

# 物理学実験へのアクティブ・ラーニングの導入

町田 光男\*

## Introduction of Active-learning to Physics Experiment

by

Mitsuo MACHIDA\*

### 要 旨

物理学実験の演習にアクティブ・ラーニングの手法を導入し、導入の効果をアンケートで検証した。従来、演習は講義形式の授業の後、問題を解かせていただけであったが、この内容の他に実験課題、プレゼンテーションを導入し、これらをグループワークとして取り組ませた。グループワークへの参加は、グループのメンバーとしての責任感やチームワークの重要性の認識に繋がっている。また、プレゼンテーションの準備活動は実験の理解に有効に作用していることも確認できた。

**Key Words:** アクティブ・ラーニング、物理学実験、演習、グループワーク

### 1. はじめに

現在、高度情報化やグローバル化など、重大な社会変革に直面しているが、大学もこのような変化に適切に対応していくことが求められる。グローバル化や情報化が進んだことで、人や情報が地球規模で結びつき、文化や価値観の異なる外国人と接したりする機会も増えている。そのような場合、価値観の違いを理解しながら、その違いを相互に尊重し合うことが重要となる。発展途上国が消費大国になり、生産におけるライバルになりつつある。今後の日本に求められることは、生産性の向上ではなく、新しい価値を生み出すことである。従って、これからの世代には、与えられた知識をそのまま使う能

力ではなく、その知識をもとに新しい価値を生み出す能力が求められる。このようなニーズの変化、グローバル化による産業構造の変化に加えて、少子化など、大学には様々な問題が提起されている。

特に、「2018年問題」は多くの大学にとって喫緊に迫った深刻な問題である。規制緩和により、学部や学科の定員増や新設が行われ、大学間の競争が激化している。このような状況下で大学が生き残るためには、大学の地域への貢献や教育研究を再点検し、多様化する社会が求める人材を育成することが必要である。そのためには、基礎的な知識・技能の習得に加え、思考力・判断力・表現力などの育成や学習意欲の向上、新しいものを生み出す応用力、多様な人間関係を構築する力を重視した教育が不可欠となり、アクティブ・ラーニング（AL）が有効な

---

\*崇城大学総合教育センター教授

教育方法として注目されている<sup>1)</sup>。

ALとは、一方通行の講義ではなく、PBL (Project-Based Learning) や課題研究、ディスカッション、プレゼンテーションなど、学生の能動的な学習への参加を取り入れた学習方法の総称であり、知識を身につけることは勿論、その知識を活用することを重視した教育方法である<sup>2)</sup>。この方法により、問題に直面した時に解決することのできる思考力、判断力などを養うことができる。また、学生同士の協働、教員との対話、先人の教えを手掛かりに考えることなどを通して、自らの考えを広げる対話的な学びが実現できる。従って、ALは現代社会のニーズに応えるために教育界に登場した方法である。

ALには、大学教育の質の向上に関する大きな期待が寄せられている。一方で、ALの効果に関して、検証例が十分に蓄積されているとは言えない。本報告では、ALの教育手法を物理学実験に導入して、その効果をアンケートで検証した。

## 2. AL 導入前と後の物理学実験

崇城大学の低年次物理学教育では、1年前期に基礎物理学、後期に物理学を履修した後、2年次で物理学実験を行う。専門教育への接続を円滑にするため、基礎物理学や物理学では、学科の特性やニーズに応じた授業を展開している。物理学実験では、履修者が多数の場合にも対応できるように、履修者を2つのグループに分割し、一方のグループが実験をするとき、他方が演習をする(表-I)。そのため、初回のガイダンス以後、履修者は実験と演習を交互に行う。

演習の目標は、授業を通して、実験を行う際に必要な知識を習得し、実験をより深く理解することである。演習では、実験と密接に関連する誤差論やデータ処理法を主として扱ってきたが、従来型の教員主体による一方的な授業が行われてきた。今回、応用微生物工学科と応用生命学科の合併クラスの物理学実験の演習に対して、ALを導入し、その効果を検討した。

表-I AL 導入前と後の演習

AL導入前	AL導入後
(1)ガイダンス	(1)ガイダンス
(2)実験	(2)実験
(3)演習(有効数字)	(3)演習(有効数字)
(4)実験	(4)実験
(5)演習(有効数字)	(5)演習(物理量の単位)
(6)実験	(6)実験
(7)演習(物理量の単位)	(7)演習(誤差論)
(8)実験	(8)実験
(9)演習(誤差論)	(9)演習(最小二乗法)
(10)実験	(10)実験
(11)演習(誤差論)	(11)演習(発表準備)
(12)実験	(12)実験
(13)演習(最小二乗法)	(13)演習(発表準備)
(14)実験	(14)実験
(15)予備日	(15)演習(発表)

AL 導入前の演習では、まず教員が演習のテーマの授業を行い、次に履修者が与えられた問題を解くという方式で行われてきた。AL型の授業においては、履修者が中心となって活動する授業への転換を図ることが必要である。しかし、物理学などの基礎的な理系科目では、講義が必ずしも否定されるものではなく、明快な説明、興味や関心を喚起する教材の提示など、従来の指導法を継承しながら、バランスのとれた授業を展開することが重要である。AL化を試みたのは、15回目の予備日と6回の演習を合わせた合計7回の授業である(表-I)。AL型の授業では、最初の4回を演習((3)有効数字と四則演算、(5)物理量の単位、(7)誤差と正規分布、(9)最小二乗法)、後半の3回((11)発表準備、(13)発表準備、(15)発表)を履修した実験のプレゼンテーションとその準備とした。

授業は「導入と授業」、「展開」、「まとめ」の順序で進めた(図-1)。「導入と授業」では、授業の流れや実験課題の内容等を説明した後、演習のテーマの授業を、パワーポイントを用いて行った。「展開」では、主体的な学びを促すため、5人程度のグループで問題の解答や実験課題に取り組ませた。最後の「まとめ」でも、解いた問題の解説はグループワークで行わせた。ただし、実験課題に関しては、時間的な都合により、担当教員が解説を行った。

導入と授業	教員による説明 (1) 教員が授業の流れ、課題などを説明 (2) 演習のテーマの授業を行う
展開	グループワーク (1) 学生に問題を解かせる (2) 課題に取り組ませる
まとめ	(1) 問題の解き方及び解答を説明させる (2) 課題について教員が解説する

図－１ AL 導入後の演習の流れ

演習では、履修生が集中力を持続して取り組めるように、簡単な実験課題を授業に取り入れた。例えば、(9) 最小二乗法では、つるまきばねを用いてフックの法則の実験を行わせ、得られたデータを最小二乗法で解析させた。

図－２のように、ばね定数を  $k$ 、自然長からのばねの伸びを  $x$ 、おもりの重力を  $mg$  ( $g$ : 重力加速度の大きさ) とすると

$$mg = kx$$

の関係が得られる。おもりの重量を変化させて測定したデータを、関数形

$$y = ax + b$$

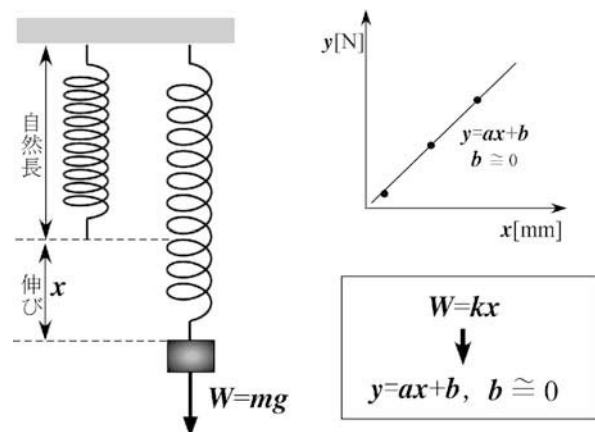
の最小二乗法で解析させた。ただし、定数  $a$ 、 $b$  は次のように表されることを演習で解説済みであり、また練習としての計算も行わせている。

$$a = \frac{1}{\Delta} (n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i)$$

$$b = \frac{1}{\Delta} (\sum x_i^2 \sum y_i - \sum x_i \sum x_i y_i)$$

$$\Delta = n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2$$

測定及び解析は5～6人程度のグループワークで行わせ、履修生が飽きることなく集中して作業を行えるように、課題は1時間程度で終了するように設定してある。



図－２ フックの法則の測定

最後の発表では、パワーポイントの原稿をグループ主体で作成させ、教員の指導は式の入力方法の指導や、説明不足な箇所や考察の追加の指摘等に止めた。多くの履修生は他の授業で既にプレゼンテーションを経験していたので、このやり方であまり問題は発生しなかった。また発表会では、各グループが1回以上の質問をすることを義務付けた。

### 3. アンケートの結果

表－Ⅱ アンケート結果の抜粋

(1) 演習を理解することができましたか。	
理解できた	11%
ほぼ理解できた	59%
理解できなかった	30%
(2) 演習は実験を理解するのに役立ちましたか。	
役立った	44%
どちらとも言えない	48%
役立たなかった	8%
(3) グループ発表は実験を理解するのに役立ちましたか。	
役立った	59%
どちらとも言えない	30%
役立たなかった	11%

AL 導入の効果を確認するため、アンケート調査を実施した。アンケート結果を抜粋したものを表－Ⅱに示す。「演習を理解することができましたか。」という設問に対して、70%の履修生が「理解できた」または「ほぼ理解できた」と回答している。この結果は演習の難易度がほぼ適正であったことを示している。次に、「演習は実験を理解するのに役立ちましたか。」に対しては、56%の履修生が「どちらと

も言えない」または「役に立たなかった」と回答している。この結果は演習と実験の関係が授業で明確に提示されていなかったことを示唆している。最後に、「グループ発表は実験を理解するのに役立ちましたか。」という設問であるが、「役に立った」が59%であり、プレゼンテーションが実験の理解に繋がっていることを示している。特に、「役に立った」と答えた履修生の意見としては、「実験の理解が深まった」、「チームワークの重要性を認識した」等である。従って、グループワークは、グループメンバーとしての責任感やチームワークの重要性の認識に繋がっている。また、プレゼンテーションの準備での探究活動はより深い理解に有効に働いていることも表している。

ALを導入して上記の通り教育効果が得られたが、ALの導入を通して明らかになった問題点もある。まずALでは、授業を通して学生の自主性や主体性を育成することを期待しているが、学習態度が受け身となり、他のグループメンバーに依存しようとする者が存在するという事である。また、ALの履修者の学習活動に対する適性に問題がある。全ての履修者がディスカッションといった協働学習を好むわけではなく、自己ペースで課題に取り組むことを好む学生が存在するのである。これらALに対して問題のある履修生に対しては特別な対応を施す必要がある。

#### 4. まとめ

物理学実験の演習に、実験課題やプレゼンテーションを導入し、これらをグループワークとして、学生に主体的に取り組ませた。グループワークへの参加は、グループのメンバーとしての責任感やチームワークの重要性の認識に繋がっている。また、プレゼンテーションの準備における探究活動は、実験の理解に有効に作用していることが確認できた。ただし、学習態度が受け身になり他のメンバーに依存しようとする者やALに対する適性に問題がある者が一定の割合で存在し、これらの履修生には何らかの対応が必要であると考えられる。

#### 謝辞

2017年2月に、教育重点配分の支援を受け、「アクティブ・ラーニングの視点からの授業づくり」をテーマとした研究会を開催した。本報告はそこでの講演をまとめたものであり、崇城大学からの援助に感謝する。

#### 参考文献

- 1) M. Prince, "Does Active Learning Work? A Review of the Research", Journal of Engineering Education, 93(3), 223(2004).
- 2) 中央教育審議会, "新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて－生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ－ (答申)" (2012).