

化学教育研究会誌

第 17 号

巻 頭 言	会長 大 田 義 昭	1
宿泊研修のReport から		
(1) 宿泊研修会日程		2
(2) 化学変化の量的関係	具志川商業高等学校 仲 本 勝 也	3
(3) 地域の化学教材を求めて	北中城高等学校 崎 原 盛 吉	6
全国理化学大会参加報告	普天間高等学校 兼 島 信 夫	13
	宮古高等学校 神 元 正 勝	13
(1) 大会日程と行事内容		13
(2) 研究協議より「化学における有機化合物の指導について」		
	愛知県立時習館高等学校 原 田 省 吾	15
(3) 研究発表より「身近な高分子物質の教材開発」		
プラスチックの実験	東京都立南多摩高等学校 青 木 俊 一	17
	東京都立上野高等学校 横 内 芳 弘	
自作教具の活用と授業の展開について		
—化学平衡の指導と説明器—	北山高等学校 岸 本 直	21
燃焼と消火に関する実験(その2)	那覇工業高等学校 久 高 興 祐	34
身近な教材を求めて	宮古高等学校 徳 原 兼 松	42
	岡 徹	
	神 元 正 勝	
	県立教育センター 奥 間 朝 春	49
沖縄県高等学校化学教育研究会会則		52
宿泊研修会スナップより		54

1986

沖縄県化学教育研究会

会長 大田 義昭

教師の役割についてはいろいろな見方がある。その一つを紹介すると、生徒のよき理解者であるティーチャー・カウンセラー（教育相談者）と学校内外の多様な教育資源（リソース）から、すぐれた授業を展開していくための条件を構成していくことのできるティーチャー・マネージャー（組織者）、そして父兄をはじめ地域社会の人々と積極的に協働していくことのできるティーチャー・パートナー（協働者）の三つの役割があるという説である。

確かに教師は教科内容伝達のための役割ではなく、合せて生徒集団そして個人の生徒指導上のすぐれた助言者としての役割は進学率96%を越す今日、ますます重要なことである。学習社会の到来に対応して生徒が多様な情報の中から主体的に情報を選択し、整理することを通して問題解決をする能力を育てることが教師に要請されている。生徒の自己教育力すなわち生き方の探求、生きる意味の発見を教師がカウンセリングする必要がある。

つぎに教師にとって「授業で勝負する」ことはすぐれた教育実践を進めていくための必要条件ではあっても十分条件ではないといわれている。つまり複雑にして多様な価値観のあるなかで、すぐれた授業をつくるためには、授業の計画化をはじめ学校の教育計画や教育環境、風土づくり、そして組織づくりという条件づくりの力量こそがすぐれた授業をつくっていくために必要である。さらに、地域社会とのパートナーを維持し、そして創造していくことも大事である。地域の要請を積極的に検討し、生徒の実態とにらみ合わせながら新しい教育目標や教育課題を設定し、これの実現化を目指していくことも大事である。

教師としての力量を高めるために、たえず研修し実践しているところであるが、自らの教育実践を記録する必要があるしはしないだろうか。教育実践の記録をとるということは、生徒と教師とのドラマや葛藤の記録であり、そうした葛藤の記録は必ずや教師個人の成長にもなる。授業のメモ、ホームルーム日誌のメモ、ホームルーム通信などの具体的な作業を通して、教師自身の足跡を検証しながら、よりよき授業創造の足がかりが得られる。さらに生徒・保護者・地域社会の見えなかった部分が浮きぼりにされ、鮮明になってくることもある。また、教育に対する思いを文章化することによって教育哲学や教育に対する信念をより確かなものにすることができるのである。

昭和60年度・第15回化学宿泊研修会日程と内容

I 会 場 うらそえ荘（浦添市沢岬57番地）TEL （0988-79-2101～2102）

II 日 程 昭和60年11月15日（金）

(1) 11月15日（金）の日程

15:00～15:30 受付
15:30～15:40 開会式
15:40～17:00 講演
17:00～17:10 休憩
17:10～18:00 研究発表
18:00～18:40 休憩・移動
18:40～20:30 夕食・懇談会

(2) 11月16日（土）の日程

8:00～ 8:30 朝食
8:30～ 8:50 全国理化学大会報告
8:50～ 9:40 研究発表
9:40～ 9:50 休憩
9:50～11:10 研究討議
11:10～11:50 研究活動について
11:50～12:00 閉会式

III 行事内容

(1) 講 演 演題「原子力発電とその問題点」

講師 外間宏三先生（琉球大学教授）

(2) 研究発表

- | | |
|---------------------|--------------|
| 1. 興味ある実験 | : 新垣好盛（冲盲） |
| 2. 郷土の化学教材を求めて | : 崎原盛吉（北中） |
| 3. 興味を引く実験・みんなで考えよう | : 各校報告（2～3分） |

(3) 大会報告

1. 全国理科学大会の報告：兼島信夫（普天間高校）
：神元正勝（宮古高校）

2. 九高理大会の報告：

(4) 研究討議 「理科Ⅰと選択化学の問題について」………司会：那覇支部

(5) 研究活動について

1. 各研究委員会の報告………視聴覚・公害・学習指導・化学教育動向・化学実験ノート
理科Ⅰ実験ノート

2. 各支部の活動報告

(6) 事務局よりの連絡

1. 個人及びグループ研究の推進について
2. 研究会誌（第17号）の原稿募集について
3. その他

化学変化の量的関係

具志川商業高等学校 仲 本 勝 也

はじめに

われわれの身近にある物から宇宙にいたる全ての物は物質でできており、また、あらゆる自然現象も物質が関与している。したがって、自然を探究するためには理科Ⅰの「物質の構成と変化」について理解することは、重要で基本的な事である。

ところが、実際には理科Ⅰの「物質の構成と変化」を理解することは抽象的で生徒にとって困難な項目の1つである。指導にあたってはできるだけ身近にある材料を使い、多くの実験実習を取り入れて、生徒に興味・関心をもたせて学習することが大切である。また、実験実習においては反応が分かりやすく、誤差が小さく、操作が易しく、短時間でできることが大切である。そこで、理科Ⅰ実験実習ノートの中の「14. マグネシウムと酸素の反応」「18. 化学変化に伴う量的関係」の2つの実験項目をまとめて「スチールウールの酸化」として実験をしたところよい結果が得られたので報告する。

(実験1) スチールウールの酸化

1. 目的

1. 鉄と酸素の質量比を求める。(定比例の法則)
2. 反応に関与する各物質のモル数と係数の関係を調べる。

2. 準備

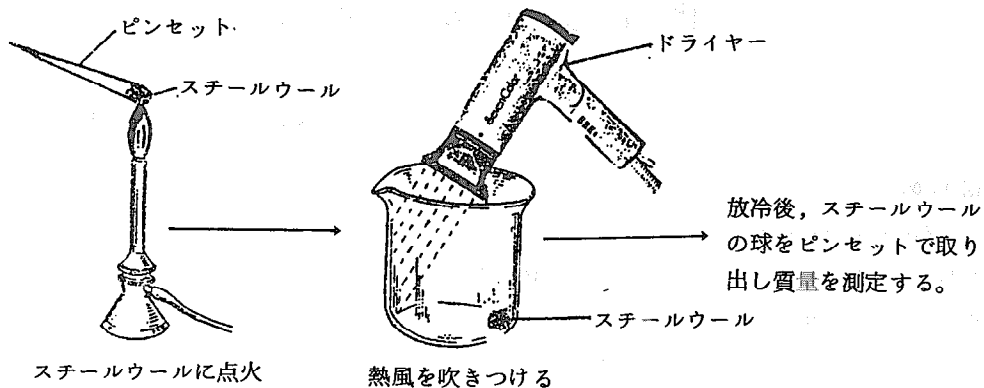
ドライヤー、スチールウール(品番 Na1, Na0, Na000)、ビーカー(300ml)、自動上皿てんびん(オーハウス)、ピンセット、マッチ、バーナー(又はアルコールランプ)

3. 方法

- 1) 一定量のスチールウールをとり、手のひらでまるめて、できるだけ硬い球を作る。作った球の質量を正しく測定する。
- 2) この球をピンセットではさんで、球の一部を加熱し点火する。300mlのビーカーにこの球を入れて、ドライヤーで熱風を吹きつけて、燃焼させる。
- 3) 燃焼後、冷却したら質量を測定する。
- 4) 質量の異なるスチールウールについても、1)～3)の操作を行い、結果を表に記入する。(反応させるスチールウールの質量は、0.4 g, 0.8 g, 1.2 g………)

留意点

- 1) スチールウールは、手でよくまるめ粉状の鉄をできるだけ除いた後、まるめたスチールウールの質量を測定する。
- 2) 点火したスチールウールをすばやくビーカーにいれ、次図のように熱風を吹きつける。



4. 結果と考察

1) 次の表に実験結果を記入しなさい。

スチールウール (品番 No.1, 中間のもの) を使用

スチールウールの質量 (g)	0.46	0.84	1.18	1.61
燃焼後の酸化鉄の質量 (g)	0.58	1.12	1.59	2.15
鉄と化合した酸素の質量 (g)	0.12	0.28	0.41	0.54

スチールウール (品番 No.0, 細かいもの) を使用

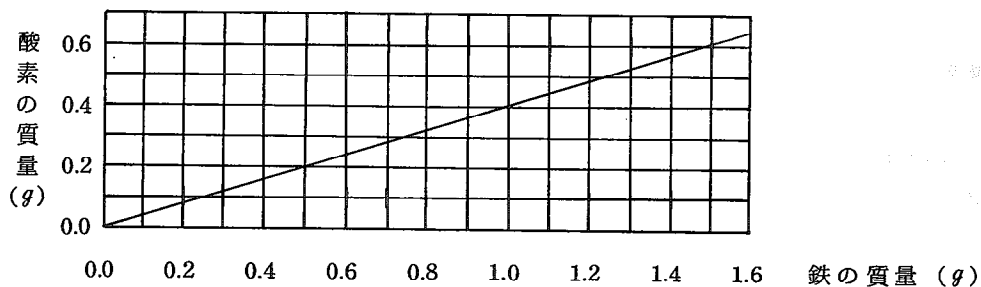
スチールウールの質量 (g)	0.43	0.72	1.00	1.46
燃焼後の酸化鉄の質量 (g)	0.59	1.01	1.38	2.04
鉄と化合した酸素の質量 (g)	0.16	0.29	0.38	0.58

スチールウール (品番 No.000, 特に細かいもの) を使用

スチールウールの質量 (g)	0.45	0.79	1.02	1.56
燃焼後の酸化鉄の質量 (g)	0.63	1.10	1.42	2.18
鉄と化合した酸素の質量 (g)	0.18	0.31	0.40	0.62

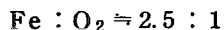
※ 上の結果をグラフにしてみると, 品番No.000のスチールウールを使用した方がよい。2) 以下では品番No.000を使用した結果を用いる。

2) 鉄の質量を横軸, 酸素の質量を縦軸にとり, この結果をグラフにする。



3) 酸化鉄の組成について、前頁のグラフからわかることを書きなさい。

解) 鉄の質量と酸素の質量は常に一定(定比例の法則)



4) 酸化鉄の組成式を求めなさい。

解) 鉄と酸素のモル比を求めると

$$\begin{aligned}\text{Fe} : \text{O}_2 &= 1.56 / 5.6 : 0.62 / 1.6 \\ &= 2.8 : 3.9 \\ &\approx 3 : 4\end{aligned}$$

上の結果から Fe_3O_4

5) 鉄が燃焼した時の化学反応式を書きなさい。



6) 反応した鉄(Fe)、酸素(O_2)と生成した酸化鉄のモル比を求め、モル比と5)の化学反応式の係数との関係を求めなさい。

解) $\text{Fe} : \text{O}_2 : \text{Fe}_3\text{O}_4$

$$\begin{aligned}&= 1.56 / 5.6 : 0.62 / 3.2 : 2.18 / 232 \\ &\approx 3 : 2 : 1\end{aligned}$$

上の結果より、化学反応式が反応前後の物質のモル数と等しいということが解る。

5. まとめ

上の結果より、「スチールウースの酸化」を用いての実験では反応がはっきりしていきなり、誤差が小さく、操作が簡単で、理科Ⅰ実験実習ノートの中の「14. マグネシウムと酸素の反応」(定比例の法則)と「18. 化学変化に伴う量的関係」(モル数と係数の関係)を1時間の授業の中で結果の処理までできる等の利点がある。

また、スチールウールはなるべく細かいものを使用した方がよい結果が得られる。

参考文献

奥 間 朝 春 昭和61年9月 理科教育資料91号 沖縄県立教育センター

理科Ⅰ研究委員会編 1985 理科Ⅰ実験実習ノート 沖 高 理

地域の化学教材を求めて

北中城高校 崎 原 盛 吉

はじめに

指導要領の中で、(1)高等学校においては総合的な自然観の育成を図り、自然を尊重する態度を養うことを重視するということと、さらに(2)観察実験などを通して自然を探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての基本的な科学概念の理解を深め科学的な自然観を育てることが示されている。前者(1)で述べられたことを達成するためには生物・地学だけでなく化学教育においても積極的に取り組むべきことを示唆していると考えます。その立場で見ますと地域の化学教材を発掘することは私達現場教師への課題とも考えられる。ところで、私達は自然の事物の一部を抽象してみている、しかも一般には日常生活に必要な側面(経済的・習慣的)を抽象してみています。しかし他の捨象した面も合わせてはじめて総合的な自然観が育成されると思います。化学は自然の持つ多面性のうち物質的側面から事象を抽象して見る学問であり、自然を化学の目で問い直すことはより総合的な自然観を育成することになるでしょう。この点でも地域の化学教材発掘は重要性を持つはずです。この地域化学教材は観察実験が可能であり上記(2)とも関連し創造力をより刺激することになる。さらに次のような教材としての意義が認められます。

- (ア) 生徒の興味・関心をよびおこせる。
- (イ) 事物を多面的にとらえることができる。
- (ウ) 身近な現象で思考および知識の定着が容易である。

ところで地域の化学現象を教材化する場合次のような点に留意する必要がある。一つには、発掘された化学現象は素材であり、そのままでは教材として多くの項目を含むのでどこに焦点をあてるか明確にする必要がある。さらに教材の系統性の中での位置付けや授業の中での位置付けを明確にしなければ、興味本位と単なる知識の集積になるでしょう。また地域の素材は見慣れてそのままでは新鮮さを欠く場合が多いですので興味付ける工夫も必要になります。

地域の化学教材

- 1) 化学教材としてのシークワサー ・実験例：シークワサーからのクエン酸の抽出
- 2) 化学教材としての泡盛 ・実験例：ビールからアルコールを取り出す
- 3) 化学教材としての石灰岩

*化学的視点より見た シークワサー(ヒラミレモン)

- 1) シークワサーで電池をつくる

輪切りにしたシークワサーに図1のように作った電極を差し込み、3個ほど直列につなぎ発光ダイオードを接続すると輝きだす。また発光ダイオードのかわりにグリーティングカード等に組み込まれている電子オルゴールを使うと容易に微弱な起電力を確認できる。

単元 ・ 電池

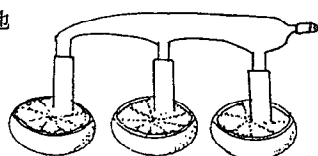


図2

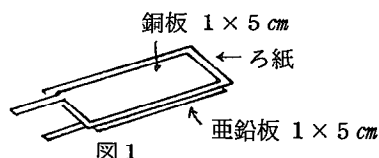


図1

2) シークワサーからのクエン酸の抽出

果汗を絞り出し、炭酸カルシウムを加えてクエン酸カルシウムにして沈澱させる。これに硫酸を加えてクエン酸を取り出す。

実験方法は別に

単元 ・物質の分離と精製

- ・固体の溶解度（クエン酸カルシウムは温度が高いほど溶解度は小さく、硫酸カルシウムは大きくなる。）

3) 酸としてのシークワサー

一房ずつ生徒に食させたあと、果汁を pH 計で測定する。

果汁を石灰岩にかけて溶かす（酸の強弱）

クエン酸で湯垢をとかす。

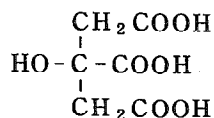
単元 ・酸と塩基

4) 錯体をつくるシークワサー（クエン酸）

布の酸洗い（鉄、カルシウムイオンのクエン酸錯体生成）

血液の凝固防止（カルシウムイオンのクエン酸錯体生成）

5) その他



シークワサー（ヒラミレモン）からのクエン酸の抽出

沖縄独特の柑橘であるシークワサーはその名の示すとおり、非常にすっぱく、料理やバサーと呼ばれる織物の洗濯、漂白に使われます。そのすっぱみの原因はクエン酸で、 $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ の化学式で示され、私たちの体内でエネルギーをつくり出すのに重要な働きをしています。

目的：シークワサーからクエン酸を取り出す。

準備：シークワサー（ ）コ、沈降炭酸カルシウム（ ）g、硫酸 3 mol/l （ ）l、ろ紙、ガーゼ、ビーカー 500*2, 200*2、カミソリ、ろうと、プフナーろうと、吸引びん、アスピレーター、ガスバーナー、水浴なべ、ガラス棒、三脚、石綿つき金網

方法：1) シークワサーをカミソリで半分に切り、手でできるだけしぼる。

2) しぼり汁をしぼらく加熱したあと、ガーゼ2枚がさねでろ過する。

3) ろ液を熱しながら、前もって質量を測定しておいた炭酸カルシウムを少量ずつ泡がでなくなるまで加える。加えたあと炭酸カルシウムの残量を測定して、消費量を計算する。

$m = () \text{ g}$

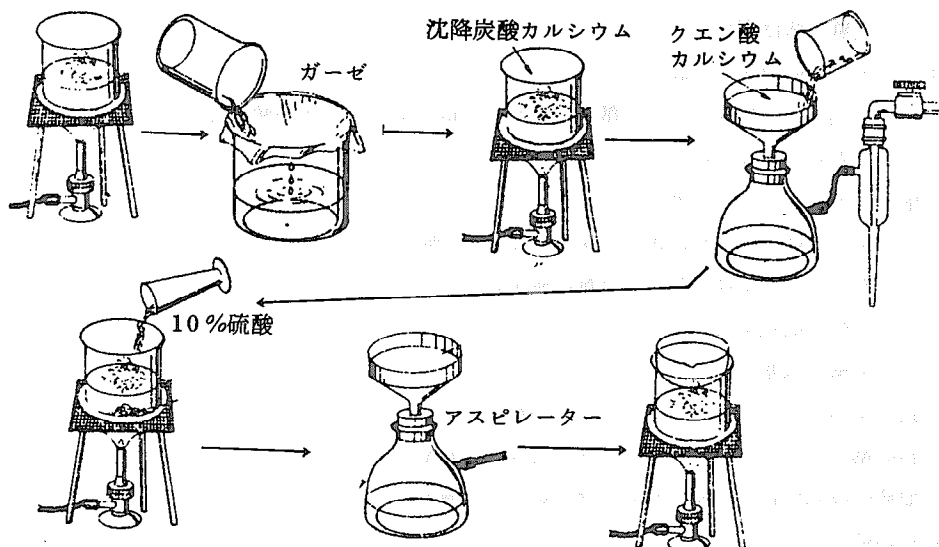
Q1 消費した炭酸カルシウムは何モルですか。ただし炭酸カルシウムの式量 $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 74$ とする。

$$n = m / M =$$

4) 炭酸カルシウムを加えると、クエン酸はクエン酸カルシウムとなって沈澱するので、熱い

うちに吸引ろ過し、熱湯をブフナーロートに注いで沈澱を洗う。

5) この沈澱生成にしようした炭酸カルシウムと同モルの硫酸を加え2～3分加熱する。



Q 2 硫酸の量は何ml加えればよいか。

() * () = () 加える硫酸の量 () ml
ア イ ウ

ア 1 ml中の硫酸のモル数

イ 加える硫酸量

ウ 炭酸カルシウムのモル数

6) 液が冷えたあと、沈澱を吸引ろ過する。この沈澱は硫酸カルシウムです。

7) ろ液をビーカー上にうつし、はじめ直火で、その後水浴上で煮詰める。

はじめに出てくる沈澱は硫酸カルシウムなので、できるだけろ過してのぞく。

8) ねばりのある溶液になったら、冷蔵庫にいれてクエン酸を再結晶させる。

考察：a) 方法3より、クエン酸と炭酸ではどちらがカルシウムと結びつく力は強いですか。

()

b) 沈澱したクエン酸カルシウムは、なぜ熱いうちにろ過するのですか。

()

c) できたクエン酸は結晶化させるのに、なぜ冷蔵庫にいれるのですか。

()

d) クエン酸は酸味(すっぱ味)がありますが、これはクエン酸中の何が原因ですか。

()

感想

化学的視点より見た泡盛

1) 蒸留法でモロミからアルコールをとりだす

米を原料に黄こうじ菌で発酵させ、ろ過して飲用に供するのに対し、泡盛は黒こうじ菌を使うためアルコール以外にクエン酸ができるため蒸留して飲用に供することができる。高温多湿の沖縄では発酵の際、雑菌も繁殖しやすいのでクエン酸を生ずる黒こうじ菌は風土に有ったものでもある。

実験 ビールからアルコールをとりだす（方法は別紙に）

単元 ・物質の分離と精製

2) アルコールの酸化生成物と毒性

体内でのエタノールの酸化生成物はアセトアルデヒドであり、メタノールの酸化生成物はホルムアルデヒド（ホルマリン）である。その生成物の違いが毒性のちがいとして現れる。メチル禍
蒸留したての酒は煙臭（ガス臭）があるが攪はんしながら空気酸化で取り除く（主としてアルデヒドが除かれる）

単元 ・酸素を含む炭素化合物

・酸化と還元

3) その他

(1) 減圧蒸留………50から60度で蒸留するのでマイルド化する。 単元 ・蒸気圧

(2) ハナ酒に水を加えると青白く濁る。これはアルコール度の高い初留部分に溶けた油分が、水を加えることで溶解度が減少しエマルジョンができたためである。 単元 ・コロイド

(3) 卵酒………タンパクの変性

(4) 南蛮貿易で沖縄には泡盛とともに、蒸留に使うスズも輸入されていた。

蒸留でアルコールをとり出す

我が郷土沖縄には泡盛という独特の酒があります。この酒は米を原料に黒こうじ菌というこれも沖縄独特のカビを利用して発酵させてつくります。ところで発酵してできた液をモロミといいます。この液は雑多な固形物を含み、またクエン酸を多く含みすばい為にそのまま飲むには適しません。そこで私達の先人は蒸留という物質分離の方法でこの問題を克服して泡盛を生み出したのです。

ビールからアルコールをとり出す

目的：混合物（ビール）より蒸留法でアルコールを分離する。

準備：ビール（200ml）、枝つきフラスコ、温度計、ビーカー、ガラス管、湯せん、塩化コバルト紙、試験管（6本）、三脚、ガスバーナー、ジュースのあきかん、沸騰石、蒸発皿、葉包紙、輪ゴム

方法：1) 200mlのビールをフラスコに入れ、さらに沸騰石を入れた後、図1のように装置を組み立てる。

2) 中火で加熱しながら留出してくる液を1mlずつ試験管に分けてとる。分けるときは、そのつどフラスコ内の温度計の目盛りを読み取っておく。

3) 留出液の半分を蒸発皿に分けとり、臭いや色を調べ塩化コバルト紙で色の変化を見た後、

マッチの火を近付けて燃焼性を調べる。

4) 最初の留分は図2のあきかんに入れ、上部を薬包紙と輪ゴムで封し、よく振ったあと下部の穴よりマッチで点火する。ただし点火は人をさけ、机の上に置いたかんに横から行う。

5) 残りの留分にヨウ素の小片を加えてよくふる。その色を、蒸留水にヨウ素を加えて振った液と比べる。

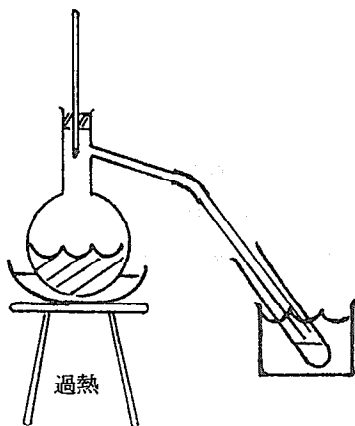


図1



図2

実験結果

1) 留出量と温度

留出量	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
留出量	1 ml	2 ml	3 ml	4 ml	5 ml
温度	℃	℃	℃	℃	℃

2) 方法3の結果をまとめて書け

3) 方法4ではどのようなことが起こりましたか。

4) 方法5で色はどうになりましたか。

考察 1) アルコール分の多いのはどの温度の留分ですか。

2) 方法4の実験では、なぜそのようなことが起こるのですか。

3) 塩化コバルト紙の色が変わるのはなぜですか。

4) ヨウ素の色の変化はなぜ起こるのでしょうか。

感想

石灰岩の化学

偉容を誇る中城城、その城壁を作っている石は石灰岩であり、沖の波打つリーフではサンゴ虫によって今でも岩石が作られています。ビーチの白砂、鍾乳洞などの沖縄独特の景観はこの石灰岩によります。そして、私たちの祖先は赤瓦屋根の「しっくい」や黒糖の製造に石灰岩の性質をうまく利用しました。

1) 砂浜に落ちている枝サンゴのかけらを焼いて、その化学変化を考える。

a) 1本の枝サンゴを2本に折り、1本はフェノールフタレインを加えた蒸留水に入れる。他の1本はガスバーナーで3分程焼いた後フェノールフタレインを加えた蒸留水に入れて2本の液を比較する。

・焼いた石の液は何性か ()

・石灰岩 (CaCO_3) を焼いたときの変化

・焼いた石灰岩を水に入れたときの変化

※赤瓦屋根にぬるしっくいは焼いた石灰岩（生石灰）に水を加えて消石灰にし、さらに稲わらをまぜこんだものです。瓦にぬったとき空気中の二酸化炭素を吸収してもとの石灰岩にもどり固くなります。

・しっくいが固まる反応 ()

・砂糖きびのしぼり汁は酸性であるので石灰を加えて中和している。

2) 石灰岩が溶けて鍾乳洞ができたり、カレンとよばれるとげたった岩の表面ができたりする化学変化について考える。

- a) 石灰岩の薄片をできるだけ細かくすりつぶし、蒸留水にうすく濁る程度にまぜる。1本は対照（濁りの変化を比較）するために取っておきます。他の1本には、石灰岩に塩酸を作用させて発生した二酸化炭素を吹き込み変化をみます。（図1）。

・濁った液はどうになりましたか。

・石灰岩（ CaCO_3 ）と塩酸との反応式を示せ

・石灰岩の小さな粒が二酸化炭素を吹き込んだ水にとける変化を反応式でしめせ。

残った他の1本に呼気を吹き込み上記と同様な変化が起こることを確認せよ。

・呼気に何が含まれているためにそのような変化が起こるのですか。

Q、雨水はなぜ石灰岩を溶かし、素足では歩けないとげだらけの岩や鍾乳洞を造れますか。

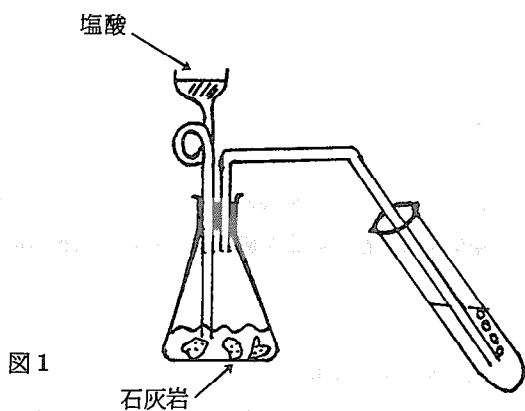
- b) 図1の実験で透明になった液を2本の試験管にわけ、一方を加熱ふっとうさせた後両方を比べてみる。

・液はどう変化しましたか。

・沈澱がでてくる変化を反応式で示せ

Q、沖縄本島中南部の井戸水や河川水を煮沸すると湯垢ができます。なぜですか。

Q、水でこねて固まる前のセメントやしっくいを手で扱うと皮膚がおかされ表面がとけてしまいます。その原因を化学的な成分から考えよ。



大会日程と行事内容

＝北海道大会テーマ

普天間高校 兼 島 信 夫

「理科教育の充実と発展をめざして」＝

宮古高校 神 元 正 勝

21世紀に生きる青少年に必要な理科教育はいかにあるべきか。今後さらに進歩する科学・技術をささえる基礎としての理科教育はいかにあるべきか。

これらの課題に取り組み、理科教育の充実と発展をめざして研究討議を深めたい。

日程と行事内容

会 場	日 時	行 事 内 容
8月6日(火) 大会第1日目		
経済センター	8:30～15:20	受付(理事・研究代表者・意見提示者・座長など)
	9:30～10:50	全国理事会
	11:00～14:00	研究代表者会議
	(含昼食50分)	
	14:10～15:10	原子力講演(特別講演)
	15:20～16:20	分科会打合せ(座長・意見提示者・分科会委員)
	17:00～19:00	レセプション
8月7日(水) 大会第2日目		
市民会館	8:30～9:30	受付
市民会館	9:30～10:50	開会式・表彰式・日本理化学協会総会Ⅰ
	11:00～12:30	記念講演「雪氷と人間」北大教授 若浜五郎氏
	12:30～13:30	昼食・自作教材等展示・(表彰者昼食会)
市民会館・経済センター	13:30～16:30	研究発表(物・化・生・地・理Ⅰ・理Ⅱ)
	17:00～21:30	ナイトツアー(市内観光夕食付)
8月8日(木) 大会第3日目		
市民会館・経済センター	8:30～9:00	受付
	9:00～10:20	研究協議Ⅰ(分科会場 8会場)
		第1分科会 理科Ⅰにおける「進化」の内容と指導について
		第2分科会 理科Ⅰにおける「自然界の平衡」の内容と指導について
		第3分科会 理科Ⅰにおける「力とエネルギー」の内容と指導について
		第4分科会 理科Ⅰにおける「物質の構成と変化」の内容と指導について
		第5分科会 理科Ⅰにおける「人間と自然」の内容と指導について
		第6分科会 理科教育を理科Ⅰで完結する生徒のための内容と指導について
		第7分科会 理科Ⅰの指導理念について
		第8分科会 理科Ⅰの共通一次試験・大学入学試験について
	10:40～12:00	研究協議Ⅱ(分科会場 9会場)
		第9分科会 生物における「生物の集団」の指導について
		第10分科会 地学における「地殻の変動」の指導について
		第11分科会 物理における「原子」の指導について
		第12分科会 化学における「有機化合物」の指導について
		第13分科会 理科Ⅱの内容と指導について
		第14分科会 理科教育における教育機器の利用について
		第15分科会 選択理科の大学入試について
		第16分科会 新しい時代の高校理科教育のビジョンについて
		第17分科会 地域性を生かす理科教育はどうあるべきか
市民会館	12:10～12:40	日本理化学協会総会Ⅱ・閉会式
	12:40～13:30	昼食・自作教材等展示
	13:30～	研修旅行(C～Eコース)出発
	16:30～	研修旅行(特別コース)出発

化学（第1会場）

経済センターAホール（8F）

No.	発 表 題 目	研 究 発 表 者
1	興味・関心を高める化学教育への橋渡しー生活の化学ー	北海道札幌稲西高校 松平 恵市
2	楽しい授業を目指してー音楽の利用ー	北海道旭川東高校 清末 定子
3	化学に関する基礎学力の調査 ー中学理科及び理科Ⅰを生かすためにー	埼玉県立越ヶ谷高校 山田 正則
4	選択化学教科書における実験調査について	東京都理化学教育研究会化学専門委員会 大井手幸夫 明大附属中野高校
5	選択化学の中の「物質」の扱い方について ーNo.2 実験観察と化学理論の関連ー	東京都理化学教育研究会化学専門委員会 伊藤 良徳 筑波大附属高校
6	演示実験の工夫と開発ー「化学の手引」編集の概要についてー	大阪府立阿武野高校 恵島 信明
7	モル概念形成についての1つのアプローチ	東京都立小石川高校 望月 和幸
8	温度・圧力の変化による平衡の移動及び圧平衡定数の測定	茨城県立土浦第一高校 武井 秀一
9	高校化学における電子軌道モデル導入の試み	茨城県立岩井高校 飯田 清

化学（第2会場）

経済センターBホール（8F）

No.	発 表 題 目	研 究 発 表 者
1	黄銅と青銅をつくってみよう	千葉県立幕張西高校 結城 春雄
2	銅と硝酸の反応における発生気体について（中間報告）	茨城県立日立北高校 萩谷 薫
3	円形ろ紙上での化学反応	東京都立荒川商業高校 赤石 定治
4	薄層アルミシート上でのリーゼガング現象	東京都立紅葉川高校 大森 泰弘
5	塩酸にマグネシウムが溶解する速さと塩酸の濃度との関係	茨城県立水戸第一高校 稲葉 節生
6	アンチモン電極pHメーターによる中和滴定曲線の作成	東京都立両国高校 伊藤 誠一
7	温度測定による酸化還元滴定	大阪府立北野高校 猿田 茂
8	高校化学における多摩川の水質の教材化に関する研究（第一報） ー地球化学的自然観の形成をめざしてー	東京都立立川高校 小島 和雄

化学（第3会場）

経済センター・ニュー札幌（7F）

No.	発 表 題 目	研 究 発 表 者
1	アルコール異性体の実験指導について ーSlow runnerを対象としてー	北海道当別高校 八島 弘典
2	糖類の分子モデルによる構造と性質の指導方法について	北海道札幌白石高校 真田 雄三
3	興味をおこさせる有機化学実験ー未知試料の構造決定ー	大阪府立池田高校 岡本為俊夫
4	ブタン、炭素、水素の燃焼熱測定とブタンの生成熱の計算	千葉県立松尾高校 山崎 忠義
5	合成高分子化合物の実験による指導について	大阪府立大和川高校 山本 勝博
6	身近な高分子物質の教材開発ープラスチックの実験ー	東京都立南多摩高校 青木 俊一
7	光合成化学教材の必要性と可能性	富山県理化学会 矢後 一夫
8	DL-N-Leucylglycyl glycineの合成	茨城県立藤代紫水高校 大島 明徳

研究協議より

協議題 化学における「有機化合物」の指導について

座 長	群馬県立前橋南高校	青 木 克 夫
	北海道江別高校	前 川 陽 一
提示者	愛知県立松山時習館高校	原 田 省 吾
	愛媛県立松山西高校	八 木 壮 平
分科会委員 理 事		淺 敬 一

提示要旨 化学における「有機化合物」の指導について

愛知県立時習館高等学校 原 田 省 吾

1. はじめに

有機化学の分野は高校化学の中でも最後に設定されているために時間的な制約があり、また、教科書で取り上げている有機化合物の化学式及び化学反応式が非常に多いため、生徒にとっては暗記物と考えがちで、有機化学に対して興味を持てずにあるいは十分理解せずに過ぎてしまう心配がある。そこで、この大会を機に県下の化学を教えていると思われる高校約130校にアンケートを依頼し、各校で実施している有機化学実験（生徒実験、演示実験）の内容、生徒の理解を深めさせるための、興味を持たせるための工夫、有機化学の指導上の問題点などを書き出してもらった。この結果をもとに県下の実状を把握し、指導上の問題点及び対応策について述べることにする。

2. 「有機化学」の構成上の問題点

- (1) 有機化学の実験には時間がかかるものが多い。また扱う物質に色がついてない場合が多く、反応生成物の確認が困難である。
- (2) 分子構造の複雑なものも多く理解させにくい。
- (3) 化学反応式が複雑であり種類も多いために理解しきれない生徒が多い。また、個々の物質について構造、性質を理解しても他の物質との関連で系統的には理解していない場合が多い。
- (4) 日常生活の中で見られる多数の有機化合物と教科書で扱う物質との接点が少なく、物質と理論が遊離しがちである。
- (5) 3年生後半に指導する場合が多く、時間的余裕がない。

3. 対応策としての指導上の工夫

- (1) 物質を真に理解させる方法としては数多くの実験を生徒に経験させることが最も有効であるが、時間の制約もあるため、重要と思われる実験については必ず実施できるように計画を立てる。また短時間に見せられるような手軽な演示実験を用意しておく。

アンケート結果より「生徒が最も興味を示すと思われる実験は何か」の回答を見ると、「アルデヒドの生成・性質」「ジアゾ化・カップリング反応」「ナイロンの合成」がベスト3である。これ

- らの実験はぜひとも実験として取り上げたい。
- (2) 生徒用の分子模型セットを用意し、授業で扱う化合物の分子を組み立てさせることにより、立体構造について抵抗なく理解できるようにする。
- (3) 有機化合物の系統図を作製し、これを生徒に持たせ、個々の物質の構造、性質と関連づけながら覚えさせる。
- (4) 身近な有機化合物の例を話題として取り上げ、教科書の内容と日常生活との間に密接な関連があることを認識させる。

以上の内容を具体的に説明し、県下の先生その他の意見をお伝えして協議の提案にかえたい。

身近な高分子物質の教材開発 プラスチックの実験

東京都立南多摩高等学校 青 木 俊 一

東京都立上野高等学校 横 内 芳 弘

1. 目 的

高校化学教育の問題点の一つは、日常生活に関係深い物質の取扱いが少ないことである。身近な教材はマクロ的な連続体としての物質であって、原子、分子、イオンの挙動をもち、その化学的理解は困難なことが多い。日常生活に必要なことは、物質のマクロ的概念の形成である。プラスチックはバラエティに富んだ素材であるから適材適所としての使い方が日常生活を含めて重要であり、的確な選択の目が必要である。

本研究の目的は以上の視点からプラスチックの特性を理解させるための教育的で、基礎的な実験法を開発することにある。

2. 燃焼性実験

燃焼性実験を行うことによって、プラスチックの性質を予想することが可能である。試料が自己消火性であって、熱可塑性樹脂であれば、たぶんハロゲンを含んでいるであろうし、においが羊毛や瓜

をこがした時と同様ならばアミノ樹脂である。

ブンゼンバーナーの炎に空気を入れ無色炎としこれにプラスチック片をかざして観察する(図1)。

フィルムの場合は小さく巻いてピンセットを使用する。次の1)～5)の性状を観察する。

- 1) 燃えるかどうか。
- 2) 炎から取り出しても燃え続けるかどうか。
- 3) 炎の色、煙やすすのでぐあい。
- 4) 軟らかくなる、ふくれあがる、ひび割れがする、というような状態の変化。
- 5) においをかぎわける。炎から取り出してもなお燃え続けるものは火を吹き消してからかぐ。

においは各プラスチックに特有である。

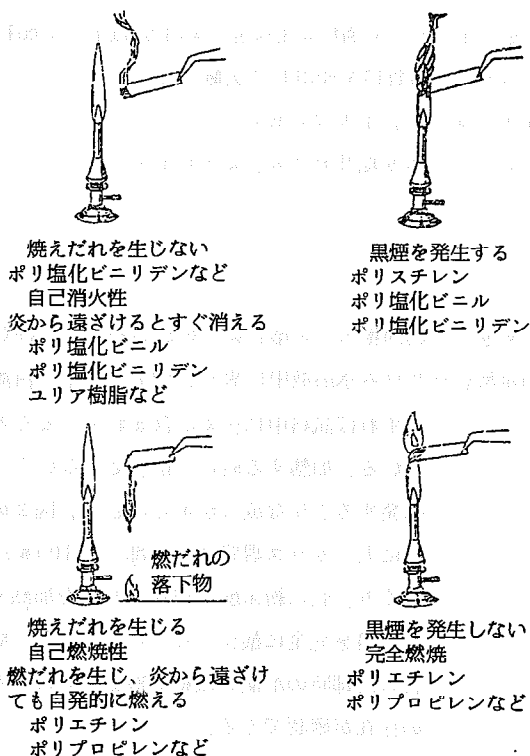
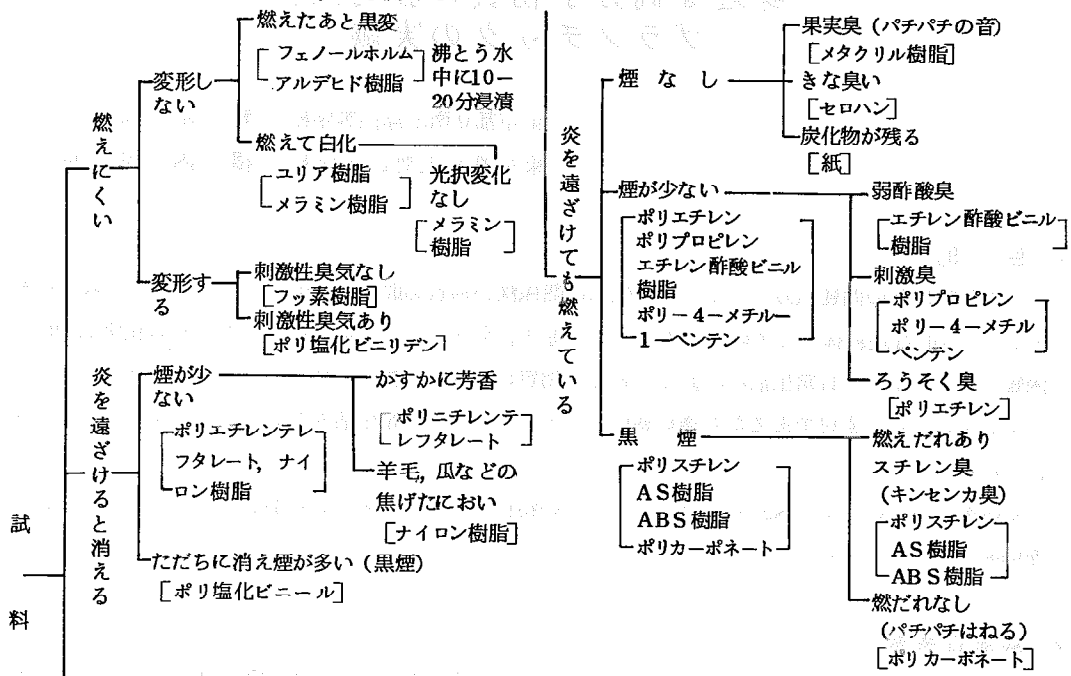


図1 プラスチックの燃焼性実験

表1 燃焼によってプラスチックを調べる



3. 比重による分類

単一のプラスチックのみで、多量の充てん物を含まなくても着色剤も少量 (約1%以下) で顔料等を使用しないものに限る。複合品は困難であるので既知の資料を使用して実験する。

(A) 水 (比重1.00) より軽いもの……………ポリエチレン, ポリプロピレン

(B) 1.5%食塩水 (比重1.15) より軽いもの……………ポリ塩化ビニル, ポリ塩化ビニリデン

4. 元素定性分析

4-1 炭素および水素の検出

試料を1mm以下に細断し、少量の試料 (2~4g) と約同量の粉末酸化銅との混合物を大型硬質試験管に入れ、加熱分解し、発生するガスを飽和水酸化バリウム水溶液中に導く、CO₂ による白濁を

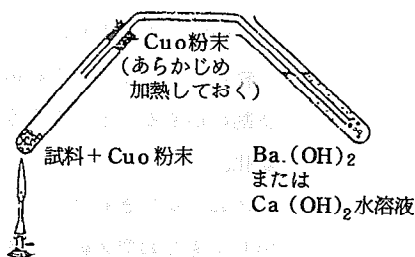


図2 炭酸および水素の検出

生ずれば試料中に炭素が含まれていることがわかる。加熱する時に、酸化されないうちに揮発するような成分がある場合は、図2のように太いガラス導管に水平部 (約10cm) をつくり、底に粉末酸化銅を入れ底を加熱すると試料を完全に酸化することができる。試験管の冷却時の水滴の凝縮を観察すれば、水素の存在が確認できる。

4-2 ハロゲンの検出

Beilstein法

0.1～0.5 mmの直径の銅線の先を少し曲げ、バーナーの外炎部に入れ、炎が緑色を示さなくなったら取り出す。熱いうちに銅線の先を試料と接触させたのち再び外炎部に入れる。または試片の少量を直接銅にまきつけて行う。炎が緑色を示せばハロゲンの存在を示す。これらの呈色をバイルシュタイン反応と呼ぶ。フッ化銅は不揮発性のためフッ素のみはこのテストに陰性である。例えばテフロン（ポリ四フッ化エチレン）は本検出反応に反応しない。

ナトリウム溶融法（フッ化物の検出）

硬質試験管を熱して乾燥し、垂直にして大豆粒ぐらいの金属ナトリウム片を投入する。ただちに強熱すると、ナトリウムが溶融し、ついで藍色の蒸気となり試験管の底に1～2 cmの高さまで生じた時、試料を耳かき一杯を入れる。管壁にふれないように1～2秒の間かくをおいて数回に分けて試験管の底に入れる。小爆的な反応がおこり、ハロゲン化ナトリウム、硫化ナトリウム、シアン化ナトリウム等を生ずる。この場合、試験管に鼻を近づけて積極的に臭気をかぐことは避けたい。冷却し、過剰のナトリウムを除くためにアルコール5 mlを加え、ついで5 mlの蒸留水を加えて煮沸し、ろ過すると、ほとんど無色のろ液10～13 mlが得られる。このろ液にアリザリンジルコニウム溶液を数滴加える。この場合、赤紫色が消え、黄色が現れればフッ素の存在を示している。この呈色反応は、生成したフッ素イオンによって、アリザリンジルコニウムの赤紫色が消え、遊離したアリザリンの黄色が現われることによる。

〔アリザリンジルコニウムの調製法〕

オキシ塩化ジルコニウム0.3 gを水100 mlに溶かし、これにアリザリンモノスルホン酸ナトリウム0.07 gを水500 mlに溶かした溶液を少量ずつ加える。この溶液を数分間静置、しかるのちに1：4希塩酸と1：22希硫酸の等容積混合液を加え全容を1 lとする。

例えば、テフロンとフッ素を含まない対照試験についての実験等では、アリザリンジルコニウム試験紙が手軽に使用できる。

4-3 窒素の検出

上記の金属ナトリウムで分解した試料の水溶液に硫酸鉄(Ⅱ)の5%水溶液5滴を加え2分間煮沸する。シアン化ナトリウムは、フェロシアン化ナトリウムとなる。冷却し、塩酸で弱酸性として塩化ナ

トリウム1滴を加えればベルリン青の藍色を示す。

（別法1）ニンヒドリンのメタノール1%溶液と試料の少量とをるつばの中で煮沸すると、試料表面または液層が、青、紫、赤紫に呈色する。鋭敏な反応をする。

（別法2）ソーダライム法：試験管の底に試料の薄片を入れ、その上にソーダライムを2～3 cmの厚さになるように加える。試験管を加熱し、発生するガスに蒸留水で湿らせ

表2 元素分析の結果による分類

	プラスチックの種類
ハロゲンを含むもの	ポリ塩化ビニル、塩化ゴム、フッ素樹脂、塩化ビニル-酢酸ビニル共重合体、ポリ塩化ビニリデンなど
窒素を含みイオウを含まないもの	ポリアミド、アミノ樹脂、ポリウレタン、アミン硬化エポキシ樹脂など
窒素およびイオウを含むもの	チオユリア樹脂、カゼインなど
イオウのみを含むもの	ポリスルホンなど

たリトマス試験紙を接触させて調べる。試料中に窒素があれば発生するアンモニアガスにより赤色リトマス紙が青変する。

4-4 イオウの検出

上記の金属ナトリウムで分解した試料水溶液に冷たい状態でペンタシアフトロシル鉄(Ⅲ)酸ナトリウム二水和物{ $\text{Na}_2\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ }の0.5%溶液を数滴加える。イオウが存在すれば紫-すみれ色になる。

5. プラスチックの呈色反応

各種のプラスチック小片(径0.3cm以下)を50mlビーカーに入れ熱無水酢酸10mlに溶解させる(エステル化反応)。冷却してからその溶液、または上澄液を数滴反応皿または磁製点滴板に取り出し、濃硫酸1滴を加える(脱水反応)。溶解しにくいものは柔らかくなった小片を取る。

溶液あるいは樹脂表面上での呈色反応の変化を約30分間観察し表3の呈色反応と対応して種類を判定する。

表3 呈色反応の例

呈色の変化	プラスチックの名称
赤-緑	ベンタエリトリットエステル樹脂
赤褐色-橙	クレノール・ホルムアルデヒド樹脂
褐色-赤褐色	ポリビニルアルコール
褐色-明るい緑	ポリビニルアルコールアセテイト
褐色-黒	エチルセルロース
黄色-赤-赤褐色	フェノールホルムアルデヒド樹脂
徐々に黄変	ポリ塩化ビニリデン
緑-青-褐色	ポリ塩化ビニル, 酢酸ビニル
淡青-灰緑	ブタジエン, スチロール重合体
徐々に淡褐色	ポリメチルアクリル酸メチル
黄-暗褐色	ポリビニルブチラール
黄-オリーブ橙	メチルセルロース
徐々に緑変	ポリ酢酸ビニル
徐々に青変	ポリ塩化ビニル

呈色しないもの：尿素樹脂, ポリアミド樹脂, ポリステレンアルキド樹脂など

6. 溶解性

ポリ四フッ化エチレンのようにあらゆる薬品にはほとんど侵されないような耐薬品性の強いものから、酢酸ビニル樹脂のように酢酸エステルからアルコール類まで有機溶剤によく溶解するもの、またポリビニルアルコールのように水にさえよく溶解するものがある。

19種のプラスチックについて、24種の有機溶媒に対する溶解性を調べるために、小片を試験管にとり、各々有機溶媒を少量加え、溶解性を観察する。

一般的傾向は次のごとくとなる。

- (1) 無極性高分子は無極性溶剤に溶解しやすい。例えば、ポリスチレン、シリコン樹脂は、ベンゼン、トルエンによく溶ける。ポリエチレンも加熱したトルエンに溶解する。
- (2) 有極性高分子は有極性溶剤に溶解しやすい。例えば、ポリビニルブチラール、ポリ酢酸ビニルは、アルコール、酢酸エチルに溶解する。
- (3) プラスチックの重合度が増すと溶解しにくくなる。
- (4) プラスチックの結晶性が増してくると溶解度が低下する。

7. おわりに

プラスチックの教材実験についてなるべく簡単な方法を用いたことである。いずれも平易な解説と短時間の実験によってプラスチックの特性がある程度理解されるならば、生徒実験としての目的は果たせたといえよう。今後さらに教育効果の高い教材となり得るものと期待される。

自作教具の活用と授業の展開について

— 化学平衡の指導と説明器 —

北山高等学校 岸 本 直

1 はじめに

化学は物質の性質とその変化を主題とする分野であります。アプローチの仕方にも色々ありますが、物質の性質は一般に静的現象でその変化は動的現象ともいえると考えます。

中学校から高校の理科は定性から定量へと指向し、生徒の知的興味はマクロ的現象よりミクロ的現象からの理解へとつながっていきます。

化学変化も反応系、生成系の定性から定量化へ、そしてその過程へと深化させなければなりません。特に反応速度、触媒、電離、溶解の現象から活性化、中間化合物、反応熱、化学平衡、平衡移動へとつなぐ過程は重要だと考えられるが生徒実験の困難さもあり、生徒にとっても難解な分野になっています。

私は学習の補助的器具として「化学平衡説明器」、分子運動説明器を試験的に利用しました。次の分野で利用できるのではないかと考えられます。先生方の批評と意見をいただきたいと思います。

〈利用できる項目〉

≡化学平衡説明器≡

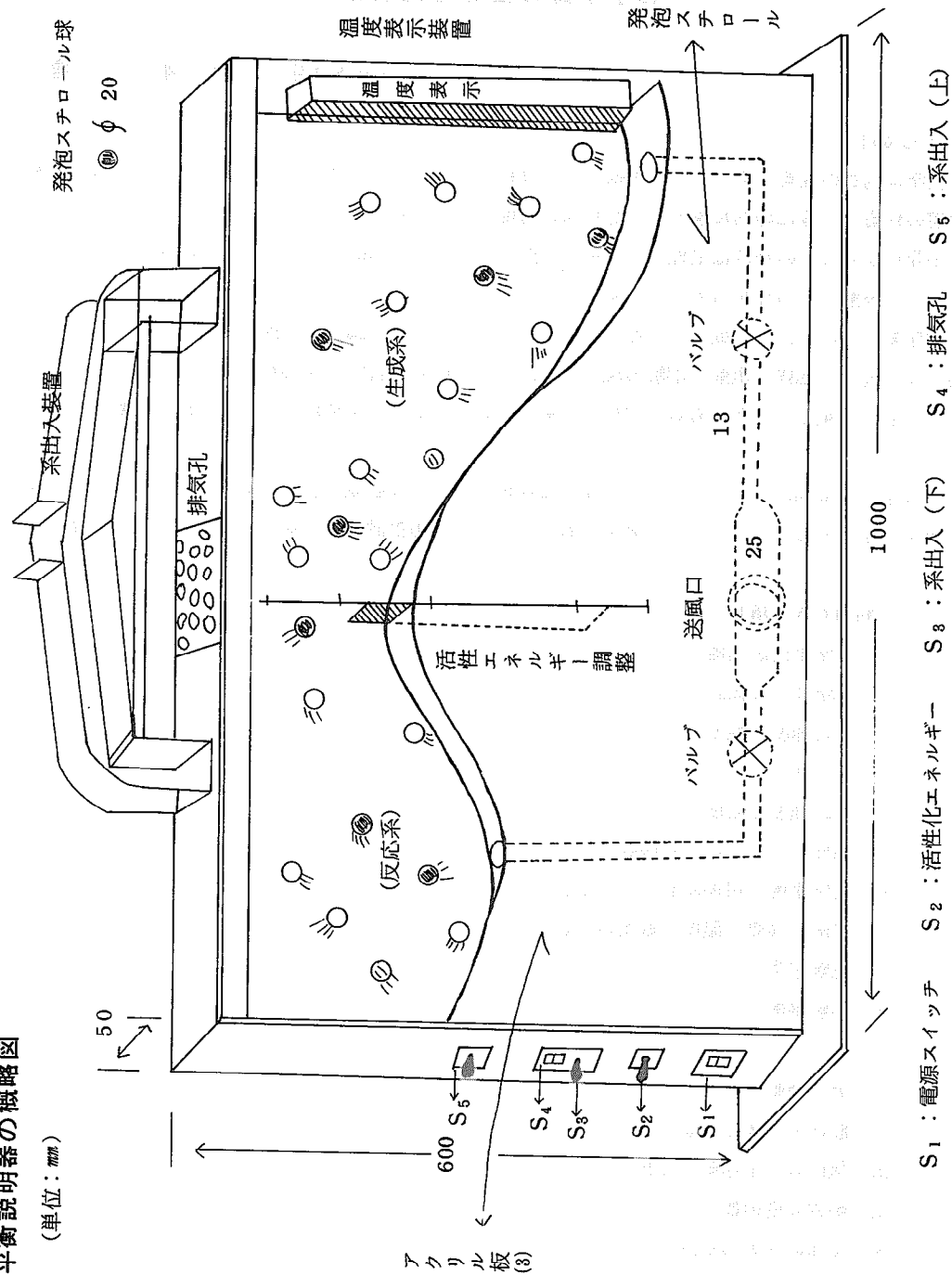
- ① 化学変化の概念
- ② 反応速度と温度
- ③ 反応熱
- ④ 反応速度と濃度
- ⑤ 活性化エネルギーと触媒
- ⑥ 化学平衡（可逆変化と不可逆変化）
- ⑦ 平衡の移動（温度、濃度の影響）
- ⑧ 電離平衡
- ⑨ 溶解平衡

≡分子運動説明器≡

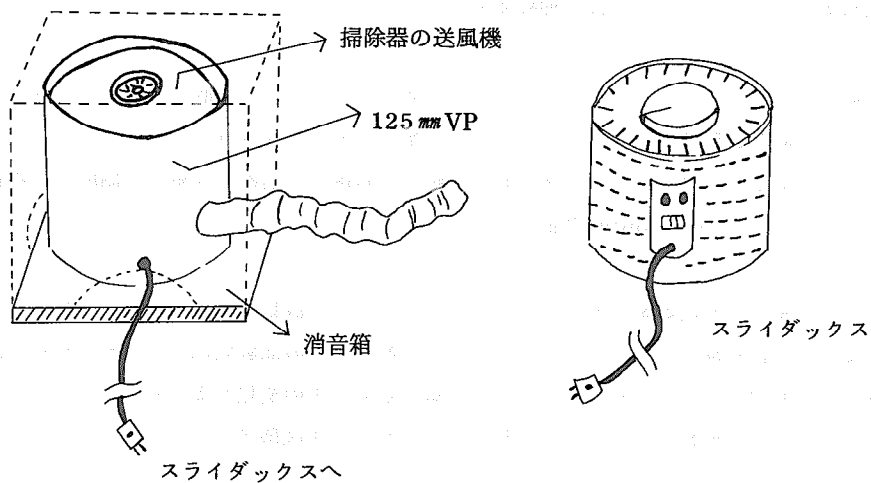
- ① 液体・気体の状態
- ② 気体の分子運動と体積
- ③ 絶対0度の概念
- ④ 気体の圧力の概念

2. 化学平衡説明器の概略図

(単位: mm)

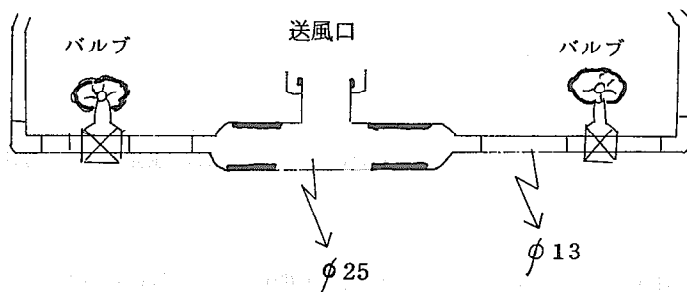


送風操置

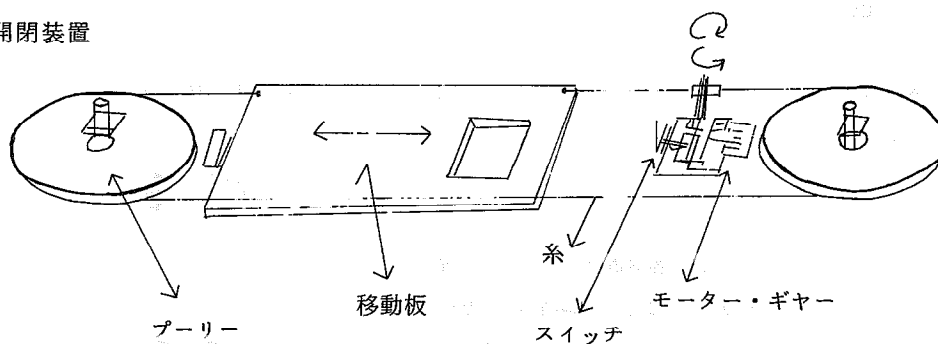


原系送風口

生成系送風口



開閉装置



3. 生徒実験

化学平衡とその移動

<目的>

1. 化学平衡，相平衡に及ぼす濃度，圧力，温度の影響を調べる。
2. 実験を通してル・シャトリエの原理を理解する。

<準備>

1. 濃硝酸，濃アンモニア水，1 Nアンモニア水，フェノールフタレイン溶液，塩化ナトリウム(固)，硫酸カリウム(固)，酢酸アンモニウム(固)，炭酸アンモニウム(固)，銅片
2. 穴あきゴム栓(2個)，ゴム栓付ガラス導管，試験管，お湯，注射器(50ml)，温度計，ろ紙，輪ゴム，ビーカー(100ml，500ml 2個)

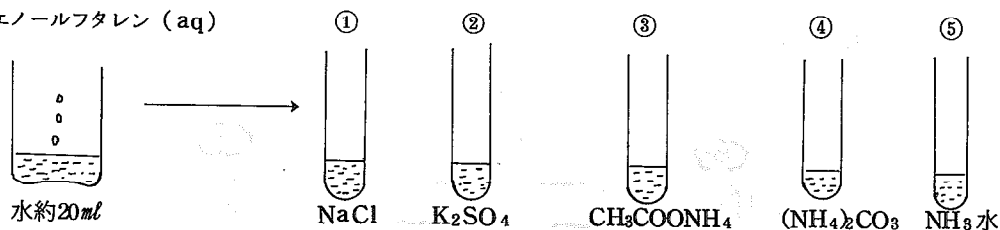
<操作>

1. ビーカー(100ml)に水約20mlとり，フェノールフタレイン溶液数滴加えてから，1 Nアンモニア水を少量加え，液が淡赤色になるようにする。この液を5本の試験管に分け，それぞれに次の試薬を小さじ1杯(アンモニア水の場合は1～2ml)加えて色の変化を調べる。

- ①塩化ナトリウム ②硫酸カリウム ③酢酸アンモニウム ④炭酸アンモニウム
⑤アンモニア水

(この固体試薬はいずれもイオン性結晶で水溶液は中性です)

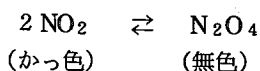
フェノールフタレイン(aq)



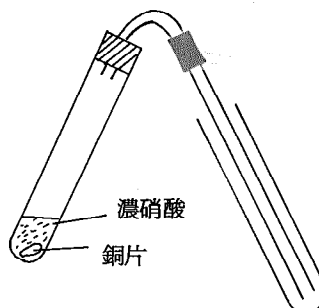
※ 各試薬を加えたとき，液の色はどうなったか。

	①NaCl	②K ₂ SO ₄	③CH ₃ COONH ₄	④(NH ₄) ₂ CO ₃	⑤NH ₃ 水
変化(色)					

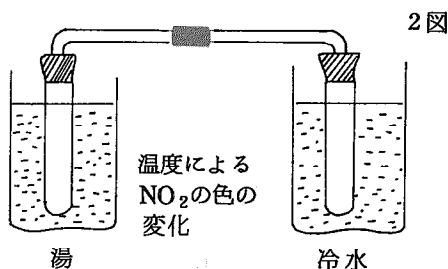
2. 二酸化窒素(かっ色の気体)は2分子会合して四酸化二窒素(無色の気体)をつくり，室温で次の平衡を保っている。



- (1) 1図のようにして，銅と濃硝酸を反応させて発生させた二酸化窒素を乾いた2本の試験管にとり図2のようにガラス管でつないだゴム栓をはめて，一方は湯の入ったビーカーに，他方は冷水の入ったビーカーにひたして，気体の色を比較する。(ときどき



入れ変えると色の変化がはっきりする)。 温度による NO_2 の色の



※ 色の変化を記録しなさい。

- (2) (1)と同様にして発生させた二酸化窒素を乾いた注射器に入れて(約30ml)先端をゴム栓で閉じ、ピストンを押し引きを繰り返して、中の気体の色の変化を調べる(ピストンを押し込むと気体の密度は大きくなるから色は濃くなるが、その後どうなるかに注意する)。

※ 色の変化を記録しなさい。

	その後の色の変化
圧縮したとき	
減圧したとき	

3. (1) 温度計の球部に湿らしたろ紙をまき付け、輪ゴムでとめてしばらく放置してから温度を読む。試験管に濃アンモニア水を少量入れ、その試験管に温度計を差しこんで、温度がどう変化するかを調べる(アンモニア水に温度計をつけないこと)。

アンモニアは水によく溶けるから、濃アンモニア水から発生した気体のアンモニアは湿らしたろ紙の水分に溶けこむ。すなわち、気体のアンモニアが水に溶けると、発熱するか吸熱するかを調べる。

- (2) 試験管に水約3mlとり温度を調べる。この水に硝酸カリウムを試薬サジ1杯加え、温度計で混ぜながら溶かし、温度変化を調べる。

※ NH_3 (気) や KNO_3 (固) が水に溶けると、それぞれ温度はどうなったか。

(1) NH_3 (気) が水に溶けるとき	
(2) KNO_3 (固) が水に溶けるとき	

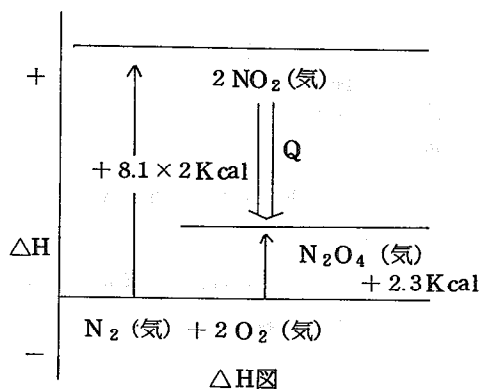
＜考 察＞

1. (1) アンモニア水中における平衡関係を、可逆反応の式で書け。

- (2) 化学平衡の立場から(1)の反応式を参考にして操作1の結果を説明しなさい。

2. (1) ① 操作 2 (1) で気体の色が濃くなることは、混合気体中の NO_2 の割合がどうなることか。

- ② NO_2 (気), N_2O_4 (気) の生成熱はそれぞれ $-8.1 \text{ Kcal} - 2.3 \text{ Kcal}$ である。次の ΔH 図を参考にして NO から NO へ変化するときの反応熱 Q を求め、熱化学方程式を書け。



- ③ 温度が高くなると、 $2 \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4$ の可逆反応はどちらに進んだことになるか。また、温度を上げると発熱の方向に反応は進行したのか、それとも吸熱の方向に進行したのか。

温度を上げたときの 反応の進行方向 (右, 左)	この変化は発熱か吸熱か

- (2) ① 操作 2 (2) の結果から、圧力を加えると NO の割合はどうなったのか。また、そうすると混合気体全体のモル数はどう変化したことになるか。

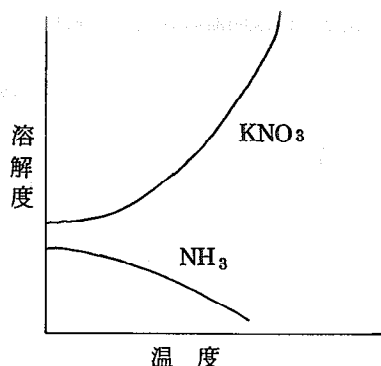
圧力を加えると NO_2 の 割合はどうか	混合気体全体のモル数はどうか

- ② 温度一定で一定量の気体の圧力 P と濃度 c はどのような関係にあるか。

気体の状態方程式 $PV = nRT$ より考えなさい。

$$\left(\text{濃度 } c = \frac{n}{V} \text{ である} \right)$$

3. 操作3の結果と右図のアンモニアと硝酸カリウムの溶解度曲線の関係について述べなさい。



4. 平衡状態にある系の温度、圧力、濃度を変化させると、系の状態はどのように変化するか、まとめてみよう。(ル・シャトリエの法則)

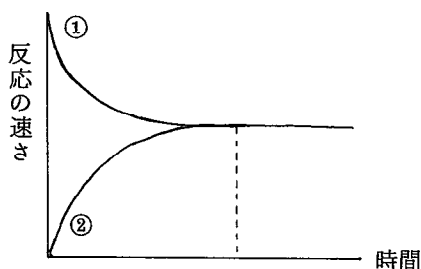
〈理解度問題〉

$2\text{HI} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{I}_2$ の反応について、次の文中の〔 〕を埋めよ、また、{ }の中から適当なものを選んで、○でかこめ。

- (1) このように化学反応式の右向きにも左向きにも反応が起こり得るような反応を ^a〔 〕反応といい、右向きを ^b〔 〕反応、左向きを ^c〔 〕反応という。これに対して、一方向だけに起こる反応を ^d〔 〕反応という。

- (2) 右のグラフは、密閉した容器にヨウ化水素を入れて加熱したときの変化を示したものである。

ヨウ化水素の分解の速さは、^e{ ①, ② } のグラフで示されるように、はじめは ^f{ 速い, 遅い } が、時間がたつにつれてヨウ化水素の ^g〔 〕がしだいに ^h{ 大きく, 小さく } なるために、反応はしだいに ⁱ{ 速く, 遅く } なる。



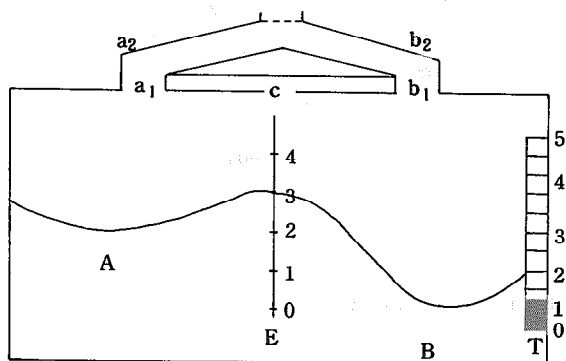
一方、分解してできた水素とヨウ素は反応してヨウ化水素になる。ヨウ化水素が生成する速さは、^j{ ①, ② } のグラフで示されるように、はじめは ^k{ 速い, 遅い } が、ヨウ化水素の分解によって生じた水素やヨウ素の ^l〔 〕がしだいに ^m{ 大きく, 小さく } なるにつれて、反応はしだいに ⁿ{ 速く, 遅く } なる。

そして、時間 t において、ヨウ化水素の分解反応の速さと、水素とヨウ素からヨウ化水素が生成する反応の速さとが ^o〔 〕になると、反応は見かけ上 ^p〔 〕したような状態になる。これを ^q〔 〕の状態といい、このとき反応に関係する物質の ^r〔 〕の間には、次の関係式が成り立つ。

$$^s \left[\quad \quad \quad \right] = K \quad \left(K \text{ を } ^t \left[\quad \quad \quad \right] \text{ といい、} ^u \left[\quad \quad \quad \right] \text{ では一定である。} \right)$$

4. 化学平衡説明器の利用した考察

— 図 1 —



$a_1 \otimes$ $b_1 \odot$, $a_2 \odot$ $b_2 \otimes$
 $c \odot$ $n : 25$
 $E : 3$
 $T : 1$ (35 V)

< 記号 >

a : 原系出入口 (下)
 a : 原系出入口 (上)
 b : 生成系出入口 (下)
 b : 生成系出入口 (上)
 c : 排气孔
 A : 原系
 B : 生成系
 n : 球の数
 E : 活性化エネルギーの高さ
 T : 温度目盛

1 (1) 平衡概念

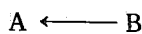
① 不可逆変化

図 1 のようにセットし、 a より球を投下すると、図 2 のように A から B へ移行していく様子が見られる。

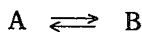
$A \rightarrow B$ の状態を表わし、速さは考えないで変化の方向のみを表わす。

② 可逆変化と平衡

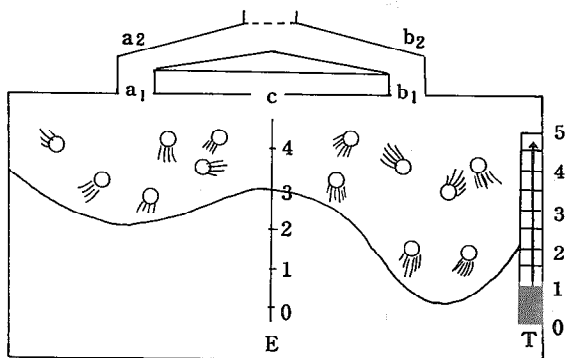
① の状態から $T = 2$ にすると逆反応が見られる。



しばらくたつとつりあう

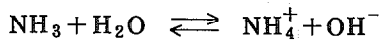


$T = 3$, $T = 4$, $T = 5$ についてもつりあった状態を再現させる。

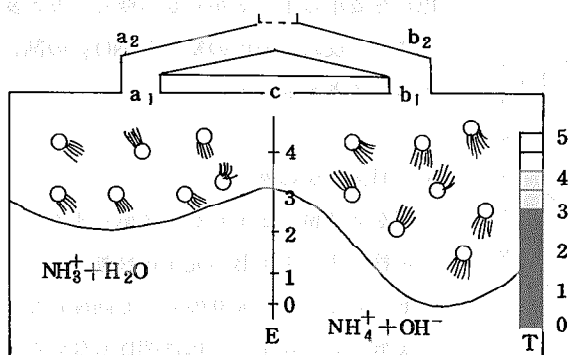


$a_1 \odot$ $b_1 \otimes$, $a_2 \otimes$ $b_2 \odot$
 $c \odot$ $n : 25$
 $E : 3$
 $T : 1 \sim 5$

— 図 2 —



— 図3 —



a_1 ⊗ b_1 ⊙, a_2 ⊙ b_2 ⊗

c ⊙ $n : 25 + 10$

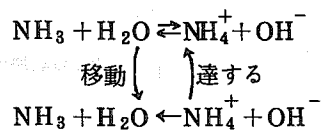
$E : 3$

$T : 3$

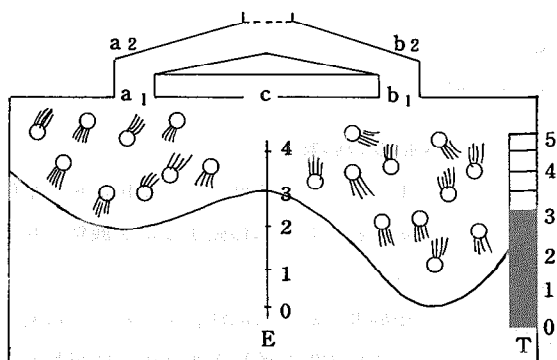
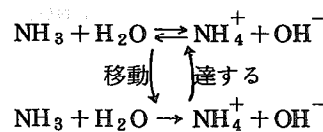
(2)濃度の影響

① b より球10個を投下し $\text{NH}_3 \text{ aq}$ に CH_3COONa 又は $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ を加えた状態を再現する。

反応は総体的に左へ進行し新しい平衡状態になる。



② b より10個とり出し(図4)平衡状態にした後、 a より10個投下する。平衡は右へ移動し、新しい平衡状態を形成する。



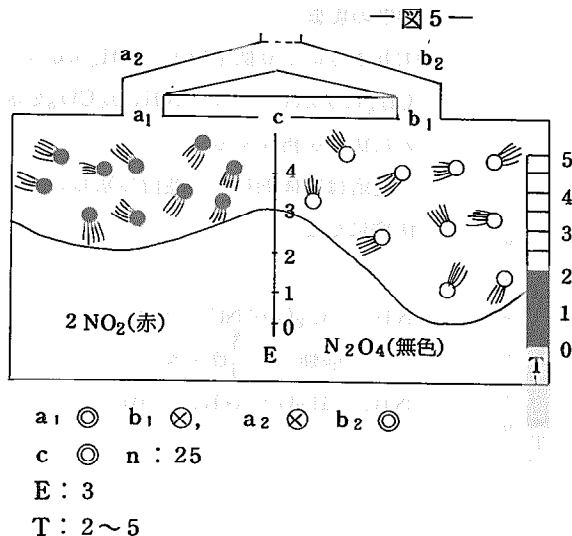
a_1 ⊙ b_1 ⊗, a_2 ⊗ b_2 ⊙

c ⊙ $n : 35 - 10$

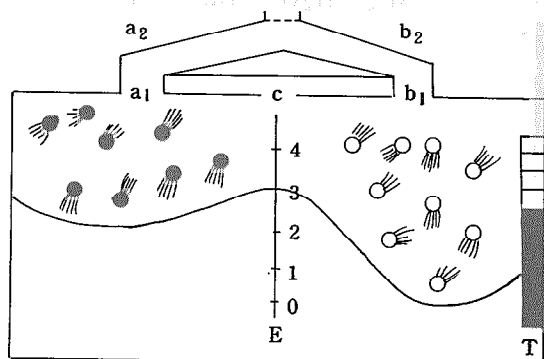
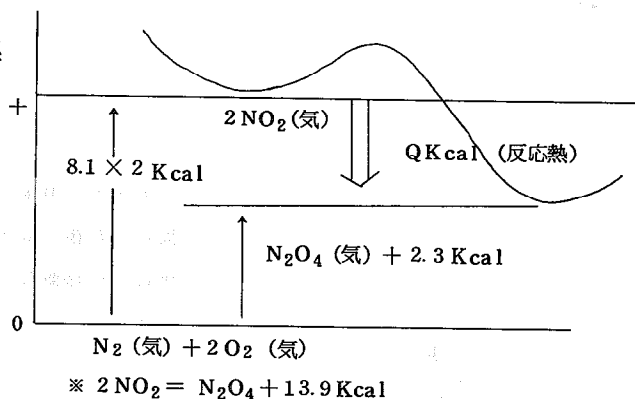
$E : 3$

$T : 3$

— 図4 —



△H図との関係



a_1 (●) b_1 (⊗), a_2 (⊗) b_2 (●)
 c (●) $n : 25$
 $E : 3$
 $E : 1 \sim 5$

— 図 6 —

2(1)①色の变化より反応の方向を予想する。

原系に 2NO_2 (赤), 生成系に N_2O_4 (無色) を表示し $T = 2$ から 5 へゆっくりと変化させ, 反応系の色の变化と NO_2 の割合について考えさせる。

②△H図と反応熱

球を 2 4 個 (1 モルを 1 2 個とする) A に移し $T = 1$ で B へ完全に移動させる。

$E = 3.5$, $E = 4.0$ の場合も同様にして実施しエネルギー差には関係しないことを理解させる。

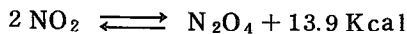
③温度の影響

$T = 1 \sim 5$ までゆっくり変化させ, 平衡が左右どちらに移動するかを観察させる。

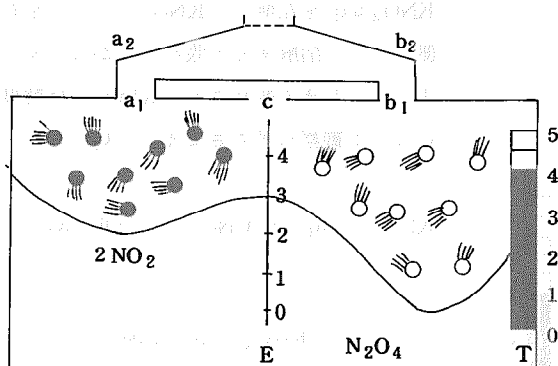
(図 6)

※温度が高い (活性化エネルギーに対する相対的な値) と吸熱の反応が起りやすくなり, 平衡は吸熱の方向へ移動して新しい平衡状態に達することに気づかせる。

温度を下げる



温度を上げる



a_1 ⊗ b_1 ⊙, a_2 ⊗ b_2 ⊙
 c ⊙ n :
 E : 3
 T : 4

—図7—

(2) 圧力の影響

※気体の圧力は濃度に比例する

※反応が右に進行すると分子数が減少する。

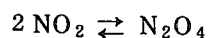
〈加圧した場合〉

Bの分子数が減少するようにbよりとります。平衡がどこへ移動するか観察させる（濃度の場合と同じになることに気づかせる）。

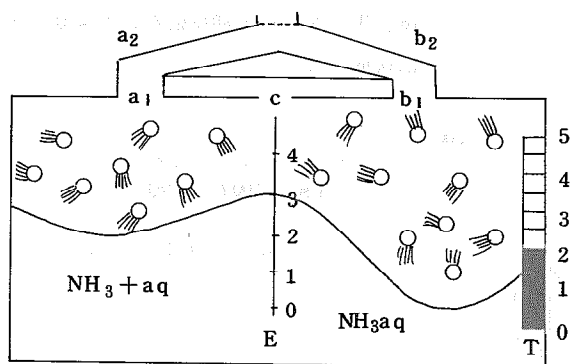
〈減圧した場合〉

bよりとり出した分bからもどす。

加圧



減圧



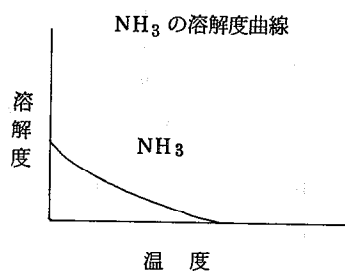
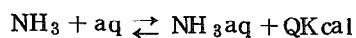
a_1 ⊙ b_1 ⊗, a_2 ⊗ b_2 ⊙
 c ⊙ n : 25
 E : 3
 T : 2~5

—図8—

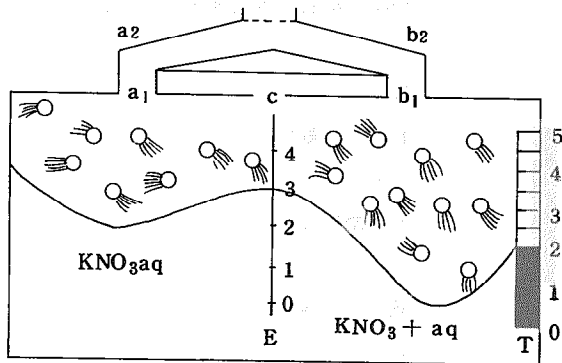
3. 溶解平衡 (NH₃の場合)

NH₃aqを右側, (NH₃ + aq)を左側と表示（溶解すると発熱するから）。

T = 2~5まで変化させNHの溶解度がどう変化するかを観察させる。(Q) ⊙



—図9—



a_1 $\odot$ b_1 $\otimes$, a_2 $\otimes$ b_2 $\odot$

c $\odot$ $n : 25$

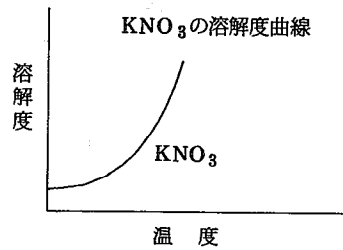
$E : 3$

$T : 2 \sim 5$

KNO_3 の場合

$KNO_3 aq$ を左側, $(KNO_3 + aq)$ を右側に表示 (溶解すると吸熱するから) する。

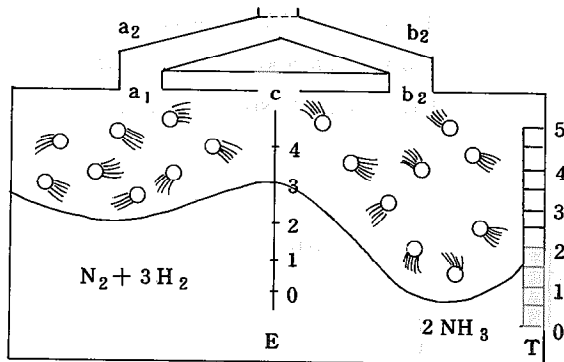
$T = 2 \sim 5$ まで変化させて KNO_3 の溶解度について観察し考えさせる。 ($Q > 0$)



4. 平衡移動の法則 (NH_3 の合成)

(1) 平衡状態

$T = 1$ にして, 不可逆変化を完了させた後, $T = 2$ にして逆反応を起こさせて平衡状態をつくる。



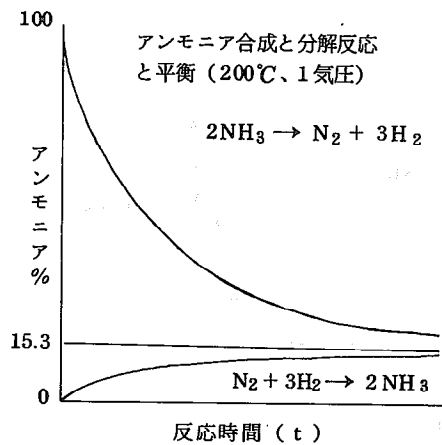
a_1 $\circ$ b_1 $\circ$, a_2 $\circ$ b_2 $\circ$

c $\circ$ $n :$

$E : 3$

$T : 1 \sim 5$

—図10—



※化学平衡とは

可逆変化において左右の反応の速さが等しくなって, みかけ上反応が進行していない状態である。

(2) 温度の影響

$T = 1 \sim 2 \sim 3 \sim 4 \sim 5$ と変化させて、吸熱の方向に移動することを観察させる。

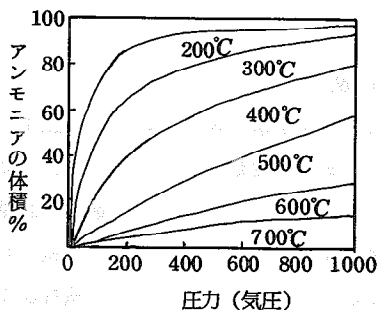
- ※ 温度を高くすると吸熱の方向へ
- 温度を低くすると発熱の方向へ
- 移動して新しい平衡状態をつくる。

(3) 濃度の影響

a より 10 個追加し b よりとり出す。

平衡の移動を観察させる。

- ※ 濃度を増すと減らす方向へ
 - ※ 濃度を減らすと増す方向へ
- 平衡は移動して新しい平衡に達する。



(4) 平衡移動の法則

平衡状態にある反応系の条件（温度・圧力・濃度）を変えると、条件変化を和らげる方向へ平衡は移動して、その条件に応じた新しい平衡状態に達する。

5. 最後に

平衡移動の実験考察とした、説明器の利用例を上げましたが、酸、塩基の電離平衡、結合エネルギーと反応熱、活性化エネルギーと触媒等の考察として生徒の理解を助けるのに有効である。

ただし、原系と生成系の球の区別や反応した場合の総分子数の変化の再現に難点があり一考を要する。

また、モデルは思考を助ける一つの手段であり、それ自体に限界がありそこから生徒の誤解も生れやすい。そこで生徒実験を中心とした補助的説明器具として活用することが肝要である。

実験は PAC 化学より

問題は数研出版より

燃焼と消火に関する実験（その2）

那覇工業高等学校 久 高 興 祐

I はじめに

高校の化学実験で使用されている試薬には燃焼を促進するものと抑制するものがあることを口紙にしみこませて燃焼させる方法で生徒に知らせるのに適した試薬について前に報告した。

- (1) 燃焼を促進する試薬があることを知らせるのに
- ①適した試薬 → ①Ba (ClO₃)₂ ②NaNO₃ ③NaClO₃
 - ②やや適した試薬 → ④AgNO₃
 - ③不適な試薬（酸化剤の中で） → ⑤KNO₃ ⑥KClO₃ ⑦KMnO₄
⑧K₂Cr₂O₄ ⑨Ca (NO₃)₂ ⑩Sr (NO₃)₂ ⑪Fe (NO₃)₃
⑫NH₄NO₃

- (2) 燃焼を抑制する試薬があることを知らせるのに
- ①適した試薬 → ①NH₄Cl ②(NH₄)₂SO₄ ③Na₂CO₃
④NaHO₃ ⑤NH₄H₂PO₄ ⑥(NH₄)₂HPO₄ ⑦Na₂SiO₃
 - ②やや適した試薬 → ⑧Na₂B₄O₇ · 10 H₂O（少ししか水に溶けない）
（少々燃えるもの） ⑨Fe₂(SO₄)₃ (NH₄)₂SO₄ · 24 H₂O
（水によく溶ける潮解性あり）
⑩H₃BO₃

③不適な試薬（よく燃えるもの） → ①NH₄NO₃ ②Ca (H₂PO₄)₂
それで今回はそのシリーズという形で報告する。

II 指導法

A, 燃焼を促進する試薬の濃度と燃焼速度

<1> 目的

口紙にしみこんでいる試薬の量（濃度）と口紙の燃焼速度との間にはどんな関係があるかについて調べる。

<2> 実験方法

燃焼を促進する試薬の種々の濃度の水溶液をつくり、これを口紙にしみこませ試験管乾燥機で乾燥後燃焼させ燃焼のようすを比較する。

<3> 実験結果

(1) Ba (ClO₃)₂の場合

Ba(ClO ₃) ₂ の濃度	燃焼時間	燃 焼 の よ う す
① 0.0365 $\frac{\text{モル}}{\text{リットル}}$	13.1 sec	普通の口紙と同じような燃え方をする（最初から最後まで）
② 0.183 $\frac{\text{モル}}{\text{リットル}}$	9.0 sec	まず、口紙の表面がパッと燃え、その後口紙の内部は普通の口紙と同じような速さで燃える。

③	0.365 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	7.3 sec	まず、口紙の表面がパッと燃え、その後口紙の内部は普通の口紙と同じような速さで燃える。
④	0.731 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	3.2 sec	緑色の大きな炎を出しパチパチと音を発しながら燃焼する。
⑤	1.096 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	2.4 sec	〃
⑥	(飽和溶液) 1.462 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	3.6 sec	〃

(注) 普通の口紙の燃焼時間は 12.2 sec である。

(2) NaClO_3 の場合

S 59. 11. 10 (土) 室温 27℃

NaClO_3 の濃度 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	燃焼時間	燃 焼 の よ う す
① 0.03 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	11.0 sec	普通の口紙と全く同じような燃え方、音なし、煙の出方普通
② 0.05 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	9.3 sec	普通の口紙とあまり変らない燃え方をする。 黄色の炎、煙少ない、時々シュという音あり
③ 0.11 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	9.2 sec	〃
④ 0.52 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	7.2 sec	普通の口紙よりかなり速い燃え方をする。 黄色の炎、シュという音あり
⑤ 1.05 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	3.8 sec	爆発的に燃焼する、黄色の炎、シュという音あり、 多量の煙を出す。
⑥ 4.20 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	2.8 sec	爆発的に燃焼する、黄色の炎、シュという音あり、 多量の煙を出す。

(3) NaNO_3 の場合

S 59. 11. 20 室温 22℃

NaNO_3 の濃度 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	燃焼時間	燃 焼 の よ う す
① 0.13 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	12.3 sec	シュという小さな音を発するが普通の口紙と全く同じような燃え方をする。炎色反応なし。
② 0.65 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	19.2 sec	時々シュという音を発し大きな炎を出して燃えるが、大部分は普通の口紙と同じような燃え方をする。
③ 1.31 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	14.7 sec	〃
④ 4.18 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	11.0 sec	シュという音と多量の煙を出しながら炎をほとんど出さないで燃える。炎は時々出る。
⑤ 5.23 $\frac{\text{モル}}{\text{l}}$	9.1 sec	シュという音と黄色の大きな炎や、多量の煙を出しながら爆発的に燃焼する。

〈4〉まとめ

(1) 口紙にしみこんでいる試薬の量が多くなるほど燃焼速度は大になる。しかし、口紙にしみこんでいる試薬の量がある量以上になると $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$ の場合には溶液の濃度が $0.731 \frac{\text{モル}}{\text{l}}$ 以上、 NaClO_3 の場合には溶液の濃度が $1.05 \frac{\text{モル}}{\text{l}}$ 以上] 音を出しながら爆発的に燃焼するので見た目には、ほとんど同じような燃え方をする。

(2) $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$ の場合にはBaの美しい炎色反応(淡緑色)が見られる。

(3) NaClO_3 の場合にはNaの美しい炎色反応(黄色)が見られる。

B, 酸化剤はすべて燃焼を促進するか。

〈1〉目的

口紙にしみこませて燃焼させると酸化剤はすべて燃焼を促進するかについて調べる。

〈2〉実験方法

酸化剤の飽和水溶液を口紙にしみこませ、これを試験管乾燥機で乾燥後燃焼させ、口紙の燃焼を促進するかどうか調べる。

〈3〉実験結果

試薬名 (濃度)	燃焼時間	燃 焼 の よ う す
① $\text{Ba}(\text{ClO}_3)_2$ $1.462 \frac{\text{モル}}{\text{l}}$	3.6 sec	爆発的に燃焼する。淡緑色の炎、パチパチという音、 多量の煙が出る。
② AgNO_3	6.4 sec	爆発的に燃焼する。シュという音と、 多量の煙がでる。
③ NaClO_3 $4.20 \frac{\text{モル}}{\text{l}}$	2.8 sec	爆発的に燃焼する。黄色の炎、シュという音、 多量の煙がでる。
④ NaNO_3 $5.23 \frac{\text{モル}}{\text{l}}$	9.1 sec	爆発的に燃焼する。シュという音、黄色の大きな炎、 多量の煙を出す。
⑤ KClO_3 $0.45 \frac{\text{モル}}{\text{l}}$	9.0 sec	燃焼速度が大となる。うす紫色の炎、シュという音あり、 煙は少ない。
⑥ $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ $2.07 \frac{\text{モル}}{\text{l}}$	25.9 sec	ゆっくり燃える。煙少、音なし、普通の口紙より燃えにくい 乾燥中に分解し、 NO_2 を発生する。
⑦ $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ $1.88 \frac{\text{モル}}{\text{l}}$	6.2 sec	爆発的に燃焼する。黄赤色の炎、シュという音、 多量の煙が出る。
⑧ $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ $2.11 \frac{\text{モル}}{\text{l}}$	7.0 sec	爆発的に燃焼する。真紅の炎、シュという音、 多量の煙がでる。
⑨ $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$		乾燥中に半乾燥の状態でゆっくり燃え出す。音なし、煙なし、 炎全くなし。
⑩ KNO_3 $4.40 \frac{\text{モル}}{\text{l}}$	12.2 sec	線香花火のように炎をほとんど出さずにシュという大きな音を出 して燃える。うす紫色の炎を出す。多くのけむりを出す。
⑪ NH_4NO_3 $5.56 \frac{\text{モル}}{\text{l}}$	11.3 sec	普通の口紙と同じような燃え方をする。 音なし、煙なし、
⑫ $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ $0.43 \frac{\text{モル}}{\text{l}}$	8.6 sec	シュという小さな音を出しながらサッと燃える。 大きな炎、炎色反応なし、煙なし。

⑬	$K_2Cr_2O_7$ 0.38 $\frac{\text{mol}}{\text{g}}$	6.0 sec	静かにサッと燃える。音なし、煙少、炎色反応なし。
⑭	$(NH_4)_2Cr_2O_7$ 1.76 $\frac{\text{mol}}{\text{g}}$	5.7 sec	シュという音と火の粉を出しながら爆発的に燃える。 煙なし、大きな炎あり。
⑮	$KMnO_4$ 0.14 $\frac{\text{mol}}{\text{g}}$	16.0 sec	普通の口紙と同じような燃え方をする。煙なし、音なし、ただし、 うす紫色の炎あり。 ※口紙の乾燥中に $KMnO_4$ は MnO_2 になる。

<4> まとめ

(1) 口紙にしみこませて燃焼させると爆発的に燃焼するものには次のような試薬がある。

- ① $Ba(ClO_3)_2$ ② $NaClO_3$ ③ $AgNO_3$ ④ $NaNO_3$ ⑤ $Ca(NO_3)_2$
⑥ $Sr(NO_3)_2$ ⑦ $(NH_4)_2Cr_2O_7$

(2) 燃焼速度が普通の口紙より速くなる試薬には次のようなものがある。

- ① $KClO_3$ ② $Ba(NO_3)_2$ ③ $K_2Cr_2O_7$

(3) 燃焼速度がほとんど変わらない試薬（そのままの口紙と同じような燃え方をする試薬）

- ① KNO_3 ② NH_4NO_3

(4) 燃焼速度が普通の口紙より小になる試薬

- ① $Al(NO_3)_3 \rightarrow$ 口紙の乾燥中に分解して NO_2 を発生する。
② $KMnO_4 \rightarrow$ 口紙の乾燥中に $KMnO_4$ は MnO_2 になる。

(5) 炎色反応を表わす試薬

- ① $Ba(ClO_3)_2$ 淡緑色 ② $NaClO_3$ 黄色 ③ $NaNO_3$ ④ $KClO_3$
⑤ $Ca(NO_3)_2$ ⑥ $Sr(NO_3)_2$ ⑦ KNO_3 ⑧ $KMnO_4$

(6) 炎色反応を表わすべきだが炎色反応を示さない試薬

- ① $Ba(NO_3)_2$ ② $K_2Cr_2O_7$

(7) 金属を遊離する試薬

- ① $AgNO_3 \rightarrow$ 美しい銀を遊離する。

(8) 金属酸化物が生成したことが明確となる試薬

- ① $Fe(NO_3)_3 \rightarrow Fe_2O_3$ (赤)

C, 燃焼を抑制する試薬の濃度と燃焼速度

<1> 目的

口紙にしみこんでいる薬品の量（濃度）と口紙の燃焼速度との間にはどんな関係があるかについて調べる。

<2> 実験方法

燃焼を抑制する薬品の種々の濃度の水溶液をつくり、これを口紙にしみこませた後、試験管乾燥器で乾燥後燃焼させ、燃焼のようすを観察する。

<3> 実験結果

- (1) NH_4Cl の場合 S 59年12月4日 (火) 室温 $22^\circ C$

NH ₄ Cl の濃度	燃焼時間	燃 焼 の よ う す
① 0.1 g	14.9 sec	大きな炎を出し継続して燃焼する。 煙多い、音なし
② 1.04 M/l 5 g / 9 ml	15.9 sec	大きな炎を出し継続して燃焼する。 煙は①より多い、音なし
③ 2.08 M/l 1 g / 9 ml	52.0 sec	炎外では燃焼は継続しない。しかし口紙を炎であぶると多量の白煙を出してこげる、このこげは炎を出して燃えるようになる。
④ 3.12 M/l 1.5 g / 9 ml		アルコールランプの炎の中に入れるとこげる。まれに炎を出すこともある。炎外では燃焼は継続しない。
⑤ 4.15 M/l 2 g / 9 ml		炎外では燃焼は継続しないがアルコールランプの炎中では全く炎を出さないでこげる。しかし、こげをしばらく炎中に入れておくとNH ₄ Clが気化してなくなるためか時々炎を出して燃焼する。

(2) Na₂CO₃ (無水の場合)

昭和 59 年 12 月 6 日 (木) 室温 22℃

Na ₂ CO ₃ の濃度	燃焼時間	燃 焼 の よ う す
① 0.2 g / 9 ml 0.21 M/l	19.9 sec	大きな炎を出して燃焼する。しかし灰はふくらむ。
② 0.5 g / 9 ml 0.52 M/l	20.0 sec	小さな炎を出して継続的に燃焼する。 灰はかなりふくらむ
③ 1.1 g / 9 ml 1.15 M/l		全く炎を出さない。炎中でふくらみながらこげるのみ。 このこげは表面燃焼する。
④ 1.5 g / 9 ml 1.57 M/l		全く燃焼しない。炎内ではふくらみながらこげるのみ。 このこげは表面燃焼する。

M = 84

(3) NaHCO₃ の場合

昭和 59 年 12 月 6 日 (木) 室温 22℃

NaHCO ₃ の濃度	燃焼時間	燃 焼 の よ う す
① 0.1 g / 9 ml 0.13 M/l	13.9 sec	大きな炎を出して継続して燃える。炎色反応なし、 こげは全くふくらまない。煙少ない。
② 0.5 g / 9 ml 0.66 M/l	20.4 sec	大きな炎を出してゆっくり継続して燃える。炎色反応なし、 こげは少しふくらむ。煙多い。
③ 1.0 g / 9 ml 1.32 M/l (飽和溶液)	17.7 sec	大きな炎を出し、ゆっくり継続して燃える。炎色反応なし、 こげはかなりふくらむ。しかし、Na ₂ CO ₃ のようにはふくらまない

M = 115

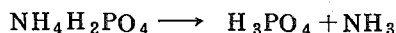
(4) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ の場合

昭和59年12月6日(木) 室温 22℃

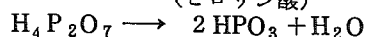
$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ の濃度	燃焼時間	燃 焼 の よ う す
① $0.1 \text{ g} / 9 \text{ ml}$ $0.1.0 \text{ M/l}$	13.0 sec	大きな炎を出して継続して燃える。煙は少ない。
② $0.5 \text{ g} / 9 \text{ ml}$ $0.4.8 \text{ M/l}$	22.9 sec	小さな炎を出して燃える。炎外に出してしばらくするとすぐ消える。 こげは固くポキポキ折れる。
③ $1.0 \text{ g} / 9 \text{ ml}$ $0.9.7 \text{ M/l}$		全く燃焼しない。炎中でもこげるのみで全く燃焼しない。 こげは固く黒色でポキポキ折れる。

<4> まとめ

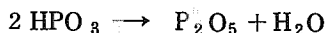
- (1) 燃焼を抑制するためには抑制する薬品をある量以上加えなければならない。
- (2) NaHCO_3 をしみこませた口紙はふくらみながら燃焼するが Na_2CO_3 をしみこませると全く燃焼しないで炎中ではふくらみながらこげる。 NaHCO_3 より Na_2CO_3 をしみこませた方が口紙のふくらみは大きい。
- (3) NH_4Cl をしみこませた口紙は多量の白煙を出しながらこげる。このこげは白煙が出つくした後は燃焼する。この場合こげはふくらまない。それでこの場合は、しみこんでいる NH_4Cl は NH_4Cl の微粒子として発生すると思われる。
- (4) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ をしみこませた口紙のこげは固くポキポキ折れる。この場合こげは黒色膜状の木炭になっている。
- (5) NH_4Cl , Na_2CO_3 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 等は防災性がある。しかし防災効果を出すには微量ではダメで、ある量 ($1 \text{ g} / 9 \text{ ml}$) 以上しみこませなければならない。
- (6) NH_4Cl , Na_2CO_3 , NaHCO_3 等のこげは表面燃焼するが、 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ のこげは全く燃焼しない。 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ をしみこませると次のような変化が起こり、生じたリン酸が融解しながら口紙の表面をおおうので生じたこげも燃焼しないと思われる。(消防理化学)



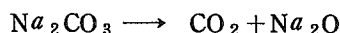
(ピロリン酸)



(メタリン酸)



- (7) Na_2CO_3 をしみこませると口紙が燃焼しないのは次のように考えられる。



熱

生じた CO_2 が窒息消火をするとともに上の反応は吸熱なので Na_2CO_3 を含む口紙は燃焼しないと考えられる。しかし Na_2CO_3 をしみこませた口紙が熱分解した後に生ずるこげには Na_2CO_3 がないのでこげは表面燃焼する。

- (8) NH_4Cl が燃焼を抑制する機構については

D, 燃焼を抑制する薬品と燃焼を促進する薬品の混合

＜1＞ 目的

燃焼を抑制する薬品（消火剤）に燃焼を促進する薬品（酸化剤）を加えると燃焼を抑制する効果はどうなるかについて調べ、燃焼を抑制する機構について考察する。

＜2＞ 実験方法

一定量の燃焼を抑制する物質に混合する酸化剤の量を順次変えたものの水溶液をつくり、この水溶液を口紙にしみこませた後、乾燥する。乾燥した口紙の燃焼のようすを比較して燃焼を抑制する効果へ与える酸化剤の影響について調べる。

＜3＞ 実験結果

(1) 2 g の NH_4Cl に次表の量の NaClO_3 を加えた場合

塩素酸 ナトリウムの量	燃焼時間	煙	シュと いう音	燃焼は 継続す るか	こげ (灰)	炎	燃焼のようす
① 1 段の燃焼 1 g	17 sec	多量の 白煙	無	する	ボキボキ 折れる	無	全く炎を出さないで燃 焼する。
2 段の燃焼	31 sec	少量の 白煙	"	"	"	中位の大き さ	ゆっくり燃焼する。
② 2 g	8.5 sec	多量の 白煙	"	"	中位の硬 さ (多い)	大	大きな炎を出しながら 燃焼する。
③ 3 g	5.0 sec	"	有	"	軟 い (少量)	"	爆発的に燃焼する。
④ 4 g	5.0 sec	"	"	"	"	"	"

(2) 1.5 g の Na_2CO_3 に次表の量の NaClO_3 を加えた場合

NaClO_3 の量	燃焼時間	煙	シュと いう音	燃焼は 継続す るか	こげ (灰)	炎	燃焼のようす
① 1 g	20 sec	多量の 黒煙	有	する	軟 い	無	全く炎を出さないで燃 焼する。
② 2 g	16.2 sec	"	"	"	"	"	"
③ 3 g	8.6 sec	"	"	"	"	時々小さ な炎を出 す	炎は小さいが急激に燃 焼する。
④ 4 g	4.8 sec	"	"	"	"	中位の大き さ	爆発的に燃焼する。

(3) 1 g の $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ に次の量の NaClO_3 を加えた場合

NaClO_3 の量	燃焼時間	煙	シュという音	燃焼は継続するか	こげ(灰)	炎	燃焼のようす
① 0.5 g		多量の白煙	無	しない	硬いボキボキ折れる	小(時々)	時々小さな炎を出し、ゆっくり燃焼する。
② 1 g	8.6 sec	〃	〃	する	〃	小	そのままの口紙よりは燃焼しやすい。
③ 2 g	6.3 sec	〃	有	〃	軟 い(少量)	大	爆発的に燃焼する。
④ 3 g	5.8 sec	〃	〃	〃	〃	〃	〃
⑤ 4 g	5.2 sec	〃	〃	〃	〃	〃	〃

〈4〉まとめ

- (1) 燃焼を抑制する薬品に酸化剤をある量(濃度)以上混合すると燃焼を抑制する効果は全くなくなる。
- (2) 2 g の NH_4Cl に 1 g の NaClO_3 を混合し、これを水に溶かしこの溶液を口紙にしみこませた後、乾燥し、燃焼させると全く炎を出さないで多量の白煙を発生しながら継続的に燃焼し、後に硬くて、もろいこげ(半分熱分解したもの)が残る。このこげに点火すると炎を出して継続的に燃焼する。この前半の燃焼のようすは特異で生徒の興味を引く供覧実験として利用できる。
- (3) 1.5 g の Na_2CO_3 に 1～2 g の NaClO_3 を混合しこれを水に溶かし、この溶液を口紙にしみこませた後、口紙を乾燥し、燃焼させると多量の黒煙を発生しながら、全く炎を出さないで継続的に燃焼する。この燃焼のようすも特異で生徒の興味をひく。

身近な化学教材を求めて

宮古高校 徳 原 兼 松
岡 徹
神 元 正 勝

1. はじめに

中学の理科についてアンケートをとると(資料1), 化学的分野(物質と反応, 物質と原子, 物質とイオン)では, 男生徒の33.4%, 女生徒の39.7%が嫌いまたは大嫌いだったと答えている。その理由として, 大部分の生徒は, 元素記号, 化学式, イオンが分からなかった, 計算の仕方が分からなかったと答えている。

一方, 男生徒で36.5%, 女生徒で28.6%が好きあるいは大好きだったと答えており, 理由としては, 実験が楽しかった, プリント等を使って分かりやすかったからと答えている。

印象深い実験としては, 水の電気分解, 中和反応, 硫酸銅を用いた再結晶の実験等をあげている。また, 出身中学(15校)による違いも見られる。

このような生徒たちを目の前にして, 授業を進めるなかで, 化学とはどういうものであり, 化学の授業を通して, 彼等に何を身に付けさせようとしているのか, 改めて考えざるを得ない。

私達のまわりのものは, すべて物質からできている。私達の体も, 空気も, 水も, 地球も。私達は, 化学的手法を用いて(物質の性質を調べ, 分類し, 構造をさぐり), 自然科学の他の分野の助けを借りながら, 自然を理解し, 自然に働きかけ, 私達の生活を豊かにしていくことができる。

そのために, 身近な地域の自然とのかかわりを重視して, 生徒の興味・関心をひきながら授業を展開し, 化学を学んだ事柄が日常生活に生きる力となるよう, 適切な教材を準備していく必要があると思われる。

2. 身近な化学教材を求めて

1 宮古島の地質と水

- (1) 位置 宮古群島は8つの島からなり, 沖縄本島から南西に約300 kmのところに位置している。
- (2) 地質 島の土台は泥岩の島尻群層(不透水層)であり, その上を隆起サンゴ礁の琉球石灰岩(帯水層)がおおっている。
- (3) 水 宮古島の上水道は湧水あるいは地下ダム(資料2)より取水し, 水質は硬度が高く(約270 mg/l), 湯垢の原因になっている。
- (4) 資源としての石灰岩 石灰岩は炭酸カルシウムを主成分とする岩石であり, 沖縄では古くから石材として石垣や石畳等の建築, 土木資材として利用され, 再結晶が進んだ「トラバーチン」と呼ばれる石灰岩は国会議事堂の正面玄関の柱にも使われている。また, 石粉石として道路舗装の代用品にもなり, 他に, セメント工業, 製鉄等, 多方面に利用されている。さらに, 沖縄独特の赤瓦屋根に用いられる「しっくい」や黒糖を作るときに用いられる「石灰」の材料としても利用されている。

2 化学教材としての石灰岩

ここでは、身近な自然とのかかわりで重要な「石灰岩、水、二酸化炭素の関係」を短時間で明瞭に示す実験例を紹介する。

＊実験・・・炭酸カルシウム・・・

<目的>

水道水、湯垢、石灰水と二酸化炭素の反応、地下水の働きと鍾乳洞の関係を理解する。

<準備>

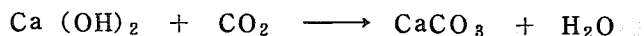
試験管、ビーカー、温度計、試験管バサミ、ハンカチ、ビニール袋、水道水、石灰水（飽和石灰水を2倍にうすめたもの）、加熱装置、ドライアイス、ライター、包丁、木づち、エタノール。

<実験>

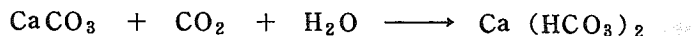
- ① 水道水をビーカーに200ml入れ、沸騰させた後、放置する。（白く濁る・・・湯垢のもと。）
- ② ドライアイスのかたまりに包丁をのせる。（キーンという振動音が聞こえる・・・包丁が悲鳴を上げているよ。）
- ③ ビーカーにエタノールを入れ、ドライアイスの小片を少しずつ加えていき、温度を調べる。（何度位になると思うか予想をたてさせてからやる。）
- ④ ドライアイスのかたまりにライターの火を近付ける。（白煙は消えて火のあたったところにくぼみができる。）
- ⑤ ドライアイスの小片をハンカチで包み、しばらく置いておく。（昇華）
- ⑥ ドライアイスの小片をビニール袋に入れてとじる。（昇華）
- ⑦ 試験管に石灰水を入れ、ストローで呼吸を吹き込む。（白濁する。）
さらに呼吸を送り続ける。（透明になるか確かめる。）
- ⑧ 試験管に石灰水を入れ、その中にドライアイスの小片を入れて観察する。（白い沈澱ができるが、しばらくするととけて透明になる・・・低温で二酸化炭素分圧が高いと、水に対する溶解度が大きくなるので、短時間で反応が進行する。）
- ⑨ ドライアイスが無くなった後で、⑧の試験管を加熱する。（気体が出て、再び白い沈澱ができる。）

<考察>

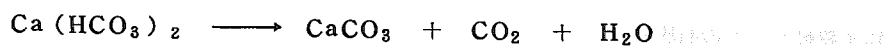
- ① ドライアイスは二酸化炭素の固体であり、固体の表面から気体になる変化（昇華）を示す。
- ② 石灰水は水酸化カルシウムの水溶液で、二酸化炭素と反応すると、白色の炭酸カルシウムが沈澱する。



- ③ さらに二酸化炭素を通し続けると、炭酸水素カルシウムとなってとける。

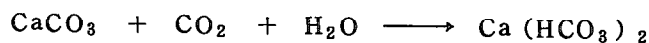


- ④ 炭酸水素カルシウムをとかしている液を煮沸すると、二酸化炭素を出して炭酸カルシウムの沈澱にもどる。

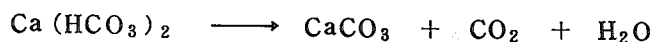


⑤ 鍾乳洞の反応(資料4)

(ア) 鍾乳洞 石灰岩地帯では、二酸化炭素を含んだ地下水が少しずつ石灰岩をとかして、長い年月の間に大きな空洞(鍾乳洞)を形成する。



(イ) 鍾乳石、石筍の成長 炭酸水素カルシウムを含む地下水が洞窟の天井を伝わるうちに水分が蒸発すると、炭酸カルシウムの沈澱ができ鍾乳石に成長する。水滴が天井から落ちて床のうえに生えるように成長するのが石筍である。



3. 今後の課題

現在は、化学担当教諭3人が、日常的に情報交換しながら教材研究を行っている。

化学の授業を通して、生徒たちに「確かなものの見方」を育てていくためには、さらに多くの身近な教材を準備し、生徒の興味・関心を引き付けながら学習内容が定着するように、授業の展開の仕方、指導法も検討していきたいと思う。

今後は、年間を通して、日々の授業の到達度を明らかにし、それをもとに授業プリントを作っていくと思う。そして、3人が足並を揃えて、生徒に要求を突き付け、一定の到達点まで持っていくよう努力したいと思う。

4. 資料

1 中学の理科について(アンケート普通科1年生126名)

		-2	-1	0	+1	+2
物理	男	6.3%	22.2	44.6	20.6	6.3
	女	9.5	34.9	39.7	14.3	1.6
化学	男	14.3	19.1	30.1	22.2	14.3
	女	14.3	25.4	31.7	27.0	1.6
生物	男	12.7	17.5	41.3	22.2	6.3
	女	11.1	27.0	31.7	17.5	12.7
地学	男	9.5	17.5	39.7	23.8	9.5
	女	4.8	9.5	42.9	36.5	6.3

+2・・・大好き

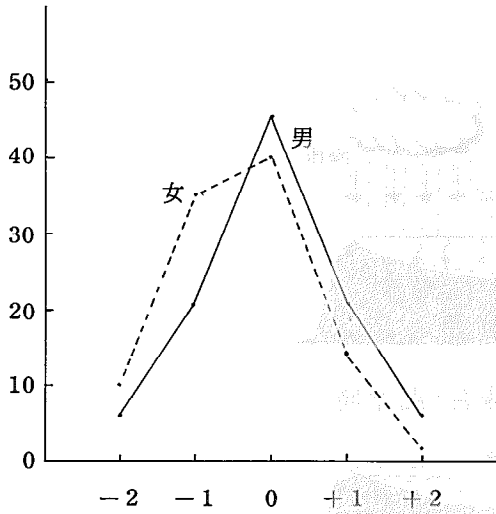
+1・・・好き

0・・・好きでも嫌いでもない

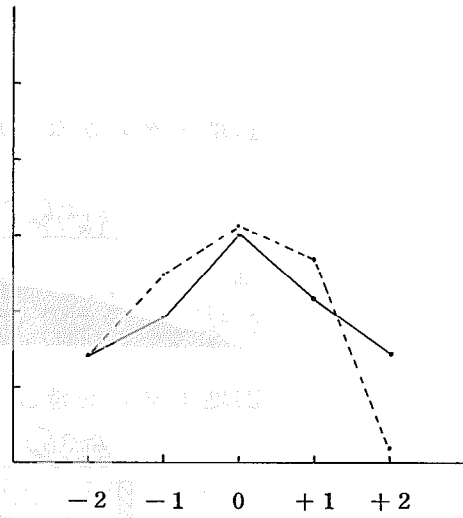
-1・・・嫌い

-2・・・大嫌い

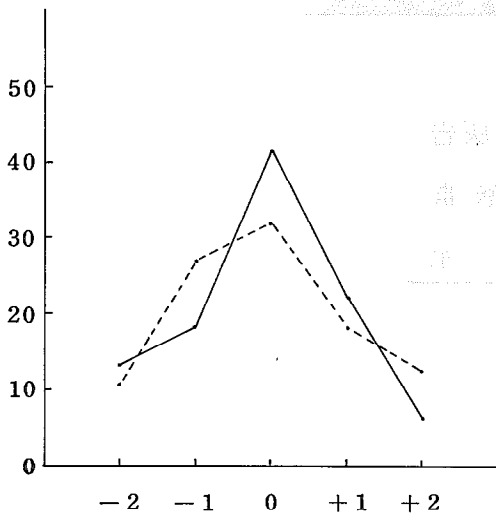
物 理



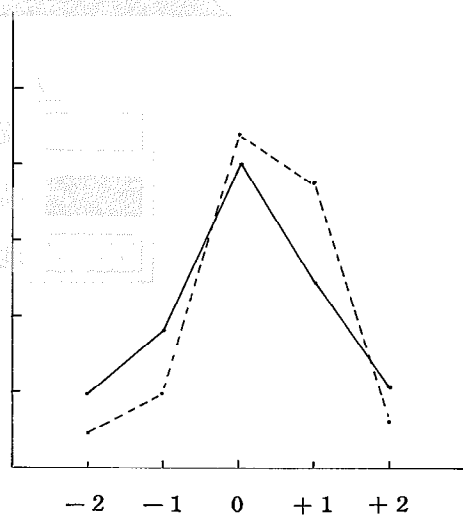
化 学



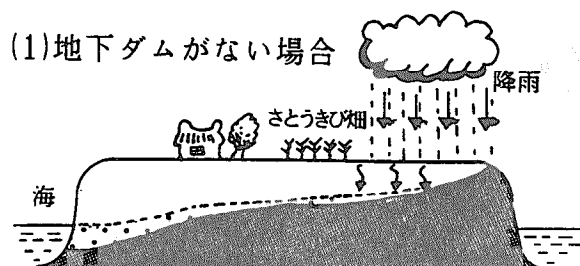
生 物



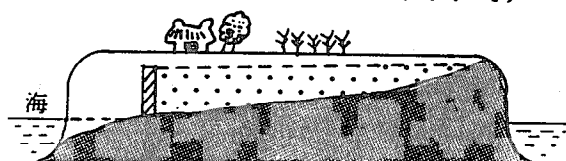
地 学



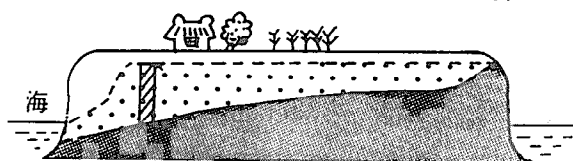
2 地下ダムの水利機構（宮古支庁「宮古概況」より）



(2) 地下ダムを建設した場合（渇水時）



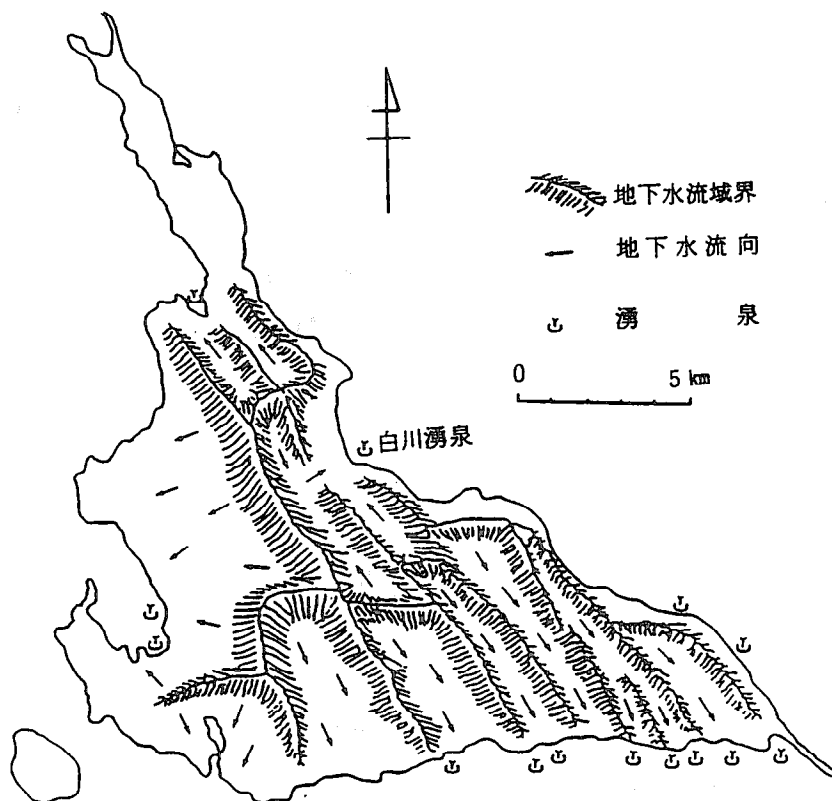
(3) 地下ダムを建設した場合（洪水時）



凡 例

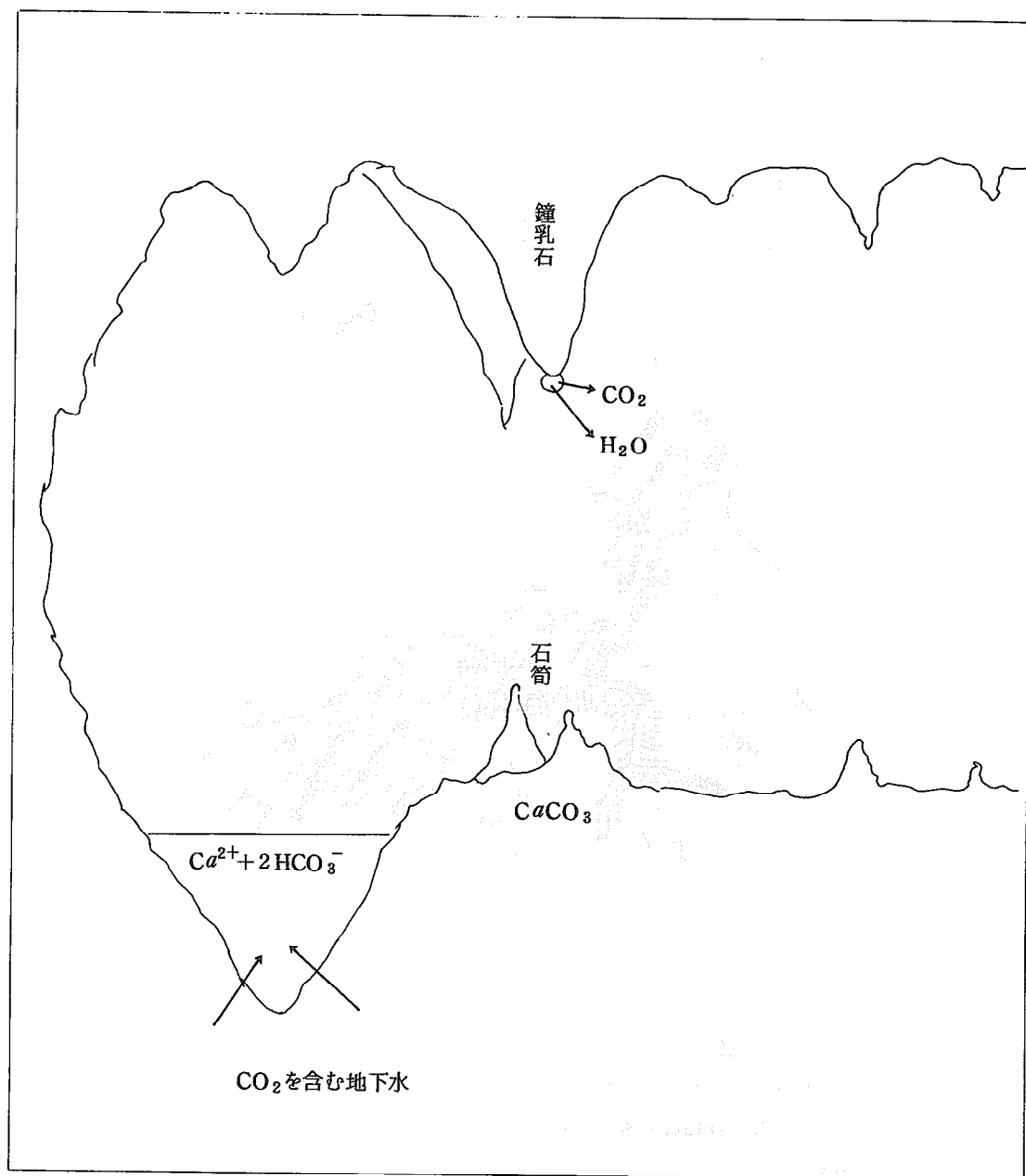
	琉球石灰岩
	島尻層群
	地下水

3 宮古島の地下水盆（宮古支庁「宮古概況」より）



不透水性基盤と断層により幾つかの地下水盆（谷）が、宮古島の地下に存在しており、地下水はそれによって流れている。宮古島がもつこのような水埋地質機構はめずらしく、地下ダム適地としては最高である。

4 鐘乳洞の反応（大原出版「精選理科I」より）



興味関心を高める実験指導

－生徒一人ひとりに応じた個人実験－

沖縄県立教育センター 奥 間 朝 春

はじめに

化学実験を基礎とした学問であり、物質の性質・状態・反応について学習する高校化学においても実験は重要な位置をしめる。日頃化学は難しい、面白くないという生徒でも実験となると興味をもち喜んで参加するようになる。そのため化学に興味関心をもたせ、学習意欲を喚起するには教師実験、生徒実験を多く取入れた授業展開が必要である。

現在多くの学校で実施している生徒実験は、施設・設備やその他の条件のためグループ実験である。グループ実験は利点が多い半面、一部の生徒だけが実験し、他の生徒は傍観者になったり実験を息抜きの場合とし、遊び気分で参加する生徒もでてくる。また実験やその結果についても深く考察することなく「実験は面白かった」で終わってしまう生徒もいる。

グループ実験のこのような欠点を補い、一人ひとりに課題意識をもたせ実験方法や結果についても深く考えさせるためにも個人実験の導入が必要である。個人実験の実施により、一人で実験を成功した満足感と充実感をもたせ、化学への興味関心も高まるものと考ええる。

1 個人実験の位置づけと実験項目

理科の実験には講義実験、演示実験などの教師実験、グループ実験、個人実験などの生徒実験教師と代表の生徒が共同で実験する代表実験などがあるが、実験内容によっては教師実験でないといけなもの、生徒実験の方が適切なものなどがある。したがって指導にあたってはそれぞれの実験の特性を生かし、相互に関連づけ、より効果を高めるような指導計画をたてる必要がある。

物質の性質や反応などを学習する化学では、生徒一人ひとりが自ら実験することにより、直接物質に接することにより、興味関心も高まり、科学的能力や態度も培われていくもの考える。そのためグループ実験だけでなく、個人実験の実施によって一人ひとりの生徒が実験の基本的態度も身につけ、グループ実験に対する態度も変わり、その趣旨も生きるものと思う。

個人実験は正規の50分の時間内での実施は困難であるので、放課後の利用や、家庭での実験も含めて検討した。実験の内容については全員が同じ結果になるものでなく、陽イオンの検出や酸の濃度の測定などのように、一人ひとりの実験結果が異なるものにすることによって、実験の目的を把握し、課題意識をもって実験を行い、「自分一人でやった。」という充実感、満足感を与えるようにする。

一人ひとりの生徒の能力や技能に応じて個人指導する必要があるので、実験室での生徒数は15名程度が適当である。

さらに興味関心を高めるためには、実験の目的がわかりやすく明確であること、実験結果がはっきりあらわれたことも必要である。以上の観点から実験項目や内容を検討した。

1) 放課後を利用した実験

放課後は施設がフルに活用でき、実験時間も連続して2～3時間設定できるので個人実験の時間

として最も適していて、実験の特性を充分発揮できる。安全性や個人指導などを考慮すると1日の実験の人数は15名程度がよい。放課後の実験を毎学期、1回程度実施したい。

実験例

(1) 固体の混合物から純物質を分離する実験

活性炭や砂などの混合物から KNO_3 などの塩類を再結晶で分離し、収率を上げる工夫もさせる精製した結晶とレポートを同時に提出する。

(2) 陽イオンの系統的分離と確認の実験

2～4種類の陽イオンの混合溶液から陽イオンを系統的に分離検出する。実験終了後、個人面談を行い検出した陽イオンの正誤を確認した後、実験結果について考察を加えレポートにまとめて提出する。

(3) 酸や塩基の濃度を中和滴定によって決定する実験

塩酸、酢酸、硝酸などの1価の酸の種類と濃度を決定しレポートにまとめて提出する。

2) 家庭での実験

(1) 身近な物質の pH 調べの実験

万能pH試験紙を各個人に貸し出し、身近にある30種類以上の物質のpHを調べ、報告書にまとめて提出する。この実験により果実や野菜などの汁がすべて酸性であることに驚き、それを自分で発見した喜びを報告している。また身近にある物質はアルカリ性が少ないことに気づきアルカリ性を示す物質は、石けん、合成洗剤などの合成品だけであり、アルカリ性の物質をみつけるのに苦労したことなどを報告している。

物質のpH調べだけで、身近にある物質に注目するようになり、物質の見方、考え方ができ、物質を調べることに興味関心を示すようになる。

3) 授業時間内での実験

設備、器具、個人に対する指導や安全性から個人実験は実施困難であるが、グループの人数を2人にするなどして個人実験に近づけることもできる。また新しい実験方法の開発などを試みたい。実験ではないが、HGSの生徒用分子模型を1セットずつ配り、炭化水素の模型作りをさせると、全員が熱中して模型をつくり、構造式や分子式を書くようになる。

2 興味関心を示す実験

A高校では、化学Ⅰ・Ⅱで実施した生徒実験は40項目である。実験内容は化学研究会が発行している「実験ノート」の実験以外に陽イオンの系統的分離、ダニエル電池などいくつかの実験を追加している。

実施した実験について、卒業前の3年生に「興味関心が高かった実験、印象に残っている実験」のアンケート調査をした。調査方法は興味があった実験、印象に残っている実験を10項目以内を自由記載させた、記入は1項目でもよく、また該当する実験がなければ記入しなくてもよいことにした。そのまとめが次の表である。

この結果からわかるように、個人実験として実施した「陽イオンの分離と確認」や「身近なpH調べ」などが上位をしめている。これは自分1人の力で実験ができた、成功したという成就感に感激

し、グループ別実験では得られなかった喜びと感動を実感として体験できたためである。又、陽イオンの検出や pH 調べのように未知物質を調べる実験は生徒の知的欲求や探究心を刺激する内容であり、興味関心を持って積極的に実験したことがレポートや感想にあらわれている。この種の実験が個人実験として適切な材料だと思う。

物質面から生徒の興味を示したのは、タンパク質、糖類、コロイド、pH 調べのように身近にある物質の性質に関する実験であり、これは身近にある物質の新しい性質を実験で発見した喜びがあるためだと思う。

化学変化で興味関心の高い内容は無色透明の溶液から鮮やかな沈澱ができる反応、ジアゾ化、カップリングのようなアゾ染料の生成反応、糖類の還元性を調べる銀鏡反応、アルカリ金属の炎色反応、フェノール類 FeCl_3 溶液による呈色反応、タンパク質のビウレット反応のように発色や呈色を伴う意外性のある化学変化などである。

データを集め、計算問題を伴う実験、グラフ化して法則や規則性を帰納的に追求していく実験については、(気体の質量と体積を測定するだけで分子量がわかり、その気体は何か推定できることに驚き、感動するように成績上位の生徒は興味関心を示すが)、多くの生徒は計算やグラフ化、グラフからの規則化が苦手であり、興味関心がうすい。しかしそのような測定実験でも目的が明確で正しい測定結果が得やすい実験については成功したと喜び満足するので実験方法の工夫や開発をしてより多くの生徒にも興味関心を持たせることができると思う。

(奥間 1985. 3. 理科学研究紀要第8号 県立教育センター)

表 興味関心が高い実験
(S.59. 2. 2 クラス 88 人の生徒に調査)

順位	実 験 名	人数(人)
1.	陽イオンの分離と確認 (個人実験)	80
2.	身近な物質の pH 調べ (個人実験)	58
3.	タンパク質の性質	53
4.	コロイドの性質	46
5.	アニリンからできる染料	45
	(アニリンブラック, アゾ染料)	
6.	アルコールとその誘導体の性質	42
	(アルコール, アルデヒド, エステル, カルボン酸)	
7.	イオン化傾向と電池	34
	(ボルタの電池を含む)	
8.	フェノール類の性質	32
9.	炭水化物の性質	28
10.	アルカリ金属の性質	27
11.	中和滴定	26
12.	ベンゼンとニトロベンゼン	26
13.	ハロゲン元素	24
14.	アニリンの性質	22
15.	酸化還元反応	15
16.	熱化学 (反応熱, ヘスの法則)	9
17.	凝固点降下, 平衡移動の法則, 加水分解 ...	各7

(その他に、アンモニアはどの非金属の化合物(?)気体の分子量(?)炭化水素の分子モデル(?).....など)

沖縄県高等学校化学教育研究会会則

第1章 名称及び事務局

第1条 本会は沖縄県高等学校化学教育研究会と称する。

第2条 本会の事務局は会長の委託する学校におく。

第2章 目 的

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

第3章 事 業

第4条 本会は前条の目的を達成するために次の事業を行う。

1. 研修会の開催
2. その他本会の目的達成に必要な事項

第4章 組織及び会員

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

第6条 本会の会員は次のとおりとする。

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

第5章 役員及び会員の任務

第7条 本会に次の役員を置く。

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

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

第9条 1. 会長は、本会の会務を統轄する。

2. 副会長は、会長を補佐し、会長事故あるときはその任務を代行する。

3. 代議員は、事業の計画運営、予算審議及び役員の撰出にあたる。

4. 庶務および会計は本会の事務並びに会計をつかさどる。

5. 監事は会計の監査を行う。

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

第6章 会 議

第11条 定期総会は原則として毎年5月に開催し次のことを行う。

予算決算の承認、役員の承認、会則の改正及びその他必要な事項。

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

第13条 会長は、必要に応じ臨時総会を開催することができる。

第14条 代議員会は必要に応じ会長が招集する。

第7章 会 計

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

第16条 本会は会計年度は4月1日に始まり翌年3月31日に終る。

付 則

第17条 この会則は、1964年11月7日より施行する。

第18条 第5条の支部の組織運営等に関する細則は各支部で定める。

昭和59年～昭和60年度役員一覧

役 員

沖縄県高等学校化学教育研究会

役 職	氏 名	学 校 名	
会 長	大 田 義 昭	具 志 川	
副 会 長	新 垣 庸一郎	首 里	
	奥 間 朝 春	教育センター	
監 査	与那原 岑 子	糸 満	
	平 良 恒 子	大 平	
事 務 局	新 垣 盛 重	コザ高	
	池 原 武 康		
冲高理 理科1	田 場 隼	首里東	
研 究 委 員	宮 城 隼	豊見城南	
高文連専門部長	奥 間 朝 春	教育センター	

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	※松 田 憲 和	名 商	那 覇	宇地原 幸 子	真和志高
	永 山 寛 雄	名 護			
中 部			南 部	※新 垣 好 盛	冲 言
	上 地 光 雄	普天間		新 田 重 信	豊見城南
	壽 敦 義	宜野湾			
	富 永 勇	読 谷	久 米 島	※盛 山 泰 秀	久 米 島
那 覇	※田 場 隼	首里東	宮 古	※下 地 康 嗣	宮 工
	久 高 興 祐	那工(定)			
			八 重 山	※豊 川 雅 弘	八 重 山

各 種 研 究 委 員 会

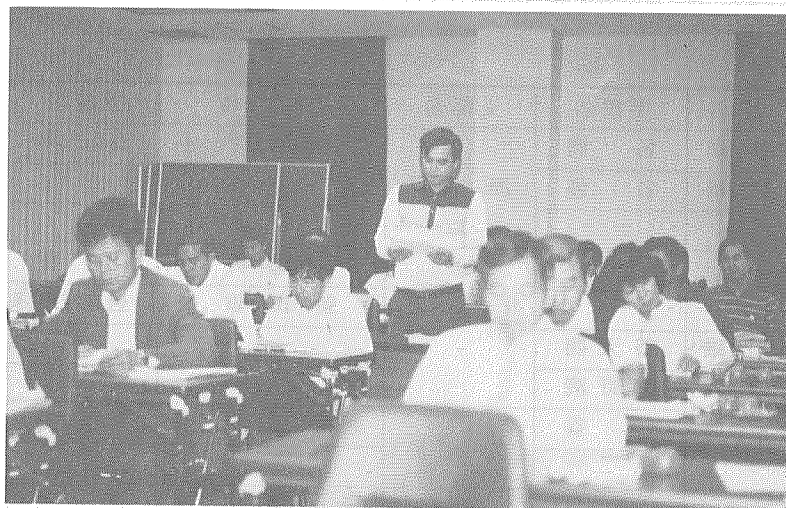
委 員 会 名	支 部 名	責 任 者 氏 名
1) 視 聴 覚 研 究 委 員 会	北 部	松 田 憲 和
2) 公 害 教 育 研 究 委 員 会	那 覇	田 場 隼
3) 学 習 指 導 研 究 委 員 会	南 部	新 垣 好 盛
4) 化 学 教 育 動 向 研 究 委 員 会	中 部	壽 敦 義
5) 化 学 実 験 ノ ー ト 編 集 委 員 会	中 部	上 江 洲 清

宿泊研修会スナップより

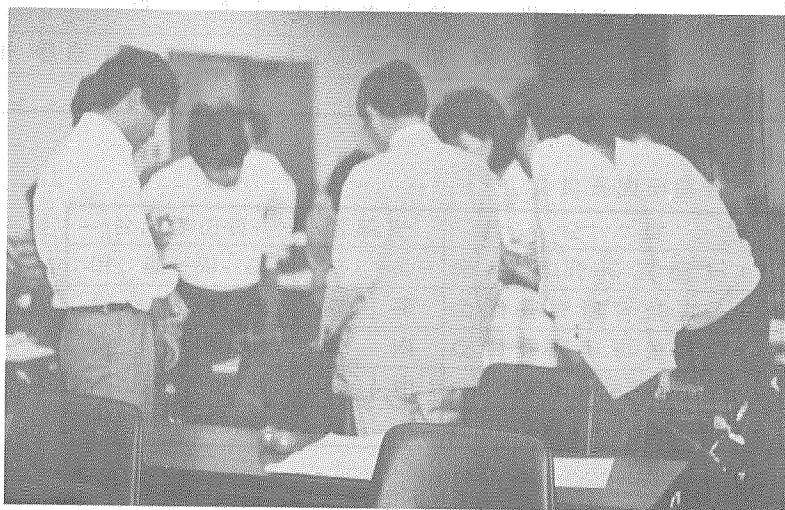
講演に熱が入る、外間宏三先生。
(原子力発電と
その問題点)

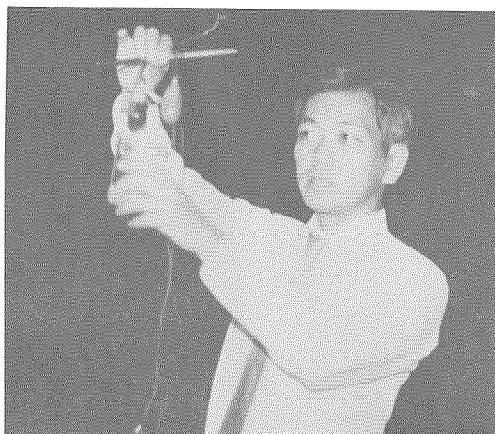


私の場合、アルコールの分留は
このようにしていますが・・・

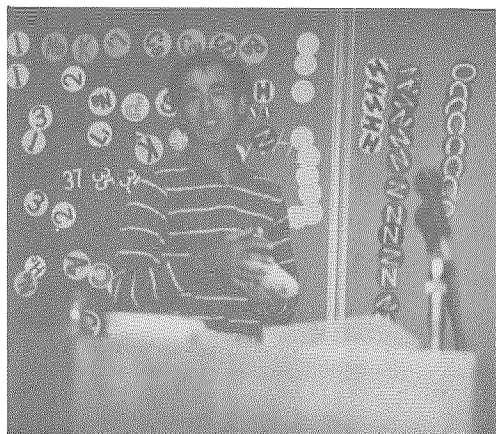


教材を求めて研修会に参加





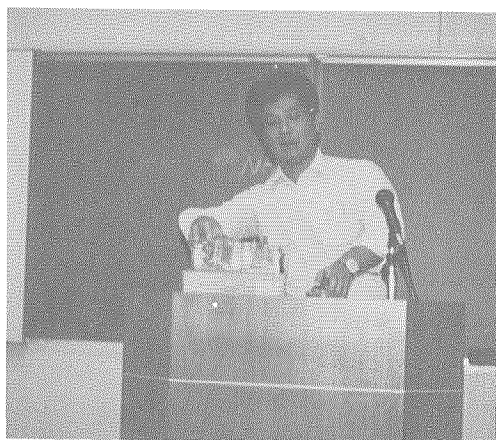
つりの錘りが鉛蓄電池へ……



よくわかる授業を求めて



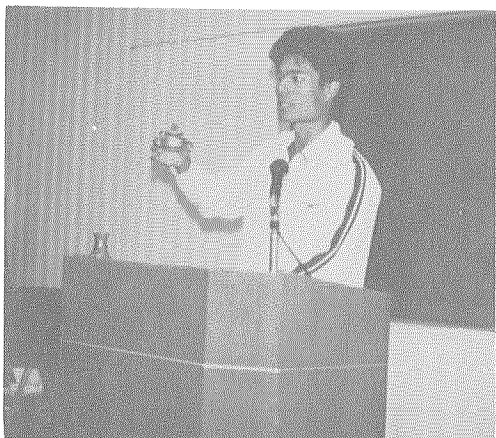
質量はエネルギーに変わりうる。/ $E=mc^2$



$I \cdot C$ も教材へ利用



私の学校でも使ってみようかしら、



炎の色が見えます？ 炎色反応