

目 次

1. はじめに	1
2. 全学共通科目化学実験科目の現状	2
3. アンケート調査の概要	8
4. 「分析化学及び環境化学実験」(実験1)について	
4-1. 数値回答とその特徴	9
4-2. 自由記載	14
5. 「合成及び測定実験」(実験2)について	
5-1. 数値回答とその特徴	21
5-2. 自由記載	26
6. 化学実験科目改善に向けて	32
6-1. 両実験科目の特色づけ	32
6-2. 「基礎化学」実験(1回生実験)の改善	33
6-3. 「アドバンス化学」実験(2回生実験)の改善	34
巻末資料1: 「分析化学及び環境化学実験」(実験1) アンケート用紙	35
巻末資料2: 「合成及び測定実験」(実験2) アンケート用紙	37

1. はじめに

全学共通科目化学系実験科目〔分析化学及び環境化学実験〕(実験 1) と〔合成及び測定実験〕(実験 2) は、それぞれ教養部当時の「一般化学及び同実験 1 (1 回生向け)」と「一般化学及び同実験 2 (2 回生向け)」を継承した長い歴史を有する授業科目であり、下表に示すように開講数、これを支える教員団の規模からも京都大学における初習化学系科目の大きな柱であると言える。講義授業に比較すれば履修者数は多くはないが、受講者一人に一つの独立した実験スペースと一組の実験器具を与え、はじめから終わりまで一人で実験を行なわせる授業スタイルを考えれば、きわめて大掛かりな授業であると言える。

平成 16 年度化学実験集計		
	〔分析化学及び環境化学実験〕(実験 1)	〔合成及び測定実験〕(実験 2)
授業数	10	8
履修者数	983	388
総合人間学部、理学部、医学部保健学科、薬学部、工学部、農学部、非常勤教員あわせて、年間延べ 134 人の教員が担当。		

2004 年 4 月京都大学の国立大学法人への移行と時を同じくして、実験 1 と実験 2 にも大きな転換が迫られてきた。非常勤教員削減の要請、逆に充実が可能となったティーチングアシスタントの運用方法の確立、工学部桂キャンパス移転に伴う学内兼担教員の負担感の増大、特色ある大学教育プログラムの全学的取り組みへの参画、労働安全衛生法の下での教職員及び学生についての安全管理の徹底がその直接的契機であった。しかし本質的には、大学教育における質の保証の観点から大学初年度の学生に対する化学実験教育は如何にあるべきか、高等学校学習指導要領の変更は新入生の学力にどのような影響を及ぼしているか、それを踏まえて学部専門教育への導入教育は如何にあるべきか、今それらについて根本的な問が発せられていると考える。その中で、現行実験の内容が学部専門科目の導入として必ずしもふさわしいものではないのではないか、運用方法にも問題があるのではないかという意見も確かにあった。大学教育全体の中で適切な全学共通科目化学系授業のあり方については、全学共通教育システム委員会の化学部会で継続的に審議されているだけでなく、2004 年 12 月高等教育研究開発推進機構及び基礎教育専門委員会主催の「理系基礎教育・実験教育」ワークショップで集中的に議論された。このような状況のもと、本実験の提供主体である大学院・人間環境学研究所化学部会は、本実験のあるべき姿を明らかにするため履修学生に対してアンケートを実施した。提供する側の視点から離れ、実験授業を履修する学生がどのような意義を見出し、またどのような点を問題視しているか明らかにしたいと考えた。

本報告ではまず全学共通科目化学系科目を整理し、その中で実験 1 と実験 2 が占める位置を明らかにすることから始める。そこでは、授業を提供する総合人間学部の考え、これら授業を利用する各学部の考え、及び履修学生の動向を各種資料に基づいて明らかにしたい。続いて、今回実施した履修生アンケート結果を報告し、履修生の考えを整理して授業改善の方向性を議論する。

2. 全学共通科目化学実験科目の現状

全学共通科目化学系科目は平成 16 年度（2004 年）において総数 25 科目（115 コマ，1 コマ＝半期 1 講時）に及び，総合人間学部，理学部をはじめとして多くの部局が多様な科目を提供している。これらを「基礎化学」，「アドバンス化学」，「一般化学・概論」に分類・整理し，化学実験科目の位置づけを明らかにする。

○ 基礎化学

1 回生を主な対象として，かつクラス指定を基本として開講する科目がこの分類に属し，学部専門科目の基礎と位置づけられる。講義科目としては，基礎物理化学 A・B と基礎有機化学 A・B が「基礎化学」の中心であり，理系各学部学科はこれらを「必修」あるいは「推奨」に指定している。化学の色彩の強い学部学科では，学部教員が授業を担当して自学部のクラスに対して開講している。その際，薬学物理化学（薬学部），医療有機化学 A・B（医学部保健学科）と当該学部の特徴的な科目名を冠している場合がある。理学部教員は自学部学生の他に，化学から少し遠い分野の学部学科のクラスも担当している。総合人間学部も理学部と同じ状況であるが，どの授業でも自学部学生の履修は 20 名を超えることはない。実験科目に目を転じれば，「分析化学及び環境化学実験」（実験 1）がこの分類に属すると言える。提供部局は総合人間学部であるが，本実験が京都大学の多くの部局に支えられ運営されていることは既に述べたとおりである。

平成 16 年度「基礎化学」授業数			
授業科目	提供部局	授業数	コマ数
基礎物理化学 A・B	総合人間学部	6 (A)，6 (B)	12
	理学部	6 (A)，6 (B)	12
	工学部	4 (A)，4 (B)	8
薬学物理化学	薬学部	1	1
基礎有機化学 A・B	総合人間学部	6 (A)，6 (B)	12
	理学部	2 (A)，2 (B)	4
	工学部	4 (A)，4 (B)	8
	薬学部	1 (A)，1 (B)	2
医療有機化学 A・B	医学部保健学科	1 (A)，1 (B)	2
分析化学及び環境化学実験（実験 1）	総合人間学部	10	20

○ アドバンス化学

この分類の科目は 2 回生を主な対象として，高度で専門的な化学を学習しようとする学生を対象としている。「アドバンス化学」に分類される講義科目は，基礎物理化学及び基礎有機化学等から発展した内容を解説することを目的としており，学部教育に直結する内容を含む。その一方，学部での化学専門教育とは無関係に，この時期に高度な化学を学習したいと考える学生の履修を期待するものもある。実験科目である「合成及び測定実験」（実験 2）は「分析化学及び環境化学実験」（実験 1）に比べ高度で多彩な内容を含み，「ア

ドバンス化学」に分類される。

平成 16 年度「アドバンス化学」授業数			
授業科目	提供部局	授業数	コマ数
無機化学入門 A・B	総合人間学部	1 (A), 1 (B)	2
構造有機化学入門	総合人間学部	1	1
反応有機化学入門	総合人間学部	1	1
物理化学 (量子化学) A・B	理学部	1 (A), 1 (B)	2
環境生物・化学	工学部	1	1
合成及び測定実験 (実験 2)	総合人間学部	8	16

○ 一般化学・概論

教養科目としての化学授業であり、提供部局の特色を前面に押し出した講義もある。その中で総合人間学部が提供する化学概論と環境化学概論は文系学生を対象としたもので、これらは文系学生の B 群科目に関する卒業要件を満たすことを念頭に提供している。

平成 16 年度「一般化学・概論」授業数			
授業科目	提供部局	授業数	コマ数
化学概論 A・B	総合人間学部	2 (A), 2 (B)	4
環境化学概論 A・B	総合人間学部	1 (A), 1 (B)	2
現代化学入門 A・B	理学部	1 (A), 1 (B)	2
薬学概論	薬学部	1	1
量子リサイクル化学	原子炉実験所	1	1

以上のように、実験 1 は理系 1 回生を主な対象とする「基礎化学」として、実験 2 は理系 2 回生を主な対象とする「アドバンス化学」として開講されているが、その性格づけはそれらのシラバスからも明らかである。以下にシラバス抜粋を記載して、それら実験科目の目的と内容を説明する。

履修生の高等学校における化学実験の経験については、スーパーサイエンスハイスクールの取り組みあるいは化学クラブ等を通して十分体験したものから、ペーパーテストを念頭に置いた受験化学教育を重視するため一切経験していないものまで実に多様であり、このことは後のアンケート結果でも明らかになる。[分析化学及び環境化学実験] (実験 1) は初習化学実験科目としての性格上、まったく無経験の学生でも履修に支障がないようにテーマを設定し、シラバスでも「履修要件なし」としている。すなわち、高等学校化学教科書でも紹介されている無機定性分析をテーマとして、どのような学生でも実験授業にスムーズに入っていけることを第一条件としている。それと同時に積み上げ方式で実験を繰り返し、実験課題に多種類の無機

金属イオンを網羅してそれらの性質を系統的に調べることから、分析化学、無機化学の基礎を体系的に築き上げることを目指している。

(科目名) 分析化学及び環境化学実験				
(英訳) Analytical and Environmental Chemistry Experiments				
群	単位数	授業形態	対象回生	対象学生
B 群	2 単位	実験	主として 1 回生	理系向き
(授業のテーマと目的) 物質をあつかう学問である化学において、ある物質がどのような元素や原子団を含んでいるかを調べること(定性分析)は、最も基本的な仕事である。本実験では、定性分析の基本的な考え方や操作を修得するとともに、環境化学におけるそれらの応用について実験を行う。				
(授業計画と内容) 1. 無機金属イオンの系統分析の考え方とその基礎理論 2. 難溶性水酸化物 ($\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$) の生成, 熟成, ろ過, 遠心分離。溶解度積の理論 3. 難溶性の塩化物 (AgCl , PbCl_2), 硫化物 (CuS , PbS , Bi_2S_3 , SnS_2 , ZnS , MnS , NiS , CoS), 炭酸塩 (CaCO_3 , SrCO_3 , BaCO_3) の生成 4. 両性水酸化物生成における緩衝溶液の利用, pH 試験紙の使用, 有機色素 (アルミノン, マグネソン) を使ったレーキ生成 5. 酸化還元反応を利用した金属イオンの分離・確認 (Cr , Mn , Bi) 6. 錯イオンやキレート生成による金属イオンの分離・確認 (Ag , Cu , Co , Ni), 有機溶媒を用いた中性錯体の抽出 (Cr , Sn) 7. 高温反応による複合酸化物の生成 (CoAl_2O_4) 8. 未知試料の系統分析 9. 沈殿生成を利用した重金属廃液の処理 実験設備や所要時間を考慮し、以上の内容をくみあわせて、十数回の実験を行う。 (成績評価の方法) 実験態度とレポートの評価による。				
(履修要件) なし				
(教科書) 京都大学総合人間学部編 『無機定性分析実験』(共立出版) ISBN:4-320-04336-7				

一方、[合成及び測定実験]（実験 2）は「アドバンス化学」の性格上、履修要件を「分析化学及び環境化学実験を履修している事が望ましい。」としている。テーマはアラカルト方式で多種類の器具を使用させ、定量実験まで組み入れて数値の取り扱いも指導している。また、履修生一人ひとりに実習させることはしていないが、NMR スペクトル等機器分析の解説も行なっている。実験 2 では学部専門教育の実験科目のテーマと一部重複するものがある。

（科目名）合成及び測定実験				
（英訳）Synthetic and Quantitative Chemical Experiments				
群	単位数	授業形態	対象回生	対象学生
B 群	2 単位	実験	主として 2 回生	理系向き
（授業のテーマと目的）				
1. 有機・無機化合物の合成に必要な基礎的実験法を習得する。				
2. 分析化学・物理化学の定量実験に必要な手法とデータ解析法について習得する。				
（授業計画と内容）				
I. 基本操作				
実験に必要な基本操作の解説と実習，データ解析法の解説と実習				
II. 合成実験				
アニリンのアセチル化，ホフマン反応，ハロゲン化反応，色素と蛍光				
コバルトアンミン錯体の合成，ニトリトおよびニトラト錯体の合成				
III. 測定実験				
中和滴定，ヨードメトリー，キレート滴定，吸着量の測定				
酸化反応速度の測定，加水分解反応速度の測定				
（成績評価の方法）				
出席率とともに，レポート内容，実験態度によって評価する。				
（履修要件）				
[分析化学及び環境化学実験] を履修している事が望ましい。				
（教科書）				
大学院人間・環境学研究科化学部会編 『合成及び測定実験』				

次に、各学部学科における卒業単位としての化学実験科目の位置づけを述べ、同時に平成 16 年度における各実験科目の履修者数を記載する。なお、科目推奨については各学部学科でその呼称も異なり、卒業要件としての重みも微妙に異なるが、ここでは一律に「推奨」とする。

理系学部学科の大半が実験 1 の履修を推奨しており、学生定員と履修者数を比較すると学生も推奨の指示に従って履修していると考えられる。逆に推奨指定がない場合履修は限られたものになり、少数の強い学習意欲を有する学生や教員免許の要件となる単位取得を目指した学生だけが履修していると考えられる。医学

部保健学科には看護学，検査技術科学，理学療法学，作業療法学の4専攻があり，そのうち検査技術科学専攻（定員 37）のみに推奨されている。このことを考慮すると，医学部保健学科学生の履修率はきわめて高いと考えられる。必修となっている工業化学科学生の履修率が 100%であるのは当然のことである。

分析化学及び環境化学実験（実験 1）					
学部	学科	定員	推奨・必修	履修者数	
総合人間学部		130	指定なし	11	
理学部		301	推奨	152	
医学部	医学科	100	指定なし	1	
	保健学科	143	推奨	42	
薬学部		80	推奨	61	
工学部	地球工学科	185	推奨	147	626
	物理工学科	235	推奨	212	
	電気電子工学科	130	推奨	26	
	工業化学科	235	必修	241	
農学部	資源生物科学科	94	指定なし	6	89
	応用生命科学科	47	推奨	43	
	地域環境工学科	37	指定なし	1	
	森林科学科	57	推奨	12	
	食品生物学科	33	推奨	27	
教育学部		60	指定なし	1	
合計履修者数				983	

実験 2 の履修を推奨する学部学科は実験 1 に比べると少なくなる。実験 2 を推奨する学部学科のほとんどは実験 1 も推奨しており、この事実は、実験テーマ・内容から前者を「アドバンス化学」、後者を「基礎化学」に分類したことに一致する。の中で、農学部資源生物科学科は実験 2 だけを推奨する例外的なケースである。学生の履修率が実験 1 に比べ低下するのは、推奨科目についての卒業要件を 1 回生のうちに満たしているためと考えられる。理学部履修者数は専門分属の際に化学分野を選択する学生数にほぼ一致している。推奨指定がない場合の履修及び必修学生の履修率については実験 1 の場合と同様である。工学部工業化学科は実験 2 も必修として課している。

合成及び測定実験（実験 2）					
学部	学科	定員	推奨・必修	履修者数	
総合人間学部		130	指定なし	14	
理学部		301	推奨	50	
工学部	地球工学科	185	指定なし	3	247
	物理工学科	235	推奨	5	
	電気電子工学科	130	推奨	6	
	工業化学科	235	必修	233	
農学部	資源生物科学科	94	推奨	26	76
	応用生命科学科	47	推奨	36	
	地域環境工学科	37	指定なし	5	
	森林科学科	57	指定なし	4	
	食品生物学科	33	指定なし	5	
教育学部		60	指定なし	1	
合計履修者数				388	

集計表に示していないが、出席を重視する実験科目の特徴で両実験科目の単位取得率は極めて高い、その中であって実験 2 では単位取得率が若干低い値となるが、これは単位を取得しようとして不合格になるためではない。一応履修登録したが卒業要件を他で満たしているので、履修を途中で放棄するという場合がほとんどである。実験台の関係から定員を定めており、これを超える場合履修を断っている現実があり、何らかの措置が必要と考えている。

3. アンケート調査の概要

2005 年 1 月実験 1 及び実験 2 の後期履修者に対して、それぞれの授業中にアンケート用紙を配布し、月末に設定した期日までに実験準備室に設置した箱に投函するよう依頼した。回答は無記名とし、学年と所属だけを記載するようにした。両実験履修者に対するアンケート内容は一部を除きほぼ同じで、前半は質問に関する評価等を 5 段階（一部 3 段階）の数値で回答するもので、後半は項目ごとに自由記載で回答するものである。下に回答数一覧を示す。

回答数一覧〔分析化学及び環境化学実験〕（実験 1）			
学部	学科	1 回生	2 回生以上
総合人間学部		7	-
理学部		45	1
薬学部		24	1
工学部	地球工学科	19	1
	物理工学科	51	-
	電気電子工学科	10	1
	工業化学科	54	-
農学部	資源生物科学科	3	-
	地域環境工学科	1	-
記載なし		1	1
合計		215	5
合計回答数（回答率）		220（48%）	
後期履修者数		456	

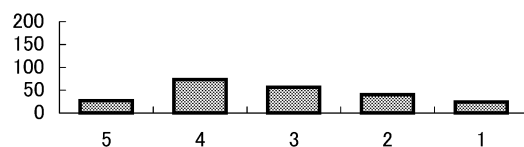
回答数一覧〔合成及び測定実験〕（実験 2）		
学部	学科	2 回生
総合人間学部		5
理学部		16
工学部	工業化学科	20
農学部	応用生命科学科	18
	森林科学科	1
	食品生物学科	1
	学科記載なし	1
合計回答数（回答率）		62（34%）
後期履修者数		180

4. 「分析化学及び環境化学実験」(実験1)について

4-1. 数値回答とその特徴

1. 高等学校では自分自身が試薬やガラス器具を手にする化学実験を経験しましたか。

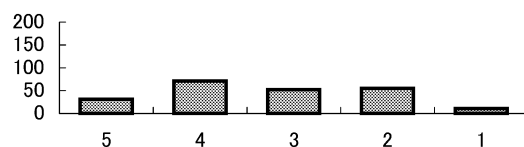
5	27	十分経験した
4	73	
3	56	
2	40	
1	24	まったく経験しなかった
総数	220	



履修生の実験に対する経験がまちまちであることは従来から認識しており、この認識を本実験の基本的スタンスに据えている。回答が「まったく経験しなかった」から「十分経験した」まで広く分布している事実は、この認識を改めてサポートするものである。

2. 実験1が始まるころ、試薬やガラス器具の扱いが不慣れで戸惑いはありましたか。

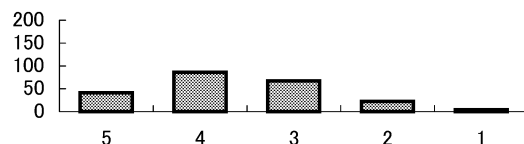
5	31	まったく戸惑わなかった
4	71	
3	52	
2	55	
1	11	大変戸惑った
総数	220	



本実験は遠心機以外のごく基本的な化学実験器具を用いるテーマを取り入れている。それにもかかわらず「大変戸惑った」の回答がかなりある。化学実験の経験がまったくない履修生を念頭に置いて実験を設計すべきであることを再確認しなければならない。

3. 各金属イオンの性質を調べる族分離、族内分離の基本実験は興味深かったですか。

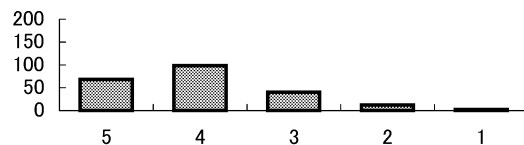
5	41	大変興味深かった
4	86	
3	67	
2	22	
1	4	まったく興味を持てなかった
総数	220	



表面的な実験手順だけを見れば、金属イオンの基本実験はよく似た操作の繰り返しである。それにもかかわらず回答の分布が「興味深い」に片寄っている事実は、履修者が操作の裏にある化学の本質まで思慮をめぐらして、物質の形態変化を観察しているためと考える。

4. 未知試料中の金属イオンを同定する実験は興味深かったですか。

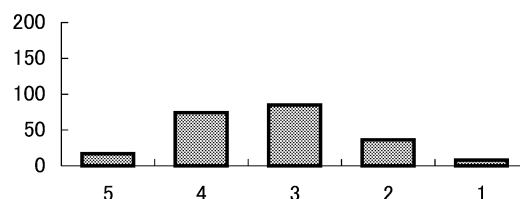
5	68	大変興味深かった
4	98	
3	40	
2	12	
1	2	まったく興味を持てなかった
総数	220	



回答の分布は基本実験よりさらに「興味深い」に片寄っている。履修生の生の声でもこのことは以前から確かめられている。マニュアル通りに操作を繰り返す基本実験に比べ、履修者自身が判断を下しながら実験を進める方に強い興味を持つことが再確認された。

5. 実験1によって金属イオンの基本的性質は理解できましたか。

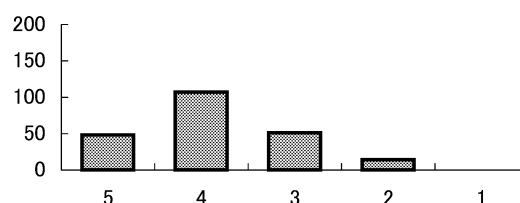
5	17	十分理解できた
4	74	↕
3	85	
2	36	
1	8	まったく理解できなかった
総数	220	



回答は平均的な分布となっている。しかし、本実験では各イオンの性質のかなり細かい差異まで利用して分離を実現しており、その本質まで理解することは1回生にはかなり高いハードルであるため、教員が想定している理解度に達しているかは別問題である。

6. 実験1によって化学実験操作法は習得できましたか。

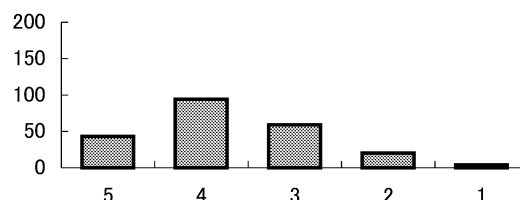
5	48	十分習得できた
4	107	↕
3	51	
2	14	
1	0	まったく習得できなかった
総数	220	



実験の内容に関する質問5の結果よりも、この実験操作に関する回答分布はより「習得できた」方に片寄っている。本実験が混合、攪拌、加熱、ろ過等基本的操作の繰り返しを重視していることがその理由と考えられる。

7. 実験1によって化学実験レポートの書き方は訓練できましたか。

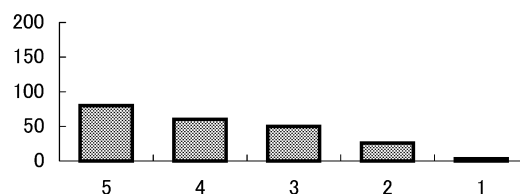
5	43	十分訓練できた
4	94	↕
3	59	
2	20	
1	4	まったく訓練できなかった
総数	220	



化学実験のレポートを書くこともまったく初めての経験であるとして、実験レポートに求められる最低限の要件は満たしたレポートを書けることを眼目に置いてレポート指導している。そのレベルにおいて「かなりの程度訓練できた」という回答が多いと評価すべきと考える。

8. 1回の実験は規定の時間内でやり遂げることはできましたか。

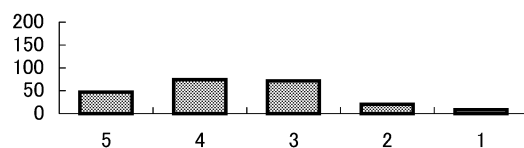
5	80	十分余裕があった
4	60	↕
3	50	
2	26	
1	3	まったく時間が足らなかった
総数	219	



必要と考えられる標準的な時間は実験種目によってかなり異なるが、1回生実験であることを理由に全般的には時間的には余裕のあるテーマを設定している。このことを考えると、予想された回答分布である。見方を変えると、1回生でももう少しタフな実験を課すことも可能とも考えられる。

9. 教員の実験指導は十分でしたか。

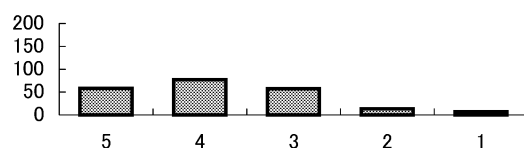
5	47	十分・丁寧
4	74	
3	71	
2	20	
1	8	不十分・不親切
総数	220	



平均的な回答分布である。指導が必要な部分で十分な指導ができているか、今後より細かな分析が必要と考える。

10. TA（ティーチングアシスタント）の実験指導は十分でしたか。

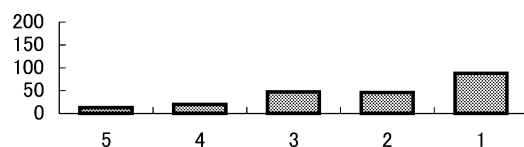
5	58	十分・丁寧
4	77	
3	57	
2	13	
1	7	不十分・不親切
総数	212	



教員による指導についての回答結果に比べ、より「十分・丁寧」に片寄っている。しかし、指導の質については力量の問題もあり、TAの活用法は今後十分検討しなければならないと考える。

11. 学部・大学院の勉学や学生生活の様子を聞くなど、TAとは十分交流できましたか。

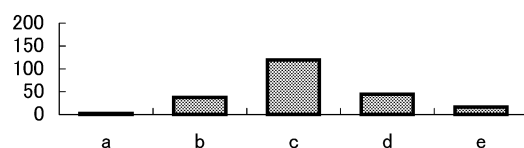
5	13	十分交流できた
4	20	
3	47	
2	46	
1	88	まったく交流できなかった
総数	214	



TA使用の眼目のひとつに履修生との交流を考えていたが、今回の結果はこの目的はほとんど達成できていないことを示している。今年が最初の試みであり、TAをどのように使用するか、その準備も不十分であったと考えられる。

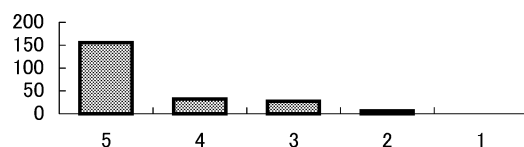
12. 1回の実験のレポート作成に平均どれくらいの時間を要しましたか。

a	2	30分未満
b	37	30分～1時間
c	119	1時間～2時間
d	44	2時間～3時間
e	16	3時間以上
総数	218	



13. レポートは独力で作成しましたか。先輩や友人のレポートを参考にしましたか。

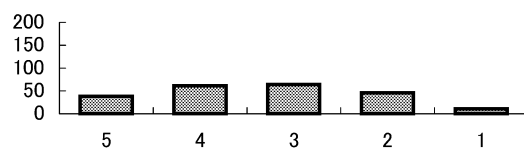
5	155	完全に独力で作成した
4	32	
3	27	
2	6	
1	0	完全に丸写した
総数	220	



質問12と質問13の回答から見てくる平均的履修生の姿は、1時間から2時間かけて独力でレポートを作成するというものである。この代表的回答は授業を計画する側の想定と一致する。

14. レポートの添削・指導は十分でしたか。

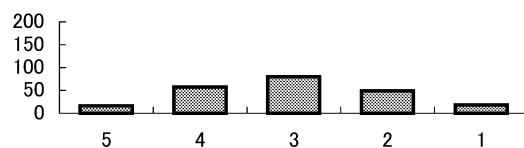
5	38	十分・丁寧
4	61	
3	64	
2	46	
1	11	不十分・不親切
総数	220	



かなりばらついた分布の回答であり，この場合「不十分・不親切」と感じている履修生がいるということを問題視しなければならない。質問23「実験指導・レポート指導について意見があれば，自由に記載してください。」に対する自由記載回答でも同様の問題点を指摘するものがあり，そこでもう一度議論する。

15. 実験講義によって実験の内容とその背景の理解が深まりましたか。

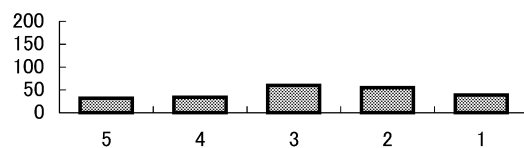
5	16	十分理解が深まった
4	57	
3	80	
2	49	
1	18	役に立たなかった
総数	220	



平均的な回答分布である。しかし，本実験では特別に時間を設定して実験講義を行っている事実を考えれば，問題視しなければならない回答分布である。質問23の回答の項でもう一度議論する。

16. 教科書「無機定性分析実験」を予習した上で実験に臨みましたか。

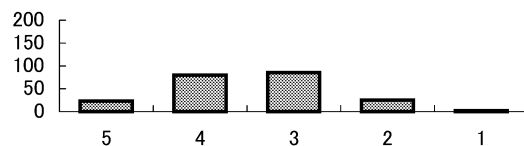
5	32	ノートに実験手順を整理して実験した
4	34	
3	60	
2	55	
1	39	まったく読まなかった
総数	220	



教科書を予習した上で実験するように指導していることから考えれば，残念な結果である。しかし予習しなくても一応実験はできるので，予想された結果でもある。実験の教育的効果を考えれば予習は必須であるので，必ず予習した上で実験を行うシステムを構築しなければならないと考える。

17. 教科書「無機定性分析実験」の内容は理解できましたか。

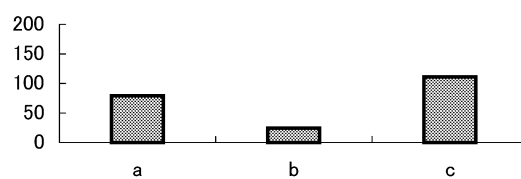
5	23	十分理解できた
4	80	
3	85	
2	25	
1	2	まったく理解できなかった
総数	215	



教科書「無機定性分析実験」は本実験科目の単なる手引書ではなく，無機定性分析の体系的教科書である。説明が不十分ということはないが，内容が特化していてその分高度であるため，一部履修生には馴染み難く感じられたとも考えられる。理解のレベルを上げるには実験講義での指導法を改善すべきであると考えられる。

18. 2回生向け化学実験として「合成及び測定実験（実験2）」を開講していますが、履修しますか。

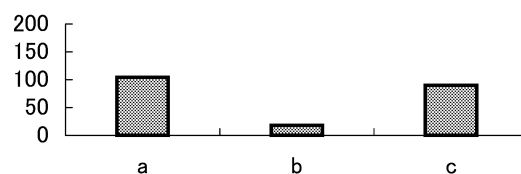
a	79	履修する
b	24	履修しない
c	111	分からない
総数	214	



「合成及び測定実験」が必修である履修生が54名いることを考えれば、ほとんどの履修生はまだ決めていないと考えられる。

19. 実験1・2のように教科書に沿って実施する実験とは異なり、教員と履修生が実験課題とその展開を考えながら、実験を進めていく探究型実験の開講が計画されています。このような実験科目を履修したいですか。

a	104	履修する
b	18	履修しない
c	90	分からない
総数	212	



探究型実験への期待の大きさを窺わせる結果である。

4-2. 自由記載

この分類のアンケート項目に関する回答については、回答をそのまま転載することはしていない。大意が同じものは同一回答としてまとめ、その回答数を括弧内に示した。

20. 実験1では共同実験を排して、すべて一人で実験するようにしていますが、このことをどう考えますか。

肯定的意見

- 必ず自力で取り組まなければならないことがよかった。(55)
- 一人のため、実験操作に慣れるのに役立つ。(29)
- 自分のペースでできてよかった。(24)
- よい (20)
- 共同実験では十分実験する人とならない人ができてよくない。(11)
- 一人でできるという自信がついた。(4)
- 一人のため、集中して実験できるのでよかった。(4)
- 周囲のひとと実験の様子を比べられたのでよかった。(2)
- 共同実験だと欠席したとき他の受講生に迷惑をかける。(1)

問題点・改善点の指摘

- 一部共同実験があってもよい。(6)
- 共同実験のほうがやりやすい。(8)
- 実際には隣のひとと相談しながら実験していることが多く、完全に独力というわけではない。(2)
- よくない。(1)

この質問は全学共通科目化学実験の基本的スタンスを履修生がどのように評価しているかを問うものである。この結果は科目提供側の考え方を理解し、実験を一人で行なうという現在の方式が自らの基礎力養成に有効であると評価するものが圧倒的であることを示している。実験内容によっては共同実験を取り入れたほうがよいことも事実であるが、それは現行のテーマではなく機器分析等単独実験が不可能な場合やグループでディスカッションしながら研究を進めるような場合と考えられる。問題点を指摘している回答もあったが、それには具体性が欠けどのように改善すべきかを述べたものではない。

試料と試薬を混合する、水浴中で加熱する、遠心分離で沈殿を集めるという操作、はたまたブンゼンバーナーに点火して、ガス量と空気量を調節して適切な炎を作るという操作は化学実験の基本中の基本である。この基本の教育は「横から見ている」可能性のある共同実験ではなしえないと考える。

21. 実験 1 で行なった実験課題あるいは実験内容について意見があれば自由に記載してください。

肯定的意見

- 現在の内容で適当と考える。(11)
- 高校の授業では話だけであったのが、実際にやれて興味深かった。(7)
- 未知試料分析が興味深かった。(6)
- 同じような手順の繰り返しで、基本操作が身に付くので良い。(1)

問題点・改善点の指摘

- 同じような実験内容が多く、次第に退屈になってきた。(4)
- 実験ごとに所要時間にばらつきがある。(4)
- 役に立つ実験がしたい。(2)
- もっと少ない金属イオンに絞って、理論と実験の関係を理解できるようにしたほうが良い。(1)
- 難しい実験は後にしてほしい。(1)
- 数量を扱う実験があったほうがよい。(1)
- 興味が持てる内容であったが、やや難解なところがあった。(1)

実験テーマについては肯定的な意見が多く、化学実験の導入として取り組みやすいと評価されたものとする。その一方、無機イオンを網羅してその化学を体系的に理解させるという現行テーマのねらいまで踏み込んで述べているものはなかった。未知試料分析に興味深いとする意見は履修生から直接聞くことも多く、基本操作の習熟を目指した繰り返し実験の中でも、自ら考え判断して次の操作に進む実験教育法の重要性を示したものと考えられる。化学の内容としては多彩なものであっても表面的操作はよく似ているので、退屈と感じるという履修生の意見には注目すべきと考える。提供する側のねらいが必ずしも履修生に伝わるとは限らないので、このことを考慮して実験テーマを再構築することが必要と考える。

調査した範囲では、他大学の基礎化学実験の内容はいくつかの柱から構成されているのがほとんどである、すなわち、分析化学、無機化学、物理化学、有機化学に関する基礎的テーマを適宜組み合わせた内容となっている。無機定性分析に特化して実験を組み立てているのがこの実験 1 のユニークな点である。この是非については議論の分かれるところであり、この報告の最後にもう一度議論する。ここでは実験 1 だけを履修して、種々の分野のテーマを組み合わせた実験 2 を履修しない学生数（推定数約 600）が実験 2 を履修する学生数（約 400）より多いという点だけは述べておきたい。履修生が将来どのような教育を受けてもその基礎となる一般的な内容から組み立てられていることが、「基礎化学」と位置づけられる実験科目の「普通」の姿と考える。

22. 実験 1 の教科書「無機定性分析実験」について意見があれば自由に記載してください。

肯定的意見

- 解説が丁寧で分かりやすかった。(22)

問題点・改善点の指摘

- もう少し解説を易しくしてほしい。(6)
- 分かりやすい反面、実験をしなくてもレポートを書けるので実験を省略する人もいる。予習の必要がない (5)
- 理論の説明部分は充実しているが、実験操作法の部分では一部意味不明なところがあった。(4)
- 沈殿の色等カラーページがあると分かり易い。(3)
- 図を増やしてほしい。(2)
- 関連する操作を参照する際、ページ数を入れて見やすくしてほしい。(2)
- 実習方法の説明文が判り難かった。(2)
- 高価でありすぎる。(1)
- プリントあるいは合成測定実験と同じぐらいの価格にならないか。(1)
- 高校で習っていない試薬について詳しい説明が欲しい。(1)

実験 2 の教科書と性格を異にして、実験 1 の教科書「無機定性分析実験」は単なる実験手引書ではなく、理論面まで解説した教科書である。この点を評価した「解説が丁寧で分かりやすかった」という意見が多かった。それでも問題点を指摘する意見も多く、改善を図らなければならないが、それは単に教科書の問題というわけではなく、実験講義、実験中での質疑応答、レポート指導まで含めたトータルの実験指導で考えなければならない。「実験を省略する人もいる」という指摘は教科書の問題ではなく、単位認定基準の見直しまで含めた実験運営法の問題として捉え、改善を図る必要がある。教科書が高価であることは本実験教科書に限ることではなく、部数の出ない大学教科書の宿命である。

カラーページや図版を希望する意見があったが、現在の高等学校の教科書は写真や図版が多く配されており、それに比べれば本教科書は単色で味気ないものと言わざるを得ない。それはひとえにコストと価格に起因する事柄であるが、パソコンとインターネットが手軽に利用できるようになった現在、ビジュアルなウェブ教材は冊子体の弱点をカバーする新しい実験教科書のかたちとなると考える。双方向性の機能を加えれば、実験授業の予習復習システムとして大きな可能性を持つものと考えられる。

23. 実験指導・レポート指導について意見があれば自由に記載してください。

肯定的意見

- 丁寧に指導してもらえてよかった。(9)
- 丁寧に指導してもらったので、レポートを書く力がついた。(1)
- TA が丁寧に指導してくれてよかった。(3)
- 実験後にレポートをもらえたので公平でよかった。(1)

問題点・改善点の指摘

- ガラス器具が汚れたままとか、机上試薬が空のままのときがあった。後片付けを厳しく指導して欲しい。(33)
- レポートの書き方をもっと丁寧に指導してほしい。(25)
- レポート用紙一枚にまとめるのはきつい。(7)
- レポートの翌日提出では時間がないときがある。(5)
- 考察部分についてももっとアドバイスが欲しい。(4)
- どんな評価がされているかもっと具体的に形で提示してほしい。(4)
- 優れたレポートあるいは標準的なレポートを提示してほしい。(3)
- 評価が低いとき、どの点が不満足なのかを指摘して欲しい。(2)
- 評価が書かれたレポートと書かれていないレポートがあったが、書いて欲しい。(2)
- レポートについての課題を少し出して欲しい。(1)
- 教員が少なく、目が行き届かないので、実験指導・レポート指導ともに不充分である。(1)
- 分離系統図を提出させた方が理解が進む。(1)
- レポートに書き込まれたコメントの字が読めない所があった。(1)
- 実験指導されたことがない。(1)
- 翌週返却してもらえないことがあった。(1)
- 予備日に休んだ分の実験をしたい。(1)

他の質問に比べこの質問に対しては多くの問題点・改善点の指摘があった。後片付けの指導に関する指摘は、質問 25 の「実験室、実験設備に関する質問」の回答として記載しているものが多かったが、これは指導についての問題であるのでここにその回答をまとめて記載した。履修生が「後片付けできている」状態から実験を始め、実験終了後後片付けしてその場所を翌日の履修生に引き渡すという方式で実験授業を運営している。経費や場所の制約、授業時間の制約から全学共通科目化学実験ではこの方式しかありえず、自分で片付けた器具を使って実験するという方式は不可能である。このような指摘があった場合、従来は当該曜日の担当者に伝え、そこで問題となる学生を指導することになっていた。今回この不満を訴える回答が多いため、実験終了時に教員あるいは TA が後片付けを確認して、退室を許可するようにした。実験器具を個人管理にしない限り、自分はきれいに後片付けしているのに自分の使う器具は汚いという不満はどうしても出てくる。後片付けが悪い学生は履修停止というのは極論であるが、この件について今後とも学生の意見を聞き続け、成績評価まで踏み込んだ対応策を立てることが必要である。

実験指導については肯定的な意見と否定的な意見がともにあった一方、レポート指導については不十分とする意見が圧倒的に多かった。現在はレポートにコメントを書き込み、次の実験中に口頭で注意しながら返却している。また、不十分なレポートについて再提出を求めることもしていない。レポート指導だけの時間を確保することや、実験講義でより詳しく説明する等の措置が必要と考える。ここで指摘された具体的な個々の問題については適切な改善策を実施したい。

このアンケートに答えた学生の多くが前期に物理学実験を履修したと考えられる。物理学実験ではレポート作成とその指導に大きなウエートを置かれ、本実験のスタンスとはかなり異なる。両者を経験した履修生がそのギャップに不満を感じているとも考えられる。

24. 成績は出席，レポート，実験態度の総合評価です。成績評価について意見があれば自由に記載してください。

肯定的意見

- 現状でよい。(19)

問題点・改善点の指摘

- 実験態度がどのように評価されているのか分からない。評価されていないのではないかと。(11)
- レポートの評価を知りたい。(7)
- 実験を省略する人もいるのに、それが評価に入っているとは考えられない。(5)
- レポートの評価を重視して欲しい。(2)
- 出席以外の評価に明瞭性が欠ける。(3)
- 出席を重視して欲しい。(1)
- 評価項目の重みを含めて詳細をシラバスに記載して欲しい。(1)
- 講義の出席も評価に入れるべき。(1)
- 丸写しのレポートと自力の物を同じ基準で採点するのはおかしい。(1)

現状でよいとする意見もある一方、問題点を指摘する意見も多かった。その内容は、レポートの内容や実験態度という数値に変換しにくいものは考慮されずに、出席数やレポート提出数等数字に表れるものだけで成績評価されているのではないかというものである。この誤った認識が学生間に広く浸透しているのも事実である。これら指摘は、レポートの内容や実験態度の成績評価に対する重みが履修生が期待するほど大きくないことを示すもので、成績評価基準を再考すべきであると考えられる。成績評価が優（100-80）、良（79-70）、可（69-60）、不可（59-0）と「優」の幅が「良」、「可」に比べて広いことも、実験態度やレポートの内容が成績評価に現れにくくしているのも事実である。期間中の全実験に遅刻せず出席して、レポートも期日内に全部提出して、実験態度とレポートの内容が普通であるような場合と、すべてのテーマで積極的な態度で実験を行ない、とりわけ優秀なレポートを連続して提出した場合との間に表面的には差を作れない。成績評価にこだわりすぎると大学教育の本質を見損なうことは教員も学生も認識している。し

かし、それを目標ないし励みに学習している学生が成績評価に不信感を抱いているとすれば、信頼に基づいた教育は実施できず、その成果も限られたものになってしまう。「実験態度が評価されていないのではないか」と感じている履修生がかなりいることは大きな問題である。出席数等はじめから数字で表されるもの以上に、実験実習科目での履修生の努力が正当に評価されていると感じさせるシステム作りが必要と考える。

25. 実験室あるいは実験設備について意見があれば自由に記載してください。

肯定的意見

- 充実していると感じた。(2)
- 器具は古かったが、使用に支障はなかった。(2)
- 問題ない。(1)

問題点・改善点の指摘

- もう少し実験室（実験器具）をきれいにしたい。(9)
- 遠心分離機が錆びていて使いづらかった。(6)
- 不良機材があった（例：ガスライター、比量計）。(6)
- 換気が不十分で臭気があった。(5)
- 実験スペースが狭い。(4)
- 廃液容器を増やしてほしい。並ぶのに時間がかかる。(1)
- 水道は鉄さびを含んだ水が出る。(1)
- 古くなった試薬が多い。(1)
- 塩酸のスポイトだけが取りにくい。(1)

実験室は建築後 20 年以上経過しており、その間に大きな改修もしていないのでかなり老朽化している。あるいは近年における他の教育施設の著しい質の向上からは取り残された感がある。この感覚は履修生よりも教員の方が強いかもしれない。実験台、給排水、換気に、そして特にスペースに問題があることは確かな事実であり、それらは日常の管理で克服できる範囲を超えている。大学の法人への移行に伴い一層の安全管理を求められているが、現在のところ実験テーマを工夫して使用する薬品類を制限するしかない。

26. 実験 1 について自ら反省する点があれば自由に記載してください。

肯定的意見

- きちんとできたと思う。(1)
- 非常に面白い実験で、体調不良の時も出ればよかった。(1)

問題点・改善点の指摘

- もっと内容を理解してから実験を行なえばよかった。(22)
- 手際が悪くて時間がかかった。もっと実験が上手になりたい。(6)
- 集中力が足りなかった。(4)
- あわてすぎた。落ち着いてやればよかった。(3)
- もっと理解してレポートを書くべきであった。(3)
- レポートの字が乱雑だったことを反省している。(2)
- 意欲的に取り組めなかった。(2)
- 器具の洗浄が不十分であった。(2)
- もう少し無機化学の知識を身につけたかった。(1)
- 考察が書けなかった。(1)
- 不注意で試薬びんを割ってしまった。(1)
- 手を抜いてしまった。(1)

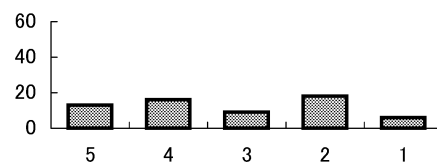
内容をあまり理解しないで、手だけを動かしていたとする反省を述べる回答が多い。実験 2 のアンケートでもこのような反省を述べる回答が多かった。この事実はこの反省が次の行動に反映していないことを示すもので、もしかすると問われたから答えただけで本当は反省していないのかもしれない。未知試料の分析以外の基礎実験では、実験で観察される現象の中身の化学を十分理解していなくても実験は一応できることが、安易な履修姿勢の一因とも考えられる。この履修態度を実験態度やレポートの内容から読み取ることとはなかなか困難なことであるため、成績評価を手段として理解を深めさせることには限界がある。履修生に対して十分数配属されている TA をより効果的に活用して、履修生の理解度を高めることが有効と考える。賛否両論あるかもしれないが、実験室への教科書持込を禁止して、実験手順を整理したノートだけで実験するよう指導することや、成績評価にペーパーテストを加えることも一法である。

5. 「合成及び測定実験」(実験2)について

5-1. 数値回答とその特徴

1. 高等学校では自分自身が試薬やガラス器具を手にする化学実験を経験しましたか。

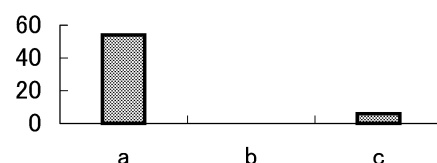
5	13	十分経験した
4	16	
3	9	
2	18	
1	6	まったく経験しなかった
総数	62	



実験1での質問と同じ結果であり、高等学校における履修生の化学実験経験がまちまちであること示している。

2. 「分析化学及び環境化学実験」を履修しましたか。

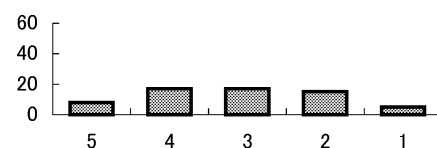
a	54	履修して合格した
b	0	履修したが不合格であった
c	6	履修しなかった
総数	60	



両実験の履修者数と各学部学科の推奨・必修指定の関係から予測される結果で、本実験が実験1の履修を前提としたアドバンス化学であるという位置づけに一致する。

3. 実験2が始まるころ、試薬やガラス器具の扱いが不慣れで戸惑いはありましたか。

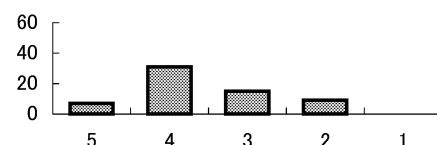
5	8	まったく戸惑わなかった
4	17	
3	17	
2	15	
1	5	大変戸惑った
総数	62	



履修生のほとんどは1回生時に実験1を既に履修しているため、実験1のアンケート結果よりは戸惑いがない回答が多いという予測もあった。しかし、本実験2の道具立ては多彩でそのほとんどは実験1では使用されないのも、この幅広い分布は想定範囲内である。

4. ビュレット、容量フラスコ、天秤を用いる測定実験は興味深かったですか。

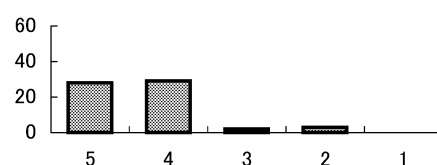
5	7	大変興味深かった
4	31	
3	15	
2	9	
1	0	まったく興味を持てなかった
総数	62	



多くの履修生が興味深いと感じている結果であるが、次の合成実験に比較するとその比率はやや低い。測定実験の内容は容量分析、反応速度、吸着量測定と多彩であり、その手法も酸塩基滴定、キレート滴定、酸化還元滴定と複数あるが、結局はビュレット操作であり、それを単調と感じたものと考えられる。

5. 試薬を反応させ化合物を取り出す合成実験は興味深かったですか。

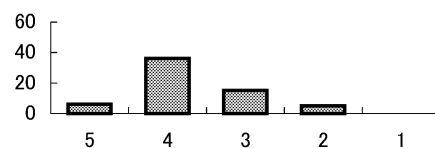
5	28	大変興味深かった
4	29	
3	2	
2	3	
1	0	まったく興味を持てなかった
総数	62	



大半の履修生が興味深いと感じている。この種の化学実験が初めての経験であるためと考えられる。

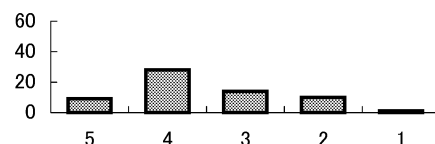
6. 測定実験によって分析化学の理解は深まりましたか。

5	6	十分理解が深まった
4	36	↑↓
3	15	
2	5	
1	0	まったく深まらなかった
総数	62	



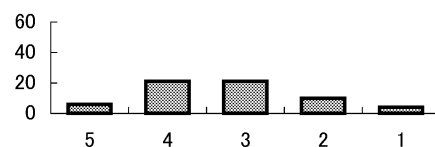
7. 合成実験（有機合成）によって有機化学の理解は深まりましたか。

5	9	十分理解が深まった
4	28	↑↓
3	14	
2	10	
1	1	まったく深まらなかった
総数	62	



8. 合成実験（無機錯体合成）によって無機化学の理解は深まりましたか。

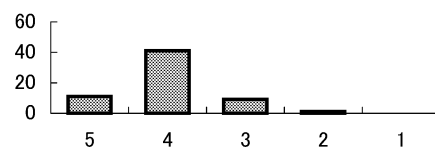
5	6	十分理解が深まった
4	21	↑↓
3	21	
2	10	
1	4	まったく深まらなかった
総数	62	



上記三つの質問の中で、分析化学と有機合成に対する理解が深まっていることが分かり、講義授業である基礎物理化学と基礎有機化学の内容を実験で裏付けするという本実験の目的が達成できていると評価できる。一方、無機錯体合成に対する理解が若干不足していることが読み取れる。無機錯体の化学が講義授業の中でも取り上げられる機会が少なく、実験教科書での説明の少ないのがその原因と考えられる。

9. 実験2によって化学実験操作法は習得できましたか。

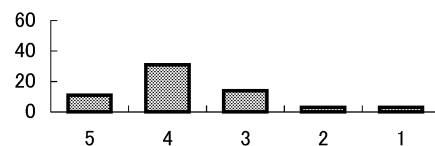
5	11	十分習得できた
4	41	↑↓
3	9	
2	1	
1	0	まったく習得できなかった
総数	62	



実験1に比べ多種類の実験器具を使用させているので、1回生実験を履修した上でも本実験の期間の終盤では実験操作に習熟できたと感じているものと考えられる。

10. 実験2によって化学実験レポートの書き方は訓練できましたか。

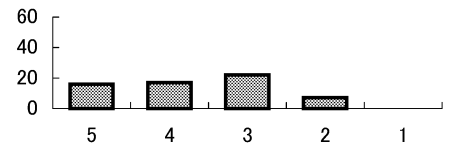
5	11	十分訓練できた
4	31	↑↓
3	14	
2	3	
1	3	まったく訓練できなかった
総数	62	



化学実験レポートの書き方もかなり訓練できたと評価されていると考えられる。しかし、実験操作法の習熟に比較すると若干低い評価であり、レポートを重視する物理学実験との兼ね合いもあり、1回生実験で求めるレベルと2回生実験で求めるレベルを差別化する必要があると考えられる。

11. 1回の実験は規定の時間内でやり遂げることはできましたか。

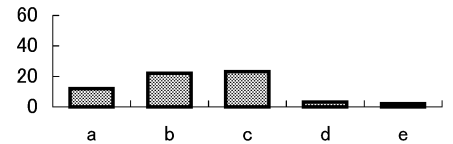
5	16	十分余裕があった
4	17	⇕
3	22	
2	7	
1	0	まったく時間が足らなかった
総数	62	



「まったく時間が足らなかった」という回答がないのでよしとすべきと考える。

12. 教員の実験指導は十分でしたか。

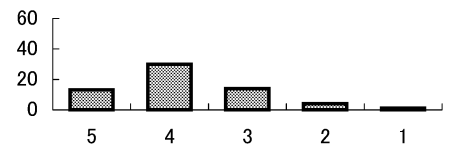
a	12	十分・丁寧
b	22	⇕
c	23	
d	3	
e	2	不十分・不親切
総数	62	



平均的な回答分布である。指導が必要な部分で十分な指導ができているか、今後より細かな分析が必要と考える。

13. TA（ティーチングアシスタント）の実験指導は十分でしたか。

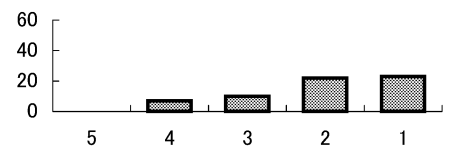
5	13	十分・丁寧
4	30	⇕
3	14	
2	4	
1	1	不十分・不親切
総数	62	



教員による指導についての回答結果に比べ、より「十分・丁寧」に片寄っている。しかし、指導の質については力量の問題もあり、ティーチングアシスタントの使用法は今後十分検討しなければならないと考える。

14. 学部・大学院の勉学や学生生活の様子を聞くなど、TAとは十分交流できましたか。

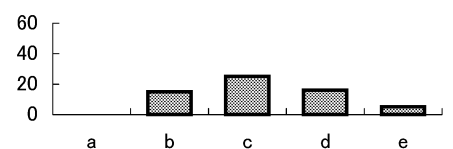
5	0	十分交流できた
4	7	⇕
3	10	
2	22	
1	23	まったく交流できなかった
総数	62	



ティーチングアシスタント使用の眼目のひとつに履修生との交流を考えていたが、今回の結果はこの目的はほとんど達成できていないことを示している。今年が最初の試みであり、ティーチングアシスタントをどのように使用するか、その準備も不十分であったと考えられる。

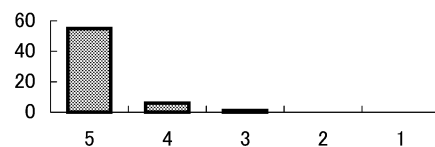
15. 1回の実験のレポート作成に平均どれくらいの時間を要しましたか。

a	0	30分未満
b	15	30分～1時間
c	25	1時間～2時間
d	16	2時間～3時間
e	5	3時間以上
総数	61	



16. レポートは独力で作成しましたか。先輩や友人のレポートを参考にしましたか。

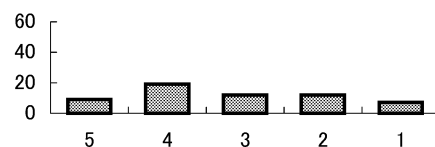
5	55	完全に独力で作成した
4	6	
3	1	
2	0	
1	0	完全に丸写しした
総数	62	



質問15と質問16についての、1時間から2時間かけて独力でレポートを作成するという代表的回答は実験1での結果とまったく同じである。本実験がアドバンス化学と分類されることを考えると、これによしとするわけにはいかない。履修生が自主的に調べる範囲を増やす等、レポート課題の出し方を再考しなければならない。

17. レポートの添削・指導は十分でしたか。

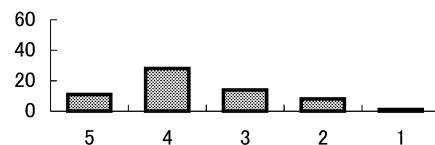
5	9	十分・丁寧
4	19	
3	12	
2	12	
1	7	不十分・不親切
総数	59	



かなりばらついた分布の回答であり、この場合「不十分・不親切」と感じている履修生がいるということを問題視しなければならない。

18. 教科書「合成及び測定実験」を予習した上で実験に臨みましたか。

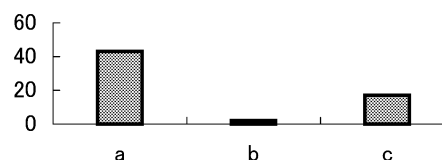
5	11	ノートに実験手順を整理して実験した
4	28	
3	14	
2	8	
1	1	まったく読まなかった
総数	62	



実験1に比べると教科書を予習した上で実験する履修生の比率が大きくなっている。履修生の意欲の差によるものか、教員の指導の差によるものか、あるいは実験内容が毎回かなり変化するためか一層検討する必要があると考える。

19. 実験1・2のように教科書に沿って実験する実験とは異なり、教員と履修生が実験課題とその展開を考えながら、実験を進めていく探究型実験の開講が計画されていますが、このような実験科目を履修したいですか。

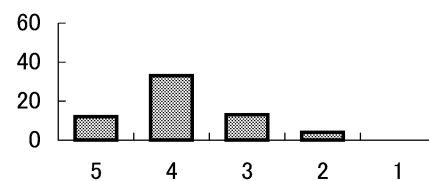
a	43	履修する
b	2	履修しない
c	17	分からない
総数	62	



実験1での結果と同様、探究型実験への期待の大きさを窺わせる。

20. 教科書「合成及び測定実験」の内容は理解できましたか。

5	12	十分理解できた。
4	33	⇕
3	13	
2	4	
1	0	まったく理解できなかった。
総数	58	



実験1アンケート結果よりも明らかに理解できた履修生の比率が大きくなっている。1回生実験教科書に比べると説明は少ないが、内容が講義授業でも取り上げられる一般的なものであることが理解しやすい要因であると考えられる。

5－2．自由記載

この分類のアンケート項目に関する回答については、回答をそのまま転載することはしていない。大意が同じものは同一回答としてまとめ、その回答数を括弧内に示した。

21. 実験 2 では共同実験を排して、すべて一人で実験するようにしていますが、このことをどう考えますか。

肯定的意見

- 独力でする意味は大きい。一人の方がよい。(40)
- 共同実験だと欠席したとき他の受講生に迷惑をかける。(1)

問題点・改善点の指摘

- 一部共同実験があってもよい。(5)
- 共同実験のほうがやりやすい。(4)
- 意見交換がしにくい。(1)

実験 1 の場合と同様に実験を一人で行なう現在のスタイルを評価するものが圧倒的である。ただし、アドバンス化学であるので機器分析を取り入れ、それについて共同実験とすることは十分考えられる。

22. 実験 2 で行なった実験課題あるいは実験内容について意見があれば自由に記載してください。

肯定的意見

- 興味を引く項目が選ばれていた。(1)
- おもしろい。(1)
- 現在の内容で適当と考える。(1)
- 合成実験は変化が見えるので面白い。(1)

問題点・改善点の指摘

- 興味が持てる内容であったが、やや難解なところがあった。(2)
- 無機化学の実験は知識がないので十分考察できない (TA も同様)。(1)
- 生成した物が本当にあっているか、不安なところもあった。(1)
- 教科書に詳細な操作を書いて欲しい。(1)
- 教科書で学んだことが確認できて面白い実験だったが、何が起きているか分からないものもあった。(1)
- 測定実験で有効数字を考えると、毎回標準溶液を滴定した方がよいと思う。(1)
- 器具の名称や使い方に戸惑った。(1)
- グラフを手書きするように指示されたが、パソコンを使ってもよいと思う。Excel の使い方の講義があればなおよい。(1)
- 合成実験で高分子合成をやってみたい。(1)
- 有機・無機化学の授業で習っていない反応が多く、実験しにくいことがあった。(1)
- 最初に調製する溶液の量がぎりぎりなので、途中で溶液が足りなくなる危険がある。(1)
- FAQ を巻末に載せて欲しい。(1)
- 実験の前でも後でもよいので、補足講義があるとよい。(1)
- 無機合成実験をもっと増やして欲しい。(1)
- 合成実験は時間を超過することが多く、測定実験は時間が余った。(1)

積極的に内容が興味深いと評価する意見は少なかったが、問題点の指摘も少ない。その中で、合成実験で生成物の同定が不十分であることの指摘には注目しなければならない。実験時間と装置に限りがあるので物質同定はプログラムになかなか取り入れにくい、反応、精製、同定で完結するという合成実験の根幹はおろそかにしてはならない。現在行なっている融点測定や色素のペーパークロマトグラフィーの意義づけを強く指導すべきであると考え。パソコン利用の提案もあるが、各データの質が視覚的に吟味できる手書きグラフの教育的意義は教員の中では十分認識されている。両者を併用することによって、それらの長所と短所を明らかにする教育も発展的であると考え。

23. 実験 2 の教科書「合成及び測定実験」について意見があれば自由に記載してください。

肯定的意見

- 解説が丁寧で分かりやすかった。(9)

問題点・改善点の指摘

- 反応機構も載せて欲しい。(2)
- NMR について書くなら実際に測定したい。(1)
- もう少し解説を易しくして欲しい。(1)
- 器具の使い方をもう少し詳しく書いて欲しい。(1)
- 細かい説明があるとなおよい。(1)
- 関連する項目がまとまって記載された方が理解しやすい。(1)
- 器具の操作が分かりにくい。(1)

実験 1 の教科書「無機定性分析実験」と異なり、実験 2 の教科書「合成及び測定実験」は本実験を行なうには十分であるが、化学基礎実験教科書として一般に利用できるほどの内容は有していない。価格の問題もあるので一概に詳しい方がよいとも言えない。反応機構はレポート課題として、有機化学の教科書から調べるように指示している。

24. 実験指導・レポート指導について意見があれば自由に記載してください。

肯定的意見

- 丁寧に指導してもらえてよかった。(6)
- 丁寧に指導してもらったので、レポートを書く力がついた。(1)

問題点・改善点の指摘

- レポートを返却して欲しい。(17)
- ガラス器具が汚れたままとか、机上試薬が空のままのときがあった。後片付けを厳しく指導して欲しい。(9)
- レポートの書き方をもっと丁寧に指導してほしい。(6)
- レポートの翌日提出では時間がないときがある。(5)
- 優れたレポートあるいは標準的なレポートを提示してほしい。(3)
- 実験指導されたことがない。(2)
- 考察部分についてもっとアドバイスが欲しい。(2)
- 評価が低いとき、どの点が不満なのかを指摘して欲しい。(2)
- レポート指導というより添削であった。(1)
- 有効数字についてもっと言及すべき。(1)
- どんな評価がされているかもっと具体的に形で提示してほしい。(1)
- 評価が書かれたレポートと書かれていないレポートがあったが、書いて欲しい。(1)
- 教科書を読むだけでは不十分であったので、金属イオンの化学について実験講義であらかじめ説明を受けたかった。(1)
- TA の指導をもっと受けたかった。(1)
- 指導する教員によって指導法が異なるのは仕方ないかもしれないが、統一すべき点は統一すべきである。(1)

多くの問題点・改善点の指摘があったのは実験 1 の場合と同様である。後片付けの指導に関する指摘も同様である。レポートを返却するかどうか、レポート提出までの期間については現在教員によって異なり、この結果を踏まえて統一すべきであると考ええる。

25. 成績は出席，レポート，実験態度の総合評価です。成績評価について意見があれば自由に記載してください。

肯定的意見

- ☐ 現状でよい。(7)
- ☐ がんばったことが評価されたと思うので，よかった。(1)

問題点・改善点の指摘

- ☐ 実験態度がどのように評価されているのか分からない。評価されていないのではないか。(2)
- ☐ レポートの評価を重視して欲しい。(2)
- ☐ レポートの評価を知りたい。(2)
- ☐ 出席確認の後，実験をやめる人がいたので，実験したか確認すべき。(2)
- ☐ 出席以外の評価が明瞭性に欠ける。(1)
- ☐ レポート指導が十分でないのに，レポートが成績評価の対象であるのはおかしい。(1)
- ☐ 出席を重視して欲しい。(1)
- ☐ 教員が実験態度を見ていなかった。(1)

数値になりにくいレポート評価や実験態度が成績評価に反映されていないのではないかという不信感を述べた回答があるのは実験1の場合と同様である。

26. 実験室あるいは実験設備について意見があれば自由に記載してください。

肯定的意見

- ☐ 充実していると感じた。(1)
- ☐ 器具は古かったが，使用に支障はなかった。(1)

問題点・改善点の指摘

- ☐ 実験スペースが狭い。(5)
- ☐ 換気が不十分で臭気があった。(3)
- ☐ もう少し実験室（実験器具）をきれいにしたい。(2)
- ☐ 新しい遠心分離機があった方がよい。(1)
- ☐ もう少し本格的な実験設備にしたい。(1)
- ☐ ガラス器具を乾燥する設備が欲しい。(1)
- ☐ かばん置きのかごの数が足りない。(1)
- ☐ 雑巾を新しくしたい。(1)

実験室と実験設備に対する問題点の指摘は実験1の場合と同様である。ただし，測定実験の実験台は平成15年度末に更新され，指摘された問題の一部は改善済みである。

27. 実験 2 について自ら反省する点があれば自由に記載してください。

肯定的意見

- きちんとできたと思う。(1)

問題点・改善点の指摘

- もっと内容を理解してから実験を行なえばよかった。(6)
- あわてすぎた。落ち着いてやればよかった。(2)
- もっと理解してレポートを書くべきであった。(2)
- レポートを書くのに最低必要限しか勉強しなかったこと。(2)
- 集中力が足らなかった。(1)
- 実験結果とその化学反応の中身との対応が不十分であったので、次の実験ではその点を考えてレポートを作成したい。(1)
- レポートの字が乱雑だったことを反省している。(1)
- 教科書のみに頼りすぎた。(1)
- レポートを出したあと復習しなかった。(1)
- もう少し無機化学の知識を身につけたかった。(1)
- 作業を淡々とこなすだけで、内容があまり身につかなかった。(1)
- 完璧なレポートを作ろうと少々まじめに考えすぎていた。(1)
- 手際が悪くて時間がかかった。もっと実験が上手になりたい。(1)
- 白衣と保護メガネを忘れたことがあった。(1)
- 実験ミスをして、正しい結果がでなかった。(1)
- 教員や TA にすぐに質問をして、頼りすぎた。(1)

内容をあまり理解しないで、手だけを動かしていたとする反省を述べる回答が多い。このことは実験 1 の場合と同様である。

6. 化学実験科目改善に向けて

今回のアンケートで明らかとなった問題点・改善点の中で、現在実施している実験 1 と実験 2 ですぐに着手できる事柄については【4. 「分析化学及び環境化学実験」(実験 1) について】と【5. 「合成及び測定実験」(実験 2) について】の項目で既に述べた。ここでは現行の実験 1 と実験 2 という科目の立て方まで見直して、中期的・長期的な視点に立って化学実験科目の改善の方向を考えてみたい。アンケート結果だけで、すなわち履修生の声からだけでこのことを論ずるのは不十分であり、授業提供部局と各学部の立場の異なる教員の考えも集約しなければならない。ここでは、全学共通教育システム委員会化学部会での恒常的な審議、「理系基礎教育・実験教育」ワークショップでの集中的な議論、さらに学部教員との日常的な意見交換で浮き彫りになってきた化学実験科目のあるべき姿まで言及して議論する。

6-1. 両実験科目の特色づけ

実験 1 が「基礎化学」に、実験 2 が「アドバンス化学」に分類されることは既に説明した。しかし形式的分類はそうであっても、実験 1 は 1 回生が履修する「基礎化学」に、実験 2 は 2 回生が履修する「アドバンス化学」に必ずしもふさわしい内容とはなっていない現状がある。このような状況にある最大の原因は歴史的経緯にあると考える。教養部当時、化学講義科目については、化学を柱とする理系学部学科クラスに対しては 2 年連続コースの講義科目を、化学から少し離れた理系学部学科クラスに対しては 1 年完結コースの講義科目を提供していた。これらを平成 3 年の大学設置基準「大綱化」の後(平成 5 年)より、すべて 1 年コースの「基礎化学」講義科目に統一した。それと同時に授業科目名を特定した「アドバンス化学」講義科目を新設した。「アドバンス化学」講義の科目名はその後変更されたが、その基本的内容は保持され現在に至っている。これらに従前の姿を保っている「一般化学・概論」を加え、化学講義科目の現在の三本柱が形作られている。

化学実験科目については、大綱化以前の 1 回生実験「一般化学及び同実験 1」では、大学入学直後から無理なく実施できることを眼目において、高等学校化学教科書にも取り上げられている無機定性分析をテーマに選んでいた。このテーマの実験で化学実験手法を習熟して、同時に無機イオンの化学を体系的に学習することを意図していた。一方、2 回生実験「一般化学及び同実験 2」では 1 回生における化学講義授業を履修した後、その内容を裏打ちする実験と位置づけられており、分析化学、無機化学、有機化学にまたがる実験内容が設定されていた。このように両実験をワンセットとして 2 年間で化学実験の基礎を習熟することを基本としていたので、両実験の履修者数に現在ほどの差はなかった。

この実験科目については、大綱化に際して授業科目名を「一般化学及び同実験 1」から「分析化学及び環境化学実験」(実験 1) に、「一般化学及び同実験 2」を「合成及び測定実験」(実験 2) に変更したが、それらの内容を大綱化以前のものから大きく改編することはなかった。ところが、大綱化以降学部専門科目を 2 回生配当とする動きが急となり、2 回生の時間割が窮屈となり全学共通科目を履修する余裕がなくなってきた。それと同時に、学部によっては 2 回生実験が推奨からはずされ、それらの理由から実験 2 の履修者数が減少して、実験 1 の半数以下という現在の履修者数に落ち着いてきた。以上のように、両実験は履修状況や学部の推奨から見ればそれぞれ「基礎化学」と「アドバンス化学」であるのに、内容的には

両者をワンセットにして学部専門科目の基礎となる化学実験であるという矛盾を抱えている。

「基礎化学」実験の内容は無機イオンの定性分析に特化している実験 1 ではなく、有機化学、無機化学そして分析化学の基礎実験を網羅した実験 2 の方が適していると考ええる。それならば化学を柱とする理系学部学科だけではなく、それ以外の化学から少し離れた理系学部学科の学生に対してもふさわしい内容であろう。ただし、大学入学直後の履修生を対象とするため、現行の実験 2 をそのまま移行させることはできない。一方、「アドバンス化学」実験の内容はテーマを特化して、学部専門科目に直結させるか、またはそれとは無関係に探究型実験としてモチベーションの高い学生を対象とすべきであると考ええる。今、名実ともに「基礎化学」である 1 回生実験と「アドバンス化学」である 2 回生実験の構築が求められている。

6-2. 「基礎化学」実験（1 回生実験）の改善

「基礎化学」実験が満たさなければならない事柄はどのようなものか、今回のアンケート結果あるいはワークショップでの議論に基づいて考えてみると下記の項目が挙げられる。

- ・ どの学部学科の受講生にもふさわしい広領域のテーマから構成されていること。
- ・ 化学実験の経験がまったくない受講生にも無理なく開始できる内容であること。
- ・ 化学実験の基本的技術、リテラシーを習得できる内容であること。
- ・ 化学実験の安全と環境保全を教育する内容であること。
- ・ 京都大学のすべての理系学部 1 回生を収容できること。
- ・ 化学講義授業の内容を裏打ちする実験が望ましい。

従来から実験は一人で行わせ共同実験は排してきたが、化学実験の基本的技術の習得にはこの方式を今後とも堅持する必要がある。受講生全員が必ず自分で試薬を加え、試験管を振り、反応液をろ過することになるこの方式で、実験技法の習得が保証できると考える。それでも「ガスバーナーの点け方も知らない学生が学部専門実験に来る。」という指摘を受けることがあった。しかしその手順習得は現実実験に当然組み入れられており、問題があるとすればそれをチェックしきれずに履修生を送り出していることに、すなわち成績評価法に問題があると考えられる。アンケート回答にあった「実験を省略して、あるいは形だけ実験をして単位を得ている学生」がいるとすれば、その学生だけでなくクラス全体のモチベーションに大きな悪影響を及ぼす。現場でのきめ細かい指導を徹底するとともに、成績評価をさらに厳格化して、実験操作法について一定以上のレベルに達した受講生のみが単位認定されるシステムを構築することが必要と考える。

現行の実験 1 は無機イオンの定性分析に特化され、半期授業が単調で退屈とする意見が多かった。この受講生の立場とともに学部教育からの要請からも、分析化学、無機化学、物理化学、有機化学にまたがる広領域実験カリキュラムを作り上げるべきと考ええる。受講生はまったく化学実験の経験がないという前提で、半期授業で広領域の化学実験の基本的技法を習得させるには、第一に実験テーマ、実験内容を慎重に選定しなければならない。そこには安全と環境保全が関係する実験室と実験設備からの制約も加わる。これらの工夫だけでは受講生が未消化でこの教育期間を終えてしまう恐れがあり、少ない授業時間を目一杯活用できる新しいシステムを構築することが望まれる。コンピュータを利用する疑似体験学習は実験授業に置き換わるものではないが、実験と組み合わせることでその効率を高める補助的手段としては大きな可能性が

ある。化学実験教育に関して写真、映像、音声等を一方的に提示する学習教材は、教育用ビデオや種々の教育機関が提供するホームページとして既に作成され、また利用されてきた。これらを一歩進め、受講生の理解度を確認しながら資料を選択して配信する双方向性型、受講者参加型の教育システムの構築が望まれる。これは京都大学基礎化学実験教育の質を高めるだけでなく、インターネットによる公開によって全国の教育機関による教育あるいは意欲のある個人の学習に対しても利用価値の高いものとなると考える。

6-3. 「アドバンス化学」実験（2回生実験）の改善

現行の〔合成及び測定実験〕は学部教育の基礎と位置づけ運営してきたが、その教育目的を「基礎化学」実験（1回生実験）に集約した上は、この授業は「アドバンス化学」実験の特徴を前面に出したものとなることが望ましい。それは学部実験教育に直結するもので、より高度な機器を使用しながらより高度な実験技法と実験結果の解析法の習得を目指すものである。それとは逆に、学部教育と独立してこれだけで完結するものであってもよいと考える。すなわち、たとえ高度な実験技法が身につけていなくても、あるいは最先端の設備や機器を利用しなくても、受講者自らがテーマを設定して、考え工夫をしながら実験を進め、探究することが科学研究の真髄であることを体験させる実験教育である。今回のアンケートの回答からも、学生の探究型実験への期待の大きさが窺える。教育スタッフと施設の制約から、「アドバンス化学」実験は少人数教育にならざるを得ない。限られた学生しか受講できないものであっても、モチベーションの高い学生が大学教育4年間のこの時期に、その知的好奇心を満足させ、思考回路をフル稼働させることができたとすれば、その教育的意義はきわめて大きいものとする。

2005 年 1 月 11 日

アンケートのお願い

分析化学及び環境化学実験（以下、実験 1）を履修した皆さんが、実験 1 を現在どのように評価しているか、率直な意見を聞かせ下さい。次年度からの化学実験の改善に利用します。なお、アンケート用紙は、1 月 26 日（水）までに化学実験準備室（総合館南棟 2 階）に設置されているアンケート回収箱に入れてください。

_____学 部_____ 学 科_____ 回 生_____ 受 講 曜 日_____

1. 高等学校では自分自身が試薬やガラス器具を手にする化学実験を経験しましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分経験した 5——4——3——2——1 まったく経験しなかった
2. 実験 1 が始まるころ、試薬やガラス器具の扱いが不慣れで戸惑いはありましたか。5 段階評価で○をつけてください。
まったく戸惑わなかった 5——4——3——2——1 大変戸惑った
3. 各金属イオンの性質を調べる族分離、族内分離の基本実験は興味深かったですか。5 段階評価で○をつけてください。
大変興味深かった 5——4——3——2——1 まったく興味を持てなかった
4. 未知試料中の金属イオンを同定する実験は興味深かったですか。5 段階評価で○をつけてください。
大変興味深かった 5——4——3——2——1 まったく興味を持てなかった
5. 実験 1 によって金属イオンの基本的性質は理解できましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分理解できた 5——4——3——2——1 まったく理解できなかった
6. 実験 1 によって化学実験操作法は習得できましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分習得できた 5——4——3——2——1 まったく習得できなかった
7. 実験 1 によって化学実験レポートの書き方は訓練できましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分訓練できた 5——4——3——2——1 まったく訓練できなかった
8. 1 回の実験は規定の時間内でやり遂げることはできましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分余裕があった 5——4——^{丁度よい時間}3——2——1 まったく時間が足らなかった
9. 教員の実験指導は十分でしたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分・丁寧 5——4——3——2——1 不十分・不親切
10. TA（ティーチングアシスタント）の実験指導は十分でしたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分・丁寧 5——4——3——2——1 不十分・不親切
11. 学部・大学院の勉学や学生生活の様子を聞くなど、TA とは十分交流できましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分交流できた 5——4——3——2——1 まったく交流できなかった
12. 1 回の実験のレポート作成に平均どれくらいの時間を要しましたか。
a. 30 分未満 b. 30 分～1 時間 c. 1 時間～2 時間 d. 2 時間～3 時間 e. 3 時間以上
13. レポートは独力で作成しましたか。先輩や友人のレポートを参考にしましたか。
完全に独力で作成した 5——4——3——2——1 完全に丸写しした
14. レポートの添削・指導は十分でしたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分・丁寧 5——4——3——2——1 不十分・不親切
15. 実験講義によって実験の内容とその背景の理解が深まりましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分理解が深まった 5——4——3——2——1 役に立たなかった
16. 教科書「無機定性分析実験」を予習した上で実験に臨みましたか。5 段階評価で○をつけてください。
ノートに実験手順を整理して実験した 5——4——3——2——1 まったく読まなかった

17. 教科書「無機定性分析実験」の内容は理解できましたか。
- 十分理解できた 5——4——3——2——1 まったく理解できなかった
18. 2回生向け化学実験として「合成及び測定実験（実験2）」を開講していますが、履修しますか。
- a. 履修する b. 履修しない c. 分からない
19. 実験1・2のように教科書に沿って実施する実験とは異なり、教員と履修生が実験課題とその展開を考えながら、実験を進めていく探究型実験の開講が計画されています。このような実験科目を履修したいですか。
- a. 履修する b. 履修しない c. 分からない
20. 実験1では共同実験を排して、すべて一人で実験するようにしていますが、このことをどう考えますか。
21. 実験1で行なった実験課題あるいは実験内容について意見があれば自由に記載してください。
22. 実験1の教科書「無機定性分析実験」について意見があれば自由に記載してください。
23. 実験指導・レポート指導について意見があれば自由に記載してください。
24. 成績は出席，レポート，実験態度の総合評価です。成績評価について意見があれば自由に記載してください。
25. 実験室あるいは実験設備について意見があれば自由に記載してください。
26. 実験1について自ら反省する点があれば自由に記載してください。

2005 年 1 月 7 日

アンケートのお願い

合成及び測定実験（以下、実験 2）を履修した皆さんが、実験 2 を現在どのように評価しているか、率直な意見を聞かせ下さい。次年度からの化学実験の改善に利用します。なお、アンケート用紙は、1 月 31 日（月）までに化学実験準備室（総合館南棟 2 階）に設置されているアンケート回収箱に入れてください。

学部 _____ 学科 _____ 回生 _____ 受講曜日 _____

1. 高等学校では自分自身が試薬やガラス器具を手にする化学実験を経験しましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分経験した 5—4—3—2—1 まったく経験しなかった
2. 「分析化学及び環境化学実験」を履修しましたか。
a. 履修して合格した b. 履修したが不合格であった c. 履修しなかった
3. 実験 2 が始まるころ、試薬やガラス器具の扱いが不慣れで戸惑いはありましたか。5 段階評価で○をつけてください。
まったく戸惑わなかった 5—4—3—2—1 大変戸惑った
4. ビュレット、容量フラスコ、天秤を用いる測定実験は興味深かったですか。5 段階評価で○をつけてください。
大変興味深かった 5—4—3—2—1 まったく興味を持てなかった
5. 試薬を反応させ化合物を取り出す合成実験は興味深かったですか。5 段階評価で○をつけてください。
大変興味深かった 5—4—3—2—1 まったく興味を持てなかった
6. 測定実験によって分析化学の理解は深まりましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分理解が深まった 5—4—3—2—1 まったく深まらなかった
7. 合成実験（有機合成）によって有機化学の理解は深まりましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分理解が深まった 5—4—3—2—1 まったく深まらなかった
8. 合成実験（無機錯体合成）によって無機化学の理解は深まりましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分理解が深まった 5—4—3—2—1 まったく深まらなかった
9. 実験 2 によって化学実験操作法は習得できましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分習得できた 5—4—3—2—1 まったく習得できなかった
10. 実験 2 によって化学実験レポートの書き方は訓練できましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分訓練できた 5—4—3—2—1 まったく訓練できなかった
11. 1 回の実験は規定の時間内でやり遂げることはできましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分余裕があった 5—4—丁度よい時間—3—2—1 まったく時間が足らなかった
12. 教員の実験指導は十分でしたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分・丁寧 5—4—3—2—1 不十分・不親切
13. TA（ティーチングアシスタント）の実験指導は十分でしたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分・丁寧 5—4—3—2—1 不十分・不親切
14. 学部・大学院の勉学や学生生活の様子を聞くなど、TA とは十分交流できましたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分交流できた 5—4—3—2—1 まったく交流できなかった
15. 1 回の実験のレポート作成に平均どれくらいの時間を要しましたか。
a. 30 分未満 b. 30 分～1 時間 c. 1 時間～2 時間 d. 2 時間～3 時間 e. 3 時間以上
16. レポートは独力で作成しましたか。先輩や友人のレポートを参考にしましたか。
完全に独力で作成した 5—4—3—2—1 完全に丸写しした
17. レポートの添削・指導は十分でしたか。5 段階評価で○をつけてください。
十分・丁寧 5—4—3—2—1 不十分・不親切

裏面あり

18. 教科書「合成及び測定実験」を予習した上で実験に臨みましたか。5段階評価で○をつけてください。
ノートに実験手順を整理して実験した 5——4——3——2——1 まったく読まなかった
19. 実験1・2のように教科書に沿って実施する実験とは異なり、教員と履修生が実験課題とその展開を考えながら、実験を進めていく探究型実験の開講が計画されていますが、このような実験科目を履修したいですか。
a. 履修する b. 履修しない c. 分からない
20. 教科書「合成及び測定実験」の内容は理解できましたか。
十分理解できた 5——4——3——2——1 まったく理解できなかった
21. 実験2では共同実験を排して、すべて一人で実験するようにしていますが、このことをどう考えますか。
22. 実験2で行なった実験課題あるいは実験内容について意見があれば自由に記載してください。
23. 実験2の教科書「合成及び測定実験」について意見があれば自由に記載してください。
24. 実験指導・レポート指導について意見があれば自由に記載してください。
25. 成績は出席、レポート、実験態度の総合評価です。成績評価について意見があれば自由に記載してください。
26. 実験室あるいは実験設備について意見があれば自由に記載してください。
27. 実験2について自ら反省する点があれば自由に記載してください。