

## プログラム学習の現状と展望

——アメリカの実践を中心として——

川 合 治 男

### 一、序

B. F. Skinner が Teaching Machine (TM) と Programmed Instruction (PI) の原理を発表してから約十年になる。彼は動物を用いた行動実験の結果を教育に取り入れ、学習活動を改善しようとしたのである。彼は教育の効果を高めるためには心理学原理を応用し、教具教材を利用すればよいと考える。そのために、行動の統御装置としての TM だけでなく、教育内容の programming ということも彼の研究の中に大きな位置を占めることになった。この頃から、スキナーの投げかけた二つの問題、すなわち TM と programming について多くの研究がなされ、多くの実験結果や文献が発表されるようになった。

この研究に拍車をかけたのが軍や財団である。実業界の人員養成や軍の人的資源開発、技術訓練などの必要上、この両者の支援

の下で TM の研究が行なわれるようになった。時あたかも一九五七年にソビエトがスポーツニクを打ち上げることに成功してからアメリカの科学技術のあり方が反省されるようになった。こうした時代背景を持って、TM や PI の研究が人々の関心を集め、しかも、それは国家防衛教育法などの資金援助を受けて急激に盛んになった。

これらの研究の成果を全国教育協会 (NEA) が中心となってまとめたのが、A. A. Lumsdaine 編の "Teaching Machines and Programmed Learning" である。これは TN の歴史的概観、心理学的な原理、機械工学的技術、学校教育や社会教育に於ける利用法、将来の見通しなど、TM と PI に関するあらゆる種類の論文を集大成したものである。この書物の出版を境にプログラム学習の研究もかなり変ってきつつある。そこで NEA の視聴覚教育部と全国プログラム学習連盟が中心になって、八十数編の小論

文からなる「Trends in Programmed Instruction」を編集し、これがラムズデン編の「T M & P L」に必敵する書物となっている。そこで、この書物を中心にして、アメリカに於けるプログラム学習の実情と展望を探ろうと考えた。そして、現在のところ学校教育ではあまり実施されていないので、他の分野における実践を分析し、その中から学校教育で適用するための示唆を得ようと試みたのである。

## 二、プログラム学習の現状

今日ではプログラム学習の研究は、主として軍隊と実業界で進められている。大学とか民間の教育研究機関などの研究も、軍や実業界の資金援助で進められるものが非常に多い。Downingによれば、

「プログラム学習の発展と使用の歩みは軍隊がいちばん大きい。実業界もプログラム学習に大へん興味を持っている。ところが、学校ではその歩みは非常にゆっくりしている。軍隊のためのプログラム学習のリーダーが、そのままプログラム学習そのものの発展に於ける指導者にもなっている。」(T—p.31)

軍隊がプログラム学習研究のイニシアティブを取っている第一の理由は経済的なものである。プログラムを開発するためには莫大な金がかかる。しかし、プログラム学習を効果的に進めるため

には、必然的にT Mの研究もともなうのであるが、それには近代工学の粋を集めた研究が必要なので、学校で独自の機械を作ることは不可能に近い。また、プログラムそのものの作成にも大規模な教材研究、学習過程研究などが必要であり、これにもかなりの人員と費用が必要なのである。

ところが、軍隊は国家防衛教育法以来、経済的には恵まれている。しかも、ミサイル開発、核競争など緊急な国家目的を達成するという大きな現実的課題がある。この課題の解決のためには短期間にすぐれた人的資源を開発しなければならぬ。そこで、その要求にこたえてくれるものとしてプログラム学習に注目するのである。しかも、軍隊でプログラムを用いる場合、その使用目的は学校教育の場合とくらべて狭い。たとえば、ミサイル誘導装置の操作とかリーダー操作、飛行機操縦といったものであり、それらの操作手順は一定であって、行動を組織的に配列し得るものである。その学習には、学校教育にみられるような教師対生徒、生徒対生徒の社会的関係など、学習に影響を及ぼす要因が働かない。いわば個別作業である。だから、学校よりも軍隊などで積極的に用いられるのは、経済的な面からだけでなく、教育方法上からも当然なことである。

実業界で盛んに用いられるのもこれと同じ理由である。大企業では社内教育にプログラムをかなり取り入れられている。新入社員

教育には、機械器具の操作、接客法、セールス、保険の勧誘法などがあるが、これらの行動の手順や内容は一定であり、プログラム化しやすい。そして、従来でも、視聴覚教育が普及してくる過程に於いて、スライド、映画、テープレコーダーなどが用いられていたもので、その内容をプログラム化することが容易であった。

また、教育内容からみても、大企業になるほど作業が分化してきて、複雑な仕事も簡単な諸部分へと細分される性質のものが多く、どんなに複雑な作業にも、単純な作業の蓄積によって達成できるものもある。このように細分できる作業はプログラム化が可能であるし、プログラムによる学習の方が効果があるだろう。そういう意味で、現在のような大企業の分業システムはプログラム学習を發展させるのに好都合であったと言えるだろう。

そして逆に、プログラム学習研究には機械工学とか経営学の方法が反映されてきている。その一つが system approach と言われるものである。カウフマンの説明によると、それは次のようなものである。

「system approach とは、簡簡單単に言えば、問題として取り上げているものが、相互に影響しあう要因とか変数から成り立つ力動的全体であるとみなす概念である。人間の身体にたとえて言えば手足その他の器官はそれぞれ独自の機能を持っている。しかし、それら諸器官はそれだけでは働くことができない。身体は単なる

諸器官の集合体ではない。それは力動的全体である。system の各部分はお互いに他の器官と相互に影響し合う。system の中には各部分はその目的を持っている。その目的は system 全体の目的に貢献する。system approach を適切に利用するためには各部分、各要素が明らかにされ、その機能も決定されねばならない。

次に system approach を使ってプログラム教材を作成する手段に目を向けてみよう。普通、課業の system 分析を行ない、それによってそのコースの必要条件を分析する。また、それが対象とする生徒集団を分析して、そのコースの目標を設ける。次に、どんな訓練方法、技術が適当か決定しプログラム草案を作る。このプログラムが目標を達成するのに適当かどうか何度も実験集団を使って実施してみたり、技術専門家の助言を得たりして何度も改訂し、プログラムを完成する。このプログラムが全授業活動の一部を分担するのである。」(2—p.33)

ここでも明らかなように、system approach で行なう課業分析は、プログラミングに於いても必須である。プログラミングでは course outline を明確にたて、その目標を達成するのに必要な知識、技能、行動を分析、選定し、これらを連繫させて目標とする行動を形成するのであるが、これが工学領域で行なわれている system approach とか、経営学で使われる flowchart (生産工

手順一覧表」と類似の形態であることから、programming と system engineering の両者が接近し、その結果、実業界でプログラム学習が目目されるようになったとも考えられる。

学校とは違って企業内では、それを用いる学習者は能力が比較的均質であり、そのために、さまざまなプログラムを準備したり集団学習などの他の活動との関連をそれほど重要視する必要もないので、プログラム学習を進めることに対する抵抗は少なからう。そして、この学習の効果をあげることが企業の利益と直接結びついているので、研究費にも恵まれている。だから、多くの企業が専門のプログラマーを置き、絶えずプログラマーの養成に力を注いでいるのである。

これに対して、学校教育に於いてプログラムが作成されたり用いられたりすることは多くない。スキナーなど、初期の研究者が予想したほど、大規模にプログラミングされることもなく、一部の狂信的とも言える信奉者の言った、「教師のできる教育活動はすべてプログラム化できるであろう」という可能性はほとんど実現されていない。そして、多く用いられているのは、遅進児のための補習用教材とか矯正的教材などである。(3-1-78) 研究の当初から教育における教師の役割の重要性が強調され、そのため「TMによる教育が生徒を非人間化する」という理由から、プログラム学習に対して反発は強かったのである。

そして現在、「TMとプログラムに教育のすべてを任すべきではない」という批判論が正論となっているようであるが、それは決してこれらの批判を肯定してプログラミング領域を限定したというばかりでなく、実際問題として、全コースをプログラムすることが不可能であったからでもある。生きた活動をする生徒めいめいの、能力、興味に合ったプログラムということは望ましいものではあるが、実際に作ることは不可能に近い。むしろ、生徒の行動に教師や他の生徒が応対していく場合の方が生きた経験となるだろう。スキナーのTMの研究の動機には教師に対する不信感も働いていたのであるが、プログラム学習の展開の過程に於いて、教師の重要性が再認識されてきたと言えるのではなからうか。かくて、「全コースをプログラミングするのは間違っている」(3-1-83)と指摘されるまでもなく、それが不可能であることは常識となっているのである。

従来の学校教育では、教材とそれを提示する教授方法にはその他の、生徒集団、環境、教師の技術などの要因が複雑にからみ合っている。学習効果をあげるためには、これらの諸要因を個々に分析するだけではなく、それら相互の関連をも検討しなければならぬのである。ところがプログラミングでは、教師の要因、あるいはプログラムを提示する教授方法についてはそれほど考慮しないのでよい。プログラミングだけを切り離して研究することが可

能になる。従ってプログラミングすることによって、従来よりもカリキュラムの研究が更にやり易くなったとも考えられる。そして、そのプログラムを学校に於ける全教育活動の中でどのように利用していくかが次の問題となる。全コースをプログラム化できない以上、集団学習の中に適当にプログラム学習を織り込んでいくという形になるのであるが、その最も有効な形というものの研究は現在でも不十分である。集団学習と個別学習という異質のものを共に進めていくという制約があるので、この問題は短期間に解決されるのではなく、長い実践の中から公約数的な教授法というものが出てくるであろう。

しかし、初等教育から中等教育、更には高等教育へと進むにつれ事情が変わってくる。生徒の学習に影響を及ぼす要因として、「教師」の比重は相対的に小さくなる。学習の外的要因よりも教材自体の論理、構造というものが重要になってくる。内容が高度になればなるほど、それを学習するにはその論理というものが重要になるのだが、それをいかに構成して生徒に提示するかという問題はプログラミングの問題になる。これはプログラミングの原理を応用することによって、よりよい効果をあげることができらるだろう。

だから当然なことながら、初等教育よりも高等教育の方がプログラムの数は多いのである。しかも、その内容は、構造が比較的

きちんと体系づけられているもの、全体を構成する部分が、全体の有機的な部分となっているようなもの、たとえば、言語、数学論理学などに多いのである。

スキナーがこの研究の発表をした当時はプログラミング技術についていろんな研究が進められ、さまざまなプログラム形式も試みられた。しかし、最近ではプログラミング技術について、あるいはプログラミング理論そのものの妥当性について吟味することは少ないようである。そして、プログラミング技術を支えるスキナーたちのプログラム理論の前提に立って、そこから研究を進めるといふことが多い。従って、プログラム形式にも、TM出現当時とくらべて目新しいものではなく、ほぼ固定した感がある。但しいずれか一方に固定するというのではなく、いくつかの形式を場合に依じて適宜組み合わせるものである。(T-1,33) こういう柔軟性のある形式が出てきたために、ひところ盛んに行なわれたような、*“Linear programming ? or branching programming ?”* の論議が無意味なものになり、かわりに、「どんな場合に linear で branching はどんな場合か」の比較研究が進められるようになる。中にはプログラムを拡大解釈して、従来の普通の教科書にややプログラムの要素を取り入れたにすぎないものをプログラムと称しているものもある。たとえば、プレッシーの *auto-instructive program* がそれである。

そのプログラムでは、まず教科書のような説明体の文を三―四ページ提示する。その後で、その内容に関連した質問を多肢選択法でいくつか提示する。その質問は彼によると、*adjunct auto-elucidation or autoexplication* というもので、その問題に対する解答にその都度、解説を加えるものである。これによるとその質問の中ですべての教材を網羅する必要もなく、小さなステップを徐々に進まなくてもよく、必要な順序を前後に飛んでもよいという。(17—p.482) (19—p.180)

このように、一つのプログラムの中に適宜、異種のプログラムを取り入れることが当然となってくると、TMを使うことが難しくなってくる。TMはその機構上、いくつかの形式のプログラムを一つのマシンで提示することはできない。そこで、TMとプログラムが不即不離の関係にあるとはいえず、プログラムが複雑化するにつれ、TMの研究を続行させていくことが困難になる。そして、プログラム学習の主体はあくまでプログラムにあるので、プログラムの研究が先行することになるのである。

ここで当然予想されることは、TMの機構を複雑にするためにコンピュータを用いればよいだろうという考え方である。ところが、どんなに複雑な機構でも、教師の持つ人間的要素特性に欠けるのであるからやはり限度がある。コンピュータで可能なことは、従来より複雑な形式のプログラムを提示できることと、デー

タを人間より早く正確に処理できるということであるが、教師に可能な、いわゆる教育的教授まではできない。(4—p.64) 따라서 프로그램学习は学校より企業内教育に向いているし、また、学校では高価なコンピューターなど入手困難でもある、ということから実業界の人員養成に使われるのであり、従って、プログラム学习研究のイニシアティブが学校から実業界へと移ったのである。しかし、いくらコンピューターを使うにしても、生徒の行動をコンピューターがコントロールすることはできない。それよりもプログラミングが先決問題である。だから、将来といえどもプログラム学习のイニシアティブが実業界にあるということは必ずしもあり得ず、今後ますます、プログラム学习専門家や教育者との共同作業が進められねばならなくなるだろう。(5—p.186)

学校教育でこの研究を進めていくにはいくつかの障壁がある。まず、専門のプログラマーがいけないことである。プログラムを作るには、教科の専門的知識だけでなく、プログラミングの専門的知識を必要とする。この研究が深まるにつれ、一人だけでは負担が大きくなり、教科とプログラミングの二領域の専門家の協同作業という形にならざるを得ない。(6—p.191) ところが、教師は教科の専門家になり得ても、プログラムの専門家になることは難しい。特に、現在の学校の人員組織では多くの雑用をかかえた教師には時間的制約があつて、プログラミングの余裕がない。

教員組織が現状のままだと、教師の労力削減を目的とするプログラム学習が却って教師にとって負担になる。そこでどうしても専門のプログラマーを配置しなければならないのである。

また、学校のクラス組織がプログラムの活用の妨げになっている。現在の学校は能力別編成というより年令別によるクラス編成になっている。そこで、生徒達的能力差による進度の遅速を調整して集団学習を進めていかねばならない。ところが、プログラム学習は個別学習であるので、学習を終了するのがバラバラになる。従来の学習形態の中にプログラムを適宜織り込む場合でも、このような調和が難しくなる。そこで、プログラム自体をできるだけ個人差に応じたものにするのは勿論のこと、学習組織もプログラム学習にふさわしくする必要も生じてくるし、更には、教室配置とか設備なども再検討しなければならないだろう。

### 三、各界の実施状況

#### (1) 軍隊における実践

##### a 空軍訓練司令 (7—p.131)

ここは世界最大の訓練所であり、多くの軍関係者を安く、早く効果的に教育しなければならないので、新しい教授法には絶えず注目しているのである。ここでは今までに三〇〇人以上のプログ

ラマーを養成したのであるが、その効果が大きく、特に、学習時間の短縮と学習量の増大という点で顕著であったので、今後これを広く実施しようという動きがあり、また、従来の教授法を改めてプログラム学習へ移行させることへの抵抗を少なくするために、司令部上層部自身にプログラム学習をよく理解させるためのコースを設けたりしている。

ここでは空軍の無数の機械器具、武器の扱い方を訓練するのが主要任務である。以前には十週間の訓練をすればF80ジェット機の電子工学関係技術者を養成できたし、一飛行中隊にはこのような技術者が七人いればよかったのであるが、最新型F105ジェット機中隊には七〇人必要であり、しかも養成に一年以上もかかる。六三年はここで三六万二千人の空軍兵を七〇〇万ドルかけて教育した。このように技術が進み、より多くの人員が要求されてくるにつれ、ここでは費用、時間、質の点からすぐれた訓練方法や概念を常に改善していくという必要性が強くなるのである。

このような必要性から六一年十一月以来、外部機関との契約によって、空軍の三〇〇人にプログラム教材開発技術の訓練をさせてきた。このために、これまでのアメリカ全体のプログラマーの数が倍以上になったと言われるくらいである。

そして現在一〇〇以上のプログラムが用いられているが、それらは飛行訓練の「F37緊急脱出装置」から、整備訓練の「精密測定

装置」に至るさまざまな内容である。これらの実験によれば、九〇%の学習者が九〇%以上の内容を習得し、時間も二五%から五〇%、中には八三%短縮されたものもある。

軍隊は第二次大戦以来、指導者養成、視聴覚教具、閉回路 T V、Language Laboratory などの方面で開拓者的な働きをしてきた。今後も、技術発達によって生じてきた様々の問題を解決するために、次々と新しい教授技術を開発するであろう。

b K 38 拳銃の機械的操作のためのプログラム (8—p.134)  
現在までに作られているプログラムはほとんど、言語記号や概念的 내용의学習に適している、非言語行動や運動技能を扱うものは少ないが、これは数少ない運動技術のためのプログラムである。

このプログラムの目標は、

- 1 K 38 リボルバーの三〇の部分の名称を言えるようにする。
- 2 各部分の機能を記述する。
- 3 分解と組立てができること。
- 4 掃除と注油ができる。
- 5 故障の修理をする。

などであり、RE-EX プログラム様式が用いられている。リボルバーの内部機能を図で記述するのは難しいので実物を使うようにしてあるが、そのことは分解組立のような非言語的行動を扱う場

合にも特に有効である。

c ジェット機の工作用具取扱いのためのプログラム  
(9—p.136)

これは二〇ニフレームからなる linear program で、その七五%には実例が含まれている。そのために、プログラムと並行して使うように八台の練習機が設計された。実験の結果、簡単な手工的技術にはプログラム学習の効果が大きいことが明らかになったという。

b 空軍士官学校のプログラム学習と教授 system (10—p.143)  
空軍士官学校の教授は講座ごとに違いますが、いずれの場合にも、system というのは次の諸点を徹底的に分析することから発展させられる。

- (1) コース目標
- (2) 学習過程
- (3) 教材と媒体
- (4) 提示方法
- (5) 評価手続
- (6) 教師の役割

このような教授 system の中で、プログラムが中心となるのである。プログラムはこの教授過程の中で最も能率的、効果的なコミュニケーション技術である。そこでこのプログラミングの原理が視聴覚教材、言語教材のいずれにも応用されている。

現在、士官学校では二講座が教授 system で教えられている。一つは士官候補生二年生用の空気力学概論であり、他の一つはスベイン語入門である。



空気力学概論は閉回路テレビを使って提示する。各レッスンの初めに、ほぼ三〇フレームからなる案内書が生徒に渡される。教師は聴覚と視覚の教材をプログラムする。この両者が一つのプログラムを形成するのである。たとえば、教師は圧力が大気に於いていかに変るか説明し、それについてのフィルムを見せる。予め決めておいた点にくと、彼は生徒にフレームを読ませ、それに反応させる。生徒は答が合っているかどうかすぐにチェックする。そして、生徒―教師コミュニケーション回路で教師に結果を知らせる。教師はもし結果が満足いく場合には先へ進ませるし、よくない場合はもう一度やらせるか、補足的説明を加えたフレームへ進ませる。

テレビ（フィルム）を通した教授プログラムが終わった後で、生徒は handout（案内書）の第二部を続ける。それは linear 形式であり、前に行なった学習の復習と強化のプログラムである。生徒は自分に合った速度で進み、先に終わった部分をどこでも反復することができ、教師はいつでも質問に応ずることができる。生徒に持たせる handout、教材、テレビに流す内容を準備するのに、一レッスンにつき十時間必要であるが、これをプログラム学習だけでやるとなると五十時間もかかる。

スペイン語入門コースはテレビで放送される。そのプログラムは基地家族、飛行士の宿舎、病院その他で受信される。受講者に

はそれぞれレッスンの教材が送られる。それは oral program であり、スタジオ内のモデル生徒に提示される。教師は新しい単語とか表現について質問し、説明的教材を提示し、生徒に反唱させ誤った反応を正し、スクリーンに印刷教材を映写し、教材の中に用意されたスペースに書き込ませる。四十五分の授業の終りごとに生徒はドリルや復習を行なう。八時間ごとに復習のプログラムを行ない、次の時間にはテストを受ける。生徒はめいめい教師の指示に従って自分のテストを採点し、教師に郵送して採点してもらう。

このコースには八百語以上の語彙が含まれており、ハイスクールのスペイン語の一年分に相当するが、この教材を準備するのに、一レッスンにつき十時間かかるという。

## (2) 実業界に於ける実践

実業界におけるプログラム学習への関心は学校にくらべて非常に高い。大企業ではほとんど実施したり計画中であるという。ここでは学校教育とくらべて学習に影響を及ぼす副次的要因が少ない。たとえば、クラスの大きさ、教師の人格、学級集団の質、集団学習との関連などはあまり問題にしないでもよい。したがって、このような要因にわずらわされることなく、当面の学習目標をプログラムだけで直接達成することが比較的容易なので学校より頻

繁にプログラムが用いられるのである。そしてまた、教師による一斉授業とかグループ討議、講義法などとプログラムとどちらが効果があるかなどという比較はされないし、またその必要もなく、プログラミング可能なものはちゅうちょせずプログラミングするのである。また、プログラミング理論もスキナー達の研究成果についてとやかく吟味せず、その理論が既に完成したもので、妥当なものであるという前提のもとに進められることがほとんどなので、この分野から新しいプログラミングの原理を期待するということは今のところできない。教育界で参考にしていくことのできるのは、むしろこれらの実験結果であり、これによってプログラム学習の有効な学習、可能な学習が明らかになっていくのである。そこで、実業界で作られているプログラムの内容をみてみよう。

TMとプログラム学習が国家防衛教育法による国庫補助によって急速に進歩したという歴史からも明らかのように、プログラム学習の研究は軍の要請に基くものが非常に多い。そこで、一般の会社などの中でもプログラム学習を実施しているのは軍と何らかの関係があるものとか、軍と一体となっているものが多いのである。

たとえば、ミーチャムの報告は宇宙産業に於けるプログラム学習の実践についてであるが、これはまったく軍と一体の研究であ

る。(11—p.105)

宇宙飛行の装置が現在のように複雑になると、操作訓練の問題が特に重要になり、そこに含まれる専門的知識は莫大なものとなる。ところが、それを用いる者が必要とする個々の専門的知識はどんな場合にも正確で理解しやすいものでなければならぬ。この宇宙時代に順応し、時代遅れでない科学技術上の知識を絶えず吸収し持ち続けていくことに対して、プログラム学習が大きく貢献するとミーチャムは述べている。

技術が高度に複雑になるにつれ、それは同時に誰がやっても一様な、標準化されたものになってくるのであるが、このようなものはTMとプログラムを通して達成することが可能である。こうしてプログラム学習は宇宙飛行訓練、水中計画、即ち原子力潜水艦などで実施され始めている。又、多くの人達がTMの研究とも取り組むようになり、それらの成果が艦載ミサイル、超音速飛行機とかその他の軍事訓練領域にあらわれている。

その他、プログラムを使って効果をあげたものは

○原子力兵器の安全な取扱い方——超音速機に兵器を積み込む人達のためのプログラム。

○ロケットの包装テスト装置の扱い方。

○飛行安全感——脱出か強行着陸かの問題を論ずるプログラム  
このような学習を行なった結果明らかになったことは、プログ

ラム学習が、

- 1 訓練を促進する。
  - 2 スケジュール外の訓練、遠隔地での訓練を可能にする。
  - 3 教師の雑用を減らす。
  - 4 教師の不足を補う。
  - 5 複雑な技術教材を一般化、標準化する。
- ということであり、そして、これらの初期のプログラムが成功したので、宇宙飛行技術世びに関連領域での訓練やその教材などでプログラムを使えば有効であることが一般にも認められるようになったと言う。

バシネルは電気の職工の成人教育にプログラムを用いる実験を報告しているが、(12—p.110) それによると、学習者は自分に合った速度で進むので、予め高度の知識を持っている者は普通の授業の場合より早く進めるし、劣っている者もよい成績をあげる。また、TMを用いると学習者のプライドを傷つけないという効果があるという。というのは、仕事の上で成功している人は自分の無知をさらけ出されるのを恐れるが、TMがこの恐れをなくす助けになったというわけで、TMは成人教育から心理的な危険な要因を取り除くことができるというのである。

実業界ではこのように各方面でプログラムが用いられるようになってきてはいるが、それらも企業の利益をあげると言う直接の

目標を達成することが主であって、プログラムそのものの研究を進めるところまでは至っていない。そこで、当面の大きな課題はプログラマーの養成ということ、あるいは、産業別、業種別、更には作業別のプログラムの共同開発であろう。プログラム研究のイニシアティブが学校教育から実業界に移ったことによって、プログラム学習の実践が広範になったものの、プログラム学習の原理の研究という性格が薄くなった。そこで、今後はこの両者がタイアップして研究を進めていくことが先決問題であろう。

### (3) 特殊教育における実践

small step, 強化, self-pacing, 個別学習、という性格を持ったプログラム学習は、普通教育よりも、むしろ特殊教育、中でも精薄教育に於てこそ活用されるべきものである。しかし、今のところその将来性は認められてはいるものの、この分野での研究を進める人は少なく、ストーリーの調査によると、精薄用のプログラムはわずかに十四だけだという。

エブラハムはこの分野での可能性を次のように述べている。

(14—p.87)

「プログラム技術を用いれば、他の方法では学ぶことのできなかった生徒でも学習できるようになる。small step, 強化, 成功感, などに基くカリキュラムは、他のどんな教育分野よりも特殊教育

に於てこそ必要なのである。ここの生徒ほど普通教育で挫折させられ、傷つけられ、無視されている者は他にいない。だから、特に彼らのために準備されたようなプログラム教材こそ救いとなるであろう。プログラム学習は打ちひしがれた自信を取り戻す助けになり、また、遅進児と知恵の遅れた者のフラストレーションを少なくする助けになる。」

このことは精薄児だけに限らず、少年院などの非行少年矯正教育についても言えるのである。たとえば、アラバマ州にある少年院のドレーパー矯正センターでは院内教育と rehabilitation のためのプログラムを開発中であり、それをマッキーが報告している。(15—p.91)

ここの特色は收容者自身がこのプロジェクトに参加するのである。そして、二十五人からなる Service Corps (作業団) というものができた。このメンバーは半日はプログラムの仕事にたずさわると、残りの半日は生徒となって学習する。仕事の内容と人数は、事務員三人、教授者五人、プログラマー六人、教科コンサルタント八人、司書一人、実験技手四人であるが、この中で独特なもの教科コンサルタントである。これは数学、言語、理科、電気、の四教科に二人ずつ割り当てられる。たとえば、言語科コンサルタントは言語研究室を管理し、その部屋に入ってくる生徒を指導したり援助する。そして生徒の進捗表をつけ、ある生徒がいつ

試験を受けるべきか、研究室の教材をいつ使うべきかを決定する。また、その教科のテスト問題の作成にも加わる。生徒が終末テストを受ける前にはコンサルタントの許可を必要とする。コンサルタントはその役につく前にその教科の専門的教育を受けてエキスパートになる。たとえば、数学のコンサルタントはその任務につく前にハイスクール数学全カリキュラムをやり終え、更に高度なコースをも行なうというものである。

このプロジェクトは六一年三月にスタートしたが、一年間の実験によると次のような興味ある事実が明らかになったという。

一、自己教授プログラムは拘置中の非行少年にもうまく利用することができる。特に、彼らは普通の学校の授業で何度も失敗した経験を持っているので、いわゆる「成功」と呼ぶような強化要因が奪われてきたのである。その結果、勉強したり授業に出席するのが厭になり、ずる休みや中退をするということになってしまふ。ところが、ここで用いた自己教授プログラムでは普通の生徒で九〇%の正答を得ることができるのである。

二、そのために彼らの知識欲が増してきた。以前は教育を受けるのに何ら関心を示さなかったのに、高等教育の資格を取りたいと欲する者、教育を継続したいという者が多くなった。

三、非行少年自身でプログラムを作ることも可能である。

このような一年間の実験の結果、Draper Project は国立精神衛

生研究所から三年間の資金援助を受けて、更に広範なプログラム研究を進めることになった。そしてその実験研究から更に明らかになったことは、

(1) 結果を即座に知るといことは非行少年たちの満足を即座にひき起こす。このことは、スキナー型、クラウダー型プログラム、ギルバートの算数プログラムの場合と同じである。

(2) 教師にできるだけ表面に出ないようにすることと、少年たちが単なる生徒からこの実験の重要な推進者へと役割変化したということが、現在の普通の授業にみられるような教育的な壁を取り除くはたらきをした。

(3) T Mは動機づけ効果を持つと言われているが、非行少年の場合は特に効果は大きい。

(4) 生徒同志の無益な競争がないこと、間違った答をして恥をかかなくていいこと、self pairing であること、などは動機づけられていない者や反抗的な者には明らかに有効である。

(5) 収容期間中の学業の遅れを取り戻すことができる。それは特に外国語のように、普通には時間がなくて学習できないような教科に特に有効である。

このドレーパーで今までに作られたプログラムは、基礎電気学、基礎電子工学、技術者のための数学、電気テレビ修理用プログラムブック、電気配線の実験手引書などである。

ニョーハウスは精薄者のプログラム学習について報告している。(1958) それは視聴覚教具を用いて電気産業に於けるハンド付け技術を訓練させるものである。プログラム学習は精薄教育に特に効果があることは認められていながら、実際にはプログラムの数は少ないし、その上、普通教育のプログラムでさえ言語的教科、算数、論理学などが大部分なのに、運動技能にプログラムを用いようというもので、これは貴重な実験である。

このプログラムは video scene 視聴覚教具を使うもので、教材は自動的にスライドで映写され、それに視聴覚教材が同調している。この実験の結果は、彼は精薄用のプログラムを發展させる原理ともいふべきものを明らかにしている。それによると、

- 1 作業内容はできるだけ多くの作業単位に分割すること。
- 2 作業ステップの反復は最も重要である。反復は忘れるのを防いだり不適切な行為を防いだりする。
- 3 言語による教授、指示は簡潔にして容易に理解できるものにし、同じ単語や語句をくり返し使い、文は短くする。
- 4 フィードバックがあるということは、精薄者の関心をとらえ、それを長く持続できるということである。

#### 四、学校教育への適用

軍や実業界の実情からもわかるように、学習をすべてプログラ

ムで行なうということはできないし、たとえ行なっても効果は少ない。現在、その教育をすべてプログラムで行っているのはドレーパー矯正センターだけであるという報告(15—p.91)からもそのことはうなづける。ドレーパーのように教育の対象が特殊なもの、教育目標が緊急に必要とされる何かを達成するというのではないもの、また、プログラマーが多く得られるところでない限り、実際上不可能であろう。

そこでプログラミングできるもの、またはプログラムで効果をあげることでできるものを予め考察してかかねばならない。

学習形態からプログラム学習の特性をみてみると、それは言語を媒介とした個別学習である。従ってそれは純粹の生活関係や社会的活動、社会的接触といったような内容に欠けるのであり、このことが社会科のプログラムの少ない理由の一つになっている。

また、国語や芸術などのように、作品を鑑賞しお互の鑑賞を深め合うこともないので、プログラムで鑑賞学習をすることはできないし、たとえそれをしたからといって、それが確かな鑑賞というわけにはいかないのである。特に国語科についてみると、文字とか語彙、話し方、読み方などプログラムで分析的に個別に学習し得ても、そこで獲得された言語は生きた言語とは言えない。その言語を社会的な場の中で実際に使ってみる有機的な言語活動をして、はじめて生きたものとすることができるのである。

これを逆に言えば、文字とか語彙、記号などを覚えるということとは全くの個別的な行動であるが、覚える仕方は人によってそれぞれ違うのであり、このような暗記は一斉学習でなければならぬという理由はない。算数や理科の記号のように、くり返し分析的に行われる暗記的な内容はプログラムに適しているのである。

数学などは概念の発展が段階的であり、論理体系は組織的である。だから、新しい内容はそれ以前の学習内容を基礎としておりそれに積み重ねていくのである。段階ごとの概念がわかっているいと次の段階での学習が不可能である。だから概念を段階的に扱うというプログラムこそそうやってつけである。スキナー達のプログラミングの原理は、プログラムの前後の段階が互いに関係し合っていること、その各段階を *small step* にして一ステップで一つのことだけ扱うようにする、というのである。そして勿論、プログラムが進むにつれて複雑な内容になっていくのである。このような段階づけをするためには、その教材の内容の徹底的分析や目標の明確化がいつそう必要であるが、これは実業界の *system* という概念にとつても必須の条件である。*system* の目標を達成するためには、個々の行動がどんな意義があるのか、それらがたがいどんな影響を持つのかの分析が必要になり、その結果、学習を容易にするために何が基礎的なものであるか、何がその基礎的なものから発展していくかが明らかにされる。こうして *system*

に於ては、そしてまた当然プログラムに於てもそうであるが、基礎的なものから普遍的なものへという構造が比較的きちんと体系づけられるのである。

このように、プログラムでも system でも基本的基礎的なものがそのスタートになるのであるが、基礎的なものの意義と重要性についてはブルーナーも同じ考えである。彼によると、まず最初一つの一般的観念を学習すれば、それがその後に出てくる問題を最初に習得した観念の特殊例として認知するための基礎になる。

つまり、基礎的な観念によって知識を不断にひろげるというのである。原理を転移するにはいま学ぼうとしている現象の一般の本質をはっきり把握しなければならない。一般的本質を把握してでき上った観念が基本的基礎的であればあるほど、新しい問題に対する適用範囲がひろくなるというのである。

このような基礎的原理をプログラムで扱うことは容易である。すべての事例にとつて基礎的な原理をまず扱い、それをさまざまな場面にあてはめるといふカリキュラム構成であるなら、まず基礎的原理をすべての生徒のためにプログラム化し、その発展段階で個々の生徒の能力に合致したプログラムを作ればよいのである。しかもブルーナーは、基本的観念を習得するということが、ただ一般の原理を把握するというだけでなく、学習と研究のための態度、自分自身で問題を解決する可能性に向かう態度な

ども関係あると考えるのである。彼によると、そのような態度を教育するためには、単に基本的観念を提示する以外の何かがある。その何かは明らかでないが、重要な要素は発見を促す興奮の感覚であるように思われるという。ところが、プログラム学習では発見を促すことができないという批判が一般にしばしばなされている。スキナー達のプログラムのように、論理的系列で緻密に少しずつの要素が配列され、その各々の small step に cue (手がかり) があるのであるのでは思考の飛躍がないので発見ということもできないかも知れない。

しかし、ここでブルーナーの言う発見というのは、誰にも知られていない全く新しいことを明らかにするというのではなく、以前に気づかれなかった諸関係のもつ規則正しさと諸関係の間の類似性の発見ということであり、こういう類似性は教材の sequence を保つて教多く提示すれば発見も容易になるので、むしろプログラムはこのような発見をする力を刺激することができるといえよう。類似性や規則性を生徒自身に発見させるには教材の sequence が保たれていなければならない、そのために、指導者としての教師の側にその教材についての深い理解がなければならない。その意味では専門的知識豊かな教師たちの協同作品とすることができるので、その場合は普通の教師よりもすぐれたものになるだろう。

また、プログラムでは直覚的思考を扱えないという批判もあ

る。直覺的思考によれば、分析的思考では得ることができないか、またはできてもゆつくりとしかできない問題解決に至ることがしばしばある。ブルーナーによれば、

「すばやく仮説を生み出し、その価値はわからなくてもその前に諸概念の結合を思い当らせるのは直覺の様式である。結局、直覺は独力で一かたまりの知識を暫定的に秩序づけるものである。」  
(18—p.79)

プログラムではこのような直覺的飛躍は許されない。直覺的思考がはたらいでもすぐ応えることなくそのままにしてしまつて、それとは別の思考過程をたどらせることになることが多い。直覺的思考のはたらしは個人の能力によつて差がある。其の能力に應ずるプログラムが研究されない限り、直覺的思考をプログラムに織り込むことはできないだろう。

直覺的に思考する人はある問題についてすばやく仮説をたてる。その仮説が正しいかどうかは分析的方法で決定するのである。ブルーナーによれば、仮説をたてるにはその教科について基礎的な知識をもち、教科に精通していれば、その中から直覺的思考が作用できるような手がかりが生じてくるという。(18—p.79)だから、直覺力の基礎としてしっかりと豊富な知識が必要なのである。

このように、直覺的思考と分析的思考とは相補い合う関係にあ

るのであつて、どちらか一方でなければならぬという二者択一的なものではない。プログラム学習は分析的様式であるので、そこには直覺的思考はないという批判はもつともであるが、もともとプログラムが学習全体を受け持つというものでもないのだから、このような欠けた面があるのは当然である。それを認識した上で基礎的原理や概念を扱えば、その学習がその後の学習の發展の基礎となるであろう。

## 五、今後の課題

最近では全コースをプログラミングすべきではないし、またできないということが認識されてきているが、ではどんな領域をプログラミングできるか、それが他の教授法とくらべて効果が大きいのかどうか、ということについての研究は現在のところ少ない。このことは実践を進めていくうちに明らかになるものであるが、両者の比較研究をしてできる限り明確にしていかねばならないものである。

このことはプログラムの利用方法にも同じように言える。一斉授業の中でプログラムを適宜織り込んでいくことはいろいろな困難を伴なう。生徒の能力がそれぞれ違うので内容をめいめい変える必要もあるし、進度もまちまちなのでその調整をしなくてはならない。それに伴つて設備、備品などを必要に応じて



改善していかなくてはならない。プログラム学習の過渡期にはこのようにプログラミング自体の問題もさることながら、それに付随する他のいろいろな面の改良が要求されるのであり、それらをまず解決していかねばならない。

プログラミング自体についてみると、プログラム学習は言語を媒介とした学習になるので、言語のはたらし、学力と言語能力との関係などをよく理解する必要がある。低学年では理数科と人文科の能力のちがいがそれほど明瞭に出ないので、言語能力の無い者は理数科の能力も無いというケースが多い。言語能力があらゆる知識能力の関門となっているので潜在的に自然科学の能力はあってもそれが表面に出ないし、また逆に、言語が障害となつて自然科学の能力を獲得することができないということも考えられる。従つて、言語を媒介としたプログラムだけで学習を進めるということは危険であり、ここにもプログラムの限界がある。この限界をどの範囲まで認めるか、プログラムにどんな言語を用いるか、などが今後の課題となるのである。

また、プログラムに生徒個人の興味、欲求をいかに生かすかも考慮しなければならない。プログラム学習は「個別学習であり、個人差に応ずることが可能である」といわれるが、その個人差というのとは主として進度の遅速ということであり、其の能力差、性格の違いに応じたプログラムを作るといふことは難しいのであ

る。そうするためにはコンピュータを用いて大規模なプログラムを作成しなければならない。ところが、それに要するエネルギー、時間、経費などを考慮すると、全く能力別にしたプログラムがどれだけ効果があるのか現在のところ疑問である。むしろすべての生徒に共通な学習をプログラムを用いて行ない、それを深めたり拡張する段階で必要となる個別学習を、教師の指導を進めていくという形の方が能率的であり、経済的でもあると予想されるが、この点についても今後とも研究を進めていくことによつて明らかになければならない。

#### 引用文献

- 1 Carlton B. Bowring : Programmed Instruction in Perspective, in Trends in PL, ed. by Gabriel D. Ofesh and Wesley C. Meierhenry, '64
- 2 Roger A. Kaufman : The Systems Approach to Programming, *ibid.*
- 3 Robert K. Branson : Some Pitfalls in the Classroom Use of Program, *ibid.*
- 4 Joseph A. Tucker, Jr. : Educational Technology and the Role of the Teacher, *ibid.*
- 5 Herbert H. Hughes : Construction of an Academic Program for School Consultants in Programmed Learning, *ibid.*
- 6 John A. Modrik : Problems in the Relationship Between Subject Matter and PL Specialists with Implications for Training and Research, *ibid.*

- 7 James F. Briggs, Lt. General, USAF (Retired) : Programmed Instruction Breakthrough in Air Force Training?, *ibid.*
- 8 Jackie Lang, TSgt, and J. E. Melton, USAF : Mechanical Training with the K-38 Revolver, *ibid.*
- 9 Lewis L. Coleman, SSgt, USAF : An Experiment in Programming The Care and Use of Aircraft Mechanics' Hand Tools, *ibid.*
- 10 Arthur R. Steiger, USAF and Franklin C. Butler, Jr., Major, USAF : Programmed Instruction and the Instructional System at the U. S. Air Force Academy, *ibid.*
- 11 Jac D. Meacham : Aerospace Industrial Programming (Past, Present, and Future), *ibid.*
- 12 David S. Bushnell : Technological Change and the Journeyman Electrician : An Experimental Study in Continuing Education, *ibid.*
- 13 Charles M. Keys : Industrial Programmed Instruction in Value Control Training, *ibid.*
- 14 Willard Abraham : Programmed Instruction and the Exceptional Child, *ibid.*
- 15 John Ma. Mckee : The Draper Experiment: A Programmed Learning Project, *ibid.*
- 16 Edmund C. Neuhaus : Programmed Audio Visual Training for the Mentally Retarded, *ibid.*
- 17 S. L. Pressey : Teaching Machine (and Learning Theory Crisis, in "Educational Technology," ed. by John P. DeCecco, '64.
- 18 J. S. Bruner : The Process of Education. '61. (佐藤訳, 岩波)
- 19 M. A. Zaccaria & Lt. Charles F. Adams : Adjunct Programming, in "Trends in PI," *ibid.*