

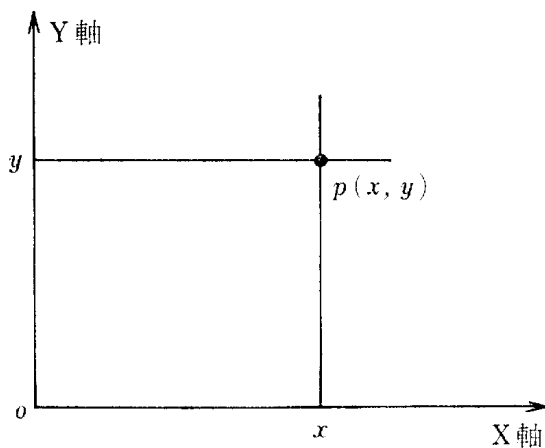
# 情報空間によるCAC数量化技法の研究

日 比 野 省 三

## 1. はじめに

前号にて、電子計算機の高速度処理能力を利用して新しい図形を創造する実験、すなわちCACD(Computer Aided Creative Design)について紹介してきた。本文では、CAC(Computer Aided Creation)の数量化技法として、情報空間の概念を導入し、似た特性同士を分類して、そこから新しい発想を得ていく実験の報告をおこなっていききたい。

## 2. 情報空間の導入



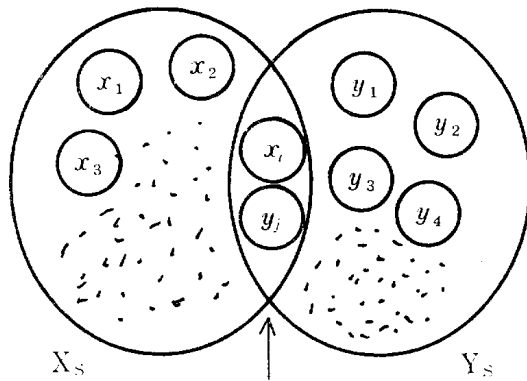
第1図 X—Y座標

第1図は、X—Y座標である。この場合、点PはX—Y平面上の $(x, y)$ の場所に位置していることを示している。そしてこの $x, y$ は原点0よりの距離を表わしている。そしてX軸上の $x$ の場所の位置より、垂直に引いた線上内の点ほどの点をとっても、X軸について $x$ の値

を示している。また、Y軸上の $y$ の位置からの垂線内の点についても同様のことがいえる。ここで、平面上の点Pの存在を集合の概念によって表わしてみる。

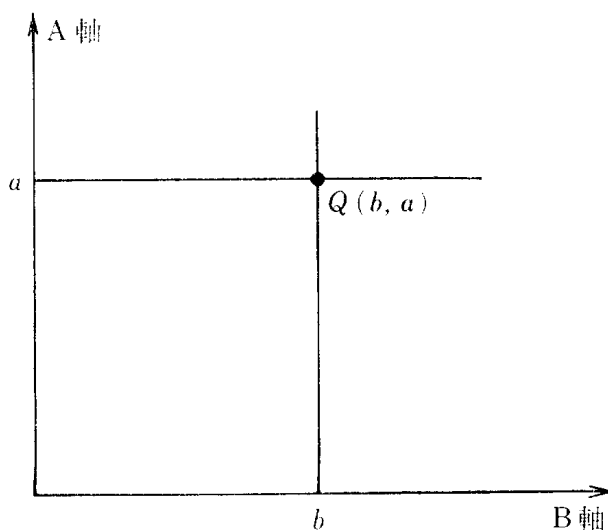
いま、平面上の点Pの存在を集合  $X_s = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots\}$  とし、Y軸上の点の集合  $Y_s = \{y_1, y_2, y_3, \dots, y_j, \dots\}$  として考える。集合  $X_s$  の要素  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i, \dots$  は、原点0よりX軸の点までの距離を表わしており、

集合  $Y_s$  の要素  $y_1, y_2, \dots, y_j, \dots$  は原点  $0$  より  $Y$  軸上の点までの距離を表わしている。ただし、これらの要素の数は、無限である。第2図は、点  $P$  の存在を集合  $X_s$  と集合  $Y_s$  によって図的に表わしたものである。



第2図  $X_s \cap Y_s$  (点  $P$  の存在)

いまここで前述の集合  $X_s$  と集合  $Y_s$  の要素である距離の代わりに個々の情報（ここでいう情報とは、主に言葉をさす）を導入し、情報でもって点の位置を表現することを考えてみる。つまり、集合  $X_s, Y_s$  の要素の占める場所を原点  $0$  よりその場所までの距離で表わすかわりに、「はさむ」「切る」などの情報で占めることとする。このように座標の距離的表現を脱して、位置点表現を重要視した座標を「情報座標」と定義し、その3次元的空间を「情報空間」と呼ぶことにする。



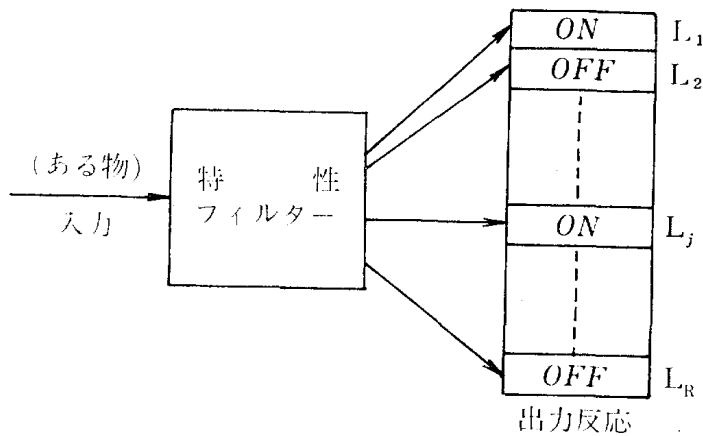
第3図 情報座標

つまり両集合  $X_s$  と  $Y_s$  の共通部分、すなわち集合  $X_s, Y_s$  の積集合  $X_s \cap Y_s = \{x_i, y_j\}$  が点  $P$  の存在する位置を表わしている。これは  $X$  軸上の  $x_i$  の位置からの垂線上にあり、かつ  $Y$  軸上の  $y_j$  の位置からの垂線上でもある位置に点  $P$  は存在するというを示している。

第3図は、情報座標で表わされており、 $a, b$  はそれぞれ情報である。それは、第1図の座標型の  $x, y$  に相当し、そこから出た垂線内の点は、 $a, b$  の概念が存在すると考える。そこで点  $Q$  は、 $A$  軸上の1個の情報  $a$  と、 $B$  軸上の1個の情報  $b$  との概念の共通する位置に存在し、座標型と同様に  $(b, a)$  に位置

すると表わす。このように、情報座標とは、任意の事柄、現象などを座標上の点の存在する位置により表わすことができる座標であり、これは、後で述べるパターン分類の操作に役に立つ考え方である。なおこれより後に出てくる座標はすべて、ここで定義した「情報座標」を示すものとする。

### 3. 情報座標によるパターン分類法



第4図 特性反応

仮にある物（例えばラジオ）をデータとして入力に入れ、いくつかの特性を基準に持つフィルターを通して、多チャンネルで出力させ、それぞれの特性が貯蔵されるとする。この時、貯蔵庫に特性を格納するかわりに、

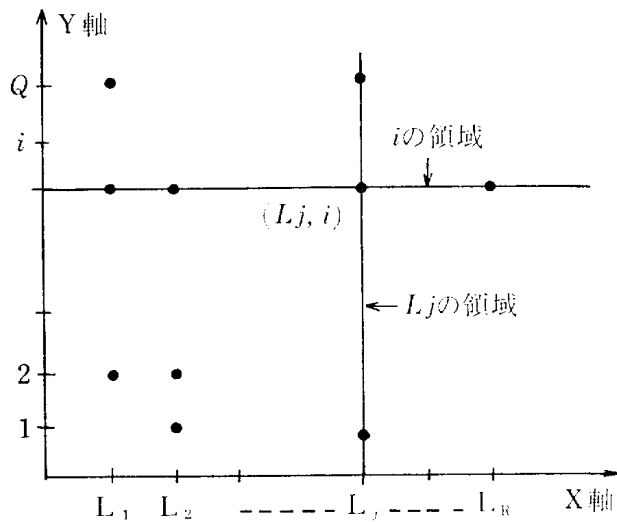
ある特性に属するかどうかというデータ変換して、それを貯蔵庫に格納することも可能である。つまり、入力されたラジオという物に対して、それぞれの特性（例えば、聞く、持ち運ぶ、見るなど）が反応しているかどうかを、その特性を表わす貯蔵庫に格納するということである。これを ON（反応あり）、OFF（反応なし）で表わせば、第4図の特性反応図のようになる。反応パターン ON の代わりに×印を付け、各種の物Q個についてお

物 \ 特性	特性							
	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	...	...	L <sub>j</sub>	...	...	L <sub>R</sub>
1	×				×			×
2		×	×	×				×
3	×				×		×	×
⋮			×		×			×
j	×		×		×			×
⋮			×		×		×	
Q		×			×			×

第5図 反応パターン表

こなえば、第5図のように、反応パターンの表に表わすことが出来る。この表の個々の特性とか物のアイテム（測定項目）を一つの場所として考え、反応パターンで表わされた×印の位置をアイテムの場所で考える。ここで特性のアイテムの集まりを

情報座標のX軸とし、その座標における1個の情報の占める場所を1個の特性としてR個つなげる。また同様に、物のアイテムの集まりを情報座標のY軸とし、1個の情報の占める場所を1個の物としてQ個つなぎ、X軸とY軸の平面を反応パターンの領域として、反応する位置に点(○)で表わしたものが、第6図である。



第6図 情報座標

ここで、X軸上にある1個の情報  $L_j$  より垂直に上にのぼした平面上に位置する領域は、第5図に示した特性  $L_j$  の物  $1, 2 \dots Q$  に対して占める場所と同じ意味にあたるもので、この領域を  $L_j$  の領域と呼ぶことができる。またY軸上にある1個の情報  $i$  よりX軸と平行に横にのぼした平面

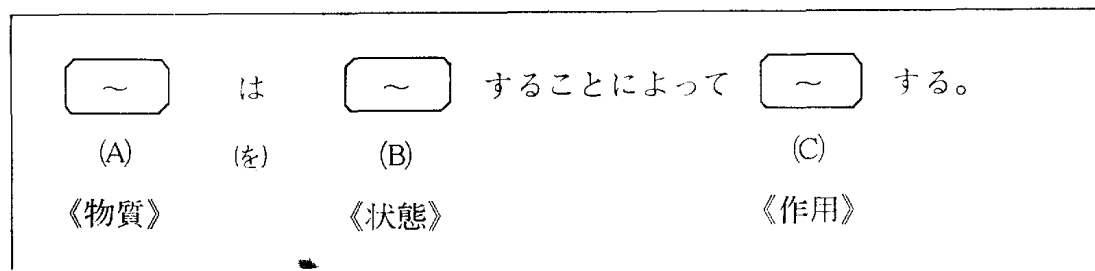
上の領域も同様に  $i$  の領域、つまり物  $i$  の特性  $L_1, L_2 \dots L_R$  に対して反応可能な領域と呼ぶことができる。ここで  $L_j$  の反応パターンを表わす領域であり、また  $i$  の反応パターンを表わす領域である位置を  $(L_j, i)$  と表わし、その位置に反応を示す点(○)が存在しているとすれば、物  $i$  の特性として  $L_j$  が反応しており、逆に特性  $L_j$  の要因として物  $i$  が存在しているということになる。つまり、物  $i$  と特性  $L_j$  がなんらかの関連性を持ち、互いのアイテムに反応を示しているということである。

そこで、仮りに  $L_j$  の反応パターンを表わす領域に、2個の点、 $A = (L_j, i)$ 、 $B = (L_j, i')$  が存在するとする。そこで、単純に、 $i$  と  $i'$  を平面上の変換により、近づけることができれば、パターン分類をすることができる。つまり、 $i'$  の反応パターンを示す領域を、 $i+1$  (または  $i-1$ ) の反応パターンを示す領域と情報平面上で位置を換えるということである。そうすることにより、特性  $L_j$  を示す2個の物  $i$  と物  $i'$  は、共通する要因  $L_j$  により位置的に近い所に位置するようになる。このようなステップを繰り返し行

うことにより、情報平面上に、一定の反応点がグループ化され、いわゆる「似た物」同士が集合することにより、パターン分類が実現可能になる。この方法を一般にはN次元情報空間によるパターン分類法と呼ぶことにする。

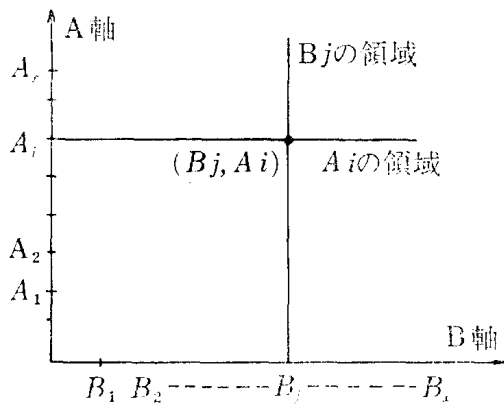
#### 4. 3次元情報空間によるパターン分類法

さてN次元情報空間に、言語情報をどのようにして導入すればよいだろうか。原則的に考えれば、どんな言語情報でも各次元軸に適切にとっていけばよいが、CACの効率から考えると、ある一定の規則性を持たせた方がよい。例えば、x軸に物、y軸に特性、z軸に動作などをとることにより分類が容易になってくる。本論文の実験では、3次元情報空間を使い、第7図に示すようなCε辞典法\*<sup>(1)</sup>によって言語情報を入力することを考えてみよう。第7図のCε辞典法によるA、B、Cは、それぞれ言葉であり、

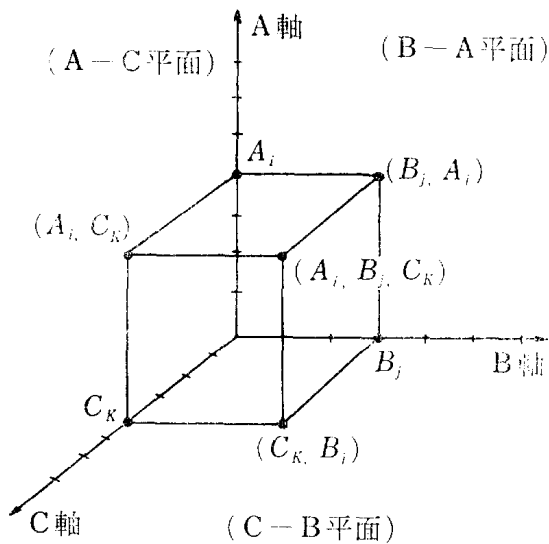


第7図 等価変換理論におけるCε辞典法

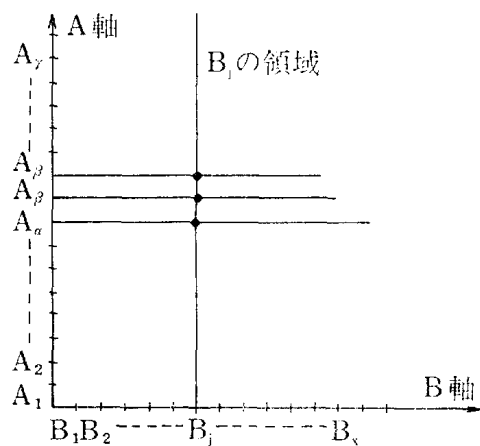
A(物質)は名詞型で、B(状態)、C(作用)は、それぞれ動詞型で表わすことにする。この場合、Aは物質名詞、Bは状態表現動詞、Cは作用表現動詞であることになる。ここで、第7図のパターンのデータの集まりを、 $U_1, U_2, U_3, \dots, U_m$  とし、それを特性フィルターにかけて、物質名詞の集まり  $A_1, A_2, \dots, A_r$ 、状態表現動詞の集まり  $B_1, B_2, \dots, B_x$ 、作用表現動詞の集まり  $C_1, C_2, \dots, C_z$  が与えられたとする。そして、物質名詞、状態表現動詞の集まりについて、第6図のような情報座標で表わし、それぞれ、A軸、B軸とすると、第8図のようになる。そして、第7図のパターンで作られたデータ  $(A_i, B_j, C_k)$  を用いて、A軸、B軸、C軸の3次元情報空間を作れば、第9図のように、1つの決まった空間の点  $(A_i, B_j,$



第8図 A-B 情報座標



第9図 A-B-C 情報空間



第10図 A-B 情報座標

$C_K$ )を一義的に定めることができる。すなわち、この点を「 $(A_i)$ は $(B_j)$ することによって $(C_K)$ する」と読むことが出来る。かくして、第9図に示すA軸 ( $A_1, A_2 \dots A_r$ ), B軸 ( $B_1, B_2 \dots B_r$ ), C軸 ( $C_1, C_2 \dots C_r$ )の情報空間には、 $C\epsilon$ 辞典法で、定められる一群の言語データ ( $U_1 \dots U_m$ )が、浮かんでいると考えられ、反応しない点は、入力データの範囲内で現存しない事柄であるということになる。

### 5. 情報空間における「つき合い」と「データ干渉」

第10図に示すように、 $B_j$ の反応パターンを表わす領域に3つの反応を示す点が存在しているものとする。

集合の概念より、B軸上の点は、状態表現動詞の集合  $\{B_1, B_2 \dots B_r\}$  であり、A軸上の点は、物質名詞の集合  $\{A_1, A_2 \dots A_r\}$  である。そして、 $(B_j, B_\alpha), (B_j, A_\beta), (B_j, A_\theta)$ の3つの場所に反応を示す点が存在すれば、状態表現動詞  $B_j$  に反応している物質名詞の集合、 $N_j = \{A_\alpha,$

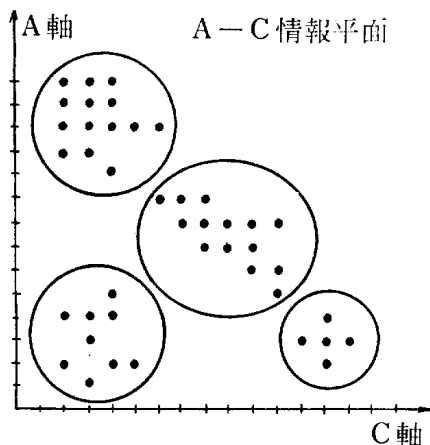
$A_\beta, A_\theta\}$  を作ることが出来る。そして、状態表現動詞  $B_1, B_2, \dots B_r$  すべてについて、反応している物質名詞の集合  $N_1, N_2, \dots N_r$  を作り、その中の任意の2つの集合の積集合を2つの集合の「つき合い」と定義する。そ

して、積集合の濃度を「つき合いの数」と定義する。この場合、状態表現動詞  $B_j$  に反応している物質名詞の集合  $N_j = \{A_\alpha, A_\beta, A_\theta\}$  というのは、状態表現動詞  $B_j$  そのものの概念として存在するものであり、その概念の集合同士の積集合ということは、2つの状態表現動詞の概念の共通性を示している。そして、その共通した概念をもって、2つの動詞のつき合いと定義している。そして、共通している概念が多ければ多いほど、その2つの言葉はよく似ているものとなる。故に「つき合いの数」とは、そのつき合いのある2つのものの親近性を表わすことになる。

そこで、情報座標平面の状態表現動詞についてパターン分類するには、状態表現動詞の集まり  $\{B_1, B_2, \dots, B_x\}$  の個々について反応する物質名詞の集合  $N_1 \dots N_x$  をそれぞれ捜し出す。そして、その集合を2つずつ取り出して、「つき合いの数」を調べ、それぞれの状態表現動詞の関連性を見つけ出し、親近性のあるものそれぞれ座標上で位置的に近い所に存在させ、似ても似つかないものを遠い位置にもっていく。そうすることによって、物質群により状態を位置的に分類することができる。なお物質により状態の分類をする場合は、物質が多くなればなるほど「つき合い」があるもの同士互いに付け合っていくと、それぞれのデータが互いに邪魔し合って、データとして表われた全ての物質の平均的な状態の分類ができる。つまり、それぞれのデータが互いに影響しあって総合的な分類をする。これを「データの干渉」と定義する。この「データの干渉」により、「つき合いの数」というものが大きく作用し、「つき合いの数」が多いのを優先的に移動し、それが多いもの同士、分類上で近い位置を示すようになる。

## 6. 情報空間によるCAC実験

以上の考え方をコンピューターを使って実験することにする。実験のデータとしては、CE 辞典法による「～は～することによって～する」といった物質、状態、作用の1つの組み合わせのデータを用いる。そのデータをコンピューターのメモリーに入力し、A座標、B座標、C座標にかこまれたデータ群として位置させる。そして「つき合いの数」を調べ、それぞれ



第11図 A-C平面での  
分類パターン

の平面に投影された反応を示す点を，互いに付け合って，第11のように，親近性の強いものを近づけて，反応を示す点のあつまりを作り，その点の分布により分類して出力させることにする。

記憶場所は次のように定め，次のフローで出力を得る詳細なプログラムは本文では省略することにして，第13図にコンピューターアウトプットの一部を紹介するにとど

めておきたい。

#### \* 記憶場所の表示

A X (40) A (物質名) を格納する。

B X (40) B (状態名) を格納する。

C X (40) C (作用名) を格納する。

TWINA(20), TWINB(20), TWINC(20) データが8文字を越えた時に，その越えた分を格納する。

JOINA(20, JOINB(20), JOINC(20) データが8文字を越えた時の，前半の格納場所。

A B(40, 40) A座標とB座標がなすB-A平面のデータの分布を示す。

A C(40, 40) A-C平面のデータの分布を示す。

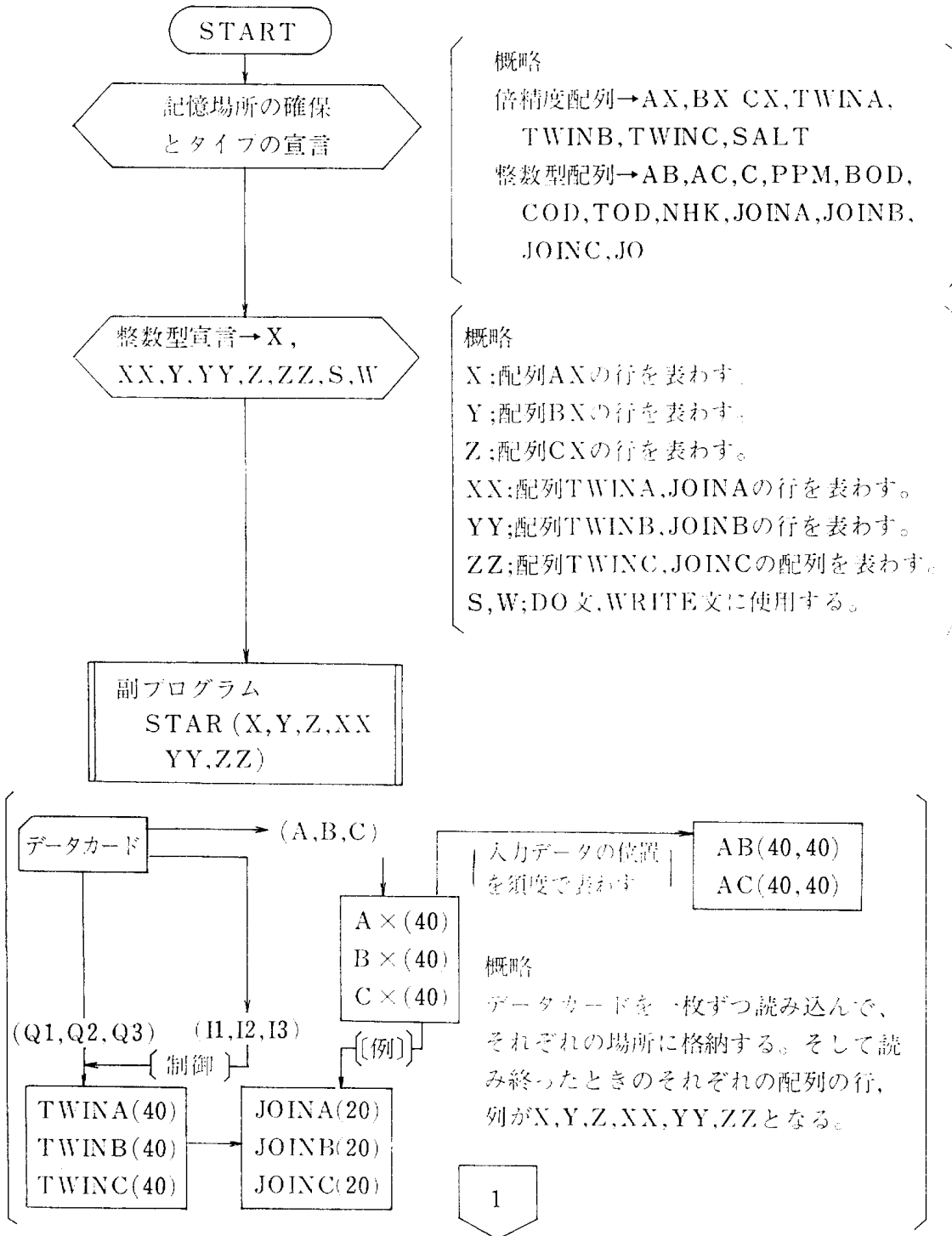
PPM(200, 3) 配列A B, またはA Cの行(列) どれし列(行)によって“つき合いの数”を調べ，1列目に格納し，2, 3列には互いにつき合っている行(列)を格納する。

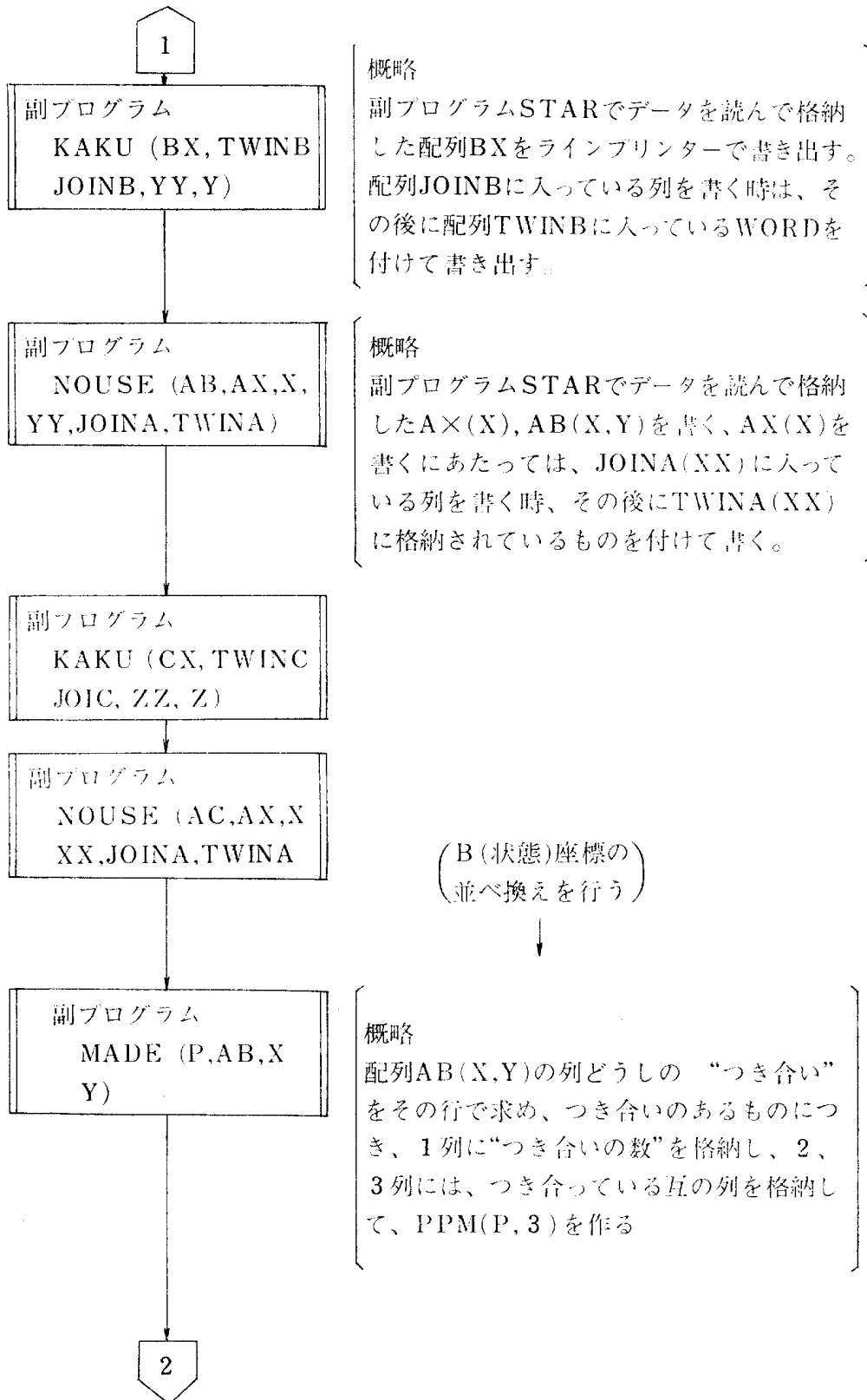
B O D(40), C O D(40) “つき合い”をつながりとしてつながりのある行(列)を格納する。そして配列に入れる行(列)は，“つき合いの数”の多いものを優先して格納する。

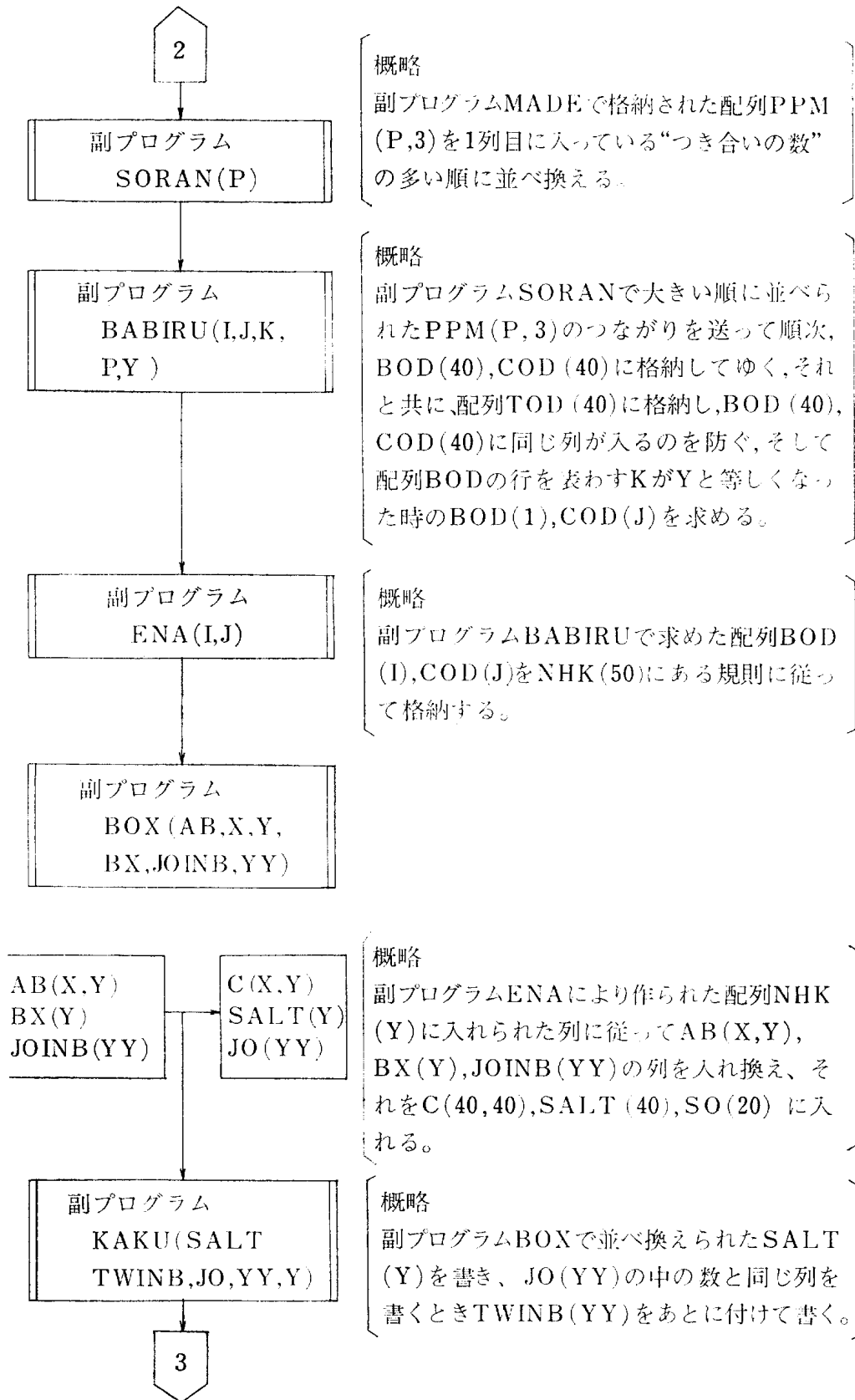
T O D(40) 配列B O D, C O Dに同じ数(行, 列)が重複して入るのを防ぐため，一旦配列 B O D, C O Dに入れたものを，

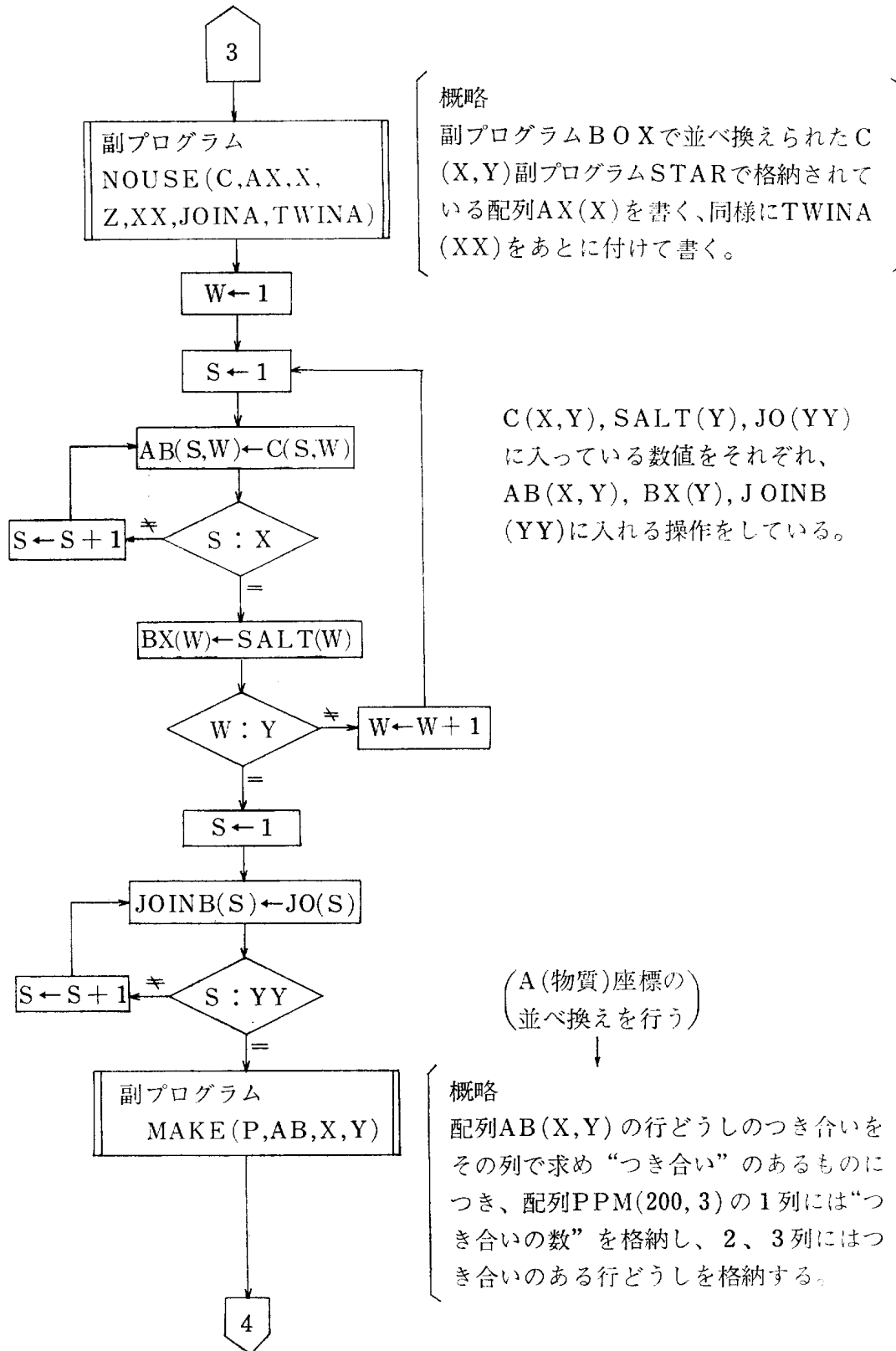


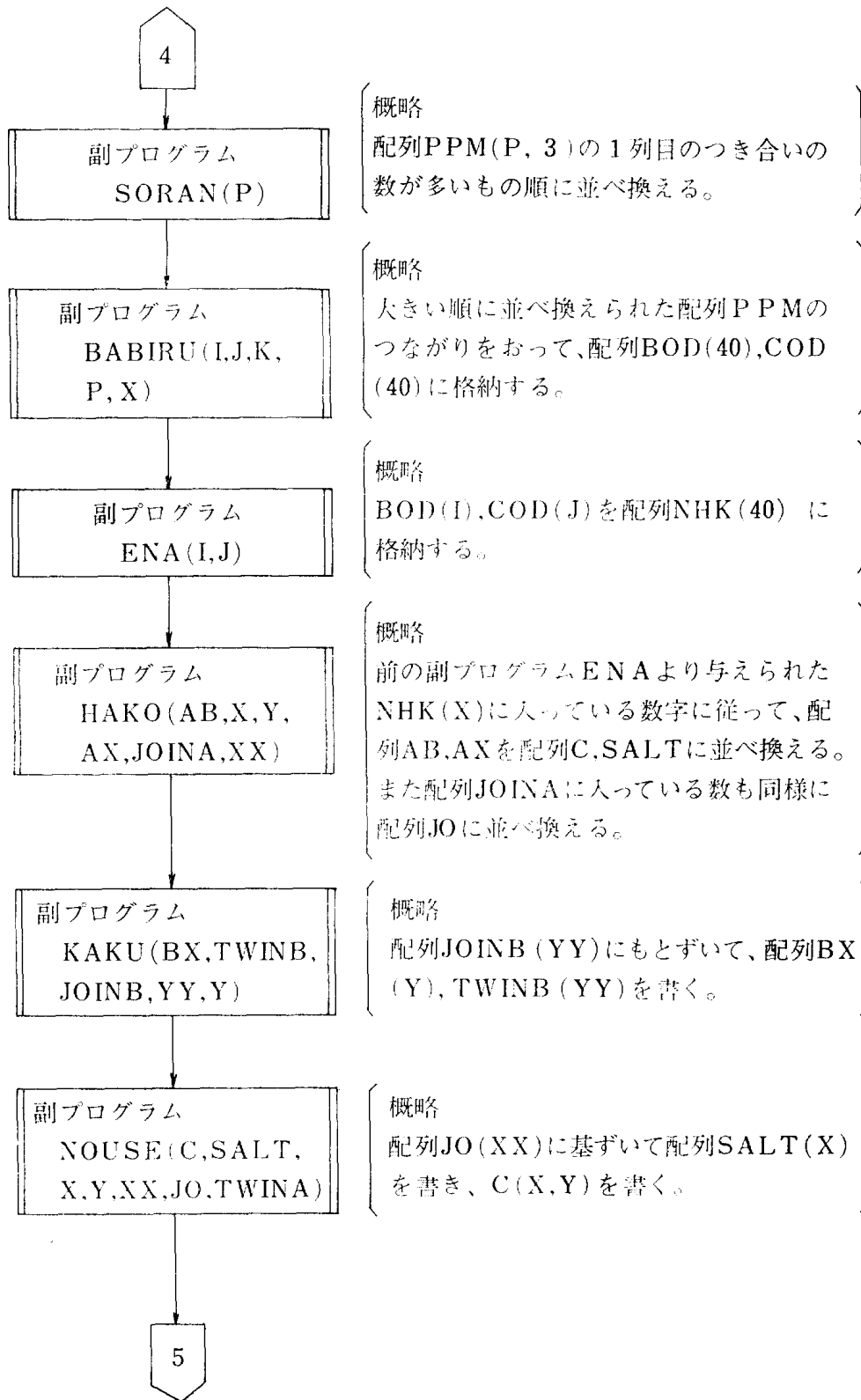
- このTOD(40)に入れ, つぎに配列BOD, CODに入れるものをTODの中に数と比較して同じ数をとばして重複をさける。
- NHK(40) “つき合い”をつながりとして, つながりのある数を格納している配列BOD, CODをこの配列NHKにつながりなくさずに格納する。
- SALT(40) 配列AX, BX, CXを配列NHKのつながりのある数の順序に従って配列SALTに並びかえて格納する。
- C(40, 40) 配列AB, ACを入れ換え, 以下上記と同じ。
- JO(20) 配列JOINA, JOINB, JOINCを入れ換え, 以下上記と同じ。

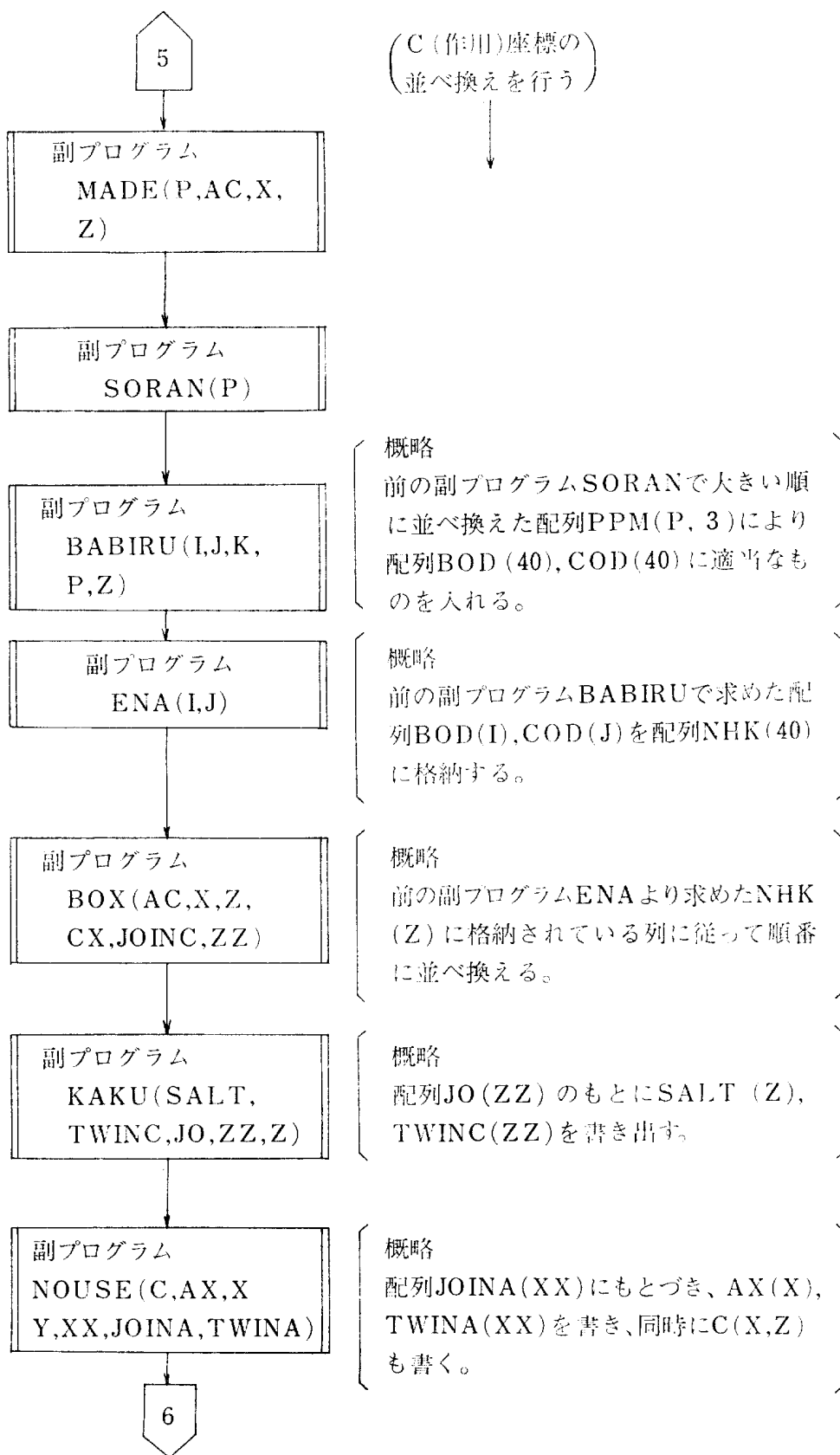


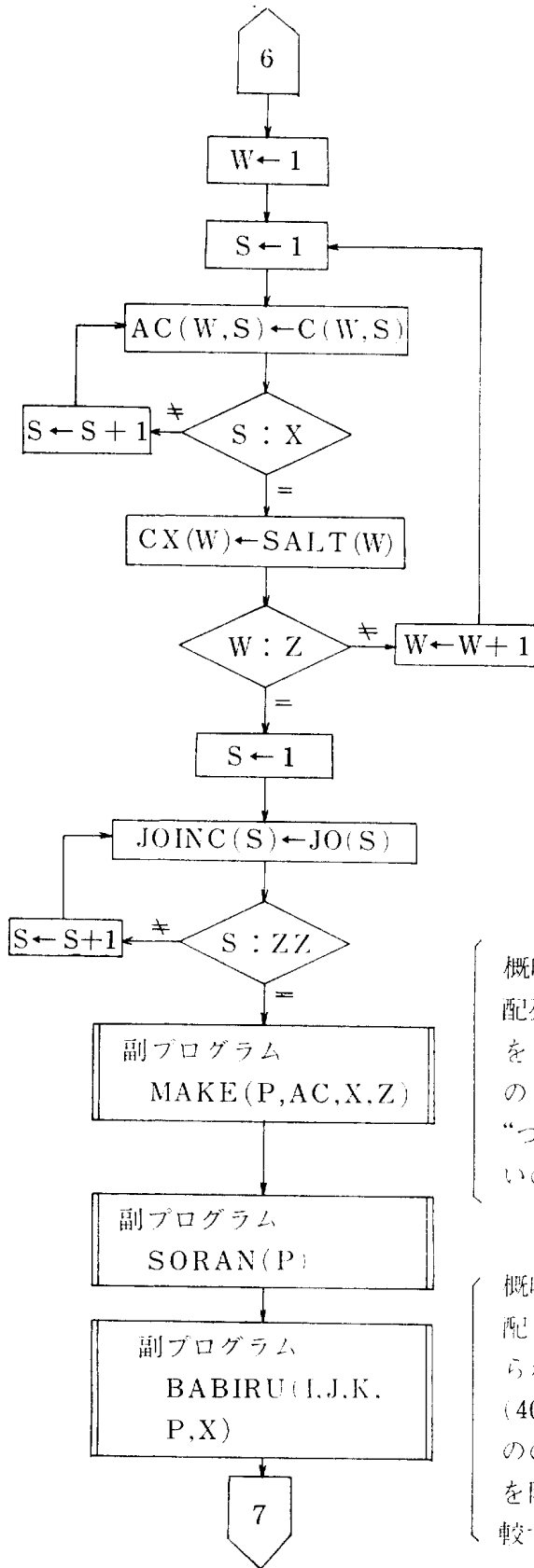










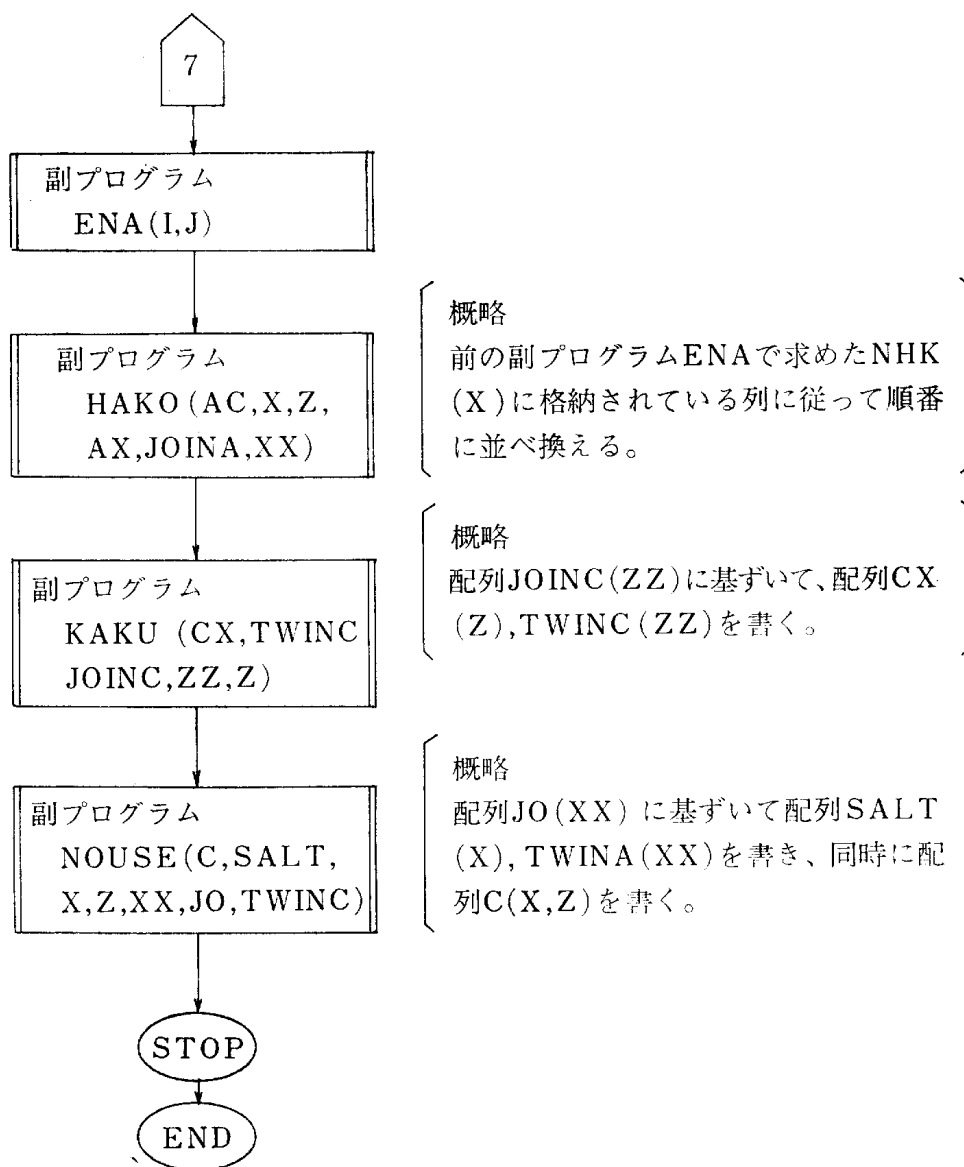


C(Z,X)SALT(Z),JO(ZZ)  
に入っている数値をそれぞれ、  
AC(Z,X),CX(Z),JOINC  
(ZZ)に入れる操作をしている。

概略  
配列AC(X,Z)の行どうしの“つき合い”  
をその列で求め、“つき合い”のあるも  
のにつき配列PPM(200, 3)の1列に  
“つき合いの数”を2, 3列にはつき合  
いのある行どうしを格納する。

概略  
配プログラムMAKE, SORANより作  
られたPPM(P, 3)により、配列BOD  
(40), COD(40)に“つき合い”のあるも  
ののつながりを格納し、同じ数の重複  
を防ぐために、配列TODに入れて比  
較する。





第13図 CAC コンピューターアウトプット結果

(13-1) A-B情報平面上のB座標に関するパターン分類結果

- |                |   |   |              |
|----------------|---|---|--------------|
| HIKARI O ATERU | • | • | •KAKOMU      |
| MIRU           | • | • | •NETU O DASU |
| KIKU           | • | • | •MOERU       |
| DENKI O NAGASU | • | • | •KOSURU      |
| KAITENSURU     | • | • | •HIKU        |
| FUKU           | • | • | •OSITUKERU   |
| MIPPEISURU     | • | • | •KOUSASURU   |

RETOUSURU	•	•	•NIGIRISIMERU
SUU	•	•	•HASAMU
BAKUHATUSURU	•	•	•DENPA O UKERU
ATATAMERU	•	•	•IDOUSURU
	•	•	•MIZU O NAGASU
	•••••		
KAZAGURUMA	•••••**•*••••••••••		
TELEVISION	•••••***••••••••••*••		
HOTTIKISS	••••••••••*••••••••••		
SINEMASCORP	•••••***••••••••••••••		
RADIO	•••••**••••••••••*••		
STEREO	•••••***••••••••••••••		
DEKISOUJIKI	••*••***••••••••••••••		
MOTER	•••••**••••••••••••••		
DRIVER	•••••*••••••••••••••••		
KIRI	•••••*••••••••••••••••		
DORIRU	•••••**••••••••••••••		
NOKOGIRI	••••••••••**••••••••••		
YASURI	••••••••••*••••••••••		
MATCH	••••••••••**••••••••••		
ENSINBUNRIKI	•••••**••••••••••••••		
BARIKAN	••••••••••***••••••••••		
SEKIYUSTOVE	••••••••••**••••••••••		
FUUSYA	•••••**••••••••••••••		
TEACHINGMACHIN	•••••*•**••••••••••••••		
HASAMI	••••••••••***••••••••••		
HOUTYO	••••••••••**••••••••••		
REIZOUKO	•••**•*•*•*••••••••••		
CAR	•••••*••••••••••*••		
ENGIN	•*•••*••••••••••••••		
SUISYA	•••••••••••••••••••*		
KOTATU	•••••*•**••••••••••		
MAHOUBIN	•••••*••••••••••••••		
DRIER	•*•••*••••••••••••••		
ROUSOKU	••••••••••*••••••••••		
KEIKOUTOU	•••••*••••••••••••••		

## (13-2) A-B情報平面上のA座標に関するパターン分類結果

HIKARI O ATERU	•	•	•KAKOMU
MIRU	•	•	•NETU O DASU
KIKU	•	•	•MOERU
DENKI O NAGASU	•	•	•KOSURU
KAITENSURU	•	•	•HIKU
FUKU	•	•	•OSITUKERU
MIPPEISURU	•	•	•KOUSASURU
REITOSURU	•	•	•NIGIRISIMERU
SUU	•	•	•HASAMU
BAKUHATUSURU	•	•	•DENPA O UKERU
ATATAMERU	•	•	•IDOUSURU
	•	•	•MIZU O NAGASU
	•		
ROUSOKU	•	•	•
BARIKAN	•	•	•
YASURI	•	•	•
NOKOGIRI	•	•	•
MATCH	•	•	•
SEKIYUSTOVE	•	•	•
KOTATU	•	•	•
REIZOUKO	•	•	•
DRIER	•	•	•
ENSINBUNRIKI	•	•	•
DORIRU	•	•	•
MOTER	•	•	•
DENKISOUJIKI	•	•	•
STEREO	•	•	•
RADIO	•	•	•
TELEVISION	•	•	•
SINEMSCORP	•	•	•
TEACHINGMACHIN	•	•	•
KAZAGURUMA	•	•	•
FUUSYA	•	•	•
DRIVER	•	•	•
KIRI	•	•	•

CAR	.....*.....*
ENGIN	..*.....*
SUISUYA	.....*.....*
HASAMI	.....****..
HOTTIKISS	.....*.....
HOUTYO	.....**.....
MAHOUBIN	.....*.....
KEIKOUTOU	.....*.....

## (13-3) A-C情報平面上のC座標に関するパターン分類結果

KAWAKASU	•	•ATATAMERU
UTU	•	•NETU O DASU
KAITENSURU	•	•HIKARI O DASU
DOURYOKU TO SURU	•	•AKARUKUSURU
UNPANSURU	•	•MOERU
IDOUSURU	•	•HOZONSURU
HIKARI O ATERU	•	•HOONSURU
UTUSU	•	•REITOUSURU
OTO O DASU	•	•KARU
TANOSIMU	•	•KIRU
SET SURU	•	•KOUSASURU
HUKU	•	•OSITUKERU
MIPPEISURU	•	•HASAMU
BUNRISURU	•	•MAGERU
TOBASU	•	•SETUZOKUSURU
KEZURU	•	•SOUJISURU
ANA O AKERU	•	•SUU
BENKYOSURU	•	•NEGI O SIMERU
	.....	
KAZAGURUMA	.....*.....*	
TELEVISION	.....***.....	
HOTTIKISS	.....***..	
SINEMASCORP	.....****.....	
RADIO	.....**.....	
STEREO	.....**.....	
DENKISOUJIKI	.....*.....**.	
MOTER	.....**.....	

DRIVER	.....*.....*
KIRI	..**.....
DORIRU	..**.....*
NOKOGIRI	...*.....*
YASURI	...*.....
MATCH	.....***.....
ENSINBUNRIKI	...**.....*
BARIKAN	.....****.....
SEKIYUSTOVE	.....***.....
FUUSYA	.....****.....
TEACHINGMACHI	.*.....***.....
NHASAMI	.....****.....
HOUTYO	.....*.....
REIZOUKO	.....***.....
CAR	.....*.....**.....
ENGIN	.....**.....
SUISUYA	.....****.....
KOTATU	.....**.....*.....
MAHOUBIN	.....*.....
DRIER	.....**.....*.....***.....
ROUSOKU	.....**.....
KEIKOTO	.....**.....

## (13-4) A-C情報平面上のA座標に関するパターン分類結果

KAWAKASU	•	•ATATAMERU
UTU	•	•NETU O DASU
KAITENSURU	•	•HIKARI O DASU
DOURYOKU TO SURU	•	•AKARUKUSURU
UNPANSURU	•	•MOERU
IDOUSURU	•	•HOZONSURU
HIKARI O ATERU	•	•HOONSURU
UTUSU	•	•REITOUSURU
OTO O DASU	•	•KARU
TANOSIMU	•	•KIRU
SET SURU	•	•KOUSASURU
HUKU	•	•OSITUKERU

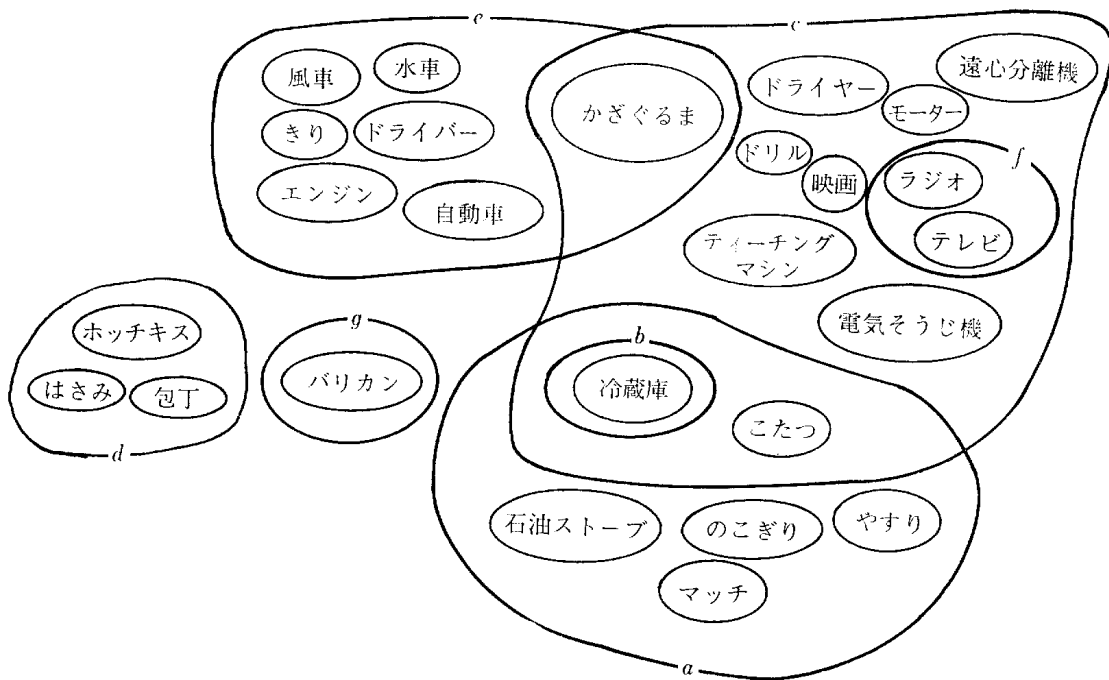
MIPPEISURU	•	•HASAMU
BUNRISURU	•	•MAGERU
TOBASU	•	•SETUZOKUSURU
KEZURU	•	•SOUJISURU
ANA O AKERU	•	•SUU
BENKYOSURU	•	•NEZI O SIMERU
	.....	
MATCH	.....***.....	
HOUTYO	.....*.....	
BARIKAN	.....****.....	
HASAMI	.....***.....	
MAHOUBIN	.....*.....	
REIZOUKO	.....*.....***.....	
KOTATU	.....**.....*.....*.....	
SEKIYUSTOVE	.....***.....*.....	
DRIVER	.....**.....*.....***.....****	
ENSINBUNRIKI	.....**.....*.....	
FUUSYA	.....****.....	
SUISYA	.....****.....	
MOTER	.....**.....	
ENGIN	.....**.....	
DENKISOUJIKI	.....*.....	
DRIVER	.....*.....	
KAZAGURUMA	.....*.....*.....	
DORIRU	.....**.....*.....	
KIRI	.....**.....	
NOKOGIRI	.....*.....*.....	
YASURI	.....*.....	
SINEMASCORP	.....****.....	
TELEVISION	.....***.....	
RADIO	.....**.....	
STEREO	.....**.....	
CAR	.....*.....**.....*.....	
TEACHINGMACHIN	.....*.....***.....**.....	
KEIKOUTOU	.....**.....	
ROUSOKU	.....**.....	
HOTTIKISS	.....	

## 7. 実験結果の検討

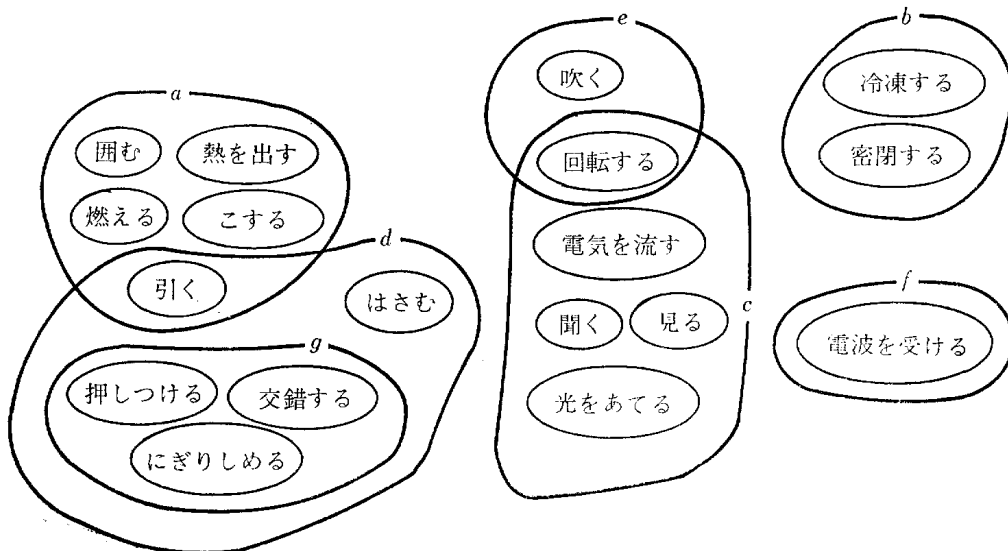
### 7-1 パターン分類結果の検討

第13図に示されている出力結果を、もう少し理解しやすくするために、第14図～第17図に共通概念をもったもの同士をグループ化して図示して検討を加えてみたい。

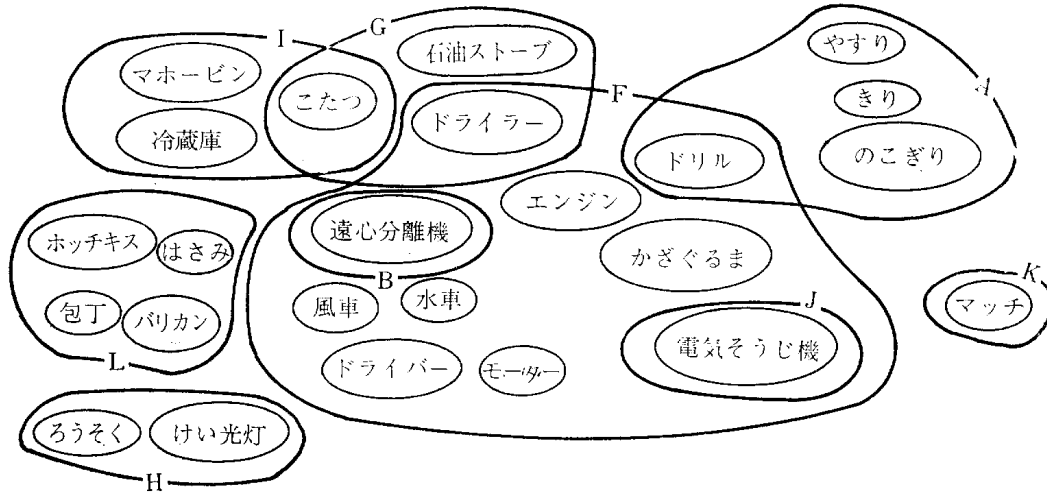
第14図 状態表現より物質のパターン分類



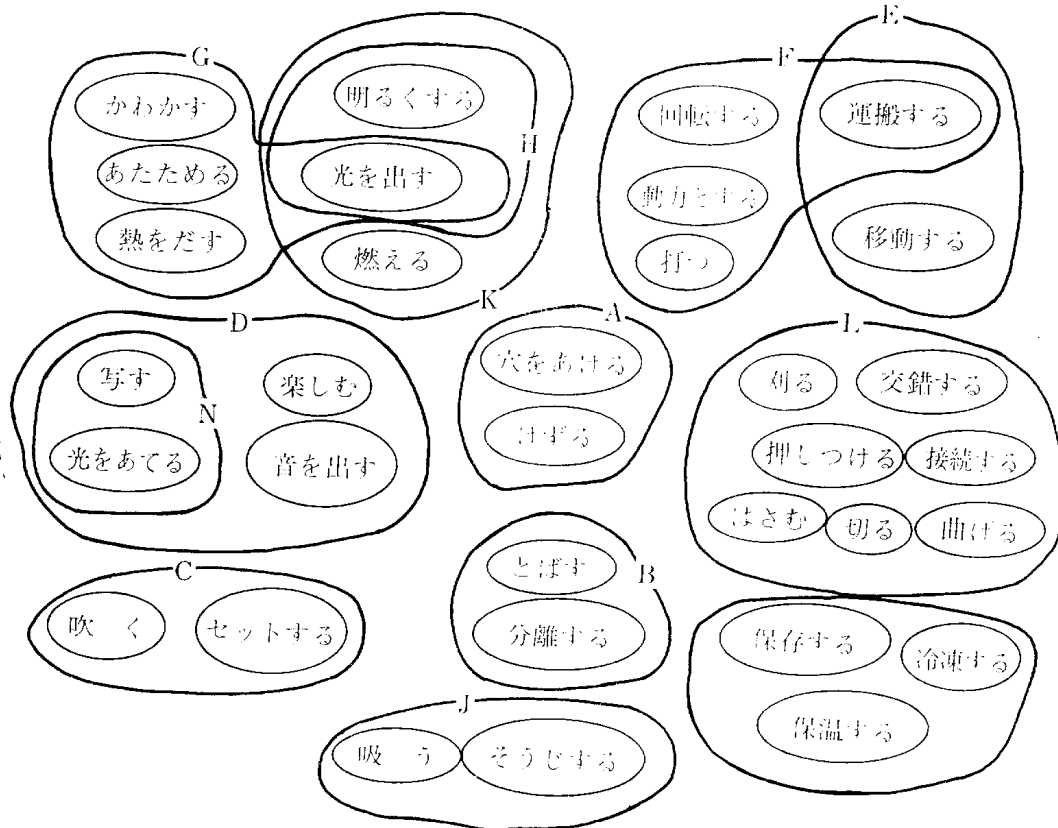
第15図 物質による状態のパターン分類



第16図 作用表現による物質のパターン分類



第17図 物質による作用のパターン分類



第14図から第17図の分類パターンに示されている集合体は、情報空間と「つき合い」の概念によってパターン化されたものであるけれども、我々が日常考えている概念と大差なく、ほとんど納得する結果が得られている。例えば、第14図の中で、ラジオとステレオが同じ分類の中に納まっている。これは、我々の平均的な概念と完全に一致している。第16図で表わされている {ホッチキス, はさみ, パリカン, 包丁} の集合体は、我々の平均的



な概念とは、少しずれているように思える。しかしこれは、表面的あるいは直感的に感ずるだけで、じっくり全体を見つめることにより、概念の範囲が押し広げられて、なぜコンピューターがこれらの集合体を提示してきたかということがわかってくる。この意味からもコンピューターと対話しながら、創造活動を行うことが、いかに有用であり、コンピューターが人間の創造力を強く刺激するであろうということが容易に推測できる。

また第14図と第16図では、同じ物質を状態と作用について分類しており、その過程におけるアイテムにより分類結果は大きく変わるものであるということを示している。つまり、見方を変えて分類すれば、その結果は、おのずから異なったものが現われてくる。

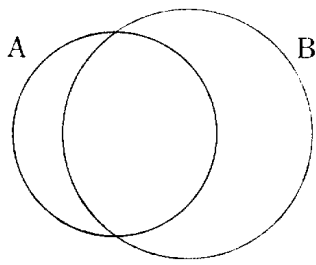
なお、本実験では、データ量が少なく、いわゆる“データの干渉”がほとんど見られなかったことは残念なことであった。

## 7-2 位置的表現より距離的表現への変換

実験によって求められた出力結果は、位置的表現、つまり、どこにあるかどうかで分類している。この表現はものを分類するには不都合はない。しかし、ものともとの結び付きを表現しようとする場合には、もう一歩進んだ距離的表現が必要になってくる。そこで実験結果の検討として、実験によって、ある程度分類された結果に、数値を代入して、距離的に一歩進めて表現してみる。

そこでまず、「任意の2個のものの親近性」というものを数量的に考えてみる。集合の概念より親近性のある任意の2つのもの  $A \cdot B$  の要素を  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ ,  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_m\}$  とする。これらの要素は人間の脳に記憶されているAまたはBの概念として存在するものであり、人それぞれによって多かれ少なかれ異なっているものである。そのため全てを取り出すことは実際に不可能に等しいが、それはいわゆる連想という形で現われてくるものに等しく、あえて全てが出現しつくしたと仮定して考察を進めていく。

親近性のある任意の2つのものA, Bの概念の集合は、第18図のように



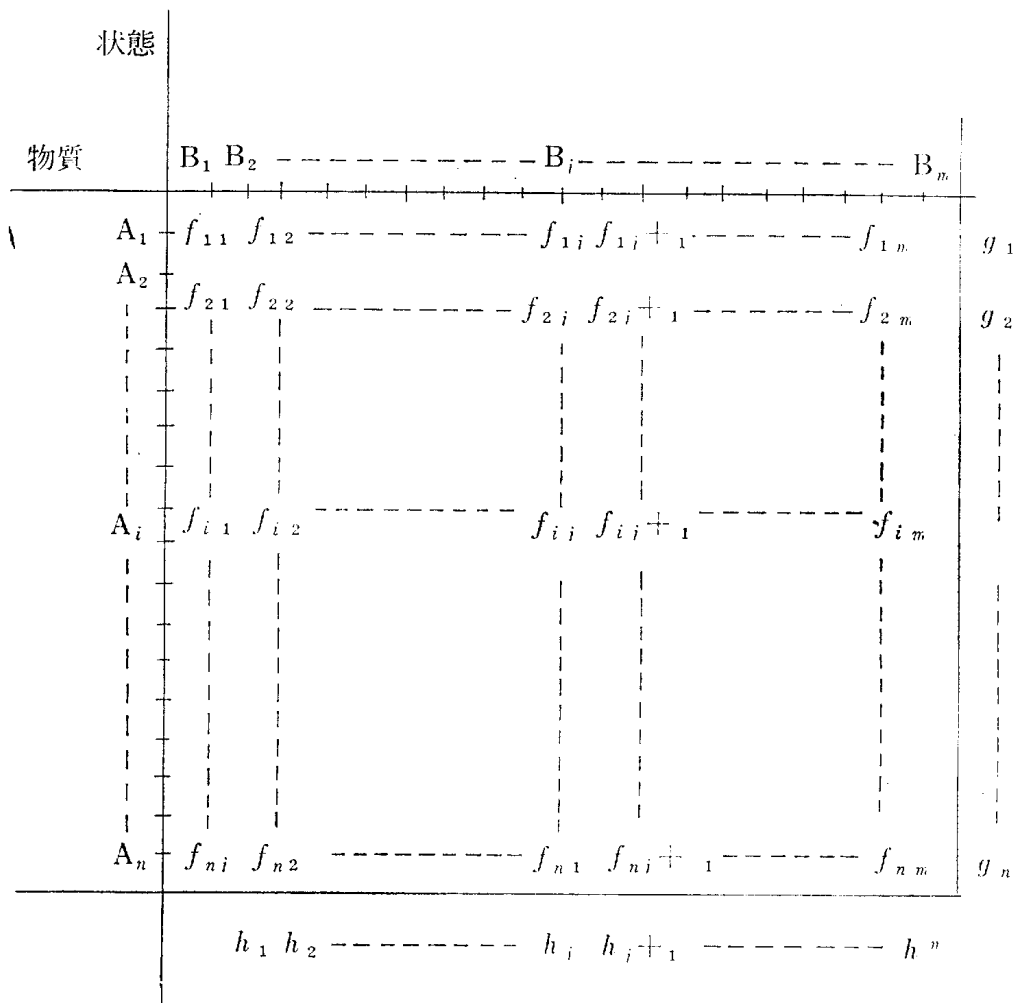
第18図 概念の集合

表わされる。A, Bの概念の大部分は共通しており,そのため我々の脳の中では,よく似たものに写し出されている。またA, Bの共通部分は,それぞれの部分集合になっており,見方を変えれば, Aの領域内のBの領域であり,また, Bの領域内のAの領域であるということが出来る。そこで確率を用いてA, Bの親近性を与えると,

$$A, B \text{の親近性} = \frac{A \cap B \text{の濃度}}{A \cup B \text{の濃度}}$$

と表わすことができる。ただし,ここで言っている親近性とは, AB相互の間に存在しているものとする。

さて第19図のような情報平面を考えてみよう。



第19図 A - B 情報平面

ここで  $f_{ij}$  は

$$\begin{cases} f_{ij} = 1; A_i \text{ なる物質が, } B_j \text{ なる状態に反応した時} \\ = 0; \text{ 反応がない時} \end{cases}$$

であり,  $g_i$  は

$$g_i = \sum_{t=1}^m f_{it}; A_i \text{ なる物質に反応している状態の数であり, } h_j \text{ は}$$

$$h_j = \sum_{t=1}^n f_{tj}; B_j \text{ なる状態に反応している物質の数である。}$$

ここで

$$\sum_{t=1}^m h_t = \sum_{t=1}^n g_t: \text{ 全体の反応を占める総数が成り立つ。}$$

いま,  $B_j$  なる状態の領域だけに焦点をしぼって考えてみる。 $B_j$  なる状態の領域内の  $A_i, A_{i+1}$  なる物質の領域の反応パターン, つまり,  $f_{ij}, f_{i+1,j}$  のパターンにより,  $B_j$  の領域での  $A_i, A_{i+1}$  の親近性を表わすことが出来る。それは,  $f_{ij}, f_{i+1,j}$  がともに反応している ( $f_{ij}=f_{i+1,j}=1$ ) またはともに反応していない ( $f_{ij}=f_{i+1,j}=0$ ) ならば, 第18図で表わした共通部分に  $B_i$  なる状態が属し,  $A_i, A_{i+1}$  なる物質の親近性を与えることができるからである。

また, 多いもののなかの2つのものの親近性は, 少ないもののなかの2つのものの親近性よりも小さいことを表わすため, それぞれの反応パターンに出現確率を与え, 底が2である対数で表わした情報量(単位は bit)を用いることにする。

そこで  $A_i, A_{i+1}$  なる物質についての  $B_1 \cdots B_m$  なる状態の反応について

	$B_1$	$B_2$	.....	$B_j$	.....	$B_m$
$A_i$	$S_{i1}$	$S_{i2}$	.....	$S_{ij}$	.....	$S_{im}$
$A_{i+1}$	$S_{i+1,1}$	$S_{i+1,2}$	.....	$S_{i+1,j}$	.....	$S_{i+1,m}$

第20図 反応パターンの出現確率

て考えてみる。第20図で  $S_{ij}$  は反応パターン  $f_{ij}$  が  $A_i$  なる物質が占める場所と  $B_j$  なる状態が占める場所に出現する確率を表わす。そこで,  $S_{ij}$  は次のように表わすことが出来る。

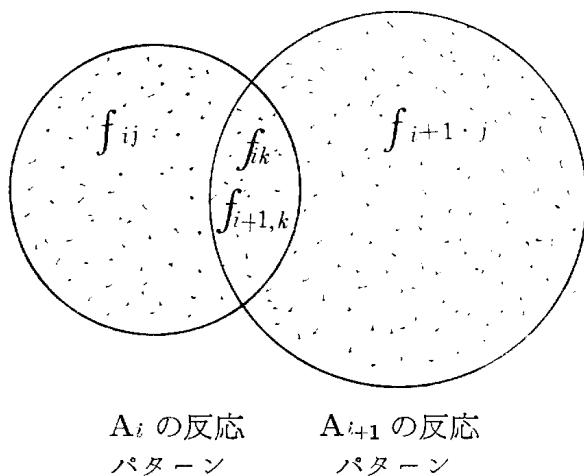
$$f_{ij}=1 \text{ のとき } S_{ij} = \{(g_i/m) \cdot (h_j/n)\}$$

$$f_{ij}=0 \text{ のとき } S_{ij} = [ \{(m-g_i)/m\} \cdot \{(n-h_j)/n\} ]$$

これを情報量で表わせば,

$$J_{ij} = -\log_2 S_{ij} \text{ (bit)} \quad \text{--- (1)}$$

$f_{i1} \cdots f_{im}$  は  $A_i$  なる物質が状態  $B_1 \cdots B_m$  との反応を表わしており、同様に  $f_{i+1,1} \cdots f_{i+1,m}$  は  $A_{i+1}$  なる物質が状態  $B_1 \cdots B_m$  との反応を表わしている。そこで、 $A_i$  なる物質の状態に対する反応パターンの集合と  $A_{i+1}$  なる物質の状態  $B_1 \cdots B_m$  に対する反応パターンの集合を作れば、第21図のようになる。これは同じ状態、たとえば、 $B_k$  なる状態が占める



第21図

場所  $f_{ik}$ ,  $f_{i+1, k}$  が、同じ反応、つまり、 $f_{ik} = f_{i+1, k}$  の場合に、共通部分に入る。そして反応の表わされた位置での反応の出現確率を情報量で表わし、第21図の共通部分より全体を引いた値を  $A_i$  と  $A_{i+1}$  の距離として表わすことにし、その距離を  $R$  とすれば、

$$R = - \left\{ \sum_{t=1}^m (J_{it} + J_{i+1, t}) - \left( \sum_{t=1}^m J_{it} + \sum_{t=1}^m J_{i+1, t} \right) \right\} \quad \text{--- (2)}$$

となる。

ここで、全く同じ反応パターンを示す場合、つまり、すこぶるよく似ている場合は、 $R=0$  となる。

第一表は、1式、2式によって計算されたデータ間の情報量と距離であり、それを図式化した第22図を見れば、各データの相互の親近性が、一目瞭然として識別可能になる。

第1表 データの親近性の情報量と距離

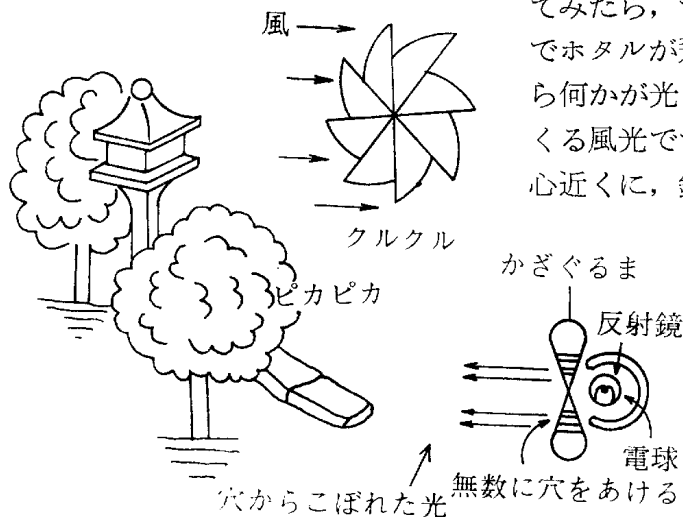
作用による物質の分類より 距離的表現へ		状態による物質の分類より 距離的表現へ	
物質の並び	情報量 距離 (bit) (mm)	物質の並び	情報量 距離 (bit) (mm)
1) マ ッ チ	>44.94-22.3	1) ろ う そ く	>28.07-21.0
2) ティーチャングマシン	>43.35-21.5	2) バ リ カ ン	>27.48-20.6
3) 車	>21.55-10.7	3) ヤ ス リ	>7.46-5.6
4) ス テ レ オ	>0.0-0.0	4) ノ コ ギ リ	>14.33-10.7
5) ラ ジ オ	>13.66-6.8	5) マ ッ チ	>14.33-10.7
6) 映 画	>7.15-3.5	6) 石 油 ス ト ー プ	>17.90-13.4
7) テ レ ビ	>27.89-13.8	7) コ タ ツ	>20.78-15.5
8) マ ホ ー ビ ン	>24.30-12.0	8) 冷 蔵 庫	>32.39-24.2
9) 冷 蔵 庫	>30.06-14.9	9) ド ラ イ ヤ ー	>7.87-5.9
10) こ た つ	>13.44-6.7	10) ド リ ル	>0.0-0.0
11) 石 油 ス ト ー プ	>33.67-16.7	11) モ ー タ ー	>0.0-0.0
12) ド ラ イ ヤ ー	>51.46-25.5	12) 遠 心 分 離 機	>7.87-5.9
13) 遠 心 分 離 機	>36.75-19.7	13) 電 気 そ う じ 機	>13.74-10.3
14) 風 車	>0.0-0.0	14) ス テ レ オ	>11.03-8.2
15) 水 車	>13.61-6.7	15) ラ ジ オ	>5.45-4.1
16) モ ー タ ー	>0.0-0.0	16) テ レ ビ	>12.91-9.6
17) エ ン ジ ン	>24.14-12.0	17) 映 画	>0.0-0.0
18) 電 気 そ う じ 機	>23.55-11.7	18) ティーチャングマシン	>23.24-17.4
19) か ざ ぐ る ま	>15.62-7.7	19) か ざ ぐ る ま	>5.87-4.4
20) ド ラ イ バ ー	>23.14-11.5	20) 風 車	>4.92-3.7
21) ド リ ル	>4.51-2.2	21) ド ラ イ バ ー	>0.0-0.0
22) キ リ	>15.20-7.5	22) キ リ	>8.46-6.3
23) ノ コ ギ リ	>7.10-3.5	23) 車	>16.92-12.6
24) ヤ ス リ	>32.66-16.2	24) エ ン ジ ン	>16.92-12.6
25) ホ ッ チ キ ス	>37.4-18.5	25) 水 車	>39.02-29.2
26) は さ み	>15.20-7.5	26) は さ み	>20.36-15.2
27) バ リ カ ン	>22.31-11.1	27) ホ ッ チ キ ス	>7.46-5.6
28) 包 丁	>22.72-11.3	28) 包 丁	>22.37-16.7
29) ろ う そ く	>0.0-0.0	29) マ ホ ー ビ ン	>14.21-10.6
30) け い 光 灯		30) け い 光 灯	

\* 距離は30cmで表現できるように換算した値である。



凡な大学生3名が、CAC実験に参加して、コンピューターと相談して考え出した新規なアイデアである。確かに、彼らのアイデアはノーベル賞を受賞するほどの新規性を持ってはいない。しかし、ここで重要なことは、コンピューターに手伝ってもらわなかったならば、彼らは何一つ新しいアイデアを考え付かなかったという事実である。ここにCACの研究の価値があり、「コンピューターは人間の創造活動を積極な意味で援助していくことが出来る」という仮説の証明が、若干でもなされたと言ってもよい。

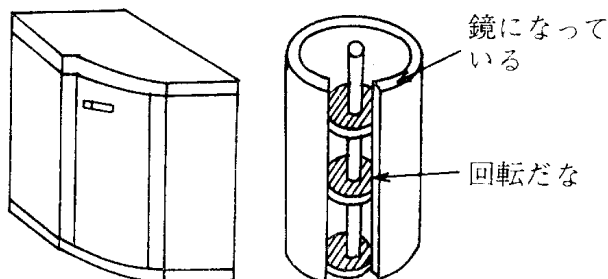
### 《くるくる風光》



むしむしする夏の夜、夕すずみに、庭に出てみたら、すがすがしい夏の風と共に、まるでホタルが飛びかうように、庭の木々の間から何かが光っている。そうです。これがくるくる風光です。この構造は、かざぐるまの中心近くに、針の大ききぐらいの穴を無数にあげ、その穴より、電球の光がもれ、近くの木々とか、庭石に光が写る。そして、風がかざぐるまを回転させれば、光は、ところ狭しと動き回る。でも庭のない家にはぜいたくです。

第24図 CAC実験…その1

### 《くるくる冷蔵庫》

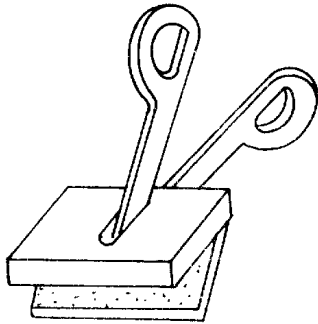


この冷蔵庫は大型冷蔵庫向きのもので、内部のたなが回転できるようになっており、その機構より内部の側面は円柱になり、節電のためにマホーピンの内部の機能を持たせてある。

従来の冷蔵庫は大型になればなるほど奥にある物が取り出しにくく、口元の物を出してから取り出すという実に不合理さが感じられる。そのため、それぞれのたなを回転可能にし、容易に取り出せるようにこれは工夫されている。また、内部の保温ということを考えて、内側を金属にして、放熱を避けており、節電に役立つ。

第25図 CAC実験…その2

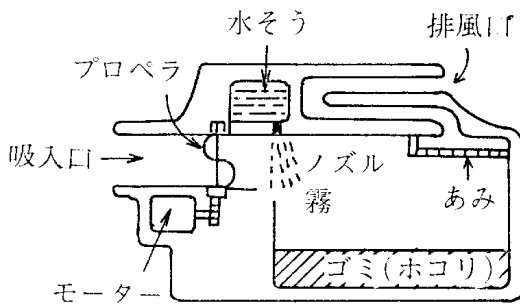
### 《アタックホッチキス》



従来のホッチキスが2つかさなったような型になっており、打ち付ける方式が、はさみに使われている力点、支点、作用点となっている。従来のホッチキスは、とかく簡単にとれやすく、しっかりと打ちつけるには、全体重をかけるとか、打った後に何かでまた押しつけるとかいうぐあいで、製本などにはむかなかった。これは、少ない力で一度に2つもの用事がすみ、しっかりと、打ちつけられる。

第26図 CAC実験…その3

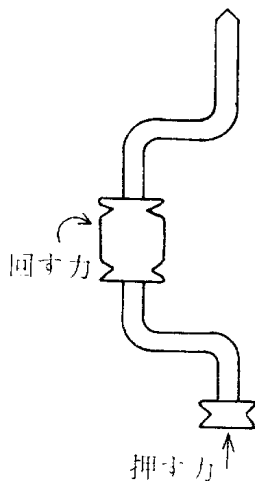
### 《湿気そうじ機》



このそうじ機は粒子状のホコリに霧をかけて、粒子同士結合させて大きなホコリの塊りとして、貯蔵室にためておくものである。従来のそうじ機では、粒子状のホコリのために、たまったホコリの交換にずいぶん苦労させられました。でもこの湿気そうじ機では、ホコリは貯蔵室でセメントのように塊っており、そのかたまりをゴミ箱に捨てるだけでことたります。もう、あの細かいホコリの発生もありませんから目に入る心配もありません。

第27図 CAC実験…その4

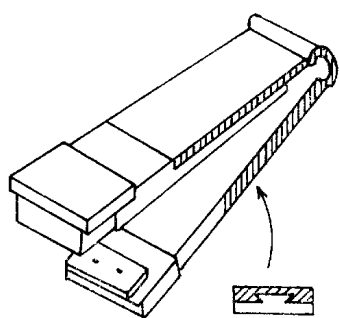
### 《くねくねねじまわし》



このドライバーは、木ねじ用に考えられたものであり、押しつける力と回す力を別にしたドライバーです。従来のドライバーでは、木が硬かったりするとねじの穴がつぶれやすく、ねじを新しいのに換えなくてはならず、婦人では、力がなく困難でした。しかし、このくねくねねじまわしは、回す力と押す力を分離させ両手で効率よく力の配分ができ、婦人でも容易に木ねじを回すことができる。

第28図 CAC実験…その5



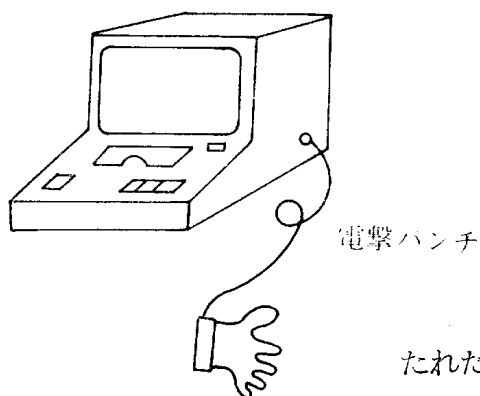


《グリップホッチキス》

従来のホッチキスが伸びるようになったもの。従来のホッチキスは、とかく押す範囲が制約されており、その範囲の狭さに時おり不便さを感じていたが、その範囲を大幅に拡大し、学校、会社などで多数利用されることと思う。その構造は、簡単であり、従来のものの枝の所を二重して、伸びるようにしたものである。

第29図 CAC実験…その6

ティーチングマシン



《スパルタティーチングマシン》

昔の人はよく言ったものです。「体で覚えたことは、いつまでたってもわすれない」。これは、体で覚えるティーチングマシンです。

従来のティーチングマシンは、機械だと思ってバカにされつづけてきました。しかし、これは、誤った答え、または、いかげんに考えた答えなどをすると、備え付けの電撃ハンチで、あなたのお子様をしごきます。甘ったれた現代子は、学問の酷しさを知ると共に学問の喜びをも知ることができるようになるわけです。

第30図 CAC実験…その7

## 8. おわりに

CACの研究を進展させるためには、どうしてもCACにおける数量化技法に取組まざるを得ない。本文では、情報空間の概念をCACに導入し、空間にうかぶ言語情報の分類技術を確立し、分類から創造活動へと発展させる方法論について実証的研究について述べてきた。CAC数量化技法としては、①相互情報量を中心にした連想CACの研究、②確率論によるCACの研究、③多次元尺度構成法によるCACの研究などが現在実施されつつあり、その成果については稿をあらためて報告していきたい。

ともあれ、これらのCACの研究の成果は、少しずつではあるが、従来の「電子計算機の創造性」に対する既成概念を変えさせる方向に進みつつあることは間違いない。CACの研究は、まだ出発点に立ったばかりである。いわば21世紀への研究であり、人間と機械との戦いの最終ラウンドと

も考えられる重要な研究でもある。今後の発展が期待されるところである。

最後に、本研究に精力的にとり組み、CACの実験に参加されました名古屋大学の中山晶氏、および愛知工業大学CAC研究室の飯島茂定氏、長谷川祐吉氏、南井久佳氏に厚く感謝致します。

### 参 考 文 献

- (1) 「創造性の科学」, 市川亀久彌, 日本放送出版協会
- (2) 「思考過程と情報科学」情報科学研究施設編, 産業図書
- (3) 「コンピューターと思考」ファイグンドーム・フェルドマン共編, 好学社
- (4) 「心理学への情報科学的アプローチ」 G. A. ミラー, 高田訳, 培風館