

論 説



情報処理専門教育について

一般情報教育†

大 岩 元††

1. はじめに

情報機器の普及にともなって、これに対する対応能力が現代人にとって不可欠になりつつある。情報技術に対する正しい素養は、柔軟性のある若いうちに身につけるのが望ましい。こうした意味から大学において全ての人を対象に行う情報教育を、一般情報教育と呼ぶ。すでに多くの大学において、教養課程における一般教育としてこのような情報教育が行われるようになってきているが、その実態は多くの問題点をかかえ、担当者の悩みは大きい。

まず、理念がはっきりしないことから、内容がまちまちとなる。また、教育を行う環境も劣悪であって、担当者に大きな犠牲を強いる。そもそもだれが担当すべきなのかという問題もある。これらの問題について本稿では論ずることとする。

2. 一般情報教育の問題点

一般情報教育の問題のうち当面最大のものは、カリキュラムの中にそれをとる場所を見つけるのが困難なことである。情報教育の必要性は認めたとしても、すでに実行中のカリキュラムに新たな科目を入れるには、どの科目かを削らなければならない。これは削られる科目の担当者にとって死活問題となる可能性もあって、簡単には同意が得られない。

授業が行われることになっても、新しい科目なので専門の担当者はいない場合が多い。そこで、計算機をよく使っている教官が自分のできる範囲で教えることになる。

しかし、情報教育についての経験があるとは限らないので、自分の個人的な経験に基づいて教え

ることになる。その結果、内容は担当者ごとに異なるものとなってしまふ。

このようにして始まった情報教育の中味もさることながら、計算機の設備にも問題が生じる。一般には学生数に見合った台数が確保できず、機種も行いたい教育に適しているとは限らない。

こうした問題を解決するには、まず理念をはっきりさせ、それに基づいて計画を立てていかなければならない。そこで、計算機科学の立場から一般情報教育の理念についてまず論ずることとする。

3. 一般情報教育の理念

一般情報教育の教育目標として以下のものが考えられる。

(1) 「知識」と「情報」を資産とする情報化社会において、情報の価値を知るとともに、これを資産として使いこなして生きるための対応力を修得させる。

(2) 情報機器に慣れ親しむ機会を与え、情報システムに対するアレルギーがないようにする。

(3) 情報に関する基本的概念(情報処理の動作原理とその可能性、限界)を身につけさせる。

ところが、情報教育が大学の中で取りあげられるとき、それは多くの場合実用性と結びつけて考えられている。産業界からは、ソフトウェア技術者や情報機器の扱える人材が要求されるし、大学の教官側からも、情報処理を自分の研究に役立てられるような学生を教育したいという要求が出てくる。

しかし、このような実用的な視野からの教育は一般教育の理念と相容れない。一般教育が特定の分野に直接役立つものであったなら、対象分野以外では役に立たなくなる可能性が高いからである。

一般教育の目指すものは、専門教育が学生の能力を十分に発揮できるようにする基礎を与えるものでなければならない。たとえば教養課程で教育

† General Informatics Education by Hajime OHIWA (Department of Information and Computer Sciences, Toyohashi University of Technology).

†† 豊橋技術科学大学情報工学系

される解析学や線形代数学は、理工系の専門教育に対して一般教育としての意味を十分にもち得るものである。

こうした考えから、有用な情報技術であっても適用分野に固有のものは、一般情報教育の中核としては取りあげないほうがよい。これに対して計算機科学は、専門外の人には理解されにくい、思考の枠組みを与えるものである、その基礎的な部分は一般情報教育の中核となり得る。これと情報処理の一般的な部分を取りあげて、一般情報教育の中心とするのが良い。

一般教育として不都合が生じやすいのは、専門教育の初等部分を一般教育に持ち込む場合である。たとえば、歴史的事項の年号は専門家にとっては覚えなければならない必須事項であろうが、一般教育としては、その前にそもそもどのような興味のもとに、何を問題として歴史を考えるかという、いわば歴史学とは何であるかについて徹底するほうがはるかに大切である。

年号を覚えさせるような歴史教育は一般教育として不適當であっても、教えるのが（または、試験をするのが）簡単であるため、しばしば行われて歴史ぎらいを作ってしまう。計算機科学を一般教育として取りあげる場合も、このような点に注意を払う必要がある。

4. 一般情報教育の内容

前章の考えに基づいた一般教育としての情報教育の内容は、大きく分けて計算機リテラシ教育とシステム構築能力の育成に分けられる。前者は主として文科系向き、後者は主として理工系向きと一応考えられるが、重点の置き方は違っても、むしろこれら全体が教育されるべきであろう。その具体的な内容は、以下のものが考えられる。

A. 計算機リテラシ教育

- キーボード教育
アレルギーを作らない。
5時間の練習で非目視打鍵（タッチタイピング）が可能になる。
- ワープロと文書作成、電子郵便
表現内容を構造化する訓練を行う。
- 表計算、データベース
情報を用いて解析・予測をする能力を養う。

B. システム構築教育

- 問題のモデル化と情報の表現
使用する計算モデルで問題を表現するための抽象化について教育する。
- アルゴリズムの作成と評価
モデル化された問題を解決するアルゴリズムとその性能評価を教育する。
- 大規模系の構築技法
大規模な問題を解決するためのモジュール化について教育する。

情報の重要性が社会一般に認識されるようになったのは、計算機が社会の隅々まで普及したことによる。しかし、現在の教育制度のもとでは、情報概念を意識することは少ない。

そこで、まず情報概念を意識させるための計算機リテラシ教育を行う必要がある。これは、ワープロなどの情報機器を使用する経験を通じて養うことができる。

しかしながら、単なる使用経験だけでは情報機器の可能性やその限界を知ることはできない。将来情報化社会のリーダーを動めなければならない大学生に対しては、システム構築教育までを行うことによって、情報機器を使用すべきか、使用すべきでないか、といった基本的問題に対する判断能力を養う必要があろう。

5. 計算機リテラシ教育

前章の考え方に対して、以下のような議論が存在する。

- (1) 技能教育は大学生に必要なない。
- (2) 情報機器は道具として使えばよい。

キーボードのような技能教育は大学で行うべきでない主張する人もいる。しかし多くの人がキーボードが原因で計算機アレルギーをおこす。数時間の訓練でこれが解消される^{1),2)}以上、情報教育を成功させる第1歩として行うべきである。

図-1 に示すように、キーを見ないで打鍵するタッチ法の入力速度 V_t は、キーを見て打鍵するサイト法の場合の速度 V_s の数倍に達する。そして、タッチ法が可能になる練習時間 T_t が数時間しかかからないのである。サイト法の場合は、練習時間はほとんどゼロである。しかし、情報化社会で生きるための投資として、数時間の練習時間は一生にわたる数倍の能力を得ることを考えれば、きわめて有利な投資と言えよう。

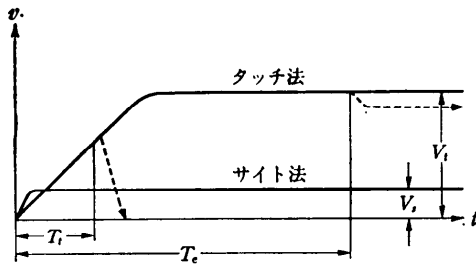


図-1

ここで注意しなければいけないのは、数時間 (T_c) の練習だけでキーボードを使わなくなってしまうと、せっかく練習した能力はなくなってしまう(図-1では点線の矢印で図示)ことである。獲得した能力を定着させるには、キーボードを引き続き使用し続ける必要がある。この時間 T_c は、数10時間であるが、これは特に練習しなくても、ワープロなどの使用によって自然に達成される。

そして注目すべきことは、時間 T_c のキーボード経験をもつと、その後は長期(たとえば10年)間キーボードを打つことがなくても、この能力はほとんど保持されることである。この事情は、自転車や水泳などの場合とまったく同じである。

一方、このようなキーボード教育を行わず、サイト法でキーボードを使用することに慣れた人に、キーボード教育を行っても、なかなか成功しない。その理由は、せっかく数時間練習してタッチ法で打てるようになっても、慣れたサイト法のほうが楽に打てるため、実際のキーボード使用ではサイト法に戻ってしまって、練習成果が失われる結果になってしまうからである。

以上の事実から、キーボード教育を計算機リテラシー教育の第1歩として行う意義は明らかであろう。また、キーボード教育を行わずにワープロ教育を行う害悪についても、注目すべきである。悪い癖をつけてしまうことほど、罪作りの教育はない。

図-1の構造は、一般教育の意義について考えるとき、キーボードのみでなく全てに共通する深い示唆を与えてくれるように思われる。たとえば、BASICにこりかたまった人に、構造化プログラミングなどの一般性のある教育を行うことがほとんど不可能であることは、多くのプログラミング教師が体験することである。入門時に何を教えるかは、その後の教育に大きな影響を与える。

ワープロなどについてもキーボードと同様、技

能教育不要の議論がある。しかし、読む人が理解しやすい構造化された文書は、ワープロによって格段に容易に作れるようになった。また、電子郵便による情報交換は、われわれの知的生活を大きく変えつつある。こうした経験を大学生がもつことは、十分意義がある。

情報機器を単に道具として使えるようになっただけでは、一般教育としての意義が薄れる。また、進歩の早い情報機器の場合、単に使い方を教えただけでは、すぐに時代遅れになってしまう。

道具の使用を通じて、能動的な思考訓練を行うと同時に、新しい道具が出現したときに、それを自習できる能力を身につけることが、一般教育としての目標である。

そして、使い方を覚えるだけでなく、どうしてそのような使い方をするかという理由や意味まで理解できて、はじめて一般教育として意味をもつことになる。というのも、電子化されて便利になった編集機能なども、その使い方を教えただけでは、どのような場面で使ったらいいかが分からず、結局手作業をそのまま電子化された作業に置き換えるだけで終わってしまうからである。たとえば、パラグラフを入れ替えたいときに、移動機能を使わずにもう1回打ち直しをして、不用になったパラグラフを削除するといったことをやってしまう³⁾。

ワープロは清書用の器具と考えがちであるが、実は発想支援や推敲のために有効な道具である。単に事実が羅列されただけの文書でなく、内容が主張したいことに即して章、節、パラグラフと構造化され、理解されやすい文書を作る方法を教える必要がある。またこれと同時に、編集機能がそこでどのように生かされるかを教育するのが良い。

たとえば知的生産における計算機利用に関する荻野⁴⁾や奥出⁵⁾の経験を一般情報教育で取りあげるべきである。また、このような教育を行うには、文書作成自体の教育^{6),7)}を行うと同時に、KJ法のような発想法⁸⁾も教育するのが良い。

ワープロが使えるようになって、ネットワーク環境が用意されているなら、電子郵便や電子掲示板を使わせるべきである。ワープロが使えて、環境さえ整えば、これらの機能は容易に使えるし、これらが使えるようになると、情報化社会が実感できる。また、こうした状況における新しいマ

ナーや、知的所有権といった概念も、ネットワーク環境における経験を通じて、はじめて実感されるものである。

表計算やデータベースについても、単に使用法を教えるだけでなく、学生が理解でき、興味ももてる題材を取りあげて、その問題に即して使用法を教えるべきである。

6. システム構築教育

システム構築教育についても、これを単なるプログラミング教育であると捉えるべきでない。ここでは抽象化が中心的な役割を果たすが、この概念は知的生産一般に有効な概念である。

ある程度複雑な仕事を計算機にさせようとすると、その内容を構造化して記述する必要が生じる。このためのプログラミング技術として構造化プログラミングを教える場合にも、対象とする問題自体に対して何が本質的で重要なのかを考察し、重要度の低いことは切り捨てる抽象化を行わなければ、良いプログラムは書けない。ここに述べた意味での抽象化を正面から取りあげたプログラミングの教科書は見当たらないが、そのような問題意識をもって書かれたものはある⁹⁾。

従来の大学教育においても、問題とそれに対する考察は教育されてきたが、情報教育の場合、考察結果がプログラムという具体的なものとして得られる点で教育効果が大きい。考察が不十分であると、プログラム作成に時間がかかり、また、作成されたプログラムも満足のいくものにならないからである。

また、情報の表現についても、実体としての数学上の実数とそのモデルである計算機上の浮動小数の違いを体験させるのが教育的である。このためには、0.01を10000回足すと、10進数で6ないし7桁の精度があるはずの浮動小数演算が、パソコンでは100.003と6桁目が正しくなく、大型計算機では99.95と4桁目がすでに正しくないといい、数値計算の常識¹⁰⁾を体験させるのが良い。計算結果を簡単に信用してはいけないことは、計算機による大計算の威力と同時に教えておかなければならないことである。

使用するプログラミング言語について議論される場合、実用性からFORTRAN, C, BASICなどが選ばれる場合が多い。しかし、これらの実用

言語は、計算機科学の立場に立つ基礎教育としてのプログラミング教育には不適當である。Pascalや、Schemeのような教育用言語を使った場合に比べて、実用性からくる枝葉末節事項に学生が関与せざるをえないからである。

基礎プログラミング教育がしっかり行われていれば、実用言語は自習で簡単に習得できる。逆に、実用言語の枝葉末節を覚えることに興味を覚えてしまった学生に、基礎プログラミング技術を教育するのは、大変困難である。この点からも、実用言語による教育を一般情報教育で行うときには、教える側に計算機科学に関する深い理解と、慎重な準備が要求される。

一方、プログラミング教育は一般情報教育では不用であるとの意見もある。ソフトウェア技術の発達によって、プログラムを書かなくても計算機を使えるようになってきたからである。

しかしながら、計算機に何かある程度複雑な仕事をさせるには、その内容を計算機が理解できる形式で命令していかなければならない。このような命令を次々と下すことは、自分のしたい仕事が良く理解できている社会人の場合には可能であるが、受け身の勉強しかしたことのない現代の大学生に対しては、一般に教育が必要となる。

こうした教育を行うには、仕事を能動的に行う体験を学生にもたせなければならない。これを一般的に行うには、個々のソフトウェアの使い方を教えるよりも、基礎プログラミング教育を行うほうが適切である。これを行っておけば、個々のソフトウェアを使用することは、マニュアルを読むだけで簡単に行えるからである。

また、単にプログラミング教育を行うだけでなく、アルゴリズムの性能についても、一般情報教育で経験をつませておくことが望まれる。たとえば、最大値選択法などによる簡単なソーティング・プログラムを作成させた後、ヒープソートなどの能率の良いプログラム（必ずしも作らせる必要はなく、使わせるだけでも良い）と性能の比較を行わせることは大変教育的である。ソートの対象数 n に対して、処理時間がそれぞれ n^2 と $n \log n$ に比例すること、そして n が大きい場合の二つの方法の性能差を実感させることは、よい経験となろう。

知的資産としての計算機プログラムを教えるた

めには、学生が作成したプログラムが、作成者以外にも読めるように作らせなければならない。これは大変手間のかかる仕事ではあるが、教育効果は大きい。

これを行う一つの方法は、数人のチームの共同作業でプログラムを作らせることである。これによって、モジュール化の技術の重要性が実感できる。また、数年間にわたってある規模のシステムを学生に構築させ、先輩学生の成果を土台として、システムを発展させていくことができれば、さらに効果的であろう。

7. 教育方法

これまで述べてきた一般情報教育を理想的に実行するには、学生に1人1台の計算機を用意し、20人以下のクラスサイズで討論を中心とした教育を行う必要がある。すなわち、与えられた課題に対して、学生は単にプログラムを作成するだけでなく、その結果を皆の前で発表し、問題の解釈から実現の方法の全てにわたって、討論を行う。こうした活動によって、単なるプログラミング教育をこえた、真の情報教育を行うことができる。

討論を行うためには、文書のみならず、口頭で発表する場合の技術¹¹⁾についても教育する必要がある。また、計算機についても、単に使い方を知っているだけでなく、その意味まで教えるためには、計算機科学の素養が教官に要求される。

一方、討論を中心とする一般教育として行う以上、単に計算機科学の専門家であるだけでなく、専門にとらわれない知識人としての成熟した判断力が要求される。

このような一般情報教育を広範囲に行うためには、教官を確保する方策を立てておかなければならない。計算機科学の専門家が不足している現在、計算機科学に興味をもつ他分野の教官を再教育するのが現実的である。豊橋技術科学大学では、工業高等専門学校の情報処理教育担当者のための講習会を文部省の主催で行って実績をあげている。大学教官に対しても同様の再教育を計算機科学の基礎についてさらに大規模に行うべく、情報教育に実績のある大学に再教育機関を設け、必要な予算措置を講ずるべきであろう。また、計算機科学専攻の大学院学生を非常勤講師として任用することも考慮する必要がある。

8. おわりに

一般情報教育について、その理念、内容、方法について、計算機科学の立場から述べた。実用教育、専門基礎教育の立場ではなく、あくまで基礎としての大学における一般教育の立場から論じた。

しかし、提案された教育内容は実用性を無視したものではない。一般教育を実現するのに必要な必然性をともなって、実用技術教育も行おうとするものである。

謝辞 本稿は「大学等における情報処理教育検討委員会」の一般ワーキンググループにおける討論を筆者の観点からまとめたものである。同グループのメンバー諸氏に謝意を表する。

参考文献

- 1) 大岩 元 (監修) : 5時間10分キーボード習得法, マグロウヒル出版 (1990年).
- 2) 増田 忠 : キーボードを3時間でマスターする法, 日本経済新聞社 (1987年).
- 3) 木村 泉 : ワープロ徹底操縦法, p. 5, 岩波新書 (1991年).
- 4) 荻野綱男 : ワープロによる知的生産の方法, 岩波書店 (1990年).
- 5) 奥出直人 : 物書きがコンピュータに出会うとき, 河出書房新社 (1990年).
- 6) 木下是雄 : レポートの組み立て方, 筑摩ライブラリー (1990年).
- 7) 澤田昭夫 : 論文の書き方, 講談社学術文庫 (1970年).
- 8) 川喜田二郎 : 統発想法, 中公新書 (1980年).
- 9) 森口繁一, 小林光夫, 武市正人 : Pascal プログラミング対話, 共立出版 (1980年).
- 10) 伊理正夫, 藤野和建 : 数値計算の常識, 共立出版 (1985年).
- 11) 言語技術の会 (編) : 実践・言語技術入門, 朝日選書 (1990年). (平成3年4月15日受付)



大岩 元 (正会員)

1942年生。1965年東京大学理学部物理学科卒業。1971年同大学院博士課程修了。理学博士。同年東京大学理学部助手、1978年豊橋技術科学大学情報工学系講師。1980年同助教授。1985年同教授。1974～76年英国ケンブリッジ大学キャベンディッシュ研究所客員研究員(ブリティッシュ・カウンシル・スカラー)。1979～80年米国コーネル大学応用物理学科客員準教授。荷電粒子光学系、キーボード入力、ソフトウェア工学などの研究に従事。