

## 第5章 研究資料

関係している当時の研究資料を紹介しますので、参考にしてください。

- 1) T.M.研究 (1968) 第1回 T.M.研究会 (1968.11)  
TM 計測による算数教育 (p45-48)
- 2) T.M.研究 第1報 (1968)  
第3章 ティーチングアナライザーを用いた授業 (p21-34)
- 3) T.M.研究 第1報 (1968)  
第4章 T.A.による授業分析 (p35-46)
- 4) T.M.研究 第2報 (1968)  
第2章 計測用ティ칭ング・マシンのシステム (p61-70)
- 5) T.M.研究 第2報 (1968)  
第3章 計測用ティ칭ング・マシンを用いた授業 (p71-80)
- 6) T.M.研究 第2報 (1968)  
第4章 計測用ティ칭ング・マシンによる授業分析 (p81-94)
- 7) T.M.研究 第4報 (1969)  
2. 小学校理科の授業に T.A.を用いる時の問題点 (p5-6)
- 8) T.M.研究 第4報 (1969)  
4. 計測用 T.M.による集団反応曲線の分析 (p11-14)
- 9) T.M.研究 第5報 (1969)  
5. 小学校の高学年理科授業の望ましい進め方 (小学校) (p41-45)
- 1 0) T.M.研究 第7報 (1971)  
I-12 教授活動の条件と反応曲線評価計測量の四分位数 (p56-57)
- 1 1) T.M.研究 第7報 (1971)  
IV 学習者の決定時における筋電現象 (p71-73)
- 1 2) SIS-TEM No.1 (1970.11)  
小学校理科における教師の発言と児童の発言 (p40-42)
- 1 3) SIS-TEM No.1 (1970.11)  
小学校理科における教師の発言と児童の発言 (p43-45)

1 4) SIS-TEM No.2 (1971.1)

学級・小集団・個人における“話しあい”と基礎計測量 (p40-42)

1 5) SIS-TEM 資料 学習分析・診断 (1973.8)

Teaching Machines and Programed Learning. II Robert, GLASER(1965)

FIGURE 4. Examples of Flow-Chart Notation

1 6) T.M.研究 第5報 (1969)

1. 計測用 T.M.を用いた理科教育における学習フローチャートの効用 (p1-14)

- 1) T.M.研究(1968) 第1回 T.M.研究会(1968.11)  
TM計測による算数教育(p45-48)

## TM計測による算数教育

岐阜県笠松町立松枝小学校 岩田 晃

### 1. TM使用の算数教育

算数教育において、「子供の思考過程」「発達段階に応じた指導」「思考力を高める文章題指導」など多くの問題が現在研究されている。このため、TMを算数に導入して、このような問題点の一部でも研究できないかと考えている。算数の指導法も多種ある中で特に「プログラム学習」と「問題解決学習」の二方法を選び、その指導方法の問題点またそれらをどのように使用すれば、最も効果的か研究した。

プログラム学習は、1時間の教材を多くのステップにより分け、児童の思考状態によりそのステップを選択しながら授業を進める。プログラム学習にTMを使用する方法は、次のようにした。

教師はプログラムにそつて授業を進め、細かく組まれた質問を行ない、わかる児童はSW③、全然わからない児童はSW①、中間の児童はSW②を押させる。教師はTMの表示を見ていて、理解が困難であれば他のプログラムを児童に与えて、多くの児童が理解できるようになつて進めていく。またプログラムは多くのステップに分けてあり、児童に一つ一つ質問し、SWを押させて問題を解いていく。

問題解決学習は、プログラム学習のように細いプログラムを作成せず次のように進める。

問題を読む 何を求めるか わかっていること 問題を自分のことばでいいかえる  
立式(別解も含む) 発表説明 全体討議 教師のまとめ。

以上のような授業の進め方をした。この方法は、全員が問題を読み、その内容を把握することより始まる。次に問題が何を求めているのか考えさせ、わかる者にSWを押させ、その中から発表させる。次に問題に与えられている条件を抽出して自由に発表させる。この時までにはほとんどの児童が理解するが、自分のことばで問題をまとめることは、少し困難になつてくる。しかし易しい問題でも自分のことばを通して発表させることは、大切なことであり、さらにこれに対して、他の児童は、同意見であればSW③、質問があれば、SW②、わからなければSW①を押させる。

立式は、各自で考えさせ、できた者にはSW③を押させ、ある程度の時間がたつたならば立式の途中の者はSW①、全然わからない者はSW①を押させる。これにより巡視指導が能率よくでき、また立式のできた者には他の方法では解けないか考えるよう指導する。TMの表示が変化しなくなつた時点で、式の発表を板書により行なわせる。発表は、立式した理由をくわしく説明させ、それに対して他の児童は自分の考えと比較検討しながら、たえずSWを押し換えさせる。全体討論では発表者の説明に対して、質問やつけ加えなどを自由に発表させ、全体で討論させる。これらのTMの表示を教師は見て児童の理解状態を知り、よりよい指導をする。

教師のまとめは、質問を混ぜながら再説明そして、理解の徹底を図る。

## Ⅱ プログラム学習法と問題解決学習法の比較

TM使用した算数教育において、プログラム学習方法と問題解決学習的方法を選び行つて、反応曲線より、教材の問題点、指導過程の問題、資料の利用法、アドバイスの問題、発問の方法など多くの問題点を調べている。次に「プログラム学習」と「問題解決学習」を中心にした授業例を示す。

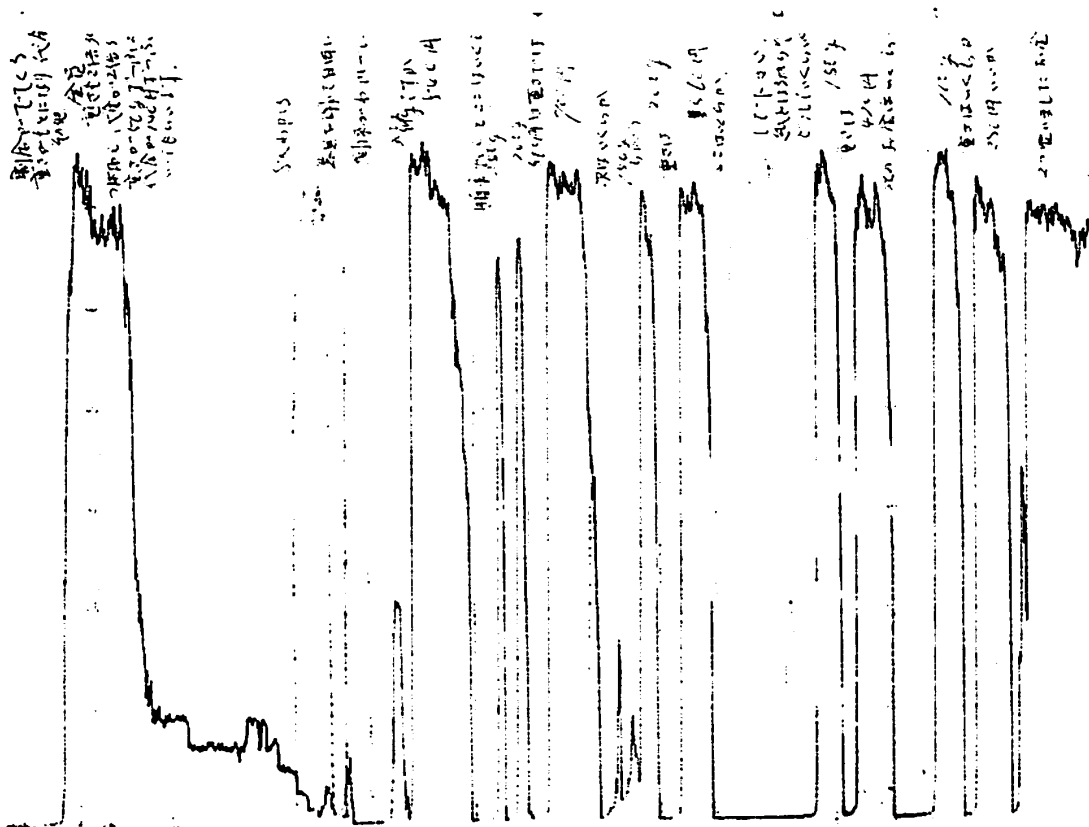
### 1. プログラム学習法

プログラム学習法的なTMの使用法の例として、次に6年の算数教材で正比例の単元における第1時限の反応曲線を第1図に示す。

この授業は、正比例の考え方を、低学年より無意識のうちに使つてゐるが、その性質を意識化して問題を解いていない、これを意識化し正比例の関係を見つけさせる。

またプログラム学習と言つても1時間全部プログラム学習をしたのではなく、プログラム学習が使い易い所、また効果があると考えられる所のみ使用した授業である。

最初の段階では、50gの毛糸が1つ代金140円である場合に、100gではいくらか、200g、250gと各々代金をTMによつて反応させ、誤答のある場合には、正答の児童に説明させる。「重さ何gは、代金いくらか」という質問が10分間ほど出ており、これがグラフの前方の曲線である。次に毛糸の重さの代金の関係を考えさせる。この場合は児童が思考したことを発表させ、自由にSWを押し換えさせた。



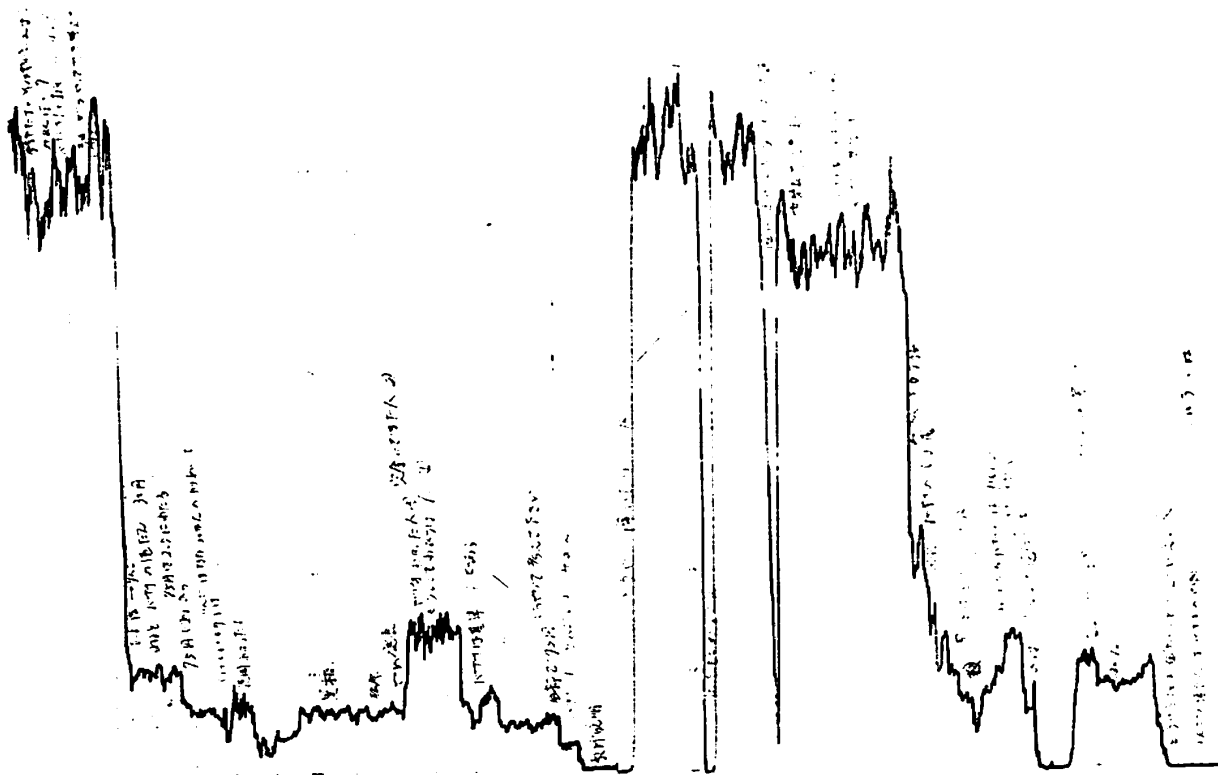
思考はじめて、ある程度関係がわかりだしたのは、数人で最初のように反応はすぐでこない。その後思考しだして4分後に全員が、正比例の関係の一部を理解したようである。最初のプログラム学習的TMの使用法で指導上問題となるのは、解答時間を短くすると、数名の者が正答をしなくて次に進んでおり、問題がある。このためプログラム学習においても、解答時間をよほど注意しないと失敗する。また質問もこの場合のように10分に10分間では多すぎ、ステップを難易何通りも予定しておかないといけない。

## 2. 問題解決学習法

問題解決学習的なTMの使用例として、次に6年生の算数教材で応用問題についての反応曲線である。

最初に問題を読み、内容の把握をさせるために、各自で必要な所にチェックさせて、早く正確に問題の意味をとらせる。最初の反応は、問題の内容を自分のことばに直して発表した場合である。反応曲線から見てもわかるように、児童にとっては大変困難であるが、問題を解くのに必要な要素を自分で抽出し、その関係を総合して自分のことばにすることは重要なことである。またこの場合、他人の説明に対する質問、付け加え、反対意見、賛成意見などをどしどし発表させ、全員が完全に理解できるようにする。

次に問題の内容をさらに詳しく分解して、それらの関係を考えさせる。ここでは割合における基準と言うことがなかなか理解できない児童がいた。



次にこの問題は何を求めているかと言う質問に対してはほとんど全員が分っているが、TMを使用する場合に特にこの点をよく確かめておかないと、児童は何をやっているのかわからず、たゞその時その時のSWを押しさえすればよいと言う事になる。TMによりどの程度わかつたのか、次へ進んでもよい状態なのか、よく考えて次に進むべきである。

次に問題を解からせる。問題が解けたらSWをonにさせ、ある程度時間が経過したら、TMの表示を見て、変化が少なければ、全体発表に移る。この曲線は反応が少なく、この問題は児童にとって大変困難であるようだ。

児童の代表者が、解答を発表する。発表者は、できるだけ多くの人にわかるようTMの表示を見ながら説明する。TMの表示を見れば、理解状態がよくわかり、児童は自然に詳しくわかりやすくしようと努力するようになる。日常生活においてもこの事は必要なことである。また、他の児童は発表に対し質問、付け加え、自分の意見を発表する。これに対し、SWは自由に押させて、各自の賛成か、反対か、不明かの意志表示をさせる。これにより児童の細部にわたる分析も可能となり、教師のアドバイスの時点、方法、今後の指導方針に大いに参考になる。

次に教師が全体のまとめを行う。教師は全体について質問を混じえながら、解答の説明を行ない、これに対して、児童はSWを自由に押し換えて、教師に対するフィードバックとする。

教師説明は、理解できたものが100%になるよう説明する。

### 3. プログラム学習と問題解決学習

プログラム学習と問題解決学習とで、どちらが算数の授業によるかは、よく問題にされている。しかし、このようにTMを使用した場合にそのようなことを問題にすること自身がおかしいのであつて、両者のよい点を互いにまぜて、授業を進めるのが大切であると考える。決してプログラム学習でなければいけないという論も成立たないし、また逆にいけないという論も成立たない。しかし、全時間にプログラマ学習を小学生から用いるのは疑問がある。それは、問題解決学習でも示したように、小学生においては話し合い、他人の意見を聞く、他人の意見に対し付け加えをする。このような日常生活で必要なことが算数の授業にも欠けていけない面がある。また問題を大きくまとめて、自分自身で思考しよく考えをめぐらすと言う問題に対しては問題解決学習が必要であり、プログラム学習では問題がある。

小学校の算数の授業において今後も研究する必要があるのは、プログラム学習にしても問題解決学習にしても、そのよい点、悪い点をよく研究し、さらにTMを使い児童の言葉教師の言葉一つについてまで、その反応曲線から分析することである。

## 第3章 ティーチングアナライザーを用いた授業

### I. 使用方法の分類

T. A. の使用法はすでに多くの学校で研究されているようであるが、本研究の目的は計測用としての研究であり、現在多く用いられているプログラム学習的なものではない。T. A. が計測という面で教室において多人数教育をする場合、どのような使用法とその注意すべき条件が必要かを研究した。

分類方法は種々考えられるが、計測としてのT. A. の使用法は一種類の方法でなく、各種の方法を併用する必要がある。本研究における分類方法は、まだ決定的なものでなく、このような分類が可能だという中間発表的なものであり、さらに教育学・心理学的分析による研究は今後にまたねばならない。次に本研究で用いた数例の方法について示す。

#### 1. 認識表示方法

この方法は生徒に認識状態の意志表示をさせるものである。たとえばわかった者は③、全く理解できない者は①、その中間的な者は②のSWをONにさせる。

この方法は次のような場合に使用できる。

(1) 教師の説明が生徒にどのように理解されているか、またどのように理解されていくか知る場合。

上記の方法で自由に押し換えるように指示し、特に説明が理解できない場合は、すぐに①を必らず押すように注意する必要がある。

教師は生徒に対して説明不足でないか、生徒にとって教材・問題が困難すぎないかなどを判断し、その場で再説明・困難度を下げるなどして全員に理解できるように指導する。

授業後T. A. の出力を記録したテープを分析して、教師説明が適当であるか、その他各種の教育的反省ができる。

(2) “生徒が討論する場合”

この方法で話し合いによる理解度・認識がどの程度であるか、またいかにそれらが変化していくかを知ることができる。これにより教師は生徒の動きを見て、話し合いの中止、グループ内の話し合いからグループ代表の話し合いへの変化、または発表希望者の説明などに変える。

これらのSW数の変化と生徒の外見的状态を見て、教師がまとめ、または結論に導いていく。このような方法により授業の流れの進め方を決めれば、T. A. を使用しない授業より精度の高い授業が可能になる。

授業後テープの音声による教室の状態と曲線変化より授業・生徒の思考の細部に入った分析ができる。

(3) “実験の場合”

教材が学習要素として二つの面を授けている場合、生徒は普通そのうち一面に注意が集

中して、他面を忘れることがある。このような場合一方をノートに記入させ、他の一方を T. A. の SW を押すようにすれば、実験指導の向上に役立つ。特に知識的な面と態度的な面の二要素を重視しなければならない場合には有効な手段となる。また計測としては、態度的なものなどがどのように認識されていくか、その過程も知ることができる。

以上これらの場合の使用上の注意として、生徒に自由に SW を ON・OFF にできるように指示し、自分の意志がいつも教師に通じているような状態にする必要がある。これは T. A. を使用することにより、使用しない場合よりさらに教師と生徒の連絡が密になるように心がけねばならない。またこれが教育の重要な一つの要素でもあり、生徒と教師の連絡がより高いものになれば、そのみでも教育効果は大きいと考えられる。

## 2、確認的方法

この方法は実験法・教師の説明などが全員に理解されたかどうかの調査用に使用する。

T. A. を使用しない場合、手を上げさせるか、教師が「わかりましたか」、生徒の「はい」という方法で調査していたものを SW に置き換えただけであるが、もし SW を ON にしない生徒がいたならば、その生徒に理解できるように再説明するなり、場合によっては授業後に理解するまで教育すべきである。

## 3、プログラム学習的方法

この方法はプログラム学習的な方法をとるもので、教師は授業前にある程度予想的な分類を用意しておき、授業では最初より①②③の内容を指示し、それに対して生徒が答えを出す方法である。

この方法は、多くの T. A. 研究にも用いられている方法で、T. A. というプログラム学習というように誤解されているようであるが、本研究においては、プログラム学習を主とはしていない。

この方式は教師から一方的になること、また学習におけるステップに問題があり、これを全面的に入れるのには問題が多すぎるように考えられる。特にステップに注意して指導する必要がある。このような状態であるから、本研究においては、答えがはっきりしている場合、どのように理解したかなどを知るためにはよい方法であるから使用したが、常用するにはあまりにも問題が多すぎたので使用場所には充分注意した。

## 4、仮説実験的方法

生徒が実験の予想などお互いに話し合い、その各種の意見の中から教師が大きく3種類または4種類に分類する。これを①②③に指示し、その中より生徒に自分の予想の SW を ON にさせる。

この方法では、教師が生徒の意見をまとめる時に最大の注意が必要である。生徒には同じ内容のものでも、自分自身で整理できず、あたかも違ったような発言をする場合がある。これを同一の意見であるということを、教師は生徒との話し合いの中で、生徒に認識させる必要がある。このプロセスも教育的には大きな問題を含んでいて、教育効果もまた大きいと考えられる。このためには教材がどのような知識・思考・態度などを要求しているか、教材の流れはどのような過程の上にあるのか、また生徒がそれらに対してどのような状態にある



のか、教師はよく研究しておく必要がある。

①②③に指定する内容としては、普通ある課題に対して、正・否・中間的なものの3種になるようにするのがよいようであった。

この方法は(3)より重要視した。それは(3)の方法はその場の生徒の状態を無視し、場合によっては、教師の考えている教材観と、生徒の受け取り方に違いがあっても、無理に教師が生徒をひっぱっていくことがある。そのようにならないためにも、教師としては生徒の意見をよく聞き、生徒全員の授業参加意識を高め、さらに生徒には自分の意見に責任を持たせるようにこの方法を多く用いるべきである。

#### 5. 問題解決反応測定法

問題をとく場合、実験をさせる場合などにそれが完了したならば、またはある課題を与えておいてそれが解決したならば、生徒にSWをONにさせる方法である。

問題をとく場合、教師は問題をとく時間的変化を知ることにより、その問題の難易度がある程度判明する。また問題を解かせて反応の少ない場合は、全生徒または個々の生徒にアドバイスすることもできる。またアドバイスも、どこでどのようにアドバイスすれば最適かという問題も少しは解決するのではないかと考えられる。

実験の場合には、実験が完了したかどうか、また実験速度が違って遅れた組には、指導の必要性の有無を考え指導することができる。

このように単に実験の完了でなく実験中に何か思考させ、その課題がとけたならばSWをONにさせると、その実験において、どのような場所にてそれをつかんだか判明する。またそのSWのONの数が少ない場合には、実験後の討論説明などで充分生徒に思考させ、知識・思考方法についても欠点のない教育が可能になると考えられる。

#### 6. 不明提示法

実験作業などの途中で方法がわからなくなったりした場合に生徒は指定のSWをONにして教師に連絡する。

教師が一度にクラス全体の多数の実験をつかむことは不可能であるから、このようなT. A. の使用によって、より密度の高い連絡をとることにより実験法の不明のまま誤って実験などを行って事故を起させないようにする。この方法はいつも使用するのではなく、事故の発生しそうな実験に使い、教師はT. A. と生徒の様子と両者を観察していて、実験に対して最適な指導をすべきであり、これが事故防止にも大きく役立つ。

実際の授業の場合には、以上のような各種の方法を組み合わせて、一番よい授業の流れとして、決して一方法のみで授業を進めるべきでなく、教育の本質から考えても、一方法にすべきでないと思える。

T. A. は現場の教師としては、教師の生徒観察は確かに大なるものであるが、はたしてそれのみでよいものであろうか。また教師の観察力が万能ではなく、我々何かの欠点を持っていないか。このような疑問の上に立ったとき、我々教師としては、それに答えるべき努力

が必要ではなからうか。それがまた我々教師に課せられた責任であると考え。このような意味においてT. A. は最上の方法とは考えられないが、一応我々教師が責任をもって研究してみる必要があるのではないかと考え、大体以上のような方法を本研究にて使用した。

## Ⅱ 理科の授業形式

理科の授業ではⅠで述べた各種の方法を組合せて、できるだけ自然の流れとした。決して一方法のみによるという方法はとらなかった。

本研究で用いた授業形式は主に次の方法を用いたが、これも場合によって予想と実験法の討論の前後することもありいつも同様の形式で進むのではない。

導入 予想を立てる 予想の討論 実験方法の討論 実験 結果 結果の討論  
まとめ

次に各領域について、どのような方法を用いて実際の授業を進めたか簡単に記す。

### 1. 導 入

教材に対して教師が生徒に簡単な質問をしたり、生徒の生活経験などを話し合わせ、その中で生じてくる疑問を導き出し、教材に対する問題意識を各自に持たせるように指導する。

この場合、T. A. で現在までに生徒がどのようにこの教材について知っているか、I-1などを使って教師はそれを知り、次の指導法の参考にする。また自由な討論により生徒の教材に対する考えをある程度知ることができるし、場合によっては今時の教材の生徒に対する難易度も知ることができ教師の指導方針の参考になる。

またこのような話し合いから仮説実験法的方法により仮説を立てさせ、次の予想の準備とすることもできる。

これらの音声とT. A. の反応記録により、教師は生徒の教材に対する考え方と教師の教材観の違い、導入指導法上の欠点などを知ることができる。

### 2. 予想を立てる

導入で出てきた問題、場合によっては与えられた問題に対して考え、自分の予想を立てる。

仮説実験法的方法により、各自の予想を発表し討論によって3または4ぐらいに予想を整理する。この場合にI-4でも記したが、生徒は同一内容の発表も、言葉の表現であたかも違っているように受ける場合があり、十分に注意する必要がある。またこの同一であるということを生徒に考えさせる必要がある。

また予想の整理方法としては、正・否・中間的なものに分けるとよいが、問題によっては3つのものが大体似ている場合もあり得るし、ときには異質のものである場合もある。これらを教師は板書して、①②③を指示し、生徒はこの予想と各自の予想とを比較し、自分に近い予想のSWをONにする。この時点で教師は学級全体の生徒の予想状態を即時に知ることができ、生徒がどのような考え方をしているか大体知ることができる。このことは授業進行上において指導上の助けとなる。また生徒は、各自が予想を立てなければならないからT. A. を使用しない場合は数人の活発な生徒が代表して発表したりして、他の生徒はそれを傍観していれば良

いという消極的な授業態度ではいられなくなり、何か自分なりに考えなければならない。またなんとなく予想を立てるのではなく、SWがついているから後に自分の予想に対して責任を持った説明をさせる場合があるから、現在までに得た知識や経験を自分の能力の範囲内において整理しなければならない。このことは、全生徒が完全に授業参加し、自分なりにその教材について考えをまとめ、生徒は授業進行に積極的に参加する。

### 3. 予想の討論

生徒は自分の予想を①②③のうち、何か一つをONにしており、教師はT. A. のランプを見て①②③の各グループより指名して、自分の予想について先行経験をもとにして、できるだけ理論的に説明させる。ここで3人または3種類の予想の説明がすんだならば、どの予想が最も理論的に適当であるかを討論させる。討論中に自分の立てた予想が不適当であると考えたときは自由にSWを押し変えてもよいように指示する。このことは生徒にとって、この教材に対して、自分の考えと、自分と違った考えとを比較してよく考え、その教材のもっている問題点をよくつかみ、次の実験に対しての考え方が決る。

また教師は発言と予想数の変化を見ることにより、生徒の思考方向が大体見当がつき、実験の場合の注意点の説明などのどこに重点をおいたら、よりよい実験がさせられるか知ることができる。

またこの音声とT. A.の記録より生徒の精度のよい思考方法などの分析ができる。

### 4. 実験方法の討論

最初実験の方法について各グループ内で相談させ、方法がわかったならばSWをONにさせる。このSWの状態と生徒の様子を教師は見て、学級全体の話し合いにする。

グループで未解決な問題は、この学級全体の討論の場で教師のアドバイスも入れながら、お互いに考えて解決していく。この場合、生徒は実験方法について更に多種の方法を提案するが、この実験は何を目的にするのかよく話し合わせ、生徒の提案した方法の中から、できるだけ生徒の意見を尊重し、実験器具、生徒の能力、外的条件、精度など各種の条件を考えさせ、その中の一種の実験方法をとる。この場合、常に教師から与えられた実験ではなく、自分達の考えた実験だと言う態度で、目的意識をしっかり持たせて実験させるべきである。

また取り上げなかった実験で、この実験時間中に、そのグループに時間が余れば実験をするように指示しておく、生徒は案外上手にやるようである。

このグループ内の相談または学級全体の話し合いの場合などは、ある種の実験方法を発表したならば、それに対して賛成・反対・わからないの各SWを指定しておき、それを自由に押し変えさせれば、生徒がどのような状態でこの実験に立ち向っているかある程度判明する。

実験方法の討論は今までの理科教育にあまり重要であると考えられていなかったが、実験方法は科学的態度・知識・技術などすべての面がわかっていなければ考えられなく、この実験方法の討論こそ理科教育の重要な一面であると考えられる。

またこれらの音声と T. A. の記録を授業後に分析すれば、さらに高度に生徒の思考方法がわかる。

## 5. 実験

実験はグループ実験を主として、教師実験は生徒にとって高度な実験以外あまり行なわなかった。

生徒実験での SW を押させる方法は、実験により相当違ってくるが、大きく分類して次のような方法をとった。

実験を行う前に必ず実験法の確認をし(確認法)、生徒に実験法を再度説明させる。

- (1) 学級全員で作った予想は板書されているから、それに対して自分の予想は前に SW を ON にさせておいたが、それを一度全員切って実験をはじめさせる。この実験中に実験結果が、板書の予想のどれかになれば、その SW を ON にする。教師は生徒の様子と SW の状態をみていて実験指導をし、全員の SW により次の結果発表に移る。
- (2) 実験が生徒にとって困難な場合などは、わからなくなったら指定の SW を ON にさせ、教師がいつも SW の状態と生徒の様子を充分注意していて、実験指導に手落ちのないようにする。また他の SW を実験完了の SW として指定しておき、その状態をみて結果の発表に移る。
- (3) 実験が生徒にとって事故の心配があるような場合には、実験法不明による誤操作が事故の大半をしめると考えられるので、不明の場合には指定の SW を必ず指示しておき、実験がおかしいと思ったらすぐに指定の SW を押すように生徒に強く言うておく。また完了したならば、指定の SW を押すように指示する。このようにしておけば、数人のグループのうち誰か一人が気づいて SW を押してくれればすぐ指導ができ、事故防止に多少とも役立つ、また実験器具をこわされることも少なくなる。

この記録を授業後分析すれば、どのような場所で多く不明になるか、またどのような場所で注意しなければならぬか、今後の指導法の参考となる。

- (4) 一度に同種の内容の実験をする場合に、それらの比較方法を指示して、同種の実験でどのように生徒の受け取りかたが違ってくるのか知ることができる。(認識表示方法)

この方法により、生徒は実験の違いを十分に注意して観察する。これは T. A. を使用しない場合よりも批判的精神をもって実験を観察し、たゞなんとなく実験をしているという状態はなくなった。

教師は T. A. の反応から生徒の観察の指向性がわかるので、まとめにおける指導方法の参考になる。また音声と T. A. の反応記録の分析より、どの実験を前に・どの実験を後にすべきかというような研究もできる。

- (5) 実験で現象面と思考面の二面性がとくに要求されるような教材の場合、一方を実験書に記入させ、一方を T. A. で SW を ON にさせる(認識表示法)。この場合実験書には実験データなどを記入させ、T. A. である思考的なものがわかったならば SW を ON にさせるのがよい。これにより生徒は実験を二面的立場から観察するようになり、T. A.

を使わない場合のような実験データを出すためにのみ重点がおかれた実験になることがなくなり、後で結果を生徒が分析する場合でも、実験データがどのような意味をもっているか、またこの実験方法にはどのような欠点があるかまでも分析できるようになった。このことは科学的態度の最も大切な一面であり、小学校時代に育成しなければならない基本的態度である。

大体以上のような実験指導法で進めるが、この場合でもさらに各種の組み合わせがありそれは教材により異ってくる。

## 6. 結果

結果は各班で代表が発表する。結果は各種のものがでてくるが、その中には同一の実験結果でありながら、生徒はあたかも違っているかのように表現する場合があります、これを教師だけでなく、生徒も共に考えながらまとめていく必要がある。また実験は必ず予定通りにゆくものではなく、何か問題が出る場合が多い。その時には次の「結果の討論」の場で例えばなぜその組だけ違った結果が出たかも話し合うことにする。

## 7. 結果の討論

実験結果と自分の予想とが一致したかどうかこの時に明確になってくるので、これに対して自分なりになぜそうなったかを考えさせ、整理させる必要がある。

最初にグループ内で話し合わせ、話し合いの中で自分なりに、実験結果がなぜそうなったか、わかったら指定のSWをONにさせる。教師はT. A. のランプ数と生徒の様子より判断して次のグループ代表の発表に移る。

グループ代表の発表には認識表示法を使い自分のグループの結論を発表し、次に学級全体で討論する。

発表者は場合によってT. A. の前に出て意見を発表し、皆が自分の意見に対してT. A. でどのような反応をしているか見させ、全員にわかってもらえるように努力させる。このことは理科の授業というのではなく、小学生の基本的な生活態度の育成にも役立ち、T. A. を入れることにより、あたかも生徒の発表が少なくなるような心配はなく、逆に他人に自分の意見をいかに理解させるかという面では、さらに向上するのではないかと考える。

## 8. まとめ

まとめは結果の討論からでた実験の結果の理論づけを、さらに一般的なものに持って行く。このため一般化への話し合いは認識表示方法で教師のアドバイスを加えつつ一般化へと進める。教師は100%を目標にアドバイスする必要がある。

## Ⅲ 理科の授業における問題

T. A. 使用の授業は前記のように普通の授業と大きな変化はないが、教師の授業前の準備、教科書の使用法、生徒のグループ構成、指導案、実験書、実験準備、など多くの解決しなければならない問題がある。

次にこれらの中で一応解決したと考えられる問題を簡単に述べる。

### 1. 実験書

実験書は教師が毎時間プリントをした。これは実験法・結果などは記入せず、できるだけ生徒が書くようにして、実験上特に注意しなければならない事項のみ記入した。

## 2. 指導案

多量の指導案を記入することは、時間的に不可能であり第3-1図に示したような指導案の用紙を作った。この指導案の用紙はコピーができる紙を使用し、授業後に大学の研究室で計測結果を記入し、変化曲線と共にコピーして、各研究室にデーターとして送り分析した。

### 指導案の記入(第3-1図)

(1) 時：大体の時間分布を記入

(2) 学習内容：普通の指導案と同様に記入

問：T. A. の使用を考えて十分に研究しておく必要がある。

(3) T. M. : T. M. は T. A. 、カメラ、テープレコーダーなど測定器をどのような状態にしておくか記入しておく。

(a) T. A. : どの間に対しては T. A. からテープレコーダーへの出力を何番にしておくかを指定する。また生徒に指定する SW は何番が何か、実験中は何番の SW を押させるなど SW 操作についてすべて記入する。

(b) テープレコーダー：音声をどのように録音するか記入する(マイクの数、特定グループへマイクをセットするなど)

(4) 反応予想：普通の指導案と同様である。

(5) T. A. の反応予想：T. A. のランプ数、%計の変化の予想と、変化に対する授業の進め方を記入しておく。

(6) 備考：普通の指導案と同様な備考の記入の他に、研究室への連絡、注意点など書いておき研究室で計測する場合の重点などがよくわかるようにする。

(7) 計測：計測は教師が記入する必要はなく、研究室で計測しながら記入する。

(a) 時：授業の正確な時間を最小10秒まで書く。

(b) 内容：実際の授業の要点を記入する。

(c) T. R. : テープレコーダーの音声で特に注意しなければならない事項について記入する。

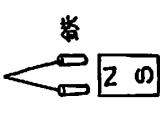
(d) T. A. : T. A. 反応の変化点などを記入し、それが何によったか大体判明するように記入する。

以上指導案の記入法について記したが、実際の指導案の一部を第3-2図に、またその反応曲線を第3-3図に示した。これらの分析については第4章で述べる。





第3-2図 指導案

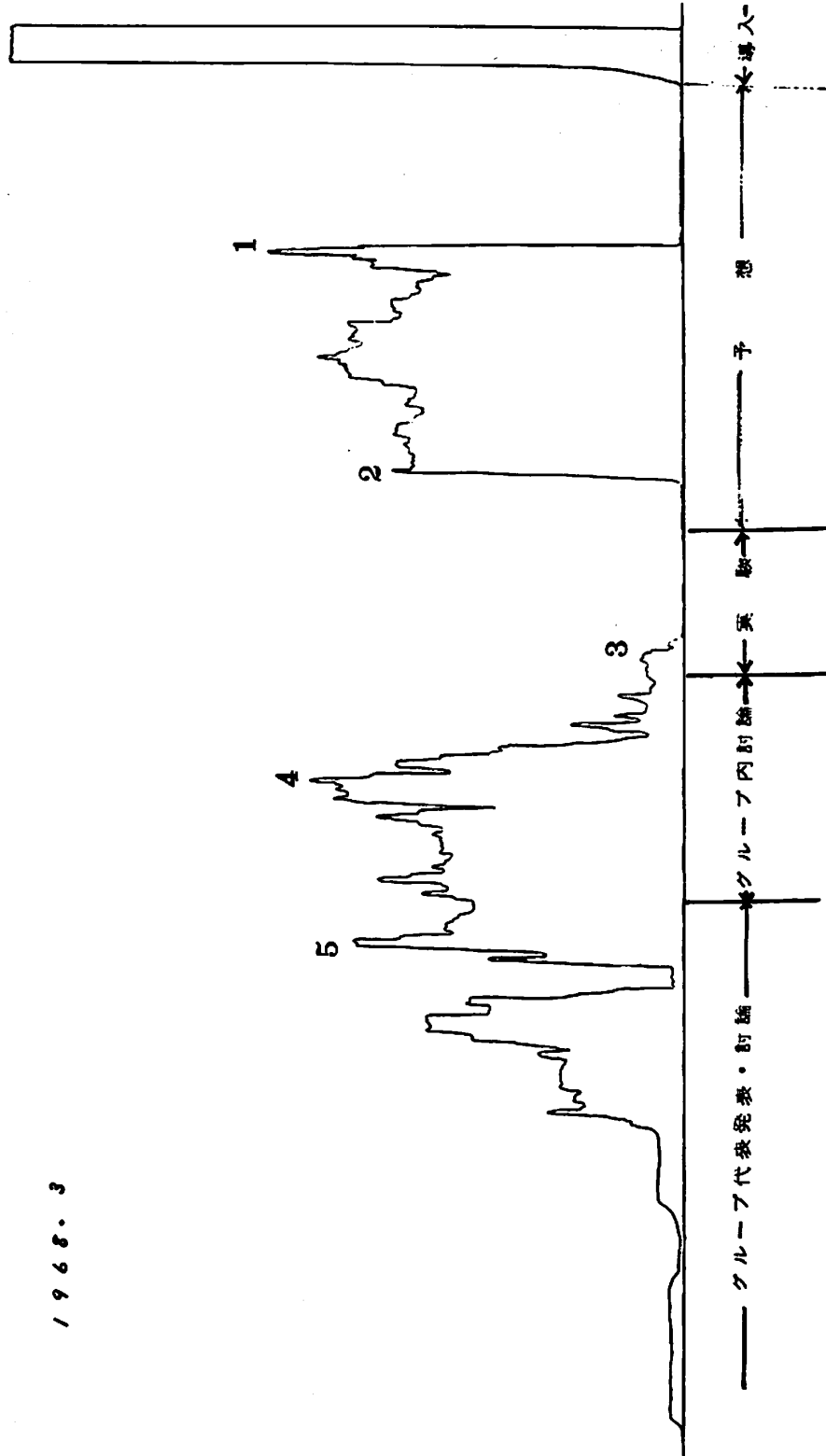
| 学習内容   | 問題  | T.M.   | 長尺(予)  | TA(時)   | 内容   | T.R.  | T.A.   |
|--|---|--|--|---|--|---|--|
| <p>(導入) 磁石の性質について話し合う</p> <p>(中絶指示)<br/>「磁石の性質と磁石の相互作用の組み合わせの理解の問題」</p> <p>手紙を貼った2本の糸にそれぞれ金釘をさし、磁石の上へおいていく。2本の釘はどうかなるだろうか。</p>  | <p>磁石にはどんな性質があるか。</p> <p>図のような装置を使って実験します。</p> <p>2本の釘はどうかなるだろうか予想を立てて下さい。</p>  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>ものさしを用いる</li> <li>糸、磁石の短さを測る</li> </ul> |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>磁石の性質について話し合う</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>鉄をくっつける</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>全員つける</li> </ul>                                  |
| <p>(予想) 予想を児童が立てる</p>  | <p>自分の予想をS.W.を添えて下さい。</p> <p>各自の予想について意見と理由を述べます。</p>   | <p>予想を立てるS.W.①②③を添える</p> <p>↓</p> <p>各自意見がわかればS.W.①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺を添える</p> <p>↓</p> <p>実験中わかればS.W.①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺を添える</p> |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>自由</li> <li>S.W.①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>見通し: 予想を立てさせる。</li> <li>金釘が磁石にくっつく</li> <li>磁石が磁石にくっつかない</li> <li>金釘が上下、左右にゆれる</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>鉄がくっつく ①</li> <li>くっつかない ②</li> <li>上下、左右にゆれる ③</li> <li>鉄が上下、左右にゆれる ④</li> </ul> <p>予想をつけてみる。</p> <p>・1人ずつ意見を出し、てゆくの自由なS.W.をつけてもらう。</p> |  |
| <p>(実験中) 上記提示問題について教師が観察する</p>   | <p>全員 S.W.を添えて下さい。</p> <p>実験中から、次の事を考え、解決策S.W.①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺を添える。</p> <p>各自考えを添える。</p> |  |  |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>教師の観察</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>結果は誰れも左右に動いていない</li> <li>どうして動かないか、わかればつける。</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>全員切る</li> </ul>                                   |
| <p>(結果の思考) 各自実験結果について考える。</p>  | <p>グループ内で話し合いをさせる。</p>  |  |  |   |  |   |  |
| <p>(グループ討論) グループ内で話し合う</p>   | <p>グループ内で話し合いをさせる。</p>  |  |  |   |  |   |  |
| <p>(グループ発表) グループ代表より意見を発表する</p>  | <p>グループ代表の意見と結果を発表させる。1班から6班まで。</p>   | <p>S.W. ① ② ③</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>グループ内で実験結果について発表</li> </ul>             |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>グループの話し合い</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>上下には動かないが、た(生)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>グループの話し合い</li> <li>中、分まで学んでいくとでわかれり(生)</li> </ul> |



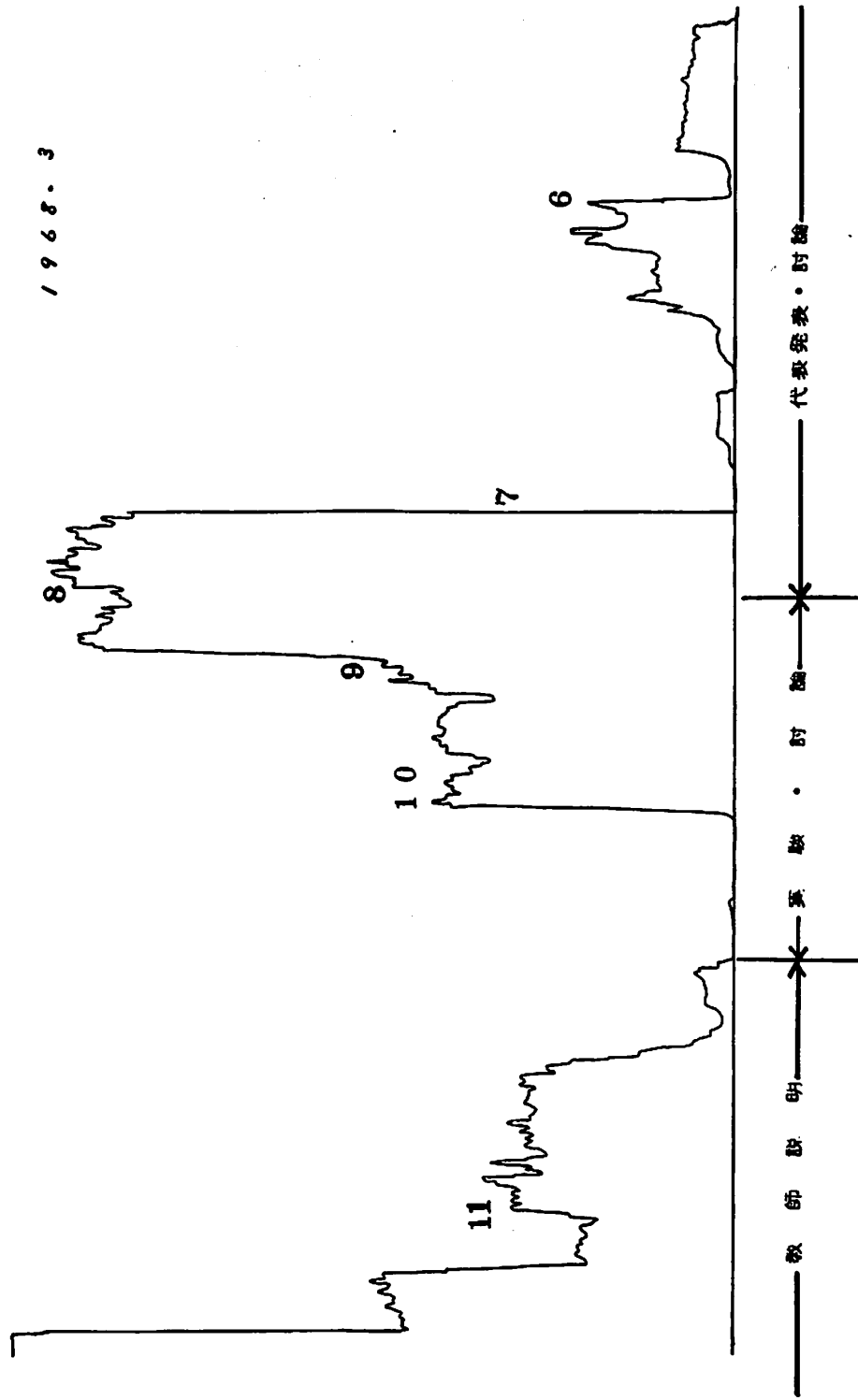


第3-3図 反応曲線

Querdruck und Längszug im magnetischen Kraftfeld  
(HANDBUCH DER EXPERIMENTELLEN SCHULPHYSIK 6)



Querdruck und Längszug im magnetischen Kraftfeld  
 (HANDBUCH DER EXPERIMENTELLEN SCHULPHYSIK 6)





実  
験



討  
論



教  
師  
説  
明

## 第4章 T.A.による授業分析

### I 測定を実施した学校および測定方法

この研究は昨年度から今日にいたるまで、岐阜県羽島郡笠松町立松枝小学校5年生(25名)を対象にして行われた。(現在6年生で継続中)この学校を選んだのは、校長以下職員がこの研究に対する理解があることと、学校の規模・環境などが全国平均に近いものであることによる。

測定に用いた機器は第2章に書かれているもので、これを固有の教室に常時設置しておき、できる限り多く授業にとり入れるようにした。T.M.は近時多くの学校に導入されるようになるのは、たかだか毎週1~2時間にすぎない。これでは子どもたちはとても機械に馴みきれないので、そのような状態での計測には客観性が欠けるうらみがあると思われるからである。測定実施上最も配慮したことは、この実験によって子どもが犠牲になってはならないということである。後で述べるようにその心配は幸いにして全く不要であったといえそうである。

### II T.A.使用後における個人および集団分析

#### 1. アンケートによる調査

T.A.の導入が子どもに与えた影響をアンケートによって調査した結果の一部を第4-1表に示す。第1回目の調査はT.A.導入1ヶ月後、第2回目は6ヶ月後に行なったものある。

第4-1表 T.A.導入に対する子どもの反応

| 調査事項   | 第1回 |   |    |    | 第2回 |   |    |    |
|--------|-----|---|----|----|-----|---|----|----|
|        | 良   | 否 | 不変 | 計  | 良   | 否 | 不変 | 計  |
| 教師との連絡 | 20  | 0 | 5  | 25 | 10  | 2 | 13 | 25 |
| 授業の理解  | 9   | 0 | 16 | 25 | 3   | 1 | 21 | 25 |
| 授業の興味  | 17  | 1 | 7  | 25 | 8   | 1 | 16 | 25 |
| 学習意欲   | 17  | 1 | 7  | 25 | 12  | 1 | 12 | 25 |

(数値は人数を現わす)

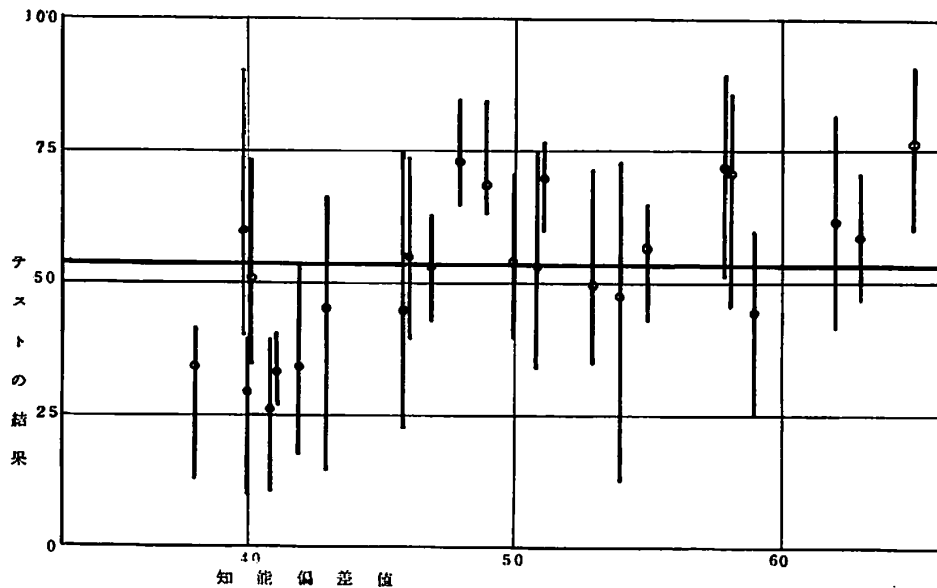
調査事項中教師との連絡というのは、T.A.導入以前にくらべて授業中の先生との連絡がよくなった(良)、よくなった(否)、変わらない(不変)という意味である。他の項目も同じ意味である。

第1回の調査に比べて第2回の調査では良いという子どもが減り、変わらないと答えた子どもが増加したことは、機械に馴れてきたことを意味すると解せられる。

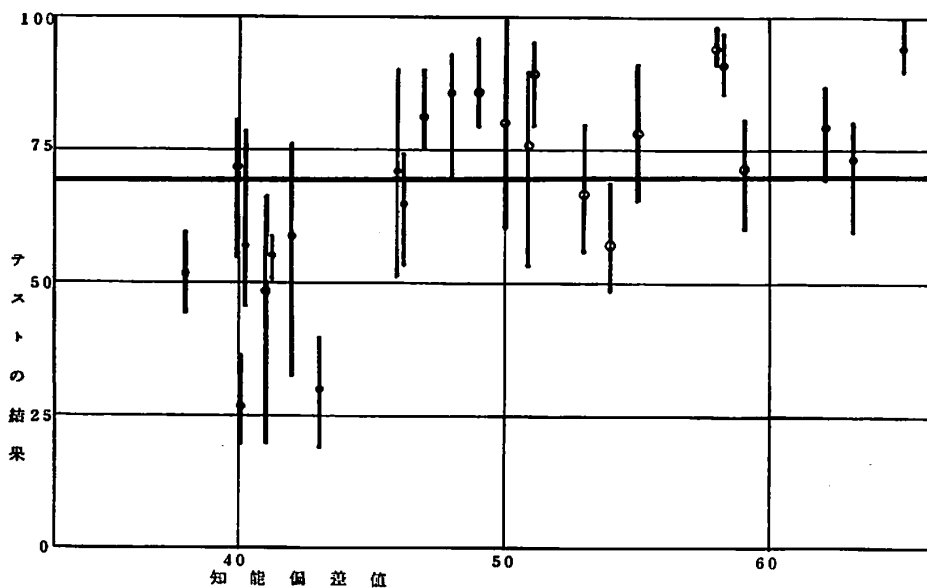
この表の中で特に注目されるのは、少数の子どもが否と答えていることである。1という数字が5ヶ所に見られるが、これは同一の子どものもので、この子は平素教室で勝手な発言を最も多くする一人子(男)であり、T. A. の導入で勝手な発言の機会が少くなり面白くないという感じをもっているものと思われる。教師との連絡が悪くなったと答えた2名のうち1名は、この学級で最高のSS(65)の男子で、上述の子どもと似た事由によるものと考えられる。残りの1名は活躍しないおとなしい女子である。

T. A. 導入による疲労については、疲れると答えたものは第1回目には0名、第2回目には3名でその3名は身体の虚弱児・障害者でしかもSSの低い子供に限られている事は注目に値する。

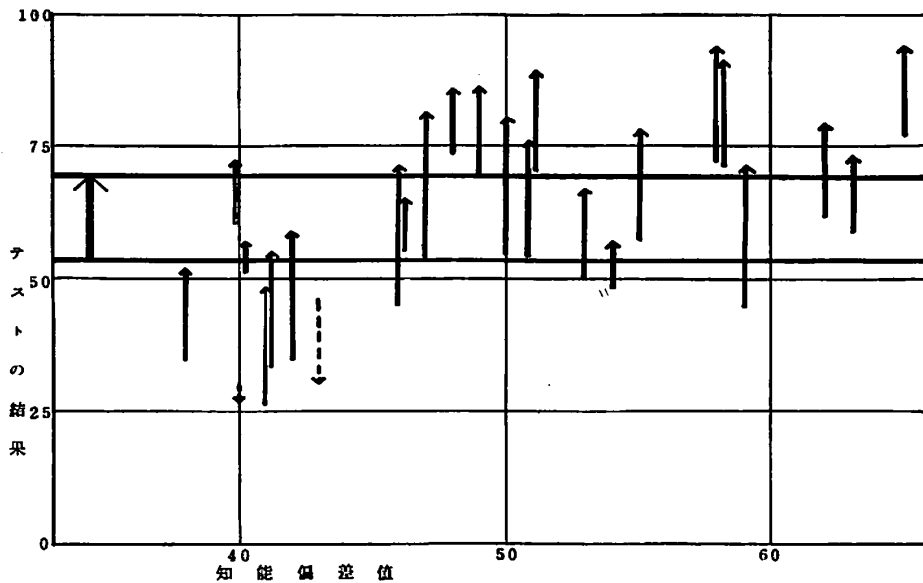
第4-1図 知能偏差値とテストの結果との関係(T. A. 導入前)



第4-2図 知能偏差値とテストの結果との関係(T. A. 導入後)



第4-3図 知能偏差値とT. A. 導入によるテストの結果の変化



## 2. テトスによる調査

T. A. 導入以前に物理・化学教材の授業終了後に行った4回のテストの成績と、導入以後に行った同教材の4回のテストの成績を比較する。第4-1図は前者を表わすもので、横軸にはSSを、縦軸には得点(100点満点)がとってある。上下の線は各個人の4回の成績の分布範囲を、○はその平均値を示す。横の太い線は総平均値でその値は53.0である。

第4-2図は導入以後の4回の成績を第4-1図と同様を表し方で示したもので、この総平均値は69.5である。第4-3図はT. A. 導入前後の個人別平均値の変化を示すものである。得点は問題の難易度に依存するので、この8回のテストはすべて1人の教師によって作られ、できるだけ難易度を揃えるように心がけてある。

これらの図からT. A. 導入後の成績について次のことが分る。

- (1) 総平均値が16.5上昇した。
- (2) 25名中23名の成績が上昇した。成績の下った2名はSSの低い子どもである。
- (3) 成績の分布範囲が狭くなって、安定した成績を示すようになった。

分布範囲について若干の考察を試みると、導入以前の分布範囲の平均は33.3で、導入以後のそれは22.8になっている。このような現象は成績が満点又はその近くに集中すれば、当然おききることであるが、この8回のテストで満点をとったのはたゞ1人が1回あるだけであること、8回のうちたゞ1回でも91以上の成績をとったことのある8名を除いた17名の分布範囲の平均が35.6から25.0になっていることから、分布範囲が全体として狭くなって、T. A. の効果が認められるといえそうである。

以上の結論として少なくとも、つぎのようにいえよう。すなわち、T. A. を導入したこの研究は、子どもを犠牲にしていないうし、少しは子どもに役立っているかもしれない。

S. S.は教研式新学年別知能検査小学校4年診断用(S. 41. 4実施)による。

### III T. A. に現われた反応と音声との同時記録による授業分析

#### 1 分析方法と子どもの反応の速さ

こゝで用いた方法は第2章で述べられているものと同じ方法である。簡単にいえば、T. A. に現われた反応と音声とを1本のテープに磁気記録したものを、松枝小学校から岐阜大学へ送ってもらい、大学の研究室でT. A. 反応をペン書き記録計で記録させ、同時に音声を再生してそれを聞きとりつゝ分析した。反応記録のいくつかを第4-4図から第4-7図にしめしてある。ペン書き記録計を使用しているため、これらのグラフの時間軸は右から左へ向いている。

子どもはすでにSWの操作を十分習熟しており、授業中どの段階においても非常に敏捷にそれを操作できるようになっている。我々の測定によると、子どもの反応の速さすなわち、SWを操作するに要する時間は平均0.5秒で、最大値も0.9秒を越えない。

この値は人間工学の立場から考えても、ほど限度でなかろうかと考えられる。記録計の時定数を考慮に入れても、反応グラフから最小1秒までの分析が可能である。

#### 2 授業分析

##### (1) 教材

測定は数多くなされているが、そのうち第4-2表に示す教材を取り扱ったものについて説明する。第4-4図から第4-7図の中に記入した記号は、この教材区別を示すものである。

第4-2表 教材題目とその記号

| 記号 | 教材題目                     |
|----|--------------------------|
| A  | 磁石の極の性質                  |
| B  | 磁石の強弱                    |
| C  | コイルの巻数と電磁石の強さ            |
| D  | 2つの磁石の間に物を入れる。           |
| E  | 1本のエナメル線を流れる電流とその近くにある磁石 |
| F  | 電池の数と電磁石の強さ              |
| G  | 糸でつり下げた2本の鉄棒と磁石          |

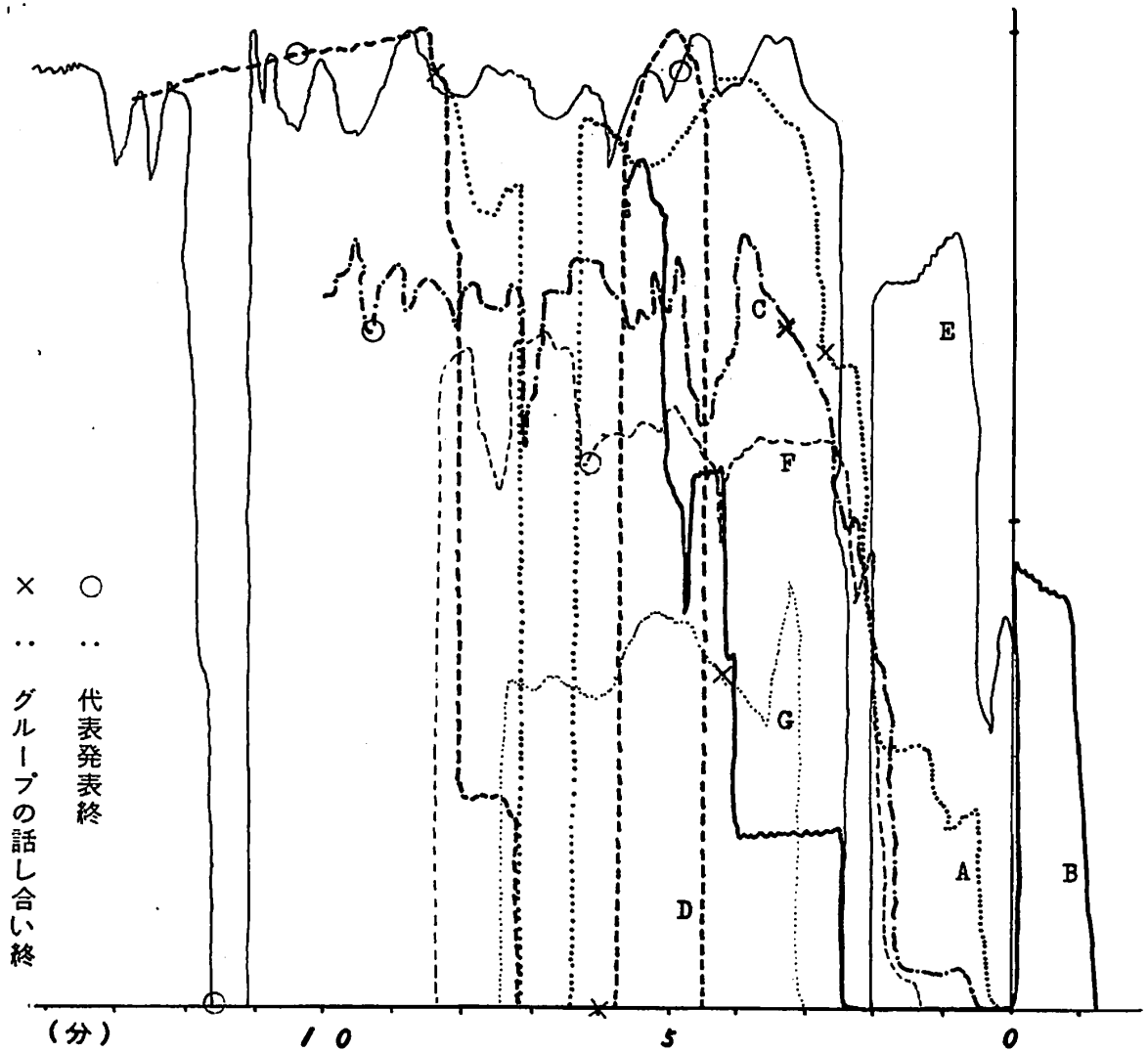
(注) AからFまでは子どもに実験させたものであり、Gだけは教師が実験をして見せたものである。A～Fの中にはE S Sの指導書を含んでおり、GはHandbuch der Experimentellen Schulphysik, 6 P.187を参考にしたものである。

##### (2) 実験方法についての討論

前段階で問題意識を明確にした後、グループ毎にどんな方法で実験したらよいか話し合わせ、実験方法の分った者から随時SWを押させた。その様子が第4-4図に表わされている。この図には7つの教材についての反応曲線が討論開始時刻を基準にして重ねて表わしてある。図中のXはグループ内の話し合いの終わった時を示す。X以後は各グループの代表者によってその方法を発表させ、発表内容に反対の時には直ちに反対のSWをおすように全員に指示してあったので、反対意見の時にはこのグラフは降下する。その後賛成できる発表がなされたならば、その時に賛成のSWをおさせた。したがってこのグラフは上昇する。かくてグラフに上下の振動が現われる。図中の○は代表による討論の終了時を示す。



第4-4図 実験法の話し合い



測定結果を考察する便宜上、つぎの記号を使うことにする。

- a.....話し合いにはいった後、短い時間でグラフに反応の現われたもの。
- b.....話し合いにはいったから相当長い時間たって反応の現われたもの。
- c.....100%又はそれに近い反応のあったもの。
- d.....100%に近い応答のえられなかったもの。
- e.....上下振動の激しかったもの。
- f.....上下振動の少なかったもの。

これらの記号によって分類すると、第4-3表のように4つの型になる。ここで(c f), (d e)という組み合わせの現われなかったことは注目を要する。

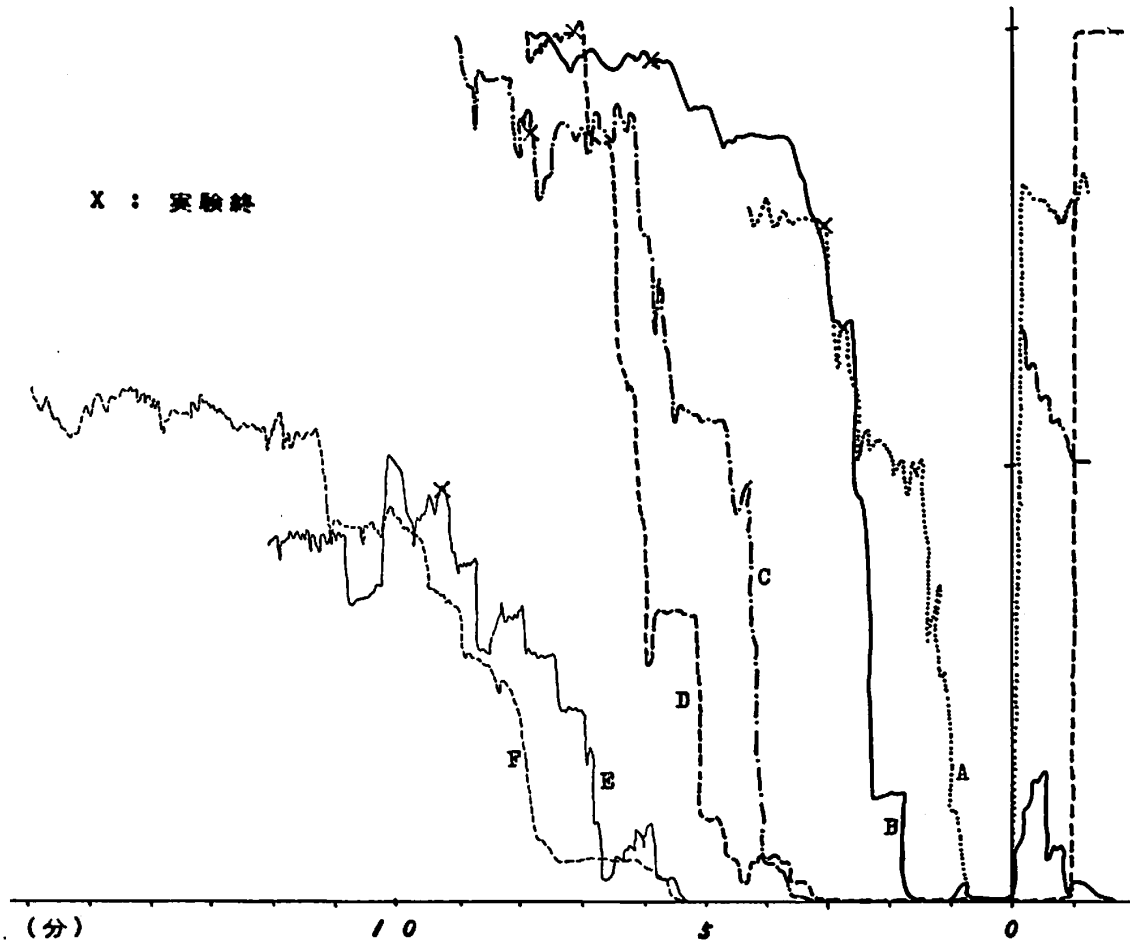
第4-3表

グラフの型と教材

| グラフの型   | 教材  |
|---------|-----|
| (a c e) | A・F |
| (a d f) | C・F |
| (b c e) | D   |
| (b d f) | B・G |

第4-3表に示されている4つの型について考察する。(ace)は子どもにとってその教材が考えやすいものであるか、或は程度の低すぎるものであることを示すと思われる。子どもの過去の経験や既習内容から、子どもに容易に考えられるものが、この中にはいることは明らかであるが、この範疇に属する教材A・Eが定性的内容をもつものであることも興味あることである。いずれにしてもこれに属する教材について、この段階に多くの時間を費やすことは無駄であろう。これと反対に(bdf)は子どもに考えにくいか、或は程度が高すぎることを示すと思われる。これに属する教材Bは定量的内容のものであるし、jはやや程度の高い内容のものである。(adf)は一見やさしいようで、実は相当困難な内容を含んでいるもの示すと思われる。これに属する教材C・Fは定量的内容のものであって、(bdf)を含めて定量的内容のものには充分時間をかけて、子どもに考えさせ、討論させると共に、適切な教師の助言が望ましい。最後に(bce)は最も好ましい型と思われる。その教材DはEFSより採用したものであることは皮肉である。

第4-5図 実 験



(2) 実 験

課題内容と実験方法を十分理解させた後実験を行なわせた。そして実験を完了し、課題に対する解答の出たものに随時Swをおさせたときの反応曲線を第4-5図に示す。この図には6つの教材についての反応曲線を、実験開始時刻を基準にして重ねて表わしてある。図中のXは実験を打ち切らせた時を示し、曲線の降下は子どもが自分の解答に自信がなくなって、取消したことを示す。

測定結果を考察する便宜上、(2)と同様の記号を使うことにする。 第4-4表

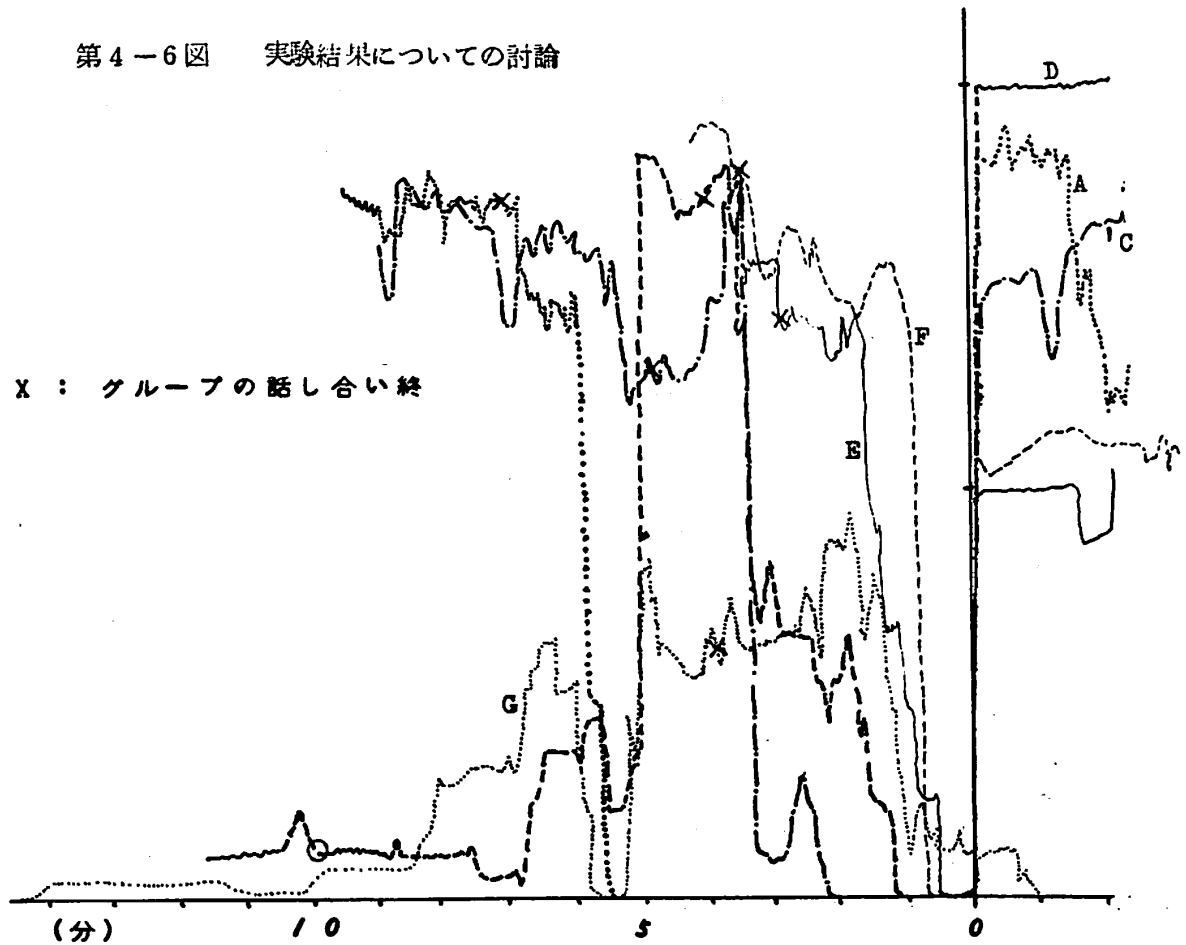
- a.....実験開始後1~2分でグラフに反応の現われたもの。 グラフの型
- b.....実験開始後相当長い時間たつて反応の現われたもの。 教 材
- c・d.....(2)の場合と同じ(P. 39参照)。

| グラフの型 | 教材  |
|-------|-----|
| (a c) | A・B |
| (b c) | C・D |
| (b d) | E・F |

これらの記号によって分類すると、第4-4表のようになり、3つ型が認められる。(a c)に属する教材A・Bは比較的単純な操作を1~2回行えばよいもので、課題の解答も出やすいものである。Aの取扱いに於いて教師の実験打ち切りが少し早すぎたようで、もう少し時間を与えれば反応が100%に近づくものと考えて、これを(a c)の中へ入れた。

Bの実験打ち切りはほど適当な時に行われたといえよう。何時実験を止めさせるかということの判定にT.A.を使用する意味がこゝにあるように思われる。一通り実験が終ったからといってすぐに実験を止めさせるのではなく、与えられた課題が解決しなければ再度実験させる必要があるから、子どもの挙動のみからその時期を判定しないで、T.A.反応から時期を決定するのが好ましい。(b c)に属する教材C・Dでは実験操作は単純であるが、いろいろ条件を変えて繰返す必要がある。すなわち、Cでは巻数の違ういろいろなコイルについて同様の実験を繰返さなければならぬし、Dでは数種類の板を2つの磁石の間に1つずつ挿入することになる。このように単純な操作の繰返しを要する実験ではこの(b c)が(a c)と非常に似た曲線になっていることは、両者の困難さが同程度であることを示すものと思われる。(b d)に属する教材Eは普通には5年生で扱わないものであり、実験操作に多少困難があるかも知れないが、教材Fは最も普通のもので操作の上に無理はないと考えていたのに、グラフから分るように全く好ましくない結果になった。E・Fの両者とも操作が無理なのか、或は実験指導に何か欠けていたのか、今後これらの教材については検討する必要があるが、兎も角もこのような曲線になった時には、子どもは余り活動していないので授業は失敗であったといわなければならないようである。

実験指導としては(b c)がもっとも好ましいと思われるので、そのような教材を選ぶようにしたいものである。なお曲線上昇の様子が、AとC、BとDで特によく似ているが、その理由は明かでない。又第4-3表と4-4表を比較しても相関は見出せない。



(4) 実験結果についての討論

前段階の実験の結果についてグループ内で討論を行ない、課題について解答の出た子どもはSWをおすように指示しておいた。その時の反応曲線を第4-6図に示す。この図には6つの教材についての曲線が討論開始時刻を基準にして重ねて表わしてある。図中のXはグループ内の話し合いの終わった時を示す。X以後は各グループの代表者によってその考えを発表させ、発表内容に反対の時には直ちに反対のSWをおすように全員に命じておいたので、反対意見の時にはこのグラフは降下する。その後賛成の意見の発表があれば、賛成のSWをおしグラフは上昇する。かくて第4-6図をえた。

測定結果を(2)と同じ記号で整理すると、第4-5表のとおりである。すなわち、4つの型に分類される。(acf)では代表者の発表によって曲線が上下に振動しているが、その振巾が小さく、子どもの思考が安定しておることを示す。

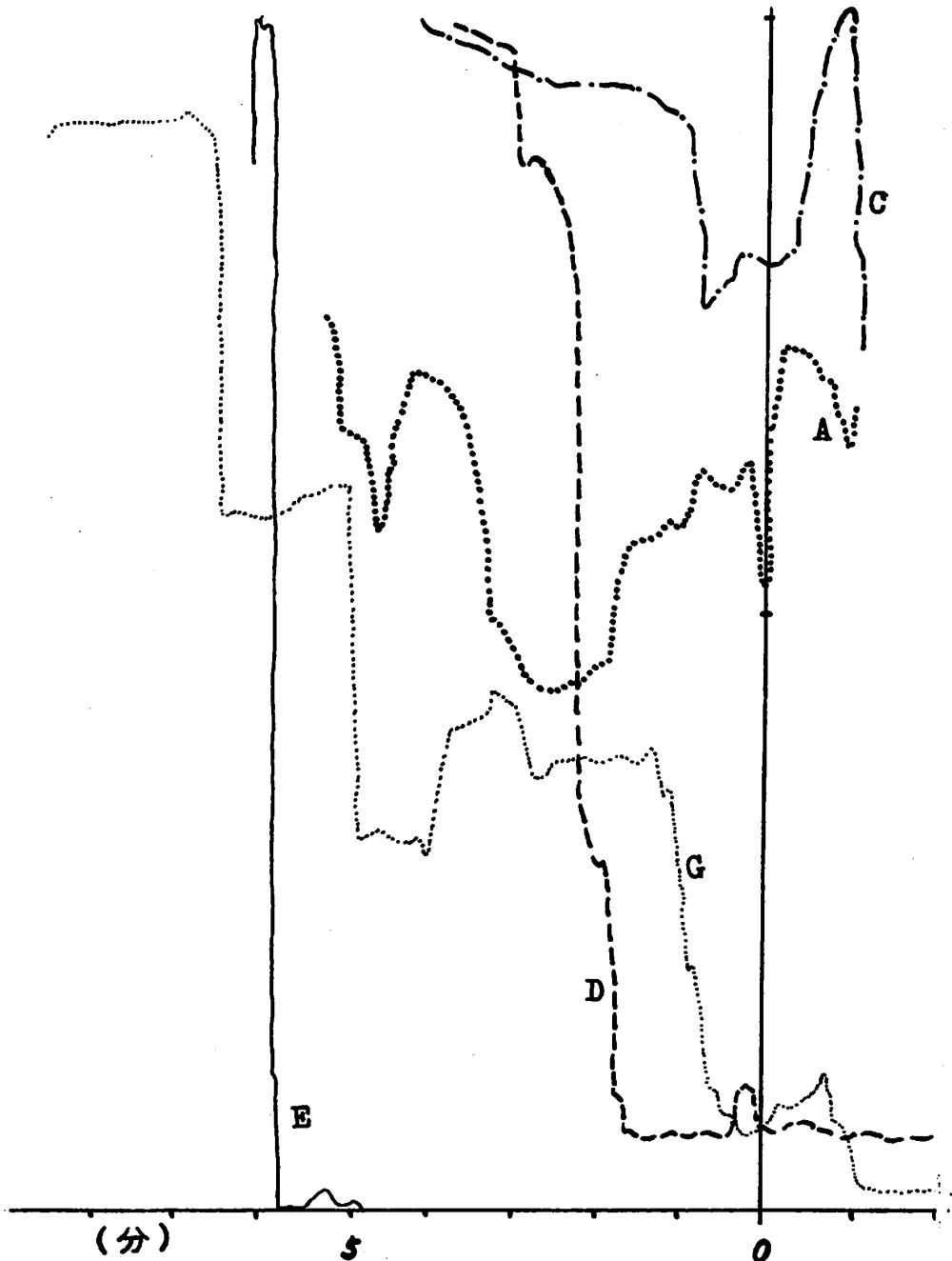
(bcf)も同様で、これらに属する教材C・E・F・Aは楽に考察できるものであろう。(ace)に属する教材Dでは代表者の発表によって、曲線が100%附近から急に0%の近くまで落ちこんでおり、その後も若干の変動はあるが、次第に0%に近づいていっている。

第4-5表  
グラフの型と教材

| グラフの型 | 教材    |
|-------|-------|
| (acf) | C・E・F |
| (ace) | D     |
| (adg) | G     |
| (bcf) | A     |

これはグループ内の討論が十分でなくて、なんとなく分ったような気になっていたものが他のグループの意見を聞いているうちに、自分のグループ内での話し合いの結果が怪しくなって、分からなくなったものと思われる。(a d e)の教材では反応曲線の最高値が約50%で、代表者の発表によって0%の近くまでその値が下がっている。これはグループ内の話し合いによって結論をえられなかったか、或はえられたとしても甚だ曖昧であったことを意味する。

第4-7図 まとめ (教師説明)



第4-4表と第4-5表とを比較すると、(bc)又は(bd)に属した4つの教材が、(acf)又は(ace)になっており、(ae)に属した教材Aが(bcf)に移っている。すなわち、反応の遅速が反対になっている。つぎに(bd)に属した教材R・Fが(acf)になり、反応量が増加している。実験で苦勞したため、その結果の考察に対して積極的になったとも考えられるが、(3)においては、失敗といわなければならないと書いたものである。)これについては今後更に研究する必要があると考えられる。

#### (5) ま と め(教師説明)

実験結果についての討論の後に行った教師説明の段階における反応曲線を第4-7図に示す。教師の説明に納得できれば賛成のSWをおさせ、できなければ他のSWをおさせた。したがって曲線の上昇は納得を表わし、降下は反対意見又は理解不能を表わしている。この図には5つの教材についての反応曲線が説明開始時刻を基準にして重ねて表わしてある。第4-7図ではA・C, D・G, Rの3種の曲線型が見られるが、これらは前段階の実験結果についての討論の影響をうけてできたものである。以下順次それをながめていくことにする。

教材A・Cの曲線は、教師説明にはいる前に反応曲線が十分上昇しており、子どもが分ったと思っていたときの様子を示す。教師説明に入ってから曲線が下がっているのは、子どもが分ったと思っていたことが、教師からの質問で怪しくなったり、自分の考えのまちがいを発見したりしたことによる。これから子どもの思考の欠点を発見することが可能になる。また教材のもっている問題点を見出すこともできるといえよう。前段階の子どもの討論中、反応曲線が下ってしまっ、このまゝ話し合いを進めても上昇の見込みがないときに、教師が子どもに考えさせながら説明したまとめの曲線が、第4-7図の教材D・Gの曲線である。Dの曲線は説明にはいって2分で急激に上昇しているが、Gの曲線は上下に振動を繰り返し約6分でほとんど全員の反応を見るに至っている。この両者の違いは、主として教材の難易によったものであるが、一般には教師の説明の仕方にも関係するので、その判定は慎重に行わねばならない。教材Rの曲線は前段階の最後にSWを全員OFFにさせてから説明した時のものである。このようなT・A.の使用法をとったのは、つぎの理由による。すなわち、実験結果についての討論が誤っていて、根本的に子どもに考え直させなければならなくなったためである。勿論討論の中で指導していくことが大切ではあるが、時にはこのような方法をとるのも已むをえないであろう。討論中の子どもの考え方を修正するために、この種のまとめには若干多くの時間を要するが、分かればほとんど同時に全員理解に達するはずである。

以上各段階における反応曲線について述べたが、音声の記録についてはほとんど触れなかった。その理由は主として説明が冗長になるのを避けるためである。反応曲線の変動の原因は音声と対比させて説明してはじめて明らかになるのであるから、近く別に発表したいと考えている。

#### Ⅳ 1時間の授業分析

5年生の3学期には磁気教材が多くはっているので、磁気関係の学習がどの程度定着したかを調べるために、総合的な教材として前述のGをとりあげ、3学期の全行事の終了後、特別に授業をしてもらった。その指導案と測定結果は第3章に記してある。それに基づいて説明する。この教材の内容はつぎのようである。2本の等しい長さの糸の先に、等しい大きさの小さな鉄棒を1本ずつつり下げ、その下へ強い磁石を近づけると、2つの小鉄棒は互に反発しあって離れる。簡単な実験ではあるが、これを理解するには2本の鉄棒が磁化することと、それらが同極であるため反発するという2段の思考を要し、5年生には相当抵抗のある内容を含んでいる。平素は子どもの実験を主にして授業を進めているが、この場合には特別な流し方をした。

##### 1 導入(準備)

前時までの学習内容の整理を行った。すなわち、教師の指名した子どもに磁石の性質を発表させ、その発表内容について全員の賛否をT・A・によって答えさせた。その結果全員とも磁石は鉄をくっつけることと、磁石にはS極とN極とがあることを確認した。

##### 2 実験結果の予想

教師が実験方法を説明して、その結果についての予想をたてさせた。

子どもの予想 ① 鉄棒がくっつく(磁石に)、 ② くっつかない(少しだけ引き合う)、  
③ ゆれる(左右に)、 ④ 鉄棒と鉄棒とがくっつく。

この予想に対し自分の意見と一致しているか又は近い番号のSWをおさせた。第3-3図は③のSWをおした人数を示すもので、最初(図中の1)には約60%であった。それがその直後急減し以後不安定な状態を続けている。これは答えに確信がないため、他の子どもの発表する意見によって変動していたことを示す。教科書にある普通の教材では、この段階で意見がほぼ一致するのであるが、この場合はそれが見られなかった。これはこの教材がやや程度の高いものであったことを示すと思われる。

##### 3 実験

図中の2で全員のSWを切らせ、教師実験に入った。「先生が実験するから、何故その様になるのか分かった人はSW③をおして下さい。」と念をおしたにも拘らず、T・A・の反応は皆無に等しいほどであった。(図中の3)。予想で③をおした子どもの多くは、2本の小鉄棒がくっついて左右に振れると考えていたようで、鉄棒が離れたまゝ振れることには驚いていた。

##### 4 グループ内討論

グループで話し合わせても仲々③の反応曲線が上昇しなかったが、教師の「いままで学習したことを考えれば分かりますよ」というアドバイスにより(図中の4)急に反応曲線が上昇した。しかしながらその後又曲線は降下していった。(教師がアドバイスして「わかりましたか」子ども「はい」で授業を進めるときは、これと同様な傾向があるかも知れない。)



## 5 グループ代表者の発表

グループの代表者による発表がはじまると、反応曲線も上昇しはじめたが、図中の5で急激に降下した。指導案に書いてあるように、下においた磁石の上側をN極にしてあったところ、ある子どもが小鉄棒にN極ができて引き合うと発言したので、ほとんど全員がこれに反対してSWを切ったのである。この子どもの考えはN極からNという磁力が出てそれが鉄にぶつかれば、鉄もNになるということのようである。これに対して他の子どもの多くは反対で、最後までこの対立が続いた。下においた磁石は大きいので、真中だけでなく縁の所にも引く働きがある筈だ。そのため2つの小鉄棒は離れるのだろうという意見で、反応曲線が少し上昇したが、磁力線がどうなるかということで行きづまってしまった。その後磁力線に議論が集中したが、その場合にもN極から粒子Nが出るという考えがどうも子どもの中にあるように思われた。教師がN極と引き合うのはN極かS極かと質問したところ、全員S極だと答え、それでは小鉄棒の下側はS極になっているのかそれともN極になっているのかSWをおせといったところ、ほとんど全員S極になると答えた。(図中の7)

## 6 再実験と再討論

糸でつるした小鉄棒を磁石の近くへもっていったところ、糸が切れてしまったので、全員に小鉄棒の下側はS極になっていることが分ったようである。これは大変うまい指導であったと思われる。小鉄棒の下側にS極のできたことは分った。それでは何故2つの鉄棒が離れるのか分った人はSW③をおして下さいというときに急に曲線は50%以下に下った。(図中の9)。

## 7 教師説明(まとめ)

S極とS極、N極とN極はしりぞけ合うが、この場合はどうだろうかと質問したところ反応曲線は上昇しはじめたが、子どもから左右に振れるのはおかしいという意見が出て、曲線は又下がった。その後教師の説明で2つの小鉄棒の離れることを全員理解できたのは見事であった。

以上は紙面の都合もあり簡単に説明したにすぎないが、反応曲線の上下動とその時点における音声記録とを対比していけば、授業分析が相当程度まで可能になることが分る。さらに、反応曲線と音声の記録のほかは何を調べると、もっと分析が精細に行えるのか考える必要もあろう。これらについても若干測定器を開発しつつあるので、何れ近く発表したいと考えている。



## 第2章 計測用ティ칭ング・マシンのシステム

多くの電子計算機メーカーによって、いろいろのTMが研究開発されているが、その多くはプログラム学習に使用することを目的としたものであり、計測用としてのTMの開発はほとんどされていない。

TMをプログラム学習に使用することをかりに是認したとしても、その基礎となる教育計測がそうとう詳しくなされていないと、そのプログラム学習も教師自身の勤にたよるものとなり、教育精度の高いプログラム学習とはいえなくなる。

TMを使用するには、前もってTMの使用できる範囲・領域と、使用できないそれらを明確にしておく必要がある。このような研究を省略して、ただそこにTMがあるから使用するということであれば、どんなTMを使用しても教育は勤にたよる科学性に欠けたものになり、時代の進歩よりますます遅れてしまうと考えられる。

教育課程の問題においても、教師の経験のみにより教育課程を作成する時代ではなく、多面的な教育計測の基礎データによるものでなければいけない。

この情報革命の時代においては、教育もそれにつれて進歩しなければならない。今日までの人類の進歩は、物理的エネルギーの人間による制御の進歩でもあったが、今日われわれの目前にせまっているものは、情報革命であり、これは今までと全く性質を異にした情報の収集、処理、制御による人類の発展を意味する。情報の相互伝達の間である教育において、この情報革命は教育革命でもある。古い感覚を脱して現代・未来に目を向け、この教育革命の準備にかかることこそ教育に関係するものの急務であろう。

以上の考察によって次のようにいえる。すなわち、TMによる教育法の研究も確かに重要であるが、その前に教科教育における高精度な基礎計測が必要であり、その計測結果をもとにして教育課程の作成、TMの導入域、TM教育法を決めるべきである。

このような観点に立って、本研究においては、理科教育における計測を目的とした計測用TMは、どのようなシステムであるべきかを研究した。

### I 理科教育計測用TMのシステム

現在までなされてきた教育計測を見ると、一面的な計測法によるものが多く、授業を多面的に計測したものは少ないようである。このため、いかなる方法によれば多面的計測が可能になるか研究し、若干の結果を得たので、一部報告する。

#### 1. 総合的計測方法

授業の多面的な計測方法としては、種々の方法が考えられるが、教師以外の者がおらずに自動的に計測できるものとしては、大きく分類して次の方法がある。

(a) TMによる反応計測

(b) 音声記録にたる計測

(c)光学的記録による計測

(d)生理学的方法による計測

音声記録とT Aの集団反応については、一部日本理科教育学会東海支部大会（1968.5）に発表済みである。

授業の教育計測は、(a)～(d)によりある程度達成させられるが、これらの一方法のみでは効果があまりなく、総合的な組合せにより、高精度な教育計測ができると考えられる。

(a)については集団反応記録、個人反応記録により、授業中の反応のようすが判明し、授業分析に役立つが、これのみでは精度が悪い。

(b)の音声記録により教室内のようすをある程度知ることができるが、これのみではやはり計測精度が悪く、授業分析はできない。このため、(a)と(b)の両者を同時に計測することにより計測精度は良くなる。

(c)については、現在VTR、8mm、カメラにより実験されてきたが、T Aとの関係においては研究されていないようである。これと(a)(b)の三者を同時に計測記録することにより、さらに計測精度はよくなる。これらカメラなどによる方法は、授業中の行動観察に用いられ、カメラを自動制御化することにより、教師以外の観測者がいないので、客観性のある計測が可能になる。これにより、行動観察において被観察者が、観察されているという警戒的な気にならなく、また記録も主観的であったり、偏ったりすることはない。また授業中におけるこのような観察の一番大切なのは、行動が生じた場合条件である。とくに理科教育の行動観察を場合条件から切り離して、個人の行動だけを記録しても、無意味であるが、T Aの集団反応、個人反応、音声との関連より場合条件の問題は、一応解決されると考えられる。

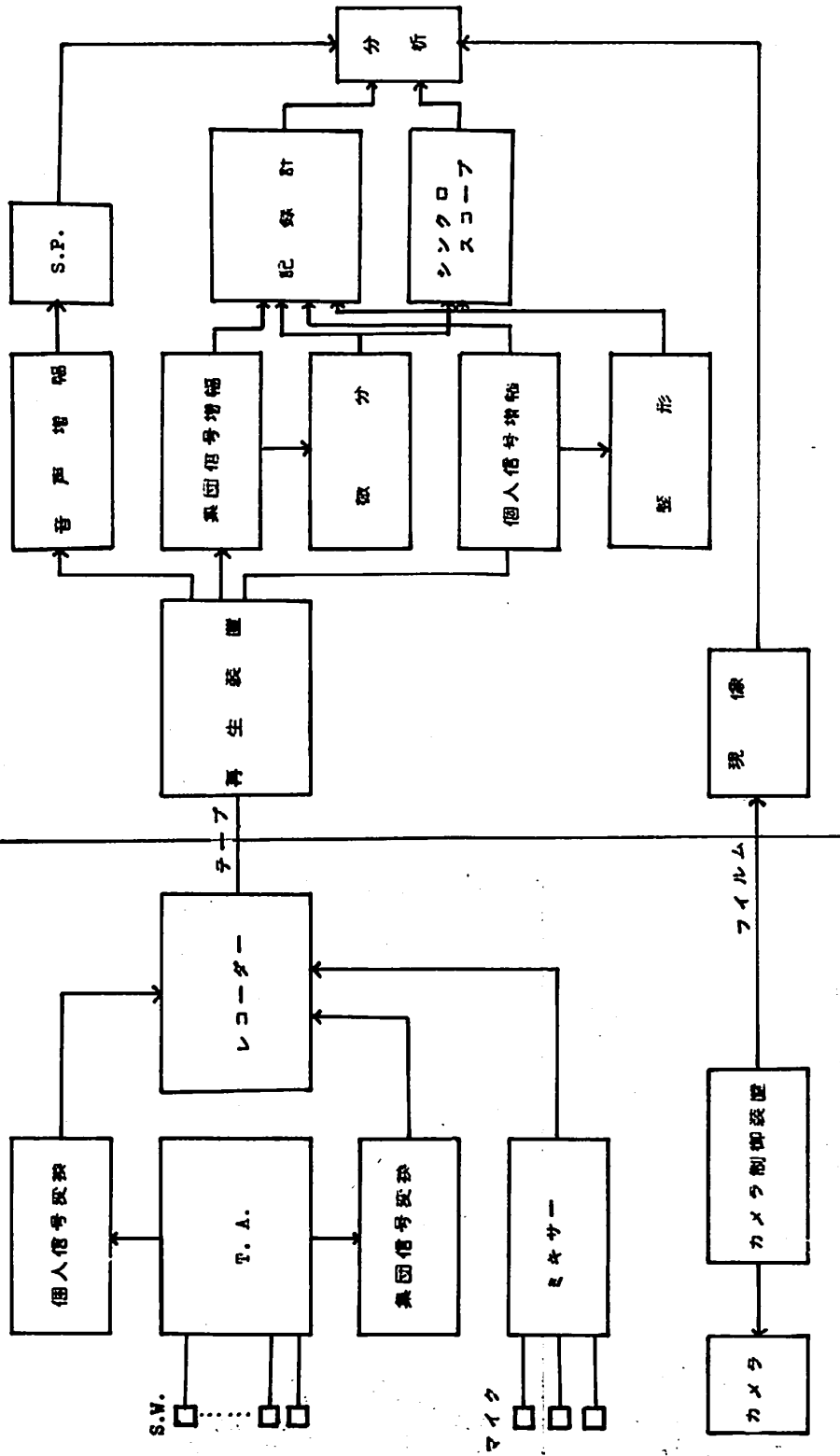
これら(a)～(c)まで計測法を同時に行なうことにより、現在までなされてきた理科教育における計測分析より高精度な情報量が得られる。たとえば学習には全て動機づけが必要であるが、理科教育においては特にその必要があり、教師はたんに導入とか質問においては注意するだけでなく、動機の情緒的側面をも考えて指導する必要がある。これは計測用TMにより授業の流れの分析にとどまらず、さらにクラスのグループ分けにより、児童がどのように動機づけに感情的要素をもつか研究して、教師はクラスを指導すべきである。このためには(a)～(c)の計測を最大に利用する必要がある。

理科教育課程の問題においても、このように計測分析した結果から総合判断する必要があり、一面的な計測結果によって研究を進めるべきでなく、とうぜんここには現在まで多く研究されてきたテストなどの結果も入れなければならない。

(d)の生理学的方法による計測は、児童に直接接続しなければならず、現在では、授業そのものに大きな影響を及ぼすため、児童に悪い影響を与えないような方法を研究すべきであり、本研究でも今後の問題点として目下基礎的な研究をしており、これらについては、次回に発表する予定である。

松 核 小 学 校

阪 早 大 学 物 理 教 室



第2-1図 全装置のブロックダイヤグラム

## 2. ブロックダイアグラム

### (1) 教育現場

教育現場においては、前研究報告にも記したが、経済的で教師の負担がかからないように簡単であにながら、計測情報が正確に伝達されるよう設計した。

現場における計測としては、クラス全体の反応を記録するため、T Aからの出力を記号変換してレコーダーに記録させた。個人の反応を計測するためにT Aから個人の出力を取り出し、信号変換してレコーダーに記録させた。音声記録は教室全体の音声が記録されるように設計した。これらの各計測量は完全に同時性をもってレコーダーに記録し、分析する場合の場合条件の完全一致による分析を可能にした。

カメラにより児童の行動観察を研究できるように、時間間隔の変化ができる制御装置を作り、教師は授業中において必要な時間間隔で写真計測を可能にした。

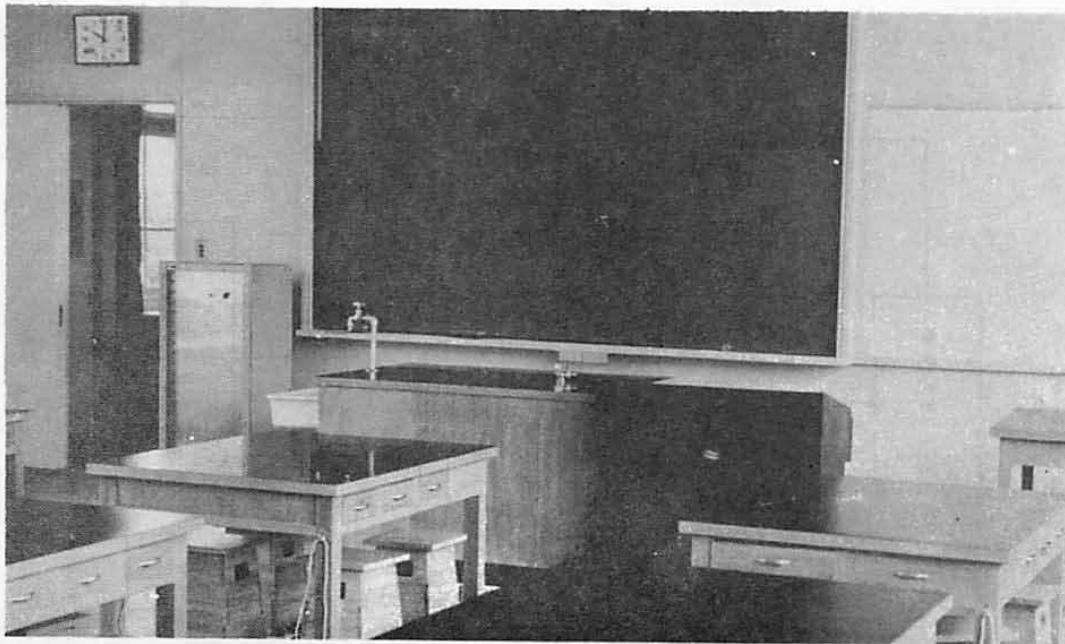
このような方法により、理科教育における多面的な計測ができ、現場において教師はテープとフィルムをセットするだけでよく、記録のための仕事は全くない。

### (2) 分析

分析は現場より送られたテープを研究室で再生装置にかけ、T A反応の集団反応信号、個人反応信号および音声に分けて、各々増幅装置に送る方法によった。

T Aの集団反応信号は、信号を増幅し記録計に直接送りクラス全体の反応を書かせる場合と、この集団反応曲線を電子計算機にかけて微分値を求めるのでなく、集団反応信号を直接微分して記録計に記入させる。このようにすれば微分値が自動的に記録されていく。

T Aの個人反応信号は、信号を整形して雑音を消し、それを直接記録計に記入させる。



さらにSWをonにした時間のみの信号として記録計に書かせるか、速い反応の比較などをする場合にはシンクロスコープにより計測する。これにより反応の個人差は人間工学的に問題にならない速い所まで計測できる。

音声はTAの反応と同時記録されているため、音声を増幅し、上記各反応曲線と共に分析できる。

小学校より送られたフィルムは研究室で現像し、音声、TA反応と時間的同調させて分析する。

このような分析によりTA、音声、写真の三要素からなる同時分析が可能になるが、教育計測の面から考えて、さらに完全自動計測の研究が必要である。

## II 計測用TMについて

計測用TAは反応速度・精度・雑音などに充分注意する必要がある。このためプログラム学習を主目的として設計されたTMでは多くの問題点を持っており、高速計測用のTMとして使用できない。

このため本研究において計測用としてのTMはどのような問題点があるか、またどのように設計すべきか研究したので、次に簡単に報告する。

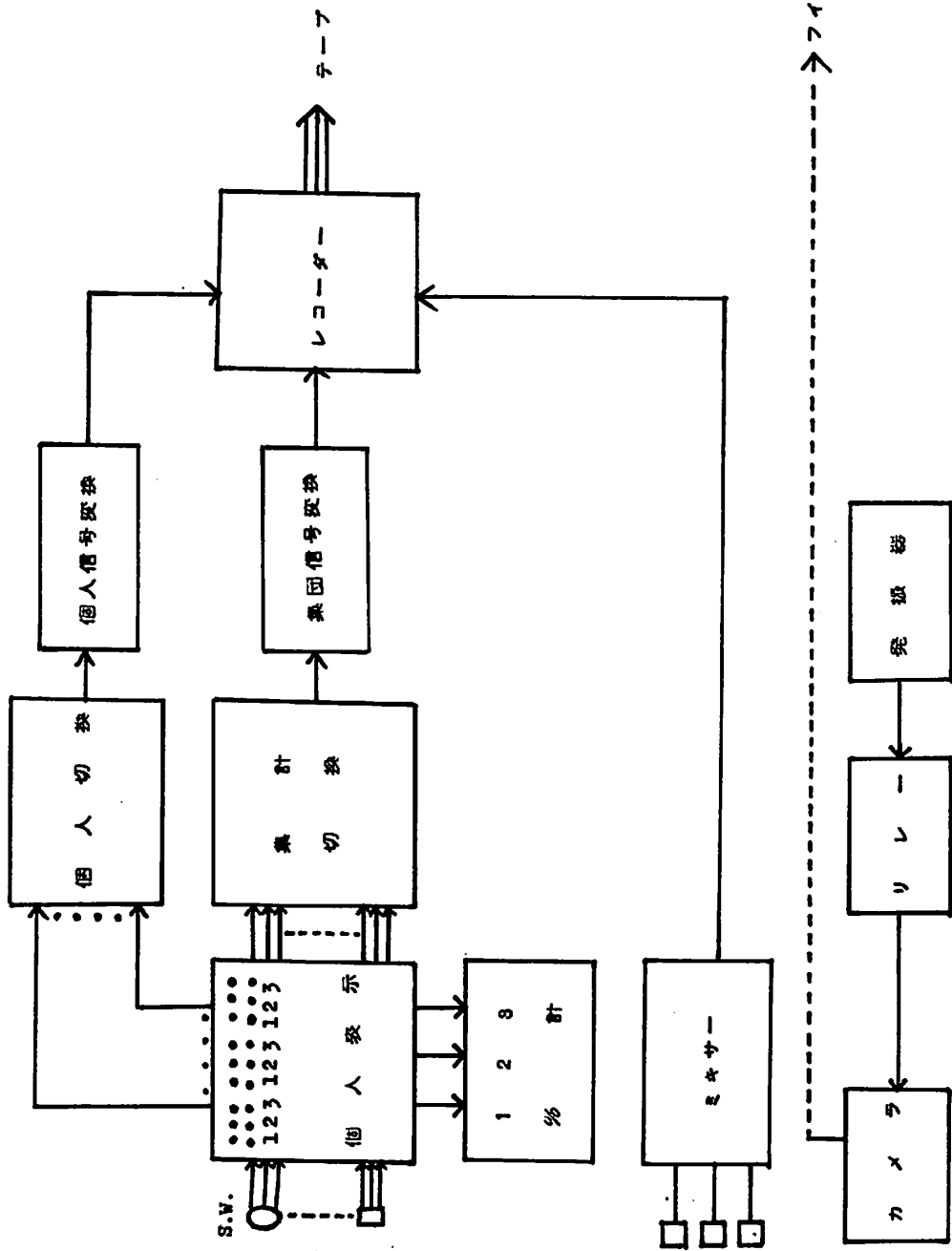
### 1. TA反応計測

TAの集団反応記録は前研究報告にて発表したか、本研究においてさらに高速個人計測を研究したので、その一部を発表する。

個人計測は低速であれば各メーカーにより研究開発されているが、高速計測用としての計測はされていない。高速計測用としてはただ高速で記録されればよいのではなく、これには教育計測としての要素を含むものでなければいけない。たとえば、個人記録の変化がどのような場合条件になるのか、また全生徒の反応中のどのような位置になるのか分析できる計測でなければいけない。このため高速個人記録も集団反応計測・音声と同様に磁気記録方式により記録した。この方式により集団反応計測と音声の場合と同様に計測の同時が可能になり、教育計測の精度は高くなると考えられる。これらの方法はTAの個人表示から、個人切換により計測しようとする児童の出力を取り出し、さらにその信号をレコーダーに記録できるよう個人信号変換回路を通して変調した上でレコーダーに記録させる。この電子回路的方法は、集団反応計測の場合と全く同様である。

### 2. カメラ制御装置

授業中の児童のようすをカメラによって記録するのであるが、これには多くの問題が含まれている。最初8mmにより連続的に行動を記録したが、この連続的方式(8mmも正確には連続でないが)には問題が出た。その第一は連続計測とサンプリング計測の問題で、教育計測も自動制御で問題になったと同様8mmの連続的計測に用いた場合とサンプリング計測に用いた場合の比較研究した結果連続計測でなければいけないとは、いえなくなった。



第2-2図 計測装置



たとえば授業分析する場合に、連続計測のときよりもサンプリング計測の場合の方が、行動の変化点などは比較研究上計測・分析しやすい、このことから、どのような授業にはサンプリング幅が何秒であったらよいか決定する必要があり、さらに授業中の実験・話し合いなど各域での最適なサンプリング幅に変化させる必要がある。

このような計測装置は、VTRで連続計測して分析の場合にサンプリングすればよいが現在のVTRでは前の画面と比較することは困難であり、8mmまたはオートカメラにより計測するのが簡単である。このため時間間隔の変化できるカメラ制御装置が必要であり、

Astable Multivibratorにより0.5秒〜10秒の各種パルスが発生させ、カメラ制御回路に送る。またこの各種パルス幅は切換SWにより簡単に变化でき、教師は授業において最適なサンプリング幅に、自由にセットできる。カメラ制御装置では1パルスをMMVによりシャッターの切るのに必要な時間幅のパルスに整形してリレーを動かす。カメラにはソレノイドによりシャッターがon-offになる装置が附加してあり、カメラまではリレーからコードで信号を送るだけでよく、カメラの置場所さえあれば教室のどここでも、また数台のカメラを配置することもできる。また数台のカメラを同時に動かすことができるため、各方向から計測することも可能である。

カメラは8mmであれば1コマ送りができ簡単であるが、オートカメラの場合にはハーフサイズのカメラを使用して、72枚で計測するように時間配分をするとよい。

## II 分析装置

分析装置の集団反応・音声については一部研究報告にて発表したが、本研究においては、集団反応の自動微分装置、個人反応分析装置、写真分析についての一部発表する。

### 1. 集団反応分析装置

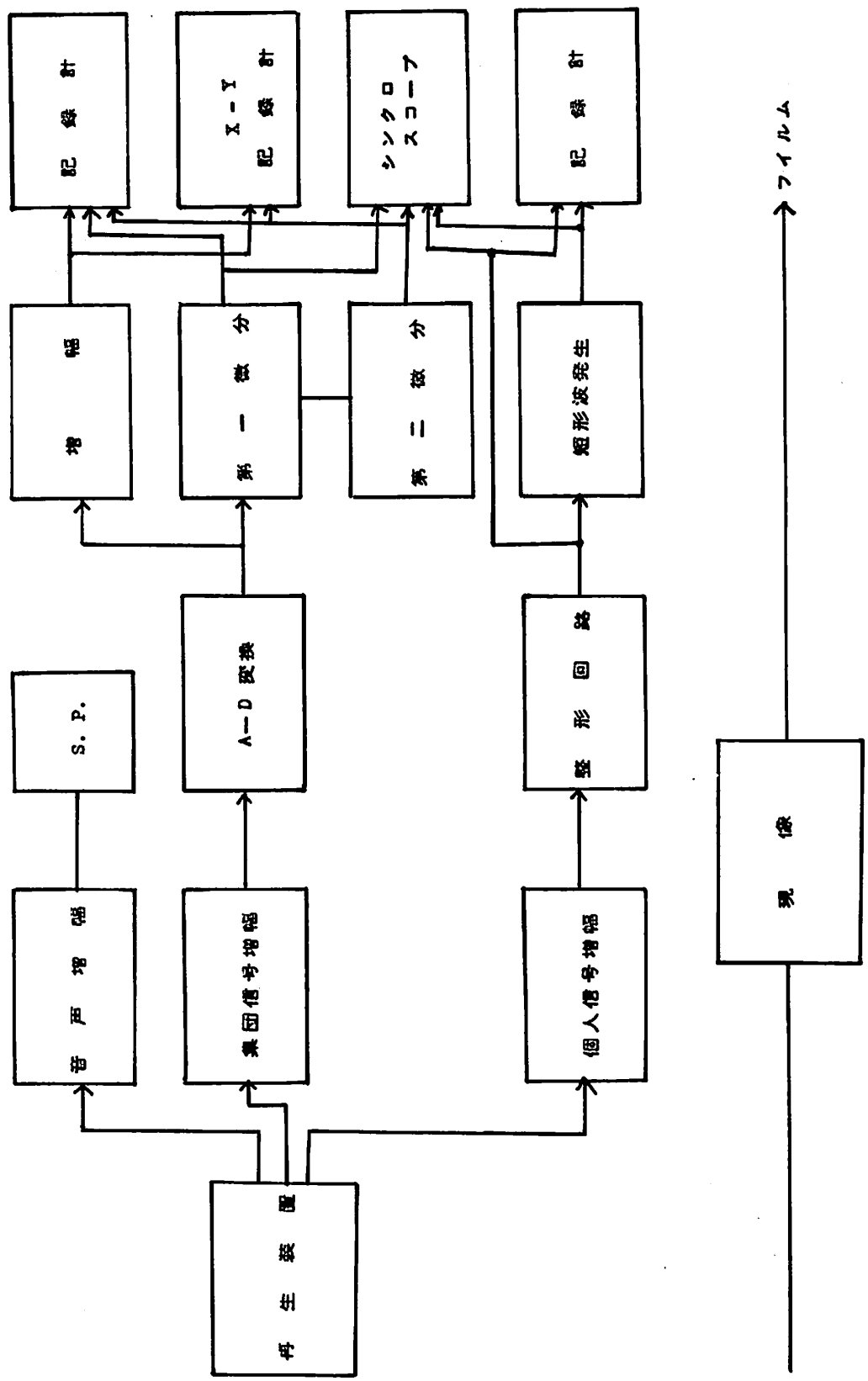
TAの集団反応信号を増幅し、A-D変換により直流に変えて増幅し、記録計に記入させる方法については前研究報告において発表した。この反応信号をさらに微分をして、反応曲線の変化率を計測できるようにした。

A-D変換で直流化された信号を微分して、それを記録計に授業全体の流れ、また各域の変化率を多数重ね合せ分析するのにX-Y記録計にも記録させる。これにより変化の正負、変化の大小が判明して教材の困難性、質問の適否、話し合いにおける内容の困難度の分析、さらにこれらより今後のステップの問題の解決に多少は役立つと考えられる。

微分する場合に問題になるのは時定数であり、この装置においては時定数が切換SWとVRにより変化できるようにした。これより反応の速い場合、遅い場合によって時定数を定めて微分し、個人記録などと比較分析する場合には高速性が要求されるので時定数を小さく、授業全体の流れを記録するような場合には時定数の大きいもので計測する。

さらにもう一度微分することにより、変化の立ち上りの場所などを測定することができ、この場合も計測要求に応じて、時定数を切換SWによって変化できるようにした。





第2-3図 解析装置

## 2. 個人反応分析装置

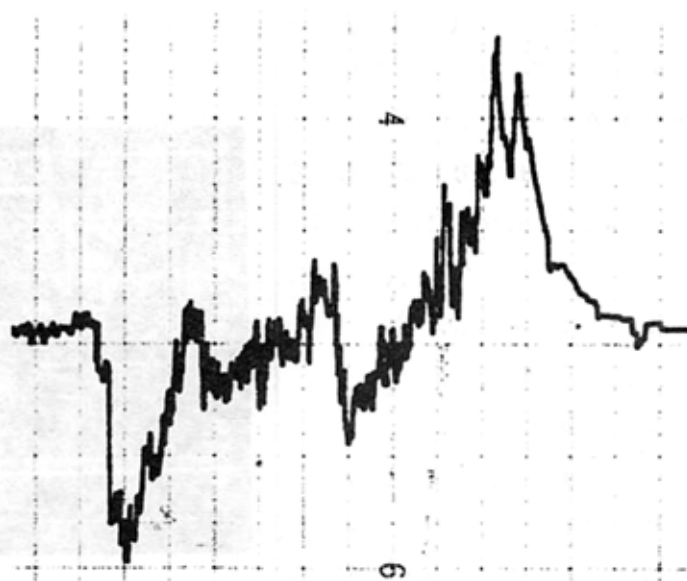
個人反応分析は、再生装置より送られた個人信号を、個人信号増幅回路により増幅し、集団信号と同様にA-D変換して直流化する。直流にされた個人信号は0.1秒以上の精度が要求されるため、整形回路によって信号を整形し、雑音を消す。この整形回路はShmitt回路よりなり、ある一定レベル以上の信号を全部同一レベルの信号に変える。これは個人記録であるため信号レベルは一定でも問題はない。

このように整形された信号を記録計、X-Y記録計に記録させ、さらに高速性の要求される反応についてはシンクロスコープによって記録する。シンクロスコープの記録によって、人間のいかなる速い反応についても記録が可能になり、本研究においては8チャンネルの信号まで同時に10000分の1秒まで計測できるように設計した。実際には、人間の反応は100分の1秒まで正確に計測できれば充分であり、これで高速な反応の計測については全く問題がなくなった。

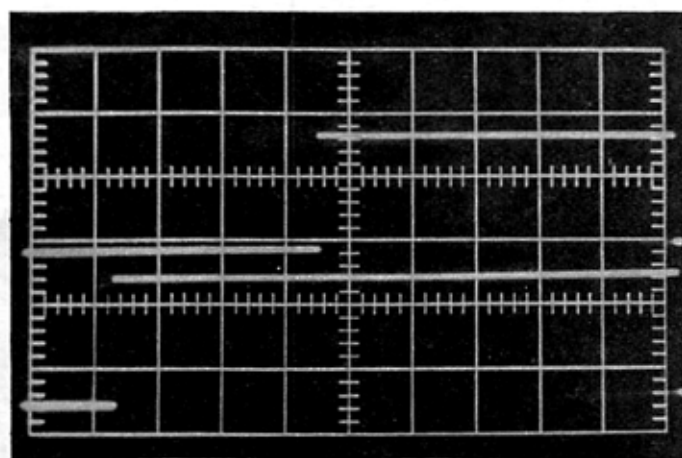
このような波形はSWがONにならうてから児童がOFFにするまで、そうとうに長い波形であるため、SWがONになった場所を比較するためには問題があり、ONになったならば短パルスが出るようにする必要がある。このため整形回路でMMVにより、ON信号が入ると1パルス出るようにした。

パルス幅もできるだけ短いものにし、or回路により他チャンネルの個人パルスと同一線上に並べて、時間計測が正確にできるようにした。

第2-2写真はShmitt回路により整形された波形であり、第2-3写真は下二本がMMVによる



第2-4図 微分



第2-2写真 整形波

りSWがONになり1パルス発生させたものであり、上がそのandである。

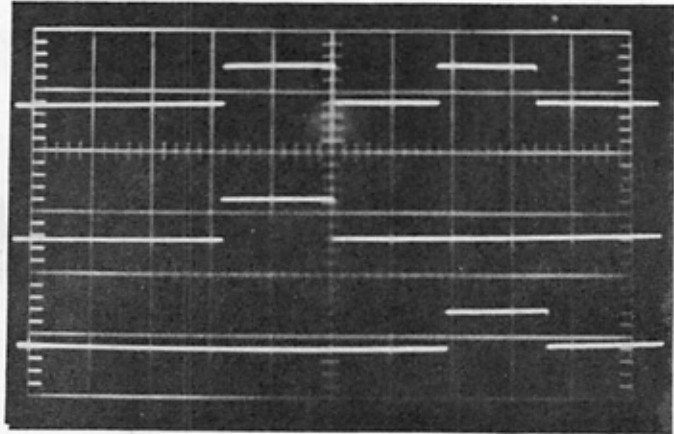
このandにより目盛から正確にSWをONにする時間測定ができ、SWを押す個人差、場合によっては思考時間などの正確な計測が可能になる。

### 3. 写真分析

写真分析は、小学校より送られたフィルムを研究室で現像し、時間間隔のデーターにより何分何秒の写真か分類して時間配列をする。

時間配列された写真を本研究においては、児童の授業中における行動を0~9までに分類して、タイプして表を作った。この表については第四章分析で発表する。この分類法はまだ研究中的のものであるが、このように記号化すれば、今後電子計算機により総合判断する場合に、ただ反応だけでなく、行動観察まで入れることができるのではないかと考えられる。

このような分析装置は今後分析結果を自動的に総合判断できるものでなくてはならない。そのための研究が今後の問題として残されており、さらに生理学的な分析装置も今後の研究において重要なものと考えなければならない。



第2-3写真 M.M.V, OR波形



第2-4写真 分析装置

### 第3章 計測用ティチング・マシンを用いた授業

ここでいう計測用T. M.を用いた授業というのは、現在各方面で多く用いられているプログラム学習的T. M.の使用による授業のことではない。教室において多人数教育を行う場合に、それに対する教育計測が同時に行われているという状態をつくるような計測用T. M.の使用法とその注意すべき条件に何が必要かを研究することを目的とした。

第一報では、計測用T. M.の使用法の分類として、認識表示法、確認法、プログラム学習的方法、仮説実験的方法、問題解決反応測定法、不明提示法などの必要なことを述べ、それらを用いた授業形式を学習の流れに従って8個の段階に分けて示し、最後にこのT. M.の使用のプログラムを組み込んだ学習指導案の作製法について述べた。

今回は上記のような授業活動にあたっての教師の授業指導上の問題点、および個々の児童の指導上の問題点について研究したのでその一部を発表する。

#### 1 授業上の問題

計測用T. M.を使用した授業は、T. M.を使用しない普通の授業とあまり変りはない。したがって普通の授業と指導上はほとんど同様であるが、次のような場合、特に注意しなければならない。

##### (1) 問題提示について

問題提示に関しては一般の授業と同様に生徒の先行経験にもとづくことは当然である。その先行経験に関しては前の授業までの反応曲線などを参考にし、理解度、関心度などを基礎として問題提示しなければならない。

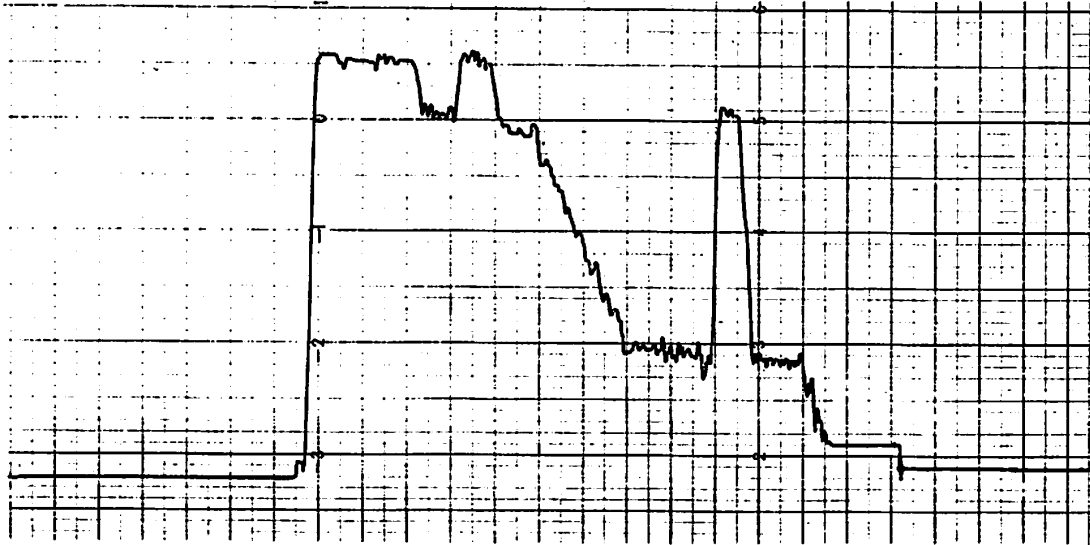
さらにまた問題提示には、細分化の問題(スモールステップ化の問題)があり、しかも一つの教材の中には多種類の先行経験との結びつきがあるので、それをどのような形に生かした上で提示するかということは大きな問題である。そのために今後は集団記録のみでなく個人記録までも分析し、それに基いた問題提示が必要となる。とはいえ児童一人一人の先行経験の連鎖の状態に基いて判断することは、現実には不可能であるが、計測用T. M.で計測された範囲での状態についてはある程度計測、解析、適用が可能である。

##### (2) アドバイス

話し合いの流れの中で、教師があまり気に止めていなかった言葉にかかわらず、T. M.に強い反応が現われていることがある。第3-1図に示すように、教師の「今までの授業でやったことからわかりますよ」というアドバイスに対して反応曲線は直ちに上昇を示し、生徒は何か分ったような状態になり、SWを押す。しかし話し合いの続行の結果すぐに曲線は下降した。教師の発言が一時的に分ったような雰囲気にしただけで本当の理解によるSW-ONではなかったことになる。普通の授業なら児童が理解した

と判断して授業を進めてしまっている危険性を含んだ場合に当る。

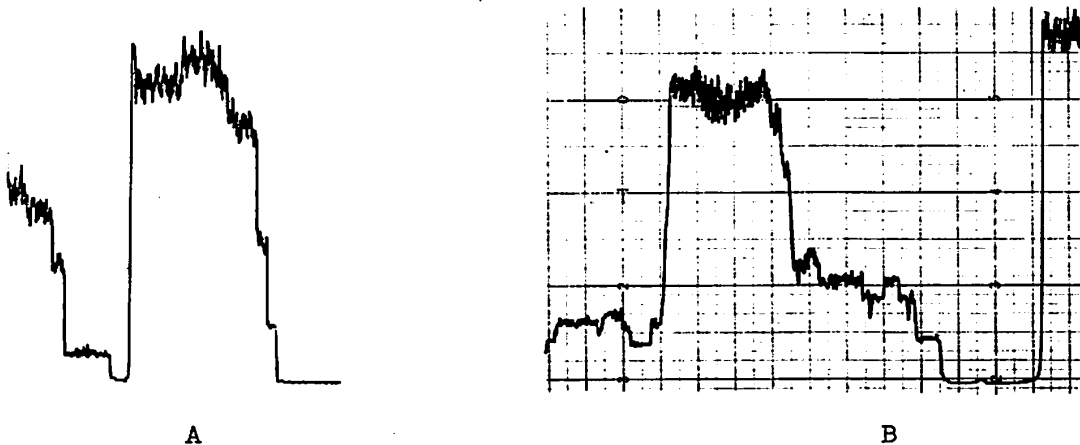
このように教師のアドバイスについては充分研究すべきであり、そのアドバイスの場所、有効性について、T. M. による計測結果はその解析のため使用することによって今後の学習指導上大きな役をはたすであろう。



第3-1図 アドバイス

(3) グループ討論より全体討論へ

グループの話し合いから全体討論への移向上での問題は、現在までほとんど教師の勘によってきたが、T. M. を使用することによってその変化を知ることができる。第3-2図は「グループの話し合いにより分ったらSW③を押しなさい」と指導したグラフである。多くの場合A型(100%)とB型(横ばい)のようになる。A型はグループ内の話し合いで直ぐ100%近くなる場合であり、B型は教材、指導法の欠陥によるのか50%以下で停滞している。A型では100%になったら直ぐグループ代表の討論に移す。B型では停滞後、時間の空費、混迷の増大が生じない限度の期間を見て後代表討論に移す。



第3-2図 グループ討論より全体討論



話し合いにおける教師の態度としては、仮りに児童が正解を発言してもそれに応じて賞めるような態度に出ることが多いが、充分注意を要する。他の児童が思考することなく同調してSW-ONにする危険性が生じるからである。むしろ他の児童たちが思考した後、〃なるほど君の意見が正しい〃と発言するか、〃同意見〃のSWをONにすることの方が賞罰の意味の賞として教育効果は先の児童にとって大きいのではなからうか。教師も討論の終わった後に君の意見は良かったと賞めるべきであろう。

教師はT. A. と児童の状態を常に観察し、児童がどのような状態に置かれているかを知り、適切なアドバイスを適切な時点を選んで行う必要がある。T. A. は教師の勘や経験からの判断力を弱めるという考え方は誤りであってテスターで電圧値、電流値を簡単に調べる場合と同様、多人数に対して勘の及ばない微妙な変化点を察知し、判断を適確にするにある。

## 2 発表指導上の問題点

### (2) 指名方法

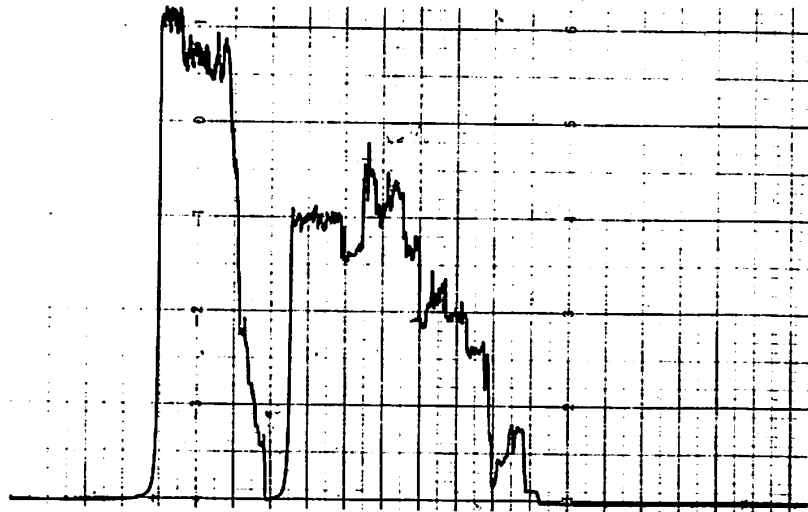
指名方法は現在までいろいろ研究されているが、T. M. を使用しての指名法は特に注意が必要である。T. M. を使用することにより児童の発表が少なくなったり、偏ったりする危険性がある。SW-ONが1つの発表であり、それで満足する児童もありうるからである。したがってT. M. を使用した授業においては、授業の各段階で指名法を変え、たとえばグループの話し合いの場合には、偏った発言者が生じないよう各グループに予かじめ発表順序を決めておく。その日の授業、その時の授業での発表者が分っているのであるから、グループの話し合いの時に決められた発表者が正しくグループの決論を発表できるように討論すべきことを指導しておく。発表者自身もまたグループ内の意見をまとめて発表する訓練ともなり、発表事項に対するある程度の理解が高まるであろう。発表が不完全の時には他の児童に補助的発言を行なうように指名すればよい。T. M. 使用によるこのような欠陥への防止策は理科教育のためのみならず、生活指導の面からみてもプラスをもたらすであろう。なお別の例の一つとして、予想の討論の場合に各児童の意見がSW-①、②、③で表示された時その各おのおの立場からの発表を行わすべきで、正答のみ発表させたりすることは良くない。

### (2) 児童の質問

発表者の意見に対して他の児童から質問が出た場合、あるいは教師に対してある児童から質問が行われた場合、それらの質問にからんで反応曲線に大きな変化が現われる場合がある。教師にとってそれはT. M. を見ておればすぐ分る。この様な時には適切な指導を行う必要がある。

一人の質問者の質問に対し、〃同意見〃のSWが大きく反応した場合には同じような疑問が多数の者に生じたことを示しているのだから、他の数人の児童を指名して補足説明させることにより、その質問はさらに一層浮彫りにされることになる。これに反し反

応が極めて少い時には教師がその質問の整理の意味のある程度のアドバイスをする必要がある。



第3-3図 質問

この際質問に対する全解答をしてしまうべきかは説明をする過程におけるT. A. の表示の変化から判断して決めなければならない。無神経にどんどん説明してしまうことは良いこととはいえない。表示が50%前後の場合にはグループ内での話し合いやその結果の自由な発表を行わせ、教師は良き教育上の司会者としての立場を取らなければならない。これら教師の指導技法の転換はT. A. の表示という教室のテストの存在により始めて可能となる。

第3-3図に示すように、質問によりいろいろと反応曲線が変化する。

### 3 実験指導上の問題

#### (1) 実験への積極的参加

実験への積極的参加の要因は各種の要素があるため一意的に決めることは難しいことである。たゞ各個人の実験への取り組み方の実態は個人記録、等間隔時間による写真判定によって時間を追ってその動きをつかむことができる。そこで種々のデータを基にして研究した結果、グループの組み合わせ、授業の流れにおける各段階の時間配当、各種の指導などについて変えてみたところ、相当の相違が出て来た。

グループ分けについては、児童の好き嫌いの調査、成績、授業中の態度などからグループ分けを行い、その結果を写真判定や個人記録から分析し、より良いグループ分けが可能になることが分った。たゞ研究期間が短いので詳細は次の機会にゆずる。

授業中での指導の変化としては、予想域の長短により児童の実験への積極性に変化があり、実験方法の長短によって実験態度に変化が見られることがつかめた。

このようなより良いグループ分け、およびそれによって生じる学習効果を上記のような記録からの定量的判断によって確認し、全員が積極的に実験に参加するより良い指導法を発見すべく研究を続行中である。

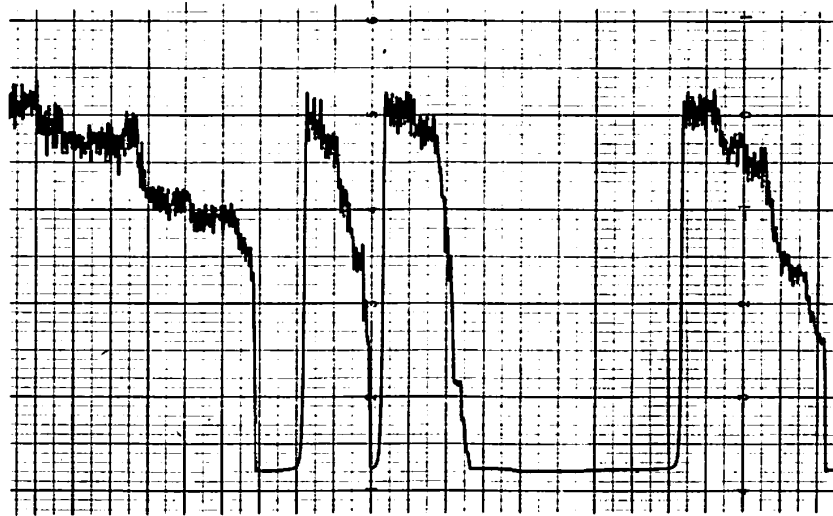
#### (2) 実験指導に関して

実験方法の形式に関しては、第一報において報告したが、実験指導の面において、T.



M. 使用の場合に特に注意しなければならないことは次のようなことである。

数種の実験を同時に一時間の授業内で行ないたい場合、グループ別に異なった種類の実験をさせずに、同時には全グループに同じ実験をさせ、別の実験はその後に全グループ同時に始めさす必要がある。それは実験の計測上児童の実験時間の測定、特定グループの遅れやつまずきを発見でき、指導できるからである。あるいは実験法が不明になった表示が出た場合、他グループもその傾向があり（表示されないまでも）適切な指導ができる。

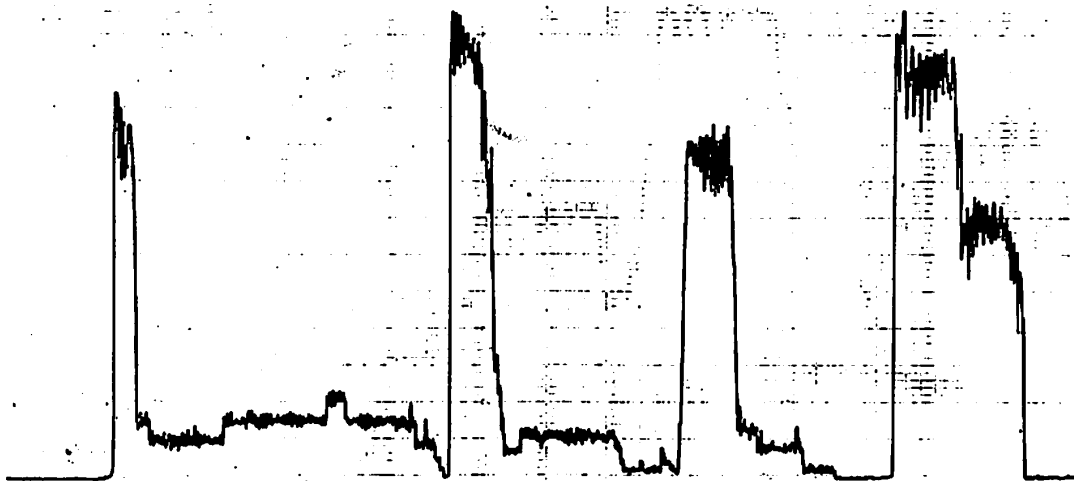


第3-4図 実験

自由反応を伴ったT. A.の使用なくしては全グループがそれぞれ実験に取り組んでいる時に一人の教師がその状態を適確につかむことは困難である。同時一実験の制約があるとはいえ、一つのT. A.表示板上に全グループの正常な活動、異常な活動が表示されることは、その表示への適確な判断によって全グループの掌握を容易にする。

#### 4 スライドを用いた授業

理科の授業において実験不可能な教材の場合、スライドを用いて指導する場合がある。



第3-5図 スライド

この場合の指導法としては、スライドを見せて、児童自身が積極的にその中から問題点を見出すよう指導し、見いだされたものに対し各自の意見を出させ、さらに検討させる。このようにすれば児童はさらに沢山のことをスライドの中から見出すことができる。このようにあくまで児童からの意見により問題解決させるべきである。

この際、教師はT. A. の表示をも併せ判断して、先の児童の質問の項、実験の項で述べたような特異な変化点をとらえ、その時点を利用してより良い方向へ指導してゆく必要がある。なお第3-5図に示すように、スライドによって反応曲線に相当な違いがあり、今後の研究によってスライド使用の授業における最適なスライドの条件を明確にしたいと考えている。

### 5 総合しての問題

以上において計測用T. M. を使用しての授業における話し合い（問題提示、グループ討論の打ち切り時、アドバイスの機会）、意見の発表（指名方法、児童の質問）、実験（積極的参加、指導法）、およびスライド使用学習における問題点について述べてきた。

計測用T. M. は児童たちが気軽に自由な反応を行うことが一番大切であり、かつ小学校低学年においてもそれが可能である。したがって得られた計測結果には今まで考えられなかったような微妙な学級の反応が現われている。それは上に述べて来た通りである。したがってそれは教師の経験や勘を否定するのではなく、より一層正確かつ微妙に高度化させるものであって決して機械化し教師をスポイルさせるものではない。たゞ手を上げたり、発表したり、実験しているのを観察したり、ペーパーテストを採点したりしたところから見いだされる学級指導でなく、より微妙な指導法が必要になることを示すのである。



第3-1 写真 授業

## II 児童指導上の問題点

### 1 実験グループの問題

実験グループにおける児童の分け方は現在まで種々考えられてきたが、その方法は勘にたよるところが多く、また教師が行動を観察しようとしても多人数を同時に見ることは全く不可能であり、そのような観察によるグループ分けは困難である。そこでこのT. M. を用いて児童の行動を、音声、写真、T. A. 反応により自動的に計測し、その結果と現在まで多く用いられて来た性格、成績、ソシオグラムなどの総合的判断にもとづいてグループ分けすべきであると考え、このような方法について研究したので簡単に述べることにする。

#### (1) ソシオグラムによるグループ分けの問題

ソシオグラムによるグループ分けは多数研究されており、ここに述べるまでもなく学級指導、実験指導上重要なものである。しかしこれは学級構造の一面をとらえる有効な方法であるが、一定の時期の一面をとらえるにすぎないので、時どきの児童の感情などにより大きく変化する。したがってソシオグラムはグループ分けに関しある程度参考にはなるが決定的なものではない。したがって、ソシオ・マトリックスを作り、その表を定期的に作製した上で、T. M.、成績、性格などとの関連を研究する必要があった。第3-1表はその一部であり、表の4321は好感の強さを表わし、-1は反感を、0は無感心を表わす。

このようなソシオ・マトリックスを多数作製することによって、実験グループを作る方法の研究の一要素が出来たことになる。

#### (2) 反応曲線によるグループ分け

|                     |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |   |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|
|                     | 0 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 | 0 | 3 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| 反応曲線はクラス全員の反応が現われ   | 0 | 2 | 2 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0 | 0 | 4 |
| るが、これもグループ分けによる変化が  | 0 | 2 | 3 | 3 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0  | 0 | 0 | 0 |
| 現われてくる。実験の場合にグループが  | 0 | 2 | 3 | 4 | 4 | 0 | 1 | 0 | 0  | 0 | 0 | 0 |
| 協力的でないとか、身勝手な者が集まっ  | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0  | 0 | 4 | 0 |
| たりなどした場合に、他のグループが突  | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0  | 0 | 0 | 2 |
| 験を完了してもなかなか終らず、実験完  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0  | 0 | 0 | 0 |
| 了曲線などが100%にならないなどか  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | -1 | 4 | 0 | 3 |
| ら問題グループの存在が発見できる。T. | 3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4 | 4 | 0  | 0 | 0 | 2 |
| A. 表示からもそのグループの内部のバ | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0  | 0 | 0 | 0 |
| ラツキが分る。             | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 3 | 0 | 0 | 0  | 0 | 0 | 0 |

このことから、どんなグループ分けを行ったら実験の反応曲線やグループの話し合いの反応曲線などが変化したかを見出し、学級全体から見た場合の最適なグループ分けの問題の参考とする。

ただし、上記の場合のみならず、理科の授業そのもの、学級経営の問題でもあり、

他教科での同様な実態との関連にも充分注意して反応曲線の研究を行う必要がある。

(3) 個人記録によるグループ分けの問題

個人記録によるグループ分けの問題は高速記録。低速記録の場合の2面が考えられる。高速記録で行う場合にはグループ内の児童相互の関係がSWのON、OFFの速さよりある程度は判明するが、個人差(SWのON、OFF操作上の)の問題があって、相当に高度の分析が必要になってくる。なおクラス全体の反応が速い場合には当然高速記録が必要である。

普通の反応速度の問題は低速記録で充分分析が行える。たとえば個人のクラス全体の学習場面における位置がグループ分けによっていかに変化するか分析可能である。

これらの記録によって個人に関する分析事項に基くグループ分けの研究ができ、今後の研究による成果によっては、グループ編成方法による個人反応の変化、ある特定児童のグループはめ込みの方法、最適グループ分けの方法の問題など各種のグループ分けに関した問題を確定できはしないかと考える。T. M. 反応の分析法の確立は今後の問題ではあるが、上記のような面を考慮した上で行われる必要があろう。

(4) 写真によるグループ分けの問題

写真によるグループ分けの研究も現在まで多数行われてきたが、多くの場合に時間が数時間の計測によって完了しており、長い時間をかけて計測することが少なかった。それは計測そのものが大変な仕事であって、等間隔にシャッターを切ったり、それを毎時間行うことが不可能であったからである。しかしT. M. によってこれらの問題は解決され、教師の仕事はフィルムをカメラにセットして、計測開始時間を決めておけば、後は自動的に機械が計測してくれるため、授業中の仕事は

全くなく、かつ教師以外の者が教室にいて観察する必要もなくなった。

このため長時間の観測が可能になり、児童のグループ分けの問題に大変役立つようになった。この計測法は30秒または1分間隔でシャッターを切ったが、何秒が良いかは第4章で分析される。

第3-2表は2グループの写真計測の結果の一部であり、そこで見ると同時刻でのグループ内の動きは相当違う。この違いの原因は当然グループ構成の問題である。

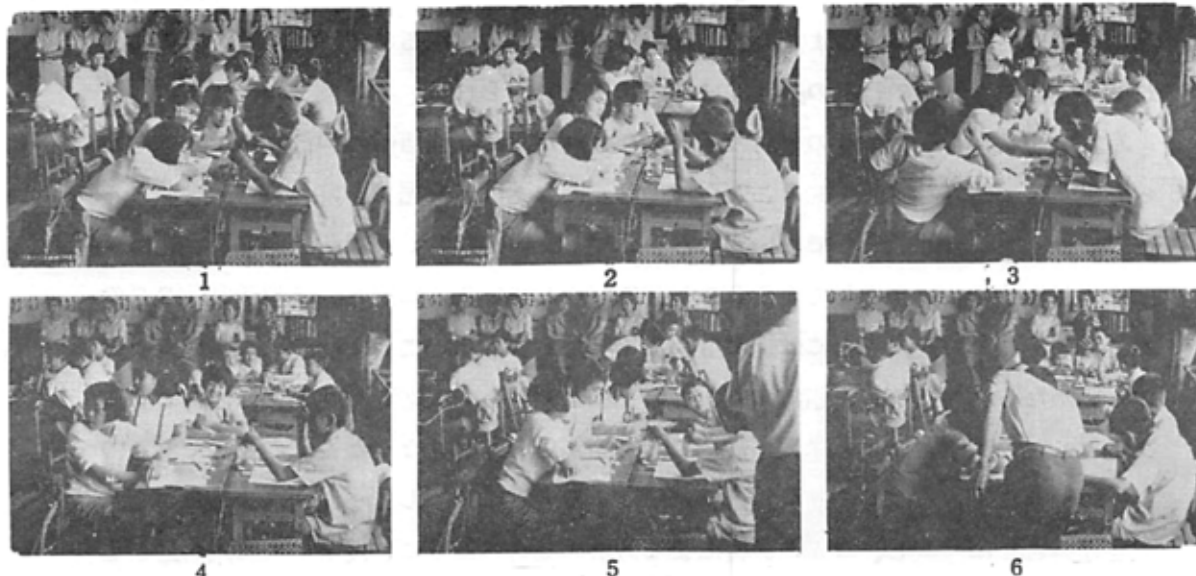
また極めて良い動きをするグループも見い出せるし、その動きの変化を追求することによりグループ構成の各人の相互作用、相互関係、メンバーの特性の組み合わせなどが解析できる。

なおグループ内の個人の問題点もこれからある程度分り、個人指導の面からも重要である(個人追跡より)

|  | Aグループ     | Bグループ   |
|--|-----------|---------|
|  | 4 4 4 4 4 | 4 4 4 4 |
|  | 4 4 4 4 4 | 0 0 2 2 |
|  | 4 4 4 4 4 | 3 7 3 0 |
|  | 8 8 0 6 1 | 3 3 3 3 |
|  | 1 3 1 1 1 | 6 4 4 6 |
|  | 4 4 4 4 4 | 3 6 4 4 |
|  | 4 4 4 4 4 | 4 4 4 4 |
|  | 6 4 0 3 6 | 1 1 2 2 |
|  | 4 4 4 0 4 | 4 4 6 3 |
|  | 4 4 4 6 4 | 6 4 0 4 |
|  | 4 4 0 0 4 | 4 4 4 0 |
|  | 3 4 0 6 4 | 0 0 4 4 |

第3-2表 写真表





第3-2 写真 グループの行動

(この写真と、第3-2表とは同一内容のものではない)

#### (5) 総合判断

このように、(1)~(4)までの方法を用いて総合的判断をしてこそ教育効果のあるグループ分けの問題が解決されるのであって、決して一面的なものでグループ分けするのはいけなと考えられる。

しかし以上に述べた方法によることは相当の労力を必要とし、今後の研究に基いて自動的なデータ処理が可能であるよう目下研究中である。データ処理センターと同時に分析センターのサービスを考えるのも一方法であろう。いずれにしても教師に過大な労力を強要することなく、かつ正確で最適なグループ分け、グループ内個人分析ができるようにすることが重要と考え、目下研究中である。

#### 2 個人記録と分析

計測用 T. M. による個人指導の問題は個人記録、個人記録と全反応の関係、写真、音声など多くの面からの計測ができる。しかし今のところ細部にわたる研究ではなく、このような方法があるという試案の段階である。

##### (1) 個人記録による方法

個人記録には高速による人間の反応の限界での計測が可能であり、高速の条件反射的なものの計測も可能であって、個人問題を考える場合の基礎的要素の研究ができる。

低速反応曲線からは授業中におけるクラス平均から見た場合の当児童の位置が判明して個人的指導の基礎的要素とすることができる。すなわち個人指導をする場合の基礎的要素である思考方法の問題、実験観察力の問題、知識量の問題などの個人的水準、特性が判明するので個人指導の基礎データとすることができる。

##### (2) 写真による方法

写真による方法は個人の動作が1分または30秒おきに判明するので、当児童が個人的にどの学習段階ではどのような行動をとる特性があるか知ることができる。研究によれば一生徒の授業中の行動の追跡はほぼできると考えられる。

写真によるグループ分けの検討の場合になされた研究は他面個人の行動の追跡にもなっており、一個人の特性を知ることができる。たとえばある児童を好きな者同志にグループ分けした場合と、そうでない場合とを比較して調べると、学習活動の優秀な児童ではよそ見をする数が平均して1:3の割合で減少しているのに反し、学習活動、SSのあまりよくない児童の場合には逆に3:2で増加している。このように個人指導において、いかなる方法で個人を指導するかという場合(たとえばグループ学習にどのように参加させるのがその個人の学習のために効果的かというようなこともその一つであって個人の特性によっては逆の効果が出たわけである。)に、決して一面的に決めることができないことに注意し、写真の分析による方法の場合のように、授業中の個人の動きをできるだけ詳細に計測した上で指導する必要がある。

### (3) 総合的判断

上記(1)、(2)を個人的な指導において重視すべきことについて述べたが、それは決して従来からの評価、教師のその児童の性格、特性への経験的判断、ソシオグラム、SS、IQなどの重要性を否定しているわけではないことを強調したい。先にも述べたように、ここで用いている学習活動の流れに沿った各種の動的計測から見い出される資料の中に、児童個々の特性、能力に関する各種の情報が現われており、それらが従来からの方法を強力に補強し得ることを述べたものである。またそのような立場から総合判断すべきである。

たゞこのようなT. M.の使用が場合によっては学級の、個人の評価のための学力を軽減もでき、自動化もできるし、場合によってはそのみならず、より精度の高い学級・個人の学習診断ができるようになるだろうと考えるのである。児童たちは抵抗なくこの自由反応を含むT. M.使用の授業を受け入れているのであるから、学級診断のチェッカー、テスターとしてのT. M.をさらに児童個々の学児診断として利用するシステムの完成は重要な意味を持っていると同時に、そのより良い方法の研究、使用に対して否定的に考える必要はあまり無いと思われる。

もちろん個人指導のための総合判断のためには、T. M.は計測用としていかにあるべきか、将来も残さなければならない従来からの評価法として何があるか、教師の経験判断との関係は何か(T. M.で不可能な空白の明確化がこれら後者2つ、従来からの評価法で残るものと教師の経験の必要性を明確にしよう。)など研究すべきことは沢山ある。これらについては今後さらに研究を進めてゆくつもりである。