プログラミングⅠ
参考資料

1. コンピュータとプログラム

1.1. コンピュータとは

ハードウェア → 本体など
ソフトウェア → プログラム、ドキュメント（仕様書、操作法などの文書）

1945 年　世界で最初のコンピュータ
1970 年末～1980 年頃　パソコン登場

【コンピュータの種類】

- 大型コンピュータ（1960 年代～）
- ミニコン

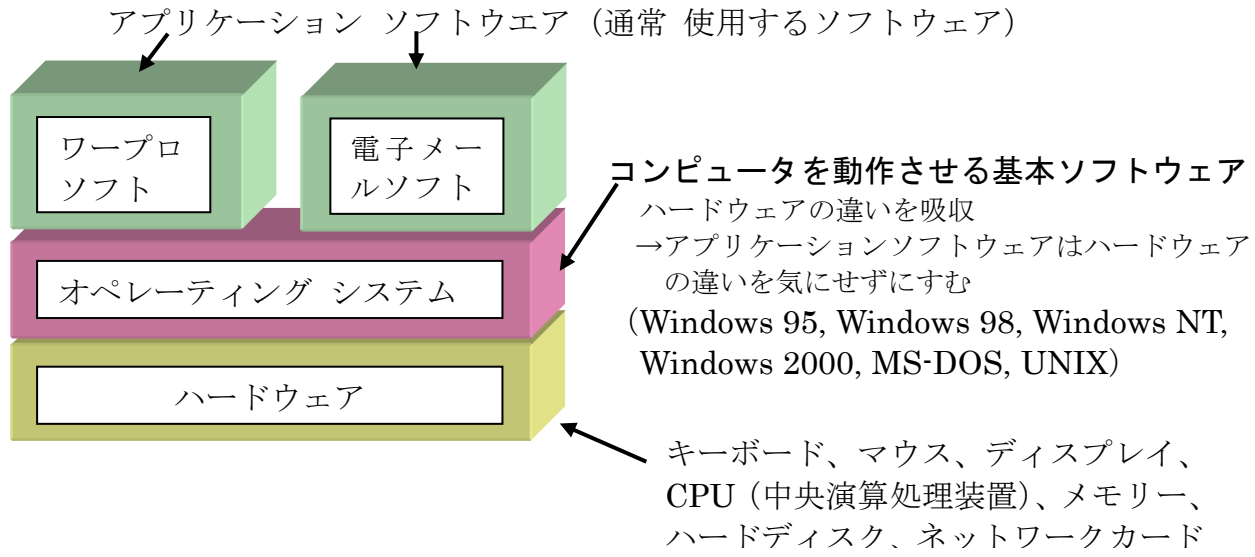
⇒ スーパーコンピュータ（超高速計算ができる）

- ワークステーション（～90 年代）
- パソコン（PC）

⇒ パソコン（PC ワークステーション）
　サーバ…サービスを提供するコンピュータ
　クライアント…サービスを受けるコンピュータ

- PDA(Personal Digital Assistance)…携帯情報端末
　（片手で扱えるサイズのディジタル機器の総称）
- 組み込みコンピュータ(携帯電話の中、エアコンの中、洗濯機の中)

【コンピュータの内部構成】



1.2. プログラミング言語

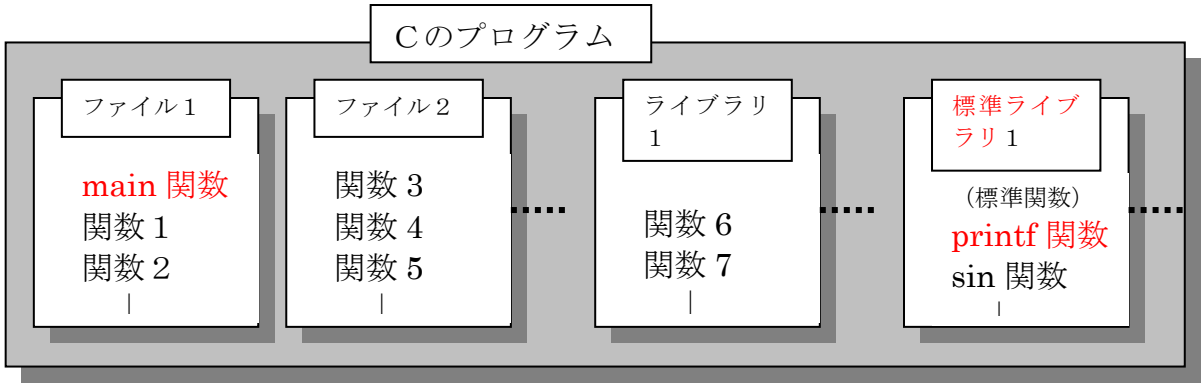
アプリケーション ソフトウェアやオペレーティングシステムなどのソフトウェアを作成するための言語

- アセンブリ言語（コンピュータが理解できる機械語と直接対応）
- Ｃ言語（幅広く利用されている、教科書 p. 12～13）
　Ｋ＆Ｒ…古い規格
　ANSI（米国の標準化団体）、ISO（万国標準化団体）…1985 年以来、現在の標準
- ＢＡＳＩＣ
- ＣＯＢＯＬ（事務処理用）
- ＦＯＲＴＲＡＮ（科学技術計算用だが、あまり用いられなくなった）
- Ｐａｓｃａｌ（Ｃ言語に似ており、教育用に用いられたが、最近は使われなくなった）
- Ｐｒｏｌｏｇ、Ｌｉｓｐ（推論機能を持っており、人工知能研究などに利用されている）
- Ｊａｖａ（インターネットサービスによく用いられている）

2. Ｃ言語の基本的なきまり

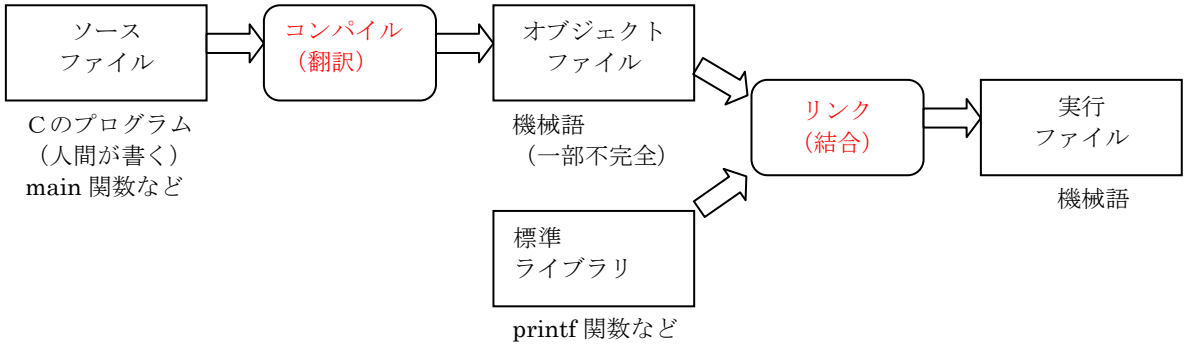
2.1. Ｃプログラムの構成

以下の図に示すように、Ｃプログラムは関数の集まりからなっています。関数には main 関数のように自分で作成する関数と予め用意されている関数（標準関数）があります。これらの関数はファイル（ひとかたまりのデータの集まりをファイルという。）またはライブラリの中に記述されています。簡単のため、当面は main 関数だけのファイルと標準関数で構成されるプログラムを扱います。



2.2. 実行プログラムの作成

Visual Ｃ などを利用すると自動的に以下のような手順で実行プログラムが作成されます。まず人間が書いたＣ言語のプログラムを機械語（機械が理解できる言葉）に翻訳（コンパイル）し、オブジェクトファイルを作成します。このオブジェクトファイルは 再利用しやすいように わざと一部不完全な機械語になっています。次に必要なオブジェクトファイルやライブラリ（オブジェクトプログラムをまとめたもの）を接続（リンク）すると、実行可能な機械語プログラム（実行プログラム）ができます。



2.3. 簡単なＣプログラム例

以下は、標準出力（通常はディスプレイ）に「テスト」と表示するプログラムです。プログラムは、コメントから書くようにしましょう。コメントの始まりは/*、終わりは*/で指定します。コメントには、何を書いてもかまいませんが、何をするプログラムか？、使用法、入力と出力、作成日時や更新日時、作者などを必ず書きましょう。

printf()は標準出力（通常はディスプレイ）に文字列を表示する標準関数です。ここでは、「テスト」と表示します。「テスト」に続く¥n は改行を表しています。

pro2_3.c

コメントの始まり

```
/*  pro2_3.c
    テストプログラム
    標準出力（通常はディスプレイ）に「テスト」と表示する。
    作成日時：2000 年 4 月 16 日
    作成者：  1l 1 番 石川太郎
*/
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    printf("テスト¥n");
    return(0);
}
```

コメントの終わり

stdio.h という名前のファイルの内容をインクルードします(含めます)。この場所に stdio.h ファイルの内容を直接書いた場合と同じことになります。stdio.h にはＣ言語の基本的な標準関数を使うために必要な情報が書かれています。

main 関数の始まりであることを示しています。括弧の中の void は、この関数への入力がないことを表しています。最初の int はこの関数の戻り値が整数であることを表しています。

関数の戻り値として整数 0 を返して、この関数を終了します。

Ｃ言語のプログラムは、関数の集まりでできています。上のプログラムは、自分で書く main 関数と文字列を表示する標準関数(printf 関数)の集まりでできています。また、関数は文の集まりでできています。上のプログラムにもあるように文の終わりにはセミコロン「;」をつけます。

2.4. 課題

（1）以下のプログラムを入力､実行せよ｡それぞれのプログラムの動作を考えながら行うこと｡漢字キーを押すことにより日本語入力できる状態（日本語入力モード）になる。再び漢字キーを押せば、元の英数字入力モードに戻る。

（2）pro2_4_2.c において、一番最初の printf 文の右側の「;」を削除してプログラムをコンパイルせよ。どんなエラーメッセージがでるか記録せよ。

（3）（2）で変更したソースファイルをもとにもどし､pro2_4_2.c の最初の printf 文の右側の「"」を削除して､プログラムをコンパイルせよ。どんなエラーメッセージがでるか記録せよ。

（4）（3）で変更したソースファイルをもとにもどし、今度は pro2_4_2.c の最初の printf 文の前に全角（漢字）の空白を入れよ。コンパイルすると､どんなエラーメッセージがでるか記録せよ。

```
/*-------------------------------------------
 pro2_4_1.c
 画面表示例１
-------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
   printf("ABC  あいうえお  123¥n");
    return(0);
}

/*-------------------------------------------
 pro2_4_2.c
 画面表示例２（printf を複数にわけて出力する例）
-------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
   printf("ABC");
   printf("  あいうえお");
   printf("  123¥n");
   return(0);
}

/*-------------------------------------------
 pro2_4_3.c
 画面表示例３（３行に分けて出力する例）
-------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
   printf("ABC¥n");
   printf("  あいうえお¥n");
   printf("  123¥n");
   return(0);
}
```

```
/*-------------------------------------------------------------
  pro2_4_4.c
  画面表示例４（一つの printf 文を用いて３行に分けて出力する例）
-------------------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
   printf("ABC¥n  あいうえお¥n  123¥n");
   return(0);
}
```

課題（２）の説明

```
        |
8 行目  printf("ABC")
9 行目  printf("  あいうえお");
        |
[エラーメッセージ]
pro2_4_2.c 9: ステートメントにセミコロン（;）がない(関数 main )
```

Ｃ言語はフリーフォーマットなので､9 行目で初めて 8 行目の printf に対応する文末の「;」がないことがわかる。

Ｃ言語はフリーフォーマット

(1) １行に２つ以上の文を書いても 0.K.

```
   printf("ABC");    printf("  あいうえお");
```

(2) ２行以上に１つの文を書いても 0.K.

```
   printf("ABC")
   ;
   printf(
   "  あいうえお"
   );
```

(3) １行に全部書いても 0.K.

```
   int main(void){printf("ABC");printf("  あいうえお");return(0);}
```

しかし、見にくく、誤りの原因となるので以上のような書き方をしないこと。

課題（３）の説明

```
[エラーメッセージ]
pro2_4_2.c 8: 文字列または文字定数が閉じていない(関数 main )
pro2_4_2.c 9: 関数呼び出しに ) がない(関数 main )
```

課題（４）の説明

```
[エラーメッセージ]
pro2_4_2.c 9: 不正な文字 '　'(0x8140)(関数 main )
```

全角スペースは漢字であるため、エラーとなる。全角スペースは見つけにくいので注意すること。

2.5.　エスケープシーケンス

```
/*---------------------------------
 pro2_5_1.c
  エスケープシーケンスを理解する。
  二重引用符「"」を出力するには？
---------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
        printf("She said, ¥"I like C.¥"¥n");
        return(0);
}

/*---------------------------------
 pro2_5_2.c
  エスケープシーケンスを理解する。
  ビープ音を鳴らす
---------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
        printf("¥a");
        return(0);
}

/*---------------------------------
pro2_5_3.c
  エスケープシーケンスを理解する。
   「タブスペース」を使う。
---------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
        printf("英語¥t 日本語¥t 色¥n");
        printf("orange¥t みかん¥t 黄色¥n");
        printf("apple¥t りんご¥t 赤色¥n");
        printf("grape¥t ぶどう¥t 紫色¥n");
        return(0);
}
```

エスケープシーケンス一覧

記号	文字	意味
¥a	警告(ベル)文字	ベルを鳴らす。
¥n	改行	改行する。
¥t	タブ	タブ位置にカーソルを移動。
¥¥		¥を表示。
¥?	疑問符	？を表示。
¥'	１重引用符	’を表示。
¥"	２重引用符	"を表示。
¥ooo	３桁の８進数	与えられた任意の８進数を表示。
¥xhh	２桁の１６進数	与えられた任意の１６進数を表示。

2.6.　変数を使ったプログラム

変数…データを覚えておくための箱

変数の型…箱の種類

文字型 char　1 文字の英数字を覚えることができる。(1 バイト)

整数型 short　-32,768～32,767($2^{15}-1$)までの整数を記憶できる。(2 バイト)

long　-2,147,483,648～2,147,483,647($2^{31}-1$)までの整数を記憶できる。(4 バイト)

int　処理系によって記憶できる大きさが異なる。UNIX では long と同等。(4 バイト)

実数型 float　$\pm 3.4\times10^{-38}$～$\pm 3.4\times10^{38}$ の範囲の実数（小数点を持つ数）を記憶できる形式で、１０進数で有効数字約 7 桁である。(4 バイト)

double　$\pm 1.7\times10^{-308}$～$\pm 1.7\times10^{308}$ の範囲の実数を記憶できる形式で、１０進数で有効数字約 15～16 桁である。(8 バイト)

long double　$\pm 3.4\times10^{-4932}$～$\pm 1.7\times10^{4932}$ の範囲の実数を記憶できる形式である。(10 バイト)

Printf()の書式

%d	int 型を表示
%ld	long 型を表示
%f	double 型、float 型を表示
%lf	long double 型を表示
%c	char 型（文字型）を表示
%s	文字列を表示

例

```
/*-------------------------------------------------
 pro2_6_1.c
  ２つの整数型の変数の和、差、積、商、剰余を求める。
-------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
   int x, y;          /* x, y という名前の整数型の箱（変数）を２つ用意する */
                      /* 宣言の後は１行空けると見やすい */
   x = 8;             /* x に 8 を代入 */
   y = 3;             /* y に 3 を代入 */
   printf("x+y=%d¥n", x + y);       /* x と y の和を表示 */
   printf("x-y=%d¥n", x - y);       /* x と y の差を表示 */
   printf("x×y=%d¥n", x * y);       /* x と y の積を表示 */
   printf("x÷y=%d¥n", x / y);       /* x を y で割ったときの商を表示 */
   printf("x%%y=%d¥n", x % y);      /* x を y で割ったときの余りを表示 */
   return(0);
}
```

<実行結果>
x+y=11
x-y=5
x×y=24
x÷y=2（整数同士の割り算では小数点以下は切り捨てられる。）
x%y=2

```
/*-------------------------------------------------
 pro2_6_2.c
-------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
   int a;                    /* a という名前の整数型の箱（変数）を用意する */

   a = 3 + 4 * 2 + 2 / 3;          /* 3 + 4×2 + 2/3 を計算し a に代入 */
   printf("a=%d¥n", a);            /* a の値を表示 */
   return(0);
}
```

<実行結果>
a=11　　(a は整数しか記憶できないので、小数点以下は切り捨てられる。)

```
/*-------------------------------------------------
 pro2_6_3.c
-------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
   double     a;             /* a という名前の実数型の箱（変数）を用意する */

   a = 3 + 4 * 2 + 2 / 3;          /* 3 + 4×2 + 2/3 を計算し a に代入 */
   printf("a=%f¥n", a);            /* a の値を表示 */
   return(0);
}
```

<実行結果>
a=11.000000
（整数÷整数は整数になってしまうため、2 / 3 の部分が小数点以下(0.6666…)を切り捨てて０になってしまう。）

```
/*-------------------------------------------------
 pro2_6_4.c
-------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
   double     a;             /* a という名前の実数型の箱（変数）を用意する */

   a = 3 + 4 * 2 + 2.0 / 3.0;      /* 3 + 4×2 + 2/3 を計算し a に代入 */
   printf("a=%f¥n", a);            /* a の値を表示 */
   return(0);
}
```

<実行結果>
a=11.666667
（実数÷実数は実数と考えるため、2 .0/ 3.0 の部分は 0.6666…となる。最後の桁は四捨五入される。）

変数名

・変数名として使用できる文字 … a～z, A～Z, 0～9, _(アンダーバー)
・変数名の最初の文字 … 英字またはアンダーバー
・変数名の長さ … 32 文字までが有効
・予約語（教科書 P. 16～17 に書いてあるもの）は、使用不可
・大文字と小文字は区別される

変数の記憶サイズとアドレス

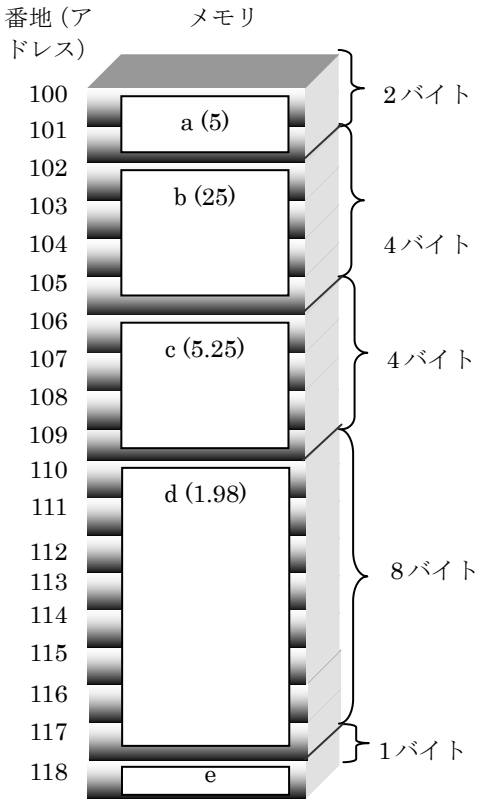
データ型	記憶サイズ	表現範囲
short	2 バイト	-32,768(2^{15})～32,767(2^{15}-1) の整数
int	2 または 4 バイト	
long	4 バイト	-2,147,483,648(2^{31})～2,147,483,647(2^{31}-1)の整数
float	4 バイト	±3.4×10^{-38}～±3.4×10^{38} の範囲の実数
double	8 バイト	±1.7×10^{-308}～±1.7×10^{308} の範囲の実数
char	1 バイト	1 文字の英数字

1 バイト=8bit（8 桁の 2 進数）

（1）データ型によって、記憶に必要なメモリ（記憶装置）の占有量が上の表のように異なる。
（2）各変数は、メモリ上の**どこか**に記憶されている。その場所のことを**アドレス**（番地）という。例えば、以下のように宣言すると、各変数は右図のように記憶される。ただし、どの変数をどのアドレス（番地）に割り当てるかは、オペレーティングシステムによって行われる。

```
short     a=5;
long      b=25;
float     c=5.25;
double    d=1.98;
char      e;
```

例えば、変数 b は、102 番地から始まる long 型の箱に割り振られている。



練習

（1）以下のプログラムの実行結果を予想せよ。

```
/*-------------------------------------------------
 pro2_6_5.c
-------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    int x, y, z;        /* x, y,z という名前の整数型の箱（変数）を用意する */

    x = 8;              /* x に 8 を代入 */
    y = 3;              /* y に 3 を代入 */
    z = x + y;

    printf("(1) %d¥n", 11);
    printf("(2) %d¥n", 8 + 3);
    printf("(3) %d¥n", x + y);
    printf("(4) %d¥n", z);

    printf("(5) x+y=%d¥n", z);
    printf("(6) 8+3=%d¥n", z);
    printf("(7) %d+%d=%d¥n", x, y, z);
    printf("(8) %d+%d=%d¥n", x, y, x + y);
    return(0);
}
```

（2）以下のプログラムの実行結果を予想せよ。

```
/*-------------------------------------------------
 pro2_6_6.c
-------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    double x, y, z;     /* x, y,z という名前の実数型の箱（変数）を用意する */

    x = 1.2;            /* x に 1.2 を代入 */
    y = 1.7;            /* y に 1.7 を代入 */
    z = x + y;

    printf("(1) %f¥n", 1.2 + 1.7);
    printf("(2) %f¥n", x + y);
    printf("(3) %f¥n", z);
    printf("(4) %f+%f=%f¥n", x, y, z);
    printf("(5) %d¥n", (int)z);     /* (int)は整数型への型変換を行う(切り捨て) */
    printf("(6) %d¥n", (int)(z + 0.5));     /* (四捨五入) */
    return(0);
}
```

（３）円の半径 1.5[cm]を double 型の変数 r に代入し、円周[cm]、円の面積[cm^2]を求めよ。ただし円周率πは 3.1415 とする。

（４）直方体の３辺の長さが 1.2[cm]，2.3[cm]，3.4[cm]であるとき、各辺の長さを double 型の変数 x，y，z に代入し、体積を求めるプログラムを作成せよ。

（５）42.195[km]の距離を時速 4[km/h]で歩いたとする。何時間要するかを求めるプログラムを作成せよ。

[ヒント] 距離を x[km]、速さを v[km/h]、要する時間を t[h]としたとき、

```
t = x / v
```

である。

【研究課題】（５）の答えが○時間○分と表示されるように改良せよ。

[ヒント] 要する時間を t[h]としたとき、以下の関係がある。

60 * t	要する時間[分]
(int)(60 * t)	要する時間[分]を切り捨て
(int)(60 * t + 0.5)	要する時間[分]を四捨五入

また、要する時間[分]を四捨五入したものが整数型の変数 m に代入されているとき、

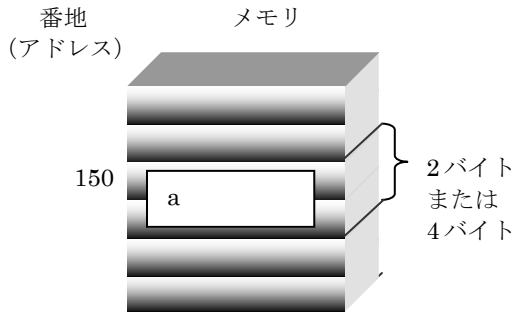
m＝(int)(60 * x／v + 0.5)；	
m / 60	要する時間[時間]
m % 60	残りの分（m を 60 で割った余り）

で○時間○分が求まる。

2.7. キーボードからのデータ入力： scanf

例 1　キーボードから入力した値（整数）を int 型の変数 a に格納する（記憶させる）。

```
int      a;
scanf("%d", &a);
```



まず int a; を宣言することによって、右図のように整数型(int 型)の箱が用意されます。この箱のアドレス（番地）が例えば 150 番地であるとします。

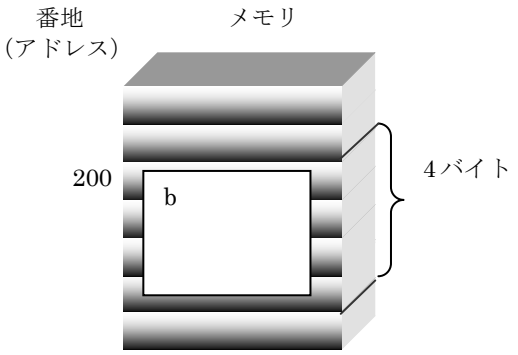
次に scanf 関数はキーボードなどから入力した値を変数に記憶させる関数です。scanf 関数の中の%d は int 型の値を入力することを表しています。また &a は、変数 a のアドレスを表しています。すなわち&記号はアドレスという意味で、この場合、&a（変数 a のアドレス）は 150 番地です。よって、scanf("%d", &a)は、キーボードから入力される整数(%d)を、150 番地(&a)から始まる整数型の箱(変数 a)に代入するという意味になります。

scanf()の書式

%hd	**short 型を入力**
%d	**int 型を入力**
%ld	**long 型を入力**
%f	**float 型を入力**
%lf	**double 型を入力（printf のときと違うので注意）**
%Lf	**long double 型を入力**
%c	**char 型（文字型）を入力**
%s	**文字列を入力**

例 2　キーボードから入力した値（実数）を float 型の変数 b に代入する。

```
float    b;
scanf("%f", &b);
```



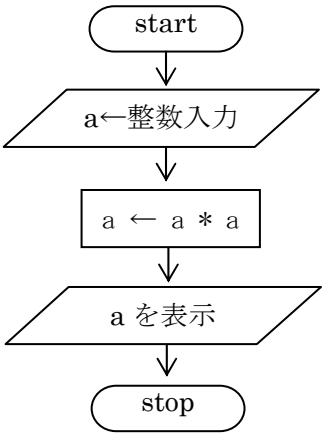
float b; を宣言することによって、右図のように float 型の箱が用意され、この箱のアドレス（番地）が例えば 200 番地であるとします。

次に scanf("%f", &b)で、キーボードから入力される実数(%f)を、200 番地(&b)から始まる float 型の箱(変数 b)に代入します。

例３

```
/*-------------------------------------------------
 pro2_7_3.c
 キーボードから１つの整数を入力し、その２乗を表示する。
-------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
   int a;

   /* 入力（キーボードから１つの整数を入力） */
   printf("整数を１つ入力して下さい： ");
                /* 何を入力すればよいか必ず指定すること */
   scanf("%d", &a);

   /* 処理（２乗を求める） */
   a = a * a;

   /* 出力 */
   printf("入力された整数の２乗は%d です。¥n", a);
   return(0);
}
```

フローチャート（流れ図）



<実行結果例>
整数を１つ入力して下さい： 3
入力された整数の２乗は 9 です。

2.8. 課題

（１）キーボードから円の半径[cm]（実数）を入力し、円周[cm]、円の面積[cm^2]を求めよ。
（２）２つの整数を入力し、その和、差、積、商、余りを求めよ。
（３）２つの実数 x,y を入力し、x+y, x-y, x×y, x÷y を求めよ。
（４）直方体の３辺の長さを入力し、体積を求めよ。
（５）距離 x, 時速 v を入力し、x[km]の距離を v[km/h]で移動したときに、何時間何分要するかを求めよ。

2.9. 出力桁数の指定 (printf)

（1） 整数型

```
int a = 19;
printf("%d¥n", a);       /* 左端に表示 */
printf("%4d¥n", a);      /* ４桁で表示 */
printf("%7d¥n", a);      /* ７桁で表示 */
```

```
19
  19
     19
```

```
int a = 56, b=619, c=1234;
printf("%d¥n", a);       /* %d で表示 */
printf("%d¥n", b);
printf("%d¥n", c);

printf("%4d¥n", a);      /* %4d で表示 */
printf("%4d¥n", b);
printf("%4d¥n", c);
```

```
56
619
1234

  56
 619
1234
```

（2） 実数型

```
double a = 1.5;
printf("%f¥n", a);       /* 左端に表示 */
/* 全部で６桁、小数点以下２桁で表示 */
printf("%6.2f¥n", a);
```

```
1.500000

  1.50
```

【指数表現】

200	2×10^{2}	2.00 E 02
20000	2×10^{4}	2.00 E 04
2000000000	2×10^{9}	2.00 E 09
0.02	2×10^{-2}	2.00 E-02
0.000000002	2×10^{-9}	2.00 E-09

```
double a = 0.0000012345;
printf("%e¥n", a);
printf("%E¥n", a);
```

```
１．２３４５００ｅ－０６
１．２３４５００Ｅ－０６
```

2.10. 数学関数の利用

$\sqrt{3}$ … sqrt(3)
x^y … pow(x, y)
e^x … exp(x)
sin x … sin(x)
cos x … cos(x)
tan x … tan(x)

例 1

```
/*-------------------------------------------------------
 pro2_10.c
 平方根を表示する例。
-------------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
#include <math.h>              /* 数学関数を使用する際に必要 */
int main(void)
{
    double x, y;

    printf("平方根を計算します。¥n 実数を１つ入力して下さい： ");
    scanf("%lf", &x);

    y = sqrt(x);
    printf("%f の平方根は%f です。¥n", x, y);

    y = 3.0 * sqrt(x) + 2.0;
    printf("3√%f＋２＝%f ¥n", x, y);

    printf("%f の平方根は%f です。¥n", x, sqrt(x));
    printf("3√%f＋２＝%f ¥n", x, 3.0 * sqrt(x) + 2.0);

    return(0);
}
```

練習

実数 x,y を入力し、x^yを求めるプログラムを作成せよ。

2.11. 文字と文字コード

（1） ASCII コード (American Standard Code for Information Interchange)　P.38

文字（英数字、記号）←→ 数字（7bit, 0～127）

1	49
2	50
A	65
B	66
a	97

31 以下 特殊機能
32～127　　英数字、記号

（2） 日本語コード

現在使用されている主要な文字コードは、ＪＩＳコード、ＳＪＩＳコード、ＥＵＣコード、Ｕｎｉｃｏｄｅの４つです。

ＪＩＳコード　電子メール等、インターネットで良く用いられているコード
エスケープシーケンスにより、文字の種類を決めます。

エスケープシーケンス	1 バイト目	2 バイト目	文字の種類
1B　28　42 ESC (B	20-7E		ＡＳＣＩＩ
1B　28　4A ESC (J	20-7E		ＪＩＳローマ字（ASCII のバックスラッシュが¥になった文字集合）
1B　24　40 ESC $ @	21-7E	21-7E	旧ＪＩＳ漢字（1978 年制定）
1B　24　42 ESC $ B	21-7E	21-7E	新ＪＩＳ漢字（1983 年制定）
1B　28　49 ESC (I	21-5F		ＪＩＳカナ

シフトＪＩＳコード（ＳＪＩＳ）　Microsoft が決めたコードで Windows や MS-DOS や Mac などで使用されています。
エスケープシーケンスを使用しない。
半角カナを１バイトで扱えるため、表示桁数と内部バイト数が一致する。
第1バイトは必ず最上位ビットが１ですが､第2バイトは１でないこともあるので、逆方向文字列検索プログラムをする場合は、注意が必要。

ＥＵＣ（Extended Unix Code）　日本語ＵＮＩＸで使われているコード
エスケープシーケンスを使用せず、ＡＳＣＩＩ以外の文字は、ＪＩＳコードの上位ビットを１にすることにより識別。

Ｕｎｉｃｏｄｅ　Windows NT や Java などで使用されているコード

例１　文字型(char 型)

```
char        m;
m = 'A';                    /* １バイトの文字型変数 m に'A'(65)を代入 */
printf("%c¥n", m);          /* A が表示される */
m = m + 1;
printf("%c¥n", m);          /* B(66)が表示される */
```

(注 1) m = 'A';の代わりに

```
    m = 65;         /* 10 進数 */
```

または

```
    m = 0x41;       /* 16 進数 */
```

と書いてもよい。

（注２）'A'　A という文字を表す
"A"　A という文字列を表す
"ABC"　ABC という文字列を表す

例２　文字の入力（入力した大文字を小文字に変換）

```
char        moji;

printf("大文字を１文字入力して下さい(A～Z)¥n");
scanf("%c", &moji);

printf("%c の小文字は%c です。¥n", moji, moji - 'A' + 'a');
```

(参考)　小文字 ← 大文字 －'A' + 'a'
'b' ← 'B'－'A' + 'a'

大文字 ← 小文字 －'a' + 'A'
'B' ← 'b'－'a' + 'A'

小文字	大文字	小文字－大文字（差）
a(97)	A(65)	32　('a'－'A')
b(98)	B(66)	32
|	|	|
z(122)	Z(90)	32

例 3　1 文字単位の入出力

a を表示するには

```
printf("a");
```

または、

```
putchar('a');
```

同様に文字変数 moji を表示するには

```
printf("%c", moji);
```

または、

```
putchar(moji);
```

1 文字入力するには

```
scanf("%c", &moji);
```

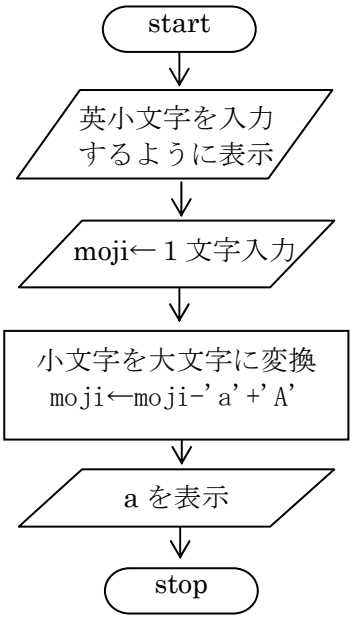
または、

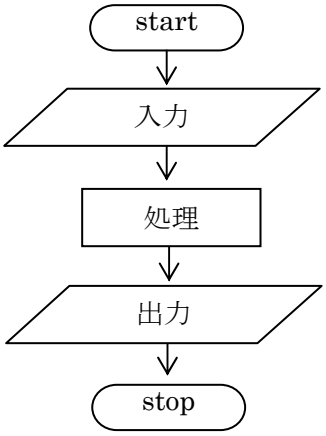
```
moji = getchar();
```

（注）

```
printf("a¥n");
    | |
putchar('a');
putchar('¥n');
```

練習　キーボードから入力した小文字を大文字に変換するプログラムを作成せよ。



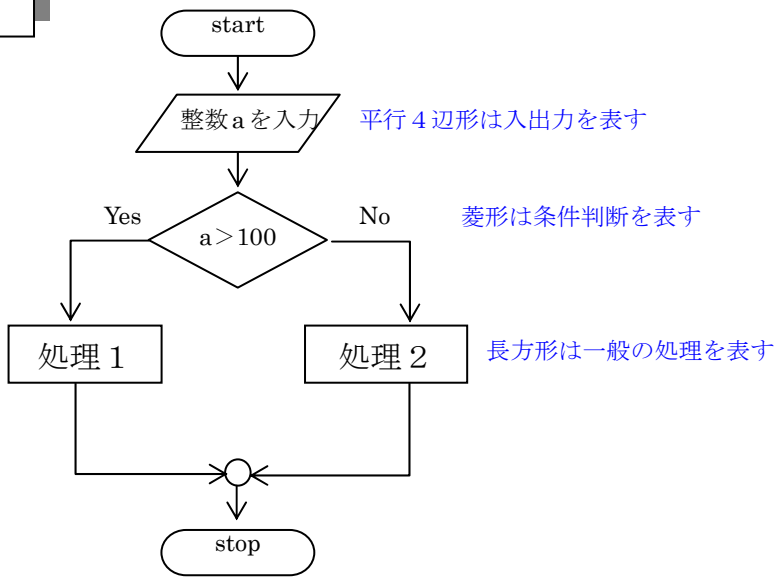


3. 処理の流れの制御

3.1. 処理の流れの表現

（1） フローチャート（流れ図） 教科書 P. 46

例



（2） SPD (NEC などで使用されている）

（3） PAD (日立)

（4） HCP チャート(NTT)

3.2. 構造化プログラム

基本的な制御構造だけを用いて、理解しやすいプログラムを作成する方法

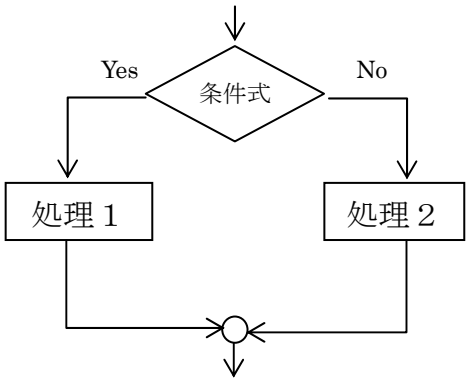
→ 信頼性が高くなる
わかりやすくなる
保守･拡張が容易

基本的な制御構造

連接（これまで使用）
判断（条件判定） if　else
多方向分岐　　switch　case
前判定反復　　while
後判定反復　　do　while
所定回反復　　for

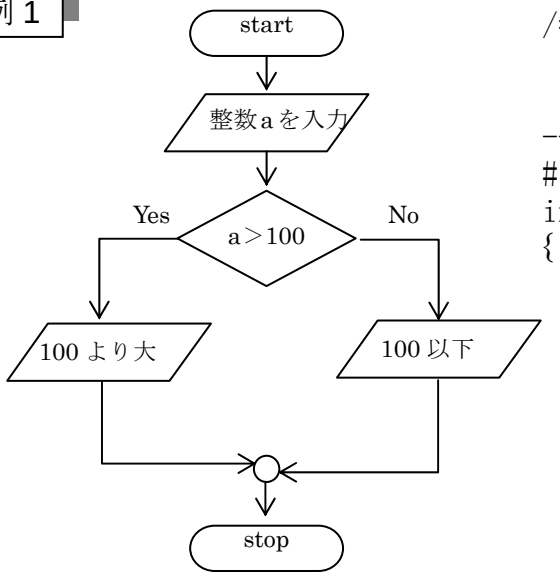
3.3. if else 文（条件判断）

（1） 書式




```
if (条件式) {
        処理１
}
else {
        処理２
}
```

例 1




```
/*--------------------------------------
  pro3_3_1.c      if else 文
  整数を入力し 100 より大きいかどうかを判定
--------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    int  a;

    printf("整数を１つ入力して下さい： ");
    scanf("%d", &a);

    if(a > 100){
        printf("100 より大¥n");
    }
    else {
        printf("100 以下¥n");
    }
    return(0);
}
```

(注) 処理１、処理２が１文しかないときは、以下のように { } を省略できるが、間違えやすいので当面使用しない。

```
if(a > 100)
    printf("100 より大¥n");
else
    printf("100 以下¥n");
```

(2) 条件式

a > 100　a が 100 より大きい
a < 100　a が 100 より小さい
a == 100　a が 100 に等しい
a >= 100　a が 100 以上
a <= 100　a が 100 以下
a != 100　a が 100 に等しくない

0 <= a　**&&**　a <= 100　a が 0 以上で、**かつ(AND)** 100 以下
【注意】0 <= a <= 100　という表現はだめ。

a < 0　**||**　a > 100　a が 0 より小さいか**または(OR)** a が 100 より大きい

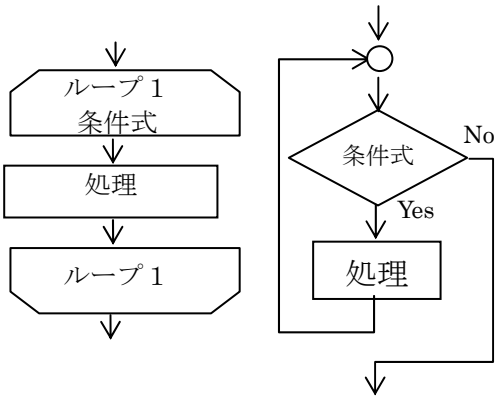
!(0 <= a　**&&**　a <= 100)　a が 0 以上かつ 100 以下**でない**

'A' <= c　&&　c <= 'Z'　文字変数 c が 'A'(65)以上でかつ'Z'(90)以下
（アルファベットの大文字）

【練習】
(a) 教科書 P.50 練習問題 6
(b) a が 0 以上 100 以下のとき「範囲内」と表示し、それ以外のとき「範囲外」と表示
(c) P.52 問 4
(d) P.52 例題 7
(e) P.52 練習問題 7
(f) キーボードから西暦を入力し、うるう年かどうか判定する。
うるう年: ４で割り切れる　かつ　（１００で割り切れない　または　４００で割り切れる）
(g) ２次方程式 $a x^2 + b x + c = 0$ の係数 a, b, c を入力すると解を出力する。

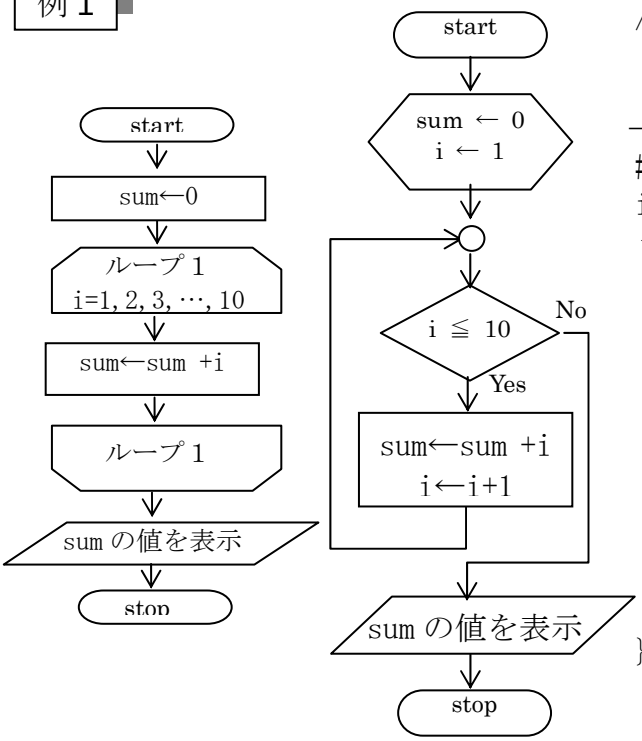
3.4. while 文（繰り返し処理１）P. 56

（1） 書式




```
while (条件式) {
        処理
}
```

例 1



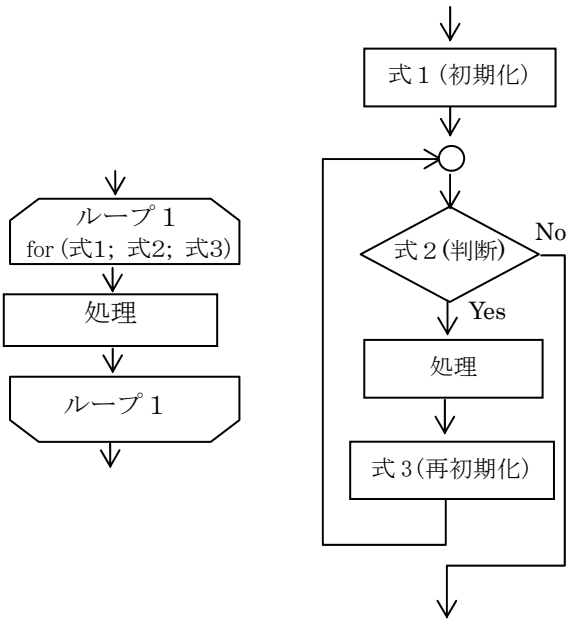

```
/*--------------------------------
  pro3_4_1.c  while 文
  1+2+3+…+10 を求める
--------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
 int  i, sum;

 sum = 0;
 i = 1;
 while( i <= 10 ) {
     sum = sum + i;
     i = i + 1;
 }
 printf("1+2+3+…+10 = %d¥n", sum);
 return(0);
}
```

(注) 点線の部分は以下のように省略して記述されることが多い。

```
sum += i; /* sum の値を i だけ増やす */
i ++;     /* i の値を１つ増やす（インクリメント）*/
```

3.5. for 文（繰り返し処理 2）P. 53

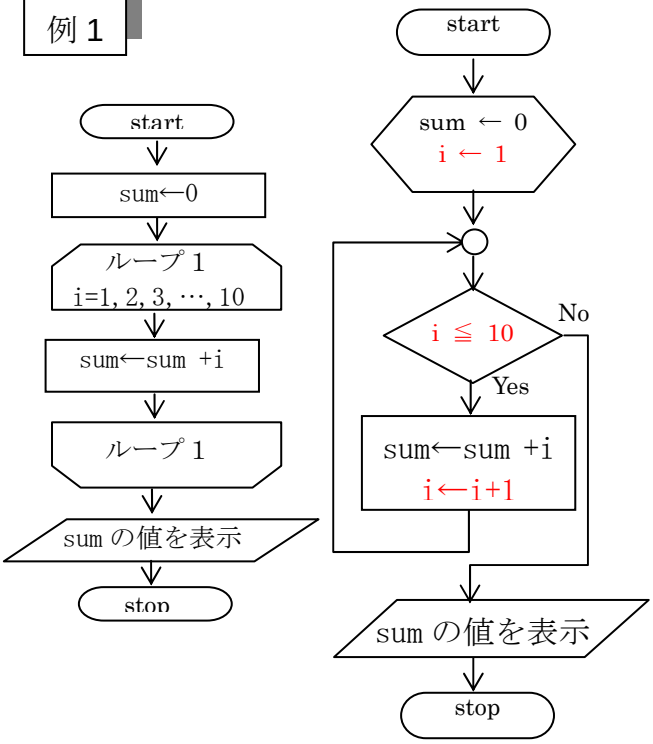
（1） 書式




```
for（式 1； 式 2； 式 3）{
        処理
}
```

指定回数の繰り返しのとき、特に便利

例 1



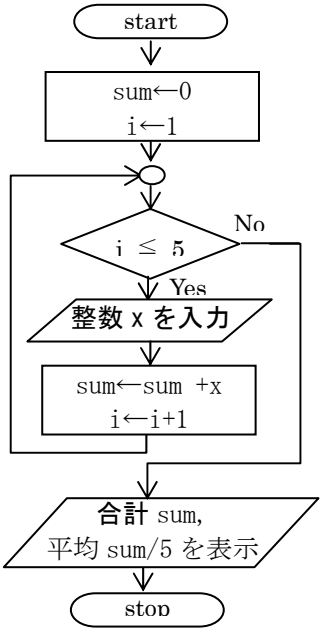

```
/*--------------------------------
  pro3_5_1.cfor 文
  1+2+3+…+10 を求める
  --------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
     int  i, sum;

     sum = 0;
     for(i = 1; i <= 10; i ++ ) {
         sum += i;/*sum=sum+i;*/
     }
     printf("1+2+3+…+10 = %d¥n",
             sum);
     return(0);
}
```

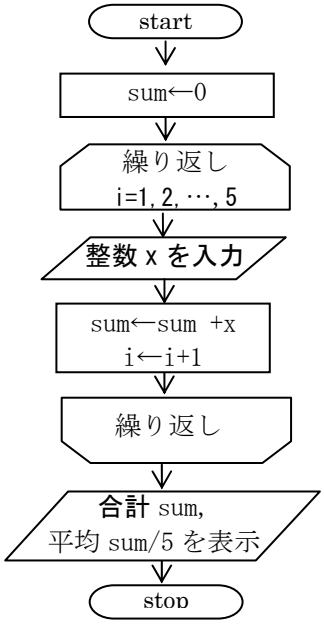
（2） 練習

(a) 3+4+…+20 を求める。
(b) 1+3+5+…+19 を求める。
(c) 1×2×3×…×10 を求める。
(d) ５つの整数を入力し、その合計と平均を求める。
(e) 整数 n の値を入力後、さらに n 個の実数を入力し、合計と平均を求める。
(f) 整数 n の値を入力後、さらに n 個の実数を入力し、最大値を求める。
(g) 整数 n の値を入力後、さらに n 個の実数を入力し、最小値を求める。
(h) θ =0°，5°，10°，…，90° について sin θ の値を表示する。
(i) for 文を用いて、5　4　3　2　と表示する。
(j) 教科書 P.55 練習問題８

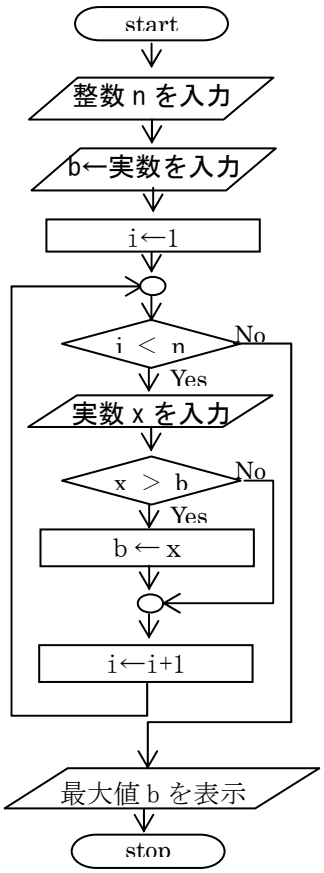
【ヒント】

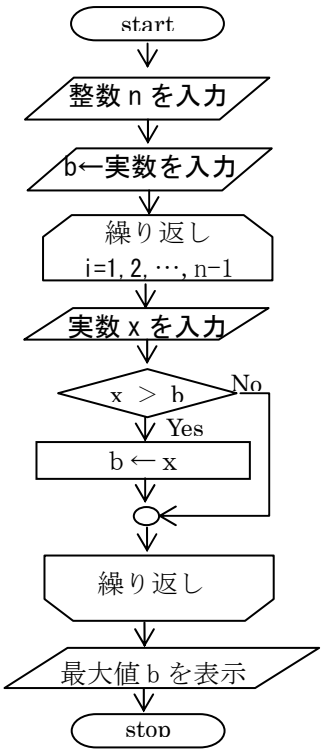
(d)


start
sum←0
i←1
i ≤ 5
No
Yes
整数 x を入力
sum←sum +x
i←i+1
合計 sum,
平均 sum/5 を表示
stop


start
sum←0
繰り返し
i=1, 2, …, 5
整数 x を入力
sum←sum +x
i←i+1
繰り返し
合計 sum,
平均 sum/5 を表示
stop

(f)


start
整数 n を入力
b←実数を入力
i←1
i < n
No
Yes
実数 x を入力
x > b
No
Yes
b ← x
i←i+1
最大値 b を表示
stop


start
整数 n を入力
b←実数を入力
繰り返し
i=1, 2, …, n-1
実数 x を入力
x > b
No
Yes
b ← x
繰り返し
最大値 b を表示
stop

3.6. データの終わりと EOF

データの数がわからないとき、データの終了まで処理を続けたいことがある。データの終了は、ファイルまたはデータの終了を示すコード（MS-DOS などは「^Z」CTRL+Z、、UNIX では^D)）が入力されるかどうかで判定すればよい。ファイルまたはデータの終了を示すコードが入力されると、scanf()関数などは EOF(End Of File, 通常は-1)を返す。

例

```
/*-------------------------------------------------------
  pro3_6_1.c      EOF
  データが終了するまでデータ入力し、合計と平均を求める。
  -------------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
     int       i;
     double    dat, sum;

     printf("合計と平均を求めます。必要なだけデータを入力して下さい。(終了：^Z¥n");
     for(sum = 0, i = 0; scanf("%lf", &dat) != EOF; i ++ ) {
         sum += dat;
     }
     if(i != 0)
          printf("合計 =  %f¥t 平均 = %f¥n",sum, sum / (double)i);
     else
          printf("データがありません。¥n");
     return(0);
}
```

練習

データが終了するまでデータ入力し、合計、平均、最小値、最大値を求める。

3.7. 多重ループ

（1） 九九の表を表示したい。for 文を入れ子にして、作成せよ。(P.62 参照)

練習

(a)以下のような形の長方形を表示せよ。

```
*******
*******
*******
```

(b)以下のような形の三角形を表示せよ。

```
*
**
***
****
*****
```

(c)以下のような形の三角形を表示せよ。

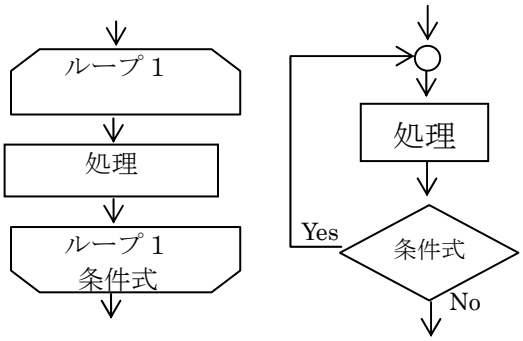
```
*****
****
***
**
*
```

（2） break 文

```
/*-------------------------------------------------
  pro3_7_2.c      break
  1,000 以下の素数を求める。
  -------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
     int       i, x;

     for ( x = 2; x < = 1000; x ++) {
        for ( i = 2; i < x; i++) {
           if ( (x % i) == 0){ /* x が i で割り切れたら、*/
              break;           /* 内側のループから脱出 */
           }
        }
        if ( x == i ) {         /* x が素数なら（２～x-1 の全ての数で
                                   割り切れなかったら）*/
           printf("%4d",x );
        }
     }
     return(0);
}
```

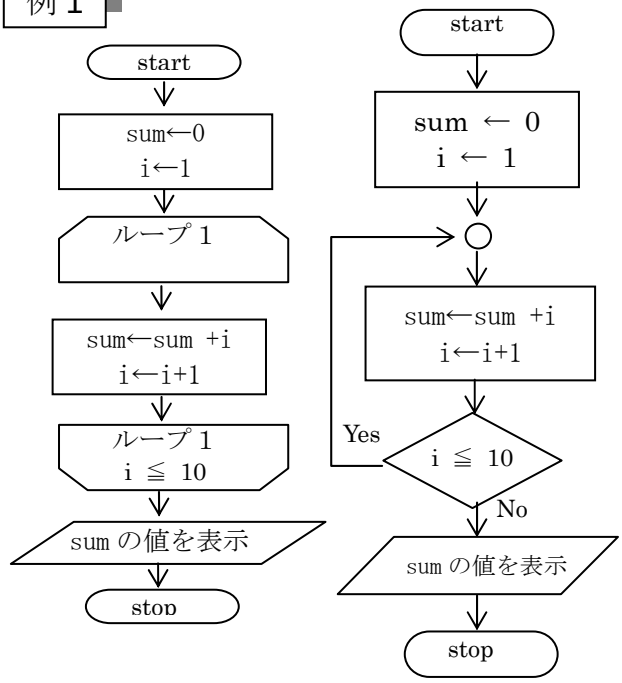
3.8. do while 文（繰り返し処理３）

（1） 書式




```
do {
        処理
} while ( 条件式 );
```

例 1




```
}
/*------------------------------
  pro3_8_1.c    do while 文
  1+2+3+…+10 を求める
------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
      int  i, sum;

      sum = 0;
      i = 1;
      do {
          sum = sum + i;
         i = i + 1;
      } while( i <= 10 );
      printf("1+2+3+…+10 = %d¥n",
              sum);
      return(0);
}
```

（2） 練習

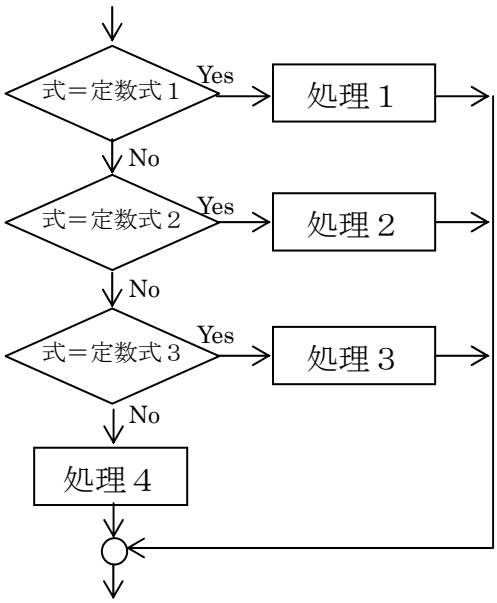
キーボードから０以外の実数が入力されるまで、入力を繰り返すプログラムを作成せよ。０以外の実数が入力されたら、その逆数を表示せよ。

【実行例】

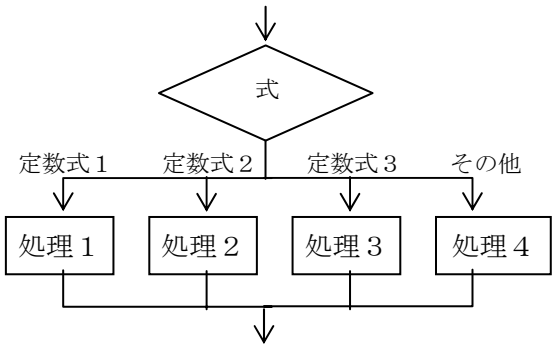
０以外の実数を入力して下さい。：0.0
０以外の実数を入力して下さい。：0
０以外の実数を入力して下さい。：2.0
2.0 の逆数は、0.5 です。

3.9. switch 文

switch 文を使用すると、多方向分岐を行うことができます。




```
switch ( 式 ){
  case 定数式１:
    処理１
    break;
  case 定数式 2:
    処理２
    break;
  case 定数式 3:
    処理３
    break;
  default:
    処理４
}
```



・式，定数式には、整数を結果とするもの（整数，文字定数，定数の式）のみが使用でき、実数は使用できない。
・一致した定数式から「break」に出会うまでの処理を実行する。
・「default」は省略可能。

【正しい例】

```
int x;
switch(x){
  case 1:
    printf("1 が選択されました¥n");
    break;
  case 3+5:
    printf("8(3+5)が選択されました¥n");
    break;
  case 'a':
    printf("97('a')が選択されました¥n");
    break;
  default:
    printf("いずれも選択されませんでした¥n");
}
```

【誤った例】

```
double x;
switch(x){
  case 0.1:
    printf("0.1 が選択されました¥n");
    break;
  case x+5:
    printf("x+5 が選択されました¥n");
    break;
}
```

実数はだめ
実数はだめ
定数式でない

例

```
/*-------------------------------------------------------
  pro3_9_1.c      switch 文の練習
  ２つの実数 1.2, 3.4 の和(1)差(2)積(3)商(4)のいずれかを求める。
  -------------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
    double x = 1.2, y = 3.4;
    int  sel;

    printf("２つの実数 1.2, 3.4 の和,差,積,商のいずれかを求めます。¥n");
    printf("どの演算を行うか 1～4 の整数で選択してください。¥n);
    printf("和(1)  差(2)  積(3)  商(4) : ");
    scanf("%d", &sel);

    switch(sel){
      case 1: printf("x+y=%f¥n", x + y);    /* 和 */
              break;
      case 2: printf("x-y=%f¥n", x - y);    /* 差 */
              break;
      case 3: printf("x×y=%f¥n", x * y);    /* 積 */
              break;
      case 4: printf("x÷y=%f¥n", x / y);    /* 商 */
              break;
      default:
              printf("1～4 のいずれかの整数で選択してください¥n");
    }
    return(0);
}
```

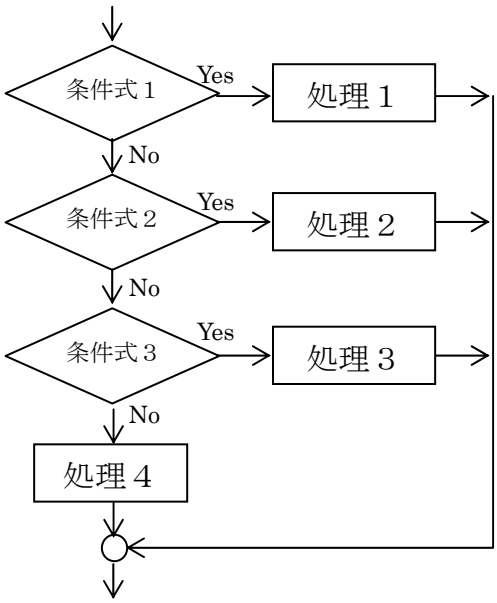
練習

(1) 上記の例において、break 文を削除するとどのような実行結果になるか確認する。

(2) 上記の例において、どの演算を行うかを、和(a),差(s),積(p),商(d)の 1 文字によって行うように変更する。

3.10. else if 文

else if 文と用いると switch 文と同様に、多方向分岐を行うことができます。switch 文では式がある整数値と一致するかどうかの判定しか行えませんが、else if 文ではすべての条件判定を行うことができます。




```
if ( 条件式１ ){
        処理１
}
else if ( 条件式２ ){
        処理２
}
else if ( 条件式３ ){
        処理３
}
else {
        処理４
}
```

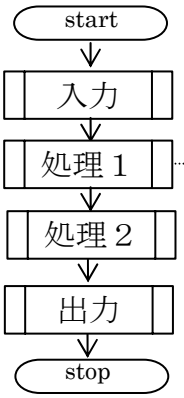
例

```
/*-------------------------------------------------------
  pro3_10_1.c      else if 文の練習
  ２つの実数 1.2, 3.4 の和(1)差(2)積(3)商(4)のいずれかを求める。
  -------------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
int main(void)
{
     double x = 1.2, y = 3.4;
     int  sel;

     printf("２つの実数 1.2, 3.4 の和,差,積,商のいずれかを求めます。¥n");
     printf("どの演算を行うか 1～4 の整数で選択してください。¥n);
     printf("和(1)  差(2)  積(3)  商(4)：");
     scanf("%d", &sel);

     if(sel == 1){              /* 和 */
         printf("x+y=%f¥n", x + y);
     }
     else if(sel == 2){         /* 差 */
         printf("x-y=%f¥n", x - y);
     }
     else if(sel == 3){         /* 積 */
         printf("x×y=%f¥n", x * y);
     }
     else if(sel ==4){          /* 商 */
         printf("x÷y=%f¥n", x / y);
     }
     else {
         printf("1～4 のいずれかの整数で選択してください¥n");
     }
     return(0);
}
```

4. 関数

4.1. 関数とは

長いプログラム … いくつかの**機能単位**（個々の仕事を分割した単位）の集まりで構成できる。



定義済み処理

機能単位の例：入力、処理１、処理２、出力

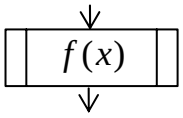
関数 …機能単位をメインルーチンとは別の部分に記述し、必要に応じて呼び出すようにしたもので、ある値を返すことができるもの。

サブルーチン＋ある値を返す

例： $y = f(x) = ax^2 + bx + c$

入力：x

出力（戻り値）：y



関数を使うメリット

- 同一処理の重複を避けられる。
- 見やすくなる。（理解しやすくなる。）

サブルーチン … 機能単位をメインルーチンとは別の部分に記述し、必要に応じて呼び出すようにしたもの。

C 言語の場合（2.2 節を参照）

メインルーチン … main 関数

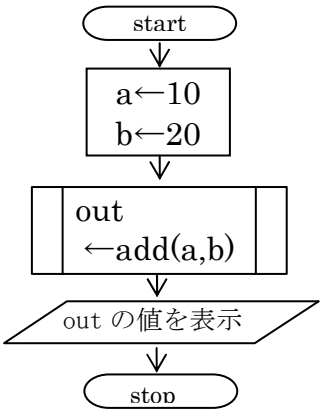
サブルーチン … 関数（標準関数、ユーザー関数）

4.2. プログラムの一般形式

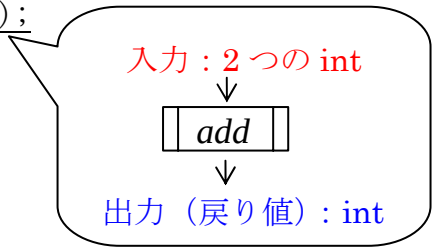
```
#include 〈ヘッダーファイル名〉
プロトタイプ宣言
int main(void)
{
        宣言、定義
        メインプログラム
        return(0);
}

関数の型　関数名（仮引数）
{
        宣言、定義
        関数のプログラム
        retrun 文
}
```

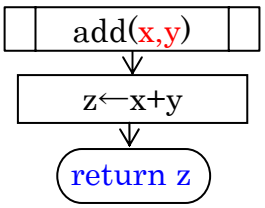
4.3. ユーザー関数例

（1） 標準的なスタイル




```
/*--------------------------------------
  ファイル名: pro4_3_1.c
  機能:  関数を使用して足し算を行う
--------------------------------------*/
#include <stdio.h>

/* 関数プロトタイプ宣言 */
/* 引数（入力）は２つで int 型、
   戻り値は int 型          */
int add(int, int);

/* main 関数 */
int main(void)
{
    int out;
    int a=10;
    int b=20;

    out=add(a,b); /* a, b の値を関数 add に渡し、
                     戻り値(z)を out に代入する */
    printf("加算結果 %d¥n",out);

    return 0;
}

/*-------------------------------------------------------------
   足し算をする関数（何をする関数か？）
      入力（引数）: ２つの整数 x, y          （入力は何か？）
      出力（戻り値）: x + y                  （戻り値は何か？）
      MS-DOS パソコン上では int 型で扱える
      数の範囲は-32768～32767 まで           （その他注意事項）
  -------------------------------------------------------------*/
int add(int x, int y)        /* 呼び出し側の引数(a, b)が仮引数(x, y)に
                                代入される（x = a; y = b;）*/
{                        /* a, b と x, y は別の変数なので注意すること。*/
    int z;

    z = x+y;
    return z;
}
```





(2) 簡略スタイル

関数定義が呼び出す関数（main 関数)より前に記述されている場合、以下のように関数プロトタイプ宣言を省略できる。以降は、（１）の標準スタイルを使用する。

```
/*-------------------------------------------------
  ファイル名: pro4_3_2.c
  機能:  関数を使用して足し算を行う
-------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>

/*-------------------------------------------------------------
   足し算をする関数（何をする関数か？）
      入力（引数）: ２つの整数 x, y          (入力は何か？)
      出力（戻り値）: x + y                  (戻り値は何か？)
      MS-DOS パソコン上では int 型で扱える
      数の範囲は-32768～32767 まで           (その他注意事項)
  -------------------------------------------------------------*/
int add(int x, int y)        /* 呼び出し側の引数(a, b)が仮引数(x, y)に代入される (x = a; y = b;) */
{                     /* a, b と x, y は別の変数なので注意すること。*/
    int out;

    out = x+y;
    return out;
}

/*--------------  main 関数  -------------------------*/
int main(void)
{
    int out;
    int a=10;
    int b=20;

    out=add(a,b);             /* a, b の値を関数 add に渡し、戻り値を out に代入する */
    printf("加算結果 %d¥n",out);

    return 0;
}
```

(3) 練習

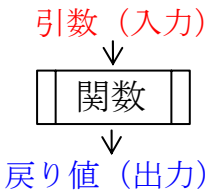
(a) 実数を与えるとその絶対値を返す関数を作成し、その関数を用いてキーボードから入力した数の絶対値を表示するプログラムを作成せよ。

(b) キーボードから１つの整数 n を入力し、1+2+…+n を計算し、その結果を表示するプログラムを作成せよ。ただし、整数 n を与えると、1+2+…+n の結果を返す関数を作成し、使用すること。

4.4. 戻り値と引数による関数の分類

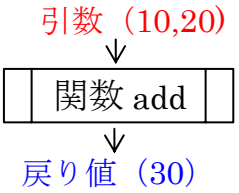
- 値を返す
- 値を返さない

- 引数がある
- 引数がない



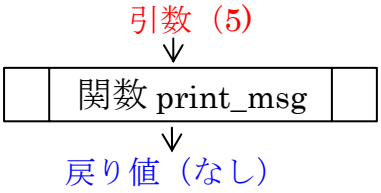
（1） 値を返して引数がある場合

```
/* 関数プロトタイプ宣言 */
int add(int, int);    /* 戻り値は int 型、引数（入力）は２つで int 型 */

/* main 関数 */
        |
    out = add(10, 20);  /* 10, 20 を関数 add に渡し、
        |                  戻り値を変数 out に代入する */

/* add 関数 */
int add(int x, int y)/* 呼び出し側の引数(10, 20)が
                        仮引数(x, y)に代入される（x = 10; y = 20;）*/
{
    int  z;
    z = x+y;
    return(z);        /* z の値を関数の戻り値として返す */
}
```



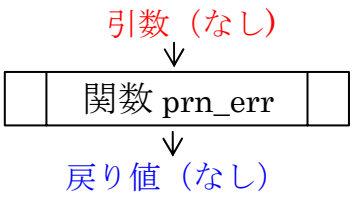
（2） 値を返えさず、引数がある場合

```
/* 関数プロトタイプ宣言 */
void  print_msg(int);/* 戻り値はなし、引数（入力）は１つで int 型 */

/* main 関数 */
        |
    int  k = 5;
    print_msg (k);          /* k の値(5)を関数 print_msg に渡す */
        |

/* print_msg 関数 */
void  print_msg (int m)     /* 呼び出し側の引数(k)の値(5)が
                               仮引数(m)に代入される（m = k;）*/
{
    printf("順位 = %d¥n", m);
}
```



（3） 値を返えさず、引数もない場合

```
/* 関数プロトタイプ宣言 */
void  prn_err(void); /* 戻り値なし、引数なし */

/* main 関数 */
        |
    prn_err ( );      /* 関数 prn_err を呼び出す */
        |

/* prn_err 関数 */
void  prn_err (void)
{
    printf("エラーです¥n");
}
```



（4） main 関数の書き方(1)

```
int   main(void)        /* 整数を返す、引数なし */
{
        |
    return(0); /* OS に 0 を返す */
}
```

（5） main 関数の書き方(2)

```
void   main(void)       /* 戻り値なし、引数なし */
{
        |
}
```

（6） 練習

次の仕様を満たす関数を作成せよ。また作成した関数を呼び出すテストプログラム(main 関数)も作成せよ。

関数名： printj
引数： 整数型で１つ
戻り値： なし
処理内容：引数の値が１なら「優勝です。」と表示し、それ以外なら「○位です。」と表示する。

4.5. 変数の分類

(1) 変数のスコープ（有効範囲）

- グローバル変数（外部変数）…　プログラム全域で有効（関数の外で宣言）
- ローカル変数（局所変数）　…　関数内部（正確には宣言したブロック{}で囲まれた部分）でのみ有効（関数の内で宣言）

長いプログラムにおいて、ある変数の値を意図せずに変えてしまう危険性を避けるために、なるべくローカル変数を使用した方が良い。

```
/*-----------------------------------------------------
  ファイル名: pro4_5_1.c
  ローカル変数の例
-----------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>

/* 関数プロトタイプ宣言 */
void  func(void);   /* 戻り値はなし、引数はなし */

/* main 関数 */
void main(void)
{
    int  i = 0;  /* ローカル変数 i の宣言 */

    func( );
    printf("main 関数内の i の値...%d¥n", i);
}

/*-----------------------------------------------------
   func 関数
      機能：ローカル変数の値を確かめる
      入力（引数）：なし
      出力（戻り値）： なし
  -----------------------------------------------------*/
void  func(void)
{
    int  i = 1;  /* ローカル変数 i の宣言 */

    printf("func 関数内の i の値...%d¥n", i);
}
```

main 関数内の i の有効範囲

func 関数内の i の有効範囲

<実行結果例>

```
func 関数内の i の値...1
main 関数内の i の値...0
```

```
/*-------------------------------------------------
  ファイル名: pro4_5_2.c
  グローバル変数の例
-------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>

/* 関数プロトタイプ宣言 */
void  func(void);   /* 戻り値はなし、引数はなし */

int  i = 0;         /* グローバル変数 i の宣言 */

/* main 関数 */
void main(void)
{
      i=1;
      func( );
      printf("main 関数内の i の値...%d¥n",i);
}

/*-------------------------------------------------
   func 関数
        機能：グローバル変数の値を確かめ、変更する
       入力（引数）：なし
       出力（戻り値）： なし
  -------------------------------------------------*/
void  func(void)
{
      printf("func 関数内の i の値...%d¥n",i);

    i=2;
}
```

グローバル変数 i の有効範囲

<実行結果例>
func 関数内の i の値...1
main 関数内の i の値...2

```
/*-----------------------------------------------
  ファイル名: pro4_5_3.c
  グローバル変数、ローカル変数混在の例
-----------------------------------------------*/
#include <stdio.h>

/* 関数プロトタイプ宣言 */
void  func(void);   /* 戻り値はなし、引数はなし */

int  i = 0;         /* グローバル変数 i の宣言 */

/* main 関数 */
void main(void)
{
      i = 1;
      func( );
      printf("main 関数内の i の値...%d¥n",i);
}

/*-----------------------------------------------
   func 関数
        機能：ローカル変数の値を確かめる
       入力（引数）：なし
       出力（戻り値）： なし
  -----------------------------------------------*/
void  func(void)
{
     int i = 2;
     printf("func 関数内の i の値...%d¥n",i);
}
```

グローバル変数 i の有効範囲

func 関数内の i の有効範囲

〈実行結果〉

```
func 関数内の i の値...2
main 関数内の i の値...1
```

(2) 記憶クラス

- auto 変数 … 変数が宣言された関数が呼ばれると生成され、関数が終了すると消滅する。（メモリのスタック領域に記憶）
- static 変数 … プログラム開始時に生成され、プログラム終了時に消滅する。（静的なメモリ領域に記憶）

宣言場所	記憶クラス指定子	スコープ	記憶クラス
関数の外部	なし	プログラム全域（グローバル）	static
	static		
関数の内部	なし	関数内（ローカル）	auto
	static		static

```
/*-------------------------------------------
  ファイル名: pro4_5_4.c
  変数の持続時間
-------------------------------------------*/
#include <stdio.h>

void  f1(void);       /* 関数プロトタイプ宣言 */
void  f2(void);

int   g = 3;    /* グローバル変数,static 変数 g の宣言 */

/* main 関数 */
void main(void)
{
    int a = 0;/* ローカル,auto 変数 a の宣言 */
              /* main 関数開始時に変数 a が生成される */
    f1( );
    f2( );
    printf("main 関数 : g=%d a=%d¥n", g, a);
    f1( );
    f2( );
    printf("main 関数 : g=%d a=%d¥n", g, a);
}             /* main 関数終了時に変数 a が消滅する */

void  f1(void)
{
    int a = 0;     /* ローカル変数, auto 変数 a の宣言 */
                   /* 関数が呼ばれるときに変数 a が生成される */
    a ++;
    printf("f1 関数 : g=%d a=%d¥n", g, a);
}                  /* 関数が終了するときに変数 a が消滅する */

void  f2(void)
{
    static int a = 0; /* ローカル変数,static 変数 a の宣言 */
           /* プログラム開始時に変数 a が生成される */
    a ++;
    a ++;
    printf("f2 関数 : g=%d a=%d¥n", g, a);
}
```

main 関数内の a の有効範囲

f1 関数内の a の有効範囲

f2 関数内の a の有効範囲

〈実行結果〉

```
f1 関数 : g=3 a=1
f2 関数 : g=3 a=2
main 関数 : g=3 a=0
f1 関数 : g=3 a=1
f2 関数 : g=3 a=4
main 関数 : g=3 a=0
```

f2 関数内の a の宣言を
int　a = 0;
に変更したときの実行結果を
予想しよう。

5. 配列

5.1. 1次元配列

(1) 配列とは？ (教科書P.68)

40個のデータを記憶する必要があるとき、

【今までの方法】

```
int  a0, a1, a2, …, a39;
a0 = 0;
a1 = 1;
a2 = 2;
   ⋮
a39 = 39;
   ⋮
printf("a0 = %d¥n", a0);
printf("a1 = %d¥n", a1);
   ⋮
printf("a39 = %d¥n", a39);
```

【配列を使う方法】

```
int  a[40];
int  i;

for(i = 0; i < 40; i ++)
   a[i] = i;

for(i = 0; i < 40; i ++)
   printf("a[%d] = %d¥n", i, a[i]);
```

【練習】

教科書P.69　問5

(2) 配列データの初期化

【今までの方法】

```
int  a0 = 56, a1=67, a2=63, …, a39=55;
```

【配列を使う方法】

```
int  a[40] = {56, 67, 63, …, 55};
```

【例】

```
int  a[40];
int  a[40] = {56, 67, 63, …, 55};
int  a[] = {56, 67, 63, …, 55};
int  a[]; ←これはだめ
char b[3] = {'a', 'b', 'c'};
char b[] = {'a', 'b', 'c'};
double x[] = {1.0, 2.0, 3.0};
```

【練習】

(a) 教科書 P.70　問 6
(b) 教科書 P.71　例題 12
(c) 教科書 P.71　練習問題 12
(d) 教科書 P.72　例題 13
(e) 教科書 P.73　練習問題 13

```
/*------------------------------------------------------------
 [ファイル名] array1.c
 [機能] 配列を使って N 人分の点数の度数分布（１１段階）を表示する
 [方針]　点数は、dat[ ] にいったん格納しておく
         点数の度数分布値は、hist[11]という配列に格納する
 [手順]１．データ（点数）の入力
          ・人数(N)を入力
          ・人数分のループ　i=0～N-1
              データ入力        dat[i] ← キー入力

      ２．度数（各データが何点台か？）をカウント
          ・hist[0]～hist[10]を 0 に初期化
          ・人数分のループ（i=0～N-1)
              rank ← dat[i]/10
              hist[rank]を 1 増やす

      ３．度数を表示
          ・hist[0]～hist[10]を表示
  ------------------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int i;
    int N;                  /* データの数          */
    int rank;               /* 分類番号            */
    double dat[100];        /* 点数を格納する配列*/
    int hist[11];           /* 度数分布            */

    /* 最初にデータの数を入力してもらう */
    printf("人数は(100 人以内) = ");
    scanf("%d",&N);

    /* 画面にメッセージを出しつつ配列にデータ格納 */
    for(i=0;i<N;i++){
        printf("%3d 番目の点数を入力 = ",i);
        scanf("%lf",&dat[i]);
    }

    /* 度数分布値を格納する配列の初期化 */
    for(i=0;i<11;i++){
        hist[i]=0;
    }

    /* dat[ ]の中のすべてのデータを調べ、度数分布値を hist[ ] に格納していく */
    for(i=0;i<N;i++){
        rank = (int)(dat[i]/10.0);
        hist[rank]=hist[rank]+1;
    }

    /* 度数分布値を表示 */
    printf("¥n");
    for(i=0;i<11;i++){
        printf("%3d:  %d¥n",i*10,hist[i]);
    }

    return 0;
}
```

実行結果

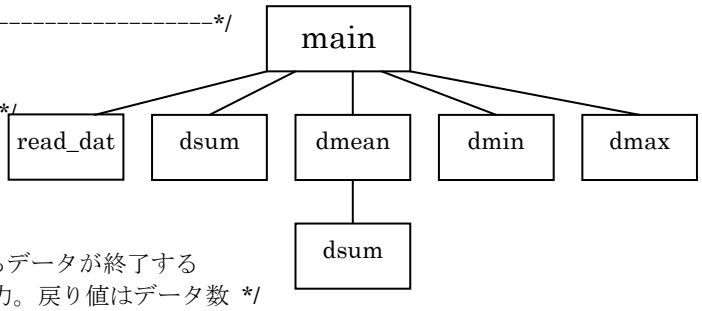
```
人数は(100 人以内) = 6
  0 番目の点数を入力 = 95
  1 番目の点数を入力 = 56
  2 番目の点数を入力 = 78
  3 番目の点数を入力 = 85
  4 番目の点数を入力 = 100
  5 番目の点数を入力 = 45

  0:  0
 10:  0
 20:  0
 30:  0
 40:  1
 50:  1
 60:  0
 70:  1
 80:  1
 90:  1
100:  1
```

```
/*-------------------------------------------------------------------------------------------------------
 --ファイル名--  array1a.c

 --機能-- 配列を使って N 人分の点数の度数分布（１１段階）を表示する
          度数分布は、画面に * を表示することで行なう

 --方針-- 点数は、dat[ ] にいったん格納しておく
          点数の度数分布値は、hist[ ]という配列に格納する
-------------------------------------------------------------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>

int main(void)
{
    int i,j;
    int N;                  /* データの数 */
    int rank;               /* ランクの値 */
    double dat[100];        /* 点数を格納する配列 */
    int hist[11];           /* 度数分布値を格納 */

    /* 最初にデータの数を入力してもらう */
    printf("人数は(100 人以内) = ");
    scanf("%d",&N);

    /* 画面にメッセージを出しつつ配列にデータ格納 */
    for(i=0;i<N;i++){
        printf("%3d 番目の点数を入力 = ",i);
        scanf("%lf",&dat[i]);
    }

    /* 度数分布値を格納する配列の初期化 */
    for(i=0;i<11;i++){
        hist[i]=0;
    }

    /*
      dat[ ]の中のすべてのデータを調べ、度数分布値を hist[ ] に格納
      していく
    */
    for(i=0;i<N;i++){
        rank = (int)(dat[i]/10.0);
        hist[rank]=hist[rank]+1;
    }

    /* 度数分布値を表示 */
    printf("¥n");
    for(i=0;i<11;i++){
        printf("%3d:" ,i*10);      /* 点数区分を出力 */
        for(j=0;j<hist[i];j++){   /* 度数の分だけ画面に * を出力 */
            printf("*");
        }
        printf("¥n");
    }

    return 0;
}
```

実行結果

```
人数は(100 人以内) = 20
  0 番目の点数を入力 = 69
  1 番目の点数を入力 = 79
  2 番目の点数を入力 = 77
  3 番目の点数を入力 = 80
  4 番目の点数を入力 = 79
  5 番目の点数を入力 = 82
  6 番目の点数を入力 = 77
  7 番目の点数を入力 = 70
  8 番目の点数を入力 = 78
  9 番目の点数を入力 = 81
 10 番目の点数を入力 = 68
 11 番目の点数を入力 = 60
 12 番目の点数を入力 = 80
 13 番目の点数を入力 = 81
 14 番目の点数を入力 = 83
 15 番目の点数を入力 = 74
 16 番目の点数を入力 = 49
 17 番目の点数を入力 = 74
 18 番目の点数を入力 = 81
 19 番目の点数を入力 = 66

  0:
 10:
 20:
 30:
 40:*
 50:
 60:****
 70:********
 80:*******
 90:
100:
```

5.2. 配列と関数を使って平均、最小値、最大値を求める例



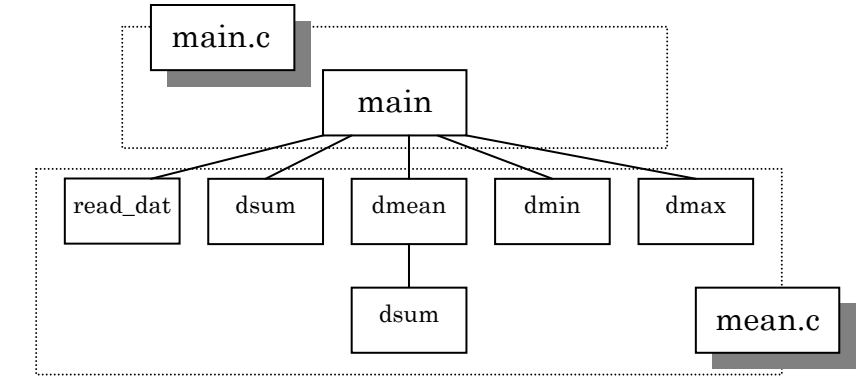

```
/*----------------------------------------------------------
    ファイル名 ：mean.c
    機能 ：データが終了するまで実数を入力し、合計、平均、
           最小値、最大値を求める。
    方針 ：関数と配列利用の練習
 ----------------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>

#define MAX_DAT 100     /* 最大データ数 */

int     dat_no;         /* データ数 */
double  dat[MAX_DAT]; /* データ配列 */

int     read_dat(void);     /* キーボードからデータが終了する
                               まで実数を入力。戻り値はデータ数 */
double dsum(void);          /* 合計を求める */
double dmean(void);         /* 平均を求める */
double dmin(void);          /* 最小値を求める */
double dmax(void);          /* 最大値を求める */

int main(void)
{
    printf("合計、平均、最小値、最大値を求めます。¥n");
    printf("¥n¥n データ数 = %d¥n", read_dat());  /* データを入力 */
    printf("合計 = %f¥n", dsum());          /* 合計を求める */
    printf("平均 = %f¥n", dmean());         /* 平均を求める */
    printf("最小値 = %f¥n", dmin());        /* 最小値を求める */
    printf("最大値 = %f¥n", dmax());        /* 最大値を求める */
    return(0);
}

/* ----------------------------------------------------------------------
    キーボードからデータが終了するまで実数をデータ配列に入力。
    戻り値 ：データ数
   ---------------------------------------------------------------------- */
int     read_dat(void){
    dat_no = 0;
    printf("必要なだけデータを入力して下さい。(終了: ^Z)¥n");
    while(scanf("%lf", &dat[dat_no]) != EOF){
        dat_no ++;
        if(dat_no >= MAX_DAT)
            break;
    }

    return(dat_no);
}

/* ----------------------------------------------------------------------
    データ配列中のデータの合計を求める。
    戻り値 ：合計
   ---------------------------------------------------------------------- */
double  dsum(void){
    int     k;
    double  sum = 0.0;

    for(k = 0; k < dat_no; k ++)
        sum += dat[k];

    return(sum);
}
```

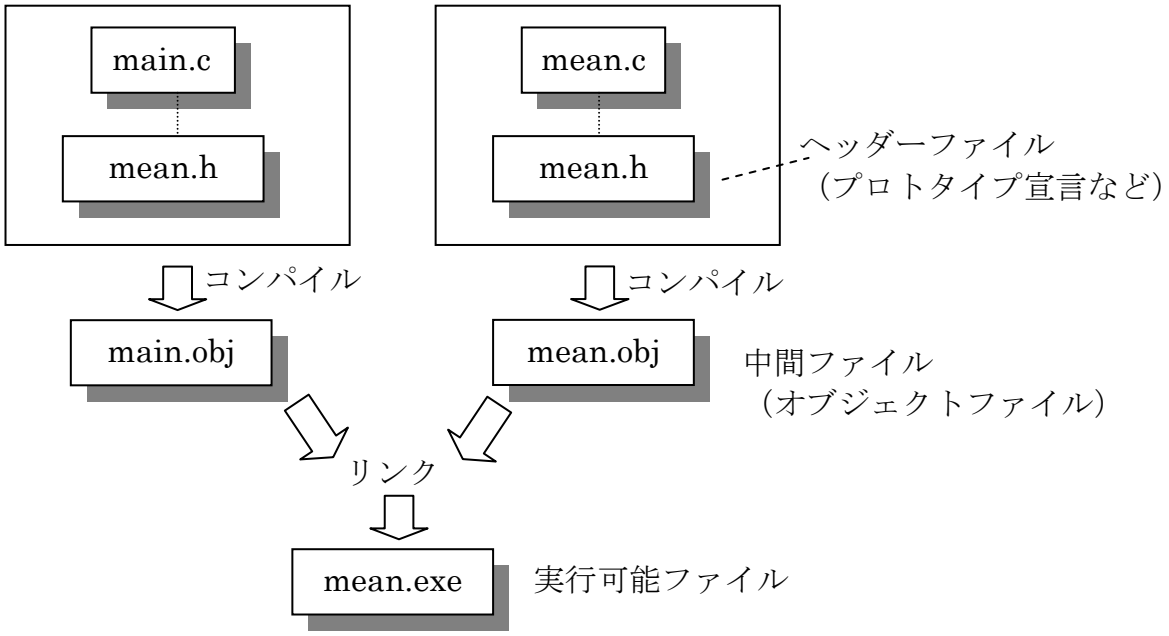
```
/* ------------------------------------------------------------
     データ配列中のデータの平均を求める。
     戻り値 : 平均
    ------------------------------------------------------------ */
double   dmean(void){
     if(dat_no <= 0){
          printf("データが入力されていません。¥n");
          return(0);
     }
     return(dsum() / (double)dat_no);
}

/* ------------------------------------------------------------
     データ配列中のデータの最小値を求める。
     戻り値 : 最小値
    ------------------------------------------------------------ */
double   dmin(void){
     int        k;
     double   small;

     if(dat_no <= 0){
          printf("データが入力されていません。¥n");
          return(0);
     }

     small = dat[0];
     for(k = 1; k < dat_no; k ++){
          if(small > dat[k])
               small = dat[k];
     }

     return(small);
}

/* ------------------------------------------------------------
     データ配列中のデータの最大値を求める。
     戻り値 : 最大値
    ------------------------------------------------------------ */
double   dmax(void){
     int        k;
     double   big;

     if(dat_no <= 0){
          printf("データが入力されていません。¥n");
          return(0);
     }

     big = dat[0];
     for(k = 1; k < dat_no; k ++){
          if(big < dat[k])
               big = dat[k];
     }

     return(big);
}
```

実行結果例

```
合計、平均、最小値、最大値を求めます。
必要なだけデータを入力して下さい。(終了: ^Z)
23.4
12.4
34.5
^Z

データ数 = 3
合計 = 70.300000
平均 = 23.433333
最小値 = 12.400000
最大値 = 34.500000
```

5.3. 複数ファイルによるプログラミング例





main.c

```
/*-------------------------------------------------------
    ファイル名 ：main.c
    機能 ： データが終了するまで実数を入力し、合計、平均、
             最小値、最大値を求める。
    方針 ： 複数ファイルによるプログラミングの練習
  -------------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>   /* システムで指定されたディレクトリ(/usr/include など)にファイル(stdio.h)
                        があるとき < > を使用 */

/* 合計、平均、最小値、最大値を求める関数を使用する際に、関数のプロトタイプ宣言などが定義されている
   mean.h をインクルードする */
#include "mean.h"    /* カレントディレクトリにファイル(mean.h)があるとき " " を使用 */

int main(void)
{
      printf("合計、平均、最小値、最大値を求めます。¥n");
      printf("¥n¥n データ数 = %d¥n", read_dat());  /* データを入力 */
      printf("合計 = %f¥n", dsum());          /* 合計を求める */
      printf("平均 = %f¥n", dmean());         /* 平均を求める */
      printf("最小値 = %f¥n", dmin());        /* 最小値を求める */
      printf("最大値 = %f¥n", dmax());        /* 最大値を求める */
      return(0);
}
```

mean.h

```
/*-------------------------------------------------------
    ファイル名 ：mean.h
    機能 ： データが終了するまで実数を入力し、合計、平均、
            最小値、最大値を求めるプログラム(mean.c)を使
            用するためのヘッダーファイル
    方針 ： 複数ファイルによるプログラミングの練習
 -------------------------------------------------------*/
#ifndef MEAN_H      /* MEAN_H が定義されていなければ(このファイルが以前に include されていなければ) */
#define MEAN_H   1     /* MEAN_H を定義 */

int     read_dat(void);             /* キーボードからデータが終了するまで実数を入力。戻り値はデータ数 */
double dsum(void);                   /* 合計を求める */
double dmean(void);                  /* 平均を求める */
double dmin(void);                   /* 最小値を求める */
double dmax(void);                   /* 最大値を求める */

#endif                  /* #ifndef MEAN_H に対応 */
```

mean.c

```
/*-------------------------------------------------------
    ファイル名 ：mean.c
    機能 ： データが終了するまで実数を入力し、合計、平均、
            最小値、最大値を求める。
    方針 ： 複数ファイルによるプログラミングの練習
 -------------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
#include "mean.h"
#define MAX_DAT 100                 /* 最大データ数 */
int        dat_no;                  /* データ数    (このファイル内で有効) */
double   dat[MAX_DAT];              /* データ配列 (このファイル内で有効) */

/* ------------------------------------------------------------
     キーボードからデータが終了するまで実数をデータ配列に入力。
     戻り値 ： データ数
    ------------------------------------------------------------ */
int        read_dat(void){
     dat_no = 0;
     printf("必要なだけデータを入力して下さい。(終了: ^Z)¥n");
     while(scanf("%lf", &dat[dat_no]) != EOF){
          dat_no ++;
          if(dat_no >= MAX_DAT)
               break;
     }
     return(dat_no);
}

/* ------------------------------------------------------------
     データ配列中のデータの合計を求める。
     戻り値 ： 合計
    ------------------------------------------------------------ */
double   dsum(void){
     int        k;
     double   sum = 0.0;

     for(k = 0; k < dat_no; k ++)
          sum += dat[k];
     return(sum);
}
```

mean.c（続き）

```
/* ----------------------------------------------------------
      データ配列中のデータの平均を求める。
      戻り値 : 平均
    ---------------------------------------------------------- */
double    dmean(void){
      return(dsum() / (double)dat_no);
}

/* ----------------------------------------------------------
      データ配列中のデータの最小値を求める。
      戻り値 : 最小値
    ---------------------------------------------------------- */
double    dmin(void){
      int         k;
      double    small;

      if(dat_no <= 0){
            printf("データが入力されていません。¥n");
            return(0);
      }
      small = dat[0];
      for(k = 1; k < dat_no; k ++){
            if(small > dat[k])
                  small = dat[k];
      }
      return(small);
}

/* ----------------------------------------------------------
      データ配列中のデータの最大値を求める。
      戻り値 : 最大値
    ---------------------------------------------------------- */
double    dmax(void){
      int         k;
      double    big;

      if(dat_no <= 0){
            printf("データが入力されていません。¥n");
            return(0);
      }
      big = dat[0];
      for(k = 1; k < dat_no; k ++){
            if(big < dat[k])
                  big = dat[k];
      }
      return(big);
}
```

5.4. 練習問題

（1）以下のプログラムの空欄を埋め、実行結果例のように動作するプログラムを完成せよ。

```
/*-------------------------------------------------------
  配列を使って 点数の度数分布（１１段階）を表示する。
 点数の入力は、EOF(^Z)が入力されるまで続ける。
 度数分布は、画面に * を表示することで行なう。

 --方針--
 点数は、dat[ ] にいったん格納しておく
 点数の度数分布値は、hist[ ]という配列に格納する
-------------------------------------------------------*/
#include <stdio.h>
#define BUFF_MAX  100
int main(void)
{
    int i,j;
    int N;                  /* データの数 */
    int rank;               /* 点数のランク */
    double dat[BUFF_MAX]; /* 点数を格納する配列 */
    int hist[11];           /* 度数分布値を格納 */

    /* 画面にメッセージを出しつつ配列にデータ格納 */
    printf("点数を入力して下さい。(100 個以内、終了は EOF(^Z)を入力)¥n");
    for(N = 0; N < BUFF_MAX; N ++){
        if(scanf("%lf",&dat[N]) == EOF)
              break;
        if(dat[i] < 0.)
            dat[i] = 0.;
        if(dat[i] > 100.)
           dat[i] = 100.;
    }
    if(N >= BUFF_MAX)
          printf("%d 個を越えました。%d 個までの度数分布を求めます。", N, N);

    /* 度数分布値を格納する配列の初期化 */
    [                                                    ]

    /* dat[ ]の中のすべてのデータを調べ、度数分布値を hist[ ] に格納していく  */
    for(i = 0; i < N; i ++){
      [ rank =                                           ]
        hist[rank]=hist[rank]+1;
    }

    /* 度数分布値を表示 */
    printf("¥n");
    for(i = 0; i < 11; i ++){
          printf("%3d:" ,i*10);     /* 点数区分を出力 */
          /* 度数の分だけ画面に * を出力 */
        [                                                ]
          printf("¥n");
    }
    return 0;
}
```

実行結果例

```
点数を入力して下さい。(100 個以内、終了は EOF(^Z)を入力)
85  75  63  98  78  86  50  79  64  86 ^Z
  0:
 10:
 20:
 30:
 40:
 50:*
 60:**
 70:***
 80:***
 90:*
100:
```

（２）入力ファイル「in.dat」には、以下のような点数データが入っている。

85 75 63 98 78 86 50 79 64 86

(a)MS-DOS 上で、(1)のプログラム ex1.exe を使用し、入力ファイル「in.dat」の点数データの度数分布を求め、ディスプレイに表示するには どのようなコマンドを入力すればよいか示せ。

(b) MS-DOS 上で、問題３のプログラム ex3.exe を使用し、入力ファイル「in.dat」の点数データの度数分布を求め、出力ファイル「out.dat」に出力するには どのようなコマンドを入力すればよいか示せ。

5.5. 2 次元配列

（1） 2 次元配列とは

1 次元配列

```
int  dat[8];
```

dat[0]	dat[1]	dat[2]	dat[3]	dat[4]	dat[5]	dat[6]	dat[7]

2 次元配列（表のようなデータ構造）

```
int  ten[5][3];
```

5 行 3 列

	0 列	1 列	2 列（column）
0 行	ten[0][0]	ten[0][1]	ten[0][2]
1 行	ten[1][0]	ten[1][1]	ten[1][2]
2 行	ten[2][0]	ten[2][1]	ten[2][2]
3 行	ten[3][0]	ten[3][1]	ten[3][2]
4 行 (row)	ten[4][0]	ten[4][1]	ten[4][2]

2 行 1 列

（2） 2 次元配列の初期化

【方法 1】

```
int  ten[5][3];
ten[0][0] = 80;
ten[0][0] = 80;
ten[0][1] = 65;
ten[0][2] = 70;
ten[1][0] = 70;
ten[1][1] = 55;
ten[1][2] = 75;
ten[2][0] = 75;
```

	0 列	1 列	2 列（column）
0 行	80	65	70
1 行	70	55	75
2 行	75	80	70
3 行	80	60	60
4 行 (row)	90	80	75

【方法 2】

```
int  ten[5][3] = { {80, 65, 70},
                   {70, 55, 75},
                   {75, 80, 70},
                   {80, 60, 60},
                   {90, 80, 75} };
```

【例 1 】3 行 4 列の配列を宣言し、1 行 2 列の要素に 5 を代入

```
int  dat[3][4];
dat[1][2] = 5;
```

【例 2 】 5 行 3 列の配列を宣言し、 1 列の要素にすべて 0 を代入

```
int  dat[5][3] = { { , 0, },
                   { , 0, },
                   { , 0, },
                   { , 0, },
                   { , 0, } };
```

または、

```
int  dat[5][3], i;
for(i = 0; i < 5; i ++){
     dat[i][1] = 0;
}
```

【例 3】５行３列の配列を宣言し、すべての要素に０を代入

```
int  dat[5][3], i, j;
for(i = 0; i < 5; i ++){
     for(j = 0; j < 3; j ++){
          dat[i][j] = 0;
     }
}
```

(3) 練習問題

(a) 教科書 p.75 例題 14

(b) 教科書 p.75 例題 14 で、各教科の合計を求めるように修正せよ。

(c) 下表を 2 次元配列 a に代入し、縦横の小計及び総合計を表示するプログラムを作成せよ。

1	3	2	4
3	4	7	2
5	6	8	9
2	4	7	7
9	8	4	6

(d) 以下の表に従って２次元配列を初期化し各教科の合計、平均、最低得点、最高得点、各生徒の合計、平均、最低得点、最高得点を求めるプログラムを作成せよ。

名前	国語	数学	英語
A	80	65	70
B	70	55	75
C	75	80	70
D	80	60	60
E	90	80	75

実行結果例：

	国語	数学	英語	合計	平均	最低	最高
A	80	65	70	215	71.7	65	80
B	70	55	75	200	66.7	55	75
C	75	80	70	225	75.0	70	80
D	80	60	60	200	66.7	60	80
E	90	80	75	245	81.7	75	90
合計	395	340	350	1085			
平均	79.0	68.0	70.0		72.3		
最低	70	55	60			55	
最高	90	80	75				90

(e) p.76 練習 14

(f) 以下の表に従って 2 次元配列 a, b を初期化し、配列の要素が 1 の部分を*に、0 の部分をスペースに変換して表示せよ。また、配列 a, b の対応する要素のいずれかが 1 の部分を*に、その他をスペースに変換して表示せよ。

2 次元配列 a
1 1 1 1 0
1 0 0 0 1
1 0 0 0 1
1 1 1 1 0
1 0 0 0 0
1 0 0 0 0
1 0 0 0 0

2 次元配列 b
0 0 0 0 0
1 0 0 0 1
1 0 0 0 1
0 1 1 1 0
1 0 0 1 0
1 0 0 0 1
1 0 0 0 1

実行結果例：

```
配列 a
 * * * *
 *       *
 *       *
 * * * *
 *
 *
 *

配列 b

 *       *
 *       *
   * * *
 *     *
 *       *
 *       *

配列 a と配列 b の OR
 * * * *
 *       *
 *       *
 * * * *
 *     *
 *       *
 *       *
```

参考文献

[1] 河西朝雄　「Ｃ言語」(ナツメ社)

[2] 内田智史「Ｃ言語によるプログラミング[基礎編]」(オーム社)

[3] 松林勝志，小坂敏文，前田恵三，舘泉雄治，柚賀正光，北村敏也，東 雄二
「C ・ C ++入門」(森北出版)