

私はどうして数学者になったか

河東 泰之

1. 子供の頃

小学校2年生の頃、将来なりたいものという作文で、「数学者になりたい」と書いた。もちろん当時は数学者がどのような職業かはよくわかっていなかったが、算数・数学が特別に好きだ、そういうことを仕事にしたい、ということは記憶にある限りの昔からずっと明確に考えていた。

母親も数学が得意だった。大学の専攻は化学で、昔のことで専業主婦だったが、計算はきわめて早くて正確で、もっと抽象的な数学も得意だった。私が中学1年生のときに病気で亡くなったが、その頃までは私と話が通じるくらいに数学はできたと思う。ほかの親戚には特に数学の得意な人はいなかった。

最初のうちは計算が得意だという程度のことだったが、方程式というものが重要なものであり、それは中学校で習うものだと何かで小学校4年生の頃に知った。それをぜひ自分で勉強したいと思い、本屋で中学校の問題集を買ってきて練習したところ、すぐにできるようになって、とても役に立つものと思った。連立方程式でも2次方程式でも同じようにできたので、中学受験の際、一切算数の勉強はしないですんで便利だった。

同じく4年生の頃考えた問題に、図1の中央の部分の面積を求めると言うものがあつた。全体は正方形で、4つの曲線はすべて円周の1/4である。これは有名な問題なのだが当時はそんなことは知

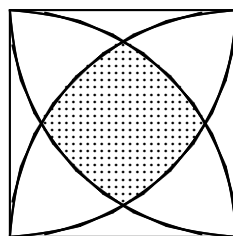


図1 中央部の面積を求める

らず、単にこの図が教科書にデザインとして出ているのを見て、面積が求まるはずだと思ったのである。昼間から丸一日考えて夜遅くになって解けたのを覚えている。(この問題を解くには、一辺の長さが1の正三角形の高さは $\sqrt{3}/2$ だということが必要だが、それは知っていた。)

さらにこの頃、家にあつた数学の一般向けの新書を読んだ。著者は矢野健太郎だつたような気がするがあまり自信がない。その最後の方に、デデキントの切断の説明があつた。何度も読んだがどうしてもわからなかつた。今考えるとそもそも、ちゃんとわかるように書いてあつたとは思えないのだが、何か割り切れない気持ちが残つた記憶がある。

さてその後、麻布中学に入ることになつた。中学入試が2月に終わったので、高等数学の代表と思つていた微分積分をぜひ勉強したいと思つた。本屋に行つて高校用の参考書を適当に選んで、当時数学IIBと呼ばれてゐた、多項式の微分積分を自分で勉強したところ、中学に入る前にすぐ終わつてしまつた。その参考書はかなり易しい内容のも

のだったのだが、どれが易しくてどれが難しいかもよくわからなかったのである。

その後中学校に入って、微分積分をもう少しやってみると、そもそも自分は三角関数も指数対数関数も知らず、したがって、それらの入った微分積分は当然できないと言うことがわかった。数学 IIB には多項式の微分積分しかなかったのが最初気づかなかったのである。(目次に微分積分というのが入っている本を適当に一冊買っただけで、ほかには何も見なかったのだった。)そこでこれらの勉強も始めて、さらに同じ理由でベクトルや行列も飛ばしていたことも気づいたので、やはりこれらも同じ頃勉強した。そして中学1年の夏から秋にかけて、「大学への数学」と「数学セミナー」を見つけて読むようになった。とても熱心にはしからはしまでよく読んだと思う。

数学は論理の積み重ねだから順番にきちんと一歩ずつ学んでいかなくてはいけない、などと言われるが、この頃は順番などまったく無視していた。「大学への数学」で受験問題を解いたり、「数学セミナー」を読んで「エレガントな解答を求む」をやったり、「解析概論」を読んだり、みな平行してやっていた。(「解析概論」が重要な本であるということは「数学セミナー」で知った。すぐに買ってきて読み始めた。)さらに群論でも線形代数でも手当たり次第に読んだ。「エレガントな解答を求む」で最初にできた問題は、「 $\sqrt[3]{n}$ より小さいすべての自然数で割り切れるような最大の自然数 n を求めよ」というものである。正解者のところに「中学1年生!」とカッコつきで載ったのがうれしかった。1年間くらいは熱心にやっていたと思う。「解析概論」も同じ頃熱心に読み、最初の方の ε - δ 論法を始めとする厳密な解析学は、かなりまじめに勉強してちゃんとわかったと思った。前にわからなくて気になっていた切断もこのときわかるようになった。また、現在京都大学にいる中島啓氏と同級生で、しょっちゅう休み時間にトランプをしていたのもこの頃である。

数学者にも一般の人にも、初等幾何学が面白かったと言う人がよくいるが、私はめっちゃくちゃな順

番で勉強していたので、初等幾何より先に、ベクトル、三角関数、複素数などを学んだ。そのため、ちっとも幾何学的な証明をやる気が起こらなかった。私は三角形の内心より先に、デデキントの切断を学んだのである。今中学生の子供に初等幾何の問題を聞かれても、式を使わないでどうやってやるのかすぐにわからないことがしばしばある。

その後、ルベグ積分、関数解析、また数学基礎論などに興味を持って、手当たりしだいに本は買って読んだ。超準解析に興味を持ったのもこの頃である。のちに線形代数を習うことになる、斎藤正彦先生が「数学セミナー」に超準解析の連載をしており、それが本となって出版されたのであった。本郷にある数学洋書の専門店の友隣社にも、東大数学科の図書館にもこのころよく行ったが、とにかく順番など気にせず、かたっぱしから読んだ。よくわかったものも、まったくわからないものもあったが、あまり気にしていなかった。数学書を読むことがとにかく好きだった。ブルバキの日本語訳や、岩波講座の「基礎数学」もこのころ買ったものである。

高校時代の最後になるが、広中先生が始めた高校生対象の夏の合宿セミナー「数理の翼」というものが、私が高校3年生のときに始まった。このとき40人くらい高校生が来ていたと思うが、4人が数学者になった。文科系も含めて、ほかの分野で学者になった人もかなりいる。このセミナーは今も続いており、私も何回かは講師として参加したが、とてもよいことだと思う。これを続けていくのには経済的にいろいろ困難があるらしいが、さらに発展を続けて欲しいものである。

2. パソコンとの出会い

さて数学は一人で勉強するのにもだんだん限度が出てきたし、試験は得意だったのでほかに勉強することも何もなく、毎日とてもひまであった。少し時代が戻るが、私が中学2年生のとき、日本初のマイクロコンピュータ・キット TK-80 が発売になった。これはキーボードもディスプレイもな

く、16進数のキーと、8桁のLEDがついているだけのものだった。これを技術者だった父が買ってきて、弟が半田ごてで組み立てたのである。(完成品ではなく、部品をバラで売っていたのだ。)

これは大変面白いと思った。使える高級言語は何もなかったので、8080のマシン語でプログラムを書いた。自分でまず紙に16進数のコードを書き、それを手で16進キーを使って入力するのである。そのうちに大半のコードは覚えてしまった。たとえばサブルーチンを呼び出すCALL命令のコードはCDである。(16進数には数字が16個必要で、0から9まででは足りないので、AからFまでの文字を追加して使う。16進数の計算も必要だったのでずいぶんやった。7+8というのを見るとFとってしまうのである。)メモリーを拡張するため、新発売の256バイトメモリー(メガバイトでもキロバイトでもない)を秋葉原で並んで買ったこともよく覚えている。

その後、PC-8001、友人のApple IIなどもよく使ったが、いずれもZ80、6502などのマシン語でプログラムを書いた。しかし、長いプログラムを16進数で手で書くのはだんだん困難になってきた。特にJMPやCALLの呼び先は絶対アドレスを指定しなくてはいけないのだが、プログラムを書き直して長さが変わると、これらの呼び出し先アドレスもずれてしまうので、それをきちんと管理するのがとても面倒であった。長さを変えないように無理やり変な書き方をしたりするのだ。これを解決するには、CALL INITなどと人間がわかるような形で書いたプログラムをマシン語の16進数コードに変換するプログラム、アセンブラと呼ばれるものがあればよかったのだが、当時そのようなものは入手できなかった。そのため、まずZ80アセンブラを自分で作ることにした。Z80のまともな解説書も日本語のものは入手できなかったのので、秋葉原で買って来た英語のマニュアルを頼りにアセンブラを自分で作ることにした。記録媒体はカセットテープである。これを使ってオセロなどのプログラムをいくつか書いて高校生の頃、月刊誌ASCIIに投稿し、何度も原稿が載った。当時

はASCIIその他のコンピュータ雑誌では、一般読者の投稿記事が記事のかなりの部分を占めていたのである。この関係で大学に入ってからASCII社でアルバイトをして、ゲームプログラムを書いたり、マニュアルの下請けをしたり、解説書を出版したりしていた。(私が書きたいいい加減なゲームを堂々と売っていたのだから今考えるとひどい話である。映像や音楽も含めてちゃんとしたプロが作るようになったのはもう少し後のことだ。エニックスが登場したのがちょうどこの頃である。)

このため長い間、私が数学関係で出版したトータルのページ数より、パソコン関係で出版したトータルのページ数の方が長い時期が続いていた。これは、私がオックスフォード大学出版会から800ページの本を出したことによって逆転できたが、今でも私が数学関係で書いたもののトータルの売り上げ部数より、パソコン関係で書いたもののトータルの売り上げ部数の方が多い。こちらは一生逆転できないであろう。

3. 東大の頃

また少し時代が戻るが、大学では数学科に行くことに決めていたので東大理Iに入学した。(コンピュータは好きだったがそれを専門や仕事にする気はまったくなかった。)入学直後に、数学の勉強会のサークル、物理学研究会数学パートに入った。1年上に現在北海道大学の小野薫氏がいて、同学年に現在東京大学の小林俊行氏がいた。そこでいろいろな本の輪講をした。よいサークルだったと思う。アールフォースの複素関数論や、ルーディンの解析の本など、標準的な本から、もっとマニアックなものまでいろいろやった。このサークルは今でもあるようである。

その後当初の予定通り数学科に進学した。物理とどちらにするか迷った、さらには実際に物理学科に行った後数学者になったという話はよくあるが、私は物理に行こうとはほんの少しでも思うことはなかった。それで今数理物理だとか言っているのも不思議な話である。

大学の始めの頃はコンピュータ関係のアルバイトもずいぶんやっていた。ASCII 社ではいくつもマンションを借りており、学生が泊り込みでプログラムや原稿を書いていたのだ。しかしだんだんそういうことから足を洗って、4年生になるとき、専門を決めてセミナーで勉強することになった。テキストの候補の中に、小松彦三郎先生の挙げた“ C^* -algebra extension and K -homology”があった。前に手当たりしだいに読んだ本の中に、 C^* -環の本があったことと、荒木不二洋先生がよく「数学セミナー」などに記事を書かれていたこともあって、作用素環ががどういものかは一応知っていた。関数解析とホモロジー代数が面白いと思ったことと、誰も回りでやっていないものやってみる方がいいような気がしたので、この本を選んで作用素環を勉強することになった。当時東大で作用素環をやっている人はいなかったが、服部晶夫先生のところの人たちが、Atiyah-Singer の指数定理との関連で作用素環に興味を持っていたことも影響している。現在慶応大学にいる森吉仁志氏もその一人で、私の1年上であった。

結び目のジョーンズ多項式のプレプリントが回ってきたのは私が作用素環を始めた直後である。もちろん当時は Internet も arXiv もなく、郵送されてきたものをみんなでコピーしたのだ。当然のことながら、なぜ作用素環と結び目が関係するのかまったくわからなかった。将来これに関係したことが自分の専門になるとはちっとも思っていなかった。

4. 留学時代

4年生のとき、小松先生にアメリカ留学を勧められた。面白い話だと思ったので、カリフォルニア大学ロサンゼルス校 (UCLA) の竹崎正道先生のところ留学することになった。実際にアメリカに行ったのは東大で修士に入ってすぐの夏である。ほかにもセミナーのテキストの著者のダグラスがいたニューヨーク州立大学ストーニーブルック校と、作用素環関係者がいた (しかし現在活躍してい

るジョーンズとヴォイクレスクはまだいなかった) カリフォルニア大学パークレー校にも願書を出して通ったが UCLA に行くことになった。(なお作用素環の人のいる大学は偏っており、ハーバード、MIT、プリンストンなどには当時も今も作用素環の人はいない。)

もちろん竹崎先生の名前は知っており、岩波から出ていた「作用素環の構造」も持っていたが、私は別の方面の作用素環を最初勉強していたので、現在の専門に近いような種類の作用素環の話題は、かなりあとの方までよく知らないままであった。そもそも、日本で普通に作用素環を専門に決めると、最初はじっくり標準的な教科書をセミナーで読むわけだが、私はそんなこともしたことがなかったので、かなり偏ったことしか知らなかったのである。私が標準的な教科書をきちんと読んだのは、先生になって学生相手にセミナーをするようになってからである。めっちゃくちゃ順番で勉強するのが子供の頃からの癖なのかもしれない。

私が UCLA に行ったのと同時にジョーンズはパークレーに移った。当時どんどん有名になってきており、パークレーのセミナーで見て、これが有名なジョーンズか、と思った。(フィールズ賞を取るのはさらにこの5年ほど後である。) その後、UCLA から、イギリス、フランス、スウェーデンなどに行き、コンヌを含むヨーロッパの作用素環関係者の大半に会った。当時は円もまだ高くなり始めて間もない頃で、院生ぐらいの日本人が外国に行くことは比較的珍しかったので、いろいろな人と知り合えてよかったと思う。今作用素環論で知っている、自分の世代以上の人はほとんどすべてこの院生時代に知り合ったものである。今でも私の共著者の大半は外国人であり、院生、ポスドク、客員教員などで、積極的に外国人を受け入れているが、それも大学院生の頃からの自然な続きである。

数学に必要な英語の水準はあまり高くない。最初はやはりとまどったが、半年くらいで用が足りる程度に上達し、その後は何年いてもあまり変わらなかったような気がする。アメリカに行く前は、

アメリカの大学で何年も暮らしていると、アメリカ人と変わらないようにしゃべれるようになるのだと思っていたが、大きな間違いであった。ただ、そのあまり高くない水準にも達しない日本人学生がけっこういるのも事実である。せっかく難しい入学試験を受けて大学に入ってくるのだから、最初から英語の本を読んだり、英語でセミナーをしたりすればいいのではないかと思って、自分が先生になってからいろいろと工夫してみているが、効果がどのくらいあるのかなかなかよくわからないところである。

アメリカ留学時代の経験でもう一つ特徴的なことはティーチングアシスタント (TA) をやっていたことである。日本でも最近はかなりあちこちで導入されているが、当時はまだ日本ではほとんど聞かないものであった。日本では現在でも、演習で学生が発表するのにコメントしたり、質問に答えたり。試験やレポートを採点したりするくらいの仕事が普通だが、アメリカでは新米 TA でも黒板の前で教えるのが普通である。アメリカの授業 1 コースの標準的な形は、毎週 50 分の授業が 3 回 (たとえば月水金) あり、演習は少人数 (10 人, 20 人といった単位) に分かれてほかの曜日 (たとえば火木) に TA が問題演習を解説するといったものである。学生の側から見ると、TA 担当の演習は (火木などに) たくさんあるものの中から、自分の割り当ての分一つに出ることになる。演習と言っても学生が問題を解くのではなく、TA が黒板の前で解説するので、TA の側から見れば 50 分話し続けることになる。(学生が問題を解くのは宿題であり、これは TA とは別の担当が毎週採点する。) 日本の現在の TA より、仕事も収入も多いと言っていいであろう。経験を積むと TA が普通の授業を丸ごとまかされることもよくある。アメリカの大学初年級の数学の授業は日本の高校レベルのものが多く、数学的なレベルは高くないが、むしろそのほうが教える技術は高いものが必要である。

私は 1 年目は英語に自信もなく、免除してもらったが、2 年目から 3 年目にかけて何回かこれを担当した。経験を積んだ TA が元締め監督のよう

な担当になっており、教え方についていろいろ指導する。これは教育実習のような役割もになっており、数学では通常院生が必ずやらなければならないものになっている。これも日本でも最近導入されている、ティーチング・エバリュエーション (授業評価) が毎学期末にあり、悪い場合はいろいろと指導が入る。最悪の場合は TA をくびになり、お金がもらえなくなる。私のときは、いつもいい評価の理由は「どの問題を質問しも即答した」、悪い理由は「英語が下手だ」であった。

日本では大学で教えるのには教員免許というものはなく、教え方の訓練がまったくないままに大学の先生になってしまうのが今でも普通である。子供の数の減少、学力低下などによって教える技術の重要性はますます大きくなっており、もっと大学院生に対して教え方を教えたほうがよいと思う。チョークやマイクの使い方、時間の使い方など数学そのものからはなれた純粋に技術的なことについても、教えるべきこと、習うべきことはたくさんあるように思う。これらは学会での研究発表にも役立つ技術であろう。

UCLA から帰ってからはずっと日本に勤めている。長期、短期で外国に行くことも多いが、日本で教えているのが標準というのがずっと続いている。アメリカに移ったらどうか、と言われることはときどきあり、その気がまったくないわけではないが、たぶん実際にはそうならないような気がしている。

その後、いろいろな人との出会いがあり、共形場理論だとか言って数理論理の方にシフトして行くのだが、ここであまり専門的な内容を書いてもしかたがないであろう。

5. 飛び級について

さて最後に少し、この機会に考えたことを書いてみたい。子供の頃から大学レベルの数学がわかったと言うのはそんなに珍しい話ではない。たいていの国では飛び級ができるので、15 歳で自分の国で一番の大学に入ったとか言うのはわりとよく聞

く話である。そうやってそのまま世界的な大物になる人もいるし、まったくものにならない人もいるし、その中間にとってもさまざまなケースがある。また、大学に入って初めて数学を本格的に勉強してその後大活躍しているケースもたくさんある。子供の頃から進んだ数学がわかるということは、数学者になるための必要条件でも十分条件でもない。誰が研究で活躍するかはやってみなければわからないのである。しかしそれでも、日本でも飛び級ができるようにした方がよいと私は思う。大学院はともかく、現在の日本の大学入学以前の仕組みでは、大学に入るときに1年飛ばせると言うのをごく一部の大学でやっているだけである。日本数学会は飛び級に反対の意見を公表しており、飛び級がかえって害をなすことがあるというのはそのとおりだと思うが、それでもやってみればよいと思う。日本では、大学入学の資格を入学試験で厳重にチェックしているのだから、年齢無制限で入学試験を受けられることにすればよいだけである。

アメリカでは子育てをしてから40歳くらいで大学院に行ってその後世界的に有名な数学者になったと言う例もある。15歳の大学院生も40歳の大学院生も同じ教室にいるという方が優れた仕組みなのではないだろうか。日本の大学(院)は、年齢も経歴も似たような人たちばかりである。それ自体がただちに悪いわけではないが、人間の能力の現れ方は非常に大きな幅があるのだからもっと自由な仕組みにすればよいと思う。飛び級したためにかえって失敗することもある、そんなことをしなくても大成功する人はいる、ということをはっきりさせた上で、そういう自由な仕組みの中のオプションの一つとして、飛び級もできればよいと思うのである。(テレビなどでよく、アメリカで10歳で大学に入った天才少年というのを取り上げていたりする。教育効果を見るのには、今10歳で大学に行っている人ではなく、昔10歳で大学に入って今大人になっている人を見なければならぬ。うまくいった例も、うまくいかなかった例もあるはずだが、そうそううまくいくものではないと思う。)

アメリカの大学のキーワードの一つにディバーシフィケーション(多様化)というものがある。人種、国籍、経歴、性別、年齢その他でいろいろな人が集まっている方が大学が活性化する、というのが重要な考え方である。日本の大学には明らかにこのような多様性が不足している。あらゆる面で、多様性を高めていくことがこれからの課題であると思う。

(かわひがし・やすゆき, 東京大学大学院数理科学研究科)