

# ティーチング・マシンによるプログラム ド・ラーニングの理論的・実証的背景\*

大 羽 稔\*\*

- I. 行動科学の教育的意義 (デッサン)
  1. 学習の操作的定義と TM (Teaching Machine) による PL の寄与
  2. 行動法則による PL (Programmed Learning) の解釈
- II. TM と PL に関する心理学的・教育心理学的研究の歴史的概観
  1. TMPL 運動 (Teaching Machine and Programmed Learning Movement)
  2. 20世紀初頭の時代精神と TMPL 運動
- III. プレッシェーとその門下による第1次継続研究の意義
  1. プレッシェーの最初の論文の歴史的意義と時代精神 (Zeitgeist)
  2. プレッシェーによる創意の教育的・社会的・経済的意義
  3. 教育の技術革新のためのプレッシェーの提案
  4. 1930年初頭のプレッシェー門下による研究の概要
- IV. プレッシェーとその門下による第2次継続研究の意義
  1. 第2次継続研究の再開と展望
  2. 特殊な教授計画への適用とそれによって生ずる結果の評価
- V. 学習の科学とティーチング・マシンによるプログラムド・ラーニング
  1. スキナーのオペラント学習理論の教育に対する意義
  2. スキナーの行動分析の基礎としての条件づけ (conditioning)
  3. 人間の生活事態における強化 (reinforcement) の役割
  4. TM による PL の特性と心理学的一般原理との関係 (デッサン)
  5. プログラミングの心理学的意義 (デッサン)
  6. プログラムの重要性とマシンの必要性
- VI. プログラムド・ラーニングの一般的評価と結語

---

\* Theoretical and experimental background of Teaching Machine and Programmed Learning.

\*\* Shigeru OBA

## 序

本論文は、いわゆるティーチング・マシン運動 (Teaching Machine Movement) が、それにもとづいて進展した所の、理論的根拠と、実証的背景の考察と、歴史的展望を行なうものである。まず学習に関する科学的研究の、教育に対する意義を考察し、ティーチング・マシン運動と時代精神との関係が概観される。次に、教育心理学的分野における実証的アプローチとして、プレッシーとその協同研究者たちによる継続研究の意義が評論される。さらに、現代心理学における neo-behaviorism から発した実証的学習研究と、ティーチング・マシンによるプログラムド・ラーニングとの関連性を述べ、条件づけにもとづく、スキナーの行動分析の教育に対する意義、および、生活事態における強化の役割、プログラムド・ラーニングの特性と心理学の一般的諸原理との関係、およびプログラミングの心理学的意義などにふれる。最後に、現在のティーチング・マシンによるプログラムド・ラーニングの問題点の一般的評価を行なうものである。なお、筆者は、広く学習の科学一般について、ティーチング・マシンとプログラムド・ラーニングに関係ある事項と用語の glossary を、この論文のうしろに加える予定であったが、主題にそぐわない恐れがあるので、割愛した。その詳細は、視聴覚教育研究集録、8、1961. を参照していただきたい。又、この glossary の要約したものは、西本教授監修になる TMPL の邦訳“学習プログラミングとティーチング・マシン”の付録に加えられている。これらは、この分野に関する一般的理解には、非常に有益な役割を果たすと思う。(日本における TM 運動については Psychologia, an International Journal of Psychology in the Orient. Vol. 4 で論じたい)

### I. 行動科学の教育的意義 (デッサン)

現代心理学は、生活体の行動に関する研究をその目的とする。したがって、心理学者は、たとえ、それぞれの立場は、若干異なっても、かれらの

扱う対象としての生活体は、一定の法則性をもって行動するという仮定から出発せねばならない。そして、環境条件および個体条件を科学的に操作することによって、その法則性を函数関係において見出だすことが、その主たる任務となる。このようにして、生活体の行動は、実証的に法則化され、それを予見し得るものとなってくる。したがって、かれらも、適切な条件操作を行ない、一定の統制を行なえば、学生の望ましい行動を強化し、よりよい行動の変容を解発せしめ得るという教育的意義をも達成することができるであろう。

現在、新しい心理学的知識を、教育に活用するのは妥当なことと考えられている。したがって、心理学者がなし得たと同じように、教育者も、学生の行動を統制することが可能であり、さらに、そのようなコントロールを積極的に行なうことが、学習指導改善の道につながることであるということを経験しなければ、真に有効な教育と学習指導を展開することはできないであろう。

ティーチング・マシン(TM)によるプログラムド・ラーニング(PL)を、正當に評価するためには、このような科学的行動観察の態度と方法に立脚しなければならない。すなわち、われわれは、教育過程についても、それが、操作的には、いかに段階づけられるべきかということを経験的に位置づけ、科学的研究の対象として、それを考察しなければならないのである。学習とは何か。以下、簡単にこれを考察しよう。

### 1. 学習の操作的定義とティーチング・マシンによるプログラムド・ラーニングの寄与

行動科学における学習の概念は、生活体のもつ行動レパトリーにおけるプラスの方向への変化を意味するものである。すなわち、操作的には、学習とは、同一または類似の心理的状況が反復された結果として生じる、比較的永続的な行動の変容として定義される。しかも、その行動変容の結果は、学習者の要求を満足させる種類のものである。

ティーチング・マシンによるプログラムド・ラーニングは、上に述べた

ような、学習を成立させる基本的条件を満たし、動機づけによる強化機能を十分に利用することによって、学習の目標を達成させる新しい方法であるということができる。

それは、20世紀後半の科学的心理学が、教育に対して貢献し得る最も大きな側面であるかもしれない。TMによるプログラムド・ラーニングは、学習を促進し、個体の行動を目標に向かって変容させ得るという点において知能テストの貢献におとらないものがある。何故ならば、知能テストは、個体の能力を、機能的に数量化し、因子的分類による規準を与えるものであり、個人の学習以前の能力に対する診断的機能を果たすにすぎないのに対し、TMによるプログラムド・ラーニングは、環境条件の操作によって個体の行動を、あらゆる可能性に向かって、志向させることができ、しかもその行動目標を、きわめて効果的に達成させることができるからである。

## 2. 行動法則によるプログラムド・ラーニングの解釈

いかなる場合に、いかなる変化が起るかという関係法則を見出すことは、あらゆる科学の目的である。今、ここで論じている学習の科学の分野では、このような変化は、学習と呼ばれる行動変容を意味する。生物学や心理学の方法は、ある刺激 (stimulus) を、ある生活体 (organism) に与えた場合に、いかなる反応 (response) が生ずるかという手続きをとるのが普通である。R. S. Woodworth は、これを一般的に  $S \rightarrow O \rightarrow R$  という図式で示した。知能テストは、このOを操作的に決定する一つの鍵を与え、プログラムド・ラーニングは、Sをコントロールし、しかも、Rの次元にまでわたって、フィードバックによる統制を可能にしたということができるであろう。

K. Lewin の関係式  $B=f(P \cdot E)$  [B は行動, P は人 (person), E は環境 (environment), f は函数を意味する] において、プログラムド・ラーニングの果たす役割を考察すれば、次のようになるであろう。Bはその場合、あるプログラムで決められた最終的学習目標あるいは学習規準であり、あらゆる角度から、教授者たちによって検討され、決定されたもので

ある。P は、この場合、学生の能力における個人差であり、きわめて多様な変化をもつ独立変数である。E はプログラムの難易、プログラムを学習する速度、プログラムのステップの大きさなどの、いわゆる提示条件を決定する独立変数となるであろう。プログラムド・ラーニングの事態では、この P に適した E が、P の学習段階に応じて、ほとんど自動的に学習場面に提供されるから、それぞれの個人に応じたペースで、最終的学習行動 B に向って進歩しうるということになるであろう。

## II. ティーチング・マシンによるプログラムド・ラーニングに関する心理学的・教育心理学的研究の歴史的概観

即時的強化を与え得るように仕組まれたマシンによって、刺激とそれらの結果とを、最も有効に結合させ、より効果的な学習形態と条件とを見出だそうとするのが、ティーチング・マシンによるプログラムド・ラーニングに関する実験的研究の基盤をなしている。ここでは、現代心理学の指導的学習理論に添った一連の基礎的実験研究を考察し、それらが、古典的学習理論と、現代流の強化理論とを、いかに実証するかを検討しよう。

### 1. TMPL 運動 (Teaching Machine and Programmed Learning Movement)

歴史的発展過程からみて、このような研究の流れは、二つに別けることができる。一つは、いわゆる TMPL 運動の発祥となった、オハイオ州立大学のプレッシーの考え方と、それに基いて発展した教育心理学的実証。他の一つは、ハーバード大学における B. F. スキナーの強化理論にもとづいた行動分析と学習実験、および言語学習・弁別学習などへの応用と、さらに高次の人間の諸活動に対する適用である。

しかし、この分類は、歴史的観点からの任意の分類にすぎない。現在においては、TMPL 運動の流れは、教育テクノロジーの改善を目指す強力な一つの運動となっていることを忘れるべきではない。1961年夏、ティーチング・マシンを中心課題として行われた第8回視聴覚教育研究協議会の席

上、現在に至るティーチング・マシンの分類規準に関して、筆者は、この観点を特に強調した。（日本における TM の紹介は、ICU の Dr. Duke (36) の講演に負う所が多い。この点については、別に論じたい）。

現在、アメリカにおけるこの分野は、ほとんどあらゆる学派をこえて研究を進めている段階にある。むろん、心理学プロパアから出た研究者もあり、教育心理学の分野からの研究者も多い。特に著しい特色は、機械工学的色彩がきわめて濃厚である点にある。NEA の視聴覚教育部の部長をしていた、南カリフォルニア大学教育学教授 James Finn などは、特にそのような傾向をリードしている。又、かれは、みづから、教師たちに、TM の使用法を指導するなど、きわめて積極的な活動を行なっている。又現在、ピッツバーグにある American Institute for Research の Program Director であり、ロスアンジェルスのカリフォルニア大学教授をしている A. A. Lumsdaine は、現在までの TM に関する広範な著作と、研究活動によって、現代アメリカの TM 運動をリードしていると言ってよい。かれは、教育学、心理学、視聴覚教育学など、あらゆる方面に対する論文の貢献を通して、いわゆる TM 運動を創りあげ、まとめ上げたと言っても過言ではない。かれと、ピッツバーグ大学心理学教授 R. Glaser は、“Teaching Machines and Programmed Learning: a source book” (19)を監修し、昨年、あらゆる方面からの論文をまとめて、世に送った。このソースブックは、まさに TM 運動の第一の総まとめであり、いわばかつての心理学界におけるゲシュタルト心理学の興隆にも比すべき成果である。その中の寄稿者たちは、実験心理学者、教育心理学者、教育学者、ミサイル設計者などにわたり、きわめて多彩なアイディアを提出しているのである。しかし、かれらに共通するものは、教育技術改善へのたえざる努力であることを、われわれは認めるであろう。

後に述べるプレッシーは、現在、むしろ今のこの分野における動向に対して、批判的でさえあるが、やはり、かれの実証的精神は、現代の TM 運動の健全な発展に反映されている。プレッシーは、プログラミングに関

しても、スキナー流の小さきみステップによる手続きに対して、賛成していない。又、逆に、ハーバードの D. Porter のごときは、プレッシーおよびその門下の強調する、直後強化について、それを高く評価しない。しかし、このような、研究のオリジンの異なる研究者間の批判は、実にこの TM 運動を健全な方向に発展させる動機を与えるものである。そして、そこに、今日の TM 運動の特色と意義があると思うのである。プレッシー門下の Briggs の如きは、現在、きわめて精巧な訓練機を作っているし、先にのべた American Institute for Research の研究員でもある。スキナー門下の貢献も、今や、ほとんど同じ分野で行われていると言って差支えないのである。現在、NEA の DAVI (視聴覚教育部) には、TM 部門があり、多くの研究者が、活発な研究活動を行っている。DAVI からの主要な研究誌、AV Communication Review と AV Instruction は、ほとんど毎回、この分野の研究にスペースをさいている現状を、われわれは、見逃すことができない。

## 2. 20世紀初頭の時代精神 (Zeitgeist) と TMPL 運動

今世紀初頭を中心とする約半世紀にわたって、アメリカにおいては、多くの対立と競争にもかかわらず、一つの学習理論が、他のすべての理論を支配していた。それは Edward L. Thorndike (1874~1949) の理論である。

ソーンダイクの理論は 1898 年から 1930 年の間に、数回の変化があったが、この間に、ソーンダイク自身は、かれの確立した理論を、教育的・社会的に重要な諸問題に適用しようと専心したのである。かれの代表的業績は、1913~1914年に出版された Educational Psychology 3 巻であり、それは、当時、最もよく知られた教育心理学の体系であった。そして、その第Ⅱ巻は、The Psychology of Learning (1913) と呼ばれたのである。

しかし、ソーンダイクは、すでに 1913 年以前に、かれの法則に関する形式的な考察よりも、学習のダイナミックスの方に、より多くの注意を向けていたのである。cf. Hilgard (10, p. 15—47)。

ソーンダイクは、その初期の研究において、学習過程に関する二つの問題を提起した。それは、学習行動を左右する基本的要因の理論的および実験的分析と、教育的手続の効果を上げるための実際的方法とに関するものであった。一般に、この二つの観点は、その後も、維持されてはいるが、ソーンダイク以後の学習研究は、主として、実験室的事態における人間と動物の行動様式の観察という、限られた、言わば純粋な場面における研究が主体となっていた。

しかし、1920年代には、例外として、教育心理学の分野で、**Sidney L. Pressey** が、機械的仕組みを使用して、種々のテストを与え、それを採点し処理する可能性のあることを示唆している。かれの目指した所は、まず教師の仕事を軽減することにあつた。しかし、それ以上に、このような形態の学習が、通常の学習活動よりも、さらに有効な教授手段になることをかれは確信していたということの方が、教育学的にも、心理学的にも、有意義なことであろう。すなわち、かれは、1926年に発表した最初の論文(23)において、この種のマシンを使用した計画学習の形態が、行動科学における学習の原理と法則に合致したものであることを指摘したのである。ここに、かれのいわゆる学習の法則とは、当時の指導的学習法則であつた所の、ソーンダイクによる“効果の法則 (law of effect)”であり、“近接の法則 (law of recency)”，および頻数の法則 (law of frequency) であつた。したがって、プレッシーの創意は、当時の教育における客観テスト、および、学習の科学の発展を、最も統一した形で具体化したものであり、当時の教育学と心理学の時代精神を最も反映させたものと言ふことができるであろう。この時代は、心理学史的にみれば聯合主義と行動主義の転回点にあつた。ソーンダイクの *Animal Intelligence* が1911年に出ており、*The Psychology of Learning* は1913年に相次いで出た。しかし、一般的思想は、まだ聯合主義的傾向にあつたと言つてよいであろう。プレッシーの創意は、かかる思想的背景から生れたのである。

### III. プレッシーとその門下による第一次継続研究の意義

プレッシーによってとり上げられ、8年間にわたって研究された、この教授法の歴史的意義と、かれを中心として発展した教育心理学的研究の意義について、ここで考察したい。それらの研究は、教育における捨石であったかもしれない。少なくとも、1930年中頃から約10年間は教育界から忘れられ、無視されたかに見えた。しかし、その意義は、今や、いわゆる“新しい教育者”(アメリカにおける新しい教育テクノロジーを開発しようとする第一線の教育学者や心理学者は、誰言うことなく、“new educator”と呼ばれている)たちによって、パイオニアとして高く評価されるに至った。

#### 1. プレッシーの最初の論文の歴史的意義と時代精神 (Zeitgeist)

1920年初頭の時代精神は、教育に対する大きな貢献として、客観テストを発展させた。この同じ *Zeitgeist* は、オハイオ州立大学の教育心理学を担当していた S. L. Pressey によって、教育評価の面における改善を目指す、新しい教育技術を考案せしめたと言って差支えない。かれは、マシンを使ってテストを行ない、それが直ちに採点されて、学生に示される工夫をとり入れた教授法の可能性を示唆したのである。プレッシー自身は、この結果を直後に認識させるという作用が、教授法の有効な手がかりとなることを信じていた。

上にのべた客観テストの発展と、この種のマシンによる学習法の開発とは、その得点の客観性と、問題の過程の組織性という共通の背景によって、密接な関係をもつものである。その上、従来の論文式テストに比べて採点は楽になったけれども、しかし、それでもなお客観テストの採点ということは、骨の折れる作業であった。このような事情は、かれによって、1926年の第1の論文(23)と1927年の第2の論文(24)において、きわめて、切実なものとして述べられている。われわれは、このような、教師の労働力軽減ということが主張された理由について、上述の時代精神のみな

らず、その社会経済的な背景を考慮に入れる時、このプレッシーの創意とパイオニアとしての意気が、よりよく理解されるであろう。上述の1926年に出た第一の論文のオリジンは、少なくとも1924年、又はそれ以前にある。プレッシー(23)によれば、かれの作った、自己採点式多肢選択装置(self-scoring multiple-choice apparatus)は、1924年12月、ワシントンで行われたアメリカ心理学会(APA)で展示され、それに関する短かい報告がなされた。翌25年のAPAでは、その改良型が公開された。

このプレッシーの装置以前に、数多くの教具が作られてはいるが、その当時、すでに確立されていたソーンダイクの学習の原理を、一つの教授装置に具体化し、それを一貫して、教育的効果を上げるための手段として研究改良し、実際の教育心理学の教授に、実験的に適用したのは、プレッシーを最初とする。1926年の論文“テストし、採点し、—そして教えることのできる簡単な装置(A simple apparatus which gives tests and scores—and teaches)”は、今日のいわゆるティーチング・マシンの主要特性を具現した装置、すなわち即時的強化(immediate reinforcement)を与えうる様式を備えた教授装置に関する最初の論文である。

この題目の最後につけ加えられているように—teaches という所は、その表現からして、やや、ひかえ目な感じを受ける。しかし、ここが、実に、このプレッシーの着想のユニークな所である。この機能を、かれは、テストをする機能と対比させて、第二の重要な機能として強調している。これによって、かれは、この装置に“オートマチック・ティーチャー”の機能を具現したのであり、それが、むしろ人間教師の統制し得る以上の有効な学習を促進させる仕組みになることを主張したのである。そして、先にも述べたごとく、かれは、当時の支配的学習法則であった、ソーンダイク流の学習原理に、それが全く合致するものであるということを認めた。

## 2. プレッシーによる創意の教育的・社会的および経済的意義

プレッシーの考案の直接的動機は、教育における労力軽減を目指すものであったということについてはすでに簡単にふれたが、ここで、1926年現

在における、プレッシーの装置の果たす役割の意義について、教育的、社会的観点から考察しよう。かれは、その最初の論文の後半において、再度、この点を力説している。これは、今日でもなお、その教育的、社会的ならびに経済的意義を失っていない。“……現在（1926）アメリカでは、教育がきわめて普及しているにもかかわらず、その効果は、ほんの少ししか現われていないということをよく聞く。これが事実とすれば、それは、教師が教育の場面で、常に自らの創意を適用しようと努力していないからであると思う。むしろ、教育は、ほとんどの場合、保守的であり、他の職務と比べて、教師の労働時間は多く、しかも、それはあまり高くは評価されていない。そのために、種々の学校や大学で行われている多くの事柄が、不必要なまでの重荷を負わされ、全く動きのとれない現状になっているのである。私は、教育にこの種の機械を活用すれば、このような状態をいちじるしく緩和し得ると信ずるものである。これらの装置は、計算機が昔の銀行員よりも精密に仕事をすると同じように、それらの特徴を十分に発揮してくれるであろう。さらに重要なことは、これらの機械が、教師本来の仕事に専念し得る時間を確保してくれるであろうということである。そうなれば、学生は、学習に望ましい態度と興味を持ち、思考過程を明確に発展させ、高い理想を維持し得るようになるであろう”（23）。

アメリカにおいても、当時、このような考えは、受け入れ難かったであろう。上述の如く力強く述べられた論文中にも、いたる所に、弁明的註釈が加えられていることから、そのことをうかがうことができる。例えばかれは言う。“私の考えは、機械による教育ということに対して批判を加えるセンチメンタリスト達を、不必要に刺激するかもしれない。しかし私が、このように主張する理由は、テストの施行や処理という、わずらわしい機械的、事務的な仕事から教師を解放して、教師本来の仕事に専念してほしいということを強調したいからである”と。

このような弁明は、今日の日本の教育界へ、ティーチング・マシンの原理にもとづくプログラムド・ラーニングを導入する場合にも、しばしば聞

かれる論旨である。しかし、今日のプログラムド・ラーニングの意義は、むしろ、この社会的意義にあるよりも、むしろ、学習の科学から引き出された原理に合致したこの方法が、より有効な学習を展開し得るという可能性と有効性にあるのであって、その *efficiency* や *effect* を強調するのが、正しい主張であると言うべきであろう。その点については、後にのべる行動科学における機能的行動分析の考察において論じたい。

以上が、プレッシーの最初の論文の主要な論点と、その持つ意義である。かれの第二の論文(24)も、同様の論旨を再び主張し、新しく改良した装置の利点と、学習心理学で見出された諸要因を、以前よりも、よく統制することができるということを述べたものである。彼は、そこですでに、過剰学習 (*overlearning*) の事実にも考慮を払い、学習完了の項目は必要以外に提示されないよう除外される仕組みを工夫していたのである。このように、学習心理学において、当時見出だされた新しい知識を、その装置に具体化しようとした試みは、きわめて有意義なこととして評価されるべきである。

### 3. 教育の技術革新のためのプレッシーの提案

教育の将来にとって、一つの技術革新とも言うべきかれの考えと実証は、1932年11月19日発行の“*School and Society*”に発表された(25)。かれは、科学の進歩というものが、その分野における機械の発達と密接な関係をもつものであることを主張し、この論文によって、8年にわたる、この方向に提案された研究に一応の終止符を打った。かれのこの第一次基礎研究の最後の論文は“教育における来るべき‘産業革命’への第3第4番目の寄与 (*A third and fourth contribution toward the coming ‘Industrial Revolution’ in education*)”という、きわめて社会経済的観点を強調するものである。

かれは、この論文の後半において、再度、この観点を述べている。かれは言う。“教育は米国におけるもっとも重要な仕事である。にもかかわらず、それは、大ざっぱな手工業的段階 (*a crude handicraft stage*) にと

どまっている。しかし経済的不況は、ここでは有利に作用しているかもしれない。すなわち、教育における有効性を考慮し、労力節約の考案を行なう必要に迫られたという点で、それは幸いであるかもしれない。教育は一つの大規模な産業である。したがって量産法 (quantity production methods) を用いるべきである。このことは、いかなる意味においても教育の機械化 (mechanization) を意味しない。それは、教師をわずらわしい仕事から解放し、その結果、生徒の学習にあたって、より多く、真の教育をなし、より十分な指導を与えることができるということの意味する。そこに教育における“産業革命”があると言うことができる。終局的結果は、高度に有利なものであるにちがいない。恐らくこのような手段によってのみ、普遍的教育は、有効になされ得るであろう”と。

プレッシーによる継続研究は、その背景として、経済恐慌の考慮なしには、その意義を充分理解することができない。この点は、後に述べる1934年に発表された Little (17) の研究にも反映されている。かれは、その研究の意義を記述するにあたり、次のごとき結びを忘れなかった。“……この実験の一つの目的は、大学の教授法を、さらに有効なものに組織だてようとする非人格的な企て (impersonal attempt) が、はっきりと、その効果を例示し得るような結果を生むことができ、しかもそれは労力を節約することもできるということを示すことであった。この陰うつな時代に、このような節約ができることは、何らかの意味で興味のあることであろう”と。

これが、実に *Journal of Experimental Education* に記述された結論の一部なのである。かかる記述をせざるを得なかった社会的背景は、われわれが、これらの諸研究を評価する場合に、忘れてはならない一つのモメントなのである。

#### 4. 1930年初頭のプレッシー門下による研究の概要

その後、オハイオ州立大学において、プレッシーの指導のもとに行われたいくつかの研究は、A. A. Lumsdaine と R. Glaser (19) によって編

集されたソースブック “Teaching Machines and Programmed Learning”

(本書のことを、この論文では TMPL と略記して引用することにする) の第Ⅱ部に紹介されており、又、近く、ICU の西本教授監修になる日本語訳が出版されるから、ここには、ごく簡単に、それらの特徴と意義を述べるにとどめる。それらは、1931年の J. C. Peterson の論文 (21) と、1934年の J. K. Little の論文 (17) である。いずれも、プレッシーの述べた効果を実証したものである。

前者は、化学的に処理した解答用紙を用い、ケモペンと呼ぶフェルトのペンで、解答の選択肢をチェックするような方法を考案して研究を行なった。教科内容として、Woodworth の “Psychology” の 6 章全部と 8 章の一部を用いた。結果として、この自己検討のできる用具を使用した場合には、得点がより高くなり、その結果は、統計的に有意であることが示されている。

後者の研究は、きわめて実際的な学級実験として計画され、正規の大学クラスにおける正規の授業の一部として、機械を組織的に使用したものとしては、最初の例である。そして、その結果は、大学教育に機械の助けを借りうるという可能性を例証したものである。当時の風潮は、費用のかかる個人教授体系や、家庭学習を重んじ、教師の “人格” の重要性を、何か超越的に、しかも、感傷的に重要視するような傾向にあった。この傾向に対して、この研究に示唆された教授法改善の努力は、明らかに対照的なものであったといえることができる。

Little の研究の最も興味ある結果は、実験群の平均得点が統制群のそれよりも、はるかにすぐれていたということだけでなく、得点分布の低い方の半分に位置する学生が、最も多くの得点増加を示し、したがって、かれらが最大の利益を受けていたということである。むろん、その場合、グループ全体が向上することは言うまでもない。かれの実験のすぐれた点は、統制群と実験群を設定する際に、知能と、そのコースの学科に関する予備テストの成績とにもとづいて、学生を対にするという現代流の条件統制を

使用したことである。そして、結果の解釈において、中央値の差の比較を重視するよりも、全体の分布を見ることによって、その教授法の効果を評価したということは、教育学的にも、心理学的にも、有意義なことであると思われる。

(この Little の研究については、1961年夏、ICU が主催した第8回視聴覚教育研究協議会における講演，“Psychological considerations in the use of teaching machine”において、ICU の Dr. Troyer がそれを引用して説明した。その内容は、視聴覚教育研究集録，VIII，1961. に発表される予定である。なお Dr. Troyer は、オハイオ州立大学とシラキウス大学において発展させた、パンチボード式テスト・採点用装置についても述べた。これは次に述べる、Angell との協同研究にも関係がある)。

#### IV. プレッシーとその門下による第2次継続研究の意義

以上が、プレッシーとその門下によって継続的に行われた第一次研究の概観である。その後、1940年後半から、1950年初頭にかけて、再び第2次の継続研究がなされるまで、約15年間の空白がある。次にこの第2次の研究を概観し考察を加えたい。

##### 1. 第2次研究の再開と展望

第2次研究の糸口は、1948年の G. W. Angell と M. E. Troyer (1) によって開始されたということができる。むろん、これは論文の発表が、1948年なのであって、研究再開は1945年にさかのぼる。かれらは、プレッシー以来の研究の、きわめて短かい展望を行ない、テスト結果が即時的に学習者に知らせられるということは、学習心理学的に、非常に意義があるという点に着目し、簡単で、費用もかからず、すぐに用意ができるように工夫された仕組を開発したのである。この研究は、1945年9月に開始された。そして種々のパンチボードについて実験を行なったものである。かれらは、伝統的なテスト施行の慣習を放棄するには、簡便で経済的なテスト施行のための装置を開発しなければならないことを認め、カードボードに

よるパンチボードが、それにふさわしいものであることを見出した。又、1946—47学年度に、シラキウス大学の化学と公民科に、それを適用し、学習を有意義に促進したことを報告している。かれらの報告はきわめて短い論文であるが、第2次研究の開始と、この種のテスト法の普及を目指したことによって、その意義は高く評価されるべきである。ハーバード大学の D. Porter は、最近発表した学習機械に関する文献の批判的評論 (22) において、Angell と Troyer (1) の論文の題目は、misleading であると評しているが、それは必ずしも当たらない。(Angell と Troyer の論文の題目は、“A new self-scoring test device for improving instruction” というものである)。

その後、オハイオ州立大学においては、プレッシー指導の大学院博士課程学生による研究が行われた。Briggs (2) (3) , Jensen (12) , Jones and Sawyer (13) , Jones (14) , および Severin (29) の研究がそれである。Briggs の最初の研究 (2) は、J. Educational Psychol., 1947. に、そして、Jensen (12) および Jones, H. L. and Sawyer, M. O. (13) の論文は、J. Educational Research, 1949. に公刊されたが、それ以外は、いずれも、オハイオ州立大学博士論文抄録に発表された。これらの博士論文は、いずれも、短かく要約して TMPL (19) の Appendix I に紹介されている。又、それらは、Edward Fry, Glen Bryan and Joseph Rigney (7) にも要約されている。そして、それらの研究の総括的記述は、S. L. Pressey (26) によって、1950年の J. Psychology. に発表され、それらの修正されたものが、TMPL (19, p. 69) に“客観テストの即時的自動採点と同時的自己教授を与える装置の発展と評価 (Development and appraisal of devices providing immediate automatic scoring of objective tests and concomitant self-instruction)”と題して再録された。したがって、以下、これにもとづいて考察することにしたい。

## 2. 特殊な教授計画への適用と、それによって生ずる結果の評価

プレッシー (26) は、即時的自動採点と自己学習を与えることのできる

装置の価値を評価するために、その総括的研究を次の三つの段階に分けて記述した。第一段階は、このような手続きによるテストを行なうと、それが直ちに学習を生ぜしめる効果をもつかどうかを決定すること。第二段階は、このような装置が、正規の教授プログラムにおいて、有用な役割を果たし得るかどうかを研究すること。第三段階は、特別なグループにインテンスィヴに教える場合のように、特殊な教授計画に、特に有用な効果があるかどうかを見出すことである。

第一段階の研究の結果は、テストの誤まり数の減少という面からも、さらに、正答を得る学生のパーセントの増加という面からも、パンチボードを使用する場合は、プラスの効果のあることが示された。第二段階についても、種々の問題提示様式にかかわらず、すべての場合において、パンチボードの練習テストを受けたグループの方が、すぐれていることが証明された。

第三段階は、優秀な学生の特別グループにパンチボードによる練習テストを用いた場合の研究であった。上級セミナー (accelerate seminar) と呼ばれる、特別優秀な学生 (入試の能力テストの平均77) だけを選んだグループに、パンチボードによる教授法で学習を行わせると、A と B の成績をとったものは、65%に達した。しかも E (落第) は、わずか2%にすぎない。これらの学生に対応して、年齢、性、一般心理学の成績によって対にされたグループの者がパンチボードを使った場合、客観テストの等級において、A と B は 55%、E は 5%である。さらに正規の組の普通の教授法で指導を受けたものは、A と B の成績をとった者が 28%にすぎず、数の上から、上級セミナーの場合の半分にも足りない。又、このセミナーの学生は、クラスでの学習を2倍以上も行なった対象群よりも、良い成績を示したのである。このような客観的効果に対して、セミナーの学生の報告によれば、形式ばらずに協同して学習できるから、独立的な作業に対する能力も増し、他の学生や指導者との関係も、ずっと密接になると言う。一方、そのセミナーの指導者も、それが、学生に非常な刺激を与える

ものであることを認めたのである。〔この研究は、すでに述べた如く、プレッシーの指導のもとに、Briggs (2) (3) の行なった研究であり、“Intensive classes for superior students”と題して、J. Educ. Psychol., 1947. に発表された。これを若干改訂して、翌年、オハイオ州立大学博士論文抄録に、“The development and appraisal of special procedures for superior students”と題して記述されている。なお、プレッシーによるその要約は、TMPL, p. 586 を見よ〕

次に、学生が、そのコースをカバーする一つの試験で、Bないし、それ以上の成績を得たならば、一つのコースをとらないでも、そのコースに対する受験資格を獲得し得るという大学の規則にもとづいて、そのような“受験資格を与えられた (examination credit)”グループについて検討した。もし独立した研究における、わずかの指導に加えて、そのコースをカバーする一連のパンチボード・テストの助けが与えられるならば、かれらは、いかなる正規のクラスワークなしでも、教育心理学をパスすることができるし、しかも、その結果は優秀なものであった。すなわち、AとBを得る学生は、96%に達した。これに対して、このグループと、能力・成績において対にせられた同人数のグループでは、83%にすぎなかった。

次に、“自己指導によるラボラトリ (self-instructional laboratory)”において、所定のコースをカバーするパンチボード・テストを全部与え、自由に、そのラボラトリで学習するという方法が行われた。学生たちは、正規のクラスとして会合することはなかった。これらの優秀な学生の $\frac{2}{3}$ 以上は、AかBの成績を得た。すなわち、67%の学生が、AかBであり、Aを得たものは、54%に達した。〔このラボラトリによる研究は、Jensen (12)による研究であり、J. Educational Research, 1949. に“An independent-study laboratory using self-scoring tests”と題して、発表された〕。

さて、こういう教授法によれば、テスト施行というものを、組織的に方向づけられた自己学習という形式に変形させることができる。プレッシーの述べる所から察すれば、上記の効果は、いわゆる広義の転移 (transfer)

又は、効果の波及 (spread of effect) を招来していると解釈することができる。これは、教育学的にも、心理学的にも、注目すべきことであろう。すなわち、それは、すべてのカテゴリーにおいて、練習テストでやらなかったトピックについての問題に波及しているのであり、“自己指導のラボラトリ”による学習を行なった学生の若干は、そのコースと無関係の仕事にも、有効でためになることが多かったと報告しているのである。

最後に Stephens の研究 (35) を短かく検討しよう。かれは、上述のプレッシー式パンチボードの他に、ドラムチューターという装置を使った。これは、反応の正誤を即時的に知らせ、しかも、自分のエラーの総計を目前に知り得るように工夫された装置である。材料として、無意味音節、やさしいロシア語、むづかしい英語、そして教育心理学の学科テストが用いられた。かれは、従来の実験心理学において、必らず考慮されている材料の有意味度をも、研究内容に含め、現代流の実験計画法にもとづく慎重なデザインによって、条件操作を行なっている点は、教育的意義だけでなく、学習の条件分析にも、きわめて有用な知見を提供している。かれは言う。“直接的・即時的自己採点の、このような仕組みは、学習過程に関する研究を、非常に早めることができる。……すなわち、ソーンダイクとその協同研究者たちが、詳細な個別的手続きによって鋭意集めたデータと同じようなものが、今や、全体のクラスから、急速に、しかも容易に得られたのである。これらの仕組みは、価値ある研究道具であることが判ってくるであろう。……”と。

以上は、プレッシーとその協同研究者たちによる研究の概観である。それらは、いわゆる“人間工学 (human engineering)”が、種々の新しいテスト法と教授法によって、教育プログラムに貢献し得るということを例示したものである。その基本的考え方の価値は、教授法を実質的に改善しようとして、かれらが行った教育心理学的実証によって、有意義に証明されたと言ってよいであろう。

## V. 学習の科学とティーチング・マシンによるプログラムド・ラーニング

第二次大戦によって、教育心理学者も実験心理学者も、それぞれの理論と技術を、軍の訓練に適用せざるを得なかった。しかし、ほとんどの教育学者と実験心理学者は、別の道を歩み、相互に学問的影響を与えることはほとんどなかった。しかし、このような経過の後、1954年3月、ピッツバーグ大学で行われた、“Current trends in psychology”に関する会合において、ハーバード大学の B. F. スキナー (31) は、“The science of learning and the art of teaching”と題する発表を行ない、その中で、かれは、種々の生活体の実験的分析に関する広範な研究によって、学習過程が解明されるようになり、この過程に対して、適切に仕組まれたマシンを効果的に適用すれば、学習を有効に促進することができるということを示唆した。かれは、行動をコントロールし、あるいは修正したりする実験室的研究を、教室での学習に持ち込み得ることを指摘し、その関連性を実証するための手段として、連続的接近 (successive approximation) による強化スケジュール (schedule of reinforcement) にもとづいて、綿密に作られた学習プログラムと、それを適切にコントロールして提示し学習者に自動的フィードバックの機会を与えるように作られた、いわゆるティーチング・マシンとを使用すべきことを説いた。

この報告は、その年の Harvard Educational Review に発表され、翌1955年には、University of Pittsburg Press から出版された “Current Trends in Psychology and the Behavioral Sciences” にも掲載された。これに刺激されて、ハーバード大学では学習用のティーチング・マシンの開発と、プログラミングの原理と技術に関する研究が、広く行われ、今日のティーチング・マシン運動の主流の一つを形成するに至った。

ここでは、プログラミングの技術や、言語学習・弁別学習への適用などに関する方法論的な問題は、これを割愛して別の機会に論じたいと思う。そのような問題の展望は、TMPL (19) の第Ⅲ部と第Ⅳ部の一部分に再録

されている論文によって、ほぼ、カバーすることができる。さらに、完全な研究のためには、Eugene Galanter (8) 編, “Automatic Teaching: The State of the Art” の中に収められた16の論文を参照することができる。この本は、ティーチング・マシンの分野における動向を集録した最初のものであって、最初の Galanter による評論と最後の Pressey による展望、および、もう一つ他の、学習に関する要因について述べた評論とを除いて、あとはすべて、1958年12月、フィラデルフィアで催された “the Art and Science of the Automatic Teaching of Verbal and Symbolic Skills” に関する協議会のシンポジウムの報告にもとづいたものである。なお、その他一般的理解のためには、Henry, W. G. (9), Klaus (15) (16) がある。特にプログラミングの理論と実際については、AV Communication Review, 1961, 19, No.3に詳細な記述がある。スキナーの行動分析の教育的示唆については、Harvard Educational Review, 1959, 冬季号に発表された Hively, W. の論文 (11) がある。これは長島貞夫氏によって紹介されている (アメリカーナ, 11月, 1959)。なおスキナーの学習理論に関しては、Chaplin, J. P. & Krawiec, T. S. Systems and Theories of Psychology. N. Y.: Holt, 1960, 238—250. Wolman, B. B. Contemporary Theories and Systems in Psychology. N. Y.: Harper, 1960, 125—139 を参照。さらに詳細には、Hilgard (10, 82—120) がよい。

### 1. スキナーのオペラント学習理論の教育に対する意義

スキナーの学習理論は、理論というよりも、むしろ、生活体の全体的行動を成立させて、それを変容させ、さらにその変容を生じた行動を維持させる諸変数を見出すための行動分析にその基礎をおいている。その行動分析とは、生活体の行動の変化 (従属変数) と環境条件 (独立変数) との相互関係を発見するための機能的分析なのである。したがって、かれのいわゆる行動分析の基礎は反応と強化 (reinforcement) との間に介在する関係性にある。

行動から、その行動の結果にまで及ぶ、このような関係性は、スキナー

によって“強化の偶発性 (contingencies)”と呼ばれており、現在では、この偶発性を、ほとんど思いのままに統制することが、操作的に可能であることが明らかにされている。主として、これらの実験的操作は、動物を使った、道具的條件づけ (instrumental conditioning) において実証されたが、人間の幼児や成人の場合にも、それは証明されている (33)。

人間は白ネズミや伝書バトとは異なるのだから、学生を実験室における動物の道具的條件づけで扱うと同じに扱うことは、人間性を無視することになるという反論が必ず起るであろう。なるほど、人間は二次的強化物 (secondary reinforcer) に対して、より広く反応するし、偶然学習 (accidental learning) の可能性も多い。しかも言語的行動が全体行動を左右する傾向も非常に強い。しかし、このような差異は、実証的に検討した結果、本質的ながいではなくて、程度と複雑さにおける差異にすぎないということも示された。

スキナー (31) によれば、種による差は驚くほど僅少であると言われる。種々の脊椎動物に対する比較心理学的結果は、ハト、ネズミ、イヌ、サル、人間の子供などについて、種族発生的差異は大であるが、すべての生活体についての学習過程には、驚くべき機能的類似性のあることを示している。そして、このような学習、すなわち行動の変容とその維持は、綿密に計画された強化のスケジュールにしたがって、正確に行動レパートリーを形成していく技術によって、はじめて達成されたものである。そしてこのような手続きによって、はじめて各生活体を、それぞれ所期の行動目標に導き得るのであって、生活体の行動は、この方法によって正確に統制することができるのである。しかも、この手続きによれば、単にオペラントな条件づけ学習のみでなく、知覚、思考、あるいは人格などの領域のごとき広い象面にわたる行動さえも、同じ程、正確に統制し得るといわれている。

さらに、スキナーの最近の著書“Verbal Behavior” (32) に暗示されている所によれば、言語行動や高次の精神過程の分析は、ますます厳密な

ものとなり、より生産的になっていく希望がある。この現状から見れば、Hively (11) も指摘するごとく、このような分析を基礎にした教育研究が、将来の教育実践に大きな影響をあたえる可能性は大きい。やがて、ティーチング・マシンは、学級における補助具としてよりも、高次の精神過程の研究用具として、利用されるようになるであろう。

## 2. スキナーの行動分析の基礎としての条件づけ (conditioning)

さて、ここで条件づけについて、簡単に考察を加えておきたい。条件づけは、B. F. スキナーによれば、S 型 (古典的) と R 型 (道具的) とに二分される。前者は単なる接近によって成立し、後者は効果の法則に従うものとされている。

古典的条件づけは、パブロフの実験に示されるように、条件刺激と無条件刺激とが組合されて反復提示される必要があり、生活体はサインとしての条件刺激に対して受動的に反応するにすぎない。しかるに一方、道具的条件づけにおいては、生活体が環境に能動的に働きかけ、新しい反応を習得しなければならない。そして、その働きかけの結果、生活体の要求が満足され、その新たな習得された反応が強化されていく。また、さらに、道具的条件反応では、学習者のすでに形成している行動が強化される。そして刺激が弁別されるようになるだけでなく、反応が分化した状態になり得るのである。スキナーは、この道具的条件づけに、かれの行動分析によるアプローチの基礎をおいた。

かくて、強化の偶発性を操作的に統制し、目標行動に向って、生活体を条件づけ、訓練を与え、望ましい行動様式を獲得させ、それを維持発展させることは、疑いもなく可能であることが実証された。これが、ティーチング・マシンによるプログラムド・ラーニングの可能性と有効性の実証的根拠を提供するものである。

## 3. 人間の生活事態における強化の役割

強化は、学習の過程において、二様の役割を果すものである。すなわち、一つは既成の行動レパトリーに加えて、新しい行動を形成し、当面の課題

状況に適応し、それを解決にみちびく動機づけをあたえる。もう一つは、目標が達成された後も、長期間そのレベルの行動の強さを一定の状態に維持させることができるということである。これは、いわゆる強化スケジュール (schedules of reinforcement) によってなされるが、このような強化のテクニックは、すでに述べたごとく、スキナーの行動分析から、ほぼ理想に近い所まで成就された。

スキナーは、*Science and Human Behavior* (New York: Macmillan, 1953) において、その学習の体系を、社会的行動、宗教、心理療法、教育および個人的社会的行為の統制のごとき分野にまで拡張している。われわれは条件づけを複雑な行動の発展のカギとして考え、少なくとも、スキナーの例示するように、広範な行動体系の形成に、条件づけの法則を利用し得るということ認めざるを得ない。なおかれ自らの実験によれば、個人の行動はかれらの意識または意志なしでも、統制することができるといわれる (30)。

かくて、スキナーの理論づけの過程は、二つの形式をとり入れていることに気づくであろう。第一は、かれの体系の構造の枠組として、条件づけ理論という既成の骨組を受け入れるということ。第二はオペラント条件づけの諸原理を、人間行動の日常的問題にまで拡張しようとしたことである。そして、この第二の点こそ、スキナーの条件づけ学習理論による行動分析が、教育的に有意義な関連をもつ所以なのである。

1957年9月、ニューヨーク市で開かれたAPAのシンポジウム、**“Control of behavior through motivation and reward”** において、スキナー (34) は **“Reinforcement today”** と題する発表を行った。そこにおいて、かれは、行動の獲得(acquisition)と行動の維持(maintenance)について、強化と強化スケジュールの意義を説いた。その結びにおいて、再度、上述の観点を強調している。すなわち、“……今や、いろいろなテクニックが、教育、商業、産業、心理療法、宗教および政治などの問題や、新しい、そして高度に適切な、人間行動の研究に利用し得るのである。…

…社会学者，文化人類学者，政治学者，経済学者，神学者，臨床心理学者たちは，實際的諸問題の解決にやくだつような，人間行動の理解に到達しようと，長らくつとめて来た。その技術的レースに，ダークホースが参加するに至った。強化に関する研究から流出する新しい原理と分析法は，20世紀の最も生産的な社会的道具（instruments）の間に伍すことになるであろう”と。

スキナーの体系の最終的評価は，歴史のみが，その有意性を示してくれるであろう。現在，その体系は発展の過程にあるが故に，その発展的体系の評価はなし得ない。しかしながら，オペラント行動のごとき学習の新概念を提出したことは，かれの最大の貢献であろう。

#### 4. TMによるPLの特性と心理学の一般的原理との関係（デッサン）

さて，ここで，一般的立場から，TMによるPLの特性と，それに対応する心理学的原理を平易にまとめてみよう。Lumsdaine (18) は，3つの共通特性をあげ，それを反映している3つの原理を表示している。

第1は，Guthrie らが主張するごとく，学習者は，自分が行うものだけを学習するという原理で，これに対しては，TMPL は，課題状況について学習者がたえず能動的に働きかけるという特性があてはまる。

第2は，敏速な“強化”と“結果の知識”によって，学習は促進されるという原理で，これに対しては，敏速なフィードバック，および，誤答を訂正するということがあてはまる。

第3は，学習や，習得の速さには個人差があるという原理で，これに対しては，個々の学習者が，個々のペースで進むという特性があてはまる。この点について，今後はさらに，ゲーム理論にもとづいて考えられる所のadaptive なマシンへの道が可能であるといわれている(20)。このことは，また別に論ぜられるべきである。

心理学者は，この三つの特性に有意義な学習条件をととのえる潜在的な基礎があることに気づくであろう。そして，これらの特性は，今までに提案されたすべてのTMに共通にそなわっているのである。最後の，個人差

の問題について、最近、Coulson & Silberman (6) は、マシンの弾力性に関する探索を行っている。かれらは、その弾力性のことを、“machine responsiveness”と呼んでいる。しかし、結局、よく書き表され、充分検定された教授項目こそ、自動的教授には不可欠のものであるということが明らかにされた。

この個人差の問題と関連して、現在のマシンに responsiveness が、比較的欠けている点が問題である。ここに、現在のマシンの機能的限界がある。その解決のために、プログラミングの面から工夫と研究がなされているが (5)、この問題もまた別の機会に論じたい。

### 5. プログラミングの心理学的意義 (デッサン)

さて、すでにふれたごとく、学習プログラミングの技術と意義は、現在多くの論文で論ぜられ、わが国でも、ひろく紹介されているので、ここでは、これ以上深入りしない。プログラムに関する実際的问题是、生徒にあたえる刺激や cue の型、生徒の反応を訂正したり強化したりするプロンプト、および、プログラムを展開する場合の段階の大きさなどの、種々の側面に関するものである。そして、これらによって重要な問題が組立てられ、学生は、連続する論理的方法を通して、学習を進め得るのである。

プログラムは、連合説の立場からは、刺激—反応結合 (S-R connections) の系列として、図式的に例示されるであろう [Cf. Carr (4)]。すなわち、一口にいえば、S-R mediation にもとづくモデルによってである。まず、最初の S-R 結合 (initial S-R connections) があり、最後に、目標値である、終局的 S-R 結合 (terminal S-R connections) がある。その仲介をするものとして、過渡的 S-R 結合 (transitional S-R connections) の段階が入ってくる。これらの過渡的 S-R 結合は、最初の S-R 結合と終局的 S-R 結合という、特定の対の間にあるギャップの橋渡しをするものとして重要な意味をもつ。過渡的 S-R 結合は次第に終局的 S-R 結合に近接していく。このような、いわば、階層的序列 (family hierarchy) が形成され規則正しく変化し、しかも連続的に最終的結合にまで到達しなければな

らない。このような過程を、Gilbert は増大化 (augmenting) と呼んでいる。(上に述べた階層的序列という言葉は、筆者は、Hull のいわゆる、習性群ヒエラルキー habit family hierarchy のアナロジーとして仮に用いた)。

## 6. プログラムの重要性とマシンの必要性

TM の研究を成功にみちびくには、プログラミングが非常に重要性をもつので、最近、これに関して極端な態度をとる多くの研究者があらわれている。特にわが国の実践的教育指導者は、この傾向が強い。

要するに、かれらは“プログラムがすべてであって、機械的側面の重要性は、たとえあるにしても、きわめて少ない” というのである。

しかし、Lumsdaine (18) も指摘するように、われわれがプログラムの展開とプログラミングの合理性についてだけ、多くの注意を集中すべきであるという見解は、TM による PL を正しく理解したものとはいえない。現在の機械と、今後作られる機械の特性についても、われわれは十分注意を払わねばならない。なぜなら、これら機械の性能は、プログラムの特性を統制し、プログラムと生徒の反応との相互作用を、確実に統制するものであるからである。

わが国の国情や、教育界の保守性から考えて、マシンとプログラムのいづれを教育者たちが重視するかは明瞭である。現にアメリカにおいても、筆者の個人的コミュニケーションによって聞くとところによると、かなりプログラムに重きがおかれているようである。しかし、このような価値の変化は、結局、その時々流行にすぎない。われわれは客観的立場から、マシンとプログラムに対して質的評価を加えるべきである。単なる常識的推論によって、マシンを軽視する評価は、プログラムド・ラーニングの真の可能性と有効性を、きわめて狭い範囲に限定してしまうことになるであろう。

## VI. プログラムド・ラーニングの一般的評価と結語

現在、学習オートメーションに関してなされている種々の試みは、むし

る初期の段階であり、時には熱狂的にさえ見受けられる。この点に関してプレッシー (27) は、最近批判的評論を行った。かれは次の如く提案する。“この現段階では、次の‘帰無仮説’を立てるのが妥当かも知れない。即ち、学生と教師はマシンやプログラムを使用しなくとも、それらを使用した場合と、少なくとも同等の効果をあげ得るといふものである。この帰無仮説を棄却することができたとき、はじめて特殊な学習機械やプログラミングの問題、プログラムの段階の大小の比較、客観テスト形式と記入法形成の有効性の比較に関する研究などを、無駄なく有効に行なうことができる”と。

プレッシーが、今さら、このような帰無仮説を提案するということについて、われわれは奇異な感じを受ける。プレッシーは、この種のプログラムド・ラーニングが、あまりにも面倒であることを、最もよく知っている故に、上のような提案をするのであろう。また、かれは実用性に関する問題として意外なことを述べている。すなわち、数年前に行った、心理学のコースに対する自己教授装置の適用に関する実験にもとづいて、その後、担当教授が、そのコースで活用し得るように、これらすべての装置を改良したにもかかわらず、これは、ほとんど利用されず、また、プレッシー自身も1クラスを担当したが、ついにその装置をまったく使用しなかった、というのである。つまりこれは、教材の注意深い配分、回収、記録、保存などにわたって、実に繁雑で、時間を要するということなのである。使い易さ、便利さ、という要因が、今後、開発されねばならない所以である。

しかし、プログラムド・ラーニングにおけるプログラムは、細心の注意を払って検討されるものであり、学習の目標の一覧表である。学習者にとっては、自己の進歩の確認のための尺度であり、自らの努力の記録表となる。このような明確な学習目標のある事態は、学習の有効性を高め得ることは明らかである。この点こそ、いかなるわずらわしさにも優る利点であろう。

また、次の点も、プログラムド・ラーニングの計画と実施において考慮

に入れなければならぬ事実であろう。プレッシーの1950年の論文(26)における主要結論の一節を引用したい。

“……自己採点式のパンチボードのような仕組みを、場合によって行うような短かいテストの、何か付随的な形として用いても、大学の課程では、その後に行う客観テストによる課程試験の点数に、ただ限られた増加をもたらすにすぎない。自己指導的テストは、その価値を十分に発揮させるためには、部分的に注意深く計画された全体的指導プログラムから作製されなければならない。これらのテストを偶然的に使用してはならないのである”。

TMPL 運動の背景には、一つの大きな潜在的な思想がある。すでに概観して来たことによっても明らかなごとく、学問体系のそれぞれ異った所から流出した研究も多く、したがって直接の研究動機も、かなり異ったものがある。かれらの研究法や興味の焦点も、きわめて多様である。

しかし、それらすべてに共通したものは、新しい科学的法則に準拠した適切な教育法を発見し、これを開発して行こうとした、前進的姿勢である。かれらには、当然のこととして受け入れられた、一つの心的構えがある。つまり、教育と学習の過程は科学的研究の対象となるべきであり、教育に関するテクノロジーは、科学的研究によって見出された妥当な根拠にもとづいて、開発し得るものであるという暗黙の承認である。

TMPL 運動に関連して、われわれが直ちに頭にえがく、マシンやプログラムの表面的形態などは、上述の TMPL 運動の真の意義にほとんど関係をもたない。むしろ、かれらの研究において行った思考と実験的努力が正当に評価されるべきである。“……ティーチング・マシンとプログラムド・ラーニングによって代表される研究法の意義は、まず、それらが、現に存在するマシンや、プログラム化された教材の特殊な性格、あるいは現在の努力の背後にある理論的観点の特質にあるよりも、むしろ、それが可能であるという仮定の中に存在するのである”(TMPL, p. 564)

ティーチング・マシンによるプログラムド・ラーニングを、われわれは

安易に受け取ってはならないのである。TMPL 運動の正しい理解によっ  
てはじめて、この新しい形式の教授法は、その有効性を実現することがで  
きる。それを実行するには、教育者たちは、今まで以上の教授プログラム  
に対する系統立った見通しと、明瞭な学問体系の確立とを要求されるであ  
ろう。それは、教育者を、何らかの意味で解放するものかもしれない。し  
かし、その解放は、学習の科学に対する無知と、自分の教授する学科内容  
に対する不明瞭なる理解からの解放であるということを認識しなければな  
らないであろう。

本稿は、日本におけるティーチング・マシン運動の、最初の推進者であ  
る西本教授の、有益な御教示に刺激されて書いたものである。ラムズデイ  
ンとグレイザー編：“TMPL: a source book” (19) やギャランター編  
：“オートマチック・ティーチング” (8), その他、各種のマシンとプロ  
グラムに接する機会をあたえられた西本教授に心から感謝申し上げます。  
又、原一雄博士は新しい文献を見せて下さって、いろいろと有益な示唆を  
与えられた。厚くお礼申し上げます。 (本学助手)

#### References

- (1) Angell, G. W., and Troyer, M. E. A new self-scoring test device for improving instruction. *School and Society*, 1948, 67, 84—85. (TMPL, 66—68)
- (2) Briggs, L. J. Intensive classes for superior students. *J. Educational Psychol.*, 1947, 38, 207—215.
- (3) Briggs, L. J. The development and appraisal of special procedures for superior students. *Abstracts of Doctoral Dissertations*. 1949, 58, 41—49. (Columbus, The Ohio State University Press.) (See abstract by Pressey in TMPL, p. 586)
- (4) Carr, W. J. A functional analysis of self-instructional devices. (1959), in TMPL, 540—562.
- (5) Coulson, J. E., and Silberman, H. F. Effect of three variables in a teaching machine. *J. Educational Psychol.*, 1960, 51, 135—143.
- (6) Coulson, J. E., and Silberman, Harry F. Automated teaching and

- individual differences. *AV Communication Rev.*, 1961, 9, No. 1, 5—15.
- (7) Fry, E., Bryan, G., and Rigney, J. *Teaching Machines: An Annotated Bibliography*. *Audio-Visual Communication Review*, 1960, 8, No. 2 (Supplement 1), p. 18—74.
- (8) Galanter, E. H. (Ed.) *Automatic Teaching: The State of the Art*. New York: John Wiley & Sons, 1959.
- (9) Henry, W. G. Jr. What makes a teaching machine teach? *Audio-Visual Instruction*, April, 1961, 126—129.
- (10) Hilgard, E. R. *Theories of Learning*. 2nd Ed. N. Y.: Appleton-Century-Crofts, 1956.
- (11) Hively, W. Implications for the classroom of B. F. Skinner's analysis of behavior. *Harvard Educational Review*, 1959, 29, 37—42. (See 長島貞夫訳, *アメリカーナ*, 1959年, 11月, 94—100)
- (12) Jensen, B. T. An independent-study laboratory using self-scoring tests. *J. Educational Research*, 1949, 43, 134—137. (See also abstract by Pressey in *TMPL*, p. 644)
- (13) Jones, H. L., and Sawyer, M. O. A new evaluation instrument. *J. Educational Research*, 1949, 42, 381—85. (See abstract, *TMPL*, p. 644)
- (14) Jones, R. S. Integration of instructional with self-scoring measuring procedures. *Abstracts of Doctoral Dissertations*, 1954, 65, 157—65. Columbus: The Ohio State University Press. (See abstract by Fry, *TMPL*, 644—5)
- (15) Klaus, D. J. Programming: A re-emphasis on the tutorial approach. *Audio-visual Instruction*, April 1961, 130—132 and 148.
- (16) Klaus, D. J. The art of auto-instructional programming. *AV Communication Rev.*, 1961, 9, No. 2, 130—142.
- (17) Little, J. K. Results of use of machines for testing and for drill upon learning in educational psychology. *J. Exper. Education*, 1934, 3, 45—49. (*TMPL*, 59—65)
- (18) Lumsdaine, A. A. Some issues concerning devices and programs for automated learning. (1959), in *TMPL*, 517—539.
- (19) Lumsdaine, A. A. and Glaser, R. (Ed.) *Teaching Machines and Programmed Learning: A source book*. xii+724. Department of Audio-Visual Instruction: National Education Association, 1960.
- (20) Pask, G. Adaptive teaching with adaptive machines (1960). in *TMPL*, 349—366.

- (21) Peterson, J. C. The value of guidance in reading for information. Transactions of the Kansas Academy of Science. 1931, 34, 291—96. (TMPL, 52—58)
- (22) Porter, D. A critical review of a portion of the literature on teaching device. Harvard Educational Rev., 1957, 27, 126—47. (TMPL, 114—32)
- (23) Pressey, S. L. A simple apparatus which gives tests and scores—and teaches. School and Society, 1926, 23, 373—76 (TMPL, p. 35—41)
- (24) Pressey, S. L. A machine for automatic teaching of drill material. School and Society, 1927, 25, 549—52. (TMPL, p. 42—46)
- (25) Pressey, S. L. A third and fourth contribution toward the coming 'Industrial Revolution' in education. School and Society, 1932, 36, 668—72. (TMPL, p. 47—51)
- (26) Pressey, S. L. Development and appraisal of devices providing immediate automatic scoring of objective tests and concomitant self-instruction. J. Psychol., 1950, 29, 417—447. (TMPL, p. 69—88)
- (27) Pressey, S. L. Some perspectives and major problems regarding 'Teaching Machines'. (1960) in TMPL, 497—505.
- (28) Rigney, J. W. and Fry, E. B., Current Teaching-Machine Programs and Programming Techniques. AV Communication Rev., 1961, 9, No. 3. (Whole No.)
- (29) Severin, D. G. Appraisal of special tests and procedures used with self-scoring instructional testing devices. Abstracts of Doctoral Dissertations, 1955, 66, 323—30. Columbus: The Ohio State University Press. (See abstract by Pressey, TMPL, 678—680)
- (30) Skinner, B. F. Are theories of learning necessary? Psychol. Rev., 1950, 57, 193—216.
- (31) Skinner, B. F. The science of learning and the art of teaching. Harvard Educational Review, 1954, 24, 86—97, (TMPL, p. 99—113)
- (32) Skinner, B. F. Verbal Behavior. N. Y.: Appleton-Century-Crofts, 1957.
- (33) Skinner, B. F. The experimental analysis of behavior. Amer. Scientist, 1957, 45, No. 4. 343—371.
- (34) Skinner, B. F. Reinforcement today. Amer. Psychologist, 1958, 13, No. 3, 94—99.
- (35) Stephens, A. L. Certain special factors involved in the Law of Effect. Abstracts of Doctoral Dissertations. Columbus: The Ohio State University Press. 1953, No. 64 (TMPL, 89—93)
- (36) 追補 Duke, B. C. Teaching Machines. 視聴覚教育研究集録, 1960, VII, 15—23.

# Theoretical and Experimental Background of 'Teaching Machine and Programmed Learning'

(English Résumé)

Shig'u Oba

This article discussed the theoretical and experimental bases on which so called Teaching Machine Movement proceeded. Historical consideration about TM Movement was made in the context of behavioral science. It was suggested that there was significant relation between the TM Movement and general academic trend (*Zeitgeist*) of education and psychology in the first half of the 20th century. This is important point to understand TM Movement. Objectivism in education, associationism and neo-behaviorism in psychology were much influenced to TM Movement. 'New educators' who promote such a type of instruction have a common point of view. That is a positive mental attitude toward the effective development of instructional technology. It is concluded that Teaching Machine and Programmed Learning may release the teacher, but it will mean the release from the ignorance about science of learning and the ambiguous understanding about his own instructional contents.

Main problems which were discussed are as follows:

- I. Educational significance of behavioral science (*dessin*)
  1. Operational definition of learning and contributions of Teaching Machine and Programmed Learning
  2. Some interpretations of Programmed Learning in terms of behavioral law
- II. Historical overview of psychological and educational researches

about 'Teaching Machine and Programmed Learning'

1. Teaching Machine Movement
2. *Zeitgeist* in the early stage of the 20th century and TM Movement

III. Significance of the 1st serial researches by S. L. Pressey and his students

1. Historical implication of Pressey's first article and *Zeitgeist*
2. Educational, social and economic significance of Pressey's original device
3. Technological innovation in education and Pressey's proposal
4. Survey of researches by Pressey's students in the beginning of 1930s'

IV. Significance of the 2nd serial researches by S. L. Pressey and his collaborators.

1. Re-opening of the 2nd serial researches and development
2. Application to special instruction programs and the evaluation of its result

V. Science of learning and 'Teaching Machine and Programmed Learning'

1. Implication of B. F. Skinner's operant learning theory to education
2. Conditioning as a basis of Skinner's analysis of behavior
3. Role of reinforcement in human life situation
4. Relation of 'Teaching Machine and Programmed Learning' and general psychological principles (*dessin*)
5. Psychological implication of programming (*dessin*)
6. Importance of program and necessity of machine

VI. Critical appraisals about Programmed Learning and conclusion