

研究紀要

第5号

平成5年3月

北海道立理科教育センター

発刊に当たって

戦後、資源の乏しいわが国は科学技術立国をめざし、科学教育の充実に努めてきました。そして、今日におけるわが国の驚異的な発展の基礎は、主として充実した科学教育を基盤としてもたらされ、さらに科学技術の進歩・発展が、国の経済の発展、国際理解教育、外交などの主軸となってきました。

国の科学技術の発展には、国民全体が科学を正しく理解して、科学的にものを見たり考えたりすることができ、科学技術の成果に対して、的確に判断できるような、幅広い基盤を作ることが要請されています。そのためには、正しい科学の教養や科学的知性に基づいて、科学的な思考力や判断力、科学に対する関心を身につける理科教育が大切です。

当理科教育センターでは、このような考えに基づき、創意ある観察、実験の工夫を積極的に取り入れていくとともに、児童・生徒自らが主体的に探究する学習活動や、日常生活や科学技術の応用にかかわる教材の開発等に取り組んできました。特に、平成2年度から「問題解決学習」、「環境教育」、「パソコン」の3プロジェクトを設置し、教材開発やその活用について研究してきました。また、学校で直接教育活動に当たっている先生方が半年間又は1年間、日ごろ疑問に思っていることや困難に感じている内容を研究し、実践に役立つ教材の開発などをテーマに研修してきました。これらの成果をまとめ、ここに研究紀要第5号として発刊することになりました。これらは紙面の都合上十分意が尽くされていないところもありますが、理科教育指導の参考資料として活用していただければ幸いです。

平成5年3月

北海道立理科教育センター所長

梅 川 三 代 治

目 次

発刊に当たって

《環境教育プロジェクト》

児童・生徒の自然認識に関する調査研究（Ⅰ）

ー昆虫類を対象としたアンケートによる分析（小学校編）ー 青山慎一 1

プラスチックの熱分解と再利用（Ⅱ）

ーポリスチレン・ポリプロピレンの熱分解についてー 中村隆信 9

《パソコンプロジェクト》

理科教育におけるコンピュータの活用

パソコンプロジェクト 15

榎棒光一、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》

小学校と中学校の新学習指導要領理科の関連について

問題解決学習プロジェクト 22

作原逸郎、河原英男
中里勝平、松田義章

《分野別研究》

モデルロケット及び各種ロケットの教材化

ー運動の応用及び宇宙科学教育推進の視点からー 中里勝平 24

雪や氷を活用した熱と温度の実験の工夫

永田敏夫、中村隆信 28

小学校における理科薬品等の基礎的な知識（Ⅱ）

作原逸郎 32

高校化学におけるコンピュータの活用

ー複数データによる実験の考察ー 鈴木 哲 35

身の回りの地形の教材化

ー火砕流堆積物が作る地形の教材性を探るー 高橋文明、森 裕 39

河川堆積物の産状から何を読み取るか

ー余市大川遺跡発掘区における観察例をもとにした検討ー 松田義章 42

小学校理科における植物教材について

河原英男 52

太陽の動きを観察する道具の工夫について

森 松治、高橋文明 54

森 裕、松田義章

LTC1098を用いた科学計測

中村隆信、田中佳典 55

LTC1091を用いた科学計測

中村隆信、田中佳典 57

《平成3年度長期研修報告》

平成3年度 長期研修の概要 59

「電流の発熱を調べる実験」の検討 60

「金属の加熱と変化」についての検討

ー金属の加熱前後の変化の違いをとらえる方法の検討ー 62

植物の運動と育ち方に関する研究

ーセイヨウタンポポを素材としてー 64

水の自然界での様子

..... 66

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 ー昆虫 ナガメの教材化ー 70

「小学校理科における人の体のつくりと働き」

を調べる教材化の検討 72

「熱と温度」に関する教材の検討

..... 74

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方法の検討

..... 76

冬の落葉広葉樹の教材化

..... 78

児童・生徒の自然認識に関する調査研究 (I)

ー 昆虫類を対象としたアンケートによる分析 (小学校編) ー

青 山 慎 一

はじめに

環境教育の重要性が叫ばれている中で、児童生徒の「自然離れ」が深刻になってきていると言われている。本稿は、児童にとって最も身近な生き物である昆虫類を窓口として、小学生の「自然離れ」の実態がどのようにになっているかをアンケートによって分析しようと試みたものである。

十分な調査とは言えないが、ある程度の傾向が把握できたので簡潔にまとめてみた。ご参考に供せられれば幸いである。

I 調査の方法

調査の内容は、別記アンケート用紙のとおりである(実物はB4大)。調査は、協力校の教師に依頼し、平成4年8月～11月に実施し、いずれも学級活動等の時間の15～30分を使っていた。

実施に当たっては、児童個人の素直な回答となるよう、教師からの余分な説明をしないこと、友達との相談はさせないことなどの配慮をお願いした。

回答数及びその内訳は表1のとおりである。

学年・性別	1年	2年	3年	4年	5年	6年	合計
学校名	男	女	男	女	男	女	
A小学校	-	-	-	-	19	17	103
B小学校	26	44	30	28	20	33	381
C小学校	-	-	45	33	52	44	282
D小学校	16	12	41	33	44	51	462
合 計	98	132	226	262	229	281	1228

II 調査の結果

調査の集計はすべて筆者が行う手はずであったが、協力者が独自の集計を行なった結果のみを送ってきた学校が1校あった。そのため、全体及び学年別の比較に関する母集団数はおよそ1200、男女別の比較に関する母集団数はおよそ880となっている。

1 「好き」・「嫌い」調査の結果

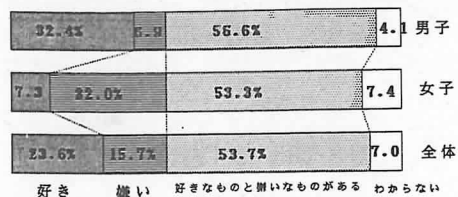


図1 昆虫の好き嫌い(男女別・全体)

図1は、昆虫の好き嫌いを男女別に比較したものである。男子では32.4%が「好き」と答え、「嫌い」のおよそ4倍強となっているのに対し、女子では、ちょうどその反対に「嫌い」が32%で「好き」のおよそ4倍になっている。また、「好きなものと嫌いなものがある」と答えたものでは、男子が女子をやや上回り、その分だけ「よくわからない」女子が多くなっており、全体としてほぼ予想どおりの結果となっている。

2 昆虫を好きな理由(複数回答)

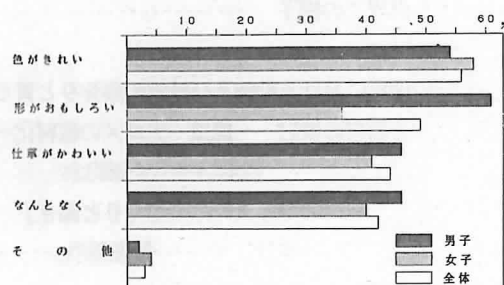
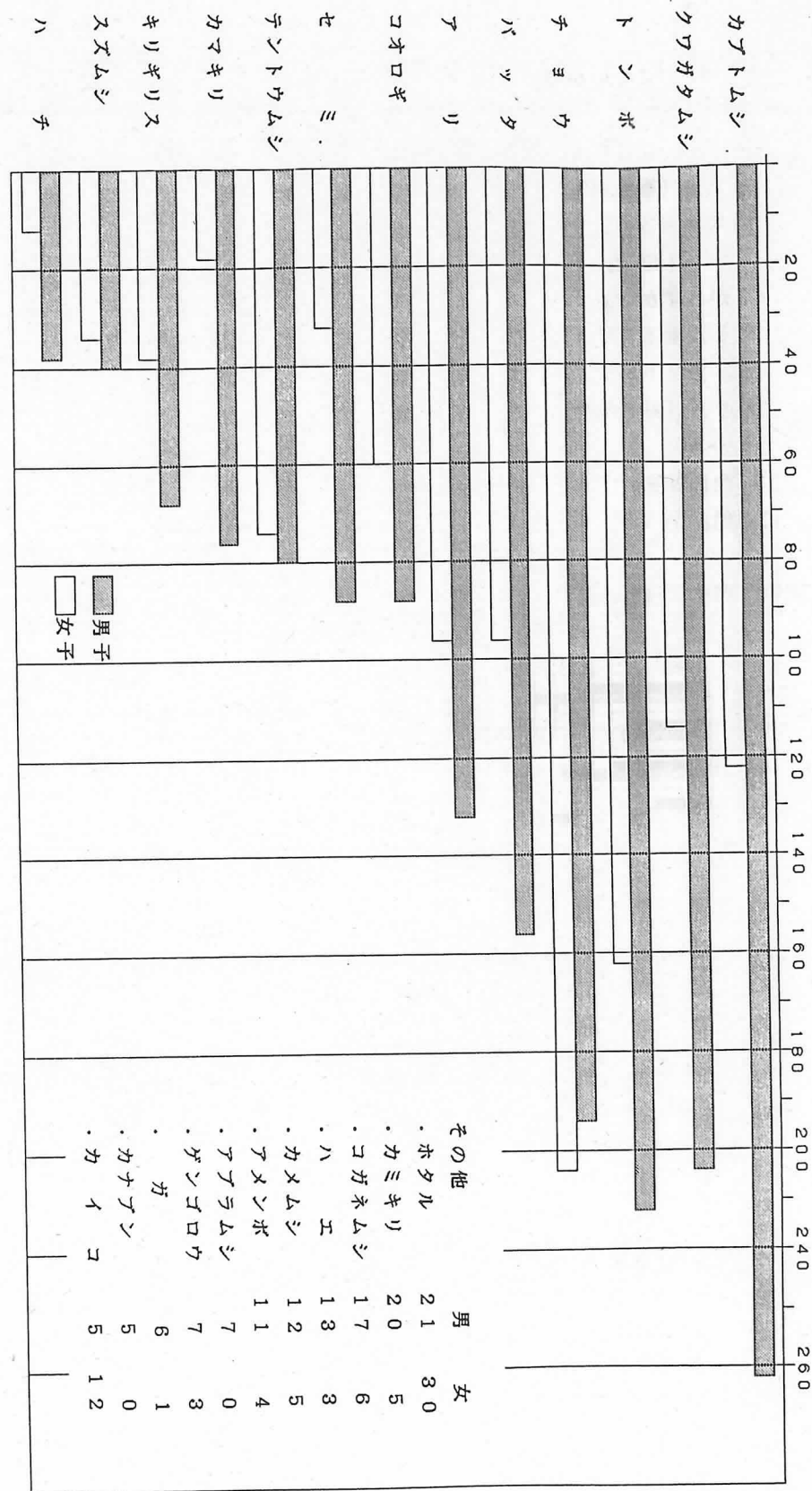


図2 昆虫が好きな理由

図2は、昆虫が好きな理由を男女別にまとめたものである。男子では「形が面白い」が1位、「色がきれい」が2位であるのに対し、女子では「色がきれい」が1位、「仕草がかわいい」が2位となっており、性差が現れている。全体としては、色、形、仕草の順となっており、視覚による認識が優先する傾向がうかがえる。なお、その他の理由として「強

図3 好きな昆虫



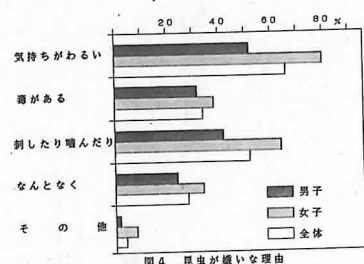
いから」，「かつこいいから」（いずれも男子）などがあつた。

3 好きな昆虫（複数回答）

調査の結果は図3のようになった。男子ではカブトムシが1位で、トンボ、クワガタムシ、チョウがわずかな差で2～4位となつていのに対し、女子では、チョウが1位、次いでトンボ、カブトムシ、クワガタムシの順となつており、「好きな理由」を裏付ける結果となつている。

なお、「全部好き」という回答が数名あつたが、この集計からは除外した。

4 嫌いな理由（複数回答）



調査の結果は図4のようになった。

男，女，全体とも「気持ちが悪い」，「刺したり噛んだりする」，「毒をもっている」の順となつており，回答数はいずれも女子が男子を上回っている。

なお，その他の理由として「臭い」，「きたくない」（いずれも女子）などがあつた。

5 嫌いな昆虫（複数回答）

図5に示したとおり。嫌われる昆虫の序列は，全体として男女ほぼ一致しており，アブを除いては，いずれも女子の回答数が男子を上回っている。

男女ともハチが1位にランクされており，児童にとって最も怖い，警戒すべき昆虫と受け取られているようだ。一方，「虫に刺され

たことがある」と答えたものは全体の69.9%を占め，かなりのものが体験しているが，その大部分はカ，アブによる被害で，実際にハチに刺されたものはごく僅かと推定される。

したがって，児童のハチに対する嫌悪感や警戒心は，このところ頻繁に報道されるスズメバチの被害に関するニュースや，それに基づく学校での指導が原因であろう。

カやアブは生存のために積極的に吸血行動をとるが，ハチの針はあくまでも自衛のための武器であつて，無意味な攻撃はしないことを理解させ，無知による恐怖心を取り除く必要がある。また，評価が分かれるのはアリで，男子では7位，女子では6位にランクされるが，一方，「好きな昆虫」でも男子で6位，女子では5位となつている。

なお，「全部嫌い」という回答が数名あつたが，この集計からは除外した。

6 誤答のまとめ

予想されたことであるが，昆虫でない小動物を記入したものがあつたので参考までにまとめてみた。

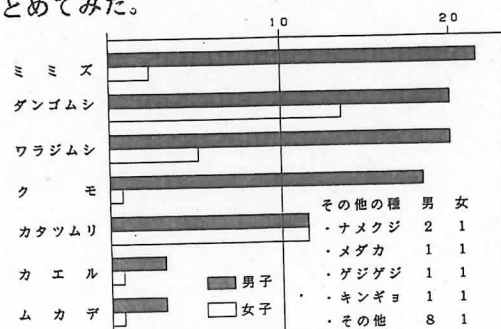


図6 昆虫以外の好きな虫

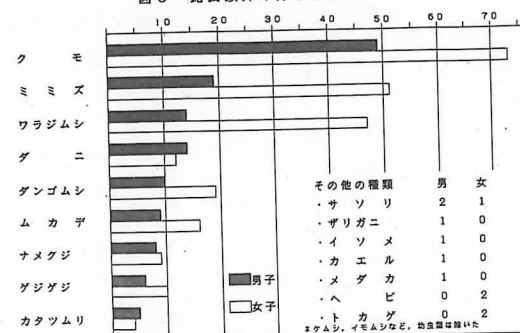


図7 昆虫以外の嫌いな虫

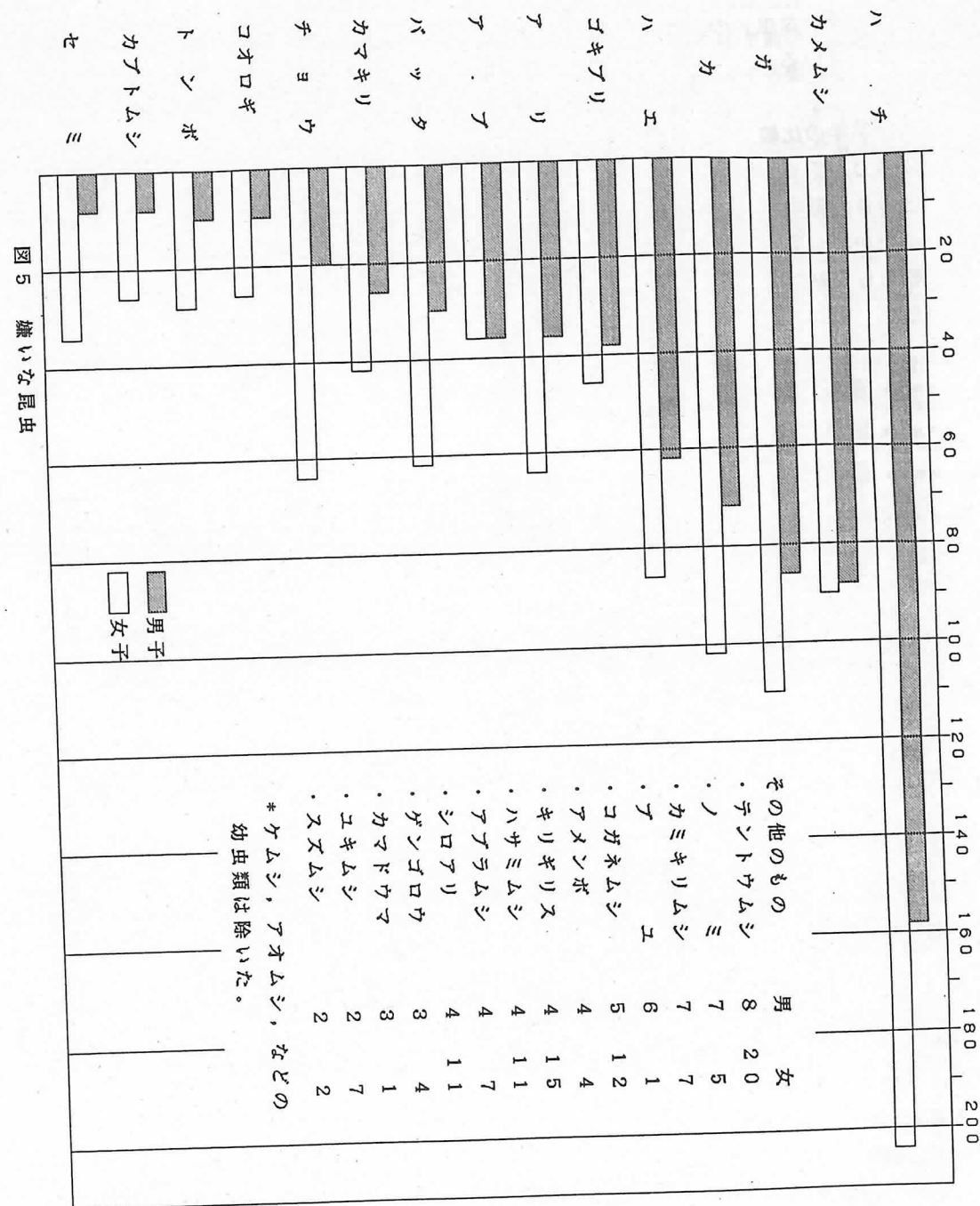


図5 嫌いな昆虫

その他のもの

動物	男子	女子
・チンチラ	8	20
・ノミ	7	5
・カミキリムシ	7	7
・ア	6	1
・コガネムシ	5	12
・アメンボ	4	4
・キリギリス	4	15
・ハサミムシ	4	11
・アブラムシ	4	7
・シロアリ	4	11
・ゾウガロウ	3	4
・カマドクサ	3	1
・ユキムシ	2	7
・スズムシ	2	2

* ケムシ，アオムシ，などの幼虫類は除いた。

「好きな虫」では男子が女子よりも多く答え、反対に「嫌いな虫」の方は女子が男子よりも多く答えている。

7 学校及び学年の比較

調査に協力してくれた学校の校地周辺の様子や校区の自然環境の違いが、調査結果とどのようにかかわっているかを見るために、4校の比較を試みたが、有意の差は認められなかった。

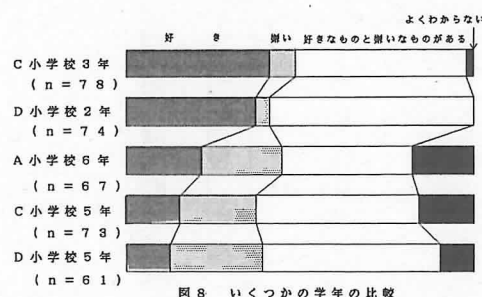


図8 いくつかの学年の比較

また、学年の進行に伴う認識の変化があるのかどうかを見るために、各学校及び全体について学年毎の比較をしたところ、D小学校では、学年の進行に伴って「好き」が減少し、「嫌い」が増加する傾向がうかがえたが、他の学校及び全体では有意の差は認められなかった。

図7は、「好き」と答えた児童の数が平均を大きく上回る学年と、平均に近い学年、平均を下回る学年とを抽出して比較したものである。上位にあるC小3年とD小2年は、単に「好き」が多いばかりでなく、「好きな虫」あるいは「嫌いな虫」としてあげた名前が非常に多彩で、数も多く、しかも誤答（昆虫でない虫や小動物）が少なかった。

さらに、「好きな理由」を見ると、「きれい」<「形が面白い」<「仕様がかわいい」となっており、他の理由として「強い」、「かっこいい」などがあげられ、距離を置いた表面的な観察によるものではなく、意図や操作を伴った観察による意見であることがうかがえる。

これに対して、C小5年やD小5年では、

答えた昆虫の数も少ないうえ、誤答も多く、「嫌いな理由」でも「なんとなく」という曖昧な理由の占める割合が多かった。

8 体験とのかかわり

「好き」と答えた児童と、「嫌い」と答えた児童とについて体験とのかかわりを調べたところ下記のようになった。

表2 体験とのかかわり

	正 体 験			負 体 験	
	飼育した	観察した	遊んだ	刺された	噛まれた
好き	86.8%	71.4%	66.6%	80.6%	64.1%
嫌い	38.4%	16.9%	18.6%	82.2%	48.7%

正体験では大きな開きが見られ、「好き」と直接体験とは密接な関係があるようである。

ただし、飼育したりすることで「好き」になったのか、「好き」だから飼育したり遊んだりするのは、この調査ではわからない。

おそらくその両方があるであろう。

一方、負体験には大きな差はなく、「好き嫌い」を決める大きな原因になっていないようにみえるが、「刺された」「噛まれたり」したことが「嫌い」になることの直接の動機となることは十分考えられる。

III 調査結果の総合分析

児童が健全に発達していくためには、身の回りの事物や現象に対して、偏りなく知的好奇心を持ち、主体的にそれを探究し、問題を解決していくことが大切である。

児童を取り巻く生活環境及び自然環境の中で、昆虫類は最も身近な生き物であることから、昆虫に対して何らかの感想を持つことは極めて自然なことである。

初歩的な感想から、より知的な認識へと変貌していく過程では、昆虫類に対してどの程度の知的好奇心を持ち、どのように対処したのか、そのことによってどのような感動を体験したのかが大きく影響する。

その結果、認識の度合いは「よくわからない」

<「なんとなく嫌い」≦「なんとなく好き」<「(理由があつて)嫌い」<「好きなものと嫌いなものがある」<「(理由があつて)好き」の順に深まるものと考えた。したがって、本調査では、「好きなものと嫌いなものがある」と答えたものと「(理由があつて)好き」と答えたものを、児童がもつ昆虫に対する望ましい認識と判断した。

図1に示されているとおり、「好き」と「好きなものと嫌いなものがある」を加えた数は、男子で89%、女子でも60.6%、全体では77.3%を占めており、児童の自然に対する興味・関心は、昆虫に関する限り悲観的な状況とは言えない。

また、学校差がなかったこと、同一校でも学年によって大きな開きがあつたこと、さらに図8からも読み取れるとおり、児童の昆虫に対する興味や関心の度合いは、地域や学校周辺の自然環境とはあまり関係がなく、年齢とも無関係であることがわかる。

換言すれば、学級や学年が、児童の自然体験や自然観の育成にどのような取り組みをしたのか、すなわち教師及び教師集団の姿勢と意欲に大きく左右されると言える。

表2からは、「好き」と「飼育・観察」などの直接体験とが密接にかかわり合っていることが読み取れる。

IV 昆虫を素材とした自然教育への提言

昆虫を「気味が悪い」と感ずることは「かわいい」と感ずるのと同じように、児童の感性であるから、それを「良くないこと」と断ずることは間違いである。しかし、児童の昆虫に対する嫌悪感や恐怖心が無知や誤解から生じたものだとなれば、それを取り除くことは可能であるし、大切なことである。

ここでは、本調査の結果を踏まえ、小学校生活科及び理科における昆虫の扱いの重要性について、環境教育の立場から私見を述べる。

1 教材としての昆虫類の重要性

昆虫の種類数は全動物の85%以上を占め、現在の地球を代表する動物群であり、地上のあらゆる空間に適応した形態と生態にかかわる多様性が見事さには目を見張るものがある。

また、昆虫類は生態系の中では第1次消費者及び第2次消費者として、自然界の物質循環、エネルギー循環に欠かせない位置にあり、私たち人間の生存にも非常に大きな役割を果たしている。

さらに、身の回りで繰り返される、昆虫類の個体維持と種族維持のための様々な行動は、児童に大きな驚きと感動をもたらすものである。こうした驚きや感動の中から、児童は生き物や自然の素晴らしさと大切さを学び、同時に「もっと、いろいろなことを知りたい」という主体的に探究しようとする意欲と方法とを身に付けていくはずである。

2 教師に求められること

教師は、たとえ昆虫類が嫌いであっても、児童の前では露骨にそれを表すことは絶対に行ってはならない。

まず第1に、教師自身が昆虫類に対する正しい知識と理解を持つことが大切である。

次に、校地とその周辺の環境をよく探索し、いつ、どこで、どのようなものを観察させられるかを、できるだけ詳細に知っておくことが必要であろう。

また、ドラマチックな場面を収録したVTR等の映像や標本などの効果的な活用について研究することも大切である。

最近、多くの小学校において蝶類や水生昆虫の飼育・観察が行われ、興味や関心を持たせる上で大きな効果をあげているようである。

しかし、ここで提唱したいことは、教室での観察ではなく、自然界における昆虫類の生きざまを体感させることである。

実践にあたっては、児童の日常生活における体験や、本調査で示したことのうち、児童

が、どのような理由でどのような昆虫を「好き」あるいは「嫌い」と感じているか、などが導入の際に役立つことと思う。

おわりに

調査の対象が小学生であることを考慮して、調査項目は必要最小限にとどめた。そのため、分析のいくつかについては推察に頼らざるを得ない部分があった。また、集計や分析結果のうち、ここでの論旨に直接かわからないものについては省略した。

本調査により、児童の自然に対する好奇心は依然として健在であること、それをどう生かすかは教師の力量にかかっていること、児童の直接体験が効果的に機能していること、などを明らかにすることができた。このことが今後小学校で行われる自然教育に役立てば幸いである。

今後、機会があれば中学校や高等学校についても同じような調査を行い、小学校高学年頃から表面化されると言われる「自然離れ」、「理科嫌い」の原因の一端を比較分析をしてみたいと考えている。

末筆ながら、本調査に協力してくださった、

- ・遠軽町立東小学校
- ・小樽市立緑小学校
- ・札幌市立二条小学校
- ・札幌市立西野小学校 (順不同)

そして、窓口となってくださった先生方に対し心より感謝申し上げます。

(あおやま しんいち 生物研究室長)

引用文献

青山慎一(1990):子供たちに昆虫採集を、
-理科教育の立場から-、北海道の生物と自然、樞書房



図9 蝶の羽化シーン(オオムラサキ)
児童が最も感動する場面の一つである。

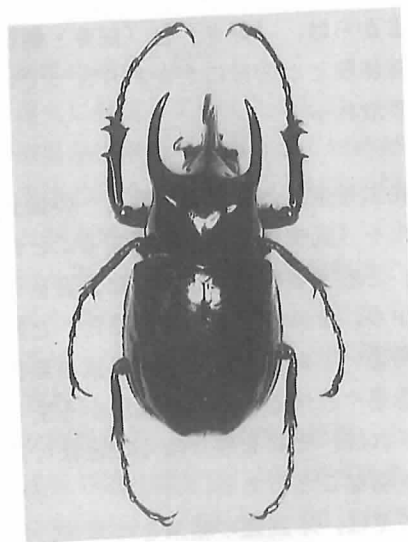


図10 コーカサスオオカブト
クワガタムシ、カブトムシの仲間は
児童に最も人気のある昆虫類である。

コン昆虫のすききらいしりべ

あなたはコン昆虫がすきですか、きらいですか、それはどうしてですか、おしえてください。

(あてはまる□に○をかきいれ、→しるしのしもの()に○をいれてこたえてください。○はいくつでもかまいません)

すき	きらい	すきなものときらいなものがある	よくわからない
☐	☐	☐	☐
・いろがきれい() ・かたちがおもしろい() ・しぐさがかわい() ・なんとなく() ・そのほかのりゆう()	・きもちがわるい() ・どくをもっている() ・さしたり、かんだりする() ・なんとなく() ・そのほかのりゆう()	・コン昆虫のことをよくしらない() ・あまりみただことがない ・なんとなく() ・そのほかのりゆう()	・よくわからない

せんいん こたえてください。

- ・虫をそだてたことがある()
- ・虫をかんさつしたことがある()
- ・虫とあそんだことがある()
- ・虫にさされたことがある()
- ・虫にかまれたことがある()

小学校()

中学校()

高校()

()ねん, おとこ(), おんな()

プラスチックの熱分解と再利用 (2)

—ポリスチレン・ポリプロピレンの熱分解について—

中村 隆 信

1. はじめに

日常生活で大量に廃棄されるプラスチックの一つにポリスチレンがある。ポリスチレンは乳酸飲料等の容器やボールペンの軸、カセットテープのケース等(スチロール樹脂)や野菜・魚・肉のパッケージ用トレイや電気製品等の梱包用パッキン(発泡スチロール)など日常生活の中で広く使用されている。また、化学的性質が安定で丈夫なため、各種化学実験器具や生活用品として使用されているプラスチックにポリプロピレンがある。弁当のおかず入れ等に使用されている密閉型のプラスチック容器は本体がポリプロピレン、ふたがポリエチレンでできている。また、物理的強度が大であるため、PPひもとして荷造り用のひもや漁網にも多く使用されている。これらの多くは使用後、燃えないゴミとして埋め立てられているのが現状である。ここでは、ポリスチレンを油化し、分解して生じたスチレンのモノマーやオリゴマーを重合させてポリスチレンの樹脂を合成し、廃棄物が資源として再利用できることを確認する実験方法と、ポリプロピレンを熱分解して油化するとき、天然ゼオライトを触媒として加えて、速やかに分解させる方法について報告する。

2. 実験

2-1 試料

[ポリスチレン]

試料は乳酸飲料であるヤクルトの容器を使用した。本体がポリスチレンでできており、平均分子量は 2.0×10^5 である。試料は試験管に入りやすいように5mm四方に細かく裁断して用いた。

[ポリプロピレン]

試料はフィルムケース(フジフィルム)の本体を使用した。安定剤、滑剤として微量のフェノール系酸化防止剤、リン系酸化防止剤、金属

石鹼系塩酸吸収剤、オレイン酸アミド等を含むが、比較的純度は高い。重量平均分子量は 1.8×10^5 である。試料は試験管に入りやすいように5mm四方位にはさみで細かく裁断して用いた。

2-2 熱特性

[ポリスチレン]

試料として用いたポリスチレンのガラス転移点は90℃、融解温度は240℃であり、分解開始温度は330℃付近から始まり、ピークは450℃付近である。¹⁾

[ポリプロピレン]

試料として用いたポリプロピレンの融解温度は146℃、分解温度は380℃である。²⁾

2-3 天然ゼオライト

触媒として用いたのは余市郡仁木町砥ノ川に産する白色のゼオライトで、構成鉱物は主に斜方沸石で少量のモルデン沸石を含む。化学組成は SiO_2 (61.1%), Al_2O_3 (15.3%), H_2O (15.1%), CaO (2.7%), Na_2O (2.2%), K_2O (1.3%), TiO_2 (0.8%), Fe_2O_3 (0.8%), MgO (0.6%) などである。³⁾ 粒径は2~3mmのものを用いた。使用に当たって、触媒活性を高めるために、大気中で3時間、電気炉を用いて500℃で焼成した。

2-4 実験装置及び操作方法

実験装置のうち、試料の加熱には前報⁴⁾と同じ器具を用いた。試料(ポリスチレン、ポリプロピレン) 10gを径24mmの試験管に入れ、図1のように組み立ててガスバーナーで加熱した。液体留出分はフィルムケースで受け、その質量は電子天秤で測定し、RS-232Cを介してパソコンで4秒毎に記録した。電子天秤は島津理化製のLIBOR、パソコンはNECのPC9801DXを使用した。反応温度の測定にはアロメル・クロメル熱電対を用い、オペアンプとしてナショナルセミコンダクタのLM2904

を用いて約100倍に増幅し、ADコンバータ(富士通のMB4052)でデジタル変換した後、パソコンで計測し、記録した。

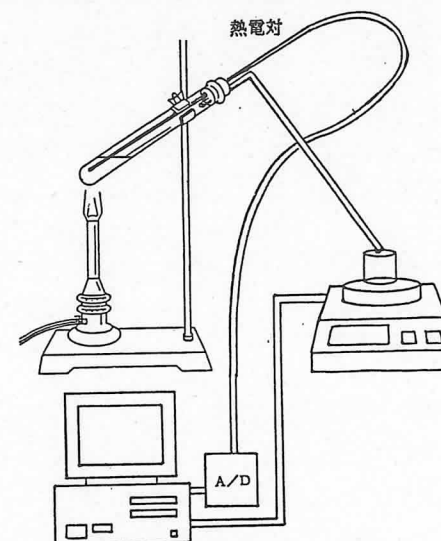


図1 熱分解実験装置

質量測定のための計測プログラムは測定結果が自動的にグラフとして表示・記録できるようにベーシックで作成した。プログラムリストは次のとおりである。

```
100 ' SAVE "TENBIN"
110 INPUT "FILE NAME";A$
120 STOP ON: ON STOP GOSUB *END.
130 CONSOLE 0,25,0,1;SCREEN 3,0
140 OPEN A$ FOR OUTPUT AS #1
150 CLS 3
160 LINE(80,50)-(560,300),7,B
170 FOR L=50 TO 300 STEP 25
180 LINE(80,L)-(560,L),7,,&HAAA: NEXT
190 FOR M=0 TO 8 STEP 4
200 PUT@ (76+M*15,305),KANJI(&H30+M),,7,0
210 NEXT
220 FOR M=1 TO 2
230 PUT@ (190+M*60,305),KANJI(&H31),,7,0
240 NEXT
250 FOR M=0 TO 4 STEP 4
260 PUT@ (260+M*15,305),KANJI(&H32+M),,7,0
```

```
270 NEXT
280 FOR M=0 TO 8 STEP 4
290 PUT@ (370+M*15,305),KANJI(&H32),,7,0
300 NEXT
310 FOR M=0 TO 8 STEP 4
320 PUT@ (380+M*15,305),KANJI(&H30+M),,7,0
330 NEXT
340 PUT@ (550,305),KANJI(&H33),,7,0
350 PUT@ (560,305),KANJI(&H32),,7,0
360 FOR C=80 TO 560 STEP 60
370 LINE(C,50)-(C,300),7,,&H5555: NEXT
380 PUT@ (49,43),KANJI(&H31),,5,0
390 FOR N=0 TO 9
400 PUT@ (57,293-N*25),KANJI(&H30+N),,5,0
410 NEXT
420 PUT@ (57,43),KANJI(&H30),,5,0
430 PUT@ (20,100),KANJI(&H3C41),,5,0
440 PUT@ (20,160),KANJI(&H4E4C),,5,0
450 PUT@ (18,220),KANJI(&H28),,5,0
460 PUT@ (25,220),KANJI(&H2367),,5,0
470 PUT@ (38,220),KANJI(&H29),,5,0
480 T=79
490 EL$ = "D05" + CHR$(13)
500 OPEN "COM:N81XN" AS #2
510 *DISP
520 T=T+1
530 PRINT #2,EL$
540 INPUT #2,QB$
550 QB=VAL(QB$)
560 K=1
570 T$=TIME$
580 IF T$=TIME$ THEN 580
590 LOCATE 20,22:PRINT USING "####.#";QB
600 LOCATE 50,22:PRINT TIME$
610 K=K+1
620 IF K<5 THEN 570
630 Y=300-QB*25
640 IF T=80 THEN T0=T:Y0=Y
650 LINE(T0,Y0)-(T,Y),5
660 PRINT #1,T,Y
```

670 T0=T:Y0=Y
 680 GOTO *DISP
 690 *END.
 700 CLOSE
 710 END

3. ポリスチレンの熱分解の結果及び考察

3-1 分解生成物の量

(1) 熱分解によって生じた液体成分と気体成分の量の例を表1に示す。

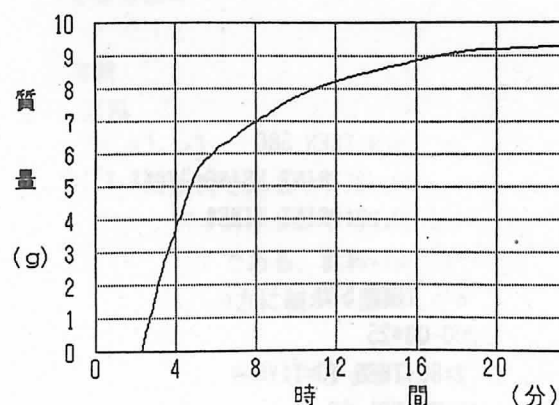
表1 熱分解による生成物の量(例)

	ポリスチレン10g	ポリスチレン10g + (ゼオライト10g)
液体	9.34g	9.15g
気体	0.31g	0.40g
残さ	0.36g	0.45g

(2) 加熱時間と液体成分の生成量の関係は図2のようになり、ゼオライトを添加しても分解速度に大きな変化はみられなかったが、分解温度はゼオライトの添加により低下することがわかった。

・液体成分留出力

ゼオライトなし



ゼオライト5g添加

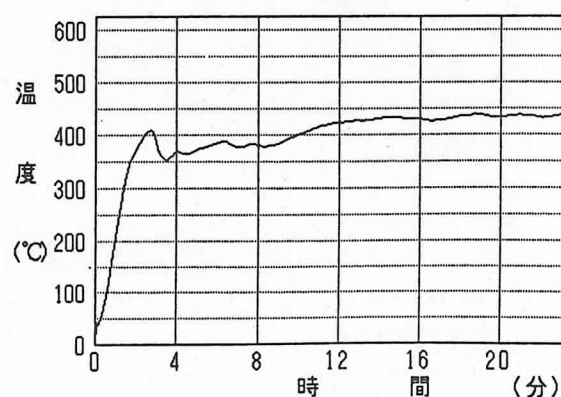
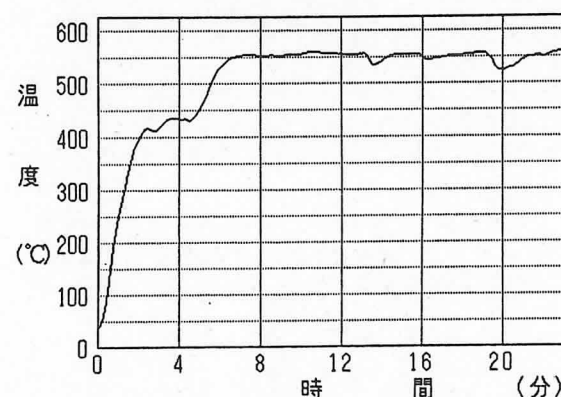


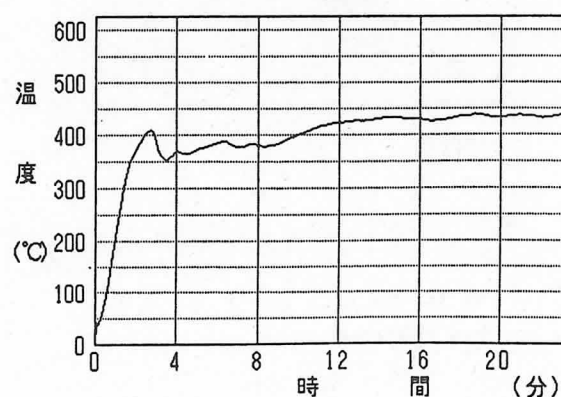
図2 分解速度と分解温度

・分解温度

ゼオライトなし



ゼオライト5g添加



3-2 熱分解生成物の確認

熱分解によって生成した物質の確認は、ゲルパーミエーションクロマトグラフ (GPC) とガスクロマトグラフ (GLC) によって行った。発生した気体成分は極少量だったので、確認しなかった。液体成分の分子量分布を知るために GPC により分析した。分析には東洋曹達工業 KK 製の GPC を使用した。カラムには東洋曹達製のスチレングルカラム G2000H8 を用いた。溶離液にはテトラヒドロフラン (流速 1.55 ml/min) を用い、分離温度は 40°C にした。検出器は示差屈折計である。結果は図3のようになった。

このことから、分解して生じた液体成分はモノマーに相当する分子量をもっていることがわかった。さらに、液体成分の組成を求めるため、GLC を用いて分析した。分析には Yancoo-G2800 を使用した。カラムはアビエゾングリース L3m を用い、分離温度 150°C、キャリアガスに He を使用しキャリア速度は 30 ml/min である。結果は図4のとおりである。

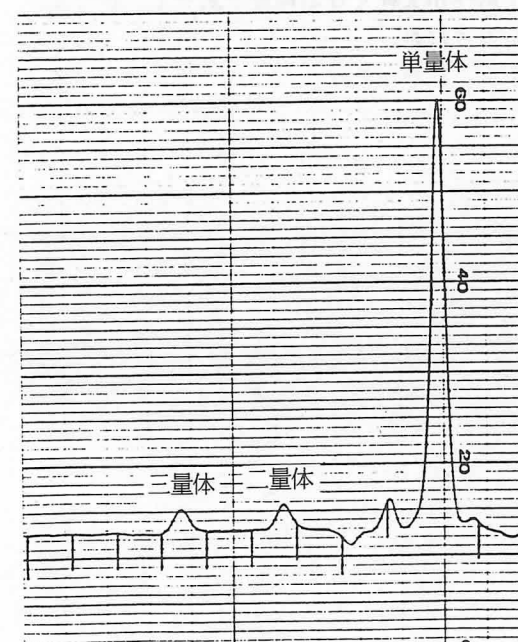


図3 GPCによる分析結果

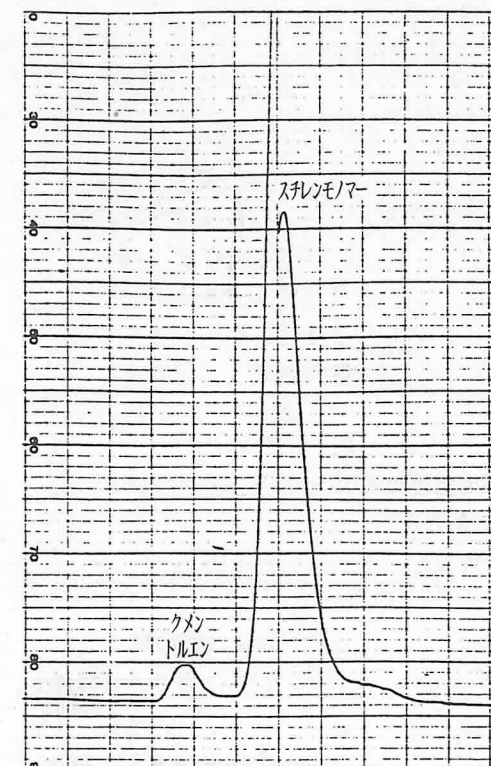


図4 GLCによる分析結果

このことから、液体成分の主なものはスチレンモノマーとクメンであり、少量のトルエンを含んでいることがわかった。今回の実験ではトルエンとクメンのピークが同じ所に出てきて、分離して確認することができなかった。

4. ポリスチレンの留出液を用いた重合反応

4-1 試料

留出液はゼオライトを用いてポリスチレンを熱分解したとき生じたものを使用し、試料にはその留出液を蒸留したものを用いた。留出液の蒸留は図5のように、留出液 100 ml を 200 ml 枝付きフラスコに取り、マントルヒータ (東京硝子器 300W) で加熱した。温度制御には井内盛栄堂のパルスサーモ TP-673 を使用した。

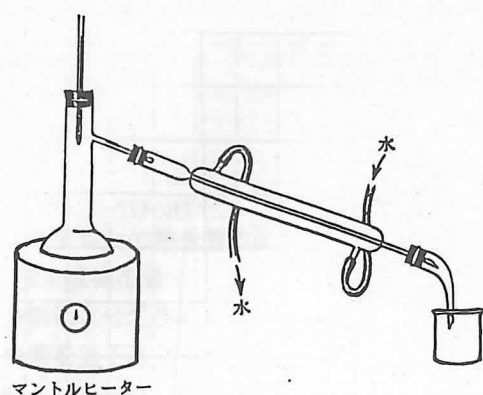


図5 蒸留装置

留出温度はそれぞれ約145℃, 約160℃, 約180℃, 約220℃, 約280℃, 約320℃, 約350℃で1回蒸留した。留出した液体成分の量と色は次のとおりである。

表2 蒸留温度と留出物

温度	質量	色	状態
*145℃	47.6 g	うす黄色	液体
*160℃	13.0 g	うす黄色	液体
*180℃	5.0 g	うす黄色	液体
*220℃	5.5 g	うす黄色	液体
*280℃	9.5 g	黄色	液体
320℃	8.4 g	うす茶色	液体
350℃	3.5 g	茶色	液体
残さ	6.2 g	黒	固体

この留出液のうち、145℃～280℃の温度範囲で蒸留した留出液を試料とした。

4-2 重合反応

試料各5gを試験管に取り、重合開始剤として過酸化ベンゾイル (BPO) を0.5gずつ加え、よく振って溶かした。220℃, 280℃の留出液ではBPOが溶けきらなかったもので、上澄み液を

用いた。重合反応は図6のように、BPOを溶かした試料の入った試験管に120cmのガラス管 (還流管) を取り付け、80℃の水浴で加熱して反応させた。

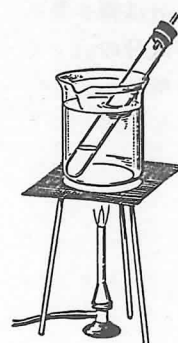


図6 ポリスチレンの合成実験装置

4-3 結果

留出したまま、蒸留しない留出液はゼオライトを添加しなかったときの留出液も、ゼオライトを添加したときの留出液もともにBPOを溶かして加熱しても、溶液の固化は見られず、若干粘性が大きくなる程度であって、重合反応が阻害された。

留出した液を枝付きフラスコで蒸留した液体を試料とし、これにBPOを溶かして加熱すると、加熱にともない重合が始まり、しだいに固化して透明な樹脂ができた。しかし、220℃以上で蒸留した留出分は固化しなかった。

表3 蒸留温度と重合物質の形状

温度	3時間	5時間	1日後	色
145℃	固化	固化	固化	白
160℃	ゾル	固化	固化	うす黄
180℃	液状	ゾル状	固化	黄
220℃	液状	液状	液状	うす茶
280℃	液状	液状	液状	茶

145～180℃の温度範囲で蒸留したときの留出

分は、重合開始剤により重合が開始することから、スチレンのモノマーやオリゴマーが比較的多く含まれるものと推定される。

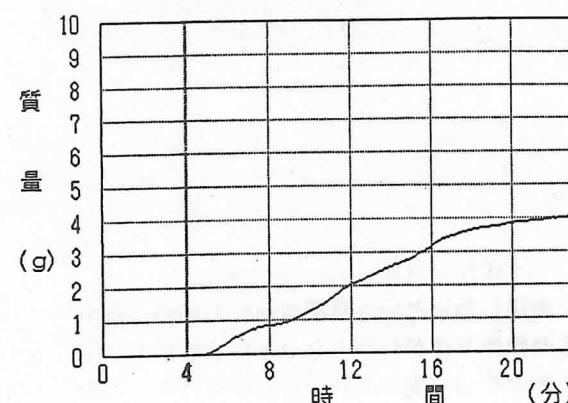
5. ポリプロピレンの熱分解の結果及び考察

5-1 分解生成物の量

(1) 熱分解によって生じた液体成分の量と加熱時間の関係の例を図7に示す。

・液体成分留出量

ゼオライトなし



ゼオライト5g添加

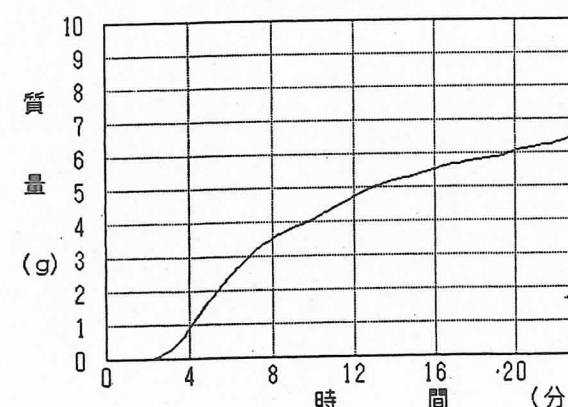


図7 ポリプロピレンの分解速度

このことから、ポリエチレンの熱分解同様、ポリプロピレンの熱分解においても、ゼオライトの添加により分解反応が促進されており、ゼオライトが触媒として作用していることがわかった。

6. おわりに

北海道工業開発試験所の斉藤、富田によって、ポリスチレンを熱分解して得られる留出油は、分解温度の上昇と共に単量体成分に富むものに変化し、その成分もモノマー成分が多くなることが報告されている。⁵⁾しかし、このような温度制御が十分に行われていない場合でも、モノマーを中心にした分解生成物を得ることができ、さらに、重合開始剤により再びプラスチックを合成することができることから、身近なプラスチック廃棄物を用いた資源の再利用の化学実験教材としての可能性が確認された。

また、ポリプロピレンの熱分解においては、ゼオライトの添加により、分解速度が著しく促進され、環境の保全と資源の再利用に触媒など科学技術が応用できること示す化学教材になるとともに、北海道で産出する天然ゼオライト⁶⁾の有効活用及び、岩石の化学的特性の理解に有効な教材となり得る可能性が確認された。

なお、本研究に当たり、分析機器について研修させていただいた北海道工業開発試験所に感謝するとともに、広い視野からご指導いただいた同所反応工学課の斉藤喜代志氏にお礼申し上げます。

主な参考文献

- 1) ヤクルト環境対策室資料
- 2) 富士フィルム資料
- 3) 湊秀雄, 那賀島彰一(1988): 北海道余市郡仁木町産出の沸石凝灰岩の鉱物的研究, 日本鉱物学会講演要旨
- 4) 中村隆信(1992): 北海道立理科教育センター研究紀要, 第4号, 6
- 5) 斉藤喜代志・富田稔(1980): 北海道工業開発試験所報告, 第20号, 17
- 6) 那賀島彰一(1992): 北海道立理科教育センター研究紀要, 第4号, 25

(なかむら たかのぶ 化学研究室研究員)

樫 棒 光 一, 高 橋 文 明, 鈴 木 哲,
永 田 敏 夫, 穴 水 正

I はじめに

本年度の小学校をはじめとし、新学習指導要領が順次、中学校・高等学校と全面实施されることとなる。今次の学習指導要領の改訂での強調点の一つとして情報活用能力の育成があげられ、理科においても、その一翼を担うことが求められている。しかし、理科教育におけるコンピュータの活用は、情報化に対応するという視点だけではなく、生徒の主体的、創造的な学習を目指す探究活動の知的ツールとしての活用をも期待されている。理科の目標は観察、実験の重視、主体的な探究活動の実現、主体的・創造的な学習の展開である。コンピュータの利用に当たっては、これらの目標とコンピュータがどうかかわり、学習活動をどう支援するかを考えることが重要である。

具体的にはコンピュータに慣れ親しむことから始めて、

- (1) C A I 的手法による学習
 - (2) A/D変換器などを利用した外部データの直接的な取り込み、処理
 - (3) 実験データの処理、表示
 - (4) 実験観察結果のグラフィック表示
 - (5) D/A変換器などを利用した実験機器などの制御
 - (6) 情報検索
 - (7) 観察や実験のしにくい自然現象のシミュレーション表示
 - (8) 思考実験のシミュレーション
 - (9) 報告書の作成 (ワープロとしての活用)
- などの活用方法が考えられ、生徒の思考力や創造力の育成を援助するコンピュータとしての活用が求められている。

当理科教育センターの各種研修講座受講者へ

のアンケート結果から、理科教育へのコンピュータの導入や活用についての意識の状況をみると次のようである。

- (1) 利用状況
 - ・利用している (10%) ・利用したい (76%) ・利用したくない (14%)
- (2) 利用できない理由
 - ・機器が不足 (45%) ・利用法が不明 (20%) ・操作が困難 (20%)
- (3) 利用しない理由
 - ・効果が疑問、理科になじまない (12%) ・操作が困難 (2%)

利用したいという意識は高いものの、利用方法や操作方法がわからないという状況で、研修の機会を強く求めていることがわかる。しかし、少数ながら利用しない理由として「効果が疑問、理科になじまない (12%)」があることに注目する必要がある。

このような状況を踏まえながら、当理科教育センターでは、昭和62年度から学校でのコンピュータの活用法について実践研究の交流を中心として研修講座を試行的に実施してきた。平成3年度にコンピュータ機器の本格的な整備がなされたことを契機に、理科教育におけるコンピュータの活用についての研修講座を「短期研修講座」として、小学校・中学校・高等学校別に実施しその内容の充実を進め、教職員のコンピュータ活用能力の向上を図ってきた。講座の基本的な考え方としては、初心者を対象とし、理科におけるコンピュータの活用法のいろいろな基礎的内容を中心として実施した。

ここでは、平成3・4年度に実施したパソコン研修講座での実施内容のいくつかについてその概要を紹介する。

II 小学校理科におけるパソコン活用の一例

1 基本的な考え方

コンピュータは大量処理をするための道具として発達した。大量処理とは、計算、データベース、画像処理、自動計測・制御などである。今では、社会全体のシステムが、コンピュータなしに動きの取れない段階にまで達している。

小学校教育において、そのような意味での必要性はあるだろうか。特に、小学校理科では、「自然に親しみ、観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。」とし、直接体験を重視している。

コンピュータを使う意義を見いだすとするれば、「問題解決の能力……育てる…」の目的で、補助的な道具としての利用となる。学習活動を補うために、チュートリアル型C A I やドリルに利用する例は見かけることもある。自学、自習を補助する道具として、このような使い方の意義はあるだろう。しかし、授業の中で使う場面には、往々にして、無理してコンピュータを使わなくても……、といったことが多い。むしろ疑似体験で済ませてしまうことによる弊害も考えられる。

一方、生活の中にこれだけ入り込んでしまったコンピュータの現状を考えると、使い方を覚え、慣れるという、いわゆるリテラシーは、小学校教育の中でも必要であろう。問題解決の能力を育てることとリテラシーの両面を考慮して、理科の中でコンピュータを使うとすればどのようなものになるか。

ここでは、そのような観点で、平成3・4年度に当理科教育センターで実施した、パソコン研修講座小学校部会の内容を簡単に紹介する。

2 校舎周辺の植物調査と植物地図の作成

手 順

- (1) 屋外に出て、植物の分布調査を行い、画用紙にスケッチする。
- (2) あらかじめ図形ソフトで作った敷地の地図に、その植物が生えている場所を記録する。
- (3) スケッチした植物を、イメージスキャナーで、上記の地図の中に読み込み、さらに、植物名や説明の文字を打ち込む。

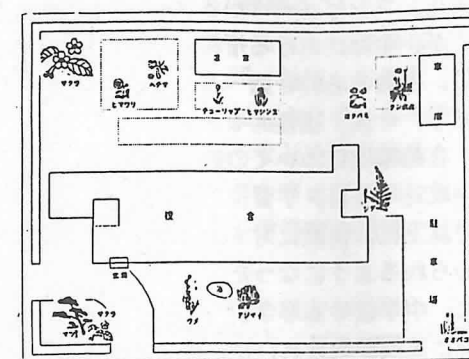


図1 植物地図

3 留意事項

問題解決の道具としてパソコンを使うという役割を考えると、このような地域の生物地図は、一度出来上がると終わるという性質のものでない。毎年作って新しくすべきである。

また、作成にあたって、パソコンに限らず、スケッチ、写真、ビデオなど、いろいろな方法を使って、児童自身が工夫しながら作成するところに意義がある。画像を取り込むことが可能なデータベースソフトを使えるのであれば、生物地図の作成に併せて、データの検索ができるようなものを工夫して作るとよい。

Ⅲ 生物における情報検索の一例

1 基本的な考え方

生物教材として取り扱われるものには、水中の微小生物、土壌動物、昆虫、脊椎動物、高等植物など、多種多様なものがあり、これら全てについて理解することは、専門家でも不可能である。まして、生徒にとっては、ほとんど名前すら知らないものが多く、まず名前を調べることから始めなければならないことが多い。

現在、コンピュータが各学校へ配置されつつあるが、生物における情報検索の手段の一つとして、生物の名前を調べることなどに大変有効であり、今後、積極的な活用が期待される。

2 自然環境についての調査

平成元年3月、学習指導要領が改訂され、今まで以上に、自然に対する関心を深めることが求められるようになった。

特に、中学校や高等学校では、探究活動や課題研究に重点がおかれ、次にあげるような自然環境についての調査などが、内容として取り上げられている。

- ・地域に生息する特定の生物や分布の調査
- ・校庭などにおける植生調査
- ・川や池などにおけるプランクトンの調査
- ・土壌と土壌動物の調査
- ・海辺で生活する生物の調査
- ・野鳥の個体数などの調査
- ・指標生物による環境調査

これらの調査を行うとき、名前を知らないと、ただの「生き物」としか目に止まらないが、名前を知るとその生物の存在が際立ったものとして感じられる。また、多くの生物の名前を知っていると、それだけ周りの環境を強く意識するようになり、そのことを通して、周りの自然を観る能力も高められていくことになる。

3 コンピュータの活用

生物の名前を調べる方法としては、図鑑などを用いて調べる方法が普通であるが、使い慣れない者にとっては、難しい面がある。例えば、

多くの図鑑では、分類体系に従って配列しているため、その分類群がわからないとなかなか特定できない。また、専門用語を用いて解説しているため、それらの知識がないと意味がつかみにくい。さらに、値段が高く、必要な冊数をそろえるのが大変である。

一方、新学習指導要領では、中学校や高等学校での情報化に対応した教育の改善を進めるために、コンピュータを情報の検索、実験データの処理、実験の計測・制御など、探究活動の知的な道具として活用することを求めている。

そこで、情報検索の一つとして、生物の名前を調べるのに、コンピュータの検索機能を活用することが考えられる。特に、コンピュータでは、グラフィックを活用した形で検索を行うことができるので、生物の名前調べを行うのに、大変適している。

検索のためのソフトウェアの作成には、通常、BASICなどの高級言語が使われる。この場合、検索手順をつくる者、プログラムを組む者と、何人かでチームを作り、分業化すると負担が少なくすむ。また、市販の統合ソフトウェアや、CAI作成のためのオーサリングシステムを利用するのも一つの方法である。これらでは、イメージキャナーを使って、図や写真などを直接画面に取り込むことができるので、作業量を大幅に減らすことができる。

検索のためのソフトウェアの作成は、大変な作業ではあるが、その地域や生徒のレベルに合わせて、必要なものだけを取り扱うことができ、複製が簡単にできるなど利点が多い。

4 パソコン研修講座での展開

当理科教育センターで実施したパソコン研修講座の中学校部会と高等学校部会の生物領域では、コンピュータの活用法として検索、データ処理、シミュレーション、計測の具体例を取り扱ったが、その中から、検索について紹介する。

(1) 北海道産チョウ類の検索

ア 使用したソフトウェアの概要

(ア) ソフト名 『蝶を調べよう』

(イ) 作成者 田村 広行 熊石町字関内
若狭 雅澄 //

(ウ) 使用言語 MS-DOS版
N-88 BASIC(86)

イ 講座での展開

(ア) ビデオカメラによってモニターTVに写し出された、大きさの基準となるモンシロチョウと、検索する蝶の標本を観察する。

(イ) 図2、画面1で蝶の大きさを、キーボードまたはマウスを用いて、3区分の中から1つ選択する。

(ウ) 同じく、画面1で蝶の表の翅の目立つ色を10区分の中から1つ選択する。

蝶の大きさ	蝶の表示	翅のめだつ色
(モンシロチョウと比べ)		黒
それより大きい		黒と黄色
ほぼ同じくらい		黒と赤
それより小さい		黒とだいたい色
		こげ茶色
		赤茶色
		むらさき色
		黄色
		青か緑
		白

カーソルKey ← → であてはまる
ものをえらびCRKeyをおすか、
マウスの左ボタンを1回おして
選ぶ(蝶の表示)で左をおすと
つきにすすみます。
注意=マウスのボタンはちよつと
ながめにおしてください。

図2 画面1

(イ) 図3、画面2で該当する蝶の候補名が示されるので、その中から、これと思われるものを選択する。

もどる	蝶の大きさはモンシロチョウと比べて	小さい
	翅のめだつ色は	黒とだいたい色
1...アカマダラ		
2...コヒョウモン		
3...ベニシジミ		
4...ホソバヒョウモン		
5...ミヤマセセリ		

カーソルKeyで見たい蝶をえらびCRKeyをおすか
マウスでえらび、ひだりのボタンをおしてください。
みぎのボタンをおすと、じゅんばんに見れます。
ESCキーではじめにもどります。

図3 画面2

(ウ) 図4、画面3に該当する蝶の図が示

されるので、画面と検索したい蝶とを見比べながら、種名を同定する。

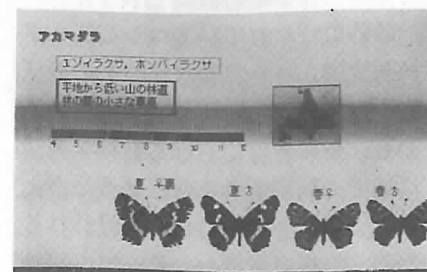


図4 画面3

(カ) 画面3から、同定した蝶の北海道における分布、卵・幼虫・さなぎ・成虫の発生時期、幼虫の食草、その蝶が多くみられる場所などを読み取る。

(キ) 使用したソフトウェアについて、改善すべき点や、学校での活用の仕方について検討する。

(2) 野草の検索

ア 使用したソフトウェアの概要

(ア) ソフト名 『野草の名前を調べよう』

(イ) 企画 青森県教育センター

(ウ) 製作 北 隆 館

(エ) 使用言語 MS-DOS版

N-88 BASIC(86)

イ 講座での展開

(ア) 配られたさく葉標本をもとに、検索ソフトウェアを使って、「科」または「属」のレベルまでの検索を行う。

(イ) 画面に出された候補種名を手がかりにして、図鑑により種名を同定する。

(ウ) 使用したソフトウェアについて、改善すべき点や、学校での活用の仕方について検討する。

(3) 冬芽による樹木の検索

(2) 野草の検索とほぼ同じ。

以上、生物における情報検索の一例を示したが、このようなソフトウェアが教師の手によって多数作られ、積極的に活用される日がくることを期待したい。

IV 高校化学計測を中心として

1 化学実技研修の概要

一般的に行われているコンピュータに関する実技研修は、ハード及びソフトの概括的な内容から、専門的な内容まで、実に広い範囲に及ぶ。しかし、理科教育における教科学習活動やクラブ活動での利用を考え合わせると、より専門的な知識は多く必要としないと思われる。

当初、当理科教育センターでの研修講座では、①コンピュータの機能②コンピュータの構成と基本操作③簡単なBASICのプログラミングなどのメニューで取り組んできた。近年、受講者のコンピュータに関する研修講座のニーズに合わせ、後述するような化学実験計測を主眼におき①パソコンの仕組みと計測の原理②パソコン計測の実際などへと移行している現状にある。ここでは、紙面の都合上、計測機器とコンピュータの連結システムについて概略的に掲載する。

2 コンピュータ計測システム

直接センサからの出力を入力として取り込むためには、入力インピーダンス、センサの特性などの問題から適合する増幅器を製作するのは、なかなか困難であるので、ここでは、市販計測機器の記録計出力端子からの信号を増幅器などを介してAD変換器に導く。また、プログラムソフトを工夫することで多様な計測結果を得ることができる。

化学実験での計測機器とコンピュータを連結する方法は、図5に示すようなシステムとなる。

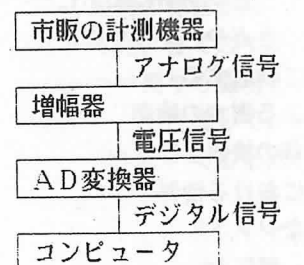


図5 計測システム

(1) 計測機器

計測機器としては、pHメータ、電導度計、イオンメータ等の電圧信号の取り出せるものならば何でもよい。多くの場合、計測機器からの出力は数十～数百mV程度であり、後述するようにAD変換器の入力電圧は、0～+5Vというような範囲であるため、増幅器を計測機器とAD変換器の間に組み込まなければならない。

ここでは、最も一般的な計測機器であるpHメータとコンピュータを連結する場合について考えてみる。

機種により出力電圧は異なるが、東亜電波製ガラス電極pH計HM-30S型の場合、計測機器の背面にある記録計用出力を利用する。出力は±350mV (pH0～14、-350mV～+350mV)である。

また、記録計端子としてのアナログ出力のほかに、RS-232Cなどの端子を備え、デジタル信号を直接取り出すことができるようになった計測機器（同様のpH計ではHM-40S型）も最近は多くみかけられる。

(3) AD変換器

記録計端子からの出力はアナログ信号であり、コンピュータはデジタルコンピュータなので計測装置などから取り込まれた電圧などのアナログ信号をデジタル信号に変換する必要がある。

AD変換は、一般的にはアナログ入力レベルが0から1までの間をnビットに変換するので、分解能は $1/2^n$ で表される。nが大きくなるほど分解能がよくなる。反面、感度が高くなるにつれてノイズや変換時間など問題となることも多くなる。したがって、一般の目的では8ビット程度のAD変換器がよく使われる。

8ビットのAD変換器を用いて0～+5Vの入力電圧を測定する場合、0～+5Vの電圧が255 ($2^8 - 1 = 255$) に区切られ、分解能は $1/255 \approx 0.00392$ となる。1LSB（最小識別値）は、 $5 \times 0.00392 \approx 0.0196V$ に相当する。

なお、AD変換器は、アナログ素子、デジタル素子を使用して自作することも可能だが、完成するまでに、かなりの時間を必要とし、電子

回路に関する専門的な知識が必要とされる。

(4) 増幅器

信号源とAD変換器の間に増幅器を置くが、入力インピーダンスに関しては電圧測定の場合、あまり低いと正確な測定はできないので、通常の記録計の入力インピーダンス（数100kΩ～数MΩ程度）のものをえばよいことになる。

pHガラス電極の場合、これらの出力を直接受ける増幅器は、 $10^{12} \Omega$ 以上の入力インピーダンスが必要といわれている。しかし、これを初心者が自作することは無理なので、あらかじめ市販アンプで出力インピーダンスを下げておいてから、AD変換の入力範囲に合わせるために増幅器を接続するのがよい。

また、入力インピーダンスの問題は、pH計本体の記録計出力端子を利用することで、ある程度解消されることとなる。

例えば、東亜電波工業製pHメータHM-30には、図6に示すように±350mVの出力端子が出ている。これは、1pHあたり50mVの電圧が取り出せる。

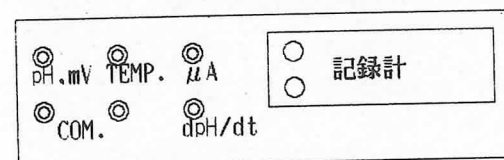


図6 pH計出力端子図

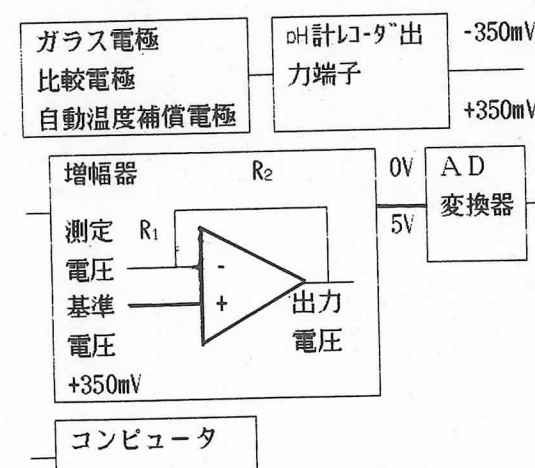


図7 増幅器回路接続図

測定電圧が-350mVから+350mVなので、基準電圧としての+350mVと測定電圧の差0～+700mVを約7.4倍に増幅すれば、AD変換の入力範囲0～5Vに適したものとなる。あらかじめ、測定電圧を0Vとしたときの入力電圧を2.5Vに調整しておけばpH7が2.5Vである。その関係を図7に示す。

3 化学におけるコンピュータの活用

コンピュータの理科教育における活用は、その機能からして、①一般計算②実験結果の整理③分析データの処理④シミュレーション⑤理科機器とのシステム化⑥検索⑦その他（Computer Assisted Instruction）などに有効である。

実験、観察の過程において、必要に応じ、コンピュータを効果的に活用するよう配慮すること、観察、実験を行うなど自然を調べる過程でコンピュータを観察、実験の代替としてではなく、自然を調べる活動を支援し、強化することを助ける、知的で創造的な道具として位置付けることが大切と思われる。

例えば、化学での実験計測のデータ処理などで、必要に応じて、コンピュータを活用すれば、生徒の探究の目的にあったグラフなどを作成し、考察することにより、そこから規則性を見いだしたり、新たな情報が生まれたりする。また、観察、実験の結果をディスクに保存し、必要に応じてディスプレイに再現させると、観察、実験結果を分析的に検討ができ、さらに、総合的な考察を進めることが可能となるなど、より有効的な利用への範囲が広がり、学習上の効果が十分期待できる。

また、従来の記録計などによる、データの記録、グラフ化することに代わって、コンピュータをデータ記録に使用すると考えれば、多くの測定機器をコンピュータに接続し、データを入力することができる。

コンピュータの活用にあたっては、理科教育のねらいと矛盾することなく、むしろ理科教育本来の目的、目標を、よりよく実現するためのものとして積極的に活用したい。

V パソコン研修講座実施内容項目

平成3・4年度の講座内容項目の概要は次のとおりである。() 内の数字は実施年度

1 小学校部会

講義 理科教育におけるパソコン活用の現状と課題 (3)

実習・機器の基本的取り扱い方 (3・4)

- ・野外生物調査 (3・4)
- ・生物地図の作成 (3・4)

2 中学校部会

講義 理科教育におけるパソコン活用の現状と課題 (3・4)

実習・機器の基本的な取り扱い (3)

- ・理科におけるパソコンの活用 (4)
- ・グラフ作成に関するBASIC (3)

第1分野

- ・パソコンによる計測・制御 (3・4)
- ・A/D変換器の製作法 (3・4)
- ・A/D変換器を用いた計測の実際
金属間電位、水-エタノール混合物の沸点 (3・4)

第2分野

- ・動植物の検索 北海道産チョウ類、植物の検索 (3・4)
- ・データ処理 植物の生態調査 被度、頻度、優占度等の統計処理とグラフ化、土壌動物・地表性昆虫類の構成 (3・4)
- ・アルコール発酵の計測 (4)
- ・シミュレーション 天体の日周・年周運動 (3)、太陽・惑星・月の高度、方位計算プログラムの活用法 (3・4)
- ・風向連続自動計測装置の活用 (3・4)

3 高等学校部会

講義 理科教育におけるパソコンの活用 (3)

提言 理科教育におけるパソコンの活用の在り方と指導事例 (4)

実習 パソコンの仕組みと基本操作 (3・4)

物理分野

- ・パソコンによる物理計測・制御 (3)
- 自作A/D変換器を用いての電圧、温

度の測定 (3)

- ・情報とその処理「雪が白い」の表現・伝達処理 (4)

- ・BASICによるパソコン通信 (3・4)

- ・LEDの点灯制御実験 (3)

化学分野

- ・パソコンの仕組みと計測原理 (3・4)
- ・測定プログラムの作成 (3・4)
- ・パソコン化学計測の仕組み (3・4)
- ・A/D変換・信号の転送方式 (3・4)
- ・化学計測の実際 サーミスター、IC化温度センサー (中和熱の測定)、増幅器の基本回路 (3・4)
- ・演示 pH滴定曲線の測定 (3・4)
- ・計測システムとA/D変換器の仕様 (3・4)

生物分野

- ・パソコンの仕組みと基本操作 (3・4)
- ・北海道産チョウ類、植物の検索 (3・4)
- ・データ処理 植物群落の生態調査 (3・4)、優占度等の統計処理とグラフ化 (3・4)、土壌動物・地表性昆虫類の構成 (3)
- ・細胞の大きさの計測 (4)、神経細胞の活動電位 (4)
- ・シミュレーション 個体群の変動 (4)
- ・生物実験におけるセンサー (アルコール、光、温度、圧力) を用いた計測 (3・4)

地学分野

- ・パソコンの仕組みと基本操作 (3)
- ・太陽・惑星・月の高度、方位計算プログラムの活用法 (3)
- ・風向連続自動計測装置の製作 (3)

(かしぼう こういち 物理研究室長)
(たかはし ふみあき 地学研究室長)
(すずき さとし 化学研究室研究員)
(ながた としお 物理研究室研究員)
(あなみず ただし 生物研究室研究員)

《問題解決学習プロジェクト》

小学校と中学校の新学習指導要領理科の関連について

作原 逸郎 河原 英男
中里 勝平 松田 義章

1 はじめに

平成元年3月に、小・中・高等学校の学習指導要領が告示され、小学校は平成4年度より、中学校は平成5年度より完全実施され、高等学校は、平成6年度より段階的に実施される。

この学習指導要領は、教育課程審議会の答申に基づき、これからの社会の変化とそれに伴う児童・生徒の生活や意識の変化に配慮しつつ、生涯学習の基盤を培うという観点に立っている。

21世紀を目指し社会の変化に自ら対応できる心豊かな人間の育成を図ることを基本的なねらいとし、次の方針に基づき改訂されたものである。

- (1) 心豊かな人間の育成
- (2) 基礎・基本の重視と個性を生かす教育の充実
- (3) 自己教育力の育成
- (4) 文化と伝統の尊重と国際理解の推進

さらに、改訂の学習指導要領の理科においては、「覚える理科」から「主体的に自然を調べる理科」への質的転換を目指し、自然を調べる能力、態度の育成や知識を獲得する方法への習得を身に付けることを主な柱としている。

また、小・中学校の理科のそれぞれの目標には、共通する考え方が基本にならなければならない。改訂の小・中学校の理科の目標の表現は少し異なっているが、いずれも答申を共通の基盤として相互の関連が図られている。

2 小・中学校の理科の目標

(1) 小学校理科

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

(2) 中学校理科

自然に対する関心を高め、観察、実験などを行い、科学的に調べる能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う。

3 小・中学校の理科学習内容の関連表

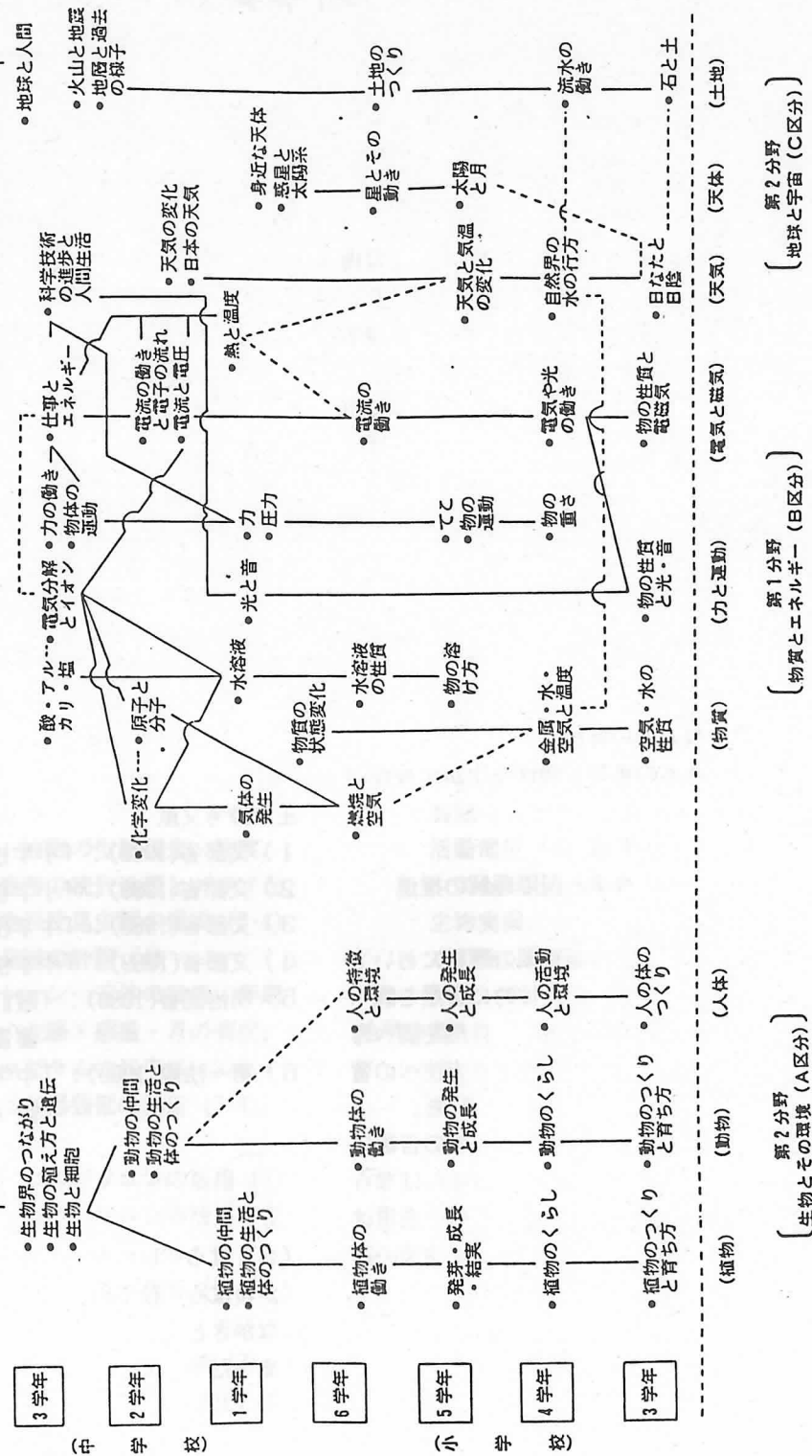
小・中学校の新学習指導要領理科の学習内容の関連表を次頁に示す。

主な参考文献

- 1) 文部省(1989):「小学校学習指導要領」
- 2) 文部省(1989):「小学校指導書 理科編」
- 3) 文部省(1989):「中学校学習指導要領」
- 4) 文部省(1989):「中学校指導書 理科編」
- 5) 明治図書(1989):「改訂 小学校学習指導要領の展開 理科編」
- 6) 第一法規(1989):「中学校新教育課程の解説(理科)」

(さくはら いつを 化学研究室長)
(かわはら ひでお 初等理科研究室長)
(なかさと しょうへい 物理研究室研究員)
(まつだ よしあき 地学研究室研究員)

＜科学的な見方や考え方の育成＞



モデルロケット及び各種ロケットの教材化

— 運動の応用及び宇宙科学教育推進の視点から —

中 里 勝 平

1 はじめに

科学技術の成果が社会に及ぼす影響は、時代とともに一層増大している。平成4年9月に、搭乗科学技術者である毛利 衛氏の宇宙船での活躍を目にした児童、生徒にとっては、宇宙がますます身近なものになってきている。宇宙科学に関することを小・中・高等学校の理科において多少なりとも学習させることは、児童、生徒の将来にとって非常に意義のあることである。

ここでは、ロケットの飛ぶ原理、各種ロケットを用いての多様な実験やそれらの応用・発展的な課題の解決などを通して宇宙科学に興味・関心を持たせ主体的に学習させるためにはどうすればよいか、その展開の一例を紹介する。

2 ロケットの飛ぶ原理

A 風船を飛ばす方法

準備

ゴム風船

方法

- (1) 細長い形のゴム風船に空気を吹き込んで膨らませ、風船の口を押える。
- (2) 風船の口を押えていた手を離したあと、風船はどのような動き方をするか調べる。

結果と考察

- (1) 風船の口を開けて、中の圧力の高い空気を一度に放出すると推力を生じ、風船は空気の放出された向きの逆方向に飛ぶ。
- (2) 風船の口を閉じている間、風船の中の空気は、風船の壁をどの方向にも同じ力で押しているため、推力を生ぜず動かない。

B 水道水を流し出す方法

準備

ろうと、ゴム管、L型のガラス管、水道水

方法

- (1) 図1のように、ろうとにゴム管を取り付け、その先端にL型のガラス管を接続する。



図1 水道水による反作用の実験

- (2) ろうとに水を満たして水を流し出すとき、ガラス管はどのような動きをするか調べる。
- (3) 水の量を変化させると、ガラス管はどのような動きをするか調べる。

結果と考察

- (1) ガラス管は水流方向の反対側に動く。
- (2) 水量を増やすほど水流は速くなり、その反動でガラス管が大きく動く。

C コルク栓を飛ばす方法

準備

炭酸水素ナトリウム、酢、ガラスびん、コルク栓、うけ皿、自動上皿はかり

方法

- (1) ガラスびんの中に炭酸水素ナトリウムと酢を加え、手早くコルク栓をする。
- (2) それを図2のように、自動上皿はかりの上に載せてコルク栓の動きと指針の変化の様子を調べる。



図2 コルク栓を飛ばす実験

結果と考察

- (1) ガラスびんの中では、二酸化炭素が発生し、その結果内圧が増加してコルク栓を飛ばす力が生ずる。
- (2) コルク栓が飛び出すとき、自動上皿はかりの指針は、ガラスびんを最初に載せたときよりもさらに大きく振れることから、自動上皿はかりに力が加わったことがわかる。

指導上の留意事項

- (1) コルク栓は適当な固さにはめ、コルク栓が飛ぶときにびんが倒れないようにする。
- (2) 二酸化炭素の発生が少ないときには、炭酸水素ナトリウムか酢の量を多くする。

D 竹鉄砲で玉を弾く方法

準備

竹鉄砲、玉、糸、マッチ

方法

- (1) 図3のような竹鉄砲を作り、糸でつるし、水平に保つ。

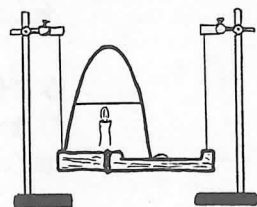


図3 竹鉄砲の実験

- (2) 玉を込めずにマッチの炎でばねの糸を焼き切ってばねを弾くと、竹鉄砲はどうなるか観察し、その理由について調べる。
- (3) 玉を込めてマッチの炎でばねの糸を焼き切ってばねを弾くと、竹鉄砲はどうなるか観察し、その理由について調べる。

結果と考察

- (1) 方法(2)では、ほとんど振れない。
- (2) 方法(3)では、全体が大きく振れ、玉が飛び出す反作用として竹鉄砲が後退する。

総合考察

- (1) ロケットを飛ばすのには、風船などが飛ぶときと同じ原理で、推力（推進力）が必要である。

- (2) ロケットは、燃料を燃やしてできた高温高圧のガスをノズルから噴射することで推力を生じ、その反動を利用して飛ぶ。
- (3) ロケットの飛ぶ原理は、物理法則からみれば「物体Aから物体Bに力が作用するとき、その力と等しい力が反対向きに物体Bから物体Aに作用している（作用反作用の法則）。」の関係にある。
- (4) ロケットの飛ぶ原理を理解させるための方法には、他にもたくさん考えられるが、児童、生徒の発達段階、思考の差異や安全性などを考慮に入れてどの方法がより適切か検討のうえ実施することが大切である。

3 教材として活用できるロケット

A 空気ロケット

準備

プラスチックボトル（1.5～2.0ℓ）、ボールの空気入れ用の口金、ゴム栓、キリ、空気入れ

方法

- (1) プラスチックボトルの口に合うゴム栓を用意して、空気入れの口金を通す孔をキリで開ける。
- (2) 発射台にボトルを置き、口金に空気入れのノズルをつなぎ、空気を入れる。
- (3) ボトルの飛び方や飛ぶ理由について調べる。

結果と考察

- (1) 内圧がボトルの口とゴム栓との最大摩擦力より大きくなるとゴム栓が離れ、噴射する空気が推力となってボトルが飛ぶ。
- (2) 飛距離は、10～20m程度で、内圧や発射角度を変えることで運動の様子がわかる。
- (3) 水素、二酸化炭素のような気体を推力として利用したロケットも考えられる。

指導上の留意事項

- (1) プラスチックボトル（ロケット本体）は軽く、飛距離も短いので児童向けに適している。また、第3学年では圧縮した空気の働きについて学習するので、発展課題とし

て取り上げるとよい。

- (2) 本体は軽いけれども、安全面から至近距離のところからは打ち上げない。

B 水ロケット

準備

プラスチックボトル（1.5～2ℓ）、ボールの空気入れ用の口金、ゴム栓、発射台（木枠など）、水、キリ、空気入れ

方法

- (1) プラスチックボトルの口に合うゴム栓を用意して、空気入れの口金を通す孔をキリで開け、口金を固定する。
- (2) ロケットの発射台を組み立てる。
- (3) プラスチックボトルに水を入れ、ゴム栓をしっかりと止める。
- (4) 図4のように、ボトルを発射台にセットし、口金に空気入れのノズルをつなぐ。

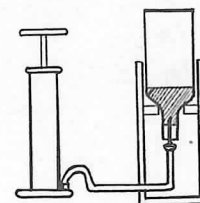


図4 水ロケットの発射

- (5) 空気入れのポンプを押し、水ロケットが発射するまで空気を入れる。
- (6) 水ロケットを飛ばすに当たって、次の方法でいろいろ実験する。

ア 水ロケットに入れる水量を変えて飛び方の違いや飛ぶ理由について調べる。

イ ゴム栓の止め方を変えて飛び方の違いを調べる。

ウ いろいろなボトルを用意し、水ロケットとしてはどのような形が適切か調べる。

エ ボトルの口（噴出口）の大きさによる飛び方の違いを調べる。

オ 発射角度を30° 45° 60° などに変えたとき、到達距離や高度はどのように変化するか調べる。

結果と考察

- (1) 水ロケットは、ボトル内に注入した空気の圧力によって、噴出口付近の水が押し出されるときに推力を生じ、その反動で飛ぶ。また、ゴム栓は内圧がボトルの最大摩擦力より大きくなると離れる。

- (2) 方法(6)アでは、約1/3から1/2くらいの水量がよい。また、水量が多過ぎても少な過ぎても推力が小さくなるので飛びにくくなる。水ロケットを高く飛ばすためには、噴出する水の運動量をできるだけ大きくする必要があり、垂直距離で20m～30mくらいは飛ばすことができる。

- (3) 方法(6)イでは、ゴム栓を強く止めると、内圧が大きくなり推力も増大しよく飛ぶ。強過ぎると、ボトルが割れることがあるので注意する。弱過ぎると、摩擦力が小さくなるので推力は減少しあまり飛ばない。

- (4) 方法(6)ウでは、先端部が丸形で円筒状のものが空気抵抗も小さくよく飛ぶ。

- (5) 方法(6)エでは、噴出口が大きいと水が速く出過ぎて飛距離が短い。噴出口が小さいと噴射する水量が少ないので推力が小さく飛距離は短くなるとともに、水ロケットの指向性が悪くなる。飛ぶためには、噴出口の大きさも影響する。

- (6) 方法(6)オでは、45° 前後のところで飛距離が大きく、60° のとき高く、放物線的に飛ぶのがみられる。

指導上の留意事項

- (1) 実際に取り上げる学習課題は、児童、生徒の発達段階や経験等を考慮のうえ決めることが大切である。

- (2) 人や周囲の建物に当たらないように発射方向には、十分注意する。

- (3) プラスチックボトル容器は、角のないものを使い安全面に気をつける。

- (4) ガラス容器は、割れると危険なので使用しない。また、爆発防止を防ぐためには、ボトル全体をビニルテープを巻いておく。

- (5) グランドのような広い場所で発射する。

- (6) 発射の際に水がかかることもあるので、濡れても構わないような準備をする。

C マッチロケット

準備

銀紙（アルミニウムはく）、マッチ、発射台（傾斜を自由に変えられるもの）、メジャー

方法

- (1) 長さ 5cm、幅 1.5~2.0cm くらいの銀紙で、図 5 のようにマッチの頭葉部分を包む。
- (2) 発射台の上に傾斜をつけて置く。
- (3) マッチで頭葉部分に火をつけ、マッチロケットの飛ぶ様子や理由について調べる。

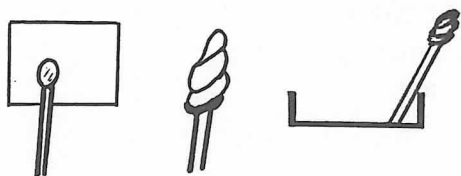


図5 マッチロケットの発射

- (4) マッチの数を 1, 2, 3 本と増やして飛び方の違いを調べる。
 - (5) 発射角度を変えて飛び方の違いを調べる。
- 結果と考察

- (1) 放物線的に飛び、その距離は条件によっても違うが 2~4m 程度である。頭葉の燃焼でガスを噴射し、それが推力となって飛ぶ。
- (2) 方法(4) では、本数を多くすると推力が大きくなるので飛距離も長くなる。
- (3) 方法(5) では、角度の違いによって高度、飛距離が異なる。

指導上の留意事項

児童が学習する場合、マッチを扱うので安全面に対し細心の注意を払う必要がある。

D モデルロケット

準備

モデルロケット（アルファⅢなど各種）、発射装置一式、組み立て道具一式、測定器具一式

方法

- (1) モデルロケットのキットを組み立てる。
- (2) 発射装置を組み立てる。
- (3) 完成したモデルロケットを発射台に載せ、

発射手順に従って打ち上げる。

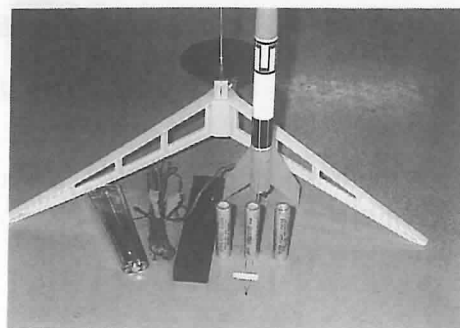


図6 モデルロケットの全量

- (4) 打ち上げの中で、ロケットの到達高度を測ったり、定められた地点に到着させたり、滞空時間を測定したりするなど多様な活動を発展課題として行う。

結果と考察

- (1) モデルロケットのキットは、輸入品ではあるが全国各地で販売されているので、購入して製作できる。
- (2) 購入先や製作、打ち上げ、測定の方法等については、日本モデルロケット協会著「モデルロケット入門」を参考にするとよい。
- (3) 日本では火薬類取締法があり、A型エンジン（火薬5g未満）を玩具煙火（無資格）に指定しているので、自由に購入して打ち上げることができる。5g 以上の場合は資格（ライセンス）を必要とする。
- (4) 児童、生徒の安全性を考え、A型エンジンでは33m×33m以上の広さが必要である。

参考

- (1) モデルロケット協会、☎0492-66-5188
〒埼玉県上福岡市上福岡1-5-23青柳ビル4F
- (2) 新潟大学教育学部附属長岡中学校、札幌市立八軒中学校などでは授業や部活動に取り入れている。

参考文献

- 1) 日本モデルロケット協会(1993): モデルロケット入門、電波実験社
- 2) 藤岡由夫(1977): 物理実験事典、講談社
(なかさと しょうへい 物理研究室研究員)

雪や氷を活用した熱と温度の実験の工夫

永田 敏夫, 中村 隆信

1 はじめに

冬の長い北海道では「防雪・除雪」という用語に代表されるように、雪や氷は排除すべき存在と考えられてきた。しかし、大自然は逃れようがない。むしろ、積極的に雪や氷を取り込み、「親雪・利雪」という楽しく親しみのある存在として考えるような発想の転換が求められている¹⁾。

「熱と温度」の学習では、「加熱して温度を上昇させる」ことを基にしている²⁾。しかし、見方を変えて、「冷却して温度を下降させ」たり、「周囲の熱によって氷を融解させる」ことなどによっても目標を達成することは可能である。

北海道の特性を生かした雪や氷を用いた実験を行い、より効果的に学習を進め、児童・生徒の興味や関心を喚起し、意欲を高めていくことができるのではないかと考え、工夫を試みた。

2 雪を使った冷却

(1) 温度の測定法

温度はサーミスタを使った温度センサーの抵抗値の変化を電圧信号として取り出し、増幅し



図1 温度測定装置の概要

たものをAD変換し、RS232C端子からパ

ソコンに取り込んで記録した(図1)。センサー、プリアンプ、ADコンバータ、ソフトはパソコン計測用の市販品を使用した³⁾。

(2) 雪と水を混合した簡易冷熱源

冷熱源として雪をどのような形で使うのがよいか、室内(約22℃)で雪の温度変化を測定し、調べたところ、①採取した雪をそのまま水槽にいれ表面を軽くならしたり、②雪を水槽に入れ、多量の水を加えて雪と水の混合液を作るより、③雪を水槽に入れ、水を入れて十分にぬらしたあと、表面を平らにし、余分の水を水槽を傾けて流すと(水、雪、空気の共存状態を作り)、より安定した冷熱源として、雪が利用できることがわかった⁴⁾。

(3) 水の冷却

中学校の指導の中で要求される熱源は、単位時間当たりの発熱量が一定のものである。水の温度上昇が加熱時間に比例する状況が必要である⁵⁾。このため、熱源には、物質供給量を一定にした化学変化(燃焼)や電力を一定にしたジュール熱を一般に利用している。これに雪の融解熱を利用できないかと考えた⁶⁾。



図2 水の冷却方法

そこで、50gから200gの水をビーカーに入れ、雪との接触状態を工夫して(図2)冷却してみたところ、水の量が少ないほど温度変化が速い

ことも確かめられた(図3)。

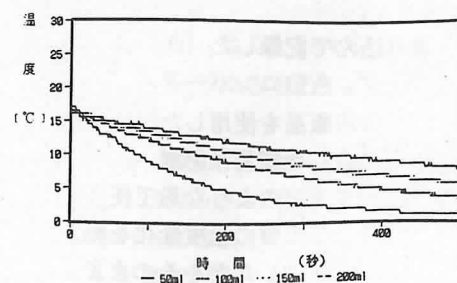


図3 ビーカーに入れた水の冷却

この温度変化をホットプレートの上で加熱した場合(図4)と比較すると、正負が逆で、側面の雪との接触状態によって温度変化にゆらぎが生じ、注意が必要だが⁷⁾、同じ傾向が得られることが確かめられた。ホットプレートに比べて温度変化が小さいのは、熱源との温度差が小さいために熱流量が小さいためと考えられる。

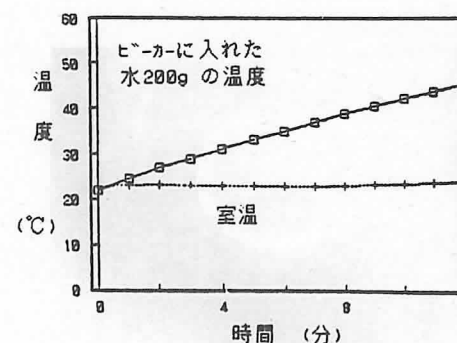


図4 ホットプレートで加熱した水の温度変化

断熱材の上に温水や冷水を放置し、空気中に入出入りする1分当たりの熱量を温度変化のグラフ(図5)の接線の傾きから求めると熱源と水の

温度差はなるべく大きく、水の温度はなるべく変化させないことが必要⁸⁾。生徒実験で5分程度に測定時間を限定すれば、雪も活用できる。

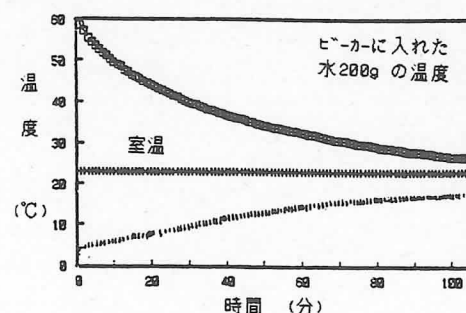


図5 室内に放置した水の温度変化

3 氷の融解

(1) 氷熱量計

ラボアジェやラプラスが溶けた氷の質量によって熱量を求めた氷熱量計が科学史で知られている。熱を質量によって測定する、当時としては画期的な方法である⁹⁾(図6)。しかし、水と氷を分離することは、なかなか難しい。そこで、ブンゼンは、氷の融解による体積変化を利用して熱量を求める方法を完成した¹⁰⁾(図7)。

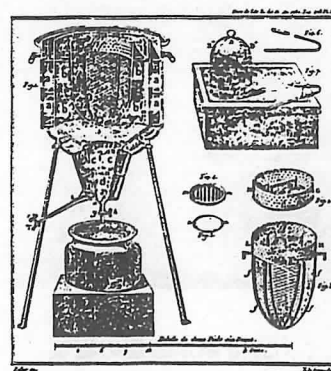


図6 ラボアジェ・ラプラスの氷熱量計

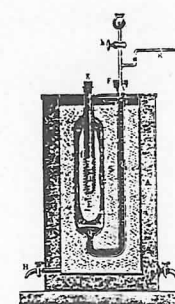


図7 ブンゼンの氷熱量計

(2) 氷の融解量測定

水の密度(0°C)が 0.917g/cm³、氷の密度(0°C)が 0.999g/cm³ なので、氷 1g が水になると 1.09 - 1.00 = 0.09cm³ 体積が減少する。0°Cの氷の融解熱は、79.7cal/gだから、0.01cm³体積が減ると、8.85calの熱が流れ込んだことになる¹¹⁾。そこで、氷が融けた質量を間接的に測定する装置を組み立てた。丸底フラスコに氷をシャーベット状にして詰めたものに冷水(0°C)を加え、ガラス管を通したゴム栓をする。電子上皿天びんに水を入れたビーカーを載せる。フラスコから出ているガラス管をビーカーの水に差込み、氷の融解によって減少した体積に相当する水を吸い込ませる(図8)。

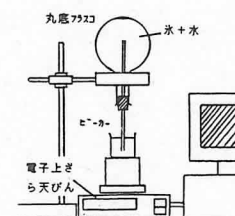


図8 簡易氷融解量測定器

フラスコ(200mL, 300mL, 500mL)をスタンドで支え、空気中にさらして氷を融解させ、ビーカーから吸い出された水の質量の様子を、天びんのI/O端子からインタフェースを介し、RS232C回線からパソコンに取り込んで¹²⁾調べた(図9)。

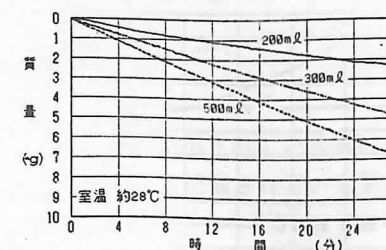


図9 室内に放置したときの融解

30分間にわたってほとんど一定の割合で融解していることが分かる。周囲の空気も、水温も一定に保たれ熱の移動も安定していると考えられる。フラスコのガラスの温度が一定とすると、フラスコの熱容量(質量の違い)は、氷の融解の速さに影響しない。フラスコの大きさによって同じ時間に融解する氷の量が違うのは、容器の表面積の違いによると考えられる。

次に、200mLの丸底フラスコに氷を約125g、水を160gほど入れて、コの字形に曲げたガラス管をつけてゴム栓をし、アイスパールに入れ、水やサラダ油に接触させる。ガラス管の他端を50mLのビーカーに入れた水につけ、ガラス管を移動する気泡の様子と減少する水の質量を測定した(図10)。

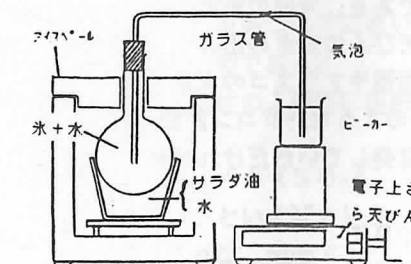


図10 装置の概要

同じ温度の水とサラダ油では、融解する量が違うことが分かる(図11)。

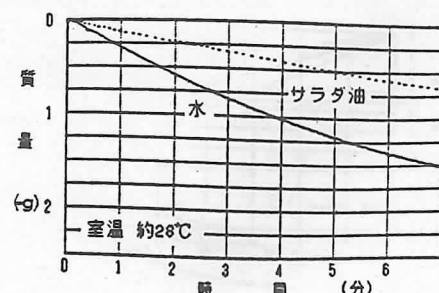


図11 水や油による氷の融解量

融解の様子だけから熱容量を求めるのは難しいが、冷却するのにたくさん熱を奪わなくてはならないのか、少しで済むのか、はつきり分かる。温度ではなく熱を直接測定する形がとれることに意義がある。

(3) パソコンでの表示画面

今回の実験では、市販のパソコン計測の装置等を利用した。しかし、研究者や上級学校で使うならともかく、数値やグラフばかりの画面ではパソコンの機能を十分生かしているとは考えられない。小学校でも、お絵かきや電子紙芝居以外に活用するとすれば、測定量をリアルタイムで、映像あるいはイラスト表示ができる工夫が必要である。今回の測定の教材化では、電子上ざら天びんの重さの出力をディスプレイに長方形の面積やフラスコの水量として表示した^{c)}。

今後このようなパソコン計測の表示画面の工夫を更に開発していただければ幸いである。

4 おわりに

雪は質の高い熱源ではないが、室内に持ち込んで中学校理科第1分野「(2)身の回りの物理現象 イ 熱と温度」の実験に活用できることが確かめられた。また、高校物理Ⅱ(4)課題研究「イ物理学の歴史的実験例の研究」¹³⁾の素材に氷熱量計を取り扱うことの可能性が確かめられた。

わたしたちは、通常、温度変化を液体の体積膨張や熱起電力の変化や電気抵抗の変化という物理現象の時間変化を利用してとらえている。氷の融解や水蒸気の気化のような状態変化に熱(潜熱、気化熱)が使われて、温度が変化せず、熱を直接考えさせることができる場面は捨て難い。さらに改良するとともに、高校物理ⅠAのように日常生活に見られる物理現象を取り上げる場合にも、雪や氷など北海道の地域性との接点を見つける工夫に努めたい。

参考文献

- 1) 雪を考える会 (1989): 雪と遊ぶ本 ひかり工房
 - 2) 文部省 (1989): 中学校指導書理科編 28 学校図書
 - 3) スズキ教育ソフト CUBE SENSOR 暫定版 マニュアル
 - 4) 矢野光宇 (1992): 熱と温度に関する教材の研究 11 北海道立理科教育センター長期研修集録
 - 5) 文献2) 29
 - 6) 沢田正三 (1970): 温度と熱 176 共立出版
 - 7) 文献4) 12
 - 8) 文献4) 15
 - 9) 高田誠二 (1988): 熱をはかる 21 日本規格協会
 - 10) 文献8) 29
 - 11) 国立天文台 (1990): 理科年表 486 丸善
 - 12) 島津製作所 島津電子上ざら天びん LIB0 REB-330D 取扱説明書
 - 13) 文部省 (1989): 高等学校学習指導要領解説書 理科編 理数編 63 実教出版
- 使用ソフト
- a) LOTUS D801666-05a
 - b) N88日本語BASIC(86)(V6.1)
 - c) 田中佳典(北海道名寄中学校) 電子上ざら天びん水量表示用ソフト
(ながたとしお 物理研究員)
(なかむら たかのぶ 化学研究員)

小学校における理科薬品等の基礎的な知識(2)

作 原 逸 郎

はじめに

平成4年度から新小学校学習指導要領が完全実施された。

この改訂においては、児童一人一人に基礎的・基本的な内容を確実に身に付けさせることが求められており、各学校において指導方法や指導体制の工夫をすることが必要になってくる。

特に、これまでみられた知識伝達型の学習指導を改め、児童の側に立った学習指導を進めるという考え方に立って、個に応じた指導を進めることが大切である。

理科の新しい目標については、次のようになっている。

「自然に親しみ、観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。」
そして、今回の改訂の理科の目標では、大きく三つの特徴を挙げることができる。

- 1 問題解決能力の育成
- 2 科学的な見方や考え方の育成
- 3 直接経験の重視と情報の活用

そこで、新しい理科の目標に向かって教師一人一人が、地域性、社会性、児童理解等を十分に考慮に入れて、今後研究していくことが望まれている。

ここでは、小学校における理科薬品等の基礎的な知識(1)〔北海道立理科教育センター 研究紀要 第3号 平成3年3月発行〕につづき、理科薬品等の基礎的な取扱いの一端を記述する。

なお、研究紀要 第3号との重複は避けることにした。

1 北海道内で使用されている理科の新しい教科書(3社)に記載されている薬品例

《劇物》
塩酸、過酸化水素水、水酸化ナトリウム、アンモニア水、メチルアルコール

《一般》

ろうそく、線香、食塩、砂糖、鉄(鉄粉)、銅、アルミニウム、石灰石、デンブ、ホウ酸、ミョウバン、二酸化マンガン、炭酸水、す、石灰水、エチルアルコール、ヨウ素液、酸素、水素、二酸化炭素、BTB溶液、リトマス紙

2 薬品等の基礎的な知識及び取扱方

- 《アンモニア水》
- ・市販品の濃アンモニア水はアンモニア28%、比重約0.9の溶液である。
 - ・弱いアルカリ性を示す。
 - ・アンモニア(NH₃)の水溶液である。
 - ・10%を超えるアンモニア水は劇物扱いである。
 - ・刺激臭がある無色透明の液体である。
 - ・腐食性、有害性をもつのでにおいをかぐさいには注意が必要である。
 - ・冷暗所で、通気性のよい所に格納する。

《ミョウバン》KA1(SO₄)₂・12H₂O

- ・単にミョウバンといえばカリウムミョウバンをさす。これは、硫酸アルミニウムカリウムともいう。
- ・無色、八面体の結晶である。
- ・200℃で無水物になる。これを焼きミョウバンといい、収れん剤として医薬に用いられる。

・ミョウバンは、水処理の凝結剤、媒染剤、防水加工、皮なめし、写真の硬膜液などに用いられる。

・ミョウバンの水溶液は、酸性を示す。

・ミョウバン $[KAl(SO_4)_2]$ の水に対する溶解度 $[g/100g \text{ 溶液}]$

0℃	10℃	20℃	25℃	30℃
3.0	4.0	5.9	7.23	8.39

40℃	60℃	80℃
11.70	24.75	71.0

・ミョウバンの結晶の成長は複雑で、冷却速度、水溶液の濃度、種結晶などの諸要因が相互に関連している。八面体の大きな結晶をつくるには、水溶液の濃度を15%、冷却開始温度を55℃にし、大きめの発泡スチロール箱の中へ湯を入れ、その中に種結晶をつるした飽和溶液の容器ごと入れて、温度降下をゆっくりにするとよい。種結晶は、約0.2g程度の形のいいものを選ぶとよい。

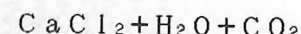
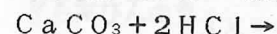
《石灰石》 $CaCO_3$

・良質の石灰石。あるいは方解石の岩塊を大理石という。

・主成分は、炭酸カルシウムである。

・普通の大理石は、白色の固体である。

・塩酸に溶け易く、二酸化炭素を発生する。



・石灰石と希塩酸で二酸化炭素を発生させる際に使用する塩酸の濃度は、10%以下にする。

《硝酸》 HNO_3

・刺激臭がある無色透明の液体である。

・市販品の濃硝酸は、約69%で、比重1.42である。

・濃硝酸は、光や加熱により分解して、一酸化窒素や酸素などを生ずる。

・酸化力が強く、腐食性、有害性をもち、取り扱いには十分注意する必要がある。

・銅、水銀、銀などは、塩酸や常温の硫酸には侵されにくい、硝酸と反応して硝酸塩をつくる。

これを利用して、第4学年・第6学年の熱の伝導や金属の加熱で使用する銅板の酸化物を除去する際に使うと便利である。

ただし、二酸化窒素が発生し危険なので通気性のよい所で処理するとよい。

3 金属の酸化物の除去及び保管の仕方

《銅板》

(1) ポリバットなどに銅板が完全に浸る程度の10~20%硝酸を取り、その中に銅板を入れる。

(2) ピンセットなどで銅板をよく動かしながら、酸化物を取り除く。

(3) 次に、水洗を十分に行い、乾いたぞうきんなどで水分をよくふき取り、乾燥させる。

(4) よく乾燥させた銅板をラップで包み保管する。

* 処理中に二酸化窒素が発生するので、この処理は、通気性のよい所で行う。

《鉄板》

(1) ポリバットに鉄板が完全に浸る程度の10~20%塩酸を取り、その中に鉄板を入れる。

(2) ピンセットなどで鉄板をよく動かしながら、酸化物を取り除く。

(3) 次に、水洗を十分に行い、すぐに乾いたぞうきんなどで水分をよくふき取り、乾燥させる。

(4) よく乾燥させた鉄板をラップで包み保管する。

* この処理は、刺激臭の気体が発生するので、通気性のよい所で行い、気体を吸い込まないようにする。

まないようにする。

4 金属の表面のコーティング除去の仕方

(1) ポリバットに深さ1cm程度になる量の濃硫酸を取る。

(2) この中に缶などの金属を入れ、ガラス棒を使って転がすようにしてコーティングを除去する。

(3) 次に、水洗を十分に行う。

(4) 乾いたぞうきんなどで水分をよくふき取る。

* この処理は、濃硫酸を使用するので取り扱いには十分気を付ける必要がある。

また、処理後の硫酸は、再利用できるので、別の試薬びんに入れて、薬品庫に保管する。

なお、試薬びんには、洗浄用硫酸と明記しておく。

おわりに

小学校における理科薬品等の基礎的な知識の一端を記述したが、今後更に充実させていきたい。

参考文献

1) 三省堂(1989): 化学小事典

2) 大石博(1985): 理科薬品の基礎知識. 北海道教育社

3) 中西啓二・加藤俊二(1988)

: 化学実験の事故をなくすために—100%安全な生徒実験—. 化学同人

(さくはら いつを 化学研究室長)

高校化学におけるコンピュータの活用 — 複数データによる実験の考察 —

鈴木 哲

1. はじめに

社会の進展に伴い、コンピュータが急接近し、我々の生活を席巻しつつある。

学校教育においても、この現象に臨機に対応できる柔軟性をもつことが必要とされている。

新しい学習指導要領理科においては、コンピュータの活用が明示され、データの処理にコンピュータの活用を図ることや探究の方法を習得し問題解決の能力を育てる上で、コンピュータ等の効果的な活用が意図されている。

また、理科の学習指導におけるコンピュータ等の活用は、それ以前より試みられており、次第に活用領域が広がりつつある。

ここでは、化学計測機器のレコーダ出力端子をコンピュータに接続し、現象の変化を記録することにより、グラフ化等を効率化させ、実験考察の充実を図ることを試みた。化学計測器は電圧信号の取り出せる電導度計、pH計など、すなわち、電圧出力端子を備えているものに限り、検討を行う対象とし、pH計、電導度計についての報告をする。

2. 実験

2-1 使用機器

pH計 : 東亜電波工業製ガラス電極pH計HM-5A を用いた。

電導度計 : 東亜電波工業製電導度計CM-6A を用いた。

オペアンプ : オペアンプTA7504P を使用し増幅出力

AD変換器 : 8ビットAD-232 (RS-232Cシリアル伝送方式)

測定ソフト : パビー製付属プログラムソフト

コンピュータ : NEC 9801 シリーズ

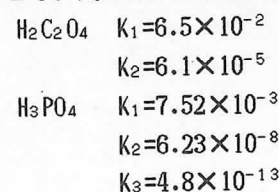
2-2 操作方法

- ① 0.1 mol/L HA 50mLを200mLのビーカーにとり、約100mLに希釈し、ガラス電極、電導度セルを浸す。
- ② 次に、1 mol/L BOH を25mLのビュレットから一定の速度で滴下し、スターラーでかき混ぜる。
- ③ その際、pH計、電導度計の電圧出力端子より得られたmV単位のアナログ信号をオペアンプ及びAD変換器により増幅、信号変換して、RS-232C インターフェースを介して、V単位の電圧をパソコンに取り込む。
- ④ 測定結果が逐次ディスプレイにグラフ化され、画面上に表示されているものをプリンタで印字する。

3. 結果及び考察

3-1 pH測定

pH計の背面にある記録計接続端子からの電圧信号の出力はpH 0~14が-350mV~+350mVに対応する。約7倍の差動増幅器を用い±350mVを5Vに出力させる。用いたHAの解離定数(25℃)は、



である。

シュウ酸については、二塩基酸特有の二つの当量点におけるpHの変化に、わずかな傾斜を示す部分と鋭敏な傾斜を示す部分が見られる。

また、リン酸は K_3 の値が非常に小さいため第三段の当量点におけるpHの変化は認められず、傾斜を示す部分は現れない。

3-2 電導度測定

電導度計の背面にある記録計接続端子からの電圧信号の出力は、 $1 \times 10 \text{ mS/cm}$ が100mVに対応し、レンジの切換えにより、電圧出力も変化する。約100倍の非反転増幅器を用い出力させる。

電導滴定は、滴定の当量点の前後における、

溶液の電導度の変化、すなわち、交換されるイオンの易動度の差を測定して当量点を求める。

滴定溶液が弱塩基か強塩基で、電導度の変化は、その傾向が異なる。

3-3 滴定曲線

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\text{-NH}_3\text{aq}$, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\text{-NaOH}$, $\text{H}_3\text{PO}_4\text{-NH}_3\text{aq}$, $\text{H}_3\text{PO}_4\text{-NaOH}$ のそれぞれの滴定曲線を図1・2・3に示す。

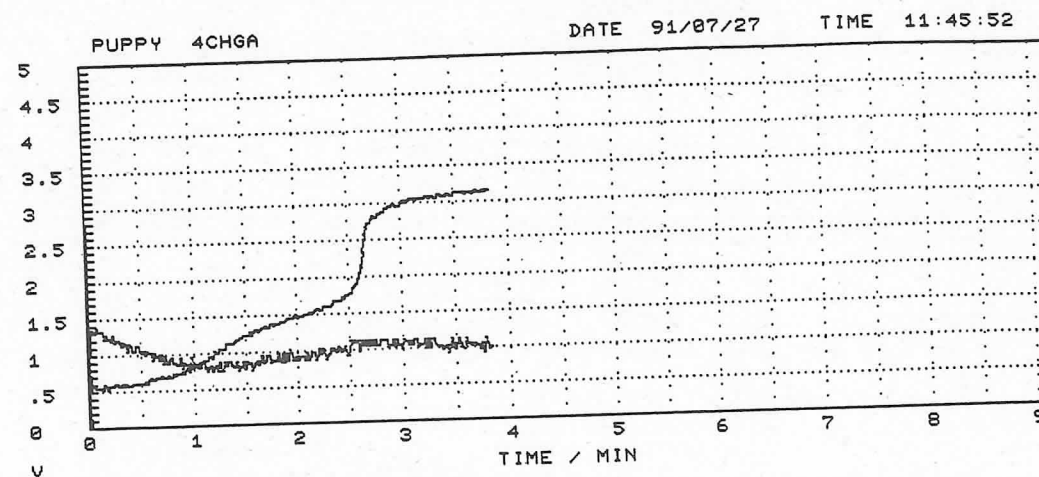


図1 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\text{-NH}_3\text{aq}$ 滴定曲線

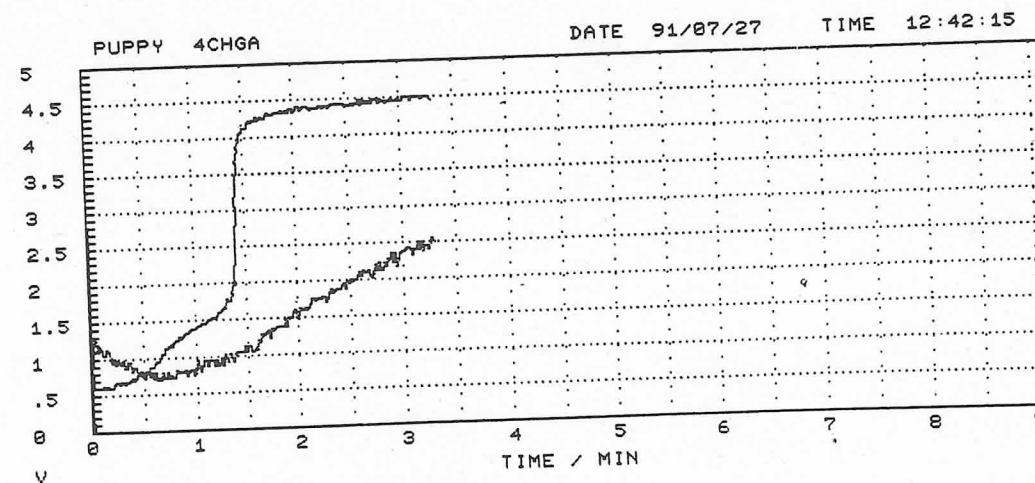


図2 $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4\text{-NaOH}$ 滴定曲線

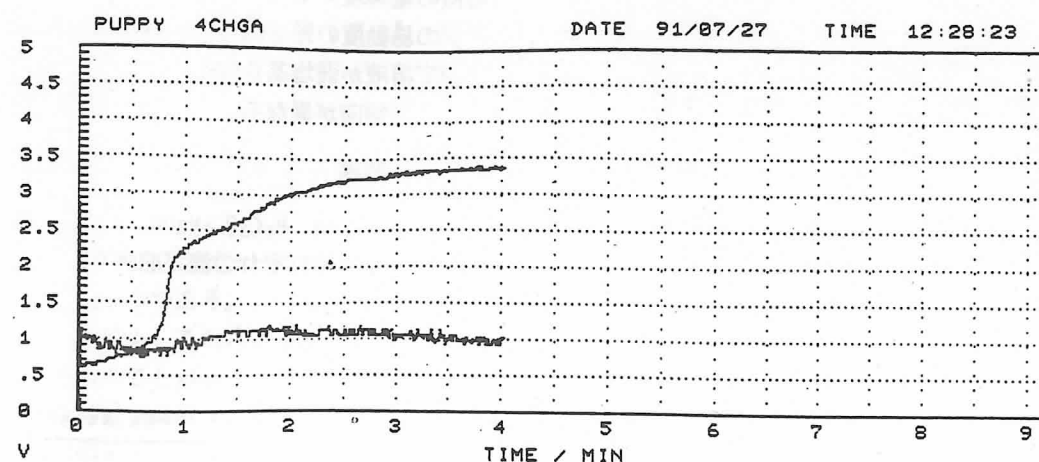


図3 $\text{H}_3\text{PO}_4\text{-NH}_3\text{aq}$ 滴定曲線

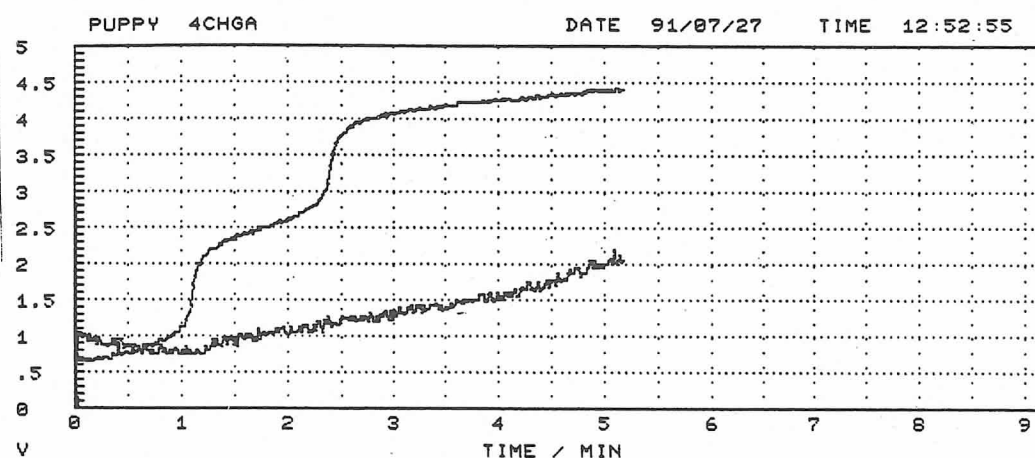


図4 $\text{H}_3\text{PO}_4\text{-NaOH}$ 滴定曲線

多塩基酸のpH滴定曲線における、各当量点でのpHの変化は、 K_1 、 K_2 、 $\dots$ の値によりその影響を受け、各段階での当量点を認めることに難易がある。

一方、電導度滴定曲線も、イオンの交換の差の程度によって、各段階での当量点を認めることに難易がある。

しかし、pH、電導度を同時に測定し、二つの滴定曲線を描き重ね合わせるにより、相互に補完し合い、各段階における当量点を、確認

することができ、発展的に実験考察を行うことが可能と思われる。

4. おわりに

コンピュータのデータ処理機能の活用により、データの処理、実験結果のグラフ化等の学習活動を支援し、問題解決学習の充実を図ることを意図し、活用を試みた。

化学実験における現象の変化を記録としてとることができ、それを必要に応じたグラフに表

示し、実験や観察を効率化させ、現象が理解しやすくなるとともに実験の考察を容易にすることができるとされる。

特に、事象の変化の計測などに、探究活動の知的ツールとして、その特性が十分発揮でき、複数データによる実験の有機的考察など、学習活動の促進、発展に活用すると有効である。

なお、コンピュータ計測にあたり、適切な指導助言をいただいた日本電子工学院北海道専門学校縫部知彦先生に謝意を表します。

本稿は、平成4年度全国理科教育センター研究発表会化学部会にて報告したものを、一部加筆・修正したものである。

主な参考文献

- 1) 文部省(1989):「中学校学習指導要領」,大蔵省印刷局。
- 2) 文部省(1989):「中学校指導書理科編」,学校図書。
- 3) 文部省(1989):「高等学校学習指導要領」,大蔵省印刷局。
- 4) 文部省(1989):「高等学校学習指導要領解説」,実教出版。
- 5) 文部省(1990):「情報化の進展と教育-実践と新たな展開-」,ぎょうせい。
- 6) 文部省(1990):「情報教育に関する手引」,ぎょうせい。
- 7) 平田邦男(1985):「パソコンによる物理計測入門」,共立出版。
- 8) 化学PC研究会(1984):「化学領域のパソコン」,丸善。
- 9) 土肥・佐久間(1986):「実例パソコン化学計測」,講談社。

(すずき さとし 化学研究室研究員)

身の回りの地形の教材化

—火砕流堆積物を作る地形の教材性を探る—

高橋 文明, 森 裕

1 はじめに

地学は、身の回りの自然環境そのものを素材とするものであるから、できるだけ観察に基づいた学習の展開が望まれる。

ここでは、身近な素材の一例として、火砕流堆積物の作る地形、地質を取り上げた。五感を使って観察できることを基本にし、モデル実験や視聴覚教材などを使いながら、地域の生い立ちの一端を学習するための方法を検討したい。

北海道では、図1のような地域に火砕流で作られた台地状の地形が分布している。これを素材として利用できる中学校は約100校近く、高等学校は30校程度あるものと考えられる。

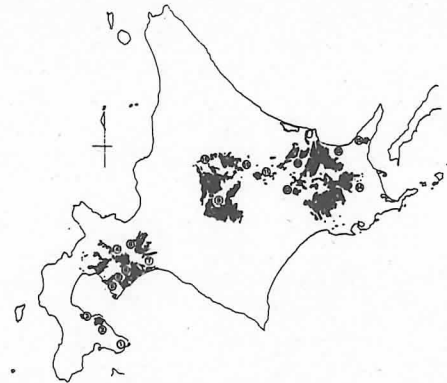


図1 火砕流堆積物の分布

2 景観の特徴を調べる

比較的新しい時代に形成された、火砕流堆積物による地形には共通の特徴がある。(図2, 図3, 図4) 地元の地形の特徴を観察させるとともに、他の同様な成因による地形の映像のいくつかを、それらの相違点を調べさせる。

また、台地の上の植物や、土地の利用状況も、景観としてとらえられる範囲で、素材として利

用する。

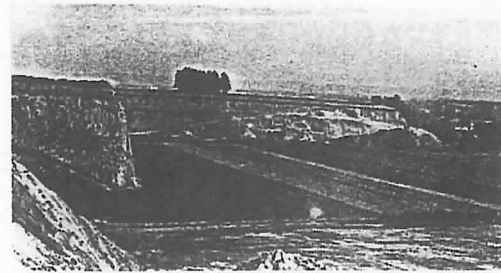


図2 恵庭市盤尻

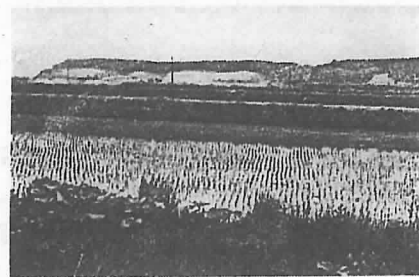


図3 上川郡上川町

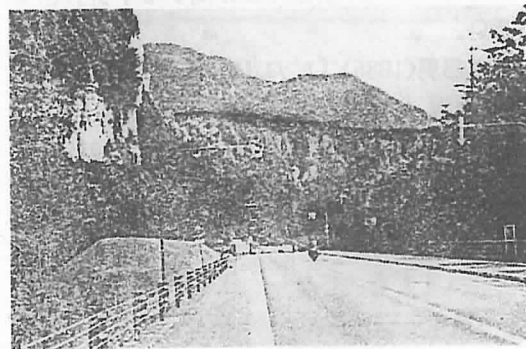


図4 上川町層雲峡

3 地形の特徴を地形図で読む

2万5千分の1の地形図により、火砕流堆積物でつくられた地形の特徴を調べる。例えば、

図5, 図6のように、等高線の幅の急激な変化、川による地形の侵食の状態に、多く特徴が現れる。

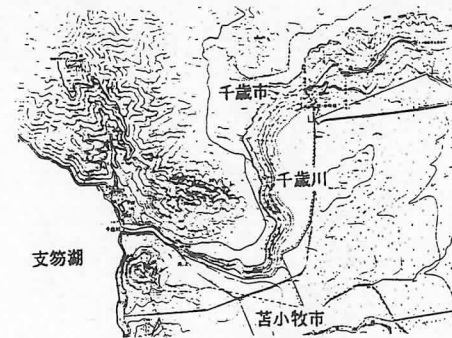


図5 支笏湖畔(1/2.5万)



図6 洞爺湖畔(1/2.5万)

4 堆積の状態を観察する

堆積物中に層理面がみられるかどうかは、堆積環境を考える上で重要な要素になる。

(1) 層理, 葉理がみられる

- ・ 主に水中で、砕せつ物が分級作用を受けながら堆積した。……湖沼、浅海の堆積物
- ・ 異なる質の砕せつ物が、何回か、間隔をおいて堆積した。……火山噴出物の堆積

(2) 層理, 葉理がみられない

- ・ 激しい動きのもとで堆積し、分級作用が働かなかった。……土砂崩れ、火砕流による堆積物
- ・ 非常に長い期間、同じ質の砕せつ物が堆積し続けた。……深海底などの堆積物

・ 火成岩の大岩体が風化した。

火砕流は、火山体の斜面を一気かけ降りるため、堆積物に葉理は形成されず、山体の一部などの角れきをランダムに含む。図7の千歳市美々の露頭では、上下に降下軽石堆積物層が見られ、火砕流堆積物部分との対比がはっきりである。



図7 千歳市美々

ある程度高温を保ったまま堆積した火砕流堆積物は、長い期間、高温状態に置かれることによって溶結し、図8のように、あたかも異なる堆積層に見えることがあるので注意を要する。

ハンマーで下から上へ順にたたいてみると、音が溶結の度合いに応じて変化する。しかし、砕せつ物そのものは溶結していても、していなくても同じであるところに注目する。

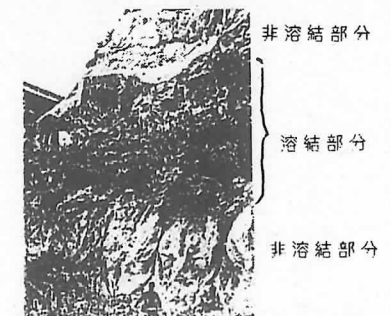


図8 恵庭市島松沢

5 堆積物を調べる

生徒に、足もとの堆積物が火山灰であることは伏せておく。

岩片や鉱物を観察するとともに、水の働きで作られた砕せつ物の粒と比較することによって、足もとの堆積物に特徴的なものが多数含まれることを確認する。

6 モデル実験による類推

特徴的な粒として、軽石、火山ガラスがしばしばみられる。

カルメ焼きを作って、軽石ができる過程を再現したり、バーナーで溶かしたガラスを急冷させたりして、図9のように、軽石や火山ガラスと同様のものが作れることを確かめ、足もとの土壌が火山活動に関係があることを類推する。

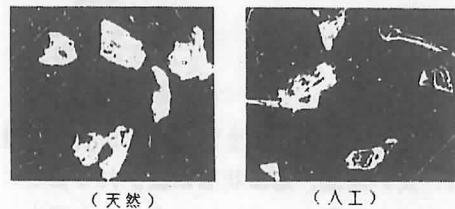


図9 天然と人工の火山ガラス

7 土地の利用状態を調べる

火砕流堆積物の色、密度や硬度などの性質とともに、このような土地の利用状況について調べる。火砕流堆積物を母材とする土壌は、黒ボク土となることが多く、北海道の場合は、ジャガイモ、トウモロコシ、小麦、牧草などの畑作地として利用されることが多い。

8 火砕流堆積物の利用状態を調べる

例えば、札幌市豊平区、千歳市、恵庭市のように、札幌近郊に分布する火砕流堆積物は、宅地造成、学校のグラウンドの整備などの土木工事に利用されたりして、産地から遠く離れた意外な場所で目に見ることがある。十分に溶結した部分は石材として切り出され、公共施設、倉庫、墓石、石像などに使われている。

(図10, 図11)

さらに、層雲峡(上川町)の柱状節理、美瑛町の畑地の景観は観光資源として利用されている。火砕流台地の近くにある学校は、このような火砕流およびそれによって作られる景観の利用の状況を調べさせるとよい。

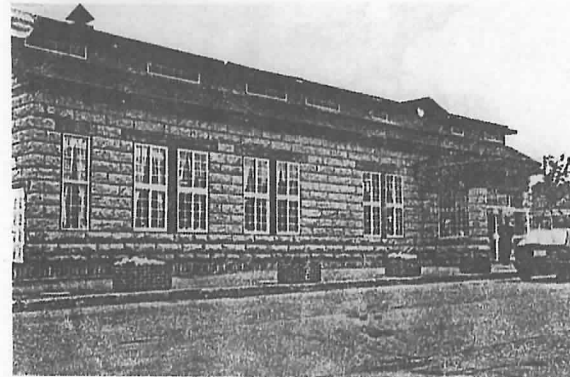


図10 上川郡美瑛町JR駅舎

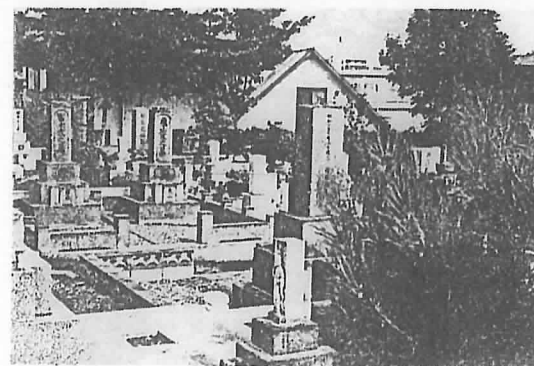


図11 札幌市西区浄国寺墓地

参考文献

- 1) 勝井義雄他(1979):北海道の火山灰火山灰命名委員会
- 2) 森 松治(1993):乙部町の地域素材の教材化北海道立理科教育センター長期研修集録

(たかはし ふみあき 地学研究室長)
(もり ひろし 同 研究員)

北海道立理科教育センター

河川堆積物の産状から何を読み取るか

—余市大川遺跡発掘区における観察例をもとにした検討—

松田 義章

では縄文晩期から近世・近代に至る約3000年間にわたる膨大な遺物が出土している。

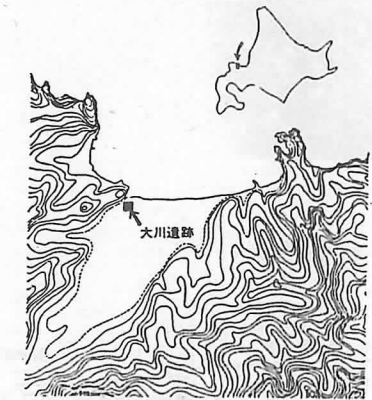


図1 位置及び周辺の地形

1 はじめに

堆積物は実に様々な過去の自然現象を記録しており、我々にその情報を語りかけている。

その中で、特に河川堆積物は現在行われている流水の営力とその産状とのかかわりをとらえやすい。そのため現在生起している事象をもとにその堆積物の堆積環境や形成過程を推定する地学の学習の素材として河川堆積物は好適なものである。また、北海道における学校の多くは河岸段丘や沖積平野など河川にかかわる土地に立地しており、校舎周辺の足元の土地のつくりを教材化する場合、河川堆積物は最も身近な地学教材のひとつであるといえる。

一方、最近の開発事業の活発化に伴って各地で遺跡の発掘がおこなわれている。それらの遺跡も河川沿いに分布することが多いが、これらの発掘作業は広い地域にわたって大規模に掘削することが多いため、その現場では河川堆積物の産状を現在の河川の川岸や河原から連続して観察することができる。

今回、北海道西部、余市大川遺跡発掘区において行った河川堆積物の産状の観察をケーススタディーとして、堆積物の産状からどのような情報を読み取ることができるかについて探ってみた。

2 観察地域の位置及び周辺の地形・地質

余市大川遺跡は北海道余市町の市街地中央、余市川の河口付近に位置している。本地域周辺の地形は緩傾斜の丘陵からなるが、海岸部においては一部、急峻な地形や段丘状の地形が認められたり小規模な砂丘が発達している。(図1)

本遺跡に接して流れる余市川は、余市岳に源を発し、赤井川のカルデラ状の地形の外縁部に沿って半円形にわん曲しながら北流し、日本海に注いでいる。大川遺跡はその余市川の形成した広大な氾濫原上に立地しており、そこにおい

3 露頭全体の観察—堆積構造の検討—

まず露頭全体を観察し、そのおおまかな堆積構造を検討し、その層序を決定した。堆積物の産状、特に堆積構造や組織は、その堆積物が運搬・堆積するまでの間に構成粒子に作用したエネルギーの積算を記録したものであるといえる。

すなわち、堆積構造の観察から、地層の上下関係、古流向、古斜面の方向、流れの状態、堆積営力や堆積環境等、実に多くの情報を読み取ることができる。

本地域における堆積物の産状とその堆積構造

を図2及び図3に示す。



図2 大川遺跡における河川堆積物の産状

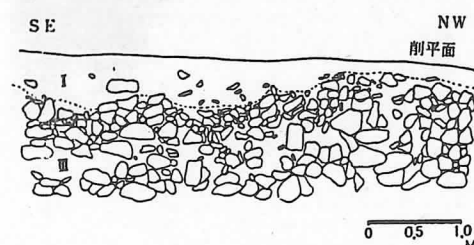


図3 河川堆積物の産状スケッチ

すなわち、本地域においては礫質堆積物が広く分布するが、この堆積物は連続して分布するというよりは不規則な形態で偏在する。

礫質堆積物と礫質堆積物との間隙は massive な砂質堆積物で充填されている。なお、礫が優勢に分布するところは微地形的にもやや標高が高く、段丘状ないし小丘状となっていることが多い。

(1) 堆積構造の特徴

- ・ 礫層の形状は層厚が膨縮しながら連続している部分と、レンズ状で両側に尖滅する部分や、くさび状に尖滅する部分が認められるなど堆積相の側方変化が著しい。(図4)



図4 河川堆積物中に認められる堆積構造

- ・ 堆積層中には斜交葉理が観察される。その形態は平板状ないし、くさび状であり、その境界面も平面的である。
- ・ 礫層の下部には、削り込んだと思われる不連続面がしばしば認められる。
- ・ 本堆積層は様々な粒径の礫を混在する不淘汰な礫層であるが、時にその中に構成粒子の大きさが上方へ細粒化していく級化構造や、その反対の逆級化構造が認められる。逆級化構造は堆積層の下部に認められることが多い。

(2) 堆積構造の成因

上記のような堆積構造が認められることから本地域の堆積環境は、流水の流れが速く、かつ、その水流の強さや方向が急激に変化するような場所であったことが推定される。

また、礫と礫との間の基質として細粒物質を全体的に含むことから、本堆積層は様々な粒径の粒子を懸濁状態で運搬する流れ、すなわち、懸濁流や洪水などによって形成されたものと思われる。

このように河川堆積物の堆積構造は変異に富み、その堆積相の垂直的、水平的変化が著しく、異なった堆積相のものが指交関係で接しているなど、同時異相的な産状が普遍的に認められる。

なお、本堆積相の変化の観察から、河川

堆積物においては、垂直に重なりあう堆積相は本来となりあって存在していた堆積環境が、時間的経過とともに横へ移動してきた結果形成されたものも存在するということがとらえることができる。すなわち、堆積相の境界面は時間面に斜交していることがある。

ちなみに、このことは本堆積層中において流路の側面の移動によって流れの方向に平行にできる斜交層理の存在や、削り込み跡の堆積の際に形成されたと思われる斜交層理が観察されることから推定することができる。

(3) 堆積層の基底面や境界面の意味するもの。

地層面は一般に堆積面であり、その地層が堆積する時の水底面であるとみなされる。しかし、それは同時に既に沈殿した堆積物を削り取って新たに碎屑物を沈殿させる侵食面でもあるという性質を持つ。さらに、それは堆積作用が連続していてもその堆積速度が変化することによってできた堆積速度の変化を表す面でもあり、堆積環境の変化を示す面でもある。

このように見ていくと、地層面という厚さのない面も堆積物の形成過程を編む場合、様々な情報を提供する。

(4) 堆積相の側方的変化の著しい堆積層の層序の組み立て

上記(1)～(3)の検討結果を総合的に踏まえて、本地域のおおまかな層序を組み立てると図5のようになる。

(5) 堆積時の水理条件の推定

野外で観察している堆積構造は、あるベッドフォームにおける任意の方向の断面である。

そこで、堆積構造からベッドフォームを復元できれば堆積時の水理条件を推定できる。

すなわち、堆積物に含まれている礫のおおまかな粒径や形状から、その運搬・堆積

過程の時間的・空間的な長さを推定したり、礫の配列方向からその礫の運搬方向(かつての水流の方向)等の情報を読み取ったり、その形成過程を組み立てることができる。

堆積物の観察に当たっては、このような露頭における肉眼レベルでの視覚でとらえた定性的な情報の読み取りや検討を大切にしたい。(cm)

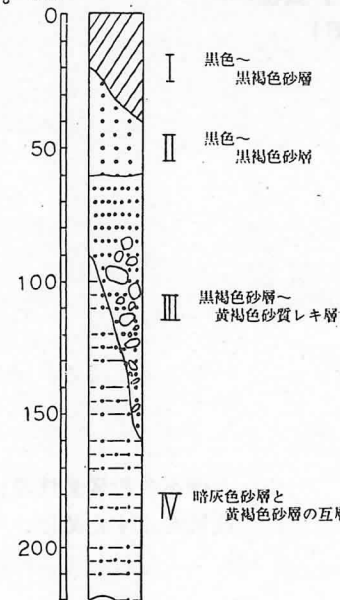


図5 大川遺跡発掘区における基本層序

4 堆積物の観察—堆積物構成粒子の検討—

堆積物の組織を構成する碎屑物の粒子の粒度、形状、配列様式などの特性は碎屑物の運搬・堆積までの営力等の諸条件を記録したものである。

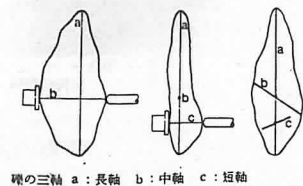
堆積物の検討に当たっては、まず堆積構造などマクロな情報を踏まえ、さらにこれを定量的ないし半定量的に扱うことにより、具体的な堆積環境や形成過程の復元を試みることができる。

今回、堆積物の構成粒子検討のため、現川岸よりやや離れた段丘状の平らな面上の地点(ポイント1)及び現川岸に近く、これに隣接する緩い斜面上の地点(ポイント2)の2つの地点を選定し、これらの地点において、それぞれ1m×1m×深度1mのグリッドを設定し、その

砕内の礫、各100個について検討を加えた。

(1) 礫の大きさの計測

ある露頭の中で礫は様々な形をしており、その大きさを測るにも、そのどこを測るとよいか問題となる。今回は礫を不規則な楕円体に見立てて、その中に互いに直角方向に伸びる3つの軸、すなわち、長軸a、中軸b、短軸cを仮定し、それぞれの軸の長さを、長径、中径、短径として計測した。(図6)



PETTIJOHN(1975)

図6 礫の3軸とその計測法

(2) 礫の粒度組成の検討

様々な粒径の礫を含む碎屑性堆積物の集合体としての性質を示すために、それぞれ個々の粒径をクラス分けして、その百分比によって表現することができる。

小論においては、上記(1)の方法によって計測した個々の礫の長径(a)、中径(b)、短径(c)を掛け合わせてから、その3乗根、すなわち、 $\sqrt[3]{abc}$ を求めたものをその粒径とし、さらに、それをファイスケール($\phi = -\log_2 d$ d:粒径[mm])を用いて表現した。なお、その分布特性を明らかにするために、 $\phi = 1$ の間隔でクラス分けし、それぞれの間隔ごとの個数%をヒストグラムで表した。(図7)

これによれば、いずれの地点のものも大礫に相当するものが多く、全体の80%以上を占める。特にその中でも $\phi = -8 \sim -7$ のものが多く、なお、ポイント1における礫の中央粒径は $\phi = -7.95$ であり、ポイント

2における礫の中央粒径は $\phi = -7.85$ であった。一方、ポイント2の礫の方が粒径分布域は広く、かつ、細粒ものが多いという傾向がうかがえる。ちなみに、この傾向特性は、肉眼観察によってもとらえることができるものである。

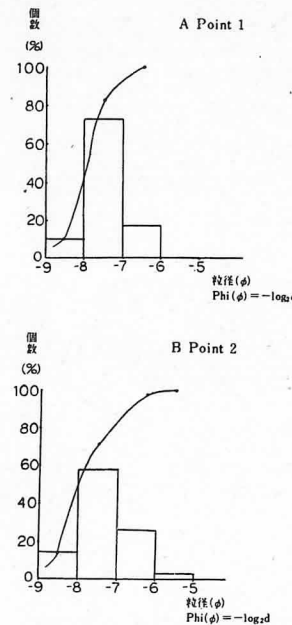


図7 礫の粒径分布

(3) 基質部の検討

本礫質堆積物の基質は、ほとんど砂粒によって構成されており、この砂粒の粒度組成は、礫部のデータと併せて、上流域における後背地の地質、源岩の性質、風化の程度、運搬や堆積の機構と堆積速度、さらに堆積環境等を反映している。特にその粒度分布は、その運搬の様式ならびに運搬の媒質のエネルギー条件を強く反映している。

今回、本礫質堆積物の基質を構成する砂粒についてふるい分け法で分析を行った。

その結果、いずれの地点のものもその粒径は $\phi = 1 \sim 2$ のものが多く、全体の70%以上を占めていた。また、その統計処理に

よって得られた中央粒径Md ϕ はポイント1が1.84であり、ポイント2が1.60であった。さらに淘汰度 ϕ はポイント1が0.30、ポイント2が0.35であった。

中央値Md ϕ - 淘汰度 ϕ の相関を検討すると、この砂はいずれも砂丘砂としての特性領域にプロットされる。

一方、その鉱物組成を検討すると、本基質としての砂粒の50%以上は岩石片からなり、石英の量比は20~37%と、さほど多くない。(図8)

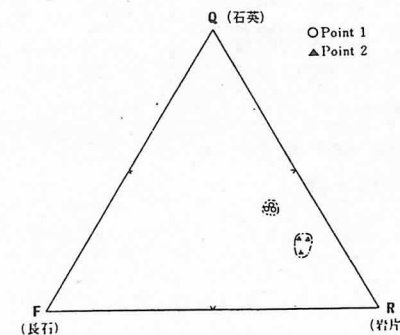


図8 基質部(砂粒)の鉱物組成

すなわち、砂粒鉱物組成の成熟化が進んでおらず、この砂粒の運搬-堆積過程は時間的にも空間的にも「短い」可能性がうかがえる。

(4) 粒子形態の検討

碎屑物を構成する粒子の形態は、供給源の岩石の種類や運搬-堆積過程で粒子が受けた削磨の大きさなどを反映している。この粒子形態を表現する尺度として、粒子形状、円磨度及び球形度などがある。

① 形状の検討 - 短径/長径(c/a)比の検討
本礫層を構成する礫の形状を観察すると円盤状ないし棒状のものが多く、

一方、上記(1)の方法による計測データ

をもとに長軸・中軸・短軸の長さの比を使って粒子の形状を表現することを試みた。すなわち、長径と短径の比c/a、中径と短径の比c/bをそれぞれ縦軸と横軸にとり、それぞれの2/3の値を境にして形状の領域を4つに区分し、その個数比を求めた。(図9)

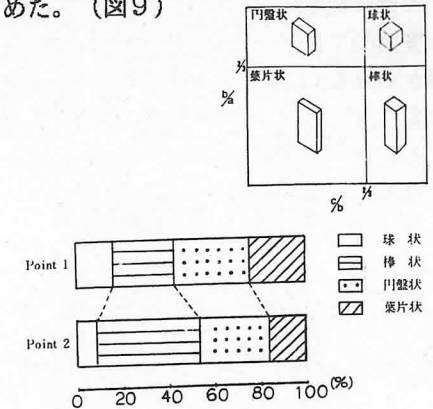


図9 礫の形状分類とその個数比

この結果、ポイント1の礫は円盤状のものが最も多く全体の33%を占めたのに対して、ポイント2の礫は棒状のものが最も多く全体の45%を占める。このように円盤状ないし棒状のものが多くということは、これらの礫の岩質(ほとんど流紋岩からなる)に由来しており、これはこの岩石が節理に沿って破断した特性に支配されているといえる。

なお、粒子の形状が異なるとその運搬様式も異なり、このことがさらに粒子の摩滅の進行速度に影響を与える。

今回の検討結果からも、川岸からやや離れた地点の堆積物に、より運搬されやすい偏平な円盤状の礫が多いという傾向が読み取れる。

② 円磨度の検討

礫などの碎屑物は運搬の過程で、粒子の角や稜を摩滅し円くなっていく。この度合いを円磨度というが、この粒子がど

れくらい角がとれて円いかについて検討した。

円磨度は、粒子を平面に投影し、それぞれの角に内接する円の半径の平均値を粒子の最大内接円の半径で割った値で示す。しかし、この方法は野外における個々の礫の観察・計測法としては煩雑であり実際的ではない。むしろ視覚的にその円さの程度を比較観察したほうが、より容易にその特性を把握できる。

そこで、今回はPETTIJOHN(1975)による円磨度を示すイメージ図と比較して視覚的に円磨度の判定を試みた。(図10)

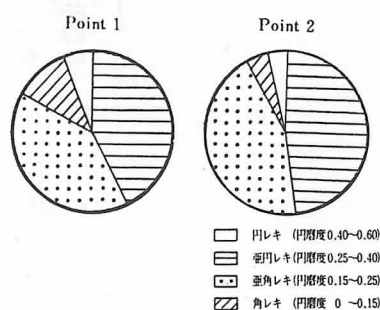


図10 礫の円磨度組成分布(個数%)

その結果、ポイント1及びポイント2のいずれの地点においても亜円礫(円磨度0.25-0.40)が最も多く、全体の42%~47%を占めていた。次いで亜角礫(円磨度0.15-0.25)も全体の41%~45%を占めていた。これに対して超円礫は認められることはなく、円礫の占める割合も少ないという特徴が明かになった。

なお、川岸から離れたポイント1において角礫の占める割合がやや多くなっている。

粒子の円磨度の違いは供給地からの距離、運搬様式、粒子の岩質、粒径等によって決まるが、今回の検討結果からすると、本堆積物は、形状分類のデータと同様に運搬-堆積過程が「短い」、すなわ

ち、近くから供給されたものであることを示している。

一方、余市川河口よりやや離れた海浜において、そこに観察される礫と余市川の礫との比較観察を行ったところ、河原の礫と比べて海浜の礫の方がより円磨度が高い。このことは海浜の礫がより長い時間にわたって円磨される作用を受けてきたことを示していると思われる。しかし、同時に粒子の摩滅が河川での運搬過程よりも海岸の波によって効率良く行われた結果でもあるとも解釈可能である。

なお、同じ環境の同じ種類の粒子でも粒度の違いで円磨度は異なっている。このことも円磨度を検討し、その運搬-堆積過程とのかかわりを検討する際には考慮する必要がある。

③ 球形度の検討

粒子がどれくらい球体に近いを示す指標が球形度である。これは、また碎屑物の粒子が運搬の過程で摩滅されて伸びや扁平さがなくなり、球形に近づいていく度合いを示している。

真の球形度は「粒子の表面積/粒子と同体積の球の表面積」で表される。

しかし、この方法で球形度を求めようとすると個々の礫についての体積測定を行わねばならず、野外での計測や処理は容易ではない。

今回の検討においては個々の礫の長径、中径、短径の計測データをもとに

$\sqrt[3]{\text{礫の中径} \times \text{短径} / (\text{長径})^2}$ を球形度として求めた。

上記方法によって求めた個々の礫の球形度分布をヒストグラム及び確率積算曲線で表した。(図11, 図12)

これによれば、ポイント1及びポイント2のいずれの地点においても、球形度0.4~0.5のものが多く、概して球形度の高いものは少ない。

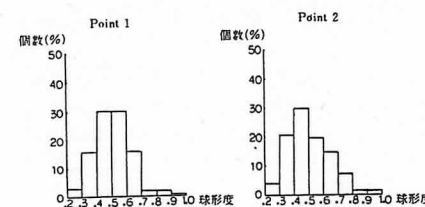


図11 礫の球形度分布(1)

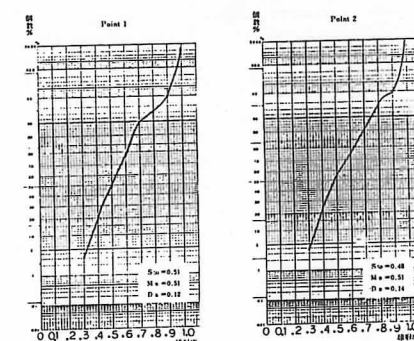


図12 礫の球形度分布(2)

なお、確率積算曲線によって求めたデータは次のとおりである。

ポイント1

- 中央球形度 $S_{50} = X_{50} = 0.51$
- 平均球形度 $M_s = 1/2(\phi_{84} + \phi_{16}) = 0.51$
- 球形度標準偏差 $D_s = 1/2(\phi_{84} - \phi_{16}) = 0.12$

ポイント2

- 中央球形度 $S_{50} = X_{50} = 0.48$
- 平均球形度 $M_s = 1/2(\phi_{84} + \phi_{16}) = 0.51$
- 球形度標準偏差 $D_s = 1/2(\phi_{84} - \phi_{16})$

=0.14

上記データのうち碎屑物の粒子の平均球形度は粒子の元の形状と平均流速や乱流の度合いによって運搬の方向に変化し、運搬距離が増すに従って増大するといわれている。

このことからすれば、ポイント1及びポイント2の礫の平均球形度は等しく、また、その岩質も同じであることから、これらの礫はほぼ同一の後背地から供給されたものである可能性を示している。以上の検討結果から本地点の礫の摩滅の程度は低く、本礫層中の礫は、かなり近い場所から供給され、その運搬-堆積過程が短い可能性が高い。

また、本礫層中の礫はほとんど流紋岩によって構成されている。しかも、この流紋岩の岩質は近隣の余市モイレ岬を構成する岩体のものとほぼ同様のものである。このことも構成礫が近くからもたらされた可能性を支持している。

このように、礫の形状、円磨度、球形度、礫種、さらに後背地の地質のデータを総合すると礫の形成過程の時間的・空間的変遷を明かにしていくことができる。

5 礫の並び方の観察-ファブリックの検討
本堆積層中の礫には、その長軸がある特定の方向に配列している構造(オリエンテーション)や、礫の最大投影面が層理面に斜交して重なるように配列する構造(インプリケーション)が認められる。これらの礫に認められる特徴的な空間配置(ファブリック)の検討は、礫の運搬-堆積過程に関与した流水の古流向や、その形成機構そのものを検討する上で有効なデータを提供する。

今回、余市川の河口付近の川岸において現在の河川の流水によって川原の礫のファブリックが形成される過程を観察するとともに、遺跡発掘区のポイント1及びポイント2において観察

されるファブリックについて検討した。なお、定量的な検討のために計測した数はポイント1において100個、ポイント2において80個である。

(1) 礫の長軸の伸びの方向の検討

礫の長軸の定向配列、すなわちオリエンテーションは流水の流れのタイプや状態を推定する情報を与えてくれる。

余市川の川岸における現河川堆積物の観察によれば、その配列について次のような傾向が定性的に読み取れる。

- ① 細長い棒状の粒子は、ある程度の強さをもつ一方向の流れ中では流れの方向に平行に長軸が並ぶことが多い。
- ② 流速が小さい時や、波などの振動する流れの中では、長軸の方向が流れに直交もしくはこれに近い角度をもって転がることが多い。

さらに詳しい観察によれば、次のような傾向も読み取ることができる。

すなわち、掃流状態で運搬され堆積した時には斜交葉理のフォセット面の傾斜方向に対して長軸を直交させる礫が多い。

これに対して浮遊状態で運搬されてきた礫は傾斜に対して長軸が平行になる礫が多い。

一方、遺跡発掘区のポイント1及びポイント2において、個々の礫の見かけの長軸の方位を計測し、その方位の頻度を 10° ごとのグループに分けてその頻度分布傾向をローズダイヤグラムで表した。(図13)

その結果、ポイント1においては $N10^\circ W$ の頻度が高く、ポイント2においては $N30^\circ W$ の頻度がやや高かった。先にふれた現在の河床堆積物において観察されたことを踏まえると、碎屑粒子は、その流れの中で、流れに平行または直交する断面が最小になるように運搬され停止するのが最も安定であるといえる。

このことからすれば、ポイント1における古流向は $N10^\circ W - S10^\circ E$ ないし、これに直交する角度の卓越した古流向が推定される。

一方、ポイント2においては、 $N30^\circ W - S30^\circ E$ ないし、これに直交する古流向が卓越していたものと推定される。

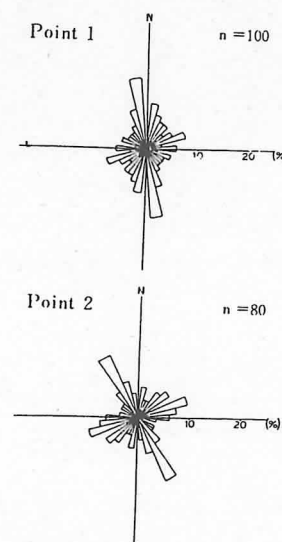


図13 礫の長軸の配列方向頻度

(2) 礫のインブリケーションの検討

現在の河川堆積物において礫が上流側に傾いて配列している構造、すなわちインブリケーションが認められるが、その形成過程を現在の河床で観察することによって次のような特性が明らかになった。

- ① 河床面に礫があると、その上流側が流れによって掘込まれてしまい、そこに礫がたまる。一つの礫がこのように傾くと次から次へと礫が寄りかかるように堆積してインブリケーションが形成される。
- ② 浮遊している粒子の場合は、流速の深度勾配に従って、ある角度で上流側に傾く。粒子どうしが長軸を含む面で衝突しあうが最も回転モーメントが小さく安定した状態なので、粒子が傾いた状態で

堆積し、インブリケーション構造をとる。

- ③ 上記①及び②のことからインブリケーション構造が認められる場合、その傾いた方向が流れの方向であると推定することができる。

また、海浜における礫の配列等の観察結果も併せて、詳しくインブリケーションの方向性について検討すると、インブリケーションには長軸が流れと平行になっているものの他、長軸が流れと直交するものも認められる。

河川堆積物の場合、粒子が転動運搬されるため、長軸は流れに直交し、中軸がインブリケーション構造をとる例がよく観察される。

さらに現在の河川堆積物および海浜堆積物について、流れに平行な鉛直断面での粒子配列を、営力とのかかわりで観察・検討すると、次のような特性がうかがわれる。

すなわち、河川など一方向流によって形成された堆積物の粒子配列は一方向に傾いているのに対して、海岸の堆積物など海水の波のような振動流によって形成された堆積物の粒子は2つの方向に傾いた配列が認められる。

このような粒子配列の二つのパターンは流速や粒径の相違にかかわらず認められることから、野外の堆積物において認められるインブリケーションのパターンから、その流水の営力を推定することに応用することができる。

なお、先に述べたように本遺跡発掘区の礫層においてもインブリケーション構造が認められる。

このような産状から、本堆積層が形成された当時、この地点は流水の営力が強く働き、かつ、流量が急激に変化するような堆積環境であったことが推定される。

次に、本遺跡発掘区におけるかつての余市川の流れの方向を定量的に明らかにする

ために、ポイント1及びポイント2においてインブリケーションを示す比較的偏平な形状を示す礫(円盤状及び葉片状の礫)について、その最大投影面(a-b面)の走向と傾斜を計測した。

なお、その計測データ(礫の最大投影面の極)をシュミットネットの下半球に投影して、その極の集中傾向から礫の堆積時の古流向について検討した。(図14)

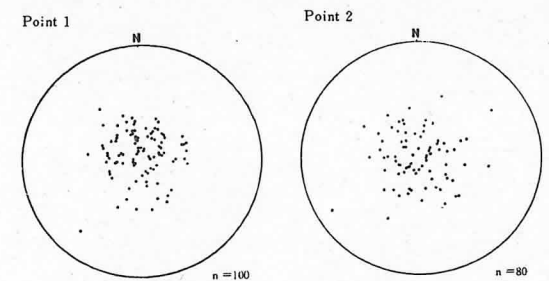


図14 礫のインブリケーション

すなわち、ポイント1における礫を運搬した古流向はSSEであり、ポイント2における古流向はNEであったことが推定される。

いずれにしても、その投影面の極の集中度は余り高くない。このことから、ここで推定した古流向はあくまで卓越流の方向一つの可能性を示すものと見るべきであろう。

なお、さほど離れていない2地点において一方は古流向は南寄りのものであり、他方の古流向は北寄りのものとなっている。両地点の礫が同時期の水流によって運搬・堆積したということは堆積物の産状から見ても判断することは難しいが、当時の余市川の流れは氾濫時に渦流をなしていた可能性を示す一つの事例と考えることもできる。

このように川の流れがよく渦流をなすことは現河川の氾濫時にしばしば観察される。

河川堆積物は、その形成過程について、このような現在観察される身近な事象に基づいて解釈できるところにその教材として

の有効性がある。

6 おわりに

堆積物には、その中に含まれている構成粒子の生成から、さらに現在、ここに運搬・堆積するまでの様々な出来事にまつわる情報が記録されている。そして、それを解説するためには、現在地球の表面で起こっている地質現象について、自らの観察や検討によって理解し、その過程で身につけた見方や考え方、調べ方を駆使して現在から過去の変遷過程を明らかにしていく。

小論では、遺跡発掘区において観察することができた河川堆積物を例として、その産状や組織、さらには構成粒子の検討を通じて、堆積物の何をどのように観察すれば、どのような地学的情報が得られるかについて一例を紹介した。

もとより、ある特定地域の観察例の紹介であって、データも少なく考察も十分であるとはいえない予察的な内容である。しかし、身近な土地も河川堆積物で構成されていることが多く、この意味で河川堆積物の検討は、堆積相とのかかわりで、その成因を読み取ることができる。

各学校の校舎周辺の土地に礫を見ついたり、小論で触れたような堆積構造のある露頭を発見したならば、今回検討したような見方や手法を取り入れ、さらに工夫を加えて、是非、その土地のダイナミックな生い立ちを組み立てて教材化していただきたい。

参 考 文 献

- 1) 北海道立理科教育センター(1992): 理科教育指導資料第24集
- 2) 菅野三郎・奥村清(1978): 地学の調べ方, コロナ社
- 3) 大丸裕武(1989): 忍路土場遺跡における氾濫原の形成過程, 小樽市忍路土場遺跡・忍路5遺跡, 北海道埋蔵文化財センター
- 4) PETTIGREW, F.J., (1975): SEDIMENTARY ROCKS 3rd ed., HARPER & ROW

- 5) 下野洋(1989): 写真でみる地学観察の手びき 東洋館出版社
- 6) WALKER, R.G., (1984): FACIES MODELS 2nd ed., GEOLOGICAL ASSOCIATION OF CANADA (まつだ よしあき 地学研究室研究員)

小学校理科における植物教材について

河 原 英 男

1 はじめに

理科教育における「自然に親しみ」とは、児童が具体的な事物現象に直接触れることによって、対象に注意を集中し、関心や興味をもつことを意味している。

したがって、理科の学習を展開するに当たっては対象である事物現象に関心や興味が高まっていくような工夫が必要である。

そのためには、児童のもつ経験や知識にゆさぶりをかけるもの、原因と結果の関係がはっきりしているものなどを実物で示し、児童の学習意欲を喚起させるような教材を用意することが求められる。

そこで、小学校理科における植物に関する学習で、教材として取り上げられると思われるものについて考察してみた。

2 各学年における植物教材

各学年における学習内容と教材として取り上げられると思われる主な植物は次のとおりである。

(1) 第3学年

「植物のつくりと育ち方」

ア 根、葉、茎のようす

ホウセンカ ヒマワリ
オシロイバナ マリーゴールド
アキタブキ セイヨウタンポポ
タマネギ アサガオなど

イ さし木、さし芽

ヤナギ類 サツマイモ
バラ ホウジュ
アジサイ オリヅルラン
ベゴニア ヨモギ
ハッカなど

ウ 根からの発芽

セイヨウタンポポ

セイヨウワサビなど

エ 葉からの発芽

コダカラベンケイソウ
セイロンベンケイソウなど

(2) 第4学年「植物のくらし」

ア 温度と植物の成長

アブラナ アサガオ
ヘチマ オジギソウ
キュウリ インゲンマメ
チューリップ オシロイバナ
カボチャ ヒマワリ
アジサイなど

イ 時刻や天候による植物の運動

アブラナ タンポポモドキ
メマツヨイグサ ハナビシソウ
セイヨウタンポポ アサガオ
チューリップ クズ
カタバミ オシロイバナなど

(3) 第5学年

「植物の成長」

ア 発芽、成長、開花、結実

アサガオ ホウセンカ
ヘチマ ヒョウタン
カボチャ トウモロコシ
アブラナ ゴウダソウ
ナズナ オシロイバナ
インゲンマメなど

イ 冬の植物のようす(冬芽)

モクレン キタコブシ
アジサイ エゾニワトコ
サクラ類 ホウノキ
オオカメノキなど

(冬芽の形やつくりに着しい特徴のあるものにとどめた。)

(4) 第6学年

「植物のつくりと働き」

- ア 葉、根、茎の水や養分のゆくえ
ジャガイモ ヒメジョオン
トウモロコシ ホウセンカ
インゲンマメ ヒマワリなど
- イ 蒸散、光合成
ジャガイモ プリムラ
アフリカホウセンカ
ニューギニアインパチェンス
オオカナダモなど

こうして見てくると、複数の学年で教材として取り上げられると思われる植物がいくつかある。例えば、ホウセンカ、アサガオ、アブラナ、オシロイバナ、チューリップ、アジサイ、ヘチマ、カボチャ、ヒマワリ、インゲンマメ、トウモロコシなどがそれである。

このことから、理科学習のために教材として植物を栽培するに当たっては、学年の枠を越えて栽培計画を立てたり、栽培園の確保をしなければならない。また、ここで取り上げた植物の他に、それぞれの地域に見られる身近な植物で教材性の高いものが教材として取り上げられるのはいうまでもない。さらに、北海道では越冬できないニューギニアインパチェンスやセイロンベンケイソウなどの植物については、簡易温室かそれに代わる方法で教材として確保しておくことも必要である。

3 植物簡易標本の例

このように多くの植物との出会いをとおして学習は展開されるが、植物を標本として保存したり、一定の期間、学習の記録として保存しておきたい時のために簡便な方法を試みた。

それは、粘着透明フィルムで覆うという方法である。このフィルムは、図書館用として様々な名称で市販されている。以下その作り方を紹介する。

- (1) 植物を古い電話帳などに挟んでプレスする。1時間ほどで形がきまるので、植物は生のままで標本にすることができる。
- (2) 粘着透明フィルムを適当な大きさに切っ

て、台紙からはがす。

- (3) フィルムの上に植物を並べて、すばやくピンセットなどで形を整える。植物によっては修正のきかないものもある。
- (4) 植物を並べたら、ケント紙や画用紙などを上からあてて押さえる。
- (5) (4) までの作業が終わったら、定規を当ててカッターなどで切る。

留意事項

- (1) 厚みのある植物や枝などは、気泡が入りやすいので片側を削り取るとよい。
- (2) 生の植物の場合は、3週間程で色があせてくる。
- (3) 乾燥させた植物でも同様の方法でつくることができる。
- (4) 標本の作り方としては、画用紙などの上に植物を糊付けした後、フィルムを張り付けるという方法もある。このとき、糊付けを省くと、フィルムに帯びた静電気のために、植物が持ち上がってしまう。

4 おわりに

植物は、小学生にとって身近な存在ではあるが、強い関心と興味を持続させて学習を展開するのは容易なことではない。しかも、すでに見てきたように、例えば「温度と植物の成長」の学習でもいくつかの植物が取り上げられるので地域の気象条件や連作障害などを考慮して栽培計画を立てなければならない。

また、ここに示した植物簡易標本の手法は、生活科における植物を素材とした造形遊びの作品の仕上げとしても使える。

参考文献

- 1) 文部省 (1989):「小学校学習指導要領」
- 2) 文部省 (1989):「小学校指導書 理科編」
- 3) 丸本喜一編 (1991):「教材研究の事典」初教出版株式会社

(かわはら ひでお 初等理科研究室長)

太陽の動きを観察する道具の工夫について

森 松治、高橋 文明
森 裕、松田 義章

はじめに

太陽の動きの観察は、ある程度の時間を必要とするために、授業の中で行うには相当な努力を要する。

そこで、太陽の動きを、できるだけ簡単に記録する用具として、日照計を製作し、それによって得られたいくつかのデータを比較することにより、どのような情報が得られるか検討した。さらに、季節による太陽の動きの変化を説明するための教具を工夫したので紹介する。

1 日照計の製作と観測

図1のように製作し、中にジアゾ感光紙を入れ、ふたを閉める。南、南東、南西の3方向に向けて設置し、得られたデータをつなぎ合わせる。

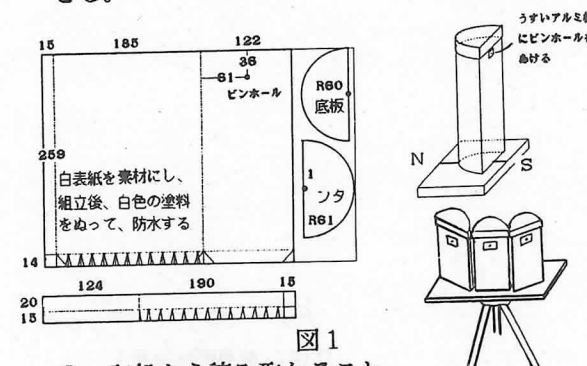


図1

2 記録から読み取れること

3枚の感光紙を、現像し、つなぎ合わせると、図2のような記録が得られる。

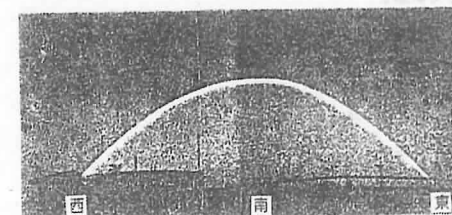


図2

背景と南中高度、日の出、日の入りの位置から日周運動の経路を読み取るとともに、南中時の、地面に対する入射角の季節変化を調べることができる。模式的に表すと図3のようになる。

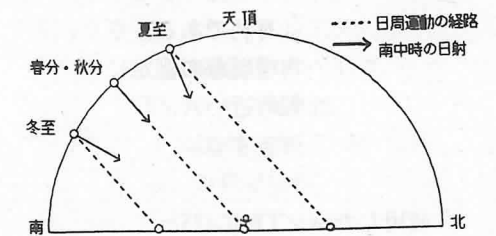


図3

3 太陽の位置と季節の変化を説明する教具

日周運動の経路、および太陽光の入射角の季節による変化を説明するために、図4のようにOHPで使える教具を考えた。A点を地域の緯度に固定し、B点を右手で押えながら、左手で、シートを回転させて使用する。

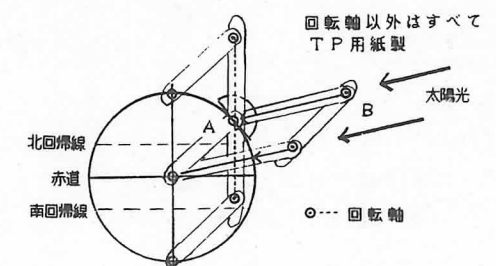


図4

(もり まつはる 長期研修員)
(たかはし ふみあき 地学研究室長)
(もり ひろし 同 研究員)
(まつだ よしあき 同 研究員)

LTC1098を用いた科学計測

中村 隆 信, 田 中 佳 典

1 はじめに

理科教育において、パソコンに接続して活用するA/Dコンバータは、消費電力が小さく作動電源をパソコン本体から供給できると便利である。また、プラスの電位だけでなくマイナスの電位も測定でき、各種センサから直接データが取り込めるよう、入力インピーダンスが大きいと化学計測には有利である。さらに変換速度が速いと瞬間の物理現象の測定に役立つ。このような条件に比較的近いA/Dコンバータの活用方法について報告する。

2 使用したA/Dコンバータ

リニアテクノロジーのLTC1098は消費電力が小さく、パソコン本体から作動電源を供給することが可能である。このA/Dコンバータは逐次変換方式で、サンプルアンドホールド内蔵の8ビットA/Dコンバータで、2チャンネルをソフトウェアで切り替えて使用することができる。また、DIFFモードでは、CH0とCH1の間の電位差をソフト上で極性を選択の上測定することができる。作動時の電流は80 μ A、非作動時にはCSをHにしておくと3 μ Aに低下する。電源は3~9Vの単一電源で作動し、最大クロックは500KHZで、このときの変換時間は16 μ Sである。入力インピーダンスが高く、各種センサを直接接続することが可能である。ICのトップビューは図1のとおりである。

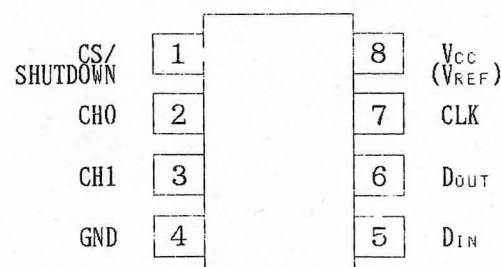


図1 LTC1098 TOP VIEW

3 パソコンへの接続

計測したデータはベーシックプログラムでパソコンのプリンタ端子から読み取った。A/Dコンバータとプリンタ端子との接続は図2のとおりである。パソコンはNECのPC9801DXを使用した。プリンタ端子には8ビットの送信データ用の出力ピン(2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)の他、データをプリンタが引き取るための同期信号用出力ピン(1)がある。また、プリンタがデータ受信不可能(BUSY中)であることを示す入力ピン(11)があり、これらの端子を利用してA/Dコンバータからデータを受け取ることができる。

プリンタ端子	LTC1098
1	7 (CLK)
2	5 (D _{IN})
3	1 (CS)
6	8 (V _{CC})
11	6 (D _{OUT})
19	4 (GRD)

図2 プリンタ端子とA/Dコンバータの接続

なお、V_{CC}とGRDの間に4.7 μ Fのコンデンサ一を接続した。

4 LTC1098のタイミング

LTC1098はチップセレクト(CS)をアクティブ(LOW)にした後、最初のWAKEUP(SGL, CH0, CH1, DIFF, +, -の選択を含む。)に続いてクロックに従い8ビットのデータが順次送出される。

5 測定プログラム

測定プログラムはベーシックで作成した。プログラム命令と入出力ピンの関係は次のとおりである。

OUT &H46, &HE 1ピンがL

OUT &H46, &HF 1ピンがH
OUT &H40, &H1 2ピンがH
OUT &H40, &H2 3ピンがH
OUT &H40, &H0 2~9ピンがL
INP (&H42) 11ピンからDATAを入力
なお、1ピンは通常Hになっており、プログラムの終了時には、次のプリンタ使用のため、OUT &H46, &HFにして、1ピンをHにしておかなければならない。

2CH計測のためのプログラムは図4のとおりである。

```

100 ' SAVE "1098",A
110 VCC=4.9
120 STOP ON: ON STOP GOSUB *END.
130 CONSOLE 0,25,0,1 :SCREEN 3,0
140 CLS 3
150 OUT &H46,14
160 OUT &H40,242
170 GOSUB *CH0
180 GOSUB *CH1
190 GOTO 310
200 *CH0
210 AL=11
220 GOSUB *ADIN
230 GOSUB *DISP
240 RETURN
250 *CH1
260 AL=15
270 GOSUB *ADIN
280 GOSUB *DISP
290 RETURN
300 *ADIN
310 AH=AL
320 DX=0
330 FOR I=0 TO 3
340 GOSUB *BTWT
350 NEXT I
360 FOR I=0 TO 7
370 GOSUB *BTRD
380 NEXT I
390 OUT &H40,242
400 RETURN
410 *BTWT
420 AL=(AH AND 1)+240
430 AH=INT(AH/2)
440 OUT &H40,AL
450 GOSUB *CLK
460 RETURN
470 *BTRD
480 GOSUB *CLK

```

```

490 AL=INP(&H42)
500 AL=((NOT AL) AND 4)/4
510 DX=DX*2+AL
520 RETURN
530 *CLK
540 OUT &H46,15
550 OUT &H46,14
560 RETURN
570 *DISP
580 PRINT"DX=";DX
590 RETURN
600 *END.
610 OUT &H40,0
620 OUT &H46,15
630 CLOSE
640 END

```

図4 2CH測定プログラム

差動でマイナスやプラスの電位差を測定するためには、プログラムは次のようにするとよい。このプログラムでは、中和反応時におけるpH変化を直接電極から取り出すことができる。

図4のプログラムのうちCH0, CH1を選択し、実行するサブルーチン*CH0と*CH1を次のサブルーチンに書き換える。

```

200 *DIFF.P
210 AL=9
220 GOSUB *ADIN
230 IF DX<2 THEN GOSUB *DIFF.M
240 DX=-DX
250 RETURN
260 *DIFF.M
270 AL=13
280 GOSUB *ADIN
290 DX=-DX
300 RETURN

```

6 おわりに

LTC1098ではV_{CC}がV_{REF}を兼ねているので測定範囲が0~V_{CC}(3V~9V)になる。安定な基準電圧を得るためには、電源に電池を使用するなど、様々な活用方法が考えられる。価格は1300円前後で手ごろな価格である。サンプルアンドホールドが内蔵されているため、高速の変化にも対応できる可能性がある。

(なかむら たかのぶ 化学研究室研究員)
(たなか よしのり 長期研修員)

LTC1091を用いた科学計測

中村 隆 信, 田 中 佳 典

1 はじめに

理科教育において使用されるA/Dコンバータは精度が良く、消費電力が少ないものが望まれる。また変換速度が速ければ物理領域における活用も期待できる。

今回、10bitの変換精度を持ち使用法の簡易なA/Dコンバータを入手したので、その活用方法を報告する。

2 使用するA/Dコンバータ

リニアテクノロジー社のLTC1091は、データ通信方法がシリアルであり、逐次変換型のA/Dコンバータである。LTC1098との違いは変換精度が8bitに対し10bitであり、非選択時の消費電流が3μAに対し

1.5mAである。また最低動作電圧が1098が3Vに対し1091は4Vである。その他の仕様についてはほとんど変わらない。ただし、LTC1098が有するシャットダウン機能がなく、選択時、非選択時における消費電流の違いは実測で0.1mAである。ピンの配置を図1に示す。

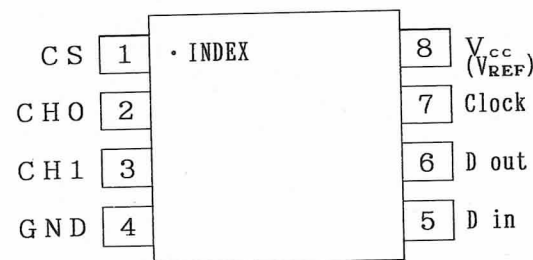


図1 LTC1091ピン配置図(上面図)

3 パソコンとの接続

パソコンとの接続もLTC1098とまったく同様である。

しかし、使用したプリンタ端子はデジタル出力であり、かなりの雑音を含むため測定されたデータに誤差を含む可能性がある。そこで雑音除去用のフィルタを構成し、安定した電源の供給に努めた。接続回路を図2に示す。

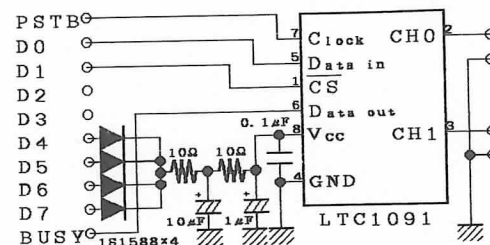


図2 パソコンとLTC1091の接続

4 LTC1091のタイムチャート

データの出力が10bitであること以外は、LTC1098と同じである。

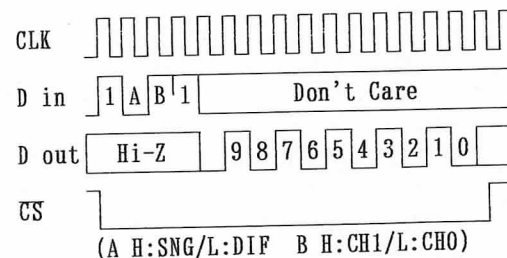


図3 LTC1091 A/D変換タイムチャート

5 測定プログラム

測定データが10bitであること以外はLTC1098と同じである。

```
100 'SAVE "LTC1091",A
110 GOTO *MAIN
120 *CKOT:'Clock out subroutine
130 OUT PC,15:OUT PC,14:RETURN
140 *BTWT:'1bit Write to ADC
150 AL=AH AND 1:AH=INT(AH/2)
160 OUT PA,AL+ADCS:GOSUB *CKOT:RETURN
170 *BTRD:'1bit Read from ADC
180 GOSUB *CKOT:AL=(INP(PB) AND 4)/4
190 DX=DX*2+(1-AL):RETURN
200 *ADIN:'1Word Read subroutine
210 DX=0:AH=CD:OUT PA,ADCS
220 FOR I=0 TO 3:GOSUB *BTWT:NEXT I
230 FOR I=0 TO 9:GOSUB *BTRD:NEXT I
240 OUT PA,ADON:RETURN
250 *MAIN
260 PA=&H40:'Printer port data
270 PB=&H42:'Printer port status
280 PC=&H46:'Printer port control
290 ADOF=&H0:'ADC power off data
300 ADON=&HFO:'ADC power on data
310 ADCS=&HF2:'ADC's CS is active
320 OUT PA,ADON:OUT PC,14
330 CD=11:'Single input from CH0
340 'CD=15:'Single input from CH1
350 'CD= 9:'Differential input as CH0's +
360 'CD=13:'Differential input as CH1's +
370 GOSUB *ADIN
380 PRINT "input Data =":DX
390 OUT PC,15:OUT PA,ADOF
400 END
```

図4 LTC1091測定プログラム

6 計測事例

SEIKO社のIC温度センサーS8100を用いて気温の測定を行った結果を図5に示す。この測定は、3秒間連続して測定した結果の平均を記録しながら3万点の計測を行った。さらに記録された結果を200点(10分間)ごとに平均化し、その結果を表計算プログラムを用いてグラフに表したものである。

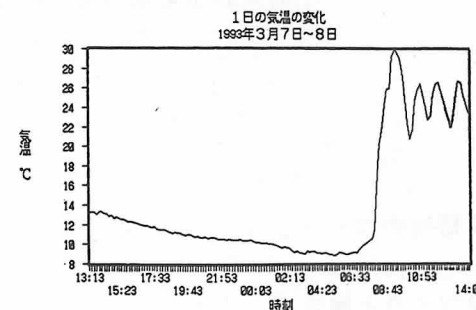


図5 気温の測定結果

S8100は、 $-8\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ の温度係数を持つが、出力抵抗が高く電圧変動が少ないために、通常OPアンプなどの増幅回路が使用される。LTC1091の分解能は約4mVであり、入力抵抗が高いために直接接続して計測した。温度センサーの接続を図6に示す。

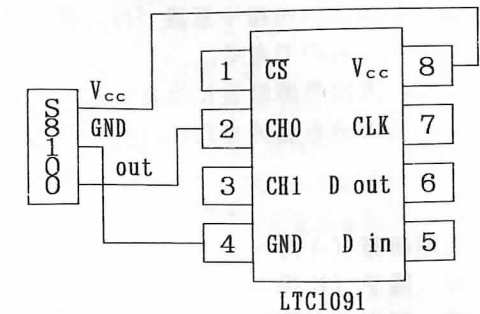


図6 温度センサーの接続

7 おわりに

LTC1091は価格が2300円前後と比較的安価であり、10bitの変換精度を持つため8bitでは分解能が低いため使用できなかった用途にも使える可能性がある。また、より高精度な測定も行うことができ、様々な活用方法が考えられる。プログラムを工夫することにより差動入力を利用して正負の入力を高速に変換することもでき、これは交流波形の計測に応用できることを示している。

これらのことから、前置増幅器が必要でも簡略化して計測を行える可能性がある。

(なかむら たかのぶ 化学研究室研究員)

(たなか よしのり 長期研修員)

平成3年度 長期研修の概要

平成3年度に当理科教育センターが行った長期研修講座は、下記のとおり「前期」、「後期」、「1年」の3区分である。現在まで、延べ408名がこれらの研修講座を受講しており、その成果は報告書にまとめられて当理科教育センターに保存されている。これらの報告書は、研究の方法や結果の考察だけではなく、学習指導要領及び教科書の比較検討に基づく課題設定の過程や意義づけ、授業場面における研究成果の具体的活用例など多岐にわたる膨大なものである。

ここでは、直接指導助言に当たった研究室が研修員と協議の上、最も教育現場での活用が期待される部分を要約または抜粋して紹介する。

平成3年度 長期研修員及び研修テーマ

◎前期長期研修（4月～9月）

山谷 陽子（札幌市立二条小学校）
三浦 哲也（上磯町立石別小学校）
子吉 裕二（小樽市立桜小学校）
工藤良友規（月形町立札比内小学校）
吉岡 晃（北見市立緑小学校）
上坂 剛士（釧路市立湖畔小学校）

研修テーマ

- A区分 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として—
- B区分 「電流の発熱を調べる実験」の検討
- B区分 「金属の加熱と変化」についての検討
- C区分 水の自然界での様子

◎後期長期研修（10月～3月）

矢野光宇（旭川市立愛宕中学校）

研修テーマ 「熱と温度」に関する教材の検討

平沢雄二（函館市立深堀中学校）

研修テーマ 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方法の検討

渡辺真樹（石狩町立花川北中学校）

研修テーマ 冬の落葉広葉樹の教材化

◎1年長期研修（4月～3月）

小川 勉（芦別市立黄金小学校）

研修テーマ 「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

「小学校理科における人の体のつくりと働き」を調べる教材化の検討

「電流の発熱を調べる実験」の検討

長期研修員 山谷 陽子，吉岡 晃 他4名

1 はじめに

小学校学習指導要領B区分「物質とエネルギー」では、児童の主体的な問題解決活動を生かした学習を展開するうえで、身の回りに関係の深い自然の事象や日常生活で用いられる素材などが重視されることになり、第6学年の「電流の働き」の中に、学習内容として、電熱線に電流を流すと発熱し、電流の強さによって発熱の仕方が違うことが新しく付加された。

そこで、「電流の働き」の学習を進めるうえで、教材化の視点から発熱がとらえやすい身近な金属線発熱素材やニクロム線がどのような点で優れているかを調べ、さらに、ニクロム線の発熱の仕方や、ニクロム線の発熱が電流の強さによって変わることをとらえる実験方法を検討した。

ここでは、紙面の都合上「水温測定による金属線発熱素材の検討」についてのみ記述する。

2 実験 水温測定による金属線発熱素材の検討準備

ニクロム線(600W, 400W, 200W, 各25cm), 軟鉄線(φ 0.5mm, 25cm), ピアノ線(φ 0.5mm, 25cm), エナメル線(φ 0.3mm, φ 0.5mm, 各25cm), 電源装置, 乾電池(単一 2個), 直流電流計, 直流電圧計, アルコール温度計(-5℃～105℃), ビーカー(100cm³ 1個), スチロール樹脂カップ(280cm³ 1個), スタンド, リード線, エナメル線(φ 0.8mm, 20cm 1本), ビニール被覆導線(30芯平行型, 25cm 1本), アルミニウム管, セロテープ

方法

- (1) 各種金属線25cmの両端を2cmほど残し、φ 6.5mmのドライバーに20～21回巻き付けコイル状にする。その両端をビニール被覆導線につなぎ、アルミニウム管で結線部分を

固定して発熱体をつくる。

- (2) 発熱体にアルコール温度計をセロテープで取り付け、スタンドからつり下げ、図1のような装置を組み立てる。
- (3) 容器はビーカー(100cm³)とスチロール樹脂カップ(280cm³)を使用し、くみ置きの水を100cm³入れ、始めの水温を測定する。
- (4) 電源装置で3Vの電圧を加え、10分後の温度を測定する。
- (5) (4)の実験を5回繰り返し平均をとる。
- (6) 電流と、抵抗の両端の電圧を回路電圧として測定し記録する。
- (7) 乾電池2個を直列につないで起電力を3V程にして同様に実験する。
- (8) 各種金属線の発熱による水温の上昇を比べる。

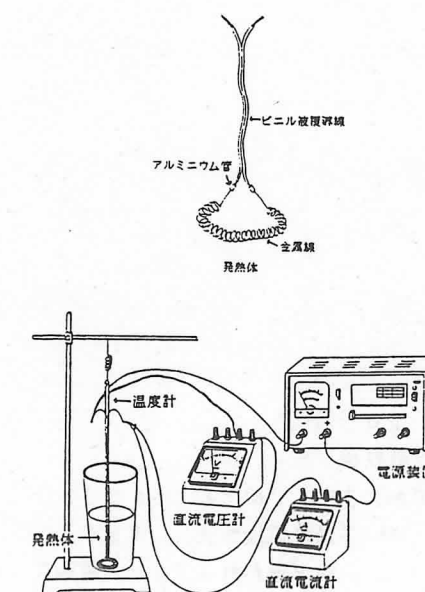


図1 水温測定実験装置

電源	容器	発熱素材	水温上昇℃	電流A	回路電圧V	抵抗Ω	電力W	発熱量cal
電源装置	ビーカー	ニクロム線600W	14.6	3.14	2.46	0.81	7.48	1460
		ニクロム線400W	5.3	1.23	2.88	2.34	3.54	530
		ニクロム線200W	3.7	0.66	2.79	4.23	1.84	370
		軟鉄線	25.7	測定不能	1.90	—	—	2570
		ピアノ線	18.0	4.83	2.18	0.45	10.5	1800
	スチロール樹脂	ニクロム線600W	14.3	3.04	2.50	0.82	7.60	1430
		ニクロム線400W	5.0	1.25	2.86	2.29	3.58	500
		ニクロム線200W	2.8	0.65	2.70	4.15	1.76	280
		軟鉄線	24.2	測定不能	1.76	—	—	2420
		ピアノ線	20.0	4.86	1.99	0.41	9.67	2000
乾電池	ビーカー	ニクロム線600W	2.8	1.60	1.36	0.85	2.18	280
		ニクロム線400W	1.1	0.73	1.88	2.58	1.37	110
		ニクロム線200W	1.4	0.48	2.08	4.33	1.00	140
		軟鉄線	1.6	2.90	0.53	0.18	1.54	160
		ピアノ線	2.0	2.08	0.82	0.39	1.71	200
	スチロール樹脂	ニクロム線600W	3.0	1.70	1.41	0.83	2.40	300
		ニクロム線400W	1.3	0.79	1.90	2.41	1.50	130
		ニクロム線200W	1.4	0.46	2.02	4.39	0.93	140
		軟鉄線	1.5	2.59	0.46	0.18	1.19	150
		ピアノ線	1.4	1.88	0.73	0.39	1.37	140

表1 金属線の発熱による水温上昇

留意事項

- (1) エナメル線は抵抗が小さいため3Vの電圧を加えると、電流が大量(10A以上)に流れ、この実験装置では実験できない。
- (2) 乾電池では、乾電池自体やリード線が発熱したり、電流が大量に流れたりして測定できない。また、水温の上昇は見られない。考察(電源装置の場合)
- (1) 10分間に水温上昇が最も大きかったのは軟鉄線である。次いでピアノ線の温度上昇が大きい。2線とも抵抗が小さいため、回路に多量に電流が流れ、児童が実験するのは危険と思われる。また、電源装置が熱を持ったり、リード線が熱くなったりする。これらのことから、温度の上昇は大きい、水温上昇で発熱を調べる発熱素材としては適当ではないと考えられる。

- (2) ニクロム線600Wは温度上昇が15℃程と適当なので、発熱素材として適していると考えられる。
(乾電池2個を直列につないだ場合)
- (1) 電源装置で水温上昇が大きかった軟鉄線やピアノ線でも、それほど温度の上昇は大きくない。また、乾電池自体やリード線からも発熱している。さらに、このときの乾電池の消耗の様子を確かめる実験を別に実施した。その結果によると、はじめの10分で電流の減少や電圧の降下が他の金属線より大きいことから、乾電池の消耗が大きいと考えられる。
- (2) ニクロム線600Wが金属線のなかで水温上昇が大きく、乾電池が発熱することがないので発熱素材として適していると考えられる。(文責 物理研究室)

「金属の加熱と変化」についての検討 ～金属の加熱前後の変化の違いをとらえる方法の検討～

長期研修員 吉岡 晃、工藤 良友規 他4名

1 はじめに

新学習指導要領第6学年B区分「物質とエネルギー」の(2)「燃焼と空気」では、「金属を空气中で加熱すると、その性質が変わるものがあること」が、新たに加わった。

児童は、金属の特性を利用した合金、表面の保護、空気(酸素)・熱との関連など物質としての金属のとらえかたは十分でないと言える。

金属も植物体の燃焼と同様、加熱前後で変化。その変化は、空気と関係している。このことに気付かせることは、児童の物質に対する興味・関心を深め、身近なものに対する科学的な見方や考え方をより育て、探究する態度を喚起すると考えられる。

研修課題は、次の4点に絞った。

- (1) 身の回りにある金属の加熱による変化についての検討。
- (2) 空気を遮断して金属を加熱しその変化を観察する方法の検討。
- (3) 植物体の燃焼と同時に金属の加熱による変化をとらえる実験の検討。
- (4) 金属の加熱前後の変化の違いをとらえる方法の検討。

ここでは、紙面の都合上「金属の加熱前後の変化の違いをとらえる方法の検討」について記述する。

2 実験 金属板を用いた加熱前後の変化の違いをとらえる方法の検討

準備

鉄板(100×100×0.49mm)、銅板(100×100×0.29mm)、アルミニウム板(100×100×0.30mm)、豆電球(2.5V、0.5A)、圧電ブザー(1.5V)、乾電池(1.5V)、乾電池ホルダー、

アルコールランプ、工夫した接点(図1)、リード線、直流電流計、スタンド

方法

- (1) 鉄板、銅板、アルミニウム板を別々のスタンドに固定し、板の隅をアルコールランプで10分間加熱する。
- (2) 放冷後、加热点から1cm刻みに10cmまで印を付ける。
- (3) 金属板、豆電球(または圧電ブザー)、乾電池、電流計、リード線、工夫した接点で図2のように回路を作り、加热点を起点として、1cmおきに電流値を測定する。また、点灯や発信音の様子も観察する。

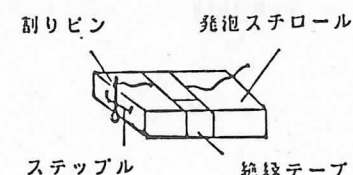


図1 工夫した接点の装置

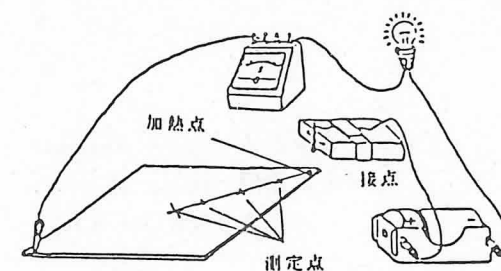


図2 回路図

結果と考察

(1) 工夫した接点装置を用いて測定した電流値は次の表1～6のとおりである。

表 1 豆電球・鉄板

加熱点からの距離 (cm)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
電 流 値 (mA)	326.6	319.8	310.0	312.0	287.5	294.0	281.0	285.8	0	0	0

表 2 豆電球・銅板

加熱点からの距離 (cm)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
電 流 値 (mA)	330.0	340.0	307.0	332.6	338.4	126.0	0	0	0	0	0

表 3 豆電球・アルミニウム板

加熱点からの距離 (cm)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
電 流 値 (mA)	342.0	340.0	340.0	350.0	340.0	340.0	322.5	320.0	336.0	335.0	330.5

表 4 圧電プザー・鉄板

加熱点からの距離 (cm)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
電 流 値 (mA)	9.8	8.8	8.6	8.7	7.7	7.8	3.3	1.8	0.13	0.06	0

表 5 圧電プザー・銅板

加熱点からの距離 (cm)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
電 流 値 (mA)	10.0	9.5	9.5	0.2	0.2	0	0.05	0	0	0	0

表 6 圧電プザー・アルミニウム板

加熱点からの距離 (cm)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
電 流 値 (mA)	11.0	11.0	10.0	11.0	9.0	11.0	9.9	11.0	8.0	9.0	10.0

(2) 金属板の加熱点からの距離と表面の変化の様子は、表7のとおりである。

表 7 金属板の表面の変化の様子

加熱点からの距離 (cm)	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
鉄 板	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	淡褐色	紫	青	青褐色	黒	黒
銅 板	黄褐色	黄褐色	黄褐色	黄褐色	黄褐色	黄褐色	黒褐色	黒	黒	黒	黒
アルミニウム板	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし

(3) 豆電球、圧電プザーの点灯及び発信音開始電流値は、豆電球190mA、圧電プザー4.2mAであった。

(4) アルコールランプによる10分間加熱で鉄板、銅板に酸化膜ができ、変化がとらえることができる。また、鉄板、銅板は加熱点からの距離で電流値の差がでた。アルミニウム板については、どの点でもあまり変化がみられなかった。

留意事項

銅板は、酸化膜がはがれ易いので、加熱点から等距離にある酸化膜のところで測定するとよい。
(文責 化学研究室)

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として——

長期研修員 三 浦 哲 也、子 吉 裕 二 他4名

1 はじめに

学習指導要領の改訂にともない、A区分「生物とその環境」の植物に関する内容には、第3学年で「種子のほかに根や茎などから育つものがあること」と第4学年で「植物の運動や成長は、天気や時刻などにより違いがあること」という内容が加わった。

この新しい内容をどのような教材で展開したらよいかについて、明らかにしたいというのが本研修のねらいである。

そこでこの研修では次のような理由から、セイヨウタンポポを中心素材として取り上げた。

- (1) 児童にとって極めて身近な植物であること。
- (2) 生活科の学習の中でも、タンポポは素材となることが予想され、先行経験となっていること。
- (3) 成長が早く、多数の花を咲かせるために、長期にわたって花を観察できること。
- (4) 開花期が少なくとも年に2度あること。
- (5) 種子からでも根からでも、容易に育てられること。

2 研修内容

研修課題Ⅰ 種子の発芽の検討

実験1 種子の発芽と温度、日光の関係を調べる。

ねらい

セイヨウタンポポとエゾタンポポの種子の発芽と温度、日光の関係を調べる。

実験2 種子の休眠期間と発芽の関係を調べる。

ねらい

セイヨウタンポポとエゾタンポポの種子を低温で休眠させ、その後の発芽の関係を

調べる。

実験3 種子の発芽と日光との関係を調べる。
ねらい

セイヨウタンポポとエゾタンポポの発芽に日光の量が関係しているかを調べる。

研修課題Ⅱ 植物の運動と天気、時刻、気温についての検討

実験1 セイヨウタンポポの1日の開花度を調べる。

ねらい

観察当日に初めて開花した花のセイヨウタンポポがどのような開花運動をするか、開花度基準に従って調べる。

実験2 セイヨウタンポポが何日間、開閉運動をするか調べる。

ねらい

セイヨウタンポポの開閉運動は何日間かを探るとともに、観察当日初めて開花した花、初日咲きに続き2日目も開花した花、観察初日から3日目の花は、それぞれ開花度の変化に規則性があるかを調べる。

比較実験 タンポポモドキが何日間開閉運動をするか調べる。

ねらい

タンポポモドキの開閉運動は何日間かを探るとともに、初日咲き、2日咲き、3日咲きの開花度の規則性を調べる。更にこの点を、セイヨウタンポポと比較してみる。

研修課題Ⅲ 根や茎などから新しい芽が育つことの検討

実験1 根を完全な形で掘りおこし、そのつくりを観察する。

ねらい

セイヨウタンポポの根を掘りおこし、根の長さや太さなどを観察する。

実験2 セイヨウタンポポの根からの発芽と温度、日光の関係を調べる。

ねらい

根からの発芽と温度、日光がどのように関係しているかを調べる。

◎実験1 種子の発芽と温度、日光の関係を調べる。

準備

6月に採集したセイヨウタンポポとエゾタンポポの種子、ペトリ皿、脱脂綿、ピンセット、定温器、箱

方法

- (1) ペトリ皿に脱脂綿を敷き、水が浸るくらい入れる。
- (2) ピンセットで、それぞれの種子を50個ずつのせる。

表1 セイヨウタンポポの発芽率(6月)
(種子数-50個、単位は%)

条件\日数	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日
5℃(暗)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10℃(暗)	0	0	0	0	0	8	8	14	18	42
15℃(暗)	0	0	0	20	36	60	70	84	84	84
20℃(暗)	0	0	22	34	82	88	92	98	100	100
30℃(暗)	0	0	0	0	0	0	4	6	8	10
15℃(明)	0	0	0	0	0	2	4	34	50	68
20℃(明)	0	4	30	50	68	86	88	94	98	100
30℃(明)	0	0	18	36	48	54	66	68	74	78

表2 エゾタンポポの発芽率(6月)
(種子数-50個、単位は%)

条件\日数	1日	2日	3日	4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日
5℃(暗)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10℃(暗)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15℃(暗)	0	0	0	0	46	72	76	92	92	92
20℃(暗)	0	0	0	0	0	0	2	8	12	14
30℃(暗)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15℃(明)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	12
20℃(明)	0	0	0	0	2	6	10	14	34	56
30℃(明)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2

(文責 生物研究室)

(3) 上記(2)の種子を5℃(暗),10℃(暗),15℃(明,暗),20℃(明,暗),30℃(明,暗)に温度設定した定温器に入れる。

※(暗)は、ペトリ皿を箱に入れて暗くしたものである。

※実験は6月と8月に、同じ種子を使って行ったが、ここでは、8月の結果については省略する。

結果と考察

- (1) セイヨウタンポポの発芽率は20℃(明)では9日目で100%に達し、20日目で100%に達した。また、明、暗どちらでも10℃~30℃であれば発芽する。
- (2) エゾタンポポは10日目の15℃(暗)で92%、20℃(明)で56%に達している他は、発芽率が低い。

水の自然界での様子

長期研修員 上坂剛士、子吉裕二他4名

1 はじめに

これからの小学校理科の教育は、児童自らが調べ、自然の見方・考え方を育て、生活の中で応用発展できるようにしなければならない。

また、C区分では時間・空間の概念の形成が重要で、これは直接体験を通して行われ、そのためには身近な自然の教材化が大切である。

2 研修主題

水は、惑星の中で唯一、地球に三態で存在し、姿を変えながら循環し、地表を変化させたり、熱を運搬し、気象現象を生じさせており、環境問題を考える上でも重要である。

そこで、「水の自然界での様子」を取り上げ、(1)~(3)の研修課題を設定し、小学校理科のC区分における水にかかわる内容について観察、実験を重視した指導の検討を行った。

- (1) 自然界での水の様子や姿を変えて自然の中で循環している様子(4学年 流水の働き、自然界の水の行方)
- (2) 水の循環における雲の様子(5学年 天気の変化)
- (3) 雲と天気の様子(5学年 天気の変化)

ここでは、研修中に観察、実験した内容で、教材として参考になるものを一部紹介する。

3 研修内容

(1) 水の循環の様子

① 川の水の行方

理科教育センター近くの琴似発寒川の上流から下流にかけての流れや支流(生活廃水も含む)が注いでいる様子を観察した。その際、水温を測定したり(図1)、上流で水が土から湧き出している様子を観察した(図2)。また、川の水の量がどのように変化するのか、渇水期と大雨による増水期の川の流量を比較した。

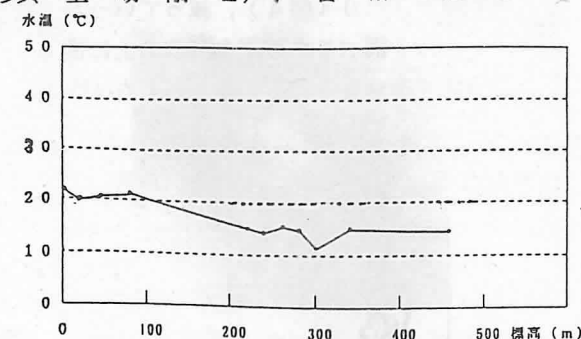


図1 上流から下流にかけての水温

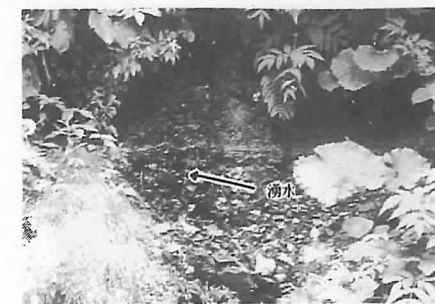


図2 上流の湧水

② 雲からの降水の様子

雲から雨足の様子を観察したり、降ってきた雨粒や雲(霧)の粒を小麦粉に受けて、茶こしてふるったものを比較した(図3)。その大きさから、何らかの仕組みで雲粒が大きくなって雨粒になったと考えられる。

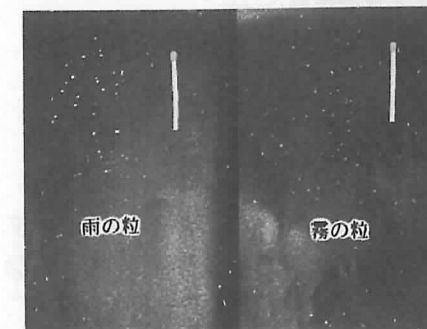


図3 雨粒と霧粒の大きさの比較

③ 地表に降った雨の水たまりの変化

水たまりの変化をチョークで目印を付けて観察したり(図4), 減っていった水の行方を調べるために水溜りの上に透明半球を載せて水の蒸発をとらえた(図5)。

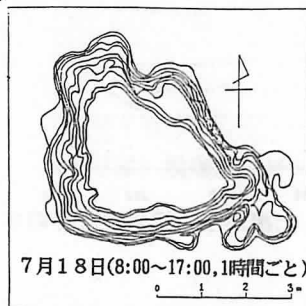


図4 雨上がりの水たまりの変化



図5 水たまりの水の行方

④ 蒸発の違い

晴天の続いた日と雨上がりの日, 日なたと日陰, 土とアスファルトなどでの蒸発量の違いを測定し, 蒸発の条件を調べた。他方で, 土の中に含まれている水分を観察し, 水がしみていくことを観察した。

⑤ 水蒸気の空気中に含まれている様子

空気中に水分が含まれていることをとらえる観察の工夫を行った。塩化カルシウムの吸水性を利用したり, シリカゲルや塩化コバルトの水分吸水による色の変化を利用した簡易な器具を製作した(図6)。



図6 空気中の水分をとらえる方法

湿度の概念は難しいが, 天気の変化の観察の時, 塩化コバルト紙の色の様子も同時に観察させ, 図7の例のものを製作し, 色の変化で天気の変化をとらえ, 日常から関心を持たせるのも良い。

⑥ 水蒸気発生の様子をとらえる方法

ペットボトルに水をいれて蓋をして, 日の当たる場所に放置して置く。水が暖まってきたら, すぐに冷蔵庫にしばらく入れた後, 観察する(図8)。同様なことはペットボトルの代わりにビニル袋を用いても可能である。



図7 お天気坊や

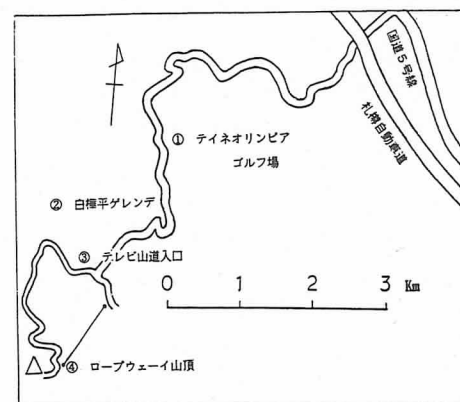


図8 水蒸気の発生をとらえる方法

(2) 水の循環における雲の様子

① 手稲山にかかる雲の観察

雲の中, 雲の上(外)の気温, 湿度や雲をつくる粒を観察し, 比較した(図9)。霧は地表近くにある雲と考えられるので雲の中の状況をおおまかにとらえることができる。



観察地点	時刻	気温℃	湿度%	変化	備考
①	10:20	17.1	80%		出発前より湿しき。肌に蒸気を感じる。T.P.シートに水滴がつく。北西の風。白い霧が動いていた。
②	10:40	16.5	84%	30秒	顔に水滴を感じる。車のフロントガラスやT.P.シートにたくさんの水滴がつく。視界は50m程度。
③	11:00	17.6	84%		顔に水滴を感じた。
④	11:20	23.0	75%	5分	山頂では霧が少し晴れ。まぶしさを感じた。霧の上昇が分かり、映像(カメラ)でとらえることができた。山頂の雲はどんどん上がり、手稲地区に見える雲は、石狩湾のほうに動いていた。

④「変化」とは、塩化コバルト紙が、青から赤になった時間を示す。

図9 雲の様子

② 雲(霧)が出来る様子の観察

降水中や雨上がりに, 霧(層雲)が発生する様子を観察した(図10)。地上へ十分供給された降水が再び, 蒸発した後, 上空の冷たい空気に触れて, 発生したものと考えられる。このような霧(雲)は, 峠などのアスファルト道路の上で雨上がりの際にも観察される。このように雨上がりに水の自然蒸発の学習を始めると効果がある。



図10 雲(霧)の発生

③ 水の循環

以上の観察をもとに, 水の循環を大まかにまとめてみた(図11)。

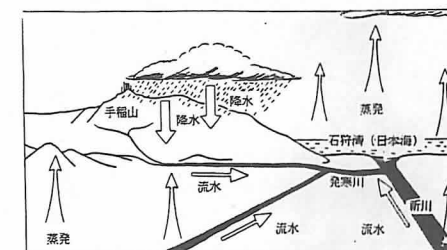


図11 水の循環

(3) 雲と天気の関係

雲から降水があり, 地上にもたらされた水分が蒸発して雲(霧)が発生したり, 雲の量が日射量を規定したり, 大気の流れを雲の動きからとらえることが出来たり, 雲が天気を大きく支配しており, 天気の変化をとらえるとき, 雲は観察の中心となるべきである。

そこで, 理科教育センター屋上にて, 天気と雲の種類の関係を中心に天気の変化を調べたり, 雲の動きをもとに大気の流れをとらえた。晴天の日や雨天の日の特徴を調べ(図12, 13), それらをもとに天気の変化を調べ, 天気の変化のきまりをとらえた。

① 晴天の日

わた雲やひつじ雲, すじ雲が見られ, 東や西からの動きの場合が多い。



図12 晴天の日の雲

② 雨天の日

うね雲（くもり雲）などの低い雲が空を隙間なく覆い、南からの動きの場合が多い。



図13 雨天の日の雲

天気の変化は、一日の中で晴→曇り→雨に変化した1991年7月9日の例では、南からのわた雲が徐々に増え、さらに低い層状の雲がやってきて天気は晴から曇り、雨へと変化した。その後、雲の動きが西からの動きに変わると、雨は弱まった（この変化は、低気圧が通過したときに生じたものと考えられる）。これらの天気の変化をとらえさせるために、児童が観察するときのポイント、記録の工夫、まとめ方の工夫を行った。

③ 観察のポイント

- (7) 天気、気温、風向きを調べる。
- (1) 雲の色や形を観察する。
- (7) 山の高さと比較しながら、雲の高さを調べる。

- (1) 雲の動く方向や速さ（こぶし1個分移動するのにかかる時間）を調べる。

④ 記録用紙の工夫（図15）

雲の形は、予め用意した典型的な雲のシールを張る方法がよい。

⑤ 観察のまとめ方

- (7) 連続して観察した結果は、天気（晴、曇り、雨）ごとに分類し、それぞれの場合の雲の色や形、雲の動き（大気の流れ）の特徴をとらえさせる。
- (1) 天気が変化するときの様子をまとめ、きまりをとらえ、天気の予測が出来るようにする。

天気と雲の観察記録表	
天気() 気温() 風向き() 雲の色() 雲の形() 雲の動き() 雲の高さ() 雲の動き() 雲の動き()	雲の動き() 雲の動き() 雲の動き() 雲の動き() 雲の動き() 雲の動き()

図15 記録用紙の工夫

4 おわりに

今回の研修を通して、雨粒や空気中の水蒸気などを視覚的にとらえる方法や雲を中心とした気象観測からその後の天気を予測する方法を学んだ。今後は、これらをはじめとする研修の成果をいかに授業の中に組み込んでいくかを検討したい。最後に、児童は勿論のこと教師が直接体験することの大切を認識した。
(文責 地学研究室)

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

— 昆虫 ナガメの教材化 —

長期研修員 小川 勉

1 はじめに

学習指導要領第3学年A区分「生物とその環境」に、新しく不完全変態の昆虫が加わり、完全変態との違いについて飼育などによって観察させることが必要となった。

完全変態の昆虫については、チョウ類、甲虫類など多くの優れた材料があり、飼育や観察の手法についても細かな研究がなされているが、北海道では、不完全変態の観察に適した昆虫が少なく、研究も十分にはなされていない。

本研究では、北海道のどこにでも見られる半翅目のナガメに注目し、教材化の検討を行った。

2 研究の方法

- (1) 自然状態における活動の時期、習性（観察しやすい場所、越冬の形態及び場所）、行動（交尾、産卵、など）、生活史（ふ化、脱皮、羽化など）の観察。
 - (2) 野外での網かけ飼育による行動及び生活史の観察。
 - (3) 室内での容器飼育による生活史及び行動の観察と飼育法の検討。
 - (4) 雄雌の判別など、形態学的な観察。
- 以上のことを、平成3年4月末～平成4年3月まで行った。

3 研究の結果

本研究では、詳細な観察記録と膨大な実験データに基づいた分析と検討が行われているが、ここでは、教材としての特性についてわかったことだけを列記する。

- (1) 小型であるが美しく、カメムシ特有の悪臭を持たないので児童に嫌われることはない種である。
- (2) 全道の人里に広く分布し、食草のアブラ

ナ科植物（コンロンソウ、スカシタゴボウなどの野生種、アブラナ、セイヨウワサビ、ゴウダソウなどの栽培種）に集まる習性がある。

- (3) 食草上に5～15頭ほどの小集団をつくり、その多くは交尾中の個体である。
 - (4) 成虫で越冬し、5月上旬から10月初旬まで姿を見ることができる。
 - (5) 北海道では年1回の発生で、産卵のピークは6月上旬～7月中旬であるが、その前後でも産卵を見ることができる。
 - (6) 1頭の雌は4～8回産卵を行う。卵は2列に6個ずつ計12個の卵塊として産みつけられる。
 - (7) 卵塊は食草の葉や茎に産みつけられるので容易に発見できる。
 - (8) 病気や寄生性の天敵が少なく、丈夫で、室内でも飼育しやすい。
 - (9) 卵は5～6日でふ化するが、地色の白が黄変すると、その翌日にふ化する。
 - (10) 幼虫は5回脱皮して30～40日で成虫になるが、脱皮の時間帯は7～11時なので児童の観察に適している。
 - (11) 容器を用いた飼育ではダイコンやキャベツなどを代替の餌として与えても、良好に成長させることができる。
 - (12) 小型なので、フィルムケースなどを用いて、個別に飼育させることができる。
 - (13) アブラナなどの鉢植えを用いれば、モンシロチョウやエゾスジグロチョウと同居飼育ができ、教室内で完全変態と不完全変態の両方を同時に比較観察させることができる。
- 以上のことから、ナガメは不完全変態を観察させるための教材として非常に優れたもの

であることがわかった。

なお、上記の事柄の中には、これまでに解明されていなかった新しい知見がいくつか含まれている。

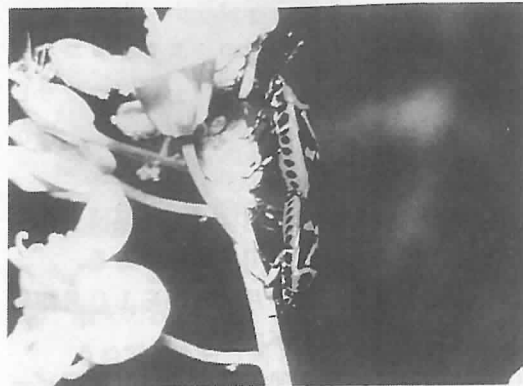


図1 アブラナの花上で交尾中のナガメ

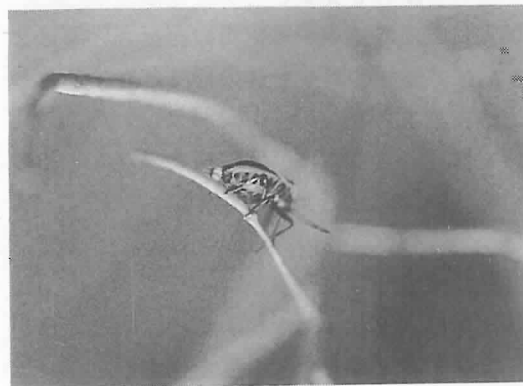


図2 アブラナの果実に産卵

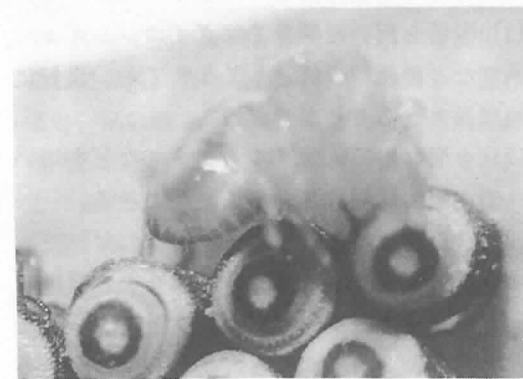


図3 ふ化の様子



図4 脱皮の様子

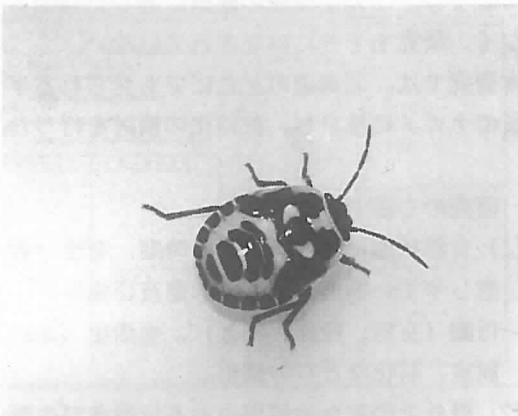


図5 終令幼虫

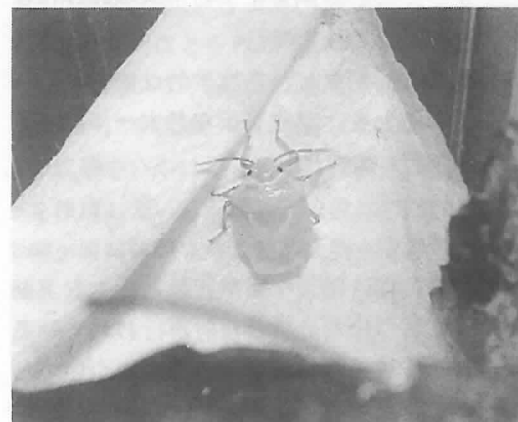


図6 羽化したてのナガメ、時間とともに模様が浮き出てくる。

(文責 生物研究室)

「小学校理科における人の体のつくりと働き」を調べる教材化の検討

長期研修員 小川 勉

1 はじめに

小学校学習指導要領の理科A区分「生物とその環境」では、人体及び動植物の成長に伴う諸現象を観察、実験を通して追求し、生物としての特性や環境とのかかわりに気付かせることに重点を置いて構成するよう述べられている。

直接経験の重視は、「～の観察を行い」や「～の実験を行い」という表現で読み取ることができるが、「人体」というのは、最も身近にありながら観察、実験の対象として扱いにくい教材である。

そこで、それをどう扱い、学習で展開していくかという観点から研修テーマを設定し、児童にとって身近な教材を作製することと、気体検知管を用いた呼吸と光合成についての観察、実験例を、人と環境とのかかわりの中で検討したものである。ここでは、その成果の一部について紹介する。

2 研修内容

研修課題1 「人と環境とのかかわり」を調べる教材の検討

【実験1】 動物と人の呼吸

ここでは、課題の解明のために下記の実験を行っているが、(2)について述べる。

- (1) コオロギの呼吸調べ
- (2) コオロギの呼吸による酸素と二酸化炭素濃度測定
- (3) ハツカネズミの呼吸による酸素と二酸化炭素濃度測定
- (4) 人の呼吸による酸素と二酸化炭素濃度測定
- (5) アフリカツメガエルの呼吸による酸素と二酸化炭素濃度測定

◎ コオロギの呼吸による酸素と二酸化炭素濃度測定

準備

コオロギ (10匹), 広口びん, (容積300 cm³), ゴム栓 (11号), ガラス管 (外径2mm) ピンチコック, ガス検知器, ガス検知管 (酸素用 2~24%, 二酸化炭素用 0.03~0.7%, 0.1~2.6%用), トイレットペーパー

方法

- (1) コオロギを入れる前に、広口びん内の酸素と二酸化炭素の濃度を測定する。
- (2) 広口びんにトイレットペーパーを敷き、コオロギを10匹入れる。
- (3) ガラス管にピンチコックでふさいだゴム管つきのゴム栓でしっかりふたをする。
- (4) 10分後に広口びん内の酸素濃度をガス検知器とガス検知管で測定する。
- (5) 十分休ませたコオロギか別なコオロギでもう一度同じように実験し、二酸化炭素濃度を測定する。

結果と考察

呼吸による酸素と二酸化炭素の変化は、表1のとおりである。

表1 フタホシコオロギの呼吸による酸素と二酸化炭素濃度の変化

	実験前	実験後
二酸化炭素濃度 (%)	0.04	0.6
酸素濃度 (%)	21	17

酸素濃度が下がり二酸化炭素濃度が上がったことから、コオロギは呼吸によって酸素を吸い二酸化炭素を出していることが分かる。

【実験2】 植物の呼吸と光合成
ここでは、植物も動物と同じように呼吸をしているかを見ることが出来るために、サクラソウ科のプリムラを用いて測定した。
実験は、

- (1) 植物の呼吸
 - (2) 植物の光合成
 - (3) 脱酸素剤を用いた光合成の観察
- について行ったが、(2)の植物の光合成について調べた結果のみを次に示す。この実験は、人の呼気(二酸化炭素濃度約3.5%)のもとで行ったものである。

表2 プリムラの光合成による二酸化炭素濃度の変化

月 日	11・15	11・26	11・27	11・28	平 均
室温(℃)	22	22	22	21	21.7
室内最大照度(lx)	400	2000	2000	800	—
室内最小照度(lx)	400	200	200	200	—
はじめの濃度(%)	3.2	3.4	3.6	3.8	3.5
1時間後濃度(%)	2.6	2.3	2.4	1.2	2.0
2時間後濃度(%)	2.4	1.1	1.8	1.4	1.3
3時間後濃度(%)	2.0	0.8	1.1	1.1	1.25
4時間後濃度(%)	2.0	0.4	0.5	1.0	0.97

研修課題2 「人の体のつくりと働き」を調べる教材の作製

ここでは、主として手作りによる模型を次のような観点から作製したものである。

- (1) 親しみやすい模型であること。
- (2) 教師が手軽に作れるものであること。
- (3) 市販教材より低価格で作れるものであること。
- (4) 児童の学習効果が高まると期待できるものであること。

このような観点に立ち、7種類の教材を作製したが、ここでは、教具名のみにとどめる。

詳しくは、平成3年度1年長期研修集録に記載されているので参照されたい。

【作製教具】

- 1 パネル「胎児の成長とお母さん」
- 2 パネル「からだの中のつくり」
- 3 実物模型「光で変わるひとみ」
- 4 心音感知器「音と光の心音感知器」
- 5 パネル「血液の流れ(心臓と肺)」
- 6 実物模型「腕の筋肉と骨のはたらき」
- 7 実物模型「人の足とさるの足」

(文責 生物研究室)

「熱と温度」に関する教材の検討

長期研修員 矢野光宇

1 はじめに

今回の学習指導要領の改訂で、中学校の物理的領域のはじめの(2)「身の回りの物理現象」の中に「熱と温度」が設定された。「熱」の学習では、熱の移動の結果起こる温度の変化が手がかりである。身の回りの温度変化は、常日頃経験するように、上昇する場合と下降する場合がある。そこで、まず、家庭用のホットプレート加熱による水の温度上昇の様子を調べた。次に、雪を冷熱源として用い、冷却による水の温度下降の様子を調べた。さらに、液体食品を加熱したり冷却した場合の温度の変化を水と比べてみた。これらの検討した結果について報告する。

2 実験

A 加熱による方法

中学校始めのころの学習として、無理なく取り組んでいけるようにすることは大切であるが、定量的に温度を測定することも要求される。この場合、安定した発熱量の熱源が好ましい。そこで、家庭用品としてのホットプレートを発熱源とした場合、加熱用具としての面から、また安全性の面から、さらに水の温度上昇の面からどのような結果が得られるか検討した。

(1) 準備

アルコール温度計、上皿てんびん、ガラス棒、ビーカー(200cm³)、ホットプレート(90W)、時計、水(200cm³)

(2) 方法

- ① ホットプレートの中央にゴム粘土を載せ、ゴム粘土の温度を測定して表面温度の上昇を調べ、熱源としての適否を検討する。
- ② ホットプレートの内部構造から、加熱に適した位置を調べる。
- ③ ホットプレートの中央に、水200cm³を入れ

たビーカーを載せ、電源につないで加熱し、加熱の時間と水の温度の上昇の速さから、適当な加熱時間と上昇温度の範囲を見つける。

(3) 結果と考察

- ① 使用したホットプレートのヒーター面積は、プレート面積よりも小さく、ビーカーを載せる位置に注意する必要がある。
- ② ホットプレートの中央に載せたゴム粘土の温度は、約15分ほどでほぼ一定の温度(約110℃)になり、発熱量はほぼ一定である。
- ③ 水200cm³の温度上昇は下のグラフのとおりで、5分間に区切って見ると、上昇温度は時間にほぼ比例していることがわかった。

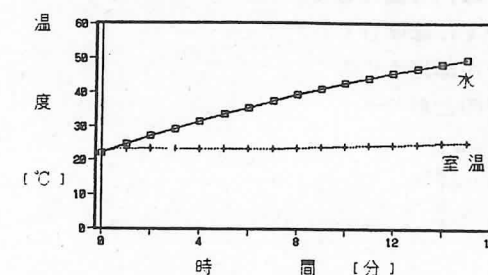


図1 ホットプレートで加熱した水の温度変化

B 冷却による方法

身の回りの、熱の移動による現象としては、「冷却して物質の温度を下降させる」ことがある。冬季間の地域の特性を生かして、雪で冷却を行い、効果的に「熱と温度」の学習を進めることを考え、雪の冷熱源としての有効性、雪による冷却方法、及び冷却時間と下降温度の範囲などを検討した。

(1) 準備

アルコール温度計、ビーカー(200cm³)、ガラス棒、上皿てんびん、雪、雪を入れる水槽、時計、水(200cm³)

(2) 方法

- ① 雪の温度の時間による変化が、雪の状態の

違いによってどのように変わるのか、「固めた雪」「濡らして固めた雪」「水と混合した雪」の3通りについて調べる。

- ② 濡らして固めた状態の雪を用いて、ビーカーに入れた室温の水200cm³を冷却し、時間と温度の変化の様子を調べる。冷却の仕方は、下の図2のとおりである。

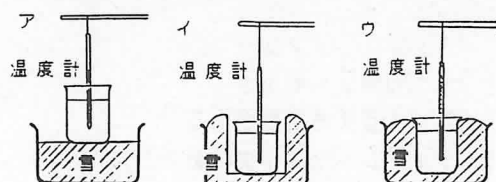


図2 雪による冷却方法

(3) 結果と考察

- ① 状態の違いによる雪の温度の時間変化の様子は、「濡らして固めた雪」が最も安定していて、ほぼ0℃を保っていた。

- ② 冷却による温度の下降の様子は、次のグラフのとおりである。

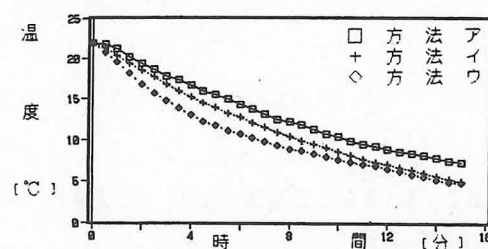


図3 冷却による水の温度変化

開始直後はゆるやかに温度が下降するが、次いで急になり、再びゆるやかに変化することが確かめられた。広い温度範囲で、温度の下降が時間に比例していると思わせる状況が最も長くあらわれたのは、イのように冷却した場合で、冷却開始後30秒から4分の間であった。

C 水と液体食品の温度変化の違い

生徒が、興味や関心を持って取り組むことができる素材のひとつとして、家庭でも技術家庭科の実習でも使う食品の中から、しょう油、食酢、食用油を取り上げ、加熱と冷却の両面から、水の温度変化と比較する素材として検討した。

(1) 準備

食品の他は、A、Bと同じ。

(2) 方法

- ① 200cm³の水、しょう油、食酢、食用油をそれぞれビーカーに入れ、ホットプレートに載せて加熱し、温度を測定する。

- ② 200cm³の水、しょう油、食用油をそれぞれビーカーに入れ、図2イの方法で雪冷却し、温度を測定する。

(3) 結果と考察

温度変化は、次のグラフのとおりである。

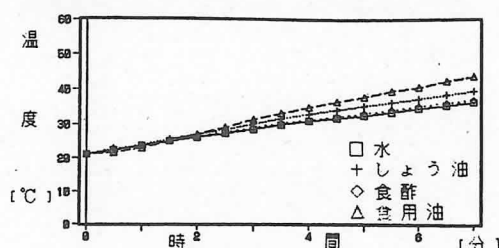


図4 液体食品の加熱による温度変化

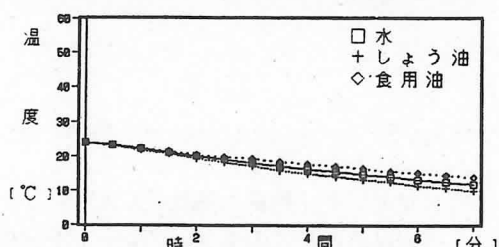


図5 液体食品の冷却による温度変化

食酢の温度変化は、水の温度変化とほとんど違いがなく、違いを比べる素材には向かない。冷却では、食用油の温度変化が水よりも小さい結果を得たが、詳しい状況など検討が必要である。

3 まとめ

ホットプレートによる加熱は、留意する点はあるが、実験器具として有効であることがわかった。また、冷却による「熱の指導」も、可能であることがわかった。今後、冷却の実験による比熱の概念を指導するための素材について、食品以外の身の回りのものを含めて、さらに検討していきたい。(文責 物理研究室)

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方法の検討

長期研修員 平澤 雄二

1.はじめに

新学習指導要領では、実験、観察が強調されており、また興味関心を高めるなどの観点からも、身の回りにある物質を用いた実験が大切なことと思われる。

そこで、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方法について検討した内容の一部について報告する。

2.実験

2.1.準備

硫酸、酢酸、塩酸、トイレ洗浄液、レモン汁、リンゴジュース、水酸化バリウム水溶液、水酸化ナトリウム水溶液、飽和石灰水、電源装置、自作電極(ステンレス製)、ビーカー(100cm³)、メスシリンダー(100cm³)、電圧計、電流計、リード線、紙やすり、メスピペット(10cm³)

2.2.方法

- ビーカーに、アルカリの水溶液 50cm³を入れる。
- 図1のように装置を組み立て、ステンレス電極は、外側と下側にビニルテープをはったものを使い、交流 3V の電圧を加える。なお、電極は、紙やすりをかけて表面を磨いたものを用いる。

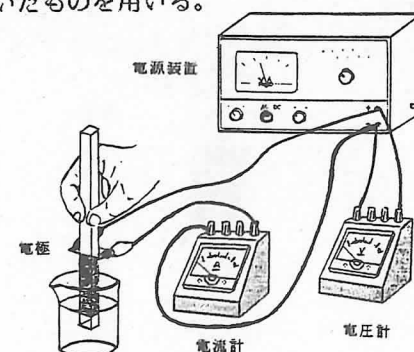


図1 実験装置

- 電極の極板が液に浸るようにし、ビーカーのほぼ中央に入れる。
- それぞれの濃度の酸を一定量ずつ加え、よくかき混ぜた後、電流を測定する。
- 電極は使用した後、水洗いし、純水につけて保存する。

3.結果と考察

3.1.実験条件の検討

水溶液に流れる電流を測定する場合、いろいろな測定条件によって影響を受けるため、その測定条件を統一する必要がある。影響を与える条件として、電極の材質、電流の種類、電極に加える電圧、金属の表面の被膜、電流を測定するときの電極の位置などが考えられる。

そこで、その影響をみるために他の条件を統一し、目的とする条件のみを変えて、各条件の検討を行い、前記のような実験の方法を得た。

3.2.酸-アルカリ滴定曲線の作成

- 水酸化バリウム水溶液に硫酸を加えた中和反応や水酸化ナトリウム水溶液に塩酸を加えた中和反応では、中和点を見つけやすい。

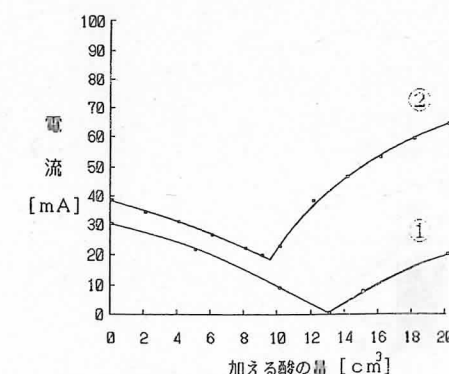


図2 酸-アルカリ滴定曲線

- 0.5%Ba(OH)₂+0.1%H₂SO₄
- 0.3%NaOH+1.5%HCl

- (2) グラフの内挿・外挿法によって中和点を見つける指導が必要である。
- (3) 一定量のアルカリを中和するため必要な酸の体積は酸の濃度にほぼ反比例している。
- (4) 電極に流れる電流の大小関係から、イオンのモデルと関連づけて、中和反応をとらえることができる。

3.3. 身の回りのものによる滴定曲線の作成

- (1) 水酸化バリウム水溶液と硫酸、水酸化ナトリウム水溶液と塩酸・食酢・レモン汁、飽和石灰水とトイレ洗浄液の中和反応では、中和点を見分けやすいので、生徒が行う実験として適している。
- (2) 飽和石灰水とリンゴジュースの中和反応では、中和点を見分けにくい。

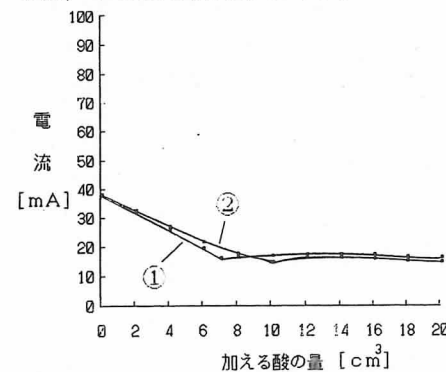


図3 身の回りのものによる滴定曲線
①0.3%NaOH+2倍希釈レモン汁
②0.3%NaOH+2.3倍希釈食酢

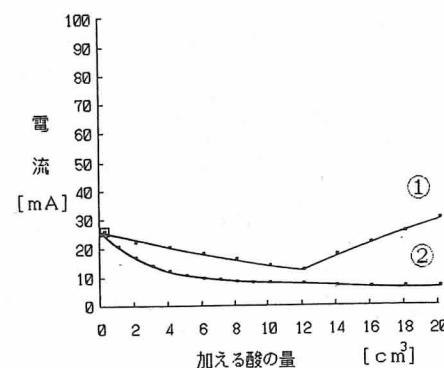


図4 身の回りのものによる滴定曲線
①飽和石灰水+15倍希釈トイレ洗浄液
②飽和石灰水+リンゴジュース

3.4. コンピュータによる実験計測

- (1) データを細かく取れるので、生徒は中和反応の過程を連続的にとらえることができ、中和反応の仕組みを考えるのに有効である。
- (2) 実験をした結果を直ちに表示することができるので、デモンストレーションの実験や学習のまとめに利用することができる。
- (3) データを保存することができるので、必要なときにデータを呼び出し、繰り返し活用することができる。

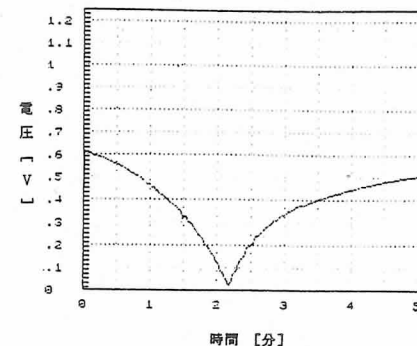


図5 コンピュータ計測
0.5%Ba(OH)₂+1.0%H₂SO₄

4. おわりに

自作のステンレス電極を用い、中和反応における水溶液の電導性を利用した簡便な実験方法の検討を進めてきたが、生徒が行う実験として活用できるものとする。また、身の回りにある酸やアルカリを用いることによって、興味、関心を高める上で効果的であると思われる。

また、中和反応におけるコンピュータを使った計測は、生徒に中和反応の仕組みを考えさせる上で大変有効と思われる。今後もコンピュータの活用について、検討していく必要があると考える。

(文責 化学研究室)

1 はじめに

本研修は、身近にある樹木を対象とした冬季における野外実習の方法について検討したものである。具体的な研修課題としては、① 冬芽と枝の形態による樹木の検索、② 樹木の成長パターンと樹形の関係、③ 学習活動への応用の3点を設定し、札幌市及びその郊外をフィールドとして行われたものである。

ここでは、①、②の研修の成果についての概略を紹介する。

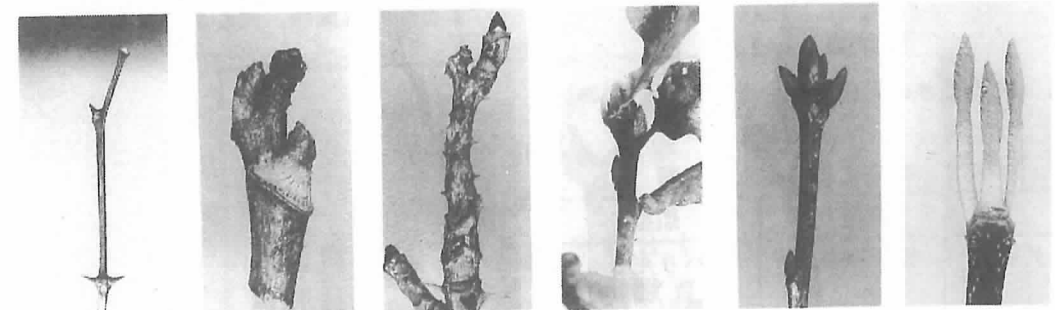
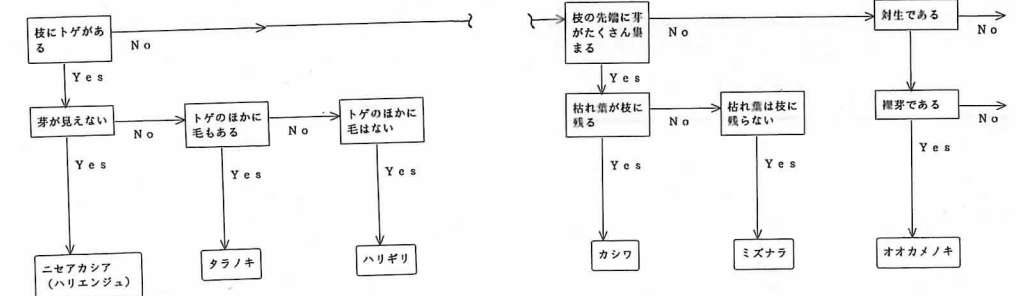


図1 落葉広葉樹の検索表の一部

3 樹木の成長パターンと樹形の関係

いくつかの代表的な樹種を選んで、枝の付き方や広がり等について写真やスケッチで記録し、更にそれぞれの樹木の1年生枝～3年生枝までを、様々な部位について詳細な測定を行い、比較した。

その結果、図2及び表1に示されるとおり、多くの樹木はヤチダモ型とハルニレ型とに大別できることがわかった。

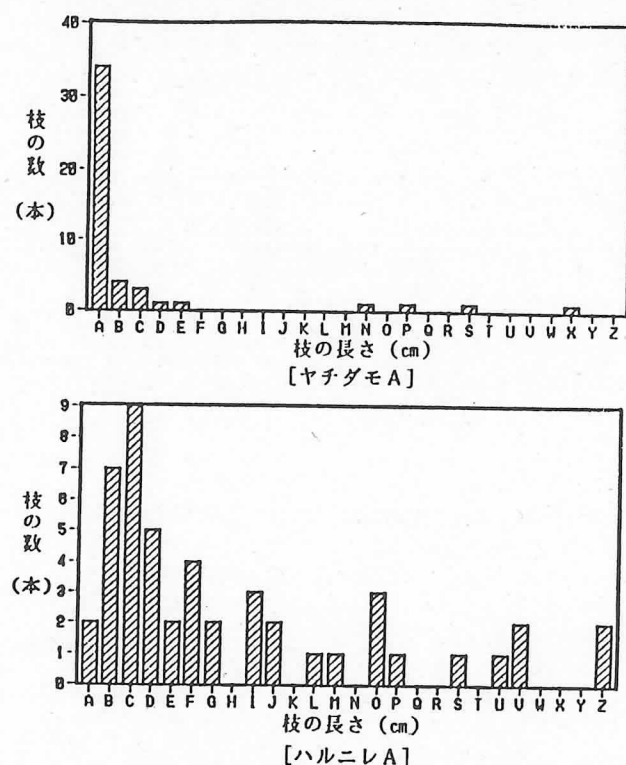


図2 枝の長さの階級頻度分布 (1部分のみ)

表1 樹形による樹木の分類

	典型	類型
ヤチダモ型	ヤチダモ	ハリギリ コシアブラ ドロノキ ポプラ
ハルニレ型	ハルニレ	シナノキ ヤマグワ ミズナラ

また、これらの樹形が、その樹木の生育環境や生活とどのようにかかわっているのか、という探究的な課題や、1年生枝～3年生枝を順に追ってゆくことで、1～数年前の樹形がどのようなものであったのか、1～数年後の樹形がどのようなになるのか、といった予測が可能になることなど、非常に興味深いテーマへと発展させている。

4 おわりに

冬の長い北海道では、その季節を逆に活用した学習の方法を開発する必要があるといわれているが、具体的な取り組みは十分とは言えない。

本研修で取り上げた落葉広葉樹は、北海道の森林の大部分を構成しているだけでなく、公園や校庭、街路樹などに広く用いられており、生徒にとっても身近な存在である。

しかし、あまりにも身近であることや日常生活に直接かかわらないことなどから、じっくり観察する機会はむしろ少ないとも言える。

落葉広葉樹は、名前のとおり冬季には葉を落とすことから、夏季とは異なった視点からの観察や調査が可能となり、生徒に思わぬ感動をもたらすことがある。

この研修の成果が広く実践されることにより、生徒の樹木に対する親しみが増し、自然環境に対する知的な興味、関心が高まることが期待される。

(文責 生物研究室)

投稿規定

<原稿の内容>

理科教育及び理科の専門領域に関する調査・研究とする。

<投稿者>

投稿者は原則として北海道立理科教育センター事業課職員とする。

<執筆要領>

執筆要領の詳細については編集委員会が別に定める。

投稿者はその年の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5号

発行日 平成5年3月31日

発行所 北海道立理科教育センター

TEL (011) 631-4406

FAX (011) 631-9475