

会話型データ処理—その8— 改名 GEOCAPS

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

1. はじめに

いまから2年前に“岩石化学データ処理システム”としてご紹介した BASIC プログラム (吉井・佐藤, 1981) をこのほど GEOCAPS という名称に変えることにした。振り返るといわゆるパソコンが当部で使われるようになって9年になる。当時の計算機 (横河ヒューレットパッカード社製 YHP-9820A) はその頃としては最新型の“電卓”だった。しかし文字列データや配列したデータの取り扱いもできず使用者側のメモリーも12キロバイトと大変少なかった。

それでもこの計算機に配列を切る方法を考案してから (吉井, 1977a) 多量のデータを取り扱えるようになった。1977年には火成岩のデータについてノルム計算を行いその結果をプロットで図示するプログラムシステムが一通り完成した (吉井, 1977b, 1978)。データに分類コードを付けておきそのコード別にデータを検索して処理する方法は便利で好評だった。

1980年には CRT (ブラウン管) 付きで BASIC 言語を搭載した本格的なパソコンの YHP-9845T が導入された。そこでそれまでのプログラムを BASIC に書き改めて 9845T のもつ新しい機能を追加したものが最初に述べた岩石化学データ処理システムである。

このプログラムの大きな特徴は“電卓育ち”の経歴通り筆者らによる“100%手作り”という点にある。そしてせっかく作るからには個人用にとどめるのもったいないという発想で徹底的に使用者の立場に立ったプログラミングを目指して来た。これが結果的には使用者から使いやすいとの評価を得た。このプログラムによるデータ処理結果を使った研究成果が順次公表されておりその意味でも貢献できたものと信じる。

種々の分野の人に実際に使ってもらいその“実戦”の中で使用者の要望を入れながら改良を重ねて行くと本当によい会話型プログラムができるし現在は幸いなことにその環境にある。しかし十人十色の使用目的・対象に適合するプログラムを作ることも並大抵ではない。

そこでプログラムが使用者の要望に もっと柔軟に
応えられるよう再編成を行った。その内容を以下に述
べることにするが このようにプログラムの機能を拡大
するうちに 対象とする範囲が 火成岩に限らず 一般
の岩石・鉱石・鉱物の化学分析データ および水質分析
データ さらには 類似の性質をもつ一般の二次元配列
データも取り扱えるようになった。

このために プログラムの名が体を表わさなくなった。
それに 使用者から“システムを引用するのに長たらし
い和名では やりにくい” という苦情? も寄せられる
ようになった。そこで プログラムらしい英名を付け
たと言う訳だ。GEOCAPS は GEOChemical data
Analysis Program System (地球化学データ解析プログラ
ムシステム) ということにしたい。

では 最近の改良点などを中心に 説明しておこう。

2. プログラムの種類

このシステムで取り扱うデータは 目下のところ火成
岩・堆積岩・鉱石・鉱物などの化学分析値 水質分析値
などが主なところで 鉱物組成比・帯磁率のデータを扱
った実績もある。つまり プログラム自体には 化学
成分などの項目名は書かれておらず 使用者が項目名を
データとしてファイルに登録すればよいのである。

したがってデータの構造や性質が似ていれば 化学分
析値以外のものも処理が可能である。

化学分析値の場合は 合計値を100%に再計算したり
モル数 (水質分析値の場合は当量) に換算するとか 火成
岩データのようにノルム計算のような特殊な処理も要す
る。そこで データの種類によって プログラムをつ
ぎの3系統に区分してある。

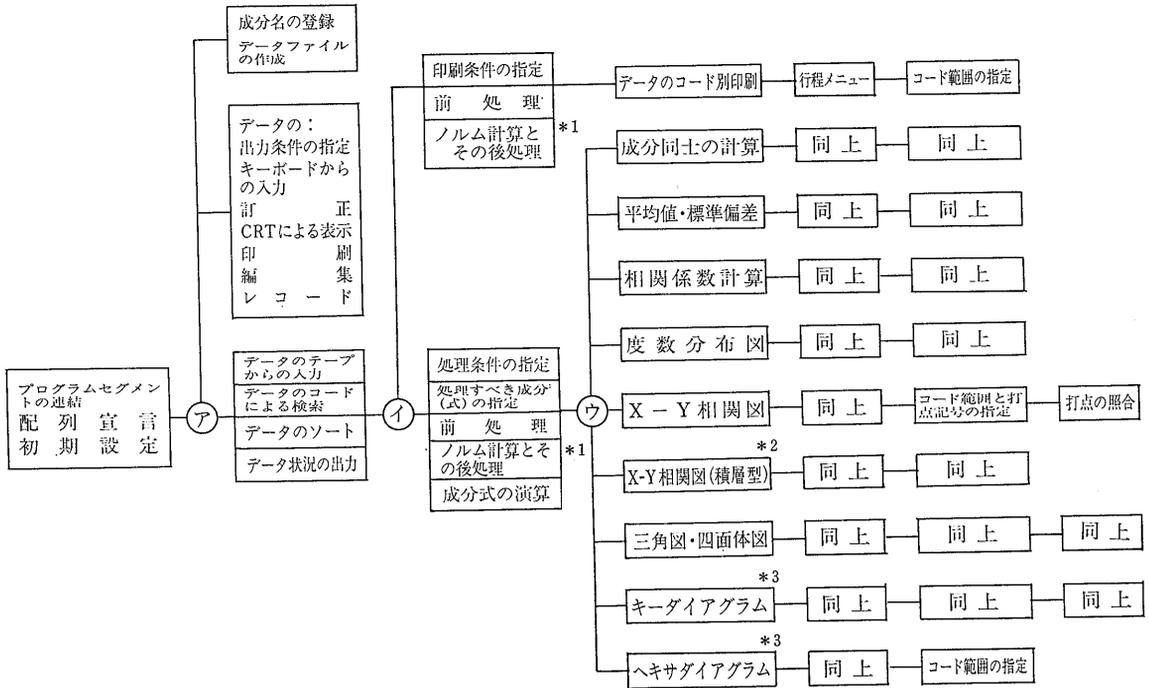
1) 一般化学データ用プログラム

対象は 一般の岩石・鉱物の化学分析値およびそれ
に類似の二次元配列数値データ。

合計値の再計算は 第1項目から“Total”のひと
つ手前の項目までについて行う。

2) ノルム計算用プログラム

対象は 火成岩の化学分析値を含むデータ。



第1図 プログラムセグメントの編成

プログラムは多数のセグメントで構成されており、大きくみると樹枝状の構造をしている。ひとつのプログラムからつぎのプログラムへ移る場合は、計算機が判断して「ア」「イ」または「ウ」の点から右側のセグメントを切り落として、最少の手順で再編成する。

- *1 ノルム用プログラムだけに付属。
- *2 積層型のプログラムは特異なので、打点の照合用セグメントは、データ処理用の主要部に内蔵されている。
- *3 水質用プログラムだけに付属。

ノルム計算を行うには、データ中の化学成分が SiO_2 から P_2O_5 まで、一定の序列をしている必要がある。超塩基性岩の処理のため Cr_2O_3 と NiO を加えてもよい。合計値の再計算は SiO_2 から P_2O_5 までの区間について行う。

3) 水質分析用プログラム

対象は、水質分析値を含むデータ、または合計値の再計算を必要としないデータ。

- 11) キーダイアグラムの作成 (水質分析用)
- 12) ヘキサダイアグラムの作成 (水質分析用)

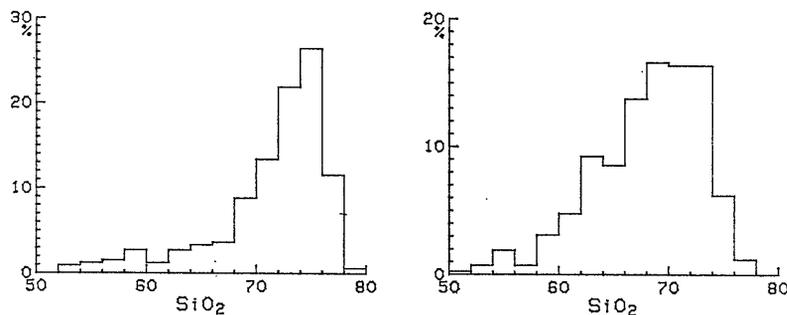
以上の中で、1)と2)はデータ入力用、3)以下がデータ処理用のプログラムである。4)・11)・12)が昨年以降に追加された。

3. プログラムの構造

各系統のプログラムの内訳はつぎのとおりである。

- 1) 成分名 (化学成分名および関連する項目) の登録とデータファイルの開読
- 2) データの入力・訂正・印刷・編集・レコード
- 3) データのコード別印刷
- 4) 成分同士の計算
- 5) 平均値・標準偏差の計算
- 6) 相関係数の計算
- 7) 度数分布図 (ヒストグラム) の作成
- 8) X-Y 相関図の作成
- 9) X-Y 相関図 (積層型) の作成
- 10) 三角図・四面体図の作成

岩石化学データ処理システム (以下、旧システムと呼ぶ) は、1981年当時は各プログラムが1本1本独立していた。だから、ひとつのプログラム、たとえば度数分布図のプログラムを実行させたのちに、三角図のプログラムを実行させるには、プログラムもデータも入力し直さねばならなかった。したがって、データは入力用のプログラムを使って計算機へ入れたら、必ずテープカートリッジにレコードすることを大前提とした。このような方式は、プログラムの発達の初期的段階では、やむを得なかったが、これは使用者にとって不便であるばかりでなく、プログラムの種類がふえるにつれて、その保守や管理が煩雑になり、全体の統一をとることも大変むずかしくな



第2図 度数分布図

階級の幅（x軸の目盛）は 階級数が100以内となる範囲で任意に指定できる。度数には絶対度数と度数百分率（この図の例）とが選択できるが 度数百分率を選ぶには 度数最大値を指定する際に 数値に%の文字を付け加えるだけでよい。

x, y両軸とも 細かい目盛のほかに 数値付きの目盛を書くことができる。数値付目盛は細かい目盛の示す任意の値を初値として 同じく任意の間隔を指定できる。図の例では x軸で初値60 間隔10 y軸で初値10 間隔10が指定されている。

このデータは アプライト質花崗岩から石英閃緑岩にかけての SiO₂ の重量比で 左側の図が 山陽・苗木帯 右側が領家帯のものを示す。

るのである。

この問題を解決するために すべてのプログラムについて その行程や機能を分析し再検討して ひとつのプログラムを 行程別および機能別のセグメントに分割した。すなわち プログラムはテープにセグメント単位で收容され ひとつのプログラムを実行させる前に それに必要なセグメントを連結して使う という方式に切替えた。

このようにすると 同一機能のセグメントを複数のプログラムで共用できる。これにより異なったプログラムの系統および種類の間での 行程や機能の重複が避けられる。その利点は主としてつぎのとおりである。

- プログラムテープの使用効率が上り さらに多数のプログラムを收容できるようになる。
- セグメントの内容を改訂・修正すると その効果がただちに 関係する全プログラムに反映され プログラムの改良が能率的に行われる。
- ひとつのプログラムから ほかのプログラムへ移るときは 両者で異なるセグメントだけを入れ換えればよいので プログラムの切り換えが短時間で済む。

この方式では 同一系統内のプログラム同士は あたかも全体で ひとつのプログラムであるかのように 互いに有機的に連絡し合うことになる。したがって 一度データを入力しさえすれば すべてのプログラムの実行ができる。従来は入力データを必ずテープにレコードしておかなければ データ処理に移れなかったが 少量のデータの“使い捨て”的な処理も気軽に行える。

プログラムセグメントの編成を第1図に示す。セグメント名 つまりプログラムファイル名は それを連結するプログラムに DATA 文として書かれており これを READ 文で読みながら 順次つないでゆく。セグメントは 一群のプログラムに共通的部分と各プログラムに特有の部分とがあるので ひとつのプログラムからほかのプログラムへ移る場合は 計算機が状況を判断し 必要なセグメントだけを連結する仕組みになっている。

さきほど プログラムには3系統あると述べたが プログラムセグメントのレベルでは かなり共通性がある。したがって データの種類とプログラムの系統とは必ずしも厳密に一致させなくともよい。たとえば ノルム鉱物に関する処理をしないで しかも化学分析値の合計を100%に換算する必要がないときには どの系統のプログラムで処理してもよい。水質分析データでもキーダイアグラムおよびヘキサダイアグラム以外のデータ処理ならば ほかの系統のプログラムも利用できる。

このように プログラムの系統間には 条件付きながら互換性がある。

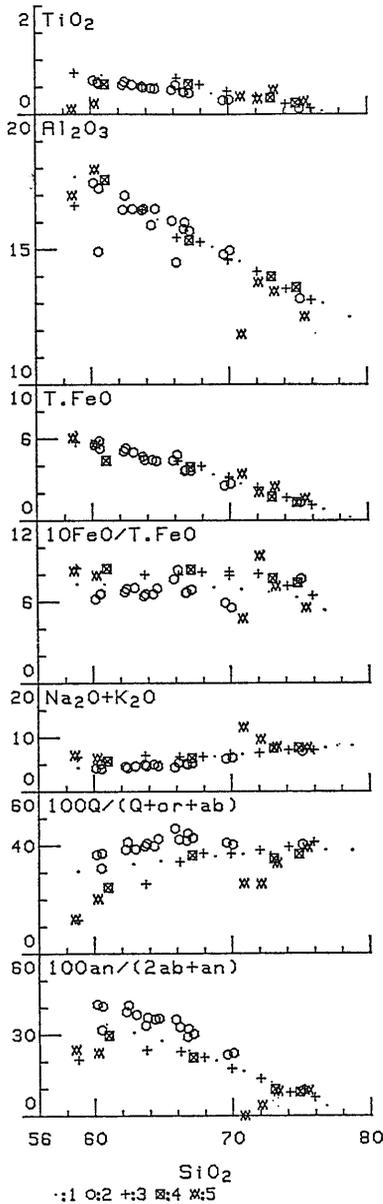
4. データファイルの構成

データ用のファイルは インデックスファイル・成分名ファイル・データファイルの3種から構成されている。これらについて簡単に説明しておこう。

1) インデックスファイル

ここには データ全般についての情報が入れられる。すなわち

ア. インデックスファイル名（使用者がデータ用ファ



第3図 積層型 X-Y 相関図

図は 最大10段まで積み重ねられる。

任意の成分に関する算式・数値範囲および目盛が X-Y 両軸について指定できる。目盛は 各段を通じて一定の長さで描かれるので 各段の Y 軸側の厚みは 全体の目盛数と その段の目盛数との兼ね合いで定まる。

図に打つ点は キーボード上の文字 (記号) で表現することができる。文字は 2 字まで指定でき 2 文字目は天地して 1 文字目に重ねられるので キーボードにはない ささまざまな種類のマークを合成できる (佐藤・吉井, 1982)。

なお 図の中で小点 (ピリオド) で打たれたデータは 日本産花崗岩類の平均値 (ARAMAKI et al., 1972) を示す。

イルとして記憶しておくべきファイル名)

- イ. ファイル作成年月日
- ウ. データ名
- エ. 成分名ファイルおよびデータファイルの名称
- オ. データタイプ (ノルム用・一般用・水質用の別)
- カ. 配列規模 (成分数・試料の最大収容数・同現在数ほか)

2) 成分名ファイル

このファイルには つぎのものを収容する。

- ア. 成分名 (化学成分名および関連の一般項目)
- イ. 分子量 (水質分析用データの場合は 分子量を原子価で割った値。一般項目では値を 1 とする)

3) データファイル

これには つぎの 3 種を入れる。

- ア. 試料番号
- イ. 分類コード
- ウ. 化学分析値そのほかの数値データ

以上のファイル中で 成分名ファイルは昨年の改造で加わったものである。化学成分にその分子量を付けておくことにより 処理は 重量比によるほか モル数でも行えるようになった。旧システムでは ノルム計算に関係する成分とノルム鉱物についてだけ モル数での処理ができたので 機能的に拡大されたことにはなる。ただし化学的にはモル数の方が重要な意味をもつので もっと早い時期にこの方式を採用すべきであった。

5. データの処理方法

処理に必要なデータは 分類コード (以下 コードと呼ぶ) 別に検索し 使用者の希望する方法で処理される。その内容を簡単に記すと つぎのとおりである。

1) コードによる検索

この方法は 9820A 用プログラムの時代から基本的に変わっていない。各試料に対して 使用者が任意に 4 系統の分類を行い そのコードを定義することができる。すなわち ひとつの試料に付けられるコードは 4 つのサブコードから構成され 処理の際には 各サブコードについて必要な範囲を指定すると それに該当する試料だけが選び出される仕組みである。この詳細はすでに本誌 315 号 (吉井, 1980) で述べたので ここでは省略する。

2) 数値の換算

データ処理に先立って 化学分析値をつぎのように再

第1表 データ処理の際に指定できる算式の例

式	説	明
CaO, Q T. Fe ₂ O ₃ , T. FeO	単一成分、 全鉄、	ノルム計算用プログラムでは ノルム鉱物も 指定できる 内部的に
	重量比選択のとき： モル数選択のとき：	$Fe_2O_3 + 1.11134FeO$ $Fe_2O_3 + 0.5FeO$
100an/(2ab+an)	の計算が自動的に行われ an%の計算 (モル数選択)	全体があたかも1成分のように扱われる 成分名に係数を付けるとき 乗算記号を省略できる
log(MgO/T. FeO) (Na ₂ O+K ₂ O)/2/(SiO ₂ -43)	対数計算 Rittman 指数	比率の値が広範囲に亘るときに便利 2乗の項を含む

計算することができる。これらは互いに独立に行えるので 使用者の選択しだい ひとつのデータをさまざまな形で前処理しておく。

- ア. 化学分析値などの合計値を100%に再計算する。この機能の有無と方法の違いについては プログラムの種類で述べた。
- イ. 化学分析値をモル数に 水質分析値では当量に換算。
- ウ. 化学成分中に Fe₂O₃ および FeO が共に含まれているときに Total Fe₂O₃ (T. Fe₂O₃ と表記) または Total FeO (T. FeO) への換算ができる。実例を第1表および第3図に掲げた。
- エ. ノルム計算 (ノルム用プログラムに限る)。ひと昔前は ノルム計算を行うだけでも一大事業の感があったが このシステムでは単なる前処理の一行程という位置付けにしている。

3) 処理項目の指定

データ処理は 使用者が成分名ファイルに登録したすべての項目について行える。ノルム用プログラムでは このほかにすべてのノルム鉱物名と分化指数 (D.I.)

を指定できる。

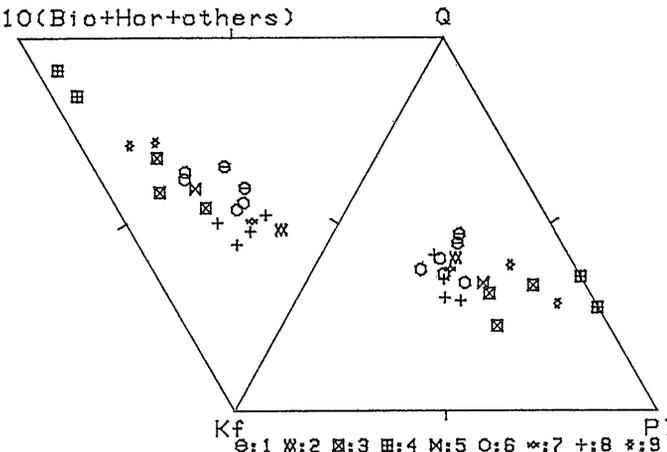
その際に 成分は単なる1成分だけでなく 複数の成分からなる算式の形で指定してよい。計算機は 使用者が入力した算式のデータを解説して 与式通りの演算を実行する (吉井・佐藤, 1982)。

これは 新しいシステムに追加された最も強力な機能で プログラムの書き変えなど一切せずに 無限に近いとも言える多種類の計算処理ができる。目下のところの計算機能などをつぎに示す。

- ア. 四則混合算
- イ. 累乗計算
- ウ. 対数 (log および ln) 計算
- エ. 式の項数は10項以内 (および式全体で60文字以内)
- オ. 式に使用する括弧は5重以内

算式の例を第1表に示す。

つまり 任意の成分名 (ノルム用プログラムでは ノルム鉱物名も) を変数とし それに任意の定数 (整数に限らない) を交えた算式をデータとして手軽に入力すればよい。結果はすぐに得られるのだから これまで計算が複雑になるため やる気になれなかったような 新しい算式を



第4図 四面体図

四面体図についてはすでに本誌322号 (佐藤・吉井, 1981) で述べたので省略する。この例は鉱物組成比を表現したもので 有色鉱物を第4の端成分に選び 量比を強調するために10倍してある。このように算式付きの4成分系の表現などが 手軽に試みられるのが 会話型コンピュータ処理の偉力であり魅力でもある。

データは 信濃池田地域の花崗岩類のものである (加藤・佐藤, 1983)。

用いたデータ解析法も 研究できる道が開けたことになる。

この機能は ひとつのプログラムの応用範囲を格段に広げることになり 使用者には好評だが プログラムを作る側からしても こと計算機能に関しては ただ1本のプログラムで間に合うので プログラムの本数が少なくなくて済むという管理・保守の面でも絶大なメリットがある。

6. データの編集

一度計算機に入力したデータの順序を変えたり データの一部を削除することができる。 詳細はあとの回にゆづり 概要を簡単に紹介しておこう。

1) データのソート

データのある順序に従って配列するソート (sort) の機能としては 3種がある。

- ア. 試料番号に関するもの
- イ. 任意のサブコードに関するもの
- ウ. 任意の成分に関するもの

これらのうち サブコードと成分については ソートすべき項目のほかに 第2順位の項目を指定でき ソートすべき項目に同値が続くとき その区間で第2順位の項に関するソートが行われる。 成分に関するソートでは ソート項目と第2順位の項目それぞれに 増加方向または減少方向の指定を任意に行うことができる。

このシステムでは 1400試料を16秒余りでソートするという かなり迅速な方式が採用されており ソートしたあとで必要なら入力時の序列に ほぼ瞬時に復元できる。

ソートの機能は すべてのプログラムに標準的に付けられており データ処理の前後に 手軽に使えるようになっていた。

2) データの移動

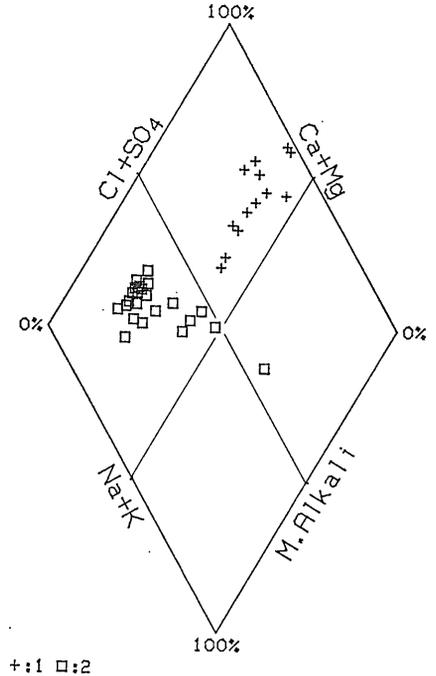
一群のデータを 使用者が指定する序列の位置に移動させるためのものである。

3) データの削除

一群のデータを削除するためのものである。

データの移動と削除の機能は ソート機能とともに データの入力・訂正用のプログラムに付いている。

以上のような データの並べ換え機能を使うと データ処理の能率向上が図られる。 またデータの二重登録の発見など 工夫しだいで応用範囲が広い。



第5図 キーダイアグラム

当量による水質組成の比率を表わす。 図の領域によって水質を読み取れるので たとえば ひとつの水源に発した水が 流れるにしたがって 組成変化して行く過程を調べることができる。

陽イオンの全当量と 陰イオンの全当量とがほぼ一致していることが前提なので 両者の差がある数値を超えるデータは 処理から除外するのが プログラミングのポイントである。

図の中で□印は井戸水 +印は沢水を表わす。

7. そのほかの機能

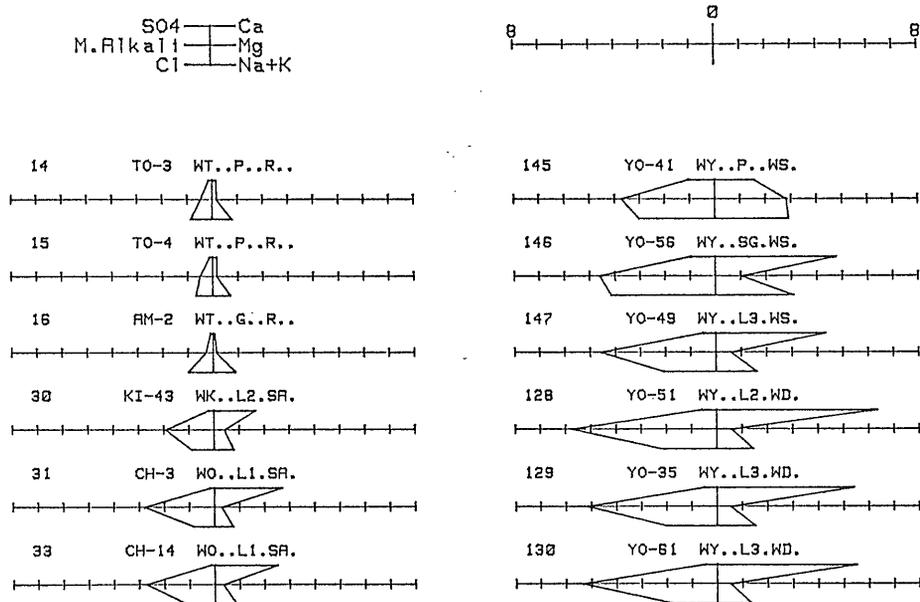
新しいシステムで付け加えられた機能の詳しい点については 別の機会に述べることにして その中のいくつかについて つぎに記しておく。

1) 印刷用プログラムでの項目およびけた数指定

データを印刷するプログラムで 印刷する項目を選定することができる。 これは ノルム計算の結果 そのデータでは算出されることのないノルム値物について印刷から除外して表をすっきりさせる場合などに とくに有効である。

任意の成分の数値について 小数点以下の表示けた数の指定ができる。 これによって 数値範囲や有効けた数の異なるデータを同一の表に配列することができる。

上に述べた成分同士の計算のプログラムでは 整数位のけた数の指定もでき 演算結果が広範囲に亘っても対



第6図 ヘキサダイアグラム

水質組成の特徴と溶存量 (me/l) とをひとつのパターンで表現したものである。水の性質が図の形で判別でき溶存量の多い少ないがその横幅の長さとして読み取れる。各成分の組み合わせと配置は水質や研究目的によって任意に定めてよい。ただし陽イオンと陰イオンは互いに混らないよう片側にまとめて配置する。プログラムでは左側を陰イオンと定めている。各成分の配置・溶存量と目盛間隔はともに任意に指定できる。このプログラムでも成分を算式で与えるとその式に従った演算を行う機能を利用して成分の組合せを自由に設定してよい。

応できる仕組みになっている。

2) グラフィックス用プログラムでの機能

図を少しでも見やすくするために つぎのような機能を追加した。

ア. 軸の目盛数字の付加

旧システムでは x 軸 y 軸の最小値と最大値だけを表示していたが 軸のきざみの任意の箇所から任意の間隔で 数値付きの目盛を描いて 図を読みやすくした。

イ. 文字サイズの指定

使用者の好みによって 図に付ける数値・成分名などの大きさを指定できるようにした。とくに成分名に長大な算式が書かれるとき その全体を図の中に収めるには この文字サイズの調整が必要となる。

ウ. 成分名の別名表示

処理すべき成分名を入力するときに 成分名につづいて ; (セミコロン) の記号を書き そのあとに文字を続けると 図面には 成分名の代わりに ; に続く文字だけを書く仕組になっている。

成分の式を与えたときなど その内容を文で書く方が わかりやすい場合のあることを配慮した。たとえば ACF 図を作るときは 各端成分の算式を計算機に与えて 表示は A C F などとすれば 見やすいことは申すまでもない。

エ. 打点からのデータ逆引き

X-Y 相関図や三角図などで 打たれた点から そのデータの番号・コードおよび数値を求めることができるようになった。まず CRT またはプロッタに図を描かせておき それらのデジタル機能を使って座標値からデータを検索させるものである。とくに CRT のカーソルを動かして 打点と一致させる操作は どこか “マイコンゲーム” と似ており 多くの使用者が楽しみながら作業をする光景は 何かほほえましい。

8. あとがき

GEOCAPS の大きな特徴のひとつが100%手作りというところは プログラムの隅々までを知り尽した者が 使用者の傍にいるという強味でもある。使用者は製作者(筆者ら)に気軽に要求が出せるし 製作者は改善への

新たな命題として取り組むこともできる。

もうひとつの強味は 製作者自身が地球化学的な研究を行っていて 地球化学的データの性質や取り扱い方を熟知しているか または熟知できる立場にある という点である。プログラミングの専門業者に発注された または市販のプログラムが 必ずしも使いやすいとは限らないのは プログラマーがデータの性質も使用者の要求も十分理解しなかったからであろう。つまり注文する側と受ける側との間で データに関する細部に互る意志疎通が 現実にはなかなかできにくいことの結果ではないだろうか。

このように考えると 個人用は別として 不特定多数の地学研究者に役立つプログラム作りということは ひとつの立派な研究開発に属すると言える。“分進秒歩”と言われる程にコンピューターが長足の進歩をする昨今で とかくアタマが追い付きかねる現状だが もっと多くの人に プログラムに対する関心と理解を一層深めて いただきたいと思うしだいである。

なお キーダイアグラムおよびヘキサダイアグラムの考え方や水質分析データの性質については 技術部の後藤準次技官に教えていただき 研究中の未公表データの一部を今回利用させていただいた。 末筆ながら どう

もありがとうございます。

引用文献

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.
 加藤碩一・佐藤岱生 (1983) 信濃池田地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 地質調査所, 93p
 佐藤岱生・吉井守正 (1981) 自動連続処理でプロットに番号を付けるプログラム. 地質ニュース, no. 322, p.56-63.
 ———・———— (1982) 印刷用原図の作成とマーク. 地質ニュース, no. 334, p.38-41.
 吉井守正 (1977a) 配列をもつデータの処理. 地質ニュース no. 275, p.16-19.
 ——— (1977b) CIPWノルム計算. 地質ニュース, no. 277, p.24-30.
 ——— (1978) 相関係数と統計図のプログラム. 地質ニュース, no. 282, p.22-32.
 ——— (1980) 文字列を使ったコードによるデータの選択. 地質ニュース, no. 315, p.13-17.
 ———・佐藤岱生 (1981) 岩石化学データ処理システムのあらまし. 地質ニュース, no. 321, p.40-45.
 ———・———— (1982) BASICによる算法入力ソフトウェア (演旨). 昭和57年三鉱学会講演要旨集, p.51.

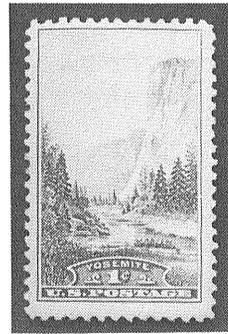
ヨセミテ国立公園の切手

P.Q.

サンフランシスコから150マイル内陸に入ったところシユラネパダ山脈の西腹にヨセミテ国立公園 (面積1,189平方マイル) がある。この景観は そそり立つ花崗岩の山 それにかかる滝 セコイヤの巨木などである。

ヨセミテ峡谷はインディアンによって Ahwahnee (deep grassy valley の意味) と呼ばれていたもので 現在の名称はインディアンの種族名によっている。それは延長7マイル巾1マイルの峡谷があり 峡谷の両側には2,500~3,500フィートの花崗岩の岩壁があり それに大小の滝がかかっている。谷底にはメルセド川とツーロン川が蛇行している。滝の最大はヨセミテ滝であり 3段にわたって2,610フィート落ちている。これは同時に北米大陸最大の滝である。

ヨセミテの観景は まったく氷河時代に負っている。最後のヴェルム氷期にこの地方を覆った氷河は 花崗岩の山頂を平坦に削ると共に 深いU字谷を作った。このU字谷が 谷の両側にかかる大小の滝の原因となっている。削られた氷堆石が下流の出口をふさぎ 峡谷の中に細長に湖を作り そこに湖成



堆積物がたまり 広い平坦な谷底を作る。やがて湖の出口が決壊するとともに湖水は排水され 巾1マイルの平坦な面の上を川が蛇行するようになった。谷底の海拔は3,960フィートである。セコイヤの群落は主に3カ所にあつて 中には高さ250フィート 周囲30フート 樹令3,500年を算えるものがある。

切手は1934年国立公園年発行10種の1枚で El Capitan (7,564フィート) が表わされている。