

教育工学の成立と展開

——行動科学的立場から——

川 合 治 男

はじめに

教育工学の基本的な役割は、工学的な手法を用いて教育の現象のあらゆる構成要素を分析し、それぞれの要素の効果を最大限にのば

すために、それらを適当に配列したり組み合わせたりし、それを展開する際にメディアを効果的に利用するのである。したがって、教育工学は教育学の一分野であるものの、そこにはさまざまな隣接諸科学が関係している。それらは教育に傾斜した立場と、工学に傾斜した立場によって、二つに区別することができる。一つは行動科学的領域であり、人間の行動を対象とした、人類学、社会学、心理学などからなる。他方は物理科学的ないしメディア的領域であり、工学や技術学や物理学からなる。前者は、学習者の個人差とか教授内容の選択などの教授—学習上の諸問題に行動科学的アプローチで迫ろうとする立場であり、プログラム学習の系譜としてみることもできる。後者は、主としていろいろなメディアを教授の補助具とみな

し、教具の効果とか取り扱い方に関心を持つ傾向にあり、視聴覚教育の系譜とみなすことができる。この二つの系譜は、機能的には相互に関連しているというものの、別々の理論的背景をもったものである。

教育工学には教育技術学についての研究開発、教師や施設設備の効果的利用に関する経済学の分野も含まれるし、データ処理や情報検索のようなコンピュータ化された機械システムも含まれる。つまり、「工学」とは言っても、それは決して機械の使用を意味しているのではなくて、科学的知識を用いるすべての実際的な方法を意味しているのである。

I 教育工学とは

教育工学という概念についてはまだ統一の見解が欠落している。さまざまな立場から展開する教育工学の諸概念を、実証的研究によ

って確固とした教授理論へと統合することは、これから行なわれる課題である。英国の教育工学全国委員会は教育工学を次のように定義している。「人間の学習の過程を改善するために、システムと技術と機器を開発し応用し評価すること。」しかしストリューローはここには二つの要素が欠けていると指摘している。つまり、調査研究と教授である。教育工学は教授—学習過程にとっても有意義な発達であり、教育方法を客観的に価値づけるための唯一の効果的方法であるとは彼は考える。(1)

教育工学のめざすものは教育の最適化であり、教育の現代化であるが、その最も中核にあるものは教育の対象である学習者であり、その学習場面である。そのために、この学習場面にかかわる教授—学習の過程を明確にする作業は、教育工学の最も本質的な領域である。つまり、学習の客体的なものとしてのメディアの活用と、学習主体としての学習者の思考と行動のコントロールという両面から、教育工学のねらいは達成されるのである。

学習の主体の要因としては、学習者の認知、構造、思考様式、学習態度などがある。しかし、それらと学習の客体的条件との関わり合いについてはあまり探求されていない。ここに教育機器や教授メディアの最適利用という研究課題が成り立つのである。授業分析によって明らかにされるのは、教師と学習者との相互交渉、学習者の認知過程と思考を推進したり妨げたりする諸要因、学習に及ぼす教

師行動の影響、コミュニケーション様式などであるが、それらとメディアとの関係とか、人間の可能性を伸ばすメディアの活用について、あるいは、学習のどんな場面でもどんなメディアを用いるべきか、というような理論づけは緻密にされていない。メディアを有効に利用するためには、それぞれの特性を発揮できる場面をできるだけ詳細に明らかにする必要がある。教師の教授行動とか学習者の学習行動の分析にもとづいて、行動科学的な見地から、学習行動とメディアを対応させる努力をしていかなければならない。

1. 行動科学と工学

行動科学という用語は、50年代にフォード財団が資金援助して「行動科学研究」を推進して以来、広く使われるようになったのであるが、今日では、教授—学習の諸問題に行動科学のアプローチを採ることは不可欠のことである、という考え方が一般的になってきた。シートラーによれば、教育工学の行動科学の概念の基底にある考え方は次のようなものであるという。つまり、教育の実践では、心理学、人類学、社会学のようなさまざまな学問分野の行動科学者たち、あるいは、もっと専門化された領域で言えば、学習と集団の過程、言語と言語学、コミュニケーション、経営管理、サイバネティクス、知覚などの領域の行動科学者たちが開発した、科学の方法にもっと依存していなければならない」というのである。(2)

行動科学が教授—学習の過程の分析のための手段として取り入れ

られるようになったのは、プログラム学習が契機となっている。人間の学習行動の科学的分析と、教授—学習過程の改善のための基礎学問として、教育研究の中に行動科学が取り入れられるようになった。こうして、望ましい行動を形成する道筋を明らかにするような努力がなされ、動機づけや行動形成の過程と、行動の喚起、強化、消去、保持などのしくみを明らかにし、理論化しようという努力がみられるようになった。

教育工学は関連する既成の学問の総合科学であるとも考えられるが、技術学や工学がハードウェアの開発に関わるのに対し、行動科学が人間の心的身体的側面に関わり、工学と並んで教育工学の大きな柱を構成すべきものである。したがって、教育工学を独立した学問として完成するためには、それを構成する諸学問の有機的な関連づけを計ることがまず必要であり、その第一歩として、行動科学に基づく教授—学習過程の分析が進められなければならない。スキナーはオペラント条件づけにもとづいて教授工学を展開しなければならぬと考えるのであるが、そのためには、まず次のような諸点を明確にしておくべきであるという。(1)目標行動 (2)強化事象 (3)反応 (4)強化を効果的にするためのスケジュール (3)

工学に傾斜した教育工学の従来の概念を、もっと行動科学的なアプローチへと比重を移す動きのきっかけとなりそうな徴候が見えてきた。それは、アメリカ教育局の資金援助によって運営される地域

教育調査研究所ないし実験所の設立である。(4)これによって、理論や仮説を実行に移す前に、これらのセンターで組織的な方法による検証ができるようになったのである。

2. システムズアプローチ

教師の提示する情報は学習者の活動をさまざまな形で喚起しコントロールする。板書ひとつを取っても、あいまいな理解を確実なものにしたり、考える手がかりを与えたり、思考を促したり、間違っただ思考を改めたり整理したりする。その機能を効果的に果たす機器は何か、教授—学習のどのような局面でどんな機器を用いるか、それによって学習者のどのような行動が高められ、どのような学習が達成できるか、というような問題こそ教育工学の主要な課題であり、それらを解決する手がかりとなるのは、工学でも技術学でもなくて、行動科学であり教授—学習過程分析である。

そのような分析の手法としては、工学の分野のシステムズアプローチを応用することができる。システムズアプローチは、オートメーションシステムに於て、原料、動力、部品などとその組み合わせ、努力、検査、包装、積み出し、というような作業を一貫して行なうために、作業の流れ図を作つて無駄を省く努力をするのに似ている。作業の成分要素をすべて抽出し、それらがお互にどんな関係にあるかを明らかにし、各要素の特性が最大限に生かされるように配置する。そして作業の各段階ごとに効率のチェックをしながら、一つの

まとまりのある全体、つまり、製品を生み出すとするのである。(5)

そして、システムズ分析者、プログラマー、システムズ設計者という人たちが出現するようになると、ハードウェアこそシステムの中核であるというような考え方はだんだん薄れてきた。60年代に入ると、同一の組織内の人間と機械との相互関係を、特定の仕事とその成果の観点から記述するために、「総合的なシステムズアプローチ」という表現や「マン、マシンシステム」という言葉などが用いられるようになった。(6)

自然科学の分野では、システムは互いに切り離して扱うことができ、異なった条件下における各要素の機能は明確になっており、それらを単独で操作したりコントロールしたりすることは容易である。また、素材と産物の質と量が明瞭であるから、インプットとアウトプットを比較することによって、評価は容易である。

それに反し、社会科学では諸要素は複雑にからみ合っているために、それらを単独に取り扱うことはできない。諸要素間の因果関係を追求することはきわめて困難である。たとえば、学習者の認知過程にどのような内的要因が働いているかということは、その学習者の置かれた状況によって異なるために、明確に定義することはできない。このような制約はあるものの、複雑な関係にある要素をできる限り明らかにして、教授—学習過程を最適の条件の下で進めようというのが、教育におけるシステムズアプローチである。(7)

システムズアプローチの手順の第一歩は、目標を明確にすることである。次にはその目標を具体的な行動目標に分析する。それからその目標を追求する学習に含まれる行動を細かく分析し、その個々の行動を円滑に達成するための目標をかかげる。こうして下位目標行動が設定されたら、次には、下位目標行動を達成するために、もっと具体的に直接的な教材内容や方法を明確にするのである。

このような、教授学習的、行動科学的な目標分析と、学習の内容方法の選択決定にもとづいて、教授—学習過程を促進する教授メディアが選択され、その利用の方法が規定される。それらのメディアのひとつひとつの適用性や効果は、単独下位目標と照らし合わせて評価される。学習の上位目標はこのような下位目標の集大成として達成され、学習過程の各要素も、この全体を構成する単位として、全体との関わりにおいて評価されるのである。同様に、教授メディアの効果も、このような全体のシステムに位置づけて評価される。

目標がどの程度達成されたかという価値判断が評価であり、教育活動の成果は目標に照らし合わせて評価されるために、評価もシステムズアプローチの基本である。システムズアプローチでは、学習の行動分析にもとづいて上位目標と下位目標を設定するのであるが、客観的な評価を可能にするためにも、目標はできるだけ客観的な行動の観点から記述しなければならない。

目標が具体的な行動として設定されると、次にはそれらの行動の

順序づけをすることになる。この作業の流れを図に表したものがフローチャートである。これはエンジンリアリングやマネジメント分野で用いられているものである。フローチャートでは教授学習システムのあらゆる要素、つまり、サブシステムが目標とどのように関わっているか、サブシステムが目標とどのように関連し合っているか、というようなことを明確にとらえることができる。学習過程のどこでつまづきがあったか、何がその原因であったか、思考のはたらきを助長した教授メディアは何か、余分な行動は何か、などということを分析することが容易になる。このように、システムズアプローチでは、教授過程の要素をそれぞれ独立して取り出し検討するのではなく、教授―学習過程の一つの大きなまとまりの中で、それぞれとの関連で評価し、おのおのの特性をのびしながら、全体の効果を高めようとするのである。

II 視聴覚教育の系譜

50年代の後半には、下等動物の行動実験の成果として、望ましい行動の結果を即時に行動主体にフィードバックすることによって行動を強化し、しかも小刻みにそれをくり返すことによって、複雑で高度な行動も可能にする方法が打ち出された。また、その作業を確実にする手段として、ティーチングマシンが用いられた。前者が学

習のプログラム化、つまりソフトウェアに関する領域であり、後者が教育機器、つまりハードウェアに関する領域である。このように、教育工学はその手法を工学に求めてシステムズアプローチを採り入れているが、研究領域としては、一方には教育内容に関するプログラム学習があり、他方には視聴覚教具や教育機器などの教授メディアがある。

50年代から60年代にかけて、教授メディアに関する研究が大がかりに行なわれるようになった。(8)それらの研究は、社会に起こっている技術変化への対応として行なわれるようになったのである。学問諸分野(たとえば、物理学、生物科学、数学、外国語など)の再編成、あらゆる学校段階における教授の改善、教員養成の改革などはすべて、何を、誰に、最も能率的に、いかに教えるか、という問題にかかわっているものである。そのような研究の中で、さまざまな新しいメディアと、教材提示の新しい形態とが発達してきた。特定の教科の教材を、特定の性格の子どもたちに、もっとも効果的な教授―学習の場面で教えるには、どんなメディアを用いるべきか、ということが真剣に研究されるようになった。

ハードウェアに関しては、第二次大戦前から視聴覚教具が教育の場で用いられていたが、プログラム学習とティーチングマシンがきっかけとなって、工学の成果を教育に取り入れる動きが盛んになった。そのことは、一方では、機械が教師にとって代ることができる

のかという批判をかきたてたが、他方では、教師の役割のうちで機械にできるものは機械で行ない、教師には本来の仕事にもっと専念させるべきだという考え方も育てた。こうして、教師の活動のうち、情報提示作用、反応喚起作用、反応分析作用、反応記録作用のいくつかを受け持つものが開発されるようになった。以下、それらの代表的なものを二、三取り上げて考察してみよう。

1. 集団反応分析装置

これはティーチングマシンによる学習の個別化の動きの中で生まれた日本的な機械であり、リスボンスアナライザーとかアナライザーと呼ばれる。この装置は教師の提示した情報を学習者がどの程度理解したかを、教師と学習者が確認し記録することによって、授業の流れや適否を分析させようとするものである。学習者ひとりひとりとクラス全体の反応が即座に教師卓にある集計器に表示され、学習者にはフィードバックをし、反応の結果は記録できるようにになっている。学習者ごとの反応結果と選択肢ごとの回答率が表示され集計されるので、授業や学習の適否を判断し、欠陥を反省しながら効果を高める努力をすることができる。この装置を使えば、学習者の理解の程度を数値としてとらえることができるので、教師の指導法や教材内容の効果を測ったり、学習者の学習方法の適否を知るのにも役立つ。教師は学習者ひとりひとりの学習傾向をつかみ、学習内容をどのように理解して活用しているか、どのようなつまづきをし

たかなどを把握した上で、指導の内容と方法を検討する。学習者は単なる傍観者としてではなく、積極的に各質問に応答し、従来のように、集団の中の一人という存在ではなく、教師と一对一の関係を保つことができる。このようにして、具体的なデータにもとづいて指導の個別化をはかろうとするのである。

2. 語学練習装置

語学学習のためのランゲジ・ラボラトリ(L_L)は、教授と学習の個別化を更に徹底することができる。言語学習は音声を伝達手段としているため、テープレコーダのような教具を使って、モデル発音したり反復練習することは不可欠である。ところが、テープレコーダはあくまで学習者が個別に学習するための道具であって、教材は一方通行である。言語行動の基盤である相互交渉(インターラクション)を推進したり、学習者の行動の正否のフィードバックをしたり、行動を喚起したりという、いわゆる教授活動はテープレコーダではできない。またテレビは発声器官の動きや正しい発音などを視聽覚的に提示することができるため、生きた場面を作り出したり適切な情報の提示媒体としては欠くことができないものの、やはり教材は一方通行である。

各種のL_Lの中には、同時に何種類ものプログラムを、多くの学習者に提供できるものもある。これを使えば学習者は自分でテープレコーダを操作しながら、能力に応じたプログラムを、適当な速度

で個別に学習できる。モデル発音と自分の発音を録音したものを再生して比較することによって、即時フィードバックもされるし、教師がモニターで聴取しながら、学習者ひとりひとりにフィードバックすることもできる。学習者が教師の指導を必要とする時は、コントロールボタンを押して教師と相互交渉をはかり、質問をしたり批評を求めたりすることもできるようになっている。

3. オーバーヘッド・プロジェクト

教師の教材提具示として使われるようになったものにOHPがある。これは黒板では提示できないものを効果的に提示するため、急速に普及している。OHP特有の利点は、教師が学習者と対面したまま教材を提示できることである。これは映画やスライドのような、他の映像教具にはない特性である。教師は絶えず学習者の表情や反応を確めながら、提示の方法と内容をコントロールすることができるので、学習者の思考や理解の程度に即した教材を提示でき、ひとりひとりの学習を成立させることが容易になる。

他の視聴覚教材とくらべて、OHPの大きな利点は、OHPで用いるためのTP（トランスペアレンシー）をさまざまな方法で自作できることである。テレビや映画を学校教育の教材として利用することがなかなか困難であるのは、映画などの既成教材が教授—学習過程の中にスムーズに入りこむことができず、教室の教授—学習活動と既成教材との関連づけが困難であり、教師の独創性が生かされ

ず、学習者の反応に即応した教材を探り入れるような柔軟性がない、などの理由によるのであるが、OHP用のTPは教師が自らのアイデアを生かしてさまざまな方法で自作することができる。スライドのような他の教材を作成するにはかなりの時間と労力が必要であり、完成したものを利用しようとしても、当該の教授—学習過程の中へスムーズに入りこむことができないということが多いのに対し、TP教材作成の時間と労力は黒板による提示の場合と殆んど変わらない。むしろ、教材提示のためのステージの面積が小さいために黒板よりはるかに使いやすい。黒板と違って消すこともなく、一度書いたものは反復して使えるために復習には便利である。

TPの作り方を工夫すれば、動きを表わすことすら不可能ではない。偏光板を使えば、血液の循環や、気流のような動きや、工業製品の製造過程などを、色彩をまじえて鮮明に表現できる。TPを事前に準備しておけば、写実的な視覚教材を提示できる。精密な地図を描いたり、解剖図の写真を用いたり、統計資料や歴史年表のような総合的資料などは、事前に作成しておいて反復使用することができる。重ね合わせたり部分を隠して提示するというように、方法を工夫すれば、事前の発展の過程に合わせて教材を提示したり、学習者の思考過程や理解の程度に合わせて、易しいものから難しいもの、簡単なものから複雑なものへと順に提示することもできる。

4. ティーチングマシン

プログラム学習を考案したスキナーは、望ましい行動を形成するために、その行動を作り上げていく多くの要素的行動をできるだけ細分し、その細分したものを一つずつ強化しながら積み上げていくのが効果的であると考え、スモールステップと即時フィードバック、ならびに項目の系列をプログラム学習の絶対条件とみなしている。項目の系列に関しては、各項目の要素を少しずつ重複させながらも、項目自体の順序は固定して、易しいものから難しいものへとという、いわゆるリニアプログラミングの手法をとる。その場合には、順序を乱すことは学習の成立にとって重大な障害となるので、既に通過したステップへ戻ることを防止しなければならない。ある項目を理解するためには、そのすぐ前段階までの項目をすべて理解していることが前提となるために、各ステップごとに反応の正否について学習者にフィードバックしながら、望ましくない反応を消去し、望ましい反応を強化していかなければならない。このような理由から、リニアタイプのプログラムには、ティーチングマシンは不可欠となる。

同様に、学習者の反応の程度に応じて項目の順序を変えるランチングプログラムでは、一つのプログラムの中に複数の学習の経路を設けておかなければならないのであるが、学習者の能力差が大きいかどうか、その経路も増加するために、学習の個別化と、能力に応じた

プログラム学習を可能にするためには、ティーチングマシンは不可欠である。

スキナーはオペラント条件づけが動物の場合よりもっと複雑な人間の教授にもそれは効果があるだろうと考えた。しかし、今日の学習を最も効果的にコントロールするためには機械装置を必要とするのであり、従来の教授行為の欠点を改めるためにも、科学的な教授工学を発展すべき手段が講じられなければならないと考え、その一つとしてティーチングマシンを考案したのである。(8)

一斉学習の中では学習者の間の能力や進度の違いが大きいために、学習者ひとりひとりにゆきとどいた個別指導がなかなかできないのであるが、ティーチングマシンは個別に教育内容を提示し、学習をコントロールし、採点し、学習結果のフィードバックをしてくれる。その意味では、ティーチングマシンは集団の中でも上位と下位に位置するものには特に救いとなるべきものである。両者にとっては、ティーチングマシンによる学習は矯正的なものであったり補充的なものになる。

ところが、ティーチングマシンによる学習があくまで個別学習であることを無視すると、さまざまな障害が出てくる。ティーチングマシンが出現した当時から言われたことは、機械による教育が人間性を喪失するとか、理性に欠けた血の通わない教育になるというようなことであったが、ティーチングマシンを教師の代用として

使ったり、それが最も適した学習は何であるかという検討もしないで、あらゆる学習場面でそれを無批判に使ったとしたら、そのような障害も現実のものとなってしまふであらう。

Ⅲ プログラム学習の系譜

1. プログラム学習

プログラム学習とティーチングマシンの出現は教師たちにはショックであり、当時の教育に大きな波紋を投げかけた。それは学習者の能力に合わせて学習内容を系統づけ、反応の各段階ごとに即時フィードバックによる強化をすれば、下等動物ですら高度な学習が可能なのであるから、われわれの学習もそのような努力をすればもっと効果をあげることができる筈ではなからうか、というように当時の教育の不能率さに対して反省と批判の一石を投じ、また学習を個別化することによって、教師の役割を再検討し明確化することを迫ったのである。その学習内容のプログラミンの過程は、まさにシステムズアプローチそのものであり、教育工学成立の基礎はここにあったのである。

プログラム学習の原理については多くの人々がさまざまな説を述べているが、たとえばオディは次のようなものをあげている。(9)

- (1) 目標の明確化
- (2) 経験的検証
- (3) 自分に合った速度
- (4) 目で見

える形で反応する (5) 即時フィードバック (6) スモールステップ
プログラミンの第一歩は目標設定と目標分析である。目標は主観的な莫然とした言葉で表現されたものではなく、明確な行動の言語で記述される。次に目標を実現するための行動を細分化して要素に分ける。この一つ一つの要素を習得していくことによって、全体としての目標を達成しようというのである。ある一つの行動を達成するためには、その前提となる行動のすべてが明らかにされて、それらをすべて達成していかなければならない。このように、一つの行動の前提行動をすべて明らかにし、それらの関連を明確にし、その一つ一つの効果を明らかにするために、フローチャードが用いられるのである。

プログラム学習では、学習教材の作成にあつて経験的事実を重視する。学習者の必要としているものを推測して決めるのではなく、実証的データにもとづいて学習のひとつひとつの反応結果を、論理的体系的に構成するのである。したがって、学習者がプログラムの学習をすませながら、尚かつ目標行動を達成できないのなら、それはプログラム構成に不備があるからであるとみなされる。プログラム教材作成にあたっては、ステップの大きさと順序、フィードバックの方法などについての原則がいろいろ提起されているが、これらの条件がそのままわれわれのすべての学習にあてはまるのかどうか、ということに関しては意見がいろいろ分かれている。これまで

の実験から一般的に考えられることは、ステップサイズは固定すべきではなく、プログラムの初めと終り、学習者の年齢、能力、経験量の多少、学習内容の難易などによって、サイズの大小に変化をもたせることができるということである。

60年代の後半になると、プログラム学習の運動にかけられた期待と評価は多分に誇張されていたことが明らかになってきた。もちろん、有益な建設的な役目を果たすプログラムもあるが、その役割は限定的なものであり、それ自体で教室に革命をもたらすほどのものではないことは万人の認めるところである。反面、プログラム学習が提起した考え方も見逃すことはできない。一步一步着実にステップをたどって教材を提示する進め方、学習者には積極的に反応する機会が設けられていること、ならびに、フィードバックの方法などは、通常の授業の中でも採り入れることはできるし、これまでも用いられてきた。このような条件設定は、教師と学習者との一対一の関係に類似した環境を設けることができるのである。(10)

2. CAI

(1) CAIの特性

CAIは個別学習の一形態であり、コンピュータを用いることによって、プログラム学習を發展させたものである。プログラム学習では、即時フィードバックによる反応の強化ということが必ずしも保証されない。なぜなら、学習者の行動をコントロールする仕組み

が欠けているからである。ティーチングマシンを使えば、行動のコントロールはできるものの、プログラム自体に適応性がないために能力の個人差に応じた個別学習をすることはできない。また反応の筋道を追跡できるように、反応のすべての記録を保つことは、簡単な機構のティーチングマシンでは不可能である。このようなことから、プログラム学習とティーチングマシンのぶつかっていた壁を除去するものとしてコンピュータが取り入れられ、プログラム学習の發展としてCAIが開発されたのである。

CAIはコンピュータを使うために、プログラム学習とティーチングマシンの機械的制約を取り除くことができた。情報の記憶量は莫大であり、情報処理に要する時間はほぼ瞬間的とも言えるほどであるため、プログラムそのものの内容をきわめて複雑にすることができる。リニアプログラミングが必須条件としている「カンニング防止」も機械的に徹底できるし、各ステップごとに即時フィードバックするために、望ましい反応を強化し、望ましくない反応を消去することも容易である。ある一つのステップで誤った反応をしても、その誤りがなせ生じたかを学習者に納得させ、それを再びくり返さずに正しい反応をする訓練をさせることができるので、リニアプログラムのようにスモールステップにする必要もなくなる。間違った反応を恐れることもなくなり、時にはきわめて難しい問題を出して、学習に緊張を保つこともできる。(11)

ひらめきの働く学習者にはそれなりの量と内容のインフォメーションを与え、学習者の独自性と創造性を尊重することもできる。プログラム学習教材と違って、インフォメーションの量と順序には制約がないので、適切な量のインフォメーションを与えれば、学習者の思考を刺激して独創性を引き出したり、問題解決の訓練をしたり、誘導的発見学習をさせることも可能である。

CAIは個別学習形態であるために、学校教育の中へどのように位置づけるかが研究されねばならない。従来の自習書やワークブックのような補習教材の利用のしかたでは、CAIの長所を生かすことはできない。ワークブックではできない行動コントロールとか、即時フィードバックや反応の記録というようなことまで行なうので、CAIは一斉学習の中の個別的な性格の学習を行なうことができる。つまり、従来の個別学習教材が一斉学習の補充的な性格しか持っていなかったのに対し、CAIは一斉学習の中で必要に応じて即座に個別作業に切り換えたりしながら、両者の長所を最大限に伸ばすことができる。今後、学校教育の中へCAIを導入するにあたって、CAIの活用の方法や一斉学習の中への取り入れ方などを、各学校の実情に応じて研究していかなければならない。

(2) CAIの課題

CAI研究はハードウェアにくらべ、ソフトウェアの開発がきわめて立ち遅れている。これはプログラミングのためのCAI言語が

かなり専門的技術を要し、一般教師が自由に取り扱うのには困難であることから、現在ではハードウェアを操作する者がソフトウェアまで作成しなければならないことが原因である。それを今後改善していくために必要なことは、ハードウェアを担当する者とソフトウェアを担当する者とは、互いに連携をはかるようなチームを作ることである。ハードウェアはそれが用いるソフトウェアによって規定されるし、ソフトウェアはハードウェアの機械的、技術的制約を受ける。そのために、両者が互いに相手の領分について相当な理解をもてるようなチームワークがなければならない。

CAIプログラムの作成は教師の経験や専門的知識にもとづいてなされるが、その根底にあるものは行動科学やさまざまな学習理論である。CAIプログラムをすべての学習者の個別学習に利用できるようにするためには、学習過程の分析にもとづいて、あらゆる学習のタイプや思考様式に即するようなプログラムを準備しなければならない。プログラムが万人の個人差に適應できるように、学習者の反応を可能な限り予測して、それらに対処できるようにしなければならない。反応を予測することは、一般的理論だけでは不可能であって、学習者の行動観察や教授学習過程の緻密な分析によってこそ可能になる。創造性のある者となない者、理解の早い者と遅い者、多くの情報が必要とする者と少しの情報しかなくても理解できる者などが、どのステップでもつまづくことなく学習ゴールに

到達でき、しかも吸収した知識を生かして創造性を發揮できるようにプログラムを作成するためには、さまざまな認知学習スタイルやつまづきの原因、思考の障害の除き方、学習や思考の過程一般などについての分析研究を基盤にしなければならぬ。

CAIはプログラム学習と違って、すべての学習者が同一の学習過程をたどらなければならないということはない。同一のプログラムでも、学習者によってはさまざまな過程を経てゴールに到達できるようになっている。そのため、プログラム学習に対しては思考を画一化するという批判があったのに対し、CAIでは画一化することではなく、むしろ思考を多様化することすらできるのである。さまざまな思考に対応できるように、多くの情報を準備しておくことによってそれは可能になる。そのようなプログラムは学習者の分散的思考をのばすこともできるし、集中的思考を促すこともできる。さらに、学習者たちの思考の独自性を生かすこともできる。したがって、思考を画一化するどころか、むしろ創造性をのばすことすら可能であろう。

CAIのハードウェアに関して、大きな課題は情報提示のしくみである。コンピュータの端末装置は、カナ文字、アルファベット、数学、記号などを提示できるが、漢字、ひらがな、写真などは提示できない。もちろん、ライトペンを使った高価な端末装置は、図表などを処理できるが、費用がかかりすぎ実用的でない。漢字とひら

がなを使えないということは、読み難いだけでなく、情報の理解を妨げたり、誤解を生ずることになる。つまり、表意文字を除いて表音文字だけしか操作できないということは、コミュニケーションのはたらしきを半減させることになる。このようなコンピュータの機械的制約をカバーするためには、漢字、ひらがな、図表、その処の視覚的シンボルを操作できるような補助教具を、端末装置に付属させることが必要であろう。ランダムアクセス・スライドプロジェクトを用いるのがその例である。こうすれば、どんな文字でも使うことができるだけでなく、絵やグラフや写真なども提示できる。そのため、言語操作能力の低い学習者でもCAIによる学習が可能になる。さらに、視覚刺激も加えれば、学習を促進することになる。(19)

CAIが実験的な域を脱して学校教育の中へ入り込むためには、学校教育の自然の場の学習実態を害うことなく、また子どもの思考や行動の流れを変えずに、抵抗なくスムーズに学習を促進できるように条件を多く備えるように改めなければならぬ。

IV 教育におけるコンピュータの利用

1. コンピュータの特性

タイピングマシンの備えるべき機能は、情報の提示、反応のコントロール、フィードバックなどであるが、それらを最も効果的に

処理する能力をもつものはコンピュータ以外にない。そのために、プログラム学習が考案された当初から、コンピュータの利用は要請されていたのである。

プログラム学習に限らず、教育の多くの分野でコンピュータを利用する可能性は高い。それはコンピュータが、これまで用いられたどんな教授メディアにもないような、すぐれた特性を備えているからである。

まず、その演算速度は他にくらべるものがない。現在の第三世代のコンピュータ(13)では、速度の単位としてナノ秒(10億分の1秒)が使われるほどになった。そのために、ある数学者が一生涯かけて70桁まで算出した円周率を、コンピュータは僅か数分で処理できるほどである。しかも、数学者の計算にすら誤りがあるのに、コンピュータにはほとんど誤りはない。真空管とトランジスタに代って、集積回路が用いられるようになったために、コンピュータ本体が小さくなり、故障もほとんどなくなった。もはやコンピュータの誤りではなく、人間の誤りしか考えられないほどに成長したのである。記憶するデータの量は莫大であるし、そのデータを検索するに要する時間もきわめて速い。外部記憶装置で用いる磁気テープは、一卷に五百万から一千万字を記憶できるし、それを検索するために毎秒16万字の速さで取り出すことが可能である。コンピュータはもはや「計算機」ではなくなった。その記憶機能と処理速度を生かし

て、さまざまな判断を正確にすることができる。AがBより大きければCという仕事をせよという命令が与えられていれば、その条件に合う時はそれを忠実に処理する。入学試験の成績処理の場合のように、受験者ひとりひとりの科目別の粗点が与えられるだけで、指示に従って成績順に並べたり、科目別の平均点や標準偏差、パーセントイルなど、あらゆる統計的処理をした上で、入力装置や出力装置などの周辺装置に種々の命令をしたり、それらの働きをコントロールしたりする。現在のコンピュータはタイムシェアリング(14)能力があるために、別々の仕事を同時に行なったり、バラバラな仕事をまとめて能率的に行ったり、データの配列の順序を無視して、必要なデータをいつでもどこからでも取り出しながら、集中的に仕事をすることができるといえる。

現在のところ、コンピュータは音声言語を処理できないため、人間と直接コミュニケーションできず、情報は逐一パンチカードやパンチテープの形に移し替える手間がかかる。情報をカードやテープを使って記号化するために、プログラミング言語がどうしても必要となるのであるが、大部分の教師にとって、コンピュータを使いこなす障害として立ちふさがっているのがプログラミング言語である。それをマスターしたとしても、カードやテープをパンチするような手作業がきわめて繁雑であることがもう一つの障害となっている。そこで今後の課題は、コンピュータがやりやすいような形に仕事を変

えるのと同時に、人間がしやすいようにコンピュータの仕事を変え
ることである。このような修正の積み重ねをすることによって、い
つかはコンピュータも論文式の答案を採点したり、人間の話しこと
ばに対応できる時代が来るであろう。

コンピュータを教育的に利用する方法は、次のように四つに大別
することができる。①従来の採業の全体をまったく個別化して、そ
の教材の進行過程ならびに指導助言をプログラム化するような場合、
②学習内容をプログラム化するのではなく、教授システム全体をプ
ログラム化するような場合、③教育活動を営むために必要な情報の
貯蔵と検索、④一つの単元の学習や補助教材の学習をプログラム化
して行なう個別学習として用いるような場合である。以下、そのお
おのについて簡単に述べてみる。④についてはC A Iの頃で既に
触れてある。

(1) I P I

①の例としてはI P Iがある。これはピッツバーグのR・グレー
ザー研究室で開発された個別教授の一方法である。I P Iでは学習
者ひとりひとりの学習歴にもとづいて、次に取り上げる教材が決定
されるようになっていく。学習を学習者ひとりひとりの能力に合わ
せて個別化するためには、多くの種類の教材を予め作成しておくこ
とが必須の条件となる。学習者の理解の程度と学習の進度、教材の
内容の種類と難易度などをコンピュータにプログラム化しておけば、

学習者が一つの教材を完成することに、次に進むべき教材が自動的
にコンピュータによって指定されるようになっていく。それはちよ
うど、医者が患者ひとりひとりに処方箋を書くように、学習者ひとり
ひとりの学習の内容と進度が個別に診断され、処方箋が作られる。

このように、I P Iでは教材そのものが理解度の異なった多く
の学習者たちに、同一の教材を教授する必要はなく、学習者ひ
とりひとりがかぶつかる個々の問題を、いっしょに解決してやったり
助言をしたりすることができる。C A Iとは違って、学習者が学習
の手段としてコンピュータ端末装置を直接使うのではなく、従来の
教室教授で教師が行なっていた意思決定の多くを、コンピュータを
使って行なおうとするものである。

このように、I P Iは教師に教室経営上必要とするインフォメー
ションを提供する。I P Iモデルに採り入れる要因は、明確にした
目標、その目標達成に必要な内容と方法、生徒ひとりひとりの達成
度、教授の過程でひんばんに行なう評価、生徒の学習の監視、など
である。コンピュータは各生徒に関する情報を収集し、処理し、そ
れを整理して教師に提供する。いろいろな教授法の一つとして、C
A IをI A Iの中に採り入れることもある。(15)

(2) C M I

②の例としてC M IないしC B Iがある。これらは学習の個別化を特にねらいとしてコンピュータを用いるのではないが、従来の学校経営、学級経営、ならびに教授—学習活動に関するデータをできる限り多く収集し、多量な客観的データに基いて教授が進められる。この場合には、学習者が個々にコンピュータと直接的に相互交渉するのではない。学習者ひとりひとりの能力や過去の経験、学級集団の教育条件、その他教授—学習過程に内在するさまざまな要因に関する客観的データを、教師がすべて把握しながら、教授計画を立案したり、教授内容の選択、提示、評価、記録をしていくことは不可能なために、コンピュータを利用して莫大なデータを収集したり再生しながら、教授を最適化しようというものである。つまり、C M Iではコンピュータは実際の授業をしないで、教師が教授を経営するのに必要なデータを分析するのである。グレーザーの定義によると、「C M Iでは、コンピュータは教師が個別学習を立案するのに必要なインフォメーションを操作する手段として使われる」(16)

C M Iの代表的なものとしては、P L A L (アメリカ調査研究所)、C O M P U T R A C (フロリダ州立大)、I M S (システムズ・ディベロップメント会社)、T I P S (ウイスコンシン大)、A I M S (ニューヨーク大)、C T S S (I B M社)、S P I M S (ユタ大) などがある。

C M IとC A Iは外見的には類似しているように見えるが、内部的には多くの相違がある。フロマーは次のような諸点からC M IとC A Iの相違を説明している。(17)

1. 学習者対コンピュータの相互交渉

C M Iでは学習者がコンピュータと直接交渉することは少ないのに対し、C A Iではコンピュータによるリアルタイムのフィードバックが多い。

2. プログラミング言語

C M Iシステムはアセンブラー言語(18)か、コンパイラー言語(19)のどちらかで書くことができる。C A Iは特定のオーサー言語(C O U R S E W R I T E R、P L A N I T等)を必要とする。

3. バッチ処理(一括処理)とインクリメンタル(増分)処理

C M Iシステムは主としてバッチ処理システムであるが、C A Iは増分処理のできるソフトウェアを必要とする。つまり、C A Iでは多くの入力装置からの反復的なデータ入力を取り入れながら、多くの同時的操作プログラムを処理できるようになっていなければならない。

4. リアルタイムの必要性

C M Iでは学習者の反応に即座に対応することは普通はないが、C A Iではごく短時間に、いかなる生徒の反応にもすぐに対応でき

るようになっていなければならない。

5. オンラインの必要性

ＣＭＩシステムでは、周辺装置がコンピュータとオンラインでつながっていることはあっても、生徒がコンピュータとオンラインでつながっている必要はない。ＣＡＩシステムでは、学習者は自分の取り組んでいるプログラムを処理しているコンピュータと直接交渉をもつオンラインシステムである。オフラインのバッチ処理はオンラインのインクリメンタル処理より費用ははるかに安い。

6. 意思決定の必要性

意思決定の程度と回数はＣＭＩとＣＡＩでは異なる。例えば、ＣＭＩシステムでは、いくつかのテスト結果にもとづいて、一週間分の授業についての意思決定をするだけでよいが、ＣＡＩシステムではひんぱんに意思決定を行なう。

7. 教材の貯蔵量

ＣＭＩシステムでは、教材の貯蔵は主としてオフラインのメディアに頼っている。ＣＡＩシステムでは、コンピュータとオンラインでつながった貯蔵装置や周辺記憶装置に教材を貯えており、コンピュータプログラムを通して直接それらを取り出すことができる。

またフィンチは、教育経営と個別学習という見地から、ＣＭＩとＣＡＩを区別している。彼によると、ＣＭＩは教師が授業を個別化しやすいように、学習者に関する情報やカリキュラムデータ、学習

資源についてのインフォメーションを統合するための、教育経営の一つのシステムであるのに対し、ＣＡＩは教師が直接介入しない個別教授である。と定義することができる。(20)

ＣＭＩではコンピュータの優れた情報処理能力を最大限に生かすことができ、教師が情報処理に費す無駄な労力と時間を省き、正確な多くのデータを与えることによって、彼の意思決定を助けることができる。ＣＭＩではＣＡＩと違って、教材をきわめて複雑なものにする必要もそれほどないし、教材を独自に開発する必要もない。

つまり、教授—学習過程をマネジすることが本務であって、そこで用いる教材(プログラム)まで編成しなくとも、既成の教材を探り入れることが許されるのである。そのために、ＣＡＩプログラム作成にあたっては、どんなに優れた教科専門家でも、ＣＡＩ言語をマスターしていることが必須の条件であるのに対し、ＣＭＩでは教科専門家はプログラミング言語をマスターしていなくても、教材作成だけに専念できる。しかし、ＣＭＩは教授—学習過程全般に関わるために、プログラム作成のためには、思考過程分析だけでなく、学級経営に関するデータの収集と解析が必要である。そのために、教科専門家ないし学級経営の専門家のどちらかが単独で作業をするとは許されない。多種類のデータと多人数の協力がなければＣＭＩの効果をあげることはできないので、有機的なチーム作りがまずなされなければならない。

(3) 教育におけるEDP(21)

コンピュータを教育に用いる目的の三つ目は、教育活動を営む上で必要なデータの処理である。システムズアプローチの機能を発揮するためには膨大な量のデータが必要になる。まず目標設立のためには、学習者の実態や過去の学習経験のデータが基になる。学習の内容や方法の決定も、それらのデータの他に、教材という客観的素材の分析にもとづいて行なわれる。教授学習活動を支える資料も多く必要であり、必要な資料をいつでも取り出せるように整理されていなければならない。

アメリカで10年も前から実用化されているERICは、コンピュータの記憶容量の大きさを生かして教育情報の貯蔵と検索を行なうよい例である。(22)ERIC(Educational Resources Information Center)では多くの教育雑誌の掲載論文を、マイクロフィッシュやマイクロフィルムに収めてある。必要な資料の検索のためには、所定のキーワードを送れば関係ある論文の梗概がプリントアウトされる。キーワードを二つとか三つ送れば検索の焦点も狭められ、必要とするものに近い教育情報が得られる。このような教育情報の貯蔵は一個人や一つの学校単位で行ない得るものではない。教育のあらゆる分野を網羅したものであるためには、全国的な組織で情報の貯蔵をしなければならない。W・H・ウィルソン社のように、インデックスだけを専門にした出版社が企業として存在できるアメリカ

と、インデックスに頼る習慣のない日本としては事情もかなり異なっている。

わが国では漢字やひらがな等の文字の種類と数が多いために、タイプライターは実用的ではなく、資料の整理と保存は手書きに頼らざるを得ない。コンピュータを用いて、ERICのような情報の貯蔵と検索を、わが国でも始めなければならないのは勿論であるが、その場合にも、文字の複雑さが大きな障害となる。コンピュータに用いる文字はアルファベットとカナ文字だけであるが、これは情報の伝達と保存の力を半減してしまう。このような不利を克服するためには、キーワードを探り出す梗概だけでも、文字でプリントアウトするだけでなく、マイクロフィッシュなどに収めたものを即時に取り出せるような仕組みになっていなければならない。つまり、わが国ではコンピュータをそのままの形で教育に応用する前に、わが国の文字や文化の特性に応じた装置の開発の必要があるわけである。

V ハードウェアとソフトウェアの統合

1. メディアスペシャリスト

エレクトロニクスの進歩にともなって、教育のメディアは多様性を増し複雑なものになっている。多岐選択型ティーチングマシンからコンピュータへの変化が象徴するように、個別用、集団用の別

を問わず、教育のメディアの機能はきわめて複雑になっている。それらは単独で用いるより他のメディアと組み合わせさせて効果をあげるものであったり、複数のメディアで一つのシステムを構成するものであったりする。このように、メディアの機能が複雑になるにつれ、マルチメディアの必要性が増してくる。こうなると、従来のように、教師が単独で映写機やテレビを操作するだけでは処理しきれなくなるのは当然である。もはや教師ひとりひとりにそのシステムをコントロールする技術を習得することを要求できなくなり、システムを専門に動かすメディアスペシャリストが必要になってくる。

マルチメディアシステムの機能を發揮するためには、従来の図書館のように利用者が来るのを待ち、要求されたメディアを貸与するなどということがあってはならない。メディアスペシャリストは、教育メディアひとつひとつの特性と効用を教師と学習者に周知させるだけでなく、教授―学習の過程の効率を高めるためにはどんなメディア教材が役立つかについて、彼らに積極的に助言指導しなければならぬ。メディアスペシャリストは、その過程で用いられる教材を分析し、教師と学習者の要求を満たすメディアや資料を選択できなければならないので、彼はメディアの専門家だけでなく、教科と教材の専門家でもなければならない。つまり、メディアスペシャリストは単なるエンジニアではなく、教職専門家でなければならない。

2. メディアセンターの確立

アメリカのハイスクールや大学では、従来の図書館という名称から、学習資源センターという名称へ変える傾向にある。この変化は機能そのものの変化に由来している。プログラム学習や語学々習用のLJが普及した当時から、図書館にはプログラム教材や語学テープなどを収納するだけでなく、それらの教材を個別に利用するためのブースを設けていた。さらに、メディアの技術が進み教材教具が多様化して、シングルコンセプトフィルムその他の個別学習用の教材教具が登場するにつれ、図書館は従来の視聴覚ライブラリーのような機能を持つようになった。このように、図書館は印刷教材だけではなく、テープやスライド、ティーチングマシンのような非印刷教材も扱うようになり、従来の視聴覚教育センターと合体した機能を果たすようになり、それにつれて、名称も学習資源センターへと変えられるようになったのである。この変化は社会情勢の変化、教育上の進歩、技術革新などによるばかりでなく、学校管理者、視聴覚専門家、現場の教師、図書館司書、その他の教育関係者たちの切実な要求によってもたらされたのである。

こうした動きの中で、一九六九年にNEAとアメリカ図書館委員会は「学校メディアプログラム基準」を設けた。(23) この「基準」は図書館からメディアセンターへの変革を最も強調している。その

中では、学校内の単一の機関が学習に必要なあらゆる教材を提供するというような、単線型のプログラムを勧告している。その単線型プログラムとは、視聴覚資料と印刷資料を、個別学習や集団学習に活用できるように、単一の機関の管理下におくものであるが、その根底には、メディアアセンタ―こそ学校活動の中心であり学習の中心であるとする考え方があつた。

わが国では、学校図書館すら先進諸国の水準にはるかに及ばないので、このような基準を設けてメディアアセンタ―を普及することは容易ではない。また、アメリカとは違って、視聴覚教育の単位は教員資格にとって必修にはなっていないので、一般教師がメディアを利用できるようにするためにはかなりの研修を必要とする。メディアアセンタ―の母体となるべきAVライブラリーも、図書館がきわめて貧弱である上に、それを動かすメディアスペシャリストも人材難である。教育機器のエンジニアはいても、教育者のエンジニアというのは少ないし、メディアを教育の場で最大限に活用する素養を備えたメディアスペシャリストとなると、今後の養成に持つ以外にない。旧態依然とした図書館に甘んじ、図書館から学習資源センターへの転換のための土壌がないわが国では、今後とも人的、物的資源の開発もさることながら、教育の思想そのものの革新こそ、メディアアセンタ―表現の出発点となるし、まさにそれこそ、教育工学を理論に終らせずに実践にまで高めるための必修条件であらう。

おわりに

教育工学は学際的な学問領域である。それをハードウェアとソフトウェアの二つの領域に分け、前者には技術学や工学、後者には行動科学が関わり、その共通の方法論をシステムズアプローチであることとらえることもできよう。本稿ではハードウェア領域を視聴覚教育の系譜として、ソフトウェアのそれをプログラム学習の系譜として取り上げ、教育工学の成立の背景と現在までの発展の経過、そしてその課題と可能性などについて考察した。

(東京学芸大学)

註

1 Stoluraw, L. "Application of psychology to educational technology." *Educational Technology*, XII, Dec. '72, 9—14.

2 Saettler, P. "A history of instructional technology."

McGraw-Hill Inc. 1968, P. 4

3 Skinner, B. F. "Science and behavior." Macmillan Co., 1953, P. 112

4 Regional Educational Research Center は六五年の初中等教育法第4条によって、アメリカ教育局から予算がおりる。

5 システムという概念を發展させたのは軍部であるが、その概念を最も効果的に応用した例は原爆の研究開発であった。そして50年代になると、アメリカ空軍はシステムの概念を正式に採り入れ、それまでのハードウェアの研究開発機関と人的資源の開発機関とを統合して一つにし、空軍防衛コントロールシステムと警戒システムを自動化する研究に取り組みようになった。その結果、53年にはMITのリンカーン研究所と共同で、完全に自動化された電子工学的システムを初めて開発することに成功したのである。

6 ケネディは「マン・マシン・システム」を次のように定義している。「人間と機械がその成分要素となり、両者が共通の目標を達成するために共に働き、同一の情報網によって結合されているような組織」

Kennedy, J. "Psychology and systems development" in Gagne, R. (ed.), "Psychological principles in system development" Holt, Reinhart and Winston, 1962. P. 16

7 拙稿 東京学芸大学紀要第一部門 教育科学第24集 昭和48年2月

8 Saettler, P. "A history of instructional technology." McGraw-Hill Inc., 1968. P. 317

9 O'Day, E. F. (ed.), "Programmed instruction : techniques and trends." Appleton - Century - Crofts, 1971,

P. 1 ~ 4

10 Howe, M. "Understanding school learning" Harper and Row, 1972, P. 226

11 Stanfield, J. "The teacher's role in educational technology?" Educational Technology, XV, 8, Aug. '74, 46-49,

12 Howe, M. "Understanding school learning?" Harper and Row, 1972, P. 233

13 第二世代コンピュータは34年のエニアックが最初である。真空管を用いたもの。アセンブラー言語。

14 第二世代は51年から。トランジスタを用い、初めて商業スペースにのった。コンパイラ言語。座席予約などに用いた。

15 第三世代は65年から。集積回路を用い汎用言語が使えるようになった。タイムシェアリング、ランダムアクセスが可能である。

16 時分割という。一つの装置を二つ以上の目的のために時間を分けて使用し、見かけ上同時的な動作が行なわれること。

17 Finch, J. "An overview of computer - managed instruction." Educational Technology, XII, 7, July '72, 47

18 Cooley, W. and Glaser, R. "An information and management system for individually prescribed instruction." in

Atkinson, R. and Wilson, H. A. (ed.). "Computer-assisted instruction." Academic Press, 1969

17 Fromer, R. "Distinctions between CAI and CMI systems." Educational Technology, XII, 5, May '72, P. 30-31

マイクロフィルムとか複写の形で、実費を手にすることが出来る。
18 Elstern, H. and Hartz, F. AV Instruction 15 : 35-9 Dec. '70

18 コンピュータの機構によく直結した言語で、メーカーの違いによって異なる。専門的知識を多く必要とする。

19 どのメーカーのコンピュータにも共通の言語。自然で簡潔な表記である。科学技術用としてFORTRAN、ALGOL、事務計算用としてCOBOL、汎用言語としてPL/Iがある。

20 Finch, J. "An overview of computer-managed instruction." Educational Technology, XII, 7, July '72, P. 46

21 電子式データ処理。コンピュータを中心としたシステムによる経営管理運営の方式。

22 一九六四年に、アメリカ教育局はERICを創設したが、その目的は二つある。

①教育研究文献ならびに情報のセンター。

②中央に統合された全国的規模の情報交換所ないし研究文献センター。

ERICのセンターは地域教育研究所、研究開発センター、大学、州教育局、その他の教育専門機関などに設置されている。各センターは研究上価値があると思われる文献のレジメと全文を中央のERICへ送る。そのコピーはERICの文献複写サービスを通じて、