

化学教育研究会誌

第 15 号

目 次

巻頭言	会長、山城次郎	1
最近の理科教育の動向と課題	吉田一晴	2
地域の教材、身近な教材を 使ったコロイドの授業	宮城稔、奥間朝春、山城次郎	8
分子間力を指導する実験	久高興祐	12
化学変化のしくみ	金城誠	22
授業研究会（生物分野）	奥間朝春	26
九高理大会報告	久高興祐	33
陽イオンの系統的分離と確認 （個人実験として未知試料から陽イオンの分離検出）	奥間朝春	43
化学準備室から「はなし、あれ、これ」	宮古高校	47
林良重先生の集中講座を受講して	新垣庸一郎	48
事務局を引きつぐに当って	宮城幸徳	53
沖縄県高等学校化学教育研究会会則		55

1984

沖高理化学教育研究会編

巻 頭 言

会長 山城 次郎

環境は、人間をつくるとよく云われる。しかし、その環境は人間がつくるのである。特に学校教育においては、子ども一人一人に適した学習環境をいかにしてつくるかが大きな課題である。最近学校教育の中でもっとも問題になっている「子どもの学力低下」や「校内暴力」などもその大きな原因は学習環境や生活指導の悪さにあるのではないだろうか。いかにして良い教育環境をつくっていくか、教師一人一人が真剣に考えなければならない。

理科教育において、学習環境を考える場合ややもすると物的環境に重点がおかれ、精神的環境や指導技術の問題等がおろそかになりがちである。すなわち、教材園づくり、実験室の整備、施設々備の充実などを考えがちである。しかし、いくら施設々備が整っても教師の指導技術がまずく、子どもに学習意欲がなければ「わかる授業」の成立は期待できないであろう。施設々備の充実や専門的な素材研究ももちろん大切であるが、もっと精神的な環境を大事にしたいものである。

最近、学習環境の改善あるいは生徒の進度に応じた学習指導ということで、学校現場において「習熟度別学習指導」が盛んにとり入れられるようになってきており、理科の授業にも積極的にとり入れるべきだと考えるものである。しかし、「習熟度別学習指導」をとり入れる学校が多くなるにつれていろんな問題点が指摘されるようになって来た。例えば、「習熟度別」と「能力別」、「評価の問題」、「学習意欲の問題」等である。成績の良い、悪いによっていくつかのクラスに分け、良いクラスではむつかしい学習内容、悪いクラスではやさしい学習内容を指導するのが「習熟度別学習指導」と安易に考えてはいないだろうか。「習熟度別学習指導」でもっとも大切なものは、クラスの生徒に適した指導技術や学習環境をつくり、生徒に学習意欲をおこさせることではないだろうか。

「習熟度別学習指導」あるいはどのような授業形態にし、専門的な指導内容を重視するだけでなく、指導技術や精神的な教育環境を大事にし、「わかる理科の授業」を目指したいものである。

最近の理科教育の動向と課題

琉球大学教育学部 吉 田 一 晴

I. はじめに

第2次世界大戦後の日本における高等学校理科のねらいや、指導内容の基準は、昭和22年（1947年）の「新制高等学校教育課程に関する件（通達）」に基づき翌23年1月「高等学校学習指導要項（試案）物理・化学・生物・地学」として公布されたものが最初であるが、めまぐるしく変わる戦後の社会の動きとともに、現在までに幾多の変遷を経てきている。その改訂の動きを振り返りかえてみると、第1回目を、「中学校・高等学校学習指導要領・理科編（試案）」として昭和27年3月（1952年）に行い、その後、第2回目以降からは、中学校および（試案）の部分を除き同35年10月（1960年）、45年10月（1970年）、53年8月（1978年）と第4回目の改訂を経て、現在に至っている。

しかし、現行のものも、それが不変なものとしていつまでも存在するという意味のものではない。このことは、教育が常に、社会における政治・経済・文化の発展に伴う価値体系の変貌に敏感に対応し、過去の経験をふまえたうえで、現状や次の世代に即した理想の形を追い求めて、その理念や方法を変えている歴史的事実を示しているものであり、それ自体、教育の一大特性として掲げることができるとともに、教育の動向とその課題を正しくとらえるためには、過去の足跡と現代社会の動きをきめ細かく分析することの必要不可欠さを重ねて、示しているものといえよう。

以上の理由に基づいて、本稿では、第2次世界大戦後から現在までの高等学校における理科教育を概観しつつ、最近の理科教育の動向とその課題について述べることにする。

II. 戦後の高等学校理科の変遷

1. 生活単元学習期（昭和22～30年）

昭和20年8月15日に終戦を迎えた日本は、占領軍として進駐してきた連合総司令部：GHQ（General Headquarters）の下部機関CIE（Civil Information and Education：民間情報教育局）の強力な指示・指導のもとで、終戦前までの体系主義的な学習指導を廃し、実用主義に立脚した生活の合理化を志向するディ―イ等のプラグマティズム（Pragmatism）教育哲学を基調とした生活単元学習、問題解決学習に改めるとともに、教育制度はアメリカの6・3・3・4制を取り入れ、中等教育も旧制の中学校や高等学校とは基本的に性格を異にする男女共学制、単位制、科目選択制等を原則とした新制中学校、新制高等学校を発足させている。その頃の高等学校の理科指導のありかたは、物理・化学・生物・地学の各科目を、いずれも5単位科目として構成し、卒業要件として1科目以上の必修を規定している。

2. 系統学習期（昭和30～45年）

対日講和条約（昭和27年）発効後の日本は、国の科学技術振興方策と相まって、経済の高度成長と産業・文化面での急速な発展をみせるそれにつれて高学歴志向型の社会へと傾いてくる。

こうした社会動向を反映して、これまでの断片的でまとまりのない生活単元学習に対する批判が高まり、次第に系統的な科学知識の指導が求められるようになった。一方、教科履修の面でも、5単位1科目以上選択制の弊害としての、教養の幅が狭く、学力面でも偏りが大きくなっていった。

これらの批判や弊害に応えるために、文部省は昭和30年12月に学習指導要領の改訂を行なっている。それによると、高等学校理科は、生徒の個性と進路に応じた3単位科目と5単位科目を置きそのうちから2科目以上履修させるようになっており、全体的には、これまでの「試案」という立場から国の定めた「教育課程の基準」という性格に移行し、教育内容の精選と基本的事項をしぼることを方針に、目標・内容が簡潔に示されている。

だが、3単位科目を設けて履修の幅を広げてはみたものの、生徒の履修選択状況は、生物と化学にかたより、物理や地学は敬遠されがちな教科となり、教養の偏りをなくす意図は、遂げることができなかった。一方、社会や大学からは教養の幅が強く要求され、文部省は、昭和35年10月に再度「高等学校学習指導要領」を改訂し告示している。それによると理科の科目および単位数は、物理A（3単位）物理B（5単位）化学A（3単位）化学B（4単位）生物（4単位）地学（2単位）とし、普通科では、4科目の履修を卒業要件として掲げている。しかし、それらは、指導内容やその範囲・程度の不明確さが内容を増大させる結果を生み、進学準備を意識した教師主導的なつめこみ教育に拍車をかけ、理科嫌いな生徒をつくる原因ともなった。

3. 探究学習期（昭和45～52年）

昭和40年代からの科学技術の進歩はめざましいものがあり、それとともに社会も機械化時代、情報化時代へと大きく変っていった。

学校教育の場においても、知識獲得の面での系統性を重視した理科指導の長所は認めながらも、急速に拡大していく科学知識を追いかけることの限界を問題にし、これまでの知識注入よりも、問題解決の過程を通して科学的思考力や処理能力、科学の手法を身につけさせることがより大切だという認識が高まってきた。

このような時代背景をうけて、文部省は、小学校（昭和43年）、中学校（昭和44年）に続いて昭和45年に高等学校の学習指導要領を改訂している。

その頃の高等学校理科の科目や履修単位は、「基礎理科（6単位）」を新設し「物理Ⅰ、Ⅱ」「化学Ⅰ、Ⅱ」「生物Ⅰ、Ⅱ」「地学Ⅰ、Ⅱ」（Ⅰ、Ⅱは、それぞれ3単位）となり、基礎理科または、他の2科目から（6単位）を選択履修することを要求し、4科目必修から選択制へと履修幅の面では退行している。

この改訂された学習指導要領・理科は、理科教育において当時世界的に「教育の現代化運動」を方向づけたアメリカの一連のカリキュラム（PSSC、CBA、CHEMS、BSCS、ESCPなど）の影響を強く受けてつくられたものであり、その探究学習の理念は、教育実践の面でかなりの

成果をあげたが、また一面では新たな問題も提起した。

それは、子どもの実態（能力）にそぐわない、科学概念理解の強調や、学校教育における時間の制約を無視し、必要以上に科学の方法（探究の技法）を学習の場にもちこんだ結果として、それら指導内容が不消化におわり、ますます理科についていけない子どもや、理科がらいの子どもを増加させたことであった。

4. 第二期探究学習期（昭和53年～ ）

昭和45年に告示された高等学校の学習指導要領では、自然科学の体系に近い物理・化学・生物・地学の4科目のほかに、自然を総合的にとらえて学習させる総合理科的発想の基礎理科を新設したが、その選択履修状況は、全国的に極めて悪く、生徒の適正・進路に応じようとして新設した趣旨がほとんど生かされなかった。

しかし、社会の動きとしては、自然科学の進歩発展に伴って分子生物学や環境科学のように境界領域に近い新しい科学が生まれ、自然を総合的に扱い、探究する方法を身につけることが求められてきており、また高等学校進学率の上昇とともに多様化した生徒の個性への対応から実施上の反省にもとづいて、昭和53年8月に高等学校の学習指導要領を再度改訂して現在にいたっている。

この度の改訂で示された理科の指導内容は、基本的には、昭和31年度版のものとあまり変わっていないが、改訂の基本方針として掲げた『(1)人間性豊かな児童・生徒の育成 (2)ゆとりのあるしかも充実した学校生活が送れるようにする。 (3)国民として必要とされる、基礎的・基本的な内容を重視するとともに、児童生徒の個性や能力に応じた教育が行われるようにする』の3項目を具現化するために、程度の高いものや基本的でないものを削除移動させ、理科Ⅰ(4単位)を第1学年で必修にし他の科目〔理科Ⅱ(2単位)、物理(4単位)、化学(4単位)、生物(4単位)、地学(4単位)〕を選択科目として時間数を全体的に減らしている。

Ⅲ. 現行高等学校理科教育の特質と課題

前述したように、現行の理科教育は、大きな教育理念の上では、昭和45年度版の学習指導要領と同じ探究学習に基盤をおいているが細かな内容選択や指導方針では、社会の変貌に対応して次に示す、幾つかの特質とそれにとまなう問題を含んでいる。

1. 豊かな人間性の育成と理科教育

いつの時代においても、どの国においても、「人間性の育成」は、教育の場では、常に論じられてきているが、ことさらに今回の改訂の基本方針に取り上げられている社会的背景には、科学産業の隆盛に伴って顕著になってきた公害や自然環境の破壊及びその基盤となっている、科学技術や人間自身に対する不信感と、現今の学歴優位社会における選別テストに対応するための知識獲得に重点がおかれすぎた教育への不信感があることはいふまでもない。

これらの諸々の不信感を払拭し、人間として調和のとれた育成を計画・実施することは、各教科で分担しなければならないのは当然ではあるが理科教育としての役割には、特に「自然の

客観的事実や法則の理解とともに生命の尊重、自然と人間生活との関係の認識、自然科学が人類の福祉の向上に役立つことへの認識、科学的な自然観の育成」などがあげられよう。

2. ゆとりあるしかも充実した学校生活と理科教育

いろいろな調査によると、一般的に、理科は、小学校から高等学校にかけて、学齢が進むに従い嫌いになる科目の一つだといわれている。しかし、理科の授業の一部である実験などが好きな児童・生徒は意外と多いことも事実である。理科が嫌いになる大きな理由として考えられることは、児童・生徒の実態を、さほど考慮せずに、自然事象に関する知識としての抽象的な概念・法則・原理等が安易にしかも具体的な事象の経験との結びつきが弱いままに、又は理解不十分なままに押しつけられるからであろう。その反面、実験・観察または、それに類するものが好きだということは、意識的、無意識的に拘らず、活動を通して自然を認識した喜びと楽しみを獲得できるからであろう。

これらのことから、理科教育の場では、何等かの活動を通して学習させることが最も大切であるが、その活動を即直接経験的実験・観察のみという短絡的な解釈では、今日の多様化している高等学校の授業設計は、時間的に無理である。

そのためには、生徒の実態に応じて弾力的な取扱いができるように、小学校、中学校及び高等学校の教育を一貫的にとらえ、それらの内容を精選し、精神的にも、時間的にも、ゆとりを編み出す工夫と、活動形態も直接経験のみを考えるのではなく、間接経験例えば演習（ドライ・ラボ）などを取り入れる工夫が必要であろう。

3. 生徒の個性や能力に応じた理科教育

昭和57年度の学校基本調査報告によると、全国平均では中学校卒業者の94%以上が上級学校に進学し（沖縄県：91.8%）、極一部を除きそのほとんどが高等学校に在籍している。

これら高等学校教育の対象となる生徒は、一般的に多種多様な適性能力と志向を持っているため、授業対象者を均一集団として取扱う、通り一遍の指導形態では、生徒間に大きな学習の遅速の幅が生じ、授業についていけない生徒を急増することをさけることはむづかしい。

そのむづかしさを克服するために、良心的で指導法改善に意欲的な一部の教師は生徒の実態に応じた指導法のありかたをめぐる研究に力を注いでいる。その具体的な改善の方策が「一斉授業から個人別指導へ」→「個別化から個性化へ」への流れである。つまり生徒個々の資質能力（Competency）は個人ごとに異っており、教育要求も個人個人で違うのであるから当然、教育目標も個人別に設定すべきであるという教育思潮に基づくものである。

個別的で、個性的でかつ、資質能力を身につけさせる授業への具体的な要求として最近問題にされ始められたのが、モジュール方式（Modular Approach）による学習である。モジュール方式による学習とは、学習所要時間によって大小の違はあるが、完全に習得できるようにセットされた学習の小単元（30分～数時間分）を組み合わせ、まとまった教材観が達成できるように設計された自己完結型の学習方法である。森川氏らの研究成果の発表によると、モジュール方式による学習のメリットには次に示すようなものがあるといわれている。

- (1) 学習意欲の著しい向上
- (2) 自分自身による学習計画、学習管理からくる積極的学習参加
- (3) 自主学習の習慣形成
- (4) 一個のモジュールの中でも、補充・代替・発展教材を用意しておけば、学習者の個性に応ずることが可能。
- (5) 知識的な到達度でも成績がよい。
- (6) 教育機器を用いて、多様なメディアを駆使するようにモジュール教材を準備することにより、学習者は、自分に適したメディアを選ぶことができる。

しかし、モジュール方式とて、実際指導の上では、決してオールマイティではなく、現在いくつかの問題点をもっている。

例えば、現在の施設・設備等をこの学習方式に沿うように改築する必要があることや学習者個々の学習進度をモニターするシステムを考えたおかなければならないこと等々である。

だが幾つかの問題が残されているとはいえ、モジュール方式は、これまでの学習方式にくらべると、多様化した個に対応できる指導方策としての有効性が検証されつつあることは、確かである。個々の教師が地域や個々の実態に応じた特色ある多くのモジュールを持ち寄って、授業改善に取り組むことは、必要かつ有意義なことと思われる。

その際留意しなければならないことの一つは、モジュール作成にあたっての教材選択である。

それは、単なる思いつきの寄せあつめではなく、認知心理学 (Cognitive Psychology) 的な考え方を基盤にした納得できる学習を構成するものでなければさほど効果は期待できないであろう。

その面で参考になる考えかたとして、コーネル大学のGowin が提唱している認識論的V地図 (Gowin's Epistemological V map) を作りながら構成概念と学習方法を結ぶ課題を明確にすることをお勧めしたい。

おわりに

本稿においては、最近の理科教育の動向と課題について、戦後の高等学校理科教育の変遷をもとに概述してきたが、歴史が示すように、その指導のありかたは、決して不変なものではなく、その時代における価値観と生徒の実態によって大きく変化するものである。現在、望ましいとされているものでも、いつかは改変されようし、又、過去のものとして消え去ったものが、再び華やかに登場することがあることを熟知していなければならない。教師にとって大切なことは、現在指導している事柄の良否の判断とその選択眼の自己陶冶及び指導している事柄を生徒に確実に浸透させる方法の精一杯の模索とその実践に全力を尽すことであろう。

参 考 文 献

- (1) 堀 七蔵：「日本の理科教育史」 福村書店 1961 年
- (2) 日本科学史学会：「日本科学技術史大系」 第10巻 1966 年
- (3) 文部省：「学制 90 年史」 大蔵省印刷局 1964 年
- (4) “：「中学校・高等学校学習指導要領・理科編（試案）」昭和26年改訂版、
1952 年 3 月 大日本図書
- (5) “：「高等学校学習指導要領・理科編」昭和31年度改訂版 1955 年12月
大日本図書
- (6) “：「高等学校指導要領」 昭和35年10月 文部省告示
- (7) “：「高等学校指導要領」昭和45年10月 文部省告示
- (8) “：「高等学校指導要領解説 理科編 理数編」 昭和54年 5 月
- (9) 森本信也：「最近の理科教育研究の動向」理科の教育VOI. 31, 1982 年
- (10) 森川久雄：「これからの理科の学習指導理念と課題」理科の教育VOI. 28, 1979 年
- (11) Dorothy L. Gabel, etc.,; A Summary of Research in Science
Education - 1978, Science Education VOI. 64, No. 4, 1980
- (12) Klopfer, L. E.; Science Education, In The 1980's, Science Education,
64 (1) 1979
- (13) Kuhn, D.; Science Education In The Year 2000 : A Need To Look
Ahead, School Science and Mathematics, 79 (1) 1979
- (14) 文部省「学校基本調査報告書」 昭和56年
- (15) 沖縄県教育委員会「第26回 学校基本調査報告書」 昭和58年

地域の教材、身近な教材を使ったコロイドの授業

宮 城 稔
奥 間 朝 春
山 城 次 郎

1. はじめに

私たちの日常生活の中には、化学変化や化学を応用した例がたくさんある。また、地域の工場や地域の自然の中にも、多くの化学変化を見つけることができる。しかし、最近の高校化学では、理論的で抽象的な記述が多く、ややもすると、この身近な化学変化を見過ごしてしまいがちである。むつかしい化学は、生徒の化学ばなれを招いている。

そこで、化学に興味をもたせ、化学変化が実験室だけで起る変化ではなくて、私たちの生活と深い関係にあるということを認識させる一つの方法として、地域の教材、身近な教材を取り上げた。

2. 単元「コロイド」

3. 指導目標

- (1) コロイドの性質がわかる。
- (2) 身近にある多くの物質が、コロイドと深いかかわりを持っていることが説明できる。

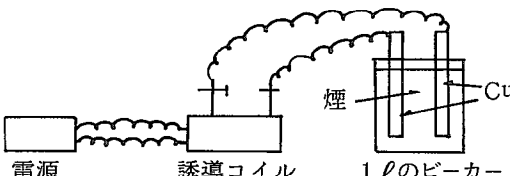
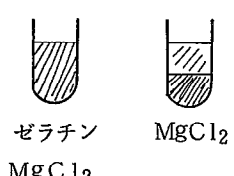
4. 展開例

指 導 内 容	学 習 の 流 れ	チェックポイント、留意点
① 牛乳、ゼリー、ジャム、タバコの煙、食塩水、砂糖水等にレーザーをあてる。 ③ TVで牛乳のブラウン運動を見せる。 ④ コロイドは半透膜を通過できないが分子やイオンは通過できる。 ⑤ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ を透析する。	<pre> graph TD START([START]) --> A[① 演示実験] A --> B[/② ノート/] B --> C[③ 説明] C --> D[④ 説明] D --> E[/⑤ 生徒実験/] </pre>	④ 牛乳と CuCl_2 溶液をセロハンに包み、水に浸す実験を前時に指導しているので、その結果を思い出させる。人工透析にもふれる。

指 導 内 容	学 習 の 流 れ	チェックポイント、留意点
⑥ KMnO_4 溶液とメチレンブルー溶液の電気泳動をTVで見せる。	⑥ 説 明	⑥ コロイドが帯電していることを強調する。電気集じん装置をTPで説明する。
⑦ コロイドの電気を中和するとどうなるか。	⑦ 問題提示	
⑧ 泥水にミョウバンを加える。	⑧ 演 示 実 験	⑩ 価数と凝析の効果に注意させる。泥水が海で沈んで三角州ができることを説明する。
⑨ 凝析の定義を説明する。	⑨ 説 明	
⑩ 泥水に NaNO_3 、 $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ 、ミョウバン、の各水溶液を加えて、凝析の効果調べる。	⑩ 生徒実験	
⑪ 塩析の定義をする。	⑪ 説 明	
⑫ 豆腐の製造過程をTVで視聴させる。塩析の説明をする。	⑫ 説 明	
⑬ 豆乳にニガリを加えて塩析し、豆腐を作る。	⑬ 生徒実験	
⑭ 疎水コロイドを沈でんさせない方法はないか。	⑭ 問題提示	
⑮ 活性炭のけん濁液にゼラチンを加え、 MgCl_2 で沈でんしないことを確かめる。	⑮ 生徒実験	⑮ 墨や墨汁の安定性を説明する。
⑯ 保護コロイドを説明する。	⑯ 説 明	
	⑰ ま と め	
	E N D	

5. コロイドの性質と指導内容、実験方法

コロイドの7つの性質と指導内容および実験方法は次の通りである。

性 質	指 導 内 容	実 験 法
チンダル現象	ジャム、ゼリー、煙、砂糖水、硫酸銅溶液等にレーザーをあてる。	
ブラウン運動	省 略	牛乳のブラウン運動をビデオで見せる。
透 析	"	牛乳、硫酸銅溶液をセロハンに包み、50°Cの蒸留水に浸す。Cu^{2+} が水にしみ出す。(演示)
電 気 泳 動	ビーカーの中の煙に高電圧をかけて、電気集塵装置の原理を説明する。	 電源 誘導コイル 1ℓのビーカー 上図のようにビーカーに煙を満たし、高電圧をかけると、煙がすっと消える。
凝 析	イオンの価数の違いで、凝析に差が出るかどうか考えさせる。 赤土のけん濁液にNaClと焼きミョウバンを入れる。	赤土10gを水300gに分散させ、一晩放置する。この泥水を3本の試験管に入れ、そのうちの1本に、NaCl 0.002モル(=0.1g)、他の1本にミョウバン0.002モル(=0.5g)を加える。
塩 析	ビデオで豆腐製造の工程をみる。 豆乳を加熱してニガリを加えて塩析する。	 対照 NaCl ミョウバン 大豆200gを4～5時間水につけ、600gの水を入れて、ミキサーでつぶす。さらし布でしぼって豆乳を得る。この豆乳を大型試験管にとり、加熱する。沸騰したところで、ニガリを加えて塩析し、布でこし、味を調べる。
保護コロイド	保護コロイドの実験の説明と結果を示す。	活性炭を水に分散させ、これを2本の試験管にとる。1本にはMgCl_2を入れ、凝析のおこりやすさを調べる。
	 ゼラチン MgCl_2	

6. 生徒の反応と今後の課題

豆腐の製造やレーザーによるチンダル現象、煙の集塵装置は、表(1)のアンケートの結果で明らかのように、生徒に好評であった。豆腐やジャム、ゼリーという食べ物、墨汁や泥水よりも親近感があり、生徒の関心も大きいようである。このような身近なものを使用すると、生徒の興味が大きくなってくる。煙の集塵装置は、意外性と同時に、地域の工場で偉力を発揮しているということも、興味をひいた原因となっている。表(2)は、3時間半をかけたコロイドの授業全体の感想を質問したものである。この結果で、72%の生徒は、「おもしろい」と感じており、81%の生徒が「今後もこのような授業を続けてほしい」と答えている。

「よくわかったか」という質問に対して、「よくわかった」(5段階の4と5で答えたもの)と答えた生徒は45%しかいない。この割合を増やすのは今後の課題で、努力を続けたい。また、地域の教材や身近な物質の教材化は、今後も努力を続けたい。

表(1) 各実験に対するアンケート

質 問	人 数				
	非常に悪い		非常に良い		
	1	2	3	4	5
1. 泥水、牛乳、 CuSO_4 をろ紙、セロハンでろ過したのは、おもしろかったか。	0	3	22	18	4
2. レーザーによるチンダル現象はおもしろかったか。	0	3	10	21	13
3. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ の透析はおもしろかったか。	1	0	27	14	5
4. 煙の集塵装置はおもしろかったか。	0	4	17	19	7
5. 泥水の凝析はおもしろかったか。	2	7	25	12	1
6. 豆腐の製造はおもしろかったか。	1	1	2	22	21
7. Cの保護コロイドはおもしろかったか。	0	2	25	18	2

表(2) コロイドの授業全体に対するアンケート

質 問	人 数				
	非常に悪い		非常に良い		
	1	2	3	4	5
1. よくわかったか。	0	4	22	20	1
2. 新しい知識として、興味がもてたか。	0	2	17	25	3
3. 全体的におもしろかったか。	0	1	12	27	7
4. 化学が勉強しなくなったか。	1	1	24	17	4
5. 今後もやってほしいか。	1	1	7	23	15

分子間力を指導する実験

那覇工業高校定時制 久 高 興 祐

1. この研究の背景とねらい

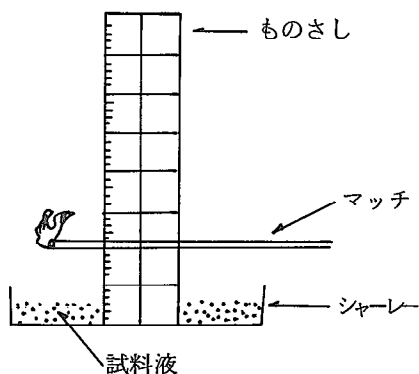
高校の進学率は年々上昇し、今日では沖縄県でも90%を越えるまでになった。進学率が上昇したということは、高校の課程を履習する上で多くの障害を持っている生徒達も入学してくるということである。従って、定時制高校には、①基礎学力が弱く、かけ算九九すら十分でない、実験書の読解ができない。②学習態度が確立されてない、静かにして授業を受けることすらできない5～10分するとすぐいらいらして離席したり、私語をしたりする。③学習意欲が0に近い、高校へ勉強しに来たのではなくて、中学校の先生や父母たちが高校まではぜひ卒業した方がいいと言ったので入学してきた生徒が多い。従って彼等はできるだけ苦勞（勉強）をしないで卒業できたらそれにこしたことはないと考えている。このような生徒が大部分である。このような生徒に現行の実験書を使って実験させるのは小学生に高校の実験をさせるのに等しい。本研究はこのような生徒達でも実験の原理を十分理解し、実験→記録→実験→記録をくり返している内に実験に熱中し、いつの間にか1時間が過ぎていたといったような実験の開発を目指している。

なおこの研究に際しては常に次の4点に留意した。①短時間の説明で基礎学力の極めて弱い生徒にでも理解させることのできるような簡単な原理を使った実験であること。②実験→記録→実験→記録をくり返し生徒が退屈することのないような実験であること。③実験により得られたデータを記録し、整理すれば、だれにでも、その実験が目指していることを気づかせることのできる実験であること。④日常生活と関係が深く、意外性があり、興味を引く内容であること。

2. 内容の説明

<その1> 引火する高さを測定する方法

<概要>



左図のような装置で引火性液体の引火する高さ（引火性液体はマッチの炎を液面からどれぐらいの高さまで近づけた時に引火するか引火する最高の高さ）を測定させ、引火する高さと物質の分子量や極性、会合、水素結合、分子構造等との間には、どんな関係があるかを知らせることができる。

<引火する高さの測定法>

直径が6 cm位のシャーレーに3 ml位の引火性液体をとり、左図のように30 cm位の定規をセットする。次にマッチの炎を上の方から垂直にゆっくりと液面に近づけていく。すると液温が一定ならば、ほぼ一

定の高さまで炎を近づけた時引火するので引火する高さ(引火性液体の液面から炎までの高さ)を測定する。測定値とその物質の分子量の大きさや極性の有無、分子の構造等について比較検討させると引火危険性と分子量の大きさや物質の構造との間に密接な関係があることを実感させることができる。

<この実験法の長所と短所>

やけどしないような配慮さえすれば小学生でもできる簡単な実験であるが、この実験により得られたデータを活用すれば揮発性の大きさ(分子間力の大きさ)と分子量、極性、水素結合、会合、分子の構造等についてまで考察を発展させることができる。この実験により得られたデータは少々ばらつきがあるが条件の統一に配慮してさせれば、だれがやっても引火する高さ、分子量の大きさや極性の有無等との間に密接な関係があることを気づかせる様なデータが得られる。

3. 学習指導(クラブ活動を含む)における利用法

<1> アルコール類とメタン系炭化水素の引火する高さを測定させ、次表のように整理させる。

(1) アルコール類 液温22℃

(2) メタン系炭化水素 液温25℃

物 質 名	分子量	引火する高さ	物 質 名	分子量	引火する高さ
①メチルアルコール	32	1.5 cm	①n-ペンタン	72	2.5 cm
②エチルアルコール	46	1.5 cm	②n-ヘキサン	86	2.5 cm
③n-プロピルアルコール	60	1.0 cm	③n-ヘプタン	100	2.3 cm
④n-ブチルアルコール	74	引火せず	④n-オクタン	114	1.5 cm
⑤n-アミルアルコール	88	引火せず	⑤n-ノナン	128	引火せず

※上表より引火する高さ(火災危険性)と分子量の間には密接な関係があることをだれにでも気づかせることができる。また考察を更に深めようと思うなら、なぜ分子量が大きくなると引火しにくくなるのだらうと、問いかけて瞬間的な双極子やロンドン力にまで発展させることができる。

<2> 有極性物質と無極性物質の引火する高さを測定させ、次表の様に整理させる。

(1) 有極性物質 液温26℃

(2) 無極性物質 液温26℃

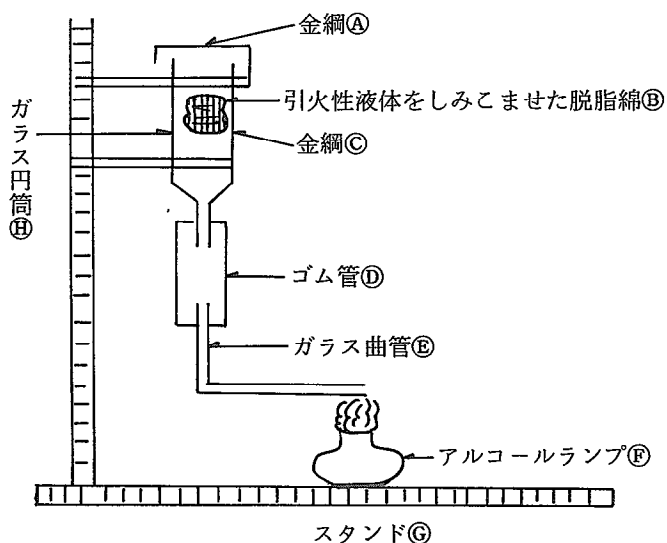
物 質 名	分子量	引火する高さ	物 質 名	分子量	引火する高さ
①n-ブチルアルコール	74	炎を接すると引火	①ジエチルエーテル	74	3.0 cm
②"	"	"	②n-ペンタン	72	2.7 cm
③"	"	"	③n-ヘキサン	86	2.4 cm
④"	"	"	④ギ酸エチル	74	2.8 cm
⑤n-プロピルアルコール	60	1.0 cm	⑤ギ酸メチル	60	2.5 cm

※前表より引火する高さは分子量が同じでも極性の有無（大小）により大きな影響を受けることを知らせることができる。また考察を更に深めようと思うなら、なぜ極性の大きい物質は引火しにくいのであろうと、問いかけ水素結合や会合等についてまで発展させることができる。

<3> 以上のことから引火性液体の火災危険性（分子間力）は分子量の大きさや極性等の影響を強く受けることを実態として知らせることができる。

2. 内容の説明〔続き〕

<その2> 引火（爆発）時間を測定する方法



<引火時間の測定法>

左図のような装置をセットし、アルコールランプ⑧に点火した後、一定の大きさの脱脂綿③（女性が化粧する時に使うレディーパフ）に一定量（3 ml）の引火性液体をしみこませ、金網③の上におく、すると引火性液体は金網③の上で蒸発する。蒸発した蒸気が空気より軽いなら蒸気は上方へ移動するが、引火性液体の蒸気はすべて空気より重いので（例外HCN）下方へ移動する。移動した蒸気がガラス曲管⑥の先端までくるとアルコール

ランプ⑧の炎で引火し燃焼又は爆発する。引火性液体をしみこませた脱脂綿③を金網③の上においてから、ガラス曲管の先端⑥で引火又は爆発が起こるまでの時間を測定（この時間を引火時間と呼ぶ）この時間の長さで揮発性（分子間力の大きさ）を比較する。

<概要>

この場合脱脂綿にしみこませた引火性液体が蒸発し、その蒸気がガラス円筒内の空気と混合して爆発範囲内の混合気をつくるぐらいの揮発性を有するものであるならば、この混合気がガラス曲管⑥に達するやいなやガラス円筒④内の全混合気が一瞬にして激しく引火爆発し脱脂綿③は火をふきながら上方へ舞い上がる（脱脂綿が舞い上がるのを防ぐため金網④がある）しかしガラス円筒上方の口が広いので円筒が破損するなどの危険性は全くない。しかし脱脂綿にしみこませた引火性液体がエーテルなどのように揮発性の大きい物質ならば混合気の濃度が爆発範囲の上限以上になるので爆発はせず、ガスバーナが燃焼する如く継続的に燃焼する（ガソリ

ンならば3 mlで1時間以上燃焼し続ける)ところが脱脂綿にしみこませる引火性液体が灯油等のように揮発性が小さくなると、何時間たっても全く引火しない。故に夜間消灯してこの装置を使って教師実験をして見せると爆発させたり、燃焼させたりして興味深い授業ができる。

3. 学習指導(クラブ活動を含む)における利用法

<1> ギ酸エステル類とメタン系炭火水素の引火時間を測定し、次表のように整理する。

(1) ギ酸エステル類 液温 26.5℃

(2) メタン系炭火水素 液温 30℃

物質名	分子量	引火時間	物質名	分子量	引火時間
①ギ酸メチル	60	15 秒	①n-ペンタン	72	10.1 秒
②ギ酸エチル	74	15 秒	②n-ヘキサン	86	12.0 秒
③ギ酸n-プロピル	88	36 秒	③n-ヘプタン	100	35.9 秒
④ギ酸n-ブチル	102	493 秒	④n-オクタン	114	10分でも引火せず
⑤ギ酸n-アミル	118	引火せず(12分でも)	⑤n-ノナン	128	"

※上表より引火時間と分子量との間にも密接な関係があることを知らせることができる。

<2> 有極性物質と無極性物質の引火時間を測定し、次表のように整理する。

液温27℃

物質名	分子量	引火時間	物質名	分子量	引火時間
①n-ブチルアルコール	74	10分でも引火せず	①ジエチルエーテル	74	8.0 秒
②" "	74	"	②n-ペンタン	72	8.0 秒
③" "	74	"	③n-ヘキサン	86	13.0 秒
④" "	74	"	④ギ酸エチル	74	14.0 秒
⑤n-プロピルアルコール	60	"	⑤ギ酸メチル	60	14.0 秒

※上表より引火時間は分子量がほぼ同じでも極性の有無により大差があることを知らせることができる。

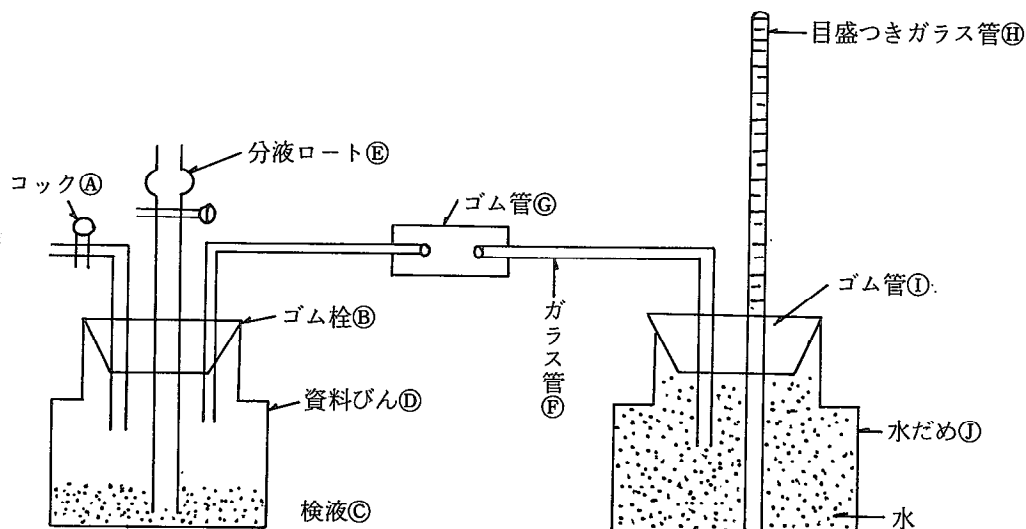
<3> この実験により空気より密度の大きい蒸気は下方へ移動し、下方へ滞留しやすいことを実感させることができるので引火性液体の安全な取り扱い方についての指導もできる。

<4> この実験により引火性液体の引火危険性をかなり定量的に測定することができる。故にこの実験をさせると、酢酸メチルより酢酸n-プロピルの方が引火しにくいことをいちいち実験させなくても予想することができるようになる。

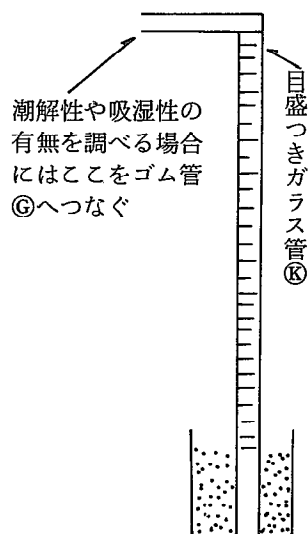
2. 内容の説明〔続き〕

＜その3＞ 蒸発速度を測定する方法

第 1 図



第 2 図



＜蒸発速度又は蒸気圧の測定法＞

測定装置を第1図のようにセットした後、コックAを開け、資料びん⑩と外界との間に空気が自由に出入りできるようにする。次にゴム管⑥をピンチコックで閉じて資料びん⑩と水だめ⑪との通気を遮断した後、分液ロート⑤のコックを開け、20mlの検液を資料びん⑩に流下した後、すばやく分液ロート⑤とコックAを閉じ、ゴム管⑥を開ける。すると資料びん⑩中で検液が蒸発するので、資料びん⑩内の圧力が上がる。従って水だめ⑪内の圧力も上がり、上がった圧力に応じて目盛つきガラス管⑨に水がある。この水の高さにより検液の蒸発速度や蒸気圧の大きさを比較することができる。なおこの装置で何種類もの液体の蒸気圧を連続的に測定する場合には同型同大の資料びんをいくつも準備し、資料が変わる度毎に資料びんだけを交換すればよい。

＜潮解性、吸湿性の有無の判定法＞

ある物質、例えばグリセリンに潮解性があるかどうかを判定するには次のようにする。第1図のゴム管⑥の部分から切り離し、左側の部分と第2図の装置とを連結した後、コックAを開け、資料びん⑩と外界との間に空気が自由に出入りできるようにする。次にゴム管⑥をピンチ

コックで閉じて、資料びん⑩と水だめ⑪との通気を遮断した後、分液ロート⑥のコックを開け20mlのグリセリンを試料びん⑩に流下した後、すばやく分液ロート⑥とコック④を閉じ、ゴム管③を開ける。すると試料びん内の水蒸気がグリセリンにより吸収されるので、吸収された水蒸気の体積分だけ目盛つきガラス管⑨に水が上がるので、上がった水の高さにより吸湿力の比較又は、潮解性の有無が判定できる。

3. 学習指導（クラブ活動を含む）における利用法

<1> 蒸発速度測定装置を使って、メタン系炭火水素の蒸発速度を測定させ、次表のように整理させる。

液温27℃

物質名	分子量	蒸発速度 (mm/sec)
① n-ペンタン	72	10 mm/sec
② n-ヘキサン	86	1.11 "
③ n-ヘプタン	100	0.16 "
④ n-オクタン	114	0.02 "
⑤ n-ノナン	128	0.02 "

※上表よりメタン系炭火水素の揮発性（蒸発速度）は分子量が大きい物質ほど小さくなることを知らせることができる。

<2> 吸湿性判定装置を使って次の物質の水柱の高さを測定させ、次表のように整理させる。

物質名	水溶液の濃度	水柱の上昇速度 (吸湿速度) (cm/分)
① 水酸化ナトリウム	15 モル/ℓ	0.22 cm/分
② "	飽和溶液 (27℃)	0.60 "
③ 塩化マグネシウム	0.49 モル/ℓ	0.05 "
④ "	2.75 モル/ℓ	0.06 "
⑤ 濃硫酸	和光 1級	26.86 "

※上表からNaOH、MgCl₂、H₂SO₄等のように吸湿性のある物質の場合はすべて、資料びん⑩中の空気の中に含まれている水蒸気を吸収するので圧力が下がることを知らせることができる。しかも吸湿速度は溶けている潮解性物質の濃度が大きいほど大であることも知らせることができる。

<3> 蒸発速度測定装置にガソリンやエーテルなどのように揮発性の大きい物質を入れると、目盛つきガラス管の中の水が急激に上昇していく、また潮解性判定装置に濃硫酸を入れると目盛つきガラス管の中の水が急に上昇していく。この上昇していくようすを見せ、生徒に蒸発速度や吸湿速度を視覚にうたえながら指導することができる。

2. 内容の説明

<その4> 温度の降下度を測定する方法

<原理>

液体が蒸発する際には蒸発した所から蒸発潜熱をうばうので、蒸発した所の温度は降下する。

この場合蒸発速度の大きい物質（分子間の小さい物質）ほどどんどん蒸発して、蒸発潜熱をうばうので、蒸発した所の温度の降下度は大きくなる。故に温度計の球部を液体の中に入れ液体へ温度計を引き上げると、球部に付着した液体が空気中で蒸発するので温度計の温度は、どんどん降下する。このような方法により幾つかの物質の温度の降下度を測定し降下度を比較することにより、物質の揮発性（分子間力の大小）や極性の大小、分子構造、引火性液体ならば、引火危険性の大小を予想することができる。

<温度の降下度の測定法>

測定しようとする液体の中へ温度計の球部を入れ、温度計を空気中へ引き上げると、しばらくの間は温度計の温度はどんどん降下する。しかし温度が限度まで下がると上がりはじめる。

この場合の最低の温度を読みとり、室温より何度降下したかを第1回目の温度の降下度とする。温度が最低になったならすぐ温度計を第1回目と同じ液体の中に入れ、すぐ空気中に引き上げて（温度計をすぐ引き上げないと温度計の温度が液温と等しくなるまで上がるので困る）第1回目と同じように最低の温度を読みとり第2回目の温度の降下度とする。同じことを3回くり返し3回目の温度の降下度をその物質の温度の降下度とする。

<温度の上昇度の測定法>

しかし温度計の球部をグリセリンやエチレングリコール等のように、吸湿性のある物質の中に入れ、温度計を空気中に引き上げると温度計の球部に付着しているグリセリンが空気中の水蒸気を吸収するので、温度計の温度は上昇する。この場合も温度計を液外へ引き上げて、しばらくの間は温度は上昇するが温度が最高に達すると降下する。この時の最高の温度を第1回目の温度の上昇度とする。同じことを3回くり返し行い、3回目の温度の上昇度をその物質の温度の上昇度とする。

3. 学習指導（クラブ活動を含む）における利用法〔その1〕

<1> アルコール類とメタン系炭化水素の温度の降下度を測定させ、次表のように整理させる。

(1) アルコール類

液温19℃

(2) メタン系炭化水素

液温26℃

物 質 名	分子量	温度の降下度	物 質 名	分子量	温度の降下度
①メチルアルコール	32	14.5 ℃	① n-ペンタン	72	7.5 ℃
②エチルアルコール	46	9.0	② n-ヘキサン	86	6.5
③n-プロピルアルコール	60	6.0	③ n-ヘプタン	100	5.0
④n-ブチルアルコール	74	3.0	④ n-オクタン	114	3.0
⑤n-アミルアルコール	88	1.0	⑤ n-ノナン	128	2.0

※上表より分子量が大きくなる程、温度の降下度は小さくなることを知らせることができる。

このことを更に発展させて、分子量が大きくなるほど揮発性が小さくなること（分子間力が大きくなる）を知らせることができる。

＜2＞ ノルマル化合物とイソ化合物の温度の降下度を測定させ次表のように整理させる。

(1) n-化合物			(2) イソ化合物 液温 17.2 °C		
物 質 名	分子量	温度の降下度	物 質 名	分子量	温度の降下度
① n-プロピルアルコール	60	5.8 °C	① イソプロピルアルコール	60	7.5 °C
② n-ブチルアルコール	74	3.2	② イソブチルアルコール	74	4.2
③ n-アミルアルコール	88	1.4	③ イソアミルアルコール	88	1.7
④ n-ペンタン	72	3.7	④ イソペンタン	72	4.2
⑤ n-オクタン	114	2.4	⑤ イソオクタン	114	9.5

※上表より n-化合物よりはイソ化合物の温度の降下度が大きいこと、更に発展させてイソ化合物の方が揮発性（分子間力が小さいこと）が大きいことを知らせることができる。

＜3＞ 極性物質と無極性物質の温度の降下度を測定させ、次表のように整理させる。

物 質 名	分子量	温度の降下度	物 質 名	分子量	温度の降下度
① n-ブチルアルコール	74	5.0 °C	① ジェチルエーテル	74	9.4 °C
② " "	74	5.0	② n-ペンタン	72	8.7
③ " "	74	5.0	③ n-ヘキサン	86	7.0
④ " "	74	5.0	④ ギ酸エチル	74	10.5
⑤ n-プロピルアルコール	60	7.5	⑤ ギ酸メチル	60	14.0

※上表より極性物質の方が無極性物質よりも温度の降下度が小さいこと、揮発性が小さいこと、分子間力が大きいことを知らせることができる。

3. 学習指導（クラブ活動を含む）における利用法 その2

＜1＞～＜3＞ までは温度の降下度を測定して、分子間力を指導する方法について述べたが、この実験は分子間力を指導する以外に次のような利用法がある。

＜4＞ アルコール類、メタン系炭化水素、ギ酸エステル類、酢酸エステル類等の温度の降下度を測定させた後に酸類の温度変化を測定させ、次表のように整理させる。

酸類の温度変化

酸 の 名 称	液 の 温 度	3 回目の温度(最高温度)	上がった温度(温度差)
① 硫 酸	27 °C	54.0 °C	+ 27.0 °C
② リン 酸	"	36.5	+ 9.5
③ 硝 酸	"	33.0	+ 6.0

④	塩 酸	27 ℃	30.0 ℃	+ 3.0 ℃
⑤	酢 酸	"	29.0	+ 2.0
⑥	ギ 酸	"	26.5	- 0.5

※上表からわかるとおりギ酸以外の酸はすべて温度が下がります。これまで測定した物質はすべて温度が下がったので、生徒達はどのようにして酸類は温度が上がるのだらうと疑問に思う。それぞれの時 $\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{O}^+$ の反応は発熱反応である説明をすると効果的です。

<5> 次の物質の温度変化を測定させ、次表のように整理させる。

物 質 名	濃 度	はじめの温度	変化後の温度	温 度 差
①グリセリン	和 光 1 級	26 ℃	29.0 ℃	+ 3.0 ℃
②エチレングリコール	" "	"	30.0	+ 4.0
③水酸化ナトリウム溶液	2.5 モル/ℓ	"	22.8	- 3.2
④	15 モル/ℓ	"	34.0	+ 8.0
⑤	飽 和 溶 液	"	38.0	+ 12.0

※大部分の液体は温度計につけて空気中に放置すると温度が下がるのに、上表の3つの物質はいずれも温度が上昇するので生徒はどうしてだろうと疑問に思う、それで温度が上昇するのは、上記の物質はいずれも吸湿性か潮解性のある物質であることに着目させ、水蒸気の凝縮熱か水和エネルギーのためであると説明すると、疑問を持たせた後に、疑問に答える形で説明するので、いきなり水和熱や凝縮熱について説明するよりも効果的である。

〔4つの実験の総評〕

(その1)～(その4)まで4つの実験について述べたがどの学校でもこの4つの実験すべて実施の方がよいとはもちろん思っていない。

生徒の状況によって、この中から1つか2つ位実施できればよい方だと思っています。ところが私の勤務校は定時制高校なので、100%に近い生徒が基礎学力、学習意欲、学習姿勢等、いずれの面から見ても高等学校の教科書や実験書を使って授業をするにはギャップが大きすぎて理解させようにも、どうしようもない。つまり現在の定時制高校生にマッチするような教科書も実験書も全くない。それで生徒達が理解しようとしても、また興味を持ってやろうとしても、どうしようもないような実験をさせるよりは、彼等の学力や興味にマッチした実験をさせた方がはるかに良いと考えて、私はこの4つの実験すべてを授業で取り入れているが、4つの実験とも実験書にある実験よりは、次の点でよいと生徒から好評である。

<1> 生徒の意見

- ① この4つの実験はいずれも原理や操作法が簡単なので、僕たちのような頭の悪い人でも、1回説明を聞けばすぐ実験に取りかかることができる。それでここはこうした方がよいのではないかどうか、自分の考えも入れて実験できるので楽しい（本にある実験はなぜそうする

のか、先生の説明を聞いても納得できないので、意味のわからないまま、ただやるだけなので、ちっともおもしろくない)

- ② この実験は実験をやりながら自然に答えがわかるようになるので(例えば、分子量が大きくなるほど、引火しにくくなるということは実験すればすぐわかる)実験後、レポートを書く時も楽しい。

(本にある実験は意味がわからないままやるので、レポート書けるはずがない、それですます嫌いになる。)

- ③ 時間のたつのが非常に短かく感ずる。

この実験は、グループ全員で協力して引火する高さを測定したり、温度が何℃下がるか等を測ったりするので、時間のたつのがすごく速く、いつの間にか1時間が過ぎてしまう感じ。

- ④ 引火時間を測定する実験に花火遊びよりも、おもしろい。この実験ではガソリンやエーテルの蒸気が引火燃焼したり、ギ酸メチルやギ酸エチルの蒸気等が引火爆発したりするので、スリルがあり、おもしろい。また、この様子を見てみると、ガス爆発はどんな時に起こるのか、ガソリンエンジンはガソリンがこのようにして爆発し、その力で走っているんだということがわかるので、ためになり興味がわく。

<2> この実験法の欠点

生徒達からはこのように大好評であるが、この実験には次のような欠点がある。

4つの実験とも分子間力の小さい液体(揮発性の大きい液体)しか使えない。

例えば、

(その1) 引火する高さを測定する実験の場合はメタン系炭化水素でしたら、せいぜいデカン位までしか使えない。ウンデカンよりも分子量が大きくなるとマッチの軸が4本燃え尽きるまでマッチの炎を液に接しても引火しないので実験が面倒となる。

(その2) 引火時間を測定する実験の場合はメタン系炭化水素でしたらヘプタンまでしか使えない。オクタンよりも分子量が大きくなると10分間待っても全く引火しないので実験のしようがない。

(その3) 蒸発速度を測定する実験の場合、メタン系炭化水素を使うとすると、せいぜいノナン位までしか使えない。

(その4) 温度の降下度を測定する実験の場合が1番適用範囲が広い。この場合にはメタン系炭化水素でしたら、ドデカンでも実験可能である。

化学変化のしくみ

県立沖縄水産高等学校 金城 誠

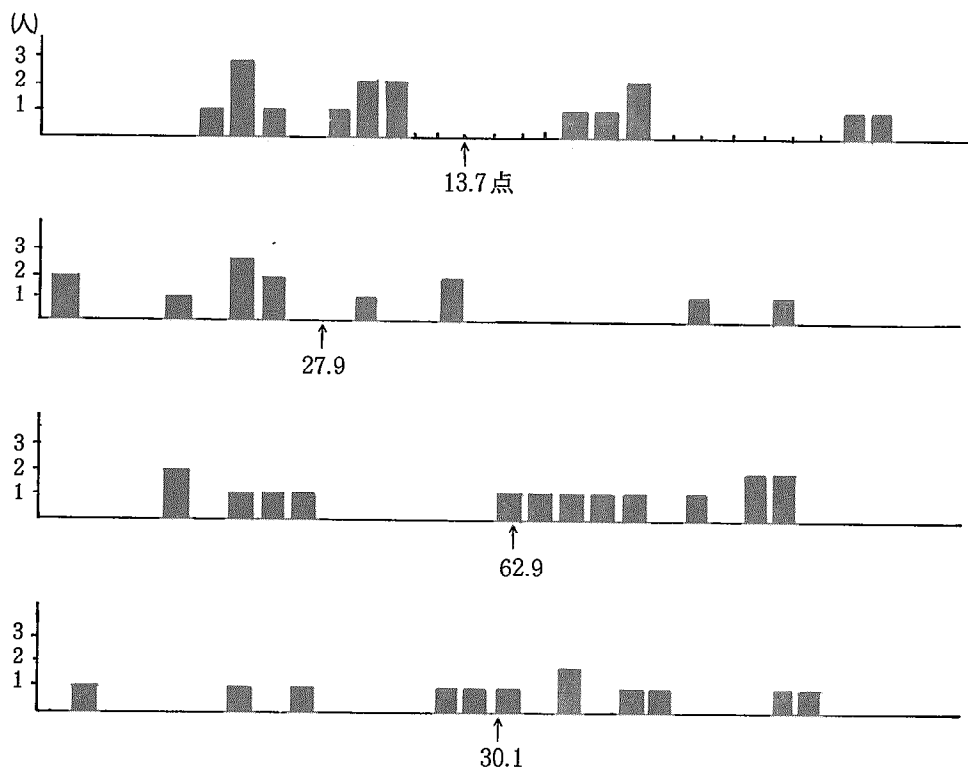
（一）クラスの紹介（1年漁業科）

このクラスは本校としては成績、出席状況、その他いずれを取り上げても標準的なクラスであります。

生徒の学力に着目しますと、高低の差が大きいことが目につきます。

これも本校の一般的な傾向です。

下の図は、上から順に入試＝理科、1学期中間テスト、期末テスト、2学期中間テストの各得点分布です。これらをよく見ると、生徒の向上の跡がはっきりとわかります。即ち、入試や1学期の中間テストでは一部の成績上位者が平均点を引き上げていること。しかし、期末テスト2学期の中間テストでは従来下位グループにいた生徒から何人かが上位グループへ上がっていったことです。



二 指 導 案

化学変化のようす

沖水高 金城 誠

- (1)化学反応の特徴を学ぶ。
(2)化学反応の特徴を利用してイオンの検出を行う。
- 視聴覚機器を活用して教育効果を高める。

流れ	提 示	学 習 内 容	備 考
1	教 師	本時のねらいを話す	既習例をあげる
2	"	物質の状態に着目して化学反応を見よう	
3	TV	化学変化のようす(1) ・イオウと鉄 ・塩酸とアンモニア水 ・炭酸ナトリウムと塩化カルシュウム	
4	OHP	T・Vのまとめ	反応のしやすさにもふれる
5	教 師	生成物に着目して化学反応を見よう	
6	TV	化学変化のようす(2) ・石灰石と塩酸 ・食塩水と硝酸銀溶液 ・硫酸銅とアンモニア水 ・塩酸と水酸化ナトリウム	
7	OHP	まとめ	イオンは既習
8	教 師	沈澱反応について説明し演示実験(1) ・塩化バリウムの反応 ①硫酸 ②硫酸銅 ③塩酸	
9	OHP	沈澱に必要なイオンは何か	
10	教 師	確認実験 ①硫酸バリウム ②食塩水	組成式は既習
11	OHP	まとめ	
12	教 師	・演示実験(2) ・硝酸銀の反応 ①食塩水 ②塩化バリウム ③硫酸	
13	OHP	沈澱に必要なイオンは何か	呈色反応の例
14	教 師	確認実験 ①硝酸カリウム	
15	OHP	まとめ	
16	教 師	・演示実験(3) ・チオシアン酸カリウムの反応	
17	OHP	まとめ	
18	実 験	・いろいろな水にあるイオンの検査 ①海水 ②どろ水 ③水道水 ④蒸留水	
19	OHP	まとめ	
20	OHP	本時のまとめ	

Ⅲ 授業プリント

化学変化のようす

1 年 科 No 氏名

目的 (1) 化学反応の特ちょうを学ぶ。

(2) いろいろな水にとけているイオンを調べる。

1. 化学変化のようす(1)

物質の状態（固体、液体、気体）のちがいと反応のしかた。

(1) イオウと鉄から硫化鉄ができる。

状態 反応のしかた

(2) 塩酸とアンモニア水から塩化アンモニウムができる。

状態 反応のしかた

(3) 炭酸ナトリウムと塩化カルシウムから炭酸カルシウムができる。

状態 反応のしかた

◎ まとめ ① いろいろな状態のくみあわせで化学変化は起こる。

② 化学変化のおこりやすさは物質によってちがう。

2. 化学変化のようす(2)

発生する物質の状態のちがい。

(1) 石灰石に塩酸を加える。

結果

(2) 食塩水に硝酸銀溶液を加える。

結果

(3) 硫酸銅溶液にアンモニア水を加える。

結果

(4) 塩酸に水酸化ナトリウムを加える。

結果

◎ まとめ ① 発生する物質の状態はさまざまである。

② 沈澱は水にとけない固体が発生したときだけである。

そこで、沈澱はイオンの検査に使われる。

3. 色が変わる反応

	Fe^{3+} 塩化鉄(Ⅲ) FeCl_3	Fe^{3+} 硫酸鉄(Ⅲ) $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
チオシアン酸カリウム		

◎ まとめ Fe^{3+} はチオシアン酸カリウム溶液を赤血色にする。

4. 沈澱が発生する反応

(1)塩化バリウムの反応

	硫酸 H^+ SO_4^{2-}	硫酸銅 Cu^{2+} SO_4^{2-}	塩酸 H^+ Cl^-
塩化バリウム $\text{Ba}^{2+}\text{Cl}^-$ ①			
硫酸バリウム $\text{Ba}^{2+}\text{SO}_4^{2-}$ ①			
食塩水 Na^+Cl^-			

沈澱をつくるイオン

沈澱をつくるイオン

◎イオン反応式＝

(2)硝酸銀の反応

	Na^+ 、 Cl^- 食塩水	Ba^{2+} 、 Cl^- 塩化バリウム	H^+ 、 SO_4^{2-} 硫酸
硝酸銀 Ag^+ 、 NO_3^-	白い沈澱		
硝酸カリウム K^+ 、 NO_3^-			

沈澱をつくるイオン

◎イオン反応式

5. いろいろな水にあるイオンのけんさ

	海水	どろ水	水道水	じょうりゅう水
(Cl^-) 硝酸銀溶液				
(SO_4^{2-}) 塩化バリウム				
(Fe^{3+}) チオシアン酸カリウム				
とけているイオン				

授 業 研 究 会

(生 物 分 野)

北谷高等学校 奥 間 朝 春

1. 教育課程

	1 年	2 年	3 年	備 考
理 科 1	6			14～17単位 ○ 3年1科目必修 ○ 1科目は選択
物 理		} 3	} 3 } 3	
化 学				
地 学				
生 物		2		

2. 理科 I

- (生・化) 分野、(物・地) 分野に分け2人でもつ。
- 物理2人、地学1人、生物3人、化学2人……計8人で担当
(原則として理科職員全員で理科 I を分担してもつ、教材研究合同でやる)
- 評価は両分野合計して毎学期理科 I として評価する。
- 原則として実験を多くやる。備品、消耗品は各科のを使用
- 生物分野の実験

1. 顕微鏡の扱い方	2. ミクロメーターの使用法
3. いろいろな細胞の観察	4. 原形質分離
5. 体細胞分裂の観察	6. シダの世代交代前葉体の観察
7. ウニの初期発生、	8. その他
- VTRの利用……視聴、ノートを利用……NHK高校講座、理科 I
 予定(細胞の構造)、(細胞分裂)、(卵から親へ)(細胞のふえ方)(生殖と発生)
 (遺伝のしくみ)
- 理科野外実習を実施……理科全員であたる……(資料参照)

❖ 1章の ねらい

生物は細胞を単位としてなりたっていることを基礎に、子孫を増やすメカニズムと、そのとき親の形質が子孫にうけつがれていく遺伝現象における法則性を理解させる。さらに、生物が長い歴史の間に進化してきた事実をさぐり、生命の連続性における不変性と可変性という一見矛盾する事項がどのように説明されるのか、進化説についても考えさせた。

❖ 1節 細胞とその分裂

- 〔目 標〕 ① 生命の単位としての細胞の意義と、その構造と働きの大要を理解させる。
② 体細胞分裂と減数分裂のメカニズムを理解させる。
- 〔留意点〕 ① 光学顕微鏡で観察できる範囲にとどめる。
② 中学校での既習事項を発展的に扱い、後に続く生殖・発生・遺伝の学習の基礎となるように心がける。
③ 細胞分裂では、染色体の行動に重点をおいて、十分な理解をはかる。

❖ 2節 生殖と発生

- 〔目 標〕 ① 無性生殖の大要と、有性生殖のメカニズムについて理解させる。
② 動物を中心に初期発生の過程を理解させる。
- 〔留意点〕 ① 有性生殖に重点をおき、遺伝の学習の基礎となるよう心がける。
② 発生のしくみは選択理科で扱うので、ここではたち入らない。

❖ 3節 遺伝と変異

- 〔目 標〕 ① メンデルの遺伝の3法則を理解させる。
② 遺伝子が染色体に存在することを理解させる。
③ 連鎖とのりかえのしくみについて理解させる。
④ 性の決定と伴性遺伝のしくみについて理解させる。
⑤ 変異について理解させる。
- 〔留意点〕 ① 中学校では遺伝についてはほとんど扱っていないので、十分に時間をかける。
② メンデル式遺伝のいろいろな特例をら列的に扱ったり、三点検定交雑やそれに基づく組みかえ価の計算をさせたりするのは望ましくない。
③ 変異は、突然変異を中心に展開する。

❖ 4節 生物の進化

- 〔目 標〕 ① 化石に残された証拠を中心に、生物の進化について考えさせる。
② 進化説について考えさせる。
③ 生物の分類と系統について、基礎的な考え方を知らせる。
- 〔留意点〕 ① 中学校では示相化石を中心に扱い、示準化石や地質時代にはふれていない。
② 多くの示準化石をら列的に扱うことは望ましくない。

☐ 1章の内容構成と中学校理科・選択理科との関連

中学校理科との関連

1章の内容構成

内容の関連

他章との関連

選択理科との関連

☐ 第2分野

- (3) 生物の体の仕組み
 - ア 生物と細胞
 - イ 多細胞生物の体の仕組み

☐ 1節 細胞とその分裂

① 生命の単位=細胞	細胞の発見 生命の単位
② 細胞の構造	細胞の構造 原形質流動
③ 細胞膜の性質	浸透現象 細胞内部の物質組成と能動輸送
④ 細胞の増殖	細胞の増殖
④ 細胞の分裂	体細胞分裂 減数分裂

☐ 2節 生殖と発生

① 無性生殖と有性生殖	無性生殖 有性生殖と配偶子
② 受精	動物の受精 植物の受精
③ 発生	卵割 胞胚の形成 のう胚の形成と胚葉 神経胚の形成

☐ 3節 遺伝と変異

① メンデルの法則	メンデルの研究 優性の法則、分離の法則 独立の法則
② 遺伝子と染色体	遺伝子と染色体 連鎖 のりかえ
③ 性と遺伝	性の決定 伴性遺伝 ヒトの伴性遺伝
④ 突然変異	変異 突然変異 人為突然変異

☐ 4節 生物の進化

① 化石に見られる進化の証拠	示準化石と示相化石 地質時代と生物の進化 人類の進化
② 進化のしくみ	ダーウィン以前の進化説 ダーウィンの自然選択説 突然変異説 現在の考え方
③ 生物の系統	種と分類 生物の系統

③原子・分子の熱運動

5章2節

②エネルギー資源

☐ 生物

- (1) 生物体の形成
 - ア 細胞と組織の形成
 - イ 発生と形態形成

- (2) 生体とエネルギー
 - ア 物質交代とエネルギー交代
 - イ 遺伝子と形質の発現

- (3) 恒常性と調節
 - ア 動物の行動
 - イ 個体の恒常性と調節

- (4) 生物の集団
 - ア 生物の集団の成り立ち
 - イ 生物の集団の変動

☐ 地学

- (2) 地球の歴史
 - ア 地層
 - イ 地かく
 - ウ 地球の進化
 - エ 日本列島の地質

(学習指導要領による)

(学習指導要領による)

理科 I 学習指導案

指導者北谷高校 奥 間 朝 春

教科書 啓林館 理科 I

1. 細胞膜の性質

浸透圧と能動輸送（前時）

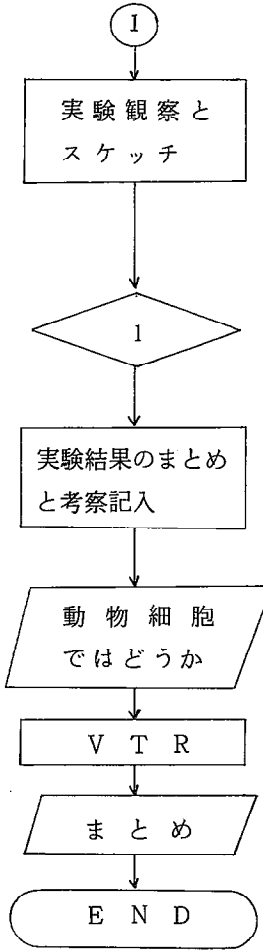
原形質分離の実験（本時）

2. 指導目標

- (1) ユキノシタの表皮細胞のプレパラートをつくらることができる。
- (2) 顕微鏡の正しい扱い方ができる。
- (3) 観察した細胞のスケッチができる。
- (4) 原形質分離や原形質復帰の現象を細胞膜で説明することができる。
- (5) 植物細胞と動物細胞の外液に対する違いを指摘できる。

3. 指導過程

指 導 内 容	学 習 の 流 れ	留意点、チェックポイント
◦ 半透膜と浸透圧 ◦ 濃度のうすい溶液から濃い溶液へ水が浸透する ◦ 植物細胞を原形質より濃度の濃い液に入れるとどうなるか ◦ 水分子の流れを予想 ◦ ユキノシタの表皮のとり方、プレパラートの作り方 ◦ 原形質分離の実験 ◦ 原形質復帰の実験	<pre> graph TD START([START]) --> A[前時の復帰] A --> B[問題提示] B --> C[予想い推論] C --> D[実験方法について] D --> E((1)) </pre>	◦ OHP ◦ OHP ◦ 材料の大きさ 5 mm × 5 mm ◦ 0.1 M、0.5 M ショ糖溶液の比較 ◦ プレパラートに水を加える

指導内容	学習の流れ	留意点、チェックポイント
◦ 原形質分離の説明 ◦ 100 倍か 400 倍で検鏡スケッチ ◦ プリントの結果と考察を各グループでまとめさせる。 ◦ 動物細胞では原形質分離はおこる。 ◦ 赤血球細胞の溶血 ◦ 原形質分離、溶血、細胞膜について説明する	 <pre> graph TD I((I)) --> A[実験観察とスケッチ] A --> B{1} B --> C[実験結果のまとめと考察記入] C --> D[/動物細胞ではどうか/] D --> E[V T R] E --> F[/まとめ/] F --> G([E N D]) </pre>	◦ 実験上の注意は守られているか、顕微鏡の正しい方ができているか、机間巡視指導 ◇ 顕微鏡の正しい使い方はできたか ◦ 細胞のスケッチはできたか ◦ 濃い外液、うすい外液について考えさせる ◦ 溶血の実験結果のビデオ ◦ OHP

細胞膜の性質

(目的) 生きている植物細胞を細胞より濃度の高い溶液中に浸すと原形質分離を起こすこと、また原形質分離を起こした細胞は蒸留水によって原形質復帰することを観察する。

(準備) (材料) ……ユキノシタの裏面の表皮

(器具) ……顕微鏡、スライドガラス、カバーガラス、カミソリ、ろ紙、ガーゼ、ピンセット

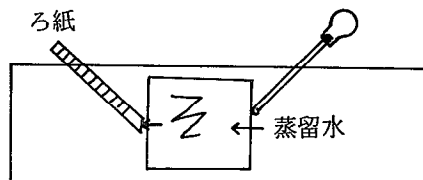
(薬品) 0.1 M (3.5%)、0.5 M (17%) のショ糖溶液、蒸留水

(方法) (1) ユキノシタの裏面の表皮を葉肉の部分をつけないようにピンセットで静かにはぎとって、4～5mm平方の切片を3片切り取る。

(2) 1で取った切片をそれぞれ3枚のスライドガラスにのせ、それぞれ水、0.1 M ショ糖、0.5 M ショ糖を滴下し、カバーガラスで封して検鏡せよ。

(3) それぞれの細胞(紫色の色素のある)を一つスケッチせよ。

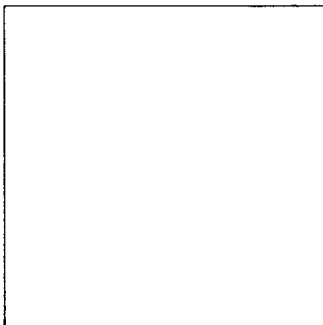
(4) 原形質分離をおこなっている細胞のプレパラートをステージにのせ図のようにショ糖溶液と蒸留水をおきかえて検鏡せよ。



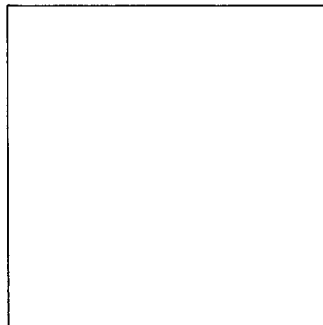
(結果と考察) 1. 各プレパラートの細胞(紫色)を1個スケッチせよ。

細胞壁と細胞膜を図示する

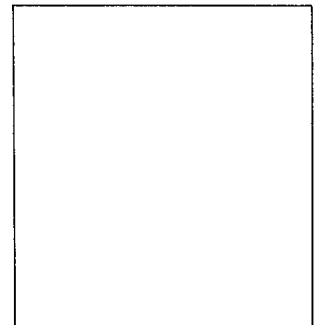
蒸留水



0.1 M



0.5 M



2. 原形質分離をおこなっている細胞を浸している溶液は次のどれか。

(イ) 蒸留水 (ロ) 0.1 M-ショ糖 (ハ) 0.5 M-ショ糖 (ニ) _____

3. 原形質分離をおこなった細胞の細胞壁と細胞膜の間には何が入っているか

4. 原形質より濃度の高い外液を高張液、濃度の低い外液を低張液、同じ濃度の外液を等張液という。

0.1 M-ショ糖、0.5 M-ショ糖溶液は低張液、高張液のどれに相当するか。

低張液 () 高張液 ()

5. 原形質分離をおこなっている細胞に蒸留水を加えたらどうなったか、方法(4)の結果をかき、又、その理由を書きなさい。

(結果)

(理由)

6. 原形質分離がおこった理由をかきなさい

7. 細胞膜の性質をかきなさい。

感想、反省

1 年 組 番 氏名 ()

九 高 理 大 会 報 告

那覇工業高校定時制 久 高 興 祐

< 1 > はじめに

第22回九高理大会は7月27日～28日に佐賀県の武雄市文化会館で次のような日程で行われた。

第1日目（7月27日）

午前中は物、化、生、地の全参加者が一堂に集まって「理科Ⅰを実施しての問題点と今後の課題」をテーマに発表質疑意見発表等が行われた。発表されたテーマと発表者等は次の通りです。

1. 理科Ⅰ生物分野、進化の概念をどう把握するか

福岡県立久留米高等学校 久保田 信 先生

2. 理科Ⅰ（特に生物領域）を実施しての問題点と課題について

大分県立別府青山高等学校 栗 林 忠 則 先生

3. 理科Ⅰ 地学分野の指導と問題点

熊本県立熊本高等学校 竹 本 伸 二 先生

4. 理科Ⅰを実施しての問題点と今後の課題

宮崎県立都城工業高等学校 南 里 次 郎 先生

5. 理科Ⅰを実施しての問題点

沖縄県立大平高等学校 内 間 安 佐 先生

6. 理科Ⅰを実施しての問題点と今後の課題

鹿児島県立加治木高等学校 知 識 親 則 先生

7. 理科Ⅰを実施しての問題点と課題

長崎県立長崎西高等学校 池 崎 善 博 先生

8. 理科Ⅰ指導に対する本校のとりくみ

佐賀県立三養基高等学校 坂 本 登 先生

助 言 者

佐賀県立武雄青陵高等学校 教頭 内 川 和 美 先生

佐賀県立武雄高等学校 教諭 福 田 宇美男 先生

午後からは物、化、生、地の4分科会に分かれて研究発表、質疑講演会等が行われた。化学分科会で発表されたテーマや発表者氏名等は次の通りです。

主テーマ

これからの理科教育を考える

1. 教材の研究

福岡県立糸島高等学校 春 田 徳 洋 先生他

2. 理科Ⅰを実施して

大分県立森高等学校 後 藤 直 美 先生

3. アンモニアと塩化水素による白煙から拡散速度を求める実験についての批判

熊本県立松橋高等学校 山 村 清 二 先生

4. 生徒の認識と化学教育

沖縄県立具志川商業高等学校 崎 原 盛 吉 先生

講 演 硫酸はなぜ強い酸なのであろうか

佐賀大学理工学部 教授 武 藤 米一郎 先生

第2日目(7月28日)

第2日目はAM9:30～11:00まで全体講演が行われ、AM11:00～11:40まで総会、AM11:40～12:00まで閉会式が行われた。全体講演のテーマは次の通りです。

「理科教育と人間形成」

沖縄からは大平高校の内間安佐先生が全体協議会場で「理科Ⅰを実施しての問題点」というテーマで、また具志川商業高校の崎原盛吉先生が化学分科会場で「生徒の認識と化学教育」というテーマでそれぞれ発表した。

以上のすべてについて詳しく報告することは紙面の都合上不可能なのでここでは多くの方々が興味を示すと思われる発表一つのみ報告する。

<2> アンモニアと塩化水素による白煙から拡散速度を求める実験についての批判

熊本県立松橋高校 山 村 清 二 先生

超音波による気体拡散速度の測定

山 村 清 二

1. はじめに

高校生は、中学生時代からすでに分子、原子の存在について学んでおり、教科書上の知識としては知っている。これを更に深め、具体的な像として理解させるための教材の一つとして、気体の拡散が考えられる。拡散は分子1個1個の挙動が直接かかわり合っているもので、この現象をわかりやすくしかも定量的に扱うことは、気体分子の運動を具体的な形で把握させるための有効な手段の一つである。このため数多くの教科書や実験書で

A. アンモニアと塩化水素により白煙を作る実験

B. 指示薬を使用して拡散質の検出を行う実験

C. 臭素やヨウ素の蒸発等有色気体の拡散実験

等が取り上げられている。これら従来の方法は簡便で生徒らに理解させやすい利点があるものの下記の欠点がある。すなわちAについては、 NH_3 と HCl をそれぞれ濃アンモニア水と濃塩酸からの蒸発によって得るため、両気体量の増加、更に管内の空気中に含まれる水分などが拡散速度の測定結果に影響を及ぼすことがすでに報告されている。またBについては、指示薬の溶媒や拡散媒中の水分の影響を受けやすい。これは、拡散質として使う気体が水やアルコールに溶けやすいことに起因していて、溶媒に溶かした指示薬を使う以上避けることのできない本質的なトラブルである。またCについては、拡散の状況が目に見える利点があるが定量実験には適しない。そこで著者はこれら従来の実験を補うため、拡散媒中の拡散質を検出する有効な手段に、超音波を使用する方法を工夫した。著者の方法は、

(1) 乾燥した拡散質及び拡散媒を使用できる。

(2) 拡散質と拡散媒の音速が異なれば、どんな気体にでも応用可能で、適用範囲が広い。このため任意に都合のよい気体を選定できる。

(3) この装置の主体である超音波の発振回路と受信回路は市販品が利用でき、かつオシロスコープは現有の理振基準品のもので十分である。

等の利点を持つものである。以下にその概略を述べる。

2. 実 験

(1) 試料及び試薬

実験に使用した気体のうち、 He (純度 99.9%)、 N_2 (99.9%)、 Ar (99.9%)、 CHClF_2 (99.5%)、 CCl_2F_2 (99.8%) は気体として購入したものを使用し、 CH_4 、 O_2 、 CO_2 、 NH_3 は実験室で発生させた。使用した薬品はすべて市販の一級品である。

(2) 検出原理

気体中における超音波の速度は、後に述べるように気体の密度、その他によって変化する。した

がって拡散質の侵入によりおこる拡散媒中の音速の変化（具体的には受信される超音波の位相変化）を検出することによって、拡散質の検出を行うことができる。

(3) 実験装置及び方法

図1に実験装置の概要を模式的に示す。Tは内径約3cm、長さ約45cmの測定管で、 C_1 は測定管とはほぼ同じ穴径を持つ二方コックである。このコックの下端より上方へ14.1cmの位置（ S_1 ）と更にこれより5.21cm離して S_2 に超音波発振子 O_1 、 O_2 及び受信子 R_1 、 R_2 をそれぞれ向い合せてセットした。

拡散速度の測定は、下記の方法によった。まず測定管T及びフラスコF内に拡散媒を入れてから C_2 を閉め、拡散媒の圧力と温度が大気と等しくなるよう十分時間をおいたのち（約30秒） C_1 を開めた。次にF内の拡散媒を一旦真空ポンプで排気して拡散質と入れ換え、同じく圧力と温度が大気と等しくなるよう十分時間をおいたのち（約4分） C_2 、 C_4 を閉め測定を開始した（ただし拡散質の密度が拡散媒の密度より小さい場合は、図1の測定装置の本体を倒立させ、下方への拡散を測定した。）次に発振器の出力を発振子 O_1 及びオシロスコープのX軸に、 O_1 に向い

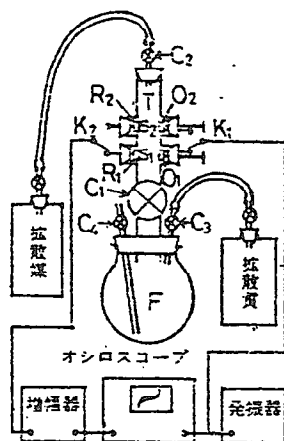


図1. 超音波による気体拡散速度測定装置

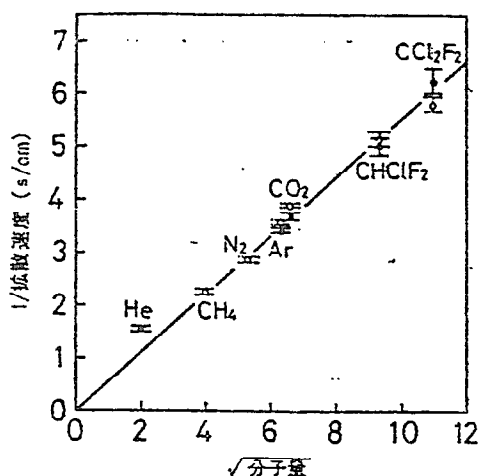


図2 拡散質の気体分子量と拡散速度
拡散媒はHe (○), N₂ (●) である。
図中の化学式は各拡散質を表す

合っている受信子RをオシロスコープのY軸に接続してリサージュ図形を描かせ、 C_1 を約5秒かけて静かに開いた。拡散質が測定管内を下方より上方に向い拡散し S_1 の位置にくるとリサージュ図形が変動を始めるので、このときの時刻を測定した。次に切換スイッチ K_1 、 K_2 によりオシロスコープ及び発振器を S_2 の組（ O_2 、 R_2 の組）に接続して拡散質が S_2 に達する時刻を測定した。 S_1 S_2 間の距離を拡散質が S_1 S_2 間を拡散するに要した時間で除した値を気体の鉛直方向への拡散速度とした。

さらに超音波による方法と従来の指示薬による方法とを比較するため、超音波の送信子のかわりに紙に指示薬をしみ込ませ、これをゴム栓に取り付けたものを使用した測定も行った。

なおこれらの実験においては、拡散質と拡散媒の圧力を等しくすること及び装置の各部に温度

差を生じないようにすることが重要である。もしこれらのことがなされていない場合は、 C_1 を開いた途端にリサージュ図形が大きく変動するが、このような現象は見られなかった。また後述する実験結果の精度より判断しても、これらの条件は満たされていることがわかる。なお拡散質が侵入していない状態ではリサージュ図形は安定しており、拡散質の侵入以外による変動の要因はみあたらなかった。さらにコック C_1 の開き方も測定結果に影響すると考えられる。しかし C_1 を開くのに要する時間を約 2 秒、5 秒、8 秒とかえてみたが、この操作の違いによる拡散速度の測定結果の差は小さかった。

3. 実験結果及び考察

(1) 拡散速度と分子量

超音波による方法で、いろいろな気体の鉛直方向への拡散速度を測定して得られた結果を図 2 に示す。各気体の拡散速度はそれぞれ 10 回測定した平均値で、その公算誤差をエラーバーを用いて示した（以後誤差はすべて平均値に付随する公算誤差で表示する）。拡散媒の種類に関係なく、拡散速度の逆数は分子量の平方根に比例する結果がはっきり現れており、誤差の大きさより判断して再現性も良いことがわかる。

(2) 超音波による拡散質の検出感度

超音波の振動数を f 、送受信子間の距離を d 、この間に存在する波数を n とすると拡散媒中の音速 v は、

$$v = f d / n \quad (1)$$

送受信子間の気体の組成が変化した場合の音速の変化に伴う受信信号の位相の変化を $\Delta \theta^\circ$ とすれば、この時の音速 v' は、

$$v' = \frac{f d}{(n + \Delta \theta / 360)} \quad (2)$$

となる。したがって $\Delta \theta$ は式 (1)、(2) より、

$$\Delta \theta = \frac{360 f d (v - v')}{v v'} \quad (3)$$

この式が示すとおり、検出感度は振動数 f を高くかつ送受信子間の距離 d を長くすれば良くなる。

リサージュ図形の変動は、X Y 軸間の位相差が 0° または 180° からの場合が最も識別しやすく、著者の実験によると $\Delta \theta = \pm 5^\circ$ もあれば十分である。混合気体の音速 v は拡散質のモル分率を $(1 - x)$ とすると、理想気体に換算した式 (4) で表される。

$$v = \left\{ \frac{C_{p1} x + C_{p2} (1 - x)}{C_{v1} x + C_{v2} (1 - x)} \frac{R T}{M_1 x + M_2 (1 - x)} \right\}^{1/2} \quad (4)$$

C_{v1} 、 C_{p2} ：拡散質及び拡散媒の定容比熱

C_{p1} 、 C_{p2} ：拡散質及び拡散媒の定圧比熱

M_1 、 M_2 ：拡散質及び拡散媒の分子量

R ：気体定数、 T ：絶対温度

表1 位相差 $\pm 5^\circ$ 変化に対応する拡散質のモル分率

拡散媒	拡散質					
	He	CH ₄	NH ₃	N ₂	Ar	CCl ₂ F ₂
He	—	0.0012	0.0012	0.0007	0.0005	0.0001
N ₂	0.0010	0.0024	0.0031	—	0.0079	0.0003

表2 センサーの違い及び拡散媒中の水分の影響

拡散媒	拡散質	センサー	拡散速度 (cm/s)
乾燥 He	乾燥 NH ₃	超音波	0.362 ± 0.010
乾燥 He	乾燥 NH ₃	指示薬	0.251 ± 0.011
湿った He*	乾燥 NH ₃	超音波	0.214 ± 0.006

* Heと水蒸気の圧力はそれぞれ推定 726mmHg、32mmHg である。

式(3)、(4)より $\Delta\theta = \pm 5^\circ$ 変化に対応する拡散質のモル分率を概算した結果を表1に示す。ただし $f = 217.5 \text{ kHz}$ 、 $d = 4.2 \text{ cm}$ として計算した。この表より超音波による拡散質の検出感度は、非常によいことがわかる。

次に指示薬による検出が可能である拡散質 NH₃ と拡散媒 He の組み合わせで、指示薬と超音波による検出感度を直接比較した。すなわち測定管の S₂ に超音波センサーと微量のフェノールフタレイン溶液(溶媒はエタノール75%の水溶液)を含ませた紙をおいた。ただしこの紙は、指示薬の溶媒蒸発がリサージュ図形の変動に影響を及ぼさないように大部分をセロハンテープで覆い、溶媒の蒸発する紙の面積を十分小さくし、さらに超音波センサー O₂R₂ の位置よりわずかに下方へ(S₁ 側に)ずらしてセットした。この二つのセンサーで、NH₃ が C₁ から S₂ まで拡散するのに要する時間を測定した。この結果約 39 秒後、まず超音波センサーが NH₃ を検出し、次に大幅に遅れて(約 23 秒)指示薬による検出ができた。このときの超音波の位相変化 $\Delta\theta$ は 210° であった。超音波で検出できたとき ($\Delta\theta = 5^\circ$) と $\Delta\theta = 210^\circ$ のときの NH₃ のモル分率を計算してみると、それぞれ 0.0012 と 0.0360 となる。検出感度についても超音波による方法は、指示薬による方法より優れていることがわかる。

(3) 超音波と指示薬による方法により得られた拡散速度の比較

図1に示す装置を用い、拡散質に NH₃ 拡散媒に He を使用して超音波による方法と指示薬による方法の二つの方法で得た拡散速度の比較を行った。その結果表2に示すとおり超音波では、 $0.362 \pm 0.010 \text{ cm/s}$ 、指示薬では $0.254 \pm 0.011 \text{ cm/s}$ が得られた(10回の測定結果)。本来一致するはずであるのに指示薬の方法で得られた値の方が遅くなった。これは拡散質である NH₃ が水やエタノールに溶けやすいため、蒸発した溶媒や S₁ の紙中の溶媒に吸収されることが主な原因と考えられる。そこでこのことを確認するため次の1)、2)、3)の実験を行った。

1) フェノールフタレインの溶媒(エタノール75%)の水溶液)の蒸発について

この指示薬をごく少量しみ込ませた紙の表面積は 3 cm^2 である)を図3に示すようにセットし、

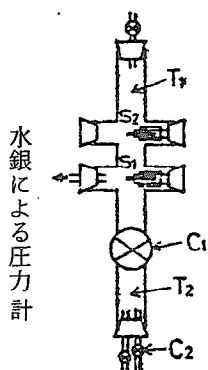


図3. 指示薬の溶媒蒸発及び拡散質の吸収に伴う測定管内の圧力変化測定装置

C_1 を開いた状態で測定管の T_1 及び T_2 のいずれにもHeを入れて測定管内の圧力変化を測定した結果を図4に示す。縦軸は測定管内の圧力変化、横軸はコック C_2 を閉めてからの経過時間である。測定管内の圧力の増加が見られる。これは指示薬の溶媒蒸発によるものである。

2) 拡散質 NH_3 のフェノールフタレイン溶媒への吸収を伴ったときの圧力変化

上記と同一装置で、 T_2 に NH_3 、 T_1 にHeを入れこれらの圧力を一旦大気と同圧にした後、 C_1 を開いてからの測定した結果を図4に示す。この結果より、先の1)の実験で明らかとなった溶媒蒸発による圧力の増加があるはずであるにもかかわらず、管内の圧力の増加が小さくしかも時間に遅れを生じることがわかる。これは C_1 を開く以前の段階からすでに溶媒が蒸発しており、この蒸発した溶媒の密度が拡散媒のHeより大きいいため S_1 及び S_2 から下方へ落下して T_1 の下部で濃度が高くなるために、 C_1 を開いて測定が始めたとき、拡散してきた NH_3 の一部が既に蒸発している溶媒や紙に含まれている溶媒へ吸収されることによる圧力増加が相殺し、ほぼ40秒までの測定管内の圧力変化が見られないと判断される。これ以後は、溶媒蒸発による圧力増加の方が大きくなるため管内の圧力が増加すると考えられる。したがって S_2 へ拡散する NH_3 は、蒸発した溶媒や紙に含まれている未蒸発溶媒に吸収される分だけ減少することになり、見掛け上拡散速度は遅く観測されることになる。

3) 拡散媒He中に水分が含まれている場合

拡散媒に含まれる水分が拡散速度に与える影響を調べるため、上記の2)の実験において乾燥Heに換えて水上置換により十分に水分を含ませたHeを T_1 に入れ、同様に測定した結果を図4に示す。この場合は、最初から測定管内の圧力は減少している。これは拡散してきた NH_3 が、拡散媒中に含まれる水分に吸収されるために起こったものである。乾燥したHeを使用したときは、もちろんこのような圧力変化は観測されなかった。また拡散速度も十分水分を含んだHeを使った場合は、表2第三欄に示すとおり遅く測定された。

以上述べたように超音波による方法では、十分乾燥した拡散質拡散媒での測定ができるので、溶媒及び水分による影響は皆無で

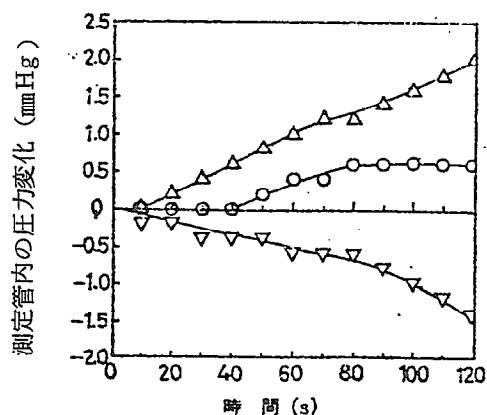


図4 指示薬の溶媒が拡散速度に及ぼす影響
△は溶媒蒸発による、○は NH_3 が指示薬の溶媒への吸収による、▽は NH_3 が拡散媒中に含まれている水分への吸収による各測定管内の圧力の時間変化を示す。全圧は756 mmHgである

表3 気体の拡散速度と分子量

拡散媒	He		N ₂	
拡散質	N ₂	CCl ₂ F ₂	CO ₂	CCl ₂ F ₂
拡散質の分子量M	28.0	121	44.0	121
拡散速度V (cm/s)	0.348±0.005	0.173±0.003	0.271±0.005	0.160±0.006
$V\sqrt{M}$ (cm/s)	1.84±0.03	1.90±0.03	1.80±0.03	1.76±0.07

であり、かつ指示薬では検出不可能な気体にも使用できる利点がある。

4. 授業への応用

従来行われている方法は簡便で理解が容易であるが、以上述べてきたように超音波による方法は、拡散質を任意に選定できる利点をもつ。すなわち分子量の小さいものから大きいものまで広い範囲にわたって定量的に測定することができる。

講義実験では、拡散媒にHe、拡散質にN₂やCCl₂F₂（実験教材用として市販されている冷却用ガス）を使用すれば、リサージュ図形の変動が明確でわかりやすい。もしHeの入手が困難である場合は、拡散媒にN₂、拡散質にCO₂やCCl₂F₂を使用し、より振動数の高い超音波を用いて測定すればよい。これらの各拡散媒及び拡散質について、10回測定して得た結果が表3及び前出の図2である。これらより同温かつ同一拡散媒中への拡散であれば、拡散質となる気体の種類に関係なく、拡散速度は分子量の平方根に反比例することが確認できる。すなわち、

$$V\sqrt{M}=\text{一定} \quad (5)$$

という重要な結論を出すことができる。この実験は気体の入れ換えに約6分、測定に約2分を要するので授業中二種の拡散質の測定を約16分で終えることができる。授業中では二種の気体の拡散実験しかできないので、あらかじめクラブ活動等を利用し、種々の気体について測定を行い、図2や表3を作成しておいてこれを授業に用いれば、さらに式(5)の結論を強固にすることができる。

終わりにこの研究を進めるにあたり日本特殊陶業研究部のご好意による送受信子と回路（UCM-U200）を使用した。実験全般にわたってご指導いただいた福岡県社会保育短期大学向井忠亮学長、並びにご協力いただいた本校大野 滋、高群圭信、一森綾子、大石洋嗣の各教諭に深謝する。また共に研究を行った本校化学部員の奥村真紀子、山本雅子、平田恵子の諸君に感謝する。

参 考 文 献

- 1) 山本大二郎、“化学実験事典”、講談社（1973）、P24
- 2) 重松栄一、科学の実験、18、774（1967）
- 3) 原 敏晴、科学の実験、18、1000（1967）
- 4) 実吉純一ほか、“超音波技術便覧”、日刊工業新聞社（1980）、P1189

アンモニアと塩化水素による白煙から 拡散速度を求める実験についての批判

熊本県立松橋高等学校教諭 山村 清 二

アンモニアと塩化水素より白煙を作る実験が、気体の拡散に関する実験として数多くの教科書や実験書に取り上げられている。この方法はCBAによって紹介され、これにつきその後いろいろな報告、がなされているが、重松、原らによって疑問点も報告されている。

我々は、拡散媒中の拡散質を検出する有効な手段に超音波を用いる方法を工夫したが、この方法は拡散質と拡散媒を任意に選定できることや検出感度が高いことなどの利点がある。この方法を用いて、水平に置いたガラス管内の気体のいわゆる移動速度（これは真の拡散速度ではないので移動速度と呼ぶ）の測定を種々の拡散質、拡散媒の組合せで行った。その結果、この移動速度は拡散質の分子量の平方根に逆比例するのではなく、主に拡散質と拡散媒との分子量の差によって決定されることが明らかとなった。さらに水平に置いた管内で拡散媒を変えた場合の空気（煙の微粒子の浮かんた空気）の流れの様子及び移動速度を測定した。その結果、拡散媒の分子量が空気の平均分子量より大きい場合は空気は管の上部を、逆に小さい場合は下部を流れることが明らかになった。そしてこの空気の移動速度は、前記の超音波による測定結果とも一致した。

次にアンモニアと塩化水素より白煙を作る実験を種々の拡散媒中で行い、両気体の移動速度の測定並びに白煙発生の様子を観察した。その結果、両気体の移動速度は拡散媒との分子量の差が大きいほど大きくなり、また両気体の移動速度の比 ($V_{\text{NH}_3} / V_{\text{HCl}}$) は、拡散媒が空気のとときに偶然にも分子量の平方根の逆数 1.47 にほぼ一致することが明らかになった。内径 1 cm の測定管での白煙の形成は、拡散質が拡散媒の分子量より小さい場合も、両気体の先端部が管の内径のはば中央で衝突して NH_4Cl が作られる。そして注目すべきことは、拡散媒が He 、 CH_4 、空気などの場合には、白煙発生の数分後に渦が観察されることである。これは白煙が発生後落下して管底で左右にわかれた後、測定管の下部を移動してくる拡散質によって一部が管の上方に向かって押し返された結果による。この渦は測定管の軸方向より照明をしたときに観察可能となり、通常は中央部の NH_4Cl の落下のみが観察されるため、あたかも白煙が管に垂直に発生すると見誤りやすい。さらに拡散質が、管全体を拡散してきたものと誤解される原因となっていると思われる。

以上のことより、水平に置いたガラス管内でアンモニアと塩化水素より白煙を発生させる実験は拡散の現象ではなく、単なる気体の分子量の差による入れ換わりの現象にはかならないことが判明した。

なお本研究は本校化学部員が行ったものであり、研究全般にわたって福岡県社会保育短期大学向井忠亮学長に御指導いただいた。

参 考 文 献

- 1) D. A. Davenport, J. Chem. Educ., 39, 254 (1962)
- 2) 大八木義彦、橘田力、化学教育、13, 254 (1962)
- 3) 重松栄一、科学の実験、18, 774 (1967)
- 4) 原敏晴、科学の実験、18, 1000 (1967)

< 3 > おわりに

塩化水素とアンモニアとを反応させて生ずる白煙の輪のガラス管端からの長さにより拡散速度を求める実験に対しては、私も疑問を持ち 2 年程前しばらくの間、研究したことがある。そこでこの研究発表を聞くことができ、ほんとうに良かったと思う。

なお、次年度の九高理大会は鹿児島県で開催される予定です。

陽イオンの系統的分離と確認

—個人実験として未知試料溶液から陽イオンの分離、検出—

北谷高等学校 奥 間 朝 春

化学Ⅱの遷移元素の学習を終えたあと、毎年陽イオンの分析を個人実験として放課後を利用して実施しているが、「化学の面白さがわかった」「化学者になりたい」「沈でんがでたとき感動した」「陰イオンについても実験したい」と、ほとんどの生徒が積極的に化学への学習意欲と興味を示すようになる。グループ実験だと誰かがやると傍観している生徒もこの実験は最後まで真剣に取り組み、一人で実験ができた。成功した、とその喜びを感想に書く生徒も多い。又この実験では、ろ過、沈でんを洗う、加熱、蒸発、濃縮、器具の扱い、試薬の加え方など一つ一つ理由を考えながらきちんとやる必要があるので、実験の基本操作が科学的に生きてくるようである。以前は陽イオンの分離の方法や検出を各自で調べ、自分で実験計画までさせたことがあったが内容が高く、負担が大きく、期待した効果はなかったので、今では多くの生徒が、実験を成功できるように実験方法のプリントを使い陽イオンの分離と検出の実験を全員に課している。

1. 実施方法

- (1) 未知試料溶液の準備……(イ) 0.1% の AgNO_3 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, AgNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$, $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ の各溶液 500 ml ずつつくる。
(ロ) 上記の陽イオンをスポイトで 4 ml ずつとり、これを2種から4種類混合して試験管にとり、蒸留水を加えて全体積を 15 ml にして、これを未知試料とする。
(ハ) クラス全員の陽イオンの種類が異なるように未知試料溶液を作る。
- (2) 実験期間と時間……9月～10月の毎日放課後2～3時間で終るものとし、人員も1日15人以内にする。(人数が多いと混雑し、落ち着いて実験できない、充分指導できない、器具が足りないため)
- (3) 使用器具……15人分のセットを準備し、各人に借出し、終了後はちゃんと洗って返す、机上や流しの片づけを点検する。
一つのセット中の器具、薬品……試験管10本、ロート台、試験管立、蒸発皿 (12 cm がよい)、ビーカー (100 ml) 2個、洗びん、ガラス棒、三脚、アスベスト金あみ、ろ紙、リトマス紙、 2 M-HCl , $5\% \text{ K}_2\text{CrO}_4$, 2 M-HNO_3 , 2 M-NH_3 , $5\% \text{ K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $5\% (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, 白銀線……(共有… FeS , 6 M-HCl 硫化水素発生装置)
- (4) 実験結果の処理と評価……実験後検出したイオンを確認し、1週間以内にレポートにまとめて提出する。実験の得点は30点として中間考査の得点に加える。

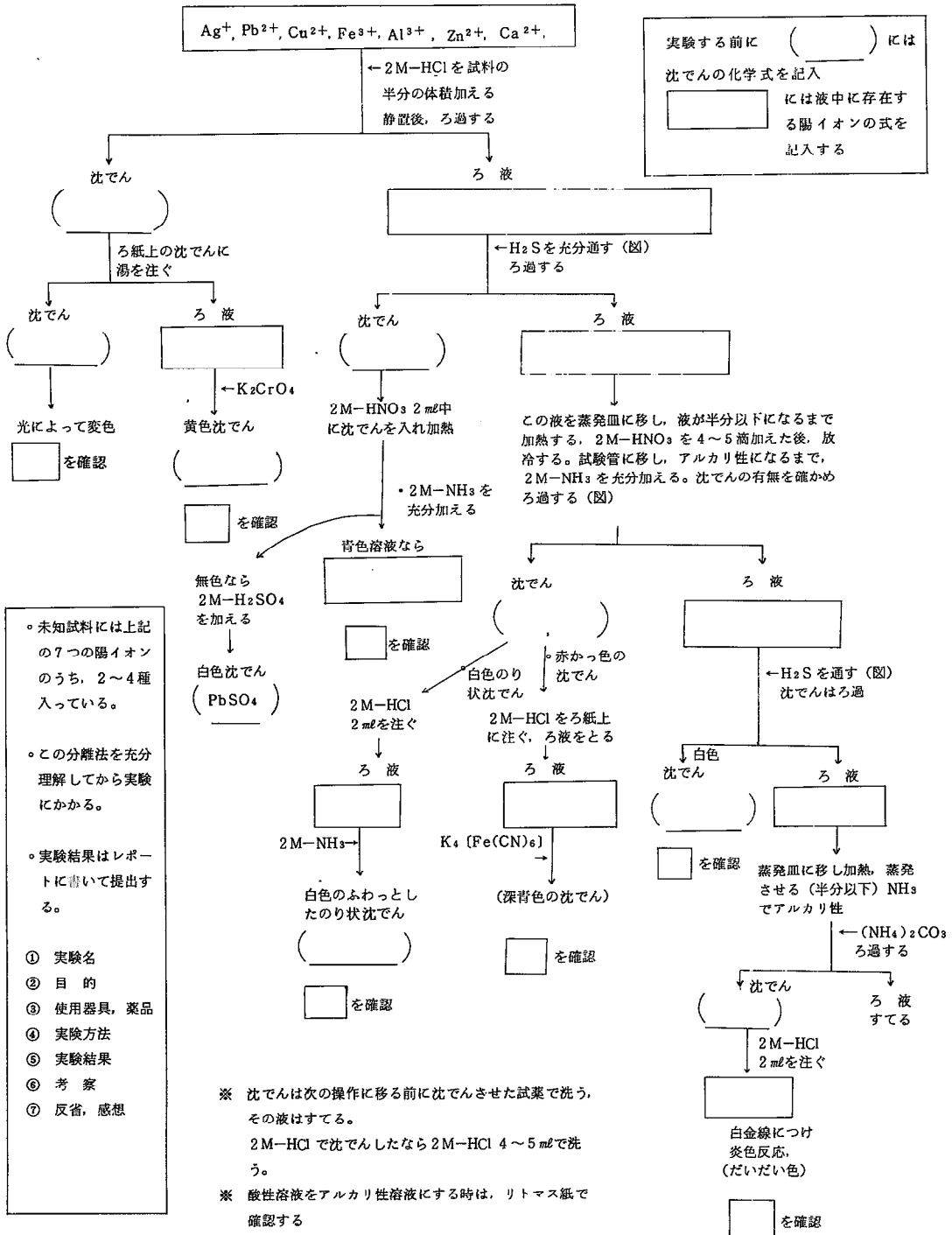
レポートを提出しないものは30点減点にする。(中間考査は70点満点にする)

2. 実験方法

(1) 実験のプリント……

(実験方法)

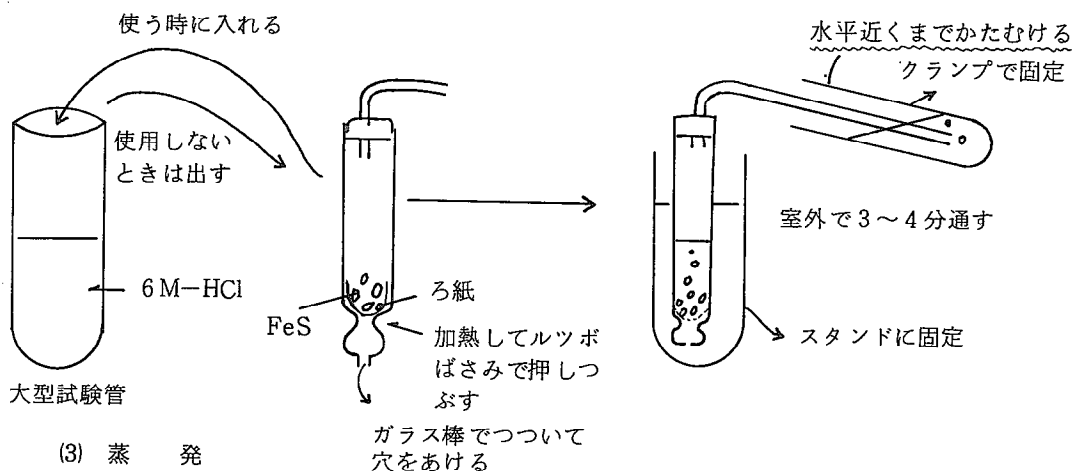
陽イオンの分離と確認



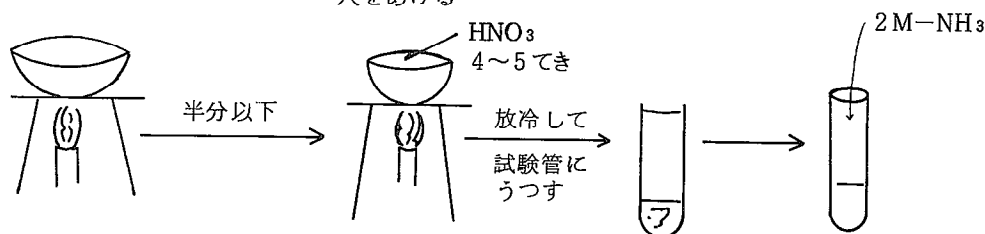
- ・ 未知試料には上記の7つの陽イオンのうち、2~4種入っている。
- ・ この分離法を充分理解してから実験にかかる。
- ・ 実験結果はレポートに書いて提出する。

- ① 実験名
- ② 目的
- ③ 使用器具、薬品
- ④ 実験方法
- ⑤ 実験結果
- ⑥ 考察
- ⑦ 反省、感想

(2) 硫化水素の発生（室外で発生させる）



(3) 蒸 発



3. 指導上の留意点

- (1) 未知試料に Al^{3+} と Fe^{3+} を同時に入れない。分離操作が困難。
- (2) 試料溶液に Fe^{3+} と Pb^{2+} が同時に入っているとき、 H_2S を通すと赤い沈でんができる。 H_2S を通し続けると黒色沈でんになる。…（赤色沈でんの組成式不明）
- (3) H_2S を通す操作は必ず、室外の風通しのよい場所で行ない、試験管を直接手でもつのではなく、クランプで固定し、離れた場所で観察する。
- (4) 図のような装置を使うと FeS の無駄がなく、ガラス管だけを交換して何回も使える。
- (5) H_2S でできる黒色沈でんが少ない時はろ紙もちぎって 2M-HNO_3 に入れる。

4. 各イオンの検出結果

Ag^+	Pb^{2+}	Cu^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}	Zn^{2+}	Ca^{2+}
100%	95%	97%	94%	81%	89%	85%

← 検出率 = $\frac{\text{検出できた数}}{\text{そのイオンを含む試料数}}$

毎年にした傾向であるが、 Ag^+ だけは全員検出している。 Fe^{3+} は H_2S の発生するとき入ってくるか、還元された Fe^{2+} になっているのを HNO_3 で酸化していないため NH_3 でうす緑の $\text{Fe}(\text{OH})_2$ のため判断ができないためである。 Pb^{2+} は Ag^+ と混ざっているのは 100% 検出しているが、 Pb^{2+} だけ入っていると 2N-HCl で沈でんがおそいため、静置して観察せ

ず次の操作へ移ったためである。 Al^{3+} は沈でんがのり状で透明に近いので沈でんを見落としてしまうためである。 Zn^{2+} や Ca^{2+} はアルカリ性にしないで試薬を加えたために反応せず、このイオンを見落しているが多い。

参考書 講談社 化学実験事典

化学準備室からの「はなし、あれこれ」

宮 古 高 校

会員の皆さま、忙しい中をごくろうさまです。

宮古高校は化学教諭3名です。3月の異動で、2人の先生が、各沖縄、八重山へ移り、代わりに北城ろう学校宮古分校からと、補充の先生が沖縄からきました。

助手の方も産休で4月から代わりの方がきていますので、化学教室にいる4人のうち、3人はこの4月から始めて宮古高校にきたものばかりです。

前からいる1人の先生の話の少しだけ書いておきます。

- 理科Ⅰを2人の先生でもっていたので定期テストの時間困ったことがあるとのこと。つまり、試験問題の量を調整せず、それぞれで、作ったので、生徒からすると、限られた時間に解答できる量ではなかったらしい。
- 化学Ⅱの授業とのこと。生徒数、35人の中で化学Ⅱで受験する人が3人だけだったので、授業がやりにくかったとのこと。

宮古高校化学教室メンバー紹介

- 徳 原 兼 松……………宮古高校にきて5年目、学校のような気がする唯一の人
- 岡 徹……………北城ろう宮古分校より
- 新 城 秀 樹……………補充、これまで南部工業
- 池 村 弘 子……………補充

林 良重先生の集中講座を受講して

南風原高校 新垣 庸一郎

去る昭和59年2月14日から19日までの6日間、毎日18時から21時までの3時間ずつ、琉球大学教育学部、とりわけ吉田一晴教授の御厚意で集中講座を受けさせてもらいました。もともと教育学部の理科教師志望の学生対象の講座だったわけですが、男女学生約20名と共に高校化学師約10名も無料で受講させてもらったわけです。

去年11月の化学宿泊研修会でこの事は吉田一晴先生、また山城次郎会長より予告されていた事ではあったが、講師のつごうによって日程が急に決められた事もある、全会員に連絡が行き届かなかった面があったかも知れません。

講師は富山大学教育学部の林^{はやし}良重^{よしゑ}先生で、はるばる吉田先生の依頼で沖縄まで来られた様で、この講座が終り次第、又他府県へ行かれるとのこと、あの小さい身体によくもあのような活発な行動力と旺盛な意欲を持っているものかと感心させられました。

林先生は日本最初の化学教科書ともいべき宇田川裕菴の大作「舎密開宗」を現代訳なさった方として有名であり、先生が東京で高校教師をやっておられた時代、小生も千葉県教育センターで舎密開宗についての講演をきいたこともあってなつかしく受講しました。

林先生の専門は化学史で、したがって講座内容も「理科教育における科学史の活用」でした。今まで受講してきた多くの講座の中でも特にわかりやすく、興味深く、現場ですぐにでも使える教材が豊富で、とても有意義なものでした。頭を痛めるような数式は一切なく、その月、その日生まれ科学者11名の紹介から講義は始まりました。

先生はあの有名な富山の製薬会社「広貫堂」の御曹子（長男）だそうで、富山大学の薬学部を出られたので本来ならば自分の会社の社長に納まるべき人だったようですが、戦争中の兵役から帰って、戦後の高校に臨時的に腰掛けした積りが、そもそも教師にどっぷりとつかってしまったきっかけだったようです。典型的なデモシカ先生だったと告白していました。

その後、あの大日本出版の化学教科書で高名な津田 栄氏や朝比奈貞一氏にめぐり会い、二人の推薦で日本化学会に入り、特に津田 栄氏が自宅に建てた「化学教育研究所」で手伝うようになり、又、玉虫文一氏、山岡 望氏、田中 実氏に師事し、交わるようになってから化学史に入ったということでした。

特に舎密開宗の現代訳と一緒にやり、監修者として入ってもらったという田中 実氏に対して、自分が化学史のアマチュアなら先生は科学史の専門家だったと評しておられた言葉が印象に残ります。

先生はほんとに実験がお好きなようで、種々の試薬を透明な35ミリフィルムのプラスチック缶につめて持参されており、毎日面白くて興味深い供覧実験をするか、グループ実験をさせていて、その態度は我々も見習うべきだと思います。薬さじは余り使わず、すぐ手のひらに試薬をとり、量を加減されていたしぐさがいかに化学を身近に感じさせ、泥くさく印象的でした。

実施した供覧実験およびグループ実験の主なもの次は次のとおりです。我々の授業でも、すぐ使え

そんな実験ですので、一応紹介しておきたいと思います。

1. Scheele の火の実験 (酸素)

試験管中の溶融硝酸カリウム KNO_3 にワリバシの燃えさしを突込むとはげしく燃え続ける。触媒なしで硝石が分解するので酸素の供給の説明としてわかりやすい。過酸化水素水と二酸化マンガンの組合わせでは、小学生ならば MnO_2 はおまじないに見える。触媒が理解できるのはもっと後の段階である。

2. 硫酸の発見 ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ の乾留)

- イタリアに明礬 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$ 地帯があり、その上でたき火をしたら、その跡にドロソと液体が残っていて、その中に金属を入れたらとけた。
- 中国でも丹バン CuSO_4 、浩バン ZnSO_4 、緑バン FeSO_4 類を乾留して硫酸をつくった。
- 薬品は棚から出てくるものでなく、つくるものだという意識が子供達にあってほしい。
- H_2SO_4 ができたら、 NaCl との反応で HCl が、 KNO_3 との反応で HNO_3 ができ、王水までつくれた。

3. 越中五箇山の硝石

- 富山の秘境五箇山で草と土を交互に積み重ねたものから煙硝土 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ をつくり、灰汁 K_2CO_3 との反応で KNO_3 を得た。
- 家康が唐人の花火を見たのが 1613 年。隅田川開きが 1658 年頃。

4. 昆布からヨウ素をとる (B・Courtois 1811, 島立甫 1846)

- KNO_3 をつくる中で発見。あやまって海草灰に硫酸をこぼしたら紫色 (iodine) の気体が発生。
- 岡山しまりばうの島立甫 (玄澄) もコンブの灰からヨウ素をとった (舎密開宗にあり)

5. Scheele の鉍物性カメレオン (マンガン酸カリウム, KMnO_4 でなく, K_2MnO_4)

- 溶融 KNO_3 に MnO_2 を加えると K_2MnO_4 (緑) ができ、できた K_2MnO_4 に水を加えると KMnO_4 (赤紫) になる。溶融 KOH に MnO_2 を加えると、 Mn^{2+} (ピンク) ができる。

6. 牛の血液から青色顔料 (プルシャンプルー) をつくる (Diesback 1704)

- 牛の乾燥血 (粉末) と K_2CO_3 を混合し、るつぽで強熱するとできる黒色物質を砕き、熱湯を入れてかき混ぜる。それを濾過すると淡黄色溶液がえられ、それに FeSO_4aq を加えて煮沸し、塩酸を加えて酸性にすると、プルシャンプルーが沈殿する。
- 黄血塩、赤血塩は動物の血からつくった。宇田川榕菴の訳である。

7. 簡易分光器と単眼顕微鏡の自作 (省略)

8. 化学変化には水が必要なことがある (親和須水) (舎密開宗)

- 鉄粉 (300 メッシュ) にイオウを混ぜ、水をたらすと発熱する。
- 亜鉛粉末とヨウ素粉末、およびアルミニウム粉末とヨウ素粉末に水の場合もできる。
- 熱しなくても発熱反応は起こる。
- 酒石酸と炭酸塩粉末の混合だけでは何も起らないが、水一滴の注入で泡が出る。

9. 炎色反応

- 舎密開宗に、るつぽにアルコールを入れ、塩化物を加えて、火をつける方法が紹介されている。

10. 糖酸 (糖酸) をつくる (舎密開宗)

- 砂糖に硝酸を加えるとシュウ酸ができる。蔘は「スイバ」「カタバミ」の意。
- サリチル酸のサリチルは「柳」の意。(南米インディオは葉を煎じて薬とした)
- アニリンは「藍」のエジプト語。

11. ビタミンCの性質

- 大根の汁でヨウ素やヨウ素デンプン反応の色が消える。

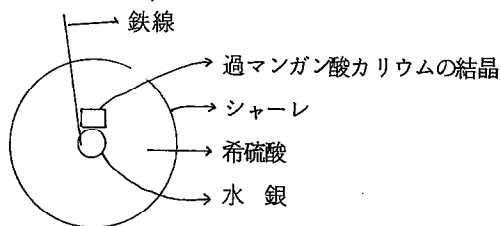
12. ブルーボトル (レッドボトル)

- 水酸化ナトリウム水溶液にブドウ糖とメチレンブルー (サフラニンレッド) を混ぜたものは、振ると色が消え、静置すると青 (赤) く変る。ブドウ糖が還元剤として動く。

13. 時間差攻撃型 (時限) 反応 (clock reaction)

- ①チオ硫酸ナトリウム溶液に塩酸一滴を加えたもの。
- ②ホルムアルデヒド溶液に亜硫酸水素ナトリウム溶液とフェノールフタレイン溶液を混ぜたもの。
- ③①②液を混ぜると、ある時点で赤変する。
- ①亜硫酸水素ナトリウム溶液にデンプン溶液と希硫酸を混ぜたもの。
- ②ヨウ素酸カリウム ③ ①②を混ぜると一定時間後青変する。

14. 水銀の膊動



水銀に鉄線をふれると、水銀が動く。

(酸化還元反応) (現代化学 1983. 6 月号, 化学教育 1965 年? 頃参照)

15. 振動反応 (Zahbotinskii 反応, Oscillate reaction)

A液 (0.1 M H_2SO_4 100ml に KIO_3 4.5g をとく)

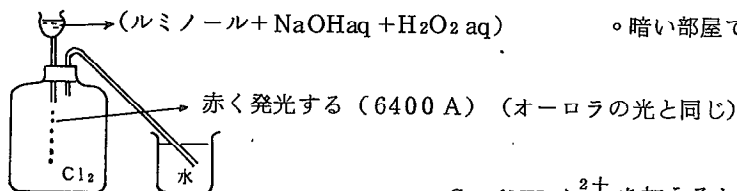
B液 (10% H_2O_2 水, 3% でも可)

C液 (MnSO_4 3 g とマロン酸 1.5 g を水 100 ml にとく)

D液 (1% デンプン溶液)

A液とC液を等量ずつ混ぜ、D液を数滴加えて、さらにB液を等量混ぜると、最初無色だったのが数分で黄金色になり、ついで青色になり、最後に無色に戻る。

16. 化学発光 (ルミノール, 塩素とアルカリ性過酸化水素水)



◦ 暗い部屋でやった方がよい。

◦ $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ を加えると青白くなる。

◦ ルミノールのアルカリ性過酸化水素水に赤血塩溶液を加えると黄血塩より明るく続く。

17. カルシウム Ca

- Ca は手でつかんでも大丈夫だから, Na の代りに使ったらよい。

18. 水素化カルシウム CaH₂

- $\text{CaH}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^- + \text{H}_2\uparrow$
- H⁻ の実在, H₂O の H⁺ と OH⁻ への電離, の証明になる。
- はげしい反応なので生徒実験でなく, デモ実験がよい。

19. 中和の確認

- 塩酸と水酸化ナトリウム水溶液では, 最初から水があるので, 水ができた証拠にならないが,

$$\overbrace{\text{H}_3\text{BO}_3}^{\text{固体}} + \overbrace{\text{NaOH}}^{\text{固体}} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{NaH}_2\text{BO}_3$$
 ならできた H₂O がベトつくからわかる。試験管の中に両者の固体と無水硫酸銅を混ぜて軽く加熱すると CuSO₄ が青くなる。

20. ナトリウムアミン NaNH₂

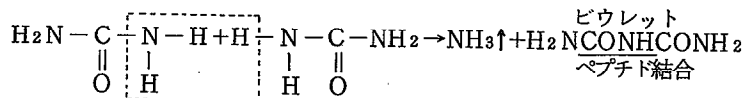
- 吸湿性だから密封しておくこと。
- $$\text{NaNH}_2 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{H}^+ + \text{OH}^-} \text{NH}_3 + \text{Na}^+ + \text{OH}^-$$
 アミノイオン 酸としての動き
- かなりはげしい反応だからデモ実験がよい。

21. 角砂糖を燃やす

- タバコの灰をつけてから加熱すると燃える。K₂CO₃ 等の K 塩でもよい。K が融媒。

22. ビ・ウレット Biuret (2つの Urea の意)

- 尿素に NaOH aq, 水, CuSO₄ aq を加えてもビウレット反応は起らないが, 加熱すると, 一部尿素は昇華するが, NH₃ が出て, 白い塊のビウレットになる。



23. シス型とトランス型 (立体異性体)

- マイレン酸とフマル酸の物理的性質と化学的性質の違いを見せる。
- 溶解度のちがい。マレイン酸はいかにも結晶らしく、水に溶け、あたためるとよくとける。
フマル酸は粉末で水には熱してもほとんど溶けない。
- 直接加熱するとマレイン酸は融解し、フマル酸は融ける前に昇華する。
- Mg 粉末を加えると、マレイン酸は激しく H₂ を発生するが、フマル酸は電離定数小さく、弱酸で発生も弱い。

24. CaCO₃ のコロイド

- 飽和 CaCl₂ aq に飽和 Na₂CO₃ aq を加えると, CaCO₃ がゼリー状 (ゲル状) に沈澱する。

25. 固形燃料

- 飽和 (CH₃COO)₂Ca + メチルアルコールでコロイド状にできる。

26. 中間化合物

- 触媒としての CaCl₂ がピンクから緑の中間体になり, 又ピンクに戻る。

- 水50mlにロッシェル塩 3g を溶かし、70℃にあたため、3% H_2O_2 を20ml加え、さらに CaCl_2 を加えるとピンク色になるが、しばらくすると反応が起り (CO_2 が発生) 緑色に変わり、 CO_2 の発生がやむと、又、元のピンク色にもどる。

27. ろ紙上の Liesegang 現象

- $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ aq をしまったろ紙をドライヤーで乾かし、 AgNO_3 aq を1滴ずつ、時間をずらしてたらすとリングができる。

28. ろ紙上の金属樹

- シャーレにろ紙を敷き、酢酸鉛溶液をしませ、Zn板の小片をおくとその囲りにできる。銀樹も宇田川 裕菴の訳語。

29. 火山の模擬実験

- アスベスト付金網の上にメチルアルコールをたらし、その上に $(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ の粉末を積み火をつける。 Cr_2O_3 が溶岩や火山灰に見える。部屋を暗くしたらよい。

その他10項目は紙面のつごう上割愛します。

講義が終ってから、林先生を囲み、琉球大学の吉田一晴・金城嘉昭先生も参加して戴いて懇親会を持ちました。その席上、全国的には化学史の研究会が組織され、機関誌「化学史研究」が発行されていること、毎年全国および世界の科学史探訪の旅が企画実施されていること、林先生自身は科学者の墓所を訪ね歩くことを趣味になさっていること等が紹介されました。わが化学教育研究会にもこのような委員会ができ、同好の士が集まって、研修できたら素晴らしいことだと考えました。

事務局を引き継ぐに当って

八重山商工高校 宮 城 幸 徳

つきひの流れは、はやいものだと感じている。4年前、前研究会長の犬城正英先生と現会長の山城次郎先生が私が赴任して来たばかりの大平高校に来られて、事務局を引きうけて呉れと言われた。その時、新設高校、大平は2年目に入り、化学はその年からであった。前年に来た物理の先生が購入してくれたわずかな備品、薬品のみであった。助手も理科は、はじめてであった。新設校にとっては何もかもこれからと言うことであったので、その時は、これらの事情を話し、了解してもらって、ことわることができた。事務局のことは忘れかけていた2年後、再び両先生が来て事務局をこんどこそは引き受けるように言われた。校務分掌等の理由で、何とかのがれようとしたが、両先生の2度にわたる強い要望もあり、誰かがやらんといかんとも思ったので、一緒にやる赤嶺先生とも相談し、引きうけることにした。私の父は牛や豚を育てては売買して生計を立てていたが売りたい場合であっても相手から強くのぞまれると、それをよく手ばなしていた。何故このようなことを書くかと言うと、事務局を引き受けたときの私の心境がこうであったし、充分やれると言う自信もなかったのである。

さて引きうけて、スタートしたものの何をどのようにしていいかわからなかったが、前事務局の安里先生や渡口先生が残してくれた公文綴りや、今までの諸資料をもとに、公文発送、代議員会への提案事項、宿泊研修会の企画等を手がけた。

初年度は、次年度から使用する新課程用化学実験ノートの作成が最重点事業であったが与儀喜邦先生(当時普天間)を中心に中部支部の先生方が夏休みもでて編集して下さったため、新課程、初年度に間にあわすことができた。新課程の移行期に当り、旧課程では9,000冊の実験ノート発行であったのがその年は約3,000冊におちこみ、研究会として予算も各項縮少せざるを得なくなった。このままできくと予算の面でも窮屈になり、本研究会の活動がやりにくいのではないかとということや、選択制による高校生の化学ばなれがしているのではないかと、心配であったが、59学年度は実験ノート注文も6,500冊に増え、予算面でも、もとに近づけることができた。

事務局の仕事をして一年、やっとなれかけたとき、今後は私自身の急な大平高校から八重山商工高校への転勤で、どうしようかと悩んだ。会長、副会長にも、又、代議員会でも新しい事務局を出来れば探してほしいと頼んだが、それもできず、事務局は大平高校において、赤嶺先生とも連絡を取りながら残り一年間、2人でやることになった。諸企画の原案作り、公文発送は私が八重山でやり、受付電話連絡等は大平高校でやることになった。このように事務局が事実上、2校でなされ、しかも本島と石垣の遠距離間での変則的運営になったが、会長、副会長の研究会の事情をよく知った指導、助言協力のもとに大過なく終ることができた。

研究会の仕事のように公務外のものをやる場合、その学校の校長の理解、寛大さと同僚職員の協力がどうしても必要であり、私達も、大平高校、八重山商工高校の両校には物、心の世話になったと思う。又総会の会場となった北谷高校や西原高校、代議員会場になったコザ高校、南風原高校、役員会場になった教育センターに感謝したい。

かえりみると、2年前、事務局をやすひきうけたものの後悔したがはじまらない。当初は色々と奉仕したい、何か新しい提案等をしたいと思っていたが、現場の忙しい合い間をぬっての研究会の仕

事は、ただ時の流れにまかせてやったような気がする。2年間の事務局としては研究会に何の実績も残さなかったが、会員の皆さんの積極的協力によって、今までやってこれたし、引き継ぎが出来ることを有難く思っている。一年ではあったが大平高校の赤嶺節男先生の協力のもとに石垣島より、ほとんどの公文等が全会員に届けられたことを研究会のエピソードとしてのページの片隅にでも記させてもらえたと、ひそかに思っ、筆を運んでいるしだいである。 化学教育研究会の発展、前進を祈りつつ。

1984年5月、石垣にて

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1名、代議員18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会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、事業の企画運営、予算審議及び役員の選出にあたる。

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。

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。