第八章
函 數 (函 式)

函數的呼叫與函數的原型

函數的宣告方式與定義

區域、全域與靜態變數

前置處理器的用法

函數 (function, 函式)

- Top-down design 的目的是要達到逐步單純化
  - 將大問題細分成小問題
  - 將解決這些小問題的方法，撰寫成較小的程式區塊
- C 語言的函數
  - 如賦予程式區塊一個名字
  - 並且指定它的輸出與輸入
  - 則此程式區塊就是一個 函數

函數的功用

- 函數可以提高程式的可讀性，方便程式的設計與維護
- 函數可重複被呼叫，提高程式的再利用率
  - 重複呼叫函數時還可以藉由不同的引數來調整函數的功能, 使得每一次呼叫都有不同的作用
- 每一個函數有指定的功能，沒有不相關的變數和程式碼，降低複雜度，容易除錯

簡單的函數範例

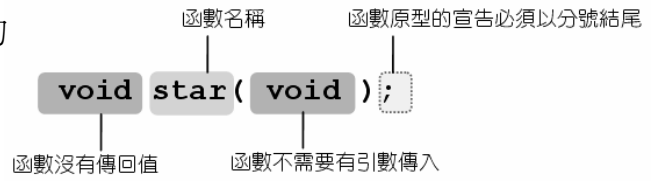
- star() 函數可印出一行星號

```
01  /* prog8_1, 簡單的函數範例 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  void star(void);     /* star()函數的原型 */
05  int main(void)
06  {
07     star();                       /* 呼叫 star 函數 */
08     printf("歡迎使用 C 語言\n");
09     star();                       /* 呼叫 star 函數 */
10     system("pause");
11     return 0;
12  }
13
14  void star(void)
15  {
16     printf("*************\n");
17     return;
18  }
```

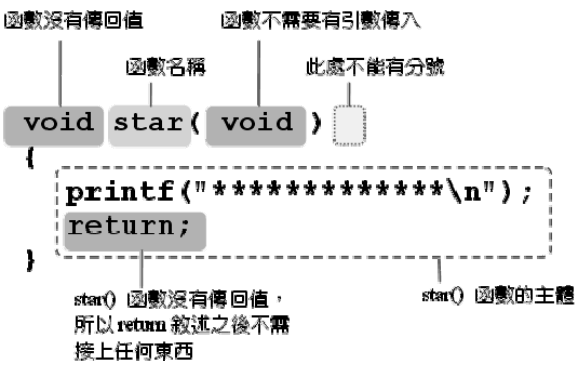
```
/* prog8_1 OUTPUT---
*************
歡迎使用 C 語言
*************
--------------------*/
```

star() 函數的原型宣告與定義

- star() 函數的原型宣告：

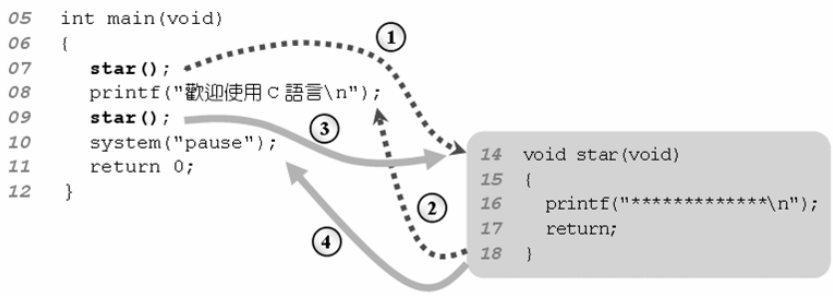


- star() 函數的定義：



函數呼叫時，程式執行的流程

- 主函數 main 與 star 之間，程式執行的流程：



① 第 7 行呼叫 star() 函數，此時程式跳到第 14 行執行

② star() 函數執行完畢，此時返回主程式，繼續執行第 8 行

③ 第 9 行呼叫 star() 函數，此時程式再度跳到第 14 行執行

④ star() 函數執行完畢，此時返回主程式，繼續執行第 10 行

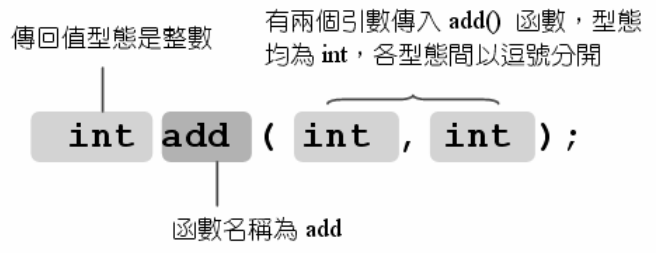
函數的基本架構

- 函數的原型宣告

函數原型宣告的格式

```
傳回值型態 函數名稱(引數型態1, 引數型態2,...);
```

- **add() 可接收二整數，傳回值爲整數，其原型爲：**



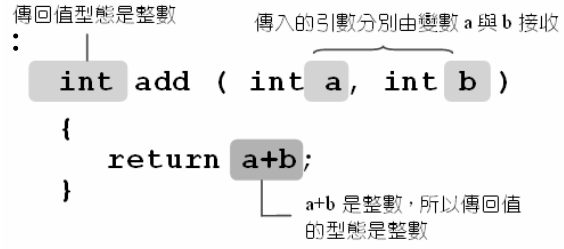
函數的基本架構

- 函數的定義

函數的定義

```
傳回值型態 函數名稱(型態1 引數1, …, 型態n 引數n)
{
    變數宣告;
    敘述主體;
    return 運算式;     /* 傳回運算式的值 */
}
```

- **add() 函數的定義：**



於程式裡呼叫函數

- add() 函數的使用範例：

```
01  /* prog8_2, 使用 add()函數 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int add(int,int);          /* add()函數的原型 */
05  int main(void)
06  {
07     int sum, a=5, b=3;
08     sum=add(a,b);           /* 呼叫 add()函數，並把傳回值設給 sum */
09     printf("%d+%d=%d\n",a,b,sum);
10     system("pause");
11     return 0;
12  }
13  int add(int num1, int num2)   /* add()函數的定義 */
14  {
15     int a;                     /* 於 add()函數裡宣告變數 a */
16     a=num1+num2;
17     return a;                  /* 傳回 num1+num2 的值 */
18  }
```

```
/* prog8_2 OUTPUT---
5+3=8
----------------------*/
```


函數擺放的位置

- 將 add() 函數放在 main() 函數的前面：

```
01  /* prog8_3, 將 add()函數放在 main()函數的前面 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int add(int num1, int num2)
05  {
06     int a;
07     a= num1+num2;
08     return a;
09  }
10  int main(void)
11  {
12     int sum, a=5, b=3;
13     sum=add(a,b);
14     printf("%d+%d=%d\n",a,b,sum);
15
16     system("pause");
17     return 0;
18  }
```

也可以放在不同的檔案裡

將 add() 放在 main() 函數的前面

main() 函數置於 add() 的後面

```
/* prog8_3 OUTPUT---
5+3=8
----------------------*/
```


函數練習－display() (1/2)

- 字元列印函數 display() ：

```
01  /* prog8_4, display()的練習 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  void display(char,int);   /* display()函數的原型 */
05  int main(void)
06  {
07     int n;
08     char ch;
09     printf("請輸入欲列印的字元:");
10     scanf("%c",&ch);
11     printf("請問要印出幾個字元:");
12     scanf("%d",&n);
13     display(ch,n);          /* 呼叫自訂的函數，印出 n 個 ch 字元 */
14
15     system("pause");
16     return 0;
17  }
```

```
/* prog8_4 OUTPUT---
請輸入欲列印的字元:&
請問要印出幾個字元:12
&&&&&&&&&&&&
----------------------*/
```


函數練習－display() (2/2)

```
19  void display(char ch,int n)   /* 自訂的函數 display() */
20  {
21     int i;
22     for(i=1;i<=n;i++)          /* for 迴圈，可印出 n 個 ch 字元 */
23        printf("%c",ch);             /* 印出 ch 字元 */
24     printf("\n");
25     return;
26  }
```

```
/* prog8_4 OUTPUT--
請輸入欲列印的字元:&
請問要印出幾個字元:12
&&&&&&&&&&&&
----------------------*/
```

絕對值函數 abs()

```
/* prog8_5 OUTPUT---
Input an integer:-6
abs(-6)=6
---------------------*/
```

```
01  /* prog8_5, 求絕對值函數 abs() */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int abs(int);              /* 宣告函數 abs()的原型 */
05  int main(void)
06  {
07     int i;
08     printf("Input an integer:");          /* 輸入整數 */
09     scanf("%d",&i);
10     printf("abs(%d)=%d\n",i,abs(i));      /* 印出絕對值 */
11     system("pause");
12     return 0;
13  }
14  int abs(int n)   /* 自訂的函數 abs(),傳回絕對值 */
15  {
16     if (n<0)
17        return -n;
18     else
19        return n;
20  }
```

$$\text{abs}(n)=\begin{cases} n; & n\geq 0 \\ -n; & n<0 \end{cases}$$

次方函數 power(x,n) $-x^n$ (1/2)

```
/* prog8_6 OUTPUT--------
請輸入底數與次方:5.0,3
5.000000 的 3 次方=125.000000
-------------------------*/
```

```
01  /* prog8_6, 計算 x 的 n 次方 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  double power(double, int);    /* 宣告函數 power()的原型 */
05  int main(void)
06  {
07     double x;      /* x 為底數 */
08     int n;         /* n 是次方 */
09     printf("請輸入底數與次方:");
10     scanf("%lf,%d",&x,&n);      /* 輸入底數與次方 */
11     printf("%lf 的%d 次方=%lf\n",x,n,power(x,n));
12     system("pause");
13     return 0;
14  }
15  double power(double base, int n)  /* power()函數的定義 */
16  {
17     int i;
18     double pow=1.0;
19     for(i=1;i<=n;i++)       /* for() 迴圈，用來將底數連乘 n 次 */
20       pow=pow*base;
21     return pow;
22  }
```


次方函數 power(x,n) $-x^n$ (2/2)

- 下表是在power() 中變數pow變化的情形：

表 8.3.1　base=5.0，n=3 時，power() 函數內變數 pow 的變化

i	pow	pow=pow*base
1	1.0	pow=1.0*5.0=5.0
2	5.0	pow=5.0*5.0=25.0
3	25.0	pow=25.0*5.0=125.0
4		

不符合 for 迴圈的判斷條件（i<=3），跳出 for 迴圈，傳回 pow=125.0

Naïve, inefficient algorithm

```
15  double power(double base, int n)
16  {
17     int i;
18     double pow=1.0;
19     for(i=1;i<=n;i++)
20        pow=pow*base;
21     return pow;
22  }
```


質數測試函數 is_prime() (1/2)

```
/* prog8_7 OUTPUT-----------
  2  3  5  7 11 13 17 19 23 29
----------------------------*/
```

```
01  /* prog8_7, 質數的找尋 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int is_prime(int);            /* 宣告函數 is_prime()的原型 */
05  int main(void)
06  {
07     int i;
08     for(i=2;i<=30;i++)         /* 找出小於 30 的所有質數 */
09        if(is_prime(i))         /* 呼叫 is_prime()函數 */
10           printf("%3d",i);     /* 如果是質數,便把此數印出來 */
11     printf("\n");
12     system("pause");
13     return 0;
14  }
15  int is_prime(int num)     /* is_prime()函數,可測試 num 是否為質數 */
16  {
17     int i;
18     for(i=2;i<=num-1;i++)
19        if(num%i==0)
20           return 0;
21     return 1;
22  }
```

質數測試函數 is_prime() (2/2)

- is_prime() 函數內變數變化情形：

num=7

i	num%i
2	7%2=1
3	7%3=1
4	7%4=3
5	7%5=2
6	7%6=1
7	

2~6 都無法整除 7，所以 7 是質數

不符合 for 迴圈的判斷條件（i<=num-1），跳出 for 迴圈，執行第 22 行，傳回 1，代表 7 是質數

num=9

i	num%i
2	9%2=1
3	9%3=0

3 可以整除 9，所以 9 不是質數

符合 20 行的判斷條件，傳回 0，代表 9 不是質數

```
15  int is_prime(int num)
16  {
17     int i;
18     for(i=2;i<=num-1;i++)
19        if(num%i==0)
20           return 0;
21     return 1;
22  }
```


同時使用多個函數 (1/2)

- 下面的程式定義了 fac(n) 與 sum(n) 函數：

```
01  /* prog8_8, 同時呼叫多個函數 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  void sum(int);        /* 定義函數的原型 */
05  void fac(int);        /* 定義函數的原型 */
06  int main(void)
07  {
08     fac(5);            /* 呼叫 fac()函數 */
09     sum(5);            /* 呼叫 sum()函數 */
10
11     system("pause");
12     return 0;
13  }
```

```
/* prog8_8 OUTPUT---

1*2*...*5=120
1+2+...+5=15
--------------------*/
```


同時使用多個函數 (2/2)

```
14  void fac(int a)       /* 自訂函數 fac()，計算 a! */
15  {
16     int i,total=1;
17     for(i=1;i<=a;i++)
18        total*=i;
19     printf("1*2*...*%d=%d\n",a,total);   /* 印出 a!的結果 */
20  }
21
22  void sum(int a)       /* 自訂函數 sum()，計算 1+2+...+a 的結果*/
23  {
24     int i,total=0;
25     for(i=1;i<=a;i++)
26        total+=i;
27     printf("1+2+...+%d=%d\n",a,total);   /* 印出加總的結果 */
28  }
```

```
/* prog8_8 OUTPUT---

1*2*...*5=120
1+2+...+5=15
--------------------*/
```


函數之間的相互呼叫 (1/2)

- 用萊布尼茲方法估算 π

$$\pi = 4\sum_{k=1}^{\infty}\frac{(-1)^{k-1}}{2k-1} = 4\left(\frac{(-1)^{1-1}}{2(1)-1}+\frac{(-1)^{2-1}}{2(2)-1}+\frac{(-1)^{3-1}}{2(3)-1}+\frac{(-1)^{4-1}}{2(4)-1}+\ldots\right) = 4\left(1-\frac{1}{3}+\frac{1}{5}-\frac{1}{7}+\frac{1}{9}+\ldots\right)$$

```
01  /* prog8_9, 用萊布尼茲方法估算π */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  double Leibniz(int);              /* 宣告函數 Leibniz()的原型 */
05  double power(double, int);        /* 宣告函數 power()的原型 */
06  int main(void)
07  {
08     int i;
09     for(i=1;i<=10000;i++)          /* 找出前 10000 個π的估算值 */
10        printf("Leibniz(%d)=%12.10f\n",i,Leibniz(i));
11     system("pause");
12     return 0;
13  }
14
```

函數之間的相互呼叫 (2/2)

```
15  double Leibniz(int n)
16  {
17     int k;
18     double sum=0.;
19     for(k=1;k<=n;k++)
20        sum=sum+power(-1.0,k-1)/(2*k-1);
21     return 4*sum;
22  }
23
24  double power(double base, int n)
25  {
26    int i;
27     double pow=1.0;
28     for(i=1;i<=n;i++)
29        pow=pow*base;
30     return pow;
31  }
```

$$\pi = 4\sum_{k=1}^{\infty}\frac{(-1)^{k-1}}{2k-1}$$

```
/* prog8_9 OUTPUT-----
Leibniz(1)=4.0000000
Leibniz(2)=2.6666667
Leibniz(3)=3.4666667
   ....
Leibniz(9999)=3.1416927
Leibniz(10000)=3.1414927
-------------------------*/
```


遞迴 – A Computer Sciencey Way of Iteration

- 在黝黑客滿的電影院裡有人問你
  『這是第幾排?』
  - 你當然可以站起來一個一個人頭數到最前排, 當然在過程中賞給你的噓聲是少不了的
  - 你也可以小聲的問你前面的人同樣的問題, 然後把結果加一以後就是答案
  - 當然如果你坐在第一排, 你應該可以直接回答這個問問題的豬頭 –『是不會自己看喔』

遞迴 - 階乘函數 (1/2)

- 遞迴 - 函數自己呼叫自己
- 階乘函數（factorial function，$n!$）

$$\underbrace{1\times 2\times\cdots\times(n-1)}_{\text{fac}(n-1)}\times n = n\times\text{fac}(n-1)$$

$$\text{fac}(n)=\begin{cases}1\times 2\times\cdots\times n; & n\geq 1\\ 1; & n=0\end{cases}$$

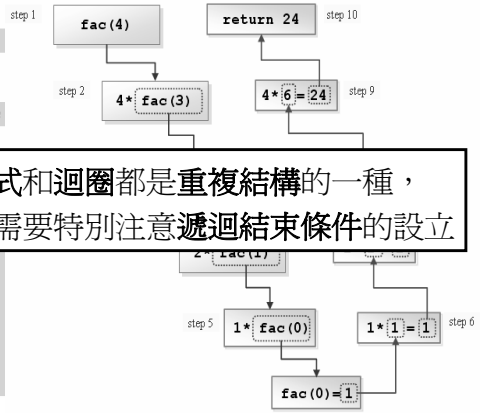
$$\text{fac}(n)=\begin{cases}n\times\text{fac}(n-1); & n\geq 1\\ 1; & n=0\end{cases}$$

遞迴 - 階乘函數 (2/2)

- 遞迴函數：

```
01  /* prog8_10, 遞迴函數，計算階乘 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int fac(int);
05  int main(void)
06  {
07     printf("fac(4)=%d\n",fac(4));
08
09     system("pause");
10     return 0;
11  }
12  int fac(int n)
13  {
14     if(n>0)
15        return (n*fac(n-1));
16     else
17        return 1;
18  }
```

```
/* prog8_10 OUTPUT--
fac(4)=24
----------------------*/
```



遞迴函式和**迴圈**都是**重複結構**的一種，撰寫時需要特別注意**遞迴結束條件**的設立

遞迴 - 次方函數 (1/2)

- 次方函數 b^n：

$$(b\times b\times\cdots)\times b = \text{power}(b,n-1)\times b$$

（$b\times b\times\cdots\times b$ 連乘 $n-1$ 次）

$$\text{power}(b,n)=\begin{cases} b\times b\times\cdots\times b; & n\geq 1 \\ 1; & n=0 \end{cases}$$

（$b\times b\times\cdots\times b$ 連乘 n 次）

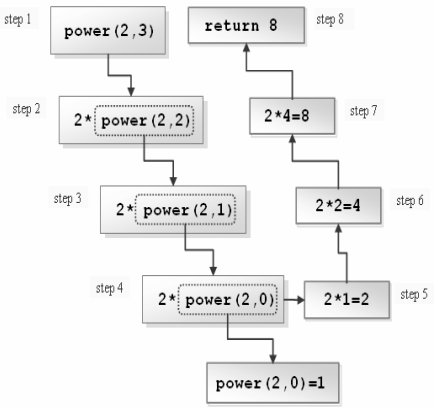
$$\text{power}(b,n)=\begin{cases} b\times \text{power}(b,n-1); & n\geq 1 \\ 1; & n=0 \end{cases}$$

遞迴 - 次方函數 (2/2)

- 計算 b^n

```
/* prog8_11 OUTPUT---
power(2,3)=8
----------------------*/
```

```
01  /* prog8_11, 遞迴計算 b 的 n 次方 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int power(int,int);
05  int main(void)
06  {
07     printf("power(2,3)=%d\n",power(2,3));
08     system("pause");
09     return 0;
10  }
11  int power(int b,int n)
12  {
13     if(n==0)
14        return 1;
15     else
16        return (b*power(b,n-1));
17  }
```

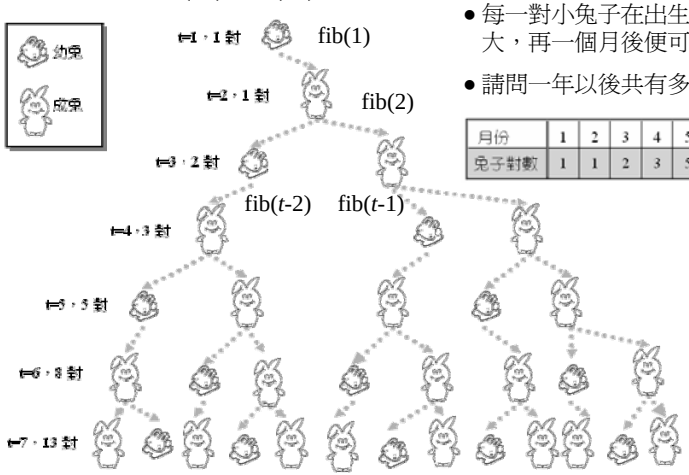


Fibonacci 數列 (1/4)

$$\text{fib}(t)=\begin{cases} 1, & t=1,2 \\ \text{fib}(t-1)+\text{fib}(t-2), & t\geq 3 \end{cases}$$

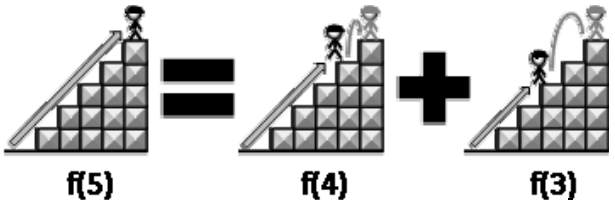
- 一開始有一對小兔子
- 一個月後，兔子可長大爲成兔。長大之後，每個月都可再生一對小兔子
- 每一對小兔子在出生後滿一個月便會長大，再一個月後便可生下一對小兔
- 請問一年以後共有多少對兔子？

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
兔子對數	1	1	2	3	5	8	13	21	34	55



Fibonacci 數列 (2/4)

- 爬樓梯的不同爬法
  - 可以一步一階，也可以一步兩階，例如：
    1 2 3 4 5
    1 3 4 5
    1 3 5
    1 2 4 5
    …



  - f(i) 爲到達第 i 階的所有不同爬法的個數
    f(i) = f(i-1) + f(i-2)
    f(0) = 1
    f(1) = 1

Fibonacci 數列 (3/4)

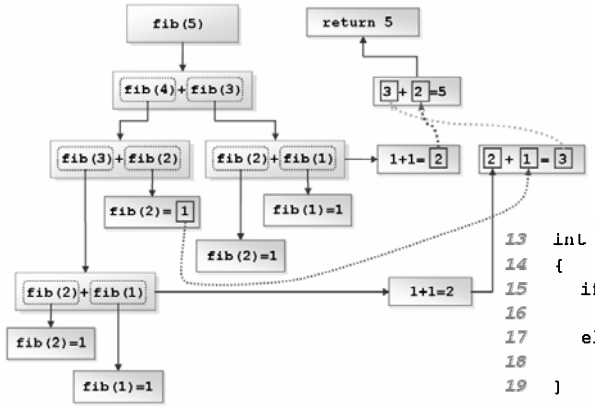
$$\text{fib}(n)=\begin{cases}1; & n=1,2\\ \text{fib}(n-1)+\text{fib}(n-2); & n\ge 3\end{cases}$$

```
01  /* prog8_12,費氏數列 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int fib(int);    /* fib()函數的原型 */
05  int main(void)
06  {
07     int n;
08     for(n=1;n<=10;n++)/* 計算前 10 個費氏數列 */
09        printf("fib(%d)=%d\n",n,fib(n));
10     system("pause");
11     return 0;
12  }
13  int fib(int n)
14  {
15     if(n==1 || n==2)   /* 如果 n=1 或 n=2，則傳回 1 */
16        return 1;
17     else               /* 否則傳回 fib(n-1)+fib(n-2) */
18        return (fib(n-1)+fib(n-2));
19  }
```

```
/* prog8_12 OUTPUT---
fib(1)=1
fib(2)=1
fib(3)=2
fib(4)=3
fib(5)=5
fib(6)=8
fib(7)=13
fib(8)=21
fib(9)=34
fib(10)=55
----------------------*/
```


Fibonacci 數列 (4/4)

- 遞迴函數fib(5) 的執行流程：




```
13  int fib(int n)
14  {
15     if(n==1 || n==2)
16        return 1;
17     else
18        return (fib(n-1)+fib(n-2));
19  }
```


變數的分類

- 變數種類可分爲
  - 區域變數（local variable）
    - 區域變數的生命週期 -- 由區塊開始執行到區塊結束執行爲止
  - 全域變數（global variable）
    - 所有的函數模組皆可使用全域變數
  - 靜態變數（static variable）
    - 函數執行完時，函數內的靜態變數之值不會消失，下次函數被呼叫時還能夠使用到先前存放的資料

區域變數的範例 (1/2)

```
01  /* prog8_13, 區域變數的範例 (一) */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int fac(int);              /* fac()函數的原型 */
05  int main(void)
06  {
07     int ans;
08     ans=fac(5);
09     printf("fac(5)=%d\n",ans);
10     system("pause");
11     return 0;
12  }
13  int fac(int n)
14  {
15     int i, total=1;
16     for(i=1; i<=n; i++)
17        total=total*i;
18     return total;
19  }
```

區域變數 ans 的活動範圍

區域變數 i 與 total 的活動範圍

區域變數 n 的活動範圍

```
/* prog8_13 OUTPUT---
fac(5)=120
----------------------*/
```

區域變數的範例 (2/2)

```
/* prog8_14 OUTPUT---

呼叫 func()之前,a=100
於 func()函數裡,a=300
呼叫 func()之後,a=100
----------------------*/
```

```
01  /* prog8_14, 區域變數的範例（二）*/
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  void func(void);
05  int main(void)
06  {
07     int a=100;     /* 宣告 main()函數裡的區域變數 a */
08
09     printf("呼叫 func()之前,a=%d\n",a);    /* 印出 main()中 a 的值 */
10     func();        /* 呼叫自訂的函數 */
11     printf("呼叫 func()之後,a=%d\n",a);    /* 印出 a 的值 */
12
13     system("pause");
14     return 0;
15  }
16  void func(void)       /* 函數 func() */
17  {
18     int a=300;         /* 宣告 func()函數裡的區域變數 a */
19     printf("於 func()函數裡,a=%d\n",a);    /* 印出 func 函數中 a 的值 */
20  }
```


全域變數 (1/4)

```
/* prog8_15 OUTPUT---

呼叫 func()之前,a=100
於 func()函數裡,a=300
呼叫 func()之後,a=300
----------------------*/
```

```
01  /* prog8_15, 全域變數的範例(一) */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  void func(void);      /* 函數 func()的原型 */
05  int a;                /* 宣告全域變數 a */
06  int main(void)
07  {
08     a=100;             /* 設定全域變數 a 的值為 100 */
09     printf("呼叫 func()之前,a=%d\n",a);
10     func();            /* 呼叫自訂的函數 */
11     printf("呼叫 func()之後,a=%d\n",a);
12
13     system("pause");
14     return 0;
15  }
16  void func(void)       /* 自訂的函數 func() */
17  {
18     a=300;             /* 設定全域變數 a 的值為 300 */
19     printf("於 func()函數裡,a=%d\n",a);
20  }
```

全域變數 a 的活動範圍

全域變數 (2/4)

```
/* prog8_16 OUTPUT---

呼叫 func()之前,a=100
於 func()函數裡,a=350
呼叫 func()之後,a=100
----------------------*/
```

```
01  /* prog8_16, 全域變數的範例(二) */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  void func(void);
05  int a=50;                  /* 定義全域變數 a */
06
07  int main(void)
08  {
09     int a=100;              /* 定義區域變數 a */
10     printf("呼叫 func()之前,a=%d\n",a);
11     func();        /* 呼叫自訂的函數 */
12     printf("呼叫 func()之後,a=%d\n",a);
13     system("pause");
14     return 0;
15  }
16  void func(void)
17  {
18     a=a+300;                /* 這是全域變數 a */
19     printf("於 func()函數裡,a=%d\n",a);
20  }
```

全域變數 a 的活動範圍

區域變數 a 的活動範圍

全域變數 a 的活動範圍

全域變數 (3/4)

```
/* prog8_17 OUTPUT---

pi=3.14
radius=1.00
圓周長=6.28
圓面積=3.14
----------------------*/
```

```
01  /* prog8_17, 全域變數的使用範例（三） */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  double pi=3.14;       /* 宣告全域變數 pi */
05  void peri(double),area(double);
06  int main(void)
07  {
08     double r=1.0;
09     printf("pi=%.2f\n",pi);     /* 於 main()裡使用全域變數 pi*/
10     printf("radius=%.2f\n",r);
11     peri(r);       /* 呼叫自訂的函數 */
12     area(r);
13     system("pause");
14     return 0;
15  }
16  void peri(double r)  /* 自訂的函數 peri()，印出圓周 */
17  {
18     printf("圓周長=%.2f\n",2*pi*r);  /* 於 peri()裡使用全域變數 pi */
19  }
20  void area(double r)  /* 自訂的函數 area()，印出圓面積 */
21  {
22     printf("圓面積=%.2f\n",pi*r*r);  /* 於 area()裡使用全域變數 pi */
23  }
```

全域變數 (4/4)

- 全域變數使用起來很方便, 但是當程式越來越大時,

❶全域變數會使得程式的**複雜度快速提昇**, 因爲任何一個函數裡都可以直接修改全域變數裡存放的資料, 如果在程式執行過程中發現某一個全域變數的內容有錯, 有可能是程式中任何一部份的邏輯錯誤

❷全域變數會**隱藏函數呼叫時的資料流**,使得閱讀程式的時候不曉得呼叫函數到底有什麼作用,

- 例如呼叫一個函數 printCircleArea(double r) 的時候, 很清楚地知道函數會列印半徑 r 的圓的面積, 如果改成 printCircleArea(), 然後 r 記錄在全域變數裡, 呼叫的時候就沒有把握到底是哪一個半徑的圓面積了

- **避免使用全域變數**

靜態變數

```
/* prog8_18 OUTPUT---
In func(),a=100
In func(),a=300
In func(),a=500
---------------------*/
```

```
01  /* prog8_18, 區域靜態變數使用的範例 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  void func(void);      /* 宣告 func()函數的原型 */
05  int main(void)
06  {
07     func();            /* 呼叫函數 func() */
08     func();            /* 呼叫函數 func() */
09     func();            /* 呼叫函數 func() */
10
11     system("pause");
12     return 0;
13  }
14  void func(void)
15  {
16     static int a=100;               /* 宣告靜態變數 a */
17     printf("In func(),a=%d\n",a);   /* 印出 func()函數中 a 的值 */
18     a+=200;
19  }
```

可取代全域變數生命期不限於函數執行期間的功能

引數傳遞的機制 (1/2)

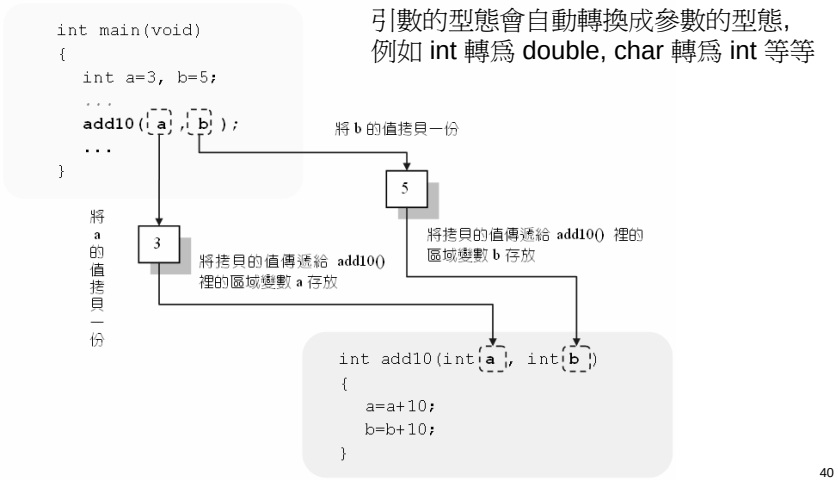
```
/* prog8_19 OUTPUT---------
呼叫函數 add10()之前: a=3, b=5
呼叫函數 add10()之後: a=3, b=5
-------------------------*/
```

```
01  /* prog8_19, 函數的傳值機制 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  void add10(int,int);
05  int main(void)
06  {
07     int a=3, b=5;                  /* 宣告區域變數 a 與 b */
08     printf("呼叫函數 add10()之前: ");
09     printf("a=%d, b=%d\n",a,b);    /* 印出 a、b 的值 */
10     add10(a,b);
11     printf("呼叫函數 add10()之後: ");
12     printf("a=%d, b=%d\n",a,b);    /* 印出 a、b 的值 */
13     system("pause");
14     return 0;
15  }
16  void add10(int a,int b)
17  {
18     a=a+10;                /* 將變數 a 的值加 10 之後，設回給 a */
19     b=b+10;                /* 將變數 b 的值加 10 之後，設回給 b */
20  }
```


引數傳遞的機制 (2/2)

- 函數引數傳遞的運作： call-by-value 機制

引數的型態會自動轉換成參數的型態, 例如 int 轉爲 double, char 轉爲 int 等等



前置處理器指令 — #define

- 前置處理器在程式被編譯之前先過濾程式碼, 處理程式碼中所有前置處理器指令
- #define可用來定義巨集，也就是以一個識別字，取代一連串動作或程式敘述

#define 前置處理器的使用格式

#define 識別名稱 代換標記 ⟶ 這兒不可以加分號

- 下面的範例爲合法的 #define 定義：
  - **#define** MAX 32767
  - **#define** IOU "I love you!"

#define 的使用範例 (1/3)

- 將 C 語言裡的左右大括號以 #define重新定義：

```
01  /* prog8_20, 使用#define */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  #define BEGIN {       /* 定義識別名稱 BEGIN 為左大括號{ */
05  #define END }         /* 定義識別名稱 END 為右大括號} */
06  int main(void)
07  BEGIN         /* 此行的 BEGIN 相當於左大括號 { */
08     int i,j;
09     for(i=1;i<=5;i++)
10     BEGIN      /* 此行的 BEGIN 相當於左大括號 { */
11        for(j=1;j<=i;j++)
12           printf("*");
13        printf("\n");
14     END        /* 此行的 END 相當於右大括號 } */
15     system("pause");
16     return 0;
17  END           /* 此行的 END 相當於右大括號 } */
```

```
/* prog8_20 OUTPUT---
*
**
***
****
*****
----------------------*/
```


#define 的使用範例 (2/3)

- 使用 #define 定義字串：

#define WORD "Think of all the things " \
"we've shared and seen.\n"

```
01  /* prog 8_21,使用#define */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  #define WORD "Think of all the things \
05  we've shared and seen.\n"
06  int main(void)
07  {
08     printf(WORD);
09
10     system("pause");
11     return 0;
12  }
```

```
/* prog8_21 OUTPUT--------------------------
Think of all the things we've shared and seen.
-----------------------------------------------*/
```


#define 的使用範例 (3/3)

- 利用 #define 將 π 定義成 常數 3.14：

```
01  /* prog8_22, 使用前置處理器來定義數學常數 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  #define PI 3.14           /* 定義 PI 為 3.14 */
05  double area(double);
06  int main(void)
07  {
08     printf("PI=%4.2f, area()=%6.2f\n",PI,area(2.0));
09
10     system("pause");
11     return 0;
12  }
13
14  double area(double r)
15  {
16     return PI*r*r;
17  }
```

```
/* prog8_22 OUTPUT---
PI=3.14, area()= 12.56
----------------------*/
```

使用 const 關鍵字

- 使用 const 定義的變數，不能再重新設值：

```
01  /* prog8_23, const 關鍵字使用的範例 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  const double pi=3.14;          /* 宣告 pi 為 double 型態的常數 */
05  double area(double);
06  int main(void)
07  {
08     /* 若在此處設定 pi=3.1416，則編譯時會發生錯誤 */
09     printf("pi=%4.2f, area()=%6.2f\n",pi,area(2.0));
10
11     system("pause");
12     return 0;
13  }
14
15  double area(double r)
16  {
17     return pi*r*r;
18  }
```

```
/* prog8_23 OUTPUT-----
pi=3.14, area()= 12.56
-----------------------*/
```


利用 #define 取代簡單的函數

- 利用巨集定義函數 (沒有引數的版本)：

```
01  /* prog8_24, 使用巨集的範例 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  #define SQUARE n*n        /* 定義巨集 SQUARE 為 n*n */
05  int main(void)
06  {
07     int n;
08     printf("Input an integer:");
09     scanf("%d",&n);
10     printf("%d*%d=%d\n",n,n,SQUARE);  /* 計算並印出 n 的平方 */
11
12     system("pause");
13     return 0;
14  }
```

```
/* prog8_24 OUTPUT---
Input an integer:4
4*4=16
----------------------*/
```


利用 #define 取代簡單的函數

- 利用巨集定義函數 (有引數的版本)：

```
01  /* prog8_25, 帶有引數的巨集 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  #define SQUARE(X) X*X     /* 定義巨集 SQUARE(X) 為 X*X */
05  int main(void)
06  {
07     int n;
08     printf("Input an integer:");
09     scanf("%d",&n);
10     printf("%d*%d=%d\n",n,n,SQUARE(n));  /* 計算並印出 n 的平方 */
11
12     system("pause");
13     return 0;
14  }
```

```
/* prog8_25 OUTPUT---
Input an integer:12
12*12=144
----------------------*/
```


使用巨集常見的錯誤

- 未將引數用括號括起來所造成的錯誤：

```
01  /* prog8_26, 使用巨集常見的錯誤 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  #define SQUARE(X) X*X             /* 定義巨集 SQUARE(X) 為 X*X */
05  int main(void)
06  {
07     int n;
08     printf("Input an integer:");
09     scanf("%d",&n);
10     printf("%d*%d=%d\n",n+1,n+1,SQUARE(n+1));   /* 印出 n+1 的平方 */
11
12     system("pause");
13     return 0;
14  }
```

SQUARE(n+1) →n+1*n+1=12+1*12+1=25

```
/* prog8_26 OUTPUT---
Input an integer:12
13*13=25
----------------------*/
```

更正巨集的錯誤

- 在各個運算元外加上括號，即可訂正錯誤：

```
01  /* prog8_27, 修改 prog8_26 的錯誤 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  #define SQUARE(X) (X)*(X)      /* 定義巨集 SQUARE(X) 為 (X)*(X) */
05  int main(void)
06  {
07     int n;
08     printf("Input an integer:");
09     scanf("%d",&n);
10     printf("%d*%d=%d\n",n+1,n+1,SQUARE(n+1));  /* 印出 n+1 的平方*/
11
12     system("pause");
13     return 0;
14  }
```

SQUARE(n+1) →(n+1)*(n+1)=(12+1)*(12+1)=169

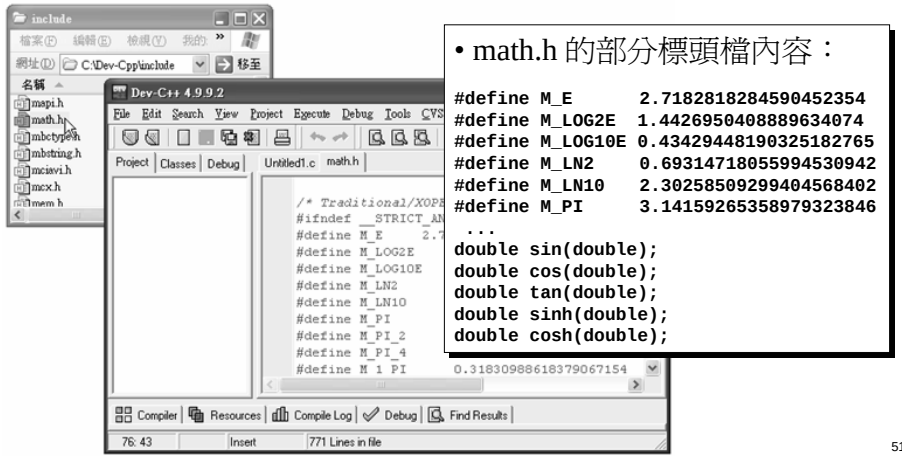
```
/* prog8_27 OUTPUT---
Input an integer:12
13*13=169
----------------------*/
```


使用函數？使用巨集？

- 在編譯前，編譯器會以巨集取代原來的敘述
  - 巨集在編譯前已取代原來的敘述，程式不必跳到函數執行
  - 以巨集撰寫函數，執行速度較快，但編譯後的程式碼較大
  - 有一些巨集的問題無法使用括弧解決
    - #define inverse(x) (1/(x))
int i=5;
printf("%d\n", inverse(i));
    - i=5; printf("%d\n", SQUARE(i++));
- 函數是一個跳躍敘述
  - 在程式執行時，碰到函數則是跳到函數的定義區去執行
  - 函數需要額外時間處理參數傳遞與轉換，但是執行檔較小

標準的標頭檔

- 以Dev C++ 開啓 math.h 標頭檔的畫面：



• math.h 的部分標頭檔內容：

```
#define M_E      2.7182818284590452354
#define M_LOG2E  1.4426950408889634074
#define M_LOG10E 0.43429448190325182765
#define M_LN2    0.69314718055994530942
#define M_LN10   2.30258509299404568402
#define M_PI     3.14159265358979323846
 ...
double sin(double);
double cos(double);
double tan(double);
double sinh(double);
double cosh(double);
```


撰寫標頭檔

- 使用自訂的標頭檔：

area.h

```
#define PI 3.14
#define CIRCLE(r) ((PI)*(r)*(r))
#define RECTANGLE(length,height) ((length)*(height))
#define TRIANGLE(base,height) ((base)*(height)/2.)
```

```
01  /* prog8_28, 使用自訂的標頭檔 area.h */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  #include "C:\area.h"   /* 載入 C:\ 路徑下的標頭檔 area.h */
05  int main(void)
06  {
07     float base, height;
08     printf("請輸入三角形的底:");
09     scanf("%f",&base);
10     printf("請輸入三角形的高:");
11     scanf("%f",&height);
12     printf("三角形面積為:%.2f\n",TRIANGLE(base,height));
13     system("pause");
14     return 0;
15  }
```

```
/* prog8_28 OUTPUT---
請輸入三角形的底:3
請輸入三角形的高:5
三角形面積為:7.50
----------------------*/
```