

## Fortran プログラミング入門

### Fortran の文法とプログラムの例 その2

#### 6. 繰り返しと do 文

正弦波すなわち

$$y = A \sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$$

のグラフをプロットすることを考える。計算機の中では、時空を連続的に扱うことは出来ないなので、離散的に扱う。つまり、時間  $t$  は

$$t = t_i$$

ただし、 $i$  は 1 から  $n+1$  までとする。 $i$  と  $i+1$  の間の時間間隔(time interval)を  $\Delta t$  とすると、時間  $t$  は

$$t_i = \Delta t(i-1)$$

で表される。このとき、

$$y_i = A \sin\left(\frac{2\pi t_i}{T}\right)$$

である。プログラムでは、時間  $t$  や sine の値を繰り返し計算する。この繰り返しには do 文に繰り返し(do ループ)が用いられている。(繰り返しを行うには他に go to 文を使う方法が考えられるが、余り使われない。go to 文を使う際には、無限ループを作ってしまうように注意が必要である。回数が決まっている場合は do 文を使用した方がよい。) 計算に並列性がある場合、do 文にはベクトル化や並列化などのメリットがある場合もある。

#### 問題8

- (1) プログラムを入力、実行せよ。
- (2) GNUplot 等を用いてグラフを図に表せ。

## 2. 正弦波をプロットする: 配列変数

前のプログラムは do 文で正弦波の変位を計算し、すぐに変位をファイルに書き込むようになっている。ここで紹介するプログラムでは、計算をすべて行って変数に書き込んでから、最後にまとめてファイルに出力するようになっている。時系列に対するたくさんの数値を変数に記憶するため、配列変数を使用している。配列変数には添え字が付くので、その添え字を変化させながら、変数を利用することが出来る。このため、プログラムの繰り返し(do 文)と組み合わせて1つの式を利用することができる。

### 問題9

- (1) プログラムを入力、実行せよ。
- (2) GNUplot 等を用いてグラフを図に表せ。

### 問題10

- (1) プログラムを入力、実行せよ。
- (2) 周期の異なる2つの正弦波を重ね合わせるプログラムを作成せよ。2つの波の周期がわずかに異なる時、どのような現象が起きるか、シミュレーションせよ。結果を図に表示せよ。

### 問題11

点の2次元運動の座標 $(x, y)$ が時間 $t$ を媒介変数として

$$x = A \sin(2\pi mt)$$

$$y = A \sin(2\pi nt + \delta)$$

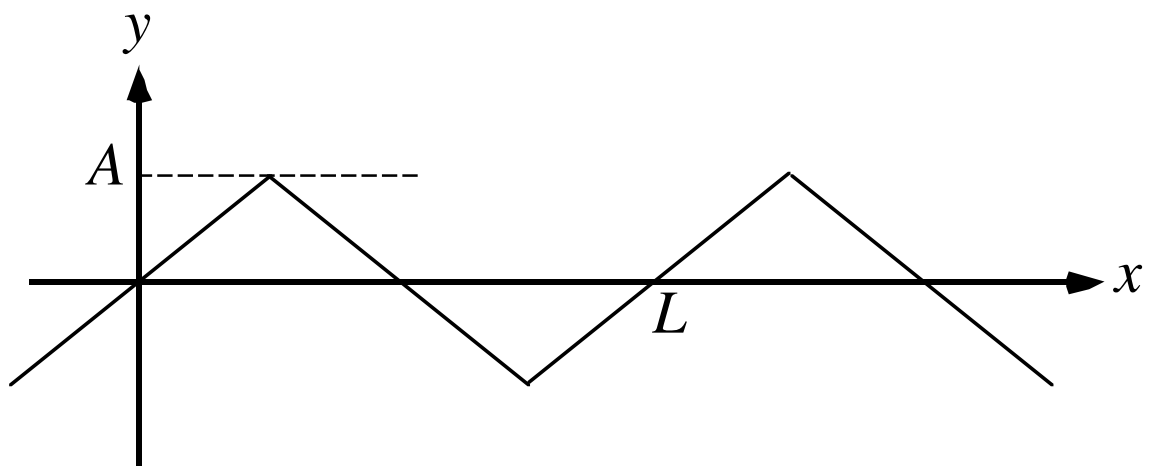
と表されたとする。ただし、 $m, n$  は整数、 $\delta$  は初期位相(ラジアン)である。得られる図形をリサージュ図形という。

- (1) 点の座標 $(x, y)$ を計算し1つのファイルに保存するプログラムを作成せよ。
- (2) 何通りかの $m, n$ 組み合わせで計算を実行し、図を作成せよ。

### 問題 12

三角波(triangle wave)を数周期分計算し、作図する。

- (1) 波長  $L$ 、振幅  $A$  の三角波を  $x$  の関数として式に表せ。 $y$  が増加する区間と減少する区間で異なる関数となることに注意せよ。
- (2) 関数を計算し、結果をファイルに出力するプログラムを入力せよ。
- (3) プログラムを解説せよ。
- (4) 結果をグラフに表せ。



## 問題8 プログラム

```
!  
! plot sine curve  
!  
    program sine  
  
    implicit none  
    real(4):: Tp,a,pi  
    real(4):: y,t,dt  
    integer:: ns,np,i,n  
  
    write (6,*) 'I will draw sine curve'  
    write (6,*) 'Input period (s)'  
    read (5,*) Tp  
    write (6,*) 'Input Amplitude'  
    read (5,*) A  
    write (6,*) 'How many sample points for one period'  
    read (5,*) ns  
    write (6,*) 'How many period to be plotted'  
    read (5,*) np  
  
    n = ns*np+1  
    pi = 4.0e0 * atan(1.0e0)  
    dt = Tp / float(ns)  
  
    open ( 10,file='sine.dat' )  
  
    t = 0.0e0  
    do i = 1,n  
        t = dt * float(i-1)  
        y = A * sin( 2.0e0*pi*t/Tp )  
        write (10,*) t,y
```

```
end do
```

```
stop
```

```
end program sine
```

read (5,\*) Tp : 入力文。正弦波の周期 Tp を読み込む。

read (5,\*) A : 正弦波の振幅 A を入力。

read (5,\*) ns : 時間軸をデジタル的に表すため、1周期の時間を区切る個数(サンプリング数)を入力。

read (5,\*) np : プロットしたい正弦波の周期数を入力。

n = ns\*np+1 : 代入文。正弦波を表す点の数を計算している。1をプラスしているのは t=0 の点を含めるため。

dt = Tp / float(ns) : 代入文。2つの点の時間差を計算して dt とする。

open ( 10,file='sine.dat' ) : 補助入出力文。出力するファイルの名前を sine.dat に指定し、装置番号 10 を割り振っている。

do i = 1,n : do 文と end do 文の間にある行を繰り返し実行する。i はカウンターの役割をしており、i を 1 から n まで 1 ずつカウントアップする。つまり、ここでは n 回実行される。

t = dt \* float(i-1) : 代入文。i 番目の点の時間を計算している。ここでは t=0 の点を

y = A \* sin( 2.0e0\*pi\*t/Tp ) : 代入文。i 番目の点、すなわち時間 t における変位を計算している。

write (10,\*) t,y : 出力分。時間 t と変位 y の値を装置番号 10 に書き込む。

end do : do 文の終わりであることを示す。必ず、do 文と end do 文はペアで使用する。

## 問題9 プログラム

```
!2345&789012345678902234567890323456789042345678905234567890623456789072
```

```
!  
! plot sine curve  
!  
program sine2  
  
implicit none  
real(4):: Tp,a,pi,dt  
  
integer:: i  
  
integer, parameter:: ns = 100, np = 3  
integer, parameter:: n = ns * np +1  
  
real(4):: y(n),t(n)  
  
write (6,*) 'I will draw sine curve'  
write (6,*) 'Input period (s)'  
read (5,*) Tp  
write (6,*) 'Input Amplitude'  
read (5,*) A  
  
pi = 4.0e0 * atan(1.0e0)  
dt = Tp / float(ns)  
  
open ( 10,file='sine.dat' )  
  
do i = 1,n  
t(i) = dt * float(i-1)  
y(i) = A * sin( 2.0e0*pi*t(i)/Tp )
```

```

end do

do i = 1,n
  write (10,*) t(i),y(i)
end do

stop

end program sine2

```

integer, parameter:: ns = 100, np = 3 : パラメータ文。( )の中でパラメータの値を指定する。パラメータは変数ではなく、数値を記号で置き換えたものである。このため、プログラム実行中に値が変化しない。パラメータ文以外の場所で、数値が代入されることはない。代入文の左辺にパラメータがあると、コンパイル時にエラーになる。

Real(4):: y(n),t(n) : 配列宣言。配列変数の大きさを指定する。同時に y と t が実数型であることを宣言している。( )の中は数値またはパラメータ\*1でなければならない。このため、プログラミングの時、実行時使用する配列の大きさを考えておかなければならない。配列の添え字は 1 から始まる整数である。0 や負の値、1 以外の正の値から始めたいときは

```
real(4):: a(0:n),b(-5:n),c(3:100)
```

と書く。2次元以上の配列の時には、配列の大きさを“,”で区切って

```
real(4):: a(m,0:n),c(k,l:m,50)
```

のように書く。Fortran では、左側の添え字が変化する方がメモリ上に連続的なアドレスで領域が割り当てられる。コンピュータのメモリはアドレスを連続して読み出す方が高速なので、2重以上の do 文では、左側の添え字になる方を内側のループにすべきである。

\*1 サブルーチンでのみ、変数を( )に入れることが出来る(整合配列)。

## 問題 10 プログラム

c2345&789012345678902234567890323456789042345678905234567890623456789072

```
c
c  plot sine curve
c
  program sine
  implicit none
  real(4):: Tp,a,pi,dt
  integer:: ns,np,i,n

  real(4),allocatable:: y(:),t(:)

  write (6,*) 'I will draw sine curve'
  write (6,*) 'Input period (s)'
  read (5,*) Tp
  write (6,*) 'Input Amplitude'
  read (5,*) A
  write (6,*) 'How many sample points for one period'
  read (5,*) ns
  write (6,*) 'How many period to be plotted'
  read (5,*) np

  n = ns*np+1
  allocate ( y(n),t(n) )

  pi = 4.0e0 * atan(1.0e0)
  dt = Tp / float(ns)

  open ( 10,file='sine.dat' )

  do i = 1,n
```



```

    t(i) = dt * float(i-1)
    y(i) = A * sin( 2.0e0*pi*t(i)/Tp )
end do

do i = 1,n
    write (10,*) t(i),y(i)
end do

stop
end

```

配列変数の動的割り付けを使用したバージョンである。allocatable という宣言文と allocate という割り付けの実行文の組み合わせを使用する。実行後に配列の大きさを決めることが出来る。ここでは、全部の点数  $n$  が決まった後に割り付けを実行している。

動的割り付けは Fortran 77 では対応していないので、コンパイルには Fortran 95 のコンパイラ f95 を使用する。

real(4),allocatable:: y(:),t(:) : 動的割り付けをする変数の配列宣言。数値の代わりに“:”を使用する。2次元配列の時は

```
real(4),allocatable:: a(:,:),b(:,:)
```

のように書く。実数宣言と動的割り付け変数の宣言は同時に書くことが出来る。ここでは、Fortran90 の新しい書き方を使用している。この書き方では、コロン2つの左側に属性、右側に変数のリストを書く。

allocate (y(n),t(n)) : 配列変数に大きさを割り付ける。ここで、メモリ上の領域が確保される。n は real 文などの時と異なり、変数を入れることが出来る。

## 問題 11 プログラム

```
! -----  
! ** plot triangle wave **  
! -----  
  
    program triangle  
  
    implicit none  
  
    integer:: i,  j,  is  
    integer:: mcyc, msam, mtime  
    real(8):: Tperi, a  
    real(8):: t,  t2,  dt  
    real(8),allocatable:: g(:)  
  
!  
! **** Input control parameters ****  
!  
  
!  
! **** period ****  
!  
    write (6,*) 'Input period'  
    read (5,*) Tperi  
    write (6,*) 'Tperi = ',Tperi  
  
!  
! **** cycles ****  
!  
    write (6,*) '# of cycles for plot'  
    read (5,*) mcyc  
    write (6,*) 'mcyc = ',mcyc  
  
!  
! **** sampling frequency for one period ****  
!  
!
```

```

write (6,*) '# of sampling for one period'
read (5,*) msam
write (6,*) 'msam = ',msam
!
! **** amplitude ****
!
write (6,*) 'amplitude'
read (5,*) a
write (6,*) 'a = ',a
!
! **** time interval and # of time steps ****
!
dt = Tperi / dfloat( msam )
write (6,*) 'dt = ',dt
mtime = mcyc * msam
write (6,*) 'mtime = ',mtime
!
! **** allocate dimension variables ****
!
allocate( g(mtime) )
!
! **** open file ****
!
open ( 11, file='tw.dat' )
!
! **** triangle wave ****
!
do is = 1,mcyc
do i = 1,msam/4
j = (is-1)*msam+i
t = dt * 0.5d0 + dt * dfloat(j-1)
t2 = dt * 0.5d0 + dt * dfloat(i-1)
g(j) = a * t2 / ( 0.25d0 * Tperi )

```

```

!       write (6,*) t,t2,g(j)
       write (11,*) t,g(j)
end do

do i = msam/4+1,3*msam/4
  j = (is-1)*msam+i
  t = dt * 0.5d0 + dt * dfloat(j-1)
  t2 = dt * 0.5d0 + dt * dfloat(i-1)
  g(j) = a * ( 0.5d0 * Tperi - t2 ) / ( 0.25d0 * Tperi )
!       write (6,*) t,t2,g(j)
       write (11,*) t,g(j)
end do

do i = 3*msam/4+1,msam
  j = (is-1)*msam+i
  t = dt * 0.5d0 + dt * dfloat(j-1)
  t2 = dt * 0.5d0 + dt * dfloat(i-1)
  g(j) = a * ( t2 - Tperi ) / ( 0.25d0 * Tperi )
!       write (6,*) t,t2,g(j)
       write (11,*) t,g(j)
end do

end do

close (11)

stop

end program triangle

```

## まとめ

### 繰り返し

```
do i=1,n
```

```
  ...
```

```
end do
```

…を i=1 から n になるまで繰り返す。i は 1 ずつカウントアップされる。

```
do i=0,7,2
```

と書くと i=0,2,4,6 の 4 回繰り返す。

### 配列変数

`real*4 a(100)` : 1次元配列変数の領域を宣言。大きさは数値またはパラメータで指定する。

```
real*4 a(100,200)
```

```
real*4 a(0:1000)
```

`real*4, allocatable:: b(:)` : 動的割り付けをする変数の配列宣言

`allocate (b(n))` : `allocatable` に指定された配列変数に使用領域を割り付ける。