

化学教育研究会誌

第 22 号

第22号 化学教育研究会誌の発刊によせて	読谷高等学校校長	大 田 義 昭	1
久高興祐先生の「沖縄タイムス教育賞」受賞を喜ぶ	豊見城高等学校	新 垣 淑 行	2
蒸気の滞留状況を知らせる実験装置	泊高等学校	久 高 興 祐	4
大型表示器付きDPM（デジタル・パネル・メータ）の製作とその利用	コザ高等学校	壽 敦 義	6
湧水の水質分析とその教材化			
—— 沖縄県金武・宜野座地区を例として ——	宜野座高等学校	山 田 保	12
身近に素材を求める化学実験の工夫			
—— Mn / ジュールを使った「イオンの確認」実験 ——	嘉手納高等学校	新 城 安 光	18
紙とスチロール球でつくる分子模型	北中城高等学校	崎 原 盛 吉	28
簡易自作教具の作成とその利用	宮古高等学校	新 城 秀 樹	34
寒天を用いた実験	美里高等学校	盛 山 泰 秀	39
卒業実験をとおして身の回りの物質を考えてみよう			
—— 化学をより理解するために ——	北中城高等学校	宮 平 武	41
環境問題に関心をもたせるために			
（二酸化炭素削減に関する大学生のレポートを読ませて）	開邦高等学校	佐和田 千香子	46
石垣島の陸水の水質と環境	八重山高等学校	東 田 盛 善	48
第29回 九高理大会報告	宜野座高等学校	山 田 保	58
平成2年度役員一覧			59
平成2年度活動報告			60
沖縄県高等学校化学教育研究会会則			63
原稿作成要領			64
編集後記			65

1991

沖縄県化学教育研究会

巻 頭 言

第22号 化学教育会誌の発刊によせて

大 田 義 昭※

沖縄県高等学校化学教育研究会誌の会誌第22号が会員各位のご協力により発刊でき喜びにたえません。

本研究会の目的は「化学教育の充実発展に貢献し、合わせて会員相互の親睦をはかる」ことであることは、ご承知のとおりでございます。その目的実現のために、各会員はテーマをもって教材研究に取り組み、日々の実践をとおして得た成果を足跡として会誌に集録することができました。具体的には平成2年度の活動報告をはじめ全国理科教育大会や九高理大会の参加報告、全国や九州各県における高等学校化学教育の現状と課題も提起され内容豊富な、すばらしい会誌であります。

本研究会の研究活動も会員各位のご協力ご支援により、年々充実の一途をたどり、化学教育の振興に大きく貢献しているものと思います。平成2年度の活動の一環として、11月9日、10日に行なわれた第20回宿泊研修会にも51名の会員が参加し成功裡に終えることができました。これもひとえに会員各位の研修意欲の表れであり深く敬意を表するものであります。

「学ぶ者だけが教える資格がある」とよく言われています。本研究会の成果は参加した一人ひとりの実践意欲をかきたて確実に授業実践に生かされているものと思います。一つの例を上げますと、浦添高校の与那嶺峯子教諭は研修レポートの中で次のようにのべています。『総会における講演「授業改善のあり方」（講師 吉田一晴琉大教授）の中で“教師は授業はしているが、学習をさせているのか”の問いかけに、日頃を省みて“生徒を鍛える”作業をおろそかにしていることを感じた。そこで「今すぐ出きることは何か」を模索するうちに“化学事象に興味を促すパズル”を思いつき、実施したところ、予想外の反響があり、どの生徒も真剣な取組を見せた』と報告しています。

つぎに、特筆したいことは、平成2年度は沖縄県で第33回全国市立中学高等学校理科（化学）研修会が開催され、本研究会会員が県代表として、発表者及び指導者として参加し、好評を博したことであります。

その内容は、沖縄の特徴を生かした演示実験として、崎原盛吉教諭が「郷土の素材を生かした化学教材（サンゴ）（サトウキビ）」、盛山泰秀教諭が「演示実験・教材提示における工夫」、壽敦義教諭が「演示実験用大型表示器付DPM（デジタル、パネル、メーター）の製作とその利用」を堂々と発表。そして研究協議会では「授業に役立つ楽しい化学実験」の協議会で奥間朝春教頭（前回本研究会副会長）が指導し、沖縄県高等学校化学教育研究会の真価を全国に示してくれました。そのご労苦に対し満腔の敬意を表する次第であります。

このように、全国大会等に参加することにより、広い立場から情報を得ることができ多大な成果をあげてきました。しかし全国大会等には参加人員の制約が大きく成果野浸透が図りにくい面がありました。したがって本研究会もそろそろ他府県の特色ある地域を訪問し、より多くの会員による研究交流会をもつことも大切なことであり、今後の課題としたいと思います。

最後に、会員各位のご健康と本研究会のますますのご発展を祈念して挨拶といたします。

久高興祐先生の「沖縄タイムス教育賞」受賞を喜ぶ

新垣淑行※

沖縄県内の教育界で活躍している人達に贈られる沖縄タイムス社の第27回「沖縄タイムス教育賞」の受賞式が去る2月25日に行なわれ、団体1校、個人5名の方々5名の方々が受賞された。

我が研究会のリーダーの一人として活躍して居られる久高興祐先生（泊高校定時制）が受賞されたことは、先生個人の喜びのみならず我が研究会にとっても大きな喜びで、心から祝福申し上げる次第である。

先生は久米島高校を皮切りに読谷高校、首里高校、那覇商業高校定時制、那覇工業高校定時制と歴任され現在に至っている。

先生と研究会との深いかかわりは、先生が首里高校在任中から始まる。赴任3年目に3代目事務局長を引き受けられ、研究会の基盤作りとその発展の為に力を注がれた。

我々がいつも心待ちにしているあの宿泊研修会を、初めて実施したのは久高先生が事務局長の時であった。当時、県内に宿泊研修会を持てるような宿泊施設が乏しく、羽地の小学校跡の野外研修センターで持たれた。

制約の多いきびしい条件の中で、企画から運営までご苦労が多かったと思うが、無事成功させ、その後の会の活動の活性化につながっていった。この宿泊研修会の実施は、研修会活動を活性化し、前進させる原動力になっていると私は確信している。講演会、お互いの研究発表、テーマを設けた研究討議、そして腹をわっての懇親会と内容豊富で、すべてが翌日からの教壇実践に生かすことのできるものになっている。私もこの宿泊研修会を通して多くのことを学んで来し、参加するのが楽しみである。恐らく多くの先生方が毎年その開催を心待ちにしていることと思う。

宿泊研修会の実施もさることながら、活動の活性化のために研究委員会（実験ノート編集、公害教育など）をつくり、グループごとに活動をさせ研究活動を盛んにしたことである。そして、その活動に関する情報や、研究会全体の情報を会員に伝えるため「事務局だより」を発行したことは、会員に「研究会」を身近に感じさせ、活動の活性化に大いに役立った。その便りを通して研究会の動きや他校の情報なども知ることができた。

又、前事務局長の宮城 稔先生（現在首里高校）が創刊された「化学教育研究会誌」を継続発刊、その内容の充実にも意を注がれた。

当時の事務局は、研究会のすべての仕事を取仕切っていて、負担が非常に大きかった。予算の編成と執行、代議員会や総会の運営、各研究委員会や沖高理との連携、宿泊研修会の企画と運営、研究会誌の編集と発行、その他県外研究大会への会員の派遣や研究ノート編集会議への派遣、事務局だよりの発行と、週授業時数が20時間時代、1年中研究会の活動だらけという状況下で先生は持前のやる気とファイトで、1つ1つを着実に軌道に乗せて行った。その手腕とファイトは、ただただ敬服あるのみ。

事務局を担当されたあとは、実験ノート研究委員会や公害教育研究会を引っ張られた。それと毎年のように九高理大会や全国理化学大会に参加され、そこで得て来たものを生かして自分なりの実践を取組

み、それを宿泊研修会等で発表して下さっている。

先生はとても研究熱心で、あいまいさが大きらいである。少しでも疑問点があると必らず徹底して調べられる。以前に先生とある物質の化学式のかき方について話しあった事がある。そこでは私の考え方でいいだろうという事になったが、次にお会いした時「調べて見たら新垣さん（先生はいつもそう呼んで下さる）の考え方は正しかったよ。」とおっしゃっていた。何事も疑問の余地を残さないように徹底して調べられる先生の姿勢に感動し、私も見習いたいと思った。（今だに実現できないでいるが。）

その研究熱心さと教育に対する情熱が研究会活動はもとより、教壇実践でも多くの成果を上げられる結果になったと思う。

那覇商業高校校定時制に勤務の頃「化学」の授業に興味を示さない生徒達を前に、彼等を如何に授業に引き込むかで苦労され、その結果「ガス爆発」をテーマに実験を導入し、生徒達を「化学好き」にしてしまった。その過程で「ガス爆発と酸欠を理解させる実験装置」の製作や「着火点の低い物質の危険性を知らせる実験」の開発などを取組まれた。その他絶えず生徒達が興味を示し、自ら進んで実験し、学べるように興味を引きやすい実験の開発や教授法の工夫など毎年新しい実践を研究発表して下さる。研究テーマはやる気さえあれば、そこら辺にいちらでも見つかることを先生を率先して取組み、我々に教示して下さい。

最近の生徒達はものぐさで身体を動かすのが嫌いである。そんな中で、先生の授業の創意工夫とファイトの前に殆どの生徒が化学が好きになっていく。現在、高校の化学クラブの活動が衰退していく中で、泊高校校定時制の化学クラブが毎年「科学展」に出品している。先生の教育に対する情熱の深さを示す一つと言えよう。

それらの活動の実績が評価され今回の受賞となったことは、身近に先生からご教示いただいた一人として誠に喜ばしい限りである。先生の益々のご活躍とご健康、ご発展を祈念申し上げ、受賞を喜ぶあいさつと致します。

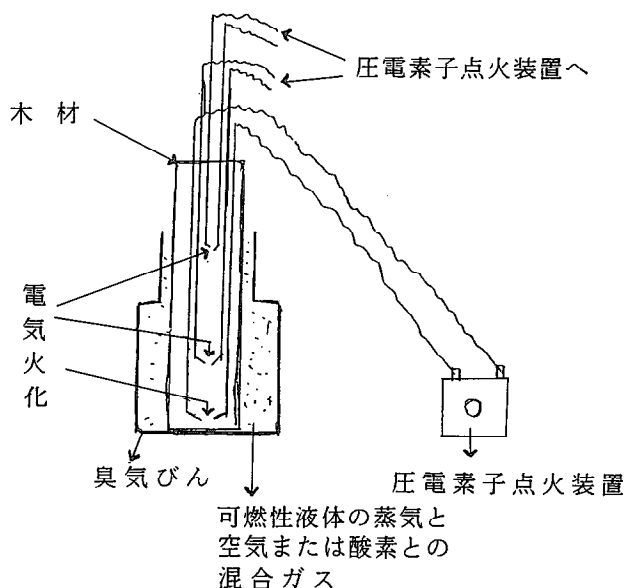
蒸気の滞留状況を知らせる実験装置

久 高 與 祐 ※

1. はじめに

2種類以上のガスを集気びんに入れて密閉し放置しておくとも拡散により一様に混合すると言われている。一方室内のような通風の悪い所でガスをもらす場合空気より重いガスの方が空気より軽いガスより室内に滞留しやすいので爆発危険性が大であると言われている。また、ガソリンの残存しているドラム缶よりも空のドラム缶の方が爆発しやすいので、はるかに危険であると言われている。本装置はこのような事実を実験により生徒に知らせる目的で考案したいものである。

2. 実験装置



(1) 実験方法

びんにスポイトでガソリンのような可燃性液体を滴下する。するとびん中でガソリンが蒸発し、びん中の空気と混合する。通常のガソリンの爆発範囲は1.4～7.6%でガソリンの蒸気は空気より3～4倍重いので、ガソリンの蒸気はびんの下部に滞留しやすい。従ってガソリンの滴下数が少ないとびんの中上部のガソリン濃度は爆発範囲の下限より少ないのでびんの中上部で電気火花を飛ばしても全く爆発しない。しかし、ガソリンの滴下数が増えるにつれてびんの下部のガソリンの濃度はだんだん大きくなり、ついに爆発範囲の上限を越えるようになる。するとびんの下部で電気火花を飛ばしても全く爆発しないがびんの中上部で電気火花を飛ばすと爆発するようになる。ガソリンの滴下数を更に増やすとびんの中上部付近のガソリン濃度も爆発範囲の上限を越えるようになるので、びんの中上部付近で火花を飛ばしても爆発しないがびんの上で火花を飛ばすと爆発する。

また、ビンの中に酸素を入れこの中にガソリンやメタノール、エーテル等のような液体を入れて火花を飛ばすと大音響を出して爆発する。

(2) ビンについて

ガソリンやメタノール等の蒸気を酸素中で爆破させる場合はデトネーションなので、びんの口が狭いとびんがわれる場合がある。しかし、口が狭いほど爆発音が大きくスリルがある。それでびんの口の大きさは実験をくり返して選択した方が良い。

3. 授業での利用法

- (1) ガソリンの残存しているドラム缶よりも空のドラム缶の方が爆発危険性が大であることを知らせることができる。びんに適量のガソリンを滴下して、びんの上部を紙で封じて電気火花を飛ばすと爆発する。ところがびんの底部にガソリンが残存するくらい入れびんの上部を紙で封じて電気火花を飛ばしても全く爆発しない。その理由はガソリンに揮発性が極めて大であるのに爆発範囲の上限が7.6と小さいからである。この実験をさせると生徒達に給油所等で空のガソリン容器を栓をしないで保管すると危険であることを実感させることができる。

⑤ ガソリンについて

ガソリンには揮発性の極めて大きいペンタンから揮発性の小さいデカンまで種々の炭化水素が含まれている。それで購入したばかりのガソリンは揮発性の大きい炭化水素が多量含まれているがびん等に長期間保存したガソリンは、いかにゴム栓で密栓してもラウールの法則に従って揮発性の大きい成分から先に揮発してしまうので揮発性の小さい成分の割合が多くなり購入したばかりのガソリンとは揮発性がずいぶん違う。それでこの実験をする際には購入したばかりのガソリンと長期間保存したガソリンとでは爆発する滴数が異なるので注意を要する。

- (2) 空気より重いガスや蒸気は低所に滞留し空気より軽いガスや蒸気は上部に滞留するので換気扇を設置する場合にはその室内で使用するガスが空気より重いか軽いかにより上部にするか下部にするか決めなければならないことを知らせることができる。

4. 参考文献

消防庁危険物規制課 危険物の解説 全国加除法令出版

大型表示器付きDPM (デジタル・パネル・メータ)

の製作とその利用

壽 敦 義 ※

1. はじめに

化学の概念や原理・法則を導くため、観察・実験を生徒に直接経験させることは大切である。しかし、時間的な制約等から生徒実験を数多く実施することは難しい状況にある。そこで、それらを補うものとして電子機器を用いた演示実験について検討してみた。

電子機器を用いると、今まで直接計測の難しかった圧力変化等もたやすく計測でき、しかも、その値をデジタル化して表示できる利点がある。更に、センサー部を取り換えると高校化学で必要とする温度、pH、電圧等の計測を伴う実験が短時間に簡単にできる。そのうえ、大型表示器による計測値の直接提示や、パソコンによるデータ処理後の提示等もできることから演示実験に利用できる。

今回、大型表示付きDPMを用いた演示実験と、計測基板をパソコンに接続したデータ処理について紹介する。

2. 計測基板と大型表示器の製作

(1) 製作機器の特徴

- ① 計測項目は、高校化学で扱う温度、圧力、電圧、電流等にした。(部品が標準的なもので対応できることから入手が容易である。)
- ② 計測基板は、電圧計測用、電流計測用等それぞれ専用の基板とした。(製作、調整が簡単にできる。)
- ③ 計測値は、遠くからでも生徒会員が読める3・1/2桁の大型デジタル表示にした。
- ④ 表示部と計測基板の接続は、②の形状のためフラットケーブルを用いて行なった。
- ⑤ 電源は、電池(単1×8個)とAC100Vの両用とした。(電池が利用できることから屋外で演示実験ができる。)
- ⑥ パソコンを用いたデータ処理は、並列入・出力用基板(I/O基板)に各種の計測基板を接続して、キーボードから入力したプログラムでできるようにした。
- ⑦ 感光基板を使ってプリント基板の製作ができるようにポジ・パターンを作成した。(生徒達にも製作ができ、クラブ活動に利用できる。)

(2) 製作機器の構成

製作した機器は、図1のような構成になり、実験にあわせて各種の計測基板を大型表示器、または、I/O基板を通してパソコンに接続して使用する。例えば、溶液の温度を直接提示するには、図1の温度計測基板Aを大型表示器に接続して行う。

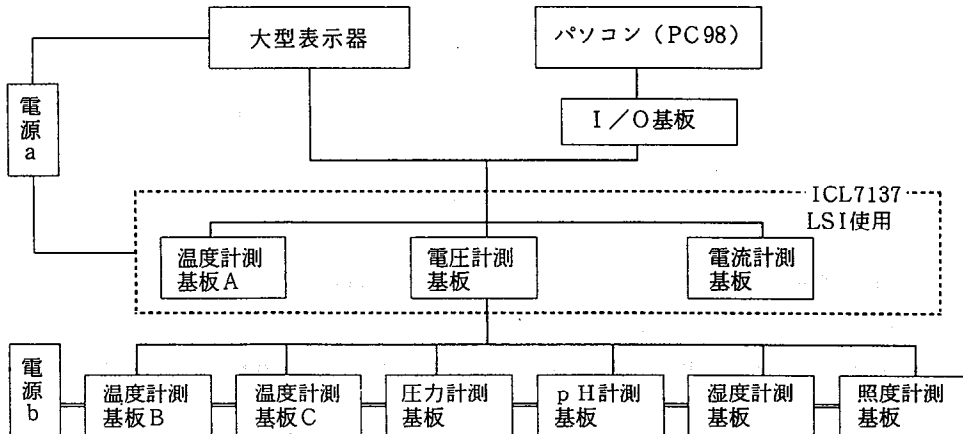
- ① DVM (デジタル・ボルト・メータ) 用ICL7137を用いた計測機器の構成

a 特徴

DPMは、大型表示器、各種の計測基板、電源 a・b で構成した。実際の計測では、IC (integrated circuit) 温度センサーや圧力センサーからのアナログ信号を DVM 用 ICL7137 (図1 被線部の計測基板) を用いて AD 変換 (アナログ信号をデジタル信号に変換) し、大型表示器や I/O 基板へ出力して表示やデータ処理を行う。

b 計測項目

温度、圧力、電圧、電流、pH、湿度、照度等の計測に利用する。



温度計測基板 A (ICセンサー, $-40^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$)、B (熱電対, $100^{\circ}\text{C} \sim 650^{\circ}\text{C}$) = 接触タイプ
 温度計測基板 C (赤外線センサー, $100^{\circ}\text{C} \sim 2000^{\circ}\text{C}$) = 非接触タイプ

図1 DVM用LSIを用いた計測機器の構成

② ユニバーサル・カウンタを用いた構成 (省略)

(3) 機器の製作 (省略)

沖縄県立教育センター 研修報告集録 第34期第2集 (4-3) 1990年月を参照下さい。

3. 製作機器を用いた実験

(1) 大型表示器を用いた実験

① 金属間の電位差の計測 (電圧計測基板使用)

金属のイオン化傾向の大小から生じる電圧を計測し金属のイオン化列との関係調べる。長倉三郎・武田一美監修、1982:「図解実験観察 大辞典化学」P311東京書籍の方法による。

- シャーレにろ紙を敷き、0.1mol/l 硫酸または 1mol/l 塩化ナトリウムを加えて湿らせる。
- よく磨いたマグネシウム、亜鉛、鉄、スズ、銅などの金属片をおく。
- テスト棒をあて金属間の電位差を計測する。(200Vレンジ)

その結果は、図3である。

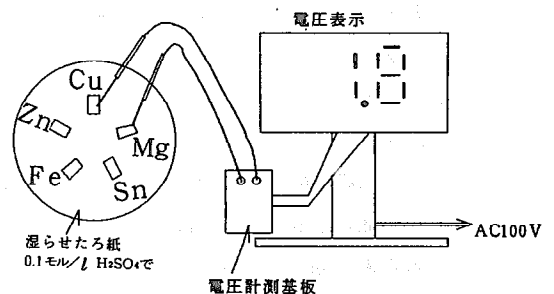


図2 金属間の電位差の計測

0.1 μ ℓ／1 硫酸で湿らせたものが電位差も大きく演示実験に適している。図3は、計測した電圧を長さで表したものであり、金属のイオン化列の並びとよく一致していることがわかる。

Mg	1.8V										Cu				
Mg	1.4V					Sn	0.4					Cu			
Mg	1.0V			Fe	0.4			Sn	0.4			Cu			
Mg	0.9V		Zn	0.1V		Fe	0.4		Sn	0.4		Cu			
		○		○	○		○		○						
K	Ca	Na	Mg	Al	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb	(H ₂)	Cu	Hg	Ag	Pt	Au

図3 計測電圧と金属のイオン化列並び

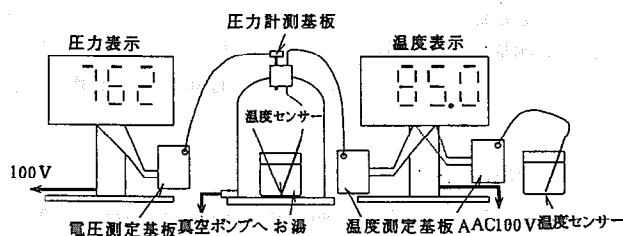
② 水の減圧沸騰（電圧計測基板、圧力計測基板、電流計測基板使用）

減圧すると100℃以下で沸騰するが、それを圧力センサーと温度センサーで計測した。

- a 300 mlのビーカー2個に85℃のお湯200 mlをそれぞれ入れ排気盤の中と外にセットする。
- b 真空ポンプを作動させ減圧する。

- c 沸騰がはじまったら温度と圧力の値を読み取る。

530～550 mbar, 83℃で沸騰（約10秒間続けた）した。その後、排気盤中のお湯は、排気盤外のものより水温が約15℃低下した。蒸発による温度の低下も確認できた。



温度計測（-40℃～100℃），圧力計測（505mbar～2026mbar）

図4 圧力・温度センサーを用いた演示実験

③ 電導度を用いた水酸化ナトリウムと塩酸の中和滴定（電流計測基板使用）

井上友治・渡義一・後藤章、1983：「原色 化学実験プロセス図説」P114～P115 黎明書房の方法による。

- a 水酸化ナトリウム0.8 gを水に溶かして100 mlにして、0.2 μ ℓ／1の水酸化ナトリウム溶液を作る。
- b 36%濃塩酸を2.0 mlを水に溶かして100 mlにして0.24 μ ℓ／1の塩酸を作る。
- c 塩酸の溶液10 mlに水酸化ナトリウム溶液を滴下しながら混ぜ、電流の大きさを測定する。その結果が図6のグラフである。グラフの曲線、1, 2回目は、計測器のレンジを200 mAにして得たもので、これにより大まかな中和点がわかる。そして、3, 4回目めにレンジを20 mAにして少数点2桁まで計測し正確な中和点を得た。

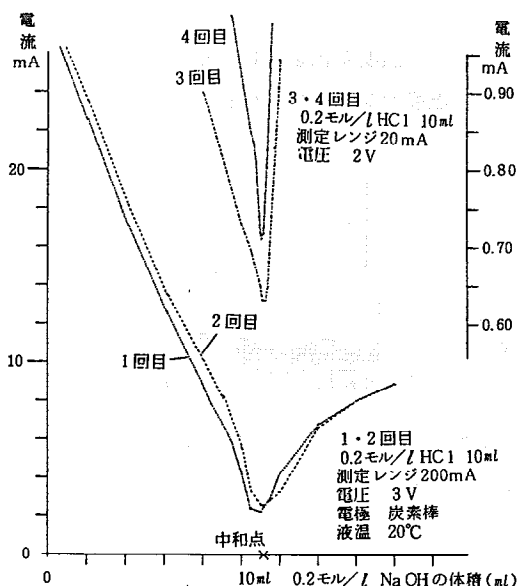


図6 滴定曲線

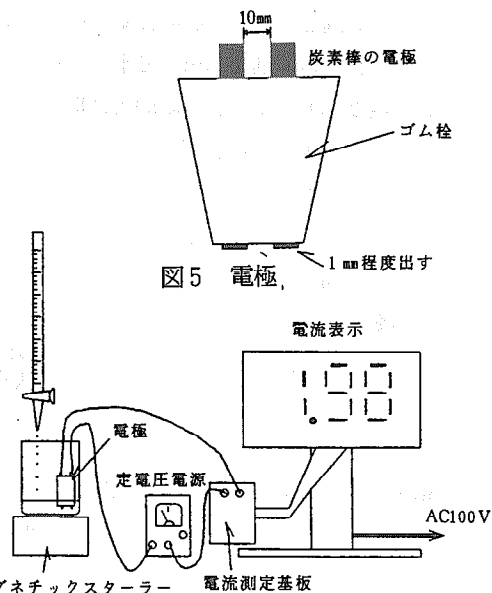


図7 電導度滴定

(2) パソコンを用いた実験

準備

a インターフェースボード (I/O基板)

PC98用インターフェース専用基板に8255A等のLSIを取り付けて、I/O基板を製作した。

b プログラム

1秒毎の計測とデータの出力ができるプログラムをN88BASICで作成した。

特徴

a 計測を始めると、ディスプレイ上にグラフが表示されリアルタイムで計測値をプロットして折れ線グラフを描く。

b 計測終了後、プリンターより計測値と、そのグラフを印字する。

パソコンとの接続

a I/O基板は、パソコンの拡張スロットに差し込んで使用した。

b 計測基板は、プラットケーブルでI/O基板に接続した。

c 8255A (I/O基板) の各ポートは、すべて入力状態にして使う。(プログラムで設定)

d I/O基板・計測基板の電源は、パソコン本体から供給した。

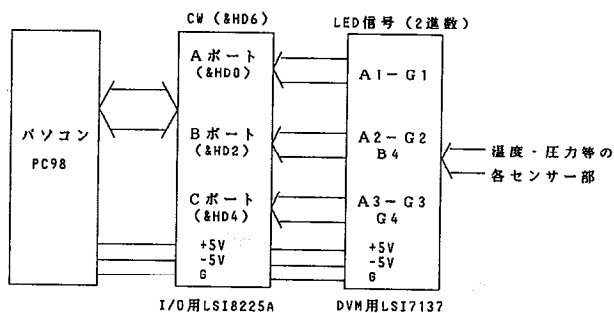


図8 計測基板、I/O基板、パソコンの接続

① 水の凝固点の測定 (温度計測基板A使用)

水と食塩の寒剤を利用して水を冷却し、凝固するまでの温度変化を計測する。

- a 温度35℃の水 3 mlを試験管に取り、その中に I C温度センサーを入れる。
- b aの試験管を寒剤 (水+食塩) の入ったビーカーの中に入れる。
- c bと同時にプログラムをスタートさせ1秒毎の温度を計測する。

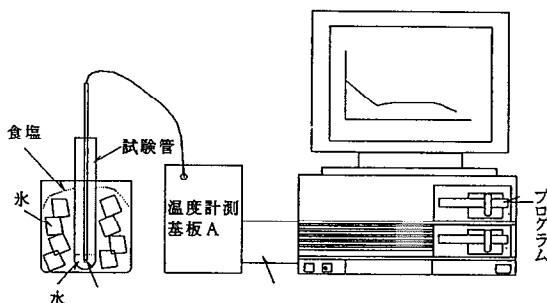


図9 温度計測基板Aとパソコンの接続

結果は図10である。過冷却の状態A凝固点Bが確認できる。

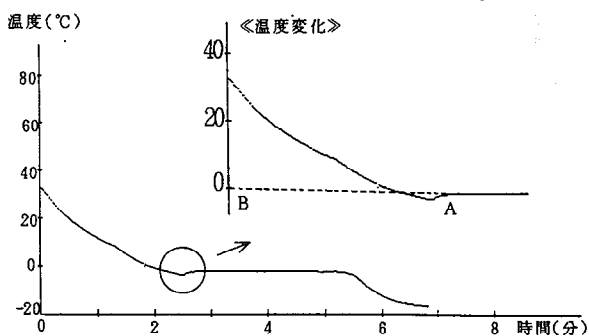


図10 水の凝固の温度変化

② 鉄と硫黄の発熱反応 (電圧計測基板、温度計測基板C使用)

発熱反応 (100℃~2000℃) では、赤外線センサーを利用した計測実験が可能である。図20は、鉄と硫黄の反応に伴う温度変化を赤外線センサー (温度計測基板C) を用いて計測したものである。

(温度計測基板Cの赤外線センサーは、高温体との距離によって出力が変わるので前もって距離を調整する必要がある。)

- a 鉄+硫黄を同体積とり、十分攪拌する。それを、試験管に3 cm³とる。

- ・鉄+硫黄 (20 cm)
- ・鉄のみ (8.5 cm)

- b 図11のようにセットし、ガスバーナーで20秒~30秒加熱する。

- c 反応が始まったところで、加熱を止め、パソコンのプログラムをスタートさせ1秒毎の温度を計測する。

- e 鉄のみでも同様の実験を行う。

その結果は、図12、13である。

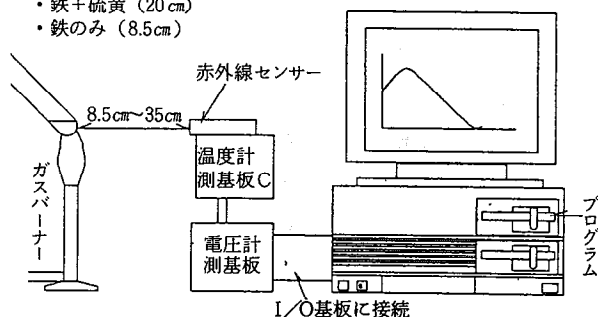


図11 温度計測基板Cとパソコンの接続

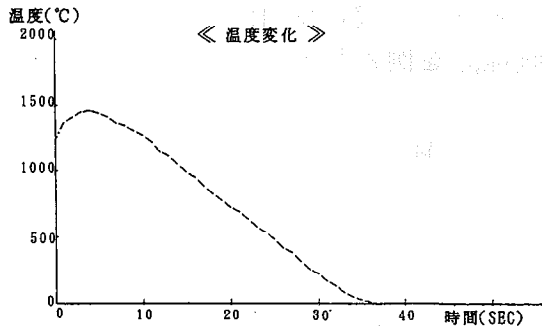


図12 鉄+硫黄の温度変化

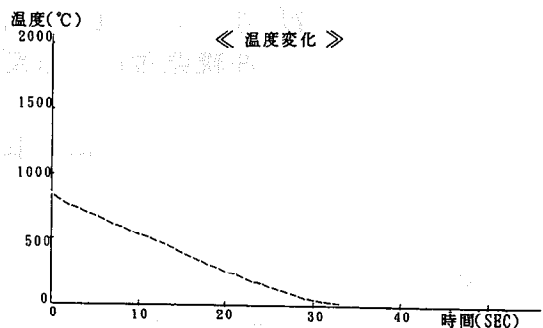


図13 鉄のみの温度変化

図12からわかるように反応による発熱が確認できる。鉄+硫黄の反応は、観察だけでも発熱を確認できるが、赤外線センサーやパソコンを用いることで、生徒たちの興味・関心をより喚起できるものとする。

おわりに

LSI等を組み込んだ電子機器は、微少な電圧や電流の計測を可能にし、パソコンと組み合わせるとグラフ化等の処理も簡単にできる。これらの機器は、計測を伴う演示実験等の主流になると期待される。

部品の購入

デジタル温度計、電圧計、圧力計等のキット（秋月電子通商TEL03-700-5212）

高輝度発光ダイオード（若松通商TEL03-257-0063）

8255A、抵抗、トランジスタ等（藤商電子TEL03-499-0981）

参考文献

平田邦夫，1979：「先生と生徒のためのエレクトロニクスの実験」 共立出版

白土義男，1983：「IC利用工作のノウハウ」 日本放送出版協会

矢野越夫，1983：「作れるマイコンインターフェース」 日本放送出版協会

稲葉保，宏祐太，坂本勝己，他：多機能・高性能化を実現，手作り計測器のすすめ トランジスタ技術 1984年8月号 CQ出版社

塩田泰仁，1986：「実践メカエレクトロニクス マイコン制御」 産業図書

坂巻桂壽美，瀬尾正行，吉沢史雄，松崎秀弥，他：パソコンを利用した計測技術入門 エレクトロニクスライフ 1986年11号 日本放送出版協会

長崎芳之：3・1/2，4・1/2のデジタル表示を実現するDVM用A-Dコンバータの活用技術 トランジスタ技術 1987年9号 CQ出版社

斉藤浩之，1988：「続・PC工作入門」 日本ソフトバンク

西村昭義，1988：「電子計測の基礎から学ぶ 電子カウンターとその応用」 CQ出版社

物理教材研究会編，1989：「物理計測システム実用設計」 CQ出版社

湧水の水質分析とその教材化 —沖縄県金武・宜野座地区を例として—

山 田 保 ※

はじめに

沖縄本島には数多くの湧泉があり、金武町・宜野座村にも、金武大川をはじめ多くの湧泉が分布している。昭和30年代まで、これらの泉は飲料水や生活用水として使用され、貴重な水源であった。水辺は常に清掃され、信仰の対象ともなっていた。しかし水道が完備した現在、生活との関連は薄れ、身近に泉のあることさえ知らない人も多くなり泉に対する関心は薄れつつある。

地球的規模での環境の悪化が注目される現在、身近にある湧泉の現状を調べその水質を調査し資料を得ることによって環境問題をより身近な問題としてとらえることができると思う。幸いにして沖縄県立教育センターにおいて研修の機会が得られ、これまでの調査結果をまとめることができたので、「平成2年度(中期)研修報告集録P217～P222」をもとに加筆して報告します。

1. 研究の意義

沖縄県には、透水性のある石灰岩の地層が広く発達し、そのため石灰岩との不整合部ではいたるところで湧水がみられる。かつてこれらの湧水の大部分は生活用水として利用されていたため、厳しく管理されていた。しかし、最近では上水道の発達によりかえりみられることなく放置され、また農地造成などによって水質も汚染されつつある。今回は沖縄県北部の金武町と宜野座村における湧泉の分布を調べ、その水質を分析測定しそれぞれの湧泉についての資料を得ることと、新教育課程の総合理科の『課題研究』の取り組みの一助にと思い研究を進めた。

2. 湧泉の分布調査

沖縄本島の宜野座村と金武町における湧泉の分布を次の手順で調べた。

- (1) 文献調査 (2) 聞き取り調査 (3) 現地調査

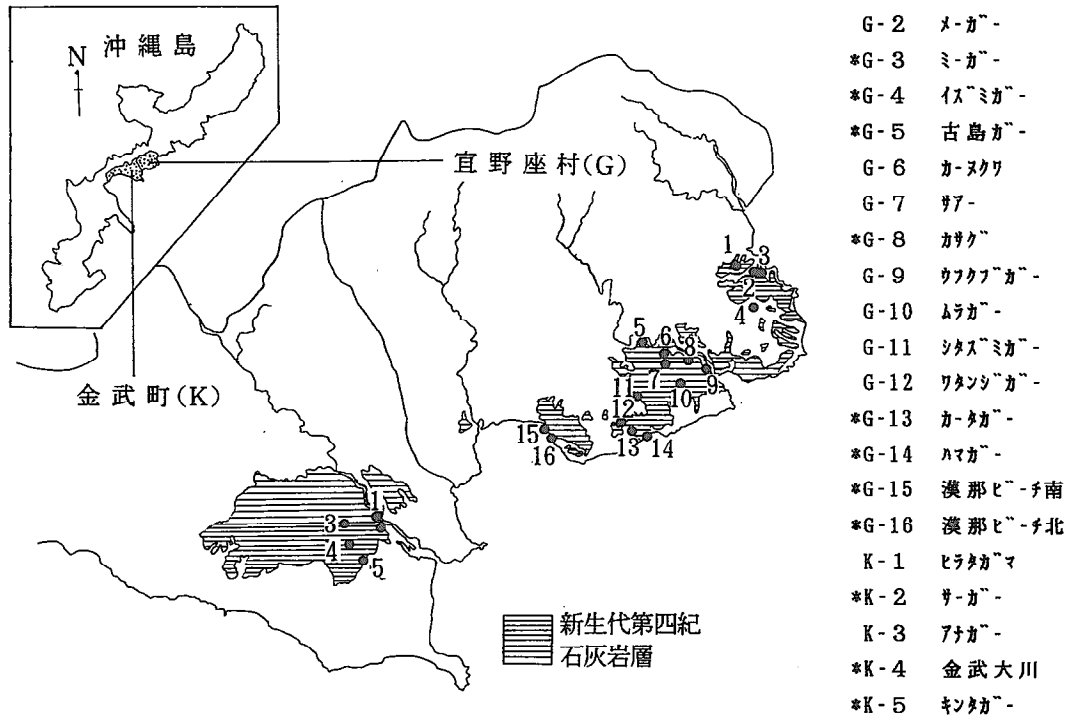
その結果宜野座村で16カ所、金武町で5カ所を確認した。(図1) その内19カ所は石灰岩と嘉陽層との不整合部から湧出している。この一帯の地質は新生代古第三紀の砂岩、粘板岩、千枚岩からなる嘉陽層が広い範囲に分布し、海岸側では基盤の嘉陽層を不整合に覆って新生代第四紀の多孔質な石灰岩が堆積している。

3. 湧泉の水質調査

(1) 採水

草が生い茂りハブのいそうな場所や足場の悪い場所は避け、12カ所から10月3日と4日に採水した。G-1の水は、臭気はないが赤土による濁りがあった。G-3は水面が水草に覆われ池の底には細かい泥があり、水はやや腐敗臭があった。その他の採水地では濁りや臭気はなかった。

今年は梅雨明け後雨は少なかったが、8月後半から10月にかけて台風が次々と接近した。8月29日に15号、9月18日に19号、9月26日に20号が沖縄に接近した。特に台風19号は300ミリの雨を伴い、そのため、採水時は7、8月に比べ泉の水量は豊富であった。



(2) 調査項目

- ① 気温、② 水温、③ 外観、④ 臭気、⑤ pH、⑥ 電導度、⑦ 溶存酸素
⑧ 科学的酸素要求量、⑨ pH4.3アルカリ度、⑩ 湧水量、⑪ ナトリウムイオン、
⑫ カリウムイオン、⑬ カルシウムイオン、⑭ マグネシウムイオン、⑮ 塩化物イオン、
⑯ 硫酸イオン

(3) 測定方法

pH、電導度、湧水量については、その場で測定した。溶存酸素は、採水を持ち帰り実験室でその日のうちに測定し、残りの項目は後日測定した。

- ① pH……pHメーター、ウチダKT-2Aを用いて測定した。
② 溶存酸素……ホリバDOメーター、DO-8F型を用いて測定した。
③ 電導度……電導度計CM-7B型(東亜電波製)を用いて測定した。
④ ナトリウムイオン、カリウムイオン、マグネシウムイオン、カルシウムイオン……原子吸光
フレイム分光光度計、島津AA-660を用いて測定した。
⑤ 塩化物イオン……クロム酸カリウムを指示薬として、0.02N硝酸銀で滴定した。
⑥ 硫酸イオン……10%塩化バリウムを滴下し、BaSO₄を沈澱させ、灰化し重さを測定した。

*は採水地を示す

- ⑦ pH4.3アルカリ度 -----BCG指示薬を加え、0.02N硫酸で滴定した。
 ⑧ 科学的酸素要求量 (COD) -----0.01N過マンガン酸カリウムで滴定した。

4. 測定結果

測定結果を表1に示す。

表1 沖縄島金武町・宜野座村の湧水の化学組成 (1990年10月)

採水地	気温 ・C	水温 ・C	pH	電導度 μS/cm	DO ppm	Na ⁺ ppm	K ⁺ ppm	Mg ²⁺ ppm	Ca ²⁺ ppm	Cl ⁻ ppm	SO ₄ ²⁻ ppm	pH4.37#99度 me/l	COD ppm	湧水量 l/分	泉の名称
G-1	30.0	28.7	7.3	555	13.00	37.2	1.45	8.68	33.9	60.0	28.8	3.76	6.32		シリガー
3	26.8	25.2	7.2	688	8.46	40.0	8.78	7.63	47.6	45.5	35.3	5.59	3.51		ミーガー
4	27.0	23.3	5.6	414	3.07	42.4	1.08	13.21	16.0	54.7	65.7	1.41	1.46		イズミガー
5	26.9	23.5	6.9	860	4.55	31.3	0.75	6.96	67.8	63.8	58.9	6.85	1.23	50	古島ガー
8	29.1	23.3	7.1	831	6.66	48.6	2.02	10.67	58.6	85.7	47.1	5.77	1.64	264	カサダ
13	29.2	23.7	7.0	665	6.80	22.0	0.95	7.06	58.2	32.1	58.4	5.37	2.34		カータガー
14	29.2	24.2	8.2	781	6.85	45.3	4.01	10.77	55.2	61.7	46.9	5.87	5.85	193	浜ガー
15	28.9	23.0	7.7	709	7.41	21.8	0.94	11.06	61.5	46.2	83.1	5.05	1.81	23	渡部ビーチ南
16	28.9	23.0	7.3	728	7.65	21.0	0.75	13.34	62.1	42.0	97.1	5.08	1.17		渡部ビーチ北
K-2	26.7	23.0	7.1	619	6.45	17.2	0.56	4.48	56.9	38.1	28.6	5.28	0.90		サーガー (茶川)
4	29.0	23.7	7.1	575	6.28	19.8	2.37	5.20	53.8	34.9	33.4	5.62	1.64	296	金武大川
5	27.0	24.5	7.2	553	5.84	23.0	2.20	3.82	47.7	38.8	39.7	4.39	1.75	174	キンタガー
平均	28.2	24.9	7.1	665	6.92	30.8	2.16	8.57	51.6	50.3	51.9	5.00	2.48		

5. 考察

(1) 金武・宜野座の湧水の特徴

表2に金武・宜野座の湧水 (HCO₃⁻濃度はアルカリ度から求めた) と、世界の河川水、日本の河川水及び沖縄の陸水の科学組成を示した。この表から金武と宜野座の湧水の特徴をあげると次のようになる。

① 世界や日本の河川水に比べると、溶存イオン濃度が極めて高い。

② 沖縄本島北部の陸水

と比べると、Na⁺と

Cl⁻の濃度は約2倍

だが、その他の溶存イ

オン濃度は極めて高い。

特にCa²⁺とHCO₃⁻

の濃度は10倍以上であ

る。

表2 世界、日本及び沖縄本島における陸水の化学組成 (mg/l)

	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻
a) 世界の河川	6.3	2.3	4.1	15	7.9	11.2	58.4
b) 日本の河川	6.7	1.2	1.9	8.8	5.8	10.6	31.0
c) 沖縄本島南部	37	1.3	4.2	113	42	25	340
d) 沖縄本島北部	18	0.6	2.4	5.1	24	6.3	25
金武・宜野座	30.8	2.2	8.6	51.6	50.3	51.9	305.1

a) Livingstone (1963) b) 小林 (1960) c) 渡久山ら (1972) d) 兼島ら (1979)

③ 沖縄本島南部の陸水と比べると、Mg²⁺とSO₄²⁻濃度は2倍で、Ca²⁺濃度はおよそ2分の1である。

これらのことより金武町と宜野座村は沖縄本島北部に位置しているが、その湧水の水質はむしろ石灰岩の多い南部の陸水と似ていて、 Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 HCO_3^- が多く含まれていることがわかる。

(2) 相関関係

それぞれの溶存イオンについて相関係数を計算してみると、 Na^+ と Cl^- が0.80、 Ca^{2+} と HCO_3^- が0.91と高い正の相関がある。しかし、 Na^+ 、 Cl^- と Ca^{2+} 、 HCO_3^- との相関係数は0に近く相関関係はほとんどみられない。ことことから、ナトリウムと塩素の供給源と、カルシウムと炭酸水素イオンの供給源が、まったく異なることがわかる。

沖縄本島は南北に細長い島なので、陸水は波のしぶきによって運ばれる海水の影響を強く受ける。そのため、全体的に Na^+ と Cl^- は多くなる。特に今回の調査地は海岸に近く、しかも採水の前に台風が相次いで接近したので、沖縄本島のなかでも Na^+ と Cl^- の濃度は高くなっている。

一方 Ca^{2+} と HCO_3^- が多いのは、炭酸ガスを含んだ雨水が地下に浸透すると石灰岩と次のように反応してカルシウムイオンと炭酸水素イオンを溶出するためである。

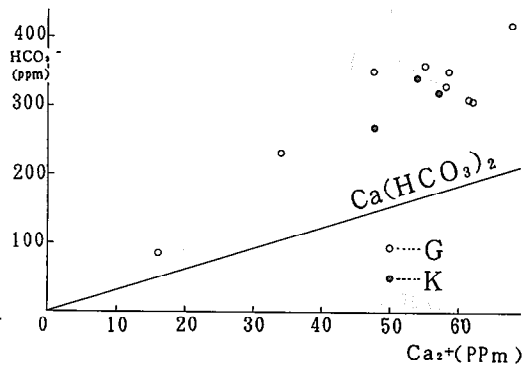
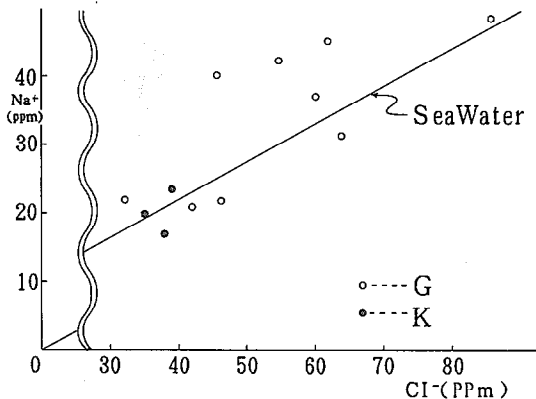


図2 塩化物イオンとナトリウムイオンの関係

図3 カルシウムイオンと炭酸水素イオンの関係

(3) 成分含有量の比較

図4は放射水質図によって6カ所の湧泉を比較したものである。一本の線を100ppmにし、同じ単位目盛(ppm)で作図され、一見して成分含有量の多少が分かり、泉の特徴や関連性がみやすくなっている。この図より、次のことが分かる。

G-4は泉の回りに石灰岩が無く、しかも Ca^{2+} が少なく、アルカリ度も1.41と低いことより、その湧水は石灰岩の影響をほとんど受けてないことがわかる。またpHが5.6と低く、 Mg^{2+} と SO_4^{2-} が多く含まれていて、他の湧泉とは異なった特徴がある。今後継続調査してみたい場所である。G-15とG-16はどちらも硫酸イオンが多く含まれ、その他のイオン量や組成もよく似ている。場所も10mしか離れてなく、地下での水源は同じだと考えられる。またK-2、K-4、K-5も図1の分布図と図3の放射水質図をみると、同じ水源から湧き出る泉だと考えられる。

K-2、K-4、K-5は金武町並里区にあり、区長さんの話によるとK-2のサーガー(茶川)の水質は「金武で最も良質の水で、御茶水として利用されたところからその名称がつけられ、正月最初にいれる御茶は、必ずこの泉の水を使っていた。」ということであった。ところが今回の

分析結果では、K-2はK-4、K-5にくらべて Na^+ 、 K^+ 、 SO_4^{2-} がわずかに少ないだけであった。このわずかな濃度の違いを区別した当時の人々の味覚の鋭さに感心してしまう。

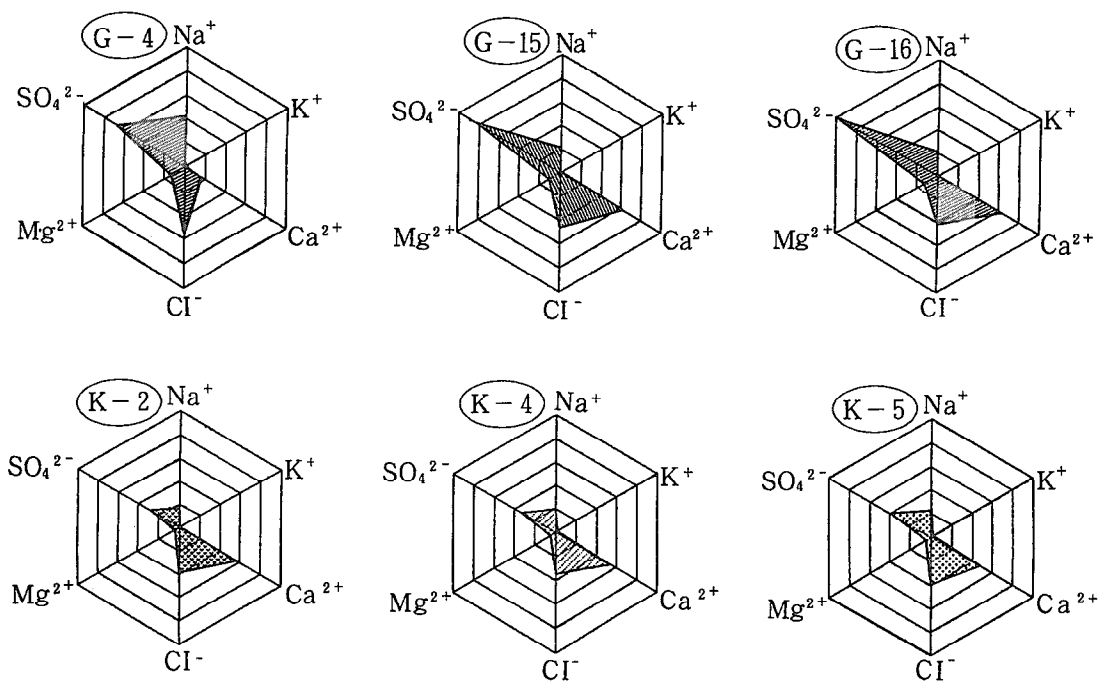


図4 放射水質図

6. 『課題研究』にむけて

(1) 本県では、人口の集中している中南部では河川が少なく、しかも河川はコンクリートで囲まれ汚れのひどいところが多い。それに対して湧泉の数は多く、その水は石灰岩を通過する間に臭気などが取り除かれきれいであるので、生徒が取り組みやすく水質調査の対象として適している。しかも、湧水の水質調査を通して次のことが期待できる。

- a 水の循環のサイクルが単純で、人間生活と水質との関係が学べる。
- b 水質を調べることにより地質との関係が分かり、総合的な自然観を養える。
- c 水を大切にしてきた。祖先の美風を学べる。
- d 身近な水質源に気づき、自然環境に対する感心が高まる。

(2) 水質を知るには、できるだけ多くの項目について測定したほうがよい。しかし、生徒に実験をさせるには、時間と設備の関係で制約も多い。そこで生徒が測定可能な項目を選び、その測定方法と意味をあげてみた。（次ページ表3）

石灰岩の分布する地域は地盤が固く水が得やすいため、昔から集落が発達し今でも住宅地域となっているところが多い。そのため人為的な汚染の影響が考えられる。それを調べるにはCODやアンモニア、リンなどを測定することが必要である。しかしアンモニアやリンの測定法は操作が煩雑なので、これらの項目についてはパックテストを利用することも考えられる。

表3 水質調査の測定項目

測定項目	測定方法	測定の意味と意味
気 温	棒 状 温 度 計	水温の意味をはっきりさせる。
水 温	棒 状 温 度 計	溶存酸素など気体の溶解度に影響を与える。水が滞留しているかどうか分かる。
pH	pHメー ター	水の酸性・アルカリ性示す指標。
電 導 度	電 導 度 計	イオンの総量がわかる。
溶 存 酸 素 (DO)	溶存酸素計または パックテスト	汚染された水中では、消費されるDOの量は多くなり、 水が清純である程その温度における飽和量に近くなる。
Mgイオン Caイオン	E D T A 滴 定	石灰岩の影響がわかる。
Clイオン	モ ー ル 法 硝 酸 銀 で 滴 定	地質の影響よりは、海水の影響や人為的な汚染の影響を 受ける。
pH4.3 アルカリ度	硫 酸 で 滴 定	炭素水素イオンの量を推定できる。酸に対する緩衝能力 がわかる。
COD	過マンガン酸滴定	水中の有機物の量が推定できる。
湧 水 量	バケツに水のたまる 時間を計り測定	湧泉の規模がわかる。

まとめ

- (1) 金武・宜野座地区の湧泉の分布図をつくった。
- (2) 湧水の水質を分析し、それぞれの湧泉の科学組成を知ることができた。
- (3) 『課題学習』にむけて、湧水の調査の意義と項目を明らかにした。

おわりに

地球的規模での環境問題が注目されている現在、身近な自然環境に目を向けることが大切である。かつて、飲料水や生活用水として利用された湧泉を教材として取り上げ、その水質分析をすることによって、身近な水資源に気づき、環境問題に対する関心を高め理解を深めることができるものと思う。

今回の調査では、pHの違いや汚染の程度を知ることができなかった。また水質は気温や降雨などの気象条件によって変化するので、今後とも継続的な調査を行いたい。

参考文献

- 小倉紀雄 1987 調べる・身近な水 講談社
 小倉紀雄・半谷高久 1985 水質調査法 丸善株式会社
 遠山英一 1985 沖縄の水とその環境 沖縄理化学研究所
 沖縄県宜野座村教育委員会 1985 宜野座村の文化財(5) 沖縄県宜野座村教育委員会
 沖縄県宜野座村教育委員会 1983 宜野座村の文化財(3) 沖縄県宜野座村教育委員会
 日本分析科学会北海支部編 1971 水の分析 化学同人
 半谷高久 1960 水質調査法 丸善株式会社

身近に素材を求める化学実験の工夫 —Mnノジュールを使った「イオンの確認」実験—

新 城 安 光 *

はじめに

化学教育の基本目標は、「自然の事物・現象のうち、物質の化学的性質、物質の状態及び化学反応について観察・実験などを行い、原理・法則を理解させ、化学的に考察する能力と態度を育てる。」事である。この目標を達成するためにできるだけ多くの実験項目を設定して授業を実施しているが、必ずしも満足できる成果を得るには至っていない。

「イオンの確認」実験については、従来、未知サンプルを調査し、それを生徒に与えて実験をしている。生徒達は興味をもって実験に取り組むがその割には定着、理解度が低い。

そこで今回は、「イオンの確認」実験の材料として、学校周辺で簡単に目にすることのできるMnノジュールについて「陽イオンの系統分析」によりその成分元素の定性分析法を調べ教材化、授業改善を図った。

1. Mnノジュールの分析

(1) Mnノジュールの組成

Mnノジュールは琉球列島の赤色風化土壤中に産する黒っぽい鉱物状の物質である。それについての形態、密度、鉱物組成、化学組成等いろいろな研究がなされているが、その詳しい成因についてはまだ定説がない。本校に隣接する読谷村に産するMnノジュールの化学組成を表1に示す。

表1 Mnノジュールの組成 (平良, 1985)

サンプル	SiO ₂	MnO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Cu	Ni	Zn	Cd	Co	Pb	Sr
	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Y-1	28.1	23.4	15.7	4.4	1.1	0.4	120	150	200	71	830	850	550
Y-2	29.8	23.3	13.5	7.1	1.2	0.5	140	130	230	100	490	590	490
Y-3	29.9	21.5	18.8	6.1	0.4	0.3	90	90	160	37	930	1200	95
Y-4	28.8	22.8	15.1	6.7	1.0	0.4	140	130	220	58	970	780	410

(2) 準備・試薬

①試薬…硫化鉄、塩化水素 (1 N, 2 N, 4 N, 6 N, 濃), 15%過酸化水素, アンモニア水 (2 N, 6 N, 濃), 6 N-酢酸, 3 N-酢酸アンモニウム, 3 N-塩化アンモニウム, 硫化アンモニウム, 炭酸アンモニウム (3 N, 6 N), 硝酸 (2 N, 濃), 硫酸 (6 N), 1 N-フェロシアン化カリウム, 1 N-フェリシアン化カリウム, 水酸化ナトリウム (3 N, 6 N), 飽和臭素水, 1 N-チオシアン酸カリウム, 酢酸鉛, 二酸化鉛, 塩素酸カリウム, 0.5 N-シュウ酸アンモニウム, 2 N-硫酸アンモニウム, 1 N-リン酸水素ナトリウム, アルミノン試薬, 酢酸鉛試験紙, pH試験紙, 検液として0.1 Nの硝酸塩水溶液 (Al, Fe, Ca, Mn)

②器具…乳鉢, ロート, ロート台, 試験管, ビーカー, スポイト, ヒーター, ろ紙, 石綿金網, 湯

浴、カセロール、三脚

(3) 試料の前処理 (分解)

- ① 採取してきた試料は、丁寧に表面の赤土をはらい乳鉢で繊細な粉末にする。
- ② 溶解試験…水、硝酸、塩酸、王水に対する試料の溶解性を調べる。
- ③ 電気炉で加熱するか、あるいはカセロールに粉末試料をいれブレンゼンバーナーで約2時間位焼き有機物を除去する。
- ④ 粉末試料の約5gを三角フラスコに取り、25mlの6N-HCl、数mlの15% H_2O_2 で分解する。
- ⑤ いったん煮沸し一晩置く。不溶物が真っ白になったら注意しながら乾固直前まで蒸発し冷えてから水を加えろ過する。不溶物は2N-HCl少量で洗浄し閉管試験を行う。ろ液はさらに乾固直前まで加熱後水30mlを加え分析試料液とする。

※ 留意点

- 蒸発の際、試料を乾固させないように充分注意する。
- 高濃度の過酸化水素の取り扱い注意。
- 分解剤は、先に6N-HClを加え次に15% H_2O_2 を加える。逆の場合は、 H_2O_2 が高濃度になるため激しい反応が起こり内容物が噴き出すことがあり危険である。
- 分解のための加熱は砂浴を用いるか、あるいはヒーターに石綿金網を5～6枚重ねて行う。
- 試料のはいったんビーカーは時計皿で覆い煮沸後放置し分解反応を進める。
- 分解はドラフト内か風通しのよい屋外、ベランダで行う。

(4) 試料溶液の分属

試料溶液を図1に従い系統的に分属する。

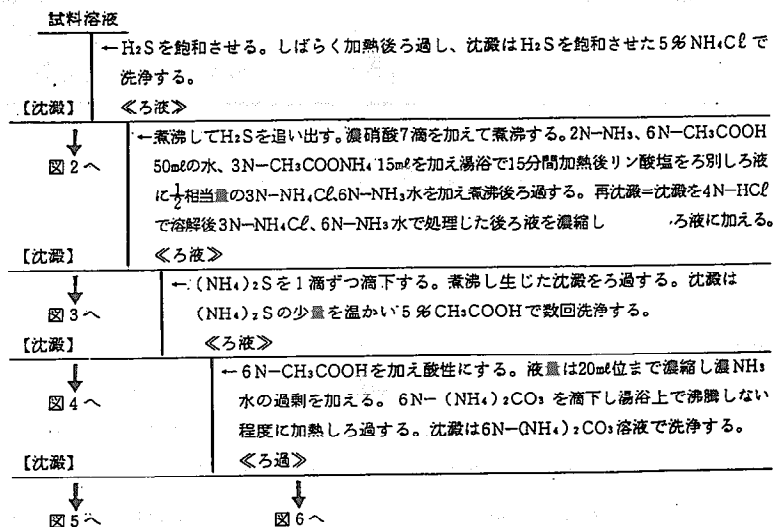


図1. 金属イオンの分属操作

(5) 各属元素の分離・確認

① 第2属元素の分離・確認

分析試料溶液		(ア)
←H ₂ Sを飽和させる 60℃～70℃に加温 ^(イ) ←H ₂ Sを再度飽和させる		
沈澱 HgS、PbS、CuS、CdS ^(ウ)	ろ液	
←H ₂ Sを飽和した5%NH ₄ Clで洗浄する ←2N-HNO ₃ 15ml～20mlで溶解する ^(エ) ←かきまぜながら2～3分煮沸する		第3属へ
残留物 HgS、S	ろ液 Pb(NO ₃) ₂ 、Cu(NO ₃) ₂ 、Cd(NO ₃) ₂ ^(カ)	
残留物 S	←王水10mlを加え加熱する ←煮沸、濃縮し水10mlを加える ^(キ) ろ液	ろ液を2分し 1) K ₂ CrO ₄ 溶液を適下 黄沈 Pbの存在 ^(ク) 2) 濃NH ₃ 水で中和しH ₂ Sを通す 黒沈 Pbの存在 ^(ケ)
	←SnCl ₂ 灰～黒沈 Hgの存在 ^(ク)	
(コ)		
PbNO ₃ 、CuNO ₃ 、CdNO ₃		
沈澱 PbSO ₄ ^(サ)	ろ液 CuSO ₄ 、CdSO ₄	
←CH ₃ COOCH ₄ で溶解 ←酢酸酸性でK ₂ CrO ₄ 適下 黄沈 Pbの存在		Cd確認
		←濃NH ₃ 水で中和後2分し Cu確認
		←6N-H ₂ SO ₄ 、鉄粉 ←H ₂ S 黄沈 Cdの存在 ^(ジ)
		←酢酸酸性 ←フェロシアン化カリウム ^(ズ) 赤変 Cuの存在

図2. 第2属元素の確認操作

※ 留意点

- (ア) のH₂S飽和はFe³⁺の還元にも消費されるので溶液の色が消えるまで充分長く通す。
H₂Sの飽和はドラフト内で行う。ろ過の際、遊離の硫黄が生じろ過が濁る。
アルコールを一滴落とし遠心分離機にかけると濁りが除かれ比較的清澄な液が得られる。
- (イ) で生じた沈澱を加熱すると沈澱が凝集しろ過が容易になる。
- (ウ) の沈澱は酸化され易い。放置する場合は少量のろ液か、飽和H₂S水で沈澱を被っておく。
- (エ) の沈澱の洗浄、HNO₃による溶解は遠心管内で行うと損失が避け都合がよい。
- 溶解剤の王水が残留するとHg確認のためのSnCl₂が消費され確認が不完全になるので乾固直前まで蒸発する。

② 第3属元素の分離、確認

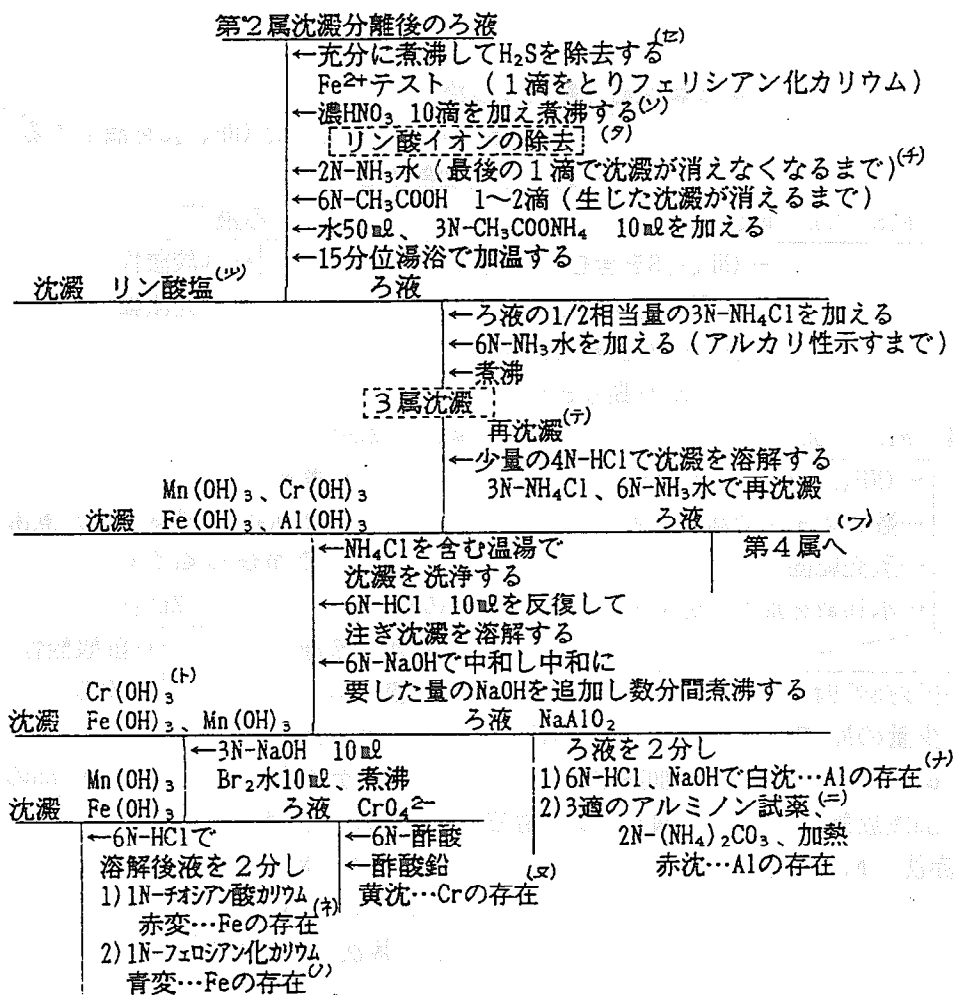


図3. 第3属元素の確認操作

※ 留意点

- (セ) の H_2S の除去はガラス棒でかきまぜながら煮沸する。 H_2S の除去完了は蒸気に酢酸鉛試験紙をかざしたとき異変しないこと、及び蒸気が H_2S 臭を呈しなくなるまでとし、それからさらに1~2分加熱を続ける。
- (ソ) 濃硝酸で酸化した後、液の1部を時計皿にとり1N- $K_4[Fe(CN)_6]$ 、1N- $K_3[Fe(CN)_6]$ で Fe^{2+} の酸化完了を確認する。酸化が不充分ならさらに2~3滴の濃硝酸を加え煮沸する。
- (チ) NH_3 水は1滴づつ加え高濃度部分が生じないようその都度充分にかくはんする。
- (テ) の沈澱物はいったん4N- HCl で溶解後、約半量まで濃縮し第5属ろ液に加える。濃縮の際には、三角フラスコの口に小さなロートを差し込んで行くと液の飛散が防げる。
- (フ) のろ液に2~3滴の NH_3 水を加えて煮沸し新たな沈澱の生じないことを確認する。

③ 第4属元素の分離, 確認

第3属沈澱分離後のろ液			
沈澱 NiS、CoS、MnS、ZnS		←H ₂ Sを通じるか、あるいは(NH ₄) ₂ Sを滴下する ^(ハ) ←約2分間加熱する	
		ろ液 ^(ヒ)	
沈澱 NiS、CoS		←(NH ₄) ₂ Sを含む5%NH ₄ Clで沈澱を洗浄する ←1N-HClを20mlに加え栓をししっかり振りまぜる	
		←酢酸酸性 ←蒸発濃縮	
		Mn ²⁺ 、Zn ²⁺	
←(NH ₄) ₂ Sを含む水で洗浄 ←数mlの王水で溶解する ←蒸発乾固 ^(フ) ←水10mlを加え2分する		←煮沸 ←3N-NaOHの過剰を加え煮沸 ←放冷後ろ過する。	
		Mn(OH) ₂ ^(ヘ)	ZnO ₂ ²⁻
←ジメチルグリオキシム ←少量のNH ₃ で微アルカリとし加熱放置 ^(ホ) 赤沈 Niの存在		←水で洗浄 ←濃HNO ₃ 10mlで溶解し2分する 1) PbO ₂ と煮沸 赤沈 Mnの存在 ^(ニ) 2) KClO ₃ と煮沸 黒沈 Mnの存在 ^(ハ)	
		←6N-CH ₃ COOH 2ml ←6N-KNO ₂ 4ml ←加熱放置 ^(マ) 黄沈 Coの存在	←酢酸酸性 ←煮沸 ←H ₂ S 白沈 Znの存在 ^(キ)

図4. 第4属元素の確認操作

※ 留意点

- (ハ) … (NH₄)₂Sは蒸気に酢酸鉛試験紙をかざした時黒色を呈するまで一滴ずつ滴下する。
- (ヒ) のろ液は酸化を防ぐため、ろ過後はただちに酢酸酸性にして煮沸しH₂Sを除去する。
- (フ) … 蒸発乾固の際は、ビーカーに時計皿でふたをし内容物を飛散させないよう充分に注する。
- (ヘ) はろ過の最中にも変色するがかまわず継続する。

④ 第5属元素の分離、確認

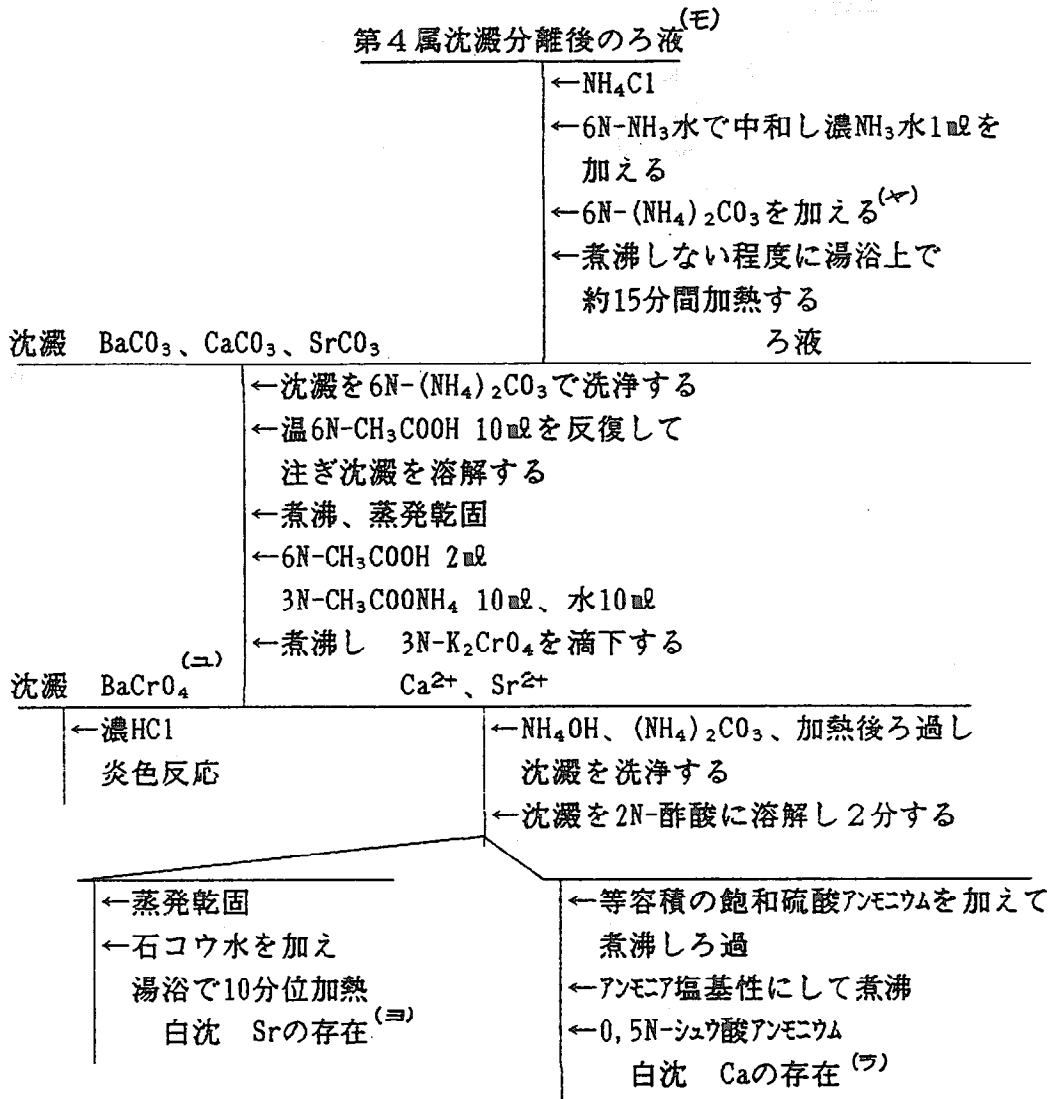


図5. 第5属元素の確認操作

※ 留意点

- (モ) のろ液に濁りがあれば少量の6N- HNO_3 を加え煮沸する。
- (ヤ) 上澄みに6N- $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ を一滴加えたときに新たな沈澱が生じなくなるまで滴下する。

⑤ 第6属元素の分離、確認

第5属沈澱分離後のろ液

- ←煮沸、2N-硫酸アンモニウム……沈澱はろ別し棄却^(リ)
- ←0.5N-シュウ酸アンモニウムを加え加温……沈澱はろ別し棄却^(ル)
- ←1N-HClで微酸性とし煮沸
- ←1N-リン酸水素二ナトリウム20ml、過剰に濃NH₃水
白沈 Mgの存在^(レ)

図6. 第6属元素の確認操作

2. 結果と考察

- (1) 原試料を6N-HClで分解後、乾固直前まで蒸発→水→乾固直前まで蒸発→水30mlの処理を行うことにより溶液のpHはほぼ1~2に保たれるがpHメーターあるいは万能試験紙で確認し不備なら水を加えpHを調整する必要がある。

pH2における第4属の硫化物沈澱が懸念されるが第4属元素が微量な為第4属硫化物は生じない。

「乾固直前まで蒸発」の操作で乾固させてしまうと強酸にも溶解しない不溶性の鉄の酸化物を生じ以下の分析が不可になるので蒸発残留物が液でわずかに湿っている状態で加熱を止める。

- (2) 分析操作各段において有色の溶液を得る場合が多いのでpH調整の為にpH指示薬は用いずpH万能試験紙を使った。なお、pH指示薬にはそれ自身の未分解による妨害も考えられるので使用は避ける。
- (3) 溶解試験……原試料の冷水、温水への溶解性は認められないが6N-HCl、希硝酸、王水には溶解する。
- (4) 溶媒に硝酸、王水を使用すると、硫化水素を飽和したとき遊離硫黄を生じたり原子価の低い陽イオンを酸化したりして不都合が起こるので6N-HClを用いた。
- (5) 原試料の塩酸処理後に残る不溶物をろ別し自然乾燥させ閉管試験を試みたが、変色、昇華、気体の発生等変化が見られないのでケイ酸塩として処理した。
- (6) 陽イオン分析の妨害物質とその対策

- ① 有機物……有機物の存在は、試料の分解、分属、イオンの確認などあらゆる段指で妨害となる。

したがって有機物は微細粉末にした段指で電気炉を用い400℃で約30分焼くか、もしくはカセロールに試料を入れブンゼンバーナーで約2時間位焼き除去しておく必要がある。

- ② リン酸イオン……(ソ)の溶液の一部をとりモリブデン酸アンモニウムで処理すると黄沈がみられリン酸イオンが確認できる。リン酸イオンが存在すると第3属を分属する際に第5属元素までがリン酸塩として沈澱する。それで(ソ)の残液をNH₃、飽和CH₃COONH₄、CH₃COOHで処理しリン酸鉄として沈澱させ除去したが、本試料の場合、リン酸イオンに比して金属元素の量が多いためか除去操作を省いても第5属元素の確認に決定的な影響は与えない。

- ③ シュウ酸イオン……シュウ酸イオンの存在は第3属の分属に際し、カルシウム、バリウム、スト

ロンチウム等を沈澱させ妨害となる。しかし、 Mn ノジュールを産するフィールドは酸化環境にあるためシュウ酸イオンの存在は極く微少と考えられるのでその影響は考慮しない。

- (7) 分解が完結した分析試料溶液は鮮やかな黄褐色を帯びた清澄な溶液でこの段階で Fe^{3+} の存在が予想される。液に濁りが見られる場合は残留有機物による試料の未分解が考えられる。
- (8) (ア) で H_2S を飽和させるにしたがい沈澱の生成とともに Fe^{3+} が Fe^{2+} に還元されていく様子が溶液の色の変化により観察される。この硫化物沈澱をろ別したろ液は繊細な遊離硫黄によりわずかに白濁するが比較的清澄な淡黄緑色を呈し有色イオンの存在が予想される。
- (9) (エ) の HNO_3 による溶解液は灰～白濁を示すが煮沸しろ過すると沈澱は灰黒色、ろ過は清澄な液になる。
- (10) (カ) のろ過から (コ) の要領で $PbSO_4$ (白沈) の分離を試みたが原試料中の Pb^{2+} 濃度が低いことと、 $PbSO_4$ 粒子が極めて繊細なため分離が不可。なお、(ス) において Cu^{2+} 検出に鋭敏なフェロシアン化カリウムによる Cu の確認操作、(シ) において Cd^{2+} の確認操作を行ったがいずれも不可。したがって (カ) ら液中に Cu^{2+} 、 Cd^{2+} は存在しないとの前提で K_2CrO_4 、 NH_3 、水、 S_2S 処理を行った。
- (ク)、(ケ) でそれぞれ黄沈、黒沈が認められ Pb^{2+} が確認された。
- (11) HgS 、 S の残留物を遠心管中で王水処理し $SnCl_2$ の少量を加え放置すると黒沈がみられ Hg が確認された。
- (12) (セ) において H_2S の除去が不十分だと液 NH_3 アルカリにしたとき第4属の黒色硫化物を生じってしまうので液量が半分になる位まで煮沸を続け H_2S を完全に取り除く。
- (13) (ソ) において酸化のため濃 HNO_3 を加えて煮沸すると濃黄褐色に変わり有色イオン (Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Cr^{2+} 、 Co^{2+} 、 Ni^{2+}) の存在を予想させる。
- (14) 再沈澱……図3における第3属沈澱は、 Fe 、 Al の水酸化物だけでなく Ca も共沈している。ので生じた水酸化物沈澱は塩酸で溶解後、再沈澱させそのろ液を濃縮し Ca をろ液 (ワ) に移す必要がある。
- (15) (ネ)、(ノ) においてチアシオン酸カリウム、フェロシアン化カリウムによりそれぞれ赤変、青変がみられ Fe^{3+} が確認された。
- (16) (ヌ) における Cr^{2+} の確認は不可。
- (17) Al は分析各段における損失が大きく (ナ) において水酸化物としては検出し得ない。(ニ) において $(NH_4)_2CO_3$ とアルミノン試薬により輝赤色の沈澱を生じ Al が確認された。次表に Al 確認の比較実験を示す。

	アルミノン3滴	加熱、 $(NH_4)_2CO_3$
蒸 水	淡、赤 色	黄 色
4属ろ液	淡 赤 色	黄 色
Al検液	淡 赤 色	赤 色
(二) 液	淡 赤 色	赤 色

- ⑱ (ト) にMnの混入が考えられるが少量であるからその検出，確認は第4属で行なう。
- ⑲ (ハ) において H_2S を通じる事により真黒の硫化物沈澱を生じ Ni^{2+} ， Co^{2+} の存在が予想される。
- ⑳ (メ) において Zn は認められず第3属沈澱に共沈，吸着あるいは第2属分離の際に後沈したものとする。
- ㉑ (ホ) において鮮やかな赤沈がみられ Ni^{2+} が確認された。
- ㉒ (マ) において液が黄味を帯び Co^{2+} が確認された。
- ㉓ (ミ)，(ム) においてそれぞれ赤沈，黒沈がみられ Mn が確認された。
- ㉔ (モ) のろ液は透明で清澄な液で有色イオンを含まない。液が有色を示す場合は分属の不備が考えられる。
- ㉕ (ヨ) において Sr は確認されず。(ラ) において白沈がみられ Ca が確認される。
- ㉖ 残留の Ba, Ca をのぞくために (リ)，(ル) において $(NH_4)_2SO_4$ ， $(NH_4)_2C_2O_4$ を加え Na_2HPO_4 で処理すると (レ) で白沈があり Mg が確認された。

3. 資 料

(1) pHと S^{2-} 濃度との関係

$$K_1 = q \times 10^{-8}, K_2 = 1.2 \times 10^{-5} \text{ として}$$

$$pH=0 \quad [H^+] = 1 \quad [S^{2-}] = 1.1 \times 10^{-23}$$

$$pH=0.6 \quad [H^+] = 0.3 \quad [S^{2-}] = 1.2 \times 10^{-22}$$

$$pH=1 \quad [H^+] = 10^{-1} \quad [S^{2-}] = 1.1 \times 10^{-21}$$

$$pH=3 \quad [H^+] = 10^{-3} \quad [S^{2-}] = 1.1 \times 10^{-18}$$

$$pH=6 \quad [H^+] = 10^{-6} \quad [S^{2-}] = 1.1 \times 10^{-11}$$

$$pH=7 \quad [H^+] = 10^{-7} \quad [S^{2-}] = 1.1 \times 10^{-9}$$

(2) 資料量による各金属イオン濃度

	試料 1 g	試料 2 g	試料 5 g
$[Hg^{2+}]$			
$[Cu^{2+}]$	6.4×10^{-5}	1.2×10^{-4}	3.2×10^{-4}
$[Pb^{2+}]$	1.4×10^{-4}	2.7×10^{-4}	6.8×10^{-4}
$[Cd^{2+}]$	1.9×10^{-5}	3.8×10^{-5}	9.8×10^{-5}
$[Ni^{2+}]$	7.1×10^{-5}	1.4×10^{-4}	3.5×10^{-4}
$[Co^{2+}]$	4.5×10^{-4}	9.0×10^{-4}	2.2×10^{-4}
$[Zn^{2+}]$	1.0×10^{-4}	2.0×10^{-4}	5.1×10^{-4}
$[Mn^{2+}]$	0.086	0.172	0.43
$[Sr^{2+}]$	1.4×10^{-4}	2.9×10^{-4}	7.3×10^{-4}

(3) 検出限度

	pH=0.6	pH=1	pH=2	pH=3	pH=5	pH=7
HgS 3×10^{-53}	2.5×10^{-31}	2.7×10^{-32}	2.7×10^{-34}	2.7×10^{-36}	2.7×10^{-40}	2.7×10^{-44}
CuS 4×10^{-38}	3.3×10^{-16}	3.7×10^{-17}	3.7×10^{-19}	3.7×10^{-21}	3.7×10^{-25}	3.7×10^{-29}
PbS 1×10^{-29}	8.3×10^{-8}	1.0×10^{-8}	1.0×10^{-10}	1.0×10^{-12}	1.0×10^{-16}	1.0×10^{-20}
CdS 1×10^{-28}	8.3×10^{-7}	1.0×10^{-7}	1.0×10^{-9}	1.0×10^{-11}	1.0×10^{-15}	1.0×10^{-19}
NiS 3×10^{-21}	2.5×10	2.7×10	2.7×10^{-2}	2.7×10^{-4}	2.7×10^{-8}	2.7×10^{-12}
CoS 7×10^{-23}	5.8×10^{-1}	6.4×10^{-2}	6.4×10^{-4}	6.4×10^{-6}	6.4×10^{-10}	6.4×10^{-14}
ZnS 1.2×10^{-23}	1.0×10^{-1}	1.1×10^{-2}	1.1×10^{-4}	1.1×10^{-6}	1.1×10^{-10}	1.1×10^{-14}
MnS 6×10^{-16}	5.0×10^{16}	5.5×10^5	5.5×10^3	5.5×10	5.5×10^{-3}	5.5×10^{-7}
[S ²⁻]	1.2×10^{-22}	1.1×10^{-21}	1.1×10^{-19}	1.1×10^{-17}	1.1×10^{-15}	1.1×10^{-9}

4. まとめ

- (1) 天然素材のMnノジュールについて「陽イオン系統分析法」に基づき、その主要成分元素であるFe, Mn, Ca, Mg, AlそれにHg, Pb, Ni, Co, が分析確認され教材化への目的をつけることができた。
- (2) 分析操作手順を一部修正, 変更する事により素材をMnノジュールだけでなく赤土, 石灰岩, セメント等への応用, 拡大できる。

おわりに

私たちは、様々な化学製品に埋め尽くされた生活を送っているにも関わらず生徒たちの化学離れが指摘される。生徒達の化学への興味・関心を喚起し意欲を高めるには身近な素材を積極的に取り入れて活用する事が大切である。その視点からMnノジュールの素材研究を続け一定の成果を得た。教材にむけてはまだ多くの課題を残しており今後検討を続けたい。

最後に、直接御指導いただいた中村守主任研究主事はじめ、資料の提供をいただいた理科研修課の主事、それに長期研修員の皆様方に心より謝意を表する。

参考文献

- 武者宗一郎, 1965: 『分析化学』 朝倉書店 1~68ページ
 荒木 峻, 1971: 『分析化学実験指針』 東京化学同人 182ページ
 松浦 二郎, 1972: 『無期半微量分析』 東京化学同人 120ページ
 長嶺 雄三, 1977: 『分析化学通論』 廣川書店
 木村健二郎, 1985: 『無機定性分析』 共立出版 4~226ページ
 奥間 朝春, 1989: 『全理セ化学部会(第27回)研究発表資料』

紙とスチロール球でつくる分子模型

崎 原 盛 吉 ※

1. はじめに

黒板の平面の上に書かれた構造式をもとに立体的な思考をさせようとしてもなかなかできるものではない。生徒一人一人が模型を手にし、この具体的な造形物から思考を展開すれば理解もたやすいと考える。しかし、生徒個々人に市販の分子模型を与えることはできない。そこで、折り紙と発泡スチロール球や身の回りの物を利用して簡単に分子模型が作成できる方法を開発した。さらに、大きな発泡スチロール球を使って、作成が簡単で、しかも原子間の結合軸が回転できる分子模型を開発したので報告する。

2. 模型の概要及び作成

(1) 生徒一人一人がつくる分子模型…折り紙とスチロール球を使った分子模型

分子模型の骨格になる正四面体は2枚の紙から折り紙で折りだし、その骨格原子に結合する水素やその他の原子は発泡スチロール球を利用する。

骨格の折り紙部とスチロール球はツマヨウジを利用した結合器具で結合させる。さらに、クラス全体の正四面体の折り紙を結合器具で結び付けると大きなダイヤモンドの結晶模型を作ることができる。(写真1)

• 材料

正四面体スケルトンの展開図を印刷した紙(2枚1組)、ツマヨウジ(33)、発泡スチロール球(直径3~4cm、4個)、木工用接着剤、塩化ビニール管(内径6mm、長さ6cm)

• 制作方法

① 正四面体スケルトンの作成

別紙資料(資料1:折り方、資料2:折り紙)を参考に二枚の折り紙を折り、それぞれのユニットを差し込んで正四面体スケルトンを作り、組み合わせた辺をのり付けする。

② ツマヨウジを利用した結合器具の作成及び使用法

I. 正四面体スケルトン間の結合用

図1のように、直径6mm、長さ1cm塩化ビニール管に、長さ1cmに切ったツマヨウジの小片を中心に6本のツマヨウジが交互に向くよう差し込む。このときツマヨウジが接着するよ

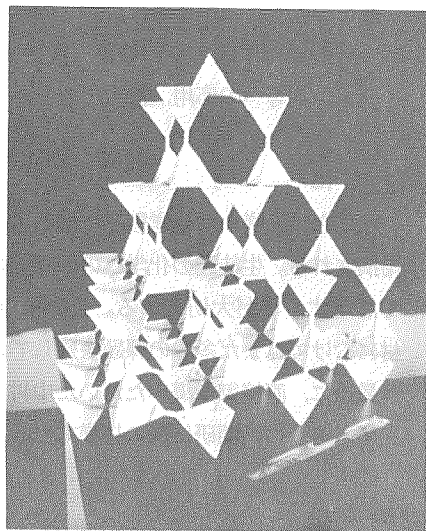


写真1 ダイヤモンド模型

う木工用の接着剤を付けて差し込む。接着剤が乾いた後、正四面体スケルトンの各先端に陵をはさむように差し込み、他の正四面体スケルトンとの結合に使用する。

II, スチロール球と正四面体スケルトンとの結合用

片側だけにツマヨウジの尖端部が残るように、直径6 mm、長さ1 cmの塩化ビニール管に、長さ1 cmに切ったツマヨウジの小片4本とツマヨウジ3本を接着剤を付けて差し込む。（図2のa）

発泡スチロール球にボールペン等で深さ1 cmの穴を開け（図2のb）、これに矢印方向に差し込んで使用する。さらにこれを正四面体スケルトンに差し込み分子模型に組み立てる。（図3）

発泡スチロール球は必要に応じて、水性アクリル塗料で色を付ける。

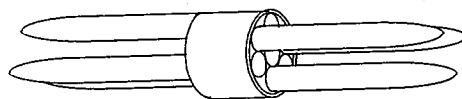


図1：正四面体スケルトン結合器

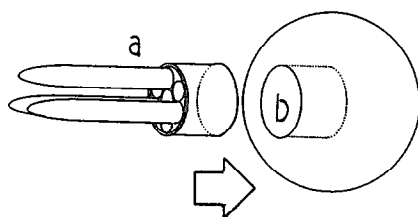


図2

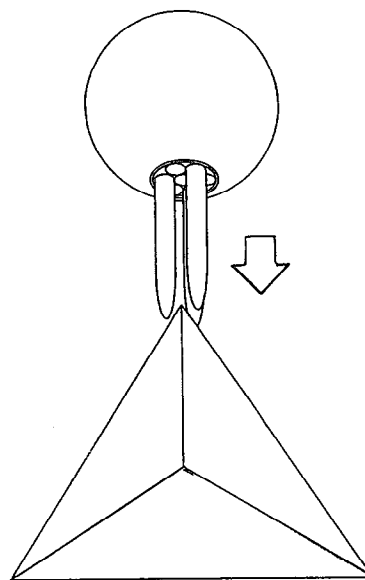


図3

III, 回転できる結合用

上記IIと同様に作成するが、特に中心部のツマヨウジの小片を引き抜いて空洞にする。接着剤が乾燥した後、中心部に回転軸を入れて2つの結合器を組み合わせて使用する。（図4）

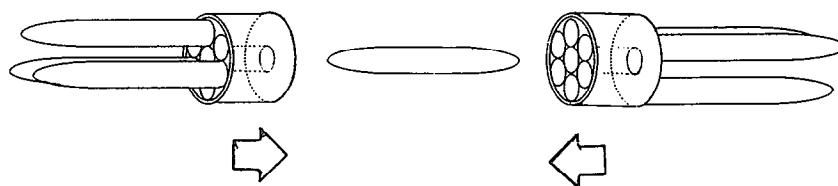


図4

(2) 発泡スチロール球を用いた分子模型 結合軸が自由に回転する分子模型

なぜ鎖状のグルコースが環状のグルコースになるのか平面的な構造式を見ただけで納得できるものではない。結合軸の回転と微妙な結合角が鎖状のグルコースを六角形の環状に変えるポイントであり、そのためには変形可能な分子模型を作り、その物質の持つ妙に気づかせることが想像的にもものを見る目を育てることにつながると考える。そこで、発泡スチロール球を使って、簡単に作成でき、さらに結合軸も回転する分子模型を開発したので報告する。

◆ 材料 (エチルアルコールの場合)

発泡スチロール球 (水素用, 直径 5 cm, 3 個) (酸素用, 直径 6 cm, 1 個) (炭素用, 直径 7 cm, 2 個), サルカン (釣具のよりもどし用金具, 長さ 2 cm, 2 個), 木工用ボンド, ツマヨウジ, カッターナイフ, 水性アクリル絵の具, 塩ビパイプ用栓 (内径 5 cm)

◆ 制作方法

I. 炭素原子

- ① 厚紙の中心部に直径 7 cm の円を書き, 109 度の角度の直線と円周が交わる場所に印をつけ, そして中心部の円を切り抜いた型紙を作る。(図 5)
- ② この型紙を使って図 6 のように型紙の穴に直径 7 cm の発泡スチロール球をいれ, アの状態で a, b の切断面の中心に印を付け, 次に型紙を 90 度回転させたイの状態で c, d, の点に印をつける。

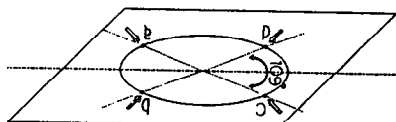


図 5. 切断面中心設定用の型紙
(炭素原子)

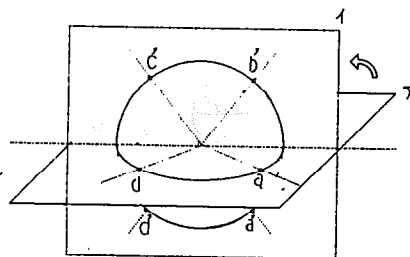


図 6. 切断面中心設定

- ③ 切断面中心にツマヨウジを打ち, これに中心部にツマヨウジが丁度通るくらいの穴を開けた内径 5 cm の水道パイプ用の栓を通し, これを回して切断面の型をつける。(図 7)

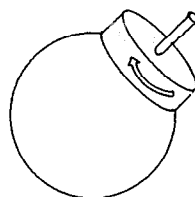


図 7

- ④ カッターナイフを使って, 切断面を切り落とす。切断面は必要に応じて紙やすりで面を整える。
- ⑤ 可動部の切断面には図 4 のように, サルカンを面の中心に回転部まで差込む。このサルカンの穴を通るように球の側面 (図 8, a) からツマヨウジを打ち, サルカンを球に留める。

可動部の地方の原子の球にも同様にサルカンを差し込みつまヨウジを側面から打つ。このとき、可動部の接触面がきちっと合わなければならぬ。そのため千枚通しでサルカンをひっかけはね上げるようにして接触面が合うようにし、千枚通しを抜きつまヨウジを打つ。

⑥ 炭素原子は黒色に塗る。

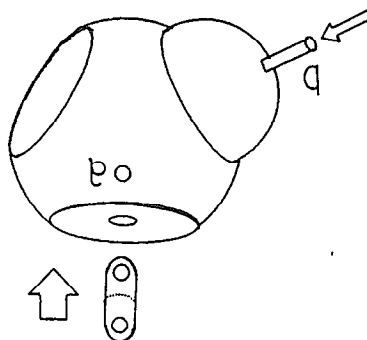


図 8

II. 水素原子

水素原子は直径 5 cm の球を使い、この球を半分に分けて使う。この半球を炭素原子球に付ける場合は、水性の木工用ボンドを切断面に塗り、両球の切断面をきちっと合わせる。そして、水素球の中心から他の原子の中心に向かってつまヨウジを打ち固定する（図 8, b）。

水素原子はそのままの白色を利用する。

III. 酸素原子

酸素原子は 6 cm 球を利用し、切断面中心を決める型紙を作り（図 9）炭素原子の場合と同様に切断面の型をつけ、カッターナイフで切断する。酸素原子は赤色に塗る。

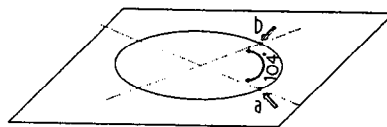


図 9. 切断面中心設定用の型紙図
（酸素原子）

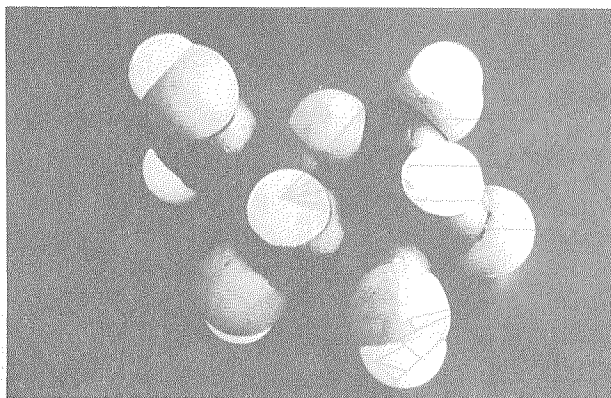
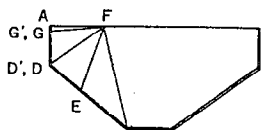


写真 2. グルコースの分子模型

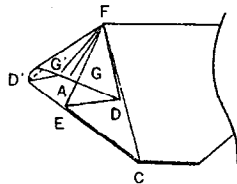
- 1) 星野 直美, 化学と教育, 35. 538, 日本化学会, (1987)
- 2) 中村善之助, 牧野弥一, 「化学教材の研究」, 140~142, 全国理科教育センター編

〈資料1〉 正四面体スケルトンの折り方

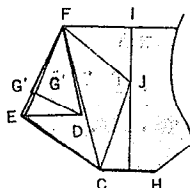
- ① CDの谷折りで四隅を折り
ABで二つ折りにする。



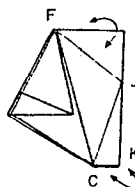
- ② E, Fの点を押えながら, EFが山折り
になるように開き, DFの谷折り線をつける。



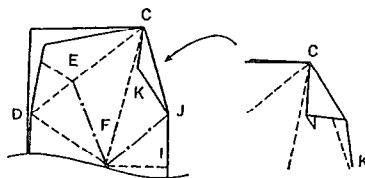
- ③ 裏側も同様に折ってDFの谷折り
線をつけてからDとD'が重なるよ
うに戻すとAFが山折りとなる。
もう一度E, Fを押さえて開くと,
GF, GF'が谷折りとなる。
右側も同様に折る。△DEFは差し
込み片となる。CFとDFは少しず
れている。



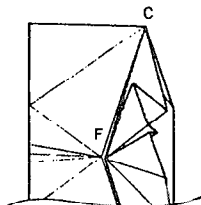
- ④ HIで二つ折りにし, FJ,
CJの折り線をつける。



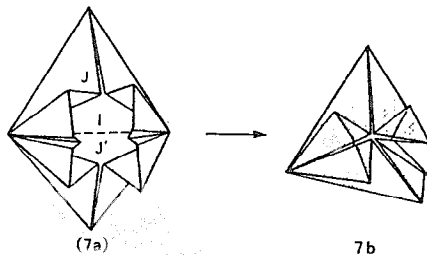
- ⑤ いったん全部開いてHH'で山折りにし, 右上
の部分折り線に沿って折り込む。
下半分も同様に折る。



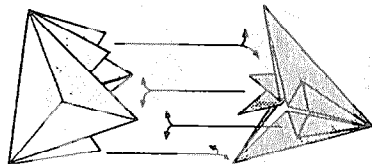
- ⑥ CDの谷折りを
戻し, さらに
CFを谷折りに
する。
向う側も同様
に折り戻し,
下半分も同様
に折る。



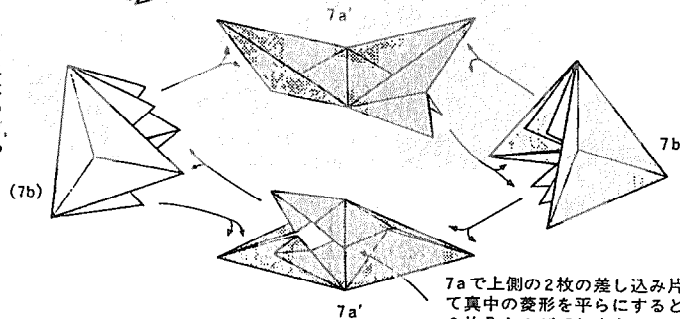
- ⑦ 折り線が印刷され
た面を手前におく
と, 右図のように
スケルトンの一部
が見えてくる。I
の点を押してJと
J'が重なるように
すると, 横脇に差し
込み片のついた
ユニットができあ
がる。



- ⑧ ⑦のユニット
を二つ互い違
いに向かい合
わせて差し込
めば出来上り。

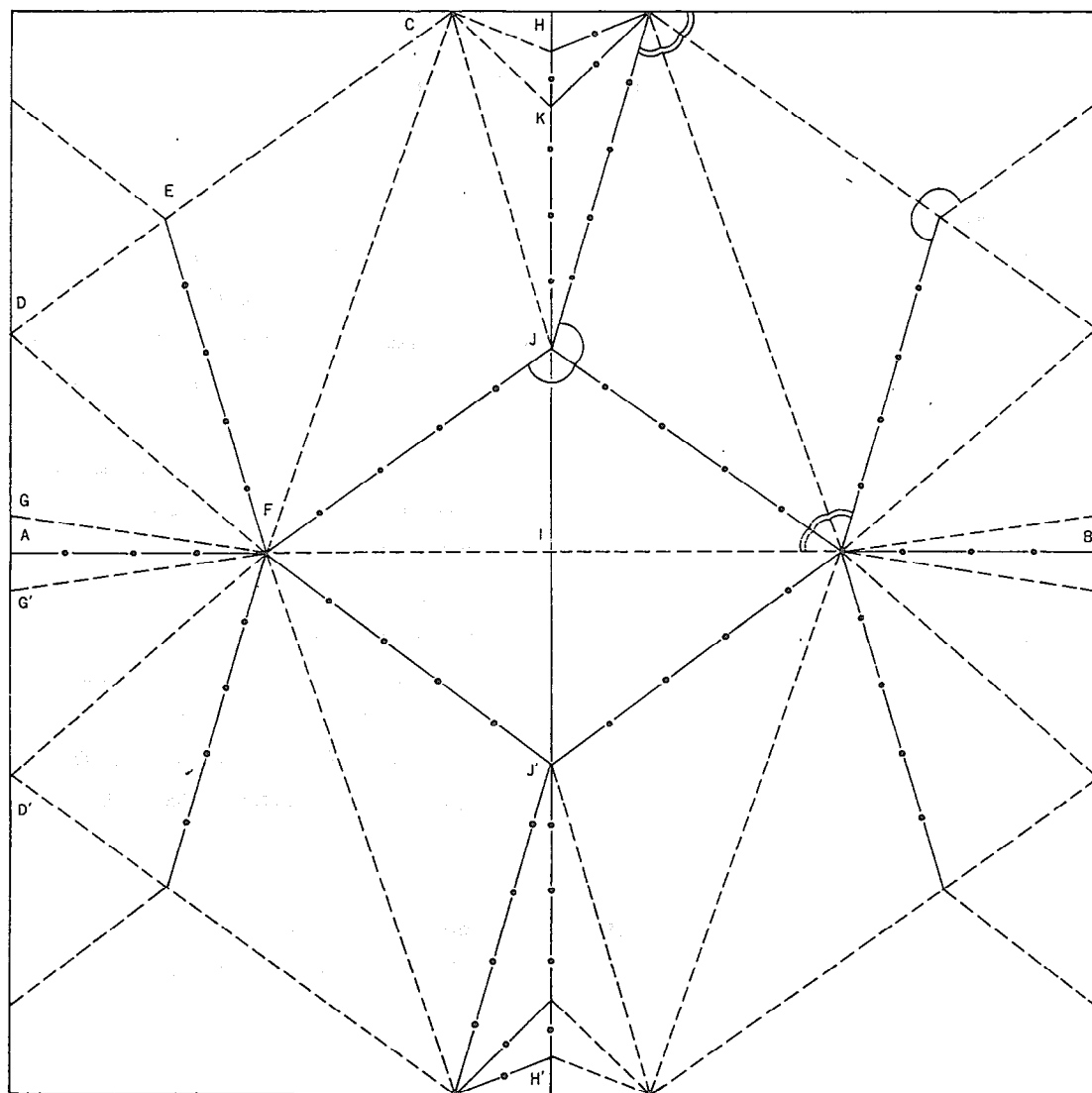


- ⑨ 7aのユニットを片面だけに
差し込み片がついた形7a'に
まとめて, 7a'二つと7a二つ
を図のように組み合わせれば,
正四面体スケルトンができてつ
ながった形となる。



7aで上側の2枚の差し込み片を押さえて真中の菱形を平らにすると、下側の2枚分ものびてしまう。

〈資料2〉 正四面体スケルトンの折り紙



「化学と教育」1987年 VOL. 35 NO. 6 より

簡易自作教具の作成とその利用

新城 秀 樹 ※

1. はじめに

高等学校における化学は、目に見える物質あるいは現象を目に見えない小さな世界にしてその世界を様々な記号という抽象的なものを用いてイメージさせてゆく。そのためこの記号（元素記号，化学式）が生徒の記憶の中に存在しないことには，授業において教師が様々な工夫をして臨んでも生徒はその世界のイメージをつかみとることができず，外国語を聞いているようで，教師一人の空回りに終わってしまい，後で授業内容の理解度テストをして余りのひどさに肩を落とすといったこともよくある話である。生徒自身も余り教科書を活用しないということもあるかもしれないが，この記号が十分に定着していないことには，授業で用いられる教科書に書かれた内容はさながら，まだ，“あいうえお”も知らない小学校1年生が見る真新しい教科書の世界と同様ではないだろうか。その解消を目的に，昭和61年度の化学教育研究会宿泊研修会において，化学における“あいうえお”ともいうべき元素記号の定着を目指し，その実践報告を宮古高校（神元，岡，新城）が行った。

その中で自分は，基礎的事項（教科書に網羅されている，良く見られる元素記号や化学式）を100点満点のプリント問題にして生徒にさせ，予め設定した合格ラインを目標に繰り返し繰り返しテストしてゆくといった方法を自分なりに工夫したのであるが，今回はそれに引続き，昭和60年度に報告したゴム磁石教具とカード式教具を基礎的事項定着へ利用し，さらにその教具の作成法の簡略化を工夫したので報告する。

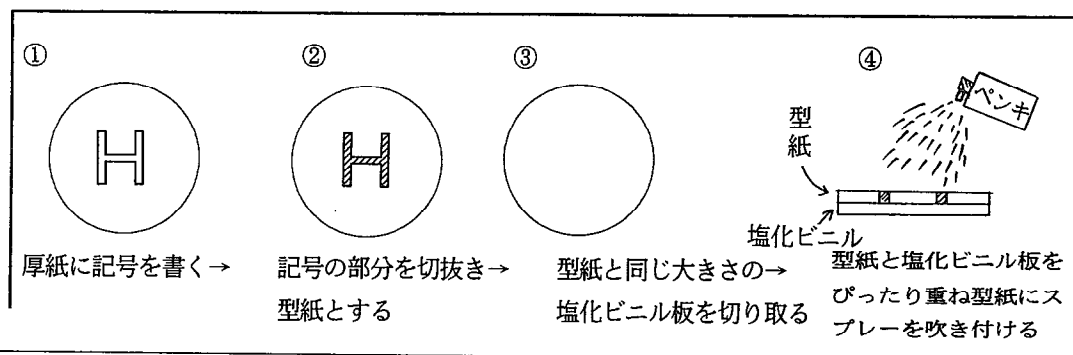
2. ゴム磁石教具（黒板提示用）とカード式教具（検定試験用）の作成の簡略化

授業の説明の効率化と生徒の黒板での説明への参加を目的に，下記の(1)，(2)の教具を工夫作製したのであるが，これは実に時間のかかる作業であった。

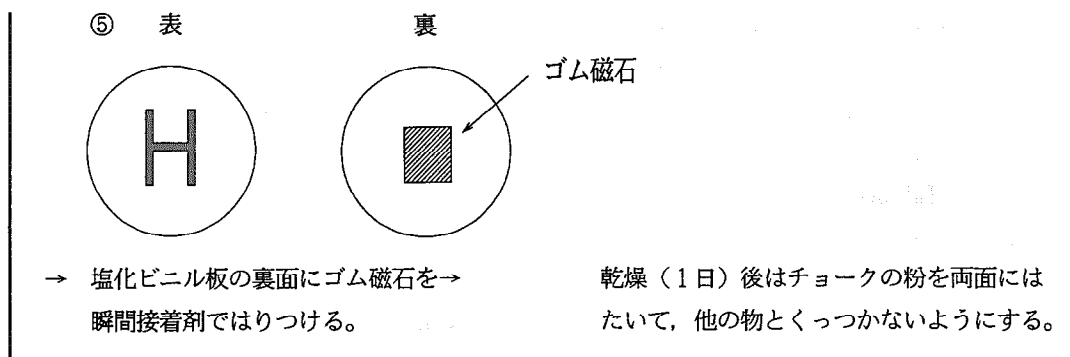
(1) ゴム磁石教具（従来の方法）

材 料……塩化ビニル板（1mm），ゴム磁石，厚紙，ペンキ（スプレー）

制作方法



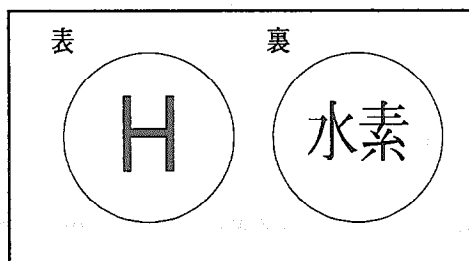
※宮古高等学校



(2) カード式教具(従来の方法)

材 料……塩化ビニル板(1mm), 厚紙, ペンキ(スプレー), マジックペン

製作方法……基本的には①ゴム磁石教具と同じであるが, ゴム磁石は貼らずにその面に元素記号名や化学式名をマジックで記入。



裏に記号の名称を書くことによって, 相手にカードの記号を見せながらも自分でその記号が何であるかを確認できる。

図3

(3) 簡略方法(改良点)

上記の方法では, 化学式の厚紙での型作りと塩化ビニールの切断, さらには, ペンキ(スプレー)の吹き付け・乾燥と多くの時間を要した。いったん作ってしまえば十年以上の使用には耐えるであろうが, 年を取って来ると再度作るのは, 至難の技である。また, スプレー使用する際には頭痛をおぼえることもあり, 健康上にも良くない。そこで, これらを解消する目的で, 以下の方法を考案した。

- ① 塩化ビニルの代わりにマニラ紙を用いる。(普通のはさみでも切れるので大幅な時間短縮)
- ② 原子記号・化学式の記入はスプレーを用いずに, はじめに作った教具の文字をそのまま複写機にかけてマニラ紙に複写。(マニラ紙であれば複写機にも通せるしスプレーも使用しないので大幅な時間短縮)
- ③ シール付きゴム磁石を使用。(裏紙をはがして張り付けるだけなので, 瞬間接着剤もいらず, 大幅な時間短縮)

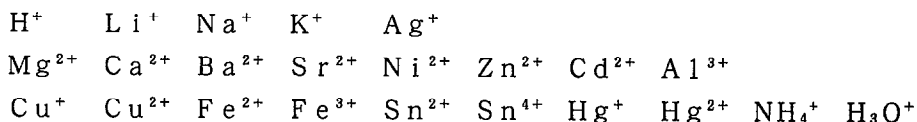
教具製作に使用した基礎的事項については教科書(理科1化学分野と選択化学)の中より抽出。

以下にその一覧を示す。

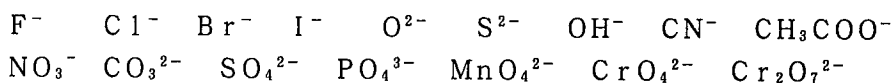
原子記号【計37種類】

H	He	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar	K	Ca
Ba	Pb	Ag	Mn	Sr	Fe	Pt	Zn	Cu	Ni
Cd	Sn	Cr	Au	Hg	Br	I			

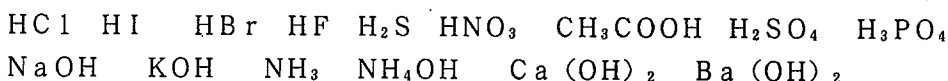
陽イオン【計23種類】



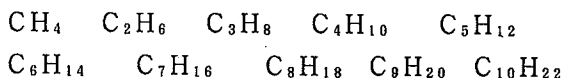
陰イオン【計16種類】



酸と塩基【計15種類】



炭化水素（アルカン）…【計10種類】



3. 基礎的事項の定着方法の工夫（検定試験グループテスト方式）…検定試験用の受験票は最後に掲載。

実施対象 普通科1年生（3単位）

普通科3年生（4単位）……この範囲は現在、改良中。

実施方法 先の原子記号や化学式のカード式教具を用いてグループで下記の検定試験を行う。

検定試験の可否はそのグループの達成度で判断し検印を押す。

グループの構成人員は4～5人までとし必ず男女混合とした。

この検定試験は1学期期間中に合格印を押してもらえば良いこととし、定期テストと同様に評価の対象とすることを知らせておいた。（実際には全グループ合格するので一律に加点することになる）

試験の方法については各項目以下のようにした。

- (1) 周期表……原子番号1～20番までをグループ構成員全員で協力して周期表の配置に1分以内で並べる。

次に原子番号1～20番までの原子のうち1つだけを取り出し、1人ずつを変わるがわる指名しその原子の電子配置・核外電子数・最外殻電子数について質問、全員が答えできれば合格とする。

- (2) 原子の構造……原子番号1～20番までの原子のうちの1つを挙げ、1人ずつを変わるがわる指名しその原子の原子番号・最外殻電子数・価電子数・原子の性質・質量数・中性子数・陽子数を質問し全員が答えできれば合格とする。

- (3) 元素記号……36種類の元素記号のカード1人ずつに1枚1枚交代で見せ、その名称を言わせ、誤答えが5つ以内であれば合格とする。(但し、1人の誤答は、グループ全員の誤答とする)
- (4) 陽イオン……23種類の元素記号のカード1人ずつに1枚1枚交代で見せ、その名称を言わせ、誤答えが3つ以内であれば合格とする。(但し、1人の誤答は、グループ全員の誤答とする)
- (5) 陽イオン……23種類の元素記号のカード1人ずつに1枚1枚交代で見せ、その名称を言わせ、誤答えが2つ以内であれば合格とする。(但し、1人の誤答は、グループ全員の誤答とする)
- (6) イオン化傾向……K～Auまでの16種類の原子のイオン化傾向を順序よくグループ構成員全員で協力して1分以内で並べることができれば合格。
- (7) 酸と塩基……15種類の酸・塩基を1人ずつに交代で提示しその分類、名称が全員、言えれば合格(完全解)
- (8) 炭化水素
- (9) 炭化水素の名称と分類
- (10) 原子団(基)
- (11) 有機化合物の分析方法
- (12) 有機化合物の分析方法

(7)～(12)の3年での範囲については、実施したが現在、改良の途中である。

この検定試験の試験官は教師だけでなく、実習助手や生徒の中で早めに合格した者にも手伝ってもらおうと、より効率的である。(写真参照)

4. 終わりに

元素記号・化学式等の基礎的事項の定着を目指し教具を工夫し、その利用のための検定試験作製を本校5年間の総まとめとして行ってみたのであるが、その効果の有無については客観的立場からでないと、正確な判断は難しい。しかしながら、生徒の反応はすこぶる良好であった。多くのものを記憶するという作業は単純でと同時に単純であるが故に飽き易く、最後まで達成しにくいという一面も持つ。今回は複数の人数で協力して行うという方法がその障壁をずいぶん取り除いてくれたものと考えている。人間は難儀はしたくないという心理的側面と、他人と協同で何かを行ってみたいという側面もっており、その後者の心理がグループそれも男女混合という状況で有効に作用したものと考えられる。

進学者希望者の多い本校において、ここ数年来、大学合格率の低下が大きな問題になっているが、受験指導においてこの方法がどの程度効果をもたらすのかは定かではない。しかしながら毎年、始めの授業で化学を(というよりも理科を)学ぶ目的として生徒と確認している「協力して学ぶ(見つけだす)」楽しさ、「工夫する」楽しさが伝われば幸いである。本年度はこの検定試験(グループテストめくり式)とワープロ太郎を利用した自己確認テスト(到達度式)並びにグループ発表テスト(生徒による問題解答説明方式)を組み合わせる年間指導を行なってみたのであるが、難儀をした割には定期テストの点数は思うように向上しなかったように思う。ただ、「自分達で工夫をする」「解

受驗者 3年 S組
899

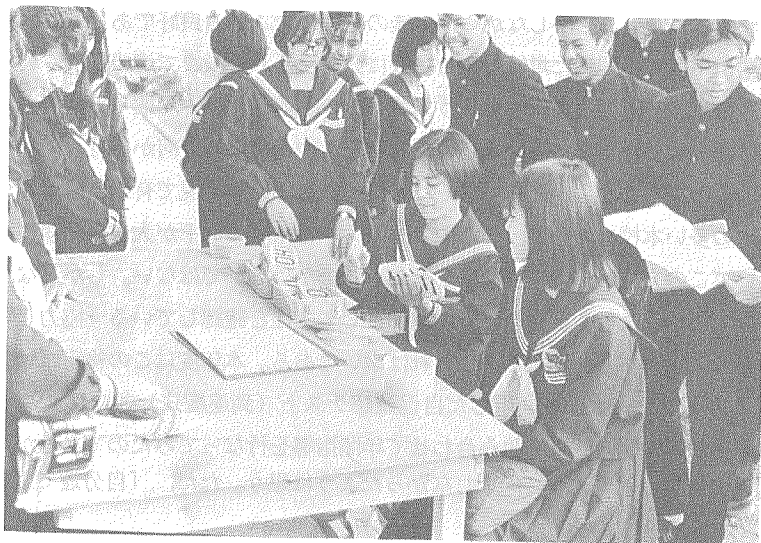
(竹) 保 順 茂
(川) 前 達 成
(河) 川 靖 以
(湖)

科目 (合格ライン)		合 否
科目 目次 (制限時間 1 分)	原子番号 1 ~ 20	
原子の構造	電子配置図 核外電子・最外殻電子	
原子の構造	最外殻電子・価電子・電子の性質 原子番号・質量数・中性子・陽子	
元素記号 (回答 3 つまで)	3 6 原子記号	
陽イオン (回答 2 つまで)	2 4 原子記号	
陰イオン (回答 1 つまで)	1 6 原子記号	
イオン化傾向 (制限時間 1 分)	1 6 原子記号	
酸・塩基の種類	酸 (9 種類) 塩基 (6 種類)	酸・塩基 強弱
炭化水素	$\text{CH}_4 \sim \text{C}_{10}\text{H}_{22}$ (10 種類)	
炭化水素の名称と分類 (命名法)		
原子団 (基)		
有機化合物の分類と名称		
有機化合物の分析方法		

誤った部分は、各グループの構成員で協力して
合格するようがんばって下さい。

認定印

通文日大 (中) 和電通 立 信 通 信 事 業 学 校 卒)	
次の年への準備のため、皆さんの成績にはいっさい関係ありませんので、この点はこんな方法が良かった等、具体的に記入して下さい。(評語は后欄特許面へ)	
1. 授業をわかりやすくする工夫について 一工夫しているけど理解しにくい。	評価項目 4
2. 話す早さや声の大きさについて 声の早さは大きすぎたのではと思う。	評価項目 4
3. 授業を進めるスピードについて 遅人もなく遅くもないので今のままでいいと思います。	評価項目 4
4. 遅刻・欠課いや遅刻の叱り方について たくさんはやめてほしい。	評価項目 3
5. テストの方法について 普通のテスト問題 プリントとか作られていて覚えていけばテストとかにそって答えるのがあつて一応に立つこのテストは少しづつとしたい。 ありすぎる。 多すぎる(難易度) グループで解かしたんを参考者なども調べたり自分も見たらそのやり方だと思ってる。でもテストでは使われないからいいと思う。	評価項目 5
6. 総合点 (その他なんでもかんでもよくても) 判定だけで選んでいるわけではないのでもっとノートを書かせてほしい。	評価項目 3
評価担当 当 < / > 年 < 5 > 組 < > 番	
氏 名 < >	
次の年への参考にします。ありがとうございます。 皆さんも、3月へ向けての準備を怠らないように今から頑張りますよう。	



寒天を用いた実験

盛 山 泰 秀 ※

1. イオン化傾向

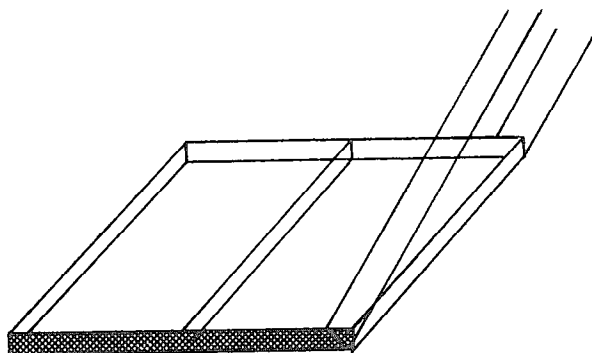
イオン化傾向における寒天の利用は、既に宿泊研修会においても、発表されている。そのやり方でやる場合、寒天が固まるときその透明感が失われ、乳白色となる。そのため、3次元的に成長したそれぞれの金属樹がはっきりと確認しづらくなる。しかし、その魅力は捨て難いものがあると思う。どうにかして、生徒によく見えるようにできないものかと、やってみた結果、かなり改善できたので、紹介したい。

① 準備するもの

研究会が作成した、科学実験ノート (P32) の薬品と濃度を用意する。

硫酸銅 (0.63 g) 酢酸鉛 (0.95 g) 硝酸銀 (8.6%溶液を 5 ml) 粉末の寒天 (0.3 g)
砂糖 (11.5 g)

下図の様に加工した、3.5インチフロッピーディスクのケース



② 実験操作

- 50ccビーカー 3 個にそれぞれ、寒天 (0.3 g) と砂糖 (11.5 g) を入れ、それに水を加え 10~20分間膨潤する。
- 2 個のビーカーに硫酸銅 (0.63 g) と酢酸鉛 (0.95) を入れ、加熱して寒天を十分溶かす。
- 残り 1 個のビーカーは硝酸銀溶液を加えないで、加熱し寒天を溶かす。
- 硫酸銅と酢酸鉛を加えた方のビーカーは、5 分程度置いた後ケースの中に静かに入れる。
- 亜鉛の粒をケースの中に入れる。
- 残りのビーカーは、10~15分静置した後、5 mlの硝酸銀溶液を加える。その後、銅粒をしずかに入れる。

③ 実験概要

- ケースに入れた後、早ければ10分経過するころから、寒天は固まり始めるが、中はまだ液状なので、動かしてはいけない。
- 1時間ではそれぞれの金属樹は、それほど成長していないので、各休み時間や翌日までの観察をさせた方がよいと思う。ケースいっぱいに金属樹が成長するには、1週間程度かかる。
- ケースの中に入れる、亜鉛、銅は配置をかえたり、数を増やしたりすると、金属樹の成長にともない面白い模様を作る。
- 寒天は作って2ヵ月以上経過しても、十分使える。

④ 操作説明

(7) 砂糖について

今回の実験で一番工夫したのがこの砂糖である。寒天に何も入れないで固めると、寒天分子が規則正しく配列してしまい、そのために乳白色になると考えられている。そこに砂糖を加えると配列を乱して、光の透過率がよくなるようである。つまり、砂糖の濃度が高いほど、透明になり、寒天濃度が低いほど透明である。

	0.5%	0.75%	1%	(寒天濃度)
50%	64.0	51.0	43.5	
60%	76.0	63.5	55.0	
70%	83.5	73.5	65.0	
75%	85.5	77.5	71.0	

(砂糖濃度)

「調理と理論」より

(8) 硝酸銀について

硝酸銀はなかなかうまくいかない、硝酸銀も酢酸鉛や硫酸銅と同じ操作をすると、寒天は茶褐色になり、光の透過率も悪くなり、とても実験に使える状態ではない。それは、銀イオンが有機物と反応して、酸化銀に変化するための様である。だがそのような寒天でも1ヵ月置くとちゃんと銀樹は成長し、酸化銀の色も薄くなり、透明感も出てくる。

銀イオンが酸化銀に変化するのをある程度防ぐ操作が前述の操作である。また、銀イオンをより安定させるには、溶液を酸性にするといいのだが、寒天は酸性にしたら固まらない性質がある。

卒業実験をとおして身の回りの物質を考えてみよう

— 化学をより理解するために —

宮 平 武 ※

◆ はじめに

化学変化には、瞬時に起こるものがある。それは、燃焼であり、爆発でありまた、色の変化でもある。その現象は、生徒にとって一種の驚きであり、一喜一憂するものがある。

化学の意義は、物質論にあり、実験の持つ意味は、直接、視覚に訴えるということで、生徒に強いインパクトとモチベーションを与える。

物質の性質を希求する授業の中で、物質概念を説明するのに、実験（演示実験も含む）が有効な手だてということをつねづね感じていた。そこで、取り組んだのが、さまざまな科学的現象を視覚的にとらえ、それを、生活とのかかわりでどう具体化できるか、ということテーマとしてみた。

実験事実から物質概念が理解でき、それにより、身近にある物質の変化と、化学物質をどう関連づけるか、考えるスタートラインになればということできりくんでみた。

◆ なぜ課題実験なのか

いかにして化学に興味を持たせるかは、いかにして実験に楽しみを持たせるか、ということと不可分だと考える。その一つの手だてとして、まず学習と化学が、毎日の生活との密接な関係を認識させなければならない。人類は化学の発達と共に利便さを手に入れたが、その反面、われわれの生命を脅かすところまで一人歩きしてきた。化学の学習が、自分の生命を守る営みだということを感じれば、学習はおのずとついてくるのである。身の回りにある課題を用い、実験をとおして、そのもののもつ特性と、われわれの生活との関連性をもたせ、何気なく通り過ぎていた事象に、関心を持つようになった。物質に対する認識が感想からでもわかるように、わずかではあるが一歩前進したようである。

◆ 実験の課題 課題の中からグループで相談して重複のないように選択する

（以下抜粋）

1. ラーメンから石けんを作ろう
2. ゲットウの葉から紙を作ろう
3. 沖縄そばを作ってみよう
4. 川に流された合成洗剤の量を、定性的に調べてみよう
5. ハイビスカスによる染色法
6. 市販の幼児の下着におけるアルデヒドの検出について
7. 水道水に含まれる塩素の量を測定しよう
8. 皮のないミカンを作ってみよう
9. 酸性雨について

etc

◆ 方 法

3年は類型制で、理系は第一、第二と分かれ、後者の方で週2単位の授業で、10時間かけてとりくんだ。レポートとし、最初にグループを決め、レポートを完成するまでのプランを話しあい、400字詰め原稿用紙10枚以上で、必ず実験を行うものとし、次の手順でレポートをまとめて提出する。

課題実験の選択→テーマの資料を揃える→テーマについて話し合う→実験の役割分担を決める
→実験→結果について討議→考察、結論→感想→レポート提出

◆ 課 題 実 験 (抜粋)

1. ラーメンから石けんを作ろう

〔教師側の意図〕

脂肪酸エステル、ケン化反応、ヨウ素デンプン反応、合成洗剤との違い

〔実験〕

- ① ラーメン5個をゆで、麺をとりだし、残ったゆで汁を2、3日置く
- ② ①でとったゆで汁の中に、浮いてきた油を葉さじでとりだす
(①の溶液の下の部分に、沈でんする物質もある)
- ③ ②でとった油性のものをビーカーに入れ、加熱する
- ④ とけてきたら水酸化ナトリウムの粒を加え、すりつぶしたご飯を加える
- ⑤ その後、沸騰した湯を加え弱火で加熱し、液が均一になるまでかきまぜる
- ⑥ その後、型どりし2、3日後完成する

◆ 生徒の感想

1. 実験を始めるときは、ラーメンから石けんなんてと半信半疑でしたが、完成したのをみて反応過程を知り、大きな収穫となりました。
2. 石けんの起源を調べていくうちに、それは偶然できたものであり、日本で昔、薬として使われていたのには驚きました。
3. この実験を始めてから、合成洗剤との大きな違いを調べることができました。合成洗剤の毒性、石けんの安全性を確認することができました。

2. 市販の幼児の下着におけるアルデヒドの検出について

〔教師サイドの意図〕

銀鏡反応、フェーリング反応、ホルマリンの危険性と残留性

〔実験〕

- ① 市販の幼児の下着を温水にいれしぼる
- ② しぼった液を試験管に入れ、銀鏡反応を試みる

- ③ ①の溶液をフェーリング反応でもみる
- ④ 次に、①でしばった下着を乾燥させ、もう一度温水に浸す
- ⑤ ④の溶液を再度、銀鏡反応、フェーリング反応を試みる

◆ 生徒の感想

子供用の肌着の中に、ホルマリンが検出されたことに驚きました。特に、一度お湯をとおしたはずのものに、再度検出したらまたホルマリンが検出されてきたということです。残留度が気になります。

3. ゲットウの葉から紙を作ってみよう

〔教師サイドの意図〕

セルロース、紙の性質

〔実験〕

- ① ゲットウの葉を取り、2、3日太陽のもとで日干しにする
- ② 葉の色が枯れた状態になれば、木づちで繊維をたたく
- ③ 包丁で細かく切り、ミキサーにかける
- ④ ビーカーの中で10%の水酸化ナトリウム水溶液を加え、約1時間煮る
- ⑤ その後、ガーゼに包み流水で洗い流ししぼる
- ⑥ 木づちで繊維をたたき水の中でひろげる
- ⑦ 粘液としてトロロアオイを入れ、かくはんする（化学ノリでも可）
- ⑧ 流しすきに入れ、水分を取り除き、実験台（板ガラス）で乾燥させる

◆ 生徒の感想

- ① サンニンの葉から紙ができるとは思わなかった。簡単に作れると思ったが、意外と大変だった。
- ② 水酸化ナトリウム水溶液で2時間も煮たのは大変だったがチームの和ができたような気がする。

4. 川に流された合成洗剤の量を定性的に調べる

〔教師サイドの意図〕

合成洗剤の毒性、合成洗剤の分解法は？

〔実験〕

- ① 2本の試験管に蒸留水をいれ、一方にはドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウムを加える
- ② ①にクロロホルムを加える
- ③ ②にメチレンブルー溶液を加え、よく振り、2本の試験管の水層とクロロホルム層の色を比較

する

- ④ 試料に②③の操作をし、強振する
- ⑤ クロロホルム層が青くなれば、試料水に合成洗剤が含まれているということになる

◆ 生徒の感想

- ① 私たちは、この実験を通して、何気なく使っている合成洗剤が環境に及ぼす影響が大きいことを知りました。
- ② 合成洗剤は、化学的に安定しているため、分解されず、浄化もされないまま、浮遊するので川が汚染されていると思う。
- ③ 北中城高校の、そばの川の合成洗剤の量を色で確かめてみたが、川の水を汲みに行ったとき異臭がした。これも合成洗剤の影響かな？
- ④ 合成洗剤を川に流すとき、腐敗分離させて捨てなければならないということを感じた。どうするか今後の問題だと思う

5. 沖縄そばを作ろう

〔教師サイドの意図〕

タンパクの性質（グルテンを作る）、木灰（冠水）の性質

〔実験〕

- ① ボールに強力粉を入れ、仕込水（木灰）を加えてよくこねる（10～15分）。その後30分ねかす
- ② 次に、コーンスターチを用いて両面、打ち粉をしながらグルテン形成のため1～2時間ねかす
- ③ 包丁で適当な大きさに切り、再度、打ち粉する

仕込水をつくる

木を細かく切り、バーナーで燃やし、その灰を水に溶かしその上澄み液を用いる

◆ 生徒の感想

- ① 小麦粉のフラボノイド系色素が、木材中に含まれているアルカリ金属に反応して、黄色く発色することや、小麦粉に塩と水を加えてねかすと、グルテンを形成することを昔の沖縄の祖先が体験的に知っていたのは驚いた。
- ② 僕が、いつも食べている沖縄そばとは、ひと味もふた味も違った。冠水と強力粉だけで作ったそばは、大きさはばらばらだけど、手づくりということで、機械で作られたものとは大きな隔たりがあった。

◆ 課題実験を終えて

安全管理のため、実験のとき私がついていますが、最初はぎこちなく、はらはらしたことも、回を重ねる毎に、手つきの向上が見られた。自分たちで調べ、装置などの準備をし、実験することの大変さを、実感することができたということは、決して授業で得ることのできないもので、いままでは、

他人に任せきりだった生徒が、自分がしなければならないという使命感を帯び、化学実験の楽しさがわかってきたと思う。化学のみならず、なぜという疑問を、社会に出ても持つことができれば、ある程度の成功はおさめたと思う。実社会の中で、化学物質を、いかにして取捨選択できる目を養っていくか、そして、化学物質への一步の理解が、自分を守り、ひいてはわたしたちとの共存を考えさせていくのである。

環境問題に関心をもたせるために

(二酸化炭素削減に関する大学生のレポートを読ませて)

佐和田 千香子 ※

世間ではこの頃しきりに環境問題が論じられている。20年以上もまえから“公害”，“大気汚染”という言葉はあった。しかし現代では、ゴミ問題、省エネ、放射能汚染（あまり正しい表現ではないけれど）、各種エネルギー、フロンガスとオゾンホール、二酸化炭素と地球温暖化、酸性雨、エトセトラ、エトセトラ…と、公害を表現する言葉もなんとバラエティーに富んでいることか。まさに「地球は病んでいる」といった表現がぴったりにきそうな毎日のニュース欄だ。

ところで、「このままていくと○×年後の地球は？」、といった記事は多いし、生徒たちも興味深く読んでいるようだが、ではそうならないためにはいったいどうしたらいいのか、といった記事は少ないような気がする。又あったとしても、政府がこういう政策をとらなければだめだとか、企業がこういう努力をしなければだめだとかいう記事ばかり。ときどきは我々も何とかしなくては、という記事はあっても、具体的には何をすればいいのかわからないようなものがほとんどである。これまでに、オゾンとフロンについてや、砂漠化の話などを読物などを準備してレポートさせたり、授業でもコロイドのところでは赤土問題、同位体のところでは放射線障害の話などという風に環境問題を極力取り上げるようにしてきたが、生徒たちに何をすればいいのかうまく伝えられず、もどかしい思いをしていた。

そんな折り、以前から愛読していた家庭雑誌の中に大変興味深い記事を見つけた。「8人の大学生が試みた二酸化炭素を減らす方法」という、この文の最後に紹介してあるのがそれである。読んでいただければわかると思うが、環境問題のひとつ、二酸化炭素をとりあげ、私たちの普通の暮らしの中でどうすれば少しでも二酸化炭素が減らせるか試みたものである。車のガソリンやガスを節約するだけでなく、電気を作るのにも石油が使われていることから、電気の節約も心がけた、涙ぐましい実験レポートになっている。この記事のいいところは、それがむずかしい化学式や、計算を使わずに平易の文章でわかりやすくまとめられているということである。一年生、二年生とも化学反応式の量的関係は履修済みなので、たとえ化学式に書いてあっても、プロパン1モルが燃焼する際に発生する二酸化炭素量の計算などは理解できたと思うが、なるべく生徒たちが理解しやすく書かれているにこしたことはない。家庭雑誌＝女性の読物。女性＝化学がわからない（と、世間では広く言われている）。よって化学がよくわからない生徒たちにも家庭雑誌の記事なら受け入れられやすい。という三段論法で、さっそく「この文を読んでレポートを書け」というのが私の受持ちの生徒たちの冬休みの課題となった。

年が明けて、私の机には167のレポートが積まれた。222の生徒を受け持っているから回答率はほぼ75%だ。

レポートの形式は特に限定しなかったので、単なる雑感程度のものから、いろいろな資料を調べて書いたもの、実際に自分のうちで放出する二酸化炭素量を計算してくれたものから、はては実際にどの程度削減できるか実験してくれたものまであった。

ほとんど全部に共通した感想は、やはり、私が意図した通り、

「二酸化炭素を削減するためには実際にはどんなことをすればよいのかわからなかった」

「こんな身近なことでも二酸化炭素の削減になるのか」

「ものを燃やさなければいいのかと思っていたが、電気を節約することが二酸化炭素の削減になるとはおもわなかった」といったものであった。

中には最近の新聞の中の環境問題に関連したページをスクラップしてきたり、参考書などで調べたことを書いてくれたりした生徒もいる。

また、3人ほど実際に自分のうちでどれくらい二酸化炭素を放出しているか、水道やガス、ガソリンの領収書などで消費量を調べて、記事の中の換算法にしたがって算出してみた子もいる。季節が冬だったこともあり、風呂や暖房の点で沖縄では若干二酸化炭素の排出量は少ないようであったが、これが夏だとクーラーの電気使用量が大きくなるし、車の保有台数も多いから年間を通してみるとやはり相当量の二酸化炭素が排出されているだろう。

生徒たちの意見を大きく二つに分けると、

「この記事は大変ためになる。私達もこのような節約を実行して少しでも二酸化炭素を減らそう。」という前向きな意見と、

「たったこれだけのことを数人でやっても仕方がない。やはり、企業、政治レベルで働きかけなければ」という悲観的な意見になる。学校での提出物ということもあって悲観的な意見は少な目だったが、実際にはもっと多くが「意味ない」と感じているのかも知れない。ともあれ、みんなにある程度の意識をもたせた効果はあるのではないかと思う。

私自身も何かできないかと思っていた矢先で、自分も節約しなければという意識がうながされたし、このような記事を生徒に流したために、そのうち何人かの生徒が節約を心がけてくれたら、二酸化炭素の削減に私も間接的に何がしかの貢献ができたのではないかと考えている。

しかし、大変残念なことにこのレポートの締切日ごろ、湾岸戦争が勃発した。多国籍軍やイラク軍双方の爆撃で炎上する油田のニュースを見て、生徒の一人がぼつりといった。「先生。電気を少しぐらい節約してもあんなに石油燃やしたら何の役にもたたないね。」と。同感である。

*次回からの留意点

生徒の自主性を尊重するためには、なるべく自由な形式のレポートがよいと思うが、意見をまとめるのに苦勞するので、一度レポートを提出させた後、内容に関するアンケート調査を行ない、生徒の意見をいくつかにまとめた方が結果としてみやすいのではないか。また、このようなレポートを読ませる前にその内容に関する意識調査をおこない、レポートを読んだ後の感想と比較してみたい。

※レポートの出典

「8人の大学生がやってみた二酸化炭素をへらす試み」

暮らしの手帳 1990年23号 暮らしの手帳社

石垣島の陸水の水質と環境

東 田 盛 善[※]

I. はじめに

石垣島は、東シナ海の南に位置し、四面をサンゴ礁の海に囲まれた面積221km²の島である。年平均気温は24.0℃、最高月平均気温29.7℃（7月）、最低月平均気温19.1℃（2月）の亜熱帯性の気候である。島の河口流域には亜熱帯特有のマングロープ等の植生がみられる。¹⁾島の中央部には、沖縄県下最高峰の於茂登岳がそびえ、宮良川、名蔵川、荒川の河口流域の分水嶺をなしている。地質も変化に富み、大浜層の石灰岩、宮良川層の石灰岩、野底層の凝灰岩、トムル層の監閃石片岩、緑色片岩、石英-雲母片岩、黒色片岩、フサキ層のチャートなどがみられる。また、カコウ岩や石英安山岩、流紋岩等の貫入岩類が広く分布している。²⁾

石垣島の陸水については、1963年岩崎岩次教授（当時東京工業大学）、1965年兼島清教授（当時琉球大学教授）、渡久山章琉球大学助教授らによって研究報告がなされている。^{3), 4), 5), 6)}渡久山助教授は、（石垣島の水は石灰岩地帯の水、ケイ酸塩岩地帯の水の他に、石灰岩とケイ酸塩岩石両方の影響を、いくらかずつ受けている水があると思われる」と報告している。

島では農業基盤整備事業の土地改良工事や林道工事、森林公園整備事業などで山肌が削り取られ、降雨時の海への赤土流入が問題になっている。また、トンネル工事やダム建設工事が行われている。

水質調査をもとに石垣島の陸水の環境について解析してみる。

II. 試料採水・天候・測定項目と方法

採水

試料は1989年10月14日、15日、12月23日、1990年2月16日にわたって採水した。現場において、水温、pH、電導度を測定し、溶存酸素を固定した。1リットルのポリビンに採水し、保冷して持ち帰り分析した。

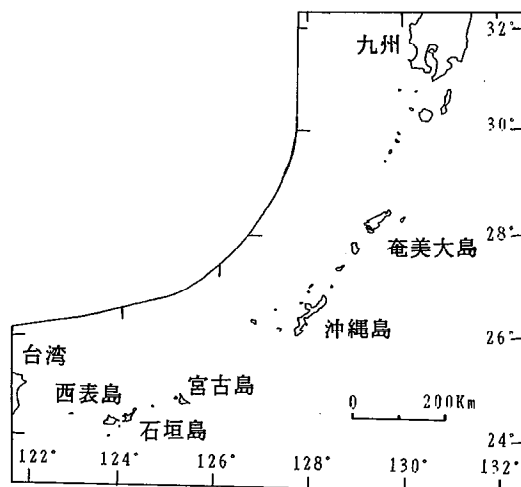
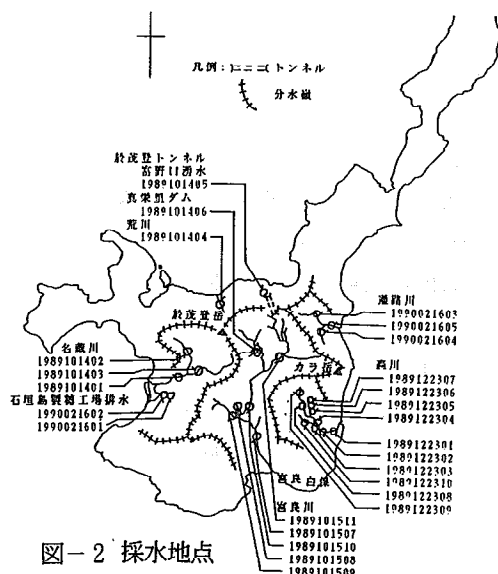


図-1 石垣島の位置



天候

1989年10月14日：曇り，最高気温28.8℃，最低気温24.5℃

10月15日：晴れ，最高気温28.0℃，最低気温22.0℃：10月13日に12.5ミリの降雨があった。

1989年12月23日：曇り，最高気温22.6℃，最低気温18.2℃：12月22日に11.5ミリの降雨があった。

1990年2月16日：曇り，最高気温23.9℃，最低気温19.8℃

測定項目と方法

水温：水銀温度計

pH：pHメーター (UCHIDA, H18314)

電導度：電導度計 (UCHIDA, Dist 3)

Ca^{2+} ：EDTA滴定法

Mg^{2+} ：EDTA滴定法

Na^+ ， K^+ ：原子吸光法

NH_4^+-N ：インドフェノール法

NO_2^--N ：ナフチルエチレンジアミン法

NO_3^--N ：Zn粉末で還元し，ナフチルエチレンジアミン法で測定

PO_4^{3-} ：モリブデン青法

SO_4^{2-} ：硫酸バリウムによる比濁法

Cl^- ：モール法

アルカリ度：BCP指示薬で塩酸標準溶液による滴定

SiO_2 ：モリブデン黄法

溶存酸素DO：ウインクラー法

化学的酸素消費量COD：過マンガン酸カリウム酸性法

懸濁物質SS：ガラス繊維濾紙 (GFP)

流量：フィルムケースに水を満たしたフロートで計測

Ⅲ. 結果と考察

表-1に測定結果を示した。すべての採水地点において Na^+ と Cl^- の濃度は比較的大きな値を示し， Na^+ と Cl^- の関係の図-3は四面を海に囲まれた石垣島の島嶼性をよく示している。

図-7～図-11にみられる連続したプロットは，渡久山助教授の報告にあるように石垣島の水が，石灰岩地帯の水，ケイ酸塩岩石地帯の水の他に石灰岩とケイ酸塩岩石両方の影響を受けている水があることを示している。また，石灰岩地帯の水は，溶存物質が多く，ケイ酸塩岩石地帯の水は溶存物質が少ないことを示している。

以下，測定結果をもとにして，岩石分布地帯と水質の関係，各河川の水環境を考察してみる。

Ⅲ-1. 溶存化学種の由来

陸水中の溶存化学種の元素量は，次の式で与えられている。⁸⁾

溶存化学種の元素量 = (降水・降下物による量) + (岩石・土壌による量) + (生物・人間の活動による量)

表-2は、ケイ酸塩岩地帯をカコウ岩地帯と片岩地帯に分けて、カコウ岩地帯、片岩地帯、石灰岩地帯における Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 、 SiO_2 、アルカリ度の由来についてまとめた。図-3～図-6は、 Cl^- と Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 SO_4^{2-} の関係を示した。S. W. lineは海水1kg中の Cl^- の量に対する各イオンの量の比から求めた。⁹⁾ Cl^- はすべて海に由来するものとし、 Ca^{2+} 、 HCO_3^- は海水1kg中の量が少ないので、 Ca^{2+} とアルカリ度は海からの寄与がないものとして考察をすすめる。また、 SiO_2 についても海からの寄与がないものとして考察をすすめる。

(1) K^+

K^+ 濃度は、農耕が盛んに行われている轟川水系と名蔵川で高い。また、石垣製糖工場排水では極端に高い。これは、製糖工場で取り扱うサトウキビに由来するものと考えられる。於茂登トンネル富野口湧水、通路川水系、ウロンノバギナ（湧水）で小さな値をとっている。

(2) Mg^{2+}

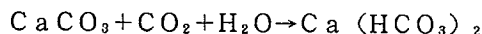
Mg^{2+} の（岩石・土壌による量+生物・人間の活動による量）による量は、片岩地帯、石灰岩地帯で多い。ブネーラ川（上流で名蔵ダム工事）、ブナタバル川・サンダー川（上流で底原ダム工事）、於茂登トンネル富野口湧水で多く、それぞれの岩石地帯のなかでも大きな値を示す。これは、セメント成分に由来するものと考えられる。石灰岩地帯ではウロンノバギナ（湧水）での値が小さい。カコウ岩地帯の白水川の値が極端に小さいのは、どうしてなのかははっきりしない。

(3) SO_4^{2-}

カコウ岩地帯ではブネーラ川、片岩地帯ではブナタバル川・サンダー川で高い値を示す。また、農耕の盛んな轟川水系で多い。これらは、人間の活動（セメント成分、化学肥料）に由来するものが多いようである。

(4) Ca^{2+} 、アルカリ度、溶存 SiO_2

Ca^{2+} 濃度、アルカリ度とも石灰岩地帯、片岩地帯、カコウ岩地帯の順に高い。石灰岩が炭酸に溶けやすいことは、次の反応式で説明できる。



白水川の Ca^{2+} 濃度が荒川に比べて約10倍も高いのは、採水地点の上にある白水取水場（コンクリート建）の影響だと思われる。片岩地帯においてブナタバル川、サンダー川、於茂登トンネル富野口湧水の Ca^{2+} 濃度が高いのは、セメント成分に由来するものと考えられる。

溶存 SiO_2 については、カコウ岩地帯、片岩地帯、石灰岩地帯の順に濃度が高い。カコウ岩地帯と片岩地帯を比べてみると、カコウ岩地帯では溶存 SiO_2 濃度が高く、アルカリ度は低い、片岩地帯では溶存 SiO_2 濃度が低く、アルカリ度が高い。アルカリ度の値から、片岩のケイ酸塩鉱物の方がカコウ岩のケイ酸塩鉱物よりも炭酸に対して溶けやすいものと考えられる。これより、片岩地帯の溶存 SiO_2 の方がカコウ岩地帯の溶存 SiO_2 に比べて炭酸との反応に由来する量が多いものと考えられる。

(5) その他

NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} は化学肥料などに由来しているものと思える。

溶存酸素DO飽和度(%)は、名蔵川水系、轟川水系通路川水系で比較的高く、真栄里ダムを除いた宮良川水系で低い。轟川上流で飽和度が低いのは、流路に生えている植物による影響だと考えられる。石垣島製糖工場排水Iで飽和度が高いのはどうしてなのかははっきりしない。

III-2. 名蔵川・白水川・石垣島製糖工場排水

石垣島において、名蔵川は、宮良川につぐ河川流域を有しており、アンパル(地名、名蔵川河口域に広がるマングローブ湿地)を経由して名蔵湾川に注いでいる。名蔵川とその支流の白水川とも水源をカコウ岩地帯の於茂登岳に発している。白水川の水質は良好であり、懸濁物質(SS)濃度も 4 mg/l と清澄である。ブネーラ川ではダム工事の影響を受けて、水は乳濁していた。pH、電導度とも大きな値を示した。 Ca^{2+} 濃度や Mg^{2+} 濃度、アルカリ度がカコウ岩地帯の水にありながら大きな値を示しているのは、ダム工事からのセメント成分による影響と考えられる。

石垣島製糖工場排水中の K^+ 濃度は、他の河川に比べて非常に大きい値を示した。これは製糖工場では取り扱うサトウキビに由来するものだと思われる。製糖工場(操業4ヵ月間=120日間)からアンパル湿地への懸濁物質(SS)の負有量を懸濁物質(SS)濃度(12 mg/l)に流量($11.3\text{ m}^3/\text{sec}$)をかけて求めた。

$$\begin{aligned} \text{懸濁物質(SS)の負荷量} &= 12(\text{mg/l}) \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 10^{-3}(\text{ton/mg}) \times 11.3(\text{m}^3/\text{sec}) \\ &\quad \times 10^3(1/\text{m}^3) \times 60 \times 24 \times 120(\text{sec}/4\text{ month}) = 23.4(\text{ton}/4\text{ month}) \end{aligned}$$

操業期間の4ヵ月間の負荷量は23.4tにもなる。アンパル湿地に注ぐ排出口付近の黒褐色のヘドロは、排出量のすさまじさを示している。水汚染の一つの目安となる NH_4^+-N 濃度は大きな値を示し、汚染された還元環境にあることがわかる¹⁰⁾。また、有機物汚染の指標となるCODも大きな値を示す¹¹⁾。

III-3. 荒川

荒川の水質は、カコウ岩地帯の水質の特徴をよく表しており、溶存 SiO_2 の濃度が高い。溶存物質量が少なく、電導度も低い。また、 Ca^{2+} 濃度、 Mg^{2+} 濃度、アルカリ度も低い。DOは高く、CODは低い濃度であった。懸濁物質(SS)濃度は 2 mg/l と非常に低く清流をなしている。下流の滝壺は、海水浴あがりの水遊びの場として親しまれている。また、水・岩石・植生の調和がとれた景観のよいところでもある。最近、上水道用水としての水源開発計画がもちあがっているが、傾斜の急な狭い流域の開発は、海域のサンゴに悪い影響を与えることだろう。水問題といえば、行政は上水道用水の確保に主眼をおくが、自然環境保全の観点からも留意してほしいものである。

III-4. 於茂登トンネル富野口湧水

於茂登トンネルの湧水は富野口へとうとう流れている。地下水の影響でトンネル掘削工事

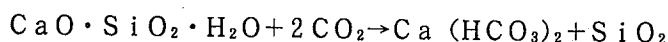
(全長1174m, 1984年8月施行, 1986年2月貫通, 1987年3月開通) が遅れたことは知られている¹²⁾。また, 「トンネル内も長雨, 10ヶ所近くで漏水続く。このトンネルは供用開始間もなく漏水がはじまり, 8ヵ月後には補修工事を余儀なくされた。」という記事もみられた。¹³⁾ トンネル工事では多量の黒色片岩(石墨, 石英などの鉱物からなる)と緑色片岩(緑泥石, 緑れん石, アクチノ閃石などの鉱物からなる)が掘削された。^{14), 15)} 水質調査の結果は, 電導度や Ca^{2+} 濃度, Mg^{2+} 濃度, アルカリ度が高い。これらの高濃度は, 於茂登トンネルコンクリート成分の溶出によるものと思われる。ケイ酸塩岩石地帯でありながら石灰岩地帯の水質に似た挙動を示す。

コンクリートの年間溶出量を次のようにして算出した。

HCO_3^- 濃度はアルカリ度に等しいものとする。¹⁶⁾ アルカリ度は, ケイ酸塩岩石・土壌・セメント水和物の $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ に由来するものと考えられる。それぞれに由来する SiO_2 , Mg^{2+} , Ca^{2+} の濃度は表-2より推定し, セメント水和物の $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の溶出量を求めた。¹⁷⁾ また, 表-2よりセメント水和物に由来する SO_4^{2-} 濃度を求め, CaSO_4 の溶出量を出した。¹⁸⁾

(1) $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の溶出量

表-2より, 岩石・土壌に由来するアルカリ度を 1.16 meq/l , セメントのケイ酸カルシウム水和物に由来する溶存 SiO_2 を $(25.1-15.6) \text{ mg/l}$ とした。また, 次の反応式によりセメント水和物の $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ に由来するアルカリ度を 0.316 meq/l , Ca^{2+} 濃度を 6.34 mg/l と算出した。

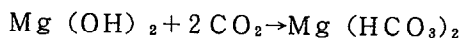


溶存 SiO_2 濃度に流量 ($2.25 \text{ m}^3/\text{sec}$)をかけて $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の溶出量を求めた。

$$\begin{aligned} & (25.1-15.6) \text{ (mg/l)} \times 1/60.1 \times 134 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ (ton/mg)} \\ & \times 2.25 \text{ (m}^3/\text{sec)} \times 10^3 \text{ (l/m}^3\text{)} \times 60 \times 24 \times 365 \text{ (sec/year)} = 25.0 \text{ (ton/year)} \end{aligned}$$

(2) $\text{Mg}(\text{OH})_2$ の溶出量

表-2より, 岩石・土壌に由来する Mg^{2+} を 5.5 mg/l とした。また, 次の反応式により, セメント水和物 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ に由来するアルカリ度を 0.420 meq/l と算出した。

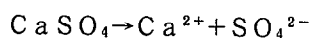


セメント水和物の $\text{Mg}(\text{OH})_2$ に由来する Mg^{2+} 濃度 ($10.6-5.5=5.1 \text{ mg/l}$) に流量 ($2.25 \text{ m}^3/\text{sec}$)をかけて $\text{Mg}(\text{OH})_2$ の溶出量をもとめた。

$$\begin{aligned} & (10.6-5.5) \text{ (mg/l)} \times 2/24.3 \times 58.3/2 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ (ton/mg)} \\ & \times 2.25 \text{ (m}^3/\text{sec)} \times 10^3 \text{ (l/m}^3\text{)} \times 60 \times 24 \times 365 \text{ (sec/year)} = 14.5 \text{ (ton/year)} \end{aligned}$$

(3) CaSO_4 の溶出量

表-2より, セメント水和物 CaSO_4 に由来する SO_4^{2-} 濃度を 5.25 mg/l とした。また, 次の反応式により, セメント水和物 CaSO_4 に由来する Ca^{2+} 濃度を 2.15 mg/l と算出した。



セメント水和物 CaSO_4 に由来する SO_4^{2-} 濃度 (5.25 mg/l) に流量をかけて CaSO_4 の溶出量を求めた。

$$5. 25 \text{ (mg/l)} \times 136 / 96.1 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ (ton/mg)} \times 2.25 \text{ (m}^3\text{/sec)} \\ \times 10^3 \text{ (1/m}^3\text{)} \times 60 \times 24 \times 365 \text{ (sec/year)} = 8.8 \text{ (ton/year)}$$

(4) Ca(OH)_2 の溶出量

表-2より、岩石・土壌に由来する Ca^{2+} 14.2mg/l とした。また、ケイ酸カルシウム水和物に由来する Ca^{2+} 濃度が 6.34mg/l、セメント水和物 CaSO_4 に由来する Ca^{2+} 濃度が 2.15mg/l であることから、セメント水和物 Ca(OH)_2 に由来する Ca^{2+} 濃度を $(35.7 - 14.2 - 6.34 - 2.15 = 13.0)$ mg/l とした。次の反応式より、セメント水和物 Ca(OH)_2 に由来するアルカリ度を 0.648meq/l と算出した。



セメント水和物 Ca(OH)_2 に由来する Ca^{2+} 濃度 (13.0mg/l) に流量 (2.25m³/sec) をかけて Ca(OH)_2 の溶出量を求めた。

$$13.0 \text{ (mg/l)} \times 74.1 / 40.1 \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ (ton/mg)} \times 2.25 \text{ (m}^3\text{/sec)} \\ \times 10^3 \text{ (1/m}^3\text{)} \times 60 \times 24 \times 365 \text{ (sec/year)} = 28.4 \text{ (ton/year)}$$

(1), (2), (3), (4) の溶出量の合計は

$$[\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \text{ の溶出量}] + [\text{Mg(OH)}_2 \text{ の溶出量}] + [\text{CaSO}_4 \text{ 溶出量}] \\ + [\text{Ca(OH)}_2 \text{ の溶出量}] = 25.0 + 14.5 + 8.8 + 28.4 = 76.7 \text{ (ton/year)} \text{ となる。}$$

岩石・土壌に由来するアルカリ度、セメント水和物の $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 、 Mg(OH)_2 、 Ca(OH)_2 に由来するアルカリ度の合計は

$1.16 \text{ (meq/l)} + 0.316 \text{ (meq/l)} + 0.420 \text{ (meq/l)} + 0.648 \text{ (meq/l)} = 2.54 \text{ (meq/l)}$ となり、実測値と一致する。年間76.7トンのコンクリート成分の溶出はトンネルの寿命に少なからず影響を与えるものと考えられる。

Ⅲ-5. 宮良川・真栄里ダム

宮良川は石垣島でも最も大きな河川流域を有している。流域は上原台地、於茂登岳、カラ岳、ミズ岳、宮良石灰岩台地等に囲まれ、水質は石灰岩地帯の水質とケイ酸塩岩石地帯の水質の影響を受けている。支流のペーギナー川、上流のブナタバル川や真栄里ダムでは、ケイ酸塩岩石地帯の水質を示す。ブナタバル川、サンダー川では底原ダム工事の影響をいくぶん受けているようである。これらのことはアルカリ度、 Ca^{2+} 濃度、 Mg^{2+} 濃度、電導度が表-2の片岩地帯の中で高いことと人間活動に由来する溶存物質の量から推察することができる。宮良川支流（通常は流れていない、水は周りに散在する石灰岩と接触している）では、石灰岩地帯の水質を示す。赤下橋たもとでの懸濁物質濃度 (SS) は 35mg/l である。荒川や白水川の懸濁物質 (SS) が有機的な腐食物からなるのに対し、宮良川では無機質な粘土からなることが目視によってわかった。懸濁物質濃度の高さは、土地改良工事や開発による汚染をうかがわせている。 SO_4^{2-} 濃度や NO_3^- -N 濃度が高いのは、耕作地からの化学肥料の影響を受けているものと考えられる。真栄里ダムでは、コンクリートや石灰岩等のダム堤からの人為的な影響で pH がいくぶん高くなっている²⁰⁾。 NO_3^- -N 濃度は、0.235 mg/l を示した。これは、上流のパイン畑からの影響ではないかと思われる。

Ⅲ-6・轟川

轟川は、宮良石灰岩台地とミズ岳・フチベ岳・カタフタ・ヌスクムルに囲まれた小じんまりとした盆地状の流域を有している。上流の水質は、ケイ酸塩岩石地帯の水質を示す。ウロンノバギナは大浜層の石灰岩とレキ岩層からの湧水で轟川の大切な水源となっており、 Ca^{2+} 濃度、 Mg^{2+} 濃度、アルカリ度の高い値は、その地質的特徴をよく表している。轟川は総じて石灰岩地帯の水質を示す。この河川の Ca^{2+} 濃度と Mg^{2+} 濃度の当量和は、白水川のその8.8倍、荒川の18倍である。 NO_3^- -N濃度、 SO_4^{2-} 濃度が高いが、これは流域に広がっているサトウキビ畑や水田に使われている化学肥料に由来しているのではないと思われる。河川流域内では土地改良工事が行なわれているが、水環境の悪化が懸念される。また、白保海域のサンゴに悪い影響を与えることも考えられる。

Ⅲ-7. 通路川

通路川の採水時には、砂防工事なるものが行なわれており、水質汚濁が目立った。赤土に起因する懸濁物質(SS)濃度は $164\text{mg}/\text{l}$ と高い値を示した。この濃度と流量の積から日中8時間に1.65tの赤土が海に流出したことになる。通路川の水は、ケイ酸塩岩石地帯の水質を示す。

Ⅳ. まとめ

以上のことをまとめると次のようになる。

- (1) 石垣島の水は、石灰岩地帯の水、ケイ酸塩岩石地帯の水と石灰岩とケイ酸塩岩石両方の影響を受けている水がある。ケイ酸塩岩石地帯でもカコウ岩地帯と片岩地帯では水質を異にする。
- (2) 図-7・図-8・図-9の各図のグループⅠ・Ⅱ・Ⅲは、それぞれ一致する。また、ブネーラ川や於茂登トンネル富野口湧水、ブナタバル川、サンダー川は、開発の影響が大きく、図-7、図-8・図-9の各図のグループⅡに入る。
- (3) 図-10のグループⅠ・Ⅱ・Ⅲは、図-7・図-8・図-9の各図のグループⅠ・Ⅱ・Ⅲにそれぞれ包含される。於茂登トンネル富野口湧水と名蔵川中流では、開発行為の水質へ及ぼす影響は顕著である。図-10は、自然環境の変化が水質に影響を及ぼすことを示している。
- (4) 於茂登トンネルのコンクリート成分の溶出量が多い。(推定量 $76.7\text{ton}/\text{year}$)。
- (5) 人間の活動に由来する化学種は、セメント水和物やサトウキビ畑、水田で使われている化学肥料によるものが多い。

Ⅴ. 課題

石垣島では、リゾート開発のため牧場などの景勝地が売買されている。リゾート開発には、広大なゴルフ場や施設建設を伴うため、島の水環境の悪化が懸念される。また、リゾート施設の維持には、膨大な量の水が必要であり、そのための水源開発によって自然生態系破壊が危惧される。

- (1) 水質調査を継続して行い、ケイ酸塩岩石と炭酸、石灰岩と炭酸の反応や陸水の化学種と化学組成から石垣島が溶けていく量を推定する。
- (2) 自然生態系の変化が水環境に及ぼす影響を詳しく調べる。

《謝辞》

本調査の計画や分析方法、まとめ方などについて琉球大学の渡久山章助教授の助言を賜った。 Na^+ 、 K^+ の原子吸光分析にあたっても、機器の使用を快く許して下さった渡久山助教授に深くお礼を申し上げます。また、 Na^+ 、 K^+ の分析に御協力下さった琉球大学化学科学生、平良直秀氏、久志英次氏、有蘭和彦氏に心からお礼申し上げます。

《参考文献》

- 1) 石垣島气象台：地上気象観測月原簿 (1989)
- 2) 中川久夫, 土井宣夫, 白尾元理, 荒木裕 1982 : 八重山群島石垣島・西表島の地質
東北大学理学部地質学古生物教室研究邦文報告No. 84(3)P1
- 3) 岩崎岩次1963 : 沖縄の水を訪ねて (その2) 工業用水 No.58(7)P 68
- 4) 兼島 清 1965 : 沖縄の河川および地下水の水質 工業用水No. 81 (6) P30
- 5) 渡久山章 1981 : 沖縄における陸水の化学的特性と物質循環 I
ーケイ酸塩岩地帯の陸水ー, 工業用水 No.271 (4) P23
- 6) 渡久山章 1981 : 沖縄における陸水の化学的特性と物質循環 II
ー石灰岩やプロトドロマイト地帯の陸水ー 工業用水 No.275 (8) P2
- 7) 石垣島气象台：地上気象観測累年原簿 (1981~1990)
- 8) 北野康 1969 : 水の科学 P79 (日本放送出版協会)
- 9) 日本気象協会 1988 : 海洋観測指針 P146
- 10) 半谷高久, 小倉紀雄 1985 : 水質調査法 : P 262 (丸善)
- 11) 日本分析化学会北海道支部 1981 : 水の分析 P 240 (化学同人)
- 12) 沖縄タイムス : 1986年2月15日付
- 13) 八重山毎日新聞 : 1990年1月29日付
- 14) 沖縄タイムス : 1986年2月15日付
- 15) 加藤祐三 1985 : 奄美沖縄岩石・鉱物図鑑 P 124 P 121 (新星図書出版)
- 16) 金森悟 1967 天然水の化学 科学の実験 Vol18 P14 (共立出版)
- 17) ・18) 金沢孝文 1961 : 化学大辞典5 P 381 (化学大辞典編集委員会 共立出版)
- 19) 西林新蔵・宮川豊章 : “化学作用に対する耐久性”
コンクリートの耐久性 P 67 (岡田清編著 朝倉書店)
- 20) 半谷高久, 小倉紀雄 1985 : 水質調査法 P 192 (丸善)

表-1 石垣島の陸水の化学組成

*()はDO飽和度(%)

試料 番号	採水 時刻	水温 ℃	pH	電導度 μS/cm	全硬度 mg/l	Ca ²⁺ mg/l	Mg ²⁺ mg/l	Na ⁺ mg/l	K ⁺ mg/l	NH ₄ ⁺ -N mg/l	NO ₂ ⁻ -N mg/l	NO ₃ ⁻ -N mg/l	PO ₄ ³⁻ mg/l	SO ₄ ²⁻ mg/l	Cl ⁻ mg/l	TDS mg/l	SiO ₂ mg/l	DO mg/l	COD mg/l	SS mg/l	流量 m ³ /sec	河川・湧水 の名称
1989101401	13:55	26.1	7.42	240	59	17.4	3.7	19.2	2.71	0.273	0.032	0.301	0.069	10.3	23.0	1.16	26.2	7.37 (92.5)	4.27	15		名蔵川
02	14:35	25.5	7.05	130	22	8.3	0.3	16.3	2.28	0.046	0.008	0.124	0.035	8.97	20.3	0.32	25.6	7.50 (93.2)	0.78	4		白水川
03	15:10	25.9	7.81	300	88	25.3	6.0	21.7	2.47	0.039	0.010	0.220	0.028	12.5	27.5	1.69	31.1	7.57 (94.6)	3.50	20		ブネーラ川
04	16:03	23.3	7.74	120	11	0.9	2.1	17.8	1.82	0	0.005	0.070	0.010	8.58	22.0	0.32	32.9	8.57 (103)	2.33	2		荒川
05	17:00	22.3	7.56	340	140	35.7	12.3	20.6	1.98	0	0	0.055	0.035	14.4	25.7	2.54	25.1	8.21 (96.7)	2.33	2	2.25	於茂登トナ
06	17:37	26.3	8.20	170	39	9.2	4.0	15.9	2.14	0.056	0.008	0.235	0.010	8.58	19.8	0.85	25.8	8.75 (110)	2.33	4		富野口湧水
1989101507	10:00	24.8	7.06	390	146	47.8	6.4	18.2	2.58	0.029	0.013	1.58	0.021	15.2	25.2	2.69	14.5	6.97 (85.6)	3.61	35		真栄里ダム
08	10:40	23.1	6.67	280	87	24.3	6.4	19.6	2.09	0.033	0.012	0.810	0.010	11.9	25.2	1.48	18.5	5.14 (61.4)	1.86	10		宮良川赤下橋
09	11:05	22.8	7.27	470	201	71.5	5.5	15.2	3.01	0	0	0.011	0	0	20.3	4.17	11.7	5.87 (69.8)	7.77	2		ベーギナー川
10	11:30	23.6	7.17	350	120	34.9	7.9	19.9	2.34	0.035	0.008	0.705	0	16.4	25.2	2.05	19.2	7.28 (87.6)	1.55	30		宮良川支流
11	13:35	25.3	7.04	330	107	28.1	8.9	19.6	2.48	0.020	0.009	0.100	0	22.3	27.0	1.63	16.7	7.23 (89.6)	8.93	10		サンダー川
1989122301	11:42	21.1	7.75	410	189	63.2	7.7	17.1	2.93	0.065	0.009	1.95	0.010	28.1	24.8	2.75	8.79	8.11 (93.5)	3.88	10		ブナナバル川
02	12:35	21.7	7.63	410	176	60.6	5.9	16.7	2.81	0.053	0.009	1.87	0.010	25.2	25.2	2.69	9.23	9.02 (105)	4.66	10	55.6	蔵川合流点
03	13:13	22.1	7.73	460	203	72.6	5.3	15.7	2.52	0.076	0.009	2.76	0.069	27.1	23.5	3.01	8.57	8.03 (94.2)	4.27	8	22.5	蔵川南支流Ⅰ
04	13:45	21.5	7.65	380	158	50.6	7.7	17.4	3.12	0.076	0.009	0.935	0	25.2	24.8	2.27	9.45	8.10 (94.1)	5.83	12	33.1	蔵川中流Ⅰ
05	14:35	22.6	7.95	500	196	72.8	3.4	22.2	2.33	0.229	0.015	5.93	0.010	13.5	24.8	3.54	11.9	8.05 (95.4)	1.94	30		蔵川中流Ⅱ
06	15:00	23.4	7.17	510	201	71.9	5.2	21.9	1.61	0	0.005	5.51	0.010	13.1	24.8	3.43	13.0	7.50 (90.0)	0.39	4	4.29	蔵川中流Ⅲ
07	15:25	24.4	7.10	610	250	92.8	4.5	20.2	1.55	0.020	0.007	4.66	0.010	11.7	24.3	4.45	11.4	8.55 (104)	0.39	4		蔵川中流Ⅳ
08	16:10	20.9	7.62	340	132	41.4	6.9	15.8	3.28	0.020	0.007	0.530	0.010	19.7	24.8	1.84	9.23	7.86 (90.3)	2.72	4	28.8	蔵川上流
09	16:35	20.0	7.10	220	77	21.8	5.5	16.5	2.80	0	0.005	0.121	0	12.9	24.8	1.16	10.6	6.28 (71.0)	0.58	2		蔵川南支流Ⅱ
10	17:20	21.7	7.86	430	200	71.9	5.0	15.8	2.49	0	0.007	1.62	0.010	26.2	22.8	2.90	9.23	8.31 (96.9)	0.97	4		蔵川南支流Ⅲ
1990021601	10:45	40.8	7.97	270	41	10.9	3.3	16.1	7.33	0.625	0.005	0	0.056	10.5	22.3	0.61	18.3	8.18 (125)	14.0	12	11.3	石垣島製糖工場排水Ⅰ
02	11:20	39.9	7.50	260	41	10.9	3.3	16.5	6.85	0.740	0.006	0	0.158	10.5	22.3	0.68	18.5	5.48 (83.0)	11.8	16	17.6	石垣島製糖工場排水Ⅱ
03	14:45	22.0	7.90	220	65	14.2	7.3	20.5	1.41	0.032	0.005	0.089	0.021	9.36	27.2	1.16	15.6	8.68 (102)	2.84	8	13.5	通路川上流
04	15:20	22.0	8.09	270	84	22.8	6.7	22.8	1.38	0.032	0.006	0.428	0	11.7	29.7	1.42	15.6	8.55 (100)	0.31	4	7.51	通路川支流
05	16:20	22.1	8.14	260	82	20.7	7.3	21.6	1.49	0.045	0.006	0.279	0.069	11.9	29.7	1.55	17.2	8.85 (104)	11.7	164	21.0	通路川下流

**石垣島製糖工場排水のⅠは工場からの排出口、ⅡはⅠから500m離れたアンバール湿地に注ぐ地点

表-2 溶存化学種の元素量の由来

溶存化学種の元素量 = (降水・降下物による量) + (岩石・土壌による量) + (生物・人間の活動による量)

岩石分 布地帯	河川・湧水 の名称	Na ⁺ (mg/l)			K ⁺ (mg/l)			Mg ²⁺ (mg/l)			SO ₄ ²⁻ (mg/l)			Ca ²⁺ (mg/l)			TDS (mg/l)			SiO ₂ (mg/l)		
		a+b+c	a	b+c	a+b+c	a	b+c	a+b+c	a	b+c	a+b+c	a	b+c	a+b+c	a	b+c	a+b+c	a	b+c	a+b+c	a	b+c
火成 岩 地帯	* 荒川	17.8	12.2	5.6	1.82	0.44	1.32	1.32	0	2.1	1.5	0.6	0.6	0	8.58	3.07	5.51	5.51	0	0.9	0.9	0
	白水川	16.3	11.3	5.0	2.28	0.41	1.87	1.32	0.55	0.3	1.4	?	?	?	8.97	2.83	6.14	5.56	0.58	8.3	0.9	7.4
	真栄里ダム	15.9	11.0	4.9	2.14	0.40	1.74	1.32	0.42	4.0	1.3	2.7	0.6	2.1	8.58	2.76	5.82	5.56	0.26	9.2	0.9	8.3
	石垣島製糖工場排水Ⅰ	16.5	12.4	4.1	7.33	0.45	6.88	1.32	5.56	3.3	1.5	1.8	0.6	1.2	10.5	3.18	7.32	5.56	1.76	10.9	0.9	10.0
	石垣島製糖工場排水Ⅱ	16.5	12.4	4.1	6.85	0.45	6.40	1.32	5.08	3.3	1.5	1.8	0.6	1.2	10.5	3.11	7.39	5.56	1.83	10.9	0.9	10.0
	名蔵川	19.2	12.8	6.4	2.71	0.46	2.25	1.32	0.93	3.7	1.5	2.2	0.6	1.6	10.3	3.21	7.09	5.56	1.53	17.4	0.9	16.5
変成 岩 地帯	ブネーラ川	21.7	15.3	6.3	2.47	0.55	1.92	1.32	0.60	6.0	1.8	4.2	0.6	3.6	12.5	3.84	8.66	5.56	3.10	25.3	0.9	24.4
	通路川上流	20.5	15.1	5.4	1.41	0.54	0.87	0.87	0	7.3	1.8	5.5	5.5	0	9.36	3.80	5.56	5.56	0	14.2	14.2	0
	蔵川上流	16.5	13.8	2.7	2.80	0.50	2.30	0.87	1.43	5.5	1.7	3.8	3.8	0	12.9	3.46	9.44	5.56	3.88	21.8	14.2	7.6
	通路川下流	21.6	16.5	5.1	1.49	0.59	0.90	0.87	0.03	7.3	2.0	5.3	5.3	0	11.9	4.15	7.75	5.56	2.19	20.7	14.2	6.5
	通路川支流	22.8	16.5	6.3	1.38	0.59	0.79	0.79	0	6.7	2.0	4.7	4.7	0	11.7	4.15	7.55	5.56	1.99	22.8	14.2	8.6
	ベーギナー川	19.6	14.0	5.6	2.09	0.50	1.59	0.87	0.72	6.4	1.7	4.7	4.7	0	11.9	3.52	8.38	5.56	2.82	24.3	14.2	10.1
堆積 岩 地帯	ブナナバル川	19.6	15.0	4.6	2.48	0.54	1.94	0.87	1.07	8.9	1.8	7.1	5.5	1.6	22.3	3.77	18.53	5.56	12.97	28.1	14.2	13.9
	サンダー川	19.9	14.0	5.9	2.34	0.50	1.84	0.87	0.97	7.9	1.7	6.2	5.5	0.7	16.4	3.52	12.88	5.56	7.32	34.9	14.2	20.7
	於茂登トナ	20.6	14.3	6.4	1.98	0.51	1.47	0.87	0.60	12.3	1.7	10.6	5.5	5.1	14.4	3.59	10.81	5.56	5.25	35.7	14.2	21.5
	富野口湧水																			2.54	1.16	1.38
	蔵川中流Ⅱ	15.8	13.8	2.0	3.28	0.50	2.78			6.9	1.7	5.2			19.7	3.46	16.24			41.4		1.84
	宮良川赤下橋	18.2	14.0	4.2	2.58	0.50	2.08			6.4	1.7	4.7			15.2	3.52	11.68			47.8		2.69
堆積 岩 地帯	蔵川中流Ⅰ	17.4	13.8	3.6	3.12	0.50	2.62			7.7	1.7	6.0			25.2	3.46	21.74			50.6		2.27
	蔵川合流点	16.7	14.0	2.7	2.81	0.50	2.31			5.9	1.7	4.2			25.2	3.52	21.68			60.6		2.69
	蔵川下流	17.1	13.8	3.3	2.93	0.50	2.43			7.7	1.7	6.0			28.1	3.46	24.64			63.2		2.75
	蔵川南支流Ⅱ	15.8	12.7	3.1	2.49	0.46	2.03			5.0	1.5	3.5			26.2	3.18	23.02			71.9		2.90
	蔵川南支流Ⅰ	15.7	13.1	2.6	2.52	0.47	2.05			5.3	1.6	3.7			27.1	3.28	23.82			72.6		3.01
	宮良川支流	15.2	11.3	3.9	3.01	0.41	2.60			5.5	1.4	4.1			0	?	?			71.5		4.17
堆積 岩 地帯	クワバギナⅠ (湧水)	22.2	13.8	8.4	2.23	0.50	1.73			3.4	1.7	1.7			13.5	3.46	10.04			72.8		3.54
	クワバギナⅡ (湧水)	21.9	13.8	8.1	1.61	0.50	1.11			5.2	1.7	3.5			13.1	3.46	9.64			71.9		3.43
	クワバギナⅢ (湧水)	20.2	13.5	6.7	1.55	0.49	1.06			4.5	1.6	2.9			11.7	3.39	8.31			92.8		4.45

* 火成岩地帯で、主にカウ岩が分布する。

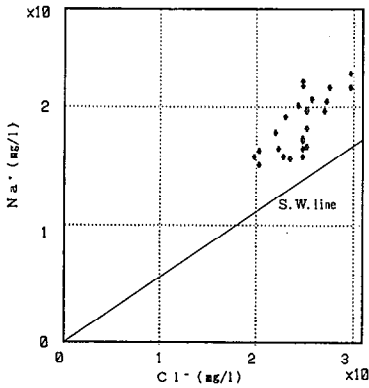


図-3 Cl^- と Na^+ の関係

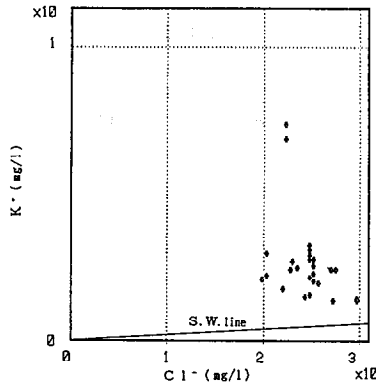


図-4 Cl^- と K^+ の関係

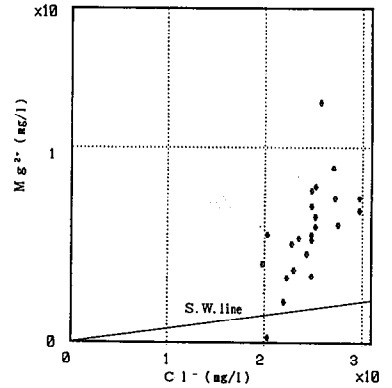


図-5 Cl^- と Mg^{2+} の関係

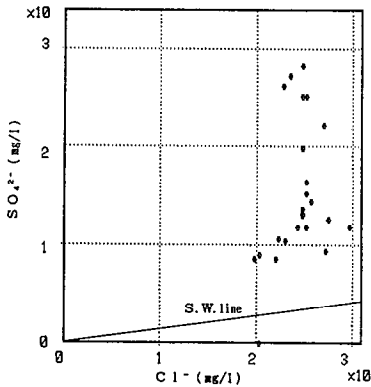


図-6 Cl^- と SO_4^{2-} の関係

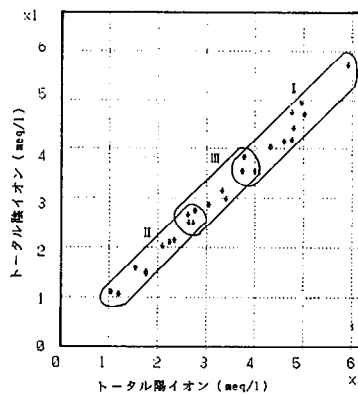


図-7 トータル陽イオンとトータル陰イオンの関係
グループⅠ (石灰岩地帯の水)
グループⅡ (ケイ酸塩岩地帯の水)
グループⅢ (両方の影響を受けている水)

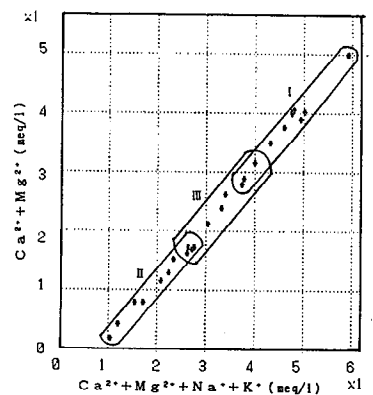


図-8 $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ と $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+)$ の関係
グループⅠ (石灰岩地帯の水)
グループⅡ (ケイ酸塩岩地帯の水)
グループⅢ (両方の影響を受けている水)

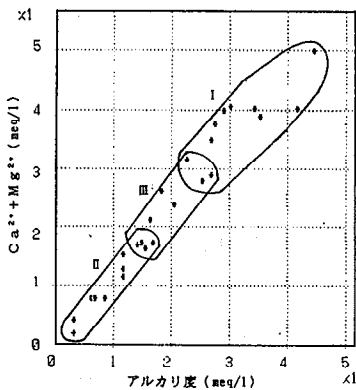


図-9 $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$ とアルカリ度の関係
グループⅠ (石灰岩地帯の水)
グループⅡ (ケイ酸塩岩地帯の水)
グループⅢ (両方の影響を受けている水)

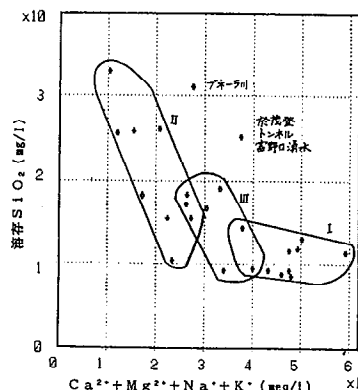


図-10 溶解 SiO_2 と $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+)$ の関係
グループⅠ (石灰岩地帯の水)
グループⅡ (ケイ酸塩岩地帯の水)
グループⅢ (両方の影響を受けている水)

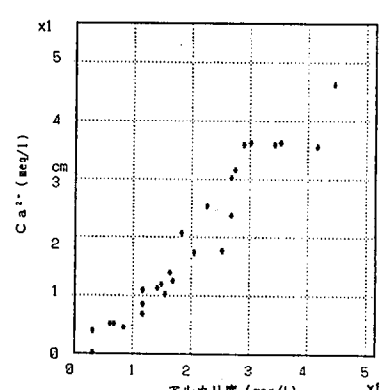


図-11 Ca^{2+} とアルカリ度の関係

第29回 九高理大会報告

山田 保※

1. はじめに

今回の九高理大会は、7月26日・27日に長崎県佐世保市で開かれた。沖縄県からは宮城幸徳先生、宮城稔先生、壽敦義先生、仲本勝也先生、川満裕史先生と私の6人が化学部会に参加しました。分科会会場となった県北会館の化学部会の部屋は、あいにくクーラーが故障していてとても暑い二日間でした。しかし、発表者の年齢が30才前後と若く多いに刺激を受けました。会場及び日程は次の通りです。

場 所：ホテル万松桜、県北会館

日 程：26日・・・・総会、分科会講演、分科会（意見発表、研究発表）

27日・・・・分科会、現地研修

2. 研究発表及び意見発表

8人の発表者のうち半分の4人の先生が、生徒の興味をいかに引き出すかということで、演示実験や分かりやすい授業についての発表があり、また、井上先生から生徒の興味を引き出す実験集の紹介もありました。

〔研究発表〕

- | | | |
|---------------------------------|----------|---------|
| 1. パソコンを利用した理科Ⅰの指導 | 市立指宿商業 | 内 村 幸 人 |
| 2. 興味を喚起する演示実験 | 宮崎県立延岡西高 | 吉 田 郷 志 |
| 3. 界面活性剤の相互作用 | 佐賀県立多久工業 | 永 尾 実 |
| 4. 単線型の評価から複線型の評価へ（化学指導へのアプローチ） | | |

〔意見発表〕

- | | | |
|--|----------|---------|
| 1. 電子機器を用いた演示実験「大型表示器付DPM（デジタル・パネル・メータ）の製作とその利用」 | 沖縄県立コザ高 | 壽 敦 義 |
| 2. 理科Ⅰの物質量（モル）をどう教えるか。 | 熊本県立甲佐高 | 国 安 猛 |
| 3. 教育現場における理科教育の実態と問題点 | 大分県立大分南高 | 龍 和 彦 |
| 4. 実業高校における化学教育のすすめ | 福岡県立朝倉農業 | 井 上 正 佑 |

〈文献の紹介〉

いきいき化学アイデア実験	盛口襄・高田博志	新生出版	2,369円
たのしくわかる化学 100時間上・下	盛口襄・野曾原友行	あゆみ出版	2,575円
高校化学の授業 100時間上・下	三井澄雄・伊藤博	あずみの書房	2,575円
まんがアトム博士の科学探検		東陽出版	1,524円
続）実験による科学への招待	日本化学会訳	丸善	2,400円
化学演示実験－高校課程を中心に	島原健三監修	三共出版	2,400円
身近な化学実験Ⅰ－中高校生と教師の為に		丸善	2,060円
身近な現象の化学Part 2	日本化学会編	培風館	1,380円

事務局通信

平成二年度 役員一覧

役員

役 員	氏 名	学 校 名
会 長	大 田 義 昭	読 谷
副 会 長	真栄平 克雄	教育センター
	新 垣 叔 行	豊 見 城
監 査	宮 城 智 子	真 和 志
	当 真 当 美	真 和 志
事 務 局	上 江 洲 清	前 原
	仲 本 勝 也	
高文連専門部長	宮 城 実	知 念
冲高理理Ⅰ研究委員	田 場 稔	首 里 東
冲高理監査	宮 城 智 子	真 和 志

代議員（◎印は支部長）

支部名	氏 名	学校名	支部名	氏 名	学校名
北 部	◎ 崎 原 政 幸	北部工業	南 部	◎ 赤 嶺 節 男	沖 水
	新垣 なおみ	北 山		古 堅 宗 宏	糸 満
中 部	◎ 富 永 勇	石 川	久米島	◎ 石 原 啓	久米島
	瑞慶山 悦子	石 川	宮 古	◎ 新 城 秀 樹	宮 古
	崎 原 盛 吉	北 中 城	八重島	◎ 東 田 盛 善	八 重 山
那 覇	◎ 神 元 正 勝	開 邦			
	宮 城 智 子	真 和 志			
	当 真 当 美	真 和 志			

平成二年度 活動報告

- 6月8日(金) 第1回 役員会(教育センター)
1. 定期総会について
2. 沖高理30周年記念事業について
- 〃 第1回 代議員会(教育センター)
1. 平成元年度活動報告, 決算報告
2. 平成2年度事業計画, 予算案について
3. その他
- 平成2年5月 各支部活動
～3年3月 北部支部 …………… 視聴覚研究
中部支部 …………… 実験ノート研究
那覇支部 …………… 化学教育動向
南部支部 …………… 学習指導研究
- 6月22日(金) 研究発表会, 講演会, 定期総会(県立教育センター)
研究発表 壽 敦義(コザ)
「演示実験に利用できる大型標示付きDPMの製作とその利用」
講演 吉田一晴(琉球大学教育学部教授)
「新しい理科教育のあり方と授業改善の方向性」
- 定期総会
1. 平成元年度活動報告, 決算報告
2. 平成2年度事業報告, 予算案について
3. その他
- 7月26日～27日 第29回九高理大会派遣(長崎県)
壽 敦義(コザ), 宮城幸徳(コザ)
山田保(宜野座), 仲本勝也(前原)
- 8月7日～9日 全国理科教育大会派遣(千葉県)
金城 誠(小祿), 上江洲 清(前原)
- 8月18日～20日 研究ノート編集委員会派遣(福岡市)
久高興裕(泊定)
- 8月25日～27日 全国私立中学校・高等学校理科(化学)研修会(都ホテル)
発表者 奥間朝春(八重山), 壽 敦義(コザ), 崎原盛吉(北中城)
盛山泰秀(美里), 幸地貞子(沖工)
アトラクション出演者 真栄平克雄(教育センター), 赤嶺節男(沖水)
島袋英二(コザ)

10月12日（金） 第2回 役員会並びに代議員会（県立教育センター）

1. 宿泊研修会について
2. 副会長の件について
3. 沖工理30周年記念事業について
4. その他

11月9日 第20回化学教育研究会宿泊研修会（うらそえ荘）

～10日 講演 渡久山 章（琉球大学化学科助教授）

「森と海」

研究発表

- | | |
|----------------------|--------------|
| 1. 「身近に素材を求める化学実験」 | 新 城 安 光（嘉手納） |
| 2. 「パンソンを利用した計測」 | 壽 敦 義（コザ） |
| 3. 「何でも三態」 | 幸 地 貞 子（沖 工） |
| 4. 「サンゴとコロイド」 | 東 田 盛 善（八重山） |
| 5. 「郷土の素材を生かした化学実験」 | 崎 原 盛 吉（北中城） |
| 6. 「カンテンを利用した実験あれこれ」 | 盛 山 泰 秀（美 里） |
| 7. 「化学クロスワードハズル」 | 与那原 岑 子（浦 添） |

大会報告

- | | |
|-----------|--------------------|
| 1. 九高理大会 | 宮城幸徳（コザ）， 山田保（宜野座） |
| 2. 全国理科教育 | 金 城 誠（小 禄） |

研究協議

「新しい教育課程に向けて」 基調提案 真栄平克雄（県立教育センター）

12月14日（金） 第3回 役員会並びに代議員会（県立教育センター）

1. 宿泊研修会の反省
2. 理科Ⅰ研究発表大会の発表者の選出
3. 第30回九高理大会の発表者の選出
4. その他

平成3年

1月25日（金） 沖高理30周年記念事業実行委員会（県立教育センター）

沖高理理科Ⅰ研究発表大会（県立教育センター）

発表者 壽 敦 義（コザ）

2月～3月 「化学実験ノート」注文・印刷

2月～3月 化学研究会誌 原稿募集・発行

※平成2年度における個人及びグループ研究は次の方々です。

1. 壽 敦 義（コザ） 「パソコンによる計測・中和滴定」
2. 東 田 盛 善（八重山） 「サンゴとコロイド」

3. 崎 原 盛 吉（北中城） 「郷土の素材を生かした化学実験」
4. 盛 山 泰 秀（美 里） 「カンテンを利用した化学実験あれこれ」
5. 新 城 秀 樹（宮 古） 「簡易自作教材の製作とその利用法」
6. 宮 平 武（北中城） 「卒論実験の一試み」

※ 宿泊研修会で次のことが確認されました。

わが化学教育研究会の会員には、すぐれた教育実践をし実績を残している先生方が数多くいるので、タイムス賞、新報賞等に推薦すべきである。

それをうけて、泊高校（定）の久高興裕先生を1990年度タイムス賞に推薦しました。そして見事、タイムス賞を受賞致しました。

沖縄県高等学校化学教育研究会会則

第1章 名称及び事務局

第1条 本会は沖縄県高等学校化学教育研究会と称する。

第2条 本会の事務局は会長の委託する学校におく。

第2章 目的

第3条 本会は化学教育の充実発展に貢献し、あわせて会員相互の親睦を図ることを目的とする。

第3章 事業

第4条 本会は前条の目的を達成するために次の事業を行う。

1. 研修会の開催
2. その他本会の目的達成に必要な事項

第4章 組織及び会員

第5条 本会に北部、中部、那覇、南部、久米島、宮古、八重山の各支部を置くことができる。

第6条 本会の会員は次のとおりとする。

沖縄県高等学校理科研究協議会の会員で化学担当教師及び本会の趣旨に賛同するもの。

第5章 役員及び会員の任務

第7条 本会に次の役員を置く。

会長1名、副会長2名、代議員13名、（北部2、中部3、那覇3、南部2、久米島1、宮古1、八重山1）、庶務1名、会計1名、監事2名。

第8条 会長、副会長及び監事は代議員が選出し総会の承認をえる。庶務会計は会長が託する。

第9条 1. 会長は、本会の会務を統轄する。

2. 副会長は、会長を補佐し、会長事故あるときはその任務を代行する。

3. 代議員は、事業の計画運営、予算審議及び役員の撰出にあたる。

4. 庶務および会計は本会の事務並びに会計をつかさどる。

5. 監事は会計の監査を行う。

第10条 各役員の任期は2年とする。ただし、人事異動等の理由により、欠員が生じた場合は代議員を補充し事務局へ報告する、任期はその在任期間とする。

第6章 会議

第11条 定期総会は原則として毎年5月に開催し次のことを行う。

予算決算の承認、役員の承認、会則の改正及びその他必要な事項。

第12条 総会は過半数の会員により成立する。但し事故あるときは委任状をもって出席にかえることができる。

第13条 会長は、必要に応じ臨時総会を開催することができる。

第14条 代議員会は必要に応じ会長が招集する。

第7章 会計

第15条 本会の経費は、沖縄県高等学校理科研究協議会からの補助及びその他の収入をもってあてる。

第16条 本会は会計年度は4月1日に始まり翌年3月31日に終る。

付 則

第17条 この会則は、1964年11月7日より施行する。

第18条 第5条の支部の組織運営等に関する細則は各支部で定める。

原稿作成要領

1. 原稿は指定の用紙 (46字×37行) を使用する (ワープロ文字OK)
2. 原稿の執筆にあたっては、つぎのことを厳守する。
 - a 横書きのこと、なるべく清書して下さい。
 - b 邦字は原稿用紙1マスに1字、かっこ () 「 」 “ ” 句読点、カンマ、?!などは全て1マスとする。
 - c 英字および数字は大体2マスに3字ぐらいの割合に入れる。
分数は1マスに書く。2ケタの数字は2マスとする。
 - d 改行した場合は1マス下げて書く。
 - e 数量の単位のうち外国語に由来するものは記号を用いる。
例 °C % mm cm km mg kg cc ml
 - f 題名、著者名のところは、3行どりにする。所属、勤務先も書く。
3. 図写真について
 - a 図および写真は原稿用紙に張り付けしないで別に台紙をつけてまとめる。
 - b 図、写真を入れる場所を原稿中に指定し希望の大きさの縦×横の長さを明記する。又、図、写真の解説説明は、原稿中の図の入る場所に書く。
4. 文章の項目番号は1 (1) ① a (a) ア の順を標準とする。
5. 参考文献は次の例のように記載する。

〈単行本の場合〉

著者	年号	書名	発行所
例 矢野 幸夫	1976	チョウの実験と観察	東洋館

〈雑誌の場合〉

著者	年号	論題	誌名	月号 (巻, 号)	最初～最終ページ	発行所
例 中村 次郎	1987	理科におけるニューメディア利用の意義	理科の教育	1月号 (通巻414号・Vol 36)	P 9～12	東洋館

編 集 後 記

化学教育研究会誌の代議員会で、那覇支部が研究会誌編集担当になっていることを知り、前年度の編集委員である北中城高校の崎原先生よりいろいろと段取りを教えてくださいながら引き継ぎを済ませたのが、去年の12月14日でした。

その後、事務局より原稿募集の公文を発送してもらい、原稿の届くのを持ったもののなかなか集まらず、再度、事務局の協力を得て、教育センターでの長期研修者、宿泊研修会の発表者、個人及びグループ研究補助金の受領者などを確認し、原稿依頼をし直しました。そして、なんとか、「化学教育研究会誌第22号」を発行することができ、ホットしています。学年末・学年初めの多忙な時期に、原稿の執筆・提出に応じて下さった先生方、どうもありがとうございました。

会誌の編集に携わりながら、あらためて本研究会会員の研究意欲・教育実践力の高さに驚いています。「授業に役立つ教材・教具の作成」,「実験の工夫」,「身近な素材の教材化」,「環境問題へのアプローチ」など、会員の日々の研究成果を結集した会誌を通して、仲間の成果を共有しながら、さらに全体の教育実践力を高めていくことができたと思います。

編 集 委 員

神 元 正 勝	開邦高等学校
佐 和 田 千 香 子	開邦高等学校

沖縄県化学教育研究会誌第22号

1991年5月31日 発行

1991年6月5日 印刷

発行者 沖縄県化学教育研究会会長 大田 義 昭

編 集 沖縄県化学教育研究会 那覇支部

発行所 沖縄県化学教育研究会
事務局（沖縄県立前原高等学校化学科）

〒904-22 沖縄県具志川市田場1827

TEL 973-3249, 3644

印刷所 赤道 印 刷

具志川市字喜屋武325

TEL 973-3383
