

研究紀要

第7号

平成7年3月

北海道立理科教育センター

発刊に当たって

現在、生涯学習社会を展望し、自ら学ぶ意欲と社会の変化に主体的に対応できる能力を育てる教育、個性を生かす教育の大切さが強調されております。これを受けて、理科教育においても、学習意欲を高め、自然に関心を持って主体的に調べる能力を育てるとともに科学的な見方や考え方を育てることが求められています。

一方、最近の子供の自然離れや理科嫌い、若者の理工系離れの傾向が各方面から指摘されているところでありますが、今日の日本の繁栄の基礎の一端を理科教育が担ってきたことを踏まえ、これらの憂慮すべき事態の早急な改善が望まれます。そのためには、理科教育の社会的重要性についての認識を広めるとともに、理科教育そのものの魅力を向上させなければなりません。なお、理科教育の魅力向上を図るためには、まず、児童生徒にとって関心の高い教材を開発し、その活用によって、理科の楽しさを体験させ、自ら進んで自然を調べようとする意欲を育てなければなりません。「自ら学ぶ意欲は、自ら体験することなしには育たない」とはよく言われることですが、理科の学習への意欲を育てるためには、身近な自然や日常生活にかかわる素材を活用した観察、実験を行うことを通して、児童生徒が自然に働きかけ、主体的に問題解決を図ることができるように様々なレベルでの支援を講じていく必要があります。また、このため、何をどのようにして学ばせるかという具体的な手段についても明確にする必要があります。

当理科教育センターでは、このような今日的課題を踏まえて継続的に研究を進めております。その成果の一部は、指導資料としてまとめるとともに、各種研修講座において紹介や普及に努めてまいりました。この度、各研究員による理科教材の開発・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等をまとめ、ここに研究紀要第7号として発刊いたしました。

本紀要が、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発展のために広く活用していただければ幸いです。

平成7年3月

北海道立理科教育センター 所長

澤 田 尚

目 次

発刊に当たって		
冬の自然の物理的視点からの教材化について	中里勝平 河原英男 永田敏夫	1
中古電話のスピーカーとマイクを使った音教材	永田敏夫 中里勝平	11
高校理科履修科目の状況と短期研修講座への期待	永田敏夫	14
コンピュータを用いた電導度滴定 —硫酸と水酸化バリウム水溶液の中和反応—	中村隆信	16
電導度滴定での温度及び液量の影響と終点決定	鈴木 哲	20
「物の燃焼」における一考察	高山賢吉	24
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—	松田 司	28
魚の鱗移植を用いた免疫実験 —普通高校でもできる簡単な免疫実験—	片岡辰三	30
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—	高橋文明	34
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—	松田義章	38
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—	志佐彰彦	41
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—	河原英男	43
〈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	広岡 光 池内美津子 稲村昌弘	45
「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—	池内美津子 稲村昌弘 広岡 光	49
小学校における「光」学習の教材の検討	広岡 光 和賀和人 村田博司	51
「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—	和賀和人 村田博司	55
遺伝学習における教材の開発	三科圭介	59
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—	斎藤康夫	61
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—	道林真一	63
鵜川町周辺地域の地学的自然環境の教材化	道林真一	65

冬の自然の物理的視点からの教材化について

中 里 勝 平 河 原 英 男 永 田 敏 夫

北海道に住む者にとっては、1年のうち、約4月間というもの雪や氷のあるところで生活することになる。これからは、理科教育でも雪や氷を積極的に取り込み冬の自然を生かした教材を開発し、実践することが大変重要なことであり、その解決の手だてとなる考え方や参考例を示した。

ここでは、雪の密度、保温性、強度、硬さや氷のでき方、密度、復氷、結晶などそれぞれの特徴となるものを調べ、それを活用した活動や遊びと、その多様な展開事例を示した。

〔キーワード〕 理科 物理 雪 氷 冬の教材化 直接経験

はじめに

直接自然に接し自然から学ぶことは、理科教育の重要な柱の一つでもあり、大変大切なことである。直接経験の機会を増やすためには、地域の自然を教師自らが理解し、それを教材化し活用していこうとする意志と行動力が大きな原動力となる。

雪や氷は、冬季間北国で生活するわれわれにとって素晴らしい自然の恵みであり、それを有効に生かすことは理科教育にとっても、大変重要な課題である。その解決のために、ア直接経験の重視、イ地域性を生かした教材の工夫、ウ冬の自然を生かした学習活動、エ生活との関連の重視など、雪や氷を教材化する具体的な視点や手だてを示すことは、非常に有意義なことである。

ここでは、雪や氷の特徴を調べることをはじめとし、それを活用したイグルー、かんじき、氷レンズ、氷琴など具体的な活動や遊びの事例を紹介する。

1 積雪の特徴を調べよう

A 積雪の密度や水量、湿り具合を調べよう
準 備

雪（積雪状態の違うもの）、スコップ、空き缶（底を切り抜き体積のわかっているもの）、物差し（またはノギス）、ばねはかり、ビニル

袋、メスシリンダー、バケツ、湯、メジャー
方 法

- (1) スコップなどで均一に積雪しているところを探して空き缶を雪中に差し込み、空き缶の体積分の雪を取り出し、それをビニル袋に入れる。
- (2) ばねはかりで雪の重さをはかり、密度を求める。
- (3) 積雪状態の違う雪を選び、同様に調べる。
- (4) 雪を入れたビニル袋をバケツの湯でとがして水量をメスシリンダーではかり、積雪状態の違う雪の水量を比べる。



図1 雪の水量測定

- (5) 実生活での積雪による重さ、圧力や水量について調べる。

A 屋根の広さ80m²、積雪量30cm、密度0.2g/cm³のとき、屋根にかかる重さ、圧力、水に換算したときの量を推定する。
イ その地域の広さ1km²、年間降雪量3m、平均密度0.25g/cm³とすれば、春先に流

出する水量は何トンか、また長さ25m規模の学校プールの約何杯分に相当するか推定する。

(6) 積雪の湿り具合(含水率)を次の方法で調べる。

きまった温度(T_1 ℃)の一定量の湯(m_1 g)に、採取した0℃の湿り雪(m_2 g)を混合し、雪がとけ終わる温度(T_2 ℃)をはかる。0℃の湿り雪の氷部分をx g、a、bを湿り雪と、お湯の入れ物の熱当量、含水率をWとすれば、

$$80x + (m_2 + a) T_2 = (m_1 + b) (T_1 - T_2)$$

$W = x / m_2$
で求めることができる。

結果と考察

- (1) 雪の密度は、雪の質量÷雪の体積(g/cm^3)で求められる。密度は雪質や積雪状態によって大きく異なるが、新雪類0.03~0.25、しまり雪類0.2~0.5、ざらめ雪0.3~0.5、しもざらめ雪0.25~0.4程度であり、一般的に、0.03~0.5 g/cm^3 の範囲である。
- (2) 水量は、雪の体積に密度を掛け算したものに等しいので、体積を1000 cm^3 、密度を0.25 g/cm^3 とすれば、水量は250 g (または250 cm^3)となる。
- (3) アについて、重さ4.8ト、圧力6 g/cm^2 、水量4.8トとなる。イについて、水量は、およそ75万トとなり、25m学校プールに換算すると約1540杯分にも相当する。雪はもともと水であるが、実際にとくしてみると、以外に多いことがわかる。
- (4) 積雪が、0℃以上の暖かい空気に触れたり、日射を受けたりすると、雪粒の一部がとけて水になる。この水は膜となって雪粒を覆い、湿りのもとになる。湿り具合を知ることは、雪だるま、雪合戦、イグルーなど雪を利用するうえで大変効果的である。

指導上の留意事項

- (1) 空き缶を利用して雪の体積をはかる場合、

小学校の子供には体積の大きさを事前に示しておく必要がある。準備が可能ならば、10cmの立方体の容器を用いると、結果の処理が簡単になるので適切である。

- (2) 融雪水は、一度に流出すれば大きな被害をもたらすこともあるが、水力発電、農業、工業用水、飲料水など地域の水資源として非常に大切なものであることを環境教育の視点からもとらえさせる。

B 積雪の硬さを調べよう

準備

木製円盤(直径10cm)、アクリル管(1m程度)、鉄棒(50cm)、たこ糸、物差し

方法

- (1) 積雪の硬さを指や鉛筆などを使い五感をとおして調べる。
- (2) アクリル管の一端からスケールをはり付けたものと、鉄棒の一端にたこ糸を結び付けたものを用意する。
- (3) 積雪の上に木製円盤を水平に置き、その上からアクリル管を円盤の中心に垂直に立てて、アクリル管の中に鉄棒を一定の高さから落下させ、円盤の沈む深さをはかる。
- (4) 同じ積雪状態に対し、(3)の要領で一定間隔ごとに高さを変えて落下させ、円盤の沈む深さをはかり、それらの違いを比べる。
- (5) 積雪状態の違うものを選び、(4)の要領で沈む深さをはかり、それらの結果から積雪状態の違いの意味を考える。

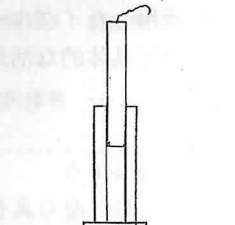


図2 積雪の硬さ調べ

結果と考察

- (1) 積雪に直接指や鉛筆を刺してみると、触

覚や視覚の違いをとらえることができる。

- (2) 同じ積雪状態に対し、鉄棒を落下させる位置を高くすると、円盤は深く沈む。これは、鉄棒の位置エネルギーが大きくなり円盤に加わる力が増大するからである。
- (3) 新雪やささらした雪質であれば、円盤は深く沈み、圧雪やささらした雪質などであれば、円盤は沈みにくいことがわかる。
- (4) 雪質や外気温によって積雪状態も変わり、それを踏みつけるとき、積雪状態の違いにより、へこみ方も変わると考えられる。
- (5) 雪ブロックを作る場合、圧雪状態の雪や粘りのある雪などを選ぶことが大切である。逆に、さらさらした雪などを使えばブロックは崩れやすく危険である。

C 雪から人工氷(氷河)を作ろう

準備

雪、スチール製リング(径数cm、高さ5cm程度)、スチール棒(リングに合う径)、金づち、台

方法

- (1) 台の上にスチール製リングを置き、その中に雪を十分詰めてからリングの穴にスチール棒を合わせ、その上から金づちで強くたたいて雪を固め、人工氷を作る。
- (2) 水を若干含ませた雪を使い、(1)と同じ方法で人工氷を作る。

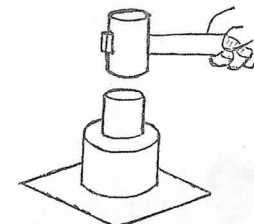


図3 人工氷作り

結果と考察

- (1) 雪に力を加えることによって、雪の一部がとけて回りの雪を接着するようになるとともに、塑性圧縮が続いて雪はどんどん圧密されて密度が大きくなり、氷のように硬

い状態となる。これが氷河が生成する仕組みである。

- (2) 水を含んでいる場合、雪がとける時間は短くてすみ、(1)のときよりも速く固形化できる。どちらも、短時間で固形化でき人工的に氷のような状態にすることができる。
- (3) 自然界における実際の氷河は、雪がたい積し何万年もの間大きな力を受けて下部が圧密され固形化したものである。(1)、(2)の人工氷は氷河の生成過程を時間的に短縮したものとして考えられる。

2 氷の特徴を調べよう

A 氷を作り、でき方を調べよう

準備

各種氷、バケツ(ボール)、牛乳パック、金づち、のこぎり、ビニル袋、ルーペ、防寒ゴム手袋、発泡スチロール容器

方法

- (1) 屋外で水のたまっているところや、軒先、水を入れたバケツ、冷凍庫の中の牛乳パックなどでできた氷を集める。
- (2) それぞれの氷を肉眼やルーペなどを使って観察し、全体的な特徴をとらえる。
- (3) 氷の観察結果から、どのようなことがわかるか推察する。



図4 いろいろな氷

結果と考察

- (1) 水たまりの氷は、縁の方から氷が張り出し、中心に向かうほど薄くなっているものが多い。表面は大小の凹凸が多く見られ、全体的に不均一な作りをしていることから外気温が一定でないと考えられ、氷の表面

にアイスフラワーができることが多い。

- (2) 軒先の氷は、根元が太くて先端部が細く、横にたくさん連なっている。表面は鐘乳石のように凹凸とぶつぶつが多く見られるのは、1日の寒暖の差により融解と凍結を順次繰り返し変化するためと考えられる。これは、一般的につららと呼ばれている。
- (3) バケツの氷は、表面と縁のところが厚く、深くなるにしたがって薄くなり、時間とともに中心に向かって凍る。外気温にもよるが、一晩では全部凍りにくく、中心部はまだ水が残っている。全部凍ると中ほどに小さな気泡が見えることが多い。これは、水中の空気が氷に閉じ込められるためであり、煮沸した水では気泡はできにくい。また、表面はなだらかであり、最初の水面の位置よりも、氷は高く盛り上がっているので体積が増えたことがわかる。
- (4) 牛乳パックの氷は冷凍庫で作るため、表面温度が低くなってかさかさとなり、素手で触ると氷にくっつく状態となる。氷は外気に触れると、表面温度が上がり、徐々にとけはじめてなめらかになる。(3)と同じく、氷は水面の位置よりも盛り上がっており、体積が増えたことがわかる。このことから、密閉した中では、破壊力をもつ。

B 氷の密度を調べよう

準備

各種の氷、ビニル袋、ばねはかり、ガーゼ、発泡スチロールカップ、メスシリンダー、防寒ゴム手袋

方法

- (1) 氷をビニル袋に入れ、ばねはかりで重さをはかる。
- (2) 適量の水を入れて十分冷やしたメスシリンダーの中に氷を入れ、水の増加分から氷の体積をはかる。
- (3) 氷の密度を求め、水の密度と比べる。
- (4) いろいろな氷の密度を求め、比べる。

結果と考察

- (1) 氷の密度は0℃でほぼ 0.92 g/cm^3 である。身の回りの氷を実際に調べてみると、計量器や測定法などによって違いはあるが、 $0.85\sim 0.93\text{ g/cm}^3$ の範囲で求められる。密度の求め方としては簡便な方法といえる。
- (2) いろいろな氷の密度を求めても、その違いを見いだすほどの差はない。
- (3) 氷の密度は、水の 1 g/cm^3 より小さいので、水に浮くことがわかる。

指導上の留意事項

- (1) 氷の表面の水分をガーゼなどでふき取り、素早く重さをはかる。また、体積より重さを先にはかる方が適切である。
- (2) 体積をはかる場合、氷はとけやすいので、氷を入れる水をできるだけ0℃近くに冷やし、素早く行う。

C 氷に力を加えたときの変化を調べよう

準備

氷、牛乳パック、おもり(1kg用、14個)、ピアノ線、固定台、スケート、かん、ルーペ

方法

- (1) 水を入れた牛乳パックを冷凍庫や屋外に置いて氷を作る。
- (2) 作った氷を横にして固定台に置き、氷の中心部の上からピアノ線をのせ、等量のおもりを両側につるす。
- (3) 時間経過に伴って氷はどのように変化するか調べる。
- (4) おもりの量を変えて(3)と同様に調べる。

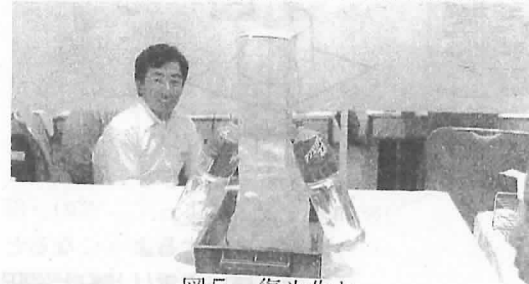


図5 復氷作り

- (5) この現象はどのようなことに応用されて

いるか調べる。

- (6) 時間を短縮した簡便法で調べる。

ア C形クランプにペンチでピアノ線を巻きつける。

イ 氷を新聞紙を敷いた台にのせ、ピアノ線で氷を切るように力を加える。

ウ 氷の切口をルーペなどで観察する。



図6 氷切り・復氷

結果と考察

- (1) ピアノ線は、時間経過に伴い逆U字型になって、氷の中に食い込んでいく。最初、食い込んだところはピアノ線の太さの溝となに残るが、しばらくすると、溝の部分が氷に変化するのわかる。外見的には、ピアノ線が氷の中で凍っているように見える。ピアノ線は、最終的に氷を通り抜けるが、氷は2つに切れ落ちることではない。
- (2) 氷は力を受けると融解して水になる。この水は表面張力によって流れ出ずに溝に残っており、回りの氷によって再び冷却されて氷になる。これを復氷といい、復氷の結晶は元の結晶と大きく変化している。また、のこぎりなどで氷を切る場合は、氷片や水分を取り去ってしまうので、この現象は起こりにくい。
- (3) ピアノ線につるすおもりの量を増やすと、氷の中を通り抜ける時間は速くなる。
- (4) この現象を利用したものとしてスケートなどがある。スケートの刃に体重を掛けると刃の部分の氷が力を受けて水に変わり、それが氷と刃との間で潤滑油の働きをして摩擦抵抗を小さくすることで、スケートが滑る。スケートがよく滑るためには、-2

℃くらいの氷温で、その硬さは、スケートで氷をけったとき砕けない程度の硬めの氷が最適である。

D 氷の結晶を観察しよう

準備

天然氷(水たまりが凍ったもの、つらら、バットや軒先に凍ったものなど)、人工氷(冷凍庫)、偏光板(2種類、または偏光めがね)、ガラス板、スチール板(または面の広い空き缶)、電熱器(熱のでるもの)、白熱電球、観察台、レーザー装置(スリットつき懐中電灯)

方法

- (1) 暖めたスチール板に氷をのせ、擦りながらとかしてその厚さを数mm程度にする。
- (2) 薄くなった氷を、観察台に取りつけてある偏光板のはったガラス板の上にのせる。



図7 氷の結晶観察

- (3) ガラス板の下を白熱電球で明るくし、反対側から別の偏光板をゆっくり回転させながら薄い氷に近づけて氷の結晶を観察する。
- (4) いろいろな氷について同様に観察する。
- (5) 直方体の氷面に角度を変えながらレーザー光線を当てると、光線が氷の中をどのように進むか調べる。

結果と考察

- (1) 2種類の偏光板の間にある氷は、結晶ごとに虹色のような特有の色を現す。また、結晶の構造やカットのされかたによって形や色が複雑に変化して見える。
- (2) 天然氷の結晶のでき方は人工氷よりも複雑で、偏光によって結晶を見ると変化に富んでいる。その中でも、つららの結晶は非

常に特徴的であり、氷のでき方の複雑さを現している。

- (3) 観察する氷を厚くすると、結晶が重なり過ぎて見にくい。
- (4) 氷を薄くして観察するだけでなく、氷の尖端部分や復氷のところを偏光板を通してみると、違った結晶構造や色を見ることができる。
- (5) レーザー光線は、水中と同様に氷の中を直進したり、反射、屈折する。この性質を利用して氷レンズを作ることができる。なお、途中に気泡などがあれば、光跡は乱れることもある。

3 雪を使った活動や遊びを工夫しよう

A イグルーを作り、強度や保温力を調べよう 準備

スコップ、のこぎり、プラスチックそり、防寒ゴム手袋、シャベル、ホース、バケツ、水
方法とまとめ

- (1) 雪原に円形をかき、内側の雪を掘り出しイグルーの基礎を作る。
- (2) 雪を適当に固めて40~50cm程度の台形状の雪ブロックを作り、円形に沿って並べ、内側に少し傾くようにして積み上げる。
- (3) 積み上げていく中で、雪ブロックの形を整えたり、シャーベット状の雪をすき間に詰めて補強する。
- (4) 完成後、イグルーの外側と内側の温度を一定時間ごとにはかると、数~十数℃の違いが見られる。これは、雪ブロックに無数のすきまがあり、その中に空気を含み断熱材の役割を果たしている。このことは、保温性を高めるばかりでなく、消音にも役だっている。
- (5) イグルーが崩れ落ちずに丈夫なのは、雪の粘着力とアーチ型にすることで働く力が分散することで強度を増している。
- (6) 積雪は雪粒子が網目状につながった組織で空気を含むため、新雪、しまり雪の熱

伝導率が $0.11\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, $0.5\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$ 程度となり、市販の断熱材に匹敵するものである。したがって、積雪のあるところでは、土を凍結から守っている。また、積雪のもつ保温性と雪が水蒸気となって適当な湿りを与えるという性質は野菜類の保存に非常に効果的である。



図8 イグルー作り

B スキーやかんじきを使い圧力を調べよう 準備

スキー（幅、長さの異なるもの）、かんじき（手作りも可）、サルナシのつる、チシマザサ、のこぎり、カッターナイフ、ペンチ、針金、ロープ、物差し、スノーボード
方法とまとめ

- (1) 同じスキーに体重の異なる人がのり、新雪の上に立って雪のへこみを調べる。体重の重い方が雪面に対する圧力が大きくなるので、へこみは大きくなる。
- (2) 同じ体重の人が、幅の広いスキーにのり変えたときのへこみを調べる。幅の広いスキーの方が雪面に対する圧力が小さくなるので、へこみは小さくなる。
- (3) 雪上を靴のまま、かんじきをつけて歩くのと、うずもれ方の違いを調べる。靴底の面積を大きくすることによって雪面に対する圧力を小さくすることができるので、靴だけよりうずもれず歩きやすい。
- (4) かんじきの構造や材料の違いによるうずもれ具合を調べる。かんじきの面積を大きくし底を網目状にすることで、雪面に対する圧力を小さくでき、うずもれを小さく

できる。

- (5) かんじきには、日本式の外、外国式の「スノーシュー」なども普及しているが、機能的なかんじきの製作では、後志管内黒松内町の渋谷吉尾氏が著名である。



図9 かんじきによる圧力調べ

C 雪面でミニスキーが曲がる理由を調べよう 準備

ミニスキー、そり、スノーボード
方法とまとめ

- (1) ミニスキーをはいてまっすぐ滑るときは、基本的にスキーヤーはスキーに対して抵抗とは反対の方向に身体を移動してバランスを保っている。推進力として重心に重力が働いている。
- (2) ミニスキーで曲げて滑るためにはどうするか調べる。スキーが曲がるためには、雪面から抵抗を受けていることが必要である。この抵抗は、スキーを新しい方向へ回転させる成分と、スキーに制動をかける成分に分けられる。横ずれの少ない切れのよいターンでは前者が、横ずれの大きいターンでは後者が大きく作用している。スノーボードやそりについても調べる。



図10 ミニスキーによる実験の様子

D 雪の斜面を利用してジャンプや衝突現象を調べよう

準備

ミニスキー、ペットボトル、チューブ、スコップ、小旗、メジャー

方法とまとめ

- (1) ミニスキーやペットボトルなどを用いてよく飛ぶジャンパーを作る。
- (2) 助走面、踏切台、着地面を含めてジャンプ台を作る。また、高低の違うジャンプ台を作る。
- (3) 助走位置を低いところから高いところへ変えると、飛び方にどのような違いが見られるか調べる。基本的には、高い位置の方が位置エネルギーが大きいのでよく飛ぶ。しかし、実際場面では、ジャンパーの形状、重さなどいろいろな要素が絡み合うので理論的な結論は出しにくい。
- (4) 急斜面と緩やかな斜面をチューブで滑り落ちる。急傾斜の方は、加速度が大きくなるので勢いよく滑り落ちる。発展的な扱いとして、途中に新雪など柔らかい物を置いて衝突の違いを見ることもできる。
- (5) チューブを2、3個連結したり、空気圧を変えたり、体重差のある人がのるなどして滑りの違いを調べる。同じ条件で行うのは難しいので物理的な傾向をとらえる程度でよい。



図11 ジャンプ大会の様子

E アーチを作り強度を調べよう

準備

積雪、スコップ、のこぎり、メジャー、お

もり, 防寒ゴム手袋

方法とまとめ

- (1) 50cm程度の雪ブロックをたくさん作る。
- (2) のこぎりで雪ブロックに適切な曲面や傾斜をつけて両側から順次積み上げ, U字形のアーチなどいろいろなものを組み立てる。
- (3) アーチの上からおもりを変えながら力を加えて, その変化の様子や崩れ具合などを調べる。雪質にもよるが, くさび形の小さい雪ブロックをたくさん使い, ていねいに行っている場合は崩れず長持ち持ちする。大型のブロックでは力に耐えられず崩れやすい。実験を行う際に, 安全に注意を払う。
- (4) (3) に関連して力を加える方向を変えて調べる。真横の部分はほぼ同じような作りなので, 力を加えても大きな違いはでない。
- (5) この機能を利用したものを身の回りのものから探すと, 眼鏡橋, 地下放水路, トンネルなどがある。

F スノーランタンを作り雪に対する光の透過力を調べよう

準備

円筒状の空き缶(底を切り抜いたもの), 角スコップ, 防寒ゴム手袋, ローソク, マッチ

方法とまとめ

- (1) 雪の塊の中心に, 空き缶を入れて円柱状に雪を抜き取る。
- (2) (1) の雪を角スコップで三角形や四角形, 五角形にして取り出す。
- (3) 取り出した雪の塊の側面に模様などの透かしを入れたスノーランタンを作る。



図12 スノーランタン

- (4) 円柱状の底にローソクを灯し, 雪面から漏れでる光の明暗を比べる。同じローソクでも雪質や積雪の状態, 雪面の厚さなどによって光の透過力が変わること, 明暗が大きく変化する。

G 雪の詰まった積雪を用いてスクリーンを作ろう

準備

積雪, スコップ, のこぎり, メジャー, 防寒ゴム手袋

方法とまとめ

- (1) 数十cmの直方体形の雪ブロックを積み上げ, 高さ2m, 長さ3m程度の壁を作る。
- (2) 垂直面がフラットになるようにコーティングする。
- (3) 垂直面に映像を投影しスクリーンとして利用する。
- (4) 雪質や積雪状態の違うもので作るとどうなるか調べる。新雪などでは, ブロックを作ることができないこともあるので, 固まった粘着力のある雪を用いるとよい。

4 氷を使った活動や遊びを工夫しよう

A 氷レンズを作り氷や光の性質を調べよう

準備

板氷(厚さの異なるもの), 凹凸形氷レンズ, 光源(スリット付き懐中電灯, レーザー装置), ガーゼ

方法とまとめ

- (1) 板氷の両面をとかして, 平行な板氷を作り, 表面の水をガーゼなどでふき取る。
- (2) 暗室で, 厚さの異なる板氷に平行光線の角度を変えながら当てると, どうなるか調べる。光は板氷の中を直進し, 表面で反射したり, 屈折したりする。氷は水, ガラス板と同じように光の対する透過力が大きい。
- (3) 半球状の容器で凍らせるか, 板氷の片面または両面を少しずつとかしながら凸形氷レンズを作り, 平行光線を当てて光の進み

方を調べる。氷の質や形状にもよるが, 凸レンズのように光を屈折し, 収束させる。光の一部はレンズ面で反射することもある。

- (4) 板氷の片面または両面を少しずつとかしながら凹形氷レンズを作り, 平行光線を当てて光の進み方を調べる。氷の質や形状にもよるが, 凹レンズのように光を屈折し, 発散させる。光の一部はレンズ面で反射することもある。(3) のとけてレンズの表面に付いた水をふき取る。氷レンズはとけやすいので, 表面が曇らない程度まで冷やして使う。

- (5) 気泡の入らない氷を作るためには, 水を一度煮沸し中の空気を追い出しから, ゆっくり冷却する。また, 透明な食用水を購入し, これからレンズを作ることもできる。
- (6) 凸形氷レンズに太陽光線を当てて光を収束させ, それを黒紙に当てる。氷のとけない外気温のところでも, 黒紙を焦がすことも可能である。

B カーリング遊びから氷との摩擦を調べよう

準備

氷面(なめらかな縦長形, 手づくりリンクの利用), カーリング(円盤形氷塊も可), メジャー

方法とまとめ

- (1) 氷面とカーリングを用意する。
- (2) 定位置からカーリングを滑らせ, どのようなときよく滑るか調べる。基本的には, カーリングを滑らす方向に働く力が大きいとき, 氷面とカーリングとの間の摩擦が小さいときに遠方まで滑る。
- (3) 摩擦抵抗を小さくするためには, 氷面上の氷片を取り除いてきれいにすると, 氷面とカーリングとの接触面を小さくするとよい。

C 氷琴で音を作り演奏しよう

準備

氷(3×4×20cm程度の直方体, 25本), 台(木製, 2本), パチ(2本), ひも(細い)

方法とまとめ

- (1) 氷の長さを少しずつ変えて氷琴を作り, 一定の間隔を取りながら台の上にのせる。また, 氷琴の一端に穴を開けてひもでつるして並べる。
- (2) 氷琴をパチでたたき音を奏でる。
- (3) 氷琴からでる音は, 氷琴の長さ, 幅, 厚さの違いや, 硬さ, 温度などの違いによっても変化する。演奏のとき, これを利用すると効果的である。

D 氷の温度を下げて氷を釣り上げよう

準備

氷, 食塩, 糸, ガーゼ(薄い紙), はさみ, ルーベ, 温度計, 水

方法とまとめ

- (1) 氷の上面を水で少しぬらし, その上に糸, ガーゼ, 食塩の順にのせてしばらく放置するとどうなるか調べる。上面が凍結し5cm程度の立体を十分釣り上げることができる。
- (2) 氷の上面は食塩との作用によって, 糸やガーゼのぬれているところが凍結するためである。ガーゼを使うのは, 糸だけのときよりも凍結面が広がることで, 釣り上げる際氷の重さに耐えられる。
- (3) 凍結面を肉眼やルーベで観察すると, 糸やガーゼの繊維は氷の中に食い込むように凍結して見える。



図13 氷釣り

- (4) 温度計で凍結部分の温度をはかるとどうなるか調べる。実際上, 温度計の観球部が

曲面なので氷との接触部分は少なく熱エネルギーの伝達が十分でないため理想的なやり方はできないものの、 -15°C くらいまでは十分はかることができる。

(5) 氷と食塩を混ぜた物を寒剤といい、その重さの割合が約3 : 1 のとき、最低温度の -21°C 近くとなる。

E 自然が作るアイスフラワーを観察しよう
準備

薄氷（水たまりにできるもの、バット類の水の表面を天然に凍らしたもの）、観察台（ガラス板）、ルーペ、白熱電球

方法とまとめ

(1) 薄氷を観察台にのせ、白熱電球を薄氷の表面に近づけてとかしながら表面をルーペで観察する。

(2) 薄氷の表面から数mmくらいの間にいろいろな形をした花模様の結晶が見える。アイスフラワーは、冷凍庫などで人工的に作った氷にほとんど見るのができず、天然氷に見られる一つの特徴でもある。



図14 アイスフラワーの観察

F アイスキャンドルを作り光の透過性を調べよう

準備
ポリバケツ（一般家庭用），台，ローソク，
マッチ

方法とまとめ

(1) ポリバケツに水を7~8分程度入れたものを一晩屋外に放置する。

(2) バケツの水が完全に凍らないものを取り

出し中の水を捨てて氷だけにし、台の上に置く。

(3) 火を灯したローソクを氷の中心部に置き、外側から透過の様子を調べる。ゆっくり冷却した氷で作ったアイスキャンドルでは、透過性が著しく、光をはっきり見ることができる。スノーランタンは雪の結晶が複雑に重なっているので、光の透過性は極端に落ちる。



図15 アイスキャンドル

おわりに

冬の自然の教材化ということで、内容を小、中、高等学校の校種別に分けることなく、まとめた。ここに紹介したことを参考にする場合には、子供、生徒の経験や学習レベルの実態などを十分考慮のうえ、内容を適切に加除して活用されることが望ましい。

また、活用例は外にもたくさんあると考えられるが、今回はその一部分を紹介したものである。雪や氷の教材化に取り組んでいる方は、情報交流をしたいと思うので、ぜひ連絡していただきたい。

参考文献

- 1) 秋田谷英次(1992)：雪と遊ぶ本，ひかり工房
2) 木下誠一(1984)：雪の話・氷の話，丸善株式会社

(なかさと しょうへい 物理研究室長)
(かわはら ひでお 初等理科研究室長)
(ながた としお 物理研究室研究員)

中古電話のスピーカーとマイクを使った音教材

永田敏夫 中里勝平

「音や光」は小学校理科B区分、中学校の身の回りの物理現象、高校物理ⅠA等で特に五感を生かした物理教育の場面で強調されている。ここでは、企業の好意で大量に寄贈されている中古電話機の送受話器のスピーカーとマイクを活用した音教材の工夫例を紹介する。

[キーワード] 理科 物理 音 マイク スピーカー

はじめに

中古電話機の送受話器にはカーボンマイクとマグネチックスピーカーが使われている。電気通信企業が更新等で回収する電話機のマイクとスピーカーは、堅牢で構造も簡単でわかりやすく、小学校から高校に至るまで電気教材の部品として有効に活用することができる。しかし、これらはあまり一般的に売られている商品ではない。そこで、このマイクとスピーカーの構造やしくみについて理解を深めながら教材としての活用例について紹介する。

1 カーボンマイクの構造

電話機の送話器に使っているマイクロホンは、カーボンマイクロホンと呼ばれている。

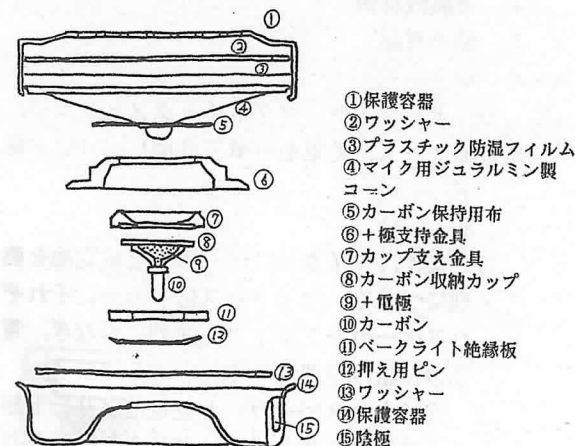


図1 カarbonマイクの分解図

ベークライト製絶縁板の上に、上部に吊り鉢状の金属と下部に電極を組み合わせた内径10mm深さ4mm程度の真ちゅう製のカップがあり、直径0.1mm程度の細かいカーボンの粉が入れている。これにアルミニウム製の+極支持台をかぶせる。マイク振動板用のジュラルミン製のコーンは、布製のカーボンを保持する幕を直径5mm程度で深さ4mm、厚さ0.1mm程度の球形の突起のある金属で中心部にとめてあり、厚さ0.05mm程度である。これが一極になっている保護容器に接するように入れてある(図1)。

カーボンマイクは、振動板に音が当たると、その振動に応じてカーボン粒子間の圧力が変わり接触抵抗が変化する。そこで、回路に直流電流を流して、この抵抗変化を電圧の変化として取り出し、音声信号を電気信号に変えている。

2 カーボンマイクの特徴

カーボンマイクは、直流電流を流さなくてはならないので普通のマイクと全く同様には使えない。

低周波発信器に直径15 cmのダイナミックスピーカー(8 Ω)を接続し5 Vの出力電圧で周波数を変化させ、10 cm離してカーボンマイクで受信してそのときの受信強度(出力電圧変化)と周波数の関係の測定例を図2に示す。

電話用送話器では、振動板に小さい孔をあけて、低音域の感度を落としてある。カーボンマイクの感度は $-40\text{ dB} \sim -60\text{ dB}$ （マイクの感度は 0.1 Pa [$1\text{ }\mu\text{ b}$])の圧力が加わ

ったとき1Vの電圧が出る感度を0dbとする)で、出力端子のインピーダンスは炭素粉によって数10Ωから数kΩまであり、置き方でも異なる。指向性はないが、雑音が多く、湿度によって感度や雑音の大きさが変わる。特性が悪く変化しやすく、歪も大きい。さらに、直流電流が必要などの短所があるが、部品が少なく構造が簡単で、感度がよく、値段が安い点が教材に適している¹⁾。

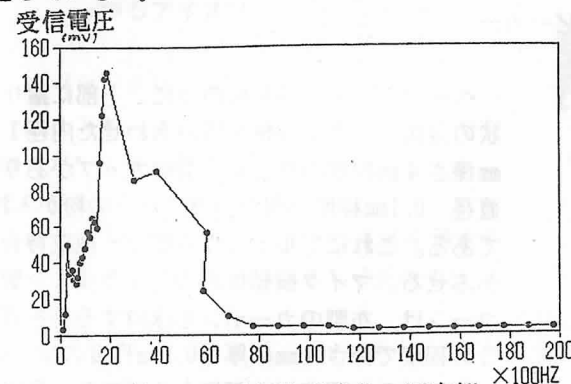


図2 周波数による受信強度変化の測定例

3 受話器用スピーカーの構造と特徴

(1) スピーカーの構造

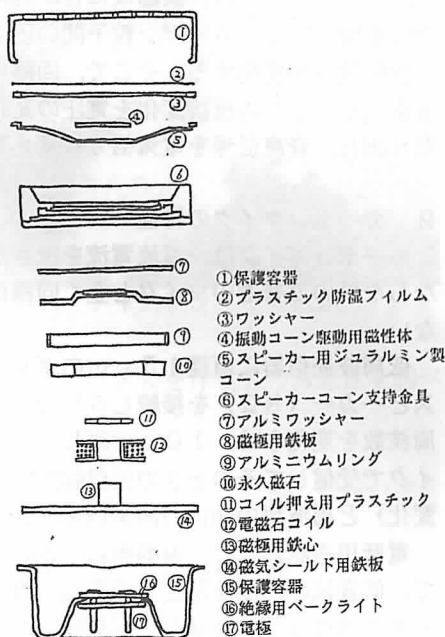


図3 スピーカーの分解図

電話機を受話器に使っているスピーカーは、マグネチックスピーカーである。磁極の一方は、直径6mm高さ6mmの円柱状の鉄製の突起で、その円柱にプラスチックボビンに巻かれたコイルが差し込んである。もう一方の極は、円柱を取り付けた鉄製の台の上にコイルを囲むようにドーナツ型の永久磁石が載せてあり、この上にドーナツ型の鉄製円板を載せた物でできている。スピーカーの振動板のコーン(1)は、中心部に直径12mm程度の薄い円板状の可動磁性体が置けるような凹みがあり、ジュラルミン製で、アルミニウム(真ちゅう)製の保護容器に囲まれている(図3)。コイルに電流が流れないとき、振動板は鉄片ごと永久磁石に引き付けられているが、コイルに音声電流が流れるとその向きと大きさの変化に応じて引き付けられている鉄片が振動し、コーンも振動することになる。

(2) スピーカーの特徴

コーンから出る音の大きさはコーンの振りが大きいほど強い。したがって強い音を出すには鉄片の振りを大きくしなくてはならないが、振りを大きくすると鉄片が磁極に近付きすぎて音が歪む。押えが強いので低音の出方が悪く音質が悪い。受話器ではコーンに小さい孔が開けてある。しかし、構造が簡単で故障が少なく値段が安い。

4 実験教材例

A 簡単電話

準備

カーボンマイク、マグネチックスピーカー、乾電池ケース、乾電池(単三3個)、リード線、コード

方法

- (1) まず、マイクとスピーカーと乾電池を直列につなぐ。マイクとスピーカーにそれぞれスピーカーとマイクを並列につなぎ、電話の仕組みを理解する。
- (2) マイクとスピーカーと乾電池とリード線で直列回路を組み立て、話したり聞いたりする。また、コードを用い、離れてやり取りをする。²⁾

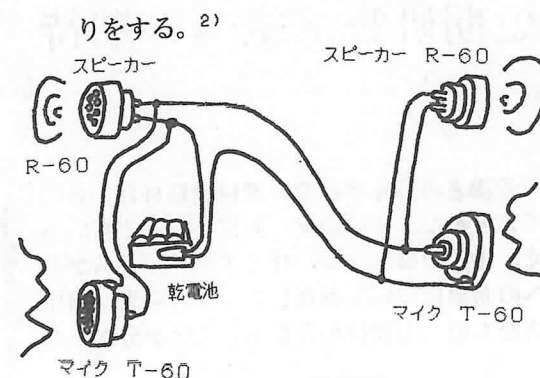


図5 簡単電話

B 懐中電灯で光通信

準備

カセットテープレコーダー、イヤホンジャック、懐中電灯、太陽電池、マグネチックスピーカー、リード線

方法

- (1) 蛍光灯をつけた室内で、太陽電池の出力をマグネチックスピーカーに接続し、スピーカーを耳に当て、ブーンという音を聴く。
- (2) 蛍光灯を消して同様に聴き、その違いがどこからくるか考える。
- (3) 懐中電灯の豆電球に並列にリード線を取り付け、カセットテープレコーダーのイヤホン出力をつなぐ。
- (4) 懐中電灯のあかりを太陽電池に当てて、スピーカーに耳を当てる。
- (5) いろいろな音源を持つたくさんの懐中電灯を1つの太陽電池に当ててスピーカーから音を聴く。

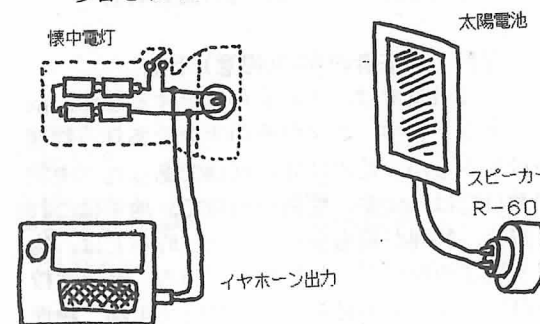


図6 懐中電灯で光通信

C 発信回路と変調

準備

カーボンマイク、マグネチックスピーカー、乾電池ケース、乾電池(単三3個)、リード線、オシロスコープ、

方法

- (1) 簡単電話と同じ回路を組立て、マイクとスピーカーを向かい合わせて発信させる。
- (2) マイクに加わる電圧をオシロスコープで観察する。
- (3) マイクに並列にさらにマイクをつなぎ、声を出して、オシロスコープの波形を観察する。
- (4) うなりや電波に信号をのせる場合と比較してその働きを考える。

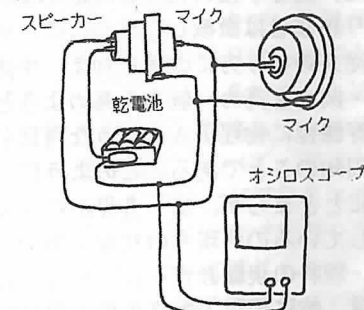


図7 音声発信回路での変調の観察

おわりに

中古電話のマイクとスピーカーは、構造が簡単で理解し易く、さらに丈夫であり学習教材としても大変利用価値の高いものと考えられる。

本研究を行うに当たって中古電話機のマイクとスピーカーを継続的にご提供頂いているNTT北海道支社に感謝申し上げます。また、多大のご教示を頂いた大森儀郎氏(神奈川県教育センター)に感謝致します。

参考文献

- 1) 中島平太郎 16. スピーカーとマイクロホン ラジオ・テレビ講座 5 共立出版(1952)160
- 2) 大森儀郎 全国理科教育センター研究協議会発表資料(1993)

(ながた としお 物理研究員)
(なかさと しょうへい 物理研究室長)

高校理科履修科目の状況と短期研修講座への期待

永田 敏夫

平成6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履修者の履修科目や専門科目についてまとめた。その結果、履修科目は比較的バランスがとれているが、専門科目については生物が多く、地学が最も少ないなどアンバランスがあることが分かった。また、冬季の短期研修講座で講座への希望について調査した。その結果、講座内容については野外観察、講座の手法としては実習を含むものへの期待が最も多いことが分かった。

〔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

理科教育の魅力向上が大きくクローズアップしてきた。高等学校の物理の履修が実質的な選択となり履修者は激減した¹⁾。このため、物理教育の従来の在り方に改善を加え、生徒の意欲や興味・関心を高め、魅力を高めようと高等学校の教育課程に物理ⅠAのような科目を設定したのは周知のことである。このように、高等学校教育にとどまらず、広く各界から対策を講じようとしているのが現状である。

さて、理科の現職教育を行う場合、各学校の理科教員、特に理科Ⅰ履修世代の教員が高校生の時に、どのような理科の科目を履修したのか、またどのような科目を得意としているのかは、現職教育を考える場合のみならず、新しい教育課程をどのように運用するかを考える場合にも重要である。そこで、昨年度に引続き当理科教育センター通常研修講座受講者の高校理科履修科目、特に理科Ⅰ履修世代の教員の履修状況と専門科目を調査したので紹介する。

さらに、魅力ある理科教育を進めるにはどのような対応を検討して行けばよいのかを探るための資料として、短期研修講座における開設テーマの希望などの調査を行ったので、その一部を紹介する。

1 理科Ⅰ履修者の高校理科履修科目

高等学校初任者や実習助手にみられる履修科目や得意科目の特徴²⁾は、理科Ⅰ世代の履修状況等を反映しているものと考えられる。そこで、

平成6年度の受講者で理科Ⅰを履修したと回答した者について整理した。この結果、各校種とも、化学の履修者がもっとも多く、地学がもっとも少なかった。平成5年度の傾向と殆ど変わらないが、平成5年度は、中学校の教員では生物履修者が物理履修者がより多かった。しかし、実習助手では生物、化学、地学、物理の順で、物理履修者がもっとも少なかった²⁾。

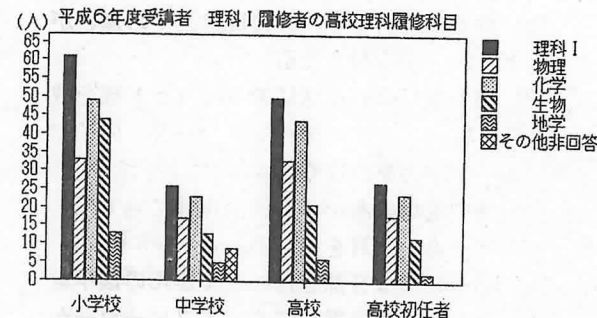


図1 理科Ⅰ履修者の高校理科履修科目

2 理科Ⅰ履修者の専門(得意)科目

小学校教員では、生物を得意とする者が圧倒的に多く、化学、地学がその半分であり、物理が最も少なかったのは昨年同様であった。中学校教員では、化学、生物が同数で、地学はこれに続き、物理が最も少なかった。昨年とは、物理と地学の順位が入れ替わっている。高等学校教員では、化学が最も多く、続いて生物、物理で、地学が最も少なかった。上位2科目と下位

2科目が昨年と入れ替わっていた。実習助手では、生物が圧倒的に多く、化学、物理はわずかで、地学はいなかった²⁾。

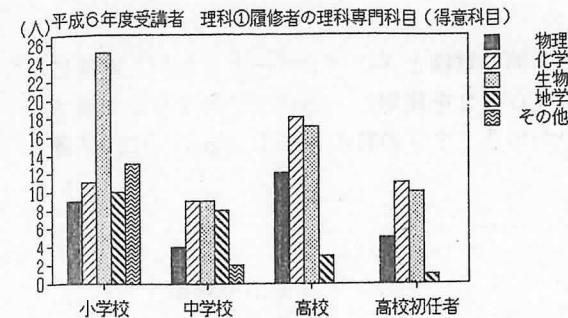


図2 理科Ⅰ履修者の専門科目(得意科目)

3 短期研修講座受講者の開設希望テーマ

短期研修講座について、講座受講者の専門科目や受講者のニーズを知る手がかりを求めてアンケート調査を行った。

希望テーマについては、野外観察、先端科学のトピックス、理科指導実技実習、生活科学、理科教育の指導実践事例、冬季素材の教材化、コンピュータの活用、エネルギーと環境教育等の希望が特に多かった(図3)。講座は、現在センター内及び近隣の野外で行っているが、会場については、野外を含める(58%)、大学・研究機関を含める(43%)、動物園・植物園を含める(38%)、科学館を含める(36%)等の希望が多かった。

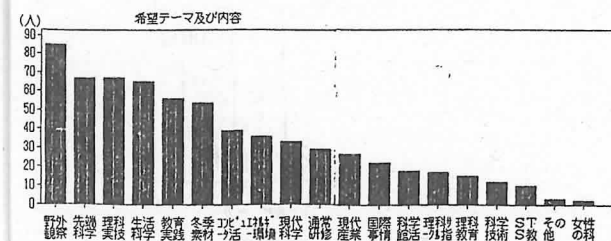


図3 短期研修講座受講者の受講希望テーマ

4 短期研修講座受講者の希望講座展開

短期研修講座は、大学の教員等の外部講師や所員によって行われているが、講師については、企業研究者(41%)、大学教員(31%)がやはり多く、講座の手法については、実習を含むもの(84%)が、映像を含む(33%)、施設見学を含む(33%)、演示実験を含む(27%)と比較しても非常に強い希望があることがわかった。

また、短期研修講座は、理科教育センターからの旅費の支給はないが、受講者の52%は参加費用を自己負担している。教材費についても74%の人が内容によって負担してもよいと考えているなど、自己研修への強い希望が窺われた。

おわりに

現在、新たに教員となってきている世代の高校での理科履修科目と得意科目は前述のとおりだが、教員になってくる者は各校種とも比較的バランスよく理科の科目を履修している(図1)。しかし、物理は他の科目と比べて、得意としているものが少ない。わずかだが平成6年度は5年度に比べると理科Ⅰ履修世代で物理を得意とするものが増えているように感じられる。

1994年、物理関連学会で物理履修者の制度的な拡大などを訴えていたが、前回の教育課程で物理履修者が減少したからこそ現在の教育課程が導入されたのである。ただし、物理履修者の多くが物理嫌いになっては、改訂の趣旨が生かされない。

子供達が喜んで物理を履修するためには、まず教員から物理好きになってもらわなくてはならない。理科の教員の内、物理を専門とし得意とする者が少ないのは課題である。今後、現職の研修に関する希望の動向などにも学びながら様々な視点から改善していく努力を進めたい。

参考文献

- 1) 鶴岡森昭(1995):戦後50年の高校教育の改革と教育課程—理科教育を中心として— BUTURI サークルほっかいどうニュース NO.5210
- 2) 永田敏夫(1994):平成5年度受講者の理科履修科目と専門科目 道立理科教育センター研究紀要6号7(ながた としお 物理研究室研究員)

コンピュータを用いた電導度滴定

—硫酸と水酸化バリウム水溶液の中和反応—

中 村 隆 信

硫酸と水酸化バリウム水溶液の中和反応をステンレス簡易電極とADコンバータを用いて簡便に調べる方法について述べた。ADコンバータにはMB4052を使用し、パソコンのプリンタ端子に接続して、中和反応を観察しながら同時に反応にかかわるイオンの数が考察できるように、装置とプログラムを工夫した。

〔キーワード〕 中学校 理科 中和反応 コンピュータ ADコンバータ

1 はじめに

中和反応をBTB溶液など指示薬を用いて調べると、中和点は測定できるが、中和の過程でイオンの数が変化の様子を調べることができない。中和反応が起こっている水溶液の中にステンレス電極を入れ、水溶液中を流れる電流値の変化を調べ、さらにコンピュータ処理を行うことによりグラフ化などイオンの数の変化の様子が理解しやすい形で実験することができる。

2 硫酸と水酸化バリウム水溶液の中和反応における電導度滴定

2-1 準備

1. 2%硫酸, 0.5%水酸化バリウム水溶液, BTB溶液, ステンレス電極(極板間1cm, 極板面積1cm), トールピーカー(200ml), 駒込ピペット1ml, パソコン(PC9801), ADコンバータ(MB4052), 抵抗(100Ω)

2-2 方法

(1) 右の図1のように実験装置を組み立てる。

(2) N88BASICを起動させる。

1. パソコンの電源を入れる。
2. システムディスクを入れる。
3. リセットボタンを押す。

(3) 計測プログラムを読み込む。

4. How many files?と聞いてくるのでリターンキーを押す。

5. f・1(load)を押すと、load”と表示さ

れる。

6. ”mA-mLM.MB4”と入力し、リターンキーを押す。

(4) ADコンバータを接続する。

7. MB4052型ADコンバータをパソコンのプリンタ端子に接続されているプリンタケーブルに接続する。

8. ADコンバータの入力端子(黄:CH0+)に100Ωの抵抗を接続し、抵抗の他端をグラウンド(黒:7-ス)に接続する。

ディスプレイ

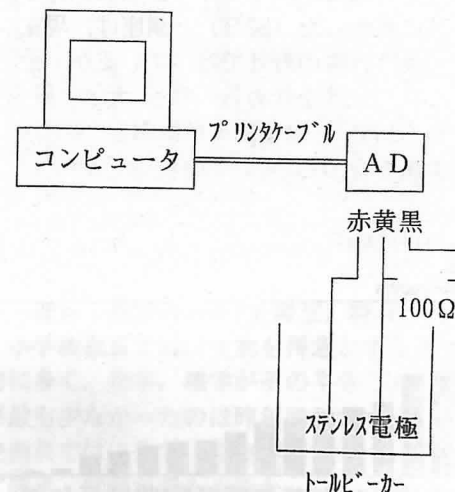


図1 電導度滴定計測装置の組立

9. ステンレス電極の両電極をそれぞれADコンバータの入力端子(黄:CH0+), 供給電

源の出力端子(赤:5V)に接続する。

(5) 計測を実行する。

10. f・5(run)を押す。(測定準備)

11. MEASURE[1], DATA READ[2], OVER READ[3], END[4]?と表示されるので、MEASURE[1]を選択する。「1」を入力する。(測定開始)

12. H:5V L:1.25V ?と表示されるので、5Vレンジを選択する。[H]を選択する。

(6) 中和反応を行う。

13. トールピーカーに水酸化バリウム水溶液50mlとBTB溶液数滴を入れ、ステンレス電極を水溶液中に浸す。V=?ときいてくるので、加えた硫酸の体積 0 を入力する。

14. 水酸化バリウム水溶液に駒込ピペットで硫酸を1ml加え、よくかき混ぜた後、加えた硫酸の体積 1 を入力する。

15. 中和反応が終わるまで14の操作を繰り返す。

(7) データを保存する。

16. 測定を中断するときはストップキーを押す。

17. 保存しますか。DATA SAVE Y/N と表示される。保存するときは、「Y」を入力する。

18. ファイル名(半角6文字と拡張子3文字以内)を入力し、リターンキーを押す。

(8) データを再生する。

19. MEASURE[1], DATA READ[2], OVER READ[3], END[4]?と表示されるので、DATA READ[2]を選択する。「2」を入力する。

20. FILE NAME ?と表示されるので、再生したいデータファイル名をディスプレイから選び、入力し、リターンキーを押す。

(9) 結果をプリントする。

21. プリンタに電源を入れ、給紙して、オンライン状態にしてから、COPYキーを押す。

(10) 結果を重ね合わせる。

22. MEASURE[1], DATA READ[2], OVER READ[3], END[4]? の表示の中から OVER READ[3] を選択する。「3」を入力する。

23. FILE NAME ?をきてくるので、保存してあるデータアフィルの名前を入力する。

24. グラフの色は順次青から赤、紫、黄緑、水、

黄、白で表示されるが、ソフト上で色の指定を変えることができる。

2-3 結果

(1) はじめは硫酸を加えるに従い、水溶液中を流れる電流の値は小さくなる。

(2) 中和点ではほとんど電流は流れない。

(3) 中和点を過ぎると電流値は徐々に上がる。

(4) 硫酸の濃度が1/2, 1/3になると、中和に要する硫酸の体積は2倍, 3倍になる。

(5) ディスプレーに表示されるグラフは次のようになる。

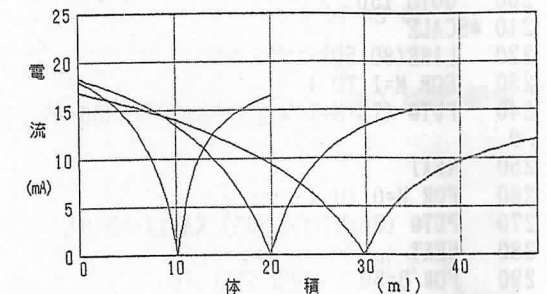


図2 加えた硫酸の体積と水溶液の電導度
(6) BTB溶液による色の変化が電流値の変化と対応しており、中和反応とイオンの数の変化の関係が理解しやすい。

3 計測に用いたADコンバータ

3-1 ADコンバータIC(MB4052)

MB4052(富士通)は入力4チャンネル、8ビット、作動電圧8~18VのADコンバータで、パソコンのプリンタ端子に接続することにより、データを実験と同時に取り込むことができる。取り込み速度は最大100μSである。

3-2 パソコンとの接続

パソコンとの接続はプリンタ端子を通して行い、1. PSTBはインジケータ 2. 3. DATAはチャンネルセレクト 4. DATAはチップセレクト 5. DATAはクロック 11. BUSYはデータインに用いる。

3-3 計測プログラム

N88BASICにおけるプリンタ端子の制御には、次の1/Oポートアドレスが使用される。

1. PSTB-46 2~9. DATA-40 11. BUSY-42

4 計測のためのプログラム (N88-BASIC)

```

100 'SAVE "mA-mLM.MB4",A
110 STOP ON :ON STOP GOSUB *END.
120 CONSOLE 0,25,0,1 :SCREEN 3,0
130 DIM T(1000),Y(1000),P(1000),Q(1000),
R(1000)
140 CLS 3
150 LOCATE 0,2:INPUT "MEASURE[1] DATA R
EAD[2] OVER READ[3] END[4]";BUNKI$
160 IF BUNKI$="1" THEN CLS 3 :GOSUB *SCALE
LE :GOTO 820
170 IF BUNKI$="2" THEN 1700
180 IF BUNKI$="3" THEN 1850
190 IF BUNKI$="4" THEN 2060
200 GOTO 150
210 *SCALE
220 LINE(80,50)-(560,300),7,B
230 FOR M=1 TO 4
240 PUT@ (70+M*100,305),KANJI(&H30+M),,7,0
,0
250 NEXT
260 FOR M=0 TO 4
270 PUT@ (80+M*100,305),KANJI(&H30),,7,0
280 NEXT
290 FOR B=80 TO 560 STEP 100
300 LINE(B,50)-(B,300),7,,&H5555:NEXT
310 PUT@ (30,100),KANJI(&H4545),,5,0
320 PUT@ (30,160),KANJI(&H4E2E),,5,0
330 PUT@ (25,220),KANJI(&H28),,5,0
340 PUT@ (31,220),KANJI(&H6D),,5,0
350 PUT@ (39,220),KANJI(&H41),,5,0
360 PUT@ (45,220),KANJI(&H29),,5,0
370 PUT@ (230,325),KANJI(&H424E),,7,0
380 PUT@ (313,325),KANJI(&H4051),,7,0
390 PUT@ (390,325),KANJI(&H28),,7,0
400 PUT@ (400,325),KANJI(&H236D),,7,0
410 PUT@ (415,325),KANJI(&H236C),,7,0
420 PUT@ (430,325),KANJI(&H29),,7,0
430 INPUT "SCALE H:5.0 L:1.25 ";R$
440 IF R$="H" THEN 460 ELSE 450
450 RE=14 :GOTO 470
460 RE=15 :GOTO 610
470 OUT &H46,&HE
480 FOR L=60 TO 300 STEP 20
490 LINE(80,L)-(560,L),5,,&HAAAA:NEXT
500 FOR N=0 TO 6
510 PUT@ (65,293-N*40),KANJI(&H30+N),,5,0
520 NEXT
530 FOR N=0 TO 9
540 PUT@ (580,293-N*20),KANJI(&H30+N),,5,0
550 NEXT
560 FOR NN=0 TO 2

```

```

570 PUT@ (570,93-NN*20),KANJI(&H31),,5,0
580 PUT@ (580,93-NN*20),KANJI(&H30+NN),,5,0
590 NEXT
600 GOTO 800
610 OUT &H46,&HF
620 FOR L=50 TO 300 STEP 50
630 LINE(80,L)-(560,L),5,,&HAAAA:NEXT
640 FOR N=1 TO 2
650 PUT@ (55,293-N*100),KANJI(&H30+N),,5,0
660 PUT@ (55,243-N*100),KANJI(&H30+N),,5,0
670 NEXT
680 FOR N=0 TO 2
690 PUT@ (65,293-N*100),KANJI(&H30),,5,0
700 NEXT
710 FOR N=1 TO 3
720 PUT@ (65,343-N*100),KANJI(&H35),,5,0
730 NEXT
740 FOR N=1 TO 5
750 PUT@ (567,293-N*50),KANJI(&H30+N),,5,0
760 NEXT
770 FOR N=0 TO 5
780 PUT@ (577,293-N*50),KANJI(&H30),,5,0
790 NEXT
800 RETURN
810 T=80
820 V=0
830 VV=0
840 K=1
850 *DISP
860 IF T=560 THEN GOSUB *SAVE.
870 STOP ON :ON STOP GOSUB *SAVE.
880 INPUT "V=";V
890 TO=T
900 VV=VV+V
910 T=80+VV*10
920 CHANNEL SELECT
930 CLS 1
940 CH=0
950 GOSUB *MEAS
960 DM=DM/2
970 LOCATE 5,22:PRINT DM
980 CH=1
990 GOSUB *MEAS
1000 DM=DM/2
1010 LOCATE 25,22:PRINT DM
1020 CH=2
1030 GOSUB *MEAS
1040 LOCATE 45,22:PRINT DM
1050 CH=3
1060 GOSUB *MEAS

```

```

1070 LOCATE 65,22:PRINT DM
1080 T(K)=T :Y(K)=Y :P(K)=P :Q(K)=Q :R(K)=R
1090 K=K+1
1100 GOTO *DISP
1110 MEASUREMENT
1120 *MEAS
1130 DMM=0
1140 W=0
1150 DM=0
1160 OUT &H40,&H4
1170 OUT &H40,&H0+CH
1180 FOR I=1 TO 10
1190 OUT &H40,&H0+CH
1200 OUT &H40,&H8
1210 D=INP(&H42) AND &H4
1220 IF I=1 OR I=10 THEN 1240
1230 IF D>0 THEN 1240 ELSE DM=DM+2^(9-I)
1240 NEXT
1250 DMM=DMM+DM
1260 W=W+1
1270 IF W<10 THEN 1150
1280 PLOTING GRAPH LINE
1290 DM=DMM/W
1300 DM=DM*1.25/255
1310 X=300-DM*200
1320 IF RE=15 THEN DM=DM*4
1330 IF CH=0 THEN Y=X :GOTO 1370
1340 IF CH=1 THEN P=X :GOTO 1390
1350 IF CH=2 THEN Q=X :GOTO 1410
1360 IF CH=3 THEN R=X :GOTO 1430
1370 IF T=80 THEN TO=T:YO=Y
1380 GOTO 1450
1390 IF T=80 THEN PO=P
1400 GOTO 1480
1410 IF T=80 THEN QO=Q
1420 GOTO 1510
1430 IF T=80 THEN RO=R
1440 GOTO 1540
1450 LINE(TO,YO)-(T,Y),6
1460 YO=Y
1470 RETURN
1480 LINE(TO,PO)-(T,P),1
1490 PO=P
1500 RETURN
1510 LINE(TO,QO)-(T,Q),4
1520 QO=Q
1530 RETURN
1540 LINE(TO,RO)-(T,R),3
1550 RO=R
1560 RETURN
1570 *SAVE.
1580 LOCATE 0,1 :INPUT "DATA SAVE Y / N ";YN$

```

```

1590 IF YN$ = "Y" OR YN$ = "y" THEN 1610
1600 IF YN$ = "N" OR YN$ = "n" THEN CLS
3 :GOTO 140
1610 LOCATE 0,20 :FILES
1620 LOCATE 0,2 :INPUT "FILE NAME";DFN$
1630 OPEN DFN$ FOR OUTPUT AS#1
1640 FOR S=1 TO K-1
1650 PRINT #1 ,T(S),Y(S),P(S),Q(S),R(S)
1660 NEXT S
1670 CLOSE
1680 GOTO 140
1690 DATA READ
1700 CLS 3:FILES
1710 INPUT "FILE NAME";DFN$
1720 GOSUB *SCALE
1730 OPEN DFN$ FOR INPUT AS #1
1740 IF EOF(1) THEN 1830
1750 INPUT #1 ,T,Y,P,Q,R
1760 IF T=80 THEN TO=T:YO=Y:PO=P:QO=Q:RO=R
=R
1770 LINE(TO,YO)-(T,Y),6
1780 LINE(TO,PO)-(T,P),1
1790 LINE(TO,QO)-(T,Q),4
1800 LINE(TO,RO)-(T,R),3
1810 TO=T:YO=Y:PO=P:QO=Q:RO=R
1820 GOTO 1740
1830 CLOSE :CLS
1840 GOTO 150
1850 DATA OVER READ
1860 CLS 3
1870 STOP ON :ON STOP GOSUB *END.
1880 C=0
1890 GOSUB *SCALE
1900 INPUT "FILE NAME";DFN$
1910 C=C+1
1920 OPEN DFN$ FOR INPUT AS #1
1930 IF EOF(1) THEN 2020
1940 INPUT #1 ,T,Y,P,Q,R
1950 IF T=80 THEN TO=T:YO=Y:PO=P:QO=Q:RO=R
0=R
1960 LINE(TO,YO)-(T,Y),C
1970 LINE(TO,PO)-(T,P),C
1980 LINE(TO,QO)-(T,Q),C
1990 LINE(TO,RO)-(T,R),C
2000 TO=T:YO=Y:PO=P:QO=Q:RO=R
2010 GOTO 1930
2020 CLOSE
2030 GOTO 1900
2040 *END.
2050 CLS 3
2060 OUT &H46,&HF
2070 END

```

(なかむら たかのぶ 化学研究室長)

電導度滴定での温度及び液量の影響と終点決定

鈴木 哲

導電率滴定での終点の決定は、温度や液量の変化により影響を受ける。また、2つの直線の引き方によっても大きく左右される。酸と塩基による中和を例に、温度や液量による影響とコンピュータを活用した終点の決定について検討し考察した。

〔キーワード〕 高等学校 化学 電導度滴定 中和 コンピュータの活用

1. はじめに

電導度滴定は、導電率を測定し、滴定の当量点の前後における溶液の導電率の変化から当量点を求める。すなわち、測定値をプロットし、それらを直線もしくは曲線を結んだ2線の交点より求める。しかし、液量や温度の変化に対応した補正などを適切に行わないと、測定値を結んだ線が湾曲し、終点が不正確となって誤差を生じやすい。

ここでは、電導度滴定における温度と液量の変化が終点決定に及ぼす影響とコンピュータを利用した終点の決定について検討した。

2. 実験結果と考察

2.1. 使用機器

電導度計：東亜電波工業製電導度計CM-6A

コンピュータ：NEC 9801シリーズ BASICプログラム

2.2. 操作方法

1mol/l塩酸20mlをビーカーにとり、純水50mlを加え、電導度セルを十分隠れる程度に浸す。次に、1mol/l水酸化ナトリウム水溶液をピュレットから一定量滴下し、スターラーでかき混ぜる。スターラーをいったん止めて液を静止させ、電導度及び液温の値が安定した後、読み取る。次に、水酸化ナトリウム水溶液添加による体積の補正と温度変化による電導度を補正する。添

加した水酸化ナトリウム水溶液の量を横軸に、電導度を縦軸にとって図1のような滴定曲線を描く。

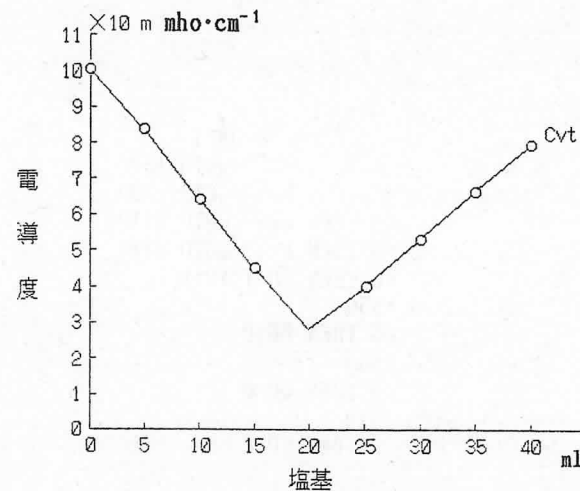


図1 電導度滴定曲線

2.3. 測定条件の検討

計算的に、無限希釈におけるイオンの当量導電率の数値がそのまま用いられると仮定して溶液の比導電率を滴定の各段階で算出すると、表1のようになり、これを図示すれば図2のようになる。

表1 1mol/lHCl20mlを1mol/lNaOHにより滴定各段階の溶液の仮想的な比導電率(25℃)

1mol/l NaOHaq (ml)	比導電率 $\times 10^{-3} \text{ mho} \cdot \text{cm}^{-1}$				
	H ⁺	Cl ⁻	Na ⁺	OH ⁻	合計
0	3.4981	0.7635	0	0	4.2616
10	1.7491	0.7635	0.2505	0	2.7631
20	0	0.7635	0.5010	0	1.2645
30	0	0.7635	0.7515	0.9915	2.5065
40	0	0.7635	1.0020	1.983	3.7485

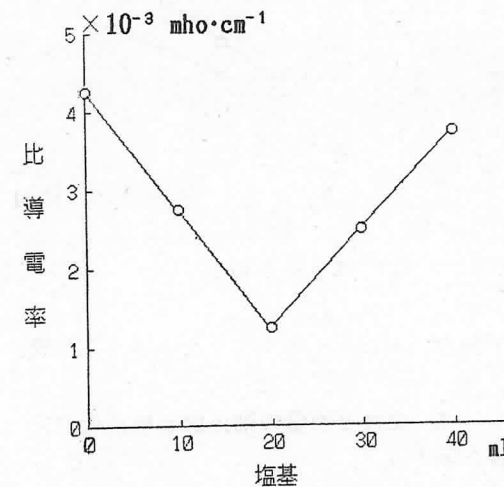


図2 滴定仮想曲線

表1と図2からわかるように、塩酸に水酸化ナトリウムを加えていく際の導電率はNaOHが滴下されるにつれ低下するが、これは他イオンに比べ導電率の高い水素イオンが減少するからである。当量点における導電率はNaClのみが受けもつ。当量点を過ぎると、これも他イオンより導電率の高い水酸化物イオンが増加し、溶液の導電率は再び増加する。すなわち、2直線の折点のml数が当量点である。

滴定中、液温が著しく変化しない場合や液量変化が小さいような場合は特に問題は生じないが、反応に際して熱の出入りが伴う場合や同程度の濃度の溶液同士の滴定の場合は、直線とは

ならず2直線の交点による終点の決定は困難となる。これら温度、体積による影響を知るために以下の実験を行った。

2.3.1. 温度の影響

溶液の導電率は温度に依存している。温度が高ければ、イオンの熱運動が盛んになるので、当然導電率も上昇する。大部分のイオンについてその量は1℃につき約2%である。

個々のイオンの当量イオン導電率は、そのイオンを含む強電解質の当量導電率とイオンの輸率とから決定されるが、表2には、そのようにして得られた各温度における水溶液中のイオンの当量イオン導電率を示す。

表2 水溶液中のイオンの極限当量イオン導電率(易動度) $\lambda / \text{mho}^{-1} \text{cm}^2 \text{mol}^{-1}$

イオン	温度 $^{\circ}\text{C}$			
	0	18	25	100
H	225	315	349.81	630
Cl	41.0	66.0	76.35	212
Na	26.5	42.8	50.10	145
OH	105	171	198.3	450

表2をもとに、各滴定段階での標準25℃に換算するための補正係数を求めると、近似的には表3となる。

表3 各滴定段階での温度補正係数

温度	滴定段階		
	HClのみ	当量点	NaOH倍量
15	1.019	1.0254	1.0256
16	1.016	1.0219	1.0213
17	1.0159	1.0217	1.0211
18	1.0157	1.0216	1.0209
19	1.0156	1.0214	1.0207
20	1.0154	1.0212	1.0205

21	1.0153	1.0211	1.0203
22	1.0152	1.0209	1.0201
23	1.015	1.0206	1.0199
24	1.0148	1.0204	1.0196

滴定段階や液温が25℃から遠ざかるに従って温度補正係数が増減する。

図3には、温度補正前と温度補正後の滴定曲線を示す。

滴定曲線のずれは、表4の反応によって生じる熱の出入りに対応する。

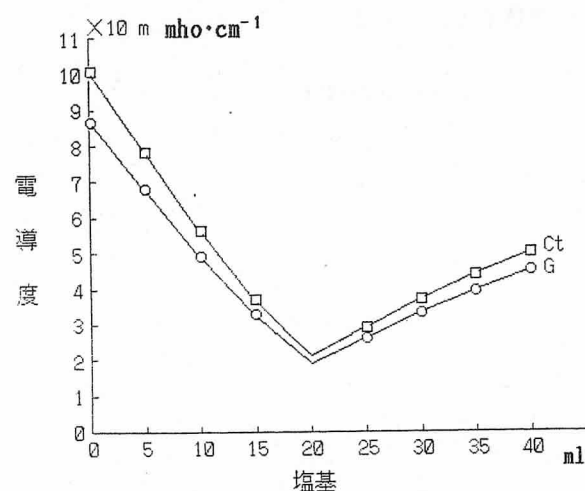


図3 温度補正滴定曲線

表4 滴定段階の温度変化

	滴定段階									
	HClのみ	←	当量	→	NaOH倍量					
温度変化	0	1.1	2.3	3.2	4.1	4.2	4.3	4.3	4.3	

2.3.2. 液量の影響

滴定前の溶液の容量をVml, ビュレットからの滴下量をvmlとすれば、各測定点の読みの値は次式の係数を乗じて補正する。

$$\text{補正係数} = \frac{V+v}{V}$$

図4には、液量補正前と液量補正後の滴定曲線を示す。

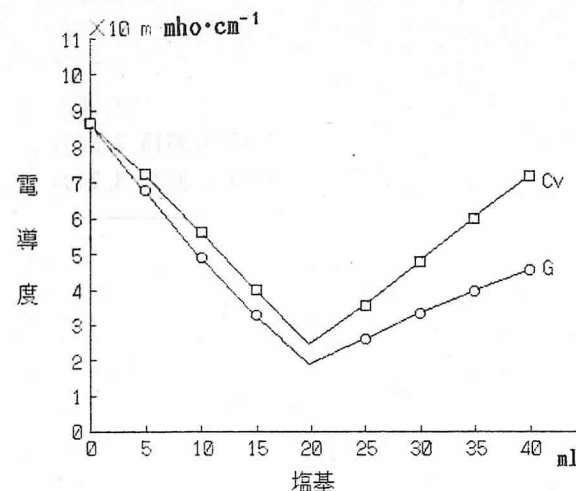


図4 液量補正滴定曲線

滴定曲線は液量補正をすることで、より直線的になる。

図5には、温度と液量の補正前と補正後の滴定曲線を示す。

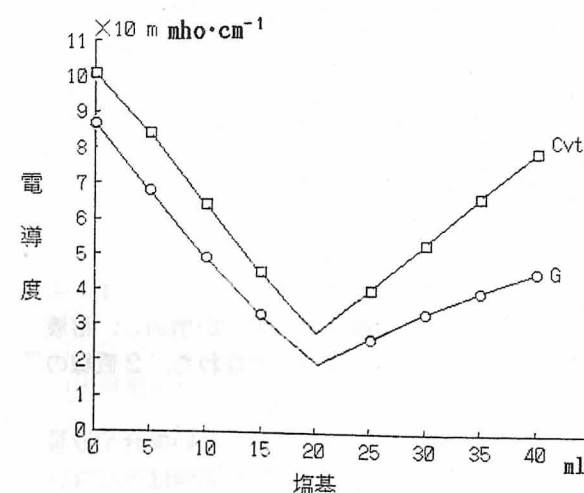


図5 温度液量補正滴定曲線

2.4. 終点決定におけるコンピュータの活用

終点は、各測定値をプロットしそれらを線で結んだ2線の交点となるが、直線の引き方によっては誤差が生じやすい。

そこで、n組のデータ (x_i, y_i) ($i=1, 2, \dots, n$) に最小2乗法を適用してxの多項式 $y = C_0 + C_1X + C_2X^2 + \dots + C_mX^m$ に適合するように多項式の次数と係数を決定するプログラム処理を行った。

図6には、処理後の印字例を示す。

次数入力 M = 1	
X	Y
0	8.71
5	6.83
10	4.96
15	3.32
C(0) = 8.661	
C(1) = -.3608	
標準誤差 SE = .0917062	
次数入力 M = 2	
X	Y
0	8.71
5	6.83
10	4.96
15	3.32
C(0) = 8.72101	
C(1) = -.396805	
C(2) = 2.40034E-03	
標準誤差 SE = .0491932	

図6 プログラム処理印字例

次に、各滴定曲線の測定値の1次式、2次式への当てはめによる2つの式の交点、すなわち、終点をコンピュータ処理により求めた。表5にその結果を示す。

120 表5 終点のコンピュータ処理結果

未補正 (G)	温度補正 (Gt)	液量補正 (Gv)	温度液量補正 (Gvt)
---------	-----------	-----------	--------------

①左辺 0, 5, 10, 15ml, 右辺 25, 30, 35, 40ml の各測定値をプロット

<1+1次式>			
18.76	18.66	20.18	20.05
.092	.046	.118	.053
.099	.003	.110	.004

<1+2次>	19.15	19.05	20.18	20.07
.092	.002	.118	.007	.099
.004	.110	.002		
<2+1次>	19.29	19.24	19.63	19.56
.049	.046	.060	.053	.054
.003	.078	.004		
<2+2次式>	19.69	19.65	19.64	19.58
.049	.002	.060	.007	.054
.004	.078	.002		
②左辺 0, 5, 10, 15, 20ml, 右辺 25, 30, 35, 40ml の各測定値をプロット				
<1+1次式>	19.38	19.34	20.20	20.14
.206	.046	.263	.053	.081
.003	.097	.004		
<1+2次>	19.75	19.71	20.20	20.16
.206	.002	.263	.007	.081
.004	.097	.002		
<2+1次>	19.73	19.73	20.14	20.12
.064	.046	.080	.053	.090
.003	.117	.004		
<2+2次式>	20.14	20.14	20.14	20.14
.064	.002	.080	.007	.090
.004	.117	.002		

注) 上段 滴定終点(ml)
下段 左・右辺の標準誤差

3. おわりに

電導度滴定で、酸と塩基の中和から終点を決定する際に影響を及ぼす温度や液量について検討した。滴定中に一定温度を保つことが困難な場合や滴下量が多量の場合などにおいて、温度や液量の補正を要する。また、終点付近の測定値のプロットによっても終点は影響を受ける。さらに、測定点の直線化や交点を求めるためのコンピュータによるデータ処理は有効と思える。

主な参考文献

- 1) 岩崎岩次著(1969):「分析化学概説」. 学術図書
- 2) R. A. デイ・A. L. アンダーウッド著(1971):「定量分析化学」. 培風館
- 3) 養目監修・那須編集(1985):「PAC化学Part II」. 富士プリント
- 4) 平田邦男(1990):新/BASICによる物理. 共立出版

(すずき さとし 化学研究室研究員)

「物の燃焼」における一考察

高山 賢吉

子供が物の燃えている現象を解明しようと追究する過程は、素材や場の設定の違いによって大きく異なってくる。物の燃焼の学習では、酸素や二酸化炭素を発生させたり、空気中での金属の加熱や試験管を用いて木を乾留するなど数多くの観察、実験が行われる。ここでは、「物の燃焼」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 燃焼 実験器具 試薬の調製

1 はじめに

第6学年B区分(2)では、「物を燃やしたりして、物や空気の性質とその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、ここの学習内容は、次の(1)～(3)で構成されている。

(1) 植物体(木片、紙など)が空気の中などで燃えるときの様子(変化)を調べ、物が燃えるときには空気に関係すること、物が燃え続けるには、新しい空気の供給が必要なことから、植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われ二酸化炭素ができること及び酸素や二酸化炭素の性質をとらえる。

これらのことから、物が燃える変化は、物と空気(酸素)が働き合って、新しい物質ができるという質的な変化についての見方や考え方を育てる。

(2) 物が燃え続けるには、空気の入替わることが必要なことから、植物体を空気の入替わらないところで熱すると、燃える気体や木タールなどが出て、後に木炭が残ることをとらえ、植物体は、空気のないところで熱すると、幾つかの物質に分かれる変化(分解)をするという見方や考え方ができるようにする。

また、物が燃え続けるには、燃える物、空気及び熱が必要なることをとらえるようにする。

(3) 身近に存在する金属(鉄、アルミニウム、銅など)を空気の中、つまり酸素が存在するところで熱すると、どんな変化が起こるかを

問題にして、金属を熱する前と後で、その性質を比べる。比べる視点としては、その金属特有の色、光沢、手触りなどのほかに、電流の流れ方や磁石との関係などが考えられる。

これらの様子から、金属は、熱と空気中の酸素によって、その性質が変わることをとらえる。

ここでは、「物の燃焼」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。

2 ろうそくが燃え続けるには新しい空気が必要なことを調べる実験例

2-1 準備

集気びん(500cm³)：集気びんは、ろうそくの炎による破損を防ぐため、できるだけ容量の大きいものを使用する。また、高温のろうの落下による破損を防ぐため、あらかじめ砂や水を入れて使用するとよい。

木板：ガラス製の集気びん用ふたを用いるとろうそくの炎で破損するので、木板を水で湿らせたものにアルミニウムはくを巻いて使用するとよい。

ろうそく：できるだけ小さいろうそく(小口ダルマ、1/5)を短く切って使用するとよい。

針金：燃焼さじは、硬くて曲がりにくく、集気びんの中央に入れる操作が難しいので針金を使用するとよい。

線香、マッチ

2-2 方法

(1) 図1のように針金の先につけたろうそくに点火し、水を少量入れたびんの中に静かに入れ、ろうそくの燃える様子を2～3分間観察する。

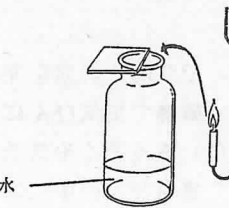


図1 ろうそくの燃焼

(2) 火のついた線香をびんの口にかざし、煙の流れを観察する。

(3) (2)で煙の流れが観察できたら、ろうそくを入れたままふたをして、炎の様子を観察する。

(4) ろうそくの火が消えたら、ろうそくを空气中で再び点火してびんの中に入れる。

2-3 結果と考察

(1) ろうそくの燃えている集気びんの中への線香の煙の出入りが観察できる。

(2) 火のついたろうそくを入れ、木板のふたをすると、しばらくして火が消える。

(3) 火のついたろうそくを再び集気びんの中へ入れると火はすぐ消える。

(4) 物が燃え続けるには、新しい空気の供給が必要であることがとらえられる。

2-4 後始末

この実験で集気びんに付着したろうを取り除くには、集気びんの中に約70～80℃の湯を入れ、付着したろうをとかす。ろうがとけて湯の上に浮いてきたところで、この湯ごと捨てて、集気びんの中を乾燥させたのち、脱脂綿に石油ベンジンをつけて残ったろうをふき取るとよい。

3 燃焼の前と後の空気の違いを調べる実験例

3-1 準備

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。

ゴム栓：18～19号のゴム栓を使用すると集気

びんに密栓できるが、大きなゴム栓がない場合は木板で代用してもよい。

集気びん、ろうそく、針金、マッチ

3-2 方法

(1) びんに石灰水を30cm³程度入れ、ゴム栓をして振り、石灰水の様子を観察する。

(2) ギュム栓をはずし、石灰水の入っているびんに点火したろうそくを静かに入れ2～3分間燃やし続けて石灰水の表面の変化を観察する。

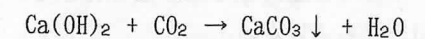
(3) ギュム栓をして、ろうそくの火が消えてからギュム栓をはずし、ろうそくを静かに取り出したあと、再びギュム栓をして図2のように振り、石灰水



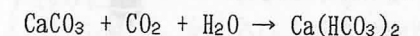
の変化を観察する。図2 石灰水の変化

3-3 結果と考察

(1) 石灰水は、物が燃焼する前の空気では白濁しないが、燃焼した後の空気では白濁する。これは、燃焼によって生じた二酸化炭素によって炭酸カルシウムの沈殿が生成したためである。



このとき、多量の二酸化炭素を加えると再び溶解することがある。これは炭酸水素カルシウムが生成するためである。



(2) 集気びんの中でろうそくを燃やし続けていると石灰水の表面に白い薄い膜ができる。

(3) 植物体が燃えるときには、空気中の酸素が使われ二酸化炭素ができることをとらえることができる。

3-4 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。この炭酸カルシウムを取り除くには、集気びんの中に0.1%塩酸を少量入れ、炭酸カルシウムが付

着して白くなった部分に塩酸を触れさせる。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 酸素や二酸化炭素を発生させ、その性質を調べる実験例

4-1 準備

うすい過酸化水素水：過酸化水素水(約30%)は、このまま使用して皮膚に付着すると炎症をおこすので、必ず5～6倍に薄めて使用する。また、市販のオキシドール(3%過酸化水素水)は、そのまま用いてもよい。
二酸化マンガン：粉末状のものは、過酸化水素水を激しく分解するので、粒状のものをしめらせて使用するとよい。

5%塩酸：濃塩酸(約35%，比重1.18)を薄めて5%塩酸をつくる場合は、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。

大理石：良質の石灰石で、主成分は炭酸カルシウムである。大豆粒くらいの大きさのものを使用するとよい。

気体発生装置：三角フラスコと安全ろうとを図3のように組み立てる。活栓付きろうとを用いてもよいが、溶液が漏れることがあるので栓にワセリンを塗り栓がゆるんで溶液が漏れていないか、栓がきつすぎたりしていないか確認しておき、必ず両手で操作するようにする。

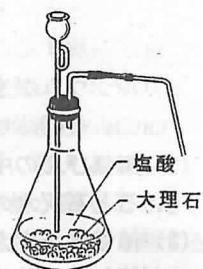


図3 気体発生装置

集気びん、水そう、ガラス板、ろうそく、スチールウール、石灰水、BTB溶液

4-2 方法

(1) 気体発生装置を使い、うすい過酸化水素水を三角フラスコの二酸化マンガンに注い

で酸素を発生させ、水上置換で集気びんに集める。

(2) (1)と同じように、塩酸を大理石に注いで二酸化炭素を発生させ、水上置換や下方置換で集気びんに集める。

(3) ろうそくやスチールウールをそれぞれの集気びんの中に入れ燃える様子を観察する。

(4) 石灰水やBTB溶液をそれぞれの集気びんの中に入れ変化の様子を観察する。

4-3 結果と考察

(1) 酸素の中では、ろうそくやスチールウールは激しく燃えることから、酸素は助燃性がある。しかし、二酸化炭素の中では、ただちに消える。

(2) 二酸化炭素の中では、石灰水は白濁し、BTB溶液も緑色から黄色に変化するが、酸素の中では変化しない。

4-4 後始末

実験に使用した過酸化水素水は、多量の水とともに流す。塩酸は、中和してから多量の水とともに流す。大理石は、再利用するために、よく水洗いし乾燥させて保存するとよい。

5 植物体を空気の入替わらないところで熱する実験例

5-1 準備

木片(割ばし)：木片を2cmくらいに切ったもの(木炭になる様子が観察しやすい)を用いるとよい。

ガラス管付きゴム栓：2～3号のゴム栓にガラス管を6cm程度に切ったものを通す。このとき、ゴム栓の穴にスプレー式潤滑剤を付けて回すようにして通すとよい。

アルコールランプ：メタノール(工業用)をろうとを用いて容器の4/5程入れる。芯の長さは2～6mm位に調節しておく。

メタノールが容器の半分程に減ったら、必ず補充する。メタノールが少ないと爆発することもある。

試験管(径18mm)，蒸発皿，ろ紙，スタンド

5-2 方法

(1) 試験管の底に木片を入れ、ガラス管付きゴム栓を取り付ける。

(2) 試験管の口の方を少し下げ(管口を下げてないで加熱すると試験管の底に液がたまり破損することがある)，図4のようにスタンドに固定し、アルコールランプで加熱する。

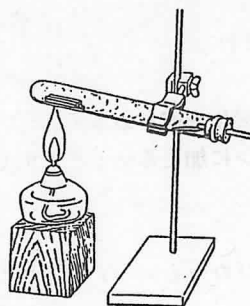


図4 木片の乾留

(3) ガラス管から気体が出てきたら、火をつけて燃焼するかどうかを観察する。

(4) 試験管の中の木片と木片から出く液体の観察をする。

(5) 燃える気体が出なくなったら、加熱をやめ、試験管が冷えたら、ゴム栓を外し、たまった液体を蒸発皿に受け、試験管の口近くの液体をろ紙でふき取る。

(6) むし焼きにされ、黒くなった木片を取り出し観察するとともに、この黒くなった木片に火をつけ、灰になる様子を観察する。

5-3 結果と考察

(1) 木片を空気の入替わらないところで熱すると、燃える気体や木タールなどが出て、後に木炭が残る。

(2) 木炭に火をつけると炎を上げないで赤熱して燃え、燃えた後に灰が残る。

(3) アルミニウムはくで木片を包み、気体が出る穴をあけてから熱したり、空き缶にアルミニウムはくでふたをし、小さな穴を開けて熱する方法でも実験することができる。

5-4 後始末

試験管の中で木片を乾留したとき、試験管に付着したタールを取り除くには、使用後すぐ洗剤をつけて試験管ブラシで洗浄する。

次に、5%水酸化ナトリウム水溶液を汚れた試験管に入れ2週間くらい放置したのち水洗いする。それでも落ちない炭化している部分は、

研究紀要第7号(1995)

バーナーで加熱し、そこに酸素ボンベから酸素を吹きかけると炎を出して燃えてなくなる。

6 金属を酸素のあるところで加熱する実験例

6-1 準備

鉄板、銅板：5%塩酸に鉄板を浸したものを水洗いし、ドライヤーで乾かしてから使用するとよい。

アルミニウム板、ガスバーナー、スタンド、乾電池、ソケット付豆電球、導線、磁石

6-2 方法

(1) 金属板をスタンドに固定し、中央をガスバーナーで約15分間加熱する。

(2) 冷えてから表面の色、光沢、豆電球の点灯の仕方、磁石のつき方を観察する。

6-3 考察

(1) 鉄板と銅板は、加熱すると表面に酸化物ができ、表面が変色するが、アルミニウム板は加熱後すぐに溶融する。

(2) 鉄板は、加熱前には豆電球が点灯するが、加熱後は豆電球が点灯しないことから、鉄板の表面に元の鉄とは性質が変化したものができることがわかる。

6-4 後始末

鉄板や銅板の表面に酸化物ができるので使用後は5%塩酸に浸して酸化物を取り除いたものを水洗いし、ドライヤーで乾かし、食品包装ラップで包んで空気中の酸素と触れないようにして保存するとよい。

7 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、子供が物の燃えている現象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る必要がある。

(たかやま けんきち 化学研究室研究員)

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—

松田 司

中学校理科の光合成にかかわる実験の中で、酸素の発生を確かめるインジゴカーミン法の問題点について取り上げ、植物体の事前処理やインジゴカーミンに加えるハイドロサルファイトナトリウムの量を考慮した実験について検討した。

[キーワード] 中学校理科 生物 光合成 インジゴカーミン オオカナダモ

はじめに

光合成にかかわる実験については、これまでにさまざまな工夫や検討が加えられてきており、気泡計算法、酸素検出法、pH測定法、ヨウ素試験法、酸素センサーを用いた計測法などが広く実践されている。当理科教育センターの通常研修講座中学校第2分野においても、上記の方法を改善しながら、講習に参加された先生方と実験を重ね、検討を加えているところである。

光合成による酸素の発生を確かめる酸素検出法の観察、実験については、インジゴカーミン法が多くの学校で取り上げられている。インジゴカーミン法は、還元と酸化によって起こるインジゴカーミンの発色の違いを利用するもので、還元剤としてはハイドロサルファイトを用いる。

この方法は、水生植物ばかりでなく陸生植物を用いても、葉の表面の水溶液が無色から青色に変化していくのが短時間で確認できる。このため、生徒も理解しやすく中学校で行うには優れた方法と言えるが、問題点もあるので検討してみた。

1 インジゴカーミン法の問題点

試験管にオオカナダモを入れて行う実験では、同時に对照実験（アルミホイルで試験管を覆い光が当たらないようにする）を行うと、光を照射した実験と对照実験に差が現われず、光を照射したことによって酸素が発生したとは言えないような結果が出るのがしばしばある。

これは、植物を急に暗い状態にしても植物体からかなりの量の酸素が溶出していると考えられるからである。ウインクラー法などを用いた測定によると、植物体から溶出する酸素の量は、弱光下であっても気泡として確認される酸素の量より2～5倍も多いという結果もあり、光合成によって発生した酸素を確かめることはなかなか難しいことになる。

この問題を検討するため、還元剤として用いるハイドロサルファイトナトリウムの量や、実験に用いる植物体を事前に暗処理する等の条件を加えて再度実験を行ってみた。

2 実験

(1) 準備

0.03%インジゴカーミン溶液、2%ハイドロサルファイトナトリウム水溶液、炭酸水素ナトリウム（二酸化炭素緩衝用）、ワセリン、ゴム栓、スポイト、試験管（径18mm）、ビーカー、光源、食品用アルミホイル、オオカナダモ

(2) 方法

ア 炭酸水素ナトリウム 0.8gを加えたインジゴカーミン溶液 200cm³に、ハイドロサルファイトナトリウム水溶液を 400cm³加え還元し、青色を無色に変える。同様に、ハイドロサルファイトナトリウム水溶液を 450cm³加えたものを用意する。

イ 無色に調整した溶液をすばやく4本の試験管にとり、暗処理していないオオカナダモを

入れ、ワセリンを塗ったゴム栓をする。

ウ 試験管の2本をアルミホイルで覆い对照実験とする。

エ 試験管に光を当て溶液の色の変化を観察する。

オ 暗処理したオオカナダモを用いて同様に実験をする。

3 結果

(1) 暗処理しないオオカナダモを用いたとき

ハイドロサルファイト	実験区	色 変	対照区	色 変
400 cm ³	A	+	a	—
450 cm ³	B	+	b	—

(+青変、—変化無し：水温25℃、15000Lx、20分照射)

(2) 暗処理（40分）したオオカナダモを用いたとき

ハイドロサルファイト	実験区	色 変	対照区	色 変
400 cm ³	A	+	a	—
450 cm ³	B	+	b	—

(+青変、—変化無し：水温25℃、15000Lx、20分照射)

4 考察

(1) 結果(1)、(2)からわかるように、今回の方法で行った実験では対照区が特に問題となるようなことはなかった。

ただし、オオカナダモを試験管に埋め込むまでに要する時間を長くしたり、ハイドロサルファイトで調整した水溶液をすみやかに使用しなかったときには、インジゴカーミンの酸化と還元との平衡が急にくずれ対照区と実験区が同じ結果になることが容易に起きた。

このため、この実験を行うときには、オオカナダモを試験管に封入するまでの素早い処理が必要となる。

(2) 暗処理したものと、そうでないものとを比べた場合も問題はなかった。植物の活性状態や植物体から溶出する酸素の量を考慮すれば、インジゴカーミン法を用いて酸素の検出をするときには、植物体を暗処理する方がより正

確な実験ができると考えられる。

(3) この実験では、光合成によって発生する酸素と植物体から溶出する酸素の両方が酸化にかかわっていると考えられる。オオカナダモから出る気泡に含まれる酸素はどの程度の濃度になるか酸素センサーを用いて計測してみると次の図のようになる。

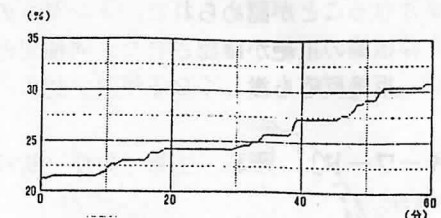


図 光合成による酸素濃度の変化

(水温30℃、オオカナダモ20cm×3、1500Lx、0.4%NaHCO₃、水槽)

(4) 中学校では、発生する気泡を多量に集め、この気体が酸素であるかどうかを確かめるためにマッチや線香の燃えさしを用いる。この実験では線香の炎が大きく燃え上がるということはまれである。それは気泡に含まれる酸素の濃度に問題があるからである。試験管などを用いて炎を燃え上がらせるには酸素濃度が60%を超える必要がある。

一方、植物から出される気泡の酸素濃度は水に対する酸素と窒素の溶解度の違いや酸素センサーによる測定などから約30～50%で、残りはほとんどが窒素であることがわかっている。気泡中の窒素を極力少なくするためには、植物体の気道中の気体を追い出し、煮沸、冷却した水中で実験を行うとよいことが確かめられているが、中学校の実験でそこまでするのは困難が多いと考えられる。

参考文献

- (1) 降幡高志(1994)：ヒル反応の測定 誌48-6
- (2) 松田司(1994)：酸素センサーを用いた光合成や呼吸の計測 理科教育指導資料第26集

(まつだ つかさ 生物研究室研究員)

魚の鱗移植を用いた免疫実験

—普通高校でもできる簡単な免疫実験—

片岡 辰三

普通高校の生徒を対象とし、より簡単にできる免疫実験として、魚の鱗移植を教材化した。本実験は探究活動を重視し、課題・仮説・発展などを設定した。自家移植鱗は生着し、他家移植鱗は拒絶されることが認められた。キンギョの1次応答においては、飼育水温30℃で、移植後5日目では他家移植鱗の拒絶が確認された。同種間他家移植に比較して異種間他家移植の場合、若干早く拒絶され、拒絶反応も激しくなる傾向が認められた。

[キーワード] 理科 生物 免疫 鱗移植 探究活動

はじめに

高等学校学習指導要領理科においては、観察・実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育て、科学的な自然観を育成することを目指している。また、「探究活動」や「課題研究」が科目の内容の一部として位置づけられている。

新科目「生物ⅠA」においては、科学技術の進歩と人間生活とのかかわりについて認識させることが重視されている。エイズや拒絶反応などの用語は、日常的なものとなり、生物ⅠAや生物Ⅱの内容にも取り上げられている。また、最近ではエイズ教育の必要性も高まってきている。

しかし、現状では免疫に関する高校生レベルの生徒実験はほとんど見られず、免疫の具体的な現象を体験させることができない。免疫に関する実験として、魚の鱗移植などが水産高校などで行われているが一般の高校ではそのまま実施するのは難しい。そこで、普通高校の生徒を対象とし、より簡単にできる免疫実験として、魚の鱗移植を教材化したので報告する。

本実験は探究活動を重視し、課題・仮説・発展などを設定し、また、実験の導入では、興味づけのための「読物」を事前に配布し、実験後は簡単な問題演習を通してまとめを行う形式とした。基本的には2時間の実験である。

1 準備及び方法

(1) 準備

体長8～10cm程度のキンギョ、飼育用水槽、検鏡用具、実体顕微鏡（ルーペでもよい）、はさみ、ガーゼ、氷水（麻酔用）、ペトリ皿（直径10cm、20cm）、淡水魚用生理的塩類溶液、ビーカー（500ml）、眼科用ピンセット（先端を紙やすりで研磨したもの）

(2) 方法

ア 水槽で飼育しているキンギョを2尾、鱗が落ちないようにビーカーで静かに取りだし、氷水（麻酔用）の入った容器に入れる。

イ 麻酔が効いたキンギョを取りだし、充分湿らせたガーゼをしいたペトリ皿（20cm）に、頭を左側に向け2尾並べておく。

ウ 図1のようにA個体の側線下位の鱗を抜き取り、顕微鏡観察用に生理的塩類溶液のは入ったペトリ皿（10cm）に入れる。

次に、A個体の側線上位の鱗を抜き、先に抜いた部位に移植する（自家移植）。更に、B個体の側線上位の鱗を抜き取りA個体の側線上位の先に抜いた部位に移植する（他家移植）。

エ 移植が完了した個体は、静かに水槽に戻す。班ごとに水槽を用意する。1つの水槽に入れる場合は、ヒレを切って個体

を識別する。

オ 鱗の観察は、スライドガラスに一枚の鱗を取り生理的塩類溶液を滴下し、カバーガラスをかけ、顕微鏡で行う。

カ 1週間後、ア・イの要領でキンギョを取りだし、実体顕微鏡（またはルーペ）で移植した鱗の様子を観察する。

キ 移植鱗の判定（生着したか拒絶されたか）を行う。

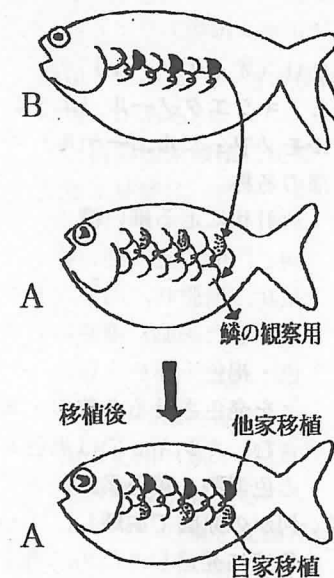


図1 移植方法

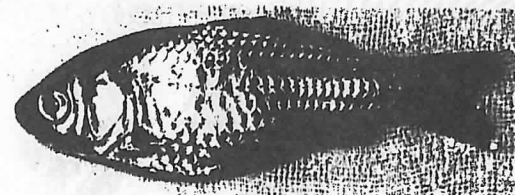


図2 移植直後の様子

表1 移植鱗の判定結果（飼育水温：20～25℃、1尾について4枚移植）

判定項目	他家移植	自家移植	判定基準
色素胞の消失	— — ±	+	修復（+）、消失（—）
組織の変化	— — —	+	なし（+）、あり（—）
血流の再開	— — —	+	あり（+）、なし（—）
判定	D × × ×	○ ○ ○ ○	生着（○）、拒絶（×）

移植年月日（平成6年6月6日） 観察年月日（平成6年6月15日）

2 結果と考察

(1) 鱗の観察

魚の鱗は大きく2つに分類される。図2のように、キンギョの鱗は円鱗と呼ばれ鱗上に小刺がほとんどなく円滑な構造であるが、鱗上に小刺が発達した櫛鱗と呼ばれるものもある。

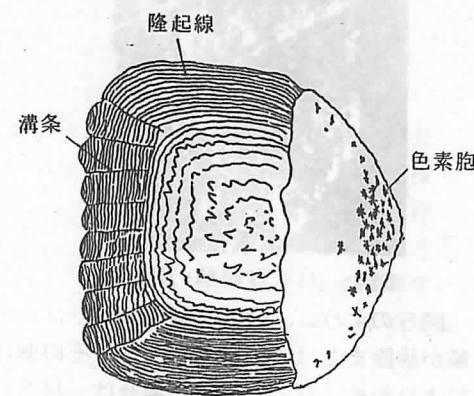


図3 キンギョの鱗

(2) 移植鱗の判定

生着または拒絶の判定は、移植後1～2週間後に行い、判定基準の+が2以上の場合を生着（○）、-が2以上の場合を拒絶（×）とし、鱗が物理的に脱落した場合は、脱鱗（D）とする。飼育水温が20～25℃の場合は、移植後7～10日で生着・拒絶の結果が現れる。飼育水温が高くなると結果が早く現れ、30℃では5日目でも確認できた。移植時間は5～10分で終了するが脱鱗することもあるので鱗を数枚移植しておくとい。

図4のように、自家移植においては移植鱗がその個体の一部となり生着する。生着の場合は、日ごとに色素胞の修復、血流の再開が認められ、移植部位周辺の組織の変化はほとんど認められない。



図4 自家移植鱗の様子

図5のように、他家移植においては移植鱗が排除または吸収されるなど、その個体により拒絶される。拒絶の場合は、日ごとに移植部位周辺の組織が充血、肥厚し、色素胞が消失していった移植鱗が透明になり、血流の再開は認められない。

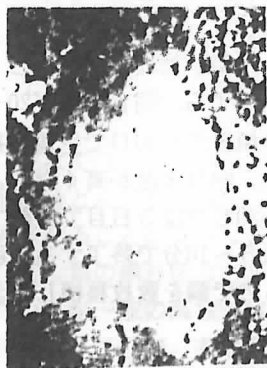


図5 他家移植鱗の様子

自家移植と他家移植の結果の違いから、自己と非自己の識別が行われていることが理解され、免疫の基本についての理解が得られる。

3 参考

- (1) 2～3色のコメット種を用いると移植鱗

の識別がしやすい。小さいと抵抗力が弱く移植後死ぬ場合があり、移植作業も難しい。

熱帯魚店で購入したキンギョは、病気の発生が考えられるので、最低2週間以上は飼育して健康なものを実験に用いる。

移植する鱗が大きい場合は、鱗嚢に収まる部分をはさみで切り小さくするとよい。

魚類の麻酔剤としては、つぎのようなものがある。

- ・MS222 (メタアミノ安息香酸エチルメタンスルホン酸塩)
- ・FA100 (オイゲノール)
- ・2-フェノキシエタノール (エチレンジリコールモノフェニルエーテル)

(2) 鱗の各部の名称

溝条：放射状に走る細い溝

隆起線：同心円的に走る細い線

色素胞：星状、樹脂状、円形など多様な形をした細胞。細胞質の中に黒色・褐色・赤色・黄色・白色などを発色させる多数の小顆粒を含む。キンギョでは黒色素胞、赤色素胞、黄色素胞が主である。

再生鱗：何かの原因で脱鱗し、代わりに急速に発達したため、溝条や隆起線を欠く鱗。

魚の鱗は鱗嚢と呼ばれる袋に収まっているので、鱗の抜取り、挿入が比較的容易にできる。

(3) 鱗移植の基礎資料

- ・キンギョの場合、移植鱗の拒絶完了時間(日数)の決定は、赤色素胞の消失で行う。
- ・キンギョの1次反応の場合、拒絶完了時間は、飼育水温20℃で平均9.0日、10℃で平均32.3日(我妻)、25℃で平均7.2日(Hildemann& Hass)である。
- ・キンギョの2次反応の場合、拒絶完了時間は、飼育水温20℃で平均6.0日、10℃で平均19.3日である(我妻)。

- ・免疫記憶残留時間(5次移植後)は2～3ヶ月程度であるが個体差が大きい。
- ・鱗を生理的塩類溶液に浸漬した場合、20℃で120分以内であれば有効である。

(4) 発展実験

ア 繰り返し鱗を移植した場合、拒絶完了時間はどうか。

- ・拒絶完了時間が短縮される。拒絶反応が激しくなる。

- ・免疫記憶残留時間の確認

イ 異なる種(フナ、コイなど)の鱗を移植した場合、同種の移植とどのような違いがあるか。

- ・同種間他家移植に比較して、異種間他家移植は、遺伝的により離れているので拒絶完了時間が短縮され、拒絶反応も激しくなる。

ウ 飼育水温を変えた場合、拒絶完了時間はどうか。

- ・一般に飼育水温を高くすると、拒絶完了時間は短縮される。

(5) 鱗移植の応用(鱗に名前を書く)

自家移植鱗は生着するので、同一個体において、色違いの鱗を交換移植することによって魚体に名前を書くことができる。

(図6)

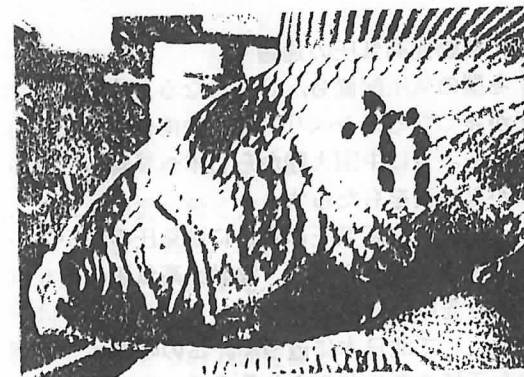


図6 名前(リカ)を書いたキンギョ

おわりに

学習指導要領の改訂とともに、生物ⅠA、生物Ⅱでは、免疫に関する事項は旧課程に比較

して増加しているが、「生物」で最も履修者が多いと予想される生物ⅠBにおいては、ほとんど触れられていない。今後必要とされる免疫に関する科学知識を理解する上での基礎を学習しないで卒業する生徒が旧課程に比較して増加するのではないだろうか。

学習指導要領では「探究活動」や「課題研究」が重視されており、生徒実験においてもただ実験するのではなく、考えさせる工夫が必要である。基礎的な実験から発生する疑問や課題に対して、それを解決するための実験、その実験をどのように組立てるかなどを考えさせ発展実験を行わせる。このような体験を通して探究する態度を身につけさせたいものである。探究活動を意識した実験書の刊行が望まれているが、これに応える取組みとして、北海道高等学校理科学会生物研究部編「探究しよう生物実験」が発刊されているので紹介する。

参考文献

- 1) 千葉県立勝浦高等学校(1989): 昭和62・63年度文部省高等学校教育課程研究指定校研究成果報告書, pp. L1～7
- 2) 北海道高等学校理科学会生物研究部編(1994): 鱗の移植実験. 探究しよう生物実験, pp. 105-108
- 3) 我妻雅夫(1977): キンギョの鱗移植による免疫学的研究. 北海道大学水産学部卒業論文
- 4) 畔柳・大高・松橋編(1971): 免疫学叢書12 免疫学の周辺. 医学書院
- 5) 落合明編(1986): 魚類解剖図鑑. 緑書房
- 6) 長澤・鳥澤(1991): 漁業生物図鑑 北のさかなたち. 北日本海洋センター
- 7) 片岡辰三(1994): 全国理科教育センター研究協議会並びに研究発表会生物部会研究発表集録. 魚の鱗の移植実験
- 8) 片岡辰三(1995): 日本生物教育学会全国大会講演要旨. 魚の鱗移植による免疫の教材化

(かたおか たつぞう 生物研究室研究員)

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－

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、一般化するための展開を工夫した。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検討した。

【キーワード】 天気の変化 気象の観察 雲画像 移動性高気圧 オホーツク海高気圧

はじめに

気象現象は大気と水の存在に太陽エネルギーが加わって起こる現象であり、低緯度地域と高緯度地域との熱的なアンバランスが原動力となっている。このアンバランスを解消しようとして大気は移動するが、簡単には混ざらず、同じような性質を持つ大気の集合体として“気団”を形成しながら相互に熱を交換する。中緯度に位置する日本列島は、南方の温暖な気団と北方の寒冷な気団の接する場所となりやすい。気団の境界は、夏は北に冬は南に移動し、それにもなつて四季が生じる。また、混ざろうとする暖気と寒気は、地球の自転による転向力で渦を巻き、温帯低気圧となつて次々と日本列島の上を西から東へ通り過ぎる。

理科教育における気象教材は、自然界を変化と平衡でとらえたり、時間的な変化と空間的な広がりでとらえるなどの、科学的な自然観の育成に適している。直接体験を通して、自然界の仕組みを探究し、自ら学ぶ力をつけようとする理科教育において、気象分野の学習も、具体的な観察を基に進められるべきである。観察を通して得られるいくつかの事象の基本的な理解は、その印象の強さゆえ、単なる知識ではなく知恵となつて、他の事象の探究に応用しやすい。この単元の学習がいつ行われようとも、観察を中心に進めて成果が得られるように工夫しなければならない。当理科教育センター研究紀要

第6号では「冬季における天気の変化とその特徴とその教材化」を発表したが、本号では初夏の気象を素材にした展開例をあげる。

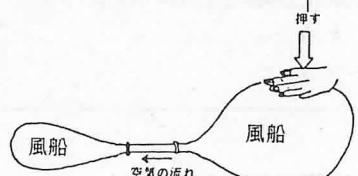
一般に、初夏の北海道は移動性高気圧が頻繁に通る4～5月ごろと、オホーツク海高気圧の張り出す6～7月ごろの気象によって特徴づけられる。この時期の気象を素材にして、この単元で学ばせるべき一般的な事項の理解につなげる過程について、例をあげながら述べたい。以下に述べる展開例は、中学校第2分野及び高等学校地学ⅠAを念頭に置いているが、直接体験を基本とし、できるだけ簡単な観察を取り入れて展開しているので、小学校理科でも部分的に取り入れることができ、高等学校地学ⅠBでも参考にできるものと考えらる。

1 移動性高気圧の通過

冬型の気圧配置も、3月になるとくずれることが多くなる。シベリア気団の南側の一部がちぎれるように中国大陸から日本へ移動し、さわやかな好天をもたらす。

この移動性高気圧の背後には気圧の谷がひかえ、雨や雪を降らせる。移動性高気圧の通り道は、春先は西日本や東日本、4月～5月にはやや北上して北日本に近づく。この時期は、周期的な天気の変化がみられるので、高気圧や低気圧の移動に伴う風の吹き方の規則的な変化や気温の変化に注目して、学習を展開するとよい。

北海道立理科教育センター

展 開 例	ね ら い
1 水は、土地の高いところから低いところへ流れること、電流は電圧の高いところから低いところ流れることから、大気も気圧の高いところから低いところへ向かって流れることを類推させるために図1の道具で説明する。  図1 2 屋上など見晴らしの良い場所に立ち、方角を確認する。 3 下層雲や中層雲が動く方向で上空の風向が読めるように練習した後、高気圧や低気圧があると思われる方角を推定する。 4 手に入れることの出来る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、動く速さ、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方向の雲の様子を	・前線の通過と風向、気温の変化 ・気象衛星の雲画像などの情報の読み方 ・気圧と風の吹き方 ・気象を観察する方法

簡単なスケッチをする。

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。

8 図2において、上空の風向の変化、雲の様子、気圧の変化、天気などが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 次に、気圧配置図を切り取り、同様に図2の上部に張る。

11 周期的に天気に変化する様子を確認し、およそ何日程度で変化するのか調べる。

12 観察している期間の中で、高気圧の中心が通った軌跡を、まとめて1まいの地図に描き、季節の進行とともに、通り道が変化していないか調べる。

13 変化していたらその理由を考える。

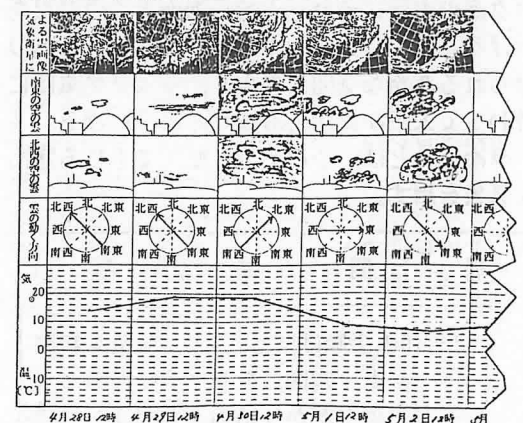


図2 観察記録の例

2 南方から近づく停滞前線と北海道の好天

5月には、シベリア気団の張り出しが弱くなり、相対的に太平洋気団が強くなる。それらの境目に生じる停滞前線が、西日本や東日本の南方海上に接近してくると、西日本や東日本はそろそろ梅雨季に入る。6月に入って移動性高気圧は停滞前線の北側を通過し、東西に伸びた帯状の高気圧帯を形成することもある。この時期の北海道は一年間で最もさわやかな行楽シーズンになる。気圧の谷に生じた低気圧もこの前線に沿って通過するので、北海道の天気はあまり大崩れしない。日中は夏を思わせるような暖かさになり、特に、北見・網走方面ではフェーン現象で30℃を越えるような気温も出現する。北海道庁の庭が修学旅行生でにぎわうのもこの時期である。

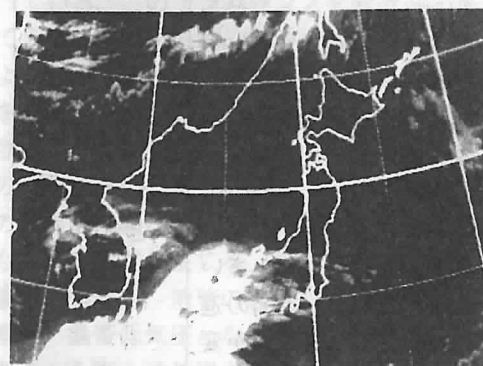


図3 帯状の移動性高気圧に覆われる
1994. 6. 11. 12h (赤外)

この時期は、極東ロシアの雪解け水がオホーツク海の表面に流れ込んで、海面近くの気温を下げる。その結果、オホーツク海高気圧と名づけられる寒冷な気団が発生し、シベリア気団に替わって太平洋気団と対峙するようになる。「リラ冷え」とは、このような原因で生じる寒冷な気象を指す。

展 開 例	ね ら い
14 1～10の手順は同じ。 15 本州南岸，四国，九州に停滞前線がかかり始め	・気象を観察する方法 ・気団と前線

たら、その北側と南側の気温の違いを、新聞天気図で調べる。

16 北見，網走地方で日中の気温が高くなった日の気圧配置や風向を調べ、その原因を考える。

17 天気が崩れ、冷たい雨が降るときの気圧配置を調べ、共通点を探す。

18 オホーツク海方面に見られる高気圧の位置と中心気圧の変化を地図上に記録し、北海道の天気と、関係を調べる。

・フェーン現象とは

・日本の四季

3 オホーツク海高気圧の張り出し

5月から6月上旬にかけて夏を思わせるような陽気になった北海道も、6月下旬から7月にかけて、かえって寒さを感じるようになる。これはオホーツク海高気圧のせいである。

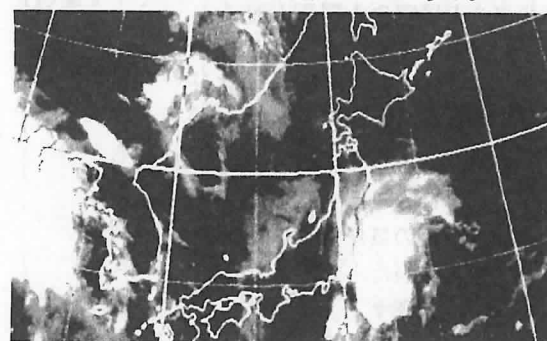


図4 オホーツク海高気圧に覆われる
1994. 6. 30. 12h (赤外)

オホーツク海から吹き出した冷たい風は、特に太平洋側各地の気象に大きな影響を与える。霧を伴った冷たい風が太平洋から内陸に向かって吹き込む。この風はやませと呼ばれ、冷害の原因となる。日本海側の各地ではそれほど寒さを感じないので、あまり離れていない地域で気温の差を体感することになる。例えば、札幌市中央区や西区方面の、太平洋から冷たい気流が

入り込む東部の厚別区や広島町との気温の差は大きい。この差は地形による影響が大きいと考えられる。やがて、停滞前線（梅雨前線）が東北地方の北部まで北上し、その影響で北海道も比較的雨の多い時期を迎える。一般的には、7月下旬になると、太平洋高気圧が一気に梅雨前線を解消し本格的な夏を迎える。



図5 太平洋高気圧の圏内に入る
1994. 7. 26. 12h (赤外)

展 開 例	ね ら い
19 1～10の手順は同じ。 20 太平洋沿岸地方に濃霧注意報が出た日の気圧配置と風向の共通性を調べる。	・気象を観察する方法
21 渡島半島の東岸と西岸，胆振と後志，胆振と石狩，十勝南部と北部，釧根と網走南部などで、天気と気温の比較をして、違いの生じる原因を考える。	・気圧と風の吹き方
22 自分の住む地域でも、海岸部と山影などで違いがないか調べる。	・気象と地形
23 21や22が地域の農業や林業に影響を与えているケースがないか調べる。	・気象と生活

4 ぐずつく夏

太平洋高気圧の張り出しが弱い年は相対的にオホーツク海高気圧の影響がいつまでも残り、梅雨前線がなかなか解消しない。この前線の上を次々と低気圧が通過するため、7月下旬になってもぐずついた天気が続く。1993年の大冷害はこのような気候のもとに起こった。

展 開 例	ね ら い
24 1～10の手順は同じ。 25 停滞前線の位置の変化を地図上に記録する。 26 停滞前線の北側と南側の気温，風向の違いを、天気図などで調べる。	・気象を観察する方法
27 停滞前線付近の低気圧の動きと中心気圧の変化を記録し、天気の変化との関係を調べる。	・気圧と風の吹き方
28 太平洋高気圧の張り出しの強さと夏の気象との関係を、理科年表などで調べる。	・大気の大循環
29 エルニーニョなど、世界の気象との関係を探る。	・海洋と気象

おわりに

太平洋高気圧の張り出しの強さは、太平洋東部のペルー沖に発生するエルニーニョに影響されていると言われている。ローカルな気象の特徴もその遠因をたどれば地球規模のスケールで考えなければならない。

気象の学習から得られる地学的な自然観は、我々をとりまく自然環境を正しくとらえるために欠かすことのできない素養となる。日常的に接し体感する毎日の気象は、それ自体が素晴らしい理科教育の素材である。これをいかに教材化するかが我々の課題である。

(たかはし ふみあき 地学研究室長)

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—
松田 義章

北海道に広く分布しているアイヌ語地名には、地形・地質にもとづいて命名されているものが多い。地学の学習における地域素材の活用という視点から、おもに海岸地域において特徴的な地形・地質にかかわるアイヌ語の事例を取り上げ、その教材性について検討した。

〔キーワード〕 理科 地学 アイヌ語地名 地形 地質 海岸

1 はじめに

北海道には、アイヌ語に由来する地名が広く分布している。自然と共存し、その恵みを巧みに活用して生活を営んでいたアイヌの人々の命名した地名の中には、地形・地質に注目したものが多く含まれている。例えば、札幌という地名はサト・ポロ・ペツ、すなわち、乾いた川の意味で命名されたものであり、水はけのよい土地の特性に注目したものである。これは、おもに砂れき層によって構成された扇状地堆積物によって成り立っている土地の地質を端的に示したものであるといえる。一方、北海道内においては、似たような地形・地質を示す土地には同じ地名（アイヌ語起源の地名）がつけられていることが多い。

小論においては、これらのアイヌ語地名の特性を踏まえて海岸地域の地形・地質にかかわる地名の由来を探り、その意味の解釈例の検討を通して、地域の土地のつくりと生い立ちを探る学習を行うための基礎的資料を提供する。

2 アイヌ語地名とその教材としての活用

地形を表すアイヌ語として代表的なものとして、山を表すヌプリやシル、川を表すナイとペツ、海を表すアトイなどがよく知られている。これらの地名にボン（小さい）やポロ（大きい）等の形容詞がつくと、ポンベツ（本別）やポロベツ（幌

別）という地名となる。また、札幌市内に豊平という地名があるが、これはトイ・ピラで「崩れる・崖」の意味のアイヌ語である。この地域の地形・地質の学習に当たっては、そのトイ・ピラはどんな意味で、その崖は具体的にどの崖をさし、さらに、その崖はどんな地形や地質なのか調べるというような学習の展開が考えられる。すなわち、地名からその土地の命名の由来を探り、さらに、野外学習によって、その土地の地形・地質の特性と生い立ちを調べるという学習のために、アイヌ語地名は教材として有効に活用することができる。

3 岩石海岸に特徴的なアイヌ語地名

地形・地質にかかわるアイヌ語は、特に海岸や川に関連したものが非常に多い。ここでは、海岸付近の地形にかかわるものを取り上げてみた。

海岸地形は、岩石海岸と砂浜海岸とに大きく分けられる。



図1 岩石海岸の地形区分

北海道立理科教育センター

このうち、岩石海岸を示す特徴的な地形として岬がある。北海道においては、特に優れた自然景観を有する岬が多いが、岬を表すアイヌ語としてエンルム、エサン、エサシなどがある。これらはそのままエンルム岬、えりも岬、恵山、江差という地名となっている。この他、岬を示すアイヌ語として、エンコル、エサムベ、エサウシ、エンコル、エサンケ、エサンプ、エサンノツ、エサムベ、エサンノツ、エサウシ、エトリ、エトノツ、ノツ、ノツケ、ノトル等がある。さらに、岬を示すアイヌ語には、シリパ（シリ＝山、パ＝頭）があり、これも北海道各地のシリパ岬、尻羽岬等の地名となっている。

一方、図2のように岬の先端へ向かって標高が高くなっているような形状をもつ岬に対しては、ヘテスベシという地名がつけられることが多い。このような地形の岬は、海側からの側方圧縮の地殻変動を受け傾動によって形成された岬であると考えられる。



図2 傾動地形を示す岬の形状

なお、岩石海岸にはソヤという地名が多く認められる。これは岩礁の多いところという意味であり、日高海岸の庶野や宗谷はこれに当たる。この他、海岸の水底に群在する岩礁を示すものとしてシラルというアイヌ語があり、これにカパ（平べったいという意味）という語がついてカパシラルという地名が多く認められる。積丹半島の川白をはじめとして、海に臨んで、いわゆる千畳敷と呼ばれる表面のたいらな岩をもつ海岸には、このような地名が多い。

なお、海岸段丘状の地形にはキピル、またその段丘面に相当する平地にはキピリカという地名が多くつけられている。さらに、段丘崖に対しては、クトニンという地名がよくつけられる。

一方、段丘崖を初めとする岩石海岸を構成する崖には、ピラやチケアピラなどの地名がつけ

られている。ピラとは、土が崩れて地肌の表れている崖を表すアイヌ語であり、このような地名のところでは、その土地を構成する地質や岩石がよく観察される。チケアピラは、とくに切り立った崖を示し、室蘭の地球岬の断崖はこの語に由来する。なお、大規模な断崖絶壁を示すところにはアイカップ（不可能という意味）という地名が付けられていることがある。雄冬や小樽西部海岸のアイカップ岬、厚岸の愛冠岬などはまさに通行が不可能な断崖絶壁の地である。

なお、岩石海岸となっている地域では、ウカウブ、ウカウシ、ウカウ等の地名が認められる。これらの地名は、岩石が積み重なっている産状を呈している場合につけられていることが多い。また、トイ・イキルという場合には明確に層状を呈していることが多い。

また、トイという語は土を示すアイヌ語であるが、トイ及びチエトイ（我ら・食する土の意味）という地名がつけられてところは、ケイ藻土あるいは凝灰岩が風化作用によって粘土化した土（ベントナイト）によって構成されている地層が露出するところであることが多い。ケイ藻土や凝灰岩によって構成されている地層は、白色を呈することが多いので、レタルピラ（白い崖）という地名となっていることもある。

この他、地質を表すアイヌ語としては、軽石を示すスシルプやシビルプ、また、火山灰を示すものとしてウナ等があり、これらが地質を表す地名として用いられている例がある。

これらの他に、海岸の岩を示すピット、岩石を示すポイナ及びシュマがあり、石浜のれきを示すものとしてはタクタク（ごろた石、玉石の意味）等がある。

一方、岬の陰になっているような波静かな入り江や湾に対しては、モイ、ウシ、ウソル等地名がつけられていることが非常に多い。この他、舟が入るのに適した地形条件を有するような入り江は、トマリという地名となっていることも多い。北海道の海岸各地に存在する～泊という地名がこれに該当する。なお、小樽や室蘭など

には祝津という地名がある。これは、シクトウウシで、「全くの・岩崖・群生する・場所」という意味である。両地域の海岸では岬が連なり、ともによく似た地形景観を示している。

4 砂浜海岸に特徴的なアイヌ語地名

砂あるいは砂浜を示すものとして、オタというアイヌ語がある。これは、ウタとなまり、歌や宇多などの漢字が当てられた地名となっていることが多い。砂浜海岸については、一般に図2のような地形区分がなされている。

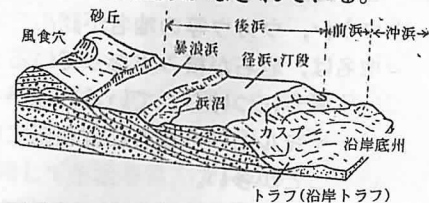


図3 砂浜海岸の地形区分

アイヌ語では砂浜を、波のためいつもぬれている波打ち際のベトタ及びいつも乾いているサトタにおおまかに区分する。このほか、図4のように、アイヌ語地名には、現在の地形学的な砂浜の地形区分にほぼ対応するような地名の区分が存在する。

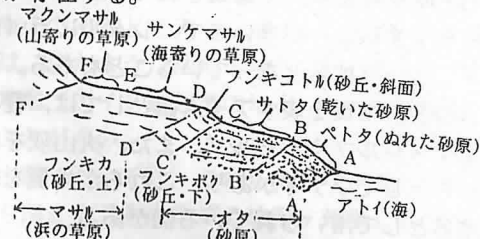


図4 砂浜海岸のアイヌ語地名

5 おわりに

北海道に広く分布している地形・地質にかかわるアイヌ語地名のうち海岸地域に特徴的なものについて取り上げてみた。

明治の日本地質学の先覚者であるB.S. ライマンや神保小虎(道庁技師、後の東大鉱物学教授)は、北海道の広域的な地質調査の際に、北海道におけるアイヌ語地名と地形や地質とのかかわりに注目した。彼らは、アイヌ語地名がどのよう

な地形・地質の規則性に注目してつけられているかを経験的にとらえ、それを踏まえて地質調査を効率的に進めることにより、多大の成果を収めた。これら先人の経験に基づく知恵や歴史的遺産を踏まえつつ、その体験に根ざした知恵を学ぶことが、今強く求められている。

現在、身近な地域の自然の教材化の必要性が指摘され、人間と環境とのかかわりを重視した理科教育の重要性が強調される中において、人間と環境とのかかわりの中で獲得した知恵にもとづいて命名されたアイヌ語地名は有益な理科の教材である。

土地のつくりと生い立ち探る地形・地質の学習において、身近な地域素材の活用という視点からアイヌ語地名を取り上げ、その地域の地名の由来を探ることから学習を始め、さらに野外実習による地形・地質の学習へ発展させるような授業プランの設定が考えられる。小論では、海岸において特徴的に見られるアイヌ語地名について触れるだけにとどまったが、是非、学校及び周辺地域に残っているアイヌ語地名についても広く教材として活用していただきたい。

参考文献

- 1) 知里真志保(1956): アイヌ語入門 榎書房
- 2) 知里真志保(1956): 地名アイヌ語小辞典 榎書房
- 3) 神保小虎(1890): 北海道地質略論 北海道庁
- 4) 神保小虎(1892): 北海道地質報文 北海道庁
- 5) ライマン(1878): 北海道地質総論 開拓使
- 6) 永田方正(1891): 北海道蝦夷語地名解 北海道庁
- 7) 福岡イト子・松田義章(1995): 北海道における地形・地質にかかわるアイヌ語地名の研究 I 北海道考古学会誌(投稿中)
- 8) 町田貞編(1981): 地形学辞典 二宮書店
- 9) 松浦武四郎(1870): 西蝦夷日誌 四編
- 10) 山田秀三(1984): 北海道の地名 北海道新聞社

(まつだ よしあき 地学研究室研究員)

北海道立理科教育センター

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—

志佐彰彦

ひと組の偏光シートをもとに、簡単な偏光装置をつくる。この装置の部品材料は、身近にあり、容易に手にはいる物を利用した。簡単な偏光装置を取りつけて、生徒観察用簡易偏光装置を作製した。この装置は、部品の組み合わせを変えられることから、子供や生徒の発達段階及び実験室の施設、設備などに対応して、観察装置を組み立てられるので、実態に即した学習展開ができるものである。

[キーワード] 岩石 造岩鉱物 簡易偏光装置 結晶 非結晶 光学的性質

1 はじめに

岩石や鉱物を観察する場合、肉眼による観察が基本である。岩石を構成している鉱物の形・色・大きさなどから、等粒状組織や斑状組織を区別したりすることができる。また、完晶質の岩石の造岩鉱物に着目し、自形・他形を区別し、結晶の固結の順序を考察することができる。

さらに、学習を展開するにあって、偏光装置を使い、岩石の組織や造岩鉱物について調べるとよい。白色光が結晶を通り抜けたときに生じる、光の織り成す美しい輝きを見ることができる。この光学的性質(多色性・干渉色・消光現象など)を調べることは、子供や生徒の興味や関心を引き起こし、学習意欲を高めることができる。

ここでは、身近な素材を利用して生徒観察のための簡易偏光装置の工夫と、この装置を用いて観察できる光学的性質などについて述べる。

2 簡易偏光装置の作製について

2-1 固定式簡易偏光装置の作製

(1) 準備

紙製スライド枠(36mm用、2枚)、偏光シート(厚さ0.3mm、30mm×40mm、2枚)、接着剤付きマジックテープ(25mm×10mm、2枚)、両面テープ、カッター

(2) 作製の方法

- ① 偏光の方向が直角になる偏光シート(30mm×40mm)を2枚(AとB)用意する。

- ② 紙製のスライド枠に、偏光の方向の異なった偏光シートAとBを両面テープで1枚ずつ枠に接着する。

- ③ 2枚の紙製のスライド枠の一方の縁を指先に合わせて、丸く切り取る。

- ④ 枠の上下2箇所に接着剤付きマジックテープで枠どうしを固定する。テープの間隔はスライドガラスが固定できるように28mm程度開ける(図1)。

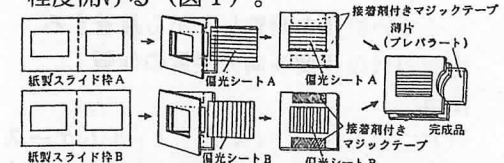


図1 固定式簡易偏光装置の作製

2-2 回転式簡易偏光装置の作製

(1) 準備

3.5インチ F.D. 用プラスチックケース(97mm×98mm×8mm)、プラスナップ、水栓パッキング、接着剤付きマジックテープ(25mm×10mm)、キャップ(ペットボトル用)、アクリルカッター、接着剤

(2) 製作の方法

- ① 図1の固定式簡易偏光装置を作製する。
- ② キャップ(ペットボトル用)を熱して、プラスチックケースに図2のように直径25mmの穴を開ける。また、ケースのA面の部分を縁から28mmの幅で切断する。
- ③ 図1の固定式簡易偏光装置をプラスチッ

クケースのAとB面にあけた穴の中央部に偏光の方向が直角になるように、接着剤付きマジックテープでケースの外側にはりつける(図2)。

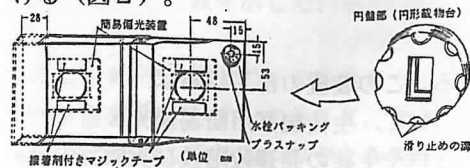


図2 プラスチックケースの作製

- ④ 図3のように6枚の部品を接着して、岩石薄片を載せる直径87mmの円盤部(円形載物台)をつくる。

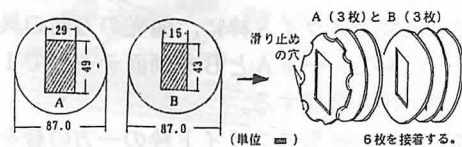


図3 円形載物台の作製

- ⑤ 円形載物台をプラスチックケースに収める。次に円形載物台を回転させて、円盤が外れたりしないような位置に、プラスナップに水栓パッキングをつけた部品を回転のしやすい位置を調整しながら接着する。

2-3 生物顕微鏡用簡易偏光装置の作製

(1) 準備

3.5インチフロッピーディスク、フィルムケース、偏光シート(厚さ0.3mm, 20mm×20mm)、接着剤付きマジックテープ(25mm×10mm)、コルクボーラー(直径12mm)、両面テープ、接着剤

(2) 作製の方法

- ① 図1の固定式簡易偏光装置を作製する。
- ② 下部装置は図4のようにフロッピーディスクを分解する。ケースの片面(上の面)に直径47mmの穴を開けて、固定式偏光装置を接着剤付きマジックテープでケース下の面の外側に接着してつくる。
- ③ 上部装置はフィルムケースの底に古くなったコルクボーラーを熱して穴を開ける。次にフィルムケースの内側に偏光シートを接着してつくる。

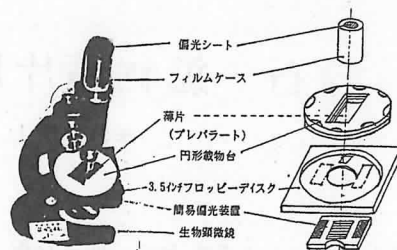


図4 生物顕微鏡用簡易偏光装置

3 簡易偏光装置による光学的性質の観察

3-1 固定式簡易偏光装置による観察

- (1) 鉱物の大きさや形(自形や他形)がある。
- (2) 安山岩の造岩鉱物(斜チョウ石、キ石、カクセン石)、カコウ岩の造岩鉱物(セキエイ、チョウ石)の区別が容易である。
- (3) 深成岩と火成岩の組織の違いがある。

3-2 回転式簡易偏光装置による観察

- (1) 開放ニコルのとき
鉱物のへき開や色(多色性)がある。
- (2) 直交ニコルのとき
鉱物によって消光現象や干渉色がある。

3-3 生物顕微鏡用簡易偏光装置による観察

- (1) 安山岩の斑晶(チョウ石やキ石、カクセン石の結晶)と石基の区別が容易である。
- (2) 造岩鉱物の顕微鏡的特徴
セキエイ(波状消光)、正チョウ石(双晶とパーサイト構造)、斜チョウ石(累帯構造と縞状集片双晶)などがある。

4 まとめ

この簡易偏光装置は、岩石の組織・鉱物の構造や性質を調べたりするだけではなく、身近な物質の構造や性質を光学的な観点で調べる道具として活用することができる。身近なもの(セロテープ、プラスチック板、TPシート、マニキュア液で固定した砂など)と比較することによって、地殻を構成する物質の持つ、光学的性質の意味がわかる。このような方法は、地学的な事象をとらえるための総合的な見方や考え方を育成する一助となるものと期待される。

(しざ あきひこ 地学研究室研究員)

北海道立理科教育センター

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—

河原 英 男

野菜は、食用として人為的に改良されながら栽培されている植物である。小学校では身近な植物の観察や栽培を通して植物のつくりや育ち方を学習することになっているが、日頃食べ物として親しんでいる野菜は、児童にとって近くて遠い存在となっている。ここでは、食べ物としての野菜を植物としてとらえ、学習の導入や発展としての可能性を探った。

[キーワード] 小学校 理科 植物 野菜 仲間分け

1 はじめに

小学校理科における植物のつくりや育ち方の学習では、実際にいくつかの植物を育てながら観察、実験が進められる。時には野外に出て、四季折々の植物を見ながら自然界の営み、植物の成長の仕組みや生命の連続性などを学んでいる。ところが、児童の多くが日頃食べ物として接している野菜を、植物としてとらえていないという事実に出会いショックを受けた。

ここでは、スーパーマーケットや青果物店に並んでいる野菜を取り上げ、若干の考察を加えてみた。

2 野菜の仲間分けと特徴

野菜は通常、葉と若芽を食べる葉菜類、根を食べる根菜類、それに果実を食べる果菜類に大別されるが、ここでは便宜上、葉菜類を主として葉を食べる葉菜類と若芽を食べる柔芽類に分け、根菜類を直根類といふ類に分けて考えることにした。なお、果菜類については省いた。

(1) 葉菜類

・ハクサイ(アブラナ科)

中国原産で、ナノハナとして店頭に並んでいるのはチリメンハクサイである。

・セロリー(セリ科)

オランダミツバともいい、古代エ

ジプト時代から薬用にされたという。

・キャベツ(アブラナ科)

ヨーロッパ原産でカンランともいう。カリフラワー、コモチカンランなど種類が多い。

・ホウレンソウ(アカザ科)

西洋種と日本種があり、日本種は寒さに強く冬期間食用にする。

・レタス(キク科)

チシャともいい、カキチシャ、タマチシャ、チリメンチシャなどがある。

・セリ(セリ科)

野生のセリには、ほふく茎があり色が黒い。この仲間にドクゼリがあり留意したい。

・ミツバ(セリ科)

わが国の植物から野菜になったもので、他にセリ、フキ、ウド、ワサビなどが知られている。

・シソ(シソ科)

この科のものは、茎の四隅の維管束が発達して四角のことが多い。

・アキタブキ(キク科)

食用にしている部分は葉柄と呼ばれ葉の一部である。大きいので有名なラワンブキもアキタブキである。

・タマネギ (ユリ科)

食用にしている部分は塊茎と呼ばれるが、葉が球状になったものである。

・ニラ (ユリ科)

ニラは東洋人だけが利用し、ヨーロッパ人やアメリカ人は食用としない。

・ネギ (ユリ科)

通常ナガネギと呼んでいるものがあるが、偽茎の長さが40~50cmに伸びたものは東京ネギといい、関西のものは10~20cmのもので葉ネギという。

・ギョウジャニンニク (ユリ科)

修行中の行者が食用としたといわれるところからこの名がついたとされる。

・ニンニク (ユリ科)

9月から翌年の3月までは、湿らせたミズゴケを入れた容器にニンニクを入れておくと、数日で発根するので、根端細胞を観察するのに適した材料である。

(2) 柔芽類

・タラノメ (ウコギ科)

典型的な陽樹で、伐採した後や崩壊地に多い。タラノキの若芽である。

・タケノコ (イネ科)

大きく太いのはモウソウチクの若芽で北海道では函館地方に見られるのみである。本種の他にチシマザサの若芽をタケノコと呼ぶことがある。

・アスパラガス (ユリ科)

葉は退化して、節ごとに白色の膜のようになって残っている。

・ウラビ (ウラボシ科)

若芽を摘むとやがて脇から新しい若芽が出てくる。地下茎にはデンプンを多く含む。

(3) 直根類

・ニンジン (セリ科)

根は多肉で、色は赤色、黄色、白色などがある。ノラニンジンはニンジン野生化したものである。

・ゴボウ (キク科)

根からの発根、発芽を調べるのに適した教材である。

・ダイコン (アブラナ科)

食用とするところは、胚軸と根部の部分である。根部の支根は180°の方向に出る。

(4) いも類

・ジャガイモ (ナス科)

いもから芽の出るところは、らせん状に並んでいる。ジャガイモにはトマトを小さくしたような実がつくことがある。

・サツマイモ (ヒルガオ科)

アサガオを台木にしてサツマイモの花を咲かせることができるし、その逆も可能である。

・ナガイモ (ヤマノイモ科)

ヤマノイモ、イチョウイモ、ツクネイモは近似種であり、ともにむかご(珠芽)を作る。

3 おわりに(教材としての野菜)

野菜が切り売りされる時代である。また、土はきれいに洗い流され、型の不揃いなものは商品になっていない。野菜を教材として取り上げ野菜の元の姿や植物としての特徴について調べさせたいものである。

参考文献

- 1) 牧野富太郎(1989): 新日本植物図鑑, 北隆館
- 2) 橋本光政他(1988): 図解植物観察事典, 地人書館

(かわはら ひでお 初等理科研究室長)

北海道立理科教育センター

生物検索図の作成と活用方法の検討

広岡 光 池内 美津子 稲村 昌弘

子供たちが自然に親しみ進んで働きかける手助けとなるような生物検索図を作成した。作成にあたっては、実際の授業や実態調査を行って子供の視点を探り、子供の視点を重視して植物と歩行性昆虫類の検索図を作成し、活用方法を検討した。子供の視点に近づけるために、植物検索図は、「草花編」、「樹木編」の2つに分け葉の形を、歩行性昆虫類の検索図は昆虫の形を重視した。

[キーワード] 小学校 理科 子供の視点 検索図 植物 歩行性昆虫類

はじめに

自然は、生命の営みの神秘さや尊さを感じたり、素晴らしさ不思議さに出合える場である。その自然の中で、子供たちが生物検索図の一つの手がかりとして、身近な植物や小動物を調べる活動を行うことによって、自然に親しみ働きかけるための意欲や心情を育てることができると考えた。

そこで、理科教育センターを自校の校地に見立て、植物や小動物の調査をしたり、子供が身近な自然をどうとらえているのかなど、子供と自然とのかかわり方について調べた。

本研修を進めるに当たっては、子供の視点を分析し自然体験を深める手だてとしての「子供の視点に立った生物検索図」や「コンピュータを活用した活動」など、次の4つの課題を設定した。

- 課題1 子供の視点に立った植物分類の検討
- 課題2 子供の視点に立った小動物分類の検討
- 課題3 コンピュータを活用した活動の検討
- 課題4 検索図を活用した自然に親しむ活動の検討

ここでは、紙面の都合上、子供の視点に立った植物や小動物の分類の検討について報告する。

活用方法の検討については、平成6年度長期研修講座前期研修集録を参照していただきたい。

- 1 「子供の視点に立った植物分類の検討」
 - (1) 子供の視点に立った植物分類の方法
 - ア 児童の実態調査(結果を図1に示す)

児童が、どのくらい植物を知っているかを調べるために、草本24種、木本15種を対象として、アンケート方式で実態調査した。

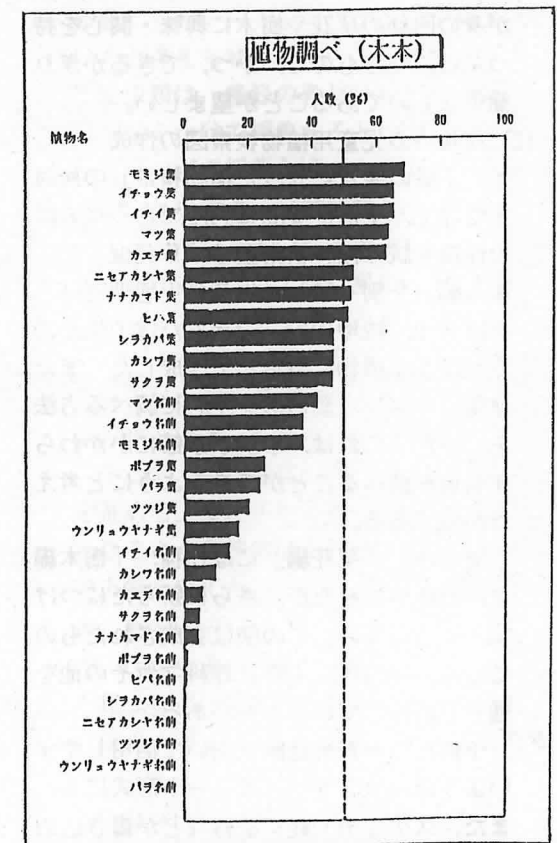


図1 植物調べ調査結果の一部

イ 子供の視点分析
数種類の植物を子供に自由に仲間分けさ

せ、仲間分けの理由を調べて子供の分類の視点がどこにあるのかを検討した。

検討した結果、私たちが予想していたとおり、子供たちは植物の葉の形に注目していることが確認できた。

ウ 子供の視点に立った植物検索

植物の分類は、一般的には科名、花の色などから検索する。しかし、花を検索の要素にした場合、学習時期と咲く時期が一致しないことがある。そこで、春から秋まで観察が可能な葉に視点を置くことにした。また、葉の形や手触りなどを要素とすることで、子供たちの視点にある程度迫ることができる。

検索図として適切なものの条件は、子供が身の回りの草花や樹木に興味・関心を持つ糸口になるもので、かつ、できるかぎり簡単なものであることが望ましい。

(2) 校地内の児童用植物検索図の作成

「子供の視点に立った植物検索」の検討を受けて、子供が実際に利用できる検索図の作成を試みた。検索図は「草花編」と「樹木編」を別々にし、児童の実態調査結果を踏まえ、校地内で、できるだけ子供がよく目にする植物に限定して作成した。また、検索の仕方は、葉の形を中心に調べる方法をとった。これは、子供が季節にかかわらず名前を調べることができるようにと考えたからである。

植物は、「草花編」には19種、「樹木編」には24種をのせたが、さらに新らたにつけ加えていきたい。この図は完成されたものではなく、今後、実際に理科学習その他を通して改善していく必要がある。

子供たちが野外活動において活用しやすいように、B5サイズのノート形式にし、また、スケッチや観察記録などが書き込めるような自由記入欄を設けるなどの工夫が必要である。作成した検索図は、図2-1～4のとおりである。

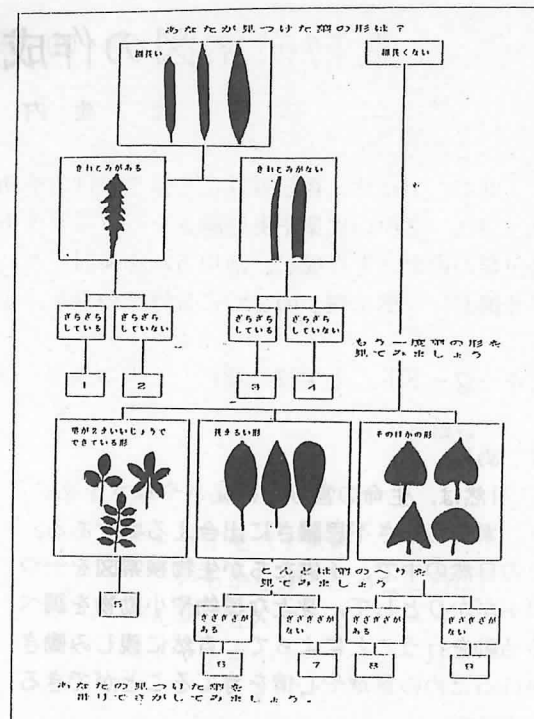


図2-1 児童用植物検索図(草本編) 1

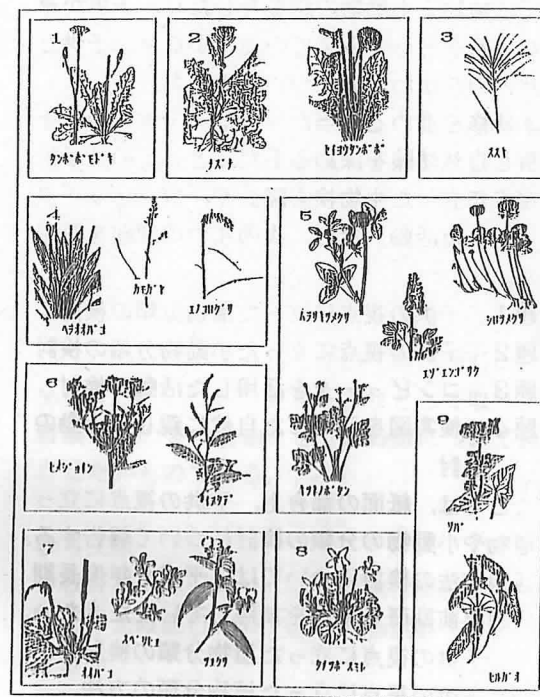


図2-2 児童用植物検索図(草本編) 2

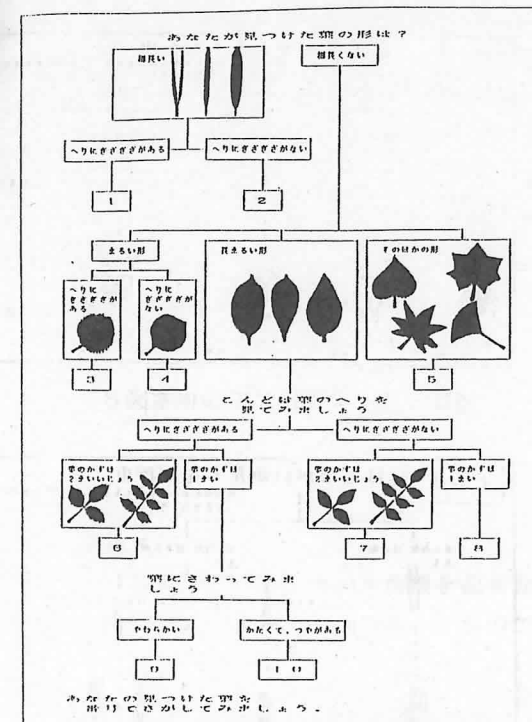


図2-3 児童用植物検索図(木本編) 1

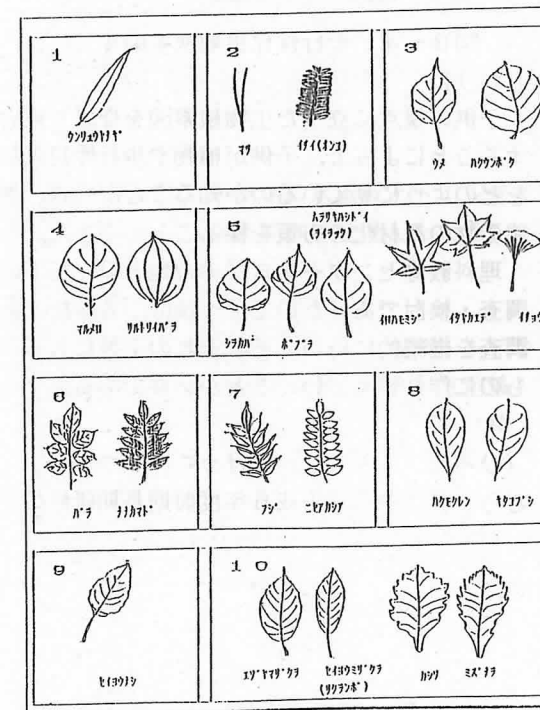


図2-4 児童用植物検索図(木本編) 2

2 「子供の視点に立った小動物分類の検討」

(1) 子供の視点に立った歩行性昆虫類検索図の作成方針

一般的に子供たちは、小さな頃からチョウ、トンボ、バッタなどと接する機会は多いが、子供たちの日常生活の中では、歩行性昆虫類をほとんど目にする事ができない。

小学校3・4年の理科学習では昆虫を採集したり飼育したりする活動があり、モンシロチョウやバッタを学習教材として扱っている。しかし、昆虫の仲間はそれらだけではなく種類はたいへん多い。普段は目にする機会が少ない昆虫についても、子供たちに知らせることは大切なことである。そうすることによって、自然に対する驚きやおもしろさがわき、興味や関心が高まっていくと考えられる。そのような意味で歩行性昆虫類は、格好の教材である。また、トラップをかけて採集するという点で、チョウやトンボの採集と違ったおもしろさを味わうことができ、自然に働きかける態度の育成につながっていくと考えられる。

トラップをどのような場所に設置したらよいか、また、虫をおびき寄せるためのトラップ液を作るなどの準備作業を通して深く昆虫にかかわることができるなど他の昆虫採集とは違った利点がある。

そこで、歩行性昆虫類を対象とした学習を進める上で、子供の視点に立ち、手助けとなるような検索図を作成するために、次の方針を立てた。

ア 検索図の利用対象学年

学習指導要領で示されているように、昆虫などの飼育・観察を行う学習内容が第3・4学年に多いので、中学年を対象として検索図を作成する。

イ 検索図の対象昆虫

対象を歩行性昆虫類とし、検索図を作成するに当たっては、対象学年が中学年ということを考えて、分類段階は科また

は属までとする。

ウ 検索の方法

子供たちは歩行性昆虫類の形に目を向ける傾向があるので、検索は「ながまる」「まる」「ほそなが」の3つの形から始め、さらに細かい体の形や特徴によって分類していくようにする。

- (2) 校地内の歩行性昆虫類の検索図の作成
理科教育センターの敷地を校地と見立て、これに、石狩小学校の回りや三角山で採集した歩行性昆虫類を参考にしながら、子供たちの視点に立った検索図を作成した。検索図は、子供たちが野外で使用することを考えて、B5版の半分の大きさの小冊子にした。作成した検索図は、図3-1～4のとおりである。

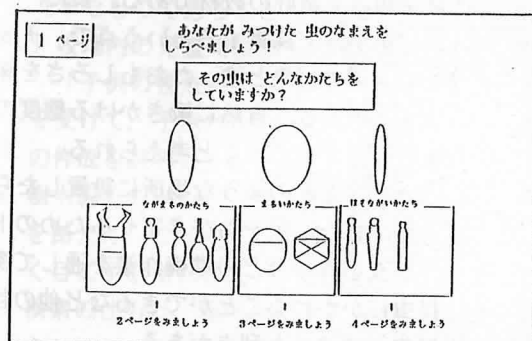


図3-1 歩行性昆虫類検索図の1

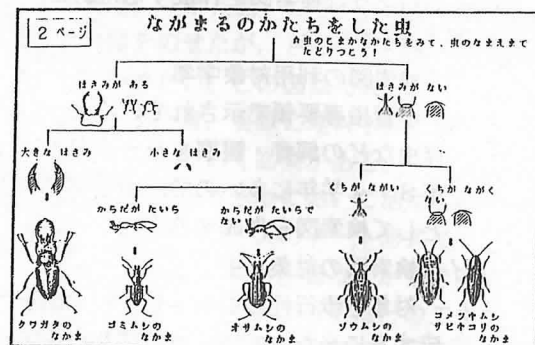


図3-2 歩行性昆虫類検索図2

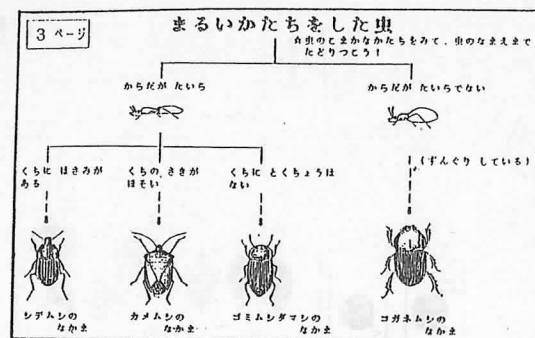


図3-3 歩行性昆虫類検索図3

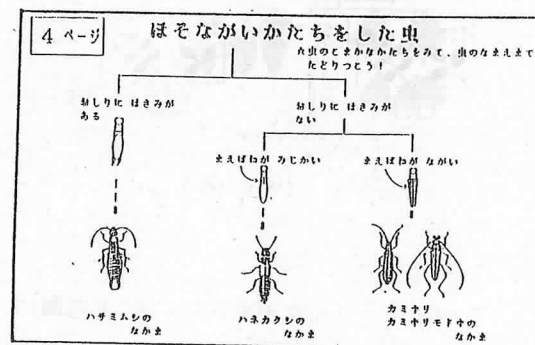


図3-4 歩行性昆虫類検索図4

おわりに

子供の視点に立った生物検索図を作成し検討することによって、子供が植物や歩行性昆虫類をどのように見ているのか知ることができ、地域素材の教材化の方策を探ることができた。

理科教育センターを自校の校地と見立てての調査・検討であったので、今後は、各学校での調査を継続的にを行い、それぞれの実態に合ったものに作り替えていくことが必要である。

(ひろおか みつる, いけうち みつこ, いなむら まさひろ 平成6年度前期長期研修員)

北海道立理科教育センター

「水溶液の性質と変化」の教材の検討

一身の回りの素材を生かしてー

池内 美津子 稲村 昌弘 広岡 光

わたしたちの身の回りには、酸性の水溶液である酢、トイレ洗浄剤などとともにアルカリ性の水溶液である塩素系漂白剤、虫刺され塗布液薬など理科学習に利用できる素材がたくさんある。これらの身の回りの水溶液と酸性やアルカリ性の水溶液の混合による変化の様子をとらえさせる実験について検討した。

[キーワード] 小学校 理科 水溶液 酸性 アルカリ性 身の回りの物質

1 はじめに

酸性の水溶液とアルカリ性の水溶液を混ぜ合わせると、今までになかった別の新しいものができる。ここでは、水酸化ナトリウムとトイレ洗浄剤、虫刺され塗布液薬と塩酸、虫刺され塗布液薬とトイレ洗浄剤をそれぞれ混ぜ合わせたとき、両方の溶液に含まれていなかった新しい物質ができることをとらえさせる実験について検討した。

- (5) 中性になったときの混合溶液を1滴スライドガラスにとり、自然乾燥させて結晶を観察する。

結果と考察

水酸化ナトリウム水溶液を自然乾燥したときのような結晶はみられず、図1のような食塩の結晶が観察できたことから、混合による水溶液の変化が容易にとらえることができる。



図1 水酸化ナトリウム水溶液とトイレ洗浄剤の混合液の結晶

2 実験

実験1 水酸化ナトリウム水溶液とトイレ洗浄剤を混合し、混合溶液を自然乾燥したときの結晶のでき方を調べる

準備

薬品: 3%水酸化ナトリウム水溶液, トイレ洗浄剤 (3倍希釈液), BTB溶液
器具: ビーカー, 駒込ピペット, ガラス棒, スライドガラス, 顕微鏡

方法

- (1) 水酸化ナトリウム水溶液 10cm³を駒込ピペットでビーカーにとる。
- (2) (1)の水溶液に、BTB溶液を数滴加える。
- (3) (2)の水溶液に、トイレ洗浄剤を、駒込ピペットで数滴ずつ徐々に加えていく。
- (4) その都度、BTB溶液の変色の様子から、おおよそのpHを調べる。

実験2 虫刺され塗布液薬と塩酸を混合し、混合溶液を自然乾燥したときの結晶のでき方を調べる

準備

薬品：虫刺され塗布液薬（原液），3%塩酸，BTB溶液

器具：実験1と同じ

方法

- (1) 虫刺され塗布液薬 10cm³を駒込ピペットでピーカーにとる。
- (2) (1)の水溶液に，BTB溶液を数滴加える。
- (3) (2)の水溶液に，塩酸を駒込ピペットで数滴ずつ徐々に加えていく。
- (4) その都度，BTB溶液の変色の様子から，おおよそのpHを調べる。
- (5) 中性になったときの混合溶液を1滴スライドガラスにとり，自然乾燥させて結晶を観察する。

結果と考察

- (1) 塩酸を加えていくとアンモニア臭が徐々に消え，混合して中性になると，ほとんどにおいが消えた。
- (2) 塩酸も虫刺され塗布液薬も自然乾燥したときには何も残らないが，混合液を自然乾燥すると羽状の結晶（塩化アンモニウム）が観察できたことから，混合による変化の様子が容易にとらえられる。

実験3 虫刺され塗布液薬とトイレ洗浄剤を混合し，混合溶液を自然乾燥したときの結晶のでき方を調べる。

準備

薬品：虫刺され塗布液薬（原液），トイレ洗浄剤（3倍希釈液），BTB溶液

器具：実験1と同じ

方法

- (1) 虫刺され塗布液薬 10cm³を駒込ピペットでピーカーにとる。
- (2) (1)の水溶液に，BTB溶液を数滴加える。
- (3) (2)の水溶液に，トイレ洗浄剤を，駒込ピ

ペットで数滴ずつ徐々に加えていく。

- (4) その都度，BTB溶液の変色の様子から，おおよそのpHを調べる。
- (5) 中性になったときの混合溶液を1滴スライドガラスにとり，自然乾燥させて結晶を観察する。
- (6) トイレ洗浄剤と石灰石の反応，混合溶液と石灰石の反応をそれぞれ観察する。

結果と考察

- (1) 混合前はアンモニア臭が強かったが，混合して中性になるとほとんどアンモニア臭が消えた。
- (2) 混合することにより，虫刺され塗布液薬やトイレ洗浄剤を自然乾燥させたときにはみられない図2のような羽状の結晶（塩化アンモニウム）ができることから，水溶液の混合による変化が容易にとらえられる。
- (3) トイレ洗浄剤は石灰石と反応するが，虫刺され塗布液薬を入れることにより反応しなくなることから，混合により液の性質が変化したことを理解させることができる。

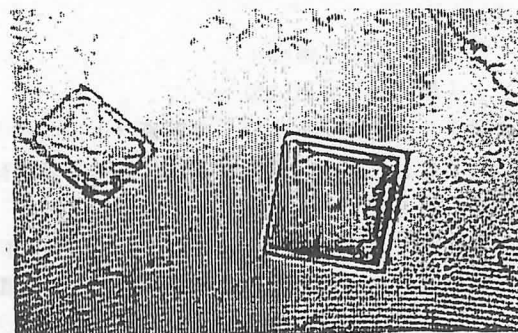


図2 虫刺され塗布液薬と
トイレ洗浄剤の混合液の結晶

3 おわりに

塩酸や水酸化ナトリウム水溶液などの一般的な試薬以外でも，身に回りにあるトイレ洗浄剤や虫刺され塗布液薬を使っても，混合による水溶液の質的变化を十分にとらえられる。

（いけうち みつこ，いなむら まさひろ，ひろ
おか ひかる 平成6年度前期長期研修員）

北海道立理科教育センター

小学校における「光」学習の教材の検討

広岡 光 和賀 和人 村田 博 司

「光」学習の教材化に当たって，鏡，光電池をはじめとする素材の特性の把握と，光をエネルギーとしてとらえさせることを強調した。理科の学習では，直接経験を重視する視点からも学習の成果を生かしたソーラーカーなどダイナミックな製作活動を取り入れた。併せて，小学校の「光」学習を系統化し，実際に指導する上での留意点と製作した教材の実用性について示した。

〔キーワード〕 小学校 理科 光 光エネルギー 光電池

はじめに

身の回りには，自然光や人工光があふれており，光は周囲を明るくするだけでなく，物を暖かくしたりする。しかし，子供は，それらを当然のこととしてとらえ，日常生活の中で光をあまり意識していない。そこで，子供に光の働きについて見直しをする場を与え，エネルギーについての見方や考え方をふくらませ，光をエネルギーとしてとらえることができるようにすることが大切である。

1 研修課題

今日，子供が問題解決能力や科学的な見方や考え方を自ら獲得していこうとする学習の在り方が，求められている。このような学習においては，「もっと～したい。」，「こうなるはずだ。」といった子供の願いや思いが，学習活動の原動力となっていく。そのことによって，当然子供一人一人の活動にも広がりが出てくることが考えられる。何を大事にするかを明確におさえて教材を十分吟味し，学習の過程を構成しないと，具体的に指導する段階で教師が不安に思ったり，困難を感じる場面が出てくることも考えられる。子供の側に立って問題解決的に学習をすすめたり，探究することのすばらしさを実感できる場を構成したり，子供の直接経験を大切にしたり，身近な素材を用いて子供の願いを生かす「光」学習の教材化について，次の4

つの研修課題に基づいて検討した。

- (1) 「光」学習の検討
 - (2) 物の性質と光の働きについての見方や考え方を養う教材の検討
 - (3) 子供が光をエネルギーとしてとらえるための教材の検討
 - (4) 単元の授業展開案の作成と検討
- ここでは，(2)(3)について記述する。

2 物の性質と光の働きについての見方や考え方を養う教材の検討

光を熱エネルギーとしてとらえるための実験を検討する。

実験1 太陽の光を反射させ重ね合わせたときの暖かさの違いを温度計を黒いフェルト布に包んで調べる。

準備

鏡（縦8cm×横11.5cm，6枚），温度計（3本），黒いフェルト布，照度計，ダンボール板（縦20cm×横20cm）

方法

- (1) 6枚の鏡を日なたに用意し，図1のように反射光の重なり方が1枚，2枚，3枚になるように置く。
- (2) 温度計を黒いフェルト布で包みダンボール板に固定する。
- (3) 固定した温度計に反射光を当て，それぞ

研究紀要第7号(1995)

れの温度の上がり方を調べる。

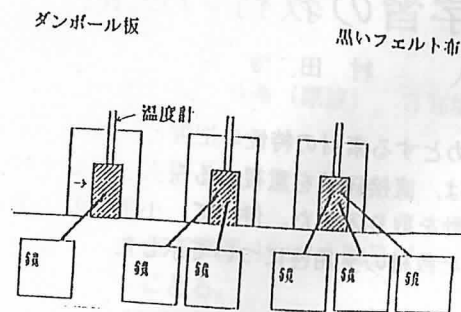


図1 温度計を黒いフェルト布に包んで調べる実験の仕組み

結果

実験結果は、図2のとおりである。

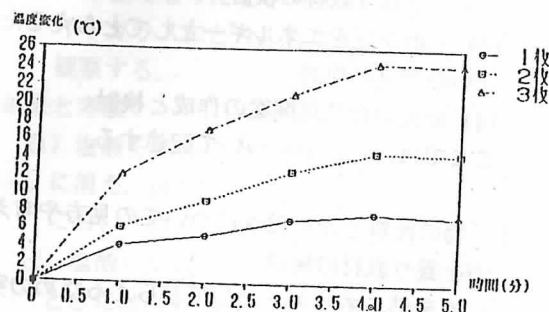


図2 反射光を重ね合わせたときの温度変化

考察

重ね合わせた光を直接温度計で測るときより、大きな温度変化を得ることができる。また、子供の発想を引き出し、意欲をかきたてる場面が多く、興味・関心を高めることができる。

3 子供が光をエネルギーとしてとらえるための教材の検討

A 光電池の特性

光を受けている光電池の一部を遮光すると、その部分が内部抵抗となってしまうことはよく知られている。学習の中で、子供は意図しなくともさまざまな遮光してしまうことがあるので、遮光をしたときの光電池の動きを調べる。

実験1 素子2枚の光電池の一部を遮光したときの短絡電流と開放電圧

準備

光電池 (ウチダSS155), 白熱電球 (100W), 照度計, 白ボール紙, 電流計, 電圧計

方法

- (1) 白熱電球の光が光電池に垂直に当たるように光電池を置く。
- (2) 光電池の4分の1を光が当たらないように白ボール紙で遮光する。
- (3) 光源からの距離を一定にして、電流と電圧を測定する。
- (4) 方法(2)と同じやり方で、4分の2、4分の3を遮光したときの電流と電圧を測定する。

矢印の方向へ遮光していく。

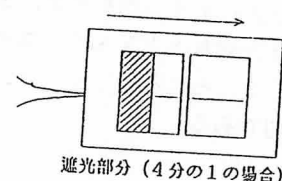


図3 遮光の仕方

結果

実験結果は、図4、5のとおりである。

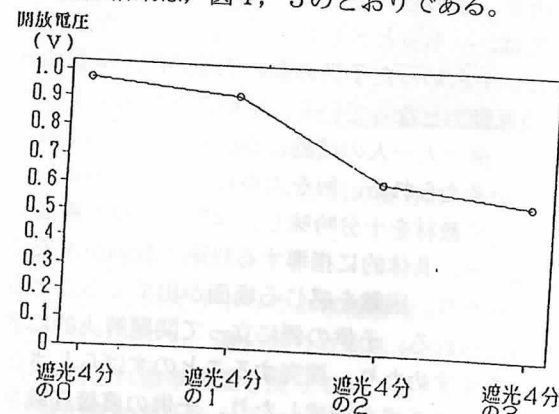


図4 素子2枚の光電池を遮光したときの短絡電流

短絡電流

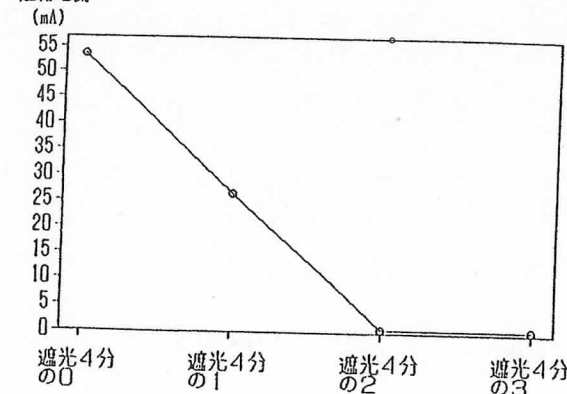


図5 素子2枚の光電池を遮光したときの開放電圧

考察

素子2枚の光電池を遮光した場合、光電池の2分の1 (素子1枚) が遮光されたときに電流と電圧ともに下がることがわかる。電圧に比べ電流の変化が大きく、4分の2が遮光されたとき、電流はほとんど流れない。これは、光の当たらない光電池の部分が内部抵抗となるためと考えられる。従って、実際の活動場面での遮光には十分注意を払う必要がある。

B 学習における光電池の効果的な活用の検討
〈製作1〉 ロープウェイ

目的

教科書で取り上げられているミニソーラーカーに代わる教材としてロープウェイを作製し、その動きの特徴や教材としての活用の仕方を検討する。

準備

モーター (光電池用), 光電池 (1.7V, 450mA, 2枚), リード線, ミノムシクリップ, 木棒 (4mmφ, 50cm), スプリング (7mmφ, 50cm), モーター固定用金具, ジョイント, ゴム管 (4cm), 角材 (柱用), 厚紙 (ゴンドラ用), 粘土 (5g) ゼムクリップ, バルサ材 (木棒固定用), ベニヤ板 (土台用), 発泡スチロール, スポンジ (4色)

方法

- (1) モーターと木棒をジョイントとゴム管で連結し、木棒に伸ばしたスプリングを固定する。
- (2) モーターと木の棒の端を角材とベニヤ板で作製した土台に固定する。
- (3) スプリングにクリップを付けたゴンドラ (粘土) をつり下げる。
- (4) 電流の流れが逆になるように2枚の光電池を交互に太陽の光に当てる。

結果

製作物は、図6のとおりである。

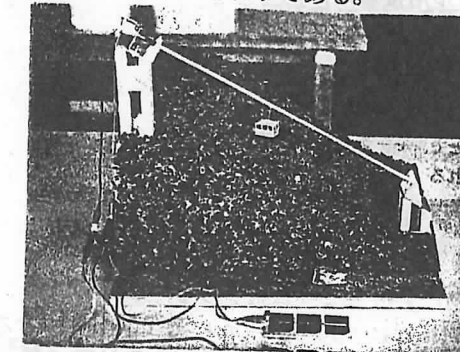


図6 ロープウェイ

考察

- (1) 適度なスピードでゴンドラが上下し、しかも、光電池の向きによって進む向きを変化させることができるので、光電池の性質を調べる教材として大変適している。
- (2) 身近な素材を利用し、子供でも容易に作製できる。鉄製スタンドにモーターと軸を固定し、粘土をつり下げるだけでも基本的な動きを観察できる。
- (3) 入射角による速さの違いは、太陽の光では45度までほとんど見られないのに対し、白熱電球の方が速さの違いがわかりやすい。
- (4) ゴンドラの上下のさせ方として、木棒につけたスプリングの中をおもりにつけたクリップが移動していく方法を取り入れた。この方法は、モーター自体の回転だけでゴンドラを上下させられることから、小さな力で大きな負荷に耐えることができる。

〈製作2〉 大型光電池を使ったソーラーカー

目的

大型の光電池を使うことでダイナミックな学習の展開が期待できる。大型のソーラーカーの作製を試み、教材としての実用性を検討する。

準備

大型光電池（素子46枚）、モーター（直流ギアモーター、出力9W、回転数70rpm）、中古自転車（車体フレーム、ペダルギア、車輪ギア、チェーン）、乳母車タイヤ、アルミニウム板、鉄棒、塩化ビニル管、塩化ビニル継ぎ手、塩化ビニル用接着剤、黒ビニル袋

方法

- (1) フレーム、自転車の後輪タイヤ、ペダルギア、車輪ギア及びチェーンを得るために、自転車を解体する。
- (2) ペダルギアをモーターの回転軸に、前輪の乳母車タイヤを取り付けた鉄棒をフレームに溶接する。
- (3) アルミニウム板をフレームに固定し、ペダルギアのついたモーターを取りつける。
- (4) モーターのペダルギアと車輪軸の最低速用のギアにチェーンをつなぐ。
- (5) サドルの取り付け部分を利用して、大型光電池固定板を取りつける。
- (6) 塩化ビニル管と塩化ビニル管継ぎ手、及び塩化ビニル用接着剤を使ってソーラーカー車体外枠を作り、黒ビニルで覆う。

結果

製作物は、図7のとおりである。

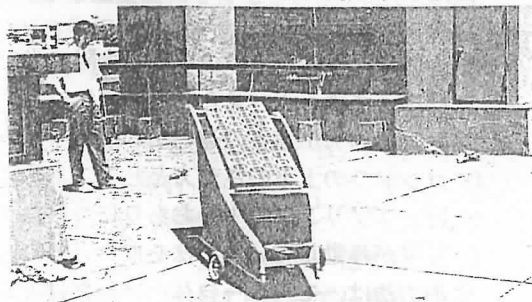


図7 大型光電池を使ったソーラーカー
考察

- (1) 直流モーターを使用し、バッテリーなしで光電池とモーターだけで作動するソーラーカーなので、動力源が明確である。
- (2) 大型光電池で、大きなモーターを回すことができる。このことにより、子供がより実用化を意識できる製作物の作製が可能となる。
- (3) 大型光電池を使うことで、「もっと大きなソーラーカーを作りたい。」といった子供の願いを生かした学習が可能となる。

4 まとめ

- (1) 本研修では、遮光した場合など、いろいろな条件のもとで光電池の特性をとらえることができた。得られたデータを基に教材化するに当たっての留意点をまとめると、次のようになる。
ア 光電池の遮光した部分は内部抵抗として働き、素子1枚の光電池では遮光による電流の低下は遮光面積に比例すること。
イ 直列・並列つなぎによる光電池の性質は乾電池とは異なること。
ウ 光の入射角によって、光電池に生ずる電流と電圧が変化すること。
エ 大型光電池においても、ア～ウと同様の結果を得ること。
- (2) 大型光電池は、太陽の光を当てると白熱電球を点灯させたり、お湯を沸かししたりすることができる。また、実用化を意識できるソーラーカーを走らせることができる。このことから、大型光電池によって、子供の願いを生かしたダイナミックな学習の展開が可能となる。
- (3) 身近な素材を使って、光電池とモーターを使ったロープウェイやペットボトルカーなどの作製ができる。

（ひろおか みつる，わが かずと，むらた ひろし 平成6年度前期長期研修員）

北海道立理科教育センター

「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—

和 賀 和 人 村 田 博 司

地層の学習を進める時、地域や校区の石や土、坂のような土地の持つ意味を何気なく見過ごし、それらを地域の特性としてとらえることができないことが多い。そこで、子供たち自らが、校区の石や土をもとに、五感を働かせて自然を発展的にとらえていける学習活動を検討した。

〔キーワード〕 小学校 理科 扇状地 微地形 モデル実験 河岸段丘 立体模型

はじめに

現行指導要領においては、子供が自然に直接かかわる具体的な場を用意し、対象である自然の事物・現象を子供に意識化させようとしている。また、観察、実験などを意図的・継続的に積み重ねることにより、問題を解決する能力や自然を愛する心情を育てるとともに、自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養うことをねらっている。

そこで、理科の学習では、自然の事物・現象に直接働きかけることを前提として、学習を展開することが重要である。また、自然への働きかけに当たっては、子供たちが自ら目的を持って事物・現象を観察したり、実験しながら客観的な事実や関係を見出ししていく活動が大切である。

本研修では、身近な素材を生かし、子供たちが五感を働かせた直接体験を行いながら、地域

の自然をとらえていける学習活動について研修した。

研修課題は次のとおりである。

- (1) 大地のつくりをとらえさせる素材の検討
- (2) 地学的な情報収集のあり方
- (3) 調査結果の分析と素材の教材化の検討
- (4) 研修地域の素材を取り入れた学習指導案の検討

1 研修に当たっての基本的なおさえ

研修は、まず最初に、学習を展開していく上での想定される学習の流れ（ストーリー）を作成した。次に、研修課題の(1)～(4)まで、全体を網羅しながら進めた。ここでは、紙面の都合から、2つの地域における想定される学習の流れと研修内容の一部についてのみ記述する。

2 2つの地域における想定される学習の流れ

想定される学習の流れについては、下記のように、札幌市発寒地域、幕別町札内地域の2つの地域に分けて作成した。作成に当たっては、子供の素朴な疑問や思考を配慮し、学習の流れ（ストーリー）が問題解決的に展開するように構成した。

(1) 想定される学習の流れ1 《札幌市発寒地域》

学 習 の 流 れ		学 習 活 動
1	学校のまわりでこぼこを調べよう。① (学習活動1)	地域の土地の様子に興味・関心を持ち 地域の微地形を調べる方法を考える。
2	学校のまわりでこぼこを調べよう。② (学習活動2)	自分たちの調べ方で微地形を調査する。

研究紀要第7号(1995)

3	発寒の土地がでこぼこしているわけを考えよう。 (学習活動3)	発寒の地域の様子を見直し、発寒の地域の成り立ちを考える。
4	発寒の土地がどのようにできたか調べよう。 (学習活動4)	校区を調べ、自分たちの考えを裏付けるものをさがす。
5	発寒の大地をつくろう。 (学習活動5)	調べたことをもとに、発寒の大地の成り立ちを確かめる方法を考える。
6	発寒の大地の成り立ちを確かめよう。 (学習活動6)	モデル実験をして、発寒の大地の成り立ちを確かめる。
7・8	発寒の大地をつくったものを確かめよう。 (学習活動7・8)	琴似発寒川の上流にあるものを調べ、発寒の大地をつくったものを確かめる。
9	当別の大地を調べよう。 (学習活動9)	当別の露頭を調べ、地層の広がりをとらえる。
10	月形と新十津川の大地を調べよう。 (学習活動10)	水の働きや火山の働きでできた地層や化石を含む地層を調べる。
11	化石の入っている地層を調べよう。 (学習活動11)	貝化石を含んだ地層を調べる。
12	大地のつくりをまとめよう。 (学習活動12)	学習をふり返り、大地のつくりをまとめる。

(2) 想定される学習の流れ2《幕別町札内地域》

学 習 の 流 れ		学 習 活 動
1	高台に登って学校のまわりの地形を見てみよう。 (学習活動13)	高台に登り、地域の地形の特徴を調べる。
2・3	札内地域の立体模型を作ろう。 (学習活動14・15)	観察したことをもとに、粘土を使って立体模型を作る。
4	どうしてこのような高低のある地形ができたのだろう。 (学習活動16)	できあがった模型をもとに、高低のある地形ができた成因を予想する。
5	途別川がつくったという証拠さがしをしよう。 (学習活動17)	野外に出かけ、予想したことを確かめる。
6	集めてきた石の仲間分けをしよう。 (学習活動18)	観察地点から採取した礫を五感を使って分類する。
7	途別川の働きによってできる低い土地の様子をモデル実験で確かめよう。(学習活動19)	土地の変化の様子を流水によるモデル実験で調べる。
8	高台に登ってまわりの石の広がりを観察しよう。 (学習活動20)	道路の切り通しや碎石跡地の露頭から地層の広がり調べる。
9	札内のまわりの地域も同じような地層になっているのか調べよう。(学習活動21)	途別川の両側の地形を比較し、成因の違いを調べる。
10・11	札内のまわりの地域の地層を調べに行こう。 (学習活動22・23)	バスを利用して野外学習に出かけ、いろいろな地層を調べる。
12	学校のまわりの土地のでき方をまとめよう。 (学習活動24)	学習したことや資料をもとに、学校のまわりの土地のでき方をまとめる。

3 研修内容

(1) 札幌市発寒地域について

【微地形をとらえる】

札幌市発寒地域は、琴似発寒川が形成した発寒扇状地の末端に位置し、都市化が進んだ露頭のない地域である。そこで、現地の微地形を調べ、地域の特性を探ることにした。

ア 観察の方法

(ア) 校舎屋上から眺望し、地形の傾きの概観をとらえる。

(イ) 道路ぞいの塀など水平なものを使って、土地の傾きの方向を白地図に記録する。

(ウ) 郷土誌などの資料をもとに、旧河川などを調べる。

(エ) 実際に地域を歩いたり、自転車に乗ったりしながら起伏をとらえる。

イ 考察

ふだん何気なく見たり歩いている土地も、目的を持って調べることにより、土地のでこぼこや傾きをとらえることができた。また、土地を構成している礫などを調べるにより、琴似発寒川と発寒の大地とのかかわりを結びつけていくことができた。

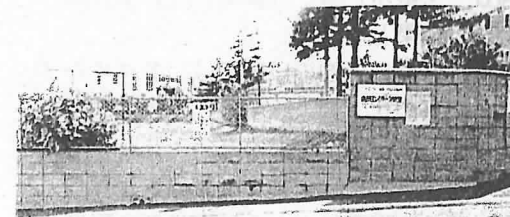


図1 グランドの塀と道路の傾斜

【扇状地形成をモデル実験で確かめる】

発寒川が土砂を運んで扇状地を形成したことを、子供たちにより確かにとらえさせるために、モデル実験を行うことにした。

ア 準備

粘土、川砂(4mmのふるいにかけたもの)、塩化ビニル管(内径10cm)

の)、塩化ビニル管(内径10cm)

イ 方法

(ア) 三角山と手稲山を粘土で形づくる。

(イ) 琴似発寒川の源流である奥手稲に塩化ビニル管を置く。

(ウ) 塩化ビニル管に川砂を入れ、2ℓ/分の流量で流す。

ウ 結果

(ア) 水を流し始めると、川をつくりながら勢いよく土砂を運搬・たい積していく様子が見られた。

(イ) 川砂に水がしみ込み、川の流れが見えなくなることがあった。

(ウ) 流れの方向を変えながら、さらに土砂を流域においていく様子をとらえた。

(エ) 扇状地が形成された後、流量を減らして水を流し続けると段丘状の地形が形成された。



図2 モデル実験による扇状地の形成

エ 考察

モデル実験をすることにより、扇状地及び河岸段丘状の地形の形成過程を子供に直接とらえさせることができる。また、流量を変化させることにより、それに伴った川砂のたい積の仕方の変化をとらえさせることができる。さらに、火山灰やゼオライトで表面を覆っておくと、侵食された部分を鮮明に観察することができた。扇状地形成までの時間が5分程度であったことから、1単位時間の中で行うモデル実験として適している。

(2) 幕別町札内地域について

【大きな目で地形をとらえる】

校区は、途別川によって形成された段丘面に位置する。そこで、学習の導入として、学校裏の高台に登り、大きな視点で地形の様子を観察し、自分達が住んでいる地域の地形をとらえることにした。

ア 観察の方法

(7) 学校西側の高台に登り、学校を中心とした札内地域の地形の様子を大きな視点でとらえる。

(イ) 地形を見て気づいたことを交流し合い、観察の視点を広げる。

(ウ) 観察の視点をまとめ、地形の様子を記録用紙やスケッチブックに記録する。

イ 結果と考察

高いところから地形を眺めることによって、低い平地が川に沿って広がっていること、起伏のある土地の様子などを大きくとらえることができる。ふだん何気なく見ている地形も、観点を明確にして調べると、いろいろなことがわかったり疑問が生まれてくることから、導入として取り入れることは大切である。

【立体模型を作る】

地域の地形をより正しくとらえさせるために立体模型を作ることにした。

ア 子供用地形立体模型の作製

(7) 縦30cm横40cm程度の板の上に、観察結果をもとにグループで作製する。

(イ) 学校や駅などポイントを決める。

(ウ) 粘土や油粘土を使用する。後に、修正ができるので便利である。

イ 教師用地形立体模型の作製

(7) 準備

発泡スチロール (1m×2m×4mm),
地形図, 火山灰 (0.4mm以下 350g),
模型工作用スプレー, カラー塗料, ペニヤ板, 角材, スプレーのり, 木工用ボンド, アクリル板 (ケース作製用)

(イ) 作製の方法 (工夫した点のみ記載)

A 重ねた発泡スチロールの段差の部分に接着剤を厚く塗り込み、その上に火山灰をはりつける。

B 全体にスプレーのりを吹きかけ、火山灰をはりつける。

C さらに、火山灰がはげ落ちないように水に溶かした木工用ボンドを塗る。

D 仕上げとして、模型工作用カラースプレーで彩色する。(川は、書き込む。)

E 学校や駅など目印になる地点を文字で表示する。

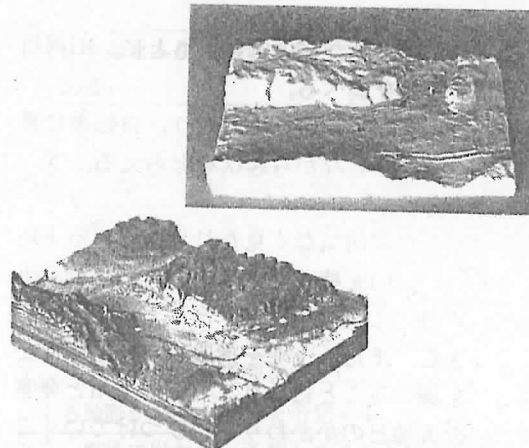


図3 子供用(上)と教師用(下)の立体模型

ウ 結果と考察

作製の最初の段階では、各グループの観察の仕方によって違った模型ができるが、これらを発表しあい、比較することにより、正確に地形を見る目が育つであろう。作製にかかる時間は20分程度である。教師用模型は、4mmの厚さの発泡スチロールが段丘の様子を表すのに適している。また、表面に火山灰をはりつけ彩色したことは、完成した表面のざらつきが臨場感を出したり、露頭の様子を表現するのに適している。

(わが かずと, むらた ひろし

平成6年度前期長期研修員)

北海道立理科教育センター

遺伝学習における教材の開発

三 科 圭 介

限られた授業時数の中で「遺伝」の規則性を見出す実験を行うためには、短期間で、容易に、確実に結果が出せる遺伝教材にふさわしい生物が必要になる。そこで、約2週間で結果が得られ、しかも飼育が比較的に簡単であるイエバエ、ショウジョウバエ、アフリカツメガエルに着目し、生徒が興味、関心を持ち、理解を深めるような観察や実験について検討した。

[キーワード] 中学校 理科 遺伝 イエバエ ショウジョウバエ アフリカツメガエル

はじめに

平成5年度から全面実施された学習指導要領では、理科第2分野に約20年ぶりに「遺伝」が復活した。中学校指導書理科編(文部省)に、「実験の結果や資料から規則性を発見させ、遺伝子を想定してその仕組みを考えさせることが大切である。」と示されているように、「遺伝」の学習においても実験を行った学習が望まれている。そこで、約2週間で結果が得られ、しかも飼育が比較的に簡単であるイエバエ、ショウジョウバエ、アフリカツメガエルに着目し、交雑実験における結果をもとにした教材の検討を行った。

1 イエバエの交雑実験

イエバエの眼色は普通赤色をしているが、突然変異体として白眼のものが存在する。眼色の遺伝子は常染色体上にあり、メンデルの法則に従う。そこで、赤眼と白眼のイエバエを交雑することによって、眼色の遺伝について調べた。

(1) 実験結果

ア F₁の結果

羽化したF₁の成虫はすべて野性型の形質(赤眼)であった。また雌雄の正逆交雑においてもすべて赤眼の成虫が羽化した。

イ F₂の結果

Pの組合せ	赤眼♀×白眼♂	白眼♀×赤眼♂
F ₁ の表現型	すべて赤眼	すべて赤眼
F ₂ の表現型の分離比	赤眼:白眼 772:248 (3.11:1)	赤眼:白眼 1248:428 (2.92:1)

(2) 考察

χ^2 検定の結果、F₂の表現型の分離比が赤眼:白眼=3:1と推論され、メンデルの優性、分離の法則が成り立つことがわかる。このことより、イエバエの交雑実験は中学校の遺伝教材として適していることがわかる。

2 ショウジョウバエの交雑実験

キイロショウジョウバエは眼色の伴性遺伝のほか、体色や翅などメンデルの法則に従って分離するものもある。そこで、体色、翅型、眼色の違う3系統を使用して交雑実験を行い、その遺伝の法則を調べた。

(1) 実験結果

ア 体色、翅型の遺伝(野性型×正常体色・正常翅)

(7) F₁の結果

羽化したF₁の成虫の着目した形質はすべて野性型(正常体色・正常翅)であった。また、雌雄の正逆交雑においても同様の結果で

あった。

(1) F₂ の結果

Pの組合せ	野性型♀×暗黒体色・痕跡翅♂	暗黒体色・痕跡翅♀×野性型♂
F ₁ の表現型	すべて正常体色・正常翅	すべて正常体色・正常翅
F ₂ の表現型の分離比	正常体色：暗黒体色 2480：921 (2.7：1)	正常体色：暗黒体色 3626：1039 (3.5：1)
	正常翅：痕跡翅 2711：690 (3.9：1)	正常翅：暗黒翅 3861：804 (4.8：1)

イ 体色・眼色の遺伝(野性型×暗黒体色・白眼)

(7) F₁ の結果

羽化したF₁の成虫の体色はすべて野性型(正常体色)を示した。また、雌雄の正逆交雑においても同様の結果であった。

眼色については、野性型を雌にした交雑のF₁はすべて赤眼になったが、正逆交雑では雌はすべて赤眼、雄はすべて白眼になった。

(1) F₂ の結果

Pの組合せ	野性型♀×暗黒体色・白眼♂	暗黒体色・白眼♀×野性型♂
F ₁ の表現型	♀ すべて正常体色・赤眼 ♂ すべて正常体色・赤眼	♀ すべて正常体色・赤眼 ♂ すべて正常体色・白眼
F ₂ の表現型の分離比	正常体色：暗黒体色 2993：984 (3.04：1)	正常体色：暗黒体色 2874：1025 (2.80：1)
	♀ 赤眼：白眼 2044：0 (1：0) ♂ 赤眼：白眼 994：939 (1.06：1)	♀ 赤眼：白眼 1062：986 (1.08：1) ♂ 赤眼：白眼 966：885 (1.09：1)

(2) 考察

χ^2 検定の結果、F₂の体色と翅型の表現型の分離比が正常体色：暗黒体色=3：1、正常翅：痕跡翅=3：1と推論され、メンデルの優性、分離の法則が成り立つことがわかった。このことから、ショウジョウバエの交雑実験は中学校の遺伝教材として適しているといえる。眼色の遺伝は伴性遺伝の分離比と一致する。これは中学校の指導範囲からやや逸脱してしまうが、選択理科における発展学習の教材としては有効である。

3 アフリカツメガエルの交雑実験

アフリカツメガエルは、メラニン色素を含む黒色素胞を持ち、普通黒っぽい体色をしている。しかし、色素をまったくもたない個体(アルビノ)が存在し、その形質がメンデルの法則に従う。そこで、交雑実験によって、色素の遺伝による体色の変化を調べた。

(1) 実験結果

(7) F₁ × F₁ の交雑

産卵数	1534
ふ化数	975
生存数	254
F ₂ の表現型の分離比	黒色：白色 195：59 (3.31：1)

※生存数～ふ化後15日目の生存数

(1) 検定交雑(F₂野性型×劣性ホモ)

産卵した2475個の卵のうち、963個体がふ化し、15日目まで生存した877個体について体色を調査したところ、すべて黒色であった。

(2) 考察

χ^2 検定の結果、F₂の体色の表現型の分離比が黒色：白色=3：1と推論され、メンデルの優性、分離の法則が成り立つことがわかった。このことから、アフリカツメガエルの交雑実験は中学校の遺伝教材として適しているといえる。また、検定交雑は、中学校の指導範囲からは逸脱するものではないので、発展的に遺伝の法則を考えさせる好教材といえる。

参考文献

- (1)相澤 信(1993)：生物教材としてのイエバエ(第3報)、全理セ研究発表会集録(第13回)
- (2)森脇大五郎(1979)：ショウジョウバエの遺伝実験、培風館
- (3)大川 徹(1988)：アフリカツメガエルを使った遺伝実験の教材化、北海道高教研紀要(25号)

(みしなけいすけ平成6年度後期長期研修員)

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

—雲と冬の天気を中心とした教材の検討—

齋藤 康夫

身近な気象の観察、観測を通して天気変化の規則性をとらえるため、雲を素材として取り上げ、観察の方法及びデータ処理の方法について検討した。また、冬の天気の特徴を地形とのかかわりで理解するためのモデル実験についても併せて行った。

【キーワード】 中学校 理科 天気の変化 雲 冬の天気 モデル実験

はじめに

中学校の第2分野地学的領域の天気の学習においては、身近な気象の観察、観測を通して、天気変化の規則性に気付かせ、様々な気象情報を活用して天気予報の方法を理解し、天気変化についての認識を深めることをねらいとしている。本研修では、身近な素材として雲と冬の天気を取り上げ、その教材化に向けて検討を行った。

1 研修内容

- (1) 気象の観測方法及びそのデータの処理と解釈の仕方についての検討。
- (2) 降雪・積雪から得られる情報についての検討。
- (3) 地形と気象とのかかわりについての検討。
- (4) 冬の天気と生活とのかかわりについての検討。

なおここでは、特に雲を中心とした観察の方法と地形とのかかわりで雲の移動の仕方をとらえるモデル実験について述べる。

2 雲を中心とした天気の観察

(1) 観察方法

理科センター屋上において1時間ごとの天気、気温、気圧、風向(地上と上空)、風の強さ、雲の形と動きを調べた。上空の風向は雲の流れ方で判断し、雲の形と動き

については4方位の様子をスケッチした。

(2) 結果と考察

時刻	雲の様子	天気	風向
9時05分		晴れ	北北西
10時00分		晴れ	西北西
11時00分		晴れ	西北西
12時00分		晴れ	西南西
13時05分		曇り	西北西
14時10分		晴れ	西
15時05分		晴れ	西
16時00分		晴	北北西

図1 1994年12月13日の東の空の様子

研究紀要第7号(1995)

雲の動きの規則性を見いだすために、1日(1994年12月13日)の観察記録を図1にまとめた。記録によれば、この日は西または北西の風で、午前中は強く午後はやや弱まった。上層には筋状や細い帯状の雲、薄く広がった雲などが見られたが、やがて厚さを増し、一時は空全体を覆うようになった。その後、晴れ間が見えるようになり、西ないし北の方から塊状の雲が近づいてきて、降雪となった。なお、翌朝までの降雪量は8cmであった。

これらの観察記録をもとに、雲の動きと天気の変化について検討すると、「筋状や薄い雲→筋状の雲の広がり→空全体に広がる薄雲→降雪」ということになり、このとき、西または北西の風であるというパターンが見いだせる。

次に、このような雲の動きが規則的なものかどうかを検討するために、他の日の観察記録をもとに類似のパターンが見られるかどうかについて調べてみた。その結果、1995年1月19日にも同様の天気が観察された。

また、12月13日と1月19日の天気図を比べてみると気圧配置がよく似ており(図2)、このことから、このときの雲の形や動きの変化が気圧配置を反映したものであることがわかった。

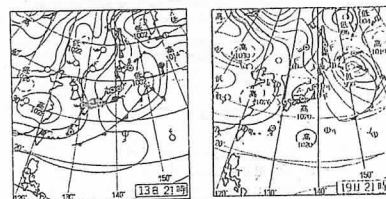


図2 12月13日と1月19日の天気図

3 雲の移動のモデル実験

(1) 方法

図3の装置の板上に地形モデル(北海道渡島半島のもの)を置き、ピーカーの中のドライアイスに湯を注いで白煙を流す。流れ出た白煙が地形モデルの上をどのように

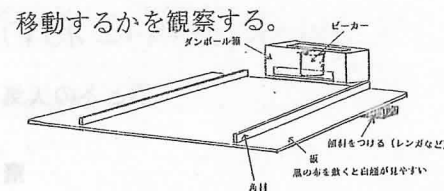


図3 雲の移動のモデル実験のための装置

(2) 結果と考察

冬の季節風が日本海側、すなわち、渡島半島の北西方向から入り込んできたと想定して行った実験の様子が図4である。日本海から進入した北西の白煙の流れは、渡島半島の山々を境にして、大きな2つの流れとなって太平洋や津軽海峡へ抜け出ていること及び白煙の流れがどの地域でとどまっているかなどがこのモデル実験で明らかになった。また、実際の北西風が強い場合における各地の風向(1994年12月16日)を示したのが図5であるが、これにより、風向がモデル実験の結果と一致していることがわかった。



図4 渡島半島の地形モデルを流れる白煙の様子

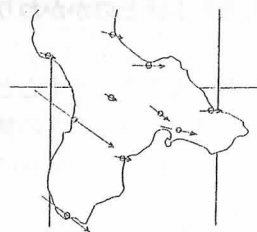


図5 強い北西風の時の各地の様子(12月16日)

このようなモデル実験を行うことによって、気象が地形と大きくかかわっていることを視覚的にとらえることができ、気象学習への興味や関心を高めることができる。

(さいとう やすお 平成6年度後期長期研修員)

北海道立理科教育センター

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—

道 林 真 一

身近な野菜であるムラサキキャベツの色素はpHによって赤～紫の呈色を示すとともに、酸性領域でアルミニウムイオンと錯体を形成し青色を呈する。この性質を利用することにより、水溶液のpHを調べたり、土から溶脱してきたアルミニウムイオンの量を求めることができ、環境教育の教材に活用できることがわかった。

[キーワード] ムラサキキャベツ 酸性雨 環境教育 アルミニウムの溶脱

1 はじめに

ムラサキキャベツの色素はpHによって赤～紫の呈色を示すとともに、酸性領域でアルミニウムイオンと錯体を形成し青色を呈する。この性質を利用して、水溶液のpH調べたり、土から溶脱してきたアルミニウムイオンの量を求めることができる。

本研修では、色素を抽出する方法、pHを調べる方法、アルミニウムイオン濃度を調べる方法について検討した。

2 実験

実験1 ムラサキキャベツの色素の抽出方法

準備 ムラサキキャベツ、エタノール、分光光度計、ろうと、ろ紙

方法

(1) ア～ウの方法で色素を抽出する。

ア 常温のムラサキキャベツ30gを、水50cm³に浸し30分放置する。

イ -12℃で凍結させたムラサキキャベツ30gを、水50cm³に浸し30分放置する。

ウ 常温のムラサキキャベツ30gをエタノール50cm³に浸し1日放置する。

(2) ア～イの抽出液をろ過し、ろ液2cm³に水10cm³を加えて各波長の吸光度を測定する。

結果

各抽出色素液の吸収曲線は図1のとおりである。

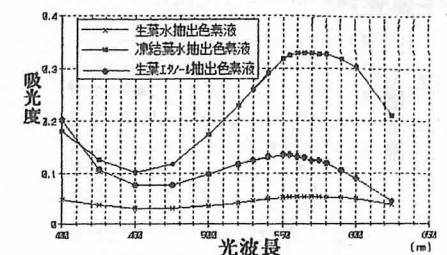


図1 抽出色素液の吸収曲線

図1から凍結させたムラサキキャベツから濃度の濃い抽出色素液を得られることがわかる。

実験2 pHとムラサキキャベツの抽出色素液の呈色

準備 ムラサキキャベツの抽出色素液、pHメータ、pH1～11のpH緩衝液、分光光度計

方法 (1) 抽出色素液2cm³を各pH緩衝液8cm³に加え、分光光度計を用いて最大吸収波長を調べる。

結果

図2のようにpH値が変化すると、最大吸収波長が長波長方向に変化し、色調が変化する。

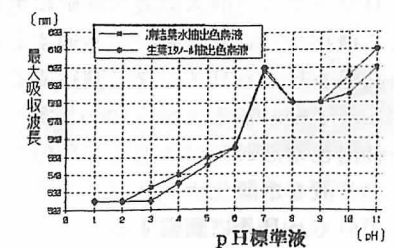


図2 pH値と最大吸収波長

研究紀要第7号(1995)

鵜川町周辺地域の地学的自然環境の教材化

道 林 真 一

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、生徒が自分達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授業に取り組めるように、鵜川町周辺地域の地形・地質を用いた教材の検討を行った。

〔キーワード〕 鵜川 火山灰 堆積岩 露頭 段丘地形 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つかむようにさせたいと考えた。そこで、「鵜川の大地の成り立ち」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調査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 鵜川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。

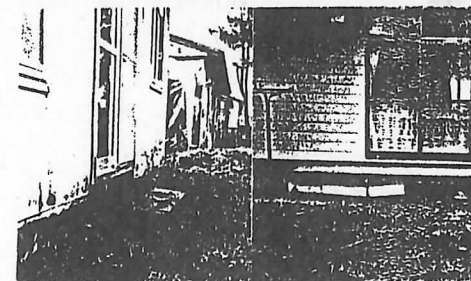


図1 緑石の高さからわかる沈下の様子

2 鵜川町の土地のつくりを調べよう

(1) 地表の土を調べよう

地表の土の手ざわり、色、含まれる粒の様子などを川原の砂と比較して調べる。

○ ルーベや顕微鏡で観察して比較する。

(2) 穴を掘って調べよう

地表に浮いて散らばっている白い粒が、何であるか調べる。

○ 地面に掘った穴を観察する。

○ 層中のサンプルを取ってルーベや顕微鏡で観察する。

○ 層中のガラス状の粒と同じようなものをモデル実験で作る。

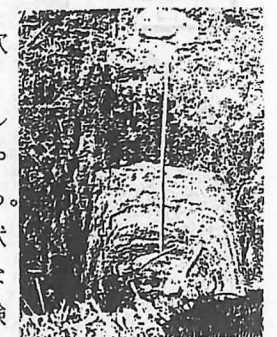


図2 校区で掘った穴

(3) 鵜川町の火山灰と樽前山の溶岩の鉱物を比較してみよう

鵜川町に分布する火山灰が樽前山の溶岩と同じマグマに由来するものではないかと仮定して、類似点を調べる。



図3 鵜川町から見た樽前山

○ 鵜川町の火山灰と樽前山の溶岩の薄片を作り、鉱物を比較して類似点を調べる。

実験3 アルミニウムイオン濃度とムラサキキャベツの抽出色素液の呈色の関係

準備 ムラサキキャベツの抽出色素液、アルミニウムイオン標準液(10~200mg/l)、水酸化ナトリウム水溶液、硫酸、分光光度計

方法

(1) 標準液をpHが4になるように硫酸か水酸化ナトリウム水溶液で調整する。

(2) pHを調整した標準液10cm³に抽出色素液0.5cm³を加え、波長570nmの吸光度を測定する。

結果

図3のようにアルミニウムイオン濃度が高くなると、波長570nmの吸光度は大きくなる。

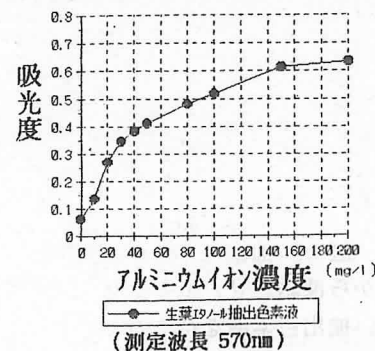


図3 pH4における吸光度の測定

実験4 ムラサキキャベツの抽出色素液による土から溶出するアルミニウムイオンの定量

準備 土(鵜川町内で採取した土1kgを約100℃で5時間以上乾燥させたもの)、pH0~7の硫酸、分光光度計、アルミニウムイオン試験紙

方法

(1) pH0~7の硫酸水溶液100cm³に土10gを加えて攪拌し24時間放置し、ろ過する。

(2) ろ液のpHをpHメータで測定する。

(3) 測定終了後、各ろ液から10cm³ずつ分取して、抽出色素液2.5cm³を加えて呈色させる。

(4) 1のろ液を水酸化ナトリウム水溶液や希硫酸を用いてpH4に調整する。

(5) pH調整後、各水溶液10cm³に抽出色素液0.5cm³を加え、分光光度計で光波長570nmにお

ける吸光度を測定する。

(6) 図3の検量線と5の結果から土から溶出したアルミニウムイオンの濃度を求める。

(7) アルミニウムイオン試験紙でアルミニウムイオンの濃度を測定する。

結果

(1) 鵜川の地表の土についての結果は、次の表のようになった。

表 硫酸に土を加えたときのpHとアルミニウムイオンの溶脱

土を加える前の硫酸のpH	土を加えてから24時間放置しておいた硫酸のpH値と抽出色素液の呈色	抽出色素液で求めたアルミニウムイオンの濃度[mg/l]と抽出色素液の呈色	イオン試験紙で求めたアルミニウムイオンの濃度[mg/l]
0	pH0.20 濃赤	140以上 濃紫	100以上
1	pH1.20 濃赤	約90 濃紫	50~100
2	pH3.10 濃赤紫	70以下 紫	50~100
3	pH5.38 薄赤紫	10以下 薄紫	10以下
4	pH6.00 薄赤紫	10以下 薄紫	10以下
5	pH6.10 薄赤紫	10以下 薄紫	10以下
6	pH6.08 薄赤紫	10以下 薄紫	10以下
7	pH5.90 薄赤紫	10以下 薄紫	10以下

(2) 鵜川の土ではpH3~7までの硫酸のpHがほぼ中性近くまで変化しており、アルミニウムイオンもほとんど溶出しにくい。これは土のpH緩衝能力のあらわれと考えられる。

(3) pH3以下ではpH値が低く、アルミニウムイオンが高濃度で溶出している。

(4) このことから、土のpH緩衝能力と酸性雨の関係をモデル的に説明することができる。

3 おわりに

身近な食品であるムラサキキャベツを用いて、酸性・アルカリ性の度合いを調べたり、酸性雨によって土から溶脱するアルミニウムイオンの量を調べるなど、これらの実験を通して酸・アルカリの学習や環境教育、さらには、選択理科などで花の色のしくみなど興味深い探究活動へと発展させることができる。

(みちばやし しんいち 平成6年度1年長期研修員)

(4) 鵲川の川原の石を調べよう

鵲川の川原の石を分類して、上流からは火成岩ではなくてたい積岩や変成岩が運ばれていることを知る。

- 採集した川原の石を、含まれる粒の状態や色、硬さで分類する。

3 鵲川町北東部の丘陵の成り立ちを考えよう

(1) 山の形から考えよう

鵲川をはさんで向かい合う形状の違う2つの山を比較してその成因や歴史を探り、大地の動きを推定する。

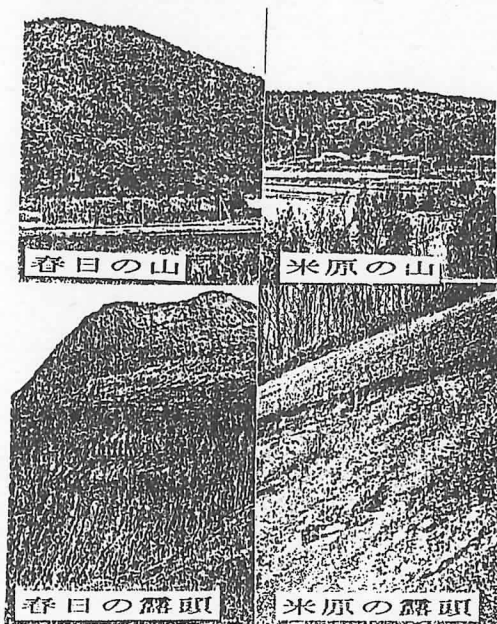


図4 春日（左）と米原（右）の山と露頭

- 2つの山の地形と地質を比較して、その特徴をとらえる。
- 山の形の違いと地層の硬さの違いとの関係について仮説を立てる。
- 硬さの違う山の削られ方をモデル実験で確認する。
- 化石を観察してたい積環境を考える。

(2) 露頭を調べよう

鵲川町内で見られるたい積層の露頭に大地の動きの証拠を探す。(図5)

- 露頭から地層のたい積環境を考える。
- 露頭から大地の動きを考える。



図5 豊城の露頭

(3) 海岸の地形と地質の特徴を調べよう

鵲川町の背後には雄大な日高山脈があり、ここを源流とする鵲川によって膨大な量の碎屑物が運搬されたい積したと推定できる。このようにしてつくられた地層の様子を観察に基づいて大地の動きについて考える。

- 段丘地形を直接観察したり、地形図を利用して海岸地形の特徴を確認する。
- 段丘地形が現在の鵲川と同じ様な質の砂れきから成ることを確認する。

(4) 鵲川町の大地の成り立ちについてまとめよう

鵲川町の地形や地質の観察から推定したことをもとにして、鵲川町の大地のおよその成り立ちについて絵にしてみよう、イメージ化を図る。

- 既習事項を整理して、鵲川町の大地の成り立ちを絵にしてみよう。

4 鵲川町の大地の特徴と人々の生活とのかかわりについて調べよう

鵲川町の大地の特徴と人々の生活とのかかわりについてとらえる。

- 資料によって鵲川町の大地の特徴と人々の生活とのかかわりを調べる。

おわりに

鵲川町は平坦な地形であり、校区周辺に地学教材になり得るものはないとあきらめていたが、足元の土にこだわることから町の景観をじっくり眺め、そして町中を歩き回ることによって教材化へのヒントが見えてきた。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。

(みちばやし しんいち 平成6年度1年長期研修員)

北海道立理科教育センター

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月末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7号

発行日 平成7年3月31日

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) 631-4406

FAX (011) 631-9475