

パーソナル・コンピュータによる 示範数学教育の試み(1)

上 木 政 美*

Application of Personal Computer to Mathematical Education

Masami UEKI

要 旨

MIPP-III上で用いる数学教育用プログラムを試作した。MIPP-IIIとは本校に、設置されている、パーソナルコンピュータとプロジェクタによる多人数教育システム (Mass Instruction system by Personal computer connecting with Projector) の略称である。

本報の主な内容は、上記システムによる教育効果の期待できる数学授業項目の進捗とその教育プログラム(1) (各種関数のグラフ・関数の移動) の内容、アンケート調査による授業結果の考察である。

Abstract

The programs for mathematical education applied to MIPP-III were made.

MIPP-III means Mass Instruction system by Personal computer connecting with Projector and is set in Tomakomai Technical College.

The main contents of this paper are as follows.

The first is the items for mathematical teachings which are expected to obtain good educational results by means of MIPP-III mentioned above.

The second is the details of Program(1) (the graphs of different kinds of functions, the displacement of function).

The third is the consideration of the results of the investigation by various kinds of questionnaires.

1. は じ め に

パーソナル・コンピュータの普及にともない、これを教育に導入する試みも各方面で盛んに行われている。本校においても、教育方法改善プロジェクト等で、色々な教科について実践報告¹⁾²⁾⁶⁾⁷⁾されている。その中で、数学に関しては、まだ本校での実践報告はなかった。

そこで今回、本校工業化学科1年生に対し、基礎数学の授業の中で、MIPP-III (LL 教室設置) を使い数時間にわたって実践してみた。

本報は MIPP-IIIによる教育効果の期待できる数学単元の抽出、そのプログラム、実践結果とアンケートについての報告である。

2. システムの概要

MIPP-IIIの構成については、教育方法改善プロジェクトチームによって何度も報告¹⁾されているので、その構成図 (図1) だけを載せておく。

実際に使用してみてわかることだが大型スクリーンにグラフィクス画面等を投影する場合、スクリーンの解像度を上げるためには、ある程度教室を暗くせねばならない。そのため、同時に学生

* 講 師 一般教科

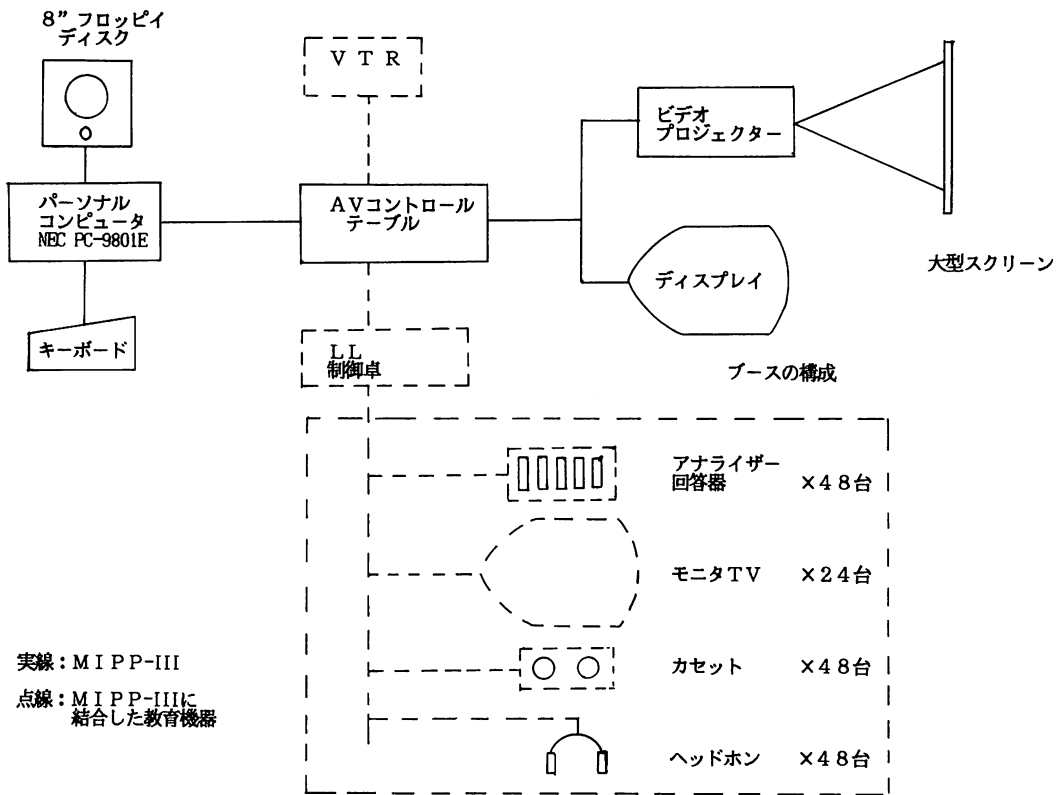


図1 MIPP-IIIの構成

がノートをとったり、教官が黒板で説明するには光量不足で、その都度教室を明るくせねばならず、実用上、難点があった。そこで今回はブースのモニターTV・24台を使って授業を行った。

ブースのモニターTVはパソコンのディスプレイの解像度よりはかなりおちるが、教室が明るいまま授業ができること、WIDTH 40の命令を使ったプログラムをつくれば漢字も読み取ることができること、カラーであることなど、本校の示範システムを使った授業には現在、最適と考えられる。

3. 教育効果が期待できると 考えられる数学単元の抽出

プログラムの工夫によっては全ての単元に利用可能とも考えられるが、やはり示範システムの特徴を生かすには、図やグラフなど視覚にうったえるもの、又は計算や高速シミュレーションなどパソコン機能を生かせるものになろう。

以下、本校で採用している教科書²⁾の目次にしたがって抽出してみる。

※ 基礎の数学 (1年次)

- 1) 関数とグラフ
- 2) 平面図形と式
- 3) 指数関数・対数関数
- 4) 三角関数
- 5) ベクトル

※ 代数・幾何 (1・2年次)

- 1) 空間のベクトル
- 2) 図形と方程式
- 3) 複素数とベクトル
- 4) 一次変換

※ 微分積分

- 1) 整式の微分積分
- 2) 微分
- 3) 微分的应用
- 4) 不定積分
- 5) 定積分
- 6) 微分積分の応用
- 7) 偏微分
- 8) 重積分

※ 解析学概論 (3・4 年次)

I 微分方程式

- 1) 微分方程式
- 2) 一階微分方程式
- 3) 高階微分方程式
- 4) 線形微分方程式

III 複素数の関数

- 1) 複素数の関数
- 2) 正則関数
- 3) 積分
- 4) 展開・特異点・留数
- 5) 等角写像

4. 教材プログラム(1)について

今回は上記抽出単元のうち基礎数学 (1 年次) 中の関数とグラフ・指数関数・対数関数についてのプログラムをつくり本校工業化学科 1 年生に数時間あたり実践した。

過去の種々の同様な実践報告でも言われているように、あくまで教官指導型の授業形態を保持しつつ、MIPP-IIIは補助的なものとして使用することを主眼としてプログラムを作成した。

図 2, 3 により必要なメニューを選択し、黒板での授業進行にあわせて、随時ブースのモニター TV 上にグラフィクス画面を描かせる。

特に注意を払った点の第一は、関数のグラフが通る点を学生が肉眼で判別できるよう方眼状にしたこと (図 4) である。第二は、関数が原点よりかなりずれているときもカバーできるよう、原点の位置を 9 枚の座標軸から選択できること (図 5) である。第三は、同一画面内の数個のグラフの位置関係が把握しやすいよう、色・グラフの重ねがきの選択が可能なこと (図 6, 7) である。第四は、どのグラフにどの方程式が対応しているか一目でわかるよう、グラフを描き終わったあとにその関数の方程式がグラフに対応した色で表示されること (図 4) である。(印刷は単色だが実際の画面はカラー)

ブース TV の解像度を考え、学生に見易く教官が使いやすいことを念頭においてプログラムを作成したが、まだまだ改良の余地はあると考えられる。尚、プログラムリストは附録を参照。

```
*****
項目を選んで下さい。
(1) 二次関数      (2) 分数関数
(3) 無理関数      (4) グラフの移動
(5) 指数関数      (6) 対数関数
(7) 終わり。
*****
1 から 7 までの番号をキーで入力
```

図 2

```
*****
グラフの移動
項目を選んで下さい。
(1) 平行移動      (2) X 軸対称
(3) Y 軸対称      (4) 原点対称
(5) 直線 Y = X についての対称
(6) もとの選択項目へもどる。
*****
番号を入れて下さい。
```

図 3

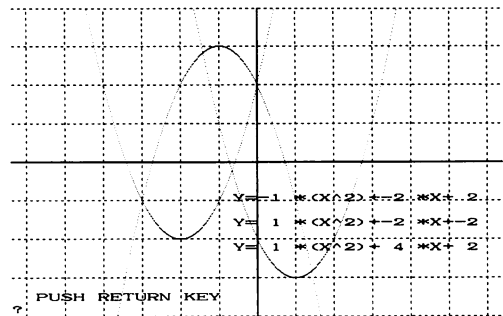
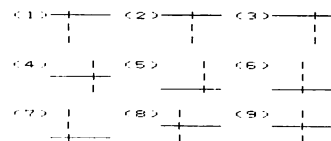


図 4

****対数関数を描く****

座標軸の決定をします。



1 から 9 までの番号で決定します。?

図 5

$$Y = \frac{A}{X - B} + C$$

係数を入れよう。

A=? 2 1
B=? 1
C=? 3

色を指定して下さい。

(1) 黄色 (2) 水色
(3) 紫色 (4) 赤色

?

図6

(1) 新しく描く。(2) 重ねてえがく。
(3) もとの選択項目へもどる。

番号を入れて下さい。?

図7

5. 実践結果とアンケート による考察

数時間の実際の授業の後、アンケート調査してみた。(対象：工業化学科1年生40人)

アンケート内容は教育方法改善プロジェクトチームの報告¹⁾³⁾、及び市販書籍⁴⁾⁵⁾を参考にしながら幅広く片寄りが無いよう、本校の実情にあうように作成することを心掛けた。

(内容)

A：ニューメディアに対するイメージ等

1) あなたは理科系の教科が好きですか？

ア) はい 62.5% イ) いいえ 37.5%

2) ゲームを含めてパソコンに触ったことがありますか？

ア) はい 92.5% イ) いいえ 7.5%

3) パソコンが自宅にありますか？

ア) はい 30.0% イ) いいえ 70.0%

4) BASIC などコンピュータ用語語がわかりますか？

ア) はい 7.5% イ) 少し 42.5%

ウ) いいえ 50.0%

5) コンピュータは色々な形で私達の生活に

入って来ると思いますか？

ア) はい 100.0% イ) いいえ 0.0%

6) そうしたコンピュータ未来に不安を覚えますか？

ア) はい 20.0% イ) いいえ 80.0%

7) 6)で「はい」と答えた場合、どういう理由ですか？具体的に書いてください。

主なもの・・・

・取り残されそう

・職場に人間がいなくなる

・個性のない人間の大量発生

・操作ミスでの大事故

etc

※ 現代っ子らしくほとんどの者がパソコンに触れたことがあるようだ。自宅にパソコンがある者が30%というのも注目される。しかし、そうしたコンピュータ未来に不安を持っているものもかなりいることも事実である。

B：パソコン等・教育機器の授業への導入に関して

1) 必要だと思うか？

ア) 必要である。 37.5%

イ) 導入方法によっては必要だ。 62.5%

ウ) 必要ない。 0.0%

2) 1)でア)イ)と答えた場合

a) いずれ教師はいらなくなるか？

ア) はい 0.0% イ) いいえ 100.0%

b) あくまでも教師が中心で、教育機器は補助的なものだと思うか？

ア) はい 100.0% イ) いいえ 0.0%

3) 1)でウ)と答えた場合、従来どうり、黒板とチョークで教官が教えるのがよいか？

・この質問は1)でウ)と答えたものがなかったので、成立しなかった。

※ パソコン・教育機器の導入に関して、なんらかの形で必要と答えた学生が100%というのは注目に値する。そんな中で、あくまでも教官が中心の授業を望んでいる学生が100%ということもきわめて注意すべき点である。

最初にプログラムを作る時点で念頭にいった「あくまでも教官が中心・・・」という考えが正しいことと、授業とは人間対人間で行うものということを改めて再認識させられた。

C：実際に LL 室で示範システム教育を受けた後で

1) 黒板とチョークだけよりはわかりやすかった？

- ア) はい 32.5%
イ) どちらともいえない 55.0%
ウ) いいえ 12.5%

2) 1) でア) と答えたとき、その理由を具体的に書いてください。

- 主なもの…
・正確なグラフがみられる
・色がはっきりしているので見易い
・パソコンを使っている
・目の前に画面がある
・コンピュータ、ディスプレイは見慣れている
etc

3) 1) でイ) ウ) と答えたとき、その理由を具体的に書いてください。

- 主なもの…
・あまり見易いとはいえない
・説明時に指示棒などの指示がない
・LL 室に慣れていない
・授業進度が速い
・黒板の方が慣れているので集中しやすい
・教官の説明が聞きにくい
・画面をプリントしてはしかなかった etc

4) 興味をもって学習できたか？

- ア) はい 70.0%
イ) どちらともいえない 22.5%
ウ) いいえ 7.5%

5) 4) でア) と答えたとき、その理由を具体的に書いてください。

- 主なもの…
・教室とは違った雰囲気であった
・正確なグラフがわかる
・初めての学習内容だった
・目の前の画面に変化があるのが良い
・新鮮さがある
・パソコンに慣れているので抵抗なかった
etc

6) 4) でイ) ウ) と答えたとき、その理由を具体的に書いてください。

- 主なもの…
・やや画面が見づらい
・グラフの見方がわからなかった
・教室が変わり気分が落ち着かなかった
・普通の授業の方がよい

・操作の過程がわからない etc

7) 今後も取り入れた方がよいか？

- ア) はい 45.0% イ) 時々 52.5%
ウ) 必要なし 2.5%

8) 7) でウ) と答えたとき、その理由を具体的に書いてください。

- ・もっと能率のよい機器による授業を行うべきである

9) 画面は見やすかったか？

- ア) はい 32.5%
イ) どちらともいえない 40.0%
ウ) いいえ 27.5%

10) LL 室の黒板は見やすかったか？

* 備え付けの黒板

- ア) はい 32.5%
イ) どちらともいえない 35.0%
ウ) いいえ 32.5%

* 移動黒板

- ア) はい 45.0%
イ) どちらともいえない 37.5%
ウ) いいえ 17.5%

※ 多くの学生が MIPP-III を使った授業に興味をもち今後も授業への導入を望んでいるようだ。しかし、1) の質問に対し、イ) ウ) と答えている学生の数も多く、今後、より見やすく有効なプログラムの開発、教える側の熟練が必要だと考えられる。又、MIPP-III は LL 室に設置されているため学生は自分達の教室から移動せねばならず、そのため多少落ち着きがなくなり授業に集中できなくなる傾向がみられる。しかし、これは慣れるにしたがって改善されると考えられる。

画面のみやすさについては、プログラムの工夫でもかなり改善可能とは考えられるが、MIPP-III の現システムでは限界があり、より解像度の高いブース TV の導入なども必要になると考えられる。

6. お わ り に

大半の学生がマンネリ化した授業形態でなく、より新鮮で工夫された授業を望んでいることを改めて認識させられた。パソコンはじめ新しい教育機器の授業への導入に関しては、その方法をあやまらなければますます必要と考えられる。しかし、

その際、あくまで教官が中心であること、授業とは人間対人間でおこなわれるということは忘れてはならないだろう。

実際に MIPP-III を使ってみてわかったことが動きのある、色を駆使した画面を作ることが大切だと思う。これはスライドや OHP では真似のできない特徴であり学生の注意を引き付けるのに有効であると思う。又、大型スクリーンを授業の中で随時利用することは、教室の明るさ、後ろの席からの見ずらさ、解像度の問題等から難しく、むしろブースのモニターTV・24 台を使った方がよいようだ。より効果的で興味ある授業をするためには教材、プログラムの工夫が大切なことは言う迄も無いが、現システムでは限界がありモニターTV の解像度のアップ、プリンターの接続等が望まれるところである。

今回は選択した授業項目の基礎数学（一年次）の一部分についてのプログラムだけを作成したが、今後は他項目のプログラム、操作のマニュアル、独自のテキスト等を作り他学年にも実践し報告していきたいと考えている。

参 考 文 献

- 1) 中津正志：MIPP による品質管理の授業、本校紀要第 21 号。
- 2) 矢野健太郎，石原繁編，裳華房
基礎の数学，代数・幾何，微分積分，解析学概論。
- 3) 廣川一巳，前川静男：土木工学科におけるパソコンとプロジェクターによる多人数教育システム（MIPP）の実践，本校紀要第 21 号。
- 4) 竹之内修編，日本評論社，コンピュータと数学教育。
- 5) 田口寛著，化学同人
研究・教育へのパソコンの応用と活用。
- 6) 藤島豊：電気演習への MIPP の利用と将来展望，本校紀要第 21 号。
- 7) 宇野克志，笹村泰昭：パソコンによる示範教育システム，本校紀要第 21 号。

(昭和 61 年 11 月 25 日受理)

```

10 WIDTH 40:CLS 3
20 CONSOLE ,,,0,1
40 DIM A(10),B(10),C(10),R(10),IR(10)
40 DIM P(10),Q(10),RR(10)
100 REM *****
150 REM * PROGRAM FOR MATHEMATICAL EDUCATION *
200 REM * NO 1 1986 7 BY MASAMI UEKI *
250 REM *****
300 PRINT "***** 項目を選んで下さい。 *****"
350 PRINT " "
400 PRINT " (1) 二次関数 (2) 分数関数 "
450 PRINT " (3) 無理関数 (4) グラフの移動 "
500 PRINT " (5) 指数関数 (6) 対数関数 "
520 PRINT " (7) 終わり。 "
550 PRINT "*****"
570 COLOR 6
600 INPUT " 1 から 7 までの番号をキーで入力 ";KO
610 COLOR 7
620 CLS 1
630 IF KO=1 THEN *NIJIKAN
700 IF KO=2 THEN *BUNSUU
750 IF KO=3 THEN *MURIKAN
800 IF KO=4 THEN *IDOU
850 IF KO=5 THEN *SISUU
900 IF KO=6 THEN *TAISUU
950 IF KO=7 THEN END
10000 *NIJIKAN
10100 COLOR 6
10200 PRINT :PRINT
10300 PRINT " ***** 二次関数を描く ***** "
10550 N=0
10560 GOSUB 50000
10600 PRINT :PRINT
10610 COLOR 7
10650 PRINT " Y=A*(X^2)+B*X+C "
10700 PRINT :PRINT
10720 N=N+1
10750 PRINT " 係数を入れよう。 A=:B=:C="
10800 INPUT " A=:A(N)
10850 INPUT " B=:B(N)
10900 INPUT " C=:C(N)
11000 GOSUB 55000
16050 FOR X1=-320 TO 320
16100 Y1=50*(A(N)*(X1/50)^2+B(N)*(X1/50)+C(N))
16200 PSET (X1,-Y1),IR(N)
16300 NEXT X1
16305 GOSUB 18000
16307 COLOR 7
16310 LOCATE 2,38
16320 PRINT "PUSH RETURN KEY"
16350 INPUT AS
16360 CLS 1
16450 GOSUB 60000
16570 PRINT :PRINT :PRINT
16600 INPUT " 番号を入れて下さい。 ";BA
16650 IF BA=1 THEN CLS 3:GOTO *NIJIKAN
16700 IF BA=2 THEN CLS 1:GOTO 10700
16750 IF BA=3 THEN CLS 3:GOTO 300
18000 CLS 1
18050 FOR I=1 TO N
18100 LOCATE 18,2*I+14
18120 COLOR IR(I)
18150 PRINT "Y=";A(I);"*(X^2)+";
18200 PRINT B(I);"X";C(I)
18250 NEXT I
18300 RETURN
20000 *BUNSUU
20050 PRINT "*****分数関数を描く*****"
20100 N=0
20150 GOSUB 50000
20200 PRINT " Y = A / (X-B) + C "
20250 PRINT " Y = "
20300 PRINT :PRINT
20350 PRINT :PRINT
20370 N=N+1
20400 PRINT "*****係数を入れよう。 *****"
20450 INPUT " A=:A(N)
20500 INPUT " B=:B(N)
20550 INPUT " C=:C(N)
20600 PRINT :PRINT
20650 GOSUB 55000
21000 FOR X2=-320 TO 320
21050 Y2=X2/50-B(N)
21100 Y2=50*(A(N)/(Y2+1)+C(N))
21150 IF Y2<-10000 OR Y2>10000 THEN GOTO 21250
21200 PSET (X2,-Y2),IR(N)
21250 NEXT X2
21300 LINE (50*B(N),-420)-(50*B(N),420),4,,&HFOF0
21350 LINE (-700,-50*C(N))-(-700,-50*C(N)),4,,&HFOF0
21400 CLS 1
21450 FOR I=1 TO N
21500 LOCATE 20,3*I+15
21550 COLOR IR(I)
21600 PRINT " ";A(I)
21620 LOCATE 20,3*I+16
21650 PRINT "Y="
21670 LOCATE 22,3*I+17
21700 PRINT "X=";B(I)
21750 NEXT I
21800 COLOR 7
21850 LOCATE 2,38
21900 PRINT "PUSH RETURN KEY"
21950 INPUT AS
22000 CLS 1
22050 GOSUB 60000
22150 PRINT :PRINT :PRINT
22200 INPUT " 番号を入れて下さい。 ";BA1
22250 IF BA1=1 THEN CLS 3:GOTO *BUNSUU
22300 IF BA1=2 THEN CLS 1:GOTO 20200
22350 IF BA1=3 THEN CLS 3:GOTO 300
25000 *MURIKAN
25050 PRINT "*****無理関数を描く*****"
25100 N=0
25150 GOSUB 50000
25200 PRINT :PRINT
25250 PRINT " Y=±√(A*X+B)+C "
25300 PRINT :PRINT
25350 N=N+1
25400 PRINT "*****係数等を入れよう。 *****"
25410 PRINT :PRINT
25450 INPUT " 符号は? (1)+ (2)- ";FU
25460 IF FU=1 THEN FUG(N)=1
25470 IF FU=2 THEN FUG(N)=-1
25480 PRINT
25500 INPUT "A=";A(N)
25510 PRINT
25550 INPUT "B=";B(N)
25560 PRINT
25600 INPUT "C=";C(N)
25650 GOSUB 55000
25700 FOR XM=-420 TO 420
25710 XM1=A(N)*XM/50+B(N)
25720 IF XM1<0 THEN GOTO 25900
25750 XM2=(A(N)*XM/50+B(N))^(1/2)
25800 YM=50*(FUG(N)*XM2+C(N))
25850 PSET (XM,-YM),IR(N)
25900 NEXT XM
25950 CLS 1
26000 FOR I=1 TO N
26050 LOCATE 18,2*I+16
26100 COLOR IR(I)
26150 PRINT "Y=";FUG(I);"√";
26200 PRINT "C";A(I);"X";B(I);
26250 PRINT ")+";C(I)
26300 NEXT I
26350 COLOR 7
26400 LOCATE 2,38
26450 PRINT "PUSH SPACE BAR "
26500 AS=INKEY$
26550 IF AS=" " THEN 26600 ELSE 26500
26600 CLS 1
26650 GOSUB 60000
26660 PRINT :PRINT
26700 INPUT " 番号を入れて下さい。 ";MB
26750 IF MB=1 THEN CLS 3:GOTO *MURIKAN
26800 IF MB=2 THEN CLS 1:GOTO 25200
26850 IF MB=3 THEN CLS 3:GOTO 300
30000 *IDOU
30050 PRINT "*****"
30060 PRINT " "
30070 PRINT " グラフの移動 "
30080 PRINT " "
30100 PRINT " "
30150 PRINT " 項目を選んで下さい。 "
30200 PRINT " (1) 平行移動 (2) X軸対称 "
30250 PRINT " (3) Y軸対称 (4) 原点対称 "
30300 PRINT " (5) 直線Y=X についての対称 "
30350 PRINT " (6) もとの選択項目へもどる。 "
30400 PRINT "*****"
30450 INPUT " 番号を入れて下さい。 ";CK
30470 CLS 1
30600 IF CK=1 THEN GOTO 31000
30650 IF CK=2 THEN GOTO 31700
30660 IF CK=3 THEN GOTO 32400
30650 IF CK=4 THEN GOTO 33100
30700 IF CK=5 THEN GOTO 33800
30750 IF CK=6 THEN GOTO 300
31000 PRINT " 平行移動について "
31010 COLOR 7
31020 PRINT " "
31040 PRINT " 右へp移動-----Xの代わりにX+pを代入 "
31060 PRINT
31080 PRINT " 左へp移動-----Xの代わりにX-pを代入 "
31100 PRINT
31120 PRINT " 上へq移動-----Yの代わりにY-qを代入 "
31140 PRINT
31160 PRINT " 下へq移動-----Yの代わりにY+qを代入 "
31180 COLOR 6
31200 LOCATE 2,38
31220 PRINT "例のグラフを示します。 "
31240 AS=INKEY$
31260 IF AS=" " THEN 31280 ELSE 31240
31280 COLOR 7:CLS 1
31300 LOCATE 2,20:COLOR 5:PRINT "Y=X^2";
31310 COLOR 7:PRINT "を左へ3, 上へ1 平行移動してみる。 "
31320 PRINT
31330 PRINT "つまり";:COLOR 6:PRINT "Y-1=(X+3)^2";
31335 COLOR 7:PRINT "のグラフをかく。 "
31340 COLOR 6:PRINT " Y=X^2+6X+10 ";
31343 COLOR 7:PRINT "のグラフをかく。 "
31380 GOSUB 61000
31470 FOR X1=-320 TO 320
31480 Y1=50*(X1/50)^2
31490 PSET (X1,-Y1),5
31500 NEXT X1
31510 FOR X2=-320 TO 320
31520 Y2=(X2/50)^2+6*(X2/50)+10
31530 PSET (X2,-50*Y2),6
31540 NEXT X2
31550 COLOR 7
31560 LOCATE 2,38
31570 PRINT"PUSH SPACE BAR"
31580 AS=INKEY$
31590 IF AS=" " THEN 31600 ELSE 31580
31600 CLS 3
31610 GOTO 30000
31700 PRINT " X軸対称について "
31710 PRINT
31720 COLOR 7:PRINT " X軸対称-----Yの代わりに-Yを代入 "
31730 COLOR 6:LOCATE 2,38
31740 PRINT "例のグラフを示します。 "
31750 AS=INKEY$
31760 IF AS=" " THEN 31770 ELSE 31750
31770 CLS 1:COLOR 7
31780 LOCATE 2,20:COLOR 5:PRINT "Y=X^2+1";
31790 COLOR 7:PRINT "をX軸対称に移動してみる。 "
31800 PRINT "つまり";:COLOR 6:PRINT "-Y=X^2+1 ";
31810 PRINT " Y=-X^2-1 ";:COLOR 7:PRINT "のグラフをかく。 "
31820 GOSUB 61000
31830 FOR X1=-320 TO 320
31840 Y1=50*(X1/50)^2+1
31850 PSET (X1,-Y1),5
31860 NEXT X1
31870 FOR X2=-320 TO 320
31880 Y2=50*(X2/50)^2+1
31890 PSET (X2,Y2),6
31900 NEXT X2
31910 LOCATE 2,38:PRINT "PUSH SPACE BAR"
31920 AS=INKEY$
31930 IF AS=" " THEN 31940 ELSE 31920
31940 CLS 3:GOTO 30000
32400 PRINT " Y軸対称について。 "
32410 PRINT
32420 PRINT " Y軸対称-----Xの代わりに-Xを代入 "
32430 COLOR 6:LOCATE 2,38

```

```

32440 PRINT "例のグラフを示します。"
32450 AS=INKEY$
32460 IF AS=" " THEN 32470 ELSE 32450
32470 CLS 1:COLOR 7
32480 LOCATE 2,20:COLOR 5:PRINT "Y = (X-1) ^ 2";
32490 COLOR 7:PRINT "をY軸対称に移動する。"
32500 PRINT "つまり":COLOR 6:PRINT "Y = (-X-1) ^ 2"
32510 PRINT "      Y = (X+1) ^ 2":COLOR 7:PRINT "のグラフをかく。"
32520 GOSUB 61000
32530 FOR X1=-320 TO 320
32540 Y1=50*((X1/50-1)^2)
32550 PSET (X1,-Y1),5
32560 NEXT X1
32570 FOR X2=-320 TO 320
32580 Y2=50*((X2/50+1)^2)
32590 PSET (X2,-Y2),6
32600 NEXT X2
32610 LOCATE 2,38:PRINT "PUSH SPACE BAR"
32620 AS=INKEY$
32630 IF AS=" " THEN 32640 ELSE 32620
32640 CLS 3:GOTO 30000
33100 PRINT "      原点对称について":PRINT
33120 PRINT "      原点对称-----Yの代わりに-Yを代入"
33125 PRINT "      点対称-----Xの代わりに-Xを代入"
33130 COLOR 6:LOCATE 2,38
33140 PRINT "例のグラフを示します。"
33150 AS=INKEY$
33160 IF AS=" " THEN 33170 ELSE 33150
33170 CLS 1:COLOR 7
33180 LOCATE 2,20:COLOR 5:PRINT "Y = (X-1) ^ 2+1";
33190 COLOR 7:PRINT "を原点対称に移動してみる。"
33200 PRINT "つまり":COLOR 6:PRINT "Y = (-X-1) ^ 2+1"
33210 PRINT "      Y = -(X+1) ^ 2-1";
33220 COLOR 7:PRINT "のグラフをかく。"
33230 GOSUB 61000
33240 FOR X1=-320 TO 320
33250 Y1=50*((X1/50-1)^2+1)
33260 PSET (X1,-Y1),5
33270 NEXT X1
33280 FOR X2=-320 TO 320
33290 Y2=50*((X2/50+1)^2-1)
33300 PSET (X2,-Y2),6
33310 NEXT X2
33320 LOCATE 2,38:PRINT "PUSH SPACE BAR"
33330 AS=INKEY$
33340 IF AS=" " THEN 33350 ELSE 33330
33350 CLS 3:GOTO 30000
33800 PRINT "      直線 Y = X に関する対称移動について":PRINT
33810 COLOR 7:PRINT "直線 Y = X に関する対称移動":PRINT
33820 PRINT "      点対称-----XとYを入れ替える。"
33830 COLOR 6:LOCATE 2,38
33840 PRINT "例のグラフを示します。"
33850 AS=INKEY$
33860 IF AS=" " THEN 33870 ELSE 33850
33870 CLS 1:COLOR 7
33880 LOCATE 2,20:COLOR 5:PRINT "Y = X ^ 2+1";
33890 COLOR 7:PRINT "をY=Xに関して対称移動する。"
33900 PRINT "つまり":COLOR 6:PRINT "X=Y ^ 2+1"
33910 PRINT "      Y = ±√(X-1)":COLOR 7:PRINT "のグラフをかく。"
33920 GOSUB 61000
33930 FOR X1=-320 TO 320
33940 Y1=50*((X1/50)^2+1)
33950 PSET (X1,-Y1),5
33960 NEXT X1
33970 FOR Y2=-200 TO 200
33980 X2=50*((Y2/50)^2+1)
33990 PSET (X2,-Y2),6
34000 NEXT Y2
34005 LINE (500,-500)-(-500,500),4,&HFOF0
34010 LOCATE 2,38:PRINT "PUSH SPACE BAR"
34020 AS=INKEY$
34030 IF AS=" " THEN 34040 ELSE 34020
34040 CLS 3:GOTO 30000
50000 *SISUU
50500 PRINT "****指数関数を描く。****"
51000 N=0
51500 GOSUB 50000
52000 PRINT:PRINT
52500 PRINT "Y=R*a ^ (X-p) + q"
53000 N=N+1
53500 PRINT "****係数等を入れよう。****"
54000 PRINT:PRINT
54500 INPUT "R=":RR(N)
54500 INPUT "a=":A(N):PRINT
55000 INPUT "p=":P(N):PRINT
55500 INPUT "q=":Q(N):PRINT
56000 PRINT:PRINT
56500 GOSUB 55000
57000 FOR XS=-420 TO 420
57500 XS1=RR(N)*A(N)^(XS/50-P(N))
57600 IF XS1<-100 OR XS1>100 THEN GOTO 35900
58000 YS=50*(XS1+Q(N))
58500 PSET (XS,-YS),IR(N)
59000 NEXT XS
59500 CLS 1
60000 FOR I=1 TO N
60500 LOCATE 18,2*I+16
61000 COLOR IR(I)
61500 PRINT "Y=":A(I):"^":X("X"):P(I):
62000 PRINT ")+":Q(I)
62500 NEXT I
63000 COLOR 7
63500 LOCATE 2,38
64000 PRINT "PUSH SPACE BAR"
64500 AS=INKEY$
65000 IF AS=" " THEN 65500 ELSE 64500
65500 CLS 1
66000 GOSUB 60000
66500 PRINT:PRINT
67000 INPUT "      番号を入れて下さい。":SB
67500 IF SB=1 THEN CLS 3:GOTO *SISUU
68000 IF SB=2 THEN CLS 1:GOTO 35200
68500 IF SB=3 THEN CLS 3:GOTO 300
40000 *TAISUU
40050 PRINT "****対数関数を描く****"
40100 N=0
40150 GOSUB 50000
40200 PRINT:PRINT
40250 PRINT "Y=LOG a (p X+q) + r"
40300 N=N+1
40320 PRINT:PRINT
40350 PRINT "****係数等を入れよう。****"
40400 PRINT:PRINT:PRINT
40450 INPUT "a=":A(N):PRINT
40500 INPUT "p=":P(N):PRINT
40550 INPUT "q=":Q(N):PRINT
40600 INPUT "r=":RR(N):PRINT
40650 PRINT:PRINT
40700 GOSUB 55000
40750 FOR XT=-420 TO 420
40800 XT1=P(N)*XT/50+Q(N)
40810 IF XT1<0 THEN GOTO 41000
40820 XT3=LOG(XT1)
40830 IF XT3<-1000 OR XT3>1000 THEN GOTO 41000
40850 XT2=(LOG(XT1))/LOG(A(N))
40900 YT=50*(XT2+RR(N))
40910 IF YT<-1000 OR YT>1000 THEN GOTO 41000
40950 PSET (XT,-YT),IR(N)
41000 NEXT XT
41050 CLS 1
41100 FOR I=1 TO N
41150 LOCATE 4,2*I+16
41200 COLOR IR(I)
41250 PRINT "Y=LOG ":A(I):" (":P(I):"X+":
41300 PRINT Q(I):") +":RR(I)
41350 NEXT I
41400 COLOR 7
41450 LOCATE 2,38
41500 PRINT "PUSH SPACE BAR"
41550 AS=INKEY$
41600 IF AS=" " THEN 41650 ELSE 41550
41650 CLS 1
41700 GOSUB 60000
41750 PRINT:PRINT
41800 INPUT "      番号を入れて下さい。":TB
41850 IF TB=1 THEN CLS 3:GOTO *TAISUU
41900 IF TB=2 THEN CLS 1:GOTO 40200
41950 IF TB=3 THEN CLS 3:GOTO 300
50000 PRINT:PRINT:PRINT
50010 PRINT "      **座標軸の決定をします。**":PRINT
50050 PRINT "      (1)----- (2)----- (3)-----"
50100 PRINT "      |               |               |"
50150 PRINT "      |               |               |"
50200 PRINT "      (4)----- (5)----- (6)-----:PRINT
50250 PRINT "      |               |               |"
50300 PRINT "      |               |               |"
50350 PRINT "      (7)----- (8)----- (9)-----"
50400 PRINT "      |               |               |"
50450 PRINT "      |               |               |"
50460 PRINT:PRINT
50500 INPUT "      1から9までの番号で決定します。":ZA
50510 CLS 1
50520 SCREEN 3,0,0,1
50550 IF ZA=1 THEN WINDOW (-170,-100)-(-470,300)
50600 IF ZA=2 THEN WINDOW (-320,-100)-(-320,300)
50610 IF ZA=3 THEN WINDOW (-470,-100)-(-170,300)
50620 IF ZA=4 THEN WINDOW (-170,-200)-(-470,200)
50630 IF ZA=5 THEN WINDOW (-470,-300)-(-170,100)
50640 IF ZA=6 THEN WINDOW (-320,-300)-(-320,100)
50650 IF ZA=7 THEN WINDOW (-170,-300)-(-470,100)
50660 IF ZA=8 THEN WINDOW (-470,-200)-(-170,200)
50670 IF ZA=9 THEN WINDOW (-320,-200)-(-320,200)
51000 FOR I=-20 TO 20
51050 LINE (50*I,400)-(50*I,-400),7,&HFOF0
51100 NEXT I
51150 FOR I=-13 TO 13
51200 LINE (-1000,50*I)-(-1000,50*I),7,&HFOF0
51250 NEXT I
51300 LINE (-700,0)-(700,0),4
51320 LINE (-700,1)-(700,1),4
51330 LINE (-700,-1)-(700,-1),4
51350 LINE (0,-420)-(0,400),4
51370 LINE (-1,-420)-(-1,420),4
51400 RETURN
55000 PRINT "      色を指定して下さい。"
55050 PRINT "      (1) 黄色 (2) 水色"
55070 PRINT "      (3) 紫色 (4) 赤色"
55100 INPUT R(N)
55150 IF R(N)=1 THEN IR(N)=6
55200 IF R(N)=2 THEN IR(N)=5
55250 IF R(N)=3 THEN IR(N)=3
55300 IF R(N)=4 THEN IR(N)=2
55350 RETURN
60000 PRINT:PRINT:PRINT
60010 PRINT "      色を指定して下さい。"
60020 PRINT:PRINT
60050 PRINT "      (1) 新しく描く。(2) 重ねてえがく。"
60070 PRINT:PRINT
60100 PRINT "      (3) もとの選択項目へもどる。"
60150 RETURN
61000 SCREEN 3,0,0,1
61020 WINDOW (-320,-200)-(-320,200)
61040 FOR I=-20 TO 20
61060 LINE (50*I,400)-(50*I,-400),7,&HFOF0
61080 NEXT I
61100 FOR I=-13 TO 13
61120 LINE (-1000,50*I)-(-1000,50*I),7,&HFOF0
61140 NEXT I
61160 LINE (-700,0)-(700,0),2
61180 LINE (-700,1)-(700,1),2
61200 LINE (-700,-1)-(700,-1),2
61220 LINE (0,-420)-(0,420),2
61240 LINE (-1,-420)-(-1,420),2
61260 RETURN

```