

コンピュータは教育に何をもたらしたのか

— コンピュータ利用教育の光と影 —

上窪 真一

日本電気株式会社 関西C&C研究所

本稿では、コンピュータを利用した教育であるCAIを導入期からとらえ、その長所、短所について分析を行う。さらに、近年盛んになりつつある知的CAIについて概要を述べ、考察するとともに、将来の教育分野での新しいパソコン利用について検討し、「できる」教育の必要性を述べる。さらに、この教育を実現する一つの例として造形への応用について述べる。

What does computer bring in education ?

- light and shade of education using computer -

Shin'ichi Uwakubo

Kansai C&C Research Laboratory, NEC Corporation
4-24, Shiromi 1-Chome, Chuo-Ku, Osaka 540, Japan

This paper describes good and bad points of CAI (Computer Assisted Instruction), and an outline of Intelligent CAI is going to be active in recent years. We propose education "to do well" is necessary for a future education using computer. For example, a tool for arts and crafts to realize education "to do well" is described.

1. まえがき

コンピュータを利用した教育であるCAI (Computer Assisted Instruction)は、すでに30年以上の歴史がある。しかし、当初はコンピュータが高価すぎたことや、ソフトウェア技術が未熟で教材作成に膨大な時間を要したことにより、有効性は期待されていたがほとんど普及しなかった[1]。

1980年頃からパソコンの普及とソフトウェア工学の発展により、急速にCAIが教育の中に浸透しはじめた。しかしこれらCAIの主目的は個別教育であり生徒一人一人に適応したシステムが理想であるにもかかわらず、いまだに完成しているとはいえない。

本稿では、CAIを導入期からとらえ、その長所、短所について分析を行う。さらに、近年盛んになりつつある知的CAIについて簡単に概要を述べ、考察するとともに、将来の教育分

野での新しいパソコン利用について検討し、「できる」教育の必要性を述べる。さらに、この教育を実現する一つの例として造形への応用について述べる。

2. CAI導入期における光と影

学校教育の中にパソコンが普及しはじめた1980年頃のCAI導入期の光と影についてまず考える。この頃の世の中の流れと先生・生徒・企業側の立場は以下の表2-1のとおりであった。

このように、教師や生徒は個別教育の実現を夢み、それをすぐにパソコンがかなえてくれるという幻想を抱いていた。この夢をかなえようと個別教育を実現するためのいくつかの試みがなされた。それが「伝統的CAI」と呼ばれるものである。伝統的CAIにはいくつか形態があるが、これらの概要と長所、短所を以下順に述べる。

立場	キーワード	内容
世の中	コンピュータ幻想	<ul style="list-style-type: none">・「コンピュータがあれば何でもできる」という錯覚・「コンピュータが先生に取って代わる」という恐怖と期待
先生	一人で30人以上の生徒に対応	<ul style="list-style-type: none">・生徒への個別対応が不可能・クラス内の学力格差が増大
生徒	授業のペースとのギャップ	<ul style="list-style-type: none">・「授業がつまらない」ことによるモチベーションの減少・「授業がわからない」ことによる落ちこぼれ
企業	教育市場への本格的参入	<ul style="list-style-type: none">・今すぐ学校で使って欲しい・将来、当社のコンピュータを使って欲しい

表2-1 1980年頃の世の中の流れと先生・生徒・企業側の立場

(1) フレーム型 C A I

生徒からの応答により、順次フレーム（画面）が変わる形態。現在のフレームは直前のフレームからしか影響を受けない。このフレーム型 C A I は大きく以下の 2 つに分けられる。

・チュートリアル型 C A I

説明文の次に内容に関する問題が出題される。正解ならば次の説明文へ、誤答ならば再度同じ説明文を提示するかヒントを提示する形態。一般に「C A I」というこの型を指す場合が多い。長所は、説明に多くの色、イメージ、音を使えるため教科書に比べ理解しやすい教材が利用できることである。短所は、システムに主導権があるために生徒は受動的になりやすいことや、事前に生徒の正答や誤答をすべて予想して説明文やヒントを準備しておかなければならないことなどである。

・ドリル型 C A I

計算問題のような練習問題を次々と出題する形態。長所は、答が主に数字や記号なので機械にとって解答の照合が容易であることや、学習効果の測定が行いやすいことなどである。短所は、生徒が機械的な操作

を繰り返すため、「やらされている」という感じを強く受け、自発性が減少する可能性が高いことである。

(2) シミュレーション型 C A I

時間・空間的に実施が困難な現象を模擬実験する形態。長所は、教材の主導権がシステムだけでなく生徒ももち、対話性、双方向性があるため、生徒の自主性を維持可能なことである。短所は、生徒の自由な行動を許すため、単なる遊びに終わる場合があり、学習の効率を損なう恐れがあることである。

(3) 環境型 C A I

生徒の経験・発見・直観的行為を重視し、自らが学習過程を創造して行くための環境を提供する形態。代表的なものとして L O G O がある [2]。長所は、生徒がシステムに積極的に働きかけるため、モチベーションが維持できることである。短所は、生徒にやら指導や強制をしないため、教育目標が達成できない場合があることである。

全体的にみると伝統型 C A I は、表 2-2 のような長所、短所が存在する。

長 所 (光)	短 所 (影)
① 自分のペースで勉強が可能 ②モチベーションの維持が可能	①機械に教わっているという無味乾燥さ、被強制感 ②受動的立場になりがち ③自由に質問できない ④正答や誤答、ヒントを事前に準備しなければならない ⑤間違いの原因を推定できない

表 2-2 伝統的 C A I の長所、短所

3. 知的C A I の出現

前章で述べた伝統的C A Iの短所は、C A I自身が問題解決能力をもたないことが大きな要因となっている。システム自身が問題を解くことができれば、その解決過程を解釈する知識を用意することで生徒からの質問に答えたり（表2-2の短所の③を解決）、答の正誤を判定すること（表2-2の短所の④を解決）ができる。さらに、学習者の誤答に対してその原因を同定し（表2-2の短所の⑤を解決）、新たな教授戦略を取ることも可能となる。表2-2の短所の①、②についても、③、④、⑤が解決すると、生徒が積極的、能動的にシステムに取り組むことができるため解決可能である。

このようにシステムに知的な振る舞いをさせ、より高度な個別教育を目指すC A Iが「知的C A I」である。知的C A Iの基本構成を図3-1に示す。知的C A Iでは、共通のテーマに関して学習者の側から質問したり、システムの側から説明を与えたり問題を出題することが可能である。このため、ある教育テーマについて「教材知識」と呼ばれる内容に関する知識と教育順序

に関する知識が用意されている。また、質問に応答するために推論を行いその結果を説明するための「教授知識」や、対話のための自然言語インタフェースとして「対話インタフェース」が準備されている。「学習者モデル」は、システムが推定した学習者の理解状態を表現したもので、さまざまな生徒に応じた指導方略を作るための情報源として使われる。

知的C A Iの現状は、システムがほとんど実験的システムであり、対象とする分野も構造化された知識体系をもつごく限られた狭い領域であるため、実用化にはまだ時間がかかると思われる。

4. これからのC A I

知的C A I以降、これからの教育におけるコンピュータ利用のあり方を考察する一つの手がかりとして、「できる」教育への利用を考える。そして、この教育を実現するためのツールの一つとして「造形」におけるコンピュータ利用の必要性と課題について述べる。

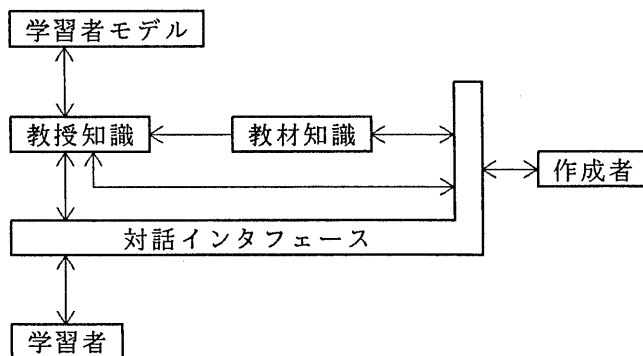


図3-1 知的C A Iの基本構成

4-1 教育の分類

新たな教育へのコンピュータ利用を考えるために、まず教育自身の分類を行う。学習者の習熟レベルに応じた教育の分類は以下のようになる。

- (1) 「なれる」教育
暗記しなければいけないレベル
例：九九、五十音、基本英単語
- (2) 「わかる」教育
教えられたことをそのまま適用できるレベル
- (3) 「できる」教育
単なる知識ではなく、実践に役立つ知識を身につけるレベル

この三者の関係は図4-1のように表現される。このように分類された教育において、これまでのCAIは、「なれる」教育と「わかる」教育を中心としていた。しかし、最近では知識偏重の「わかる」教育から独創性、創造性を重視した教育への移行が叫ばれており、「できる」教育が重要となってきている。

「できる」教育は単に結果だけでなく、途中経過を重視するため、学習者自身のモチベーションの影響がかなり大きい教育分野である。しかし、この教育分野に対するCAIは、いまま

あまり学校では重視されてなかったことや、「できる」教育のためには手や体を使うことが多いためインタフェースを用意するのが難しいなどの理由からいまだに存在しない。我々は、この「できる」教育への展開がこれからのCAIへの一つのアプローチであると考える。

4-2 造形におけるコンピュータ利用

「できる」教育の実現のために、我々は「造形」の分野を一つの例としてとりあげ、その考察を行う。造形とは、主にデッサン、絵画、版画、彫刻、工芸、デザインなどを指すが、園芸、料理、編み物、和裁、洋裁、日曜大工、華道、模型作り、写真・ビデオ撮影なども広い意味で造形といえる。ものを作る喜びから造形に対するモチベーションは高く、自分が納得いくまで作りたいという欲求が生じる。これをコンピュータを利用して満たすには、本人が納得のいくまで試行錯誤できる環境、すなわち造形材料の消耗を気にしなくてすむことや、実際の造形と試行錯誤できる環境とのギャップが少ない状況を設定することなどが必要となる。

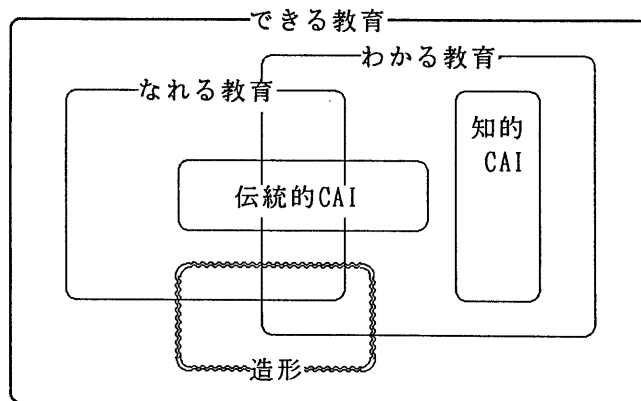


図4-1 教育の分類

4-3 造形ツール

デッサン、絵画などの2次元造形のためのツールは、描画ソフトという形で現在各種のコンピュータ上で多数稼働しており、タブレットなどの入力デバイスを用いることで実際の描画感覚に近いものが得られるまでになっている。しかし、彫刻のような3次元造形のツールはほとんどない。3次元CADシステムを使うと、寸法は正確だが操作が難しい、仮想現実感を利用すると、現状では利用者への心理的、物理的負担が大きいなどの問題がある。また、作り上げた作品を実物として出力するには高価な3次元プロッタを使わなければならない。

従って、造形ツールは、実際に行う造形の操作に近い方法での3次元データの入力、操作が可能なインタフェースと、安価な造形物出力手段をもつ必要がある。

4-4 造形ツール応用

上述のコンセプトに従った造形ツールの応用例として、図4-2に示すような電子工芸や電子生け花などが考えられる。たとえば電子工芸では、円柱状の物体にペンなどで触れるとその部分が削れていく過程をディスプレイで確認しながら

思い思いの作品を作ることができる。また電子生け花では、何回も使える棒を花とみなしてレイアウトし、自由に生け花を行うことができる。

これら造形ツールを使う利点としては、

- (1) 場所を選ばない
- (2) 材料が無駄にならない
- (3) データの交換ができる
- (4) 危険がない

などが挙げられる。

5. むすび

本報告では、コンピュータを利用した教育がどのような形で行われてきたかをまとめ、今後どのように使われていくべきかについて「できる」教育を実現する造形ツールを一つの例として提案した。

今後は、これらの分析をもとに、新しい形態のCAIの研究・開発を行っていく予定である。

参考文献

- [1] Skinner, B.F.: The Science of Learning and the Art of Teaching, Haverd Educational Review 24, Spring (1954)
- [2] Papert, S.: Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas, New York: Basic Books (1980)

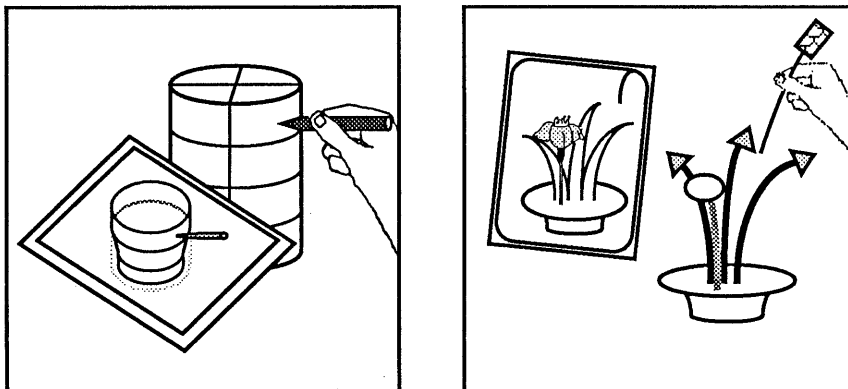


図4-2 造形ツールの応用例（電子工芸、電子生け花）