FORTRAN 文法の基礎（初級編）　　1999-11-5 泉　聡志

１、動機付け（motivation）

すべての数値計算ソフトウェアはプログラム言語から出来ている。工学技術者として、それらのソフトを作成／利用することは近年では当たり前となりつつある。プログラム言語を学習することは、これらのソフトがどのように動いているのかを知る上で重要である。よって、将来的にソフトを作成する人間だけでなく、ソフトを利用する人間にとっても、数値計算における考え方を身につける機会となる。

FORTRAN は数あるプログラム言語の中で最も数値計算に適した言語であり、かつ最も**かんたん**である。加えて、FORTRAN を使って数値計算プログラムを作成する工学者は、最小限のことを知っていれば良く、高度な知識は要求されない。

本講義で学ぶ構造系有限要素法プログラムの内容を読んで理解することを目標に、FORTRAN 文法を学ぶ。

２、実行するには？

FORTRAN プログラムは単なるテキスト(文)であり、これを実行するためにはコンパイルという作業をして、実行形式のバイナリ(2 進法の機械語)を作成する必要がある。

%f77 test.f

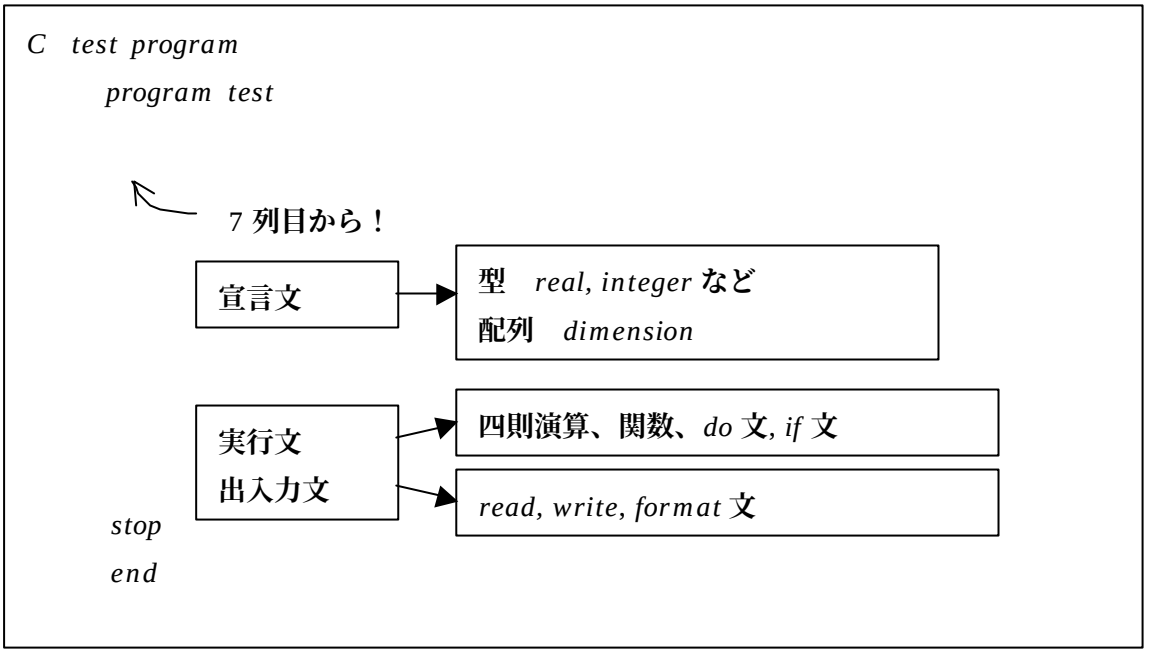
とすると、a.out というファイルが作られるので、

%a.out

とすれば実行できる。

３、FORTRAN 形式の暗黙の了解

- FORTRAN は、*program test*　から始まり、*stop* と *end* で終わる。
- ７列目～７２列目の間に書く。それをオーバーした場合は次の行の６列目に‘ *&* ’をいれて、その行を書く。
- １～５列目に文番号を入れる。
- 注釈（コメント）は一列目に‘ *C* ’をいれる。
- 宣言文、実行文＋出入力文という順番で書く。
- 小文字でも大文字でもよい。



４、宣言文

４－１　変数の型

FORTRAN では、整数型と実数型を区別しなければならない。しかし、暗黙の了解では a～h と o～z は実数、i～n は整数となっているため、その規則に従えば、特に宣言しなくとも良い。それがどうしても嫌な人は *integer a1,a2,a3* や、*real n1,n2,n3* のように型を宣言する。数値計算をする場合、計算精度が要求されるため、一般に倍精度(単精度は 32bit、倍精度は 64bit の領域を使う)を用いることが多い、その場合は *double precision b1,b2,b3* とする。

```
integer a1,a2,a3
real n1,n2,n3
double precision b1,b2,b3
```

４－２　DIMENSION 文

４－１のように、a1,a2,a3 とすべての変数を定義するのは面倒なので、それらを A(1),A(2),A(3)という 1 次元配列で定義する。ここでは、配列の大きさは３なので配列の次元を *dimension A(3)*と宣言する。整数で定義したい場合は *integer A(3)*。また、A(1),B(1),C(1)と配列が増えたときは、2 次元配列を使うと便利である。この場合、A(1,1),A(2,1),A(3,1)と書き、配列の次元は *dimension A(3,3)*とする。

```
dimension A(3)
dimension A1(3,3)
```

5、実行文

5－1　四則演算、関数

代表的なものを載せるが詳細は参考書を見て欲しい、*function* を使えば、独自の関数を定義することも可能である。

定義	FORTRAN
＋、－	+, -
×、÷	*, /
べき乗　2^3	*2**3*
sin, cos	*sin( ) , cos( )*
平方根　√	*sqrt( )*
絶対値 |A|	*abs( )*
指数　e^x	*exp( )*

定義	FORTRAN
整数　5	*5*
実数　5.0	*5.0 , 5.0E0*
実数　5.0×10^6	*5.0E6,5.0E+6*
実数　5.0×10^{-6}	*5.0E-6*
実数　0.001	*1.0E-3*
実数　1000.0	*1.0E+3*
倍精度　5.0×10^6	*5.0D+6*

5－2　DO 文

FORTRAN の文法上、***最も使う文法***である。処理を繰り返し行うために使用する。

do 文番号　I=開始数,終了数 に始まって、*文番号　continue* に終わる。

```
    do 10 I=1,5
    A(I)=I*I
10  continue
```

→ I を１から 5 まで変えて文番号 10 まで繰り返す。A(I)には I＊I の値、つまり A(1)＝１、A(2)＝４、A(3)＝９が入る。

5－3　IF 文

FORTRAN の文法上、DO 文と並んで良く使われるのが IF 文である。“もし～が～だったら、～する”というように、論理的判断を行う。*if (論理文) then* に始まって、*endif* に終わる。　論理が誤の場合の実行がない場合は *if (論理文)＋論理が正の場合の実行文*とする。

```
    a=1
    b=2
  if ( a .gt. b ) then
     s=a
  else
     s=b
  endif
```

→ ***if 文開始***
論理文：もし、a が b より大きいなら、その時は
論理が正の場合：s=a
else：さもなければ、
論理が誤の場合：s=b
if 文終了
※a は b より小さいので、s は 2 となる。

```
  if ( a .GT. b ) s=a
  if ( a .LE. b ) s=b
```

→ 上と同じ意味

論理文は、数の大小を問うものであり（a が b より大きいなら、など）、（変数:a）＋関係演算子＋（変数:b）で構成される。関係演算子には以下のものがある。

.LT.	＜	(Less Than)
.LE.	≦	(Less than or Equal to)
.EQ.	＝	(EQual to)
.NE.	≠	(Not Equal to)
.GT.	＞	(Greater Than)
.GE.	≧	(Greater than or Equal to)

5－4　GOTO 文

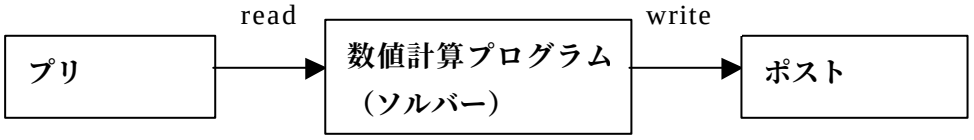
現在の場所から指定する文番号の場所へ移動する。*GO TO 100* で、文番号 100 の文へ飛ぶ。

```
      do 10 I=1,5
       A(I)=I*I
     if ( A(I) .GT. 6.0 ) go to 100
 10   continue
100   continue
```

DO 文のプログラムを修正、A(I)が 6.0 を超えたら、ループから抜け出すため、A(1),A(2)しか計算されない。

6、出入力文

例えプログラムで計算を行っても、出力がされなければ結果が見れない。また、入力を行わなければ、プログラムはいつも同じ値しか計算しなくなってしまう。入出力は pre/post とも言われ、近年ユーザーインターフェースの発展がすさまじい、本講義で使用する EASYσなどは、発展の典型的例である。しかし、基本的に、有限要素法計算からの入力・出力は read, write で行われていることには変わりない。



6－1　READ 文

- キーボードから入力する場合

  read(,*)a,b* とすると、プログラム実行時に 1.1,2.3 などと a,b に対応する 2 つの値を入力できるようになる

- **ファイルから入力する場合**
  入力する内容が書きこまれたファイルを空け(open)、**読み込み、閉める**(close)。

```
open(1,file='exam.dat')
read(1,*)a,b
close(1)
```

6－2　WRITE 文

READ **文と要領は全く同じ。**

- **モニタに出力する場合**

  write(,*)a,b*

- **ファイルへ出力する場合**

```
open(2,file='exam.dat')
write(2,*)a,b
close(2)
```

6－3　FORMAT 文

write(,*)***や** *write(2,*)***の出力方式では、データがフリーフォーマットとなるため、見苦しくなる。よって、通常は、出力の書式を**はっきり**と設定する。**

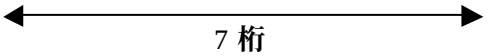
```
      write(2,1001)a,b
1001  format(2e15.7)
```

後ろの‘ * ’の部分に文番号を書き(他と重ならないように大きな数字とすることが多い、1001 **など)、対応する文番号のところに** FORMAT **文を書く。**

FORMAT **文の方式は代表的なものを覚えておき、それ以外の書式は必要に応じて、参考書等を参照すれば良い。**

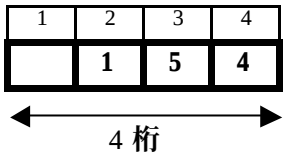
2e15.7 **の意味は、最初の** 2 **は入出力の変数の数、**e **は実数型のフォーマットの形式を表し、**15 **は変数を表示するのに必要なサイズ、**7 **は小数部分の桁数を表す。**
例えば、*1.5432×10-7* **を入出力する場合のフォーマットは以下のようになる。**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		0	**.**	**1**	**5**	**4**	**3**	**2**	**0**	**0**	**E**	**－**	**0**	**6**



7 **桁**

また、整数の場合の同様で、*2I4* なら変数が 2 つで、必要なサイズが 4 つとなる。154 を入出力する場合は以下のようになる。



※あるフォーマットで出力されたファイルは、同じフォーマットで読みこまれなければいけないことに注意が必要。

7、まとめ

以上で、基本的なプログラムは組めるようになった。

練習問題として、以下の例題を与える。

A(50)は、3 の倍数が小さい順に並んだ配列である。

1）A(1)～A(50)までの和を求めよ。また、平均値を求めよ。

2）A の平方根が 7 以下のものをすべて抜き出し、その配列番号を表示せよ。

FORTRAN 文法の基礎（中級編）

1999-11-5 泉　聡志

１、動機付け

初級編では最低限の FORTRAN の文法を説明した。しかしながら、実際にプログラムを組むためには、この程度の知識では非効率的なことが多く、さらに高等なテクニックが望まれる。ここでは、初級編と同じ順序でさらに高等なテクニックについて述べる。

２、実行するには

%f77 test.f –o test　　実行ファイルを test と名前にする。

%f77 –c test.f

コンパイルのみをして実行ファイルは作らない。*test.o* というオブジェクトファイルが作られる。多数のプログラムを組み合わせてひとつの実行ファイルを作るときに、

%f77 main.f test.o –o test

とする。通常は makefile を作り、これらを自動的に行う。

３、FORTRAN 形式の暗黙の了解

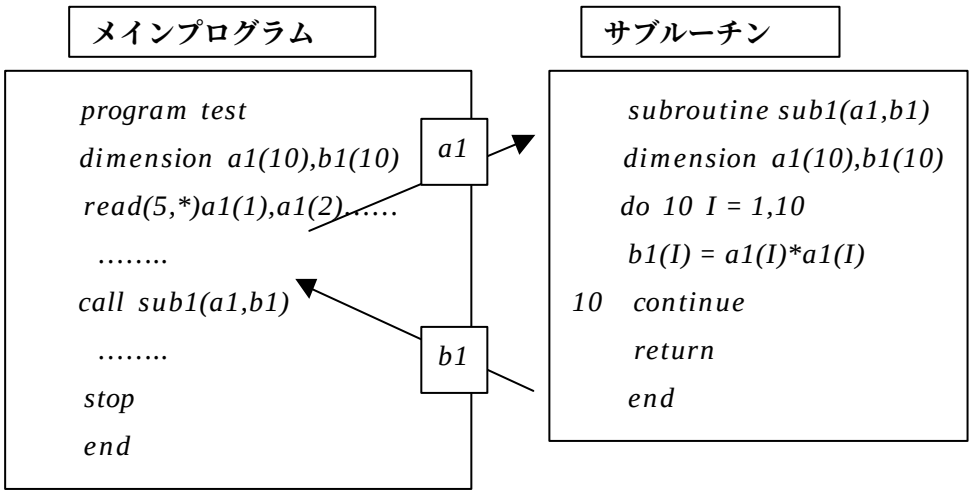
- i～n は整数、他は単精度の実数というきまりを、i～n は整数、他は倍精度の実数とするコマンド（プログラムの一番最初につける）

```
implicit integer (i-n)
implicit double precision (a-h,o-z)
```

４、宣言文

４－１　subroutine (サブルーチン)

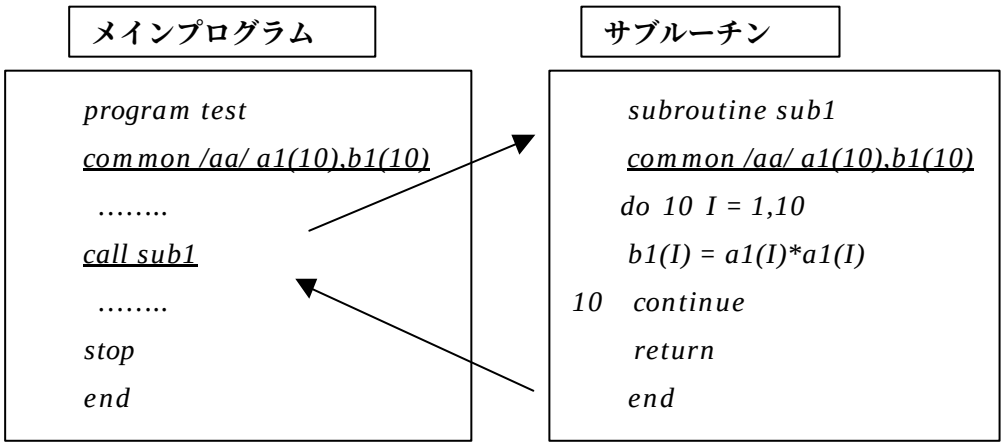
サブルーチンの考え方はプログラム言語において、とても重要である。サブルーチンとは関数を高度化したもので、メインプログラムより引数として受けた値に基づいて計算を行い(*a1*)、メインプログラムに戻す(*b1*)機能を持つ。初級編で紹介した DO 文や IF 文で出来たプログラムを複数回実行する場合や、ある特定の機能を持ったプログラムを自分のプログラムに組み入れる場合に便利である。



- **サブルーチンの呼び出しは *call* 文で行う。サブルーチンに引き渡す変数、サブルーチンから引き渡される変数を引数として（　）内に入れる。**
- **サブルーチンとメインプログラムの配列の次元・大きさは一致させること、名前は一致する必要はない（サブルーチンの** a1,b1 **の名前は変更可、ただし** 10 **は変更不可）。また、サブルーチンの配列宣言文は** dimension a1(*),b1(*)**と書いても良い。こうすることにより** CALL **するプログラムと整合する配列寸法を宣言したのと同じ意味になる。ただし** 2 **次元配列の場合** B(3,*)**は許されても、** B(*,*)**や** B(*,3)**とすることは許されない。これにより、配列の寸法の変化に柔軟に対応できる。**
- **サブルーチンは *subroutine 名前 (引数)* で始まり、*return, end* で終わる。**
- **サブルーチンは何度呼び出してもかまわない。**

４－２　COMMON 文

サブルーチン内では引数の次元・大きさを一致させる必要があったが、common **文（共通ブロック）を使えば、その必要がなくなり便利である。変数は** common **文で定義される共通ブロックに収まる。**



aa **と定義した共通ブロックに名前をつけて区別する。**

#参考：COMMON **文が多くなった場合、例えば** para.inc **というファイルに書きだして、プログラムには** *include 'para.inc'* **と書いて簡略化できる。**

４－３　パラメーター文

あらかじめ固定されている数値、または dimension **にて用いられる数値は** parameter **文内で定義することが出来る。**dimension, common **の前に書く。**

```
program test
parameter(N=10)
dimension a1(N),b1(N)
  ……..
```

5、実行文

5－1　IF 文の使い方

a がｂより大きくかつ、c が d より大きいという条件の IF 文

```
if ( ( a .gt. b ) .and. ( c .gt. d ) ) then
```

a がｂより大きいもしくは、c が d より大きいという条件の IF 文

```
if ( ( a .gt. b ) .or. ( c .gt. d ) ) then
```

5－2　stop 文

計算を終わらせてしまう場合 stop 文を用いる。

```
if ( a .gt. b ) stop
```

条件を満たせば、その時点で計算が終了する。

6、出入力文

6－1　READ、WRITE（配列対応）

```
      read(1,1001)(A(I),I=1,10)
1001 format(10e15.7)
```

→ A(1)～A(10)を 1 行で読むことが出来る。

```
     do 10 J = 1,10
      read(1,1001)(A(I,J),I=1,10)
 10   continue
1001 format(10e15.7)
```

→ 2 次元配列を 1 行で読みこむことはできない。

6－2　WRITE 文（ユーザとの対話）

プログラムの途中や、データ入力を促す際に WRITE 文を使うと効率的にである。

```
      write(*,*)'please input data!'
      read(*,*)a1,b1
      write(*,*)'a1=',a1,'b1=',b1
```

‘ ‘で囲むとその部分が表示される。変数は“ , ”区切る必要がある。

７、まとめ

以上の知識を持てば、大概のプログラムの作成が可能になる。しかし、実際のソフト設計で一番重要なものはアルゴリズム（計算手法）の開発である。代表的な数値計算アルゴリズムは、本や HP（LAPACK で）参照でき、必要に応じてサブルーチンを入手することも可能である。実際に大きなソフトを作成する際には、一から全部を作るよりも、外部のルーチンを利用したほうが効率的である。

[参考書]

[1]Fortran77 による数値計算ソフトウェア、渡部　力、丸善

[2]行列計算ソフトウェア、小国　力、丸善　　など

[HP]

[1] “ http://www.netlib.org/lapack/ “ 、LAPACK -- Linear Algebra PACKage

演習１）３×３の行列の足し算と掛け算のサブルーチンを作成せよ。また、行列をファイルから読みこみ、足し算と掛け算を行うプログラムを作成せよ。

演習２）１次元配列（A(1),A(2),A(3),…….A(100)）をソーティング（小さいものから順にならべる）するサブルーチンを作成せよ。

演習３）大きさ N（任意）の 2 次元配列 A(N,N)とベクトル B(N),C(N)が **A**＊**B**＝**C** の関係にある。**A** と **C** が既知の時、**B** を求めるサブルーチンを作成せよ。（ガウスの消去法、参考書[1][2]を参照）

- 補足（DATA 文）

  変数や配列の初期値を設定する。

  A=1.0

  B=2.0

  C=3.0

  と書くのと同様なことが一行ですむ。

  data A,B,C/1.0,2.0,3.0/

- 補足（FUNCTION 文）

  SUBROUTINE と異なり、関数として取り扱われ、出力変数を引数に必要としない。メインプログラムでは

  x=func1(a,b)

  というように sin や exp と同様の使い方をする(それらは標準関数)。

```
      function  func1(a,b)
     func1 = a**a + b**b
      returen
      end
```