

講演では以下の文をベースにして、いくつかの具体的な数学の教え方について話す予定です。

応用数理 Vol. 22, No. 4, 2012 年 12 月 pp36-39 に掲載

数理に生きて---教育のこと

1. はじめに

教育を語るのは比較的容易である。なぜなら、あることを主張しても、その是非が分かるのは、それから何十年も経ってからになるからである。

私自身もこれまで何度か教育について論じたことがある。最初のもは「大学で数学をどう教えるか」という論説で、発表したのはちょうど 25 年前である [1]。概要を引用しよう。

『現代数学は一般化、抽象化がすすむ中で難解なものとなった。一方、数学科以外の学生にとっても、数学は科学を語る言葉としてどうしても学ばなければならない。数学専攻でない学生に数学をどう教えたらよいか。コンピュータの発達によって新しい手段も生まれた中での数学教育のあり方について議論する。』

インターネットで小生の名前を検索すると、ずっとこの論説がトップであった。ある高専で講演したとき、ウェブサイトにもアップロードされたからである。昨年、誰かがウィキペディアに経歴紹介の一項目を加えたため、その項目がトップに代わっている。

4 半世紀前に書いた内容のほとんどは、今でも主張したいものである。ただ、その後、教育経験を積むにつれて、若干意見が変わっている。ここではまず、これまで行ってきた教育を振り返って、主に大学における数学教育の現状について問題点を指摘し、今後どうしていけば良いかについて、私見を述べていくこととする。

2. 教育の経験

大学に入学した直後から家庭教師をしたのが、初めての教育経験であった。以降助手になるまで、20 人近くの生徒を教えることになる。大学生の頃、当時としては高給を頂いたので、学業を続けるのに大いに役立った。教師として良かったかどうか、振り返ってみると疑問である。数名については中高と 6 年間教えた。結果は希望通りに進学できなかった。親切な教師であり、分からないことがあると、すぐに「それはこうこうこういうことである」と教える。親から見ると良さそうなのだが、考える習慣を付けさせなかったという意味できわめて良くない教師であると、今では反省している。東大や医学部に入れた生徒もいたが、それぞれ数ヶ月勉強の仕方を教えただけである。

博士課程 2 年になったとき、子供もでき、生活を心配して下さった先生や友人が本格的に教えるポジションを紹介して下さった。一つはある企業の社内の専門学校で大学 1 年レベルの数学を教えるというもの、わずか 1 年だったが、教育の大変さと同時に面白さを学んだ仕事だった。もう一つは予備校講師。物理が担当で 3 年あまり教えた。オーバードクター 2 年後に助手になれていなかったら、この仕事が天職になっていたかもしれない。模擬試験問題作成に苦勞したのも良い思い出である。あるとき、入試直前の模擬試験で、翌年の京大入試問題 5 題中、3 題かなり近い問題を出した。役立った受験生もいたに違いない。その後何十年にわたり、助手時代を除いて、毎年問題作成に携わっている。とくに数年前、入試センターの業務を行ったが、きわめてハードワークであった。大学入試問題作成のあり方に一工夫必要であると考え。

助手になったとき、仕事としては演習担当だけであったので、たいした教育経験はない。ただ米国に滞在していたとき、何回か講義をし、学生の姿勢の違いに驚いた。きわめて真剣なのである。片田舎のそれほど有名でない大学であるが、講義の時の態度は、ふだんその辺でたむろしているときとまったく違う。日米の学生を比較して、米国の学生は入学するとき、学力が2年遅れているが、大学院を卒業するときには2年進んでいると聞いたことがある。その理由の一端を垣間見たと言える。

35歳、宮崎医科大学の助教授になって、本格的な教育が始まる。着任したては意気盛んで、これも教えよう、あれも教えようと考え、学生から、スピードが速すぎるとお叱りを受ける。結局は、年毎に進度が遅くなっていく。医学部は数学の好きな学生が多いので、比較的楽に、また仲良く、4年半を過ごすことができた。いまでも時々会う学生もいるほどである。

東大工学部に移ってからは、2年生、3年生の数学を担当する。1年経ったときに3年生対象にとったアンケートをもとにして書いたのが、はじめにで紹介した論説である。教養時代の数学が難しい、抽象的過ぎるといった意見が約2/3あり、どうすべきかと考え、1つの提案をしたのである。『大切なところは“要するに、”、視覚化も利用して“たとえば”、さらに“なぜこんなことを”ということの説明しながら教育を行えばよい』というものであった。

工学部では1981年以降不定期に数学基礎学力を調べるテストを行っていた。筆者もそのうち1990年に行われたものに関わったことがある。試験問題は同じで、採点基準もまったく変わっていない。結果は明らかに学力低下を示していた。その後10年近く経って「学力低下」の問題が顕在化し、大きな社会問題となる。

数学基礎教育に関心を深めていったときに、駒場に移り、まさにそのまっただ中になることになる。大綱化の流れの中で、着任早々から前期課程教育の見直しが始まり、新しい数学教育カリキュラムを立ち上げる。詳しい内容については[2], [3], [4]で紹介したが、数学自身の発展過程を示すことも大切であるけれども、他分野との相互的な影響も考慮した教育も必要であるという姿勢を打ち出したものである。

カリキュラム改訂から数年経ったとき、ある学部の執行部の先生方が来られ、「この頃の学生は数学ができない。前期課程教育を何とかして欲しい。」と訴えられた。1つの問題はカリキュラム改訂により、学生に履修選択権を与えたこと、とくに科類によって線形代数を必修から外したことである。学生は当然選択するだろうと思っていたのだが、とらずに専門に進む学生もいて、問題が生じるのも当然である。

お互いの議論の中で、どうも問題は大学での教育だけではない。初等中等教育にも問題があるとの共通認識を持つようになる。たとえば、私が担当した理科Ⅱ・Ⅲ類のクラスで微分方程式を説明するためにバネの振動を例にとったが、学生の反応は良くなかった。学生に手を上げさせて聞いたところ、半数以下が高校で物理を履修していなかったのである。

こうした中、「ゆとり教育」が世間で騒がれはじめる。2002年の指導要領改訂でますます学ぶ内容が減ると予想されたからである。大学の教員も危機意識を深め、日本応用数理学会を含む理系6学会が指導要領を憂う声明を出した。私もこの活動に参加していくつかの記事を書いたが[5]-[8]、ささやかながらそれなりの役割を果たせたのではないかと思う。

高校出前講義を始めたのもこの頃である。四国のある高校での講義を頼まれ一度行ったところ、好評を得て、その後12年にわたり続けることになる。高校との連携を図ることは、以前よりずっと大切になっていると実感している。

青学に移って、理工学部基礎数学を担当することになり、今に至っている。ただでさえ講義コマ数が多いのに、さまざまな種類の入試、オープンキャンパス、FD活動等、年を経る毎に忙しさが増している。ただ私学の場合、仕事に応じて手当が支給される。着任したとき、オーバータイム手

当、オーバーサイズ手当があることを知って驚いた。できればそういう手当が支給されない状態になって欲しいが、ほぼ不可能である。あと1年気力はまだあるつもりなので、教育に精を出すつもりである。

3. 教育における問題点

筆者はこれまで工学部、医学部、農学部、教育学部、理学部、教養学部、理工学部の学生を対象に数学を教えたことがある。教育経験が豊富というわけではないが、これだけいろんな学部で教えたことのある人はそうざらにいないであろうと自負している。

青学で講義を始めて、半年経ったとき、定例の授業アンケートで予想以上に悪い評価を頂き驚いた。以前は良い評価を受けていたので、どうしたことかと詳細に結果を見てみると、2割以上の学生から雑談が多すぎると批判されたのである。講義で内容に関わる「真面目な」雑談をするのが売りの私であった。今でも、「講義の中身は忘れたけれども、雑談は良かった、よく覚えている」と言われることがある。

雑談の一つとして話をするのが、授業と講義の違いである[9]。広辞苑によれば、授業とは「学校などで、学芸・技芸などを教え授けること」、講義は「書籍または学説の意味を説きあかすこと。大学などで、教授者がその学問研究の一端を講ずること」とある。講義の性格上、教授は間違っただけを述べるかもしれない、受講する側は判断力を持つことが求められるのである。こうした雑談から入るのだが、最近はあまりその真意を理解してもらえない。

「学力低下」が取りざたされた頃から、学生の気質が変化していると感じるようになった。勉強の量はともかく、主体的に勉強しようとする気持ちをもつ学生が少なくなった。たとえば、私の講義では教科書を指定せず、最初にいくつかの本を挙げて、自分に合った本を選ぶようにと言う。ところが、大学にかかわらず、「それは困る。是非指定して欲しい。」という学生が増えてきている。最近では本を購入する気もなく、授業アンケートなどで、「プリントを用意して欲しい。」という学生も多くなってきた。さらに最近、板書した後、黒板の前で話していると、「黒板から離れてくれませんか。」という学生もいる。何をするのかと見ていると、携帯のカメラで黒板を写しているのである。

この一文を書く直前に、ある事情で400枚程度の試験答案と1600枚以上のレポートを採点するはめになった。講義の後半教室で書かせた「〇〇について、私が講義で主張したかったことは何か。」というレポートの採点は楽であった。出席はとらないので、登録者数の半分程度が教室に来ている。出席していなければ書けないのは当たり前であるが、出席していてもノートはとっていない、話を聞いていない学生がきわめて多いことが分かった。講義のあと一週間以内に提出させた「〇〇について述べよ。」というレポートの場合は、8割以上（ほとんど引用先は書いてあったが）、どこかのウェブサイトからもってきて貼り付けてあるだけのものではなかった。

4. おわりに

教育というものは、すぐに結果が出るものでなく、長期的な視点でゆったりと行うものであると考える[10][11]。学問に王道なしという言葉がある。効率を優先することはできないのである。文献[1]で述べた主張のうち、「コンピュータを道具として活用し云々」というくだりそれ自身は間違っていない。しかし、本来数学は言葉の1つであり、手を動かしながら頭で考えないと理解できないものである。

そうだとすると、大学数学の教育現場ではどうすればよいか。これまで同様、黒板に式を書き、それを筆記しながら考えてもらうこと、演習問題を与えて、自分で考えて解いてもらうこと、

そしてそうした問題をなぜやっているのかを「講義」すること、すなわち学生が主体的に対象に打ち込んでいくための動機付けをすることが大切であると考える。

文献（著者はすべて薩摩順吉）

- [1] 大学で数学をどう教えるか，科学 57 卷 8 号，岩波書店，1987，496-502.
- [2] 応用数学の復権と数学教育，岩波講座応用数学月報，1 号，1993，1-3.
- [3] 新しいカリキュラムによる数学教育，応用数理，3 卷 2 号，1993，38-41.
- [4] 数学教育の経験から，大学の物理教育 3 号，1995，37.
- [5] 数学の役割—指導要領改訂で思うこと，東京大学教養学部報 426 号，1999.
- [6] 大学における数学教育の現場から，UP320 号，東京大学出版会，1999，19-23.
- [7] 夢のある数学を，じっきょうすうがく資料 41 号，実教出版，2000，1-3.
- [8] ゆとり教育は数学を暗記科目にしてしまう，通販生活 2001 秋号，2001，6.
- [9] 授業と講義，数学セミナー 45 卷 4 号，2006，1.
- [10] 教育にゆとりを，数学セミナー 45 卷 10 号，2006，1.
- [11] 教育と効率化，科学 79 卷 8 号，2009，823.