明

水溶液についての一考察

第2期 仲谷 昇

砂車の効果的指導

第2期 石原 輝夫

電流によって導線のまわりに起こる磁力のはたらきをどういうふうにと

第2期 森 豊吉

らえさせるか

第2期 石原 輝男

電流によって導線のまわりに起こる磁力のはたらきをどういうふうにと

第2期 尾関 俊介

気象観測データを利用する気象教材の指導事例

第2期 森 豊吉

天体観測の効果的な指導法

第2期 森 豊吉

流水のはたらき

第3期 尾関 俊介

「電流による発熱作用」＜乾電池電源による水温の変化についての研究＞

第3期 石井 静雄

金属と酸・アルカリとの反応

第3期 渡辺 恵

ニワトリの卵の育ち(その教材化のために)

第3期 森 広樹

冬の太陽エネルギーをとらえる

第3期 伊藤 式之

一冬の一日の温度変化

第3期 杉山 利夫

物が暖まるときのかさの変化について＜水や空気が暖まるときの体積変化について＞

1年 石沢 正

学習指導要領の教材研究

第3期 杉山 利夫

水溶液の性質

第3期 杉山 利夫

ショウジョウバエについて

第3期 杉山 利夫

札幌市三角山周辺の植物

第3期 杉山 利夫

ニワトリのタマゴの育ち

第3期 杉山 利夫

エノキタケの栽培と教材化

昭和45年度

前期 加藤平八郎

風車のはたらき一羽根の角度と風車の関係および回転軸にまき上げる最

前期 畑中 満

大重量との関係を中心とした検討

前期 中村 清志

水溶液の性質について

前期 嘉屋 元一

淡水産微小生物の扱い方

前期 伊藤 貢

アオカビの成長について

前期 佐々木和夫

流水のはたらき

前期 遠藤 晃彦

光の量と光のひろがり方についての検討

後期 中村 義隆

光源の強さと光源からの距離との関係を中心に

後期 山崎 宣夫

電流回路でのエネルギー源としての乾電池の特性について

後期 林 英二

「乾電池の消耗実験」その素材検討と電気教材系統での位置づけも含めて

後期 宮崎 利彦

素材研究 でんぷんについて

後期 宮崎 利彦

果物の汁とあぶり出し

資料編

後期	渡辺 正	ショウジョウバエの羽化数と温度の関係について
後期	山野井瑞穂	ショウジョウバエについて 特に産卵数と温度の関係について
後期	西村 忠雄	太陽の動きの指導法の研究
1年	中村 義隆	地域教材の開発－火山灰層の探究を軸として－
1年	竹内修五郎	「酵素のはたらき」について －教材化のための地域の植物と昆虫の活用について－ －三角山および天売島の植物と蝶類について－
1年	石岡 夏男	エネルギーの概念の転移をめざす力学教材の検討
昭和46年度		
前期	大塚 史郎	風車教材の検討－扇風機利用の場合－
前期	鈴木 幸雄	砂車教材の探究－砂車の回り方と力のモーメント－
前期	高谷 護郎	鉄さびの研究
前期	石山幸太郎	メダカの飼育と産卵・ふ化を通してその教材化を考える
前期	浅賀 輝夫	さし木とその教材化
前期	佐竹 俊男	流水のはたらき－ビニール管を使ったモデル実験による考察－
前期	石井 博司	流水の作用を推論する学習の研究 －川原および河成段丘のれきの調査を中心にして－
後期	松田 秀雄	電磁石教材の検討－鉄心の磁化と磁界について－
後期	木村 弘	熱教材の検討－熱エネルギーの移動と金属の膨張について－
後期	松坂 勉	水溶液の混合
後期	大友 祐右	中和の過程における水溶液の変化
後期	天野 茂	生物とその環境 アオウキクサの増殖成長と環境要因 －水分、養分、日照などと成長の因果関係－
後期	森若 克二	月の動きと自作観測装置
後期	石井 隆	太陽高度と地表における受熱量の関係
1年	中島 寛	基本的な科学概念を重視した学習指導における実験、観察の検討と開発
昭和47年度		
前期	瀬尾 信之	磁石教材の探究－磁石と場のかかわりを調べる－
前期	白幡 勉	電流の発熱作用について
前期	工藤 光信	金属と酸、アルカリの反応
前期	橋本 清司	三角山の森林の植物
前期	荒崎 由明	植物と水－蒸散作用を中心として－
前期	松久 保	「空気のしめりけ」についての一考察
前期	沼達 雄一	太陽活動の教材化
後期	石幡 秀明	流体における物の暖まり方－熱対流を物質の移動としてとらえる－
後期	土谷 実	磁石と磁界について－磁界と物質の相互作用を中心として－
後期	石割 義孝	コウジカビの培養と観察
後期	千葉 雅彦	植物体の乾留
後期	竹内 弘行	地形と岩石組織との関係
後期	赤塚 順司	衝撃破壊による岩石のつくりの推論
1年	加賀谷陸夫	ハゴロモモの光合成に関与する条件、電磁誘導
昭和48年度		
前期	後藤 将允	棒磁石についての一考察－付磁、消磁と保存法－
前期	中谷 政明	水溶液の電気伝導性を調べる際の電極板について －主として銅、アルミニウム極板－
前期	朝田 光雄	燃焼における気体の体積変化
前期	鈴木 秀敏	水中の微小生物
前期	桑原 統	カイコとモンシロチョウの飼育と環境要因
前期	山形 隆	土の性質を調べその教材化を図る
前期	半田 裕一	太陽の動きと地表の温度変化の関係をとらえる
後期	高数後征昭	ブラウン運動の観察と測定
後期	松田 征昭	銅、アルミニウムのさび、鉄さびとの比較
後期	大野 嘉久	溶解による熱の出入りについて
後期	大沼 光晴	植物に生育するカビとその成長におよぼす条件
後期	井上 凌一	土の教材の検討
後期	大宅 一馬	火成岩の性質を調べその生いたちを考える
1年	関 栄	流水のはたらきを調べる
昭和49年度		
前期	今 弘光	植物の成長と播種密度との関係
前期	佐々木直道	花粉の観察
前期	熊谷 真也	コイルの磁束分布
前期	岸田 豊	「せっけん」についての一考察
前期	高橋 亮一	指示薬の検出限界と問題点
前期	助兼 博美	雲の種類や変化を調べ気象との関係を推論する
前期	近藤日出雄	岩石風化の一考察－探究の過程をふまえて－
後期	平野 毅	種子の発芽に及ぼす温度と空気の影響
後期	平川 秀治	種子の発芽に及ぼす光の影響について

後期	鶴野 俊弘	つるまきばねの製作と弾性について
後期	山中 幸高	U型磁石の磁化について
後期	黒田 泰昌	二種の物質の混合による溶解の限度について
後期	松本美樹雄	酸・アルカリ溶液の混合による発熱量の検討
後期	松井 信輝	空気中の湿り気を調べる方法・器具・装置の検討

昭和50年度

前期	小林 宏栄	草むらのこん虫の種類と活動
	辻田 孝	植物の種類と生育型について
	長岡 勇	光の量とエネルギー
	辻 弘見	金属の反応と生成物
	千野 耕	野外観察とその指導の在り方
後期	高橋 和幸	
	松浦 芳夫	豆電球の基礎データ、スペクトル線の波長測定、
	小林大治郎	照度・光エネルギーの測定、弦の振動、
	堀 邦彦	記録タイマーの使用法、電気抵抗の測定
	荒井 未人	酸素と二酸化炭素
	兵井 昭一	こん虫の比較形態
	田村 政彦	植物のつくりとはたらき
	金田 勲	簡易日射計による受熱量の測定
	三谷 英男	火成岩とたい積岩の見方
1年	界 要夫	中学校理科第1分野化学的領域の実験・観察の検討
1年	岩崎 陽一	電子卓上計算機による効果的な教材分析及び教育統計・評価の効率化に関する研究

昭和51年度

前期	甲斐 義明	草むらのこん虫とその生活
	吉田 政徳	植物の生活と環境
	根城 健	電流と磁石
	木村 志郎	燃焼とさび
	古川 省二	野外観察指導の在り方
前期	池田 信幸	中学校理科第2分野 生物群集の調査、だ液のはたらきと消化・吸収のモデル実験 土の中の鉱物、惑星の運動、前線通過と天気変化
後期	高沢 基三	電流による発熱
	石田 尚義	電磁石の性質
	清水 清治	簡易照度計の製作と測定
	山本 弘	溶解教材の検討
	長谷川矩男	水中の小さな生物の観察
	川西 三男	こん虫の形態観察
	河宮 克	星座早見盤を使っでの学習指導
1年	四村 陽一	小学校理科の教材研究及び実験・観察の指導に関する研究
1年	千野 寿彦	中学校理科第1分野実験・観察の検討

昭和52年度

前期	金森 正則	植物の生活と環境
	本間 久雄	草むらのこん虫とその生活
	伊部 和夫	電磁石の性質
	中川 公郎	簡易照度計
	高橋 透	ばね巻きの製作とつるまきばねの特性
	桐沢 則義	水溶液教材の検討
	沼田 博	川原の様子と流水のはたらき
	金森 晃	
後期	佐藤 良一	磁石・つるまきばね・照度計
	迫 豊昭	いろいろな指示薬の色の変化－花や実の汁を含めて－
	細尾 孝	身近な植物の種子散布型の観察、こん虫の外部形態の観察
	小木 広行	地域にあった星座早見盤の製作とその使い方
		放射温度計を作り太陽の放射熱を調べる
1年	仙石 紘	百松沢露頭観察、太陽放射、天体学習の資料作成のための一方法
		太陽黒点観測、学校気象観測の方法
1年	金森 晃	小学校理科中学年の生物教材に関する研究

昭和53年度

前期	山崎 守	電磁石のはたらき、つるまきばねの製作とその特性
	高井 信保	小学校理科実験に必要な薬品、材料等の調査
	安部 三郎	気体の発生と定量、水溶液教材の一考察
	小柳 省三	花と訪花こん虫、植物の生活と環境
	坂本 利夫	簡易照度計の製作とその利用
	川村 桂介	月と太陽の動き、太陽の動きと温度
	松田 昭	百松沢露頭の観察
後期	寺岡 昭治	つるまきばねの製作とその利用、簡易照度計の製作とその利用

資料編

1 年	高橋 英明	火と空気
	佐藤 孝一	種子の発芽に及ぼす空気と温度の影響
	中村 一紹	太陽と月の動き、太陽の動きと温度
	清水 裕二	中学校理科第1分野の教材及び指導法に関する研究
	岩淵 治彦	距離計(測速器)による距離の測定、コイルによる磁界の測定 仕事による発熱量の測定、光エネルギーによる仕事 太陽電池の光に対する特性、太陽電池の波長に対する特性 光のエネルギーと太陽電池の短絡電流 化学反応と熱、電気分解、化学反応の量的関係
昭和54年度		
前期	津山 正美	花と虫のかかわりあい、植物の生活と環境
	西村 正彦	つるまきばねの製作とその特性
	小原 昭郎	溶解度、物質の分解する速さについて
	星野 明	照度計の製作とその特性
	日下 義朗	化石の採集と古環境の復元
後期	関 健一郎	地層の野外観察
	木村 稔	光エネルギー測定器の製作とその特性
	豊川 一巳	光のすみ方
	北条 恵俊	つるまきばねの製作と教材化
	上山 健彦	中和反応の研究
1 年	中川 隆一	種子の発芽と成長
	本城日出男	雪の観察
	田中 信明	
	田中 健一	
	信行 政信	地層学習における野外観察とモデル実験の結びつきとその指導 気温の年変化をみるための月平均値の求め方 月の運動とその指導資料の作成
1 年	樺樺 光一	理科Iの学習指導の研究
昭和55年度		
前期	高岡 潤	植物の生育と環境
	田崎 迪夫	6年電磁石における素材の教材化
	成田 静男	ほう酸・食塩の教材化
	鈴木 正勝	身近な地層教材を扱うための素材研究
	小田島義男	
後期	高江州義久	
	朝井 弘章	
	土居 幸一	物のあたたまり方に関する研究
	佐藤 一幸	火と空気に関する研究
	二本柳隆通	種子のつくりと発芽に関する研究
1 年	部田 隆久	流れる水のはたらきに関する研究
	萩野 雄一	
	村上 俊一	
	白崎三千年	形成的評価を取り入れた「電流回路」の指導 「化学変化の量的関係」に関する実験教材の検討 モジュール教材による「生物界の分解者」の展開 地域の地質教材をもとにした野外観察の指導
昭和56年度		
前期	佐藤 道弘	植物の成長と日光及び養分の関係
	月見 八紘	光の進み方
	五十嵐嘉智博	6年水溶液の性質
	森谷 宏	星と星座
	若狭 雅澄	
後期	絹野 秀克	
	小鹿 正揮	
	相馬 宏則	
	千葉 裕一	
	千葉 克也	銅を中心とする実験教材の検討 「分解・化合」、「酸化・還元」、「電気分解」を通して 身近な地層の教材化―地層とその成因を中心として― 「力」教材の検討
後期	山崎 一裕	力学的エネルギーについて
後期	天野 忠	簡易自作装置による気体の発生について
1 年	梨木 義勝	モジュール教材方式による「生物界における分解者」の展開 水田の生物の教材化 郷土の生い立ちとその教材化―海岸段丘を素材として―
昭和57年度		
前期	東藤 隆	「身近な生物の教材化」に関する研究
	岩泉 邦植	第5学年「音」の学習について
	南條 弘道	6年「気体の燃焼」―物が燃えるときのしくみや変化を直接経験を通し

後期	木村 捷利	理解させる方法を中心にして―
	宮崎 久章	地層の学習について
	保科 一広	
	渡辺 勝博	
	運上 和信	
後期	寺崎 昭紀	シダ植物の素材研究とその教材化の検討 ―前葉体培養を中心として―
後期	村上 肇	土壤動物の検索法に関する研究
昭和58年度		
前期	奥 克之	中学校第1分野化学的領域における実験の追試と効果的方法の検討
	1 年 町田 憲一	身近な地形の教材化―浦河地域に入江と湖の時代を探して― 中学校磁気教材の検討 中和反応における伝導度の変化 光合成に関する実験教材の検討
	西条 啓	第6学年「植物どうしの関係」植物がたがいに影響し合って成長していることを確かめる素材研究
	藤田 肇	3年「じしゃく」
	乳井 幸教	―磁石が南北を指すことを確かめる実験方法や素材の教材化の工夫―
後期	久保 敏則	「物の溶け方」物が水に溶ける様子や広がっていく様子がよくわかる実験観察の工夫
	阿部 徹	6年「地層」子供が意欲をもって取り組む地層学習の工夫
	木村 公全	中学校「電気」教材の検討
	古村 正明	中学校理科第1分野化学的領域「物質とイオン」の観察・実験の検討
	武寛 英二	
後期	竹村 五郎	土壤生物の教材化への検討
後期	樋口 寿雄	地域の地質の教材化
後期	岡 嘉幸	―室蘭市イタンキ、沙見トンネルの丘のでき方を探る―
1 年	谷島 昭郎	いろいろな導体の電気抵抗、水の深さと圧力の関係を調べる実験 化学変化に関する物質の質量比をとらえるための実験の検討 身近な植物を用いた「植物の種類と生活」の野外観察について 地域の地層の教材化―早来付近の火山灰の分布を素材として―
昭和59年度		
前期	梅津 譲一	校地内における生物の素材とその検討
	佐藤 忠則	空気・水の性質―子供の目で見させ、身体で感じさせる素材の検討―
	横山 暁	水溶液の析出現象とその教材性の検討
	吉田 正	―溶解についての理解を深める実験・観察の工夫を通して―
	井平 忠行	流れる水のはたらき―発寒川上流地域の水の働きを中心として―
後期	布見 忠	
	小野 博規	
	登 光敏	
	佐藤 誠一	「気体を発生する化学変化」における観察・実験の検討 生活とのかかわりを重視した単元の構成と指導のあり方
	青柳 正昭	苦前の地形・地質の教材化
後期	富樫 廣幸	「生物と細胞」に関する観察・実験法の検討―授業展開に向けて―
後期	小林 優	「身近な植物とその環境」
1 年		身近な地形の教材化―江差町嶋島の生いたちを求めて― 「電磁誘導」に関する実験の検討 「気体の発生」を伴う実験の検討
昭和60年度		
前期	南 稔	昆虫の育ち方―子供に分かりやすくとらえさせるための素材の検討―
	高橋 豊	電気教材―子供たちに分かりやすく実験させるための素材の検討―
	川岸 義光	水の三態変化―効果的にとらえさせるための実験方法の検討―
	北原 昌明	「川と海のかかわり」―河口湖や川のはたらきの教材化―
	岸田 和博	
後期	林 明	
	鈴木 修一	
	花田 英世	
後期	大阪 良一	中学校理科第1分野「電流による化学変化に関連する教材の検討と実験装置の工夫」
後期	森原 辰治	実験を中心にした「電流」に関する教材の検討
後期	對馬 孝典	「電流のはたらき」に関する実験の検討
1 年	橋本 豊	日高南部に分布する段丘たい積物の考察 「水の圧力と深さ」に関する実験の検討 身近な素材を活用してのイオンの電気泳動実験の検討と工夫 「蒸散」に関する観察・実験法の検討

資料編

昭和61年度

- 前期 佐藤 馨 植物の成長と季節-植物の成長と季節のかかわりをとらえる素材の検討-
 平山 正男 物の温まり方-子供たちにとって分かりやすい観察・実験の検討-
 小橋 澄夫 「火と空気」(第5学年)
 菊地 俊治 物が燃えているときの空気の変化やはたらきについての観察・実験
 佐藤 修 の工夫・実験の工夫-
 福士 優司 「物質とイオン」における問題点と指導のあり方
 山上 裕和 川のはたらき-流速と川原、川岸のようす-
 後期 田村 政彦 力学教材における観察、実験の検討
 谷内 弘司
 高野 和男
 松田 義章
 1年 鍛冶 忠利 中学校理科におけるエネルギー教材の検討
 「天気の変化」における素材の教材化
 水中の微小生物の観察法と培養法の検討
 「物質と反応」における観察・実験の検討
 1年 松田 義章 小樽周辺地域の地形・地質の教材化

昭和62年度

- 前期 杉野 宏幸 「植物のつくりと水」-植物体内の水の行方をさぐる素材の研究-
 柳谷 啓司 電磁石の指導に関する研究-電磁石のしん材および付着させる物の検討-
 和田 徳夫 「水溶液のこさと重さ」
 後藤 隆司 溶解現象に関する学習指導法の改善と観察・実験の工夫-
 安田 文明 「川のはたらき」-身近な川の教材化を進めるための一考察-
 小林 誠
 後期 久保 紘義 「物質とイオン」における効果的な実験方法の検討
 後期 松田 司 生物の越冬調査と教材化-札幌市三角山での小動物・植物調査をもとに-
 後期 松井 義明 「エネルギーの移り変わり」と利用に関する教材の検討
 「火おこし器と太陽電池を利用して」
 後期 南部 等志 気象に関する身近な素材の教材化-雲の動きと天気の変化-
 1年 長岡 秀明 中学校理科における「電流と仕事」の検討
 「物質と原子」における教材の検討
 「興味と関心を継続できる素材の検討」
 身近な生物を素材とした野外観察法の検討
 「地表面昆虫を素材とした、生物と環境のかかわりについて」
 「地域の地質教材の検討」広島町西の里付近の地質教材の検討
 中学校理科におけるアフリカツメガエルの教材化
 1年 品田 晃宏 知内町の地質教材の検討
 「『加熱と化学変化』における素材の検討と教材化について」
 「運動」教材における観察・実験の工夫

昭和63年度

- 前期 佐々木直道 小学校第6学年「植物どうしのかかわり」の調べ方と指導法の検討
 高下 慶雄 風車の指導に関する研究
 堀 隆志 風車の回る様子とそのはたらきについての検討-
 兼重 一男 水溶液の検討-気体が溶けている水の指導に向けて-
 岩松 秀昭 大地のつくり-「地層を見る目」を育てる指導のあり方-
 八重樫義隆
 丹川 義之
 菅谷 栄治
 柳川 克人
 後期 高木 邦博 「化学変化とイオン」についての実験方法の検討とその教材化
 後期 小谷 宣雄 生物界のつり合いに関するモデル実験とその教材化
 「硫酸銅・合成洗剤などの汚染物質が生物の生活・活動に与える影響」
 後期 菊地 典興 中学校における観察・実験を中心とした『力』教材の指導法の検討
 1年 菅谷 栄治 「雲と天気」に関する素材の検討と観察するための装置の工夫
 柳川 克人
 1年 菅谷 栄治 小学校第4学年「乾電池と豆電球」の素材の検討と実験の工夫
 1年 柳川 克人 気体の性質の理解をはかるための実験の工夫と指導法の検討
 「燃焼における気体のはたらきと二酸化炭素の溶解性の検討」

平成元年度

- 前期 鈴木 翼 小学校第4学年「虫の育ち方」におけるチョウ類の教材化
 伊藤 弘 物の温まり方-児童に分かりやすい「水の温まり方」の観察、実験の工
 本間 章久 夫-
 山田 正史 水溶液と金属の反応における教材化
 小西 信輝 身近な大地のつくり-地域性を生かした素材の教材化をめざして-
 田中 肇
 小泉 卓真
 石垣 信広
 後期 大原 尚武 北竜町東部地域の地質教材の検討
 後期 田中 一伸 「電流と電子」の関係をとらえる実験方法の工夫とその教材化

- 後期 妻島 道明 「物質と原子」における実験の検討と工夫
 1年 石垣 信広 広島町周辺の地質の教材化、光電池の教材化

平成2年度

- 前期 阿部 正季 『水中微小生物』の教材化
 熊木 仁司 『物の運動』における教材の工夫
 戸松 弘二 小学校における『加熱前後の金属の変化』の素材検討
 尾田 一彦 『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
 木下 誠
 波多野伸一
 樋口 雅裕
 後期 堀口 一鉄 「身近なもの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 菊池 均 「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 本間 靖教 顕微鏡の素材と方法の検討
 「身近な素材を用いた生物の観察」
 後期 甲地 務 「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」
 1年 菅田 洋三 「光と音」に関する実験の工夫と教材化
 「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

平成3年度

- 山谷 陽子 植物の運動と育ち方に関する研究-セイヨウタンポポを素材に-
 三浦 哲也 「電流の発熱を調べる実験」の検討
 子吉 裕二 「金属の加熱と変化」についての検討
 工藤良友規 水の自然界での様子
 吉岡 晃
 上坂 剛士
 後期 渡辺 真樹 冬の落葉広葉樹の教材化
 後期 平沢 雄二 中和反応における水溶液の電導性を利用した効果的な実験の工夫
 後期 矢野 光宇 「熱と温度」に関する教材の検討
 1年 小川 勉 「小学校理科における動物及び植物のつくりと育ち方」に関する教材
 の検討
 「人の体のつくりと働き」を調べる教材の検討

平成4年度

- 前期 藤崎 利博 環境教育を意識した小学校理科(A区分)の展開についての検討
 西木 祭 電流の働き「電磁石」教材の検討
 臼井 哲夫 児童一人一人の見方、考え方を大切に「溶解」教材の検討
 上元 巧 流れる水の働きの教材化-自然とふれあい「科学的な見方、考え方」を
 坂本富貴彦 育てるために-
 山本 淳
 杉本 聡
 後期 田中 佳典 パソコンを計測機器として使用する方法の検討
 「音教材での活用」
 後期 竹島 寛志 「酸・アルカリ・塩」を効果的に学習させる方法の検討
 「自作簡易pH表示装置を中心として」
 後期 川島 政吉 「植物の光合成・呼吸をとらえる実験・観察法とその工夫について」
 1年 森 松治 乙部町の地域素材の教材化、
 「化学変化とイオン」における教材化とパソコンの活用

平成5年度

- 前期 武田 淳 「植物体内の水の行方」における教材の開発
 鶴川 明久 「児童に感動を与える効果的な実験・観察方法と教材」
 渋谷 貢 燃焼に必要な酸素の量による「燃焼」教材の検討
 斉藤 彰 「身近な素材(脱酸素剤)を利用して」
 大平 昌則 「物の性質と光・音における「音」教材の検討-身近な素材を生かして-
 「気温と天気」教材の検討-天気のみまりをとらえさせるために-
 後期 伊藤 良美 循環・呼吸系の理解を深める観察・実験
 塚原 俊治 中標津地域周辺の地形・地質の教材化
 1年 鹿野内憲一 札幌市厚別地区の地形・地質の教材化
 新しい学力観に立った課題研究的な学習の展開
 「化学領域における教材の検討」

平成6年度

- 前期 広岡 光 子供の視点に立った植物分類の検討
 池内美津子 子供の視点に立った小動物分類の検討
 稲村 昌弘 コンピュータを活用した活動の検討
 和賀 和人 検索図を活用した自然に親しむ教材の検討
 村田 博司
 後期 斎藤 康夫 気象学習における身近な素材の活用
 「雲と冬の天気を中心とした教材の検討」

1 年	三科 圭一 道林 真一	遺伝学習における教材・教具の開発 鶴川町周辺地域の地学的自然環境の教材化 身近な素材を用いた環境調べの教材化 一地域と生活とのかかわりから環境を見る目を養うために一
平成7年度		
前期	宮崎 直高 秋山 秀也 小西 昭徳	生物領域における地域素材の教材化 環境と水生生物のかかわりの検討 身の回りで起きている化学変化の教材化への検討 一「化学変化とイオン」における実験・観察について一
	前田 寿嗣	市街化地域における地質素材の教材化 一札幌市の大地の生い立ちを探索する学習を例として一
1 年	相原 繁喜	湧別川流域周辺の地学的自然環境の教材化 気象学習における身近な素材の活用について 一冬季における気象現象の教材化の検討一

全国理科教育センター研究協議会発表テーマ

物理部会	秋山敏弘 武部清治 奈良英夫	1968
大型シャボン玉作製の可能性について		
物理教育における観察について		
Iー拡散型霧箱 IIー半円形ガラスブロック	秋山敏弘 武部清治 奈良英夫	1970
くい打ち実験についての検討	秋山敏弘 武部清治 奈良英夫	1971
物理実験における観察について Iー拡散型霧箱(続報)	秋山敏弘 武部清治 奈良英夫	1971
3cm波実験器による波の性質の指導展開例	秋山敏弘 武部清治 奈良英夫	1971
単振子記録タイマー	武部清治 秋山敏弘 石岡	1973
小学校第一学年磁石教材の取り扱いについて(調査)	秋山敏弘 武部清治 土屋	1973
ボアソン分布の一例について	秋山敏弘 河合一也	1974
ばね振子の周期	河合一也 佐藤 功	1975
電球から放射される光のエネルギー	河合一也 佐藤 功	1976
高等学校物理Iにおける放射能教材の取り扱いについて	河合一也 佐藤 功	1977
棒磁石の磁化	秋山敏弘 河合一也	1978
やじろべいの振動周期	須藤梯次 佐藤 功 河合一也	1979
鉛筆のしんの電気抵抗	須藤梯次 高柳賢三 本間登司夫	1981
液体の深さと圧力	須藤梯次 高柳賢三 本間登司夫	1982
コンデンサーの性質	須藤梯次 高柳賢三 本間登司夫	1983
水をテーマにした高校「理科II」	須藤梯次 高柳賢三 本間登司夫	1984
「大型暗箱」の工夫による光の実験(小学校教材)	本間登司夫 高柳賢三	1985
気体の温度と圧力の関係の検証の試み	高柳賢三 竹中隆公	1986
針金を用いたつるまきばねの製作とその検討	高柳賢三 竹中隆公	1987
ジュール熱の実験	樫樺光一 竹中隆公	1988
仕事に熱に変わる実験(砂振りの実験)	樫樺光一	1989
等速円運動についての実験の工夫	一口芳勝	1990
簡易霧箱の製作と放射線の観察	中里勝平	1991
雪や氷を用いた熱と温度の実験の工夫	永田敏夫	1992
遊園地等の物理的視点からの教材化	中里勝平 永田敏夫	1993
高等学校理科における部活動の現状と課題	永田敏夫	1993
雪や氷を生かした活動の教材化について	中里勝平 河原英男 永田敏夫	1994
遊園地の物理的視点からの教材化について(PART II)	中里勝平 永田敏夫	1994
物理教員の自主的研修に関する一考察	永田敏夫	1994
プールの物理的領域での教材化	中里勝平 永田敏夫 大久保政俊	1995
魅力ある理科教育研修講座への一考察	永田敏夫	1995

化学部会	能渡 肇	1969
化学量の法則に関する実験	大石 博	1970
金属イオンのエチレンジアミン錯体の配位数	越野 清 針谷栄一	1970
水溶液の電気伝導性一探究の過程を重視した指導の例一	大石 博	1971
金属イオンのエチレンジアミン錯体の配位数(第2報)	大石 博	1971
物質の特性一物質の特性に基づいて物質を探究させる試み一	越野 清	1971
凝固点降下法・沸点上昇法による分子量の測定	大石 博	1972
有機化合物の構造と性質の指導	化学研究室	1972
金属イオンのエチレンジアミン錯体		
一電導度法による配置数と組成の決定一	大石 博	1973
2種類の銅化合物の組成一課題実験の検討一	前川陽一 加賀谷睦夫 大石 博	1974
指示薬を利用した平衡定数の検討	大石 博	1975
酢酸を溶媒とする分子量の測定について	大石 博	1976
化学反応の見方と考え方の一考察	前川陽一	1977
反応量と化学式一注射器を用いた理科Iの化学実験	大石 博 前川陽一	1978
塩化銅(II)溶液の電気分解における問題点について	加賀谷睦夫	1979
容器内におけるロウソクの燃焼について	堀澤道一 加賀谷睦夫	1980
身近な材料を用いた自作実験器具	加賀谷睦夫 堀澤道一	1981
水とエタノールを用いた純物質・混合物の指導	昌子守彦 仙谷利彦	1982
「理科I」化学領域の実験指導について	昌子守彦 仙谷利彦	1983
イオンの動きを見せる効果的な実験	仙谷利彦 小泉国昭	1984
高校理科II「土壌」の教材化に関する研究	宮下正格 小泉国昭	1985
高校理科II「土壌」の教材化に関する研究一その2一	宮下正格 小泉国昭	1986
理科教育における小学校と中学校との関連における諸問題		
一化学領域を中心として一	宮下正格 作原逸朗	1987
生徒に興味関心を持たせる陽イオンの分離について	宮下正格	1988
高校理科IIにおける「水」の教材化について	鈴木 哲	1988
小学校理科における「水溶液」の教材について	作原逸朗	1989
小学校理科における「燃焼」の指導について	作原逸朗	1990
高校化学「中和滴定」における反応の終結点に関する一考察	鈴木 哲	1990
プラスチックの熱分解について(1)		
一ポリエチレンの熱分解一	中村隆信	1991
児童が主体的に問題解決活動を進める水溶液教材について	作原逸朗	1992
高校化学におけるコンピュータの活用		

資料編

一複数データによる実験の考察ー	鈴木 哲	1992
プラスチックの熱分解について (2)		
ーポリスチレン, ポリプロピレンの熱分解ー	中村隆信	1993
高校化学におけるコンピュータの活用		
ーデータの2次的処理についての一考察ー	鈴木 哲	1994
高分子物質の指導展開について	八島弘典	1995

生物部会

北海道で採集されるショウジョウバエの		
2, 3の性質について	島 利雄	1963
北海道の苔類植物相について	佐々木太一	1965
ショウジョウバエの実験における2, 3の留意点について	島 利雄	1966
ニワトリの発生についての一考察	岩谷賢一	1967
教材としてのショウジョウバエ	島 利雄	1967
野外観察の指導の研修実施状況について	佐々木太一	1970
加水分解酵素アミラーゼのはたらきについて	佐々木太一 岩谷賢一	1971
脱水素酵素に関する実験上の問題点について	岩谷賢一 塩川 信 佐々木太一	1973
地表環境と生物群集の取扱いについて	佐々木太一 塩川 信	1974
小進化のモデル実験	塩川 信	1975
シダの培養と観察	市原 稔	1976
訪花コン虫の行動観察	塩川 信	1977
テントウムシ個体群の遺伝子頻度の変動とその原因	塩川 信	1978
フタホシコオロギの飼育と減数分裂の観察	市原 稔	1978
発芽に伴う貯蔵物質の変化について	岡田智男	1979
ウニの種間交配について	塩川 信	1980
発芽教材に関する検討		
ー発芽における物質交代に関する実験の検討ー	小松健彦	1981
減数分裂の観察教材としてのフキバッタ	豊島正俊	1982
理科教育センターにおける生物標本の在り方	塩川 信 豊島正俊 近江道郎	1983
水質汚濁の指標としての水生生物	白井 肇 近江道郎	1984
D. virilis を用いた物伸展反射の実験	豊島正俊	1985
こん虫の教材化 (1) ーチョウ類の生態を中心にー	青山慎一 白井 肇	1986
植物の蒸散作用に関する実験の工夫	乳井幸教 青山慎一	1987
ウキクサとタマモミジを用いた水質汚染の測定	白井 肇	1988
エソタンポポとセイヨウタンポポの殖え方の比較	乳井幸教	1988
「生物と環境」に関する実習の方法について		
ー液体トラップ法による歩行性昆虫相と環境の比較ー	青山慎一	1989
身近な植物を用いた「植物の生活と環境」の野外観察	河原英男	1990
プロトプラストの作成に関する工夫	青山慎一	1990
植物の生育と環境ー石狩浜の植生についてー	河原英男	1991
アルコール発酵のパソコン計測	青山慎一 穴水 正	1992
簡易型A/Dコンバータとパソコンを用いた筋収縮の測定	穴水 正 松田 司	1993
魚の鱗の移植実験ー金魚を用いた免疫実験の教材化ー	片岡辰三	1994
生物教材としてのイエバエ	川島政吉	1995

地学部会

知床半島 利雄の地形と地質	武井時紀	1964
北海道における降雪様式とその機構を考察するテーマの指導例	古谷 泉	1968
The University of Illinois Astronomy Program について	古谷 泉	1969
モデル形成による気象の地域性の考察	古谷 泉	1970
北海道における砂鉄の堆積と地形の関連について	白鳥宗紀	1971
海岸における侵食・堆積とそのドライ・ラボ学習	古谷 泉	1971
衝撃破壊による岩石のつくりの推論	古谷 泉 白鳥宗紀 赤塚	1973
小環境のエコシステムに関する地学的研究	古谷 泉	1974
地形に反映した第四紀の地殻変動	古谷 泉	1975
地域の自然を、降水と流水に視点を置いて探究する指導例	白鳥宗紀	1976
前線と降水	古谷 泉 白鳥宗紀 沼達雄一	1977
プログラム式電卓を使用したケプラー法則の指導	白鳥宗紀	1978
石狩川の洪水記録を教材化して	藤田郁男	1979
自然の特性を利用した「雪」の教材化	藤田郁男 加福 弘	1980
日射量測定にともなう諸条件	加福 弘 我孫子章平	1981
地震教材を展開するうえでの二、三の試み	藤田郁男 我孫子章平	1982
昭和祈山の地形模型を用いた実習教材例	河村 勁 我孫子章平	1984
プレートテクトニクス説明のバネの製作と簡易自作教具の2, 3の実例について。	藤田郁男 高橋文明	1985
野外観察における「雨や雲の観察」を行うための2, 3の事例	藤田郁男 那賀島彰一	1986
大気汚染についての2, 3の事例の教材化	藤田郁男	1987
川の調べ方についての2, 3の試み	那賀島彰一 高橋文明	1987
地学教材の立体化への試み	藤田郁男	1988
植物化石のクリーニング法の工夫		

全理セ研究発表テーマ

一神戸層群産植物化石を例に	那賀島彰一	1988
身近な公園を利用した理科Ⅱ研修講座の試み	高橋文明	1989
「土地のつくり」について	森 裕	1990
化石レプリカ作りの工夫	那賀島彰一	1990
北海道産天然ゼオライトとその利用について	那賀島彰一	1991
身の回りの地形の教材化	高橋文明 森 裕	1992
「川の働き」の教材化	松田義章	1993
「身の回りの地形」の教材化	高橋文明	1994
天気の学習における簡単な観測装置の製作と活用	志佐彰彦	1995

初等理科部会

サイエンスカー巡回報告	山崎晃一 佐藤 功	1974
地域の実態にそくした植物教材の指導例	加藤平八郎	1976
身近な材料を用いた動くおもちゃの製作	加藤平八郎 舟橋正弘	1978
小学校理科の教科書で取り上げられている動物について	舟橋正弘	1980
移動理科教室の実施状況について	大石 博 加藤平八郎	1981
理科指導上の問題点ー人間と自然のかかわりを主としてー	仙石利彦	1985
現職教育としての低学年理科合科的指導の研修に関する考察	仙石利彦	1987
生活科に関する基礎的研究ー「科学遊び」の教材論的研究	仙石利彦	1988
地域の自然を生かした体験学習を目指して	乳井幸教	1989
B区分「物質とエネルギー」の学習における製作活動の工夫		
ー第3・4学年の内容を中心としてー	乳井幸教	1990
身近な水中の微生物の観察	乳井幸教	1991
「昆虫の体のつくりと育ち方」に関する教材の検討		
ーナガメ飼育と観察を通してー	河原英男	1992
小学校理科における植物教材について		
ー植物簡易標本と活用例ー	河原英男	1993
「物の燃焼」における一考察		
ー実験器具の取扱と試薬の調整ー	高山賢吉	1995

研究紀要総目次

第1号 (平成元年3月)

自然の認知についての調査研究

一小学生から大学生まで自然をどの様にイメージ化しているか— 藤田郁男
オームの法則と電気抵抗の実験における教材化について 竹中隆公
ジュール熱の実験(気化熱の測定) 樺棒光一
電子を調べる3題の実験例 高柳賢三
生徒に興味・関心を持たせる陽イオンの分離について 宮下正格
小学校における液体の拡散(均一化)を視覚的に確かめる一方法 作原逸郎
高校理科Ⅱにおける「水」の教材化 鈴木 哲

一琴似発寒川における河床生物膜の調査—

北海道に生息するカエル類

蝶類の種間交雑に関する研究(Ⅰ)

一キアゲハを母蝶とする交雑実験の結果と分析—

エゾタンポポとセイヨウタンポポの殖え方の比較

植物化石のクリーニング法の一工夫

一神戸層群産植物化石を例にして—

コリオリの力を理解するための一工夫

大韓民国の低学年自然科学教育について

白井 肇
青山慎一乳井幸教
那賀島彰一高橋文明
仙石利彦

第2号 (平成2年3月)

実験を中心とした課題研究の2・3の例

水の深さと圧力の関係を調べる実験の工夫

電磁気の応用の一工夫—スピーカー作りを通して—

等速円運動についての実験の工夫

小学校理科における「水溶液」教材について

高校化学「中和滴定」における反応の終結点決定に関する一考察

パラタナゴの産卵行動の観察

蝶類の種間交雑に関する研究(Ⅱ)

一ナミアゲハを母蝶とする交雑実験の結果と分析—

プロトプラストの作成についての工夫

十勝東北部の池田層産植物化石に関する研究

地震教材についての一工夫

音調津花崗岩の不均質性について(Ⅰ)

小学校における植物教材園のあり方

宮下正格
樺棒光一
中里勝平一〇芳勝
作原逸郎
鈴木 哲白井 肇
青山慎一青山慎一
那賀島彰一
高橋文明森 裕
乳井幸教

河原英男

第3号 (平成3年3月)

探究活動から課題研究へ

真空鈴の実験の検討

霧箱の製作法と放射線の検出法に関する研究

コンピュータを活用した波形計測の実験例

一音波の観察と波形の解析について—

小学校における理科薬品等の基本的な知識(Ⅰ)

高分子化合物の学習におけるゴム弾性の教材化

コンピュータによる化学計測(Ⅰ)

魚類を用いた再生の実験

蝶類の種間交雑に関する研究(Ⅲ)

身近な植物を用いた「植物の種類と生活」の野外観察

植物化石による古気候の推定とその教材化

身近な岩石の教材化

小学校における植物教材園の作り方と管理

第4号 (平成4年3月)

中山湿原調査報告—中山峠付近の湿原の地学的考察—

中山湿原調査報告—中山湿原の地表性昆虫類について—

プラスチックの熱分解と再利用(Ⅰ)

一ポリエチレンの熱分解について—

小学校における問題解決能力を育成する理科教育

宮下正格
樺棒光一
中里勝平一〇芳勝
作原逸郎
中村隆信鈴木 哲
白井 肇
青山慎一河原英男
那賀島彰一
高橋文明森 裕
乳井幸教高橋文明
青山慎一
中村隆信作原逸郎
乳井幸教
永田敏夫樺棒光一
中里勝平
永田敏夫那賀島彰一
高橋文明森 裕
那賀島彰一
中里勝平

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—

静電気の教材としての工夫について

流水観光砕氷船に乗って

北海道産天然ゼオライトとその利用

台風19号(1991年)の教材化

樺棒光一
中里勝平
永田敏夫那賀島彰一
高橋文明

森 裕

第5号 (平成5年3月)

児童・生徒の自然認識に関する調査研究(Ⅰ)

一昆虫類を対象としたアンケートによる分析(小学校編)—

プラスチックの熱分解と再利用(Ⅱ)

青山慎一

中村隆信

一ポリスチレン・ポリプロピレンの熱分解について—
理科教育におけるコンピュータの活用

小学校と中学校の新学習指導要領理科の関連について

モデルロケット及び各種ロケットの教材化

一運動の応用及び宇宙科学教育推進の視点から—

雪や氷を活用した熱と温度の実験の工夫

小学校における理科薬品等の基礎的な知識(Ⅱ)

高校化学におけるコンピュータの活用

一複数データによる実験の考察—

身の回りの地形の教材化

一火砕流堆積物が作る地形の教材性を探る—

河川堆積物の産状から何を読み取るか

一余市大川遺跡発掘区における観察例をもとにした検討—

小学校理科における植物教材について

太陽の動きを観察する道具の工夫について

LTC1098を用いた科学計測

LTC1091を用いた科学計測

第6号 (平成6年3月)

環境教育講座<自然と人間生活>の概要

平成5年度受講者の高校理科履修科目と専門科目

北海道高文連理科研究発表会の現状と課題

一物理部門からの考察—

遊園地等の物理的領域での活用

一体を使ったダイナミックな体験を通して—

LTC1098を用いた差動入力計測の方法

高校化学におけるコンピュータの活用

一データの二次的処理についての一考察—

小学校理科の内容と構造

一「B 物質とエネルギー」区分での考察—

フタホシコオロギの発音器官と鳴き声

北海道の蛾相概観

一付、北海道産寒地性蛾類目録—

冬季における天気の変化の特徴とその教材化

一観察を中心とした学習の中で、いかに雲画像を活用するか—

身近な天体の教材化について

一太陽系の仲間のトビックスを使った観察例—

岩脈の観察によって読み取れる情報

一西南北海道、雷電海岸における岩脈の観察—

珪藻を中心とした微化石の観察

一望来海岸採集ノジュールから分離した微化石の観察—

小学校理科における植物教材について

一植物を素材とした「つくる活動」の例—

平成4年度・平成5年度長期研修の概要

平成4年度長期研修員報告

電流の働き「電磁石」教材の検討

児童一人一人の見方、考え方を大切に「溶解」教材の検討

環境教育的視点に立った小学校理科(A区分)の進め方についての検討

山本 淳 藤崎利博 他5名

自然とのふれあいを大切に「流れる水の働き」教材の検討

パソコンを計測機器として使用する方法の検討

一音教材での活用をめざして—

「酸・アルカリ・塩」を効果的に学習させる方法の検討

一自作簡易pH表示装置を中心として—

光合成・呼吸の実験・観察法とその工夫

乙部町の地域素材の教材化

パソコンプロジェクト

樺棒光一 高橋文明

鈴木 哲 永田敏夫

穴水 正

問題解決学習プロジェクト

作原逸郎 河原英男

中里勝平 松田義章

中里勝平

永田敏夫 中村隆信

作原逸郎

鈴木 哲

高橋文明

森 裕

松田義章

河原英男

森 松治 高橋文明

森 裕 松田義章

中村隆信 田中佳典

中村隆信 田中佳典

青山慎一 中里勝平

中村隆信 河原英男

松田義章

永田敏夫

永田敏夫

中里勝平 永田敏夫

伊藤良美 塚原俊治

鹿野内憲一

中村隆信 田中佳典

鈴木 哲

高山賢吉

松田 司

青山慎一

高橋文明 森 裕

松田義章

森 裕 高橋文明

松田義章

森 裕

高橋文明

本間靖教

河原英男

杉本 聡

藤崎利博 他5名

西木 祭 上元 巧 他5名

山本 淳 藤崎利博 他5名

臼井哲夫 坂本富貴彦 他5

田中佳典

竹島寛志

川島政吉

森 松治

資料編

「化学変化とイオン」における実験教材の検討
平成5年度長期研修員報告
「植物体内の水の行方」における教材の開発
－児童に感動を与える実験・観察方法と教材－
燃焼に必要な酸素の量による「燃焼」教材の検討
－身近な素材（脱酸素剤）を利用して－
「物の性質と光・音」における「音」教材の検討
－身近な素材を生かして－
「気温と天気」教材の検討
－天気のみまりをとらえさせるために－
循環・呼吸系の理解を深める観察・実験
中標津地域周辺の地形・地質の教材化
札幌市厚別地区の地形・地質の教材化
新しい学力観に立った課題研究的な学習の展開
－化学領域における教材の検討－

第7号（平成7年3月）
冬の自然の物理的視点からの教材化について
中古電話のマイクとスピーカーを使った音教材
高校理科履修科目の状況と短期研修講座への期待
コンピュータを用いた電導度測定
－硫酸と水酸化バリウム水溶液の中和反応－
電導度測定での温度及び液量の影響と終点決定
「物の燃焼」における一考察
光合成にかかわる実験の問題点
－インジゴカーミン法の検討－
魚の鱗を用いた免疫実験
－普通高校でもできる簡単な免疫実験－
天気の変化の特徴とその教材化
－初夏における気象の特徴を生かした試み－
地形・地質にかかわるアイヌ語地名とその教材としての活用
－海岸地域における地形・地質の検討－
岩石・鉱物薄片用簡易偏光装置の工夫
－生徒観察のための装置の工夫と活用－
身近な植物の教材化
－植物のつくりと育ち方を野菜から学ぶ－
平成6年度長期研修報告
生物検索図の作成と活用方法の検討
「水溶液の性質と変化」の教材の検討
－身の回りの素材を生かして－
小学校における「光」学習教材の検討
「大地のつくり」における教材の検討
－地域の特性を生かした教材づくりを目指して－
遺伝学習における教材の開発
気象学習における身近な素材の活用
－雲と冬の天気を中心とした教材の検討－
身近な素材を用いた環境調べの教材化
－地域や生活とのかかわりから環境を見る目を養うために－
鵠川町周辺地域の地学的自然環境の教材化

第8号（平成8年3月）
ブールを活用した物理教材の開発について

原子に関するエネルギー教材に目を向けて
液体窒素・ドライアイスの活用
講座受講者の高校理科得意科目
科学学習センターとしてのエクスプロラトリウム
電流による発熱
水のエネルギー
CODの定量法に関する一考察（その1）
高分子物質をどのように捉えるか
「物の溶け方」における一考察
高校生物教科書の免疫の記述について
植物の光合成・呼吸をとらえる実験とその工夫
天気の変化の特徴とその教材化
火山砕屑物の教材性に関する検討
簡易天体観測装置の製作と活用
「水溶液の性質や変化」における一考察
平成7年度長期研修員報告
土壌動物の教材化

森 松治

大平昌則 武田 淳 他3名

斉藤 彰 鶴川明久 他3名

鶴川明久 武田 淳 他3名

渋谷 貢 大平昌則 他3名
伊藤良美
塚原俊治
鹿野内憲一

鹿野内憲一

中里勝平 河原英男 永田敏夫
中里勝平 永田敏夫
永田敏夫
中村隆信

鈴木 哲
高山賢吉
松田 司

片岡辰三

高橋文明

松田義章

志佐彰彦

河原英男

広岡 光 池谷美津子 稲村昌博
池内美津子 稲村 昌弘 広岡 光

広岡 光 和賀 和人 村田 博司
和賀 和人 村田 博司

三科 圭介
斎藤 康夫

道林 真一

道林 真一

中里勝平 永田敏夫 大久保政俊
宮崎 秋山 小西 前田 相原
斎藤康夫 三科圭介 道林真一
中里勝平
中里勝平
永田敏夫
永田敏夫
大久保政俊
大久保政俊
鈴木 哲
八島弘典
八重樫義孝
片岡辰三
川島政吉
高橋文明
松田義章
志佐彰彦
高山賢吉

宮崎高

水生動物を指標とした水質判定法
身の回りで起きている化学変化の教材化への検討
市街化地域における地質素材の教材化
湧別川周辺の地学的自然環境の教材化
気象学習における身近な素材の活用について

秋山秀也
小西昭徳
前田寿嗣
相原繁喜
相原繁喜

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>

執筆の要領については編集委員会が別に定める。

投稿者は、その年の8月までに編集委員会に連絡するものとする。

<投稿及び連絡先>

〒064 札幌市中央区宮の森4条7丁目3番5号

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8号

発行日 平成8年3月31日 発行

発行所 北海道立理科教育センター

〒064 札幌市中央区宮の森4条7丁目3番5号

TEL 011(631)-4405

011(631)-4406

FAX 011(631)-9475