# プログラム入門　レポート

琉球大学　工学部　情報工学科
145770F　秋田　海人

## 1　第 I 章

### 1.1　問 1-1

#### 1.1.1　プログラム

```
#include <stdio.h>

int main(void) {
printf("Hello \n World!");
}
```

#### 1.1.2　実行結果

```
Hello
 World!
```

#### 1.1.3　考察

\n は改行を意味する特殊文字である。
printf(”Hello \n World!”); を出力する時，Hello のあとに \n があるので一度改行を行いそのあとに World を出力するプログラムになっている。

## 1.2　問 1-2

```
\a      警報音
\b      バックスペース
\n      復帰改行
\r      復帰
\f      改ページ
\t      水平タブ
\v      垂直タブ
\\     文字としての\
\?      文字としての?
\'      シングルクォーテーション(')
\"      ダブルクォーテーション(")
\0      Null(ヌル)
\ooo       8進数の文字コードを持つ文字
\xhh       16進数の文字コードを持つ文字
```

### 1.2.1　考察

\n，\t は利用したことある。
\n はよく使われるものである。
\t は見やすさを配慮したい時に利用した経験がある。

## 1.3　問 1-3

### 1.3.1　プログラム

```
#include <stdio.h>

int main(void) {
int x, y, z;
x = 5;
y = 2;
z = x - y;

printf("Answer %d\n", z);
```

```
printf("%d - %d = %d\n", x, y ,z);
}
```

### 1.3.2 実行結果

```
Answer 3
5 - 2 = 3
```

### 1.3.3 考察

上記の実行結果は整数値を入れ実行した。
するとただの 5 - 2 = 3 という結果が返ってくる。
これを小数にすると，変数の宣言で int 型 (整数型) を使っているので実数を用いるとエラーとなりコンパイルすらできなくなる。
非常に大きい値にすると，int 型は-2,147,483,648 ～ 2,147,483,647 の範囲しか扱うことができないので，これ以上の値になるとエラーで実行することができなくなる。

## 1.4 問 1-4

### 1.4.1 プログラム

```
#include <stdio.h>

int main(void) {
int ax, ay, az;
int bx, by, bz;
int n, g_1, g_2, g_3;
  printf("Input ax, ay, az \n");
scanf("%d %d %d", &ax ,&ay, &az);
  printf("Input bx, by, bz \n");
scanf("%d %d %d", &bx ,&by, &bz);

n = (ax * bx) + (ay * by) + (az * bz);
g_1 = (ay * bz) - (az * by);
g_2 = (az * bx) - (ax * bz);
g_3 = (ax * by) - (ay * bx);
```

```
printf("内積: %d \n", n);
printf("外積: (%d, %d, %d)\n", g_1, g_2, g_3);
}
```

#### 1.4.2 実行結果

```
Input ax, ay, az
1 0 1
Input bx, by, bz
1 1 0
内積: 1
外積: (-1, 1, 1)
```

#### 1.4.3 考察

整数をキボードから入力するようにした。
数式をそのままプログラムとして書き，出力は内積と外積がわかりやすいように工夫した。

### 1.5 問 1-5

#### 1.5.1 プログラム

```
#include <stdio.h>

int main(void) {
double ax, ay, az;
double bx, by, bz;
double n, g_1, g_2, g_3;
  printf("Input ax, ay, az \n");
scanf("%lf %lf %lf", &ax ,&ay, &az);
  printf("Input bx, by, bz \n");
scanf("%lf %lf %lf", &bx ,&by, &bz);

n = (ax * bx) + (ay * by) + (az * bz);
g_1 = (ay * bz) - (az * by);
```

```
g_2 = (az * bx) - (ax * bz);
g_3 = (ax * by) - (ay * bx);

printf("内積: %lf \n", n);
printf("外積: (%lf, %lf, %lf)\n", g_1, g_2, g_3);
}
```

#### 1.5.2 実行結果

```
Input ax, ay, az
1.01 0 1.12
Input bx, by, bz
1.11 1.32 0
内積: 1.121100
外積: (-1.478400, 1.243200, 1.333200)
```

#### 1.5.3 考察

1-4 と処理は同じだが，int 型を double 型にすることで実数を扱えるようにした。
小数の桁を決めると見やすくできたと思う。

### 1.6 問 1-6

#### 1.6.1 プログラム

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    double x, dx, dfdx_num;
    x = 1.0;

    printf("Input delta x .\n delta x = ");
    scanf("%lf", &dx);

    dfdx_num = ((x+dx) * (x+dx) * (x+dx) - (x*x*x)) / dx;
```

```
    printf("df/dx(x=1) = 3. delta x = %lf\n", dx);
    printf("Numerical value of df/dx = %lf\n", dfdx_num);

}
```

### 1.6.2 実行結果

```
Input delta x.
 delta x = 0.1
 df/dx(x=1) = 3. delta x = 0.100000
Numerical value of df/dx =  3.310000
```

```
Input delta x.
 delta x = 0.01
 df/dx(x=1) = 3. delta x = 0.010000
Numerical value of df/dx =  3.030100
```

```
Input delta x.
 delta x = 0.001
 df/dx(x=1) = 3. delta x = 0.001000
Numerical value of df/dx =  3.003001
```

```
IInput delta x.
 delta x = 0.0001
 df/dx(x=1) = 3. delta x = 0.000100
Numerical value of df/dx =  3.000300
```

### 1.6.3 考察

$f(x) = x^3$を $(x = 1)$ の時に微分した値は, 3 である。
$\Delta x$ の値が 0 に近ければ近いほど値は 3 に近く。
しかし,$\Delta x$ の値が 0 の場合は式が成り立たないので気をつける必要がある。

## 1.7　問 1-7

### 1.7.1　プログラム

```
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    double x, dx, dfdx_num;
    x = 1.0;

    printf("Input delta x =");
    scanf("%lf", &dx);

    dfdx_num = ((x+dx) * (x+dx) * (x+dx) - (x*x*x)) / dx;

    printf("df/dx(x=1) = 3. delta x = %lf\n", dx);
    printf("Numerical value of df/dx = %lf\n", dfdx_num);
    printf("Relative error |3.0 - df/dx| / 3.0 = %lf\n", ((3.0-dfdx_num)/3.0));
}
```

### 1.7.2　実行結果

```
Input delta x.
 delta x = 0.1
 df/dx(x=1) = 3. delta x = 0.100000
Numerical value of df/dx =  3.310000
Relative error |3.0 - df/dx| / 3.0 = 0.103333
```

```
Input delta x.
delta x = 0.01
df/dx(x=1) = 3. delta x = 0.010000
Numerical value of df/dx =  3.030100
Relative error |3.0 - df/dx| / 3.0 = 0.010033
```

```
Input delta x.
 delta x = 0.001
 df/dx(x=1) = 3. delta x = 0.001000
```

```
Numerical value of df/dx =  3.003001
Relative error |3.0 - df/dx| / 3.0 = 0.001000
```

```
Input delta x.
 delta x = 0.0001
 df/dx(x=1) = 3. delta x = 0.000100
Numerical value of df/dx =  3.000300
Relative error |3.0 - df/dx| / 3.0 = 0.000100
```

#### 1.7.3 考察

相対誤差の表示を追加したプログラムである。
$\Delta x$ の値が 0 に近ければ近いほど誤差も小くなることが実行結果からわかる。
要するに$\Delta x$ の値が 0 に近ければ近いほど 3 に近づき，相対誤差が小さくなることがわかった。

### 1.8 問 1-8

#### 1.8.1 プログラム

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

int main(void){
double x, dx, dfdx_num;
x = 1.0;
printf("Input delta x. \n delta x = ");
scanf( "%lf", &dx);
   dfdx_num = (pow((x+dx),3.0) - pow((x-dx), 3.0)) / (2*dx);
printf("df/dx(x=1) = 3. delta x = %lf \n", dx);
printf("Numerical value of df/dx = % lf \n", dfdx_num);
   printf("Relative error |3.0 - df/dx| / 3.0 = %lf \n", fabs(3.0 - dfdx_num) / 3.0);
}
```

#### 1.8.2 実行結果

```
Input delta x.
```

```
 delta x = 0.1
 df/dx(x=1) = 3. delta x = 0.100000
Numerical value of df/dx =  3.010000
Relative error |3.0 - df/dx| / 3.0 = 0.003333
```

```
Input delta x.
 delta x = 0.01
 df/dx(x=1) = 3. delta x = 0.010000
Numerical value of df/dx =  3.000100
Relative error |3.0 - df/dx| / 3.0 = 0.000033
```

```
Input delta x.
 delta x = 0.001
 df/dx(x=1) = 3. delta x = 0.001000
Numerical value of df/dx =  3.000001
Relative error |3.0 - df/dx| / 3.0 = 0.000000
```

```
Input delta x.
 delta x = 0.0001
 df/dx(x=1) = 3. delta x = 0.000100
Numerical value of df/dx =  3.000000
Relative error |3.0 - df/dx| / 3.0 = 0.000000
```

### 1.8.3 考察

1-6，1-7 と比較すると明らかに精度が上がることがわかる。
$\Delta x$ の値が 0.001 の時，すでに相対誤差はほぼ 0 に近く，微分の値も 3 に近づいている。
こちらの微分の定義の方が，正確に答えを導くことが可能である。

## 1.9 問 1-9

### 1.9.1 プログラム

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

```
#define  N 6 // 定数を定義

int main(void){

    double x, z, fx, f[N];
    int i, j; // 変数の型を宣言
    x = 1.0; // 変数に代入
    z = 1.0; // 変数に代入
    fx = exp(x); //ネイピア数 e の x 乗したものを fx に代入
    f[0] = 1.0; // 配列を用いて初期値を代入

    // for 文を用いて f[i] に求めた値を格納していく
    for(i = 1; i < 6; i++ ){
        z *= i;

        f[i] = f[i-1] + pow(x, i) / z;
    }

  // 求めた値と相対誤差を表示
    for(j = 0; j < 6; j++){
        printf("exp(%lf) = %lf, %d order = %lf, error = %lf \n", x, fx, j, f[j], fabs((fx - f[j])/fx));
    }

}
```

### 1.9.2 実行結果

```
exp(1.000000) = 2.718282, 0 order = 1.000000, error = 0.632121
exp(1.000000) = 2.718282, 1 order = 2.000000, error = 0.264241
exp(1.000000) = 2.718282, 2 order = 2.500000, error = 0.080301
exp(1.000000) = 2.718282, 3 order = 2.666667, error = 0.018988
exp(1.000000) = 2.718282, 4 order = 2.708333, error = 0.003660
exp(1.000000) = 2.718282, 5 order = 2.716667, error = 0.000594
```

### 1.9.3 考察

ネイピア数を近似するプログラムである。
今回，配列と for 文を用いてプログラムをわかりやすく短く書く工夫を施し，見やすいプログラムを書いた。

繰り返し行うことで近似値に近づき誤差がなくなっていることがわかる。

# 2　第 II 章

## 2.1　問 2-1

### 2.1.1　プログラム

```
#include <stdio.h>

int main(void){
int i, n, sum1, sum2;

printf("n:");
scanf("%d",&n);

sum1 = 0;
sum2 = 0;

for(i=1; i<n+1; i++){
sum1 =  sum1 + i;
printf("i = %3d, sum1 = %3d\n", i, sum1);
}

printf("nizyou\n");
for(i=1; i<n+1; i++){
sum2 += i * i;
printf("i = %3d, sum2 = %3d\n", i, sum2);
}

}
```

### 2.1.2　実行結果

```
n:10
i =   1, sum1 =   1
```

```
i =   2, sum1 =   3
i =   3, sum1 =   6
i =   4, sum1 =  10
i =   5, sum1 =  15
i =   6, sum1 =  21
i =   7, sum1 =  28
i =   8, sum1 =  36
i =   9, sum1 =  45
i =  10, sum1 =  55
nizyou
i =   1, sum2 =   1
i =   2, sum2 =   5
i =   3, sum2 =  14
i =   4, sum2 =  30
i =   5, sum2 =  55
i =   6, sum2 =  91
i =   7, sum2 = 140
i =   8, sum2 = 204
i =   9, sum2 = 285
i =  10, sum2 = 385
```

#### 2.1.3 考察

まずキーボードから読み込めるようにコードを変更。
2 乗の和は i*i によって求めそれに足し算を行うようにした。

### 2.2 問 2-2

#### 2.2.1 プログラム

```
#include<stdio.h>

int main(void){
    int i;
    float t, x;
    double td, xd;
    t = 1.0;
    x = 1.0;
```

```
    td = 1.0;
    xd = 1.0;

    printf("float\n");
    for (i = 1; i < 21; i++){
        printf("keta = %2d, x = %27.20e, t = %10.3e\n", i, x, t);
        t = t/10.0;
        x += t;
    }

    printf("double\n");
    for (i = 1; i < 21; i++){
        printf("keta = %2d, x = %27.20e, t = %10.3e\n", i, xd, td);
        td = td/10.0;
        xd += td;
    }
}
```

### 2.2.2 実行結果

```
float
keta =  1, x =  1.00000000000000000000e+00, t =  1.000e+00
keta =  2, x =  1.10000002384185791016e+00, t =  1.000e-01
keta =  3, x =  1.11000001430511474609e+00, t =  1.000e-02
keta =  4, x =  1.11100006103515625000e+00, t =  1.000e-03
keta =  5, x =  1.11110007762908935547e+00, t =  1.000e-04
keta =  6, x =  1.11111009120941162109e+00, t =  1.000e-05
keta =  7, x =  1.11111104488372802734e+00, t =  1.000e-06
keta =  8, x =  1.11111116409301757812e+00, t =  1.000e-07
keta =  9, x =  1.11111116409301757812e+00, t =  1.000e-08
keta = 10, x =  1.11111116409301757812e+00, t =  1.000e-09
keta = 11, x =  1.11111116409301757812e+00, t =  1.000e-10
keta = 12, x =  1.11111116409301757812e+00, t =  1.000e-11
keta = 13, x =  1.11111116409301757812e+00, t =  1.000e-12
keta = 14, x =  1.11111116409301757812e+00, t =  1.000e-13
keta = 15, x =  1.11111116409301757812e+00, t =  1.000e-14
keta = 16, x =  1.11111116409301757812e+00, t =  1.000e-15
keta = 17, x =  1.11111116409301757812e+00, t =  1.000e-16
keta = 18, x =  1.11111116409301757812e+00, t =  1.000e-17
keta = 19, x =  1.11111116409301757812e+00, t =  1.000e-18
keta = 20, x =  1.11111116409301757812e+00, t =  1.000e-19
```

```
double
keta =  1, x =  1.00000000000000000000e+00, t =  1.000e+00
keta =  2, x =  1.10000000000000008882e+00, t =  1.000e-01
keta =  3, x =  1.11000000000000009770e+00, t =  1.000e-02
keta =  4, x =  1.11099999999999998757e+00, t =  1.000e-03
keta =  5, x =  1.11109999999999997655e+00, t =  1.000e-04
keta =  6, x =  1.11111000000000004206e+00, t =  1.000e-05
keta =  7, x =  1.11111099999999995980e+00, t =  1.000e-06
keta =  8, x =  1.11111110000000001818e+00, t =  1.000e-07
keta =  9, x =  1.11111110999999995741e+00, t =  1.000e-08
keta = 10, x =  1.11111111100000004015e+00, t =  1.000e-09
keta = 11, x =  1.11111111110000004842e+00, t =  1.000e-10
keta = 12, x =  1.11111111111000004925e+00, t =  1.000e-11
keta = 13, x =  1.11111111111100013815e+00, t =  1.000e-12
keta = 14, x =  1.11111111111110005822e+00, t =  1.000e-13
keta = 15, x =  1.11111111111111005023e+00, t =  1.000e-14
keta = 16, x =  1.11111111111111116045e+00, t =  1.000e-15
keta = 17, x =  1.11111111111111116045e+00, t =  1.000e-16
keta = 18, x =  1.11111111111111116045e+00, t =  1.000e-17
keta = 19, x =  1.11111111111111116045e+00, t =  1.000e-18
keta = 20, x =  1.11111111111111116045e+00, t =  1.000e-19
```

#### 2.2.3 考察

%27.20e によって小数点 20 桁までの表示ができるはずでるが double 型の有効桁数は 16 桁以降変化がない。
なぜ変化がないのかというと，double 型の有効桁数が 2 進数で 53 桁、10 進数で約 15 桁となっているからである。
そのため、x の値が double 型の有効桁数の限界値が格納されているので 16 桁以降変化がおきないのである。

### 2.3 問 2-3

#### 2.3.1 プログラム

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

int main(void) {
    int i; //変数の宣言
    double x, fx, fx_sum, dfx, fac; // 変数の宣言
```

```
    x = 1.0; // 変数に代入
    fx = exp(x); //ネイピア数 e の x 乗したものを fx に代入
    dfx = exp(x); //ネイピア数 e の x 乗したものを fx に代入
    fx_sum = 1.0; // ネイピア数の近似を求める変数
    fac = 1.0; //初期値を代入

    printf("jisuu          kinjichi           exp(%f)           error\n", x);
    for (i = 0; i < 21; i++){
     //ネイピア数の近似値とネイピア数と相対誤差を表示する
        printf("%3d %22.15e %22.15e, %12.4e\n", i, fx_sum, fx, fabs((fx - fx_sum)/fx));

        // ここで x=1 の時のテイラー展開の式を計算し，ネイピア数の近似値を求めている
        fac /= ((double)i+1.0);
        fx_sum += fac * pow(x, i+1);
    }
}
```

### 2.3.2 実行結果

```
jisuu          kinjichi           exp(1.000000)          error
  0  1.000000000000000e+00  2.718281828459045e+00,   6.3212e-01
  1  2.000000000000000e+00  2.718281828459045e+00,   2.6424e-01
  2  2.500000000000000e+00  2.718281828459045e+00,   8.0301e-02
  3  2.666666666666667e+00  2.718281828459045e+00,   1.8988e-02
  4  2.708333333333333e+00  2.718281828459045e+00,   3.6598e-03
  5  2.716666666666666e+00  2.718281828459045e+00,   5.9418e-04
  6  2.718055555555555e+00  2.718281828459045e+00,   8.3241e-05
  7  2.718253968253968e+00  2.718281828459045e+00,   1.0249e-05
  8  2.718278769841270e+00  2.718281828459045e+00,   1.1252e-06
  9  2.718281525573192e+00  2.718281828459045e+00,   1.1143e-07
 10  2.718281801146385e+00  2.718281828459045e+00,   1.0048e-08
 11  2.718281826198493e+00  2.718281828459045e+00,   8.3161e-10
 12  2.718281828286169e+00  2.718281828459045e+00,   6.3598e-11
 13  2.718281828446759e+00  2.718281828459045e+00,   4.5197e-12
 14  2.718281828458230e+00  2.718281828459045e+00,   2.9979e-13
 15  2.718281828458995e+00  2.718281828459045e+00,   1.8461e-14
 16  2.718281828459043e+00  2.718281828459045e+00,   8.1686e-16
 17  2.718281828459046e+00  2.718281828459045e+00,   1.6337e-16
 18  2.718281828459046e+00  2.718281828459045e+00,   1.6337e-16
 19  2.718281828459046e+00  2.718281828459045e+00,   1.6337e-16
```

```
20  2.718281828459046e+00  2.718281828459045e+00,   1.6337e-16
```

#### 2.3.3 考察

1-9 と解くものは同じだが処理や出力が異なる。
指数の表示が多く細かく値の変化を見ることができるようになっている。
近似値と誤差を見ると 18 回 for 文を繰り返した時点で変化が見られなくなった。

### 2.4 問 2-4(1)

#### 2.4.1 プログラム

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

#define N 10

int main(void) {
    int i;
    double pi1;

    for(i = 0; i <= N; i++) {
        pi1 += pow(-1, i) / (2 * i + 1);
     }
     printf("π / 4 = %lf\n", pi1);
}
```

#### 2.4.2 実行結果

```
n=10
π / 4 = 0.808079
```

```
n=100
π / 4 = 0.787873
```

```
n=1000
π / 4 = 0.785648
```

#### 2.4.3 考察

π / 4 の値は，0.78539.... である。
float 型ではなく dobule 型を用い精度を高いものにしている。
実行結果を見ると n=10 n=1000 にかけて π / 4 に近づき近似できていることがわかる。
n=1000 の値の時に一番近似できたと言える。

### 2.5 問 2-4(2)

#### 2.5.1 プログラム

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

#define N 10

int main(void) {
    int i;
    double pi1;

    for(i = 1; i <= N; i++) {
        pi1 += 1 / pow(i, 2);
    }
    printf("π^2 / 6 = %lf\n", pi1);
}
```

#### 2.5.2 実行結果

```
n = 10
π^2 / 6 = 1.549768
```

```
n = 100
π^2 / 6 = 1.634984
```

```
n=1000
π^2 / 6 = 1.643935
```

#### 2.5.3 考察

$\pi^2/6 = 1.64493......$である。
float 型ではなく doble 型により精度の高いものになっている。
n=1000 の時点で近似していることがわかるがさらに n の値を大きくすることでさらに近似できるのでと思う。

### 2.6 問 2-4(3)

#### 2.6.1 プログラム

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

int main(void){
    int i, n;
    double pi, a, b, fact1, fact2;
    pi = 0;
    a = 0;
    b = 0;
    fact1 = 1.0;
    fact2 = 1.0;

    printf("n:");
scanf("%d",&n);

    for(i = 0; i < n; i++){
        a += (fact1 / fact2) * pow(0.1, i);
        b += (fact1 / fact2) * pow(0.2, i);
        pi =  (0.3 * a) + (0.4 * b);
```

```
        printf("i = %d, π / 4 = %lf\n", i, pi);

        fact1 *= (2.0 * (double)i + 2);

        fact2 *= (2.0 * (double)i  + 3);

    }
}
```

### 2.6.2 実行結果

```
n:10
i = 0, π / 4 = 0.700000
i = 1, π / 4 = 0.773333
i = 2, π / 4 = 0.783467
i = 3, π / 4 = 0.785067
i = 4, π / 4 = 0.785339
i = 5, π / 4 = 0.785387
i = 6, π / 4 = 0.785396
i = 7, π / 4 = 0.785398
i = 8, π / 4 = 0.785398
i = 9, π / 4 = 0.785398
```

### 2.6.3 考察

今回一つの for 文で処理することで計算量を少なくする工夫を行った。
(1) と比べると π / 4 の値 0.78539.... に 10 回の繰り返しで収束し近似できていることがわかる。
これより，(1) よりこちらの計算式が π / 4 を求めるまでの収束が早くパソコンなどの負担をへらすことができる。

# 3　第 III 章

## 3.1　問 3-1

### 3.1.1　プログラム

```
#include<stdio.h>
#include<math.h>
#define max 1000

int main(void){
    int i, n;
    double x[max], x1_sum = 0.0, x2_sum = 0.0, average, sigma;

    printf("How many data ? = ");
    scanf("%d", &n);

    for(i = 0; i<n; i++){
        printf("Input Data x[%d] = ", i);
        scanf("%lf", &x[i]);
    }

    for(i = 0; i<n; i++){
        x1_sum += x[i];
    }

    average = x1_sum/(double)n;
    printf("average = %e\n", average);

    for(i = 0; i<n; i++){
        x2_sum += pow((x[i] - average),2);
    }

    sigma = sqrt(x2_sum/(double)n);
    printf("sigma = %e\n", sigma);
}
```

### 3.1.2　実行結果

```
How many data ? = 10
Input Data x[0] = 14
Input Data x[1] = 32
Input Data x[2] = 41
Input Data x[3] = 54
Input Data x[4] = 3
Input Data x[5] = 12
Input Data x[6] = 39
Input Data x[7] = 42
Input Data x[8] = 87
Input Data x[9] = 94
average = 4.180000e+01
sigma = 2.861398e+01
```

### 3.1.3　考察

(1) 桁落ち
足し算、もしくは引き算を行ったときに出された結果が、非常に小さい値になるときに起こる現象である。
その後の数値計算処理次第では、大きな誤差につながるものである。
例 :「$1.23456789 \times 10^2 - 1.23456780 \times 10^2$」のような計算を行うと、計算結果は「$9 \times 10^-6$」となり、有効数字の桁数は 9 桁から一気に 1 桁に減少してしまう。
(2) 書き換えたプログラムについて
書き換える前と書き換えたあとのプログラムで同じ値を入れた時同じ出力結果を得ることが確認できた。
今回莫大な値のを入力として与えなっかたので桁落ちの精度を確認することができなかった。
手入力で値を入れるのではなく，ファイルなどを読み込ませるようにソースを書くことで莫大な値を扱って確認することができるのではないのかと思う。
標準偏差はデータのばらつき具合を表す数値で実行結果を見るとばらつきがあることが標準偏差によってわかる。

# 4　第 IV 章

## 4.1　問 4-1

### 4.1.1　プログラム

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

int main(void){
    double x,a;
    a = 0;
    printf("input x = ");
    scanf("%lf", &x);
    if(sin(x) > a){
        printf("実数である\n");
    }
    else {
        printf("実数でない\n");
    }
}
```

### 4.1.2　実行結果

```
input x = 1.32
実数である
```

```
input x = -1.2
実数でない
```

### 4.1.3　考察

平方根の中身がマイナスになった時に実数でないと表示させればよい。
よって,$\sqrt{sin}(x)$ の値が 0 以上になればいいので上記のような $if$ 文になる。
実行結果をみるとうまくいっていることがわかる。

## 4.2 問 4-2

### 4.2.1 プログラム

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

int main(void){
    int n, a, b, c;

    printf("input n = ");
    scanf("%d", &n);

    for (a = 1; a < n+1; a++) {
        for (b = a; b < n+1; b++) {
            for (c = b; c < n+1; c++){
                if ((pow(a,2) + pow(b,2)) == pow(c,2)){
                    printf("a:%d\tb:%d\tc:%d\n", a, b, c);
                }
            }
        }
    }
}
```

### 4.2.2 実行結果

```
input n = 30
a:3 b:4 c:5
a:5 b:12 c:13
a:6 b:8 c:10
a:7 b:24 c:25
a:8 b:15 c:17
a:9 b:12 c:15
a:10 b:24 c:26
a:12 b:16 c:20
a:15 b:20 c:25
a:18 b:24 c:30
a:20 b:21 c:29
```

#### 4.2.3 考察

for 文を 3 重ループにすることで順序よく計算することを可能にしている。
$if$ 文は $a^2 + b^2 = c^2$が等しくなると値を出力するようにしている。
このコードは，多重ループしているので計算量が多くなることが挙げられる。

### 4.3 問 4-3

#### 4.3.1 プログラム

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

int main (void) {
    double a, b, c, x1, x2, det;
    printf("Solve a quadratic equation ax^2 + bx + c = 0\n");
    printf("Input a = ");
    scanf("%lf", &a);
    printf("Input b = ");
    scanf("%lf", &b);
    printf("Input c = ");
    scanf("%lf", &c);
    if(a == 0){
        if(b == 0){
            if(c == 0){
                printf("Identity.\n");
            }
            else {
                printf("Undetermined.\n");
            }
        }
        else {
            printf("Soution x = %e\n", -c/b);
        }
    }
    else {
        det = b*b - 4.0*a*c;
        if(det >= 0.0){
            x1 = (-b + sqrt(det) / (2.0*a));
```

```
            x2 = (-b - sqrt(det) / (2.0*a));
            printf("Solution x = %e and %e\n", x1, x2);
        }
        else {
            printf("No real roots.\n");
        }
    }
}
```

#### 4.3.2 実行結果

```
Solve a quadratic equation ax^2 + bx + c = 0
Input a = 0
Input b = 0
Input c = 0
Identity.

Solve a quadratic equation ax^2 + bx + c = 0
Input a = 0
Input b = 0
Input c = 21
Undetermined.

Solve a quadratic equation ax^2 + bx + c = 0
Input a = 0
Input b = 3
Input c = 12
Soution x = -4.000000e+00

Solve a quadratic equation ax^2 + bx + c = 0
Input a = 21
Input b = 32
Input c = 0
Solution x = -3.123810e+01 and -3.276190e+01

Solve a quadratic equation ax^2 + bx + c = 0
Input a = 12
Input b = 21
Input c = 32
No real roots.
```

#### 4.3.3　考察

全ての場合を表示させせることが確認できたのでうまくいっていることがわかる。
a がゼロでない場合の結果を見ると判別式の結果によって実数解ありと実数解なしを求められている。
a がゼロの時も実行結果をみてもらうとわかりますが，if 文で条件を判断し，計算もできていることがわかる。

### 4.4　問 4-5

#### 4.4.1　プログラム

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

int main (void) {
    double x, a, b, c;
    printf("Input x = ");
    scanf("%lf", &x);
    printf("Input a = ");
    scanf("%lf", &a);
    printf("Input b = ");
    scanf("%lf", &b);
    printf("Input c = ");
    scanf("%lf", &c);

    if (x <= sqrt(2) && x > pow(-3,2.2)){
        printf("sqrt2 以下かつ-3^2.2 より大きい実数\n");
    }

    if (a < 1 && b < 1 && c < 1){
        printf("全て 1 未満\n");
    }

    if (a <= 3 || a != 0) {
        printf("実数 a は 3 以下だが 0 ではない\n");
    }
}
```

#### 4.4.2　実行結果

```
Input x = 1.2
Input a = 0.3
Input b = 0.2
Input c = 0.5
sqrt2 以下かつ-3^2.2 より大きい実数
全て 1 未満
実数 a は 3 以下だが 0 ではない
```

#### 4.4.3　考察

実行結果は全て当てはまるように値を入力した。
if 文で条件判断がうまくできているのがわかる。
and，or，not も使い問題の条件も満たしている。

### 4.5　問 4-6

#### 4.5.1　プログラム

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

int main (void) {
    double a, b, c;
    printf("Input a = ");
    scanf("%lf", &a);
    printf("Input b = ");
    scanf("%lf", &b);
    printf("Input c = ");
    scanf("%lf", &c);

    if ((a+b) > c && (b+c) > a && (c+a) > b) {
        printf("三角形を作ることができる\n");
    }
}
```

#### 4.5.2　実行結果

```
できないパターン
Input a = 10
Input b = 10
Input c = 20
```

```
できるパターン
Input a = 8
Input b = 5
Input c = 5
三角形を作ることができる
```

#### 4.5.3　考察

実行結果は三角形ができるものとできないものを載せています。
input する値を if 文に入れ考えて見ると条件を満たしていなければ何もでない。
条件を満たしていれば，三角形を作ることができると出力される。

# 5　第 V 章

## 5.1　問 5-1

#### 5.1.1　プログラム

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define nmax 100 //定数に 100 を用意

double fnc (double x); //関数プロトタイプ宣言

int main () {
  int i; //変数宣言
  double xa, xb, dx, x, f; //変数宣言
  xa = 0.0; //xa に 0.0 を代入
```

```
  xb = M_PI; //xbに3.14...を代入
  dx = (xb - xa) / (double)nmax; //変位を求めるために(b-a)/nをしている
  for (i=0; i<=nmax; i++) {
    x = xa + dx * (double)i; //格子点の座標を求める計算
    f = fnc(x); //関数fnc()に先程計算したxをいれfに代入
    printf("%e  %e \n", x, f); //格子点の座標の計算と関数fncの計算結果を出力
  }
}

double fnc(double x) {
  double f; //変数宣言
  if (x < M_PI/2.0){
    f = sin(x); //xがpi/2.0より小さければsin(x)を代入
  }
  else {
    f = 1.0+cos(x); //xがpi/2.0より大きければ1.0+cos(x)を代入
  }
  return f;
}
```

#### 5.1.2 実行結果

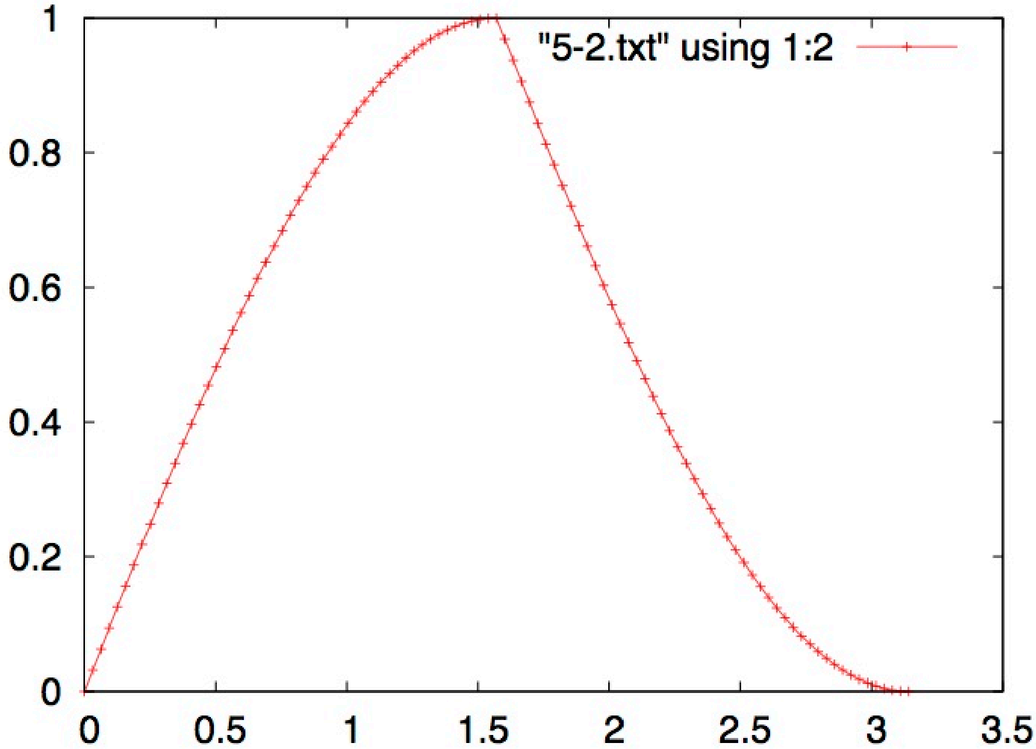
```
0.000000e+00  0.000000e+00
3.141593e-02  3.141076e-02
6.283185e-02  6.279052e-02
9.424778e-02  9.410831e-02
(省略)
2.984513e+00  1.231166e-02
3.015929e+00  7.885299e-03
3.047345e+00  4.438035e-03
3.078761e+00  1.973272e-03
3.110177e+00  4.934396e-04
3.141593e+00  0.000000e+00
```

#### 5.1.3 考察

xの値がπに近くことが計算をとおしてわかる。
関数プロトタイプ宣言をすることで再帰的に関数を利用してコードを書くことの負担を減らしている。

### 5.2 問 5-2

#### 5.2.1 グラフ




#### 5.2.2 考察

y 軸の値が f の値である。
x 軸の値が x の値である。
このグラフをみると，x の値が 1.5 ぐらいの時に f の値が 1 になっていることがわかり格子点の座標の変化を確認することができる。

## 5.3 問 5-4

### 5.3.1 プログラム

```
#include <stdio.h>

int fnc(int n);

int main (void){
    int n;
    printf("Factorial of n=");
    scanf("%d", &n);
    printf("n!!= %d\n", fnc(n));
}

int fnc(int n){
    if(n == 0 || n == 1){
        return 1;
    } else {
        return n*fnc(n-2);
    }
}
```

### 5.3.2 実行結果

```
Factorial of n=6
n != 48
```

```
Factorial of n=10
n != 3840
```

### 5.3.3 考察

2 重階乗は，n × fnc(n-2) で表している。
2 重階乗の場合，n == 0 or n == 1 の時に 1 を返すようにしておかないと 0 以下になってうまくプログラムが終了しない現象が起きる。

## 5.4 問 5-5

### 5.4.1 プログラム

```
#include <stdio.h>

int gcd(int, int);

int main (void){
    int a, b;
    printf("G.C.D. of integers a and b\n");
    printf("a=");
    scanf("%d", &a);
    printf("b=");
    scanf("%d", &b);
    printf("G.C.D. = %d\n", gcd(a,b));
}

int gcd(int a, int b){
    if(b == 0){
        return a;
    } else {
        printf("%d を%d で割った余りは%d\n",a, b , a%b);
        return gcd(b, a%b);
    }
```

### 5.4.2 実行結果

```
G.C.D. of integers a and b
a=87
b=9
87 を 9 で割った余りは 6
9 を 6 で割った余りは 3
6 を 3 で割った余りは 0
G.C.D. = 3
```

```
G.C.D. of integers a and b
a=891
```

```
b=21
891を21で割った余りは9
21を9で割った余りは3
9を3で割った余りは0
G.C.D. = 3
```

#### 5.4.3 考察

ユークリッドの互除法について
2つの自然数 a, b (a ≧ b) について、a の b による剰余を r とすると、
a と b との最大公約数は b と r との最大公約数に等しいという性質が成り立つ。
この性質を利用して、 b を r で割った剰余、 除数 r をその剰余で割った剰余、
と剰余を求める計算を逐次繰り返すと、剰余が 0 になった時の除数が a と b との最大公約数となる。
考察について
ユークリッド互除法は手計算を行うより，プログラムで計算するほうが簡単である。
なぜかというと，単純な繰り返しの計算なので手計算よりはやく正確にとくことが可能である。

# 6 第 VI 章

## 6.1 問6-1

#### 6.1.1 プログラム

```
#include <stdio.h>
#include <math.h>
#define NMAX_NAME 100

int main(void) {
    FILE *in_file, *out_file; // ファイル型変数を定義
    int i, k, nmax, nout, namax; // int型の変数を定義
    double a, amin, amax; // double型の変数を定義
    double xn, xnml; // double型の変数を定義
    char output_filename[NMAX_NAME]; // ファイル名の名前を100文字としchar型の変数を定義している

    in_file = fopen("input_data.dat", "r"); // input_data.datを読み込む
    fscanf(in_file, "%d", &nmax); // 1100を読み込む
    fscanf(in_file, "%d", &nout); // 1000を読み込む
```

```
    fscanf(in_file, "%d", &namax); // 1000を読み込む
    fscanf(in_file, "%lf", &amin); // 1.0を読み込む
    fscanf(in_file, "%lf", &amax); // 4.0を読み込む
    fclose(in_file); // 開いたin_fileを閉じる

    printf("Output file name = ");
    scanf("%s",output_filename); // outputのする際のfile名を決定する
    out_file = fopen(output_filename,"w"); // ファイルをオープンしそのファイルに対して書き込みのモードに
なっている

  // ここでは，ロジスティックマップの漸化式からカオス的な振る舞いを見るための計算を行なっている
    for(k=0; k < namax+1; k++){
        a = amin + (amax - amin)*(double)k/(double)namax;
        xnml = 0.25;
        for(i=1; i < nmax+1; i++){
            xn = a * xnml * (1.0 - xnml);
            if(i >= nout){
               // 計算した値は全てファイルに書き込まれてる
                fprintf(out_file, "%e %22.15e \n", a, xn);
            }
            xnml = xn;
        }
    }
    // データを読み込んだ後にファイルを閉じる
    fclose(out_file);
}
```

### 6.1.2 実行結果

```
1.000000e+00  9.904080056004903e-04
1.000000e+00  9.894270975829328e-04
1.000000e+00  9.884481316015015e-04
1.000000e+00  9.874711018926349e-04
1.000000e+00  9.864960027155618e-04
1.000000e+00  9.855228283521880e-04
(省略)
4.000000e+00  7.500000000000000e-01
4.000000e+00  7.500000000000000e-01
4.000000e+00  7.500000000000000e-01
4.000000e+00  7.500000000000000e-01
```

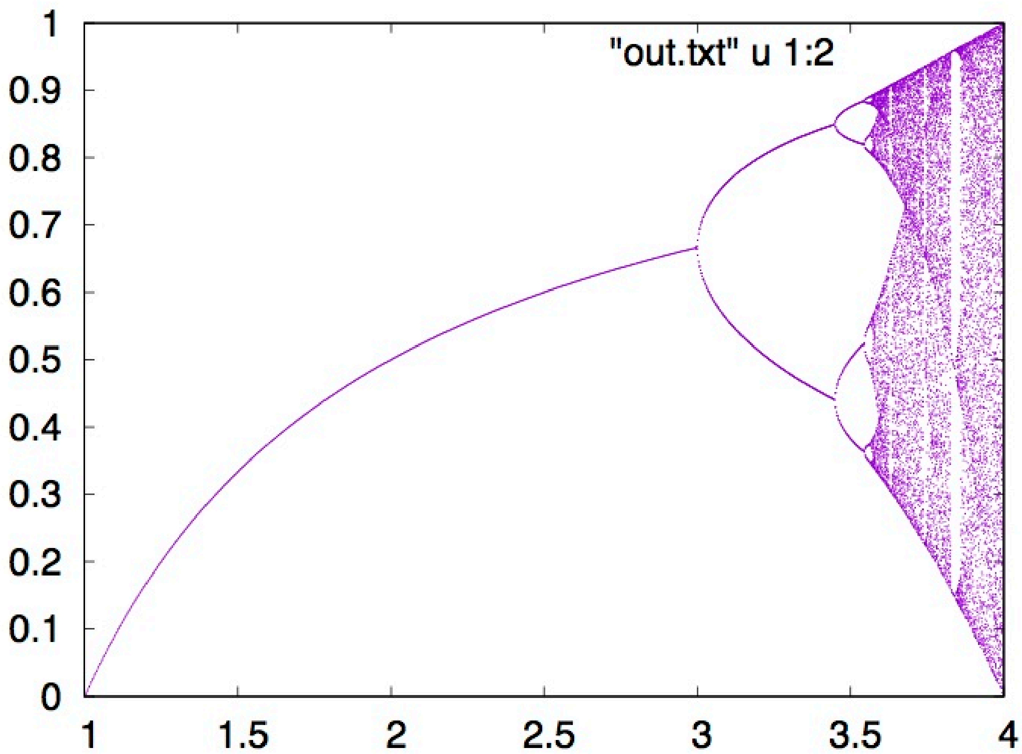
```
4.000000e+00  7.500000000000000e-01
```

#### 6.1.3 考察

プログラムはあまり難しいことをしておらず，ファイルを読み込みその値を用いて計算を行い，計算した値をファイルに書き込むという動作をしている。
ファイルの読み込み，書き込みという動作はわざわざ値を手入力する手間が省くことができ，書き込みはその値をグラフなどにあとから利用したいなどの場合に利用することができる。

### 6.2 問 6-2

#### 6.2.1 グラフ



#### 6.2.2　考察

グラフを見るとわかるのですが，カオス的な振る舞いをしていることが確認できた。
実行結果からも一定の値に収束，周期的な振動を起こしていたことがわかる。