

## 一般教育における化学実験の改善

西原 浩・川浪 康弘  
佐々木 信行・高尾 将臣

### 1. はじめに

香川大学は昭和44年10月に一般教育部準備教官会議を発足し、一般教育の責任体制を確立した。この準備教官会議の発足に伴うカリキュラムの改善のひとつとして昭和46年4月から一般教育自然科学実験（物理，化学，生物）を農学部学生を対象に開講してきた。昭和50年代になり、自然に対する探求心の欠如など、学生の意識や行動に大きな変化がみられ、自然科学教育のあり方を検討する機運が高まり、自然科学実験開講9年目を迎えた昭和54年11月に「一般教育自然科学実験における授業システムの開発と指導法の改善」プロジェクトの一環として化学実験についてもアンケート調査を実施した。

次いで、昭和60年4月から高等学校新課程既習者の入学、積年の課題であった地学実験の新設、さらに、昭和61年度からの農学部学部改組という状況を踏まえて、今後の化学実験の指針をたてるために昭和61年1月に第2回目のアンケート調査を実施した。

その結果、次の点に留意して、VTRの導入、「一般化学実験指導書」の作成、実験項目の変更（資料1）などの改善に努めたきた。

- 1) 実験技術の習得と化学の法則，原理の理解の深化
- 2) 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の体得
- 3) 自然の不思議さ，操作の面白さの体験

今回の調査は、この改善した実験内容が学生にどのように受けとめられているかを知るために、また、今後どのような改善の方途があるかを検討するために行ったものである。

## 2. 調査方法

平成元年1月、昭和63年度前期に一般教育化学実験を履修した農学部一年生（農業生産学科12名、生物資源学科32名、農業工学科11名）計55名を対象に、資料1に示すアンケート調査を実施した。なお、アンケートはすべて記名させた。

## 3. 調査結果

アンケート調査の集計結果は資料3に示されている。

### 3.1 高校における履修状況

#### (1) 高校における履修科目

高校で履修した科目のうち化学が一番多く96%、ついで物理71%となっており、理工系科目の履修傾向がみられた。生物は25%、地学は7%と低かった。一方、昭和61年1月に全農学部1年生に実施した調査では理科Iの履修が100%であったのに対し、今回の調査では64%に低下していた。これは共通一次試験の受験科目から理科Iが除外されたことが大きく影響しているのであろう。

#### (2) 高校における興味

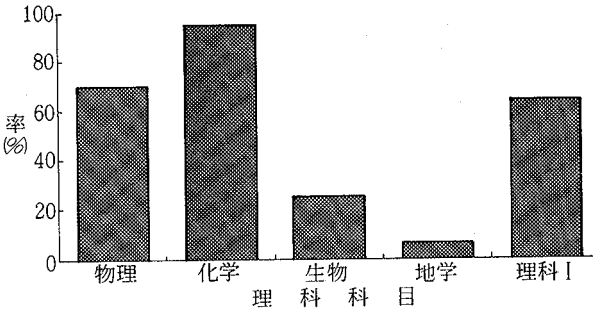
それぞれ高校で履修した理科科目のうち、興味のある科目についての調査では、化学が75%と非常に高かった。次いで生物は32%、物理は18%であった。このことは高校での理科科目の興味、関心が大学での一般教育化学実験の選択に大きな影響を与えていることを示している。化学に次いで履修者の多かった物理に興味を示した者が18%と低率を示したことは農学部に所属する受講生の特徴であろうか。

#### (3) 共通一次試験における受験科目

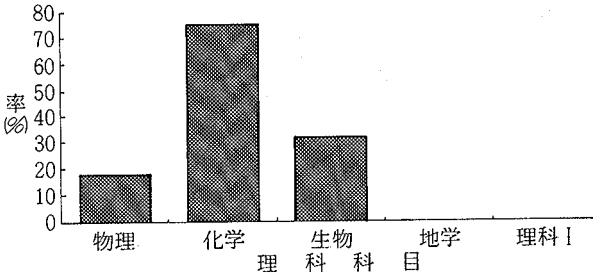
共通一次試験で受験した理科科目は予想通り化学が圧倒的に多く82%と高率を示した。

(4) 二次試験における受験科目

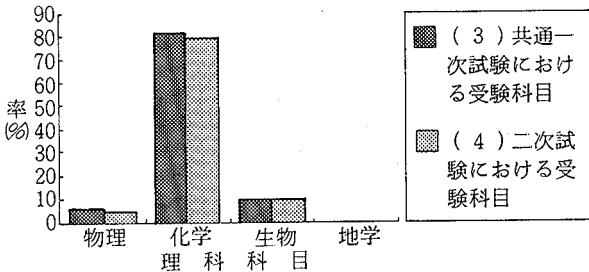
二次試験で受験した理科科目は共通一次試験で受験した科目とほぼ同じで、化学が80%と高率を示したのに対し、生物11%、物理6%、地学0%であった。興味を示した科目と受験科目（共通一次試験および二次試験）が一致したのは当然のことで好ましい傾向といえよう。



3.1 (1) 高校における履修科目



3.1 (2) 高校における興味



3.1 (3) 共通一次試験における受験科目

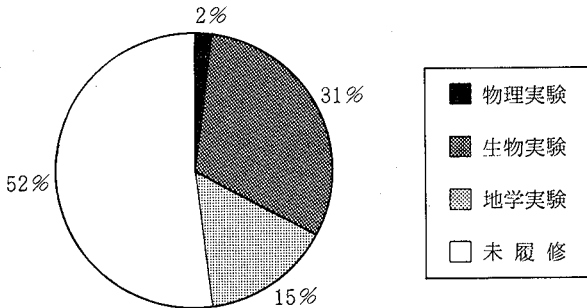
3.2 化学実験における履修状況

(1) 化学実験以外に履修した実験科目

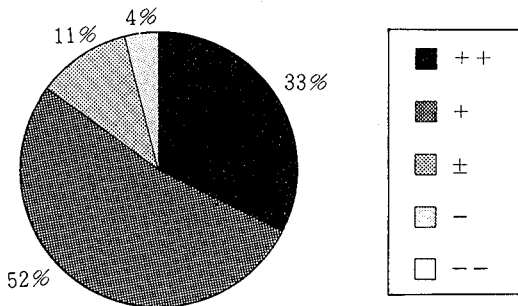
実験科目として前期に化学を履修した学生のうち、後期には48%と約半数の者が他の実験科目を受講したが、前回(昭和61年1月調査)にはほぼ100%の者が受講していたのに比べると大きく減少した。これは昭和61年度の農学部改組による一般教育自然科学実験の必修・指定制度の廃止が大きく影響したのであろう。

(2) 自然科学実験に対する一般的興味

自然科学実験に興味があるとした者は86%で、興味なしと答えた者4%に比べて圧倒的に多かった。これは受講生全員が理工系学部の一つである農学部学生であり、当然とは言え、好ましい傾向といえよう。



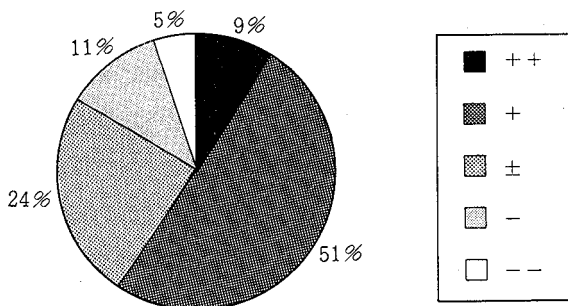
3.2 (1) 化学実験以外に履修した実験科目



3.2 (2) 自然科学実験に対する一般的興味

### (3) 化学実験履修後の全般的感想

前回の調査では前期受講生の中で面白かったとする者が65%、面白くなかったとする者が10%であったのに対し、後期は面白かったとする者が33%に減少し、面白くなかったとする者が33%に増加した。これは前期受講生が化学系学科の学生であるのに対し、後期受講生は全員非化学系の学生であったことによるものと考えられる。昭和61年度の農学部改組にともない一般教育自然科学実験の指定制度が撤廃されることになり、化学系非化学系の区別なく受講するようになった。そこで上記の調査結果をふまえて非化学系の受講生にも興味をもてるように実験内容を改善した。その結果、非化学系受講生が4割を越したにもかかわらず、化学実験履修後の全般的感想として、面白かったとする者が60%と、興味を示した割合が前回の化学系受講生が示した割合を維持できた。しかし、面白くなかったとする者が16%を占めているので、受講生全員に興味をもたすことは無理としても、内容等さらに検討する余地が残されているであろう。



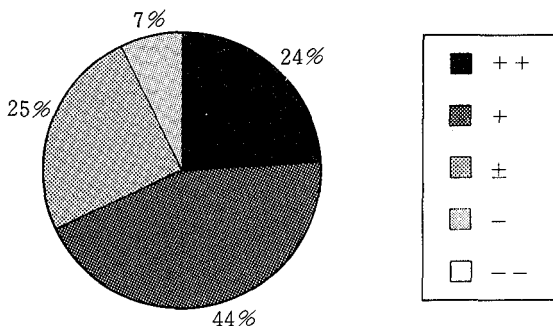
3 2 (3) 化学実験履修後の全般的感想

### 3.3 化学実験履修後の具体的感想

化学実験の感想をさらに詳細に検討するため、次のような(1)~(9)の項目について、賛成(+), 反対(-)として一つを選択させた。

- (1) 「化学にとって実験の必要性は自明のことであり、実験技術の習得ばかりでなく、化学の法則、原理の理解にも効果的であった。」

効果的であったとする者が68%を占めた。これは、例えば陽イオンの定性分析において、いきなり系統分析を始めるのではなく、まず各族の陽イオンについて共通反応、特徴的反応などを調べ、それらの分離方法を考えさせうえて系統分析を行うように改善したことも一因であろう。



3.3 (1)

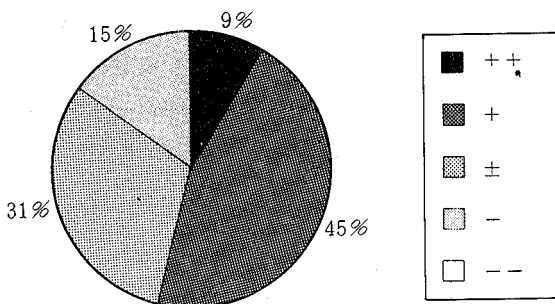
- (2) 「身近な具体的物質の分析などの実験を通じて、事実に基づいて理論を構成するという実証的態度や方法を身につけることができた。」

肯定的な意見が54%であった。陽イオンの定性分析において、あまり見慣れない陽イオンを省いたり、容量分析では、生活に密接な食酢やオキシフルを試料として用いたり、また有機定性分析では、糖やタンパク質などの有機物質の定性分析を実験テーマに加えるなど身近な物質を取り扱うように改善した。この結果、「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」がよく理解されたのではないだろうか。しかし、15%の否定的意見もあるので、今後さらに改善の努力が必要であろう。

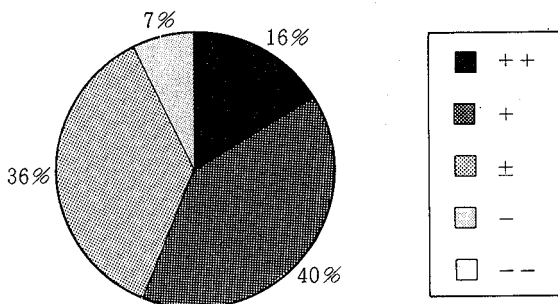
- (3) 「実験によって、自然の不思議さを素直に感じ、操作の面白さ、難しさを直接に味わい、真理の探求、発見という充実感ある過程を体験することができた。」

体験することができたとする者が56%を占めた。例えば、突然色が変化したり、沈殿が析出したりするなど簡単な化学変化において、自然の不思議さを感じ

じているようだ。このことは、高校において化学実験を実際に行った者が少ないということを示している。



3.3 (2)



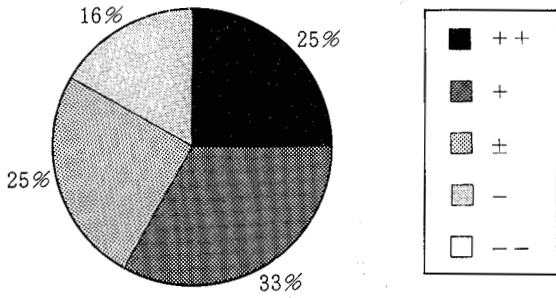
3.3 (3)

(4) 「実験に要する時間が長時間すぎた。」

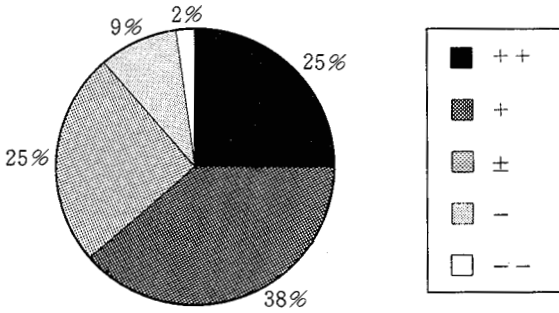
25%の学生が、とくに長時間過ぎると考えている。あとの学習状況の項目にあるように18%の学生がほとんど予習していない。その結果、指導書を一字一句追うため、実験が遅くなる学生もいるので一概にこの評価を受け入れることはできないだろう。さらに実験前の予習を徹底させ、実験方法、操作を十分に理解しておくよう指導を強化する必要があると思われる。なお、学生によっては実験科目が講義に比べ1.5倍の時間を必要とすることに対する認識不足で、時間が長いと考えているのかもしれない。

(5) 「レポートの作成は実験内容の理解に役立った。」

レポート作成には、かなりの時間と労力を必要とするが、6割強の学生が実験内容の理解に役立ったと評価しており、レポート作成の意義を正しく理解できている。一方、11%の学生が否定的に評価しているが、このなかには、おそらく機械的にテキストや友人のレポートの丸写しを行っていた学生の意見もあるだろう。これらの学生に対しては、今後、レポート作成の意義を十分に理解させる必要があるだろう。



3.3 (4)



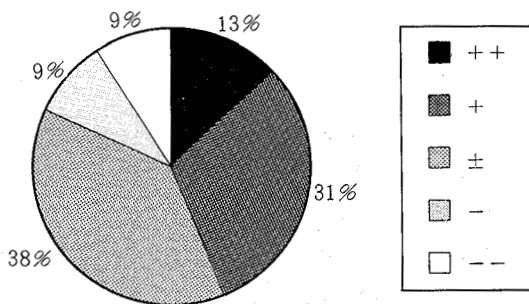
3.3 (5)

(6) 「面接による個人指導は実験内容の理解に役立った。」

質疑,対話などの面接による個別指導を,44%が役立ったと評価している。教



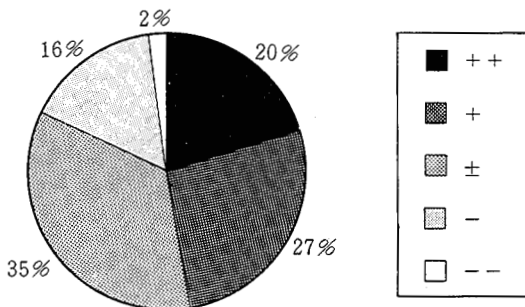
科書的な知識を理解し,暗記するというこれまでの学習過程ではなく,この化学実験が実験結果から理論を構成したり,化学法則,原理を理解するという本来の科学的精神に触れる機会になるように,さらに個別指導の工夫が必要であろう。



3.3 (6)

(7) 「グループ実験より,一人一人の個別実験の方がよく理解できた。」

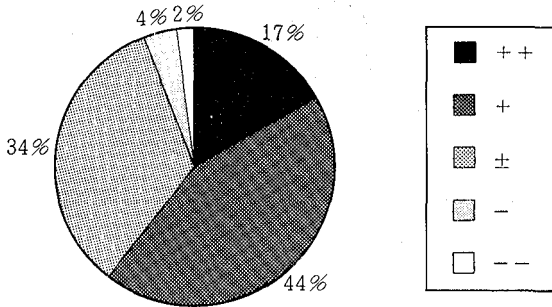
半数近くの者は,個別実験を評価している。高校では実験設備が充分でないなどのため,やむを得ずグループ実験という形態を採っているが,大学の化学実験ではほとんどが個別実験であり,これは実験内容の理解に役立っている。しかし,18%の学生はグループ実験の方を支持しており,これは,他人指向的に実験を進めている学生も少なくないことを示している。



3.3 (7)

(8) 「一般化学実験指導書の説明は、実験を進めるにあたって適切であった。」

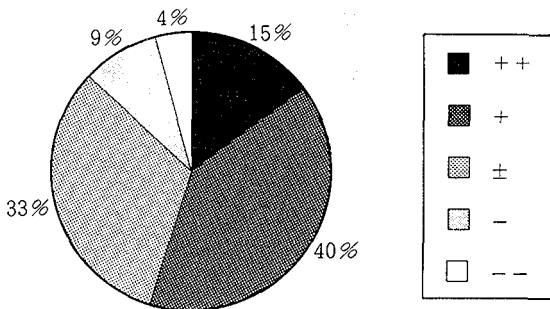
指導書は実験の内容，方法，操作などを簡単にまとめたものであるが，65%の学生が適切であったと評価している。しかし，6%の適切でないという評価もあり，さらに改善が必要であろう。



3.3 (8)

(9) 「VTRによる説明は、実験の方法，操作の理解に役立った。」

化学実験の方法，操作などの説明は文章表現では限界があり，各自の実験台で，器具の扱い方など個別に指導するのが理想であるが，一般実験のように大人数になるとそうもいかない。そこでVTRによる説明を導入しているが，55%の学生が役立ったと評価している。しかし，13%の学生は否定的な評価をしており，今後もVTR教材の内容，利用方法について検討の余地があると思われる。



3.3 (9)

### 3.4 学習状況

#### (1) 予習における指導書の活用

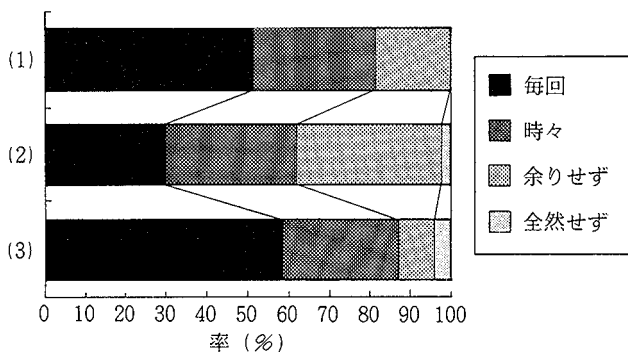
実験前の予習として指導書を毎回利用した者が51%と半数を越し、時々利用した者と合わせると82%の者が指導書を利用していることが分かった。指導書は実験の内容・方法を簡潔にまとめたものであるが、このように利用度の高いことは前期の化学実験履修後の具体的感想の(8)にもあるように、実験を進めるにあたって指導書の内容が適切であり、役に立ったことを表している。同時に大半の者が実験の方法・操作についてはある程度理解して、実験に臨んでいることを示している。

#### (2) 予習におけるテキストの活用

予習にあたってその理解を深めるのに指導書以外にテキストを読んだ者は毎회가29%、時々を含めて62%であり、予習時のテキストの利用が指導書の利用に比べると利用状況が低くなっている。これは実験の内容や原理を充分把握せず、機械的に操作を進めている者も少なくないことを示しているといえよう。

#### (3) レポート作成におけるテキストの活用

(2)と異なり、実験後のレポート作成にあたっては、半数以上の58%の者が毎回テキストを利用していた。時々と合わせると実に87%の者が利用したこと



3.4 学習状況

なる。これは、レポートには「方法」や「結果」だけでなく、一つの実験を進めるにあたって何故このような方法を採用するのか、何故このような変化が起こるのか、得られた結果に対してどう考えたらよいのか、等の「考察」を書くよう指導しているからであろう。レポート作成にあたってテキストの参照は、各自の行った実験の内容の理解に大いに役立っているようである。

#### 4. まとめ

一般教育化学実験の改善に関する調査を行い、以下のようなことが明らかになった。

- 1) 化学実験受講者は、ほぼ全員高校で化学を履修し、共通一次試験および二次試験においても8割以上が化学を選択していた。
- 2) 昭和61年度農学部改組に伴う一般教育自然科学実験の必修・指定制度の撤廃により、化学系、非化学系の区別なく受講する制度に変更したにもかかわらず、化学実験履修後の学生の感想は良好な結果を示した。これは、今回の改善の成果であろうと推定される。
- 3) 化学実験履修後の具体的感想として、今回の改善の留意点であった「実験技術の習得と化学法則、原理の理解の深化」、「実証的態度や方法の習得」、「自然の不思議さ、面白さの体験」については、肯定的な回答が過半数を越えた。また、レポートの作成、面接による個別指導は実験内容の理解に役立っている。今回作成した指導書、VTR教材は、実験方法、操作の説明に効果があったようだ。
- 4) 予習、レポート作成にあたって指導書、テキストの利用状況は概ね好ましい傾向にあった。

今後、指導書、VTR教材の一層の改善に努め、またレポート作成時に他の参考文献をも活用させ、データの評価、実験結果の客観化など幅広い学習になるよう指導していきたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) 近藤浩二, 堀地 武, 西原 浩, 稲積章生, 須永哲雄, 高橋良平; 「一般教育自然

科学実験と学生の実態Ⅰ—アンケート調査にみる学生の実態—」香川大学一般教育研究，第18号，p57，1980。

- 2) 昭和59，60年度大学教育方法等改善プロジェクト「一般教育科目および外国語科目における授業システムの開発と指導法の改善」，一般教育部，一般教育における授業改善調査報告書，高尾将臣，「Ⅳ 実験科目の改善」，p24，昭和61年3月。

#### 資料Ⅰ．一般化学実験の実験テーマ

##### (改善前)

- ・第Ⅰ族陽イオンの分析
- ・第Ⅱ族，銅族陽イオンの分析
- ・第Ⅱ族，スズ族陽イオンの分析
- ・未知検液
- ・第Ⅲ族陽イオンの分析
- ・第Ⅳ族陽イオンの分析
- ・未知検液
- ・第Ⅴ族陽イオンの分析
- ・第Ⅵ族陽イオンの分析
- ・陰イオンの分析
- ・陰イオンの分析

##### (改善後)

- ・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

資料 2. アンケート

一般化学実験科目に関するアンケート調査

このアンケート調査は、一般教育課程における化学実験の改善に資するための基礎調査の一部として昭和63年度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。回答は、すべて所定の右側回答欄に記入して下さい。

回答欄

\_\_\_\_\_学部\_\_\_\_\_学科  
\_\_\_\_\_学年 番号\_\_\_\_\_  
氏名\_\_\_\_\_

I. 高等学校での履修に関する調査

1. 高等学校で履修した理科の科目はどれですか。回答欄に記載した科目のうち該当する科目を○で囲みなさい。
2. 高等学校で履修した理科の科目のうち、興味のある科目を一つ○で囲みなさい。
3. 共通一次試験で受験した理科の科目を○で囲みなさい。
4. 二次試験で受験した理科の科目を○で囲みなさい。

I.

- |       |       |
|-------|-------|
| 1. 理科 | 化学    |
|       | 生物 地学 |
|       | 理科 I  |
| 2. 物理 | 化学    |
|       | 生物 地学 |
|       | 理科 I  |
| 3. 物理 | 化学    |
|       | 生物 地学 |
| 4. 物理 | 化学    |
|       | 生物 地学 |

II. 一般化学実験科目の履修に関する調査

1. 化学以外に履修した実験科目はどれですか。○で囲みなさい。
2. 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5つのうちから1つ選んで記号を○で囲みなさい。
3. 化学実験科目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5つのうちから1つ選んで記号を○で囲みなさい。
4. 化学実験科目を履修して、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、賛成(+), 反対(-)として、一つ選んで○をつけなさい。

II.

- |                |       |
|----------------|-------|
| 1. 物理学実験       |       |
|                | 生物学実験 |
|                | 地学実験  |
| 2. ++ + ± - -- |       |
| 3. ++ + ± - -- |       |
| 4.             |       |

- |  |                 |
|--|-----------------|
| (1)化学にとって実験の必要性は自明のことであり、実験技術の習得ばかりでなく、化学の法則、原理の理解にも効果的であった。             | (1) ++ + ± - -- |
| (2)身近な具体的物質の分析などの実験を通じて、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。           | (2) ++ + ± - -- |
| (3)実験によって、自然の不思議さを素直に感じ、操作の面白さ、難しさを直接に味わい、真理の探求、発見という充実感ある過程を体験することができた。 | (3) ++ + ± - -- |
| (4)実験に要する時間が長時間すぎた。  | (4) ++ + ± - -- |
| (5)レポートの作成は実験内容の理解に役立った。   | (5) ++ + ± - -- |
| (6)面接による個別指導は実験内容の理解に役立った。   | (6) ++ + ± - -- |
| (7)グループ実験より、一人一人の個別実験の方がよく理解できた。   | (7) ++ + ± - -- |
| (8)一般化学実験指導書の説明は、実験を進めるにあたって適切であった。                                      | (8) ++ + ± - -- |
| (9)VTRによる説明は、実験の方法、操作の理解に役立った。   | (9) ++ + ± - -- |

5. 学習状況に関する項目について、次の回答のうち一つを選んで回答欄の番号を○で囲みなさい。

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| (1)実験前に一般化学実験指導書を読むなどの予習をしましたか。      | 1. 毎回    2. 時々<br>3. あまりしなかった<br>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。 | 1. 毎回    2. 時々<br>3. あまりしなかった<br>4. 全然しなかった |
| (3)実験後、レポートの作成にあたってテキストを十分に活用しましたか。  | 1. 毎回    2. 時々<br>3. あまりしなかった<br>4. 全然しなかった |

## 資料3. アンケート調査の集計結果

表 I - 1 高校で履修した理科学科目

科目	農業生産学科		生物資源学科		農業工学科		全 体	
	名	%	名	%	名	%	名	%
物 理	8名	67%	23名	72%	8名	73%	39名	71%
化 学	12	100	31	97	10	91	53	96
生 物	3	25	10	31	1	9	14	25
地 学	0	0	3	9	1	9	4	7
理科 I	8	67	21	66	6	55	35	64

表 I - 2 高校で興味のある科目

科目	農業生産学科		生物資源学科		農業工学科		全 体	
	名	%	名	%	名	%	名	%
物 理	0名	0%	6名	19%	1名	9%	7名	18%
化 学	11	92	20	63	9	82	40	75
生 物	1	8	6	19	1	9	8	32
地 学	0	0	0	0	0	0	0	0
理科 I	0	0	0	0	0	0	0	0

表 I - 3 共通一次試験の受験科目

科目	農業生産学科		生物資源学科		農業工学科		全 体	
	名	%	名	%	名	%	名	%
物 理	0名	0%	4名	13%	0名	0%	4名	7%
化 学	11	92	23	72	11	100	45	82
生 物	1	8	5	16	0	0	6	11
地 学	0	0	0	0	0	0	0	0

表 I - 4 二次試験の受験科目\*

科目	農業生産学科		生物資源学科		農業工学科		全 体	
	名	%	名	%	名	%	名	%
物 理	0名	0%	3名	9%	0名	0%	3名	6%
化 学	11	92	23	72	10	91	44	80
生 物	1	8	5	16	0	0	6	11
地 学	0	0	0	0	0	0	0	0

\* 理科以外の教科を受験した者がいるので、合計が必ずしも100%になっていない。



表Ⅱ-1 昭和63年度後期履修した実験科目

科目	農業生産学科		生物資源学科		農薬工学科		全 体	
	名	%	名	%	名	%	名	%
物 理	0	0%	1	3%	0	0%	1	2%
生 物	6	50	11	34	0	0	17	31
地 学	0	0	2	6	6	55	8	15
未履修	6	50	18	56	5	45	29	52

表Ⅱ-2 自然科学実験への興味

	農業生産学科		生物資源学科		農薬工学科		全 体	
	名	%	名	%	名	%	名	%
++	2	17%	12	38%	4	36%	18	33%
+	8	67	17	53	4	36	29	53
±	2	17	3	9	1	9	6	11
-	0	0	0	0	2	18	2	4
--	0	0	0	0	0	0	0	0

表Ⅱ-3 化学実験履修後の全般的感想

	農業生産学科		生物資源学科		農薬工学科		全 体	
	名	%	名	%	名	%	名	%
++	2	17%	2	6%	1	9%	5	9%
+	5	42	17	53	6	55	28	51
±	3	25	8	25	2	18	13	24
-	1	8	4	13	1	9	6	11
--	1	8	1	3	1	9	3	5

表Ⅱ-4 化学実験履修後の具体的感想

		農業生産学科		生物資源学科		農業工学科		全 体	
(1)	++	1名	8%	10名	31%	2名	18%	13名	24%
	+	10	83	9	28	5	45	24	44
	±	1	8	10	31	3	27	14	25
	-	0	0	3	9	1	9	4	7
	--	0	0	0	0	0	0	0	0
(2)	++	3	25	1	3	1	9	5	9
	+	6	50	15	47	4	36	25	45
	±	2	17	10	31	5	45	17	31
	-	1	8	6	19	1	9	8	15
	--	0	0	0	0	0	0	0	0
(3)	++	2	17	6	19	1	9	9	16
	+	6	50	11	34	5	45	22	40
	±	4	33	12	38	4	36	20	36
	-	0	0	3	9	1	9	4	7
	--	0	0	0	0	0	0	0	0
(4)	++	3	25	7	22	4	36	14	26
	+	4	33	12	38	2	18	18	33
	±	2	17	11	34	1	9	14	26
	-	3	25	2	6	4	36	9	16
	--	0	0	0	0	0	0	0	0
(5)	++	2	17	11	34	1	9	14	26
	+	6	50	14	44	1	9	21	38
	±	2	17	6	19	6	55	14	26
	-	2	17	1	3	2	18	5	9
	--	0	0	0	0	1	9	1	2

		農業生産学科		生物資源学科		農業工学科		全 体	
		名	%	名	%	名	%	名	%
(6)	++	2名	17%	4名	13%	1名	9%	7名	13%
	+	4	33	10	31	3	27	17	31
	±	5	42	13	41	3	27	21	38
	-	0	0	4	13	1	9	5	9
	--	1	8	1	3	3	27	5	9
(7)	++	4	33	7	22	0	0	11	20
	+	3	25	7	22	5	45	15	27
	±	3	25	12	38	4	36	19	35
	-	2	17	6	19	1	9	9	16
	--	0	0	0	0	1	9	1	2
(8)	++	1	8	9	28	0	0	10	18
	+	8	67	13	41	5	45	26	47
	±	3	25	13	41	4	36	20	36
	-	0	0	1	3	1	9	2	4
	--	0	0	0	0	1	9	1	2
(9)	++	5	42	3	9	0	0	8	15
	+	4	33	16	50	2	18	22	40
	±	3	25	7	22	8	73	18	33
	-	0	0	5	16	0	0	5	9
	--	0	0	1	3	3	9	2	4

表Ⅱ-5 学習状況

## (1) 予習時の指導書の活用

	農業生産学科		生物資源学科		農業工学科		全 体	
	名	%	名	%	名	%	名	%
毎 回	3名	25%	19名	59%	6名	55%	28名	51%
時 々	4	33	10	31	3	27	17	31
余 り	5	42	3	9	2	18	10	18
全 然	0	0	0	0	0	0	0	0

## (2) 予習時のテキストの活用

	農業生産学科		生物資源学科		農業工学科		全 体	
	名	%	名	%	名	%	名	%
毎 回	2名	17%	9名	28%	5名	45%	16名	29%
時 々	4	33	10	31	4	36	18	33
余 り	6	50	12	38	2	18	20	36
全 然	0	0	1	3	0	0	1	2

## (3) レポート作成時のテキストの活用

	農業生産学科		生物資源学科		農業工学科		全 体	
	名	%	名	%	名	%	名	%
毎 回	8名	67%	18名	56%	6名	55%	32名	58%
時 々	1	8	11	34	4	36	16	29
余 り	1	8	3	9	1	9	5	9
全 然	1	8	1	3	0	0	2	4