

『理科の教育』 1962年5月（東洋館出版社）

理科におけるティーチング・マシンと その可能性



矢口 新

1

ティーチング・マシンというのは、映画における映写機のような位置にあるものと思えばよい。映画を教材とした学習のことを考えてみると、教材の内容は、フィルムにもられてあって、それを映写機によってスクリーンにうつし出すのである。映写機はスクリーンにうつし出して子どもがそれを見ることができるようにする道具である。それと同じような役目を果たするのがティーチング・マシンである。ティーチング・マシンが提示する内容のことをプログラムとよんでいる。それは子どもの行動のプログラムという意味である。それを子どもに提示するのがティーチング・マシンである。ただ映写機とちがうのは、ティーチング・マシンは個人用のものである。なぜそうならなければならないのかは、プログラムというものが個人個人の児童生徒の行動を問題にしているものだからである。

最近ティーチング・マシンという声がかましいが、これは、日本人の物好きをあらわしているのか、あるいは機械というものに対する弱さをあらわしているのか、ともかく本質的な問題がわからない人々のからさわぎである。むしろティーチング・マシンを語る前に、プログラムというものを考えなければならぬ。つまりプログラムとは何のプログラムか、どういうはたらきをするものなのか、それはつまりプログラムによる学習というものを語ることになる。プログラム学習

とか、プログラム方式とかいわれるものはいったい学習の何を問題にしていることなのか、それを次に紹介しよう。

2

プログラム学習の考え方は、現在の授業の一つの盲点をついている。現在の授業は、誰も知っているように、学級一斉の授業である。いわば生徒 50 人を 50 把一からげにして学習させている。ところで、私が今、「50 人を一括して学習させている」というようにいったが、ここに一つの盲点がありはしないか。というのは、学習させているといたが、果して学習しているかということである。授業は行なわれているが、それは子どもが学習していることであろうか。これは学習という言葉の問題のようであるが、実はそうではない。授業をうけることと、学習ということが分離して考えられないのは、それだけ学習の事実というものについての把握の仕方が甘いのである。もちろんそういわれればそのことを認めないわけではなく、むしろ前から感じていたことである。しかしそれ以上に突込めないところがあったのである。授業をしても本当に学習しない子どもがいることは十分わかっている。注意の散発な子どもがいる。はっきり問題意識がない子どもがいるなどとは感じている。そこで、それらの子どもに注意をしたり、子どもにはっきりと問題をもたせようと努力して来た。もちろんその場合も概して学級

一斉授業の枠の中においてである。だいたいそこまでが、これまでなされた努力であるが、それ以上には進めなかった。

心理学などでは、学習の成立などといって、学習というものを結果として考える。一般に学習活動などという場合は、授業とおなじに考えられていて、結果としての意味をもたない。学習というものを成立したかどうかという側から考えると、授業というものについて新しい考え方が起こって来る。授業をやっても学習が成立しないことがあるのではないか。それで学習を成立させるにはどうするか。学習が成立するとはどういうことか。これまで、注意が散漫とか、問題意識がはっきりしていないとかというように考えていたが、そういう考え方でよいのか。何か非常に周延的なことを問題にしているのではないか。

ここで、われわれは、ラーニング・バイ・ドゥーイング (Learning by doing) という言葉を思い出す。この言葉は戦後経験主義の教育としてもてはやされたが、しかし厳密に考えられなかったのではないか。これは一つの学習のさせ方、授業のさせ方としてしか考えられなかったが、それより以前に、学習ということ、つまり学習すること (ラーニング) となすこと (ドゥーイング) とはどのような関係にあるかがはっきりつきとめられなかった。考えてみれば、学習はなすことにおいて成立するので、何もしなければ、学習は成立しないことは当然である。何かすれば、したことにおいて、それだけの学習が成立するということである。これは当り前のことである。何もしなければなんにもならない。しかし、なんもしないということがあるか、授業中に子どもは何かしている。だからその意味では何かの学習が成立していることになる。先生の話を受けないで、他の事を考えていれば他の学習が成立している。よそみをしていれば、そのことについて学習が成立している。しかしそれでは先生の授業の目的である学習は成立しない。授業中子どもにいかなるドゥーイングをやらせるかが先生の重大な問題になる。そこで先生は子どもに注意して、先生のいうことをよ

く聞きなさいとやる。つまり聞くというドゥーイングをやらせようとする。しかしそのドゥーイングで、先生のねらっている目標に到達するか、つまり目的とした学習が成立するか。ここでもう一度ドゥーイングの性質を考えてみなくてはならぬ。

3

学習を成立させるためにはドゥーイングが必要であることはわかったが、次に考うべきことは、いかなる学習がいかなるドゥーイングと結びつくかということである。この問題については、一つの例をあげて考えてみよう。水泳の例をあげる。水泳ができない子どもができるようになる。つまり水泳の学習が成立するには、そのドゥーイングは何でなければならないか。それはいうまでもないことであって、およぐということである。このことをしないでは、他にいかなるドゥーイングをしようとも、水泳の学習は成立しない。本を読んでも、人の話を聞いても、人の泳ぎを見てもだめである。このことは誰も知っているが、われわれは、これを学習とドゥーイングの関係の問題として、改めて認識し直す必要がある。つまりあることが学習として成立するためには、それにふさわしい、否、それに必然的に必要なドゥーイングがあるということである。つまり本質的なドゥーイングがあるということである。その本質的なドゥーイングをさせないで、他のことをやらせていたのでは学習は成立しない。泳ぐことをしないで話を聞いているようなものである。しかし、多くの授業でそのようなことが、非常にしばしば見うけられる。否、これまでの授業をみると、そもそも本質的なドゥーイングをなさせるという考え方がほとんどなかったのではないかとさえ考えられる。

たとえば理科でもそうである。自然がわかるというのは、自然にふれて、自然を自分の目で整理をして、そこから判断を成立させるということである。そういうことをやらないで、人が自然を見て、それを言葉でのべたものを聞いてわかれといっても、それでは、自然の中をおよぐことのできる人間はできまい。自然を

およぎきる人間をつくるのが、理科教育の目標であろうに、その自然のおよぎ方を教えないで、話を聞かせてはとて物になるまい。そういうようなことはあらゆる授業に多いのである。

しかし本質的なドゥーイングというのは、具体的には、子どもの現在のレディネスによってちがうのである。それをもう一度水泳を例にして考えてみよう。水泳ができない子どもを頭に描いてみる。およがせることが基本的なことであるが、しかしいきなりおよがせるわけではなくまずはじめは足や脚の動かし方になれさせ、次は手や腕さらに顔を水につけたり、水の中の呼吸の仕方を練習したりというように、徐々に積みあげて行く。一步一步というが、まさに一段ごとにふみしめて行くわけである。この一步一步がやさしければ子どもはすらすらと通過して行く。つまりできるようになって行く。この過程をよく考えてみると、子どものなすべきドゥーイングは、一つの目標となるものが基本的なものをきめている。しかし一つ一つの通過すべきステップは子ども自身の状態がきめている。つまり二つの面から具体的なドゥーイングはきめられて来るのである。そうして結局は、一人一人の子どもがこのドゥーイングを通過しなければ泳ぎができるようにはならないことだけは確かである。

4

さてここまで考えて来ると、理科の授業で、子ども一人一人に、自然を観察し、実験し、つまり自然をみて、これを整理し、ある判断をし、命題をたてるというドゥーイングを一人一人にやらせることが最もよいことであるということがわかって来よう。これが学級の一斉授業ではできないということになれば、他の手を考えなければならぬ。それが、子ども一人一人に与える行動のプログラムによって果されないだろうかとか考える考え方が出て来るゆえんである。50人の学級を相手にして、先生が子どもと問答しながらやっけて行くというプロセスでは、50人のうち5人の子どもが先生といっしょに活動していればあとの45人がぼん

やりしていても実際に授業は進むのである。事実そういう授業がある。それを一人一人に本質的な活動をさせるということになると、授業の原則がちがって来る、つまり学習を個別化するわけである。

50人の学級であって、一人一人が本質的な活動をするということになれば、1人の教師が、50人のそれぞれの傍へ行くことはできないから、その分身を派遣するわけである。それがつまりプログラムである。その内容は本質的な点をあげれば、教師が1人の生徒の傍について“これを観察してみろ”“それはどうだった”“こうではなかったか”“それはちがう”“こうではないか”“その次はどうだ”などと生徒をみてやるのを紙に書いて生徒に渡すことだというように、考えたらよいであろう。この場合、この教師が生徒にやらせる一つ一つの指示、あるいは生徒の活動の結果について求める表現などを、徹底的に細分化しておく。だから一つ一つはきわめてやさしいことになる。はっきりと生徒にわかるようにしておく。そうすると生徒はわからないでぼんやりするという時間がない。そこですべての子どもが指示どおり活動し、指示にしたがって反応し、それを表現する。その訂正はたとえばあらかじめ正しい反応を示しておけば、元来が細かいステップでわかりやすくなっているから、すぐわかる。こうしてすべての子どもが、このプログラムに従って、遊ばないで活動することになる。ティーチング・マシンは、このプログラムを1ステップずつ提出する道具なのである。

5

ティーチング・マシンが提示するステップというのは細分化された生徒の活動である。一つのステップの中味は何かというと、第一に子どもが働きかける教材が含まれている。もとより細分化された教材である。次に、それに対して生徒が働きかける働きかけ方が指示されている。次に働きかけた結果を表現する場面がある。次にそれが正しい行動であったかどうかを自分で測定する場面がある。一般的にいえばこれだけのもの

のが一つのステップといわれている行動単位の内容である。こうしてみると、これは従来の学習活動といわれているものと何らかわらない。ちがうのはただその行動の単位のけたがこまかいということ、いわば微分的だということである。一瞬の中にこれを通過するように細分化されたものと考えてもよい。その連続がいわゆるこれまでの学習活動だといってよい。ステップとステップの間は不連続であるが実は連続している。不連続の連続である。

さて理科の学習は先にも述べたように、自然をおよぎる能力を身につけさせることである。そういう行動力を与えることである。これは決してただ知っているというようなことでない。行動力のなかには考える力も入っている。しかし考えるというのは観念のことではない。体で考えるということももちろん含まれている。むしろ考えることが身体的に表現されるところに真の意味の行動力がある。たとえば石けんは温かい水と冷たい水とでどちらの水によくとけるか、多くとけるか、あるいは早くとけるか、といった問題に対して、実験をしようとするときその実験がすらすらとよどみなくできるということはなかなかむずかしいことである。頭の中で二つをくらべてみればよいなどと考えるだけではできない。いざ実験となると、水の温度をはかったり、量をはかったり、石けんの量を一定にしたりいろいろなことがあり、それを順序正しく表現すること、すらすらとよどみなくできることが本当に頭がはたらき、自然をおよぎきっているということである。それが自然を科学していることであろう。

そういうことは一人一人にきちんとやらせなくてはならぬ。そうして一人一人が力をつけて行くのである。これまでの理科の学習ではそういう点が欠けていた。実験の施設設備が足りないからできなかったというが、本当はそういう考え方がなかったから、施設設備を充実しなかったのである。また教育の内容が多くてそんなことをやっていたのではとても全部を学習させることはできないということもいわれるが、これも考え方が逆で、実際に具体的にそういうことをやら

せようという考え方がないから、教育の内容が多くなるのである。話をして聞かせればそれで学習が成立するなどと考えているから、そういう地盤で教育内容が設定されて来るのである。

そこで一人一人の上のようなドゥーイングを基本とした考え方を立てると、はじめて本質的な科学教育に対して大きな貢献をなしうるであろうということが考えられる。それは一人一人の子どもが、自然をみることの基礎的な行動の仕方を身につけることができるであろう。プログラムによって、一人一人の生徒にはっきり行動の仕方を与えることができる。つまり身体を動かさせたり、考えさせたりすることができるわけである。しかもいいかげんに行動するのではなく、細かく指示し、その結果をはっきり表現させ、それが規準に合うかどうか測定するというように厳密に行動させることができる。これは科学にとって最も基礎的に重要なことであろう。

6

このような方式がどれだけの可能性をもつかということは今ただ観念的にいうことはできない。それは今後の実践にかかるわけである。その実践の基本にあるものは一人一人のドゥーイングをたいせつにするということである。それを具体的に実現するには、現在の日本の現実的教育条件がさまざまに考慮されなければならぬ。アメリカではティーチング・マシンというようなものをつくり出して解決しようとしている。またソヴィエトではたとえば午後の時間は生徒5人に1人の教師をつけて実験実習をやらせて指導するという方式をとっている。具体的にいかなる形態をとるかはそれぞれの国がもっている現実的条件によるであろう。日本では現在は、プログラムシートとでもいうものを教師が印刷してつくり、それを使って生徒が実験観察をし、また考えるというような方式をとっている。それでも従来の実験器具ではまったく不足であって、大部分のものが生徒のものとして設備されなくてはならなくなって来ている。その点でもなかなか

かむずかしい問題があることになる。一人一人に実験をやらせなくてもよからうなどという考え方のほうが多い日本では、そういうものが育つのはむずかしいのかも知れない。しかしまたそれをのりこえて、徐々に実験具を充実しつつある学校もある。そういった現実的条件がこの学習方式を育てるかどうかに関係するわけである。

ただ現在のところまで、多くの先生方の研究を聞いて思うことは、このような考え方で指導をすると、生徒の出来方というか、成績にはそれほどちがいがいるのではないかという意見が多いことである。できる子、できない子と区別をしていたが、それはわれわれのあやまりであったかも知れないという感想が多いことである。ただ早いと遅いのちがいは大いに出て来る。早い子どもはステップを通過するのに三分の一ぐらいの時間で足りる。こうなるとできるできないでなく、早いおそいだ。しかもまたそれが教科によってさまざまにことなる。そこで子どものプロフィールがきわめて明らかになる。そういう見方で子どもを見るとまたちがった姿が見えて来るのである。

こういう先生方の考え方の変化はこの教育の可能性を思わせるものがある。

7

この方式で学習をおこなった学級ではすでにさまざまな新しい事態に当面している。たとえば1時間のプログラムをつくって与えると、1時間でみんながおわるというようにならない。ある者は30分で終わり、あるものは1時間半かかる。その間にさまざまな段階のものがある。こうなると、これまでの一斉学習になれた教師にとっては、始末におえないものと感ぜられる。こういうことはどうなるのかといった問題もある。学級が足なみをそろえて行くことができないというわけである。しかし従来の学習が足なみを揃えていたということであるかというとも必ずしもそうではない。そこに問題が出て来るのである。現在は

それをどう解決しているかといえば、早く終わったものには応用的な課題を与え、遅い者は家庭学習としてやらせるという方法もある。早い者はもう一度見直しをやらせるということもある。しかしプログラムがもっと多くたまって次々へとプログラムを与えることができるようになると、どうなるであろうか。それはこれからの実践の問題である。アメリカでは、同じ年に生れたものが、いつも同じ学級として進まねばならぬということはいかなる理由によるかなどということが論ぜられているようである。そこから学年編成や学級編成の問題も新しく起こって来るかも知れない。しかしそれらの問題も結局は、実践と関連して展開して来る問題であろう。

プログラム方式は個別的な学習の成立に目をつけるから、集団というものはどうなるであろうか。実際におこなっている学校ではそういう問題は起こらないようであるが観念的にはおこって来る問題である。それは一切がプログラムで行なわれるなどという誤解をするからであろう。事実そういうことは不可能なことはやってみればすぐわかる。しかし、プログラムを考える頭で、今までみんながやって来た集団学習とか共同学習とかというものを考え直すと、また新しいものが見えて来る。共同学習で学習すべきものは何か。その目標となるものは、いかなるドゥーイングで身につくのか、ただ学級が一斉に何かやっていたらよいのではないであろう。集団が一つの集団としてまとまっておればよいのではないであろう。やはり最後には一人一人に何かの学習が成立していなくてはならぬであろう。そうすると、集団的行動をとりつつ、何が個人個人に学習として成立するかをもっと厳密に考え直す必要がある。ただ話し合いをすれば学習になるなどといったムード的な考え方では本質的なものにはならない。そういう問題を考え直して行く一つの端緒ともなるのがプログラム学習の考え方である。

<国立教育研究所>