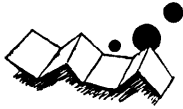


解 説

大学におけるソフトウェア教育†



有 山 正 孝††

1. はじめに

大学における‘ソフトウェア教育’はここ 20 年足らずの間にまさに零から出発して目覚ましい成長をとげた。しかしその実態は多様であり、その目的・目標・範囲は如何にあるべきかについての理解もまた極めて多様である。ここでは先づその現状を展望し、その中から問題点と今後の課題を探ることを試みよう。但しその際、大学教育の中からソフトウェア教育のみを切り出して扱うことは妥当でなく、誤解のおそれもあるので、視野を少々広げて‘情報処理教育’という枠組みの中で問題を捉えることにしたい。

2. 大学における情報処理教育のあゆみ

わが国の大学でコンピュータに関する教育が始められたのは、アナコン・PCS を別とすれば 1950 年代のなかば頃であろう。それはわが国独自のコンピュータの研究・開発が漸く縮につつき、また一方では少数の輸入コンピュータが稼働を開始した時期でもあった。コンピュータ教育はこれらの数少ないコンピュータの周辺で、寺小屋式に始められた。もちろん今日のように懇切な教科書・参考書が選択に迷うほどある筈はなく、Wilkes 等の‘The Preparation of Programs for an Electronic Digital Computer’が、殆んど唯一の教科書であった時代である。

しかしコンピュータそのものの進歩・発展に伴って教育の方も急速に発展する。東京大学・慶応大学等でコンピュータに関する講義や実験・演習が始められ、また慶応大学の管理工学科、甲南大学の経営工学科等、コンピュータの応用に重点を置く学科が創設されたのは 1950 年代後半のことであった。

1960 年代に入ると各大学にも次第に小形・中形のコ

ンピュータが普及し、これに伴ってコンピュータ教育も多くの大学で始められ、本格的にカリキュラムの中に取り入れた学科も急速に増加している。この時期の状況については本誌 12 巻 11 号 (1971 年) の教育特集など^{1), 2)}に詳しい。

1960 年代の終りに近づくといわゆる情報化社会への傾斜は一段と急速になり、情報処理技術者の需要激増に対する国家的施策が提言される。1969 年の通産省産業構造審議会答申³⁾はその 1 つである。同じ年文部省に設置された‘情報処理教育に関する会議’は 1972 年迄に‘情報処理教育振興の基本構想’⁴⁾と題する最終報告書と、これに付随する一連の報告書^{4b)~4e)}を提出した。その要点は

- i) 昭和 55 年迄の情報処理技術者の必要数をおよそ 50 万人と推定、
- ii) その対応策として‘専門の情報処理教育’と‘一般的情報処理教育’を並行して推進すべきことを提言し、
- iii) そのための具体的施策を示した

ことである。この答申はその後の情報処理教育の展開に少なからず影響を与えているので、既にいくつかの機会に紹介されてはいるが^{5), 6)}、ここでも簡単に説明しておく。図-1 はこの答申に示された情報処理技術者(プログラマとシステム・エンジニア)の昭和 55 年迄の需要と供給の予測である。ちなみに 1977 年秋の通産省の発表によると情報処理技術者(オペレータとパンチャも含む)の数は約 15 万人であるが 1985 年に

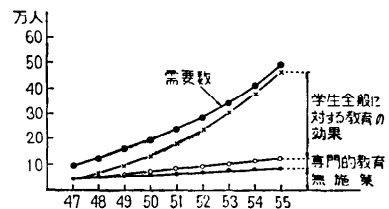


図-1 情報処理技術者の需要と供給の予測 (文献 4 (a) p. 11 より)

† Software Education in Universities, by Masataka ARIYAMA (Department of Computer Science, The University of Electro-communications)

†† 電気通信大学電気通信学部計算機科学科

は約 58 万人が必要となり、特にプログラマ、システム・エンジニアは 5.8 万人不足するであろうと予測されている。

さて話をもとに戻すと、「専門的情報処理教育」とはメーカーや教育・研究機関においてコンピュータの開発にあたる技術者や教育・研究者の養成を目的とするものである(文献 4(a), p. 9)。一方「一般的情報処理教育」は「学生一般に対し情報処理の可能性と限界を認識させ、情報化時代に人間が主体性をもって未来を切り開いていくことができるようにする」(文献 4(a) p. 6) もので、具体的にはあらゆる分野の学生・生徒に対し必要の程度に応じてコンピュータを理解させ活用できるようにすることである。この 2 つの柱によって供給される人数の予測も図-1 の中にそれぞれ示されている。

1970 年代に入ってから特に注目すべき事の 1 つは、国立大学の理工系学部情報工学科・情報科学科・計算機科学科・システム工学科等の名称の、情報関連の専門学科が重点的に設置された事で、その数は昭和 59 年度で 26 学科に達した。またこれらを基礎として設置された大学院の情報工学専攻等も 19 に達した(うち 5 専攻は博士課程まで持っている)。さらにこの分野が特に interdisciplinary な性格を持つ事を考慮し、新しい試みとして複数の学科の上にまたがって設けられたいわゆる「横型」の専攻が東大を始め 5 大学の大学院に設置されている(大学院の教育組織の単位である専攻は 1 つの学科を基礎として設けられるのが通常の方式である)。なお私立大学にも情報工学等の名称の学科・専攻が合わせて 10 ほど設置された。もちろんこれらの専門学科以外での情報処理教育も、60 年代に比べて量・質ともに格段の進歩を示している。

大学における情報処理教育はこのような過程で既設の工学系、理学系、経営・商学系の諸学科の中に自然発生して徐々に成長し、その一部は母体内に定着し、一部は拡充改組により学科の装いを改め、一部は分離独立して新しい性格の学科を作るに至った。これはまさに情報工学・情報科学あるいは計算機科学と呼ばれる学問領域の成長・発展の過程の反映にほかならぬと言うことができよう。

3. 大学における情報処理教育の現状

現在、わが国の大学ではどのような情報処理教育が行われているか、便宜上、専門的教育と一般的教育という区分を借りて展望してみよう。もちろん両者の間

に明確な境界があるわけではない。

3.1 専門的情報処理教育

a) 専門学科の類型

ここ 10 年足らずの間に急増した情報関係の新設学科は、情報処理とコンピュータを中心に undergraduate の水準で専門教育を行い、情報工学・情報科学の領域に新たな discipline を確立しようとするものである。しかしこの領域は本来きわめて幅広く多様であるため、個々の学科はその成立の経緯にもよってかなり性格の相違を示している。田中⁵⁾は米国の現状を分析して、これらの学科が次の 4 つの類型に分類できると述べている。

- T 1) 数学科と密接な協調のもとに理学部に設けられている類型。
- T 2) 工学部に独立学科として設けられている類型。
- T 3) 工学部に電気工学科の中のコースとして併設されている類型。
- T 4) 経営学部においてコースとして設けられ、経営科学指向型の情報科学教育・研究をする類型。

また前記「情報処理教育に関する会議」の設備部会報告書⁶⁾では、情報関連専門学科の中心となる授業科目群ならびに関連領域の授業科目群を例示し(表-1)、「これらの科目群のいずれに重点をおくか、またどのような関連科目群をとり入れるかによりさまざまな学科群が考えられる」とし、典型的な類型として

- J 1) 基礎論を中心とする情報科学科
- J 2) ハードウェアを中心とする情報工学科
- J 3) ソフトウェアを中心とする情報工学科

表-1 情報科学科、情報工学科の中心となる授業科目と関連領域の授業科目

	(1)基礎理論	(2)計算機	(3)ソフトウェア	(4)情報システム
共通	情報科学概論			
専門領域	集合論 代数学 符号理論 オートマトン グラフ理論	電磁気学 電子回路 半導体 論理回路 計算機システム	プログラミング データ構造 プログラミング言語 言語プロセッサ オペレーティングシステム ファイルシステム 人間機械系	数値解析 線形代数 確率論 統計解析 情報理論
関連領域	[人間工学] 人間工学 生体情報 計量心理学	[計測制御] 制御工学 計測方法論 計算機制御	[情報管理] 情報検索 生産管理 マーケティング	[経営] 経営管理 経済性工学 経済計算論

(注) 各科目には必要に応じて演習を加え、あるいは、講義に対応する演習、実習または実験を別の科目として用意する。
(文献 4(c) p. 1 より)

J4) 情報システムを中心とする情報工学科の4つを挙げ、それぞれのカリキュラムを例示している。

わが国の現状もおよそこれらの分類に当てはまっている。

b) カリキュラムの実態

情報関連専門学科のカリキュラムは、後に触れるいくつかのカリキュラム勧告案の強い影響を受けており、事実、それらに近い型のものが多い。具体的な事例については既に報告があるので^{7),8)}、ここでは1976年に人事院によって行われた「試験のための大学調査」⁹⁾を紹介しておく。この調査は上級公務員試験の情報工学(計測・制御・情報工学)区分のために行われたもので、情報工学科(並びにこれに類するもの)13例、情報科学科・数理工学科5例、電気系学科5例、計測工学科4例、制御工学科3例についておのおのカリキュラム・講義内容・各講座の研究テーマを詳細に調査した貴重な資料である。その中からカリキュラムに関する要約を引用しておく。

まず情報工学科群のカリキュラムは

① 情報そのものについて考え、論理的・工学的に扱える可能性・限界について考察する理論を扱う科目の系列。

② 電子計算機を使って実際に情報処理を行ったり情報システムを構成する際に必要となる技法を教授する科目の系列。

③ 電子計算機そのものを理解させ、その開発をする上での基礎を与える科目の系列。この系列は大きくハードウェア、ソフトウェアに分けられる。ハードウェアでは電子回路(中には半導体物性)までつこんでやっている所もある(以下省略)と要約されている(文献9. p. 25)。

また情報科学・数理工学系の学科は数は少ないが、「情報工学科等と比し数学をかなりのウエイトでやっているが、その上で情報科学系では情報基礎論、情報処理の基礎を中心としたカリキュラムとなっており、数理工学科では工学的側面もあり、情報系を含め更に広い範囲にわたる工学の諸分野の基礎、方法論を身につけさせることを目標とした幅広いカリキュラム構成になっている」とされている(文献9. p. 30)。

一方計測・制御工学科ではコンピュータを利用して

総合的な計測あるいは制御を行うために必要な理論・手法を習得させるための科目群をカリキュラムに取り入れており、また電気系学科の一部では従来からの電子・通信工学系の科目に加えて計算機工学を中心とする情報工学の諸科目が設けられ、情報工学科と大きく重なる部分もあるが、一般的にソフトウェア関係の比重は小さい、と分析されている(文献9. pp. 19~29)。

このように既設の諸学科で情報処理に関する科目を大幅に取り入れたものも少なくない。特に経営・管理工学系の学科には、統計・OR、経営科学、管理科学等の科目と並んで情報科学・コンピュータ応用に関する科目を大きな柱としてカリキュラムを編成しているものが多くなっている^{11),12)}。

c) コンピュータ実習

これらの学科ではコンピュータによる実験・実習、プログラミング教育が重視されていることは当然であるが、その実態を把握することは容易でない。しかし量の面では、例えば国立大学の情報関連新設学科に関しては学科専用の教育用の中型計算機が設置されていて、その稼動状況はかなり明確にわかっている。それによるとおよそ各学科ごとの利用者定数は100~500人の程度で、年間数万件のJobを処理している。すなわち学生1人が年間100件余のJobを通してことになる。但しこの中には初歩の課題も含まれているし、また大学によってはこのコンピュータで他学科の教育も援助しておりその分も含まれている*。

コンピュータの利用形態はカード入力によるバッチ処理が中心であるが、最近システムを導入した学科から徐々にTSS端末の利用が増えつつある。使用言語は的場・工藤の調査報告¹⁰⁾によると、専門学科21例中95%はFORTRANを、62%はアセンブリ言語を、また43%はCOBOLを使用しており、以下PL/1, ALGOL, GPSS等が使用されている。この調査には示されていないがその他LISP, SNOBOLが多く用いられており、また近年PASCALが急速に広まりつつある。

なお同じ調査によれば上記の専門学科以外の理工系学部の学科で専用のコンピュータを持っている22例において、77%がアセンブリ言語を、36%がFORTRANを、また36%がBASICを使用している。これは、これらの学科の所有するコンピュータの多くはミニコンであることを示すものといえよう。

3.2 一般的情報処理教育

* 国公私立大学理工系学部の関連学科で組織している「理工系学部情報学科協議会」が昭和53年3月に行った調査による。この調査の実質的な作業は大阪大学の工藤氏に負うところが大きい。

「一般的情報処理教育」の目標は前記のごときものであるが、ここでは前項で扱ったような特に情報処理に重点をおく学科に限らず広く一般の学科も含む情報処理教育と解していただきたい。しかし短大まで含めれば1,000を数えるわが国の大学の情報処理教育の実態を把握することは容易ではないので、たまたま入手できた資料により若干の統計的データと限られた事例を紹介するにとどめることも御了解願いたい。

まずかなり古い資料ではあるが、1972年2月に情報処理学会教育調査研究委員会で行った調査の報告¹¹⁾がある。これは国公私立大学の理工系学部と、その当時コンピュータの設置されていた大学の理工系以外の学部合計約500を対象に選び、コンピュータ教育に直接関係があると考えられる授業の開講状況をアンケート調査したものである。170件の回収結果から、学部別にそれぞれ平均何科目程度開講されているかを算出してみたのが表-2である。

経営・経済・商学系の学部における情報処理教育の実態について詳しいのは遠山の調査報告¹²⁾である。この資料からこれらの学部における情報処理関連科目の平均開講数を求めると7.9科目/学部で、そのうち特にコンピュータに密着した科目だけを選んでみると2科目/学部となる。表-2で経済・経営・商学部を合計して平均を求めると8.2科目/学部、実習を伴うものに限れば2.9科目/学部となる。従ってこれらの数字は1972~74年頃のこれらの学部の実態をかなり良く表わしているともてよんだらう。

実習における使用言語は、前記の的場・工藤の調査によれば非理工系学科単独使用のコンピュータの場合11例中、91%はFORTRAN、63%がCOBOL、36%がアセンブリ言語を使用しており、非理工系学部共同利用のコンピュータの場合20例ではFORTRANは100%、COBOL 65%、アセンブリ言語60%となっている。

1978年3月に名古屋工業大学情報処理教育センターによってまとめられた調査・研究報告¹³⁾には、中京地区の理工系学部を持つ8大学(と3工業高专)における情報処理教育の現状調査の結果が含まれている。その中から名工大の情報処理教育センターの教育実施状況を引用しておく(表-3)。なおこの報告中に見られる工学部以外でのコンピュータ関連科目の例を示せば教育学部教育心理学専攻「コンピュータ・プログラミング演習(選択2単位)」、医学部「電子計算機とその応用(選択2単位)」、農学部農業土木学科「電子計算

表-2 学部別の情報処理関連科目の開講状況(昭和46年度)

学部名	回答のあった学部の数	開講科目の数の平均	そのうち実習を伴う科目の数の平均
工学部	42	11.7	4.0
理学部	25	7.8	5.0
理工学部	8	13.9	6.5
経済学部	17	7.4	3.1
経営学部	2	25.5	5.5
商学部	5	4.2	1.0
農学部	20	2.9	1.8
医学部	15	0.4	0.3
教育学部	31	1.6	1.1
文学部	1	1.0	0

表-3 名古屋工業大学情報処理教育センターで実施中の教育

学科目		情報処理 I	情報処理 I 演習	情報処理 II
区分	専門又は教養	専 門	専 門	専 門
	選択又は必修	選 択	選 択	選 択
単位数		2	1	2
時間数/週		2	2	2
対象学科及び学生数	工学部 12 学科 700	工学部 13 学科 760	工学部 10 学科 590	
対象学年	1年後期	2年前期	4年前期	
教育の内容	○コンピュータ概説 ○FORTRAN 文法 ○数値計算法	○一週りの基礎 数値計算法の実習 ○自由課題	○専門的・多種 講義と実習	
受講者数	51年度	624	—†	—†
	52年度	794*	285	—†

* 再受講者を含む。

† 昭和51年度にセンターが充足したためまだ開講されていない。

機とその応用(選択2単位)、同農業機械学科「コンピュータ(必修2単位)」等である。

いくつかの国立大学には名工大のように情報処理教育センターが設置されて、全学的な情報処理教育を担当している。東京大学の教育用計算機センターはそれらの中で最も早く設置されたものであるが¹⁴⁾、同センターは実習の処理(カフェテリア方式と10台のインテリジェント端末による)のみを担当し、カリキュラムと講義は各学部・学科で独自に用意する方式をとっている。昭和52年度の利用状況は表-4の通りである¹⁵⁾。実習を行っている講義のうち受講者の多いものは工学部の「算法通論」、経済学部の「電算機と情報処理」、教養学部の「文科数学」等である。

筑波大学では「情報処理概論(2単位)」が一般教育必修科目となっている。実習は教育用コンピュータのビデオ端末を用いて実施され、学生は授業時間以外にも端末を自由に使用できるようになっている。

私立大学の1例を挙げると、慶応大学では情報科学研究所が全学に対する情報処理教育を担当している。

表-4 東京大学教育用計算機センターの部局別登録件数と処理件数(昭和52年度)

学部名等	学 部		大学院		合 計		Job 件数
	件数*	人数	件数**	人数	件数	人数	
法 学 部	0	0	550	0	0	0	0
医 学 部	5	196	140	4	34	9	230
工 学 部	55	2,255	908	20	125	75	2,380
文 学 部	8	198	330	6	53	14	251
理 学 部	28	438	250	16	56	44	494
農 学 部	15	544	290	7	18	22	562
経 済 学 部	10	1,007	320	3	11	13	1,018
教 養 学 部	8	699***	120	5	29	13	728
教 育 学 部	5	67	85	0	0	5	67
薬 学 部	1	21	70	0	0	1	21
地 震 研	0	0	—	1	10	1	10
原子力センター	0	0	—	2	10	2	10
合 計	135	5,425	3,063	64	346	199	5,771

* 計算機使用を登録した講義の件数。
 ** 各学部入学定員, 大学院は各研究科合計定員。
 修士課程 1,272, 博士課程 877
 *** 全学部の教養課程のための講義を含む。

情報処理概論(通年, コンピュータ・サイエンス入門, 演習約 10 題, 受講者 1,000 名弱)の他に情報処理 I ~ VI (各種の言語), 情報処理応用 I ~ VI (数値解析, 数理計画等), 情報処理システム I ~ V (計算機システム, OS 等), 情報科学 I ~ V (言語理論, ソフトウェア工学等), 電子計算機概論の諸科目が開講されており, 昭和 51 年度の受講生は延べ 1,410 名(入学定員学部 4,940, 大学院修士課程 660, 博士課程 214)であった¹⁶⁾。

4. 社会は何を望んでいるか

今日, 多数の大学卒業者が情報処理技術者もしくは EDP 要員として活動しているが, 社会——もっと正確に言えば企業——は彼等をどのように扱い, また大学で行っている情報処理教育をどのように評価しているのであるか。これらの疑問に答えるために, ここでは主として 2 つの調査報告から, 関連する部分を抜粋して紹介しよう。

4.1 情報処理技術者の学歴構成

昭和 48 年度に情報処理研修センターが企画した「情報処理技術者の職種等基礎調査」^{17), 18)}は, 情報処理業務に従事する職員の職務内容・職種呼称・当該職種に要求される知識能力等について実態を把握するために 1,527 の企業に対してアンケート調査を行ったものである。回収した回答 283 件の分析によれば, 情報処理技術者の職種別学歴構成は表-5 の通りで, また 1 社あたりの学歴別人員および不足率, 2 年後・4 年後の

表-5 職種別学歴構成比率

学 歴	管理的業務従事者	システム設計者	プログラム	オペレータ
大 学 院	1.1%	1.8%	0.5%	0.2%
大 学	0.6	0.4	0.1	0
大 学	21.9	25.4	18.5	2.9
大 学	41.7	27.6	21.9	6.6
そ の 他	34.7	44.8	59.0	90.3
計	100.0	100.0	100.0	100.0

表-6 学歴別 1 社当たり人員構成の現状と将来の希望

学 歴	現 在	2 年 後	5 年 後
大 学 院	0.3人	0.5人	0.8人
大 学	0.1	0.2	0.4
大 学	5.9	8.3	11.1
大 学	7.8	10.6	13.6
そ の 他	23.6	33.9	43.2

学歴別希望人員構成は表-6 の通りであった。5 年後, すなわち昭和 53 年度までに大学卒の情報処理技術者が 1 社あたり理工系学部卒 5.2 名, 理工系以外卒 5.8 名の需要が予想されていたわけである。注目すべき点は, 現在数・需要ともいずれの職種でも非理工系学部卒業者の方が多い点である。現状がどうなっているか, 興味のある点でもあり, また教育計画の面で考慮すべき点である。

4.2 学校教育への期待

昭和 51 年 3 月に発表された日本情報処理開発協会「企業内情報処理教育に関する実態調査報告書」¹⁹⁾は 1,100 の企業(但し情報処理専門企業と学校・病院を除く)に対するアンケート調査の回答 270 件を分析したもので, この中に学校教育との関連についての質問項目も設けられている。

まず情報処理専門学科以外の一般の学科の卒業生について, 「コンピュータ要員として採用する場合, 学校における情報処理教育は必要か」という問に対して「必要ないし望ましい」と答えたものは 48.5%, 「特に必要はない」と答えたものは 35.6% であるが, 「学校で情報処理教育を受けていない方がよい」という答も

表-7 学校における情報処理教育の必要な理由

理 由	比 率	件 数
情報化社会に必ず必要な教育がある	32.8%	43件
システム思考ができる	19.8	26
企業内教育の省略, 短縮ができる	28.2	37
コンピュータ要員として当然	5.3	7
その他	4.6	6
無回答	9.3	17
合 計	100.0	131

表-8 学校において要求される科目内容

教 科 内 容	比 率	件 数
基礎的なハード・ソフトの知識	34.4	45件
アプリケーションに関する知識	15.3	20
プログラミングの実習	26.7	35
1つのプログラム言語の完全修得	3.0	4
専攻分野の問題のコンピュータ処理ができる	4.6	6
専攻分野に関する事象を系統的にとらえる能力	12.2	16
無回答	3.8	5
合 計	100.0	131

0.7%(2件)だけある。ここで「必要または望ましい」と回答した131例の挙げた「必要な理由」と「要求される科目内容」についての質問に対する答(択一式)は表-7、表-8の通りで(文献19, pp. 182~184)、大学における情報処理教育は一応評価されている。

次に情報処理専門学科の卒業生については267件の回答中、採用の経験があるもの33.7%(90件)、ないもの50.9%(136件)で、その理由は大別すると

- i) 専門知識は必要でない——専門教育は企業内で十分行いうる——36.8%(50件)
- ii) 採用できなかった——応募者がいなかった、または採用試験をパスしなかった——29.3%(40件)
- iii) 採用したくない——教育内容が偏っている、またはジョブ・ローテーションに支障がある——15.5%(21件)

となっている(文献19, p. 176)。ここではiii)の理由に注目しておきたい。

次に専門学科卒業生に対する企業内教育は、全く同じ教育をしているものが80%(72件)、一部ないし全部異なる教育をしているものが14.4%(13件)で殆ど特別扱いはされていない(文献19) p. 178)。

大学の専門学科卒業生の担当職種は

a) システム・プランナ	20.5%
b) プログラマ	38.4
c) オペレータ	5.1
d) a) と b)	15.3
e) b) と c)	7.7
f) 多職種に分散	12.5

である(文献19, p. 180)。また専門学科の卒業生(短大・高専・高校卒も含む)に対する評価は、プログラマ職種においては「よいまたは非常によい」とするものが採用後2カ年以内では約70%、2カ年以後では約60%と比較的よいが、システム・プランナ職種とオペレータ職種においては「よいことはあっても悪いことはない」程度である(文献19, p. 182)。この評価は

表-9 公開講座に望まれる内容(回答数190に対する比率)

内 容	比 率
一般教養(社会・心理など)	9.5%
基礎理論(集合論、オートマトンなど)	6.8
ハードウェアの新技術	11.6
ソフトウェアの新技術	32.1
工学的な関連分野の知識	14.2
OR, マネージメント・サイエンス	47.4
経営システム, 情報システムの諸理論	70.0
コンピュータのアプリケーション	33.7
数学および統計理論	29.0
その他	0.5

その後どのように変化しているであろうか。

大学を始めとする高等教育機関に対する期待の1つは、既に職に就いている人々の再教育である。この調査によれば、「被雇用者が大学・高校の夜間部等に通学している例がある、またはあった」と答えたもの約20%、また「大学・大学院で行われている公開講座やセミナーの利用を期待している、または積極的に利用したい」と答えたものは約70%で、望まれる内容は表-9の通りであった(文献19, pp. 185~188)。わが国の大学のこの面での寄与の現状は甚だとばしい。国立大学の工学系の併設夜間短大は入学者が減少の一途にあり、また大学院で再教育に積極的な研究科は筑波大学の経営・政策科学研究科、慶応大学の経営管理研究科など僅かな例を見るのみである。

4.3 企業側の声

折に触れて耳に入る企業側の声は、アンケート調査に対する改まった回答より直接的である²⁰⁾。これを大まかにまとめると次の2つの型になる。

- i) 大学で情報処理教育を受け、技術を身につけてくれると即戦力として役に立ち有難い。
- ii) 大学で少々プログラミングの勉強をしてきてもらいたいことはない、あるいはむしろ迷惑する。大学では基礎的なことをしっかり身につけてきてくれる方がよい。人間教育をしっかりとしてほしい。

i) 型の意見はどちらかと言うと中小規模の企業に多く、ii) 型の意見は大きい企業に多いことは改めて言うまでもないだろう。

5. カリキュラム勧告案と諸外国の事例

教育制度・社会制度の異なる外国の方式をそのまま真似ても容易に定着するものではないが、それらがわが国に与えている影響は強く、また学ぶべき点も多いので、カリキュラム勧告案について簡単に展望し、若干の事例を紹介しよう。

5.1 カリキュラム勧告案

表-10 ACM コンピュータ・サイエンス・カリキュラム委員会
会学部カリキュラム改訂勧告案中間報告科目一覧

- 計算機科学関係科目 (CS1~CS8がコアコース)
- CS 1 Computer Programming I
 - CS 2 Computer Programming II
 - CS 3 Assembly Language Programming
 - CS 4 Introduction to Computer Organization
 - CS 5 Introduction to File Processing
 - CS 6 Operating Systems and Computer Architecture I
 - CS 7 Data Structure and Algorithm Analysis
 - CS 8 Organization of Programming Languages
 - CS 9 Operating Systems and Computer Architecture II
 - CS 10 Computers and Society
 - CS 11 Advanced Systems Programming
 - CS 12 Minicomputer Laboratory
 - CS 13 Data Base Management Systems Design
 - CS 14 Analysis of Algorithms
 - CS 15 Theory of Programming Languages
 - CS 16 Compiler Writing Laboratory
 - CS 17 Automata, Computability and Formal Languages
 - CS 18 Numerical Mathematics: Analysis
 - CS 19 Numerical Mathematics: Linear Algebra

数学関係必修科目

- MA 1 Introductory Calculus
- MA 2 Mathematical Analysis I
- MA 3 Linear Algebra
- MA 4 Discrete Structures
- MA 5 Mathematical Analysis II
- MA 6 Probability and Statistics

表-11 ACM のアクレディテーション指針

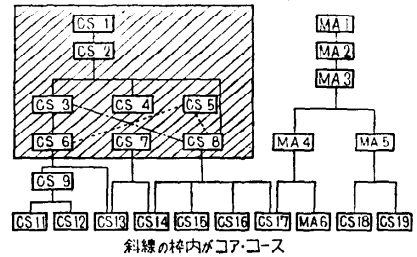
—カリキュラムに包含さるべき概念のミニマムセット—

- 1.1 Programming Topics
 - 1.11 Algorithms
 - 1.12 Languages
 - 1.13 Programming Style
 - 1.14 Debugging and Verification
- 1.2 Software Organization
 - 1.21 Computer Structure and Machine
 - 1.22 Digital Representation of Data
 - 1.23 Symbolic Coding and Assembly Systems
 - 1.24 Addressing Techniques
 - 1.25 Program Segmentation and Linkage
- 1.3 Hardware Organization
 - 1.31 Computers
 - 1.32 Computer Systems Organization
 - 1.33 Data Communications
- 1.4 Data Structures and File Processing
 - 1.41 Data Structures
 - 1.42 Trees
 - 1.43 File Terminology
 - 1.44 Sequential Access
 - 1.45 Direct Access
- 1.5 Systems Programming
 - 1.51 Job Control Languages
 - 1.52 Operating Systems
 - 1.53 Compilers

i) ACM のコンピュータ・サイエンスのカリキュラム、

ACM の Curriculum Committee on Computer Science (C³S) のカリキュラム '68²¹⁾は改めて紹介するまでもあるまい。これは前記の学科の類型としては T1,

履修順序



斜線の枠内がコア・コース

図-2 ACM C³S の計算機科学のカリキュラム
改訂案コア・コース

T2, J1, J3 型の学科向きのものと言えよう。CS³ はその後大学院レベルのカリキュラム案について一連の報告を提出したほか、カリキュラム '68 の修正・改訂の準備を継続的に行ってきた。その作業の一環としてまとめられた「カリキュラム '68 以降の計算機科学教育に関する文献の調査・展望」と題する報告²²⁾は上記の報告を含む約 200 の文献を網羅するインデックスとして便利である。

C³S は 1977 年 6 月、カリキュラム '68 の全面的改訂の中間発表を行った²³⁾。最終報告はいずれ近く公表されるものとみられるが、この中間案の概要を表-10 と図-2 に示す。

カリキュラム勧告案ではないが、ACM の Accreditation Committee の発表した計算機科学の学部課程のためのアクレディテーションの指針²⁴⁾の中でカリキュラムに関連して「教授さるべき概念のミニマム・セット」として挙げられている項目を表-11 に示す。米国の大学ではアクレディテーションが厳しく、その評価は卒業生の就職にも影響すると言われている。

また ACM が協力して Educational Testing Service の行う計算機科学の分野での 'Graduate Record Examinations (GRE)' がある²⁵⁾。これは大学院進学志望者に対するいわば共通テストであるが、その出題項目とおよその比重は次の通りである。

I Programming Systems and Methodology	40%
II Computer Systems	20%
III Theory of Computation	15%
IV Computational Mathematics	20%
V Special Topics	5%

これも計算機科学専攻の学生の学部卒業時の標準的な水準を示すものと考えられよう。

ii) ACM のマネジメントのためのコンピュータ教

育カリキュラム勧告案

ACM は C³S と並んで Curriculum Committee on Computer Education for Management (C³EM) を設置し、1972 年大学院レベルの、また 1973 年学部レベルのカリキュラム勧告案を発表している^{26), 27)}。この学部レベルの勧告案のコア・コースを図-3 に示す。これに適当な科目を組み合わせることにより「組織向き (Organizational Concentration)」または「技術向き (Technical Concentration)」のコースを編成できるようになっている。これはシステム・エンジニアの養成向きのコースで、前記の類型では T4, J4 型に相当するものと言える。

iii) BCS のデータ処理課程のカリキュラム案

British Computer Society は 1972 年に「データ処理課程のための作業委員会」を設けて検討を重ねた結果 1977 年にカリキュラム案を発表した²⁸⁾。これは「将来のデータ処理実務家の育成と並んで事務・管理の分野の職に就く学生に対してもバランスのとれた教育をすることを目標とする」もので、概要を図-4 に示す。前記 ACM の C³EM 案とほぼ同様の性格のものである。

		情報システム		
学年		組織向きコース	技術向きコース	
第 3 学年	第 1 学期	UB2 人間および組織の行動	UB1 オペレシヤンズ/アナリスト/プログラマー	UC1 情報の構造
	第 2 学期	UC8 プログラミングの構構と技法	UA8 システムの概念と意味	UC2 計算機システム
第 4 学年	第 1 学期	UC9 計算機	UBB 構構システムの新	UC3 ファイルと通信システム
	第 2 学期		UD9 システム設計とイテラチヤン	UC4 ソフトウェアの設計

図-3 ACM の C³EM の情報システム課程のコア・カリキュラム

iv) IEEE のカリキュラム勧告案

IEEE は電気工学の教育の中にコンピュータに関する事項を取り入れることの重要性を認識して 1965 年に Committee on Computer Science (COSINE 委員会) を設置し、電気工学科内での計算機工学コースのカリキュラム案を発表した^{29), 30)}、その後のコンピュータ技術の急速な進歩に対応して IEEE の Computer Society は 1974 年にモデル・カリキュラム委員会を設置して、ACM のカリキュラム '68 ならびに COSINE 委員会勧告案の効果やこれらに対する批判等を

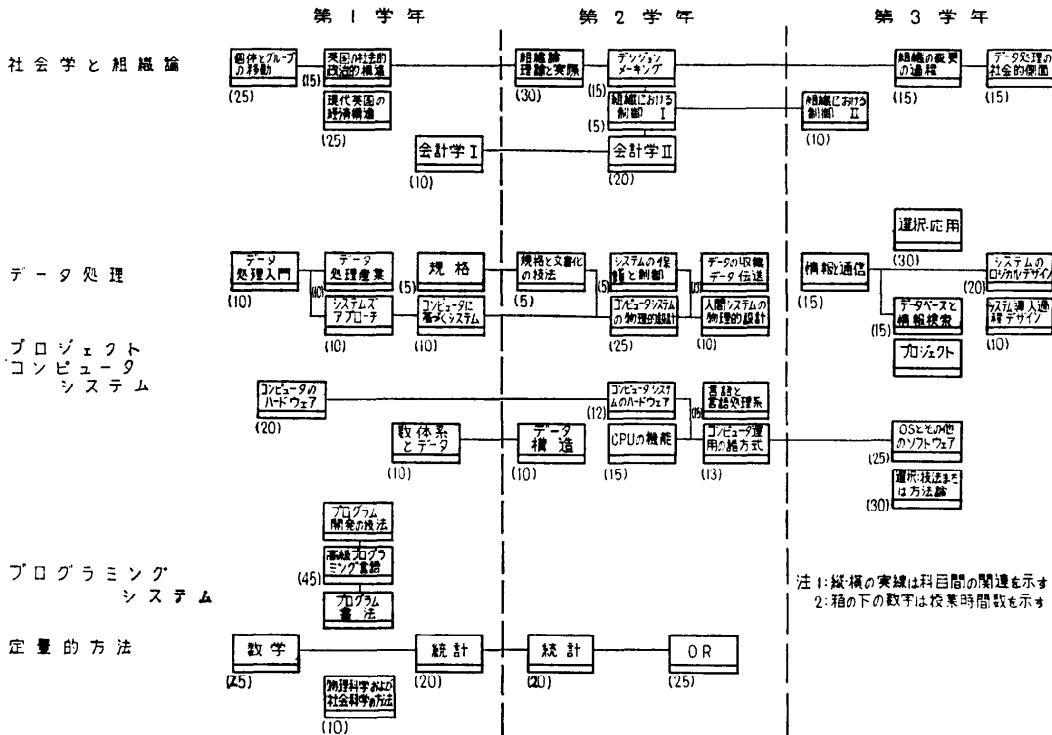


図-4 BCS のデータ処理課程カリキュラム案

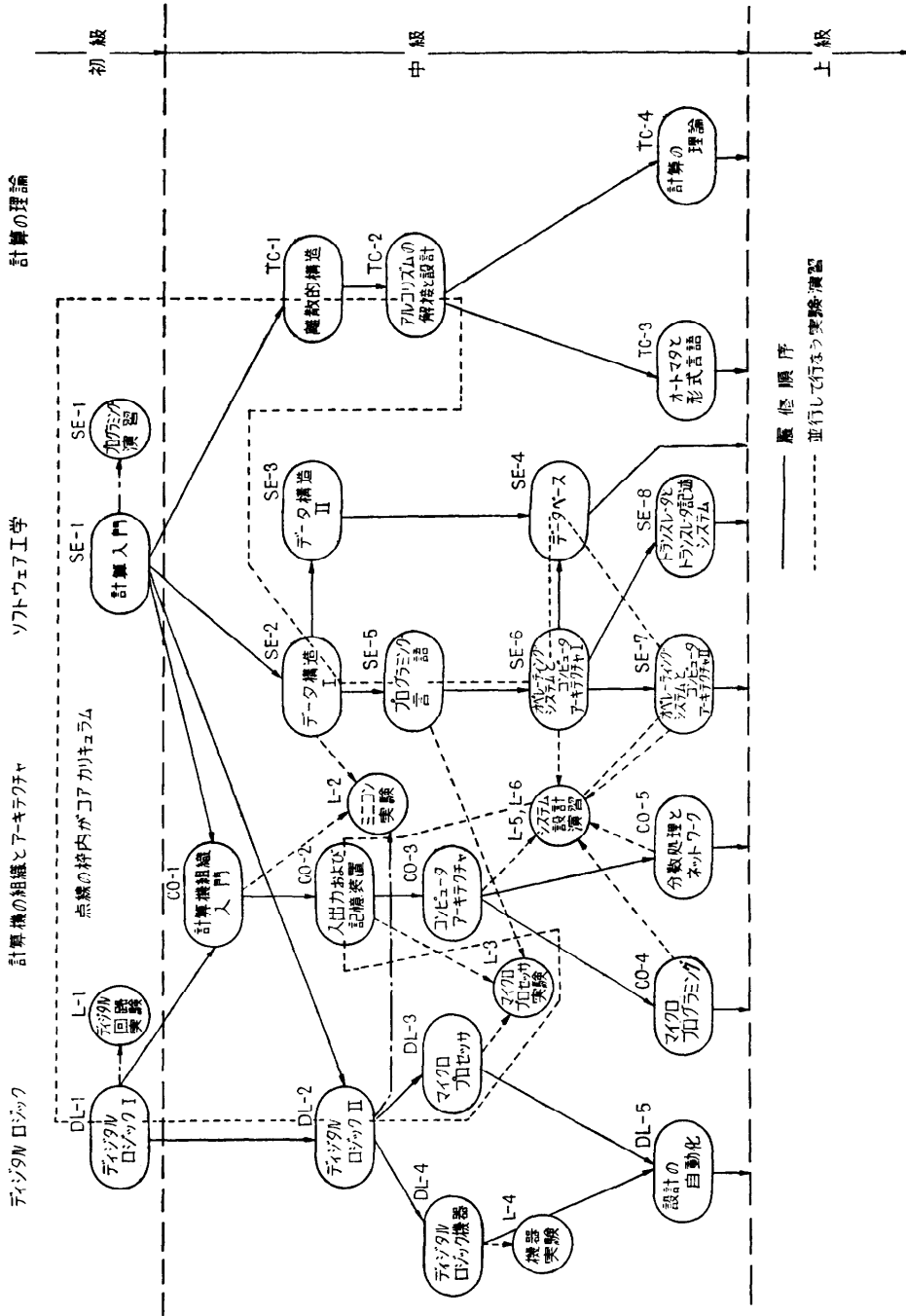


図 5 IEEE の計算機科学・計算機工学カリキュラム案

考慮しつつ、計算機科学と電子工学の間隙を埋める新しいモデル・カリキュラムの検討を開始した。その中間報告ならびに具体的学習課程の例が 1975 年末に公表され^{31),32)}、ひきつづき 1976 年秋には最終報告と、それを補足する解説・展開例・評価・ACM のカリキュラム '68 との比較等の一連の論文・報告集^{33)~43)}が発表されている。このカリキュラムを構成する科目群と特にそのコアとなる部分を図-5 に示す。コアを中心に各種の科目を組み合わせることによって、性格の異なるカリキュラムを構成できるように工夫されている。

v) ACM の小さいカレッジのための計算機科学のコースのプログラム

ACM の C'S は、カリキュラム '68 型のフルコースを提供できない小規模の大学、特にリベラル・アーツ・カレッジでの計算機教育のプログラムの案を 1973 年に発表している⁴⁴⁾。これは一般的情報処理教育のためのプログラムと読み替えてもよいだろう。これには 4 つのコースが示唆されている。

コース 1: アルゴリズムとプログラミング。

FORTRAN 演習を伴う入門コース。

コース 2: 計算機の応用と社会に対するインパクト。

コース 3: ハードウェア入門。

コース 4: ファイル処理とデータ構造。

コース 1 が他のコースの前提となっている。この種のカリキュラムとしてはこの他にカリキュラム '68 を縮小した 1・2 年次向きカリキュラム (コンピュータ・プログラミング I; 同 II; アセンブリ言語プログラミング; ファイル処理入門; コンピュータの構成の 5 コースから成る)⁴⁵⁾、リベラル・アーツ・カレッジ向きのカリキュラム (計算入門; コンピュータの構造とプログラミング; 情報の構造; コンピュータの応用; システム・アナリシスの 5 コースから成る)⁴⁶⁾ が挙げられる。また米国におけるこの型の情報処理教育の実施状況は Lopez 等の調査報告⁴⁷⁾に詳しい。

5.2 カリキュラムの事例

既に多くの例が紹介された文献に見出すことができるので⁴⁸⁻⁶⁰⁾、改めて付け加えるまでもないが、たまたま手許に資料がある 2・3 の例を紹介しておく*。

i) ケンブリッジとオックスフォード

英国を代表するこの 2 つの名門校のコンピュータ教育に対する方針は対蹠的である。かの EDSAC を生んだケンブリッジでは学部 3 年生 (最終学年) に対する専門課程として Computer Tripos が設けられている。カリキュラムは例えば文献 59 (b) を参照されたい。学生数約 40 名、演習のためには計算センターの IBM 370/165 の端末が 24 時間解放されている。使用言語は ALGOL-W, BCPL, FORTRAN, COBOL で、さらに NOVA のミニコンを用いてアーキテクチャとアセンブリ言語を学ぶ。なおこの専門課程の他に、全学の学部学生と計算センターのユーザ対象とする入門コースも設けられている。

一方のオックスフォードでは学部レベルの専門学科は設けない方針でコンピューティング・サービスに付属するコンピュータ教育センター (専任 4 名) が全学の学部・大学院学生に対するプログラム教育を受けている。20~30 人の小クラスで 5 日間を単位として FORTRAN 入門、プログラミング技法の上級コース、ALGOL コース、文科の人々のための SNOBOL コースなどが用意されていて、コンピュータを使う必要の生じた学生が集中的に教育を受けるシステムである。実習は端末とバッチ処理の組合せで行われ VTR 教材が活用されている。

ii) エジンバラ大学

計算機科学科があり、1976~77 年のカリキュラムは表-12 の通りである。4 年次の科目選択により

honours in computer science

または

joint honours in

computer science and electronics,
computer science and mathematics,
computer science and physics

という称号が取得できるようになっている。この joint degree を取得する学生が多いということである。

なお英国にはこれらの歴史の古い大学の他に 1960 年代に新設された多くの新大学とポリテクニクがあり、これらの多くがコンピュータの専門学科を持っている。また良く知られているように BCS が情報処理技術者の資格試験を行い、Higher National Certificate, Higher National Diploma の資格を付与しているが⁶¹⁾、これらの資格試験の受験を希望する社会人のために大学やポリテクニクが part time または full time のコースを用意している点に注目したい。

iii) パリ第 6 大学

* i)~iii) に関する資料は 1976 年に日本情報処理開発協会情報処理研究センターで企画した 'ヨーロッパにおける情報処理教育等の実態調査' にあたって収集したものである。詳細は文献 56) を参照されたい。

表-12 エジンバラ大学 Computer Science の Honours Degree. のための課程, 専門科目のみ示す

First Year (全授業時間の 1/3)	
Lecture	
First Half Course	
Introduction to programming and interactive computing.	12
Continuation of programming techniques (2 streams).	12
Introduction to Computer Systems.	12
	36
Second Half Course	
File organisation, communications, computer graphics, applications and social effects of computers.	21
Further programming languages.	4
Choice of optional topics.	8
	33
Practical Work	
EMAS (Edinburgh Multi-Access System) 端末の使用及びバッチ処理による	
Second Year (全授業時間の 1/3)	
Lecture	
Software	
Familiarisation with a small single-user computer systems; further high-level language programming; description of computer at machine-code level; programming in assembly language.	
Introduction to compilers and operating systems.	26
Hardware	
Computer structures; anatomy of a specific computer; functional description of processor, storage, peripherals and their interaction.	20
Theory	
Introduction to the theory of computation; algebraic background; elementary theory of automata and formal grammars; verification of programs.	23
Practical Work	
EMAS 端末と学科専用コンピュータの 'hands on' の使用	
Third Year (全授業時間)	
Lecture	
Software/Systems	
Compilers, macro systems.	
Operating systems, file structures, comparative systems.	
Interdata programming. Lisp programming.	
Simulation and modelling.	
Communications.	85
Hardware	
General hardware. Logic design. Graphics.	53
Theory	
Logic, λ -calculus, semantics.	
Computability, grammars, automata.	
Analysis of algorithms. Probability and queuing.	57
Practical Work	
週 6 時間のハードウェア実験と EMAS 端末および学科専用コンピュータによるソフトウェア実験	
Fourth Year (全授業時間, 但し Joint Honours 取得志望者を除く)	
(a) An individual Project	
(b) A choice of optional advances courses. (選択科目中より約 5 科目以上を履修する。科目は例えば: Operating Systems, Communications, Commercial and Industrial Data Processing, Computer-Aided Design, Hardware Processors, Parallel Processor Architecture, Artificial Intelligence, Semantics of Programming Languages, Comparative Programming Languages.	

Institut de Programmation がある。Maitrise d'Informatique (わが国の学士の水準よりやや高い) の称号を与える正規のコースと並んで、工業短期大学卒業生や社会人を受け入れて教育し、資格を与えるコースが併設されている。これらの課程の概略を図-6 に示す。カリキュラムは ACM の 68 型に近い。図中の C1~C4 は 4 つの科目群を示し、学生は各群ごとの試験にパスしなくてはならぬ。試験はきびしく、脱落者が多いようである。それぞれの内容は次の通りである。

〈C1〉 数学と算法。数値計算, ALGOL によるプログラミング入門等。

〈C2〉 アソフォルマティーク概論, プログラミング, ファイル処理等。

〈C3〉 ハードウェア, ソフトウェア, コンパイラ, データ・ベース, OR, 通信, 論理, プログラム理論等, 10 科目中 2 科目選択。ハードウェア実験はこのコースと関係して行われる。

〈C4〉 管理・経営・経営数学, 管理の情報学等。

図中のプログラミング専門課程はシニア・プログラマ養成課程で講義はデータ構造・基本ソフトウェア・コンパイラ等, 〈C3〉 と共通のものもあり, 実習に重点を置く。受講生の 70% は full time で働いている人々であり, 授業は夜間に行われる。1 年間の課程だが 3 年にわたって履修してもよい。一方, 情報処理専門課程はシステム・エンジニア養成課程にあたり, カリキュラムは 〈C3〉 とほぼ同じものから 3 科目を選択, 他にプロジェクト研究を行う。1 年目が終わった所で一旦休んで後で 2 年目を続けることもできる。このように柔軟な複線型の課程が用意されている点が興味深い。

iv) クリーブランド州立大学商学部

米国の事例は既に多数紹介されているが, 特に商学系の学部の中に設けられたコンピュータ・サイエンスの学科の例を 1 つ表-13 に示しておく⁶²⁾。殆どすべての科目が実習を伴っており, 実践的な訓練を徹底して行っているのが特徴である。

6. 問題点と今後の課題

大学におけるソフトウェア教育の現状を知るために情報処理教育という観点から展望してみたが, それは到達目標によって次のように分類することができるであろう。

A. コンピュータについて一通りの理解を与え, 各

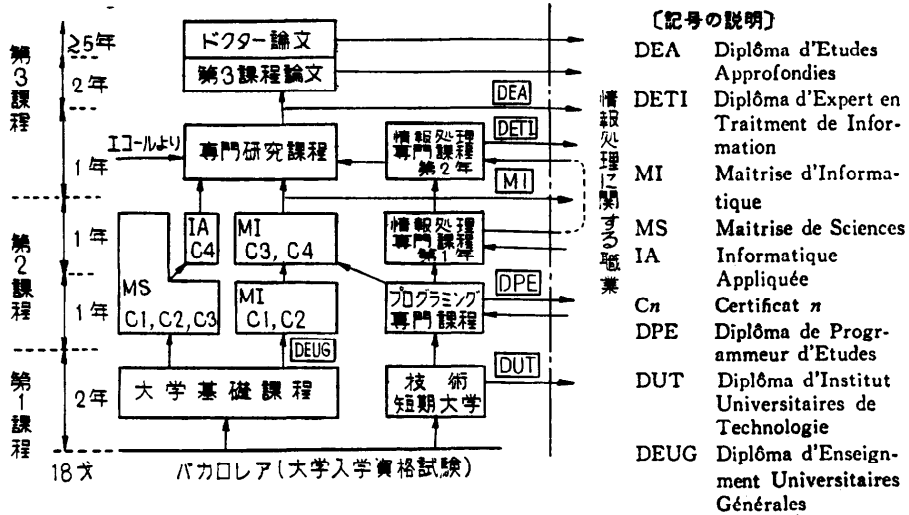


図-6 パリ第6大学 Institut de Programmation の課程

表-13 クリーブランド州立大学

Bachelor of Science in Computer and Information Science Degree の課程

- ◎ CIS 251 Introduction to Computer Science A (4-0-4)
- ◎ CIS 252 Introduction to Computer Science B (4-0-4)
- ◎ CIS 301 Computer Concepts 1 (4-0-4)
- ◎ CIS 302 Computer Concepts 11 (4-0-4)
- CIS 351 Advanced Programming with PL/1 (4-0-4)
- ◎ CIS 401 Operating Systems 1 (4-0-4)
- CIS 402 Operations Systems 11 (4-0-4)
- ◎ CIS 411 Data Organization and Management (4-0-4)
- ◎ CIS 413 Language Processors 1 (4-0-4)
- ◎ CIS 414 Language Processors 11 (4-0-4)
- CIS 420 Real Time Systems (4-0-4)
- CIS 421/521 Data Processing for Management (4-0-4)
- CIS 461 Seminar (Credit as Arranged)
- CIS 465/565 Computing Devices (4-0-4)
- CIS 470/570 Mathematical Programming 1 (4-0-4)
- CIS 471/571 Mathematical Programming 11 (4-0-4)
- CIS 475/575 Data Communications

◎印はコアプログラム(必修), その他にこの表の中から5コース20単位, また計算機科学以外の専門(会計学, 経済学, 電子工学, 言語学等)の科目から6コース24単位以上を履修する事を要求される。なお他に数学・自然科学・人文社会・福学・体育等の教養・基礎科目を履修しなくてはならない。()の中の数字はそれぞれ講義-演習-実験の単位数を示す。

分野におけるその効果を認識させる。そのために初歩的なプログラムを作らせコンピュータに接触させる。

B. それぞれの専門分野でコンピュータを有力な道具として使いこなせるようにする。

C. 専門的情報処理技術者を育成する。

AとBとは一般的情報処理教育に相当する部分で, 現在かなり整備され, 相応の成果が上っている。Cは

主として専門的情報処理教育の受け持つ部分で, これも近年急速に質が向上しつつあると言ってよいように思う。しかし全般的にはまだ問題点も少なくない。その主なものを以下に指摘しておこう。

1) ソフトウェア要員の需要と供給の間には量の面・質の面で適正な整合がとれているか?

需要はなお当分の間は増加を続けるものと予測されている。これに対して供給の面では, 特に高度の能力を持つ専門的プログラマの育成ならびにシステム・エンジニア(システム・アナリスト, システム・プランナ等の職種も併せて以下SEと略記する)の養成計画に不十分な点があるように見受けられる。

しかしこの問題を議論する際には大学教育の目標と限界を念頭において, 企業内教育との役割分担を誤らぬことが肝要であろう。実際, 大学で教育できるのはごく基礎的な事柄に限られている。特に実務に即した教育は, 行うとしても限界があり, また十分な配慮の下に教育計画に組み込まれるべき性質のものである。大学教育の理念は高度の専門的知識を教授するのみでなく, 潜在的発展能力を持つ人材, すなわち確実な専門的技術の基礎の上に広い視野と柔軟な思考力を備え, 未知の状況におかれても自ら道を切り開いて問題解決に当たる能力のある人材を育てることであろう。もちろん大学は社会のニーズに無関心であってはならないが, あくまでも長期的展望に基づきその本質を捉えて対応すべきである。近視眼的な観点から, 当座の役には立つが発展能力に欠ける単能的テクニシヤ

ンのみ大量に養成することは将来に問題を残すのみならず、わが国の情報処理技術の水準の向上と情報処理産業の健全な発展にとって好ましくない効果をもたらすおそれさえあろう。なおまた大学教育ないし大学の存在そのものの意義は、要員の需要と供給のバランスの問題に尽きるものではないことにも思いを致すべきである。

2) 次に前項の事柄を念頭においた上で、大学における情報処理教育計画の現状の問題点と今後の課題は何か？

まずA型・B型について見れば、啓蒙の時代は既に終わった。今後の課題の一つは質の向上、すなわちもっと直接的に言えば良いプログラムを書く教育であり、もう一つはそれを浮き上った「情報処理教育」に終らせず、それぞれの分野の教育に有機的に組み込み、コンピュータを使って問題を解決するのは「特殊なこと」ではなくすることであろう。理工系の多くの学部・学科では必要に迫られて既にその方向に進みつつあると見てよい。しかしその他の分野、特に経営・経済・商学等の分野では、一部の学科は積極的にコンピュータ向きの教育を行なっているが、全般的にはB型の教育を量的にも質的にも一層推進するのが望ましいように思われる。

さて、問題が多いのはC型の教育である。これは現在、情報関連の新設学科と既存の学科の一部が主として受け持っている。言うまでもなくこれらの学科はソフトウェア要員の育成のみを目的とするものではなくハードウェア技術者および情報科学・情報工学の研究者・教育者を育てる任務も負うものである。この種の学科のカリキュラムについては既に多くの経験が積み重ねられ、またいくつかのカリキュラム勧告案も提案されているが、これらをめぐる論議は容易に収束しようがない。その原因はいくつか考えられる。

第一は、この分野の学問・技術の進歩・発展が急速であるために、教育すべき内容もまた常に増加するので、比較的短い期間でカリキュラムの見直しが必要となる点であろう。しかしこれはさほど本質的な困難ではない。

第二の原因は、専門の情報処理技術者、特にソフトウェア技術者のあるべき姿の像が多様なことである。プログラマとSEとでは要求される知識・能力・資質に大きな相違があることは言うまでもない。さらに近年はSEの職務内容が経営管理指向型と技術指向型とに分極化する傾向にあることも指摘されている。一方

ソフトウェア技術者の個々の経歴を追うと、プログラマとしておよそ1~5年、それからSEとして3~5年前後というように同一企業内で移動するのがわが国においてみられる平均的なキャリア・パスのようである¹⁷⁾。またユーザの立場の企業の中では、EDP要員がスペシャリストの集団として固定的・閉鎖的になることに問題があり、職務内容の点からもまた他の職場との間のジョブ・ローテーションができる点からも、スペシャリストであるよりはむしろジェネラリストである方が望ましいという声が聴かれる。

教育計画はこのような実態も念頭において立てられねばならない。その中のある部分については、継続教育・再教育のシステムの整備を考慮する必要がある。また大学の正規の課程について言えば、前記のようなユーザ側の声も考慮して、C型の教育すなわち専門家の養成を過度に拡大するよりB型の教育を強化し、一般のビジネスマンが一定の水準の情報処理技術を身につけるようにすべきである。これは実は一般の情報処理教育を充実せよと言うことにほかならない。またこれと並行してC型の中では特に経営・商学系の性格の学科(前記の分類によればT4, J4型)の整備をはかるべきであろう。

一方、情報関連の専門学科は、高度の専門的ソフトウェア技術者を育成する使命を持っている。これらの技術者は基本的ソフトウェアないし個別のユーザでは手がけられないような応用システムの研究・設計・開発に携わり、ひいてはソフトウェア技術の進歩・向上を支える人々である。彼等は情報科学・情報工学の基礎的素養の上にソフトウェア作りの確実な技法とすぐれた感覚を身につけた、良い意味でのスペシャリストでありプロフェッショナルであることが要求される。

ここで第三の原因について考えねばならない。一般に他の学問・技術の領域では多くの場合基礎的な理論体系とそれに裏付けられた標準的手法が確立されており、これらの中でも最も基本的な部分を学習することが専門的知識・技術の習得だけでなく、体系的思考能力を鍛え、また夫々のdisciplineの特徴を形成するために役立っていると言えよう。しかしソフトウェア技術ないし情報科学・情報工学の領域では、そのようなコアとなるべき部分はようやく確立されつつある段階にある。そのために、この分野の教育は、一步誤ればばらばらな知識の羅列、個別的な技巧の訓練に終始する危険が大きい。要するにソフトウェアのスペシャリストに固有のバックボーンは何かという問題であ

る。彼等が単能のテクニシャンとして敬遠されがちであることの一因はその discipline が明確でなかった点にあらう。このような意味からも、ソフトウェア工学ないしソフトウェア作成の方法論、あるいはさらにその基盤となる情報科学・情報工学の基礎体系が速やかに確立されることが望まれる次第である。

3) さらに具体的な教育技術の問題。

この面に関しても歴史の古い学問・技術の領域では教育法についての研究が積まれているが、良いソフトウェア教育の方法は十分確立されているとは言えない。

例えば1つのプログラミング言語の文法を正しく覚え込ませることはさほど困難ではないが、それだけで良いプログラムを書けるようになるとは限らない。プログラム教育はしばしば例えられるように作文等の教育と似た点がある。まず正しい文法と基本的な手法、つまり定石や禁則をよく知らねばならない。これがきちんと出来ていないと進歩は遅い、あるいは望みがない。一方これと並行して良い手本をみて、多くの習作を繰り返し、それを厳しく批判されることが必要である。さらに最も大事なものは、言語で表現しようとする内容を明確に認識し把握できることであらう。良いプログラムを書くための教育あるいはプロフェッショナルなプログラマを育てるための教育法についての議論はわが国でも近年盛んになり^{63), 64)}、また Kernighan & Plauser の著書の如き教科書⁶⁵⁾が訳出されたりもしているが、このような教材や教育用のツールの開発も含めて、一層の研究が望まれるところである。

SE 養成のために大学で何をすべきかが出来るのかも、研究を要する問題である。

教育技術に関連して、計算設備の問題も重要である。さいわい近年、教育用の計算設備は整備が進んでいるが、まだ十分とは言えない。また早い時期に設備が整えられた大学ではそれが既に旧式化してしまったという状況も発生している。TSS端末を含むハードウェア資源の整備は、単に最新の技術を追う意味ではなく教育の効率と質を高めるために、教育向きのソフトウェアの開発と併せて当面力を注ぐべき課題であらう。

7. おわりに

与えられた表題について、むしろ著者の属する学科の実状を詳しく述べてその中から問題点を探る方が具体的で現実性があったかもしれない。しかしそれではあまりにも偏った話になるので、一般的な展望を行っ

た。その結果、焦点が明瞭でなくなった責は負わねばならない。

なおこの解説を執筆するにあたり、多くの論文・資料・調査報告を引用させて頂いた。ここに記して謝意を表する次第である。

参 考 文 献

- 1) 教育特集, 情報処理 Vol. 12, No. 11, pp. 665~734 (1971).
- 2) Ura, S. and Takayanagi, A.: Computer Education in Japan, World Conference on Computer Education (eds.) Scheepmaker B. and Zinn K. L. IFIP. pp. II/131~137 (1970).
- 3) 「情報処理および情報産業発展のための施策に関する答申」, 産業構造審議会, 情報産業部会, 昭和44年.
- 4) 「情報処理教育に関する会談」
 - (a) 「情報処理教育振興の基本構想」, 文部省大学学術局, 昭和47年5月8日.
 - (b) 「情報処理技術者養成計画の定量的基礎」, 文部省大学学術局情報教育課, 昭和46年10月7日.
 - (c) 「情報処理専門学科のカリキュラムおよび設備について」, 文部省大学学術局技術教育課, 昭和46年10月7日.
 - (d) 「情報処理教育センター計画指針」, 文部省大学学術局技術教育課, 昭和47年5月8日.
 - (e) 「情報科学に関する大学院教育について」, 文部省大学学術局技術教育課, 昭和47年5月8日.
- 5) Moriguchi, S.: Policy and Planning of Computer Education, Computers in Education (eds.) Lecarmes O. and Lewis R., North-Holland/American Elsevier pp. 161~166 (1975).
- 6) 森口繁一: 情報処理教育雑感, 情報処理 Vol. 19, No. 11, pp. 1020~1025 (1978).
- 7) 山山正孝: 国立大学における情報関係専門学科の現状について, 情報処理 Vol. 14, No. 8, pp. 600~607 (1973).
- 8) 木村 泉: 東京工業大学理学部情報科学科における専門的情報処理教育, 情報処理 Vol. 14, No. 12, pp. 968~975 (1973).
- 9) 「試験のための大学調査」情報工学関連学科授業内容調査と情報工学(計測, 制御, 情報工学)区分専門試験の方法について, 人事院任用局試験専門官室, 昭和52年3月; 同上 資料集, 昭和52年4月.
- 10) 的場裕司, 工藤英男: 我が国の大学における教育用電子計算機の現状について, 昭和53年度情報処理学会第19回全国大会 講演論文集 pp. 685~686.
- 11) 「情報処理教育の現状(昭和46年度)に関する調査の報告」情報処理学会 教育調査研究委員会

- 昭和47年5月。
- 12) 遠山 暁: 大学における情報処理教育の現状とその検討——とくに文科系学部を中心として——, 東洋大学附属電子計算機センター情報科学論集第3号 pp. 15~38 (1974).
 - 13) 中京地区大学・工専オンライン・ネットワークによる広域情報処理教育実施に関する調査・研究, 名古屋工業大学情報処理教育センター, 昭和53年3月。
 - 14) 森口繁一, 鈴木 功: 東京大学教育用電子計算機センター, 情報処理 Vol. 14, No. 8, pp. 577~585 (1973).
 - 15) 教育用計算機センター報告 No. 11, 東京大学教育用計算機センター (1978年4月)。
 - 16) 慶応義塾大学情報科学研究年報 (昭和51年度), 昭和52年9月 pp. 38~40, 及び原田賢一氏私信による。
 - 17) 「情報処理技術者の職種等 基礎調査報告書」, (財)情報処理研修センター, 昭和49年6月。
 - 18) 西村敏男: 情報処理技術者の職種等調査報告, 情報処理 Vol. 16, No. 8, pp. 704~719(1975).
 - 19) 「企業内情報処理教育に関する実態調査報告書」, (財)日本情報処理開発協会, 昭和51年3月。
 - 20) 西村: パネル討論「大学, 高校, メーカー・ユーザの企業内の各々における情報処理教育の限界をさぐる」情報処理 Vol. 20, No. 2, pp. 145~152 (1979) はその1例。
 - 21) Curriculum Committee on Computer Science: Curriculum '68, recommendations for academic programs in computer science, Comm. ACM Vol. 11, No. 3, pp. 151~197 (1968).
 - 22) Austing, R. H., Barnes, B. H. and Engel, G.L.: A survey of the literature in computer science education since curriculum '68, Comm. ACM Vol. 20, No. 1, pp. 13~21 (1977).
 - 23) Austing, R. H. et al.: Curriculum recommendations for the undergraduate program in computer science, a working report of the ACM committee on curriculum in computer science, SIGCSE Bulletin Vol. 9, No. 2, pp. 1~16 (1977).
 - 24) ACM Accreditation Committee: Accreditation Guidelines for Bachelor's Degree Programs in Computer Science, Comm. ACM Vol. 20, No. 11, pp. 891~892 (1977).
 - 25) A Description of the Advanced Computer Science Test 1977~79, Educational Testing Service, Princeton, New Jersey.
 - 26) Aschenhurst, R.L. (ed.): Curriculum recommendations for graduate professional programs in information systems, Comm. ACM Vol. 15, No. 5, pp. 363~398 (1972).
 - 27) Couger, J. D. (ed.): Curriculum recommendations for undergraduate programs in information systems, Comm. ACM Vol. 16, No. 12, pp. 727~749 (1973).
 - 28) Report on degrees in data processing: The Computer Journal Vol. 18, No. 4, pp. 382~398 (1975).
 - 29) COSINE Committee: Computer science in electrical engineering, IEEE Spectrum, March pp. 96~103 (1968).
 - 30) Coates, Jr. C. L. et al.: An undergraduate computer engineering option for electrical engineering, Proc. of the IEEE, Vol. 59, No. 6, pp. 854~860 (1971).
 - 31) Mulder, M. C.: Model curricula for four-year computer science and engineering program: bridging the tar pit, interim report of the IEEE Computer society model curricula subcommittee, Computer Vol. 8, No. 12, pp. 28~33 (1975).
 - 32) Rossmann, G. E. et al.: A course of study in computer hardware architecture, report of the IEEE Computer society task force on computer architecture, Computer Vol. 8, No. 12, pp. 44~63 (1975).
 - 33) Cain, J. T. (ed.): A Curriculum in Computer Science and Engineering, IEEE Computer Society Education Committee Report (Rev. 1), IEEE Computer Society, November (1976).
 - 34) "Proceedings of the Workshop on the New Computer Science and Engineering Curricula", IEEE pp. 149 (June 1977).
 - 35) Mulder, M. C.: Computer Science and Engineering Education; Introduction and Overview, Computer Vol. 10, No. 12, pp. 70~71 (1977).
 - 36) Mulder, M. C.: A Recommended Curriculum in Computer Science and Engineering, Computer Vol. 10, No. 12, pp. 72~75 (1977).
 - 37) Fletcher, W.: The Digital Logic Subject Area, Computer Vol. 10, No. 12, pp. 76~90 (1977).
 - 38) Garcia, O.: Computer Organization and Architecture and the Laboratory Sequence, Computer Vol. 10, No. 12, pp. 91~96 (1977).
 - 39) Rine, D., Pessel, D. and Ghosh, S.: The Software Engineering Subject Area, Computer, Vol. 10, No. 12, pp. 97~105 (1977).
 - 40) Barnes, B. H., Davida, G. I., Demillo, R. A., Landweber L. and Stone H.: Theory in the computer Science and Engineering Curriculum; Why, What, When, and Where, Computer Vol. 10, No. 12, pp. 106~108 (1977).
 - 41) Cain, J. T.: The Computer Science and Engineering Core Curriculum, Computer Vol. 10, No. 12, pp. 109~113 (1977).
 - 42) Sloan, M. E.: Evaluation of the Model Curricula

- ulum in Computer Science and Engineering Computer Vol. 10, No. 12, pp. 114~120 (1977).
- 43) Engel, G. L.: A Comparison of the ACM/C³S and the IEEE/CSE Model Curriculum Subcommittee Recommendations, Computer Vol. 10, No. 12, pp. 121~123 (1977).
- 44) Austing, R. H. and Engel, G. L.: A Computer Science Course Program for Small Colleges, Comm. ACM Vol. 16, No. 3, pp. 139~147 (1973).
- 45) Austing, R. H. and Engel, G. L.: Curriculum recommendations for freshmen and sophomore level computer science courses, ACM C³S Comm., Rep., Virginia Inst. Marine Science, Gloucester Pt., Va. (July 1974).
- 46) LaFrance, J. and Roth, R. W.: Computer science for liberal arts colleges. A report of a workshop held at Wheaton College. SIGCSE Bulletin (ACM) Vol. 5, No. 1, pp. 70~76 (1973).
- 47) Lopez, A. A. Raymond, R. and Tardiff, R.: A Survey of Computer Science Offerings In Small Liberal Arts Colleges, Comm. ACM Vol. 20, No. 12, pp. 902~906 (1977).
- 48) Scheepmaker, B. and Zinn, K. L. (eds.): World Conference on Computer Education 1970, IFIP (1970).
- 49) Lecarme, O. and Lewis, R. (eds.): Computer in Education, Proceedings of the IFIP 2nd World Conference, North-Holland/American Elsevier (1975).
- 50) 森口繁一: アメリカ大学における計算機教育, 情報科学講座 A 1-2「情報科学の動向 I」, 共立出版. pp. 69~96 (1968).
- 51) 田中幸吉: アメリカにおける情報科学・情報工学教育の動向, 講座「情報社会科学」第一巻「情報科学の基礎 II 情報科学の展開」学研, pp. 13~70 (1972).
- 52) 「アメリカにおける情報科学, 情報処理教育の実状」, 文部省大学学術局技術教育課, 昭和 46 年.
- 53) 篠崎敬, 浦昭二, 高橋澄夫「IFIP コンピュータ教育世界会議および欧州におけるコンピュータ教育状況調査報告書」(財)日本情報処理開発センター.
- 54) 「ヨーロッパにおける情報処理教育等の実態調査報告書」(財)情報処理研修センター, 昭和 50 年 3 月.
- 55) 「アメリカにおける情報処理教育の実態調査報告書」(財)情報処理研修センター, 昭和 51 年 3 月.
- 56) 「ヨーロッパにおける情報処理教育等の実態調査報告書」(財)日本情報処理開発協会 情報処理研修センター, 昭和 52 年 3 月.
- 57) 上林弥彦: イリノイ大学の計算機学科について, 情報処理 Vol. 14, No. 10, pp. 802~806(1973).
- 58) 浦昭二: カーネギー・メロン大学での計算機に関する教育, 情報処理 Vol. 15, No. 3, pp. 205~211 (1974).
- 59) 「世界の計算機学科めぐり」bit
 (a) 米沢明憲: MTT bit Vol. 8, No. 1, pp. 21~29 (1976).
 (b) 大岩元: ケンブリッジ大学 bit Vol. 8, No. 2, pp. 103~110 (1976).
 (c) 藤林信也: カーネギー・メロン大学 bit Vol. 8, No. 3, pp. 199~205 (1976).
 (d) 羽中田賢治: シュトゥットガルト大学 bit Vol. 8, No. 4, pp. 301~305 (1976).
 (e) 鈴木則寿: スタンフォード大学 bit Vol. 8, No. 5, pp. 399~402 (1976).
 (f) 亀田壽夫: トロント大学 bit Vol. 8, No. 6, pp. 487~493 (1976).
 (g) 室賀三郎: イリノイ大学 bit Vol. 8, No. 7, pp. 571~577 (1976).
 (h) 安村通晃: UCLA bit Vol. 8, No. 9, pp. 869~873 (1976).
 (i) 佐藤泰夫: ETH bit Vol. 8, No. 10, pp. 947~949 (1976).
 (j) 土居範久: ウォータール大学 bit Vol. 8, No. 12, pp. 1213~1218 (1976).
- 60) Sloan, M.E.: Survey of Electrical Engineering and Computer Science Departments in the U. S., Computer Vol. 8, No. 12, pp. 35~42 (1975).
- 61) 「海外の情報処理技術者認定制度に関する実態調査報告書」(財)日本情報処理開発協会 情報処理研修センター, 昭和 52 年 3 月.
- 62) Cleveland State University Bulletin, Course Description Issue, (June 1977).
- 63) 木村 泉: プログラミング教育用の現実的例題について, 第 18 回プログラミングシンポジウム報告集 pp. 161~168 (1977 年 1 月).
- 64) 職業的プログラムの育成シンポジウム報告集, 情報処理学会プログラミングシンポジウム委員会, 1976 年 7 月.
- 65) Kernighan, B. W. and Plauger, P.J.: The Elements of Programming Style (McGraw-Hill, New York, 1974); 木村泉訳: プログラム書法 (共立出版, 1976).

(昭和 53 年 12 月 3 日受付)