

慶應義塾大学日吉キャンパス特色 GP 第1回ワークショップ、報告書

日時： 平成 18 年 1 月 14 日、10:00-12:00

場所： 日吉キャンパス第二校舎 1 階 214 講義室

安積 徹先生（国際教養大学特任教授）に「私の見たアメリカ大学のリベラルアーツとしての自然科学教育」と題して講演していただいた。このワークショップへは 16 名（そのうち 1 名は矢上キャンパス、2 名は塾外から）の参加があった。安積先生は、東北大学理学部を停年退職後、ミネソタ州立大学秋田校で教鞭をとられたが、そこではアメリカの本部の大学と同じ教育カリキュラム (Minnesota Transfer Curriculum) であった。それによると、大学のいわゆる教養課程の学生は、専門に分かれる前に共通の教育を受けるとのことである。自然科学・環境の分野については講義 2 科目 (3 単位×2) と実験 1 科目 (1 単位) の計 7 単位の履修が課せられている。(1 単位とは 1 週間あたり 1 時間 1 回の講義で半期 15 週、実験はその倍の時間である。)

講演の後半では、国際教養大学の設立ならびに教育システムの紹介がなされた。また、現在担当している物理の講義で、演示実験を自ら工夫して多数実施している様子が紹介された。演示実験の 1 つ 1 つが新鮮であり、自然現象の不思議さ、実験の大切さを再認識させてくれる内容であった。
(文学部化学教室、大場 茂)

質疑応答の主な内容

Q1: アメリカの大学がどういう状況か、どういうレベルをめざすのかというのは、大学によってかなり違いがあると思う。たとえばプリンストン大学では **General Physics** が 101、102 番であるが、それとは別に理工系に進みたい学生用の 103、104 番が用意されている。University of California、MIT や他の Ivy League School では似たような状況のようである。また、「文系のための自然科学」というのは日本固有の概念ではなく、「文系のための物理」という類の本は、アメリカで出版されたものが元になっているものもある。特に微積分を入れるか、排除するかという選択が関わってくる。将来進みたい **major** によって、違う授業を選択できるようにした方がいいという考え方もある。(経済学部物理学教室、青木 健一郎)

A1: 冒頭でもことわったように、私の話は、アメリカ全体を広く調査したわけではなく、自分が習った、または教えたという限られた経験に基づいている。日本でも大学によって差があるように、アメリカでもいろいろ異なった教育方針があるのは指摘の通りで、1 年生から専門教育をしている大学もあることも納得できる。しかし、「リベラルアーツ教育」に限ると、多くの大学で、将来の専門に関係なく全学生を対象に開講されている場合が多いのではないと思われる。もちろん、200 番台、300 番台、400 番台と進むにつれて内容は高度になるが、それらはリベラルアーツ教育ではなく、専門教育またはその準備

(prerequisite) として開講されていると思われる。

「文系学生のための物理」というような本が、日本だけでなくアメリカでも出版されていることは容易に想像できる。しかし、私が訪ねたいいくつかの大学の範囲に限ると、bookstore でそのような本が教科書として山積みになって売られている情景を私は見たことがない。

リベラルアーツ教育で、微積分をどの程度使うかについてはいろいろ悩んでいる。国際教養大学の物理では、algebra-based の物理の教科書を用いているが、calculus を使った方が理解させやすいと思うことがしばしばある。たとえば、速度や加速度のことを説明するにあたり、ひとこと、位置を微分したものが速度で、速度を微分したものが加速度といえど済むのに、と思う。授業では、「calculus を習った人のため」としてこのような説明もつけ加えているが、そのことに拒否反応を示す学生もいて、なかなか難しい。(安積)

Q2: Algebra based と calculus based について、たとえば速度は位置の微分だが、ある人が式を微分できるからといって、微分の意味を理解しているとは限らない。学生にとってのこの難しさは距離と時間という 2 つの量からその比に当たる速度という新たな量を考えるところにあると思う。この比を体得理解する場面が数学の微分であるか、物理の力学であるか、いずれにしてもどちらかで学生は乗り越えなくては理解が進まないのではないか。(商学部数学教室、小宮英敏)

微分と積分は、物理で導入して具体的な現象と結び付けると、意味がわかりやすくなる要素もある。よって理学部や工学部へ行こうとする学生には早い段階で導入するメリットがある。逆にそうでない場合に導入する必然性があるかは明らかではないと思う。(青木)

A2: 式の微分は難なく出来ても微分の意味を理解しているとは限らないという指摘は全くその通りである。微分の意味に関して私が力学を教えていて難しいと思うところは、2 つの物理量の比において、分母ゼロの極限をとるという概念にあるように感じる。たとえば、

ある時間 Δt の間の変位が Δx の場合、 $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ を average velocity とするという概念は、マラソン

競技での 5 km 毎の平均速度など、日常生活で話題になることが多い概念であるので比較的簡単に理解してもらえる。しかし、 Δt をゼロにした極限が、ある瞬間の instantaneous velocity だという説明をしても、微分という概念を全然習って来なかった学生にとっては、この「 Δt をゼロにした極限」という概念は理解に苦しむようだ。(安積)

Q3: 講演にあったように、教える学問の内容として「文系」・「理系」の差があるわけではないと考えているが、日本の今のシステムでは、「文系」と「理系」に分かれて大学を受験する。したがって、それを認識して教育せざるを得ないのではないか？(法学部生物学教室、秋山豊子)。

A3: 今は、受験よりも先に、高等学校の教育ですでに「文系」と「理系」に分かれてしまっているようで、このために理系学生にはより高度な自然科学教育が出来るというメリットもある。ここで問題なのは、文系学生に対してどういう教育が望ましいかということである。文系学生には、難しい理論を避けて、すぐわかるような講義をすべきだという考えも一部にはあるような気がする。しかし、文系の学生だからといって、苦労しないで理解できるような教育をすることがいいことだろうか。アメリカ大学と国際教養大学での経験から、リベラルアーツ教育は、たとえ「文系」の大学であっても、がっちりとした自然科学教育をすべきではないか、と私は思う。知識の蓄積というよりも、論理的な思考力を養うことが大切であるように思う。数学は難しいからといって、数学や理論を省いて、結論だけを定性的に理解すればいいということにはならない。むずかしくても、がんばって努力して、そういうことが、生涯最後となるかもしれない自然科学教育にとって大切なように思う。

たとえば、地球温暖化の問題にしても、二酸化炭素が温暖化に寄与するという事実だけを述べることは、たとえ文系学生対象であっても、自然科学教育ではないように思う。学生には、「二酸化炭素が温室効果を持つのに、窒素や酸素が温室効果を持たないのはどうしてか」といったことを疑問に思ってほしいし、そのような疑問を感じるように教育しなければいけないと思う。こういったことを理解するには、電磁波の吸収、分子振動、その対称性と赤外線吸収の選択則などの理論を、苦労してもがっちりと勉強するという過程が大切である。先ほども話題になったように、微分積分をどの程度用いるのがいいかという問題はあるが、本質的には文系学生にも、がっちりとした自然科学を教えるべきだと思う。(安積)

Q4: 国際教養大学では自然科学科目として化学や物理学はあるが、なぜ生物学が開講されていないのか。(秋山)

A4: 生物学も大切だと私は思うが、現在開講されていない理由はわからない。でも、大学では、生物学の開講を検討中と聞いている。(安積)

Q5: 国際教養大学のリベラルアーツ科目の履修要件では、社会科学系科目から 2 科目、人文科学系科目から 2 科目選択しなければならないのに、自然科学科目の単位は 1 科目でいいというのはどうしてか。(法学部生物学教室、小野裕剛)

A5: 詳しい経緯は私にはわからないが、この頃は、自然科学科目や数学を全然履修することなく卒業できる大学もあると聞いているので、いわゆる文系の大学で、自然科学の講義・実験それぞれ 1 科目が必修となっていること自体、大きな特徴ではないかと思う。将来は、

アメリカの大学のリベラルアーツ教育と同様に、自然科学も 2 科目必要になってほしいという個人的な希望はあるが。なお、自然科学に加えて数学も、代数学または統計学のいずれか 1 科目が必修になっている。

Q6: 国際教養大学で、化学や物理の教員数や開講コマ数はどの程度か。(商学部生物学教室、根岸寿美子)

A6: 私が物理を担当し、もう 1 人の先生が化学を担当している。授業は 3 単位で、毎週 1 コマ 75 分の授業を 2 回行う。実験は、1 単位で、1 コマ 100 分の授業を毎週 1 回行う。実験は、物理も化学も 1 回に 18 人を限度とし、それを 2 セクションまで、すなわち、36 人を上限としている。今年度、私が担当した物理の場合、4 月から 7 月までの春学期は講義が週 2 コマ、実験は 2 セクションで 2 コマを行った。9 月から 12 月までの秋学期も同様である。2 学期制であるが、国際教養大学では冬季プログラムといって、1 月から 3 月までの 7.5 週間も授業を行う。秋学期の前半で英語集中課程を修了する学生が履修できるようにという趣旨で、秋学期の後半から冬季プログラムを含めた 15 週間の特別な学期がある。そこでも物理を担当した。したがって、10 月から 12 月までは、2 つの講義を平行に行い、両方合わせて、昼間 75 分の講義を週 4 コマ、夜 100 分の実験を週 3 コマ行った。(安積)