

# マイクロコンピュータによる統計解析

——地方自治体の社会福祉財政関係データを用いて——

坂 田 周 一

本資料は、昭和56年度文部省科学研究費補助金（奨励研究A）による資金援助を受けて現在続行中の研究「地方自治体の社会福祉予算における意思決定の計量的研究」のための分析ツールとして作成したものの一部である。

（なお、本資料に掲載したプログラムの無断転載を禁じます。）

## 目 次

はじめに

### O マイコン BASIC の限界

I データ・ファイルの作成（プログラム1）

II データと分析プログラムとのリンク（プログラム2）

III 分布統計量と度数分布とグラフ（プログラム3）

IV 関連マトリクスと X-Y プロッターと回帰分析（プログラム4）

V 質的データのクロス集計とカイ2乗・クramer係数（プログラム5）

おわりに

## はじめに

マイクロコンピュータの普及によって、コンピュータによる統計解析が個人の机上で日常的に行えるようになった。これは、データとプログラムを持参して計算機センターに依頼するバッチ処理方式の面倒な手続きから解放されることを意味するので、サンプル数が50, 100, 200といった程度の大きさのデータを日常的に処理する必要のある研究者にとって大きな救いである。

しかし、マイコン利用の場合、ユーザーがみずからプログラマとなってプログラムを組まなけれ

ばマイコンは走らない。プログラム言語が障壁になってマイコン利用が広がらないのも大きな損失であろう。そこで、プログラム言語について何の知識ももたない人でもマイコンによる統計解析ができるようにするために、アプリケーション・プログラムを発表することにした。なお、プログラムの実行にあたっては、地方自治体の社会福祉財政関係の実際のデータを用いている。

アプリケーション・プログラムである以上、特定の機種と言語仕様を予定している。機種はシャープ・パーソナルコンピュータ MZ-80 B, 言語仕様は倍精度 BASIC インタプリター SB-5620 に基づく。テープ・ベースの BASIC であることをおことわりしておく。システムの拡張は基本的に必要としないように各プログラムを作成した。しかし、第IV節で X-Y プロッターを作成する関係から、どうしてもグラフィック RAM ページ1を拡張することになった。なお、本機種でユーザーが自由に使用できる記憶容量は64キロ・バイトである。

## O マイコン BASIC の限界

プログラム言語には事務処理向の COBOL とか科学計算向の FORTRAN をはじめとした各種の言語がある。BASIC もその一つである。Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code の略称であるが、この言語は事務処理も科学計算もできるうえに入門者用として習得も容易であること、結果の出力が FORTRAN のように面倒でないこと、実数と整数を区別しなくてもよいことなどのいろいろの利点をもつことから、現在ほとんどのマイコンで使用できる言語である。

しかし、マイコンで使用できる BASIC は、大型コンピュータで使用できるトップ・レベルの BA-

SICにくらべて機能に限界があることも事実である。現在、統計学の教科書のなかには統計量の数理的説明を行うばかりでなく同時に BASIC による計算プログラムを併記して解説を加えているものがある。これは、実際家にとって極めて有益な書物である。しかしながら、これらの書物で用いられている BASIC 言語は大型コンピュータの TSS ターミナルでの利用を予定したものが多い。この種の BASIC は BASIC のなかでも最も高い機能をもったものであるため、マイコン・レベルの BASIC では対応できず、せっかくの良書が無益になる場合がでてくる。具体例を示そう。

BASIC の最も大きな魅力は行列演算機能をもつことだと思う。少なくとも多変量解析にとってこの機能の役割は大きい。次に示すプログラムは 3 次の正方行列  $A$

$$A = \begin{bmatrix} 2 & 2 & 1 \\ 0 & 3 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

の逆行列  $A^{-1}$  を求めるためのものである。こんな小さな行列でも実際に逆行列を計算するとなると実に面倒なことはご承知のとうりである。しかし、プログラムは極めて簡単である。

```
10 REM キ`ャクキ`ョウレツ
20 DATA 2,2,1,0,3,0,1,2,1
30 DIM A(3,3),B(3,3)
40 MAT READ A(3,3)
50 MAT B=INV(A)
60 MAT PRINT B
70 END
```

この秘密は、MAT 文である。上記のプログラムの 40 行、50 行、60 行で MAT 文を使用しているが、40 行は 20 行の DATA 文に書かれた行列  $A$  の要素を読み込み、50 行でその逆行列を計算し、60 行で結果を出力する。しかし、マイコンの BASIC では、この便利な MAT 文が使えない。したがって、マイコンでは同じことを実行するために別のプログラムを工夫しなければならない。

そこで、これと同じ内容のものをマイコン向けに MAT 文を使わずに書いたのが次に示すプログラムである。

```
10 REM キ`ャクキ`ョウレツ
20 DATA 2,2,1,0,3,0,1,2,1
30 DIM A(3,3),B(3,3)
36 N=3
40 FOR I=1 TO N
50 FOR J=1 TO N
60 READ A(I,J)
70 NEXT J
80 NEXT I
90 FOR K=1 TO N
100 P=1/A(K,K)
110 FOR J=1 TO N
120 B(J)=A(K,J)*P
130 A(K,J)=B(J)
140 NEXT J
150 FOR I=1 TO N
160 IF I=K THEN 240
170 Q=A(I,K)
180 IF Q=0 THEN 240
190 FOR J=1 TO N
200 IF J=K THEN 220
210 A(I,J)=A(I,J)-Q*B(J)
220 NEXT J
230 A(I,K)=-P*Q
240 NEXT I
250 A(K,K)=P
260 NEXT K
270 FOR I=1 TO N
280 FOR J=1 TO N
290 PRINT A(I,J);
300 NEXT J
305 PRINT
310 NEXT I
320 END
```

行列要素の読み込み

逆行列の計算

結果の出力

マイコンでは MAT 文が使えないので、その代わりに FOR 文というものを使っている。このためプログラムも計算時間も長くなる。先のプログラムとこのプログラムの対応は次のとうりである。先のプログラムの 40 行に相当するのがここでは 40 行から 80 行まで、50 行に相当する逆行列の計算が 90 行から 260 行まで、60 行の出力に相当するのが 270 行から 310 行までである。

マイコン BASIC はこのように機能が劣るため、プログラムが複雑になる。しかし、計算ができないということではないとすると、マイコンのための細かなプログラミングのテクニックを積み重ねていくことが肝要である。価格面で極めて有利なコンピュータをいかに上手に利用すればよい

かということである。

筆者がこの資料の発表を思いついた理由は、統計解析関係の BASIC によるアプリケーション・プログラムがほとんど発売されていないということがひとつあるが、いまひとつは、プログラミング・テクニックの情報交換に資するためである。大方のご助言・ご批判を乞う次第である。

なお、以下では5つのプログラムを発表したが、ここでは、基本統計量の計算と2変量の解析、しかも記述統計のレベルに限定した。この他に、多変量解析、時系列分析および推測統計のレベルを計画しているが、これは次回に譲ることにした。

## I データ・ファイルの作成

### (プログラム1)

コンピュータにデータをインプットする方法には3通りのものがある。

1つは、プログラムの中に DATA 文を使ってあらかじめ書き込んでおく方法。先に示した逆行列のプログラムがこれに当たる。

2つめは、INPUT 文を使って、キーボードから直接入力する方法である。

3つめは、データをあらかじめカードやテープやディスクなどの外部記憶装置を用いてこれに記

憶させファイルを作成・保存しておいて、必要に応じて必要なデータを読み込ませる方法である。

通常は、3通りの方法のうちどれか一つを選んで用いるのではなく、用途に合わせて適切に組み合わせて用いる。

統計解析の場合、分析されるべきデータをプログラムの中書き込むのではなく、プログラムから切り離してファイル化しておくのが有利である。プログラムの中書き込んでしまうと、同じプログラムで異なるデータを処理したり、同じデータを異なるプログラムで処理する必要があるたび毎に、データやプログラムを書き換えなければならない。これは実に“しんどい”ことであり、実際、全く“やる気”が起らない。キーボードから入力する場合も同じである。この場合、プログラムを書き変える必要はないけれども、処理のたび毎に同じデータを入力しなければならず、全く“しんどい”。“これでは何のためのコンピュータか”と思いたくなる。したがって、最も有利な方法は、データを分析プログラムから切り離してテープなどにファイルとして保存したうえで、任意に必要なデータを必要な分析プログラムにリンクするやり方となろう。この関係は図1に示すとうりである。

図1 データファイルと分析プログラムの関係

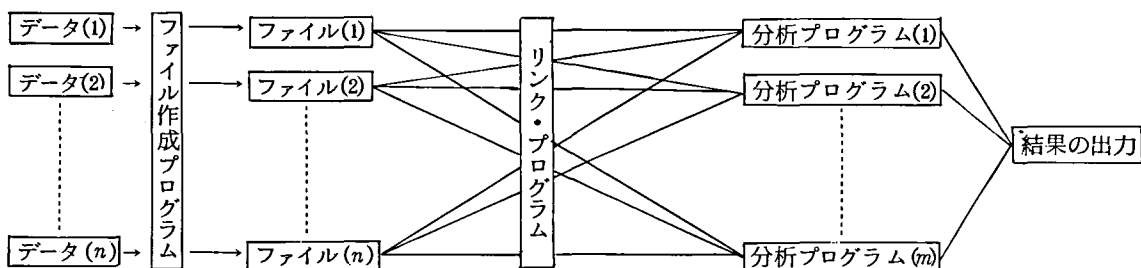


図1によれば、分析プログラムによって結果が出されるまでに、(1)ファイル作成プログラム、(2)リンク・プログラム、(3)分析プログラムの3種類

のプログラムが必要である。本節では、(1)のファイル作成プログラムを紹介する。

プログラム1がそれである。

## プログラム 1 の説明

## プログラム 1 〈データファイルの作成〉

```

1 REM [ 707-6 1       テーブル / プログラムのデータ ]
3 GRAPHIC=CONSOLE$0,24;PRINT"テーブル - プログラミング : PRINT"プログラム [1] データベース"
4 GETR:=IFR=0THEN#
5 REM -----[プログラムの名前]-----
6 PRINTCHR$(6)=INPUT"ファイル名 " ;Z%
8 GRAPHI1,C,O1:LINEO,40,0,128,300,128,300,40,0,40 :CONSOLES6,19
10 INPUT"データベース名 ";F$:INPUT"プログラムの長さ N=" ;N :INPUT"データの長さ M=" ;M
40 PRINT"1)データをロードする : PRINT"2)データベースを削除する : INPUT"データベースを削除するか?";A:PRINT
60 IF A=1 THEN INPUT"データベースの名前 Yes=1 No=2 ";B :Y%= "Yes"
62 IF(B=1)*(N<>"")GOTO8
70 IF A=2 THEN INPUT"データベースの名前 ";C :B=2      :Y%= "No"
71 IF B=1 THEN D=1:DIMB$(N);GOTO80
74 PRINT:PRINT"1)";Y%;"データベースの名前 : PRINT"2)データベースを削除するか?";:INPUT"データベースを削除するか?";D
80 DIMA(N,M),A$(M):CONSOLE $0,24
84 GRAPHI1,C,O1:LINE40,0,40,199,152,199,152,0:LINE72,0,72,199:LINE40,8,152,B
86 PRINTTAB(10);"データベース ?":CONSOLES2,24
88 FORJ=1TOM:PRINTTAB(8-LEN(STR$(J)));J;:INPUT" ";A$(J):NEXTJ
95 CURSOR20,20:INPUT"データベースの名前?";X:IFX=1THEN100
96 GOSUB400
100 CONSOLE $0,24 :B=1
102 IF (B<>"")*(D=1) THEN A$="Yes"
104 IF D=2 THEN A$="No"
106 IF (A=2)*(D=2) THEN C$="Yes"
108 IF (A=1)*(D=2) THEN C$="No."
114 ON D GOTO116,150
116 REM -----[プログラムの名前]-----
118 FORI=1TON :ON B GOTO 120,124
120 READA$ :B$(I)=A$ :PRINT"   No. ";A$ :GOTO126
124 PRINT"   No. ";A$;I
126 CONSOLES2,24:FORJ=1TOM:PRINTTAB(8-LEN(STR$(J)));J;:INPUT" ";A(I,J):NEXTJ
130 CURSOR20,20:INPUT"データベースの名前?";X:IFX=1THEN140
134 GOSUB400
140 CONSOLES0,24:NEXTI:GOTO190
150 REM -----[データベースの名前]-----
154 FORJ=1TOM:PRINT"   ";C$;"   ";A$;J:CONSOLES2,24:FORI=1TON
155 IF A=2 THEN E=I+C-1
156 IF A=1 THEN E=I
158 PRINTTAB(8-LEN(STR$(E)));E;:INPUT" ";A(I,J):NEXTJ
159 CURSOR20,20:INPUT"データベースの名前?";X:IFX=1THEN170
166 GOSUB400
170 CONSOLES0,24:NEXTJ
190 REM -----[Write]-----
192 GRAPHIC:PRINTCHR$(6);"Computer is writing the data to tape."
210 WOPEN:PRINT/TZ%,F$,N,M,A,B,C,D :FORJ=1TOM:PRINT/TA$(J):NEXTJ
213 ON D GOTO214,254
214 IF B=1 THEN FORI=1TON:PRINT/TR$(I):NEXTI

```

```

220 FORI=1TON:FORJ=1TON:PRINT/TA(I,J):NEXTJ,I:GOTO256
254 FORJ=1TON:FORI=1TON:PRINT/TA(I,J):NEXTI,J
256 CLOSE:REW:END
399 REM -----【タイタイ 97"ル-チン】-----
400 CURSOR20,20:INPUT"マチカ"イ / カズ"ハ"?":X
401 FORK=1TOX:CURSOR20,21:INPUT"マチカ"イ / ハ"ンコ"ウ ";Y:CURSOR20,22:PRINTY;
402 IF 6=1THEN 405
403 INPUT"=";A$(Y) : GOTO 407
404 IF A=2 THEN Y=Y-C+1
405 IF D=1 THEN INPUT"=";A(I,Y)
406 IF D=2 THEN INPUT"=";A(Y,J)
407 RETURN
500 DATA#.#カイト"ウ,7オヒリ,47テ,ミチ",7キチ,マカ"チ,77シマ,イハ"チ",トチ",7"ンマ,94チマ,チハ",トウキョウ,カチカ"ワ
505 DATAニカ"チ,トチマ,イナカワ,774,マツシ,チカ"ノ,キ"フ,シズ"チカ,74チ,ミエ,シカ",チヨウト,チチチカ,ヒョウコ",チラ,7カチマ,トキトリ
510 DATAシマズ,チチマ,ヒヨシマ,ママ"チ,トウシマ,カチ"ワ,ヒトメ,コチチ,77チカ,チカ",チカ"チチ,7マヒト,チチイチ,ミチチ"チ,カコ"シマ,チチチ

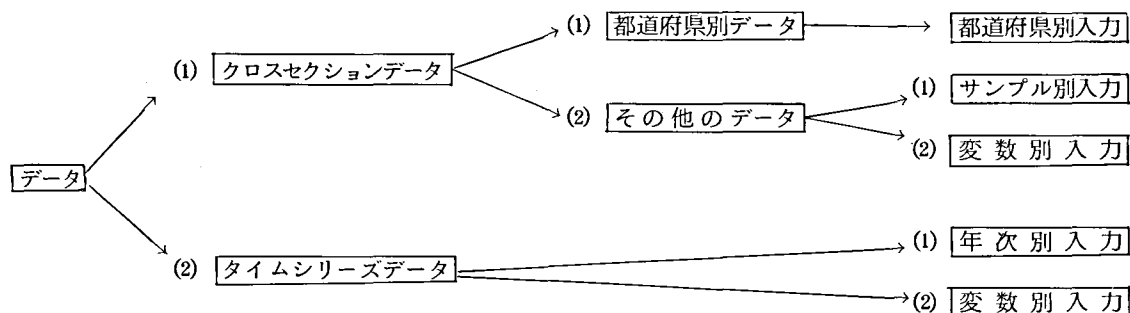
```

図2 〈データマトリクス〉

変数 サンプル	1	2	-----j-----	m
1	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{1j}$	$A_{1m}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
i	$A_{i1}$	$A_{i2}$	$A_{ij}$	$A_{im}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
n	$A_{n1}$	$A_{n2}$	$A_{nj}$	$A_{nm}$

このプログラムは、図2のようなサンプル $n$ 個、変数 $m$ 個からなる多変量データマトリクスをカセットテープに記録してデータファイルを作成するものである。プログラムは同時に《ファイル作成の日付、ファイルの名前、サンプルの個数、変数の個数、変数の名前、データの性質、入力順序》をテープに記録する。また時系列データの場合にはデータの開始年、都道府県別データの場合には都道府県名がテープに記録される。このうちデータの性質とはクロスセクション・データかタイムシ

図3 データ入力順序の選択



リーズ・データか、クロスセクションの場合都道府県別か否かという意味である。これは、図3に示したように分岐点ごとに選択を求めてくるので1又は2の数字キーを押せばよい。入力順序は大別してサンプル（年次）別入力と変数別入力に分け

られる。これがデータの性質と組み合わせあって図3の最右欄に示す5通りの選択肢に至る。コンピュータでは、データマトリクスの入力行ベクトル又は列ベクトルを一組として行われる。つまり図2でいえば行ベクトルとは図2の横の行、列

ベクトルとは縦の列である。この両者は入力  
の順序が完全に逆になるわけであるが、このプログラム  
ではいずれの順序にも対応できるようにした。  
というのは、社会調査などのように調査票がサン  
プルごとに作成されている場合には行ベクトルご  
と（サンプル別）の入力が便利であるし、表1の  
ようにデータの一覧表が作成されている場合でも  
変数の個数が多い場合には列ベクトルごと（変数  
別）の入力が便利であるから、何れか一方だけを  
採用するのはファイル作成プログラムとして汎用  
性に欠けると判断したためである。これによって、  
あらゆるタイプの数値データのファイル作成がで  
きる。なお、1つの変数についてクロスセクショ  
ナルに時系列データが作成されることがあるが、

この場合は年次又は月次などの系列を縦の列に置  
いて変数とみなせばよい。

なおサンプルの個数は最大 255 まで可能。

変数の個数も最大 255 まで可能であるが、メモ  
リーの使用状態によって制限される。メモリー許  
容量を超えるとプログラムの実行が中止される。  
サンプル数を最大 255 に設定した場合、変数は 10  
個ぐらいいにとどめておいた方が安全である。サン  
プル数を少なくすれば変数を多くすることができ  
る。

変数の名前は、10 文字以内にとどめておいた方  
があとあと便利である。

### プログラム 1 の実行

表 1 （データ 1）都道府県の民生費と人口

（単位 100万円：100人）

	歳 出 総 額	民 生 費	児 童 福祉費	老 人 福祉費	人 口	19歳以下 児童人口	65歳以上 老齢人口
北海道	1228308	70940	13862	13545	55564	17072	4370
青森県	369718	23634	6522	3364	15185	4808	1357
岩手県	355641	21977	5556	3387	14068	4289	1374
宮城県	364172	22301	6904	3225	20719	6246	1787
秋田県	341421	19562	4993	3643	12694	3570	1351
山形県	324617	12938	4247	2017	12510	3520	1459
福島県	439615	18393	5444	3249	20262	6156	2094
茨城県	423052	22532	6276	3822	25586	7981	2368
栃木県	319603	17041	6215	2441	17986	5514	1652
群馬県	322528	17690	6128	3275	18413	5687	1833
埼玉県	582414	30589	10774	6102	54002	18231	3327
千葉県	571538	24590	9377	3879	47234	15379	3301
東京都	2620243	197538	55437	51825	115896	32597	8667
新潟県	685088	31335	9947	6766	69240	22016	4291
富山県	548478	20274	7592	4455	24366	7098	2652
石川県	250313	10142	4613	2352	10909	3157	1215
福井県	254484	11947	4819	2849	11092	3292	1137
山梨県	203383	10341	3478	2062	7902	2307	930
長野県	190959	10934	3100	2379	8005	2478	915
岐阜県	412597	22916	6069	5249	20788	5966	2500
静岡県	353109	15233	5686	3270	19474	6077	1893
愛知県	494010	20232	7740	4154	34530	10610	3144
岐阜県	853061	41444	12998	9942	62499	20465	4544
三重県	306650	17531	4129	2731	16907	5078	1856
滋賀県	229622	11385	3636	2400	10825	3443	1077
京都府	324273	19373	4619	3586	25097	7593	2508
大阪府	1033876	62303	18065	24428	85037	27154	6210
兵庫県	730967	35557	10550	10445	51593	15957	4671
奈良県	201011	14695	3650	3014	12085	3779	1088
和歌山県	234140	22053	4574	3126	10883	3125	1304
徳島県	192339	10745	3747	2252	6081	1692	747
香川県	248025	14629	3810	3695	7889	2198	1066
愛媛県	351211	20096	5851	3917	18718	5529	2229
高知県	448250	27510	9096	6038	27417	8346	2880
福岡県	317848	17887	5180	4655	15735	4443	1859
佐賀県	227278	18382	5211	3265	8324	2372	967
熊本県	202316	15053	3534	3512	9875	2789	1181
大分県	301069	18326	5155	4253	15055	4453	1763
宮崎県	276383	17961	4207	3377	8354	2283	1121
鹿児島県	649562	67432	9249	7992	45665	13759	4352
沖縄県	217139	13288	3495	2823	8608	2617	1018

カ*ヤ	348812	28046	7344	5006	15960	5132	1696
マ*ト	372291	27994	7277	5701	18042	5244	2102
オ*イ	286235	15435	4884	3620	12113	3495	1477
ミ*ヤ	278795	16444	4730	3385	11548	3505	1257
カ*シ	422449	33529	8011	6826	17505	5013	2271
マ*ワ	240816	14738	5012	2511	10927	4096	877

出所) 地方財政統計年報および昭和55年国勢調査

では表1のデータをカセットテープに記録することにしよう。操作は極めて簡単でありRUN [CR]とキー入力すればモニタ(テレビ)画面が画面I-1のように写し出される[CR]とはキャリッジ・リターン・キーのことで、このキーを押すことによってコンピュータは命令を理解する。RUNはプログラムの実行命令である。あとは画面の指示に従って必要な情報を入力すればよい。

画面I-1に従ってテープを交換したら[1]を押す。次の瞬間、画面は日付等をたずねてくるので答えてやればよい。画面I-2はその結果である。

次に変数名を要求するので10文字以内程度で変数名を入力する。画面I-3がその結果である。入力が正しければ[1]を押す、誤入力があれば訂正のために[2]を押す。次に数値データの入力を求め

画面I-3 変数名の入力

変数名 ?	
1	ヤシヨリ
2	ミヤ
3	オイト
4	ミヤノ
5	ミヤ
6	19-ミヤ
7	65-ミヤ

訂正 ?

画面I-4 数値データの入力

No.	数値データ
1	3258303
2	70940
3	13862
4	13545
5	55564
6	17072
7	4370

訂正 ?

訂正 ?

訂正 ?

てくるので「ホッカイドウ」から順に入力する。入力が終われば訂正の有無を求めてくる。画面I-3では変数1が誤入力になっているので訂正している。訂正が終ると同時に「アオモリ」と表示するので青森のデータを入力する。同じ要領で「オ

画面I-1 テープ交換

テープ 交換

トリカ

画面I-2 初期設定

1981.10.23

ファイル名 1978, 1980

ファイル名 N=47

変数名 M=7

1) 1978, 1980

2) 1978, 1980

1 Yes=1 No=2 1

キナワ」の入力が終るとテープが自動的に回転してデータが記録される。

以上がプログラム1の実行例である。プログラム言語に知識のない人の利用を考えて、画面の指示に従って進行すれば目的が達成されるようにしたつもりである。

## II データと分析プログラムのリンク (プログラム2)

ファイルに納められたデータを分析するためには、テープからデータを読み出してコンピュータ内部の記憶装置に移さなければならない。プログ

ラム2はそのためのものである。文番号10でデータの日付、ファイルの名前、サンプルの個数、変数の個数、データの性質、入力順序などを読み出す。文番号16と20で入力順序の判断を行ない、それに応じて、サンプル（都道府県、年次）別に入力されたデータは文番号30によってデータを読み取り、変数別に入力されたものについては文番号40によって読み取る。データの読み取りが終ると文番号50によってファイルを閉じてテープは巻き戻される。

データの読み取りが終ると文番号52以降によってデータの説明が画面に表示される。画面

### プログラム2 <データのリンク>

```

1 REM [ プログラム2 データのリンク 資料のリンク 入力データのリンク ]
2 GRAPHIC:CONSOLEC80
3 PRINTCHR$(6),"デ-タ リンク ニ カタリ":PRINT"トリカテラ [1] カタリ"
4 GETR:IFR=0THEN4
5 REM -----[ヨミトリ]-----
6 PRINTCHR$(6);" Computer is reading the data":PRINT
7 ROPE
10 INPUT/TZ$,F$,N,M,A,B,C,D:DIMA(N,M),A$(M)
14 FORJ=1TOM:INPUT/TA$(J):NEXTJ
16 IF B<>1 GOTO 20
18 DIMB$(N):FORI=1TON:INPUT/TB$(I):NEXT
20 ON D GOTO30,40
30 FORI=1TON:FORJ=1TOM:INPUT/TA(I,J):NEXTJ,I:GOTO 50
40 FORJ=1TOM:FORI=1TON:INPUT/TA(I,J):NEXTI,J
50 CLOSE:REW
52 REM -----[デ-タ リンク]-----
60 PRINTCHR$(6):CONSOLEC80
62 IF A=1 THEN Y$="70年代"
63 IF A=2 THEN Y$="71年代"
64 IF B=1 THEN Y$="トータル"
65 C$=STRING$(1,38):PRINTC$
70 PRINT"デ-タ リンク " ;Z$:PRINT"ファイル名 " ;F$:PRINT"サンプル数 " ;N
71 PRINT"変数数 " ;M:PRINT"コ-デ-タ リンク " ;Y$:PRINT"デ-タ"
72 IFA=1THENPRINT:PRINTC$:GOTO80
73 PRINT"デ-タ リンク " ;C$ ;" コ-デ-タ " ;C+N-1 ;" コ-デ-タ " :PRINTC$
80 PRINT" デ-タ リンク " :PRINTC$:FORJ=1TOM
82 IF(J)=11)$(J)<=21)THENCURSORM14,J-1
83 IFJ=21THENCURSORM27,J-11
84 PRINTJ;" " ;A$(J):NEXTJ:PRINTC$
90 GOSUB 500
500 PRINT"カ-タリ [OK] カタリ"
504 GET G$:IF G$<>"O" THEN GOTO 504
508 RETURN

```



II-1 がそれである。これは、大量のファイルを作成したとき、読み込まれたデータが目的のデータであるかどうかを確認するためのものである。

このプログラムは **RUN [CR]** 命令だけですべて自動的に実行される。

ところで、このプログラムは分析プログラムに必須の補助プログラムであるから、分析プログラムは、このプログラムに続けて例えば文番号 100 番から書き始めればよい。以下では、統計解析の中でも最も基本的と考えられる分布統計量、相関・回帰分析、質的データのクロス集計とカイ 2 乗・クラマー係数の分析プログラムを紹介する。

画面 II-1 データの説明

データ / ヒスト	1981.10.23
ファイル / ファイル	ミシイ 1978, シンゴ 1980
サンプル / サイズ	47
変数 / 変数	
1 シンゴ 774	
2 ミシイ	
3 シンゴ 777	
4 シンゴ 777	
5 シンゴ	
6 19-シンゴ	
7 65+シンゴ	
OK / 77774	

III 分布統計量、度数分布およびグラフ (プログラム 3)

プログラムの説明

(1) 分布統計量

分布統計量には表 2 に示すようにいろいろのものがある。測度の役割によって分類すれば、代表値、散布度、歪度、尖度となり、算出方法で分類すればモーメント系と分位数系およびその他となる。モーメント系とは平均値からの偏差の積和を中心を求めるもので最も一般的に使用されているものである。分位数系とはデータを大きさの順に

表 2 主な分布統計量

	モーメント系	分位数系統	その他
代表値 (中心位置)	算術平均	メジアン	幾何平均 調和平均 モード
散布度 (ひろがり)	分散 標準偏差 平均偏差 変動係数	レンジ 四分位レンジ 十分位レンジ 四分位偏差 四分位変動係数	
歪度 (ゆがみ)	(積率)歪度	四分位歪度 十分位歪度	ピアソンの歪度
尖度 (とがり)	(積率)尖度	(分位)尖度	

並べて求めるものである。ここでは表 2 のうち最もポピュラリティーをもつと思われる算術平均、標準偏差、変動係数、メジアンを求めこれにデータの最大値と最小値を追加した。

歪度や尖度を求めるのは容易であるが現実にもその数値の大きさを評価するのは難しい。(積率)歪度については 0 より大きい小さいか、(積率)尖度については 3 より大きい小さいかといった程度の数字の読み方しかないのが一般であろう。もしそれだけのことであれば、算術平均とメジアンを比較した方が分布の形を判断するのに実際的な意味があるように思う。すなわち、算術平均よりもメジアンの方が大きければ分布は負に歪んでいるのであり、算術平均よりもメジアンの方が小さければ分布は正に歪んでいることがわかる。これに最大値と最小値が分かれば分布の形はほぼ判断できるだろう。

散布度は標準偏差と変動係数だけにとどめた。分布の広がりを知るには標準偏差は絶対必要である。多変量間で分布の広がりを比較するにはやはり変動係数が必要である。

プログラム 3 では、まずメジアンと最大値と最小値を求めるために、文番号 102 から 109 でデータを小さい順に並べかえている。最大値と最小値は後に度数分布の分析で度数をカウントする時にも必要になるので、ここでは思いきってもとの配列の内容をこわして小さい順に並べ変えている。

プログラム 3 <分布統計量，度数分布>

```

00 REM [ 7°07'76 3 7°77° 7°77°7 7°77° / 7°77° ]
01 DIM S(M,6),C(20)
02 REM [7°-7 / 7°7°7]
03 FOR I=1 TO N-1 :FOR J=1 TO M
04 IF A(I,J)>A(I+1,J) THEN K=A(I,J):A(I,J)=A(I+1,J):A(I+1,J)=K
05 NEXT J,I
06 FOR I=1 TO N-2 :FOR J=1 TO M
07 IF A(I,J)>A(I+1,J) THEN 103
08 NEXT J,I
09 IF A(I,J-1)>A(N-1,J-1) THEN 103
110 REM [7°77° 7°77°7 / 7°77°]
112 FOR J=1 TO M:S1=0:S2=0:S3=0:S4=0 :S(J,4)=A(I,J) : S(J,6)=A(N,J)
114 IF N=INT(N/2)*2 THEN S(J,5)=(A(N/2,J)+A(N/2+1,J))/2:GOTO120
118 S(J,5)=A((N+1)/2,J)
120 FOR I=1 TO M :S1=S1+A(I,J) :S2=S2+A(I,J)*A(I,J) :NEXTI:S1=S1/N
122 S2=SQR(S2/M-S1*S1):S3=S2/S1*100 :S(J,1)=S1:S(J,2)=S2:S(J,3)=S3 :NEXTJ
145 REM [7°77° / 7°77°7]
146 PRINTCHR$(6);"[";F$;"] / 7°77°": D$=STRING$("-",10)
147 FORJ=1TO6:PRINTD$;" ";:NEXTJ:PRINTD$
148 FORI=1TO2:PRINTTAB(10);"|";:FORJ=1TO6:READ A$
149 PRINTTAB((11+11*J)-LEN(A$));A$;:NEXTJ:PRINT:NEXTI
150 FORJ=1TO6:PRINTD$;" ";:NEXTJ:PRINTD$:FORJ=1TOM :PRINTA$(J); :FOR K=1 TO 6
154 PRINT TAB(10*K);"|";:PRINT USING"#####.";S(J,K);:NEXT K :PRINT
155 IF J=M THEN 158
156 FORK=1TO6:PRINTD$;" ";:NEXTK:PRINTD$
158 NEXTJ: FORJ=1TO6:PRINTD$;" ";:NEXTJ:PRINTD$: GOSUB500
160 DATA 7°77°,7°77°,7°77°,7°77°,7°77°,7°77° |", "7°77° |"
161 DATA|"","|", "
170 REM [7°77° / 7°77°]
172 PRINTCHR$(6);"7°77°7° / 7°77°":PRINT:PRINT "7°77°7° 7°77°7°":PRINT
174 FOR J=1 TO M:PRINT J;") ";A$(J):NEXTJ:PRINT :INPUT"7°77°7° = 7°77° ";J :PRINT
178 INPUT"7°77° / 7°77° 7°77° 7°77° ";C:IFC>20THEN178
182 D=(S(J,6)-S(J,4))/C:R=0:FOR K=1 TO C:C(K)=0:NEXT K :FORK=1TOC :FORI=1TON
186 IF(A(I,J)>S(J,4)+D*K-D)*(A(I,J)<(S(J,4)+D*K)) THEN C(K)=C(K)+1
187 NEXTI
188 IF K=C THEN C(C)=C(C)+1
189 NEXT K :PRINTCHR$(6)
190 REM [7°77° 7°77°7]
191 PRINT[";A$(J);"] / 7°77°7°7°7° :L$=STRING$("-",17):U$=STRING$("-",6)
192 PRINTL$;" ";:FOR I=1TO3:PRINT U$;" ";:NEXT I :PRINT U$
193 PRINT " | 7°77° | % | 7°77° | % "
194 PRINT " 7°77° 7°77° | | | 7°77° | "
198 PRINTL$;" ";:FOR I=1TO3:PRINT U$;" ";:NEXT I :PRINT U$
200 FOR K=1 TO C :R=R+C(K):GOSUB 300
201 PRINT USING"#####";C(K);"|";:PRINT USING"####.";C(K)/N*100+.05;"|";
202 PRINT USING"#####";R ;"|"; :PRINT USING"####.";R/N*100+.05:NEXTK
206 PRINTL$;" ";:FOR I=1TO3:PRINT U$;" ";:NEXT I :PRINT U$
207 PRINT " 7°77° |";:PRINT USING"#####";N;"|";" 100.0 |"

```

```

209 PRINTL$;"^";:FOR I=1TO3:PRINT U$;"^";:NEXT I :PRINT U$ :GOSUB 500
210 REM-----【ヒストグラム】-----
220 PRINT CHR$(6);"[";A$(J);"]" / ヒストグラム: U2$=STRING$("-",50)
222 PRINTL$;"^";U2$:FOR K=1 TO C:GOSUB 300 :H$=STRING$("-",C(K)):PRINTH$
226 NEXTK: PRINTL$;"^";U2$:GOSUB500
230 REM-----【ヒステシスグラフ】-----
231 PRINTCHR$(6); "[";A$(J);"]" / ヒステシスグラフ :PRINTL$;"^";U2$
234 R=0: FOR K=1 TO C:R=R+C(K):GOSUB 300:H$=STRING$("-",R):PRINT H$
236 NEXTK: PRINTL$;"^";U2$ :GOSUB 500:GOTO 170
300 PRINT USING"#####";S(J,4)+D*K-D;" ~ ";
301 PRINT USING"#####";S(J,4)+D*K;"|";:RETURN
500 PRINT"カクニシテラ 【OK】 テキスト"
504 GET G$:IF G$<>"0" THEN 504
508 RETURN

```

データを並べかえたあと、文番号 110 から 122 で分布統計量を求めて 2 次元配列 S (J,K) に格納している。それぞれの測度は次のとおりである。

算術平均  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$

標準偏差  $s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - \bar{x}^2}$

変動係数  $c_v = \frac{s}{\bar{x}} \times 100(\%)$

メジアン (Me) nが偶数の時

$$Me = (x_{n/2} + x_{n/2+1}) / 2$$

nが奇数の時

$$Me = x_{(n+1)/2}$$

ただし  $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$

## (2) 度数分布表とグラフ

文番号 170 から 189 で度数をカウントしている。カウントの方法は、最大値と最小値の差（範囲，レンジ）をクラスの数で割って間隔を求め、各クラスの下限以上，上限未満に属するサンプルを IF 文によって判断させるやり方である。クラスの数 は 20 を最大にした。20 までならいくつでもよいし，最も適切な度数分布が得られるまで何度でもクラスの数を変えて度数分布表を作成できるようにした。

ここでは度数分布，相対度数分布，累積度数分布，相対累積度数分布を同時に表示するようにした。

文番号 210 から 226 でヒストグラムを作成。

文番号 230 から 236 で累積度数分布グラフを作成している。

画面Ⅲ-1 分布統計量一覧

【ミシシピ1978,シブツ1980】 / アラビヤ						
	平均値	標準偏差	変動係数	最小値	最大値	範囲
アラビヤ	445738.4	385913.6	86.5	190959.0	341421.0	2620243.0
ミシシピ	26700.3	28513.6	106.7	10142.0	19373.0	197538.0
シブツ	7506.2	7678.7	102.2	3100.0	5556.0	55437.0
アラビヤシブツ	5740.6	7733.4	134.7	2017.0	3586.0	51825.0
シブツ	24875.8	22455.6	90.2	6081.0	16907.0	115896.0
19-シブツ	7608.7	6898.9	90.6	1692.0	5078.0	32597.0
65+シブツ	2249.7	1542.0	68.5	747.0	1787.0	8667.0
カクニシテラ 【OK】 テキスト						

画面Ⅲ-2 変数とクラスの指定

トスワツツ / フンビキ

ハツコウヲ シテイナリ

1) イイシツキ  
2) ミンビ  
3) シトクツツ  
4) ムツツツツ  
5) シツツ  
6) 19-シツツ  
7) 65+シツツ

フハツニ シツツ 2

ワス / スハ 47ニ シツツ 10

画面Ⅲ-3 度数分布表

【ミツビ】 / トスワツツツ					
イシツ	ミツ	トス	%	ミツ	%
10142 ~	28881	38	80.9	38	80.9
28881 ~	47621	5	10.6	43	91.5
47621 ~	66360	1	2.1	44	93.6
66360 ~	85100	2	4.3	46	97.9
85100 ~	103840	0	0.0	46	97.9
103840 ~	122579	0	0.0	46	97.9
122579 ~	141319	0	0.0	46	97.9
141319 ~	160058	0	0.0	46	97.9
160058 ~	178798	0	0.0	46	97.9
178798 ~	197538	1	2.1	47	100.0
ゴツツ		47	100.0		
カツツツ 【OK】 ツツツ					

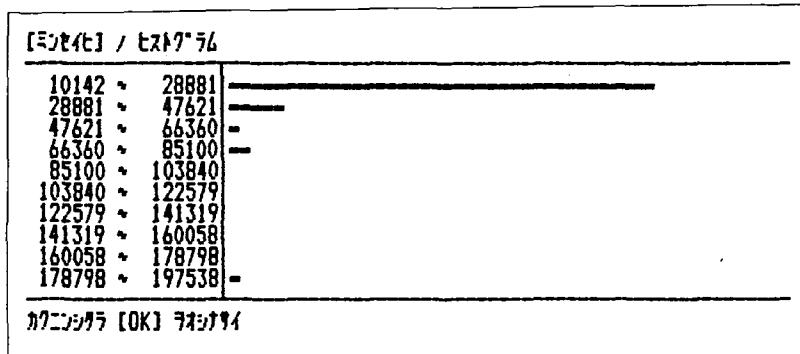
データはすでに順序化されているので、わずかなプログラムの追加によってローレンツ曲線を描くことができるけれどもここでは割愛した。

#### プログラムの実行

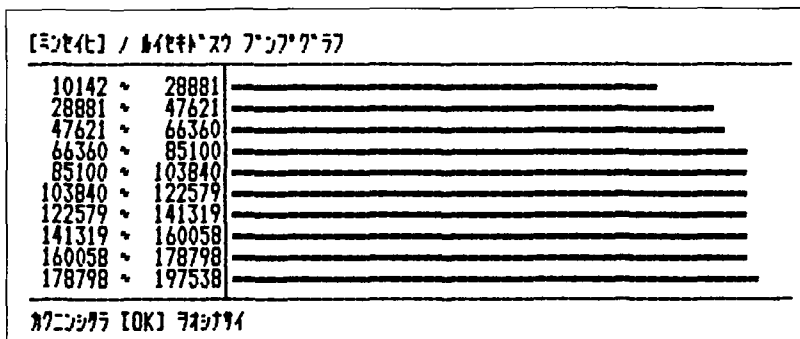
プログラムは、まずデータの記録されたカセット

トテープをセットして RUN **CR** と実行命令をすれば自動的にテープが回転してデータが読み込まれる。読み込み終了後画面Ⅱ-1と同じものが表示されるので確認した後 OK とキーインすればよい。数分間データの並べかえを行ったのち、画面Ⅲ-1が表示される。すなわち各変数の分布統計量

画面Ⅲ-4 ヒストグラム



画面Ⅲ-5 累積度数分布グラフ



一覧である。画面Ⅲ－１をみると、いずれの変数も算術平均がメジアンを大幅に上回っておりかなり正に歪んだ上方に裾の長い分布であることが予想できる。つまり、値の極めて大きい少数のサンプルがあるために分布がゆがんでいるわけである。

また変動係数をみると、歳出計が86.5%であるのに対して社会福祉関係支出はいずれも100%を超えており、都道府県間で社会福祉関係支出に大きなバラツキのあることがわかる。特に老人福祉費は変動係数が134.7%と極めてバラツキが大きい。

こうして分布統計量を確認したらOKとキーインすれば画面Ⅲ－２が表示される。度数分布をみるための変数の指定とクラスの数の指定を求めるわけである。ここでは2番の民生費について度数分布を見ることとし、クラスの数に10にすることにしよう。クラスの数に10と指定すると時を移さず画面Ⅲ－３が表示される。これによって、47都道府県の80.9%が民生費288億8,100万円未満であることや、97.9%が851億円未満であることなどがわかる。

度数分布表を確認したらOKをキーインすれば画面Ⅲ－４が表示される。これは通常のヒストグラムを横にたおした形である。これによって正に歪んだ非対称分布であることが視覚で確認できる。さらにOKをキーインすると画面Ⅲ－５が表示されて累積度数分布グラフを見ることができる。ちなみに、データの読み込みから、画面Ⅲ－５の出力までのすべての計算と出力に要した時間は、全部で5分42秒である。

確認したらOKを押すと再び画面Ⅲ－２が表示され、変数を変えるなり、クラスの数を変えて何度でも度数分布の確認ができる。すべての結果をみたければ、変数の数×クラスの数すなわち7×20=140回くり返せばよいが、実行を中止したければ割り込みボタンによって中止できる。

#### Ⅳ 相関マトリクス、X-Yプロッター、回帰分析（プログラム4）

(1)画面Ⅲ－１の分布統計量一覧でみたように、都道府県の歳出総額、民生費、児童福祉費、老人福

祉費共に極めて大きなバラツキのあることが明らかになった。なぜこのようなバラツキが生ずるのだろうか。この問題への一つのアプローチが相関分析である。もちろん、各都道府県はそもそも人口の大きさが異なるから歳出規模にバラツキがあるのは当然という考え方もあるだろう。しかし、これは調べてみなければわからないことである。そこで相関マトリクスを作成する必要がある。

(2)さて、作成された相関マトリクスを解釈する場合注意しなければならないことは、相関係数は線形関係の強さと方向しか示さないという点である。もし仮に、相関係数の値が0に近い場合でも両変数間に何らの関係もないと即断することはできない。線形関係がないだけであって、非線形関係があるかもしれないからである。これを確認するためには是非とも散布図を作成しなければならない。

(3)次にかなり強い相関関係が確認された場合2変数間の構造を確認するために、最小2乗法によって回帰直線を推定する必要がある。

#### プログラム4の説明

プログラム4は以上の3つの作業をわずかの時間ですべて行うことができる。

(1)相関マトリクスは文番号108から123で計算される。相関係数Rの定義は

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

であるが、マトリクスを計算するため、ここでは次の手順で計算を進めている。

文番号112 総和ベクトルの計算

文番号116-118 積和マトリクスの計算

文番号120 平均修正積和マトリクスの計算

文番号122-123 相関マトリクスの計算

(2) 文番号125から147で相関マトリクスを出力する。ここではPRINT USING文を用いていないのでこの機能をサポートしていないBASICを使

用している者の参考になると思う。まず文番号 138 によって相関係数の値を 1000 倍して四捨五

入し、その結果を文字変数 R\$に変換する。これは  
小数第 3 位まで出力するための準備である。さら

プログラム 4 <相関マトリクス, 散布図, 回帰分析>

```

100 REM [ 7*07*54 4      ヲカ 7*07*54      7*07*54      7*07*54 ]
104 DIM B1(M),B2(M,M),R(M,M)
108 REM [ ヲカ 7*07*54 / 7*07*54 ]
110 PRINT CHR$(6); " ヲカ 7*07*54 7*07*54"
112 FOR J=1 TO M : FOR I=1 TO N : S1=S1+A(I,J) : NEXT I : B1(J)=S1 : S1=0 : NEXT J
116 FOR J=1 TO M : FOR L=1 TO M : FOR I=1 TO N
118 S2=S2+A(I,J)*A(I,L) : NEXT I : B2(J,L)=S2 : S2=0 : NEXT L,J
120 FOR J=1 TO M : FOR L=1 TO M : B2(J,L)=B2(J,L)-(B1(J)*B1(L)/M) : NEXT L,J
122 FOR J=1 TO M : FOR L=1 TO M
123 R(J,L)=B2(J,L)/SQR(B2(J,J))/SQR(B2(L,L)) : NEXT L,J
125 REM [ ヲカ 7*07*54 / 7*07*54 ]
126 PRINT CHR$(6); "[ ; F ; ] " / ヲカ 7*07*54
128 L$=STRING$("-",7*M):K$=STRING$("-",10):PRINT K$;"_";L$
129 PRINT " 7*07*54 ";TAB(10);"|";
130 FOR J=1 TO M : A$=LEFT$(A$(J),5):PRINT TAB(7*J+10-LEN(A$));A$; : NEXT J
134 PRINT : PRINT K$;"_";L$
138 FOR J=1 TO M:PRINTA$(J);TAB(10);"|";:FOR L=1 TO M:R$=STR$(INT(R(J,L)*1000+.5))
139 IF (R(J,L)>0)*(LEN(R$)=2) THEN R$="0"+R$
140 IF (R(J,L)>0)*(LEN(R$)=1) THEN R$="00"+R$
141 IF (R(J,L)<0)*(LEN(R$)=3) THEN R$=LEFT$(R$,LEN(R$)-2)+"0"+RIGHT$(R$,2)
142 IF (R(J,L)<0)*(LEN(R$)=2) THEN R$=LEFT$(R$,LEN(R$)-1)+"00"+RIGHT$(R$,1)
143 R$=LEFT$(R$,LEN(R$)-3)+ "."+RIGHT$(R$,3):IF J=L THEN R$=" "
144 PRINTTAB(7*L+10-LEN(R$));R$; : NEXT L :PRINT
145 IF L=M THEN 147
146 PRINT TAB(10);"|":NEXTJ
147 PRINT K$;"_";L$ :GOSUB 500
150 REM [ 7*07*54 / 7*07*54 ]
151 FOR J=1 TO M: FOR I=1 TO M:A(I,0)=A(I,J):NEXTI
152 FOR I=1 TO M-1
153 IF A(I,0)>A(I+1,0) THEN K=A(I,0):A(I,0)=A(I+1,0):A(I+1,0)=K
154 NEXT I
155 FOR I=1 TO M-2 : IF A(I,0)>A(I+1,0) THEN 152
156 NEXT I
158 IF A(1,0)>A(M-1,0) THEN 152
159 R(J,0)=A(N,0) :NEXTJ
160 REM [ X-Y 7*07*54 ]
161 GRAPH1,C : PRINTCHR$(6)
162 PRINT " 7*07*54 / 7*07*54":PRINT:PRINT"(X)7*07*54 (Y)7*07*54 / 7*07*54 7*07*54":PRINT
163 FOR J=1 TO M : PRINTJ;" ";A$(J):NEXTJ :PRINT
164 INPUT"X 7*07*54 = ";X : INPUT"Y 7*07*54 = ";Y :XM=R(X,0):YM=R(Y,0)
165 PRINTCHR$(6);" (";A$(X);")";" " ; "(";A$(Y);")"
166 GRAPH1,C ,01 : LINE 0,0,0,199,199,199
167 FOR I=1 TO N: XS=199*A(I,X)/XM :YS=199-199*A(I,Y)/YM :SET XS,YS :NEXTI
168 CURSOR 52,4:PRINT " ヲカ 7*07*54 = ";R(X,Y)
169 CURSOR 52,8:PRINT "X = ";A$(X):CURSOR 52,9:PRINT "Y = ";A$(Y)

```

```

262 CURSOR 52,10:PRINT "X / 947"イ "=";XM:CURSOR 52,11:PRINT "Y / 947"イ "=";YM
264 CURSOR52,23 : GOSUB500
265 REM——【Xイ フォ7ン / 75ハ】——
266 CURSOR 55,0: PRINT"Xイ フォ7ン"
268 B=B2(X,Y)/B2(X,X) :A=B1(Y)/N-B*B1(X)/N
269 S=0:FORI=1 TO N:YE=A(I,Y)-(A+B*I(X)):S=S+YE*YE:NEXT I:S=SQR(S/N)
270 IF (199-199*A/YM<0)+(199-199*A/YM>16383)THEN 280
271 IF (199-199*(A+B*X)/YM<0)+(199-199*(A+B*X)/YM>16383)THEN 280
272 LINE0,199-199*A/YM,199,199-199*(A+B*X)/YM
280 CURSOR 52,2
282 IF B<0 THEN PRINT "Y=";A;" ";B;" X"
283 IF B>0 THEN PRINT"Y=";A;" "+";B;" X"
284 CURSOR 52,5:PRINT"Xイ Yイ = ";R(X,Y)^2:CURSOR 52,6:PRINT "ヒョウジノミ"イ = ";S
290 CURSOR52,23:GOSUB 500 :GOTO250 :END
500 PRINT"Xニツタラ 【OK】 フォ7ン"
504 GET 6$:IF 6$<"0" THEN GOTO 504
508 RETURN

```

に文番号 143 で文字変数化された相関係数の右から 3 番目に小数点を付ける。次に数字を右にそろえて出力するために、文番号 144 で TAB 関数の値から文字変数 R\$ の長さの差を求めている。多くのマイコン BASIC では PRIN USING 機能をサポートしていないことを考えると、こうした細かいテクニックの積み重ねが重要である。

(3) 文番号 250 から 264 は散布図を作成するための X-Y プロッターである。MZ-80B には X 座標 320 ドット、Y 座標 200 ドットの高解像能力をもつグラフィック・ラムがオプションで用意されているので、これを用いて散布図を描いている。ここでは、X 座標、Y 座標とも最大 200 ドットの正方形の中に散布図を描くこととしている。

(4) 文番号 265 から 272 は回帰直線の当てはめである。回帰係数は文番号 120 ですでに求めている平均修正積和マトリクスを用いて文番号 268 で計算される。回帰式

$$\hat{y} = a + bx$$

の最小 2 乗法による  $a$ 、 $b$  の推定のための正規方程式は

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n y_i &= an + b \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i &= a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 \end{aligned}$$

であるから、これから回帰係数  $b$  を誘導すれば、

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i - \left( \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i \right) / n}{\sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2 / n}$$

となる。すべての変数の組み合わせについて上式の分母と分子に当るものがすでに文番号 120 で計算され、2 次元配列 B2 (J,L) のなかに納められているから、ここでは、該当する 2 変数の平均修正積和を呼び出してその比を求めればよいわけである。文番号 268 の  $B=B2(X,Y) / B2(X,X)$  がそれに当る。

定数項は、こうして得られた回帰係数  $b$  を用いて次式

$$a = \bar{y} - b \bar{x}$$

によって得られる。文番号 268 の  $A=B1(Y) / N - B * B1(X) / N$  がそれに当る。

さらに文番号 269 で方程式残差の標準誤差  $s$  が計算される。標準誤差の式は

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

である。

#### プログラム 4 の実行

データテープをセットして RUN [CR] すればテープが回転してデータを読み取る。読み取り終

画面Ⅳ－１ 相関マトリクス

【ミシシピ1978, ジ・ジョ1980】 / ヲウカ マトリクス							
ウズ	ミシシピ	ミシシピ	ジ・ジョ	ミシシピ	ミシシピ	19-ジ	65+ジ
ミシシピ		.965	.969	.955	.902	.865	.915
ミシシピ	.965		.970	.963	.822	.775	.851
ジ・ジョ	.969	.970		.976	.841	.797	.851
ミシシピ	.955	.963	.976		.837	.794	.858
ミシシピ	.902	.822	.841	.837		.996	.977
19-ジ	.865	.775	.797	.794	.996		.963
65+ジ	.915	.851	.851	.858	.977	.963	

カニンガム [OK] マトリクス

了後画面Ⅱ－１と同じものが表示されてデータを説明する。確認後 OK を押すと数秒後に画面Ⅳ－１の相関マトリクスが表示される。

画面Ⅳ－２ 変数の指定

ミシシピ / 1978

(X)ミシシピ (Y)ミシシピ / ミシシピ マトリクス

1)ミシシピ  
2)ミシシピ  
3)ジ・ジョ  
4)ミシシピ  
5)ミシシピ  
6)19-ジ  
7)65+ジ

X ミシシピ = 5  
Y ミシシピ = 2

画面Ⅳ－１をみると変数間の関係にいくつかの特徴のあることがわかる。① 7つの変数はいずれも相互にかなり強い正の相関関係にあること。② しかしながら、財政関係変数相互の内部相関はいずれも 0.96 以上の値であるのに対して、財政関係変数と人口関係変数との相関係数は一部を除いて 0.775～0.865 の範囲となっており、相関関係に比重の差があること。

以上の観察から、次のような新たな仮説を考える余地が出てくる。すなわち、歳出規模は人口に

規定され人口が大きくなると歳出規模も大きくなるが、民生費や老人福祉費や児童福祉費などの支出の配分になると人口に影響されるというより、支出配分に機械的で単純な方式が存在するのではないかという仮説である。さらに、相関係数の大きさから、配分ルールは、歳出合計の一定割合が民生費に配分され、さらに民生費の一定割合が老人福祉費や児童福祉費に配分されるのであり、これらの配分比率が全ての都道府県でほとんど変わらないのではないか、ということである。

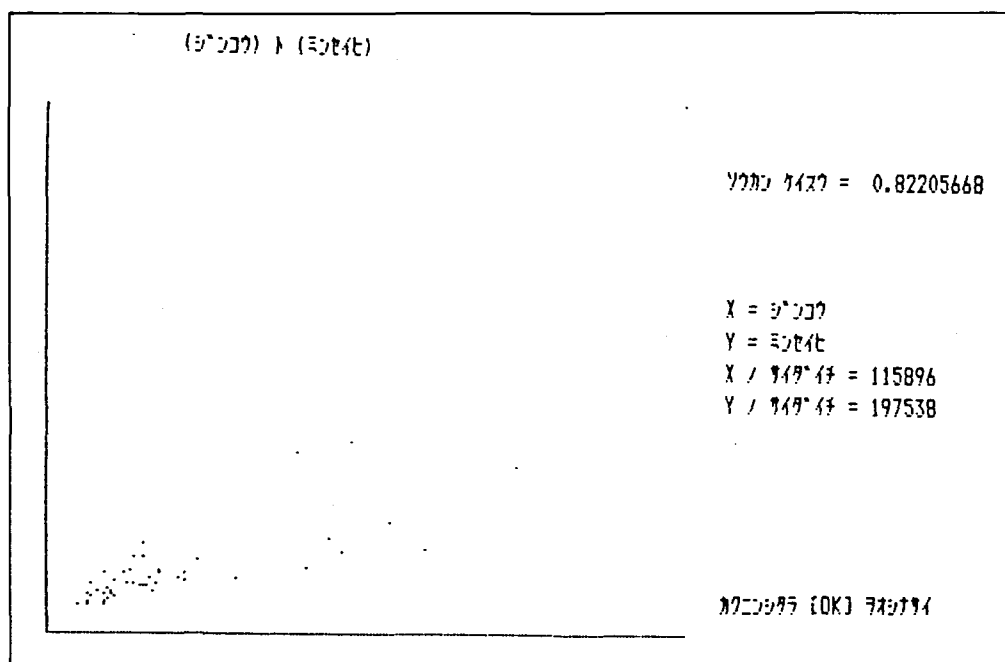
以上のように相関マトリクスを観察し終えたら OK を押すと画面Ⅳ－２が写し出される。散布図の作成のために、X 軸と Y 軸の変数の指定を求める画面である。ここでは X 軸に 5) の人口、Y 軸に 2) の民生費を指定している。番号の指定が終ると時を移さず画面Ⅳ－３の散布図が表示される。

この散布図では、X 軸の最右端に変数 X の最大値が位置し、Y 軸の最上端に変数 Y の最大値が位置するように作成されている。

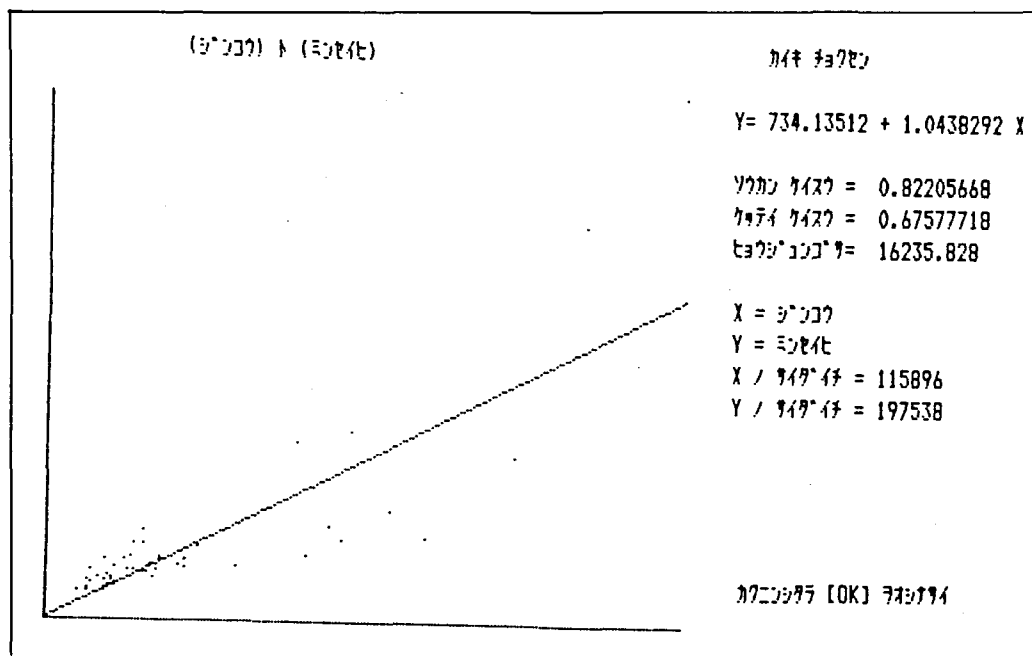
散布図を観察したら OK を押すと、画面Ⅳ－４が表示されて、散布図上に回帰直線が描かれ、同時に回帰直線の式と決定係数と方程式残差の標準誤差が出力される。これらの画面を観察すると、同じ人口規模でありながら民生費に大きな差をもつ自治体が相当数存在していることがわかる。つまり、人口ひとり当たり民生費が自治体によって異なるということである。こうして新たな研究への糸口が得られる。



画面Ⅳ-3 散布図



画面Ⅳ-4 回帰直線のあてはめ



画面Ⅳ-4を確認したらOKを押すと再び画面Ⅳ-2が表示されて無限にくり返すことができ

る。プログラムの実行を中止したいときは割り込みボタンを押せば中止する。ちなみに、データの

読み込みから画面IV-4の出力までに要した時間は6分44秒である。

## V 質的データのクロス集計, カイ2乗・クラマー係数 (プログラム5)

### プログラム5の説明

#### プログラム5 〈質的データのクロス集計〉

```

100 REM [ 7*07*76 5 シラキテ-7 / シュウキ 7カ7 シュウキ 7カ / 7イ7カ7 ]
101 DIM F(20,20)
102 REM -----[7イ7カ / シュウキ]-----
103 PRINTCHR$(6);"7カ / 777イ7カ / 7イ7カ7 シラキテ-7":PRINT
104 FOR J=1 TO M:PRINTJ;" ";A$(J);TAB(16);:INPUT A(0,J):NEXTJ
105 PRINT:GOSUB 500
110 REM -----[7イ7カ / シュウキ]-----
116 PRINTCHR$(6);"7カ7 シュウキ 7 シラキテ-7":PRINT:PRINT"7イ7カ / 7シラキテ-7"
117 PRINT: FOR J=1 TO M:PRINTJ;" ";A$(J):NEXTJ
118 PRINT:INPUT"7イ7カ(77)7イ7カ 7 シラキテ-7":J
119 INPUT"7イ7カ (77)7イ7カ 7 シラキテ-7":L
120 REM -----[シュウキ]-----
121 AN=A(0,J)+1 :BN=A(0,L)+1
122 FOR A=1 TO AN :FOR B=1 TO BN :F(A,B)=0 :NEXT B,A
124 FOR I=1 TO N :A=A(I,J) :B=A(I,L) :F(A,B)=F(A,B)+1 :NEXTI
130 REM -----[シュウキ7カ7 / 7カ7]-----
132 FOR A=1 TO AN-1:S=0 :FOR B=1 TO BN-1:S=S+F(A,B):NEXT B:F(A,BN)=S :NEXT A
134 FOR B=1 TO BN-1:T=0 :FOR A=1 TO AN-1:T=T+F(A,B):NEXT A:F(AN,B)=T :NEXT B
136 F(AN,BN)=N
140 REM -----[7カ7 / シュウキ]-----
142 PRINTCHR$(6);"[";A$(J);"] ^ [";A$(L);"]":L$=STRING$("-",6)
144 FOR B=1 TO BN :PRINTL$;"^";:NEXT B:PRINTL$ :PRINT"B:";LEFT$(A$(L),4);"]";
146 FOR B=1TOBN-1:PRINTTAB(B*7+6);"]";:NEXTB:PRINT:PRINT"A:";LEFT$(A$(J),4);
148 FOR B=1TOBN-1:PRINT USING"! B## ";B;:NEXTB:PRINT"! 7イ"
149 FORA=1TOAN:FOR B=1 TO BN:PRINTL$;"^";:NEXT B:PRINTL$
150 IF A<>AN THEN PRINTUSING" A## ";A;
151 IF A=AN THEN PRINT" 7イ ";
152 FOR B=1TOBN:PRINT USING"!### ";F(A,B);:NEXTB :PRINT :PRINTTAB(1);"(%) ";
153 FOR B=1TOBN :IF F(A,BN)=0 THEN 155
154 PRINT USING"!###.##";F(A,B)/F(A,BN)*100+.05;:GOTO156
155 PRINT"! ";
156 NEXT B :PRINT
159 NEXT A: FOR B=1 TO BN :PRINTL$;"^";:NEXT B:PRINTL$
160 REM -----[7イ7カ7 シラキテ-7]-----
162 X=0 :FOR A=1 TO AN-1 :FOR B=1 TO BN-1
164 IF (F(A,BN)=0)+(F(AN,B)=0) THEN 180
166 F=(F(A,B)-F(A,BN)*F(AN,B)/N)*(F(A,B)-F(A,BN)*F(AN,B)/N)
168 X=X+F(A,BN)/F(AN,B)*N:NEXTB,A
170 IF AN<BN THEN CR=SQR(X/N/(AN-2))
171 IF AN>BN THEN CR=SQR(X/N/(BN-2))
172 IF AN=BN THEN CR=SQR(X/N/(AN-2))
175 CURSOR7+7*BN,1+3*AN:PRINTUSING "7イ7カ" =###;(AN-1)*(BN-1)
176 CURSOR7+7*BN,2+3*AN:PRINTUSING "7イ7カ7" =###.## ";X

```

```

177 CURSOR7+7*BN,3+3*AN:PRINTUSING "7777 7777 =##.###"; CR :PRINT:GOTO 200
180 PRINT"カ23"ヨウ カイ2777":GOTO200
200 GOSUB 500
210 GOTO 110
500 PRINT"カ2ニシテラ 【OK】 ラカシヤイ"
504 GET G$:IF G$(">") THEN GOTO 504
508 RETURN

```

プログラム5は社会調査データなどの名義尺度ないし順序尺度で測定されたデータを集計して連関表を作成するとともに、属性相関の測度としてポピュラリティをもつカイ2乗とクラマー係数を計算する。

各アイテムのカテゴリ数は最大20まで設定できる。カテゴリ数が20以上になる時は、文番号101のDIM文で設定された2次元配列F(20, 20)の20を適当な数に書き直せばよい。

(1) まず集計であるが、これは文番号120から124に当る。ここでクロス集計を行っているが、このポイントは、124行の

```

124 FOR I=1 TO N :A=A(I,J) :B=A(I,L)
      :F(A,B)=F(A,B)+1 :NEXT I

```

という文である。集計した度数は2次元配列F(A, B)に納められて行くが、その納め方はこの文を研究されたい。

(2) 文番号160から172でカイ2乗とクラマー係数を計算している。162行から168行までがカイ2乗( $\chi^2$ )の計算である。 $\chi^2$ の定義は次のとおり。

いま2つのアイテムA, Bについてn個の観察値のr行s列の連関表を次のとおりとする。

	B <sub>1</sub> -----B <sub>j</sub> -----B <sub>s</sub>	計
A <sub>1</sub>	n <sub>11</sub> -----n <sub>1j</sub> -----n <sub>1s</sub>	n <sub>1.</sub>
⋮	⋮	⋮
A <sub>i</sub>	n <sub>i1</sub> -----n <sub>ij</sub> -----n <sub>is</sub>	n <sub>i.</sub>
⋮	⋮	⋮
A <sub>r</sub>	n <sub>r1</sub> -----n <sub>rj</sub> -----n <sub>rs</sub>	n <sub>r.</sub>
計	n <sub>.1</sub> -----n <sub>.j</sub> -----n <sub>.s</sub>	n

もしAとBとが互いに独立であれば、A, Bの同時確率、たとえば事象 $A_i \cap B_j$ の確率は乗法定理により

$P(A_i \cap B_j) = P(A_i)P(B_j)$ である。 $P(A_i)$ ,  $P(B_j)$ の推定値は $\frac{n_{i.}}{n}$ ,  $\frac{n_{.j}}{n}$ で与えられるから、同時確率の推定値は $n_{i.}n_{.j}/n^2$ となり、したがって連関表のi行j列の度数 $n_{ij}$ の期待度数は

$$n \times \frac{n_{i.}n_{.j}}{n^2} = \frac{n_{i.}n_{.j}}{n}$$

で与えられる。これはAとBとが独立の場合の事象 $A_i \cap B_j$ の期待度数である。したがっていまAとBとが無関係であるということを検定仮説とすれば、検定統計量カイ2乗 $\chi^2$ は次の式で計算される。

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{\left(n_{ij} - \frac{n_{i.}n_{.j}}{n}\right)^2}{\frac{n_{i.}n_{.j}}{n}}$$

なおr行s列連関表の場合カイ2乗の自由度は $(r-1)(s-1)$ である。

次にクラマー係数であるが、カイ2乗は定義によりnならびにカテゴリー数が大きくなればその値が大きくなる性質をもった量である。したがってカイ2乗のままでは複数の連関表相互で連関度の比較をすることができない場合が生ずる。このためカイ2乗の値をnならびにカテゴリー数で修正したものがクラマー係数といわれるものである。クラマー係数は完全関連の時1、完全無関連の時0となる量であり次のように定義される。

r, s: 連関表の行数と列数

k : rとsのうち小さい方の数

r = s ならば k = r = s

n : データ総数

とするとき、クラマー係数( $C_r$ )は

$$Cr = \sqrt{\frac{\chi^2}{n(k-1)}}$$

で定義される。

### プログラム5の実行

プログラム5を実行するために、まず表3のデータのファイルを作成しよう。表3は、長野県下の全市町村（122）で昭和56年度に実施している老人福祉単独事業の一覧表である。●印は実施していることを示す。このデータのファイルを作成するためには、まずコーディングが必要である。

1番から14番までの老人福祉事業については

実施 → 1

未実施 → 2

表3 昭和56年度長野県在宅老人福祉関係市町村単独事業 資料：県社会部老人国保課（昭和56年3月調べ）

市町村名	事業名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	食事サービス	入浴サービス	老人就業関係	教養関係	老人農園・菜園・果樹園等	老人向住宅の建設・確保関係	スポーツ関係	各種相談	趣味・娯楽関係	老人福祉大会・敬老会等開催	ボランティアの育成・助成等	各種税金・祝品支給	寿老・独居老人見舞金等支給	老人保健関係	財政力指数	
長野市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.73
松本市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.85
上田市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.71
岡谷市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.71
飯田市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.55
諏訪市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.95
須坂市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.49
小諸市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.48
伊那市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.58
駒ヶ根市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.51
中野市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.40
大町市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.59
飯山市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.28
茅野市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.53
塩尻市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.64
更埴市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.45
佐久市	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.48
白田町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.31

市町村名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
佐久町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.21
小海町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.23
川上村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.18
南牧村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.27
南相木村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.11
北相木村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.12
八千穂村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.19
軽井沢町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	1.46
望月町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.26
御代田町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.71
立科町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.28
浅科村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.17
北御牧村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.21
丸子町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.48
長門町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.21
東部町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.44
真田町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.32
武石村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.22
和田村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.16
青木村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.18
下諏訪町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.63
富士見町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.33
原村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.21
高遠町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.21
辰野町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.44
箕輪町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.44
飯島町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.31
南箕輪村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.36
中川村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.20
長谷村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.20
宮田村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.40
鼎町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.42
松川町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.31
高森町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.34
阿南町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.17
上郷町	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.42
清内路村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.07
阿智村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.25
浪合村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.21
平谷村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.18
根羽村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.13
下条村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.16
売木村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.10
天竜村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.22
泰阜村	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	0.16

市町村名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
喬木村		●								●		●			0.21
豊丘村										●		●	●	●	0.21
大鹿村		●								●		●			0.10
上村										●					0.07
南信濃村										●		●			0.11
木曽福島町										●		●	●		0.40
上松町												●			0.35
南木曽町										●		●	●		0.31
檜川村												●			0.26
木祖村										●		●			0.21
日義村		●								●		●	●		0.35
開田村										●		●	●		0.18
三岳村										●		●			0.36
王滝村										●		●		●	0.32
大桑村	●											●	●		0.41
山口村				●			●			●		●		●	0.22
明科町			●									●	●		0.30
波田村				●						●	●	●	●	●	0.36
四賀村												●	●	●	0.16
本城村										●		●			0.15
坂北村										●				●	0.13
麻績村		●		●			●			●	●	●	●		0.15
坂井村		●					●			●	●	●		●	0.15
生坂村												●	●	●	0.20
山形村												●	●	●	0.19
朝日村												●			0.16
豊科町				●	●					●	●	●			0.49
穂高町		●	●		●							●	●		0.52
奈川村										●		●			0.78
安曇村												●			0.86
梓川村		●										●			0.23
三郷村		●								●		●	●		0.28
堀金村										●		●			0.21
池田町		●													0.32
松川村		●										●			0.31
八坂村		●													0.10
美麻村												●			0.11
白馬村												●	●		0.64
小谷村												●			0.32
上山田町		●								●		●			0.52
大岡村												●			0.16
坂城町												●	●		0.54
戸倉町										●	●	●	●	●	0.48
小布施町										●		●			0.30
高山村												●	●	●	0.20

山ノ内町												●	●	●	0.55
木島平村		●										●	●	●	0.17
野沢温泉村		●												●	0.24
信州新町		●		●	●					●			●	●	0.21
豊野町													●	●	0.34
信濃町												●	●	●	0.49
牟礼村				●	●							●	●	●	0.38
三水村													●	●	0.17
戸隠村												●	●	●	0.19
鬼無里村				●									●	●	0.12
小川村		●		●									●	●	0.13
中条村		●											●	●	0.12
豊田村													●	●	0.19
栄村	●			●								●	●	●	0.11

のコードを与える。15番の財政力指数については、次の5つのクラスに分けてそれぞれ

- 0 以上 ～ 0.2 未満 → 1
- 0.2 ～ 0.4 → 2
- 0.4 ～ 0.6 → 3
- 0.6 ～ 0.8 → 4
- 0.8 以上 → 5

のコードを与える。さらに、市町村の制度区分を16番目として入力しよう。

- 市 → 1
- 町 → 2
- 村 → 3

のコードを与える。以上のコードを用いて表3のデータをコーディングし終えたら、プログラム1を使ってテープに記録する。

さて、ファイルが作成されたものとして、プログラム5を実行しよう。同じように **RUN [CR]** を命令するとテープが回転してデータが読み込まれ画面V-1が表示される。データが目的のデータであるかどうかを確認したらOKを押すと画面V-2が表示されて各アイテムのカテゴリー数の入力を求めてくる。入力が終わると画面V-3が表示され、クロス集計すべきアイテムの指定を求めてくる。ここでは、市町村別財政力指数の集計をしてみよう。アイテムを指定すると時を移さず画面V-4が出力されクロス集計表が完成する。同時に、カイ2乗、クラマー係数、自由度が出力

もちろん、プログラムを若干修正すれば、すべての組合せの集計表を自動的に連続的に出力させることができる。なお以上の計算・出力に要した時間は4分3秒である。

1)	ヨウジ <sup>1</sup> ・ギ <sup>2</sup> ・ヒス <sup>3</sup>	? 2
2)	コウヨウ <sup>1</sup> ・ギ <sup>2</sup> ・ヒス <sup>3</sup>	? 2
3)	ヨウヨウ <sup>1</sup>	? 2
4)	コウヨウ	? 2
5)	ノウ	? 2
6)	ジ <sup>1</sup> ・ヨウ <sup>2</sup>	? 2
7)	ジ <sup>1</sup> ・ヒス <sup>2</sup>	? 2
8)	ヨウ <sup>1</sup> ・ヒス <sup>2</sup>	? 2
9)	ヨウ <sup>1</sup> ・ヒス <sup>2</sup> ・ラ <sup>3</sup>	? 2
10)	ヨウヨウ <sup>1</sup>	? 2
11)	ヨウ <sup>1</sup> ・ラ <sup>2</sup> ・ヒス <sup>3</sup>	? 2
12)	ヨウ <sup>1</sup> ・ヒス <sup>2</sup>	? 2
13)	ヨウ <sup>1</sup> ・ヒス <sup>2</sup>	? 2
14)	ヨウ <sup>1</sup> ・ヒス <sup>2</sup> ・キ <sup>3</sup> ・ヨウ <sup>4</sup>	? 2
15)	ヨウ <sup>1</sup> ・ヒス <sup>2</sup> ・ヨウ <sup>3</sup>	? 5
	ヨウ <sup>1</sup> ・ヒス <sup>2</sup> ・ラ <sup>3</sup>	? 3

ヨウ<sup>1</sup>・ヒス<sup>2</sup>・ラ<sup>3</sup> [OK] ヨウ<sup>1</sup>・ヒス<sup>2</sup>・ラ<sup>3</sup>

カ7ニシタラ 【OK】 マオシタヤ

キョウ(コ)アイテム 11 チンパン テスカ 16  
レウ(ク)アイテム 11 チンパン テスカ 15

$$\begin{aligned} \text{シ}^{\circ} \text{171}^{\circ} &= 15 \\ \text{142シ}^{\circ} \text{ヨウ} &= 70.52 \\ \text{77マ 142マ} &= 0.537 \end{aligned}$$

画面 V - 5 出力例 (2)

【計算結果】 入力【データ、標準】			
B: データ A: 標準	B 1	B 2	クイ
A 1 (%)	6 16.7	30 83.3	36 100.0
A 2 (%)	5 10.4	43 89.6	48 100.0
A 3 (%)	6 24.0	19 76.0	25 100.0
A 4 (%)	4 44.4	5 55.6	9 100.0
A 5 (%)	3 75.0	1 25.0	4 100.0
クイ (%)	24 19.7	98 80.3	122 100.0
シフト = 10 1/2シフト = 14.34 757 747 = 0.342			
【OK】 74774			

おわりに

以上、5つのプログラムを紹介した。筆者は専門のプログラマーではないから、無駄の多いプログラムになっていると思う。大方のご助言、ご指導を乞う次第である。

(1981年11月5日)

# <参考文献>

- 1) personal Computer MZ-80B BASIC Language Manual, 1981
- 2) Personal Computer MZ-80B Double Precision T APE BASIC Manual, 1981
- 3) 石井正次著, 現代統計数理シリーズ1, データ解析の基礎, 1977, 森北出版
- 4) 森田優三著, 新統計概論, 1974, 日本評論社
- 5) 池田史著, 社会科学・行動科学のための数学入門 2, 統計的方法 I 基礎, 1976, 新曜社