

化学実験 I・II の実践

— 教員養成系学部における化学実験の在り方 —

谷川直也

岐阜聖徳学園大学教育学部

The Implementation of Chemical Experiments I・II Regarding chemistry experiments at a teacher training university

Naoya TANIKAWA

キーワード：小・中・高等学校の化学実験 実験内容の系統性 問いかけの工夫 中和滴定の再検討

I. はじめに

「すぐに役立つことは、すぐに役立たなくなる」新構想の教育大学（兵庫教育大学、鳴門教育大学、上越教育大学）が開学したころ、理科の学術誌で読んだ記憶がある言葉である。「大学でしか経験の出来ない専門性の高い研究を通じて、教育現場に出たときの教科教育（理科）の指導・研究能力を養うことを目指す」とする意味のものであったと記憶している。当時、初任の高等学校理科（化学）教諭であった筆者は、この意見に共感していた。

しかし、教育現場は多忙である。管理職、同僚、保護者からの期待と同時に評価も気になる。その中で「高校生に理科（化学）の面白さ」を伝えたいという高等学校教諭になった頃の気持ちはだんだんと薄れていく。筆者が初任者であった頃の高等学校における保護者の期待は、進学校なら進学先であり、職業高校なら就職先であった。さらには、課外活動に位置付けられる部活動の成績である。特に運動部は自然科学系の部活動と違って、比較的短時間で成果も出やすく、地元のマスコミ紙にも大きく取り上げられる。初任者研修で、指導主事から「君たちは体育の先生ではありません。理科の先生であることを忘れないください。」と言われたことが今でも耳に残っている。

大学でしか経験の出来ない専門性の高い研究を通じて、教育現場での教科教育（理科）の指導・研究能力を養うという理念を実現している教諭は決して多くはないと感じている。日々の校務に忙殺されて、研究は過去のものになる教諭は決して少なくない。もちろん、大学院修学休業制度を利用して、大学院で研究することは可能である。しかし、教育現場に戻ると日々の校務に忙殺されて、その研究成果も過去のものになっていくケースも少なくない。中学校、高等学校の同窓会の中で、先生との思い出話に花が咲く。そのとき、「野球部の顧問だった〇〇先生、厳しかったね。ところで、何の先生だったかな」という話になることが少なくない。学生にとって、先生の印象は教科ではなく、部活動であることも多いのではないだろうか。

高等学校理科の教員には、理工農系学部の大学院修士課程や博士課程出身者も少なくない。高等学校教員になった彼らを悩ますのは、大学と高校の施設設備の大きな差である。それまでやってきた研究を深めていくことは不可能に近い。1948年4月から1989年3月までの41年間、ほとんど埼玉県浦和市内の中学校・高等学校の理科・化学の教師として勤務され『化学指導ノート』（むぎ書房、1977年）、『化学教育入門』（新生出版、1987年）、『高校化学の授業 100時間（上）』（あずみの書房、1988年）、『高校化学の授業 100時間（下）』（あずみの書房、1990年）『科学教育史研究ノート』（同時代社、1999年）等、数多くの教育実践を著書等にされている三井澄雄氏は、その著書¹⁾の中で「私は教師になって、直ぐ実験室と無縁になった化学屋は、科学史を研究するしかない、と独りで決めていた事もあって、随分前から科学史に興味を持っていたことは確かである。そして、それはだんだん理科教育史・化学教育史とテーマを明確にしていっただと思う。」と述べている。

筆者は、15年間、高等学校理科教諭として勤務する中、教育現場における実践研究を模索してきた。教諭が教育現場で実施できる研究は、大学等の研究機関で行われているいわゆる基礎研究ではなく、「教育実践研究」と呼ばれるものである。筆者はその後、教育行政の職を経て、現在、本学教育学部理科専修の教員の職を得た。「教諭をめざす学生のための化学実験はいかにあるべきか。」を考え、実践して早6年が過ぎようとしている。これまで、教師をめざす人のための化学教育（観察、実験）についてはいくつかの報告²⁾がある。今、改めて思うことは、教育現場で「教育実践研究」を行う教諭の強みは、目の前に、児童・生徒がいることである。

現在の「理科離れ」「理工系離れ」といったキャンペーンが一般に認知されるようになったのは、平成5年度の科学技術白書（1993）であると言われている。³⁾この25年間の間に、全国各地で青少年のための科学の祭典をはじめとするサイエンスショーのイベントが開催されてきた。その内容のほとんどが、理科の教科書には掲載されていない俗に言う「おもしろ実験」である。「おもしろ実験」は理科の授業の導入には、子どもを引き付ける魅力のある教材であると思う。一方、教科書に掲載されている実験には魅力がないのだろうか。

本学の1、2年生の後期に実施している化学実験Ⅰ、Ⅱは小・中・高等学校の教科書に掲載されている定番の実験を主に扱ったテキストを使用している⁴⁾。この定番実験の再検討を行うことで、化学に対する主体的な学び、協働的な学び、深まりのある学びを具現化していくことが本実験のねらいである。

Ⅱ. 化学実験Ⅰ・Ⅱの実践概要

1. 実験からレポート返却まで

表1、表2に昨年度本学で、理科専修第1学年、第2学年を対象に行った化学実験Ⅰ、化学実験Ⅱのテーマと概要（学習指導要領とのつながり、実験形態）を示す。

化学実験Ⅰ、化学実験Ⅱについては、1週間後に実験レポートの提出を課している。実験レポートの書式は図1をオリエンテーションで配布し、説明するようにしている。実験終了時には化学実験から、学びを広げるために「考察・調べ学習のポイント」を配布するようにしている。これは、本学着任後、高校卒業までに実験レポートを作成した経験のない学生が多くいることがわかったため、学生が実験レポートを作成する際の支援として行っている（図2参考）。

提出された化学実験レポートは、A[○]、A、a[○]、a、Bの評価をつけて（aを可とする）、1週間後に返却するようにしている。最初は、うまく書けない学生も回数を重ねるごとに評価の高い実験レポートが書けるようになっていく。教員は15回分の実験レポートを観て、評価をつけるのは労を要するが、考察の記述から学生の化学の知識理解の定着が大変よくわかるので、次の指導に反映させることができる。

表1 化学実験Ⅰの内容

| 回 | 実験テーマ | 概要（学習指導要領との関連、実験形態） |
|----|--------------------------------|--|
| 1 | オリエンテーション | 講義形式 |
| 2 | ガラス細工 | 中学校理科（ガスバーナーの使い方等） 個別実験 |
| 3 | 水溶液の濃度調製 | 小学校理科 物の溶け方、水溶液の性質 講義形式 |
| 4 | 赤ワインの蒸留 | 中学校理科 状態変化 4人組 |
| 5 | 身近な金属で鏡づくり | 高等学校化学基礎 金属と金属結合 個別実験 |
| 6 | ミステリーパウダー | 中学校理科 身の回りの物質とその性質 4人組 |
| 7 | プラスチックの識別 | 中学校理科 身の回りの物質とその性質 4人組 |
| 8 | 硝酸カリウムの溶解度曲線 | 中学校理科 溶解度と再結晶 4人組 |
| 9 | 試験管の中で雪が降る | 中学校理科 溶解度と再結晶 2人組 |
| 10 | 岩塩を利用したへき開実験 ーアボガドロ定数を求めるー | 高等学校化学基礎 物質と化学反応式 個別実験 |
| 11 | 水蒸気でマッチに点火 | 小学校理科 燃焼の仕組み 4人組 |
| 12 | 酸素の発生法と性質 | 中学校理科 気体の発生と性質 4人組 |
| 13 | 二酸化炭素の発生法と性質 | 中学校理科 気体の発生と性質 4人組 |
| 14 | 塩素の発生法と性質、 ミョウバンの結晶の種づくり | 高等学校化学 ハロゲン 2人組 小学校理科 物の溶け方 個別実験 |
| 15 | アンモニアの発生法と性質、 巨大ミョウバンの結晶づくり | 中学校理科 気体の発生と性質 4人組 小学校理科 物の溶け方 個別実験 |

2. 工夫している点

化学は暗記と計算の学びであると言われる⁵⁾。学生は化学実験を通して、薬品や実験器具の安全に配慮した取り扱い方法の基本を習得することはできる。しかし、ここまでの段階だと高校化学の実験と変わらない。将来、教諭として指導していく上で、理解しておくべきこととして、化学熱力学の視点から見た考察を与えるようにしている。化学熱力学は原子・分子の集団としての性質を巨視的に扱う学問である。1個の原子では体積、圧力、温度は測定することはできない。このような集団の性質、すなわち、体積、圧力、温度などは化学熱力学が担当するテーマである。化学熱力学が扱う対象は固体、液体、気体である。化学熱力学に登場する重要な概念にはエンタルピー(H)、エントロピー(S)、自由エネルギー(G)がある。化学熱力学は理工系学部の学生にとっても難しいと専門書には記されている⁶⁾。

化学実験Ⅰ、化学実験Ⅱの段階ではΔGは化学反応が起こるか起こらないかを知らせてくれるものであって、それは、ΔHとT(絶対温度)とΔSで決まるものである。 $\Delta G = \Delta H - T \times \Delta S$

ΔG < 0ならば、反応が起こる。ΔHは高校化学の熱化学で学習した反応熱のことであって、発熱反応の場合ΔH < 0、吸熱反応の場合ΔH > 0となる。Δは「生成物のもつ量－反応物のもつ量」の差を表す。発熱反応なのに符号が+にならないのは、高校化学が反応容器の外側に観察者の目があるとしたのに対して、大学の化学熱力学では反応容器に観察者の目を置くためである。

ΔSは固体が液体や気体になったり、液体が気体になったり、1分子のものが2分子、3分子にわかれてしまったり、溶質が水に溶解したりして、前の状態よりもばらばらになると正の値をとる。よって、 $-T \times \Delta S < 0$ となるとき、反応は起こりやすい。つまり、吸熱反応(ΔH > 0)であっても、 $T \times \Delta S$ がΔHよりも大きければΔG < 0となって反応が起こる。このような内容のプリントを配布し、反応物質、生成

表2 化学実験Ⅱの内容

| 回 | 実験テーマ | 概要(学習指導要領との関連、実験形態) |
|----|----------------------------------|---|
| 1 | オリエンテーション 爆発するアルコール | 講義形式 中学校理科 化学変化 4人1組 |
| 2 | 液体、気体の体積変化 | 中学校理科 状態変化 4人1組 |
| 3 | 塩化ナトリウムの融解 | 中学校理科 状態変化 4人1組 |
| 4 | 酸化銀の分解 | 中学校理科 物質の分解 2人1組 |
| 5 | 水の電気分解 塩化銅(Ⅱ)水溶液の電気分解 | 中学校理科 物質の分解 2人1組 |
| 6 | 炭素の旅 酸化銅(Ⅱ)の炭素による還元 | 中学校理科 酸化と還元 4人1組 |
| 7 | 使い捨てカイロ 水酸化バリウムと塩化アンモニウムで冷え冷え | 中学校理科 化学変化と熱 個別実験 |
| 8 | 銅の酸化一定比例の法則 | 中学校理科 化合 4人1組 |
| 9 | レモン電池、ダニエル電池、 備長炭電池 | 中学校理科 化学変化と電池、高等学校化学基礎 酸化と還元 4人1組 |
| 10 | 乾電池の分解 水素・酸素燃料電池 | 中学校理科 化学変化と電池 2人1組 |
| 11 | 身近なものを使った指示薬 pHと指示薬の色 | 小学校理科 水溶液の性質、中学校理科 酸・アルカリ、高等学校化学基礎 酸・塩基 個別実験(マイクロスケール実験) |
| 12 | 酸とアルカリの中和 | 小学校理科 水溶液の性質、中学校理科 中和と塩、高等学校化学基礎 酸・塩基と中和 2人1組 |
| 13 | 中和滴定 | 高等学校化学基礎 酸・塩基と中和 2人1組 |
| 14 | 食酢に含まれる酢酸の定量分析(Ⅰ) | 高等学校化学基礎 酸・塩基と中和 2人1組 |
| 15 | 食酢に含まれる酢酸の定量分析(Ⅱ) | 高等学校化学基礎 酸・塩基と中和 2人1組 |

化学実験レポート作成のポイント

- A4サイズのレポート用紙を使用し、左上をホチキスで1ヶ所とめて提出すること。
- 表紙を必ず付けること。表紙には、化学実験ⅠまたはⅡ、実験のテーマ、日時(○月○日(曜日)第○時限)、学籍番号、氏名を明記すること。
- 1週間後の実験開始時刻前までに、所定のかごに入れること。

1. 実験目的
 - 活動前後で、児童生徒の変容が見られることが授業の条件。実験テキストの本テーマの特色の記述を参考に、自分が、将来、教壇に立ったとき、児童・生徒に何を伝えたいかという視点で書くことよ。
 2. 実験内容
 - (1) 準備物
ア 器具
イ 試薬
 - (2) 実験方法
<注意事項>
実験で行ったことを客観的に記すこと。結果を示す文章を混ぜないこと。
過去形、「である体」が読みやすい。
 3. 結果
結果は、実験で得られた事実をありのまま記すこと。
 4. 考察
考察は実験レポートの要となる。結果を図(グラフ)、表に整理し、科学的根拠に基づき、そのような結果になった理由を文章(化学反応式等も含む)で記す。予想通りの結果が得られなかったときは、その原因を科学的根拠に基づき、文章で記す。考察は実験の感想ではない。
 5. 結論
考察を基に、今回の実験で、得られるべき結果を簡潔明快にまとめて記す。
 6. 調べたこと
実験内容に関係することで、自分で調べたことを記す。
 7. 参考文献
※著書名、「論文名」、『書名』、出版社、発行年、ページ番号(1ページ:p.7、2ページ以上:pp.7-9)
(例) 湯川 学、「V8インターセプターの熱力学的考察」、『化学と教育』、日本化学会、1996、pp.1-99
必ず自分が読んだものを記すこと。実験テキストの参考文献を読んでいるのに記す必要はない。
 8. 感想・振り返り
実験後の感想を記す。
振り返りは、①解決できたこと、②解決できなかったこと、③新たな疑問、④改良できる点(実験器具、実験方法など)に分けて記すとよい。
- ※実験レポートは他人が読んで、分かり、記述の通りに実験をすれば同じ結果が得られるものでなければならぬ。
※実験終了時に配布する。考察・調べ学習のポイントの回答は、4. 考察、6. 調べたこと の項目に記してもよい。または、別の項目(考察・調べ学習のポイント)を立てて記しても良い。とにかく、読者の立場に立って、わかりやすく記すこと。

図1 化学実験レポート作成のポイント

物質の標準状態（25℃、1気圧）におけるエンタルピー（H）、エントロピー（S）の物理量を与えて、実験の反応が起こる理由を定量的に計算させるようにしている。

厳密には $\Delta G < 0$ のときは反応が起こる可能性があるという平衡論の視点で述べたもので、活性化エネルギーという壁を超えなければ、反応は進まないという、速度論の視点からも説明を加えるようにしている。具体的には、表2の第7回目の「使い捨てカイロ」、「水酸化バリウムと塩化アンモニウムで冷え冷え」の実験で取り扱っている。図2に実験終了後に配布している「考察・調べ学習のポイント」を示す。

Ⅲ. 化学実験の再検討と改善

1. 質問の仕方（質問文の在り方）

昨年度、化学実験Ⅰで「赤ワインの蒸留」を公開授業とさせていただき機会を得た。

図3⁷⁾に実験装置を示す。なお、当日の実験では湯浴で加熱した。この実験は、高校化学の受験用問題集でも頻出の定番の問題である。主に出題される点は次の通りである。

- (1) 枝付きフラスコに入れる液体の量
- (2) 温度計の球部の位置
- (3) リービッヒ冷却器に流す水の方向
- (4) ワインの他に枝付きフラスコに入れておくべきものとその理由
- (5) 三角フラスコとアダプターをコルク栓でつないでもよいか

当日、順番に質問しながら、4名一組で実験装置を組み立て、実験を進めていった。模範解答と（ ）に理由を記す。

- (1) 約1/3（量が多いと、沸騰して枝の方向に流れ込むことがある）
- (2) 枝分かれの位置（冷却器のほうに行く蒸気の沸点を正確に測るため）
- (3) (オ) から (エ) ((エ)から流すと冷却水がたまりにくい。また、急に断水になったときすべての水が流れ出てしまうため)
- (4) 沸騰石（突沸を防ぐため）
- (5) コルク栓でつないではいけない（密閉状態での加熱実験は気体の発生によって高圧になるためガラス器具が破壊するなど大変危険であるため）

(1)、(2)について学生たちは、模範解答通りの答えを返してきた。(3)については、リービッヒ冷却器を初めて扱う学生がほとんどのため、実際に(エ)から水を流させ、断水を仮定して蛇口の水を止めて確認させた。ここまでは、予想通りの展開であった。(4)の質問に対しても、定番通りの回答が返ってきた。

そこで、あなたたちは、突沸を経験したことがあるかと尋ねると、全員がないと答えた。さらに、家庭で鍋に入れた水を沸かすとき、沸騰石を入れるかと尋ねると、全員がないと答えた。小・中・高等学校の理科の実験では、ビーカーに入れた水を沸かすとき、突沸を防ぐため沸騰石を入れるように指導する。なぜ、家庭で鍋に入れた水を沸かすときには、沸騰石を入れないのですかと質問すると、

化学実験Ⅱ
カイロづくりの実験等～化学熱力学の導入～
考察・調べ学習のポイント
※このプリントに、直接記入するのではなく、レポートに記すこと。

- カイロづくりの実験
1. この反応は発熱反応か、吸熱反応か、記せ。
 2. この反応をエネルギー図で記せ。エネルギー図は各物質のもつエネルギーの大きさを相対的に表したものである。
 3. この反応における炭素粉末の役割を記せ。
 4. この反応における塩化ナトリウムの役割を記せ。
- 水酸化バリウムを用いた実験
1. この反応は発熱反応か、吸熱反応か、記せ。
 2. この反応をエネルギー図で記せ。エネルギー図は各物質のもつエネルギーの大きさを相対的に表したものである。
 3. 化学変化の多くは発熱を伴う変化である。今回の変化が起きた理由を記せ。
<ヒント>
化学反応の起こる向きを考える課題である。
自由エネルギー（G）、エントロピー（S）、〔乱雑さ（S×T（T：絶対温度））〕、
エンタルピー（H）を用いて、定量的に記すこと。 $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$ の数値の正負で考えるとよい。

図2 考察・調べ学習のポイントの一例

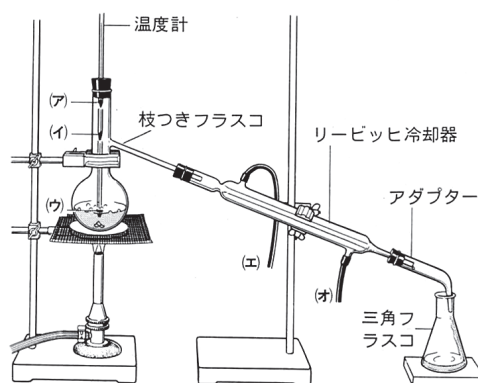


図3

実験室全体がしーんと静まり返ったのである。実は、このシーンの演出は私の予定外であった。「学校理科、理科室を出ず」、「学校理科、校門を出ず」親近感のある沸騰石の学習で、学校と日常との間に断絶が始まっていることを感じた。

この原因は、突沸という現象が、どのような仕組みで起こるかを教えられないまま、沸騰石を入れることを学習していることにあると考えられる。

表面に汚れ、傷のないビーカーに水を入れて、沸騰石を入れずに、ゆっくりと加熱すると100℃を超えても沸騰が始まらず、過熱状態になる。この状態のまま、ビーカーを手でゆするとその振動で湯の表面が少し泡立ち、そこに発生した小さな空気の気泡の中に、100℃以上に過熱された湯が一気に蒸発し、気泡が大きくなり、ビーカーの中の湯を爆発的に吹き飛ばす。これが、突沸である。この危険を避けるために、空気を含む沸騰石を入れるのである。家庭にある鍋の表面には小さな傷や汚れがある。その箇所は水の凝集力（表面張力）のためにぬれずに残っている微量の空気が存在する。その空気の中に水が蒸発して、次々と気泡が上昇して水面で炸裂するようになる。これが、鍋の水の沸騰である。当日の実験終了後の課題で家庭で鍋に入れた水を沸かすとき、沸騰石を入れないのはなぜかという課題を追加したところ、A4用紙両面に調べたことを書いて提出した学生が何人もいた。化学実験を教える心の張りを与えてくれた瞬間であった。

当日の化学実験で、このようなやりとりがなく、課題を「突沸の起こる仕組みを調べてきなさい」や「沸騰石の役割を調べてきなさい」という質問にしていたら、熱心に調べてくる学生は少なかったと思う。同じことを聞いていても、質問の仕方によって、学生の学ぶ意欲を高められることを知った瞬間であった。

2. 酸とアルカリ（塩基）、中和と塩の学習

現行の学習指導要領から、科学的な概念の理解など基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から、「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」などの科学の基本的な見方や概念を柱として、子どもたちの発達の段階を踏まえ、小・中・高等学校を通じた理科の内容の構造化が図られた。これまでに、小・中・高一貫した化学教育の具体的展開には「溶解」をテーマにした報告がある⁸⁾。本稿では、小・中・高等学校で学習する、酸・アルカリ（塩基）と中和滴定について述べる。

(1) 酸とアルカリ（塩基）

酸とアルカリ（塩基）の学習は、水溶液の仲間分けとはたらきの機能の両面がある。

①酸とアルカリは水溶液の仲間分けの基準を表す。

小学校理科の酸性、アルカリ性の水溶液を見分けるのに、青色リトマス紙と赤色リトマス紙を用いる。リトマス紙には、青色と赤色の2種類があって、青色リトマス紙を赤くするのが酸性、赤色リトマス紙を青くするのがアルカリ性だと教える。この指導のなかで、酸は酸、アルカリはアルカリという断絶がすでに始まっているという課題がある。酸性、中性、アルカリ性のいずれかの未知の水溶液を準備して、青色のリトマス紙だけを配布しておく、必ず、赤色リトマス紙がないので、中性、アルカリ性の判別ができないという子どもがいる。

しかし、机の上には、酸性の水溶液によって青色リトマス紙からつくった赤色リトマス紙がある。この赤色リトマス紙を使用してアルカリ性の水溶液を選び出すことはできる。リトマス紙に含まれるリトマスはリトマスゴケとかヨコワサルオカゼなどの地衣類の色素である。この地衣類をアンモニアや炭酸カリウムなどで処理し、発酵させてつくる紫色の粉末で、水やアルコールに溶ける。リトマス紙はリトマスのアルコール溶液をろ紙に浸して乾燥させたものである。つまり、リトマス紙は、青色、赤色の2種類があるのではなく、1つの物質の変色に過ぎない。よって、BTB溶液の方が、水溶液の仲間分けには適していると考えられる。

②酸とアルカリは水溶液のはたらきの機能を表す。

塩酸と水酸化ナトリウム水溶液の混合実験では、BTB溶液の色が、黄色→緑色→青色→緑色→黄色と繰り返す現象を観察することで、「塩酸+水酸化ナトリウム水溶液 \rightleftharpoons 中性の別の物質」の

いのかを何も考えようとしない。単に盲目的に実験を行っているに過ぎない。いわゆる「やらせ」の実験になってしまう。……実験というのは、試行錯誤して行うのが本筋である。あらかじめ決められたとおりに行うのは実験とは言えない。実験方法を考えつくところが最も難しいところだし、最もおもしろいところでもある。」と述べている。

今回の中和滴定の改善で、筆者が求めた回答は「12回目の「酸とアルカリの中和」で行った実験で使用した駒込ピペットをビュレットに替えて行う」というものである。筆者はこれまでの経験から、ホールピペットの正確な使用ができていないことが失敗の原因の一つであると思っていた。「酸」を滴下するビュレットと「塩基」を滴下するビュレットを用いれば、円滑に実験結果を得ることができ、12回目の「酸とアルカリの中和」の実験とも系統性が生まれると考える。

今回の実験は2人一組でおこなった。ある組の学生の実験レポートでは、従来の方法では食酢の中に含まれる酢酸の濃度が3.90%だったのに対して、改善方法では4.29%の値が得られていた。本実験で用いた食酢のラベルには酸度4.3%と記されている。一方、学生の感想の中には、従来の実験方法の方は中和点を過ぎるとやり直しができないので緊張感をもって臨むことができるのだよという記述も見られた。改めて、理科における望ましい観察・実験とは何かを突き付けられた感想であった。

IV. まとめと課題

教員養成系学部における化学がどうあるべきかを、最初に提唱したのは津田 栄氏だと言われている。津田氏は著書¹⁰⁾の中で「化学はいろいろの分科に分かれておりまして、物理化学、無機化学、有機化学というような純粋な化学もありますが、また、工業化学、薬化学、生化学、農芸化学などの応用化学もいろいろあります。これらの分科のひとつとして教育に関する化学というものがあってもよい、また、なければならない、そしてこれを独立させる必要がある。こう考えるのであります。化学工業に対して工業化学というものがあるのと同じように、化学教育に対して教育化学が当然成り立つと思うのです。」と述べている。

川上¹¹⁾は教員養成系学部の問題点の一つとして、学部独自の学問を創造する政策がないとした上で「教員養成系大学学部の教員のほとんどすべてが他大学他学部の出身者である。「理科の教科に関する専門科目」を担当する教員の出身学部は理学部が中心である。私は、この状態を「教員養成系大学学部が他学部の隷属関係になっている」と思っている。」と述べている。

さらに、「社会に目を転ずれば、学校教育に対する家庭や社会の期待が大きくなった。習い事や学習塾も大盛況である。社会では激しい競争が強いられており、大人も子どもも各種ストレスにさらされている。そして、いじめ、不登校、学力低下、保護者の学校へのクレームの激増などがあり、教員は教科指導だけでなく、各種の教育的な指導力が必要になっているのではないか。したがって、教員養成学部の学生は、教育学や心理学、さらには各教科の内容学と多様な教育を受ける必要がある。学生はこのような状況を理解し、教員養成学部で教育の素養を身につけることを期待する者が多いようである。ところが、理学部系出身の教員養成学部の教員は、理学の教育研究を教員養成学部の学生に期待する者が多いようである。ここで、学生と教員の間意識の差がはっきり出ることになる。」と述べている。

喜多¹²⁾は「新学習指導要領の改訂や大学入試改革の動向に対応することが教育現場の喫緊の課題であり、アクティブ・ラーニングといった教育方法が前面に打ち出されており、どの教科においても教科内容の吟味や教材の刷新が後回しになっている。……学校教員（とくに中学や高校の教員）は日々、授業内容の現代化に取り組み、新素材や新技術を積極的に活用すべきである。同じ教材で教授方法を変えただけでは知的興奮は得られない。」と述べている。

今、教員養成は崖っぷちに立っている。どこを、どのように変えていけばいいのか。その答えは子どもたちの中にあるのではないかと思う。

注・文献

- 1) 三井澄雄 (1999) : 「科学教育史研究ノート」, 同時代社, 201.
- 2) 石川宗雄・長沼健 (1993) : 「化学を通してどのような子どもを育成するか」, 化学と教育 41 卷 6 号, 日本化学会, 366-369. 吉田淳・杉浦孜 (1993) : 「教員養成大学における化学教育の現状—愛知教育大学における実践を中心として—」, 化学と教育 41 卷 6 号, 日本化学会, 370-373. 村田豊 (1993) : 「実験を大切に化学教育」, 化学と教育 41 卷 6 号, 日本化学会, 374-377. 原田省吾 (1993) : 「化学教育へのコンピュータの利用」, 化学と教育 41 卷 6 号, 日本化学会, 378-381. 田中晴彦・古賀信吉・古川義宏 (2004) : 「教員養成系大学・学部における理科教育課程 (化学分野) の改善—中等学校教員養成のためのモデル的なコア・カリキュラムの提案」, 化学と教育 52 卷 2 号, 日本化学会, 116-117.
- 3) 小川正賢 (1999) : 「理科離れ・知離れの背後に何があるのか—新しいタイプの知識・情報の出現にどう対応するか—」, 理科の教育 VOL. 48, 東洋館出版社, 4-6.
- 4) 左巻健男 (2010) : 「やさしくわかる化学実験事典」, 東京書籍
- 5) 武田一美 (1993) : 「化学教育の課題と展望」, 理科の教育 VOL. 42, 東洋館出版社, 8-11.
- 6) 由井宏治 (2013) : 「見える! 使える化学熱力学入門」, オーム社, iii-iv.
- 7) 東京書籍 (1998) : 「ニューグローバル化学 I B+II 実験&演習」, 東京書籍, 6-7
- 8) 太田稔・木村道夫・米田正二郎 (1992) : 「なぜ一貫した化学教育が必要か」, 化学と教育 40 卷 11 号, 日本化学会, 746-747. 宮城陽 (1992) : 「小・中・高一貫した化学教育—教科構造の観点から—」, 化学と教育 40 卷 11 号, 日本化学会, 748-750. 紙谷威・山崎治 (1992) : 「小学校における事例」, 化学と教育 40 卷 11 号, 日本化学会, 751-752. 北谷外志雄・北本正明・米田茂 (1992) : 「中学校における事例」, 化学と教育 40 卷 11 号, 日本化学会, 753-755. 中村八平・高田七郎・榎田豪利 (1992) : 「高等学校における事例」, 化学と教育 40 卷 11 号, 日本化学会, 756-760. 西出隆・越川司朗 (1992) : 「まとめと提言」, 化学と教育 40 卷 11 号, 日本化学会, 761.
- 9) 柿原聖治 (1998) : 「生徒の自由な発想から生まれる実験」, 理科の教育 VOL. 47, 東洋館出版社, 8-11.
- 10) 津田栄 (1982) : 「私の歩んできた理科教育の道」, 大日本図書, 68-99.
- 11) 川上昭吾 (2009) : 「教員研修の現状と課題「変わらない, 変われない原因がここにある」」, 理科の教育 Vol. 58, 東洋館出版社, 35-37. 川上昭吾 (2010) : 「教員養成論—理科の教員養成に関連して」, 理科教育学研究 Vol. 51, No. 1, 日本理科教育学会, 31-37.
- 12) 喜多雅一 (2017) : 「化学教育研究の再興」, 化学 Vol. 72 No. 9, 化学同人, 11.