

論文

経営学部における物理教育

師 啓 二

目 次

- I. はじめに
- II. 物理学について
- III. 高校物理の履修状況
- IV. 「物理学」の講義の現状
- V. まとめ
- VI. 参考文献

要旨

経済・経営系の学部における一般教養科目としての「物理学」について、講義内容・講義方法・学生の受講状況を紹介し、併せて文科系学部における物理教育のあり方・問題点を提起する。

I. はじめに

中学・高校の教育現場で「理科嫌い」の生徒の増加が問題となってから久しいが、これは理学部・工学部を志望する受験生の割合の減少という形に見られるように、近年とみにいわゆる「理科離れ」の傾向が進んでいる。理学部・工学部の学生になると、実験が必修でそのレポートを書くのが大変であるとか、文科系学部に比べて必修科目が多く、授業にも沢山出席しなくてはならないので自由な時間が持てない、などといった理由から敬遠されるというのであるが、理由はそれだけであろうか。そもそも文科系学部の方が卒業するのが楽であるということ事態に問題がある、という言い分はさておき、ここには単なる学部間の履修要件の違い等の問題ではなく、小学校から中学・高校に至る理科教育に問題があることを明らかに示しているように思われる。

II. 物理学について

1. 物理学とは

物理学は自然科学の中心に位置する重要な学問である。自然科学に分類されている他の学問——化学、生物学、地学——と比べると研究対象が非常に幅広いのが特徴である。化学は物質が化合または分解によって他の物質に変化する現象を扱い、生物学は動物、植物などの生きているものを対象とし、また地学は、地球や天体の現象を扱うのに対して、物理学はありとあらゆるものや現象を扱う。そして扱われる対象を冠につけた様々な物理学の分野が存在する。例えば、化学物理学・物性物理学は物質の構造や化学結合を扱い、力学、電磁気学や統計力学を使って物質の様々な性質を調べる学問であり、生物物理学は微生物の運動や筋肉の仕組みといった、生物を対象とした物理

学の分野である。また、地球物理学では、力学や熱力学を使い、地球内部や大気や海洋を調べ、宇宙物理学では、天体や宇宙などの成因を根本にさかのぼって研究する。原子物理学は物質を構成する原子や、その構成要素である原子核や素粒子などの極微の世界を対象とする。

物理学のもう1つの特徴はその研究の方法にある。論理的にものを考える学問であるという点では、他の学問、例えば数学や哲学などと同じであるが、対象はあくまで自然現象に限られる。物理学の研究の一般的な方法は次の通りである。

- (1) 自然現象をよく観測し、必要な物理量を精密に測定する。
- (2) 観測データをよく検討し、そこから法則性を見いだす。
- (3) その「法則」から予測されることを実験により確認する。

以上の方法は繰り返されることによって、「法則」はさらに精密なものへと整備されて行く。その仮定において予想と違った結果が得られれば、「法則」が修正され、新しい「法則」も発見され得るのである。この実験と推論の繰返しによって、より深く現象の原因を追求するという点に物理学という学問の性格が現われている。ガリレイは落体の法則の研究においてこのような近代科学的方法を確立した。次いで、ニュートンは力学を三つの基礎法則にまとめた。ニュートン力学の成功は、イギリスの天文学者エドモンド・ハレーが発見した彗星が、彼の死後、彼の予言した年に予言どおりに現われた事実を上げれば十分であろう。

2. 経済・経営系学部において物理学を学ぶ必要があるか

工学部および非生物系の理学部の学部に学ぶ学生にとって、物理学（特に力学と電磁気学）はあらゆる科目の基礎であって、将来どのような専門分野に進むとしても欠くことのできない重要な科目である。その知識が重要であることはもちろんであるが、その研究方法を学ぶという観点から言っても、きわめて重要である。

さて、一方、文科系の経済・経営系学部に学ぶ学生にとって物理学を学ぶ

意義があるのだろうか。確かに、彼らにとって物理学は「簿記原理」や「会計学」ほどの重要な位置を占めることはないし、それらの科目ほど役に立つことはないだろう。では、単に教養を広めるための科目の1つということで良いのであろうか。大学設置基準にあるように、大学は「学部などの選考に係わる専門を教授すると共に、幅広く深い教養及び総合的な判断力を培い、豊かな人間を涵養するように適切に配慮しなければならない」のであるが、このような主旨に沿って講義を行うならば、「物理学」ではどのような話題を取り上げて行けば良いのであろうか。このような疑問はいつも念頭にあって、「これで良し」という結論には達していない。

III. 高校物理の履修状況

1. 白鷗大生が高校で受けた理科教育

毎年、「物理学」の最初の講義のとき、高校における物理の履修状況をアンケート調査している。科目登録の前に実施する調査であるから、アンケートに答えた学生が必ずしも「物理学」を受講するとは限らないし、アンケート調査のときは欠席していても、その後科目登録して受講する学生も少なくない。一応、参考として調べているわけである。それらのデータのうち最近3年間のデータの集計結果が以下の表である。参考のため、法学部の学生に関するデータも併記する。「物理学」は経営学部と法学部の共通科目であり、講義は両学部の学生を一緒にまとめて行われている。教師の側ではどの学生がどの学部 to 属するのかということを全く意識せずに、講義を行っている。

第1表に、高校における彼らの「物理」の履修状況をまとめた。「入試科目として物理を選択した」学生は、もともとは理系の大学を志望していたものと思われる。高校で「物理」を選択した者の大半は、「入試科目としての物理」までは勉強しなかったというわけである。「物理」を履修しなかった学生では、「生物」を選択したものが多く、次いで「生物＋化学」の順である。

第1表 履修状況

	1993年度			1994年度			1995年度		
	経営	法	合計	経営	法	合計	経営	法	合計
高校での履修状況									
高校で物理を履修した者									
入試科目として勉強、受験した	3	2	5	0	0	0	0	4	4
入試科目として勉強、受験しなかった	3	5	8	0	2	2	1	1	2
入試科目としての勉強はしなかった	35	9	44	8	16	24	14	29	43
合計	41	16	57	8	18	26	15	34	49
物理を履修しなかった者の履修科目									
生物のみ	25	11	36	8	8	16	7	35	42
化学のみ	3	3	6	2	3	5	2	12	14
地学のみ	13	3	16	0	2	2	0	4	4
理科Iのみ	2	1	3	1	2	3	0	2	2
生物と化学	18	10	28	5	16	21	11	24	35
生物と地学	1	1	2	1	2	3	0	1	1
化学と地学	2	0	2	1	1	2	0	3	3
理科Iと生物	4	0	4	0	1	1	1	2	3
理科Iと化学	0	0	0	0	0	0	0	1	1
理科Iと地学	0	1	1	0	0	0	0	0	0
回答無し	10	0	10	0	5	5	4	8	12
合計	78	30	108	18	40	58	25	92	117
総計	119	46	165	26	58	84	40	126	166

2. 白鷗大生が高校で受けた物理教育

高校で「物理」を履修した者に対して、高校物理の教科内容の難易度を調べたのが第2表である。「普通」と答えたものが「入試物理」グループに少しいるものの、学部や年度の違いによらず、概ね「難しい」という印象を持っている。

第3表では、「物理」を履修した者に対して、「物理」という教科に対して持つ印象をまとめている。「つまらなかった」が「面白かった」よりはるかに多いが、「どちらともいえない」が多い点が注目される。特にどうという印象を持ったわけではなく、難しいとも、易しいとも感じないうちに終わってしまった、というところであろう。

第2表 高校物理の難易度

	1993年度			1994年度			1995年度		
	経営	法	合計	経営	法	合計	経営	法	合計
難しい									
入試物理、受験組	0	1	1	0	0	0	0	1	1
入試物理、非受験組	2	3	5	0	0	0	2	3	5
物理履修、非入試物理	9	2	11	3	7	10	9	2	11
やや難しい									
入試物理、受験組	0	0	0	0	0	0	0	0	0
入試物理、非受験組	0	0	0	0	0	0	0	0	0
物理履修、非入試物理	18	2	20	1	7	8	18	2	20
普通									
入試物理、受験組	3	1	4	0	0	0	3	1	4
入試物理、非受験組	1	2	3	0	1	1	1	2	3
物理履修、非入試物理	7	5	12	4	2	6	7	5	12
やや易しい									
入試物理、受験組	0	0	0	0	0	0	0	0	0
入試物理、非受験組	0	0	0	0	0	0	0	0	0
物理履修、非入試物理	0	0	0	0	0	0	0	0	0
易しい									
入試物理、受験組	0	0	0	0	0	0	0	0	0
入試物理、非受験組	0	0	0	0	1	1	0	0	0
物理履修、非入試物理	1	0	1	0	0	0	1	0	1
合計	40	16	56	8	17	25	40	16	56

第3表 高校物理の印象

	1993年度			1994年度			1995年度		
	経営	法	合計	経営	法	合計	経営	法	合計
面白かった									
入試物理、受験組	0	0	0	0	0	0	0	3	3
入試物理、非受験組	0	1	1	0	0	0	0	0	0
物理履修、非入試物理	4	0	4	2	0	2	2	2	4
つまらなかった									
入試物理、受験組	0	1	1	0	0	0	0	0	0
入試物理、非受験組	1	2	3	0	0	0	1	1	2
物理履修、非入試物理	10	4	14	3	5	8	4	16	20
どちらとも言えない									
入試物理、受験組	3	1	4	0	0	0	0	1	1
入試物理、非受験組	2	2	4	0	0	0	0	0	0
物理履修、非入試物理	21	5	26	1	9	10	8	11	19
回答無し									
入試物理、受験組	0	0	0	0	0	0	0	0	0
入試物理、非受験組	0	0	0	0	2	2	0	0	0
物理履修、非入試物理	0	0	0	2	2	4	0	0	0
合計	41	16	57	6	14	20	15	34	49

IV. 「物理学」の講義の現状

1. 講義内容

本大学における「物理学」は大きく分けて三つのテーマに分けて、通年で講義を行っている。

A. 核エネルギーの問題〔核物理学〕

B. 天体の運動、地球について〔宇宙物理学、地球物理学〕

C. 熱エネルギー、エントロピー、新素材〔統計物理学、物性物理学〕

これらのテーマは物理学の中では重要な柱となっている分野であって、

[] 内には関連した専門分野の名称を示す。以下に概要を述べる。

A. 核エネルギーの問題

原子力発電所の例に見るように、核エネルギーは我々の身の回りでは当た

り前のエネルギー源として広く利用されている。しかし、旧ソ連のチェルノブイリ原子力発電所の事故に見られるように、一度事故を起こすと放射性廃棄物が広範囲に撒き散らされ、それらが長期間にわたって高いレベルの放射線を出すため、その影響を長く受けなければならないことになり、悲惨な事態となる。直接的な被曝による影響だけでなく、放射線がガンや遺伝に及ぼす影響、食料汚染の問題など多岐にわたって多くの問題が生じる。しかし、一方、将来、石油・石炭などの化石燃料が枯渇したとき、とりあえず頼りにされるのも核エネルギーである。ソーラー・エネルギーなどクリーンなエネルギーの利用も研究されているが、コストの面と、大きなエネルギーを取りにくいという点で、その利用は今1つといったところである。講義ではこのような核エネルギーを利用する上での様々な問題点を紹介している。

B. 天体の運動、地球について

誰でも子供の頃は、宇宙や気象の話が大好きなものである。小学生の多くは理科好きであるのに、高校生になるとなぜ理科が敬遠されるのであろうか。

天体は天体間に働く万有引力（重力）に基づいて運行するので、ここではなるべく式を使わずに、図を用いることによって惑星の運動、さらにはビッグバンや宇宙の膨張の話まで、を理解させるように試みている。

C. 熱エネルギー、エントロピー、新素材

熱というエネルギーの形態は利用価値からいうと、価値の低い不便なエネルギーである。電気エネルギーも化学エネルギーも力学的エネルギーも最終的には熱（熱エネルギー）になってしまう。逆に、熱エネルギーを力学的エネルギーにする場合には、効率100%で変換できる機械（熱機関）はない（熱力学第2法則）。熱エネルギーは物体を構成する分子の運動エネルギーと関係がある。分子の運動エネルギーは熱エネルギーとして使われるとき、どうして利用価値が低くなってしまうのか。このような話題を中心に、巨視的な物質の性質（物性）を微視的な分子の運動に基づいて解き明かす、統計

物理学の話をする。また併せて、高温超伝導物質などの新素材の話も紹介する。

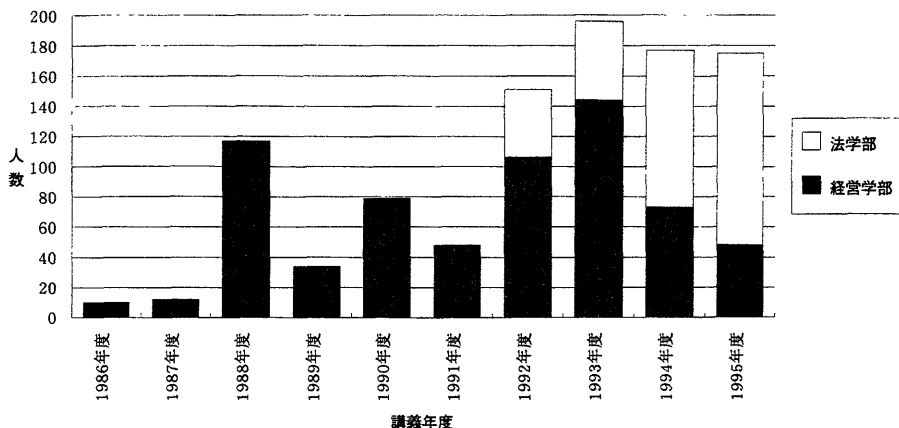
2. 受講人数の変遷

第4表およびグラフ1に示すように、当初は経営学部の入学者約250名のうち「物理学」を受講した学生数は10名位であった。1990年度からは、経営学部の定員増により、入学者数が約500名位になるにつれて受講生も増し、1992年に法学部が新設されたこともあって、最近では経営学部と法学部をあわせて大体180名前後の学生が毎年履修している。受講生が増えたのは、本講義が試験を課さず、年2回レポートを提出させ、それで成績評価していることが原因の一つと考えられる。1994年度の経営学部のカリキュラムの変更により、自然科学の分野から8単位を取らなくても良くなったこと、専門科目が1年生に降りてきて、1年生が選択科目を選ぶ余地が少なくなったことなどから、経営学部の学生の受講が減少した。法学部は旧カリキュラムのままであり、「物理学」の履修者は増えている。

第4表 物理学受講者数と成績評価

	経営学部	法学部	合計	経 営 学 部					法 学 部				
				合格	D	H	合格率	Hの割合	合格	D	H	合格率	Hの割合
1986年度	10		10	6	1	3	60%	30%					
1987年度	12		12	11	0	1	92%	8%					
1988年度	117		117	86	4	27	74%	23%					
1989年度	34		34	30	0	4	88%	12%					
1990年度	79		79	68	1	10	86%	13%					
1991年度	48		48	39	3	6	81%	13%					
1992年度	106	45	151	93	2	11	88%	10%	37	0	8	82%	18%
1993年度	144	52	196	114	12	18	79%	13%	41	5	6	79%	12%
1994年度	73	104	177	68	0	5	93%	7%	88	2	14	85%	13%
1995年度	48	127	175										

グラフ1 「物理学」受講者数の推移



3. 成績評価

課題レポートの項目およびその選択状況（1994年度のデータ）を第5表に示す。「分類」の項目は、各課題項目が前述のテーマのどれに属するのかを記号で示したものである。学生が完全にランダムにレポートの課題項目を選んだとすると、分類Aは21%、B51%、C28%という値になる。したがって、宇宙・天体に関するテーマを選択した学生が圧倒的に多いことがわかる。特に、法学部の方が著しい。レポートを書きやすいテーマであるということもあるが、概して、宇宙・天体の話題にはロマンを感じるものとみえて、人気が高い。「感想文」の様なレベルの低いレポートもある中で、力作のレポートに接することも多く、現在はこれでうまくいっていると考えている。

第5表 課題レポート選択状況

分類	前期課題項目	経営学部	法学部
A	核分裂エネルギー・原子力発電	9	13
A	核融合エネルギーの平和利用	2	6
A	室温核融合	2	2
B	太陽	19	20
B	天体の運動	0	2
B	宇宙の誕生と起源	13	22
B	地球の誕生	9	19
	合計	54	84
	後期課題項目		
B	火星	25	41
B	ボイジャーによる宇宙探査	7	7
B	スペース・シャトルの宇宙実験	1	4
B	地球を守る多重バリアー	1	10
C	熱エネルギー	0	0
C	エントロピー	9	6
C	散逸構造	1	0
C	超伝導	9	12
C	新素材	6	8
	合計	59	88
テーマA	核エネルギー	12%	12%
テーマB	天体の運動・地球	66%	73%
テーマC	熱エネルギー他	22%	15%

学生の成績評価は第4表にある。科目登録者のうち評価H（欠席が多い、レポート未提出など）で単位を与えられなかった学生の割合は10%位である。この値は必修科目の「経営情報科学」と比べると（第6表参照）3倍位であるものの、再履修者のクラスの分も含めると同くらいである。

第 6 表 経営情報科学1994

ク ラ ス	受講者数	合 格	D	H	Hの割合	
経営情報科学A	41	33	3	5	12%	
経営情報科学B	39	36	2	1	3%	
経営情報科学C	46	44	1	1	2%	
経営情報科学D	43	41	1	1	2%	
経営情報科学(再履)	36	15	2	19	53%	
						除く再履
合 計	205	169	9	27	13%	4%

V. まとめ

1. 物理学的手法の応用

現象の奥に横たわる根本原理は簡単なものであるはずである、ということは物理学者の信念といってよい。わずかな基本法則を基にして、論理的な思考を積み重ね、個々の現象を説明することが物理的手法である。そして、まず、現象を正しく把握するため、問題を分析し、基本的な要素に分解する。それらの要素の関係を明らかにするため、数量化を試みる。憶測を入れることなく得られた情報に基づいて判断を下すということが重要である。物理学以外の問題を扱う場合にも同じことがいえる。しかし、物理学以外の問題に物理学の手法を取り入れる場合には、物理学におけるほど確固たる根本原理なるものがあるとは限らないことを忘れてはならない。

2. 文科系の学生にも役に立つ物理学

文科系学生にどのような物理学を教えればよいのかは、頭を悩ますところである。高木隆司^[1]は物理教育をより普及するためには楽しく学ぶことが大切で、そのための提言として、(1) 物理の学習に王道を作ること、(2)面白いテーマを自由に追及させること、をあげている。また小出義夫^[2]は、文科系物理教育のキャッチフレーズとして(1) やさしい物理学、(2)身近な物理学、(3) おもしろい物理学、(4) 役に立つ物理学、をあげ、それぞれについていろいろな問題点を指摘した上で、文科系学生にとって「役に立つ物理学」

は有り得るのか、有るというのなら、それはどのようなものと問うている。

面白い物理学に徹底すると、トピックスとなる話題のみを追いかけて、総花的にただ紹介する、テレビの紀行番組のような講義になってしまう。学生が興味を持つ話題を取り上げることは大事であるが、物理学の根本原理との関係を明らかにしつつ、その内容を解りやすく解説する努力が大切である。

著者は文科系の学生にも物理的な思考法が必要である、と考えている。つまり、どのような問題に遭遇しても、問題の基本に戻って攻略法を考える、ということである。講義では前述のテーマに分けていろいろな話題を紹介しているが、どれも基本に戻って考えれば理解できる現象である、ということを強調しているつもりである。「物理学」の講義を受講して、問題の基本に戻って考えを積み重ねて行くことの大切さ、考えることの楽しさを分かってもらえば幸いである。物理を研究する者の立場からいえば、今よりもっと理科教育や基礎研究の重要性に理解を示す、政治家や経営者などの文科系の人間が大勢必要なのである。

VI. 参考文献

- 〔1〕 高木隆司 1994「非物理学系学生の物理教育」『大学の物理教育』94-1号、1994.12
- 〔2〕 小出義夫 1994「文系の物理教育—文系学生の物理学は不要か？」『大学の物理教育』94-1号、1994.12