cp-15. 疑似乱数とシミュレーション

（C プログラミング入門）

URL: https://www.kkaneko.jp/pro/adp/index.html

金子邦彦

内容

例題１．疑似乱数

例題２．ランダムウオーク

例題３．じゃんけんゲーム

例題４．モンテカルロ法による数値積分

目標

- 疑似乱数を使ったプログラムを理解する
- 疑似乱数を使ったシミュレーションを理解する

例題１．疑似乱数

- 疑似乱数を表示するプログラムを作る.
  - 疑似乱数の表示を，１０回繰り返すこと
  - 疑似乱数を発生させるために，srand 関数と rand 関数を使うこと.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
#pragma warning(disable:4996)
int main()
{
    int i;
    int x;
    srand( (unsigned int) time(NULL) );
    for ( i = 0; i < 10; i++ ) {
        x = ( (double)rand() / (RAND_MAX+1) ) * 10;
        printf( "x=%d¥n", x );
    }
    return 0;
}
```

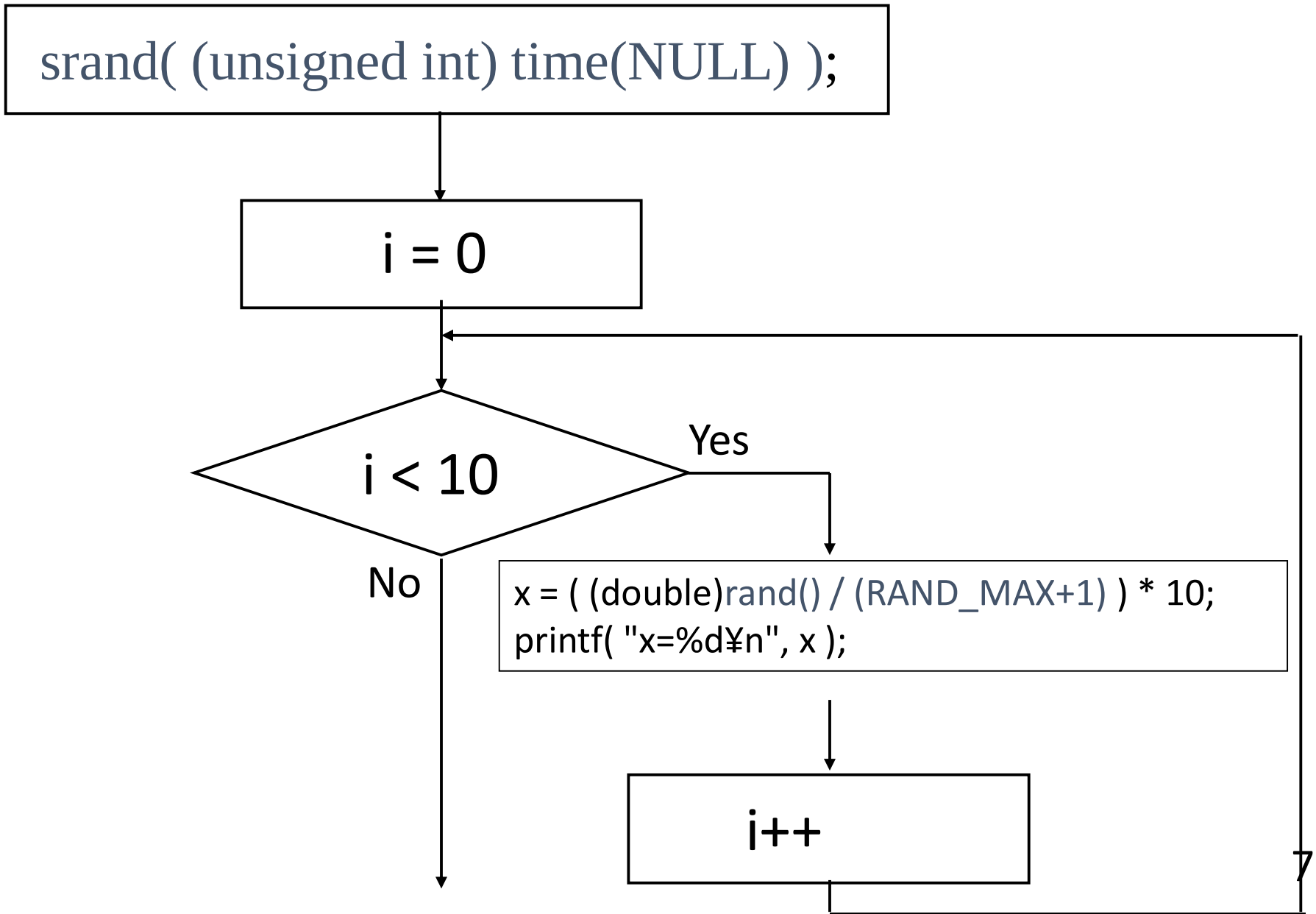
疑似乱数のシードの設定

疑似乱数の発生

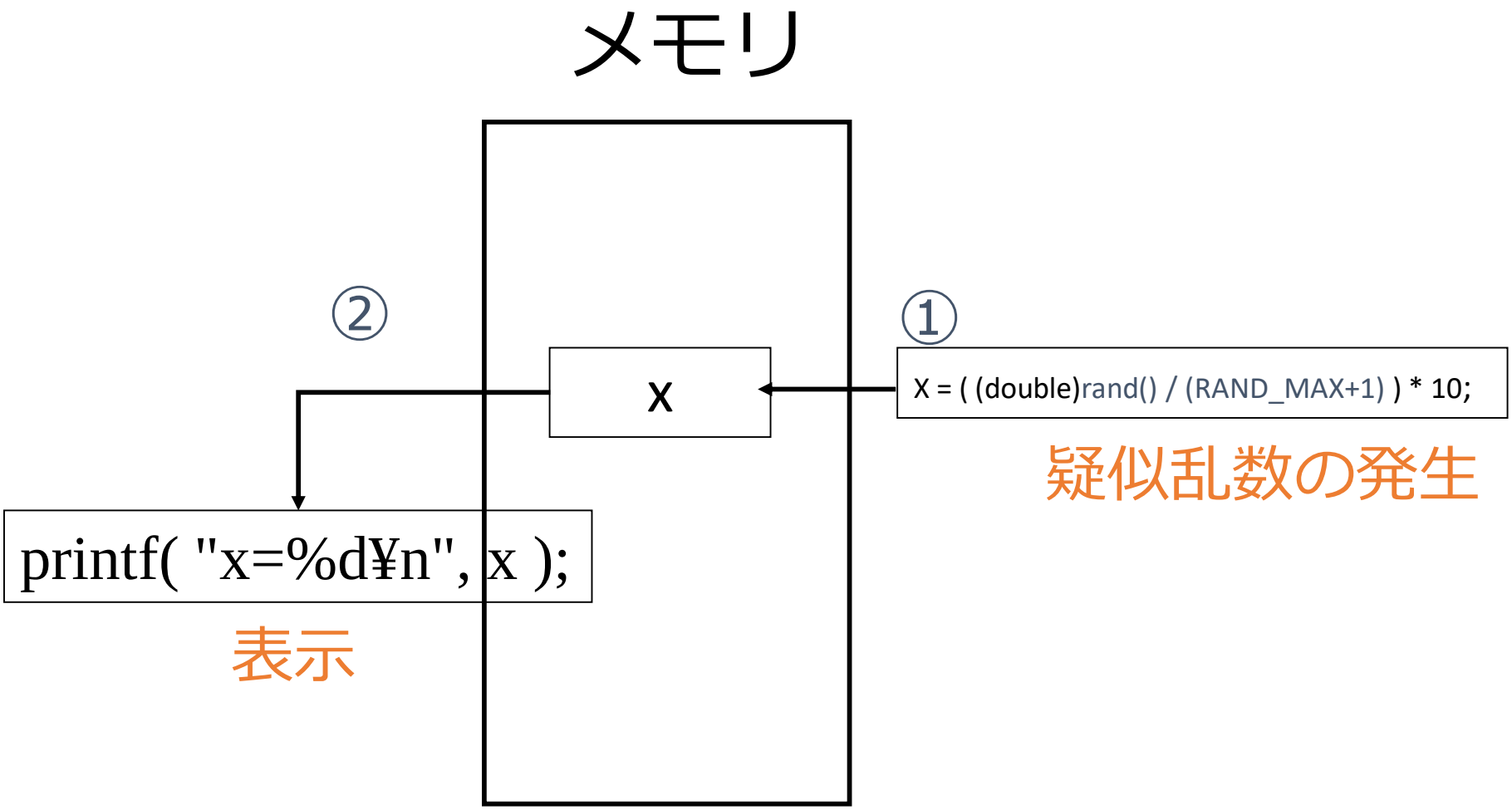
実行結果例

```
x=3
x=1
x=8
x=8
x=4
x=3
x=4
x=1
x=6
x=1
```

疑似乱数


srand((unsigned int) time(NULL));
i = 0
i < 10
Yes
No
x = ((double)rand() / (RAND_MAX+1)) * 10;
printf("x=%d¥n", x);
i++

プログラムとデータ



疑似乱数

- rand 関数は疑似乱数（pseudo-random number）を発生させるためのライブラリ関数.

- 発生される数は，０からRAND_MAXの間の値をとる.
  - RAND_MAX は，rand 関数で発生する疑似乱数（pseudo-random number）の最大値を表す

疑似乱数のシード（seed）

- srand 関数は，rand 関数で発生させる疑似乱数（pseudo-random number）の系列を設定するためのライブラリ関数.

- 疑似乱数の系列は，srand 関数の引数 seed によって変化する.

- rand 関数は，シードの設定を行わないと，同じ系列の疑似乱数を返す.

疑似乱数のまとめ

- srand 関数，rand 関数の使用では，
  #include <stdlib.h> が必要
- rand 関数：　疑似乱数の発生
  - 疑似乱数の範囲：　0からRAND_MAX
  - 疑似乱数の型：　　整数データ
  - rand関数を実行するたびに，新しい疑似乱数が返される
- srand 関数
  - rand 関数は，ある決められた初期値(「シード」という)から，疑似乱数を計算する
  - プログラムの実行のたびに，シードを変えて，違う疑似乱数を発生させるために，srand 関数を用いる

例題２．ランダムウオーク

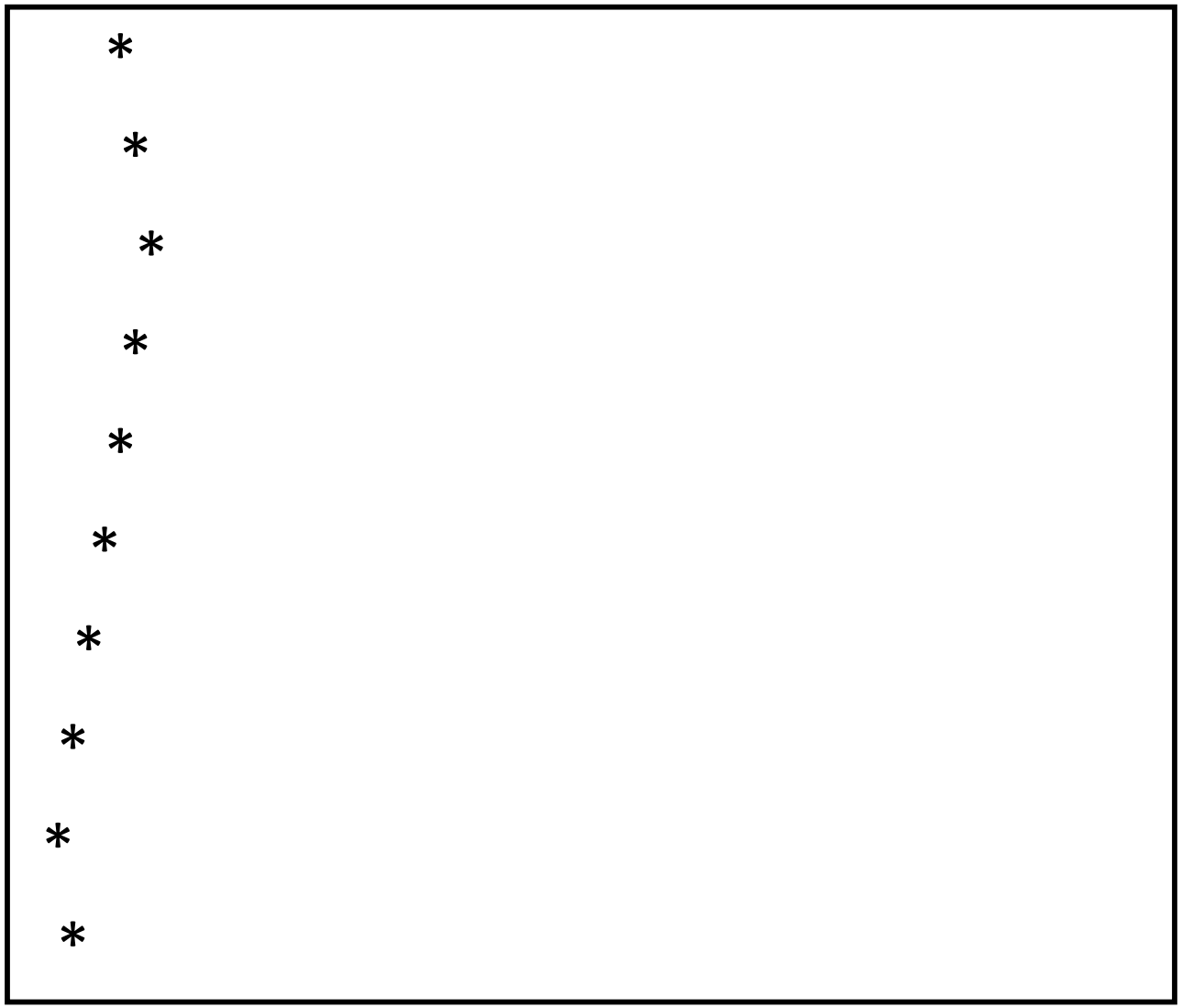
- ランダムウオークのプログラムを作る．
  - 「酔っ払い」が歩いている
    - 「酔っ払い」には記憶がない
    - 「酔っ払い」は確率０．５で右に，確率０．５で左に歩く
  - 道の幅は１１メートル，１歩は１メートルとし，最初，酔っ払いは道の中央にいる．道幅を超えたら終わり

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
#pragma warning(disable:4996)
void print( int n )
{
    int i;
    for ( i = 0; i < n; i++ ) {
        printf( " " );
    }
    printf( "*¥n" );
}
int main()
{
    int n = 5;
    srand( (unsigned int) time(NULL) );
    while ( ( n >= 0 ) && ( n <= 10 ) ) {
        print( n );
        if ( ( (double)rand() / (RAND_MAX+1)  ) < 0.5 ) {
            n++;
        } else {
            n--;
        }
    }
    return 0;
}
```

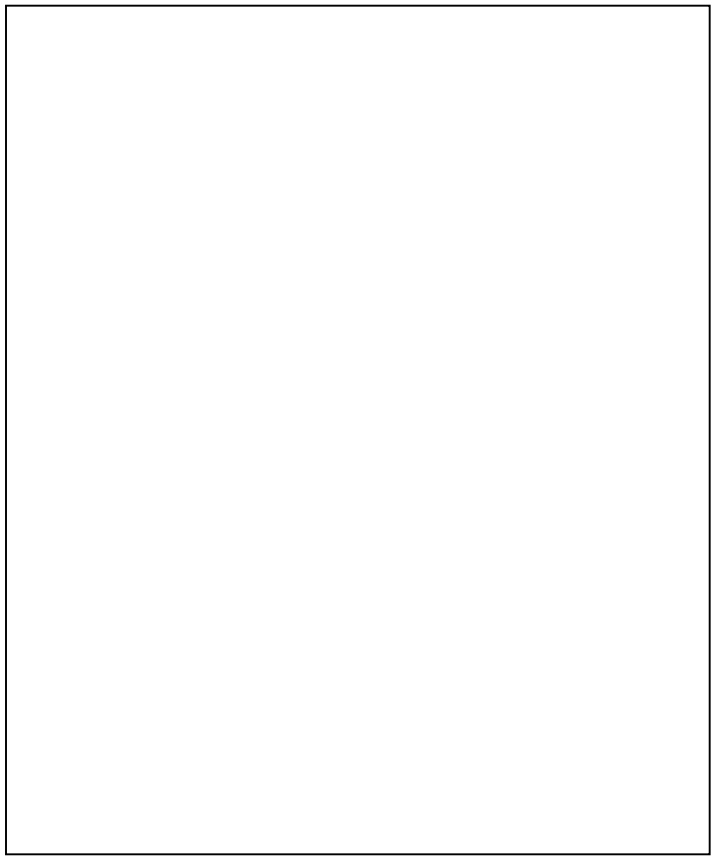
疑似乱数のシードの設定

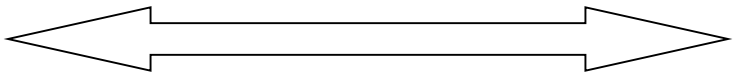
疑似乱数の発生

実行結果例



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10





道幅１１メートル

課題１．ランダムウオーク結果集計

- 例題２の「ランダムウオーク」を１０００回繰り返して，「平均で何歩歩いたかを求めるプログラム」を作りなさい
  - 「小数付きのデータ」を扱うために、浮動小数(double)を使うこと
  - 各繰り返しにおいて　「n = 5;」を実行すること

例題３．じゃんけんゲーム

- じゃんけんを行うプログラム

０：　パー
１：　グー
２：　チョキ

じゃんけんの勝負の判定のために，２次元配列を用いる

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <time.h>
#pragma warning(disable:4996)
int main()
{
    int x;
    int y;
    int hantei[3][3] = { {0, 1, -1}, {-1, 0, 1}, {1, -1, 0}};
    char jk[3][20] ={ "パー", "グー", "チョキ" };
    srand( (unsigned int) time(NULL) );
    do {
        y =  ( (double) rand() / (RAND_MAX+1) ) * 3;
        printf( "¥n" );
        printf( "じゃんけん (0:%s，1：%s，2：%s，3：やめる)¥n", jk[0], jk[1], jk[2] );
        scanf( "%d", &x );
        switch ( hantei[x][y] ) {
          case 1:
            printf( "あなた： %s, 私： %s, あなたの勝ち！うう悔しい¥n", jk[x], jk[y] );
            break;
          case 0:
            printf( "あなた： %s, 私： %s, ひきわけ．もう１度勝負！¥n", jk[x], jk[y] );
            break;
          case -1:
            printf( "あなた： %s, 私： %s, 私の勝ち！やったあ¥n", jk[x], jk[y] );
            break;
        }
    } while ( x!= 3 );
    return 0;
}
```

疑似乱数のシードの設定

疑似乱数の発生

課題２．じゃんけん結果集計

- 例題３の「じゃんけんプログラム」について，入力されたパー，グー，チョキの回数に関する情報を表示するプログラムを作りなさい
    1. パーの次にパー
    2. パーの次にグー
    3. パーの次にチョキ
    4. グーの次にパー
    5. グーの次にグー
    6. グーの次にチョキ
    7. チョキの次にパー
    8. チョキの次にグー
    9. チョキの次にチョキ

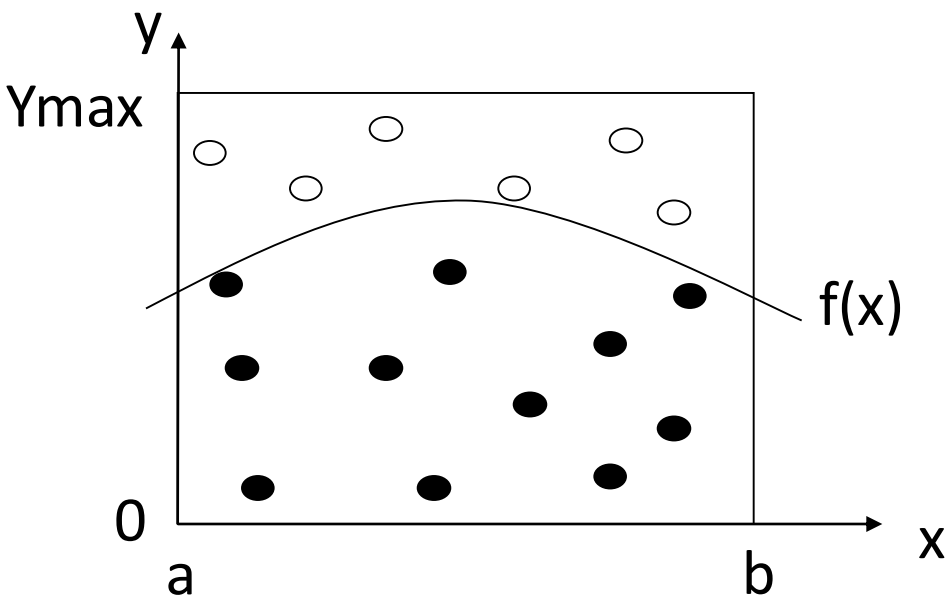
例題４．モンテカルロ法による数値積分

- モンテカルロ法による数値積分を行うプログラムを書く
- 次の値を読み込むこと
  - 積分区間[a,b]
  - 疑似乱数の発生回数
- 数値積分を行うべき f(x) は，指数関数 exp(-x) とする　（プログラム中に書く）

モンテカルロ法とは

- モンテカルロ法は，疑似乱数を用いて積分近似値を求める
- 積分区間[a,b]で f(x) の値が0以上で，かつある値Ymax以下であることが分かっているとき(下図),
  1．ランダムな座標の発生（疑似乱数を利用）
     a≦x≦b,0≦y≦Ymaxの範囲内でランダムな座標(x,y)を発生
  2．関数 f(x) 以下であるのかの判定
    関数f(x)以下である座標が総数に占める割合を求める

  以上で，矩形の面積(b−a)*Ymaxに乗じることで積分近似値を求める



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

double f(double x)
{
  return exp(-x*x);
}
```

```
main()
{
    double Ymax = 1.0;
    double a, b, x, y, S;
    int i, N, seed, count;

    printf("積分区間(a～b) : ");
    printf("a= ? ");
    scanf("%lf", &a);
    printf("b= ? ");
    scanf("%lf", &b);
    printf("疑似乱数の発生回数 N : ");
    printf("N= ? ");
    scanf("%d", &N);
```

積分区間　a, b の読み込み

疑似乱数の発生回数の読み込み

```
srand( (unsigned int) time(NULL) );

    count = 0;
    for(i = 0 ; i < N ; i++){
        x = (double)rand() / (RAND_MAX+1) * (b - a) + a;
        y = (double)rand() / (RAND_MAX+1) * Ymax;
        if(y < f(x)) {
            count++;
        }
    }
    S = (b - a) * Ymax * count / N;
    printf("面積 = %lf¥n",S);
}
```

ランダムな座標値 (x, y) の発生

関数 f(x) 以下であるのかの判定

積分値の計算

実行結果の例

$f(x) = \exp(-x^2)$

積分範囲(a～b) : 0 1
乱数の個数 : 1000
乱数の種 : 0
面積 = 0.761000

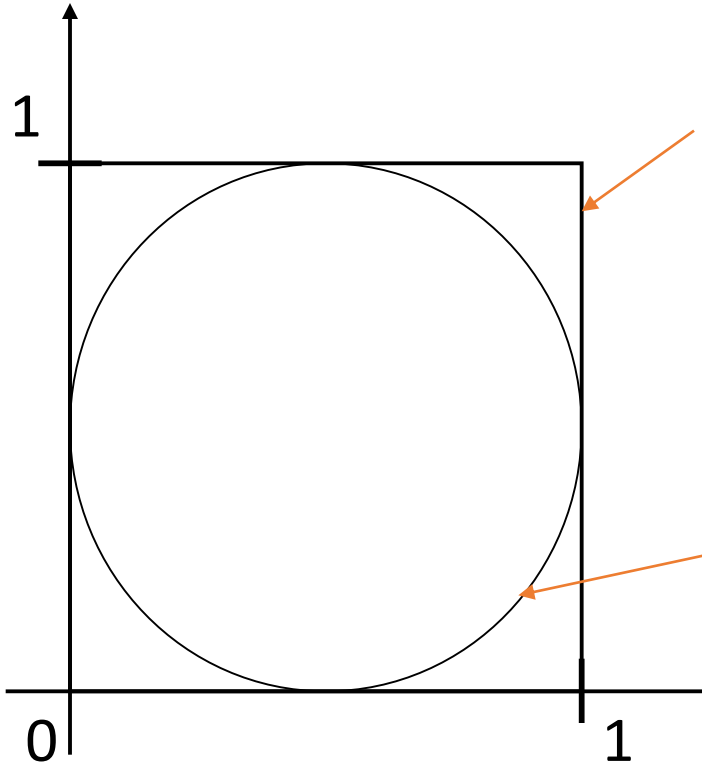
積分範囲(a～b) : 0 1
乱数の個数 : 1000000000
乱数の種 : 0
面積 = 0.746825

積分範囲(a～b) : 0 1
乱数の個数 : 1000000
乱数の種 : 0
面積 = 0.747537

課題３．円周率の計算

モンテカルロ法を用いて，円周率を求めなさい

課題３のヒント



①　ランダムな座標値 (x, y) をこの正方形内で発生させる

②　発生させた座標値がこの円内かどうかを判定する

（円内である確率は，π／４）