

パーソナルコンピュータを用いた示範システム

(自動制御教育 1-1 ボード線図)

高 橋 達 男*・中 津 正 志**

Presentation System by Personal Computer Connecting with Video Projector
(The instruction in automatic control engineering 1-1 Bode diagram)

Tatsuo TAKAHASHI, Masashi NAKATSU

要 旨

教育効果の改善を図るために開発された示範教育システム (MIPP) を利用して、自動制御教育用プログラムを試作した。このプログラムの目的は、周波数応答法の一つであるボード線図をその場で演算し、線図を大型スクリーンに示すことによって学生の理解の向上を得ることにある。

Abstract

A trial program running on a computer using a computer assisted instruction system has been made for the effectiveness of the instruction in automatic control class.

The aim of this program is to make the students have an easy understanding of the meaning of Bode diagram, one of frequency response system, by showing the diagram operated on a large screen.

1. は じ め に

制御系の特性解析の一手段として周波数応答法がある。この方法には、ボード線図、ベクトル軌跡、ゲイン・位相図、ニコルス線図、等があるが、これらを授業の中で十分に理解させるには、相当の時間が要求される。例えば、幾つかの伝達関数が合成された複雑なポート線図においては、周波数 ω の変化に対して、ゲイン曲線および位相曲線を求めるとき、ゲイン定数・時定数を固定して描き、その後ボード線図から特性を読むとき解析するのが一般的である。しかし、ゲイン定数・時定数を変えると、その都度ボード線図を新たに書き変えて解析しなければならない。このことは、ボード線図を書くことに時間が割かれ、ボード線図のもつ本来の制御系の特性解析、安定判別、更には最適調整 (シンセシス) に至るまで、また、ゲイン定数・時定数が制御系の特性にどう言う意味合いを持っているのかを、決められ時間内に理解させるためには、授業上で相当の工夫が必要である。

これらを解消する手段の一つとして、本校で開発された「MIPP」を用い今回はボード線図のプログラムを試作した。

2. ハードウェアとシステム

MIPP と簡易型 MIPP のハードウェアとシステムの特徴について表 1, 2 に示す。

MIPP の欠点として飛越走査の同期乱れからくる細い横線の「ゆらぎ」による見えにくさを解消するため、本校で簡易型 MIPP (S-MIPP) が開発された。これは、①システムを構成する機器が既存のものが利用でき安価である。②ポータブル形式なので限定された設置場所を選ばない。③画像が鮮明である。など大人数用の MIPP に比べて、簡易型は小人数用として利点が多い。

両機種に利用でき最も便利なものに「ビデオ・フロピィ」がある。この利点は、MIPP によるプログラムの進行中、本プログラムにないものをスクリーン上に補充提示したい場合など瞬時に出せることである。例えば、今回のボード線図で、画面が複雑になったとき数式などを示しにくい、そのようなとき、別途にビデオフロピィからの

* 助教授 一般教科

** 助教授 機械工学科

表－1 ハードウェア比較表

項 目	簡易型 MIPP	MIPP-II Jr
パーソナル コンピュータ	ラップトップパソコン (PC-9801LV22) CPU : μPD70116-10 クロック: 10/8MHz RAM : 640KB VRAM: 256KB	デスクトップパソコン (PC-9801VM2) CPU : μPD70116-10 クロック: 10/8MHz RAM : 640KB VRAM: 192KB
ディスプレイ	白黒液晶ディスプレイ 11in 640×200ドット 8階調/2階調単色表示	高解像カラーディスプレイ (PC-TV352) 14in 640×200ドット 4096色カラー表示 (True RGB)
ディスク ユニット	3.5インチ FDD*2 容量: 1.025KB*2	5インチ FDD*2 容量: 1.025KB*2
インター フェース	不 用	ラインアダプター (PC/L860B) フリーズフレームメモリー有り
プロジェク タ	OHP用液晶パネル (PC-PD101) 全透過型液晶 (可搬) オーバーヘッドプロジェクタ (41x19x1P-94'51) ランプ: 650W	ビデオプロジェクタ (TH-1055N) 天井吊り下げ固定式 水平走査数 約1000本 白ピーク 400ルーメン
スクリーン	可搬式スクリーン 5~70 inch	電動スクリーン (天井据え付け) 100 inch

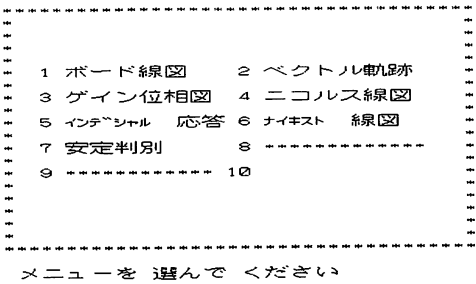
表－2 システムの特徴

項 目	簡易型 MIPP	MIPP-II Jr
機 能	・フレームメモリーがないので 表示画面数が多くなる。 ・表示文字の鮮明度が高く小さい 文字も読み取れる。 ・8階調の白黒表示のため使用 教材に制限がある。 ・機種により表示の際タイムラグ があり動的表示が見にくい場合 がある。 ・OHPの光量でスクリーン上の 鮮明度が左右される。	・フレームメモリーが使える。 ・鮮明度が安いため小さい文字は読み 取りにくい。 ・カラーなので色彩効果を加味した 教材を利用できる。 ・VPの投射管の性能に左右される
取 扱 い	・機器類はポータブルである ・使用のたびに準備、後始末が 必要である	・機器類は部屋に固定 ・メディアをもっていくだけで 使用できる
他機種との 共 用	・OHPとの共用	・VTR、VFを組み合わせた利用 ・キャンパスネットワークの利用 ・北大大型計測機の利用
演 示 場 所	・場所に限定はない。 ・教室、実験室	・システムのセットされている場所に 限定される。 ・CAI室、L1室
対 象 人 数	・実験グループや1クラス程度の 人数対象。	・40人以上の比較的大人数 対象。
価 格	・安価である。 ・OHP、液晶パネル共に安価 である。	・高価である。 ・VP、アダプタ共に高価である。

影像に切替えることが可能である。

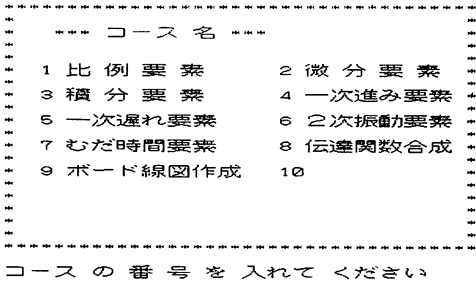
3. 教材について

教材については、図1に示す内容のうちボード線図についてプログラムを作った。その内容は、制御系の基本要素7種類と合成したものに限った。



図－1 メニュー

初心者にも使用できるよう、立ち上げから作図まで数字キーとスペースキーのみで簡単に出来る。



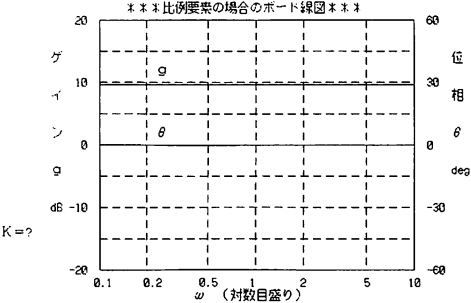
図－2 コース名

また自分で納得するまで定数値を変えることにより自学習用として利用できる。以下、用いた伝達関数とパソコンからの出力をコピーしたものを列記する。

(1) 比例要素

$$G(j\omega) = K$$
$$g = 20 \log |G(j\omega)| = 20 \log K = \text{一定}$$
$$\theta = \angle G(j\omega) = \tan^{-1} \frac{Im}{Re} = 0^\circ$$

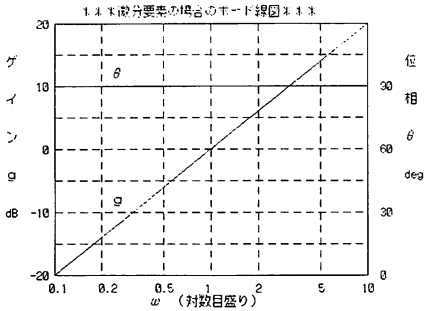
Kの値によって、g曲線は上下に移動する。



(2) 微分要素

$$G(j\omega) = j\omega$$
$$g = 20 \log |G(j\omega)| = 20 \log \omega$$

$$\theta = \angle G(j\omega) = \tan^{-1} \frac{Im}{Re} = \tan^{-1} \frac{\omega}{0} = 90^\circ$$



(5) 1次遅れ要素

$$G(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega T}$$

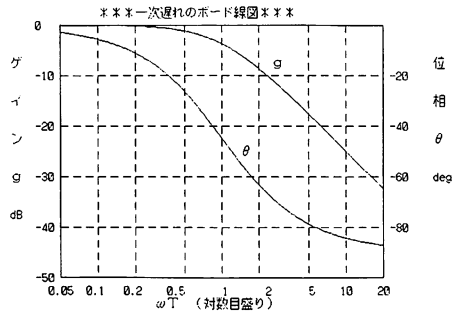
$$g = 20 \log |G(j\omega)| = 20 \log \frac{1}{\sqrt{1 + \omega^2 T^2}}$$

$$= -20 \log \sqrt{1 + \omega^2 T^2}$$

$$= -10 \log (1 + \omega^2 T^2)$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{Im}{Re} = \tan^{-1} (-\omega T) = -\tan^{-1} \omega T$$

T 値によって, g, θ 曲線共に移動する。



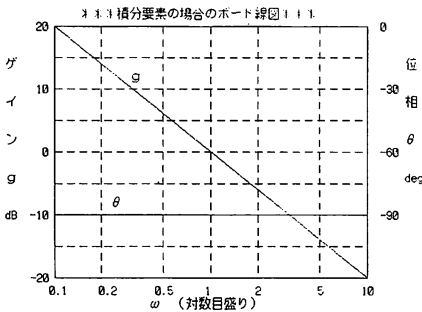
(3) 積分要素

$$G(j\omega) = \frac{1}{j\omega} = \frac{j}{-\omega^2} = \frac{j}{\omega}$$

$$g = 20 \log |G(j\omega)| = -20 \log \omega$$

$$\theta = \angle G(j\omega) = \tan^{-1} \frac{Im}{Re} = \tan^{-1} \left(\frac{-1/\omega}{0} \right)$$

$$= \tan^{-1}(-\infty) = -90^\circ$$



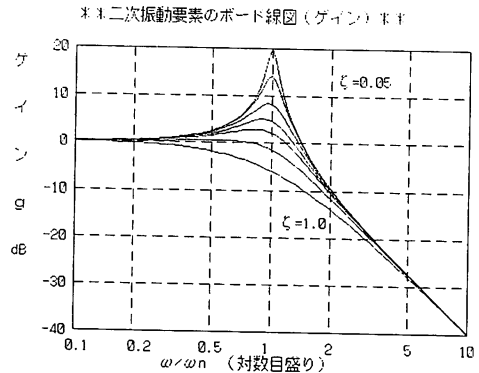
(6) 2次振動要素

$$G(j\omega) = \omega_n^2 \frac{(\omega_n^2 - \omega^2) - j2\zeta\omega_n\omega}{(\omega_n^2 - \omega^2)^2 + (2\zeta\omega_n\omega)^2}$$

$$g = 20 \log \omega_n^2 - 10 \log \{ (\omega_n^2 - \omega^2)^2 + (2\zeta\omega_n\omega)^2 \}$$

$$\theta = \angle G(j\omega) = -\tan^{-1} \frac{2\zeta\omega_n\omega}{\omega_n^2 - \omega^2}$$

ζ の値によって, g, θ 曲線共に変化する。



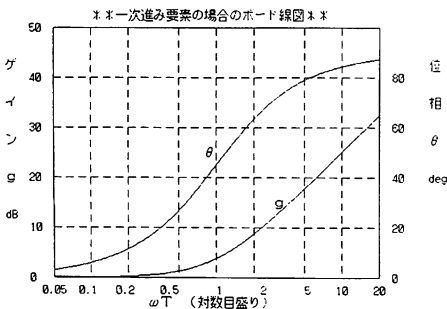
(4) 1次進み要素

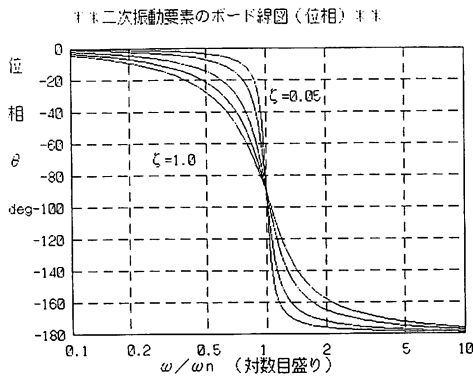
$$G(j\omega) = 1 + j\omega T$$

$$g = 20 \log \sqrt{1 + \omega^2 T^2} = 10 \log (1 + \omega^2 T^2)$$

$$\theta = \angle G(j\omega) = \tan^{-1} \frac{\omega T}{1} = \tan^{-1} \omega T > 0$$

T の値によって, g, θ 曲線共に移動する。





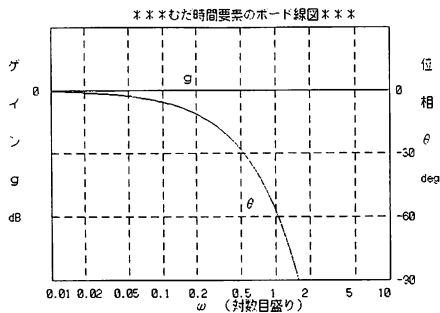
(7) むだ時間要素

$$G(j\omega) = e^{-j\omega\tau} = \cos \omega\tau - j\sin \omega\tau$$

$$g = 20 \log |G(j\omega)| = 20 \log 1 = 0$$

$$\theta = -\tan^{-1} \frac{\sin \omega\tau}{\cos \omega\tau} = -\omega\tau$$

図は $\tau = 1$ の場合



(8) 伝達関数合成

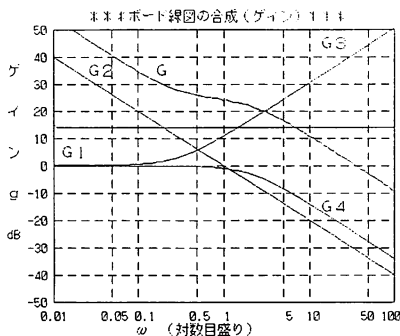
$$G(j\omega) = \frac{K}{j\omega} \frac{(1+j\omega T_1)}{(1+j\omega T_2)}$$

K, T_1, T_2 を変化させる。

$$g = 20 \log K - 20 \log \omega + 20 \log \sqrt{1 + \omega^2 T_1^2}$$

$$- 20 \log \sqrt{1 + \omega^2 T_2^2}$$

$$\theta = 0^\circ - 90^\circ + \tan^{-1} \omega T_1 - \tan^{-1} \omega T_2$$



4. おわりに

このプログラムを授業に用いて、ボード線図の理解度のアンケートを取ってみた。伝達関数を理解している2クラスで実施した。

全く概論もなしに、スクリーン上で説明した。

①よく理解できた 3%

②何となくわかった 29%

③よくわからない 67%

次に概論を行った後スクリーン上で説明した。

①よく理解できた 24%

②何となくわかった 65%

③よくわからない 12%

この結果から、後者の方法が理解度を増すものとする。また、連続的に行うのではなく各要素毎に区切って概論とスクリーン上の変化を示すことの方が、より教育効果を増すであろう。しかし、これは補助教材であって、全てではない。教師と学生との間の意志の疎通が最も大切である。

学生からは、図表を多用する科目ではもっと活用してほしいと言う声が多かったことを付け加えておく。

参考文献

- 1) 中津・藤島・笹村・廣川・林, パソコンによる示範教育システム: 情報処理教育研究発表会 予稿集第4号 (1984)
- 2) 中津・伊藤・川村・笹村・藤島・廣川・高橋, パーソナルコンピュータによる示範教育システム—システムの作成と示範教育法—: 高専教育 第8号 (1985)
- 3) 中津・高橋, パーソナルコンピュータを用いた示範システム: 精密機械 Vol 51, No. 10, p 1870 (1985)
- 4) M. Nakatsu, Y. Fujishima, H. Ito, A Consid-

eration on MIPP from the Viewpoint of Educational Technology : MEMOIRS OF THE TOMAKOMAI TECHNICAL COLLEGE, No.21, p27 (1986)

- 5) 高橋・中津・笹村・小鹿, 簡易型 MIPP による自動制御教育: 情報処理教育研究発表会論文集第 9 号 (1989)

(平成元年11月30日受理)

```

90 DIM CDATS(15):DIM VL(10):DIM ZETA(10)
100 CLS 3
110 *****
115 '
120 ' M I P P - 4
125 '
130 ' FILENAME B:BODE.AC
135 '
140 '
145 '
150 ' COPYRIGHT BY M.NAKATSU
155 '
160 ' IN 1989.2
165 '
170 '
175 *****
180
185 CONSOLE 0,25,0,1:COLOR 7,0,0,7
190 SCREEN 3,0 : CLS 3
195 WIDTH 40,25
470 CLS 3
515 GOSUB *WAKU
516 FOR LOS=0 TO 1500 :NEXT LOS
520 GOSUB *COURSE
525 LOCATE 0,22
530 PRINT " コースの番号を入れてください"
540 ANS$=INKEY$
546 IF ANS$="B" GOTO 470
547 IF ANS$="S" GOTO 100
548 IF ANS$="R" GOTO 100
549 IF ANS$="E" THEN 7880
549 IF VAL(ANS$)<1 OR VAL(ANS$)>1 THEN 540
560 CLS 3
650 ON VAL(ANS$) GOTO *B1,*B2,*B3,*B4,*B5,*B6,*B7,*B8,*B9
700 *B1 *****比例要素*****
702 CLS 3
704 WIDTH 80,25
710 GOSUB *SCALE1
720 LOCATE 12,11:PRINT "0"
730 LOCATE 68,11:PRINT "10"
740 LOCATE 68,9:PRINT "20"
750 LOCATE 68,13:PRINT "30"
752 LOCATE 25,5:PRINT "g"
753 LOCATE 25,10:PRINT "0"
755 LOCATE 20,0:PRINT "*****比例要素の場合のボード線図*****"
760 X1=128:K=3
762 LGV=LOG(K)/LOG(10)
763 LGV=20*LGV
764 GY1=INT(184-LGV*8)
770 DV1=184
780 DV=1:K=3
790 FOR I=1 TO 400
800 X2=128+DV*I
810 LGV=LOG(K)/LOG(10)
820 LGV=20*LGV
830 GY2=INT(184-LGV*8)
840 DV2=184
850 LINE (X1,GY1)-(X2,GY2),2
860 LINE (X1,DV1)-(X2,DV2),3
870 X1=X2:GY1=GY2:DV1=DV2
880 NEXT I
890 ANS$=INPUT$(1)
892 IF ANS$=" " GOTO *B2
893 IF ANS$="R" OR ANS$="P" GOTO 100
894 IF ANS$="E" OR ANS$="G" GOTO 7880
895 IF ANS$="S" OR ANS$="A" GOTO 7890
1000 *B2 *****積分要素*****
1002 CLS 3:WIDTH 80,25
1010 GOSUB *SCALE1
1012 LOCATE 13,1:PRINT "20"
1014 LOCATE 13,6:PRINT "10"
1020 LOCATE 14,11:PRINT "0"
1022 LOCATE 12,16:PRINT "-10"
1024 LOCATE 12,21:PRINT "-20"
1026 LOCATE 68,6:PRINT "30"
1030 LOCATE 68,11:PRINT "60"
1034 LOCATE 68,16:PRINT "90"
1040 LOCATE 68,21:PRINT "0"
1042 LOCATE 25,15:PRINT "g"
1043 LOCATE 25,5:PRINT "0"
1050 LOCATE 20,0:PRINT "*****積分要素の場合のボード線図*****"
1055 DEG=90
1060 X1=128:W=1
1062 LGV=LOG(W)/LOG(10)
1063 LGV=20*LGV
1064 GY1=INT(184-LGV*8)
1070 DV1=INT(344-(DEG*8)/3)+1159
1080 DV=1
1090 FOR I=1 TO 400
1100 X2=128+DV*I
1102 W=DV*I
1104 W=W/200
1106 W=10*W
1108 W=W/10
1110 LGV=LOG(W)/LOG(10)
1120 LGV=20*LGV
1130 GY2=INT(184-LGV*8)
1140 DV2=INT(344-(DEG*8)/3)+1159
1150 LINE(X1,GY1)-(X2,GY2),2
1160 LINE (X1,DV1)-(X2,DV2),3
1170 X1=X2:GY1=GY2:DV1=DV2
1180 NEXT I
1190 ANS$=INPUT$(1)
1192 IF ANS$=" " GOTO *B3
1194 IF ANS$="R" OR ANS$="b" GOTO *B1
1200 IF ANS$="R" OR ANS$="P" GOTO 100
1210 IF ANS$="E" OR ANS$="G" GOTO 7880
1220 IF ANS$="S" OR ANS$="A" GOTO 7890
1500 *B3 *****積分要素*****
1502 CLS 3:WIDTH 80,25
1510 GOSUB *SCALE1
1512 LOCATE 13,1:PRINT "20"
1514 LOCATE 13,6:PRINT "10"
1520 LOCATE 14,11:PRINT "0"
1522 LOCATE 12,16:PRINT "-10"
1524 LOCATE 12,21:PRINT "-20"
1526 LOCATE 68,1:PRINT "0"
1530 LOCATE 68,6:PRINT "30"
1532 LOCATE 68,11:PRINT "60"
1534 LOCATE 68,16:PRINT "90"
1540 LOCATE 24,5:PRINT "g"
1542 LOCATE 25,15:PRINT "0"
1550 LOCATE 20,0:PRINT "*****積分要素の場合のボード線図*****"
1555 DEG=90
1560 X1=128:W=1
1562 LGV=LOG(W)/LOG(10)
1563 LGV=20*LGV
1564 GY1=INT(184-LGV*8)
1570 DV1=INT(24-(DEG*8)/3)+1159
1580 DV=2
1590 FOR I=1 TO 200
1600 X2=128+DV*I
1602 W=DV*I
1604 W=W/200
1606 W=10*W
1608 W=W/10
1610 LGV=LOG(W)/LOG(10)
1620 LGV=20*LGV
1630 GY2=INT(184-LGV*8)
1640 DV2=INT(24-(DEG*8)/3)+1159
1650 LINE(X1,GY1)-(X2,GY2),2
1660 LINE (X1,DV1)-(X2,DV2),3
1670 X1=X2:GY1=GY2:DV1=DV2
1680 NEXT I
1690 ANS$=INPUT$(1)
1692 IF ANS$=" " GOTO *B4
1694 IF ANS$="R" OR ANS$="b" GOTO *B2
1695 IF ANS$="R" OR ANS$="P" GOTO 100
1696 IF ANS$="E" OR ANS$="G" GOTO 7880
1697 IF ANS$="S" OR ANS$="A" GOTO 7890
2000 *B4 *****比例微分要素*****
2002 CLS 3:WIDTH 80,25
2010 GOSUB *SCALE2
2020 LOCATE 10,1:PRINT "50"
2022 LOCATE 10,5:PRINT "10"
2024 LOCATE 10,9:PRINT "30"
2026 LOCATE 10,13:PRINT "20"
2028 LOCATE 10,17:PRINT "10"
2029 LOCATE 10,21:PRINT "0"
2030 LOCATE 68,5:PRINT "80"
2040 LOCATE 68,9:PRINT "60"
2050 LOCATE 68,13:PRINT "40"
2052 LOCATE 68,17:PRINT "20"
2054 LOCATE 68,21:PRINT "0"
2056 LOCATE 50,15:PRINT "g"
2057 LOCATE 38,11:PRINT "0"
2058 LOCATE 20,0:PRINT "*****比例・微分要素の場合のボード線図*****"
2060 X1=112:WT=.05
2061 A=WT*2+1
2062 LGV=LOG(A)/LOG(10)
2063 LGV=10*LGV
2064 GY1=INT(344-LGV*8)
2066 DEG=ATN(WT)
2068 DEG=(DEG+180)/3+1159
2070 DV1=INT(344-(DEG*8)/20)+1159
2080 DV=1
2090 FOR I=1 TO 416
2100 X2=112+DV*I
2102 WT=DV*I
2104 WT=WT/200
2106 WT=10*WT
2108 WT=WT/20
2109 A=WT*2+1
2110 LGV=LOG(A)/LOG(10)
2120 LGV=10*LGV
2130 GY2=INT(344-LGV*8)
2132 DEG=ATN(WT)
2134 DEG=(DEG+180)/3+1159
2140 DV2=INT(344-(DEG*8)/20)+1159
2150 LINE(X1,GY1)-(X2,GY2),2
2160 LINE (X1,DV1)-(X2,DV2),3
2170 X1=X2:GY1=GY2:DV1=DV2
2180 NEXT I
2190 ANS$=INPUT$(1)
2192 IF ANS$=" " GOTO *B5
2194 IF ANS$="R" OR ANS$="b" GOTO *B3
2195 IF ANS$="R" OR ANS$="P" GOTO 100
2196 IF ANS$="E" OR ANS$="G" GOTO 7880
2197 IF ANS$="S" OR ANS$="A" GOTO 7890
2500 *B5 *****一次遅れ要素*****
2502 CLS 3:WIDTH 80,25
2510 GOSUB *SCALE2
2512 LOCATE 10,1:PRINT "0"
2514 LOCATE 10,5:PRINT "-10"
2516 LOCATE 10,9:PRINT "-20"
2518 LOCATE 10,13:PRINT "-30"
2520 LOCATE 10,17:PRINT "-40"
2522 LOCATE 10,21:PRINT "-50"
2524 LOCATE 68,5:PRINT "20"
2526 LOCATE 68,9:PRINT "40"
2528 LOCATE 68,13:PRINT "60"
2530 LOCATE 68,17:PRINT "80"
2532 LOCATE 48,1:PRINT "g"
2534 LOCATE 43,11:PRINT "0"
2540 LOCATE 20,0:PRINT "*****一次遅れのボード線図*****"
2560 X1=112:WT=.05
2561 A=WT*2+1
2562 LGV=LOG(A)/LOG(10)
2563 LGV=10*LGV
2564 GY1=INT(24+LGV*8)
2566 DEG=(-1)*ATN(WT)
2568 DEG=(DEG+180)/3+1159
2570 DV1=INT(24-(DEG*8)/20)+1159
2580 DV=1
2590 FOR I=1 TO 416
2600 X2=112+DV*I
2602 WT=DV*I
2604 WT=WT/200
2606 WT=10*WT
2608 WT=WT/20
2609 A=WT*2+1
2610 LGV=LOG(A)/LOG(10)
2620 LGV=10*LGV
2630 GY2=INT(24+LGV*8)
2632 DEG=ATN(WT)
2634 DEG=(DEG+180)/3+1159
2640 DV2=INT(24+LGV*8)/20+1159
2650 LINE(X1,GY1)-(X2,GY2),2
2660 LINE (X1,DV1)-(X2,DV2),3
2670 X1=X2:GY1=GY2:DV1=DV2
2680 NEXT I
2690 ANS$=INPUT$(1)
2692 IF ANS$=" " GOTO *B6
2694 IF ANS$="R" OR ANS$="b" GOTO *B4
2695 IF ANS$="R" OR ANS$="P" GOTO 100
2696 IF ANS$="E" OR ANS$="G" GOTO 7880
2697 IF ANS$="S" OR ANS$="A" GOTO 7890
3000 *B6 *****二次遅動要素*****
3002 CLS 3:WIDTH 80,25
3010 GOSUB *SCALE3
3012 IF ANS$="R" OR ANS$="P" GOTO 100
3014 IF ANS$="E" OR ANS$="G" GOTO 7880
3016 IF ANS$="S" OR ANS$="A" GOTO 7890
3018 LOCATE 12,12:PRINT "-10"
3020 LOCATE 12,15:PRINT "-20"
3022 LOCATE 12,18:PRINT "-30"
3024 LOCATE 12,21:PRINT "-40"
3026 LOCATE 20,1:PRINT "0"
3030 ZETA(1)=.05:ZETA(2)=.1
3032 ZETA(3)=.2:ZETA(4)=.3
3034 ZETA(5)=.4:ZETA(6)=.6
3036 ZETA(7)=1
3038 FOR I=1 TO 7
3040 W=1:W=1
3042 X1=128:W2=W*2
3046 A=LOG(W2)/LOG(10)
3048 A=20*A
3050 W=(W2-W*2)*2
3052 W=(2+ZETA(1)+W*W*W)*2
3054 B=LOG(WA+WB)/LOG(10)
3056 LGV=A-B
3058 GY1=INT(152-(LGV*48)/10)+1159
3060 DV=4

```

```

3062 FOR J=1 TO 100
3064 X2=128+DV*J
3066 W=DV*J
3068 W=W/WN
3069 W=W/200:
3070 W=10*W
3072 W=W/10:
3074 WA=(WN2-W*2)/2
3076 WB=(2-ZETA(1)+WN*W)*2
3077 WAB=WA+WB
3078 B=LOG(WAB)/LOG(10)
3079 B=10*B
3080 LGY=A-B
3082 GY2=INT(152-(LGY*48)/10:1)
3084 LINE (X1,GY1)-(X2,GY2),2
3086 X1=X2:GY1=GY2
3088 NEXT J
3090 NEXT I
3092 ANS$=INPUT$(1)
3094 IF ANS$=" " GOTO 3100
3095 IF ANS$="B" OR ANS$="b" GOTO *B5
3097 IF ANS$="R" OR ANS$="r" GOTO 100
3098 IF ANS$="E" OR ANS$="e" GOTO 7880
3099 IF ANS$="S" OR ANS$="s" GOTO 7890
3100 CLS 3:WIDTH 80,25 *****
3110 GOSUB *SCALE1
3112 LOCATE 14,3:PRINT "0"
3113 LOCATE 12,5:PRINT "-20"
3114 LOCATE 12,7:PRINT "-40"
3115 LOCATE 12,9:PRINT "-60"
3116 LOCATE 12,11:PRINT "-80"
3117 LOCATE 11,13:PRINT "-100"
3118 LOCATE 11,15:PRINT "-120"
3119 LOCATE 11,17:PRINT "-140"
3120 LOCATE 11,19:PRINT "-160"
3122 LOCATE 11,21:PRINT "-180"
3126 LOCATE 20,1:PRINT " * * 二次振動要素のボード線図 * * "
3132 ZETA(1)=.5:ZETA(2)=.1
3134 ZETA(3)=.2:ZETA(4)=.3
3136 ZETA(5)=.4:ZETA(6)=.6
3138 ZETA(7)=1
3138 FOR I=1 TO 7
3140 WN1=W=.1
3142 X1=128+WN2=WN*2
3150 B=WN2-W*2
3152 A=2*ZETA(1)+WN*W
3156 DEG=1*ATN(A/B)
3157 DEG=(DEG*180)/3.14159
3158 GY1=INT(56-(DEG*32)/20:1)
3160 DV=4
3162 FOR J=1 TO 100
3164 X2=128+DV*J
3166 W=DV*J
3168 W=W/WN
3169 W=W/200:
3170 W=10*W
3172 W=W/10:
3174 B=WN2-W*2
3176 A=2*ZETA(1)+WN*W
3178 IF ABS(B)<.001 THEN GOTO 3184
3179 DEG=1*ATN(A/B)
3180 DEG=(DEG*180)/3.14159
3182 GOTO 3186
3184 DEG=90
3186 IF DEG=0 THEN DEG=DEG-180:
3188 GY2=INT(56-(DEG*32)/20:1)
3190 LINE (X1,GY1)-(X2,GY2),2
3192 X1=X2:GY1=GY2
3194 NEXT J
3196 NEXT I
3198 ANS$=INPUT$(1)
3500 IF ANS$=" " GOTO *B7
3510 IF ANS$="B" OR ANS$="b" GOTO *B5
3512 *B7 *****無駄時間要素*****
3514 CLS 3:WIDTH 80,25
3516 GOSUB *SCALE5
3518 LOCATE 10,6:PRINT "0"
3520 LOCATE 68,6:PRINT "0"
3530 LOCATE 68,11:PRINT "-30"
3540 LOCATE 68,16:PRINT "-60"
3550 LOCATE 68,21:PRINT "-90"
3562 LOCATE 34,5:PRINT "g"
3564 LOCATE 41,15:PRINT "g"
3566 LOCATE 26,0:PRINT " * * 変位時間要素のボード線図 * * "
3560 X1=104:W=.01
3562 LGY=LOG(1)/LOG(10)
3564 GY1=INT(104-LGY*8)
3570 DY1=104
3580 DV=1:TAL=1
3590 FOR I=1 TO 132
3600 X2=104+DV*I
3610 LGY=LOG(1)/LOG(10)
3630 GY2=INT(104-LGY*8)
3640 W=DV*I
3642 W=W/144:
3644 W=10*W
3646 W=W/100:
3648 DEG=1*W*TAL
3650 DEG=(DEG*180)/3.14159
3651 DY2=INT(104-(DEG*80)/30:1)
3652 LINE(X1,GY1)-(X2,GY2),2
3660 LINE (X1,DY1)-(X2,DY2),3
3670 X1=X2:GY1=GY2:DY1=DY2
3680 NEXT I
3990 ANS$=INPUT$(1)
3992 IF ANS$=" " GOTO *B8
3994 IF ANS$="B" OR ANS$="b" GOTO *B6
3995 IF ANS$="R" OR ANS$="r" GOTO 100
3996 IF ANS$="E" OR ANS$="e" GOTO 7880
3997 IF ANS$="S" OR ANS$="s" GOTO 7890
4000 *B8 *****伝達関数合成*****
4002 CLS 3:WIDTH 80,25
4010 GOSUB *SCALE6
4020 LOCATE 22,1:PRINT "50"
4022 LOCATE 22,3:PRINT "40"
4024 LOCATE 22,5:PRINT "30"
4026 LOCATE 22,7:PRINT "20"
4028 LOCATE 22,9:PRINT "10"
4030 LOCATE 22,11:PRINT "0"
4032 LOCATE 21,13:PRINT "-10"
4034 LOCATE 21,15:PRINT "-20"
4036 LOCATE 21,17:PRINT "-30"
4038 LOCATE 21,19:PRINT "-40"
4040 LOCATE 21,21:PRINT "-50"
4042 LOCATE 30,0:PRINT " * * * ボード線図の合成 ( ケイン ) * * * "
4050 K=5:T1=3.33:T2=.5
4052 LOCATE 0,8:PRINT "K=";K
4054 LOCATE 0,10:PRINT "T1=";T1
4056 LOCATE 0,12:PRINT "T2=";T2
4060 AX1=200:W=.01
4070 DUM1=LOG(K)/LOG(10):DUM2=LOG(W)/LOG(10)
4080 LGY=20+DUM1-20+DUM2
4090 AGY1=INT(184-(LGY*32)/10:1)
4100 BX1=200:W=.01
4110 BWT1=W*1
4120 B=10*BWT1*2+1
4130 LGY=LOG(B)/LOG(10)
4140 LGY=10*LGY
4150 BGY1=INT(184-(LGY*32)/10:1)
4160 CX1=200:W=.01
4180 CWT2=W*1
4190 C=CWT2*2+1
4200 LGY=LOG(C)/LOG(10)
4210 LGY=10*LGY
4220 CGY1=INT(184-(LGY*32)/10:1)
4221 TX1=200
4222 TDY1=AGY1+BGY1+CGY1-3*184+184
4230 DV=4
4240 FOR I=1 TO 100
4250 X2=200+DV*I
4260 AX2=X2:BX2=X2:CX2=X2
4262 TX2=X2
4270 W=DV*I
4280 W=W/100
4282 W=10*W
4290 W=W/100:
4300 B=10*B*1*2+1
4310 C=10*C*1*2+1
4312 DUM1=LOG(K)/LOG(10)
4324 DUM2=LOG(W)/LOG(10)
4326 LGY=20+DUM1-20+DUM2
4328 AGY2=INT(184-(LGY*32)/10:1)
4330 LGY=LOG(B)/LOG(10)
4332 LGY=10*LGY
4344 BGY2=INT(184-(LGY*32)/10:1)
4346 LGY=LOG(C)/LOG(10)
4348 LGY=10*LGY
4340 CGY2=INT(184-(LGY*32)/10:1)
4342 TDY2=AGY2+BGY2+CGY2-3*184+184
4344 LINE(AX1,AGY1)-(AX2,AGY2),6
4346 LINE(BX1,BGY1)-(BX2,BGY2),5
4348 LINE(CX1,CGY1)-(CX2,CGY2),4
4350 LINE(TX1,TDY1)-(TX2,TDY2),2
4352 AX1=AX2:BX1=BX2:CX1=CX2
4354 TX1=TX2:AGY1=AGY2:BGY1=BGY2
4356 CGY1=CGY2:TDY1=TDY2
4358 NEXT I
4490 ANS$=INPUT$(1)
4492 IF ANS$=" " GOTO 4500
4494 IF ANS$="B" OR ANS$="b" GOTO *B7
4495 IF ANS$="R" OR ANS$="r" GOTO 100
4496 IF ANS$="E" OR ANS$="e" GOTO 7880
4497 IF ANS$="S" OR ANS$="s" GOTO 7890
4500 *****
4502 CLS 3:WIDTH 80,25
4510 GOSUB *SCALE7
4520 LOCATE 22,1:PRINT "90"
4522 LOCATE 22,4:PRINT "60"
4524 LOCATE 22,7:PRINT "30"
4526 LOCATE 23,10:PRINT "0"
4530 LOCATE 21,13:PRINT "-30"
4532 LOCATE 21,16:PRINT "-60"
4534 LOCATE 21,19:PRINT "-90"
4536 LOCATE 30,0:PRINT " * * * ボード線図の合成 ( 位相 ) * * * "
4538 K=5:T1=3.33:T2=.5
4540 LOCATE 0,8:PRINT "K=";K
4542 LOCATE 0,10:PRINT "T1=";T1
4544 LOCATE 0,12:PRINT "T2=";T2
4546 AX1=200:W=.01
4550 DEG=90
4552 ADY1=INT(168-(DEG*48)/30:1)
4554 BX1=200:W=.01
4556 BWT1=W*1
4562 DEG=ATN(BWT1)
4563 DEG=(DEG*180)/3.14159
4564 BDY1=INT(168-(DEG*48)/30:1)
4566 CX1=200:W=.01
4568 CWT2=W*1
4574 DEG=1*ATN(CWT2)
4575 DEG=(DEG*180)/3.14159
4576 CDY1=INT(168-(DEG*48)/30:1)
4578 TX1=200
4580 TDY1=ADY1+BDY1+CDY1-3*168+168
4582 DV=4
4584 FOR I=1 TO 100
4586 X2=200+DV*I
4588 AX2=X2:BX2=X2:CX2=X2
4590 TX2=X2
4592 W=DV*I
4594 W=W/100
4596 W=10*W
4598 W=W/100:
4600 DEG=90
4602 ADY2=INT(168-(DEG*48)/30:1)
4606 BWT2=W*1
4612 DEG=ATN(BWT2)
4613 DEG=(DEG*180)/3.14159
4614 BDY2=INT(168-(DEG*48)/30:1)
4616 CWT2=W*1
4620 DEG=1*ATN(CWT2)
4630 DEG=(DEG*180)/3.14159
4640 CDY2=INT(168-(DEG*48)/30:1)
4680 TDY2=ADY2+BDY2+CDY2-3*168+168
4700 LINE(AX1,ADY1)-(AX2,ADY2),6
4710 LINE(BX1,BDY1)-(BX2,BDY2),5
4720 LINE(CX1,CDY1)-(CX2,CDY2),4
4730 LINE(TX1,TDY1)-(TX2,TDY2),2
4740 AX1=AX2:BX1=BX2:CX1=CX2
4750 TX1=TX2:ADY1=ADY2:BDY1=BDY2
4760 CDY1=CDY2:TDY1=TDY2
4780 NEXT I
4790 ANS$=INPUT$(1)
4800 IF ANS$=" " GOTO *B9
4810 IF ANS$="B" OR ANS$="b" GOTO *B7
4820 IF ANS$="R" OR ANS$="r" GOTO *B9
4830 IF ANS$="E" OR ANS$="e" GOTO 7880
4840 IF ANS$="S" OR ANS$="s" GOTO 7890
4800 *B9 *****作成 *****
6002 CLS 3:WIDTH 80,25
6004 LOCATE 4,8
6005 INPUT "K の数値を入れて下さい ( 例 5.0 ) K=";K
6006 LOCATE 4,10
6007 INPUT "T1 の数値を入れて下さい ( 例 3.3 ) T1=";T1
6008 LOCATE 4,12
6010 INPUT "T2 の数値を入れて下さい ( 例 0.5 ) T2=";T2
6015 CLS 3
6020 GOSUB *SCALE6
6120 LOCATE 22,1:PRINT "50"
6122 LOCATE 22,3:PRINT "40"
6124 LOCATE 22,5:PRINT "30"
6126 LOCATE 22,7:PRINT "20"
6128 LOCATE 22,9:PRINT "10"
6130 LOCATE 22,11:PRINT "0"
6132 LOCATE 21,13:PRINT "-10"
6134 LOCATE 21,15:PRINT "-20"
6136 LOCATE 21,17:PRINT "-30"
6138 LOCATE 21,19:PRINT "-40"
6140 LOCATE 21,21:PRINT "-50"
6142 LOCATE 30,0:PRINT " * * * ボード線図の作成 ( ケイン ) * * * "
6150 K=5:T1=3.33:T2=.5
6152 LOCATE 0,8:PRINT "K=";K
6154 LOCATE 0,10:PRINT "T1=";T1
6156 LOCATE 0,12:PRINT "T2=";T2
6160 AX1=200:W=.01

```

```

6170 DUM1=LOG(K)/LOG(10):DUM2=LOG(W)/LOG(10)
6180 LGY=20*DUM1-20*DUM2
6190 AGY1=INT(184-(LGY*32)/10)
6200 BX1=200-W*.01
6210 BWT1=W*71
6220 B=BDT1/2+1
6230 LGY=LOG(B)/LOG(10)
6240 LGY=10*LGY
6250 BDY1=INT(184-(LGY*32)/10)
6260 CX1=200-W*.01
6280 CWT2=W*72
6290 C=CVT2/2+1
6300 LGV=LOG(C)/LOG(10)
6310 LGV=-10*LGV
6320 CGY1=INT(184-(LGY*32)/10)
6321 TX1=200
6322 TGY1=AGY1+BDY1+CGY1-3*184+184
6330 DV=4
6340 FOR I=1 TO 100
6350 X2=200+DV*1
6360 AX2=X2-BX2:X2=2X2
6362 TX2=X2
6370 W=DV*1
6380 W=W/100
6382 W=10*W
6390 W=W/100
6400 B=(W*71)/2+1
6410 C=(W*72)/2+1
6412 DUM1=LOG(K)/LOG(10)
6424 DUM2=LOG(W)/LOG(10)
6426 LGY=20*DUM1-20*DUM2
6428 AGY2=INT(184-(LGY*32)/10)
6430 LGV=LOG(B)/LOG(10)
6432 LGV=10*LGV
6434 BDY2=INT(184-(LGY*32)/10)
6436 LGV=LOG(C)/LOG(10)
6438 LGV=-10*LGV
6440 CGY2=INT(184-(LGY*32)/10)
6442 TGY2=AGY2+BDY2+CGY2-3*184+184
6444 LINE(AX1,AGY1)-(AX2,AGY2),6
6446 LINE(BX1,BDY1)-(BX2,BDY2),5
6448 LINE(CX1,CGY1)-(CX2,CGY2),4
6450 LINE(TX1,TGY1)-(TX2,TGY2),2
6452 AX1=AX2:BX1=BX2:CX1=2CX2
6454 TX1=TX2:AGY1=AGY2:BDY1=BDY2
6456 CGY1=CGY2:TGY1=TGY2
6458 NEXT I
6490 ANS$=INPUT$(1)
6492 IF ANS$="" GOTO 6500
6494 IF ANS$="B" OR ANS$="b" GOTO *B7
6495 IF ANS$="R" OR ANS$="r" GOTO 100
6496 IF ANS$="E" OR ANS$="e" GOTO 7880
6497 IF ANS$="S" OR ANS$="s" GOTO 7890
6500 *****
6502 CLS 3:WIDTH 80,25
6510 GOSUB *SCALE7
6520 LOCATE 22,1:PRINT "90"
6522 LOCATE 22,4:PRINT "60"
6524 LOCATE 22,7:PRINT "30"
6526 LOCATE 23,10:PRINT "0"
6530 LOCATE 21,13:PRINT "-30"
6532 LOCATE 21,16:PRINT "-60"
6534 LOCATE 21,19:PRINT "-90"
6536 LOCATE 30,0:PRINT "*****ボード線図の作成(位相)*****"
6538 "K=5:TI=3:TD=5
6540 LOCATE 0,8:PRINT "K=";K
6542 LOCATE 0,10:PRINT "TI=";TI
6544 LOCATE 0,12:PRINT "TD=";TD
6546 AX1=200-W*.01
6550 DEG=-90
6552 ADY1=INT(168-(DEG*48)/30)
6554 BX1=200-W*.01
6556 BWT1=W*71
6562 DEG=ATN(BWT1)
6563 DEG=(DEG+180)/3.14159
6564 BDY1=INT(168-(DEG*48)/30)
6566 CX1=200-W*.01
6568 CWT2=W*72
6570 DEG=(-1)*ATN(CWT2)
6575 DEG=(DEG+180)/3.14159
6576 CDY1=INT(168-(DEG*48)/30)
6578 TX1=200
6580 TDY1=ADY1+BDY1+CDY1-3*168+168
6582 DV=4
6584 FOR I=1 TO 100
6586 X2=200+DV*1
6588 AX2=X2-BX2:X2=2X2
6590 TX2=X2
6592 W=DV*1
6594 W=W/100
6596 W=10*W
6598 W=W/100
6600 DEG=-90
6610 ADY2=INT(168-(DEG*48)/30)
6620 BWT2=W*71
6630 DEG=ATN(BWT2)
6640 DEG=(DEG+180)/3.14159
6650 BDY2=INT(168-(DEG*48)/30)
6668 CWT2=W*72
6672 DEG=(-1)*ATN(CWT2)
6674 DEG=(DEG+180)/3.14159
6676 CDY2=INT(168-(DEG*48)/30)
6680 TDY2=ADY2+BDY2+CDY2-3*168+168
6700 LINE(AX1,ADY1)-(AX2,ADY2),6
6710 LINE(BX1,BDY1)-(BX2,BDY2),5
6720 LINE(CX1,CDY1)-(CX2,CDY2),4
6730 LINE(TX1,TDY1)-(TX2,TDY2),2
6740 AX1=AX2:BX1=BX2:CX1=2CX2
6750 TX1=TX2:ADY1=ADY2:BDY1=BDY2
6760 CDY1=CDY2:TDY1=TDY2
6780 NEXT I
6790 ANS$=INPUT$(1)
6792 IF ANS$="" GOTO 100
6794 IF ANS$="B" OR ANS$="b" GOTO *B8
6795 IF ANS$="R" OR ANS$="r" GOTO 100
6796 IF ANS$="E" OR ANS$="e" GOTO 7880
6797 IF ANS$="S" OR ANS$="s" GOTO 7890
6800 *****
7502 CLS 3:WIDTH 80,25
7510 GOSUB *MESSAGE
7520 IF ANS$="R" OR ANS$="r" GOTO 100
7530 IF ANS$="E" OR ANS$="e" GOTO 7880
7540 IF ANS$="S" OR ANS$="s" GOTO 7890
7880 WIDTH 80,25
7885 RUN "END.MIP" *****終り*****
7890 RUN "HIPP-4.SYS"
7895 END
8000 *COURSE
8010 I=9
8015 RESTORE *KOSU
8020 FOR J=1 TO 1
8030 READ CDATS(J)
8040 NEXT J
8050 *KOSU
8100 DATA "比例要素","微分要素"
8110 DATA "積分要素","比例微分要素"
8120 DATA "一次遅れ要素","二次遅れ要素"
8130 DATA "むだ時間要素","伝達関数合成"
8140 DATA "ボード線図作成"
8200
8205 *CLS 3
8206 LOCATE 4,3
8208 PRINT "***コース名***"
8209 COLOR$=(4,3)-(37,3),6
8210 LOCATE 0,6
8215 LN=6
8220 FOR J=1 TO 1 STEP 2
8230 LOCATE 3,LN:PRINT J;CDATS(J);J+1;CDATS(J+1)
8231 COLOR$=(3,LN)-(37,LN),6
8232 FOR LOS=0 TO 1500 :NEXT LOS
8234 LN=LN+2
8240 NEXT J
8245 RETURN
8300 *MESSAGE
8310 CLS 3
8320 LOCATE 0,5
8330 PRINT "まだプログラムが登録されていません"
8332 FOR LOS=0 TO 1500 :NEXT LOS
8335 PRINT
8340 PRINT "他のコースまたはメニューを"
8342 FOR LOS=0 TO 1500 :NEXT LOS
8345 PRINT
8350 PRINT "お選びください"
8360 ANS$=INKEY$
8370 IF ANS$="" THEN GOTO 8390
8380 GOTO 8360
8390 RETURN
8400 *MAKU
8405 CLS 3
8410 LOCATE 1,1:PRINT STRINGS(37,"")
8420 LOCATE 1,20:PRINT STRINGS(38,"")
8430 X=1
8440 FOR Y=1 TO 19
8450 LOCATE X,Y:PRINT "*"
8460 NEXT Y
8470 N=38
8480 FOR Y=1 TO 19
8490 LOCATE X,Y:PRINT "*"
8500 NEXT Y
8505 COLOR$=(0,0)-(39,21),3
8506 *COLOR$(2,2)-(37,19),6
8510 PRINT
8520 RETURN
8530 *DISPMENU
8540 *CLS 3
8550 LOCATE 0,6
8555 LN=6
8560 FOR J=1 TO 1 STEP 2
8570 LOCATE 3,LN:PRINT J;MENS(J);J+1;MENS(J+1)
8572 COLOR$=(3,LN)-(37,LN),6
8574 FOR LOS=0 TO 1500 :NEXT LOS
8576 LN=LN+2
8580 NEXT J
8600 RETURN
8700 *SCALE1
8710 LINE (128,24)-(128+400,40+304),7,B
8720 FOR I=1 TO 7
8730 LINE (128,I*40+24)-(528,I*40+24),7,,AHFFEO
8740 NEXT I
8742 LG=LOG(.2/.1):LG=LG/LOG(10)
8750 VL(1)=INT(128+LG*200)
8752 LG=LOG(.5/.1):LG=LG/LOG(10)
8754 VL(2)=INT(128+LG*200)
8756 LG=LOG(1/.1):LG=LG/LOG(10)
8760 VL(3)=INT(128+LG*200)
8762 LG=LOG(2/.1):LG=LG/LOG(10)
8770 VL(4)=INT(128+LG*200)
8772 LG=LOG(5/.1):LG=LG/LOG(10)
8780 VL(5)=INT(128+LG*200)
8800 FOR I=1 TO 5
8810 LINE (VL(I),24)-(VL(I),344),7,,AHFFEO
8820 NEXT I
8830 LOCATE 8,4:PRINT "μ"
8840 LOCATE 8,7:PRINT "イ"
8850 LOCATE 8,10:PRINT "ン"
8860 LOCATE 8,13:PRINT "ε"
8870 LOCATE 8,16:PRINT "db"
8880 LOCATE 72,4:PRINT "位"
8890 LOCATE 72,7:PRINT "相"
8900 LOCATE 72,10:PRINT "θ"
8910 LOCATE 72,13:PRINT "deg"
8920 LOCATE 15,22
8925 PRINT "0 1 0.2 0.5 1 2 5 10"
8930 LOCATE 30,23:PRINT "ω (対数目盛り)"
8940 RETURN
9000 *SCALE2
9010 LINE (112,24)-(112+416,40+304),7,B
9020 FOR I=1 TO 4
9030 LINE (112,I*64+24)-(528,I*64+24),7,,AHFFEO
9040 NEXT I
9042 LG=LOG(.1/.05):LG=LG/LOG(10)
9050 VL(1)=INT(112+LG*160)
9052 LG=LOG(.2/.05):LG=LG/LOG(10)
9054 VL(2)=INT(112+LG*160)
9056 LG=LOG(.5/.05):LG=LG/LOG(10)
9058 VL(3)=INT(112+LG*160)
9060 LG=LOG(1/.05):LG=LG/LOG(10)
9062 LG=LOG(2/.05):LG=LG/LOG(10)
9070 VL(5)=INT(112+LG*160)
9072 LG=LOG(5/.05):LG=LG/LOG(10)
9080 VL(6)=INT(112+LG*160)
9084 LG=LOG(10/.05):LG=LG/LOG(10)
9086 VL(7)=INT(112+LG*160)
9100 FOR I=1 TO 7
9110 LINE (VL(I),24)-(VL(I),344),7,,AHFFEO
9120 NEXT I
9130 LOCATE 6,4:PRINT "μ"
9140 LOCATE 6,7:PRINT "イ"
9150 LOCATE 6,10:PRINT "ン"
9160 LOCATE 6,13:PRINT "ε"
9170 LOCATE 6,16:PRINT "db"
9180 LOCATE 74,4:PRINT "位"
9190 LOCATE 74,7:PRINT "相"
9200 LOCATE 74,10:PRINT "θ"
9210 LOCATE 74,13:PRINT "deg"
9220 LOCATE 12,22
9222 PRINT "0.05 0.1 0.2 0.5 1 2 5 10 20"
9230 LOCATE 28,23:PRINT "ω T (対数目盛り)"
9240 RETURN
9300 *SCALE3
9310 LINE (128,48+8)-(128+400,56+288),7,B
9320 FOR I=1 TO 5
9330 LINE (128,I*48+8)-(528,I*48+8),7,,AHFFEO
9340 NEXT I
9342 LG=LOG(.2/.1):LG=LG/LOG(10)
9350 VL(1)=INT(128+LG*200)
9352 LG=LOG(.5/.1):LG=LG/LOG(10)
9354 VL(2)=INT(128+LG*200)
9356 LG=LOG(1/.1):LG=LG/LOG(10)
9360 VL(3)=INT(128+LG*200)
9362 LG=LOG(2/.1):LG=LG/LOG(10)
9370 VL(4)=INT(128+LG*200)
9372 LG=LOG(5/.1):LG=LG/LOG(10)

```

```

9380 VL(5)=INT(128*LG*200!)
9400 FOR I=1 TO 5
9410   LINE (VL(I),56)-(VL(I),344),7,,&HFFE0
9420 NEXT I
9430 LOCATE 8,1:PRINT "γ"
9440 LOCATE 8,7:PRINT "イ"
9450 LOCATE 8,10:PRINT "ン"
9460 LOCATE 8,13:PRINT "g"
9470 LOCATE 8,16:PRINT "dB"
9472 LOCATE 15,22
9475 PRINT "0.1    0.2    0.5    1    2    5    10"
9530 LOCATE 26,23:PRINT "ω / ω n ( 対数目盛り )"
9532 RETURN
9600 *SCALE4  '***** 二次振動の位相 *****
9610 LINE (128,56)-(128+400,56+288),7,B
9620 FOR I=1 TO 8
9630   LINE (128,1*32+56)-(528,1*32+56),7,,&HFFE0
9640 NEXT I
9642   LG=LOG(.2/.1):LG=LG/LOG(10)
9650   VL(1)=INT(128+LG*200!)
9652   LG=LOG(.5/.1):LG=LG/LOG(10)
9654   VL(2)=INT(128+LG*200!)
9656   LG=LOG(1././0.1):LG=LG/LOG(10)
9660   VL(3)=INT(128+LG*200!)
9662   LG=LOG(2././0.1):LG=LG/LOG(10)
9670   VL(4)=INT(128+LG*200!)
9672   LG=LOG(5././0.1):LG=LG/LOG(10)
9680   VL(5)=INT(128+LG*200!)
9700 FOR I=1 TO 5
9710   LINE (VL(I),56)-(VL(I),344),7,,&HFFE0
9720 NEXT I
9780 LOCATE 8,4:PRINT "位"
9790 LOCATE 8,7:PRINT "相"
9900 LOCATE 8,10:PRINT "θ"
9910 LOCATE 8,13:PRINT "deg"
9912 LOCATE 15,22
9914 PRINT "0.1    0.2    0.5    1    2    5    10"
9930 LOCATE 26,23:PRINT "ω / ω n ( 対数目盛り )"
9932 RETURN
10000 *SCALE5  '***** 無軸時間要素 *****
10010 LINE (96+8,24)-(104+432,24+320),7,B
10020 FOR I=1 TO 3
10030   LINE (104,1*80+24)-(536,1*80+24),7,,&HFFE0
10040 NEXT I
10042   LG=LOG(.02/.01):LG=LG/LOG(10)
10050   VL(1)=INT(104+LG*144!)
10052   LG=LOG(.05/.01):LG=LG/LOG(10)
10054   VL(2)=INT(104+LG*144!)
10056   LG=LOG(1././0.1):LG=LG/LOG(10)
10060   VL(3)=INT(104+LG*144!)
10062   LG=LOG(2././0.1):LG=LG/LOG(10)
10070   VL(4)=INT(104+LG*144!)
10072   LG=LOG(5././0.1):LG=LG/LOG(10)
10080   VL(5)=INT(104+LG*144!)
10082   LG=LOG(1././0.1):LG=LG/LOG(10)
10084   VL(6)=INT(104+LG*144!)
10086   LG=LOG(2././0.1):LG=LG/LOG(10)
10088   VL(7)=INT(104+LG*144!)
10090   LG=LOG(5././0.1):LG=LG/LOG(10)
10092   VL(8)=INT(104+LG*144!)
10094 FOR I=1 TO 8
10100   LINE (VL(I),24)-(VL(I),344),7,,&HFFE0
10110 NEXT I
10120 LOCATE 6,4:PRINT "γ"
10140 LOCATE 6,7:PRINT "イ"
10150 LOCATE 6,10:PRINT "ン"
10160 LOCATE 6,13:PRINT "g"
10170 LOCATE 6,16:PRINT "dB"
10180 LOCATE 72,4:PRINT "位"
10190 LOCATE 72,7:PRINT "相"
10200 LOCATE 72,10:PRINT "θ"
10210 LOCATE 72,13:PRINT "deg"
10220 LOCATE 12,22
10222 PRINT "0.01 0.02 0.05 0.1 0.2 0.5 1 2 5 10"
10230 LOCATE 35,23:PRINT "ω ( 対数目盛り )"
10232 RETURN
10300 *SCALE6  '***** 伝達関数合成 (ゲイン) **
10310 LINE (200,24)-(200+400,24+320),7,B
10320 FOR I=1 TO 9
10330   LINE (200,1*32+24)-(600,1*32+24),7,,&HFFE0
10340 NEXT I
10342   LG=LOG(.05/.01):LG=LG/LOG(10)
10350   VL(1)=INT(200+LG*100!)
10352   LG=LOG(1././0.1):LG=LG/LOG(10)
10354   VL(2)=INT(200+LG*100!)
10356   LG=LOG(5././0.1):LG=LG/LOG(10)
10360   VL(3)=INT(200+LG*100!)
10362   LG=LOG(1././0.1):LG=LG/LOG(10)
10370   VL(4)=INT(200+LG*100!)
10372   LG=LOG(5././0.1):LG=LG/LOG(10)
10380   VL(5)=INT(200+LG*100!)
10382   LG=LOG(10././0.1):LG=LG/LOG(10)
10384   VL(6)=INT(200+LG*100!)
10386   LG=LOG(50././0.1):LG=LG/LOG(10)
10388   VL(7)=INT(200+LG*100!)
10394 FOR I=1 TO 7
10400   LINE (VL(I),24)-(VL(I),344),7,,&HFFE0
10410 NEXT I
10430 LOCATE 23,22
10432 PRINT "0.01    0.05 0.1    0.5 1    5 10    50 100"
10434 LOCATE 36,23:PRINT "ω ( 対数目盛り )"
10435 LOCATE 18,4:PRINT "γ"
10440 LOCATE 18,7:PRINT "イ"
10450 LOCATE 18,10:PRINT "ン"
10460 LOCATE 18,13:PRINT "g"
10470 LOCATE 18,16:PRINT "dB"
10480 RETURN
10500 *SCALE7  '***** 伝達関数合成 (位相) **
10510 LINE (200,24)-(200+400,24+288),7,B
10520 FOR I=1 TO 5
10530   LINE (200,1*48+24)-(600,1*48+24),7,,&HFFE0
10540 NEXT I
10542   LG=LOG(.05/.01):LG=LG/LOG(10)
10550   VL(1)=INT(200+LG*100!)
10552   LG=LOG(1././0.1):LG=LG/LOG(10)
10554   VL(2)=INT(200+LG*100!)
10556   LG=LOG(.5/.01):LG=LG/LOG(10)
10560   VL(3)=INT(200+LG*100!)
10562   LG=LOG(1././0.1):LG=LG/LOG(10)
10570   VL(4)=INT(200+LG*100!)
10572   LG=LOG(5././0.1):LG=LG/LOG(10)
10580   VL(5)=INT(200+LG*100!)
10582   LG=LOG(10././0.1):LG=LG/LOG(10)
10584   VL(6)=INT(200+LG*100!)
10586   LG=LOG(50././0.1):LG=LG/LOG(10)
10588   VL(7)=INT(200+LG*100!)
10594 FOR I=1 TO 7
10595   LINE (VL(I),24)-(VL(I),312),7,,&HFFE0
10596 NEXT I
10597 LOCATE 23,20
10598 PRINT "0.01    0.05 0.1    0.5 1    5 10    50 100"
10600 LOCATE 18,10:PRINT "θ"
10610 LOCATE 18,13:PRINT "deg"
10630 LOCATE 40,22:PRINT "ω ( 対数目盛り )"
10680 LOCATE 18,4:PRINT "位"
10690 LOCATE 18,7:PRINT "相"
10700 RETURN

```

