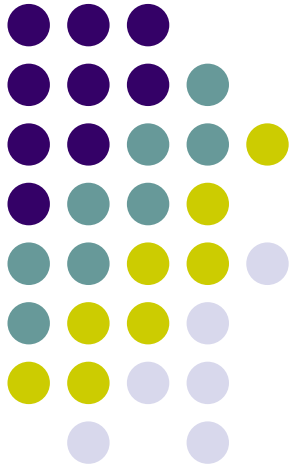
# 第十一章
# 結構與其它資料型態

結構與巢狀結構

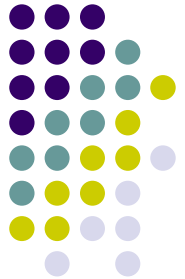
結構陣列的各種使用方法

列舉型態

自定的型態別名 — typedef



# 認識結構 – 使用者自定的資料型態



- 結構可將型態不同的資料合併成爲新的型態
- 定義結構與宣告結構變數的格式如下：

定義結構與宣告結構變數的語法

```
struct 結構名稱
{
    資料型態 成員名稱1;
    資料型態 成員名稱2;
                ...
    資料型態 成員名稱n;
};

struct 結構名稱 變數1, 變數2,…, 變數n;
```

結構的成員

定義結構

宣告結構變數

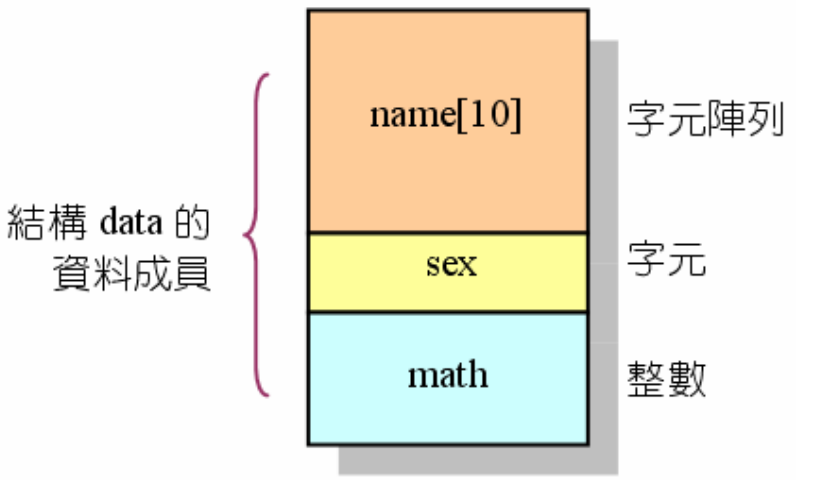
# 認識結構

- 結構定義的範例

```
struct data      /* 定義 data 結構*/
{
   char name[10];
   char sex;
   int math;
};
struct data mary, tom;   /* 宣告 data 型態的結構變數 */
```

定義結構的成員

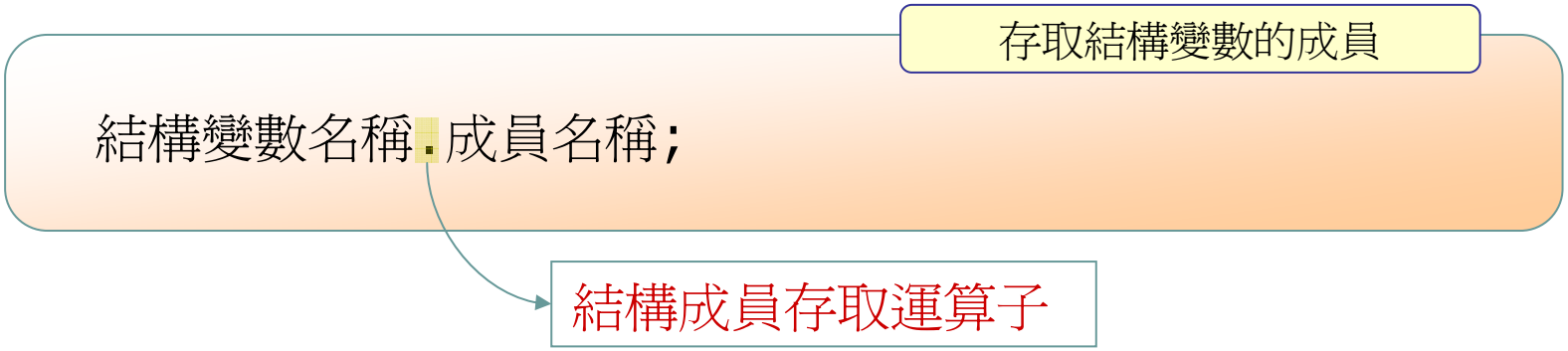

定義結構型態時，直接宣告結構變數




```
struct data      /* 定義 data 結構*/
{
   char name[10];
   char sex;
   int math;
}mary,tom;    /* 宣告結構變數 mary 與 tom */
```

# 認識結構

- 存取結構變數的成員：




```
strcpy(mary.name,"Mary");      /* 設定 mary 的 name 成員為"Mary"
mary.sex='F';                  /* 設定 sex 成員為'F'  */
mary.math=95;                  /* 設定 math 成員為 95  */
```

# 使用結構的範例

```
01  /* prog11_1, 結構變數的輸入與輸出 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     struct data          /* 定義結構 data */
07     {
08        char name[10];
09        int math;
10     } student;           /* 宣告 data 型態的結構變數 student */
11     printf("請輸入姓名: ");
12     gets(student.name);                /* 輸入學生姓名 */
13     printf("請輸入成績 :");
14     scanf("%d",&student.math);         /* 輸入學生成績 */
15     printf("姓名:%s\n", student.name);
16     printf("成績:%d\n", student.math);
17     system("pause");
18     return 0;
19  }
```

```
/* prog11_1 OUTPUT---
請輸入姓名: Tom Lee
請輸入成績: 89
姓名:Tom Lee
成績:89
----------------------*/
```

# 結構變數所佔的記憶空間

- 利用 sizeof() 得到結構所佔用的記憶體空間

```
01  /* prog11_2, 結構的大小 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     struct data    /* 定義結構 */
07     {
08        char name[10];
09        int math;
10     } student;
11     printf("sizeof(student)=%d\n",sizeof(student));
12
13     system("pause");
14     return 0;
15  }
```

Because of memory alignment for improving execution efficiency, the size of a struct might not be exactly the sum of its components.

```
/* prog11_2 OUTPUT--

sizeof(student)=16
----------------------*/
```

# 結構變數初值的設定

- 要設定結構變數的初值，可利用下面的語法：

```
struct data       /* 定義結構 data */
{
   char name[10];
   int math;
};
struct data student={"Jenny",78};   /* 設定結構變數的初值 */
```

- 將結構的定義與變數初值的設定合在一起：

```
struct data       /* 定義結構 data */
{
   char name[10];
   int math;
} student={"Jenny",78};   /* 宣告結構變數,並設定初值 */
```

# 結構變數初值的設定

- 設定結構變數初值的範例

```
01  /* prog11_3, 結構變數的初值設定 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     struct data   /* 定義結構 data */
07     {
08        char name[10];
09        int math;
10     };
11     struct data student={"Mary Wang",74};  /* 設定結構變數初值 */
12     printf("學生姓名: %s\n",student.name);
13     printf("數學成績: %d\n",student.math);
14
15     system("pause");
16     return 0;
17  }
```

```
/* prog11_3 OUTPUT--

學生姓名: Mary Wang
數學成績: 74
----------------------*/
```

# 結構變數的設定

- 把結構變數的值設給另

```
01  /* prog11_4, 結構的設值 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     struct data
07     {
08        char name[10];
09        int math;
10     } s1={"Lily Chen",83};
11     struct data s2;
12     s2=s1;
13     printf("s1.name=%s, s1
14     printf("s2.name=%s, s2
15     system("pause");
16     return 0;
17  }
```

```
01 struct data
02 {
03   char name[10];
04   int math;
05 };
06 void fun(struct data z);
07 int main(void)
08 {
09    struct data s1={"Lily Chen",83};
10    struct data s2;
11    s2=s1;
12    fun(s1);
13    …
14    …
15    system("pause");
16    return 0;
17 }
18 void fun(struct data z)
19 {
20    ...
21 }
```

- s2 = s1; 這個
- 此程式中 struct data 這個新的型態只有在 main() 裡可以使用

# 巢狀結構

- 結構內如有另一結構，則此結構稱爲巢狀結構

巢狀結構的格式

```
struct 結構1
{
    /* 結構1的成員 */
};
struct 結構2
{
    /* 結構2的成員 */
    struct 結構1 變數名稱;
};
```

結構 1

結構 2

結構 2 內包含有結構 1型態的成員

# 巢狀結構的範例

```
01  /* prog11_5, 巢狀結構的使用 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     struct date          /* 定義結構 date */
07     {
08        int month;
09        int day;
10     };
11     struct data          /* 定義巢狀結構 data */
12     {
13        char name[10];
14        int math;
15        struct date birthday;
16     } s1={"Mary Wang",74,{10,2}};   /* 設定結構變數 s1 的初值 */
17     printf("學生姓名: %s\n",s1.name);
18     printf("生日: %d月%d日\n",s1.birthday.month,s1.birthday.day);
19     printf("數學成績: %d\n",s1.math);
20
21     system("pause");
22     return 0;
23  }
```

```
/* prog11_5 OUTPUT---

學生姓名: Mary Wang
生日: 10月2日
數學成績: 74
--------------------*/
```

# 結構陣列

- 下面爲結構陣列的宣告格式：

結構陣列的宣告格式

**struct** 結構型態 結構陣列名稱[元素個數];

```
struct data s1[10];              /* 宣告結構陣列 s1 */
s1[2].math=12;                   /* 設定 s1[2].math=12 */
strcpy(s1[2].name,"Peggy");      /* 設定 s1[2].name 的值為"Peggy" */
```

# 結構陣列的範例

- 利用 sizeof() 計算結構陣列及其元素所佔的位元組：

```
01  /* prog11_6, 結構陣列的大小 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     struct data          /* 定義結構 */
07     {
08        char name[10];
09        int math;
10     }student[10];
11
12     printf("sizeof(student[3])=%d\n",sizeof(student[3]));
13     printf("sizeof(student)=%d\n",sizeof(student));
14     system("pause");
15     return 0;
16  }
```

```
/* prog11_6 OUTPUT----

sizeof(student[3])=16
sizeof(student)=160
----------------------*/
```

# 結構陣列的範例

```
01  /* prog11_7, 結構陣列的使用 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  #define MAX 2
05  int main(void)
06  {
07     int i;
08     struct data
09     {
10        char name[10];
11        int math;
12     } student[MAX];          /* 宣告結構陣列 student */
13     for(i=0;i<MAX;i++)
14     {
15        printf("學生姓名: ");
16        gets(student[i].name);                  /* 輸入學生姓名 */
17        printf("數學成績: ");
18        scanf("%d",&student[i].math);           /* 輸入學生數學成績 */
19        fflush(stdin);                          /* 清空緩衝區內的資料 */
20     }
21     for(i=0;i<MAX;i++)                         /* 輸出結構陣列的內容 */
22        printf("%s 的數學成績=%d\n",student[i].name,student[i].math);
23     system("pause");
24     return 0;
25  }
```

```
/* prog11_7 OUTPUT--

學生姓名: Jenny
數學成績: 65
學生姓名: Teresa
數學成績: 88
Jenny 的數學成績=65
Teresa 的數學成績=88
----------------------*/
```

# 指向結構的指標

- 於程式中定義結構變數 student，並以指標 ptr 指向它

```
struct data              /* 定義結構 data */
{
   char name[10];
   int math;
}student;                /* 宣告結構 data 型態之變數 student */

struct data *ptr;        /* 宣告指向結構 data 型態之指標 ptr */
ptr=&student;            /* 將指標 ptr 指向結構變數 student */
```

- 以指標指向的結構，可以用「->」存取其成員：

```
strcpy(ptr->name,"Mary");   /* 設定 ptr 所指向之結構的 name 成員為"Mary" */
ptr->math=95;               /* 設定 ptr 所指向之結構的 math 成員等於 95 */
```

以「->」存取成員

或是 (*ptr).name, (*ptr).math

# 指向結構的指標

```
01  /* prog11_8, 使用指向結構的指標 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     struct data    /* 定義結構 */
07     {
08        char name[10];
09        int math;
10        int eng;
11     } student,*ptr;     /* 宣告結構變數 student 及指向結構的指標 ptr */
12     ptr=&student;          /* 將 ptr 指向結構變數 student 的位址 */
13     printf("學生姓名: ");
14     gets(ptr->name);       /* 輸入字串給 student 的 name 成員存放 */
15     printf("數學成績: ");
16     scanf("%d",&ptr->math); /* 輸入整數給 student 的 math 成員存放*/
17     printf("英文成績: ");
18     scanf("%d",&ptr->eng); /* 輸入整數給 student 的 eng 成員存放*/
19     printf("數學成績=%d, ",ptr->math);
20     printf("英文成績=%d, ",ptr->eng);
21     printf("平均分數=%.2f\n",(ptr->math + ptr->eng)/2.0);
22     system("pause");
23     return 0;
24  }
```

```
/* prog11_8 OUTPUT-----------------
學生姓名: Jenny
數學成績: 78
英文成績: 89
數學成績=78, 英文成績=89, 平均分數=83.50
-----------------------------------*/
```

# 以指標的方式表示結構陣列 (1/2)

- 以指標表示結構陣列的語法：

以指標的方式表示結構陣列

```
(結構陣列名稱+i)->結構成員;
```

```
01  /* prog11_9, 以指標來表示結構陣列 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  #define MAX 3
05  int main(void)
06  {
07     int i,m,index=0;
08     struct data              /* 定義結構 data */
09     {
10        char name[10];
11        int math;
12     } student[MAX]={{"Mary",87},{"Flora",93},{"Jenny",74}};
13
```

# 以指標的方式表示結構陣列 (2/2)

```
14      m=student->math;          /* 將 m 設值為 student[0].math */
15      for(i=1;i<MAX;i++)        /* 輸出結構陣列
16      {
17         if((student+i)->math > m)
18         {
19            m=(student+i)->math;
20            index=i;
21         }
22      }
23      printf("%s 的成績最高, ",(student+index)->name);
24      printf("分數為%d 分\n",(student+index)->math);
25      system("pause");
26      return 0;
27   }
```

Please use the following instead

student[i].math

(*(student+i)).math

student[index].name

student[index].math

```
/* prog11_9 OUTPUT ------

Flora 的成績最高, 分數為 93 分
-----------------------------*/
```

# 以結構爲引數傳遞到函數

- 將結構傳遞到函數的格式：

將結構傳遞到函數

```
傳回值型態  函數名稱(struct 結構名稱  變數名稱)
{
    /*  函數的定義  */
}
```

# 傳遞結構到函數的範例

```
01  /* prog11_10, 傳遞結構到函數裡 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  struct data
05  {
07     char name[10];
07     int math;
08  };
09  void display(struct data);          /* 宣告函數 display()的原型 */
10  int main(void)
11  {
12     struct data s1={"Jenny",74};    /* 設定結構變數 s1 的初值 */
13     display(s1);          /* 呼叫函數 display()，傳入結構變數 s1 */
14     system("pause");
15     return 0;
16  }
17  void display(struct data st)      /* 定義 display()函數 */
18  {
19     printf("學生姓名: %s\n",st.name);
20     printf("數學成績: %d\n",st.math);
21  }
```

```
/* prog11_10 OUTPUT---
學生姓名: Jenny
數學成績: 74
----------------------*/
```

注意: 這是型態, 不是全域變數

將結構 data 定義在 main() 的外部，這個結構就成了全域的結構

傳值呼叫

# 傳遞結構的位址 (1/2)

- 傳遞結構位址的範例：

```
01  /* prog11_11, 傳遞結構的位址到函數裡 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04
05  struct data      /* 定義全域的結構 data */
06  {
07     char name[10];
08     int math;
09  };
10  void swap(struct data *,struct data *);   /* swap()的原型 */
11
12  int main(void)
13  {
14     struct data s1={"Jenny",74};     /* 宣告結構變數 s1，並設定初值 */
15     struct data s2={"Teresa",88};    /* 宣告結構變數 s2，並設定初值 */
16
```

# 傳遞結構的位址 (2/2)

```
17      swap(&s1,&s2);          /* 呼叫 swap()函數 */
18      printf("呼叫 swap()函數後:\n");
19      printf("s1.name=%s, s1.math=%d\n",s1.name,s1.math);
20      printf("s2.name=%s, s2.math=%d\n",s2.name,s2.math);
21
22      system("pause");
23      return 0;
24  }
25  void swap(struct data *p1,struct data *p2)
26  {
27      struct data tmp;
28      tmp=*p1;
29      *p1=*p2;
30      *p2=tmp;
31  }
```

```
/* prog11_11 OUTPUT -------
呼叫 swap()函數後:
s1.name=Teresa, s1.math=88
s2.name=Jenny, s2.math=74
---------------------------*/
```

# 傳遞結構陣列 (1/2)

- 傳遞結構陣列到函數裡的範例：

```
01  /* prog11_12, 傳遞結構陣列 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  #define MAX 3
05
06  struct data             /* 定義全域的結構 data */
07  {
08     char name[10];
09     int math;
10  };
11  int maximum(struct data arr[]);    /* 宣告函數 maximum()的原型 */
12  int main(void)
13  {
14     int idx;
15     struct data s1[MAX]={{"Mary",87},{"Flora",93},{"Jenny",74}};
16
```

# 傳遞結構陣列 (2/2)

```
17      idx=maximum(s1);    /* 呼叫 maximum()函數 */
18      printf("%s 的成績最高, ",(s1+idx)->name);    /* 印出最高分的姓名 */
19      printf("分數為%d 分\n",(s1+idx)->math);      /* 印出最高分的成績 */
20
21      system("pause");
22      return 0;
23  }
24  int maximum(struct data arr[])      /* maximum()函數的定義 */
25  {
26      int m,i,index;
27      m=arr->math;                    /* 將 m 設值為 arr[0].math */
28      for(i=0;i<MAX;i++)
29        if((arr+i)->math>m)
30        {
31            m=(arr+i)->math;
32            index=i;
33        }
34      return index;
35  }
```

不管個別元素是什麼型態, 陣列爲傳址呼叫, 在函數裡可以直接修改 s1 陣列裡的元素

```
/* prog11_12 OUTPUT ------
Flora 的成績最高, 分數為 93 分
-------------------------*/
```

Please use the following instead
arr[0].math
arr[i].math

# 列舉型態

- 列舉型態（enumeration）
  - 可以用某個有意義的名稱來取代較不易記憶的整數常數
- 列舉型態定義及宣告變數的格式：

列舉型態定義及宣告變數的格式

```
enum 列舉型態名稱
{
    列舉常數1,
    列舉常數2,
    ...
    列舉常數n
};
enum 列舉型態名稱 變數1, 變數2,…, 變數m;/* 宣告變數 */
```

注意語法上和結構型態定義的相似處

# 列舉型態的定義與變數的宣告

- 定義列舉型態與宣告變數的範例：

```
enum color   /* 定義列舉型態 color */
{
    red,
    blue,
    green
};
enum color shirt, hat;  /* 宣告列舉型態 color 變數 shirt 與 hat */
```

預設值爲 0

預設值爲 1

預設值爲 2

shirt 與 hat 的值只能是 red(0), blue(1) 與 green(2) 其中之一

- 定義列舉型態時，直接宣告列舉型態的變數

```
enum color        /* 定義列舉型態 color */
{
    red,
    blue,
    green
} shirt,hat;      /* 定義列舉型態後，便立即宣告變數 shirt 與 hat */
```

列舉常數

# 列舉型態的使用範例(一)

```
01  /* prog11_13, 列舉型態的使用 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     enum color  /* 定義列舉型態 color */
07     {
08        red,
09        green,
10        blue
11     };
12     enum color shirt;  /* 宣告列舉型態的變數 shirt */
13     printf("sizeof(shirt)=%d\n",sizeof(shirt));
14     printf("red=%d\n",red);
15     printf("green=%d\n",green);
16     printf("blue=%d\n",blue);
17     shirt=green;        /* 將 shirt 的值設為 green */
18     if(shirt==green)
19        printf("您選擇了綠色的衣服\n");
20     else
21        printf("您選擇了非綠色的衣服\n");
22     system("pause");
23     return 0;
24  }
```

```
/* prog11_13 OUTPUT---

sizeof(shirt)=4
red=0
green=1
blue=2
您選擇了綠色的衣服
--------------------*/
```

# 列舉常數的值

- 列舉常數的值可從其它整數開始：

```
enum color
{
    red=5,
    green,
    blue
};
```

預設值設爲 5

```
/* 設定 red 的值為 5 */
/* green 的預設值為 6 */
/* blue 的預設值為 7 */
```

預設值變成6

預設值變成7

```
enum color
{
    red=10,
    green=20,
    blue=30
}shirt=blue;
```

預設值設爲10

```
/* 設定 red 的值為 10 */
/* 設定 green 的值為 20 */
/* 設定 blue 的值為 30 */
```

預設值設爲20

預設值設爲30

# 列舉型態的使用範例(二)

```
01  /* prog11_14, 列舉型態的使用範例 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  int main(void)
05  {
06     char key;       /* 用來儲存按鍵的資訊 */
07     enum color      /* 定義列舉型態 color */
08     {
09        red=114,     /* 將列舉常數 red 設定為 114，即字母 r 的 ASCII 碼 */
10        green=103,   /* 將列舉常數 green 設定為 103 (g 的 ASCII 碼) */
11        blue=98      /* 將列舉常數 blue 設定為 98 (b 的 ASCII 碼) */
12     } shirt;        /* 宣告列舉型態的變數 shirt */
13
14     do
15     {
16        printf("請輸入 r,g 或 b: ");
17        scanf("%c",&key);     /* 讀入一個字元 */
18        fflush(stdin);        /* 清空緩衝區內的資料 */
19     } while((key!=red)&&(key!=green)&&(key!=blue));
20
```

# 列舉型態的使用範例(二)

```
21      shirt=key;                  /* 將 key 的值指定給 shirt 變數存放 */
22
23      switch(shirt)               /* 根據 shirt 的值印出字串 */
24      {
25         case red:
26            printf("您選擇了紅色\n");
27            break;
28         case green:
29             printf("您選擇了綠色\n");
30            break;
31         case blue:
32             printf("您選擇了藍色\n");
33            break;
34      }
35      system("pause");
36      return 0;
37  }
```

```
/* prog11_14 OUTPUT --

請輸入 r,g 或 b: h
請輸入 r,g 或 b: k
請輸入 r,g 或 b: b
您選擇了藍色
----------------------*/
```

# 自訂型態別名 — typedef

- typedef 可將原有的資料型態重新命名
  - 目的是爲了使程式易於閱讀和理解

typedef 的使用格式

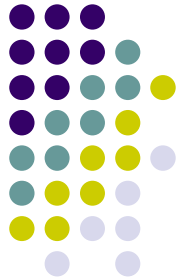
```
typedef 資料型態 識別字;
```

```
typedef int Clock;              /* 定義 Clock 爲整數型態 */
Clock hour,second;              /* 宣告 hour, second 爲 Clock 型態 */
typedef int INTARRAY[20];
INTARRAY scores;                /* 相當於 int scores[20]; */
INTARRAY allScores[50]; /* 相當於 int allScores[50][20]; */
```

# typedef 的使用範例

```
01  /* prog11_15, 利用 typedef 來定義資料型態 */
02  #include <stdio.h>
03  #include <stdlib.h>
04  struct data
05  {
06     char name[10];
07     int math;
08  };
09  typedef struct data SCORE;      /* 把 struct data 定義成新的型態 */
10  void display(SCORE);            /* 宣告函數 display()的原型 */
11  int main(void)
12  {
13     SCORE s1={"Jenny",74};       /* 設定結構變數 s1 的初值 */
14     display(s1);                 /* 呼叫 display()，傳入結構變數 s1 */
15     system("pause");
16     return 0;
17  }
18  void display(SCORE st)          /* 定義函數 display()*/
19  {
20     printf("學生姓名: %s\n",st.name);
21     printf("數學成績: %d\n",st.math);
22  }
```

# 簡化 typedef 的定義(一)



- 將 prog11_15 的定義簡化成一個步驟：

```
struct data
{
    char name[10];
    int math;
};
typedef struct data SCORE;
typedef SCORE *PTR_SCORE;
```

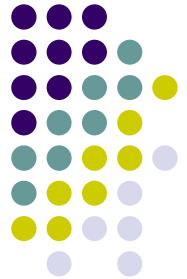
需要兩個步驟

由兩個步驟簡化成一個步驟

只需要一個步驟

```
typedef struct
{
    char name[10];
    int math
} SCORE, *PTR_SCORE;
```

# 簡化 typedef 的定義(二)



```
typedef int INTARY[10];
INTARY x;        // int x[10];
INTARY y[20];  // int y[20][10];

INTARY fun(void)
{
   INTARY z;
   return z;
}
```

Error: ‘fun’ declared as function returning an array

# 大小可變的結構型態

- C/C++ 裡並沒有提供這樣的語法, 但是習慣上大家都用

```
struct DataArray {
    int size;
    double data[1];   // 或是 double data[];  或是 double data[0];
};
```

來達成類似的效果, 配合下述記憶體配置

20

```
struct DataArray *x = (struct DataArray *)
    malloc(sizeof(struct DataArray) + sizeof(double)*(20-1));
x->size = 20;
for (i=0; i<x->size; i++) x->data[i] = 0;
```