

\*\*\*\*\*

# 補足資料

\*\*\*\*\*

人工知能パートナーシステム(AIPS)を支える

## デジタル回路の世界

( ISBN978-4-88359-339-2 )

\*\*\*\*\*

著者名 萩原良昭 ( [hagihara-yoshiaki@aiplab.com](mailto:hagihara-yoshiaki@aiplab.com) )

<http://www.aiplab.com>

\*\*\*\*\*

発行所名 青山社 ( [info@seizansha.co.jp](mailto:info@seizansha.co.jp) )

<http://www.seizansha.co.jp>

\*\*\*\*\*

#### ●Appendix(0-1-4) N次方程式を解く

この Program ( a.c ) は解析的にN次方程式を解きます。しかし、N=2,3,4 の場合のみ有効です。5次方程式以上では解析的には解けません。数値計算法を使って解く必要があります。まず自分のパソコンの環境下でこの C言語のソース Program ( a.c )から実行 File( a.exe ) を生成し、実行してみましょう。この Program ( a.c ) には入力 File ( A.txt ) が必要です。計算結果は出力 File( B. txt ) に出力されます。

[A.txt] a( ) → [B.txt];

入力 File ( A.txt ) には、N の値 と { A[n] for n = N to 0 ; } を定義します。出力は File( B. txt ) に出力されます。

#### ●演習問題(0-1-4)

この Program ( a.c ) は、N=4 の場合までしか有効ではありません。5次方程式以上でも、数値計算的に解けるようにアルゴリズムを工夫して Program を拡張しましょう。以下に、基本的な考え方を説明した計算アルゴリズムの解説資料と、この C-言語のソース Program File( a.c ) の例を示します。この program はまだまだ不完全で効率が悪く改善の余地がたくさん残っています。この計算アルゴリズムを理解し、ソース Program を改良し、使いこなしてください。

● 2次方程式の例：入力 File ( A2.txt ) 出力 File( B2.txt ) で次の2次式を解きます。

$$3x^2 + 78x + 3030 = 0$$

● 3次方程式の例：入力 File ( A3.txt ) 出力 File( B3.txt ) で次の3次式を解きます。

$$5x^3 + 215x^2 + 7260x + 85850 = 0$$

● 4次方程式の例：入力 File ( A4.txt ) 出力 File( B4.txt ) で次の4次式を解きます。

$$3x^4 - 24x^3 + 18x^2 - 24x + 315 = 0$$

実際の計算では、入力 File ( A.txt ) 出力 File( B.txt )としてください。

●2-2-12 2次方程式の一般解

次の2次方程式を解きます。

$$f(x) = ax^2 + bx + c = 0 ; \quad a \neq 0 ;$$

まず、 $x = \left(y - \frac{b}{2a}\right)$  として上の式に代入して次式を得ます。

$$\begin{aligned} f\left(y - \frac{b}{2a}\right) &= a\left(y - \frac{b}{2a}\right)^2 + b\left(y - \frac{b}{2a}\right) + c = 0 \\ &= ay^2 - \frac{b^2}{4a} + c = 0 \end{aligned}$$

次に、これを  $y$  について解きます。

$$y^2 = p = \left(\frac{b}{2a}\right)^2 - \left(\frac{c}{a}\right) ;$$

まとめると、つまり2次方程式を 次の4 step で解きます。

(1) まず、 $a, b, c$  の値から、次式より  $p$  を求める。

$$p = \left(\frac{b}{2a}\right)^2 - \left(\frac{c}{a}\right) ;$$

(2) 次式を  $y$  について解く。

$$y^2 - p = 0 ;$$

(3) すなわち、case(1) if  $p \geq 0$  ,  $y = \pm\sqrt{p}$  ;

$$\text{case(2) if } p < 0 \text{ , } y = \pm j\sqrt{-p} ;$$

(4) 最後に、次式より  $x$  を求める。

$$x = y - \left(\frac{b}{2a}\right) ;$$

通常は以下の2次方程式の公式を「暗記」して解くが、それとは少し違います。

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

●2-2-18 3次方程式を一般解

次の3次方程式を解きます。

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d = 0 ; \quad a \neq 0 ;$$

(1) 2次式の一般解の解法の時と同様に、 $x = \left(y - \frac{b}{3a}\right)$  とします。

(2)  $f(x) = 0$  の式に代入して次式を得ます。

$$f\left(y - \frac{b}{3a}\right) = a\left(y - \frac{b}{3a}\right)^3 + b\left(y - \frac{b}{3a}\right)^2 + c\left(y - \frac{b}{3a}\right) + d = 0 ;$$

(3) これを変形しますと、計算はたいへんですが、努力すると次式の形に変形できます。

$$y^3 - 3py - 2q = 0 ;$$

(4) ここで  $p$  と  $q$  の値は  $a, b, c, d$  の値から求められます。

$$p = 3\left(\frac{b}{3a}\right)^2 - \left(\frac{c}{3a}\right) ;$$

$$q = -\left(\frac{b}{3a}\right)^3 + \left(\frac{b}{3a}\right)\left(\frac{c}{3a}\right) - \left(\frac{d}{3a}\right) ;$$

(5) 5つの場合(case)に簡単な場合から別けて解を求めます。

(case 1)  $p = 0$  の時は  $y^3 - 2q = 0$  を解きます。

(case 2)  $q = 0$  の時は  $y(y^2 - 3p) = 0$  を解きます。

(case 3)  $p^3 = q^2$  の時は  $\left(y + \frac{q}{p}\right)^2 \left(y - \frac{2q}{p}\right) = 0$  を解きます。

(case 4)  $pq \neq 0$  でかつ  $p^3 < q^2$  の時は

実根1つと複素数2つの根となります。

(case 5)  $pq \neq 0$  でかつ  $p^3 > q^2$  の時は実根3つとなります。

(6) そこで、次の恒等式に注目します。

$$\begin{aligned}(A+B)^3 &= A^3 + 3AB(A+B) + B^3 \quad ; \\(A+B)^3 - 3AB(A+B) - (A^3 + B^3) &= 0 \\y^3 - 3py - 2q &= 0\end{aligned}$$

ここで、次の様に対応させます。

$$y = (A+B); \quad p = AB; \quad 2q = (A^3 + B^3);$$

$p$ と $q$ の値は求まっているので、関係式

$$A^3 B^3 = p^3 \quad \text{と} \quad A^3 + B^3 = q$$

から  $A^3$  と  $B^3$  が求まり、そして、 $y = (A+B)$  から、 $y$  が求まります。

そして最終的に  $x$  が求まります。

●2-2-19 4次方程式の一般解法

次に4次方程式の一般解について説明します。

$$f(x) = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e = 0 ; a \neq 0 ;$$

(1) 3次式の時と同様に、 $x = \left(y - \frac{b}{4a}\right)$  として上の式に代入して次式を得ます。

$$f\left(y - \frac{b}{4a}\right) = a\left(y - \frac{b}{4a}\right)^4 + b\left(y - \frac{b}{4a}\right)^3 + c\left(y - \frac{b}{4a}\right)^2 + d\left(y - \frac{b}{4a}\right) + e = 0 ;$$

(2) これを変形しますと、次式の形に変形できます。

$$g(y) = y^4 - 2py^2 - 8qy + (p^2 - 4r) = 0 ;$$

(3) ここで  $p$  と  $q$  と  $r$  の値は  $a, b, c, d, e$  の値から4~5時間かけて代数計算に挑戦しますと、次のように求まります。

$$p = 3\left(\frac{b}{4a}\right)^3 - \left(\frac{c}{2a}\right) ;$$

$$q = \left(\frac{b}{4a}\right)^3 - \left(\frac{b}{4a}\right)\left(\frac{c}{4a}\right) + \left(\frac{d}{8a}\right) ;$$

$$r = \left(\frac{p}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{4a}\right)\left\{\frac{3}{4}\left(\frac{b}{4a}\right)^3 - \left(\frac{b}{4a}\right)\left(\frac{c}{4a}\right) + \left(\frac{d}{4a}\right)\right\} - \left(\frac{e}{a}\right) ;$$

(4) ここで、この4次元方程式  $g(y) = 0$  の解が 次のような形であると仮定します。

$$y_1 = A + B + C ;$$

$$y_2 = A - B - C ;$$

$$y_3 = -A + B - C ;$$

$$y_4 = -A - B + C ;$$

(5) ここで  $y_1, y_2, y_3, y_4$  に  $A, B, C$  を代入しますと次の関係式を得ます。

$$(y_1 + y_2 + y_3 + y_4) = 0 \quad ;$$

$$(y_1y_2 + y_1y_3 + y_1y_4 + y_2y_3 + y_2y_4 + y_3y_4) = -2 (A^2 + B^2 + C^2) \quad ;$$

$$(y_1y_2y_3 + y_1y_2y_4 + y_2y_3y_4) = 8ABC \quad ;$$

$$y_1y_2y_3y_4 = (A^2 + B^2 + C^2)^2 - 4(A^2B^2 + A^2C^2 + B^2C^2) \quad ;$$

(6) また関数  $g(y)$  には次の関係も成り立ちます。

$$\begin{aligned} g(y) &= (y - y_1)(y - y_2)(y - y_3)(y - y_4) \\ &= y^4 + (y_1y_2 + y_1y_3 + y_1y_4 + y_2y_3 + y_2y_4 + y_3y_4)y^2 \\ &\quad - (y_1y_2y_3 + y_1y_2y_4 + y_2y_3y_4)y + y_1y_2y_3y_4 \\ &= y^4 - 2py^2 - 8qy + (p^2 - 4r) = 0 \end{aligned}$$

(7)  $p$  と  $q$  と  $r$  の 3つの変数と  $A$  と  $B$  と  $C$  の 3つの変数の間に、次の 3つの関係式が求まります。

$$p = A^2 + B^2 + C^2 \quad ;$$

$$q = ABC \quad ;$$

$$r = A^2B^2 + A^2C^2 + B^2C^2 \quad ;$$

これもたいへんな代数計算です。

たいへん面倒な計算ですがその結果は驚くほど美しいものです。

(8) 次の3次方程式  $h(t) = 0$  を解けば  $A$  と  $B$  と  $C$  の値が求まることとなります。

$$\begin{aligned}h(t) &= (t - A^2) (t - B^2) (t - C^2) \\&= t^3 - (A^2 + B^2 + C^2) t^2 + (A^2 B^2 + A^2 C^2 + B^2 C^2) t - A^2 B^2 C^2 \\&= t^3 - p t^2 + r t - q^2 = 0\end{aligned}$$

(9) そこで、 $h(t) = 0$  の3つの根を  $(t1 + j s1)$ ,  $(t2 + j s2)$ ,  $(t3 + j s3)$  としますと、その3つの複素数の2乗根を求める必要もあります。

$$A^2 = (t1 + j s1) ;$$

$$B^2 = (t2 + j s2) ;$$

$$C^2 = (t3 + j s3) ;$$

もうすでに複素数の2乗根を計算するデジタル回路は基本部品とし デジタル回路 Library に登録してあるのでそれを3つコピーして組み込めば済みます。

(10)  $A$  と  $B$  と  $C$  の値が求まると  $y$  の値が求まります。

(11) そして最終的に  $x$  の値が求まります。



0-1-4 (A2. txt)

\*\*\*\*\*

N 次方程式の解を求めます。

$$A[N]*x**N + A[N-1]*x**(N-1) + \dots + A[1]*x + A[0] = 0$$

\*\*\*\*\*

Input File     A. txt

Output File    B. txt

[A. txt] a( )-->[B. txt]

\*\*\*\*\*

N     =        2  
A[2]  =        3.0  
A[1]  =        78.0  
A[0]  =        3030

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

N 次方程式の解を求めます。

$$A[N]*x**N + A[N-1]*x**(N-1) + \dots + A[1]*x + A[0] = 0$$

\*\*\*\*\*

Input File     A. txt

Output File    B. txt

[A. txt] a( )-->[B. txt]

\*\*\*\*\*

N     =        2  
A[2]  =        3.0  
A[1]  =       78.0  
A[0]  =       3030

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

2 次方程式の解

\*\*\*\*\*

A[2]=3.000000  
A[1]=78.000000  
A[0]=3030.000000

X[1]=-13.000000    Y[1]=29.000000

X[2]=-13.000000    Y[2]=-29.000000

\*\*\*\*\*

0-1-4 (A3. txt)

\*\*\*\*\*

N 次方程式の解を求めます。

$$A[N]*x**N + A[N-1]*x**(N-1) + \dots + A[1]*x + A[0] = 0$$

\*\*\*\*\*

Input File     A. txt

Output File    B. txt

[A. txt] a( )-->[B. txt]

\*\*\*\*\*

N     =     3  
A[3]  =     5  
A[2]  =    215  
A[1]  =    7260  
A[0]  =   85850

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

N 次方程式の解を求めます。

$$A[N]*x**N + A[N-1]*x**(N-1) + \dots + A[1]*x + A[0] = 0$$

\*\*\*\*\*

Input File     A. txt

Output File    B. txt

[A. txt] a( )-->[B. txt]

\*\*\*\*\*

N = 3  
A[3] = 5  
A[2] = 215  
A[1] = 7260  
A[0] = 85850

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

3 次方程式の解

\*\*\*\*\*

A[3]=5. 000000  
A[2]=215. 000000  
A[1]=7260. 000000  
A[0]=85850. 000000

X[1]=-17. 000000    Y[1]=0. 000000

X[2]=-13. 000000   Y[2]=29. 000000

X[3]=-13. 000000   Y[3]=-29. 000000

\*\*\*\*\*

0-1-4 (A4. txt)

\*\*\*\*\*

N 次方程式の解を求めます。

$$A[N]*x**N + A[N-1]*x**(N-1) + \dots + A[1]*x + A[0] = 0$$

\*\*\*\*\*

Input File     A. txt

Output File    B. txt

[A. txt] a( )-->[B. txt]

\*\*\*\*\*

N =           4  
A[4] =         3  
A[3] =         -24  
A[2] =         18  
A[1] =    -24  
A[0] =         315

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

N 次方程式の解を求めます。

$$A[N]*x**N + A[N-1]*x**(N-1) + \dots + A[1]*x + A[0] = 0$$

\*\*\*\*\*

Input File     A. txt

Output File    B. txt

[A. txt] a( )-->[B. txt]

\*\*\*\*\*

```
N = 4
A[4] = 3
A[3] = -24
A[2] = 18
A[1] = -24
A[0] = 315
```

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

4 次方程式の解

\*\*\*\*\*

```
A[4]=3.000000
A[3]=-24.000000
A[2]=18.000000
A[1]=-24.000000
A[0]=315.000000
```

```
X[1]=7.000000    Y[1]=0.000000
```

```
X[2]=3.000000    Y[2]=0.000000
```

```
X[3]=-1.000000   Y[3]=2.000000
```

```
X[4]=-1.000000   Y[4]=-2.000000
```

\*\*\*\*\*

0-1-4 (A5. txt)

\*\*\*\*\*

N 次方程式の解を求めます。

$$A[N]*x**N + A[N-1]*x**(N-1) + \dots + A[1]*x + A[0] = 0$$

\*\*\*\*\*

Input File     A. txt

Output File    B. txt

[A. txt] a( )-->[B. txt]

\*\*\*\*\*

N =            5  
A[5] =        23.56  
A[4] =           1.99966  
A[3] =        14.00219888  
A[2] =           39.99478  
A[1] =           8.00234  
A[0] =       -64.124

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

N 次方程式の解を求めます。

$$A[N]*x**N + A[N-1]*x**(N-1) + \dots + A[1]*x + A[0] = 0$$

\*\*\*\*\*

Input File     A. txt

Output File    B. txt

[A. txt] a( )-->[B. txt]

\*\*\*\*\*

N =           5  
A[5] =        23. 56  
A[4] =        1. 99966  
A[3] =       14. 00219888  
A[2] =       39. 99478  
A[1] =        8. 00234  
A[0] =       -64. 124

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

5 次方程式の解

\*\*\*\*\*

A[5]=23. 560000  
A[4]=1. 999660  
A[3]=14. 002199  
A[2]=39. 994780  
A[1]=8. 002340  
A[0]=-64. 124000

\*\*\*\*\*

5 次方程式以上は解析的には求まりません。

現在工事中です。しばらくお待ちください。

\*\*\*\*\*



## 0-1-4 (a. c)

```

#include <stdio.h>
#include <math.h>

int N; double A[100], X[100], Y[100];

double a, b, c, d, p, q, err, th, zx, zy,
        D, DD, BA3, BA4, CA, DA, AA, B, ApB, AsB,
        X1, X2, X3, X4, Y1, Y2, Y3, Y4;

double aa, bb, cc, dd, ee, r, pp, qq, rr, TX, TY;

double fzx, fzy; char stop; int flag;

FILE *fpA; FILE *fpB;

/*****
    このセクションは 2次方程式の解を求めます。
        
$$a*x*x + b*x + c = 0$$

    まず判別式  $D=(b/a/2)*(b/a/2)-(c/a)$  を計算して、
    D の正負の値から、実数根か虚数根かを 判定します。
*****/

int EQ2ji (void) {
a=A[2];b=A[1];c=A[0];

D=(b/a/2)*(b/a/2)-(c/a);
printf("¥n¥n D = (b/a/2)*(b/a/2)-(c/a)=%f ¥n¥n", D);
if (D<0.0) goto KYOSU;

X1=-b/a/2 + sqrt(D);Y1=0;
X2=-b/a/2 - sqrt(D);Y2=0;

goto NEXT;

KYOSU:

X1=-b/a/2 ; Y1= sqrt(-D);
X2=-b/a/2 ; Y2= - sqrt(-D);

NEXT:

```

0-1-4 (a. c)

```
X[1]=X1;X[2]=X2;
Y[1]=Y1;Y[2]=Y2; return 0; }
```

```
/******
```

このセクションは 3次方程式の解を求めます。

$$a*x*x*x + b*x*x + c*x + d = 0$$

```
*****/
/*
/* This section computes the roots of
/*
/* ax*x*x+bx*x+cx+d = 0
/*
/*
/******/
```

```
int shift(void) { X1=X1-BA3;X2=X2-BA3;X3=X3-BA3; return 0; }
```

```
double root3( double x ) { err=1;if ( x < 0 ) { return - exp(log(-x)/3); }
if ( x > 0 ) { return exp(log(x)/3 ); }
return err=-1; }
```

```
int case1(void) { printf(“%n%n ** Case 1** 1つ実根で残る2つは虚数根 ** %n%n”);
X1=root3(2*q);Y1=0;
X2=-X1/2; Y2=-X2*root3(3);
X3=X2; Y3=-Y2; shift();return 0;}
```

```
int case2(void) {
X1=0;Y1=0;
if (p>=0) { printf(“%n%n ** Case 2-1 ** 3つとも実根** %n%n”);
X2=sqrt(3*p); Y2=0;
X3=-X2;Y3=0; shift();return 0;}
printf(“%n%n ** Case 2-2 **実根1つと虚数2根** %n%n”);
X2=0;Y2=sqrt(-3*p);
X3=0;Y3=-Y2; shift();return 0;}
```

```
int case3(void) { printf(“%n%n ** Case 3** 3つの重根で実数根**%n%n”);
X1=0;Y1=0;X2=0;Y2=0;X3=0;Y3=0; shift();return 0;}
```

## 0-1-4 (a. c)

```
int case4(void) { printf("¥n¥n ** Case 4** 3つとも実数で2つが重根 ** ¥n¥n");
    X1=2*q/p; Y1=0;
    X2=-q/p; Y2=0;
    X3=X2; Y3=0; shift(); return 0; }
```

```
int case5(void) { printf("¥n¥n ** Case 5** 実根1つ、虚根2つ** ¥n¥n");
    AA=root3(q+sqrt(DD)); B=root3(q-sqrt(DD));
    X1=AA+B; Y1=0;
    X2=-X1/2; X3=X2;
    Y2=sqrt(3)*(AA-B)/2;
    Y3=-Y2;
    shift(); return 0; }
```

```
int case6(void) { double pp=p, qq=1;
    printf("¥n¥n ** Case 6** 3つとも実根 ** ¥n¥n");
    if ( q > 0 ) th=atan(sqrt(-DD)/q);
    if ( q < 0 ) { th=atan(sqrt(-DD)/(-q)); qq=-1; }
    if ( p < 0 ) pp=-p;
    ApB=2*sqrt(pp)*cos(th/3)*qq; AsB=2*sqrt(pp)*sin(th/3)*qq;
    X1=ApB;
    X2=-X1/2-sqrt(3)*AsB/2;
    X3=-X1/2+sqrt(3)*AsB/2;
    Y1=0; Y2=0; Y3=0; shift(); return 0; }
```

```
int sanji(void) {
    BA3=b/a/3;
    CA=c/a;
    DA=d/a;
    p=BA3*BA3-CA/3;
    q=-BA3*BA3*BA3+BA3*CA/2-DA/2;
```

0-1-4 (a. c)

DD=q\*q-p\*p\*p;

printf("¥n¥n BA3=b/a/3= %f¥n¥n", BA3);  
 printf("¥n¥n CA =c/a = %f¥n¥n", CA);  
 printf("¥n¥n DA =d/a = %f¥n¥n", DA);

printf("¥n¥n p = BA3\*BA3-CA/3 = %f¥n¥n", p);  
 printf(" ¥n ¥n q =-BA3\*BA3\*BA3+BA3\*CA/2-DA/2 = %f¥n¥n", q);  
 printf(" ¥n ¥n DD = %f¥n", DD);

```
if(p==0) { if( q==0 ) { case3(); return 3;} case1();return 1; }
if(q==0) { case2(); return 2; }
if(DD==0) { case4(); return 4; }
if(DD>0) { case5(); return 5; }
if(DD<0) { case6(); return 6; } return -1; }
```

int EQ3ji (void) {

a=A[3];b=A[2];c=A[1];d=A[0];

sanji ();

X[1]=X1;Y[1]=Y1;  
 X[2]=X2;Y[2]=Y2;  
 X[3]=X3;Y[3]=Y3;

return 0;}

/\*\*\*\*\*\*

このセクションは 4次方程式の解を求めます。

$$aa*x*x*x*x+bb*x*x*x+c*x*x+dd*x+ee = 0$$

\*\*\*\*\*/

/\*\*\*\*\*\*/

```
/*
/* This program computes the roots of
/*
/* aa*x*x*x*x+bb*x*x*x+c*x*x+dd*x+ee = 0
/*
/*
/******/
```

0-1-4 (a. c)

```

double real( double AX, double AY, double BX, double BY ) { return AX*BX-AY*BY; }
double imag( double AX, double AY, double BX, double BY ) { return AX*BY+AY*BX; }

int shift4(void) { X1=X1-BA4;X2=X2-BA4;X3=X3-BA4;X4=X4-BA4; return 0; }

int ROOT2C( double x, double y) { double DDD=sqrt(x*x+y*y), zero=0.0000000001;
if(x>zero) {DDD=sqrt(DDD+x); if(y> zero) {TX=DDD/sqrt(2);TY=y/DDD/sqrt(2);goto
ENDD;}}
if(y<-zero) {TX=DDD/sqrt(2);TY=y/DDD/sqrt(2);goto
ENDD;}}
TX=sqrt(x);TY=0;goto
ENDD;}}
if(x<-zero) {DDD=sqrt(DDD-x); if(y> zero) {TX=y/DDD/sqrt(2);TY=DDD/sqrt(2);goto
ENDD;}}
if(y<-zero) {TX=y/DDD/sqrt(2);TY=DDD/sqrt(2);goto
ENDD;}}
TX=0;TY=sqrt(-x);goto
ENDD;}}
if(y> zero) { TX=sqrt( y/2);TY= TX;goto ENDD ;}
if(y<-zero) { TX=sqrt(-y/2);TY= -TX;goto ENDD ;} TX=0;TY=0;
ENDD:printf( "\n x=%f y=%f root2( x+iy ) = %f %f ", x, y, TX, TY );
fzx=TX*TX-TY*TY;fzy=2*TX*TY;
printf( "\n x=%f y=%f checked\n", fzx, fzy);return;}

int checkf3( double AAA, double BBB) { double AA2, BB2, AA3, BB3;
AA2=real (AAA, BBB, AAA, BBB);BB2=imag (AAA, BBB, AAA, BBB);
AA3=real (AAA, BBB, AA2, BB2);BB3=imag (AAA, BBB, AA2, BB2);
fzx=a*AA3+b*AA2+c*AAA+d; fzy=a*BB3+b*BB2+c*BBB;
printf("\n\n Checked AAA=%f BBB=%f fzx=%f fzy=%f\n", AAA, BBB, fzx, fzy); return;
}

int checkf4( double AAA, double BBB) { double AA2, BB2, AA3, BB3, AA4, BB4;
AA2=real (AAA, BBB, AAA, BBB);BB2=imag (AAA, BBB, AAA, BBB);
AA3=real (AAA, BBB, AA2, BB2);BB3=imag (AAA, BBB, AA2, BB2);
AA4=real (AA2, BB2, AA2, BB2);BB4=imag (AA2, BB2, AA2, BB2);

```

## 0-1-4 (a. c)

```
fzx=aa*AA4+bb*AA3+cc*AA2+dd*AAA+ee; fzy=aa*BB4+bb*BB3+cc*BB2+dd*BBB;
printf(" ¥n¥n Checked AAA=%f BBB=%f fzx=%f fzy=%f¥n", AAA, BBB, fzx, fzy); return;
}
```

```
int yoji(void) { double T1X, T1Y, T2X, T2Y, T3X, T3Y, Q2X, Q3X, Q2Y, Q3Y;

                printf(" ¥n aa=%f", aa);printf(" ¥n bb=%f", bb);
printf(" ¥n cc=%f", cc); printf(" ¥n dd=%f", dd);printf(" ¥n ee=%f", ee);

BA4=bb/aa/4;

pp=3*BA4*BA4-cc/aa/2;printf(" ¥n¥n pp=%f¥n", pp);
qq=- (BA4*BA4*BA4-BA4*cc/aa/4+dd/aa/8);printf(" qq=%f¥n", qq);
rr=pp*pp/4+ (3*BA4*BA4*BA4-BA4*BA4*cc/aa+BA4*dd/aa-ee/aa)/4;

printf(" rr=%f¥n¥n", rr);stop=getchar();stop=getchar();if(stop==' s')return;

a=1;b=-pp;c=rr;d=-qq*qq; sanji();

printf(" ¥n X1=%f Y1=%f¥n", X1, Y1);
printf(" X2=%f Y2=%f¥n", X2, Y2);
printf(" X3=%f Y3=%f¥n", X3, Y3);printf(" ¥n¥n");

checkf3(X1, Y1);checkf3(X2, Y2);checkf3(X3, Y3);

printf(" ¥n¥n");stop=getchar(); stop=getchar();if( stop==' s' ) return;

ROOT2C(X1, Y1); T1X=TX;T1Y=TY;
ROOT2C(X2, Y2); T2X=TX;T2Y=TY;
ROOT2C(X3, Y3); T3X=TX;T3Y=TY;

MORETX: Q2X=real(T1X, T1Y, T2X, T2Y);Q2Y=imag(T1X, T1Y, T2X, T2Y);
Q3X=real(T3X, T3Y, Q2X, Q2Y);Q3Y=imag(T3X, T3Y, Q2X, Q2Y);

printf(" ¥n¥nQ3X=%f Q3Y=%f qq=%f¥n¥n", Q3X, Q3Y, qq );

Q3X=Q3X*qq; if (Q3X<0) { T1X=-T1X;T1Y=-T1Y;goto MORETX; }

X1= T1X+T2X+T3X;Y1= T1Y+T2Y+T3Y; X2= T1X-T2X-T3X;Y2= T1Y-T2Y-T3Y;
X3=-T1X+T2X-T3X;Y3=-T1Y+T2Y-T3Y; X4=-T1X-T2X+T3X;Y4=-T1Y-T2Y+T3Y;

stop=getchar();stop=getchar(); if( stop==' s' ) return; shift4();return;}

int EQ4ji(void) {
```

## 0-1-4 (a. c)

```

aa=A[4];bb=A[3];cc=A[2];dd=A[1];ee=A[0];

yoji ();

X[1]=X1;Y[1]=Y1;
X[2]=X2;Y[2]=Y2;
X[3]=X3;Y[3]=Y3;
X[4]=X4;Y[4]=Y4;

checkf4(X1, Y1);checkf4(X2, Y2);checkf4(X3, Y3);checkf4(X4, Y4); return 0;}

int main(void) { int i, j, k, n, s, up, dgt, M; char C[100], cc; double H;

fpA=fopen("A. txt", "r");
fpB=fopen("B. txt", "w");

printf("¥n¥n"); fprintf(fpB, "¥n¥n");

/*****
      Input File (A. txt) の 最初の16行は コメントとして無視します。
*****/
for (i=0; i<16; i++) { fgets(C, 99, fpA); printf("%s", C); fprintf(fpB, "%s", C); }
/*****
      Input File (A. txt) の 17行目を 読み込み、N の値を決定します。
*****/
fgets(C, 99, fpA);

i=-1;N=0;

NEXTA: i=i+1; printf("%c", C[i]); fprintf(fpB, "%c", C[i]);
      if(C[i]=='=') goto NEXTB; goto NEXTA;

NEXTB: i=i+1; printf("%c", C[i]); fprintf(fpB, "%c", C[i]); dgt=10;

if ( C[i] == '1' ) dgt=1; if ( C[i] == '2' ) dgt=2; if ( C[i] == '3' ) dgt=3;

```

```

                                0-1-4(a. c)
if ( C[i] == '4' ) dgt=4; if ( C[i] == '5' ) dgt=5; if ( C[i]== '6' ) dgt=6;
if ( C[i] == '7' ) dgt=7; if ( C[i] == '8' ) dgt=8; if ( C[i]== '9' ) dgt=9;

if(dgt>9) { if(N==0) goto NEXTB; if(N >0) goto NEXTD;}

if(N==0) { N=dgt;goto NEXTB;}

N=10*N+dgt;

NEXTD:  /** N の値は 99 以下としてここで決定します  ***/

for (k=0;k<=N;k++) {   n = N - k ;

/*****

      Input File (A.txt) の次の 1 行を読み込み、A[n] の値を決定します。

          n の値は n = N から n = 0 までです。

*****/

fgets(C, 99, fpA) ;

i=-1;s=1;M=0;H=1;A[n]=0;

NEXTAA: i=i+1; printf("%c", C[i]);fprintf(fpB, "%c", C[i]);

      if(C[i]=='=') goto NEXTBB; goto NEXTAA;

NEXTBB: i=i+1;printf("%c", C[i]);fprintf(fpB, "%c", C[i]);

      if(C[i]=='.') { A[n]=M; goto NEXTP; }

      if(C[i]=='-') { s=-1; goto NEXTBB; }

      dgt=10;

if ( C[i] == '1' ) dgt=1; if ( C[i] == '2' ) dgt=2; if ( C[i]== '3' ) dgt=3;
if ( C[i] == '4' ) dgt=4; if ( C[i] == '5' ) dgt=5; if ( C[i]== '6' ) dgt=6;
if ( C[i] == '7' ) dgt=7; if ( C[i] == '8' ) dgt=8; if ( C[i]== '9' ) dgt=9;
if ( C[i] == '0' ) dgt=0;

if(dgt>9) { if(M==0) goto NEXTBB; if(M >0) { A[n]=M; goto NEXTDD; } }

M=M*10+dgt; goto NEXTBB;

NEXTP: i=i+1;printf("%c", C[i]);fprintf(fpB, "%c", C[i]);

      dgt=10;

if ( C[i] == '1' ) dgt=1; if ( C[i] == '2' ) dgt=2; if ( C[i]== '3' ) dgt=3;
if ( C[i] == '4' ) dgt=4; if ( C[i] == '5' ) dgt=5; if ( C[i]== '6' ) dgt=6;
if ( C[i] == '7' ) dgt=7; if ( C[i] == '8' ) dgt=8; if ( C[i]== '9' ) dgt=9;
if ( C[i] == '0' ) dgt=0;

```



## 0-1-4 (a. c)

```

if (dgt>9) goto NEXTDD;
H=H/10; A[n]=A[n]+dgt*H; goto NEXTP;

NEXTDD: A[n]=s*A[n]; }

fgets(C, 99, fpA); printf("%s", C); fprintf(fpB, "%s", C);

printf("\n\n*****\n");
printf("          %d 次方程式の解          \n", N);
printf(" *****\n");

fprintf(fpB, "\n\n*****\n");
fprintf(fpB, "          %d 次方程式の解          \n", N);
fprintf(fpB, " *****\n");

for (i=0; i<=N; i++) { printf("A[%d]=%f \n", N-i, A[N-i]);
                        fprintf(fpB, "A[%d]=%f \n", N-i, A[N-i]);
                      }

if (N==2) EQ2ji();
if (N==3) EQ3ji();
if (N==4) EQ4ji();

if (N>4) { printf("\n\n*****\n");
           fprintf(fpB, "\n\n*****\n");

           printf(" \n\n 5次方程式以上は解析的には求まりません。 \n\n");
           fprintf(fpB, " \n\n 5次方程式以上は解析的には求まりません。 \n\n");

           fprintf(fpB, " \n\n 現在工事中です。しばらくお待ちください。 \n\n");
           printf(" \n\n 現在工事中です。しばらくお待ちください。 \n\n");

           goto FINAL; }

printf("\n\n"); fprintf(fpB, "\n\n");

for (i=1; i<=N; i++) { printf("X[%d]=%f Y[%d]=%f \n\n", i, X[i], i, Y[i]);
                        fprintf(fpB, "X[%d]=%f Y[%d]=%f \n\n", i, X[i], i, Y[i]);
                      }

FINAL:

printf(" \n\n*****\n");
fprintf(fpB, " \n\n*****\n");
printf("\n\n"); fprintf(fpB, "\n\n"); fclose(fpA); fclose(fpB);

cc=getchar(); if (cc=='s') return 0; return 0; }

```