

Ⅱ 学習の内容・授業計画と反応処理の整備

～電子計算機導入の準備～

1971年から集団学習反応の研究と並行して、学習内容の構成、その学習指導計画とその個人別の学習反応の研究を電子計算機導入の準備として始めました。基礎について、とくに前にも説明したように、学習指導の流れの表示方法、教材、問題等の学習反応（たとえば、誤りの傾向など）を調査し、学習指導計画、授業、さらに個人の反応分析にも電子計算機が利用できるような研究が進められていました。

これには、小・中・高等学校の多くの先生方が主体的に教育実践研究を進められました。小・中・高等学校の中心になる先生が数十名（50名以上だと思います）に、さらに、各先生方が勤務している学校の多くの先生方に協力いただきました。

これまでの、反応曲線の研究と並行して学習内容とその学習指導計画について、どのように共同研究を進めたかを次に説明します。

1. コンピューターの導入計画

1970年代の初期には、まだコンピューターは大学の電子計算機センターに設置し始めた時代でありました。その頃、数百万円のアナログコンピューターが出始め、計測処理用に利用されていました。ところが、それでは個人反応記録のデジタルデータを処理することが困難でありました。しかし、電子計算機の導入の要望を文部省へ出し、研究の発展を夢見て研究を進めておりました。

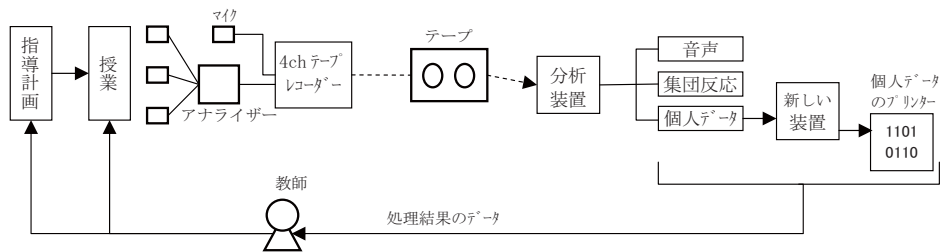
そこで、まず、個人別の学習反応を入力処理するデジタル処理装置を自分で開発しようと多入力のデジタル機器の計画を始めました。そこに文部省から開発費の予算が付き、東芝に発注しましたが、当時のICで製作するのは、海外（米国）からICを調達していたため、時間がかかり開発が遅れてしまいました。

当時は、東芝や日立のような大手でもIC（簡単な回路ですが）は、社員がアメリカに行き、直接購入し、トランクに入れて持ち帰ったと言われていました。2～3年間はそのような状態が続いたと思っています。

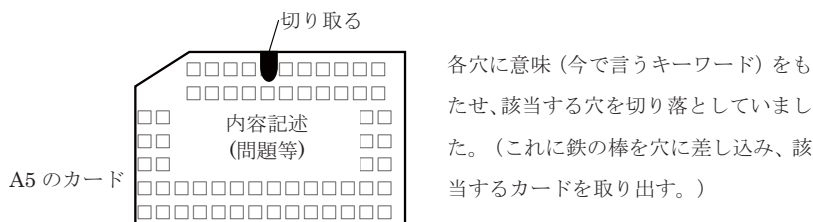
当時の状況から考えて、東芝に大変な無理を言ったと思っています。

これまで教室で4チャンネルのテープレコーダーで記録した個人反応データや教室で並列でペン書きレコーダーに書かせていたデータを、この機器の導入により並列データを個人別にスイッチの番号でプリンターに打ち出すことができるようになりました。

これは、小・中・高等学校の先生方にとって、大変なことであったと思います。教室でテープレコーダーで音声と個の反応を記録したテープを大学へ送り、音声の言語化と集団反応曲線、個別の各スイッチ番号が出力され、授業分析に使えるのですから、先生方も授業の計画、教材開発、学習指導、授業分析に力が入ります。



また、コンピューター導入計画が出てきた理由がもう一つありました。それは、1969年頃から心理テスト、問題、各種の調査データを周辺に穴のある図書カードを用いて調査・問題の回答の処理をしていました。



このカードを用いて、数千枚のデータ（カード）の処理をしていました。これも、コンピューターを必要とした理由の一つであったと思います。

この研究状況を見ておられた文部省の手塚課長、大塚明郎学会長、中山先生（文部省学術局で電子計算機の導入の担当審査員、ICU、また、その時に、遠山さんも係としておられたような気がします。）などの方々が岐阜大学の一つの研究室にコンピューターを入れようとの支援をいただきました。

とくに中山先生は、その前に全国の大学入試の能力テストの時代に、コンピューターを使い、多量のデータについての統計などの処理をされておられました。そこで、我々の苦勞もよく理解していただきました。

また、文部省の手塚課長は、当時、多くの大学で紛争があり、学生も落ち着いて勉強もしていないのに、この研究室の学生は、一生懸命に研究に取り組んでいると感動したとよく言われていました。

当時は、私はまだ木田宏先生（のちの文部省事務次官、国研所長）や犬丸直氏（文化庁長官）などとは面識はありませんでしたが、手塚課長等とこれらの方々の関係から、後に大変お世話になりました。

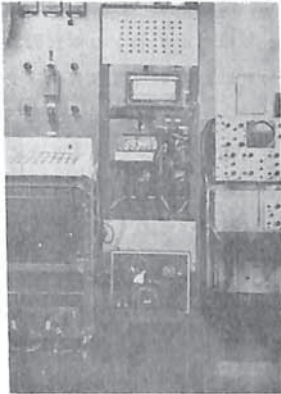
岐阜女子大学の木田資料、沖縄での研究資料

現在の岐阜女子大学の図書館に木田宏教育資料が1万数千件保管されているのも、沖縄での各種データの利用も当時の手塚課長、中山教授を始め、多くの方々の繋がりが未だに続いているのかと思います。人と人の縁は面白いもので、決して計画的にできるものでは

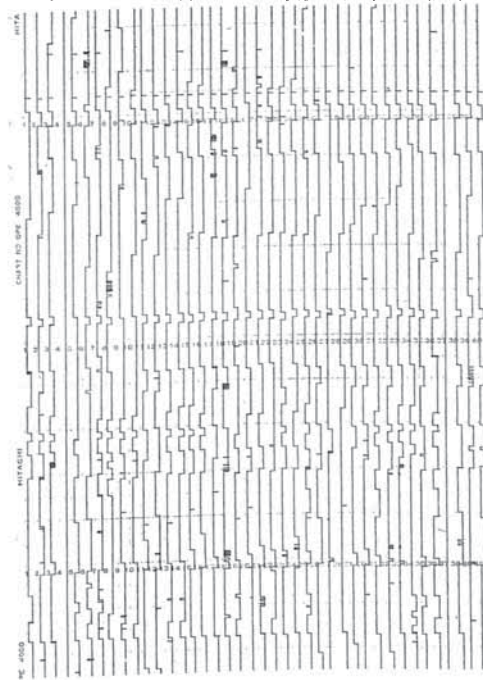
ないと思います。

このような文部省関係者、大塚先生、中山先生等の支援を得て、コンピューター導入計画が進み始めました。このため、学習内容、学習指導と学習反応・評価についてさらに確かな研究や実践が要求されました。

児童がSWを押している状況の大学の記録（時系列）



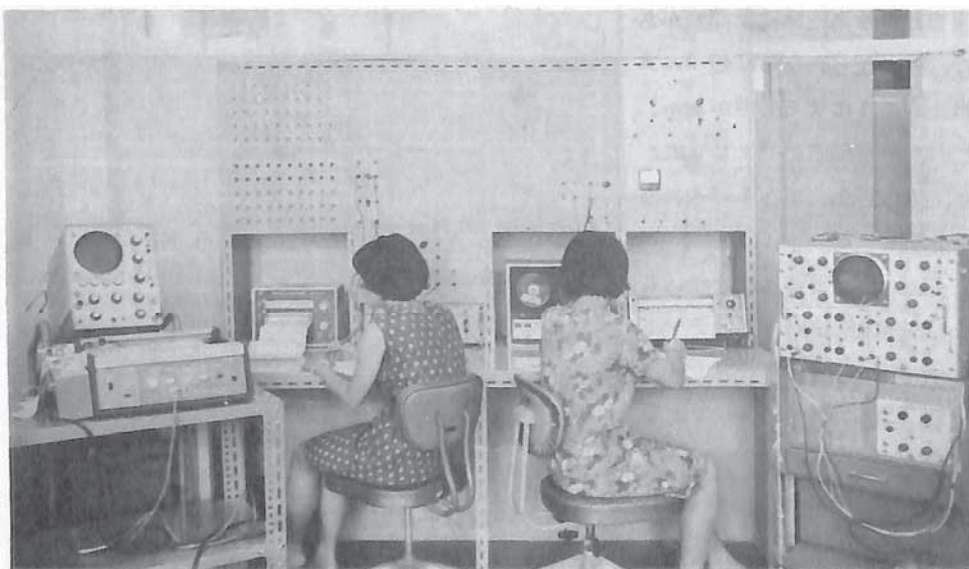
再生分析装置
(研究室で自作)



SWの番号

```
33303033303333303333000303303000033333030330
3330333330333330333300030330300033333030333
3333333330333330333300030330303033333030333
3333333330333330333300033330303033333330333
3333333333333303333300333303030333333330333
3333333333333303333300333303030333333330333
3330333333333303333300333303030333333330333
3333333333333303333300333303030333333330323
33333332333333203333300333103030333232322222
2330333233202332022230233202020322222222222
232030223222232022230223220202232222222222
222230223222222222223222220202222222222222
222302232222222222223222220202222222222222
222302222222222222223222220202222222222222
2223022222222222222232222202022222222002220
000000000000000000000000000000000000000000000
```

コンピュータを使わない処理としては、これが最も高い精度でした。



分析装置

2. 学習指導のカテゴリー化

学習反応の調査に対し、どうしても必要なことは、何を指導しているかということでした。当然ですが、学習内容として学習者が何をどのように学び、それに対する反応の計測をしなければデータとして意味がありません。そこで、第一の課題は、授業での活動をどのように分類（カテゴリー化）するかということでした。

(1) 授業案（学習指導計画）は先生の頭の中に

先生の書かれた授業案（学習指導計画）を見ればわかると思ったのですが、これが困ったもので、授業案の記述がない授業記録がどんどん出てきました。先生方は、授業案は自分の頭の中にあるのですね。また、教材も何を使って、どのように指導すればよいか、全て先生の頭の中のデータベースに保管されていたのです。すごいものです。

(2) 授業の映像・音声と反応曲線のための区分

資料化するとき、最も困ることは資料（反応データ）の区分ができないことです。正にその代表的なものが学習指導活動の区分と学習反応曲線のような気がしました。

授業の「導入・展開・まとめ」、これは、ほぼどの授業でもわかりました。次に少し分類（カテゴリー化）できる区分として、その中の分節で分けることができると考えました。それは、授業の進め方から見て、一つの小目標に対して指導をして、終わりに評価（発問など）をされていて、判断できる授業が多いようでした。

そこで、授業の映像・音声（文字化）、学習反応（集団反応曲線・個人反応）をデータ化するため、まず最初に、

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">・導入、展開、まとめ・分節・教師が主となる活動、学習者が主となる活動、評価 |
|---|

にカテゴリー化することにしました。

これを授業、反応の分析をするときによくわかるように、フローチャートで表示することにしました。

また、学習者のアナライザーの SW の反応の仕方が分かるように、フローチャートに記号化しました。このようにして、映像・音声と学習反応のデータとしてカテゴリー化が可能になりました。

（3）教師・学習者の活動の区分け、カテゴリー化

次に課題になったのは、先生や児童生徒の活動の分類（カテゴリー化）の問題でした。授業の中には、何をされているのか判断ができなく、分析で困る場合も多々ありました。

そこで、分析にあたって、まず先生と児童・生徒の活動の枠の例（分類）を決めました。その最初に課題となったのが質問・問題でありました。

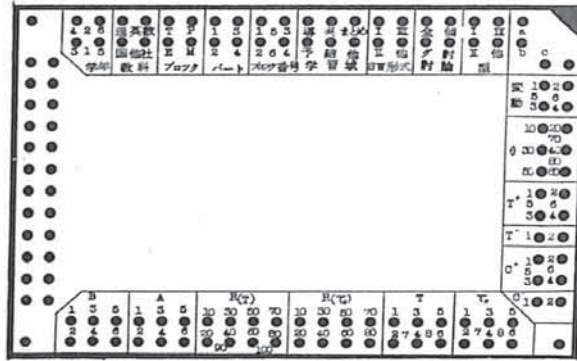
まず、授業の映像・音声から最も教師の活動で区別が困難な例は「○○○ですね」「わかりましたか」「できましたか」などの念を押す発言が多く、これらと分節のまとめなどで考えさせる場合とを分ける必要が出てきました。それを確認と発問に分けて、授業分析を進めなければ特性が分析できないことがわかりました。とくに、発問については、先生方に分類がよく分かるように指導的発問など表現していました。

そこで、各種の検討結果、共通なものとして

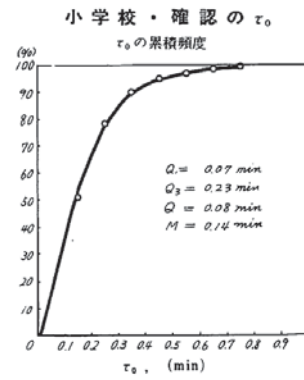
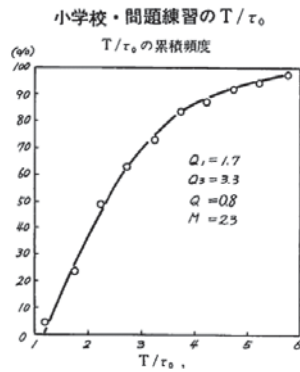
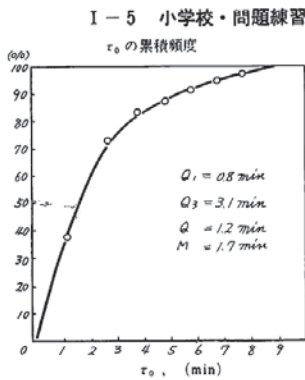
「確認、発問、問題、グループ討論、全体（クラス）討論」

などについて調べ、各教科に特有なものについては、それぞれの教科別で分類しました。

これらの反応曲線の分析から、沖縄等で使われている発問、確認、問題、グループ討論、クラス全体討論、分節の区切り、導入、まとめの所要時間、分節等の通過率(正答率)などの集計処理をして分布、累積度数分布などの各種データが得られました。



学習活動単位と反応曲線カード (τ_0 、 T 、 $R(\tau)$ 、 $R(T)$ など)
 反応曲線のデータ化 (カードを用いた) (計算機でのメタデータとなる)



3. 学習指導内容の検討と表示

学習指導の枠組みと反応の関係についての構成は、2~3年で終わったと思います。特に、森幸雄先生は、理科教育の立場から進められていました。

ところが、学習内容については、操作的な処理・見方ができなく大変でした。教育内容・学習指導要領、学習内容と行動、指導方法、授業案の内容構成など、一つの観点から決められません。そこで、一つのサンプルになったのが Bloom, Benjamin Samuel・Hastings, J. Thomas (John Thomas)・Madaus, George F. . “Handbook on formative and summative evaluation of student learning.” McGraw-Hill, 1971年の本でありました。まだ、和訳が出ていませんでしたので、要点を見て、コンピューターでのデータ処理も含め参考にしました。(Item Pool、Libraryなどの概念もありました。)その後、藤田・梶田先生等の訳(教育評価法ハンドブック：教科学習の形成的評価と総括的評価。第一法規, 1973)が出てきました。とくに、学習内容・行動細目表は参考になりました。

学習内容・行動目標細目表（教材開列、学習指導方法の開列のため）

学習内容	行動目標	知識・理解				技能			数学的な考え方			関心・意欲		
		用語の意味がわかる	用語の説明ができる	性質がわかる	関係がわかる	図形が書ける	写し取ることができる	測ることができる	比較・対比・弁別できる	考え説明できる (作図)	考え操作ができる	関心をもち、図形をみつけ ることができる	とが とができる	身近な図形に気付くこ とができる
円	円の形													
	円の中心													
	円の半径													
	円の直径													
球	球の形													
	球の切り口													
	球の中心													
	球の半径													
	球の直径													
操 作	コンパス													
	長さ													

先生方は、学習内容・行動を横一列に並べ、縦に上から下へ学習のプロセスで表示され
 だしました。さすがに授業を中心に考えられるなあと感じました。

これを用いて、次に学習フローチャートや具体的な内容を書いた学習指導計画書が家庭
 科、理科、物理、化学、算数など、いろいろな教科で作られるようになりました。

ただ、これらとは別に、沖縄を始め各県の算数教育の指導にもいかれた岩崎潔先生が次
 のような表を作られ、教育実習にも用いられるようになりました。

授業計画細目表(1時間・単元用)		年(月日)		作成者		
1 学習目標	2 学習活動	3 教授活動	4 教材・資料・機器	5 評価	6 処方	
ア わかる	ア1	ア2	ア3	ア4	ア5	ア6
イ できる	イ1	イ2	イ3	イ4	イ5	イ6
ウ 考え方	ウ1	ウ2	ウ3	ウ4	ウ5	ウ6
エ 見 方	エ1	エ2	エ3	エ4	エ5	エ6
オ 学習力	オ1	オ2	オ3	オ4	オ5	オ6

【学習内容・行動】

(教材の資料番号記入) (詳細問題等の資料番号記入) (処方学習の資料番号記入)

岩崎 潔

この表は、単元・授業の前に先生方の学習指導の整理によく使われました。
 また、授業分析の基礎資料としても役立ちました。
 岐阜大学では、教育実習の手引きにも入れて、学生に利用させていました。

4. 電子計算機導入の準備

学習反応データは、前にも説明しましたように、個人データのコンピューターへの入力装置の準備もできました。また、集団反応曲線は、発問、問題、討論などの一つの活動で区分し、そのデータを図書カードで表現し、電子計算機へ入力する準備ができました。

授業分析で評価問題の適否が大きな課題になりました。たとえば、分節の終わりの発問の適否について、学習指導の「ねらい」から本当に内容的に良いのか、また、提示の方法についても研究の必要性が多く先生方から出されました。発問についての課題が出てきたのは、フローチャートで授業の流れを表示し、その中でとくに評価について分節の中でのプロセスを評価するものとして、適していたかどうか、学習反応曲線の分析から課題になってきました。

また、問題についても同様に内容の適否が課題になってきました。問題については、愛知県の旭ヶ丘高校の山田先生が、図書カードに数千枚の問題（大学入試等）を整理されていました。これは、大変参考になりました。

電子計算機の導入にあたって、これらの内容と各種データの連携をどうするのが大きな課題でした。とくに、当時のコンピューターは、日本語処理もできず、学習内容、言葉、問題などは、全て入力できません。山田先生がカードを使っているのを見て、それでは、交通安全の調査等で使ったようなカードを用いて、各問題等を記入し、そのカードのメタデータをコンピューターで処理する方法について検討を始めました。

そこで、カードを番号化し、その番号とメタデータの連携をして、直接資料が入れられていなくても、処理できることを考えました。（ただし、反応曲線などの数値データは、入力できました。）

（1）メタデータの構成

各資料について、どのような説明用のデータをつけるかが、電子計算処理の経験のない者にとっては、大きな課題でありました。そこで、まず、穴あきのカードの各穴に対応して、分類とその内容に対応させて、これをメタデータとして利用しようと考えました。しかし、当時は英数字と仮名文字しか使えませんでした。これもメタデータを作るのに困難しました。

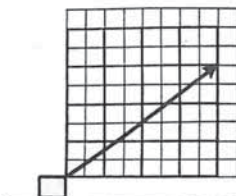
（2）シソーラス（用語の統制で困る）

教科の内容、学習指導の用語などの言葉の統一化をしないと検索ができず、電子計算機導入前にシソーラスの準備が必要でした。そこで、当時米国の ERIC を参考にして、シソーラスの構造化を進めました。当時は、大学の教員もシソーラスを最初から勉強しました。

(3) 電子計算機の言語 (プログラム言語)

当時のプログラム言語は、まだ機械語 (1, 0 等) からアセンブラー言語でした。このため、私のような機械語を使っていた者はアセンブラー言語ができて感動しましたが、職員、学生には大変困難な言語でした。電子計算機が導入されてからは、フォートランが使えるようになり、汎用語として多くの学生が電子計算機が使えるようになりました。しかし、導入前後はアセンブラー言語を使っていたため、このプログラム開発に大変な時間がかかりました。

物 理 E.

F. NO.	C O D E										PAT.																																																																																																																																																											
793	1293	1265																																																																																																																																																																				
TITLE																																																																																																																																																																						
力を成分に分解し、まさつ力・抗力とのつり合いを考える。																																																																																																																																																																						
<p>図は水平なまさつのある板の上に、重さ11Nの物体を置き、グラフに示すような5Nの力を加えた状態を示す。このとき、物体はまさくに動き出そうとした。次の間に、適当な数値を下から選び番号で答えよ。</p> <p>(1) 物体が板から受ける垂直抗力は何Nか。 (2) 物体と板の間にはたらくまさつ力はいくらか。</p> <p>① 3, ② 4, ③ 5, ④ 8, ⑤ 9 ⑥ 11, ⑦ 14, ⑧ その他</p>																																																																																																																																																																						
																																																																																																																																																																						
-NOTE-																																																																																																																																																																						
正解 (1) ... ④ (2) ... ③																																																																																																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td> </tr> <tr> <td>A (1)</td> <td>.006</td><td>.070</td><td>.010</td><td>.070</td><td>.160</td><td>.007</td><td>.627</td><td>.010</td><td>.015</td><td>.025</td> </tr> <tr> <td>B (2)</td> <td>.013</td><td>.030</td><td>.324</td><td>.391</td><td>.047</td><td>.024</td><td>.120</td><td>.007</td><td>.077</td><td>.040</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>F</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>G</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>H</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>I</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>J</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>K</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>L</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>M</td> <td>中程度</td> <td>1</td> <td>2</td> <td colspan="8">原理や法則の知識・理解</td> </tr> </table>													0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A (1)	.006	.070	.010	.070	.160	.007	.627	.010	.015	.025	B (2)	.013	.030	.324	.391	.047	.024	.120	.007	.077	.040	C											D											E											F											G											H											I											J											K											L											M	中程度	1	2	原理や法則の知識・理解							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																																																																												
A (1)	.006	.070	.010	.070	.160	.007	.627	.010	.015	.025																																																																																																																																																												
B (2)	.013	.030	.324	.391	.047	.024	.120	.007	.077	.040																																																																																																																																																												
C																																																																																																																																																																						
D																																																																																																																																																																						
E																																																																																																																																																																						
F																																																																																																																																																																						
G																																																																																																																																																																						
H																																																																																																																																																																						
I																																																																																																																																																																						
J																																																																																																																																																																						
K																																																																																																																																																																						
L																																																																																																																																																																						
M	中程度	1	2	原理や法則の知識・理解																																																																																																																																																																		

L1 L2 P3 M1 M2 H1 H2 H3

第3図