

教育学部生を対象とした高校化学実験に関する 調査の結果について

山路裕昭・星野由雅・福山 豊・栂島成治・古賀雅夫・樋口精一郎
東 幹夫・陣野信孝・中西弘樹・尾崎洋二・近藤 寛

(平成15年10月31日受理)

High School chemistry experiments: A questionnaire on what current
university freshmen and sophomores did at High School.

Hiroaki YAMAJI, Yoshimasa HOSHINO, Yutaka FUKUYAMA,
Shigeharu KABASHIMA, Masao KOGA, Seiichiro HIGUCHI,
Mikio AZUMA, Nobutaka JINNO, Hiroki NAKANISHI,
Youji OSAKI, Hiroshi KONDO

(Received October 31, 2003)

I. はじめに

理科の学習において観察や実験を行うことは、学習指導要領を見るまでもなく、これまで繰り返し求められてきたことである。しかし、小学校、中学校、そして高等学校で理科の授業を受けてきた教員養成課程の学生を対象とする観察・実験において、基本的な器具や装置を満足に取り扱えない学生達に出会うことは決して珍しいことではない。またそのような学生達の中には、高等学校の理科の授業において自分で実際に実験をした経験がほとんどないと述べる者もいる。これらのことは、高等学校での彼らの理科学習における観察・実験に少なくとも何らかの問題があったことを示唆している。

一方、大学に入学してくる学生達は高等学校の教育課程を修了した者であり、大学での教育は当然高等学校での教育を基礎として行われる。勿論、大学入学生のすべてが高等学校の教育課程を完全に修得していると考えすることはできないが、基礎的・基本的な事項についてはかなりの部分を身に付けているという前提である。しかし前述のような教員養成課程の学生達の存在は、少なくとも観察・実験に関してそのような形式的前提に立って彼らを指導することが不適切であり、彼らの実態により即した指導が必要であることを示している。そしてこの点についてはこれまでも教員養成課程の学生達の実態に即した観察・実験の指導に努めてきたが、それは基本的に個々の担当教員の経験に基づくものであり、学生達が高等学校時代に経験した観察・実験についての十分な情報に裏付けられたものではなかった。

そこで、教員養成課程の学生達が高等学校時代に経験した観察・実験の実態と問題点を明らかにすることができれば、それらに基づいて彼らに対する観察・実験指導を一層効果

的なものにするのが可能であり、同時に高等学校理科教育の改善にも貢献することができるであろう。

このような視点から、今回、教員養成課程の第1年次生・第2年次生を対象として高等学校時代に経験した化学の観察・実験の実態を明らかにする調査を行った。ここではこの調査の概要と結果について報告する。

II 調査の概要

1 目的

長崎大学教育学部教員養成課程の学生達が高等学校時代に経験した化学の観察・実験の回数とその内容を明らかにする。

2 方法

調査は、質問紙を用いて行った。質問紙における質問項目は、以下のようなものである。

1) 回答者自身に関する質問

1. 履修番号 2. 性別 3. 出身地 4. 出身高校名
5. 高校卒業年 6. 高校履修科目名

2) 化学の観察・実験回数に関する質問

「0回」「1～5回」「6～10回」「11～15回」「16～20回」「それ以上」に分けて回数を尋ねた。

3) 観察・実験項目に関する質問

表1に示す47の観察・実験項目について、生徒実験、教師実験の別も含めてその経験の有無を尋ねた。これらの項目は、東京書籍と第一学習社の平成9年、10年検定済み高校化学I A, I B, IIの教科書、東京書籍の化学I B・II用実験書から抜き出

表1 調査した観察・実験項目

1. 炎色反応	17. 電池	32. 金属イオンの分離と確認
2. 質量保存の法則	18. 電気分解	33. エチレン
3. 固体の溶解性	19. 塩素	34. アルコール
4. 気体の体積と圧力・温度	20. 塩化水素	35. ヨードホルム反応
5. 気体の分子量測定	21. ヨウ素	36. アルデヒド
6. 沸点上昇	22. 二酸化硫黄や硫化水素	37. フェーリング液の還元
7. 凝固点降下	23. 一酸化チッ素や二酸化チッ素	38. エステルの合成
8. コロイド溶液	24. 金属ナトリウム	39. エステルの加水分解(けん化)
9. 発熱・吸熱現象	25. アルミニウムやアルミニウムイオン	40. セッケンを作る
10. 酸・塩基の性質	26. 亜鉛や亜鉛イオン	41. アニリンの反応
11. 塩水溶液の酸性・塩基性	27. 銅や銅イオン	42. アゾ染料の合成
12. 水溶液のpH	28. 銀イオン	43. 化学反応の速さ
13. 中和反応	29. 銀鏡反応	44. 化学平衡の移動
14. 中和滴定	30. クロムイオン	45. ナイロンの合成
15. 酸化・還元反応	31. リンの自然発火	46. タンパク質の性質
16. 金属のイオン化傾向		47. 酵素の性質

した観察・実験項目を整理し、予備調査を経て決定した。47項目の中で、項目1～42は化学ⅠA或いはⅠBに関するものであり、項目43～47は化学Ⅱに関するものである。

4) 3) 以外の観察・実験を尋ねる質問

調査は、平成15年7月後半に長崎大学教育学部教員養成課程の第1年次生・第2年次生を対象として授業中に調査用紙を配布し、持ち帰って回答するとともに回答済みの用紙は指定の回収ボックスに投函するよう依頼した。

配布枚数は、第1年次生対象の授業で95枚、第2年次生対象の授業で140枚、合計235枚であった。

III 調査の結果

回収できた回答は合計141人分であり、回収率は60%であった。

回答者141人中、化学の科目を履修したものは127人であった。この127人の内訳は表2に示す通りである。

以下では、この127人の化学履修者からの回答を分析した結果を示す。

表2 回答者の内訳

コース	人数 (人)	性別(人)		
		男	女	未記入
初等教育コース	92	18	72	2
中学校教育コース	31	14	17	0
国語	5	0	5	0
数学	13	9	4	0
理科	3	0	3	0
音楽	2	1	1	0
保体	6	3	3	0
家庭	1	1	0	0
技術	1	0	1	0
障害児教育コース	2	0	2	0
未記入	2	0	2	0
合計	127	32	93	2

表3 回答者の履修型

履修型	人数
① 化学ⅠAのみ	31人
② 化学ⅠA+化学ⅠB	3人
③ 化学ⅠA+化学ⅠB+化学Ⅱ	6人
④ 化学ⅠBのみ	56人
⑤ 化学ⅠB+化学Ⅱ	30人
⑥ 化学Ⅱのみ	1人
合計	127人

1 回答者の履修型について

127人の回答者が履修した化学の科目は、表3に示すような①～⑥であり、回答者における主要な履修型は次の3種である。

- ① 化学ⅠAのみ ④ 化学ⅠBのみ ⑤ 化学ⅠB+化学Ⅱ

2 観察・実験回数について

高等学校時代に化学で経験した観察・実験回数を尋ねた質問に対する回答状況は、表4に示す通りである。

表4 化学の観察・実験回数(履修型別)

履修型	観察・実験の回数							計
	0回	1-5回	6-10回	11-15回	16-20回	それ以上	未記入	
① I Aのみ	7	18	3	1	1	0	1	31
	22.6	58.1	9.6	3.2	3.2	0.0	3.2	100.0
② I A + I B	0	0	2	0	1	0	0	3
	0.0	0.0	66.7	0.0	33.3	0.0	0.0	100.0
③ I A + I B + II	0	2	3	0	1	0	0	6
	0.0	33.3	50.0	0.0	16.7	0.0	0.0	100.0
④ I Bのみ	10	30	13	1	1	0	1	56
	17.9	53.6	23.2	1.8	1.8	0.0	1.8	100.0
⑤ I B + II	2	12	7	3	3	3	0	30
	6.7	40.0	23.3	10.0	10.0	10.0	0.0	100.0
⑥ IIのみ	0	1	0	0	0	0	0	1
	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
合計	19	63	28	5	7	3	2	127
	15.0	49.6	22.0	3.9	5.5	2.4	1.6	100.0

各欄の上段は回数毎の回答者数(人), 下段は各履修型人数に対する割合(%)。

全体として最も回答者が多いのは1~5回であり, 約半数(49.6%)を占めている。また次に多いのは6~10回であり(22.0%), 全回答者の71.6%が1~10回の中に入っている。ただし観察・実験経験がないとした回答者も15.0%いる。

主要な履修型である①④⑤について見ると(図1, 図2), I Aのみ履修者(①)→I Bのみ履修者(④)→I B+II履修者(⑤)と, 次第に観察・実験回数が増加しているように見える。しかしI Aのみ履修者(①)とI Bのみ履修者(④)との間には観察・実験回数の分布に統計的有意差はなく, I Aのみ履修者とI Bのみ履修者の合計(①+④)とI B+II履修者(⑤)との間には統計的有意差がある。すなわち, 1科目履修者(①+④)では0~5回の範囲に回答者の約75%が入るが, IIまで履修した2科目履修者(⑤)の場合, 0~5回の範囲には46.7%, それに6~10回の23.3%を加えると, 0~10回の範囲に70%が入り, 1科目履修者よりも2科目履修者の方が観察・実験回数が多いと言えよう。

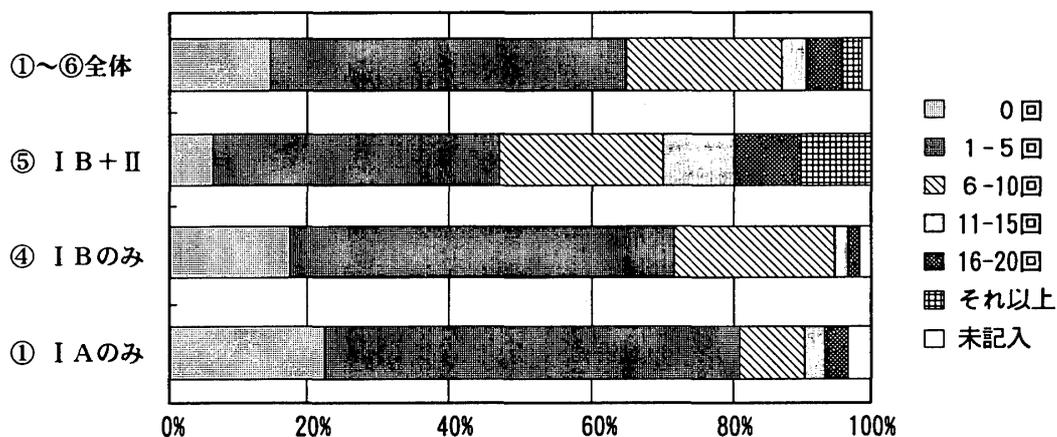


図1 化学の観察・実験回数(履修型①④⑤について)

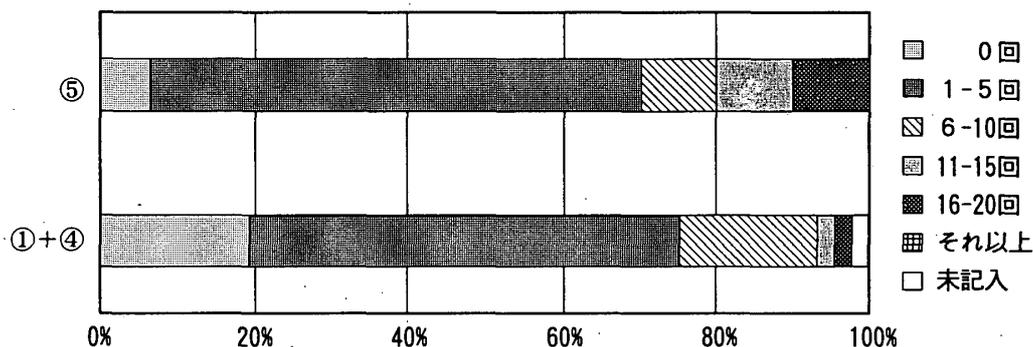


図2 化学の観察・実験回数（履修型①+④，⑤について）

3 観察・実験項目について

化学履修者127人の中で、実際に経験した観察・実験回数と項目数とに大きな隔たりがあり、かつまたほとんどすべての観察・実験項目について経験有りと回答した6人を除く121人について分析した。

47の観察・実験項目について、その回答状況は表5に示す通りである。

各観察・実験項目は全体平均で121人中16.5人が経験しており、一人あたりの平均経験項目数は6.4個である。また教師よりも生徒によって実施されることが多い観察・実験項目は「32. 金属イオンの分離と確認」「45. ナイロンの合成」のみであり、他の大部分の観察・実験項目は生徒自身によるよりも教師によって行われることの方が多い。

47の項目以外のその他の観察・実験としては、「硫黄の同素体（斜方硫黄，単斜硫黄，ゴム状硫黄）の実験」のみが挙げられた（1人）。

次に、先の観察・実験回数において全回答者の約7割が1～10回であったので、47の観察・実験項目の中でよく行われていたものを上位から10項目とると、表6のようになる。上位の観察・実験項目は、その半数が酸・塩基に関わるものである。

逆に下位の10項目は表7に示す通りである。

また表5では、主要な履修型である①④⑤の回答者及び履修型①と④の合計回答者について、各観察・実験項目毎の経験人数と各履修型回答者数に対するその割合（以下、実施率と呼ぶ）をも示している。

先に観察・実験回数に関して1科目履修者（①+④）よりも2科目履修者（⑤）の方が観察・実験回数が多いことを指摘したが、表5に見られるように1科目履修者、すなわちIAのみ或いはIBのみ履修の場合には一人あたり経験した観察・実験項目が3.9個、2科目履修者、すなわちIBとIIを履修の場合には12.6個である。つまり2科目履修者は1科目履修者と比較して約3倍の観察・実験項目を経験しており、確かに1科目履修者よりも2科目履修者の方が観察・実験を多く経験していると言えよう。

さらに、履修型①の回答者における「6. 沸点上昇」と「7. 凝固点降下」の実施率を除き、すべての観察・実験項目について履修型①，④，①+④の回答者の実施率よりも履修型⑤の回答者の実施率が高くなっており、各観察・実験項目の実施率の面からも2科目履修者（⑤）が相対的により多くの観察・実験を経験していることが裏付けられる。

表5 化学の各観察・実験項目に対する回答

項目	実施(人)				履修型 ①	※1 (%)	履修型 ④	※1 (%)	履修型 ①+④	※1 (%)	履修型 ⑤	※1 (%)	未実施 (人)
	生徒	教師	不明	合計									
1	19	29	3	51	10	32.3	19	36.5	29	34.9	15	51.7	70
2	3	14	4	21	5	16.1	6	11.5	11	13.3	7	24.1	100
3	6	15	6	27	7	22.6	6	11.5	13	15.7	11	37.9	94
4	3	6	9	18	4	12.9	4	7.7	8	9.6	8	27.6	103
5	1	2	8	11	3	9.7	2	3.8	5	6.0	5	17.2	110
6	3	13	3	19	6	19.4	5	9.6	11	13.3	5	17.2	102
7	4	8	4	16	6	19.4	3	5.8	9	10.8	4	13.8	105
8	15	31	1	47	5	16.1	14	26.9	19	22.9	19	65.5	74
9	5	6	4	15	2	6.5	3	5.8	5	6.0	7	24.1	106
10	6	30	0	36	8	25.8	10	19.2	18	21.7	13	44.8	85
11	5	18	3	26	6	19.4	6	11.5	12	14.5	12	41.4	95
12	7	27	2	36	8	25.8	14	26.9	22	26.5	11	37.9	85
13	2	33	2	37	5	16.1	11	21.2	16	19.3	16	55.2	84
14	3	42	6	51	5	16.1	17	32.7	22	26.5	23	79.3	70
15	6	22	3	31	8	25.8	7	13.5	15	18.1	13	44.8	90
16	4	5	2	11	1	3.2	3	5.8	4	4.8	5	17.2	110
17	7	7	3	17	1	3.2	5	9.6	6	7.2	9	31.0	104
18	7	12	8	27	6	19.4	8	15.4	14	16.9	8	27.6	94
19	3	9	4	16	5	16.1	4	7.7	9	10.8	6	20.7	105
20	3	8	4	15	3	9.7	4	7.7	7	8.4	7	24.1	106
21	3	6	1	10	2	6.5	2	3.8	4	4.8	6	20.7	111
22	2	6	2	10	3	9.7	2	3.8	5	6.0	4	13.8	111
23	0	0	3	3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	10.3	118
24	5	6	2	13	1	3.2	3	5.8	4	4.8	7	24.1	108
25	3	6	2	11	2	6.5	2	3.8	4	4.8	6	20.7	110
26	3	4	3	10	2	6.5	3	5.8	5	6.0	4	13.8	111
27	3	5	3	11	2	6.5	2	3.8	4	4.8	7	24.1	110
28	3	4	4	11	1	3.2	4	7.7	5	6.0	6	20.7	110
29	5	18	0	23	0	0.0	3	5.8	3	3.6	16	55.2	98
30	0	2	2	4	0	0.0	1	1.9	1	1.2	3	10.3	117
31	1	1	2	4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	4	13.8	117
32	3	1	2	6	0	0.0	2	3.8	2	2.4	4	13.8	115
33	2	4	2	8	0	0.0	2	3.8	2	2.4	5	17.2	113
34	1	6	3	10	1	3.2	2	3.8	3	3.6	7	24.1	111
35	4	10	3	17	0	0.0	2	3.8	2	2.4	13	44.8	104
36	1	6	3	10	0	0.0	3	5.8	3	3.6	7	24.1	111
37	2	11	1	14	0	0.0	1	1.9	1	1.2	11	37.9	107
38	2	4	4	10	1	3.2	1	1.9	2	2.4	8	27.6	111
39	1	6	2	9	0	0.0	1	1.9	1	1.2	7	24.1	112
40	0	5	2	7	1	3.2	2	3.8	3	3.6	3	10.3	114
41	0	3	2	5	0	0.0	0	0.0	0	0.0	5	17.2	116
42	0	7	1	8	0	0.0	0	0.0	0	0.0	7	24.1	113
43	0	1	2	3	1	3.2	0	0.0	1	1.2	2	6.9	118
44	0	1	2	3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	10.3	118
45	2	0	2	4	0	0.0	0	0.0	0	0.0	3	10.3	117
46	0	3	2	5	1	3.2	1	1.9	2	2.4	3	10.3	116
47	4	12	3	19	5	16.1	7	13.5	12	14.5	6	20.7	102
合計	162	475	139	776	127	-	197	-	324	-	364	-	4911
平均	3.4	10.1	3.0	16.5	2.7	-	4.2	-	6.9	-	7.7	-	104.5
※2(個)	1.3	3.9	1.1	6.4	4.1	-	3.8	-	3.9	-	12.6	-	40.6

内容に疑問がある6人を除く121人の回答である。

(内訳:① 31人 ② 3人 ③ 5人 ④ 52人 ⑤ 29人 ⑥ 1人)

※1 履修型①、④、①+④、⑤の回答者における実施率。

※2 一人あたりの平均項目数。

表6 よく実施されている項目

順位	実験項目
1	1. 炎色反応
1	14. 中和滴定
3	8. コロイド溶液
4	13. 中和反応
5	10. 酸・塩基の性質
5	12. 水溶液のpH
7	15. 酸化・還元反応
8	3. 固体の溶解性
8	18. 電気分解
10	11. 塩水溶液の酸性・塩基性

表7 あまり実施されていない項目

順位	実験項目
38	40. セッケンを作る
39	32. 金属イオンの分離と確認
40	41. アニリンの反応
40	46. タンパク質の性質
42	30. クロムイオン
42	31. リンの自然発火
42	45. ナイロンの合成
45	23. 一酸化チッ素や二酸化チッ素
45	43. 化学反応の速さ
45	44. 化学平衡の移動

4 出身地による観察・実験回数の差について

化学履修者127人中、119人は九州内各県の出身者であり、さらにその中の76人は長崎県内出身者である。

表8、図3は、127人の回答者を長崎県内出身者と県外出身者とに分けて、観察・実験回数の分布を示したものであるが、全体として長崎県内出身者は県外出身者に比べて高等学校時代に経験した化学の観察・実験の回数が少ない。

表8 化学の観察・実験回数（出身地別）

出身地	観察・実験の回数							計 (人)
	0回 (人)	1-5回 (人)	6-10回 (人)	11-15回 (人)	16-20回 (人)	それ以上 (人)	未記入 (人)	
長崎県内	16	38	17	1	1	1	2	76
長崎県外	3	25	11	4	6	2	0	51
計	19	63	28	5	7	3	2	127

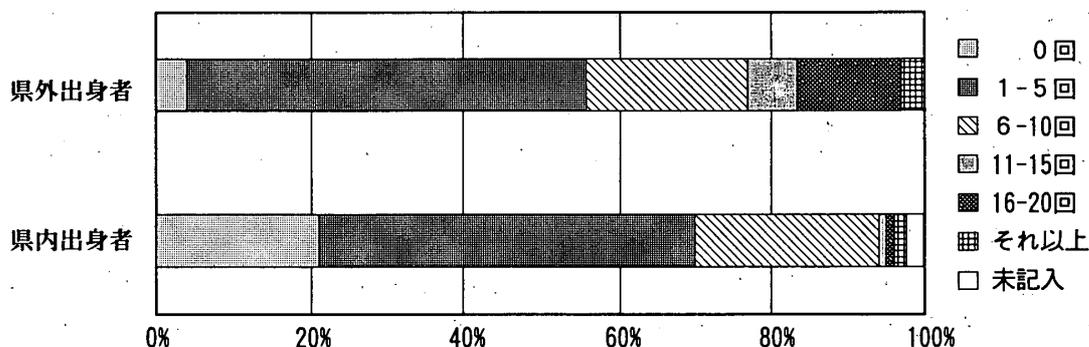


図3 出身地と観察・実験回数

IV 考察

本調査の結果からは、回答者が高等学校時代に経験した化学の観察・実験は決して多くないと言えよう。全回答者の64.6%が5回以下であり、86.6%が10回以下である。そしてその中には、化学の観察・実験経験が0回という回答者も15.0%いる。

また回答者が高等学校時代に比較的多く経験した化学の観察・実験項目は主として酸・塩基に関連するものであるが、それらの各項目についてさえ過半数の回答者は経験無しとしている。さらに経験有りとしている観察・実験項目についても、実際にはその多くが教師実験で終わっており、回答者自身が操作しての観察・実験ではない。

これらのことから、本調査結果から見る限り、教員養成課程の学生達は個々の観察・実験項目について高等学校時代に十分な経験を有しておらず、彼らの観察・実験能力や技能について「ある程度はできるであろう」というような楽観的期待はできないということになろう。

一方、回答者の履修科目を見ると、I Aのみ(2単位, 履修型①), I Bのみ(4単位, 履修型④), I B+II(6単位, 履修型⑤)と、高等学校化学の学習に関して回答者の間にかかなりの差が存在している。このような履修科目の差は、当然、観察・実験経験の差として現れてくることが予想される。しかし実際にはI Aのみ履修者(①)とI Bのみ履修者(④)との間に観察・実験回数の差はほとんどなく、それら1科目履修者(①+④)と2科目履修者(⑤)との間でのみ観察・実験回数に差が見られた。また経験した観察・実験項目数で見ると、1科目履修者(①+④)と比較して2科目履修者(⑤)は約3倍の項目を経験していた。さらに各観察・実験項目の実施率においても、一部を除き、ほとんどすべての項目において2科目履修者(⑤)はI Aのみ履修者(①)やI Bのみ履修者(④)よりも高い値を示していた。

すなわち、2科目履修者の観察・実験経験は1科目履修者に比べて多いと言える。

しかしながらI Bのみ履修者(④)とI B+II履修者(⑤)とでは、IIの履修の有無が異なるのみであり、I Bについてはいずれの場合でも履修されていることから、I Bに関する各観察・実験項目の実施率はほぼ同じであり、IIに関する観察・実験項目においてのみI B+II履修者の実施率が高くなっていくことが予想される筈である。ところが実際には、IIに関する観察・実験項目だけでなく、I Bに関する観察・実験項目のすべてについても、I B+II履修者の実施率が高くなっているのである。

一般に高等学校において化学IIまで履修するのは理系コースの生徒であり、I A又はI Bのみの1科目履修は文系コースの生徒であるとする、上の結果は、理系コースの化学と文系コースの化学では少なくとも観察・実験の取り扱いが異なっていたことを示唆している。この点については、今後さらに詳しく調べる必要があるが、特に高等学校において文系コースを履修してきた学生が多い教育学部教員養成課程では、看過できない問題と思われる。

最後に回答者の出身地との関係では、長崎県内出身者において観察・実験回数が少ないという結果が得られた。この点についてもさらに詳しく調べる必要があるが、同時にこの結果は、今後長崎県内の高等学校に対して観察・実験の充実に向けて積極的な働きかけを行う必要性を示すものであろう。

V おわりに

今回の調査は、学生の記憶に頼ったものであり、実際に高等学校で行われた化学の観察・実験を確実に反映したものとは言えない面がある。その点で、本調査の結果は限定的にとらえる必要があり、今後さらに詳しく調べる必要がある。しかし同時に、この調査結果を教員養成課程における実際の教育にどのように生かしていくかが、今後の重要な課題であると考えている。

主要参考文献

- 1) 長倉三郎他著『化学の世界 [I A]』(平成9年検定済)東京書籍, 1999。
- 2) 長倉三郎他著『新編化学 I B』(平成9年検定済)東京書籍, 1998。
- 3) 長倉三郎他著『化学 I B』(平成9年検定済)東京書籍, 1998。
- 4) 佐野博敏他著『高等学校 改訂 化学 I B』(平成9年検定済)第一学習社, 2003。
- 5) 長倉三郎他著『化学 II』(平成10年検定済)東京書籍, 2003。
- 6) 佐野博敏他著『高等学校 改訂 化学 II』(平成10年検定済)第一学習社, 2003。
- 7) 宮坂千文他編著『ニュースコープ 化学実験 I B + II』東京書籍, 2003。
- 8) 楠山芳章著「化学教育における諸問題と教材開発(1)－高等学校化学教育における実験回数の調査と考察－」『和歌山大学教育学部紀要 教育科学』41(3), 1992, pp. 75-80。
- 9) 斎藤紘一著「高等学校の理科教育における実験の実施状況－全学教育実験科目履修学生と高等学校へのアンケート調査から－」『東北大学大学教育研究センター』9, 2002, pp. 44-55。