平方根計算法

０．目次

１．素朴な方法（1桁ずつ求める）

● $\sqrt{2}$ の求め方

①整数部分を求める。

$1^2 < 2$
$2^2 > 2$　　　　1.******

②小数点以下第1位を求める。

$1.1^2 = 1.21 < 2$
$1.2^2 = 1.44 < 2$
$1.3^2 = 1.69 < 2$
$1.4^2 = 1.96 < 2$
$1.5^2 = 2.25 > 2$　　　　1.4*****

③小数点以下第2位を求める。

$1.41^2 = 1.9881 < 2$
$1.42^2 = 2.0164 > 2$　　　　1.41****

④小数点以下第3位を求める。

$1.411^2 = 1.990921$
$1.412^2 = 1.993744$
$1.413^2 = 1.996569$
$1.414^2 = 1.999396$
$1.415^2 = 2.002225 > 2$　　1.415***

●プログラム(SQ111.bas)

```
' << SQ111.bas >>
' 素朴な方法（１桁ずつ求める）
'
Do
  ' Aの読み込み。
  Read A
  If A <= 0 Then Exit Do
  '
  Print A;"の平方根"
  Print Space$(13);"近似値      近似値の２乗"
  '
  ' 初期設定。
  R=0: ' Aの平方根の近似値。
  D=1: ' 小数点以下の重み。初期値は1。1/10,1/100,…と
       ' 変わっていく。
  '
  ' 整数部(K=0)、小数点以下第K(>0)位の数値を確定していく。
```

```
  For K=0 To 10
    While R*R <= A: R=R+D: Wend
    R=R-D
    Print Using"##";K;
    Print Using"######.##########";R;
    Print Using"######.##########";R*R
    D=D/10
  Next K
  Print
Loop
End
'
' データ。
Data 2,3,0
```

実行結果

```
 2の平方根
               近似値         近似値の２乗
 0       1.0000000000       1.0000000000
 1       1.4000000000       1.9600000000
 2       1.4100000000       1.9881000000
 3       1.4140000000       1.9993960000
 4       1.4142000000       1.9999616400
 5       1.4142100000       1.9999899241
 6       1.4142130000       1.9999984094
 7       1.4142135000       1.9999998236
 8       1.4142135600       1.9999999933
 9       1.4142135620       1.9999999989
10       1.4142135623       1.9999999998

 3の平方根
               近似値         近似値の２乗
 0       1.0000000000       1.0000000000
 1       1.7000000000       2.8900000000
 2       1.7300000000       2.9929000000
 3       1.7320000000       2.9998240000
 4       1.7320000000       2.9998240000
 5       1.7320500000       2.9999972025
 6       1.7320500000       2.9999972025
 7       1.7320508000       2.9999999738
 8       1.7320508000       2.9999999738
 9       1.7320508070       2.9999999980
10       1.7320508075       2.9999999998

OK
```

２．めのこ平方

$1+3+5+\cdots+(2k-1) = k^2$ が成り立つ事実を用いる。

$$1+3+5+\cdots+(2k-1) < a < 1+3+5+\cdots+(2k-1)+(2k+1)$$

から

$$k^2 < a < (k+1)^2$$

がわかる。この性質を利用して正整数 a の平方根の整数部 k を求める方法をめのこ平方という。

（参考）奇数和の計算

$S = 1 + 3 + 5 + \cdots + (2k-5) + (2k-3) + (2k-1)$ とし、逆に並べ替えて加算する。

$$S = 1 + 3 + 5 + \cdots + (2k-5) + (2k-3) + (2k-1)$$
$$S = (2k-1) + (2k-3) + (2k-5) + \cdots + 5 + 3 + 1$$

$2S = 2k \times k$ より、$S = k^2$ を得る。

●プログラム(SQ211.bas)

```
' << SQ211.bas >>
' めのこ平方
'
Do
  ' Aの読み込み。
  Read A
  If A <= 0 Then Exit Do
  '
  ' 初期設定。
  ODD=1: ' 奇数。
  SUM=0: ' 部分和。
  '
  While SUM <= A
    SUM=SUM+ODD: ODD=ODD+2
  Wend
  '
  ROOT=Int((ODD-2)/2): ' 商の小数部は切り捨てられる。
  Print"正整数";A;"の平方根の整数部 =";ROOT
Loop
End
'
' データ。
Data 12,1234,123456,12345678,0
```

実行結果

```
正整数 12の平方根の整数部 = 3
正整数 1234の平方根の整数部 = 35
正整数 123456の平方根の整数部 = 351
正整数 12345678の平方根の整数部 = 3513
OK
```

●改良

1234の平方根を求める。

1234を２桁ずつに分ける。

①12の平方根を求める。

0 ＜ 12
1+3+5 ＜ 12 ＜ 1+3+5+7
3^2 ＜ 12 ＜ 4^2

両辺を100倍。
30^2 ＜ 1200

上式は次式と同等。
1+3+ … +59 ＜ 1200

②1234の平方根を求める。

1+3+ … +59 ＜ 1200+34

1+3+ … +59+61+ … +69 ＜ 1234 ＜ 1+3+ … +59+61+ … +69+71
35^2 ＜ 1234 ＜ 36^2

●プログラム(SQ221.bas)

```
' << SQ221.bas >>
' めのこ平方の改良
'
Dim X(100): ' 正整数Aを２桁ずつに区切った結果を保存する配列。
            ' A=12345の場合、X(1)=45,X(2)=23,X(3)=1
Do
  ' Aの読み込み。
  Read A
  If A <= 0 Then Exit Do
  '
  Print"正整数";A;"の平方根の整数部 = ";
  '
  ' めのこ平方（改良版）
```

```
  ' 整数Aを２桁ずつに区切り、配列Xに保存する。
  N=0
  While A > 0
    N=N+1
    X(N)=A Mod 100
    A=Int(A/100)
  Wend
  '
  ' 初期設定。
  ODD=1: ' 奇数。
  SUM=0: ' 部分和。
  B=0:   ' 途中の目標。
  '
  For I=N To 1 Step -1
    ' 途中の目標Bの計算。
    B=100*B+X(I)
    ' 途中の目標Bに対してめのこ平方を適用。
    While SUM <= B
      SUM=SUM+ODD: ODD=ODD+2
    Wend
    ' 途中の目標Bの結果ROOTを求める。
    ROOT=Int((ODD-2)/2)
    ' つぎの目標への準備。
    C=ROOT*10
    ODD=2*C+1
    SUM=C*C
  Next I
  Print ROOT
Loop
End
'
' データ。
Data 12,1234,123456,12345678,0
```

実行結果

```
正整数 12の平方根の整数部 =  3
正整数 1234の平方根の整数部 =  35
正整数 123456の平方根の整数部 =  351
正整数 12345678の平方根の整数部 =  3513
OK
```

３． 漸化式

●漸化式１

$$x(n) = 1 + \frac{a - 1}{x(n-1) + 1} \quad (n \geqq 1)$$

$$x(0) = 1$$

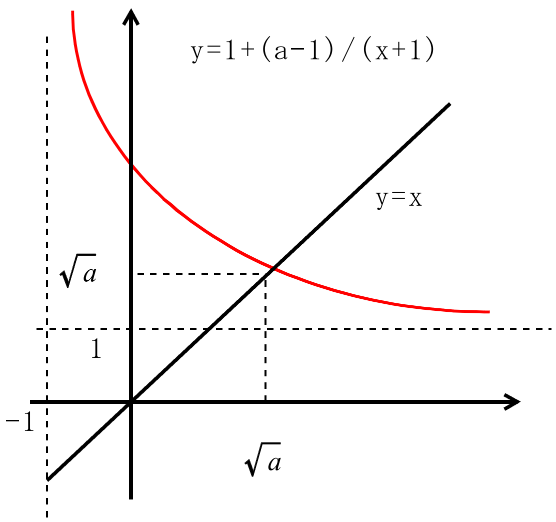
$$\lim x(n) = \sqrt{a} \quad (n \to \infty)$$

$\sqrt{a}$ は、x*x-a=0 の根である。x*x-a=0 を変形すると、

```
x*x - 1 = a - 1
(x - 1)(x + 1) = a - 1
x = 1 + (a - 1)/(x + 1)
```

を得る。

この式は、直線 y=x と双曲線 y=1+(a-1)/(x+1) との交点が（$\sqrt{a}$，$\sqrt{a}$）であることを意味する。このことから、上の漸化式を適用すると、x(n)が$\sqrt{a}$に収束していくことが予想される。



●プログラム(SQ311.bas)

```
' << SQ311.bas >>
' 漸化式
'
Dim X(100): ' 数列x(i)を保存する配列。
'
' Aの読み込みと表示。
Read A
If A <= 0 Then Stop
Print A;"の平方根"
'
Print"   N              近似値          ";
Print"近似値の２乗"
'
' 初期設定。
X(0)=1.0
'
' 漸化式の計算。
For N=1 To 12
  X(N)=1+(A-1)/(X(N-1)+1)
  Print Using"#### ##.################";N;X(N);
  Print Using" ##.################";X(N)*X(N)
Next N
End
'
' データ。
Data 2,0
```

実行結果

```
 2の平方根
   N           近似値          近似値の２乗
   1   1.5000000000000000   2.2500000000000000
   2   1.4000000000000000   1.9600000000000000
   3   1.4166666666666667   2.0069444444444444
   4   1.4137931034482759   1.9988109393579073
   5   1.4142857142857143   2.0002040816326531
   6   1.4142011834319527   1.9999649872203354
   7   1.4142156862745098   2.0000060073048827
   8   1.4142131979695432   1.9999989693112422
   9   1.4142136248948696   2.0000001768382871
  10   1.4142135516460547   1.9999999696593482
  11   1.4142135642135642   2.0000000052056329
  12   1.4142135620573205   1.9999999991068546
OK
```

（解析）

$$x(n) = 1 + \frac{a - 1}{x(n-1) + 1}$$

誤差 $x(n) - \sqrt{a}$ 　を評価する。

$$x(n) - \sqrt{a} = 1 + \frac{a - 1}{x(n-1) + 1} - \sqrt{a}$$

$$= \frac{x(n-1) + a - \sqrt{a}\,(x(n-1) + 1)}{x(n-1) + 1}$$

$$= \frac{(1 - \sqrt{a})}{x(n-1) + 1}\,(x(n-1) - \sqrt{a})$$

したがって、

$$|x(n) - \sqrt{a}| \sim \frac{|1 - \sqrt{a}|}{|x(n-1) + 1|}\,|x(n-1) - \sqrt{a}|$$

$$\sim \frac{|1 - \sqrt{a}|}{|1 + \sqrt{a}|}\,|x(n-1) - \sqrt{a}|$$

となる。

$|x(n-1) - \sqrt{a}|$の係数は定数になっているが、これは、１次のオーダーで収束することを意味する。

●漸化式２

$$x(n) = \frac{1}{3}\left(2x(n-1) + \frac{a}{x(n-1)} \right) \quad (n \geqq 1)$$

$$x(0) = 1$$

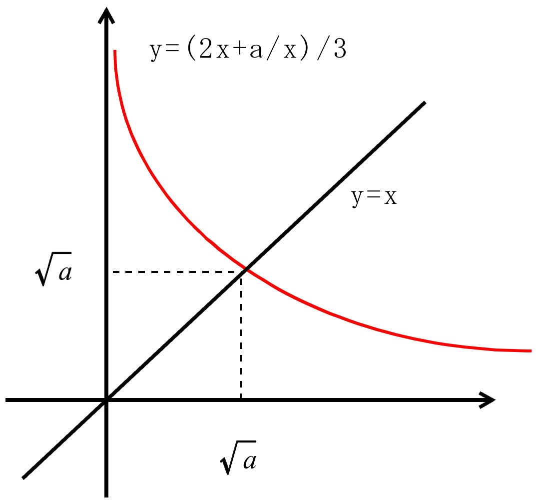
$$\lim x(n) = \sqrt{a} \quad (n \to \infty)$$

$\sqrt{a}$ は、x*x-a=0 の根である。x*x-a=0 を変形すると、

```
(3x)x - (2x)x = a
x(3x - 2x) = a
3x - 2x = a/x
3x = 2x + a/x
x = (2x + a/x)/3
```

を得る。

　この式は、直線 y=x と曲線 y=(2x+a/x)/3 との交点が（$\sqrt{a}$, $\sqrt{a}$）であることを意味する。このことから、上の漸化式を適用すると、x(n)が $\sqrt{a}$ に収束していくことが予想される。



●プログラム(SQ321.bas)

```
' << SQ321.bas >>
' 漸化式
'
Dim X(100): ' 漸化式の値を保存する配列。
'
' Aの読み込み。
Read A
If A <= 0 Then Stop
'
Print A;"の平方根"
Print"    n              近似値          ";
Print"近似値の２乗"
'
' 初期設定。
X(0)=1.0
'
' 漸化式の計算。
For N=1 To 12
  X(N)=(2*X(N-1)+A/X(N-1))/3
  Print Using"#### ##.################";N;X(N);
  Print Using" ##.################";X(N)*X(N)
Next N
End
'
' データ。
Data 2,0
```

実行結果

```
 2の平方根
    n              近似値            近似値の２乗
    1   1.3333333333333333   1.7777777777777778
    2   1.3888888888888889   1.9290123456790124
    3   1.4059259259259259   1.9766277091906722
    4   1.4114673015129636   1.9922399432402873
    5   1.4132999231994867   1.9974166729156750
    6   1.4139092128583717   1.9991392622057801
    7   1.4141121343723303   1.9997131285790675
    8   1.4141797554645006   1.9999043807656346
    9   1.4142022936729558   1.9999681274298491
   10   1.4142098061696459   1.9999893758663873
   11   1.4142123103086042   1.9999964586283998
   12   1.4142131450186343   1.9999988195434967
OK
```

（解析）

$$x(n) = \frac{1}{3}\left(2x(n-1) + \frac{a}{x(n-1)} \right) \quad (n \geqq 1)$$

$$|x(n) - \sqrt{a}| \sim \frac{1}{3}|x(n-1) - \sqrt{a}|$$ を示せ。

これは、１次のオーダーで収束することを意味する。

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

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

したがって、

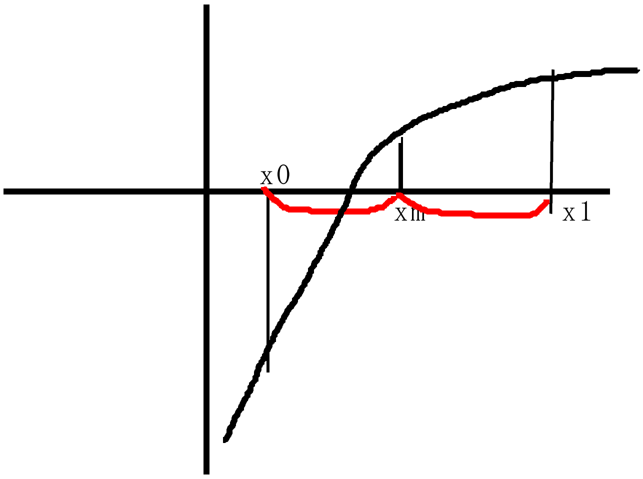
$$|x(n) - \sqrt{a}| \sim \frac{|\sqrt{a}|}{|3\sqrt{a}|}|x(n-1) - \sqrt{a}|$$

$$\sim \frac{1}{3}|x(n-1) - \sqrt{a}|$$

４． ２分法

区間 [x0,x1] にある関数 f(x) = x*x - a = 0 の根を求める。

［解法］区間 [x0,x1] を xm=(x0+x1)/2 で２等分し、区間 [x0,xm],[xm,x1] に分割する。f(xm) の絶対値が十分小さい値 eps より小さいとき、xm を根とする。そうでないとき、分割された２つの区間の内、根の存在する区間に対して、同様の操作を繰り返す。



●プログラム(SQ411.bas)

```
' << SQ411.bas >>
'  ２分法
'
' Aの読み込み
Read A
If A <= 0 Then Stop
Print A;"の平方根"
'
' 初期設定。
X0=0.0:       ' 小さい近似値。
X1=A:         ' 大きい近似値。
EPS=1.0e-4:   ' 誤差限界。
N=0:          ' 繰り返し回数。
'
Print Using"初期区間 [##.## ##.##]  ";X0;X1;
Print"誤差限界 : ";EPS
Print"   N            近似値";
Print"                関数値"
'
' 計算過程と途中経過表示。
Do
  N=N+1
  ' 近似値XMを求める。
  XM=(X0+X1)/2
  ' 近似値に対応する関数値FMを求める。
```

```
  FM=XM*XM-A
  '
  ' 途中結果を表示。
  Print Using"#### ##.################";N;XM;
  Print Using" ##.################";FM
  '
  ' 解として出力。
  If Abs(FM) < EPS Then
    Print"根：";XM: Exit Do
  End If
  '
  ' 根の存在する区間［x0,x1］を更新する。
  If FM > 0 Then
    X1=XM
  Else
    X0=XM
  End If
Loop
End
'
' データ。
Data 2,0
```

実行結果

```
 2の平方根
初期区間［ 0.00  2.00］ 誤差限界： 0.0001
   N           近似値              関数値
   1  1.0000000000000000 -1.0000000000000000
   2  1.5000000000000000  0.2500000000000000
   3  1.2500000000000000 -0.4375000000000000
   4  1.3750000000000000 -0.1093750000000000
   5  1.4375000000000000  0.0664062500000000
   6  1.4062500000000000 -0.0224609375000000
   7  1.4218750000000000  0.0217285156250000
   8  1.4140625000000000 -0.0004272460937500
   9  1.4179687500000000  0.0106353759765625
  10  1.4160156250000000  0.0051002502441406
  11  1.4150390625000000  0.0023355484008789
  12  1.4145507812500000  0.0009539127349854
  13  1.4143066406250000  0.0002632737159729
  14  1.4141845703125000 -0.0000820010900497
根： 1.41418457031250
OK
```

5．ニュートン法

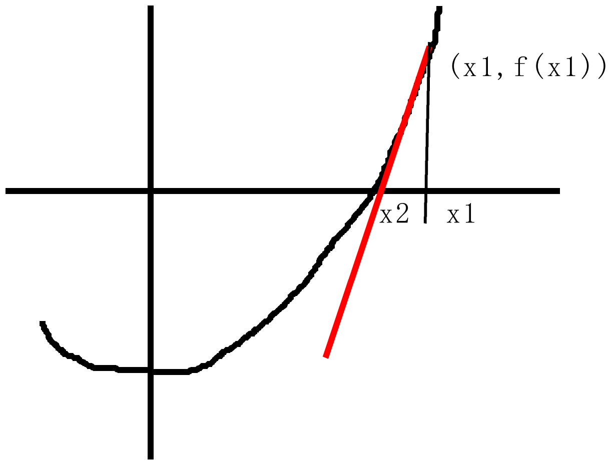
ニュートン法（接線近似）

関数 f(x) = x*x - a = 0 の根を求める。

［解法］根の近似値 x1 から始め、点(x1,f(x1)) を通る関数 f(x) の接線とx軸との交点(x2,0)を求める。f(x2)の絶対値が十分小さい値 epsより小さいとき、x2 を根とする。そうでないとき、x2 を近似値として、同様のことを繰り返す。

$$x(n+1) = \frac{1}{2}\left(x(n) + \frac{a}{x(n)} \right) \qquad (n \geqq 1)$$

x(0)：初期値



（考察１） 式の変形からも同じ漸化式が得られる。

```
x*x - a = 0
x = a/x
2x - x = a/x
2x = x + a/x
x = (x + a/x)/2
```

●プログラム(SQ511.bas)

```
' << SQ511.bas>>
' ニュートン法
'
' Aの読み込み
Read A
If A <= 0 Then Stop
Print A;"の平方根"
'
' 初期設定。
X1=1:          ' 近似値。
```

```
EPS=1.0e-14: ' 誤差限界。
N=0:         ' 繰り返し回数。
'
Print Using"初期値 ##.#####  ";X1;
Print"誤差限界 : ";EPS
Print"   N              近似値";
Print"              関数値"
'
' 計算過程と途中経過の表示。
Do
  N=N+1
  ' 近似値X2を求める。
  X2=(X1+A/X1)/2
  ' X2に対応する関数値FXを求める。
  FX=X2*X2-A
  '
  ' 途中結果の表示。
  Print Using"#### ##.################";N;X2;
  Print Using" ##.################";FX
  '
  ' 解として出力。
  If Abs(FX) < EPS Then
    Print"根 : ";X2: Exit Do
  End If
  X1=X2
Loop
End
'
' データ。
Data 2,0
```

実行結果

```
 2の平方根
初期値  1.00000  誤差限界 :  1E-14
   N            近似値              関数値
   1   1.5000000000000000  0.2500000000000000
   2   1.4166666666666667  0.0069444444444444
   3   1.4142156862745098  0.0000060073048827
   4   1.4142135623746899  0.0000000000045110
   5   1.4142135623730951 -0.0000000000000000
根 : 1.4142135623730950５
OK
```

$\sqrt{2}$ =1.41421 35623 73095 04880 16887 24209 69807 85696 71875 3769

（解析）

$$|x(n+1) - \sqrt{a}| \sim \frac{1}{2\sqrt{a}} |x(n) - \sqrt{a}|^2$$ を示せ。

これは、２次のオーダーで収束することを意味する。

$$x(n+1) - \sqrt{a} = (x(n) + a/x(n))/2 - \sqrt{a}$$

$$= \frac{x(n)^2 - 2\sqrt{a}\,x(n) + a}{2x(n)}$$

$$= \frac{(x(n) - \sqrt{a})^2}{2x(n)}$$

したがって、

$$|x(n+1) - \sqrt{a}| \sim \frac{1}{2\sqrt{a}} |x(n) - \sqrt{a}|^2$$

（考察２）

一般に、ニュートン法の漸化式は、次のように導かれる。

$$x(n) = x(n-1) - \frac{f(x(n-1))}{f'(x(n-1))}$$

テイラー展開より、$x(n) = x(n-1) + h$ とすると、

$$f(x(n)) = f(x(n-1) + h)$$

$$= f(x(n-1)) + hf'(x(n-1)) + h^2 f''(x(n-1)) + \cdots$$

となる。x(n)は十分根に近いとして、$f(x(n))=0$とし、h^2の項も十分０に近いとして無視すると、

$$0 = f(x(n-1)) + hf'(x(n-1))$$

となる。変形して、

$$0 = f(x(n-1)) + (x(n) - x(n-1))f'(x(n-1))$$

$$x(n) = x(n-1) - \frac{f(x(n-1))}{f'(x(n-1))}$$

を得る。

（考察３）近似値を求め、少しずつ精度を上げていく方法

①近似値$x(1)$を1、誤差を$e(1)$とおく。

$$\sqrt{2} = 1 + e(1)$$
$$2 = 1 + 2e(1) + e(1)^2 \quad (\ e(1)^2 \text{ は十分小さいと考える。})$$
$$\fallingdotseq 1 + 2e(1)$$

$$e(1) \fallingdotseq 1/2$$

②近似値$x(2)$を1+1/2=3/2とし、誤差を$e(2)$とおく。

$$\sqrt{2} = 1 + 1/2 + e(2)$$
$$2 = 9/4 + 3e(2) + e(2)^2 \quad (\ e(2)^2 \text{ は十分小さいと考える。})$$
$$\fallingdotseq 9/4 + 3e(2)$$

$$e(2) \fallingdotseq -1/12$$

③近似値$x(3)$を3/2−1/12とし、誤差を$e(3)$とおく。

$$\sqrt{2} = 3/2 - 1/12 + e(3)$$
$$= 17/12 + e(3)$$
$$2 = 289/144 + (17/6)e(3) + e(3)^2 \quad (\ e(3)^2 \text{ は十分小さいと考える。})$$

$$e(3) \fallingdotseq -1/408$$

④近似値$x(4)$を17/12−1/408とし、誤差を$e(4)$とおく。

$$\sqrt{2} = 17/12 - 1/408 + e(4)$$
$$= 577/408 + e(4)$$

後は同様。一般的には、

$$\sqrt{a} \fallingdotseq x(n-1) + e(n-1)$$

$$a \fallingdotseq x(n-1)^2 + 2x(n-1)e(n-1) + e(n-1)^2$$

$$e(n-1) \fallingdotseq \frac{(a - x(n-1)^2)}{2x(n-1)}$$

$$x(n) = x(n-1) + e(n-1)$$

$$= \frac{1}{2}\left(x(n-1) + \frac{a}{x(n-1)}\right)$$

となり、ニュートン法の漸化式と一致する。

（考察４）

$f(x) = 1/x - a$ にニュートン法を適用すると、1/aを乗算のみで計算する方法が得られる。

$$x(n) = x(n-1) - \frac{1/x(n-1) - a}{-1/x(n-1)^2}$$

$$= x(n-1)(2 - ax(n-1))$$

（解析）

$$x(n) - 1/a = x(n-1)(2 - ax(n-1)) - 1/a$$

$$= -a(x(n-1) - 1/a)^2$$

したがって、

$$|x(n) - 1/a| = a|x(n-1) - 1/a|^2$$

これは、２次のオーダーで収束することを意味する。

●プログラム(SQ521.bas)（初期値の設定に注意すること）

```
' << SQ521.bas>>
' 逆数のニュートン法
'
' Aの読み込み
Read A
If A <= 0 Then Stop
Print A;"の逆数"
'
' 初期設定。
X1=1:            ' 近似値。
While X1 <= A: X1=X1*2: Wend
X1=1/X1
EPS=1.0e-14: ' 誤差限界。
N=0:             ' 繰り返し回数。
'
Print Using"初期値 ##.#####  ";X1;
Print"誤差限界 : ";EPS
Print"    N                近似値";
Print"                関数値"
'
' 計算過程と途中経過の表示。
Do
  N=N+1
  ' 近似値X2を求める。
  X2=X1*(2-A*X1)
```

```
  ' X2に対応する関数値FXを求める。
  FX=1/X2-A
  '
  ' 途中結果の表示。
  Print Using"#### ##.################";N;X2;
  Print Using" ##.################";FX
  '
  ' 解として出力。
  If Abs(FX) < EPS Then
    Print"根：";X2: Exit Do
  End If
  X1=X2
Loop
End
'
' データ。
Data 2,0
```

実行結果

```
 2の逆数
初期値  0.25000  誤差限界：  1E-14
   N              近似値               関数値
   1   0.3750000000000000  0.6666666666666667
   2   0.4687500000000000  0.1333333333333333
   3   0.4980468750000000  0.0078431372549020
   4   0.4999923706054688  0.0000305180437934
   5   0.4999999998835847  0.0000000004656613
   6   0.5000000000000000  0.0000000000000000
根：  0.5
OK
```

（考察３）ニュートン法（２次関数近似）

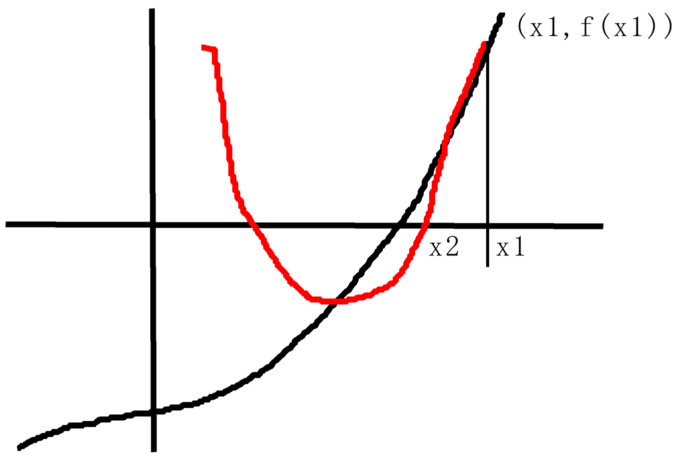
根の近似値 x_1 から始め、次の３条件を満たす２次関数を求める。

条件１：点$(x_1, f(x_1))$を通る。
条件２：点$(x_1, f(x_1))$での接線が関数 $f(x)$ と同じ。
　　　　関数と２次関数の１次微分が同じ値となる。
条件３：点$(x_1, f(x_1))$での曲率が関数 $f(x)$ と同じ。
　　　　関数と２次関数の２次微分が同じ値となる。

この２次関数とx軸との交点$(x_2, 0)$を求める。
$f(x)$ の絶対値が十分小さい値 eps より小さいとき、x_2を根とする。
そうでないとき、x_2 を近似値として、同様の操作を繰り返す。

$y = b_1x^2 + b_2x + b_3$ とすると、

条件１　$b_1x_1^2 + b_2x_1 + b_3 = x_1^3 - 8$
条件２　$2b_1x_1 + b_2 = 3x_1^2$
条件３　$2b_1 = 6x_1$



●プログラム(SQ531.bas)

```
' << SQ531.bas >>
' ２次関数近似
'
' Aの読み込み。
Read A
If A <= 0 Then Stop
Print A;"の立方根"
'
' 初期設定。
X1=1:          ' 初期値。
EPS=1.0e-14:  ' 誤差限界。
N=0:           ' 繰り返し回数。
'
Print Using"初期値 ##.#####  ";X1;
```

```
Print"誤差限界：";EPS
Print"    N                 近似値";
Print"              関数値"
'
' 計算過程と途中経過を表示。
Do
  N=N+1
  ' ２次曲線：b1*x*x+b2*x+b3 を求める。
  B1=3*X1
  B2=-3*X1*X1
  B3=X1*X1*X1-A
  '
  ' 近似値X2を求める。
  X2=(-B2+Sqr(B2*B2-4*B1*B3))/(2*B1)
  '
  ' 近似値X2に対応する関数値を求める。
  FX=X2*X2*X2-A
  '
  ' 途中結果を表示。
  Print Using"#### ##.################";N;X2;
  Print Using" ##.################";FX
  '
  ' 解として表示。
  If Abs(FX) < EPS Then
    Print"根：";X2: Exit Do
  End If
  X1=X2
Loop
End
'
' データ。
Data 8,0
```

実行結果

```
 8の立方根
初期値  1.00000  誤差限界： 1E-14
   N               近似値                  関数値
   1  2.1072751268321592  1.3575837561071972
   2  1.9998968211221223 -0.0012380826603464
   3  2.0000000000000915  0.0000000000010984
   4  2.0000000000000000  0.0000000000000000
根： 2
OK
```