

教育科学用プログラムパッケージの開発に おける情報処理の問題点

西 岡 幸 一

(昭和50年10月31日受理)

Some problems of the Information Processing on the Development of the Statistical Package for the Educational Sciences

Kouichi Nishioka

Department of Geology, Faculty of Education

Nagasaki University, Nagasaki 852

緒 言

教育とコンピューターの結びつきが始まったのは1960年代の後半になってからであるが、今日その結びつきは他の領域よりも遅れている。その原因としては、結合の問題や教育そのものの本来的な性格から、コンピューターの利用の際に起こるさまざまな障害を懸念するためである。しかしながら、ここ数年間に両方からの歩み寄りが行なわれ、また情報化社会の進展に伴い教育界の中にもコンピューターの利用を考える動きが出てきた。情報処理機器の方でも結合のさまざまな障害を取り除くまでに進展してきている。

教育の方法論に関しては、教師と生徒の歴史的な結びつき、すなわち言葉と板書と態度による情報交換が行なわれてきた。今日その姿は以然として教育の場を占めている。教育の伝達方法に関して言えば、一人の教師が百名近くの生徒を教授している場合、教師の声が小さいと、前列の少数の生徒しか内容を聞き取れないばかりか、後列の不明確な内容しか聞き取れなかった生徒に関しては、誤った情報を伝達（教授）されることになる。この解決法はマイクによって教師の声を拡大し、生徒全員に内容が平均的に伝達されるようにすればよい。現代の教育の方法論は教育の場を平等に生徒に与えることでもあり、そのためには情報化社会における情報機器の利用は当然のことと思われる。

心理学的方法について言えば、教育のあり方は数多くの心理学者によって明らかにされ、その方法を用いて効果的な教授法を確立してきたが、これらの方法論がすぐさま教育の場に適用されることは少なく、一世紀もの間研究者の間で温存されていたにすぎない。情報化社会の発展に伴い、教育の場も多様化し、あらゆる環境に困惑し、新しい教育のあり方を捜し求めているのが現状である。

教育の評価に関して考えてみると、統計的な処理によって、あるいくつかの法則性を見

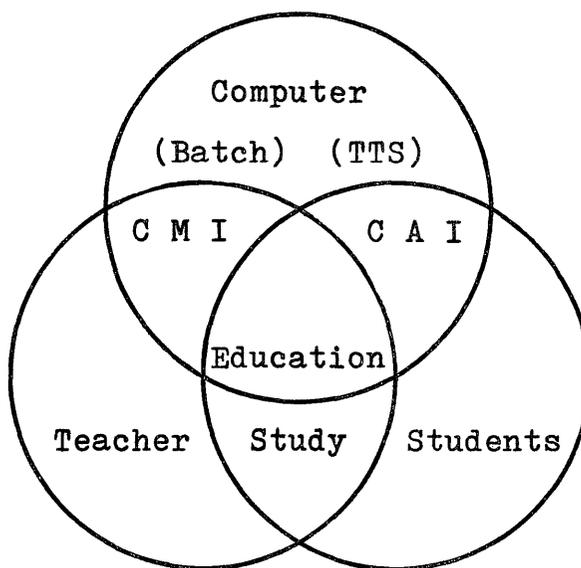
い出すことができる。たとえば、テストの成績に限ってもよいが、素点より算出された平均とか標準偏差といった統計値は教育の指針として重要な意味を持つことができる。もちろん、生徒そのものがテストに集約されるものでもないが、これらの処理を行なって情報を知っているということは、今後の指導法に関して適切な判断を行なう材料となり得る。

教育科学用プログラムパッケージの開発の目的は、今まで容易に実行されなかったあらゆる統計処理を、教育の方法論の立場から検討することにある。今後、小・中・高校においてもコンピューターが導入される可能性は大きい。その時の為にも、研究者はあらかじめ色々な問題にぶつかって、その障害を取り除いておく必要がある。教育の研究者用のプログラムであるが、内容によっては、すぐさま現場の教師が利用できるものも多い。因子分析、およびクラスター分析などのプログラムも登録されているが、これらは今後の実用段階での問題点を検討するためにもうけられた。

教育情報のEDPS

従来行なわれていた教授法に対して、現在では**CAI** (Computer Assisted Instruction) および **CM I** (Computer Managed Instruction) などがある。これらの関係を第1図

に示しておいた。教師と生徒の間にコンピューターがあり、教師と生徒のコミュニケーションをスムーズにコントロールする役割を持っている。最近コンピューターの利用法に関して**TSS**というものが開発され、実用化されており、これはまさに**CAI**への情報処理機器からの歩みよりである。このシステムの特徴は、一台のコンピューターを多くの生徒が同時に利用するもので、教師と生徒との関係にも似ているが、決してコンピューターが教師の役割を取って代わるものではない。



第1図 教育情報のEDPS

Fig.1 EDPS of the Educational Informations

教育における**EDPS**が進展を阻まれた多くの障害は、教師の教育に対する考え方に原因があったと考えられる。授業によって生徒が理解を示さなければ、その原因が子供の側にあるという一方的な判断によって、生徒の能力に応じた教育の方法を見失ったことによる。このことはB・F・スキナー(1968)によって心理的にも、教育の方法論的にも明らかにされている。スキナーはプログラム学習(Programed Learning)という具体的な学習の方法によって生徒の能力に応じた目標の達成を実現し学習効果をあげている。しかし、教師と生徒のコミュニケーションの中から得られていた人間的関係において、教師の影響を著しく低下させてしまう。だがこれらの弊害を取り除く前にも生徒が学習の目標に

到達したかどうかが判定される必要がある。そのためには、変動的な教師の影響をなくすことによって生徒の学習、いわゆる教授内容がどれだけ理解されたかを正確に判断しておかねばならない。これらはプログラム学習による実験的方法であることは言うまでもないが、仮説検証のためには必要とされる。

教師の役割としては、生徒と学問の結びつきをスムーズに行い、目的教科の正確な理解などがあげられるが、現在の教師は一斉授業という形態によって、50人程の生徒に教育を行なっている。教師と生徒のコミュニケーションを考えると、常に教師と生徒が連結されているわけではなく、時によっては半数以上の生徒がその連結を感じないままに授業を受けている。教師は2、3人ならともかく、50人程の生徒の状態を正確に把握しておくことは困難といえよう。にもかかわらず、教授法に関して言えば、あまり改善されていないとみるのが妥当ではないだろうか。教師自身も述べている通り、生徒の半数以上が理解していない時も多い、とも言われている。もちろん、教授内容が多すぎる為に生徒の能力を越えた要求をしていることも考えられる。

現在すぐさま必要な事は、現在の教授法を正確に把握することであり、それらを定量的に認識することである。これらは一般に教育情報として蓄積されてきているし、現実の授業にフィードバックされ授業に利用することも除々に行なわれている。

教育における情報処理の問題点は、特に教師の位置づけであり、教育効果のとらえ方である。先にも述べた通り、教育における情報処理が遅れていた原因の中には、教師と生徒の人間関係の破壊といったものもあり、それが表面に現われていたが、正確に教育の方法論を検討するならば、生徒の側に立った教育の評価によって、効果的方法を見つけることこそ教育本来の目的にかなうものと思う。

教育効果を高めるために色々な教育機器が実用化されている。教師が生徒に対するコミュニケーションとして伝統的な行動（板書や教師の言葉）の他に、**OHP・スライド・8%**・**コンセプトフィルム・カード**などがあり、逆に生徒から教師への反応のために**A.C.**（アンサーチェッカー）や、**R.A.**（レスポンスアナライザー）などの集団反応装置が用意されている。これらは教師の仕事を助けるためのものとして実用化されてきたが、今日では先生の役割の一部を取って代わるまでになっている。このような機器は多くの学校に設置されてきているが、生徒から教師への反応のコミュニケーションに関しては、まだ十分な効果をあげているとはいえない。これに関して学習そのものが反復という方法によって達成されることを考えるならば、心理的にも、その反復のインターバルが適切な間隔をもってフィードバックされねばならない。このことは、**R.C.**アトキンソンおよび**R.M.**シフリンが述べているような記憶をコントロールする機構の解明が必要で、生徒の記憶の機構についても心理学的内容から前進した総合的な場での研究が要求されてきている。

集団反応装置は生徒の状態を正確に伝達し記録してくれるが、問題の細かい部分については教師とのコミュニケーションをさらに必要としている。また集団反応装置で得られた結果が定量的なものとして利用されるまでには、さまざまな問題を解決しなければならぬ。その中には、選択肢の問題、問題のあり方、および問題の要求が正確に理解されたか、生徒の反応がどの程度確信をもって反応されたか、などの問題も含まれている。

情報化社会の進展に伴い通信技術の発達は、教育の中に次の三つの応用を提示している。その第一には、相互応答型の教育用テレビ、第二には相互応答型の社会情報検索シス

テムであり、第三はコンピューター利用の教育システム(CAI)である。これらは利用者との相互応答機能(Interaction)を特に重視している。現在のところCAIそのものが高価であり、またその教育的価値について一部の教師が以然として疑問を投げかけているが、将来は質の良いカリキュラムによって、教育的価値が上昇し、これらの教師にも受け入れられる時期がくるであろうと言われている。教育効果を高める意味でのCAIおよびCMIに関して、教育が機械によってなされるための人間疎外という側面を心配しなければならない。すなわち、教育技術というのは非常に注意深く発展させる必要がでてくるわけである。そのためにテクノロジー・アセスメント(Technology assessment)という考えが必要になってきた。このテクノロジーアセスメントはシステム工学の一分野とも考えられ、最近、除々にその形を整えてきており、色々な分野に応用されている。この事前評価の方法論によって、CAIおよびCMIにおけるマイナスの効果をどのようにしたら打ち消すことができるかを考え、それに対する対策をシステム分析を明確に行なった上で、定量的な吟味を十分に行なうことが不可欠で、これは今後の大きな課題でもある。

.

EDUPACK (Statistical Package for the Educational Sciences)

このEDUPACKを制作するにあたっての基本的な姿整はSPSS(Statistical Package for the Social Sciences)に基づいている。SPSSにおいてはかなり大がかりなシステムを対象にしているが、EDUPACKは汎用性の高い中・小型のコンピューターを対象にしている。このように教育に関する情報処理のプログラムを一つのシステムの中に統合することの意味は、基本的なJobに関してはだれが行なっても同じような結果が出るものであれば、より簡単な操作によって必要な教育情報を得られるようにした方がよいということである。あらゆる場所で、個々のプログラムによって同じような処理が行なわれているという現実を考えると、教育の情報処理を認識し始めた人々にとっては、同じような重複を何度も繰り返すことになりかねない、これらを一つのシステムとしてpackすることにより、全体的な集約という大きな効果を得ることができるよう意図したのがEDUPACKの主なねらいでもあった。現在SPSSの他にもBMDのシリーズなどの大きなプログラムパッケージが開発され、総合的な問題に対する一つの方法論を展開している。

EDUCACKは教育情報の研究者および小・中・高校の先生を対象としている。これは先にも述べた通り、将来、学習の場においてCMIおよびCAIに属した教育方法が行なわれる場合の実験的な仮説の検証の場を与えるものとなり得る。EDUPACKの中に登録されているプログラムは次の通りである。

○素点(生徒数100名、科目数(変数)50個までを基本)の入出力、○平均(個人別・科目別・目的別)、○最高・最低・順位・範囲、○総合点(個人別・科目別・目的別)、○分散、○標準偏差、○変動係数、○四分偏差、○相関係数、○回帰直線の式(最小二重法など)、○偏差値、○平均値の検定、○検定(その他の項目)、○成因分析、○成分分析、○デルファイ法による決定の過程(TSS)、○TSS結合によるCAIおよびCMIのサービス(コンピューター教育用、BASIC人門など)、○サンプルプログラムとして、数学的解法の応用(数値積分など)、○因子分析法(セントロイド法・バリマックス法など)、○SMCを求めるプログラム、○クラスターアナロシス(BMD-2Mの

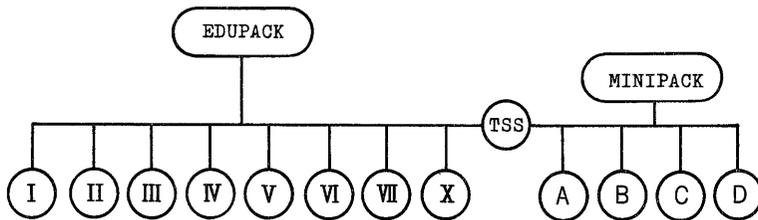
縮少版),この他にエラーチェックルーチンや入出力制御のサブルーチン,補足的な Media Conversion および,入出力 Media の種類によるコントロールルーチンなどが含まれる。

EDUPACK のソースメディアについて第2図に示す。**EDUPACK** におけるソースはカードが中心で,その他 **MT/9**や**DISK**などが搬送メディアとして用意される。



第2図 EDUPACKのソースメディア
Fig.2 Source Media on **EDUPACK**

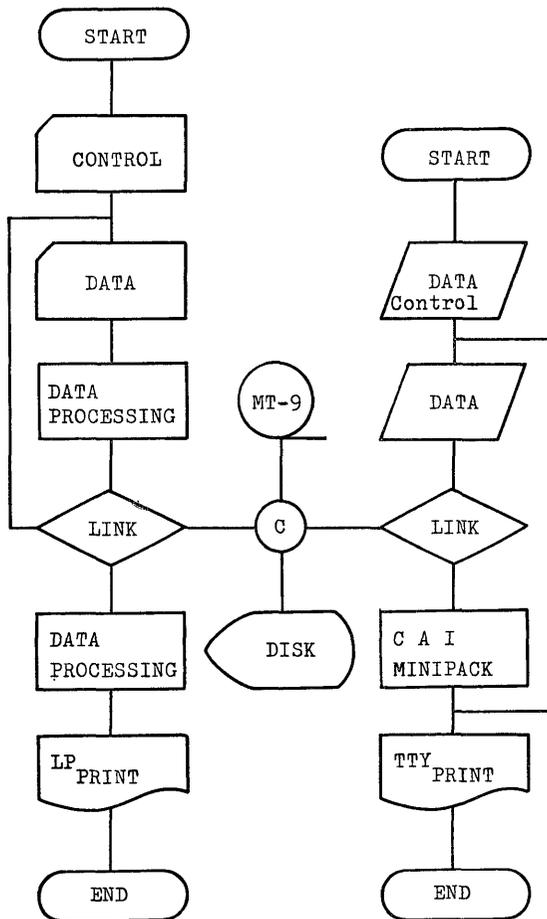
計算機自体のシステムは**DOS** (Disk Operating System) によって Run されるのが最も望ましい。いくつかの入出力サブルーチンを改正することによって他のシステムにおいても Run できるようにはなっているが,汎用性の低い機種ではうまくいかないことがある。



第3図 EDUPACKのオーバーレイ構造
Fig.3 Overlay Structure on **EDUPACK**

第3図に示す通りプログラムは単独に使用できる状態のものが多くあるので Job によってはこれらを切り離して利用することも可能である。そこで基本 Job について第4図に示しておいた。本システムが**RUN**できる教育工学センターにおいては**FACT/40**によるシステムが常駐しているが,必要な時にプログラムの一部を利用できるように交換性を持たせてある。この場合は**FACT/40**に登録されているものとして**RUN**されるが,基本的構造はあまり変わらない。**CAI**などの場合には**TSS**との結合が必要で,**FACT/40**および**TSS/40**などが用意されているが,Jobの結果は同じものになる。このようにシステムによって変更する必要はあるが,登録してしまうと普通に使用できる。また,共通ブロックを保持することによって,各ルーチン間の Job の受け渡しができることは大きな利点としてあげられる。

TSS/40のシステムには**MINIPACK**として縮少版を用意することになっている。基本的な違いはサービスエリアの縮少のため大きな変数・変量を用いられないことだけで,他の機能はある程度まで取り入れられている。**EDUPACK**および**MINIPACK**においても Permanent file の使用ができるようになっており,プログラムの修正および補足などが,利用者の目的によって行なわれるようになってきている。また古い形の**DATA**を持つ人のために,入出力の設計も変更できるようになっており,場合によっては簡単な規則によって Free-Format で使用できる。今後の開発として**LP**より**TTY**への出力メデ



第4図 EDUPACKの基本処理 Fig. 4 Basic Job Process on EDUPACK

選択肢についての問題点

教育の情報処理の中ではテストの成績などの素点を系統的に処理し、それより後の授業の中に利用していくことなどがあげられるが、コンピューターで処理するというコンピューター側の目的のために、テスト問題そのものに手が加えられることが多くなってきている。安易にコンピューターサイドの考え方を応用することは避ける必要があるが、実害のない処理であれば、ある程度の処置は許されるものと考えられる。テスト問題の解答に関しては、さまざまな解答様式があるが、選択肢による解答は明らかにコンピューターサイドの方法である。問題にもよるが、解答を文章にして答えさせるという方法は正答の基準をかなり明確にしないと不都合な結果や評価を招く場合がある。選択肢解答に準じて言えば、第5図に示す通り0次の選択肢の解答として表現できるであろう。第5図は選択肢の数による選択肢そのものの状態を示したものであるが、個々の問題を注意深く検討してみると、さまざまな要素が関係していることがわかってきた。この選択肢の数の他に、正答のあり方、誤答の与え方、不安定な解答の要求などの問題もある。このことは選択肢間の関係をもっと明確にする必要があり、問題を作る場合の重要な過程として処理しなければ

の変更による Writing-zone の縮小や CRT による CAI のプログラムの改善なども計画している。この EDUPACK の欠点としてあげられるもののなかに、簡単な Job を短時間に処理できるように変更しにくいことや、あるシステムで RUN していたものを、すぐさま他のシステムで運用しにくいことなどがある。また教育情報の実験的処理としての機能を十分に兼ね備えているわけではないこともあげられるが、今後、新しいプログラムを登録することによってこれらの欠点を補足したいと思っている。情報処理機器の多様化にとまない、このシステムも効率が低下するので、一応、5年間を実動期間としている。

S \ T	1	2	3	4	5
0	Answer No Answer	S: 選択肢の数 T: 正答の数 P: SよりT解答した時に偶然に 正答になる確立			
1	A N A NO/YES				
2	A B P=1/2	NO N A YES	$P = (S-T)/S$ (S=T): 判断領域で 正しいか、正しくな いかを決定する		
3	A C B 1/3	2/3	NO N A YES		
4	A C B D 1/4	2/4	3/4	NO N A YES	
5	A C E B D 1/5	2/5	3/5	4/5	NO N A YES

第5図 選択肢の個数と正答の個数との関係

Fig. 5 Relation between the number of the selection(S) and the number of the correct answer(T)

ならないことを示している。

選択肢間の関係を第6図に示してみたが、場合によっては、これでも不十分なことも考えられる。この図は、縦に選択肢の数、横には選択肢間の関係(組合せ)について表現したもので、たとえば3個の選択肢があった場合、**J1**は、これらの選択肢が別々の指向性を持っており、それぞれが独立しているような場合。**J2**のように3個のうち2つが共通の概念および内容で結びつき、他の1つが独立している場合。**J3**、**J4**のように3個とも共通の概念で表現されている場合などである。具体的な問題だけではまとめるのが、このように分割による選択肢間の関係を導きだしておくことは処理の上で必要なことである。また、**N**個の選択肢を持った問題の場合には同じように**J1**から**JN**まで、個々に独立した内容から部分的に集合した内容を経て、全体的に同じような概念によって結ばれているという考え方で、ある程度の選択肢の問題を定量的にあつかえる。同じく3個の選択肢の場合をとってみると、その組合せは図にもあるように**1**から**7**までの組合せとなって表現される。さらに**NA**(no answer)のブロックとして1個を加え、計8個のブロックによって選択肢問題を定量化することが必要と思われる。このことは問題の質にもよるが、正しいものには○をつけよ、というような問題の場合、選択肢の数によって可能な解答の仕方をあらかじめ知っておくことが必要で、後に述べるアンケート調査などにおいても同じことが言える。問題によっては、正しいものに○をつけよ、まちがって

S \ J	J 1	J 2	J 3	J 4	J N			
1	① NA	S: 選択肢の数 J: 選択肢の組み合わせ			NA			
2	① NA ②	① ③ ②						
3	② NA ① ③	① ③ ② ④				① ⑤ NA ② ④	① ⑥ ② ③ ④ ⑤ ⑦	
4	① ③ NA ② ④	① ② NA ③ ④ ⑤ ⑥				② ⑤ NA ③ ④ ⑥	① ④ NA ② ③ ⑤ ⑥ ⑦	
N	① NA ②	関係のない —— 関係のある NA 分散している —— 統一している 個別的な —— 集合的な				① NA ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ ⑨ ⑩		

第6図 選択肢の個数と選択肢の組み合わせの関係
 Fig. 6 Relation between the number of the selection(S) and the combination of the selection(J)

いるものに×, さらに, 正答の個数を知らせて解答を限定したり, ただ単に解答せよという書き方で, 個数を知らせないものもある。このような場合には, 第5図にもあったように正答できる確率を考慮し, 問題の性質によって正答の割合をコントロールする必要がある。

選択肢問題で特にむずかしい点は, 決められた個数よりも多くマークした場合や, 少なくマークした場合でどのように評価したらよいかという問題が残っている。一般的考察によれば, 正答には+ (プラス), NAには0 (ゼロ), 誤答には- (マイナス) といった点数配分を考えておかねばならないが, それを行なわなかったためにアンバランスな評価になることもある。その他, 技術的な問題としては, 解答における正答の配列をどのようにするかということで, 全体的にみて, 偶然に正答する確率はそんなに大きくはないが, 注意しておく必要はある。筆者の経験によれば, 5 選択肢の問題で, 正答が1 個だけで, 問題数が50問あったが, 解答を乱数によって振り分けてみると, ある程度 (5 個) の正答が実現できたことから考えると, やはり注意する必要がある。選択肢の問題の中には Tree 型の選択肢などがあって, いろんな場合における解答を用意しているが, このような場合には正答らしい誤答の選択肢をつくるのがかなり難しくなっている。B. F. スキナーも述べているが, 解答に正しいものがあるとわかるだけでなく, 反応を自分で構

成しなればならない他に、もっともらしい誤反応を選択肢の中に含んでいなければならぬ。またそのため、望ましくない行動を強めることにもなりかねないので全く微妙な状態と言わざるを得ない。すなわち、多肢選択テストでは、正答に自信を持っている生徒にとっては、もっともらしい誤答による副作用もないが、多肢選択教材で常に学習を行なっている生徒にとっては不都合なことがおこる可能性が大きい。すなわち、誤まった反応の痕跡が他の場面で再現される可能性が強いことをあげている。このことは、確立論的立場から選択肢の数を増すことに、あまり意味がないことも示しており、多肢選択教材の難しさを示している。これらのことから選択肢問題をテストに使用した場合や、プログラム学習およびCAIに利用する場合は、その目的によって選択肢間の関係を十分に知っておく必要がある。同じようなことはアンケート調査などの選択肢にも言えることである。選択肢問題の基本としては、選択肢の数が多からず少なからず、選択肢の内容が極端にかけ離れて冗長項を作らず、全体的に均一化しているのが望ましく、さらに、偶然に正答できる確率が少ないものが良いという結論になるが、実際は、内容的に複合している場合が多いので、総合的に判断することになる。

因子分析の教育科学への応用について

コンピューターの発達に伴い、多量情報処理の時代にはいったとも言われるが、実際は情報が急速に増大するため、情報の量を少なくするとともに情報の質を向上させようとする動きが表面化してきた。教育界における教育内容の情報処理が進展するに伴い、今まで多量の計算を必要としていた成分分析、および成因分析などの手法が比較的短時間に行なわれるようになったわけであるが、現実はまだ以然として心理学者の領域にとどまっている。最近、因子分析を社会現象や自然現象の解明の為に利用することが多くなってきた。もちろん色々問題点があり、この手法によって成功した例はそれほど多くはない。しかし、諸外国においてはすでに実用段階で応用しているものもあり、SPSS および BMD のシリーズにも用意されている。因子分析を教育の分野に応用することによる問題点は、因子の解釈という難かしい課題を解決しなければならない。そのため研究者の間でも、その応用に関しては注意を払っている人が多い。

因子分析を利用するための準備として、筆者は自然科学現象の中での応用を試みてきたが、母集団の認識によって解釈の指針が変わり、思わぬ結果がでたという経験をもっている。その内容を検討してみると、母集団を正確に把握していなかったことによるもので、応用の範囲を限って利用してみるとかなり良い結果が得られた。教育における母集団は生徒そのものである場合が多く、生徒を色々な方向から計測することは、一般に科目別のテストによって代表されている。当然、この間にもさまざまな誤差が含まれていることになる。いわゆる素点はテストした時点での生徒の代表値として取り扱うようにすることであり、出てきた結果についてもそのような認識を持たねばならない。

因子分析の方法としてセントロイド法や、バリマックス法などがあるが、その詳しい内容は専門書に任せるとして、方法論的に次の二つの技法が多く利用されている。それらはR技法とQ技法で、互いに独立した関係として取り扱われており、解釈の方法も別々である。EDUPACK の中に用意されたプログラムはR技法が主で、Q技法によるものは、サブルーチンによって行列を変換して得られるようになっている。R技法では特に科目間

の関係を明らかにし、Q技法では生徒間の関係を明らかにする。因子の解釈は変数および変数の数や計測の時点の状態によってさまざまな解釈につながるため、因子の内容は定形化していない。心理学者は因子分析をある種類の知能テストの関係や、人物間の共通的な因子および集団的な因子を見出すためにも応用しており、それらの研究はかなりの数にのぼる。また、心理学者の分野においても、テストの成績からさまざまな因子を見つけ出す努力をしてきたが、因子分析そのものが計測された母集団そのものの中でしか論理を展開できない場合が多く、正確には毎回、因子について考察しなければならない、という難しさが教育への応用を阻む原因となっていた。

筆者は因子分析の応用が実験的段階ということを考えて、その応用にふみきったわけであるが、一部の例をみると、因子分析そのものを生徒と科目の成績との関係を集約したかたちを一段階にして、情報量の縮小に利用している。また、因子の具体的な解釈に関しては、目的別考察として総合的判断の材料に応用するだけにとどめている。問題間の因子分析を行なってみると、異質な問題として浮かびあがってくるものがあり、これらを注意深く検討してみると、問題そのものに欠陥のあるような場合も発見できる。このように異質なものを見つけ出す場合に適用することも教育においては重要である。

現場の先生がこれらの手法を使って教育に利用するには、まだ時間はかかるが、総合的な判断の材料としては高く評価されるものもあり、平均や標準偏差などの判断だけにとどめておくこともない。コンピューターの発達によって、個体数や変数および変数の大きいサンプルでも短時間に計算できるようになったので、今後は目的を限定したうえで利用し、その結果をフィードバックして、現実の問題点を探ってみる必要もある。また、どんなことに応用できるかも今後の課題である。

ま と め

現在、教育情報のEDPSが進んでいるのはアメリカで、特にCAIに関しては規模の大きいプロジェクトが進行している。また、その実用化においては、CAI端末の価格、および、個人当りのCAIのコストの低下に努力している。日本では、CAIやCMIにおいてもまだ実験的段階にあると言ってよいだろう。しかしながら、それらの教育的基盤は除々に整備されており、最近、特にCAIへの関心が高まってきている。このCAIへの関心は、教育関係者より情報処理関係の業界の方が高く、CAI言語なども発表されている。このように、教育界が業界の後を追従しているようであるが、テクノロジー・アセスメントの考え方からして、止むを得ないところもある。CMIに関しては、一部に実用化段階での資料の収集などが進んでいるが、その評価もさまざまで、一部には、現場の教師を混乱させるという消極的な意見もある。

実社会の歪みが教育に与えている影響を考えるならば、教育情報のEDPSの発展が根本的な解決にはなりえないが、これからの教育を考えると、必ず高い影響力を与えるものと思う。

EDUPACKに関しては、まだ不十分なところもあるが、普通に行っている処理よりはもっと内容も深く、使い方によっては十分効果を期待できる。特に母集団の取り扱いについては処理以前の問題もあるので注意してもらいたい。また、何らかのフィードバックによって、同じような処理が2回以上行なわれる時には、その変化をとらえて今後の判断

の材料として加味してもらいたい。

選択肢については、実際の問題の例をあげて検討するまでには至らなかったが、普通にある問題は、さらに複雑な要素が組み合っているが、これ以上細かく分類することは適当と思われなかった。また、選択肢に関する検討により、問題にテスト的問題と学習的問題に区別して考えねばならないことなどがわかってきた。選択肢問題でも本質的内容が大事であるが、良い問題と言われるものは、その側面的構造も明確にされおり、筆者の意図したものとよく合致している。

因子分析の応用に関して問題が多いことも先に述べたが、教育での問題は特にサンプリングの方法で、どのような情報を、どのような形でとらえるかということになる。また、どのような判断に利用するかも大事で、多くのデータによって集約的な総合判断に利用した時には、比較的良い結果が得られていた。因子の解釈などの問題では、ぜひ専門書を参考にさせていただきたい。応用については芝祐順(1972)著の因子分析法が参考になった。

本研究に際しては、日頃から教育工学的方法論について教示していただいている八田昭平教授の意見に負うところが多い。また、色々の問題についてあらゆる角度から討論していただいた。ここに深謝の意を表します。また、EDUPACKに関しては長崎大学電子計算機室および教育工学センターの計算機を使用した。特に教育工学センターの四辻征雄助手には細かいところまで意見を交していただいた。お礼申し上げます。

参 考 文 献

- (1) 浅野長一郎(1974)：因子分析法通論，1—459
- (2) A. チャパニス(1975)：人間相互のコミュニケーション，サイエンス 5，62—69
- (3) B. F. Skinner(1968)：The Technology of teaching；村井実・沼田一男訳，教授工学，1—285
- (4) D. D. スペンサー著，木下恂・福田康夫共訳(1972)：BASIC入門，1—225
- (5) 八田昭平(1975)：NIGHTシステムの方法論的考察—「離島教育情報総合処理装置(コンピュータ)による個別診断のためのカリキュラム開発について」，長崎大学教育学部 教育科学研究報告，第22号，29—40
- (6) 細井正(1970)：アメリカにおけるCAIシステム，bit Vol. 2，No.12，48—53
- (7) 犬伏茂之(1969)：新しいCAI言語，bit Vol. 1，No. 9，80—85
- (8) 石井威望・中西俊男・小玉陽一(1974)：システムとシュミレーション，1—52
- (9) 川喜田二郎(1974)：続・発想法，1—313
- (10) ———(1974)：問題解決学，1—199
- (11) 河口至商(1975)：多変量解析入門，1—158
- (12) 岸根卓郎(1972)：統計学，1—594
- (13) 川崎宏(1956)：知能要因の機能的分析，長崎大学教育学部教育科学研究報告，第2巻，45—58
- (14) ———(1957) II，第3巻，95—108
- (15) ———(1957) III，第4巻，87—102
- (16) 宮脇一男(1969)：教育工学とはなにか，bit Vol. 1，No. 4，41—47
- (17) マコーミック・サルバドリ共著；清水留三郎訳(1971)：数値計算プログラム，1—282
- (18) 森口繁一(1966)：初等数理統計学，1—179
- (19) 三浦宏文(1974)：システムと評価，1—68
- (20) 牧野都治(1970)：統計の知識，1—213

- (21) M. G. ケンドール著; 浦昭二, 竹並輝之共訳 (1973): 多変量解析の基礎, 1—157
- (22) 沼野一男 (1971): 教育工学, 1—253
- (23) 緒方研二 (1972): 日本のコミュニケーション, サイエンス, **11**, 170—181
- (24) P. C. ゴールドマーク (1972): コミュニケーションとコミュニティ, サイエンス, **11**, 133—141
- (25) R. C. アトキンソン, R. M. シフリン (1971): 記憶をコントロールする機構, サイエンス, **11**, 68—77
- (26) 齊藤梅郎・岩倉博 (1974): ミニコンによる教育用TSS, bit Vol. **6**, No.10, 69—70
- (27) 芝祐順 (1972): 因子分析法, 1—418
- (28) 清水利信・齊藤耕二 (1972): 因子分析法, 1—190
- (29) 東京大学理学部・情報科学研究施設編: 思考過程と情報科学 (1972), 1—265
- (30) 浦昭二 (1972): FORTRAN入門, 1—258
- (31) 渡辺茂 (1974): システムとはなにか, 1—148
- (32) 特定研究, 科学教育久保班 (1975): 長崎大学教育学部教育工学研究業績報告, 第**3**号, 1—169