

# 理学部全学生を対象とした基礎化学実験の効果

島崎 洋次

理工学研究科 (理学系)

## Educational effect of basic chemical experiment for all students in faculty of science

Yoji SHIMAZAKI

(Ehime University Graduate School of science and technology)

### はじめに

平成18年度まで、基礎化学実験は理学部の化学およびその関連コース所属の学生にのみ開講されてきていた。平成19年度から理学部の所属学科またはコースと関係なく、理学部全学生を履修対象とし、希望学生に開講する方式に変更した。実験の授業を将来の専門とは関係なく公開し、履修できるようにした試みとしては初めてのことであり、今後、さらに多種多様な学生が実験を含んだ授業を履修した場合のモデルケースに、この基礎化学実験がなると考えられる。ここでは平成19年度から21年度までの3年間この科目の授業改善を目的として、詳細な独自アンケート活動を行い、そのデータを蓄積してきたので、ここで報告する。さらに、教養、共通教育の中での実験教育の役割について考察する。

### 授業の状況

#### 1. 授業内容

理学部では、共通教育科目の理系基礎科目の基礎物理学実験、基礎化学実験、基礎生物学実験、基礎地学実験を同一時間に開講し、そのうち2科目を選択できるようにした。どの実験も基本的には1回のオリエンテーション、前半7回の実験および授業、後半7回の実験および授業の形態で実施された。基

礎化学実験では、化学の基礎的および学生の興味のわく、できるだけ広範囲の7実験を行ってきた(図1)。これらの内容は化学の他の実験書と比較したところ(浦上 2002)、基礎的であり、また、化学を専門としない学生に対しても十分に興味をもてるテーマであると考えられた。物質の色やにおいなど、実験を実際にやった学生が感覚でとらえやすいテーマや、分光光度計やpHメーターなどの汎用性の高い精密装置を利用して測定するテーマなどがもりこまれていた。さらに、化学を専門としない学生も対象となるので、使用する物質の安全性などを十分に考慮した上で、テーマを選定した。

図1

有機合成 (酢酸エチルの合成と加水分解)
無機合成 (炭酸カルシウム生成とその沈殿の溶解)
平成21年から (コバルト錯体の生成反応)
クロマトグラフィー (光合成色素のペーパークロマトグラフィーによる分離)
中和滴定 (滴定曲線の測定)
水の硬度測定 (キレート錯体による滴定)
酸化還元 (遷移金属錯イオンの色と中心金属の酸化状態)
化学反応速度の測定 (チオ硫酸イオンと硫酸イオンの反応)

## 2. 履修者の状況

表1 履修者の状況

	平成19年	平成20年	平成21年
数学	0	1	0
物理（物性科学を含む）	2	6	10
化学	48	49	51
生物（生物化学を含む）	26	26	26
地球科学	7	7	3
SSC	2	4	5
計	85	93	95

表1にこの科目の履修者の所属および専門分野を示す。各年度の履修者数は理学部定員（約220名）の40～43%を占めていることがわかり、実験科目としては、かなり多くの学生がその必要性を意識して履修を試みた状況が窺われる。各学科やコースごとの内訳は、化学が約50%占め、生物関連の学生が約25%となっていた。物理関連の学生の履修数は年を追うごとに増加している状況が見受けられる。

表2 履修者の高校時代の化学実験の経験の状況

	平成19年 (回収率81%)	平成20年 (回収率53%)	平成21年 (回収率46%)
0回	0	4	1
1～3回	27	18	13
4～9回	33	17	21
10回	17	10	8

履修者の高校時代（3年間）の化学実験の経験回数を表2に示している。10回以上とよく実験を行った経験のある学生が例年20%程度いる反面、高校時代、化学の実験をほとんど経験したことがない学生（0回および1～3回）が33～45%含まれている状況であった。共通教育が公表している学習状況調査（理学部）では、90%以上の学生が化学Iを、70%程度の学生が化学IIをよく勉強した、または、一応に勉強したと回答している。これらから、理学部に入学している学生の大半は高校時代化学を勉強してきたはいるが、化学実験を実際に行っているかどうかは、かなり個人差があるようである。おそらく、高校の化学実験の設備の問題や、授業の日程等の問題が影響してくるのではないかと推察される。

## 3. 学生の履修態度

この科目の予習の状況を図2に示す。全体の50%以上の学生は、授業前に予習をしたかという問いに対して、強い肯定（++）もしくは弱い肯定（+）の回答を示していた。一方、20%前後の学生は強い否定（--）もしくは弱い否定（-）の回答を示していた。全体として、よく予習して、授業に望んでくれているように思われる。また、図3にテキストの解説のわかりやすさについては、全体の26～28%は普通又はどちらともいえないという回答を示したが、57～62%は強い肯定（++）もしくは弱い肯定（+）の回答を示していた。テキストにイラストなどを加え、できるだけわかりやすいように工夫した成果が得られたように思われた。さらに、この授業では、実験を開始する前に20～40分程度の実験の解説を丁寧に行った。図4は実験内容の教員による解

図2 予習の状況（以下のすべての図は同様に表記されている。）

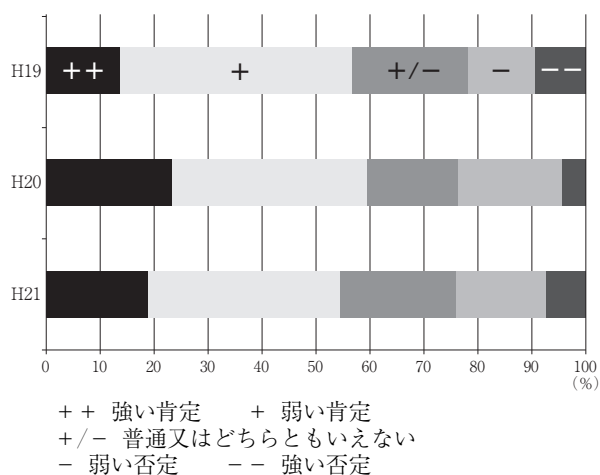
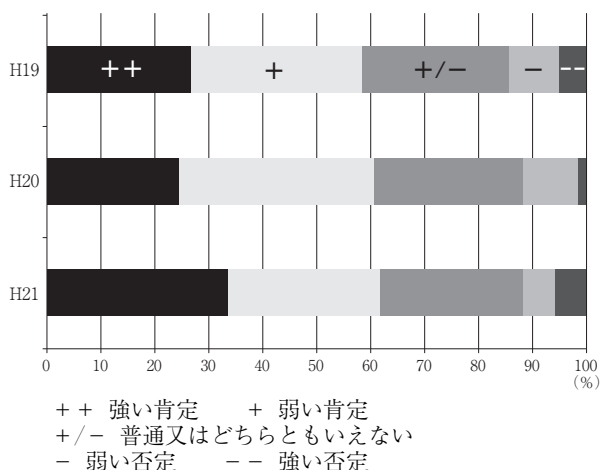


図3 テキストのわかりやすさ



説のわかりやすさに対する質問の回答を示している。全体の約60~70%は強い肯定(++)もしくは弱い肯定(+), 一方, 強い否定(--)もしくは弱い否定(-)の回答をした学生は全体の5~13%であったため, 解説に関しても概ねわかりやすいという結果であったと判断される。以上のことから, 化学を専門としていない学生であっても, テキストと解説の工夫次第で, 化学実験をある程度の対応が可能であることが実証できたと思われる。

また, 実験時のティーチングアシスタント(TA)や教員のサポートに対する質問では, 70%以上が強い肯定(++)もしくは弱い肯定(+ )の回答を示していた(図5)。この授業でのTAには, 実験の準備, 実験運営, 履修学生からの質問への対応, 実験の後片付け, 場合によってはレポートの部分的な指導など多種多様な業務が与えられている。特に, 質問への対応, レポート指導などの業務はTA自

身の教育上の訓練になると思われるため, 理工学研究科博士前期課程の分子科学コース所属の学生の全員にTAの経験をお願いしている。

#### 4. レポートや成績について

この基礎化学実験では, 実験実施後1週間以内にレポート提出, 提出後1週間後にレポート返却およびレポート講評を行ってきた。日程の終盤に実施された実験内容に対するコメントの理解を調査することはできないが, 57%以上の学生がコメントを受けた内容の理解に対して, 肯定的な見解を示しており, この傾向は年を経るごとに増加していた(図6)。また, 返却したレポートには評価点を記すようにしたところ, 65%以上の学生が, 教員のレポート評価適切性に対して, 肯定的な回答を示していた。この基礎化学実験では(平成21年度), 履修者の30%が優(秀を含む), 37%が良, 16%が可, 8%

図4 解説のわかりやすさ

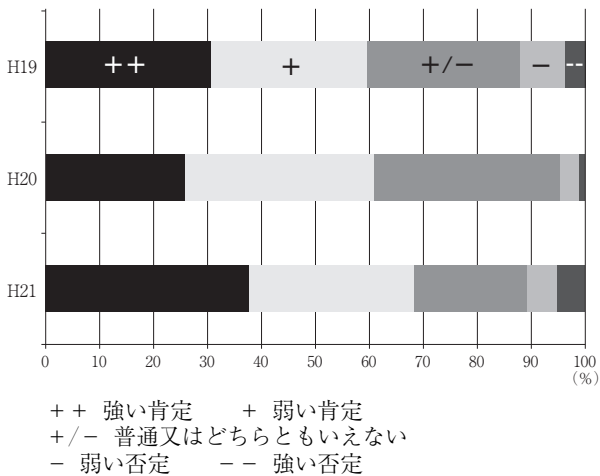


図6 コメントを受けた内容の理解

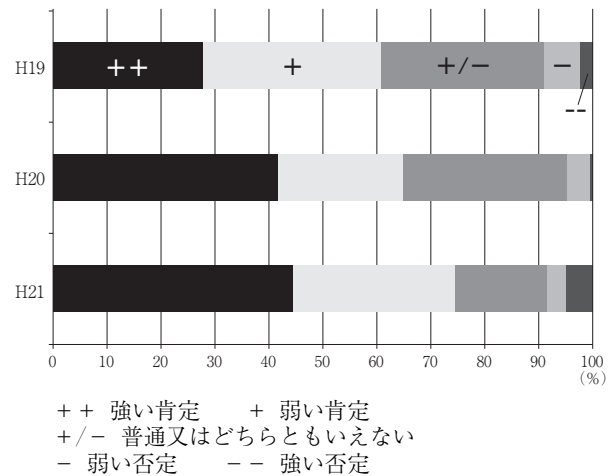


図5 実験のTAや教員のサポート

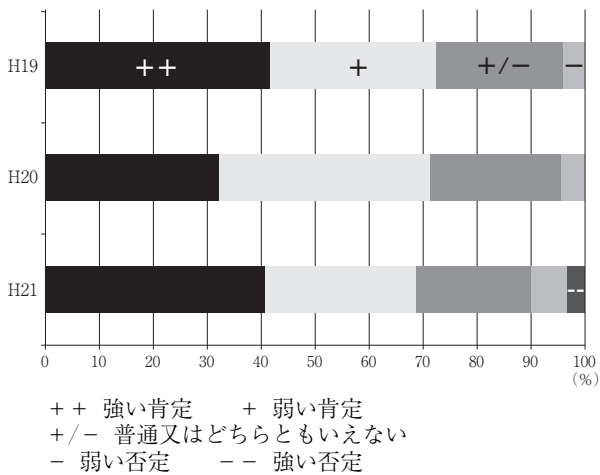
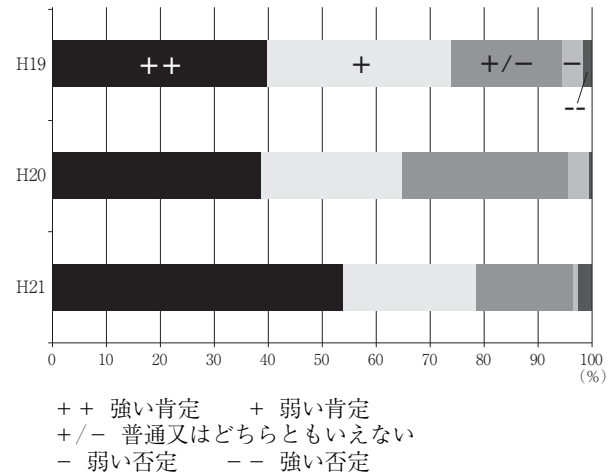
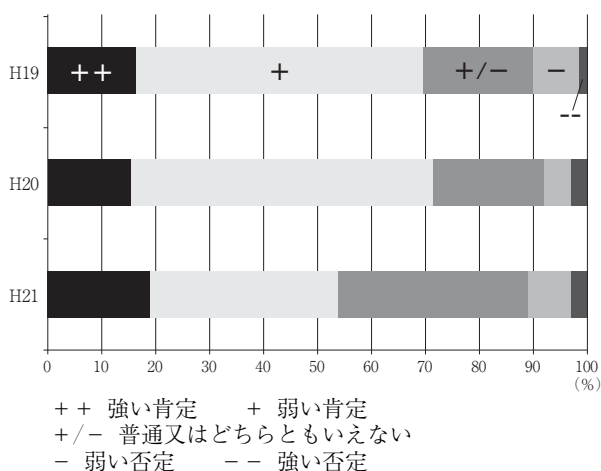


図7 評価の適切について



が不可、8%が評価しないという成績であった。平成18年度以前に実施してきた化学実験科目のように80%以上が優の評価をしていたときに比べてかなり厳しい成績評価を実施したものと見える。その厳しい成績評価にも拘らず、評価の適切さに対して学生が肯定的な見方をしていることから、かならずしも学生は安易で甘い評価を求めているわけではないことが見受けられた。むしろレポートのどこが良く、どこが悪くて、自分はどのように評価されるのかをはっきり知りたがっているのではないだろうか。また、7つの実験を終えたとき、自分はレポートの書き方が上手になったと思うか?という質問に対して、54%以上の学生は肯定的な回答を示していたが、その比率は年を経るごとに明らかに減少していた(図8)。現在のところこの理由はわからないが、理学部の学生に関わらず、レポートなどに自分の言いたいことを表現する力が低下してきているため、レポート作成に自信がもてないのかもしれない。この内容に関しての詳しい調査が必要となってくるのではないだろうか?

図8 レポート書き方の上達

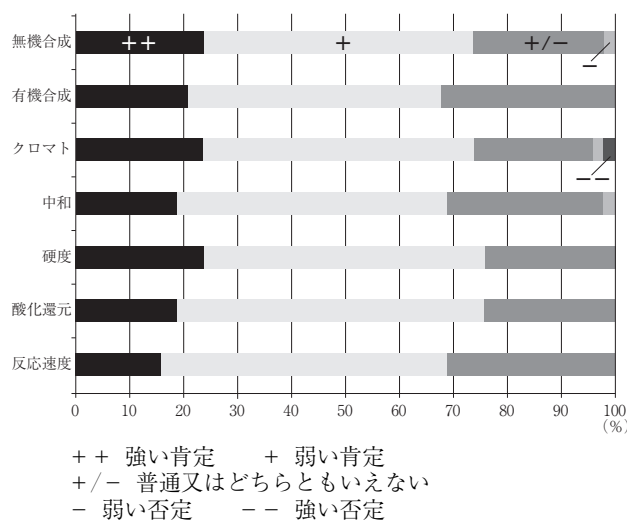


### 5. 学生の基礎化学実験の意義の認識

7つの実験各々はあなたにとって意義深いものであったか?という質問に対する回答を図9に示す(平成21年度のみ)。どの実験内容についても、強い肯定(++)もしくは弱い肯定(+)の比率が全体の68~76%を占めているが、弱い肯定(+)の比率の方が、強い肯定(++)の比率よりも明らかに多くなっている。これらは実際に実験をやったものの、その意義の認識が漠然としたものである状況を

示しているのではないだろうか? 従って、実験の授業を受けて、具体的に化学の内容をとらえやすくはなったものの、意義の認識を学生に十分に実感させていくためにはもうひと工夫必要となってくるのかもしれない。

図9 7つの実験各々の意義深さについて



### 6. 学生の意見

その他、アンケートに記載された学生の意見欄から、色の変化に興味をもった、身近な水の硬度についてよくわかったなどの実験内容についての感想が見られ、また、文献と実験値の違いについてよく理解できた、考察などのレポートの書き方がよく理解できたなどの報告文の書き方に対する感想が見られた。また、もう少し文献や資料をテキストにのせてほしい、高校で行ったことがある内容なので興味がもてなかったなどの意見も寄せられている。

### 3年間の基礎化学実験の教育効果

理学部に入学した学生の70%程度以上は、化学を高校時代一応に勉強してきたと答えているが、1/3から1/2弱の学生は化学の実験を高校時代あまり体験していない(3回以下)状態であり、言わば、知識や理論だけに偏った教育を受けているように見受けられる。この授業の7回の化学実験を体験することにより、化学の根本的な物の見方や考え方を理解しなおしてくれたように見受けられた。しかしながら、化学実験のあまり経験のない学生に化学実験の部分だけを実施させてもその教育効果はほとんど

ないものと考えられる。そこで、講義を詳しく行う、採点レポートの返却および講評をできるだけ早急に行うといった工夫を化学実験と組み合わせることにより、この授業を学生が理解してくれたのではないかと考えている。以上より、履修者に若干の偏りはあるものの基礎化学実験は、専攻別基礎科目の役割（理学部で開講する専門教育科目を履修するに先立って、講義を理解する上で必要な基礎知識あるいは実験、実習を行うために必要な基礎技術を習得すること）を十分担っていたものといえる。

#### 参考文献

- 浦上忠 他 (2002) 『新基礎化学実験』 化学同人  
荒井克弘 他 (2007) 『Guideline』 河合塾

### 教養, 共通教育の中での実験授業の役割

東北大学では、従来の物理学、化学、生物学、地学の垣根をとりさり、いくつかの大きなテーマについて複数の異なる観点から実験する「融合型理科実験」が行われ、学生の興味、関心を高め、自然現象を多様な視点からとらえさせようとする取り組みがなされている。さらに、理科系の学生のみでなく、文科系の学生に対しても実験を取り入れ、自然現象をより具体的に自ら考え、楽しみながら学べる刺激的な授業の構築を行っている（荒井 2007）。愛媛大学の理学部で実施されてきた基礎化学実験は、化学を専門としない学生に化学のものの考え方を学んでもらおうとする色調が少し強かったのかもしれないと感じている。従って、学生が自然現象を多様な視点からとらえられるようになるかという方向には残念ながら進んでいないかもしれない。教養、共通教育の中で実験の授業を行うことにより、学生が自然現象を具体的にとらえられるようになったり、多様な視点から考えられるようになるなど、理想的にはかなりの教育効果が期待されるものと想像できるが、そのためには目標の設定、学生の興味対象の把握、実施形態の構築などを的確に行う必要があると思われる。

#### 謝辞

本基礎化学実験は平成18年度から浅田洋教授を中心に化学実験ワーキンググループを形成し、実施準備を行ってきた。また、実施に関しては、理学部化学科の授業を担当する教員全員に参加いただき、実験運営にご協力いただいた。ご協力いただいたすべての方々に感謝申し上げたい。