

学位論文題名

# 教育系大学の物理学の学習内容と教育方法に関する研究

## 学位論文内容の要旨

### 「研究の目的」 教員養成系大学の物理学の学習内容と教育方法の構築

この研究は、大学で体系だった物理学にはじめて触れる、教員養成系広くは文科系の大学初年級の学生を対象とする基礎的物理学の分野の教育内容と方法に関する実践的研究である。周知のように物理学は物質科学と生命科学の根拠をなす最も基礎的な学問分野であり、その基礎教育は、講義と実験の統一を目指して進められている。とくに教員養成系の学部学ぶ学生は、やがて教育を通じて次世代の知識の体系と、世界観の形成に直接的に関わる。物質科学・生命科学の基底としての物理学を通じて、彼らが自然をどのように認識し自然観を形成するかということが、科学と技術の教育を通じて、わが国の将来に決定的な影響をもたらすことになる。対象となる学生は、物理学に関心を寄せていてさえも、入学前の物理の基礎的な素養が不十分な状態で、とくに実験をほとんど体験することなく入学してきている。そして学生の圧倒的多数は、文学や芸術など、もともと自然科学から遠い分野に関心を寄せながら、そのほとんどが義務教育の教員をめざしている。このような教員養成系の学生たちは、やがて初等、中等の自然科学教育をはじめ、社会教育にも直接的にたずさわることになる。彼らこそ、自然科学の奥深さや魅力に直接的に触れ、そこから実践的な素養を獲得することをもっとも必要としている。文科系の分野を指向する大多数の学生に、実験を通じて体得的に物理学の知識の体系を魅力的に伝えることは、確かな世界観、自然観を形成し、自分が中心とする分野の内容を充実するためにも極めて重要である。この論文は科学教育に直接関わる教員養成系の学生を念頭に、教育を支える人的、経済的な問題を克服して、実験による実践的な基礎物理学の構築をねらいとしている。

### 「研究の課題」 実験を伴う基礎物理学の教育内容・方法の改善

教員養成系学部で行なわれている教育実験は、物理に接するのが初めてという学生の増加のもとで、講義と実験の連携がとられていないことなど、内容的にも制度上も幾多の問題を抱えている。なかでも多くの教員養成系の学部にあっては、乏しい予算と人員のもとで基礎物理学実験の授業が、理工系の基礎としての教育内容や方法を部分的に切り取った内容によって進められている。大学の外には、わかりやすく新鮮で魅力ある内容の映像情報が大量に流布されているなかにあって、これと対照的に、大学の授業は古く工夫と魅力に欠けるという批判が強い。一方、学ぶ主体の学生は、幼児から青少年の時期に、五感を駆使しわれを忘れるような遊びの体験が希薄であり、体系的学習の基礎に乏しい。また学生の多くが、身の溢れるほどの自然現象を、さして不思議とみるでもなく、過剰な「もの」に埋没し、多様な自然現象や物質に対する関心や感覚を欠いている。現在の大学の自然科学教育の環境のもとで、そこで何をどれほど身につければよいのか、予算や人員が確保されたとして、それで問題に対処できるのだろうか。このような視点から、大学側と学生

の双方が期待する教育内容や教育方法を構築し、発展的にその間の落差を解消しようとしている。

#### 「研究の方法」 実験、演示実験に付随する教具の開発、実験中心の授業方法の構成

教員養成系学部においては、やさしい実験を伴った科学教育（物理教育）が、教育上に占める位置は特に重要である。なぜなら、学部、大学院教育を通じて「具体的で実験に重きをおく教育内容・方法」に直接的に触れた結果は、確実に大きな影響力をもって教育現場の実践的な活動に直接的に波及するからである。この研究は、初等教育から大学教育までつらぬく「遊び」に通ずる方法や教具の創造に、問題解決の核心が潜んでいるとの認識にたつて、教育系大学の基礎的な物理教育の内容や方法を、実践的に解決しようとしている。このような方法によって映像情報によっては決して得ることのできない五感を駆使するいわば「すぐれたおもちゃ」を目指して開発された教具や教材によって、教育内容の改善・充実の諸課題の解決をはかろうとしている。

#### 「研究の実践」 基礎物理学教育に関わる改善

教員養成系学部では人的、時間的、経済的な多くの困難を抱えている。しかしこのような負の環境のもとにあっても、たとえば実験に充てられている「長い時間」や日常の高度技術の影響下の豊富な物質的環境などは極めて貴重である。身の豊かな物質環境に新しい教材や教具の素材を見出す「視力」を推力にして、演示用の教具を含む多くの実験的教材を準備すれば、経費と人員の問題を克服して、基礎物理学の新しい教育方法をきり開くことが可能である。物理学の自然科学における位置と魅力をいわば「茶の間の科学」、「キッチンサイエンス」ともいうべき身近な手法によって、大学の基礎的な物理教育を充実させようとの意図である。その内容は、身近で親しみやすいことから教育現場や社会教育における実践によくなじみ、制限的な条件によって、いっそう洗練され大学教育に還流するだろう。このような実践によって物理学の教育上の困難や経済的障壁を越え、完成度の高い学習システムを構成しようとい図している。

#### 「研究の成果」 この研究で獲得を目指した内容はつぎの5点に集約される。

- ◇ 義務教育を視野にいれた一斉授業が可能な実践的な授業内容、方法の創出
- ◇ 初等教員養成系大学の実験による基礎物理学の構成
- ◇ 基礎物理学実験、演示実験のための新規性のある教材・教具の開発
- ◇ 教育実験に伴う時間的、経済的な障壁の克服
- ◇ 社会教育の場における教育実験の展開

科学と技術の発展の歴史を見れば、科学者、教育者を含め、そこに常に光と影を伴い否定すべき要素も多い。しかし、食糧、エネルギー問題、汚染物質による環境悪化など、人類と地球が抱える困難な問題を解決するためには、科学と技術の賢明な利用にたよる以外に、どんな方策があるだろうか。この電子情報化が急進展している時代の流れのなかにあつて、迂遠にみえても、学生だけではなく、市民も対象にして、やはり「科学教育から出発し、科学が世界の未来に新しい展望を拓く」との確信にたつて、この研究が進められている。

この論文は、実験中心の授業の展開、その困難性の克服、社会教育における実践の紹介、特徴ある新規教材の開発に関するものを内容としている。この内容を紹介するため、教員養成系大学の基礎物理学実験のために準備された約50のテーマのなかから、テキストの姿をとどめた17回分の資料を中心に、演示実験の内容に触れつつ全体を構成している。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 須 田 勝 彦

副 査 教 授 平 野 雅 宣 (北海道教育大学副学長)

副 査 助 教 授 大 野 栄 三

## 学 位 論 文 題 名

### 教育系大学の物理学の学習内容と教育方法に関する研究

本論文は、教員養成系大学の初年級学生を対象とする物理学の基礎教育について、その教育内容の編成と実験教材の開発の二つの側面から論じた実践的研究である。高等学校理科における科目選択の自由度が増したため、物理学に関わる科目を履修せずに中等教育を終了する学生が増加している。そのため、教員養成系大学で学ぶ学生には、大学教育においてはじめて体系的な物理教育に接する者が少なくない。さらに、初等中等教育全体を通して、理科の授業における実験の不足が、科学実験の経験に乏しい学生をつくる温床となっている。本論文は、そのような学生を対象とした物理教育カリキュラムが、優れた実験教材を活用することによって編成可能であることを述べ、その実践結果を考察している。本論文は3部から構成されている。第1部を構成する第1章と第2章では、教員養成系大学が抱える問題が、主に自然科学教育を中心に検討され、その問題を克服するためにいかなる教育内容編成が要求されるのかが考察されている。第2部を構成する第3章は、本論文の中核部分であり、第1部で示された教育内容を踏まえたうえで、豊富な実験教材と簡単な授業プランが述べられている。力学、熱、電磁気、電子回路という通常の物理教育分野に関係する実験教材だけでなく、北海道という地域の特徴を活かした教材も述べられている。素材の入手や価格についても十分な注意が払われており、学生個人が自作する場合にも、十分に実現可能な実験教材が提示されている。第3部を構成する第4章には、第2部の実験教材と授業プランを用いた講義の実践報告が述べられ、本論文で展開されたカリキュラムの成果と問題点が総合的に考察されている。本論文で述べられている授業プランの細部には検討すべき点が残されている。しかし、優れた実験教材がもつ潜在的な可能性が、その克服も十分可能であることを示

唆している。本論文で述べられている実験教材の中で、比較型電圧計は東レ理科教育賞受賞作品である。また、寒冷地の科学教育教材は初等中等教育現場でもひろく評価されている。

本研究は、大きく二つの面から評価される。一つは、優れた実験教材の開発という教材研究からの評価である。二つは、授業における教材の使用方法という授業研究からの評価である。

前者における評価の第1は、五感でとらえることの難しい物理現象を定性的に理解するための測定機器を教材化したことにある。静電場から電磁場までの検出が可能な電場検出器を携帯可能なものへと改良し、さらに比較型電圧計と組み合わせることによって、電気力線や等電位線の可視化が行われている。第2は、簡便で低価格な実験装置で精度の高い測定を実現していることにある。それによって、できるかぎり学生が自分自身ですべての実験に取り組むという、教員養成教育に不可欠な条件が満たされることになる。たとえば、単振り子の実験は簡便な装置であるにもかかわらず、十分満足のいく精度が得られている。第3は、霜柱や凍土という寒冷地特有の現象を教材として取り上げ、その本質を教室内で理解するための実験教材を開発したことである。

後者における評価の第1は、与えられた既存の測定機器を用いて実験を開始するのではなく、測定機器を実験教材として学生自らが作製し、基準値との比較を行いながら測定機器の調整をしていく授業にある。測定機器の準備・調整といった作業は、実際の科学実験では当然のことであるが、現在の初等中等教育における授業では取り上げられることは少ない。本論文で述べられている比較型電圧計は、学生が自作した後、基準電圧と比較して機器の調整を行い、それ以後の電磁気分野の学習でこの測定機器が幅広く活用される。第2は、本論文で述べられている実験教材は、教員養成系大学の学生が体系的に物理学を学んでいく授業だけでなく、中学校や高校における科学教育でも使用可能なことである。

以上の内容から、審査員一同は、矢作裕の学位請求論文「教育系大学の物理学の学習内容と教育方法に関する研究」が博士論文に相当すると判断する。よって矢作裕は、北海道大学博士（教育学）の学位を授与される資格があるものと認める。