教育におけるコンピュータ利用

正 員 清 水 康 敬 (東京工業大学教育工学開発センター)

解説

1. はじめに

近年情報関連技術の進歩は著しく、コンピュータがあらゆる分野に導入されている。しかも、今後ますます利用されると予測されている。教育分野においても、コンピュータが数多くいろいろな形で導入されている。これを大きく分類すると次のようになると考えられる。

(1) コンピュータに関する教育 コンピュータのハードウェアや動作原理、あるいはソフトウェアを教える際にコンピュータを用いる形態で、いわゆる情報処理教育も含まれる。また、ワープロ、表計算など各種の市販ソフトの使用法を学ぶ場合もこの分類に入る。

(2) コンピュータを利用した教科内容の学習 学習者がコンピュータを利用して学習する形態で、個別学習システムとしては、CAI (Computer Assisted Instruction) が代表的である。この CAI では、学習内容がコンピュータの中にあり、学習者はコンピュータと対話しながら学習を進めるもので、最近特に利用が進んでいる。

(3) コンピュータを用いた効果的な指導 教師がコンピュータを利用して、例えばシミュレーション結果を学生に提示しながら講義する形態や、学生の成績を評価し、適切な指導をするための形態である CMI (Computer Managed Instruction) が含まれる。

(4) コンピュータによる思考の構築 コンピュータは自己の思考を構築する際にも有効となる。そこで、例えばデータベースから関連した知識を検索したり、実験データをコンピュータで整理分析しながらまとめていく手法などを教育する際にコンピュータを用いる。

このように、コンピュータを教育に利用するには各種の利用目的があるが、教育の分野でコンピュータを

表 1 コンピュータを利用した教育の用語例
(B, C の欄から任意に 1 語選択)

A	B	C
Computer	Assisted Aided Managed Based Enhanced Mediated Interactive	Instruction Learning Education Training Teaching Development Study

用いる形態を表す言葉として、先述した CAI, CMI のほか、表 1 に示す多くの組合せて用いられている。この中で、例えば CBT (Computer Based Training) はアメリカの企業内教育において用いられている。また、コンピュータはこれからの社会では必要不可欠であることから、コンピュータ・リテラシーという言葉も生まれている。これは、読み書き能力 (リテラシー) と同様に、コンピュータによる「情報活用能力」が、これからの社会生活における基本的能力となると考えられているためである。

ここでは、コンピュータの教育利用について大きく二つに分けて解説する。まず、学校教育における教育利用について述べ、続いて企業内教育におけるコンピュータ利用に関して、CAI を有効に利用している例と、日本の企業における CAI の利用と効果に関する最近の調査結果を紹介する。

2. 学校教育におけるコンピュータ利用

コンピュータが教育にも役立つという認識が進むにつれ、学校教育におけるコンピュータの導入が急速に進んでいる。

例えば、表 2 は 1983 年から 1989 年までの小・中学校、高等学校ならびに特殊教育諸学校におけるパソコンなどコンピュータの導入率を示したものである。また、設置している学校の平均台数は、小学校 3.0 台、中学校 4.3 台、高校 25.5 台、特殊教育諸学校 3.8 台である。この表 2 からわかるように、年々導入率が増

Use of Computer for Education. By Yasutaka Shimizu, Member
(Tokyo Institute of Technology).

キーワード: CIA, 教育用コンピュータ, 情報活用能力, 教育効果

表 2 学校教育におけるコンピュータ導入率

(文部省)

年	小学校	中学校	高等学校	特殊教育
1983年5月	0.6 %	3.1	56.4	—
1984年	調査結果なし			
1985年10月	2.0 %	12.8	81.1	21.1
1987年5月	6.5 %	22.8	86.3	40.3
1988年3月	13.5 %	35.5	93.7	49.9
1989年3月	21.0 %	44.8	96.3	62.9

加している。これは、文部省がコンピュータの導入を推進しており、1985年から5か年計画で総額123億円を補助したことが大きい。しかし、まだまだハードウェアの数は不足している。そこで平成2年度の文部省予算によれば、平成6年度までの5か年で、すべての公立の小学校、中学校、普通科高等学校および特殊教育諸学校に教育用パソコンを整備する計画である。その一環として、平成2年度には「教育用コンピュータ整備費」に対する補助として50億円計上している。これは、平成元年度の34億円に比べて16億円増加しており、補助率が1/3ということを考えると、150億円相当の教育用コンピュータが学校に導入されることになる。

また、教育における情報化対応を図るために、新しい学習指導要領では、中学校の技術・家庭科の「情報基礎」と、高等学校の家庭科の「生活技術」、「生活一般」、「家庭情報処理」、「数学A」、「数学B」、「数学C」において、コンピュータなどについての教育が大きく入っている。例えば、中学校の技術・家庭科の「情報基礎」の学習目標は、「コンピュータの操作などを通して、その役割と機能について理解させ、情報を適切に活用する能力を養う」となっている。また高等学校職業科では、当然のことながらコンピュータ関連の内容が多くなっている。これらのことから考えると、今後ますます教育におけるコンピュータが重要となってくると思われる。

次に、CAIの効果に関する調査によれば、表3に示すようにかなり高い比率で効果的であると評価されている。「非常に効果的である」と「効果的である」を合計すると、小学校65.0%、中学校67.2%、高等学校71.6%と高年令になるほど有効となっている。これは、CAIでは学習者の学習ペースに合わせて、必要な知識を習得できる特徴があるためと思われる。しかし、これらの評価は、用いるソフトウェアに大きく依存するので、良質のソフトウェアの開発が最も重要である。

表 3 CAIの効果に関する調査結果

(単位: %)

	小学校 (268)	中学校 (262)	高等学校 (346)	合計 (876)
非常に効果的である	10.1	8.8	22.5	14.6
効果的である	54.9	58.4	49.1	53.7
どちらとも言えない	16.4	14.1	13.9	14.7
それほど効果的でない	3.4	1.5	1.2	1.9
全く効果的でない	1.9	0.4	0.6	0.9
無回答	13.4	16.8	12.7	14.2

ここで、市販CAIコースウェアを科目別に分類した結果⁽¹⁾によれば、合計446のうち情報処理教育用が最も多く132本、続いて外国語78本、算数・数学76本などとなっている。また、各学校段階で使用できるCAIコースウェアの本数でみると、幼稚園17本、小学校83本、中学校103本、高等学校84本となっている。これらは、CAIコースウェア446本に関するものであるが、これとは別にCMI (Computer Managed Instruction) などの教育関連ソフトが216本ある。これらは主に、ワープロ、表計算、グラフ作成、データベース・図書館情報管理、グラフィック教材作成・オーサリング、成績処理、生徒指導・指導計画、体育測定・保健管理などである。

以上のように、学校教育におけるCAIの現状について述べたが、学校教育におけるコンピュータ利用は、CAIだけでなく、最近ではまえがきで述べた教師が効果的な指導に利用する形態や、自己の思考を確立する際の補助手段としてコンピュータを利用する形態に、その重要性が高くなってきている。

3. 企業内教育におけるコンピュータ利用の現状

コンピュータの教育利用は幅広い分野で使用されるが、最近、企業内教育におけるCAIが急速に利用されつつある。これは企業内教育では、その教育目標が学校教育より明確であり、しかも企業人のほうが一般的に学習意欲が高いため、CAIが効果的に利用される可能性があるためである。そのため、企業内教育における利用と効果の現状を知るとは興味深い。

そこで、最近(社)日本能率協会のCAI開発委員会(委員長:筆者)が実施した調査結果を紹介する。この調査は、CAIが企業の中でどれだけ理解され、企業人教育の中でどの程度使われているかを把握するために1989年4月に実施され、最近結果がまとめられたものである⁽²⁾。また、今回の調査は前回と同様に、上場・非上場企業の人事・教育部門の担当責任者の中

図 1 CAI の認知、関心レベル

図 2 企業内教育へのCAI導入に関する考え

心に、4,423 人に調査書を郵送し、530 人から回答を得た（回収率 12.0 %）結果をまとめたものである。この調査と全く同じ項目で、1986 年 11 月にも調査を実施しているので、それと比較して最近の現状を述べることにする。

まず CAI に対する認知、関心レベルは、図 1 に示すように 3 年前より高まり、10 人に 8 人は「言葉を聞いた」ことがあり、「知っている」人の割合が大きく増え、65 % の人が知っている。また「勉強したことがある」、「他人に説明できる」という、かなり詳しい人の割合が 3 年前の 2 倍となって 40 % 近くになっている。従って、CAI は企業内教育担当者の中でも

ポピュラーになってきていると言える。

次に、企業内教育に CAI を導入することに関する考え方も、図 2 に示すように抵抗感が薄らぎ、CAI を知っている人の中では 60 % 以上が導入に肯定的であり、否定的な人は 7 % に過ぎない。これは CAI によれば、理解度や個人の学習ペースに応じた教育が可能であることなどの理由によるものが多い。

企業における CAI 導入に関する調査結果を過去のデータと比較すると図 3 のようになる。この図からわかるように、1985 年の段階では 80 % 以上の企業が CAI の導入に否定的であったが、1986 年には導入についてはわからないという考えに変わっており、今回の

図 3 CAI 導入の調査結果の比較

図 4 CAI 導入のきっかけ

教育目標 教育種別		知識習得 基礎知識 技術知識 など	技術習得 プログラム 技術 英会話等を含む	技能習得 体で覚える こと	態度変容 モラルアップ 会社への忠誠 心の向上など	対人関係 能力向上 顧客への対応 の仕方など	問題解決 能力向上 意志決定力 決断方法 など
階層別教育	a. 新入社員教育	75.7 48.7	54.1 31.1	23.7 11.8	21.1 6.7	24.0 3.4	18.9 4.2
	b. 中堅社員教育	52.9 42.9	56.4 28.6	19.4 8.4	16.2 0.8	20.2 0.8	32.7 4.2
	c. 管理者・ 監督者教育	31.2 10.9	24.0 5.9	4.6 5.9	9.5 0.8	13.6 0.8	47.1 3.4
	d. 経営幹部教育	17.9 2.5	12.7 0	2.6 1.7	3.8 0.8	6.4 0	31.5 0.8
職能別教育	e. 営業担当者教育	42.8 13.5	24.0 5.9	7.5 2.5	9.3 1.7	30.0 1.7	18.2 10.8
	f. 技能者教育	59.5 52.1	55.5 34.5	35.3 21.9	8.1 2.5	5.2 0	17.6 5.9
	g. 技術者・ 研究者教育	48.3 26.9	49.1 20.2	11.6 4.2	5.2 0	5.2 0	18.5 2.5
	h. 人事・経理等 事務部門担当 者教育	39.3 4.2	24.0 3.4	6.1 3.4	7.5 0	10.1 0	20.5 0.8
i. 職種転換教育		46.0 11.8	36.7 6.7	14.7 2.5	4.9 0.8	6.6 0	8.7 0.8
j. 退職準備教育		23.4 0	15.0 0	7.5 0	3.4 0	4.3 0	5.5 0.8

総数
346
現在使われているコースウェア
119

図 5 CAIで教育している分野とCAIが有効と考えられる分野

調査によれば22.5%の企業が既に導入済みとなっている。これを1986年の6%に比べると、急速にCAIの導入が進んでいることがわかる。また、導入を検討中の企業が25.2%あり、導入中の企業と合計すると2社に1社の割合で企業内教育へCIAの導入を進めているのが現状である。

既に導入済みの企業に導入のきっかけを尋ねた結果を示したのが図4である。同図からわかるように「CAIの可能性が大きいと考えられたから」が62%と最も多く、この割合は3年前と変わらない。これに対し、「熱心な担当者がいたから」、「トップが熱心だったから」という人的な面の項目がそれぞれ51%、26%といずれも3年前に比べて増えている。これはCAIが一部の熱心さに支えられているとも考えられるが、このような担当者や経営トップの熱心さを導入のきっかけに挙げた回答数でみると、前回の5倍にもなっている。従って、それだけCAIの導入に積極的な人材が増えていることを意味している。

企業においてCAIで教育している分野は、現在の

ところ技術者の知識習得を目的としたものが最も多く52%を占めている。3年前は新入社員や中堅社員のための英会話などの技術習得目的が大きなウェイトを占めていたが、これはコースウェアを作るのが最も容易な所から始めていたと考えられる。これに対して今回の調査結果によれば、技術者や技術者向けの知識習得にウェイトが高くなり、より専門性の高い企業内で必要性の高い目的へと着実に変化を示している。

また、将来必要とされるCAIコースウェアの分野についてCAIの機能を知っている人に尋ねた結果を、現有するCAIコースウェアとの比較で表したのが図5である。同図は縦の欄に教育種別をとり、横の欄に教育目標をとっている。この図によれば、管理者・監督者や経営幹部の問題解決能力向上を目的としたCAIに対する期待が大きい。また、人事・経理など事務部門担当者の知識習得、職種転換者の知識習得教育なども期待が大きい。しかし、これらはいずれも現在のところCAIコースが少なく、今後この分野のコース開発が期待される。

以上、ここでは日本の企業内教育におけるCAIの利用の実態について説明した。この結果からわかるように、最近の情報化に伴い、CAIの導入が増えているが、これをCAI先進国のアメリカに比較すると日本はまだ割合は低い。

一方、アメリカにおける企業内教育においては、「マルチメディアCAI」と「新しいタイプのCBT (Computer Based Training)」が進んでいる。前者は、ビデオによる自然画やコンピュータグラフィックスを多く取入れたもので、ボーイング社、アメリカンエアライン社、IBM、コダック、AT & Tなどの例がある。また後者は、IBM InfoWindowやWICAT、CDCなどのシステムによる高いレベルのCBTなどである。また、モトローラでは工場の生産ラインのエキスパート形シミュレータを教育に利用しているが、コンピュータによる教育支援システムの新しい形態として注目される。また、ビジネスシミュレーションによって、戦略的思考のできる管理者の育成を行っている所も多い。

ところでアメリカにおいては、次の二つの観点からCBTの導入が力強く行われている。一つは、極端に高い教育コストを低減するためにCBTを利用するもので、航空会社における実機訓練やフライトシミュレータによる教育をCBTに置き換えるもので、もう一つはセールスマン、代理店教育、顧客へのデモンストレーションなど、販売促進に関係するCBTシステムである。従って、コスト的な観点からもCBTの効果が得られつつある。

CAIにはいろいろな学習形態があるが、技術進歩に伴い、その効果的と考えられる学習形態が教育理論上で次第に変化している。すなわち、従来のドリル形CAIに対する批判が高まり、アメリカの企業内教育ではCAIという言葉を使わない傾向にある。そしてコンピュータを中心とした教育訓練に主体を置いたCBTという語が使われている。従って、日本における広い意味のCAIの概念とは多少違ったニュアンスでCBTが使われている。これは、CAIにおける行動主義心理学が否定され、学ぶ過程を重要視した認知心理学に基づいたCAIでなければ教育効果が上がらないと考えるようになったためである。

4. CBTの効果的な利用例

CBTによって教育訓練を実施した場合、最も重要なことは学習効果とコスト効果である。そこで、ここでは効果的なCBTの利用例を二つ説明する。

Massachusetts Mutual Life Insurance Company

表 4 代理店の業績変化

	将 来	CBT	増 加	増加率(%)
週間ダイヤル数	53.12	61.40	8.28	15.6
面 会 予 約 数	8.68	10.76	2.08	24.0
面 会 数	4.56	6.52	1.96	43.0
予約数/ダイヤル数	0.137	0.146	0.009	6.6
面 会 数 / 予 約 数	0.383	0.516	0.133	34.7

16代理店からの62回答の平均

では、保険外交員用のCBTプログラムを有しており、106のうち104の代理店や20の地域事務所などで、170セットを使用している。システムは本社所有で代理店は\$450/月支払うが、従来のように指導員をおく場合の給与よりはるかに安い。システム構成は、IBM-PC (InfoWindow)、SONY LDP-2000 ビデオディスク、Panasonic 6200 VTR、CCD 小形ビデオカメラが1セット(\$15,000)である。学習用のビデオディスクは4枚(平均学習時間8時間)あり、保険外交員はCBTのプログラムに従って生命保険勧誘のスキルとノウハウを学習する。そして学習成果を試すプログラムがあり、CBT側がお客となり、ビデオディスクからの映像によって学習者に質問などが出される。これに対して学習者がモニタのお客に向かって説明すると、その様子が自動的に小形カメラによってVTRに録画される。学習者は(あるいは指導員が)、それを再生しながらチェック項目によって採点し、その結果に不満な場合には繰返して行うことも可能で、満足した場合にはVTRに記録される。

このCBTプログラムを用いた代理店の業績は、表4に示すように、お客からの週間電話数が16%増加し、面会予約数は24%、実際の面会数は43%も増加した。またOmahaの代理店では、新外交員に対する教育期間が30%減少(5.5週から3.5週に)した。Buffaloでは、週に8~10時間の管理時間が減少したと報告している。新しい外交員が得る1年目手数料も平均15%多くなり、その結果、1986年に比べて1987年は外交員数が13%増えた。システム導入前の1984年と比較すると、導入後1年後に外交員数は26%、2年後には50%増加している。この外交員が増加した理由の一部には、このCBTシステムによる教育効果により外交員の収入が増えたためと考えられている。

CBTの効果的な利用法のもう一つの事例研究を紹介する。これはヒューストンにあるコカコーラ・フーズ社における無菌容器包装充てんオペレータ用のCBT評価結果である。ソフトウェアはニュージャージーのパーソナル・マネジメント・システム社が開発した学習

時間が7時間のものである。このコースウェアを評価するために4工場が選ばれ、うち3工場でCTBプログラムを使用し、他の1工場では比較のためにCTBを使わない従来の訓練法によった。実験時間は5か月間で、その間の訓練による評価は、CTBによる訓練のほうが平均で1.3%高かった。CTBによる工場におけるその月の無菌オペレータが多く転職したために、この2か月の評価が高くないと考えると、CTBの効果は2.2%と評価されている。この結果、CTBを導入することによって生産コストが節減できることがわかった。すなわちCTBを導入した場合、初年度の設備投資とソフトウェア開発に費用(約7万ドル)がかかるが、導入後は年間1万ドルで済むため、CTBの効果を1.3%としても5年間に合計53万ドルの節約になると評価し、そしてもしCTBの効果が2.5%と設定すると113万ドルになると予想されている。従って、この結果はCTBの効果的な利用の一つと考えられる。

5. 終りに

以上、ここでは教育におけるコンピュータ利用について述べたが、これらの内容は海外で筆者が企業訪問した際に得た情報を多く含んでいる。まえがきにも述べたように、これからの高度情報社会ではコンピュータを扱い、それを有効に利用できることが必要不可欠な基本的能力として位置付けられようとしている。従

って、コンピュータに関する教育、コンピュータを教育利用する技術などが、電気通信技術との融合との関連を含めて極めて重要となっている。これは日本だけでなく、ユネスコをはじめ各国で真剣に検討されており、世界的に共通な考え方となっている。そのため、各方面でこの分野に関する研究が進められているのが現状である。今後ますますこの分野の研究・開発・応用が進展することを期待する。

(平成2年2月16日受付)

文 献

- (1) 「市販教育用ソフトウェア調査」, (財)コンピュータ教育開発センター (平元-3)
- (2) 「企業内教育訓練におけるCAIの現状と将来調査報告書」, (社)日本能率協会 (平元-11)

清水 康 敬 (正員)

昭和15年生。41年東京工業大学大学院修士課程修了。(株)第二精工舎〔現セイコー電子工業(株)〕勤務、東京工業大学助手、助教授を経て現在教育学工学開発センター教授。マイクロ波伝搬、電波吸収体、弾性表面波デバイス、教育学に関する研究に従事。工学博士。