

I - 3

高精度演算UBASICの構造力学における活用

岩手大学工学部 正員 宮本 裕 正員 岩崎正二 正員 出戸秀明
 岩手大学工学部 学生員 呂 杰
 土木技術コンサルタント 正員 工藤勝昭 正員 菊池暁彦

1. まえがき

構造解析などで級数解などを使って計算するとき、あつかえる実数の桁数が大きいほうがよいが、計算機のハードの制約で必要な桁数がとれないことがある。大型計算機では倍精度、4倍精度という扱いがあるが、それでは問題が解決されない場合に特別なライブラリ等が必要になってくる。ここでは、パソコン計算で通常のBASICに準じた高精度演算のためのUBASICを使って、8次方程式の解を求め、その複素数解の精度の検討を行ったので報告したい。

2. UBASICの仕様

UBASICを動かすには主記憶を持ったNEC PC98シリーズのコンピュータあるいはAT互換機が必要である。主記憶はできるだけ640Kバイトが必要である。またMS-DOSが必要である。グラフィック命令を使う場合は、MS-DOS3.3以降に付属のGRAPH.SYSとGRAPH.LIBが必要である。

UBASICの扱う数値は整数・有理数・実数および複素数である。UBASICでは整数は-65536⁵⁴²から65536⁵⁴²まで扱える。10進にすると2600桁強である。実数の場合、整数部と小数部が使うメモリの量は542語と決まっています、そのうちの小数部の量をPOINT命令で指定する。

UBASICはBASICの欠点をいろいろと乗り越えているが、中でも注目すべきことは、サブルーチンを使う場合、主プログラムとサブプログラムで対応する変数名が異なってもよいことである。

```
10  A=1: B=2: C=0
20  gosub *MAX(A,B,&C)
30  print C
40  end
100 *MAX(X,Y,&Z)
110  if X>Y then Z=X else Z=Y
120  return
```

X, YはMAXの中だけで有効なローカル変数なので、値を変えても主プログラムには何の影響も与えない。&が付いているCはMAXの中ではZと同じものとみなされる。したがってMAXの中でZを変えるとCの値も変わる。

3. UBASICの計算例 その1 [2次方程式の解]

ここではUBASICが複素数を扱えることと、計算に必要な十分な解の精度が得られることを示す。

2次方程式 $X^2 - 6789X + 0.12345 = 0$ の解は根の公式から

$$X1 = 3394.5 + \sqrt{3394.5^2 - 0.12345} = 3394.5 + 3394.499981 = 6788.999981$$

$$X2 = 3394.5 - \sqrt{3394.5^2 - 0.12345} = 3394.5 - 3394.499981 = 0.000019$$

となって、8桁分の桁落ちが起こり、有効数字は2桁となる。

一般にこのような $\alpha - \sqrt{\alpha^2 - \beta}$ で $\alpha \gg |\beta|$ の計算では、同様の桁落ちが起こるので、その場合は

$$\alpha - \sqrt{\alpha^2 - \beta} = (\alpha - \sqrt{\alpha^2 - \beta})(\alpha + \sqrt{\alpha^2 - \beta}) / (\alpha + \sqrt{\alpha^2 - \beta}) = \beta / (\alpha + \sqrt{\alpha^2 - \beta})$$

と変形して計算することが勧められる。

しかし、UBASICでは、そのようなテクニックは必要としない。

```
10  input A,B,C
20  X1=(-B+sqrt(B^2-4*A*C))/(2*A)
30  X2=(-B-sqrt(B^2-4*A*C))/(2*A)
40  print X1,X2
```

入力データ 1, -6789, 0.12345

出力データ $X1=6788.9999818161731726835$, $X2=0.0000181838268273164$

また、複素数の解も計算できる。

入力データ 1, 2, 3

出力データ $X1=-1+1.4142135623730950487i$, $X2=-1.0-1.4142135623730950487i$

4. U B A S I C の計算例 その2 [8次方程式の解]

くわしい説明はここでは省略するが折板構造物をBEM解析するとき、8次方程式を解くことが必要になった。この場合に解が複素数で得られたので、その解を元の方程式に代入して十分な解の精度が得られたことを確認した。

方程式は次のようになった。

$$A1 \cdot X^8 + A2 \cdot X^6 + A3 \cdot X^4 + A4 \cdot X^2 + A5 = 0$$

ここで $A1=1.0$, $A2=-0.1579140 \cdot 10^3$, $A3=0.9351270 \cdot 10^4$, $A4=-0.2461160 \cdot 10^6$, $A5=0.6369860 \cdot 10^8$ である。

最終結果として8組の解が得られた。

$X1 = -23.0814885286221277522 + 62.5598894242909196969i$

$X2 = -23.0814885286221277522 - 62.5598894242909196969i$

$X3 = 23.0814885286221277522 + 62.5598894242909196969i$

$X4 = 23.0814885286221277522 - 62.5598894242909196969i$

$X5 = 102.0384885286221277281 + 62.5597537648859163056i$

$X6 = 102.0384885286221277281 - 62.5597537648859163056i$

$X7 = -102.0384885286221277281 + 62.5597537648859163056i$

$X8 = -102.0384885286221277281 - 62.5597537648859163056i$

解の精度の確認のため、これらを元の方程式に代入すると下記のようになった。

$X1$ を代入すると $0.0000000000560998376 + 0.000000000527581607i$

$X2$ を代入すると $0.0000000000560998376 - 0.000000000527581607i$

$X3$ を代入すると $0.0000000000560998376 - 0.000000000527581607i$

$X4$ を代入すると $0.0000000000560998376 + 0.000000000527581607i$

$X5$ を代入すると $0.0000000000307097109 - 0.0000000000881501681i$

$X6$ を代入すると $0.0000000000307097109 + 0.0000000000881501681i$

$X7$ を代入すると $0.0000000000307097109 + 0.0000000000881501681i$

$X8$ を代入すると $0.0000000000307097109 - 0.0000000000881501681i$

したがって、いずれも十分精度の高い解が得られたことがわかる。

5. あとがき

BASICを使って構造解析や構造設計の仕事をするとき、解の精度が不足する欠点を、このUBASICは克服しているので、技術者・研究者にとって有効なソフトプログラムと思われる。

このソフトウェアの著作権は開発者木田祐司氏が留保しているが、提供されるフロッピー・ディスクの内容については、自由に複写して使用あるいは配布してもよいとされている。希望者はインターネットのftp機能を使って rkmath.rikkyo.ac.jp (150.93.96.129) から自分の端末にダウンロードできるし、日本評論社よりも販売している。このUBASIC情報を、ネットワークなどで教えていただいた富山大学数学科久保文夫教授と岩手大学数学科大西良博講師に感謝する。

参考文献

1. 木田祐司：多倍長計算用UBASIC、日本評論社 (1994.2)
2. 戸川隼人：詳解数値計算演習、共立出版 (1980.4)