

## 学生実習の評価・改良の試み

— 物理学実習の場合 —

滋賀医科大学物理学教室

福村和子, 中西章夫, 小林隆幸

### 初めに

平成12年(2000年)度から、滋賀医科大学でも教育に対する学生の評価を受けることになった。滋賀医科大学物理学教室では、1996年9月から、物理学実習の終了時に改良の方向を探ることを目的として感想を書いてもらっている。また、1999年9月から、幾つかの点に絞って学生の意見を聞いた。これによって実習を少しずつ変えてきたが、全体として集計したことはなかった。今回は、評価や改良の方向に関わる要となる文(キーセンテンス)によって分類し、整理を試みた。これにより、多くの学生が物理実習をどう思っているか、また、どのように変えたら良いと思っているかを把握しようとしている。

まず、幾つかの問いを設定した第24期～第26期実習の感想文を整理した結果を示す。ここで、第24期実習とは、滋賀医科大学に入学した最初の学生を第1期生として、第24期生が受けた実習という意味である。次に、上記の3年分も含めて、第21期～第26期の実習の感想文について述べる。その後、これらの意見をどのように捉えるかについて述べる。

まだ十分な整理がされていないが、教育の改革・評価が問題になっている折、何かの参考になればと思っただけのものである。

### 物理学実習の概要

滋賀医科大学の第1期生が入学したのは、1975年4月である。それ以来最近まで、1年後期から2年前期にかけて、1年間物理実習が行われてきた。物理実習は、物理現象や物理法則を、実験を通して理解することを目的としている。また、得られたデータを解析し、それに対する考察も行う。物理現象の範囲を広く捉えて、統計に関連するものや、生体信号の解析等も含む。実習テーマを少しずつ変えてきたが、後ほど表6に示す第24期では、最初の頃のテーマの内半分程度がそのままの形で残っている。1学年100名の半分、50名が一度に実習を受け、二人一組で実習を行う。そのため、25組の実習機器が必要なので、最低でも25テーマの実習課題が用意され、学生はそれらの機器がおかれた実験机を毎週移動して実習を行う。同じ実習テーマを行うのは一組だけなので、周りの人に頼らずに実習を進めなければならない。最初は、この25テーマを順次進めていたが、暫く後に、力学、光、電気関係と大きく3群に分割し、群内の実験を6週程度行ってから、次の群に移ることにした。また、それぞれの群の初めには、それぞれの実習テーマに関する説明(実習講義)を行っていた。最初は、毎回レポート提出を求めていたが、その負担が過大になったため、2回に1度、交代で提出することとなった。そのような実習を行った第21期は、1995年10月～1996年9月まで1年間の実習である。第22期も1年間の実習であるが、それまでのレポート提出はなくなり、ノートの提出に変わった。第23期は、実習の総時間数は変化しないものの、実習期間は3/4年になり、1997年10月～12月と1998年4月～9月に実習を行った。第24期と第25期においても同様の形態で実施した。また、第26期から物理実習は半年となった。これらの物理実習は必修であり、指導するスタッフは、実質的には、非常勤講師を含めて4名である。各人が実習課題の幾つかを担当し、その課題に対して、説明を加えたり、実習終了時にチェックを行っている。

### 感想の内容 I (第24期～第26期実習)

第24期実習 (3/4年)、第25期実習 (3/4年) と、第26期実習 (2000年10月～2001年3月: 1/2年) の終了時に感想を書いてもらった。

- (1) 全体としてテーマの選び方は、妥当か? そうでないなら、どの点に改善の余地があるか?
- (2) 実習テーマのうち興味を持ったものがあれば、それらのうち3つを挙げてください。
- (3) 教官の説明は適切であったか? そうでなければ、どのような形が望ましいか?
- (4) 全体を通しての感想。

からなり、以下に順次報告する。

- (1) 全体としてテーマの選び方は、妥当か? そうでないなら、どの点に改善の余地があるか?

表1に人数を示すが、“概ね妥当(適切)であった”と答えた人が多い。“判断できず”と答えた人の理由は、他の例を知らないとか、生物選択なので物理の全体像がよく分からないなどというものである。ここで、生物選択というのは、物理非選択とも呼ぶことがあるが、ともに入試で物理を選択していないことを意味している。“改善の余地”について言及した人もあり、その内容を順次紹介する。また、感想文を提出した人の数(回答者数)と受講者数も併せて示す。第26期で、改善点についての記述者が少ないのは、実習期間が半年に減り、しかも、今までと異なり、実習の後に短時間で書いたために具体的な意見が少なかったと思われる。しかし、その分、それまでの実習講義の後よりも出席者が多いので、回答者数は前年よりも多い。

表1 全体としてテーマの選び方は妥当か?

	第24期	第25期	第26期
概ね妥当(適切)	64	40	67
判断できず	2	4	6
改善の余地	26	34	11
回答者数	96	80	89
受講者数	101	94	94

“改善の余地”については、以下に順次紹介する。まず、難易度に関して述べている人がおり、その内訳を表2に示す。“生物選択者に配慮が必要”というのは、前にも少し述べたが、滋賀医科大学の入学試験では、理科の科目が物理・化学・生物の中から2科目選択なので、入学試験で生物を取り、物理を選択していない学生を意味し、これはまた、高校で物理をあまり勉強していないことを表している。従って、物理の基礎知識が少ないので、内容の理解が困難であり、理解が容易なテーマを増加して欲しいということを言っていると考えられる。この中には、中学で習った内容に関わるもの、また感覚的に分かりやすいものがよいという意見もある。それ以外の分類項目においても、いずれも内容の理

表2 難易度に関して

	第24期	第25期	第26期
生物選択者に配慮が必要	5	10	3
非常に難解、もっと分かりやすいものを	3	2	
内容の理解困難	4	4	1
その他		1	

解が容易なテーマを望んでいる。分かりにくいものとしては、電気関係、スペクトルや放射線などが挙げられており、基本的な内容については、わかり易い説明をして欲しいなどの意見が書いてある。“その他”として、機器の使用法がわかりづらいとの指摘がある。

また、実習のやり方について、意見の内容とその人数の内訳を表3に示す。後ほど表6に示すように多くのテーマがあるが、“テーマを絞って、内容の理解を”重視したほうがよいとする人や、“出来る実験と出来ない実験があるのは良くない”とする人がいる。例えば、50名が一度に受講するとすれば、2組（4名）が同じ実習題目の実験をする場合に、13組の実習題目（課題）が必要となる。ところが実際には、10週間しか実験できないとなれば、3つの課題を実験せずに終了することになる。この3つの課題が未履修で終わることを良くないとしている。それを避けるために“多くの選択肢から自由に選択”できるように希望する人もいる。実験によってかかる時間が違うのは困るとの意見もある。この中には、

表3 実習のやり方について

	第24期	第25期	第26期
テーマを絞って、内容の理解を	2	2	
出来る実験と出来ない実験があるのは良くない	2	3	1
自由選択性	3		
必要時間は同じ程度に	1	1	1
その他			1

aとbに分かれたもの(例えば、表6の2-13-a, 2-13-b)では、実験に要する時間が同じ程度のテーマにしたら良いという指摘も含まれている。“その他”としては、表6に示す電気回路では、IとIIに分かれている。これを、人によっては、IIを済ましてからIを行うこともある。しかし、IIの実験は、基礎知識としてIの実験の内容を含んでいることがあるので、順序が逆（II→I）となるのは、良くないというものである。

実習のテーマについては、“日常生活等の身近な物理現象に関連するテーマ”、また、“生物、医学、医療の専門に近いテーマ”、“物理の基礎概念や基礎知識を理解することに重点をおいたテーマ”の増加を求めている人がいる。また、“その他”としては、コンピューターを使ったテーマを求める人や、応用法がわかるもの、興味を持てるもの、あるいは、学生に意見を聞くとよいとの指摘もある。それぞれを求める人数を表4に示す。また、逆に2つある電気回路に関する実験は1つでよいと指摘する人もいる。

表4 実習テーマについて

	第24期	第25期	第26期
身近な現象に関するテーマ	3	5	1
生物、医学、医療に近いテーマ	2	4	2
物理学の基礎概念や基礎知識を理解するテーマ	1	1	
その他	2	4	1

また、概ね妥当とする人では、“多くの分野に涉った実験ができて良かった”とする人が多く、その人数を表5に示す。その他の主なものは、“興味を持てるものがあった”という人や、妥当とするもの

の“難しいものもあった”と指摘する人などである。

表5 妥当とする人の理由および指摘

	第24期	第25期	第26期
多くの分野に涉った実験ができた	10	8	9
興味を持てるものがあった	3	5	4
難しいものもあった	5	3	5

(2) 実習テーマのうち興味を持ったものがあれば、それらのうち3つを挙げてください。

興味ある実習テーマを、各人に3つ挙げてもらって集計した結果を表6に示す。ここで、“一”は、実習課題として使用していないことを示す。第24～26期の中で、実習課題数が1番多い第24期の番号で示している。実験番号“1-1”は、1年で行う実験の1番を意味する。但し、全員が同じ実習課題を行うわけではないので、1回目の実習時間に行うという意味ではない。“テーマ”の項には、後に説明するテーマ別に分類したものの略称を示す。“題目”の項には、実験題目の他に、括弧内に簡単な説明を付けた。各人が挙げたテーマを、各実習課題(題目)の人数の合計として表す。

第25期も同様に行ったが、学士入学の制度ができ、これによって実習の受講者が5名減った。このため、表6の後半に示す2年前期に行う実験で、課題を1つ減らせることになり、興味を持つ人が少ない“2-10”の実験を課題として用いないことにした。

第26期では、物理学実習の期間が半年となったので、必要な実習課題数が減った。そこで、実習課題を幾つかの群に分類し、その群内で減らすことにした。“1-1 誤差の法則”は、“2-2 統計法則のモデル実験”とともに“統計”に関するものなので、“1-1 誤差の法則”を休止した。“2-12 ガンマ線スペクトルの観測”と、“2-4 ガンマ線の吸収”は、ともに放射線(“医学”に関連)を扱っているので、少し理解が難しい“2-12 ガンマ線スペクトルの観測”の方を休止した。また、“1-3 熱電対による温度測定”や、“1-4 オッシロスコープの使用法”は、実際にこれらを使用している別の実験があるので、取りやめた。“2-6b 液体の表面張力”をやめて、“ボルダの振り子”に統一した。これは人気の高い実習課題であるが、機器が老朽化しており、続けるならば機器の更新が必要なためである。また、一方では、学生に十分な説明をするには、時間的な問題から用意する実験課題の数を絞ったほうが良いので、“2-6a”と“2-6b”を統一した。“2-8 脳波の周波数解析”(“医学”に関連)は、最も人気のある実習課題であるが、あまり物理的な内容ではない。生体信号を扱うという面から見ると、第26期の物理実習(半年)の後に予定されている、物理、化学、生物の3教科が合同で行い、自然現象を総合的に捉えることを目的とした基礎科学研究のテーマとしてふさわしいと考え、それに備えて待機中である。それ以外に、“2-3 電気回路(I)”と“2-7 電気回路(II)”は、それぞれ交流回路へと名称が変わり、前者では、その一部が変更されている。

“医学・医療に関連するテーマ(2-4、2-8、2-12)”、“統計に関するテーマ(1-1、2-2)”については、今まで述べてきた。それ以外には、“光学に関するテーマ(2-1、2-5、2-9)”、および“身近な物理現象に関するテーマ(1-2、1-5、2-6)”と、“その他”とに分類した。“その他”は、主として電気関係である。各実験課題を行う人数は、時期によって異なり、第24期、25期では、1年後期に実施したものは100名程度で、2年前期では70名程度である。また、第26期では、80名程度である。これらのテーマ別に興味あるものを分類した結果を図1に示す。第24期および第25期で一番人気があるのは、“医学・医療に関連するテーマ”である。ところが、第26期では、“身近な物理現象に関するテーマ”となっている。

表 6 興味ある実習テーマ (第24期 ~ 第26期)

実験番号	テーマ	題 目	24期	25期	26期
1-1	統計	誤差の法則 (量針を落として得られる度数の分布を、ガウス分布と比較し、また、釘の直径を測って、母集団の平均値を推定する)	9	18	—
1-2	身近	液体の粘性率 (毛细管を流れる水の粘性率を求める)	5	6	10
1-3	他	熱電対による温度測定 (液体の沸点、錫の融点)	1	1	—
1-4	他	オシロスコープの使用法 (オシロスコープの操作に習熟し、減衰振動を観測する)	1	1	—
1-5	身近	音の周波数解析 (弦の固有振動などによって生ずる音を採録し、高速フーリエ変換法(FFT)により音のスペクトルを得る)	13	12	44
2-1	光学	a 回折格子による光の波長の測定 (Cdの線スペクトルの波長の測定)	12	5	9
		b レーザー光による光の回折・干渉 (He-Neガスレーザー)			
2-2	統計	統計法則のモデル実験 (サイコロを投げて“1”の目が出る度数の分布を求め、ポアソン分布やガウス分布と比較する)	31	31	40
2-3	他	電気回路 (I) (コンデンサーの充放電特性、コイルの誘導リアクタンスの周波数依存性) → 交流回路 (I) (コンデンサーのリアクタンス)	9	2	10
2-4	医学	ガンマ線の吸収 ( $^{137}\text{Cs}$ を用い、Pb、W、Cu、Fe板による吸収係数の測定)	15	14	25
2-5	光学	レンズの焦点距離 (凸レンズ、凹レンズ)	12	12	10
2-6	身近	a ボルダの振子 (重力加速度の測定)	20	16	19
		b 液体の表面張力 (水、アルコール) → 無し			—
2-7	他	電気回路 (II) (CR回路の位相差、LCR直列回路の共振) → 交流回路(II)	8	4	8
2-8	医学	脳波の周波数解析 (脳波をオンラインでフーリエ変換し、人が置かれた状態による周波数分布の違いを調べる)	67	57	—
2-9	光学	a 分光計による屈折率の測定 (最小ふれ角を測定し、プリズムの屈折率を求める)	20	9	11
		b ナトリウム原子のスペクトル (線スペクトルを観測し、これに対応するエネルギー状態間の遷移を決定する)			
2-10	他	a 電子の比電荷の測定	2	—	—
		b 臨界レイノルズ数の測定			
2-11	他	トランジスターを用いた増幅回路 (増幅回路の作製)	9	4	19
2-12	医学	ガンマ線スペクトルの観測 (CsI(Tl)検出器を用い、 $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{22}\text{Na}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ のエネルギースペクトルを観測)	16	8	—
2-13	他	a サーミスター (活性化エネルギーの測定)	7	2	7
		b 金属の電気抵抗の温度係数 (W線)			

各テーマの3年間の変化を図2に示すが、“光学”に関するテーマは、興味を持つ人の割合があまり変化していない。“統計”に関するものは、課題数が2から1へと減っているにも拘らず、興味を持つ人の割合の減少は少ない。“医学関連”では、“脳波の周波数解析”や“ガンマ線スペクトルの観測”が減ったので、興味を持つ人の割合は1/3に減った。その分、“身近な物理”に関するテーマや“その他”へと移っている。

3年間を通してみると、“医学に少しでも関連するもの”、“統計”、“光学”や、“身近な物理”現象には、高校で物理をほとんど履修せずに大学に入学する学生でも、比較的興味を持ち易く、また、理解し易いと考えられる。

(3) 説明は適切か？

表7に示すように“概ね適切”と答えた人が多いが、改善の提案などの“具体的な記述”もある。

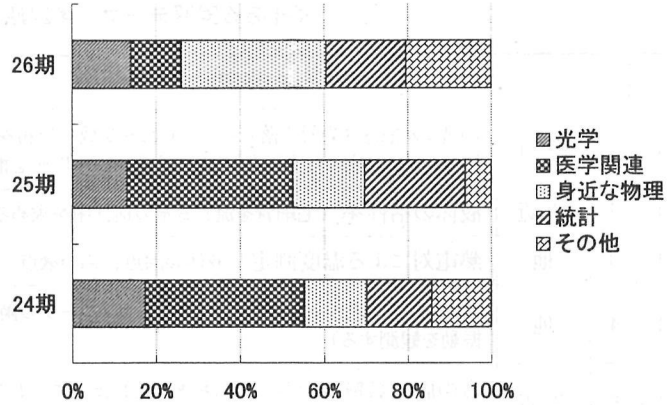


図1 興味あるテーマ

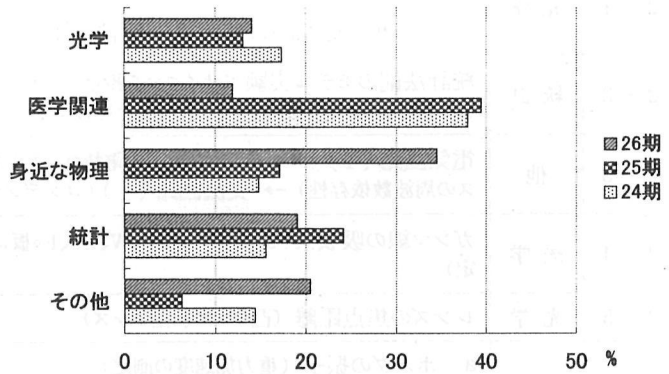


図2 興味あるテーマの3年間の変遷

表7 説明は適切か

	第24期	第25期	第26期
概ね適切	68	42	60
具体的な記述	25	35	22

具体的に改良の方向を示したもののうち、先ず実習開始前の事柄に関しては、“実習指導書の説明や言葉が難解”なので、分かりやすく書いて欲しいという人がいる。その人数を表8に示す。この中には、目的や理論を入試での物理非選択者にもわかる様に書いて欲しいと望む人もいる。また、指導書を読む予習だけでは分かりにくく、“実習前に、目的や装置の簡単な説明”を求める人や、特に理解が難しいものには“実習講義”や、実習前の質問時間を取るようにとの意見がある。また、“指導書の説明で十分”という人もいる。

表8 実習開始前の事柄に関する意見

	第24期	第25期	第26期
指導書難解	4	3	1
実習前に簡単な説明	3	5	4
実習講義など	1	3	
指導書の説明で十分	1		

実習中に関しては、“簡単なかいつまんだ説明をもっと多く”して欲しい人や、質問しようにも、“担当者がなかなかつかまらない”ので困った人もいる。また、教師によって答え方に差があり、場合によってはその“答えが違うために混乱”する人もいる。逆に、最初の簡単な説明以外は、質問をしない限り、“説明をして欲しくない”人もいる。自分で考えなければ意味の無いテーマもあるためである。これらの人数を表9に示す。“その他”としては、実習の途中で担当者が各実験机を廻って様子を見るときには、後ろでじっと見られると集中できないという意見もある。

表9 実習中の説明についての意見

	第24期	第25期	第26期
簡単なかいつまんだ説明をもっと多く	2	3	2
担当者がなかなかつかまらない	1	1	
人によって答えが違うため混乱	1	1	
説明はあまり必要ない	1		
その他	1		

測定を終えてデータ整理も終わった後、実験の終了を担当者に報告する。その時に、実験の意味するところなどの説明を受けることが多い。この実習終了後の説明については、表10に示すように“難しすぎる”ので、簡潔に分かりやすく、また噛み砕いた説明を求めている人が多い。学生の知識を考慮して、場合によっては、中学生でも分かるような説明を求めている人もいる。また、プリントなどを使ってもっと“じっくりと説明”して欲しい人もいる。じっくりと説明して欲しいものとして1番多く書かれているのは、電気回路に関したものである。さらに、“考察について”は、実験結果の意味について、あまり深く考察されると混乱する人、理解を助けるためにじっくりと説明を求める人や、自分なりの考察に力を入れたいとする人がいる。

表10 終了後の説明についての意見

	第24期	第25期	第26期
難しすぎる	8	13	12
じっくり説明を	1	4	3
考察について	1	2	

“適切”と回答をした人たちの主な意見を表11に示す。“実習中の質問に対して、丁寧に答えてもらった”や、“分かりやすい説明”だったとする人が多い。その他に、“実習終了後に、実験結果をもとにして説明されると分かりやすく、納得できた”という人や、“二人一組のグループ、あるいは同じ実験をしている2グループに対する説明は分かりやすかった”とする人もいる。“適切”とするものの、“難しすぎるころがあった”と書く人もいる。その他には、“説明ばかりではなく、逆に学生に考えさせるように促せば良い”と指摘する人や、“ヒントをもらって考えたのは良かった”と書く人もある。さらに、“あらかじめの説明なしに実験を行い、必要に応じて各自が聞きに行く実習のシステムは大変よかった”と書く人も僅かであるがいる。

表11 “適切”と回答した人たちの主な意見

	第24期	第25期	第26期
質問に対して丁寧な答え	6	6	5
分かりやすい説明	6	6	12
終了後の説明は分かりやすく、納得できた	2	1	1
グループ(テーマ)ごとの説明はよい	3		1
難しすぎるころあり	4	4	4

#### (4) 全体を通しての感想。(第24期～第26期)

この部分は、この後の感想の内容IIと共通であるので、ここでまとめて述べる。

#### 感想の内容II (第21期～第26期実習)

第21期～第23期においても実習終了時に感想を書いてもらった。“どのような批判であってもかまわない。毎年物理実習を少しずつ改良しているので、その参考にしたい。”として書いてもらった。個々の感想はユニークで、1枚、1枚に固有の意味があると思える。しかしながら、その主張は、場合によっては多数の共通の主張であることがある。もしそうであれば、それは、この実習科目のもつ問題点を指摘し、さらには、その解決方法も示唆する可能性がある。そのような視点から、感想文から実習をどのように評価しているかを探ってみることにした。評価は、必ずしも単純なものではなく、例えば、“大変難しかったが、良い経験になった”と言う場合がある。この場合に、よい経験の方を自分にとっての実習の評価として表12に示した。難しい方も、実習に対する意見として表13に示した。この表13には、その他にも多くの人が指摘している意見を取りあげた。

“自分にとって物理実習はどのようなものであったか？”を表12に示す。最上欄には、実習期間と実施年を付け加えて第何期かを示す。最下欄に、“要望・感想”がある。これは、評価に関する記載がなく、代わりに要望や感想が書かれていたものである。第24期以降で、この欄の人数が多いのは、幾つかの問いがされていることと関係がある。問1～3までで既に適切かどうかを尋ねていることから、問4の“全体の感想”の部分には、評価以外の記載が多かった。その他の欄は、実習に対する感想を使用されている文や言葉によって分類した。

次に、6年間の変化を調べるために、大まかに幾つかのグループに分ける。“興味深く、有意義”、“物理実習が良い経験になった”と“実験を進める能力の向上”した人を、“有意義”グループとする。次に、“理論は難しかったが、実験そのものは楽しかった”、“興味深いものや分かるものもある”や、“何とかこなした”人までを、“何とかこなした”グループとする。これら2つのグループは、実習を



自分にとって意味があったと考えている人達である。

しかし、“理解できないものもある”、“唯マニュアル通りにやっただけ”という人達を“マニュアル通り”のグループとする。また、“実験の目的や意味などが分からずに満足感が少ない”、同様に“理解があやふやなままで終わった”や、“学べたことあまりなかった”と思う人もあり、これらを“満足感が少ない”グループとする。“難しかった”や“理解も実験も

困難”だったとする人もおり、これらを“難しい”グループとする。これらのグループの割合の6年間の変化を図3に示す。

実習を自分にとって意味があったと考える“有意義”と“何とかこなした”グループの和は、第21期には90%以上あるが、その後減少して、第26期には60%程度になった。“難しい”とするグループが年々増加して、第26期には25%にも達した。

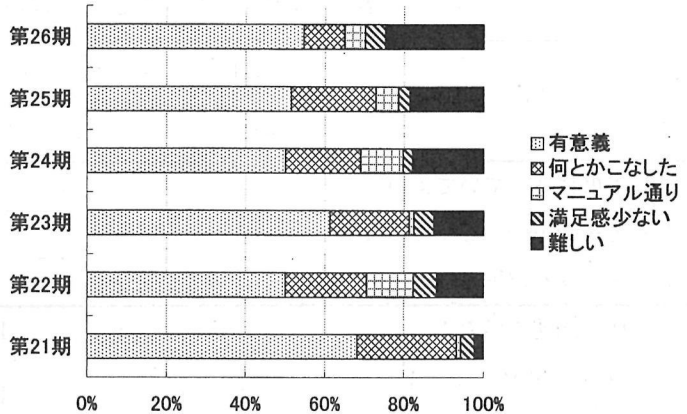


図3 実習は自分にとってどのようなものであったか？

表12 自分にとって実習はどのようなものであったか？ (第21期～第26期)

	21期 1年 (’95-’96)	22期 1年 (’96-’97)	23期 3/4年 (’97-’98)	24期 3/4年 (’98-’99)	25期 3/4年 (’99-’00)	26期 1/2年 (’00-’01)
楽しかった、実感、分かった、興味深い、有意義	37	23	29	32	23	33
よい経験	20	9	14	8	13	7
実験を進める能力向上	3	2	6	2		2
実験そのものは楽しかった	8	8	4	5	1	4
興味深いもの、分かるものもある	10	5	8	10	12	3
何とかこなした	4	1	4	1	2	1
理解できないものもある		3		6	2	3
マニュアル通りにやっただけ	1	5	1	3	2	1
(実験の目的、意味などわからず、)満足感が少ない	1	1	1	1	2	1
あやふやな印象			1	1		3
学べたことあまり無かった	2	3	2			
難しい	1	8	8	13	13	19
理解も実験も困難	1		2	2		
要望・感想	2	7	2	12	10	7

表13 実習に対する意見 (第21期~第26期)

番号	意見	第21期 (1年, '95-'96)	第22期 (1年, '96-'97)	第23期 (3/4年, '97-'98)	第24期 (3/4年, '98-'99)	第25期 (3/4年, '99-'00)	第26期 (1/2年, '00-'01)
1	多岐に涉っていてよい		2	1	11	8	9
2	できないテーマがあり、残念	1	1		10	8	4
3	テーマを選択できる	2	1		3		
4	医学関連を増やす		3	1	5	5	2
5	身近な現象に関するものを増やす	1		1	4	7	2
6	物理らしいものを増やす				2	1	
7	簡単なもの、分かりやすいものを増やす		7	3	3	3	
8	物理 非選択	24	15	20	17	22	25
9	物理 不得意	5	4	8	1	1	1
10	理解が難しい	32	28	37	38	39	30
11	指導書を理解しやすいように	3	10	4	6	9	2
12	実習前の講義(説明)	1	3	12	6	9	4
13	ペア よい	6	9	7	10	3	
14	ペア 生物選択(不得意) 同士つらい	2		2	2		
15	一人の方がよい		1	1			
16	レポートよい	5					
17	ノートよい		4				
18	教師の対応よい	10	5	6	9	6	6
19	積極(能動)的参加	2		2	1	1	
20	心がければ時間を短くできる点 がよい	2	2	2	2	1	1

(注) この人数は、感想Iの表と違うことがある。これは、他の部分に書かれていた分も入っているためである。

第21期と第22期は、共に1年間の実習であるが、第21期では、半分とはいえ、レポートが課せられている。レポートを書くことによって、理解が深くなったと言う意見があった。それが簡単なノート提出だけで済んでしまい、“有意義”グループが減り、“マニュアル通り”や“難しい”グループが増えたと推測される。

第23期～第25期は、実習時間数そのものは変化しないが、実習期間が短縮された。それに伴い、1年後期の実習期間は、前半または後半と半減した。このために、実習のやり方を大きく変え、1年後期に、基本的なものや2年で行う実習の基礎となるものを配した。5組を並列に進行し、5週間で全ての学生が全てのテーマを行うようにした。ここでは、必要に応じて、実習の開始時に機器や原理の説明を加えた。また、4時間半の実習時間があることから、コンピューターを使用しての解析など、全て実習時間に終了するとした。2年前期の半年は、2テーマ並列とし、従来と似た方法で実習を行った。それまでは、内容の似た3群に分けて、その最初に説明の時間を設けていたが、その時間はなくなり、その部分は予習にゆだねられた。しかし、実習時間中には、質問が奨励され、実習が終わった時点で、必要な説明がなされることが多い。この様に変化させた第23期は、難しいとして実習前の説明（実習講義）を望む人が増えた（表13、12番）。しかし、図3からは、肯定的に評価する人の割合が前年より増加していることがわかる。これは、1年後期の比較的分かり易い実習がよい入門コースになったということだろうか。

高校時代にほとんど物理を履修せずに大学に入学した人（物理非選択）や物理が不得意と書く人の数は多い（表13、8番、9番）。これらの人々によって、表12や図3における“難しい”グループの人数が多くなっていると思われる。“物理実習の指導書によって、自力で実習の予習をしようとしても内容を理解するのが難しい”と書いた人の数が多い。それも合せて、いろいろな場合に、“理解が難しい”（表13、10番）と書いた人は多いが、表12に示す“難しい”グループの人数はこの数より少ないので、“難しい”（表13）と感ずることがあっても、興味深いものがあった人や、良い経験と感ずる人などがあることを示している。

表13に示した項目に、補足的な説明を加える。第24期と第25期に“できないテーマがあり、残念”（2番）との記述が多いが、これは学生に人気のあるテーマがある場合、例えば脳波の周波数解析など、それを実際に実験できない人がいたことによると思われる。7番は、分野に捕らわれず分かりやすいテーマを増加して欲しいというものである。“物理非選択”（8番）は、感想文にそう記している人の数であり、実際にはもっと多い。また、実習は、二人一組でおこなうために、お互いが協力して実習を行えたという人（13番）が多いが、二人とも生物選択（物理不得意）同士であると、どちらもさっぱり分からなくて、辛いと書く人（14番）もいる。また、一人で実習をする方が集中できるとする人（15番）も僅かだがいる。レポートから、ノート提出に切り換えた後にノートがよいという人（17番）がいるが、その理由は、ノートは毎回提出しなくてもよいので、後で時間をかけて考察などを考えることも出来るというものである。“教師の対応”（18番）については、良いとする人が多かったが、不親切な点等の指摘も少しはある。説明されてから実習を始めるのではなく、自分で予習して自力で行うこの実習形態をよいとする人（19番）が僅かにいる。また、このような形態は、予習を十分行えば、実習が早く終わるのでよいとする人（20番）もいる。今回は集計をしていないが、実習の質・量の充実を望む人も僅かにいる。

### 感想文という形式の長所と、困難な点

学生は1度も休まずに、物理実習を行っている。その多くの者は、予習して実習に臨み、その結果を直ちに解析している。つまり、書く人達の実習に参加した頻度は同じである。

感想文では、自己の意見が論理明快に書いてあるので、その意図していることがわかりやすいという点が長所である。しかしながら、多くの人が、ある一つのことに對してどのように思っているかを知ることが難しい。

物理実習に関しても、今までは、個々の意見を参考にしていたが、全体の意見を意識的に把握することがなかった。そこで、この報告では、個々の意見の細部にとらわれるのではなく、全体としてどのような感想をもっているかについて、大局的に捉えて考えてみた。この場合、同じような事を書いている人が5人程度いたら、かなり多くの人が同じように思っていると考えられる。

### 学生の評価をどうとらえているか

医学・医療に関連する実習テーマであれば、興味もてるという意見が従来からあり、それに応える意味で、第24期から2テーマを新たに作った。“ガンマ線スペクトルの解析”では、PETなどにも応用されている陽電子崩壊に関わる現象を観測している。また“脳波の周波数解析”で、高速フーリエ変換法 (FFT) によって脳波の信号をオンラインで解析し、その人の置かれた状態による周波数の分布の変化を調べている。

内容の理解が難しいという意見も以前からある。これに對しては、装置の台数が限られている為に全員が同じ実習課題を行うわけではないので、実習開始の前に毎回全員に對して一斉に講義を行うのは無理である。第21期、第22期では、6課題程度をまとめて前以って実習の説明を行っていた。その後、第23期～第25期では、1年後期に行う最初の5回については、必要に応じて実習開始前に説明がされていた。さらに、1年後期には、比較的基礎的な課題が配されており、物理実習の入門コースとなっていた。第26期では、物理実習の期間が半年となり、前述の物理実習入門コースの部分がなくなったので、難しいとの感想をもつ人が増えたと思われる。

今回の感想を分類する過程において、物理実習を面白いと感じる場面や状況は非常に多岐にわたっていると感じた。また、学生は、生半可な理解で満足することはなく、本当に理解したいと思うようである。しかし、高校時代に物理学未履修である学生は、教員が思っている以上に多く、このために、実習指導書を理解しようとしても、実際に困難であるという事態は、改善される必要があると思われる。具体的には、平成12年(2000年)度から、高校で十分に履修していない学生のための自然科学入門(物理学入門も含まれる)が開設された。しかし、この自然科学入門は時間数が少なく、物理では、力学、熱学、電磁気学に渉るものの、基本的な事項にふれるに留まった。その為、この履修程度では、物理実習のテキストを読む力が備わらないと第26期の感想文に記されているので、さらに工夫が望まれる。

物理実習の指導書を、高校での物理未履修者にも理解できるようにもっと分かりやすいように変えていくことや、実習の前の説明を充実させることなどを検討している。また、高校で物理を履修した人でも、良く分からない分野については、実習講義も必要ではないかと考えている。また、少数ではあるが、物理実習にもっと充実を求める人もいるので、これに對しても何らかの工夫が必要であろう。

### 終わりに

物理実習は、高校時代にほとんど経験していないという意味で、比較的新鮮に感じる履修科目のようである。最初に十分な説明が講義のような形でなされないために、指導書を頼りに独力で実習を行わなければならないという意味で、能動的に行うことが要求され、様々な問題も解決しなければならない。また、自然現象の観測の間に、物理法則が実感できる一瞬があるかもしれない。そのような可能性を秘めているにもかかわらず、現実には、物理学に拒絶反応を示す人も残念ながらいる。また、医学に関連した実習には、ほとんど全員が興味をもつが、それ以外については、興味の対象は人によって異なる。

この様な、多様な興味、多様なバックグラウンドの学生を対象に実施する学生実習の改善には、万能薬のようなものは無いと思われる。しかしながら、学生はいくつも改善案を示しており、ここで紹介できなかったユニークな提案もある。これらを参考にして、可能な部分から改良を進めて行きたいと思っている。

また、この感想は記名式であるので、本音ではなく、少し良いように書かれているかもしれない。また、それを分類する側にも、多少の最良目があるかもしれない。まだ十分な解析を行っていない段階であるので、不十分な点が多いと思われるが、感想文の内容紹介と一部については改良の方向に関する現在の考えを述べた。皆様の御意見をお待ちしたい。

## 謝辞

物理実習の遂行にあたって、熱心にご指導いただいた、立命館大学花元克巳先生（現岡山大学）、同半田克巳先生をはじめ、多くの非常勤講師の先生方に謝意を表します。