

## 算数数学教育におけるパーソナルコンピュータを 利用した教材について

佐伯卓也\*

(昭和58年6月21日受理)

### は し が き

わが国におけるパーソナルコンピュータ（個人用マイクロコンピュータの意味で以下パソコンと呼ぶことにする）の普及は著しく、産業界はもとより、事務所そして家庭まで入り、街では小学生までパソコンで遊ぶに至っている。これは年々パソコンの価格で下り、しかも性能が飛躍的に向上することからきている。プレサビスとしての教師教育を担当する教育学部に身をおく筆者にとって、時代のニーズに応じられる教師を養成する責任を感じている。筆者は、学校現場においては、今後パソコンの普及が激化し、やがては生徒一人に対しパソコン1台、という時代がくると考えている。これを予想して、3年前からパソコン教育を手さぐりの進めて来た。小論においては、これらの経験を踏まえ、ささやかな構造化への枠組みを提供し、そのパソコン化した教材例の一つを示す。

### 1 パソコン化授業とパソコン化教材

町田（1982）は、教育現場におけるパソコンのかかわり方を、場面のカテゴリーと機能のカテゴリーから分類した。

#### 場面のカテゴリー

- S<sub>1</sub>: 学校外でのパソコン利用の数学学習への影響
- S<sub>2</sub>: 学校内でのパソコン利用の数学学習への影響
- S<sub>3</sub>: 教員養成の面におけるパソコン利用の数学学習への影響

#### 機能のカテゴリー

- F<sub>1</sub>: interactive な視聴覚機器として
- F<sub>2</sub>: 教授学習システムとして
- F<sub>3</sub>: problem solver への支援機器として

町田は、この中で、F<sub>1</sub>—S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>; F<sub>2</sub>—S<sub>1</sub>; F<sub>3</sub>—S<sub>1</sub>の組合わせは、現在現場で見られる一方、F<sub>1</sub>—S<sub>3</sub>; F<sub>3</sub>—S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>の組合わせは殆んど見られない、とした。筆者は、町田のカテゴリーのうち、S<sub>2</sub>: 学校内でのパソコン利用、ないしは、F<sub>2</sub>: 教授学習システムとしてのパ

\* 岩手大学教育学部

ソコンの利用、をモデファイし「教室の中におけるパソコンの利用水準」を提案した(佐伯, 1983b)。

#### 第1水準(教師による提示用として)

OHP等の視聴覚機器と似た用い方で、町田のF<sub>2</sub>-S<sub>2</sub>にあたる。

#### 第2水準(対話型利用)

プログラミングは教師作成、入・出力は学習者がする、CAI的利用である。

#### 第3水準(問題発見・解決型利用)

プログラミング、入・出力ともに学習者が行ない、教師は助言程に止める利用である。

さて、この「水準」を用いると、パソコン化授業・教材の定義ができる。筆者は一応パソコン化授業(microcomputerized teaching)とは、上述のパソコン利用水準で、主として第2、第3の利用を授業の中に組み込んだ授業、としておく。パソコン化授業は、第2水準ではパソコン利用のCAIに似ているが、45~50分授業の中で、時々利用するという点で、CAIと異なる。さらにパソコン化教材(microcomputerized material)とは、パソコン化授業で用いる、パソコンのCRT(モニターテレビ)に表示された教材を意味する、としておく。

次に、上述のパソコン化授業実現のためのハードウェア、つまりパソコンの台数についての一つの考え方を示そう。Luehrmann(1981)もアメリカの教室でのパソコンのガイドラインを示している。わが国の事情等を考えると一応次のようになろう。

パソコンのプログラムでは一般に用いられているものにBASICがある。これは英語や英文字を使うので、小学校では原則として第3利用水準を使わないとしないかならう。そこで

第2水準——グループにパソコン1セット<sup>1)</sup>、クラス全体では10セットぐらい

第3水準——1人につき1セット、これが無理なら、2人につき1セット

が、一応の規準となろう。

このようなパソコン化授業の実現のための問題点をあげてみよう。

- 1) パソコンの価格
- 2) 教師自身のコンピューターリテラシーおよび使用するパソコンについての知識と操作技術

と考えられる。1)の方は、解決は時間の問題であろうが、最後まで残るのは2)であろう。これは教師教育の課題となろう。

## 2 パソコン化教材の実例

筆者の研究室で最近開発したパソコン化教材について触れる。まず、利用水準から、第1ないしは第2水準と考えられるものは

「2次関数ドリルと決定問題(ゲーム)」

「平面上の図形のユークリッド変換ドリル」

「立体図形の立体視説明図<sup>2)</sup>」

1) パソコン1セットとは、パソコンの本体、CRT、そしてカセットテープレコーダーの組み合わせである。

2) 昭和57年度佐伯研究室所属学生、奥村国彦開発を一部修正

第3水準の試行として、学生をSsとして実施した(対象学生15名、パソコン6セット)

「 $y = x^2$ のグラフ」

がある。

これらの例のうち未発表のものとして、第1・2水準の「平面上の図形のユークリッド変換ドリル」を取り上げる。先行研究としてアメリカの Shitgalis (1982) の例がある。

「変換ドリル」の概略は、図形として「点」「線分」「三角形」「四角形」「円」をとりあげた。また、ユークリッド変換として、平行移動、対称変換(点対称・線対称)、回転とした。学習者は、それぞれの図形、変換がオプションでキーから入力し、それに対応して、スクリーンに表示されるようになっている。資料としてプログラムの実際を末尾に付すので参考にされるとよい。

### 3 結果と考察

プログラム作成後研究室所属学生をSsとして実際にドリルを実施させた。そのとき生じた問題点に触れよう。

四角形のドリルで、4点の座標の入る所で、結果的には四角形にならない座標を入力するという困難がでた。大学生でもこうなるので入力を改善しなければならない。その改善法としては、一つは「イメージ法」とでもいう方法がある。これは、四角形の4頂点の座標入力するとき、具体的に四角形をスクリーンに表示するプログラムを挿入することである。これは「立体図形の立体視説明図」プログラムで奥村が用いて成功している。もう一つの方法は頂点でなく「線分」に着目して四角形の「辺」で入力する方法である。これも前述の奥村が、立体視として、直方体(辺の数が12個)で用いて成功している。この考えで本プログラムは改善の必要があろう。

次にSsからの発言の中で注目すべきものとして、本プログラムも、ドリルだけでなくゲーム化したらどうか、ということだった。筆者は前に2次関数のドリルと決定問題の所で、ゲームとして決定するまでの時間を表示する方法で、学生達に非常に興味を起させた経験がある(佐伯, 1983a)。本プログラムもゲーム化ができるし、その上、そのゲームを通して、児童生徒のユークリッド変換の学習の細かい過程の研究(山形大学の松岡グループでは小数の割算ですでに実施している:阿部・松岡・村田, 1983)にも応用の可能性があろう。

学校教育における現行の教育課程は、その背後には「情報処理能力」の育成がその主要目標となっていることが指摘されている(例えば小林, 1983)。これは単に指導要領からの要請だけでなく、爆発的な人口増加に悩む限られた宇宙船地球号上の人類が21世紀に向けて「生きるのびる」ための方策を模索している共通のニーズにこたえることでもある。小林(1983)は、情報処理能力の計画的体系的な指導のガイドラインとして

- (1) 目標を設定する(情報収集の目標)
- (2) 目標に合うような情報をできるだけ多く集める
- (3) 資料は、できるだけ数量化する
- (4) 表やグラフの作成とその検討をする
- (5) 目標に合わせて多面的に考察する

をあげている。さらに、これらの手法の習得と合わせて、その価値の基準をそれぞれの生徒に構築すること、の重要性にも触れている。

コンピュータの役割のかなりの部分が、この情報処理能力ないしはその育成にかかわっていることは否定できない。このためのコンピュータの指導のできる教師の育成の一助にでもなればと思い、このようなパソコンプログラムの開発について述べたわけである。

一方眼を地球的な規模に転じてみたとき、先進工業国はこぞって情報化社会の中に入って、そこに生きる人々は変り行く社会、産業構造の中での生活をよぎなくされている。情報化社会に生きる人間の資質はネイスビッツ<sup>3)</sup>の言を待つまでもなく、いかに多くの情報の中から必要な情報を役に立つように再構成すること（つまり情報処理）にある。この面からも、わが国の学校におけるコンピュータ教育のシステムが作られることが望まれる。

本研究は昭和57年度文部省科研費（一般C，57580180：代表佐伯）の補助を受けてなされた研究の一部であることを記し、感謝の意を表する。

#### 引用文献

- 1) 阿部建夫, 松岡元久, 村田哲, 1983「小数のわり算のドリルプログラムの開発——パーソナルコンピュータによる計算速度の測定——」（『東北数学教育学会年報』14），43—58.
- 2) 小林学, 1983「情報化時代の学校教育活動——情報処理教育をめぐる——」（『教育と情報』303），8—13.
- 3) Luehrmann, A. 1981, Computer literacy——What should it be? *Mathematics Teacher*, 74, 682—686.
- 4) 町田彰一郎, 1982「数学学習におけるパーソナルコンピュータの利用と限界」（『日本科学教育学会論文集』6）17—18.
- 5) 佐伯卓也, 1983a「Computer literacy と数学教育」（『岩手大学教育学部附属教育工学センター教育工学研究』5）71—76.
- 6) 佐伯卓也, 1983b「算数数学におけるパソコン化授業」（『東北数学教育学会年報』14）25—35.
- 7) 佐伯卓也, 1983c「算数数学におけるパソコン化授業（2）——第3利用水準の試行——」（『東北北陸基礎研報告』10）1—8.
- 8) 佐伯卓也, 1983d「算数数学におけるパソコン化教材（1）——2次関数ドリルと決定練習」同前, 9—16.
- 9) 佐伯卓也, 奥村国彦, 1983「算数数学におけるパソコン化教材（2）——立体図形の立体視説明図——」同前, 17—24.
- 10) Shilgalis, T. W. 1982, Geometric transformations on a microcomputer, *Mathematics Teacher*, 75, 16—19.

3) ジョン・ネイスビッツ（竹村健一訳），1983「メガトレンド」三笠書房，東京

## (資料)

```

1 CLS 3
2 CONSOLE 0,25,0,1
4 LPRINT "**** Drills for Euclidean Transformations on Plane Figures ****"
6 PRINT "**** Drills for Euclidean Transformations on plane figures ****"
10 PRINT:PRINT:PRINT
20 PRINT "          Programmed by Takuya SAEKI : Iwate Univ. 1983.4.28"
30 PRINT:PRINT:PRINT
40 LPRINT:LPRINT "          Programmed by Takuya SAEKI - Iwate Univ. - 1983.4.28"
50 LPRINT:LPRINT "          N-88 BASIC ----- Disk code [T2]"
60 LPRINT:LPRINT:LPRINT
90 DIM X0(5),Y0(5),X1(5),Y1(5),X02(5),Y02(5),X12(5),Y12(5)
100 "      Name of figures
110 INPUT "テン - 1 ◆ センア - 2 ◆ サカクガイ - 3 ◆ ヲカクガイ - 4 ◆ イン - 5 ◆ オワリ - 6 ";S
120 ON S GOTO 200,500,1000,2000,3000,6000
200 "      Point
210 AS="テン"
220 INPUT "スラ - 1 ◆ オリカエ(テン) - 2 ◆ オリカエ(セン) - 3 ◆ マワ - 4 ";T
230 ON T GOTO 240,310,360,410
235 '
240 B$="スラ":GOSUB 4000
245 LOCATE 0,17
250 INPUT "テンノサヒョウ(x,y)ヲイナサイ ";X0,Y0
260 GOSUB 4200
270 X1=X0+A0:Y1=Y0+B0:X01=320+20*X0:Y01=100-10*Y0:X11=320+20*X1:Y11=100-10*Y1
280 CIRCLE (X01,Y01),2,2:CIRCLE (X11,Y11),2,7
290 INPUT "テン -- 1 ◆ タノツガイ -- 2 ◆ オワリ -- 3 ";T1
300 ON T1 GOTO 200,100,6000
305 '
310 B$="オリカエ(テン)":GOSUB 4000
320 LOCATE 0,17:INPUT "テンノサヒョウ(x,y)ヲイナサイ ";X0,Y0:GOSUB 4300
330 X1=2*A0-X0:Y1=2*B0-Y0:X01=320+20*X0:Y01=100-10*Y0:X11=320+20*X1:Y11=100-10*Y1
340 CIRCLE (X01,Y01),2,2:CIRCLE (X11,Y11),2,7
350 INPUT "テン -- 1 ◆ タノツガイ -- 2 ◆ オワリ -- 3 ";T11
355 ON T11 GOTO 200,100,6000
358 '
360 B$="オリカエ(セン)":GOSUB 4000
370 LOCATE 0,17:INPUT "テンノサヒョウ(x,y)ヲイナサイ ";X0,Y0:GOSUB 4350
380 X1=L1*X0+L2*Y0+L3:Y1=M1*X0+M2*Y0+M3:X01=320+20*X0:Y01=100-10*Y0:X11=320+20*X1:Y11=100-10*Y1
390 CIRCLE (X01,Y01),2,2:CIRCLE (X11,Y11),2,7
400 INPUT "テン -- 1 ◆ タノツガイ -- 2 ◆ オワリ -- 3 ";T2
403 ON T2 GOTO 200,100,6000
405 '
410 B$="マワ":GOSUB 4000
420 LOCATE 0,17:INPUT "テンノサヒョウ(x,y)ヲイナサイ ";X0,Y0:GOSUB 4500
430 X1=L1*X0+L2*Y0+L3:Y1=M1*X0+M2*Y0+M3:X01=320+20*X0:Y01=100-10*Y0:X11=320+20*X1:Y11=100-10*Y1
440 CIRCLE (X01,Y01),2,2:CIRCLE (X11,Y11),2,7
460 INPUT "テン -- 1 ◆ タノツガイ -- 2 ◆ オワリ -- 3 ";T3
470 ON T3 GOTO 200,100,6000
500 "      Line segment
510 AS="セン"
520 INPUT "スラ - 1 ◆ オリカエ(テン) - 2 ◆ オリカエ(セン) - 3 ◆ マワ - 4 ";T
530 ON T GOTO 540,700,800,900
535 '
540 B$="スラ":GOSUB 4000
550 LOCATE 0,17:INPUT "センノリョウタンノサヒョウ(x1,y1),(x2,y2)ヲイナサイ ";X0(1),Y0(1),X0(2),Y0(2)
560 GOSUB 4200
570 FOR I=1 TO 2
580 X1(I)=X0(I)+A0:Y1(I)=Y0(I)+B0:NEXT I:GOSUB 6050
590 INPUT "セン -- 1 ◆ タノツガイ -- 2 ◆ オワリ -- 3 ";T1
600 ON T1 GOTO 500,100,6000
610 '

```

```

700 B$="オリカゴ(テン)":GOSUB 4000
710 LOCATE 0,17:INPUT "エンフンノリョウタンノサ`ヒョウ (x1,y1),(x2,y2)ヲイレナサイ ";X0(1),
  Y0(1),X0(2),Y0(2)
720 GOSUB 4300
730 FOR J=1 TO 2
740 X1(J)=2*A0-X0(J):Y1(J)=2*B0-Y0(J):NEXT J
750 GOSUB 6050
760 INPUT "エンフン -- 1 ◆ タノツ`ガイ -- 2 ◆ オワリ -- 3 ";T11
770 ON T11 GOTO 500,100,6000
780
-----
800 B$="オリカゴ(エン)":GOSUB 4000
810 LOCATE 0,17:INPUT "エンフンノリョウタンノサ`ヒョウ (x1,y1),(x2,y2)ヲイレナサイ ";X0(1),
  Y0(1),X0(2),Y0(2)
820 GOSUB 4350
830 FOR I=1 TO 2
840 X1(I)=L1*X0(I)+L2*Y0(I)+L3:Y1(I)=M1*X0(I)+M2*Y0(I)+M3:NEXT I
850 GOSUB 6050
860 INPUT "エンフン -- 1 ◆ タノツ`ガイ -- 2 ◆ オワリ -- 3 ";T2
870 ON T2 GOTO 500,100,6000
880
-----
900 B$="マワラ":GOSUB 4000
910 LOCATE 0,17:INPUT "エンフンノリョウタンノサ`ヒョウ (x1,y1),(x2,y2)ヲイレナサイ ";X0(1),
  Y0(1),X0(2),Y0(2)
920 GOSUB 4500
930 FOR I=1 TO 2
940 X1(I)=L1*X0(I)+L2*Y0(I)+L3:Y1(I)=M1*X0(I)+M2*Y0(I)+M3:NEXT I
950 GOSUB 6050
960 INPUT "エンフン -- 1 ◆ タノツ`ガイ -- 2 ◆ オワリ -- 3 ";T3
970 ON T3 GOTO 500,100,6000
1000 `████ Triangle
1010 A$="サンカクガイ"
1020 INPUT "ス`ララ - 1 ◆ オリカゴ(テン) - 2 ◆ オリカゴ(エン) - 3 ◆ マワラ - 4 ";T
1030 ON T GOTO 1040,1200,1300,1400
1039
-----
1040 B$="ス`ララ":GOSUB 4000
1045 LOCATE 0,17
1050 INPUT "3テンノサ`ヒョウ (x1,y1),(x2,y2),(x3,y3)ヲイレナサイ ";X0(1),Y0(1),X0(2),
  Y0(2),X0(3),Y0(3)
1060 GOSUB 4200
1070 FOR I=1 TO 3
1080 X1(I)=X0(I)+A0:Y1(I)=Y0(I)+B0:NEXT I
1090 GOSUB 4120
1100 INPUT "サンカクガイ -- 1 ◆ タノツ`ガイ -- 2 ◆ オワリ -- 3 ";T1
1110 ON T1 GOTO 1000,100,6000
1199
-----
1200 B$="オリカゴ(テン)":GOSUB 4000
1205 LOCATE 0,17
1210 INPUT "3テンノサ`ヒョウ (x1,y1),(x2,y2),(x3,y3)ヲイレテクダサイ ";X0(1),Y0(1),
  X0(2),Y0(2),X0(3),Y0(3)
1220 GOSUB 4300
1230 FOR I=1 TO 3
1240 X1(I)=2*A0-X0(I):Y1(I)=2*B0-Y0(I):NEXT I
1250 GOSUB 4120
1260 INPUT "サンカクガイ -- 1 ◆ タノツ`ガイ -- 2 ◆ オワリ -- 3 ";T11
1270 ON T11 GOTO 1000,100,6000
1280
-----
1300 B$="オリカゴ(エン)":GOSUB 4000
1309 LOCATE 0,17
1310 INPUT "3テンノサ`ヒョウ (x1,y1),(x2,y2),(x3,y3)ヲイレナサイ ";X0(1),Y0(1),X0(2),
  Y0(2),X0(3),Y0(3)
1320 GOSUB 4350
1330 FOR I=1 TO 3
1340 X1(I)=L1*X0(I)+L2*Y0(I)+L3
1350 Y1(I)=M1*X0(I)+M2*Y0(I)+M3:NEXT I
1360 GOSUB 4120
1370 INPUT "サンカクガイ -- 1 ◆ タノツ`ガイ -- 2 ◆ オワリ -- 3 ";T2
1380 ON T2 GOTO 1000,100,6000

```

```

1390 '
1400 B$='マツ':GOSUB 4000
1409 LOCATE 0,17
1410 INPUT '3 点ノサビョウ (x1,y1),(x2,y2),(x3,y3)ヲイレナイ';X0(1),Y0(1),X0(2),
      Y0(2),X0(3),Y0(3)
1420 GOSUB 4500
1430 FOR I=1 TO 3
1440 X1(I)=L1*X0(I)+L2*Y0(I)+L3:Y1(I)=M1*X0(I)+M2*Y0(I)+M3
1450 NEXT I
1460 GOSUB 4120
1470 INPUT 'サンカクケイ -- 1 ◆ タノツケイ -- 2 ◆ オワリ -- 3';T3
1480 ON T3 GOTO 1000,100,6000
2000 '■■■■ Quadrilateral
2010 A$='サカクケイ'
2020 INPUT 'スラ - 1 ◆ オリカエ(テン) - 2 ◆ オリカエ(セン) - 3 ◆ マツ - 4';T
2030 ON T GOTO 2040,2200,2300,2400
2035 '
2040 B$='スラ':GOSUB 4000
2045 LOCATE 0,17
2050 GOSUB 4600
2060 GOSUB 4200
2070 FOR I=1 TO 4
2080 X1(I)=X0(I)+A0:Y1(I)=Y0(I)+B0:NEXT I
2090 GOSUB 4650
2100 INPUT 'サカクケイ -- 1 ◆ タノツケイ -- 2 ◆ オワリ -- 3';T1
2110 ON T1 GOTO 2000,100,6000
2115 '
2200 B$='オリカエ(テン)':GOSUB 4000
2205 LOCATE 0,17
2210 GOSUB 4600
2220 GOSUB 4300
2230 FOR I=1 TO 4
2240 X1(I)=2*A0-X0(I):Y1(I)=2*B0-Y0(I):NEXT I
2250 GOSUB 4650
2260 INPUT 'サカクケイ -- 1 ◆ タノツケイ -- 2 ◆ オワリ -- 3';T11
2270 ON T11 GOTO 2000,100,6000
2280 '
2300 B$='オリカエ(セン)':GOSUB 4000
2305 LOCATE 0,17
2310 GOSUB 4600
2320 GOSUB 4350
2330 FOR I=1 TO 4
2340 X1(I)=L1*X0(I)+L2*Y0(I)+L3
2350 Y1(I)=M1*X0(I)+M2*Y0(I)+M3:NEXT I
2360 GOSUB 4650
2370 INPUT 'サカクケイ -- 1 ◆ タノツケイ -- 2 ◆ オワリ -- 3';T2
2380 ON T2 GOTO 2000,100,6000
2390 '
2400 B$='マツ':GOSUB 4000
2405 LOCATE 0,17
2410 GOSUB 4600
2420 GOSUB 4500
2430 FOR I=1 TO 4
2440 X1(I)=L1*X0(I)+L2*Y0(I)+L3:Y1(I)=M1*X0(I)+M2*Y0(I)+M3
2450 NEXT I
2460 GOSUB 4650
2470 INPUT 'サカクケイ -- 1 ◆ タノツケイ -- 2 ◆ オワリ -- 3';T3
2480 ON T3 GOTO 2000,100,6000
3000 '■■■■ Circle
3010 A$='イン'
3020 INPUT 'スラ - 1 ◆ オリカエ(テン) - 2 ◆ オリカエ(セン) - 3 ◆ マツ - 4';T
3030 ON T GOTO 3040,3200,3300,3400
3035 '
3040 B$='スラ':GOSUB 4000
3045 LOCATE 0,17
3050 INPUT 'チウシツノサビョウ (x,y)トハンケイ r(>0)ヲイレナイ';X0,Y0,R0

```

```

3060 GOSUB 4200
3062 GOSUB 3950
3070 X1=X0+A0:Y1=Y0+B0
3080 GOSUB 3900
3090 INPUT 'イン -- 1 ◆ タノ ヲケイ -- 2 ◆ ㊦リ -- 3 ◆ ' ;T1
3100 ON T1 GOTO 3000,100,6000
3110 '
3200 B$='オカヒヨ(テン)':GOSUB 4000
3205 LOCATE 0,17
3210 INPUT 'チヨテンノ サヒヨウ (x,y) ト アンケイ r(>0) ヲ イレナサイ ' ;X0,Y0,R0
3220 GOSUB 4300
3230 GOSUB 3950
3240 X1=2*A0-X0:Y1=2*B0-Y0
3250 GOSUB 3900
3260 INPUT 'イン -- 1 ◆ タノ ヲケイ -- 2 ◆ ㊦リ -- 3 ◆ ' ;T11
3270 ON T11 GOTO 3000,100,6000
3280 '
3300 B$='オカヒヨ(セン)':GOSUB 4000
3305 LOCATE 0,17
3310 INPUT 'チヨテンノ サヒヨウ (x,y) ト アンケイ r(>0) ヲ イレナサイ ' ;X0,Y0,R0
3320 GOSUB 4350
3330 GOSUB 3950
3340 X1=L1*X0+L2*Y0+L3:Y1=M1*X0+M2*Y0+M3
3350 GOSUB 3900
3360 INPUT 'イン -- 1 ◆ タノ ヲケイ -- 2 ◆ ㊦リ -- 3 ◆ ' ;T2
3370 ON T2 GOTO 3000,100,6000
3380 '
3400 B$='マツ':GOSUB 4000
3405 LOCATE 0,17
3410 INPUT 'チヨテンノ サヒヨウ (x,y) ト アンケイ r(>0) ヲ イレナサイ ' ;X0,Y0,R0
3420 GOSUB 4500
3430 GOSUB 3950
3440 X1=L1*X0+L2*Y0+L3:Y1=M1*X0+M2*Y0+M3
3450 GOSUB 3900
3460 INPUT 'イン -- 1 ◆ タノ ヲケイ -- 2 ◆ ㊦リ -- 3 ◆ ' ;T3
3470 ON T3 GOTO 3000,100,6000
3900 ' Writing circle subroutine
3910 X11=320+20*X1:Y11=100-10*Y1:R11=20*R0
3920 CIRCLE (X11,Y11),R11,7:PSET (X11,Y11),7
3930 RETURN
3940 '
3950 X10=320+20*X0:Y10=100-10*Y0:R10=20*R0
3960 CIRCLE (X10,Y10),R10,2:PSET (X10,Y10),2
3970 RETURN
4000 ' Coordinate subroutine
4010 CLS 3
4020 LINE (100,100)-(539,100),4
4030 FOR I=1 TO 21
4040 PSET (100+20*I,99),4:PSET (100+20*I,101),4:NEXT I
4050 LINE (320,0)-(320,199),4
4060 FOR I=0 TO 20
4070 PSET (319,10+10*I),4:PSET (321,10+10*I),4:NEXT I
4080 LOCATE 41,0:PRINT 'y':LOCATE 70,9:PRINT 'x':LOCATE 41,9:PRINT 'o':
LOCATE 65,10 :PRINT '10':LOCATE 38,0:PRINT '10'
4090 LOCATE 0,0:PRINT A$;' ':B$
4100 RETURN
4120 ' Writing triangle subroutine
4130 FOR J=1 TO 3
4140 X02(J)=320+20*X0(J):Y02(J)=100-10*Y0(J):X12(J)=320+X1(J)*20:Y12(J)=100- 10*
Y1(J):NEXT J
4150 LINE (X02(1),Y02(1))-(X02(2),Y02(2)),2:LINE (X02(2),Y02(2))-(X02(3),Y02(3))
,2:LINE (X02(3),Y02(3))-(X02(1),Y02(1)),2
4160 LINE (X12(1),Y12(1))-(X12(2),Y12(2)),7:LINE (X12(2),Y12(2))-(X12(3),Y12(3))
,7:LINE (X12(3),Y12(3))-(X12(1),Y12(1)),7
4170 RETURN

```

```

4200 ' Translation subroutin
4201 INPUT 'イクラ ス*ヲラマスカ ? ケンテン カラ (a,b)ヲテ' ;A0,B0
4210 A=320+20*A0:B=100-B0*10
4220 LINE (320,100)-(A,B),5
4230 CIRCLE (320,100),2,2:CIRCLE (A,B),2,7
4240 RETURN
4300 ' Point reflection subroutin
4310 INPUT 'オカカシ ノ チウラシテン ノ サ*ヒヨウ (a,b) ;A0,B0
4320 A=320+20*A0:B=100-B0*10:CIRCLE (A,B),2,5
4330 RETURN
4350 ' Line reflection subroutin
4360 INPUT 'オカカシ テン ノ リョウハシ* ノ サ*ヒヨウ (a1,b1),(a2,b2) ラ イレナサイ ;A01,B01,
A02,B02
4370 A1=320+20*A01:A2=320+20*A02:B1=100-10*B01:B2=100-10*B02
4380 LINE(A1,B1)-(A2,B2),5
4390 IF A01=A02 GOTO 4440 ELSE 4400
4400 L=(B02-B01)/(A02-A01):M=(B01*A02-A01*B02)/(A02-A01)
4410 L1=(1-L^2)/(1+L^2):L2=2*L/(1+L^2):L3=-2*M/(1+L^2)
4420 M1=2*L/(1+L^2):M2=(L^2-1)/(1+L^2):M3=2*M/(1+L^2)
4430 GOTO 4450
4440 L1=-1:L2=0:L3=2*A01:M1=0:M2=1:M3=0
4450 RETURN
4500 ' Rotation subroutin
4510 INPUT 'チウラシ テン ノ サ*ヒヨウ (a,b) ト マダ カク ト (ト) ラ イレナサイ ;A0,B0,TO
4520 A=320+20*A0:B=100-B0*10:CIRCLE (A,B),2,5
4530 TR=-3.14159*TO/180
4540 L1=COS(TR):L2=SIN(TR):L3=-A0*COS(TR)-B0*SIN(TR)+A0
4550 M1=-L2:M2=L1:M3=A0*SIN(TR)-B0*COS(TR)+B0
4560 RETURN
4600 ' Input point coordinate subroutin (Quadrilateral)
4610 INPUT 'サ*ヒヨウ (x1,y1),(x2,y2),(x3,y3),(x4,y4) ラ イレナサイ ;X0(1),Y0(1),X0(2),
Y0(2),X0(3),Y0(3),X0(4),Y0(4)
4620 RETURN
4650 ' Writing quadrilateral subroutin
4660 FOR J=1 TO 4
4670 X02(J)=320+20*X0(J):Y02(J)=100-10*Y0(J):X12(J)=320+X1(J)*20:Y12(J)=100-10*
Y1(J):NEXT J
4680 FOR J=1 TO 3
4690 LINE (X02(J),Y02(J))-(X02(J+1),Y02(J+1)),2:NEXT J
4700 LINE (X02(1),Y02(1))-(X02(4),Y02(4)),2
4710 FOR J=1 TO 3
4720 LINE (X12(J),Y12(J))-(X12(J+1),Y12(J+1)),7:NEXT J
4730 LINE (X12(1),Y12(1))-(X12(4),Y12(4)),7
4740 RETURN
6000 '***** Ending *****
6010 CLS 3
6020 LOCATE 40,10:PRINT 'E N D':LOCATE 0,0:END
6050 ' Writing line segment subroutin
6060 FOR J=1 TO 2
6070 X02(J)=320+20*X0(J):Y02(J)=100-10*Y0(J):X12(J)=320+20*X1(J):Y12(J)=100- 10*
Y1(J):NEXT J
6080 LINE (X02(1),Y02(1))-(X02(2),Y02(2)),2:LINE (X12(1),Y12(1))-(X12(2),Y12(2))
,7
6090 RETURN

```