

統計教育のための BASIC プログラム

飯 田 博

◆キー・ワード

統計教育 (Statistical Education) BASIC (Beginner All Purpose Symbolic Instruction Code) CAI (Computer Assisted Instruction) パーソナル・コンピュータ (パソコン) (Personal Computer)

1. はじめに

最近のパソコンの性能アップとコストの低下に伴って、その普及は著しく、それにつれて多量のデータを教育研究機関や企業で扱う機会が増加している。そして、多種多様のパソコンの科学計算、事務用統計ソフトが市販されている。このようなソフトは統計に精通していない人でも統計上の処理ができることを約束している。しかし統計上の処理がされた情報を本当に理解しようと思えば、統計理論、計算過程の理解が不可欠であることはいうまでもない。そこで、統計学の理論構成にパソコンの助けを借りる教育の必要性が感じられ、今回のCAI的利用を目的とする統計ソフトの開発にいたった。

本論文において、まず基本的な統計的手法によってデータ解析を行うための対話形式の教育用BASICプログラム作成の意義について述べ、後半でそのプログラム・リストを紹介する。

2. コンピュータによる統計教育の必要性

確率・統計学の分野は学生が将来実社会で使う場合が少なくないにもかかわらず、確率・統計を履習せずに高校生活を終了する学生が多くなっていることが昭和61年度の日本数学教育学会以降指摘されている。(本学経営学部においても確率・統計の履習済者は若干名であり、数式により理論展開の指導には困難が生じている。) 確率・統計学の概念の指導には、微分・積分、線型代数等のかかなりの知識がないと理解に困難が生じるが、実験をもとに数学モデルを構築する過程を踏む点において、あらゆる分野にデータ解析が用いられるようになってきている現在、その応用の広さという点から確率・統計学は高等学校、大学の数学教育における重要な分野の一つであるといえることができる。

次期、高等学校教育課程では、再び高校一年生で確率・統計の内容の一部を学習させる可能性があり、長期的展望に立って、大学においても高等学校で習得した確率・統計の知識の上に、大学生としての基礎的、基本的な素養を身につけさせるための統計教育指導の方策を建てる必要がある。

臨時教育審議会の答申の中で、情報化に対応した教育に関する三原則に

- ①社会の情報化に備える教育を本格的に展開する。
- ②すべての教育機関の活性化のための情報手段の潜在力を活用する。
- ③情報社会の人間化に光をあてる。

とある。

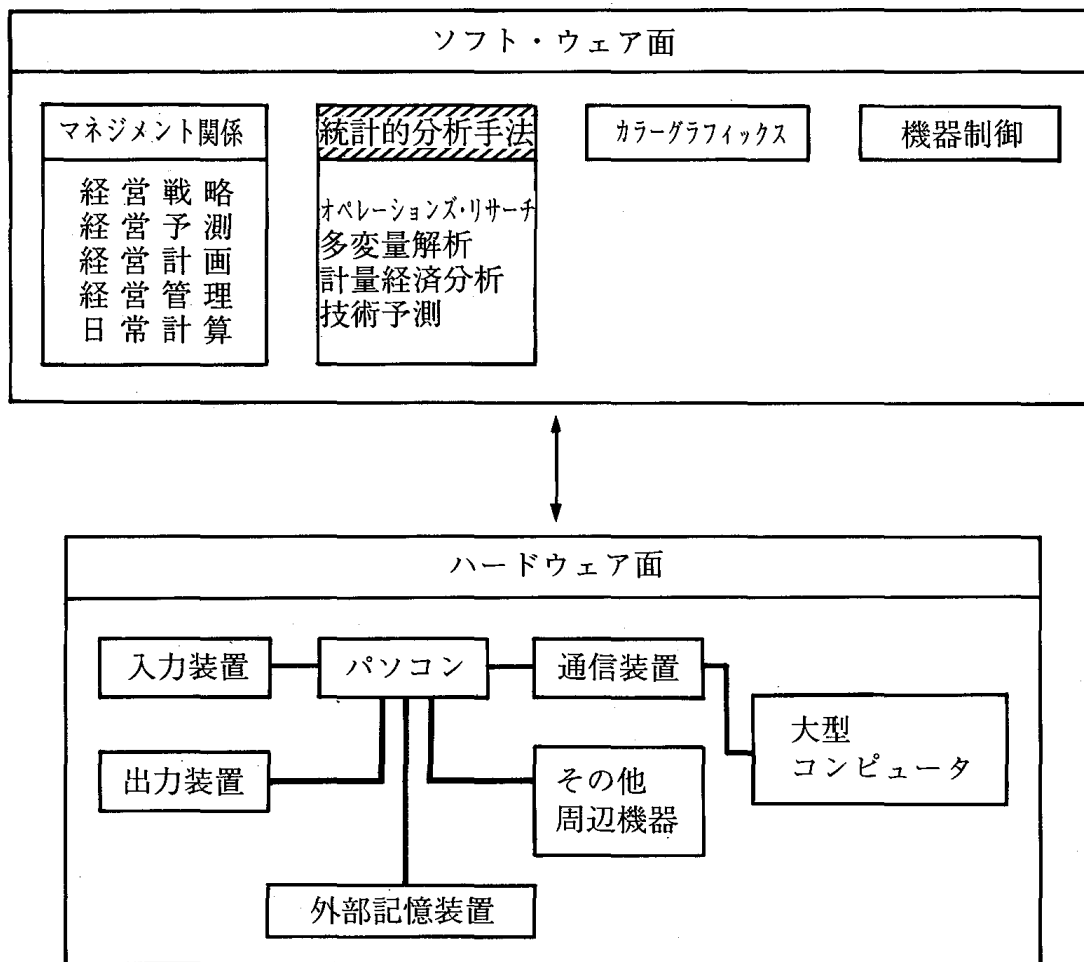
また、文部省教育改革実施本部が、2000年に必要となる情報技術者(専門外でも高度な情報処理をもつ技術者までも含む)は230万人～300万人(その内70%～75%を新規学卒者)であると発表し、情報学を専門としない経済・商学系の学部・学科などでも情報分野の教育強化の人員の増加の行政指導とするという方針を打ち出している。

以上事由から、大学教育において、今後コンピュータによる統計教育、コンピュータによるデータ解析ができる能力開発の必要性が益々高まってくる

と思われる。

3. 経営学部における統計教育の課題

コンピュータによるディシジョン・システムの概形は下表のようになるであろう。



この表から、マネジメント・システム—コンピュータのソフト・ウェア(アプリケーション・プログラム)—統計学、が深く関わっていると考えられる。

ゆえ、経営学部における「統計学」の教育の課題を、統計数学理論の展開を唯一の目標とするのではなく、コンピュータ、特にパソコンによる統計処理ができ、処理された情報を解釈し、意思決定のルールの中に組み入れる能力を養成することと、してよいだろう。

4. C A I 的利用のためのプログラム作成の留意点

パソコンの統計教育に貢献できる可能性としてはC A I 的利用であろう。
広義のC A I 的利用では

- ①統計的方法の習熟とその評価分析。
- ②対話形式による問題解釈，実験・実習を進した発見学習。
- ③ゲーム的利用。

が考えられる。

この広義のC A I 的利用を考慮して下記の方針で基本的な統計的手法のプログラムを作成する。

- ①B A S I C 言語は，標準的なものを使用し，講義内容・進捗にあわせるために短かい簡単なプログラムにする。

(使用言語と記号)

A B S	A N D	D I M
D E F F N	E N D	E X P
F O R ~ T O ~ S T E P ~ N E X T		
G O T O	I F ~ T H E N ~ E L S E	
I N P U T	I N T	L P R I N T (U S I N G)
N O T	O N ~ G O S U B ~ R E T U R N	
O R	P R I N T (U S I N G)	
R E M	R N D	R N D M I Z E
S Q R	S T O P	S T R I N G \$
T A B	S P C	S W A P
+	—	*
/	=	<
>	^	

- ②入力 は INPUT 文を使い対話形式にする。入力ミスを防ぐために，DATA-CHECK のためのプログラムを付ける。

- ③メニュー選択方式を使う。
- ④計算過程が理解できるように計算表をアウト・プットする。
- ⑤FM系, PC系, IBM系, MSX系のオフコン, パソコン, ポケット・コンピュータでもRUNできるようにする。

5. プログラム・リストと実行例（画面コピーは省略）

1. STAT01：度数分布	89頁
2. STAT02：基本統計量（クラス分けされていない場合）.....	91頁
3. STAT03：基本統計量（クラス分けされている場合）.....	94頁
4. STAT04：チェビシエフの不等式	96頁
5. STAT05：偏差値	96頁
6. STAT06：平均上昇率（幾何平均）.....	98頁
7. STAT07：総合指数	99頁
8. STAT08：A B C 分析	100頁
9. STAT09：回帰分析（相関と回帰）.....	104頁
10. STAT10：回帰分析（正規方程式）.....	106頁
11. STAT11：順位相関係数	109頁
12. STAT12：移動平均	110頁
13. STAT13：傾向直線	111頁
14. STAT14：傾向 2 次曲線	114頁
15. STAT15：月別平均法	118頁
16. STAT16：大数の法則	122頁
17. STAT17：離散型確率分布	123頁
18. STAT18：新聞売り子問題	125頁
19. STAT19：超幾何分布	127頁
20. STAT20：2 項分布	128頁
21. STAT21：ポアソン分布	131頁

22. STAT22：ポアソン分布による 2 項分布の近似	133頁
23. STAT23：正規分布	133頁
24. STAT24：正規分布による確率計算	136頁
25. STAT25：正規分布による 2 項分布の近似	137頁
26. STAT26：無作為標本の作成と標本平均	138頁
27. STAT27：区間推定	139頁
28. STAT28：仮説検定	141頁
29. STAT29：小標本の場合の推定と検定	144頁
30. STAT30：管理図	148頁

(次頁のプログラムは，富士通 FM-R50 を使用して作成したものである。)

統計教育のための BASIC プログラム

```

100 rem STAT01
110 rem < 度数分布 >
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "データの個数 " :N:input "データの単位 " :T$
150 dim X(N)
160 for I=1 to N
170 print I;"> " :input "データは " :X(I)
180 next I :cls
190 print " DATA - CHECK ":print "-----"
200 for I=1 to N
210 print using "###> #####.##":I:X(I)
220 print "正(Y) or 誤(N)":input ANS$
230 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 250
240 print using "##> " :input X(I)
250 next I:cls
260 for I=1 to N-1
270 for J=I+1 to N
280 if X(I)>X(J) then swap X(I),X(J)
290 next J
300 next I
310 print "----- ソート -----"
320 for I=1 to N
330 print X(I);
340 next I:print
350 print "-----"
360 stop
370 lprint "===== ソート ====="
380 for I=1 to N
390 lprint X(I);
400 next I:lprint
410 lprint "=====
420 input "階級の始めは " :MIN
430 input "階級の終わりは " :MAX :goto 460
440 input "もう一度、階級の始めを入力してください。 " :MIN
450 input "もう一度、階級の終わりを入力してください。 " :MAX
460 if X(N)=MAX then 430
470 R=MAX-MIN:print "範囲=":R:print
480 print " ***** メニュー *****"
490 print " <1> スタージェスの公式を使用する。 "
500 print " <2> スタージェスの公式を使用しない。"
510 print " *****"
520 input "スタージェスの公式を使用しますか":ANS
530 if ANS=1 then 540 else 570
540 K=1+int(log(N)/log(2)+.9999):H=R/K
550 print "スタージェスの公式によると階級の個数=":K:"個"
560 if H<>int(H) then 440 else 600
570 input "階級の個数":K
580 H=R/K
590 if H<>int(H) then 440 else 600
600 print "階級の幅=":H:
610 dim F(K),G(K),C(K),D(K)
620 for I=1 to N
630 for J=0 to K-1
640 if MIN+H*J<=X(I) and X(I)<MIN+H*(J+1) then 660
650 next J
660 F(J)=F(J)+1
670 next I
680 for J=0 to K-1
690 G(J)=F(J)/N*100:G(J)=int(G(J)*10+.5)/10
700 next J
710 for J=0 to K-1
720 C(J+1)=C(J)+F(J)
730 next J :lprint:cls
740 print " <度数分布表> " :print
750 print " 階級 (":T$;"> 度数 相対度数(%) 累積度数 "
760 print "-----"
770 for J=0 to K-1
780 print using "###.## ~ ###.##":MIN+H*J,MIN+H*(J+1);
790 print using " ### " : F(J);
800 print using " ###.## " : G(J);
810 print using " ### " : C(J+1)
820 next J

```

```

830 print "-----" :print
840 print "      < ヒストグラム > " :print
850 print " 階級値 度数 "
860 print "-----"
870 for J=0 to K-1
880 D(J)=MIN+H*J+H/2
890 next J
900 for J=0 to K-1
910 print using"###.#";D(J);:print " : ";
920 print string$(F(J),"*");:print tab(50) ; "<";F(J);" )"
930 next J
940 print "-----":stop
950 lprint "      < 度数分布表 > " :lprint
960 lprint " 階級 (<T$;) 度数 相対度数(%) 累積度数 "
970 lprint "===== "
980 for J=0 to K-1
990 lprint using "####.# ~ ####.#";MIN+H*J,MIN+H*(J+1);
1000 lprint using " ### " ; F(J);
1010 lprint using " ###.# " ; G(J);
1020 lprint using " #### " ; C(J+1)
1030 next J
1040 lprint "===== " :lprint
1050 lprint "      < ヒストグラム > " :lprint
1060 lprint " 階級値 度数 "
1070 lprint "===== "
1080 for J=0 to K-1
1090 D(J)=MIN+H*J+H/2
1100 next J
1110 for J=0 to K-1
1120 lprint using"###.#";D(J);:lprint " : ";
1130 lprint string$(F(J),"*");:lprint tab(50) ; "<";F(J);" )"
1140 next J
1150 lprint "===== "
1160 if ANS=1 then lprint "[スターシェルの公式による]"
1170 end

```

[実行結果]

```

===== ソート =====
2  8 10 12 15 15 15 15 16 16 16 16 17 17 18 19 19 19 19 20
20 22 22 22 23 24 25 25 25 26 26 27 28 29 29 29 30 33 34 35
37 40 40 42 45 48 51 52 59 67
=====

```

< 度数分布表 >

階級	(分)	度数	相対度数(%)	累積度数
0.0	~ 10.0	2	4.0	2
10.0	~ 20.0	17	34.0	19
20.0	~ 30.0	17	34.0	36
30.0	~ 40.0	5	10.0	41
40.0	~ 50.0	5	10.0	46
50.0	~ 60.0	3	6.0	49
60.0	~ 70.0	1	2.0	50

< ヒストグラム >

階級値 度数

```

=====
5.0 : ** ( 2 )
15.0 : ***** ( 17 )
25.0 : ***** ( 17 )
35.0 : ***** ( 5 )
45.0 : ***** ( 5 )
55.0 : *** ( 3 )
65.0 : * ( 1 )
=====

```

[スターシェルの公式による]

統計教育のための BASIC プログラム

```

100 rem stat02
110 rem <基本統計量(クラス分けされていない場合)>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "データの個数":N:input "データの単位":T$
150 dim X(N),XX(N)
160 for I=1 to N
170 print I;"番目のデータ=":input X(I)
180 next I:cls
190 print "DATA - CHECK ":print "-----"
200 for I=1 to N
210 print using "###> #####.##":I;X(I)
220 print "正(Y) or 誤(N)":input ANS$
230 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 250
240 print using "###>":I::input X(I)
250 next I:cls
260 for I=1 to N
270 XX(I)=X(I)^2
280 next I
290 W1=0:W2=0:W3=0:W4=0:W5=0
300 for I=1 to N
310 W1=W1+X(I)
320 W2=W2+XX(I)
330 next I
340 XBAR=W1/N:
350 V=W2/N-XBAR^2:
360 SD=sqr(V):
370 for I=1 to N
380 X3=abs(X(I)-XBAR)
390 W3=W3+X3
400 X4=(X(I)-XBAR)^3
410 W4=W4+X4
420 X5=(X(I)-XBAR)^4
430 W5=W5+X5
440 next I
450 MD=W3/N:
460 if W4<0 then 470 else 480:
470 FUW4=-W4:B1=-((FUW4/N)^(1/3))/SD:goto 490:
480 B1=(W4/N)^(1/3)/SD:
490 B2=W5/N/(SD^4):cls:
500 print "-----"
510 print " X XX IX-XBARI (X-XBAR)^3 (X-XBAR)^4":print " (XBAR
=;XBAR;)"
520 print "-----"
530 for I=1 to N
540 print using "###.## #####.## ###.## #####.## #####.##":X(I);XX(I);a
bs(X(I)-XBAR);(X(I)-XBAR)^3;(X(I)-XBAR)^4
550 next I
560 print "-----"
570 print " W1 W2 W3 W4 W5"
580 print "-----"
590 print "< 合計 >-----"
600 print " W1=";W1
610 print " W2=";W2
620 print " W3=";W3
630 print " W4=";W4
640 print " W5=";W5
650 print "-----"
660 for I=1 to N-1
670 for J=I+1 to N
680 if X(I)>X(J) then swap X(I),X(J)
690 next J
700 next I:print:print
710 print "===== < ソート > ====="
720 for I=1 to N
730 print using "###.##":X(I):
740 next I:print
750 print "-----"
760 stop
770 lprint " < 計算表 >":lprint
780 lprint "-----"
790 lprint " X XX IX-XBARI (X-XBAR)^3 (X-XBAR)^4":lprint " (XB
AR=";XBAR;)"

```

'算術平均
'分散
'標準偏差

'平均絶対偏差

'ひずみ度
'とがり度

```

800 lprint "=====
810 for I=1 to N
820 lprint using "###.## #####.##   ###.## #####.## #####.##";X(I);XX(I);
abs(X(I)-XBAR);(X(I)-XBAR)^3;(X(I)-XBAR)^4
830 next I
840 lprint "=====
850 lprint " W1      W2      W3      W4      W5"
860 lprint "=====
870 lprint "-----< 合計 >-----"
880 lprint "      W1=";W1
890 lprint "      W2=";W2
900 lprint "      W3=";W3
910 lprint "      W4=";W4
920 lprint "      W5=";W5
930 lprint "-----"
940 for I=1 to N-1
950 for J=I+1 to N
960 if X(I)>X(J) then swap X(I),X(J)
970 next J
980 next I :lprint:lprint
990 lprint "===== < ソート > =====

1000 for I=1 to N
1010 lprint using "###.##";X(I);
1020 next I:lprint
1030 lprint "=====

1040 if int(N/2)=N/2 then 1060
1050 M=int(N/2)+1:ME=X(M):goto 1080:
1060 M1=int(N/2):M2=M1+1
1070 ME=(X(M1)+X(M2))/2:
1080 print "      算術平均 (W1/N)          =";XBAR;T$
1090 print "      メシ"ン(中央値)          =";ME;T$
1100 print "      範囲(最大値-最小値)      =";X(N)-X(1);T$
1110 print "      標準偏差 (W2/N-XBAR^2)    =";SD;T$
1120 print "      分散 (SD^2)              =";V
1130 print "      変動係数 (SD/XBAR)        =";SD/XBAR
1140 print "      ひずみ度 ((W4/N)^(1/3)/SD)=";B1
1150 print "      尖り度 (W5/N/(SD^4))      =";B2
1160 print "算術平均をLPRINTしますか":input ANS$
1170 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1180 else 1190
1180 lprint "      算術平均 (W1/N)          =";XBAR;T$
1190 print "メシ"ンをLPRINTしますか":input ANS$
1200 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1210 else 1220
1210 lprint "      メシ"ン(中央値)          =";ME;T$
1220 print "範囲をLPRINTしますか":input ANS$
1230 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1240 else 1250
1240 lprint "      範囲(最大値-最小値)      =";X(N)-X(1);T$
1250 print "平均絶対偏差をLPRINTしますか":input ANS$
1260 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1270 else 1280
1270 lprint "      平均絶対偏差 (W3/N)        =";MD;T$
1280 print "標準偏差をLPRINTしますか":input ANS$
1290 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1300 else 1310
1300 lprint "      標準偏差 (W2/N-XBAR^2)    =";SD;T$
1310 print "分散をLPRINTしますか":input ANS$
1320 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1330 else 1340
1330 lprint "      分散 (SD^2)              =";V
1340 print "変動係数をLPRINTしますか":input ANS$
1350 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1360 else 1370
1360 lprint "      変動係数 (SD/XBAR)        =";SD/XBAR
1370 print "ひずみ度をLPRINTしますか":input ANS$
1380 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1390 else 1400
1390 lprint "      ひずみ度 ((W4/N)^(1/3)/SD)=";B1
1400 print "尖り度をLPRINTしますか":input ANS$
1410 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1420 else 1430
1420 lprint "      尖り度 (W5/N/(SD^4))      =";B2
1430 end

```

統計教育のための BASIC プログラム

[実行結果]

< 計算表 >

X	XX	X-XBAR	(X-XBAR)^3	(X-XBAR)^4	(XBAR= 26.44)
5.0	361.00	21.44	-9855.40	211300.000	
8.0	256.00	18.44	-6270.22	115623.000	
10.0	841.00	16.44	-4443.30	73047.800	
12.0	225.00	14.44	-3010.94	43477.900	
15.0	400.00	11.44	-1497.19	17127.900	
15.0	144.00	11.44	-1497.19	17127.900	
15.0	625.00	11.44	-1497.19	17127.900	
15.0	1369.00	11.44	-1497.19	17127.900	
16.0	225.00	10.44	-1137.89	11879.600	
16.0	3481.00	10.44	-1137.89	11879.600	
16.0	256.00	10.44	-1137.89	11879.600	
16.0	100.00	10.44	-1137.89	11879.600	
17.0	841.00	9.44	-841.23	7941.240	
17.0	256.00	9.44	-841.23	7941.240	
18.0	25.00	8.44	-601.21	5074.230	
19.0	324.00	7.44	-411.83	3064.020	
19.0	676.00	7.44	-411.83	3064.020	
19.0	225.00	7.44	-411.83	3064.020	
19.0	361.00	7.44	-411.83	3064.020	
20.0	400.00	6.44	-267.09	1720.060	
20.0	484.00	6.44	-267.09	1720.060	
22.0	289.00	4.44	-87.53	388.626	
22.0	2704.00	4.44	-87.53	388.626	
22.0	256.00	4.44	-87.53	388.626	
23.0	729.00	3.44	-40.71	140.034	
24.0	484.00	2.44	-14.53	35.445	
25.0	529.00	1.44	-2.99	4.300	
25.0	361.00	1.44	-2.99	4.300	
25.0	625.00	1.44	-2.99	4.300	
26.0	2025.00	0.44	-0.09	0.037	
26.0	225.00	0.44	-0.09	0.037	
27.0	2601.00	0.56	0.18	0.098	
28.0	289.00	1.56	3.80	5.922	
29.0	2304.00	2.56	16.78	42.950	
29.0	576.00	2.56	16.78	42.950	
29.0	361.00	2.56	16.78	42.950	
30.0	1600.00	3.56	45.12	160.620	
33.0	1600.00	6.56	282.30	1851.890	
34.0	1156.00	7.56	432.08	3266.530	
35.0	1225.00	8.56	627.22	5369.020	
37.0	900.00	10.56	1177.58	12435.300	
40.0	4489.00	13.56	2493.33	33809.500	
40.0	1089.00	13.56	2493.33	33809.500	
42.0	64.00	15.56	3767.29	58619.000	
45.0	625.00	18.56	6393.43	118662.000	
48.0	484.00	21.56	10021.80	216070.000	
51.0	1764.00	24.56	14814.40	363843.000	
52.0	784.00	25.56	16698.70	426819.000	
59.0	841.00	32.56	34518.60	1123930.000	
67.0	676.00	40.56	66725.80	2706400.000	
W1	W2	W3	W4	W5	
-----< 合計 >-----					
	W1= 1322				
	W2= 43530				
	W3= 505.28				
	W4= 121633				
	W5= 5.70266E+06				

```

===== < ソート > =====
5.00 8.00 10.00 12.00 15.00 15.00 15.00 15.00 16.00 16.00 16.00 1
6.00 17.00 17.00 18.00 19.00 19.00 19.00 19.00 20.00 20.00 22.00 22.0
0 22.00 23.00 24.00 25.00 25.00 25.00 25.00 26.00 26.00 27.00 28.00 29.00
29.00 29.00 30.00 33.00 34.00 35.00 37.00 40.00 40.00 42.00 45.00 48.
00 51.00 52.00 59.00 67.00
=====

```

```

算術平均 (W1/N)          = 26.44 分
メジアン (中央値)       = 23.5 分
範囲 (最大値-最小値)    = 62 分
平均絶対偏差 (W3/N)     = 10.1056 分
標準偏差 (W2/N-XBAR^2)  = 13.0968 分
分散 (SD^2)             = 171.526
変動係数 (SD/XBAR)      = .495341
ひずみ度 ((W4/N)^(1/3)/SD) = 1.0269
尖り度 (W5/N/(SD^4))    = 3.87655

```

```

100 rem STAT03
110 rem <基本統計量<クラス分けされている場合>>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "階級の個数":N:input "単位":T$
150 dim X(S*N),F(S*N),U(S*N)
160 for I=1 to N
170 print I;"":input "階級値と度数を入力して下さい":X(I),F(I)
180 next I:cls
190 print "DATA - CHECK ":print "-----"
200 for I=1 to N
210 print using "###> ####.# ####.#":I;X(I);F(I)
220 print "正(Y) or 誤(N)":input ANS$
230 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 250 else 240
240 input X(I),F(I)
250 next I
260 print"-----"
270 print "階級値    度数    累積度数 "
280 print"-----"
290 print "  X          F  "
300 print "-----"
310 F=0
320 for I=1 to N
330 F=F+F(I)
340 print using "###.##    ##    ##":X(I);F(I);F
350 next I
360 print "-----":print
370 '
380 input "モード"を含む階級値を入力してください":X0
390 input "メジアンを含む階級値を入力してください":Y0
400 input "階級の幅を入力して下さい":H:cls
410 '
420 print "仮平均  =":X0
430 print "階級の幅=":H:print
440 print "-----"
450 print "階級値    度数    番号    累積度数"
460 print "-----"
470 print "  X          F          U      U*F      U^2*F"
480 print "-----"
490 lprint "仮平均  =":X0
500 lprint "階級の幅=":H:print
510 lprint "=====
520 lprint "階級値    度数    番号    累積度数"
530 lprint "=====
540 lprint "  X          F          U      U*F      U^2*F"
550 lprint "=====
560 F=0:UF=0:UUF=0
570 for I=1 to N
580 F=F+F(I)
590 print using "###.##    ## ":X(I);F(I);
600 lprint using "###.##    ## ":X(I);F(I);
610 U(I)=(X(I)-X0)/H

```

統計教育のための BASIC プログラム

```

620 print using "    ###":U(I);
630 lprint using "    ###":U(I);
640 UF=UF+U(I)*F(I)
650 print using "    ###":U(I)*F(I);
660 lprint using "    ###":U(I)*F(I);
670 UUF=UUF+U(I)^2*F(I)
680 print using "    #####    #####":U(I)^2*F(I);F
690 lprint using "    #####    #####":U(I)^2*F(I);F
700 next I
710 print "-----"
720 print using "合計    #####    ";F;
730 print using "    #####    #####    ";UF;UUF:print
740 lprint "=====
750 lprint using "合計    #####    ";F;
760 lprint using "    #####    #####    ";UF;UUF:lprint
770 lprint "=====
780 XBAR=X0+UF/F*H :XBAR=int(XBAR*100+.5)/100:          '平均値
790 V=(UUF/F-(UF/F)^2)*H^2:V=int(V*100+.5)/100:          '分散
800 SD=sqr(V):SD=int(SD*100+.5)/100:          '標準偏差
810 I=1
820 if X0=X(I) then 830 else 840
830 K=I :goto 850
840 I=I+1 :goto 820
850 MO=X(K)-H/2+F(K+1)*H/(F(K+1)+F(K-1)) :MO=int(MO*100+.5)/100:'モ-ト'
860 I=1
870 if Y0=X(I) then 880 else 890
880 L=I :goto 900
890 I=I+1 :goto 870
900 Q=0
910 for I=1 to L-1
920 Q=Q+F(I)
930 next I
940 ME=Y0-H/2+(F/2-Q)/F(L)*H :ME=int(ME*100+.5)/100 :'メシ'ア'ン
950 print "    <テ-タがクラス分けされている場合> " :print
960 lprint "    <テ-タがクラス分けされている場合> " :lprint
970 print "    平均値    =":XBAR:T$
980 print "    モ-ト    =":MO:T$
990 print "    メシ'ア'ン    =":ME:T$
1000 print "    分散    =":V
1010 print "    標準偏差    =":SD:T$
1020 print "    変動係数    =":int(XBAR/SD*100+.5)/100
1030 print "平均値を LPRINTしますか":input ANS$
1040 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1050 else 1060
1050 lprint "    平均値    =":XBAR:T$
1060 print "モ-トを LPRINTしますか":input ANS$
1070 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1080 else 1090
1080 lprint "    モ-ト    =":MO:T$
1090 print "メシ'ア'ンを LPRINTしますか":input ANS$
1100 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1110 else 1120
1110 lprint "    メシ'ア'ン    =":ME:T$
1120 print "分散を LPRINTしますか":input ANS$
1130 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1140 else 1150
1140 lprint "    分散    =":V
1150 print "標準偏差を LPRINTしますか":input ANS$
1160 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1170 else 1180
1170 lprint "    標準偏差    =":SD:T$
1180 print "変動係数を LPRINTしますか":input ANS$
1190 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 1200 else 1210
1200 lprint "    変動係数    =":int(XBAR/SD*100+.5)/100
1210 end

```

[実行結果]

仮平均 = 105
階級の幅 = 10

階級値	度数	番号	累積度数		
X	F	U	U*F	U^2*F	
85.00	3	-2	-6	12	3
95.00	7	-1	-7	7	10

105.00	13	0	0	0	23
115.00	5	1	5	5	28
125.00	2	2	4	8	30
=====					
合計	30		-4	32	

=====

<データがクラス分けされている場合>

平均値 = 103.67 万円
 モード = 104.17 万円
 メジアン = 103.85 万円
 分散 = 104.89
 標準偏差 = 10.24 万円
 変動係数 = 10.12

```

100 rem STAT04
110 rem <チェビシェフの定理>
120 cls: lprint
130 lprint "[実行結果]": lprint
140 input "平均値 "; XBAR
150 input "標準偏差 "; SD
160 input "K "; K
170 print " <チェビシェフの定理から > ": print
180 print XBAR;"-";K;"*";SD;"から ";XBAR;"+";K;"*";SD;"の範囲に含まれる ";
190 print "データの個数は ";100*(1-1/K^2);"%以上である ": print: print
200 lprint " <チェビシェフの定理から > ": lprint
210 lprint "平均値=";XBAR;"、標準偏差=";SD;"、K=";K;"の時 ": lprint
220 lprint XBAR;"-";K;"*";SD;"から ";XBAR;"+";K;"*";SD;"つまり ";XBAR-K*SD;"から
";XBAR+K*SD;"の範囲に含まれる ";
230 lprint "データの個数は ";100*(1-1/K^2);"%以上である ": lprint: lprint
250 stop
251 '
260 input "全データの個数 "; N
270 input "平均値 "; XBAR
280 input "標準偏差 "; SD
290 input "N1 "; N1
300 print " <チェビシェフの定理から > ": print
310 print "平均値=";XBAR;"を中心に ";N1;"人(個)が分布する範囲は ";
320 lprint "標準偏差=";SD;"の時、平均値=";XBAR;"を中心に ";N1;"人(個)が分布する
範囲は ";
330 K=N/(N-N1)
340 MIN=XBAR-K*SD: MAX=XBAR+K*SD
350 print using "####.# 以上 ####.# 以下である ": MIN: MAX
360 lprint using "####.# 以上 ####.# 以下である ": MIN: MAX
370 end

```

[実行結果]

<チェビシェフの定理から>

平均値 = 103.67 , 標準偏差 = 10.24 , K = 2 の時

103.67 - 2 * 10.24 から 103.67 + 2 * 10.24 つまり 83.19 から 124.15
 の範囲に含まれるデータの個数は 75 %以上である

標準偏差 = 10.24 の時、平均値 = 103.67 を中心に 20 人(個)が分布する範囲は 73.0 以上
 134.4 以下である

```

100 rem stat05
110 rem <偏差値>

```

統計教育のための BASIC プログラム

```

120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "データの数":N
150 dim X(N),Y(N),N(N)
160 for I=1 to N
170 print I;"":input "データ":X(I)
180 next I:cls
190 print "DATA - CHECK":print "-----"
200 for I=1 to N
210 print using "###> #####.##";I;X(I)
220 print "正(Y) or 誤(N)":input ANS$
230 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 250 else 240
240 print using "###>":input X(I)
250 next I
260 W1=0:W2=0
270 for I=1 to N
280 W1=W1+X(I)
290 next I
300 XBAR=W1/N
310 for I=1 to N
320 W2=W2+X(I)^2
330 next I
340 V=W2/N-XBAR^2
350 SD=sqr(V)
360 for I=1 to N
370 Y(I)=(X(I)-XBAR)/SD*10+50
380 next I
390 for I=1 to N
400 for J=1 to N
410 if Y(J)>Y(I) then N(I)=N(I)+1
420 next J
430 next I:cls
440 print "    平均=";XBAR
450 print "    標準偏差=";SD:print
460 print "-----"
470 print "    素点(標準化変量) 偏差値    順位"
480 print "-----"
490 for I=1 to N
500 print using "(###)";I::print using "###.##(+#.###)    ###.##    #####";X(I)
:;(X(I)-XBAR)/SD;Y(I);N(I)+1
510 next I
520 print "-----":stop
530 lprint "    平均=";XBAR
540 lprint "    標準偏差=";SD:print
550 lprint "=====
560 lprint "    素点(標準化変量) 偏差値    順位"
570 lprint "=====
580 for I=1 to N
590 lprint using "(###)";I::lprint using "###.##(+#.###)    ###.##    #####";X(
I);(X(I)-XBAR)/SD;Y(I);N(I)+1
600 next I
610 lprint "=====
620 end

```

[実行結果]

```

    平均 = 25.6
    標準偏差 = 12.2735
=====
    素点(標準化変量) 偏差値    順位
=====
( 1) 19.00(-0.538)    44.62    30
( 2) 16.00(-0.782)    42.18    39
( 3) 29.00(+0.277)    52.77    13
( 4) 15.00(-0.864)    41.36    44
( 5) 20.00(-0.456)    45.44    28
( 6) 12.00(-1.108)    38.92    48
( 7) 25.00(-0.049)    49.51    18
( 8) 37.00(+0.929)    59.29    10
( 9) 15.00(-0.864)    41.36    44
(10) 59.00(+2.721)    77.21    1

```

(11)	16.00(-0.782)	42.18	39
(12)	10.00(-1.271)	37.29	49
(13)	29.00(+0.277)	52.77	13
(14)	16.00(-0.782)	42.18	39
(15)	5.00(-1.678)	33.22	50
(16)	18.00(-0.619)	43.81	35
(17)	26.00(+0.033)	50.33	17
(18)	15.00(-0.864)	41.36	44
(19)	19.00(-0.538)	44.62	30
(20)	20.00(-0.456)	45.44	28
(21)	22.00(-0.293)	47.07	24
(22)	17.00(-0.701)	42.99	36
(23)	52.00(+2.151)	71.51	2
(24)	16.00(-0.782)	42.18	39
(25)	27.00(+0.114)	51.14	15
(26)	22.00(-0.293)	47.07	24
(27)	23.00(-0.212)	47.88	22
(28)	19.00(-0.538)	44.62	30
(29)	25.00(-0.049)	49.51	18
(30)	45.00(+1.581)	65.81	6
(31)	22.00(-0.293)	47.07	24
(32)	17.00(-0.701)	42.99	36
(33)	52.00(+2.151)	71.51	2
(34)	16.00(-0.782)	42.18	39
(35)	27.00(+0.114)	51.14	15
(36)	22.00(-0.293)	47.07	24
(37)	23.00(-0.212)	47.88	22
(38)	19.00(-0.538)	44.62	30
(39)	25.00(-0.049)	49.51	18
(40)	45.00(+1.581)	65.81	6
(41)	15.00(-0.864)	41.36	44
(42)	51.00(+2.069)	70.69	4
(43)	17.00(-0.701)	42.99	36
(44)	48.00(+1.825)	68.25	5
(45)	24.00(-0.130)	48.70	21
(46)	19.00(-0.538)	44.62	30
(47)	40.00(+1.173)	61.73	8
(48)	40.00(+1.173)	61.73	8
(49)	34.00(+0.684)	56.84	12
(50)	35.00(+0.766)	57.66	11

=====

```

100 rem stat06
110 rem <平均上昇率(幾何平均)>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "テ-タの個数":N
150 dim X(N),Y(N),Z(N)
160 for I=0 to N-1
170 print I;"期のテ-タ=":input X(I)
180 next I:cls
190 print " DATA - CHECK ":print "-----"
200 for I=0 to N-1
210 print using "###> #####":I;X(I)
220 print "正(Y) or 誤(N)":input ANS$
230 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 250 else 240
240 print using "###>":I:input X(I)
250 next I
260 Y(0)=1:Z(0)=100
270 for I=0 to N-1
280 Y(I+1)=X(I+1)/X(I):Z(I)=Y(I)*100
290 next I
300 S=1
310 for I=0 to N-1
320 S=S*Y(I)
330 next I
340 S=S^(1/(N-1)):cls
350 print "-----"
360 print "期      テ-タ      対前年比(%)"

```


統計教育のための BASIC プログラム

```

370 print "-----"
380 for I=0 to N-1
390 print using "##> #####   ###.##";I;X(I);Z(I)
400 next I
410 print "-----":print
420 print "      平均上昇率(幾何平均より) =";(S-1)*100;"(%)":stop
430 lprint "=====
440 lprint "期      テータ      対前年比(%)"
450 lprint "=====
460 for I=0 to N-1
470 lprint using "##> #####   ###.##";I;X(I);Z(I)
480 next I
490 lprint "=====":lprint
500 lprint "      平均上昇率(幾何平均より) =";(S-1)*100;"(%)"
510 end

```

[実行結果]

```

=====
期      テータ      対前年比(%)
=====
0)  154992      100.00
1)  191255      123.40
2)  211992      110.84
3)  244640      115.40
4)  289317      118.26
5)  319564      110.45
6)  368222      115.23
7)  435657      118.31
8)  515935      118.43
9)  596894      115.69
10) 707309      118.50
11) 792536      112.05
12) 903202      113.96
13) 1110330     122.93
=====

```

平均上昇率(幾何平均より) = 16.3537 (%)

```

100 rem stat07
110 rem <総合指数>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "データの組は何組ありますか":N
150 dim P0(N),P1(N),Q0(N),Q1(N)
160 for I=1 to N
170 print using "##";I::print "]"
180 print "基準時(0時点)価格データ":input P0(I)
190 print "比較時(1時点)価格データ":input P1(I)
200 print "基準時数量データ":input Q0(I)
210 print "比較時数量データ":input Q1(I)
220 print "-----"
230 next I
240 print "DATA - CHECK ":print "-----"
250 for I=1 to N
260 print using "##> ### ### ### ##";I:P0(I);P1(I);Q0(I);Q1(I)
270 print "正(Y) or 誤(N)":input ANS$
280 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 300
290 print using "##> ":I::input P0(I),P1(I),Q0(I),Q1(I)
300 next I
310 for I=1 to N
320 A=A+P1(I)*Q0(I)
330 B=B+P0(I)*Q0(I)
340 C=C+P1(I)*Q1(I)
350 D=D+P0(I)*Q1(I)
360 next I

```

```

370 PL=A/B:PP=C/D:PF=sqr(PL*PP):cls
380 print "-----"
390 print "  基準時価格  (基準時数量データ)  比較時価格  (比較時数量データ)"
400 print "-----"
410 for I=1 to N
420 print using "##] #####          (#####)          #####          (#####)":I;P
O(I);QO(I);P1(I);Q1(I)
430 next I
440 print "-----":p
rint
450 print
460 print "ラスパイレス 指数 =          ";PL
470 print "パーシェ      指数 =          ";PP
480 print "フィシャー     指数 =          ";PF
490 stop
500 lprint "=====
510 lprint "  基準時価格  (基準時数量データ)  比較時価格  (比較時数量データ)"

520 lprint "=====
530 for I=1 to N
540 lprint using "##] #####          (#####)          #####          (#####)":I;
P0(I);Q0(I);P1(I);Q1(I)
550 next I
560 lprint "=====
570 lprint
580 lprint "ラスパイレス 指数 =          ";PL:lprint
590 lprint "パーシェ      指数 =          ";PP:lprint
600 lprint "フィシャー     指数 =          ";PF:lprint
610 end

```

[実行結果]

```

=====
  基準時価格  (基準時数量データ)  比較時価格  (比較時数量データ)
=====
1]   300          ( 80)          350          ( 85)
2]   400          ( 65)          500          ( 60)
3]   550          ( 50)          800          ( 30)
=====

ラスパイレス 指数 =          1.29677
パーシェ      指数 =          1.26894
フィシャー     指数 =          1.28278

```

```

100 rem stat08
110 rem <ABC分析>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "DATAの個数":N
150 dim HINMEI$(N),TANKA(N),SUURYOU(N),URIAGE(N),WASUURYOU(N),WAURIAGE(N)
160 dim HIURIAGE(N),HIWAURIAGE(N)
170 for I=1 to N
180 print "品番<":I;">"
190 print "-----":print
200 input "品番-品名 ":HINMEI$(I)
210 input "単価      ":TANKA(I)
220 input "数量      ":SUURYOU(I)
230 cls:next I
240 print "DATA -CHECK":print "-----"
250 for I=1 to N
260 print using "##>      ":I::print HINMEI$(I);
270 print using ",##### ,#####":TANKA(I);SUURYOU(I)
280 print "正(Y) or 誤(N)":input ANS$
290 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 310 else 300

```

統計教育のための BASIC プログラム

```

300 input HINMEI$(I),TANKA(I),SUURYOU(I)
310 next I
320 W1=0:W2=0
330 for I=1 to N
340 URIAGE(I)=TANKA(I)*SUURYOU(I)
350 W1=W1+SUURYOU(I)
360 W2=W2+URIAGE(I)
370 next I:cls
380 print "品番-品名      単価      数量      売上"
390 print "-----"
400 for I=1 to N
410 print using "&      &";HINMEI$(I);
420 print using "      #####      #####      #####";TANKA(I);SUURYOU(I);URIAGE(
I)
430 next I
440 print "-----"
450 print using "合計      #####      #####";W1;W2
460 print "-----"
470 stop
480 lprint "品番-品名      単価      数量      売上"
490 lprint "-----"
500 for I=1 to N
510 lprint using "&      &";HINMEI$(I);
520 lprint using "      #####      #####      #####";TANKA(I);SUURYOU(I);URIAGE
(I)
530 next I
540 lprint "-----"
550 lprint using "合計      #####      #####";W1;W2
560 lprint "-----"
570 lprint:lprint
580 stop
590 for I=1 to N-1
600 for J=I+1 to N
610 if URIAGE(I)<URIAGE(J) then swap HINMEI$(I),HINMEI$(J)
620 if URIAGE(I)<URIAGE(J) then swap TANKA(I) ,TANKA(J)
630 if URIAGE(I)<URIAGE(J) then swap SUURYOU(I),SUURYOU(J)
640 if URIAGE(I)<URIAGE(J) then swap URIAGE(I) ,URIAGE(J)
650 next J
660 next I
670 print "      <売上ソート>"
680 print "-----"
690 print "順位 品番-品名      単価      数量      売上"
700 print "-----"
710 for I=1 to N
720 print using "###:      ";I;
730 print using "&      &";HINMEI$(I);
740 print using "      #####      #####      #####";TANKA(I);SUURYOU(I);URIAGE(I)
750 next I
760 print "-----"
770 print using "合計      #####      #####";W1;W2
780 print "-----"
790 stop
800 lprint "      <売上ソート>"
810 lprint "-----"
820 lprint "順位 品番-品名      単価      数量      売上"
830 lprint "-----"
840 for I=1 to N
850 lprint using "###:      ";I;
860 lprint using "&      &";HINMEI$(I);
870 lprint using "      #####      #####      #####";TANKA(I);SUURYOU(I);URIAGE(
I)
880 next I
890 lprint "-----"
900 lprint using "合計      #####      #####";W1;W2
910 lprint "-----"
920 stop:cls:lprint:lprint
930 WASUURYOU=0:WAURIAGE=0
940 for I=1 to N
950 WASUURYOU=WASUURYOU+SUURYOU(I)
960 WASUURYOU(I)=WASUURYOU
970 WAURIAGE=WAURIAGE+URIAGE(I)
980 WAURIAGE(I)=WAURIAGE
990 next I

```

〔実行結果〕

- 102 -

統計教育のための BASIC プログラム

3-k	195	461	89895
4-f	340	29	9860
5-m	340	334	113560
6-t	594	214	127116
7-s	695	78	54210
8-y	260	92	23920
9-m	430	48	20640
10-e	410	295	120950
11-d	430	350	150500
12-v	260	600	156000
13-s	260	725	188500
14-v	360	55	19800
15-x	280	97	27160
16-h	400	168	67200
17-k	310	625	193750
18-y	330	95	31350
19-l	325	27	8775
20-w	400	222	88800
21-q	403	22	8866
22-e	220	67	14740
23-u	370	298	110260
24-r	1360	540	734400
25-s	1200	85	102000
26-z	450	710	319500
27-p	675	0	0
28-l	530	196	103880
29-n	275	0	0
30-a	285	50	14250
=====			
合計	6841	3007240	
=====			

<売上ソート>

順位	品番-品名	単価	数量	売上
1:	24-r	1360	540	734400
2:	26-z	450	710	319500
3:	17-k	310	625	193750
4:	13-s	260	725	188500
5:	12-v	260	600	156000
6:	11-d	430	350	150500
7:	6-t	594	214	127116
8:	10-e	410	295	120950
9:	5-m	340	334	113560
10:	23-u	370	298	110260
11:	28-l	530	196	103880
12:	25-s	1200	85	102000
13:	3-k	195	461	89895
14:	20-w	400	222	88800
15:	16-h	400	168	67200
16:	1-y	420	158	66360
17:	7-s	695	78	54210
18:	2-j	205	200	41000
19:	18-y	330	95	31350
20:	15-x	280	97	27160
21:	8-y	260	92	23920
22:	9-m	430	48	20640
23:	14-v	360	55	19800
24:	22-e	220	67	14740
25:	30-a	285	50	14250
26:	4-f	340	29	9860
27:	21-q	403	22	8866
28:	19-l	325	27	8775
29:	29-n	275	0	0
30:	27-p	675	0	0
=====				
合計		6841	3007240	
=====				

<売上ABC分析>

順位 (ランク)	品番-品名	売上比 (%)	累積売上	累積売上比 (%)
1:(A)	24-r	24.4	734400	24.4 : **
2:(A)	26-z	10.6	1053900	35.0 : ****
3:(A)	17-k	6.4	1247650	41.5 : ****
4:(A)	13-s	6.3	1436150	47.8 : ****
5:(A)	12-v	5.2	1592150	52.9 : ****
6:(A)	11-d	5.0	1742650	57.9 : ****
7:(A)	6-t	4.2	1869770	62.2 : ****
8:(A)	10-e	4.0	1990720	66.2 : ****
9:(A)	5-m	3.8	2104280	70.0 : ****
10:(A)	23-u	3.7	2214540	73.6 : ****
11:(B)	28-l	3.5	2318420	77.1 : ****
12:(B)	25-s	3.4	2420420	80.5 : ****
13:(B)	3-k	3.0	2510310	83.5 : ****
14:(B)	20-w	3.0	2599110	86.4 : ****
15:(B)	16-h	2.2	2666310	88.7 : ****
16:(B)	1-y	2.2	2732670	90.9 : ****
17:(B)	7-s	1.8	2786880	92.7 : ****
18:(B)	2-j	1.4	2827880	94.0 : ****
19:(C)	18-y	1.0	2859230	95.1 : ****
20:(C)	15-x	0.9	2886390	96.0 : ****
21:(C)	8-y	0.8	2910310	96.8 : ****
22:(C)	9-m	0.7	2930950	97.5 : ****
23:(C)	14-v	0.7	2950750	98.1 : ****
24:(C)	22-e	0.5	2965490	98.6 : ****
25:(C)	30-a	0.5	2979740	99.1 : ****
26:(C)	4-f	0.3	2989600	99.4 : ****
27:(C)	21-q	0.3	2998470	99.7 : ****
28:(C)	19-l	0.3	3007240	100.0 : ****
29:(C)	29-n	0.0	3007240	100.0 : ****
30:(C)	27-p	0.0	3007240	100.0 : ****

```

100 rem stat09
110 rem <回帰分析(相関と回帰)>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "データの組は何組ありますか":N
150 dim X(N),Y(N),XY(N),XX(N),YY(N)
160 for I=1 to N
170 print I:"番目のデータの組(x,y)":input X(I),Y(I)
180 next I
190 print " DATA - CHECK":print "-----"
200 for I=1 to N
210 print using "###> #####.# #####.#":I:X(I):Y(I)
220 print "正(Y) or 誤(N)":input ANS$
230 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 250 else 240
240 input X(I),Y(I)
250 next I
260 WX=0:WY=0:WXY=0:WXX=0:WYY=0
270 for I=1 to N
280 WX=WX+X(I):WY=WY+Y(I):WXY=WXY+X(I)*Y(I):WXX=WXX+X(I)^2:WYY=WYY+Y(I)^2
290 next I:cls
300 XBAR=WX/N:YBAR=WY/N:lprint "XBAR=":XBAR:":YBAR=":YBAR
310 dim XBAR(N),YBAR(N),XXBAR(N),YYBAR(N),XYBAR(N)
320 for I=1 to N
330 XBAR(I)=X(I)-XBAR
340 YBAR(I)=Y(I)-YBAR
350 XXBAR(I)=XBAR(I)^2
360 YYBAR(I)=YBAR(I)^2
370 XYBAR(I)=XBAR(I)*YBAR(I)
380 next I
390 S1=0:S2=0:S3=0

```

統計教育のための BASIC プログラム

```

400 for I=1 to N
410 S1=S1+XXBAR(I)
420 S2=S2+YYBAR(I)
430 S3=S3+XYBAR(I)
440 next I
450 R=S3/sqr(S1*S2):
460 B=S3/S1:A=YBAR-(A*XBAR):
470 print"-----"
"相関係数
"回帰係数

480 print" X      Y      X-XBAR Y-YBAR  (X-XBAR)^2  (Y-YBAR)^2  (X-XBAR)*(Y-YBAR)"
490 print"-----"

500 for I=1 to N
510 print using "###.## ###.## +##.## +##.## #####.## #####.## #####.##";X(I);Y(I);XBAR(I);YBAR(I);XXBAR(I)^2;YYBAR(I)^2;XYBAR(I)
520 next I
530 print"-----"

540 print " WX      WY      S1      S2      S3  "
550 print"-----"

560 print "-----< 合計 >-----"
570 print "      WX=";WX
580 print "      WY=";WY
590 print "      S1=";S1
600 print "      S2=";S2
610 print "      S3=";S3
620 print "-----"
630 print "相関係数=S3/SQR(S1*S2)=";R;"("";
640 if abs(R)=1 then print "完全相関)"
650 if abs(R)=0 then print "無相関)"
660 if abs(R)<>0 and abs(R)<=.2 then print "ほとんど相関なし)"
670 if .2<abs(R) and abs(R)<=.4 then print "低い相関がある)"
680 if .4<abs(R) and abs(R)<=.7 then print "かなり相関がある)"
690 if .7<abs(R) and abs(R)<1 then print "高い相関がある)"
700 if abs(R)<=.2 then goto 740
710 B=S3/S1
720 A=YBAR-B*XBAR
730 print "回帰直線は";"Y=";A;"+";"("";B;"")X";goto 750
740 print "回帰直線を求めない"
750 stop
760 lprint "      <計算表>"
770 lprint"=====

780 lprint" X      Y      X-XBAR Y-YBAR  (X-XBAR)^2  (Y-YBAR)^2  (X-XBAR)*(Y-YBAR)
790 lprint"=====

800 for I=1 to N
810 lprint using "###.## ###.## +##.## +##.## #####.## #####.## #####.##";X(I);Y(I);XBAR(I);YBAR(I);XXBAR(I)^2;YYBAR(I)^2;XYBAR(I)
820 next I
830 lprint"=====

840 lprint " WX      WY      S1      S2      S3  "
850 lprint"=====

860 lprint "-----< 合計 >-----"
870 lprint "      WX=";WX
880 lprint "      WY=";WY
890 lprint "      S1=";S1
900 lprint "      S2=";S2
910 lprint "      S3=";S3
920 lprint "-----"
930 lprint "相関係数=S3/SQR(S1*S2)=";R;"("";
940 if abs(R)=1 then lprint "完全相関)"
950 if abs(R)=0 then lprint "無相関)"
960 if abs(R)<>0 and abs(R)<=.2 then lprint "ほとんど相関なし)"
970 if .2<abs(R) and abs(R)<=.4 then lprint "低い相関がある)"
980 if .4<abs(R) and abs(R)<=.7 then lprint "かなり相関がある)"
990 if .7<abs(R) and abs(R)<1 then lprint "高い相関がある)"
1000 if abs(R)<=.2 then goto 1040

```

```

1010 B=S3/S1
1020 A=YBAR-B*XBAR
1030 lprint "回帰直線は ":"Y=";A;"+"(";"B:")X":goto 1050
1040 lprint "回帰直線を求めない"
1050 end

```

[実行結果]

XBAR= 105.3 ,YBAR= 39.7

<計算表>

```

=====
X      Y      X-XBAR  Y-YBAR  (X-XBAR)^2  (Y-YBAR)^2  (X-XBAR)*(Y-YBAR)
=====
59.0   22.0  -46.3   -17.7   4595410.0   98150.7     819.5
62.0   27.0  -43.3   -12.7   3515210.0   26014.5     549.9
72.0   30.0  -33.3    -9.7   1229640.0    8852.9     323.0
87.0   37.0  -18.3    -2.7   112151.0     53.1       49.4
101.0  40.0   -4.3    +0.3    341.9        0.0       -1.3
111.0  41.0   +5.7    +1.3   1055.6        2.9        7.4
122.0  44.0  +16.7    +4.3   77779.6     341.9       71.8
133.0  49.0  +27.7    +9.3   588734.0    7480.5     257.6
144.0  52.0  +38.7   +12.3  2243070.0   22888.7     476.0
162.0  55.0  +56.7   +15.3 10335500.0  54798.1     867.5
=====

```

```

=====
WX      WY      S1      S2      S3
=====
< 合計 >
WX= 1053
WY= 397
S1= 11272.1
S2= 1068.1
S3= 3420.9
=====

```

相関係数=S3/SQR(S1*S2)= .985898 (高い相関がある)
 回帰直線は Y= 7.74316 +(.303484)X

```

100 rem stat10
110 rem <回帰分析(正規方程式)>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "データの組は何組ありますか";N
150 dim X(N),Y(N),XY(N),XX(N),YY(N)
160 for I=1 to N
170 print I;"番目のデータの組(x,y)";:input X(I),Y(I)
180 next I
190 print " DATA - CHECK "
200 for I=1 to N
210 print using "###> #####.## #####.##";I:X(I);Y(I)
220 print "正(Y) or 誤(N)";:input ANS$
230 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 250
240 print using "###>";I::input X(I),Y(I)
250 next I
260 WX=0:WY=0:WXY=0:WXX=0:WYY=0
270 for I=1 to N
280 WX=WX+X(I):WY=WY+Y(I):WXY=WXY+X(I)*Y(I):WXX=WXX+X(I)^2:WYY=WYY+Y(I)^2
290 next I:cls
300 print "
310 print "-----正 規 方 程 式 を 作 る た め の 計 算 表 -----"
320 print "          x          y          xy          x^2          y^2"
330 print "-----"
340 for I=1 to N
350 print using "#####.## #####.## #####.## #####.## #####.##";X(I);Y(I)
360 print using "#####.## #####.## #####.## #####.## #####.##";X(I)*Y(I);X(I)*X(I);Y(I)*Y(I)
370 print "-----"
380 print using "計 #####.## #####.## #####.## #####.## #####.##";WX:WY:WXY

```


統計教育のための BASIC プログラム

```

:WXX:WYY
390 print "-----"
400 print " Xの平均値 = ";WX/N
410 print " Yの平均値 = ";WY/N
420 print " Xの標準偏差 = ";sqr(WXX/N-(WX/N)^2)
430 print " Yの標準偏差 = ";sqr(WYY/N-(WY/N)^2):print
440 print "----- < 正規方程式 > -----":print
450 print:tab(5);N;"a+";"(";"WX;"")b=";WY
460 print:tab(5);WX;"a+";"(";"WXX;"")b=";WXY
470 print "-----"
480 A=(WY*WXX-WX*WY)/(N*WXX-WX^2)
490 B=(N*WY-WX*WY)/(N*WXX-WX^2):print
500 print " 回帰曲線は Y= ";A;"+";"B;"")X":stop
510 def fnY(X)=A+B*X
520 input "X=";X
530 print "Y=";fnY(X)
540 lprint " 正規方程式を作るための計算表 " :lprint
550 lprint "=====
560 lprint " x y xy x^2 y^2"
570 lprint "=====
580 for I=1 to N
590 lprint using " #####.## #####.## #####.## #####.## #####.##";X(I);Y(I)
):X(I)*Y(I);X(I)*X(I);Y(I)*Y(I)
600 next I
610 lprint "=====
620 lprint using "計 #####.## #####.## #####.## #####.## #####.##";WX;WY;WXY
:WXX:WYY
630 lprint "=====
640 lprint " Xの平均値 = ";WX/N
650 lprint " Yの平均値 = ";WY/N
660 lprint " Xの標準偏差 = ";sqr(WXX/N-(WX/N)^2)
670 lprint " Yの標準偏差 = ";sqr(WYY/N-(WY/N)^2):lprint
680 lprint "----- < 正規方程式 > -----":lprint
690 lprint:tab(5);N;"a+";"(";"WX;"")b=";WY
700 lprint:tab(5);WX;"a+";"(";"WXX;"")b=";WXY:lprint
710 A=(WY*WXX-WX*WY)/(N*WXX-WX^2): 'クラメル の 公式
720 B=(N*WY-WX*WY)/(N*WXX-WX^2)
730 lprint "-----":lprint
740 lprint " 回帰直線は Y= ";A;"+";"B;"")X":lprint
750 lprint " X=";X;"の時 Yの値は Y=";fnY(X);"と予想される.":lprint:stop:cls
760 lprint "-----"
770 lprint:stop:cls
780 dim YC(N),GOSA(N),VV(N):WYC=0:WYYC=0:WVV=0
790 for I=1 to N
800 YC(I)=A+B*X(I)
810 GOSA(I)=Y(I)-YC(I)
820 WYC=WYC+YC(I)
830 WYYC=WYYC+YC(I)^2
840 VV(I)=GOSA(I)^2
850 WVW=WVW+VV(I)
860 next I
870 print " < Yの観察値と計算値の比較 >"
880 print "-----"
890 print " x y YC y-YC (y-YC)^2"
900 print "-----"
910 for I=1 to N
920 print using "#####.## #####.## #####.## +##.#### ##.#####";X(I);Y(I);Y
C(I);GOSA(I);VV(I)
930 next I
940 print "-----"
950 print using "合計 #####.##";WVW
960 print "-----"
970 SY=sqr(WYY/N-(WY/N)^2)
980 SYX=sqr(WVW/N)
990 SYC=sqr(WYYC/N-(WYC/N)^2)
1000 print "標準誤差 =" ;SYX
1010 print "計算値YCの標準偏差 =" ;SYC
1020 print "相関係数 =" ;sqr(1-SYX^2/SY^2)
1030 print "決定係数 =" ;SYC^2/SY^2:stop
1040 lprint " < Yの観察値と計算値の比較 >"
1050 lprint "=====
1060 lprint " x y YC y-YC (y-YC)^2"
1070 lprint "=====

```

```

1080 for I=1 to N
1090 lprint using "#####.## #####.## #####.## +##.#### ##.#####";X(I);Y(I);
YC(I);GOSA(I);VV(I)
1100 next I
1110 lprint "=====
1120 lprint using "合計 #####" ;WVV
1130 lprint "=====":lprint
1140 lprint "標準誤差 =";SYX:lprint
1150 lprint "計算値YCの標準偏差 =";SYC:lprint
1160 lprint "相関係数 =";sqr(1-SYX^2/SY^2):lprint
1170 lprint "決定係数 =";SYC^2/SY^2:lprint
1180 end

```

[実行結果]

正規方程式を作るための計算表

x	y	xy	x^2	y^2
59.00	22.00	1298.00	3481.00	484.00
62.00	27.00	1674.00	3844.00	729.00
72.00	30.00	2160.00	5184.00	900.00
87.00	30.00	2610.00	7569.00	900.00
101.00	40.00	4040.00	10201.00	1600.00
111.00	41.00	4551.00	12321.00	1681.00
122.00	44.00	5368.00	14884.00	1936.00
133.00	49.00	6517.00	17689.00	2401.00
144.00	52.00	7488.00	20736.00	2704.00
162.00	55.00	8910.00	26244.00	3025.00
=====				
計 1053.00	390.00	44616.00	122153.00	16360.00
=====				

Xの平均値 = 105.3
Yの平均値 = 39
Xの標準偏差 = 33.5739
Yの標準偏差 = 10.7238

----- < 正規方程式 > -----

10 a+(1053)b= 390
1053 a+(122153)b= 44616

回帰直線は $Y = 5.84651 + (.314848)X$

X= 11 の時Yの値は $Y = 9.30984$ と予想される.

----- < Yの観察値と計算値の比較 > -----

x	y	YC	y-YC	(y-YC)^2
59.00	22.00	24.42	-2.4225	5.868730
62.00	27.00	25.37	+1.6329	2.666390
72.00	30.00	28.52	+1.4844	2.203520
87.00	30.00	33.24	-3.2383	10.486600
101.00	40.00	37.65	+2.3538	5.540510
111.00	41.00	40.79	+0.2053	0.042167
122.00	44.00	44.26	-0.2580	0.066556
133.00	49.00	47.72	+1.2787	1.635040
144.00	52.00	51.18	+0.8154	0.664807
162.00	55.00	56.85	-1.8519	3.429570
=====				
合計				32.603900
=====				

標準誤差 = 1.80565

統計教育のための BASIC プログラム

計算値 YC の標準偏差 = 10.5707

相関係数 = .985723

決定係数 = .97165

```

100 rem stat11
110 rem <順位相関係数>
120 cls: lprint
130 lprint "[実行結果]": lprint
140 input "データは何組ありますか": N
150 dim X(N), Y(N), NOX(N), NOY(N), D(N), DD(N)
160 for I=1 to N
170 print I: "番目のデータ(X,Y)": input X(I), Y(I)
180 next I
190 print "DATA - CHECK": print "-----"
200 for I=1 to N
210 print using "###> ####.#   ####.#": I; X(I); Y(I)
220 print "正(Y) or 誤(N)": input ANS$
230 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 250 else 240
240 input X(I), Y(I)
250 next I
260 for I=1 to N
270 for J=1 to N
280 if X(J)>X(I) then NOX(I)=NOX(I)+1
290 if Y(J)>Y(I) then NOY(I)=NOY(I)+1
300 next J
310 next I
320 for I=1 to N-1
330 for J=I+1 to N
340 if NOX(I)<>NOX(J) then 360
350 NOX(I)=NOX(I)+.5: NOX(J)=NOX(J)+.5
360 if NOY(I)<>NOY(J) then 380
370 NOY(I)=NOY(I)+.5: NOY(J)=NOY(J)+.5
380 next J
390 next I
400 D=0: DD=0
410 for I=1 to N
420 D(I)=NOX(I)-NOY(I)
430 DD(I)=D(I)^2
440 D=D+D(I)
450 DD=DD+DD(I)
460 next I: cls
470 print "-----"
480 print "      X(順位)      Y(順位)      D      D*D"
490 print "-----"
500 for I=1 to N
510 print using "##)   ##(##.#)   ##(##.#)   ##.#   ##.##": I; X(I); NOX(I)+1; Y(I)
; NOY(I)+1; D(I); DD(I)
520 next I
530 print "-----"
540 print "合計                                ": DD
550 print "-----"
560 print "順位相関係数=1-6*DD/(N^3-N)=": 1-6*DD/(N^3-N): stop
570 lprint "===== "
580 lprint "      X(順位)      Y(順位)      D      D*D"
590 lprint "===== "
600 for I=1 to N
610 lprint using "##)   ##(##.#)   ##(##.#)   ##.#   ##.##": I; X(I); NOX(I)+1; Y(I)
; NOY(I)+1; D(I); DD(I)
620 next I
630 lprint "===== "
640 lprint "合計                                ": DD
650 lprint "===== "
660 lprint "順位相関係数=1-6*DD/(N^3-N)=": 1-6*DD/(N^3-N)
670 end

```

[実行結果]

```
=====
      X(順位)   Y(順位)   D   D*D
=====
1)   63( 8.0)  128( 2.0)   6.0  36.00
2)   82( 4.5)   75(10.0)  -5.5  30.25
3)   96( 1.0)  150( 1.0)   0.0   0.00
4)   82( 4.5)  115( 3.0)   1.5   2.25
5)   57( 9.0)   86( 9.0)   0.0   0.00
6)   90( 2.0)  100( 7.0)  -5.0  25.00
7)   54(10.0)  110( 4.0)   6.0  36.00
8)   70( 7.0)  105( 5.0)   2.0   4.00
9)   74( 6.0)  101( 6.0)   0.0   0.00
10)  87( 3.0)   95( 8.0)  -5.0  25.00
=====
合計                               158.5
=====
順位相関係数=1-6*DD/(N^3-N)= .039394
```

```
100 rem stat12
110 rem <移動平均>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "データの個数";N
150 dim X(N*2),Y(N*2)
160 for I=1 to N
170 print using "###>";I::input X(I)
180 next I
190 cls
200 print "DATA-CHECK":print "-----"
210 for I=1 to N
220 print using "###>      #####.##";I:X(I)
230 print "正(Y) OR 誤(N)":input ANS$
240 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 260
250 print using "###>";I::input X(I)
260 next I :cls
270 print "テ-タ":for I=1 to N:print X(I):next I:print
280 input "  何期移動平均からとりますか": T1:print
290 input "  何期移動平均までをとりますか":T2:print:cls
300 print "  < 移動平均法による時系列分析  >":print
310 lprint "  < 移動平均法による時系列分析  >":lprint
320 for M=T1 to T2
330 if M/2=int (M/2) then 340 else 450
340 L1=N-M
350 for I=1 to L1
360 L2=I+M
370 S=0
380 for J=I to L2
390 S=S+X(J)
400 next J
410 S=S-.5*(X(I)+X(L2))
420 Y(I)=S/M
430 next I
440 goto 540
450 L1=N-M+1
460 for I=1 to L1
470 L2=I+M-1
480 S=0
490 for J=I to L2
500 S=S+X(J)
510 next J
520 Y(I)=S/M
530 next I
540 print using "          ## 期移動平均":M
550 lprint using "          ## 期移動平均":M
560 print "-----"
570 lprint "=====
580 M1=int(M/2)
```

統計教育のための BASIC プログラム

```

590 M2=M1+1
600 IL=N-int(M/2)
610 for I=1 to M1
620 print using "###> #####.##":I:X(I)
630 next I
640 for J=M2 to IL
650 JJ=J-M2+1
660 print using "###> #####.## #####.## ":J:X(J);Y(JJ);
670 print string$ (int(Y(JJ)/10+.5),"*")
680 next J
690 L=IL+1
700 for K=L to N
710 print using "###> #####.##":K:X(K)
720 next K
730 print "-----":stop
740 for I=1 to M1
750 lprint using "###> #####.##":I:X(I)
760 next I
770 for J=M2 to IL
780 JJ=J-M2+1
790 lprint using "###> #####.## #####.## ":J:X(J);Y(JJ);
800 lprint string$ (int(Y(JJ)/10+.5),"*")
810 next J
820 L=IL+1
830 for K=L to N
840 lprint using "###> #####.##":K:X(K)
850 next K
860 lprint "=====":lprint
870 cls:next M
880 end

```

[実行結果]

< 移動平均法による時系列分析 >

```

=====
          5 期移動平均
=====
1>      21.00
2>      24.00
3>      45.00      54.80 :*****
4>      83.00      69.60 :*****
5>     101.00      83.00 :*****
6>      95.00      88.00 :*****
7>      91.00      86.80 :*****
8>      70.00      91.80 :*****
9>      77.00     100.00 :*****
10>     126.00     117.00 :*****
11>     136.00     139.00 :*****
12>     176.00     160.00 :*****
13>     180.00     172.00 :*****
14>     182.00     182.20 :*****
15>     186.00     185.00 :*****
16>     187.00     188.20 :*****
17>     190.00     192.00 :*****
18>     196.00     196.80 :*****
19>     201.00     209.40 :*****
20>     210.00
21>     250.00
=====

```

```

100 rem stat13
110 rem <傾向直線>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "データの組は何組ありますか":N
150 dim X(N),Y(N),XY(N),XX(N),YY(N)
160 for I=1 to N

```

```

170 print I;"番目のデータの組(t,y)":input X(I),Y(I)
180 next I
190 print " DATA - CHECK ":print "-----"
200 for I=1 to N
210 print using "###> #####.## #####.##";I:X(I);Y(I)
220 print "正(Y) or 誤(N)":input ANS$
230 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 250
240 print using "###>";I:input X(I),Y(I)
250 next I
260 WX=0:WY=0:WXY=0:WXX=0:WYY=0
270 for I=1 to N
280 WX=WX+X(I):WY=WY+Y(I):WXY=WXY+X(I)*Y(I):WXX=WXX+X(I)^2:WYY=WYY+Y(I)^2
290 next I:cls
300 print "                正規方程式を作るための計算表 " :print
310 print "                -----"
320 print "                t(時間)      y          ty          t^2          y^2"
330 print "                -----"
340 for I=1 to N
350 print using " ##### #####.## #####.## #####.## #####.##";X(I);Y(I)
360 next I
370 print "                -----"
380 print using "計 ##### #####.## #####.## #####.## #####.##";WX;WY;WXY

390 print "                -----"
400 print " Yの平均値 = ";WY/N
410 print " Yの標準偏差 = ";sqr(WYY/N-(WY/N)^2):print
420 print "                < 正規方程式 > -----":print
430 print:tab(5);N;"a+";"(";WX;")b=";WY
440 print:tab(5);WX;"a+";"(";WXX;")b=";WXY
450 print "                -----"
460 A=(WY*WXX-WX*WXY)/(N*WXX-WX^2)
470 B=(N*WXY-WX*WY)/(N*WXX-WX^2):print
480 print " 傾向直線は Y= ";A;"+";B;"T":stop
490 def fnY(X)=A+B*X
500 lprint "                ====="
510 lprint "                正規方程式を作るための計算表 "
520 lprint "                ====="
530 lprint "                t(時間)      y          ty          t^2          y^2"
540 lprint "                ====="
550 for I=1 to N
560 lprint using " ##### #####.## #####.## #####.## #####.##";X(I);Y(I)
570 next I
580 lprint "                ====="
590 lprint using "計 ##### #####.## #####.## #####.## #####.##";WX;WY;WXY
600 lprint "                ====="
610 lprint " Yの平均値 = ";WY/N
620 lprint " Yの標準偏差 = ";sqr(WYY/N-(WY/N)^2):lprint
630 lprint "                < 正規方程式 > -----":lprint
640 lprint:tab(5);N;"a+";"(";WX;")b=";WY
650 lprint:tab(5);WX;"a+";"(";WXX;")b=";WXY:lprint
660 A=(WY*WXX-WX*WXY)/(N*WXX-WX^2):
670 B=(N*WXY-WX*WY)/(N*WXX-WX^2)
680 lprint"-----":lprint
690 lprint " 傾向直線は Y= ";A;"+";B;"T":lprint
700 dim YC(N),GOSA(N),VV(N):WYC=0:WYYC=0:WVV=0
710 for I=1 to N
720 YC(I)=A+B*X(I)
730 GOSA(I)=Y(I)-YC(I)
740 WYC=WYC+YC(I)
750 WYYC=WYYC+YC(I)^2
760 VV(I)=GOSA(I)^2
770 WVW=WVW+VV(I)
780 next I
790 print "                < Yの観測値と傾向値の比較 >"
800 print "                -----"
810 print "                t          y          Yt          y-Yt          (y-Yt)^2"
820 print "                -----"
830 for I=1 to N
840 print using "##### #####.## #####.## +##.#### #####.#####";X(I);Y(I);YC(I);GOSA(I);VV(I)

```

統計教育のための BASIC プログラム

```

850 next I
860 print "-----"
870 print using "合計" "#####" :WVV
880 print "-----"
890 SY=sqr(WYY/N-(WY/N)^2)
900 SYX=sqr(WVV/N)
910 SYC=sqr(WYYC/N-(WYC/N)^2)
920 print "標準誤差" =";SYX
930 print "傾向値 Ytの標準偏差" =";SYC
940 print "相関係数" =";sqr(1-SYX^2/SY^2)
950 print "決定係数" =";SYC^2/SY^2:stop
960 lprint "=====
970 lprint "      < Yの観察値と傾向値の比較 >"
980 lprint "=====
990 lprint "      t      y      Yt      y-Yt      (y-Yt)^2"
1000 lprint "=====
1010 for I=1 to N
1020 lprint using "#####      #####.## #####.## +##.#### #####.#####":X(I);Y
(I);YC(I);GOSA(I);VV(I)
1030 next I
1040 lprint "=====
1050 lprint using "合計" "#####" :WVV
1060 lprint "=====":lprint
1070 lprint "標準誤差" =";SYX:lprint
1080 lprint "傾向値 Ytの標準偏差" =";SYC:lprint
1090 lprint "相関係数" =";sqr(1-SYX^2/SY^2):lprint
1100 lprint "決定係数" =";SYC^2/SY^2:stop
1110 input "T=":X
1120 print "Y=":fnY(X):lprint
1130 print "T=":X;"の時Yの値はY=":fnY(X);"と予想される。":pprint
1140 lprint "T=":X;"の時Yの値はY=":fnY(X);"と予想される。":lprint
1150 print "-----"
1160 print "      < 循環変動の計算 >"
1170 print "-----"
1180 print "      t      y      Yt      y/Yt(傾向比)      100(y/Yt-1)"
1190 print "-----"
1200 for I=1 to N
1210 print using "#####      #####.## #####.## #####.##### #####.#####":
X(I);Y(I);YC(I);Y(I)/YC(I);100*(Y(I)/YC(I)-1)
1220 next I
1230 print "-----"
1240 lprint
1250 lprint "=====
1260 lprint "      < 循環変動の計算 >"
1270 lprint "=====
1280 lprint "      t      y      Yt      y/Yt(傾向比)      100(y/Yt-1)"
1290 lprint "=====
1300 for I=1 to N
1310 lprint using "#####      #####.## #####.## #####.##### #####.#####":
X(I);Y(I);YC(I);Y(I)/YC(I);100*(Y(I)/YC(I)-1)
1320 next I
1330 lprint "=====
1340 end

```

[実行結果]

正規方程式を作るための計算表				
t(時間)	y	ty	t ²	y ²
55	29.50	1622.50	3025.00	870.25
56	34.00	1904.00	3136.00	1156.00
57	35.70	2034.90	3249.00	1274.49
58	37.60	2180.80	3364.00	1413.76
59	45.10	2660.90	3481.00	2034.01
60	38.00	2280.00	3600.00	1444.00
61	42.40	2586.40	3721.00	1797.76
62	55.80	3459.60	3844.00	3113.64
63	60.00	3780.00	3969.00	3600.00
計	531	378.10	22509.10	31389.00
				16703.90

```
=====
Yの平均値 = 42.0111
Yの標準偏差 = 9.54235
```

```
----- < 正規方程式 > -----
```

```
9 a+( 531 )b= 378.1
531 a+( 31389 )b= 22509.1
```

```
-----
```

傾向直線は $Y = -155.835 + (3.3533)T$

```
=====
< Yの観察値と傾向値の比較 >
=====
```

t	y	Yt	y-Yt	(y-Yt)^2
55	29.50	28.60	+0.9038	0.81678700
56	34.00	31.95	+2.0505	4.20439000
57	35.70	35.30	+0.3972	0.15773600
58	37.60	38.66	-1.0561	1.11541000
59	45.10	42.01	+3.0906	9.55161000
60	38.00	45.36	-7.3627	54.20980000
61	42.40	48.72	-6.3160	39.89230000
62	55.80	52.07	+3.7307	13.91800000
63	60.00	55.42	+4.5774	20.95240000

```
=====
合計 144.81800000
=====
```

標準誤差 = 4.01135

傾向値Ytの標準偏差 = 8.65815

相関係数 = .907351

決定係数 = .823266

T= 64 の時Yの値はY= 58.7759 と予想される .

```
=====
< 循環変動の計算 >
=====
```

t	y	Yt	y/Yt(傾向比)	100(y/Yt-1)
55	29.50	28.60	1.03160000	3.16043000
56	34.00	31.95	1.06418000	6.41781000
57	35.70	35.30	1.01125000	1.12500000
58	37.60	38.66	0.97267900	-2.73212000
59	45.10	42.01	1.07357000	7.35685000
60	38.00	45.36	0.83769200	-16.23080000
61	42.40	48.72	0.87035000	-12.96500000
62	55.80	52.07	1.07165000	7.16484000
63	60.00	55.42	1.08259000	8.25905000

```
=====
```

```
100 rem stat14
110 rem <傾向2次曲線>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "データの組は何組ありますか":N
150 dim X(N),Y(N),XY(N),XX(N),YY(N)
160 for I=1 to N
170 print I:"番目のデータの組(t,y)";:input X(I),Y(I)
180 next I
190 print " DATA - CHECK ":print "-----"
```


統計教育のための BASIC プログラム

```

200 for I=1 to N
210 print using "###> #####.## #####.##";I:X(I):Y(I)
220 print "正(Y) or 誤(N)":input ANS$
230 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 250
240 print using "###>";I::input X(I),Y(I)
250 next I
260 WX=0:WY=0:WXY=0:WXX=0:WYY=0:WXXX=0:WXXXX=0:WXXY=0
270 for I=1 to N
280 WX=WX+X(I):WY=WY+Y(I):WXY=WXY+X(I)*Y(I):WXX=WXX+X(I)^2:WYY=WYY+Y(I)^2
290 WXXX=WXXX+X(I)^3:WXXXX=WXXXX+X(I)^4:WXXY=WXXY+X(I)^2*Y(I)
300 next I:cls
310 print "                正規方程式を作るための計算表" :print
320 print "-----"
330 print "      t(時間)      t^2      t^3      t^4"
340 print "-----"
350 for I=1 to N
360 print using "      #####      #####.##      #####.##      #####.##      ";X(I):X(I)^2:X(I)^
370 next I
380 print "-----"
390 print using "計 #####      #####.##      #####.##      #####.##      ";WX:WXX:WXX
XX:WXXXX :print:print
400 print "-----"
410 print "      t(時間)      y      t*y      x^2*y"
420 print "-----"
430 for I=1 to N
440 print using "      #####      #####.##      #####.##      #####.##      ";X(I):Y(I):X(I)*Y(
I):X(I)^2*Y(I)
450 next I
460 print "-----"
470 print using "計 #####      #####.##      #####.##      #####.##      ";WX:WY:WXY
:WXXY:print:print
480 print "----- < 正規方程式 > -----" :print
490 print:tab(5);N;"a+";"("<WX;">b+";"("<WXX;">c      ="<WY
500 print:tab(5);WX;"a+";"("<WXX;">b+";"("<WXXX;">c      ="<WXY
510 print:tab(5);WXX;"a+";"("<WXXX;">b+";"("<WXXXX;">c      ="<WXXY
520 print"-----"
530 def fnY(X)=A+B*X+C*X^2
540 lprint "=====
550 lprint "                正規方程式を作るための計算表"
560 lprint "=====
570 lprint "      t(時間)      t^2      t^3      t^4"
580 lprint "=====
590 for I=1 to N
600 lprint using "      #####      #####.##      #####.##      #####.##      ";X(I):X(I)^2:X(I)
^3:X(I)^4
610 next I
620 lprint "=====
630 lprint using "計 #####      #####.##      #####.##      #####.##      ";WX:WXX:WXX
X:WXXXX :lprint:lprint
640 lprint "=====
650 lprint "      t(時間)      y      t*y      x^2*y"
660 lprint "=====
670 for I=1 to N
680 lprint using "      #####      #####.##      #####.##      #####.##      ";X(I):Y(I):X(I)*Y
(I):X(I)^2*Y(I)
690 next I
700 lprint "=====
710 lprint using "計 #####      #####.##      #####.##      #####.##      ";WX:WY:WXY
:WXXY:lprint:lprint
720 lprint "----- < 正規方程式 > -----" :lprint
730 lprint:tab(5);N;"a+";"("<WX;">b+";"("<WXX;">c      ="<WY
740 lprint:tab(5);WX;"a+";"("<WXX;">b+";"("<WXXX;">c      ="<WXY
750 lprint:tab(5);WXX;"a+";"("<WXXX;">b+";"("<WXXXX;">c      ="<WXXY:lprint
760 lprint"-----":lprint
770 gosub 1440
780 print "      傾向二次曲線は Y= "<A;"<B;">T+("<C;">T^2":print
790 lprint "      傾向二次曲線は Y= "<A;"<B;">T+("<C;">T^2":lprint
800 dim YC(N),GOSA(N),VV(N):WYC=0:WYYC=0:WV=0
810 for I=1 to N
820 YC(I)=A+B*X(I)+C*X(I)^2
830 GOSA(I)=Y(I)-YC(I)
840 WYC=WYC+YC(I)

```

```

850 WYYC=WYYC+YC(I)^2
860 VV(I)=GOSA(I)^2
870 WVV=WVV+VV(I)
880 next I
890 print "          < Yの観察値と傾向値の比較 >"
900 print "-----"
910 print "          t          y          Yt          y-Yt          (y-Yt)^2"
920 print "-----"
930 for I=1 to N
940 print using "#####          #####.##          #####.##          ##.####          #####.#####";X(I);Y(I);YC(I);GOSA(I);VV(I)
950 next I
960 print "-----"
970 print using "合計          #####.#####";WVV
980 print "-----"
990 SY=sqr(WYY/N-(WY/N)^2)
1000 SYX=sqr(WVV/N)
1010 SYC=sqr(WYYC/N-(WYC/N)^2)
1020 print "標準誤差          =";SYX
1030 print "傾向値 Ytの標準偏差 =";SYC
1040 print "相関指数          =";sqr(1-SYX^2/SY^2)
1050 print "決定係数          =";SYC^2/SY^2:stop
1060 lprint "-----"
1070 lprint "          < Yの観察値と傾向値の比較 >"
1080 lprint "-----"
1090 lprint "          t          y          Yt          y-Yt          (y-Yt)^2"
1100 lprint "-----"
1110 for I=1 to N
1120 lprint using "#####          #####.##          #####.##          +##.####          #####.#####";X(I);Y(I);YC(I);GOSA(I);VV(I)
1130 next I
1140 lprint "-----"
1150 lprint using "合計          #####.#####";WVV
1160 lprint "-----"
1170 lprint "標準誤差          =";SYX:lprint
1180 lprint "傾向値 Ytの標準偏差 =";SYC:lprint
1190 lprint "相関指数          =";sqr(1-SYX^2/SY^2):lprint
1200 lprint "決定係数          =";SYC^2/SY^2:stop
1210 input "T=";X
1220 print "Y=";fnY(X):lprint
1230 print "T=";X;"の時 Yの値は Y=";fnY(X);"と予想される。":print
1240 lprint "T=";X;"の時 Yの値は Y=";fnY(X);"と予想される。":lprint
1250 print "          < 循環変動の計算 >"
1260 print "-----"
1270 print "          t          y          Yt          y/Yt(傾向比)          100(y/Yt-1)"
1280 print "-----"
1290 for I=1 to N
1300 print using "#####          #####.##          #####.##          #####.#####          #####.#####";X(I);Y(I);YC(I);Y(I)/YC(I);100*(Y(I)/YC(I)-1)
1310 next I
1320 print "-----" :lprint
1330 lprint
1340 lprint "-----"
1350 lprint "          < 循環変動の計算 >"
1360 lprint "-----"
1370 lprint "          t          y          Yt          y/Yt(傾向比)          100(y/Yt-1)"
1380 lprint "-----"
1390 for I=1 to N
1400 lprint using "#####          #####.##          #####.##          #####.#####          #####.#####";X(I);Y(I);YC(I);Y(I)/YC(I);100*(Y(I)/YC(I)-1)
1410 next I
1420 lprint "-----"
1430 end
1440 rem----- サブルーチン -----
1450 rem 連立1次方程式
1460 print" 連立1次方程式をとく ":print
1470 input "未知数の個数";M
1480 dim A(M,M),Z(M),B(M)
1490 print "係数を入力してください"
1500 for I=1 to M
1510 for J=1 to M
1520 print "A(";I;",";J;")=";:input A(I,J)

```

統計教育のための BASIC プログラム

```

1530 next J
1540 print "B(I;I)=",;input B(I):print"-----":beep
1550 next I:print:print
1560 print "      <連立1次方程式>":print
1570 for I=1 to M
1580 for J=1 to M-1
1590 print A(I,J);"*Z(I;J);"+";
1600 next J
1610 if J=M then print A(I,M);"*Z(I;J);":
1620 print "=:B(I)
1630 next I:print
1640 for K=1 to M-1
1650 AKK=A(K,K)
1660 for J=K to M
1670 A(K,J)=A(K,J)/AKK
1680 next J
1690 B(K)=B(K)/AKK
1700 for I=K+1 to M
1710 AIK=A(I,K)
1720 for J=K to M
1730 A(I,J)=A(I,J)-AIK*A(K,J)
1740 next J
1750 B(I)=B(I)-AIK*B(K)
1760 next I
1770 next K
1780 Z(M)=B(M)/A(M,M)
1790 for K=M-1 to 1 step -1
1800 BK=B(K)
1810 for J=K+1 to M
1820 BK=BK-A(K,J)*Z(J)
1830 next J
1840 Z(K)=BK
1850 next K
1860 print "      <解>      ":print
1870 for I=1 to M
1880 print "Z(I;I)=",;Z(I)
1890 next I
1900 A=Z(1):B=Z(2):C=Z(3)
1910 lprint:lprint using "a=###.#####    b=###.#####    c=###.#####":A;B;C
1920 lprint
1930 return

```

[実行結果]

正規方程式を作るための計算表			
t(時間)	t^2	t^3	t^4
55	3025.0	166375.0	9150630.0
56	3136.0	175616.0	9834500.0
57	3249.0	185193.0	10556000.0
58	3364.0	195112.0	11316500.0
59	3481.0	205379.0	12117400.0
60	3600.0	216000.0	12960000.0
61	3721.0	226981.0	13845800.0
62	3844.0	238328.0	14776300.0
63	3969.0	250047.0	15753000.0
計 531	31389.0	1859030.0	1110310000.0

t(時間)	y	t*y	x^2*y
55	29.5	1622.5	89237.5
56	34.0	1904.0	106624.0
57	35.7	2034.9	115989.0
58	37.6	2180.8	126486.0
59	45.1	2660.9	156993.0
60	38.0	2280.0	136800.0
61	42.4	2586.4	157770.0

- 118 -

統計教育のための BASIC プログラム

```

140 input "何年にわたるデータですか。";N
150 dim X1(N),X2(N),X3(N),X4(N),X5(N),X6(N),X7(N),X8(N),X9(N),X10(N),X11(N),X1
2(N)
160 for Y=1 to N
170 print using "####年度の 1 月のデータ ";Y:input X1(Y)
180 print using "####年度の 2 月のデータ ";Y:input X2(Y)
190 print using "####年度の 3 月のデータ ";Y:input X3(Y)
200 print using "####年度の 4 月のデータ ";Y:input X4(Y)
210 print using "####年度の 5 月のデータ ";Y:input X5(Y)
220 print using "####年度の 6 月のデータ ";Y:input X6(Y)
230 print using "####年度の 7 月のデータ ";Y:input X7(Y)
240 print using "####年度の 8 月のデータ ";Y:input X8(Y)
250 print using "####年度の 9 月のデータ ";Y:input X9(Y)
260 print using "####年度の 10 月のデータ ";Y:input X10(Y)
270 print using "####年度の 11 月のデータ ";Y:input X11(Y)
280 print using "####年度の 12 月のデータ ";Y:input X12(Y)
290 print "DATA - CHECK":print "-----"
300 print using "###>#### #### #### #### #### #### #### #### #### ##
##";Y:X1(Y):X2(Y):X3(Y):X4(Y):X5(Y):X6(Y):X7(Y):X8(Y):X9(Y):X10(Y):X11(Y):X12(Y)

310 print "正(Y) or 誤(N)";:input ANS$
320 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 330 else 170
330 W1=W1+X1(Y)
340 W2=W2+X2(Y)
350 W3=W3+X3(Y)
360 W4=W4+X4(Y)
370 W5=W5+X5(Y)
380 W6=W6+X6(Y)
390 W7=W7+X7(Y)
400 W8=W8+X8(Y)
410 W9=W9+X9(Y)
420 W10=W10+X10(Y)
430 W11=W11+X11(Y)
440 W12=W12+X12(Y)
450 next Y
460 M1=W1/N
470 M2=W2/N
480 M3=W3/N
490 M4=W4/N
500 M5=W5/N
510 M6=W6/N
520 M7=W7/N
530 M8=W8/N
540 M9=W9/N
550 M10=W10/N
560 M11=W11/N
570 M12=W12/N
580 M0=(M1+M2+M3+M4+M5+M6+M7+M8+M9+M10+M11+M12)/12
590 H1=M1-M0
600 H2=M2-M0
610 H3=M3-M0
620 H4=M4-M0
630 H5=M5-M0
640 H6=M6-M0
650 H7=M7-M0
660 H8=M8-M0
670 H9=M9-M0
680 H10=M10-M0
690 H11=M11-M0
700 H12=M12-M0
710 S1=M1/M0*100
720 S2=M2/M0*100
730 S3=M3/M0*100
740 S4=M4/M0*100
750 S5=M5/M0*100
760 S6=M6/M0*100
770 S7=M7/M0*100
780 S8=M8/M0*100
790 S9=M9/M0*100
800 S10=M10/M0*100
810 S11=M11/M0*100
820 S12=M12/M0*100
830 print "
<月別平均法>":print

```

```

840 print "-----"
850 print "年\月      1      2      3      4      5      6      7      8      9      10
11      12"
860 print "-----"

870 for Y=1 to N
880 print using "##>      ####":Y;X1(Y);
890 print using "      ####":X2(Y);
900 print using "      ####":X3(Y);
910 print using "      ####":X4(Y);
920 print using "      ####":X5(Y);
930 print using "      ####":X6(Y);
940 print using "      ####":X7(Y);
950 print using "      ####":X8(Y);
960 print using "      ####":X9(Y);
970 print using "      ####":X10(Y);
980 print using "      ####":X11(Y);
990 print using "      ####":X12(Y)
1000 next Y
1010 print "-----"

1020 print using "合計      ####":W1;
1030 print using "      ####":W2;
1040 print using "      ####":W3;
1050 print using "      ####":W4;
1060 print using "      ####":W5;
1070 print using "      ####":W6;
1080 print using "      ####":W7;
1090 print using "      ####":W8;
1100 print using "      ####":W9;
1110 print using "      ####":W10;
1120 print using "      ####":W11;
1130 print using "      ####":W12;
1140 print using "月別平均 ###.#":M1;
1150 print using "      ###.#":M2;
1160 print using "      ###.#":M3;
1170 print using "      ###.#":M4;
1180 print using "      ###.#":M5;
1190 print using "      ###.#":M6;
1200 print using "      ###.#":M7;
1210 print using "      ###.#":M8;
1220 print using "      ###.#":M9;
1230 print using "      ###.#":M10;
1240 print using "      ###.#":M11;
1250 print using "      ###.#":M12;
1260 print "-----"
1270 print "      季節変動値 季節指数 "
1280 print "-----"
1290 print using "1月      ###.#      ###.#":H1;S1
1300 print using "2月      ###.#      ###.#":H2;S2
1310 print using "3月      ###.#      ###.#":H3;S3
1320 print using "4月      ###.#      ###.#":H4;S4
1330 print using "5月      ###.#      ###.#":H5;S5
1340 print using "6月      ###.#      ###.#":H6;S6
1350 print using "7月      ###.#      ###.#":H7;S7
1360 print using "8月      ###.#      ###.#":H8;S8
1370 print using "9月      ###.#      ###.#":H9;S9
1380 print using "10月     ###.#      ###.#":H10;S10
1390 print using "11月     ###.#      ###.#":H11;S11
1400 print using "12月     ###.#      ###.#":H12;S12
1410 print "-----"
1420 lprint "      <月別平均法>":lprint
1430 lprint "=====
=====
1440 lprint "年\月      1      2      3      4      5      6      7      8      9      1
0      11      12"
1450 lprint "=====
=====
1460 for Y=1 to N
1470 lprint using "##>      ####":Y;X1(Y);
1480 lprint using "      ####":X2(Y);
1490 lprint using "      ####":X3(Y);

```

統計教育のための BASIC プログラム

```

1500 lprint using "    ####";X4(Y);
1510 lprint using "    ####";X5(Y);
1520 lprint using "    ####";X6(Y);
1530 lprint using "    ####";X7(Y);
1540 lprint using "    ####";X8(Y);
1550 lprint using "    ####";X9(Y);
1560 lprint using "    ####";X10(Y);
1570 lprint using "    ####";X11(Y);
1580 lprint using "    ####";X12(Y);
1590 next Y
1600 lprint "=====
=====
1610 lprint using "合計    ####";W1;
1620 lprint using "    ####";W2;
1630 lprint using "    ####";W3;
1640 lprint using "    ####";W4;
1650 lprint using "    ####";W5;
1660 lprint using "    ####";W6;
1670 lprint using "    ####";W7;
1680 lprint using "    ####";W8;
1690 lprint using "    ####";W9;
1700 lprint using "    ####";W10;
1710 lprint using "    ####";W11;
1720 lprint using "    ####";W12
1730 lprint "=====
=====
1740 lprint using "月別平均 ###.#";M1;
1750 lprint using "    ###.#";M2;
1760 lprint using "    ###.#";M3;
1770 lprint using "    ###.#";M4;
1780 lprint using "    ###.#";M5;
1790 lprint using "    ###.#";M6;
1800 lprint using "    ###.#";M7;
1810 lprint using "    ###.#";M8;
1820 lprint using "    ###.#";M9;
1830 lprint using "    ###.#";M10;
1840 lprint using "    ###.#";M11;
1850 lprint using "    ###.#";M12
1851 lprint "=====
=====
1860 lprint "=====
1870 lprint "    季節変動値    季節指数    "
1880 lprint "=====
1890 lprint using "    1月    +###.#    ###.#";H1:S1;
1900 lprint string$ (int(S1/10+.5),"*")
1910 lprint using "    2月    +###.#    ###.#";H2:S2;
1920 lprint string$ (int(S2/10+.5),"*")
1930 lprint using "    3月    +###.#    ###.#";H3:S3;
1940 lprint string$ (int(S3/10+.05),"*")
1950 lprint using "    4月    +###.#    ###.#";H4:S4;
1960 lprint string$ (int(S4/10+.5),"*")
1970 lprint using "    5月    +###.#    ###.#";H5:S5;
1980 lprint string$ (int(S5/10+.5),"*")
1990 lprint using "    6月    +###.#    ###.#";H6:S6;
2000 lprint string$ (int(S6/10+.5),"*")
2010 lprint using "    7月    +###.#    ###.#";H7:S7;
2020 lprint string$ (int(S7/10+.5),"*")
2030 lprint using "    8月    +###.#    ###.#";H8:S8;
2040 lprint string$ (int(S8/10+.5),"*")
2050 lprint using "    9月    +###.#    ###.#";H9:S9;
2060 lprint string$ (int(S9/10+.5),"*")
2070 lprint using "    10月    +###.#    ###.#";H10:S10;
2080 lprint string$ (int(S10/10+.5),"*")
2090 lprint using "    11月    +###.#    ###.#";H11:S11;
2100 lprint string$ (int(S11/10+.5),"*")
2110 lprint using "    12月    +###.#    ###.#";H12:S12;
2120 lprint string$ (int(S12/10+.5),"*")
2130 lprint "=====
2140 end

```

[実行結果]

<月別平均法>

年 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1>	279	282	364	325	322	334	459	307	298	369	373	701
2>	303	421	369	355	367	517	326	336	411	407	410	778
3>	315	303	411	369	355	367	517	326	336	410	408	790
4>	320	321	436	395	379	396	546	350	346	430	439	835
5>	372	358	485	429	419	438	585	387	397	469	485	901
合計	1589	1685	2065	1873	1842	2052	2433	1706	1788	2085	2115	4005
月別平均	317.8	337.0	413.0	374.6	368.4	410.4	486.6	341.2	357.6	417.0	423.0	801.0

季節変動値	季節指数
1月	-102.8 75.6:*****
2月	-83.6 80.1:*****
3月	-7.6 98.2:*****
4月	-46.0 89.1:*****
5月	-52.2 87.6:*****
6月	-10.2 97.6:*****
7月	+66.0 115.7:*****
8月	-79.4 81.1:*****
9月	-63.0 85.0:*****
10月	-3.6 99.1:*****
11月	+2.4 100.6:*****
12月	+380.4 190.4:*****

```

100 rem STAT16
110 rem <大数の法則>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 print " <大数の法則> ":print
150 lprint " <大数の法則> ":lprint
160 print " Pr(-e< Sn/n-p <e>)=1-p*(1-p)/n*e^2":print
170 lprint " Pr(-e< Sn/n-p <e>)=1-p*(1-p)/n*e^2":lprint
180 print " 但し,p:ある事象の起こる確率 "
190 lprint "但し,p:ある事象の起こる確率 "
200 print "      n:独立試行の回数 "
210 lprint "      n:独立試行の回数 "
220 print "      Sn:ある事象の起こる回数 "
230 lprint "      Sn:ある事象の起こる回数 ":lprint
240 input "p=";P
250 for E=.1 to .01 step -.01
260 N=1
270 for J=1 to 10
280 N=10*N
290 if P*(1-P)/(N*E*E)<=1 then 300 else 370
300 A=1-P*(1-P)/(N*E^2)
310 print "n=";N::print "のとき:";
320 lprint "n=";N::lprint "のとき:";
330 print using "      Pr(-#.##<Sn/n-p<#.##)":E;E;
340 lprint using "      Pr(-#.##<Sn/n-p<#.##)":E;P;E;
350 print using "=#.#####";A
360 lprint using "=#.#####";A
370 next J:print:lprint
380 next E
390 end

```


統計教育のための BASIC プログラム

[実行結果]

< 大数の法則 >

$$\Pr(-e < S_n/n - p < e) = 1 - p * (1 - p) / n * e^2$$

但し、p:ある事象の起こる確率

n:独立試行の回数

S_n:ある事象の起こる回数

```

n= 100 のとき:   Pr(-0.10<Sn/n-0.600<0.10)=0.76000000
n= 1000 のとき:  Pr(-0.10<Sn/n-0.600<0.10)=0.97600000
n= 10000 のとき: Pr(-0.10<Sn/n-0.600<0.10)=0.99760000
n= 100000 のとき: Pr(-0.10<Sn/n-0.600<0.10)=0.99976000
n= 1E+06 のとき:  Pr(-0.10<Sn/n-0.600<0.10)=0.99997600
n= 1E+07 のとき:  Pr(-0.10<Sn/n-0.600<0.10)=0.99999800
n= 1E+08 のとき:  Pr(-0.10<Sn/n-0.600<0.10)=1.00000000
n= 1E+09 のとき:  Pr(-0.10<Sn/n-0.600<0.10)=1.00000000
n= 1E+10 のとき:  Pr(-0.10<Sn/n-0.600<0.10)=1.00000000

n= 100 のとき:   Pr(-0.09<Sn/n-0.600<0.09)=0.70370400
n= 1000 のとき:  Pr(-0.09<Sn/n-0.600<0.09)=0.97037000
n= 10000 のとき: Pr(-0.09<Sn/n-0.600<0.09)=0.99703700
n= 100000 のとき: Pr(-0.09<Sn/n-0.600<0.09)=0.99970400
n= 1E+06 のとき:  Pr(-0.09<Sn/n-0.600<0.09)=0.99997000
n= 1E+07 のとき:  Pr(-0.09<Sn/n-0.600<0.09)=0.99999700
n= 1E+08 のとき:  Pr(-0.09<Sn/n-0.600<0.09)=1.00000000
n= 1E+09 のとき:  Pr(-0.09<Sn/n-0.600<0.09)=1.00000000
n= 1E+10 のとき:  Pr(-0.09<Sn/n-0.600<0.09)=1.00000000

n= 100 のとき:   Pr(-0.08<Sn/n-0.600<0.08)=0.62500000
n= 1000 のとき:  Pr(-0.08<Sn/n-0.600<0.08)=0.96250000
n= 10000 のとき: Pr(-0.08<Sn/n-0.600<0.08)=0.99625000
n= 100000 のとき: Pr(-0.08<Sn/n-0.600<0.08)=0.99962500
n= 1E+06 のとき:  Pr(-0.08<Sn/n-0.600<0.08)=0.99996300
n= 1E+07 のとき:  Pr(-0.08<Sn/n-0.600<0.08)=0.99999600
n= 1E+08 のとき:  Pr(-0.08<Sn/n-0.600<0.08)=1.00000000
n= 1E+09 のとき:  Pr(-0.08<Sn/n-0.600<0.08)=1.00000000
n= 1E+10 のとき:  Pr(-0.08<Sn/n-0.600<0.08)=1.00000000

n= 100 のとき:   Pr(-0.07<Sn/n-0.600<0.07)=0.51020400
n= 1000 のとき:  Pr(-0.07<Sn/n-0.600<0.07)=0.95102000
n= 10000 のとき: Pr(-0.07<Sn/n-0.600<0.07)=0.99510200
n= 100000 のとき: Pr(-0.07<Sn/n-0.600<0.07)=0.99951000
n= 1E+06 のとき:  Pr(-0.07<Sn/n-0.600<0.07)=0.99995100
n= 1E+07 のとき:  Pr(-0.07<Sn/n-0.600<0.07)=0.99999500
n= 1E+08 のとき:  Pr(-0.07<Sn/n-0.600<0.07)=1.00000000
n= 1E+09 のとき:  Pr(-0.07<Sn/n-0.600<0.07)=1.00000000
n= 1E+10 のとき:  Pr(-0.07<Sn/n-0.600<0.07)=1.00000000

n= 100 のとき:   Pr(-0.06<Sn/n-0.600<0.06)=0.33333400

```

```

100 rem stat17
110 rem <離散型確率分布>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "確率変数は何個ありますか";N
150 dim X(N),P(N),RP(N),E(N),V(N),XXP(N)
160 for I=1 to N
170 print using "###番目の確率変数の値は";I::input X(I)
180 next I
190 for I=1 to N
200 print using "X(##)に付与される確率P(##)=";I:I;
210 input "分子/分母";A,B
220 P(I)=A/B
230 next I : cls
240 print "DATA-CHECK":print "-----"
250 for I=1 to N
260 print using "##> X(##)=#### P(##)=#.#####";I:I:X(I):I:P(I)

```

```

270 print "正(Y) OR 誤(N)";:input ANS$
280 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 310 else 290
290 print using "##";I:input X(I).A,B
300 P(I)=A/B
310 next I
320 E=0:V=0
330 P=0
340 for I=1 to N
350 P=P+P(I)
360 RP(I)=P
370 next I
380 for I=1 to N
390 E=E+X(I)*P(I)
400 XP(I)=X(I)*P(I)
410 E(I)=E
420 next I
430 for I=1 to N
440 V=V+X(I)^2*P(I)
450 XXP(I)=X(I)^2*P(I)
460 V(I)=V
470 next I
480 V=V-E^2
490 SD=sqr(V):cls
500 print "          <確率分布表>":print
510 print "  確率変数(X)  確率(P) 累積確率  X*P      X^2*P"
520 print "-----"
530 for I=1 to N
540 print using "####:          #.#####  #.#####  #.#####  #.#####";X(I);P(
I);RP(I);XP(I);XXP(I)
550 next I
560 print "-----"
570 print using "合計          #.##          #.#####  #.#####";P;E(N);
V(N)
580 print "-----":print
590 for I=1 to N
600 print using "####:";X(I);:print string$ (int(P(I)*100),"*")""
610 next I:print
620 print "-----":print
630 print "平均値(期待値)=(確率変数*確率)の合計=";E
640 print "分散=((確率変数)^2*確率)の合計-(平均値)^2=";V
650 print "標準偏差=SQR(分散)=";SD:stop
660 lprint "          <確率分布表>"
661 lprint "=====
670 lprint "  確率変数(X)  確率(P) 累積確率  X*P      X^2*P"
680 lprint "=====
690 for I=1 to N
700 lprint using "####:          #.#####  #.#####  #.#####  #.#####";X(I);P
(I);RP(I);XP(I);XXP(I)
710 next I
720 lprint "=====
730 lprint using "合計          #.##          #.#####  #.#####";P;E(N)
;V(N)
740 lprint "=====":lprint
750 for I=1 to N
760 lprint using "####:";X(I);:lprint string$ (int(P(I)*100),"*")""
770 next I:lprint
780 lprint "=====
790 lprint "平均値(期待値)=(確率変数*確率)の合計=";E
800 lprint "分散=((確率変数)^2*確率)の合計-(平均値)^2=";V
810 lprint "標準偏差=SQR(分散)=";SD
820 lprint "=====":lprint
830 input "min X ";X1
840 input "max X ";X2
850 for I=1 to N
860 if X1=X(I) then K1=I
870 if X2=X(I) then K2=I
880 next I
890 P=0
900 for I=K1 to K2
910 P=P+P(I)
920 next I
930 print using "P(####<=X<####)=#.#####";X1;X2;P
940 lprint "[";L+1;"]      ";:lprint using "P(####<=X<####)=#.#####";X1;X2;P

```

統計教育のための BASIC プログラム

```

950 stop
960 L=L+1
970 goto 830

```

[実行結果]

<確率分布表>

確率変数 (X)	確率 (P)	累積確率	X*P	X^2*P
0:	0.10000	0.10000	0.00000	0.00000
1:	0.15000	0.25000	0.15000	0.15000
2:	0.20000	0.45000	0.40000	0.80000
3:	0.40000	0.85000	1.20000	3.60000
4:	0.10000	0.95000	0.40000	1.60000
5:	0.05000	1.00000	0.25000	1.25000
合計	1.00		2.40000	7.40000

```

0:*****
1:*****
2:*****
3:*****
4:*****
5:*****

```

```

=====
平均値(期待値)=(確率変数*確率)の合計 = 2.4
分散=((確率変数)^2*確率)の合計-(平均値)^2= 1.64
標準偏差=SQR(分散)= 1.28062
=====

```

```

[ 1 ] P( 2<=X<= 5)=0.7500
[ 2 ] P( 1<=X<= 5)=0.9000
[ 3 ] P( 0<=X<= 5)=1.0000

```

```

100 rem STAT18
110 rem <新聞売り子問題(在庫管理)>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "確率変数は何個ありますか":N
150 dim X(N),P(N),RP(N),E(N),V(N)
160 for I=1 to N
170 print using "###番目の確率変数の値は":I::input X(I)
180 next I
190 for I=1 to N
200 print using "X(##)に付与される確率P(##)=":I:I;
210 input "分子/分母":T,S
220 P(I)=T/S
230 next I : cls
240 print "DATA-CHECK"
250 for I=1 to N
260 print using "##> X(##)=#### P(##)=#.#####":I:I;X(I);I;P(I)
270 print "正(Y) OR 誤(N)":input ANS$
280 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 310 else 290
290 E=0:V=0
300 P(I)=T/S
310 next I
320 E=0:V=0
330 P=0
340 for I=1 to N
350 P=P+P(I)
360 RP(I)=P
370 next I
380 for I=1 to N
390 E=E+X(I)*P(I)

```

```

400 E(I)=E
410 next I
420 for I=1 to N
430 V=V+X(I)^2*P(I)
440 V(I)=V
450 next I
460 V=V-E^2
470 SD=sqr(V):cls
480 print "          <確率分布表>":print
490 print "  確率変数(X)   確率(P)  累積確率  "
500 print "-----"
510 for I=1 to N
520 print using "####          #.#####   #.#####   #.#####";X(I);P(I);RP(I)
530 next I
540 print "-----"
550 print using "合計          #.##";P
560 print "-----":print
570 print "平均値(期待値)=";E
580 print "分散=";V
590 print "標準偏差=";SD:stop
600 print "    <新聞売り子問題>":print
610 input "販売利益=";A
620 input "在庫損失=";B
630 input "品切れ損失=";C:print "のとき":print
640 D=(A+C)/(A+B+C):print "D=(A+C)/(A+B+C)=";D
650 input "最適発注量=";O
660 I=1
670 if RP(I)>D then 690 else 680
680 I=I+1:goto 670
690 K=I
700 lprint "    <新聞売り子問題>":lprint
710 lprint "=====
720 lprint "  確率変数(X)   確率(P)  累積確率  "
730 lprint "=====
740 for I=1 to N
750 if I=K then 760 else 770
760 lprint using "####(最適解) #.#####   #.#####   #.#####";X(I);P(I);RP(I)
770 lprint using "####          #.#####   #.#####   #.#####";X(I);P(I);RP(I)
780 next I
790 lprint "=====
800 lprint using "合計          #.##";P
810 lprint "=====":lprint
820 lprint "平均値(期待値)=";E
830 lprint "分散=";V
840 lprint "標準偏差=";SD:lprint
850 lprint "販売利益=";A
860 lprint "在庫損失=";B
870 lprint "品切れ損失=";C:"のとき":lprint
880 lprint "(A+C)/(A+B+C)=";D:lprint "であるから":lprint
890 lprint "最適発注量=";X(K)
900 print "最適発注量=";O
910 print "答え. 最適発注量=";X(K)
920 end

```

[実行結果]

< 新聞売り子問題 >

```

=====
確率変数(X)   確率(P)  累積確率
=====
500           0.01000   0.01000
1000          0.02000   0.03000
1500          0.05000   0.08000
2000          0.12000   0.20000
2500          0.20000   0.40000
3000(最適解)  0.30000   0.70000
3500          0.17000   0.87000
4000          0.10000   0.97000
4500          0.02000   0.99000
5000          0.01000   1.00000

```

統計教育のための BASIC プログラム

```
=====
合計          1.00
=====
```

```
平均値(期待値) = 2875
分散           = 636874
標準偏差       = 798.044
```

```
販売利益      = 200
在庫損失      = 300
品切れ損失    = 100 のとき
```

$(A+C)/(A+B+C) = .5$ であるから

最適発注量 = 3000

```
100 rem STAT19
110 rem <超幾何分布(不良品の確率)>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 lprint "    < 超幾何分布 >":lprint
150 input "全製品の個数 ";T
160 lprint "全製品の個数=";T
170 input "不良品の個数 ";B
180 lprint "不良品の個数=";B
190 input "抜き取る個数 ";S
200 lprint "抜き取る個数=";S:lprint "    のとき":lprint
210 WAP=0:print:print
220 lprint "=====
230 print "-----"
240 print "          不良品の確率"
250 lprint "          不良品の確率"
260 print "-----"
270 lprint "=====
280 for X=0 to S
290 N=B:R=X
300 gosub 560
310 C1=C
320 N=T-B:R=S-X
330 gosub 560
340 C2=C
350 N=T:R=S
360 gosub 560
370 P=C1*C2/C
380 print using "P(X=###) = #.#####";X;P;
381 print string$(int(P*100+.5),".*")
390 lprint using "P(X=###) = #.#####";X;P;
391 lprint string$(int(P*100+.5),".*")
400 WAP=WAP+P
410 WAXP=WAXP+X*P
420 WAXXP=WAXXP+X*X*P
430 next X
440 V=WAXXP-WAXP^2
450 print "-----"
460 lprint "=====
470 print using "合計          #.#####";WAP:print
480 lprint using "合計          #.#####";WAP:lprint
490 print "期待値          ";WAXP
500 lprint "期待値          ";WAXP
510 print "分散              ";V
520 lprint "分散              ";V
530 print "標準偏差         ";sqr(V)
540 lprint "標準偏差         ";sqr(V)
550 end
560 rem ----サブルーチン(nCr)-----
570 C=1
580 if R=0 then 650
590 for I=N-R+1 to N
```

```

600 C=C*I
610 next I
620 for J=1 to R
630 C=C/J
640 next J
650 return

```

[実行結果]

< 超幾何分布 >

全製品の個数 = 25
 不良品の個数 = 6
 抜き取る個数 = 10 のとき

```

=====
          不良品の確率
=====
P(X= 0) = 0.02826***
P(X= 1) = 0.16957*****
P(X= 2) = 0.34684*****
P(X= 3) = 0.30830*****
P(X= 4) = 0.12451*****
P(X= 5) = 0.02134**
P(X= 6) = 0.00119
P(X= 7) = 0.00000
P(X= 8) = 0.00000
P(X= 9) = 0.00000
P(X= 10) = 0.00000
=====
合計          1.00000

期待値      = 2.4
分散        = 1.14
標準偏差    = 1.06771

```

```

100 rem STAT20
110 rem <組み合わせ,二項分布>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "事象Aの起こる確率":P
150 input "試行回数":N:cls
160 dim P(N+1),XP(N+1),XXP(N+1)
170 Q=1-P:PX=0:XP=0:XXP=0
180 print "<組み合わせ nCx>"
190 lprint "<組み合わせ nCx>"
200 print "-----"
210 lprint "=====
220 for X1=0 to N
230 if X1>N/2 then X=N-X1 else X=X1
240 C=1
250 if X=0 then 340
260 for K=1 to X
270 I=N-X+K
280 C=C*I
290 '      nP x
300 ' ----- = nC x
310 '      x!
320 C=C/K
330 next K
340 X=X1
350 print N;"C":X1;"=";C;" ";
360 lprint N;"C":X1;"=";C;" ";
370 P(X)=C*P^X*Q^(N-X)
380 XP(X)=X*P(X)
390 XXP(X)=X*X*P(X)

```

統計教育のための BASIC プログラム

```

400 PX=PX+P(X)
410 XP=XP+XP(X)
420 XXP=XXP+XXP(X)
430 next X1
440 print "-----"
450 lprint "-----"
460 stop
470 E=XP:                                     '平均値
480 V=XXP-E^2:SD=sqr(V):cls:                 '分散,標準偏差
490 print N;"回の試行において事象Aの起こる確率が";P;"のときの分布B(";N;",";:
500 print P;")";stop
510 print "-----"
520 print "      X      P(X)   X*P(X)   X*X*P(X)"
530 for X=0 to N
540 print using "      ###   #.#### #.####  ##.####";X:P(X);XP(X);XXP(X)
550 next X
560 print "-----"
570 print "合計";:print using "      #.#### #.####  ##.####";PX:XP:XXP
580 print "-----":print
590 print "X E B(";N;P;")の時"
600 print "-----"
610 print "      <分布表>から"
620 print "                      期待値=";E
630 print "                      分散=";V
640 print "                      標準偏差=";SD
650 print "-----":stop
660 print "      <公式>から"
670 print "                      期待値=N*P=";N*P
680 print "                      分散=N*P*(1-P)=";N*P*Q
690 print "標準偏差=SQR(N*P*(1-P))=";sqr(N*P*Q):stop:lprint
700 lprint N;"回の試行において事象Aの起こる確率が";P;"のときの確率分布B(";N;:
710 lprint ",";P;")"
720 lprint "=====
730 lprint "      X      P(X)   X*P(X)   X*X*P(X)"
740 lprint "=====
750 for X=0 to N
760 lprint using "      ###   #.#### #.####  ##.####";X:P(X);XP(X);XXP(X)
770 next X
780 lprint "=====
790 lprint "合計";:lprint using "      #.#### ##.####  ##.####";PX:XP:XXP
800 lprint "=====":lprint
810 lprint "X E B(";N;P;")の時"
820 lprint "=====
830 lprint "      <表>から"
840 lprint "                      期待値=";E
850 lprint "                      分散=";V
860 lprint "                      標準偏差=";SD
870 lprint "=====
880 lprint "      <公式>から"
890 lprint "                      期待値=N*P=";N*P
900 lprint "                      分散=N*P*(1-P)=";N*P*Q
910 lprint "標準偏差=SQR(N*P*(1-P))=";sqr(N*P*Q)
920 lprint "=====":stop
930 print using "      B(###, ##.####) のク"57";N:P:print
940 lprint using "      B(###, ##.####) のク"57";N:P:lprint
950 for X=0 to N
960 print using "###:";X::print string$(int(P(X)*100),"*")
970 lprint using "###:";X::lprint string$(int(P(X)*100),"*")
980 next X :stop:lprint
990 input "試行回数の下限";N1
1000 input "試行回数の上限";N2
1010 P=0
1020 for X=N1 to N2
1030 P=P+P(X)
1040 next X
1050 print "P(";N1;"<=X<=";N2;"")=";P
1060 lprint using "[##] ";Z+1::lprint "P(";N1;"<=X<=";N2;"")=";P
1070 stop:Z=Z+1
1080 goto 990
1090 end

```

[実行結果]

<組み合わせ nCx>

```
=====
30 C 0 = 1 ,    30 C 1 = 30 ,    30 C 2 = 435 ,    30 C 3 = 4060 ,    30 C 4 =
27405 ,    30 C 5 = 142506 ,    30 C 6 = 593775 ,    30 C 7 = 2.0358E+06 ,    30 C
8 = 5.85293E+06 ,    30 C 9 = 1.43072E+07 ,    30 C 10 = 3.0045E+07 ,    30 C 11 =
5.46273E+07 ,    30 C 12 = 8.64932E+07 ,    30 C 13 = 1.1976E+08 ,    30 C 14 =
1.45423E+08 ,    30 C 15 = 1.55118E+08 ,    30 C 16 = 1.45423E+08 ,    30 C 17 =
1.1976E+08 ,    30 C 18 = 8.64932E+07 ,    30 C 19 = 5.46273E+07 ,    30 C 20 =
3.0045E+07 ,    30 C 21 = 1.43072E+07 ,    30 C 22 = 5.85293E+06 ,    30 C 23 =
2.0358E+06 ,    30 C 24 = 593775 ,    30 C 25 = 142506 ,    30 C 26 = 27405 ,    30
C 27 = 4060 ,    30 C 28 = 435 ,    30 C 29 = 30 ,    30 C 30 = 1 ,
=====
```

30 回の試行において事象 A の起こる確率が .5 のときの確率分布 B(30 , .5)

X	P(X)	X*P(X)	X*X*P(X)
0	0.0000	0.0000	0.0000
1	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0001	0.0004
5	0.0001	0.0007	0.0033
6	0.0006	0.0033	0.0199
7	0.0019	0.0133	0.0929
8	0.0055	0.0436	0.3489
9	0.0133	0.1199	1.0793
10	0.0280	0.2798	2.7982
11	0.0509	0.5596	6.1560
12	0.0806	0.9666	11.5996
13	0.1115	1.4500	18.8494
14	0.1354	1.8961	26.5453
15	0.1445	2.1670	32.5045
16	0.1354	2.1670	34.6715
17	0.1115	1.8961	32.2336
18	0.0806	1.4500	26.0992
19	0.0509	0.9666	18.3661
20	0.0280	0.5596	11.1926
21	0.0133	0.2798	5.8761
22	0.0055	0.1199	2.6383
23	0.0019	0.0436	1.0030
24	0.0006	0.0133	0.3185
25	0.0001	0.0033	0.0829
26	0.0000	0.0007	0.0173
27	0.0000	0.0001	0.0028
28	0.0000	0.0000	0.0003
29	0.0000	0.0000	0.0000
30	0.0000	0.0000	0.0000

合計 1.0000 15.0000 232.5000

X E B(30 .5) の時

<表>から

期待値 = 15
分散 = 7.49994
標準偏差 = 2.7386

<公式>から

期待値 = $N * P = 15$
分散 = $N * P * (1 - P) = 7.5$
標準偏差 = $\text{SQRT}(N * P * (1 - P)) = 2.73861$

B(30, 0.5000) のグラフ

0:
1:
2:
3:
4:
5:

統計教育のための BASIC プログラム

```

6:
7:
8:
9:*
10:**
11:*****
12:*****
13:*****
14:*****
15:*****
16:*****
17:*****
18:*****
19:*****
20:**
21:*
22:
23:
24:
25:
26:
27:
28:
29:
30:

[ 1] P( 2 <=X<= 15 )= .572232
[ 2] P( 20 <=X<= 25 )= 4.93388E-02
[ 3] P( 10 <=X<= 20 )= .957226

```

```

100 rem STAT21
110 rem <ポアソン分布>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 lprint "ポアソン分布表"
150 for M=.1 to 14 step .1
160 lprint:cls
170 print "ポアソン分布表作成中"
180 print "====="
190 lprint "====="
200 print "平均 M=";M
210 lprint "平均 M=";M
220 print "====="
230 lprint "====="
240 for X=0 to 30
250 print "P(X=";:print using "##";X;:print ")= ";
260 lprint "P(X=";:lprint using "##";X;:lprint ")= ";
270 P=exp(-M)*M^X
280 for J=1 to X
290 P=P/J
300 next J
310 print using "#.####";P;:print string$(int(P*50+.999),".*")
320 lprint using "#.####";P;:lprint string$(int(P*50+.999),".*")
330 next X
340 next M
350 end

```

[実行結果]

ポアソン分布表

```

=====
平均 M= .1
=====
P(X= 0)=0.9048:*****
P(X= 1)=0.0905:*****
P(X= 2)=0.0045:*

```

$P(X=3)=0.0002:*$
 $P(X=4)=0.0000:$
 $P(X=5)=0.0000:$
 $P(X=6)=0.0000:$
 $P(X=7)=0.0000:$
 $P(X=8)=0.0000:$
 $P(X=9)=0.0000:$
 $P(X=10)=0.0000:$
 $P(X=11)=0.0000:$
 $P(X=12)=0.0000:$
 $P(X=13)=0.0000:$
 $P(X=14)=0.0000:$
 $P(X=15)=0.0000:$
 $P(X=16)=0.0000:$
 $P(X=17)=0.0000:$
 $P(X=18)=0.0000:$
 $P(X=19)=0.0000:$
 $P(X=20)=0.0000:$
 $P(X=21)=0.0000:$
 $P(X=22)=0.0000:$
 $P(X=23)=0.0000:$
 $P(X=24)=0.0000:$
 $P(X=25)=0.0000:$
 $P(X=26)=0.0000:$
 $P(X=27)=0.0000:$
 $P(X=28)=0.0000:$
 $P(X=29)=0.0000:$
 $P(X=30)=0.0000:$

=====

平均 $M= .2$

=====

$P(X=0)=0.8187:*****$
 $P(X=1)=0.1637:*****$
 $P(X=2)=0.0164:*$
 $P(X=3)=0.0011:*$
 $P(X=4)=0.0001:*$
 $P(X=5)=0.0000:$
 $P(X=6)=0.0000:$
 $P(X=7)=0.0000:$
 $P(X=8)=0.0000:$
 $P(X=9)=0.0000:$
 $P(X=10)=0.0000:$
 $P(X=11)=0.0000:$
 $P(X=12)=0.0000:$
 $P(X=13)=0.0000:$
 $P(X=14)=0.0000:$
 $P(X=15)=0.0000:$
 $P(X=16)=0.0000:$
 $P(X=17)=0.0000:$
 $P(X=18)=0.0000:$
 $P(X=19)=0.0000:$
 $P(X=20)=0.0000:$
 $P(X=21)=0.0000:$
 $P(X=22)=0.0000:$
 $P(X=23)=0.0000:$
 $P(X=24)=0.0000:$
 $P(X=25)=0.0000:$
 $P(X=26)=0.0000:$
 $P(X=27)=0.0000:$
 $P(X=28)=0.0000:$
 $P(X=29)=0.0000:$
 $P(X=30)=0.0000:$

=====

平均 $M= .3$

=====

$P(X=0)=0.7408:*****$
 $P(X=1)=0.2222:*****$
 $P(X=2)=0.0333:**$
 $P(X=3)=0.0033:*$
 $P(X=4)=0.0003:*$
 $P(X=5)=0.0000:$

統計教育のための BASIC プログラム

```
P(X= 6)=0.0000:
P(X= 7)=0.0000:
P(X= 8)=0.0000:
```

```
100 rem STAT22
110 rem <ポアソン分布による二項分布の近似>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 print "      X E B(n,p)のとき P(X1<X<X2)をポアソン近似する.":print
150 input "試行回数 n=":N
160 input "確率      p=":P
170 print
180 M=N*P
190 input "X1=":X1
200 input "X2=":X2
210 lprint "=====":lprint
220 lprint "試行回数 n=":N
230 lprint "確率      p=":P      :lprint
240 lprint "=====":lprint:goto 270
250 input "X1=":X1
260 input "X2=":X2
270 WP=0
280 for X=X1 to X2
290 PP=exp(-M)*M^X
300 for J=1 to X
310 PP=PP/J
320 next J
330 WP=WP+PP
340 next X
350 lprint using "[##]      X E B(#####,#.####)のとき P(##<X<##)をポアソン近似すると
";Z+1:N:P:X1:X2
360 print using "P(X1<X<X2)=#.####":WP
370 lprint using "P(##<X<##)=#.####":X1:X2:WP:lprint
380 Z=Z+1:stop
390 goto 250
400 end
```

[実行結果]

```
=====
```

```
試行回数 n= 2000
確率      p= .001
```

```
=====
```

```
[ 1]      X E B( 2000,0.0010)のとき P( 4<X< 4)をポアソン近似すると
P( 4<X< 4)=0.0902
```

```
[ 2]      X E B( 2000,0.0010)のとき P( 1<X< 5)をポアソン近似すると
P( 1<X< 5)=0.8481
```

```
[ 3]      X E B( 2000,0.0010)のとき P( 2<X< 7)をポアソン近似すると
P( 2<X< 7)=0.5929
```

```
100 rem STAT23
110 rem <標準正規分布>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 print " 標準正規分布曲線作成中      "
150 print "      <標準正規分布曲線>      "
160 lprint "      <標準正規分布曲線>      "
170 for Z=-3 to 3 step .1
```

```

180 Y=1/sqr(2*3.14159)*exp(-Z^2/2) :Y=int(Y*10000+.5)/10000
190 print using "##.##" #.####":Z;Y;
200 lprint using "##.##" #.####":Z;Y;
210 D=int(Y*1000+.5)/7
220 print tab( 14+D);"*"
230 lprint tab( 14+D);"*"
240 next Z
250 cls
260 print" 標準正規分布表作成中"
270 lprint:lprint:lprint" < 標準正規分布表 >" :lprint:lprint
280 print "-----"
290 print " Z P(0<z<Z)"
300 print "-----"
310 lprint "=====
320 lprint " Z P(0<z<Z)"
330 lprint "=====
340 def fnA(Z)=1/sqr(2*3.14159)*exp(-Z^2/2)
350 for A=0 to 4 step .01
360 N=200 :L=A/(2*N)
370 T=fnA(0)+fnA(A)
380 Z1=L:Z2=Z1+L
390 for I=1 to N-1
400 T=T+4*fnA(Z1)+2*fnA(Z2)
410 Z1=Z2+L:Z2=Z1+L
420 next I
430 T=T+4*fnA(Z1):T=T*L/3
440 print using "##.## #.####":A,T
450 lprint using "##.## #.####":A,T
460 next A
470 print "-----"
480 lprint "=====
490 end

```

[実行結果]

< 標準正規分布曲線 >

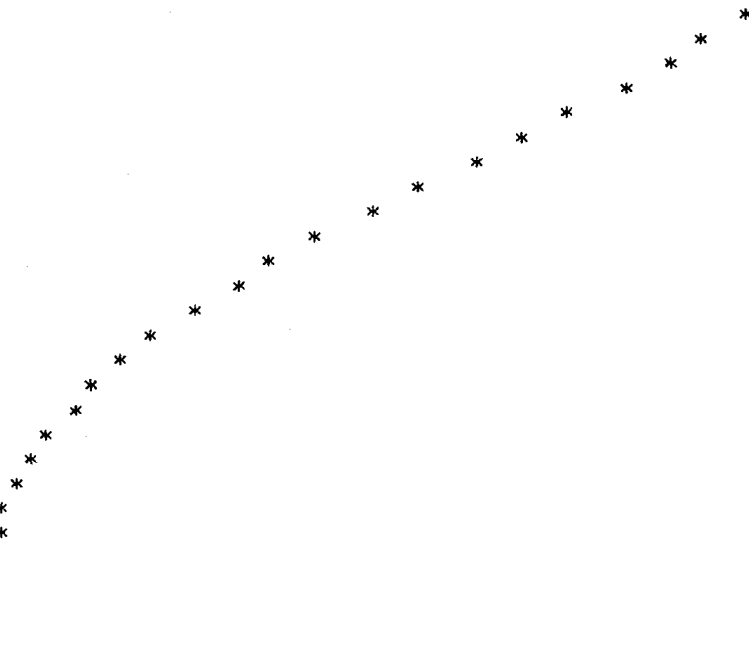
-3.0)	0.0044:	*
-2.9)	0.0060:	*
-2.8)	0.0079:	*
-2.7)	0.0104:	*
-2.6)	0.0136:	*
-2.5)	0.0175:	*
-2.4)	0.0224:	*
-2.3)	0.0283:	*
-2.2)	0.0355:	*
-2.1)	0.0440:	*
-2.0)	0.0540:	*
-1.9)	0.0656:	*
-1.8)	0.0790:	*
-1.7)	0.0940:	*
-1.6)	0.1109:	*
-1.5)	0.1295:	*
-1.4)	0.1497:	*
-1.3)	0.1714:	*
-1.2)	0.1942:	*
-1.1)	0.2179:	*
-1.0)	0.2420:	*
-0.9)	0.2661:	*
-0.8)	0.2897:	*
-0.7)	0.3123:	*
-0.6)	0.3332:	*
-0.5)	0.3521:	*
-0.4)	0.3683:	*
-0.3)	0.3814:	*
-0.2)	0.3910:	*
-0.1)	0.3970:	*
-0.0)	0.3989:	*
0.1)	0.3970:	*
0.2)	0.3910:	*
0.3)	0.3814:	*

統計教育のための BASIC プログラム

```

0.4) 0.3683:
0.5) 0.3521:
0.6) 0.3332:
0.7) 0.3123:
0.8) 0.2897:
0.9) 0.2661:
1.0) 0.2420:
1.1) 0.2179:
1.2) 0.1942:
1.3) 0.1714:
1.4) 0.1497:
1.5) 0.1295:
1.6) 0.1109:
1.7) 0.0940:
1.8) 0.0790:
1.9) 0.0656:
2.0) 0.0540:
2.1) 0.0440:
2.2) 0.0355:
2.3) 0.0283:
2.4) 0.0224:
2.5) 0.0175:
2.6) 0.0136:
2.7) 0.0104:
2.8) 0.0079:
2.9) 0.0060:
3.0) 0.0044:

```



< 標準正規分布表 >

Z	P(0<z<Z)
0.00	0.0000
0.01	0.0040
0.02	0.0080
0.03	0.0120
0.04	0.0160
0.05	0.0199
0.06	0.0239
0.07	0.0279
0.08	0.0319
0.09	0.0359
0.10	0.0398
0.11	0.0438
0.12	0.0478
0.13	0.0517
0.14	0.0557
0.15	0.0596
0.16	0.0636
0.17	0.0675
0.18	0.0714
0.19	0.0753
0.20	0.0793
0.21	0.0832
0.22	0.0871
0.23	0.0910
0.24	0.0948
0.25	0.0987
0.26	0.1026
0.27	0.1064
0.28	0.1103
0.29	0.1141
0.30	0.1179
0.31	0.1217
0.32	0.1255
0.33	0.1293
0.34	0.1331
0.35	0.1368
0.36	0.1406
0.37	0.1443

0.38	0.1480
0.39	0.1517
0.40	0.1554
0.41	0.1591
0.42	0.1628
0.43	0.1664
0.44	0.1700
0.45	0.1736
0.46	0.1772
0.47	0.1808
0.48	0.1844
0.49	0.1879
0.50	0.1915
0.51	0.1950
0.52	0.1985
0.53	0.2019
0.54	0.2054
0.55	0.2088
0.56	0.2123
0.57	0.2157
0.58	0.2190
0.59	0.2224
0.60	0.2257
0.61	0.2291
0.62	0.2324
0.63	0.2357
0.64	0.2389
0.65	0.2422
0.66	0.2454

```

100 rem STAT24
110 rem <正規分布 N(m,s^2)における確率計算>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "      平均 m=":M
150 input "      標準偏差 s=":S
160 input "      X1=":X1
170 input "      X2=":X2:print:print
180 print "X E N("M;"",S;"^2)の時":print:print
190 print "      標準化の公式 Z=(X-"M;")/"S:print:print
200 if X1=X2 then 160
210 Z1=(X1-M)/S:Z2=(X2-M)/S
220 K=1/sqr(2*3.14159)
230 def fnA(X)=K*exp(-X*X/2)
240 H=(Z2-Z1)/(2*200)
250 T=fnA(Z1)+fnA(Z2)
260 H1=Z1+H:H2=H1+H
270 for I=1 to 199
280 T=T+4*fnA(H1)+2*fnA(H2)
290 H1=H2+H:H2=H1+H
300 next I
310 T=T+fnA(H1):T=T*H/3:cls
320 print "X E N("M;"",S;"^2)の時":print:print
330 print "      標準化の公式 Z=(X-"M;")/"S:print:print
340 print "から      P("X1;"<X2;")=P("X1;"-"M;")/"S;"<Z;"("X2;"
-"M;")/"S;")":print
350 print "      =P("Z1;"<Z2;")=:print using "#.####":T:stop
360 lprint "X E N("M;"",S;"^2)の時":lprint
370 lprint "      標準化の公式 Z=(X-"M;")/"S:lprint:lprint
380 lprint "から      P("X1;"<X2;")=P("X1;"-"M;")/"S;"<Z;"("X2;"
-"M;")/"S;"):lprint
390 lprint "      =P("Z1;"<Z2;")=:lprint using "#.####":T
400 end

```

[実行結果]

X E N(60 , 8 ^2)の時

統計教育のための BASIC プログラム

標準化の公式 $Z = (X - 60) / 8$

から $P(50 < X < 60) = P((50 - 60) / 8 < Z < (60 - 60) / 8)$
 $= P(-1.25 < Z < 0) = 0.3931$

```

100 rem STAT25
110 rem <正規分布による二項分布の近似>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 print "X E B(n,p) のとき P(X1<X<X2) を正規近似して求める."
150 input "n=":N
160 input "p=":P
170 M=N*P
180 S=sqr(N*P*(1-P))
190 print "    平均 m=":M
200 print "    標準偏差 s=":S
210 input "半整数補正 X1-0.5=":X1
220 input "半整数補正 X2+0.5=":X2:print:print
230 print "X E N(":M:",";S:"^2)の時":print:print
240 print "    標準化の公式 Z=(X-":M:")/":S:print:print
250 if X1>X2 then 210
260 Z1=(X1-M)/S:Z2=(X2-M)/S
270 K=1/sqr(2*3.14159)
280 def fnA(X)=K*exp(-X*X/2)
290 H=(Z2-Z1)/(2*200)
300 T=fnA(Z1)+fnA(Z2)
310 H1=Z1+H:H2=H1+HP(-X*X/2)
320 for I=1 to 199
330 T=T+4*fnA(H1)+2*fnA(H2)
340 H1=H2+H:H2=H1+H
350 next I
360 T=T+fnA(H1):T=T*H/3:cls
370 print "X E N(":M:",";S:"^2)の時":print:print
380 print "    標準化の公式 Z=(X-":M:")/":S:print:print
390 print "から P(":X1:"<X<":X2:")=P(":X1:"-":M:")/":S:"<Z<":X2:"-":M:")/":S:")":print
400 print "    =P(":Z1:"<Z<":Z2:")=:":print using "H.####":T:stop
410 lprint using "X E B(#### #.###) のとき P(###<X<###) を正規近似して求めると." :N:P:X1+.5:X2-.5:lprint
420 lprint "X E N(":M:",";S:"^2)であるから":lprint
430 lprint "    標準化の公式 Z=(X-":M:")/":S:lprint:lprint
440 lprint "より P(":X1:"<X<":X2:")=P(":X1:"-":M:")/":S:"<Z<":X2:"-":M:")/":S:")":lprint
450 lprint "    =P(":Z1:"<Z<":Z2:")=:":lprint using "H.####":T
460 end

```

[実行結果]

X E B(100 0.200) のとき P(12<X< 28) を正規近似して求めると、

X E N(20 , 4 ^2)であるから

標準化の公式 $Z = (X - 20) / 4$

より $P(11.5 < X < 28.5) = P((11.5 - 20) / 4 < Z < (28.5 - 20) / 4)$
 $= P(-2.125 < Z < 2.125) = 0.9660$

```

100 rem stat26
110 rem <無作為標本の作成と標本平均>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "母集団の大きさ":N
150 dim X(N)
160 for I=1 to N
170 print using "###>    ":I::input X(I)
180 next I
190 print " DATA - CHECK ":print "-----"
200 for I=1 to N
210 print using "###>    #####.##":I;X(I)
220 print "正(Y) or 誤(N)":input ANS$
230 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 250
240 print using "###>    ":I::input X(I)
250 next I
260 lprint "                [ 母 集 団 ]"
270 lprint "-----"
280 for I=1 to N
290 lprint using "#####.## ":X(I);
300 next I
310 lprint "-----"
320 T1=0:T2=0:T3=0:T4=0
330 for I=1 to N
340 T1=T1+X(I):T2=T2+X(I)^2
350 next I
360 M=T1/N:V=T2/N-M^2
370 cls
380 print " <母集団の平均と分散>"
390 print "-----"
400 print "母平均  m=":M
410 print "母分散  v=":V
420 print "-----"
430 lprint " <母集団の平均と分散>"
440 lprint "-----"
450 lprint "母平均  m=":M
460 lprint "母分散  v=":V
470 lprint "-----":lprint
480 input "標本数 ":N1
490 randomize
500 for J=1 to 50
510 print using "<    無作為標本(###)    > ":J:
520 lprint using "<    無作為標本(###)    > ":J:
530 print "-----"
540 lprint
550 lprint "-----"

560 lprint
570 E=0
580 for I=1 to N1
590 R=int(rnd(1)*N)+1
600 print using "#####.##":X(R);
610 lprint using "#####.##":X(R);
620 E=E+X(R)
630 next I
640 print: print using "< 標本平均 =#####.## >":E/N1
650 lprint:lprint using "< 標本平均 =#####.## >":E/N1
660 print "-----"
670 print
680 lprint "-----"

690 lprint
700 E0=E/N1:T3=T3+E0:T4=T4+E0^2
710 next J
720 EXBAR=T3/50:VXBAR=T4/50-EXBAR^2:cls
730 print "                [ 母 集 団 ]"
740 print "-----"
750 print
760 for I=1 to N
770 print using " #####.## ":X(I);
780 next I
790 print "-----"
800 print " <母集団の平均と分散>"

```


統計教育のための BASIC プログラム

```

810 print "-----":print
820 print "母平均 m=";M
830 print "母分散 v=";V :print
840 print "-----":print
850 print "標本数=";N1
860 print "標本平均の平均=";EXBAR
870 print "標本平均の分散=";VXBAR:stop
880 lprint "標本数=";N1
890 lprint "標本平均の平均=";EXBAR
900 lprint "標本平均の分散=";VXBAR
910 end

```

[実行結果]

```

          [ 母 集 団 ]
=====
      14.00      17.00      13.00      16.00      18.00      14.00      16.00
23.00      28.00      19.00      25.00      20.00      16.00      23.00      2
5.00      24.00      23.00      22.00      14.00      19.00      21.00      26.0
0      20.00      28.00      20.00      23.00      18.00      24.00      17.00
      58.00      21.00      17.00      16.00      22.00      22.00      19.00
16.00      15.00      17.00      17.00      16.00      20.00      24.00      17
.00      22.00      15.00      25.00      22.00      23.00      19.00
=====

```

<母集団の平均と分散>

```

=====
母平均 m= 20.58
母分散 v= 43.0036
=====

```

< 無作為標本 (1) >

```

=====
      19.00      58.00      18.00      14.00      26.00      24.00      14.00      22.00
      15.00      14.00      23.00      14.00      17.00      22.00      17.00      16.00
      16.00      17.00      21.00      21.00      21.00      23.00      16.00      15.00
      21.00      28.00      23.00      24.00      23.00      16.00      20.00      17.00
      22.00      58.00      21.00      23.00
< 標本平均 = 21.64 >
=====

```

< 無作為標本 (2) >

```

=====
      14.00      20.00      14.00      26.00      19.00      20.00      24.00      22.00
      16.00      24.00      23.00      19.00      16.00      15.00      22.00      22.00
      22.00      26.00      20.00      25.00      20.00      16.00      17.00      14.00
      14.00      18.00      17.00      22.00      18.00      20.00      17.00      16.00
      23.00      17.00      24.00      17.00
< 標本平均 = 19.42 >
=====

```

```

100 rem STAT27
110 rem <区間推定>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 print "      *** メニュー ***":print
150 print "      <1>母平均の区間推定":print
160 print "      <2>母比率の区間推定":print
170 print "      *****":print
180 input "何を推定しますか ":I:print
190 if I>=3 then 180
200 on I gosub 590,670
210 R1$="信頼度が ": R2$="90%のとき ": R3$="95%のとき ": R4$="99%のとき "

```

```

220 R5$="信頼区間は ":R6$="母平均  ":R7$="母比率 ":
230 dim Z(3)
240 print "(1)";R1$;R2$::input "信頼係数は ";Z(1)
250 if Z(1)><1.64 then 240
260 print "(2)";R1$;R3$::input "信頼係数は ";Z(2)
270 if Z(2)><1.96 then 260
280 print "(3)";R1$;R4$::input "信頼係数は ";Z(3)
290 if Z(3)><2.58 then 280
300 dim L(3),U(3)
310 L(1)=X-Z(1)*S/sqr(N): L(1)=int( L(1)*1000+.5)/1000
320 U(1)=X+Z(1)*S/sqr(N): U(1)=int( U(1)*1000+.5)/1000
330 L(2)=X-Z(2)*S/sqr(N): L(2)=int( L(2)*1000+.5)/1000
340 U(2)=X+Z(2)*S/sqr(N): U(2)=int( U(2)*1000+.5)/1000
350 L(3)=X-Z(3)*S/sqr(N): L(3)=int( L(3)*1000+.5)/1000
360 U(3)=X+Z(3)*S/sqr(N): U(3)=int( U(3)*1000+.5)/1000
370 if I=1 then U$=R6$ else U$=R7$
380 print "-----":print
390 print "(1)";R1$;R2$;U$;"の ";R5$
400 print tab(5); L(1);"<=";U$;"<=";U(1)
410 print
420 print "(2)";R1$;R3$;U$;"の ";R5$
430 print tab(5); L(2);"<=";U$;"<=";U(2)
440 print
450 print "(3)";R1$;R4$;U$;"の ";R5$
460 print tab(5); L(3);"<=";U$;"<="; U(3):print
470 print "-----":stop
480 lprint "-----":lprint
490 lprint "(1)";R1$;R2$;U$;"の ";R5$
500 lprint tab(5); L(1);"<=";U$;"<=";U(1)
510 lprint
520 lprint "(2)";R1$;R3$;U$;"の ";R5$
530 lprint tab(5); L(2);"<=";U$;"<=";U(2)
540 lprint
550 lprint "(3)";R1$;R4$;U$;"の ";R5$
560 lprint tab(5); L(3);"<=";U$;"<="; U(3):print
570 lprint "-----"
580 end
590 rem ----サブルーチン<1>----
600 input "標本数 " :N
610 input "標本平均 " :X
620 input "標準偏差 " :S
630 lprint "標本数=" :N
640 lprint "標本平均=" :X
650 lprint "標準偏差=" :S
660 return
670 rem ----サブルーチン<2>----
680 input "標本数 " :N
690 input "ある事柄の起こる回数":E
700 P=E/N :Q=1-P
710 S=sqr(P*Q):X=P
720 lprint "標本数=" :N
730 lprint "ある事柄の起こる回数=":E
740 return

```

[実行結果]

```

標本数 = 4000
標本平均 = 235500
標準偏差 = 56000
=====

```

```

(1)信頼度が90%のとき母平均 の信頼区間は
    234048 <=母平均 <= 236952

```

```

(2)信頼度が95%のとき母平均 の信頼区間は
    233765 <=母平均 <= 237235

```

```

(3)信頼度が99%のとき母平均 の信頼区間は
    233216 <=母平均 <= 237784
=====

```

統計教育のための BASIC プログラム

[実行結果]

標本数 = 200

ある事柄の起こる回数 = 120

(1)信頼度が90%のとき母比率の信頼区間は
.543 <=母比率<= .657

(2)信頼度が95%のとき母比率の信頼区間は
.532 <=母比率<= .668

(3)信頼度が99%のとき母比率の信頼区間は
.511 <=母比率<= .689

```

100 rem stat28
110 rem <母平均と母比率の仮説検定>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "帰無仮説 H0=":H0$:lprint "帰無仮説 H0:"H0$:lprint:lprint
150 input "対立仮説 H1=":H1$:lprint "対立仮説 H1:"H1$:lprint:lprint
160 R1$="有意水準が1%のとき"
170 R5$="有意水準が5%のとき"
180 S1$="仮説 H0を棄却する。"
190 S2$="仮説 H0を採択する。"
200 print "*****メニュー*****":print
210 print "  <1> 母平均と母比率の仮説検定(両側)":print
220 print "  <2> 母平均と母比率の仮説検定(片側)":print
230 print "*****":print
240 input "両側 or 片側 検定":I:print
250 if I>3 then 240
260 if I=1 then 270 else 630
270 print "*****メニュー*****":print
280 print "  <1>母平均の両側検定":print
290 print "  <2>母比率の両側検定":print
300 print "*****":print
310 input "何を検定しますか":I:print
320 if I>3 then 310
330 on I gosub 1080,1180
340 print R1$:input "有意係数":Z1
350 if Z1>2.58 then 340
360 print R5$:input "有意係数":Z5
370 if Z5>1.96 then 360
380 Z0=(X-M0)*sqr(N)/S
390 Z0=abs(Z0)
400 Z0=int(Z0*1000+.5)/1000:print
410 print "-----"

420 if I=1 then 430 else 450
430 print tab(5):"帰無仮説 H0:母平均 ="M0
440 print tab(5):"対立仮説 H1:母平均 ><":M0:goto 470
450 print tab(5):"帰無仮説 H0:母比率 ="P0
460 print tab(5):"対立仮説 H1:母比率 ><":P0
470 print:print tab(5):"Z0=":Z0:print
480 if Z0>Z1 then print tab(3):R1$:S1$ else print tab(3):R1$:S2$
490 if Z0>Z5 then print tab(3):R5$:S1$ else print tab(3):R5$:S2$
500 print "-----"

510 stop
520 lprint "=====

530 if I=1 then 540 else 560
540 lprint tab(5):"帰無仮説 H0:母平均 ="M0
550 lprint tab(5):"対立仮説 H1:母平均 ><":M0:goto 580
560 lprint tab(5):"帰無仮説 H0:母比率 ="P0
570 lprint tab(5):"対立仮説 H1:母比率 ><":P0

```

```

580 lprint: lprint tab(5);"Z0=";Z0:lprint
590 if Z0>Z1 then lprint "Z0>";Z1:"より";R1$:S1$ else lprint "Z0<";Z1:"より";R
1$:S2$
600 if Z0>Z5 then lprint "Z0>";Z5:"より";R5$:S1$ else lprint "Z0<";Z5:"より";R
5$:S2$
610 lprint "=====

620 goto 1070
630 rem 母平均と母比率の仮説検定(片側)
640 print "          **** メニュー ****":print
650 print "          <1>母平均の左側検定":print
660 print "          <2>母平均の右側検定":print
670 print "          <3>母比率の左側検定":print
680 print "          *<4>母比率の右側検定":print
690 print "          *****":print
700 input "何を検定しますか";I:print
710 if I>5 then 700
720 on I gosub 1080,1080,1180,1180
730 print R1$;:input "有意係数";Z1
740 if Z1<2.33 then 730
750 print R5$;:input "有意係数";Z5
760 if Z5<1.65 then 750
770 Z00=(X-M0)*sqr(N)/S
780 Z0=abs(Z00)
790 Z0=int(Z0*1000+.5)/1000:print
800 print "-----"
810 if I=1 then print tab(5);"帰無仮説 H0:母平均=";M0
820 if I=1 then print tab(5);"対立仮説 H1:母平均<";M0
830 if I=2 then print tab(5);"帰無仮説 H0:母平均=";M0
840 if I=2 then print tab(5);"対立仮説 H1:母平均>";M0
850 if I=3 then print tab(5);"帰無仮説 H0:母比率=";P0
860 if I=3 then print tab(5);"対立仮説 H1:母比率<";P0
870 if I=4 then print tab(5);"帰無仮説 H0:母比率=";P0
880 if I=4 then print tab(5);"対立仮説 H1:母比率>";P0
890 print: print tab(5);"Z0=";Z00:print
900 if Z0>Z1 then print "IZ0I>";Z1:"より";R1$:S1$ else print "IZ0I<";Z1:"より"
:R1$:S2$
910 if Z0>Z5 then print "IZ0I>";Z5:"より";R5$:S1$ else print "IZ0I<";Z5:"より"
:R5$:S2$
920 print "-----"
930 stop
940 lprint "=====
950 if I=1 then lprint tab(5);"帰無仮説 H0:母平均=";M0
960 if I=1 then lprint tab(5);"対立仮説 H1:母平均<";M0
970 if I=2 then lprint tab(5);"帰無仮説 H0:母平均=";M0
980 if I=2 then lprint tab(5);"対立仮説 H1:母平均>";M0
990 if I=3 then lprint tab(5);"帰無仮説 H0:母比率=";P0
1000 if I=3 then lprint tab(5);"対立仮説 H1:母比率<";P0
1010 if I=4 then lprint tab(5);"帰無仮説 H0:母比率=";P0
1020 if I=4 then lprint tab(5);"対立仮説 H1:母比率>";P0
1030 lprint: lprint tab(5);"Z0=";Z00:lprint
1040 if Z0>Z1 then lprint "IZ0I>";Z1:"より";R1$:S1$ else lprint "IZ0I<";Z1:"よ
り";R1$:S2$
1050 if Z0>Z5 then lprint "IZ0I>";Z5:"より";R5$:S1$ else lprint "IZ0I<";Z5:"よ
り";R5$:S2$
1060 lprint "=====
1070 end
1080 rem ----サブルーチン<1>----
1090 input "母集団の平均";M0
1100 input "標本数";N
1110 input "標本平均";X
1120 input "標準偏差";S
1130 lprint"母集団の平均=";M0
1140 lprint"標本数=";N
1150 lprint"標本平均=";X
1160 lprint"標準偏差=";S
1170 return
1180 rem ----サブルーチン<2>----
1190 input "母集団の比率";P0
1200 input "標本数";N
1210 input "ある事柄の起こる回数";E
1220 lprint"母集団の比率=";P0
1230 lprint"標本数=";N

```

統計教育のための BASIC プログラム

```

1240 lprint"ある事柄の起こる回数=";E
1250 P=E/N:Q0=1-P0
1260 X=P:S=sqr(P0*Q0):M0=P0
1270 return

```

[実行結果]

帰無仮説 H0:「M=300」

対立仮説 H1:「M<>300」

母集団の平均 = 300
 標本数 = 100
 標本平均 = 299.2
 標準偏差 = 2.6

```

=====
帰無仮説 H0:母平均 = 300
対立仮説 H1:母平均 >< 300

```

Z0= 3.077

Z0> 2.58 より有意水準が1%のとき仮説 H0を棄却する。
 Z0> 1.96 より有意水準が5%のとき仮説 H0を棄却する。

[実行結果]

帰無仮説 H0:「M=62.2」

対立仮説 H1:「M>62.2」

母集団の平均 = 62.2
 標本数 = 144
 標本平均 = 64.5
 標準偏差 = 13.4

```

=====
帰無仮説 H0:母平均 = 62.2
対立仮説 H1:母平均 > 62.2

```

Z0= 2.0597

|Z0|< 2.33 より有意水準が1%のとき仮説 H0を採択する。
 |Z0|> 1.65 より有意水準が5%のとき仮説 H0を棄却する。

[実行結果]

帰無仮説 H0:「P=0.5」

対立仮説 H1:「P<>0.5」

母集団の比率 = .5
 標本数 = 100
 ある事柄の起こる回数 = 55

```

=====
帰無仮説 H0:母比率 = .5
対立仮説 H1:母比率 >< .5

```

Z0= 1

Z0< 2.58 より有意水準が1%のとき仮説 H0を採択する。
 Z0< 1.96 より有意水準が5%のとき仮説 H0を採択する。

[実行結果]

帰無仮説 H0:「P=0.5」

対立仮説 H1:「P>0.5」

母集団の比率 = .5

標本数 = 1000

ある事柄の起こる回数 = 550

帰無仮説 H0:母比率 = .5

対立仮説 H1:母比率 > .5

Z0= 3.16228

|Z0|> 2.33 より有意水準が1%のとき仮説 H0を棄却する。

|Z0|> 1.65 より有意水準が5%のとき仮説 H0を棄却する。

```

100 rem stat29
110 rem <小標本の場合の推定と検定>
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 print "          ***** <メニュー> *****":print
150 print "          <1> 母平均の区間推定 " :print
160 print "          <2> 母平均の仮説検定(両側)" :print
170 print "          *****":print
180 input "推定 or 検定 ":ANS
190 if ANS>=3 then 140
200 if ANS=1 then 210 else 480
210 rem 推定
220 lprint "<1> 母平均の区間推定 ":lprint
230 input "信頼度(%)":A
240 if A<>95 and A<>99 then 230
250 lprint "信頼度 " =":A:"%"
260 input "標本数 ":N
270 lprint "標本数 " =":N
280 if N-1>30 then 270
290 lprint "自由度 " =":N-1
300 input "標本平均 ":XBAR
310 input "単位 ":B$
320 lprint "標本平均 " =":XBAR
330 input "標本標準偏差 ":S:V=S^2
340 lprint "標本標準偏差 " =":S
350 print "標本分散 ":V
360 input "標本分散 ":V
370 lprint "標本分散 " =":V
380 print "自由度 " =":N-1
390 U=(100-A)/100:F=N-1
400 gosub 850
410 print using "信頼度 ## %のとき母平均の信頼区間は ":A
420 print using "###.## - ##.####*##.###/SQR(##)<=母平均<=###.## + ##.####*##.
###/SQR(##) より ":XBAR:TU:S:F:XBAR:TU:S:F:print
430 print using "#####.### <=母平均<= #####.### (" :XBAR-TU*sqr(V/F);XBAR+TU*sqr(V/F) :;print B$;")":stop
440 lprint using "信頼度 ## %のとき母平均の信頼区間は ":A
450 lprint using "###.## - ##.####*##.###/SQR(##)<=母平均<=###.## + ##.####*##.
###/SQR(##) より ":XBAR:TU:S:F:XBAR:TU:S:F:lprint
460 lprint using "#####.### <=母平均<= #####.### (" :XBAR-TU*sqr(V/F);XBAR+TU*sqr(V/F):;lprint B$;")":lprint:lprint
470 goto 840
480 rem 検定
490 lprint "<2> 母平均の仮説検定(両側)":lprint
500 input "帰無仮説 H0":HO$
510 lprint "*帰無仮説 H0:「":HO$:"」":lprint

```

統計教育のための BASIC プログラム

```

520 input "対立仮説 H1:";H1$
530 lprint "*対立仮説 H1:";H1$;"":lprint
540 input "有意水準(危険率) %";Z
550 lprint "有意水準(危険率) =";Z;"%"
560 input "母平均 ";M0
570 lprint "母平均          =";M0
580 input "標本数 ";N
590 if N-1>30 then 580
600 lprint "標本数          =";N
610 lprint "自由度          =";N-1
620 input "標本平均 ";XBAR
630 lprint "標本平均          =";XBAR
640 input "標本標準偏差 ";S:V=S^2
650 lprint "標本標準偏差      =";S
660 print "標本分散 ";V
670 input "標本分散 ";V
680 lprint "標本分散          =";V
690 print "自由度 =";N-1
700 U=Z/100:F=N-1
710 gosub 850
720 T=(XBAR-M0)/sqr(V/F):T=abs(T)
730 print "T=|XBAR-M0|*s/SQR(F)="";print using "###.## - ###.##|*##.###/SQR(##)=##.####";XBAR; M0;S;F;T
740 lprint "T=|XBAR-M0|*s/SQR(F)="";lprint using "###.## - ###.##|*##.###/SQR(##)=##.####";XBAR;M0;S;F;T
750 if T>TU then print using "T=##.####>##.####より ";T:TU
760 if T<=TU then print using "T=##.####<=##.####より ";T:TU
770 if T>TU then print using "有意水準 ## %で帰無仮説 H0:「母平均 =####.####」を棄却する。";Z:M0
780 if T<=TU then print using "有意水準 ## %で帰無仮説 H0:「母平均 =####.####」を選択する。";Z:M0:stop
790 if T>TU then lprint using "T=##.####>##.####より ";T:TU
800 if T<=TU then lprint using "T=##.####<=##.####より ";T:TU
810 print:lprint
820 if T>TU then lprint using "有意水準 ## %で帰無仮説 H0:「母平均 =####.####」を棄却する。";Z:M0
830 if T<=TU then lprint using "有意水準 ## %で帰無仮説 H0:「母平均 =####.####」を選択する。";Z:M0:lprint:lprint
840 end
850 dim TU005(30),TU001(30)
860 rem ----- サブルーチン -----
870 rem t-分布表
880 rem -----
890 TU005(1) =12.706:TU001(1) =63.675
900 TU005(2) =4.3027:TU001(2) =9.9248
910 TU005(3) =3.1825:TU001(3) =5.8409
920 TU005(4) =2.7764:TU001(4) =4.6041
930 TU005(5) =2.5706:TU001(5) =4.0321
940 TU005(6) =2.4469:TU001(6) =3.7074
950 TU005(7) =2.3646:TU001(7) =3.4995
960 TU005(8) =2.306 :TU001(8) =3.3554
970 TU005(9) =2.2622:TU001(9) =3.2498
980 TU005(10)=2.2281:TU001(10)=3.1693
990 TU005(11)=2.201 :TU001(11)=3.1058
1000 TU005(12)=2.1788:TU001(12)=3.0545
1010 TU005(13)=2.1604:TU001(13)=3.0123
1020 TU005(14)=2.1448:TU001(14)=2.9768
1030 TU005(15)=2.1315:TU001(15)=2.9467
1040 TU005(16)=2.1199:TU001(16)=2.9208
1050 TU005(17)=2.1098:TU001(17)=2.8982
1060 TU005(18)=2.1009:TU001(18)=2.8784
1070 TU005(19)=2.093 :TU001(19)=2.8609
1080 TU005(20)=2.086 :TU001(20)=2.8453
1090 TU005(21)=2.0796:TU001(21)=2.8314
1100 TU005(22)=2.0739:TU001(22)=2.8188
1110 TU005(23)=2.0687:TU001(23)=2.8073
1120 TU005(24)=2.0639:TU001(24)=2.7969
1130 TU005(25)=2.0595:TU001(25)=2.7874
1140 TU005(26)=2.0555:TU001(26)=2.7787
1150 TU005(27)=2.0518:TU001(27)=2.7707
1160 TU005(28)=2.0484:TU001(28)=2.7633
1170 TU005(29)=2.0452:TU001(29)=2.7564
1180 TU005(30)=2.0423:TU001(30)=2.75

```

```

1181 rem -----
1190 print "      <t-分布表>"
1200 print "-----"
1210 print "自由度    5%点    1%点"
1220 print "-----"
1230 for I=1 to 30
1240 print using "##    ##.####    ##.####";I:TU005(I):TU001(I)
1250 if I=F then stop
1260 next I
1270 print "-----":Lprint:Lprint
1280 Lprint "      <t-分布表>"
1290 Lprint "-----"
1300 Lprint "自由度    5%点    1%点"
1310 Lprint "-----"
1320 for I=1 to 30
1330 if I=F and U=.05 then 1340 else 1350
1340 Lprint using "##    ##.####(*)##.####";I:TU005(I):TU001(I):goto 1380
1350 if I=F and U=.01 then 1360 else 1370
1360 Lprint using "##    ##.####    ##.####(*)";I:TU005(I):TU001(I):goto 1380
1370 Lprint using "##    ##.####    ##.####";I:TU005(I):TU001(I)
1380 next I
1390 Lprint "=====
1400 for I=1 to 30
1410 if I=F and U=.05 then TU=TU005(I)
1420 if I=F and U=.01 then TU=TU001(I)
1430 next I
1440 print using "T(##, ##)=##.####";F;U :TU:print
1450 Lprint using "T(##, ##)=##.####";F;U :TU:Lprint
1460 return

```

[実行結果]

<1> 母平均の区間推定

信頼度 = 95 %
 標本数 = 5
 自由度 = 4
 標本平均 = 35.4
 標本標準偏差 = .18
 標本分散 = .0324

<t-分布表>		
自由度	5%点	1%点
1	12.7060	63.6750
2	4.3027	9.9248
3	3.1825	5.8409
4	2.7764(*)	4.6041
5	2.5706	4.0321
6	2.4469	3.7074
7	2.3646	3.4995
8	2.3060	3.3554
9	2.2622	3.2498
10	2.2281	3.1693
11	2.2010	3.1058
12	2.1788	3.0545
13	2.1604	3.0123
14	2.1448	2.9768
15	2.1315	2.9467
16	2.1199	2.9208
17	2.1098	2.8982
18	2.1009	2.8784
19	2.0930	2.8609
20	2.0860	2.8453
21	2.0796	2.8314
22	2.0739	2.8188
23	2.0687	2.8073
24	2.0639	2.7969
25	2.0595	2.7874
26	2.0555	2.7787

統計教育のための BASIC プログラム

```

27      2.0518      2.7707
28      2.0484      2.7633
29      2.0452      2.7564
30      2.0423      2.7500
=====
T( 4, 0.05)= 2.7764

```

[実行結果]

<2> 母平均の仮説検定(両側)

*帰無仮説 H0:「 $\mu=180$ 」

*対立仮説 H1:「 $\mu < 180$ 」

```

有意水準(危険率)= 1 %
母平均           = 180
標本数           = 9
自由度           = 8
標本平均         = 178
標本標準偏差     = 3
標本分散         = 9

```

<t-分布表>

自由度	5%点	1%点
1	12.7060	63.6750
2	4.3027	9.9248
3	3.1825	5.8409
4	2.7764	4.6041
5	2.5706	4.0321
6	2.4469	3.7074
7	2.3646	3.4995
8	2.3060	3.3554(*)
9	2.2622	3.2498
10	2.2281	3.1693
11	2.2010	3.1058
12	2.1788	3.0545
13	2.1604	3.0123
14	2.1448	2.9768
15	2.1315	2.9467
16	2.1199	2.9208
17	2.1098	2.8982
18	2.1009	2.8784
19	2.0930	2.8609
20	2.0860	2.8453
21	2.0796	2.8314
22	2.0739	2.8188
23	2.0687	2.8073
24	2.0639	2.7969
25	2.0595	2.7874
26	2.0555	2.7787
27	2.0518	2.7707
28	2.0484	2.7633
29	2.0452	2.7564
30	2.0423	2.7500

```

=====
T( 8, 0.01)= 3.3554

```

```

T=(XBAR-M0)*s/SQR(F)=178.00 - 180.00/3.000/SQR( 8)= 1.8856
T= 1.8856<= 3.3554より

```

有意水準 1 %で帰無仮説 H0:「母平均 = 180.0000」を採択する。

```

100 rem STAT30
110 rem< 管理図 >
120 cls:lprint
130 lprint "[実行結果]":lprint
140 input "標本はいくつありますか":H
150 input "検査数はいくつありますか":N
160 dim P(H),NP(H)
170 for I=1 to H
180 print using "##";I::input "不良率 pを入力せよ":P(I)
190 print "DATA - CHECK":print "-----"
200 print using "##>#.###";I:P(I)
210 print "正(Y) or 誤り(N)":input ANS$
220 if ANS$="Y" or ANS$="y" then 230 else 180
230 next I
240 WP=0:WNP=0
250 for I=1 to H
260 WP=WP+P(I)
270 NP(I)=N*P(I)
280 WNP=WNP+NP(I)
290 next I
300 print "-----"
310 lprint "=====
320 print " 標本番号      検査数      不良率      不良品の個数 "
330 print " 標本番号      検査数      不良率      不良品の個数 "
340 print "-----"
350 lprint "=====
360 for I=1 to H
370 print using " ##>          ###          #.##          ##.##";I:N:P(I):NP(I)
380 lprint using "##>          ###          #.##          ##.##";I:N:P(I):NP(I)
390 next I
400 print "-----"
410 lprint "=====
420 print using "合計          #####          ##.##          #####.##";N*H:WP:WNP
430 lprint using "合計          #####          ##.##          #####.##";N*H:WP:WNP
440 PBAR=WP/H:QBAR=1-PBAR:G=3*sqr(PBAR*QBAR/N)
450 PBAR=WP/H:QBAR=1-PBAR:G=3*sqr(PBAR*QBAR/N)
460 print "-----"
470 lprint "=====
480 print "-----"
490 lprint "=====
500 print "          p-管理図          np-管理図 "
510 lprint "          p-管理図          np-管理図 "
520 print "-----"
530 lprint "=====
540 print using " 中心線          =#.#####          =###.###";PBAR:PBAR*N
550 lprint using " 中心線          =#.#####          =###.###";PBAR:PBAR*N
560 print using " 上部限界線          =#.#####          =###.###";PBAR+G:(PBAR+G)*N
570 lprint using " 上部限界線          =#.#####          =###.###";PBAR+G:(PBAR+G)*N
580 print using " 下部限界線          =#.#####          =###.###";PBAR-G:(PBAR-G)*N
590 lprint using " 下部限界線          =#.#####          =###.###";PBAR-G:(PBAR-G)*N
600 print "-----":print
610 lprint "===== ":lprint
620 C=0
630 for I=1 to H
640 if P(I)>PBAR+G or P(I)<PBAR-G then 650 else 660
650 P(I)=0 :C=C+1
660 next I
670 for I=1 to H
680 if P(I)=0 then print using "標本番号(###)は限界線よりはみでる":I
690 if P(I)=0 then lprint using "標本番号(###)は限界線よりはみでる":I
700 next I
710 WP=0:WNP=0
720 for I=1 to H
730 WP=WP+P(I)
740 NP(I)=N*P(I)
750 WNP=WNP+NP(I)
760 next I
770 PBAR=WP/(H-C):QBAR=1-PBAR:G=3*sqr(PBAR*QBAR/N):print:print:stop
780 print "-----"
790 lprint "=====
800 print " 標本番号      検査数      不良率      不良品の個数 "
810 lprint " 標本番号      検査数      不良率      不良品の個数 "
820 print "-----"

```

統計教育のための BASIC プログラム

```

830 lprint "=====
840 for I=1 to H
850 if P(I)=0 then 860 else 880
860 print using "##>          工程に異常があるので除く      ":I
870 lprint using "##>          工程に異常があるので除く      ":I:goto 900
880 print using "##>          ###          #.##          ##.##":I:N:P(I):NP(I)
890 lprint using "##>          ###          #.##          ##.##":I:N:P(I):NP(I)
900 next I
910 print "-----"
920 lprint "=====
930 print using "合計          #####          ##.##          #####.##":N*H:WP:WNP
940 lprint using "合計          #####          ##.##          #####.##":N*H:WP:WNP
950 print "-----"
960 lprint "===== ":lprint
970 print "-----"
980 lprint "=====
990 print "          p-管理図          np-管理図 "
1000 lprint "          p-管理図          np-管理図 "
1010 print "-----"
1020 lprint "=====
1030 print using "  中心線          =#.#####          =###.###":PBAR:PBAR*N
1040 lprint using "  中心線          =#.#####          =###.###":PBAR:PBAR*N
1050 print using "  上部限界線          =#.#####          =###.###":PBAR+G:(PBAR+G)*N
1060 lprint using "  上部限界線          =#.#####          =###.###":PBAR+G:(PBAR+G)*N
1070 print using "  下部限界線          =#.#####          =###.###":PBAR-G:(PBAR-G)*N
1080 lprint using "  下部限界線          =#.#####          =###.###":PBAR-G:(PBAR-G)*N
1090 print "-----"
1100 lprint "=====
1110 end

```

【実行結果】

標本番号	検査数	不良率	不良品の個数
1>	100	0.11	11.0
2>	100	0.09	9.0
3>	100	0.15	15.0
4>	100	0.11	11.0
5>	100	0.22	22.0
6>	100	0.14	14.0
7>	100	0.07	7.0
8>	100	0.10	10.0
9>	100	0.06	6.0
10>	100	0.02	2.0
11>	100	0.11	11.0
12>	100	0.06	6.0
13>	100	0.09	9.0
14>	100	0.18	18.0
15>	100	0.07	7.0
16>	100	0.10	10.0
17>	100	0.08	8.0
18>	100	0.11	11.0
19>	100	0.14	14.0
20>	100	0.21	21.0
21>	100	0.16	16.0
22>	100	0.04	4.0
23>	100	0.11	11.0
24>	100	0.08	8.0
25>	100	0.09	9.0
合計	2500	2.70	270.00
=====			
p-管理図		np-管理図	
=====			
中心線	=0.1080	=	10.800
上部限界線	=0.2011	=	20.111
下部限界線	=0.0149	=	1.489
=====			

標本番号(5)は限界線よりはみでる

標本番号(20)は限界線よりはみでる

標本番号	検査数	不良率	不良品の個数
1>	100	0.11	11.0
2>	100	0.09	9.0
3>	100	0.15	15.0
4>	100	0.11	11.0
5>	工程に異常があるので除く		
6>	100	0.14	14.0
7>	100	0.07	7.0
8>	100	0.10	10.0
9>	100	0.06	6.0
10>	100	0.02	2.0
11>	100	0.11	11.0
12>	100	0.06	6.0
13>	100	0.09	9.0
14>	100	0.18	18.0
15>	100	0.07	7.0
16>	100	0.10	10.0
17>	100	0.08	8.0
18>	100	0.11	11.0
19>	100	0.14	14.0
20>	工程に異常があるので除く		
21>	100	0.16	16.0
22>	100	0.04	4.0
23>	100	0.11	11.0
24>	100	0.08	8.0
25>	100	0.09	9.0
=====			
合計	2500	2.27	227.00
=====			

p-管理図		np-管理図	
中心線	=0.0987	=	9.870
上部限界線	=0.1882	=	18.817
下部限界線	=0.0092	=	0.922

6. おわりに

統計理論の教育で重要なことは、仮説を作り、その仮説を実験によって学生に検証させ、それによって仮説の正当性、真為を判定させ、修正させたりすることを通して統計理論を学習させて行くことである、と考えられる。コンピュータを利用すれば、統計理論の複雑なシュミレーションが容易にでき、仮説の検証が短時間に可能になるというメリットがある。さらに、パソコンを使えば、パソコンと対話しながら学生の能力にあわせて個別学習が可能となり、多種多様な問題解決の方法を発見学習させることが可能になるというメリットがある。

C A I が今日の教育の欠陥を解決し、きめの細かい個人の能力にあわせることが可能な教育支援システムとして脚光を浴びるようになってから十数年が経過している。しかし、C A I が本当に大きな成果をあげた、あげているという例、文献はあまりみあたらないが、上記のメリットを確信し、今後もパソコンを使った統計教育の方法についての研究を継続したい。

参考文献

- 1) 安藤明之：愛知学泉大学経営研究第1巻第1号「わが国における情報処理教育の進展」1988年2月，P95～P114
- 2) 宮川公男：実教出版「経営統計入門」1982年7月
- 3) 宮川公男：実教出版「経営数学入門」1974年7月，P123～P155
- 4) 宮川公男：有斐閣「基本統計学」1972年12月
- 5) 百合本茂：槇書店「経済・経営のためのパソコンBASIC入門」1984年10月
- 6) 宮崎正俊訳：日刊工業新聞社「パソコンBASICによる経営コンピューティング」1984年7月
- 7) 奥村晴彦：技術評論社「パソコンによるデータ解析入門」1985年10月
- 8) 横尾尚志：日刊工業新聞社「ポケコンによる需要予測プログラミング」1984年8月
- 9) 横尾尚志：日刊工業新聞社「ポケコンによるデータ解析プログラミング」1984年2月
- 10) 大滝厚：東海大学出版会「パソコンBASIC統計解析」1984年2月
- 11) 大崎紘一：同文書院「ベーシックプログラムによる統計手法」1982年7月
- 12) MOSHE BEN-HORIN & HAIMLEVY: RANDOM HOUSE BUSINESS DIVISION 'BUSINESS STAISTICS' 1983

13) LEONARDA. MARASCUILO: FREEMAN 'STATSTICAL METHODS FOR THE
SOCIAL AND BEHAVIORAL SCIENCES, 1988

14) 拙著：權歌書房「統計学マニュアル」1986年4月
(愛知学泉大学経営学部助教授)

(愛知学泉大学経営学部 助教授)

昭和63年10月25日受理