大学における数学教育

——非理工系に対しての試論——

石　村　直　之

§1　はじめに

数学に特有なことではないであろうが，おそらく多くの大学教官はここ2，3年来の大学新入生の学力の低さを感じているはずである．もちろん平均して受ける印象を問題にしてのことである．一橋大学ならば優秀な学生は確実に何パーセントかは存在し，それらの者たちの基礎学力が極端に低下しているとは思えない．しかし全体としては，例えば15年前，30年前と比べて，何か幼稚になったという実感を否定できなくなっているのも事実であろう．

これはもちろん新入生の責任ばかりではない．何より高校までの学習内容が，おそらく全ての分野にわたって指導要領の改訂毎に易しくなっている．文系・理系を問わず，現代社会生活を送るために望ましい知識量は，現今の高校までの内容では不足である．以前ならば，日本の大学新入生の平均的な学力水準の高さを誇ることが可能であったが，今はそれがあやしいところまで来ている．さらにこれからは若年人口の減少があり，それに見合うだけの定員減はないであろうことを考えると，新入生全員が従来の意味での大学での学習にふさわしい能力を持っていると期待するのは，ますます無理な注文である．

この小論の目的は，今後予想されるこのような状況を嘆くことではない．ましてや初等教育に関する何らかの変革を目指し提言するものでもない．むしろ大学側からの視点で，大学としてどのように前向きに対処できるかを考えようとするものである．問題自体は大きいので，一橋における筆者の立場

で物言える範囲，すなわち非理工系における数学教育の可能性を中心にする．

ここでことわっておくが，非理工系におけるとしたのは，文系における数学と述べた場合に想像されうる誤解のおそれを避けるためである．周知のように，日本は明治時代以降本格的に西洋近代学問群を受け入れてきたが，文系・理系の分割あるいは領界分けについては統一感がない．例えば統計学はその重要性にかかわらず，いわゆる文系学部理系学部への所属が各大学でまちまちである．世界ではしばしば存在する形態の，数学とともになった数学・統計学部を持つ大学は我が国ではあまり見受けられない．これは日本の数学の世界の大きな問題かも知れないことだが．さらに，大学入試において一般に文系では数学の要求がそう高くはないため，文系すなわち数学不必要と思われ勝ちである．そのため文系と分類されている経済学部において，近代経済学や金融論を学ぶときに，そこで用いられるあまりに高度な数学にまずうろたえる，ということになる．要するに何を避けたいのかといえば，文系の数学と漫然と述べたときに，文系の数学すなわち一般教養としての数学，と漫然と想像されることである．ここで考えたいのはそうではなく，非理工系において積極的に数学を用いる，あるいは武器とできるような人材を育むために，現在大学として何が可能なのかを探ることである．

§2　使う数学の重視を

とはいえ数学は，残念ながらその習熟のためにある程度の忍耐が必要な学問である．数学の専門家になるとか，あらゆる細部を理解したいというのならばいざ知らず，なるべくならば無理なくひとつの話題の先端部まで速成で進みたいものだ．道筋を講義する大学教官側とすれば，何か基調となる思想があった方が良いと考えられる．それは，使う数学を，用いられる数学を重視すべきである，というのがここでの主張である．

極端な言い方をすれば，10年程前までの大学での数学教育とはまさに何らかの意味での数学研究者養成のためのものであったといえる．理学部数学科での講義をもとに教科書が著わされ，詰まるところはそれら教科書により

示された基準が，物理・工学はては経済系における教育にまで，特に大学初年級における教育に影響があったと考えられる．何事も厳密性をもって構造付けようというわけである．謂うなれば悪しき教養主義であり，大学に入ってからの数学嫌いを助長することに貢献大であったろうと思う．しかしこの数年来，大学新入生つまりは大学生全体の気質の変化もあってか，批判の大きいものとはなっている．おそらく既に多くの大学では，初年級の段階ではなおさら，これら現代数学の要求する厳密性は取り上げられても立ち入られてもいないであろう．ただそれを講じている側の中には，不満を持ちつつあるいは内心忸怩たるものをかかえて，という人達もまだ少なからず存在するようである．もしかすると，本人が数学科で訓練されてきた思想を自ら否定したくはないのであろうか．

そのような後ろめたさは全く必要なく，非理工系においてはより積極的に使う数学を重視した大らかな内容がふさわしい．ひとつの理由としては，そもそも厳密性なるものは時代とともに，あるいは研究者集団により異なるものだからである．ユークリッド原論は，現代数学の視点では不備な部分も多いものだが，それまでは千数百年にわたって数学理論体系のお手本とされてきたもので，西洋思想に与えた影響は計り知れない．非理工系では前時代的であろうとも余裕ある姿勢の数学を躍動している状態で，それはファイナンスなり何なり実際の具体的な現場で見事に応用されているときであるが，伝えたいものである．

ふたつ目の理由は，単純に要求する人数の問題である．現在日本数学会会員数は5千名強，そのうち数学研究に縁のある，あるいはあった人達はまあ3千名程度であろう．これに対して，数学研究者ではないが何らかの意味で数学とつながりのある人達は，初等中等教育に係わる分も含めて10倍以上は存在する．単純に数が多いから多数の要求ないしは論理に従え，というのは大学として全く節操がなく，筆者の意図するところでもない．しかし現在の大学をとりまく情勢は，むしろこの多数の論理に従うべきだと求めているようにも感じられる．逆にそうでなければ，日本の高等教育がひいては日本

の将来そのものが問題になりそうである．その情勢とは，各大学で既に設置されたり進行中の大学院重点化の動きである．

この大学院重点化は，今年度一橋大においても経済学研究科が完全に発足した．現在まで旧帝大プラスアルファの大学に認められており，教官の所属が何々研究科となっている所がそうである．あからさまにはそう感じられないが，重大な影響を与え得る制度変更である．アメリカの高等教育体系の日本への移植の一面もあり，修士課程博士課程とも大学院生定員の革命的な増加を伴っている．一般には理工系学科において重点化の動きが先行し，そこでは当然予想されることながら院生達の平均レベルはここでも低下し，修士論文に至ってはさしずめ30年前の大学卒業論文程度のものも現われている．初めに述べた，高校までで学ぶ全体量が少なくなっていることとあまりに見事に対応しているのだが，大学側としての対処の仕方は，おそらく以下のようにならざるを得ないと思う．すなわち，今までの大学4年間で講義されてきた内容は，これからは修士課程までの6年間で講義しようということだ．別の方向から言えば，真の意味での高等教育は大学院で行い，大学というのは社会に出る前の最低限の知識を修得する場ということになる．強く言えば専門教育は大学院から，もちろんこの大学院はその方面の専門で，出身大学と同一でない場合も多いであろう．そして大学までは，ある程度高度でありかつすぐれて一般教育の場となったのである．

そうであるならば，大学学部までは多くの人が要求する内容を，数学の研究者の立場から一般向けに楽しく伝えたいものである．高校までのともすれば受験勉強が中心になり勝ちなものとも，予備校での小手先の技巧に走るものとも，それらとは異なる姿勢の数学の内容は大学においてこそ可能であろう．では具体的にどのような内容をか．以下に試論として考察してみたい．

§3　初年級における数学教育

現在ほとんどの大学で，制度の上からはいわゆる教養の先生は存在しない．そのため，一橋大でもそうであるが四年一貫教育が建て前としてある．しか

し歴史的なこともあり，大学4年間は前期と後期半々に，ゆるやかであればっきりとであれ区別されている所が多い．2年間というのは長さとしても適当であるため，大学院重点化が進行した場合でも，この区別は何らかの形で残るであろう．ここでは前期における，すなわち大学初年級における数学教育はどうあるべきかを考えたい．

この期間は，高校までの内容との繋がりを重視しつつ，真の意味での大学における勉学に必要な基礎を身につけるものとしたい．本来ならば大学に入学することは，このような基礎がある程度以上は身についていることを意味していたが，初めにも述べたように現在ではその期待はできない．もちろん基礎が身についておりこの期間を退屈に感じる人は，四年一貫であるからして遠慮なく高度な方に進んでもらえれば良い．とに角，この期間は意外に重要である．差がつき易い．大学入学時の偏差値の差など，この期間の勉学内容によって簡単に逆転可能である．

大学初年級における非理工系の数学は，ある程度までの微分積分および線形代数，そしてできるならばそれらが必然的に結び用いられた状態での常微分方程式論入門であろう．さらに付け加えるならば，すべての前に何よりも「…ならば…である」「任意の…に対して…」「…となる…が存在する」などの，数学の文法ともいえる形式論理についても簡単に修得しておきたい．統計学の初級段階から必須事項の指数関数 e^x などの初等関数も最初の方であろうか．項目を練り直さなければならないことは確かであろう．

微分積分学は，実数の細かな性質や $\varepsilon-\delta$ 論法などの比較的抽象度の高い話題は避けて，手を動かし計算できるものを中心とする．一変数の場合と多変数の場合とは分離されてひとつのコースとなろうが，ともに微分法の応用としての極値問題の取り扱いを多くしたい．これに対して線形代数学はベクトルと行列の理論に慣れることが肝要である．既に高校まででは行列を習わながった世代が入学してきている．そのため，どちらかといえば微分積分より教える内容がゆったりとしていた科目であったが，今後は導入から気を配らなければならない．

常微分方程式は，各種数理モデルを構成することが可能で身近なものともなり，その理論において微分積分と線形代数がともに必然的に用いられる実例ともなっているので，大学初年級においてむしろ触れておくべきであろう．二階までのしかも性質の良い方程式ならば，コンピュータで解曲線図を描くことも容易であり，抽象的な概念はほとんど必要なく手を動かすことで理解できるものである．数理的な考え方に触れるには最適な題材である．

§4　学部課程以降における数学教育

学部課程以降は，各人の興味によって内容が多様化するであろう．基本的には抽象の度合を高めることとなる．もちろんカオス理論などの比較的新しい分野では，具体的な事柄に終始する場合もあろうが．

この段階に関してはひとつの提言がある．それは学部共通の科目のような項目を設け，抽象世界の比較的基礎の水準の講義をそこで開き，学びたい者はどの学部からも原則自由に履修できるようすることである．おそらく非理工系においては，数学教官は従来ならばいわゆる教養の先生である場合が多かったであろう．そこで志のある先生方は，教養課程の範囲で色々と努力されてきたことであろうと推測する．先にも述べたように，大学院重点化の現在は全体にアップシフトと考えるべきものである．各学部共通のような科目は存在して良い．一橋大では共通基礎に属している「集合と位相」や共通発展に属している「数理論理学」，さらには代数学や幾何学の初歩なども，むしろこの学部共通に納まるほうが好都合と思う．

それはさておき，抽象の度合を高めることはより高度な数学を扱えるようになることで，それを用いてのより高度な応用を図ることであろう．確率論や上級の（応用）解析学に必須の Lebesgue 積分論あるいは測度論は，実は聞く方も教える方もあまり面白く感じないものであるが，欠くことはできない．初級微積分では排除して差し支えのなかった $\varepsilon-\delta$ 論法も，ここで慣れ親しんでいただこう．

数値計算学は，コンピュータのこれほど発達した現在，応用上理論上とも

大変重要になってきている．私自身は大学初年級よりもこの段階から講義されるのが良いと思う．その理由は，面白い計算を行うためにはやはり様々な実例を知り，その手計算を少しはやってみてからであろうと考えるからである．単にごく末端のユーザーを生産するのであれば，大学初年級から使い方のみを叩き込めば良いのであろうが，一橋大くらいに学生の能力の高さを期待できるのならば，より高度なユーザー養成を目指すべきである．そのためには大学初年級程度の数学の内容には親しんでおいた方が良い．

大学院以降については，重点化の現在において問題も大きいものであるが，ここでは踏み込まないことにする．

§5　おしまいに

本稿準備中，文部大臣の諮問機関である教育課程審議会による，2002年から実施される予定の初等教育内容改訂案の主な項目が明らかになった旨報道された（1998年5月24日（日）朝日新聞朝刊）．そこでは初等中等教育において，細かい事柄には触れないで述べると，総じて算数の内容がさらに易しくなることが盛り込まれている．人的資源しかない日本が，自らその資源を弱めるような行為をなそうとするのは不思議な感覚であるが，高等教育である大学が負うべきものは確実にますます増加しそうである．その対処に着手すべき時期は既に来ていると考えるが，大学全体のカリキュラム編成などの見直しがそうすぐにまとまるとは思えない．当面は古い皮袋で新しい酒を扱わざるを得ない．大学教官にとっての困難な時代は始まっているのだが，その分，従来では予想もできなかった様々な学問分野を横断する活動を行えるような人材が現れる可能性も大きい．

帰国子女達への大学初年級教育をどうするかなど，論じなかった問題も多々あるが，それは別の機会に譲り，期待を述べたところで筆を擱く．

（一橋大学大学院経済学研究科助教授）