

# 情報教育における数学力向上への取り組み

京都情報大学院大学  
南野 公彦

京都コンピュータ学院  
松村 初

## 概要

若者の学力低下が問題となっている現在、高等教育機関においても従来のカリキュラムでは要求される数学力に到達することは困難である。数学の基礎的な部分と実際の活用をともに拡充することで、学生の数学基礎力、応用力の充実を目指す、専修学校京都コンピュータ学院における取り組みを紹介する。

## 1. 日本の若者の数学力の現状

近年、日本の初等・中等教育機関における「第3次ゆとり教育」[1][2]の施策や「理系離れ」傾向、さらに追い打ちをかける「大学全入」の影響を受け、日本の若者の数学力の低下はまさに危機的状態である。専修学校や大学など、高等教育機関でも通常のカリキュラムだけでは講義のレベルが保てず、「リメディアル(治療)」教育として初等数学科目を設定している機関が多くなった。これは数学だけに限った話ではなく、国語や英語、社会などあらゆる教科で問題が表面化している。

国際学力調査 [3] を見ても日本の順位は確実に下がってきている。OECD(経済協力開発機構)が実施した「生徒の学習到達度調査」(PISA2003)、IEA(国際教育到達度評価学会)が実施した「国際数学・理科教育動向調査」(TIMSS2003)ではともに、上位層が減少し、中位から下位層にシフトしている。また、単純な計算問題や選択式問題は今でも世界のトップクラスだが、記述式問題は世界平均を下回る。試験の得点だけでなく、PISAの生徒への質問紙調査「数学への興味・関心」「数学の勉強への動機付け」に関する項目を見ても、生徒の数学に対する意識はOECD各国の平均よりもはっきりと低い。

現在、学習指導要領が2011年の改定に向けて見直されているが、第3次ゆとり教育の影響をあまり受けていない若者が高等学校を卒業するのは2016年以降 [4] であり、それまでは技術立国・ニッポンの受難の日々が続くことになる。

京都コンピュータ学院に入学してくる学生の数学力も、全体的に見て近年低下傾向にある。もちろん、学力の個人差は大いにあり、学習に対するモチベーションも様々である。2007年4月に「情報数学」の授業でアンケート(回答数:282名)を実施したところ、「数学が好き、どちらかといえば好き」と回答した学生は39%であり、その理由として、

- (理由A-1) 問題を解く行為がパズルを解くようで面白い。
- (理由A-2) 答えが1つに決まるから解けたときに達成感を感じる。
- (理由A-3) 論理を追っていけばよいので、ほかの科目に比

べて暗記することが少ないから。というものがほとんどであった。また、「数学が嫌い、どちらかといえば嫌い」と回答した理由としては、

- (理由B-1) 計算が難しい。同じことの繰り返しで面白くない。
- (理由B-2) 公式が多く、覚えられない。覚えても使い道がない。
- (理由B-3)  $\sin$  や  $\cos$ ,  $\lim$ ,  $\Sigma$  など、数学のくせに英語(?)が出てくる。
- (理由B-4) 小学校の算数で十分だと思う。高度な数学は生活で使わない。

というものがほとんどであった。B-1, B-2から、数学の授業のほとんどすべての時間が計算の反復演習や公式の暗記に費やされていることが伺われる。確かに計算ができることは重要である。しかし、数学の本来の目的は、その抽象性の高さにより反復的な計算作業をせずとも問題が解決できるところにある。計算手法を身につけた者にとって、反復演習は苦痛でしかない。また、B-2と答えた学生にヒアリングしてみたところ、原理や定義と、そこから導かれる公理、公式がごちゃごちゃになっており、また公式はわけもわからず暗記して、問題を解くときに数字をあてはめるだけのものになっていた。B-3もしかりである。これでは面白いわけがない。そして、一番の問題はB-4である。使わない、必要性を感じないでは興味のわきようがない。せめて他教科で数学の応用事例を学習する機会があればよいのだが、一番数学が頻繁に登場する理科、特に物理を学習している高校生は少数派だ(2008年度大学入試センター試験全受験者約50万人中、物理Iの受験者は約14万人。化学I、生物Iはそれぞれ約20万人、18万人。数学は約35万人)。この状況を改善しなければ、数学を含めた理系の学力は今後も伸び悩むことであろう。

## 2. 京都コンピュータ学院における数学教育

数学の応用事例に触れる、という点では、京都コンピュータ学院は恵まれた環境にあるといえる。カリキュラムに組み込まれている数学科目と学生が身につけたい技術との間に直接的・即時的な関連があるからだ。そのため「この数学がこのプログ

ラム、またはこの解析のどこに、どのように使われているか」ということを学生に視覚的に伝えやすい。たとえば、「3次元で表現された動きのあるコンピュータグラフィックスを利用するゲームを作成する」場合、位置関係や運動状態を表現するために、三角関数、微分積分、ベクトル・行列の演算の理解が必須となるし、「アンケート調査を行うためのWebページを作成し、データ解析を行う」場合、確率論や統計学の知識が不可欠である。このように、学生が自発的に取り組む課題の中に数学の応用事例が豊富に転がっているという「モチベーションの高さ」がコンピュータ教育を行っている本学院の利点であり、「使いながら学ぶ」学習スタイルは効果的な循環を生み出している。これは中学校や高等学校の数学の時間ではなかなか難しいところである。

本学院の数学系の科目のいくつかピックアップし、その概要を紹介する。

#### (1) 情報数学

情報処理教育に欠かせない、2進数や指数・対数、集合、論理演算、確率などを学習する。論理演算はプログラミングを行う上ですぐに必要になるし、指数や対数はアルゴリズムの二分探索や計算量の見積りに欠かせない。応用の即時性の高い科目である。また、それらの分野に関連した情報処理技術者試験の数理問題を演習として行い、合格率アップの一助も狙っている。

#### (2) 統計学

データを解析し必要な情報を抽出する「統計」は情報処理技術者にとって必須の技法で、自然科学はもちろんのこと、経営判断における意思決定にいたるまであらゆる分野で活用されている。この科目では資料の整理や要約統計量から確率分布、区間推定までの統計学の基本的な部分を学習する。これは高等学校の数学Cに表計算ソフトによる実習が付け加わった程度の範囲ではあるが、これには数学Cの履修率が約17%という2007年4月のアンケート結果が影響している。

#### (3) CG数学

直線や平面、曲面など図形の構成要素の構造やそれらの位置関係をコンピュータ上で表現するための解析幾何学、またプレイヤーの視点の切り替えなどで必要となる線形代数、さらには運動の表現まで、主にCGエンジニアやゲームプログラマーを目指す学生に必須の数学をまとめて学習する科目である。

#### (4) 微分積分学

主に制御系プログラマーを目指す工学系の学生を対象にした、1変数から多変数まで微積分を学ぶ科目である。変化する現

象を解析する場合は必ず微積分の考え方が必要になってくるが、工学系の学科では電子回路の回路方程式をたてたり伝達関数から過渡応答を求めるときなど、微積分の応用事例が多くあり、シミュレータなども揃っているため解析結果の視覚化も容易に行える。これは「微かに分かる、分かった積もり」と敬遠されることの多いこの分野の救いとなっている。

#### (5) 線形代数学

多変量データを同時に扱う際に必ず登場するベクトル、行列の基礎概念を学ぶ科目である。ほかの科目との関連も当然多く、上記(2)～(4)にも密接に絡み合っている。

#### (6) 工業数学

基本的な力学を学ぶ上で必要となる、関数やグラフについて学ぶ科目である。物体の位置や速度、温度、光度などの時間変化を測定する複数のセンサーを備えたグラフ電卓を用いて、自然現象と基本的な関数の対応関係を、事例を通して学べるようになってきている。このグラフ電卓を用いた授業は、文部科学省の平成19年度科学研究費補助金(奨励研究)に採択されている。

#### (7) シミュレーション技法

これは2007年度に新規開講された新しい科目で、身のまわりの現象や社会現象などを通して、実際の問題解決に活用できるようにモデル化とシミュレーションの考え方や方法を学ぶものである。「モデル化」とは、具象(現実)の世界にある問題を抽象の世界に導くために、思考要素とそれらの関係性を可視化することである。また、「シミュレーション」とはそのモデル化された思考要素の関係を定式化し、解析を行うことで思考結果を可視化することである。江見・南野[5]によると数理的思考プロセスによる問題解決は、①現実の問題をモデル化する、②抽象モデルを使って計算やシミュレーションをする、③計算・シミュレーションにより得られた思考結果から問題解決への考え方や方法を理解する、という3つのステップで進む。初・中等教育機関における数学教育は抽象世界における作業のごく一部、「解析」のトレーニングのみにとどまっており、現実の問題を解決するという方向に向いていないのが根本的な問題なのである。この「シミュレーション技法」という科目では、現実の問題を解決するために必要な現実のモデル化・抽象化を身につけさせるべく、講師の中村洲男先生(京都情報大学院大学の学生でもある)が2003年にVer1.0を開発したソフトウェア「SimTaKN(シムタクン)」参考文献[6]を利用し、実習形式でモデル化とシミュレーションを学習する。「SimTaKN(シムタクン)」は安価でありながら上記3ステップすべてをビジュアル的支援するもので、難しい数値計算部分はソフトウェアに内包さ

れている。そのため前提知識は中学校で学ぶ数学程度で充分であり、誰でも気軽に入門が可能だ。

### (8) 数学基礎

上記(1)～(7)に代表される京都コンピュータ学院の数学系の科目では、できるだけ前提知識を必要としない構成をとっているが、それでもやはり義務教育レベルの数学の素養は必要である。1990年代後半より、大学では国公立を問わず、未履修や学力不足の補完のためのリメディアル教育を実施するところが増えてきた。京都コンピュータ学院では義務教育レベルの数学の補完のため、「数学基礎」を開講している。2008年度からは教育コンテンツをeラーニング化し、さまざまなレベルの学生に個別対応する予定である。

数学基礎以外にも、情報数学、統計学、CG数学はすでにeラーニングコンテンツが用意されている。ビデオ教材やオンラインテストのほか、情報数学では書き込み式のワークブックを配布し、手を動かして問題を解いたりノートをとったりといった要素も大事にしている。ワークブックでは京都コンピュータ学院の専門教育の担当教員8名に「データベースと数学」「ネットワークと数学」「プログラムと数学」「電気回路と数学」といったタイトルのコラムを寄稿していただき、情報応用技術や身のまわりの事柄と数学の関連性も簡単に紹介している。また、オフィスアワーの時間を設け、学生からの質問に対応している。eラーニングコンテンツは学生に「完全個別対応」するためには不可欠の要素である。

### 3. おわりに

京都コンピュータ学院では、そのまま役に立つ形で数学の授業を提供できているが、役に立つかどうかは数学の価値や面白さを決めるわけではもちろんない。数学は実用科学と歩みを合わせて進歩することもあるが、大抵の場合は実用のことなどお構いなしに発展を遂げている。数学の面白さは自分の定義した世界を探求するところにも、美しいまでのシンプルさにも、すぐ不安定になり発散してしまう泥臭い数値計算にもどこにでも転がっている。もちろん、計算や図形、文章題など、単純に問題を解くという行為のなかにも転がっている。最近、書店に行くと数学再入門系の薄い本が平積みされており、よく売れているようである。社会人になってから数学の必要性を認識し、もう一度学び直したいというニーズは多いようだ。大人でも子供でも思考力に限界はない。思考すること、論理を組み立てることに喜びを感じられる幸せな時間を体験してほしい。

### 謝辞

筆者の京都コンピュータ学院での数学教育への取り組みに多大なる協力をしてくださっている講義担当の先生方に深く感謝いたします。特に山西徹先生、松村初先生には教授方策を議論しながらの教材作成をお願いしており、大変な労力を割っていただいております。また、京都情報大学院大学の作花一志先生、江見圭司先生にはさまざまな示唆とアドバイスをいただき、筆者を導いていただいております。改めて、感謝申し上げます。

#### ■ 参考文献

- [1] 江見圭司, 矢島彰, 石川高行, 中西祥彦, 江見善一, 「基礎数学のABC」, 前書き, (共立出版, 2006)
- [2] 江見圭司, 「情報教育の立場からみた数学教育 ～eラーニングが開く新しい可能性～」, 第58回数実研, (2006)  
[http://www.nikonet.or.jp/spring/suujitu/suujitu\\_2.htm](http://www.nikonet.or.jp/spring/suujitu/suujitu_2.htm)
- [3] 文部科学省「小学校算数・中学校数学・高等学校数学指導資料—PISA2003(数学的リテラシー)及びTIMSS2003(算数・数学)結果の分析と指導改善の方向」
- [4] 江見圭司ウェブサイト  
[http://web1.kcg.edu/~k\\_emi/math/birthday.pdf](http://web1.kcg.edu/~k_emi/math/birthday.pdf)
- [5] 江見圭司, 南野公彦, 「グラフ電卓を用いた情報・数学・科学の統合的教育への提案」, 情報処理学会コンピュータと教育研究会 第89回研究会 (2007) pp.1-4

#### 南野 公彦

Kimihiko Nouno

京都大学大学院理学研究科修士課程修了, 同博士課程中退。理学修士。京都情報大学院大学助教。専門は数値流体力学, 星間物理学。

#### 松村 初

Hajime Matsumura

慶應義塾大学大学院理工学研究科後期博士課程修了。博士(理学)。  
京都コンピュータ学院教員。専門は離散数学, グラフ理論。