

東京工業大学における情報教育

佐々 政孝

東京工業大学 大学院情報理工学研究科

1. はじめに

インターネットの普及をはじめとするコンピュータとネットワークの進展は著しい。このような状況から、東京工業大学でも 1998 年度より全学科目として2つの情報科目が発足した。

本稿では、東工大における情報科目の概要を紹介したのち、この2つの科目の目標、実施状況、課題などについて述べる。

2. 情報科目発足の目的と概要

インターネットで接続されたコンピュータネットワークが急進展している。そこでは、情報の量が膨大であること、情報流通の速度が非常に早いこと、多様なメディアもデジタル情報として流通できるようになったこと、など今まで想定していなかった以上の技術的進展が見られる。しかし、理工系の利用者でさえも、「携帯でインターネット」という言葉で表される、所与の限定的な利便性を享受するのみで、その基盤となる技術や、夢と現実とのギャップ、それが及ぼす社会や人間への影響を十分理解できないままに過ごして来ている。

数年前まで、これに対する本学の教育体制は遅れており、1年次に入学してもアカウントさえ与えられない状況であった。そこで、1996年に2つのワーキング・グループが設置され、情報教育の在り方と情報処理体制の整備について検討を加えてきた。その結果、1998年度より、2つの科目「コンピュータリテラシ」と「コンピュータサイエンス入門」が発足し、付帯する計算機設備が導入され、新たなプレハブの演習棟が建設された。

第1の科目「コンピュータリテラシ」は、新たな情報の受発信のための技術とそれに伴う社会的な規則の理解を目的として設置された。これは利用技術のみならず、ネットワーク社会における倫理や法律も学ぶことに特徴がある。

また、第2の科目「コンピュータサイエンス入

門」は、このようなネットワークおよびコンピュータシステムがすべて「計算」という抽象化された概念に基づいて構築されている、という捉え方から、学生にコンピュータの基礎的モデルを教授するために設置された。この科目は、理工学の基礎としての計算やアルゴリズムの考え方を学ぶという特徴がある。

東工大での情報関係科目全体の位置づけとしては、1年次前期に「コンピュータリテラシ」、1年次後期に「コンピュータサイエンス入門」、2年次以降で、各学科でのコンピュータの利用技術を教える「コンピュータスキル教育」を行うこととされている。このうち、1年次の2科目を情報科目実施委員会が取りまとめている。この1年次情報科目の担当教官は、情報系の教官と非常勤講師である。

3. コンピュータリテラシ

科目「コンピュータリテラシ」は、新たな情報の受発信のための技術とそれに伴う社会的な規則の理解を目的として設置された。

(1) 施設と時間割

東工大の1年生は1類から7類に分かれて入学してくる。演習室は、7類以外は大岡山キャンパスにある情報ネットワーク演習棟の2室（それぞれ端末80台）を使用している。したがって大岡山キャンパスで同時に開講できるクラスは2クラス、人数は160人となる。しかし定員が160人を超える類が多いため、どうしても3クラス開講することになる類がでてくる。この3クラス目は同一時間に開講することができないため、時間割のやり繰りがかなり困難となっている。

7類については、すずかけ台キャンパスの1室（端末80台）を使っている。

(2) コンピュータリテラシの内容

「コンピュータリテラシ」は、インターネットを基としたネットワークの時代における情報受発信のための技術と、それにまつわる社会との関わりの理解を目的としている。具体的には、次の項目について演習室で授業と実習を行っている。

- ・ 情報倫理と法律
- ・ ログイン、ログアウト、タッチタイピング

- ・エディタと日本語入力
- ・電子メール
- ・WWW のブラウズと HTML
- ・ファイル，コマンド，UNIX の初歩
- ・LaTeX を用いた文書作成，グラフ，図形，画像の処理

テキストは，情報科目担当教官や応援教官，助手の多大な協力のもとに作成した冊子を数年間使っていたが，それを取りまとめたものがこの 4 月に出版された（引用文献 1）。

多人数教育の際にどのオペレーティングシステム (OS) を使うかは悩む所である。パソコン上では Windows や Mac OS などが盛んであるが，計算機管理および計算機の仕組みを明らかにする，という点から UNIX を採用している。しかし，UNIX の環境，とくに日本語環境，はパソコンに比べて十分でなく，様々な苦勞が続いている。

授業に対して各担当教官は種々の区夫をしている。担当する類での将来的なコンピュータの使用法を考えながら授業を組み立てるようにしたり，迷惑メールや著作権論争，広くはインターネットと社会について，インターネット検索などで調査・検討して独自の視点からレポートを LaTeX または WWW ページにまとめる課題を出したり，さいごの週に発表会を催してネットワーク技術を使ってまとめたグループ研究の結果を発表させたり，などである。これらを通じて，コンピュータリテラシの技術がこれからの情報受発信や学習に役立つものになるように配慮している。

(3) コンピュータリテラシの実施状況

昨年度の履修状況などは別掲の表のとおりである。表は，新 1 年生についての状況であり，新 1 年生の 99.7% が申告し，そのうち 93.8% が単位を取得した。東工大での 1 年次の科目は数学，物理学も含めて必修科目がとても少ない。コンピュータリテラシも一部の類を除き必修ではないが，ほとんどの学生が履修している。クラスは 17 クラスである。各クラスにはティーチングアシスタント 3 名がついている。

新 1 年生数	履修申告者	履修申告率	単位取得者	単位取得率
1150	1146	99.7%	1075	93.8%

[表を挿入]

学生へのアンケートの結果では、おおむね好評だが、授業が進んでくると、いろいろなことを実習できて興味が持てたという意見と、進度が速すぎるという意見とに分かれる傾向がある。たとえば WWW ページ作りや LaTeX に興味がありもっと詳しく知りたいという意見がある一方、ファイルや UNIX, HTML や LaTeX は難しくてたいへん、という意見もある。

コンピュータリテラシの開講時間にはやや問題が残っている。前述した演習室の収容人数の関係から、1 クラスだけが夕方 4 時 40 分から 6 時 10 分に開講せざるをえなくなっている。

4. コンピュータサイエンス入門

科目「コンピュータサイエンス入門」は、計算機を用いて行える演算を抽象化した「計算」の理解を目的として設置された。

(1) コンピュータサイエンス入門の内容

コンピュータサイエンスの分野では、計算機を用いて行える演算を抽象化して「計算」と呼ぶ。ここでいう「計算」とは、数値計算に限らず、ソースプログラムを機械語に翻訳するような処理を含む、広い意味での計算である。

「コンピュータサイエンス入門」では、コンピュータの処理の基本にある「計算」というものに焦点をあてて、アルゴリズム（機械的な計算手順）の設計、アルゴリズムと数学的定義の違い、アルゴリズムの計算量、計算不可能性などについての講義と実習を行っている。

「コンピュータサイエンス入門」の教授内容は、上記の考えに基づいたものであるが、このような内容の1年次科目を全学的に実施することは、全国的に見ても類のないものであった。そこで、講義の内容と実施方法を打ち合わせるため、1998年夏に担当教官が北陸先端科学技術大学院大学に集まって合宿を行った。（この大学院にはコンピュータサイエンス関係の教官が多く、その数人に立ち上げ初期の非常勤講師をお願いした。）

この合宿で討議したいいくつかの論点は、

- ・問題提示 解法の流れで授業を組むか、各テ

マに沿って順に組むか

- ・プログラミングを教えるのが目的ではないが、アルゴリズムを動かすためにはプログラミング言語を決めてプログラムすることになる。どのようなプログラミング言語または機械語を用いるか
- ・各級の学生の主な興味分野にどの程度応じるかなどである。

討議の結果、講義内容はシラバスに基づくが、最初数年は担当教官が様々に工夫をこらして教えることとした。そのような経験を 2 年間積んだ後、3 年目に本学の渡辺治氏がそれまでの各教官のプリントを参考にしつつ、独自の視点を加えて冊子体のテキストを作成した。この年には複数の教官がこのテキストを使用し、多数のコメントを寄せた。この結果、4 年目の今年に教科書が出版されるに至った（引用文献 2）。

筆者は、昨年度の授業で上記のテキストを利用し、それに基づいた C 言語のプログラムとプリントを配付して、次のような内容の授業を行なった（引用文献 3）。

- ・計算機システムの概要
- ・C 言語の入門
- ・アルゴリズム（最大公約数を求める，ソーティング，などを例として，アルゴリズムの考え方，時間計算量の見積もりと計測を行う）
- ・数値計算の精度と誤差（ $\sin x$ のテイラー展開で x や打ち切る大きさを変えてみる）
- ・NP 問題，NP 完全問題（箱詰め問題，巡回セールスマン問題など）
- ・計算不可能性（計算の停止性判定問題やプログラムの等価性判定問題の計算不可能性）

13 回の授業のうち実習を 4 回行った。この科目にはティーチングアシスタントが 2 名ついている。

ご存知の方も多いかと思うが、題材の一例として、計算不可能性の一つである「計算の停止性判定問題」について簡単に説明する。これは

「任意に与えられたプログラムと入力に対し、そのプログラムにその入力を与えて動かすと停止するかしないか、を決定するアルゴリズム（機械

的な計算手順)は存在しない」というものである。学生には次のような問を挙げて、実際の場面との関わりを理解してもらうよう努めた。

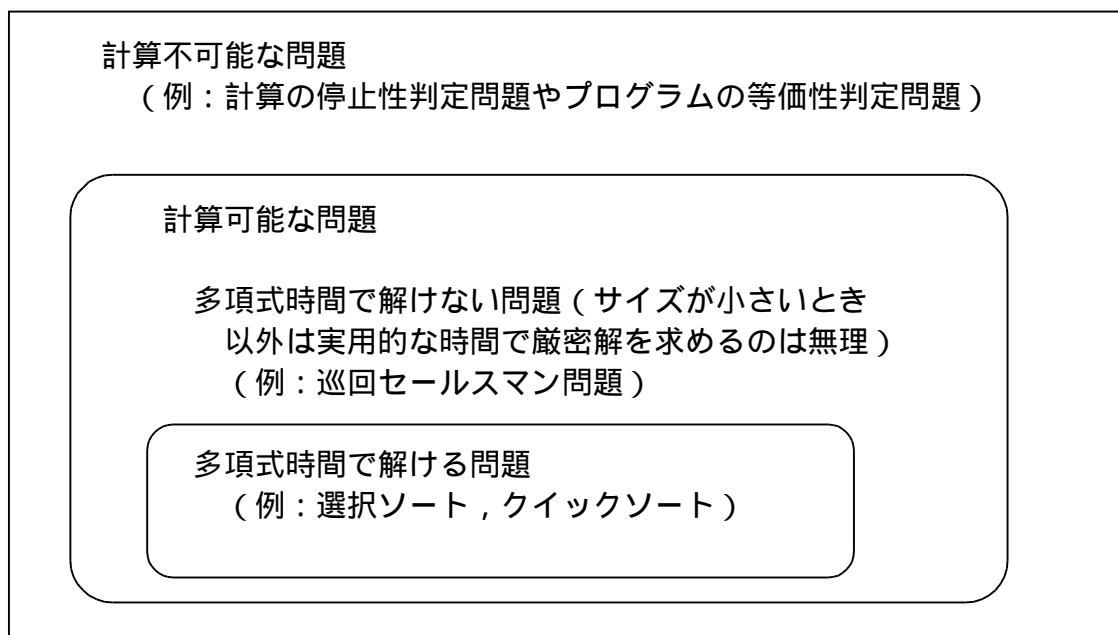
[問] 自分の作ったプログラムをある入力で実行したらなかなか答えが出なかった。このプログラムがこの入力に対して必ず停止することを確認する方法あるいはプログラムはあるか。

これらを題材にして、「コンピュータサイエンス」という分野の世界観を伝えるように努力している。これは、コンピュータサイエンスという学問分野が、数学や物理学と同じように現在の科学のディシプリンのひとつであり、その世界観を知ることが、今後、学習、研究、仕事をしていく上で必ずや役立つ、という信念に基づいている。

ある程度授業が進んだ段階で、筆者は、まとめとして次のような図を示し、学生の理解の一助となることを期待している。

[ここは図です]

すべての問題



(2) コンピュータサイエンス入門の実施状況
コンピュータサイエンス入門の昨年度の履修状況は別掲の表のとおりである。新1年生のうち約

7割が申告し、そのうち6割弱が単位を取得した。

新1年生数	履修申告者	履修申告率	単位取得者	単位取得率
1150	826	71.8%	465	56.3%

[表を挿入]

申告者に対して単位取得者が少ないことにはいくつかの理由が考えられる。教える側の反省として、教官の意気込みが強く、教える内容が多すぎて学生が消化不良気味であったことが挙げられよう。

学生からのアンケート結果では、ソーティングのアルゴリズムにいろいろな方法があり面白い、機械によらない計算量の計測法があることが新鮮だった、計算の速さがプログラムによってこんなに違うとは思わなかったので感動した、計算不可能な問題がたくさんあるということに興味をもてた、プログラミングが面白かった、などの好意的なものがあった。その一方で、計算論は難解だった、ひとつの話題にかける時間が少ない、時間を増やしてほしい、講義だけでは理論がわかりにくいので実習を増やしてほしい、レポート課題がたいへん、などの意見が出されている。今後さらに内容を練っていきたい。

5. おわりに

基礎研究の積み重ねと科学技術水準の進展、それに社会的環境が整ってはじめて技術のブレークスルーが起こる。今日のインターネットの発展はその一例であろう。

理工学の学生を教育する東工大では、このような認識に立って、技術の享受者となるだけでなく将来そのような新しい技術を生み出せるような学生を育てる必要があると考える。そのためには、新しい情報技術を習得するだけでなく、その背景やその基礎にある原理やパラダイムを理解でき、さらに社会との接点に注意を払える学生であってほしいと思う。情報科目がその一助となることを願っている。

情報倫理の順守に関しては、これまで本学の情報教育を受けた学生で事件を起こす者が出ていないことは評価される。

「コンピュータサイエンス入門」は、ネットワークやコンピュータシステムがすべて「計算」という抽象化された概念に基づいて構築されている、という観点から設置された新しい科目である。この科目は、数学や物理学と同様に、コンピュータサイエンスが理工学の基礎となるディシプリンであるという信念に基づいている。このような科目を1年次に設けることは全国でも先駆的なことと考えるが、未だこの趣旨が全学の教官に浸透しているとは言えない。今後とも授業内容の改善、授業の趣旨の浸透を計っていきたい。

また、2002-2003年度から中学校、高等学校で情報科目が必修化される。今後の大学での情報教育の在り方についての検討は必須である。

引用文献

- 1) 東京工業大学全学情報科目実施委員会編：コンピュータリテラシ - 情報環境の使い方 - ，昭晃堂 (2001).
- 2) 渡辺治：教養としてのコンピュータ・サイエンス，サイエンス社 (2001).
- 3) <http://www.is.titech.ac.jp/sassa/cs-nyumon00/index.html>

参考文献

- 1) 「情報教育特集号」東京工大クロニクル臨時特集号 (1997年10月).
- 2) 米崎直樹「情報教育と本学の情報化」東京工大クロニクル No. 334 (1999年6月).
- 3) 佐々政孝「情報教育この1年」東工大総合情報処理センター広報 170号 (2000年1月).

連絡先 E-mail: sassa@is.titech.ac.jp