

# 電子計算機と教育システム

青 木 泰 師

## The education system by computer

Yasusi AOKI

### 1 は じ め に

電子計算機は最早や高価な機械から身近かにあって気軽に使える道具となりつつある。電子計算機の利用を大きく分けると、制御・通信用（プロセス制御，データ通信制御およびデータ解析）の応用面とシミュレータ（計算）の二つであろう。応用が無限にあると言われているが，まだまだ計算機に振り廻されている感が無いでもない。電子計算機の応用が活発になってきている現状からみても，ハードウェア及びソフトウェアの教育が必要条件になってきた。一方では，教育は社会形成員としての人格の完成と言いながら，クラスという集団教育からくる弊害に依って，個々の潜在能力を発見しそれを伸ばす状態にはおかれていない。個人能力差は非常に大きく，それらを平均レベルで教育すること自身無理なのである。従って，電子計算機のすばらしい処理能力を利用すれば教育者一人でもって従来に比較して能率良く教育出来るはずである。以下は，電子計算機を教育システムとしての利用方法の考察である。

### 2 電子計算機と教育

社会人としての必要な知識は，学校教育が主たるものであるが社会機関の一つである報道機関がその一端を荷なってきた。きつつある。

学校教育には，義務教育と高等教育の二つがあるが，義務教育は，全員教育が前提であって，個人差を無視せざるを得ないし，又，教育力そのものに依存する度合が非常に大きい。高等教育にしても多かれ少なかれ同様の事が言える。即ち，教育指導がクラスという集団を中心に平均レベルをもって進められているのが普通である。従って，各個のもてる能力の引き上げは個別指導が無くては目的達成効果が減ずるのは当然である。しかし能力ある者は自らある程度自学自習可能な場合もある反面，平均レベルよりも低い者は，伸びないばかりか後退してしまう恐れがある。能力別にクラス分けすることがなされるが別の面から欠陥が出，一クラスの数を少なくする個別主義的教育の方向へ進んでいるのが現状である。

以上からすると，被教育者の個々の能力に応じた有効な教材の提供利用が考えられねばならないことになる。その為には，教育者，被教育者及び教材を一体とした教育システムの有り方が重要で

あって、個々の教育者ではとても能力的にいても不可能である。したがって教育者間相互の協力強調が必要欠くことの出来ない条件となる。ここで、教育システムの利用を考えねばならないが、非常に高価になる傾向にある為システムのより効果的な利用を要する。教育目標（狭義の）を目指し前提となる起点から形成関係図を建て、各ノードを高くすることは、応用力を養う意味から当然の要求であるが、それに対してハードウェア及びソフトウェア面での考察を充分成されて完全近く達成されるだろう。それには現教育者は、必然的に教育システムのハードウェア及びソフトウェア面での個々の能力の発揮に充当されねばならず、その為の研究が科せられたテーマとなろう。

教育システムの中には教育機器と称せられるものがあるが、これには提示系と情報処理系の二系列が考えられ、提示系の代表的なものとして、フィルム、テープ、VTR 及びプロジェクタ等が挙げられ、現在それなりの効果を得ているが、いずれの場合もフィードバックが非常に少なく ITV, LL 等の自習機器は、学習者自身で反省しつつ効果をあげている場合である。一方では、ティーチングマシンによる学習記録、レスポンスアナライザによる集団反応曲線から指導性の可否を判断、進行状態を教育者が反省することが可能であるものもある。いくら教育システムと雖も、ある目標のみを効果的に発揮する機器であって、いずれはそれを包含したものが出現する可能性を持たないことはない。

教育システム方式では、教育者という人間でなければ不可能な部分にとどめて、教育機器にまかせの方が効果的であろう。現在の教育といわれる多くは、教科書、黒板及びチョークをもって教室という狭い場の教育である。現在の集団教育の中での教育システムは、教育指導書に代る指導フローチャートを作成することになるし、この様な教育システムが採用されることに依り、システムの構成、管理者と以前の教育者は協力し大規模な共同教育者の一員、換言するならば、科学的な教育システムの構成員として教育の一端を担うことになる。この方面に教育者の機能の拡大が出来れば、教育効果があがるし、又教育機器が教育者にとって替れば自動学習システムさえ可能であろう。従って、教育者たる者は自動学習の為のプログラムに持てる能力を注ぎ、また注ぎ得る様に能力の養成が必要と思われる。

### 3 電子計算機を教育システムとして導入する目的

電子計算機は非常に高価であるが、導入される教育機関が増加しつつあり、その目的は様々あるが、教育システムとしては

- (イ) ハードウェア（電子計算機システム、回路等）
- (ロ) ソフトウェア（機械語、コンパイラ言語等によるプログラミング）
- (ハ) 事務処理（教育及び教育に関連するもの等）
- (ニ) CAI (Computer assisted instruction)
- (ホ) 教育データの交換

等が考えられる。

#### 3-1 電子計算機教育

電子計算機の教育といえば(イ)、(ロ)で代表されているにかかわらず、それなりの大きな効果があが

っている。例えば、論理的に問題をとらえ、分析し処理する能力が養われ、理論を基礎とした応用能力を育てることが出来るばかりか、延いては工学に於ける実際面と理論の相互関連が明らかになってゆく。今(ロ)に就いて少し説明をつけ加えてみると、ある問題の提示によって考え（分析）、プログラミングして電子計算機に入力、結果が得られる迄にはそれ相当のフィードバック（思考、アドバイス）がなければならない上、電子計算機の出力結果が、はたして目的のものが得られているかの検討が残っている。これらの関係をフローチャートに表わしたのが Fig. 1. である。ここで若し、(イ)の知識があれば、それなりの最適な分析をするので、有効な電子計算機の利用がなされるはずであって、この効果は大きなものである。これらは、各個のもてる能力に対して電子計算機が対応していると言えよう。

### 3-2 教育システムとしての電子計算機

ティーチングマシンに電子計算機制御を加えた自動学習システムである CAI は Fig. 2. の様に比較的小型電子計算機でも構成し得る。勿論、対称とする端末数、学習量に依って変わることは当然である。

各端末に対して情報を提示し、問題説明或は指示によって学習者は応答した結果から、理解の程度を電子計算機が判断の上次に提示する情報を選択する。従って、各個の能力に応じた教育プロセスが得られ、能力を伸ばすには最適であるばかりか、電子計算機と1対1に対応するので注意が集中するという長所があって、同じ教育効果を得るための期間が短縮出来る。同時に、各個の学習経過記録が残るので、適当な処置の考察が行える点を見逃がすことはできない。

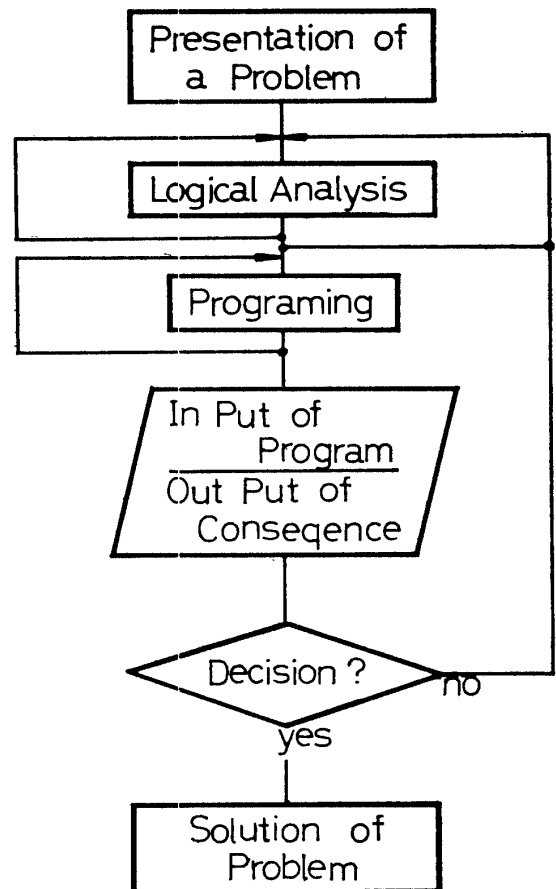


Fig. 1. System of utilion on computer.

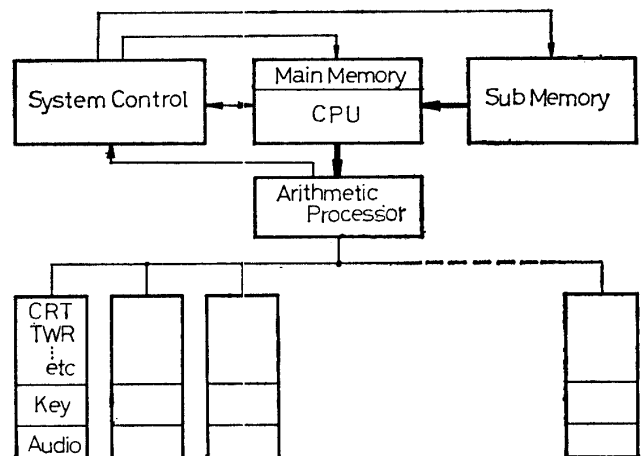


Fig. 2. Block Diagram of CAI

(4) 情報の交換に至っては、一つの学校（教育機関）というシステムにとどまらず、教育機関が相互に通信線を通して結合され、いつでも、どこからでも、何でも学習することになれば教育の姿は一変するだろうし、更には、その次元を変え、誰でもが学習可能となれば、最早や国家的な教育システムとして取り扱わざるを得ない事になる。

個別能力に応じた学習方法特に、CAI は非常に良い方法である。しかし、CAI は個人単位の能力別学習であるが故に、これのみに教育が委ねられるのは少し危険がある。即ち、これだけに教育が完全に成されるのは人間性を無視されたものになってしまう。例えば、クラスという集団は、級友をつくり、生涯の人間的な付き合いが存続する場合すら多々ある。又、現在のクラス制の良い面、良い意味の競争心等他にもいろいろあり、それらを生かした教育システムが考えられねばならない。

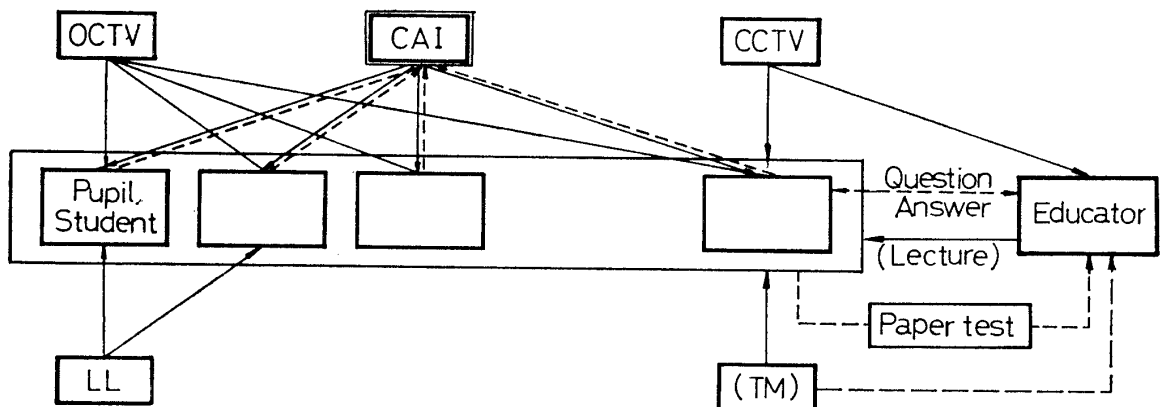


Fig. 3. Education System

CAI : Computer assisted instruction  
CCTV : Closed circuit TV  
LL : Language laboratory  
OCTV : Open circuit TV  
TM : Teaching machine

その一つとして、**Fig. 3** に示す様に、被教育者が周囲に存在する各種教育機関の教育を受けるチャンスがいつでも与えられる状態にある。ある定められた年令に達すると、クラスという集団の教育（講義という形態）を受け質問をして疑問点を解決してゆく。しかし、往々にして、理解度が教育者に分らないままある時期を経て、試験という形でフィードバックされてきた時には既に遅いものとなっている。教育者の能力或は、適任者が不足の場合に **CCTV** によって教育者に替って講義が成され得る。勿論、専門の教育者が複数以上で経験に基づいて頭脳を集約したものであって、単一の教育者が講義するよりも遥かに内容と質のあるものとなろう。ただ、質疑応答が時間的に遅れる欠点はある。個人が単一で教育を受けるものの内、時間的に制約のある **OCTV**、制約の無い **LL**、いずれにせよ、定められた内容をそれもある基準レベルでもって一方的に押し進められてゆく。**CCTV**、**OCTV** に対しては、**VTR** があって、時間的な制約から解放されるばかりか、理解不足などの部分を再度内容理解に時間を削くことが可能となるのは **LL** と同じと言える。

広義に採れば、あらゆるシステムを含むことになるが、ここでは狭義に採った **TM** は、教育者の補助としてのものでこの種類は多種多様、**VTR** も使用方法によっては **TM** の一種となる。その機能は、教材の提示によってその内容の理解の確認をし、次の教材の提示を繰返している。

### 3-3 CAI 用プログラム

電子計算機の利用に対しては、制御・通信用には機械語が、またコンパイラ語による計算が一般的である。

教材提示、応答、判定は基本パターンであるが、教材提示としては説明と関連問題に分けられ、問題に対しては被教育者に解答を要求するものである。解答不可能の場合は再度説明を求めるか、ヒントを要求によって選択し、再度の教育を受け解答を送る。電子計算機はいくつかの解答から、理解度の判断を行い、次のステップの選択をする。以上の流れをプログラムに組むことは、機械語、コンパイラ語でもそれ程のものでない。

しかし、教材としては、その能力に応じたステップのあらゆる場合の教材作成が必要であり、そのステップ数は莫大である。基本プログラムは単純であっても複雑さは非常に大である。

**CPU** 本体のメモリには、学習の手順すなわち個人の学習過程を理解度によって流れを変えるプログラムが記憶されており、莫大な教材は、記憶容量の大きい補助記憶装置（ディスク、ドラム、テープ等）に記憶されるのが一般的である。

教材としては、あるレベルを基準として組まれた流れがあり、これが集団教育（講義）に対応するものであるが、只、一ステップ毎に確実に各個に確認をとる点優れていると言え、能力的に余裕ある者に対しては、この流れを通る必要はないかも知れないが再確認という点から一応通る方が望ましく、更には、関連ある深い内容の教材の提示の求めに応じるものとしておかなければ折角の潜在能力が伸びないままになる。

講義では、それが成される機会が少ないので、能力の伸びはその時点で留まることになるばかりか意欲の減退に繋がる。もう一つは、内容の理解が得られない事による興味の無さが大きなものであって、興味のある内容から或は、既に確保している知識に則り、派生させて基準レベル迄に乗せる流れを持っていないのが、又持たし得ない事情にある講義に取って替り得ると考えるし、この様な教材の準備と各ステップを関連付ける流れを持っていなければ、**CAI**、**TM** としての役割を充分遂行し得ないものである。

これらの複雑さ、繁雑さに対処し得る適当な言語が開発されれば、教育者は、教材の内容に努力し、そのプログラミングに費される時間的な要素は軽減されることになる。いずれにしても最少限のプログラミングの勉強は欠かす事は不可能であろう。

## 4 お わ り に

教育システムに電子計算機を組入れることは、教育者の補助として誠に申し分ない。ただ、**CAI** のみのドライな教育では、人格形成面で欠陥が表われるので、適度の割合にて成されるのがよい。

教育者は、電子計算機をより有効に利用する為のプログラミングの勉強が必要となり、その努力は、教育効果が比較にならない程上昇することからすれば惜しむべきことではない。以前に比較して教育に直接タッチする時間の軽減された部分を、次の教材の準備に充当できるはずである。

(著者 電気工学科 昭和47年3月20日受理)