

『現代教育科学』一九六二年八月（明治図書出版）

## ティーチング・マシンと教育の動向

—アメリカにおける発達と現状—

矢口 新

機械による教育とか、教育の機械化とかというたわれ方でティーチング・マシンのことが紹介されている。成程マシンとは直訳すれば機械であり、ティーチングとは教授のことであるから、教授する機械と直訳すれば機械が教えるので、人間にとってかわるものであるというように考えられる。この種の誤解は往々にしてあり勝ちの日本であるから、大して問題にする程のことでないけれども、しかし一面からこのような誤解からアメリカのティーチング・マシンによる授業改革の方向を見失うことになれば、それは決してよいことでない。日本の教師は優秀ではあるが早合点がすぎであるから、そのために、世界的な問題となっている授業の改造の問題を故意に見まいとする結果になって、その結果日本の教育をますます古い惰性の中に陥らしめることになりかねないのである。

まずはじめに、ティーチング・マシンの誤りを正しく紹介しておく。これはプログラム提示機と訳すべきなのである。直訳が正しい訳だとするような考え方はこの際一掃する必要がある。こう訳するならば、誰も機械が人間を教育することが出来るだろうかなどというピント

はずれの疑問を起しもしないであろう。教育の機械化などという妙な理解の仕方もあるまい。映画教材を使用することを誰も教育の機械化と考えるまいと思う。しかし映画教材を提示するには、明瞭に映写機というマシンを使用するのである。しかしそれは教材を提示するものだというように考えるから機械化ではないのである。

そのようにプログラムの提示器を使用したからといって教育という人を育てる活動が機械化される、機械的になるなどと考える人はおるまい。もともとプログラムとは何かということがはっきりしなければ、よくわからないかも知れない。そのことを説明するのはこの主題でないから、これを詳しく述べていることは出来ないが、しかし本質的なことに関してだけは述べておかななくてはならぬ。プログラムとは、つまり生徒の行動のプログラムである。或は生徒のドゥーイングのプログラムである。ここに行動とか、ドゥーイングというのは、学習を成立させるための本質的な行動である。何かをしなれば、何かの学習は成立しない。学習を成立させるにはその目的となったことにふさわしい何事かをなすことが必要である。考えるとか、数えるとか、計算するとか、整理するとか、つくるとか反省するとか、何でも、それをしなくては学習が成立しない、その行動のことである。そのプログラムが、ここであるというプログラムである。これを生徒に提示して、生徒がその提示された如くに行動しなくてはならぬようにし、従って学習が成立しなくてはならぬようにするための道具と思えばよい。教師はそれを使って、生徒を指導するのである。こう考えれば、どこにも、教育の機械化などというたわごとは出て来はしない。

### 二

さて以上でもかく徐々に素朴な誤解は解消したこととして、次にもう少し詳しくティーチング・マシンの、つまりプログラム提示器の

必要になる理由を説明しよう。それは、学習を成立させる行動を生徒にとらせるための基本的な条件である。言いかえれば、学習が成立するような行動、とくに、ある具体的な目標をもった授業の際、生徒に目的通りに学習が成立するようにするにはそれにならなかつた行動をさせなくてはならぬ。その行動をさせるためには、どうすればよいかということをわれわれは常に考えている。そういう見地で、一定の行動をさせて、学習が成立するようになるには、その行動はどのようなして成立つかである。しかしこのことはもつと基礎的に考えれば、一般に行動の成立の条件と考えてもよい。何故ならば、ある行動は、ある学習を成立させると考えてよい。生徒は行動を通して学習している。否、人間の学習は何等かの行動の結果成立する。われわれは授業の際はある目的をもっているが、そういう目的をもった指導者がいなくて、子供が勝手に行動していても、そうしたことに応じて子供の学習は成立しているではないか。もう一つ皮肉な例を考えてみよう。授業で教師は生徒を一定の目的をもつて指導し、その目的の学習が成立するよう生徒を行動させようとする。しかし生徒はそんなことを聞かないで、別な行動をしている。教師の話をきくふりをして、聞かないで他のことを考えている。そこには、聞くふりをして聞かないという行動をして、そういうふうな教師をごまかすことを学習として成立させているかも知れない。また教師の話とは別にまどの外の雀をみて、そこで教師の話とは別な雀のことについて学習しているかも知れない。ともかく、何等かの行動(広い意味の)をして、そこに学習は成立している。

つまり学習は行動の結果成立する。その行動はどうしたら起させることができるか。否、もつと割り切つていえば、行動はどうしたら起るかである。それは極めて簡単なことである。ある刺激が与えられたらそれはそれを受けとる者にとってわかるものでなくてはならぬ。わか

らなければ刺激とならないのである。刺激を与えたつもりでも、受けとるものがそれを刺激と感じなければ刺激にならない。それはつまり別な言いかたをすれば反応をするということである。反応が起るような刺激でなければならぬということである。つまり刺激と反応は、この両面だというように考えてもよい、そしてそれを行動というのである。つまり行動イコール、刺激―反応ということである。

さてこれを教師の側から生徒の行動を起させると考えれば、刺激を与えて、必ずそれに反応させることだと考えたらよい。最も基本的なことはこれだけのことである。

ところで、ここに授業ということを考えてみると、教師はただ生徒に行動させればよいのでなく、ある目的がある。目標となつて成立すべき学習がある。従つてその成立にふさわしい、つまり目標が成立するような行動をさせなくてはならぬ。まちがつた行動やピント外れの行動ではこまる。もし違つていたら正しく、その場で即座に訂正してやらないといけない。時々刻々と正しく行動させるように配慮しなくてはならぬ。これが目標としている学習の成立になつた行動のとらせ方である。つまり教師の側からいえば、生徒の行動を時々刻々と、正しいか正しくないかを判定して、その指示を与え、まちがつていれば正しい行動をさせ直さなくてはならぬ。これが第二の基本的なことといつてもよい。

このことはもちろん生徒ひとりひとりに対して、なされなければならぬ。いうまでもなく、学習はひとりひとりに成立するものであつて、学級の学習が成立するなどということはない。だから一学級五十人いれば、五十人に対して以上のような配慮がなされなければならぬということであろう。これが第二の基本的事項といふべきものである。

つぎに、最後に、行動というのは、一まとまりの行動をもいふし、また極めて簡単なある瞬間の行動をも指す。行動の大小という言葉で

よんでもよいかも知れない。その大きい行動はさらにもっと小さい行動のかたまりに分析することもできる。小さい行動にわければわかるほど単純化し、大きい行動はさまざまな要素に、つまり小さい行動にわけることができる。ところで正しい行動、つまり目標とする学習が成立するという点からみて、それにならなかつた行動でなければならぬということは大きい場合も、小さい場合も同様である。大きい行動の場合、その中の要素としての小さい行動のひとつひとつが正しいということである。つまりどのような行動でも、正しい行動でなくてはならぬ。この場合の正しいとは、上にいった学習目標からみてということである。このことは結局正しい行動とは、最低単位の行動に分析してそれがひとつひとつ正しい行動であるということである。このように見れば、目的通りに正しい行動を成立させるには、最低単位の行動に分けた場合も正しい行動をしているということになっていればよいことになる。

### 三

前おきが長くなつたが、アメリカでプログラム提示器が必要になつたのは以上のような考え方が明確になつてきたからである。ひとりひとりに正しい行動をさせて、目的通りの学習が成立するように、刺激を与え、反応を起させる。間違つた行動をしないように時々刻々コントロールして、恰も船が羅針盤によつて一定の目標に到達するようにしていく。羅針盤は時々刻々船を目的の方向にむけている。その結果として目的地に到達するのである。生徒に学習成立の羅針盤を与えようというのが、ティーチング・マシンの生れた所以である。

しかしこれは一挙に生れたわけではなく、長い前史がある。その第一が自動採点の道具である。前に述べたように行動を時々刻々正しく保たせるためには、時々刻々生徒の行動を測定していなくてはならぬ。

その技術は自動採点ということを通じて発達した。もちろんそれはプログラムの提示するというような考え方は無関係であつた。ただ生徒の学習の結果をテストして、それを採点する際の能率ということが問題であつたのである。これを工夫したのは有名なブレッシーである。ブレッシーは所謂マルチョン式のテストを、あとで集計するのではなく、それに答えると同時にそれが記録されて、しかもその結果の正誤の判定が整理されて行く、教師は最後にそれをただ集計すればよいという簡便なプロセスにしようという努力をしたのである。これがプログラム提示器の正誤の判定の装置に発展して行くのである。こういうところが最も早く発達したのも意味がある。つまり教師の採点という負担を軽減しようということであるから、多数の生徒を取扱う近代の学級授業でははじめから問題になつたことだといつてもよい。それがテストの発達した一九二〇年頃からこの装置が既に存在した理由である。

この考え方がティーチング・マシンの中にとり入れられるには一つの重要な転機が必要であつた。それは自動的に採点をすることが、ただ教師のためになればよいのではなく、生徒にその結果が即座に通知されるという点である。例えば、ここに選択肢による問題を生徒が答えて行く。その時に、教師はもちろんどれに答えれば正答だということ計画してそれをつくるわけであるから、多少の工夫をすれば生徒の答えるのが即座に正しいか正しくないかを機械的にそれこそ機械的に整理することはできる。例えば生徒は四つの選択肢のどれかに答えるのを、四つのボタンを押す機械をつかつて答えるというようにする。正しいボタンを押した場合には、そのボタンによつて、紙にあながあくという仕掛けしておけば、その穴の数で、正答数はすぐ計算できる。この装置は生徒にわからないようにすることもできるが、生徒にわかるようにしてやることもできる。というのは答えた時間にこれは紙に穴があいたから正しいのだということがわかるように、穴があく

ことが生徒にわかるようにしておく。そうすると、この採点の機械は生徒の自己測定の機械になる。この自己測定ということになると、これはもう教師の採点の負担を軽減するというものでなく、教育のための道具になったわけである。誤っておれば穴があかない。穴があかないとわかったとたんに、生徒は今の自分の行動が誤りであったということを知る。誤りを誤りとしらないでつぎの行動に移るのでなく、誤りを直さなくてはつぎへ進めないであろう。それは人間の心情として当然のことである。こうして正しい行動へかじをむけ直す役割を果すものとなる。

こういう装置は極めて簡単である。例えば金属の板に一行に四つずつ、三十行の穴をあけておく。一行の四つの穴は選択肢の数である。三十行あれば三十問題に使える。その板の下にボール紙に穴のあいた紙を入れる。ただし、正解の選択肢だけ穴があいている。生徒は問題をその金属板の穴のどれかに鉛筆をさしこむという形で答える。そうすると正しく答えたときは、鉛筆がぐつと入る。下のボール紙にも穴があいているからである。

誤った選択肢をえらべば、鉛筆はボール紙につかえる。ただこれだけのことである。しかしこのことによつて生徒は即座に正誤を自覚することになる。このことが学習をする行動を正しく方向づけることになるわけである。プレッシャーが大学の学生にこれを使わせて、その感想を聞いたところ、即座に結果がわかることが非常に効果がある。問題に答えるとき、例えばこれはちよつと怪しいなど不安な気持ちで答えるが、それが正しいとわかればとたんに自信が出てくるし、穴に入らなくて、間違いだとわかると、とたんにやはりそうかと思う。こういう即座々に、結果が通知されるのが、物をおぼえるのに大いに役立つたと答えている。この生徒の自己測定が教育的に意味があることが認められるようになったのは極めて最近のことである。それには生

徒をたえず正しい行動の方へコントロールしようという考え方が出てこなければ認識されないことである。

#### 四

行動を正しい方向にコントロールすることが必要だということは、理論よりも先に実践的にはかなり古くから行なわれていた。それは例えば軍隊における飛行機の操縦手の訓練である。これにはシミュレーターという、飛行機と全く同じ地上装置を設けて、正しい行動を訓練するのである。はじめはまねをするというところから出発したが、次第に発達して、こういう場合にはこういう行動、こういう事故の時はこういう行動というように次第に細かくプログラムがととのつて行く。とにかく飛行機の操縦などというものは、理くつがわかって何にもならない。出来なくてはならぬ。それは身体に聞くという訓練をしないでならぬ。正しい行動が時々刻々とられるように、行動をコントロールする。あらゆるケースを想定して、そのときどきの行動を練習するのである。これは刺激を与える。それに対して反射的に行動をおこすように訓練しなくてはならぬ。つまり刺激を与えて、反応をさせるという行動の連続である。

この訓練機械はこと生命に関することであるから、非常に高度に発達した。しかし考えてみれば、どんな訓練でもそういう考え方で行なわれるべきものである。正しい行動が即座にとられるようになれば、人間は発達したのである。たとえ自然科学でも、社会科学でも即座に対象に向つて正しい判断が下せるよう訓練すればよいわけである。ただ非常に多くの判断要素があるから、それを時々刻々正しく整理してならべるといふことは相当にむづかしいことである。飛行機も高等飛行になれば、なかなか行動の要素となるものは多いかも知れないが、それでも社会科学や自然科学ほど要素が多くなく、しかも極めて合理

的に要素が整理されている。しかし要素が複雑であっても、行動を訓練する段階は簡単なものから複雑へと次第に進む以外に方法はない。そういう系列ができあがっているから飛行機の訓練は出来るのである。社会科学でも、自然科学でもその系列が整理されればそのような訓練は可能になるであろう。

## 五

つぎにこの方向への考え方の進歩はオートメーション装置とともに発達した。オートメーションのトランスファー・マシンを考えてみるとよい。それは単なる機械化ではない。つぎのように考えるとわかるであろう。むかしはひとりの人間が道具を使ってものを製作した。つぎにそれが分業になって数人の人が手分けをしてそれぞれ機械を使って作業をした。つぎに出てきたのはその数人の人間を排して機械におきかえてまたひとりが仕事をするようになった。そのためには、人間のする仕事を細かく分析して、最小の単位動作にして、それを機械にやらせるようにした。つまり最小の単位に分析したことによって、機械が人間を代行するようになった。つまり最小の単位の動作の系列によって名人芸を排除した。

これを人間のことにして考えたのがスキナーである。スキナーは人間の行動をそのように最小の単位に分析して、その単位動作を正しく行なわせるようにすれば、名人たらずとも誰でも正確な行動をとることが出来るという考えである。こうして人間の行動のプログラミングがいろいろ分野の学習について考えられるようになった。例えば、ピアノの教則本のことを思い出してみるとよい。指一本一本の動きを訓練して極めてスモールステップで、一つが出来るとつぎへ進むというプロセスをとって次第に複雑な音楽を表現しうるようにする。そういう方式をさまざまな教科で考えることができるという考え方を極

めてはつきり出したのがスキナーである。

## 六

このような順序を経てティーチング・マシンが実現した。今アメリカで考案されているものは数十種である。どれも基本的な原理は以上のようなことにもとづいている。しかしアメリカでも本当に、精巧な機械を使ってプログラムを提示しなければならぬと考えられているのは軍隊や産業界やあるいは大学における高度な社会科学的思考の訓練といった場合である。小学校や中学校などにおけるプログラムの提示には、機械などというものは必要ではない刺激—反応をコントロールするといっても、それは極めて単純である。いわば一つの論理的なすじで進むのである。そういうものならば、機械的なものでなく、ペーパーにそれを順序よくならべて提示してもよいわけである。そこでテキストの形でもできないことはない。今までの教科書を五、六段に区切って、その一つ一つにステップを提示して、順序よくやらせるというプログラム・テキストも生れている。恐らくそういうものが今後発達するであろう。

アメリカでも初期は機械的なものにとらわれたらしいが、今はそれより基本になるプログラムの提示の本質的なことが考究されなければならぬとされている。ティーチング・マシン運動から、プログラム学習運動へとというのがアメリカの動きである。しかしその全体的動向は今の日本とほぼ同様な状況にある。日本は今、アメリカと肩をならべて、プログラム学習の方向を探索しているのである。どちらが早く、正しいものを生み出すかである。

〈国立教育研究所員〉