

CAI と教材開発支援システム

CAI and the System for Developing CAI Material

真田 克彦, 越智 秀章*

(1990年10月15日 受理)

Katsuhiko SANADA and Hideaki OCHI

はじめに

近年、学校におけるコンピュータの普及はめざましいものがあり、コンピュータを使ったCAI (Computer-Assisted Instruction) による教育が、学校教育のカリキュラムにも徐々に取り入れられるようになってきている。しかしながら、CAIの普及という点では、欧米諸国と比べてはるかに遅れている。これは、わが国の講義主体の一斉授業、さらには受験体制等がCAIの普及に対する障害の大きな要因となっていると思われる。

また、アメリカやイギリスでは市販の教材ソフトの中から選択して利用できるほど、CAIが質・量共に普及しているのに対して、わが国においては、教室において使用できる教材ソフトが非常に少ない。このように、ソフトウェア、特に適切なオーサリングシステムの開発研究の遅れが、CAIの普及の遅れの大きな要因でもある。

CAIが当初期待されたほどの発展を見せていない原因をまとめてみると、

- ① CAIの導入に必要な教育理念の変更がなされていない
- ② CAI教材開発には膨大な人的資源の投入が必要である
- ③ コンピュータが良好なヒューマンインターフェースを提供できるだけ発展していない
- ④ 情報処理教育以外に利用できるコンピュータの台数が少ない

等があげられる。(清水他 1989)

①、④は、わが国の教育をとりまく基本的な問題であるが、ここでは論じない。しかし、I部において、CAIの理論的側面について論ずる。これによって、CAIと教育理念との関係がある程度明確になるであろう。

②、③は、今日のCAIソフトの不足の原因でもある。II部においては、CAI教材作成の現状について論ずる。この中から、現状の打破の方向を探りたい。III部においては、筆者等が開発している教材開発支援システムMODELSを紹介し、CAIソフト開発についての我々の方向性を示

* 鹿児島工業高校

したい。

I C A I の理論的側面

1.1 教育のプログラム

教育において、“学習”とは「わからない」状態から「わかった」状態へ推移することであると考えられる。したがって“教える”という仕事は、「わからない」状態から「わかった」状態へ推移するように情報を与え、知的活動を喚起し、誘導することであると考えられる。したがって、これについての手順を教育のプログラムということになる。(東 1977)

教育のプログラムは、そのよって立つ学習観によってプロクラミングの方略が異なってくる。行動主義の立場と認知理論の立場の違いによって、その違いは非常に明確なものとなっている。

東(1977)ではさらにそれと関連して

*学習活動を誘発する課題が、どの程度の主観的不確定度のものが適当か。

(不確定度を小さくして学習の挫折を避けるべきである(Skinner)という主張と、不確定度が小さすぎる課題は十分に学習活動を誘発し得ないという主張が対立する。)

*プログラムをどの程度まで、またどういう仕方で個人の特性に順応しうるものとするか。

(個人の能力、認知スタイル、性格、既習知識などにより最適な方法が異なる。)

*認識の水準をどのように押さえるか。

(行為の水準、知覚的映像の水準、言語の水準。)

等によって、教育のプログラムのプログラミング方略が異なってくる。しかしながら、これらの問題も含めて最も基本的な問題は、「教育がどこまでプログラムが可能か」という問題である。教育の一部あるいはかなりの部分をコンピュータに代行させようとする場合、その場面によっては人間よりも有能である場合もあるし、人間には遠く及ばない場合もある。

I部では、教育のプログラムをコンピュータで実行させるためのC A Iの研究の変遷について、理論的な考察を行う。

1.2 行動主義と認知理論

(1) 人間に関する2つのモデル

行動主義が客観的に観測可能な行動を問題にし、科学的・実験的方法を採用するのに対し、認知理論では我々が認識しているとは何か、つまり人間の知覚の仕組み、学習、記憶、更に合理性の構造などを探究する。両者の対比を見るために、1968年のアメリカ心理学会におけるシンポジウム「人間に関する2つのモデル(Two Models of Man)」の行動主義系心理学者と認知理論系心理学者の議論をまとめた表(表1)を示す。(菅井 1987) この表は人間に関する2つのモデルの比較が、行動的モデルと認知的モデルのもとに行われており両者の違いを明確に表していると思われる。

表1 人間性に関する2つのモデルの比較

(Hitt, 1969よりZimbardoのまとめ)

	行 動 的 モ デ ル	認 知 的 モ デ ル
①心理学研究の対象は——	行動, 行為	意識, 自己覚醒
②人間行動は——	予測可能である	予測不可能である
③人間とは——	情報伝達体である	情報生成体である
④実在性の基礎となるのは——	客観的物質的世界である	経験的主観的世界である
⑤個人ひとりひとは——	他の人々とまったく同様に法則により支配される	特有のものであり, 全体に共通する法則によって分類されない
⑥人間の記述は——	絶対的な言葉で行われる	相対的な言葉でのみ, なされなければならない
⑦人間の特徴は——	単独に, または互いに独立に研究される	全体として, すなわち相互依存的システムとしてのみ研究される
⑧人間性や人間とは——	具体性, 現実性, 経験の客観的事実	潜在力, 生成のダイナミックなプロセス
⑨人間は次のように理解できる——	科学的, 論理的, 経験的に完全	ある程度まで理解できるが決して完全にはいかない

(菅井, 1987)

(2) 両モデルと情報技術との関係

表1③の比較によると、行動的モデルでは人間とは情報伝達体であるという人間観がとられ、「機械と同じように、人間に注入される情報の量に応じて知能が高くなる」と考えられる。これに対し、認知モデルでは人間とは情報生成体であるという人間観に立ち、人間はアイデアを生み出し、新しい理論を作り出すなど情報を受け入れるだけではないと考える。(菅井 1987)

行動主義では、Shannonの情報理論の通信図式にみられるように、情報→通信路→情報の単方向の情報技術が中心となり、刺激→反応(S→R)という一方向性の因果論理のもとに研究が進められ構築されることになる。Skinnerの反応→強化理論もこのような背景から生まれてきたものである。

認知理論では、サイバネティックスにおけるフィードバックの考えにみられるような、双方向情報技術が中心となる。認知発達心理学のPiagetの理論は、生物体(主体)と環境(客体)とが互いに作用しあい、つねに新しい構造を作っているという双方向性の相互因果理論に基づいている。

現在は認知理論の隆盛の時代であり、人間の知的活動のコンピュータによるシミュレーションとしての人工知能研究が盛んであり、関連諸科学も含む新しい学際領域として認知科学が誕生している。

(3) 両モデルと授業モデル

人間の2つのモデルである行動的モデルと認知的モデルによる授業の対比として、菅井(1987)による伝統的授業と学習者中心の授業の比較表を表2に示す。伝統的な行動的モデルの授業では教師→学習者の図式による一方向性の授業であり、教師は知識の分配者であり、生徒は受動的に学習

するというこれまでの一斉授業が考えられる。学習者中心の授業では生徒は能動的な学習活動を行い、教師は教育経験へのガイドとしての役割を果たし創造的な表現や発想が重視される。このようにみても認知的モデルの考えがその基盤になっていることがうかがえる。

表2 伝統的な授業と学習者中心学習との対比

(D. Brandes & P. Ginnis, 1986より)

	伝統的な授業	学習者中心学習
1	分離教材	統合教材
2	知識の分配者としての教師	教育経験へのガイドとしての教師
3	受動的な生徒役割	能動的な生徒役割
4	生徒はカリキュラム計画に関しない	生徒はカリキュラム計画に参加する
5	記憶、練習、機械的学習の強調	主として発見のテクニックによる学習
6	評点などによる外部報酬, すなわち外発的動機づけ	外部報酬や罰は不必要, すなわち内発的動機づけ
7	学問の基準に準拠する	学問の基準に準拠しすぎない
8	定期的なテストがある	テストはない
9	競争の強調	グループによる協力作業の強調
10	教室環境に限定される授業	教室環境に限定されない授業
11	創造的な表現をほとんど強調しない	創造的な表現を強調する
12	認知領域が強調され, 情意領域は無視される	認知・情意領域が等しく強調される
13	プロセスにはほとんど価値がおかれぬ	プロセスに価値がおかれる

(菅井, 1987)

1.3 パラダイム変換とCAI研究の変遷

菅井(1983)は、行動主義から認知理論の学習観への変換をパラダイム変換と呼んでおり、パラダイム変換によるCAI研究の変遷(特にアメリカにおける)を次のように分類している。

- ① 行動主義訓練パラダイム期(～1959)
- ② パラダイム変換期(1960～1969)
- ③ 認知・発達パラダイム期(1970～)

①における古典的なCAIはAFO(Ad-hoc Frame Oriented)CAIとも呼ばれる。フレームが中心となり、そこには説明や問題などが“刺激”として学習者に提示され、学習者はコンピュータに向かって何らかの“反応”を示す。更に学習者に対してKR情報などの“強化”が与えられる。すなわち、行動主義系の学習理論における基本的図式である刺激→反応→強化が繰り返し行われて学習が進行する仕組みになっている。AFO・CAIは必然的に受動的人間観に基づくものであり、教え込み型のCAIとなる。典型的な例は訓練演習(drill and practice)様式のCAIである。この型のCAIはコンピュータの能力を十分に利用しているとは言えず、また教科書より大して多くを行っておらず、電子ページめくり機と批判的に呼ばれることもある。しかしながら、現在実用化されているCAIの多くはこの範囲を出ていない。

②は①と③の移行期であり、CAI概念の変質と拡張の動きが生じてきて、知的行為の多段階形成理論、応答する環境の構成、自動生成CAIへのアプローチなどの摸索が行われた。実用的にはモデル、代理強化、代理体験、観察などを基礎概念としたシミュレーション・ゲーム様式、発見・問題解決様式等のCAIが研究された。現在この様式のCAIは最も効果的に利用されている。

③では認知理論をベースにした知的CAI (Intelligent CAI) の研究が盛んになってきて、その研究は人工知能研究と車の両輪のごとく密接な関係をもって進められてきている、とくに知識情報処理の研究とその進歩はめざましいものがある。この方法をCAIに導入して、学習者の主体的な質問や要求と、コースウェア側の教育的配慮を伴った説明や注意等をうまく両立させて、学習者とコースウェアの両方が主導権を持つ (双方主導権: mixed initiative) CAIの実現の試みが行われている。対話・問い合わせ様式 (例 GUIDON)、コーチ様式 (例 WEST)、誤答・診断・治療様式 (例 DEBUGGY) 等の試みが行われている。

II CAI教材作成の側面

2.1 CAI教材作成の現状

CAIで利用される教材、すなわちCAIコースウェアあるいはCAIソフトをCAI教材あるいは単に教材と呼ぶことにする。

現在開発されているCAI教材の問題点はいろいろ指摘されているが、例えば次のような事項をあげることができる。(町田 1989)

- ① 1時間全体の生徒の学習を管理するために、プログラムの開発時間が膨大にかかる。
- ② 学習は、あらかじめ組み込まれたコースウェアに影響され、変更はかなり難しい。
- ③ 教師の指導力の高低に影響される度合いは少ないが、その反面、指導力を発揮する場面も少ない。
- ④ すべての場면을想定したコースウェアを作ることは不可能であり、生徒の自由な発想を引き出せない。

このように、教材開発には非常に多くの時間と人的資源を必要とすること、さらに出来上がった教材に柔軟性がないことが常に指摘される問題点である。また作成されたCAI教材は、特定の機種、OSに依存しているため、これらの教材は限られた範囲内でのみしか使用できない。

現在市販されているCAI教材や教師が作成したCAI教材は、プログラミング言語かオーサリングシステムを用いて作られており、最近では現場教師が作成した教材もかなり存在している。しかし、これらの教材は広く利用されているわけではなく、ほとんどは現場に埋もれているのが現状である。

2.2 プログラミング言語による教材作成

プログラミング言語（最も多く使用されている言語はBASIC）でCAI教材を作成するとき、意欲のある教師は非常に興味を持ちながら楽しくプログラムを組むことができるが、回を重ねるにしたがってプログラミングの新鮮さが失われて煩わしさだけが残るのが普通である。また、プログラミングは非常に多くの時間と集中力を必要とする仕事であり、他にしなければならない多くの仕事を持っている教師には実行し難い面もある。

将来CAIが小学校から大学まで、教育のあらゆる段階で使用されることが想定されるとき、コンピュータのプログラミングのプロでない一般の教師が、CAI教材を作成することを前提として考えなければならない。しかし、大多数の教師は市販の教材を利用することになり、ときたま教材を自作するときには、オーサリングシステムを利用することはあっても、プログラミング言語を用いての教材作成は例外と考えてよいであろう。

2.3 CAI言語による教材作成

ここでいうCAI言語とは、CAI独特のコマンドを備えたプログラミング言語と考えてよい。例えばCAI教材作成者が予想した解答と学習者が答えた反応との照合コマンドや、枝別れの条件を組み込むコマンドなどはCAI独特のものである。

しかしながら、教材作成のために非常に使いやすくてきたCAI言語であっても、一般の教師がそれを使いこなすことを期待することは無理である。教師は他の多くの仕事を持っているだけでなく、教材作成にあたっては、教材のプログラミングのことよりも教材の教育内容により多く心を使わなければならないからである。したがって、より使いやすい、より優れた機能を備えたこの種のCAI言語がこれから作られ、それによるCAI教材が多く作られることは結構なことであるが、一般の教師が教材を作成するときは、完全にプログラミングから解放されるような、優れたオーサリングシステムが出てくることが望ましい。

2.4 オーサリングシステムによる教材作成

オーサリングシステムとは、CAI教材の設計、入力、デバックを支援するシステムであり、プログラム言語に精通していなくても容易に教材を作成できるツールである。

理想的には、2.1で指摘したような、CAI教材の問題点を克服できる機能豊富なシステムであって、しかも使いやすく教育的要求に柔軟に対応できるシステムであることが望ましい。しかし現実にはこれらの機能の豊富さと使いやすさという相反する要求を満たすことは難しいと考えられる。

最近のCAIでは、コンピュータ画面だけでなく、音声、静止画像、映像などあらゆるメディアをコンピュータと結合して提示することが可能となってきている。したがって、オーサリングシステムにおいても、これらの可能性に対応する必要性も求められている。

ここで最近のオーサリングシステムの機能を整理してみる。

(1) 文章・図形入力

文章を入力するときは、ワープロを用いて入力するように文章を入力できる。あるいはワープロで入力したテキストファイルを取り込むことができるようになっている。

図形の入力は、カーソルまたはマウスを用いて画面上の位置を指定して、線、四角形、円や任意の図形さらに色づけなどの操作を簡単にできるようになっている。さらに、最近は入力した図形の複写、移動、回転、拡大、縮小などの編集操作機能も備わってきている。

このように、コンピュータに不慣れな教師でも簡単に文章・図形の入力が可能になってきている。

(2) 画像入力

図表や写真等の入力は、イメージとして入力できることが必要とされる。入力機器としてはイメージスキャナが主流であるが、カメラやVTR信号からの入力も考えられる。イメージの拡大・縮小・回転、複写などイメージ編集機能も備えられるようになってきており、教材の作成はより便利になってきている。

(3) 問題作成と解答処理

問題の入力は、問題の型により、文章だけの場合、数式のある場合等により支援ソフトが異なってくる。また解答処理も、選択の場合、穴埋めの場合、数式の場合、文章の場合等によって異なる。通常行われているのは、正解を入力しておき解答と照合する方法である。さらに、解答処理についても幾つかのパターンがある。

(4) プログラミングの結合

オーサリングシステムによる画面作成だけでは、シミュレーションなどのダイナミックな提示効果を持った教材を作成することはできない。そのためにプログラミング言語で作成したプログラムを結合できる機能がどうしても必要である。このようなプログラムは、利用者が作成するか既成のものを利用することになるが、Ⅲ部で述べるようなプログラムの部品化により、部品を組み合わせで教材を作成することにより可能になる。

(5) エグゼキュータ

エグゼキュータは、出来上がった教材ソフトを実行する段階で、入力された指示の通りにその制御を行うシステムである。オーサリングシステムは、その出力を中間言語（あるいは記号化されたデータ）で行い、エグゼキュータは、その中間言語を実行させる働きをするのが通常である。

画面入力の際に、表示速度の設定、順序の設定、位置の設定、色の設定、部分的消去、表示画面の時間的消去、表示途中での待時間の設定、画面の重ね合わせ機能等の機能を指定しておき、実行時に指定通りに実行されるシステムも多くある。これらの機能を用いると、簡単なアニメーション教材も可能になるが、指定の仕方が次第に複雑になり、非人間的な作業を強要することになり、簡単に教材を作成できるというオーサリングシステム本来の趣旨に合わなくなってくることになる。

以上まとめてきたように、既存のオーサリングシステムも機能が豊富になり、かなり高度なC A

I教材の作成が可能になってきている。しかしながら、なおすべての教師を満足させたり、すべての教科の需要を満たすものではありえない。

オーサリングシステムは、教師にコンピュータのプロクラング技術を過分に期待しないで、CAI教材を作成できるようにすることが趣旨であるが、CAI教材の作成過程に柔軟性が無い、出来上がった教材はエグゼキュータがなければ実行できない、高度な教材を作成しようとするとも操作方法が複雑すぎる、システム構成に柔軟性がない、さらにはシステムが高価であるとか、プロテクトが掛かっている等使い難い等使い勝手とともに出来上がった教材にも多少の不満が残る。

Ⅲ 教材開発支援システムの開発

3.1 システムMODELSの概要

研究・開発しているシステムは、CAI教材ソフトの作成を目的とするものであり、MODEL Sと呼んでいる。

(1) 開発の目的と趣旨

a) 柔軟なCAI教材の作成

CAIの効果の研究において、同じCAI教材でもそれを使う環境によってその効果が全く異なる場合が多いことが報告されている。(牟田 1990)

この場合の環境とは

① ハードウェアの環境

学習者1人に1台のコンピュータ、グループに1台のコンピュータ、教室に1台のコンピュータ等の与えられたハードウェアの条件が関係してくる。

② 学習者の適性

そのCAI教材が学習者に適しているかどうか問題であり、学習者の学力、能力、性格等が関係してくる。

③ 教師の意図

そのCAI教材が使用する教師の意図と合っているかどうか問題であり、教師の教育方針や意図が関係してくる。

等が考えられる。

したがって、使用する環境に合うようにCAI教材を再構成できるような柔軟な教材作りができることが望ましい。

b) 構造化CAI教材の作成

CAI教材は部品を組み立てて構成する。教材は部品ごとに作成し、それらの部品を構造化設計された授業に合わせて、構造的に組み立てる。

c) 部品の再利用と経験の蓄積

作成した部品はデータベースに登録しておき再利用できるようにする。また授業展開の方法等のCAI利用の授業の経験も蓄積していく。

d) 授業設計からCAI教材作成までを一貫支援

授業を構造化設計することから、CAI教材作成までをシステムで一貫支援する。

e) 実験的なシステム構成

システム構成は、実験的に色々作り替えることにより、できるだけ最善のものを探究する。

(2) システム構成

図1に示すように、「授業設計システム」、「オーサリングシステム」、「CAI教材編集システム」、「データベースシステム」の4つのシステムから構成されている。またオーサリングシステムは基本システムの他に機能別のモジュールに分けられている。図2にシステムの状態図を示しているが、「授業設計モード」、「オーサリングモード」、「CAI教材編集モード」の3つのモードで実行されるが、各モードではデータベースをアクセスしながら実行される。

なお、現在学校に導入されているコンピュータは、MS-DOSをOSとするパソコンが主流であり、使用されている言語もBASICがやはり主流である。MODELSもMS-DOSをOSとするNEC-PC9801シリーズのパソコン上で開発した。

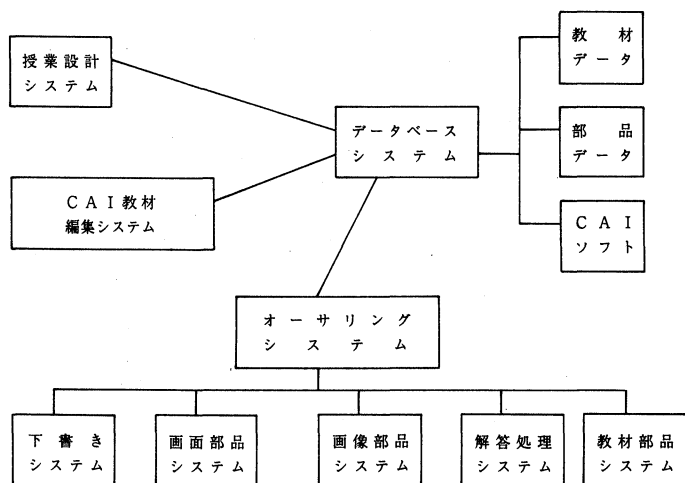


図1 MODELSシステム構成図

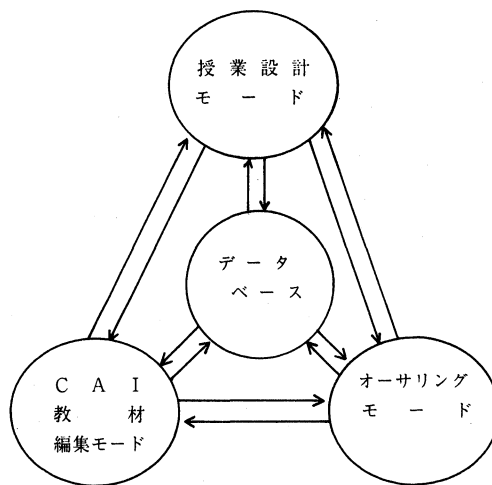


図2 システムMODELSの状態図

(3) CAI教材の作成手順

CAI教材作成は、図3に示すように、次のような手順で行う。

① 授業設計モード

授業目標を定め授業の構造化設計を行う。その結果として授業の木構造のプロセスフローが作成される。(図4)

② オーサリングモード

プロセスフローのノードブロック (図4の長方形の部分) に対応して、オーサリングシステ

ムにより部品を作成する。

(a) PHASE 1

下書き的なストーリーボード (story board) を作成する。

(b) PHASE 2

清書としてのフレームを、下書き的なストーリーボードを利用して作成する。その際、部品の特徴に合ったオーサリングシステムを呼び出して用いる。

(c) 部品登録

部品として、部品データベースに登録する。

③ CAIソフト編集モード

必要な部品が揃った段階で、授業設計のプロセスフローに従って、部品を編集して1つのソフトを作成する。

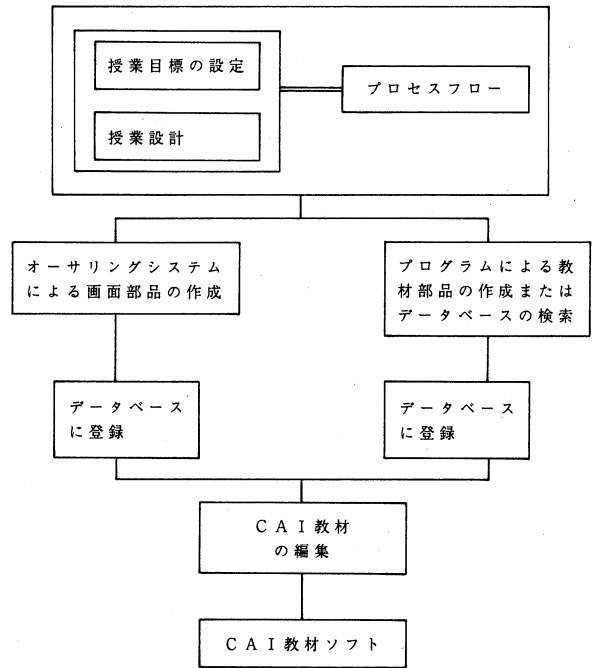


図3 CAI教材ソフト

3.2 授業設計支援システム

授業設計支援システムでは、木構造のプロセスフローの作成を支援する。(図4) このプロセスフローの各ノードに、データベースに登録されている部品を張り付けてCAI教材が出来上がる。また、プロセスフローもデータベースに登録しておき、授業目標別等の検索が出来るようにする。

このシステムでは、教材知識ベースを利用して設計を行う。この教材知識ベースは、教科・単元毎の構造化図表を基にして授業展開の方法、テスト問題、CAI教材リスト等のデータがリンクされている。

利用手順は概略次のようである。

(1) 授業目標の設定

単元毎の構造化図表はネットワーク型になっている。該当する授業目標ノードをマウスでク

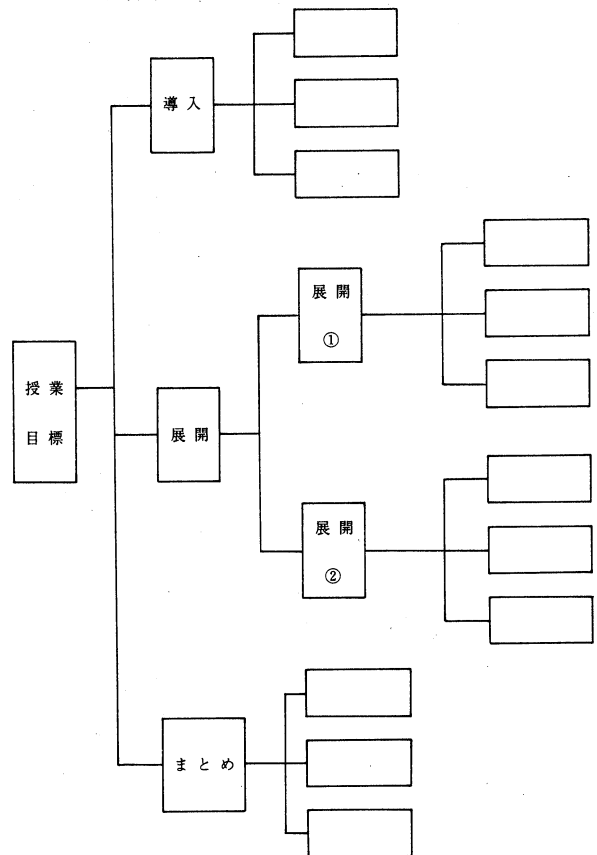


図4 授業設計のプロセスフロー

リックすることにより、その授業目標に関連する授業展開の方法、教科内容概要（問題等を含む）、関連する教材部品、さらに既に作成された授業設計プロセスフローを検索することができる。これらを参考にして、授業目標の設定を行う。

（2）授業設計プロセスフローの作成

プロセスフローは木構造であり、階層を持っている。レベル0は授業目標であり、レベル1では、導入、展開、まとめ等となる。以下トップダウンにレベルを下げるに従って次第に詳細化していく。設定すべきと考えられる内容は画面に表示される。

各ノードをブロックと呼ぶ。ブロックは入口が1つで、出口も1つのものとし、ブロック間のデータの受渡しは原則として無いものとする。したがって、授業設計を変更する場合はブロック単位で行う。また、枝分かれをする場合は、条件ブロックを使う。

例えば、

レベル1の段階では、導入ブロック、展開ブロック、まとめのブロックに分ける。

レベル2の段階では、レベル1の各ブロックの詳細化を行う。例えば導入ブロックではさらに次のように分ける。予備知識についての事前テストのブロック、興味を呼び起こすためのシミュレーションのブロック、この授業の課題を提示し授業の進行順を示すブロックなど。

レベル3の段階では、レベル2の教材部品を使うブロックについて、さらにその詳細化を行う。例えば興味を呼び起こすためのシミュレーション教材では、シミュレーションプログラムについての詳細な説明を行う。

3.3 オーサリングシステム

（1）2つのPHASEを設ける

CAIオーサリングは、構造化設計された授業のプロセスフローのブロックごとに部品を作成する。したがって、部品ごとに作業を行う。

通常これまでのオーサリングシステムでは、対応部品の教材についての概要や提示順序などを紙の上書き、さらに提示画面のレイアウトも紙に書いてから、それら下書き的なストーリーを基にしてオーサリングを行うことになっていたが、ヒューマンインターフェースを改善するために、このような下書きステップもコンピュータで支援する必要があると考える。これをCAIオーサリングのPHASE1とする。

この下書き的なストーリーボードを作成するためのPHASE1では、次のような作業を行う。

- ① どのようなフレームを作成しどのような順序で並べるかについてのメモ
- ② 各フレームの概要と画面レイアウトの作成（レイアウトボード）
- ③ フレームに記述する文章の作成（文章ボード）
- ④ フレームに入れる概略図の作成（図面ボード）
- ⑤ 設計段階で参照した教材データベースのデータを取り込み、文章ボード及び図面ボードに加

える

このように、下書き的な段階であるから、形式的でなく、かなり自由に入力できるようなインターフェースにする必要がある。③の文章ボードについては、ワープロやエディタなどを用いてある程度完成に近い形にしておく。ストーリーボードができた段階で、オーサリングPHASE 2に入る。

PHASE 2では、清書としての本格的なフレームを作成することになるが、PHASE 1で作成した下書き的ストーリーボードのデータをそのまま利用できる。下書きデータが利用できるため、下書きの段階が無駄にならず入力の手間もかなり節約できる。概略次のような手順が考えられる。

- ① レイアウトボードを取り出しフレームのレイアウトを確定する。
- ② 文章ボードから文章を取り出してフレームのレイアウトに従って張り付ける。その際、文章の修正なども行う。
- ③ 図面ボードから概略図を取り出して、レイアウトに従って配置し、図を完成させる。
- ④ 各フレームが出来上がった時、フレームの実行順序を決定する。
- ⑤ 各フレームと実行順序テーブルを、1つの部品としてシステムのデータベースに登録する。

(2) オブジェクトはプログラム言語による出力

CAIオーサリングシステムのオブジェクトは、通常記号化されたデータとして出力される場合が多いが、我々はプログラム言語による出力がよいと考えている。CAI教材開発支援システムMODELSの中のオーサリングシステムHO-CAIでは、中間言語を作成し、最終的にはN88BASICで出力しているが、さらに中間言語からQuickBASICにも出力するように変更している。また、他のプログラム言語にすることも可能である。

このように、オブジェクトをプログラム言語(BASIC)にする利点を次に示す。

- ① エグゼキュータを複雑なものにする必要がない。場合によってはエグゼキュータは無くてもよい。そのため出来上がったCAI教材が使いやすい。
- ② 出来上がった部品を、すべてBASICのソースプログラムとして保存できるため、既存のBASICで作ったプログラムも部品として同等に扱うことが出来る。
- ③ 出来上がった部品は、BASICのソースプログラムであるから、プログラムを参照することができ、ちょっとした変更や修正は、BASICのプログラムの変更でできる。また、BASICプログラミングの学習にも有効に利用できる。

(3) 機能別のオーサリングシステム

オーサリングシステムは機能を多くしてあまり肥大化しない方がよい。機能が多くなると使い方が複雑になり、ヒューマンインターフェースが悪くなる。そのため、オーサリングシステムの機能を区分してモジュールに分割した方がよい。

部品にはそれぞれ特徴があり、オーサリングのために必要な機能が特定されるので、それに合ったオーサリングシステムのモジュールを呼び出して利用するのがよい。MODELSでは次のような機能別オーサリングシステムを構想し開発している。

① 下書きシステム

下書き的なストーリーボードを作成する。

② 画面部品システム

文章と図形からなるフレームを作成する。このようなフレームの集りを画面部品と呼んでいる。MODELSにおける基本的な役割を果たすオーサリングシステムであり、HO-CAIと呼んでいる。

③ 解答処理システム

画面作成が終わったフレームで、解答入力がある場合に対してこのシステムを呼び出して用いる。このシステムを用いた場合には、エグゼキュータに解答照合システムと解答テーブルを付けることになる。

④ 画像入力システム

スキャナーにより、画像や文章を取り込んで、イメージ部品として利用する。

⑤ 教材部品システム

BASICやその他の言語で、シュミレーションなどのプログラムを作成し、部品として登録できる。(構想中)

その他に教科別のオーサリングシステム等も考えられる。

3.4 エグゼキュータ

この方式では、オブジェクトがプログラム(BASICプログラム)であるため、エグゼキュータは非常に簡単なものでよい。

すなわち、部品間の構造と実行順序を記録したテーブルに従って実行する。(出力をQuick BASICに変更すると、実行順序テーブルも必要ない)

解答照合が必要な場合には、解答照合システムと解答テーブルを加える必要がある。

おわりに

既に指摘したように、CAIの実践的な展開は当初期待されたほどには、進展を見せていない。また、CAIの実践には、多くの困難な問題があることも分かってきた。文部省の方針はコンピュータリテラシー教育や情報処理教育にウエイトが置かれており、それら困難な問題を回避している印象を受ける。しかし、学校教育の基本にかえるとき、コンピュータを導入するのを機会に、今日の教育の行き詰まりを打破し、教育の場の活性化を図ることが必要であると考えられる。

学校教育にコンピュータを導入する場合には、教科と関連したCAIを導入するのが当然であり、CAIによる教育の個性化と個別化こそ、今日の教育の危機を救うことができるものと思われる。しかし、そのためには一斉授業という教育の理念の変更が求められることになり、実現にはなお多

くのハードルを越えなければならない。しかし、その困難を避けてコンピュータリテラシー教育だけを単独に行うことは、コンピュータに対する間違った認識を教えるようなものだと思われる。

このような信念のもとに、CAIについての基礎理論を研究し、CAI教材の開発についての方法を探求している。今後も、この方向で研究を進めて行きたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 東 洋他著 (1977) 教育のプログラム 共立出版
- 2) 菅井勝雄 (1983) CAI研究の可能性と今後の課題 日本教育工学雑誌, 7, 4.
- 3) 菅井勝雄 (1987) コンピュータ教育のための授業モデルの理論的探求—パラダイム論の観点から— 教育情報研究, 3, 1.
- 4) 菅井勝雄 (1989) CAIへの招待 同文書院
- 5) 町田彰一郎 (1987) コンピュータは教室に根づくだろうか CAI学会誌 VOL. 5, No. 1
- 5) 町田彰一郎 (1989) CA Lessonにおける教育実践上の課題とその解決 数学教育学会春季年会 発表論文集
- 7) 渡辺. 坂元 (1990) CAIハンドブック フジテクノシステム
- 8) 清水他 (1989) 高レベルヒューマンインターフェースを持つCAIオーサリングシステムSMARTの開発 電子情報通信学会, ET89-146
- 9) 岡本他 (1990) コースウェアの視覚化を目指したCAIオーサリングシステムの試作, CAI学会研究報告, VOL. 90, NO. 3
- 10) S. Sampath & A. Quaine (1990) Effective Interface Tools for CAI Authors, Journal of CBI, Vol. 17, No. 1
- 11) 牟田博光 (1990) CAIの費用効果と政策課題 日本教育工学会第6回大会
- 12) 真田他 (1989) 教育用ソフトウェア作成のためのデータベースシステムMODELS 日本教育工学会第5回大会
- 13) 真田他 (1990) 授業設計に対応したソフト作成を支援するシステムMODELS, CAI学会研究会報告 No. 1
- 14) 真田他 (1990) CAIコースウェアの構造化とオーサリングの役割 CAI学会第15回大会
- 16) 真田他 (1990) 授業設計支援ツールの開発 日本教育工学会第6回大会