

# 化学教育法 私案\*

池尾 和子\*\*

## 1. はじめに

奈良教育大学に在職中の1970年頃より、国立大学に、その卒業生に対する定期的な全教科の再教育機関がないの

は問題であると考えられるようになった(図1参照)。井上学長にご相談すると、「現職教員の再教育機関を大学の全教科でつくるのはまだまだ無理なので、先

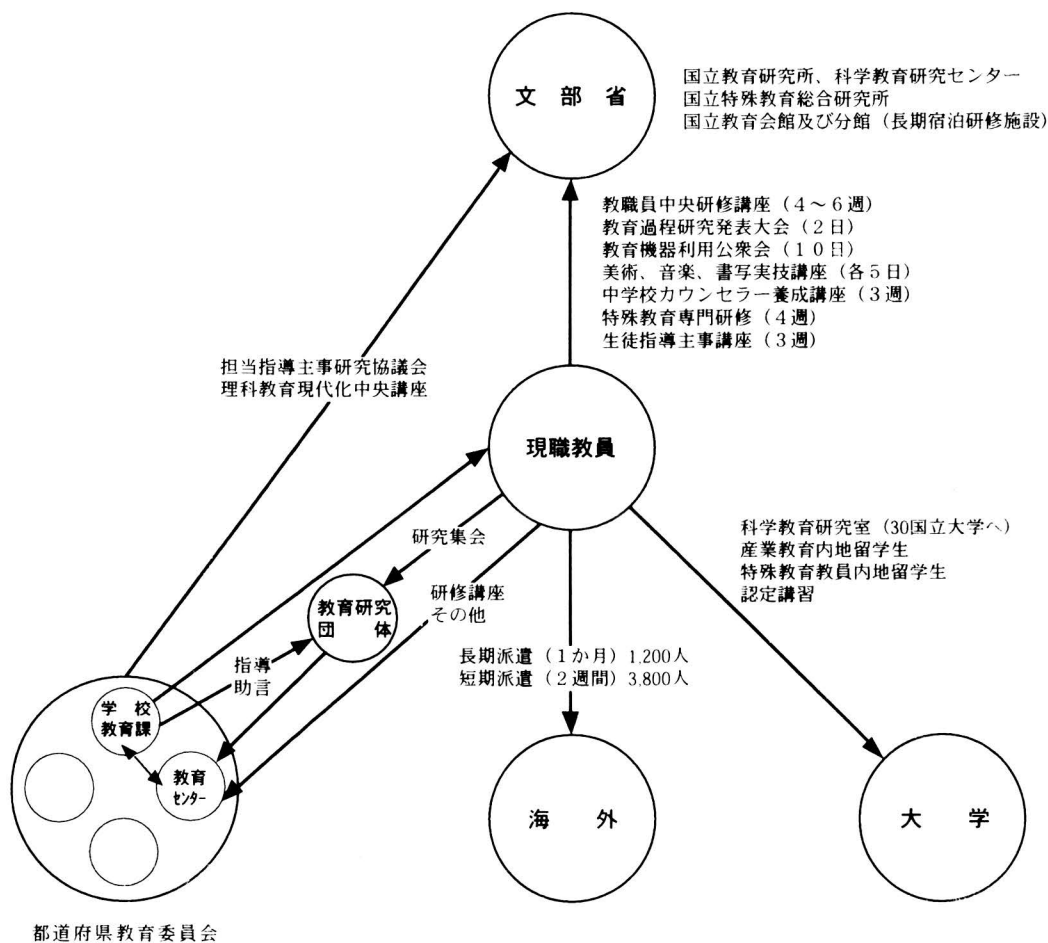


図1. 我が国の現職教育の現状

奈良教育大学教育研究所紀要 [1974] 教員養成の諸問題 (1) 池尾・植田より抜粋  
 (現在は教員養成課程に大学院が設置されたところがあるので若干の修正を要する。)

\*第109回京化クラブ例会 [平成11年7月3日講演] \*\* IUPAC CTC 委員・関西外国語大学教授

ずは化学教育のみでも実施してみても」  
 とのご賛同を戴き、同時に、教育研究  
 所（奈良教育大学）の了解も得られた  
 ので、1975年、理科教育研究会（図2  
 参照）を発足させた。

研究会の発足に当って

①生涯教育を目指す。同窓会を核とし、  
 これに同窓生でない教員も希望に応じ

て加わってもらう。すなわち理科・化  
 学教員の生涯教育のための機関として  
 幼・小・中・高・大学の一貫教育を基  
 礎とする。

②理科・化学教育はあくまでも「楽し  
 い」ことを基本にする。

③誰にでも・どこでもできる理科・  
 化学実験の創案を目指す。



図2. 現職教育として理科教育研究会

- ④世界の現状に目を向ける。理科・化学教育の教員は国際感覚に秀でていて、ここでの提案は海外でも通用すること。
- ⑤環境教育も視野に入れて総合的な理科・化学教育を考える。

以上の5原則を運営の基本とした。これを具体的に実践するために

- (i) 日常生活と理科・化学教育との関連を重視する。
- (ii) 物の見方を多面的にする。
- (iii) 身近な物品を積極的に取り入れて活用する。
- (iv) 既存の実験器具について、それまでと違った新しい使い方を工夫する。
- (v) 学習指導に先立って5分間の導入実験を多様化し工夫する。
- (vi) 実習時間の制約もあるが長時間を要する実験も積極的に取り入れる。
- (vii) 当り前に見える物も疑ってみる。
- (viii) どの分野でも理科に関連のある題材が潜んでいることを知る。
- (ix) “もし、これがなかったらどうする”を考える。
- (x) 実験の失敗は寛容にあつかう。
- (xi) 目を海外に向けさせる。
- (xii) 実験室の隅に工作場を設けて常に新しい器具の開発を志す。

これらを初等・中等教育の教員を育てる理科教育法、特に化学教育法の原点に据えた。

さて、私が常々考えている理科・化学教育法とは、「次の世代をになう学生と日々教壇に立つ教員との双方が、理科・化学に興味と関心を持ち続けるための工夫の仕方」であって、それには

「自分の手足を動かし、自分の頭で考えるという理科好きの教員を養成する」教育法の確立である。

これまでの活動の一部をここに紹介する。

## 2. 諸外国の理科教育の実情を理解するため話題提供

第2回の例会では大阪教育大学で研修中のイエサム・モンコン先生（チェンマイ教育大学教授、後日ラジャワットインスティートチェンマイ大学院大学学長）をお招きして、「タイ王国の理科教育について」と題してご講演頂いた。理科教育と仏教の探求法がその根本においてそっくりであるというタイ王国ならではの話題を提供して下さった。また、この例会にはコロンボ計画でタイ王国への出向が予定されていた奈良教育大学化学教室村上光博先生にもご参加頂いた。

## 3. 楽しみながら行う理科教育研究会

この研究会のことが後日、日本化学会の化学教育部会にも伝わるところとなり、同部会より第64回例会を「化学教育セミナー」として共同で開催したいとの申し入れがあった。昭和58年12月10日奈良教育大学化学大実験室において、北は青森から南は台湾まで、総勢38名（主として高校教員、台湾からは、台湾師範大学理科部化学教室の蕭次融先生・国立教育研究所出向中）が会合し、討論することとなった。当日配布のテキストは、「化学教育セミナー：楽しむ化学実験の試み（日本化学会近畿支部主催・日本化学会教育部

会 共催 奈良教育大学理科教育研究会)と題され、149頁に及んだ。

#### 4. 酸性雨の採取と理科教育

1989年、カナダ・ウォータールで第10回ICCE(国際化学教育学会)が開催された。当時の日本では取り上げられることの少なかった酸性雨のニュースが、驚いたことにカナダでは既に小・中学生用の酸性雨検出用キットとして売り出されるまでに問題化していた。実際カナダの森林被害は大きく、同国の銘産品メイプルシロップの収穫も減少しはじめていた。

帰国後理科教育研究会で何度も酸性雨をテーマにした。それ以来10年間、会員のお一人である石川利和先生が中心となって、雨と酸性降下物試料の採取が続けられている。

#### 5. 面白い化学実験器具

研究会から、化学実験に役立つこれまでになかった面白い器具が多数生まれた。プエルトリコ、バンコック、カラシン、サンパウロ、サンカルロスでのワークショップ等で紹介したところ、「手作り器具」であることも手伝って大好評を得た。当研究会で生まれた実験器具の中から、次ぎの5点について、工夫した点と特徴を説明する。

##### 1. 滴下型デジタルビュレット

サイホンの原理を利用して滴定用のビュレットを考えた。テフロン細管が容易に入手できるので、細管から滴下する液体の体積を0.05 ml以下まで調整できる。この細管は滴定実験に最適で

ある。

(材料) ①外径2 mm、内径1 mm、長さ600 mmのテフロン細管 1本 ②外径23 mm、内径20 mm、長さ500 mmの透明アクリル管1本 ③プラスチック製洗濯ばさみ1個 ④5号ゴム栓1個 ⑤その他アクリル板、簡易加圧器、滴下液受け皿等

(作り方) ①洗濯ばさみに径2 mmの孔をあける。②ゴム栓に2 mmの孔を2箇所あける。③これを完成図(図3)の様に接続する。

(使い方) ①テフロン細管の位置をアクリル管内の液面より約50 mm下方にセットする。②加圧して液を少し流し出し、受け皿に受ける。③洗濯ばさみを少し上に上げて液の滴下を止める。④液の滴下速度はアウトレットの位置を上下させて調節する。⑤滴定が終ると、アウトレットを液面より高く保つ。これによって、テフロン細管内の液は元に戻る。

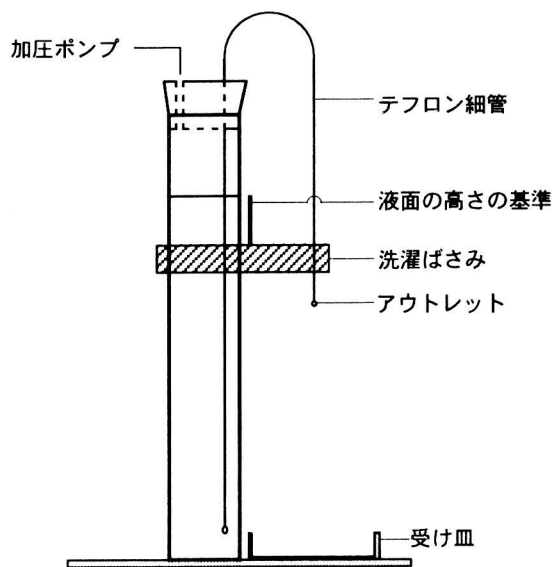


図3. 滴下デジタルビュレット

(特徴) ①簡単に、しかも安価(市販ビュレットの10分の1の価格)に作れ、しかもコックが不要である。②滴下数を数えることで、滴定に要した体積が分かる。③10滴分の溶液を内径1 mmのテフロン細管に吸い込み、その長さを測って予め1滴分の溶液の体積を算出しておく。④1回の滴定に要する体積は1 ml (50滴ほど) でよい。⑤アウトレットの先の形を変えると、1滴の体積は0.05~0.005 mlの間で可変である。

## 2. 簡易分注器

アルコールランプやビュレットに液を入れるとき、通例はロートを用いるが、十分に注意しても時には失敗して液を溢れさせることがある。口の小さい容器に液体を注入するとき、一々ロートを使うのは面倒で、ロートを使わず注入できることが望ましいので、これを考案した。

(材料) ①1 l 程の透明プラスチック容器(たとえば醤油ビン) ②外径6 mm、内径5 mm、長さ600 mmのシリコンチューブ(または黒ゴム管、ケミカルチューブ等の弾性のあるもの) ③8号ゴム栓、外径6 mm、内径5 mm、長さ30 mmのプラスチックパイプ

(作り方) ①コルクボーラ等で図4の(ア)の位置に径5 mmの孔をにあける。②8号ゴム栓に径6 mmの孔をあける。③チューブの一方をプラスチック容器の孔にねじ込む。これを引き戻すとチューブの弾性で漏れなくなる。④チューブに8 mmのパイプを通してからゴム栓にもチューブを通す。その先に

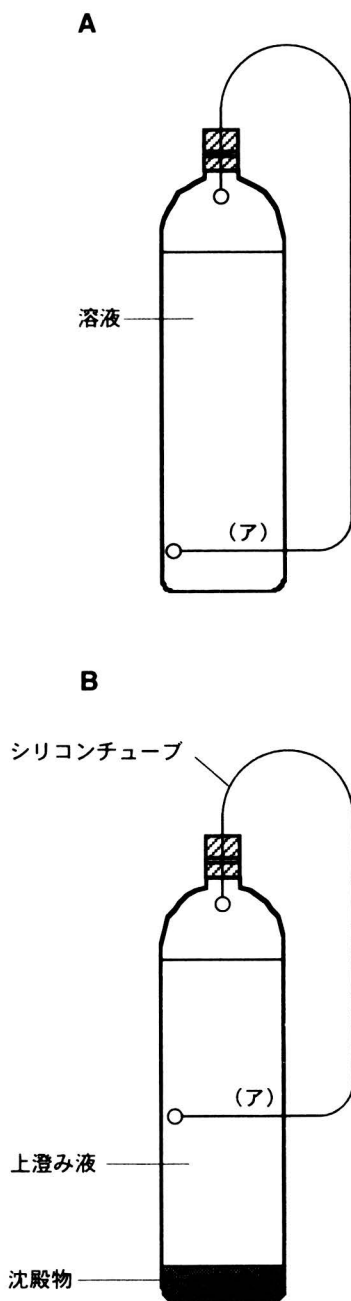


図4. 簡易分注器

A: ロートを用いないで分注するための工夫  
B: 上澄み液のみを取り出して分注するための工夫

パイプを接続する。

(使い方) ①ビュレットあるいはアルコールランプに液を注入する時にはこれらの容器の注入口に分注器のゴム栓を持ったままゴム栓の先のパイプを差し込む。②静かに分注器を持ち上げる。③入れ終わったら分注器を元の位置に戻す。

(特徴) ①口の小さい容器にも、ロート等の補助なしで液を注入できる(図4A)。②石灰水等の上澄み液を取り出すのにも重宝である(図4B)。③使い捨てポリ容器とチューブで簡単に作れる。④アルコール保存容器でアルコール残量が少ないと容器内の圧が高くなって栓が飛ぶ恐れがある。これを防ぐために、ゴム栓に径1mm程の孔を開けておくとよい。

### 3. ヘアピン型永久沸騰石(毛細管)

テフロン細管の利用が日常化するとともにその切れ端が実験室にたまるようになった。これをなんとか使えないものかと考えていた時、突沸石を作ること考えた。早速内径1mm、外径2mm、長さ150mmのテフロン細管の一端を加熱して封じた。この毛細管を4~5本入れて実験をしてみると、ガラス製

の毛細管とその効果に変わりはなかった。実験後の毛細管には溶液が入るが、ガラス毛細管と違って、指でテフロン毛細管を弾くと、この残液は簡単に外に出る。テフロン細管をヘアピン型に成形しても沸騰石としての効果は変わらなかった。

(材料) ①外径2mm、内径1mm、長さ300mmのテフロン細管 ②外径4mm、内径2mm、長さ10mmのテフロン管 2個

(作り方) テフロン細管を図5のヘアピン型に整え、テフロン管で2箇所を固定する。

(特徴) ①使用後テフロン管を外し水道水で洗浄すると、テフロン細管は何回でも使える。②簡単に作れる。③堅ろうで扱いやすい。④テフロン細管内の空気(小さい隙間の空気)が沸騰石と同じ作用をする。

(使用例) ①一般の水溶液の加熱突沸防止。②濃硫酸とエタノールを加熱して、エーテルやエチレンを作るときにも使える。

### 4. 簡易手動式加圧・減圧ポンプ

ディスポーザブル注射器(プラスチック製注射器)は今日ではありふれた実験器具である。この注射器の本来

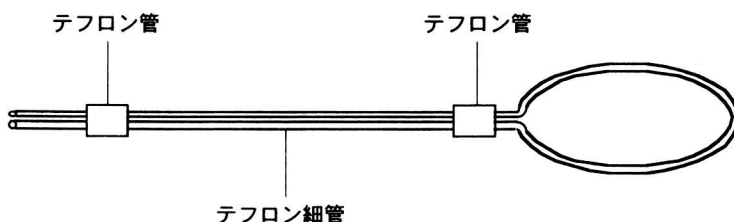


図5. ヘアピン型永久沸騰石

の使用法以外の使い方を考えていたとき注射器の先端(図6)にピンホールを開け、その孔を指で操作することで、加圧・減圧ポンプが簡単にできた。そこで手元にあった注射器に市販の逆流防止弁をつけて実験した。

(材料) ①50 mlのディスポーザブル注射器1本 ②市販の逆流止めバルブ1個

(作り方) ①注射器のシリンダーの先端部に径1 mmの孔を開ける。②注射器の先端にゴム管を介して逆流止めバルブをつける。

(使い方) 丸型フラスコを真空にする場合：①フラスコのゴム栓にこのポンプを接続する。②先端部の孔を親指で押さえながらピストンを一杯に引くと空気が約50 ml抜ける。③親指を外してから、そのままピストンを押し込むとシリンダー内の空気が外に出て元の状態にもどる。この操作を繰り返して少しずつフラスコ内の空気を抜いていく。④先端部の孔がなかったら、1回しか空気は抜けないが、孔があるので何回も空気を抜くことができる。

風船等に空気を入れる場合：①逆流止めバルブを逆につけて、風船の口につける。②シリンダー内に空気を一杯に入れてから、先端部の孔を親指で押さえながらピストンを押し込む。③親指を離してピストンを引く。この操作を繰り返して風船等を膨らます。

(性能) 加圧は約2~3気圧、減圧は約0.1気圧である。逆流防止弁を小型にして注射器の先端部(イ)の体積を小さくすることで、約0.01気圧まで減圧できる。

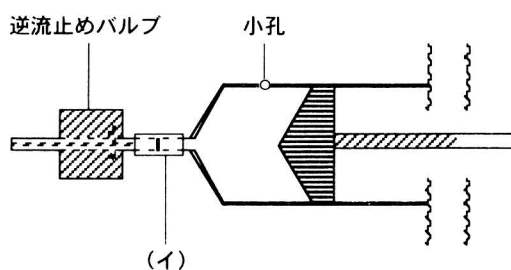


図6. 簡易手動式加圧・減圧ポンプ

(特徴) ①1個の弁だけで、加圧と減圧の両方ができる。②簡単に作れる。③先端部の孔が小さくて分かりにくいので、初めての実習生は風船がなぜ膨らむのかと不思議がる。たねあかしをすると彼等は発明の妙に感心する。なお、これは第34回全日本教職員発明展入選作品である。

## 5. OHP 上の実験装置

基材を透明にすると実験装置をOHP上に乗せて、種々の化学現象をスクリーン上で、文字通りに「実体験」することになる。図7は、この一例であって、定性イオン分析装置の概観である。透明なアクリル板を重ねて、2層構造のシャーレ状の容器をつくる。実験はこの容器内で行い、装置の全体をOHPの上に乗せる。実験過程がスクリーン上に投影されるので生徒実験に適している。この2層容器の真ん中に1号ゴム栓用の孔をあけたアクリル板で蓋をする。2連にしたものが図7上列の右端、6連にしたものが下列である。6連の容器の各々の側面を、ろ過綿を詰めたチューブで連結すると、連続陽イオン定性分析装置が完成する。下列左端

の容器に試料と試薬を入れて、残りの容器にゴム栓をしてから、注射器（図6参照）で吸引すると、沈殿物はろ過綿でろ過され、ろ液は隣の容器に移る。この操作を繰り返して分析を行う器具である。変色、着色、退色、沈殿の生成などがそのままスクリーン上に拡大して映写される。

## 6. おわりに

理科教育研究会から数々の研究成果が得られ、その成果をICCEや環太平洋化学会議で毎回発表してきた。安価で

手作りの実験器具による化学教育がIUPACで認められ、CTC委員に選ばれたことは、この上ない幸運であったと感謝している。なお、実験器具の開発は、本研究会本委員岩崎弘氏の製作に負うところが多い。同じく委員の水口和野氏（大阪産業大学）をはじめ多くの会員の協力を得たこと合わせて感謝する。

これからも地球環境の保全のため、あらゆる資源の再利用、及びエネルギー利用の効率化等を目指して化学教育に携わりたい。

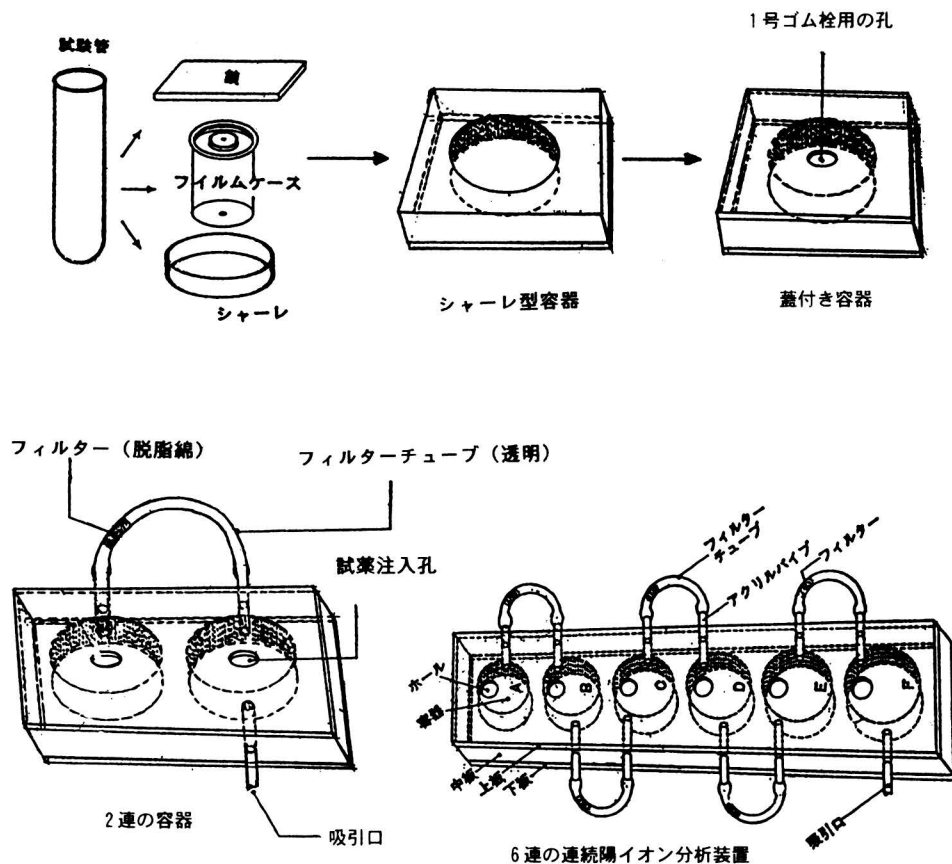


図7. 手作りの定性イオン分析装置

昭和58年12月10日日本化学会近畿支部化学教育部会主催化学教育セミナーテキスト参照