

## アメリカ合衆国の大学における計算機教育

鹿野 洋 治\*・成 岡 昌 夫\*\*

最近、大学において電子計算機教育が意欲的に行なわれているが、より進んだ例として、アメリカの大学における計算機教育の概要を、つぎの2つの文献によって述べ参考に供しようと思う。

1) アメリカにおける情報処理技術者教育の現状 (EDP 教育調査団報告書), 昭和 43 年 8 月, 日本情報処理開発センター

2) 大学教養課程における計算機教育—電子計算機ソフトウェア関係技術者のための学校教育のあり方についての調査—, 昭和 43 年 3 月, 情報処理学会

1. まず、計算機導入台数では、全米全大学(2年制大学も含む)2200校のうち、1967年1月現在32%にあたる700校で1000台が稼動しており、図-1に示すように、1970年には約1000校に1300台が設置されると見込まれている。また、計算機の設置されている大学の学生総数は約360万人で、これは全大学学生数の60%である。逆に、残りの40%はまだ計算機のない大学で学んでいることになり、これではいけないということで、7. に述べる勧告がでた。

計算機のある700校に対する計算機の使用目的、分野の調査結果を表-1に示す。この表で学部学生教育の欄を見ると、0または解答のなかった大学を別にして、利用率の中央値は全大学で77%、博士課程をもつ大

から博士課程をもつ大学では学部学生の教育に力を注いでないと考えるのは誤りである。同じ表の分野別の利用率は全大学と博士課程をもつ大学で、かなり安定した数値になっている。

表-1 目的別・分野別利用率

区 分	全 大 学		博士課程をもつ 大 学		
	0以外の答 の数 (大学)	中央値 (%)	0以外の答 の数 (大学)	中央値 (%)	
目 的	1. 研究開発・大学院教育	299	51	185	64
	2. 学部学生教育	514	77	170	23
	3. 計算センター	199	13	113	14
	4. 図書館・情報検索	68	14	41	13
	5. 学外用	124	14	83	13
分 野	(大学)	(%)	(大学)	(%)	
	1. 工 学	247	29	130	29
	2. 物 理 科学	336	25	160	24
	3. 生 物 科学	216	15	143	15
	4. 社 会 科学	253	14	140	14
	5. 計 算 機 学	288	13	96	15
6. そ の 他	297	19	120	15	

学で23%である。これは利用率であって、この数字

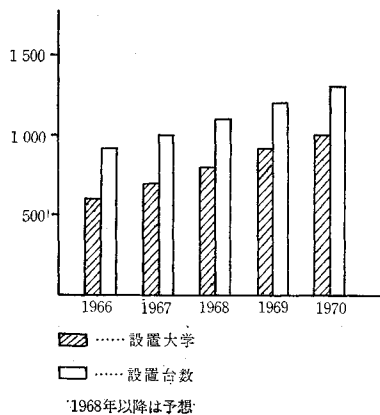
2. 計算機関係の専門課程は、1966年秋で226と推定され、その後3ヵ年に331課程が新設されると考えられている。表-2に専門課程を名称別に示す。この中で、その他とは、たとえば、情報システム、電気工学、統計学などの中の選択コースであり、補助員とあるのは2年制大学に関するものである。この表でみると、計算機学(computer science)は合計223で一番多く、ついで事務データ処理(business data processing)である。

ここで、情報科学(information science)専門課程の一例として North Carolina 大学の情報科学コースを例にとり、科目名を列挙してみると、次のようである。

① 学部学生向け：計算機利用法概論(introduction to digital computer usage)。

② 大学院生および学部上級生向け：情報理論原論(fundamentals of information processing), メタプログラム(metaprograms), 人文社会系のための情報システム(information systems in humanistic and social science research), 記号論理学(symbolic logic), 中級記

図-1 計算機設置大学と設置台数



\* 名古屋大学助手 総合計算室, 土木工学科  
\*\* 正会員 工博 名古屋大学教授, 工学部土木工学科

表-2 名称別, 程度別, 専門課程数

課程の名称	計	補助員	学士	修士	博士
(1) 1964~1965年に存在するコース					
(a) 計算機学	40	0	11	17	12
(b) 事務データ処理	93	83	6	3	1
(c) 情報科学	18	0	2	12	4
(d) 数学の中の選択コース	24	0	10	8	6
(e) その他	51	0	15	21	15
(2) 3カ年間に新設を計画しているコース					
(a) 計算機学	183	17	81	59	26
(b) 事務データ処理	85	74	9	1	1
(c) 情報科学	16	0	2	5	9
(d) 数学の中の選択コース	13	1	7	4	1
(e) その他	34	13	8	7	6

号論理学, 記述言語学概論 (introduction to descriptive linguistics), 言語哲学 (philosophy of language) 「自然」言語の構文解析 ('natural' language syntactic analysers), 計量様式学 (computational stylistics), 事務データ処理 (business data processing), 数値解析概論 (introduction to numerical analysis), 自動数値制御概論 (introduction to automatic digital control).

③ 大学院生向け: コンパイラ設計 (compiler design), 理論セミナー第I, 第II (seminar in theoretical topics I, II), 計算機設計 (architecture of computers), 組合せ数学 (combinatorial mathematics), 情報理論 (information theory), 誤り修正符号 (error correcting code), シミュレーション理論 (simulation theory), 自然および人工言語の処理 (processing of natural and artificial languages), 情報検索 (tutorial in information retrieval), 人文社会系のための研究セミナー (research seminar for the humanist and social scientist), オペレーションリサーチの方法 (methods of operation research), 数値解析セミナー (seminar in numerical analysis), 教育・実務セミナー (seminar in teaching and professional practice), 修士論文 (master's thesis).

3. 次に, 学生数について述べよう。1964年度には, 計算機を専攻する学生は, 大学課程では4000人, 大学院課程で1300人であり, これらを除く一般の学部で計算機教育を受けた学生は大学課程で約12万人, 大学院課程で3万人を越えている。1968年度は, それぞれ35万人, 8万人に達すると予想されている。このようにアメリカにおいては, 計算機を専攻する学生はもちろん, 一般学部の学生層にも, 計算機の利用が幅広く着実にゆきわたっており, 将来社会の各分野に進出するこれらの学生たちに計算機についての正しい理解と深い認識を与え, 厚い利用層を形成している。これは, 計算機の高度

利用を推進する大きな力となっている。

4. ここで, 計算機教育を積極的に行なっている Dartmouth 大学の概要を例として述べる。

この大学の構成は, 学部学生3050人, 大学院生460人, 教職員675人である。1963~1964年に, できるだけ多くの学生に計算機を自由に使わせるために Time Sharing System (TSS) を採用することにした。現在計算機は, GE 635 (磁気コア 96 kW, サイクルタイム 1  $\mu$ s) が設置され, 独自に開発した TSS 用言語 BASIC (Beginner's All purpose Symbolic Instruction Code) をもち, ほとんどすべての人々が手軽に端末装置から, 会話形式で計算機を利用することができる。他の計算機用言語として, ALGOL, FORTRAN, DASS (Dartmouth 大学で開発された, システムシミュレーター用言語), GMAP (マトリックス解析用言語), LAFFF (Logical Analysis for Financial Fact Finders) なども活用されている。

一般学部の計算機使用に関する講義は, 第一年次で数学の時間を使って行ない, プログラミング技法を2回講義し, そのあと BASIC の説明書で独学する。そして, 演習として, 端末装置から計算機との会話形式で各人に4問を解かせている。この演習のために, 学生1人あたり毎週45分, 9週間にわたり端末装置の使用が許されている。

また, 生産システム, 経済システムなどのシミュレーションを行なうプログラムをつくらせ, 教官が助言を与えて改良させるという過程を通じ, 計算機を媒介としての教育を行なっている。Engineering Analysis の教育においても, 従来は単純な線形システムから入って, 次第に複雑なシステムの解析を行なっていたが, 現在では, 非線形システムから入っているとのことである。この種の教育では, 式を解くことよりも, 数式化に関する教育が重要であるので, 非現実的な問題よりも, 現実的な問題を与えることによって, 学生の関心を高めることができる。

一般的に, 学生は計算機を自由に使えるようになって興味をもつが, ライブラリーを使えば, 直接に答がでしてしまうので, 解析能力が不足することを案じているとのことである。この点, 教育への取り入れ方について, 十分な検討が必要である。

Dartmouth 大学では NSF (全米科学財団) の援助を得て, 計算機を教育の中でどう取り入れたらよいかについて研究を意欲的に行ない, 多くの研究報告がなされている。またこの大学の計算機は他の9大学, 22高校の端末装置につながっており, 高校に対して教育研究を助けている。この研究は, ① 計算機が教育の助けになる,

② 創造力をのばすのに役立つことを実証するために行なわれている。

5. 一般に、アメリカにおいては、大学初学年程度で計算機の入門コースを教えており、このようなコースには、初歩の数値解析、計算機機構に関する講義、アルゴリズムの解説、いくつかのプログラミング用語の入門などが含まれているようである。この初期のプログラミング教育のうち、各コースの中で、学生に計算機で解くのに適した問題を与えることにより、計算機をコースの中に効果的に取り入れている。こうした計算機の利用は、数学、物理、化学、工学はもちろんのこと、社会科学、心理学、地質学、その他の学問にまでおよんでいる。

こういった各コースの中の問題として、たとえば、MIT 土木工学科の「構造解析および設計」の中で使われている問題「図示した三次元構造物フレームと荷重について、標準の型鋼断面形を用いて、設計しなさい。応力は AISC 規格を満たさなければならない」をあげる。

学生は最初この不静定構造について概略設計をし、次に STRESS (Structural Engineering System Solver) を用いて解析する。

STRESS とは、入力として、問題むき言語 (Problem Oriented Language) を用いる構造解析用のプログラムである。応力を許容値と比較したあとで、新しい部材断面を選び、入力を修正する。この反復を、学生が安全でしかも最適になったと思うまで、繰り返す。入力は 10~15 分で書くことができ、後の操作では、さらに少ない時間で済む。学生はこの設計コースで 5~6 回の試行をすることができ、この過程を通じて、部材の変更の内部応力におよぼす影響、および設計の最適化に関する問題について学ぶ。

このように、計算機利用はあらゆる分野で教育に新しい次元を与え、より複雑な問題の理解、量の把握を助ける。学生は、計算機のプログラムの作成、実習を通じて問題を論理的に定義するのに必要な注意や複雑な問題の仮説などを学ぶことができる。

6. 他に特筆すべき点は、TSS (Time Sharing System) の教育への活用がある。TSS は地域的に分散した多数の利用者が端末装置から通信回線または電話回線を通じて、計算センターの計算機を同時に、かつ独立に、自由に利用するシステムである。利用者は端末装置に向って会話形式でプログラム作成を進めてゆく。計算機は利用者の問合せに即時に応じ、誤りを検出し、利用者はその場で訂正して再び計算させる。従って、通常のバッチ処理システムの計算依頼から返却までの時間 (ターン・アラウンド・タイム) を省くことができ、また、

途中の計算結果を見ながら、結果に応じた適切な処置をとることができる。

7. これまで、アメリカにおける計算機教育の概要を述べたが、大統領諮問委員会報告「上級教育における計算機」(1967年2月)は1971~1972年を目標に計算機教育のあるべき姿を描き政府に勧告している。その中で、アメリカのすべての大学のすべての学生に対して、平均1人あたり年額60ドルの計算機教育費を用意するよう勧告している。その根拠として、1963~1964年の専攻分野別の学生数を調べ、計算機利用の要求度に応じて、その学生数の割合を

① 必ず必要 (工学、物理学、生物学のすべて、数学、社会科学などの半分ぐらい; 全学生数の約 35%)

② かなり必要 (数学、社会科学などの半分; 全学生数の約 40%)

③ ときとして必要 (主として人文科学; 全学生数の約 25%)

とし、すべてが TSS の端末装置から利用するものと仮定して、端末装置を占有する時間数を表-3とし、これに要する計算センターの運営、端末装置、回線料を含めた費用が 60 ドルとしている。

表-3 学生一人あたりの端末機占有時間

必須的なもの	時間	部分的なもの	時間	臨時的なもの	時間
入門コース	10	入門コース	10		
他の10コース		他の4コース		3コース	
コースあたり12問題	120	コースあたり6問題	36	コースあたり3問題	18
総計	130	総計	46	総計	18

8. 日本の大学においては、計算機はまだ研究用としても十分なものでなく、ターン・アラウンド・タイムも 3~4 日におよび、研究にも支障をきたしているのが現状である。その中で、理・工系の一部の熱心な教官が計算機教育に努力している。もっとも、これは計算能力の不足で、そこまで手がまわらないのが実情であろう。大学における計算機教育は、あらゆる階層の理解と協力が必要である。現在すでに遅すぎるくらいはあるが、このあたりで大学一体となって考えないと、後顧のうれいを残すであろう。

なお、産業構造審議会情報産業部会の「情報産業のあり方と政府のとるべき施策」についての総合答申案のうち、第1部と第2部の要約は、5月27日(火)の各紙に載っているが、青少年の一般教育の拡充、(イ)大学における教育、(ロ)高等学校における教育、は参考になるところが多い。必読されるようおすすめする。

(1969・6.21・受付)