

Title	ATI(適性・処理交互作用)研究における情報処理的アプローチ
Sub Title	Information-processing approach in the Aptitude-Treatment Interaction (ATI) research
Author	藤谷, 智子(Fujitani, Tomoko) 並木, 博(Namiki, Hiroshi)
Publisher	三田哲學會
Publication year	1982
Jtitle	哲學 No.75 (1982. 12) ,p.207- 235
JaLC DOI	
Abstract	Behavior of organism is controlled by not all elements of its environment, but a small part of it. In the paradigm of operant conditioning, such selectivity has been called "attention" or selective stimulus control". The authors critically reviewed studies about this phenomenon. Four factors, which determine the phenomenon, can be classified as follows. 1) innate factor or factor of salience, 2) selective association between stimulus and reinforcer, 3) predictability of reinforcement, 4) history of stimulus control. Two different theories about attention have been proposed : i. e., selective attention theory and general attentiveness theory. The former claims that attention to one dimension reduces attention to other dimensions and the latter claims that attention to one dimension increases general attitude to attend to other dimensions. Recent experiments seem to support the general attentiveness theory.
Notes	
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00150430-00000075-0207

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

ATI(適性・処理交互作用)研究における情報処理的アプローチ

藤谷智子*並木博**

Information-processing approach in the Aptitude-Treatment Interaction (ATI) research.

Tomoko Fujitani and Hiroshi Namiki

A substantial body of literature on ATI research accumulated in the past quarter of a century has demonstrated that ATI do exist, but that it is rather difficult to identify stable and reliable ATI in both experimental and educational settings. The authors tried in the present paper to give an overview of theory and methodology to be sought in further research on ATI, and arrived at the conclusion that one possible breakthrough in ATI research lies in process analyses, in other words, the conceptualization and experimentation in terms of "aptitude processes". The authors also reviewed several of the proposed theories and reported experiments including the authors' own along this new line of approach, and discussed their possibilities and limitations.

* 慶應義塾大学大学院社会学研究科博士課程(教育学)

** 慶應義塾大学文学部教授

I ATI 研究の問題点

L. J. Cronbach が 1957年に "The two disciplines of scientific psychology" と題したアメリカ心理学会会長講演の中で、ATI 概念を提唱してから既に四分の一世紀になろうとしている。

Cronbach によれば、ATI は心理学の二つの流れ、即ち実験心理学と差異心理学とを統合するものである。実験心理学は実験的処理の効果を重視するあまり、差異心理学が伝統的に重視して来た個人差を軽視するくらいがある。一方、差異心理学はこれに反して、実験的処理の効果を考慮せずに個体の特性間の相関のみに目をうばわれている傾向がある。この二つの流れを統合して、心理学に新しい眺望をもたらすものが ATI 研究であると説いたのであった。

この ATI 概念はやがて教授方法の問題に関連づけられて、"すべての学習者にとって常に最適な結果を与えるような単一の教え方はあり得るのだろうか"、あるいは"何を誰にどう教えるかについての最適解は何であり、またどう求めるのであろうか"（並木、1980）といった教授心理学の基本的課題に関する鍵概念として定着するようになった。さらに、教授方法の問題に限らず、ひろく環境条件と個性の諸側面とのマッチング、ミス・マッチング現象にまでこの概念は拡張され、このような概念化の妥当性を裏付ける実験的証拠も数多く蓄積されて來た。このように、ATI 概念は、心理学の基本的概念として一般性、汎用性を持つばかりでなく、教育の世界において大きな実践的効用を持っていることからも、この概念の重要性に疑問の余地は全くない。

しかし、このようにその意義の大きい ATI 研究も、Bracht (1970) による再検討に始まり、Cronbach & Snow による報告書 (1969)，及び ATI 研究の集大成とも呼ぶべきハンドブック (1977) が刊行されるによんで、実際には信頼性の高い ATI 現象を安定した形で確認するのは極めて

困難であることが次第に明らかになった。これに関して、例えば Resnick & Ford (1981) の次のような論評は、ATI をほぼ完全に否定する意見として代表的なものといえる。

Cronbach & Snow (1977) による ATI 文献の広汎なレビューは、一貫性のある交互作用を殆んど見出していない。従って、教示を適性にマッチさせるという考え方は依然として魅力的ではあるが、現在のところそのようなマッチングに対する科学的根拠は殆んどない。

また Kirby & Biggs (1980) はそれ程否定的でないとしてもほぼ同様の趣旨で次のように述べている。

心理測定法の伝統の中で、教示方法について最大の希望を持たせてくれるものは ATI 研究であり、そこでは心理測定的な適性を異にする個々人が、成績を最大にするために違った教示処理に割り当てられるのである。しかし今日までのところ、ATI のアプローチは期待にこたえる程のものとなっていない。

以上の二つの意見は、ATI に対する期待が如何に大きいものであったか、そしてその期待にそわない結果しか得られず、上述した教授心理学の課題に対する適切な prescription を行なうには程遠い現状について、失望が如何に大きいかを如実に伝えている。

ATI 研究のこのような不毛性の原因に関しては、これまで多くの研究者達によって論じられているが、ここでは Sternberg & Weil (1980) に従って三つに大別して考察してみたい。その一つは、ATI 現象が本来極く少数しか存在せず、そのためにはそれが確認され得ないという可能性である。ATI 現象の不安定性は、ATI 個有の微妙性と呼ばれたりしているが、これに関して並木(Namiki, 1977) は、適性情報の一般性-特殊性の問題として考察し、ATI における正の回帰勾配とテストの予測的妥当性との類似性を指摘した。しかし、テストの予測的妥当性は、個々人のおかれれた教育環境をはじめとして、あらゆる生活環境についての、しかも長期間にわたる効果のいわば期待値として得られるものであり、従って安定した妥当性係数が得られるのも当然である。これに反して、ATI 現象における

ATI（適性・処理交互作用）研究における情報処理的アプローチ

処理条件は、domain sampling 的な意味において極めて小さな、また特殊な標本であり、その結果現象そのものが不安定にならざるを得ないと考えられるのである。しかし、個人差、及び教示方法に关心を持つ多くの研究者は、上述の Resnick & Ford にも見られるような否定的意見にもかかわらず、ATI 研究の不毛性の原因を現象そのものの中ではなくて、以下に述べるように研究方法や理論化の側に求めようとするのである。

第二の原因是、方法論上の問題であり、これに関しては Cronbach & Snow (1977) が詳細に論じている。彼等は従来の数多い ATI 研究は方法論的に不適切であったので本当は存在するはずの ATI を検出できなかつたと主張する。例えば、検定の方法、被験者数、教示処理の施行期間等が問題となる (Namiki & Hayashi, 1977; 並木, 1980)。

第三の原因是、理論上の問題である。即ち ATI の心理学的理論とそれを操作化するために用いられてきた実験的操作が不適切であったという問題である。Sternberg & Weil が挙げている例によれば、空間的能力との交互作用についての研究が、空間的能力という言葉で何を意味しているのかを適切に概念化していないことが多く、また交互作用が生じると期待されるような種類の空間的能力の測度を用いていないという。要するに適性測度の定義と概念的妥当性の問題である。

しかし、第一の可能性は別として、残る二つの問題の解決を求めるだけでは、つまり伝統的な ATI 研究方法の延長線上をたどる限り、ATI 研究の壁は理論的にも方法論的にも依然厚いままでなかろうかという疑問を抱かざるを得ないのである。従来の ATI 研究では、交互作用が確認されても、それがどのようにして生じたかについては、事後解釈的な説明を試みるにとどまることが多く、明快な理論的な説明は多くの場合不可能であった。この点に関して Calfee & Hedges (1980) は次のように述べている。

この線に沿った研究は、勿論それまでの努力を越えた進歩を認めることができ

るが、その見込みの通りにはなっていない。処理の記述は相変わらず単純であり、適性、及び適性と処理のマッチの分析については、非常に手の込んだことが行なわれてはいるが、常識と発見的な頭の働き方が相変わらず道しるべになっている。つまり、理論的進歩は限られているのである。

そして Calfee & Hedges は後述するようなプロセス・モデルを提唱するのである。同様の主張は上述の Kirby & Biggs (1980) も行なっており、上で引用した言葉に引き続き次のように述べている、

適性が教示処理に対して、より明確に関連づけられる時に、あるいは、認知的な記述が適性・処理交互作用について行なわれる時に、より大きな成功が得られるようと思われる。要するに、心理測定的アプローチは盲目的な予測に依存しているのであり、従って predictor を見つけたり、何故それが予測できるのかを説明したりするためには効果的ではない。

そして、教示と学習を仲介するプロセスについての心理学的記述の必要性を強調し、このような記述がやがて prescription に結びつかねばならないことを主張している。

また Sternberg (1980) は、認知的プロセス分析を Cronbach の ATI 概念の提唱に対する一つの答えとして位置づけ、このような分析は課題遂行の基礎にある決定因子を確認したいという心理学者達の願いによって動機づけられていることを指摘した。彼はさらに、認知的プロセス分析の一つの形として自ら主張する componential analysis が ATI 研究においても極めて有効であると説く。

Sternberg の主張は、交互作用の生じるプロセス・メカニズムを把えるために、問題解決や理解のプロセスを取り出す情報処理的アプローチを ATI 研究の中に導入することにある。同様の考え方は、Snow (1980) の "Aptitude processes" と題した論文に明快に述べられており、この表題は現代心理学の中でこれまで別の文脈で用いられて来た二つの言葉を統合したものであり、適性と処理の接点をプロセス・レベルで解析することによって ATI 現象のメカニズムを明らかにしようとする意図を端的に表明

ATI（適性・処理交互作用）研究における情報処理的アプローチ

しているのである。冒頭にあげた “two disciplines” を統合するものが ATI であれば、この統合をプロセス・レベルで実現しようとするのが aptitude processes であり、この言葉には ATI 研究の新しい展開に対する Snow の願いがこめられていると見ることができる。

以上のように、ATI 研究の新しい方向については、多くの研究者の意見はいずれも認知的プロセス分析という線でそろっているのであり、次節においてはこの方向をより具体的に考察してみたい。

II 情報処理的分析の導入

本論文で用いる情報処理的分析という言葉は、プロセス、ストラテジー、あるいは課題遂行過程などと言われる内的過程を分析し、モデル化することを意味する。ATI 研究への情報処理的分析の導入とは、すなわち課題、学習者の適性、教授方法のそれぞれを、統一的な情報処理過程の用語で分析し、さらにどのように交互作用が生じるかを教授学習過程の中で確認していくということである。言い換えれば、課題解決のプロセスに影響を及ぼすような変数を取り上げ、それらの変数と遂行行動との相関、交互作用を確認していくだけではなく、変数がプロセスのどこにどう働きかけるのかの予測と、それらの変数の効果をプロセスの中で特定していくことである。

もともと、ATI とは、学習者の適性と教示処理とが学習者の課題解決のプロセスやストラテジーに影響を及ぼし、その結果が遂行行動にあらわれる現象である。そこではじめて統計的に有意な交互作用が得られるのであるから、その交互作用を生じさせているプロセス自体を取り出そうという姿勢は当然のことと言える。

従来の多くの ATI 研究では、2人の被験者が同一の遂行行動を示していくながら、実際は異なったストラテジーで課題解決をしていたという場合を無視していたと考えられる。一方のストラテジーは他方のストラテジー

よりも困難であったかもしれない。また一方、適性において同程度の2人の被験者のとったストラテジー間に、もし情報処理の負荷の違いがあった場合、当然遂行行動には差が生じてくる。さらに、受ける教示処理によって、被験者たちは実は異なったストラテジーを学んでいるのかもしれない。また学んだストラテジーとポストテストとのマッチングによってテスト結果が変わってくることもありえよう。

こうした様々なことが、安定した ATI 効果が得られない原因となっていると考えられる。そこで ATI 現象の信頼性を高めるには、情報処理的分析が是非必要となってくるのである。

また、情報処理的分析は、従来の ATI 研究における解釈のレベルの問題に対しても、1つの方向を与えるであろう。一般に、ATI の生じる機構については、一方の教示処理が適性を capitalize (利用する) し、他方の教示処理が適性を compensate (補償する) することによって、disordinal interaction が得られるとされている。capitalization は学習者の適性の働きによって教材の構造化を促進するものであり、compensation は教示処理側が構造化を与えるために、教示処理が適性の高い学習者に妨害的に働くと解釈されているのであるが、こうしたことによって得られる ATI 効果をあらかじめ予想し、capitalization と compensation のメカニズムをより詳細に解明していくことが必要と思われる。

ATI 研究に情報処理的分析を導入していくという主張は、スローガンとしては理にかなったものだが、実際にどのように導入していくかということになると、そこには方法上の制約その他の認知心理学がかかえる問題がそのまま持ち込まれ、多くの困難や問題を生じさせている。

そのことを論じる前に、まずどのように導入していくかを、遂行行動、適性、課題、教示処理それぞれについて、もう少し具体的に述べてみたい。

ATI(適性・処理交互作用)研究における情報処理的アプローチ

まず、従属変数であるところの遂行行動、あるいは payoff の次元について考察する。プロセスは変数そのものではないから、観測値として直接取り出すことはできない。反応の分析により、せいぜいプロセス全体の効率、あるいは大まかなストラテジーの型が取り出せるのみである。そこで、あらかじめ学習者が課題を解くプロセスとそのプロセスの下位ステップを仮定し、各ステップごとの情報処理の効果を比較、分析するという方法が考えられる。適性間、教示処理間の違い、あるいは両者の交互作用により、課題を解決するための異なったプロセスが存在することもありうるし、また共通のプロセスでありながらもその質、量に違いがあるかもしれない。それらがプロセスの用語で表現されることが必要であろう。

適性次元については、有意な ATI が一般性の高い適性(たとえば知能)によっているのか、あるいはより task-specific な適性によっているのかが、ATI 研究の争点の 1 つになっている。(Namiki, 1977; Namiki et al., 1978) この問題に関して、Resnick & Ford (1981) は、個人差を trait によって説明する立場と、知識状態によって説明する立場とに分類している。彼らは後者の立場にたち、新しい課題に取り組む際の前提となる知識を教えるなら、本来個人差は低減されるはずであると述べながらも、実際には個人差の大きいことを認めている。このことは、ATI 研究の適性次元に task-specific な適性を用いるだけでは、ATI 現象を説明しえないことを示唆している。一方、Snow & Salomon (1968) は、ATI 研究の適性変数を、特定の知的能力、特定のパーソナリティ特性、及び一般的認知スタイルと学習ストラテジーの 3 つのクラスに分類している。この中でも認知スタイルは、直接的に学習者の認知プロセスに関係し、多くの課題に対し個人が一貫した傾向を示すので、ATI 現象の理論的解析にとって有望な適性であると認められている。task-specific な知識やスキルは、適性としての汎用性に欠け、他の課題での遂行行動を予測することが難しい。かといって、一般的な知能概念は実用的であり、例えば Snow の aptitude

processes という考え方へ従って、 ATI 研究によって逆に解明されいく可能性もあるが、それだけでは遂行行動との対応を明確化することができない。そこで、 task-specific な知識と知能概念との中間に位置し、課題解決プロセスに関連づけられるレベルの適性を用いる必要がある。

具体的には、 Snow & Salomon が第 3 のクラスとして挙げた、学習者が自発的に持っている一般的解決ストラテジー、認知スタイルなどを適性次元に用いることである。もっとも、学習者が自発的に用いる一般的ストラテジーには、知能や言語能力などの一般的適性との交互作用が生じうるわけで、 AAI (いわば適性と適性との交互作用) によって、一般的適性を反映し、より直接的に課題のタイプや教示処理に結びつく適性が存在するということになるかもしれない。

次に、課題分析については、 Gagné (1965) などの論理的構造分析から、より心理学的、機能的分析への発展が不可欠である。取り上げる課題との分析は、 ATI 研究の全体枠を決定する。学習者の課題解決プロセスというレベルでの課題分析によって、そのプロセスに影響を及ぼす適切な適性変数と教示処理の選択、そして ATI 現象のプロセスレベルでの予測が可能になるのであるから、 ATI 研究の最も基礎的かつ重要な段階といえる。

最後に教示処理については、取り上げる教示処理同士の特徴とその違いをあらかじめはっきりさせておかねばならない。発見学習対説明学習、プログラム学習対伝統的教授法などの教示処理の比較は、対比させる 2 つの教示処理のいったいどこがどう違うのか、学習者への働きかけ方がどのように違うのかが、プロセス用語で予測されなければならない。教示処理を明確にすることによって、どういうプロセステップでの分析を行なうかについての決定も、いっそう適切なものとなる。また逆に、適性、課題分析、課題遂行プロセスの分析から、新しい効果的な教示処理を導き出せる可能性もある。

ATI（適性・処理交互作用）研究における情報処理的アプローチ

要するに、上で述べてきた個々の次元は、別個に分析できるものではなく、相互に関連させながら、情報処理という全体のシステムの中に位置づけることが要求されるのである。

さて、ここから情報処理的分析とそこで用いられるプロセスに焦点をあてて、問題点をまとめてみたい。

まず、payoff 次元、適性次元を決定するための基礎となる、どうやって課題遂行プロセスを取り出すか、どのように方略モデルを構成するかという問題について検討する。

認知科学、ないし認知心理学で、問題解決プロセスを詳細に取り出すために現在用いられているのは、内観報告を軸とした方法である。1つには“think aloud”と言われる被験者に考えていることを全部言語化してもらい、そのプロトコルを分析する方法、もう1つは、課題遂行の途中で何度もインタビューを行ない、行動観察と組み合わせる方法である。これらは、課題、被験者及び研究の目的によって選択される。内観を認知心理学の方法として用いることについて、新しいところではたとえば安西と内田（1981）が、あらためてその重要性を強調している。

ATI研究においても、行動観察、内観、そして仮説的構成体を組み合わせながらモデルを構成し、その上で payoff 分析のためのステップを取り出し、その有効性をとらえる適切なテストを作成するという方法をとることができるるのである。

しかし、課題遂行プロセスのステップを取り出すことについては、さらに問題がある。それは、先に述べた適性次元の general—task specific の問題と類似した問題である。ATI効果を見い出し、教授を最適化するのに、どういうプロセスを取り出すのが適當かということになると、その課題についてしか適用できないプロセスでも、あまりに一般的すぎるプロセスでも価値がない。このプロセスの決定の仕方については、次節の情報処

理的アプローチの例の中で詳述したいが、この問題は認知的アプローチをとる研究全般に通じる問題であることに違いない。

最後に、適性次元に関して、先に述べた一般的ストラテジー、あるいは認知スタイルを用いる際の問題点に触れておきたい。

学習者が自発的に用いるストラテジーが、もし発達によってより洗練されたストラテジーになるという種類の適性であると、それほど ATI 研究にとって興味ある対象とならない。ただし、クリティカルな発達的变化が起こっている年齢の子どもを被験者とし、そこでもし disordinal な交互作用が得られるなら、非常に貴重な ATI といえるであろう。あるいは、適性の発達的变化のメカニズムを研究するために、ATI 研究デザインを利用するのなら、それなりの意義が認められる。

ATI 研究にとって、より興味を惹かれるのは、同年齢で並行的に存在する、つまり一概に優劣のつれられないストラテジーの選択、好みといった適性である。このように、プロセスに関連づけられる適性、しかも実用に役立てられる適性とその測度を探し出すことが重要である。

III 情報処理的アプローチの例

ここでは、これまで述べてきた情報処理的アプローチにある程度かなっていると思われる研究、また今後の研究方向に適切な示唆を与えてくれると思われる研究を取り上げて検討してみたい。

1) 結果の測度に課題遂行プロセスの測度を用いた ATI

Days, Wheatley, & Kulm (1979) は、認知レベルを適性次元に用い、これと問題構造が、被験者の用いるプロセスとストラテジーにどのような影響を及ぼすかを研究した。そしてその結果、交互作用を確認している。

この研究は、代数問題を課題にしており、被験者は 8 年生である。学習者の適性には具体的操作レベルと形式的操作レベルという認知レベルを用

ATI(適性・処理交互作用)研究における情報処理的アプローチ

い(測度は Longest test), 一方問題構造を単純か複雑かに分類している。

この研究の特徴は、課題解決プロセスをとらえるのに, "think aloud"によって得たプロトコルを分析している点である。そのプロトコルのコード化には, Kilpatrick (1967) の coding system を修正したもの用いている。それは8つのカテゴリーから構成されており, 5つのプロセス (understanding, representation, recall, production, evaluation) とコメント, エラー, そして3種類のストラテジーの同定 (deductive algorithmic, systematic trial-and-error, random trial-and-error) を含む。

ストラテジーについての結果は, 認知レベルも問題構造とともに systematic trial-and-error score に有意な効果を及ぼすことを示している。すなわち, 形式的操作レベルの子どもの方が, 具体的操作レベルの子どもより多くの問題に対して, また両グループともより複雑な構造の問題に, systematic trial-and-error ストラテジーを用いているというのである。

プロセスについての結果は, 両グループに有意差があったのは, production と evaluation のプロセスで, 複雑な問題ほどグループ差が大であった。そこで Days らは, 複雑問題を解いていく際に, production と evaluation というプロセスを効果的に使用するためには, 形式的操作レベルの思考が必要であると結論づけている。

この研究において評価すべきことは, まずプロセス, ストラテジーをとらえようとした点である。しかし, 問題点としては, 1つには問題構造のとらえ方が, 単純か複雑かという2種類の単純な分類であることが挙げられる。その点, 同じような代数問題を課題とする研究でも, Malin (1979) の研究は, 4つの基準から問題をコード化しており(解決に必要なステップ数, 下位問題肢の数, 解けなくなってしまう道筋の数, その際のステップ数), それらの基準はいずれも課題解決プロセスを考慮に入れた, 非常に巧みなコード化といえる。

次の問題点は、プロセスの一般性、応用性についてである。Days らのプロセスのカテゴリーの中で、実際に差のあった production プロセスは、課題にとっての中心的な部分であるので、より下位のプロセスに分解してとらえる必要がある。しかし、このような分析も課題についての特殊性-一般性の次元上のどこに位置づけるかは、慎重に行なわれなければならぬ。また、この研究の分析方法と think aloud テクニックとは密接に結びついているが、こうしたプロセスの分析も、他の測度、たとえば反応潜時との併用によって、より客観的な裏付けが得られるものと思われる。

2) 適性次元に educational set 概念を用いることをめぐっての議論

ここでは、McDade (1978) と Holley, Dansereau, & Fenker (1981) の論文を中心に議論を進めたい。これらの論文は、適性次元として educational set という情報処理的な認知スタイルを用いることについての議論を展開している。

educational set という概念は、Siegel & Siegel (1965) によって提唱されたもので、新しい教授材料にアプローチする時の認知スタイルをさしている。factually oriented な教材を学ぶことへの好みと、conceptually oriented な教材を学ぶことへの好みを両極とした尺度上に、個々人を位置づけようという試みである。確かにルールや公式を先に教えてもらい後で具体的な例を示される方が理解しやすいと思う人もいれば、具体例から一つずつ積み重ねるように教えてもらう方がわかりやすいと思う人もいるだろう。educational set とは、こうした傾向を記述する概念である。

McDade は、学習者にとっての最適の教授系列という関心から、教材の提示系列について 2 つの教授法を用意した。factually oriented self-study → conceptually oriented lecture という FC 系列と、その逆の CF 系列である。

そして、educational set 概念と Ausubel の subsumption (一般的です

ATI（適性・処理交互作用）研究における情報処理的アプローチ

べてを包括するような概念をはじめに教えられるなら、最も効果的に学習できる）という考え方を対比させ、それぞれの理論から予測される結果と、得られた結果とをつきあわせることによって、どちらの理論の方がよいかを比較している。

subsumption 概念から予測すると、どの被験者も、包括的な概念から教えられていく CF 系列の方がよい成績が得られるだろう；一方 educational set からは、factually set の被験者には FC 系列、conceptually set の被験者には CF 系列の方がよいという交互作用が予測される。

結果は、educational set からの予測に近いものが得られた。そこで彼らは、カリキュラムのデザインと教授手続きを決定するにあたっては、個人差を考慮する必要があることを強調している。

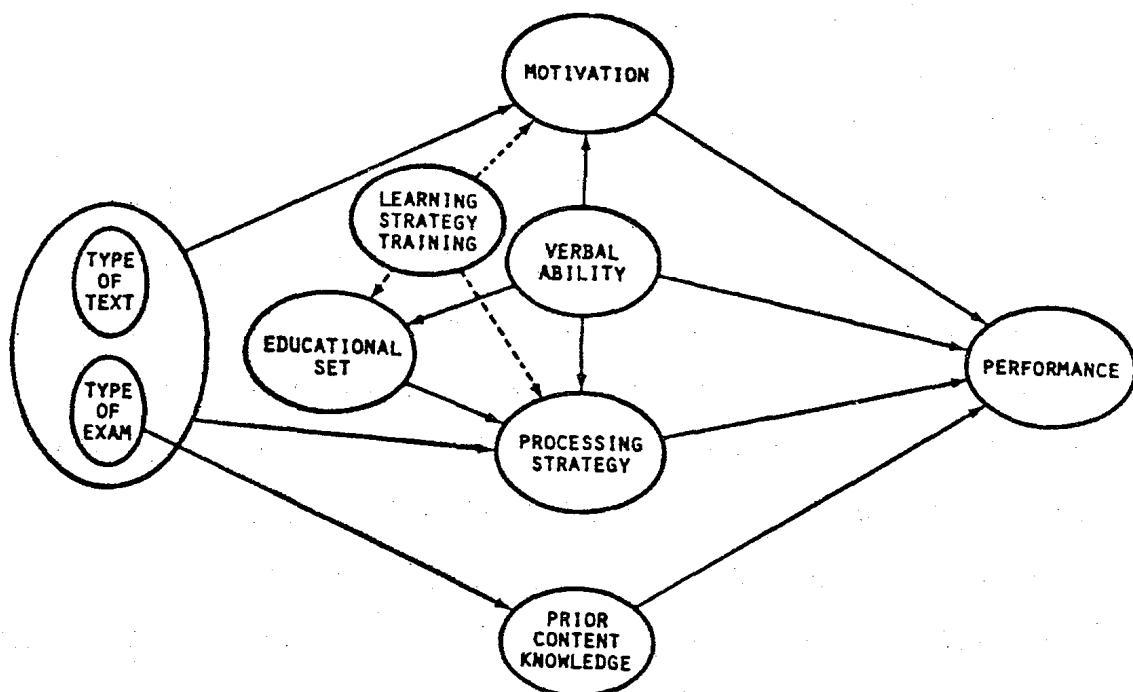


図 1. Holley, Dansereau, & Fenker の text 学習のモデル(1981)

Holley らは, educational set theory に関して, 信頼性, 妥当性の検討を行ない, その結果から尺度の修正をし, educational set の理論化を発展させた. Holley らのモデルは, Siegel & Siegel (1967) のモデルを基に, 3要因を付加し, 要因間の関係を明らかにしたものである(図1.)。

彼らは, さらに Pask (1975) の研究を引用し, educational set を訓練によって変えさせることにより遂行行動全体を改善できる可能性を述べ, 併せて Bruner (1960, 1966) の, 学習者の set を変えさせる訓練をすることの方がより実用的であるという経済原理についての議論を紹介している. Holley らの論文は, ATI を認めながらも, なお訓練によって適性を変えさせることの重要性を指摘しており, 興味深い。

その点はさしあき, 適性次元において, もう少し検討してみよう。

ATI 研究に利用されている認知スタイルには, 熟慮一衝動, 場独立一場依存などいくつかの次元があり, どれもが課題解決のプロセスに影響を及ぼすといわれている。その中でも educational set は, 課題遂行のプロセスに直接関係づけられることから, 非常に明確な認知スタイルといえる。

しかし, 認知スタイルは, あくまでも学習者の特性であり, 個人が個々の学習課題に対して, 実際にどういうストラテジーを用いるのかを特定していない。Malin (1979) は, “すべてのケースにとっての1つの最適のストラテジーはありえない。最も優れた問題解決者は, いくつかのストラテジーのレパートリーを学習しており, 与えられた状況にとての最適のストラテジーを発見しうる”と述べており, 従って使用されるストラテジーの柔軟性は課題遂行プロセスの中でとらえられなければならない。

さらに, 課題解決のプロセスの中で, bottom-up, top-down をいかに組み合わせていくかというストラテジーは, 適性と課題と教示処理との間の複雑な交互作用によって生じてくる現象なのである。こうした点を考慮しながら, 課題遂行プロセス全体を見ていく必要がある。

ATI(適性・処理交互作用)研究における情報処理的アプローチ

さらに、適性次元に関してはすでにⅡ節で述べたように、現在用いられている概念を、情報処理的な概念でないという理由だけで退けてはならない。既存の様々な概念も、ATI研究の中でプロセス分析に載せていくことによって、その概念自身と、ATIへの寄与とが明らかになるものが多いと思われるからである。たとえば、Snow(1980)は、GcとGf(結晶性知能と流動性知能の因子)とでは、IPI(Individually Prescribed Instruction)と伝統的教授法とを教示処理に用いた場合、全く異なるATIパターンが得られることを示し、両因子の違いを明確にしているのである。

3) Independent Process Analyses

Snowのaptitude processesという考え方と並んで、ATIのメカニズムの理論的解析を提供してくれると思われるのが、S.Sternbergのindependent process analysesというアプローチである。

この考え方によれば、情報処理モデルの妥当性にとって、stageの独立という概念が重要であり、学習および思考を構成する各stageを独立と仮定し、その各々についてそれだけを唯一規定する要因と、それだけを測定する反応測度とを特定できてはじめて、そのモデルは検証可能な陳述から成っているといえるのである(Sternberg, S., 1969)。

Calfee(1976; Calfee & Hedges, 1980)は、S.Sternbergの理論を拡張し、別のindependent processアプローチをとっている。彼は、stageではなくプロセスを独立と仮定し、しかもすべてのプロセスを独立とするのではなく、task-specificなindependent processと注意、動機づけなどのgeneral processとを区別している。independent process analysesの手順は次のようになる: まず課題遂行のモデルを構成し、その各プロセスについてそれだけに影響を与える要因(要因には、処理あるいは個人差、あるいはその両者をsetとして用いることができる)と、各プロセスの操作を測定した時の遂行結果とをあらかじめ仮定しておく。すると、特

定のプロセスに関連づけた要因に変動があるなら、それはそのプロセスを測定する測度だけに影響を及ぼすに違いないので、もし予想された結果が得られなかつたら、あらかじめ立てたモデルに欠陥があるのであり、モデルを立て直さなければならないというものである。

independent process analyses の特徴をまとめると次のようになる。まずデータの解析が明確であること。個人差の源泉を、用いるプロセスの違い、プロセスの構造的結合の違い、操作のスピード、正確さといったパラメータの違い (Sternberg, R., 1977) として詳細に分析しうること、テストの信頼性、妥当性を確立しうること、そして最後は、教示処理のより有効な分析の枠組を提供し、その結果開発したいプロセスにだけ他のプロセスへの影響を考慮せずに教示を与えられるような具体的な教授方略を提供しうるということである。

Calfee は、まだ具体的な研究データを提出していないが、架空の ATI データを引用して、*independent process analyses* の有用性を指摘している。

文章読解において、熟慮一衝動という認知スタイルの測度を適性として用い、「slow down」という教示と、「slow down and look for ideas」という教示とを比較する ATI デザインを組んだとする。すると、衝動型の生徒は、「slow down」と言われただけでは、読解テストの成績はそれほど上昇せず、「look for ideas」という教示も与えられた時、よい成績となるだろう。一方、熟慮型の生徒は「slow down」という教示だけでかなり成績がよくなるだろうという ATI が得られるはずである。

independent process アプローチでは、図 2 のようなモデルを構成し、実験を行なうことによって、ATI のメカニズムを解析しうるという。

実験の結果、「find-ideas」というプロセスが、情報処理の speed/accuracy という general process (このプロセスの要因に熟慮衝動の認知スタイルがはいる) と、「look for ideas」という教示によって、複雑に影響を

A T I (適性・処理交互作用) 研究における情報処理的アプローチ

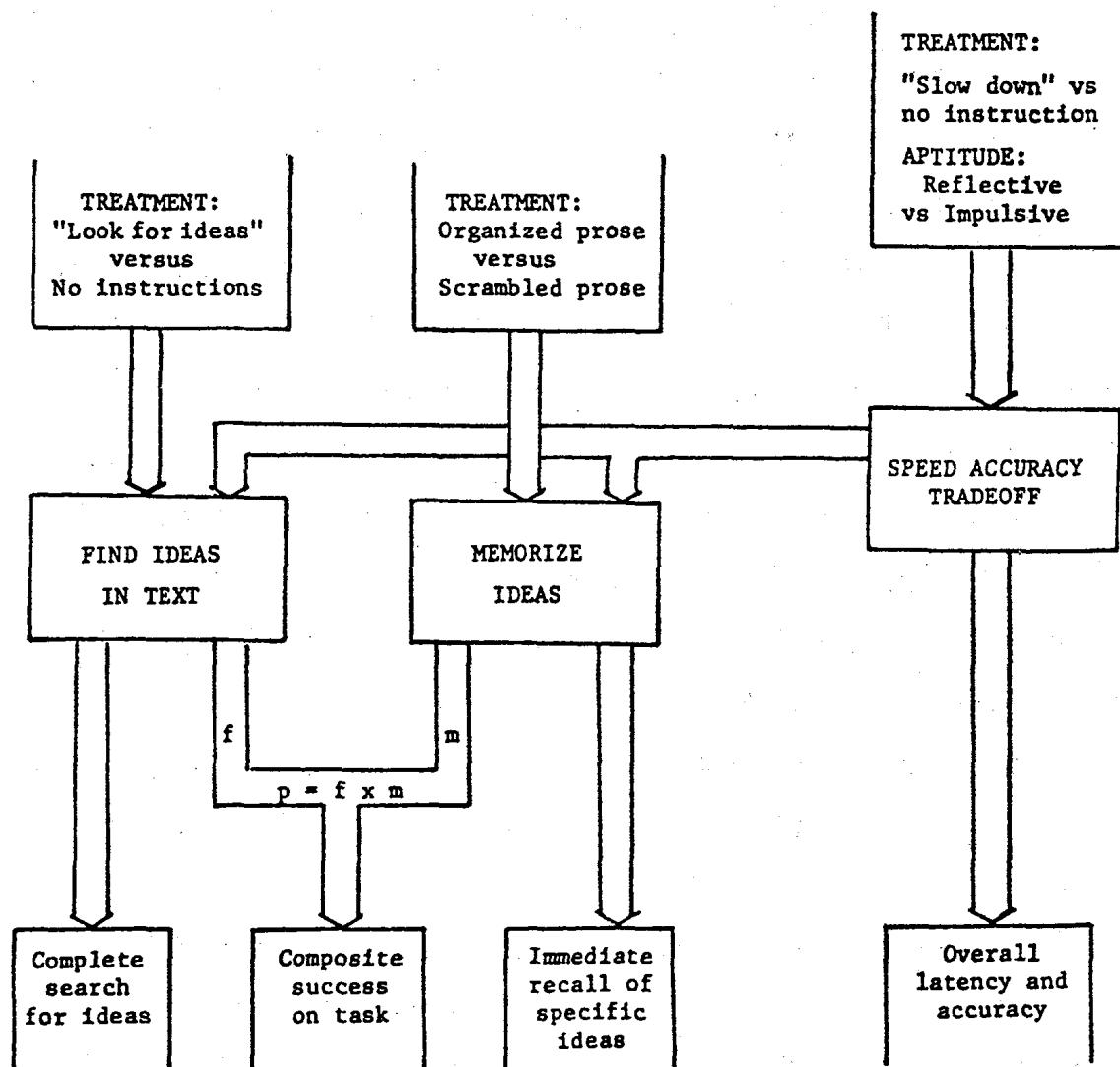


図 2. 文章読解の independent process model (Calfee & Hedges, 1980)

受けているというように、プロセスレベルでの説明を可能にするというのである。

しかし、このアプローチには、まだ残された問題点も多い。どういうレベルのプロセスを仮定するのかという問題、テストの信頼性、妥当性の確立に寄与するとはいえ、個々の実験においてはそれらが保証されていなければならぬという問題、さらには適性と教示処理とが independent process を規定する場合の理論の構成が明確でない（上記の例では、適性は

general process を規定している) という理論的に重大な問題点が挙げられる。

とはいっても、ATI における情報処理的アプローチの一つの方向として、今後の理論発展とデータの集積とが待たれる。

4) 作業記憶容量とATI

作業記憶容量というプロセスレベルの概念を基本とする Case の認知発達理論（並木，1982）は、ATI という現象を考慮に入れていないにもかかわらず、これまで述べてきたような情報処理過程の分析を行ない、その上で教授法を組み立てているという点で、現在最も評価できる理論の1つである。

そこで、はじめに Case 理論の中の教授方法開発のデザインと、教授手続きを紹介し、次に ATI とのかかわり合いを考察していこう。

適切な教授方法を見い出すために、Case は次のような手続きを踏んでいる（Case, 1978a, 1978b, 1978c, 1980a, 1980b；並木, 1982 参照）。

(1) 課題領域における実行階層の確立

そのために、特定の課題について次第に困難度の高くなるような項目の系列を構成し、これを多数の被験者に与え、誤反応の分析と被験者による方略の報告の検討を行なう。

(2) 実行階層における子どもの現在の水準の決定

(3) 階層のある水準から次の水準への移行の促進

その具体的な教授方法は、以下のステップによる。

① 子どもが課題の最終的な目標を理解し、自分の現在の方略がこの目標に対して適切であるかどうかを独力で判断できるような状況をデザインすること。次に子どもに現在手にしている実行構造によって解決できる問題を幾つか提示する。

② 次に、現在の水準より1つ上の水準に属し、今の実行制御構造では

ATI（適性・処理交互作用）研究における情報処理的アプローチ

解決できないような問題へ進む。

③ これらの問題の新しい特徴に注意するように教えて、それを見落すと誤りに陥ることを知らせる。

④ 子どもがこの新しい特徴を取り扱うための新しいサブルーティンを展開できるように助力を与える。

⑤ この新しいサブルーティンを子どもが確実に理解できるようにしてやる。つまり、このサブルーティンが新しい特徴をどのように取り扱っているかを確実に理解させる。

⑥ 十分な練習期間を設けて、サブルーティンの実行に習熟させ、それを自動化し、その実行の意志を貯蔵しておく必要がなくなる状態に到達させる。

⑦ 全体の手続きを実行階層のあゆらる水準について繰り返す。

Case 理論の中で、教授方法を決定するために最も重要なのは、(1) の課題領域における実行階層の確立というステップである。そして、この実行階層の確立のための分析において、学習者の内的過程を取り出そうという試みが見られるのである。すなわち、課題を解くにあたって必要な操作方略を、その下位ステップ（上記のサブルーティンに相当）と、そのステップで用いられる scheme とで表現し、さらに必要な作業記憶容量を仮定しているのである (Kawata et al., 1979 参照)。Case 理論による教授方法は、子どもの課題遂行プロセスとその作業記憶容量とから、明確に構成されており、手続きもわかりやすく、優れた教授理論といえる。

しかし、Case 理論に基づいた教授方法が常に最適の教授方法であるかというと、これには問題がある。

Case 理論による分析から得られる課題遂行プロセスは单一の系列であり、教授にあたっては常にそのプロセスのサブルーティンを自動化しては次の水準へ進むという方略をとっている。つまり、課題分析と教授方法とが、あまりに厳密に結びついているのである。そして、学習者の個人差は

結局教授に費やす時間、あるいは試行回数に吸収されてしまう形でしか考慮されておらず、教授法選択に結びつくような、学習者の適性および学習プロセスにおける個人差は全く無視されているのである。

また、教授によって獲得されるスキルの汎用性の程度を考慮すれば、Case 理論による教授方法を伝統的な教授方法や概念的教授法などの教授方法と組合せた場合、適性との間に交互作用が得られるであろう。

さらに、教授学習過程においては、すべての学習者にとって、overlearning が学習を確実にするとは限らない。overlearning という教授方略では、動機づけが低下してしまう者もいるだろう。また、前の段階の学習が不完全なまま、次の段階に移ることによって、前の段階で理解していなかった事柄にはじめて気づき、両段階の内容を統合し、より深い理解を得るという場合もありえよう。その点で、岡本（1977）のような logical sequence と random sequence のプログラムを比較する研究も興味深いものである。

Case 理論が、教授学習過程の基礎的分析に非常に有効であることは疑いのことである。Case 理論に基づいた教授法 vs 他の教授法、Case 式の教授法において、overlearning の程度や、overlearning させるサブルーティンの場所を変化させた教授、あるいは系列を組みかえた教授を比較することによって、より確かな教授のための知見が得られると思われる。

5) 作業記憶、認知的発達水準、および最適教示処理条件

4) で考察したように、Case 理論から導き出される教授方法は、他の教授方法と組合せて ATI を生じる可能性がある。そこで筆者ら（並木、藤谷他、1982）は、学習者の適性に適合した教授方法を見い出すために、Case 理論に基づいた教示条件の他に 2 条件を設け、ATI のデザインを用いた研究を行なった。その際、情報処理の水準における解析を可能にす

るような変数の測度、例えば作業記憶容量の測度としての数字の記憶スパンを適性次元として用いて、これらを aptitude process のレベルで解析することを試みた。

「比例配分」を学習課題とし、Case の「比」についての分析を参考にして、教示手続きを考案した。そして、この実行構造教示条件 (ES群) に、伝統的なカリキュラムに準拠した教示条件 (CR群)、具体物を教具として一切用いず、すべてを概念レベルで教示する条件 (CL群) を組合せた。後の 2 つの教示処理条件は、4) で既述した、教材と教示方法によって獲得される概念の汎用性の違い、動機づけ、さらに学習者の抽象概念の操作能力との関係を考慮して設けたのである。

被験者は、小学校 5 年生 3 クラス計 82 名で、クラス単位で 3 つの教示条件に割り当てた。

手続きは、いくつかの適性の測定、6 校時にわたる教示、直後、1 週間後、及び 1 ヶ月後の posttest の順であった。

その結果、まず教示処理の主効果については、いずれの posttest においても概念レベル教示群の平均得点が 1 番高かったが、統計的には有意でなかった。従って、平均値で比較する限り、3 つの教示処理条件に優劣を認めることはできない。

そこで、ATI 効果が得られたかどうかを見てみると、まず数唱を適性の測度として用いた時に、有意な ATI が得られた（図 3.）。

図 3. の交互作用のパターンから、作業記憶容量の不足を補うべく考慮されている ES 条件が、かえって記憶容量を利用している (capitalize) という事実が、回帰直線の顕著な正の勾配にうかがわれる。通常のカリキュラムに従う授業が、この適性測度については極めて補償的であることも新しい発見である。ただし、ES 条件は、本来個別的な教示をめざしたものであるところを、集団施行にあらためたことによって、個々の学習者の基本操作の自動化が不十分であったとも解釈される。

これと対照的な結果は、 pretest を適性次元に用いた時の ATI である（図5.）。3つの教示条件がいずれもほぼ等しく正の勾配を示している。また pretest 得点が知能偏差値との相関が高いことからも、この結果は従来の多くの ATI 研究と一致している。

なお、図4.は文章記憶を適性測度とした場合であり、 pretest の場合と類似したパターンを示している。

数唱と文章記憶は、ともに作業記憶容量の測度と考えられるが、このように異なる ATI パターンが得られた。一方、文章記憶と pretest とは測定対象も測定方法も本来全く異なっておりながら、類似した ATI パターンを示している。このように異なる適性情報を用いて同一の ATI パターンが得られる場合には、同一の aptitude processes が生じているとみなすことができ、逆に本来同じものの測度と考えられている適性情報について異なった ATI パターンが得られれば、異なった aptitude processes を想定せざるを得ない。作業記憶容量の測度を適性情報として用いたこの研究

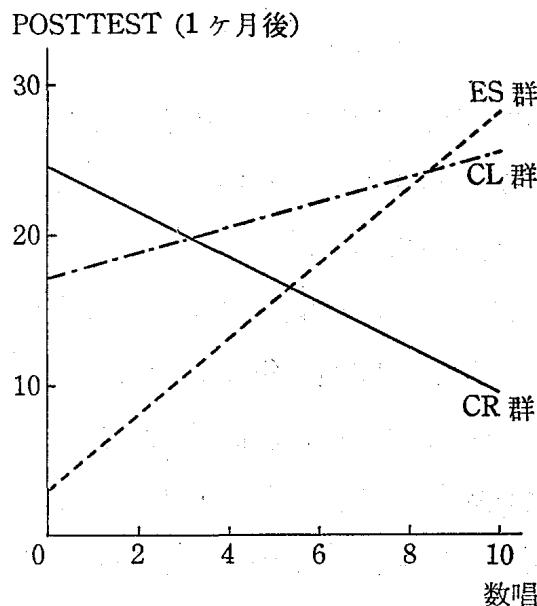


図 3. 各教示群における結果の測度の適性(数唱)への回帰直線

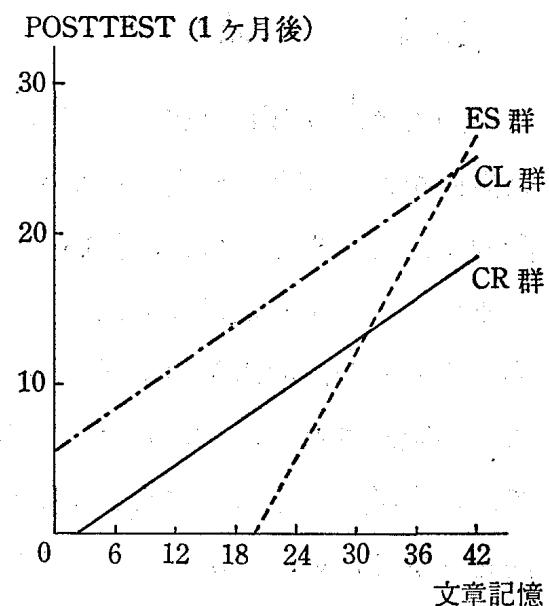


図 4. 各教示群における結果の測度の適性(文章記憶)への回帰直線

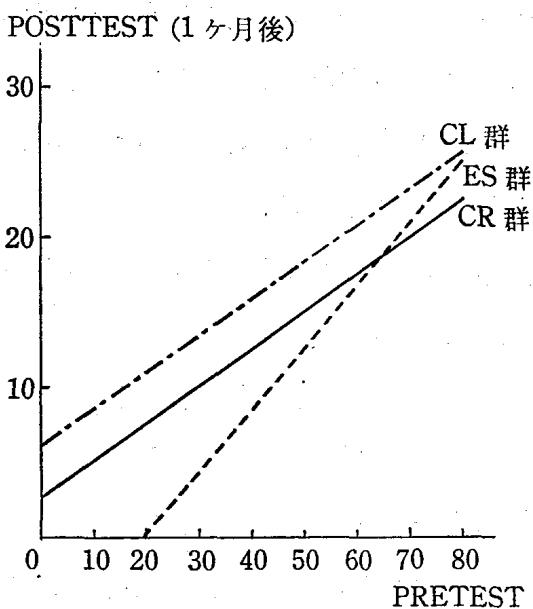


図 5. 各教示群における結果の測度の適性(PRETEST)への回帰直線

の結果は、 ATI 研究に関して新しい展開を約束するものと考えることができる。

IV 結 語

前節では、 ATI 研究に結びつき得る情報処理的アプローチと、 そうした方向をとる ATI 研究の例を考察したが、 結局この新しい ATI 研究の動向も、 ようやくその緒に就いたにすぎないのである。

また、 このような研究方向をとることによって、 実験室的研究と教室場面での研究の間の水準の乖離という古くて新しい問題が再び頭をもたげることが懸念される。 ATI 研究が教示方法の最適化を最終的な目標として、 教室場面、 あるいはそれを模した実験室場面で行なわれる限り、 この問題は生じない。 しかし、 この方向の研究の行き詰まりから、 情報処理的分析への方向転換を試みようとするならば、 研究者自身がこの問題について何らかの見通しを立てておく必要があろう。

この問題について、筆者らは次のように考えたい。要因配置法ないしは重回帰分析に基づく、いわば伝統的な ATI 研究と、情報処理的アプローチをとる ATI 研究とは、対立的な関係にあるのではなくて、むしろ相補的な関係なのである。この考え方は、Sternberg (1980) が知能研究について述べたことと全く同じである。彼は因子分析法に基づく伝統的アプローチと、プロセス・レベルの componential analysis とが対立的ではなくて相補的であると主張しているのである。

筆者らの1人(並木)は、Stanford 大学の Snow 教授のもとで訪問研究員として1年を過ごす機会を得たが、彼の研究グループによって、経済学を学習課題とする伝統的スタイルの ATI 研究、多次元尺度法を用いる知能研究、さらにアイカメラを用いて問題解決過程の個人差を調べるという極めて実験室的な研究等 (Snow, 1980 参照) が、同時に平行して精力的に行なわれている様子を目の当たりにし、これらがすべて aptitude process の解析のために、そして ATI 現象のメカニズム解明のために、相補的たり得るという感を強めたのであった。

最後に、情報処理的アプローチによる ATI 研究は、明確な目標をもち、プロセスの分析可能な課題だけを取り扱うことによって、研究対象となる課題の範囲を限定してしまうという危険性を持つ。また、教育効果は、本来アチーブメントテスト得点で得られるような教示処理の直接的効果だけでなく、より多元次的に考えられるべきものであるから、この多元的効果 (例えば、mathemagenic behavior—Snow, 1976; Namiki et al., 1978) をどう考慮していくかも問題の一つである。

ATI 研究は、以上のように多くの問題点を抱えながら、新しい方向を進み始めたのであり、広範な領域を内包している教授心理学の中でも、特に重要な研究領域として、また同時に研究方法として、心理学と教育の世界に大きな成果をもたらしてくれることが期待されるのである。

References

- 安西祐一郎, 内田伸子 1981 子どもはいかに作文を書くか? 教育心理学研究 29, 4, 323-332.
- Ausubel, D. P. 1963 *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton.
- Ausubel, D. P. 1967 A cognitive-structure theory of school learning. In L. Siegel (Ed.), *Instruction: Some contemporary viewpoints*. San Francisco: Chandler.
- Ausubel, D. P. 1968 *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Bracht, G. H. 1970 Experimental factors related to aptitude-treatment interactions. *Review of Educational Research*, 40, 627-645.
- Bruner, J. S. 1960 *The process of education*. Cambridge, Mass: Harvard University Press.
- Bruner, J. S. 1966 *Toward a theory of instruction*. New York: Norton.
- Calfee, R. C. 1976 Sources of dependency in cognitive processes. In D. Klahr (Ed.), *Cognition and instruction*. Hillsdale: LEA.
- Calfee, R. C. & Hedges, L. V. 1980 Independent process analyses of Aptitude-Treatment Interactions. In R. E. Snow, P. Federico & W. E. Montague (Eds.) *Aptitude, learning, and instruction*. vol. 1., Hillsdale: LEA.
- Case, R. 1978a A developmentally based theory and technology of instruction. *Review of Educational Research*, 48, 3, 439-463.
- Case, R. 1978b Implications of developmental psychology for the design of effective instruction. In A. M. Lesgold, J. W. Pellegrino, S. D. Fokkema and R. Glaser (Eds.), *Cognitive psychology and instruction*. Plenum, 441-464.
- Case, R. 1978c Intellectual development from birth to adulthood: A Neo-Piagetian interpretation. In R. S. Siegler (Ed.), *Children's thinking: What develops?* Hillsdale: LEA.
- Case, R. 1980a Intellectual development; A systematic reinterpretation. In F. H. Farley and N. J. Gordon (Eds.), *New perspectives in educational psychology*. National Society for the Study of Education.

- Case, R. 1980b A developmentally based approach to the problem of instructional design. OISE, University of Toronto.
- Cronbach, L. J. 1957 The two disciplines of scientific psychology. *American Psychologist*, 12, 671-684.
- Cronbach, L. J. & Snow, R. E. 1969 Individual differences in learning ability as a function of instructional variables. Unpublished report, School of Education, Stanford University.
- Cronbach, L. J. & Snow, R. E. 1977 *Aptitudes and instructional methods: Handbook for research on interactions*. New York: Irvington.
- Days, H. C., Wheatley, G. H., & Kulm, G. 1979 Problem structure, cognitive level, and problem-solving performance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 10, 135-146.
- Gagné, R. M. 1965 *The conditions of learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Holley, C. D., Dansereau, D. F., & Fenker, R. M. 1981 Some data and comments regarding educational set theory. *Journal of Educational Psychology*, 73, 4, 494-504.
- Kawata, T., Naito T., Namiki H., Yamamoto, J., & Yasuoka, R. 1979 Experimental verification of Mental-space theory and its problem at issue. *慶應義塾大学大学院社会学研究科紀要*, 19, 91-97.
- Kilpatrick, J. 1968 Analyzing the solution of word problem in mathematics: An exploratory study (Doctoral dissertation, Stanford University, 1967) *Dissertation Abstracts International*, 28, 4380A. (University Microfilms No. 68-6. 442)
- Kirby, J. B. & Biggs, J. B. 1980 *Cognition, development, and instruction*. New York: Academic Press.
- Malin, J. T. 1979 Strategies in mathematical problem solving. *The Journal of Educational Research*, 73, 101-108.
- McDade, C. E. 1978 Subsumption versus educational set: Implications for sequencing of instructional materials. *Journal of Educational Psychology*, 70, 137-141.
- Namiki, H. & Hayashi, J. 1977 Determination of optimal instructional treatment in ATI of two aptitude dimensions and multiple treatments. *Japanese Psychological Research*, 19, 2, 56-67.

A T I (適性・処理交互作用) 研究における情報処理的アプローチ

- Namiki, H. 1977 Specificity-generality in ATI research; Some theoretical consideration and experimental evidences. In *Collection of Papers dedicated to Keizo Hayashi, 9th Report*, Psychological Laboratory on the Hiyoshi Campus, Keio Univ., 87-98.
- Namiki, H., Hayashi, J., & Shibata, T. 1978 Specificity-generality of aptitude information in the Aptitude-Treatment Interaction: An experimental evidence. 哲学 三田哲学会. 慶應義塾大学 68, 145-162.
- 並木 博 1980 教授学習過程における個体性 第20回日本教育心理学会総会「歴史と展望」刊行委員会編「教育心理学シンポジウム」川島書店。
- 並木 博 1982 操作と作業記憶能力——新ピアジェ派のアプローチ—— 波多野 完治(編)「ピアジェ派心理学の発展Ⅱ」国土社。
- 並木 博, 藤谷智子, 最上嘉子, 林 理夏, 川村 茂, 1982 作業記憶, 認知的発達水準および最適教示処理条件 (その一, 二), 日本教育心理学会第24回総会発表論文集。
- 岡本敏雄 1977 状態不安—特性不安のパターンによる学習行動の差異の検討—プログラム学習において. 教育心理学研究, 25, 2, 85-96.
- Pask, G. 1975 *Conversation, cognition and learning: A cybernetic theory and methodology*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier.
- Resnick, L. B. & Ford, W. W. 1981 *The psychology of mathematics for instruction*. Hillsdale: LEA.
- Siegel, L. & Siegel, L. C. 1965 Educational Set: A determinant of acquisition. *Journal of Educational Psychology*, 56, 1-12.
- Siegel, L. & Siegel, L. C. 1967 A multivariate paradigm for educational research. *Psychological Bulletin*, 68, 306-326.
- Snow, R. E. & Salomon, G. 1968 Aptitude and instructional media. *Audio-Visual Communication Review*, 16, 341-357.
- Snow, R. E. 1980 Aptitude processes. In R. E. Snow, P. Federico & W. E. Montague (Eds.), *Aptitude, learning, and instruction*. vol. 1., Hillsdale: LEA.
- Sternberg, R. J. 1977 *Intelligence, information processing, and analogical reasoning: The componential analysis of human abilities*. Hillsdale: LEA.
- Sternberg, R. J. 1980 Factor theories of intelligence are all right almost. *Educational Researcher*, 9, 8, 6-13.
- Sternberg, R. J., & Weil, E. M. 1980 An aptitude × strategy interaction

- in linear syllogistic reasoning. *Journal of Educational Psychology*, 72, 2, 226-239.
- Sternberg, S. 1969 The discovery of processing stages: Extensions of Do-nder's method. In W. G. Koster (Ed.), *Attention and performance II*, Amsterdam: North-Holland.