

## 高校物理実験の実態と 基本実験講習会

駒場東邦中学校・高等学校教諭 井上 賢

### 1. はじめに

高校理科教科書には、実に多くの実験が掲載され、学習指導要領においても、実験観察を主体に教科指導がなされるべき方向性が示されている。しかしながら、高校の理科授業においては、多くの困難要因から、生徒実験のみならず演示実験も含めて、実際に実験があまりなされていないことが指摘されて久しい。また、この状況を如何に改善して行けるのか、そのための方策に関する有意な提言や優れた実践も、多くの学校の現場に対して、なかなか功を奏していない。

この小文では、筆者が関わった、高校における物理実験の実施状況に関する調査と、高校における基本的な物理実験の定着への貢献を目的とした講習会に着目して、報告したい。

### 2. 調査

高校の物理の授業における実験の実施状況について、山崎敏昭（同志社中学校・高等学校）らが2006年と2009年に、その実態調査を行った。結果については、それぞれ、2007年と2011年に、日本物理教育学会の会誌に報告がある<sup>1), 2)</sup>。筆者は主に、この調査のデータ回収と、分析の検証に関して参加したが、その結果は、思った以上の深刻な状況であり、考えさせられるものであった。

その調査方法は、大学理工系新入生に対するアンケートとして、高校時代に物理の授業で経験した実験を選択回答してもらう方法である。回答数は、2006年が、京都と関東を中心とした国公立6校と私立4校の10大学2,547名、2009年が、大阪、名古屋、新潟等も加えた国公立12校と私立11校の23大学（うち8校は2006年実施校と共通）

3,787名であった。経験の有無を問うた実験は、現行の高校物理Ⅰ及び物理Ⅱの教科書に掲載されている42の実験（力学14、波動11、電磁気14、原子核3）であり、「生徒実験として経験」「演示実験として経験」「経験なし」の3択形式での回答を求めた。集計においては、生徒実験と演示実験の両方を経験している件数については、それぞれ別にカウントしている。また、実験項目（名称）だけではその内容を把握しきれない可能性を考え、出版社の許可を得て、比較的シェアの大きい物理教科書<sup>3)</sup>の図版を貼り付けたアンケート用紙を使用した。

### 3. 実態

以下、調査分析の結果から、ポイントのみ紹介したい。

先ず、現行課程の現場への浸透に影響されることなく2006年と2009年とで、全体傾向に有為な差異は認められず、生徒実験では、42の実験について、回答者の20%が実験経験回数0回、60%に及ぶ者が5回以下である。演示実験でも経験回数5回以下の者が40%にも及んでいる。これが、高校物理授業での実験の行われている頻度の実態である。一方で、実験経験15回以上の者が、生徒実験、演示実験共に一定数存在し、中には、全ての実験を経験したとの回答者も存在する。つまり、実験を授業の中に位置付けて行っている学校（教員）と、ほとんど行っていない学校（教員）の差が大きいと言う点も浮かび上がって見える。

図1に、調査分析結果における実験別の実施状況を示す。ここに特徴的なのは、ある程度以上の実施回数となっている実験が固定化されている点である。分析結果によれば、この傾向は、回答者の卒業校が都市圏であるか否かによる差異は無い。授業における実験の実施状況が、日本全国で同じ傾向を持っていることがわかる。実験頻度の高い実験は、生徒実験または演示実験の経験回数が40%を超えるものが、「おんさ」「はく検電器」「ウェーブマシン」「ばね（縦波）」「運動の法則」「気柱共鳴」「光の屈折」「ヤングの干渉」「電磁誘

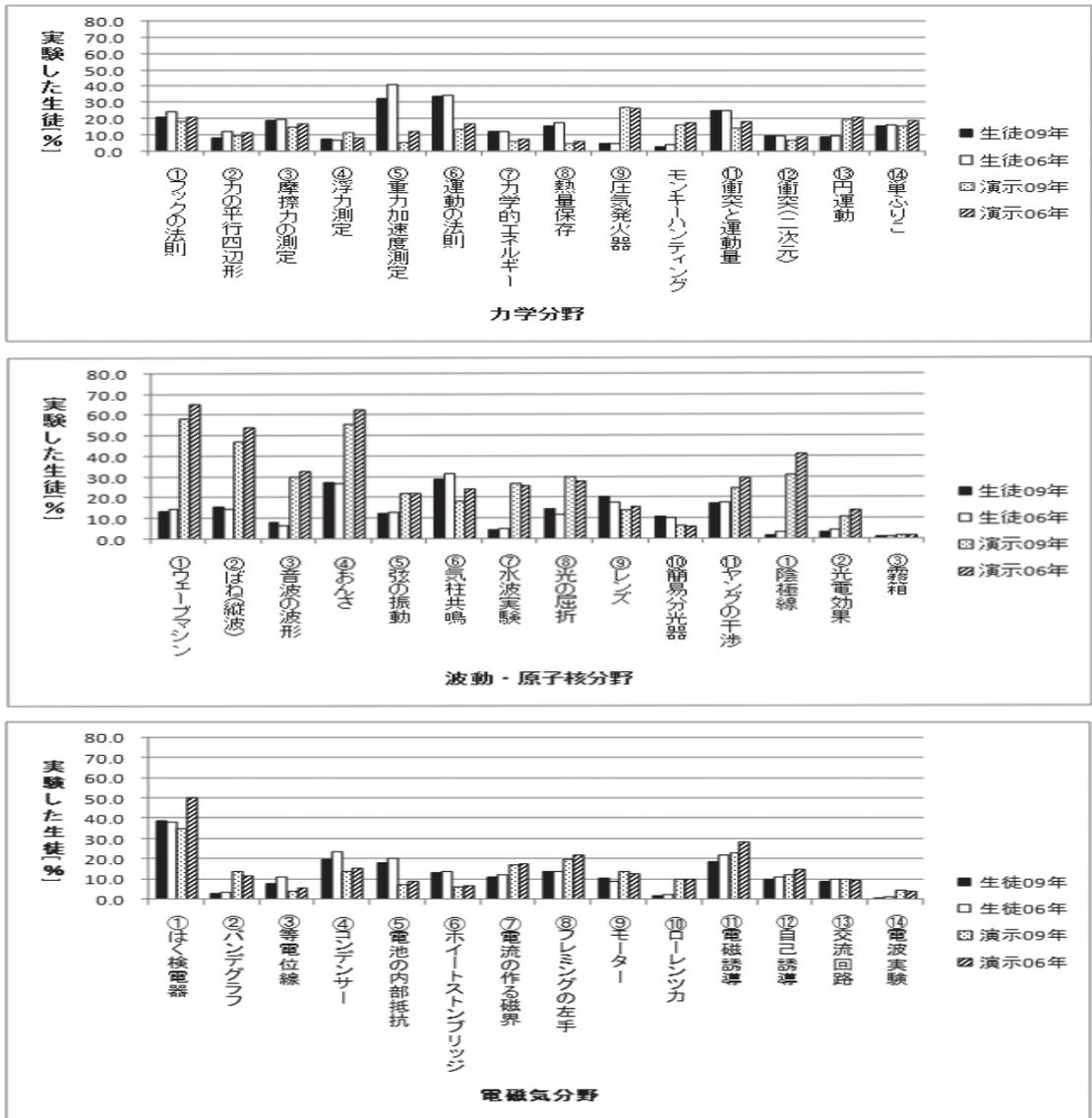


図1 実験別実施状況

導」の9つであり、筆者の私見を含めて言えば、遙か過去の「理振」等の政策により各校に器具が行き渡っている実験とも思われる。

若干の差異が認められたのは、公立校と私立校による差である。私立校出身者のほうが、公立校出身者に比べて、生徒実験、演示実験共に平均2回ほど実験経験回数が少ない。大学への進学を意識した授業展開の中で、問題演習等が優先された結果との見方もできる。理数科と普通科の比較においても、理数科が普通科を平均1～2回程度上

回るに止まり、授業時間数の多さが、授業における実験頻度を顕著に引き上げているわけではないことがわかる。

以上の結果から見れば、現状の高校物理の授業においては、実験の重要性が久しく指摘されながらも、新たな実験授業の開発や、優れた実験授業の普及は進まず、既存の機材による定番の実験が細々と生き残っているに過ぎないとも言えるが、これは筆者の私見を含む。

#### 4. 改善への糸口

2011年の報告<sup>2)</sup>では、「実験状況を改善していくためには」と称して、国立教育政策研究所教育課程研究センター等が行った調査報告<sup>4)</sup>の内容を参照しつつ論を展開している。その視点は、高校現場の理科教員の置かれた状況改善による実験状況改善への展望であり、提言である。確かに、「授業時間の不足」「大学入試への対応」「設備備品の不足」「準備片付け時間の不足」、どれも、実験を授業に位置付けるためには大きな障害となっている。これらの状況改善は重要な課題である。

ここでは、もう一つの注目すべき結果から、筆者の私見を含む視点で考えてみたい。ここで言う、注目すべき結果とは、次の点である。

エリアや学校種別による比較では、全国の実験実施頻度およびその実験項目の偏りにおける傾向に差異は見られなかったが、唯一、顕著に差異が見られた比較分析結果がある。表1の回答者の出身校の都道府県（以下、県）別に分析した結果を見ると、「公立F県」が、いわば突出して実験頻度が高いことがわかる。ここで比較した各県公私立別のデータは、いずれも各県のデータ数が100を超え、2006年と2009年との各同一対象による有為な差異が小さいことから、この突出ないしは各対象による差異は、歴然と存在する有為な差異と考えられる。

この県の教員からのヒアリングによれば、この県では、かねてより、県の教員で構成する研究会

表1 県別の実験回数変化

	生徒		演示	
	09年	06年	09年	06年
全公立高	6.30	6.87	8.21	9.40
全私立高	4.59	4.89	6.61	7.48
公立A県	5.98	5.64	8.49	8.90
公立B県	4.53	3.65	7.94	8.82
公立C県	3.82	4.10	6.86	7.36
公立D県	8.28	7.35	9.74	11.32
公立E県	9.49	10.71	7.62	9.69
公立F県	11.35	11.53	10.15	16.00
私立A県	3.33	4.24	6.45	8.44
私立B県	3.17	3.87	5.44	5.65
私立C県	4.24	4.71	6.89	8.25
私立D県	4.18	4.71	8.19	9.27
私立E県	6.64	8.30	6.87	6.61

で実験書を作成、各高校への普及が図られている。また、別のグループによる報告<sup>5)</sup>によれば、この県の高校化学の実験時間が隣接県より3倍ほど多く、その差は「教員間のコミュニケーション」の差によって生じている可能性を指摘している。2011年の報告でも、ここに高校物理実験の状況改善への糸口があると考え、教員のネットワーク化の重要性を論じている。

#### 5. 定番実験の困難

高校のカリキュラムにおける「物理」の位置付けは、学習指導要領の改訂の繰り返しの中で、必修から選択へ、かつ、選択必修部分の縮小という流れに載せられて来た。その結果、現在の高校現場では、物理を専門とする理科教員（以下、物理教員）の需要は小さく、一つの高校に物理教員が一人しか居ない、場合によっては専任の物理教員がまったく居ない状況が珍しくない。一方で、多数の物理教員を擁する世代の退職期を向かえ、これまで非常に少なかった新任物理教員の採用が増加へ転じている。当然、これらの新任教員は、物理授業について相談できる先輩の居ない現場へ赴任するケースが少なくない上に、彼ら自身の生徒時代の実験経験は少ない。

しかも、昨今の高校教員は、教科指導以外の業務の増加により、授業研究や準備の時間を十分に確保できていない状況が否定できない。そんな状況下で、身近に相談できる先輩の居ない物理教員が、実験を授業に位置付け、その準備を整えることは容易ではない。経験の浅い新任教員にとっては、教科書の定番実験ですら、そのポイントやコツが見定められずに、実際の授業への位置づけが困難となる。

#### 6. 基本実験講習会

この、教科書定番実験ですら多くの現場で実施困難に陥っている状況に注目して、2008年から毎年7月の連休（日曜+海の日）に実施されているのが、「高校物理の授業に役立つ実験講習会」<sup>6)</sup>である。この講習会の実施動機に先立って出版さ

表2 第4回実験講習会の実験項目

1	台車にはたらく力と運動
2	力学的エネルギーの保存
3	縦波の定常波
4	コンピュータ計測
5	複スリットによる干渉
6	抵抗の温度変化
7	電磁誘導
8	光電効果
9	霧箱
10	基礎技術講習

れたのが、「見て体験して物理がわかる実験ガイド—演示実験・生徒実験集—」<sup>7)</sup>であり、東京におけるこれまでの4回の実験講習会のテキストとして利用されている。また、これらの実験ガイドの出版と講習会の実施に対して、全面的に協力して動いたのが、物理教育研究会（APEJ）<sup>8)</sup>である。

2011年の講習会で扱われた実験テーマは、表2の通りである。この実験講習会は、最新であったり、秀逸であったりする実験を発表紹介するのではなく、教科書に定番として載り、多くの学校現場で定番として行われるはずの実験について、受講者数人ずつのグループが、順次各テーマを廻り、それぞれ十分な時間を掛けて、授業への位置付け方や、実施の際の留意事項やコツなどについて、講師スタッフと情報交換をしながら、実際に体験して行く。

受講者は、学校への案内や、先輩や知人、前年までの参加者などからの紹介等によって、自らの意思で参加する。教員経験3年以内または10年以上の教員の受講が多く、この間の年代層の多忙さが垣間見える。なお、講師スタッフは皆、現場教員によるボランティアであり、人数から言えば、受講者数に匹敵する。4回の実施歴の中では、以前の受講者が翌年以降に講師スタッフとして参加するケースも見受けられる。

以下に挙げる受講者の感想（抜粋）から、この講習会の意義が認められる。また、2010年からは、東京以外の地域での「ローカル講習会」もスタートした。地域での展開にこそ、この講習会の真価が見出されるであろう。

「ただ見るだけでなく、実際に自分で操作等できるのはよい」「先生方のコミュニケーションの中で、

実験をためすことができ、大変よかった」「各先生方のアイデアが飛びかい、刺激になった」「意見交換ができて大変勉強になった」

## 7. おわりに

以上、大変舌足らずで、雑駁な報告であるが、読者諸氏の参考になればと思う。この小文の根拠とした、個々の文献や取り組みについての詳細は、可能であれば、文末の引用および参考文献等をご参照頂きたい。

## 引用および参考文献等

- 1) 山崎敏昭, 他「高校物理実験の実態—2006年大学新入生からの分析—」物理教育 55-1 (2007), 日本物理教育学会
- 2) 山崎敏昭, 他「高校物理実験の実態Ⅱ—2009年大学新入生調査の分析—」物理教育 59-2 (2011), 日本物理教育学会
- 3) 兵藤申一, 他「高等学校物理Ⅰ改訂版」及び「高等学校物理Ⅱ改訂版」(平成18年3月検定済), (株)新興出版社啓林館
- 4) (独)科学技術振興機構理科教育支援センター, 国立教育政策研究所教育課程研究センター「平成20年度高等学校理科教員実態調査」  
[http://rikashien.jst.go.jp/highschool/cpse\\_report\\_005\\_1.pdf#search=](http://rikashien.jst.go.jp/highschool/cpse_report_005_1.pdf#search=) 平成20年度高等学校理科教員実態調査
- 5) 泉俊輔, 他「高校科学から実験が消える日」日本科学教育学会年会論文集 33 (2009), 日本科学教育学会
- 6) 岸澤真一「「第4回高校物理の授業に役立つ実験講習会」の報告」物理教育通信 146 (2011), 物理教育研究会 (APEJ)
- 7) 東京大学教養学部附属教養教育開発機構編集, 兵頭俊夫監修「見て体験して物理がわかる実験ガイド—演示実験・生徒実験集— (DVD付)」(2007), 学術図書出版社
- 8) 物理教育研究会 (APEJ) <http://www.apej.org/>