

コンピュータを利用した教育システムの研究

新枝 勝・小西 忠男・和上 順子

Study of Education System to Make Better Use of Computer

Masaru ATARASHI, Tadao KONISHI and Junko WAGAMI

はじめに

社会全体でのマルチメディア化の進展とそれに伴う教育環境の変化には目覚ましいものがある。中でもここ1、2年のコンピュータにおけるハードウェアの発展は専門家でも戸惑うほどの内容であった。しかし、教育の現場ではこのような最近の環境の変化に対応できていないのが現状である。これまで教育工学の分野では、教育効果を高める目的で、コンピュータを利用した教授—学習システムの最適化が考えられ、CMI や CAI の分野での研究が進められてきた。しかし、教育の現場に十分に浸透しているとは言えない。その原因には、さまざまな問題が考えられるが、中でも、コンピュータ導入に伴う経済的な事情とソフトウェアの開発の遅れが大きな問題となっている。前者の経済的な問題についてはコストの低下等により解決が図られていくだろう。しかし、後者のソフトウェアの問題については、教授—学習システムの最適化の理論に沿った実際に利用できるソフトウェアの開発ができていないということが問題であり、その開発が急務であると考えられる。

従って、本研究では、教育におけるコンピュータの最適な利用を実現するためには、どのようなソフトウェアの開発が必要であるのかを明らかにするとともに、NEC PC-9800 コンピュー

タの環境下での利用可能な教授—学習支援ソフトの作成を試みた。

1. 教育におけるコンピュータ利用の分野

まず、教育にコンピュータを利用する分野としては、大別すると、教育経営の分野と教授—学習の分野があるように思われる。教育経営の分野は、成績処理や個人データの管理など、いわゆる CMI (=Computer Managed Instruction) としてコンピュータの利用が考えられている。そして、教授—学習の分野は、CAI (=Computer Assisted Instruction) または CAL (=Computer Assisted Learning) と呼ばれ、コンピュータを利用して学習者に教育内容を説明したり、演習問題を与えたりすることが考えられている。これらの中で、教育経営の分野においては、すでに多くの成果が上がっている。それに対して、現場の教師が期待する教授—学習の分野における成果は少ないといえる。

図1-1の井上による「学校事務管理システムの分類」をみると、教育でコンピュータを利用する分野全体から言えば、教授—学習分野である、いわゆる CAI の分野の役割は非常に小さなものであったことがわかる。

しかし、そういう状況の中で、文部省は、教室にコンピュータを導入し、コンピュータを利用した教育を教授—学習過程の中で押し進めよ

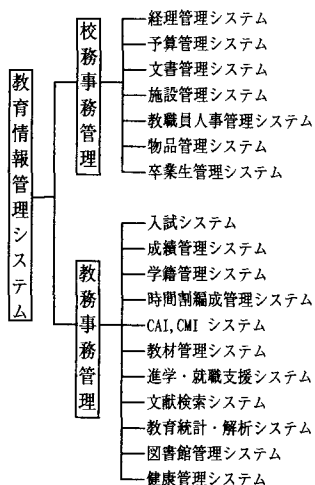


図1-1 「学校事務管理システムの分類」(井上、1990)

うとした。従って、その結果は、教授—学習過程でコンピュータを利用するという方向ではなく、コンピュータ操作の教育にならざるをえなかった。当然のことながら、CAI は、教授—学習過程にコンピュータを利用していこうという文部省の当初の意図と学校での実際の教育場面で実施されていることに矛盾が生じる結果となった。

なぜ、このような状況になってしまったのか。CAI を推進するためには、少なくとも次のような条件が必要だと考えられる。

- 1) コンピュータについての十分な知識がなくても教師と学習者がコンピュータを操作できること
- 2) 教師自身が工夫した教材をコンピュータで取り扱えること
- 3) 個別学習と一斉学習が共存できること
- 4) 学習の結果が効果的かつ効率的にフィードバックされること

これらの条件を満足させるものが、教授—学習過程におけるオーサリングシステムである。オーサリングシステム (= authoring system、教材作成支援システム) とは、「現場の教師が

コンピュータやプログラミング言語を知らなくても、自分の児童・生徒を教えるために役立つ CAI 教材を作成するのを援助するためのシステム¹⁾である。ここ1、2年のハードウェアおよびソフトウェアの発展は、オーサリングツールの開発によってよりよい環境を与えてくれる結果となった。つまり、教育でより利用しやすく、効果的な環境が整ってきたということである。

2. 教育にコンピュータを利用してきた歴史と現状

〈利用形態の動向〉

ところで、教育でのコンピュータの利用は、1926年のプレッシー (オハイオ州立大学) によるテストマシン、スキナーのプログラム学習によるティーチングマシーンに始まるが、その後、さまざまな教育へのコンピュータの利用が考えられてきた。ごく最近では、図2-1に示すように、一部の開発者による押し付けの教材ソフトを利用した教育とコンピュータ操作の教育に利用が分かれてきたように思われる。一部の開発者による押し付けの教材ソフトでは、教師と技術者との一体化ができておらず、教師の意思が反映しにくいという点から、現場の教師

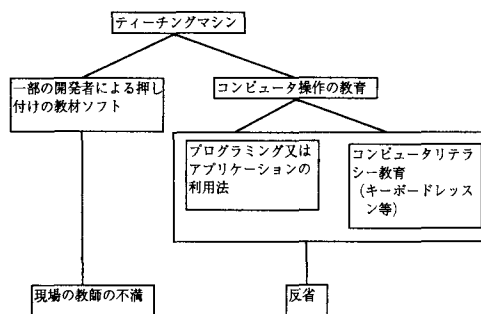


図2-1 「教育にコンピュータを利用してきた流れ」

からの不満の声が聞かれるようになった。また、コンピュータ操作の教育では、プログラミングやアプリケーションの利用法、コンピュータリテラシー教育というものが混在している状態で、見直しが必要となっている。

〈教育へのコンピュータの導入〉

1950年には、コンピュータによって教育や学習が支援できるのではないかという着想がアメリカの国防省でもたれた。

我が国では、1984年の OECD 教育研究改革センターの「先進24か国の情報教育に関する報告」を受け、臨時教育審議会等で教育の情報化に対応するための次のような5つの施策が実施されてきている。

- 1) 教育内容の改善
- 2) コンピュータ等の整備

- ・ 昭和60年度から小学校、中学校、高等学校および特殊教育諸学校へのコンピュータ等の導入について、国庫補助が開始

- ・ 平成2年度から全国の公立の小学校、中学校、高等学校（普通科）及び特殊教育諸学校（高等学校（普通科）は平成3年度までで終了）に教育用コンピュータを整備するための国庫補

助・平成6年度から新しい整備基準に基づき6年間で全国に約46万台の整備を予定

- 3) 教育用ソフトウェアの整備
- 4) 教員研修の充実
- 5) コンピュータの利用に関する実践研究委託

その結果、1984年以降、学校におけるコンピュータの設置率が急増した。しかし、コンピュータの発展事情の影響もあるが、教育現場に浸透していないのが現状である。

〈現状〉

まず、ここで学校現場でのコンピュータの普及率等の現状をみていく。

図2-2の「公立学校におけるコンピュータの設置率の推移」は、コンピュータを設置する学校の割合の推移である。年々、コンピュータを設置する学校は増加し、中学校、高等学校、特殊教育諸学校においては、ほぼ全校にコンピュータが設置されている。また、小学校においても、半数以上の学校にコンピュータが設置されていることがわかる。

では、このように導入されたコンピュータは、学校のどこに設置されているのだろうか。

図2-3の「コンピュータの設置場所別学校数の割合」をみると、職員室への設置が多く、

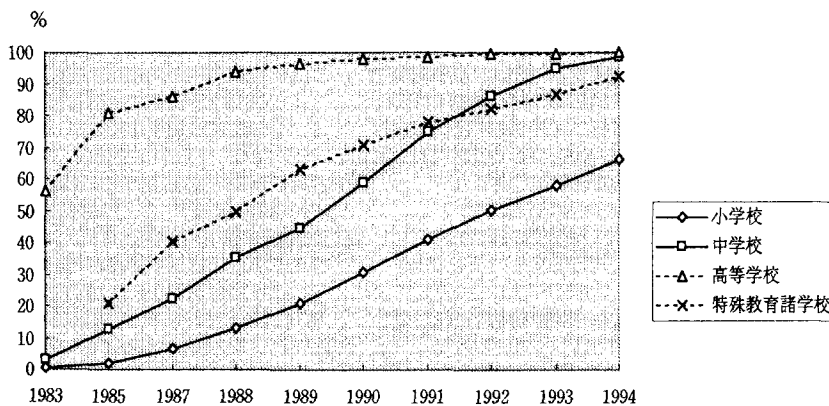


図2-2 「公立学校におけるコンピュータの設置率の推移」 (文部省、1994)

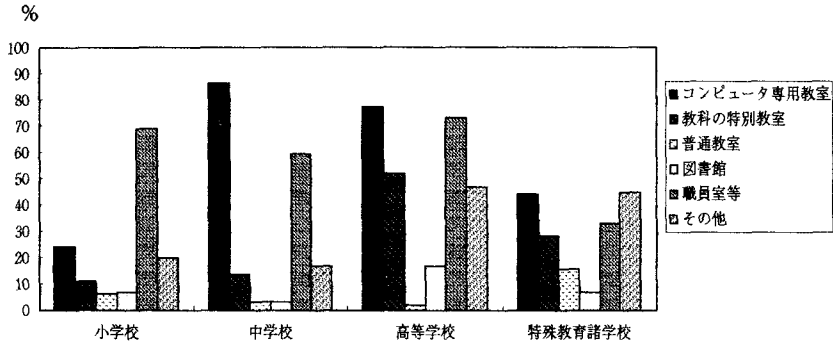


図 2-3 「コンピュータの設置場所別学校数の割合」 (文部省、1994)

児童・生徒が利用できるコンピュータ専用教室または普通教室への設置は、中学校、高等学校では半数以上の設置、小学校では半数以下の設置である。また、導入された機種は、1989年の教育現場では、NEC PC-9800 コンピュータが半数を占めていた。現在は、図 2-4 の「日本パソコン市場ベンダ別マーケットシェア」からもわかるように、アップルのマッキントッシュコンピュータのシェアが伸びてきているが、やはり我が国のパソコン市場の半数は、NEC が占めている。そして、図 2-5 の「コンピュータの機種別設置台数構成比」をみると、8ビットパソコン、16ビットパソコンがあわせて半数もある。現在の主流は、32ビットパソコンで性能、処理速度ともに8ビットパソコン、16ビットパソコンよりはるかに優れている。これら8

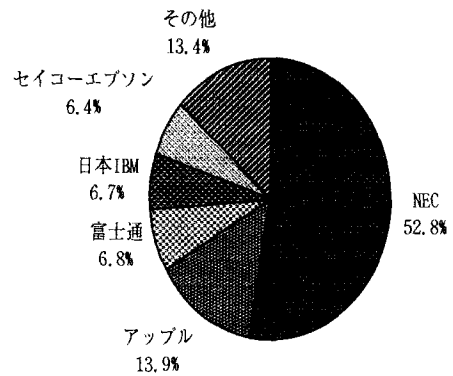


図 2-4 「日本パソコン市場ベンダ別マーケットシェア」 (日本データクエスト、1994)

ビットパソコン、16ビットパソコンは2年以上前のコンピュータでその頃主流だった NEC PC-9800 シリーズが大多数と考えられる。教育は、膨大な情報を扱うので、16ビットパソコンでは利用に制限がでてくる。しかも、今までの

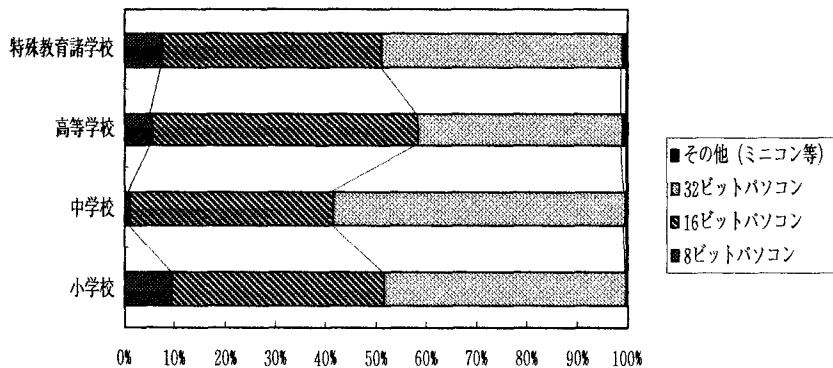


図 2-5 「コンピュータの機種別設置台数構成比」 (文部省、1994)

コンピュータ利用は、ディスクオペレーティングシステム（MS-DOS など）での利用が主流であったため、教育での利用もディスクオペレーティングシステムでの利用が考えられてきた。その環境の中では、利用は経営面に偏っている。CAI での利用は、扱えるデータの量が少ないので断片的な利用になり、教師が自分の授業で利用することのできる環境ではなかった。また、授業で利用するためにコンピュータを購入する場合は、少なくとも20台以上の単位で購入しなければならず、多くの費用がかかるため慎重にならざるをえない。また、購入方法としては、買い取りとレンタル・リースとがあり、図2-6の「コンピュータの購入方法別設置台数構成比」をみると、買い取りが76%もあることがわかる。これは、購入後コンピュータ環境が大きく変化したとしても、すぐに買い換えることが難しい状況にあるといえる。

従って、多くの学校がこの1、2年の変化にすぐに対応できなかったのは当然のことである。しかし、今後は新しいコンピュータの導入が進むことは間違いない。

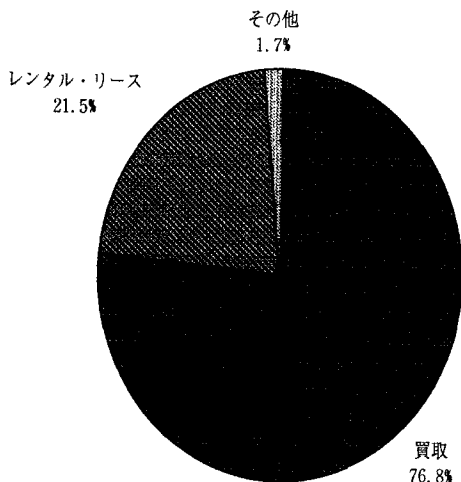


図2-6 「コンピュータの購入方法別設置台数構成比」(文部省、1994)

3. 教育にコンピュータを利用する必要があるのか

それでは、教育、教授—学習過程にコンピュータを利用する必要があるのだろうか。経営管理分野に比べ、教授—学習分野におけるコンピュータの利用が遅れた原因として、コンピュータ環境が教育に十分利用できるだけの環境ではなかったこと、教授—学習という分野は、人との関わりを最も重視する分野であるので導入への懸念があったということがあげられる。しかし、現在、コンピュータ環境は、教授—学習分野へ十分利用できる環境になってきており、前者の原因については、すでに解決されたように思える。後者の原因、すなわち、教授—学習過程にコンピュータを利用することへの懸念については、これまでの教授—学習過程の研究を総括し、その中でコンピュータ導入の意味を考え直してみる必要があるだろう。

教授—学習過程の最適化とは、「与えられた条件のもとで、長期的な視野にたつて、教育効果を高めることを、科学的、合理的な観点から達成しようとする」⁴⁾ものである。教授—学習過程では、教師の教育観や児童観、授業の目的、教科内容・教材の性質が深く関わっている。その要素としては、目標・内容・指導計画・教材教具・教授活動・学習活動・評価などがあげられ、これらが相互に関連しあい、最適化を図る。また、その過程においては、視覚的、聴覚的な情報を効果的かつ効率的に与えることが大切である。その媒体として、掛図、黒板、OHP、ビデオなどのメディアの利用が時代の流れとともに考えられ、有効な利用がされてきている。従って、今、コンピュータが導入されることに対して、必要性をさほど感じない

人もいるかもしれないが、ビデオや OHP など
が教育メディアとして有効であることが明らか
にされたと同様に、他のメディアにはない双方
向伝達機能を持つコンピュータの有効性が明らか
にされ、現場の教育に役立つことが分かれば、
大多数の教員が当然のように利用すること
になるであろう。

坂元昂の提唱する教授—学習過程のモデル
は、教育におけるメディアの役割を図 3-1 に
示すようにわかりやすく整理している。

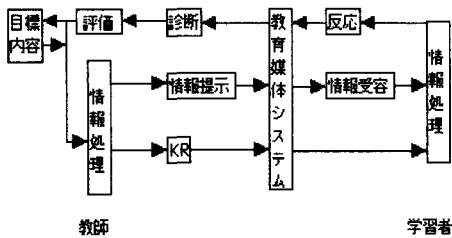


図 3-1 「教授—学習過程システムと教育媒体システム
のモデル」(坂元、1973)

このモデルに従って、教授—学習過程での一
連の流れを説明する。

教育の目標と内容に従い、教師は情報を処理
し、情報提示を教育媒体を通して行う。学習者
は情報を受容し、考えたり、思い出したりして
情報を処理する。そして、教育媒体を通して反
応を返す。教師はその反応を診断し、目標と内
容とを照合し評価する。さらに教師は、情報処
理を行い、学習者へ KR 情報を与える。KR 情
報とは、学習の結果に対する情報で、自己の学
習状態の確認、思考の促進、学習意欲の向上を
目的とする。教授—学習過程において、学習者
の発言やテスト解答などのいわば学習者の反応
に対して教師が与える情報である。それは、反
応後すぐに与えられることが効果的である。情
報提示等は教育媒体を通して、視覚的、聴覚的
に与えられる。教師は、掛図や OHP、ビデオ

といった教育媒体を教育に有効に利用してきて
いる。中でも、ここ最近では、ビデオを有効に
利用している。利用されるビデオ教材の種類と
しては、次の3つがあげられる。

- 1) テレビの番組を一時的に録画したもの
- 2) 自作ビデオ
- 3) 市販の録画教材

図 3-2 に示したように、ビデオは、情報提示
の媒体であって、学習者の反応をすぐに受け
取るものではない。また、学習結果に対する教
師からのフィードバック情報を受け取る媒体で
もない。

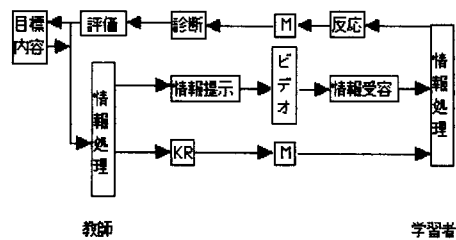


図 3-2 「教育媒体システムとしてビデオを使用した
場合」

近藤は、ニューメディアを用いた学習システ
ムのモデルを図 3-3 のように整理している。

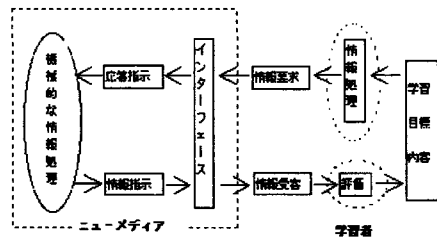


図 3-3 「ニューメディアを用いた学習システムのモ
デル」(近藤、1990)

しかし、コンピュータを含めたニューメディア
を教育媒体として考えると、図 3-4 のよう
に示すべきだろう。図 3-3 では、教育媒体が
一方向のコミュニケーション媒体として表現さ

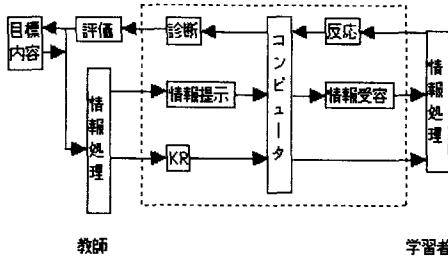


図3-4 「教育媒体システムとしてコンピュータを使用した場合」

れてしまう。コンピュータは、教師の意志を学習者に伝達し、学習結果を正確に受け取る双方向のコミュニケーション媒体だと考えられる。従って、コンピュータは、教授—学習過程の運営をより効果的、効率的にするメディアとして利用することができると言える。

今までのことを総合すると、教授—学習過程は次の図3-5のように整理される。

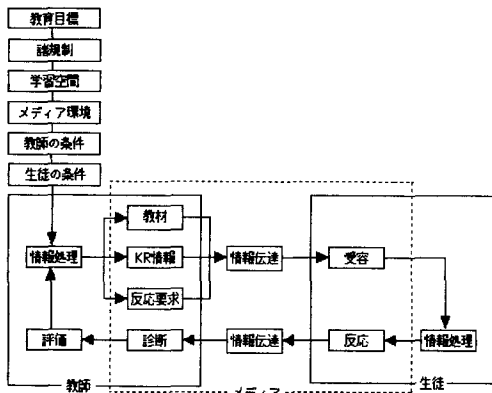


図3-5 「教授—学習過程システムとコンピュータを含む教育媒体システムモデル」

4. 教育でのコンピュータの効果的な利用

では、どうすれば教育、教授—学習過程にコンピュータが効果的に利用できるだろうか。

教育でコンピュータを使用するためには、使用するソフトウェアの作成者（技術者）と使用者（教師）とが一致していることが望ましい。しかし、コンピュータの専門家ではない多くの教師がプログラム言語を用いてプログラムを組

むことは、大変、時間がかかり、困難なことである。従って、言語を知らなくても、教師が思うように構成し、使用することのできるソフトが必要である。

現在、パソコンソフトウェアの分野別市場では、教育分野専用のソフトは低いことが図4-1からわかる。教育用ソフトとして市販されているものはあるが、次のような問題点がある。

- 1) 流れが決まっている。つまり、教師自身の意図・考えが入り込めない。
- 2) コストの問題
- 3) 著作権の問題

しかし、今後、教育分野にコンピュータ業界が進出してくることは予想される。ソフト開発およびソフト選択（購入）において重要なことは、作成者が勝手にシナリオを作り、それを編集不可能な状態にしてしまうソフトではなく、ある一定の枠組み（使用者の便宜を図るもの）は用意されるが、基本的な内容の設定は使用者にゆだねるものでなければならないということである。

現在、教授—学習過程で利用可能なソフトウェアは、表4-1のような現状である。

現在、学校現場に普及している NEC PC-9800 コンピュータでは、音声やビデオ映像というものを自由に取り扱えられないが、マッキントッシュコンピュータなどのニューメディアでは、音声やビデオ映像が自由に取り扱えるソフト環境が用意され、教授—学習過程への利用により豊かな可能性を提供している。

また、それらのテキストや絵のデータを用いて、自分でビデオやテレビのように組み立てていくオーサリングツールとして、NEC PC-9800 コンピュータでは KITED、ニューメディアでは Hyper Card や Macro Media Director (以下

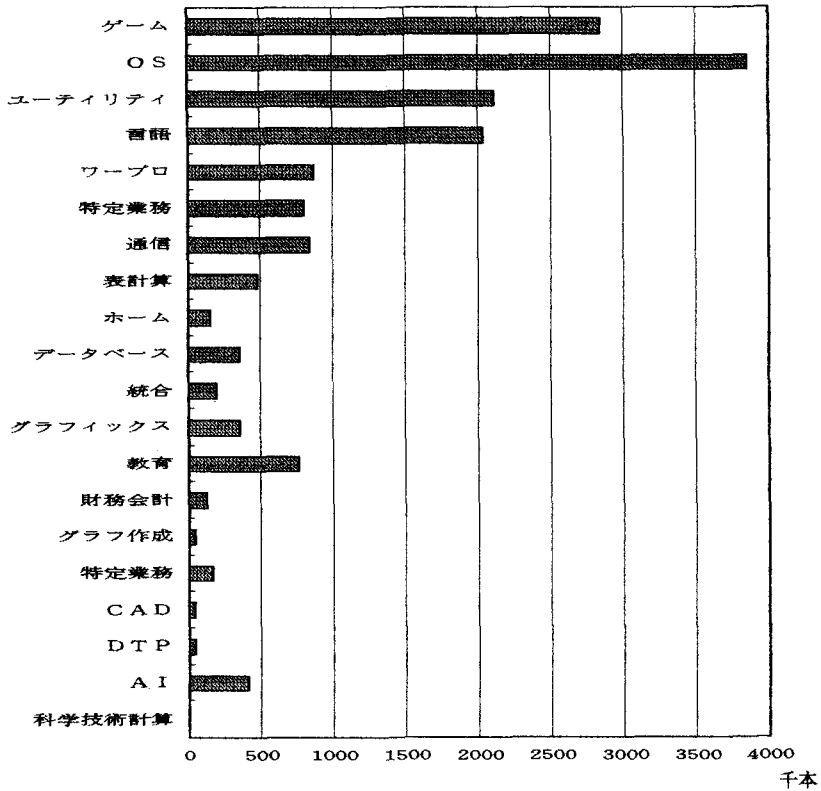


図 4-1 「パソコン用パッケージソフトの分野別国内出荷数量」 (社)日本電子工業振興協会、1993)

MMD) というソフトがある。

しかし、KITED では次のような問題点がある。

- 1) 扱えるデータのメモリに制限があること
- 2) 色が少ないこと
- 3) 操作が複雑であること

4) スピードが遅いこと

また、最も教授—学習過程で利用できる可能性をもっている MMD も次のような問題点がある。

- 1) 映像等を取り込むことはできても、決して初心者にとっては容易な操作ではない

表 4-1 「NEC PC-9800 シリーズとニューメディアのソフト環境の比較」

ソフトの分類	NEC 9800シリーズ	ニューメディア
グラフィック	総合おきかきソフト、花子アシストアート 他	Super Paint、キッドピクス 他
テキスト	一太郎、アシストレター 他	Word Perfect、EG Word 他
ミュージック	音楽ソフト、みゅーじろう 他	Sound Edit Pro 他
音声		Sound Edit Pro 他
ビデオ映像		QT-JOY、Fusion Recorder プリメイラ 他
オーサリングツール	KITED	Hyper Card、MMD

こと

- 2) MMD 自体の操作も複雑であること
- 3) 多少のプログラムが必要であること
- 4) コストが高いこと
- 5) 教授—学習用ではないこと

このような現状を考えると、専門家ではない教師が容易に効果的に利用するための教授—学習の理論に沿ったオーサリングツールの開発が、今、求められていると言える。

5. オーサリングツールの開発

教師は、授業をする際、目標を達成するために、いろいろな要因（学習時間や学習環境等）を考慮に入れながらイメージ化し、分析し、構造化し、さらに指導案や教材を準備する。そして、実施し、修正、改善をして次への授業へつなげていく。このように教師は、設計、実施、評価という活動を繰り返し、よりよい授業を創造していく。教授—学習過程でコンピュータを利用するためには、このような教師の活動を考えた上での教材作成のオーサリングツールの開発が必要である。

従って、ソフト開発の視点としては、次の4つを考えた。

- 1) 教師が学習者のことを考え、授業の設計を自由に行い、学習者への選択権を与え、教師と学習者の意思を反映すること
- 2) マウスでの操作や操作上のヘルプ機能を充実させ、容易に操作ができるようにすること
- 3) 教材データ及び教授—学習過程をデータベース化すること
- 4) 今回は、現在、学校現場に半数以上普及している NEC PC-9800 コンピュータの N88-BASIC 言語を用いて実現を考えるが、今後のハードウェア環境への対応も

考えていくこと

次に、教授—学習過程におけるオーサリングツールは次の3つのソフトにより構成される。

- 1) 教材データベース作成ソフト
- 2) 教授—学習プロセス作成ソフト
- 3) 教授—学習プロセス実行ソフト

開発ソフトの全体構造は、図5-1に示した通りである。

まず、教材作成のためのデータベース作成ソフトでは、データを作成し、必要に応じてデータが利用できるようにデータベース化しておく必要がある。また、データを管理するためのファイルが必要となる。教材データとしては、グラフィック、テキスト、ミュージック、さらに、先に述べたようにニューメディアの環境における音声やビデオ映像といったものが考えられる。これらのデータを作成するための各専用ソフトはすでに開発されてきている。従って、各専用ソフトで教材データを作成し、利用することを考えていかなければならない。今回の NEC PC-9800 コンピュータ環境では、自作の統合おえかきソフト、キャラクター作成ソフト、音楽ソフトや市販のワープロソフト（一太郎）などによるデータの利用を考えている。

次に、教授—学習プロセスの作成、設定した教授—学習プロセスの実行という2つのソフトが必要となる。

教授—学習プロセス作成ソフトでは、まず教材の決定を学年・教科・単元の選択により行い、教育活動の流れと時間配分を設計していく。そして、各教育活動の具体的な内容の決定を行う。ここで、教材データベースで作成した中から使用する教材データの決定を行い、レイアウトしていく。また、問題の場合は、正解、不正解でさらに問題を用意するかというような教授—学習の複数のサブルーチンの設定を行

う。そして、設定された通りに教授—学習プロセスの実行を教授—学習プロセス実行ソフトで行う。

具体的な構成は、図5-1の算数を意識した例で説明する。説明や提示は学習者へ受容され返ってくる。例題でも演習をし返ってくる。問題では、演習をし、教授—学習プロセス作成ソフトで設定していればそこでの正解、不正解によって演習問題が用意されていく。そして、まとめでは学習の内容や結果、課題の提示などを行う。また、さまざまな段階で学習者が課題内容を理解できなかった場合、ヘルプ機能を用意する。

ここで重要なことは、教師の活動がコンピュータ任せではなく、コンピュータを使わない活動と組み合わせた指導計画を前提としているということである。従って、一斉指導やグループ活動など、コンピュータを使用しない方が効果的な場合は、コンピュータは一時休止の状態にする。

このようなオーサリングツールの開発により、それぞれの児童・生徒にあった学習課題を提供することが可能になる。さらには、その学習過程や学習結果を記録し、次への学習につな

げていくことが可能になる。

おわりに

現在、コンピュータ及びそれを取り巻く環境は、飛躍的な発展の途中である。現段階の、また将来のマルチメディア環境は、費用の問題はあるが、教育の世界をさらに広げていくだろう。

今回は、教育でコンピュータを利用するために必要なオーサリングツールについてまとめ、学校現場に最も多く普及している NEC PC-9800 コンピュータの N88-BASIC 言語を用いて実現を試みた。

今後、その他の機種への対応を考える必要がある。N88-BASIC 言語と多少の違いはあるが、ニューメディアであるマッキントッシュコンピュータや Windows 搭載コンピュータの Visual Basic 等の言語への移行を考えていきたい。また、さまざまな周辺機器の利用の方向性を示し、マルチメディア環境の中で教授—学習システムの考えを広げ、教育メディアとしての有効なコンピュータ利用環境を実現していくことを考えていきたい。

また、作成したオーサリングツールとしての

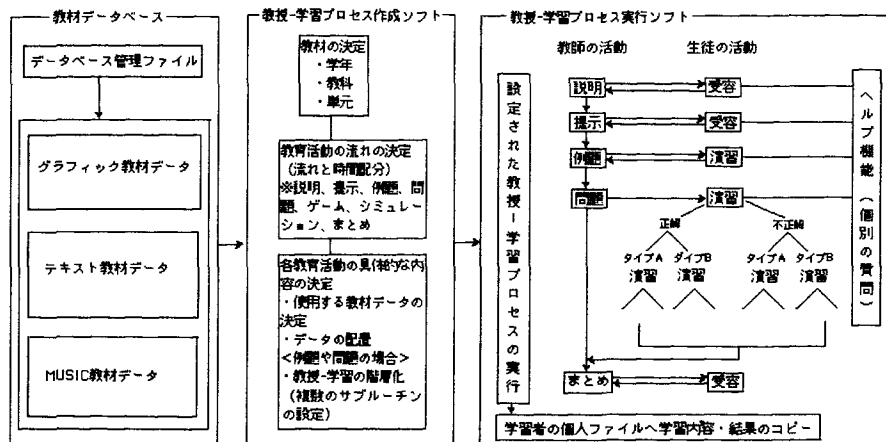


図5-1 「教授—学習過程におけるオーサリングツールの構造」

教授—学習支援ソフトの実際の利用等については、次回、報告したい。

引用・参考文献

- 1) 中山和彦・木村捨雄・東原義訓（1987）『教育とコンピュータ 3 コンピュータ支援の教育システム—CAI』、東京書籍
- 2) 坂元 昂編（1975）『講座 教育のシステム化 第1巻 教授—学習過程のシステム化』、明治図書
- 3) 坂元 昂編（1990）『教職課程講座 第4巻／教育の方法と技術 授業の効果を高める技術』、ぎょうせい
- 4) 山形積治編（1995）『学校教育の情報化指針—コンピュータ導入により学校教育はどう生まれ変わるか—』、教育出版
- 5) (社)日本電子工業振興協会編（1995）『パソコン白書94-95』、コンピュータ・エージ社
- 6) 文部省（1995）『情報教育に関する手引』、ぎょうせい