

教育機器の利用による数学指導の実験的研究

—現代化の視点にたつて—

目 次

I	研究の構想	1
1	問題の所在	1
2	教育機器に対する考え方	2
II	研究の目的	3
III	研究内容および方法の概要	4
1	実験研究には、LL装置の機能の一部を使ったことについて	4
2	コントロール・コンソール、ブース、LL教室の使用法について	6
3	プログラムド・ブックについて	7
4	研究計画	8
IV	調査結果の概要	9
1	学習効果の比較	9
(1)	テスト 1	9
(2)	テスト 2	10
(3)	テスト 3	11
(4)	テスト 4	12
(5)	終末テスト	13
(6)	マトリックスによる学習効果率の比較	19
(7)	把持テスト	21
2	プログラミングに関する考察	23
(1)	学習進度管理について	23
(2)	教師の指導の徹底の度合について	23
(3)	学習プログラムの分析	24
(4)	教師の本研究に要した時間的負担について	24
V	ま と め	24
1	TMの利用による学習と一斉指導の関係	24
2	TMの利用による学習は有効である	25
VI	おわりに	26
VII	参考資料	27
1	条件統制について	27
2	プログラム学習と教育機器の学習についての説明	28
3	テスト問題	28
4	プログラムド・ブック	31

I 研究の構想

1. 問題の所在

◎学習指導に視聴覚器具が導入され、それらについていろいろな角度から、その効果について論究あるいは、実証されてきている。視聴覚器具の学習指導への導入の背景を、西本三十二氏は次のようにのべている。

「人間は道具をつくる動物であるという、ことばと文字は人間のつくり出した道具のなかでも、もっともすぐれたものであって、これを上手に使うことによって、人間はいつそう人間らしく成長し、発達していくものである。したがって人間の教育のなかで、ことばと文字を通しての教育が重要な部分を占めることは昔も今も変りない。しかし今日の教育では、ことばや文字によって概念化され、抽象化された知識を、記憶し暗記することを重んじ、ことばや文字のうえだけの議論や概念の遊戯に終っている場合が多い。これに具体的な経験や事物、感情の裏づけをなす教育が、これからの学校教育において重要性を増してくる、これが戦後、世界各国で提唱され、探求され、実践されて来た視聴覚教育の拠りどころの一つである。」

視聴覚器具の学習指導への導入は、一斉指導の特質の一つである「同一の時間と場所で、1人の教師が大ぜいの子供に対して多くの内容を伝達できる。」の面で著しい効果をもたらすとともに、概念の世界と実在の世界をつなぎ、抽象の世界と具象の世界を結びつける面でも活気的であったといえよう。しかし視聴覚器具の学習指導への導入は、前述のような優れた面をもってはいたが、一斉授業の欠陥といわれている、教師中心の画一化された学習の域を脱することができない面や、学習活動が一部の子どもに限定されがちな面を解消することを可能にはしなかった。さらに学習者の反応を確認することも、またフィード・バックすることも視聴覚器具ではなし得ないものである。このように

視聴覚器具は、伝統的な教師中心の一斉学習指導の特徴である。言語のもつコミュニケーションの限界（知覚心理学的に、空間、時間的に）を越えることが不可能な面の解決のために、導入されたもので、教育効果における価値は認めることができて、個別指導のシステムには、視聴覚器具の機能は、必ずしも適しているとはいえないように考えられる。

◎伝統的な学習指導は、前記のように教師中心の一斉学習指導（一斉授業）がその中心をなしていたものといえよう。ところが、「この伝統的な学習指導に対して新行動主義心理学（学習心理学）と高度に発達した科学文明が、次のような問題点を指摘している。

- (1) 学習は、学習者自身が行なうものである、そこには学習者の積極的なドウイングがなければならない。
- (2) 能力差に応じた学習指導が可能かどうか。自然学級であれば、学力は一般的には正規分布を示す、したがって個々の学習者に適合する学習課題が用意されなければならない、画一的な学習課題では、能力差に応じた指導のねらいに到達するとは考えられない。
- (3) 学習論（ただしS-R 結合説）に適合した学習指導がなされていたか。すなわち学習過程その

ものが科学的実証性に富んだものか、合理的な、つまづきの少ない学習過程であったか。学習者の刺激に対する反応にたいして、直後強化が適切であったか。などの諸問題があげられる。」(註1)

これらの問題点は、伝統的な一斉学習指導(一斉授業)の欠陥を明らかにしているものであり、学習指導の個別化への道を示唆しているものといえよう。一斉学習指導(一斉授業)の形態が、我国の学校教育の現状からして、すぐ変化するとは考えられない。とすれば一斉学習指導の良い点を、ふまえながら、前述のように個別化への道にせまるには、学習システムの設計を中心に、いろいろな指導法を研究することによって、達成しなければならないと考える。

◎今日の社会状況は、教育の場にも工学的な運営や処理を要求しているものといえよう。企業のなかには、企業内訓練において、プログラムをテーピングマシンにのせて、技能訓練や生産工程等の理解を効果的に実施しているところが多くなっている。これからの学校教育でも、教える内容の増加が必至であり、その内容を限定された年限に学習させることは、ますます困難性を増すものと考えられる。さらに1人の教師が指導をする場合、対象となる生徒数が30人以上である現状からみて、一校時に全部の生徒の指導をすることは不可能に近い、さらに能力差の問題もあり、個別指導への道は遠いものといえよう。この個別指導へ近づくために、一斉学習指導(一斉授業)のなかえ、テーピングマシンを導入することによって、教師の指導の限界の領域を広げることができ、効率の高い学習指導が可能になるとするならば、学校教育にとって意義があるものと考えられる。

2. 教育機器に対する考え方

「教育工学という用語が用いられはじめているが、その内容するところや他との関連が必ずしも明確でなく、概念的にも定着していない。しかし、教育工学についてのコメントもヴィジョンも、当然のことながら、その目的として、教育方法、技術の合理化、高能率化をはかることをかゝっているが、その方法論および研究対象である、その内容に関しては、いわば体系化されつつあるのが現状である。

教育工学の体系化を試みたものとして、坂元昂氏の定義があるが、ここでは、「工学」の意味を、それを一般に意味する、工業技術という意味と、実用的な手順、手段、方法などを考案・設計するという意味とに分けて考えてみると、教育工学は、まず、教育に用いられる機械的な器具、つまりハードウェアを提供する工業技術のことであり、また、これに対し、行動科学などによって得られた事実や法則にもとづいて、実際の教育の方法を設計するという、ソフトウェアの教育工学でもあると考え、この両者を総合的、相補的にとり扱うことに、その独自の意義を見出すことができる。これはテーピングマシンとプログラミングの密接な関係に集約されていることであり、教育工学の基本的な構えである。教育工学の中心課題が、教育効果の最大、最適化であり、それが従来からの経験とカンによって処理されて来た教育方法に対して厳しく反省を求めているものといえよう。」(註2)

教育機器(註3)はハードウェアの教育工学を受けもつものであり、学習の効率を高めるための一種

(註1) 教育研究 第37号 プログラム学習に関する実験研究 京都府教育研究所

(註2) 教育工学研究 1969, No. 1, 教育工学社

(註3) 教育機器=テーピングマシンとしてこの論文では定義づけることにする

の教具である。こうしたすべての教具をテイチングマシンというのではない。テイチングマシンは
「(1)刺激を与えると同時に、学習者に反応させ

(2)その反応に対して即座に結果をフィード・バックし、かつ

(3)学習者に自己のペースで学習させる。」(註4)という機能を備えた教具をいうのである。
だから、テレビやテープレコーダーは機械(マシン)である。なぜならばテレビは、学習者に刺激を与
えはするが反応を求めないし、フィード・バックの機能もなく、加えて集団に対する授業に使用される
ことが多い。テープレコーダーは、集団と個別指導の両面に利用され、くり返しがきくものであるが、
刺激に対して即座にフィードバックさせることが困難(プログラミングの問題とともに)であることか
ら、テイチングマシンとはいえないのである。このように従来の視聴覚器具は、どちらかといえばマシ
ンに属するものが多いといえよう。

しかしテレビやO・H・Pやテープレコーダーは、教師やテイチングマシンが教える場合の補助用具とし
て、すぐれた性能をもっている。最近は機械の重要性が再認識され、コンピューターを利用して、学習
者の反応の質によって自動的にプログラムを変更していくことのできる複雑な機構のテイチングマシン
もつくられている。個別指導を完全に行なうとすれば、このような高度な機構のマシンが必要となるの
である。

テイチング・マシンは、従来の教育を大きく変革していく可能性がある。しかもテイチングマシンが
実用段階に入ってきた今日、これと相補的にとり扱われるべき、ソフトウェアの教育工学に属するプロ
グラミングの研究が、より重要になってくるのである。プログラミングの問題は、「伝統的な一斉学習の
問題点を解決できる一つの方法である、プログラム学習のあり方として研究され、それに含まれた形で
報告されている。」(註5) プログラミングのコースアウトラインの決定、その他ステップの大小等、
プログラミングのテクニックも初期の段階にすぎないのである。

教育機器の導入は、教師の指導領域の一部を助け、教師が本来の活動を十分に行なえるために行なう
のであって、教育機器が教師にとって代るのではない。したがって、教師と生徒のコミュニケーション
や生活指導は、機器の導入によって、今までより強化されるものでなければならないと考える。

Ⅱ 研究の目的

研究の構想のところで、一斉学習指導の問題点とそれに関連した指導のあり方の方向と教育機器とは
どのようなものを指すのか、またそれと密接な関係にあるプログラミングの今日的な課題についてのべ
て来た。そこで一斉指導の良さをふまえながら、個別指導へ近づくために、

・従来の一斉授業のなかにプログラム学習を、部分的に取り入れた学習と教育機器の導入による学習
との学習効率に関する比較実験を行ない、中学校数学科における学習指導法の改善に資する
教育機器の導入による学習効率に関しての実証的研究が内外でなされてきたが、本実験研究もこれら一
連の研究成果を補い、たしかめる意味をもって行なったものである。ただ本実験研究が比較的短時間で

(註4) 教育工学研究 1969 No.1 教育工学社

(註5) プログラミングのあり方について、大阪府科学教育センター、京都府教育研究所などから発
表されている

はあるが、教育機器を授業に十分に活用し得るのだろうか、また学習効率を高めるものなのかを、たしかめるための手がかりの資料を得ることによって、間接的に学習指導法の改善を試みたいのである。

Ⅲ 研究内容および方法の概要

すでに述べたように、教育工学の基本的な構えからすれば、ハードウェアとソフトウェアを対比して考えながらも、総合的・相補的に取り扱う立場からテイティングマシンの効果性について研究するのが、もっとも望ましいのであるが、当センターには、わずかに一台のシンクロフアックスしかなく、設備の面やその他人的構成、経済面、時間等の制約があるので、次のように計画した。

1. 実験研究には、特定の型のテイティングマシン（以下 T M と略記する）を使わないで、新大付属高田中学校に設置してある、L L 装置の機能の一部を使って、T M の機能を果そうと考えた。

以下に掲げる図は、本実験研究に利用した機器と L L 教室である。（図 1, 2, 3）

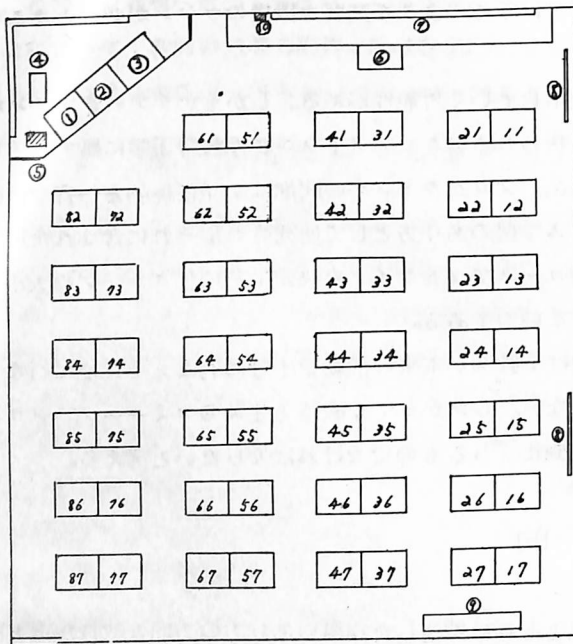


図 1 L L 教室平面図

①ビデオコーダー ②コントロール、コンソール ③テープコーダー ④テレビカメラ ⑤親テレビ ⑥コントロール、コンソールの一部 ⑦黒板 ⑧ヒーター ⑨冷房装置 ⑩スピーカー

（註）教室内の机の番号は、ブース番号であり、図 2 の⑪に連絡している。

そこで、L L 装置の機能を、T M の機能である以下のことに対応させた。

「刺激を与え、学習者に反応させる」に対しては、本実験研究では、TV 用プログラムを、TV に映写することによって、課題を与え、それに反応させた。

「その反応に対して、即座にフィード・バックする」に対しては、TV に写った課題の予定時間が終了すると、ただちに正答を TV に写し、反応の正誤を確認させる。誤答の場合は直ちに、コールボタンを

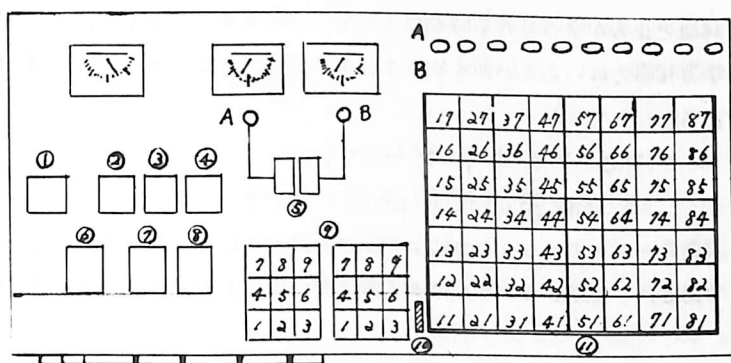


図2 コントロール・コンソール

- ①ラボラトリー・スピーカースイッチ ②モニターセレクトスイッチ ③④モニターセレクト・スイッチ A, B ⑤ブレイクイン A B, ⑥プログラムモニター・スイッチ ⑦コミュニケーション・スイッチ ⑧スチュデントスイッチ ⑨ベースセクター ⑩クリアーボタン ⑪出席表示板 (呼出兼用) そのなかにコミュニケーション・ランプ

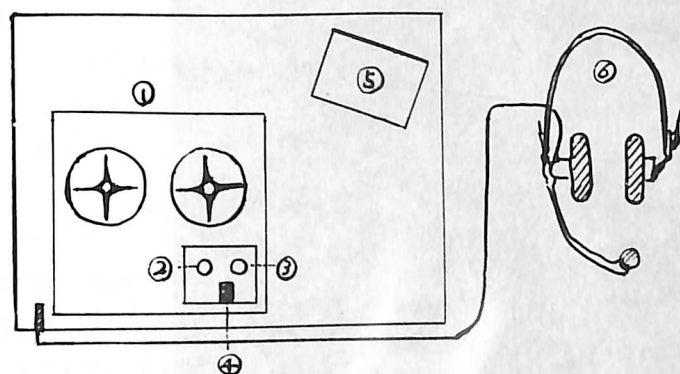


図3 ブース内の平面図

- ①テープ・レコーダー ②プログラムセレクトランプ
③コールランプ ④コールボタン ⑤8インチTV
⑥イヤホン

押し、教師の合図で、
ボタンをはなす。

(図3の④がコールボタン)。仮りに31番のブースの生徒が、コールボタンを押したとすれば、直ちにコントロールコンソールの(図2参照)⑪の31番の所に、ランプがつく、このランプのついた数を集計することによって、フレー

ムの通過率を知ることができる。

※ 通過率が、80%以下の場合には、補助プログラムの提示または、そのフレームに関連したことを、TVで説明を加え、通過率を高め、次へ進むのである。このような方法を、本実験研究では、即時強化とよぶことにする。

「学習者に自己のベースで学習させる」に対しては、古くて新しい問題であるが、一斉指導の改善をめざす立場から、学習者(生徒)独自のベースで学習させないためをとった。

統制群は、自己のベースで学習する場合が多いが、ところどころで一斉学習指導を行なった。

実験群は、TVに映写される課題と正答が映写される時間によって、学習進度管理をした。したがって厳密には、TMの導入による学習指導とはいえないかも知れないが、即時強化ができる点で、TMによる学習指導であるとしたのである。

2. コントロール・コンソール、ブース、 LL教室の用法について

次の写真は、LL装置による授業の一コマである。これは、教師が管理室にいて、コントロール・コンソールを使用しているものである。（ただしこの写真は本実験研究に関係したものではない）

LL 教室内

（ビデオコーダー、テーブプロジェクター、テレビカメラは、これには写っていない）



次にこのLL教室で、LL装置の機能の一部を使って、数学の学習指導をする方法について述べよう。

- (1) 生徒が入っているブース内テレビ(8インチ)に、ちょうど問題が入るように、ワラ紙に7.5×7.2cmの枠を書き、その中に黒インキで問題をかく(字の大きさ10ボくらい)。すなわちプログラムド・ブックを、テレビ用にかきかえる作業が先づ必要である。(テレビ用プロの作成)
- (2) 親テレビの画面が鮮明になったら、フレームの予定時間学習させる。(TV撮影)
- (3) 予定時間終了後、ただちに正答を写す。
- (4) 図2の⑪のランプのついた数を確認する、仮りに、 $\square/50$ (80%以下)の \square の中が10以上ならば、すぐこのフレームの説明をTVでやるか、または他のプログラムによって学習させる、次にもう一辺このフレームの通過率を確認する。コールボタンをはなさせる。
- (5) 質問の有無を確認する。質問は、生徒がコールボタンを押すことによって教師をよぶ。つぎに生徒は図3の⑥のイヤホーンをつける。教師は、ただちに図2の⑨を押す(たとえば14番なら右側の1と左側の4を押せばよい)と、その生徒とのみ会話できる。全員に聞かせたいなら、図2の①を教師が押せば、全員に聞かせることができる。
- (6) 次のフレームに進む。

※ビデオテープ(60分用)にあらかじめ、プログラムを吹き込んでおいて、前記のような学習を進めることもできる。この場合、生徒の学習中のつぶやき等を図2の⑧⑨を押すことによって盗聴ができ、さらに、前面のガラス窓より全体を視察することが可能である。特にV.T.Rをストップ、または巻きかえすことによって、ウォッシュバックできる点が特徴である。

3. プログラムド・ブックについて

後でのべるが、二群法による実験研究を計画したので、指導内容の体系や、発問、助言、板書など、両群を出来るだけ同一条件に、統御する必要がある。そこでプログラムド・ブックによって学習を進めることとした。プログラムド・ブック(資料参照)のプログラミングについては、次のような視点にたった。

- (1) スキナー型の一本すじ(fixed-sequence)の型にした。
- (2) ステップ・サイズをできるだけ小さくした。
- (3) アイテムの問題構成は、構成形式と再認形式の両方を取り入れた。
- (4) ステージ終了ごとに、練習アイテムを入れた。

この4事項とも、研究不足でプログラムド・ブックといえるかどうか不安であったが、両群の学習条件を統御する意味で作ったものである。このプログラミングの良否については、事後テスト等から判定でき得るなら、「教育工学本来の構えである、学習プログラミングの研究とテーピングマシンの開発とは、相互に刺激を与え合い、発展を促すべきものである」(註)という意味において意義があるものと考えた。

プログラミングが効果的であればある程、TMに流した場合効果が大きいといわれている。このプログラミングの問題は、研究領域が広く、研究も初期的段階であるといわれている。本実験研究では、TMの

(註) プログラム学習に関する研究(1) 16集 大阪府科学教育センター

導入による学習指導の立場から、プログラミングのあり方を、側面的に探究しようと試みたもので、直接の研究対象とはしなかった。

4. 研究計画

(1) 学習指導期間

昭和43年11月15～同年12月17日まで(15時)

(2) 実験対象(等質群をつくるに関しては、27頁の資料参照)

① 新潟大学教育学部附属高田中学校 第1学年2学級(各50名)

実験群(プログラムにTMを利用する学習) 統制群(プログラム学習)

② 実験群, 統制群は, 統制条件が近似するように, 学級編成されていたので, 全員を対象とし, 両群を性別に関係なく, H群(上位群), M群(中位群), L群(下位群)に分けた。

各群の構成人員は, H: 両群とも16名 M: 両群とも15名 L: 両群とも19名

③ 対象を等質2群とするための統制条件

a 知能, 学校で実施済みの集団用知能検査結果(田中B式)をあてる。

b 数学学力, 一学期末の素点をあてる。

c 国語学力, 全 上

d 学習レディネス, 研究者作成のテストによる

e 学習目標に関する事前学力, 事前テスト(終末テストと同一)結果による。

(3) 指導内容 「比例・反比例」

(4) 指導計画 (31頁の資料参照)

(5) 学習指導方法

① 実験群

a LL教室で学習する, 各ブースに着席(座席決定), お互いの会話は原則として禁示する。

b 各ステージごとに, そのステージの学習目標の概要を一斉指導する。(1～5分)

c TVによって, 一斉学習をする。誤答のときは, 必ずコールボタンを押させる。

d 質問するときは, コールボタンを押し, イヤホーンをつけて, 教師と対話する。(質問の生徒が多いときは, 同時に複数の生徒と教師が会話できないので, 質問の傾向をまとめて, 一斉指導をする)

e 学習進度管理は, TVの映写時間によって行なう。

f 練習問題は, 教室での学習時のみ与える。

g 単元を4区分し(第1区分, いろいろな変化の仕方, 第2区分, 比例, 第3区分, 反比例, 第4区分, いろいろな変化のグラフ), 各区分の学習直後にテストを実施する。

h 単元の学習終了後に終末テストを, 30日後に把持テストを実施する。

i 誤答者が多い場合, そのフレームを説明するか, または他のプログラムを学習する。

j 各ステージの学習が終了しても, 家庭課題は与えない。

② 統制群

- a 普通教室で学習する。
- b 各ステージごとに、そのステージの学習目標の概要を一斉指導する。(1～5分)
- c プログラムド・ブックにより個別学習をする。
- d 個別学習後、そのステージの学習目標について、一斉指導をする(10～20分)
- e プログラムド・ブック及び練習問題は、学習時にのみ与える。
- f 単元を4区分し・・・以下実験群と同じ。
- g 学習進捗管理は、練習問題によって行なう。
- h 単元の学習終了後に終末テストを、30日後に把持テストを実施する。
- i 学習プログラムの解答は、第1回目の学習では解答表に記入させ、(余裕のあるものは2回学習する者もある)2回目は、プログラムド・ブックに記入させる。第1回目が誤答のときは、×印を朱書させる。
- j 指示するまで、次のステージに進ませないようにする。
- k 個別学習中の質問は、無言の挙手による。

※ グラフを学習する場合に、両群ともグラフ用紙を持参させた。

(6) 資料の分析のねらい

- (1) TMの導入による学習とプログラム学習を中心とする学習との学習効率の比較
(統制群法による2群比較)
 - a 次のア、イの得点結果より、対象2群間の学習直後効果について比較する。
ア テスト1, 2, 3, 4 イ 終末テスト
 - b 把持テストより、学習把持について比較する。
- (2) プログラミングに関する考察
 - a 学級全体の進捗を一定にするために、実験学級ではTVの映写時間を、統制学級では練習問題をそれにあてたが、目標に対して妥当であったかを考察する。
 - b 両群とも、教師の指導が(つまつき、誤答の指導等)、学級全体に徹底したかを考察する。
 - c 学習プログラムの分析
正答率を算出し、学習効果との関係を考察する。
 - d 教師の時間的負担について
教材研究、プログラムド・ブック作製、テスト類の処理に要する時間的な負担を算出する。

Ⅳ 調査結果の概要

1. 学習効果の比較

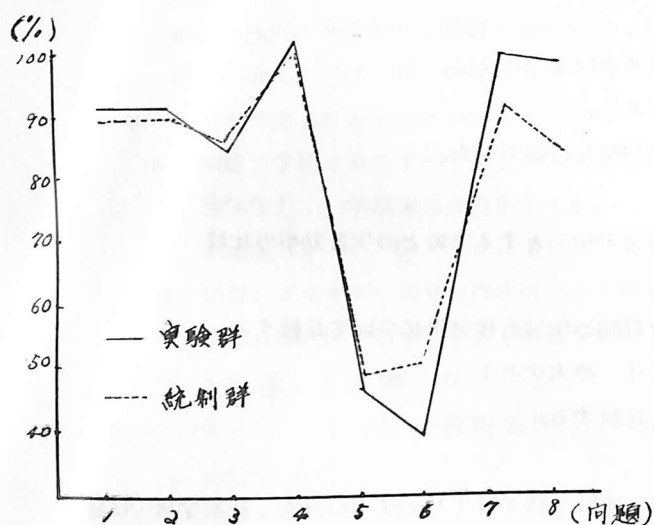
(1) テスト1 <考察>

プログラムによる学習効果とTMを利用した学習による効果の差を細かく分析するために、実施したのがテスト1～4までである、テスト1はいろいろな量の変化についての理解の概要をみるため

表 1

得点平均の比較 (40点満点)

	H	M	L	全
実験群	36.1	34.7	30.0	33.8
統制群	36.3	32.0	27.9	32.1

図 4
問題別正答率

より優位であるといえよう。

・グラフでは問題5, 6が特に両群とも悪い, これは一次関数に関する内容であったからと考える。

(2) テスト2

<考察>

表 2

得点平均の比較 (60点満点)

	H	M	L	全
実験群	48.4	42.8	36.3	42.4
統制群	49.1	41.6	32.2	40.9

の問題が中心である。

- ・事例的には, M・L群では実験学級が優位であり, H群では統制学級が優位であることを示している。上位群では, TMの利用の有無が, 効果を左右するとは考えられないようである。
- ・メデイアン検定によれば ($\alpha=0.05$) で, H・M・L群ともに両群に有意差なく, わずかにM群では, ($0.25 > \alpha > 0.1$) で, L群では ($0.50 > \alpha > 0.25$) で有意差を認めうる。したがって, わずかに実験群のML群が, 統制群

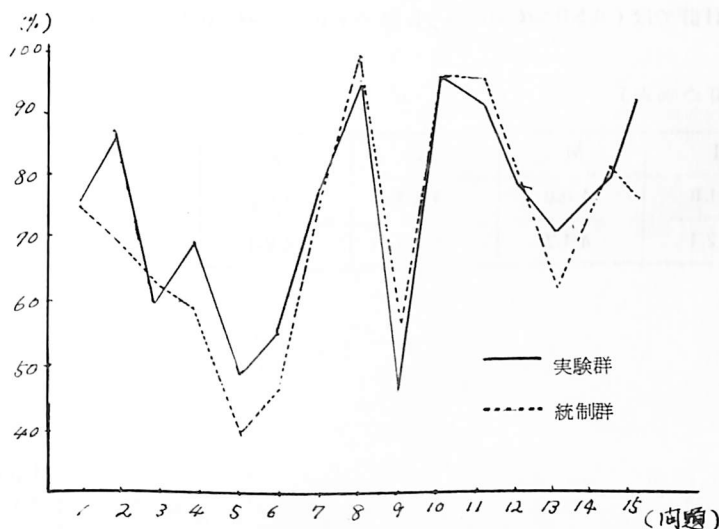


図 5
問題別正答率

表 3
得点と知能，数学学力との相関

	得点－知能偏差値	得点－数学学力
実験群	0.71	0.67
統制群	0.42	0.53

・このテストは，比例関係についてのものである。

・得点平均に関しては，両対象群に有意差がない。(メデイアン検定 $\alpha = 0.05$ t検定 $\alpha = 0.05$)。しかしH群，L群では実験学級の方が，2つとも ($0.50 > \alpha > 0.25$) で有意差を認めうる。しかし，TM学習とプログラム学習による効果は，全群でも，上・中・下位群でも差がなかったといえよう。

・問題別正答率のグラフによれば，問題3,4,5,6,9,13が，両群とも通過率が悪い，したがってプログラミングにおける，ステップ・サイズ，フィードバックを中心に，再検討しなければならないと考える。

事例的では，問題1,2,4,5,6,7,12,15で，実験群が優位ではあるが，必ずしもTMの利用による学習の方が効率が高いとはいえない。

TM用のプログラムは，TMの性能を十分に発揮するように作成するのが大切と考える。

・テスト2の内容が，この単元の中心教材であるので，このテストの得点と知能偏差値，数学学力点との相関をもとめた，相関はTM学習の方が高くなっている。TMによる学習は，知能に影響されることが統制群より大きく，また数学の学力にも影響されることが，プログラム学習より大きい。したがって，TMの利用には，学習直前の学力を把あくするとともに，知能偏差値またはIQによって，生徒をいくつかの群に分け，それに適したプログラムによって，TM学習をする必要があるように考えられる。

(3) テスト3

<考察>

・このテストは反比例に関するものである。

・得点平均に関しては，両対象群間に5%で有意差が認められない。(t検定，メデイアン検定)

教材の構造からいえば、比例と同様な構造をもっている教材である。各群を比較すると
メデイアン検定によれば、H群では ($0.50 > \alpha > 0.25$) L群で ($0.50 > \alpha > 0.25$) わずかに有意差

表 4

得点平均の比較 (50点満点)

	H	M	L	全
実験群	41.8	40.8	35.1	39.2
統制群	42.1	41.3	34.1	39.1

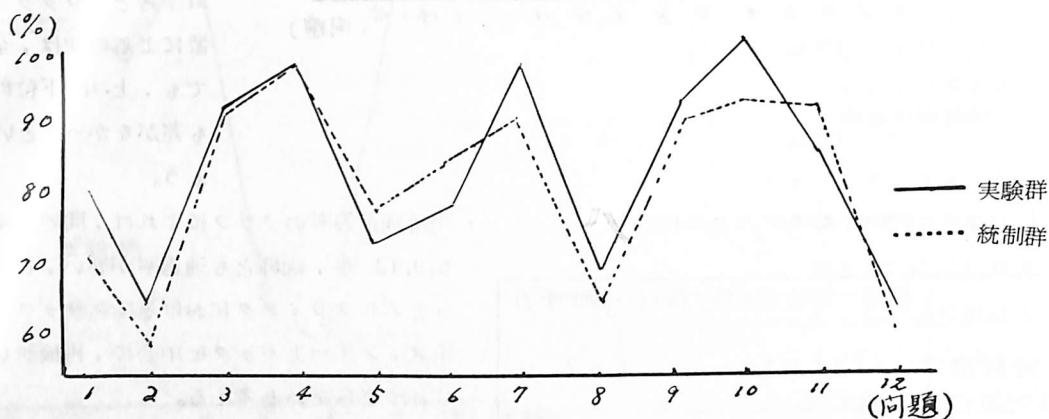


図 5

問題別正答率

を認めうるが、プログラム学習とTM学習による差はないといえよう。

- ・問題別正答率のグラフによれば、問題5で実験群が特に優位である、したがって、この問題の内容とTMによる学習との関係を分析することが必要になろう。

通過率は問題5, 9, 13が低かったが、一応反比例に関するプログラムは両群にとって効果的であったといえよう。

(4) テスト4

<考察>

- ・このテストは、いろいろなグラフに関するものである。
- ・得点平均の比較によれば、両対象群間に有意差は認められなかったが、事例的には実験群が優位である。(メデイアン検定, t 検定, $\alpha = 0.05$)

M群では (メデイアン検定 $0.25 > \alpha > 0.10$), L群では (メデイアン検定 $0.50 > \alpha > 0.25$) で、

表 5

得点平均の比較 (60点満点)

	H	M	L	全
実験群	56.9	52.4	47.7	52.4
統制群	56.3	49.3	42.3	49.3

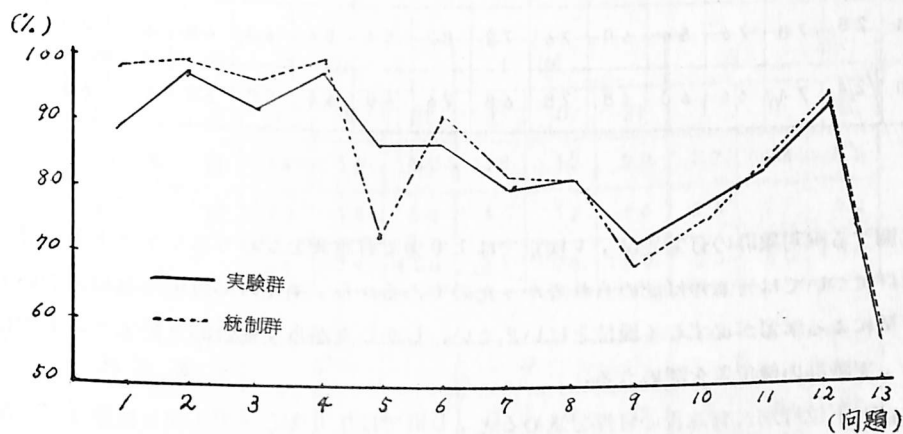


図 6

問題別正答率

実験群の方が優位ではあるが、TM学習の方が効果があるとはいえない。

・問題別正答率のグラフによれば、問題1, 2, 3, 7, 8, 9, 12でTM学習の方が、効果があるといえる、したがってグラフの学習では、実験学級の方が、統制学級より優位といえそうである。

(5) 終末テスト

<考察>

表 6

得点平均の比較

	H	M	L	全
実験群	82.3	74.3	60.0	72.1
統制群	81.5	64.2	55.1	66.9

表 7
問題別正答率

問題番号	1								2	3	
小 番 号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)		(1)	(2)
実 験 群	88	66	78	86	78	84	76	90	78	74	56
統 制 群	84	72	76	86	68	84	60	84	66	68	64

4				5			6			7	8			9
(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)		(1)	(2)	(3)	
64	28	78	76	54	60	76	72	82	54	56	68	68	62	70
60	24	74	66	60	48	78	68	76	48	64	58	60	52	68

・得点平均に関する両対象群の有意差は、 t 検定では10%で有意差を認めうる、テスト1, 2, 3, 4では、全群については有意差は認められなかったのであるから、単元の部分的な教材についての理解では、TMによる学習が必ずしも優位とはいえない。しかしながら、総合的な終末テストでは、わずかながら、実験群の優位差を認めうる。

ただし、上, 中, 下位群別に有意差の有無を求めると、L群では10%(メディアン検定)で、M群では $0.25 > \alpha > 0.10$ (メディアン検定)で実験群が優位である、したがって下位群(知能偏差値 $\bar{X}=56.7$)すなわち公立学校における中位群に相当する群に、TM学習が効果があるという一般的な結論は保留されるが、かなり積極性を持った1事例が得られたものといえよう。

・問題別正答率では、問題3の(2) 問題5の(3) 問題7において、実験群は統制群より劣るが、他は事例的には優位である。しかし表9によれば(χ^2 検定によれば5%で有意差が認められないことから。)実験群が優位であるとは、断定できない。

◎終末テスト結果が、知能や数学の学力とどんな相関をもつかを求めてみた。

表 9 知能・数学学力終末テストの相関

群	知能—終末テスト	数学学力—終末テスト
実験群	0.54	0.60
統制群	0.45	0.43

その結果は、テスト2での相関とほぼ同じような傾向を示している。

TMによる学習では、知能のような潜在的な能力も必要とするが、テスト2の相関係数と合わせて考へ、学習直前の学力をいろいろな角度から考慮する必要があるのではないかと考える。

すなわち、既に学習した基本的事項と関連があるようにプログラミングすることや、できるだけ個々の生徒に適したプログラムによるTM学習のシステムができれば、学習効果が高まると思われる。現状の学習形態からすれば、かなり困難な問題ではあるが。

a 終末テストにおける両群の通過率の比較

表 9

問題別両群の通過率の比較

問題番号	1			2			3		
記号	1	0	計	1	0	計	1	0	計
実験群	41	9	50	39	11	50	28	22	50
統制群	38	12	50	33	17	50	32	18	50
計	79	21	100	72	28	100	60	40	100

問題番号	4 (イ)			4 (ロ)			5		
記号	1	0	計	1	0	計	1	0	計
実験群	14	36	50	38	12	50	27	23	50
統制群	12	38	50	33	17	50	23	27	50
計	26	74	100	71	29	100	50	50	100

問題番号	6			7			8		
記号	1	0	計	1	0	計	1	0	計
実験群	30	20	50	28	22	50	31	19	50
統制群	29	21	50	32	18	50	26	24	50
計	59	41	100	60	40	100	57	43	100

問題番号	9		
記号	1	0	計
実験群	35	15	50
統制群	34	16	50
計	69	31	100

(註) ・問題 1～9 まで、すべて

$$\chi^2_{0.05(1)} > \chi^2 \text{ したがって } 5\%$$

で有意差がない。

- ・問題 1 は、8 小問のうち 5 つ以上、
- 問題 3、4 は 2 小問のうち 2 つ、
- 問題 5、6、8 は 3 小問のうち 2

つ以上できたものを正答とした。(表 10、11 も同様である。)

b 事前テストと事後テストの差について

表 10

学習効果（事前テスト，事後テストにおける正答率の増加）

<統制群>

問題番号				1			2			3		
pre test \ post test	+	-	計	+	-	計	+	-	計			
+	15	4	19	+	21	10	31	+	13	7	20	
-	23	8	31	-	12	7	19	-	19	11	30	
計	38	12	50	計	33	17	50	計	32	18	50	
問題番号				4 (イ)			4 (ロ)			5		
pre test \ post test	+	-	計	+	-	計	+	-	計			
+	4	1	5	+	7	3	10	+	7	9	16	
-	8	37	45	-	26	14	40	-	16	18	34	
計	12	38	50	計	33	17	50	計	23	27	50	
問題番号				6			7			8		
pre test \ post test	+	-	計	+	-	計	+	-	計			
+	9	1	10	+	15	6	21	+	10	3	13	
-	20	20	40	-	17	12	29	-	16	21	37	
計	29	21	50	計	32	28	50	計	26	24	50	
問題番号				9			問題 1. $x^2 > x^2 0.01(1)$ " 2. $x^2 = 0.18$ 有意差なし (5%) " 3. $x^2 > x^2 > x^2 0.05(1)$ " 4.(イ) $x^2 > x^2 > x^2 0.05(1)$ " 4.(ロ) $x^2 > x^2 > x^2 0.01(1)$ " 5. $x^2 = 1.96$ $0.25 > P > 0.10$ " 6. $x^2 > x^2 0.01(1)$ " 7. $x^2 > x^2 0.05(1)$ " 8. $x^2 > x^2 0.05(1)$ " 9. $x^2 > x^2 0.01(1)$					
pre test \ post test	+	-	計									
+	11	3	14									
-	23	13	36									
計	34	16	50									

<考察>

- ・問題 2 と 5 で正答率が，事後テストで増加しなかった。特に問題 2 では，事後テストにおいて正答率の増加が 5 % で認められない。とすれば，プログラムの問題 2 の内容に関係した部分のフレームのブ

プログラミングの再検討が必要であろうと考える。

C 事前テストと事後テストの差について

表 1 1

学習効果（事前テスト，事後テストにおける正答率の増加）

<実験群>

問題番号		1			2			3				
pre test	post test	+	-	計		+	-	計		+	-	計
	+	9	1	10	+	25	5	30	+	9	8	17
	-	32	8	40	-	14	6	20	-	19	14	33
	計	41	9	50	計	39	11	50	計	28	22	50
問題番号		4 (イ)			4 (ロ)			5				
pre test	post test	+	-	計		+	-	計		+	-	計
	+	5	2	7	+	7	2	9	+	8	4	12
	-	9	34	43	-	31	10	41	-	19	19	38
	計	14	36	50	計	38	12	50	計	27	23	50
問題番号		6			7			8				
pre test	post test	+	-	計		+	-	計		+	-	計
	+	6	4	10	+	14	7	21	+	10	2	12
	-	24	16	40	-	14	15	29	-	21	17	38
	計	30	20	50	計	28	22	50	計	31	19	50
問題番号		9			問題 1. $x^2 > x^2$ 0.0 1(1)							
pre test	post test	+	-	計	" 2. $x^2 > x^2$ 0.0 5(1)							
	+	10	4	14	" 3. $x^2 > x^2$ 0.0 1(1)							
	-	25	11	36	" 4. $x^2 > x^2$ 0.0 5(1)							
	計	35	15	50	" 4. $x^2 > x^2$ 0.0 1(1)							
					" 5. $x^2 > x^2$ 0.0 1(1)							
					" 6. $x^2 > x^2$ 0.0 1(1)							
					" 7. $x^2 = 2.33$ 0.25 $\leq P < 0.10$							
					" 8. $x^2 > x^2$ 0.0 1(1)							
					" 9. $x^2 > x^2$ 0.0 1(1)							

<考察>

・問題 7 で，正答率が事後テストで増加したとはいえないが，統制群の問題 5 と同じように 10%～25% の間で有意差を認め得る。表 10.11 をさらに分析すると，統制群よりわずかである，実験群の方

が1%の有意差をもって正答率の増加を認めうる問題数が多い。したがって一般的ではないが、TMによる学習の方が学習効果（正答率の増加）があるという事例を得たと思う。

d 学習有効度指数の比較

表 1 2

個人別学習有効度指数の平均の比較

	H	M	L	全
実 験 群	7 1. 6	6 7. 7	6 0. 1	6 6. 4
統 制 群	7 0. 5	6 6. 2	5 6. 1	6 4. 1

(メデイアン検定)

<考察>

- ・得点や正答率（増加の状態も含める）などの差だけでなく、さらに細かな比較考察を行なうために、学習有効度指数（学習されなければならない量に対する実際に学習された量の百分率）

$$S = \frac{P_2 - P_1}{100 - P_1} \times 100$$

をしらべた。

S：学習有効度指数
P₁, P₂：事前，事後テスト得点，※P₂ - P₁ = 学習量（註） 全対象群について

では，実験群が，10%～25%で有意差を認め，各群別でもL群において5%～10%で実験群に有意差をみとめることができる。

e 学習効果率の比較

<考察>

- ・全群の問題別学習効果率をしらべた。学習効果率は，評価マトリックスの考え方をういて，次のようにした。レディネステストは，全生徒が合格した。（100点満点で80点以上）だからこの単元の学習に対する素地があるものと考え，事前テストと事後テストの関係から学習効率を導くことにした。すなわち表13のdは，学習レディネスがあり，学習前にすでに目標値に到達していたものであり；

表 1 3

レディネステスト	○	○	○	○
事 前 テ ス ト	○	×	○	×
事 後 テ ス ト	○	○	×	×
記 号	d	b	c	a

事後テストに成功するのは当然である。

bは，学習レディネスがあるが，学習前には目標値に達しておらず，指導によって学習が成立したものである。

cは，学習レディネスがあり，学習前に目標値に達していたにもかかわらず，指導後に学習が成立しなかったもので，不合理である。これは学習することによって，かえって理解するのに混乱を起して，正しいことを捨て，誤りを正しいものと理解したか。または，事前テストに成功したのは，偶然だったのかも知れない。

aは，学習する素地を持っているのであるから，当然学習指導後に，学習が成立するはずなのに，成立しないもので，学習者の能力が，実際の知能偏差値よりも低いのか，学習指導法のミスのいずれかによって成立しなかったものである。

(註) 京都府教育研究所 教育研究 第37号より引用

以上の類型に分類し、それぞれにあてはまる生徒数を集計して、学習効果率をもとめた。一般的には表15の式によって算出される。

(6) マトリックスによる学習効果率の比較

＜考察＞（表14，15参照）

・問題別に両対象群について比較すると、問題3，問題7，問題9，で統制群が優位であるが、他の6問題は実験群が優位である。通過率の比較では、（表9を参照）5%で有意差を認めることができなかったが、表15の問題別学習効果率の平均では、実験群がやや優位であるといえよう。

・問題別に、両対象群の上，中，下位群の平均学習効果率を比較すると、（表15）

H群では、問題1，問題2，問題4(1)で実験群が優位であるが、他はすべて統制群が優位である。

このことから、プログラム学習と、TMの利用による学習のいずれが優位とはいえないが、本実験研究のように、LL装置の機能の一部を使用した学習指導では、上位群の生徒にとっては、後でものべるように、学習中に暇ができたり、プログラムが平易すぎるうえに、TVによる問題提示は、家庭におけるTVの娯楽的要素を持っているように受けとめ、しんげんにとり組めないことが実験学級のH群にいえるのかも知れない。

M群では、統制群が優位なのは、問題7である、他はすべて実験群が優位であることから、M群（知能偏差値平均約64）では、TMの利用による学習が有効であるように考えられる。

L群では、問題1，問題2，問題4(1)，問題5，問題6，問題8では実験群が優位であるが、他の問題では、統制群が優位である。

このことと、終末テストにおける得点平均，個人別有効度指数の平均から、L群の得点においては、実験群が事例的に優位であったが、問題ごとに学習効果率を分析すれば、必ずしもL群において、実験群が優位であるという判定は保留されるものと考ええる。

（問題別有効度指数の代りに、問題別学習効果率をもとめて論じた。またマトリックスのCに該当するものが多かった問題もあった事を付記しておく。）

表 1 4

問題別学習効果率 (全群)

問題番号	1	2	3	4 (イ)	4 (ロ)	5	6	7	8	9	平均
実験群	80.0	70.0	57.5	20.9	75.4	50.0	60.0	48.3	55.3	69.5	56.9
統制群	74.2	60.0	63.2	17.7	65.0	47.1	50.0	58.7	43.3	63.9	54.3

表 1 5

H・M・L群の問題別学習効果率

問題番号	1			2			3			4 (イ)			4 (ロ)		
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
実験群	90.9	81.8	72.2	83.2	85.7	42.9	66.5	62.5	50.0	33.2	23.1	11.9	91.1	83.1	44.3
統制群	75.0	77.6	71.5	75.0	66.8	37.5	10.0	60.0	50.0	36.3	15.4	11.7	81.5	64.2	53.3
問題番号	5			6			7			8			9		
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
実験群	63.5	54.5	37.5	91.2	58.3	41.1	80.0	50.0	28.2	75.1	54.3	40.0	83.2	90.0	35.7
統制群	71.8	50.0	31.2	91.2	41.6	29.4	57.2	70.0	50.0	80.0	41.6	20.0	89.0	80.0	41.1

$$\text{学習効果率} = \frac{b}{a+b} \times 100$$

pre	post	
	-	+
-	a	b
+	c	d
	a+c	b+d

(7) 把持テスト（指導後30日に実施）

表 1 6

得点平均の比較

	H	M	L	全
実 験 群	8 3.2	7 2.1	6 0.1	7 1.8
統 制 群	8 6.9	7 6.0	5 8.2	7 3.3

表 1 7

問題別正答率

問題番号	1								2
小問番号	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	
実 験 群	88	68	76	82	78	86	58	84	82
統 制 群	88	78	82	92	74	66	80	86	78
問題番号	3		4				5		
小問番号	(1)	(2)	イ(1)	イ(2)	ロ(1)	ロ(2)	(1)	(2)	(3)
実 験 群	70	84	72	74	78	70	54	60	86
統 制 群	60	48	76	82	82	78	64	46	88
問題番号	6			7	8			9	
小問番号	(1)	(2)	(3)		(1)	(2)	(3)		
実 験 群	66	84	74	78	70	70	70	68	
統 制 群	70	82	66	90	62	68	64	60	

<考察>

終末テスト後に、学習効果を平均化すること（両組の実力を同じにする）、指導時間の関係で統制群に、2時間練習問題を実施したので、把持テストの資料は、それを考慮に入れて考察する。（本来なら条件を統制する意味で、他より2時間余分に学習することは許されないのだが、実験研究協力校の事情のために実施した。）

・得点平均では、両対象群では、実験群の平均点が終末テストより下まわったが、統制群はかなり上昇した、特に統制群のM群においては、上昇が顕著である。

・問題別正答率においても同様な傾向を示しているものといえよう。

これらの事例より、統制群に使用したプログラムド・ブックには、かなり改善しなければならない点が

あるものといえる。また、終末テスト後の2時間のドリルによって、統制群の得点が上昇したのは、比例反比例のプログラミングを、教科書を中心に（註）行なったために、垂直アイテムの構成等がまずかったために、練習問題によって学習が成立したと考えられるからである。

特に垂直アイテムの構成は、ステップ・サイズの問題とも関連して、残された大きな問題点の一つになろう。

表 1 8
平均保持量の比較

	H	M	L	全
実 験 群	5 8.7	4 1.3	3 4.3	4 4.9
統 制 群	6 2.4	4 4.3	3 0.1	4 5.4

表 1 9
平均保持率の比較

	H	M	L	全
実 験 群	1 2 2.9	1 3 2.1	1 1 2.1	1 2 2.4
統 制 群	1 3 3.2	1 4 5.3	1 0 3.2	1 2 5.9

- ・ 保持量は（保持テスト得点－事前テスト得点）とした。

両対象群間の有意差は、5%で認められなかった。（メデイアン検定）しかし各、群のそれぞれについて比較すると、H・M・L 群ともに5%（メデイアン検定）で有意な差がなかった。事例的には2時間余分にドリルをつんだ統制学級のL群が、実験学級のL群より劣っていることから、TMの利用による学習が、プログラム学習よりL群についてのみ優位であるといえよう。

- ・ 平均保持率では、両対象群間に、5%の有意差で差を認めなかったが、（サイン検定）、H・M群では5%の有意差をもって、統制群が優位であり、L群では5%の差をもって実験群が優位である。H・M群（統制学級）が優位であることが、練習問題を2時間余分に学習させたことが原因とすれば、プログラムの内容が、上中位群に適しておらなかったと考える。L群の場合、統制学級では2時間余分に学習をしても保持率が上昇せず、結果的には、実験学級のL群より保持率が悪かった、逆にいえば、このプログラムは実験学級のL群に適していたといえよう。

- ・ 保持率は、（保持量／学習量）×100をもってした。保持率が100%を越えるものが多い。それは指導後の30日の間に、何かの経験なり、学習によって加えられた学力が、含まれるためである。

（註）使用した教科書は、啓林，学図，教出版である。

・保持率は、両学級ともM群がよく、L群になると急激に把持率が低下する傾向が両組にみられる。これは、忘却の度合が下位群ほど強いということと、組織的計画的な教室授業時に学習が成立していなければ、それ以後のあるゆる機会に学習が成立する可能性が少ないと考えられるので、L群では、教室授業時の学習成立が重大な意味をもつものといえよう。

逆にHM群（公立学校では知能的にみて上位群にあたろう）では、TM学習でも、プログラム学習においても、それぞれの数学の学力の状態の把あくとも知能の傾向より、それぞれの群に適したプログラムを作成しなければ、教室授業時の学習成立が、把持率の高いものになる可能性が少ないように考えられる。

終末テストと把持テストの相関 終末テストと把持テストの関係をみるならば、本実験研究におい

群	終末テ	把持テ
実験群		0.65
統制群		0.61

ての事例からは、実験群（TMの利用による学習）が相関が高い、

このことから、TMによる学習を実施した場合、プログラム学習を実施した場合よりも、わずかではあるが、学習指導の後でも

いろいろな機会に、学習を成立させる要素を生徒にあたえるものといえよう。

2. プログラミングに関する考察

(1) 学習進度管理について

・統制群は、プログラム学習で、個々の学習速度差が、学習進度差となって表われてくるはずであるが、この場合、現行教育制度上から、指導要領に示された学習領域に内容を統制したり、学年制を厳守しなければならないことから、学習進度差に各種の操作を加えて、進度をそろえなければならない。

a どの程度の進度差が出るのかを調査した結果、配当時間に学習を修了したものは（生徒のプログラムド・ブックより調査すると）約20%であり、残りの70%は配当時間より、かなり少ない時間で終了し、残りか配当時間内に終了しなかった。

ステージごとの配当時間やフレームごとの配当時間を算出する規準を、いろいろな角度から作り出さねばならないことが大きな問題である。

b 進度をそろえるのに、練習問題をプログラムのなかに取り入れた事は、有効であったようである。

・実験群では、フレームごとの学習予定時間を、本実験研究の協力者の先生と相談の上決定した。解答を写す時間は、通過率の多少によって、1分～5分までとした。

a フレームの映写時間が、個々の生徒によって要求が違っていること、したがって、どうしてもTVの映写時間で進度管理をする場合、一斉学習の場合と同じように、1フレームの学習予定時間内で、すでに学習し終ったもの、まだすんでいないものがあり、進度をそろえることは非常に難しい。

(2) 教師の指導の徹底の度合について

・統制群では、つまづきは、正答をみることによって再学習が行なわれ、それが解消される。

疑問は挙手によって解決される。特にプログラミングの形式が、構成形式をとるときは、か

なりの質問があった。

教師の指導すべき事項や助言は、新らしくフレームを作成してプランティングの問題を理解させる方がよいと考える。

- ・実験群では、コントロール・コンソールの(図2の11)ランプのついた数により、理解の様態を把あくできるので、それによって別のプログラムを提示して学習させるか、そのフレームの解説をすることによって、学習成立を容易にすることができた。

a 別のプログラムを提示した回数は、12回

b フレームについて解説を加えたものは、16回である。

(3) 学習プログラムの分析

表 2 1

アイテム通過率

内 容	関 係	比 例	反比例	グラフ	平 均
アイテム数	21	41	28	19	
実 験 群	85.8	82.1	89.3	96.8	86.7
統 制 群	86.1	85.5	85.2	95.3	87.2

- ・学習内容によって、わずかに通過率に差がでている、この表は第一回目の正答率である。

統制群のプログラムと内容的には同質であっても、構成形式にかなりの違いのあるTM用のプログラムは、TVに映写され、それをもとに生徒が思考するのであって、ビデオテープで再上映されない限り、既に学習したフレームを再学習(ウォッシュ・バック)することが困難であるから、実験群には、プログラムド・ブックの正答欄を、なくしたものを与え、再学習を可能にした。

また、通過率が実験群では事例的には悪いが、機器で通過率の良悪が、教師によって判定されるので、即時強化が統制群の場合より強く生徒に働くことが、各種のテスト結果より考察できる。したがって通過率が悪いから、即TM用のプログラムが悪いとはいえないようである。

(4) 教師の本実験研究に要した時間的負担について

教材研究、プログラムド・ブックの作成、テストの処理に要した時間は、およそ30時間である。したがって、一般的に考えられるのは、校務、学級事務の他に、このような研究を行なうとすれば、時間的な負担が一番大きな問題になるのではないだろうか。

V ま と め

1. TMの利用による学習と一斉指導の関係

本実験研究は、現在の学校教育における一斉授業を廃棄し、高度な機構をもつTMを、一学級の生徒個々に使用した場合の学習効率や問題点を究明しようとする、学習指導の全面的な改革をめざすものではない。むしろ現在の学習指導の主流をなす一斉学習指導の改善をめざしたものである。

本実験研究の特色は

- (1) 科学的な実証性をもたせるため、実験対象群の統制や統計処理に、意をつくしたこと。
- (2) 比較的短期間の実験であつたが、指導を特に研究協力校の数学担当者に依頼し、TMによる反応が正確に行なわれるのを期待したこと、協力者との事前研究(TMの操作、プログラム内容の検討等)には十分な時間を費した。
- (3) 結果の考察では、学習直後の効率差を中心に、把持率、学習進度管理、プログラムの分析等も比較研究した。

また、大阪府科学教育センター、京都府、市教育研究所などの教育研究報告によれば、一斉学習と比較して、プログラム学習による指導の方が、個別指導の形態もとれ、優位な事例が多い。そこで本研究は、前にものべたように、プログラムによって指導内容を統制し、実験群では、そのプログラムをTMにのせ、学習効果が高まるのを期待した。

2. TMの利用による学習は有効である

本実験研究のなかには決定的な論点はなかった。教育研究では、研究すべき主たるものに、他の条件がつねに入りこんでくるために、論点が統計的な手法を使用しても、うすれるのが通例であろう。前記のいくつかの結果より、注目すべきものについて簡単にまとめてみよう。

(1) 学習直後効果について

- a 単元全体の理解の状態では、やゝTM学習が優位である、特に実験学級のL群では、その効果が高いといえよう。このことより公立の中学校での中位群にはTM学習が適していると考えられる。
- b 単元の中の小題材では、両群に学習効果の差はないのではないだろうか。
- c 知能・数学学力とTMによる学習効果の相関が、かなりあるといえそうである。このことより、上、中、下位群に適したプログラミングが作成できるならTM学習の効果があがろう。これはまた現状の学校経営のなかで行なえる、数学科の能力別指導の一方法を示すものといえよう。
- d 個人の成績の伸び(有効度指数も含め)は、TM学習群が事例的に優位であると考えられる。

(2) 学習把持について

- a 本研究では、統制群が、学習指導後2時間余分に指導されたにもかかわらず、学習把持量、把持率とも、実験学級のL群が統制群より優位なので、TMの学習はL群に適している。
- b 把持率が、両組とも下位群ほど急激に低くなるので、授業時に学習を成立させておくことが、下位群には特に必要である。
- c 終末テストと把持テストとの相関が高い(TM学習群)

(3) 学習進度管理について

TMによる方が、本研究では進度管理が容易であつたように考えられる。生徒の押すコールボタンによるランプのついた数で、学習速度が確認できるからである。

(4) プログラミングについて

図2の①のランプのついた数による通過率の判定と、VTRによる前のフレームの再学習、他のプログラムを即座に提示できる点で、TVの利用も効果がある。プログラムのステップには多少問題があった。

本実験研究は、直接TMを使用したのではなく、LLの機能の一部を、TMの持っている、① 刺激をあたえる。② 学習者に反応させ、反応の正誤を直ちに学習者に知らせる ③ 学習者独自のペースで進む。のうちの①②に適用して実験研究したものであり、セントRA装置708TやTM-505、NECTM-2703型などについての研究は、今後他の研究報告等を参考にして実践してみたい。

Ⅶ お わ り に

本実験研究は、教育機器の総合的な運営を主体に研究したもので、個々の機器の効果については今後の研究課題となろう。日本教育新聞によれば、教育機器の総合的な研究を文部省も本年度よりはじめるとのことである。本実験研究の授業その他設備(LL)などに、多大な協力をして下さった、新潟大学教育学部付属高田中学校の校長先生以下職員の皆様と、特に本研究の授業に協力下さった秋山昭次先生に感謝申し上げたい。この研究を担当執筆したのは、漆間信高である。

参 考 文 献

テイチングマシン	牧書店
学習プログラミングとテイチングマシン	学習研究社
プログラム学習入門	国土社
算数・数学科プログラム学習の実践的検証	明治図書
教育工学	紀伊国屋書店
教育技術の革新とテイチングマシン	玉川大学出版部
プログラム学習の研究(1)(2)(5)	大阪府科学教育センター
教育研究 第37号	京都府教育研究所
ノンパラメトリック法	日本文化科学社
教育統計法	" "
教育研究のための統計法	静岡研修所

Ⅷ 参 考 資 料

1 条件統制について

表 2 2

(1) 統制条件別の平均と標準偏差

群		統制条件	知 能 偏 差 値	数 学 一 字 期 末 ア ス ト	国 語 一 字 期 末 ア ス ト	レ デ イ ネ ス ア ス ト 得 点	事 前 ア ス ト 得 点
H 群	実 験 群 (n=16)	平均	63.2	74.0	78.7	8.9	27.4
		S D	4.0	13.4	5.4	1.7	6.9
	統 制 群 (n=16)	平均	64.8	74.8	78.9	9.3	29.1
		S D	3.3	13.9	6.5	1.1	7.8
M 群	実 験 群 (n=15)	平均	63.3	77.2	77.1	7.8	27.9
		S D	0.4	11.0	9.0	2.1	10.3
	統 制 群 (n=15)	平均	64.6	77.0	76.8	8.2	28.8
		S D	0.9	14.2	7.0	1.9	9.2
L 群	実 験 群 (n=19)	平均	56.7	63.6	7.0	6.0	15.3
		S D	2.5	17.7	9.6	2.2	7.5
	統 制 群 (n=19)	平均	56.9	63.8	68.8	6.5	16.8
		S D	3.3	12.3	10.1	2.3	8.0

表 2 3

知能偏差値の平均値の差 (全群)

	実 験 群	統 制 群
\bar{X}	63.2	65.1
S D	7.8	8.4

$$t_0 = 0.22 \quad P > 0.01$$

$$F_0 = 0.86 \quad F_0 < F_{0.1}$$

1%で有意差なし

(2) 統制の重点

- ・ 数学の学力を重点として統制したが、知能偏差値や国語の学力の傾向が必ずしも同様でないで、かなり無理な点があった。
- ・ H・M・L群の区別では、付属校であるがゆえに、知能偏差値からみて、L群の知能偏差値は、公立の中学校での中位群に位置するものと考えられる。したがって一般的にいわれている。下位群はこの標本にはないものとする。
- ・ H・M・L群のおのおのについて、知能偏差値、数学の学力、国語の学力の差の比較を行なった。が、実験学級と統制学級の間に、各群とも (メディアン検定 $\alpha = 0.01$) 有意差が認められなかった、全体についての比較は、表 2 4、2 5、2 6、を参照

表 2 4

一学期末国語学力点の平均値の差 (全群)

	実 験 群	統 制 群
\bar{X}	79.4	77.4
S D	11.9	12.6

$$t_0 = 0.41 \quad P > 0.01$$

$$F_0 = 1.11 \quad F_0 < F_{0.1}$$

1%で有意差なし

表 2 5

一学期末数学学力点の平均値の差 (全群)

	実 験 群	統 制 群
\bar{X}	71.1	70.5
S D	14.7	15.8

$$t_0 = 0.19 \quad P > 0.01$$

$$F_0 = 1.15 \quad F_0 < F_{0.1}$$

1%で有意差なし

(3) レディネスマスト

全員が、比例・反比例を学習できると判定したが、各群の組合せには直接の資料としなかった。

(4) 事前テスト

事前テストは、解答のなかに○X形式を一部とり入れたために、偶然正答となったものが多かった。したがって、24点以下のものについては、10点程度を無視して、組合せの対を作った。

(すくなくとも、でたために○Xをつけても24点はとれるからである)

2 プログラム学習と教育機器の学習についての説明

(1) プログラム学習

生徒には、説明用のプリントで、いままでの学習と多少変って、このプログラムド・ブックで勉強してもらうことと、自分のペースで学習を進め、解答が終わったら右端の答えの欄をみて、正答を知り、誤答の場合は、考え直してみ、理解ができたなら次へ進む。どうしてもわからないときは、だまって挙手をして、先生に質問する等の条件と、研究計画の(5)でのべたことを説明した。

(2) 教育機器による学習

説明用プリントで、いままでの学習と異り、L L教室で学習をする。テレビをみて問題を考えたし解答したりする。すぐ答えがTVに出るので、誤っているかどうかをみ、誤っているならば、理解できるまで考えてみる。どうしてもわからないときは、先生を、コールボタンを押してよび、説明を受ける、学習の進み方は、TVの映写時間によってやる。誤った時にはコールボタンを押す等の説明をした。

3 テスト問題

(1) テスト1

① 1枚7円のはがきをA店から、 x 枚買って y 円はらいました。このときの、はがきの枚数 x と代金 y 円の関係を表を式になさい。

② 次の問題のなかで、 x の表わす量がきまると、それにつれて(対応して) y の表わす量がきまるものには○を、そうでないものにはX印をつけなさい。

a 正三角形の一辺の長さ x cmと周の長さ y cm

b 長さ a cmのひもを切りとった長さ x cmと残りの長さ y cm

c A君の英語のテストの成績 x 点と数学のテストの成績 y 点

③ 5ℓの水が入っている水槽がある、今この水槽に毎分1ℓの水が流れこむとき、 x 分後の水の

量を $y\ell$ として、 x を変化させる（1分後2分後・・・のように）ときの水の量 y の状態を表にし、次に時間 x と水の量 y の関係を式にあらわしなさい。

時間 (x 分)	1	2	3	4	5
水量 ($y\ell$)					

(表)

式 _____

- ④ 面積 6cm^2 の長方形がある。たて $x\text{cm}$ 、横を $y\text{cm}$ とするとき、たての長さ x が 1cm 、 2cm ・・・のようにふえていくと、 y はどうなるかを表になさい。

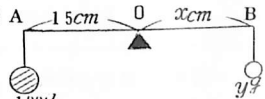
たて (x)	1	2	3	4	5	6
横 (y)						

面積とたて(x) と横(y) の関係を式にせよ。

(2) テスト 2

- ① t が W に比例するとき、 $t=12$ のとき $W=3$ であるという。 $t=5$ のとき W はいくつか。
- ② $y=2x$ で、 x が 1 ふえると y はいくつふえるか。
- ③ 次の x と y の関係を式に表わしなさい。（比例定数をいえ）
 - a 底辺が 4cm 、高さが $x\text{cm}$ の三角形の面積が $y\text{cm}^2$ である。
 - b 500g の物をつるせば、 3cm 伸びるゼンマイばかりに、 $x\text{g}$ のものをつるせば $y\text{cm}$ のびる。
- ④ 次の問題で、比例するものをえらび、その関係を式にしなさい。
 - a 立方体の一辺の長さ $a\text{cm}$ と全表面積 $y\text{cm}^2$
 - b 円の半径 $x\text{cm}$ と円周 ℓcm （ただし円周率は π とする）
 - c 日給 a 円の人々の労働日数 x 日と賃金 y 円
 - d 昼 x 時間と夜 y 時間の関係
- ⑤ 重さが、いちような針金がある。 15cm の重さが 6g あるという、 $x\text{cm}$ のときの重さを $y\text{g}$ とし、 x と y の関係式を求め、比例定数をいえ。
- ⑥ 時速 4km で歩いている人がいます。この割合で x 時間歩いたときの距離を $y\text{km}$ とするとき、 x と y の関係を式に表わしなさい。
- ⑦ 円柱形の容器に 3ℓ の水を入れたところ、深さが 6cm になった。この容器に深さ 14.4cm まで水を入れるとすれば、何 ℓ の水が必要か。
- ⑧ 2 ダースが 48 円の鉛筆がある。この鉛筆の数 x 本と代金 y 円の間に関係があるか、またその関係式を求めよ。
- ⑨ 次の式で比例するものの番号を○でかこみなさい。
 - a $x=y$ b $y=0.1x$ c $\frac{y}{x}=\frac{7}{3}$ d $y=2x+3$ e $y=\frac{3}{x}$

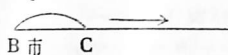
(3) テスト 3

- ① 次の問題の x と y の関係を式で表わし、比例定数をかきなさい。
 - a 底辺が $x\text{cm}$ 、高さが $y\text{cm}$ の平行四辺形の面積は 54cm^2 である
 - b 200 ページの本を読むとき、1日 x ページずつ読めば y 日で終わる。
- ② x と y のあいだに次の式が成りたっているとき、 y が x に反比例するものに○をつけなさい。
 - a $x=\frac{10}{y}$ b $y=x+10$ c $a=4y$ d $y=\frac{5}{x}$ e $y=\frac{x}{4}$ f $y=\frac{1}{x}$
- ③ 15 人で 8 日かゝる仕事を、 12 人ですれば何日かゝるか
- ④ 時速 9km で進めば、4時間10分かゝる道のりを時速 15km で進めば何時間かゝるか。
- ⑤ A $\overset{15\text{cm}}{\text{---}} \overset{O}{\text{---}} \overset{x\text{cm}}{\text{---}} \text{B}$ 左の図で $OA=15\text{cm}$ 、 $OB=x\text{cm}$ でちょうどつり合っている。 x と y の関係を式に表わしなさい。


また、 x が 20cm ならば何 g のおもりを、さげればよいか。
- ⑥ 18ℓ 入りの石油かんに、いっぱいにはいつている石油を $x\ell$ 使ったときの残りを、 $y\ell$ とす

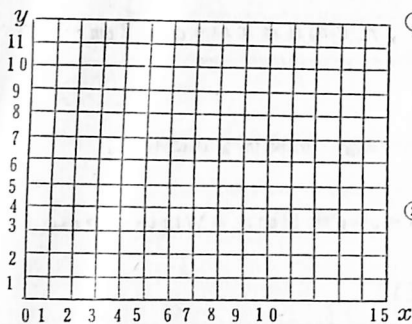
れば、 x と y の関係はどうなるか、式に表わしなさい。

⑦ 5 km



A君がB市から5 km離れたC地点から、時速3 kmの速さで歩きました。いまA君がB市より y km離れた地点にきたとき、歩いた時間は x 時間でした。 x と y の関係を式に表わしなさい。

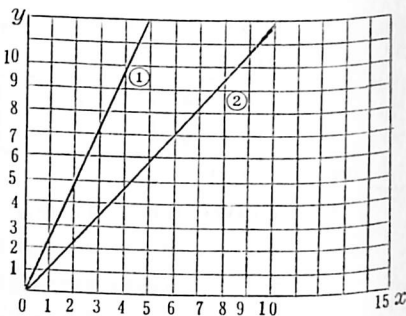
(4) テスト 4



①左の座標平面上に、 $y = \frac{1}{2}x$ のグラフを書きなさい。

点A (3, 1.5) 点B (1, 1.8)は $y = \frac{1}{2}x$ のグラフ上にあるか。

②右のグラフで、①②の x に対応する y の値の変化の状態をあらわす表を作りなさい。



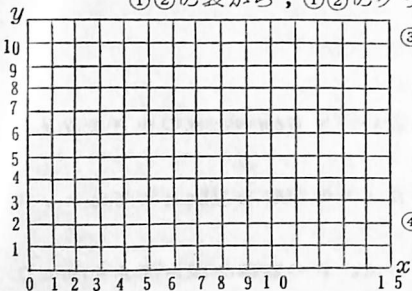
x	1	2	3	4	5	6
y						

・・・①

x	1	2	3	4	5
y					

・・・②

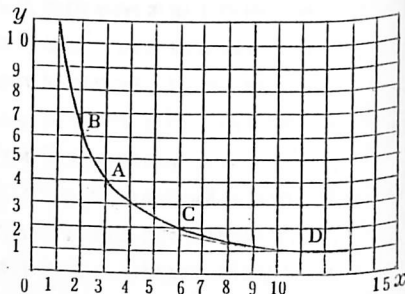
①②の表から、①②のグラフの式を求めなさい。



③左の座標平面上に、 $xy = 6$ のグラフを書きなさい。

点A (2, 3) 点B (0.5, 10)は $xy = 6$ のグラフの上にありますか。

④右のグラフ上の点A, B, C, Dの座標を求めなさい。



・右のグラフで x の変化に対する y の値の変化を表にまとめなさい。

x	1	2	3	4	6	8	10	12
y								

・表とグラフより、グラフの式を求めなさい。

⑤ 問題①のグラフと 問題④のグラフの特徴を、かんたんに書きなさい。

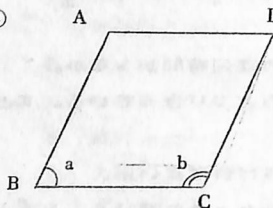
(5) 終末テスト (事前テスト, 把持テストも同一内容である)

① ともなうて変わる2量 x , y の間に次の関係式がなりたつとき、比例するものには○, 反比例するものには△, 比例も反比例もしないものには×印を、それぞれの番号につけなさい。

a $y = 8 - x$ b $y = \frac{2x}{5}$ c $y = x$ d $xy = 5$ e $\frac{y}{x} = 0.4$

f $x = 3y$ g $y = \frac{1}{x}$ h $y + 5x = 4$

② 四角形ABCD は平行四辺形である。図において $\angle B = a$ $\angle C = b$ としたとき、 a , b の関係を式に表わしなさい。



- ③ t が P に比例しているとき、 t がある数より 1 増加したとき P は 2 増加するという。このとき
 a t と P の関係を式にあらわしなさい。

b $P=4$ のとき、 t の値はいくつか。

④

x	0	1	2	3	4	5	8
y							

... (1)

x	1	3	4	5	6	8
y						

... (2)

a 上の(1)(2) の表を完成しなさい。

b 上の(1)(2) の表から、 x と y の関係式を求めなさい。

- ⑤ 400 g が 130 円の牛肉を、1.4 Kg 買うといくらになるか、これを次の順に考えてときなさい。

a この牛肉 x g の代金を y 円とすると、 y と x の関係をあらわす式を求めなさい。

b このとき比例定数は、どんな意味をもっていますか。

c この問題の答えを求めなさい。

- ⑥ a 座標平面上に、 $y = \frac{1}{2}x$ のグラフと $xy = 12$ のグラフを書きなさい。

b

x	0	1	5	10	15	20
y	2	3	7	12	17	22

x と y が左の表のような関係にあるとき、 x と y の関係式を書きなさい。

c b の式のグラフを座標平面上に書きなさい。(グラフ用紙の図は略す)

- ⑦ t が P に比例し、比例定数が $\frac{3}{4}$ のとき、次の(a)~(d)の中から正しいものの番号に○をつけよ。

a P が t に比例し、比例定数は $\frac{4}{3}$ である。

b P が t に反比例し、比例定数は $\frac{4}{3}$ である。

c P が t に比例し、比例定数は $\frac{3}{4}$ である。

d P が t に反比例し、比例定数は $\frac{3}{4}$ である。

- ⑧ たてが a cm 、横が b cm で面積が S cm^2 の長方形があるとき

a たてが 4 cm のとき、横と面積とたての関係を式にあらわしなさい。

b 面積が 60 cm^2 のとき、たてと横と面積の関係を式にあらわしなさい。

c 横が $\frac{3}{4}$ cm のとき、たてと横と面積の関係を式にあらわしなさい。

- ⑨すでに 5 ℓ の水がはいっている水槽がある、これに毎分 2 ℓ の水をいれるとき、 x 分間に y ℓ はいったとすれば、 x と y の間にどんな関係式がなりたつか。式を求めなさい。

4. プログラムド・ブックの例とプログラムのフレーム数について

(紙面の都合上一部分だけ記載する) 表 2.6

① フレーム数、配当時間

ステージ No	学 習 内 容	フレーム数	配当時間	ステージ No	学 習 内 容	フレーム数	配当時間
1	グラフから変化の様子を見いだす	6	15 分	11	反比例の定義	2	10 分
2	連続量、不連続量の変化の仕方について	2	10	12	変化の状態	6	35
3	比例するもの、反比例するもの、一次関数の変化の相違について	8	40	13	$xy = a \rightarrow \begin{cases} y = \frac{a}{x} \\ x = \frac{a}{y} \end{cases}$	8	40
4	練習問題	6	10	14	練習問題	14	30
5	規則性のある関係について	5	25	15	座標平面	4	20

ステージ No	学 習 内 容	フレーム数	配 当 時 間	ステージ No	学 習 内 容	フレーム数	配 当 時 間
6	比例の定義	3	15分	16	直交座標と座標	8	50分
7	変化の状態	8	60	17	比例のグラフ	7	60
8	比例定数	6	25	18	反比例のグラフ	6	45
9	$y=ax$ と $x:y=1:a$ の関係	14	40	19	比例も反比例もしないグラフ	4	30
10	練習問題	14	45	20	練習問題	2	15

フレーム 番 号	学 習 内 容	正 答 欄																
1	<p>振子の糸の長さを、いろいろに変えて、その周期をはかる実験をしたら、下の表のようになった。</p> <table border="1"><tr><td>長さ(cm)</td><td>20</td><td>40</td><td>60</td><td>80</td><td>100</td><td>120</td><td>140</td></tr><tr><td>周期(秒)</td><td>0.90</td><td>1.27</td><td>1.56</td><td>1.80</td><td>2.01</td><td>2.20</td><td>2.37</td></tr></table> <p>長さが変わると、周期はどのように変わるだろうか。</p>	長さ(cm)	20	40	60	80	100	120	140	周期(秒)	0.90	1.27	1.56	1.80	2.01	2.20	2.37	
長さ(cm)	20	40	60	80	100	120	140											
周期(秒)	0.90	1.27	1.56	1.80	2.01	2.20	2.37											
2	<p>長さが変わると、周期がどのように変わるかをみるには、グラフにするとよい。下のグラフを完成しなさい。</p> <p>(秒)</p> <p>このように糸の長さが ①</p> <p>周期も ②</p>	長さが変わると、それにつれて周期も変わるが、規則的な変化がない。																
3	<p>ある商店で、鉛筆を買うとき、その本数と代金との関係は</p> <table border="1"><tr><td>本数(x)</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>...</td></tr><tr><td>代金(y)</td><td>8</td><td>16</td><td>24</td><td>32</td><td>40</td><td>48</td><td>...</td></tr></table> <p>のようになります。</p> <p>鉛筆の本数がきまると、それに<u>対応</u>して何がきまりますか。</p>	本数(x)	1	2	3	4	5	6	...	代金(y)	8	16	24	32	40	48	...	<p>① きまれば ② きまる</p>
本数(x)	1	2	3	4	5	6	...											
代金(y)	8	16	24	32	40	48	...											
4	<p>(円)</p> <p>上の関係をグラフに書いてみよう。</p> <p>何グラフにするのが一番いいだろうか。</p>	代金(鉛筆の)																
以 下 消 略																		