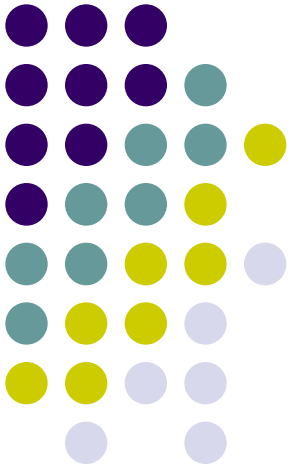
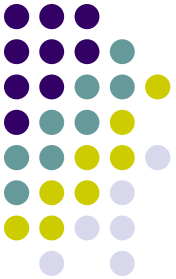
例外處理與樣板

認識例外的基本概念

學習例外發生時的處理

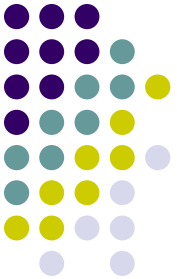
熟悉樣板的操作





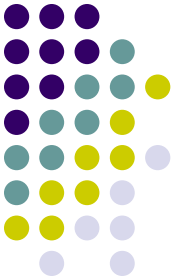
例外的基本觀念 (1/3)

- 在撰寫程式時，常見的不尋常狀況如下：
  - 要開啟的檔案並不存在
  - 除數為零。
  - 在存取陣列時，陣列的註標值超過陣列容許的範圍
  - 原本預期使用者由鍵盤輸入的是整數，但使用者輸入的卻是英文字母
  - 系統資源耗盡或是儲存資料的磁碟空間不足，造成程式無法繼續儲存資料
- 這些不尋常的狀況稱為例外（exception）



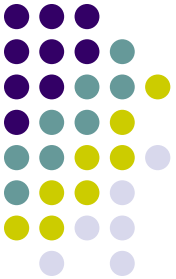
例外的基本觀念 (2/3)

- 沒有撰寫例外的程式碼時，預設的處理機制可能會有下列幾種方式：
  - 直接結束程式
  - 當機
  - 發出警告訊息，然後正常結束執行
  - 自行跳過發生錯誤的地方，繼續執行程式，但是後面的執行可能沒有意義
  - 告訴使用者例外發生的情況
- 在沒有例外處理的語言中，是使用if-else或switch等敘述，來捕捉（catch）程式裡所有可能發生的錯誤



例外的基本觀念 (3/3)

- 例外處理機制恰好改進這個缺點，它具有易於使用、可自行定義例外類別、允許我們拋出例外，且不會拖慢執行速度等優點，因而在設計C++程式時，應充分的利用例外處理機制，以增進程式的穩定性及效率。



例外處理的程序

- 例外處理是由 try與catch關鍵字所組成的程式區塊
- try區塊內可以撰寫要檢查的程式碼
- 例外發生時，程式的執行便中斷，並由throw關鍵字拋出物件給catch區塊接收
- 如果在try區塊內加上捕捉例外的程式碼，則可針對不同的例外做妥善的處理，這種處理捕捉錯誤的方式稱為例外處理（exception handling）

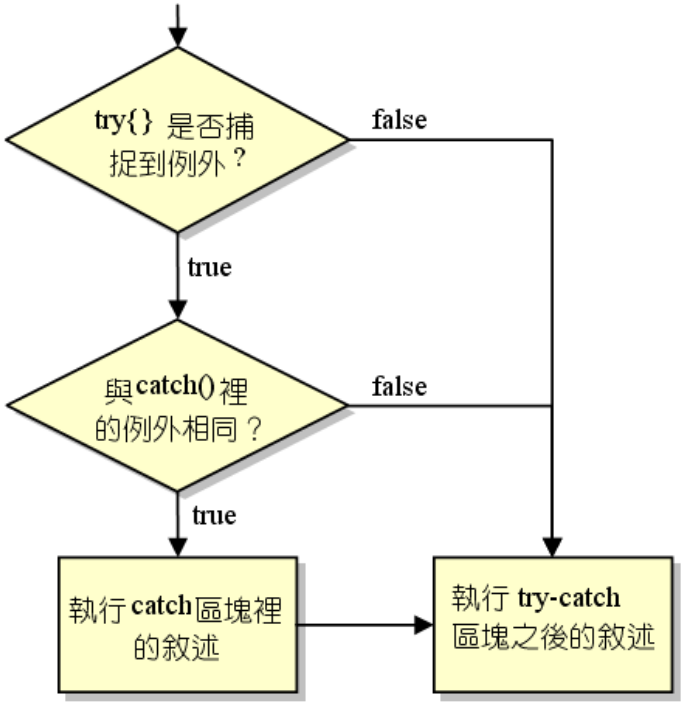
try-catch區塊的語法

- try與catch程式區塊的語法如下

```
try{
    ...
    if(要檢查的程式敘述為真)
        throw 例外物件
    ...
}
catch(型態  變數名稱){
    例外發生時的處理敘述;
    ...
```

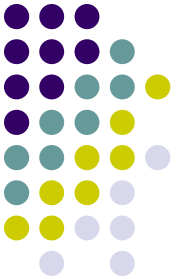
try 區塊

catch 區塊



這裡的『例外物件』可以為基本型態的變數、字串、或者是由類別所建立的物件等

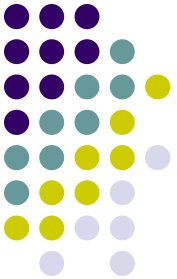
簡單的例外範例



```
01  //prog19_1, 例外的簡單範例, try-catch 區塊的使用
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  int main(void)
06  {
07     int array[5];
08
09     try                              // try 區塊，在此區塊內可進行例外的檢查
10     {
11        for(int i=0;i<=10;i++)
12        {
13           if(i>=5)                                 // 若註標值大於等於 5
14              throw "Index out of bound";           // 拋出例外
15           else
16           {
17              array[i]=i*i;
18              cout << "array[" << i << "]=" << array[i] << endl;
19           }
20        }
21     }
22     catch(const char *str)                         // catch 區塊
23     {
24        cout << "捕捉到" << str << "例外..." << endl;
25     }
26
27     system("pause");
28     return 0;
29  }
```

```
/* prog19_1 OUTPUT------------
array[0]=0
array[1]=1
array[2]=4
array[3]=9
array[4]=16
捕捉到 Index out of bound 例外...
-----------------------------*/
```

catch區塊的多載

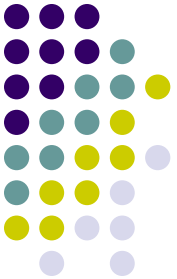


- catch() 可以多載，以捕捉所有的例外

```
01  //prog19_2, catch 區塊的多載
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  int main(void)
06  {
07     int array[10];
08
09     try
10     {
11        for(int i=0;i<=10;i++)
12        {
13           if(i>9)  throw "Index out of bound";  // 拋出字串型態的例外
14           if(i*i>60)
15              throw i;                           // 拋出整數型態的例外
16           else
17              array[i]=i*i;
18        }
19     }
20     catch(const char *str)                      // 可捕捉字串型態的例外
21     {
22        cout << "捕捉到" << str << "例外..." << endl;
23     }
24     catch(int i)                                // 可捕捉整數型態的例外
25     {
26        cout << i << "的平方值超過 60 了" << endl;
27     }
28
29     system("pause");
30     return 0;
31  }
```

```
/* prog19_2 OUTPUT----
8 的平方值超過 60 了
----------------------*/
```

捕捉任何型態的例外

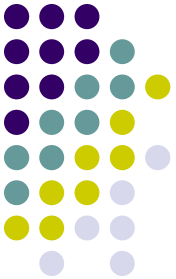


- 下面是可以捕捉任何型態之例外的範例

```
01  //prog19_3, 捕捉任何型態的例外
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  int main(void)
06  {
07     int array[10];
08
09     try
10     {
11        for(int i=0;i<=10;i++)
12        {
13           if(i>9)
14              throw "Index out of range";
15           if(i*i>60)
16              throw i;
17           else
18              array[i]=i*i;
19        }
20     }
21     catch(...)                                    // 可接收任何型態的例外
22     {
23        cout << "捕捉到例外了..." << endl;
24     }
25
26     system("pause");
27     return 0;
28  }
```

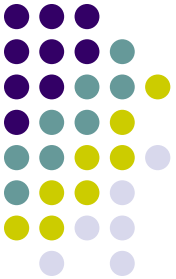
```
/* prog19_3 OUTPUT---
捕捉到例外了...
----------------------*/
```

可以在 catch( ) 的括號內打上三個連續的點，代表可以接受任何型態的例外



樣板

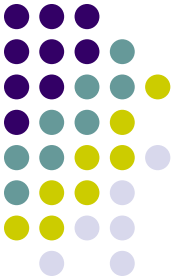
- 「樣板」（template）的作用有點類似函數的多載
- C++提供兩種樣板
  - 「函數樣板」（function template）
  - 「類別樣板」（class template）



多載的複習

- 下面的範例定義一個 add() 函數的多載

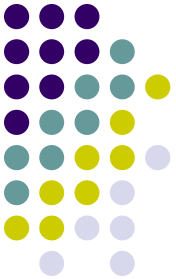
```
01  // prog19_4, 多載的複習
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  int add(int a, int b)
06  {
07     return a+b;
08  }
09
10  double add(double a, double b)
11  {
12     return a+b;
13  }
14
15  int main(void)
16  {
17     cout << "add(3,4)=" << add(3,4) << endl;
18     cout << "add(3.2,4.6)=" << add(3.2,4.6) << endl;
19
20     system("pause");
21     return 0;
22  }
```



函數樣板

- 「函數樣板」是指將具有相同程式碼的函數撰寫成一個樣板，而把其中引數不同型態之處，用「型態變數」來取代
- 以「函數樣板」製作新函數的過程，稱為「樣板的具體化」（instantiation of template）
- 下面列出定義「函數樣板」的語法

```
template <class 型態變數 1, class 型態變數 2,...>
傳回型態  函數名稱(型態變數 引數 1, 型態變數 引數 2,...)
{
    函數主體
}
```



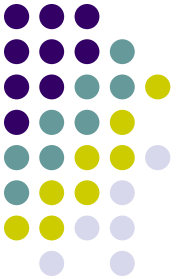
函數樣板的使用範例 (1/6)

- 下面是add 的函數樣板

```
01   template <class T>          // 定義函數樣板，其中填入樣板的型態只有一種
02   T add(T a,T b)              // add()的傳回型態為 T，傳入的引數型態都是 T
03   {
04      T sum=a+b;               // 設定變數 sum 的型態為 T，其值等於 a+b
05      return sum;              // 傳回 sum 的值
06   }
```

- 我們也可以把add函數樣板變成如下的寫法

```
01   template <class T> T add(T a,T b)     // 定義函數樣板 add()
02   {
03      T sum=a+b;
04      return sum;
05   }
```



函數樣板的使用範例 (2/6)

- 如果想計算整數的加法，則可以用下面的語法

```
add <int> (3,4);    // 將整數 3 和 4 傳入 add()函數
```

此處設定函數樣板中，第一行的型態變數 T 均會以 int 來取代

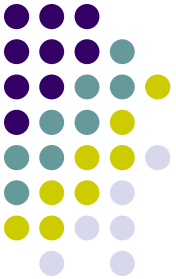
- 當程式執行到add<int>(3,4) 時，便會把add() 函數視為下面的定義來呼叫它

```
int add(int a, int b)  // 將所有的型態變數 T 均置換成 int
{
   int sum=a+b;
   return sum;
}
```

- 想利用add() 函數把兩個倍精度浮點數相加

```
add <double> (3.2,4.6);
```

此處設定函數樣板中，第一行的型態變數 T 均會以 double 來取代



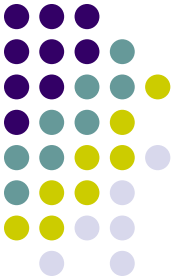
函數樣板的使用範例 (3/6)

- 下面是使用函數樣板之完整範例

```
01  //prog19_5, 函數樣板的使用範例
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  template <class T>    // 定義函數樣板
06  T add(T a,T b)        // add()的傳回型態為 T，傳入的兩個引數型態也是 T
07  {
08     T sum=a+b;         // 設定變數 sum 的型態為 T，其值等於 a+b
09     return sum;
10  }
11
12  int main(void)
13  {
14     cout << "add(3,4)=" << add<int>(3,4) << endl;
15     cout << "add(3.2,4.6)=" << add<double>(3.2,4.6) << endl;
16
17     system("pause");
18     return 0;
19  }
```

```
/* prog19_5 OUTPUT----
add(3,4)=7
add(3.2,4.6)=7.8
----------------------*/
```

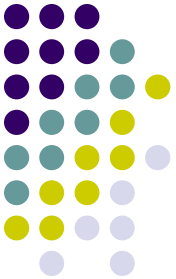
也可以省略 add 後面的< >



函數樣板的使用範例 (4/6)

- 下面的範例省略add函數之後<>括號

```
01  //prog19_6, 括號的省略
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  template <class T>                          // 定義函數樣板 add()
06  T add(T a,T b)
07  {
08     T sum=a+b;                               /* prog19_6 OUTPUT---
09     return sum;                              add(3,4)=7
10  }                                           add(3.2,4.6)=7.8
11                                              ----------------------*/
12  int main(void)
13  {
14     cout << "add(3,4)=" << add(3,4) << endl;  // 呼叫 add(3,4)
15     cout<<"add(3.2,4.6)="<<add(3.2,4.6)<<endl; // 呼叫 add(3.2,4.6)
16
17     system("pause");
18     return 0;
19  }
```



函數樣板的使用範例 (5/6)

- 函數樣板也允許程式設計者填入多個型態不同的引數

```
01  //prog19_7, 樣板的使用範例(引數型態不同時)
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  template <class T1, class T2>                    // 定義函數樣板
06  double average(T1 a,T2 b) // 定義 average()，可接收 T1 與 T2 型態的變數
07  {
08     cout << "sizeof(a)= " << sizeof(a) << ", ";
09     cout << "sizeof(b)= " << sizeof(b) << endl;
10     return (double)(a+b)/2;                       // 傳回變數 a,b 的平均值
11  }
12
13  int main(void)
14  {
15     cout << "average(3,4.2)= " << average<int,double>(3,4.2) << endl;
16     cout << "average(5.7,12)= " <<  average<double,int>(5.7,12)  << endl;
17
18     system("pause");
19     return 0;
20  }
```

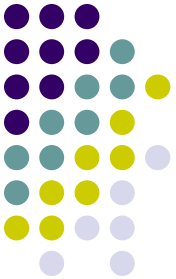
函數樣板的使用範例 (6/6)

```
/* prog19_7 OUTPUT------------
sizeof(a)= 4, sizeof(b)= 8
average(3,4.2)= 3.6
sizeof(a)= 8, sizeof(b)= 4
average(5.7,12)= 8.85
-----------------------------*/
```

```
template <class T1, class T2 >
double average(T1 a,T2 b){
   ...
}

int main(void)
{  ...
   average< int, double >(3,4.2);
   ...
}
```

- add函數之後<>括號也可以省略

```
15   cout << "average(3,4.2)= " << average(3,4.2) << endl;
16   cout << "average(5.7,12)= " <<  average(5.7,12)  << endl;
```



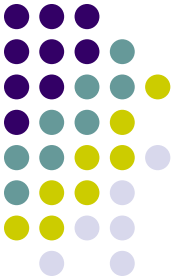
類別樣板的定義 (1/2)

- 類別樣板定義的格式如下

```
template <class 型態變數 1, class 型態變數 2,...>
class 類別名稱
{
    資料成員與成員函數的定義
};
```

- 利用類別樣板來建立物件時，可利用如下的語法

```
類別名稱 <型態 1, 型態 2,...> 物件名稱;
```



類別樣板的定義 (2/2)

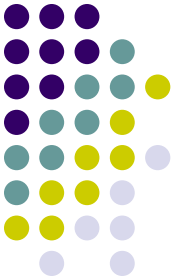
- 下面的程式碼定義CWin的類別樣板

```
01   template <class T>                    // 定義 CWin 的類別樣板
02   class CWin
03   {
04      protected:
05         T width, height;                // 宣告資料成員
06
07      public:
08         CWin(T w,T h):width(w),height(h){};      // 建構元
09
10         void show(void);                // show()的原型
11   };
```

注意這裡的第十行只有宣告 show( )的原型

- 下面的兩行敘述分別建立資料成員

```
CWin <int> win1(50,60);          // 建立 win1 物件，並設定資料成員為 int
CWin <double> win2(50.25,60.74);     // 設定資料成員的型態為 double
```



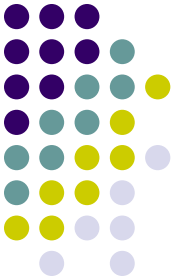
類別樣板之外的函數定義

- 在類別樣板之外的函數定義格式

```
template <class 型態變數 1, class 型態變數 2,...>
傳回型態 類別名稱<型態變數 1,型態變數 2,...>::函數名稱(引數..)
{
    函數的定義
};
```

- 依據上面的格式，可把show() 函數撰寫如下

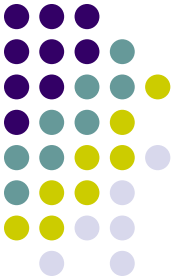
```
01  template <class T>
02  void CWin<T>::show()
03  {
04     cout << "width=" << width << ", ";
05     cout << "height=" << height << endl;
06  }
```



類別樣板的使用範例1 (1/2)

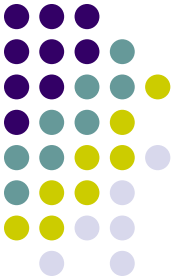
- prog19_8是類別樣板的使用範例

```
01  //prog19_8, 類別樣板的使用範例
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  template <class T>                                  // 定義類別樣板
06  class CWin
07  {
08     protected:
09        T width, height;                              // 宣告資料成員
10
11     public:
12        CWin(T w,T h):width(w),height(h){};           // 建構元
13
14        void show(void);                              // show()函數的原型
15  };
16
17  template <class T>                                  // 定義 show()函數
18  void CWin<T>::show()
19  {
20     cout << "width=" << width << ", ";
21     cout << "height=" << height << endl;
22  }
```



類別樣板的使用範例1 (2/2)

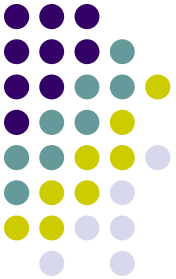
```
23
24  int main(void)
25  {
26      CWin <int> win1(50,60);                    // 建立 win1 物件
27      CWin <double> win2(50.25,60.74);           // 建立 win2 物件
28
29      cout << "win1 object: ";
30      win1.show();
31      cout << "win2 object: ";
32      win2.show();
33
34      system("pause");
35      return 0;
36  }
                    /* prog19_8 OUTPUT--------------------

                    win1 object: width=50, height=60
                    win2 object: width=50.25, height=60.74
                    ----------------------------------------*/
```



類別樣板的使用範例2 (1/2)

- 下面的範例是使用兩個型態變數的例子

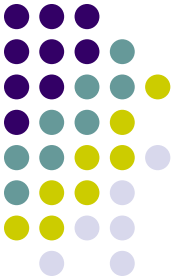
```
01  //prog19_9, 類別樣板的使用範例(不同引數型態的情形)
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  template <class T1,class T2>              // 定義類別樣板
06  class CWin
07  {
08    protected:
09      T1 width;                             // 指定 width 的型態為 T1
10      T2 height;                            // 指定 height 的型態為 T2
11    public:
12      CWin(T1 w,T2 h):width(w),height(h){};
13
14      void show(void);
15  };
16
```



類別樣板的使用範例2 (1/2)

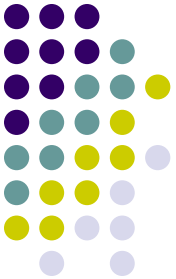
```
17  template <class T1, class T2>
18  void CWin<T1,T2>::show()                    // 定義 show()函數
19  {
20     cout << "width=" << width << ", ";
21     cout << "height=" << height << endl;
22  }
23
24  int main(void)
25  {
26     CWin <int,double> win1(50,60.05);    // 建立 win1 物件
27     CWin <double,int> win2(50.25,74);    // 建立 win2 物件
28
29     cout << "win1 object: ";
30     win1.show();
31     cout << "win2 object: ";
32     win2.show();
33
34     system("pause");
35     return 0;
36  }
```

```
/* prog19_9 OUTPUT------------------
win1 object: width=50, height=60.05
win2 object: width=50.25, height=74
-------------------------------------*/
```



類別樣板的使用範例3 (1/2)

- 這裡也可以在函數樣板或類別樣板內，限定某個引數必須為特定型態的變數，除此之外，還可以設定此一變數的預設值，也就是說當一變數出缺時，編譯器就會以此預設值來取代它。

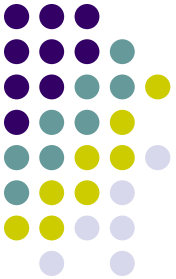


類別樣板的使用範例3 (1/2)

- 下面的範例限定樣板內某個引數必須為某個型態的變數

```
01  //prog19_10, 樣板內限定某個引數必須為某個型態的變數
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  template <class T1,class T2,char id='D'> // 樣板內加入特定型態的變數
06  class CWin
07  {
08     protected:
09       T1 width;
10       T2 height;
11     public:
12       CWin(T1 w,T2 h):width(w),height(h){};
13
14       void show();
15  };
16
```

```
/* prog19_10 OUTPUT-------
win1 object: A
width=50, height=60.05
win2 object: D
width=50.25, height=74
-------------------------*/
```



類別樣板的使用範例3 (1/2)

```
17  template <class T1, class T2, char id>      // 定義 show()函數
18  void CWin<T1,T2, id >::show()
19  {                          注意此處必須填上變數名稱，而非資料型態
20     cout << id << endl;
21     cout << "width=" << width << ", ";
22     cout << "height=" << height << endl;
23  }
24
25  int main(void)
26  {
27     CWin <int,double,'A'> win1(50,60.05);
28     CWin <double,int> win2(50.25,74);
29
30     cout << "win1 object: ";
31     win1.show();
32     cout << "win2 object: ";
33     win2.show();
34
35     system("pause");
36     return 0;
37  }
```

```
/* prog19_10 OUTPUT-------

win1 object: A
width=50, height=60.05
win2 object: D
width=50.25, height=74
-------------------------*/
```

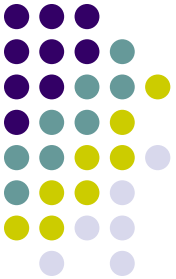
樣板的特殊化 (1/2)

- 在C++裡，我們可以把類別樣板，或者是函數樣板做一個特殊化的處理，使得符合這個特殊化規則的類別或者是函數，皆會以特殊的方法來處理。樣板的特殊化可分為
  - 「類別樣板的特殊化」
  - 「函數樣板的特殊化」
- 以CWin類別為例，可將它定義成類別樣板

```
template <class T>                                  // 類別樣板
class CWin
{
   T width, height;                                 // 資料成員
   public:
     CWin(T w,T h):width(w),height(h){};            // 建構元
     T area(void){ return width*height; }           // 成員函數 area()
};
```

樣板的特殊化 (2/2)

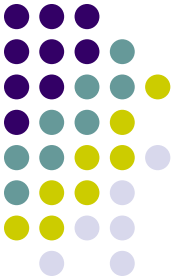
- 將CWin類別樣板裡的函數特殊化，成為特殊化的類別樣板



樣板的特殊化之範例1 (1/2)

- prog19_11是類別樣板特殊化的範例

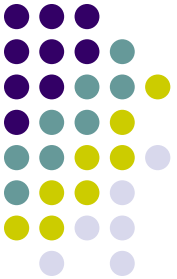
```
01  //prog19_11, 類別樣板的特殊化
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  template <class T>                              // 類別樣板
06  class CWin
07  {
08     T width,height;
09     public:
10       CWin(T w,T h):width(w),height(h){};
11
12       T area(void){ return width*height; }
13  };
14
15  template <> class CWin <int>                    // 特殊化的類別樣板
16  {
17       int width,height;
18     public:
19       CWin(int w, int h):width(w),height(h){};
20
21       int area(void){ return 0; }
22  };
```



樣板的特殊化之範例1 (2/2)

```
23
24  int main(void)
25  {
26      CWin <int> win1(50,60);
27      CWin <double> win2(12.3,45.8);
28      CWin <short> win3(12,45);
29
30      cout << "win1 object: ";
31      cout << win1.area() << endl;
32
33      cout << "win2 object: ";
34      cout << win2.area() << endl;
35
36      cout << "win3 object: ";
37      cout << win3.area() << endl;
38
39      system("pause");
40      return 0;
41  }
```

```
/* prog19_11 OUTPUT-----

win1 object: 0
win2 object: 563.34
win3 object: 540
-----------------------*/
```



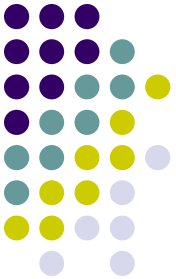
樣板的特殊化之範例2 (1/2)

```
01  //prog19_12, 類別樣板之成員函數的特殊化
02  #include <iostream>
03  #include <cstdlib>
04  using namespace std;
05  template <class T>
06  class CWin
07  {
08     T width,height;
09     public:
10       CWin(T w,T h):width(w),height(h){};
11
12       T area(void)
13       {
14          return width*height;
15       }
16  };
17
18  template <> int CWin<int>::area(void)    // 類別樣板內成員函數的特殊化
19  {
20     return 0;
21  }
```

- 類別樣板內成員函數的特殊化的範例

// 類別樣板

只要填入類別樣板裡的型態是 int ，則在呼叫 area() 函數時會以這個特殊化的版本來執行



樣板的特殊化之範例2 (2/2)

```
22
23  int main(void)
24  {
25     CWin <int> win1(50,60);
26     CWin <double> win2(12.3,45.8);
27
28     cout << "win1 object: ";
29     cout << win1.area() << endl;
30
31     cout << "win2 object: ";
32     cout << win2.area() << endl;
33
34     system("pause");
35     return 0;
36  }
```

```
/* prog19_12 OUTPUT-------
win1 object: 0
win2 object: 563.34
-------------------------*/
```


-The End-