

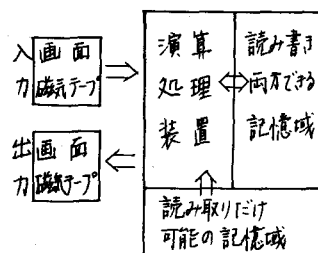
神戸大学工学部 正会員○梅田 真三郎
 “ “ “ 崑 源 亮
 “ “ “ 神田 徹

1. はじめに

集積回路LSIの飛躍的な進歩の結果生まれたミニコンは、新しいデバイスとして情報処理機能の超小型化・軽量化に画期的な寄与をなし、また安価に提供されるようになった。今回、これらのミニコンのうち対話形式言語のBASIC及びAPLを有するポータブル型のミニコンの特色とそのオフライン利用例として水工学研究における数値計算と実験データ処理結果を報告する。

2. ミニコンの特色

使用しているミニコンの構成は、図-1¹⁾に示すように入力装置として鍵盤と磁気テープ、出力装置として最高1024字(64文字×16行)まで表示可能な画面と磁気テープを有する。記憶域の大きさは、現有のものは32Kバイトであるが最大64Kバイトまで記憶容量を増設することができる。このミニコンの最大の特色は、モードとしてBASIC以外にAPLという新しい対話形式言語を有していることと、コンパクトなポータブル型であるということである。BASICとAPLの比較を行なうと次のようになる。



BASICは、プログラム作成等に関してはよく知られているように、F 図-1 ミニコンの入出力と記憶の流れ、ORTTRANと非常によく似ている上、対話形式であるためこれを理解し使用することは容易である。APLの場合も同様に対話形式であり、まちがった時には機械の方がすぐにその誤りの個所を指摘するため、これを修正削除しながら正しいプログラムを書きあげていくことができる。

APLというのは、A Programming Languageの頭文字を採ったものである。このAPLは、種々の数学記号を統一しその不定性をなくしようとするアイバーソン教授(ハーバード大学、1962年)の研究と計算機プログラムとして応用したものである²⁾。

APLは、他のコンピューター言語と比べると種々の違いや特色を持っている。まずAPLの記号は、演算子としての機能を持っており、しかもこの機能は記号の使われ方が、表-1¹⁾に示すMonadic形式かDyadic形式かによって変ってくる場合がある。またDIMENSION宣言と必要とせず、加減算等もプログラムと特に必要としない。その演算ルールはきわめて簡単で、演算は右から左へと計算し、かつこ内は先に計算するという2つのルールしかない。さらに記号の統一や一般化が行なわれ、記号としては一見新奇であるが、BASIC等他のコンピューター言語に比べれば、3~4倍の生産性向上を有しておりプログラムは非常に簡略化される。APLでは、Aレ-処理を行なうのでマトリックスで解く時には非常に便利がよく、さらにシステムとして使用が簡単に応答時間も早い。BASICとAPLの両言語使用による簡単な問題の計算時間の比較を行なうので以下に示す。

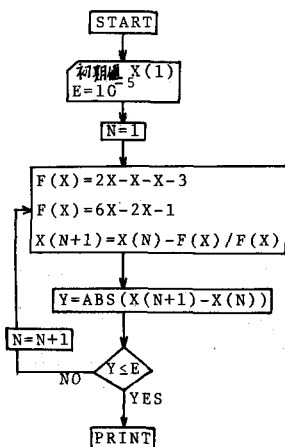
繰返し計算においては、APLではBASICの数倍もの時間がかかる。その一例としてNewton-Raphson法により、簡単な3次方程式と解いてみた。BASIC及びAPLのプログラムは、図-2に示すように同じようなステップでプログラムを組んでいる。解は勿論同じ結果であるが、初期値又(1)と変えることにより、繰返し回数(N)と演

記号	Monadic	Dyadic
+	5 ↔ +5	8 ↔ 3+5
-	-5 ← -5(負化)	4 ↔ 10-6(減算)
×	1 ↔ ×3 -1 ↔ ×-3 (符号)	6 ↔ 2×3(演算)
⌈	3 ↔ ⌈2.6(切り上げ)	5 ↔ 2⌈5(最大値)

表-1 Monadic と Dyadic の比較

算時間(T)との関係
と調べると図-3
のようになる。A
PLはBASIC
の約6倍の演算時
間を必要とし、繰
返しの多い反復計
算やDOループの
多い計算に対して
はBASICが有
利である。

逆にAPLは、
アレー処理を行な
うのでマトリッ



BASIC

```

10 REM FUNCTION
20 DIM X(50)
30 X(1)=1.0
40 E=1.0E-5
50 FOR N=1 TO 50
60 F=2*X(N)+3-X(N)+2
  -X(N)-3.0
70 D=6*X(N)+2-2*X(N)-1.0
80 X(N+1)=X(N)-F/D
90 Z=X(N+1)-X(N)
100 Y=ABS(Z)
110 IF Y<=E THEN 130
120 NEXT N
130 PRINT N,X(N+1)
140 END
  
```

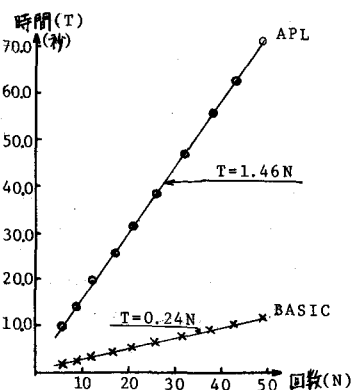
APL

```

[1]X←1.0
[2]E←1E-5
[3]N←1
[4]LOOP:X1←X
[5]F←((2×X1*3)-(X1*2))
  -X1)-3.0
[6]D←((6×X1*2)-(2×X1))-1.0
[7]X2←X1-(F÷D)
[8]Y←(X2-X1)
[9]N←N+1
[10]→((Y≤E),(Y>E))/12,13
[11]→LOOP
[12]END:
[13]V
  
```

図-2 3次方程式のBASICとAPLのプログラム

ス計算に対してはBASICと比べると演算時間が短く、またプログラム
も非常に簡潔である。その比較例として線形連立方程式を解いてみた。B
ASIC及びAPLともに乱数を用いて係数行列と定数項を定めた。それ
ぞれのプログラムを図-4に示す。APLのプログラムは、BASICの
場合の約1/4のステップ数となり非常に簡単である。3元から40元までの
連立一次方程式を解いて、そのマトリックスの演算時間だけを比較すると
図-5のようになる。5~7元までの連立方程式の場合は、APLとBA
SICとの演算時間の差は小さいが、元の数が大きくなるにつけてその差
は非常に大きくなりAPLの有利性が明らかとなる。図-5からわかるよ
うに、10数元から両対数紙で元の数と演算時間とが直線関係になる。



以上のような簡単な例でBASICとAPLの比較を行なった。ここで図-3 繰返し回数と演算時間の関係

BASIC

```

10 REM SIMULTANEOUS EQUATIONS
20 INPUT N
30 PRINT N
40 DIM A(50,50),B(50,1),X(50,1),C(50,50)
50 FOR R=1 TO N
60 FOR D=1 TO N
70 A(R,D)=RND*100 ← 係数行列
80 NEXT D
90 NEXT R
100 MAT PRINT A
110 FOR Q=1 TO N
120 B(Q,1)=RND*100 ← 定数項
130 NEXT Q
140 MAT PRINT B
150 MAT C=INV(A)
160 MAT X=C*B
170 MAT PRINT X
180 END
  
```

APL

```

A←N NρN?N²
B←NρN?N
X←B/A
  
```

例えば 20元連立一次
方程式の場合

```

A←20 20ρ400?400
B←20ρ20?20
X←B/A
  
```

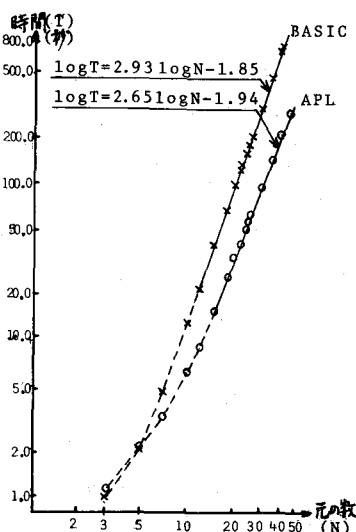


図-5 連立一次方程式の元の数と演算時間の関係

図-4 連立一次方程式のBASICとAPLのプログラム

今一度、問題が発生してから結果が得られるまでの時間、即ち問題解決+プログラミング+計算時間=Timeと計算量との傾向を模式的に示すと図-6¹⁾のようになる。FORTRANとAPLの特色が明らかである。最も新しい対話形式言語であるAPLにはまだ充分使い慣れておらず、今後ソフトの開発を進めるつもりである。このことにより、実験工學上これが非常に便利なものとなることが予想される。

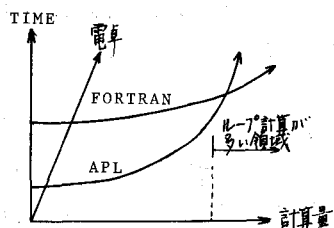


図-6 プログラミングによる時間と計算量の関係

3. 応用例

ここでは、乱流及び開水路網に関する研究における計測データ処理と数値計算を一例として報告する。これらは、BASICとAPLのそれぞれの特色を考慮して使い分けている。

3-1. ホログラフィ干渉法による流体計測法に関する研究³⁾

これは、同時に任意の三方向において別々に得られた流速分布を示す三枚のホログラムから流速の三方向成分を解析するものである。各ホログラムは、水路中任意断面の流速分布を示す干渉縞を表わしているため、これから測定の座標と干渉縞の数を求めれば流速が得られる。この時水路中の水と外の空気の屈折率のため、測定の座標はホログラムからの映像から直接計測することは出来ず、幾何光学の解析を必要とする。これらの解析手順を図-7に示す。幾何光学解析からの4次方程式を解くのにデータから方程式の係数を求め、Ferrariの公式を用いる。繰返し計算は必要でない。ただし、データ数が多く、アレー処理と利用すると便利であるのでAPLで計算を行なった。1測定点での全演算時間は、約40秒であった。全測定点が30点であるので約20分の演算時間と必要とした。

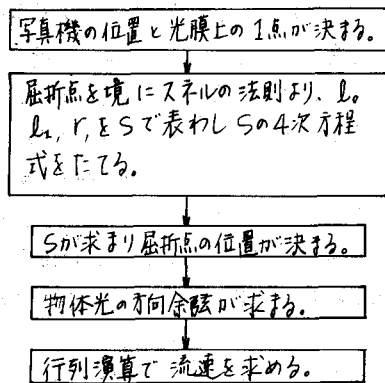


図-7 ホログラフィ干渉法による流速の三次元的解析の計算手順

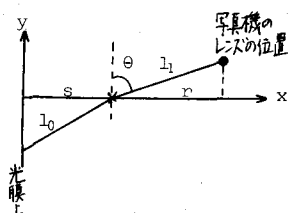


図-8 物体光の屈折図

3-2. 段落り部下流における乱れ構造と底面せん断応力に関する研究⁴⁾

この研究は、段落り部の再付着部下流の乱れ構造を調べるとともに、底面せん断応力の分布を求め両者の関係について考察と試みようとするものである。風洞水槽内に段落り部モデルを設け、風速9.57m/sのもとで熱線流速計を用い乱れ測定を行なった。

この測定結果の解析にあたり、図-9に示す手順でBASICを用いて、流速の平均と乱れ及び自己相関からスペクトルを求め乱れの構造を調べた。計測データは、測定点6点で同一実験例の繰返し数 $N_R=5$ 回、データ数 $N=200$ 、サンプリング周波数 $f_s=2000\text{Hz}$ であるが、それぞれの計算においてDOLープなどの繰返しが多いので、BASICでもって計算を行なった。データ数200の1測定点で演算時間が、約20分であった。

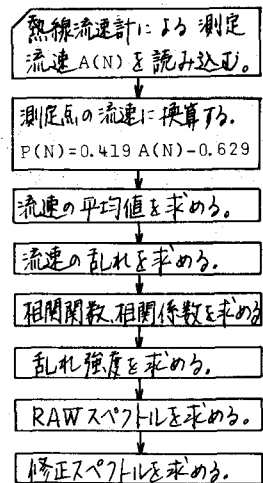


図-9 測定結果からスペクトルを求める計算手順

3-3. 開水路網定常流の数値解析に関する研究^{5),6)}

この研究に関連しては、開水路網の流れに対する数値解析法として、分・合流点の水理学的特性を考慮したシステムのモデル化とマトリックスを用いた計算法や逐次計算法等を提示してきている。その場合、代数方程式の非線形性や分・合流等の流れの急変部特性が含まれ、また、水路網が複雑化することによって、解の良好な収束性が保証されるか否かは明白でない。その1例として、分岐部における計算手順を図-10に示す。ここでは、初期流量に対する解の収束性を検討

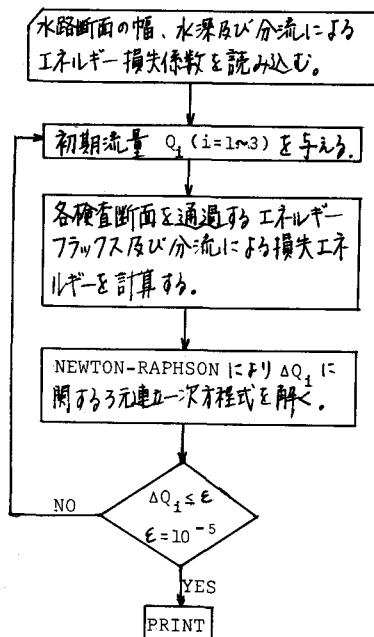
している。Newton-Raphson 法の繰返しは、計算においてかなり時間を必要とするため BASIC によって計算を行なった。演算時間は約10秒である。

4. 結 び

ミニコンの最大の特徴は、計算者とコンピューターの間に対話が生じることであり、計算過程を見ながら場合によれば方法そのものを変更していくことも可能である。またこれほど極端でなくても不要な計算過程の省略、追加計算の折込みが簡単に出来ることである。

本研究に使用しているミニコンの場合、対話形式言語の BASIC と APL の両方が備わっているので、各々の特色を生かした計算を行なうことが出来る。ミニコンにあげて実施例でもわかるように、あまり大きな記憶容量を必要としない実験・実験によるデータ処理や数値計算等は、入力から出力まで簡単な操作と修正のもとに計算し得る。しかも機体がコンパクトであるため移動が簡単で、実験によるデータ処理と数値解析の併用には使用場所が限定されない。I. O.、プリンター、A-D 変換等多少の付属機材もつけられることから、オンラインとして実験に使用することも可能である。

確かにミニコンは、大型計算機に比べるとアクセスタイムが長く、中型程度までのプログラムしか計算できない欠点を有しており汎用のものとはいえない。しかし購入前に考えていなければ多目的のことに使用され、活用されつつあることも否定できない事実である。



参考文献

- 1) 日本IBM(株):「APLセミナー」説明会資料
- 2) 長田純一、内山昭: APL入門—新しいコンピュータ・言語入門—, 丸善
- 3) 崑澤亮、藤田一郎: 乱流速三成分の測定と解析, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 1977
- 4) 崑澤亮、木佐幸佳: 段落り部下流における乱れ構造と底面せん断応力について, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 1977
- 5) 神田徹、井沢元博: 開水路網定常流のマトリックス解析法, 土木学会論文報告集, No. 262, 1977
- 6) 神田徹、桑田明仁: 開水路網定常流の数値解析—解の収束性について—, 土木学会年次学術講演会講演概要集, 1977