

■ 論 文

教養教育における化学実験の改善とその教育的効果

佐々木 信 行*
高 橋 智 香**
高 木 由美子***
西 原 浩****

1. はじめに

教養教育における化学実験（さらに自然科学実験全般）の意義については、これまですでに数多くの議論がなされているところであり、広く一般的教養ないし科学的素養として位置付けるものから、工学や農学等、理系専門科目への基礎として位置付けるもの、あるいは高等学校で実施できなかった実験を補足的に行うというようなものまで、さまざまな見解がある。しかし、近年の文部（科学）省の学習指導要領の改訂により、小・中学校の義務教育から高等学校の教育課程にいたるまで理科の授業時間は大幅に減少し、教科内容も削減されている。かつての高度成長時代の理数系科目重視の気風は大きく後退し、受験生も理工系から経済、情報系にシフトし、今や理科少年や科学少年、発明少年などという言葉は色褪せ、久しく耳にしなくなった。その代わりに出現したのが理科離れや理科嫌いの潮流であり、現代社会を席卷しているといっても過言ではない。

大学教育においても理数系科目の学力の低下は明らかであり、大学で高等学校の理科や数学の補習（補修）教育が行われるという光景はいつしか全国的に定着しつつある¹⁾²⁾。このような理科退潮の風潮の中で育った世代からいかなる理科教師が輩出されるかは推して知るべしである。

本学においても、近年高校時代に化学を十分履修していない者が多数理科系学部に入り、十分な基礎知識なしで化学実験を受講する学生が増えているのも事実である。本学の教養化学実験は1986年度に、VTRの導入、実験項目の変更、化学実験指導書の作成など大幅な内容の改善を行っているが³⁾、その後、1998年度に受講生の興味・関心や実験能力などを勘案し実験項目に新たな改善を行っている。

その新たな改善を行った教養化学実験について、4年の歳月を経た本年、その受講学生の高校での理科学科の履修状況や本化学実験の受講状況に関するアンケート調査を行い、実験に対する学生の意識や実態調査を行った。本稿ではそのアンケート調査の結果をもとに、新しい教養化学実験に対する学生の対応状況、評価すべき点、問題点等について考察してみたい。

*助 教 授 教育学部（理科教育）

**文部技官 教育学部

***講 師 教育学部（理科教育）

****教 授 教育学部（理科教育）

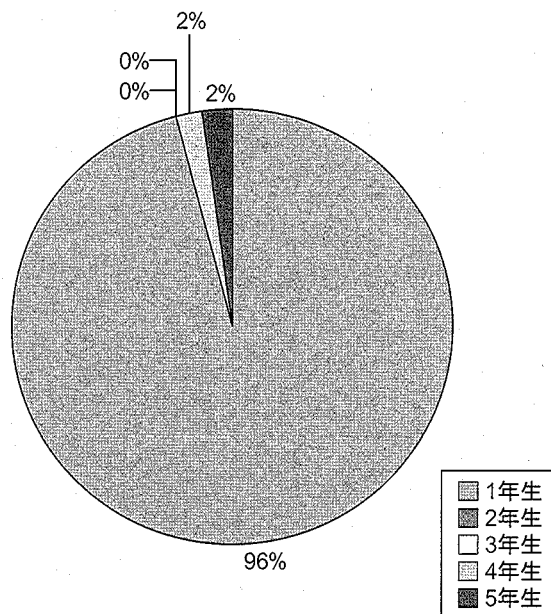


図1 学年別

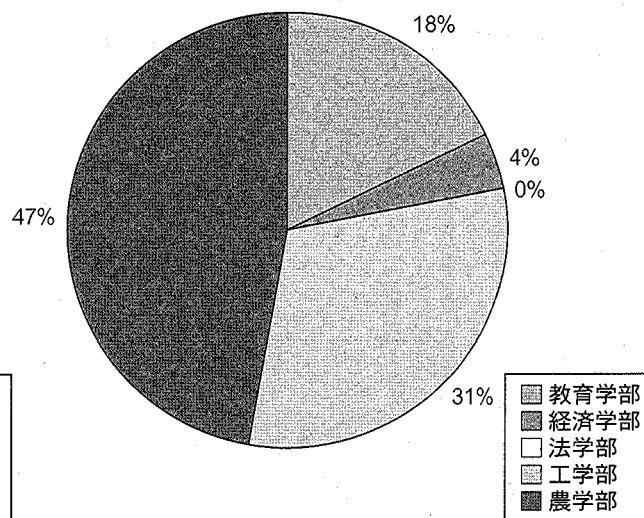


図2 学部別

2. 調査方法

平成13年度前期に化学Pを履修した学生49名を対象にして、7月の実験終了時に資料2に示すようなアンケート調査を実施した。なお、アンケートは全て記名させた。対象となった学生49名の学年別内訳を図1に、学部別内訳を図2に示す。

3. 調査結果

3.1 高校における履修状況

1) 高校における履修科目

図3は本実験受講生の高校における理科の履修状況を示している。現在高校で開設されている理科の科目は物理ⅠA、物理ⅠB、物理Ⅱ、化学ⅠA、化学ⅠB、化学Ⅱ、生物ⅠA、生物ⅠB、生物Ⅱ、地学ⅠA、地学ⅠB、地学Ⅱ、総合理科と数多いが、最も多く履修していたものが化学ⅠBで84%、続いて化学Ⅱの67%である。図2からもわかるように、受講者は農学部の学生が約半数を占め、続いて工学部の学生が多いため、高校時代から理系であった学生が多く受講しているといえる。その中でも、化学の履修率が高いことがわかる。

2) 高校における興味

次に、高校で興味があった理科の科目の割合を図4に示す。最も多かったものが化学ⅠBの55%で、次いで化学Ⅱ、生物ⅠBの43%であるが、いずれも履修率ほどには興味の割合は高くないことがわかる。

3) センター試験で受験した科目

図5はセンター試験で受験した理科の科目の割合を示している。やはり、履修率でトップであった化学ⅠBが最も多く82%であり、次いで生物ⅠBが47%である。

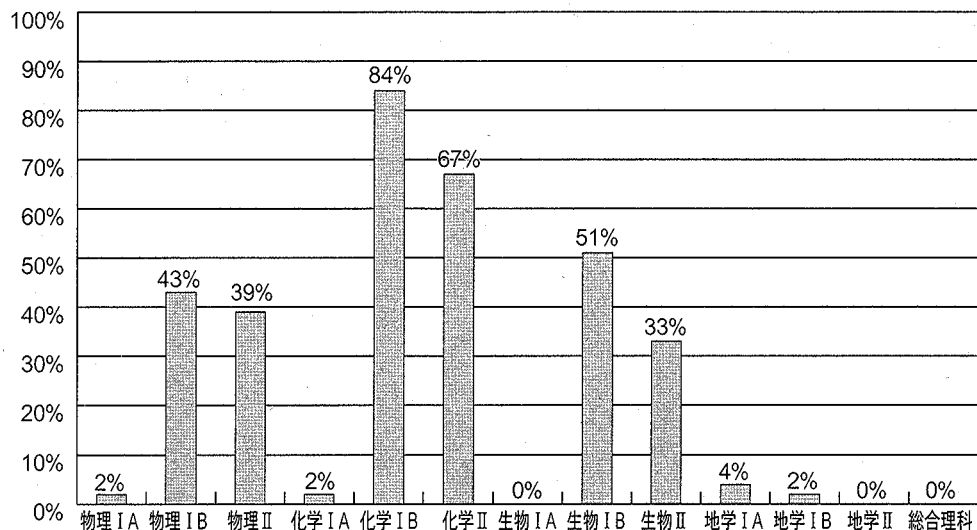


図3 高校で履修した理科の科目

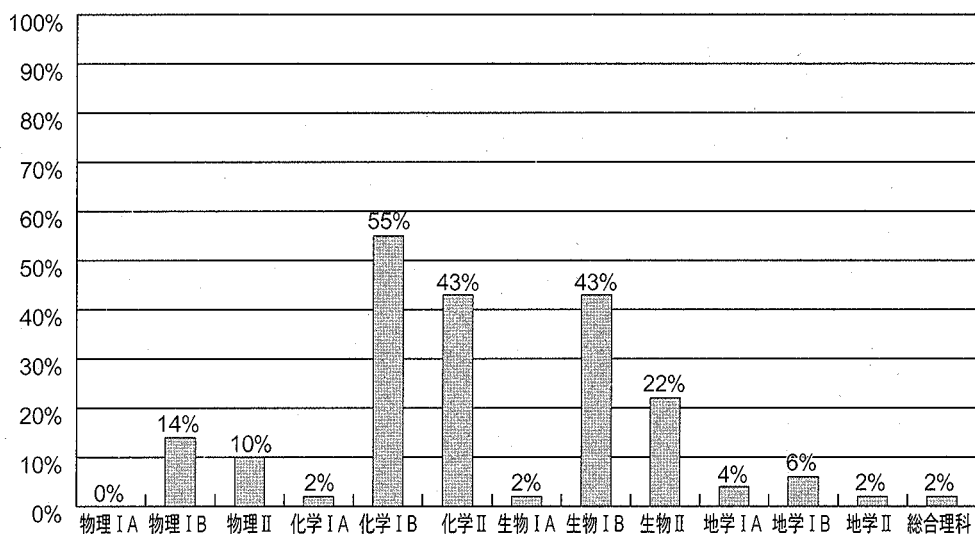


図4 高校で興味のある理科の科目

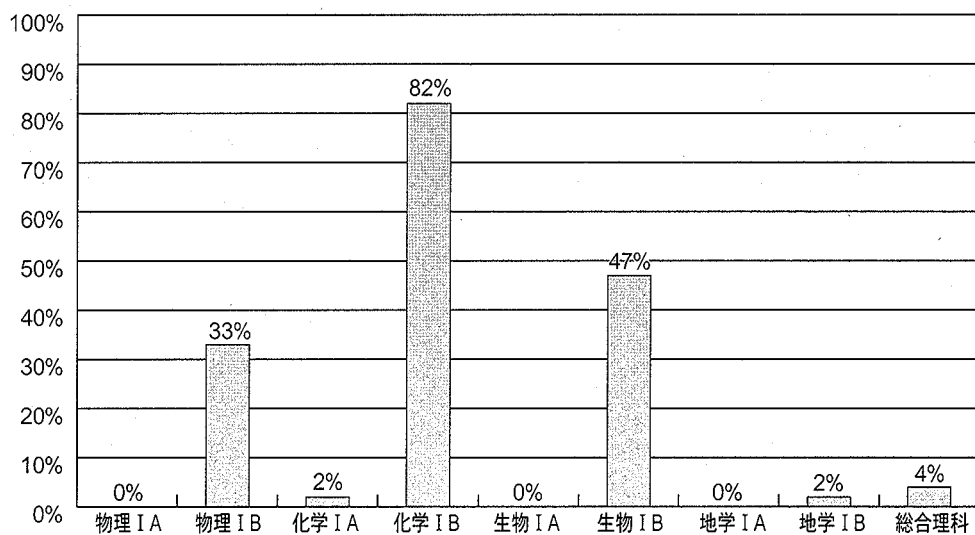


図5 センター試験で受験した理科の科目

4) 個別試験で受験した科目

図6は個別試験（香川大学）で受験した理科の科目を表している。理科の科目を選択した者32名のうち、化学を選択した者は14名であった。これは全体（49名）のおよそ29%に相当するが、高校時代の化学の履習率やセンター試験での化学の選択者の割合が高かったことを考えれば、決して高い数字ではない。

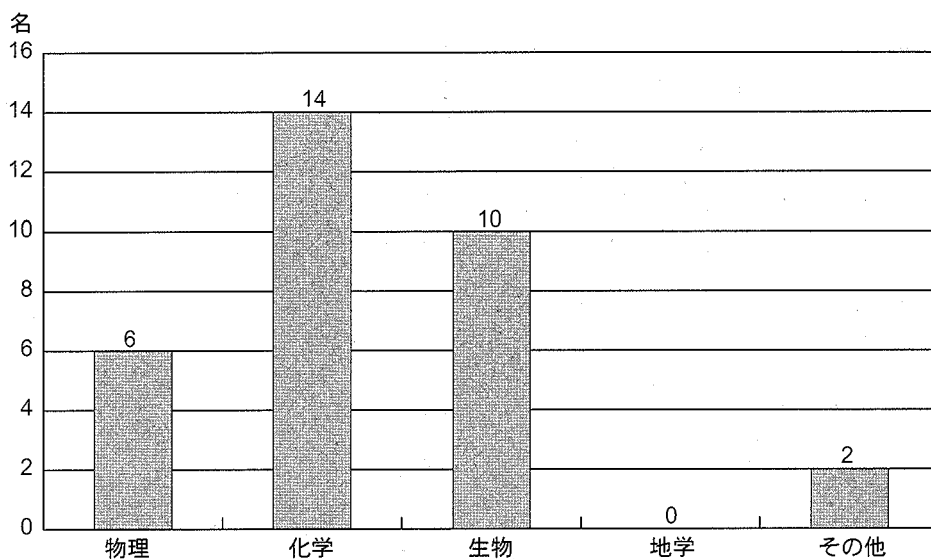


図6 個別試験で受験した理科の科目

3.2 化学Pにおける履修状況

1) 自然科学実験に対する一般的興味

図7は自然科学実験に対する興味を++、+、±、-、--で示している。興味があるとしている者（++と+を合わせたもの、以下同様）は66%であり、理系学部の学生が受講生の大部分であるにしてはそれほど高い数字ではない。また、興味がないと回答した者（--と-を合わせたもの、以下同様）は12%であった。自由選択であるため、そうでない者も含まれているが、おおむね実験に興味のある者が選択しているようである。

2) 化学Pの全体的感想

図8は化学Pを履修しての感想を示している。面白かったと回答したものが59%であった。理由の記述を見ると、化学実験が難しいと感じているものが多く、その難しいことが達成感につながり面白

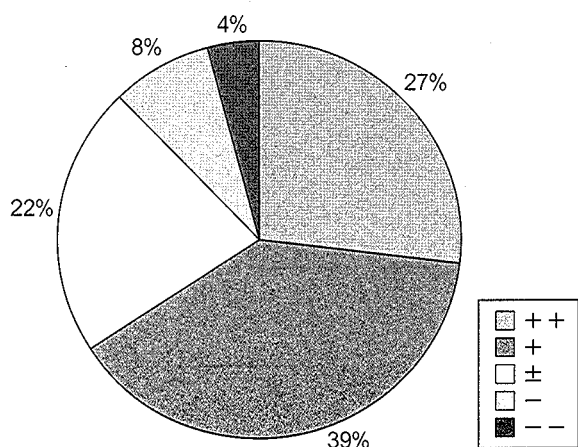


図7 自然科学実験に対する興味

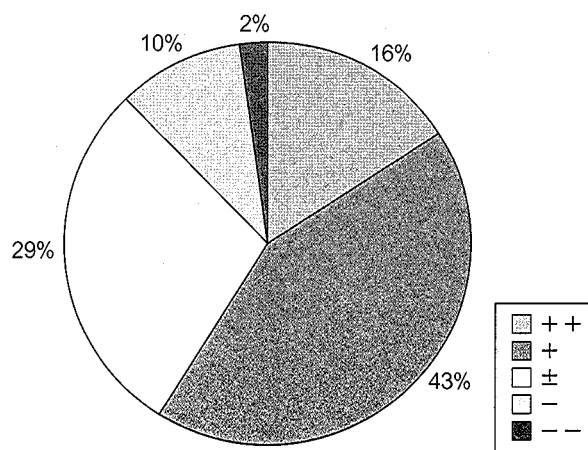


図8 化学Pを受講した感想

いと感じている者もいれば、何をやっているかわからず、面白くないと感じている者もいた。後に述べる予習の有無にも関連してくるが、あらかじめどんなことをするかわかっていると、実験自体は難しいものであっても面白いと感じるようである。

3) 化学Pを履修して自然科学への興味が深まったか

図9は化学Pを履修してさらに自然科学への興味が深まったかどうかを示している。深まったと回答した者は++と+を合わせると49%とほぼ半数であった。理由としては「実際自分で実験をやってみたことで、もっとやってみたいこと(課題)ができたから」、「化学を勉強するきっかけとなったから」、「なぜそうなるのか不思議だから」、「今まで実験をしたことがなかったから」、「高校などで習った知識を実験で確認できたから」などがあげられている。講義だけでなく、自分で手を動かすことが興味を増す原因になっているようであるが、一方で半数の者が興味が深まったとしていないことについては、その理由を探る必要がある。

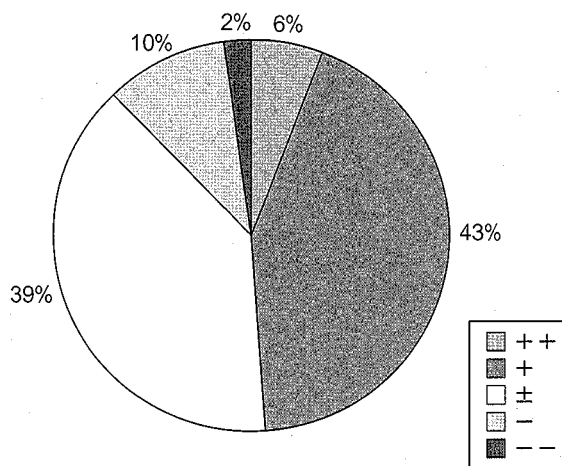


図9 自然科学Pの履修により自然科学への興味が深まった

4) 化学Pの具体的感想

(1) 「化学にとって実験の必要性は自明のことであり、実験技術を習得することができた。」

本実験を通して試薬の加え方、加熱の仕方、ドラフトの使い方など化学実験の基本的操作法を習得できたと回答した者は72%であった(図10)。

(2) 「行った実験に関する化学の法則や原理を理解することができた。」

理解できたと回答した者が66%であった。ほぼ3分の2の者ができたとしているため、実験技術だけでなく、実験を行うことで化学に興味を持ち、原理を理解するという目的に効果があったと言える(図11)。

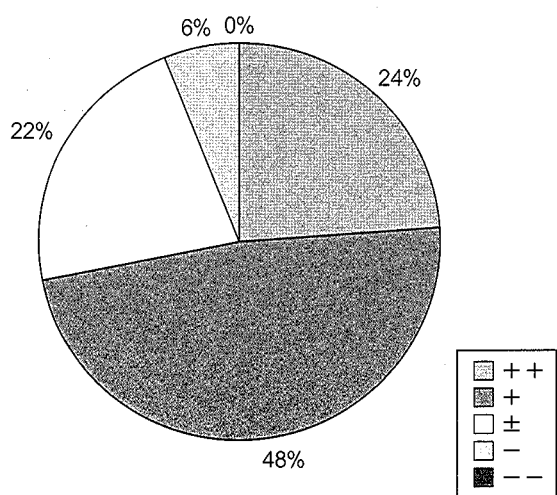


図10 実験技術の習得

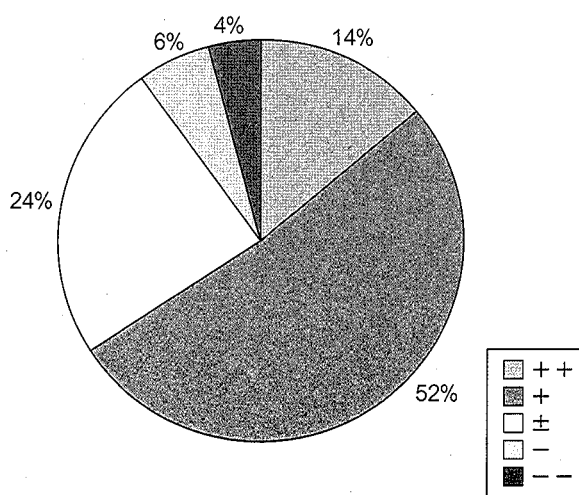


図11 化学の法則や原理の理解に効果的

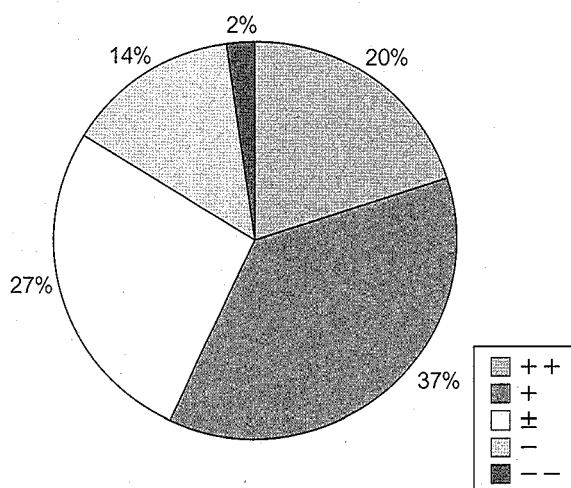


図12 実証的態度や方法の習得

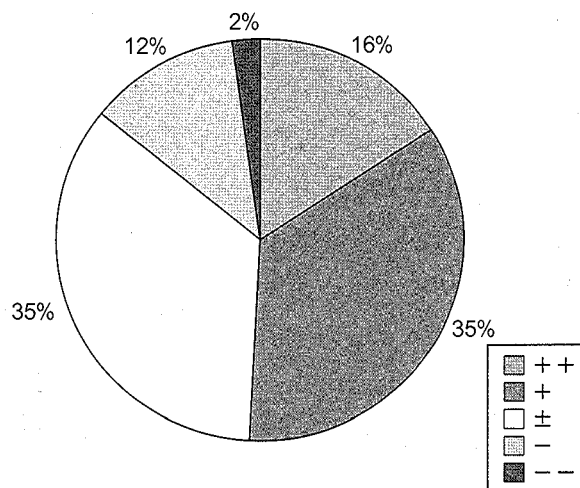


図13 自然の不思議さを体験

(3) 「事実に基づいて理論を構成するという実証的態度や方法を身につけることができた。」

できたと回答した者が57%であった。半数以上の者が身につけることができたようである(図12)。

(4) 「実験によって、自然の不思議さを感じ、発見するという体験ができた。」

ほぼ半数の者ができたと回答している。できなかったとしている者は14%であった。「変化を目の当たりにした。」「予想と反するものもあり驚いた。」などの感想が寄せられていて、すでに述べた自然科学に対する興味が高まった理由もこういったところから来ているものと思われる(図13)。

(5) 「1回の実験内容(項目数)は適切だった。」

多すぎるという回答が半数以上を占めた。実験回数が増すにつれ要領をつかみ、実験時間も短縮していったようであるが、実験によっては時間がかかるものもあり、多すぎるという感じをもったようである。時間がかかる理由としては、「試薬、器具等が少ない」点をあげている学生もいた。同じ器具を2班に分け交代で使用させているため、前半の班が終わらないと次の実験へ進めない場合もある。試薬の配布については現在、教官が管理指導しているが、現在よりも配布箇所を増やすためには、今後

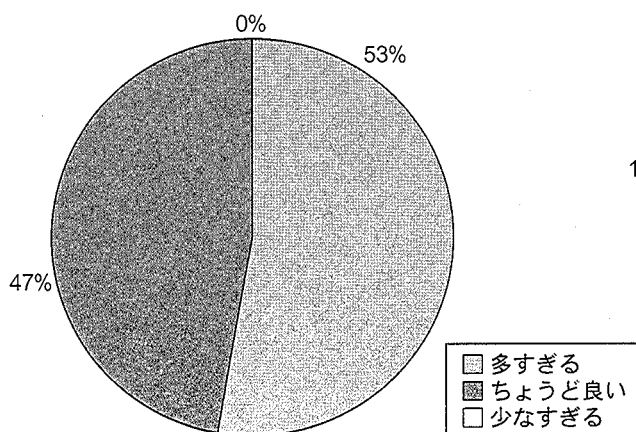


図14 1回の実験内容(項目数)は適切

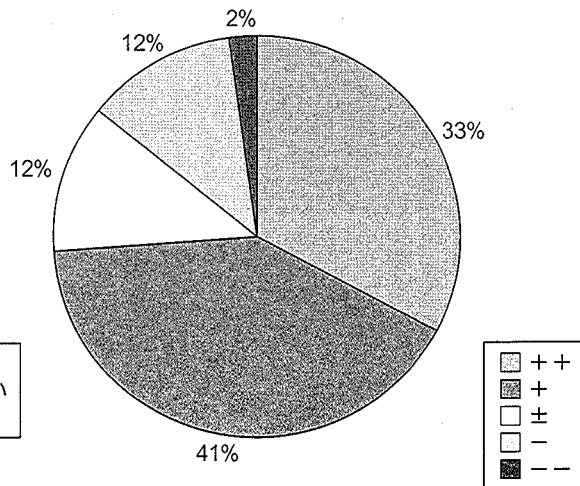


図15 レポートの作成は内容の理解に有効

ティーチングアシスタントを導入するなどの対応が必要である (図14)。

(6) 「実験レポートの作成は実験内容の理解に役立った。」

役立ったと回答した者が74%であった。多くの者が役立ったとしている。実験を行うだけでなく、それをまとめることにより内容が整理され、理解が深められるため効果があったと言える (図15)。

(7) 「面接による口頭試問は実験内容の理解に役立った。」

63%の者が役に立ったとしている。面接を行うことにより授業時間が長引くことにはなるが、半数以上の者が役立つと考えていることは喜ばしい。面接により、実験内容の理解度をチェックしたり、実験ノート、レポートの書き方などの指導を行っているため、学生も実験のポイントの確認ができ、レポートの作成にも好影響を与えている。今後も面接を充実させていきたいと考えている (図16)。

(8) 「一人一人による個別実験であったのでよく理解できた。」

よく理解できたと回答した者が59%であった。高校までは一人で実験を行う機会が少ないため、全ての操作を自身で行う個別実験はよく理解できることにつながるものと考えられる。しかし、よく理解できなかったと回答した者も14%いる。高校で化学を履修していない者は最初から一人で実験を行うことが難しいと感じているようである。予習の徹底とともに、机間巡視を充実させていくことにより、さらに個別実験の効果を上げることができると思われる (図17)。

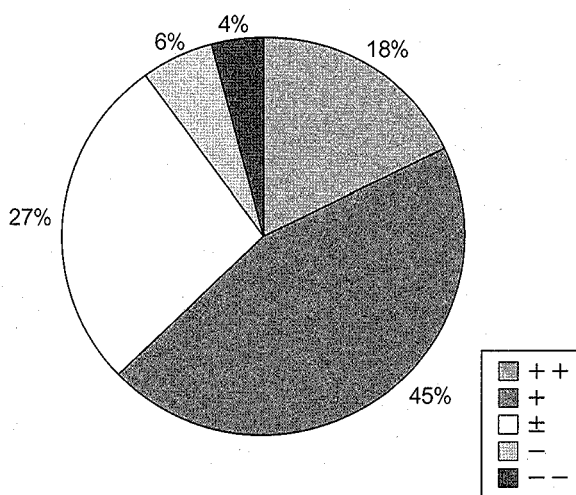


図16 面接は内容理解に有効

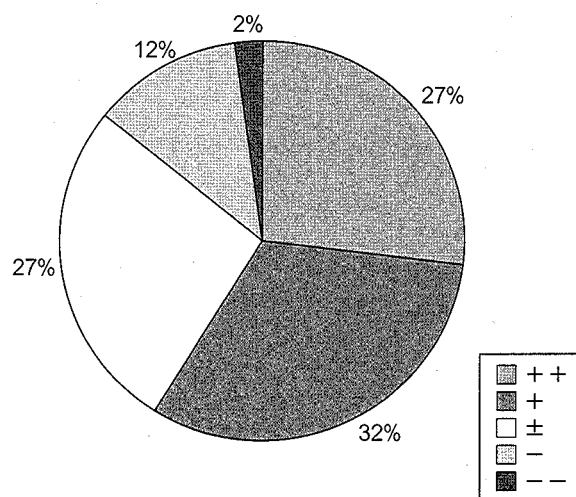


図17 個別実験は理解に有効

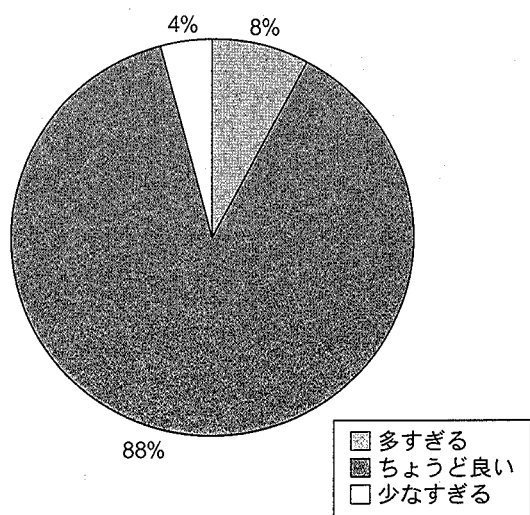


図18 指導書の説明は適切

(9) 「指導書の説明は実験を進めるにあたって適切だった。」

化学教室では独自に実験操作を簡潔にまとめた指導書を作成しているが、その指導書の内容については、ちょうど良いと答えた者が88%であった。ほとんどの者が、指導書は実験を進めるにあたり適切であると考えているようである (図18)。後にも述

べるが、予習の段階でも指導書を使った予習を70%の学生が行い、役立っているようである。

(10) 「VTRによる説明は実験の方法、操作の理解に役立った。」

化学教室では独自に実験操作を示したVTRを作成している。しかし、有効と回答した者は27%にとどまった。評価の低かった理由としては、作成時より年月が経過したことによりVTRの質が悪くなり画像が乱れる点や、VTRには画像のみを収録してあるためVTRを一時停止して口頭の説明を行うことになり、説明方法が煩雑になる点などが考えられる。早急なVTRの改善が必要であろう(図19)。

(11) 「実験回数」

ちょうど良いと回答した者は57%と半数以上を占めている。しかし、41%の者が多いと回答している。実験は2コマ続きであるにもかかわらず2単位であることが理由にあげられている(図20)。

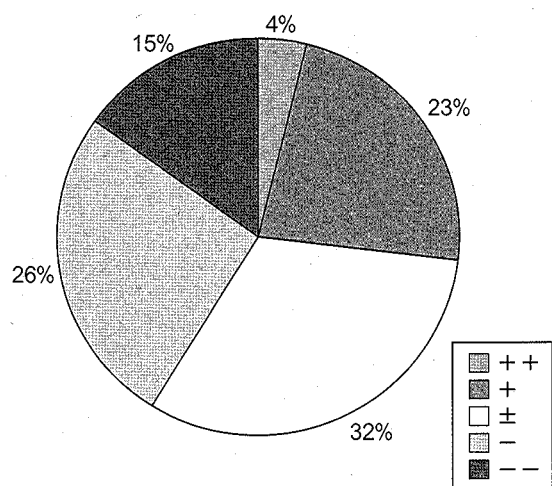


図19 VTRは実験の方法に有効

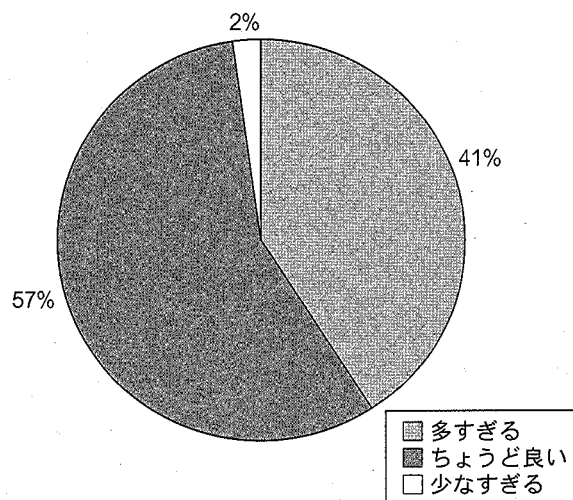


図20 実験回数は適切

5) 学習状況

(1) 指導書による予習

図21に示すように、指導書を使って毎回予習を行ったとした者が70%、ときどきを含めると88%であった。ほとんどの者が、指導書を利用して予習している。実験の度に内容解説や面接などを通し、予習の指導を行ってきたことがこの結果につながったと思われる。また、予習を行うことで実験の内容を理解し、スムーズに実験を行うことができる。このことがさらに興味も高めることになっているようである。

(2) テキストによる予習

化学実験では指導書とあわせてテキスト⁴⁾を用いているが、毎回テキストを活用して予習を行っている者が53%であった。指導書の活用ほどではなかったが、半数以上の者が活用できているようであ

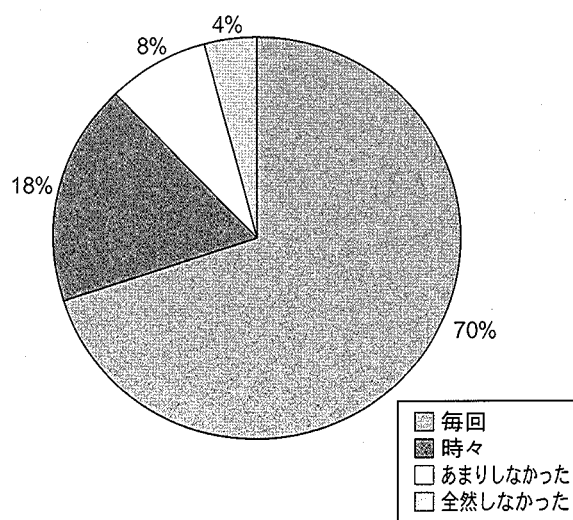


図21 指導書による予習

る。実験内容をより深く理解し、レポートなどでより深い議論や考察ができるためにも、テキストによる予習が重要であることをさらに指導していきたい（図22）。

(3) レポートの作成時のテキストの活用

テキストを活用したという者が毎回、ときどきを合わせると90%であった。ほとんどの者が活用していると言える。レポートではさらに理解を深めるためにいくつかの課題を設けているが、課題を解答する際にとくに利用しているようである。しかし「もっとカラーのテキストが良い。」などの意見も寄せられている（図23）。

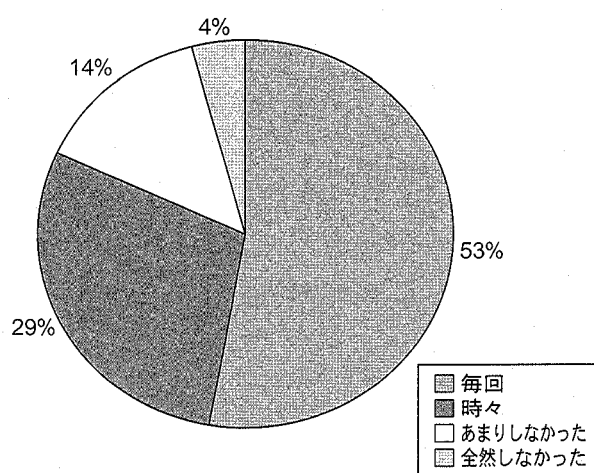


図22 テキストによる予習

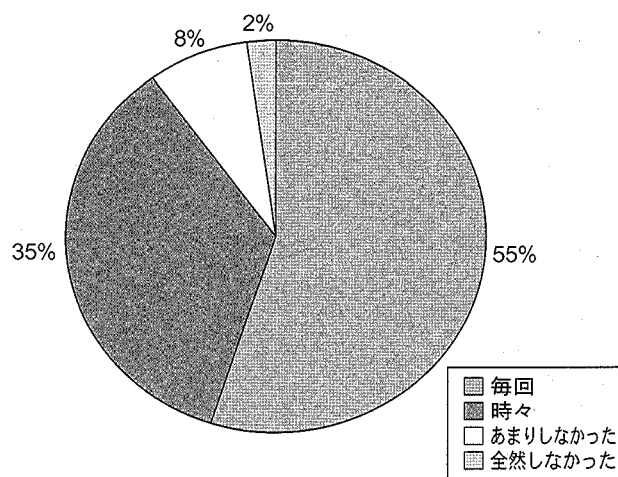


図23 レポートの作成時のテキストの活用

4. まとめ

現在の教養教育における化学実験の受講学生や受講状況、また受講により学生に与える影響など、その実態を調査するために、平成13年度の教養化学実験を受講した学生について、アンケート調査を行った。その結果、次のようなことが明らかとなった。

- 1) 本学の教養化学実験の受講者は農学部や工学部の学生が多く、高校時代の理科の履修状況としては、化学ⅠB、化学Ⅱの履修率が高いが、履修率の高さが必ずしもその科目の興味の高さを示しているわけではない。入試の選択科目でも、センター試験で化学を選択した者は多いが、個別試験で化学を選択した者は29%に過ぎない。
- 2) しかし、自然科学実験に対しては全般的に高い興味を示しており、実際に化学実験を面白いと感じている者が多く、実験を通して自然科学への興味が深まったり、実験技術を習得し、化学の法則や原理を理解して、自然科学的な実証的態度や方法を身につけることができたと感じている者も多い。
- 3) 実験内容（項目）については、前回の改訂（平成10年度）で分量を削減しているつもりであったが、それでもやや多すぎるといった意見が多かった。しかし、実験レポートや実験後の口頭試問については、実験内容の理解に役立ったと評価する者が多い。
- 4) 受講者が多いため、実験時の試薬の配布や実験指導などに時間がかかり、細やかな指導が行き届かないことがあるので、ティーチングアシスタントの導入などの対策が必要である。
- 5) 指導書やテキストは予習やレポート作成に有効に活用されており、好評であった。VTRについては古くなったこともあり、評価が以前より低下しており、今後の改善が望まれる。

5. 参考文献

- 1) 香川大学教養教育研究, 第4号, p165-166, 1999.
- 2) 香川大学教養教育研究, 第5号, p171-172, 2000.
- 3) 西原浩, 川浪康弘, 佐々木信行, 高尾将臣:「一般教育における化学実験の改善」香川大学一般教育研究, 第36号, p21-40, 1989.
- 4) 石橋雅義: 実験分析化学, 改訂増補版51刷, 共立出版, 2000.

資料1. 教養化学実験の実験テーマ

(改善前)

- ・ 全体説明
- ・ 第I族陽イオンの各個反応
- ・ 第I族陽イオンの系統分析
- ・ 第II族陽イオンの各個反応
- ・ 第II族陽イオンの系統分析
- ・ 未知検液
- ・ 第III, IV族陽イオンの各個反応
- ・ 第III族陽イオンの系統分析
- ・ 第IV族陽イオンの系統分析
- ・ 容量分析 (中和)
- ・ 容量分析 (酸化還元)
- ・ 重量分析
- ・ 有機定性分析

(改善後)

- ・ 全体説明
- ・ 分族実験 (陽イオン定性分析)
- ・ I・II族イオンの各個反応
- ・ I・II族イオンの系統分析
- ・ 未知検液
- ・ 容量分析の概説
- ・ 中和滴定 (容量分析)
- ・ 酸化還元滴定 (容量分析)
- ・ 酵素反応
- ・ 有機化合物の性質
- ・ 1) 水溶液の性質 pH と簡易 pH 指示薬
- ・ 2) 塩は中性か pH で調べる塩の加水分解
- ・ 1) 果物電池 2) 水の電気分解

資料2. 教養化学実験に関するアンケート調査

(次ページに続く)

化学P

このアンケート調査は、教養化学実験の改善に資するための基礎調査の一部として平成13年度教養化学実験を履修した学生諸君を対象に実施するものです。	回答欄
	学部 _____
	学年 番号 _____
	氏名 _____
I. 高等学校での履修に関する調査	I.
1. 高等学校で履修して理科の科目を○で囲みなさい。	1. 物理 I A 物理 I B 物理 II 化学 I A 化学 I B 化学 II 生物 I A 生物 I B 生物 II 地学 I A 地学 I B 地学 II 総合理科
2. 高等学校で履修した理科の科目のうち、興味があった科目を○で囲みなさい。	2. 物理 I A 物理 I B 物理 II 化学 I A 化学 I B 化学 II 生物 I A 生物 I B 生物 II 地学 I A 地学 I B 地学 II 総合理科
3. センター試験で受験した理科の科目を○で囲みなさい。	3. 物理 I A 物理 I B 物理 II 化学 I A 化学 I B 化学 II 生物 I A 生物 I B 生物 II 地学 I A 地学 I B 地学 II 総合理科
4. 個別試験(香川大学)で受験した理科の科目を○で囲みなさい。	4. 物理 化学 生物 地学 その他()
II. 教養化学実験の履修に関する調査	II.
1. 一般に、自然科学の実験に興味がありますか。興味がある(+), 興味がない(-)として、回答欄の記号五つのうちから一つ選んで○で囲みなさい。	1. ++ + ± - --
2. (1) 教養化学実験を履修した感想はどうでしたか。面白かった(+), 面白くなかった(-)として、回答欄の記号五つのうちから一つ選んで記号を○で囲みなさい。	2.(1) ++ + ± - --
(2) 上記の回答の理由を書きなさい。	(2)
3. (1) 教養化学実験を履修して自然科学への興味は深まりましたか。深まった(+), 深まらなかった(-)として、回答欄の記号五つのうちから一つ選んで記号を○で囲みなさい。	3.(1) ++ + ± - --
(2) 上記の回答の理由を書きなさい。	(2)

化学P

4. 教養化学実験を履修して、次の項目についての感想はどうですか。それぞれの項目について、できた・賛成(+), できなかった・反対(-)として記号五つのうちから一つ選んで記号を○で囲みなさい。	4.
(1)化学にとって実験の必要性は自明のことであり、実験技術を習得することができた。	(1) ++ + ± - --
(2)行った実験に関する化学の法則や原理を理解することができた。	(2) ++ + ± - --
(3)事実に基づいて理論を構成するという実証的態度や方法を身につけることができた。	(3) ++ + ± - --
(4)実験によって、自然の不思議さを感じ、発見するという体験ができた。	(4) ++ + ± - --
(5)1回の実験内容(項目数)は適切だった。	(5) 多すぎる ちょうど良い 少なすぎる
(6)レポートの作成は実験内容の理解に役立った。	(6) ++ + ± - --
(7)面接による口頭試問は実験内容の理解に役立った。	(7) ++ + ± - --
(8)一人一人による個別実験であったのでよく理解できた。	(8) ++ + ± - --
(9)指導書の説明は実験を進めるに当たって適切だった。	(9) 多すぎる ちょうど良い 少なすぎる
(10)VTRIによる説明は、実験の方法、操作の理解に役立った。	(10) ++ + ± - --
(11)実験回数は適切だった。	(11) 多すぎる ちょうど良い 少なすぎる
5. 学習状況に関する項目について次の解答のうちから一つ選んで番号を○で囲みなさい。	5.
(1)実験前に指導書を読むなどの予習をしましたか。	(1)1.毎回 2.時々 3.あまりしなかった 4.全然しなかった
(2)実験前にテキストを読んで実験内容を理解するなどの予習をしましたか。	(2)1.毎回 2.時々 3.あまりしなかった 4.全然しなかった
(3)実験後、レポートの作成に当たって、テキストを十分活用しましたか。	(3)1.毎回 2.時々 3.あまりしなかった 4.全然しなかった
実験に関して改善点などがあれば自由に意見を書いてください。	