

Title	教育実践研究のための測定方法の改善と心理学的考察
Author(s)	野嶋, 栄一郎
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3144210
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

教育実践研究のための
測定方法の改善と心理学的考察

早稲田大学人間科学部
野嶋栄一郎

目次

1. はじめに	1
1.1 CAI研究	1
1.2 教育情報処理システムの研究	4
1.3 映像メディアの教育効果に関する研究	6
1.4 カリキュラム開発研究	7
1.5 教育実践研究	10
1.6 教育実践研究と測定	13
2. 測定とゆらぎ	16
2.1 ヒトの行動は、文脈のなかで変わるか	16
2.1.1 はじめに	16
2.1.2 異なった文脈下における衝動型－熟慮型の変容実験	17
2.1.3 教育実践研究の観点からの実験結果の考察	26
2.2 face to faceの関係とコンピュータとヒトの関係	
－CAIシステム上で実行されたMFFTからの考察－	27
2.2.1 MFFTのCAIシステム上での実施	27
2.2.2 CMFFTとMFFTの信頼性	29
3. 視聴覚メディアを心理学的測定法に取り入れる試み	34
3.1 視聴覚機器を利用したテスト法開発の経緯	34
3.2 情報のモダリティーと測定	37

3.2.1	測定とモダリティー—Visual Testingの発想	37
3.2.2	Visual Testingに関連する人間の情報処理過程に関する諸説	41
3.2.3	教授情報のモダリティーにテストのモダリティーを対応させる	43
3.3	Audio-Visual Testing	44
3.3.1	Audio-Visual テストシステム	44
3.3.2	Audio-Visual Testingへの適用例	48
4	映像教材視聴時の認知と情動の測定	55
4.1	認知と情動の測定	55
4.2	眼球運動・瞳孔反応測定システム	56
4.3	眼球運動・瞳孔反応分析システム	58
4.4	眼球運動・瞳孔反応測定システムの評価	61
4.5	眼球運動による動画と静止画の認知過程の比較	64
4.6	映像教材と瞳孔変化	66
5	リスポンスアナライザーを改善したマルチメディア教育研究環境	70
5.1	教育環境から教育研究環境へ	70
5.2	マルチメディア教育環境の一例	71
5.3	リスポンスアナライザーの改善	73
5.4	アナライザーデータ収集システムとデータ収集法	74

5.5	本システムの利用可能性	76
5.6	アナライザーデータ収集システムを利用した映像教材認知過程の研究	79
6.	オープン教育と学習活動の測定	86
6.1	授業場面における学習活動の観察とオープン教育場面における学習活動の影響	86
6.2	アクトメータ・システムの基本構造	88
6.2.1	歩数計測システム	89
6.2.2	データ転送システム	95
6.3	活動性を指標としたオープンエデュケーションの評価研究	97
6.3.1	浅草・精華小学校4年生の事例研究	97
6.3.2	館山・北条小学校4年生の事例研究	107
7.	討論とまとめ	113
7.1	教育の転換期	113
7.1.1	実体的学力観から機能的学力観へ	113
7.1.2	学習成果の評価から学習過程の評価の重視へ	114
7.1.3	行動主義、認知科学、社会的構成主義の学力観と教育工学	116
7.2	教育測定の新しい展開 (1)	
	ーコンピュータテストと認知心理学の貢献ー	118
7.2.1	コンピュータテストの展開	119

7.2.2	認知心理学と教育測定の接近	122
7.3	教育測定の新しい展開 (2) -教育的事象の測定-	124
7.3.1	教育測定に先行する教育観・学力観の パラダイムシフト	124
7.3.2	「狭義の教育測定」から「広義の教育測定」へ	125
7.3.3	「広義の教育測定」の課題	127
	参考文献	130

1. はじめに

本来ならば、研究者としての生活のスタートの時点で書くべき類の論文であろうが、人生の折り返し地点を過ぎてから書くという作業は、いささか含羞を伴うものである。特に、私のように、転々と生活の場を変え、その都度、その場のニーズを飲み込む型で研究生活を行ってきたものにとって、研究をまとめるという作業は、自分の過し方を振り返るという作業と重なってくる。この章では、自分の論文を理解していただく上で、自分の歩んできた研究の推移を語ることに若干のスペースを割きたい。第1章のこの部分は、今回の私の論文において、いわば縦糸の部分構成するものであり、それに対し本文にあたる第2章以下は縦糸と縦糸をつなぐ横糸のうち的一本に相当するものと考えている。

1.1 CAI研究

私が、教育研究という分野に足を踏み入れた最初のテーマはCAIであった。これは、国立教育研究所と東京都葛飾区教育委員会との共同研究で、常盤中学を実践校とし、授業に利用できるCAIシステムを開発・運用し、CAIシステムの実用可能性を確認すると共に授業の改善を図るというものであった（木村・山本・野嶋, 1976）。

この研究は、従来自分が関わってきた実験科学としての心理学とは、その性質は大きく異なるものであった。中でも最大の特徴は、「開発研究」という性質であった。簡単に言えば、従来存在していないものを、新たに創り出すという作業である。この作業のインパクトは強く、かつまた、不思議とそ

の後の自分の行く先々の研究がこれに関わってきた。まさに、私にとっての
パラダイムシフトであった。

従来、教師によってのみ営まれてきた、教科教育の一斉授業の活動をコン
ピュータとオンラインネットワークのもとで実現してみようという作業で
あった。教授学習過程に関わる全ての変数を、コンピュータ上で制御する
という、かなり無謀な試みでもあった。いわゆる典型的なアドホック型CAIシ
ステムは、教師と生徒の教授活動に関わる、「行って、かえって、またく
る」（坂元, 1971）という過程を、前もってコースウェアに組み込まねばな
らなかった。認知心理学も黎明期に当たる1970年代半ばの当時においては、
理論と応用の乖離は甚だしく、プログラム学習の理論と完全習得学習の理論
の他、教授学習過程の制御に利用できる心理学的理論はほとんど無いといっ
てよかった。

逆に現場の英知を役立てようと企てても、いささか不遜な表現になってし
まうが、学習者のミクロな思考過程に対する洞察は、我々と大した差はな
かった。ほとんどの現場教師の教授学習過程の認識は、○×のレベルであっ
た。特に誤答の制御によって、ミクロな、あるいは精緻な教授学習過程に入
り込みたかったのであるが、現場からこれらの情報を得ることはできなかつ
た。

学習の個別化の実現はまた、CAIシステムを現場に持ち込む上での大きな
目的の一つであった。後に述べるMFFTは、児童生徒の情報処理タイプの違
いを個人特性として取り上げるためのものであった。当時、Cronbach &
Snow (1977) の研究が公にされたばかりであり、適性と処遇の交互作用に関
する研究もCAIシステムを用いた実践研究として行われた（野嶋, 1980b）。

国立教育研究所CAIプロジェクトの研究でもう一つ特徴的な部分をあげると、それはカリキュラム開発の部分である。CAI用のコースウェアの開発は、多岐に及び、中学校の数学に限定されたものではあったが、正負の数、図形、文字式、一次関数、一次方程式等、実際に授業で用いられることを前提として、教育目標の分析及び教材分析をスタートとしコンピュータプログラム化する作業過程は、開発研究そのものであった。この学習プログラムの中には、教育目標の理論も、目標準拠測定の理論も、形成的評価の理論も、適性処遇交互作用の理論も、皆内包されていた。その上での実践研究であった。

最後にこのようなシステム開発を通じての教育研究は、このようなCAIシステムの完成度以外に重要な問題を提起していることが少しずつわかってきた。一つのパラドックスではあるが、一斉授業を前提とした学校建築、時間割の中にCAIシステムを導入しようとする事は、それ自体が従来の学校運営の形態の破壊につながるということが明らかになってきた。CAIシステムをクラスに導入し、一斉に「ヨーイ、ドン」でスタートすれば、そのプログラムの終了する頃には、間違いなく、学習時間および達成した教育目標のレベル（これらは相補的に関連するものである）に明確な個人差を見い出すことになるであろう。これを継続すると、時間割通りの授業はもちろんのこと、生徒の学習空間（教室）の確保が難しくなる。開発されたシステムを授業の改善に役立てるためには、既存の学習運営の全体的システムのどこに、どのようにして埋め込むのかを考えねばならない（野嶋, 1980c）。教育研究はたとえそれがミクロなプロセスの研究であっても、同時に、学校という組織体との関係をどこかで考慮に入れるという複眼的思考を常に必要とする。

1.2 教育情報処理システムの研究

教育実践研究指導センターが、教育工学センターに変わって新たに教育学部に附置されることになり、その最初のセンターが福井大学に設置され、その専任教員の一人として赴任した後は教育情報処理の専任としての仕事があった。

そこでは以下の3システムの開発に携わった。映像教材及び授業記録を中心とした会話型テープライブラリ管理システム（野嶋・笠嶋・宮川・高橋,1983）、附属小中学校養護教諭との共同研究である保健データ管理システム（野嶋・木下・宮川,1982）、目標準拠測定のためのテスト項目のプールを管理するアイテムバンクシステム（野嶋・宮川・笠嶋,1982）がそれである。

テープライブラリ管理システムは、映像教材とCCTV回線を利用して附属小中学校から採録された授業の映像記録及び、教育実習生の授業記録からなり、このシステムを開発する上での最重要課題は、これらの教育情報記録をどのような記述子で記述するかという問題であった。授業を構成する要素、授業記録を構成する必要にして十分な属性とは何か、授業記録に関する精緻なデータの理論が未解決な問題として残されている。

保健データ管理システムは、附属学校とセンターの間をつないでいるCCTV回線の隙間を利用し、附属学校側からセンター側に年11回測定される身体計測のデータをリモートバッチ方式により転送し、センター側で開発したユーティリティーを利用し、9年間にわたる詳細なデータの蓄積を可能にし、児童生徒の発達過程の研究に資するというものであった。在任中約6年間にわたるデータの蓄積が実現され、その間各種統計資料が学校側に提供された。

アイテムバンクシステムは、目標準拠測定を実現するための、テスト項目自体の蓄積、管理と、テスト項目の統計的特性を分析記述するためのデータベースシステムである。対象領域を小学校算数教科分数に限定し、附属小学校の協力を得、データの蓄積を行うかたわら、データベースシステムの構築を行った。この開発研究は一方でデータベースシステムの構築という、かなり大規模なシステム開発を行いながら、また一方で精選されたテストアイテムを用意するために、附属小学校の授業設計やテスト設計を協同作業で行う必要性が生じ、システム開発がほぼ完成した段階でそれ以上の継続研究を行うことが労力的に不可能になってしまった。苦い経験ではあるが、アイテムバンクシステムのメンテナンスを行うためには、相当規模のプロジェクトチームを構成する必要があることを学習した。

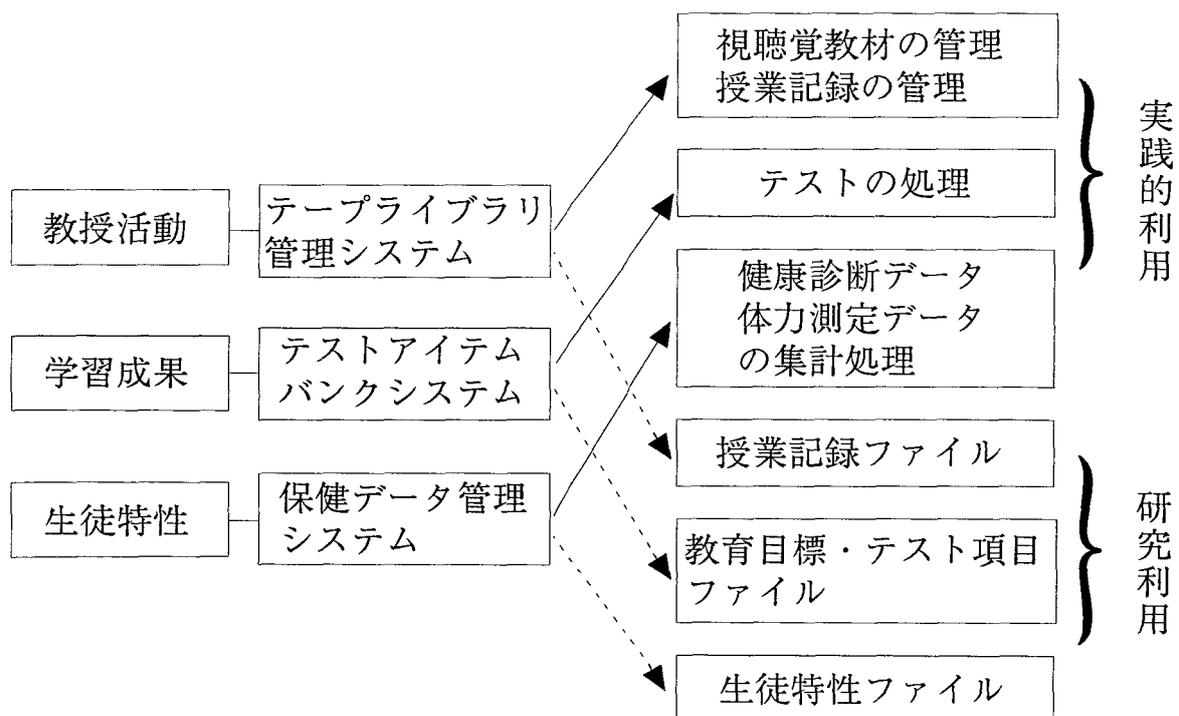


図1.1 教育研究と教育実践の二つの目的を統合した情報処理システム

しかしながら、上記3システムの構築は、一見現場の要請に目を向ける部分の多いバラバラなシステムのように見えるかもしれないが、トータルとして見た場合、実践をベースとした、教育研究を支援する上でかなり巧妙にできた情報処理システムでもあった（野嶋, 1982）。教育実践を支援するシステムを開発することと、教育研究を整合性あるものとするためには、それらが、明らかに教育実践と教育研究の2つの目的をもち、かつ現場側と研究者側の双方の相互乗り入れによる、勤勉な協力体勢がなければ成り立つものではない。

1.3 映像メディアの教育効果に関する研究

映像メディアに関する研究は、福井県が第38回放送教育会全国大会の会場となり、県下の教育現場の研究を支援しなければならなくなったことがきっかけである。当時放送教育の世界では「まるごと」、「なま」と呼ばれるキーワードが全盛時代であり、VTRが完全に普及している最中であっても、教育番組が放映されている実時間に、それも、番組を最初から最後まで視聴する方式が正しいと言われ、それが現場の研究をがんじがらめにしていた。何よりも、放送教育研究の世界では映像それも静止画のみでなく、動画としての映像の認知の研究の取り込みに対する積極的な姿勢が欠けていた。勿論、基礎研究の立ち遅れという事実も否めない。しかし、それだけでなく、映像メディアを用いた教育効果の測定の問題についても、映像を教授活動に利用していても、学習成果の確認には反映されていないことが大半であった。イメージは教育の手段として使われるが、学習成果としては認められることが少なく、それが概念として表現されねばならないという暗黙の前提があっ

た。何故ならば、多くのテストは全て文字で表現されている紙と鉛筆によるテストであったからである。我々の日常生活はイメージによる学習成果をふんだんに利用しているに関わらずである。

Visual Testingの研究はこれを契機にスタートした（野嶋・柳本・宮川・笠嶋, 1984；宮川・野嶋, 1986）。これ以降、映像利用による教育の成果を測定する、より基礎的な研究がこれにつながっていくことになる。

1.4 カリキュラム開発研究

1.1で述べたように、CAI研究の中でもカリキュラム開発（コースウェアの開発）は行っていたわけであるから、私の教育研究を通じて、何らかの形でカリキュラム開発に関わらなかった時期は少ない。CAI用コースウェアの開発研究を除き、私の関わった、あるいは現在も継続中のカリキュラム開発研究に簡単に触れておこう。

福井大学教育実践研究指導センターを中心に、福井大学で開発された、「教育実習事前学習プログラム」は、それまでどこの大学でも、教育実習に関する指導はほとんど外部すなわち、教育実習校まかせであったものを、必修教科として単位化し、学部全体の協力のもとで成立するカリキュラムとして実現できたことは記憶に新しい（高橋・野嶋, 1987）。教師の実践的能力の育成は、たえず現場から要請され続けた要求であったが、戦後の教育学部でのこれへの対応は鈍かった。教育実習事前学習プログラムは教育実習に参加する以前に、現場を混乱させない程度の最低限のスキルを身につけさせることを目的とし、そのような実習後に学生を派遣させる責任が大学側にはあるという見解のもとで開発された教授スキル育成のプログラムである。約

200人程度の学生集団を1グループ13～14人からなる小グループに構成し、約10分程度のマイクロレッスンを課し、それぞれが教師の役割や生徒の役割を繰り返し演示するうちに、共通に用いている授業評価表に内包された授業観察項目の視点が知らず知らず身についていく仕組みになっている。大量の教員の参加を必要とする、人海戦術を地で行くカリキュラムであったが、データの裏づけも伴いながら、実践的カリキュラムとしての一定の評価を得たカリキュラム開発であった。

更に、早稲田大学に転じた後、新設の文科系学部における情報処理教育カリキュラムの開発を行った（野嶋, 1987a；野嶋, 1988；寺脇・野嶋・石田・小川, 1991）。これも6人の教員と17人の助手から構成される必修基礎教育科目であった。大学におけるコンピュータリテラシーを育成することに照準を当て、大学内の情報処理環境への適応とコンピュータに対する、適確な判断力の育成に力を注いだ。具体的には、図書館検索システム、コンピュータ通信などの実用性の高い内容を、学習の初期に位置付け、システム概説、プログラミング言語の教育を後半にした。なお、オペレーティングシステムやプログラミング言語の学習は、現在のようなマルチメディア的コンピュータ環境においては必ずしも必要ではないが、当時のコマンドベースの学習環境においては、かなり必然性のある学習内容であった。しかし、プログラミング言語の学習を組み入れた理由は、言語習得そのものが目的であるよりも、ユーティリティーをユーティリティの仕様にしたがって使うのではなくコンピュータをコンピュータ言語を介して自らが使うという体験を重視したからである。学習した言語を用いてコンピュータを主体的に使用した体験を通過することを重要と判断したからである。

情報処理教育のカリキュラムとは別に、現在取り組んでいるカリキュラム開発研究はインターネットを利用した、異文化間コミュニケーション能力育成カリキュラムである（野嶋・西村, 1992；西村・野嶋・山田, 1994；Nojima & Nishimura, 1995）。米国ケースウェスタンリザーブ大学文理学部との実験カリキュラムの実践は今年で6年目を迎える。刻々と変わるネットワーク環境の中で、9月後半から11月末まで約2ヶ月半にわたり、週1～2回の発信からなる、学生同志のコミュニケーション活動である。静止画、動画、音声の利用もオプションで可能である。テーマ設定は教員側で行うが、一定の枠内であれば学生の活動は自由である。これまで、日本語、英語の複合的利用による俳句の交換や、日本の新興宗教に対するケースウェスタンリザーブ大学側の質問に端を発する英語によるdebateなどを経験している。このような場は、さまざまな学習の成立する芽をもっていると同時に、従来の大学の授業では要請できなかつた能力を育成する可能性を秘めている。むしろ、研究的にはコンピュータ上のログとして残っているものよりも、コンピュータを前にしたときの学生同士の対話や活動状況などに情報の源泉があり、その情報収集や分析に多くの未解決の問題が存在する。エスノメソドロジック的アプローチの必要性も考えられ、試行している。

最後のカリキュラム開発の研究は、千葉県館山市にある北条小学校との共同研究である。オープンスペースをいち早く取り入れた同校は独創的なカリキュラムを開発しており、更に複合的な教科の要素を併せ持ち、総合学習という観点からも多くの授業改革を行っている。北条小学校の授業の評価、改善に協力することが共同研究者としての我々の役割である。オープンスペースにおける授業記録のあり方、分析手法の開発を研究課題としている。

1.5 教育実践研究

1.1～1.4の研究は、どれをとっても教育現場と密接な関係をもつ研究である。志向しているところは、教育の改善である。CAIの研究は、公立中学校の教育実践に組み込まれ、繰り返し利用することによりコースウェアは漸次改善され精選されていった。

また、教育情報システムの開発も、3つのうちの2つは実用に供し、附属学校や学部のテープライブラリ管理等に利用された。これらの研究の途上においては現場からのニーズに沿ったシステム設計と実践的利用によるシステムの改善が絶えず行われた。これらのシステムはたとえわずかであっても教育現場の改善に寄与したと断言してよいであろう。また、アイテムバンクシステムは、その実用には至らなかったが、データ収集の過程において、一単元を単位とする授業設計、テスト設計、CCTV回線利用による授業記録の収集を実行している。これも、教育現場との、教育実践をふまえた共同研究であった。

放送教育の教育効果に関する研究にしても、教育現場からの要請に応じた共同研究であった。しかし、この研究は、映像を利用した測定（Visual Testing）という新しい測定の問題に目を向けるきっかけとなっていった。

相当数関与したカリキュラム開発は、上記のどれよりもより教育実践と密着した研究となっていることは自明であろう。

ところで、教育実践とは何であろうか。相馬（1975）は教育実践を規定する4つの特徴を概略以下のように述べている。

1) 教育実践の全体構造的性

あらゆる教育的事象は、教育的現実の中にある全ての領域や要因と関わり

あって起こるものであり、したがって、教育実践は、それらの全体を総合的に扱うのでなければ、その目的にかなった効果をあげることができない。従来の教育心理学や、教育学のような教育科学によって得られた個々の知見は部分的に過ぎ、総合的な教育実践の参考になりえても、実践のための決め手にはなりにくい。教育実践はつねに全体的に進行し、複雑な全体構造が、教育研究における因子的統制（実験的統制と言い換えても良い）を困難にする。

2) 教育実践の目的性

教育実践における因子統制を困難にする第2の理由は、教育実践が目的をもち、その目的に向かって進行することにある。たとえ同じ学校の中でも、担任の教育観や児童観の相違は、児童・生徒に対する指導の差異を生み、ひいては発達の手速度や幅に微妙な差異をもたらすことになる。

更に教育実践は、教育的目的の実現に向けて意図的に進行するものであるため、教育研究者の研究上の必要性や要求が、必ずしも実践の側から受け容れられるとは限らない。たとえば、今、A、Bの二つの指導法があり、BがAよりあきらかに劣る指導法であった場合、教育実践は、その実験の実施を許さない。明らかに悪いと予想される教育的処方であえて子どもたちに与えることは、教育の目的に反する。

教育目的の設定は、それ自体が主体的であり、個別的、主観的である。教育の目的は当然のことながら、設定する教師の価値観を内包し、結果の評価に至るまで、主観の働く場面がかなりある。教育実践の過程を研究対象とするには、科学として成り立つように客観化するには、主体的な一切の要素を排除しなければならなくなり、実践家でなく科学者が必要となる。もし、そ

のようなことをすれば、もはや教育実践ではなくなる。教育実践は、実践家が主体的に捉える目的があってはじめて成立するものである。

3) 教育実践の総合科学性

以上の、教育実践の全体総合性と目的性ことから、因子統制に関する第3の困難性が生じてくる。それは、教育実践におけるいかなる問題を取りあげても、単独の教育科学の対象ではなくなるということである。つまり、教育心理学者から見れば、明らかに心理学的研究の対象となるような事象も、実践家からすれば、社会学の対象でもあるし、教育学の対象でもあるということになる。教育実践研究は単一のディシプリンから構成されていない。教育実践は、教育の哲学や科学や教育内容の学が統一のとれた関与をしてはじめて、有効に展開される。それを、単独の科学にのみ傾いた実践にすりかえるならば、その実践は、かなり矮小化された実践にならざるを得ない。

4) 教育実践の法的拘束性

学校教育はあらゆる面で国家や地方自治体の法の規制を受ける。あらゆる実践も研究も、学校教育法の規定を受ける。法的な拘束は、科学的研究に様々な制限を加える。典型的には、法律で決められた教科以外のカリキュラム開発の研究はまさにこの拘束性と真正面からぶつかる。また、実践研究のための因子統制にあたっては、科学的研究目的よりも、法遵守の義務の方が優先する場合も往々にしてあることである。

東（1982）によれば、教育実践研究には、「実践を対象とした研究」と、「研究的な実践」がある。「実践を対象とした研究」というのは、実際の教育場面に生ずる現象を素材にして広い一般化を意図する研究であり、「研究

的な実践」というのは研究者と教育者のチームが研究的なパースペクティブのもとに実践的な試行錯誤を重ねていく研究を言う。1.1～1.4で紹介した研究は、東の見解に従うならば、「研究的な実践」研究と言えよう。

1.6 教育実践研究と測定

教育実践研究は科学を志向している。しかし、上記のような理由から、従来の単独の教育科学とは区別されてしかるべきであろう。相馬はこれを従来の「教育科学」(educational science)とは区別し、「教育の科学」(science of education)と称している。

相馬はこの「教育の科学」には、二つの機能があると言う。一つは実践的要求を受けて課題を解決する機能であり、もう一つは、教育実践そのものを対象とする機能である。前者は教育実践の課題性を表し、後者は教育実践の対象性を表している。東との対応で言えば教育実践の課題性に即した研究は、「研究的な実践」研究であり、教育実践の対象性に即した研究は「実践を対象とした研究」となるであろう。

教育実践の課題性とは、教育実践が、目的を立て、その達成のために方法を講じ、その結果を評価する過程を通してつねにつきあたる問題を自己課題としてとりあげ、それを追及する属性をさす。この場合の課題解決は、一般の諸科学の場合のように、問題事象の中から客観的法則性を引き出し、その因子構造を明らかにするのは異なって、実践効果をつくり、明示することにある。実践的效果をあげることで、即ち何らかの教育改善につながることをもって課題が解決したことになる。

教育実践研究は、それが科学である以上、データをもって、結果やプロセ

スを明示し、証明しなければならない。教育実践の研究は、目の前にある教育実践そのものをすっぽり研究の対象にする研究である。このような研究を進めていく上で、教育実践の中からどのようにしてデータを取り出していくかが重要な問題となってくる。

教育実践の場は実験計画のような要因の統制が不可能なことは自明のことである。むしろ、ランダムな要因によっても、主要因によってもその場への参加者が影響を受けるナイーブな場である。教育実践の結果が表明される学習者の行動にそって見てみても、場のナイーブさは即反映する。本来あるべきは、そのナイーブさを反映する測定である。

また、できることなら、測定という教授・学習活動とは無縁な活動によって実践場面を攪乱することは避けたい。むしろ避けるべきである。環境に埋め込まれたような形か、その機材や道具があっても学習者、教師に特別の負荷をかけない、即ち、学習者・教師の自由度を拘束しないものが望ましい。

更に、教育実践研究のための測定は、活動それ自体をまるごと対象とする意味において、認知的レベルのみでなく、情意的レベル、精神運動的レベル等々多様な属性の測定を志向すべきである。学習活動に関係するからといって高次精神活動だけが関与するわけではなく、個体全体の学習活動に注目すべきと考える。

従来ややもすれば、教育測定＝テストという発想が強く、実用性が優先される教育現場はまだしも、研究の場においても紙と鉛筆による測定に片寄りがちであったが、テストではなく、計量・計測という側面により比重を移すべきである。測定の媒体の特性が、測定の範囲を規定していることは自明である。ペーパーテストは紙と鉛筆という媒体のもつ制約の中でperformanceを

測定している。測定の媒体の利用範囲をより拡大することにより、測定の対象領域は飛躍的に拡大する。

本論文では、これまでの様々な教育実践研究を通して、従来あまり注目を集めることの少なかった、『教育実践研究を念頭においた教育測定』の問題につき、新しく開発した測定方法を提案し、それらの評価ならびにその周辺の理論的問題を論じることとする。

2. 測定とゆらぎ

2.1 ヒトの行動は、文脈のなかで変わるか

2.1.1 はじめに

教育実践研究は現実の教育実践の場を研究の場とする。そこは、抽象化された実験の場と異なり、現実の生活の場である。そこには様々なフレームが錯綜している。学習者は意図的にせよ無意図的にせよ、行動を準拠させるフレームを時により自ら変えることが十分にありうる。ときにはそれが適応とよばれることもありうる。あるいはまた、学習とよばれることもあろう。

実験的研究はこのような文脈の効果を排除して計画が組まれている。実験心理学の多くの成果はこのような context freeの立場からなされているものが多い。

文脈のなかで人の行動が変わるということは、自分の経験に照らしてみても、何となく合点のいくことである。ところが、これをデータで示すことは、それほど単純なことではない。およそ、人間に関わることがらは、このように、分かっているようでいて、分かっていない、即ちデータの伴わないケースが多い。そもそも文脈に応じてヒトの行動は変わるというが、それを示す実験なり、調査なりの具体的なデータ、特に個人内の変容を示すデータは少ない。文脈の効果を実践の場で測定することは難しい。そこで、ここでは文脈の効果を実験的な場を借りて確認して見よう。

以下では、MFFT（Matching Figures Familiar Test）を使って測定されたヒトの情報処理のタイプ（認知型）が、おかれた環境（文脈）によってどのように柔軟に変化するものか、定量的、実験的に確認してみることにする。

2.1.2 異なった文脈下における衝動型－熟慮型の変容実験

1) 衝動型－熟慮型

実験の説明に入る前に関連事項に関する簡単な解説をしておこう。ここで、衝動型、熟慮型とは、注意深く見ないと判断を間違いやすい複数の似たもの図形の中から、標準刺激と同じ比較刺激を見つけ出す課題場面において、反応時間と誤数の二つの指標によって操作的に定義された反応傾向である。この二つの指標を中央値折半することによって得られる四つの象限のうち、反応時間において速く、誤反応数において多い象限に属するタイプを衝動型 (Impulsivity : Im)、反応時間において遅く、誤反応数において少ない象限に属するタイプを熟慮型 (Reflection : Re) という。簡単にいえば、課題が与えられたとき、反応時間を速くするほうに動機づくタイプと、誤反応を少なくするほうに動機づくタイプである。認知型の研究は、1960年代から、新しい個人差の指標として注目されだした。特にKaganら (1964) による衝動型、熟慮型の研究は、テストの簡便さと結果の安定性とから、多くの研究者による研究対象となった。特に、1980年代になると、発達的にみても、衝動型から熟慮型への変化がみられ、社会的にみても熟慮型が望ましいとみられやすいことから衝動型から熟慮型へ変容せしめる手だてについての研究が盛んに行われた (Barstis & Ford, 1977 ; Peters, 1979 ; Inagaki & Hatano, 1979 ; 宮川, 1980 ; Loper, Hallahan & MaKinney, 1982) 。

このような研究の流れの中で野嶋・山本 (1987)、野嶋・石川 (1996) は、「人間は本来、目的に応じてストラテジーを採用できるものであり、衝動型は処理時間の速さに選択の優先度を高く置く傾向の強いものを意味し、熟慮型は、誤数に選択の優先度を高く置く傾向の強いものを指すものであ

り、どちらのストラテジーを採用するかは、個人がどちらのストラテジーをとることが課題状況に即してベターと判断するか（直観するか）に依存する」との仮説を提示した。

もし、上述の仮説が正しいとするならば、速さと誤数を指標とした課題状況下において、状況認知の結果に応じ、衝動型が熟慮型の、また、熟慮型が衝動型のストラテジーを採用しうるはずである。あるいはそのような行動変容が見られるはずである。

2) 実験

a) 被験者

大学生80名に、MFFTを実施し、中央値折半法により熟慮型－衝動型にわけ、プロトタイプに近いものから各18名を本実験の被験者とした。

b) 課題

中学生の国語教材に用いられている小説、随筆、論説文の一節（150～250字程度）で、いずれもこの中で1～2段落を構成し、かつ、この部分だけを読んでも意味が通じる文章である。これらの文章について10字に1字の比率で、ランダムに正しい文字を誤った文字に置き換え（句読点、鍵括弧に該当した場合は変更せず）校正の課題を作成した。各材料は、14～18個の誤りを含んでいる（図2.1参照）。

c) 手続き

すべての被験者に対して個別にゲーム形式の実験を行う。このゲームは、文章（課題）の間違い直しを行い、その結果（所要時間、見落とし数）に応じて与えられる得点が最大になるよう行動するよう要請されている。この実験条件にはd) に示す、異なる3条件（8試行）が用意されており、被験者

はすべての条件を通過する。1試行ごとに所要時間、誤り数および得点の3つの情報が被験者にフィードバックされる。

君	い	た	無	分	ろ	あ	ろ	分	ほ
た	う	が	意	が	空	か	が	、	く
ち	も	あ	識	、	気	ら	こ	こ	た
の	の	る	と	無	に	な	こ	ろ	ち
生	か	か	い	意	ふ	い	ろ	の	が
活	も	ば	ふ	識	と	と	の	そ	、
と	考	知	こ	と	呼	支	の	の	自
と	え	れ	と	ば	し	え	部	部	分
も	せ	な	ば	は	れ	ら	分	を	、
関	い	い	は	、	て	れ	は	、	意
係	な	し	、	君	い	い	、	識	さ
の	か	か	君	た	し	る	意	れ	た
あ	っ	し	ち	ち	よ	の	識	部	文
る	た	、	も	も	う	だ	さ	と	い
こ	だ	お	ど	ど	に	。	れ	う	。
と	。	そ	き	き	だ	風	な	と	こ
ば	だ	ら	ど	ど	。	船	い	こ	こ
の	が	く	き	き	そ	が	、	も	こ
だ	、	、	耳	耳	し	、	中	も	こ
。	そ	れ	に	に	て	そ	に	も	こ
	れ	が	し	し	の	の	あ	も	こ
	は	ど	た	た	部	あ	あ	も	こ
	、	て	こ	こ	部	あ	あ	も	こ

図2.1 校正課題

・FA条件

0					50	
1				40		
2			30			
3			20			
4		10				
5以上						
	2:00 以上	2:00	1:45	1:30	1:15	1:00 未満

・A条件

0			50			
1			40			
2			30			
3			20			
4			10			
5以上			0			
	2:00 以上	2:00	1:45	1:30	1:15	1:00 未満

・F条件

0						
1						
2	0	10	20	30	40	50
3						
4						
5以上				0		
	2:00 以上	2:00	1:45	1:30	1:15	1:00 未満

X軸=所用時間(分:秒)、Y軸=見落とし数

図2.2 実験条件

d) 実験条件

実験条件は図2.2を参照されたい。ここで条件は以下の意味をもつ。

- ・ FA (fast and accurate) 条件：速くかつ正確に課題を遂行することが高得点につながる条件。
- ・ A (accurate) 条件：正確に課題を遂行することが高得点につながる条件。
- ・ F (fast) 条件：速く課題を遂行することが高得点につながる条件。

3) 結果

所要時間 (RT)、見落とし数 (ER) のそれぞれについて、認知スタイル (S)、実験条件 (C) および試行回数 (T) の3要因の分散分析を行った結果を表2.1に示す。また、3つの条件下における認知スタイル別の所要時間 (RT)、見落とし数 (ER) および得点の変化を図2.3.1~2.3.3 に示す。

表2.1 分散分析表

	F(time)	F(error)	df
S	8.279**	0.375	(1, 34)
C	22.853**	25.982**	(2, 68)
S×C	3.505*	1.962	(2, 68)
T	10.798 **	1.188	(1, 34)
S×T	0.341	0.404	(1, 34)
C×T	33.333**	7.587**	(2, 68)
S×C×T	1.377	0.987	(2, 68)

* p<.05

**p<.01

その結果、RTについては、認知スタイル、条件および試行回数の全てにおいて有意な結果が得られた (p<.01)。Reは有意にImよりRTが長く、3つの条

件間でも、試行の前、後半でもRe、Imの間には有意な差がある。条件と試行回数の間の交互作用も有意であった ($p<.01$)。Re、ImともA条件では、試行の後半にRTが増加しているのに対し、FA、F条件では減少している。この認知スタイルの相違に制約されない文脈に応じた行動の平行的な変化が重要と考える。

ERについては条件 (C) および条件と試行回数の交互作用に有意な差が得られた ($p<.01$)。

条件間では有意にERが異なるが、認知スタイルによる差が認められない。RTとは逆にA条件では減少、F条件では増加の傾向がある。これは、得点を多くするという目的からいえば、極めて適応的な行動である。ここで、RTに比べERでは有意差が認められていない理由は、ERの絶対的数の少なさか、あるいはERの困難度がやさしいことに起因するものと考えられる。すなわち、課題の困難度を改良することによって2つの型の間有意差を見る可能性があると考えられる。

4) 実験結果の意味するもの

以上の結果から、Re、Imとも課題状況即ち文脈に応じて自発的に行動を変えうることを、さらに、図2.3.1～2.3.3から、文脈に応じて、もともとはReであったものがImのレベルの行動をとるに至ったり、もともとはImであったものがReのレベルの行動をとることは十分に有り得ることであることが証明されたといえよう。

しかし、ReがImに、ImがReにという誤答数、初発反応時間の相対的变化は明らかであるが、誤答数においてReがImを、反応時間においてImがReを相対的に上回ることはない。このことは、ReおよびImの柔軟性を証明しながら

らも、ReおよびImの二つの型が存在していることを否定するものではない。

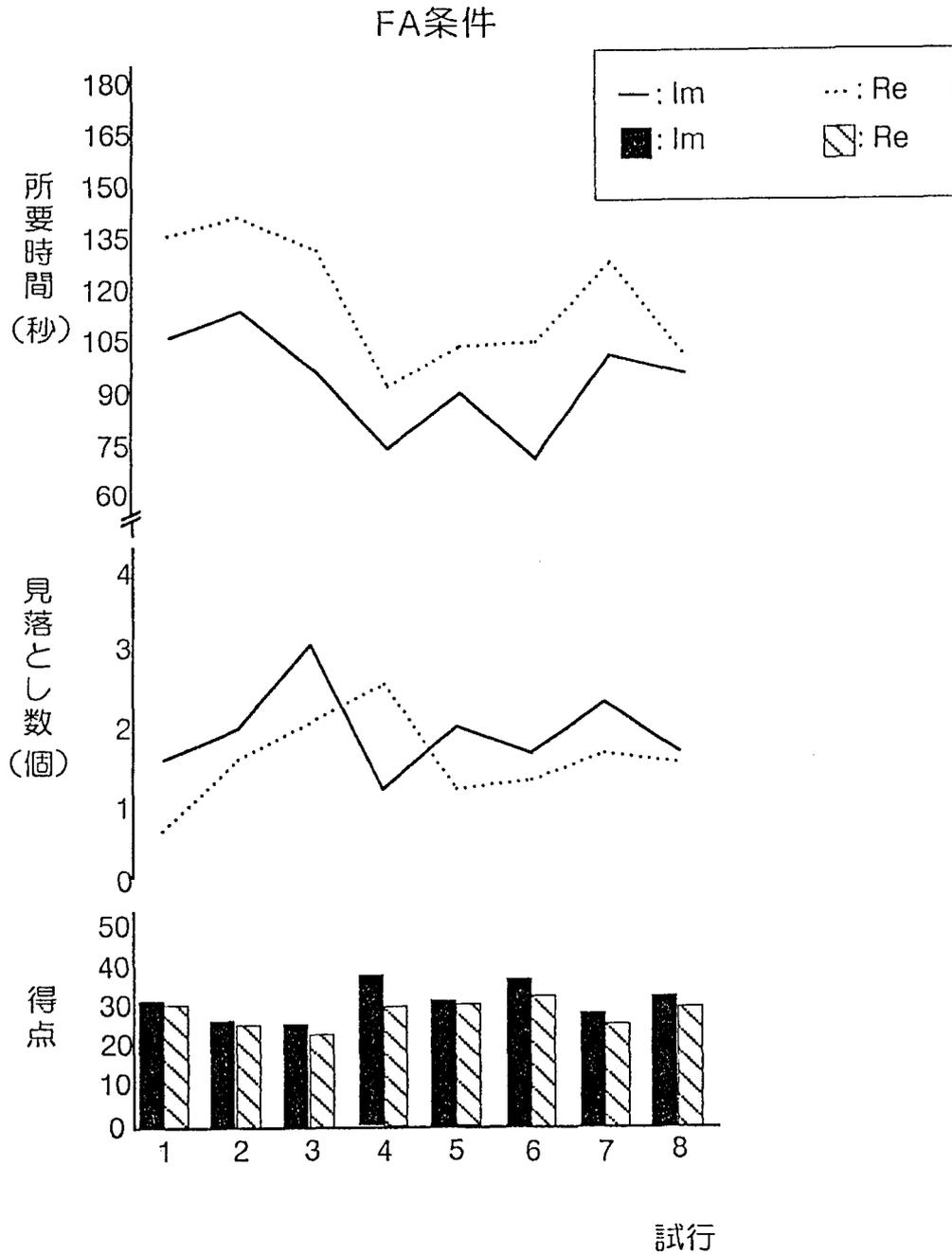


図2.3.1 認知スタイル別の所要時間、見落とし数、得点の変化—FA条件

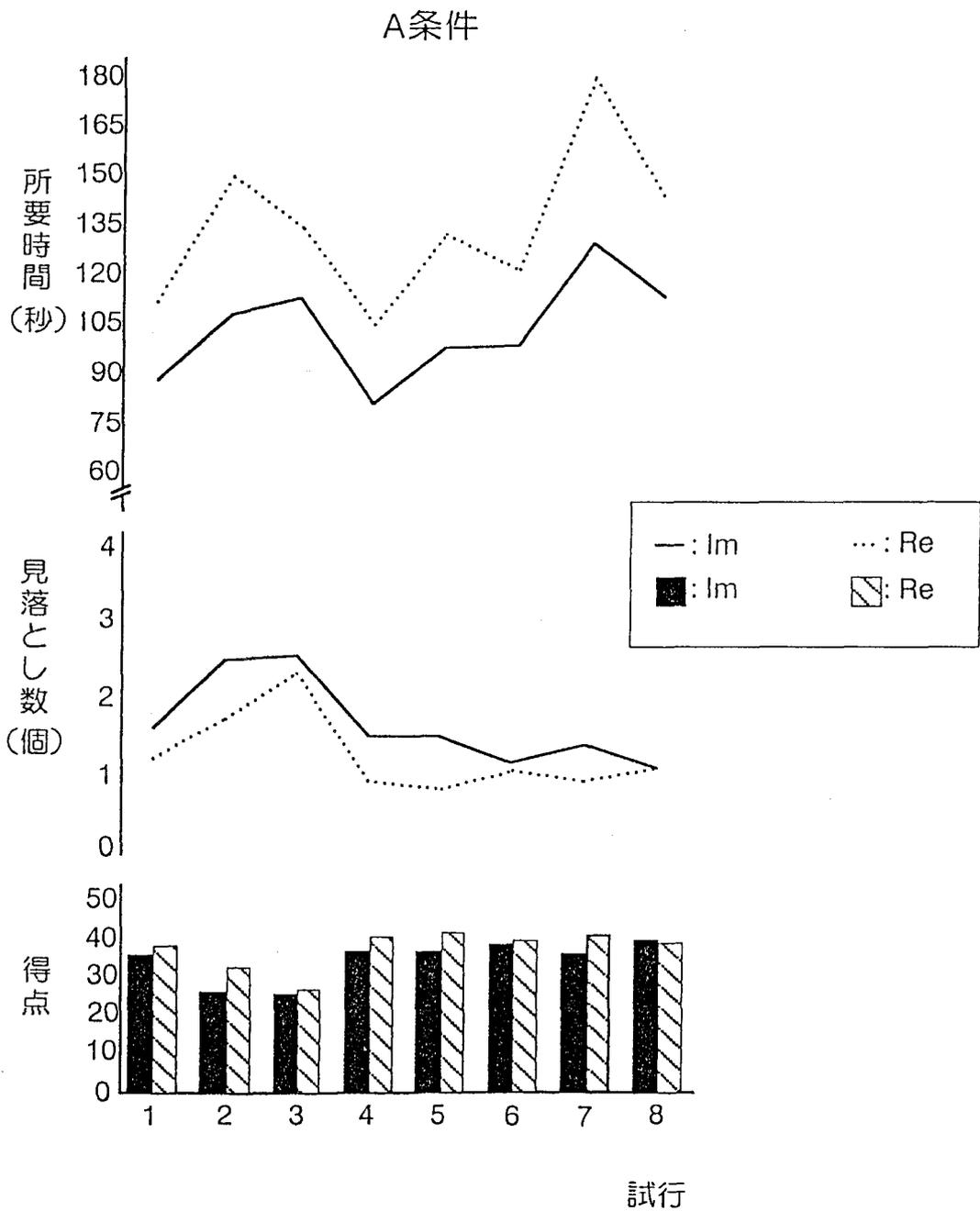


図2.3.2 認知スタイル別の所要時間、見落とし数、得点の変化—A条件

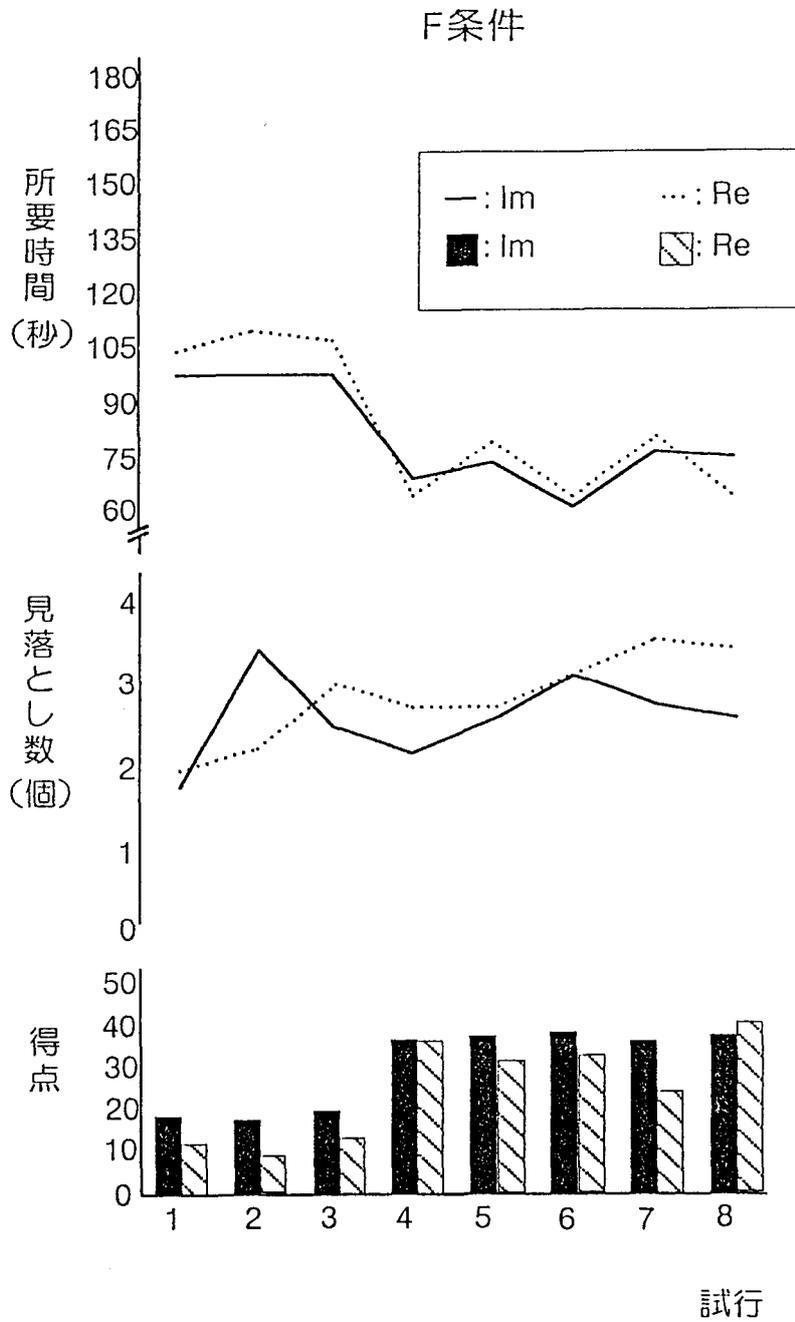


図2.3.3 認知スタイル別の所要時間、見落とし数、得点の変化—F条件

2.1.3 教育実践研究の観点からの実験結果の考察

実験場面では、絶えず繰り返される試行の中で、意識的にか、無意識的にか、各場面における行動のとりかたを得点がより多く得られる方向に変えていくという、被験者の行動が観察された。この実験場面を学習環境に置き換えて考察してみる。

1) その一つは、被験者の柔軟性である。この実験事例からは、MFPTによってタイプ分けされた衝動型、熟慮型の被験者が、文脈に応じて反応レベルをシフトし反対側の型の被験者の行動パターンに近い行動をとることも明らかになった。実験結果から推察すると、学習者の行動変容の範囲は、たとえば内向型の性格の学習者が真反対の外向型の学習者の行動パターンをとることは、文脈を考慮にいたした場合十分にありうることであろう。

2) 一方でまた、この実験の結果からも明らかなように衝動型、熟慮型というタイプは確かに存在し、そのような個人的傾向を保存しながら、文脈のなかでの動きを見ると、相互に平行的に環境に適応していく。

3) ヒトの類型化を心理学は好んで行なうが、このような結果を見ると、教育実践研究を念頭においた場合、ヒトの個性の表現をその代表値による static な表現にもっていくことより、可変の範囲を明らかにする方がより現実的と考えることもできるし、また、重要でもある。なぜなら、ヒトはそれぞれ、個人特性をもっているものの、文脈のなかで、どれだけ適応的な行動をとりうるか、その実態を知り、そのような行動をとりうるように教育の計画を組むことは教育実践研究そのものであるからである。ヒトは時と場合に応じて、可変的な行動をとりうるものが成長であり、成熟である。従来の個性の表現は平均値の記述にのみ関心があったため、変化の幅に記述の重点を移す

ことはしなかった。教育という観点から個性を見る場合、個性は個性として認めながらそれらが「柔軟な個性」として存在しうる様、変容せしむることが肝要な問題となる。

2.2 face to faceの関係とコンピュータとヒトの関係

—CAIシステム上で実行されたMFFTからの考察—

2.2.1 MFFTのCAIシステム上での実施

MFFTはもともと認知型を衝動型と熟慮型にタイプわけすることを目的とした面接型のテストである。動物や植物、あるいは関数グラフのような、有意な図柄からなる1つの標準刺激と、それと全く同じ図柄の比較刺激1つ、及び互いによく似てはいるが一箇所どこかで異なる6~8個の比較刺激を、実験者は同時に被験者に提示し、標準刺激と全く同じ比較刺激を被験者に同定させる（図2.4参照）。もし間違えば、被験者は、実験者より間違いであることのフィードバックを受け、再度回答を試みる。実験者と被験者は、テスト図版を介し座すという位置関係にある。タイプわけに用いる指標は、各図版の初回の反応に要した時間と、正解に到達するまでに要した誤反応数である。

野嶋（1980a）は、図2.5のような国立教育研究所で開発したCAI（Computer Assisted Instruction）システムを利用した学習実験の一環として、衝動型—熟慮型の情報処理特性を各学習者について測定するために、MFFTのCAI教材化を図った（このようにCAI化されたMFFTをCMFFTと呼ぶことにする）。このときMFFT図版はマイクロフィッシュ提示装置に図版と同じ大きさで提示され、テストに関する指示、被験者の回答およびフィードバック

はCRT提示装置に英数およびカタカナで提示された。図2.5において学習者の左手側がマイクロフィッシュ提示装置、右手側がCRT提示装置である。

CMFFTの場合の被験者の反応は比較刺激の下に上行左側から順に小さく振られた番号を入力し、RETURNキーを押す作業からなり、CAIシステムはこの反応内容と、刺激が呈示されてから応答するまでの初発反応時間および第n回目の刺激提示から第n回目の反応までの反応時間を自動的に記録するように設計されている。

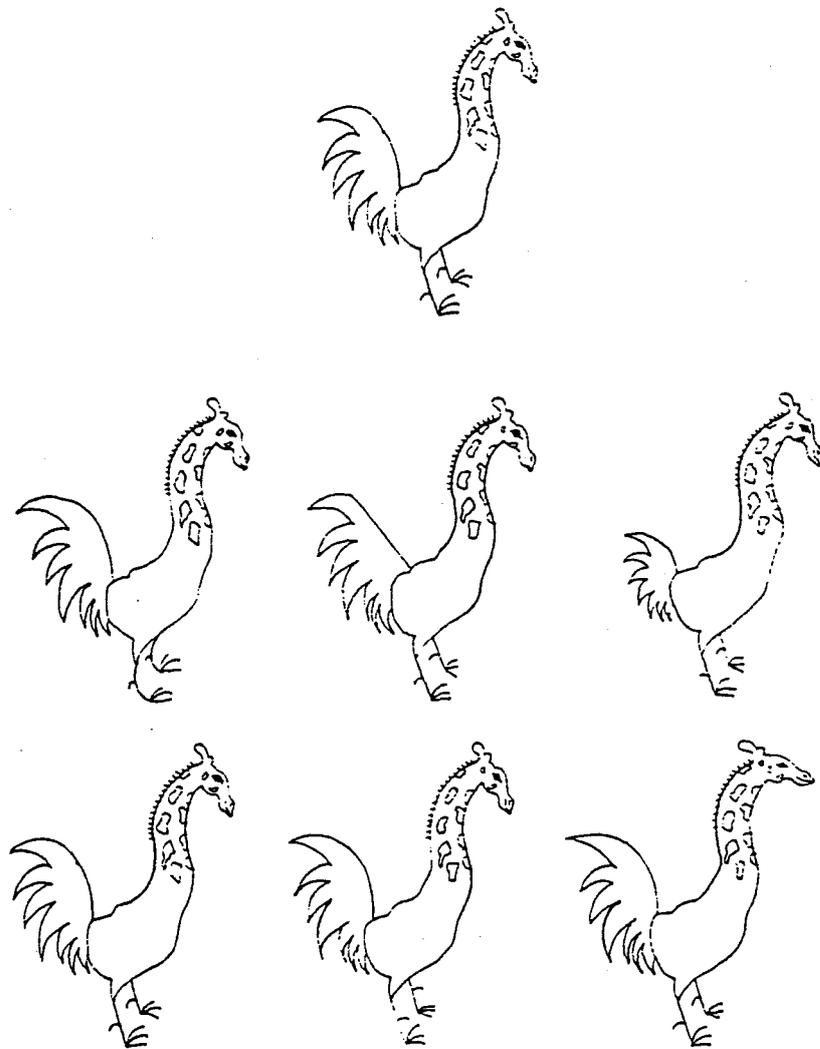


図2.4 MFFT図版例



図2.5 国立教育研究所CAIシステム

2.2.2 CMFFTとMFFTの信頼性

MFFTは2つの指標、初発反応時間と誤反応数にもとづいて被験者の型分けを行う。したがって、MFFTの信頼性は2つの指標おのおのについて独立になされる。以下ではこの2つの指標の信頼性について論じる。通常の場合、このテストでは机をはさむ形で実験者と被験者は向かい合って座るが、このテストの被験者は、コンピュータと対話しながら、コンピュータの指示にしたがったテストを実施したことになる。実際に測定対象となった者は中学1年生68人、中学2年生26人の計94人であるが、中学2年生は母集団からのサンプルとしては偏りのあるサンプルであったため、信頼性係数は中学1年生68人についてのみ求めた。その結果、クロンバックの α 係数が、反応時間で.87、

誤り数で.74であった。この値は、実験者が介在する従来の方法における信頼性係数.32～.61と比較すると格段に高い値と言える（Ault, Mitchell & Hartman, 1975；Messer, 1976）。

従来の研究で、MFFTの信頼性に関し最も代表的な例を見てみよう。いずれも6-10才の児童を被験者とし、1-8週の期間を置いた再テスト法によるものである。上記の条件下で、反応時間の信頼性に関し、Adams（1972）は.58、Duckworthら（1974）は.68、Hall & Russell（1974）は.73、Siegelman（1969）は.96、誤反応の信頼性に関しては、それぞれ、.39、.34、.43及び.80の値を報告している。しかしながら、たとえば、AdamsやSiegelmanの場合は、fast-accurateやslow-inaccurateの被験者を除いた衝動型と熟慮型の被験者のみについて得られた信頼性係数であったり、他の場合においても一つの刺激について誤りは1回のみ認めるといった被験者に有利な条件が付加されていることから、いずれにせよ、発表された α 値より差っ引いて考えなければならぬと言えよう。また、Aultら（1975）の報告によれば、数多くの非公式のデータからのMFFTの誤り数に関し、 α 係数に代表される内部一致係数は.50を越えることはなかったという。

この結果は、明らかに、実験者と被験者の関係と、コンピュータと被験者の関係という「関係の相違」に帰着する。

従来、面接法によるテスト結果に与えるノイズ要因の主なものとしては、以下のような事柄があげらる（斎藤, 1974）。

1) テスターと被験者の間のラポールの様態

まず何よりも、テスターと被験者との間に相互に信頼できる関係が確立されていなければならない。

2) テストにふさわしい環境づくり

特に当事者以外の存在が関与しない場所が必要である。

3) テスターのことばづかい

例えばうなずきや相槌は、相手の応答意欲を喚起するものであるが、これを頻発すると信頼関係を損なうことになる。また、ため息やほほえみ、さらに沈黙すら被験者にとっては実験者側からの有力なサインと受け取ることができる。

ひるがえって、コンピュータではプログラム化されたメッセージ以外はノイズ発生源となる要因は一つとして存在しない。何故かコンピュータは一般的にreliableなものとされている。また、システムの設計にもよるが、コミュニケーションに音声を用いなければたとえ集団であっても進度の違いから他者の影響を受けることは少ない。さらに、コンピュータからのフィードバックは、そのシステムが安定している限り、常に一様である。

MFFTの実施場面において、本実験に入ってから実験者が被験者に与えるフィードバックは、正、誤の情報のみのはずである。後は「もう一度やり直してください」、「次の図版です」、「これで終わりです」等、極めて限られたものでしかない。常識的な見解からすれば、実験者と被験者、コンピュータと被験者の「関係の相違」はほとんど見当たらない。しかし、現実はかなり異なる。

原因はどうしても、実験者一人と被験者一人が机をはさみ対峙するという関係に戻らねばなるまい。それは恐らく、ヒトとヒトが対峙するという関係のもつ特殊性に入り込まざるを得ないであろう。即ち「ヒトとヒトは互いに影響しあう関係である」という命題を取り上げざるを得ない。

被験者が実験者と一対一で対峙したとき、被験者側にはテストによって自分の特性が測られたのではなく、実験者によって測られたと感じる部分は、個人により感じ方の大小こそあれ、必ず存在するであろう。ヒトによって測られるという感じ方をもつ限りにおいて、そこには、言語を介しているか否かを問わず、コミュニケーションのダイナミズムが存在する。表情の一つ一つ、呼吸の一つ一つ、音声のトーンの変化の一つ一つが被験者には情報となって伝わってくる。コンピュータの場合は、明示的に示された言語からの、それも多くの場合、文字によるメッセージがディスプレイ上に返ってくるにすぎなかった。しかも、CMMFTは、できる限りメッセージに統一性をもたせていた。

CMFFTとMFFTの信頼性を比較するとき、コンピュータという測定者と被験者の関係の安定性は、ヒトによる測定者と被験者の関係より抜きんで高いといえる。やや極論にすぎるかもしれないが、コンピュータとヒトの関係は安定しているが、ヒトとヒトの関係が生き生きとしたコミュニケーションの過程であることに由来しているとも言えるわけである。お互いがお互いのメッセージをさぐりあい、それを有意味な情報に転換していく、そこにはポラニーの言う「暗黙の知」の過程も当然のことながら含まれる。情報はある意味では生み出すものである。とするならば、当然のことながら、誤解や誤読といった負の産物も含まれることになる。

信頼性の低さが、受容したメッセージに意味を生成する過程に起因するとするならば、これはむしろ、ヒトの特性の中でも、すぐれた特性として位置付けられるべきものと言える。ヒトによってヒトを教えるという営みを考えるとき、この信頼性の低さは、なぜヒトはヒトによって教えられねばならな

いかという問いに対する解答のヒントを含んでいる。ヒトとヒトの関係は、コンピュータとヒトの関係よりも、融通性に富んだ、それ故に、教え学ぶという複雑なプロセスを営むためには豊かな環境と言えるのではないだろうか。

3. 視聴覚メディアを心理学的測定法に取り入れる試み

最近における教育機器の展開にはめざましいものがあり、特にパーソナルコンピュータのマルチメディア化が急速に展開している。コンピュータの教育利用といえば、CAI (Computer Assisted Instruction) がその代表例であるが、他の教育機器同様、教授活動を支援する機器ではあっても、教育測定・評価、特にテストを行う機器としての認識は少ない。我々の脳裏には、アチーブメントテストと言えばペーパーテストというイメージが固定してしまっているようである。我々はもっと自由にテスト的環境を構成できないであろうか。映像的に把握された学習成果は映像を利用して測定し、具体的な文脈の中で測定するという必要性はないだろうか。以下では今後展開される教育環境を考え、そのような中での新しいテスト法について言及することにする。

3.1 視聴覚機器を利用したテスト法開発の経緯

視聴覚メディアを利用したテスト法の研究は、恐らく、Thurstone (1941) によるものが最初であろう。Thurstoneは、心理学実験用の刺激提示装置としてマイクロフィルムプロジェクターを利用し、種々の刺激図形をマイクロフィルム化してうつし出しながら、刺激提示から応答するまでの応答時間をタイマーで記録する装置を開発した。Thurstoneは、この装置を使った場合、カード刺激を用い、ストップウォッチで実験を行った場合に比べ、被験者、実験者双方にとっての時間の節約、条件の統制、他の多くの刺激提示実験への利用可能性が大であることからくる経済性、などの利点があると共に、特に

被験者の注意を持続しやすい点を強調している。

Thelen (1945) は、スライドプロジェクターと、それと同期させたナレーションからなるテスト機器を開発し、それを初等理科のテストに利用している。彼によれば、その利点は以下のようにまとめることができる。

- (1) テスト状況を高度に統制可能である。
- (2) より高い動機づけの状態において、生徒にテスト課題を提示できる。
- (3) テスト課題提示の際の言語的情報を最小限におさえることができる。
- (4) より詳細な刺激提示、実際に近い刺激提示ができるので、より微妙な測定評価が可能である。

また、Thelenはこの論文の中で、評価法というものは根本的に、教育目標を構成すると想定される行動の妥当な予測をするために用いるためのものであり、したがって、そのような状況に児童生徒を置くことが重要であり、ここに、メディアを利用する意義があると述べている。

Johnson & Vogtoman (1955) は、特にThurstoneやThelenのように、メディア利用の測定システムの開発を行ったわけではないが、Thelenと同じような発想を見出すことができる。彼らは、ミシガン州立大学の心理学の教官であり心理学を教えた後の伝統的な教育評価のあり方に大きな疑問を抱いていた。たとえば、パーソナリティについて教えたとして、その学習成果の一部である知識的側面だけをペーパーテストで測ってよしとするものだろうかという疑問である。たとえば、解剖学の試験においてテストの素材として骨を教室に持ち込むことがあるように、具体的な状況を伴った人間の行動を、演示なり画像なりで教室にもちこむことによって、単なる知識ではなく、実際に～ができるという、実行レベルでの、あるいはそれに近い測定が可能にな

るはずであると考えた。彼らはそのような考えのもとに、テスト項目としての標準化も可能である手段として、映画を利用し、映画の中の人物の行動を提示し、その行動に講義で教えた内容を同定させるテストを開発した。測定の対象が理念ではなく、「実際に何ができるか」に関連した実行スキルに近い場合、映画というメディアを利用すると、ペーパーテストでは困難な問題を解決できるという1例である。Johnsonらによれば、この時点までで、映画を実験に用いた例は多数あったが、テストという目的で利用したものは皆無であったという。

ThurstoneやThelenも指摘していたことであるが、テスト場面に視聴覚メディアを利用することの利点として、テスト状況のコントロールに統一性が保たれる点をあげることができる。Woodward (1964) は、テレビが評価用の道具としてそのような側面から優れていることを指摘し、Hopkinsら

(1967) は、閉回路テレビネットワークを利用した標準テストの実施群と教師による標準テスト実施群を設け、テスト実施者の与える影響を検討している。テストの標準化の内容は一般的に、a) 妥当性のあるテスト項目の作成、b) 実施法（検査時間、説明や教示内容）の決定、c) 採点法の決定、d) 解釈法の決定、等の作業プロセスを含むものであるが、被験者のグループサイズ、被験者とテスト実施者の親和の度合、テストが実施される室内の環境等にまで言及されることは、ほとんどなかった。

Hopkinsらは、小学校5年生、6年生を対象に、ランダムに20校を抽出し、11校をテレビコントロールによる実験群、9校を教師コントロールによる統制群とし、標準化された理科のテスト (Metropolitan Science Test) を実施した。その結果、テレビコントロール群と教師コントロール群のテスト結果に

有意差はないが、実験群、統制群の学級規模によって（20～35人クラスと36人以上のクラス）、有意差が認められた。すなわち、大規模クラスではテレビコントロール群が高い得点を示し、普通クラスでは教師コントロール群が高い得点を示した。大規模クラスでは、テレビによりコントロールされたテスト管理が望ましいという結果が得られた。

テスト状況をコントロールするという観点からメディア利用のテストシステムの特徴に言及する場合、メディア利用のテストを実施した場合と他のテスト実施法の間、信頼性という観点からどのような差が見出せるか検討することも重要である。この点に関し、野嶋（1980a）が試みた一例は、2.2で述べたようにヒトによるテストではなくCAIシステムによる、ヒトを介在させないテストであるが、この方式のテストは信頼性に関しヒトとヒトによるface to faceのテストよりもより信頼性の高い結果が得られる可能性が高いことを示している。

3.2 情報のモダリティーと測定

3.2.1 測定とモダリティー—Visual Testingの発想

映像媒体を中心とした教育メディアが教育実践の中で不可欠な教育機器となっている状況は、日本だけにみられる現象ではなく、世界的な傾向といえる。これは、事実をよりリアリスティックに提示するということの効果のみならず視覚的に教育内容を提示することの心理的、認知的効果が評価されていることによる。しかし、教授＝学習＝評価の過程として授業を眺めたとき、各種の映像メディアは、教授機能を強化するために用いられることはあっても、評価を目的として用いられることは非常に少ない。相変わらず、

紙と鉛筆による、過度に言語的な課題からなるテストが実施されているというのが現状である。映像的な情報を主体とした教授活動が行われた授業に対し、その学習成果を、映像的な情報を主体としたテストで測定する必要性はまったくないのであろうか。Visual Testing という用語は、visual aids を利用したテストという意味も含むが、視覚化された教材を用いた教授の成果を、その情報のモードにあわせた、視覚化されたテスト項目からなるテストで測定するという問題を提起している言葉でもある。

Szaboら（1981）は高等学校理科の「心臓の構造と動き」の授業を利用して、授業及び評価の各段階における視覚化された情報の役割について調べた。実験に用いた教材は、共同研究者の一人であるDwyerによって開発された、心臓の収縮と弛緩時における心臓の各部の活動と名称について解説した約2,000語からなる自己学習用教材に手を加えたものである。また、当該の教材に即し、個々の学習者の教育目標の達成状況を知るために、以下のような3種類の目標準拠テストを開発した。

1) 識別テスト

心臓の各部位の名称や位置を識別する能力を測定するテスト、多肢選択の20項目からなる。以下同じ。

2) 用語テスト

心臓の収縮、弛緩に関する特定の事実、用語、定義に関する能力を測定するテスト。

3) 理解テスト

たとえば、心臓の活動の特定の時期における各部位の動きを尋ねるような質問から成り、心臓の収縮弛緩に関する総合的な理解力を測定するテスト。

Szaboらは、本実験に入る前に、Dwyerの教材で学習した学生たちに、3つのテストを実施し、37ヶ所に及ぶ、理解の困難な箇所を見出し、これに改訂を加えると同時に、内容の言語的解説を補う線画による図的解説を付加した。すなわち言語的教材と、言語的教材に図的解説を付加した教材の2種類が用意されたわけである。テストにも、教材にあわせて、言語的なテストと視覚的なテストの2種が用意された（図3.1）。

VERBAL TEST ITEM

When blood is being forced out the right ventricle, in what position is the tricuspid valve?

- | | |
|---------------------|-----------|
| A. partially opened | C. open |
| B. partially closed | D. closed |

VISUAL TEST ITEM

The position of the tricuspid valve when blood is forced out of the right ventricle

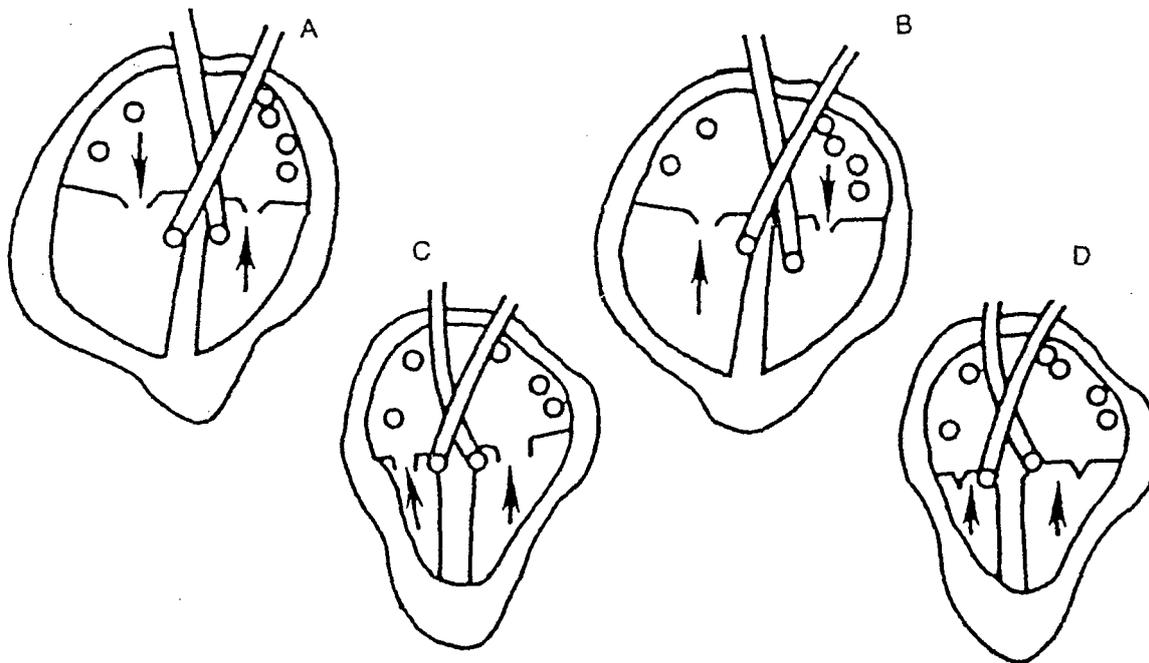


図 3.1 高校理科「心臓の構造と働き」の言語的テストと視覚的テスト
(Szaboら (1981) より引用)

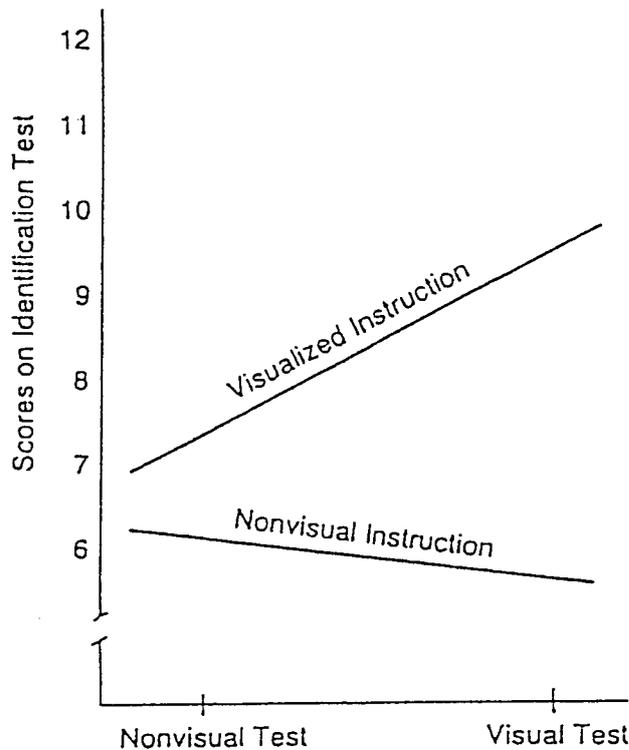


図3.2 教授モードとテストモードの交互作用 (Szaboら (1981) より引用)

言語的教授群、視覚的教授群にそれぞれ48名ずつの学生を配置し、各教授群を、さらに、言語的テスト、視覚的テスト群に二分し、実験を実施した。その結果、次の点が指摘された。

- 1) 視覚的教授群は、言語的教授群より、有意に高い得点を全てのテストで示した。
- 2) 一方で、言語的テスト群と視覚的テスト群との間には有意なテスト得点の差はみられなかった。
- 3) 本実験の主要な眼目である、視覚的教授に対して視覚的テストが望ましいのではなかろうかという仮定は、3種のテストのうち、識別テストにおいて支持されたが、他のテストでは有意な得点の差が見い出せなかった (図3.2)。3つのテストの得点を合計し、分散分析を行ったところ、教授モード

とテストモードの間の交互作用は、 $.05 < p < .07$ であり、視覚的教授に視覚的テストが適当である傾向を示していた。

Szaboらのこの結果は、教授モードにテストモードを対応させるべきであるとする説を十分に証明したとはいえないが、そのような見解は、検討に十分値することを印象づけた点で高い評価を有する。

3.2.2 Visual Testingに関連する人間の情報処理過程に関する諸説

人間の情報処理過程に関する研究は、心理学、生理学等を中心に、情報科学的研究の進展につれて益々盛んになってきている。Visual Testingの発想は、文字、図形、音声、映像の情報の表現され、伝送される様態およびその受け手である人間の情報の認知の過程に深くかかわるものであり、これまで、距離の遠かったテストの研究と人間の情報処理プロセスの研究を結びつけるものである。ここでは、言語的情報（主として文字情報）と図形的（絵画的）情報の処理に関する説に若干触れることにする。

図形的あるいは、絵画的に表現された情報が、単語のように言語的に表現された情報より記憶に対する把持率が高いという事実は、多くの論文で指摘されている（Snodgrass, Volvovitz & Walfish, 1972 等）。また一方で、系列記憶を含んだような特定の課題においては単語の記憶の方が図形的記述よりよい成績を示すという結果も明らかになっている（Paivio & Csapo, 1969a ; Paivio & Csapo, 1969b）。このような言語的情報と図形的情報の処理の見かけ上の不一致を説明するため、いくつかの仮説が提案されている。それらの処理過程は大きく次の2つの仮説に集約される。

1) 単一システム仮説（言語ループ仮説とも呼ばれる）

図形情報が入力されると、それは内的な図形情報の翻訳機構によって一連の単語情報に先ず翻訳され、次に言語的命題に表現しなおされて記憶される。また検索はこの第2段階に対してなされるとする説である。この説を裏づける実験的事実として、視覚的に提示された刺激の内容を正確に伝えかつ短く言語的に記述できる能力と、その視覚的刺激的の記憶量とが正に相関することなどがあげられている（Glanzer & Clark, 1963a ; Glanzer & Clark, 1963b ; Glanzer & Clark, 1964）。

2) 二重システム仮説

この説は、図形的情報と言語的情報の処理過程は、それぞれにおいて異なることを主張する。Paivio（1971）の二重符号仮説はその代表的なものであり、2つの異なった記憶システムを仮定している。すなわち、1つは言語的シンボルの処理過程であり、もう1つは非言語的イメージ処理の過程である。このモデルにおいては、2つのシステムは単独で働くが、ある場合には互いに強く連携しあうとされている。たとえば単語（文字列からなる）は前者の処理過程で処理される場合もあれば、後者の処理過程で処理される場合もあるというように、二重システム仮説は、最近における大脳半球の左右差（ラテラリティ）の研究諸説とよく一致する。それによれば、左半球は抽象的言語的機能を司り、右半球は知覚的イメージ的機能を司るとされている。たとえば、Bahrick & Bahrick（1971）によれば、単純な線画に単語のラベルをつけて、ラベルによる再認実験をした場合と、線画を直接見せて得た再認の正答率とは異なることを指摘している。

このような情報処理モデルの他にも、有効な手掛りや刺激が多いほど学習

量は増加するという、Day & Beach (1950) の手掛り累積原理 (cue summation principle) や、Irwin & Aronson (1958) のテスト状況が学習状況に似ているほど、得られる情報量が多くなるという刺激汎化仮説 (stimulus generalization hypothesis) などをあげることができる。このように、人間の情報処理過程に関するさまざまな知見は、Visual Testingの理論化にさまざまな資料を提供してくれる。

3.2.3 教授情報のモダリティーにテストのモダリティーを対応させる

Szaboらの研究は、従来テストといえば、紙と鉛筆と決め込んだものを、今一度考え直す機会を与えたという点で重要な意味を投げかけている。「教える」という環境が、視聴覚教育の重要性が叫ばれた時期を経て、マルチメディア的環境が一般的になりつつある一方で、「テスト」という環境は一向に変わりばえする気配がみえない。考えてみれば不思議なことである。「教える」という環境の整備と「テスト」という環境の整備の間のギャップが多すぎるといえる。

Szaboらの研究は、極めて明確な事実を指摘できるまでには至っていないが、少なくとも、「教える」という情報のモダリティーと、「テスト」という情報のモダリティーの間に何らかの一致的な配慮を促すという意味で一石を投じた研究といえよう。映像的に表現された教材の学習成果は、映像的に把握される部分が圧倒的に多いであろう。もちろん抽象化された概念やイメージとして獲得される部分もある。しかし、これらの学習結果は圧倒的に文字概念的側面からのみテストされることが多いのが現状である。

3.3 Audio-Visual Testing

3.3.1 Audio-Visual テストシステム

Visual Testingの目的は、3.1～3.2で述べてきたように、テスト状況の統制をより強化するためであったり、教授状況とテスト状況の情報のモダリティーを対応づけるためであったり、主として言語的に教授された学習内容を、映像のレベルで確認するためであったり、あるいは、被験者の動機づけを高めるためであったり、それぞれの研究者によって少しずつ異なっていたが、放送教育の学習効果の測定を念頭においた場合、全ての点で現状の研究の見直しをする上で参考になった。

今でこそ、マルチメディア型のパーソナルコンピュータが市場に出回り、それが一般的になったが、たった10年程前のコンピュータの環境では、音声、映像（動画）、文字を同一画面上で、同時処理することは不可能であった。しかし、パーソナルコンピュータは従来のOSの管理下で、高度なグラフィック機能を備えはじめており、また、モニターテレビにおいても、パーソナルコンピュータのディスプレイとVTRのモニターテレビを兼用するマルチスキャンモニターテレビが出現しはじめていた。

このような状況下で、Visual Testingの発想をもう一步おし進め、音声と映像によるテスト方式の研究を念頭に、そのようなテストを可能にするテストシステムの開発を試みた（野嶋・柳本・宮川・笠嶋, 1984；宮川・野嶋, 1986）。この時点でこのテストシステムをAudio-Visual テストシステムと名付けた。また、以後、映像と音声を利用したテストを我々は、Audio-Visual Testingと呼ぶようになった。このシステムの基本的部分は、パーソナルコンピュータによるビデオ制御にあり、以下では、このインタフェースの概略を

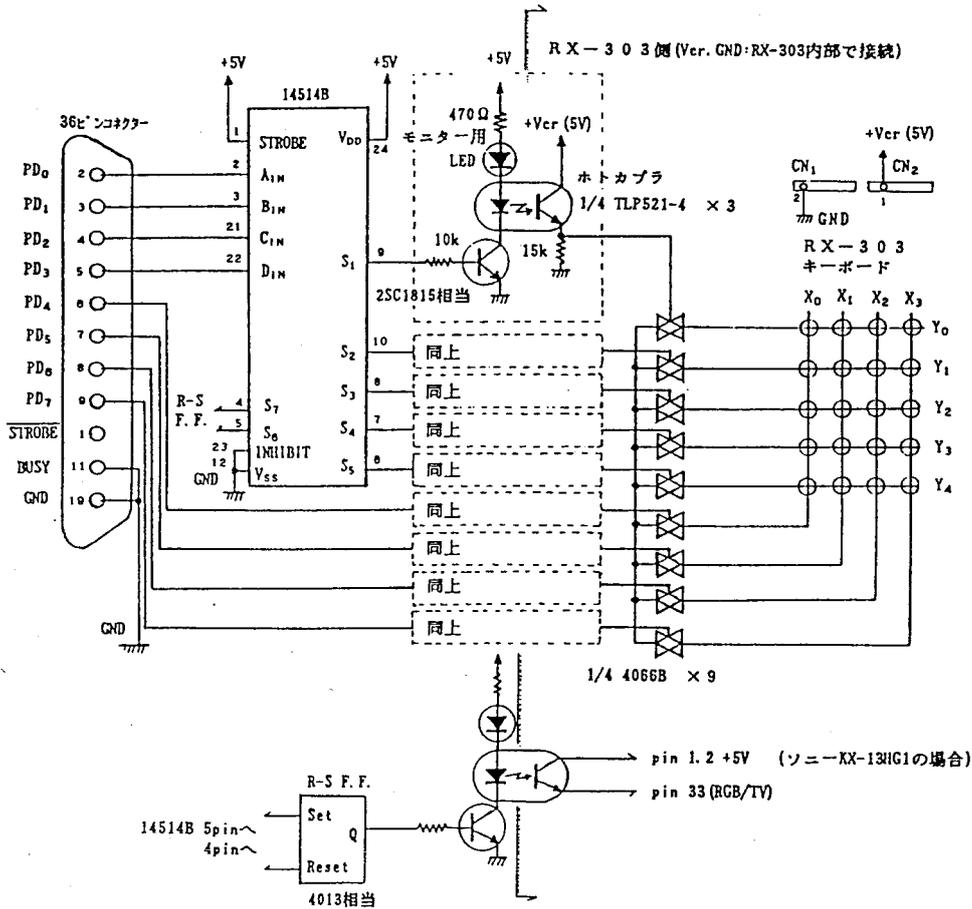
述べておく。

1) VTRの制御方法について

パーソナルコンピュータでVTRを制御する場合の要点は、今現在再生しているビデオテープの位置を知る方法である。ただ単に再生、停止、早送りなどの動作をさせるだけならばそれらのボタンを押すことと同様の操作をI/Oボードなどを用いてパソコンでオンオフすればよいのだが、VTRは再生→停止→巻戻し→再生→一時停止→・・・と制御命令によりビデオテープが走行し、ビデオテープの現在の位置を検出できなければ見当はずれの教材提示になってしまう。このような事態を避けるためには、a) CTL（映像コントロール）信号を用いてVTRを制御するリモートコントローラを用いればテープ位置の確認が可能である。また、b) CTL信号を直接取り出して外部に設けたカウンターなどでカウントし制御する方法や、c) デジタルカウンター付のVTRのテープカウント信号を内部から取り出して処理する方法などが考えられる。b) やc) の方法でテープ位置を検出してもVTRを制御するためには何らかのスイッチか配線が必要となり、VTR内部へ手を加えることは好ましくない。そこでa) の方法によるリモートコントローラをパソコンで（間接的に）制御するインタフェースを開発した。

2) VTR制御システムの機能

インタフェースの機能はオートサーチコントローラの操作ボタンを押してVTRを制御することと変わらず、例えばオートサーチコントローラとしてRX-303（ソニー）を使用した場合、図3.3に示したコード表のような再生、停止、早送り、巻戻し、サーチなど各種の制御ができる。機器の接続は、パソコンのプリンタ端子とインタフェースの36ピン端子、VTRとRX-303、イン



図の回路では用いていないがセントロニクスインタフェースのBUSY, STROBE信号の利用法を示す。(PC-8801の場合)

- BUSY信号
 $(INP(\&H40) \text{ AND } 1) = 1$: BUSY
 $(INP(\&H40) \text{ AND } 0) = 0$: READY
- STROBE信号
 $OUT \&H40, 0 \rightarrow 0$
 $OUT \&H40, 1 \rightarrow 1$

(コードに対応するVTRの動作は下表のようになっている。)

2進	上位bit	0001	0010	0100	1000
下位	16進	1	2	4	8
0001	1	0	1	2	3
0010	2	4	5	6	7
0011	3	8	9	S	R
0100	4	stop	play	fwd	pause
0101	5	rev	X	C	0set

0~9: 数値, S: セグメントサーチ, R: リピート
 C: クリア, その他 &H06, &H07を画面の切替(VTR-パソコン)に利用している。

パソコンのプログラム例

- 例 1 VTRを再生状態にする。
`LPRINT CHR$(&H24);`
- 例 2 VTR操作のプログラム
`100 PRINT "初期設定中"`
`110 LPRINT CHR$(&H06);` ' パソコン画面ON
`120 FOR I=0 TO 100: NEXT I` ' 時間待ち
`130 LPRINT CHR$(&H15);` ' テープ巻戻し
`140 FOR I=0 TO 5000: NEXT I` ' 時間待ち
`150 LPRINT CHR$(0);` ' &H15の解除
`160 LPRINT CHR$(&H07);` ' VTR画面ON
`170`

なお、CHR\$(0); など最後のセミコロンは Line Feed (CHR\$(10))を送り出さないためのものである。

図3.3 セントロニクスインタフェースとRX-303を利用したVTR制御インタフェース回路

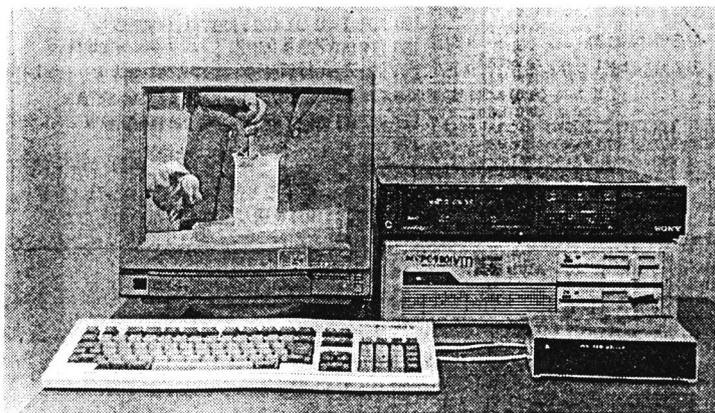


図3.4 VTR制御システム

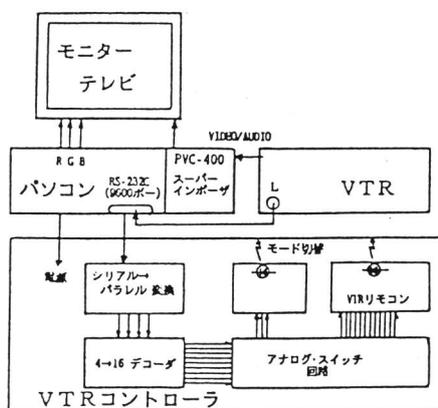


図3.5 VTR制御システムの概略

タフェースとRX-303の間をそれぞれ接続する。

制御命令の出し方は、例えば、テープの早送りはパソコン側でLPRINT CHR\$(&H44) ; と入力すればよいのである。

動作の概略は次のようになる。パソコンのプリンターインタフェースを通して送り出した8ビットパラレルデータ (&H00~&H85) は上位4ビットと下

位4ビットに分けられ、上位4ビットは直接ホトカプラ駆動回路へ行く。一方、下位4ビットはデコーダICにより10進化（ここでは1～5を使用）した後、ホトカプラ駆動回路へ行き、4×5ビットの出力としてRX-303のスイッチマトリクスに送るとコード表に掲げたような動作を開始する。ホトカプラを使用したのは本インタフェースとVTR・RX-303を電氣的に分離するためである。

3) 機器構成

以上のようなVTR制御システム（図3.4及び図3.5）を中心に、最終的には、Audio-Visual Testingシステムはパーソナルコンピュータ、マルチスクリーンモニターテレビ、VTR及び音声テープ制御装置から構成された。このシステムは、テストのみ念頭においていたが、CAIシステムとしての利用も、コンピュータ及びソフトウェア次第で可能でもあった。

3.3.2 Audio-Visual Testingへの適用例

1) シナリオとコンピュータプログラム

NHK教育テレビ番組「沸点と融点」（中学2年生理科）を題材とし、教育テレビ番組の中に質問を埋め込んだ形式のAudio-Visual Testを開発した。水をアルコールランプで熱し、沸騰したときの温度が100℃であることを解説した後、沸点が100℃でない液体を提示しそれに続く、先生と生徒のやりとりの一部を問題に変えたものである。3.3.1の3)の機器構成のもとで展開することを前提としている。

図3.6は、テストをコンピュータプログラム化する前のシナリオの一部である。更に、図3.7は、図3.6のシナリオに対応したコンピュータプログラムの

部分である。

サンプルプログラムについて簡単な解説をしておく。

105-240行：初期設定

サブルーチン

5000-5040行：VTR制御信号の送り出し

7000-7120行：VTR出力信号の読み取り

7200-7300行：経過時間の算出

7000-7120行：VTRカウンター値からの時間算出

メインストリームに戻って

2000-2040行：VTR画面（図3.6.1）表示（1443秒）後、次画面へ

2100-2180行：スーパーインポーズ画面（図3.6.2）提示、質問文のナレーション提示（65秒）後キー入力の格納、次画面へ

2200-2280行：質問文のナレーションとともにスーパーインポーズ画面（図3.6.3）表示（75秒）後キー入力の格納、次画面へ

2) 集団形式のAudio-Visualテストへの適用例

3.3.1の3) の機器構成のもとでのテストは、個別のテストとなる。開発したテスト環境は、インタフェースとの関係もあり、一システムのみであった。そこで実践的利用のためにとりあえず、集団形式のAudio-Visualテストを試行した。テストの流れに沿った多肢選択形式の回答用紙を用意し、全ての提示情報をビデオ化し、コンピュータ制御の場合と同じ待ち時間を設定した。なおこのテストの利用にあたっては、所定のNHK理科教育番組、「沸点と融点」をそのまま流し、その後、復習の形のようになるが、ビデオの流れに沿いながら、埋め込まれるような形でAudio-Visualテストが挿入されてい

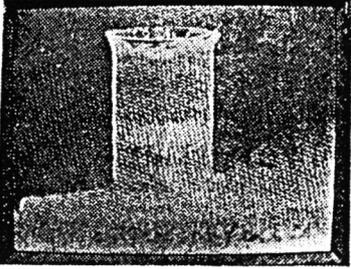
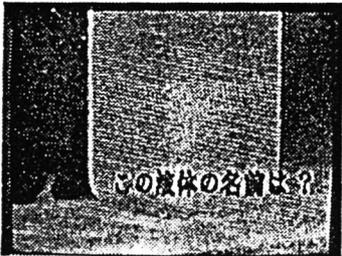
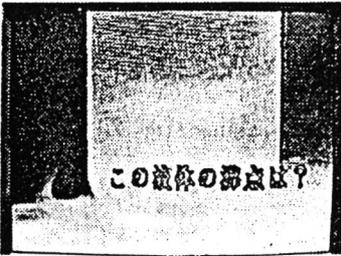
映 像	情 報	音 声 情 報
T V	コンピュータ	ナレーション
 図3.6.1		T さあここにね、変った液体があるからよく見て下さい。 S これサイダーですか。 T いや、サイダーではありません。 これ沸騰しているんですよ。 S 沸騰って先生、下から火で熱してもいないし。 T ここに氷がありますからこれ氷の上ののせてみますね。氷の上ののせると・・・ S それじゃ冷すことに・・・ あれ！沸騰してるんですか、これ。 T これも沸騰といいます。 S 氷にのせても沸騰
 図3.6.2	(6 5 秒間) この液体の名前は？ スーパーインポーズ 図3.6.3	N 質問です。この液体は何でしょう。次の中から適当なものを選び番号で答えなさい。 1. 水 2. エチルアルコール 3. 塩化ナトリウム 4. 液体窒素 5. 酢酸 (2度繰り返す)
 図3.6.4	(7 5 秒間) この液体の沸点は？ スーパーインポーズ 図3.6.5	N. もう一つ質問。この液体の沸点は何度でしょう。次の中から適当なものを選び番号で答えなさい。 1. 100℃ 2. 50℃ 3. 0℃ 4. 0℃より低い 5. どれでもない (2度繰り返す。)
.....

図3.6 Audio-Visual Test 「沸点」と「融点」のシナリオ

```

105 '*****
110 ' AVテストへの 応用サンプルプログラム
120 '*****
150 ' ON ERROR GOTO 170 ' xラ- 回避
160 GOTO 100
170 RESUME 100
180 OUT &H32,&H10:CLOSE:OUT &H32,&H10:GOTO 100 'RS-232C 閉じ、送信可、受信不可
190 '--- フラグをリセット ---
195 CONSOLE 0,25,0,1:WIDTH 40,20
200 S$=CHR$(255)+CHR$(255)+CHR$(110) ' S$:スタート data = " n"
210 OPEN "COM1:N81N" AS 1 ' n' 4桁、8ビット、スタートビット 1, xon無し
220 OUT &H32,&H10 ' RS-232C 閉じ
230 OUT &H32,&H11: PRINT #1, CHR$(0)::OUT &H32,&H10 ' (スタート-2)回路閉じ
240 OUT &H32,&H10 ' 送受信禁止
290 '*****
300 C=7:GOSUB 5000:BEEP ' VTR PLAY
301 C=15:GOSUB 5000 ' RGB-> VIDEO
.....
2000 ' 図3.6.1 表示 *****
2005 OUT &HD0,&H10 ' ビデオ画面のみ表示
2010 GOSUB 7000 ' VTR data -in
2020 GOSUB 7400 ' VTR 延滞生時間計算
2030 IF TVS>1443 THEN 2100 ELSE 2010 ' 1443秒経過ならば次画面へ
2040 'LOCATE 0,0:PRINT TS:TVS ' チェック 307
2100 ' 図3.6.2 *****
2105 OUT &HD0,&H0 :COLOR 1 ' スーパーインポーズ モード
2110 GOSUB 7000: GOSUB 7200 ' 時間計測開始
2120 LOCATE 10,13:PRINT "この液体の名前は?" ' 図3.6.3 表示
2130 GOSUB 7000 ' VTR data-in2
2140 GOSUB 7300 ' end time
2150 'LOCATE 0,2:PRINT "TINT=";TINT;"TVINT=";TVINT ' チェック 307
2160 Q73$=INKEY$:IF VAL(Q73$)<1 OR VAL(Q73$)>5 THEN 2180 ELSE 2170 ' key-in
--> next
2170 A(4)=VAL(Q73$):BEEP
2180 IF TINT>85 THEN 2210 ELSE 2130 ' 65秒間表示後 次の画面へ
2200 ' 図3.6.4 *****
2210 GOSUB 7000: GOSUB 7200 ' 時間計測開始
2220 LOCATE 10,13:PRINT "この液体の沸点は?" ' 図3.6.5 表示
2230 GOSUB 7000
2240 GOSUB 7300
2245 'LOCATE 0,2:PRINT "TINT=";TINT;"TVINT=";TVINT ' チェック 307
2250 Q75$=INKEY$:IF VAL(Q75$)<1 OR VAL(Q75$)>5 THEN 2270 ELSE 2280 ' key-in
--> next
2280 A(5)=VAL(Q75$):BEEP
2270 IF TINT>75 THEN 2280 ELSE 2230 ' 75秒表示後 次の画面へ
2280 '
.....
5000 '*** VTR ヘッドパ-& data-out
5010 OUT &H32,&H31:PRINT #1, CHR$(C); ' 制御コード送り出し
5020 FOR T=0 TO 80:NEXT :PRINT #1, CHR$(0); ' 制御コード CHR$(C) クリア
5030 OUT &H32,&H14
5040 RETURN
7000 '*** VTR出力データ読み取り ***
7010 C$="":OUT &H32,&H14
7020 IF LOC(1)>50 THEN AS=INPUT$(LOC(1),1) ELSE 7020 ' 受信可・送信不可
7025 OUT &H32,&H10 ' 50 文字以上取り込む
7030 C$=MID$(AS, INSTR(AS, S$), 24) ' スタートdata S$ を見つけ24文字取り出す
7040 FOR I=8 TO 22 STEP 8 ' ワード5の内容をみる
7050 DC$=LEFT$(HEX$(255-ASC(MID$(C$, I, 1))), 1) ' ワード5によってモード判別
7060 IF DC$="7" THEN 7090 ELSE IF DC$="3" THEN SS$=HEX$(255-ASC(MID$(C$, I+1, 1)))
:MM$=HEX$(255-ASC(MID$(C$, I+2, 1))):GOTO 7080
7070 IF DC$="4" THEN HH$=HEX$(255-ASC(MID$(C$, I+1, 1)))
:WW$=HEX$(255-ASC(MID$(C$, I+2, 1)))
7080 IF (I MOD 22)=0 THEN 7100 ' 1組(24ワード)のデータ読み込み->表示
7090 NEXT
7100 IF WW$="80" THEN WW$="--" ELSE WW$="+" ' WW$="80" ならば-符号
7110 'LOCATE 10, 1:PRINT USING "VTR COUNTER = !! 時 & &分 & &秒";WW$,HH$,MM$,SS$
7120 RETURN
7200 '*** 時間計測開始 PC real time clock
7210 TS$=TIMES$
7220 TS =VAL(LEFT$(TS$, 2))*3600+VAL(MID$(TS$, 4, 2))*60+VAL(RIGHT$(TS$, 2))
7230 RETURN
7300 '*** 時間計測終了 PC real time clock
7310 TE$=TIMES$
7320 TE =VAL(LEFT$(TE$, 2))*3600+VAL(MID$(TE$, 4, 2))*60+VAL(RIGHT$(TE$, 2))
7330 TINT=TE-TS
7340 RETURN
7400 '*** 時間計測開始 VTR COUNTER
7410 TVS =VAL(HH$)*3600+VAL(MM$)*60+VAL(SS$)
7420 IF WW$="--" THEN TVS--TVS
7430 RETURN
7500 '*** 時間計測終了 VTR COUNTER
7510 TVE =VAL(HH$)*3600+VAL(MM$)*60+VAL(SS$)
7520 IF WW$="--" THEN TVE--TVE
7530 TVINT=TVE-TVS
7540 RETURN

```

図3.7 Audio-Visual Testのプログラム例

る教材（テスト）を流し、その制約の中で、回答用紙に答えを書き込むという形式を採用した。

被験者として福井市内の公立中学校2年生78名の協力を得た。実施の目的は、従来型のペーパーテストとの比較にあった。そこで当該の生徒達の理科の中間と期末テストの結果とAudio-Visualテストの結果とをそれぞれ組み合わせ相関係数を求めた。図3.8(a)はAVテストと中間テスト、図3.8(b)はAVテストと期末テスト、図3.8(c)は期末テストと中間テストのそれぞれの散布図を示す。これによればAVテストとペーパーテストの相関はそれぞれ0.41、0.42であるが、ペーパーテスト同士の相関は0.67である。無相関検定にもとづけば、それぞれが有意な相関 ($p < 0.01$) を示している。しかし、ペーパーテスト同士の相関とAVテストとペーパーテストの相関の間には、それぞれの散布図からも明らかなように、かなりの隔たりがあるとみることも可能である。

両者のテストは、特に、中間、期末のテストは、既に生徒に返却されており、項目ごとの試験結果が不明であるため、詳細な分析に入れない。両者の間の差は、今後の研究を待たねばならないが、恐らく以下の二つの要因に帰するものと推察される。

- 1) 3.3.1の冒頭で述べたような、従来のvisual testingの研究の中で指摘された効果によるもの。
- 2) 期末・中間テストの最も大きな特徴は学習期間とテスト期間の間に時間的なずれがあり、これらの学習成果は、授業時間中における学習量であるよりも、テストに備えた、「テストのための学習」（試験勉強）の成果である可能性が高い。これに対し、前述したようなAudio Visual Testにおいては、勿

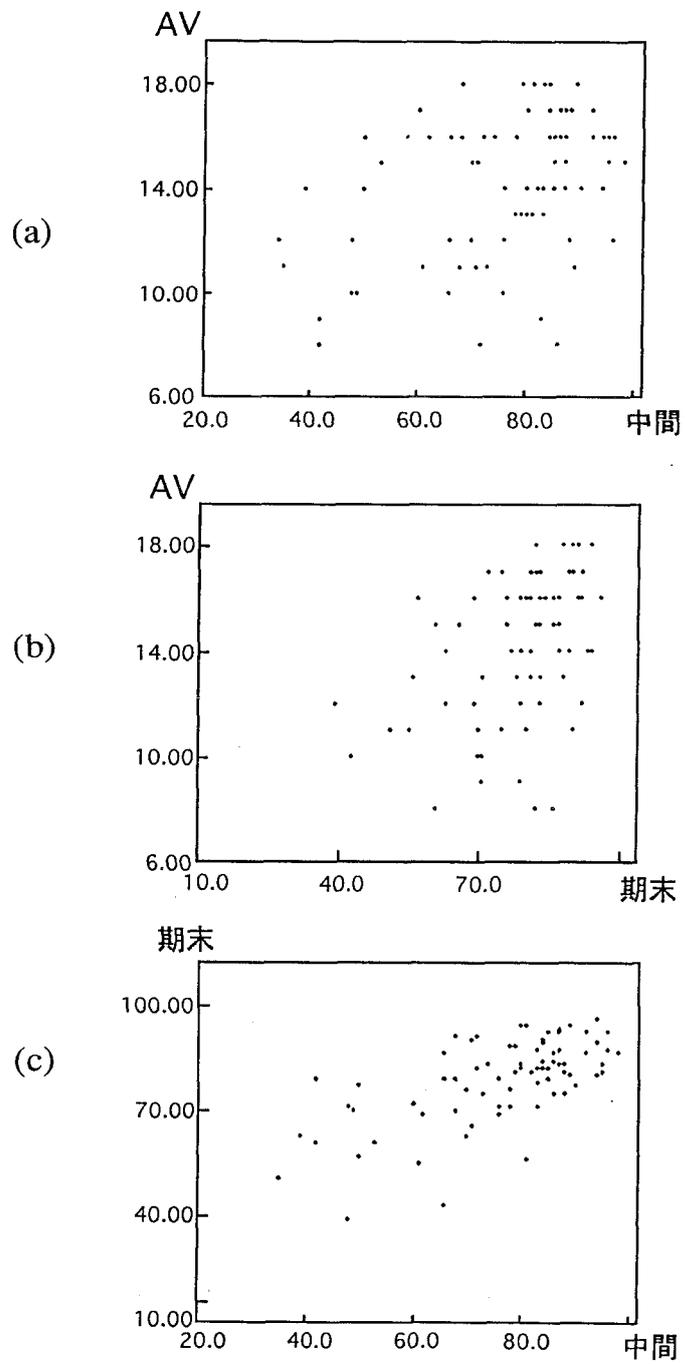


図3.8 AV、期末、中間テスト散布図

論その利用の仕方があるが、学習した時期とテストの時期が近接している学習過程の中での学習成果である可能性が高い。

後者は言い換えるならば、「リアルタイムの学習」の能力を査定していると考えられる。この意味はそれほど単純なことではなく、本来の「学ぶ力」を測定する可能性がこのようなテストでこそ実現できるのかもしれない。授業中に学びとることは、学校から社会へ出ていったときの学びに通じる。このときこそ「リアルタイムの学習」の能力が要求されるからである。現場から学ぶ力である。

時間的側面からも、情報のモダリティーという側面からも、教授する情報環境とテスト環境の接近傾向は、コンピュータがマルチメディア的性格を強くすればするほど、より強くなるものと思われる。そしてそれは、これまでとは違った教育の成果をあげる可能性につながる。

4 映像教材視聴時の認知と情動の測定

4.1 認知と情動の測定

マルチメディア利用の教育における映像の認知過程、特に映像情報の入力段階に関して、様々な生理的指標を用いた実験的分析が考えられる。なかでもEOGやアイカメラによる眼球運動の測定は有力な研究方法の一つであろう（伊藤, 1989, 1990；矢島・野嶋・梅沢, 1989a）。呈示された映像を、学習者が視覚的にどのように走査するかは、その間の眼球運動記録から注視パターンを構成することによっておおむね確定することができる。そうしたデータによって、当該の映像から、学習者が何を情報として抽出しているのかを推測することが可能である。

ところで、映像は学習者に知識を伝達するだけでなく、映像自体がもつ属性（色彩、構図、動きなど）によって、受け手の側に様々な情緒（情動）的反応を喚起したり、送り手の感情を伝達するメディアにもなる。さらに映像の知的理解の所産として情緒的变化が生ずることもある。これは教材としての映像に関しても例外ではなく、そこで、映像教材の認知を理解しようとするとき、それを学習者の知識獲得過程としてだけでなく、映像により喚起される情動の過程として理解することが必要と思われる。

映像情報の入力段階に関して、眼球運動を学習者の認知的活動の生理的指標とするならば、同じ視覚系である瞳孔の反応は学習者の情動的活動の指標となりうる。なぜならば、瞳孔の大きさを調節している筋肉は、自律神経の神経支配を受けており、自律神経の活動は心理的要因（特に情動）によっても変化するからである。事実、Hess（1965）を始めとして、多くの行動学

者、心理学者達により、ヒトの情動と瞳孔反応の密接な関係が示されてきた（船津, 1973）。しかしながら、これらの研究においては、被験者に呈示された刺激は動画ではなく静止画であり、また眼球運動からみた抽出パターンとの関連性も指摘されていない。その大きな理由としては測定技術上の困難さがあったものと思われるが、近年、清水ら（1987）、中山ら（1991）による、アイカメラをもちいた眼球運動・瞳孔面積の測定システムについての報告に見られるように、眼球運動と瞳孔反応の同時並行的な測定は必ずしも不可能ではない。私共の実験室においても、瞳孔反応の測定部分に関して独自の機器構成から成る装置を開発した。4.2では、この装置を中心として構成された映像教材視聴時の眼球運動・瞳孔反応分析システムの概要について紹介する（野嶋・矢島・梅沢, 1989；野嶋, 1990；Nojima, Yajima & Umezawa, 1992）。

4.2 眼球運動・瞳孔反応測定システム

図4.1は当該のシステムの測定に関わる部分を図示したものである。

まず、眼球運動と瞳孔反応の測定に関しては、既存のアイカメラ（NAC社製アイマークレコーダーモデルV）をもちいている。このアイカメラに装備されている左右2基のアイマーク撮影ユニットのうちどちらかひとつのユニットにより被験者の一方の眼の眼球運動を記録することにした。

もうひとつのユニットは他方の眼の瞳孔撮影用に使用するが、アイマーク光源用の赤外発光ダイオード（LED）だけでは、後の瞳孔の画像処理にとって照明不足なので、補助照明用として2個のLEDを追加した。これらは、

（株）浜松ホトニクス製GaAlAs LED（L 1915-02）で、ピーク波長は890nm

である。取付位置はアイマーク光源用LEDの左右に約5mmの間隔をもって固定した。

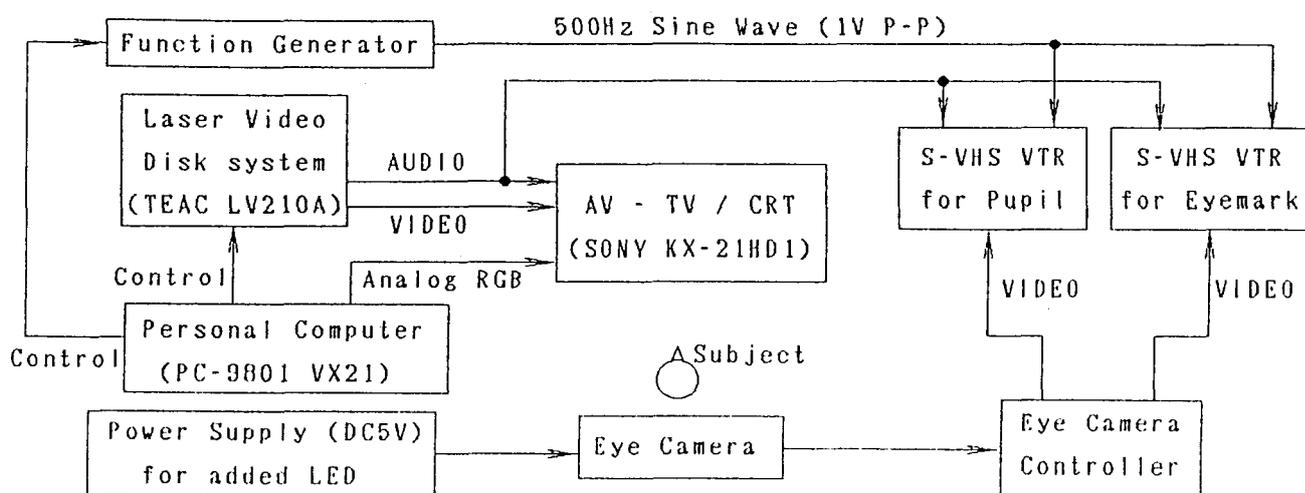


図4.1 眼球運動瞳孔反応測定システム

なおLEDの眼球に対する安全規格は国内外で未だ確立されていないので、一応赤外レーザーの安全規格（ANSI）に準じて検討した結果、照射時間が連続10min.以内であれば十分許容値内に収まることを確認してある。

アイカメラの映像出力は、NACアイカメラコントロールを介して、(1)一方の眼のアイマークと視野撮影ユニットの映像を合成したVIDEO信号、および(2)他方の眼の瞳孔映像のVIDEO信号に変換された後、2台のVTRにそれぞれ録画される。

なお記録用VTRの音声トラックには、片方のチャンネルに映像教材の音声信号、もう一方のチャンネルに教材呈示用にON/OFF状態を示す音マーカー（500Hzサイン波：パソコンによりON/OFF制御される）をそれぞれ録音する。被験者に呈示する映像として、通常の映像教材（動画及び静止画）をレーザーディスク装置（TEAC-LV210A）から、またドット・グラフィクスを

パソコンから、それぞれ高解像度CRTへ出力できるようにしてある。これらの映像はいずれもパソコンで制御可能である。

4.3 眼球運動・瞳孔反応分析システム

図4.2に測定後のデータ分析に関わるシステムの概要を図示する。

VTRテープに記録された眼球運動データ（アイマークのX, Y座標）は、再生ビデオ信号をNACアイカメラ用データアウトプットユニットを介することでアナログ値として出力されるので、これを利用している。

教材の音声信号に関しては、VTRの再生信号を、OPアンプで構成した全波整流および積分回路を通して得られるアナログ信号に変換して、アイマークのサンプリング周波数（30Hz）に見合った低速処理を可能にしている。

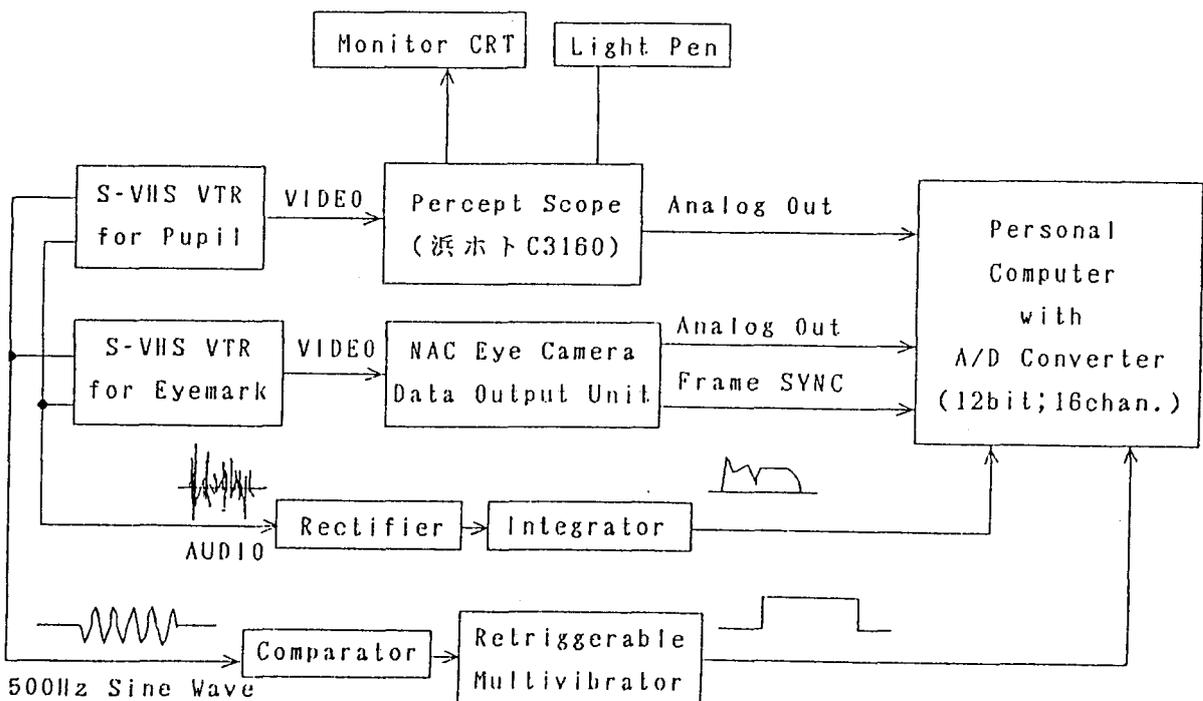


図4.2 眼球運動瞳孔反応分析システム

また測定時に記録した音マーカについては、その再生信号をデジタル化した後、単パルス化したものを使用している。

瞳孔の測定記録の処理方式は、その再生ビデオ信号をもちいた画像処理を基本としている。そのために採用した装置は、(株)浜松ホトニクス社製の「パーセプタスコープ (C3160)」で、これは、TVカメラ、または、アイマーク撮影ユニットに使用されているようなCCDカメラでとらえた画像をもとに、非接触で物体の寸法(幅、長さ、変位)、2次元位置、面積を計測する画像計測装置である。この装置においては、あらかじめ背景との輝度の差によって指定された計測対象が、画面上に設定したウインドウ内部を移動している限り、それを自動追跡して継続的計測が可能である。このパーセプタスコープの基本システムにいくつかのハードおよびソフトウェア・オプションを追加して、表4.1に示したような仕様にもとづく瞳孔計測装置を構成した。

具体的な瞳孔計測手順としては、瞳孔記録の再生ビデオ信号をこの計測装置に入力してモニタ画面に表示し、図4.3に示したように、瞳孔全体を含むウインドウ(W1)を設定した後、瞳孔と背景を2値化して瞳孔部面積を求めるとともに、さらに瞳孔画像の左右のエッジを含むウインドウ(W2、W3)を設定することにより、瞳孔と背景の境界に関する最小および最大水平座標(X1、X2)にもとづいた瞳孔の中心位置と最大直径を求める方法が用いられている。これら3種の計測値はモニタ画面に逐次表示されると同時に、表4.1に示したようなアナログ値としても出力される。なお各ウインドウの設定は、専用モニタTV画面上でライトペンを使用して行なうようになっている。上述の各アナログ信号およびデジタル信号は、NACアイカメラ用データアウトプットユニットからの映像フレーム同期信号に同期して、A/Dコンバー

表4.1 瞳孔計測装置仕様

(1) 同期方式	外部同期方式
①テレビ方式	EIA RS-170準拠
②インタレース比	2:1
③アスペクト比	4:3
④映像出力	1Vp-p/75Ω
(2) 計測出力	
①最大直径計測 (瞳孔の水平方向)	
②瞳孔位置計測 (最大径の中心位置のX座標)	
③瞳孔位置計測 (最大径の中心位置のY座標)	
④瞳孔面積計測	
⑤サンプリング周波数	30Hz
⑥インタフェース	GP-IB (IEEE-488-1978)
⑦アナログアウト	瞳孔面積出力電圧 0V~10V
	最大直径出力電圧 0V~10V
	瞳孔位置出力電圧 (X) 0V~10V
	(Y) 0V~7.5V

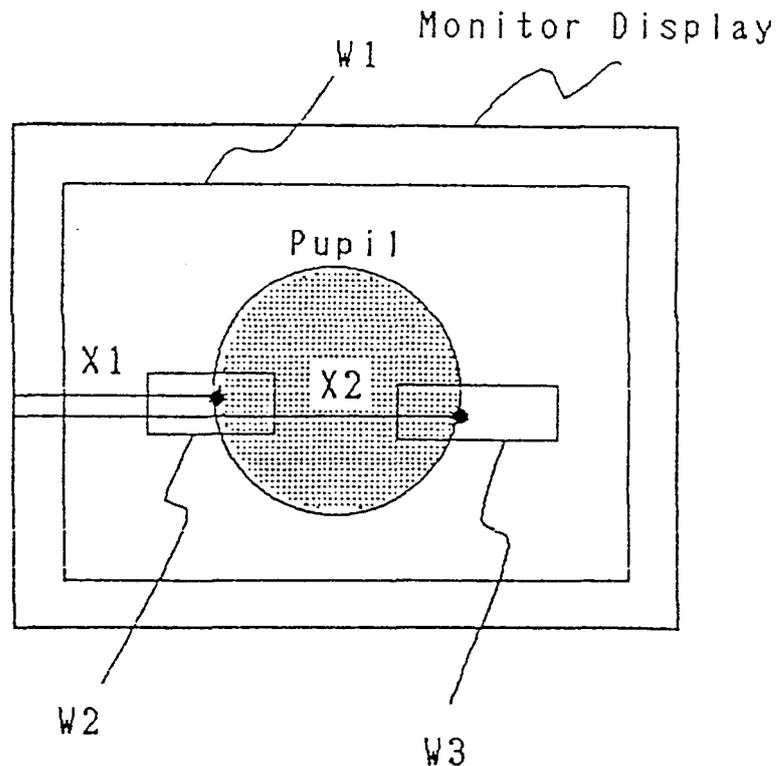


図4.3 瞳孔計測方式

タを介して処理用パソコンへ取り込まれ、データファイル化された後、様々な処理が加えられて、眼球運動と瞳孔反応の相互関連性について、あるいはそれらと映像情報・音声情報との関係が分析されることになる。

4.4 眼球運動・瞳孔反応測定システムの評価

1) 目的

映像教育の認知過程において、映像視聴時の情緒（情動）はどのような意味をもっているのか？この問題への接近を図るには、学習者のリアルタイムの情緒的变化を測定することが不可欠である。4.2において、アイカメラによる眼球運動・瞳孔反応測定分析システムの概要を報告しているが、このシステム開発の目標は、映像呈示下における学習者の認知的活動の一端を眼球運動により、また情動的活動の一側面を瞳孔の拡大・収縮により、それぞれ客観的に把握することであった。4.4～4.6ではこのシステムの利用可能性を吟味してみたい。まず、ここでは、当該システムの評価実験として行なった、コンピュータ・グラフィクスによる刺激事態での、瞳孔反応測定の手順と結果を報告する（矢島・野嶋・梅沢, 1989a；野嶋, 1990）。

2) 方法

眼球運動と瞳孔反応の測定装置にはNAC社製のアイマーク・レコーダを用いているが、本実験では、右眼用のアイマーク撮影ユニットを瞳孔撮影に転用した。したがって、左眼の眼球運動、および右眼の瞳孔反応が同時記録された。被験者に呈示する刺激は2種類であり、ひとつはpursuit課題、もうひとつはsaccade課題とした。被験者は暗室内で、いずれの課題においても、ディスプレイ画面上（バックグラウンド・カラーは白色）を移動するひとつの水色

のドットを追視することが要求された。

pursuit課題では、ドットが直系2.5cmの等速円運動を行なう（1周7.2sec.）。ただし、課題の途中、ランダムな時間間隔で回転方向が逆転した。逆転の総数10回、逆転—逆転の平均間隔20.0sec.（min. 10.0 sec., max.30.0 sec.）、課題所要時間は228.8secであった。

saccade課題では、ドットが一定時間（2.0sec.）毎に正方形の各頂点に相当する位置に順次移動してゆく（移動距離は12.5cm）。なお、pursuit課題同様、途中で移動方向の逆転を繰り返した。逆転の総数10回、逆転—逆転の平均間隔20.0sec.（min.12.0sec., max28.0sec.）、課題所要時間は232.0secであった。

被験者は椅子に着席し、机に設置したアゴ台でアゴを固定して頭部の動きを制約した。ディスプレイ画面は、被験者が水平視したときに直前方に画面中央が見える高さに置き、被験者と画面の距離は70.0cmであった。測定にあたって、アイカメラからの映像出力はNACアイカメラ・コントローラを介して、左眼のアイマークと視野映像の合成ビデオ信号と、右眼の瞳孔映像のビデオ信号に分割され、2台のVTRにそれぞれ記録された。また、課題開始時、およびドット移動方向の逆転時に、マーカーとして500HzSine波バーストを各VTRの音声トラックに録音した。

実験の制御にはパソコンを使用し、刺激作成には、MS-DOS Ver.3.3に付属のグラフィック用デバイスドライバを利用した。

3) 結果

本システムの瞳孔反応に関わる測定出力は、瞳孔の水平方向の直径、瞳孔の中心座標（X, Y座標）、および瞳孔面積の3つである。面積に関しては、

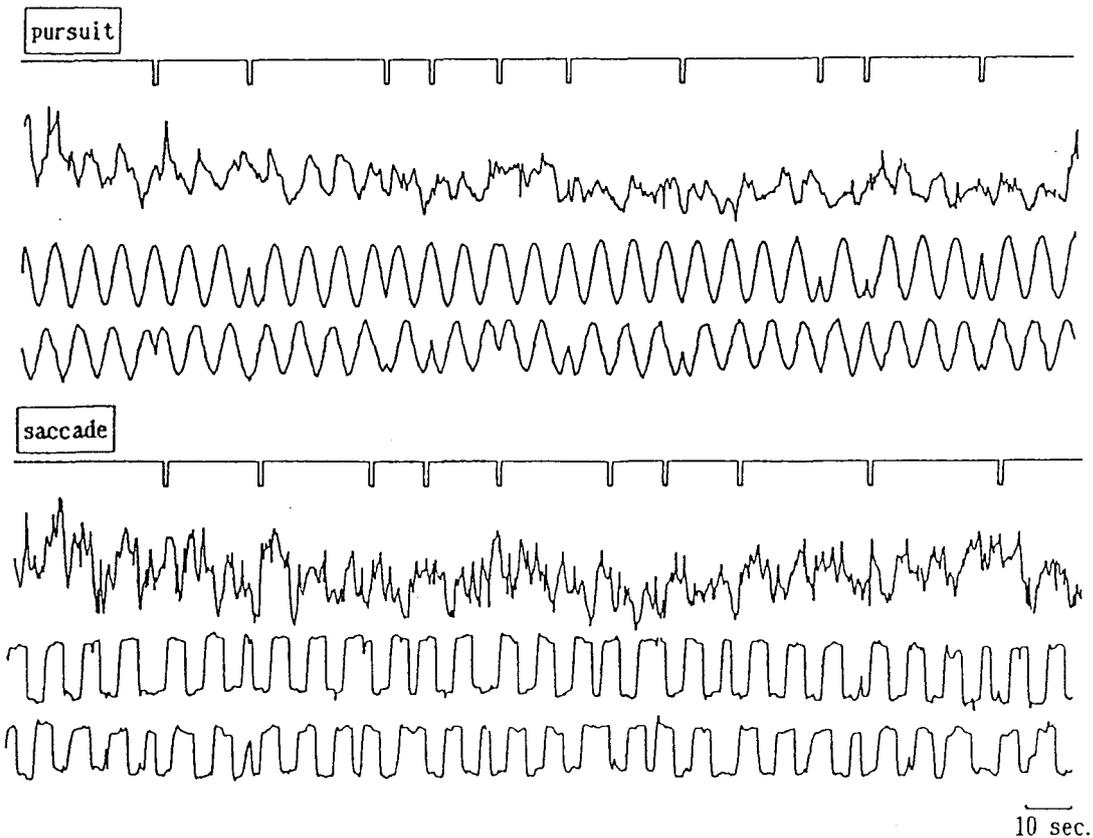


図4.4 pursuit及びsaccade設定における測定結果

各図とも、最上段がマーカー（矩形波はドット移動の逆転を示す）、次が瞳孔径（径の増大が紙面の上方）、3番目は瞳孔中心の左右方向の動き（右方への動きが紙面の上方へ向う）、最下段が瞳孔中心の上下方向の動きをあらわす。

光源の赤外発光ダイオードの反射映像が瞳孔映像に重なることが多く、正確な画像処理が困難であったので、前2者をデータとして用いた。図4.4は、一被験者のpursuitおよびsaccade課題における測定結果を示したものである。

まず、瞳孔中心の左右、上下方向の曲線を見ると、いずれの課題でも、追視目標の動きによく追従して変化していることがわかる。したがって、瞳孔中心データは、眼球運動の定性的分析においては利用可能と考えられる。

つぎに、瞳孔の直径に関する曲線を見ると、課題の違いによる瞳孔の拡大

—収縮パターンの相違が明瞭に観察される。本システムの測定サンプリング周波数は30Hz（固定）であるが、今回行なったような実験事態においては十分その要請を満たせるものと思われる。

4.5 眼球運動による動画と静止画の認知過程の比較

1) 目的

映像教材にいかなる教育機能があるかを明らかにするには、授業研究に代表される集団を対象としたマクロなアプローチと平行して、個々の学習者の認知的プロセスを実験的に分析するミクロなアプローチが必要となる。我々は、後者のアプローチとして、情報がどのように学習者に取り込まれたかをアイカメラによりチェックし、情報の定着をテストにより測定する方法を採用している。教材視聴時の眼球運動は教材側の要因と学習者側の要因の影響を受けて、複雑に変化し、大きな個人差が存在する。そのため個々の眼球運動の動きを意味づけるのはかなり困難な作業となる。ここでは注視パターンの個人差を生み出す要因のひとつと考えられる画面の複雑さを操作して、画面の複雑さが眼球運動の現れ方にどのような差異をもたらすか検討した結果を報告する（矢島・梅沢・野嶋, 1989）。

2) 方法

男・女高校生（16～17歳）9名を対象とし、動画と静止画視聴時の眼球運動をアイカメラを用いて測定した。用いた映像はTV番組「ドラエモン」から2本を選び、約4分に編集したものである。つぎに各シーンのスティル画面を繋ぎ合わせて静止画を作成した。因みにアニメ1（感激ドリンク）では59枚、アニメ2（なんでも共通割引券）では44枚の静止画を抽出した。音声は

動画と静止画で同一にしてある。被験者には2種類のアニメの内、一方を動画で、他方を静止画で提示した。

教材はランダムな順序で提示し、提示前にはアイカメラの調整を行なった。モニター画面の視覚は、左右が15度、上下が11度であった。

3) 結果と考察

図4.5に一方のアニメの動画および静止画視聴時の、左右方向の眼球運動の時系列的推移を示した。図中細線は各被験者の右目に関する実測値（動、静止画とも4名ずつの重ね書き）、太線は加算平均である。図中央には静止画シーンの区切りを示す。この図より、被験者個々のデータにおいて、左右振幅の増大として示される眼球運動の活性化が観察されるシーンと、振幅低

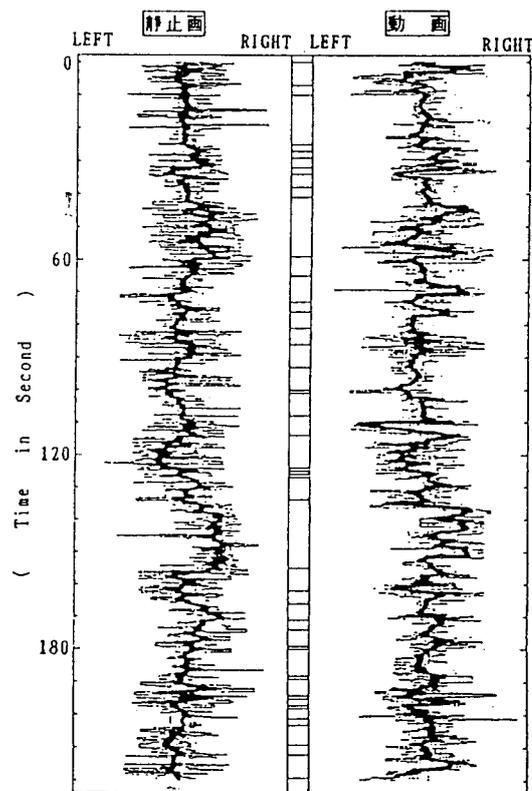


図4.5 アニメ視聴時の左右方向の眼球運動

減にみられる眼球運動抑制のシーンとがあって、動、静止画ともに類似した分布パターンを見せている。したがって、こうしたパターンは映像情報の静的特性（登場キャラクターの数や特徴など）、ないしは音声情報（独白及び会話など）のいずれか一方あるいは両者によって規定されると思われる。他方、一過性の視点移動の個人間変動は動画条件においてかなり明らかな低下を示しており、これは加算平均曲線における比較的明瞭なピークとして出現する。この個人間でのパターン同期化は、映像情報の動的特性（映像の動き）によって誘発されると考えられる。この動画におけるパターン同期化を除けば両条件の測定結果は極めて似通っており、眼球運動から見た映像教材認知過程の情報入力段階に関して、両条件間に大きな差異はないということが出来る。

4.6 映像教材と瞳孔変化

1) 目的

映像教材は様々なシーンから構成されている。ここでは刺激特性と瞳孔反応との関係を明らかにする研究への入り口としての予備的実験の結果を紹介する。映像のもつ情緒的特性をSD法（Semantic Differential Method）により測定し、続いて、同様の映像を呈示した際のアイカメラにより撮像された瞳孔変化の測定を行った（矢島・野嶋・梅沢, 1990a）。

2) 方法

SD法による測定の被験者として、大学生41名を用いた。各被験者は、TVモニターに呈示される静止画像を見ながら、パソコンのCRTに表示される評定尺度をキーボードを操作して評定した。使用した静止画像は20枚で、

NHK・TV番組「驚異の小宇宙・人体 第一章：生命誕生」から選択した。それらは、風景、人物、胎児、生殖細胞、および関連するCG(Computer Graphics)等であった。各画像について、SD法でよく使用され、かつ映像の評価にふさわしいと思われる形容詞対を14個選び、それらを同時にCRTに表示して順次評定を行わせた。この測定結果にもとづいて、瞳孔変化測定に使用する4つの刺激を選択した。

瞳孔変化の測定にはNAC社製アイマークレコーダーを使用し、一方のカメラで眼球運動を、また他方で瞳孔を撮影した。各画像は、呈示時間を15秒とし、それぞれ5回ずつランダムな順で呈示した。刺激提示時間には約1秒のブランク面(黒色)を挿入し、刺激呈示に際しての画面の輝度変化の順応のために各画面の最初の5秒間については、モザイク処理を各画像に施した。

3) 結果

SD法による測定結果について、尺度(形容詞対)間の相関係数による分析では、評価(E)および活動(A)次元の因子が有意であり、各画像のプロファイルの検討などを併せて①卵細胞の細胞分裂(染色体分離場面)、②精子の群(画像としては無意味に近い)、③胎児、の3画像を、またこれらとは無関連に思われる④海辺の光景、の4つを選択して、アイカメラによる測定のための刺激とした(図4.6に①~④のプロフィールを示す)。

また、図4.7は、ある被験者における各画像呈示下の瞳孔直径の変化(5試行の加算平均)を示したものである。モザイク面→実画像の変化時点からの推移を見ると、②では、急速に瞳孔の収縮が起こっており、④、①がそれに次いでいる。他方③では後半拡大する傾向が認められた。これらの結果は画

像のもつ有意味度あるいは何らかの情報量と生理的指標の関連を示唆するものであり、今後眼球運動データを加えた検討が必要であると思われる。しかし、刺激画像のプロフィールと画像のもつ有意味度、瞳孔反応との関係を説明づける論理はこの時点では見出し得なかった。

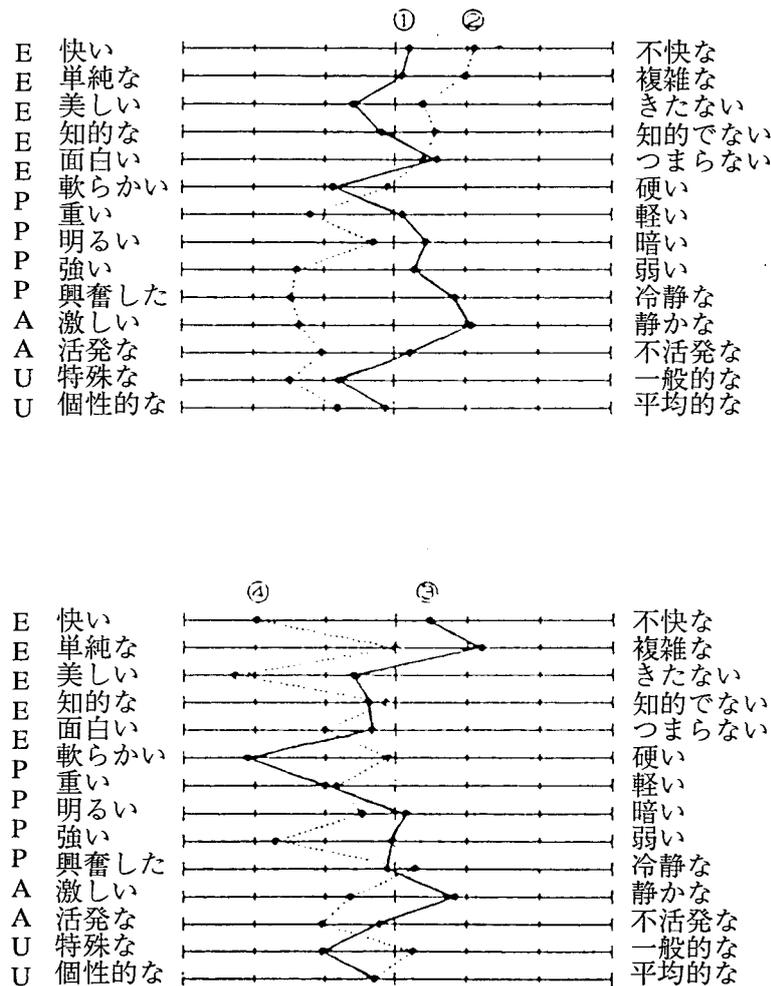


図4.6 瞳孔測定に使用した刺激画像のプロフィール

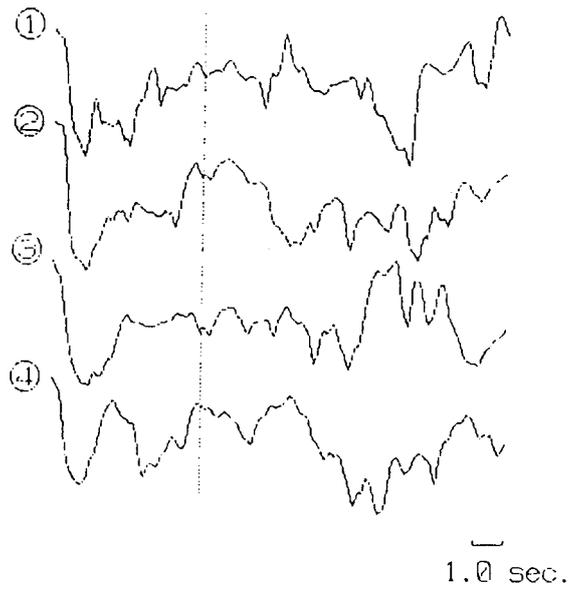


図4.7 4画像に対する瞳孔径の変化

(紙面上方への動きが瞳孔の拡大をあらわす)

なお図中縦の波線はモザイク画から実画像への切り替え点である

5. リスponsアナライザーを改善したマルチメディア教育研究環境

5.1 教育環境から教育研究環境へ

最近における技術革新の結果として、教室でさまざまなマルチメディア教材の利用される機会が増えている。LL教室などにビデオプロジェクターやリスponsアナライザーが付置されている場合も少なくない。時には、コンピュータの端末と一体型のTVが個別にセットされている場合もある。より進んだ状態を言えば、これらの端末はコンピュータネットワークを形成している場合もある。すべての教室がこのような状態にあるわけではないが、我が国においてはこのような教育環境は特に珍しいものではなくなっている。このような場は教育環境としてはもとより、授業研究、視聴覚教育、教育心理学などの研究の場としても非常に魅力的な場であることに相違はない。従来、このような環境は、常に授業を行うための場としての発想のもとに設計が行われてきた。実践の場と研究の場が同時に発想されることはほとんど皆無に近い。実践の場からデータを拾うという発想に立ったとき、マルチメディア教育の場は、きわめて研究の場に近いことに気付く。対話型の機器が介在する教育環境では、その相互交渉の記録の保持に努力を傾けることで、一転してその場が研究の場が変わる。教育実践研究を指向するとき、マルチメディア的学習環境は、発想の転換次第で肥沃な研究の場へと変わる可能性がある。以下では、教育の場を、「教育し、かつ研究する場」へ変える小さな一つの試みを示すことにする。

5.2 マルチメディア教育環境の一例

マルチメディア教育環境の一例として、早稲田大学人間科学部のLL教室を紹介しよう（図5.1参照）。

本来は語学授業のためのこの教室には、通常のLL機器として、教師と学生60人分のオーディオカセットデッキとヘッドセット（ヘッドフォン+マイクロフォン）が設置されている。さらに教材提示装置としてビデオデッキ、100インチビデオプロジェクター、学生2人に1台ずつの9インチカラーモニターTV、そしてルームスピーカーなどがある。一方学生用の入力端末として

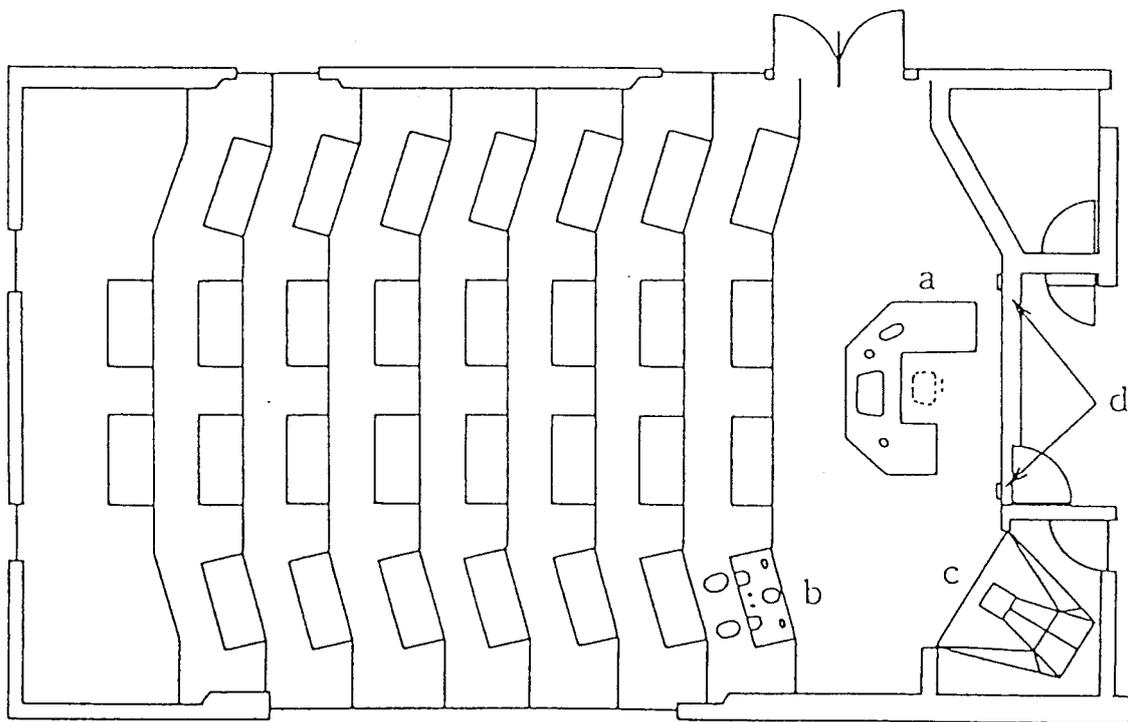


図5.1 LL教室平面図

- a. 教卓：LLC-MKII、各種AV機器などが設置されている。
- b. 学生用ブース（2人掛け）：ヘッドセット、オーディオカセットデッキ、9インチカラーTV
- c. 100インチ・ビデオプロジェクター
- d. ルームスピーカー

は、学生のオーディオカセットデッキ上のテープ再生、巻き戻しなどを行う5個の押しボタンスイッチ（SW）があり、このボタンは同時に反応選択肢としても兼用することができる。すなわちいわゆるリスポンスアナライザーの機能を付加したシステムである。

上述の各機器や端末を教師が集中制御するためのコントローラーとして、教卓にはマイクロコンピュータ内蔵のLLコントローラーが備えられている

（SONY社製LLC-5500MK II：以後LLCと略す）このLLCは、以下に示すような制御を教卓上の操作パネルのSW群とLLCのコンソールのSW群（ディスプレイ画面上のタッチSW群とディスプレイ横のファンクションSW群とからなる）で行うことができる。

- ①教師—学生間のコミュニケーションの制御
- ②ビデオ、オーディオ・ソースの選択と調整
- ③オーディオ・テープの編集
- ④リスポンスアナライザー機能による出題と回答分析

また、学生用オーディオカセットデッキの操作スイッチ（巻き戻し、再生、早送り、停止、一時停止）は、それぞれ1～5の5つの選択肢に対応する（図5.2参照）。なお、このスイッチ列の上方に数字表示部があり、アナライザー起動時に自動的に“0”にリセットされ、学習者の反応に応じて選択肢1～5が表示される。

これらのLLCの機能のなかで、データ収集システムとしての機能を付加する上で重要な要素になっているのが④のリスポンスアナライザー機能である。LLCコンソールのAnalyse SWを押すことによって、LLCはアナライザ

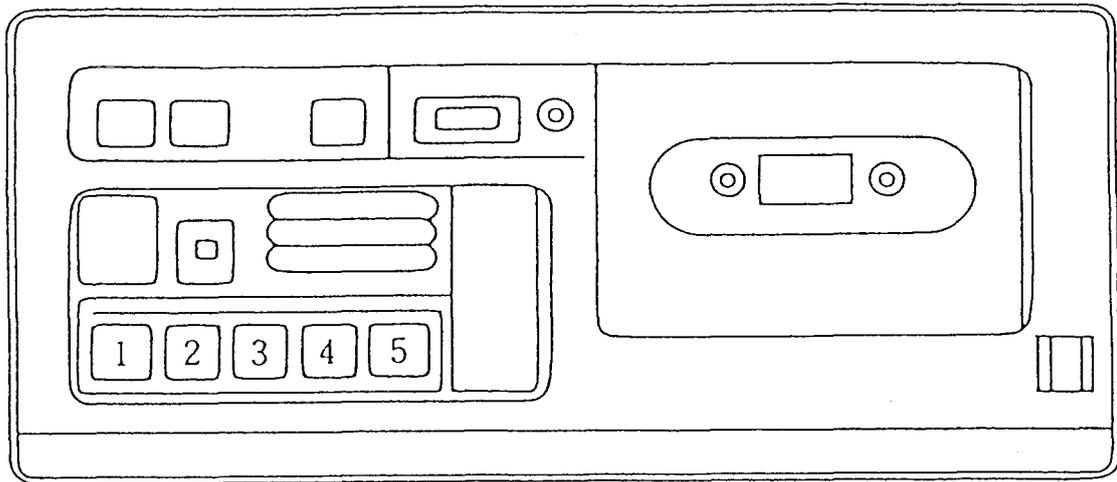


図5.2 5肢選択式反応入力端末

ー・モードと呼ばれる状態に入る。この状態においては教師は一連の問題を呈示し、LLCコンソールのStart SW、Stop SWを操作してアナライザーを起動したり停止したりしながら、学生に回答を要求し、その回答状況、回答結果を集計、分析することができる。回答は5選択肢式で、前述のように学生用のオーディオカセットデッキ上の5個のSWを用いてなされる。このアナライザー機能を用いることで、教師は各問題における正答率、反応の分布及びその時間的な推移や最終結果、あるいはS-P表などをモニター画面やプリンターから手に入れることができる。

5.3 リスponsアナライザーの改善

しかしこれらの数値は集団全体の特性値であって、被験者個々人の反応データではなかったり、後の計算機処理に直接入力できないプリンター出力であったり、さらに出題回数に制約がある（最高30回まで）など実際の計測に役立てるためには欠点が多い。そこで、リスponsアナライザーのこうした

欠点を解消して、よりきめ細かいデータ収集を可能にすべく、外部のパソコンを接続してLLCの機能拡張を試みた。改訂のポイントの一つはI/Oポートとの接続である。以下、改善の細部を野嶋・矢島（1988）、矢島・相馬・野嶋・梅沢（1989）、野嶋（1990）にしたがって解説する。

使用する外部コンピュータとしては、RS-232Cインタフェースを装備しているパソコンであれば、8ビット系、16ビット系いずれも接続可能で機種は問わない。これにより被験者個人のリスポンスアナライザの出力データをコンピュータに転送し（アナライザデータ転送モードと呼ぶ）、通常はLLCコンソール上で手動で行っているLLCの制御を外部のコンピュータで代替すること（外部コントロールモードと呼ぶ）も可能になった。

このモードにおいては、通常のLLCコンソールSW群の手動操作に代えて、外部パソコンからそれぞれ対応するコードを指定することで各機能を起動することができる。

アナライザデータ転送モードでは、外部パソコンからLLCへのデータ要求コマンドにより、その時点での各被験者の反応データを外部パソコンへ転送することができる。また別のコマンドによりアナライザデータ転送モードから外部コントロールモードへ移行することもできる。

5.4 アナライザデータ収集システムとデータ収集法

LLCのアナライザモードにおいて、外部パソコンとの2種の通信モード、すなわち外部コントロールモードとアナライザデータ転送モードを組み合わせることによって、被験者個々人の入力端末への5肢選択反応データをパソコンに取り込み、それらをフロッピーディスクなどの記憶装置に保存

することが可能になる。ここではその方法について、いくつかの具体例を述べる。

① 離散的データ収集法

これは通常のアナライザー使用法に準ずるものであって、被験者の反応が必要とされる時点において、外部パソコンを介してアナライザーを起動しデータを収集する方法である。一連の手順を流れ図として図5.3 (A) に示す。

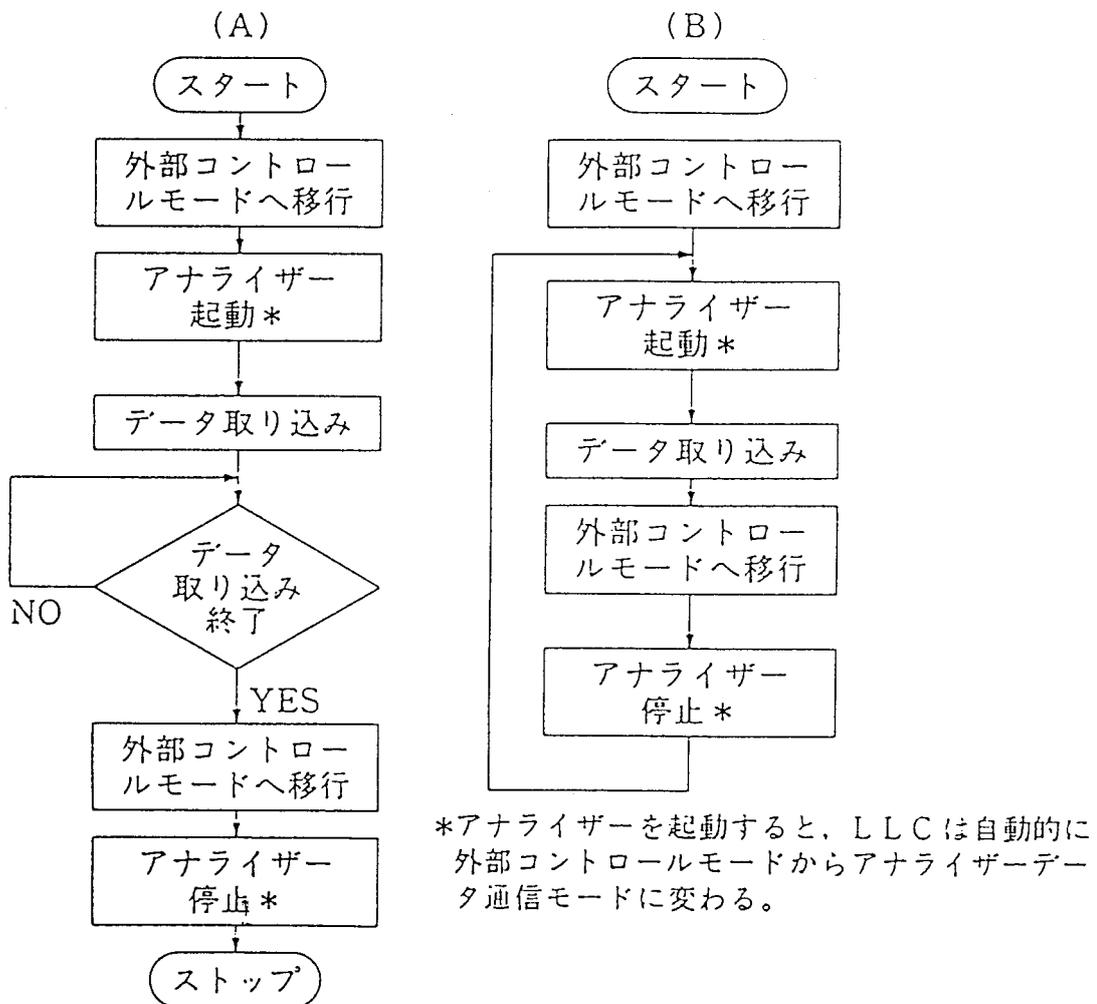


図5.3 離散的データ収集法 (A) と連続的データ収集法 (B) の流れ図

これは実際には、外部パソコン側のソフトウェアとしてBASICやC言語などで記述されているものである。データ取り込みを終了する条件としては、一定時間が経過するまで、あるいは反応数がある基準に達するまでなど、パソコン側で任意にプログラムできる。なお一回のデータ取り込みには当該のシステムでは最低2秒が必要である。これはLLCのOSが入力端末の状態を一通り検索するのに要する時間であって、高速のデータ取り込みを必要とする反応時間測定などへの適用には一定の限界がある。メーカー側の協力を得て改善をすべき問題点のひとつである。

②連続的データ収集法

この例ではアナライザーの起動と停止を多数回繰返すことにより、被験者の反応を長時間の時系列データとして取り込むことを目的としている。一連の手順を流れ図として図5.3 (B) に示すが、これは①の離散的データ収集法とほぼ同様の処理を単にループとして繰り返しているにすぎない。一回のデータ取り込みの所要時間は①で述べたように最低2秒であるが、アナライザーの起動と停止にもある程度の時間が必要なため、反応のサンプリングに対するシステムの不適合が2秒程存在する。

5.5 本システムの利用可能性

一例として、前項の②の連続的データ収集法を用いて、VTR教材視聴時に2件法による反応（“おもしろい”と“わからない”）を学生に求めた結果を示そう。教材としては、NHK・TV特集「コンピュータの時代・第1回」

（約38分）を用いた。被験者は、14人の大学生であり、教材視聴時に前述の2種類の反応のうちいずれか一つ（この場合おもしろい場合は選択肢1、わか

①ペーパーテスト以外のテストとして

ビデオによる動画や静止画像、文字映像、音声などさまざまな教材情報を駆使した客観テストへの適用がその好例である。従来ペーパーテストの形態をとることがほとんどであったこの分野に本システムを導入することにより集団を対象に、多彩な出題、高速かつ大量の成績処理が可能になる。また、ひとりひとりの反応時間も測定可能となる。

②テストの効率化

選択肢や評定尺度を用いた心理テスト、適性テスト、あるいは社会調査などでの使用も当然考えられる。これらのテストでは、対象が多人数になればなるほどテスト結果の計算機処理が必要となるが、本システムを用いることで従来人手により行っていたデータ入力作業が全く不要となり、データ処理の経済効率は格段に向上すると思われる。更にテスト実施上における主としてテスト担当者に起因する種々のランダムエラーの要因を統制することが可能である。

③教育研究と教育の一体化

授業研究が典型例であるが、授業が営まれている最中におけるデータの収集はなかなか困難である。本システムを教育活動の途中におけるリアルタイムのデータ収集に利用することによって、教育研究、特に教授学習過程の研究に資することができる。

以上①～③で本システムのさまざまな利用可能性を述べたが、実際我々の試みは、本来教育環境とのみとらえられていたものを研究環境にかえるラボラトリ・オートメーションの試みの一つといえよう。このような環境を用いた研究例を5.6で紹介しよう。

5.6 アナライザーデータ収集システムを利用した映像教材認知過程の研究

1) 目的

マルチメディア教育において、教材に含まれる映像、音声、文字といった多様な情報が学習の過程でそれぞれどのような役割を果たしているのか、換言すれば学習者はそれらの情報をどのように処理しているのかを解明することは、理論的にも実践的にも極めて重要な今日的課題であると思われる。こうした問題点へのアプローチとして、一方では条件統制された実験室的研究が、また他方では通常の教授学習に近似した場面での検討が必要であり、さらに両者の知見が統合されるべきであると考えている。

矢島・野嶋・梅沢（1989b）は、後者のアプローチとして、通常の教室における映像教材を用いた学習場面を設定し、多数の学習者の教材視聴時、およびその直後の反応に関して様々な角度からの実験的検討を試みた。具体的には、映像教材の理解に関わる学習者自身のリアルタイムな主観的評価と事後テストにおける客観的評価について、さらにこれらの評価に及ぼす映像情報除去、音声情報除去の効果の比較を行った。

2) 方法

a. 被験者

早稲田大学人間科学部に所属する大学1、2年生109名を被験者として用いた。

b. 映像教材

NHK・TV番組「コンピュータの時代」（キャスター：坂村健）の第1回（45分）のうち、前半部のみを用いた。その内容は世界初のコンピュータENIAC、およびノイマン型コンピュータの開発史を主テーマとし、当時の記

録フィルム、博物館に保存されている現物の映像、開発に携わった研究者達へのインタビューなどから構成されている。今回はこれを便宜的に11の“シーン”に分割して、各シーン最後の映像を20秒間静止（この間、音声は無し）させVTRに再編集して約21分の教材とした。各シーンの概要は表5.1の通りである。

表5.1 教材の内容

-
- ①キャスターの解説
 - ②プリンストン高等研究所のV.ノイマン
 - ③ENIACの開発
 - ④米陸軍弾道研究所における ENIAC (*)
 - ⑤ペンシルヴァニア大学保存の ENIAC
 - ⑥P.エッカート博士による ENIACの解説 (*)
 - ⑦ノイマン型計算機 EDVACの開発
 - ⑧ノイマン型計算機の説明(*)
 - ⑨ノイマン型計算機のみ사일誘導への応用
 - ⑩スミソニアン博物館保存のノイマン型計算機
 - ⑪キャスターの解説
-

(*)関連する研究者へのインタビューをふくみ、その間の映像には発言に対応した字幕がスーパーインポーズされている。

c. データ収集システム

早稲田大学人間科学部のLL教室に設置されたLLアナライザー（SONY社製LLC-5500MK II）とパソコン（NEC-PC9801）を接続したアナライザーデータ収集システムを用いた。これは最高60名までの被験者に関して、机上の入力端末から入力された5肢選択反応を随時アナライザーで取り込み、パソコンへデータ転送するシステムである。

d. 実験手続き

被験者達を3つのグループに群分けし、各群を表5.2に示した3つの実験条件にそれぞれ割り当てた。映像は被験者2人に一台ずつの9インチカラーモニターTVにより、また音声は被験者一人一台ずつのヘッドフォンにより呈示された。

表5.2 実験条件

条件	シーン ①～⑥	シーン ⑦～⑪	被験者 数
1	映像+音声	映像+音声	30名
2	映像のみ	映像+音声	35名
3	音声のみ(*)	映像+音声	44名

(*)条件3、シーン④、⑥の字幕スーパーに関しては、英語の音声とともに、日本語の吹き替え音声を同時呈示した。

実験に先立って被験者には、各シーンの終了後、反応入力の端末から、そのシーンの内容についての主観的な理解度を5段階（1：まったくわからなかった～5：とてもよくわかった）の評定尺度により10秒間の間に入力するよう教示した。この評定の開始および終了時期は、3群ともLLアナライザー起動および停止に伴って発生するビープ音によって知らされ、かつ条件1と2の全シーンおよび条件3の後半部（シーン⑦～⑪）に関してはその評定期間中は静止画像呈示を伴うことが教示された。各被験者の5肢選択反応はLLアナライザー起動から約15秒後にRS-232Cインタフェースを介して外部パソコン

<p>問1 1945年11月26日、アメリカニューメキシコの砂漠で、最初の核実験が行われました。この実験にかかわった(ジョン・フォイ・ノイマン)こそ、今日のコンピュータの父と言われる人物です。</p>	<p>(3) 困ったことに(ハンダ付けの誤りや不良)が発見されました。青写真に従って、すべての(接続点)に印をつけて確かめました。</p>
<p>問2 ヒトラーが台頭した1930年代のヨーロッパから、数多くの(科学者達)が大西洋を渡り、アメリカに逃れてきました。(ノイマン)もプリンストンに移り住みました。</p>	<p>問7 計算の手順が変わるたびに、配線の手順を変えなければならないENIACの欠点を解消しようと、新たに(プログラム内蔵型)のコンピュータ・EDVACが開発されました。</p>
<p>問3 第2次世界大戦が激しくなると、数学者達も戦争にかり出されるようになりました。なかでも、大砲の照準を正確にする(弾道計算のスピードアップ)が最大の課題でした。</p>	<p>問8 開発プロジェクトの中心になったのは、数学者のノイマンと、そしてエッカートでした。しかし(数学理論)を優先するノイマンと、(技術的実現性)を優先しようとするエッカートが対立し、プロジェクトは分裂してしまいました。</p>
<p>問4 現在は(ミサイル)のための発射換算表を計算しています。・・・あらゆる条件下で(ミサイル)が命中する設定値を計算中です。</p>	<p>問9 かつてマンハッタン計画に参加していたノイマンは核開発のような(大量の計算)を必要とする技術開発には、コンピュータが欠かせないと考えていました。</p>
<p>問5 ENIACはどのような計算をするかで、その都度(配線)を取りかえ、そして膨大な(ダイヤル)を操作しなければなりませんでした。</p>	<p>問10 新しいコンピュータの進歩がありました。数だけでなく、プログラムも(記憶)できることが重要でした。(ノイマン)は早くからプログラム内蔵式に着眼していました。ENIACはプログラムの(記憶)を持っていませんでした。</p>
<p>問6 (1) 大変だったのは昼夜兼行で充分眠れなかったことです。(回路の設計)は難しくなく代数的に前もって計算されました。必要ときは信頼性を確認するため、(模型)を作りました。実際に時間がかかったのは、(配線し機械を作る)ことでした。</p>	<p>問11 プログラムを内蔵することによって、格段に早い計算が可能になり、コンピュータの(軍事利用)は急速に進みました。(高速で飛ぶ飛行機を正確にとらえるミサイルの開発)はその1例です。</p>
<p>(2) この機械には(50万)箇所のハンダ付け、7万個の抵抗器、1万個のコンデンサー、(1万8千)本の真空管、数千のスイッチと、数百のプラグがありました。</p>	

図5.5 教材視聴後に行った事後テスト

実際には問題文中の括弧内は空白である。

ンに取り込まれフロッピーディスクに記録された。

教材視聴直後、各条件ともに共通の事後ペーパーテストを行った。このテストはシーン②～⑨におけるナレーション、字幕スーパーの一部分を題材として、それらの文章中に設けられたいくつかの空白部に適切な語を書き入れるという課題11問（図5.5参照）から構成された。なお課題遂行にあたっては、各問題につき、対応したシーンの中から任意に選択された1場面が静止画像として1分半～2分半呈示された。

3) 結果と考察

映像教材視聴時の被験者自身の評定による主観的理解度の平均値を各シーンについて示したのが図5.6である。教材の後半、すなわちシーン⑦～⑪に関しては3つの条件とも映像と音声の両方が呈示されたのであるが、図5.6の対応する部分では3条件間にほとんど差は見られない。一方教材の前半、すなわち実験条件が操作されたシーン①～⑥では、映像と音声と同時に呈示された条件1と音声のみ呈示された条件3がともに比較的高いレベルを保ったが、条件2に関しては、解説やナレーションが大半を占めるシーン（①、②、③、⑤）では評価の低下が認められた（ただし、シーン①以外はそれほど否定的とはいえない）。逆に、字幕スーパーをふくむシーンでは他の2条件と同等（シーン④）ないし音声のみ呈示された条件3を上まわる場合（シーン⑥）も見られた。これらの結果から、被験者達は通常の映像+音声および音声のみの教材が同程度にわかりやすいと受け止めており、映像のみの場合がそれに続くが、音声のみと映像のみの2条件の相対的比較からは、例外として、同一内容であれば音声情報によるよりも文字情報による方が理解が促進されているようである。

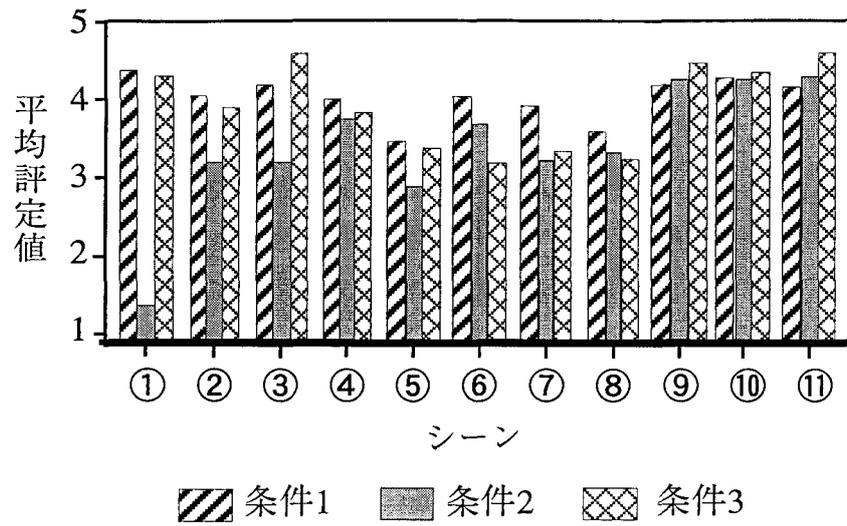


図5.6 映像教材視聴時の各シーンの理解に関する各条件の平均主観的評価

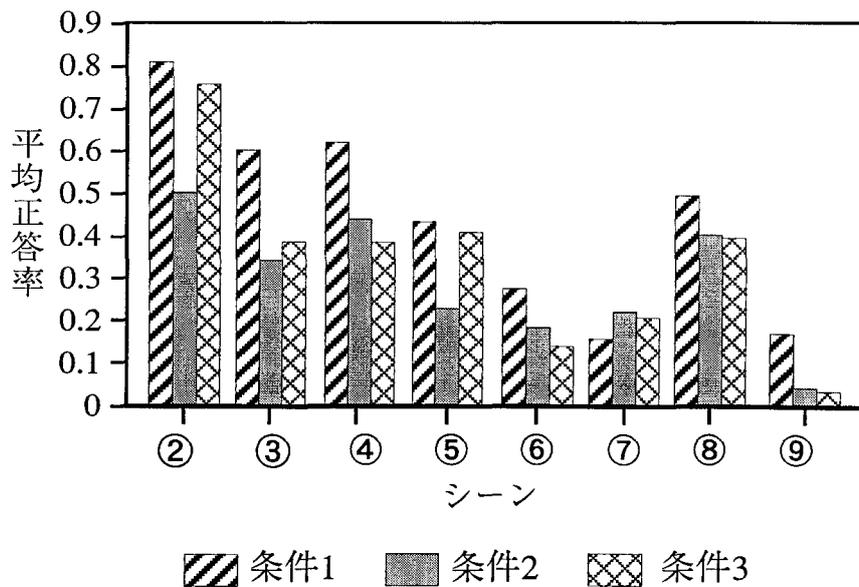


図5.7 映像教材視聴後の各シーンの理解に関する各条件の平均正答率

教材視聴後の事後テストの結果は図5.7に示されている。問題文章中の空白部は全部で24箇所であったが、これらの正答数を各シーン（②～⑨）毎に集計して平均正答率を算出した。この図を見ると、実験条件が操作されたシーン②～⑥において、全般的には条件1、3、2の順で正答率に明瞭な差が認められる。この結果は、特に条件1と3に関して、被験者の主観的理解度においてはさほど差が見られなかった事実と対照的である。さらにシーン④、⑥に関する条件2と3の比較では、音声情報より文字情報が呈示されたときの方が事後テストの成績は良く、これは、被験者の主観的評価に関連して指摘した、音声情報に対する文字情報の優位性と合致する結果であると言えよう。

6. オープン教育と学習活動の測定

6.1 授業場面における学習活動の観察とオープン教育場面における学習活動の影響

従来、授業研究は教師と生徒の言語的コミュニケーションの過程に重点が置かれていた。規格サイズの教室の中の一斉授業という枠組みの中で収まる授業研究の場合はそれでも良かった。しかし、学校建築の自由度をもたせた、オープンスペースで行われる授業や、生活科のような観察や体験を中心とした授業の場合、教師や生徒の活動の量や内容が重要な意味をもつようになる。極端に言えば、生徒の言語的反応を中心とした行動を通して認知的活動を押し量っていたものが、ノンバーバルな行動を含む行動そのものが、認知的活動と同等の重みをもつものとなってくる。

教育場面における学習者の行動の観察は、日常的には教師によってなされる。また、授業研究の場合にはこれが多くの場合研究者によってなされる。そこで用いられる主な方法は、直接的で日常的な観察方法である。ここで、直接的とはなんらかの機械的装置に依存せずに、観察者自身の感覚装置である目や耳によって観察が行われることを意味する。また、日常的とは、組織的の対極にある方法で、組織的観察法では観察すべき行動の目録を作成したり、観察場面を計画的に設定するなど、観察行為にあらかじめ意図的統制が加えられるが、日常的観察法ではそのような統制はとらない。

この種の方法によって得られる観察データは多くの場合、質的、定性的であって、教育環境を構成しているさまざまな変数と学習者の関係について定量的な分析を加えることは困難である。また、当然のことながら、観察者の

視野を超えた場所や時間帯にまでその観察が及ぶことも、不可能である。オープンフィールドに展開する、学習を含む人間の諸活動の研究を行おうとするとき、従来の教師や研究者による、直接的で日常的な観察は、その限界を越える。

オープン化された授業活動の研究を手がけていこうとしたとき、その手がかりはまず学習者の行動や身体的活動に求めざるを得ない。しかも、その中でも最初のスタートは、所与の教育環境の中での学習者の空間移動の観察記述であろう。通信衛星によるGPSが普及しはじめた現在、オープンフィールドにおける人間の行動軌跡をとらえるという“夢”は、“夢”でなくなりつつあるが、現実にはフィールドワーク的な研究の中で利用しようとするとき幾重もの困難に直面する。何よりも、学習中の行動はかなり微妙な行動であり、車のナビゲーションのようなスケールでは目が荒すぎる。

2次元的空间の拡がりの中における行動軌跡を求めるという目的を最終目的に考えた次善の策は、時系列の中での行動量の変化を観察するというもくろみであった。

ところで、オープンフィールドにおける簡易な行動測定装置に‘万歩計 (pedometer)’がある。これは通常、測定対象者の腰部に装着して、内蔵された歩行センサにより歩数の計数を行うものである。ここで使用されているセンサは、バネや振り子によって構成された機械的センサであり、その測定精度の不安定さといった問題が指摘されているものの (Tryon, 1984)、身体的活動量の測定装置としてはおそらく最もポピュラーなものである。実際、星ら (1989) は、多数の児童にこの万歩計を、起床時から就寝時まで毎日携帯させることで、一日を単位とする彼等の活動量を収集した。こうしたデー

タは、各児童の全生活時間帯にわたる行動の一側面についての客観的な指標を提供することができる。

しかしながら、活動性の測定装置として、市販されている万歩計を見るとき、そこには次のような共通の欠点がある。それは、歩数の時系列データ収集が、不可能ではないにせよ、事実上きわめて困難だということである。なぜなら、普通の万歩計は、常に測定開始からの累積歩数のみを表示するだけだからである。このような既存の万歩計をそのまま用いて、あえて時系列的測定を行おうとすれば、測定者なり、あるいは被測定者なりが定期的に万歩計の表示値を読み取るための複雑な手順を採用せざるを得ない。しかし、これは現実的な方法とは言い難い。

そこで、単に測定対象者に装着するだけで、歩数に関して長時間かつ任意の測定インターバルでの時系列的データ収集を可能にするような装置‘アクトメータ’の開発を試みた。

6.2 アクトメータ・システムの基本構造

このシステムは大別して測定対象者に装着して活動性データを収集する歩数計測システムと、計測システムと接続してプログラムやデータの転送に関わるデータ転送システムの2つのサブシステムから構成される。以下ではこれらのサブシステムについて解説する。詳細は野嶋（1995）を参照されたい。

6.2.1 歩数計測システム

1) ハードウェア

計測部は被測定者に装着して、主として歩行時の身体の上下動を0-1的に検出してカウント・記憶する機能を持つ。こうした機能を実現するために、本システムでは身体の動きを検出するセンサーとして、通常の歩行計／万歩計（pedometer）のセンサーを流用している。またそのセンサ出力のカウントや結果の保持、およびその後のデータ排出などの多様な機能を担う素子として1チップ・マイクロコンピュータを使用している。また計測部は自由に活動する対象に装着できるように、電池により駆動されるようになっている。

この計測部は大人のみならず子供をも測定対象とできるように、できるかぎりの小型化、計量化が図られている（図6.1）。

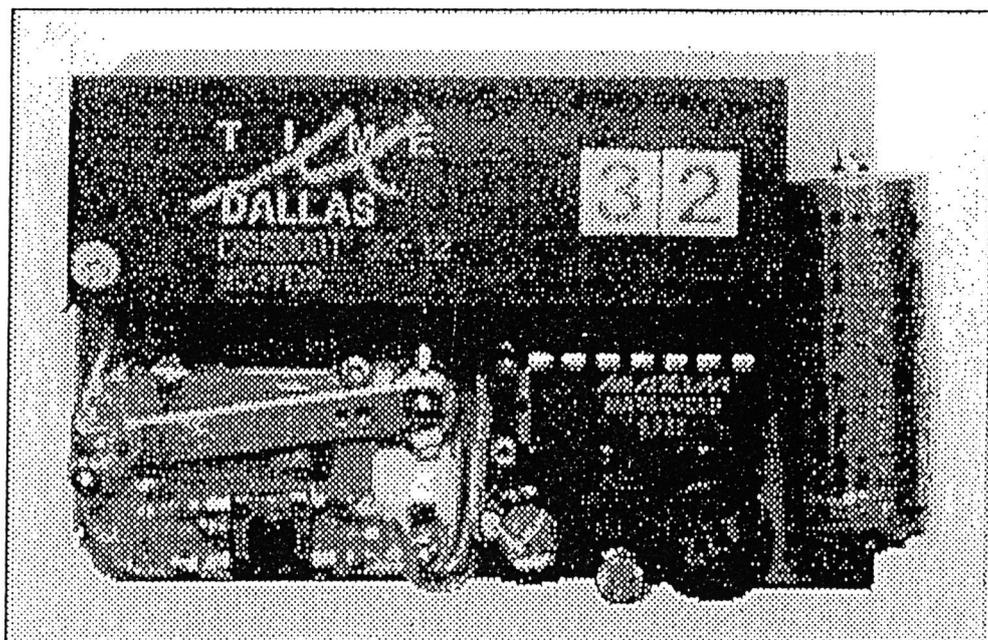


図6.1 プリント基板上に部品が実装された計測部
図上部がDS-5000、左下が歩行センサ、右下が電源回路、右端が電源用電池（単5）

1.1) センサー

まず、センサーについてであるが、万歩計に内蔵されているセンサーは、従来のアナログ方式、および近年主流をなしているデジタル方式とともに共通の構造が採用されている。それは、図6.2に示すように、金属性の振り子の原理を用いたもので、身体の上下動という加速度運動を振り子の先端にある重りに伝え、振り子の上下動として歩行の検出を行う仕組みである。なお1回の上下動が終了する度に、この振り子はバネの動きで一定の位置に復元するようになっている。アナログ方式の万歩計では、この振り子の運動を時計に類似したメカニズムに伝達することで、歩数の表示を行う。他方、デジタル方式の万歩計においては、この振り子が電氣的スイッチの機能を兼ね備えており、歩行に伴うスイッチの状態変化をデジタル回路に入力することで歩数のカウントとそのデジタル表示を行う。本システムにおいては、後者のデジタル式万歩計に使われているセンサー部分をそのまま計測部に組

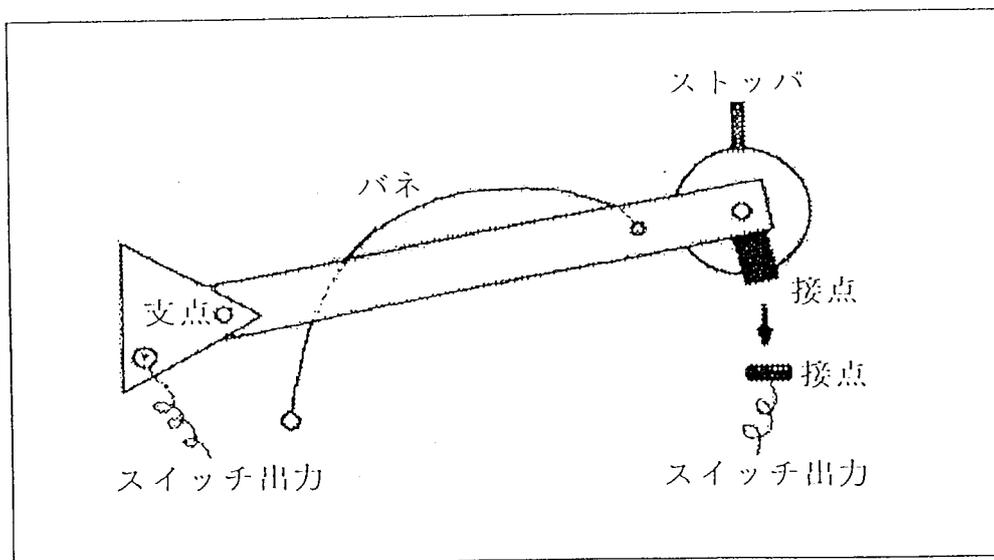


図6.2 万歩計の歩行センサ

込んで、歩行センサーとしているが、その理由は、このセンサーの持つ電氣的スイッチング機能を利用するためである。

本システムで実際に用いたのは、(株)山佐時計計器：デジ・ウォーカー Mini(Em200)である。

1.2) 1チップ・マイクロコンピュータ

センサの出力を処理するにあたっては、万歩計のように単にそれをカウントし表示するのではなく、それらの時系列データを比較的長期にわたって収集、保持し、そして測定終了後はそれらを外部に転送することが必要となる。これらの機能を実現するために、本システムは1チップ・マイクロコンピュータを採用したが、これには上記のような様々なデータ処理を一括して実行できるようなハードウェアがすべて完備しているからである。すなわち、センサ出力の取り込みやデータの転送のための入出力ポート、大量のデータを記憶できるメモリ、時間的制御を可能にするタイマ回路などがCPUとともに1チップ化されている。この種の素子を利用することで、測定対象者に装着した際の物理的負担が少なくすむように、計測部の小型・計量化を図ることができる。

使用した1チップ・マイクロコンピュータは、米国のDallas Semiconductor社のDS-5000という製品である。これはCMOSタイプの8ビットCPUを中心として構成されており、その大きな特徴は、外部からの電源供給が遮断されても、内蔵のバックアップ電池によってプログラム／データが保持されるため、各種のポータブル機器の制御部分として幅広い用途に適用できるという点である。

DS-5000は、さらに8ビット×3の双方向性I/Oポートを備えていて、その

うちの幾つかは、プログラム制御によって、外部割り込み機能とシリアル・インターフェイス機能（RS232C規格）へ切り換えることができる。また、DS-5000を駆動するためには水晶発振素子を外付けする必要があるが、そのクロックを利用したタイマ回路も内蔵されているため、周期的な内部割り込みの発生やインタバル・タイマの構成が容易である。

以上のような仕様を持ったDS-5000は、前述のようにクロック用の水晶を外付けし、電源を接続するだけでコンピュータの基本的な機能を発揮するようになる。ところでDS-5000もまた、他の多くのマイクロコンピュータと同様、電源オンと同時にメモリの所定のアドレスから順次プログラムを実行して行くのであるが、そのためには、あらかじめメモリ内にプログラムが格納されていなければならない。そこで、外部のホスト・コンピュータからDS-5000用のプログラムをダウンロードするといった方法が採用されている。

また、場合によってはDS-5000内のプログラムを読み出す必要があるが、それにはホスト・コンピュータへデータをアップロードするという方法がとられている。こうしたプログラム／データの転送を可能にするために、DS-5000内部のROMにはあらかじめRS232C仕様の通信用ルーチンを含んだモニタ・プログラムがファームウェア化されて収められている。このモニタ・プログラムを利用することで、ユーザはホスト・コンピュータを介してDS-5000内部のRAMへアクセスし、その内容を参照したり、更新したり、あるいはプログラム動作のトレースをおこなうことができるわけである。

このモニタを起動するためには、DS-5000にたいして特殊な信号を与え、汎用I/Oポートの幾つかをシリアル・インタフェースとして機能させるようなハードウェアが別途必要である。そこでDallas Semiconductor社から、専用の

開発ツールが提供されている。このツールにDS-5000を装着し、またRS232CケーブルでIBM-PCまたはNEC-PC98シリーズと接続することによって、これらのパソコンをホスト・コンピュータとするDS-5000を用いたシステム開発が比較的簡単に行われるようになる。

1.3) 電源

DS-5000が必要とする電源はDC（直流）5Vである。これを通常の1.5Vも電池から供給するために、計測部内に電圧変換を行なう電源回路を組込んだ。計測部全体の小型化を図るため、この電源回路の中核には電源用IC（Maxim社製：MAX644）を使用している。使用可能な電池のサイズとしては乾電池単5～単3の大きさを想定し、これらを測定時間の多少に応じて選択することとした。

1.4) 回路図とプリント基板および実装

本システムは学校教育場面への適用を主たる目的としており、そこでは数十人の児童に同時に装着してのデータ収集を行うため、計測部の量産が必要となった。そこで、上記計測システムの回路図を作成し、この回路図をもとにして、プリント基板を製作した。

なお、DT-5000のチップはこのプリント基板に直付けにせず、Dual-In-Package用のICソケットに装着するようになっている。これは、計測終了後にこのチップを計測部から取り外して、データ転送用のインターフェイスに移すためである。

計測部の回路基板と電源用電池は、プラスチック製のケースに収め、通常の万歩計と同様にベルトに固定して使用する。計測部全体の大きさや重量は使用する電源電池の大きさによって変化するが、単3～単5の乾電池を使用す

る限り小型化、軽量化が実現されるので、測定対象が成人でも子供でも、日常生活にそれほど大きな支障をきたすほどではない。

以上述べてきた計測部の仕様を要約すると以下（図6.3）のようになる。

歩数計測部仕様	
歩数センサ	(株)山佐時計計器製 デジ・ウォーカーMINI(EM200)
記憶容量（プログラム）	2K Byte
記憶容量（歩数データ）	30K Byte
電源	単5～単3乾電池1個
消費電流	8mA（データ収集時）
外形寸法	67(W)×48(H)×20(D) [mm]
重量	68 g

図6.3 歩数計測部仕様

2) 歩数計測プログラム

計測部のソフトウェアはDS-5000内部のRAMに常時格納されているプログラムである。このプログラムは、センサからの入力を受けて、歩数の時系列的係数を実行する計測ルーチン群からなっている。

歩数の時系列的計測に際して、まず必要となるのは計測インタバルの生成である。これにはDS-5000内蔵のタイマ機能を利用する。このタイマはCPUクロックをカウントして定期的に内部割り込みを発生する機能を持っている。割り込みのインタバルの長さは、外付けの水晶の発振周波数やタイマ自体に付属するレジスタのプリセット値によって可変である。さらに割り込みサービス・ルーチン内での処理手順を変化させることで、計測インタバルの

長さはきわめて広範囲に自由に設定することができる（数ミリ秒から数日、数ヵ月までの範囲）。なお現行の計測プログラムにおいて、インタバルは15秒に設定してある。なぜならば、1バイトによってカウントできる歩数は最大255までであるが、これは人間が15秒間に行なう歩行／走行の歩数を十分に上回ると考えられるからである。さらに、DS-5000に内蔵されたRAMのうち30キロバイトがデータ領域として使用できるので、計測時間は最長約128時間に達する。

6.2.2 データ転送システム

DS-5000へのプログラムのダウンロード／アップロードに専用の開発用ツールが使用できるが、完成したプログラムを実行させるためには、DS-5000とこの開発用ツールとを切り離す必要がある。ところがその際、内蔵RAMの内容は暗号化されてこの外部からは参照が完全に不可能になる（これは、プログラム／データ保守のためにDS-5000で採用されている独特のアーキテクチャの一つである。）。したがって、その後DS-5000に蓄積された歩数データにアクセスするには、データ転送を行うためのルーチンをプログラムの中に組み入れておかねばならない。またそのときに使用するホスト・コンピュータとの通信用インタフェースをハードウェアの面でも用意しておく必要がある。

1) ハードウェア

DS-5000の内部には、標準的なRS232C規格にしたがってシリアル・データを送受信するための基本的なハードウェアが存在する。したがって、ホスト・コンピュータとの間で通信を行おうとすれば、ハードウェアとしては

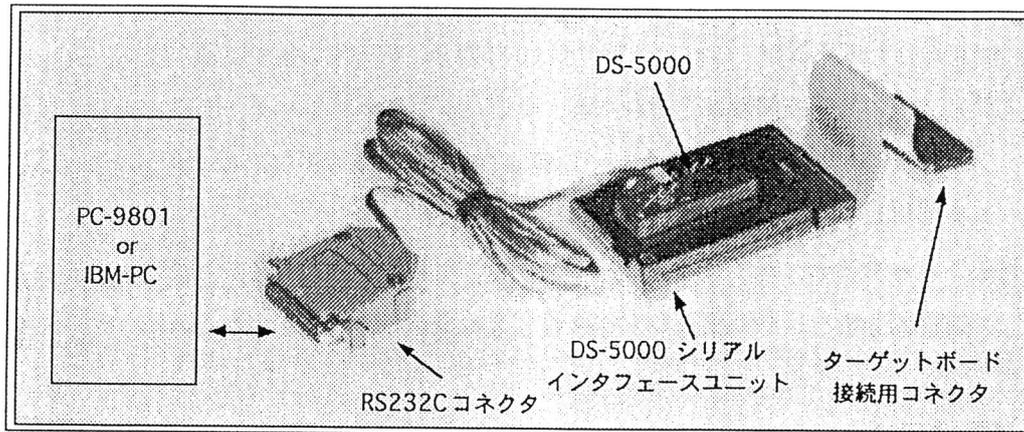


図6.4 DS-5000開発用ツール

RS232Cの電気的な仕様を満たすようなインタフェースが必要となる。これを計測部の中に置くことも可能ではあるが、小型・計量化という志向には逆行する。そこで本システムでは独立したインタフェース回路を設けることにした。回路構成は、DS-5000のシリアル信号の出力電圧：DC5V～0VをRS232C規格の+12V～-12Vに電圧変換するための素子（Maxim社製：MAX232C）と、データ転送速度（ボーレート）を正確に規定するためにDS-5000に与えるクロック信号発生回路からなっている。ボーレートを4800とし、そのためのクロック周波数を153.6KHzに設定してある。なお、このインタフェースを使用するにあたっては、データ収集終了後、計測部に装着されていたDS-5000のチップをこの回路に移すことになる（図6.4）。

2) ソフトウェア

DS-5000に搭載されるデータ転送ルーチンにおいては、転送に関するパラメータ（ボーレート、データ長、パリティ・ビットの有無など）をDS-5000のシリアル出力用のレジスタに設定した後、RAMに保持されている計測デー

データを1バイトずつシリアル出力用のデータ・レジスタに書き込んでいくだけである（ただし、DS-5000のシリアル・インタフェースにはフロー制御機能がないため、確実な送受信を行うために1バイトのデータ転送のたびに若干の遅延インタバルを挿入している）。これにより、DS-5000のI/Oポートから連続してデータが転送され始める。なお本ルーチンはいったん起動されると、RAMのデータ領域全部を転送する。データの量は計測を実施した時間に依存するので、転送をデータ領域上どこまでとするかはあらかじめ決定できないからであり、処理に必要なデータの量はむしろ受信側のホストコンピュータの受信プログラムの中で規定される。

6.3 活動性を指標としたオープンエデュケーションの評価研究

6.3.1 浅草・精華小学校4年生の事例研究

1) 目的

1) オープンスペースを利用した、いわゆるオープンエデュケーションの趣旨にそった授業はどのような特徴をもった授業なのか、簡易アクトメーターによって計測された活動性の指標に関し、通常の授業との比較検討を行う。

2) また、同時にオープンスペースを利用した学習における教師の活動と児童・生徒の活動は大きく異なることが予想される。児童の活動性と教師の活動性を分析し比較検討する。

2) 方法

2.1) 測定方法

活動量の測定には、先に述べてきたラップ計測可能な歩数計測装置（アク

トメーター)を使用した。当該の実験においては、センサのon/off情報を15秒間で1データとし、コントローラ内のメモリに格納させ、15秒間毎の歩数が読み取れるようにした。

アクトメーターはプラスチックの外箱(たて5cm×よこ7cm×奥行き2cm)に内蔵され、それを布製のベルトに固定し、そのベルトを普通のベルトと同様、ウエストに装着する。ベルトは、幅3cm、長さは児童にあわせ72～105cmのものを何種類か用意した(図6.5参照)。ベルトの両端のマジックテープにより身体にぴったりと装着できる。装着位置は、アクトメーターの中心が身体の正中線から右に10cmの位置になるように統一した。

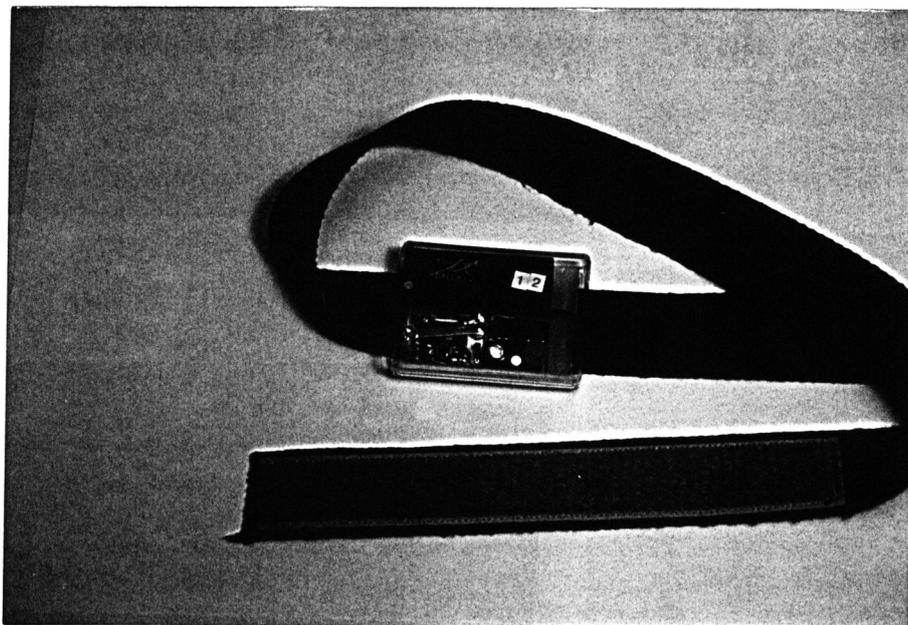


図6.5 実装したアクトメータ

2.2) 測定対象

実験の対象となったのは、東京都台東区精華小学校の4年生の児童、37名

(男子28名、女子9名)と、その担当教諭1名である。

2.3) オープンスペースの概要

図6.6を参照。

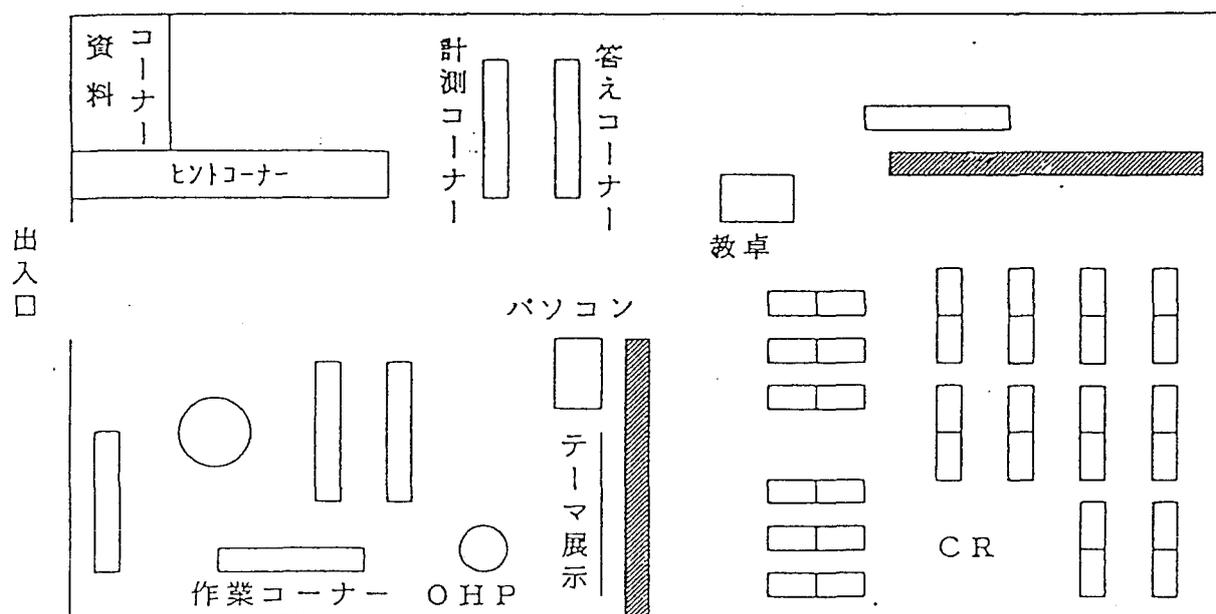


図6.6 精華小学校（佐久間学級）におけるオープンスペースの見取図

2.4) 実験日時

実験は1991年11月7日～9日及び11月30日の4日間にわたり実施された（図6.7参照）。なお、11月30日は一般教科の一斉授業の記録をとるために用意されたものである。第3校時の空白は、体育の授業のため記録がとれない時間であったことを示している。時間割は記録がとれた時限のみについて記されている。

	1校時	2校時	3校時	4校時	5校時	6校時
11月 7日	国語	国語	週プロ	週プロ		
	個別 (作文)	個別 (調べ学習)	個別 (国or算)	個別 (国or算)		
11月 8日	週プロ	音楽	図工	図工	保健	学年
	個別 (国or算)	一斉	作業 (工作)	作業 (工作)	一斉 (しこう検査)	個別 (自由研究)
11月 9日	週プロ	週プロ				
	個別 (国or算)	個別 (国or算)				
11月30日	国語	算数		社会	特別	
	一斉	一斉		一斉	アンケート 大きな家づくり	

図6.7 実験実施日と時間割

3) 結果および考察

3.1) 活動記録の実例と相対累積活動量

試作されたアクトメータの教育実践へのはじめての適用は、浅草、精華小学校で行われた。この学校は、ドーナツ化現象による生徒数の減少を利用して、2学級分のクラスを1クラスに改造したオープンスペースを有し、独自のカリキュラムを展開している。アクトメータのトラブル、生徒の予想外の逸脱行動、実験者側の不手際（アクトメータ装着時間）などの要因から、各実験日ごとに不完全なデータが発生し、ハードウェアそのもの、運用等の点で改良の余地があることは否めない。4日間の測定のうち、オープンスペースにおける個別学習が中心の11月7日分のデータと一斉授業が中心の11月30日分のデータを表6.1と表6.2に示す。このデータは連続データを時間割にそっ

て集計したものである。一斉授業と比し、個別学習における活動量の個人差が拡大していることが明らかである。

表6.1 11月7日の活動性 (歩数/min.)

Sub.	個別①	休	個別②	休	個別③	休	個別④ ¹	給食
1	3.60	43.00	10.98	50.80	16.22	27.80	15.58	14.42
2	43.73	58.60	24.04	102.10	18.87	7.40	21.73	12.13
3	13.53	25.40	14.82	63.00	17.78	32.80	20.00	16.73
4	1.53	1.80	9.91	31.85	10.47	31.40	19.11	9.13
5	4.67	35.40	50.96	40.40	10.89	4.00	8.82	7.04
6	4.53	63.00	17.07	98.30	26.84	12.40	9.84	14.31
7	35.20	2.80	52.38	18.10	24.44	50.60	31.96	19.78
8	13.43	51.20	27.47	38.80	19.18	38.60	17.78	22.04
9	17.53	36.60	8.49	108.95	23.56	19.80	12.24	20.73
10	15.17	22.60	15.71	105.40	13.20	26.60	17.76	18.89
11	7.27	19.80	18.13	73.75	15.98	24.20	34.00	16.42
12	12.57	45.60	34.60	68.75	24.91	21.60	11.51	25.51
13	3.13	15.20	30.87	46.50	12.58	45.80	9.91	12.64
14	3.87	40.20	73.20	65.80	25.02	39.60	20.44	18.91
15	9.60	6.60	34.62	101.90	16.33	27.80	17.91	18.89
16	3.37	9.20	13.20	52.95	17.96	23.60	9.71	16.33
17	3.17	51.00	10.00	68.00	8.33	9.80	8.58	20.24
18	6.87	67.20	20.58	99.00	20.18	14.20	10.82	12.18
19	11.30	50.40	30.60	88.75	13.38	49.40	16.47	29.40
20	2.53	5.80	7.02	21.30	4.04	19.20	12.20	13.13
21	7.53	14.60	5.76	23.10	9.07	18.00	11.49	11.76
22	3.97	7.20	13.69	10.80	3.78	6.40	7.00	6.64
mean	10.37	30.60	23.82	62.65	16.05	25.05	15.68	16.24
sd	10.33	20.71	16.75	30.89	6.51	13.36	6.95	5.53

表6.2 11月30日の活動性 (歩数/min.)

Sub.	朝会	国語	休	算数	体育	社会	給食	学活
1	1.50	0.30	36.40	4.53	0.19	7.00	17.66	8.09
2	6.20	0.00	10.30	1.42	0.39	2.58	16.02	5.69
3	0.10	0.00	4.00	0.35	0.14	1.64	7.49	7.58
4	0.50	0.00	20.40	1.83	0.01	2.73	18.86	4.07
5	0.20	0.05	5.10	1.27	0.01	1.31	9.24	4.89
6	0.00	6.60	17.00	3.10	0.76	4.02	20.40	13.78
7	1.30	0.00	18.70	3.95	0.50	5.80	22.14	11.56
8	1.80	2.90	17.00	5.30	0.74	9.62	15.57	6.98
9	0.40	0.35	29.20	2.65	0.46	7.33	26.06	14.80
10	5.90	0.40	14.80	3.17	0.96	3.04	19.98	7.93
11	1.30	0.10	18.50	5.95	1.73	10.40	31.91	14.22
12	1.90	1.05	5.70	3.90	0.67	1.89	27.27	7.36
13	1.30	1.45	8.60	3.20	0.67	5.76	24.00	7.11
14	0.70	1.15	36.00	3.60	0.30	5.87	40.91	13.07
15	3.80	0.20	52.10	3.70	0.39	11.89	24.69	10.33
16	0.30	0.45	10.20	1.77	0.77	5.87	17.20	10.80
17	0.40	0.20	0.40	1.20	0.24	4.27	16.86	1.84
18	0.00	0.20	17.40	1.75	0.14	4.33	25.99	6.24
19	1.30	0.15	1.30	4.82	0.11	4.13	17.66	11.64
20	0.70	0.05	28.70	1.20	0.16	9.58	34.49	13.18
21	5.60	0.65	16.30	2.20	0.47	8.27	22.58	9.69
22	4.00	0.00	5.20	1.35	0.71	6.40	15.30	6.91
23	5.20	0.15	18.50	2.83	0.61	9.91	32.25	10.96
24	0.20	0.35	5.60	2.28	0.03	5.11	16.00	7.04
25	1.90	0.35	11.70	2.75	0.13	6.53	24.17	5.11
26	0.70	0.15	4.20	0.47	0.41	2.56	8.84	2.44
27	0.00	0.10	4.00	0.85	0.43	1.80	16.84	2.87
mean	1.75	0.64	15.46	2.64	0.45	5.54	21.13	8.38
sd	1.94	1.32	12.12	1.46	0.36	2.92	7.72	3.65

また、一日の活動量のサイズを一定にしたときの、個人別の時間割に応じた活動量を相対比であらわし、グラフ化してみよう。

図6.8と図6.9は、表6.1と表6.2に対応した相対累積活動量を示している。休み時間と個別学習の時に個人差の拡大がみられる。

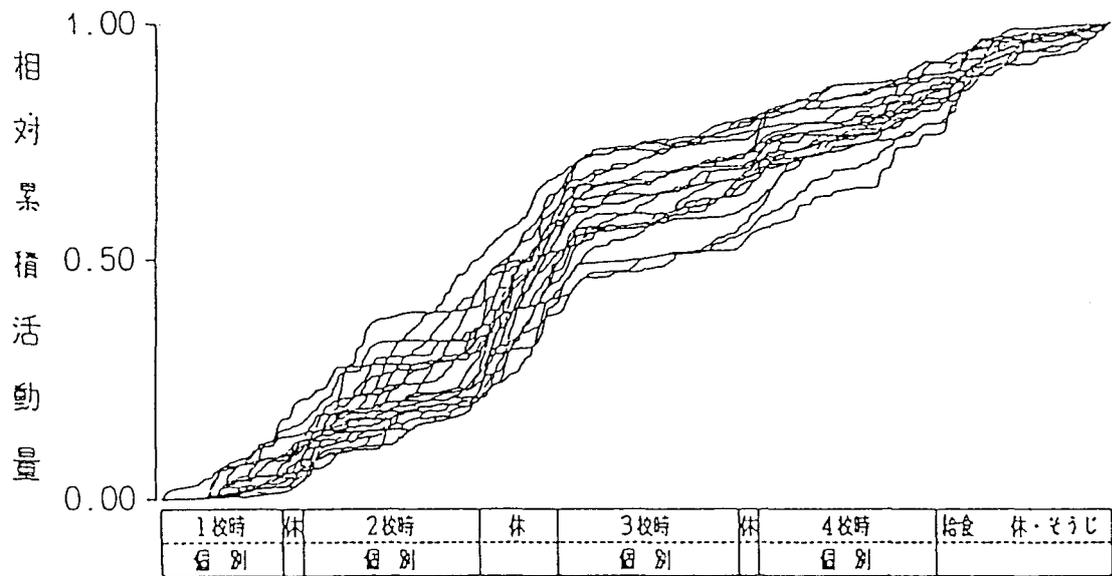


図6.8 児童の1日の相対累積活動量 (11月7日)

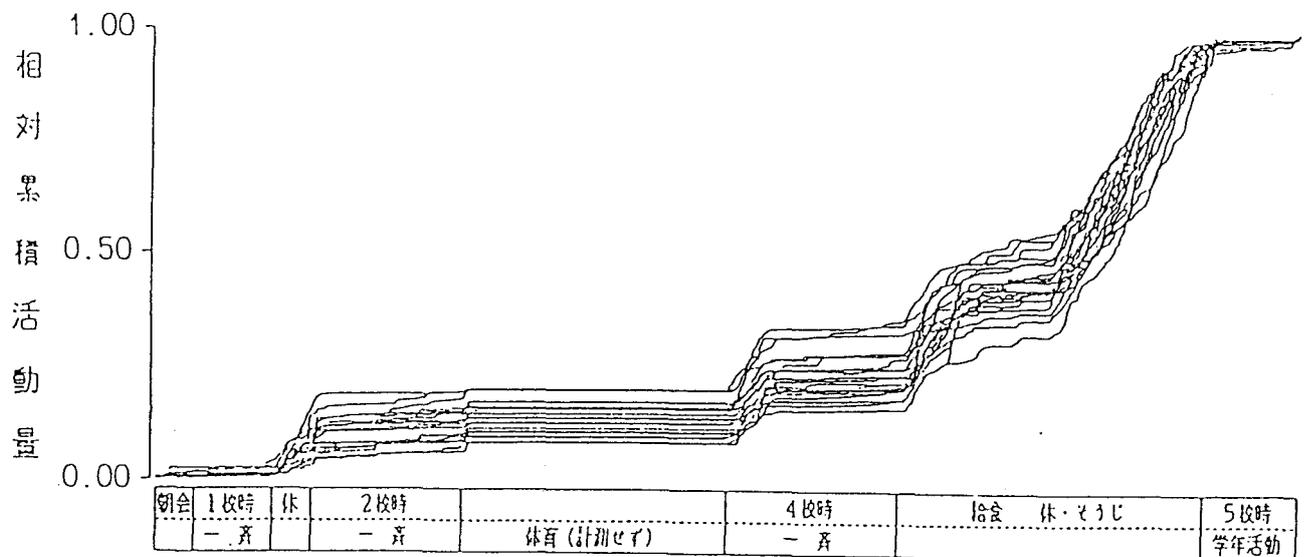


図6.9 児童の1日の相対累積活動量 (11月30日)

3.2) 個別学習、一斉授業、休み時間の間の相関

休み時間に活発に動きまわる児童はその活動性がそのまま個別学習の学習スタイルにあらわれるかどうか、あるいは児童の活動性が、カリキュラムの違いや休み時間を通して一貫しているかどうかを確かめるために個別学習と一斉授業、休み時間の間の相関を調べる完全なデータのとれた12人分のデータを分析対象にした。

また、図6.10は個別学習、一斉授業、休み時間別の活動性（平均歩数/min.）を示している。

これらのデータをもとにした計算により、児童の活動性は個別学習時と休み時間の方に有意な相関があるという結果が得られた ($r=0.81$ $p<0.01$)。一方で、個別学習と一斉授業、一斉授業と休み時間の間には有意な相関は見出されていない。

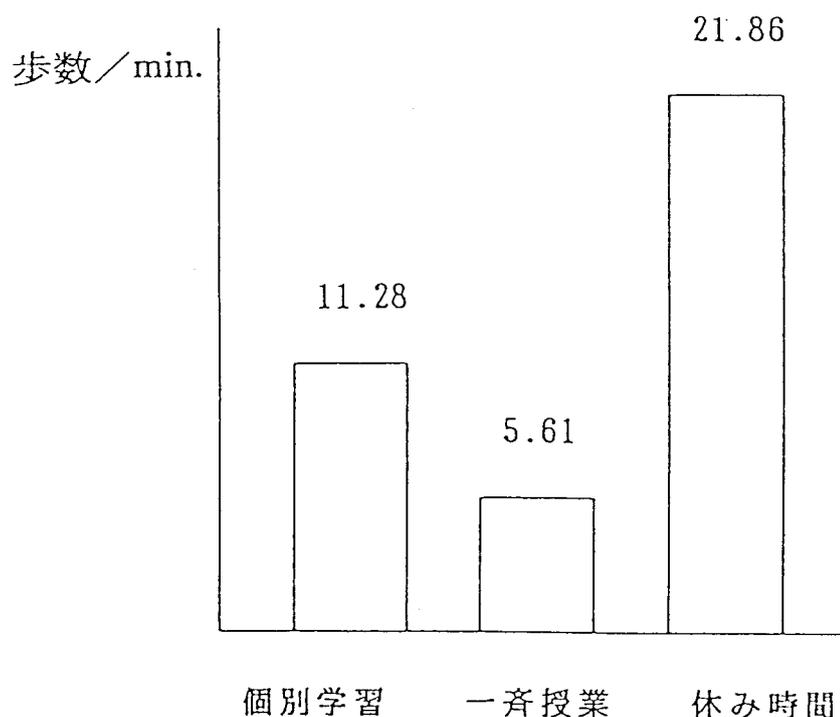


図6.10 総データの1分毎の平均歩数

表6.3 個別学習、一斉授業、休み時間別1分間の平均歩数値

Sub	個別	一斉	休
1	22.02	3.94	41.22
2	14.55	1.33	27.70
3	9.16	1.52	19.49
4	14.05	0.88	17.90
5	14.82	3.25	43.68
6	12.46	2.20	37.47
7	17.81	5.48	31.89
8	24.44	3.54	42.68
9	8.54	1.89	18.87
10	14.87	3.00	39.50
11	6.41	2.58	11.66
12	5.77	1.06	7.96

表6.3は総データについて個別学習、一斉授業、休み時間別の1分毎の平均歩数である。一斉授業で1分毎に平均5.61歩も歩行しているのは大きい数値ではないかと思われるかもしれないが、これは図工など作業のともなう授業が含まれていたためや、前後の休み時間が授業に入りこんでいたことも関連するであろう。オープンスペースにおける学習時の活動が一斉授業と休み時間の平均歩数の中間に位置することは興味深い。学習時の活動量は少なくとも休み時間の活動とは量的に明らかに異なる。

3.3) 教師の行動と児童の行動の対比

児童の活動性だけでなく、教師の行動パターンにも興味深い結果が得られた。図6.11のデータは担当教諭の行動量を表わしたものである。

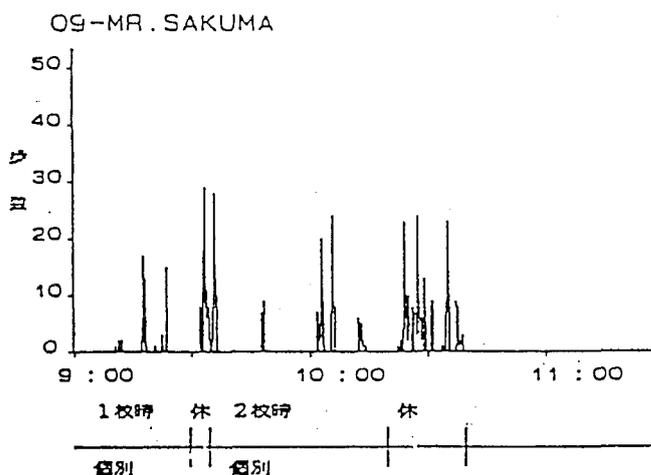
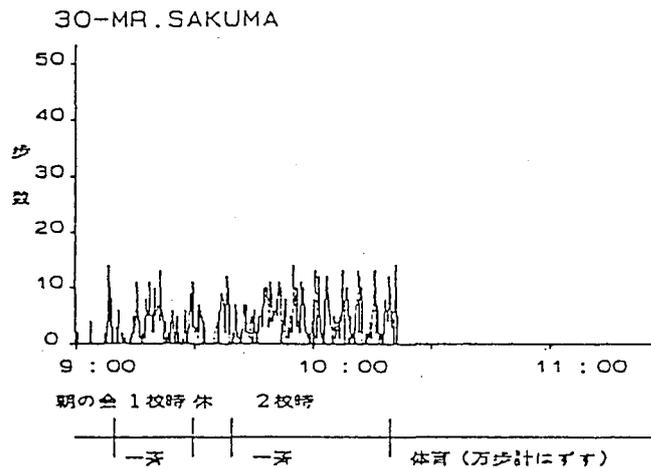


図6.11 一斉授業、個別学習における教師の活動性

一斉授業ではある程度の行動量を保って恒常的に行動していることがうかがえる。授業観察記録からは、一斉授業での教諭の行動パターンは板書のために立ち動くことと、クラスルームのなかを見回る動作で大半が占められていたことが判明している。

一方、個別学習授業において、教諭の行動は活動時と非活動時に明確にわかれている。非活動時には、教諭は教卓で児童の学習の指導（質問への回答

など) にあたっていると考えられる。活動性が示される場所は、オープンスペース内の児童の様子を見てまわっていると推定される。

2つのデータを単純に見比べるだけでも、一斉授業と個別学習時の教師の行動量と活動パターンの違いが読みとれるであろう。また、生徒との行動との対比も明らかである。即ち、一斉授業において教師は相対的に生徒より活動量が多く、オープンスペースにおける個別授業では逆に教師は相対的に活動量が少なくなる。一斉授業において教師の果たす役割と個別授業において教師の果たす役割の相違が活動性の相違に表われている。

6.3.2 館山・北条小学校4年生の事例研究

1) 目的

①6.3.1と同様にオープンスペースを利用した個別学習を展開している学校の教師及び生徒の活動の変化をカリキュラムとの関連で捉える。

②生徒一人一人の学習活動の内容の評価を観察法により行い、学習の質の評価を試みる。

2) 方法

a. 測定方法

アクトメーターを児童に装着した。また、8ミリビデオカメラ及びVHSムービー計10台を利用し、オープン学習時の児童の行動を撮影した。カメラはオープンスペースの各コーナーが全て収まるようにセットされ三脚を用いて固定された。

b. 測定対象

千葉県館山市立北条小学校4年生の児童35名とその担当教諭1名。

c. 測定日時

1992年10月末日

3) 結果及び考察

3.1) 設定条件間の歩数の相関

6.3.1と同様に一斉授業、昼休み、オープン学習の3つの活動の相互関連を
求める。

表6.4.1～6.4.3は、男女別に見た歩数/分の平均値と相関を示している。

6.3.1の結果と同様に個別学習の活動性は、一斉授業と休み時間の中間に位置
している。女子は設定された条件にかかわらず安定した行動を示すが、男子
は設定された条件より行動の取り方が異なる傾向を示していることが、表
6.4.1～6.4.3の各相関係数及び標準偏差から読み取れる。

表6.4.1 オープン学習時と一斉授業時の歩数の相関係数

	オープン	一斉授業	相関係数
男子	7.87 (4.42)	3.90 (1.35)	0.611
女子	5.64 (1.96)	2.28 (1.36)	0.708
全体	6.69 (3.53)	3.04 (1.58)	0.650

()内は標準偏差

表6.4.2 昼休み中とオープン学習時の歩数の相関係数

	昼休み	オープン	相関係数
男子	36.40 (22.13)	7.87 (4.42)	0.409
女子	11.99 (5.69)	5.64 (1.96)	0.696
全体	23.43 (19.88)	6.69 (3.53)	0.520

()内は標準偏差

表6.4.3 昼休み中と一斉授業時の歩数の相関係数

	昼休み	一斉授業	相関係数
男子	36.40 (22.13)	3.90 (1.35)	0.609
女子	11.99 (5.69)	2.28 (1.36)	0.749
全体	23.43 (19.88)	3.04 (1.58)	0.683

()内は標準偏差

3.2) 行動のカテゴリー化と活動性

オープン学習中の児童の活動を、学習活動に関係ある活動群 (on task) と学習活動に関係ない活動群 (off task) に分けた。活動エリアを完全にカバーする10台のビデオカメラでとらえた映像を観察することによって、各児童の

行動の学習中に活動をカテゴライズした。そのカテゴリーシステムを表6.5に示しておく。なお、実際に分析に利用したサンプルはランダムサンプルである男子4名、女子5名の計9名からなる。

表6.5 On Task, Off Taskカテゴリーシステム

[On Task種別] 勉強に関係あり	課題に即した作業を行う
	課題について友達と相談する
	課題について先生の指導を受ける
	他の人の作業を観察する
	コーナーの選択をする (オープン学習時)
	挙手して意見を発表する (一斉授業のみ)
	先生の質問に答える
	その他
[Off Task種別] 勉強に関係なし	うろうろする
	逸脱行動をとる
	無駄話しをする
	ぼんやりする
	その他

ビデオテープを見ながらのサンプルの行動観察には、一定の時間毎にフロッピーディスクへの書き込みを行うプログラムを用意し、各観察者毎にラップトップ型のコンピュータを利用して観察結果の入力を行った。ちなみに、練習段階における各観察者の反復試行の一致度は85~90%の平均値を示したことを確認している。

表6.6は当該のサンプル9名（男子4名、女子5名）について、個人別にon taskとoff taskについての時間の比率を示した。また、オープン学習時と昼休み時の活動性（歩数/分）の比較を行った。

表6.6からは、On Task活動の比率の圧倒的な高さが指摘される。一見ばらばらな活動に見えるオープン学習時における学習行動は、一斉授業と異なり、学習者個々人のペースにまかされているため、複雑な様態を示し、通常の授業研究のような授業をまるごと見るという観察方法では、授業を把握することはほとんど不可能に近い。したがって表6.6のようなデータが得られるという事実は表面的な観察を経験したものにとっては驚きをもってむかえられることである。

表6.6 個人別の活動性の比較

	Male(N=4)				Female(N=5)				
	O	D	N	Y	O	I	Sa	U	Si
On Task	96.1	91.3	91.0	90.0	99.0	98.2	97.2	84.9	83.0
Off Task	3.9	8.7	9.0	10.0	1.0	1.8	2.8	15.1	17.0
Activity (O)	8.0	7.9	8.6	11.5	6.0	4.5	5.6	5.1	10.6
Activity (N)	84.6	60.8	21.3	24.4	13.9	8.7	9.7	11.5	17.0

On/Off Task：各Taskに属するカテゴリーの出現比率

Activity(O/N)：オープン学習時(O)、昼休み時間(N)における活動性(歩数/分)

また一方で、昼休みの活動性とオープン学習時の活動性を比較すると、昼休みの活動水準が非常に高い男子2人を除くと、他の7人はActivity (O) / Activity (N) の比率が2.0の前後にあることも確認される。これは、6.3.1のデータとも一致する現象である。

しかし一方で全員に同様の現象が見られるかどうか図6.12を見てみよう。

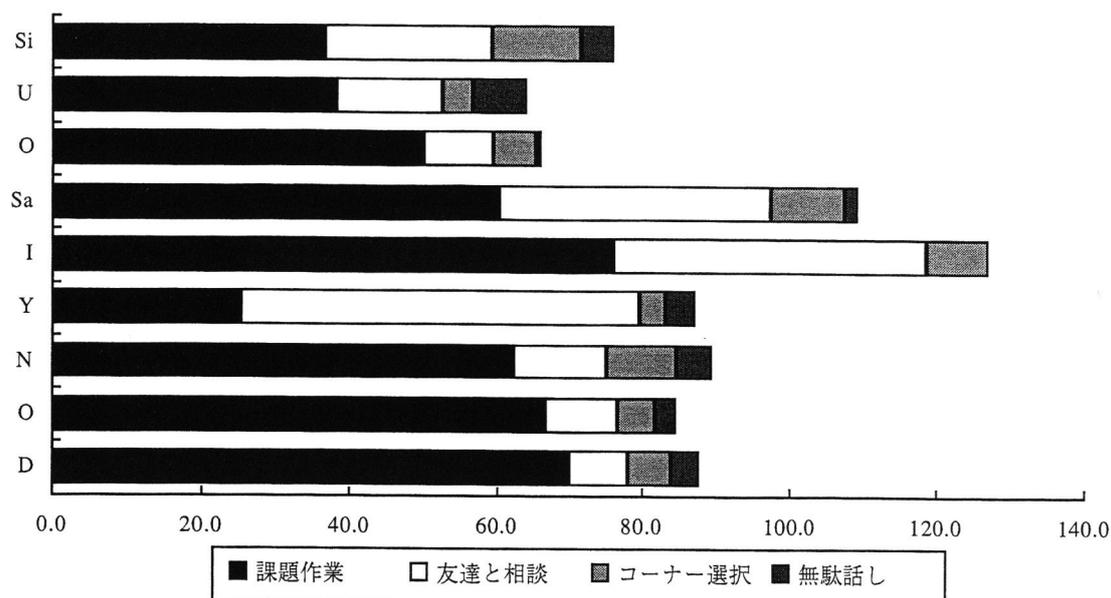


図6.12 個人別コーナーごとの活動時間

この図は個人ごとに見た場合のトータルの時間に占める活動の比率を表したものである。On Task、Off Taskの判定が不能であったり、また1つの行動が2つのカテゴリーの意味を内包したりしているものを加算したりしているため、必ずしも全ての和が100%になるわけではない。しかし、個人別に見た場合、やはり大きな個人差があることも否めない。たとえば学習者Yは課題に一人で取り組む時間が少なく、友達と相談している時間が圧倒的に多い。学習者SaやIも相対的に見た場合友達と相談している時間比率が高い。このような学習形態は学習者同士の学びあいを大切にするため、授業中における友人との会話は全く禁止されることはないが、結果として学習者の真の学習時間につながらないという批判が存在する理由がこのデータからもうかがえる。

7. 討論とまとめ

7.1 教育の転換期

7.1.1 実体的学力観から機能的学力観へ

1991年度に「小学校及び中学校の指導要録の改善に関する調査研究協力者会議」のまとめが公表された。そこでは各教科について、観点別学習評価を行うことを採択し、その評価観点を①関心・意欲・態度、②思考・判断、③技能・表現、④知識・理解、とするよう定められている。従来の観点から重要視されてきた④知識・理解（いわゆる認知領域の教育目標に属する）と①関心・意欲・態度（いわゆる情意領域の教育目標）は完全にその順位が入れ代っている。

水越（1994）は、従来の学力観を1）実体的な学力観と2）機能的学力観に分類し、それぞれを次のように概略解説している。

1) 実体的学力観

a)読み、書き、計算 この最も代表的なものはいわゆる3R'sとよばれる学力であり、Reading、wRiting、aRithmeticの読み、書き、計算を重視した学力観をいう。これは万国共通して普遍的に支持されてきた基礎学力である。小、中学校での漢字配当、中学3年間の英単語配当などがこれにあたる。

b)要素的な知識・技能と基本概念 これは、各教科の教育内容におけるミニマムエッセンシャルズに相当する。学習指導要領は従来これの解説に主力がさかれていた。

c)文化的常識 教科に内包される知識だけでなく、日常生活を営んでいく上での基礎教養、一般的教養を指す。教科の知識だけでは、新聞やニュース

を読んだり聞いたりしてもわからないし、コミュニケーションが成立しない。

2) 機能的学力観

a)問題の解き方、学習の仕方 教科内容に関する知識ではなく、解決の仕方が直接・間接に与えられていない課題に対して問題解決に向けて発揮される、構え、見方、考え方、調べ方、学び方、まとめ方などの問題解決能力がこれに相当する。知能、創造性などと呼ばれるものも一種の問題解決能力に他ならない。これらの能力は1) が特定の分野で働くものであるのに対して、これはもっと一般化され、色々な分野に適用可能なものである。

b)関心・意欲・態度 ここで指摘される学力は、1) のa)、b)、c)及び2) のa)などの背後にあって、それらの学力の発現を促す「動機づけ」に関連する。新しい問題と積極的に取り組む好奇心、向上心、継続性、自信、及びそのようなある程度安定した反応傾向を示す。

このような学力観の展開は、何も日本だけに限定される傾向ではなく、これらの背後には、世界的な規模で沸き上がってきた「学校知」に対する不信感がある。イギリスの指導要領の改訂は永い間行われていなかったが、1989年の改訂の際、小、中学校における数学教育の最も大きな改善点は、「生活の中で算数、数学を応用する能力を育てる」という点にあった。学校知と生活における知の乖離現象は学校のあり方を考え直す出発点になっており、機能的学力観へのシフトはまさにその流れに沿ったものといえる。

7.1.2 学習成果の評価から学習過程の評価の重視へ

上記の学力観の変化は別の観点に立った時、学習成果の重視から学習過程

の重視へとも表現可能であろう。この傾向は特に教育評価論の側から指摘できる。典型的にはBloomら（1971）の教育評価論の中で表現されている、総括的評価と形成的評価である。今さら詳述する必要はないが、従来の評価が学習の終了時に行われる評価（総括的評価）が主体であったのに対し、学習過程において学習過程、及び指導法を改善する目的で行われる評価（形成的評価）を提案した。

この評価を実際に営まれている伝統的な一斉授業の中で実践するためには、周到に用意された指導計画とあらかじめ用意された形成的評価のためのテスト項目が必要となる。更にその結果をどのように収集し、さらに授業展開にどのように含むかという技術的な問題が残ってくる。これを可能にする最も典型的な教室環境はリスポンスアナライザーである。また、CAIシステムは、その機能的特性からも、反応に依存した制御は、システムの設計次第、あるいはコースウェアの設計次第でどのようにも対応可能であった。形成的評価の真の実現はBloomの唱えた、一斉授業を前提とした完全習得学習のモデルの下ではなく、個別化された学習システムの下でこそ完全な形で実現される。何故なら学習過程とは基本的に個の学習過程を意味し、集団の学習過程は基本的には存在しないからである。かくして、形成的評価は、IPI、PLAN等を代表とする個別学習システムの骨格に組み入れられ実現されていた。

Bloomの形成的評価は主として水越（1994）の言う実体的学力の形成過程のモニタリングに用いられたものである。ここには、測定の対象は実体的な学力ではあれ、教授＝学習のプロセスの測定への比重の移動がうかがえる。ところで機能的学力を考えてみよう。問題解決の仕方、考え方、また、興

味、関心、態度、これらの測定対象は学習過程においてこそ重要になり、それ故、学習過程においてこそ測定されるべき性質を持っている。興味、関心、態度は、典型的に学習過程において測定されねば、あるいは存在しなければ意味のない学力である。問題解決能力を構成する、物の見方、考え方、調べ方等も、総括的な評価以前に、学習過程においてこそ、発現されるべき学力である。評価の中心も学習成果のみであったものが、明らかな形をもって学習過程に移動しているといえる。

7.1.3 行動主義、認知科学、社会的構成主義の学力観と教育工学

教育工学の黎明期は、行動主義全盛期であり、学習の個別化の制御は基本的にプログラム学習の理論の応用であった。プログラムの系列化の理論も多くは累積的学習モデルを前提としていた。Suppes、Atkinsonらの数学モデルや学習の最適化理論も基本的には、行動主義の範疇に入る。この間一貫して学習の制御は基礎から応用へ、単純から複雑へ、そして反応に応じたフィードバックが繰り返され、教師主導型類似の「教え込み」型、あるいは「注入」型に属するものであった。限られた時間の中で一定の成果をあげようとする場合、避けて通れぬ道とも言えよう。

上記の黎明期を1960年代とするならば、1970年代に入り、認知科学の影響が強まり、情報処理モデルや認知発達理論に基づくCAIシステムの開発が相次いだ。LOGOなどはその典型例である。ICAIとよばれるインテリジェントCAIシステムの開発研究が盛んに行われたのもこの時期である。この時代の人工知能研究においては次のような前提が暗黙のうちに想定されていた（佐伯, 1995）。

- ① 人間の知的ふるまいは、全てのその個人が「頭の中」に持っている知識や技能によって引き起こされるものである。
- ② 「頭の中」での知識や技能の活用は、「頭の中」での知識の表現形式とその処理過程で規定され、基本的には、一種の「計算」過程とみなせる。
- ③ したがって、「頭のよさ」（かしこさ）は、その知識表現の巧みさ、処理方式の効率性、記憶容量の大きさ、処理速度など、基本的にはコンピュータにおける「計算」の速度と効率性を規定するものと同様の制約のもとにある。

熟練者の判断や行為に関する知識を抽出してそれらを「if~then~」といった行為の規則としてリストアップした組み込んだシステム、いわゆるエキスパートシステムは、上記のような前提のもと次々と構築されていったが、それらの限界がささやかれ出したのは1980年代後半であった。エキスパートシステムは首から上の情報処理システムであり、そのような学力観に立脚したものであった。

ヒトは、もっと柔軟に、現場から情報を仕入れ、その都度その場の情報に対処しているという（Dreyfus&Dreyfus, 1987）。更に、ヒトの処理する情報は必ずしも命題化されたそればかりではなく、ノンバーバルな感性レベルで処理される情報があり、ヒトの行動がかなりの部分それに負っていることも明らかになってきている。最近注目されているアフォーダンスの理論もこの範疇に入る理論である。

このように、情報処理アプローチに基づく認知科学の勢いが衰えていく一方で、生態学的妥当性やリアリティの重要性を説く2度目の認知革命（菅井, 1995）が台頭してきた。そこでは、社会や文化などのより広いフィールドの

中の人間の学習や活動に視点が集められ、実験室的場面での認知能力の測定ではなく、現実の場面での「状況に埋め込まれた」認知能力を、人類学的手法（フィールドワーク、エスノメソドロジーなど）によって観察し記述するという方法が取られた。こうした動きは、教育工学の分野においては、バンクストリート大学において開発された、「ミミ号の航海」や「パランケ」などのマルチメディア教材として登場してくることになる。これらの教材は映像をメインストリームとするが、コンピュータにセンサーを接続し、様々な測定器を道具として、具体的文脈の中での作業を行い、問題解決を学習者にさせる設定となっている。更に、これらの作業はいずれも、グループの作業を内包するものであり、自己と他の相互依存性、相互協力の関係性が協調されるようになっている。

ここにおける学力は、認知主体によって人を含む環境に能動的に働きかけることによって構成される学力である。しかもこの学力は、協同作業に参加しているもの相互の協同的な知的活動を通して得た知識や技能だけでなく、価値観や相互の交わりの生産性や親和性を含むふるまいの総体を含むものでもある。構成主義の学力とはこのようなものと言えよう。教育工学それ自体も、学力観の変遷を通じ、その姿を適応的に変容せしめているといえる。

7.2 教育測定の新しい展開 (1) —コンピュータテストと認知心理学の貢献—

7.1で述べたような学力観の転換が見られる中で、教育測定の分野ではどのような変革が起きているだろうか。注目される大きな動きは、本論文との関連で言えば以下の二つである。

- 1) コンピュータテスト
- 2) 認知心理学と教育測定の接近

以下では、Linn (1989) に導かれながら簡略にこの二つの動向について論じることとする。

7.2.1 コンピュータテストの展開

コンピュータの測定への利用の歴史はかなり早く、既に1970年代には Holtzman (1970) の『Computer assisted instruction, testing, and guidance』が出版され、computer assisted testingという用語が用いられている。しかし、もちろん1971年に発刊された『Educational Measurement 2nd ed.』にはこの章は設けられていない。CAIの研究のスタートとそれ程年月を隔てないでスタートした分野にかかわらず、注目の度合はそれ程でもなかった。InstructionとTestingのコンピュータリゼーションへの注目にはかなりの温度差があった。

『Educational Measurement 3rd ed.』の中では、コンピュータ利用の教育測定の世代を4期に分けている。表7.1を参照されたい。

CT (Computer Testing) と呼ばれる世代は、通常のペーパーテストによる測定作業を自動化し効率化することが主なねらいであった。CT世代のテストは順序尺度レベルの測定値を報告することが普通であり、テスト結果は圧倒的に個人でなく組織が利用した。しかし、現在においてもこの世代のテストはコンピュータ測定の利用のうち最も大きい位置を占めている。

CAT (Computerized Adaptive Testing) と呼ばれる世代が次にやってくる。Adaptive Testingとは項目応答理論 (Item Response Theory) のパラメータに基づく適応的なテストを指す。ここでの適応的とは、次の課題の提示が被験者

表7.1 コンピュータ教育測定 of 4世代の特徴 (Linn (1989) より)

世代	コンピュータテスト (CT)	コンピュータ適応型テスト (CAT)	連続測定 (CM)	知的測定 (IM)
コンピュータ実施システムの特徴	コンピュータ制御による実施；高速採点と報告；新しい種類のディスプレイと応答；大量の項目表示の記録および項目バンク；ネットワーク通信	CTと同じ 適応アルゴリズムのため の高速浮動小数点計算	CATのもつ特徴のすべて コンピュータ支援教育の 特徴	CMのもつ特徴のすべて 知識に基づく推論
科学的基礎	多様、ただし、多くの場合、古典的テスト理論	項目応答理論と関連する 分野の発展	IRTの拡張 妥当な構成概念の特定 学習者プロフィールの実 施デザイン	熟練者の知識(採点法、プ ロフィールの解釈、教授 の仕方等に関する)のモ デル
教育測定の機能				
プロセス	テストの実施、採点、記録、報告		CATと同じ (+解釈)	CMと同じ (+高度な解釈)
位置づけ	静的 (通常)	静的 (通常)	動的 (静的も可)	CMと同じ
教育目的	組織 (通常)	組織 (通常)	個人 (組織も可)	CMと同じ
尺度	多様 (明確でない場合も ある)	IRTに基づくテストの場 合 次元 (現在も発展中)	多次元的合成得点	必要とされる場合CMと 同じ
対象	個人、状況、事象	個人、標準課題、事象	個人、実際の課題、事象	CMと同じ
制御の程度	ディスプレイと応答に対 する制御大	CTよりも適応的な制御	CAT的制御 (+) 教授に 対する制御	CMと同じ、ただし、学 習者によって制御される 部分が大

のそれまでの課題に対する成績から計算されて選択されることを指す。CATはCTと比べ、コンピュータの演算速度がより速く、機能の充実を必要とし、理論的にも洗練された能力尺度が存在することを必然的に要求するが、テストの精度が高く、しかも、CTに比べそれと同等かそれ以上の精度を保つのに必要な項目数がより少なくすむため、テスト時間の短縮が可能である。しかし、CATは慎重に多数の項目を集めてアイテムプールを作り、各々の項目の尺度値を調整し、各項目の応答曲線のパラメータを推定するという事前の大きな作業が必要とされる。

第3世代はCM (Continuous Measurement) と呼ばれる。この世代の測定の特徴はカリキュラムと測定の一体化にある。これをカリキュラムに埋め込まれたテストと表現している。この前提としてa)ある教育目標に向かって、それ

を達成することを助けるように配置された一連の学習系列を備えている。b) 達成の過程の指標（すなわち始まり、中間、終わり等）となるような標準（テスト項目群）の2つの条件を備えたカリキュラムが用意されていなければならない。

これらの機能を実現するには、CATの演算を行うのに十分な速度と容量を備えたコンピュータ支援教育システムが用意されねばならない。同一システム上で教育と評価が一体となって行われる。測定は学生の応答が通常の学習活動の一部としてモニターされている間に行われるので、テストは分離された活動とはならない。学力テストはカリキュラムの演習問題をこなすにつれて自動的に行われることになる。

しかし、これらのシステムは今日までのところ、完全なCMシステムとしては存在せず、部分的にのみ実現されているのが実情である。この背後には Bloom（1971）の提唱した、完全習得学習のモデルが存在していることを付言しておく。

第4世代として挙げられているテストシステムはIM（Intelligent Measurement）システムと呼ばれる。このシステムは知識ベースを使ったコンピューティングの適用を行うので、知識ベースコンピューティング（Knowledge-Based Computing）という用語が用いられる。ここでは、測定の専門家の知識や技術が知識ベースという形でコンピュータに蓄えられ利用される。このようなシステムの支援があれば、余り経験のない試験官が自分の知識や経験を越えた測定を実現することが可能になる。IMは知識集約的な教育測定の知識をまとめてコンピュータに格納し、コンピュータシステムとしてその知識を再現し、ユーザのためのコンサルタントやアドバイザーとして役

立つことになる。

しかしながら、IMの限界は人工知能的手法に限界が見出されている現在、CAIシステムと同様に、いや、システムの性質上、CAIほどではないかもしれないが、なんらかの方向転換をせまられる可能性は高い。

全てのコンピュータテストの方法に共通して言えることであるが、とにかく、「個人を適当な能力尺度上に位置づけること」、これが教育測定の目的として、厳然とそびえていることに気付く。この傾向は、紙と鉛筆のテストの傾向に比べ、コンピュータテストにおいてより尖鋭に表現されている。

7.2.2 認知心理学と教育測定の接近

7.2.1のコンピュータテストの各世代の特徴を一つ一つながめていくと、より浮かび上がってくる事実には認知心理学の支援を必要としている状況がある。

テスト理論に構成概念妥当性という概念がある。これは測定対象が内包すべき理論的ネットワークをテスト結果から保証することによって妥当性が証明されるものであるが、この部分こそ、認知科学によって（テスト理論ではなく）、理論的關係がまず証明されねばならないところである。

また、教育目標の分類体系も認知科学とのリンクを必要とする。現在の特に認知領域の体系は、知識、理解、応用、分析、統合、評価の一つ一つの階層を構成するカテゴリの定義及びそれらのサブカテゴリにおいても、一つ一つの項目を同定できるほどには具体的な解説がなされていない。項目の妥当性は教育目標との整合性、特に構成概念妥当性において検討されることは前

述した通りであるが、この内容的妥当性の検討方法は、現在においても未解決のままである。

教育測定は目的によって性質が異なる。集団準拠的な解釈をねらうテストと目標準拠的な解釈をねらうテストは、項目を構成する原理から異なる。目標準拠テストは、学習者の達成度を測る目的で使われるテストであるが、集団規準によらず、唯一人に実施したとしても、その得点の解釈が可能なテストでなければならない。集団準拠テストにおける教育目標との内容的妥当性に対する要請に比べ、目標準拠テストの内容的妥当性に対する要請は非常に水準が高くなる。何となれば、教育目標に即した解釈がテスト結果に対して要請されるからである。それに対し集団準拠テストの得点の解釈は集団規準に照らして行われるため、内容的妥当性が表面に出てきにくい性質がある。テスト項目の作成という手続きからも、項目作成の背後に認知心理学的な裏付けが強く要請されるゆえんである。

このように、教育目標、目標準拠測定、構成概念妥当性と測定に関わるこれらの重要なテーマのどれをとっても、人間の情報処理過程、認知過程に関する知見の裏付けが必要ないものはない。

現在までのところ、認知心理学者からの教育測定へのアプローチは少ないが、認知心理学の成果には、教育測定にとっても魅力的な成果を示すものも少なくない。たとえば、視覚マスキングテストと一般的な能力テストの間の興味深い相関がSnow (1978) によって報告されている。文字とマーカーの間の遅延間隔が短い場合の文字認知の精度は、知覚統合能力と解釈される個人差要因とかなり相関し、中程度のマーカー遅延時間では、言語能力因子との相関が明白であった。また、より長いマーカー遅延時間では、知覚速度の要

因が関与してきた。この結果は、マーカーの遅延時間がはからずも、3つの系統的な能力差を浮き彫りにすることができることを示している。これは、画像レジスターにおける画像減衰あるいは重なり合い知覚における個人差と知覚的統合能力の個人差とが関連し合い、作動記憶への言語的符号化の速度や精度の差異は、知覚速度の従来速度と関連していることを示している。これらの事実は、認知心理学の初期の頃開発されたマスキング技法を駆使して明らかにされたものである。知覚、記憶などの領域だけでなく、推理、思考、言語理解、知識、問題解決等々の領域において、体系的に捉えることは無理にせよ、認知的領域における教育測定と認知心理学の成果の関連を裏付ける発見は、今後益々その数を増していくことになることは間違いない。

7.3 教育測定の新しい展開 (2) - 教育的事象の測定 -

7.3.1 教育測定に先行する教育観・学力観のパラダイムシフト

7.1では全体を通じ、教育観、学力観の転換について触れた。そこには、実体的学力観から機能的学力観へ、学習成果の重視から学習過程の重視へ、行動主義、認知科学（情報処理アプローチ）の学力観から構成主義の学力観へという流れが指摘されている。ところが7.2では、教育測定論の最近の動きとしてコンピュータテストと教育測定論からの認知科学への接近というトピックスが取り扱われた。7.1と7.2では底に横たわる学力観に大きな隔たりがある。即ち、7.2を7.1に戻せば、それはそっくり実体的学力観、学力成果の重視、そして行動主義あるいは情報処理アプローチからの学力観が底流

にあることは一目瞭然である。

ここに見られる現象からは、教育観、学力観が柔軟に、自己変革していくにかかわらず、その変革に沿うことなく、旧来の学力観をかたくなに遵守しつつ、測定の精度を上げることにあらゆる努力をしている技術屋の姿を彷彿とさせる。

もちろん項目反応理論という従来のテスト理論に比べると、格段に理論的には精緻な理論を駆使し、その上に次の課題の提示が被験者の学習履歴から計算された逐次決定過程を組み込んだ個別型のテスト、CATに代表されるように「テストイング」の環境も技術も急激な変革を遂げていることは事実である。

これは教育観のパラダイムシフトが、教育測定のパラダイムシフトには及んでいないことを示している。

7.3.2 「狭義の教育測定」から「広義の教育測定」へ

「教育測定とは、教育目的のために特定の状況における個人や事象を適当な尺度上に位置づけることである」。これは、『Educational Measurement 3rd ed.』の中に出てくる教育測定の定義である。ここにおいて尺度とは、一般的には学力あるいは能力の尺度を指す。

上記のような「狭義の教育測定」に比べると、私がここで主張したい教育測定は随分と「広義な教育測定」となる。なぜならば、教育観、学力観の転換を容認する立場をとるとするならば、そこで必要とされる教育測定は、何よりもまず、教育事象の事実を客観的にとらえ計量的に記述することが、まず一義的なものと考えられるからである（ただし、ここで計量的にとは、エ

スノメソドロロジーの様な方法を取ろうとも、そこには名義尺度レベルの、事象の同定という作業が含まれることから計量的活動を内包するという考えを含んでいる)。

この「広義の教育測定」の考え方に冒頭で示したような「狭義の教育測定」活動を内包することは勿論のことである。測定方法は目的に応じて使い分けるものである。しかし、同時に、教育測定の目的は、教育の成果にのみ集中されるべきものではない。教育成果の測定を念頭においたとき、一般的には、教育目標に限定された測定になりかねないからである。くどいようであるが、教育測定はまず、教育活動、学習活動の事実を記述することを一義的とするべきものである。なぜならば、学習者は何よりも「学びたいものを学ぶ」からである。学習者の能動性を一義的にとらえるならば、学習者の状態の記述が最も重要な測定内容として浮かび上がってくる。

さて、ここで問題であるが、果たして我々は、テストという手段以外に、教育の実体の記述に熱心であったことがあったであろうか。教育測定に携わる人々にとってバイブルと目される『Educational Measurement』においてすら、教育活動の計量に関する目次は一つも見当たらない。

従来テストは教育の成果を測定することを目的に開発されてきた。あるいは、教育活動を取り除いて、学習者の学力、能力を測定することを目的に開発されてきたと表現してもよい。しかし、教育という活動、あるいは教育活動の改善、いや言い換えて、教授学習活動の改善が研究の目的であるとき、教授学習活動そのものがもっと測定の対象であって良い。教育の実態の計測にもっと大きな関心が払われて良い。そして、もっと精緻な測定であって良い。教授学習活動は、そもそも実に繊細な活動なのである。

7.3.3 「広義の教育測定」の課題

以下では、本論文の総括として、「広義の教育測定」が内包すべき、測定の視点と課題を列挙することにする。()内は本論文中の該当箇所を示す。

1) 教育実践は実験的統制が困難で常に全体的に進行する。したがって実践に埋め込まれている事象を記述するという目的を持っている限り、測定は実践の現場で教育活動と同時進行で行わなければならない。

(1.5 教育実践研究、5. リスponsアナライザーを改善したマルチメディア教育研究環境、6. オープン教育と学習活動の測定)

2) 教育実践は固有の目的を持ち、その実現に向けて意図的に進行するものである。また、教育目的の設定は教師によって行われ、それ自体が主体的、主観的である。更に教育実践は学校教育法という法的規則を受ける。これらの条件を受容した後、研究活動が可能となるさまざまな拘束性の強い現場、フィールドである。教育測定のために教授活動をゆがめることはできない。研究者と教授者による「研究的な実践」のチーム作りが重要な課題となる。

(1.5 教育実践研究)

3) 教育実践の測定は、できる限り自然であることが望ましい。測定機器の持ち込みも教室の自然な雰囲気に影響を与える。マルチメディア教室などの場合、設計段階で、できるだけ測定機能を強化したラボラトリ・オートメーション的な発想が必要である。

(5. リスponsアナライザを改修したマルチメディア教育研究環境)

4) 教育実践研究は制約が多くフィールドにおける測定で全てが片づくわけではない。実験的手法による個別の測定が必要な場合もあり、二つの測定手

法は相互補完的な利用が必要である。

(4. 映像教材視聴時の認知と情動の測定)

5) マルチメディア時代をむかえ、情報を提示する環境が格段に進歩してきた。教育測定に用いる情報のモダリティーと、教育環境の情報のモダリティーはできるだけ整合性を高めることが必要であり、また自然である。

(3. 視聴覚メディアを心理学的測定法に取り入れる試み)

6) 教育測定が実践的であるためには、テストを志向するのではなく、活動の全体性を考慮し計測を志向すべきである。そのためには開発的な研究姿勢が必要になってくる。

(6. オープン学習と学習活動の測定)

7) 教授学習過程の記述は、多面的に行われることが望ましい。認知面だけでなく、情動、活動性と幅のある測定が可能である。

(4.映像教材視聴時の認知と情動の測定、6. オープン学習と学習活動の測定)

8) 学習者は能動的な存在であり、環境の要請に応じて行動を変えうる存在である。したがって、学習者の行動の代表値を得るということだけに測定を限定すべきではなく、むしろ、行動の変化の幅、範囲を測定の対象とすることが必要である。

(2.1. ヒトの行動は文脈のなかで変わるか)

9) 教育の過程はコミュニケーションの過程である。コミュニケーションは二人のヒトがいるという関係を最小単位としてはじまる。教授活動は一对多という関係にあるが、一对一の関係に生じるコミュニケーションのダイナミズムを教師と生徒達、生徒達と生徒達のコミュニケーションプロセスの研究

につながるものとして研究する必要がある。

(2.2 face to faceの関係とコンピュータとヒトの関係)

参考文献

Adams, W. J. 1972 Strategy differences between reflective and impulsive children. *Child Development*, 43, 1076-1080.

Anand, P., & Sternthal, B. 1991 Perceptual fluency and affect without recognition. *Memory & Cognition*, 19, 293-300.

Ault, R. L., Mitchell, C., & Hartman, D. P. 1975 Paper presented at the biannual convention of the Society for Research in Child Development.

東洋 1982 教育心理学の性格. 東洋 (編) 教育心理学講座第1巻 教育の心理学的基礎 朝倉書店.

Baggett, P., & Ehrenfeucht, A. 1983 Encoding and retaining information in the visuals and verbals of an educational movie. *ECTJ*, 31(1), 23-32.

Bahrack, H. P., & Bahrack, P. 1971 Independence of verbal and visual codes of the same stimuli. *Journal of Experimental Psychology*, 91, 344-346.

Barstis, S. W., & Ford, L. H. 1977 Reflection-impulsivity and the development of ability to control cognitive tempo. *Child Development*, 48, 953-959.

Block, J., Block, J. H., & Harrington, D. M. 1974 Some misgivings about the matching familiar figures test as a measure of reflection-impulsivity. *Developmental Psychology*, 10(5), 611-632.

Bloom, B. S., Hastings, J. T., & Madaus, G. F. 1971 Handbook on formative and summative evaluation of student learning. [梶田叡一・渋谷憲一・藤田恵璽 (訳) 1973 教育評価法ハンドブック. 第一法規出版]

Cronbach, L. J., & Snow, R. E. 1977 Aptitudes and Instructional Methods. Irvington Publisher.

Day, W. F., & Beach, B. R. 1950 A survey of the research literature comparing the

visual and auditory presentation of information. Charlottesville : University of Virginia.

Dreyfus, H. L., & Dreyfus, S. E. 1987 Mind over machine : The power of human intuition and expertise in the era of the computer. The Free Press. [椋田直子 (訳) 1987 純粹人工知能批判. アスキー].

Duckworth, S., Ragland, G. G., Sommerfeld, R. E., & Wayne, M. D. 1974 Modification of conceptual impulsivity in retarded children. *American Journal of Mental Deficiency*, 79(1), 59-63.

Dwyer, F. M., & Tanner, G. 1978 Visual testing : A viable instructional variable. *British Journal of Educational Technology*, 1, 34-37.

藤田恵壘・伊藤秀子 1990 視聴テストによる視聴学習分析. 放送教育開発センター紀要, 18, 17-35.

船津孝行 1973 瞳孔反応の測定法. 苧坂良二 (編) 心理学研究法第3巻 実験II 東京大学出版会.

蒲生栄治・井上勝彦 1986 静止画用デジタル・メモリを応用したCVAIS. CAI学会第11回大会研究発表論文集, 145-148.

Glanzer, M., & Clark, W. H. 1963a Accuracy of perceptual recall : An analysis of organization. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 1, 289-299.

Glanzer, M., & Clark, W. H. 1963b The verbal loop hypothesis : Binary numbers. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 2, 301-309.

Glanzer, M., & Clark, W. H. 1964 The verbal loop hypothesis : Conventional figures. *American Journal of Psychology*, 77, 621-626.

Hall, V., & Russell, W. 1974 Multitrait-multimethod analysis of conceptual tempo. *Journal of Educational Psychology*, 66, 932-939.

波多野誼余夫・稲垣佳世子 1975 熟慮性は就学レディネスの一側面か. 日本教育

心理学会第17回大会発表論文集, 116-117.

波多野誼余夫・稲垣佳世子 1977 二つの認知型における速さ対正確さ志向の変容.
日本教育心理学会第19回大会発表論文集, 202-203.

Hatano, G., & Inagaki, K. 1982 The cognitive style differences in the use of latency and the number of the errors as cues for inferring personality characteristics. *Japanese Psychological Research*, 24(3), 145-150.

Hess, E. H. 1965 Dilation and constriction of the pupils reflect not only changes in light intensity but also ongoing mental activity. The response is a measure of interest, emotion, thought processes and attitudes. *Scientific American*, 212(4), 46-54.

Holtzman, W. H. (Ed.) 1970 *Computer-Assisted Instruction, Testing, and Guidance*. Harper&Row Publishers. [木村捨雄・細井正 (訳) 1976 CAIシステムI (基礎編). 共立出版株式会社].

Hopkins, K. D., Lefever, D. W., & Hopkins, B. R. 1967 TV vs. teacher administration of standardized tests : Comparability of score. *Journal of Educational Measurement*, 4, 35-40.

星美智子・湯川礼子・須永進・高橋種昭・萩原英敏 1989 現代児童の生活実態に関する研究 その1. 日本教育心理学会第31回大会発表論文集, 278.

池上知子 1980 葛藤処理様式から見た熟慮型－衝動型. 日本心理学会第44回大会発表論文集, 424.

稲垣佳代子・波多野誼余夫 1975 幼児における情報処理行動. 日本教育心理学会第17回大会発表論文集, 82-83.

稲垣佳代子・波多野誼余夫 1978 熟慮性と課題解決の速さ・正確さ. 日本教育心理学会第20回大会発表論文集, 1102-1103.

Inagaki, K., & Hatano, G. 1979 Flexibility of accuracy versus speed orientation in reflective and impulsive children. *Perceptual and Motor Skills*, 48, 1099-1108.

Irwin, J. W., & Aronson, A. E. 1958 Television teaching. *Research Bulletin*, 11, Madison : University of Wisconsin Television Laboratory, December.

伊藤秀子 1989 教育テレビ番組における映像・音声の呈示効果. 日本教育工学会研究報告集, JET89-1, 27-30.

伊藤秀子 1990 テレビ学習における眼球運動と視聴覚情報処理. 放送教育開発センター研究報告紀要, 18, 71-81.

Jacoby, L. L., & Brooks, L. R. 1984 Nonanalytic cognition : Memory, perception and concept learning. In the *Psychology of Learning and Motivation*, 18. New York : Academic Press.

Johnson, D. M., & Vogtman, W. G. 1955 A motion picture test of achievement in psychology. *The American Psychologist*, 10, 69-71.

Johnston, W. A., Dark, V. J., & Jacoby, L. L. 1985 Perceptual fluency and recognition judgments. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory, and Cognition*. 11, 3-11.

Kagan, J., & Messer, S. B. 1975 A reply to "some misgivings about the matching familiar figures test as a measure of reflection-impulsivity. *Developmental Psychology*, 11(2), 244-248.

Kagan, J., Rosman, B. L., Day, D., Albert, J., & Phillips, W. 1964 Information processing in the child : significance of analytic and reflective attitudes. *Psychological Monograph*, 78(1), 1-37.

木村捨雄・山本正明・野嶋栄一郎 1976 CAIシステムの実験的・実践的研究 (2) 昭和50年度科学研究費補助金 (特定研究) 研究成果報告書.

小谷津孝明・大村堅悟 1985 注意と記憶. 小谷津 (編) 認知心理学講座2 記憶と知識 東京大学出版会.

Kunst-Wilson, W. R., & Zajonc, R. B. 1980 Affective discrimination of stimuli that

cannot be recognized. *Science*, 207, 557-558.

Levie, W. H., & Levie, D., 1975 Pictorial Memory processes. *AV. Communication Review*, 23(1), 81-97.

Lindquist, E. F. (Ed.) 1951 Educational Measurement. American Council on Education.

Linn, R. L. (Ed.) 1989 Educational Measurement. 3rd ed. American Council on Education and Macmillan Publishing Company. [池田央・藤田恵璽・柳井晴夫・繁榊算男（編訳） 1992 教育測定学. C.S.L.学習評価研究所].

Loftus, G. R., & Loftus, E. F. 1976 Human memory: The processing of information. New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.

Loper, A. B., Hallahan, D. P., & McKinney, J. D. 1982 The Effect of reinforcement for global analytic strategies on the performance of reflective and impulsive children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 33, 55-62.

前原武子 1974 熟慮型－衝動型認知様式の修正. 日本心理学会第38回大会発表論文集, 550-551.

Mandler, G. 1980 Recognizing : The judgment of previous occurrence. *Psychological Review*, 87. 252-271.

Messer, S. B. 1976 Reflection-impulsivity : a review. *Psychological Bulletin*, 83, 1026-1052.

Messer, S. B., & Brodzinsky, D. M. 1981 Three-year stability of reflection-impulsivity in young adolescents. *Developmental Psychology*, 17(6), 848-850.

宮川充司 1977 認知的衝動性の変容可能性について－Ridbegらの仮説の検討を中心－. 日本心理学会第41回大会発表論文集, 834-835.

宮川充司 1978a 認知的衝動性の変容可能性（Ⅱ）－教示による柔軟性の検討－.

日本教育心理学会第20回大会発表論文集, 246-247.

宮川充司 1978b R-I研究における2つの次元—Salkindたちのデータ分析手法について—。日本心理学会第42回大会発表論文集, 936-937.

宮川充司 1980 認知的衝動性の児童における反応の柔軟性 心理学研究, 51, 3, 164-167.

宮川充司・大野木裕明 1976 認知スタイルの変容可能性について…直接指示によるストラテジーの訓練…。日本教育心理学会第16回大会発表論文集, 118-119.

宮川充司・文殊紀久野 1978 幼児期における認知的熟慮性の発達と安定性 日本心理学会第42回大会発表論文集, 878-879.

宮川充司・小嶋秀夫 1980 認知的熟慮性—衝動性のプロセスモデル。日本心理学会第44回大会発表論文集, 424-425.

Miyagawa, J. 1981 Some comments on Salkaid and Wrights model for reflection-impulsivity. *Perceptual and Motor Skills*, 52, 947-954.

宮川祐一 1986 パソコンによるVTR制御の試み。CAI学会第11回大会研究発表論文集, 141-144.

宮川祐一・野嶋栄一郎 1986 Audio-Visual Testの研究 (4) —VTRインターフェースの開発—。福井大学教育学部附属教育実践研究指導センター紀要, 10, 11-19.

水越敏行 1994 メディアが開く新しい教育。学習研究社.

中山実・安池一貫・清水康敬 1991 瞳孔面積からの輝度による変化の分離と提示パターンの評価。日本教育工学雑誌, 15(1), 15-23.

中沢潤 1977 走査方略のモデリングに関する発達的研究。日本教育心理学会17回発表論文集, 200-201.

Neisser, U. 1976 *Cognition and reality*. San Francisco : W.H.Freeman and Company.

西村昭治・石川真・野嶋栄一郎 1997 対話者の画像を付与したコンピュータ通信の記憶保持に関する実験的研究. 教育システム情報学会誌, 14(2), 83-92.

西村昭治・野嶋栄一郎・山田豊明 1994 コンピュータコミュニケーションの教育効果と対人認知. CAI学会誌, 11(3), 127-135.

野嶋栄一郎 1980a 学習端末を利用したMFFテストの試行からの考察. 日本心理学会第44回大会発表論文集, 572

野嶋栄一郎 1980b CAIを利用した教授フレームの系列化に関する比較実験とその考察. 国立教育研究所紀要, 96, 1-47.

野嶋栄一郎 1980c CAI実施上の問題点について—常盤中学におけるCAI学習を顧みて—. 国立教育研究所研究収録, 1, 9-22.

Nojima, E. 1982 Experiment comparing instructional sequences in CAI. *Research Bulletin of the National Institute for Educational Research*, 21, 99-127.

野嶋栄一郎 1982 大学と附属学校の教育情報の共同利用を志向した教育情報処理システムの開発. 授業と評価ジャーナル, 1, 127-135.

野嶋栄一郎 1986 新しい教育測定を求めて—Visual Testingの周辺—. 授業と評価ジャーナル, 9, 40-49.

野嶋栄一郎 1987a 人間科学部におけるコンピュータリテラシー教育—及びカリキュラムの構成—. 情報科学研究教育センター紀要, 8, 24-37.

野嶋栄一郎 1987b 映像教材の情報処理過程を研究するうえでの二つの視点. MME研究ノート, 44, 55-67.

野嶋栄一郎 (研究代表) 1987c マルチメディア学習システムの開発とAudio Visual Testingの基礎研究. 昭和61年度文部省科学研究費補助金一般研究 (B) 研究成果報告書 (研究課題番号60450100) .

野嶋栄一郎 1988 人間科学部・基礎教育科目「情報処理」. 早稲田フォーラム, 59, 65-77.

野嶋栄一郎 1990 映像メディアの認知過程の研究. 放送教育開発センター研究報告紀要, 18, 137-151.

野嶋栄一郎 1994 教育実践を測る. 浅井邦二(編) こころの測定法 実務教育出版, 330-356.

野嶋栄一郎(研究代表) 1995 オープンフィールドにおける人間の行動軌跡を測定する簡易アクトメータの開発. 平成4年度科学研究費補助金(試験研究B)研究成果報告書(研究課題番号02558035).

野嶋栄一郎・石川真 1996 ヒトの行動は、文脈のなかで変わるかーMFFTを用いた実験からの考察ー. 日本教育工学会研究報告集, JET96-5, 33-36.

野嶋栄一郎・笠嶋久美子・宮川祐一・高橋哲朗 1983 会話型テープライブラリおよび機器管理システムの開発. 日本教育工学雑誌, 8, 11-23.

野嶋栄一郎・木下洋子・宮川祐一 1982 保健データ管理システムの開発. 福井大学教育学部附属教育実践研究指導センター紀要, 6, 77-85.

野嶋栄一郎・宮川祐一・笠嶋久美子 1982 テストアイテムバンクシステムの開発ースキーマの設計ー. 昭和57年度電子通信学会総合全国大会発表論文集, 6.333-6.334.

野嶋栄一郎・宮川祐一・柳本成一 1985 Audio-Visual Testの研究(3)ー教育テレビ番組を利用したAVテストの作成と試行ー. 日本科学教育学会第9回年会, 330-331.

野嶋栄一郎・西村昭治 1992 国際コンピュータ通信とコミュニケーションスキルの育成. ヒューマンサイエンス, 5(2), 25-35.

Nojima, E., & Nishimura, S. 1995 A practical study and its evaluation of international computer communications using two languages. *Educational Technology Research*, 18,

25-31.

野嶋栄一郎・矢島正晴 1988 リスponsアナライザーを改修したリアルタイム・データ収集システムとその利用. 昭和63年度上越教育大学学校教育センター客員研究員報告, 11-20.

野嶋栄一郎・矢島正晴・奈須ひろみ・石川真 1993 オープン・エデュケーションと活動性(1). 日本教育心理学会第35回大会発表論文集, 464.

野嶋栄一郎・矢島正晴・梅沢章男 1989 映像教材試聴時の眼球運動・瞳孔反応測定分析システム. 日本教育工学会研究報告集, JET89-4, 101-104.

Nojima, E., Yajima, M., & Umezawa, A. 1992 The measurement system of eye movement and pupillary response for the experimental analysis of media effect in instruction. *Proceedings of the 22nd International Congress of Applied Psychology*, 3, 193-195.

野嶋栄一郎・山本恵利子 1987 不確定場面における熟慮型－衝動型の柔軟性. 日本教育心理学会第29回大会発表論文集, 366-367.

野嶋栄一郎・柳本成一・宮川祐一・笠嶋久美子 1984 Audio-Visual Testの研究(2)－機器構成と2つのAVテスト例－. 福井大学教育学部附属教育実践研究指導センター紀要, 8, 1-10.

Nugent, G. C. 1982 Pictures, Audio and Print-Symbolic Representation and Effect on Learning. *ECTJ*, 30(3), 163-179.

Paivio, A. 1971 *Imagery and verbal processes*. New York : Holt, Rinehart and Winston.

Paivio, A., & Csapo, K. 1969a Concrete-image and verbal memory codes. *Journal of Experimental Psychology*, 80, 279-285.

Paivio, A., & Csapo, K. 1969b Short term sequential memory for pictures and words. *Psychonomic Science*, 24, 50-51.

Paivio, A., Rogers, T. B., & Smythe, P. C. 1968 Why are pictures easier to recall than words? *Psychonomic Science*, 11, 137-138.

Peters, R. D. 1979 The optional Shift Performance of reflective and impulsive girls. *Journal of experimental child psychology*, 27, 310-320.

Ruth, L. A., Christine, M., & Donald, P. H. 1975 Some methodological problems in reflection-impulsivity research. Paper presented at the biannual convention of the society for research in child development, Denver, Colorado, April.

佐伯胖 1995 学びをひらくコンピュータ. 水越敏行・佐伯胖(編) 変わるメディアと教育のあり方 ミネルヴァ書房.

斎藤定良 1974 調査的面接法における面接者の要件と訓練. 続有恒・村上栄治(編) 心理学研究法第11巻 面接 東京大学出版会.

坂元昂 1971 教育工学の原理と方法. 明治図書.

佐古順彦(研究代表) 1993 マルチメディア教育環境におけるヒトの映像・音声の平方処理方略に関する研究. 平成3年度科学研究費補助金(一般研究(B))研究成果報告書(研究課題番号0145011).

Salkind, N. J. 1977 The development of reflection-impulsivity and cognitive efficiency - An integrated model-. *Human Development*, 20, 377-387.

Salkind, J. N., Kojima, H., & Zelniker, T. 1978 Cognitive tempo in American, Japanese, and Israeli children. *Child Development*, 49, 1024-1027.

Salkind, J. N., & Nelson, C. F. 1980 A note on the developmental nature of reflection-impulsivity. *Developmental Psychology*, 16(3), 237-238.

佐藤公治 1983 意志決定事態における反応の確実性の基準としての認知的熟慮性-衝動性. 教育心理学研究, 31(3), 186-194.

Seamon, J. G., Brody, N., & Kauff, D. M. 1983a Affective discrimination of stimuli that

are not recognized : Effects of shadowing, masking, and cerebral laterality. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, 9(3), 544-555.

Seamon, J. G., Brody, N., & Kauff, D. M. 1983b Affective discrimination of stimuli that are not recognized : II. Effect of delay between study and test. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 21(3), 187-189.

Seamon, J. G., Marsh, R. G., & Brody, N. 1984 Critical importance of exposure duration for affective discrimination of stimuli that are not recognized. *Journal of Experimental Psychology : Learning, Memory and Cognition*, 10, 465-469.

Siegelman, E. 1969 Reflective and impulsive observing behavior. *Child Development*, 40, 1213-1222.

清水康敬・近藤俊一・前迫孝憲・熊谷龍 1987 瞳孔面積測定装置の開発と心理的变化に関する一検討. 日本教育工学雑誌, 11(1), 25-33.

Snodgrass, J. G., Volvovitz, R., & Walfish, E. R. 1972 Recognition memory for words, pictures and words+pictures. *Psychonomic Science*, 27, 345-347.

Snow, R. E. 1978 Theory and method of research on aptitude processes. *Intelligence*, 2, 225-278.

相馬勇 1975 教育的実践研究. 綾有恒・村上英治 (編) 心理学研究法第13巻 実践研究 東大出版会.

Stanley, B. M. 1976 Reflection-impulsivity : A review. *Psychological Bulletin*, 83(6), 1026-1052.

菅井勝雄 1995 コンピュータ教育の歴史的発展. 水越敏行・佐伯胖 (編) 変わるメディアと教育のあり方 ミネルヴァ書房.

杉原一昭 1982 認知スタイル. 東洋 (編) 教育心理学講座第1巻 教育の心理学的基礎 朝倉書店.

Szabo, M., Dwyer, F. M., & Demeio, H. 1981 Visual Testing-Visual Literacy's Second Dimension. *Educational Communication and Technology*, 29(3), 177-187.

高橋哲郎・野嶋栄一郎 1987 教育実習事前学習プログラムの開発とマイクロテーピングに関する研究. *日本教育工学雑誌*, 11(2), 57-70.

寺脇昭治・野嶋栄一郎・石田敏郎・小川亮 1991 文科系大学におけるコンピュータリテラシー教育カリキュラムの開発. *CAI学会誌*, 8(2), 115-126.

Thelen, R. A. 1945 Testing by means of film slides with synchronized recorded sound. *Educational and Psychological Measurement*, 5, 33-48.

Thorndike, R. L. (Ed.) 1971 Educational Measurement. 2nd ed. American Council on Education.

Thurstone, L. L. 1941 A micro-film projector method for psychological tests. *Psychometrika*, 6(4), 235-248.

Tryon, W. W. 1984 Measuring activity using actometers : A methodological study. *Journal of Behavioral Assessment*, 6(2), 147-153.

梅沢章男・矢島正晴・野嶋栄一郎 1989 アイカメラによる映像教材理解のプロセスの分析. *日本教育工学会研究報告集*, JET89-4, 97-100.

Wilson, W. R. 1979 Feeling more than we can know : Exposure effects without learning. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 811-821.

Woodward, J. C. 1964 Standard testing by television. In Diamond, R. M. (Ed.) *A Guide to Instructional Television*. New York : McGraw-Hill.

矢島正晴・野嶋栄一郎・梅沢章男 1988 マルチ・メディア教育環境からマルチ・メディア教育研究環境へ—アナライザー・データ処理システムの開発. *教育工学関連協会連合第2回大会講演論文集*, 263-264.

矢島正晴・野嶋栄一郎・梅沢章男 1989a アイカメラによる眼球運動・瞳孔反応

測定システムの評価. 日本教育工学会第5回大会講演論文集, 203-204.

矢島正晴・野嶋栄一郎・梅沢章男 1989b アナライザーシステムを利用した映像教材の認知過程の検討. 日本教育工学会研究報告集, JET89-1, 23-26.

矢島正晴・野嶋栄一郎・梅沢章男 1990a 瞳孔変化を指標とする映像認知過程の実験的検討. 日本教育心理学会第32回大会発表論文集, 747.

矢島正晴・野嶋栄一郎・梅沢章男 1990b ラップ計測可能な歩数計測システムによるヒトの活動性測定(I). 日本教育工学会第6回大会発表論文集, 275-276.

矢島正晴・野嶋栄一郎・梅沢章男 1994 オープンフィールドにおける行動の測定: ラップを測定する万歩計の開発. 日本教育工学研究報告集, JET94-3, 47-50.

矢島正晴・野嶋栄一郎・梅沢章男・佐久間茂和 1994 学校教育場面における活動性の時系列的測定. 日本教育心理学会第36回大会発表論文集, 775-760.

矢島正晴・相馬一郎・野嶋栄一郎・梅沢章男 1989 LLアナライザーによるリアルタイムデータ収集システム. ヒューマンサイエンス, 2(1), 55-60.

矢島正晴・梅沢章男・野嶋栄一郎 1989 アイカメラによる映像情報処理過程の分析. 日本教育心理学会第31回大会発表論文集, 333.

山崎晃 1975 認知スタイルに影響を及ぼす教示の効果. 教育心理学研究, 23(1), 21-25.

山崎晃 1976 認知スタイルの変容に関する発達的研究. 教育心理学研究, 24(3), 54-58.

柳本成一・宮川祐一・野嶋栄一郎 1984 Audio-Visual Test の研究 (1). 電子通信学会教育技術部会論文集, ET84-6, 139-140.

吉川澄人・矢島正晴・野嶋栄一郎 1992 動画像の再認と情動のプロセス. 日本教育工学会研究報告集, JET92-1, 29-32.

Zajonc, R. B. 1980 Feeling and thinking : Performances need no inference. *American*

Psychologist, 35, 151-175.

Zelniker, T., & Oppenheimer, L. 1973 Modification of information processing of impulsive children. *Child Development*, 44, 445-450.