

# 理工系数学教育の問題点といくつかの提案（試み）

東京大学 大学総合教育研究センター 藤原毅夫

理工系教育の問題点（理工系志望者の減少、学習不足）が指摘されて久しい。筆者自身も東京大学工学系研究科を定年退職して以来、教育に関しいくつかの新しい経験を重ねて、いくつか新たに考えるところもある。最近では、東大工学部では工学教程シリーズの執筆・出版がスタートし、そこに複素関数論 I,II の 2 冊を執筆した。また現在の本務先である大学総合教育研究センター（大総センター）における学術俯瞰講義を企画・運営する立場から、また最近では学術俯瞰講義『新・学問のすすめ』の中で「藤澤利喜太郎」や「ヘンリー・ダイアーとお雇い外国人」などの資料を見、考えている。これらを含めて、数学教育、あるいは理工学専門基礎教育の在り方について、いくつかの私的体験などを交えながら議論を進めたい。

## I. 非数学者への数学教育

前回 2011 年の研究会では同じような題目でお話した（以下に目次）。

1. (東京大学)工学部の数学教育：工学を志す者に必要な数学
2. 何のための数学教育か
3. 理工学系一般向けの数学教育 — 複素関数論 —
  - 3-1 いくつかの理工系向けの数学教科書
  - 3-2 数学教育としての複素関数論
4. 終わりに

そこでは数学教育は数学者のための教育ではなく、外国語教育と同様な共通語教育であること、複素関数論はそのために大変適していることなどを述べた。この考え方は全く変わっていないけれど、これを繰り返して述べることはしない。今回は、東京大学工学部での教育教育の歴史に基づいて、今日的議論をしたい。

## II. 初期工学部のカリキュラム

前述の学術俯瞰講義を考える中で、戦前の工学部あるいはその前身の工部大学校時代の数学教育がどのような考え方で作られたのか興味を持った。工部大学校（後の東京大学工学部）の、特徴的な「学理と実地修業を取り混ぜた教育」の仕組みおよびカリキュラムを作ったのはお雇い外国人教師 Henry Dyer である。Dyer を選んだのはグラスゴー大学教授 W.J.M.Rankine（熱力学、土木工学）であった。Dyer は、直接に外国人教師の人選、カリキュラム作成、工部大学校での実際の指揮に当たり都検（教頭）を務めた。外国人教師のほとんどはスコットランド出身者であった。工部大学校の数学カリキュラムの詳細は、公田藏（おさむ）の『明治初期の工部大学校における数学教育』（数理研講究録 1444）に詳しい。また Dyer 自身の著作「Dai Nippon」にも詳しく述べられている。工部大学校のカリキュラムはグラスゴー大学などスコットランドでの自身の経験に基づいたと思われる。大学に工学部が作られたのは、工部大学校が世界で初めてであり、Dyer はこれをスコットランドに逆輸入している。理科大学では菊池大麓はイングランド留学であるから、カリキュラム編成もイングランドのものに従ったのであろう。日本の近代大学教育特に工学教育の形成時期が、近代科学の形成時期とよく附合していたということは、我が国の近代化特に産業のそれにとって大変幸いなことであった。

明治 20 年ごろには大部分の教員が日本人で占められるようになった。しかし日本語の教科書が作られるようになったのはさらにずっと後のことであり、その時でも訳語等はまだまだ統一されていなかった。

工学部では明治 34 年 (1901 年) に力学講座が作られ、東京帝国大学工科大学を卒業し造船学を専攻する末広恭二が講師となり担当した。全体の数学教育は、各学科の数学力学に精通した教授たちが実際に担当した。「元来、数学は経験とは無関係に純粹論理的に発達した学問であるから、直に応用に適した都合のよう形に作られていないことが多いので、これを実際問題に適用するには、独特の研究を要する」という考えのもとに、『教育数学』研究のための数学力学研究室が大正 14 年に新たに設けられ、寺沢寛一が教授に迎えられた (東京帝国大学学術大観(1942))。そのもとに、(坂井卓三、) 山内恭彦、小谷正雄、犬井鉄郎等をそろえた。昭和 6 年の講義要目に目を通すことができた。これらは、今のカリキュラムと大きく異なることはなく、また「自然科学者のための数学概論」(岩波書店)がよくそれを踏襲している。

大学工学部の数学カリキュラムをどうすべきか、ということに関しては前回議論した。

### III. 東京大学工学教程

東京大学では現在、東京大学工学教程を編纂、順次執筆・出版を進めている (全 170 余巻)。これらは現在の工学部がカバーするすべての分野・講義を含み、教育現場で目次の詳細がまとめられた。全体の編纂委員会 (藤原はここに参加) で内容の検討と分野間調整が行われた後、執筆がスタートし、現在、確率・統計 I (縄田和満、線形代数 II (室田一雄)、複素関数論 I (藤原毅夫) の 3 巻が丸善から出版されている。

数学は、基礎 4 巻 (確率・統計 I、線形代数 I、微積分、複素関数論 I)、専門基礎 9 巻 (確率・統計 II、代数学、線形代数 II、最適化と変分法、ベクトル解析、常微分方程式、偏微分方程式、フーリエ・ラプラス解析、複素関数論 II)、専門 4 巻 (確率・統計 III、離散数学、微分幾何学とトポロジー、非線形数学) で構成されている (室田教授が編集委員の一人)。

このような工学全体の教育体系の構築は、欧州では大学全体を対象とするチューニング・アプローチとして実行され (あるいは実行が検討され)、日本でも文科省が検討を進めているあたらしい試みとも関連している。

[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo4/022/gijiroku/08111711/005.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo4/022/gijiroku/08111711/005.htm)

欧州では「欧州各国のカリキュラムの構造や履修単位の換算や教授方法を調整 (tuning) し、各機関において単位や学位の認定にかかる判断に資するための情報を提供」するためのものであり、教育面での標準軸を形成していくことを意図している。

### IV. そして今、私は何をどのように教えるのか

数学者を育成する教育はともかくとして、非数学者に対する「教育数学」に関しては、明治期の数学教育者が行ったように、夫々の分野に対して吟味する必要がある。一般に、工学部向け (あるいは理工系) 数学が「やさしい数学」と同義になるような傾向があるが、ちょっと違う。「わかり易い数学カリキュラム」と「難しい概念には触れない数学カリキュラム」ということは当然のことであるが全く違う。例えば  $\epsilon - \delta$  論法や収束性の議論は本来、大学の数学の中に入れるべきであると私は考えている。一方、曖昧さを無くすことに拘って本題に入る前の準備に多くの時間を費やす意味は少ない。

私は今年度冬学期、東京大学工学部の 2 年生にたいして数理科学 V として、確率過程の講義をした。ここでは、ルベーグ積分には一切触れることなく、確率の概念からブラウン運動と確率微分方程式まで述べた。数学者から見ると、そんなことはできるわけない、滅茶苦茶だと思われるかもしれないが、むしろその方が非数学分野を志す理工系学生にはとってはアウトラインをつかむことができると考えている。数学的にキチンとした議論は、学生個々人の能力に応じて自己学習するべきで、教育課程もそのように組むべきではないだろうか。