

化学教育研究会誌

第 24 号

第24号化学教育研究会誌の発刊によせて	読谷高等学校校長	太田 義昭	1
ダイヤモンドができた！			
—— 第6期卒業生と共に ——	首里東高等学校	幸地 貞子	2
続、生徒に興味・感心をおこさせるための			
身近な実験例を求めて	前原高等学校	上江洲 清	6
原子力実験セミナー参加報告	与勝高等学校	川満 裕史	11
ポケットガイガー・ミュラーカウンターの授業への活用	美里高等学校	盛山 泰秀	15
本の紹介		編集委員	20
学習意欲を喚起し物質的な自然観を育てる工夫	開邦高等学校	神元 正勝	22
PETボトルを利用した気体の発生装置の製作	球陽高等学校	崎原 盛吉	28
化学領域における環境教育（Ⅰ）			
—— 酸化還元反応、水質調査を通しての指導例 ——	八重山高等学校	東田 盛善	30
化学領域における環境教育（Ⅱ）			
—— 希ヨードチンキ中のヨウ素の定量と環境水中の			
溶存酸素の測定を通しての指導例 ——	八重山高等学校	東田 盛善	36
第32回九高理沖縄大会に向けて	首里東高等学校	新垣 淑行	39
1992年度役員一覧			43
1992年度活動報告			44
沖縄県高等学校化学教育研究会会則			46
原稿作成要領			47
編集後記			48

1993

沖縄県化学教育研究会

巻 頭 言

第24号 化学教育研究会誌の発刊によせて

大 田 義 昭※

今日の科学技術の進展はめざましく、我々の生活がとても便利になりました。先日の朝刊にも「できた！人工酵素」の見出しで、チーズ作りに欠かせない酵素の1種からコンピューターとタンパク工学の手法を使い、別の働きを持つ酵素を人工的に作り出すことに成功したと報じています。天然の酵素は作用の強さに限界があったり、熱に弱かったり、なかなか一筋縄ではいかないようで、思い通りに酵素を作り換えることができれば、化学、医学、工学と用途の広さは計り知れず、タンパク工学への期待は大きいと述べています。今後の科学技術の進展に夢が膨らみ、大きな希望を託せると思います。

さて、今年も化学教育研究会の1ヶ年の足跡を集録する時期になりました。月日がたつのは早いもので、この集録は第24号になります。

今年を振り返ってみると、「わかる授業」の創造を合言葉に実践例を中心に、九高理大会、全国理科教育大会を通して得た他都道府県における情報の報告、そして公害についての講演、さらに30年余の教育実践に基づいた先輩の体験談など、バラエティーに富んだ内容でした。

来年は今年の実績に、さらに上積みをし、一層充実したものになるよう努力したいと思います。

本研究会も会員の方のご理解ご協力のお蔭で年々充実し、本研究会31年の歴史に輝かしい1頁を書き加えることができました。深く感謝いたします。

ところで、来年度（1993年）は7月28日（水）、29日（木）の2日間、九高理大会が8年ぶりに沖縄で行われます。テーマは「自ら学ぶ力を育てる理科教育」です。平成6年度からの新教育課程実施に向けての時宜を得た内容だと思います。現在、沖縄大会の成功を期し、新垣淑行事務局長を中心に着々と準備を進めております。会員の皆さんの英知を結集して、実りある充実した研究大会となるようご協力のほどを心からお願い申し上げます。

最後になりましたが、本研究会誌を発行するに当たり、玉稿をお寄せくださった先生方並びに編集を担当していただいた先生方、さらに年間を通して会運営にご苦労いただいた事務局の先生方に深く感謝申し上げます。

ダイヤモンドができた！

— 第6期卒業生と共に —

幸 地 貞 子※

はじめに

"アルコールからダイヤモンド"の生成は、正に現代版錬金術で、この発想・研究は日本人である。これまでの高温高压での合成研究から、炭素を気体にして結晶化させるという着想はコペルニクス的であった。ソ連のデリヤキンはこの研究に25年かかり(1981年)、日本では松本により(1982年)報告された。

CVD法 (Chemical Vapor Deposition) —化学気相堆積法—でのダイヤモンド合成は制御が高温高压法に比較して容易で、微粒子や膜状ダイヤモンドの持つ優れた特性(硬度・高絶縁性・高熱伝導性・広い波長での光の浸透性・ドーピングによる半導体化)を利用した機能材料化が期待されている。例えば、金の代わりに薄層ダイヤモンドを歯に巻いたり、鋼に貼れば永久に錆びない切れる刃となる等である。ダイヤモンドは宝石の王として、世の女性の憧れであるが、その特性(硬さ、耐腐食性、耐熱性等)は他の追従を許さないのである。又、人体への使用も全く違和感が無い。

自然産のダイヤモンドは地下 150km以上のマントル上で結晶し、1億—30億年の年月を経てこの地上に表れたものである。かつてはインドの石とも呼ばれ、常に人々を魅了してきたダイヤモンド。

およそ 200年前フランスのラボアジェによって、ダイヤモンドが炭素であることが発表され、以来ダイヤモンド合成への飽くなき戦いが始まった。そして人間の探究心は、ついに高校生の合成を見るまでになったのである。

1986年日本工業大学の広瀬教授が、CVD法の主流であったメタンによる合成から、常識を覆して、アルコールによる合成に成功した。それが高校での「簡易気相法」へと枝分かれしたのである。1988年1月12日、当時県立千葉東高校教諭だった盛口先生と男生徒二人の取り組みで、世界初の快挙となった。その後次々、高校生による追試が発表され、1991年3月8日にわが校の女生徒大城海香さん、大兼久育代さん、奥間和美さんの三人で達成された。卒業記念にと始めた実験であったが、予定は大幅にずれ、土日を返上しての悪戦苦闘の日々が続いたのであった。成功後、顕微鏡の中のダイヤモンドの輝きを胸に、彼女達は2000倍に拡大された写真を記念に持って帰った。いつか大きなダイヤモンドが合成される日を夢みて……。

CVD法の原理—なぜダイヤモンドができるか—

ダイヤモンドダスト—気温マイナス27度あたりに地上の水蒸気(気体)が固体に変わって、キラキラ輝く現象を言う。つまり大気の水蒸気が雪になるのである。同様にCVD法も、気体の炭素を冷やして固体(結晶)—本物のダイヤモンド—に変える操作である。

(1). ダイヤモンドとグラファイト(黒鉛)の構造の違い

図1のように、炭素原子がダイヤモンドは立体的に、グラファイトは平たく結合している。

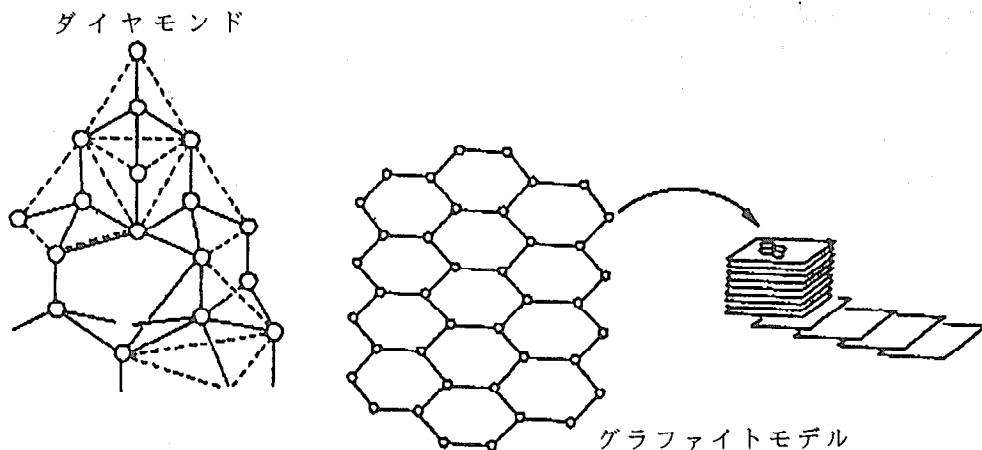


図1

(2). アルコールからダイヤモンドへの変化 (反応管の中で)

高温の炭素 (2000度以上) の気体がダイヤモンド構造をとって基盤上に折出 (基盤温度 900 - 1000度) する。図2の様に、エチルアルコールは高温のフィラメント中で水素の力を借り、炭素原子に分解されていく。基盤温度が高いと結晶化せず、低いとスス (黒鉛) となる。反応管は径 5 cm、長さ 20 cm の硬質ガラス管で、中の温度調整が成功のカギである。ところで、現実には勘だけがたよりなのである。

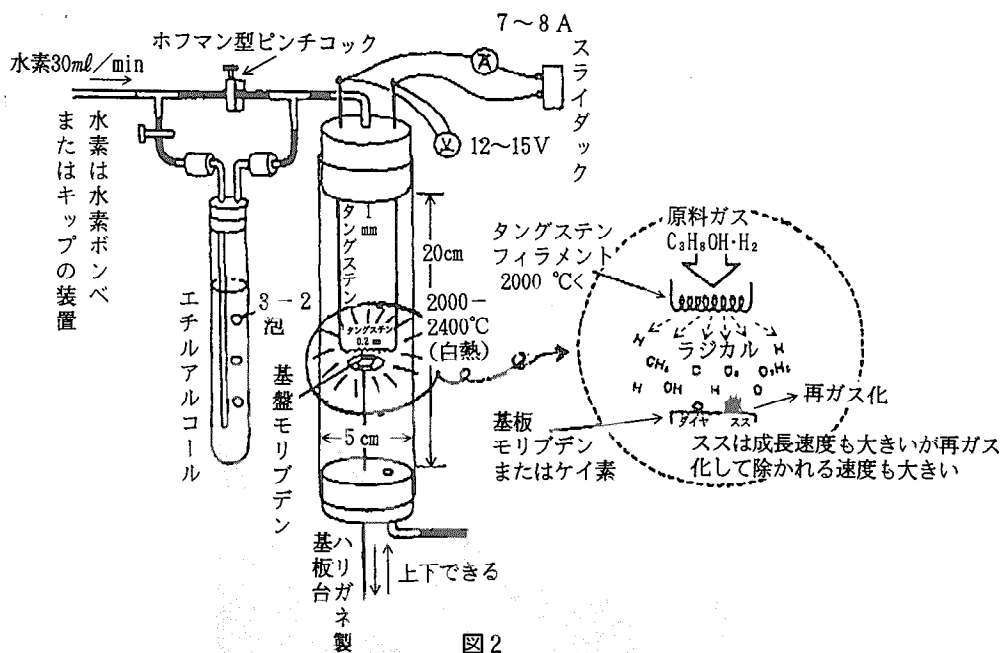


図2

ダイヤモンド合成までの日々と写真

ダイヤモンド合成の成功の原動力は生徒の根気と周囲の励ましである。それが全てと言って過言ではない。始めて2週間は真っ暗闇の中で、生徒と共に出口を求めて迷っていただけである。そんな中、千葉県盛口 先生、福岡県 榊 先生方からの手紙や電話等のアドバイスでやっと闇を抜け出し、たどり着くことができた。自信の様な物を覚えたのは卒業式終了後の実験からである。

(1). 生徒の日誌より

2月18日(火) 今日で文集づくり終わり、楽しみにしていたダイヤモンド作成(?)はじまり!

2月19日(水) いよいよ本番と思いきや、水素の発生が、反応管への流れがうまくいかない。それだけで1日が過ぎた

2月20日(木) 今日はやってやるぞ!と思ったが、全然前に進まない。午前中水素発生のためだけに費やす。午後は予餞会の為実験出来ず。あせりで憂鬱になる。

2月21日(金) 相変わらず水素供給が一定でなく、悩まされ続ける。

誰か私たちに水素を GIVE ME!

2月25日(火) 仏滅! 実験は散々であった。2月29日(土)まで変わらず。

3月1日(日) 卒業式

3月3日(火) 実験再開 今月一杯がんばるぞ!と腹を決める。仕切り直しである。

3月4日(水) アドバイスを受け、反応管を変える。しかし、自信はない。

3月7日(土)とにかく頑張るのみ。

3月8日(日) 全く、自信はないが3枚の基盤を送る。

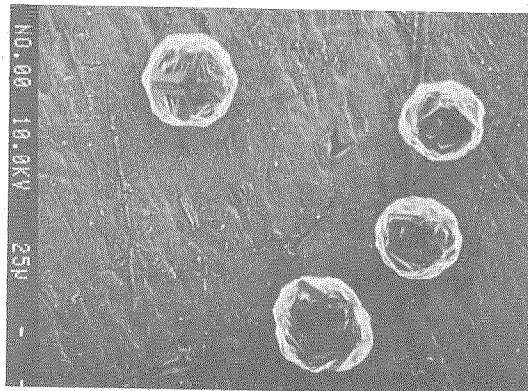
3月8日(日) 今日出来た基盤は明日、電子顕微鏡で観察しに行く事を約束する。

3月9日(月) キラキラした粒は観察されるが、全く自信はない。とりあえず、写真を送る。明日からまた頑張ろう。心の中は否定肯定の繰り返しである。

3月10日(火) 3月12日(木) 大体実験が安定してきた。光学顕微鏡でもそれらしいのが観察される。

3月12日(木) ダイヤモンドができた!と写真判定の結果の連絡あり。めでたし!メデタシ!

(2). 電子顕微鏡写真



おわりに

今回の実験にあたり、物理よりスライダック、生物より光学顕微鏡、地学よりみずヤスリをお借りしました。更に鑑定の決め手となったSEM写真を快く引き受けて下さった県工業試験場の國吉和男氏に心より感謝申し上げます。この様に数え挙げられない程、多くの方々のご援助励ましがありました事を紙面をお借りして、感謝申し上げます。ありがとうございました。そして、2月の冷たい雨の中を、土曜日、日曜日と違わず日参し頑張り続けた女生徒達へ改めて盛大な拍手を送りたい。その根気と夢を現化学クラブ員の諸君が引き継いでくれると信じている。（記：幸地）

第6期卒業生：大 城 海 香

大兼久 郁 代

奥 間 和 美

指 導 教 諭：幸 地 貞 子

参 考 資 料

簡単なダイヤモンド合成 — 簡易熱フィラメントCVD装置の操作

広瀬 洋一・盛口 襄

化学と教育 37巻3号 1989年

理科と私たち

池内 了 他著

大月書店

いきいき化学アイデア実験

盛口 襄 他著

新正出版

首里東高文集 "東雪" 掲載文

続 生徒に興味・関心をおこさせるための身近な実験事例を求めて

上 江 洲 清 ※

1. はじめに

昨年度に引き続き、今学年度も家政科の2年生を担当することになったので、昨年度の目標はそのまま設定しておき、実験事例も、一応、昨年度のものはすべて体験させることにした。

そして、それらに加えて、新たに興味をひく実験事例も紹介することこころがけた。しかし、やはり昨年同様、勉強不足のせいで、単元をくみため、指導目標をおき、年間計画をたてての授業展開は困難であった。大きな反省をしながらではあるが、今回は会誌23号に掲載できなかった部分を発表し、諸先生方の御指導をあおぎたい。

2. 実験事例 (会誌23号に発表しなかったもの)

- (1) ニンヒドリン反応で手形をとろう
- (2) ドライアイスの中でマグネシウムをもやしてみよう (市販のドライアイスは、厚みがないのでこの実験には不適當なので、特別に注文して、立方体に形成されたものを使用するとよい)
- (3) 高温の湯の中でマグネシウムリボンをもやしてみよう
- (4) 簡単なエチレンの製法 (5) 紙コップで水をわかしてみよう
- (6) 振るだけでおこる酸化・還元 (7) 化学カイロを作ってみよう
- (8) 紙おむつはどれぐらいの水を吸うことができるだろうか (9) 紙の再利用
- (10) フリバシ木炭 (11) ドラム缶つぶし (12) 液体窒素を使った実験 (13) その他

3. 実験方法

(1) について

目 的 ニンヒドリン反応により手形をつくり楽しむことによってこの反応の色、及びタンパク質についての理解を深める。

準 備 大型ろ紙、霧吹き器、ニンヒドリン水溶液

方 法 下図のように大型ろ紙に霧吹き器でニンヒドリン水溶液を吹きつけ、このろ紙の上に手を強く押しつける。その後、アイロンの高温を(中)にあわせ、このろ紙上に押しつけ加熱する。ニンヒドリン反応により、青紫色の手形が表れる。



(2) について

- ① ドライアイスに穴をあける。(穴のあけ方は、ハンダごてを使用しながら適当な大きさの金づちの頭をコンロ等で強熱したものをドライアイスにくっつける。何度もくり返す。)
- ② あけた穴の中にマグネシウム粉末をみたくす。
- ③ マグネシウムリボンを導火線としてそれに火をつけ、マグネシウム粉末に点火したのを確認し

た後、他のドライアイスをかぶせてふたをする。

(3)について

目的 Mgの反応性が高いことを示す。

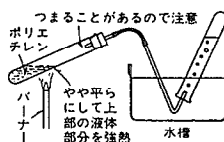
準備 300 mlビーカー、三脚、バーナー、ピンセット、マグネシウムリボン、リトマス液 or フェノールフタレイン

- 方法 (1) 300 mlのビーカーに純水を 1/3まで取り沸騰させる。
 (2) マグネシウムリボンに点火して、沸騰水中に静かに入れる。
 (3) 反応後、沸騰水は白濁、この中にリトマス液を入れてみる。



(4)について

ポリ袋をハサミで細かく切って試験管の底につめ、熱分解(解重合)させると、容易にエチレンを得ることができ。得られたエチレンを臭素水とともに振って、付加反応をすることを確認する。また、火をつけると、水素などと異なり炎を上げてゆっくりと燃焼する(管口を下に向ける)。



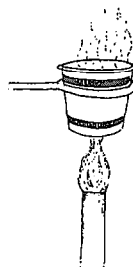
(5)について

材料

- 紙コップ
- バーナーかロウソク
- リングとスタンド、またはほかの支持するもの

手順

1. 小さい紙コップを用意するか、ノートの紙を折って紙コップをつくる。
2. 紙コップをリングにのせてスタンドに固定するか、または三脚台にのせる。
3. コップにほとんど一杯まで(あふれないようにする)注意して水道水をいれる。



(6)について

材料

- 大きい試験管とそれに合う栓
- 硫酸銅 (CuSO₄) 溶液
- 亜鉛粉末

手順 (安全ゴーグル着用)

1. 試験管に硫酸銅溶液を 2/3 ほどいれる。溶液の色に注目する。
2. 試験管に茶さじ一杯の亜鉛粉末を加える。試験管の底にたまる亜鉛金属の外観を観察する。
3. 試験管にしっかりと栓をし、10~15 秒間激しく振る。
4. 観察したことを記録する。



(7)について

目的 化学反応で出てくる熱を上手に生活に応用した例としてあげる。鉄のかたまりに海水をかけても熱が出てくることを感ずることはできない。しかし鉄が細かくなると、酸素との衝突回数がが増えて、反応速度が大きくなり、熱の発生が確認できるようになる。

準備 鉄粉 (約20g)、炭素粉 (約10g)、10%食塩水、ビーカー (100ml)、温度計
 鉄粉20gと炭素粉10gをビーカーにとり、10%NaCl 5ml入れると、鉄が酸化されて、80℃まで上昇する。炭素臭い消しの役目。製品は42~3度で20時間使えがある。パーライトという多孔質の石に食塩水を送ませて、もろと鉄とNaClが反応するようになっている。
 (注1) FeとCの割合は適当でよい。NaClの割合は適当でよい。

上の量は、一応の目安である。

(8)について

- 目的** 最近身のまわりに高吸水性ポリマーを使用した商品(紙おむつ等)が増えてきている。これらの吸水性(自重の数十倍から数千倍)の程度について説明する。
- 準備** 300mlビーカー、製品名:スミカゲルN-100(住友化学)(スミカゲルには、その他粒状、スポンジ状、シート状のものもある)
その他 パルガス700(ライオン)、ボイズ SA-20(花王)
- 方法** 市販の高吸水性樹脂(例:スミカゲルN-100)を大きじ1杯(約1~2g)取り、ビーカーに入れる。
水約200mlを加える。瞬時に固まるので、ひっくり返して落ちないところを見せる。
- メモ** 実験はもっと水を吸うので工夫すると良い。
スミカゲルN-100の吸収量は、減水で1000倍
0.9%NaCl aqで60~80倍

(9)について

材料

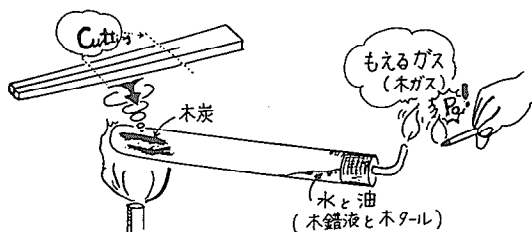
- 新聞紙
- 小麦粉またはコーンスターチ
- 漂白剤, 50 ml
- 金網, 20~25 cm² (できれば木枠をつけたもの)
- プレンダーまたは泡立て器
- ビーカー, 250 ml

手順

1. 新聞紙1ページ分を一つの辺に平行に引き裂いてみよう。この辺に垂直な方向にも引き裂いてみよう。何か差があるだろうか。引き裂いたへりを調べてみよう。紙はどんな粒子でつくられているだろうか。新聞紙を小さくちぎり続ける。よい結果を得るためには白い紙の上に黒く印刷されただけの項目別小広告欄がよい。
2. 大きな攪拌用ボウルに水を250 ml(コップ1杯)いれる。漂白剤を50 ml加える。細かく切った新聞紙をいれ、紙が水浸しになるまで数分間そのまま放置する。
3. 注意深く、水と漂白剤を流し出し、紙を2回水ですすぐ。
4. 攪拌用ボウルに水を200 ml加える。低スピードのブレンダーか手動の泡立て器を使って紙をかき混ぜ、濃厚などろどろしたものをつくる。
5. 攪拌用ボウルに小麦粉またはコーンスターチを10 g(約茶さじ2杯)加え、混合物がなめらかでスプーン状になるまで再びよく混ぜ合わせる。
6. プラスチック製のおぼんや浅い容器の上に金網をおき、攪拌用ボウルの中味を金網の上に注ぐ。
7. 金網の上に指で混合物をできるだけ均一に、できるだけ薄く広げる。
8. 水気を切るため、おぼんか皿の上に金網をおき、乾燥するまで静かに放置する。乾燥するのに少なくとも1日かかる。
9. 混合物が完全に乾燥したら、注意深くそれを金網からはぎとる。この再生紙はどんな紙だろうか。その上に書けるだろうか。もとの紙に較べて引き裂きに対する抵抗はどうか。違いはどのように説明できるか。

(10)について

図のようにワリバシを三分し、乾いた試験管につめ、ガラス管を付したゴム栓をし、口をやや下に向けて強熱する。



4. 実験結果

特に問題となるようなものではありません。(2)のドライアイスに穴をあける方法はいろいろと工夫すべきでしょう。例えばドライアイスを注文する時から、穴をあけておくように指示するとか…。(8)のポリマーは、パンパースを使用しました。

5. 生徒の感想

(1)化学カイロについて

- ・こんなに簡単に作れるなら、買ってまで使う人はソンだなあって思った。ためしてみたかったの

は、食塩をもっと入れるとどうなっていくのか……。食塩水ではなく水だけだったらどうなったか……。

- ・カイロがこんなに簡単につくれるとは思わなかった。作るのは、あぶなくもないし、……。それに材料も、鉄粉、炭素粉、食塩水だけで……。それらがあれば、誰でもできるからいいと思う。もっと、いろんな材料がつかわれていると思った。
- ・意外と材料の種類も少なく、簡単にできるので、ビックリしてしまった。84℃まであがったけど、こんなにあがるとは思わなかった。せいぜい50℃～60℃位と思った。ビーカーの底をずっとさわっていたら、あつくなくてとてもさわれなかった。
- ・こんなに簡単に、カイロが作れるなんてビックリです。8時間もあったかいのはすごいと思う。なぜ、鉄粉と炭素粉と食塩水10%溶液をまぜるだけで、温くなるのだろうか……。不思議だ。さむい日は化学室にこうと思う。

(2) ガラス細工について

- ・はっきりいってむずかしかった。1本をねじって、ひきはなすのは上手くいったんで、一応、それだけでもうれしかった。ふくらますことのできる厚さまでとかしてつぶしてを、くり返すのがけっこう根気がいる。いざ、ふくらまそうと息をふきこんでも、なかなかふくらまず、しまいには、穴があいてしまい、とても残念だった。何度か、それをくり返していくうちに、ある程度ふくらむようになったものの、ガラスのうすいところがたえられなくて"パーン"……。ちょっと悲しかった。吹く息が強すぎたのかもしれない and 厚くするのがかたよっていたのかもしれない。最後に意味わからないけど、2本、ガラス棒をくっつけて、ねじったりして遊んだ。何やってもガラスはきれいだなあとと思った。とてもおもしろい実験です。
- ・私はみんなにみせてもいいような、すばらしいものを作りたかったけど、考えが甘かった。こんなにむずかしいとは、思ってもいなかった。ガラスをとかして、息をふきかけるだけでも、あんなに力があるので、これを本職としている人は、大変な人だなあとと思った。
- ・ガラスをとかすのがとても楽しかった。なんか、ガラス工場に行った気分……。

(3) ドラム缶つぶしについて

- ・あんなでかいドラム缶が、一瞬でつぶれるのは、とても考えられないことですよ。空気の力の大きさにはまいりました。
- ・ドラム缶をみていて、すごいと言うより、びっくりしました。最初みていて、何もおこらないから、失敗したんじゃないかと思った時、突然、"ボン"という大きな音になったので、とてもびっくりでした。
- ・空気の力で、ドラム缶は絶対つぶれないと思ったけど、つぶれた時はただ感動だけだった。

(4) 液体窒素について

- ・液体窒素もすごい。手ぶくろがコチコチになっていた。「ターミネーター2」で登場する液体窒素はなんかうそっぽいなんて思ってたけど、あれをみるとまんざらでもなさそうだ。世の中には不思議なものがあるなあとあらためて思った。

6. おわりに

昨年度と同じような試みをして、あっという間に1年の授業がおわってしまった。生徒たちは化学の準備室に入ってくるなり「先生、きょうは何の実験をやるの?」という発言から理科の時間に何か期待していることはわかるが、その興味を何とか知識としてむすびつかせねばと考えてはいるが……。

7. 参考文献

日本化学会訳編, 身近な化学実験Ⅰ, Ⅱ, 丸善, その他



原子力実験セミナー参加報告

川 満 裕 史 ※

1. はじめに

科学技術庁・日本原子力研究所主催の原子力実験セミナーは東海村で行われる物理・化学を中心とした夏Ⅰ（3日間：7月）、夏Ⅱ（5日間：8月）、冬（5日間：2月）の3コース、化学・生物を中心とした駒込（5日間：3月）の1コースが、毎年開催されている。今回、東海村の日本原子力研究所東海研究所で行われた夏Ⅱのセミナー（5月17日～21日の5日間コース）に参加することが出来たので、ここに報告します。

2. 研修内容

研修は、東海研究所構内の研修講義棟及び実験・実習棟で、9時10分～5時30分（最終日は12時30分まで）行われた。参加者は北海道から沖縄までの物理・化学の先生方25名であった。

（1）講義1 これからの科学教育（海外のエネルギー教育について）

欧米での科学教育は、知識の伝授よりも論理的な考え方を身につける事に重点をおいた、議論中心の教育方法である。またエネルギー教育に関しては、フランスが原子力重視の教育、ドイツが省エネルギー・代替エネルギー重視の教育といった特徴がある。

新しい理科教育理論として、STS教育が重要視されつつある。これは、科学技術や社会への価値判断・意思決定をする際に科学の概念、諸探究技能を用いることができることを目標とした科学教育である。

（2）講義2 超伝導について

超伝導体の持つ電気的および磁氣的性質、ジョセフソン効果等について学習した。

（3）見学1 那珂研究所見学

東海研究所から、車で10分ほど離れたところに日本原子力研究所那珂研究所がある。ここでは主に核融合について研究が行われている。たまたま核融合臨界プラズマ試験装置JT-60を用いての実験があったため、内部を見ることはできなかったが、中央制御室の様子を見学することが出来た。

（4）講義3 放射線の物理

放射線の種類とそれらの性質について講義を受けた。

（5）講義4 原子炉の物理と原理

原子炉内で起こる各種核反応や原子炉の原理、原子炉の種類、核燃料サイクルについて講義を受けた。

(6) 実験1 GM管の製作 (図1)

表題はGM管の製作となっているが、実際には完成品が配布された。毎回非常に好評なようであるが、製作に時間がかかり、失敗も多いので、今回から完成品を配布することになったようである。このGMキットの仕様は次の通りである。なお、このGMキットの製作費(約4万円)は主催者側で負担し、各自持ち帰って良いことになっている。

G M 管: 端窓型 (Ne + ハロゲンガス 窓マイカ $2 \sim 3 \text{ mg/cm}^2$)

外形寸法 16 mm ϕ 40 mm 長

計 数 容 量: 最大19,999カウント

タ イ マ ー: 1分, 10分のプリセット設定または手動

計数モニター: 1音/カウント (ON-OFFスイッチ付き)

電 源: 乾電池 (9V, 006P)

GM管による放射線の測定原理, GMキットの回路, 特性について学習した後, 別の大型GM管を用いて ^{90}Sr 線源の β 線によるプラトー特性の測定と分解時間の測定, また, RaDE F 線源を用いた α 線と β 線の弁別を行った。

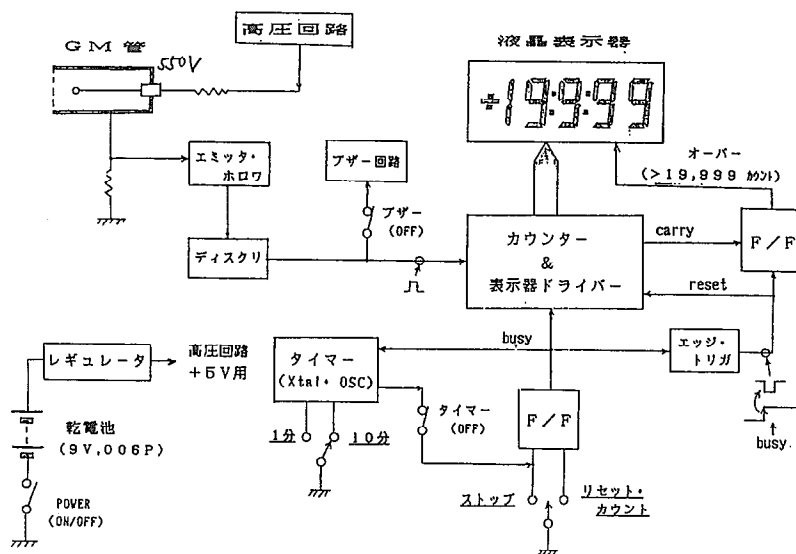


図1 簡易型GM放射線カウンターキット (ブロック図)

(7) 実験2 霧箱による放射線飛跡の観察と手作り霧箱の製作方法 (図2)

霧箱による放射線飛跡の観察の原理の講義の後エチレングリコール高温拡散霧箱を用いて, 宇宙線 (μ 粒子) の観察, ^{226}Ra 線源による α 線の観察, ^{147}Pm 線源による β 線の観察等を行った。また, アルコール・ドライアイス型拡散霧箱を製作した。食品保存用の直径15 cm高さ7 cmの容器に試料挿入用の穴を開けたものと, 黒く着色したアルミ板からできた, 非常に単純なものであるが, ウラン鉱石の α 線やろ紙に集塵したラドンの娘核種の α 線を充分観察できる。ラドンの娘核種の収集には黒板拭きクリーナーを使用した。

(8) 講義5 放射線の測定方法

放射線に関する単位やその換算方法、各種の検出器の原理、特性測定方法等について学んだ。

(9) 実験3 中性子の減速反射 銀の放射化 時間相関

$^{210}\text{Pb}-\text{Be}$ 中性子線源を用いて、Pbブロック、パラフィンブロック、Cd板での中性子の減速、吸収を測定した。また、 $^{241}\text{Am}-\text{Be}$ 中性子源によって銀を放射化し、半減期を求めた。さらに、バックグラウンドがポアソン分布に従うことを実験で確認した。

(10) 実験4 自然放射線の線量測定

球形γ線電離箱、サーバイメーター、GM管、実験1のGMキットを用いて研究所構内の自然放射線を測定した。その結果、GMキットでも大理石やカコウ岩の自然放射能を充分測定できることがわかった。（大理石上で約26cpm、松林中で約17cpm）

(11) 見学2 JRR-4（研究用原子炉）の見学

濃縮ウランを用いた小型原子炉（炉心寸法60cm×34.4cm×40.5cm：最大出力3.5MW）の内部を見学した。ここでは原子炉の構造の他に炉心の様子やチェレンコフ現象を観察した。GMキットを用いると、炉心の真上では2000cpm以上あったが、側の通路ではバックグラウンドに近い値を示していた。

(12) 実験5 CAI

原子炉研究所で開発されたCAIソフト"放射線とは？"、"原子力とは？"、"原子炉"の3本について使用方法を学んだ。これらのソフト（PC-9801用）は参加者全員に配布された。

(13) 実験6 各種放射線の性質 α線、β線、γ線の物質透過

α線、β線、γ線それぞれの放射線の各種遮蔽物による減衰の様子を測定した。

表1 GMキットによる放射線の測定

場 所	cpm	場 所	cpm
東海駅	13	機内（下降中）	23
列車内	7	那覇空港ロビー	7
羽田空港ロビー	17	機内（地上）	7
機内（地上）	13	機内（雲の下上昇中）	8
機内（上昇中）	23	機内（雲の上上昇中）	14
機内（水平飛行）	108	機内（水平飛行）	78
機内（水平飛行）	201	機内（着陸）	11

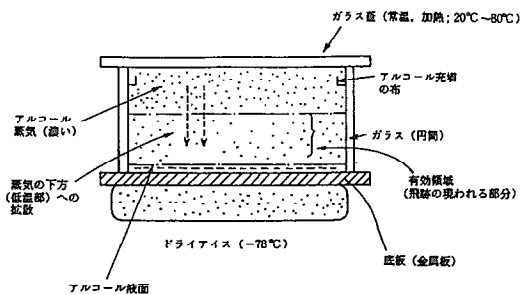


図2 アルコール・ドライアイス型拡散霧箱

3. 研修中の生活

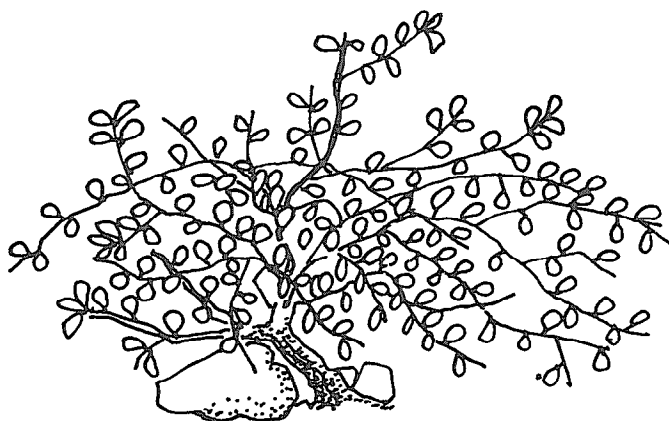
研修中の宿泊場所については研修所については研修所の近く（徒歩10分程度）に主催者側が確保してある。近くに店は少なく、1軒を除いて日曜日には閉店するので注意が必要である。研修中は研究所内の生協を利用でき、必要なものはほとんどすべてそこで入手できる。昼食も1食150円程度でできる。

4. 終わりに

配布されたGMキットで測定しながら、帰路についた。測定結果（表1）から、東京－沖縄間と那覇－石垣間との飛行高度の違いや、雲の有無による放射線（宇宙線）線量の違いを確認することが出来る。

6年ぶりに学生に戻った1週間であった。理論面は学生時代に学んだ事と重複して物足りない面もあったが、普段できない実験をすることができ充分満足できる研修であった。錆び付き始めた脳細胞も活性化してきたようである。費用をすべて主催者側負担で、収穫も多い本研修にぜひ、多くの先生方に参加していただきたい。

最後になりましたが、このような研修を受ける機会を与えて下さった諸先生方に感謝申し上げます。



ポケットガイガー・ミュラーカウンターの授業への活用

— 沖縄の自然放射線について —

盛 山 泰 秀 ※

1. はじめに

近代化学において、放射能の発見は Becquerel（仏）のウラン化合物の蛍光の研究（1895年）に始まり、同じく、RoentgenのX線の発見などを経て、今日のように、原子力発電・医療・化石の年代測定等さまざまな分野で利用されてきている。

しかし、不幸にしてその開発、利用は核兵器へ向けられてきたことも事実である。さらに、核兵器の最初の攻撃を受けたのはこの日本であり、日本人の放射能に対する感情は、他の諸外国以上に複雑になるのも当然のことと考えられる。

このような状況の中で、核化学（放射能・放射線）をどのように高校生に教えたらいいのか。核物質の取り扱いの難しさ、危険性等を考えるとやはり高校レベルでの教材としては不向きなのかも知れないと考えてきた。そんなおり、原子力機関の研修を受講するチャンスがあり、「宇宙線」・「天然放射性元素からの放射線」（バックグラウンド放射線）の計測や、「建物内におけるラドンの壊変による放射線の測定」を実際やってみて、私たちの生活環境における自然放射線を授業に導入できないものかと考え、いくつかの取り組みをした。

2. ポケットガイガー・ミュラーカウンターの製作

昨年（平成3年度）の本研究会誌に報告してあるように、東京の通信販売で購入したキットを利用して作った。

くわしくは、そちらを参照してください。

3. 実験

まず初めに確認しておくことは、本キットで測定できる放射線は高出力の β ・ γ 線であること。さらに、使用するGM管はたいへん小型である。

以上のことにより、下記のように実験項目を設定した。

実験1

（校舎の中と外での放射線量のちがいと時間における放射線量の変動）

宇宙線などの高出力放射線は建物などの影響をあまり受けないと言われているが、建物がどの程度の遮断効果があるのか、調べてみる。

また、放射線が時間でどのように変化するかも調べてみる。

実験2

（高度差における放射線量の測定）

宇宙線は高高度であるほどその照射量は増えるということなので、私たちの身近な山でも放射線量の変動があるのか測定してみる。

実験 3

（玉泉洞・トンネルにおける放射線量の測定）

洞くつではウランを親とするラドンが貯まり、ほかの環境よりもかなりの量の放射線が計測される。沖縄にはあちこちに鍾乳洞が発達しており、放射線測定には最適と考えられる。そのような鍾乳洞の中から整備された玉泉洞で鍾乳洞内と外の放射線量を測定してみる。

実験 4

（生徒一人一人が一定時間内に浴びる放射線量の測定）

放射能について一番知りたいことは、どれだけの放射線が自分に当たっているかということではないだろうか。そのためには、生徒各個人の体積を知ることが必要であり、その後にGM管との体積比で計算して求めことができる。

実験 5

（ウラン-238 の壊変系列におけるラドン-222 の半減期の測定）

以前新聞などで話題となった空気中のラドンを観測できないものかと考え、電気掃除機で地下トンネルの空気を集め、その放射線の時間との変化を調べる。これにより、放射線と癌と関係も説明でき、より身近なものとなるとかんがえる。

〔準 備〕

ポケットGM管、気圧高度計、メスカップ、50cmものさし（アクリル）
板金補修用アルミテープ、電気掃除機（ゴミパック使用）

〔操作及び結果〕

実験 1

- ① 午前9時～午後3時までの間、約1時間間隔で計測時間を5分として、教室の中と屋外の放射線量を測定する。

結果

時 間	9 : 15～	10 : 23～	11 : 26～	12 : 41～	13 : 30～	14 : 00～	15 : 00～
屋 内	6	6	6	9	10	5	12
時 間	9 : 25～	10 : 30～	11 : 33～	12 : 55～	13 : 37～	14 : 06～	15 : 06～
屋 外	8	9	14	9	11	9	4

- ② 午後18時～午前0時までえの間、約1時間間隔で計測時間を5分として、屋内（自宅）と屋外の放射線量を測定する。

結果

時 間	18:08～	19:00～	20:05～	21:39～	22:42～	23:20～	0:34～
屋 内	10	6	6	9	14	9	9
時 間	18:14～	19:06～	21:11～	21:45～	22:48～	23:26～	0:40～
屋 外	12	5	6	8	7	7	11

実験2

- ① 沖縄本島、本部町八重岳において、高度と放射線量の測定を行う。
 ② 基準海面は本部町渡久地港の海面を海拔0メートルとして、八重岳にドライブし高度差50m間隔で放射線量を測定した。

結果

（気圧はミリバール）

高 度	0	50	100	150	200	250	300	350	370
気 圧	1024	1018	1012	1006	1000	994	988	983	981
放射線量	21	20	20	22	22	17	16	17	23

実験3

- ① 沖縄本島、玉城村玉泉洞において、洞くつ内の放射線量を測定した。
 ② 初めに、洞くつの外での放射線量を5分間測定し、同じ操作を3回行った。
 ③ つぎに、洞くつの中で適当な間隔（他の見物客に迷惑がかからない場所で）で②と同様に5分間測定した。

結果

	1回目	2回目	3回目		
洞くつの外	7	9	7		
距 離	入り口	150 m付近	400 m付近	600 m付近	出口付近
洞くつの中	6	3	4	1	3

実験4

- ① 一人一人の体積を知るために、自宅の湯船にものさしを板金補強用のアルミテープで固定し、お湯を入れ、お湯の揺れが安定したところで、体重をあらかじめ測定しておいた家族を一人一人

湯船に入れて、水面の上昇量を記録する。

- ② つぎに、メスカップを用いて、お湯を足しながら、それぞれの体積を測定した。
- ③ 体重と体積の関係をグラフに記入する。
- ④ グラフから自分の体積を求める。
- ⑤ GM管の体積を計算して、④で求めた自分の体積から全身にあたる放射線量を計算する。

実験5

- ① 美里高校の管理棟廊下の真下に各種ケーブルを配置してある地下トンネルがある。その規模は地下2m、幅2.5mである。一年に一度聞くかどうかのトンネルである。ラドンが溜まりやすい環境といえる。
- ② 掃除機を用いて、地下トンネルの空気を30分間集めた。そのゴミパックを放射線計測に用いた結果

（掃除機は1分間に1.2m³吸引排気する）

時 間	0～6分	6～12分	12～18分	18～24分	24～30分	30～36分
放射線量	77	104	84	82	75	59

4. 考 察

図1は実験1の①の結果である。また図2は実験1の②の結果を図に表したものである。この二つ

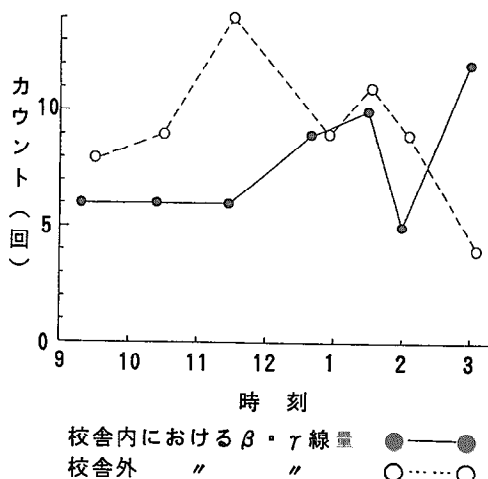


図 1

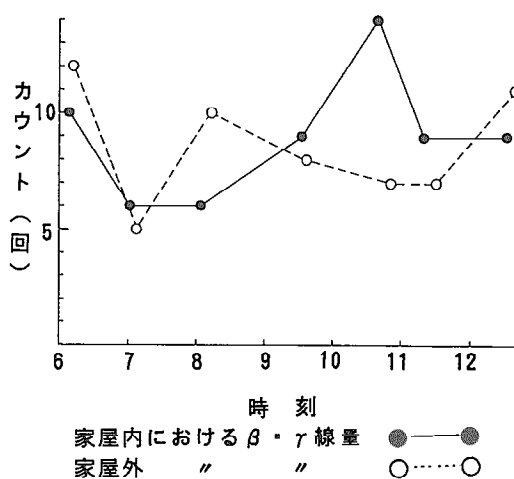


図 2

の図から屋内と屋外における放射線量の差はそれほどはっきりとしたものではなく、遮蔽物による影響は明確ではないといえる。さらに、時間的な変化もはっきりしたものではなく、日中と夜間の変化もあるとはいえない。しかし、天気による影響や、季節変化による影響も調べてみても面白いと思える。

高度が高くなると宇宙線による影響で、放射線量がかかなり多くなるといわれているが、沖縄本島北部

の八重岳（370m）程度では海岸レベルの放射線量との差は無いといえる（図3）。今回の実験で

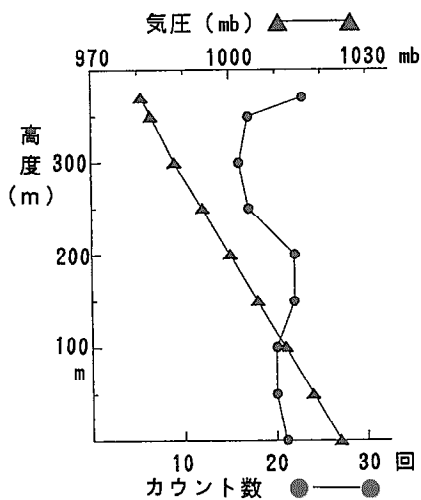


図 3

である。とすれば、宇宙線は厚い地層で遮蔽されてしまい、なかなか洞くつ内部にまで到達しないのではないだろうか、そう考えると、洞くつの外の方の測定値が高くなるのも理解できると思う。

実験3に関しても、季節によって放射線に違いがあるということなので、季節変化についても調べてみたいと思っている。

実験4については、実際に生徒に授業として実施してみたのだが、自分の体に当たる放射線の多さに一様にびっくりするようである。

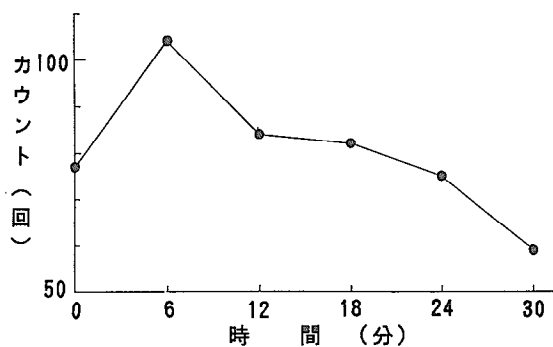


図 4

今回の実験で、もう少し精度を上げたいと思うことが多く、まだまだ、改善する必要があると感じた。これからも、実験機器の改善と実験項目の精選を図って授業に利用できるようなものにしたいと思っている。

使用した高度計は、気圧変化をもとにして現在の高度を算出するもので、常に±5mの誤差を持っている。

大気の遮蔽効果を考えた場合、400～500m程度の高度では、自然放射線（宇宙線）への影響はないといえると思う。影響がでるのは高度5000m以上の高高度においてでてくるのではないだろうか。であるならば、飛行機に搭乗する機会に、計測してみたいものだと思う。

実験3の玉泉洞における放射線の測定は、初めの予想とは逆に洞くつの外の方が放射線量が多く計測された。この結果にはさすがに面食らった。なぜなら、洞くつ内部ではウランを親とするラドンによるβ崩壊で測定値は多くなるはずであると思っていた。しかし、現在の玉泉洞は空調整備も完備され、洞くつ内の空気はきれいにされている状態

実験5は、授業に活用できそうな実験項目と考えられる。図4からもわかるように掃除機で地下通路の吸気を吸引でそのフィルターを利用して、GM管を包み込み30分間の変化を見たのだが、ラドンの半減期がうまくとらえられていると思う。この方法は、掃除機を利用して手軽にできるうえ、半減期も30分で、授業時間の中で十分扱える時間ではないかと思う。

《提案》

実験の本を紹介して下さい

編集部

第23号の研究会誌に「実験の本を紹介して下さい」というタイトルでいろいろな実験書の紹介が開邦高校の新垣・神元両先生からありました。新任の先生や日頃生活指導、授業実践におわれてゆっくと本を探す時間が作れないという先生にとって非常にいい企画だと思い、24号にも企画したいと会員の皆さんに呼びかけたところ、何人かの会員の方から情報の提供がありました。今回は情報提供のあった本の紹介をこのコーナーで紹介したいと思います。

書名	編著者	出版社	定価
1. 楽しいロウソクの化学	伍井 一夫	新生出版	1,700円
2. いきいき化学アイデア実験	盛口 襄	新生出版	2,369円
3. いたずら化学実験室	栗田 常雄	講談社	640円
4. 化学とんち問答	米山 正信	講談社	640円
5. 化学の常識なるほどゼミナール	山崎 *	日本実業出版	980円
6. 学校理科薬品の利用と管理	渡辺 義一	黎明書房	4,650円
7. 楽しくわかる化学100時間(上)	盛口・野曾原	あゆみ出版	2,575円
8. 楽しくわかる化学100時間(下)	盛口・野曾原	あゆみ出版	2,575円
9. みんなで試す洗剤と水汚染	合成洗剤研究会	合同出版	1,030円
10. まんが化学教室(上)	増田 達男	済水書院	550円
まんが化学教室(下)	増田 達男	済水書院	550円
11. 楽しくわかる実験観察	村山 宏	新生出版	1,600円
12. 楽しい科学クラブ実験工作	下井 勇治	新生出版	1,300円
13. 楽しい科学クラブ科学の話	左巻 健男	新生出版	1,500円
14. 先生と生徒のための化学実験	化学の実験編集部	新日本印刷	1,900円
15. 理科Q&A教室	長谷川 俊明	東京法令出版	4,200円
16. やさしくて本質的な理科実験1	科教協東北 地区協議会	討論者	1,400円
17. やさしくて本質的な理科実験2	高橋 金三郎 若緒 克雄	討論者	2,000円
18. やさしくて本質的な理科実験3	高橋 金三郎 若緒 克雄 鈴木 清龍	討論者	2,300円

書 名	編 著 者	出 版 社	定 価
19. 理科授業に使える面白クイズ 理科授業に使える面白クイズ 第2集	後 藤 道 夫 鈴 木 清 龍 飯 島 英 明	中央美版	1,660円
20. 実践資料12ヶ月(1) 中学理科の授業	左 巻 健 男	民 衆 者	2,500円
21. 実践資料12ヶ月(2) 中学理科の授業1年	左 巻 健 男	民 衆 者	2,500円
22. 実践資料12ヶ月(3) 中学理科の授業2年	左 巻 健 男	民 衆 者	2,500円
23. 実践資料12ヶ月(4) 中学理科の授業3年	左 巻 健 男	民 衆 者	2,500円
24. 化学の実験と工夫	斎 藤 賢之輔	誠文堂新光社	800円



学習意欲を喚起し物質的な自然観を育てる工夫

神元 正勝※

はじめに

急速に進歩・発展している科学技術のもとで、私たちは世界的な規模で民族・政治・経済・宗教・人口・環境等さまざまな問題を抱えており、今後も楽観を許されない状況にある。

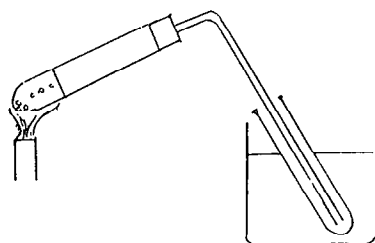
こういう中で、生徒一人ひとりが高校三年間をどのように過ごし、将来どういう自分を実現しようとしているのかを知り、化学の教師としてそれを側面から援助していくために、どういう授業をつくりだしていけばいいのだろうか。年毎に変わっていく生徒たちに、化学の授業を通して何を身につけさせていけばいいのだろうか。現在、いろいろ試行錯誤をしながら授業を行っているのだが、本報では、生徒の学習意欲を喚起し物質的な自然観を育てるのに有効だと思われる「混合物の分離」実験、「粒子の個数を予想する」実験、「水素 100mlを作る」実験について報告する。

1. 混合物の分離

(1) 実験操作

〔実験1〕 0.1mol/l - CuSO₄ 約 2 ml と蒸留水約 2 ml
をそれぞれの試験管にとり、それぞれに 2 mol/l -
NH₃ を少しずつ加えて変化を比較せよ。

〔実験2〕 ① 0.1mol/l - CuSO₄ 5 ml を試験管にとり、
沸騰石を 2～3 粒加えて、ゴム栓つきガラス曲管をつけ、
図のように加熱して 1～2 ml の蒸留水をつくる。



② ①でつくった蒸留水と残った溶液に 2 mol/l - NH₃ を少しずつ加えて変化を比較する。

〔実験3〕 ① 泡盛 5 ml を試験管にとり、沸騰石を 2～3 粒加えて、ゴム栓つきガラス曲管をつ
けて加熱し、泡盛を約 1 ml 蒸留する。(泡盛の蒸留)

② 栓付きフラスコに赤ワインを入れ、沸騰石を 2～3 粒加えて加熱し、リービッヒコンデン
サーを用いて蒸留する。(赤ワインの蒸留)

(2) 実験後の感想 (1993年 4月17日～19日実施, 2年理数科, 英語科)

- 頭の中ですでにわかっているあたりまえのことだと思っていたても、目の前で実際に実験してみ
ると、とても面白く、不思議です。(男ON)
- 全く変化しなかったり、水色から青に変化したり、NH₃ とどのような変化をおこしているか、
化学記号を使って具体的に勉強してみたい。また、予想していなかった変化がおこったりして、
実際に実験することはとても面白いし、ためになると思う。(男OW)
- 硫酸銅水溶液にアンモニアを入ると、とてもきれいな青になったのが印象的だった。化学す
ごいなあとと思った。実験が成功したときの喜びはいいものだ。(女NA)
- CuSO₄ にNH₃ を少し加えてかき混ぜたときは水色っぽい色があらわれ、さらに加えると

青紫色に変化した。その後も変化を期待したが変化はあらわれなかった。化学は神秘的だなあと
思った。（男OM）

- CuSO_4 に NH_3 を少し加えたときにごったので、このままにぎり続けるだろうと思っていたら、だんだん濃い青色に変化したのでびっくりした。とてもきれいな色だった。お酒はすぐに沸騰した。取り出したのを蒸発皿に移し火をつけると点火したので驚いた。（女NR）
- 硫酸銅水溶液を火にかけて蒸留水をとると、その蒸留水は硫酸銅の性質は全くないことがわかった。また、泡盛はアルコールと水の沸点の差を利用して簡単に分留できることがわかった。はじめの実験で最初はとまどったけど、結果がちゃんと出たのでよかったです。（女KA）
- 硫酸銅水溶液を加熱して出てきた液体にアンモニアを加えると、変化すると思ったが、変化なくて、それは蒸留水だった。泡盛を加熱して出てきた液体は実験2と同じように蒸留水だと思ったらアルコールだったので火をつけたら燃えた。（女NT）
- 今まで蒸留の実験をしたときは、水を取り出すことしかしなかったから、水しかできないと思っていたが、アルコールも取り出すことができることに驚いた。（男YT）
- 泡盛を蒸留すると、水が出てくると思っていたけどアルコールで、火がついたのにはおどろいた。（女IY）
- 自分たちでもできる簡単な実験で「泡盛」からアルコールだけ取り出すことができたのでビックリした。硫酸銅にアンモニアを入れたときの色はきれいだった。（女AC）
- 簡単な装置で混合物をうまく分離できたので面白かった。お酒を水とアルコールに分離させて、アルコールに火をつけて燃えるのを見たので、お酒ってこわいなあとと思った。もっとたくさんいろいろ実験したいです。（女HR）
- 今日は沸点の違いを利用した分留でアルコールを取り出した。おもしろかった。分留というのはこれまで本、参考書でしか見たことがなかったのでとてもためになってよかった。アルコールは水より沸点が低いということは知っていたけど、今日の実験で実感し、「理解した」という気持ちになった。（女SH）
- 赤ワインを加熱してアルコールだけ取り出せたのはすごいと思った。また、硫酸銅水溶液にアンモニアをいれると、にごった水色の沈殿がすきとおった青色になり、とてもすごいと感じました。今日の実験はとっても勉強になったし、新しいことも発見できてよかったです。もっと実験したい。（女GA）
- アルコールというものは、そのまま放っておいたら蒸発してしまうものだと思っていたけど、沸点の差を利用して分留することによって、水と分離することができるということを知った。赤ワインは分離してもやはり、色のついたアルコールが出てくるだろうと思っていたので、結果にとてもびっくりした。（女MN）

(3) 考 察

私たちの回りにはさまざまな物質が存在しているが大部分は混合物である。混合物の分離には、沸点の差を利用して分離する方法（蒸留、分留）、溶解度の差を利用して分離する方法（ろ過、再結晶、抽出）、その他の方法（昇華法、ペーパークロマトグラフ法）等がある。

混合物の分離の〔実験1〕、〔実験2〕は、「理科I実験実習ノート」（沖縄県高等学校理科教

育研究協議会)の方法を用い,〔実験3〕は,これまで「泡盛の蒸留」として行ってきたものに,新たに「赤ワインの蒸留」を加えたものである。

〔実験1〕で,硫酸銅水溶液とアンモニア水の反応を確かめ,〔実験2〕で,硫酸銅水溶液を蒸留してできた液体は蒸留水であることを確かめることになる。ここで,硫酸銅水溶液に少量のアンモニア水を加えたときに水酸化銅の青白色沈殿ができるのを観察した生徒の大部分は,アンモニア水を加え続けると沈殿量が増え続けるだろうと考え,沈殿がサッと溶け,テトラアンミン銅(Ⅱ)イオンの深青色溶液になったとき,アッと驚き感動するものである。そして,どのような変化がおこったのか,化学式を使って学びたいと考える生徒も出てくる。

〔実験3〕では,身近な物質である泡盛を用い,沸点の差を利用することによって,アルコールを分離することができることを示す。これまでの経験から生徒の大部分は,蒸留してできるのは水だから泡盛の蒸留でも熱い水が出てくるものと考えている。したがって,蒸留してできた液体に火がついたことで,蒸留するといつでも水が出てくるのではないことを実感し,分留についての理解が深まってくる。その際,加熱を続けながらガラス曲管の先に火をつけて見せると,さらに強烈な印象を与えることができる。

今回試みた「赤ワイン」の蒸留は,ゴム栓つきガラス曲管と試験管等の簡単な蒸留装置では分離することが難しいが,リービッヒコンデンサーを用いると,期待どおりの結果が得られる。温度が高くなり過ぎないように気をつけながら加熱し,「赤ワインを蒸留すると,赤い水が出てくるだろう」と考える生徒に,無色の燃える液体が出てくるのを見せるのは痛快なものである。

2. 「粒子の個数を予想する」実験

- (1) 実験操作 ① 手芸などに使うプラスチック製のビーズ玉を一定数(30個程度)取り出して数を確かめ,質量を精密秤でできるだけ正確に測る。
- ② ビーズ玉1個あたりの質量を計算により求める。
- ③ 任意に取り出したビーズ玉の質量を測る。
- ④ 1個あたりの質量の値を使って,その中に含まれるビーズ玉の個数を計算により求める。
- ⑤ 実際の個数を数え,計算値と比べる。

- (2) 実験結果(1992.7.8実施,1年芸術科)

表1. 粒子の個数を予想する実験結果

	質量	個数	1 個	x 個	計算	実測
	(g)	(個)	(g)	(g)	(個)	(個)
G 1	2.93	30	0.0977	2.05	21.0	21
G 2	5.92	30	0.197	4.68	23.8	24
G 3	2.30	12	0.192	1.70	8.9	9
G 4	9.48	30	0.316	6.65	21.0	21
G 5	5.69	30	0.190	2.50	13.2	13
G 6	6.70	10	0.670	22.09	33.0	33
G 7	2.95	30	0.0983	1.98	20.1	20

表1に7グループ（35人）の実験結果を示してある。今回の実験では、どのグループも計算値と実測値の間にかなりいい一致が得られた。ドキドキしながら数を数え、予想値（計算値）と同じ結果が得られると、歓声がおこる光景がいくつか見られた。

(3) 実験後の感想

- 計算で実際の数が求められたので、びっくりして感動した。少々の誤差はあったけど、本当にあったのでとても感動した。（男MT）
- 精密秤を合わせるのが大変だった。計算して個数がわかるのは当たり前のことなんだけど、できてうれしかった。（男HH）
- 自分でもってみてぜんぜん重さがわからないように感じた1つのビーズ玉でも、測ってみればわずかに重さがある。それを測ることができるのにも驚いた。30個の重さから、1個の重さを求めることができることには感動した。（女AN）
- 今回はじめて精密秤を使いました。はじめは難しそうだったけど、順序を覚えてしまえば案外うまくいきました。この実験では、粒子の個数を予想するということでしたが、あんなに小さいビーズの個数を計算で出すことができたので、すごいことだと思いました。今度は、もっといろいろなもので実験してみたいです。（女OK）
- 粒子の個数を予想する実験は、計算で求めた個数と実際の個数がぴったり合っていたので感心してしまった。秤の使い方が、われながらきばきとできていたのではやく終わることができた。（女CR）
- ビーズのような小さなものの重さまで、正確に測れたことがすごいと感動してしまいました。ビーズ玉以外にも、もっと小さなものを測ってみたいと思います。（女NM）
- はじめ計算するのはいやだなと思っていたけど、やってみると楽しかった。本当にピッタリ当たったときはうれしかった。（女AS）
- 精密秤ははじめて見たし、はじめて扱っただけで、他の秤とはいろいろと違うところがあって難しかった。計算で出たのと実測値がほぼ同じなのはとてもびっくりした。すごいなあ、不思議だなあと思った。（女AC）
- すごい！この秤を考えた人はすごい！もしかして、もっと精密な秤もあるってこと？計算がとてもなんぎだった…もっと精密な秤で、もっと軽いものを測ってみたい。（女TA）
- ビーズ玉を使って質量を計算した。30個の質量から正確に計算し、1個あたりの質量を出し、適当に取ったビーズ玉の個数を計算すると、正確にほぼ同じ個数になった。正確に秤ではかって、きちんと計算することによって、質量がだせることがわかった。わかると実験をやって楽しかった。次回もがんばる。（女YN）

(4) 考 察

ビーズ玉を用いると、「大きささまざまな種類があり、1個あたりの質量がほぼそろっていて、粒子間の相対質量として整数比を得やすい、色の種類が豊富（カラフル）で楽しく実験できる、安価で入手しやすい（手芸品店で購入）」などの利点がある。「粒子の個数を予想する」実験のねらいは、次の①、②の作業を通して、質量と個数の関係に対する理解を深めることである。

- ① 1個あたりの質量が小さくて質量を測るのが難しい物質でも、（多数個の粒子の質量を測り、

その中に含まれる粒子の個数を知ることによって）1個あたりの平均質量を計算で求めることができる。。

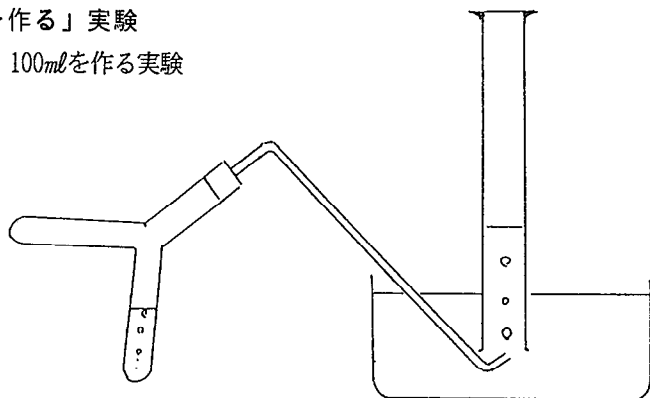
- ② 個数のわからない粒子の集団でも、（全体の質量を測り、1個あたりの平均質量を用いることによって）計算で粒子の個数を求めることができる。

今回の実験を通して、予想を確かめる楽しさを経験しながら、測定技術も向上させることができたと思われ、生徒の学習意欲を喚起する実験として十分役立つものとする。

今後は、「測り方が難しかった、計算が大変だなと思った、計算機があればいいのに」という声にもこたえられるようにしていきたいと思う。

3. 「水素 100mlを作る」実験

図1. 水素 100mlを作る実験



(1) 実験操作

塩酸とマグネシウムを反応させて、100mlの水素を作るのに必要なマグネシウムの量を求め、計算通りの水素が得られるかどうか実験で確かめよう。

- ① 塩素とマグネシウムの化学反応式を書く。
- ② 化学反応式の量的関係より、水素 100mlを作るのに必要なマグネシウムの量を計算により求める。
- ③ 必要なマグネシウムを測り取る。
- ④ 測りとったマグネシウムを塩酸と完全に反応させ、発生する水素を水上置換によりメスシリンダーに捕集し、体積を測定する。

(2) 実験後の感想（1991.5.29 実施、2年理科）

- 計算で反応する量を求めることができるのはとてもすごいと思った。また、このような実験ができたらいと思う。（男US）
- 自然界でおこっている化学変化が、このように規則正しく、計算で求められると思うと不思議です。（男GA）
- これほどうまくいくとは思わなかった。モルの値がやはり正しいのだとわかった。原子の世界の数値が見えたようでうれしい。（男SM）
- …2回目ちょうど 100mlできたので、とてもうれしかった。思わずVサインを出してしまった。これから気体を作る実験でも今日の実験を生かせるようにがんばりたい。（男SS）

- グループ全員が協力してできた。100mlにならなかった（1回目 101ml, 2回目98ml）のが残念だった。また機会があれば、実験をたくさんできればよいと思う。（男ZK）
- 気体の発生などは何度かやったことがあるが、100mlの気体をつくるというようなことははじめてだった。授業で覚えた計算がはじめて現実的に役立った。ちょっとうれしかった。（男NH）
- 目に見ることもできないほど小さなものを、マグネシウムの量を調節して、うまく作りたい分を作りだすことができたことがすごい。（男SH）
- 中学のときから水上置換は聞きなれた言葉だったけど、一度も試したことがなかったので、こういうものが本当にできるとは思わなかった。できたときは感動した。こういう水素を作るとかいうものも、ちゃんと計算すればでてくるし、やっぱり実験は大事だなと思った。（今までは教科書だけのことだと思っていたので…。）それと、実験をやって、今までしゃべったことのない人ともしゃべれたのでよかったと思う。（女IM）
- 今までの実験の中で一番のできだった。…2回目はどんぴしゃの100ml。とってもうれしかった。今日使った器具で、二又試験管は初めて使ったけどこういう実験ではとても便利だと思った。気温によって体積が違うのに注意しないと計算がくるってくるということがわかった。（女YM）
- うまく100ml作ることができた。計算とぴったりあうなんて、感動。（女KM）
- 3度目にぴったりの数字が出た…気体の発生も自由にできるなんてすごいと思った。（女KN）
- 自分たちの計算結果から100mlの水素を取り出せて、とてもすごいと思った。（女NY）

(3) 考 察

この実験では、化学反応式の量的関係を利用して水素100mlを作るのに必要なマグネシウムの量を計算で求め、塩酸と反応させて発生する水素の量を測定することによって、自ら計算した結果が現実におこるのを確かめることができた。

化学反応式の量的関係について学んだ後、「このようなことは教科書だけのことだ」と思っている生徒もいるのである。したがって、化学反応式の量的関係をもとに計算した結果が「現実的に役立った」という経験をするには、とても重要だと考える。

この実験を通して、これまで、何かとらえどころのないなじみにくいものと感じていた生徒も、「モル」をより身近に感じ、化学変化のミクロとマクロをつなぐ便利な量として認識できるようになるものと思われる。実験後、「これほどうまくいくとは思わなかった。…原子の世界の数値が見えたようでうれしい」と述べた生徒もあり、生徒の大部分がこれまでの学習（物質量、化学反応式、化学反応式の量的関係）の重要性を認識したものと思われる。

参 考 文 献

沖縄県高等学校理科教育研究協議会（1993）「理科I実験実習ノート」p40,

沖縄県高等学校理科教育研究協議会

北海道立理科教育センター（1982）「理科教育指導資料第14集」p23～24,

北海道立理科教育センター

盛口 襄（1984）「高校化学教育—その視点と実践—」p90～92, 新生出版

P E T ボトルを利用した気体発生装置の製作

崎 原 盛 吉 ※

はじめに

気体を使って実験を行うとき、市販のスプレー缶に入ったガスや簡易に装置を組み立てガスを発生させて使用していた。しかし、市販のスプレー缶入り気体、特に水素の場合は、保管や価格の面でも問題があり臨機に使うことができない。また、気体発生装置としてキップの装置もあるが、ガラス器具で取扱上難があり、一度に使用できる気体量も少ない。そこで清涼飲料水用容器のP E T ボトルを使い、キップの装置に代わりえる簡易なガス発生装置を考案したので報告する。

1. 固体と液体を反応させてガスを発生させる装置

(1) 概要

P E T ボトル中のビー玉上にある固体物質と、P E T ボトルの底部の穴から入ってきた液体物質が接して反応が進むようになっている。一定量の気体が発生すると、その気体の圧力で液体物質がP E T ボトルの外に押し出され、自動的に固体物質と液体が分離し反応が停止するよう工夫してある。(図1.)

この装置は希硫酸と亜鉛から水素ガス、希硫酸と硫化鉄(Ⅱ)から硫化水素、塩酸と石灰石から二酸化炭素を発生させるときなどに使える。ビー玉の数や固体物質の量で、気体発生速度や流出速度が調整できる。また、同じ希硫酸を使う水素や硫化水素の場合は、P E T ボトルだけ入れ換えるだけで、液体物質を入れる外側の容器は共有できる。

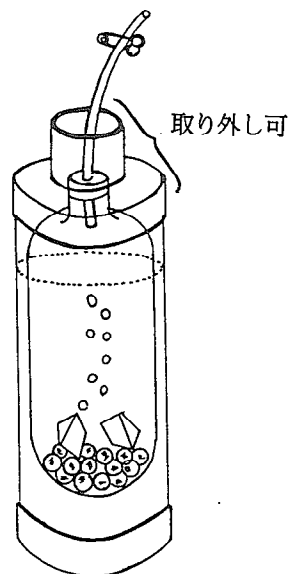


図1. ガス発生装置

(2) 材料

P E T ボトル (2リットル) 1個, 塩ビパイプ (内径132mm, 長さ430mm), 塩ビパイプ用キャップ1個, ポリエチレン管 (直径6mm, 長さ300mm) 1本, 塩ビパイプ用レデューサー (口径をおとすしぼり) 1個, ゴム栓, ビー玉 (直径約10mm) 20個以上, ゴム管, ピンチコック1個

(3) 制作及び組立

- ① P E T ボトルは、底キャップやラベルをはずし、底に直径5mm程度の穴を5個程あける。
- ② 塩ビパイプの片方の端に接着剤を塗りキャップを取り付ける。液漏れがないようにする。
- ③ 塩ビパイプに、P E T ボトルの首まで浸かる程度に反応溶液を入れる。P E T ボトルの底にビー玉を必要な数入れ、さらに反応させる固体物質をビー玉の上に入れる。次に、P E T ボトルの口にポリエチレン管を通したゴム栓を取り付け、液体中に沈め反応させる。ポリエチレン管の先にはゴム管を付け、ピンチコックでガスが逃げないように留めておく。ガスは必要に応じてピンチコックをゆるめて取り出す。

2. 電気分解を利用した水素ガス発生装置

(1) 装置の概要

電気分解を利用したガス発生装置は、上記の装置の底を抜きステンレス製の電極を取り付けた内槽と、これを入れるより大きな外槽からなる。(図2)

整流器は家庭用の調光器と全波整流用ダイオードを組み合わせて作った。

通電すると気体が発生し、気体を貯めるPETボトルが上昇する。一定量以上気体が貯ると、電解質液から電極が離れ自動的に気体の発生が停止するようになっている。現在、電流を2アンペアで20分間流し、装置中の容器を満たすガス(1.5リットル)を発生させている。

(2) 材料

① 電源装置：全波整流用ダイオード(耐圧100V用)

調光器(5Aまで可、松下電工、LC-420)

加熱板(古いオーディオ機器より回収して使用)

ステンレス棒(直径7mm、長さ400mm)×2

② 電気分解槽

塩ビパイプ(内槽用：内径107mm、長さ420mm)

(外槽用：内径157mm、長さ370mm)

塩ビパイプ用キャップ(内径：166mm)2個、塩ビパイプ用レデューサー(口径107mm→48mmへおとす)1個、ポリエチレン管(内径6mm、長さ300mm)1本、ビー玉20個以上、ゴム栓2個、ゴム管、ピンチコック1個、PETボトル(1.5リットル)、希硫酸

(3) 制作及び組立

- ① 電解槽は、太い塩ビパイプで外槽を作り、その中にPETボトルが入る内槽を入れる。内槽の底は抜けていて、電解液が自由に移動できる。上記の方法でつくったPETボトルにビー玉を入、その口に気体を取り出すポリエチレン管と電極のステンレス棒を通したゴム栓を取り付ける。
- ② 調光器の出力端子にダイオードを取り付け、さらにダイオードの出力端子を電流計、電気分解槽へと接続する。尚、調光器中のダイオードや整流用のダイオードは発熱するので放熱板をつける。
- ③ 図1の装置と同じ高さに電解質液(希硫酸)を入れ、PETボトルを電解質液中に浸し、ボトルの中を完全に液で満たす。PETボトルの電極を負極に、外槽側の電極を正極につなぎ、ピンチコックでゴム管を塞いだ後、電流を流す。

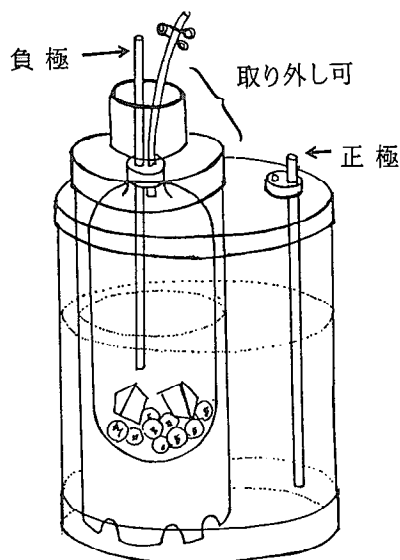


図2. 電気分解型ガス発生装置

3. 授業への活用

現在、電気分解装置を使って水素ガスを発生させ、酸素・水素混合ガスをビニールに入れて点火し爆発させる反応や、素焼き容器を使い水素と他の気体との拡散速度の違いを噴水の形で提示する演示実験等に利用している。

化学領域における環境教育（Ⅰ）

—— 酸化還元反応，水質調査を通しての指導例 ——

東 田 盛 善 ※

1. はじめに

石垣島はサンゴ礁の海に囲まれ，河口域には亜熱帯性のマングローブ群落などがみられる。八重山高校は沖縄県環境保健部自然保護課の環境教育モデル校の指定を受け（平成2～4年度），自然保護の大切さを学ぶ目的で活動している。活動は理科（化・生・地）の授業に位置づけて実施している。

初年度はアンパル（名蔵川河口域のマングローブ湿地）でヒルギ，カニ，貝などの動植物の生態観察と水質調査を行い，二年次はアンパルの生物観察に加えて，新川川河口域の赤土汚染調査と石垣島白保海岸の海岸植生，オカヤドカリ等の生息環境について観察した。三年次は白水川（名蔵川の支流）流域の山地の植生と水生昆虫等の観察，石垣島の岩石巡りを行い，次回は新川川の水質調査を予定している。

本稿は，初年度に名蔵川流域の環境水について調べたときの資料をまとめたものである。尚，資料の作成に当たっては末尾にあげる文献を引用した。

2. 水質についての概要

(1) 外観と色

人間の感覚により水の状態を判定するので，あいまいであり，それほど正確ではない。しかし，およその状態を知るために重要な手段である。

① 外観

まず，現地で水辺を眺め，水の色，にごり，臭いやごみ，油の有無などについて観察する。

② 色

水の色は水中の溶存物質や懸濁物質の量と性質により影響される。

(2) 臭い

水にはさまざまな臭いがある。臭いを質的・量的に表現することは個人差もあり，大変むずかしい。しかし水の臭いは有機物や硫化水素などが溶けていることを知るのに有力な手がかりとなる。

(3) 透明度と透視度

水のにごりの程度を示す指標として，池・湖など野外で測る透明度と，サンプルとして採取した水を対象とする透視度がある。透視度はいごりの尺度であり，水中の懸濁物質の量と密接な関係をもつ。

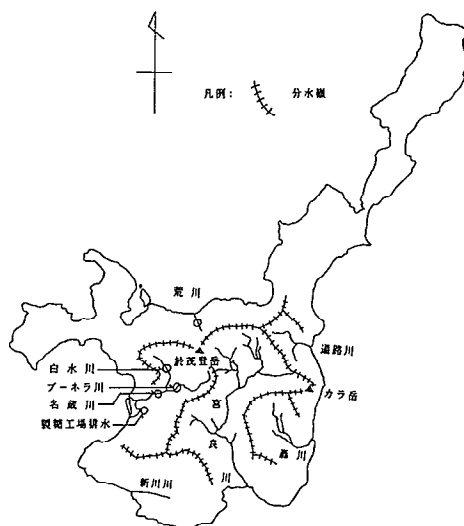


図-1 石垣島

(4) 水温と気温

水温は簡単に測定でき、水の素性を示す重要な要素の一つであり、微生物やプランクトンの活性や溶存酸素の溶解度に、大きな影響を与える。水温と同時に気温を測定する。

(5) pH

pH（ペーハーまたはピーエッチ）は水の酸性、中性、塩基性を示す指標である。pHは試水中の二酸化炭素の濃度に影響されるので、試水を採取後ただちに測定する。光合成により水中の二酸化炭素（炭酸）が植物にとり込まれるとpHは上昇する。夏の天気の良い日に、pHは9付近まで上昇することがある。

(6) 電気伝導度

電気伝導度（電導度、電導率、導電率とも表現される）は、水中の無機イオンの総量を表す指標であり、電気伝導度計を用いて現地で容易に測定される。水の汚れの目安としてもしばしば用いられる。温泉水や鉱泉水には無機イオンが多く含まれ、上流でもこれらの影響がある河川の電導度は大きい。このような場合は、いわゆる汚れを示すわけではない。排水、とくに無機系工場排水の電導度は大きく、排水により汚れた河川の電導度は大きい。海水の電導度は大きく、海水の混入する河川の電導度も大きくなる。

(7) DO（溶存酸素）

溶存酸素つまり水に溶け込んだ酸素は、水中の生物や微生物にとって大変重要な物質である。上流のきれいな水の溶存酸素は、ほぼ溶け込める限度一杯まで溶け込んでいる（飽和）が、有機物濃度の大きい汚れた水では、有機物の分解に使われるので、飽和に達しておらず、一般にその値は小さい。プランクトンの活動のさかんな湖沼や水草や付着性藻類が生育している河川水の溶存酸素濃度は大きく、とくに夏期の日中には飽和濃度を超える場合がある。これは光合成により溶存酸素が供給されたためである。

(8) COD（化学的酸素消費量）

CODは、水中の酸化されやすい物質（主として有機物）の酸化により消費される酸素の量をあらわす。CODの数値は、水中の有機物量の目安となり、それが大きいほど水中に有機物が多くあることを示す。生活雑排水にはCOD値を大きくする有機物が多く含まれている。川の汚れを少なくするためには排水にこのような有機物をできるだけ少なくすることが大切である。

(9) 窒素化合物

人間は一日一人当たり約10gの窒素（正確には全窒素）をし尿および生活雑排水として出している。また、さまざまな生物も死ぬと、その体を形づくっている有機態窒素（タンパク質、アミノ酸、尿素）が水中にいろいろな形で溶け込む。この窒素はリンとともに、湖沼や河川を富栄養化させ、プランクトンの異常発生などの原因となる。

① 水中の窒素化合物の形態

水中の窒素化合物は、有機物や亜硝酸イオン（ NO_2^- ）、硝酸イオン（ NO_3^- ）、アンモニウムイオン（ NH_4^+ ）などの形で存在し、水中の溶存酸素の濃度に応じて互いに形態を変える。

② アンモニウムイオン（ NH_4^+ ）

水中のアンモニウムイオン（ NH_4^+ ）はタンパク質などの有機物の分解や、亜硝酸イオン（ NO_2^- ）の還元によりできる。したがって有機物が多く溶存酸素の少ない汚れた水に多く存在する。

③ 亜硝酸イオン (NO_2^-)

水中の亜硝酸イオン (NO_2^-) はアンモニウムイオン (NH_4^+) の酸化、または硝酸イオン (NO_3^-) の還元により生成し、有機物の多い汚れた水に多く存在する。

④ 硝酸イオン (NO_3^-)

水中の硝酸イオン (NO_3^-) は、アンモニウムイオン (NH_4^+)、亜硝酸イオン (NO_2^-) の酸化により生成し、酸素の多い水中に安定に存在する。きれいな上流の河川水、地下水・湧水の中の窒素化合物は主に硝酸イオン (NO_3^-) の形で存在している。

(10) 窒素化合物、水中の窒素化合物の形態と窒素原子の酸化数の増減

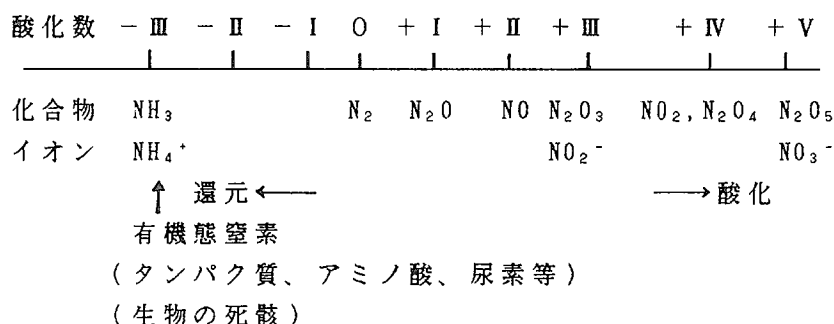


図-2 窒素化合物、水中の窒素化合物の形態と窒素原子の酸化数の増減

3. 測定器具、試薬と溶存化学成分の検出

(1) 水温：水銀温度計

(2) pH：pH計

(3) 電導度：電導度計

(4) DO溶存酸素：溶存酸素計

(5) NH_4^+ ：フェノール・ニトロプルシッド溶液、次亜塩素酸ナトリウム溶液

① 試水10mlを試験管にとり、フェノール・ニトロプルシッドナトリウム溶液2mlを加えて混合する。

② つづいてすばやく次亜塩素酸ナトリウム溶液を2ml加えて、発色を確認する。

(6) NO_2^- ：スルファニルアミド溶液、ナフチルエチレンジアミン溶液

① 試水10mlを試験管にとり、スルファニルアミド溶液1mlを加えてふり混ぜ、15分間静置する。

② ナフチルエチレンジアミン溶液1mlを加えて混ぜ、20分間静置して、発色を確認する。

(7) NO_3^- ：塩化アンモニウム溶液、塩化カリウム-塩酸緩衝液 (pH 1.8)、亜鉛粉末、スルファニルアミド溶液、ナフチルエチレンジアミン溶液

① 試水20mlを試験管にとり、塩化アンモニウム溶液1mlと塩化カリウム-塩酸緩衝液1mlを加え、亜鉛粉末を0.2g添加する。約10秒間振り混ぜ、これを4～5回繰り返す、10分経過したら上澄みを別の試験管に移す。

② スルファニルアミド溶液1mlを加えてふり混ぜ、15分静置する。つづいてナフチルエチレンジ

アミン溶液 1 ml を加えて混ぜ、20 分間静置して、発色を確認する。

* NO_2^- と NO_3^- の比色操作にあたっては、フィールドでの時間を節約するために、各操作の間隔を 5 分間にした。

* Zn が酸化されたことを確認する。

①の溶液を 3 ml 試験管にとり、6 M アンモニア水を 1 ml 加えて、硫酸水素 H_2S を通じて硫化亜鉛 ZnS の白色沈澱を確認する。

4. 石垣島製糖工場排水と白水川の水質測定

表-1 石垣島製糖工場排水と白水川の水質測定結果

* NH_4^+ 、 NO_2^- については、発色により存在の程度を確認する。

項 目	工場排水	白 水 川
外 観	褐 色 黒砂糖の臭い	清 流
水 温 ($^{\circ}\text{C}$)	38.8	15.0
pH	7.74	7.03
電 導 度 ($\mu\text{S}/\text{Cm}$)	360	130
溶存酸素 ($\text{O}_2\text{mg/l}$)	7.44	10.8
NH_4^+	濃い青色	淡 青 色
NO_2^-	淡 赤 色	ほぼ無色
NO_3^-	無 色	赤 色

5. 名蔵川流域の環境水 (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 (名蔵川河口域のマングローブ湿地) を経由して名蔵湾に注いでいる。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 4mg/l と清澄である。ブーネラ川の水は、ダム工事の影響を受けて乳濁していた。また、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だと考えられる。

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な値を示した。これは製糖工場で取り扱われるサトウキビに由来するものと思われる。製糖工場 (操業期間 4 ヶ月間 = 120 日間) からアンパル湿地への懸濁物質 (SS) の負荷量を懸濁物質 (SS) 濃度 (16mg/l) に流量 ($11.3\text{m}^3/\text{min}$) をかけて求めた。

懸濁物質 (SS) の負荷量

$$\begin{aligned}
 &= 16 \text{ (mg/l)} \times 10^{-3} \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ (ton/mg)} \times 11.3 \text{ (m}^3\text{/min)} \\
 &\quad \times 10^3 \text{ (l/m}^3\text{)} \times 60 \times 24 \times 120 \text{ (min/4month)} \\
 &= 31.2 \text{ (ton/4month)}
 \end{aligned}$$

表-2 名蔵川流域の環境水の化学組成 (1989年)

採水地点	水温 ℃	pH	DO %	COD O ₂ mg/l	SS mg/l	NH ₄ ⁺ -N mg/l	NO ₂ ⁻ -N mg/l	NO ₃ ⁻ -N mg/l	PO ₄ ³⁻ mg/l
名蔵川	26.1	7.42	92.5	4.27	15	0.273	0.032	0.301	0.069
ブネーラ川	25.9	7.81	94.6	3.50	20	0.039	0.010	0.220	0.028
白水川	25.5	7.05	93.2	0.78	4	0.046	0.008	0.124	0.035
工場排水	39.9	7.50	83.0	11.8	16	0.740	0.006	0.000	0.158

操業期間の4ヵ月間の負荷量は31.2トンにもなる。アンパル湿地に注ぐ排水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。NH₄⁺-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。また、有機物汚染の指標となる化学的酸素消費量CODも大きな値を示す。

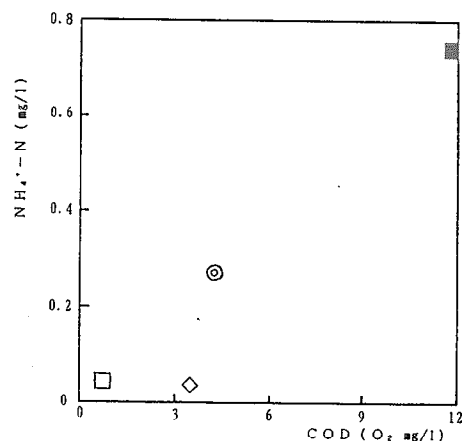


図-3 CODとNH₄⁺-Nの関係
 ■: 製糖工場排水 ◎: 名蔵川
 ◇: ブネーラ川 □: 白水川



写真-1 河川水質調査

6. 生徒の感想

- (1) 自然が破壊されていく石垣島，その中でも，まだ本当の自然が残っている。アンパルのマングローブ林，はじめて見て観察したが，まさかと思うほどの多数の「カニ」にびっくりした。他のマングローブ林では見られない種類もあり，このままであってほしいと思った。名蔵の製糖工場から流れ出る排水の調査では，はじめてこんなに汚い水が海へ流れていることがわかった。自分達で調

べるということは、「百聞は一験（見）にしかず」という言葉通りで、マスコミ等で環境問題が叫ばれている中、本当にそうなんだということがわかり、とてもよかったです。

- (2) アンパルで多くの動物をみて、生態系について、わずかではあるが理解できたように思う。また、アンパルの自然環境が人々によって破壊されつつあることは情けなく思う。ヒルギダマシがパイオニアとなって、そのあとにオヒルギやいろいろなヒルギが生えてくるという説明には驚いた。水質調査では、工場排水と白水川の水質を比べたが、性質（含まれている物質）の違いが理解できた。

7. 終わりに

- (1) 水質調査はパックテストを用いると簡便であるが、今回は酸化還元反応についての指導のため分析試薬を用いた。
- (2) 亜硝酸の検出反応は、酸性溶液中で芳香族第一アミンと反応して生ずるアゾ化合物に、芳香族アミン類を加えてカップリングして生ずるジアゾ化合物の鮮やかな赤色により確認することから、有機化学分野の教材としても手軽に利用できる。
- (3) 水質調査により、環境水の汚染の程度や溶存化学成分、化学組織がわかる。また、水質が水辺の生態系にどのような影響を与えるのか考えることができる。教科書で学習した酸化還元反応・酸化数と環境水の溶存成分間の関係に留意しながら指導を行った。

引用文献

- 1) 水質についての概要は、小倉紀雄 1987: (調べる・身近な水, 講談社) より引用した。
- 2) 図-2については、(調べる・身近な水) p75と藤原鎮男 1989: 化学, (三省堂) p144より作図した。
- 3) NH_4^+ , NO_2^- 検出反応については、日本分析化学会北海道支部 1981: 水の分析, (化学同人) p210 : p214 を参考にした。
- 4) NO_3^- の検出反応については、西村雅吉, 松永勝彦 1969: 硝酸イオンの定量(亜硝酸への還元), 分析化学, 18, p154 を参考にした。
- 5) 名蔵川流域の環境水については、東田盛善 1991: 石垣島の陸水の水質と環境, 化学教育研究会誌(沖縄県化学教育研究会)による。

化学領域における環境教育（Ⅱ）

— 希ヨードチンキ中のヨウ素の定量と環境水中の溶存酸素の測定を通しての指導例 —

東 田 盛 善※

1. はじめに

環境水中の溶存酸素（DO）は、ウインクラー法によって測定される。ウインクラー法は、デンプン溶液を指示薬としたヨウ素滴定であることから、それらを応用して、希ヨードチンキ中のヨウ素の定量実験と環境水の水質についての指導を試みた。

2. ヨウ素の定量実験（酸化還元滴定）

2. 1 目 的

ヨウ素滴定により、市販の希ヨードチンキ中の I_2 の濃度を調べる。

2. 2 事前の学習

- ① ヨウ素デンプン反応（小学校・中学校）
- ② 中和滴定による食酢中の酢酸の定量
- ③ 酸化還元反応

2. 3 実験器具

メスフラスコ（100ml），ビュレット（50ml），ホールピペット（10ml），コニカルビーカー（200ml）
ビーカー（100ml），漏斗，ビュレット台，こまごめピペット

2. 4 試 薬

市販希ヨードチンキ，デンプン溶液，0.025Mチオ硫酸ナトリウム $Na_2S_2O_3$ 標準溶液

2. 5 操 作

- ① 100mlメスフラスコを使って，市販希ヨードチンキを10倍にうすめる。
- ② ビュレットに漏斗を用いて，0.025Mチオ硫酸ナトリウム $Na_2S_2O_3$ 標準溶液を入れる。
- ③ ビュレットの下に100mlのビーカーをおき，ビュレットの活栓を開いて，液面を目盛りの読みやすい位置に合わせる。目盛りは1/10まで読む。（はじめの目盛り：a ml）。
- ④ コニカルビーカーに，10倍にうすめた希ヨードチンキをホールピペットで10mlとる。
- ⑤ ④のコニカルビーカーに，ビュレットから0.025Mチオ硫酸ナトリウム $Na_2S_2O_3$ 標準溶液を滴下する。溶液の黄色がうすくなったら，指示薬のデンプン溶液をこまごめピペットで1ml加える。溶液の色はヨウ素デンプン反応で青色になる。さらに，チオ硫酸ナトリウム $Na_2S_2O_3$ を少しずつ滴下し，生じた青色がちょうど消えて無色となった点を終点とする。ビュレットの目盛りを

読む（当量点の目盛り：b ml）

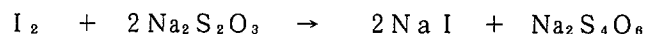
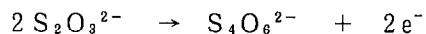
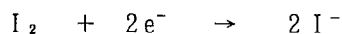
- ⑥ ③～⑤の操作を3回繰り返す、各回の目盛りを記録する。
 ⑦ 滴定に要した0.025Mチオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 標準溶液の体積の平均値を求める。

2. 6 実験の結果

	第 1 回	第 2 回	第 3 回	平 均
はじめの目盛り $a \text{ ml}$				
滴下後の目盛り $b \text{ ml}$				
測定に要した量 $V = (b - a) \text{ ml}$				

2. 7 原理

濃度未知の I_2 （酸化剤）をチオ硫酸ナトリウム $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ （還元剤）の溶液で滴定することにより、 I_2 の濃度が求められる。



2. 8 まとめ

実験の結果から希ヨードチンキ中のヨウ素の濃度を計算せよ。

$$\text{公式} \quad C_0 \times \frac{V_0}{1000} \times 2 = C_r \times \frac{V_r}{1000} \times \frac{2}{2}$$

$$C_0 \times V_0 \times 2 = C_r \times V_r$$

- (1) 10倍にうすめた希ヨードチンキのモル濃度はいくらか。
- (2) 希ヨードチンキのモル濃度はいくらか。
- (3) 希ヨードチンキ 1 l 中のヨウ素の量は何 g か。（ $\text{I}_2 = 254$ とする）
- (4) 希ヨードチンキの密度を 0.830 g/ml としたときのヨウ素の百分率濃度はいくらか。

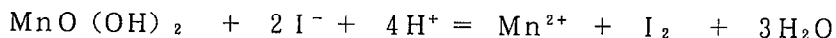
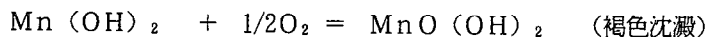
2. 9 測定結果とまとめの例

- (1) 測定に要した量 $V = (b - a) \text{ ml}$ の平均： 8.3 ml
 10倍にうすめた希ヨードチンキの濃度： 0.0104 mol/l

- (2) 希ヨードチンキの濃度: 0.104mol/l
- (3) 希ヨードチンキ 1 l 中のヨウ素の量: 26.4 g
- (4) 希ヨードチンキのヨウ素の百分率濃度: 3.18 %

2. 10 溶存酸素測定の実験

ウインクラ法は、次の化学反応式で説明できる。



演習実験に先立ち、あらかじめ新川川と荒川の河川水の溶存酸素を MnSO_4 溶液とアルカリ性ヨウ化カリウム-アジ化ナトリウム溶液で 100ml 酵素びんに固定し、実験室に持ち帰った。

(1) 新川川

溶存酸素DO濃度 6.89 mg/l。新川川は市街地の裏を流れる川で、生活雑排水等が流れ込む汚れた川である。

(2) 荒川

溶存酸素DO濃度 10.9 mg/l。荒川は市街地から遠く離れており、水源を於茂登岳に発している人為的影響のほとんどない清流である。

3. 生徒の感想

- (1) 酸素還元反応は、教科書のなかでしか考えられなかったけど、川の水を調べることによって、私たちの身近なところにあるもんだと実感しました。
- (2) この実験で水の中の酸素の量が調べられることがわかった。青色から透明になったとき、化学はおもしろいなおもった。実験をしているときは、科学者になった気分になれるので楽しいです。
- (3) 前にやった中和滴定の実験と似ていたので、今回はスムーズにできた。新川川と荒川の実験で、きれいな水には酸素がよく溶けることを知った。

4. 終わりに

- (1) 化学領域における環境教育の指導例(1)にフィードバックしながら、溶存酸素と無機態窒素の酸化数との関係についても指導を行った。
- (2) ヨウ素デンプン反応は、小学校4年のジャガイモの栽培学習のなかで、デンプンの検出に用いられている。中学校でも光合成の学習でデンプンの検出に用いられており、生徒にも馴染みの深い反応である。鮮やかな青色の呈色反応と鋭敏な終点などに、生徒は大きな関心を示した。

参考文献

- 1) 日本分析化学会北海道支部 1981: 水の分析 p231 ~ 236 (化学同人)
- 2) 白井道雄・鈴木 弘 1978: 新研究化学I p199 ~ 201 (旺文社)
- 3) 井口洋夫・長島弘三 1987: 新高校化学 p168 (実教出版)
- 4) 三宅泰雄 監修: 1983: 化学小事典第3版 p404 (三省堂)

第32回 九高理沖縄大会に向けて

新垣 淑行 ※

1. 第32回九高理沖縄大会の取り組み

(1) 大会事務局の発足

1992年1月（物理）新城 功（化学）新垣 淑行（生物）久場 安次（地学）我謝昌一の4人が、前沖高理会長の具志仙吉先生の依頼で大会事務局を担当することになり、互選で新垣が事務局長を引き受けることになった。

(2) 大会準備委員会の発足

沖高理の理事（各研究会会長と事務局長）と事務局4人をあわせて大会準備委員会として発足させ（1992年2月）①大会主題とその趣旨 ②大会期日と会場の選定を決める作業にとりかかった。

(3) 第31回鹿児島大会への参加

大会運営等を学ぶため、県へも旅費の件でご配慮をいただき、会長・副会長をあわせ、16人が参加した。14人中、私費負担1人を含め、化学の先生方が7人も居られ、化学の先生方の意気込みのすごさを肌で感じ、大変心強く思った。大会運営に関して（1）組織と人員配置（2）予算（3）全体会の運営（4）分科会の日程と内容（5）分科会の運営等について貴重なたくさんの情報を得ることができたが、それらは、予め準備した項目にそって各先生方がご協力下さったおかげである。大会に参加した各先生方からは、沖縄大会を成功させるんだという意気込みがひしひしと感じられた。

(4) 大会組織について

前回までの組織同様、（1）総務部（2）分科会（3）発表講演部（4）宿泊研修部（5）会場部を設け、スタッフは前回の人数を参考に各部ごとに、各研究会から推薦していただいた。（役員をお願いする時は、ご協力をお願いと了解を得るよう各研究会の事務局へはお願いした。）会長・副会長お2人と、事務局4人および各部の部長と副部長（お1人又はお2人）で構成する運営委員会を設置し、重要事項の審議及び決定はそで行うことにした。

(5) 予算について

① 第24回 沖縄大会

支出総額（実費）	505万円
----------	-------

② 第31回 鹿児島大会

支出総額（推定）	約600万円
----------	--------

（収入）	
------	--

積立金	120万円
-----	-------

補助会（九高理・県）	200万円
------------	-------

大会参加費	140万円
-------	-------

協賛・広告料	200万円
--------	-------

合計	660万円
----	-------

第32回 沖縄大会

支出総額（予定）	約600万円	
（収入）		
積立金	57万円	
補助会（九高理・県・市）	220万円	
大会参加費（予定）	160万円	
協賛・広告料（予定）	200万円	合計 637万円

鹿児島大会の費用が（推定）となっているのは、額は教えてもらえず、質問によって得られた情報を基に私が推定した額だからである。補助金は教えてもらえたが大会参加費は、参加者名簿の人数（380名×4,000円）から、又協賛・広告料は大会要領の掲載分から算出した額である。

沖縄大会の参加費は400名（県外170人 県内230名）として算出したものである。過去の沖縄大会の参加人数は、第8回大会（1969年） 県外335名 県内202名 合計537名
第16回大会（1977年） 県外248名 県内185名 合計433名
第24回大会（1985年） 県外166名 県内233名 合計399名

となっていて、県外からの参加は確実に減少の傾向にある。運営費は確実に上昇するが、収入の部では援助金は増えることはない。（第24回大会では県から70万円の補助があったのが、最近では20万円の限度額が設定されているとのこと。今回は担当主事の努力で30万円確保できた。）従って、協賛金や広告料参加費に依存せざるを得ない。そのため、協賛金や広告掲載のお願いを、全会員（離島を除く）に取組んでもらうことになった。各高校の先生方のご協力で、県内約60万円、博洋社（研究ノート発行所）さんのご協力のもと、福岡の企業・大学などから46万円、合計106万円が4月24日現在寄せられている。目標の約5割である。大会運営に必要な予算は是非確保しなければならないので、先生方のご協力をお願いする次第である。

2. これまでの主な活動の経過と今後の活動予定

1992年1月20日	大会事務局発足
3月6日	大会主題「自ら学ぶ力を育てる理科教育」に決定
5月8日	大会期日の検討
25日	大会会場「パシフィックホテル沖縄」に決定
6月26日	大会組織について検討（各部の人員割振り）
7月28・29日	鹿児島大会へ16名参加
9月18日	第1回準備委員会 全体会 … 各部の活動計画
10月13日	第1回 宿泊研修部会 … 野外研修コースの検討 第1回 発表講演部会 … 講師の選定について
14日	第1回 総務部会 … 活動計画と広告取りの取組みについて
23日	第1回 会誌部会 … 大会要項の編集について
11月20日	各県へ研究発表者・意見発表者の氏名とテーマ報告依頼

11月20日	福岡県内の企業・大学等へ協賛・広告掲載依頼文書発送
1993年1月21～23日	会長・事務局長2人で福岡県内の企業・大学へ協力依頼へ
2月25日	第2回 運営委員会 ①大会初日の日程 ②広告取りの取り組み状況 ③今後の計画
3月31日	第3回 運営委員会 ①大会案内の検討 ②広告取りの取り組み状況
4月	各県へ大会案内の発送 県内各高校へ大会役員名簿及び協力依頼書発送
5月	広告原稿締切り（末日） ・各部会 ・運営委員会 祝辞依頼（県教育庁・那覇市長） ・研究発表等機器準備開始 補助金交付申請（県・那覇市）
6月	九高理理事会 講師・来賓・報道機関への案内状発送 参加申込み締切り（県外 15日 県内 30日） 運営委員会 ・各部会
7月	受付名簿作成 ・参加者名簿作成 会場設営 ・大会要項発送（協賛・広告お礼） 大会資料準備（袋詰め） 各部会 （準備・点検） ・運営委員会 九高理理事会（27日（火）） 第32回 九高理沖縄大会（28日（水）・29日（木））

3. これまでの沖縄大会

(1) 第1回（1969年） ……（第8回大会）

期 日	7月25日, 26日
会 場	全体会 …… 琉球政府立 博 物 館 分科会 …… 琉球政府立 教育研修センター
参 加 者	県 外 335 名 県 内 202 名 合 計 537 名
全体 講演	演 題 … 不 詳 （白アリの生態学的研究（？）） 講 師 … 琉大教授 兼 島 清 先生
分科会講演 （化 学）	演 題 … 不 詳 （両極観測隊に参加して（？）） 講 師 … 琉大教授 兼 島 清 先生

(2) 第2回（1977年） ……（第16回大会）

期 日	7月28日（木） 26日（金）
会 場	全体会 …… 県 立 博 物 館 分科会 …… 県 立 教育センター
参 加 者	県 外 248 名 県 内 185 名 合 計 447 名

全体 講演	演 題 … 「新技術によるウリミバエの根絶」
	講 師 … 県農業試験場 主任研究員 伊 藤 嘉 昭 先生
分科会講演 (化 学)	演 題 … 天然物有機化学について (Alfrebeneの構造決定法について)
	講 師 … 琉大教養部教授 森 巖 先生
(2) 第3回 (1985年) …… (第24回大会)	
期 日	7月25日 (木) 26日 (金)
会 場	パシフィックホテル沖縄 (全体会・分科会)
参 加 者	県 外 166 名 県 内 233 名 合 計 399 名
全体 講演	演 題 … 「ネパールヒマラヤの地殻活動」
	講 師 … 琉大理学部教授 木 崎 甲子郎 先生
分科会講演 (化 学)	演 題 … 「泡盛の熟成について」
	講 師 … 沖縄国税事務所鑑定官 玉 城 武 先生

沖縄での第1回大会(第8回九高理大会)の大会要項が事務所にないため、全体講演や分科会講演の演題がよくわかりません。私のあやふやな記憶を頼りに書いてあります。もし、どなたか第1回大会の大会要項をお持ちの方がおられましたら、大会事務局の保存用に寄贈していただけないでしょうか。不思議なことに参加者名簿は御保存されているのです。よろしくお願いいたします。

各学校の諸先生方のご協力で、大会の準備は着々と進みつつあります。大会の成功は、多数の先生方が参加して下さり、大会を盛り上げてくださることに尽きると思います。私達はこの九高理大会を通して今まで多くの教壇実験を学び、自分の実践の中に生かして来ました。今回も素晴らしい実験の報告が予定されています。この機会を通して、他県の先生方との交流を多いに深めていただきたいと思います。そして得られた情報を基に新しい実践が生まれるものと期待して居ります。

この九高理大会が意義深い大会になりますよう祈念し、先生方のご協力をお願いいたします。

事務局通信

平成4年度役員一覧

役員

役 員	氏 名	学 校 名
会 長	大 田 義 昭	石 川
副 会 長	田 場 稔 新 垣 淑 行	教育センター 首 里 東
調 査	盛 山 泰 秀 仲 本 勝 也	美 里 前 原
事 務 局	渡久地 政 治 平 良 恒 子 玉 城 紀 子	那 覇 那 覇 那 覇 商
高文連専門部長	富 永 勇	石 川
冲高理理Ⅰ研究委員	上江洲 清	前 原

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	◎ 山 田 保 新 垣 なおみ	宜野座 北 山	南 部	◎ 潮 平 寛 英 赤 嶺 節 夫	知 念 沖 水
中 部	◎ 兼 島 浩 新 垣 繁 宏 山 城 捷 明	コ ザ 嘉手納 宜野湾	久米島	◎ 石 原 啓	久米島
			宮 古	◎ 新 城 秀 樹	宮 古
			八重山	◎ 東 田 盛 善	八重山
那 覇	◎ 神 元 正 勝 仲宗根 哲 也 久 高 興 裕	開 邦 那覇工 泊 定			

平成4年度 活動報告

- 平成4年5月22日 第1回役員会並びに代議員会 (県立教育センター)
1. 定期総会について
 2. 平成3年度活動報告, 決算報告
 3. 平成4年度事業計画, 予算案について
 4. 役員改選について
 5. その他
- 6月5日 研究発表会, 講演会, 定期総会 (県立教育センター)
- ◆ 研究発表 崎村 政幸《真和志》
「基礎的・基本的事項の定着を図る指導の工夫」
 - ◆ 講演 茂利 晃《花王(株)環境推進部部長》
「環境問題全般について」
 - ◆ 定期総会
 1. 平成3年度活動報告, 決算報告
 2. 平成4年度事業計画, 予算案について
 3. 役員改選について
 4. その他
- 平成4年6月 各支部活動
～5年3月
- 北部支部……………学習指導研究
 - 中部支部……………化学教育動向
 - 那覇支部……………実験ノート研究
 - 南部支部……………視聴覚研究
- 6月26日 第2回役員会並びに代議員会 (県立教育センター)
1. 九高理沖縄大会について
 2. 九高理鹿児島大会への派遣について
 3. 全国理科教育大会への派遣について
 4. その他
- 7月28日 第32回九高理大会派遣 (鹿児島)
～29日 研究発表者 山田 保《宜野座》
「湧水の水質分析とその教材か」
崎原 盛吉《球陽》 玉城 紀子《那覇南》
- 8月4日 研究ノート編集委員会派遣 (福岡県)
～5日 久高興裕《泊定》
- 8月5日 平成4年度全国理科教育大会派遣 (山口市)
～7日 与那覇岑子《浦添》 幸地 貞子《首里東》

- 9月18日 九高理沖縄大会準備委員会（首里東）
1. 鹿児島大会報告
 2. 今後の日程
 3. 各分科会の話し合い
- 10月9日 第3回役員並びに代議委員会（県立教育センター）
1. 平成4年度 第22回宿泊研究会について
 2. 沖高理沖縄大会について
 3. その他
- 11月20日 平成4年度 第22回宿泊研究会（白雲荘）
- ～21日 ◆ 講演 大城 清一《本研究会前会長》
「私の歩んだ道」
- ◆ 講演 本永 栄一《地学研究会前会長》
「教職生活あれこれ」
- ◆ 研究発表
1. ダイヤモンド合成について……………幸地 貞子《首里東》
 2. 生徒に興味・関心を起こさせるための
身近な実験事例を求めて……………上江洲 清《前原》
 3. 沖縄本島における自然放射能の測定に
ついて……………盛山 泰秀《美里》
 4. 理科課題研究の取り組みについて……………神元 正勝《開邦》
 5. 気体発生装置について……………崎原 盛吉《球陽》
- ◎ 大会報告
1. 九高理大会……………平良 恒子《那覇》
 2. 全国理科教育大会……………与那原岑子《浦添》
- ◎ 研究討議
- 「新教育課程について」 ◇基調報告 山田 保《宜野座》
- 12月14日 第4回役員会並びに代議委員会
1. 第22回宿泊研修会の反省
 2. 沖高理沖縄大会の取り組みについて
 3. その他
- 平成5年1月29日 沖高理理科I研究発表大会（県立教育センター）
- ◆ 発表者 上江洲 清《前原》
「生徒に興味・関心を起こさせるための身近な実験事例」
- 2月～3月 「化学実験ノート」 注文 印刷
「化学研究会誌」 原稿募集 発行
- ☆☆平成4年度に於ける個人及びグループ研究は次の方々です。☆☆
- 個人研究 盛山 泰秀 《美里》

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、人事移動等の理由により、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 ℃ % mm cm km mg kg cc m²
 - 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

今年度は中部支部が研究会誌の編集にあたることになり、支部の事務局を担当する私達2人が中心となって編集を進めてきました。なにぶん2人とも「会誌の編集」という大役を経験したことがなく、大変不安でしたが、どうにか発刊までこぎつけることができホットしているところです。その間、会誌22・23号の編集を担当された開邦高校神元先生には編集の為の資料とともに、いろいろアドバイスを頂きました。

頭を悩ませていた原稿の依頼は、白雲荘での宿泊研修の日、豪華な夕食で参加された先生方が満腹になった頃を見計らってお願いしました。さすがに心地よく引き受けて頂きました。原稿募集の文書を各高校に発送したところ、八重山高校の東田先生から環境教育の実践例が届き、編集委員を喜ばせてくれました。八重山商工の川満先生と合わせて、八重山から3テーマの寄稿となりました。

今回も新しい教材の開発、授業実践、研修報告等が寄せられ、日頃の活発な活動の成果を示してくれました。多忙な時期の原稿依頼となりましたが、先生方のご協力により化学研究会誌を発行することができたことを感謝します。

編 集 委 員

兼 島	浩	コザ高等学校
新 垣	繁 宏	嘉手納高等学校