

第4章 計測用ティチング・マシンによる授業分析

先に T. A. 集団反応の連続記録器・音声の同時記録器およびそれらの分析器を使用した授業分析結果を第1報として報告した。本報では、それらの機器に新しく開発した個人反応の高速連続記録器および定間隔撮影装置などを加えて、より多面的分析を行い、若干の結果をえたので報告する。

I 新しく導入した計測器およびその使用法

1 定間隔撮影

子どもの動きをデーターとして授業分析にとり入れることの必要性は、今さら論述するまでもないが、その測定法およびデーターの処理法については、かなり多くの問題が未解決のまま残されているようである。V. T. R. 又は 8mm 撮影機などによってえた画面から子どもの動きを求めようとすると、膨大な資料の処理が必要になり、この方法では到底多くの授業の分析はできない。著者等は授業の現場をハーフサイズ写真機で5秒間隔に撮影し、その写真を全部並べたもの、1枚とび(したがって10秒間隔)に並べたもの、2枚とび(15秒間隔)、3枚とび(20秒間隔).....に並べたものを、3名のものが独立にそれぞれ第4-1表の記号にしたがって判定記録した結果と、8mm 撮影機によって連続撮影したものを比較して、1分間隔に撮影すれば、授業分析に必要な子どもの動きはほぼ判定できることを確認した。しかしながら子供が実験している場面だけは動きが速いので、30秒間隔に撮影した方がよいようである。そのため、撮影間隔が自由に変えられるカメラ制御装置を使用して、授業を1分(実験は30秒)間隔に撮影し、その写真によって0~9の分類を行った。

2 個人反応の連続記録

集団反応の連続記録と同様な方法で、集団中の任意の個人の反応が連続して磁気記録されるようにした。前報に書いたように、子どもの反応の速さは平均して0.5秒であるので、個人差を求めるには $\frac{1}{100}$ 秒の精度の測定が必要になる。そのため個人反応を自記記録電圧計で調べるだけでなく、多現象用シンクロスコープ(10MC)で調べることにした。これを使うと同時に8人までの微小な差異が判明する。

第4-1表

子供の動きの記号 ※

記号	子どもの動き
0	判定できない
1	先生の話をよく聞いている
2	他の子どもと話をしている
3	そとを見ている
4	実験している
5	記録や観察をしている
6	ぼんやりしている
7	発表している
8	グループで話し合っている
9	グループの話聞いている

※ 0~9の記号は便宜的なもので、数字には何らの意味もない。この数字は電動計算機を使って打つ。分類の仕方については、更に検討しなければならないが、このように記号化しておけば、将来電算機にこのデーターを導入するのにも都合とえられる。

II 計測結果

本研究の対象は第1報と同じ岐阜県羽島郡笠松町立松枝小学校6年生26名である(第1報よりも1名増加)。したがって、子どもは授業中のどの段階においても非常に敏捷にSWを操作できるようになっているのみならず、測定実施によって授業に何らの障害も与えない状態になっている。以下に理科教材「空気中の水じょう気」の授業における計測結果について記述する。

1 個人記録表

定間隔撮影によってえた写真から、9名の子どもの動きを0~9の記号で表示したものが、第4-2表である。この表では同一の子どもの動きが、時間経過にしたがって、縦に並べてある。第4-1写真は定間隔撮影写真の一部を示したものであるが、この写真と第4-2表とは無関係である。それは子どもの個人の秘密を守るため、わざと関係のない写真を載せたからである。

第4-2表 個人記録表

h	m			
0:00		555335535	0:20 - 888888888	999993999
		311313311	399999999	399393999
		130331331	399339399	445554445
		990393999	333333939	0:40 - 888888888
0:05 -		999339739	555555557	888838388
		939993399	0:25 - 878887788	888838888
		888888888	939397999	339997999
		388881111	999339999	999997999
		311111313	313333111	0:45 - 399333399
0:10 -		330939999	555558888	993999309
		888883399	555555505	311331111
		999399399	0:30 - 55555035	333333113
		999999999	555535555	999399799
		939330999	555535555	0:50 - 999399309
			535535355	
0:15 -		313311111	555535555	999333399
		888888888	933399997	799399999
		888883888	393395559	399333399
		888888888	333331111	
			55554455	
			539335999	
		888888888	0:35 - 511131311	333313333
		838838888	339339799	0:55 - 979999999

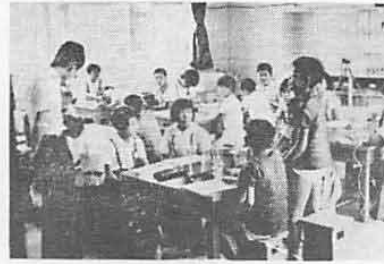
第4一 / 写真 定間隔撮影写真の / 例



1



7



13



2



8



14



3



9



15



4



10



16



5



11



17



6

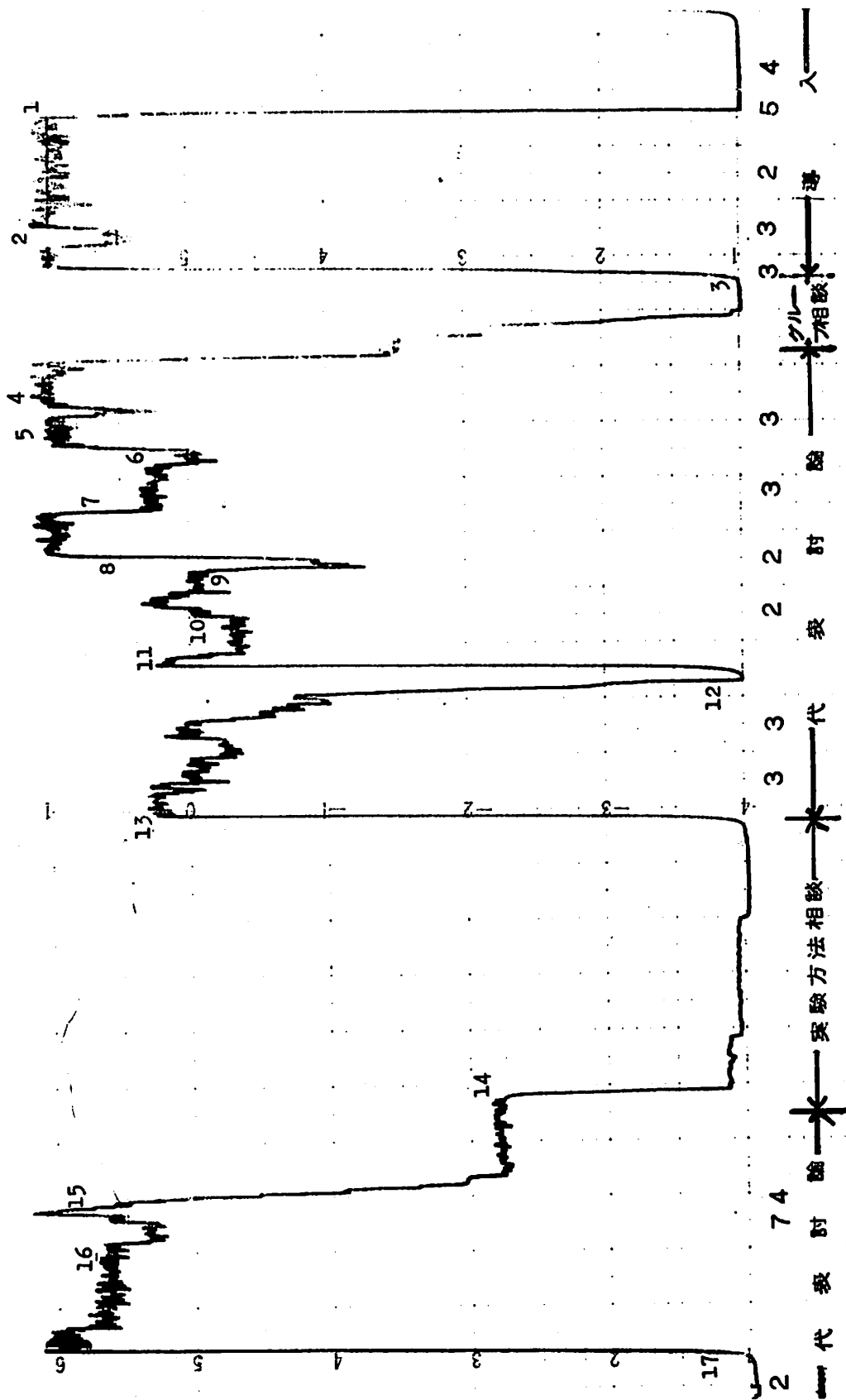


12

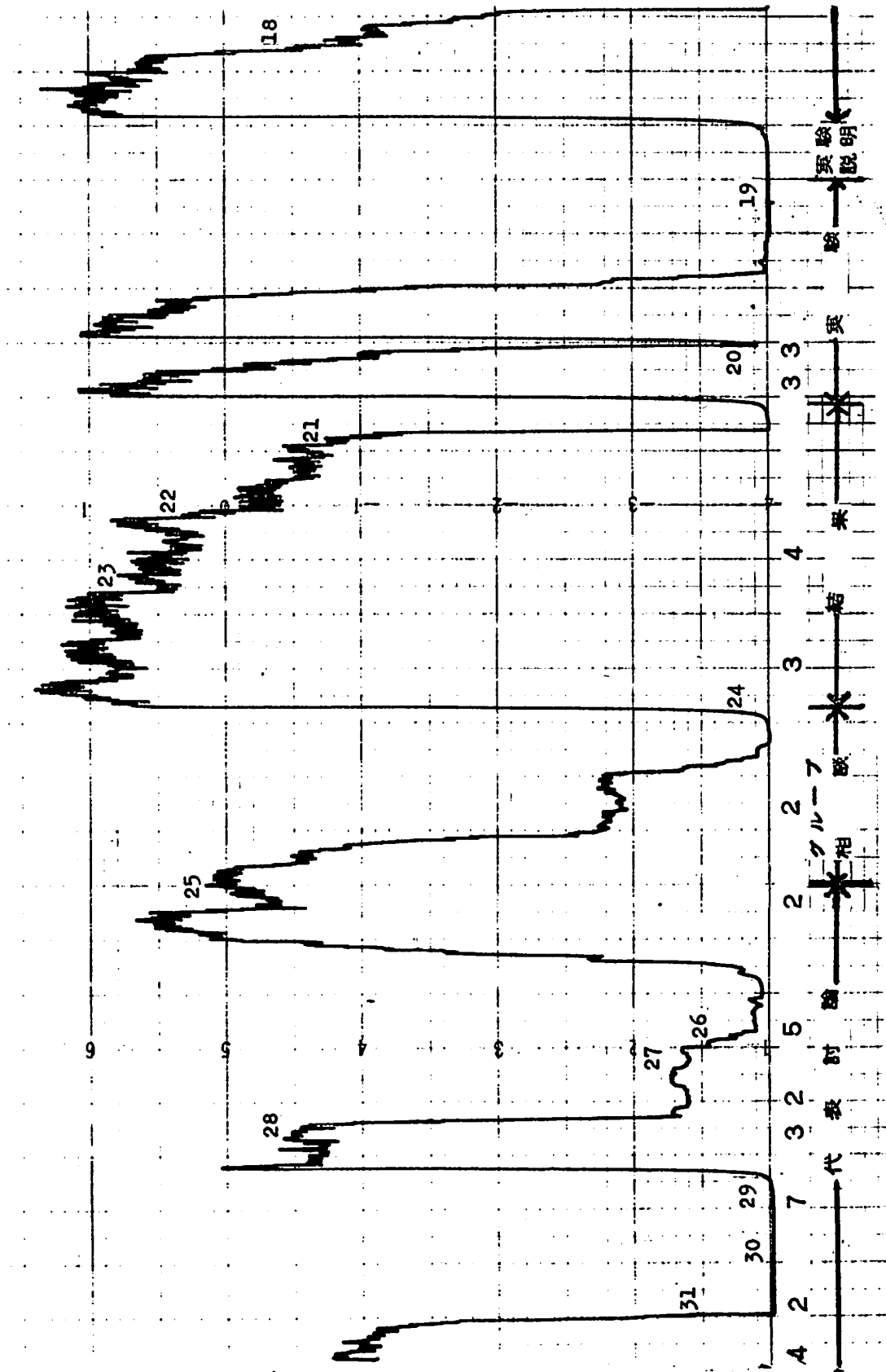


18

第4-1/図 集団反応曲線



集団反応曲線 (つづき)

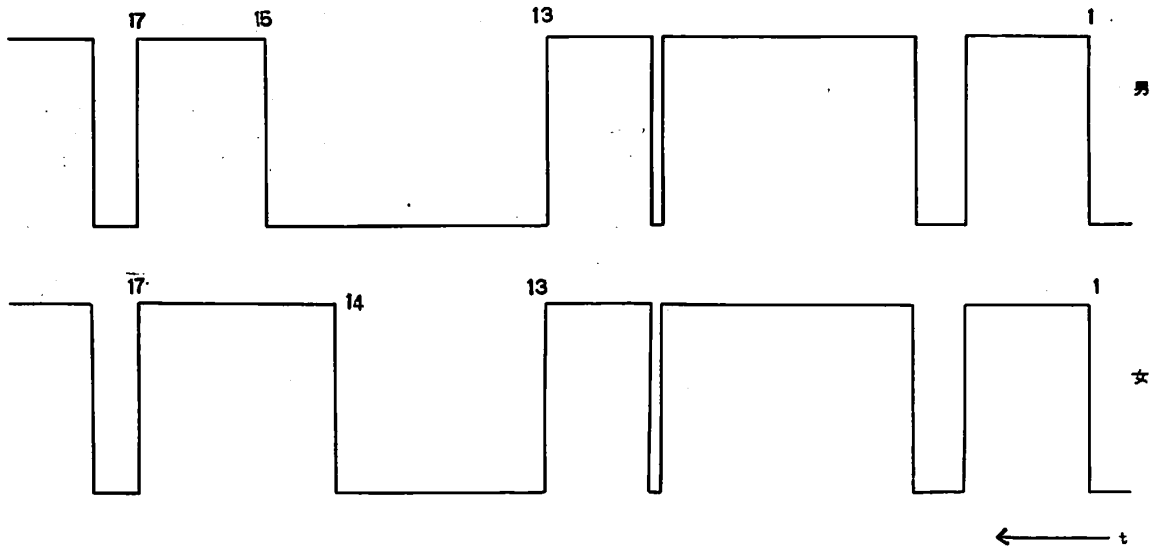


第4-3表 指導内容と反応

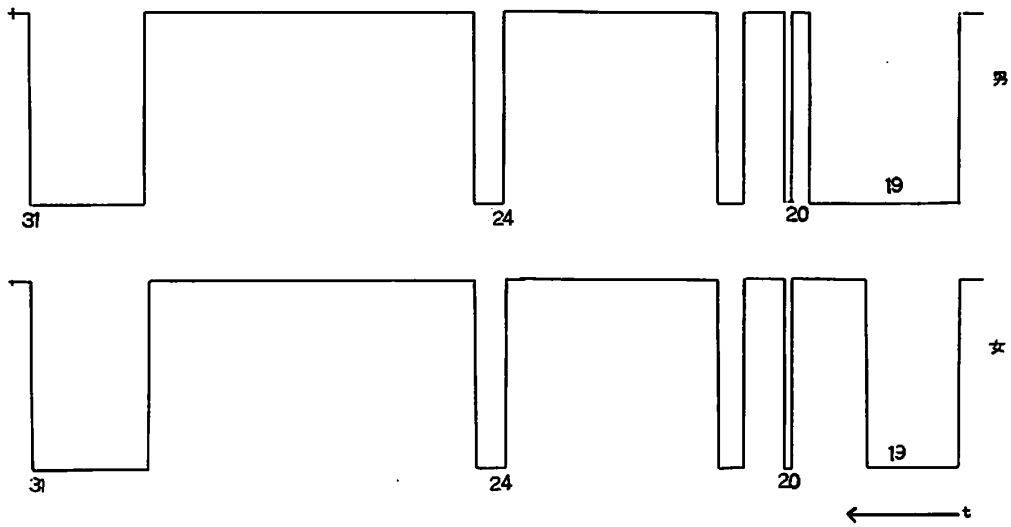
	内 容	T. R.	T. A.	家 数
導 入	・水は空気中でどうなるか話し合う ・前にやったビーカーの口と水蒸気の入れものに入れて水はどうなるか話し合う	・蒸発した。地球にしみこむ ・広い口の方がたくさん蒸発する	① 蒸発についての実験説明でビーカーの口の大小により、口の広いほうが蒸発しやすい。 ② 広い方が蒸発しやすい。	27.4 31.5 41.2 51.3 61.8
子 組 グループ相談	・蒸発した水はどこへ行くか児童に予想をたてさせる	・空気より軽くなまじり上る ・雲になる	③ 蒸発したらどうなるかグループ内の話し合い。解、ア、SH③をぬ	71.3 81.3 91.3 101.3 111.2 121.2
代表討論		・どうして上の様かことがいえるか討論する	④ 空気より軽くなまじり上る ⑤ 雲になる ⑥ なぜ空気より軽いかわかたか(児童質問) ⑦ 空気より軽くなければ上へ上らない。 ⑧ どのようにして雲になるか ⑨ 上へ上、て冷やれるから雲になる ⑩ 水蒸気は空気より重いかから落ちるのではないか ⑪ 上の方には水蒸気がある	
実験方法 指 導	・実験方法をグループで相談する	・自分の近くに水蒸気はあるか	⑫ この近くに水蒸気があるか ⑬ 蒸気はどのように発生するか ⑭ ビーカーの中に水と氷を入れる	131.2
代表討論	討 論	・ビーカーの中に水を入れた水を入れると、ビーカーのまわりに水滴がつくかどうかわかる。 水を入れる量によ、て水滴はどのようにつくかどうか。 ・ビーカーはかわかす	⑮ ビーカーの横に水滴がつくかどうかでわかる ⑯ 水を入れる量はどのくらいがよいかを話し合う ⑰ ビーカーはそのままでよいか ⑱ われていると空気中の水蒸気がついたかどうかわからない ⑲ 空気中に水蒸気があることがわかったらSH④をぬ(先生)	221.4 231.7 241.2 251.2 261.5
教師による 実験説明			⑳ どのように蒸気として出てかわかたら②(先生)	331.3
実 験	・実験開始		㉑ ビーカーの外側につく ㉒ 下の方がつめたい ㉓ 水が入っているところは冷たく、水がつか、水の入、てないところは冷たくない。 ㉔ なぜ水滴がついたか理由を考える	341.1 351.4 361.4 371.3
結 果		・下のほうが冷たく、内側にはつかない	㉕ ビーカーの中に冷たいものがあり、ビーカーが冷やされ水滴がつく ㉖ 水蒸気を冷せば水滴になるというか冬はどうか(児) ㉗ 冬も水蒸気がある(冬の方が水蒸気がよくつくから)	411.2 421.2 431.5 441.2 451.3 461.7 471.2 481.4
グループ相談	・なぜこんな結果かそれか、各自で考える ・再び相談する	・空気中の水蒸気が冷たい水で冷やされて水滴ができる	㉘ 冷たいところに水蒸気がひいてつく ㉙ 水を入れるとビーカーだけが冷えるのか ㉚ まわりの空気が冷るからつく。なぜビーカーのまわりで凍か、つらないのか ㉛ たくさん水蒸気を集めなければいけない。	491.4 501.2 511.4
代表討論		・冷たいところに水蒸気がひいてつく ・まわりの空気がひいて水滴ができる		
空気中の水じょう気1968.7.4,第1次元				

第4-2圖 個人反應曲線

(1)



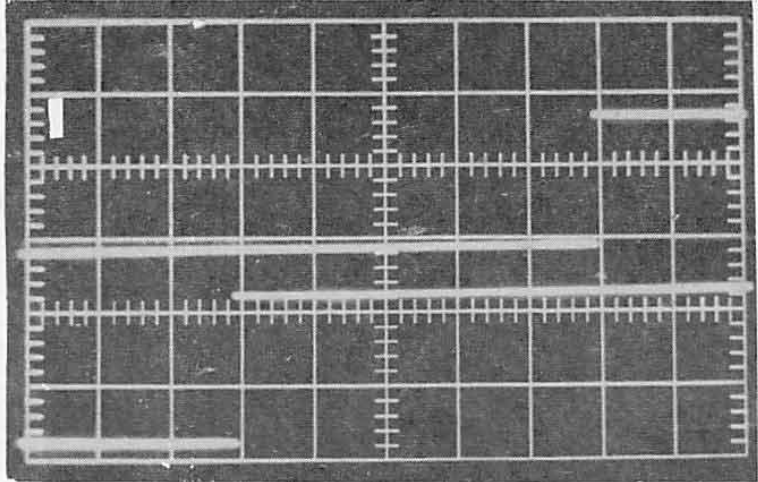
(2)



2 集団反応曲線

授業開始後1分15秒より51分にいたる間の集団反応曲線を第4-1図に示す。自記記録計の都合でこの曲線は右から左へ時間が進んでいる。時間経過は曲線の右端からの距離に比例している。曲線上の1から31の数字は第4-3表のT. A. 欄の数を示し、反応曲線の分析の手掛かりである。曲線の下に数字は第4-2表より求めた各時点(一部省略)における3のかずを示す。

第4-2写真 個人反応の差異を検出するシンクロスコープ写真(1目盛 $\frac{1}{10}$ 秒)



3 指導内容と反応

第4-3表は第1報のものと同じ意味を表す。ただし、右端の写真の欄は今回新しく付加したものである。2行のうち左は授業開始後の時間(分)を、右は3のかずを示す。(3のかずの少ないものは省略してある。)

4 個人反応曲線

第4-2表に示す9名のうち、左端の行の子供(理科の授業において積極的に活躍するSSの小さい男子)と、右端の行の子供(どの教科においても積極的であるSSの大きい女子)の反応曲線を第4-2図に示す。図中の数字は第4-1図の中の数字と同じもので、対応する位置にいらてある。2人の反応曲線は非常によく似ているが、明かに2箇所では大きな差異を生じている。

5 個人反応の差異を検出するシンクロスコープ写真

上記2名の反応曲線で差異の認められない変化点を、シンクロスコープにかけて得た写真を第4-2写真に示す。この写真の1目盛は $\frac{1}{10}$ 秒で、時間は左から右へ進み、SWをおすと線が急に飛び上るようになっている。上の線は男子、下の線は女子で、SWをおした時刻に約 $\frac{5}{10}$ 秒差のあったことを示している。

Ⅲ 考 察

1 個人記録と個人反応曲線について

第4-2表のなかには、記号2, 6が出ていない。写真判定ではこれらはおそらく3に含まれてしまうのであろう。したがって2, 6, と3とを同一の記号にしてもよいと思われる。つぎに、左端の行の示す理科のすきでSSの小さい男子は、右端の行の示すSSの大きい女子に比べて、3が目立って多くなっていて、この男の子の注意力の不足が現われ

ているのは注目に値する。この2人の反応曲線は前に述べたように2箇所を除いては非常に似ているが、詳しく調べてみると、やはり差異が存在している(第4-2写真)。2箇所の顕著な差異についての考察は後で述べるが、微少差については本報では触れないで、次報に譲りたい。

2 個人記録と集団反応曲線について 授業の進行の順序に考察を進めることにする。

(1) 導入(5分間)

2分ほどの問答のあとで、分かった人はSWを押しなさいと命令したところ、曲線は直ちに100%を示すところまで上っている。その後約3分討論させているが、曲線はほとんど100%を示したままである。第1報にも述べたように、このような曲線の現われたのは、授業内容が低すぎたためと考えられる。記号3の子どもの多いのもこのことを裏付けていると思われる。したがって、この導入段階はもっと短時間でよかったといえよう。

(2) グループ相談(15分間)と代表討論(8分間)

グループで相談し、分かった人はSWを押すよう命令したところ、約1分後に曲線が上昇しはじめ、更にその後約1分で100%に達している。曲線の上昇がもっと緩かであるのが望ましいが(第1報参照)、導入段階のそれと比べると、たしかに緩かである。このことは子供が思考したことを表しておる。この時点では3が少なくなっている。代表討論にはいってから曲線は時々10~20%降下しているが、それもすぐに100%又はその近くまで上っており、第4-1図中の12の時点までの授業は冗長にすぎたといえよう。この間に3が多いのも同じ理由によると思われる。12の時点で一度SWを切って教師の質問に答えさせたものが、12~13の曲線である。この曲線の形も好ましいものではない。その理由は教師の発問から子供の反応開始までの時間が余りにも短かいことである。

(3) 実験方法相談(5分間)と代表討論(7.5分間)

グループで実験方法について約5分間相談させてあるが、その時には3が少ないし、代表討論になってからの曲線の上昇も急でないので、この5分間は有効であったと判定させる。方法の分かった人はSWを押すように指示されると、約40%の子どもが直ちにSWを押し、残りの60%の子どもは1分以上たっておしている。そして早いものと遅いものとの差は約2分になっている。この2分間の後半になると3が多くなるのは、止むを得ないであろう。実験方法をグループで相談して分かったものからSWを押しているのであるから、この曲線から子供を40%の優秀なものと、60%の優秀でないものとに分けることはできない。しかしながら、個人反応曲線を見ると、前述のSSの大きい女の子は直ちにSWを押しており、SSの小さい男の子は1分余り後にSWをおしている。同じように理科が好きでよく活躍しても思考の問題になると、SSが関係してくると思われる。

反応曲線が100%まで上昇してからしばらくすると3が多くなっている。これは討論内容の質の低いことに起因しており、内容の高い討論になると3が皆無になる。(第4-2表の24分、25分参照)。討論の後半の一度SWを切らせた以後の曲線はやゝ好ましい形のものであるが、音声の記録から、これは教師の質問のまづさによってかえって反応曲線の形がよくなったに過ぎないことがわかった。

(4) 教師の実験法説明(1分間)と実験(3分20秒)、結果の発表(5分15秒)

教師が実験方法をまとめてから、実験を開始し、観察・思考して、実験開始後15~25分で全員SWをおしている。これは実験の内容がこの学年にとって低すぎることを示す(第1報参照)。したがって結果の発表も程度の低いものになり、3の子供が多くなっても当然といえよう。発表の後半に相当高度の内容が出てきたが、その時には3は急に減少している(第4-2表の37分参照)。個人反応曲線の顕著な差異の1つは、実験観察思考後の曲線の上昇部に現われている。2人の子供のSWをおした時間差は約1分で、SSの大きい女の子は最も早くおした仲間属しており、SSの小さい男の子は最も遅い仲間にはいっている。こゝにも前と同じことが現われているのであろう。

(5) 実験結果についてもう一度詳しいグループ相談(2分45秒)

実験結果について詳しくグループで相談した段階で、曲線は好ましい形をしている。これはこの学年に適した内容であることを示している。第4-2表の41分に3が2つ現われているが、これは写真判定に問題があるようである。というのは、グループで相談をしているのであるから、子どもは横を向くこともありうるが、写真ではそれがそとを見ているものと区別できないから。

(6) 代表討論

グループの意見を発表させているうちに、子供に納得できない意見も出て(曲線がほとんど0まで下っている)、討論がいよいよおもしろくなりそうになった所で授業終了のサイレンが鳴りひびき、以後3が急増し、曲線も100%を示すことがなくなってしまった。この年齢の子供の緊張継続時間が45分程度であるためか、或はサイレンの音のためか即断できないが、以後の約6分間はやゝ低調になってしまったので、分析も省略する。

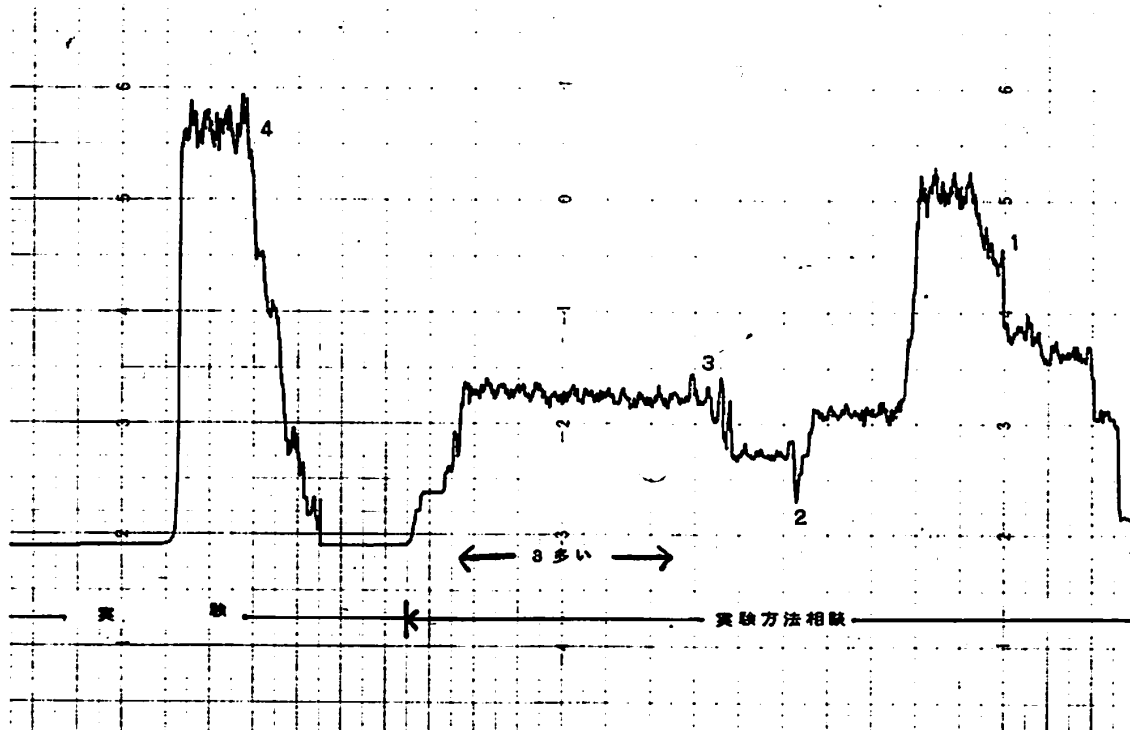
3 ま と め

以上「空気中の水じょう気」の授業を各段階に分けて分析して、つぎの結論を得た。

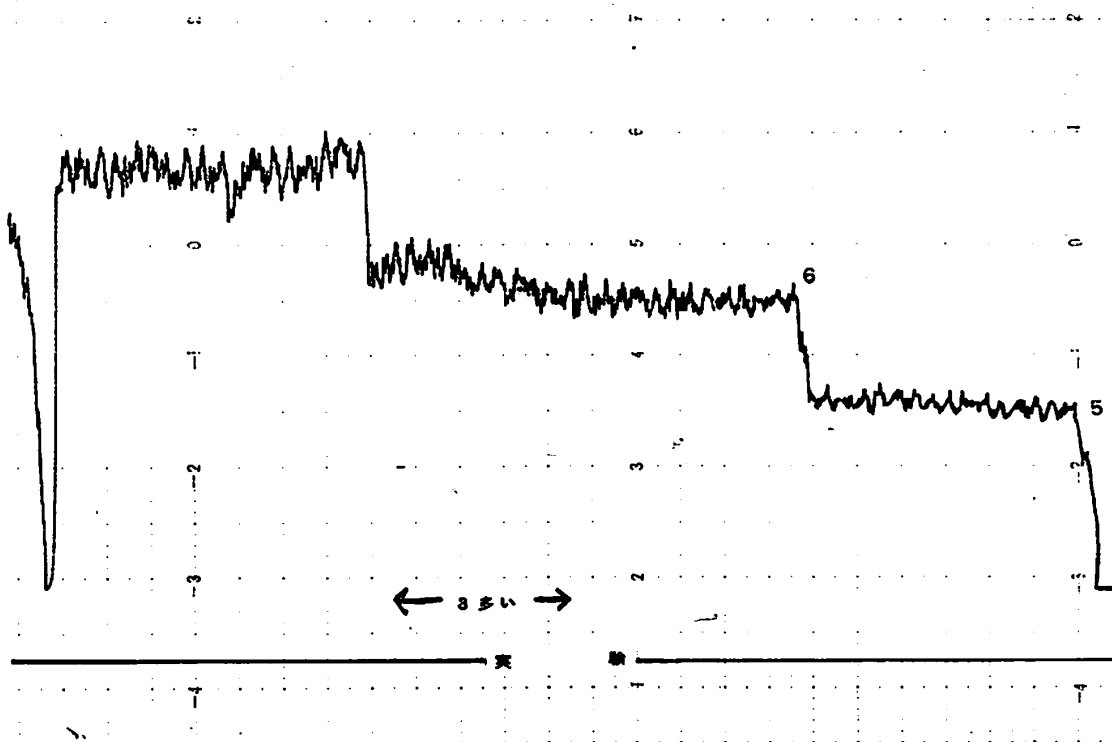
- (1) 教材内容の程度が低すぎた。
- (2) 前半を圧縮して、後半に十分な時間をかけるようにしたほうがよかった。
- (3) SSの差異は思考を要する段階で現われた。

理科の教材のすべてについてこのような研究をすることが必要であると思われる。なお分析に使った授業は特別に立案して行ったものである。

第4-3図 光合成実験の集団反応曲線
(1)



(2)



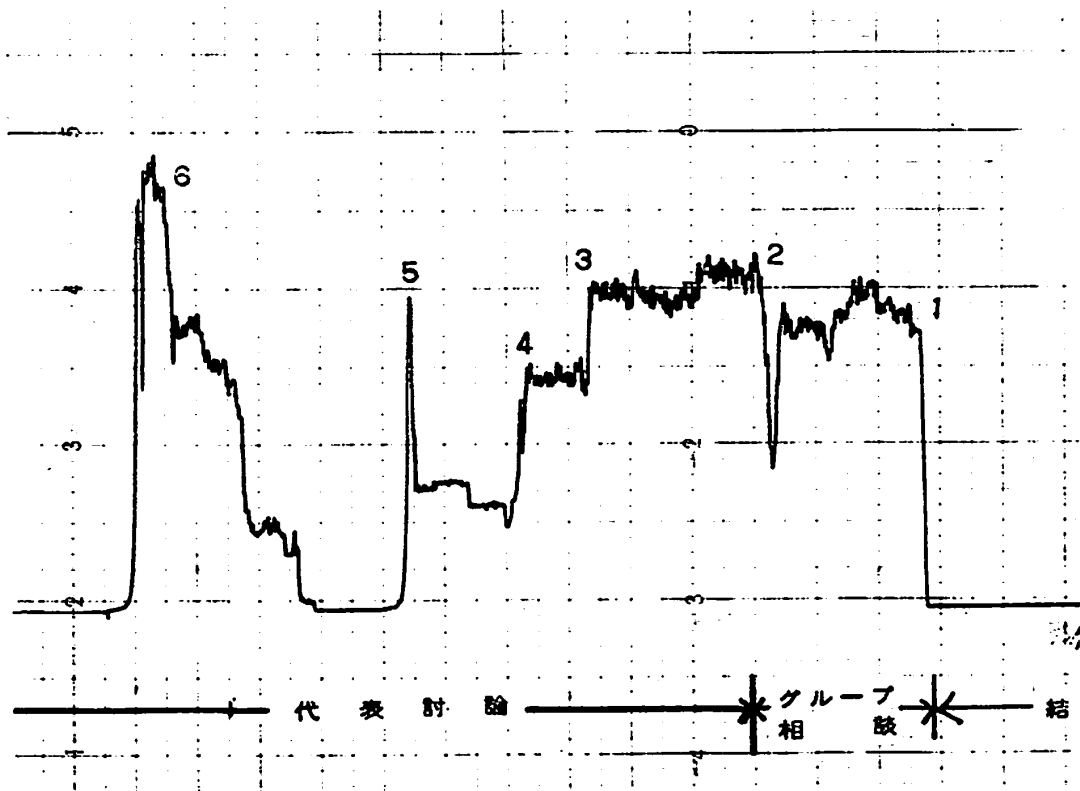
Ⅳ その他の分析例 (略述)

1 6年教材「光合成の実験」

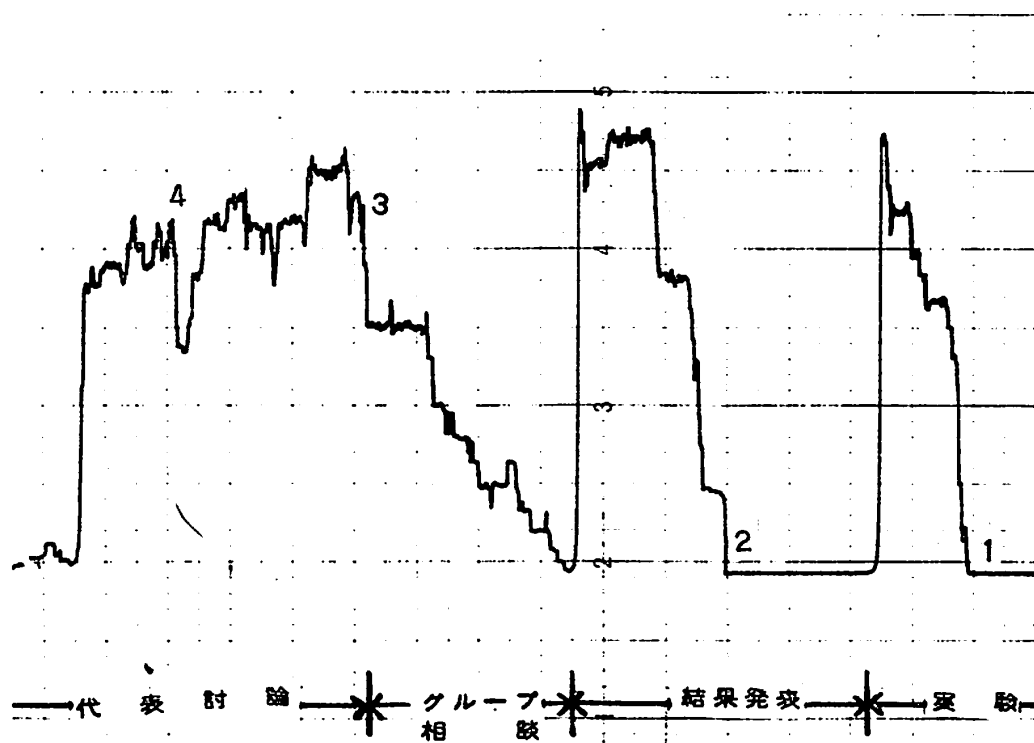
実験方法の討論9分間と実験実施24分間の集団反応曲線と写真判定による3の多い時間帯を第4-3図に示す。教師は討論の段階で、アルコールによって葉緑素をとり除くことの意味を明確にさせようとしたが(曲線上の3)、子供の反応は少なく、3の子どもが多くなり、この意図は失敗であった。そこで、アルコールにつけない葉を沃素液につけさせて、澱粉の有無の判定できないことを体験させた(曲線上の4)。曲線上の5でアルコールにつけた葉の、沃素液による着色の有無をたずね、6でアルコールの色の変化も考えるよう注意したところ、反応曲線は急に上昇して、子供が葉緑素をとり除く意味と、沃素反応による澱粉の存在の有無の判定をほぼ理解したようである。

この実験は、中学校、高等学校においてもくり返し行なわれるものであるので、小学校でしっかりとおさえておく必要があると考えられる。その上教材内容が豊富で、十分時間をかける必要があるにもかかわらず、割り合い短い時間ですまされ易いようである。技能の面だけを見ても、ウォーターバスの取扱いやアルコールの加熱法など特に注意しないと危険をとまなり種類のものも含んでおり、時間をかけて慎重に取扱い必要がある。写真判定によると、非常に危いことをやっていたグループもあったので、特に付記する。

第4-4図 「食塩が水にとける」の反応曲線



第4-5図 「アルコールが水にとける」の反応曲線



2 特別授業「とける」

理科の基礎的な概念である「とける」について、特別に授業を行ったときの一部について記述する。「食塩が水にとける」は2時間、「アルコールが水にとける」は1時間の授業で、対象は前記6年生26名である。

① 食塩が水にとける

第1時において、水50gに食塩10gをとかすと、全体の重さはどうなるか予想させたところ、60gよりも軽くなると答えたものが8名で、残りの18名は全員重くなると答え、60gと答えたものは皆無であった。重くなると答えた子供の考えは、食塩水に玉子を入れると玉子が浮くので重くなるということのようである。密度の考えはほとんど芽ばえていないといえる。

食塩が水にとけると食塩の粒が見えなくなること、水にとける速さが温度に関係することを調べさせ、第2時の最後に60gより重くなるのかどうか討論させた。その時の反応曲線の一部(第2次開始後35分以後の部分)を第4-4図に示す。曲線につけた1~6は次のような発言のあった時刻を示す。

- 1 天秤ではかったら60gより少し軽くなったが、その理由の分った人はS Wをおしてください(教師)。
- 2 正確にやれば60gになるはずだ(子ども)。
- 3 こぼれた量をたすと、60gより重くなる(子ども)。「注」反対意見の子どもはS Wをおしかえるので曲線が下がっている。

- 4 …………… かき混ぜる時間に関係しないか(子ども)。
- 5 …………… 正確に実験すると60gになります(教師)。「注」SWを全員切る。
- 6 …………… まざった食塩はどうなったのか、分った人はSWをおしてください(教師)

以後の討論で食塩は水の中にまざりあっていることになったが、4年の「もののうきしずみ」の学習が、この場合には却って障害になった。このことは、指導上ばかりでなく、教育課程作成上にも考慮しなければならないと考える。

(2) アルコールが水にとける

水50CCとアルコール50CCとをまぜ合せ、体積減少を観察させ、とけるの意味を考えさせようとする授業で、現行の指導要領よりはみ出たものである。第4-5図は実験開始以後の反応曲線である。曲線につけた1~4は次のような発言のあった時刻を示す。

- 1 …………… 実験のすんだ人はSWをおして下さい(教師)。
- 2 …………… 水とアルコールとがまざるとき、どんなことがおきるといえますか(教師)。
- 3 …………… 水とアルコールとまぜるとき、泡がで、アルコールが気体となって飛び出すので体積が減る(子ども)。
- 4 …………… 水の中に空気ははいていて、空気が泡となって出たあとにアルコールがはいるので、体積がへる(子ども)。

子どもは、体積の減少は何かが出ていくためであると考えているが、これは無理からぬことであろう。特に水中に含まれていた空気の出るためと考えるものが、約30%いたことは興味深い。水に空気のとけていることを何回も子どもは教えられてきているが、その場合のとけるの受けとり方はどのようなものか、各学年を通じて詳しく分析する必要がある。

V む す び

以上の簡単な論述からも分るように、授業分析には反応曲線の微分曲線が重要な役割をするので、その測定が必要になる。幸にしてその測定機も完成したので、これによる詳しい分析を近く発表したいと思います。

文 献

- (1) Lumsdaine, A. A. & R. Glasev (eds): **Teaching Machines and Programmed Learning**, Department of Audio-Visual Instruction, National Educational Association, 1960.
- (2) Pressey, S. L.: **A Machine for Automatic Teaching of Drill Material**, *School and Society*, 25, 1927, 549
- (3) Pressey, S. L.: **A Third and Fourth Contribution toward the Coming Industrial Revolution' in Education**, *School and Society*, 36, 1932, 668
- (4) Skinner, B. F.: **The Science of Learning and the Art of Teaching**, *Harvard Educational Review*, 24, 1954, 86
- (5) Skinner, B. F.: **Teaching Machines**, *Science*, 128, 1958, 969
- (6) Porter, D.: **A Critical Review of a Portion of the Literature on Teaching Devices**, *Harvard Educational Review*, 27, 1957, 126
- (7) Crowder, N. A.: **Automatic Tutoring by Intrinsic Programming**, in (1), p273
- (8) Smallwood, R. D.: **A Decision structure for Teaching Machines**, MIT Press, 1962
- (9) Hilgard, E. R. & Bower, G. H.: **Theories of Learning**, Century
- (10) ラムズデイン、グレイザー共編、西本三十二監訳：学習プログラミングとライティングマシン、学習研究社 1962
- (11) 西本三十二、西本洋一：教育工学、紀伊国屋 1964
- (12) 科学朝日：「教育工学のすべて」特集、朝日新聞社、1965, NO4
- (13) 理科の教育：特集 理科と工学、東洋出版、1966, NO4
- (14) 数理科学：特集教育工学、ダイヤモンド社、1967, NO4
- (15) ティーチングマシン別巻：一斉授業改善の手びき、教育工学社、1967
- (16) 吉田正昭：学習理論・学習解析、情報科学講座、共立、1968.
- (17) カール・スミス他著、長谷川淳也訳；教育工学入門（上）、明治図書、1968

お　わ　り　に

本研究の第1報に対し、各方面の方々から激励の言葉をいただき感謝しております。我々はまえがきにも書いたように大きな目的をもってこの研究を続けてはいるものの、何しろ研究は緒についたばかりで、決して完成したものではないので、この第2報にも種々批判があることと覚悟しております。その上多少急いで印刷にまわしたので、全体にわたる検討に欠けるところがあるかも知れないと思いますが、それぞれの専門的立場からの御教示を賜ることができれば幸に存じます。

なお、この報告はT. M. に関心のある人々にできるだけ多く読んでいただきたいという考えで、若干冗長にわたる説明も加えたことを附記しておきます。

2. 小学校理科の授業に T.A.を用いる時の問題点

まえがき

T.A.を小学校の理科の授業に用いた時のわれわれの方式については、すでに報告してある。ここでは、1時限の授業のうち、T.A.を用いた実験方法の話し合いの指導について述べる。小学校の子どもの思考は低学年においては主として主観的思考であり、中学年の子どもの場合には客観的思考への移行期としての特性をもつ。高学年になると客観的思考も可能になる。したがって、T.A.を使用するにあたっては、小学校の全学年にわたって同じ使用法でよいとはいえないであろう。

理科の授業において実験を行う場合、低学年ではもっぱら教師がその方法を説明することになる。中学年になると、子どもが多少なりとも理論的に実験方法について考えることができると思われるので、それを考慮した授業が必要である。高学年の場合には、中学年と若干違う授業になる。

I 授業の一段階(実験方法の話し合い) T.A.を用いる時の問題点

理科の普通の授業では、実験方法の話し合いに充分時間をかけてはいないように思われる。むしろ教師が実験方法を与えてしまうことが多いのではなかろうか。それでは創造心を培うことにはならないであろう。理科教育では、問題解決の心理や創造の心理を重視しなければならない。子ども自身に実験方法を発見させるようにすると、この段階に多くの時間を要することになる。そこで、T.A.を導入して効率を高めようとした。なお、この段階を予想や仮説の話し合いの前にもってくるか、後にもってくるかは、教材内容によってきまってくるので、一概にはきめられない。

実験方法の話し合いにT.A.を使用する場合の問題点を列举すると、つぎのようである。

- (a) 実験の目的を明確にする。
- (b) 問題解決・創造の心理を重視する。
- (c) 活用・転移のきく学習をする。
- (d) 有効な学習時間の割り当て方を考える。

II 実験方法の話し合いにおける T.A.の使用法

上記の問題点に留意して、T.A.を使用した授業を実践した結果、つぎのような取り扱いがよいという結論に達した。

(a) 先ず、実験課題について小グループで話し合いをさせ、そこで実験方法について考えさせる。小グループの中での話し合いによって、実験方法が見つかったら、直ちにS.W.③を押させる。T.A.の反応によって問題解決の時間的変化が分るので、能率よく全体討論へ移ることが可能になる。

(b) 各グループの代表者によって順次結果を発表させる。代表者がそのグループ内の特定な一人に常に決められないように、教師は注意しなければならない。実験方法をクラス全員に分り易く説明させる。他のグループの代表者の発表内容が、自分のグループの考え

方と同じ時には S.W.③を、違って同意しがたい時には S.W.④を、よく理解できない時には S.W.①を押させる。このように T.A. 反応を通して、グループ相互の評価を行なわせるとともに、教師にとっては子どもの考えを的確につかむことができる。その結果、適切なアドバイスをすることが容易になる。低・中学年においては、(a)、(b)をいくつかの段階に分けた方がより効率が高くなる場合がある。

代表者の発表が終わったら、希望者に発言させる。この場合にも S.W. を上述の方法と同じ方法で操作させる。教師は次元の高い統合性のある広い学習を目指して、最適と思われるアドバイスを行い、クラス全体が1つの実験方法を決定するように指導する。それは子ども自身が考えた方法であるという目的意識を、子どもに充分持たせるように留意する。なお、教師のアドバイスは準備されている実験器具およびその精度や、児童の能力を考慮してなすべきである。

(c) T.A. を使って、クラス全員がその実験方法を理解したかどうか調べる。低・中学年においては、(a)、(b)をいくつかの段階に分けることもあるので、そのような時には実験にはいる前に、実験全体を通しての話し合いがもう1つの段階として必要になる。

ま と め

以上のような T.M. の使用法によって、実験方法についての話し合いをさせると、実験の目的が全員に明確になるばかりでなく、結果の整理・発表なども能率よく進められる。したがって、全体の時間は実験方法の話し合いを入れても、あまり増加しないことになる。また、I にあげた問題点(b)および(c)は S.W. 操作の重ね合せによって解決される。(P. 7 参照)。

なお、T.A. を授業に用いると教師と子どもとの結びつきが疎外されるという心配もあるが、3年生での調査では、先生との連絡が悪くなると答えたものは38名中1名だけで、授業に T.A. を用いた方がよいという子どもが圧倒的に多いので、中学年においてもその心配はないといえよう。

(岩田 晃・野村 明文)

4. 計測用 T.M.による集団反応曲線の分析 (2)

まえがき

集団反応曲線の分析についてはすでに多くの研究報告が出されており、かなりの成果を得ているが主としてプログラム学習的T.M.の使用法による簡単な反応型の場合が多い。3で報告したような3種類のS.W.使用法による集団反応曲線の分析には、それを構成する要素として多くのものが含まれており、簡単な方法で記述するのは困難である。

集団反応曲線の表現方法としては、確率論的方法、指数函数的方法、S—空間的方法、Z—空間的方法など各種の方法が考えられるが現在まだ決定的なものは何もない。本報告においては反応曲線の現象面からの問題点の一部について考えてみる。

I 集団反応曲線のパターン表現

集団反応曲線を分析するためには何んらかのパターン表現をし、それらについて形または内容を研究しなければならない。1時限の反応曲線のパターンに対する報告は3でされており、本報告においては1ブロックの中とその前後の関係について報告する。

反応曲線の一種のブロック内では大体次のように変化する。

(1) 課題提示(教師のアドバイス、学習者の発表、実験など全てを含む)後、反応曲線はすぐに変化する場合と、ある程度時間経過後に変化する場合がある。

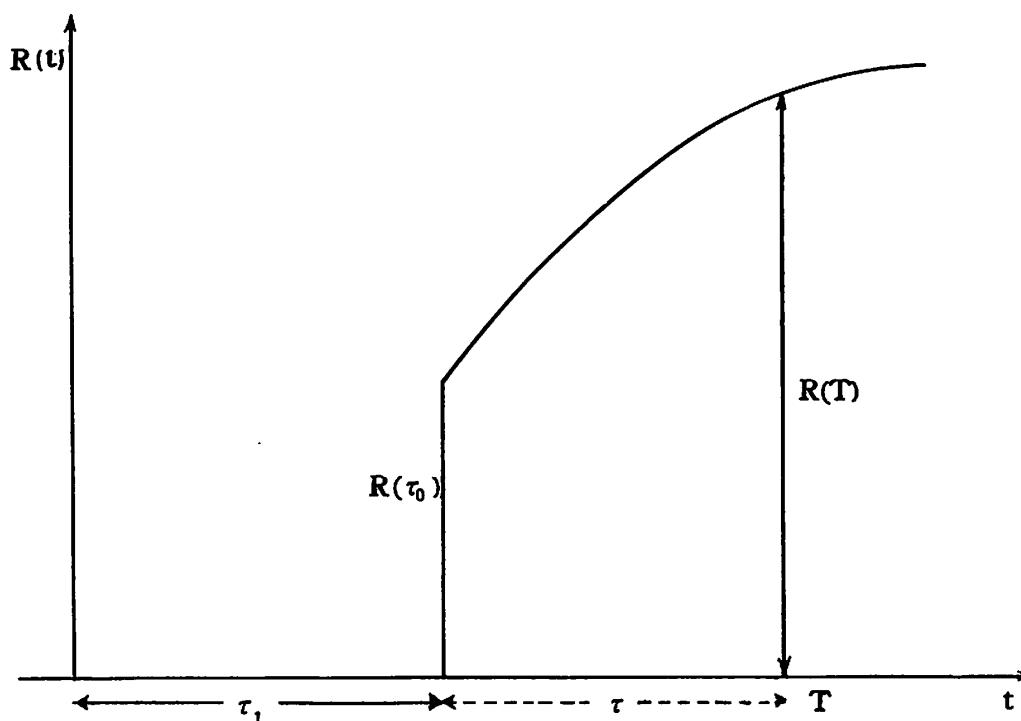
(2) 反応曲線は大体次のように上昇下降する。

- (a) 最初0人よりゆっくり上昇する。
- (b) 最初急に上昇し、その後ゆっくり上昇する。
- (c) 最初急に上昇し、その後ゆっくり下降する。
- (d) 最初急に上昇し、その後変化しない。
- (e) 最初急に上昇し、その後急に下降する。

このような反応曲線の変化の表現は近似的なものであり、実際にはS.W.のon offによる小さな変化がある。また場合によってはS.W.のon offの同数の変化が同時にあって反応曲線に反応として表現できないものもある。これらについても分析装置の時定数を小さくすればトリガーとして表現できるものも一部にはあるが、この問題は高速個人記録によって分析するのがよいと考えられる。高速個人記録は現在試作中でありこれらについては次回に発表する予定である。

(a)~(e)までのパターンもブロック全体を表現するものではなくブロック内の一部を表現するだけである。たとえば、ブロックの最初に急に立ち上りその後ゆっくり下降し、ある一定値になってその後は変化しないか、または逆に上昇しだす場合がある。このとき微分曲線で言えば微分値が0になった場所までを問題にした。実際の計測には、各種雑音を考慮して反応曲線の変化値の90%までをデータ処理上問題にした。

このような反応曲線のモデルとして第4-1図に示す。



第4-1図 集団反応曲線第1近似モデル

この図で

τ_0 : 課題提示から反応曲線の変化するまでの時間

τ : 反応曲線が変化しだしてからの時間

T : 反応曲線が一定値になったときの値の90%を示すときの時間

$R(\tau_0)$: 反応曲線の最初の立ち上がり

$R(T)$: 最大最小値の90%

である。

微分曲線よりブロックを決める場合には $R(\tau_0)$ が問題になり、ほとんどのブロックはこの項により反応曲線のブロック化がなされている。他の計測量を反応曲線との関係より授業分析する場合にもこの項が重要な要素として入ってくる。

$R(t)$ は確率論的表現、複素函数論的表現、その他各種の数学的表現が考えられるが、現在ではまだ一定の表現法に決めるのは早計である。これらは今後多量のデータ分析を基礎にして、他の計測量、各種心理学の研究結果、情報科学などでさらに分析し高度なものにしなければならない。

II 計測分析評価との関係

反応曲線の研究はプログラム学習における反応曲線での各種反応時間、反応率などの研究がすでに一部でなされているが、各学習法についての研究は現在まだ完成されていなく、今後の研究にまたねばならない。このため反応曲線の微細構造よりどのように分析評価するのか研究中であり、これらとパターンのモデルとの関係の一部について次に簡単に説明する。

1. τ_0

τ_0 は問題提示から反応曲線が変化しはじめるまでの時間であるが、S.W.の使用方法、学習法、問題、教師の説明、学習者の発言などにより長短があり約0.3秒から数分以上のものまでである。また τ_0 を決定する因子としては一意的に決まるものではなく、 τ_0 は各種の因子から構成されているようである。

本来は τ_0 を決める心理学的計測量が判明していて、実際の反応曲線の分析値との差により各種問題点が評価されるべきであるが、まだその方法が確立されていなく、現状においては反応曲線の τ_0 より問題の難易、説明、アドバイス、学習者の発言、学習の制御の適否などの一部を判断している。

2. τ

τ は反応曲線の変化後の時間であり、 τ_0 と異なり個人差が関係してくる。反応の個人差には多くの構成要素が考えられ、たとえば課題処理時間の個人差として問題解決、単純運動反応、多肢選択反応、決定、決断、時間見越し・動作、記録、連想などが研究されている。これらの他に、個人差として環境、ストレス、レデネス、など各種のものがあり、これらの反応曲線に対する寄与率を今後研究しなければならない。

T.M.における反応時間には、分離反応時間、単純反応時間、その他の反応時間が含まれたものであり、S.W.の使用方法や課題により簡単に説明することは困難である。また、ほとんどのS.W.の使用方法は押し換えがなされているため、平均反応時間は意味がなくなってくる場合もある。

3. $R(\tau_0)$

τ_0 での反応曲線の変化はブロックでの立ち上りを表わし授業分析に重要な量となることが多い。T.M.の静的分析評価、実験、説明発表、授業計画、指導、動的評価、その他多くの事項が $R(\tau_0)$ より分析評価できる。また今後さらに多くのものが分析評価できると考えられる。次に分析評価として簡単な例をあげる。

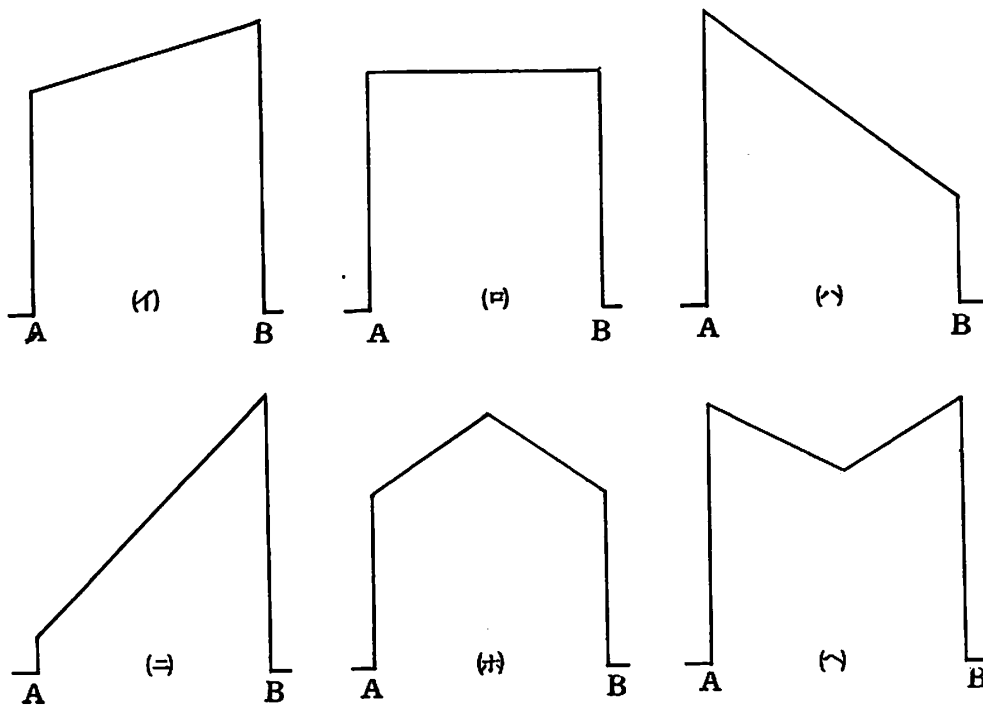
教師や学習者の説明発表に対する反応曲線の変化は $R(\tau_0)$ で分析すると一定の規則性があり、教師の発言による τ_0 での変化は小学校で大体50%~75%になる。また児童の発言は反応曲線の水準が50%以上になると多くなり、しかも50%近くでは反応曲線を上昇させるような発言が多くなる。70%以上になると児童の発言は逆に負のフィードバックがかかるような発言が多くなる。これらを分析すると、教師や学習者の発言に対する評価が可能になる。

また3で報告したS.W.の第Ⅱ型式による探査的な計測量などもこの項によって表わすことができ、探査時点の前後の評価、授業の制御の適否を分析評価する基礎データを得ることができる。

第Ⅰ型式、第Ⅱ型式によるS.W.の使用方法による学習過程の分析評価によっても多くの情報を得ることができる。

4. $R(\tau)$

反応曲線の τ_0 よりTまでの変化はブロック内の動的な分析評価に重要なものである。たとえばプログラム学習でのステップ問題作成、実験観察の分析評価、予想の話しあい、学習の制御に対する反応の分析評価、その他各種の学習の情報処理過程における反応の計測分析に用いることができる。



第4-2図 予想域のパターン

一例として予想域での反応の各種のパターンを第4-2図に示す。これは粗い近似による基本的パターンである。

図(a)について説明すると、ある課題について予想を立てさせる場合に、学習者イが発表したとき、反応曲線はすぐにR(A)まで上がり、その後イの意見に対し他の学習者の反対意見、賛成意見、修正意見などによりゆっくり上昇する場合である。

他も同様でAで意見を発表し、その後は討論などによる反応を示す。図では反応の高さを変えていないが、全体に低いものもあれば高いものもある。

授業にはこれら各種の反応型があり、授業の状態に応じて教師は仮説として(a)~(f)までの型と高さから適当な意見を取りあげる必要がある。

ある教材についてこの反応型から、教材の問題点を研究するには、1クラスだけでは各種条件が異なり雑音が多くて分析困難である。このため多数の学習者からデータを集積し分析評価する必要がある。この研究は教材の分析評価にとどまるのではなく、たとえばプログラム作成の動的要素をして欠くことのできないものである。動的反応計測がなければ、スライドOHPなど、静的なプログラム作成にも困っている現在、VTRなどによる動的な良いプログラムを作成できるはずがない。

青木孝悦 1969 課題処理時間の個人差に関する因子分析的研究、心研、39、314

望月享子 1969 心理学的ストレスに対する反応の個人差に関する一研究、心研、39、308

荒木秋田 1968 意図学習と偶発学習における相対的孤立効果、心研、39、126

(後藤 忠彦)

5. 小学校の高学年理科授業の望ましい進め方 (小学校)

岐阜県羽島郡笠松町立松枝小学校

岩 田 晃

小学校高学年の理科授業に T A を用いて 1 年間計測した結果の一部を報告する。この研究では、主として T A の反応曲線、音声記録、写真分析などから総合評価した。この結果から、望ましい理科授業の進め方は、いかにあるべきかの基礎的事項の一部を明らかにしたい。

I 1 時限の授業域の時間的配分

1 時限の授業を進めるに当って、従来いくつかのやまがなければいけないとか、節がなければいけないとか言われているが、その時間的配分について計測された結果はないようである。1 ケ年の実践を通じて 1 時限の授業域の時間的配分を学習者の活動の盛上りや減退を目安にして計測した結果をのべる。

オ 1 図 学習域の 1 時限授業における時間的配分

A 25%	B 23%	C 29%	D 23%
----------	----------	----------	----------

理科授業の学習域について簡単に説明する。

(A) 導入・予想 (25%)

本時の問題について、先行経験を中心に児童に問題点について気づかせる。児童に様々な考え方をさせ、どうしてそのようになるのか、予想を立てさせる。そして、できるだけ先行経験や理論的根拠をもった予想理由の発表を行なわせる。

(B) 実験方法の相談・発表 (23%)

実験方法についてグループで相談させる。各グループとも相談ができたなら、発表させる教師の適当なアドバイスも混じえ、適当な実験方法を全員で考える。

(C) 実験・結果発表 (29%)

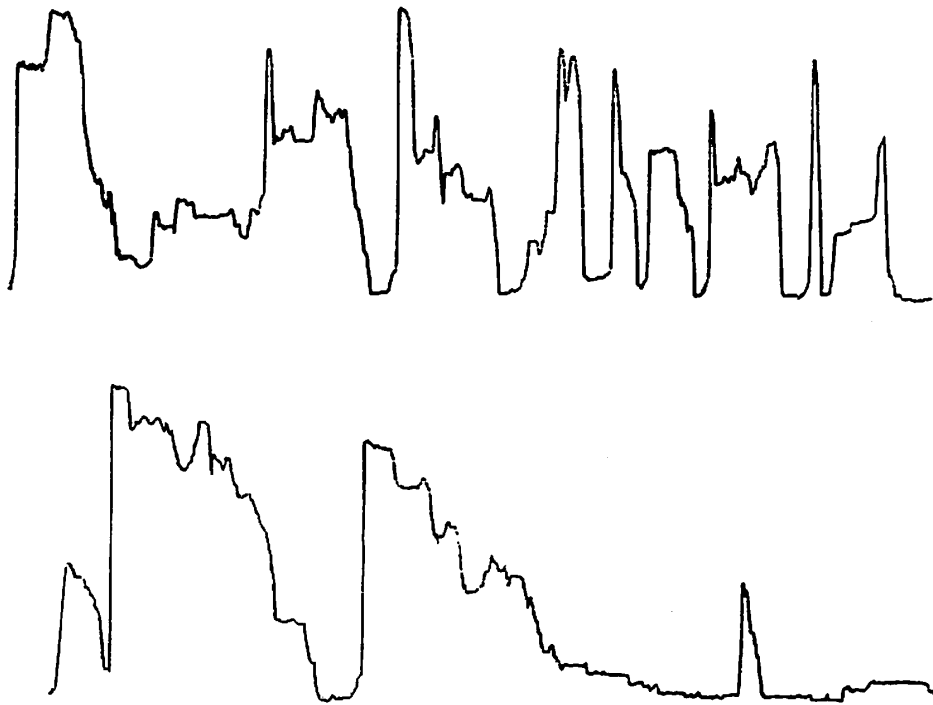
各自が問題の意味をよく理解し、グループ中心に実験する。実験中に児童が発見したことや問題解決したこと疑問点などについて結果の発表を行なう。

(D) 全体討論・まとめ (23%)

全体の討論を通じて、本時の課題についての解決が行なわれ、理論化、一般化がなされさらに次元の高い新しい疑問が発生してくる。

T A を導入した理科授業の 1 年間の計測の結果は、上記のグラフが示すように、4 つの学習域の時間の割合が、ほぼ等しくなることが判明した。従って、小学校理科の授業を予想・実験・結果の発表、討論という問題解決的な展開を進めるとき、授業の F O の作成に当って、4 つの学習域の時間の割り振りは、ほぼ均等化することが望ましいと思われる。

Ⅱ 第2図 光の進み方



Ⅲ 写真による学習領域の分析

1時間の授業を定間隔撮影によって、子供の授業中に対するネガティブな行動分析を行った。次の表は、1時間の授業を1分間隔（実験のときは30秒間隔）で写真撮影を行ない、1分間隔当りの、子供のネガティブな行動を人数で表わしたものである。

才3図 定間隔撮影記録

時間	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
学習領域	導 入								予 想				実験方法相談		実験方法発表									
ネガティブ数	4	0	0	2	4	0	3	2	0	0	1	2	5	2	1	2	0	0	0	2	0	3	2	1

時間	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
学習領域	実験方法確認	実 験										全体討論			まとめ						
ネガティブ数	3.5	1	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0.5	2	3	0.5	1.5	2	0	1.5	4	4	2

定間隔撮影記録により、1時間授業を分析してみると次のようなことがわかる。

(1) 教師の計画がよく立てられ、児童が十分に活動し、思考し、授業の目標がうまく達成されたと思われる授業では、児童のネガティブな行動が全般に少ない。

(2) 1時限の授業の各領域のちがいに、ネガティブな活動に特徴が現われてくる。

(a) ネガティブな行動が多い領域

導入域、予想域、実験方法確認域、実験結果発表域、まとめ域

(b) ネガティブな行動が少ない領域

グループ相談域(実験方法相談) 実験域

従って、授業中、子供自身が最も積極的に学習するのに必要な要素としては、(1)教師がある課題を児童に提示し、それについて、グループ内において、一人一人が役割をもつて、問題解決をしていく過程を与えることである。(2)実験器具を各自が使用して、活発に実験がなされるようにすることである。(3)1時限授業の初めや終わりの領域においては、子供の心理的条件や本時の学習目的の無理解・教師の態度等によりネガティブな行動が多くなるようである。従ってこの領域において教師は、児童の興味をひく指導方法を考えるべきであり、教材の提示のしかたの研究も行なう必要がある。次に、T A反応曲線を写真分析と照らし合わせ考察してみると次のような事がわかった。

1 反応曲線をパターンに分類したとき、フラットな部分では、一般に児童の態度のネガティブな行動が多くなる。

(1) 先行経験について、教師が質問し、反応が50%以上ある場合、類似した質問を次々にして発表させるとき。

(2) 発表者が、自分の考えを正確に発表しなかったり、だまっている時。

(3) 実験方法討論により80%近く理解した後、教師が、再び数分間、実験方法の確認を行なう時。

(4) 実験が早く完成したグループに、教師が適切なアドバイスを与えていない時。

(5) 児童の発表中、T A反応の変化が少ないのに、教師が、「何かわからないか」と、適切なアドバイスなく発問するような時。

例外として、実験開始後、しばらくフラット状態が続くが、グループにより全員が問題意識をもって積極的に取り組むのでネガティブな活動が少ない。同様に、教師実験によりフラット状態が続く時も少ない。

2 反応曲線の上昇部分や、振動部分では、ネガティブな行動が少ない。

(1) 児童が、他人の意見について質問したり、補足をするような時。

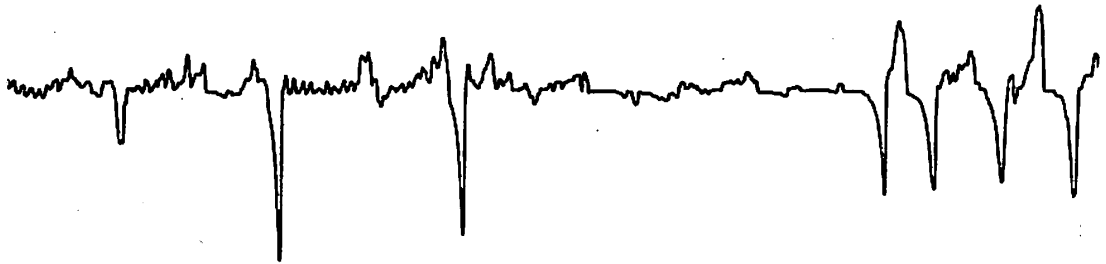
(2) 発表者の意見が明らかに誤解だと他人が認めたような時。

従って、我々が、授業を進めていく際に、T A反応と児童の様子を注意して、児童の能力に合った教師の指導方法、その場に適した発問、環境など総合的に判断し、最適なFCの作成をし、一人一人の児童が、積極的に学習できるように最適な制御をするよう、教師は常に心がけなければならない。

才5図 針穴写真機の反応曲線



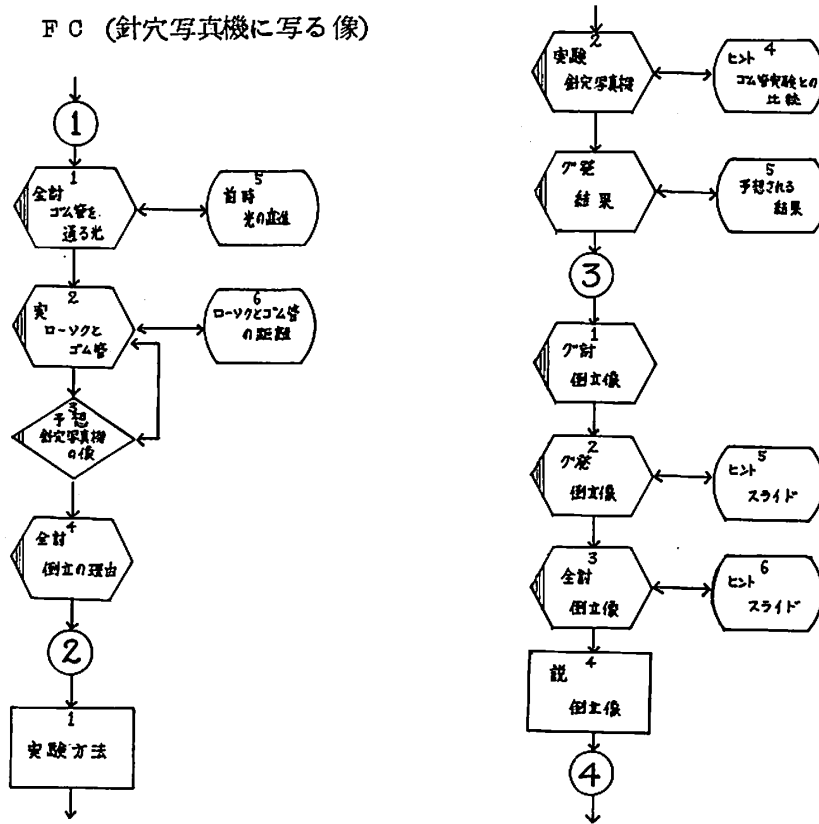
才6図 微分曲線 (針穴写真機)



IV フローチャート (F.C.) について

教師が、授業を行なう時、常に本時の目標を能率よく児童に達成させるために、教材研究、指導方法、児童の発達段階などを考え、1時間の授業のプロセスを多くのブロックの集まりによって組み立てる。その過程が、F.C.として表わされるのであり、それに従って授業を行ない、反応曲線とF.C.その他の評価により授業反省し、授業前のF.C.を修正することにより、授業の最適化へと近づける。次に、光の進み方、“針穴写真機”についてのF.C.の一例を示す(才5図 才7図参照)

才7図 FC (針穴写真機に写る像)



V 反応曲線のブロック化について

TAの反応曲線によって、授業の指導過程の全体が分析されるが、さらにその微分曲線により、多くのブロックの集まりとして表現できる。微分曲線の微分値が負で大きい時は、クラスの多数の児童が、SWを瞬時的にoffにした時であり、逆に、正で大きい時は、SWを一斉にONにした時である。又、微分曲線が、零近くを変動している時は、TA反応変化がゆるやかであり、振動が激しい時は、TA反応変化が大きい時である。次に、針穴写真機の一部の反応曲線と微分曲線の関係について述べる。この反応は、グループ相談、グループ発表、スライド使用による全体討論の学習域であり、微分曲線により、グループ相談開始、グループ発表終了、全体討論終了の時点がブロック化されている。そして、その間での児童のTA反応活動が、アクティブであったか、ネガティブであったか、そのブロックでの使用時間は、適当であったか、どうして、この時点での微分値が小さいかなど、TA反応曲線と照らし合わせて分析する。このようにして、FCを何回も修正することにより、児童が自から思考し、活動するような望ましい理科授業計画がたてられることになる(才6図、才7図参照)

I-12 教授活動の条件と反応曲線評価計測量の四分位数

探査における評価計測量の Q_1, Q_2, Q_3 ,

(1) τ_0

	Q_1	Q_2	Q_3
小学校	10秒	14秒	20秒
高校	10秒	14秒	23秒

(2)T

	Q_1	Q_2	Q_3
小学校	26秒	38秒	57秒
高校	28秒	43秒	64秒

(3) $R(\tau_0)$

	Q_1	Q_2	Q_3
小学校	15%	28%	49%
高校	12%	34%	50%

(4) $R(T)$

	Q_1	Q_2	Q_3
小学校	60%	79%	95%
高校	73%	87%	96%

(5) $R(T) - R(\tau_0)$

	Q_1	Q_2	Q_3
小学校	21%	40%	64%
高校	29%	35%	55%

(6) T/τ_0

	Q_1	Q_2	Q_3
小学校	1.9	2.5	3.7
高校	1.9	2.6	3.7

(7) $T - \tau_0$

	Q_1	Q_2	Q_3
小学校	14秒	27秒	45秒
高校	13秒	22秒	38秒

(8) $[R(T) - R(\tau_0)] / (T - \tau_0)$

	Q_1	Q_2	Q_3
小学校	56%/分	106%/分	157%/分
高校	64%/分	99%/分	158%/分

小学校確認における評価計測量の Q_1, Q_2, Q_3 ,

	Q_1	Q_2	Q_3
τ_0	4 秒	8 秒	14 秒
$R(\tau_0)$	35 %	58 秒	82 %

小学校グループ討論における評価計測量の Q_1, Q_2, Q_3

	Q_1	Q_2	Q_3
τ_0	0.81分	1.36分	2.32分
T	2.24分	3.07分	3.75分
$R(\tau_0)$	10%	15%	24%
$R(T)$	49%	68%	83%
T/τ_0	1.7	2.1	3.0
$\frac{R(T) - R(\tau_0)}{T - \tau_0}$	15%/分	24%/分	43%/分

小学校学級全体討論における評価計測量の Q_1 , Q_2 , Q_3

	Q_1	Q_2	Q_3
τ_0	0.33分	0.53分	0.83分
T	1.10分	1.36分	2.28分
$R(\tau_0)$	18%	29%	41%
$R(T)$	57%	78%	85%
$R(T) - R(\tau_0)$	26%	44%	66%
T/τ_0	2.14	7474	4.29
$\frac{R(T) - R(\tau_0)}{T - \tau_0}$	16%/分	38%/分	66%/分

高校問題演習における評価計測量の Q_1 , Q_2 , Q_3

	Q_1	Q_2	Q_3
τ_0	0.33分	1.04分	2.02分
T	1.41分	2.68分	4.44分
$R(\tau_0)$	16%	26%	48%
$R(T)$	68%	81%	92%
$R(T) - R(\tau_0)$	25%	40%	62%
$T - \tau_0$	0.89分	1.54分	2.63分
T/τ_0	1.9	2.5	3.2
$\frac{R(T) - R(\tau_0)}{T - \tau_0}$	16%/分	22%/分	40%/分