

『教育工学』 1967年12月（教育工学社）

教育におけるシステム開発 1*

矢 口 新

I システムということ

こういう言葉を教育界ではあまり使いなれていない。しかし産業の世界では日常茶飯のこととして使われている。いや近代生産が成立して来たのは他ならぬシステムを開発したからだといってよいであろう。ここに事あたらしくシステムとは何かなどと定義をする積りはないが、事実を考えて見ることだけはしておいた方がよいと思う。

昔、一人の職人が原料から製品までをひとりで処理するというような生産の形をとっているときには、何もシステムなどという言葉は使われなかった。近代生産になって、大量のものを生産しようとし、分業が成立し、機械が導入され、流れ作業が行なわれるようになって、はじめてシステムということが問題になって来たのである。さまざまな機械や人間の働きを一定の目的にむかって合理的に組み合わせて行くことが必要になる。それは一人の職人が始めから終りまで思いのままに行動するのとはちがって、人間の働き方も、機械のおかれ方も、相互に関連がつけられて、それで全体の生産工程となる。要素の組み合わせが合理的に計算されていなくてはならない。そういうようになってはじめて、システムという考え方が出て来たのである。

このシステムも時代と共に発展する。分業という生産の形も一つのシステムをもって行なわれたが、自動車生産で、流れ作業というようなシステムが実現した時は、全く新しいシステムであった。更に自動機械ができてトランスファー・マシンを使ったオ

ートメーション、更には自動制御によるプロセス・オートメーションの実現に至って、生産では、システムの問題は益々重要になった。

一つの生産システムをつくるには、目的関数をはっきりきめて、それに関係する変数を計算して合理的な過程をつくるという考え方をとるのである。原料から加工の技術からすべてを計算された過程としてまとめようとするのである。こういう考え方が発達すると、生産の過程にある諸々の要素は精細に分析されるという傾向がますます強くなる。そしてその要素の組み合わせ方にも独創的なものが生れる。

先頃宇宙通信で、日本から放送した内容にエビの工場生産の有様を報告していた。エビはわれわれの常識では、海でとれるものである。それもメキシコの海に多いと聞いていた。もしそれを大量にとろうとすれば、従来の常識では多数の船団をおくりこんで、捕獲の仕方を工夫してといった方向の工夫をする。所がそれを人工孵化をして、養殖してこれまでとは全く異ったやり方で生産するようになった。それには、エビの生態についての精細な研究があったのである。どういう温度で生棲し、どのような餌をとっているかなどと詳しい分析がなされる。それが土台になって、エビを生産するプロセスを一つのシステムとしてつくり直すのである。これが今までと全く異ったシステムを生み出すことになるのである。

このように同じ目的のものをつくり出すのにも、全く異ったシステムが生れる。それは要素分析が精細に行なわれて、さまざまな要素の組み合わせ方が、より合理的なものとなって行くからであろう。そこに進歩があるのである。

II 学習システムへの反省

(1) 学習の目標を具体的に考えること

ここで教育についてのシステムを考えてみよう。私がここで言うシステムは学習のシステムである。教育システムという、すぐに制度的なものが頭に浮ぶ習慣があるが、今問題にするのは、もっと具体的な学習の場のシステムである。

現在でもわれわれは一つのシステムをもっているといってよい。それを私は教師—生徒集団システムと呼ぶ。このシステムは、それなりにある考え方をもって、人間を育てる要素となるものをその考え方に基いて組み合せている。しかしそれはもちろん生産の場のシステムのように計算されたものでない。いなある意味で、近代産業以前の職人の生産に似ている。

教師—生徒集団システムでは目的関数は何であろうか。実はそれがあまりはっきりしていないのである。成程教育の目標はさまざまな言葉で語られ、学習指導要領では各教科についての目標も詳しく語られている。それはそうであるが、肝心の人間がどういう製品(?)になることなのかがはっきりしないのである。つまり生産にたとえれば、生産される製品がどういうものかを数量的にはっきりと表現されなければ、生産活動はおこらない。つまりシステムは設計されないのである。人間の教育についても、考え方は同様であろう。どういう人間となるかがはっきり目的関数として描かれなければならないのである。

例えば知識を与えるというような言い方はごく当り前の言葉として使われている。生徒の方について言えば、知識をもつことであり、或は別な言い方で、理解するなどという。現在の教育の目標を語る言葉はこういう言葉であるが、そこに問題があるのではないか。何々を理解させる、何々の知識をもたせるという目的は、具体的な人間生産の目的関数とならないのではないか。

生産の場合は、製品の青写真が出来てはじめて、そ

れを生産するシステムがつくられる。それは極めて具体的なもので、とくに物であるから、数値で表現される。私は人間の教育を物の生産と同じに考えよというのではないが、出来上がった人間がどういう人間であるかの青写真の描き方が、現在のような描き方でよいかどうかは検討してみる必要があると思うのである。目標の描き方が極めて抽象的である。或は象徴的表現、比喩的表現であって、具体的なものがない。つまり目標の中味がはっきりしないのである。たとえば何々の知識をもつといっても、それは、金を持つように手に持つことではないことは当り前であるが、それでは具体的にはどういうことなのか。人間は働くもの、行動をするものであるから、人間としてどう働くことができることなのか、どういう行動をすることができることなのか、そういう描き方をしなければ、目的関数とならないのではないか。

(2) 目標と人間観の転換

このことは、目標を細かく表現すればよいということを行っているのではない。いくら細かく表現しても、これまでわれわれが考えているような構えで、或は姿勢で目標を考えていてはだめなのではないかということを行っているのである。そこには知識というものが何か人間の外にあるものであって、人間はそれを与えられる、持つ、理解するというように考えられている。詳しく、細かく表現するとなると、その外にある知識の叙述が細くなるだけである。それはどこまで行っても、人間の姿を描き出して来ない。たとえば、動物について理解するということを細かくすると、それが動物の種類となり、犬だの馬だの牛だのとなり、それを細かくということになると、犬の種類になり、馬の種類になるといった形である。それはどこまでいっても、動物について理解するか、知識をもつとかということとは人間の働きとして、人間がどうなることかということ明らかにしないのである。

教育の目標について、こういう考え方の傾向があるのは、人間というものについての考え方の問題が

あるように思われる。つまり人間というものを、知識をもつものだという程度にしか考えていないということである。誇張した言い方をすれば、人間容器観の上に立っているということである。人間が容器だと割り切れれば、その容器の中に入るものをあげればよいということになる。

それではどうしても不満足だというのは、人間をただそういう容器としてみることにあきたりない考え方があからである。それがなければ、何も問題は無い。容器の中に入れる知識の項目があげられれば、それで安心して、それを与えることに専心することになる。

与えることに専心するといっても、与えるとか、また与えられたものを受けるとはどのようなことなのかの疑問を抱けばまた問題が起って来るが、人間は容器だから、与えれば受けとるものなのだと割り切ってしまうればそれはそれで一つの考え方として成り立つ。知識とは言語による表現であるから、それは言語によって与える。つまり話をするか、書物を読ませるか、それで与えられるものであると断定してしまう。そうすれば、与えるとは一生懸命しゃべることであるとも言える。教室でわかったか、おぼえておけというような言葉は最も多く使われるが、それは上のような考え方の上に成り立つものと考えれば至極もつともなことである。

今私が目標の描き方を検討せよというのは、こういう考え方を清算する必要があるということを行っているのである。人間は知識の入れものだという考え方に立ってはいは、いかに目標を具体的になどといっても、むだであろう。

(3) 目標を行動として考えること

目標に中味をもちこむという意味で目標値などという言葉を使っているが、この目標値にしても、立場を転換しなければあまり意味がない。人間の行動の仕方として、中味を考える、値を出すという方向で考えるのである。

たとえば、ここに100米を11秒で走る選手がいる

とする。この選手が、これから一年の中に10秒5までになろうとする。周囲の人もそれを目標にして、いろいろと教育する。この時の目標はかなり具体的である。しかしよく考えてみると、それではどうするのかということ、ただ0.5秒だけ早くなればよいということでは、教育はどうしたらよいかかわからないのである。それは機械の生産について言えばもうすこしよい機械をつくるといったにすぎない。どこをどうするのかははっきりしなければ生産に入ることはできない。それとおなじように0.5秒早くするだけでは、教育や訓練ははじまらない。足のあげ方、手のふり方、上体の姿勢など、どこをどうするのかつまり選手の行動の仕方、体の動かし方、筋肉の使い方をどうするかが考えられれば、そこで教育が成り立つのである。教育の目標値を描くということはそういうことなのである。こういう考え方で目標値を描かなければ、運動の選手にしても、ただ走っていることになり、走って居れば早くなるなどという全く必然性のない練習をくりかえすことになる。科学的練習法というのはそういうことではない。

運動のような身体を動かすことについては比較的わかりやすいが、ものを見るとか、考えるということになると、立場の転換がむずかしいのである。しかし運動の場合でも、結局は自分の脳の働きを訓練するのであって、決してただ足や手を動かすということではない。足や手を動かすのがそもそも脳の働きなのである。ものを見るとか、考えるとかいうのだから本来同じことなのである。どういう神経をどう動かすかということが基本的なポイントなのである。

(4) 学習の場の構造

人間の働きとして、教育の目標を考え直すということが、現在の教育システムを合理的科学的なものにする大切なポイントである。現在の教師—生徒集団システムはその点があいまいである。だからシステムとしての体をなさないのである。つまり目的関数をはっきりしないから、変数との関係をはっきりさせようがないのである。教師の働きもどこにどう

位置づいているのか、或は教育の場を構成しているもう一つの大きな要素、教材、教科書も、どういう必然的關係が目的関数との間にあるのかをつかむことができない。

そういう状態のまま、ただ昔からやって来ている習慣的な教育活動をやっているのである。それでもともかく人間になって行くから全然役に立たないことはないのであるが、教育とはそういうものだという惰性で行なわれているのが、現在のシステムにおける教育だということになる。

人間観は教師の活動を規定している。知識のいれものに知識をつめこむにはどうするか、教師がしゃべるといふ考え方以外にはないということになる。教師のしゃべるのを聞くかわりに生徒の側から言えば、書かれたものを読むという活動があるが、読むより話を聞く方がよりよいという考え方がある。本質的にそうだということではない。つまり目で字を読むより、耳で聞く方がよいということはないのである。目と耳の關係ではなく、むしろ教師の話や、教科書という具体的な形をとってあらわれたものが、どういう現実の場で役割を果たしているかという問題なのである。

つまり教科書は、最初から教師が解説をすることを予想してつくられているのである。教師がゆっくり解説してくれるから、あまりくたくたく書かないとか、結論だけを述べてあるとか、考え方は省略してあるとか、つまり一番大切なもの—それが知識だと考えられているが—だけを提示してあるのである。人間に知識をもる、その知識の精髓が出ているのが教科書なのである。

そして教師はそれを解説して、教科書の中に書かれてある結論が出て来る筋道をたどらせて、なる程と納得させればよいということになっている。だから教師の話をきいたら、よくわかったと思うのである。教科書でも、教師が説明するように書けば、よくわかるように書ける筈なのである。ただそういう教科書をつくる習慣がないだけのことである。その根底にあるのは、人間という知識をもる器にいれる

知識そのものが盛られてあるのが教科書だという考え方がるのである。

人間は知識をもる器で、その知識が教科書に盛られてあるというのは多少矛盾のようでもあるが、一生懸命教科書をおぼえる。それが教育だということになるのである。それと関連して教師の役割もきまって来る。教科書の中の知識を人間に注入する仲介をするのが教師である。教師はだから教科書よりはるかにゆっくりと、つまりスモールステップで話をする。それが、生徒にわかったと思わせる理由である。そしてそこまで教師の役割は終ることになる。

教師は、だから、わかったか、おぼえておけばよいのである。わかったものは、おぼえられるという前提があるようにも見える。とって、本当にわかったものはおぼえられると心から信じているかということとそうでもないのである。その時わかってもすぐ忘れてしまうことは、常に経験していることである。そのことをもっとよく反省すると、大切なことがわかって来るのだが、それ以上は考えないから、うやむやの中にすぎてしまう。教師は、生徒に予習や復習を要求する。この復習というのは、つまりくりかえすということなのであるが、それが何を意味するかを余り深く追究しない。教師の仕事は、わかったと思わせれば、それで終る。あとはそれをおぼえておけばよいと考える。つまり人間は知識の入れものだから、そこへ注入したことになる。注入されたものを保持するかしないかはその器のよしあしによると考える。

人間容器観は、このようにして、教師の活動を規定し、教科書のあり方を規定しているのである。これが現在もっているわれわれの学習のシステムなのである。

Ⅲ 新しい人間観

(1) 自動制御システムの人間

教育の対象としての人間を知識の容器と考えるの

はおかしいということは誰も知っている。人間が単にいれものでないこと位は、誰も知っている。知識の容器という言い方はもちろん比喩的な言い方である。本当にいれものというように考えているわけではないが問題は実は別な所にある。つまりいれものという比喩以上に説明できないということである。いれものでは人間という働きを説明できないのである。人間は単にいれものでなく、その知識を使っていろいろな働きをする。その働きをどう説明するのか。行動する主体である人間は、どういう形をとって行動するのであろうか。それを説明することはできないのか。

人間の働きを具体的に、事実即してとらえることが、こういう問題に対する解答を与えることになる。脳科学はそういうことをなすとげつつある。もちろんまだまだ明確になったという所まで行っていないが、しかし容器だというようなあいまいな考え方を突破している。

赤ん坊の行動を客観的にとらえてみる。生れたばかりの赤ん坊がスヤスヤ眠っている。お腹がすくとオギャオギャと泣き出す。お腹がすくというのは実は、わきからの解釈である。しかしその解釈はまちがっていない。母親が抱きあげて、オッパイを与えると、泣きやんでオッパイを吸う。そして腹一杯に吸うと、やがて乳首をはなして、また目をつむってスヤスヤと眠ってしまう。これはどういう風に考えるのか。自動制御システムと考えたら、よくわかるのではないか。赤ん坊の神経系が、おなかのすいた状態を信号として受けとる。つまり胃の中の神経末端がそういう状態を受けとる。血液の濃度を神経が測定する。それが大脳を通過して、声帯やくちびるの筋肉を動かす神経を動かして、泣くという現象がおこる。

反対におなか一杯になると、オッパイを口からはなし、目をつぶってしまうという神経の系統をはたらかす。これらは、大脳を中枢とする神経系の自動的な働きであるといつてよいであろう。生れながらもっている反射行動の系統である。赤ん坊の生命

はそういう働きによって保持されている。

大人になっても、この種の働きは沢山もっている。暑いときに汗をかく、これも人間がもっている外界の温度測定機能を働かして一定温度以上になると発汗をして体温調節をしているのである。これはわれわれが意識して、汗をかこうと思ってかくことはできない。神経系がやってくれているのである。

足のどこかを針でさされたら、とたんに飛びあがる。とびあがろうと思ってとびあがるのではない。痛いからとびあがったというような言い方をするが、痛いという意識があって、それからとびあがるのではない。とび上って痛いと感じるといった方が本当であろう。

こういう行動をする神経系の働きは、神経系を走る信号によって行なわれる。この信号は非常に簡単なトントンという信号である。その信号を伝えて、筋肉を動かしたり、ものを識別したりするのである。

(2) 学習する神経系 (脳系)

この神経系は、学習する。新しい反射行動をどんどん身につけて行く。赤ん坊を抱くと抱きぐせがつくという。このくせがつくというのは、神経系が新しい反射行動をおぼえるのである。今までは経験しなかった外界の状況を経験することによって新しい反応の仕方をおぼえるのである。赤ん坊の行動を自動制御システムといったが、この自動制御システムは、人間のつくった機械的システムのように、一度つくられたらそれ以上のことをしない、というようなものでなく、実に利巧なものである。生きている自動制御システムは、どんどん新しい機能を拡充して行くのである。生れながらもっている反射行動の回路があることは確かである。先天的な反射回路とでも言うべきであろうか。それに対して、後天的反射回路をふやして行くことができるのが人間自動制御システムの特徴である。

そして、その後天的回路は、経験すること、つまり行動すること、新しい状況におかれ、そこで反応させられることによってふえて行くのである。赤ん

坊に抱きぐせがつくというような場合もあれば、もっと複雑な場合がある。一生懸命努力して、おぼえる苦心をして、そうして身につくような反射活動もある。ダンスをおぼえるというような例はそうであろう。おぼえるには努力を要する。おぼえてしまえば針をさされた足がとび上るのとおなじようにひとりでに足が動くようになる。後天的にできあがる反射活動といってよいであろう。

人間の行動をみていると、後天的にできあがった反射活動は非常に多い。大部分はそういう行動だといってよいのかも知れない。鉛筆をもって字をかくという行動でもいってみれば、そういう反射活動である。いちいち考えてやっているわけではない。考えるというような行動をしているわけではない。ものを言うのでもそうである。

(3) 言語信号系

後天的な反射行動のうち、特に言語は注目すべきものである。言語がなければ人間は動物と同じである。たとえば犬を考えてみる。犬が水を呑む。それはそういう事実があるだけであって、水とか、のむとかいうものがあるとは考えられない。つまり未分化の事実があるのである。言葉が生じると、世界は分化する。水、のむなどと分れて行く。更にコップの中の水であり、手にもって口でのむというようにどこまでも細かく分けるようになる。分けたものを合わせて、一つの事実を表現する。分析と総合といってもよいであろう。

しかしこの言語も神経系を走る信号であることにおいては、他の後天的反射行動と全然かわりはない。梅干を食べるとつばが出る。その経験をすると、こんどは見ただけでもつばが出る。そこに若し言葉が入って、梅干という言葉をおぼえると、言葉を聞い

ただけでつばが出る。言葉も全くおなじ反射行動に乗るのである。言葉が生れて、神経系を走る信号の量がふえたということになる。

知識というものは何であろうか。梅干をたべるとつばが出るというのは事実を表現した命題である。それは人間の反射行動をあらわしたものである。自分の反射行動を、もう一つの自分がみて、それを表現したものといえることができる。それが知識なのである。事実を言語によって分析し、総合したものが知識であろう。知識というものは、人間の外にあるのではなく、人間の行動の表現なのである。行動を表現するというものは、その行動を人間ができるということが前提としてある。知識をもつというのは、言語信号系を使って反射行動でできることが前提であって、それをもう一つの自分が見て、その行動を言語で表現することができるということである。

知識は言語と関係があるが、知識をもつというのは、ただ言語をもつということでない。言葉だけの世界というのは知識とは関係がない。言葉があらわす事実に対して、反射行動が成立していること、それが言語信号系と結びあっていることが知識というものの特色である。知識はだから人間からはなれてあるものでない。それが人間からはなれてあるかの如く見られるのは、視覚言語が生れてそれを客観的にあらわし、書物の中に表現することが出来るようになったからである。しかしそれは知識の影であって、知識の本物は人間の反射行動として存在しているものなのである。そう考えると知識は与えられるものでなく、人間がそれぞれ一人一人で獲得するものなのである。

(日本生産性本部プログラム教育研究所長)

*ライブラリー編集部注

原版のタイトルには、番号はついていないが、本論文に続くものとして同名のタイトルで2～4の番号のついたものがある。その関係をわかりやすくするため、本論文に「1」をつけた。