

# 会話型データ処理 -その5-

## 自動連続処理でプロットに番号を付けるプログラム

佐藤 岱生・吉井 守正 (鉱床部)  
Taisei SATO Morimasa YOSHII

### 1 はじめに

私達が 例えば岩石の研究のために化学分析値から手作業で2成分図などを作る時のことを考えてみましょう。まず計算をして1点プロットするとすぐその点に引出し線を付けてその先端に試料番号を記入します。これをもとにして点のくくりや岩相の区分データの検討などをします。近年はコンピュータで2成分図や三角図が速くて正確に書けるようになりました。人手で行う作業は突発的な間違いをさけることがむずかしいのですがコンピュータは命令さえ誤っていなければどんな単調な長時間の作業も忠実に実行してくれます。この場合も打たれた点に試料番号が自動的に付けられたらどんなに便利でしょう。

ところがそのような気の利いたプログラムは案外身近にないのです。そのためにせっかくコンピュータでスピーディーにプロットさせた点も後から人手で計算して確認しながらプロットされた点に番号を付ける作業をしなければなりません。これは非常に能率が悪い上に時間がかかり神経を使う作業です。プロットしただけで番号を付けなければその点がどのサンプルに対応するのかわかりません。番号付けのできるプログラムは以前から要求されていたと思います。

番号付けのできるプログラムがこれまで開発されなかったのは図の表現の上でいろいろの問題が予想されたからでしょう。例えばプロットした点と番号の重なりで点が見えなくなることやもし同じ角度で引出し線を付けるとするとプロットが重なれば番号も重なってしまうことなどが心配されたのだと思います。筆者らはこれらの問題と取組んでプロットに引出し線と試料番号を付ける方法を考えました。

ところでこのような単純作業ではコンピュータがひとりで長時間の作業をやってくれるとたいへん便利です。それには例えば2成分図ではx-y座標軸の目盛や成分名・実行するコードの組などを最初に多数指定しておく。その後はコンピュータが自動的に作業の手順を読んで実行してくれるようになっていけばよいでしょう。

そこで今回は 会話型コンピュータ (横河ヒューレット・パッカード社製 YHP-9845 T) を使用した「岩石化学データ処理システム」(吉井・佐藤; 1981, 本シリーズ その4) の一部として 自動連続処理による番号付きプロットのプログラムについて紹介しましょう。

### 2 番号付けの実際

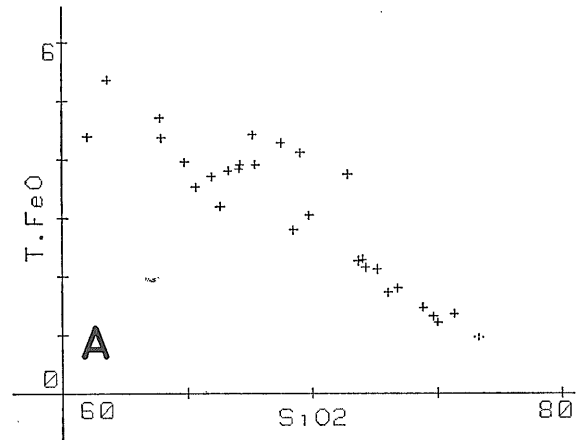
筆者らは 次のような方式の番号付けを考えてみました。まず 番号を付ける場合には1枚の図面に打つプロットの数を20個に制限しました。データの数が20個を越える場合は紙送りをして別の図面にします。このようにすると図が込み入らないためにプロットと番号の関係が見易くなります。

番号は図の外に書き引出し線を付けてプロットした点と結びます(第1図)。この番号にはデータの入力順に付けられる通し番号(データを入れている配列の行番号

```

1981 FEB 9          CHISHITSU-NEWS
File= COGRE          Date= 1980 AUG 20      Job= COMP GR 0zSNJ-HDK ^
Samples= 540         Columns= 15
35  HIDAKA GRANITE
No. Sub-Code: 1
1  Group 1  FRN 1  TO 1  FRN 2  TO 2  FRN 3  TO 3  FRN 4  TO 4  Mark
Ratios: (wt)  H  H  ...  ***  ...  F..  ...  ***  +
OUT OF RANGE on X-Axis: No. 74HK27 199 54.92 8.03
Plot= 29  TOTAL: Plot= 29  Sample= 30  TOTAL: Sample= 30

```



第1図 2成分図の番号なし及び番号付きプロットの例  
データの数は28個であるが 番号付きの図では20個と8個に分けて2枚の図にプロットする。Cでは番号の位置を調節している。データはこれまで公表されている日高帯の花崗岩類。スペースの関係でCの見出し部分を省略したが実際はA・Bと同じく見出し部分がある。

Iと同じ)を使います。 そのわけは 通し番号は最大4桁と短いので 番号用のスペースが小さくてすみ 図全体のバランス上からも見やすいためです。 引出し線は プロットの邪魔にならず 軟らかい感じのする点線を使います。

しかし なんとと言っても最大の問題は 引出し線の錯綜です。 もし通し番号を順に書き並べ その順でプロットしようとする と プロットされる点は図面のいろいろな所に散らばったり 団子のように一塊になったりして 分布の予想ができません。 そのために これに引出し線を1本ずつ付けると互いに交差するのが普通です。 引出し線の交差が多いと肝心のプロットされた点が 引出し線でかくされて見えなくなったり 引出し線がどの

プロットに結ばれているのかわからなくなったりします。

その対策は 適当な基準でプロットと番号を打つ順序を入れ替えて 引出し線の交差をできるだけ少なくすることです。 そのためには 1枚の図面にプロットされる数(最大20個)分のx・y座標値を その番号とともに別のメモリーに移しておきます。 そして2成分図の場合はx座標値が大きくなる順に 三角図・四面体図ではy座標値が小さくなる順に並べ変えます。

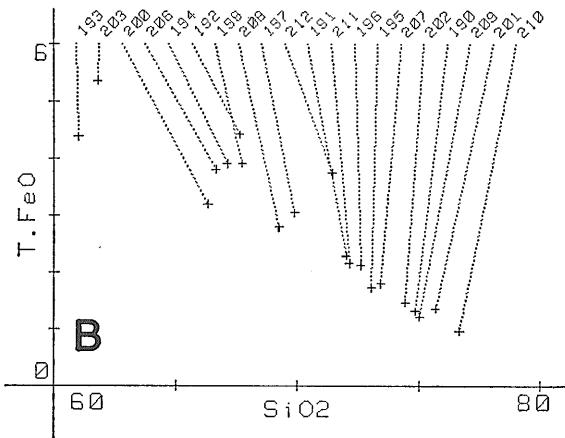
プロットは この並べ変えによってできた新しい順序で行われます。 例えば2成分図では プロットはx座標の小さい方から順に行われ それに従って番号もプロットのx座標が小さい順に図の上縁に沿って左から右へと書かれるので 引出し線の交差が少なくなるというわけです。 y軸方向(三角図・四面体図ではx軸方向)のばらつきがあるので 交差を完全にすることはできませんが この方法で先に述べたような不都合をなくすることができます。

三角図では番号は図の右辺に沿って また四面体図では右側の三角形の右辺と左側の三角形の左辺に沿ってそれぞれ上から下へ順に書かれます(第6図)。

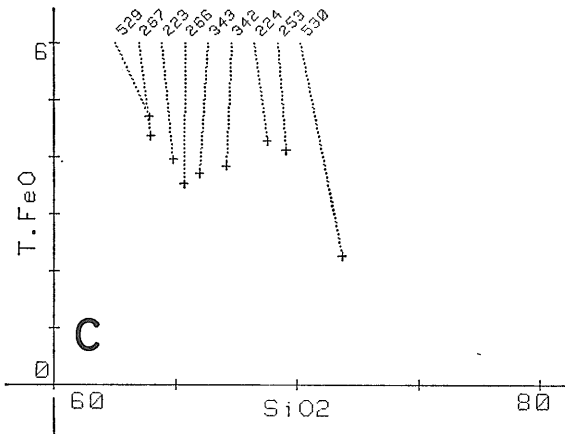
```
1981 FEB 9          CHISHITSU-NEWS
File= COGRE        Date= 1988 AUG 20      Job= COMP-GR OzSNJ-HDK
Samples= 540      Columns= 15

35  HIDAKA GRANITE
No. Sub-Code: 1
1   FRN 1 TO 1   FRN 2 TO 2   FRN 3 TO 3   FRN 4 TO 4   Mark
1   Group 1 H H ... .. ... .. ... .. ... .. ... .. +
Ratios: (wt)

OUT OF RANGE on X-Axis: No. 74HK27 199 54.92 8.03
Plot= 29 TOTAL: Plot= 29 Sample= 21 TOTAL: Sample= 21
```



Plot= 9 TOTAL: Plot= 29 Sample= 9 TOTAL: Sample= 30



### 3 自動連続処理

次に 自動連続処理で実行させる方法を考えてみます。

例えば 花崗岩の岩体ごとにコード分けしたデータがあるとしましょう。 普通は岩体ごとの特徴をさがすために色々な図を作ってみましょう。 このとき 岩体全部について番号なしの図と番号付きの図の両方を描かせて 図の台帳を作るとたいへん便利です。 番号なしの図は全体の特徴をつかみ 番号付きの図は個々の分析値を識別し 岩相との対応などを見るのに使われます。

したがって 番号付きの図と番号なしの図を 使用者が簡単に選択できるようにします。 この方法については プログラムの項で詳しく説明しましょう。

図の出力は 現在のところ CRT の画面に描かれた図のハードコピーを感熱式プリンタによってとる方式にしてあります。 少しプログラムを変えれば ロール紙を使って紙送りのできるプロッタを使う自動連続処理も可能です。 感熱式プリンタのロール紙には ミシン目が入っていて1本のロールでA4版の大きさの図が200枚印刷できるものと ミシン目の入らないものの2種類があります。 標準的には出力される紙の大きさを統一するために 紙送り命令の使えるミシン目入りを使用します。 もちろんプログラムをわずかに手直しするだけで ミシン目の入らないロール紙も使えるので 図の間隔を

つめて紙を節約することもできます。ただしこの場合は コードの組などを書く見出し部分の行数が必ずしも一定しないので 1 図あたりの紙の大きさは一般には不ぞろいになります。

次に考えなければならないのは 多数の図やコードの組の指定をどのようにするかということです。現在のところ 使用者は図を 5 種類まで指定できます。

処理しようとするデータの分類コードは 1 つの作業について最大 9 組まで指定でき (吉井, 1980) 自動連続処理ではそのコードの組 (作業数と言ってもよい) は最大 36 まで事前に入力することができます。これらを計算機のメモリーに入れると多量のメモリーを使ってしまい 得策でないで カートリッジテープにファイルを作り 1 つのファイルに 1 作業分のコードの組を読み込ませる方式にしました。

そのためにはプロット用のプログラムを実行する前に 使用者はあらかじめファイルにコードの組を入れておかなければなりません。このためのプログラムとして “ECODP” が用意されています (吉井・佐藤, 1981)。

“ECODP” では 36 種のコードの組に一連番号が打たれて 貯えられます。データ処理の際は 使用者が必要な番号の範囲をその中から選んで使うことができます。

#### 4 プログラムについて

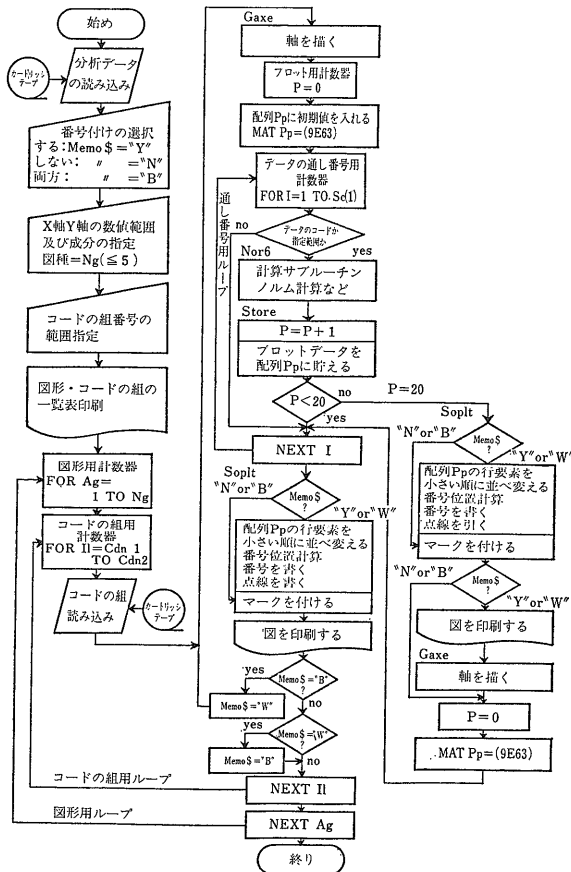
筆者らの「岩石化学データ処理システム」(本シリーズその 4) では 現在のところ番号付けの機能を持っているプログラムは 2 成分図を描く “PXNAN” と 三角図・四面体図用の “TRNAN” が用意されています。このプログラムは 両方とも ノルム計算を伴った自動連続処理を行います。

ここでは 2 成分図を描く “PXNAN” を例にして自動連続処理の流れを説明しましょう。

“PXNAN” の大まかなフローチャートを第 2 図に示します。まずプログラムをスタートさせ カートリッジテープから分析データをコンピュータのメモリーに読み込みます。次に使用者は 番号付きの図を描かせるかどうかを選択します。実際には文字列変数 Memo\$ に “Y”・“N” または “B” の文字をキーンすることによって

- Memo\$ = “Y” : 番号付きの図のみ
- Memo\$ = “N” : 番号なしの図のみ
- Memo\$ = “B” : 番号なしの図を出力した後  
に番号付きの図を出力する

という指定をします。この取扱いについてはあとで述



第 2 図 “PXNAN” の簡略化したフローチャート

このプログラムは連続自動処理により 2 成分図を描く。処理行程の左肩の文字はサブルーチン名。

べます。

図形 (x-y 軸の数値範囲と各軸に対応する成分名) は 1 度に 5 種類まで指定できます。この指定が必要な数だけ終ると その数が Ng という変数に入れられます。

次にテープからコードの組の「見出し」が読み込まれて CRT に表示されるので 使用者はそのファイルの何番から何番まで実行するのかを指定します。これらの番号はそれぞれ Cdn 1 及び Cdn 2 という変数に入れられます。これまでの各種の変数を選択・指定する 自動連続処理の準備の段階です。

これ以後は 準備段階で定めた計数器を用いて FOR-NEXT ループをまわして自動連続処理を実行します。処理の行程は第 2 図で見るとおり 3 重のループがかかっており大きいものから順に 図形用ループ・コードの組用ループ・データの通し番号用ループがあります。

図形用ループでは 変数 Ag を計数器にして Ag=1 か

ら Ng まで順に図形の内容 (各軸の数値範囲と成分名) を定めます。

コードの組用ループでは 使用者があらかじめ指定したコードの組をテープから読み込みます。次に座標軸を描き プロット位置の計算結果を貯えておくための配列 Pp に  $9 \times 10^{63}$  という十分大きな初期値を入れます。

配列 Pp は 20 行 3 列 (三角図・四面体図用には 20 行 5 列) の規模をもち その行要素は各データに対応しています。各列要素は 1 列目がデータの通し番号に対応し 2 列目は x 軸の座標値 3 列目が y 軸の座標値に対応します。

配列 Pp の要素に  $9 \times 10^{63}$  という初期値を入れておくわけは 番号付プロットを行う前にこの列要素を x 座標の小さい順に並べ変えますが データ数が 20 に満たない場合には空欄 (値としては  $9 \times 10^{63}$ ) がデータよりも後に置かれるようにするためです。

ここで プロット用計数器 P は 配列 Pp の行番号を定めるためのものです。P の初期値はゼロに設定され サブルーチン Store でプロット用のデータが配列 Pp に貯えられるたびに 1 だけ加算されていきます。そして配列 Pp に 20 組のプロット用データが貯えられたかどうかの判断に使われます。

データの通し番号用ループでは まず分析データのコードが 指定されたコードの組の範囲内にあるかどうか調べます。もし範囲外であれば 次のデータに移ります。範囲内であれば 計算用サブルーチンに送ってプロット位置計算のための前処理やノルム計算などを行います。その結果は サブルーチン Store に送られてプロット位置の計算を行い その値を配列 Pp に貯えます。

このプロットデータが配列 Pp に 20 組そろると サブルーチン Soplt に送られて 番号付けとプロットが行われます。サブルーチン Store と Soplt は番号付けプロ

```

3460 Store:1 ===== Store =====
3470 Px=P(Jx1)*Rx1+P(Jx2)*Rx2
3480 Py=P(Jy1)*Ry1+P(Jy2)*Ry2
3490 N=N+1
3500 Nto=Nto+1
3510 IF Px>9E63 THEN Orx
3520 IF Py>9E63 THEN Ory
3530 IF (Px>Xt(Ag)) OR (Px<Xf(Ag)) THEN Orx
3540 IF (Py>Yt(Ag)) OR (Py<Yf(Ag)) THEN Ory
3550 P=P+1
3560 Pto=Pto+1
3570 Pp(P,1)=I
3580 Pp(P,2)=Px
3590 Pp(P,3)=Py
3600 Srn:RETURN
3610 Orx: BEEP
3620 PRINT "OUT OF RANGE on X-Axis: No.;"No#(I,1);" ";I;" ";Px
3630 GOTO Srn
3640 Ory: BEEP
3650 PRINT "OUT OF RANGE on Y-Axis: No.;"No#(I,1);" ";I;" ";Py
3660 GOTO Srn
3670 ! =====

```

第 3 図 “PXNAN” のサブルーチン store のプログラムリスト  
Px・Py はそれぞれデータから計算された x 座標と y 座標  
I はデータの通し番号

ットのプログラム中で最も重要な部分なので 次の項で詳しく説明しましょう。

サブルーチン Soplt での処理が終ると その図を印刷してから再び新しい座標軸を描き 次のプロットに備えます。番号付けをしない場合には 次のプロットも同じ図に書き加えられるので CRT にだけプロットして印刷は行なわれません。そして再び配列 Pp に初期値を入れて 次のデータの処理に移ります。

データの処理がすべて終了したときは プロットすべきデータが 20 個に満たなくとも Soplt に進みます。この場合は Memo \$ の内容に関係なく図を印刷します。番号付けをしない場合の印刷は この行程で行われ 全部のプロットが 1 枚の図にまとめて出力されます。このあとの行程では Memo \$ の内容に従って次のように分岐します。すなわち

- “Y”, “N” : そのまま NEXT II に行く (一般には次のコードの組を読み込む)
- “W” : Memo \$ を “B” に変えて NEXT II に行く (同上)
- “B” : Memo \$ を “W” に変えて同じコードの組で番号付きの図を描く

使用者が Memo \$ に “B” を選択したときは まず番号なしの図を出力したあと Memo \$ = “W” に変えて番号付きの図を出力します。番号付きの図が終ると再び Memo \$ = “B” にもどして 次のコードの組を読み込みます。Memo \$ に入れられている文字によって分岐させる行程では “Y” と “W” “N” と “B” がそれぞれ同じ意味を持ちます。つまりプログラムとしては

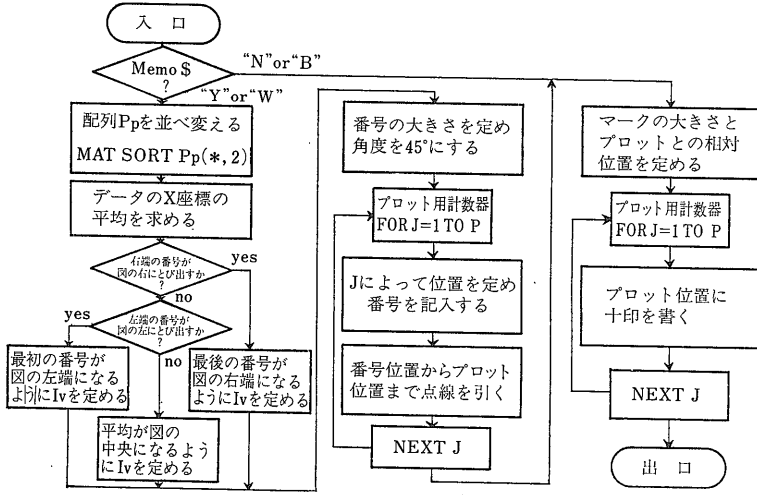
```
IF (Memo $ = “N”) OR (Memo $ = “B”) THEN Plotm
```

のように OR で結んでおきます (第 5 図)。このようにして すべての図を描き終ると作業は終了します。

### 5 番号付けプロットのサブルーチン

番号付きプロットに重要な役目をしている Store と Soplt というサブルーチンについて説明しましょう。

Store のプログラムリストを第 3 図に示します。ここでは計算行程を通して来た化学分析値やノルム計算値から x 座標・y 座標が計算されます。次にその座標値が 2 成分図の x・y 各軸の指定された数値範囲にあるか



第4図 “PXNAN” のサブルーチン soplt のフローチャート

2・3番目の判定は 番号を記入する位置を決めるためのもので その判定によって最初の番号の位置を指定する変数 Iv が決められる。

どうか判断します。もし範囲をはずれているとプロットできないので その旨を印刷します。すなわち図の上にある見出し部分に「OUT OF RANGE」と表示して プロット範囲からはずれたデータの番号・通し番号

・そのデータの x および y 座標値を書き添えて使用者の注意を促します (第1図)。

次に配列 Pp に これらのデータが貯えられます。プロット用计数器 P は ここでは配列 Pp の行要素にプロットデータを順に貯えていく役目をします。

サブルーチン Soplt のフローチャートを第4図に そのプログラムリストを第5図に示します。ここではまず Memo\$ の内容によって プロットに番号付けをしようかどうかの分岐をします。番号付けをしない場合は直接プロット行程に進みます。

番号付けをする場合は 配列 Pp に貯えられているデータを x 座標値の小さい順に並べ変えます。すなわち配列の列要素を その第2列目 (x 座標値) に着目してその値が大きくなる順に並べ変えます。筆者らの使用している機種は拡張 BASIC にはマトリックスを並べ変える命令があるので 次のように1行で実行することができます。すなわち

MAT SORT Pp (\*, 2)

次に番号を書く位置を決めなければなりません。番号は 2成分図では図の上方に x 軸に平行に左から右へ並べられます。番号の間隔は一定です。番号を書き始める位置の x 座標 (Iv) を決めるには まずプロットデータの x 座標の平均値を求め そこを番号列の中央とした場合に 右端に書かれる番号が図の x 軸の範囲から右にとび出すか または左端に位置する番号が図の左にとび出すかを見ます。どちらにもとび出さないときはそのまま番号を書きますが 右にとび出す場合は番号列の右端が図の右端で終るように 番号列全体を左に戻して

```

3710 Soplt: !
3720 IF (Memo$="N") OR (Memo$="B") THEN Plotm
3730 MAT SORT Pp(*,2)
3740 Med=X0(Ag)/21
3750 Men=0
3760 FOR J=1 TO P
3770 Men=Men+Pp(J,2)
3780 NEXT J
3790 Men=Men/P-Xf(Ag)
3800 Iv=Med*P/2
3810 IF (0>Men-Iv) AND (X0(Ag)>Men+Iv) THEN 3850
3820 IF (0<Men-Iv) AND (X0(Ag)<Men+Iv) THEN 3870
3830 Iv=Men-Med*(P+2)/2
3840 GOTO Plot
3850 Iv=Med/2
3860 GOTO Plot
3870 Iv=X0(Ag)-Med*(P+1)
3880 Plot: !
3890 LG 1
3900 CSIZE 3.8,.6
3910 LDIR 45
3920 FOR J=1 TO P
3930 LINE TYPE 1
3940 MOVE Iv+Med*J,Y0(Ag)
3950 LABEL Pp(J,1)
3960 LINE TYPE 3
3970 PLOT Iv+Med*J,Y0(Ag)
3980 PLOT Pp(J,2)-Xf(Ag),Pp(J,3)-Yf(Ag)
3990 PENUP
4000 NEXT J
4010 LDIR 0
4020 Plotm:LINE TYPE 1
4030 LG 5
4040 CSIZE 4,.6
4050 FOR J=1 TO P
4060 MOVE Pp(J,2)-Xf(Ag),Pp(J,3)-Yf(Ag)
4070 LABEL Mrk#
4080 NEXT J
4090 LG 1
4100 RETURN
    
```

第5図 “PXNAN” のサブルーチン soplt のプログラムリスト

X0 (Ag) は x 軸の数値範囲 (上限値-下限値)  
 Med は番号の間隔 Men はデータの x 座標の平均に関係する変数 Iv は最初の番号の位置を指定する変数 Xf (Ag)・Yf (Ag) はそれぞれ x 軸・y 軸の数値範囲の下限値

やります。 左にとび出す場合も番号列の左端が図の左端から始まるようにします。

実際には 計算によって上記のように1番目(左端)の番号位置(Iv)を決め 2番目以降は順次等間隔で書いていけば良いわけです。 すなわち 番号の間隔を Med プロットデータのx座標の平均を Men 図の右端の座標を X0 (Ag) とすると

$$Iv = Med/2 \quad : \text{左にとび出すとき}$$

$$Iv = X0(Ag) - Med*(P+1) \quad : \text{右にとび出すとき}$$

$$Iv = Men - Med*(P+2)/2 \quad : \text{とび出さないとき}$$

のように計算します。 そしてJが1からPまで1ずつくり上がっていく時のx座標は

$$Iv + Med * J$$

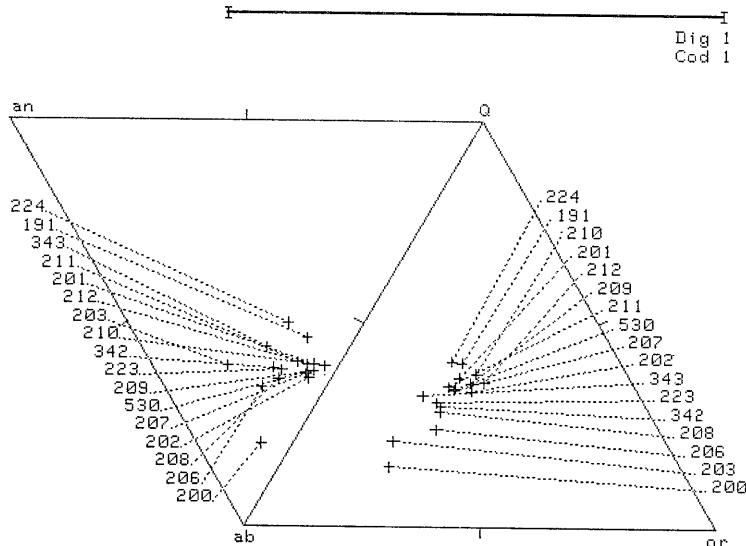
となります。

このようにするのは 引出し線をできるだけ短かくして プロットの近くに番号が書かれるようにするためです。 例えば プロット数が少ないときにx軸の右の方にあるプロットに 引出し線が左の端から長々と引かれるのは図を見苦しくします。

```

1981 FE2 9          CHISHI11SU-NEWS
File= COGRE        Date= 1980 AUG 20      Job= COMP GR OzSNJ-HDK
Samples= 540       Columns= 15
36 Okusbts-Tanns Gr
No. Sub-Code: 1
FRM TO FRM TO FRM TO FRM TO Mark
1 Group 1 H H 2 A.. 0** 3 ... F.. 4 ... *** +
Ratios: (wt)
Plot= 17 TOTAL Plot= 17 Sample= 17 TOTAL Sample= 17

```



等6図 “TRNAN” で描いた番号付き Q-ab-or-an 図  
このプログラムは三角図及び四面体図を描く

番号を1個書いたら 番号位置からプロット位置まで点線を引きます。 すべての番号と点線が描かれてからまとめて 各々のプロット位置にマークを付けます。 なぜ引出し線だけを先にすべて描いてしまうかというと CRT の画面に描かれたマークに後から点線が重なった部分では 点線を描く機構の関係で 先に描かれていたマークの一部が消されて見にくくなることがあるからです。

### 6 三角図・四面体図の場合

これまで2成分図の場合を例にして説明してきましたが 三角図・四面体図についても方式は基本的には同じです。 第7図に三角図・四面体図用サブルーチン Store のプログラムリストを示しておきましょう。

ここでは Chg (Ag) という変数によって三角図と四面体図の判別を行っています。 このプログラムの場合は配列 Pp には5種類のプロットデータが貯えられています。 すなわち 配列の第1列目にはデータの通し番号 I 第2列目と3列目にはそれぞれ三角図(又は四面体図の右側の三角形)のx座標とy座標 4列目と5列目には四面体図の左側の三角形のx座標とy座標の5種です。

四面体図番号付けプロットの場合は あらかじめ配列

Pp の第3列目に着目して 右側の三角形のy座標値が小さくなる順に並べ変えが行われ 続いてそのプロットが行われます(三角図の場合はこれで終了します)。 そのあと Pp の第5列目に関しての並べ変えが行われ 左側の三角形のy座標値が同じく小さくなる順にプロットされます。 この2つの三角形は同じx-y座標系内にあり 条件を少し変えるだけで同じ手順でプロットできるので プログラム的には四面体図も三角図と大差ありません。

座標計算の仕方は三角図については吉井(1978)が説明しておりますが このプログラムでは四面体図の右側の三角形の場合とまったく同じになっています。 四面体図については次の付録で説明します。

付録：四面体図の作り方

四面体図は たとえばノルム Q-ab-or-an 系の成分比の表現には大変便利で 花崗閃緑岩システムによる花崗岩類の研究などに使われます。加賀美 (1968) はここで描いた四面体図の左側の三角形に相当する三角図を用いました。このデータ処理システムで用いた 正四面体を展開して2つの三角形を描く図法は ARAMAKI *et al.* (1970) で初めて用いられました。左側の三角形へ投影する方法は ARAMAKI *et al.* (1972) に説明されています。しかしながらこれらは重要な作図法であるにもかかわらず十分普及しているとは思えないので この機会に紙面を借りてこの作図法について紹介しておきたいと思ひます。

第8図にここで考える正四面体を示します。まず 4成分系  $C_A, C_B, C_C, C_D$  の各端成分を各頂点  $A, B, C, D$  に対応させます。この4成分の値を  $a_i, b_i, c_i, d_i$  とするとき この値 ( $a_i:b_i:c_i:d_i$  の値) に対応する点は正四面体の中にただ1点定まります。この点を  $O$  とします。この  $O$  点を正四面体の底面  $ABC$  と錐面  $ABD$  に投影し 辺  $AB$  を軸として錐面  $ABD$  を底面  $ABC$  と同じ平面に展開したのがここでいう四面体図です(第9図)。点  $O$  を底面  $ABC$  に投影する方法と 錐面  $ABD$  に投影する方法が異なるために煩雑に思われるかもしれませんが 実際のプロットは簡単で 便利な点が多いので 今後この投影法が普及していくだろうと予想されます。

投影のしかたを説明しましょう。まず 点  $O$  の底面  $ABC$  への投影は 正四面体の頂点  $D$  から行われます。つまり直線  $DO$  を延長し底面  $ABC$  と交わった点が投影点  $P$  になります。点  $O$  を含み底面  $ABC$  に平行な面  $EFG$  を考えてみると  $\triangle ABC$  と  $\triangle EFG$  は相似であり 点  $O$  と点  $P$  も各々の三角形内で相似の位置にあります。従って点  $P$  から辺

$AB, BC, CA$  に下した垂線の長さの割合は点  $O$  から辺  $EF, FG, GE$  に下した垂線の長さの割合と同じです。つまり点  $O$  の  $\triangle ABC$  への投影は 3成分  $C_A, C_B, C_C$  のみによってプロットした点  $P$  として求められ 普通の三角図へのプロットとまったく同じに扱えます。

つぎに 点  $O$  の錐面  $ABD$  への投影は 3つの面  $ABD, EFG, DRM$  の交点  $Q$  として求められます。ここで面  $DRM$  とは 頂点  $D$  と点  $O$  を含み 辺  $BC$  に平行な平面です。つまり点  $Q$  は辺  $BC$  に平行な方向から見た面  $ABD$  上の点  $O$  の投影点になっています。実際の四面体図ではまず点  $P$  から辺  $BC$  に平行に引いた線と辺  $AB$  の交点  $R$  を求め頂点  $D$  と結んで直線  $DR$  を引きます。次に辺  $AB$  に平行な直線  $EF$  (辺  $AB$  との距離を  $h_q$  とする) を引いて直線  $DR$  と直線  $EF$  の交点  $Q$  を求めます。

では  $\triangle ABD$  における点  $Q$  の高さ ( $h_q$ ) について考えてみましょう。頂点  $D$  から底面  $ABC$  に下した垂線  $DI$  の長さを  $h$  頂点  $D$  から辺  $AB$  に下した垂線  $DK$  の長さを  $h_k$ 、点  $O$  から面  $BCD, ACD, ABD, ABC$  に下した垂線の長さを各々  $h_a, h_b, h_c, h_d$  とすると

$$h = h_a + h_b + h_c + h_d \quad \text{となります (* 次頁脚注)}$$

一方  $a_i, b_i, c_i, d_i$  の4成分の値に対する  $d_i$  の割合を

$$d = \frac{d_i}{a_i + b_i + c_i + d_i} \quad (\text{ただし } a_i + b_i + c_i + d_i \neq 0)$$

とすると 定義により

$$d = \frac{h_d}{h_a + h_b + h_c + h_d} = \frac{h_d}{h}$$

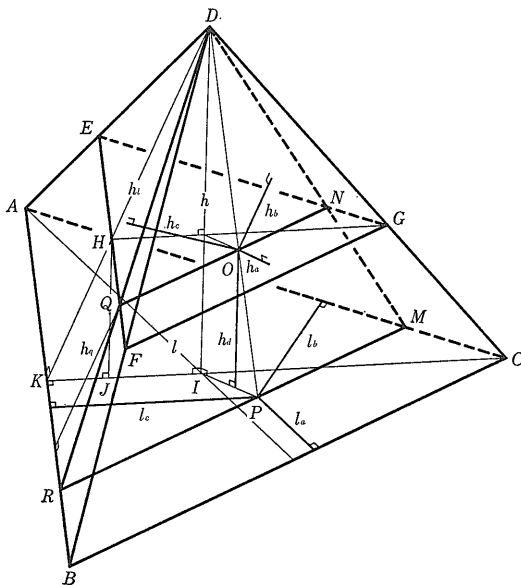
点  $Q$  から辺  $AB$  に下した垂線の長さが  $h_q$  だから  $HK = h_q$ 。  $\triangle DIK$  と  $\triangle HJK$  に注目すると これらの三角形は互いに相似で  $DK = h_k, DI = h, HJ = h_d$  だから

```

3450 Store: !
3460 Px=P<Jx1>*Rx1+P<Jx2>*Rx2
3470 Py=P<Jy1>*Ry1+P<Jy2>*Ry2
3480 Pz=P<Jz1>*Rz1+P<Jz2>*Rz2
3490 Pw=P<Jw1>*Rw1+P<Jw2>*Rw2
3500 IF (Px>=9E63) OR (Py>=9E63) OR (Pz>=9E63) THEN Orag
3510 IF (Px<0) OR (Py<0) OR (Pz<0) THEN Orag
3520 IF (Chg(Ag)=4) AND (Pw>=9E63) THEN Orag
3530 P=P+1
3540 Pto=Pto+1
3550 Td=Px+Py+Pz
3560 IF Td<>0 THEN Stor2
3570 Px=Pz/1/3
3580 GOTO Stor3
3590 Stor2: Px=Px/Td
3600 Pz=Pz/Td
3610 Stor3: Pp(P,1)=I
3620 Pp(P,2)=Px+2*Pz
3630 Pp(P,3)=Px*8
3640 IF Chg(Ag)<>4 THEN Stet3
3650 Stet: !
3660 Td=Td+Pw
3670 IF Td<>0 THEN Stet1
3680 Td1=.25
3690 GOTO Stet2
3700 Stet1: Td1=Pw/Td
3710 Stet2: Pp(P,4)=Px-(Px+1)*Td1
3720 Pp(P,5)=Px-(Px-1)*Td1*8
3730 Stet3: RETURN
    
```

第7図 “TRNAN” のサブルーチン store のプログラムリスト

$Px \cdot Py \cdot Pz \cdot Pw$  は各成分のデータで このサブルーチンで比に計算され さらにそのプロット位置の  $x$  座標  $\cdot y$  座標が配列  $Pp$  に貯えられる。  
 $chg(Ag)$  は図形を示す変数で  $chg(Ag) = 4$  は四面体図 それ以外は三角図である。



第8図 正四面体 (正三角錐) 中の点  $O$  と投影点  $P \cdot Q$  の関係

$$h_q \cdot h_a = h_k \cdot h$$

$$h_q = h_k \times \frac{h_a}{h}$$

従って  $h_q = h_k \times d$  という関係が求められます。これで三角形の高さが決まれば  $d$  の値から直線  $EF$  を引くことができます。

ではつぎに  $x-y$  座標系として考えてみます。第7図に示すように1辺の長さが2の正三角形を用いると式が簡単になるので(吉井, 1978) 4頂点の座標をそれぞれ  $A(1, \sqrt{3})$   $B(0, 0)$   $C(2, 0)$   $D(-1, \sqrt{3})$  とします。

まず  $\triangle ABC$  について考えてみましょう。  $a_i, b_i, c_i$  の中の各成分の割合は

$$a = \frac{a_i}{S}, \quad b = \frac{b_i}{S}, \quad c = \frac{c_i}{S} \quad (S = a_i + b_i + c_i \text{ ただし } S \neq 0)$$

です。点  $P$  から辺  $BC, AC, AB$  におろした垂線の長さをそれぞれ  $l_a, l_b, l_c$  とします。  $\triangle ABC$  の高さ

$$l = \sqrt{3}$$

に対するこれらの割合がそれぞれ  $a, b, c$  ですから

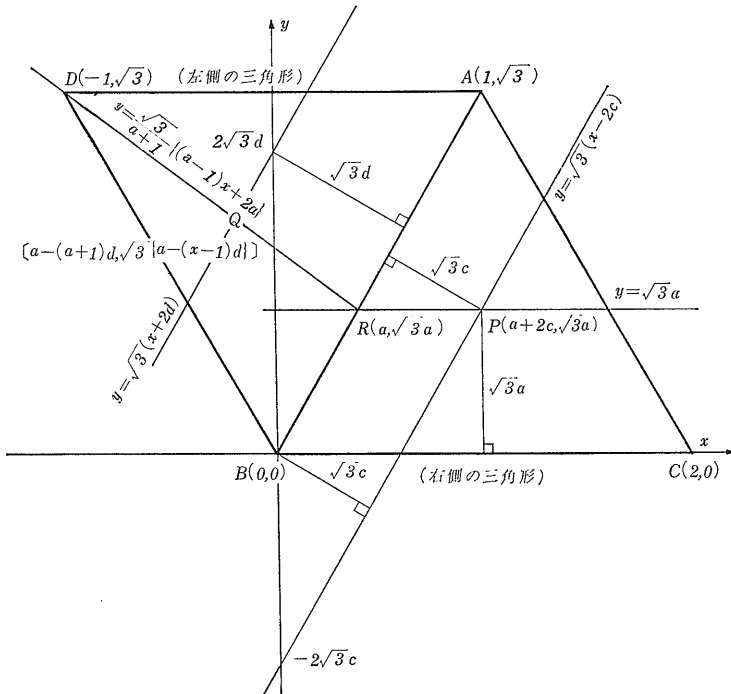
$$l_a = \sqrt{3} a \quad l_b = \sqrt{3} b \quad l_c = \sqrt{3} c$$

となります。したがって 辺  $BC$  から  $l_a$  の距離にある点は

$$y = \sqrt{3} a$$

という直線上に 辺  $AB$  から  $l_c$  の距離にある点は

$$y = \sqrt{3} (x - 2c)$$



第9図 四面体図の投影点  $P \cdot Q$  の求め方

という直線上にそれぞれあります。したがって割合が  $a$  であり同時に  $c$  である点  $P$  は この2直線の交点で

$$P(a+2c, \sqrt{3}a)$$

となります。

つぎに  $\triangle ABD$  に移ります。 前述の  $h_q = h_k \times d$  と三角形  $ABD$  の高さ  $h_k = \sqrt{3}$  から

$$h_q = \sqrt{3} d$$

が得られるから 辺  $AB$  から  $h_q$  の距離にある点は

$$y = \sqrt{3} (x + 2d)$$

という直線上にあります。

一方 点  $D(-1, \sqrt{3})$  と点  $R(a, \sqrt{3}a)$  を通る直線の式は

$$y = \frac{\sqrt{3}}{a+1} \{ (a-1)x + 2a \}$$

したがって この2直線の交点  $Q$  が求める点で

$$Q[a-(a+1)d, \sqrt{3} \{ a-(a-1)d \}]$$

という座標値になります。

参考文献

ARAMAKI, S., HIRAYAMA, K. and NOZAWA, T. (1970) Chemical composition of Japanese granites, part 1. Variation trends of 400 analyses. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, vol. 48, p. 491-505.

ARAMAKI, S., HIRAYAMA, K. and NOZAWA, T. (1972) Chemical composition of Japanese granites, part 2. Variation trends and average composition of 1200 analyses. *Jour. Geol. Soc. Japan* vol. 78, p. 39-49.

加々美寛雄(1968) 長野県新野地域の領家花崗岩類(その2) 地球科学 22巻, p. 287-294.

吉井守正(1978) 相関係数の計算と統計図のプログラム 電卓シリーズ(4) 地質ニュース282号 p. 22-32.

吉井守正(1980) 文字列を使ったコードによるデータの選択 会話型データ処理(その1) 地質ニュース 315号 p. 13-17.

吉井守正・佐藤岱生(1981) 岩石化学データ処理システムのあらまし 会話型データ処理(その4) 地質ニュース 321号 p. 40-45.

\* 脚注

点  $O$  によってこの正四面体を  $OBCD, OACD, OABD, OABC$  の4個の三角錐に分割する。正四面体の一面の面積を  $3S_2$  として四面体の体積を求めると

$$\frac{3S_2 \cdot h}{3} = \frac{3S_2 \cdot h_a}{3} + \frac{3S_2 \cdot h_b}{3} + \frac{3S_2 \cdot h_c}{3} + \frac{3S_2 \cdot h_d}{3}$$

従って  $h = h_a + h_b + h_c + h_d$