

2

コンピュータと教育研究会 100回開催記念パネル討論

中森眞理雄 東京農工大学

コンピュータと教育研究会の目的

「コンピュータと教育」研究会(以下ではCE研と略す)は1988年に設立された。設立当初の目的は

コンピュータそのものの教育に関する研究
教育へのコンピュータの応用(CAI, CMIを含む)
に関する研究

であった。この目的は、大筋では、今日でも変わっていない。毎年4~5回の研究会を開催し、最近10年は夏に情報教育シンポジウムSSS(Summer Seminar in S...)を開催している。発表件数は、研究会とSSSを合わせて毎年100件を超えている。登録会員は600名を超え、本会では1,2位を争う規模の研究会となっている。

本会には、当研究会とは別に、情報処理教育委員会が設置されている。これは学会として情報処理教育の普及やカリキュラム検討など教育にかかわる活動を行う委員会であり、当研究会のような会員の自由な研究発表の場とは性格が異なる組織である。情報処理教育委員会の活動については、本特集の記事を参照されたい。

本特集は「未来のコンピュータ好きを育てる」であるが、研究会に小中高校生が参加することは難しいので、彼らを教える教員と当研究会との関連という観点で述べることにする。実際、当研究会の登録会員のうち、小中高校に属する初等中等教育の教員が占める割合は少なくないのである。このことは、当研究会の1つの特徴である。

当研究会での小中高校の教員の活動はきわめて活発である。研究会やSSSでは、2割程度の件数は小中高校の教員による発表であり(大学の教員との共同研究である場合もある)、山下記念研究賞が与えられた小中高校の教員の発表もいくつかある^{1)~3)}。2003年から高等学校に教科「情報」が必修科目として導入されたこともあり、当研究会において、小中高校の教員の活動が占める割合はますます大きくなると予想される。

CE研100回記念パネル討論で 指摘されたもの

本年7月4日に、CE研の第100回研究発表会が開催された。区切りのよい回数であるので、記念企画として、有山正孝、一松信、大岩元、武井恵雄、川合慧(主査就任順、敬称略)の歴代主査によるパネル討論が行われ、筆者が司会を担当した。この討論は、もちろん、小中高校の情報教育を主とするものではなかったが、小中高校の生徒(未来のコンピュータ好きの候補)の教育に参考となる話題が多数出た。多くの理工系学会が小中高校の生徒を対象とした啓蒙活動を活発に行っている中で、本会にできる啓蒙活動はどのようなものかを考えるとき、このパネル討論で指摘された情報工学・情報科学の学問的性格の問題が無視できないからである。

このパネル討論で多くの歴代主査から提起された問題の最大のもの、「情報工学・情報科学は体系だった学問であるのか。物理学のような一貫した体系が見えないのは、単に、情報工学・情報科学が新しいからなのか」という問題であった。ほかにも多くの問題点が指摘されたが、それらは上記の問題から派生したものであるように見えた。

確かに、物理学と情報工学・情報科学を比較すると、学問体系としての一貫性に大きな差があるように見える。もちろん、情報工学・情報科学も、個別分野には、きわめて高度で首尾一貫した理論があり、たとえば筆者は、計算可能性の理論は物理学を上回るレベルの理論であると考えている。しかし、情報工学・情報科学全体として一貫した理論はあるのかという問いかけは、このパネル討論で強く出されたのである。

学問体系の問題は、高等学校の学習指導要領にも反映されている。物理が「変位、力、速度、加速度、力のつりあい」等々のように項目を立てているのに対して、情報の記述はスタイルが大きく異なっている(高等学校の教科「情報」が情報工学・情報科学を基盤としているかどうかの議論は、一応、別にしておく)。このことが、未

来のコンピュータ好きを育てる上でどのような影響を及ぼすかについて、以下で考察してみることにする。

若い人の心を捉えるもの

●自然の探求か、もの作りか

前述のとおり、近年、多くの理工系学会が大学等の会場を利用して、高校生を対象とした体験教室を開催している。それらの多くは、自然の探求である。高校生が日頃触れることのない機器類を用いて測定・観測したり、化合物を合成したりすることは、それ自体、彼らにとって驚きであり、新鮮な感動をもって迎えられているようである。

これに対して、情報工学・情報科学の分野で高校生に提供できるのは、プログラム作成であろう。使用するコンピュータ、ソフトウェア、プログラム言語を適切に選べば、プログラミングの経験のない高校生でも、1週間程度で、かなり高度なプログラムが作成でき、そのような報告はCE研の過去の発表にも存在する⁴⁾。

プログラム作成は「もの作り」である。自分が作ったプログラムが初めて動いたときの感動は、忘れるものではない。もの作りによって感動した人と自然の探求によって感動した人では、以後の人生の進路も異なったものとなるはずである。前者をいかにして未来のコンピュータ好きに育てるかが重要であろう。

●自然の法則か、取り決めか

自然科学と情報工学・情報科学の大きな違いは、前者が自然の法則の探求を主目的としているのに対して、後者は「いかなる取り決めをすれぼうまくいくか」を主目的としている点にある。コンピュータで扱う情報は、同じ0と1の列であっても、命令と解釈されることもあれば、数値や文字などの操作対象データと解釈されることもある。筆者は、EDSACのような初期のコンピュータのイニシャルインプットルーチン⁵⁾を解読して感動したことがきっかけで情報の専門家として大成した人物を何名も知っている。

このようなことは工学全般に共通することである。工学では、素材そのものの本質を問うのではなく、それをどのように使うかの取り決めが重要である。JIS規格は取り決めの典型的なものであろう。取り決めを覚えることは学問ではないが、どのような取り決めをすれぼうまくいくかを考えることは学問である。取り決めの学という性格は、情報工学・情報科学において著しい。プログラミングそのものが取り決めの体系であるからである。取り決めという考え方を未来のコンピュータ好きの育成につなげることはできるだろうか。

●観察か、実現か

上記の「自然の探求か、もの作りか」、「自然の法則か、取り決めか」と重複するが、情報工学・情報科学は工学全般と同様に、大きな目的として、「実現すること」が挙げられる。自然科学が、基本的に、自然法則の探求を目的としていて、何かを作る場合でも微量生成、短時間だけの存在で十分な成功と言えるのに対して、工学では、実用的に作る事が求められる。

情報工学・情報科学に即して言えば、解こうとしている問題が

原理的に解けるか否かを明らかにし、

原理的に解ける場合は、実的に解けるか否かを明らかにし、

実的に解ける場合は、実際に解く方法を示すことが求められる。「原理的、実的に解けるか否か」を調べることは自然科学とも重複するが、「実的に解く方法」、すなわち実現は、情報工学・情報科学に固有のものである。

情報工学・情報科学が「実現」を大きな特徴とするなら、自然科学は観察のレベルと考えられよう。実現という観点で未来のコンピュータ好きの育成を計画することは可能だろうか。

●測定か、設計か

これも上記と重複するが、情報工学・情報科学では、設計が重要である。数行ならともかく、数十行のプログラムをいきなりコーディングしても、バグのないプログラムができるものではない。まして、世の中で実用に供されているプログラムには100万ステップを超えるものも少なくない。そのようなプログラムは、基本設計がしっかりしていないと、いつまで経っても完成しない。

プログラムの設計は、建物の設計と似ている。使用目的、使用人数、建物の規模、等々から、いろいろな仕様が決まり、大雑把な設計から段階を経て詳細設計へと進む。

設計は工学に固有の行為である。自然科学は自然法則の探求が主目的であるから、測定が基本である。設計という行為は、わくわくさせる創造的行為である。「設計」という考え方を通じて未来のコンピュータ好きを育成することは可能であろうか。

●手順の概念

本節だけ、前節までと違って、見出しに「○○か、□□か」と書けなかったのは、手順に対応する概念が既存の自然科学に存在しないためである。

情報工学・情報科学の基本的概念は、プログラムである。その本質は、あらかじめ記述され、時間とともに進

行する手順である。この概念は既存の自然科学にはない。古くはユークリッド幾何学の作図が手順に相当した。しかし、今日の学校教育では、ユークリッド幾何学自体がほとんど教えられていない。

しばしば、情報工学・情報科学で重要なものは論理的思考力であると言われるが、論理的思考力は手順の一部であり、手順そのものではない。

手順の概念を教えるにはプログラミングが最適であることは疑いないが、未来のコンピュータ好きとなる人は、手順として抽象化した概念に到達することが望まれる。そのための教育方法はどのようなものであろうか。

既存の自然科学から学ぶもの

前章では、自然科学と情報工学・情報科学の違いを強調して、未来のコンピュータ好きの育成を論じた。一方では、コンピュータ好きが自然科学から学ぶのが良いと思われるものもある。

その1つは「モデル化」である。この点は、CE研100回記念パネル討論でもパネリストから指摘されたことである。

情報工学・情報科学では、解くべき問題を、まず数理的モデルとして記述する。「適切なモデルができれば、問題は9割解けたようなものだ」とは、しばしば言われることである。グラフ、ネットワークフロー、線形計画、待ち行列、等々のモデルがよく登場する。

物理学は、モデル化の良い見本を提供してくれる。この意味で、情報工学・情報科学の学生が物理学をはじめとする諸自然科学を学ぶことは有意義である。

工学部の学生の中には「物理学は数学の応用ではないか」と言う者がいるが、これはモデル化の意味を正しく理解していない者の発言である。変位の時間による2階微分と質量の積が力であることは物理学の入門段階で教わることであるが、「変位」という概念も「微分」という概念も、初期の物理学者のモデル化の努力により、数学において対応する概念と結びついた結果なのである。物理学の本質は、数式で記述されたものを論ずることではなく、数式でモデル化するところにあるのである。

アルゴリズム論で盛んな研究には、線形計画と関連付けられるテーマが多い。アルゴリズム論では、物理学と異なり、不等式制約条件がきわめて多いのが特徴であるものの、線形計画法は物理学における解析力学と強い関連がある。

自然科学が情報工学・情報科学の基礎であると主張するつもりはないが、モデル化の面では、未来のコンピュータ好きが学んでおくことが望ましい。

CE研100回記念パネル討論での指摘 —補遺

このパネル討論で出た論点はたくさんある。それらは、いずれ、CE研の研究報告⁶⁾で紹介されるはずであるが、いくつかを紹介しておく。

現在のCE研が当初想定した規模より大きすぎるといふ点が指摘された。大きいために、発表が多種多様となり、研究発表会が、必ずしも、論文誌に投稿する前の準備の場として使えるわけではない。

長年懸案であった情報処理学会論文誌「情報教育」特集の提案も2年前に当研究会から出し、3年継続しているが、投稿論文の質の向上が期待通りには進んでいないという点も指摘された。これも、CE研の規模が大きすぎることに関連するのかもしれない。

論文誌特集号を企画した当初は、小中高の教員からの投稿も期待したのであるが、彼らの本来の職務は大学の教員とは異なり、日頃の教育の実践を論文として発表することではないのである。未来のコンピュータ好きを育成する良い教育方法を編み出すには、当研究会としては、別の試みが必要なかもしれない。

本稿に述べたことは、CE研100回記念パネル討論で出された論点から、「未来のコンピュータ好きを育てる」という観点で、いくつか選んで列挙・編集したものであり、パネル討論の内容の忠実な報告ではないことをお断りしておく。

参考文献

- 1) 井戸坂幸男, 他: 中学校におけるコンピュータを使わない情報教育(アンブラグド)の評価, 情報処理学会研究報告, 2008-CE-93, No.7, pp.49-56 (2008).
- 2) 西ヶ谷浩史, 他: 3軸自律制御ロボットを用いた制御の学習, SSS2006 情報教育シンポジウム論文集, 7B3S, pp.319-324 (2006).
- 3) 佐藤和浩, 他: 小学校におけるプログラミング活用の現状と課題, 情報処理学会研究報告, 2005-CE-78, No.9, pp.57-63 (2004).
- 4) 並木美太郎, 副田俊介, 繁富利恵, 笹田耕一: 高度なIT人材を育成するITスクールの実施例(2004年度東京会場), 情報処理学会研究報告, 2005-CE-78, No.11, pp.73-80 (2005).
- 5) Wilkes, M. V., Wheeler, D. J. and Gill, S.: The Preparation of Programs for an Electronic Digital Computer, Addison-Wesley, Cambridge, Mass. (1951).
- 6) 有山正孝, 一松 信, 大岩 元, 武井恵雄, 川井 慧, 中森眞理雄: CE100 パネル討論の報告, 情報処理学会研究報告, 2009-CE-101, No.9 (2009).

(平成21年9月4日受付)

中森眞理雄 (正会員)

nakamori@cc.tuat.ac.jp

1971年東京大学工学部計数工学科卒業, 1977年同大学院工学系研究科計数工学専門課程修了, 工学博士, 同年東京農工大学工学部数理情報工学科講師, 現在, 同大工学府情報工学専攻教授, 本会CE研主査(2006~), MPS研主査(1995-1999), 本会フェロー, 日本オペレーションズ・リサーチ学会理事(1997~1999, 2005~2007), 同フェロー。