

化学教育研究会誌

第 25 号

第25号化学教育研究会誌の発刊によせて	石川高等学校校長	太田 義昭	1
蒸気圧を理解させる実験	泊高等学校(定)夜間部	久高 興祐	2
単位とその記号は正しく使おう	宮古工業高等学校	徳原 兼松	4
沖縄県青少年科学作品展での演示実験のこころみ	前原高等学校	上江洲 清	5
理科の学力における問題点と今後の課題	沖縄県立教育センター	與那原 岑子	9
西表地震地帯の地下水の水質	八重山商工高等学校	東田 盛善	13
高出力 β ・ γ 線検出用GM管の製作と授業への活用	首里高等学校	盛山 泰秀	19
<全国理化学大会資料集より>			
1. 気体質量の直接測定			24
2. 紙を用いたセッケン分子のモデル			28
3. 電池の仕組みを考える			32
第32回九高理沖縄大会を終えて	教育センター(教育工学研究室)	新垣 淑行	37
平成6年度役員一覧			43
平成5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

1994

沖縄県化学教育研究会

巻 頭 言

第25号 化学教育研究会誌の発刊によせて

大 田 義 昭※

今日は高校入試の判定の日である。毎年のことながら不合格になる生徒のことを考えると、戦前の物理学校のように受験者全員を入学させ、実力のあるものだけが進級できるということとはできないものかと考える。しかし、施設設備など受け皿の問題と現代高校生の約30%は全く家庭学習をしないなど「学習逃避」症候群といわれている実態をみれば無理かと思われる。

いよいよ平成6年度から新学習指導要領が本格的に実施され、各学校とも満を持して特色ある新教育課程の実践に取り組むことになる。今回の合格者が、新学習指導要領で学ぶ第1号となるわけである。化学教育においても近年宿泊研修会などを通して研修したその成果を十分に発揮してほしいものである。

さて、今年も会員各位のご協力により化学教育研究会誌第25号を発刊する運びとなり誠に喜びに堪えません。本研究会の研究活動も年々充実の一途をたどり、とくに第32回九高理沖縄大会を盛大に開催できたことが如実に物語っているのではないだろうか。そのなかで本県化学教育研究会を代表して新城秀樹先生が堂々と発表されたことも記憶に新しいところである。このように本県の化学教育が他都道府県と肩を並べ、追い越しつつあるのではなからうかと思慮される。また、年1度の宿泊研修において発表されるオリジナルでユニークな実験又は発表は臨教審の答申でいうところの「これからの社会においては、知識・情報を単に獲得するだけでなく、それを適切に使いこなし、自分で考え、創造し、表現する能力が一層重視されなければならない。……」を地でいくようなものである。

これから21世紀を背負って立つ高校生諸君がいかに化学に興味・関心を示し、今後における科学技術の発展に貢献できる人材の育成に努めていきたいものである。

最後に、本研究会誌を発行するにあたり、玉稿を寄せていただいた先生方並びに編集を担当していただいた先生方、さらに年間を通じて会運営にご苦勞をいただいた事務局の先生方に深く感謝申し上げ、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。

蒸気圧を理解させる実験

久 高 興 祐 *

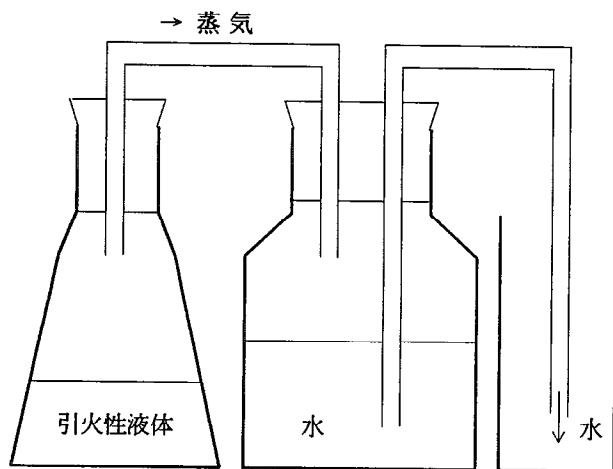
< 1 > はじめに

泊高校夜間部の生徒には成人が多いので生活や仕事をする際に役立つような化学を学びたいとの声強い。それで教科書を教えると今頃からこんなことを学んでもしょうがないとの意見が強かった。それで高校の化学の内容から逸脱しないで、しかも実用的な内容にするには教材をどう編成すればよいかと考え、調査研究をした。

その結果、危険物免許と結びつけた方がよいことがわかった。危険物のうち日常生活や仕事上、最も関係の深いのは第4類危険物である。それで丙種危険物免許や乙種第4類危険物免許等と結びつけた強化を授業している。第4類危険物は引火性液体である。引火性液体の引火危険性や爆発危険性の大きさを比較する際には、引火点や沸点の高低等で判定する場合が多い。引火点や沸点の高低について理解が必要である。

しかし、高校生にとって実験せずにテキストを読むだけで、または教師の説明だけで蒸気圧について完全に理解することは不可能に近い。それで私は次のような実験法を考案して生徒実験として実施している。

< 2 > 実験法



左図のように、引火性液体を三角フラスコに10mlとり、セット後両手で引火性液体の入っている三角フラスコを温めて、1滴の水が試験管に落ちる時間を測定する。

なお、セット後5分経過しても1滴の水も滴下しない場合には(蒸気圧の小さい場合)水が上昇した高さ(cm)で蒸気圧の大きさを比較する。

< 3 > 実験結果

- ① ジエチルエーテル → 20秒で1滴々下した。
- ② n-ペンタン → 8秒で1滴々下した。
- ③ n-ヘキサン → 90秒で1滴々下した。
- ④ n-ヘプタン → 5分間で水柱が11cm上がった。

- ⑤ エタノール → 5分間で水柱が10.4cm上がった。
- ⑥ n-オクタン → 5分間で水柱が7.5cm上がった。
- ⑦ n-ノナン → 5分間で水柱が2.5cm上がった。
- ⑧ n-デカン → 5分間で水柱が2.3cm上がった。

< 4 > 考 察

- (1) n-ペンタン, n-ヘキサン, n-ヘプタン……と分子量が大きくなる程, 蒸気圧は小さくなる(同族の場合)。故に分子量の大きい引火性液体ほど引火点や沸点が高くなるので, 引火しにくくなる。

引火危険性や爆発危険性が小さくなることを実感させることができる。

- (2) エタノールは水によく溶けるのでエタノールの蒸気が水の所へ移動してきても, すぐ水にとけてしまう。

エタノールの場合には水柱が上がらないと予想したが予想に反して, エタノールの場合も水柱が上がった。その理由は次のように考えられる。

測定するため実験装置をセットすると, 三角フラスコ内のエタノールの蒸気がガラス曲管内を移動する際に, ガラス曲管内の空気も水の方へ移動させる。空気は水に溶けにくいので, 移動した空気の量に比例して水柱も上がる。

- (3) n-ペンタンの蒸気圧は第4類危険物の中でもずばぬけて大きい。故にn-ペンタンは引火危険性や爆発危険性が極めて大きい。

< 5 > 生徒の感想

- (1) 蒸気は空気の中に混ざって, ただ浮いているだけと思っていたので, この実験でn-ペンタンやジエチルエーテルが簡単に水を押上げていたのでびっくりした。蒸気圧がこんなに強い力を持っているとは知らなかった。
- (2) 蒸気圧は本を呼んでも, 先生の説明を聞いても, なかなかイメージがつかめなかったが, この実験をして蒸気圧により水柱が上がっていくのを見てみると, この力が蒸気圧なのかとわかったような気がした。
- (3) この実験は簡単な実験装置で蒸気圧という目に見えない力を目に見える形に変えて見せてくれるので, 蒸気圧のイメージをつかむ実験として適していると思った。

< 6 > 今後の課題

これまでの実験より, この実験装置により, (1)蒸気圧とはどんなものであるかを生徒に直観的に知らせることができる。(2)分子量の大きさと蒸気圧の大きさとの関係も直観的に知らせることが出来ることがわかった。

しかし, 沸点や引火点の高低と蒸気圧の大きさとの関係についても定量的なデータが出るかは, まだ確認していない。今後はこの実験装置を使って定量的な実験をやり, この装置をよりよいものへ変えていきたい。また, この装置の限界も明確にしたい。

単位とその記号は正しく使おう

徳 原 兼 松※

国際的に認められている基本単位には七つある。長さの単位はメートル、質量はキログラム、時間は秒で表わす。他に電流・温度・光度・物質の量がある。メートルの記号はアルファベットの小文字のm、キログラムは両方とも小文字kg、秒は小文字のsを使う。

ところで、テレビや新聞などでメートルの記号を大文字のM、キログラムのキロを大文字のKを用いたりしている。これは明らかにまちがいである。Mは単位の記号ではなく、単位の前につける倍数の接頭語でメガを表わし、百万倍を意味する。大文字のKは千倍を示す接頭語ではなく、温度を表す単位ケルビンである。他に天気予報などで、よくまちがった単位が使われている。大衆に情報を伝達するマスメディアが、このような間違いを続けるのはいけない。早めに訂正するよう要望したい。

初めてまちがった使われ方に気づいたのは10年ほど前、二大県紙の台風の予報記事に、気圧の単位ミリバールの記号にMBが使用されていたことである。そこで、気象台と新聞社に電話して訂正するように注意をしたが、なかなか聞いてもらえなかった。何度か葉書で、間違いを指摘しているうちに新聞記事のMBの記号はミリバールに変わっていた(プライドがあって意地でもmbを使わないつもりでいるのかも?)。また、宮古の地元紙の天気予報の欄の気温(単位は度)の記号に角度や緯度の記号°が使われていた。FAXで間違いを指摘し、訂正をするよう勧めたら、翌日の新聞から°Cになっていた。間違いを指摘されて間違いを認めたら、すぐに訂正する姿勢は立派である。

最近気にかかっているのは、風速の単位にほとんどのマスメディアでメートルを使い、記号mを使っていることである。風速は風の速さだから、メートル毎秒(記号m/s)である。テレビの天気予報を見て、納得がいかないで東京のNHKの天気予報の係と話をした。その人がいうには「普通の人たちがわかってることを最後まで言うのは煩わしいので省略している」とのこと。しかし、どれぐらいの人がメートル毎秒とわかっているのか疑問である。確かにNHKの全国向けテレビではm/sと表示はしているが、地方の局(他の放送局)からの放送ではメートル(記号m)になっている。もうこれでは風速ではな長さになっていて明らかに間違いである。雨量の単位はミリ(記号mm)を使っている。これも普通の人たいはわかっているので省略しているとのこと。そこで、学校の同僚や生徒に質問してみたら、ほとんどの人がわかっていなかった。ミリリットルと答えたり、中にはミリバールという生徒もいた。沖縄NHKの天気予報の担当者さえ、即答できなかった。正式な単位はミリメートル(記号mm)である。

マスメディアがどうしてもこのような間違った使い方をするのか。アスメディアで働く人がほとんど文科系出身だからだろうか。この調子でいくと、1992年の12月に正式な気圧の単位になったヘクトパスカル(記号hPa)も省略されてヘクト(記号はhかな?)になる可能性がある。

他に目につく間違った使われ方として、長さ・高さのメートルの記号にMを使っているのが非常に多いことである。陸上競技大会の冊子・陸橋の高さ表示・工事中の看板などがある。

われわれ教師は、正しい単位と記号を使うだけでなく、間違いは訂正するように行動(電話やFAX)で間違いを指摘する)したいものである。

沖縄県青少年科学作品展での演示実験のころみ

上 江 洲 清 ※

1. 経 過

- ① 1月中旬頃、高文連科学部会事務局長の古堅先生（真和志高）から、「2月12日・13日に科学作品展があるので、その際、物理、化学、生物、地学の先生方で、子供たちに理科に興味、関心をおこさせるための、演示実験をとりくんでもらえないか。」と電話があった。

このことは、昨年の11月頃から、各研究会事務局に提起され、各研究会の宿泊研修会で論議し決定して欲しかったようであったが、どういう手違いがあったのかわからずじまいで、1月中旬までずれこんだようである。

電話を受けた私としては、組織を動かすものであるだけに即答はできず、化学教育研究会の事務局長の渡久地先生に連絡し、相談した。結局、日時がまじかにせまっているので、事務局としてのとりくみはむずかしいとの判断で、私のほうで責任をもって対処することにした。

早速、数名の先生方に経過を説明し、協力を依頼したら、どの先生方も心よく承託してくれた。

- ② 1月28日、沖縄電力企画開発部会議室でのうちあわせ会議（5:00～）

物理（照屋、砂川、安里）、化学（盛山、寿、仲本、古堅、上江洲）、沖電力（3人）、イベント企画会社（3人）のメンバーで、はじめての会議をひらいた。日時がまじかにせまっているので、新しく企画することは、むずかしいので、基本的には、1991年11月10日、沖高理30周年記念科学への招待で実施した演示実験をやることに決定した。生物、地学はとりくめないとのことで、今回は実施しないとのこと。

今後の活動としては、全体会はないので、物理、化学それぞれで会議をもつことを確認する。

- ③ 1月31日（月） 化学教育部会うちあわせ（5:00～首里高）

（盛山、仲本、古堅、石原、中村、上間、上江洲が参加）

5時過ぎからのうちあわせであったが、上記の先生方が参加し、実験項目、準備（器具、薬品）実験者等を定める。

- ④ 2月1日（火） ブレーン沖縄（イベント企画会社）へ演示実験項目の報告

- ⑤ 2月4日（金） 化学教育研究会代議員会が教育センターでおこなわれたので、予算面、演示実験者への応援等の協力を要請した（2～3日後に各学校へ公文が届いた）。

- ⑥ 2月10日（木） 化学教育部会最終うちあわせ（5:00～宜野湾高）

（山城、盛山、新城、川満、中村、仲本、古堅、上江洲が参加）

時間、薬品、器具等の最終確認。

2月12日(土) オープニングセレモニー、並びに表彰式等が10時半から始まる予定だったので、わがメンバーは8時半に集合。そして、所定の場所の実験台へそれぞれの薬品、器具等をはこび準備に万全を期し、表彰式がおわるのをまつ。しかし、参観者は続々入ってきて、実験が始まるのを今か今かと待っている。

プラスチックの弁当箱のふたを 600枚準備してあったが1日目の4時半頃においてすでに 500枚は使用されてしまい、2日目はもうこの実験はできないかもしれないということで、那覇の公設市場の卸売業者を数店たずねねばならなかった。しかし、どの店もふただけを売ることは拒否された。しかし、さんざんさがした結果、最後に行った店が科学展への協力ということで1枚5円で 650枚ゆずってくれたのには感動した。おかげでこの実験は2日目も大人気だった。この実験担当者の仲本先生は次から次へとおしよせてくる子供たちをてきぱきとさばいていたが、一番疲れたであろう。

火のマジック、フラスコの中で風船をふくらまそうの実験も、好評だったし、液体窒素の -196°C の世界を体験しようのコーナーでは、山城先生はみごとな講義口調で参観者たちを納得させていた。ダイヤモンドを作ろうのコーナーでは、首里東高校の男生徒が実験に参加し、参観者に一生懸命説明してくれていた。ドラム缶つぶしの実験は6回ほど実施したが、成功したのは2回だけ。沖電力の協力でドラム缶に圧力計もセットしてもらい、館内で放送してもらい、200～300名の参観者を前にして挑戦したが、どういうわけか人々を集めた時は失敗し、そうでない時は成功してしまっていた。つぶれた時の圧力計はおよそ0.5気圧だった。この件は今後の課題にしたい。

ベニヤ, 下敷き (木), Mg 粉末, Mg リボン, KClO_3 (少量), 軍手, ドライアイス
首※ 首 首 首

ドライアイス, 水槽, ストロー (500本), 石けん水 (チャーミーグリーン)
首※ 首

アルミ缶, かんピタくん, 軍手, カセットコンロ, ドラム缶, 魔法瓶 (2)
前^{*} 仲本 真和志 沖電力 前

4. 演示実験担当者

- | | | |
|-------------|-------------|------------|
| ① 盛山泰秀(首) | ② 石原啓(豊) | ③ 中村健(豊) |
| ④ 寿敦義(沖工) | ⑤ 崎原盛吉(球陽) | ⑥ 兼島浩(コザ) |
| ⑦ 古堅宗宏(真和志) | ⑧ 新城秀樹(西原) | ⑨ 川満祐史(与勝) |
| ⑩ 山城捷明(宜野湾) | ⑪ 与那覇善栄(美工) | ⑫ 上間均(首里) |
| ⑬ 幸地貞子(首里東) | ⑭ 新垣叔行(首里東) | ⑮ 上江洲清(前) |
| ⑯ 仲本勝也(前原) | | |

5. 今後にむけて

今回はとりくみが急であったため、また、はじめてのころみであったことから、特定な実験、特定な方々への実験依頼となった。今後も沖縄電力、教育庁側としてはこの行事を続けていく方針だということから、組織的なとりくみ(各研究会の年間の行事計画の中にくみいれる)が必要であると思う。

参観者は昨年度は6,000人余だったようであるが、今回は12,000人をこえたようである。これらの中から、きっと理科に興味・関心をもち、我々の後輩が育ってくることを考えると、我々もさらに新しいアイデア、企画を考えねばならない。

予算面では薬品等については、すべて沖縄電力にだしてもらったが、実験してくれた先生方への出張旅費の件に関しては、今後検討してもらいたいものである。

実験へ参加してくれた先生方、本当にご苦労さまでした。

ありがとうございました。

理科の学力における問題点と今後の課題

與那原 岑 子※

現今の科学技術の発展は、めざましいものがあり、日曜雑貨にいたるまで科学万能の世にふさわしい社会に様変わりしつつある。

しかしそのような社会にありながら、学校教育現場では、年々児童・生徒の理科嫌い、理科離れが大きな問題となりつつある。

江田 稔は、「指導の悩みにこたえる理科読本」の中で、文部省が行った学力達成度調査結果をもとに現在の中学生の理科学力についてふれるとともに、中学校理科の基本的な考え方や指導のポイントをまとめている。

その報告によると、わが国の中学生の理科における問題点として、次に示す分野での学力不足をあげている。⁽¹⁾

- ① 基本的な記号や用語の定着が充分でない
- ② 基礎的な計算力が不足している
- ③ 観察・実験の基礎的な操作技能が充分でない
- ④ 文章で表現したり、図を描く力が不足している
- ⑤ データをグラフ化したり、グラフを解釈し、そこから規則性を見いだす力が充分ではない。
- ⑥ 事象を相互関連的に、考察したり、論理的に思考する力が弱い
- ⑦ 星の観察や地層の観察、生物の生態調査など野外における長期的な観察・観測の機会が不足している。
- ⑧ 生徒自ら問題を発見し、解決のための方法を考えて実行しそれを報告書にまとめるといった問題解決学習の機会が不足している。

一方、教育現場や、理科教育関係学会等で常に問題にされている、理科教育に対する反省点としては、次のようなことをあげることができる。

- (1) 受験対策の断片的知識の注入過多
- (2) 画一的、形式的な探究学習
- (3) 学習者の実態を無視した系統学習
- (4) 既習知識が実生活の場で生きて働かない見かけだおしの学力
- (5) 問題解決に当たり、短絡的単一回答または、限られた視野での接し方しかできない(見方、考え方の視野の狭さ)

中学生における学力低下部分は高等学校においても、筆者の乏しい、高校化学、高校理科1の指導経験の中でさえ全く同様な問題に悩まされたものである。

又、前述の理科教育の反省点にしても、研究会等の同僚・研究仲間の発言内容にもみられ、しかも、小学校よりは中学校、中学校よりは、高等学校といった具合で、上級学校になるにつれその度合いは大

きくなっているように思われる。

日常の教育実践においては、これらの克服につとめるつもりであるが、現実には、大学進学率の上昇とともに、受験への即戦力となる授業に片寄りがちであり、効果的解決ができずにいる点にジレンマを覚えるところである。

しかし、これらの学力低下部分と前述の理科教育反省点との間には、極めて深い因果関係がある事は多くの人の認めることである。生徒達が将来の大人社会で、科学時代を豊かに生きて行くための基礎・基本を習得させるという視点に立ち、指導の改善は不可欠であろう。受験戦争激化の中にあっては、断片的知識量を主体とする現今の指導が続く限り、教育現場は父母や社会の期待に応えざるを得ず、限られた時間内での詰め込み的受験対策指導に陥りがちとなろう。そのため生徒の側の学習面では、授業や学習塾で与えられた知識内容を受験に間に合わせて、せっせと覚え込んでいく他律的・消極的学習が繰り返されているといった構図は免れない。このような学習・指導の中からは、到底理科教育がねらう豊かな感性を育てる事は難しく、自然の営みのすばらしさや、美しさに興味・関心をもつ生徒や、自然事象に親しむ生徒は生まれることはなからう。

今後は、科学技術の更なる発展により現存の科学の成果をはるかに凌ぐ、より充実した便利なハイテク製品が作り出されることであろう。それらを人々は充分に駆使しながら、今よりも合理的・快適な生活を営む事になろう。先端の科学技術を、その基底の部分で支える力の育成は、理科教育が担わなければならない

今や、我々は生涯にわたって学び続ける事が求められる時代となり、一人一人の生徒が将来、大人社会における生涯学習を生き生きと豊かに送るためにもその基礎・基本を習得させる指導が強く求められていて、まさに教師が、実践の中で前述の問題点の解決を迫られているのではなからうか。

その解決へむけての第一歩は、将来の受験対策の知識量一辺倒とも思える学力観からの脱出であろう。つまり、精選・限定された最小量の基礎的・基本的知識をじっくり時間をかけて学習し、その理解をもとに学習者自らの五感を複合的に活用して、身近な問題を解決していく「ものの見方・考え方」によってデータを収集する事である。さらにその結果を、他人に客観的に、正しく、効果的に伝達できる能力をもって「学力」とする価値の変換を図る必要がある。

問題に対して、生徒が自ら思考し、判断し、適切に表現する能力の育成は新しい学力観として、その重要性がよく話題にされるがそれを身につけさせるための対応策として、いくつか考えられるがとりわけ筆者は、指導と学習の両面から、次の3つに重点を絞って述べてみたい。

1. 興味を持って積極的に未知の問題に取り組む意欲・態度とその問題を科学的に処理解決する能力の育成

多くの子供は、実験が好き、野外調査や観察が好き、といったように本来どの子も理科が好きであったはずなのに、理科学習をすればするほど興味を失っていくというのは、実際にそのような事をさせる機会が極端に少ないからではないだろうか？

効率化を第一義とするあまり、学習に際して教師がすべてお膳立てし、生徒は敷かれた安全なレールの上を歩く事になれてしまい、予期しなかった発見や、事象との出会いを新鮮な驚きの目で見ることが少なくなった。教科書に盛り込まれた内容をすべて教える必要がほんとうにあるのだろうか。内容を絞り

込んで精選・限定された内容を、じっくり時間をかけて観察させ、「なぜだろう」「不思議だ」「調べてみたい」という純粋な探究心の発露としての学習の機会を経験させる事が大切ではなかろうか。教師は教えるのではなく、教えたい事柄を子供が積極的に学びたい事へと変換させる策を持たねばならぬ。

今後の社会が求める学力獲得の最も効果的な方策が「生徒一人ひとりが、自ら積極的に、未知の問題に興味を持って取り組む意欲・態度とそれらの問題を科学的に処理解決し、他人に正しく伝達する能力の育成」といえよう。それこそが、今後の理科教育で重要視される課題といえよう。

2. 目的に応じて身近な学習メディアを多角的に使いこなす意欲・態度と能力の育成

上記「学力観」の変換を前提とすると、当然の事ながら、これまでの学習方法自体の変換も要求されよう。つまりこれまでの学習方法は、限られた時間内に教えられた内容をいかに要領よくまとめ、いかに多くの内容を効果的に記憶し、その結果を限られた問題回答のスペース内に表現し得るかという学習方法が主流であったといっても過言ではない。

しかしこれからは、次に示す意欲・態度と能力を高める学習方法がより重要となろう。

- ① 問題解決に当たり、有為な情報を選択するに際して、いかにすばやく、多角的に、的確に集めるか。
- ② 集めた情報を、効果的に活用するためにいかに整理保管するか。
- ③ 問題解決と、他人にその結果を正しく理解させるために、情報をどのように加工・提示するか。
- ④ 他人が示す情報と解決の結果をいかに正しく受けとめ、取り入れるか。

そのためには、「長さの測定は物差し」, 「時間の測定は時計」, 「重量の測定は天秤」でといった単一的情報入手による学習でなく、時間を測定するのに長さで測定（たとえば、線香の燃えた長さ）, 体積で測定（滴下する水滴の容量）, 重量で測定（滴下する水滴の重量）等のように、ディメンジョンの相互変換による間接的な情報入手法を盛り込んだ、多角的で活気に満ちた学習方法の展開を考えてみたいものである。そのためには、教師自身、過去の学生時代で学習を終わるのではなく、日々の生涯教育の中での理科指導における自然科学のミニマムエッセンシャルズを身につけるよう努力する事も教師生活の上では、大切な事であろう。

また、従来の学習メディアに代わって、来るべき時代は、情報入手・加工・指示に威力を発揮する手軽で扱い易いパソコンや、現存のものよりさらに改善されたAV機器等の便利な新しい学習メディアが続々教育の場に登場するであろう。その中で、生徒は、「目的に応じて効率的に身近な学習メディアを使いこなす意欲・態度と能力」を身につける必要がある。

たとえば、化学実験での機器の使用に当たっても、加熱には、ビーカー、ろ過には濾紙と漏斗といった、生徒達の日々の生活とはかけ離れた実験用具のみを使用するのではなく、身近な生活用品としてのコーヒーマシン、コーヒーマシンなどの機材を意図的に教室実験に持ち込むのも、興味関心をそそるための授業の演出技術ではなかろうか。（但し筆者は実験器具の正しい取扱いの必要性を否定するものではない。）又、台所は家庭における実験室であり、調理器具等を用いた家庭でもできる実験を組み立てて示す工夫などが考えられる。

そのためには、教師自らが意欲的に、身近な道具を目的に応じて効果的、かつ多角的に使いこなす事の実践者としての生活態度を、生徒の学習方法に反映させる事も必要な事となろう。

3. 問題解決に当たり、多角的視野で問題をとらえた複数の解答を生み出す能力と他人に正しく伝える能力の育成

問題解決の結果、複数の解答の可能性がある場合もあろう。たとえば、地域社会に生きる住民の生活向上や、交通網の充実にとまなう地域開発の結果生ずる自然環境破壊または、より豊かな生活をめざして都市地区に生活圏が狭まっていく現今の人口流動状態によって引き起こされる生活廃棄物による環境汚染問題などは、価値観の立場が変われば、条件をぬきにしては、単一的解答では済まされないものがある。従来は教師自らが単一的解答を求めるような指導に片寄ったきらいがあるのではないだろうか。

問題点の掘り起こしは大切で、一つの問題を角度を変えてとらえさせる事により、教師の気づかないとらえかたがあろうし、生徒はそれに対する解決策を持っているはずである。それを他人に教えてあげるよろこびやそれによって優越感を味わわせる指導も大切ではないだろうか。

従って、当然の事ながら、複数の解答がある場合は従来の価値の仕方の工夫も求められよう。

たとえば、酸・アルカリの実験においてpH指示薬の代わりに敏感な花色素の一例を示した後、その応用例題として適当な材料を選ぶ事を授業に導入すると、生徒は自ら考え、他の植物で試し、発見したその結果を、喜んで他人に伝えることであろう。得意になる気分を味わわせながら多様性のある答を引き出す事も重要な事である。ともすれば、これまでの授業は、教師の目で狭い単一的な考え方を生徒に押し付けたのではあるまいか。又、既成の書き込み式実験レポートだけに頼らず、生徒自らが実験・観察の結果を他人に正しく伝達するために工夫した形式を用いて、実験レポートを作成する作業も大事にしたいものである。実験・観察のみでなく、実験操作方法や器具名・薬品名を書く事により学習内容を正しく定着させる事にもなろう。さらに、観察の視点・問題点のとらえ方・解決策に個々人の自由な発想や視点を踏まえたものがあり、級友に自分の学習結果をおしえてあげる事で得意になる経験をさせる事は、教える楽しさを通して、積極的に学習する喜びを味わわせる事である。

以上のような視点に立ち、自戒の念をこめて理科教育の指導改善へ取り組んでいきたいものである。

(参考・引用文献)

- 1) 江田 稔 1993 新しい中学校理科の基本的な考え方と指導のポイント
「指導の悩みにこたえる理科読本」
教職研修総合特集(シリーズ 102号) p15~19 教育開発研究所
- 2) 水谷敏行・長谷川 忍 1990 学び方の学習 教育出版
- 3) 寺川智祐 1993 理科教育学 福村出版

西表地震地帯の地下水の水質

東 田 盛 善 ※

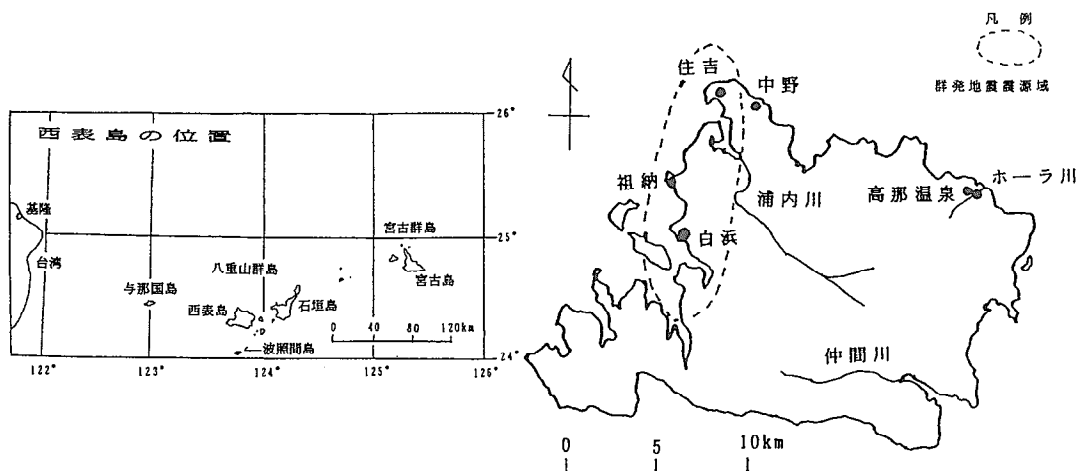
1. はじめに

沖縄県西表島では、群発地震（1991年1月～5月、1992年9月～1993年3月）が発生した。それについては、火山性か非火山性かで見解が分かれた。地震予知連絡会などは「火山性の兆候はない」との見解を出されたが、地下約10kmには「液体の存在」も示唆され、水噴火形地震説も出された。西表島群発地震は、1965年から5年間続いた長野県の松代地震に似ているといわれた。松代地震では、地震活動の増大に伴って、地下水の Ca^{2+} 、 Cl^- や二酸化炭素の濃度が著しく増加したことが報告されている¹⁾。

南西諸島では地震活動が活発であり、中でも先島諸島から台湾にかけての地域で地震活動がもっとも盛んであることが西島本、正木・宮城、政策科学研究所などによって報告されている^{2), 3)}。気象庁地震火山部は西表島の過去の地震活動について、「地震活動が目立った1966、1986年の有感地震のほとんどが沖縄トラフ西部から台湾東方沖にかけてが震源である。」ことを報告している。また、西表島群発地震の震源については、西表島西部の狭い範囲に集中した地下10km以浅のところに分布していることが報告されている⁴⁾。

西表島群発地震の発生頻度と高那温泉水質（ SO_4^{2-} 、 Cl^- ）の間には、明瞭な相関関係があることが大森らによって報告されている⁵⁾。高那温泉は西表島西部の地震震源から約10km東方の西表島北側海岸近くに地下800mまで掘削されており、周りには第三紀グリーンタフ層が分布している⁶⁾。

本研究は地震活動と地下水の化学組成の変動との関係を調べ、地域の特異的な自然現象に関する理科（自然）教育の教材を得ることをねらいとした。



図－1 西表島の位置と採水地点

2. 実 験

2-1 試料採取

水試料採取地点は図-1に示されている。試料は西表島西部の震源地付近の井戸4地点(白浜, 祖納, 住吉, 中野)と震源地から約10km東方の高那温泉, 高那温泉の側を流れるホーラ川の6地点より1993年7月から1994年1月の間に採取された。水温, pH, 電導度を現場において測定した後, 酸素瓶に溶剤酸素を固定した。飲料を持ち帰り実験室で溶存化学成分を分析した。

2-2 測定項目と分析方法

水質分析は次の方法で行った。水温: 水銀温度計による方法, pH: ガラス電極法 (25℃), 電導度: 電導度計による方法 (25℃), Ca^{2+} : EDTA滴定法, Mg^{2+} : EDTA滴定法, 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 (酸消費量 (BCP)): BCP指示薬で塩酸標準溶液による滴定法, 溶存 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 (CODMn): 過マンガン酸カリウム酸性法。

3. 結果および考察

溶存化学成分の分析結果を表-1に示した。表-1には HCO_3^- の測定値はないが, 以後はアルカリ度 (BCP) の測定値を HCO_3^- の濃度に代用する。⁷⁾ また, Na^+ と K^+ の測定値はないが, $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + \text{アルカリ度 (meq/l)}$ より $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (meq/l) の値を差し引いて求めた。図-2には水質のヘキサダイアグラムを示し, 図-3には Cl^- と $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$ の関係を示した。

試料 番号	水温 ℃	pH (25℃)	電導度 μS	Ca^{2+} mg/l	Mg^{2+} mg/l	SO_4^{2-} mg/l	Cl^- mg/l	アルカリ度 meq/l	溶存 SiO_2 mg/l	DO O_2 mg/l	DO飽 和度%	COD _{Mn} O_2 mg/l	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$ meq/l	採水 年・月・日・時	干潮時	採水地 の名称	井戸の 深さm
01	28.4	6.94	1229	121.9	34.5	44.6	173.3	7.41	13.9	6.36	82.7	0	4.30	'93.07.27 10:00	07:45	白浜の井戸	2.1
02	22.5	7.37	1658	108.6	47.2	66.9	272.0	8.13	16.4	2.12	25.1	0.12	7.88	'94.01.08 12:00	09:45	白浜の井戸	
03	25.8	5.89	703	20.1	20.2	23.9	121.9	2.58	20.5	2.10	26.3	0	3.85	'93.07.27 11:20	07:45	祖納の井戸	2.6
04	21.9	6.63	614	23.4	20.0	22.9	93.0	2.76	21.7	0.898	10.5	0.69	3.04	'94.01.08 13:05	09:45	祖納の井戸	
05	27.9	6.40	963	121.6	23.2	56.7	85.8	7.13	8.87	1.18	15.3	1.54	2.75	'93.07.27 12:40	07:45	中野の井戸	6.2
06	23.3	7.81	463	47.2	7.03	24.0	50.6	2.57	5.95	3.19	38.2	0	1.56	'94.01.08 14:05	09:45	住吉の井戸	10.2
07	27.2	6.57	153	3.56	4.88	22.1	22.4	0.23	17.2	5.54	70.7	0.38	0.742	'93.07.27 14:25	07:45	ホーラ川	
08	20.3	7.10	168	7.74	4.69	28.7	24.0	0.30	17.8	5.06	57.6	0	0.801	'94.01.08 15:15	09:45	ホーラ川	
09	35.5	7.18	4810	545.5	37.5	2211	465.3	2.12	16.4	0.395	5.7	0	31.1	'93.07.27 14:50		高那温泉	800
10	35.5	7.06	4820	545.5	37.5	2176	459.2	2.16	18.4	1.86	26.7	0	30.1	'93.08.07 10:00		高那温泉	
11	32.9	7.03	4830	545.5	37.5	2168	459.2	2.16	18.7	1.79	24.9	0	29.8	'93.08.12 13:25		高那温泉	
12	35.3	7.22	4780	541.6	39.9	2185	452.0	2.16	19.5	0.525	7.5	0.83	30.1	'94.01.08 15:40		高那温泉	

※ $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ (meq/l) の値は, $\text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^- + \text{アルカリ度 (meq/l)}$ より $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (meq/l) の値を差し引いて求めたものである。

表-1 西表島の陸水の化学組成

3-1 高那温泉の水質

試料番号9~12が高那温泉の試水である。温泉水質は分析の結果, 水温 (33.5℃), pH (7.0~7.2), 電導度 (4.8 mS), $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ (30 meq/l), Ca^{2+} (27 meq/l), Mg^{2+} (3.1 meq/l), Cl^- (13 meq/l): SO_4^{2-} 45 meq/l, アルカリ度 (2.2 meq/l), 溶存 SiO_2 (16~20mg/l) であり, 大きな変動はみられなかった。調査期間中は群発地震は報告され

ていない。図-2のヘキサダイアグラムは(Na, Ca)-SO₄型の水質を示し、他の試料に比べて特異な形をしており、溶存物質料も多い。波照間島の陸水や石垣島の降水にもこのような水質を示すものはみられない⁸⁾。溶存酸素(DO)濃度が低い。化学的酸素消費量(COD)の値が低いのは、SO₄²⁻濃度が高いことにも符号しているようである。また、溶存SiO₂が井戸水や河川水の値(16~22mg/l)の範囲にあることも、温泉の水温が低いことにも符号しているのではないと思われる。

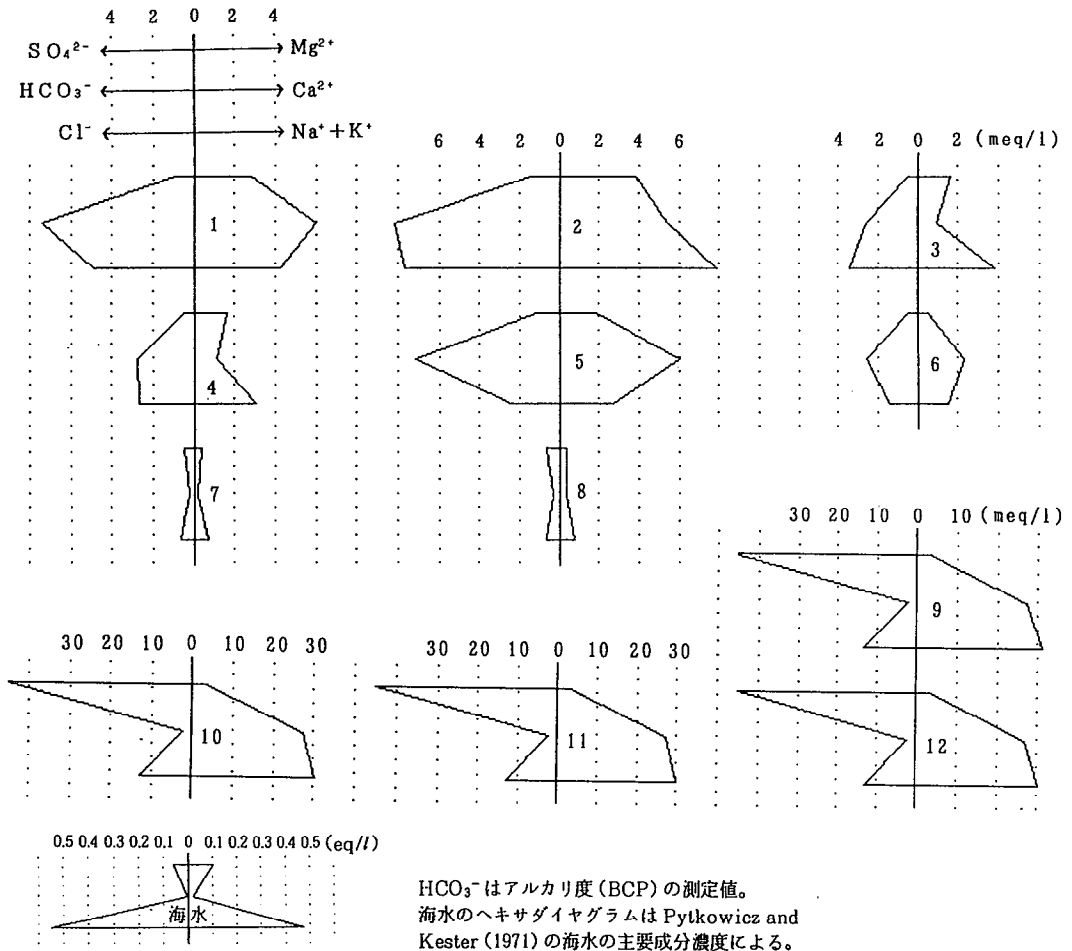


図-2 西表島の陸水の水質(ヘキサダイアグラム)

3-2 井戸水と河川水の水質

図-3のCl⁻と(Na⁺+K⁺)の関係図において、井戸と河川の試料は海水の(Na+K)/Cl比を表す海水線(S. W. Line)にほぼ重なるように図示されることから、海水・海塩粒子の影響を受けているものと考えられる。図-2のヘキサダイアグラムにおいて、試料番号1, 2が白浜の井戸, 3, 4が祖納の井戸, 5が中野の井戸, 6が住吉の井戸, 7, 8がホーラ川の試料である。

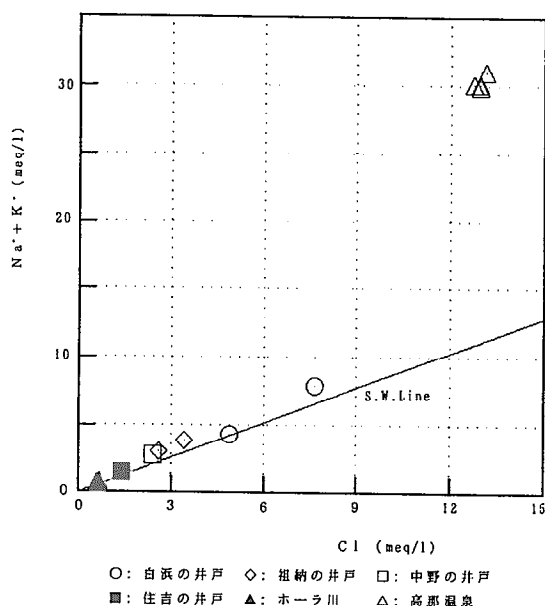
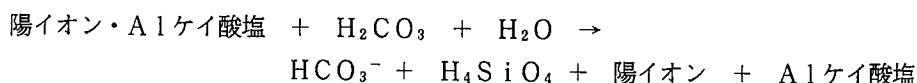


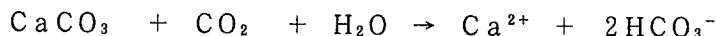
図-3 Cl^- と $(\text{Na}^+ + \text{K}^+)$ の関係

白浜の井戸は $\text{Na}-\text{Cl}$ 型、 $\text{Ca}-\text{HCO}_3$ 型を示し他の井戸に比べて溶存物質が多く、 Mg^{2+} 濃度も高い。白浜の井戸は海岸近くの海を埋め立てたところに位置しているため、 $\text{Na}-\text{Cl}$ 型の水質は海水に由来しているのではないかとおもわれ、 $\text{Ca}-\text{HCO}_3$ 型の水質は埋め立て地のコーラルや井戸の側壁のコンクリートなどに由来しているのではないと思われる。

祖納の井戸は、群発地震で祖納集落の住民が非難した「上の村」と呼ばれる旧集落後の海岸端に位置し、海より約8メートル離れたところにある。ヘキサダイアグラムは $\text{Na}-\text{Cl}$ 型の水質を示し、 Ca^{2+} 濃度に対して HCO_3^- 濃度が高い。これらは海水・海塩粒子の影響の他に、次の反応に示されるようにケイ酸塩鉱物と炭酸ガスとの反応（岩石風化反応）の影響を受けているのではないかとと思われる。⁹⁾



中野の井戸のヘキサダイアグラムは $\text{Ca}-\text{HCO}_3$ 型を示し、溶存物質が多くダイアグラムの形も大きい。 Ca^{2+} と HCO_3^- の海水に由来する割合は Cl^- 濃度から判断して小さく、中野から住吉にかけては琉球層群住吉層の石灰岩が分布することから、それらの大部分は石灰岩と空気、雨水およびその他からお CO_2 との反応により次のように溶出したものと考えられる。



中野の井戸の口は道路によって塞がれている。化学的酸素消費量が全試料のなかで最も大きいのは、降雨等の時に道路からの表流水の混入などによるものではないかと考えられる。

末吉の井戸の溶存物質量は少なく、ヘキサダイアグラムの形も中野の井戸のそれに比べて小さい。井戸の深さは約10メートルで付近には住吉層の石灰岩が分布している。井戸の水質から住吉層下部の非石灰質砂層が滞水層になっているのではないかと考えられる。

ホーラ川の溶存物質量は少なく、小さなヘキサダイアグラムであるが、海水のダイアグラムの形に類似しており、海水・海塩粒子の影響を受けていることをうかがわせている。

4. 理科（自然）の教材としての検討

沖縄では地震に対する関心が小さいと言われている。そのなかで、八重山地域では1771年（昭和8年）の大地震とそれに伴った明和津波はよく知られており、¹⁰⁾ 西表島群発地震などで地域住民の地震や津波

に対する関心は大きいものと考えられる。沖縄・八重山地域は、火山や温泉についてなじみの薄い地域ではないかと思われるが、火山については1924年（大正13年）に西表島北方の海底火山の噴火記録がある¹¹⁾。西表海底火山については琉球大学加藤祐三教授の研究論文などがある。^{12, 13)} 温泉については、高那温泉の他に竹富島沖の海底温泉があり、その地球化学的研究は1983年兼島清教授（当時琉球大学教授）らによって研究報告がなされている¹⁴⁾。また、大森保琉球大学助教授らによる群発地震に関連した研究報告がある。¹⁵⁾

本研究調査中に群発地震は報告されておらず、地震活動と地下水の化学組成の変動との関係についてはデータを得ることができなかったが、八重山地域で唯一の陸域の高那温泉について、その特異な水質を調べることができた。これらの地球化学的データは、化学Aにおいて身近な自然現象に関する理科（自然）教育の教材として利用できるものと考えられる。

5. おわりに

本研究は、文部省平成5年度科学研究費奨励研究（B）、課題番号 05915018 により行われた。本研究を勧めて下さった琉球大学理学部化学科大森保助教授に深くお礼申し上げます。高那温泉の起源を求めるための同位体的研究などがまだ残っているが、今後の課題としたい。

参考文献

- 1) Yoshioka, R., Okuda, S. and Kitano, Y.: "Calcium chloride type water discharged from the Matsushiro area in connection with swarm earthquakes", *Geochemical Journal*, 14, 61~74 (1970)
- 2) 西島本周吉: "石垣島における有感地震について" 琉球気象調査報告, No.22, 61~69 (1967)
- 3) 正木 謙, 宮城邦昌 "台湾付近における地震の物理的分布" 琉球気象調査報告, No.23, 95~100 (1969)
- 4) 気象庁地震火山部: "1991年1月からの西表島群発地震" 地震機動観測実施報告, No.3, (1991)
- 5) 大森 保, 棚原 朗, 宮城保大, 平良初男: "西表島群発地震と高那温泉の水質変動" 日本地球化学会講演要旨集, p.269 (1993)
- 6) 中川久夫, 土井宣夫, 白尾元理, 荒木 裕: "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), 1~22 (1982)
- 7) 金森 悟: "天然水の化学", 化学の実験, 18, 14~19 (1967, 共立出版)
- 8) 東田盛善: "沖縄県波照間島の地下水の水質", 工業用水, No. 418(7), 15~34 (1993)
- 9) Stumm, W. and Morgan, J. J.: "Aquatic Chemistry" (1970, Wiley-Interscience)
阿部喜也, 半谷高久訳: "一般水質化学", p.361 (1974, 共立出版)
- 10) 牧野 清: "八重山の明和大津波", (1981, 自費出版)
- 11) 国立天文台: "理科年表" p. 658 (1994, 丸善)

- 12) 加藤祐三：“琉球列島西表海底火山の位置と噴出物量”，
琉球列島の地質学研究, 6, 41~47 (1982)
- 13) 加藤祐三：“琉球列島西表海底火山に関する試料”，
琉球列島の地質学研究, 6, 49~58 (1982)
- 14) 兼島 清, 平良初男, 渡久山章, 小坂丈子, 木村政昭：“竹富島沖の海底に噴出する温泉およびガスの地球化学的研究”，琉球大学理学部紀要, No.36, 73~80 (1983)
- 15) 大森 保, 棚原 朗, 平良初男 他：“群発地震に関連した竹富海底温泉調査”，
日本地球化学会講演要旨集, p 195 (1992)

高出力 $\beta \cdot \gamma$ 線検出用GM管の製作と授業への活用

盛 山 泰 秀 ※

1. はじめに

私たち日本人は唯一の被爆体験国であり、放射能に対する感情は鋭敏である。その後の世界各地における事故被害を見ても、そのことは理解できる。それ故に、放射線に対する科学的な教育は必要だと考える。教材化するときに障害となるのは、測定機器が高価なことで、危険性であろう。そこで私は、市販されているGM管キットを組み立てて、自然放射線を測定することで、環境への新しい視点と授業への活用の工夫を行った。

1. 測定機器の製作

β 線・ γ 線の検出には秋月電子(東京秋葉原)の電子キットにある γ/β 線検出ポケットガイガーカウンタキットを購入し組み立てた。このキットには現在のところ、4種類ある。このうち2種類については1992年～1993年にかけて組み立てて、いくつかの取り組みを本県化学教育研究会誌23号と24号に報告してある。その時のGM管は浜松ホトニクス㈱のD3372を使っていた。このD3372では1分間に10回程度検出できるはずなのだが、4キットを組み立てて実際に作動させたところ、1分間に3回程度の検出であった。それでも、幾つかの実験を考案してみたところ、そのうち2、3項目は高等学校の実験にも使えることがわかった。

今回、過去2ヵ年の取り組みを踏まえて、GM管の感度をできるだけ高感度にして、より高度な実験項目が設定できるようにした。GM管は浜松ホトニクスのD4345-01を使用して放射線を検出したときは音(ピ!, ピ!)だけではなく、液晶表示のカウンターを取りつけた。

今回作成したのは秋月電子㈱の「デジタル放射線検出ガイガーカウンタジャンボ: 超高感度(GM管 4・1/2 桁LCD表示) (19,000円)を購入して組み立てた。カウンターの方は、単純にアップカウンターとした。今回使用したのD4345-01はD3372の80倍の感度があり、環境放射線測定、食物の放射線測定も可能である。図1、図2にD4345-01の形状とプラトー特性を示す。

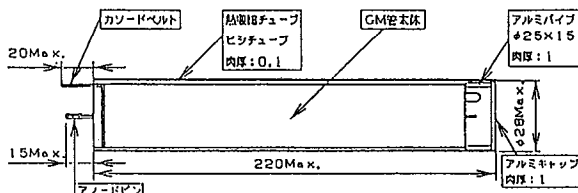


図1 外形寸法図 (単位: mm)

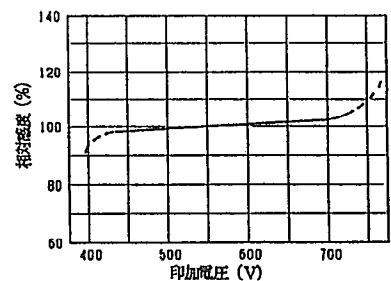


図2 プラトー特性 (代表値)

2. 研究方法

(1) 高度差における放射線の変化

① 飛行機における放射線の測定 (沖縄～東京線)

自然放射線は宇宙船と地球からの放射線があるが、地上と上空の放射線を測定することで両方の放射線の関係を調べる。

② 海拔0 mから山の上 (八重岳) における放射線の測定

沖縄本島内で人間の活動範囲内の高度差では、放射線の変化はあるのかを調べる。

(2) 洞くつ内 (玉泉堂) の放射線の測定

地球に含まれるウランは崩壊していく過程でラドンなどの気体になるとよく洞くつ内に溜まるといわれている。ラドンの崩壊過程では β ・ γ 線が放出されるので、もし洞くつ内に放射性元素が滞留していれば測定できるはずである。

(3) 教育センター内の岩石の放射線測定

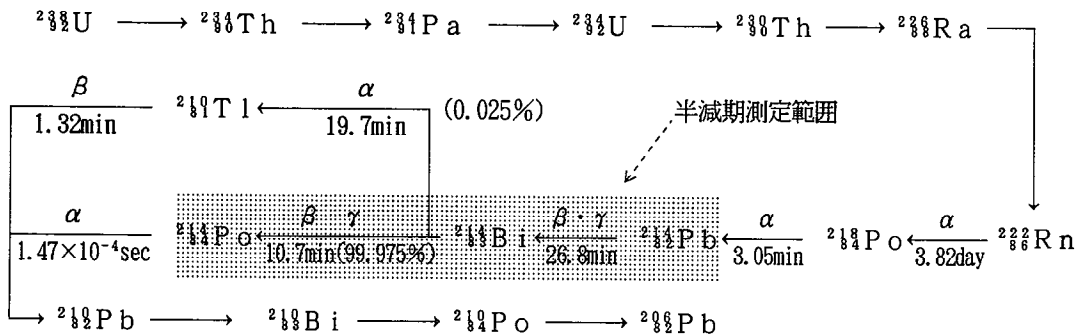
教育センターには沖縄県内各地の岩石が集められており、採集場所、年代等履歴もはっきりしている。これらの岩石の放射線を測定する。

(4) 沖縄本島各地の放射線の測定

沖縄本島南部から北部 (塩屋湾) まで約30カ所で放射線を測定する。

(5) 原子が壊変していく様子を観察する。

(2)の実験でも説明してあるように、 ^{238}U は放射線を放出しながら ^{206}Pb になる。その過程でラドンは地下室や空気の交換の無い部屋などによく溜まるといわれている。これを掃除機のフィルターバッグに集めて崩壊過程で放出される β ・ γ 線を測定し、半減期 (約30分) を調べることで原子が壊変していく様子を観察する。



3. 結果及び考察

(1) 高度差における放射線の変化

図3では、飛行機が離陸して5分ほどすると放射線量は飛行的に増大して飛行機が水平飛行に入るとともに安定する。地上の約15倍ほどの放射線量を浴びることとなる。この増加分は宇宙線と考えて差し支えない。いかに多くの宇宙線が地球に降り注いでいるかよくわかる。また、10キロメートルの大気の厚みでほとんどの宇宙線が吸収されていることに気がつく。我々生命体が地球大気によって保護されていることがわかる。

① 飛行機における放射線の測定 (沖縄～東京線)

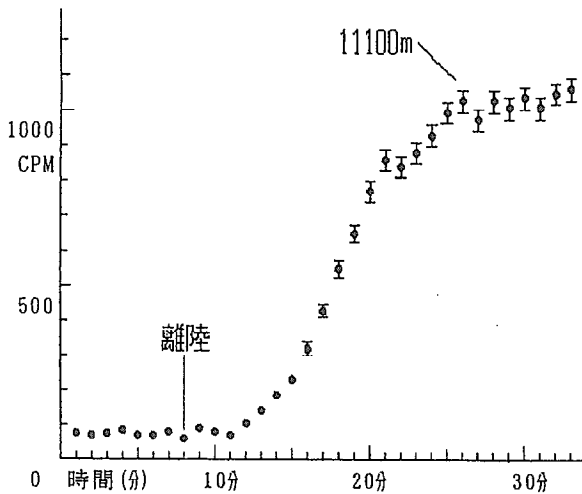


図 3

② 渡口港～八重岳山頂の放射線測定

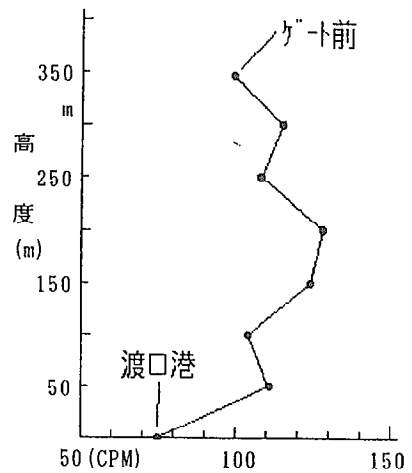


図 4

図4 から沖縄本島内での高度差において放射線の量は、ほとんど変化が無く 1 ～ 350m程度では放射線による影響を心配する必要はないといえる。

(2) 洞くつ内 (玉泉堂) の放射線の測定

測定場所	入口 (外)	入口 (内)	200m	400m	650m
カウント±誤差	99 ± 10	49 ± 7	37 ± 6	40 ± 6	61 ± 8

表1 (単位はCPM)

洞くつ内の放射線量は一般的には洞くつの外より多いと言われている。今回の調査では洞くつ内のほうが測定地点のどのポイントよりも、小さな値を示した。このことの考察の前になぜ洞くつ内の放射線量が多いかという、土壌に含まれるUが崩壊する過程で生じるラドンなどの気体が洞くつ内に滞留しそれらが崩壊して放出するために放射線量が多くなるといわれている。確かに、玉泉堂の測定で外よりも多くなることもあるようで、年間をとおした測定をしないかぎり、明確な結論は言えないようである。ラドンなどの放射性元素が何らかの理由で無い場合は、洞くつの遮蔽効果により宇宙線が洞くつ内に届かないと考えたと説明がつく。いずれにしても、もうすこし測定回数を増やしてみたいと思う。

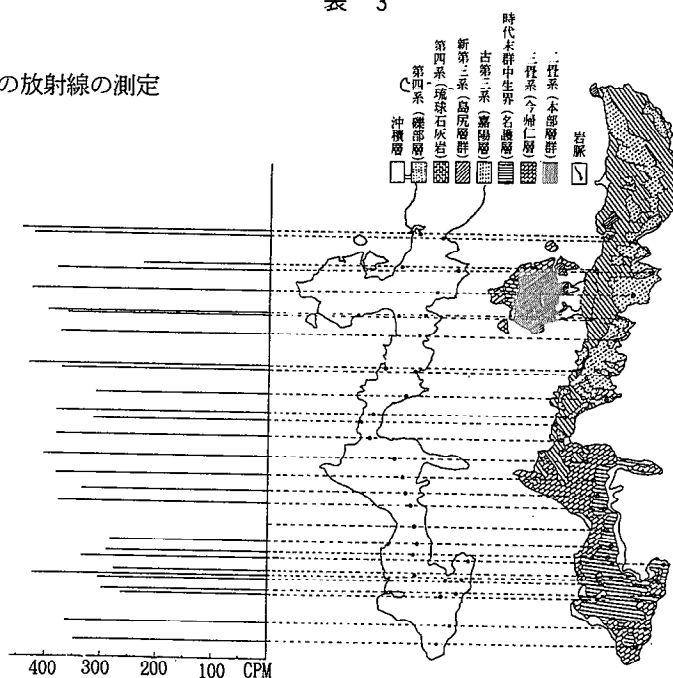
(3) 教育センター内の岩石の放射線測定

堆積岩と変成岩、火成岩に分けて表にしてみた。火成岩のほうが放射線の強さは一様であるように見える。それに比べて、堆積岩のほうは数値的な共通性が見られない、これは堆積岩の供給母岩が何であるかによって (堆積岩中に含まれる鉱物) 放射線量は大きく変化するものと考えられる。

岩 石 名 (採集場所, その他)	年代±誤差	岩 石 名 (採集場所, その他)	年代±誤差
堆 石灰質角礫岩 (本部層, 中世代約-2億年前)	77±3	火 ぎょう灰岩 (本部層, 中世代-2億年前)	106±3
堆 礫質砂岩 (嘉陽層, 新生代始新世-2億4千万年前)	124±4	火 輝緑ぎょう灰岩 (読谷村, 長浜, 中世代-1億年前)	157±4
堆 泥岩 (石垣市観音崎, 宮崎層, 中世代2億年前)	173±4	火 石英はん岩 (名護市, 源河, 新生代中新世-1500万年)	143±4
堆 チャート (本部町, 本部層, 部間, 中世代-2億年前)	94±3	火 角せん石ひん岩 (名護市, 源河, 新生代中新世-1500万年)	123±4
堆 石灰岩 (本部町, 今帰仁層, 中世代-2億4千万年前)	92±3	火 石英せん緑岩 (石垣市, おもと花こう岩類, 2000万年前)	128±4
堆 砂岩 (国頭村, 名護層, 中世代-1億年前)	135±4	火 角せいぎょう灰岩 (石垣市, 大野, 野底層, 5000万年前)	123±4
堆 チャート (熊本県)	94±3		
変 黒色千枚岩 (名護市名護, 名護層, 中世代-1億年前)	174±4		
変 緑色千枚岩 (名護市名護, 名護層, 中世代-1億年前)	83±3		

表 3

(4) 沖縄本島各地の放射線の測定



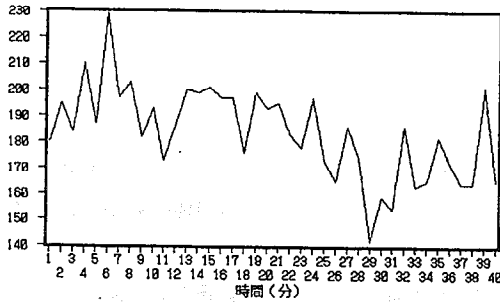
測定ポイントと地質図および放射線量

沖縄本島の約30ポイント程度を測定してみたが、今回の測定では山原のほう放射線量が多いことがわかった。これは岩脈を成すところの名護層・嘉陽層の放射線量が高いことに起因していると考えられる。また島尻層群の地層上では比較的放射線量が低く、南部の赤土が以外に高い値を示した。母岩であるところの石灰岩の放射線量が低いことを考えると、さらにくわしい調査が必要である。

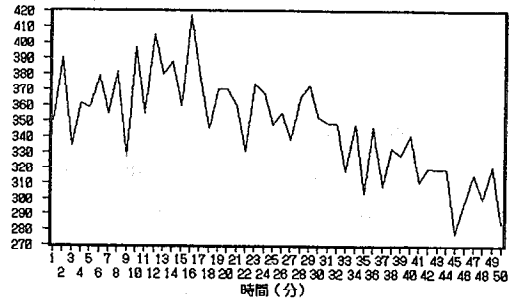
(5) 原子が壊変していく様子を観察する。

放射性元素を採集する方法は家庭用電気掃除機を使いヒルターは掃除機の集塵バックを利用した。集める時間は30分とし、集めた場所は①教育センター理科棟2階化学機器室、②美里高校管理棟地下ケーブル、③教育センター2階外の3カ所で採集した。

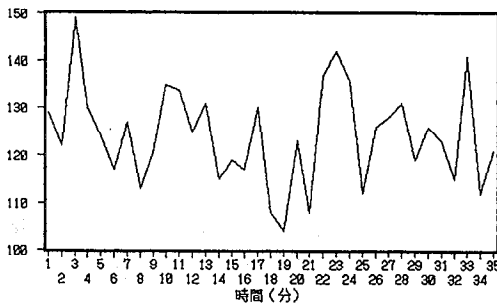
①教育センター理科棟2階化学機器室



② 美里高校管理棟地下ケーブル



③ 教育センター2階外



放射性元素を集める方法としては掃除機の集塵バックで充分採集できることがわかった。①と②のグラフから集めたPbとBiの崩壊が飽和に達するのに6分と16分かかり、その後はPbの半減期ペースに沿って現象していることがわかる。

①、②共に30分で半減期を迎えている。③では、明確なピークと半減期が確認できない。これから、大気中には放射性元素が①、②のように存在しないと考えられる。

まとめ

今回GM管を高感度にすることで、半減期測定や岩石の放射線測定など実験に使えるようになったと考える。

おわりに

今後は沖縄本島内の放射線をより細かく測定し、放射線マップを作成したい。また、授業への活用を継続して取り組んでいきたい。

おわりに本研究にあたって、指導助言していただいた田場 稔指導主事をはじめ琉球大学の平良初男教授、棚原 朗講師、理科研修課の先生方や研修員の皆様に深く感謝の意を表します。

参考文献

- | | | | |
|---------|------|-------------------------|-------------|
| 三島良績監修 | 1991 | わかりやすい原子力 | 日本原子力文化振興財団 |
| 浜松ホトニクス | | D4345-01 TECHNICAL DATA | 浜松ホトニクス |
| 奥野久輝訳 | 1973 | ギャレット化学(下) | 東京化学同人 |

〈全国理化学大会資料集より〉

1. 気体質量の直接測定

1. はじめに

空気による浮力のため、気体質量を大気中で直接測定することは困難である。よく行われる気体質量の測定実験は、ガスボンベ（ガスライター）の質量減少または化学反応による気体の発生装置全体の質量減少を測定し、それが生じた気体の質量だとするものである（1，2）。今回、アスピレーターで真空にした丸フラスコに様々な気体を吸引させ質量増加を測定し、気体の質量を直接測定するふたつの実験を組み立てた。アスピレーターであるため水の蒸気圧までしか減圧できないこと、大気圧と温度に依存すること、実在気体であり気体の状態方程式からずれることなど様々な制約はあるが、私たちの目的である「気体に質量があること」「気体1モルが占める体積は気体の種類には無関係であること」を伝えるには充分満足できるものであった。このふたつの実験を紹介し、若干の考察を加える。

2. 実験操作

実験1 〈空気の質量〉

500mL丸フラスコ中の空気の質量を直接測定する。丸フラスコの体積を測り、空気1Lあたりの質量を求める。この値を使い、実験室中の空気の質量を計算により求める。さらに、一つの建物中の空気の質量を求める。

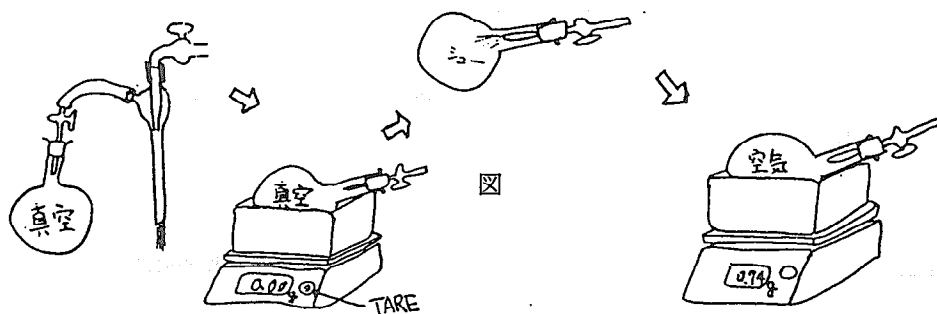
(1) 丸フラスコ中の空気の質量を測定する。

下図のように丸フラスコをアスピレーターにつなぎ、水道水を最大の水量で流す。3分間水を流し続けると丸フラスコ内は真空になる。コックを閉じ、真空ホースをはずす。電子天秤の上に発泡スチロールの箱を置き、その中に真空の丸フラスコを載せる。TAREボタン（風袋引きボタン）を押し、表示を0.00gとする。コックを開き空気を入れ、コックを閉じ電子天秤の表示を読む。これが丸フラスコ中の空気の質量である。この操作を2回繰り返し、平均値を求める。

1回目 (0.74) g

2回目 (0.74) g

平均 0.74 g



(2) 丸フラスコの体積を測定する。

丸フラスコの実体積を水を用い測定する。丸フラスコ水道水で満たし、二方コックを取付け余分

な水を出す。コックをはずし、メスシリンダーで水の体積を測定する。この操作を2回繰り返し、平均値を求める。

1回目 (642) ml 2回目 (638) ml 平均 640 ml

以上の結果より

空気 (640) ml の質量は (0.74) g であることがわかった。

よって空気 1 l の質量は、(1.16) g である。

また空気 1 m³ (1000 l) の質量は (1160) g である。

(3) この教室に存在する空気の質量を求める。

(a) この教室の縦・横・高さをメジャーで測定し、容積 (m³) を計算により求める。

縦 (9.3) m $9.3 \times 8.7 \times 3.3 = 267.9$

横 (8.7) m

高さ (3.3) m

答え 267 m³

(b) この教室にある空気の質量 (kg) を求めなさい。

$$\frac{1160}{1000} \times 267 = 310.7$$

答え 310 kg

(4) 一つの建物中に入っている空気の質量を求める。

(a) 建物の縦・横・高さをメジャーで測る。

縦 (67.0) m 横 (12.0) m

高さは直接測定できないため、建物から a m 離れた場所からの角度 θ を分度器により測定し、目の高さ b m を考慮にいれ建物の高さを計算により求める。

a = (10.0) m $\theta = (47)^\circ$ b = (1.5) m

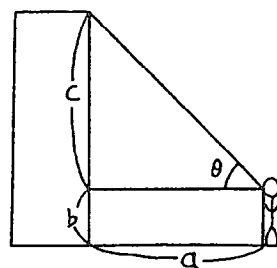
$$\tan 47^\circ = 1.07 \quad \tan 47^\circ = \frac{C}{10}$$

$$\text{よって } 1.07 = \frac{C}{10} \quad \therefore C = 10.7$$

高さは、 $b + c = 1.5 + 10.7 = 12.2$

10

体積は $\times 12.0 \times 12.2 = 981.0$



答 9810 m³

(b) この建物中にある空気の質量 (t) を求めよ。

$$\frac{1160}{1000 \times 1000} \times 9810 = 11.4$$

答 11.4 t

実験2 〈気体1モルの体積〉

真空にした丸フラスコに様々な気体 (N_2 , CO_2 , CCl_2F_2) を吸引させ、気体の質量を直接測定する。丸フラスコの体積は前回の実験の測定値を使用する。気体の分子量から、これらの気体1モルが占める体積を比較する。

(1) 気体質量の測定

丸フラスコをアスピレーターにつなぎ真空にする。上皿天秤に真空の丸フラスコを載せ風袋引き (TARE) し、表示を0.00 gにする。液体窒素をポリ袋に入れ、口を輪ゴムで軽くとめ気化させる。これを丸フラスコの二方コックの先に取り付け、コックを開き丸フラスコを N_2 で満たす。コックを閉じポリ袋をはずし、上皿天秤で質量を測る。この測定値 (0.70) gがフラスコ内の N_2 で質量である。丸フラスコの体積は、前回の実験の測定結果より (640) mlであることがわかっている。よって

N_2 (640) mlは (0.70) gである。

よって N_2 1 lは (1.09) gとなる。

同様にして、二酸化炭素 CO_2 (ドライアイス) とジクロロジフロロメタン CCl_2F_2 (冷却用ガス) の測定を行う。

CO_2 (640) mlは (1.07) gである。

よって CO_2 1 lは (1.67) gとなる。

CCl_2F_2 (640) mlは (2.87) gである。

よって CCl_2F_2 1 lは (4.48) gとなる。

(2) 各気体の分子量の計算

各気体の分子量を原子量より計算し求める。

原子量は C:12.0 N:14.0 O:16.0 F:19.0 Cl:35.5

分子	分子量
N_2	$14.0 \times 2 = 28.0$
CO_2	$12.0 + 16.0 \times 2 = 44.0$
CCl_2F_2	$12.0 + 35.5 \times 2 + 19.0 \times 2 = 121.0$

(3) 各気体1モルの体積を求める。

各気体1モルが占める体積を計算し求める。

分子	1モルが占める体積
N_2	$28.0 \div 1.09 = 25.7 \text{ l}$
CO_2	$44.0 \div 1.67 = 26.3 \text{ l}$
CCl_2F_2	$121.0 \div 4.48 = 27.0 \text{ l}$

(4) この実験結果から結論されることを述べよ。

気体1モルが占める体積は気体の種類に関係なく一定

3. 考察

この実験では真空ポンプでなく、水流アスピレーターを用いているので、真空にはならず、水の蒸気圧で平衡に達する。実験時の水の水温は20℃であり、水蒸気圧は0.023 atmである(3)。また大気圧は0.977 atmであった。水蒸気圧補正および大気圧補正を行うと理想気体がこの実験で示す1モルあたりの体積は25.6 lであり、実験値とよい一致を示した。水の蒸気圧は10℃で0.012 atm, 0℃で0.006 atmであり、水温が低いほどよい真空が得られる。私たちはこの実験を初夏に行っているが、水温の下がる真冬に行えば補正なしでよい結果が得られることであろう。

都市ガスのメタンやガスライターのボタンは、可燃性であり爆発の危険性があることと混合物であることから、今回の実験には用いていない。不燃性でさらに分子量の小さな気体や分子量の大きな気体や、たとえばヘリウムやフロンガスが入手できればこの実験に取り入れていきたい。

4. 使用した主な器具と価格

・アスピレーター	¥2,000
・500 ml 丸フラスコ	¥1,800
・テフロン二方コック	¥2,800
・真空ホース(1 m)	¥1,000
・シリコンゴム栓	¥220
・電子天秤(最小表示10 mg, 最大秤量300 g)	~¥100,000

5. 参考文献

- 1) L.R. Summerlin. and J.L. Ealy. Jr., “実験による化学への招待”, 丸善(1987)
- 2) C.L. Borgford. and L.R. Summerlin, “身近な化学実験 I”, 丸善(1990)
- 3) 国立天文台編, “理科年鑑”, 丸善(1993)

2. 紙を用いたセッケン分子のモデル

1. はじめに

セッケンや合成洗剤などの界面活性剤については、日常生活の化学として身近に親しんできた。その洗浄作用は、「しゃぼん玉づくり」から「ローリングアップ（油汚れ除去）」まで、様々な実験に応用されており、生徒の興味関心をそそる優れた教材だと言える。

ところが、分子レベルでのセッケンの作用を説明するにあたっては、教科書等によく記載されている（図1）のような図が用いられるくらいで、これ以外の方法はなかなか見あたらない。

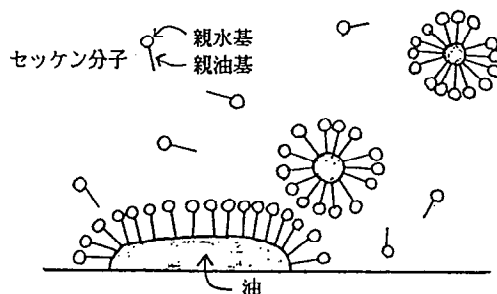


図1 セッケンの洗浄作用

……セッケンの分子は一つの分子中に、水になじみやすい部分（親水基）と、油になじみやすい部分（親油基あるいは疎水基）をもち、油がセッケン水で微細な小滴となって分散するのは、セッケン分子が親水基を水側に、親油基を油側に向けて、油を包み込むように配列するためである。……このようなふるまいを示すモデルがあれば、生徒達の理解もより確かなものになる、ということでモデルの研究開発に至った。

今回、紙を用いたセッケン分子のモデルを紹介する。

2. 準備

厚紙、水性ペン、油性ペン、はさみ、三角フラスコ、ゴム栓、
ビーカー、フラットシャーレ、コマゴメビペット、ガラス棒、
灯油、四塩化炭素、水

セッケン分子モデルの作成……まったく実に簡単である。

まず、水性ペンで厚紙の表に色を塗り、次に裏に油性ペンで色を塗る。水性和油性で色が異なるようにする。はさみで2～3mmの大きさに切ってできあがり。一つ一つの紙片がセッケン分子に相当し、水性ペン側が親水基、油性ペン側が親油基という具合である。

確認のために、切り残した厚紙に水と灯油を少量垂らしてみる。水性ペン側でははっきりとした違いが見られないが、油性ペン側では水は水滴となりはじかれ、灯油ははじかれずに濡れてしまう。

3. 実験

【実験1】基本的なモデルのふるまい

〔実験のねらい〕

紙のモデルが、水と油の境界面で、親水基が水の方を向き、親油基が油の方を向いて配列することを確認する。

〔実験〕

三角フラスコに紙のモデルを入れておき、水・灯油という順番で注ぎ入れる。ゴム栓をして激しく振ったあと、静置する。

水性ペン側が水の方に、油性ペン側が灯油の方に向いて、きれいにならんでいることが観察される。

〔生徒の反応〕

何度も激しく振っても、また同様に配列することに関心を示していたようである。

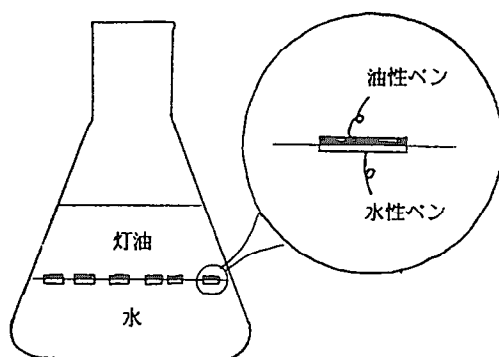


図2 基本的なモデルのふるまい

【実験2】乳化をモデルで表現する。

〔実験のねらい〕

水中でセッケン分子のモデルが油滴を取り囲み、乳化する様子を確認する。

〔実験その①〕

ビーカーにモデルを入れ、水を注ぐ。この時モデルを十分に水になじませておく。

この実験では、油が水面に浮いてもらっては困るので、灯油の代わりに、水より比重が大である四塩化炭素を用いる。（生徒には四塩化炭素の取扱について、充分注意を払うように指導する。）

四塩化炭素を少量、コマゴメピペットでビーカーの底に注入し、ビーカーを静かにゆすってみる。紙のモデルが次々に四塩化炭素の周りにくっついてくる。このときも【実験1】と同様に油性ペン側を四塩化炭素に、水性ペン側を水に向け配列している。はじめは二つ三つ向きが逆にひっついていてのものみられるが、うまくビーカーをゆすつてやると、正しく向き直る。

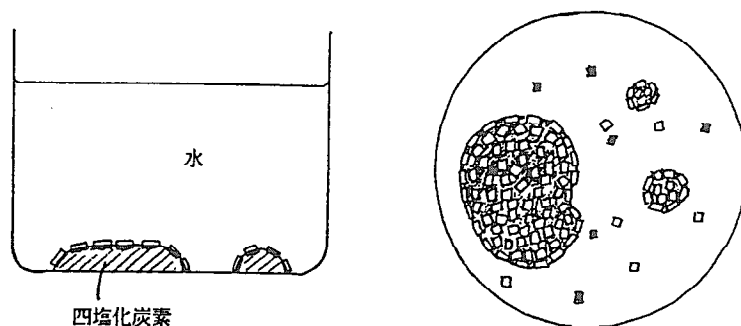


図3 乳化の様子（四塩化炭素）

ガラス棒でそっとかき混ぜると、四塩化炭素のかたまりが小滴となって散らばる。しかし、紙のモデルがびっしりとくっついた小滴同士は、再びくっつき合わないで分散したままである。時間の経過にしたがって紙のモデルが水と四塩化炭素によくなじみ、ペンの色が液中に溶け出してくるが、かえ

って水と四塩化炭素が色で区別できるようになってよい。

また、横からではなく、真上からの観察を容易にするには、ビーカーのかわりにフラットシャーレを用いるとよい。

〔実験その②〕

乳化のモデルがさらに現実味を帯びてくるように、油滴の形状を球形にしようと試みた。

四塩化炭素と灯油を約2：5の割合で混合し水の比重に近づけて〔実験その①〕と同様に行った。紙自身の重さのために球状の混合油全体を紙のモデルがきれいに取り囲む様子がなかなかみられない。



図4 乳化の様子（混合油）

〔生徒の反応〕

いずれの実験でも生徒は関心を持って取り組めたようである。ビーカーやシャーレをゆすったりかき混ぜたりしながら、小滴のモデルをあっちへコロコロ、こっちへコロコロと転がして飽きることなく観察をしていた。

4. 発展：セッケン分子の立体的モデル

紙のモデルを平面ではなく、立体的に表してみた。

教科書等の図ではセッケン分子はマッチ棒のように表現してある。これに似せてモデルをいろいろと作成してみたが、液体中でのバランスの面で無理があった。それよりもマッチ棒のような形にこだわらず、バランス面を考慮して（図5）のようなモデルを開発した。

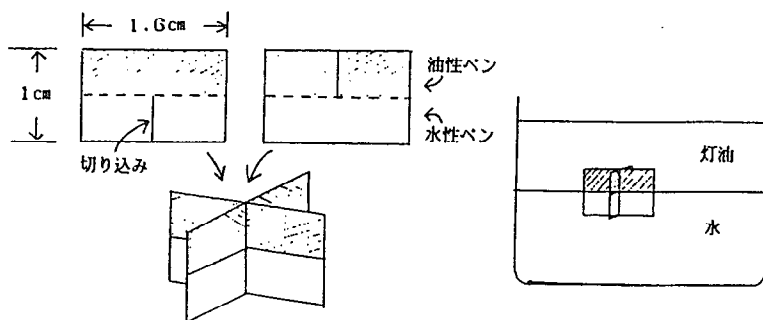


図5 立体のセッケン分子モデル

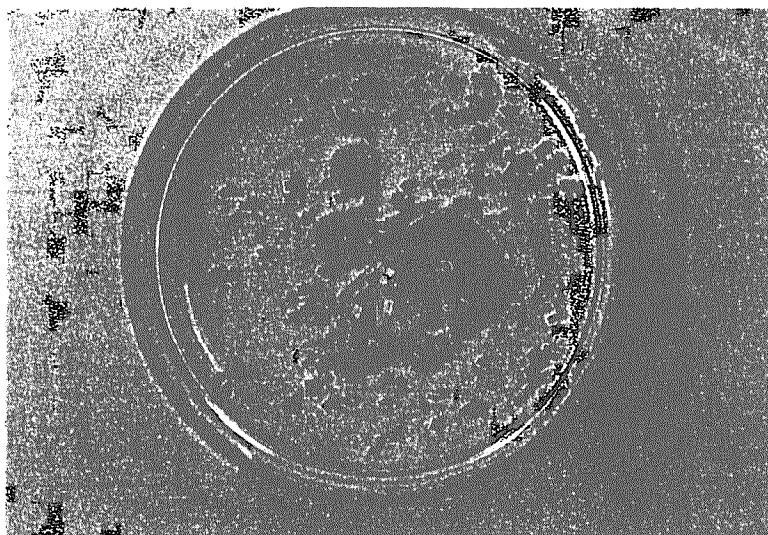
乳化の説明には平面モデル、個々のセッケン分子の様子を説明するのに立体モデルというふうに使いつけてみると、一層効果的であると思われる。

5. まとめ

化学の教育において大切なことは、個々の生徒が自ら実験・観察を通してさまざまな化学的事象を

理解していくことであるが、実際の教育現場において、このことが十分に出来ているとはいえないところがある。いくつかの要因が考えられるが、その一つとして、実験器具・装置等の数量が不足していることが挙げられる。経済的な制約がある以上、「これは仕方がない」と、諦観してしまう前に、少しの工夫次第でよい実験が出来ることをあらためて感じた。

今回紹介した実験は、生徒一人一人が行うことができ、必要なものも四塩化炭素を除けば身近に手に入るものばかりである。手間も、お金も、時間もかからない。



参考文献：科学教育研究協議会大阪支部編

「たのしいかんさつ やさしいじっけん90（清風堂書店出版部）

3. 電池の仕組みを考える

— サンドイッチ型マンガン電池の簡易製作を通じて —

【1】はじめに

8年前、某高等学校の化学準備室に巨大なマンガン電池（ルクランシェ電池）が鎮座していた。500 mlのビーカーと大型の素焼き円筒でできたこの電池は、試薬に単3乾電池なら数百個分にも相当する酸化マンガン（IV）と飽和塩化アンモニウム水溶液が使用されていたが、その図体とは裏腹にからっきしの能なしであった。それは、かろうじて2.5V、0.3Wの豆電球を点灯することができるだけだったのである。

能なしの原因はすぐにわかった。だが、それを製作者に理解してもらうことは難しかった。電池の基本的な部分についてのいくつかの無理解と誤解が出発点になっていたからである。

電池は生徒の興味を引きやすい教材である。それだけに先生方の関心も深く、本大会にも毎年多くの研究発表が行われている。しかし、電池ほど多くの無理解や誤解を含んだままの教材も珍しいのではないだろうか。

例をふたつ挙げよう。ひとつは「減極剤」の用語をいまだに教科書からなくすことができないことである。専門家の間では、ずっと以前から死語になっているこの用語をなくせないのは、現場の先生方の抵抗が強いからである。

もうひとつは、「電池は、イオン化傾向の異なる2種類の金属と電解質溶液があればできる」と思い込んでいる先生も多いらしいことである。「電池の原理は2種類の金属のイオン化傾向の違いに基づく」というのは正しいが、先の考えは明らかに間違いである。

筆者らは、今までも教材としての電池に関する研究を発表してきたが、その中で試薬が微量（数滴）で簡単にできる高性能のサンドイッチ型ダニエル電池等（図1）を提案してきた。

今回は、マンガン電池の原理や仕組みを明らかにする目的で、先の長所を生かしたサンドイッチ型マンガン電池の工夫を紹介し、電池に対する正しい理解への参考としたい。

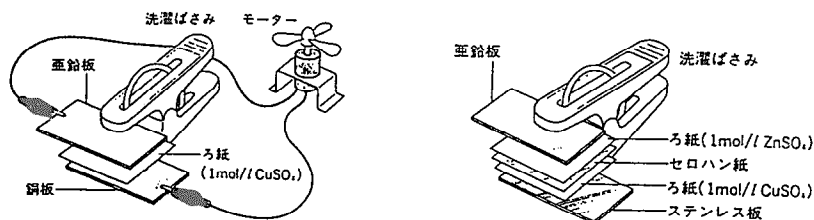
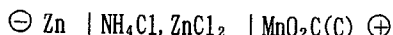


図1 サンドイッチ型のダニエル電池モデル（左）とダニエル電池（右）

【2】市販マンガン電池の観察

マンガン電池の基本的な構造はよく知られているように、次のようである。



さて、マンガン電池を自作する前に、まず市販電池を分解して、実際にどのようなになっているか調べてみよう。今の乾電池は、要領さえ知れば、実に簡単に分解できる。

用意する工具はニッパーとラジオペンチ、それにカッターナイフである。まずニッパーで、電池外装の上端を3mmほど切り込み、その部分をラジオペンチではさみ、外装上端をコンビーフ缶を切る要領で巻き取る。こうすると簡単に金属外装を抜きとることができるのである。さらに、電池本体を覆っている絶縁用プラスチック披覆をカッターナイフで切り取り、正極の突起をラジオペンチではさんで1～2回、回転させると、炭素棒が金属カバーと共に抜け、電池内部が現れてくる。

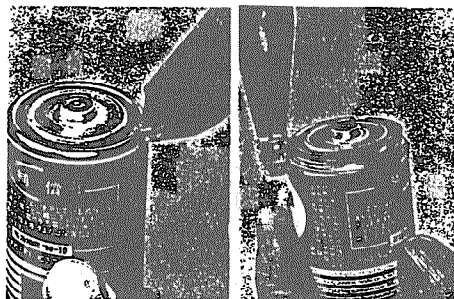
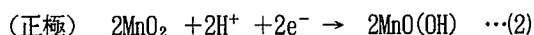
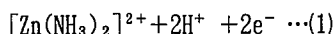
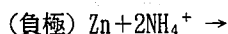


図2 電池の分解 (切り方, 巻き取り方)

教科書などの図で見る限り、電池の構造はかなり複雑のようだが、実際は単純で亜鉛缶の中に真っ黒な正極合剤が固く詰め込まれているだけである。本当をいうと、亜鉛缶のすぐ内側には、茶色い紙製の隔膜があるのだが、よほど意識しなければ、それと気づかない。まるでカステラの上下の紙みたいに目立たぬ存在だ。

【3】炭素棒の役割

マンガン乾電池の正極は炭素棒である。この炭素棒はどんな役割をしているのだろうか。マンガン電池の起電反応は、次式である事もよく知られている。



これでわかるように、正極活物質(酸化剤)は酸化マンガン(IV)で、炭素棒は起電反応には直接関与していない。炭素棒は、回路を流れてきた電子を MnO_2 に受け渡す導体(集電棒)に過ぎないのである。

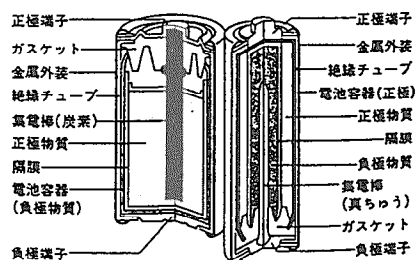


図3 マンガン乾電池 (左) アルカリマンガン乾電池 (右)

このことは、マンガン電池の一種であるアルカリマンガン電池



を同じように分解して比較すれば、よりよくわかるであろう。この電池に炭素棒はない。正極はステンレス製の電池容器なのである。負極は粉末状の亜鉛が電解質溶液でペースト状に練られて中心部にある。すなわち正、負極の活物質の位置関係は両電池で逆になっているのである。

ところで両電池の起電力は、正極素材や電解質溶液の種類が異なるにも拘らず同じ公称1.5Vである。両電池とも活物質が Zn と MnO_2 である点では同じだからである。

すなわち、正極の炭素棒やステンレスは起電力に影響を与えない。というのも、これらは MnO_2 に電気を伝える役割をしあっているだけで、起電反応とは無関係だからである。したがって、電池としては、

電極に炭素を用いてもステンレスを用いても、本質的な違いは全くない。電池を自作する時には、扱いやすさなどからステンレス板を使うのがよい。

【4】正極合剤の中味

先にも述べたが、乾電池内部の大部分は真っ黒な正極合剤である。この真っ黒な正極合剤を見ると、多くの人は先ず酸化マンガ (IV) を思い浮かべるようだ。だが、それでは正しいといえない。正極合剤には MnO_2 よりずっと多くのグラファイト (黒鉛) 粉末が含まれている。およそ質量比で MnO_2 : C = 1 : 2、体積比なら 1 : 4 ~ 5 程度にはなっている。

なぜこのように多くのグラファイト粉末が含まれているのであろうか。

それはこれがないと、電池はその能力を十分に発揮できないからである。化学反応式上には少しも現れてこないのに、それなしでは電池の能力が発揮できないのは MnO_2 や MnO(OH) の電気抵抗が極めて大きいからである。テスターで酸化マンガ (IV) の導通テストを試みよう。粉末ゆえ定量は困難だが、定性的には MnO_2 が極めて電気を通しにくいことが容易にわかるはずである。OHP 用のテスターはないから、演示には図4のような回路を組んで調べればよい。

MnO_2 が電気を通さなければ、正極から離れた MnO_2 に電子は届かず、そこに起電反応は起こらない。こうならないようにグラファイト粉末中に MnO_2 粉末を分散させているのだ。 MnO_2 の回りはグラファイトで取り巻かれていなければならない。またグラファイトが途中でとぎれてもいけない。だから、 MnO_2 に比べてグラファイトが多量に必要なのである (図5)。

また図6のように、粉末粉子間に隙間があると、回路がつながらない。正極合剤が電池内で固く詰め込まれている理由である。

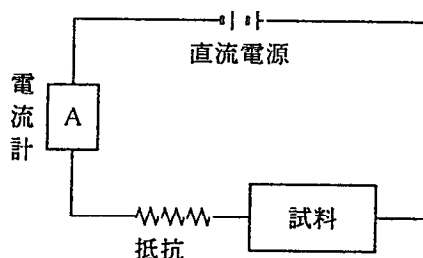


図4 導通テスト回路例

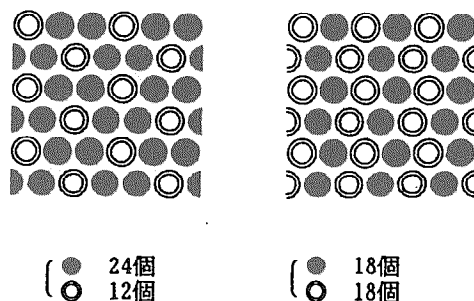


図5 36個のC(●)と MnO_2 (◎)の集合状態

【5】サンドイッチ型マンガン電池の製作

以上の考察から、サンドイッチ型マンガン電池の仕様は次のように決定した。

実際の製作は亜鉛板の上に隔膜のろ紙をおき、この上にあらかじめよく混合した正極合剤を広げ、その上にステンレス板をのせるだけででき上がりである (図7)。

モーター、発光ダイオード、電子ブザー、豆電球などの電気器具を接続して、そのできばえを調べよう。

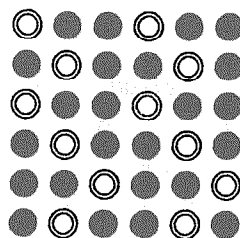


図6 粒子間に隙間がある状態

負極：亜鉛板 (3 cm × 5 cm) (活物質)
 正極：ステンレス板 (3 cm × 5 cm)
 正極合剤：
 MnO₂ (耳かき 1 杯) (活物質)
 グラファイト粉末 (耳かき 4 杯)
 NH₄Cl 飽和溶液 (1 mL) (電解質)
 隔膜：ろ紙 (3 cm × 4 cm)

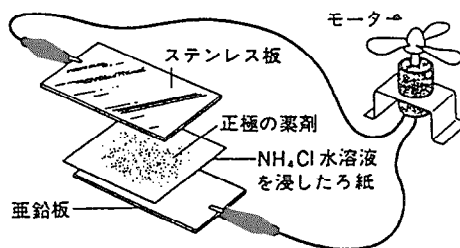
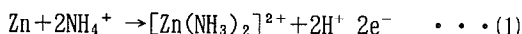


図7 サンドイッチ型マンガン電池

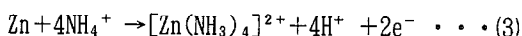
そのままでは器具がうまく作動しないことが多いはずだ。そのときは、ステンレス板を上から押えつけるとよい。圧力を加え正極合剤を密着させると、電池の性能が向上することがよくわかる。密着させるために、上下を厚手のプラスチック板で挟みクランプで締付けてもよい。

【6】負極の起電反応に思う。

最近の教科書等では負極の起電反応は、式(1)のように表されることが多い。

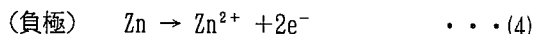


ところが以前の教科書等では、錯塩に出てくるアンミン亜鉛錯体が4配位だからであろうか、式(3)のように表すことが多かった。



その点では昔の記述の方が自然にも思えるが、電池内はアルカリ性条件下でないから、テトラアンミン錯体はできない。錯体は本当に難しい。

ところで、高等学校の電池の起電反応に、式(1)のようなジアンミン錯体を含む化学反応式が必要なのだろうか。次の式(4)ではいけないのだろうか。



最近の超高性能マンガン乾電池では、電解質にNH₄Cl₂のみを使うこともある。ZnCl₂の扱いは、本当はかなり面倒なようだが、電池の負極物質は電子を放している(酸化されている)ことを協調するため、ここは思い切って単純な式にしたいのである。

【7】おわりに

「はじめに」で紹介した巨大な無能マンガン電池は、素焼き円筒中に電解質溶液で練ったMnO₂を詰め込んであるだけで、グラファイト粉末は入っていなかった。製作者に「黒鉛を忘れていませんか？」と聞くと、あわてて活性炭を加えていた。しかし、それでも可能は少しも向上しなかった。活性炭は炭素の同素体であっても、電気抵抗が大きいから、グラファイトの代用にはならないのである。

我々化学の教師は、いろいろな事象を化学反応式で考えるが、それが行き過ぎていないだろうか。何でも化学反応式で考えようとしていないだろうか。正極合剤中のグラファイトの働きを理解していない先生がいることはそのことを物語っているよう私には思えるのである。

また、減極剤の代わりに「活物質」の用語を採用すべきだという意見もあるが、この議論も本筋を

離れている。私は電池に関して高校の教科書には「正極物質＝酸化剤」「負極物質＝還元剤」の概念を定着させることが最も大切だと思う。「電池は、イオン化傾向の異なる2種の金属と電解質溶液とからなる」などと誤った概念は植えつけたくないと切に思っている。

この発表をするにあたり、理科助手の荷福美江さん、教育実習生の赤塩尚子さんに実験の一部を手伝って頂いた。記して感謝したい。

☆ 参考文献 ☆

岸田・赤石 電池再検討1 電池の原理の考え方

岸田・赤石 電池再検討2 電池高性能化への工夫 (以上宮城大会資料集 1988年)

赤石 簡単な電池の作成 (大阪大会資料集 1986年)

岸田 実験上の問題解決の2, 3のヒント (都理化研 研究発表収録 1980年)

※ 全国理化学大会資料集より次の方々の資料を紹介しました。

1. 気体質量の直接測定 鈴木利典 安田啓行 京都市立伏見工業高校定時
2. 紙を用いたセッケン分子 遠藤慶明 佐賀県立唐津農業高等学校
のモデル
3. 電池の仕組みを考える 岸田 功 東京都立戸山高等学校
ーサンドイッチ型マンガン
電池の簡易製作を通じてー

第32回 九高理沖縄大会を終えて

新垣 淑 行 ※

1. はじめに

第32回九高理沖縄大会は、天候にも恵まれ成功裏に無事終えることができました。準備段階から当日の大会運営まで、1ヵ年半の長丁場を惜しみなくご協力くださった大会役員ならびに、会員各位に、対し心から深く感謝申し上げます。

大会事務局の仕事を通して多くの事を学びましたが、一番の収穫は何と言っても理科の先生方のまとまり（一致協力）のすばらしさを改めて再認識できたことでした。私が事務局長という大任を果しましたのも会長はじめ諸先生方の力強いご指導・ご鞭撻があったからなのです。本当に有難うございました。

2. 大会準備と取組み

(1) 日時・日程・会場

当初、27日・28日の2日間を予定し会場と交渉したら、26日・27日は、九工研の大会が入っているとのことで、予定より1日繰下げて実施することにした。又会場は、いろいろな角度から検討した結果、パシフィックホテル沖縄に決定した。

(2) 組 織

① 準備委員会の発足

'93年1月に沖高理理事会（各研究会正副会長ならびに事務局長）メンバーに各研究会から事務局担当者代表1人が出て準備委員会を発足させた。

② 大会組織と役員の委嘱

次の方針で臨んだ。

(ア) 基本的には前回（第24回大会）の組織を参考にする。

(イ) 組織間の連携もうまく行くように連絡調整のための機関（拡大運営委員会）の設置や意志決定機関（運営委員会）の設置を考える。

(ウ) より多くの先生方に役員として参加していただく。

(エ) 各係等は各研究会で先生方をお願いする。その時、できれば事前に了解を得ておく。

(オ) 各部の部長は経験豊富な先生方をお願いする。

(運営委員会)

＜ 構成 ＞

沖高理正副会長（各研究会会長……沖縄大会正副運営委員長になる）、総務部・会誌部・発表講演部・宿泊研修部・会場部の各正副部長および事務局4人の計20人（総務部と宿泊研修部は副部長2人ずつ。）

＜任務内容＞

① 大会の企画運営に関する重要事項の審議・決定。

② 各部門の連絡調整。

③ その他大会に関するもので必要と思われることの審議決定。

(拡大運営委員会)

〈構成〉

運営委員会のメンバー + 分科会の責任者(研究会副会長と研究会事務局長)

〈任務内容〉

① 大会の運営に関して特に必要と認められる事項の審議決定

② 大会の運営に関する連絡調整(分科会々場の割当てなど)

(分科会責任者会議)

〈構成〉

正副会長+事務局+分科会の責任者(研究会副会長・事務局長)

〈任務内容〉

① 分科会の運営に関する連絡調整。

② 分科会予算の執行に関すること。

③ その他分科会運営に関すること。

(3) 予算

① 冲高理積立金 ② 補助金(九高理本部・沖縄県・那覇市・冲教済等) ③ 参加費 ④ 広告料

① 冲高理積立金は、30周年記念事業とのかかわりで27万円しかなく急拠平成4年度・5年度各30万円積立ててもらった。②の補助金は教育庁の担当主事(嶺井徹<H4年>) 仲舩勲(<H5年>)) 両先生方の配慮で30万円(20万円が一般的)いただけた。又那覇市からも10万円いただけたのも、先輩方が、第1回目の沖縄大会(今回は4回目)の時に、実績を作っていたからである。

(どこの市も、小中校の大会には補助金を出す、高校の研究大会で補助金をいただいているのは、九高理沖縄大会だけである。)又、今回はじめて、冲教済、教職員弘済会などから、5万円の補助金をいただくことができた。③の参加費は、5,000円にしたい考えもあったが、より多くの先生方に参加していただくためには、少しでも安い方がいいだろうと据え置くこととし、その分広告料を多く集めることになった。④の広告料は、鹿児島方式で各学校ごとに目標額を取組んでいただくことになった。先生方の絶大なご協力で目標を達成できた。博洋社さんのはからいで福岡市内の企業・大学・専門学校・予備校など約30社からご協力いただけたのは大きかった。

(4) 内容

① 大会主題の決定

前回の沖縄大会にはなかった“大会主題”ということが設けられるようになっていて、準備委員会で対応した。事務局4人で“原案”を作り、準備委員会を持って審議決定した。前回まであった、全体での研究協議はなくなっていた。

② 講演

(7) (全体講演)

参加者全員が興味を持って聴けるテーマをとということで気を遣った。比嘉強先生を中心とした

発表講演部で、すばらしいテーマと講師を探して下さった。琉大医学部法医学教室の永盛肇教授の「南西諸島住民の血清型に関する集団遺伝学的一検討」のご講演は、すばらしく、県内外の先生方に感銘を与え、大好評であった。

(4) (分科会講演)

各分科会単位で講師を依頼することにした。どの分科会もすばらしい先生方にご講演がお願いでき、好評であった。どの分科会も、他の分科会の先生方の顔があった。特に化学分科会は「ハブ毒と海洋毒による健康被害」ということで、どの分科会の先生方にも興味あるテーマで、他の分科会の先生方の参加も多かったようである。

③ 研究発表・意見発表

どの分科会も8本ずつの32本予定されたが、化学分科会は1本特別に申し入れがあり9本、地学分科会は大分県の先生が、台風の影響で参加できず7本、結果的に32本になった。内容的にはベテランの先生方の厚みのある実践報告から、若い先生方のファイトあふれる取組みまでバラエティーに富んでいたと思う。他県の先生方は、ちょっとしたことで大きくとり上げ、いかにもすごいことをやっているように報告していたように思う。沖縄の先生方（化学）はもっとすごいことやっているのに、と思ったのは私だけではなかったと思う。沖縄の化学の先生方、自信を持ちましょう。実践に関する示唆や自信を得ることができた分科会であった。

④ 研究協議

限られた日程・限られた時間の中でどの分科会も運営面で苦労されたと思うが、新学習指導要領実施に向けての情報交換の場として活用されたことと思う。本来ならもっともっと時間を設けて、各県の先生方の交流の場が作られたらとても良いと思う。

⑤ 総会

本研究会の運営に関するすべてを決める総会は、味気なく型通りであってもスムーズに進行できるようにしなければならない。来賓席、役員席等の配置にも気を遣った。

総会に関しては、6月の九高理理事会で検討し、大会前日の理事会で最終確認を行なう。

⑥ 野外研修

前回同様 Aコース（南部日帰りコース）：Bコース（中北部1泊2日コース）：Cコース（石垣・西表2泊3日コース）の3コースを準備することにし、日程・コースガイド（生物・地学の先生方）等すべて宿泊研修部で取組んでいた。

(5) 印刷物

① 大会実施要項

会誌部で骨組みを作った。表紙写真は教育センターの専門青春先生を通して入手、裏表紙写真は、教育センター仲里恒雄先生のはからいで、宇宙開発事業団の特別許可を得て、ランドサットからの沖縄本島の写真を載せることができ、どの大会要項（他県も含め）よりすばらしいのができたと思う。“中味より表紙”ではなく、内容も充実してすばらしい大会要項ができたと思う。

700部印刷

② 大会案内

4月下旬（20日頃）、各県の研究会事務局あて、その県の高校の数+10部を発送し、各県事務

局を通して各先生方に呼びかけをお願いした。3月末日までには、大会日程や各講演の講師とテーマ、野外研修のコース・料金等決定しなければならず、非常にあわただしい。

③ 大会参加者名簿

参加者名簿はワープロで打ち、印刷製本のみ印刷屋をお願いすることにした。参加者名簿係は、会誌部の中に数名居られたが実際には、化学の川満裕史先生お1人にご苦労いただいた。各県別、分科会別にもまとめたので、使いやすい立派な参加者名簿ができたと思う。

④ 野外研修のしおり

宿泊研修部の先生方の取組みですばらしいのができた。今後、各研究会の野外研修等で使えるようにとの配慮から2000部印刷し、教育センターで保管してもらうことにした。

⑤ 旅行社の選定

キャリアの豊富な“沖縄ツーリスト”さんをお願いすることにした。誠心誠意対応していただき、飛行機・ホテル(宿泊)等、クレームは一件も聞かなかった。

(6) 鹿児島大会

第32回沖縄大会を成功させるべく総勢16名が参加した。こんなに多く参加できたのも、県教育庁の嶺井先生のバックアップで、県費で6名対応していただけたからである。先生方には予めしらべたり、きいたりしていただく項目を各人に渡し、事前に打ち合わせを行なった。又、鹿児島大会事務局長の三原俊郎先生のご配慮で、いろいろ教えていただく場を設定してもらった。大会の2日間、参加者(研究・意見発表者を含めて)にとっては、大会運営を学ぶ研修の場であった。

(7) 研究発表・意見発表者の依頼

大会前年の11月20日頃、各県の研究会事務局宛発送、2月には発表者とテーマを報告していただき、発表者あて、直接、発表要旨の原稿の依頼を行なう。その時、原稿用紙も同封したが、最近ではワープロの普及で、1行の字数と行数さえ指定すれば、ワープロの原稿が届き、かえってその方が見やすい。

(8) 全体会・分科会運営シナリオの作成。

前回までの資料が残っていなかった。なかった(作らなかった)かも知れない。それで生物の友利徹男先生が見本を作ってくださったので、他の分科会もそれを参考に作成した。次回からはスムーズに行くだろう。

(9) 開会式・アトラクション

4巡目の最後の記念すべき大会でもあるので、開会式の演出を何とかしたいという考えがあった。幸い、冲高理30周年記念事業で教育センターの上門清春先生が「冲高理の歩み」のスライドを作って居られたので、早速上門先生に打診したら快諾が得られたので、それをベースに「沖縄と冲高理・九高理の紹介」の内容のスライド作成をお願いした。すばらしかったとおほめをいただいた。アトラクションは、「組踊り」なども検討したが、最終的に空手と琉舞に絞られ、ベテランの高校の先生方をという声もあったが、経高文祭で出演した生徒達にお願いすることになった。新鮮で大好評をいただいた。

(10) 資料準備

大会要項、野外研修のしおり、観光案内資料、研究発表資料(届いた分)、等を7月23日、首里

東高校で参加予定の450人分の袋詰め作業を、総務部・会場部の受付係の先生方総出で行なった。

(11) 会場設営

九工研大会のため、前日午後からしか会場（分科会）には入れなかった。又全体会場は、前日の九時迄他の催物が入っていて、10時頃からしか準備できない状況で大変ハードであったが、係の先生方は労をいとわず一生懸命準備に取り組んでいただいた。

(12) 機器の準備

各分科会で対応していただいた。九高研のものを借りるという声もあったが万一の時責任の所在を明確にするためにも、各研究会で当初予定の通り対応するという事を確認した。

(13) 理事会

九高理会長、副会長1（福岡県理事）、各県理事7：九高理事務局長、博洋社1、沖縄大会運営副委員長3、総務部長、事務局長、熊本大会事務局長の計17人で大会日程の確認、議長団の確認等、大会運営に関する事に焦点が絞られ、予定通り進行した。その席上、沖縄大会四巡目を記念し、一昨年ご子息に仕事を任せ勇退された沖縄びいきで、沖高理の発展にご尽力いただいた大場前博洋社（研究ノート発行所）社長さんへの感謝状の贈呈式が行われた。

(14) マスコミへの対応

取材の依頼を、沖縄タイムス・琉球新報の両新聞社及びRBC・OTV及びFM沖縄の5社へお願いした。

(15) 記録

今回からビデオに納めることができた。又分科会の運営の仕方もしっかり記録に残した。

(16) オキナワコンベンション・ビューロー

ちょっと聞きなれない名称だと思う。県の外部団体で、県内で行なわれる諸研究大会や、その他のイベントを支えてくれる仕事をしている。例えば立看板や垂れ幕などを5万円以内（通常は2～3万円）のものを作ってくれる。又、大会長さんなどには、県知事のメッセージ入りのフラワーバスケットを宿泊先のルームへ届けて下さる。九高理会長さんと副会長さんへのお花のプレゼントをお願いしたら届けてくださったのでお2人さんは、大変喜んで下さった。

又、県外からの参加者のための“沖縄のガイドブック”のパンフレットもそこで準備して下さった。今後イベントなどを計画する時“オキナワコンベンションビューロー”を大いに活用したら良いと思う。

3. 大会

一番気にしていた台風も見事にそれ、台風のあい間をぬって大会は開催された。初日は天気恵まれ、大会の運営もスムーズに行った。2日目はあいにくの雨天になったが殆ど影響なし、ただ野外研修の先生方には、車外に出ての実習が十分にできないところがあったと聞いた。特に八重山に於いてはずっと天気が悪かったようで、そのため、そのことを予想して渡辺賢一・島村賢正の両先生はスライド・標本などをとり揃え、研修を深められたとのこと、さすがである。県外からの先生方からもおほめをいただいた。

真暗い中でスタートした開会式の演出・全体講演・分科会での講演・研究発表・研究協議とどれを

取っても実にスムーズに運営されて行った。昼食時のアトラクションも大好評であった。

参加者：県外 207人（理事含む）・県内 214人・冲高理OB10人。合計 231人

4. 次回に向けて

(1) 組織について

- ① 事務局4人（物・化・生・地・各1人）は同一校の方が動きやすいので、事務局担当の4人は同一校が望ましい。従って、冲高理の事務局と同じように学校持ち回りが良いと思う。いつそのこと、他県と同様県高理の事務局が大会事務局を兼ねることはどうだろうか。但し、大会事務局は助手が2人以上専任がいる学校でないと負担が大きい。その点、首里東は非常にきびしかった。今後の検討が望まれる。
- ② 会誌部は非常に多忙な部なので動きやすいスタッフを揃えたら良い。今回は印刷所とのやりとり等すべて事務局が窓口になったので事務が錯綜して大変だった。事務局長は、ゆとりを持って（心の）全体が見渡せるような組織上の配慮をすべきである。
- ③ 役員の人数は今回のように、できるだけたくさんの方々に手伝っていただくと仕事がスムーズに行くと思う。多くの先生方が喜んで参加していただけるよう参加費をどの学校も、学校の予算で対応していただけるようもっと強気に働きかけたい。今回は、会長から、校長会において旅いや参加費の予算措置をお願いしてもらった。理科系の校長、教頭の居られる学校では、一部又は全額学校の予算（PTA予算・県費）で対応してもらった学校が数校あった。

(4) 宿泊研修部について

名称は野外研修部にして、野外研修の仕事に専念できるようにしたら良い。宿泊に関することはクレームも含めて、一切を旅行社で対応しているので、宿泊係は、役員等の弁当の係をしているのである。総務部にも弁当係（理事など）が居るので、それをまとめて、宿泊係はなくし、総務部の弁当係の人数を増やし、役員分まで面倒を見てもらったら良い。

(2) 予算について

次回の大会からは冲高理の積立金が今迄のようには行かないだろう。理科Ⅰの実験ノートはないし、研究ノートの採用冊数も落ち込んでいて、どうしても収入減になる見通しである。参加費のアップや広告料をふやすなどの対策も必要だろう。次回は予算面で非常にきびしい見通しである。今からその事を念頭に対策を考えねばならない。

(3) その他の課題

(1) 県外からの参加者との交流会

今回、家族を含めた県外の参加者は約 260名、大会の前日に家族も交えた歓迎会を兼ねた交流会というのはいかががでしょう。気軽に語らいながら沖縄の伝統文化や歴史に触れる機会が持てたら、沖縄を理解していただく一助にもなると思うのですが……。

- (2) 大会日程を検討する時、管理者選考試験の日程とのかねあいを検討すべきである。より多くの先生方に参加していただくために是非検討していただきたい。

事務局通信

平成6年度役員一覧

役員

役 員	氏 名	学 校 名
会 長	阿波連 本 昌	北 山
副 会 長	田 場 稔	教育センター
監 査	盛 山 泰 秀 宮 城 智 子	首 里 小 禄
事 務 局	山 田 保 新 城 安 光 崎 原 盛 吉	球 陽 " "
高文連専門部長		
冲高理研究ノート研究員	兼 島 浩	コ ザ
冲高理会計監査員	稲 嶺 勉	首 里

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	◎ 高 島 勇 治	名 護	南 部	◎ 比 嘉 明 美	豊見城南
	新 垣 繁 宏	宜野座		石 原 啓	豊見城
中 部	◎ 富 永 勇	美 里	久米島	◎ 儀 間 清	久米島
	山 城 巖	具志川	宮 古	◎ 徳 原 兼 松	宮古工業
	安 里 麗 子	普天間	八重山	◎ 東 田 盛 善	八重山
那 覇	◎ 金 城 誠	那覇西			
	新 田 重 信	小 禄			
	城 間 盛 市	小 禄			

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 (42字×34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 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

本研究会誌も、第25号の誕生を迎えることになりました。今年は、研究会の発足から今日まで、研究会発展に尽力され、常にリーダーシップをとって来られた会長の大田義昭先生、元会長の山城次郎先生はじめ、7名の先生方が御勇退なされた年にあたり感慨深いものがあります。

先生方のながい教職生活、化学教育に傾けられた情熱など、あつい思いを掲載できたら第25号研究会誌も一層充実、華やいだものになったでしょうけど、担当にあたった私の気がまわらず、今回は実現できませんでした。次号以降にお願いできたらと思います。

今年度の研究会誌の担当は、普天間高校だったのですが、校舎建築（理科ビル解体）にともなう移転、プレハブ生活等ゴタゴタが続き、原稿依頼の文書発送が遅れたばかりでなく原稿用紙、原稿郵送用の切手も同封せず、会員の皆様に多大のご迷惑をおかしました。

そういう中で、日頃の実践の成果を積極的にお寄せ下さった先生方、またこちらから無理を言って原稿をお願いした先生方の、ご協力でどうにか発行にこぎつけることができました。

誌面を借りて厚くお礼申し上げます。

<追>

時間の都合でご寄稿頂いた先生に直接、校正を送ることができなかった分は、担当者で校正を行いました。

本文中の誤字・脱字等、ミスがありましたら、担当者の責任です。

ご寄稿頂いた先生方におわび申し上げます。

担 当

普天間高等学校

安 里 麗 子

稲 嶺 勉