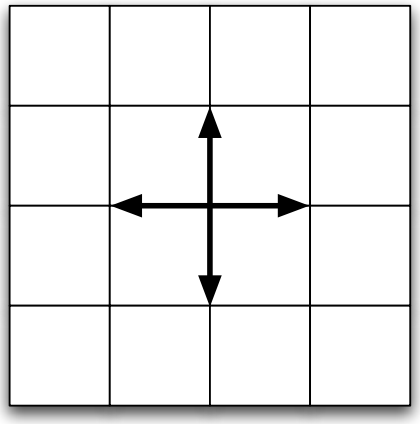
モンテカルロ法

- 乱数を用いてシミュレーションや数値計算を行う手法の総称
- 物理学や生物学などのシミュレーションに良く用いられる
- 具体例：コイン投げ、ランダムウォーク（乱歩）、など、確率論的な事象の変化をアルゴリズムとして記述して実行する

格子上のランダムウォーク

- 2 次元格子空間を考える。各個体は格子上に存在し、単位時間内に隣接する 4つの格子のいずれかへ等しい確率 1/4 で移動する。
- 初期分布として原点に N 個体存在する状態を考える。時刻 t での個体の空間分布はどのようなものか？ (t = 0, 1, 2, 3, ...)
- また、時刻 t と原点から最も離れた個体の距離との関係は？



格子上のランダムウォーク

- *N* 個体の位置を 2次元配列で表現するランダムウォークに取り組む
- 初期状態として全ての個体は原点に位置するとする
- 以下を繰り返す（時刻のループ）
  - 次のアルゴリズムに従って、*N* 個体の座標を変化させる

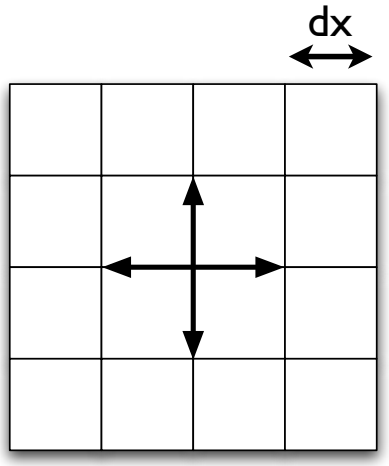
各個体の x, y 座標は

確率 1/4 で x += dx

確率 1/4 で x -= dx

確率 1/4 で y += dx

確率 1/4 で y -=dx



プログラム骨格

```
#define N 100
#define DX 1.0

double x[N], y[N]  // 個体の座標

initialize();   // 初期化：すべての個体は原点にある

for(step=0; step<STEP; step++){
    move_indivs();  // 個体を移動させる関数
    write_data();    // 個体の位置をファイルに書き出す
}

void move_indivs()
{
  ....
}

void write_data()
{
  ....
}
```

プログラム骨格

```
void move_indivs()
{
  int i;
  double rv;

  for(i=0; i<N; i++){

    rv = genrand_real2();

    if( rv < 0.25 )    // rv の値に応じてx, y座標を更新
      x[i] += DX;
    else if( rv < 0.50 )
      x[i] -= DX;
    else if( rv < 0.75 )
      y[i] += DX;
    else
      y[i] -= DX;
  }
}

void write_data()
{
  int i;

  for(i=0; i<N; i++)
    fprintf(fp, "%f %f\n", x[i], y[i]);

  fprintf(fp, “\n\n");  // gnuplot でアニメ表示のため改行を2回書き出す
}
```

計算結果の表示

anime.txt

を作成

```
if (i == 0) set size square
if (i == 0) set size 1.0
if (i == 0) set xrange[-30:30]
if (i == 0) set yrange[-30:30]
print i
plot "data-rw" index i title "random walk" ps 2
i=i+1
pause 0.1
if (i<50) reread
```

<— x座標の範囲を設定

<— y座標の範囲を設定

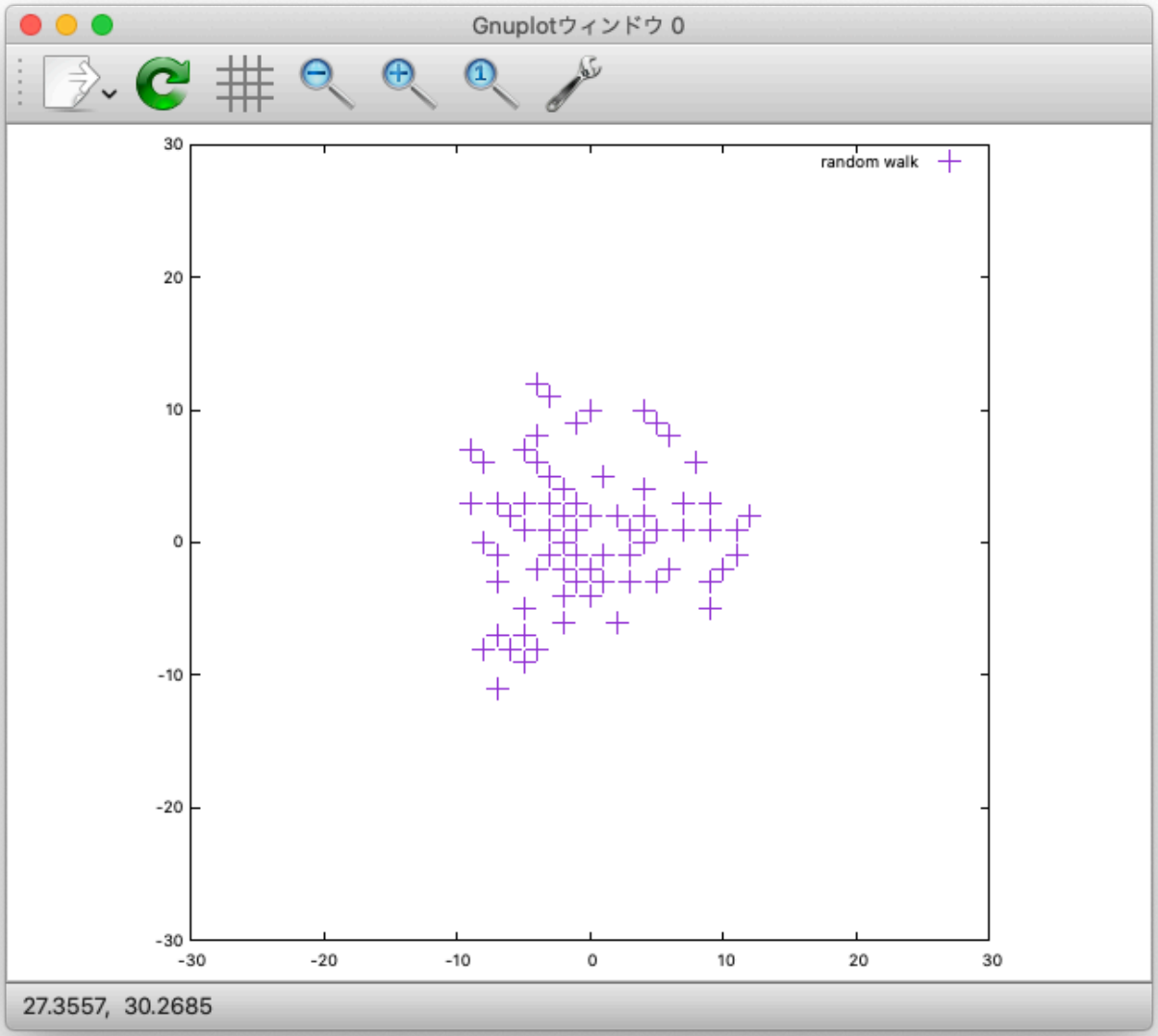
<— 読み込むデータファイルを指定

<— 最後まで読み終わったらやり直し

gnuplot でアニメ（紙芝居）を表示

```
gnuplot> i=0
gnuplot> load "anime.txt"
```

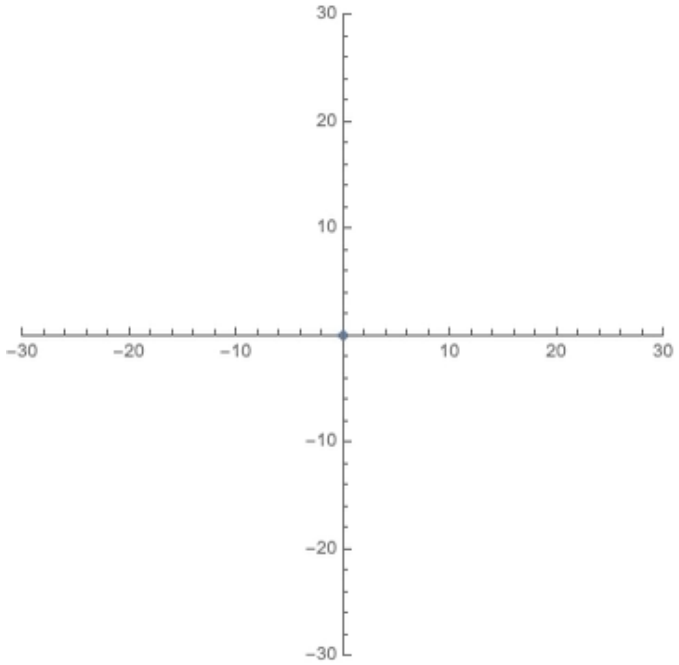
計算結果の表示


Gnuplotウィンドウ 0
random walk
30
20
10
0
-10
-20
-30
-30
-20
-10
0
10
20
30
27.3557, 30.2685

2次元格子上の乱歩

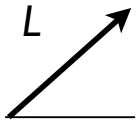
```
data = ReadList[ "data", Real, RecordLists -> True ];
data2 = Map[ Partition[#, 2] &, data];
Length[data2]
{ Max[data2], Min[data2] }

Do[
  ListPlot[ data2[[i]], PlotRange -> {{-40, 40}, {-40, 40}}, AspectRatio ->1 ]//Print, {i, 1,
Length[data2]}
]
```



問題 7

- 個体の位置は格子上ではなく、連続空間上にあるとする（x, y 座標が実数）
- 単位時間後の個体の移動に関して適当なルールを設定し、*N* 個体の移動分散の様子を調べよ。ルールとしては例えば下記が考えられる
  - ルール 1：一定の距離 *L* だけ移動するが、方角は任意の方向に等しい確率で移動
  - ルール 2：移動距離は一定 *L* だが、方向は *N* 個体の重心へ向かう、など



角度 θ = U[0, 1) 2 π

自分で設定したルールの下で、空間分布の時間変化および
時刻 *t* と原点から最も離れた個体の距離との関係を調べよ