

【その1】 タンクモデルの計算

- 単位の底面積を持つタンクを考える。
- 底面に流出孔がある。
- 最初、タンクに 100mm の水が入っているとす。
- 孔から水が漏れだしてからの、タンクの水位の時間変化を求めよ。

[考え方]

```

u;      /* 水位(mm) */
v;      /* 漏れの速さ (mm3/sec) */
dv;     /* dt 秒間の流出水量 (mm3) */
du;     /* dt 秒間の水位低下量 (mm) */
c;      /* 流出孔の水の漏れやすさ係数 */
t;      /* 時間 */
dt;     /* 時間の刻み幅 */
    
```

水位の時間変化は 
$$-\frac{\partial u}{\partial t} = -cu$$

→水位 u の変化速度は、その時の水位に逆比例

これを差分式で表すと、 
$$\frac{u(t+\Delta t) - u(t)}{\Delta t} = -cu$$

整理すると、  $u(t+\Delta t) = u(t) - cu(t)\Delta t$

---

/\* タンクモデルの計算 \*/

```

#include <stdio.h>

void main(void)
{
    double u;      /* 水位(mm) */
    double v;      /* 漏れの速さ (mm3/sec) */
    double dv;     /* dt 秒間の流出水量 (mm3) */
    double du;     /* dt 秒間の水位低下量 (mm) */
    double c;      /* 流出孔の水の漏れやすさ係数 */
    double t;      /* 時間 */
    double dt;     /* 時間の刻み幅 */
    int tm;

    u=100.0; /* 水位の初期値 */
    t=0.0;   /* 時間(秒) */
    dt=1.0; /* 時間の刻み幅 */
    c=0.1;  /* 流出孔の水の漏れやすさ係数 */

    for (tm=0;tm<60;tm++) {
        printf("%6.3lf %6.3lf\n",t,u);
        u=u-c*u*dt;
        t+=dt;
    }
}
    
```

---

【その2】 タンクの側面にも穴が開いていたら

- $-c*u*dt$  は微小時間  $dt$  において底面から流出する水による水位変化
- 側面の高さ  $h2$  にも穴が開いていたらどうなるか。

---

```
/* タンクモデルの計算 tank2.c */
#include <stdio.h>
void main(void)
{
    double u; /* 水位(mm) */
    double v; /* 漏れの速度(mm3/sec) */
    double dv; /* dt秒間の流出水量(mm3) */
    double du; /* dt秒間の水位低下量(mm) */
    double c1; /* 底面流出孔の水の漏れやすさ係数 */
    double c2; /* 側面流出孔の水の漏れやすさ係数 */
    double t; /* 時間 */
    double h2; /* 側面流出孔の高さ */
    double dt; /* 時間の刻み幅 */
    int tm;

    u=100.0; /* 水位の初期値 */
    t=0.0; /* 時間(秒) */
    dt=1.0; /* 時間の刻み幅 */
    c1=0.1; /* 底面流出孔の水の漏れやすさ係数初期値 */
    c2=0.1; /* 側面流出孔の水の漏れやすさ係数初期値 */
    h2=50.0; /* 側面流出孔の底面からの高さ */

    for (tm=0;tm<60;tm++) {
        printf("%6.3lf %6.3lf\n",t,u);
        u=u-c1*u*dt;
        /* この if 文に注意 */
        if(u>h2) {
            u=u-c2*(u-h2)*dt;
        }
        t+=dt;
    }
}
```

---

【演習課題】 タンクが2段になっていたらどうなるか。

【その3】 平衡状態のシミュレーション

長さ 10cm の針金の一方を 10 °C、もう一方を 0 °C にしたら、針金の温度分布はどうなるか。ただし、針金は断熱材でくるまれているとする。

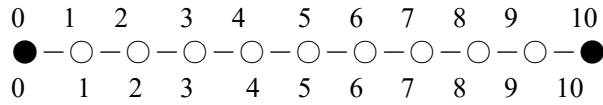
$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = 0$$

差分式で表すと、

$$\frac{T(x-dx) - 2T(x) + T(x+dx)}{dx^2} = 0$$

よって、

$$T(x) = \{T(x-dx) + T(x+dx)\} / 2$$




---

/\* 平行状態の計算 \*/

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

void main(void)
{
    double T[11];          /* 温度 */
    double Tnew[11];      /* 反復後の温度 */
    double dx;            /* x方向の刻み幅 */
    double er;            /* 修正量 */
    int i;

    for(i=1;i<10;i++) {
        T[i]=5.0;
    }

    while(1) {
        T[0]=10.0;
        T[10]=0.0;
        for(i=1;i<10;i++) {
            Tnew[i]=(T[i-1]+T[i+1])*0.5;
        }

        er=0.0;
        for(i=1;i<10;i++) {
            er+=fabs(Tnew[i]-T[i]);
        }
        if(er<0.1) break;

        for(i=1;i<10;i++) {
            T[i]=Tnew[i];
        }
        printf("%6.3lf\n",er);
    }

    for(i=0;i<11;i++) {
        printf("%3d %6.3lf\n",i,T[i]);
    }
}
```

---

【その4】 時間変化のシミュレーション

$$\frac{\partial T}{\partial t} = K \frac{\partial^2 T}{\partial x^2}$$

ここで、T : 温度、t : 時間、K : 熱伝導定数

$$\frac{T(x,t+dt) - T(x,t)}{dt} = K * \frac{T(x-dx,t) - 2T(x,t) + T(x+dx,t)}{dx^2}$$

よって、

$$T(x,t+dt) = (K*dt/dx^2) \{T(x-dx,t) - 2T(x,t) + T(x+dx,t)\} + T(x,t)$$

同じ針金を使って、初期温度が 0 °C で、ある瞬間に左端を 10 °C に固定した場合の温度の時間変化を求めてみよう。

```
-----  
/* 熱伝導の計算 */  
  
#include <stdio.h>  
#include <math.h>  
  
void main(void)  
{  
    double T[11]; /* 温度 */  
    double Tnew[11];  
    double dx; /* x 方向の刻み幅 */  
    int i;  
    double K;  
    double tm;  
    double dt;  
  
    dx=1.0;  
    K=0.1;  
    dt=0.1;  
  
    for(i=0;i<11;i++) {  
        T[i]=0.0;  
        Tnew[i]=0.0;  
    }  
  
    tm=0.0;  
    while(tm<100.0) {  
        T[0]=Tnew[0]=10.0;  
        T[10]=Tnew[10]=0.0;  
  
        for(i=1;i<10;i++){  
            Tnew[i]=(K*dt/dx/dx)*(T[i-1]-2.0*T[i]+T[i+1])+T[i];  
        }  
  
        printf("Time:%6.3lf\n",tm);  
        for(i=0;i<11;i++) {  
            printf("x=%4.1lf T=%8.3lf\n", (double) i*dx, Tnew[i]);  
        }  
  
        for(i=1;i<10;i++) {  
            T[i]=Tnew[i];  
        }  
  
        tm+=dt;  
    }  
}
```

```
-----
```