

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 5 月 20 日現在

機関番号：37115

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350215

研究課題名(和文) 大学全入時代の物理学基礎教育の新展開

研究課題名(英文) New development in the education of physics in the university of low deviation deviation

研究代表者

巨海 玄道 (Gendo, Oomi)

久留米工業大学・工学部・教授

研究者番号：00111146

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は低偏差値で近い将来全入大学になると予想される大学において新入生あるいは初年次学生に対して物理学及び数学の基礎学力を調査し、その成果をもとにして各大学に適合する物理学の指導方法を樹立していくことを目的として行われた。基礎学力の調査は国立大学を含めた数校に及んだが、その結果を集約することにより上記の大学の新入生の特徴を明らかにし、それをもとにした講義を行い、さらに受講生の学習スタイル、思考プロセスを明確にしてどのような指導体制が適切かを考えた。結果として個別指導をベースにした「物理駆け込み寺」の指導システムを構築しその成果が十分出ていることを確認した。

研究成果の概要(英文)：The universities and colleges in Japan are becoming polarized into high level and low level depending on the deviation values of each universities. The 1st year student education in the low level group encounters a large difficulty because there is a extremely a marked decline in the levels of academic attainment of the 1st year students. In the present work, we investigated the basic knowledge of physics and mathematics of 1st year students in the low level group in order to construct a new education system to teach physics for the 1st year students. It is pointed out that the attitude and the motivation of students for studying in this group is generally low and it makes to be difficult to teach physics or mathematics for the 1st year students. According to the results of these investigation, we suggest that it is valuable to take a tutorial system to teach physics for the 1st year students in Kurume Institute of Technology.

研究分野：物性物理学

キーワード：物理教育 初年次教育 低偏差値大学 全入大学 理数教育

## [ ] はじめに・・・本研究の背景

申請者は久留米工大に着任して以来、所謂低偏差値の学生を対象にしてその学力の把握とその対策について約2年をかけて調査してきた。この章ではその概要について述べるとともに結果として何が必要であるかについて提案をする。これまでの理工系大学における物理学初年次教育は通常ベクトル解析や微分方程式などから展開し、力学や電磁気学を学んでいくのが一般的であったし、我が国のほとんどの大学に勤める教員は多かれ少なかれそのようなプロセスで教育（特に初年次教育）を受けてきた。ところが最近大学への進学率は18歳人口の実に50%を超えるようになった。1970年代の進学率が20%未満であることを考えると隔世の感がする。即ち18歳の若者のおよそ半分以上が“大学の門”をくぐっていることになる。大学生は巷間にあふれ、すでにエリートとしての存在感はなくなっていると考えてよい。また進学希望者の90%が大学に行き、その割合は近い将来100%になると言われている。即ち大学全入の時代はすぐ近くまで来ているのである。一部の大学（偏差値の高いいわゆるブランド大学を除き、特に地方の）はすでにその域に入っているところもある。私立大学は定員割れが全体の40%を超えており、特に小規模の単科大学は定員確保に汲々としている大学も多い。このような中で最近大きな問題となっているのが新入生の基礎学力である。ここでは本学のこれまで行われてきた理数系（物理と数学）学力調査について結果を述べるとともに他大学との比較を行い、本学の初年次教育に関する基礎資料とした。

### 1.1. 研究調査方法

新入生の基礎学力の調査は多くの大学で独自の方法で行われてきた。本学では物理学の講義のクラス分けのために入学直後に基礎学力調査のテストを毎年新入生に課している。クラス分けの方法はいくつかある。例えば高校時代の履修状態で分ける方法（いわゆる未履修クラス）を取っているところもあるが本学と同じやり方を取っているところが多いようである。このため本学では新入生の高校時代の履修科目調査も併せて行っている。これは高校時代の学習背景を知るためには大変有効な方法である。ここでは高校時代履修した科目を数学（数学、及びA、B、C）と理科（物理、物理、理科総合A、理科総合B、化学、化学、生物、生物）に限って調べた。本学の実態を知るため、この問題を使って県内のいくつかの大学に協力をしてもらい調査を行った。このことにより各大学の学力のレベル、及び学生の実態が把握でき、それを基にした教育カリキュラムを編成することができる。調査大学は本学を含めて6大学（これを便宜上A,B,C,D,E,F（久留米工大）大学と名付けておく。同じ大学の違う学科の場合はA大学H学科、A（H）と略、等と記すことにする）である。調査方法は数学と物理の問題はそれぞれ8題と4題であり合計12問で満点は12点とした。F（本学）及びD大学はいくつかの学科について調べた。入試の偏差値は以下の通りであった。

$$A > B > C > D > E > F$$

これらの大学で基礎学力調査の得点ばかりでなく、その分布や幅などまた高校時代の履修科目数との関連を調べた。以下においてその結果の一部を紹介する。

## 1.2 . 本学における調査結果

本学は5つの学科からなる。これを一応 P,Q,R,S,T 学科と略称しておく。本報告中で学科の具体的な名前や上で挙げた大学名を出さないのは本研究の目的が大学や学科のランク付けではなくむしろ現状を知り、それをこれからのカリキュラムや学生指導等に生かそうという趣旨があるためである。大学のランク付けなら入試の偏差値や就職率などで十分であろうと考えた。以下において5学科全てのデータは膨大になるため避け、いくつかの学科(主にPとT)について調査結果を紹介する。

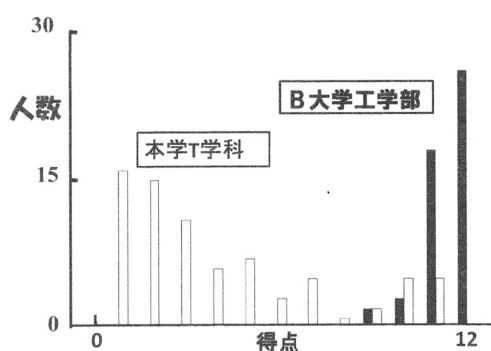


図1 . 本学のある学科のクラスと他大学の工学部クラスとの成績の比較。分布の幅と平均点に注目。

結果は図1に示されている。この図では本学1年生のある学科(T学科としている: 偏差値35)とB大学(偏差値55)のあるクラスに対する基礎学力試験の結果を比較している。この試験の満点は12点である。T学科のクラスの平均点は3.9点であり、B大学のクラスの平均点は11.4点であった。しかし図1はもう一つ重要な点を含んでいる。それは「得点分布の幅」である。即ちT学科の幅は12点であるのに対してB大学は4点しかない。つまりB大学のクラスは入試で選抜され、粒よりの学生がそろっていることになる。この意味は大変重要でT学科のクラスの講義がB大学のクラスに比べて広い分布のどこに焦点を当てるべきなのか、大変困難なものになることを意味している。B大学ではいわゆる「これまでの伝統的な物理学の講義」が可能であるが本学ではそれがほとんど不可能であることを意味している。この図は本研究のきっかけとなった図であり、以下で述べる駆け込み寺の創設の原動力ともなった。更に物理・数学のみでなく、社会人として当然身に付けていなければならない常識(いわゆる「社会人基礎力」と言われるもの)についてもいくつかの大学で調査を行った。この調査により大略以下のようなことが結論された。

1) 全入大学の学生は理数系の基礎学力で劣るばかりでなく、一般常識を含めた殆どの分野の学力(社会人基礎力、ジェネリックスキル)も低い。物理・数学ができないと言うのは“露頭の一つ”に過ぎない。

2) 講義で学んだ知識の定着度が非常に低い。従って必修の知識は繰り返して教授するなり、小テストなどをして定着度(理解度も含めて)を深めることが大事である。

3) 作文能力も大変低い(教員採用試験や卒研などで苦労することになる)。

このような結果から、総合的な学力を養成するシステム(基礎教育センターなど)を構築し、初年次を中心として学ぶ力(「知の営み」)の養成をする必要があるということが結論として出てくる。

このほか高校時代の履修科目の調査も行ったが総じて低偏差値の大学は履修科目数が少なく、例えばB大学と比べて半分程度しかなく、そのことが上で述べた基礎学力の低さに反映しているものと考えてよい。

## [2] 新しい物理学初年次教育体制「物理駆け込み寺」の創設とその実践及び検証

### 2・1 創設の背景

昨今はどこの大学でも例えば“基礎教育支援センター”などと名打った初年次教育支援のための施設が作られている。それは学生の基礎学力が落ちているという危機感からであろうと思う。「分数のできない大学生」という本が一世を風靡したこともあったが今はもっと落ちているのではないかと思う。本学もご多分に漏れずそれに匹敵するような施設はあった。昼休みに担当教員が交代で待機し、学生の質問に答えると言う形式で言ってみればごく普通のセンターであった。しかし重要なのは対象とする学生が質問に来るか否かであった。残念なことにセンターの広い部屋にいるのは数人の教員だけという日がほぼ毎日続いた。この理由ははっきりとしている。初等・中等教育で質問の習慣もなく、第一、「学びへの距離」が大きい学生に対して自発的に質問に来ること自体期待する方が無理であった。いずれにせよ新しい教育体制の構築にはこのような学生の実情を知る必要がある。このことがいわゆる大学改革はその大学に特有なものであると言われるゆえんである。

### 2・2 “物理駆け込み寺”の創設

前節で述べたような事実から新しい物理教育体制の構築としてはじめに学生が「質問に来る」体制の構築を目指した。図2はその流れ図である。駆け込み寺は初め4,5限目(14:40分又は16:20分より)に開講した。ところが駆け込み寺を始めてすぐ難題にぶつかった。成績下位の学生の多くはアルバイトに精出しているのが多く、5限目に来る人は少なかった。またいろいろと理由(病院へ行くとか体調が悪いとか)を付けて来ない学生が多かった。中には忘れていたのもいた。大体呼び出しに応じた学生ははじめは5割程度かそれ以下であった。つまり元々学ぶことに興味がないため「自分がなぜ呼び出されているのか」、「何故駆け込み寺にかねばならないのか」、等がわからない学生も多かった。この点はその学科の時間割の空き時間に呼び出すか、あるいは講義を60分にして残り30分を駆け込み寺にあてるとか、又は昼休みに呼び出すなどして何とか100%近くにこぎつけた。感想として本学の学生は「学び」に関心がなく、学びの結果として得られる「学びの喜び」もこれまで味わったことがない。その関心を入学後半年や1年で高い偏差値をもつブランド大学並みに上げるのは容易なことではない。教える側のより一層の研鑽(講義を面白くして学ぶことの必要性を理解させる、など)と素養が必要とされる。

### 駆け込み寺の流れ図

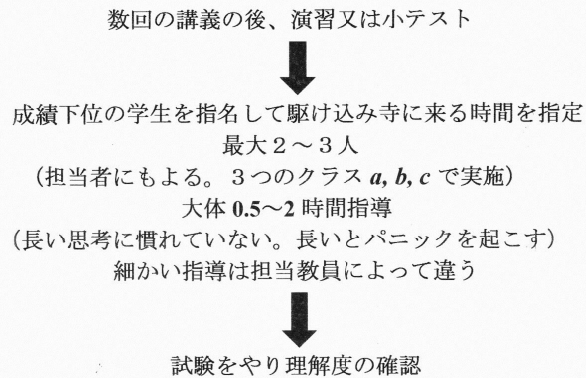


図2 . 駆け込み寺の具体的なプロセス

	$x_1$	$x_2$	$x_2/x_1$
A	8	21	2.6
B	27	23	0.85
$\Delta x$	19	2	—

表1 . 駆け込み寺の検証の例。

本研究の際以下のようにして効果を検証した。

- 1) 通常の講義時間内に小テストを行う。この時の素点を  $x_1$  とする。
- 2) 次の時間に成績下位の学生を指名して、駆け込み寺へ来る時間を決める。
- 3) 駆け込み寺で指導する。ついでに類題等も課し、レポートを書かせるときもあった。
- 4) 1～2週間後に再度試験をやりどの程度身に着いたかをチェックする。この試験が定期試験になるときもあった。この時の問題は1)と同じか類題を出題した。この時の得点を  $x_2$  とする。

もし学生が2)、3)の指導で理解していたならば  $x_2 > x_1$  となるはずである。あるいはその比  $x_2/x_1$  が1より大きくなるはずである。本学のあるクラスに対しての検証結果を示そう。このクラスを小テストの成績により、3つのグループ(A, B, C)に分けた。Aが最低、Cが最高の成績のクラスでBはその中間であった。試みに駆け込み寺の指導ははじめAのみに行い、Bはこれまで通りであった。結果を表1に示す。Aグループでは  $x_2 > x_1$  となっており、その比  $x_2/x_1$  は2.6であり、1より大きくなっている。また  $\Delta x$  の値も19点から2点へととなっており、Aグループがもともと成績の良かったBグループに駆け込み寺の結果としてほとんど変わらないレベルまで上昇したことがわかる。この結果は本学の物理学(むしろほとんどすべての科目)の初年次教育の遂行において大きなヒントを与えるものと考えてよい。即ちこの「物理駆け込み寺」の教育体制は今後本学が取るべき初年次教育を成功へ導くカギを与えるものであると言える。

## 2.3 まとめと今後の課題

これまで述べてきたように新しく駆け込み寺の設置により、最下位集団の学生たちの成績は大きく改善されたと言ってよい。この方法はしかし基本的には小規模な「個別指導」であり、学生一人一人の目線に合わせた指導に他ならない。長い思考や粘り強い思考に慣れていない学生はすぐ答えが得られる問題を望む傾向にある。従ってそのような意味において放課後とか昼休みは彼らの頭の中では完全な休憩時間なのである。その時間を奪い取りこのような指導をすることとはそれ自体で物理嫌い、学問嫌いを養成することにもなりかねない。その解決案としては90分という時間の効率的運用という視点もある。例えば彼らの根気が続く60分を講義としてあと30分は演習という形の駆け込み寺という手段もあろう。実際担当者においてはこのような授業形態をとったクラスもあった。このような場合学生に物理の知識として本学でどこまで要求するのか、本学の学生として要求される物理学のレベルはどの程度か、など基準を作るとともに、周到な授業計画を立てる必要がある。数年ほど前各学科における必要最低限の知識はどのようなものを調査しようとする試みがあったがいつのまにか潰えていた。本学の学生の学力を向上することはこれまでの論述からわかるように一朝一夕にはなしえないことである。全入大学に入ってくる学生は「選ばれた学生」ではなく「多様なそして総じて低い学力のバックグラウンド」を持って入学してくる。そしてその数は今後間違いなく増加する傾向にある。

### [3]. おわりに

総じて学ぶ意欲にかけ、低偏差値の全入大学において初年次教育の遂行は大変な困難を伴うがその重要性はますます高くなっている。地方創成の一環として地域の活性化を担うとき、自治体の町づくりの哲学として、「それぞれの自治体で独自の試みをやっていくべきである」(阿部真也、H.26.12.3, 西日本新聞)ということが1つの方向として挙げられている。本報告の「駆け込み寺」の試みもその一環であった。

しかし全入大学は悪い側面ばかりではない。それは上のような学生に対して社会へ出る前に最後の勉学の機会を与えると言う利点である。“「できない学生」ほど大学へ行くべきだと私は思っています。「大学の大衆化」とは「大学が大衆化するのではなく、大衆が大学化する」ことなのです。”(芦田宏直、「努力する人間になってはいけない」、2013、(ロゼッタストーン))さらに“「大学生になる」時代から「大学生を作る」時代へのクロスオーバー”(「大学の実力」2009、(中央公論新社))というような意見もある。ここでは昔のエリート養成の大学の時代が終わりを告げていることをうたっている。このような視点が今後大事になってくるものと思われる。