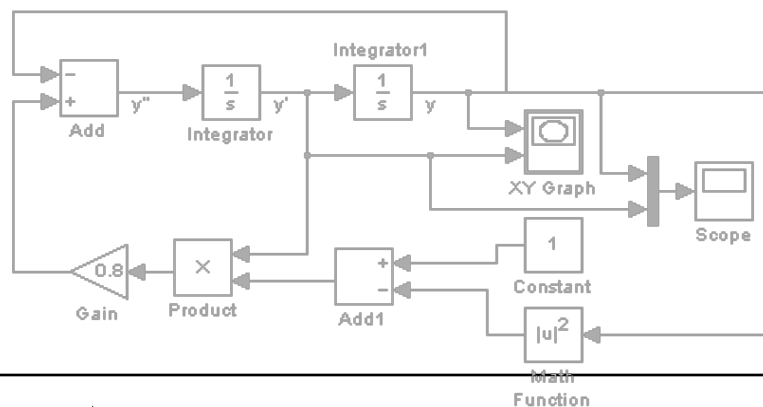


# 第五章

## 三維空間繪圖



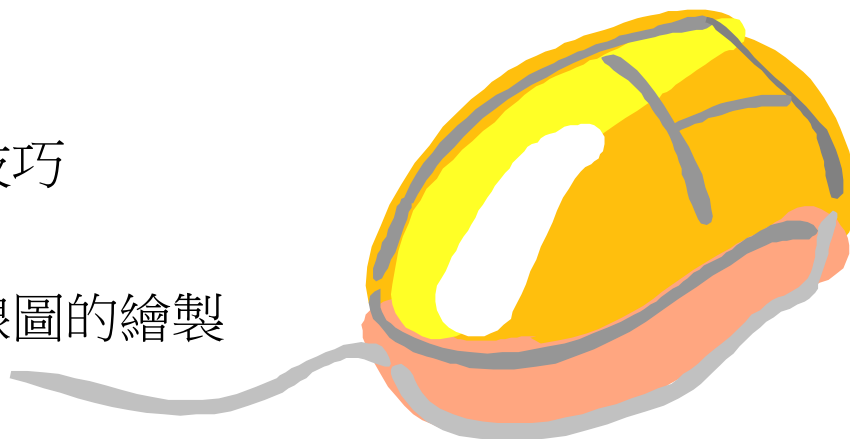
### 本章學習目標

學習三維繪圖的基本技巧

學習peaks函數的用法

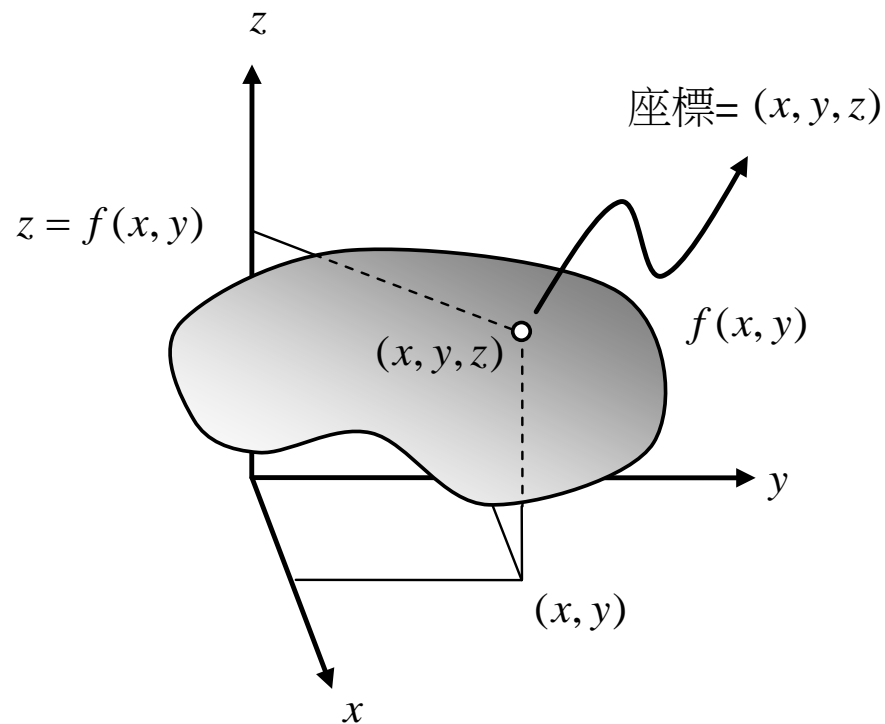
學習二維與三維等高線圖的繪製

學習三維圖形的編修



## 5.1 基本三維繪圖

- 對於函數而言，每給一組  $f(x,y)$ ，便能求得其相對應的高度  $z$ ，如下圖所示：



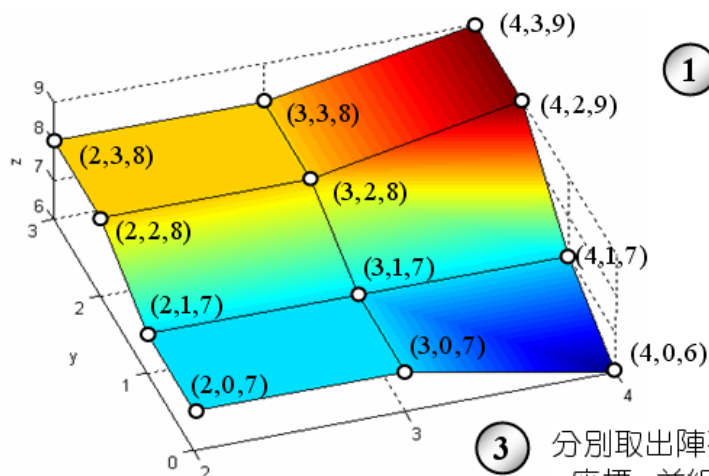
## 5.1.1 繪製三維的網格圖

- 利用mesh函數可繪製三維的網格圖：

表 5.1.1 mesh 函數的使用

函 數	說 明
<code>mesh(x,y,z)</code>	繪出三維的網格圖
<code>mesh(z)</code>	繪出 $x$ 座標從 1 到 $m$ ， $y$ 座標從 1 到 $n$ 的三維的網格圖

## Mesh 函數的用法



① 從圖形上方觀測，並標上資料點的座標

② 將資料點的座標取出，並依序組成一個陣列  $A$

$$A = \begin{bmatrix} (2, 3, 8) & (3, 3, 8) & (4, 3, 9) \\ (2, 2, 8) & (3, 2, 8) & (4, 2, 9) \\ (2, 1, 7) & (3, 1, 7) & (4, 1, 7) \\ (2, 0, 7) & (3, 0, 7) & (4, 0, 6) \end{bmatrix}$$

③ 分別取出陣列  $A$  的  $x$ 、 $y$  與  $z$  座標，並組合成三個陣列

$$xx = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 4 \\ 2 & 3 & 4 \end{bmatrix}$$

$$yy = \begin{bmatrix} 3 & 3 & 3 \\ 2 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$zz = \begin{bmatrix} 8 & 8 & 9 \\ 8 & 8 & 9 \\ 7 & 7 & 7 \\ 7 & 7 & 6 \end{bmatrix}$$

將橫列反向排序

將橫列反向排序

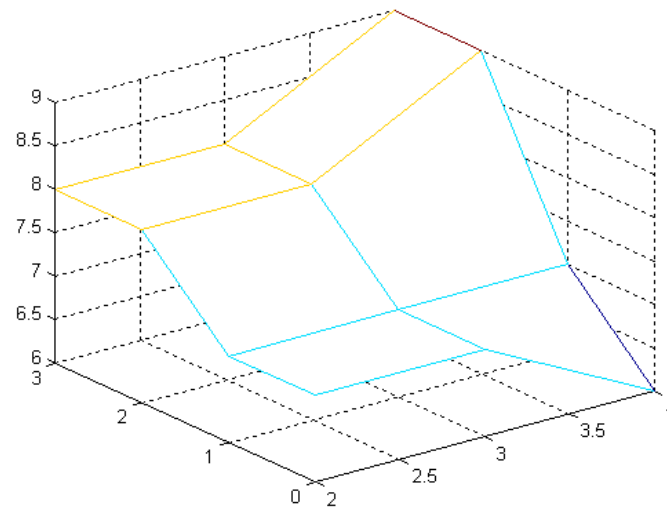
$$yy = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 \end{bmatrix}$$

$$zz = \begin{bmatrix} 7 & 7 & 6 \\ 7 & 7 & 7 \\ 8 & 8 & 9 \\ 8 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

④ 利用 `mesh` 指令來繪製三維的網格圖

`mesh(xx, yy, zz)`

```
>> xx=[2 3 4;2 3 4;2 3 4;2 3 4];  
>> yy=[0 0 0;1 1 1;2 2 2;3 3 3]  
>> zz=[7 7 6;7 7 7;8 8 9;8 8 9]  
>> mesh(xx,yy,zz)
```

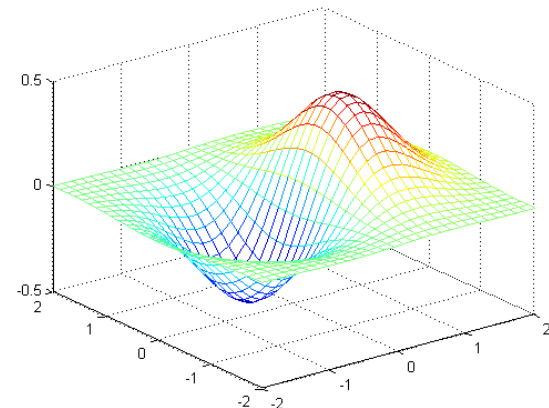


- Matlab提供了meshgrid函數，可以建立xx與yy矩陣：

表 5.1.2 meshgrid 函數的使用

函 數 說 明	
<code>meshgrid(vx,vy)</code>	建構出兩個二維矩陣 <code>xx</code> 與 <code>yy</code> ，以供三維繪圖所需

```
>> x=linspace(-2,2,30);  
>> y=linspace(-2,2,30);  
>> [xx,yy]=meshgrid(x,y);  
>> zz=xx.*exp(-xx.^2-yy.^2);  
>> mesh(xx,yy,zz)
```

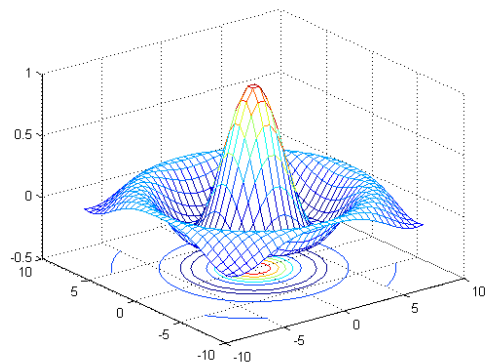


## ○ 下面是meshc函數與waterfall函數用法：

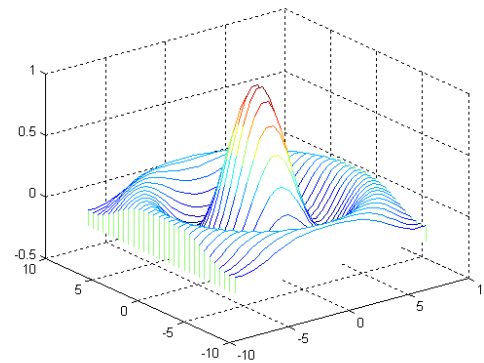
表 5.1.3 meshc 與 waterfall 函數的使用

函 數    說 明	
<code>meshc(xx, yy, zz)</code>	繪出網格圖，但在網格圖下方會附帶繪出等高線圖
<code>waterfall(xx, yy, zz)</code>	以切片的方式來繪製三維的立體圖

```
>> meshc(xx,yy,zz)
```



```
>> waterfall(xx,yy,zz)
```



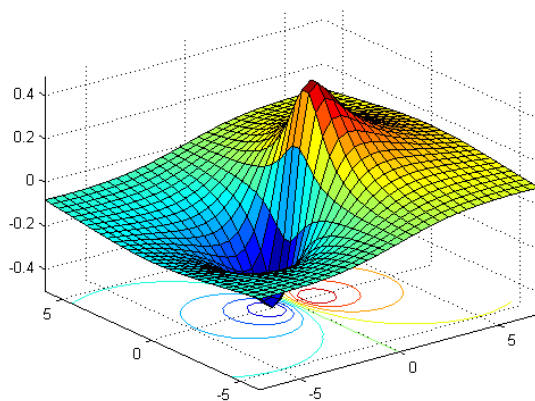
## 5.1.2 繪製三維的曲面圖

- 想要對網格面上色，可利用surf或其它相關的函數：

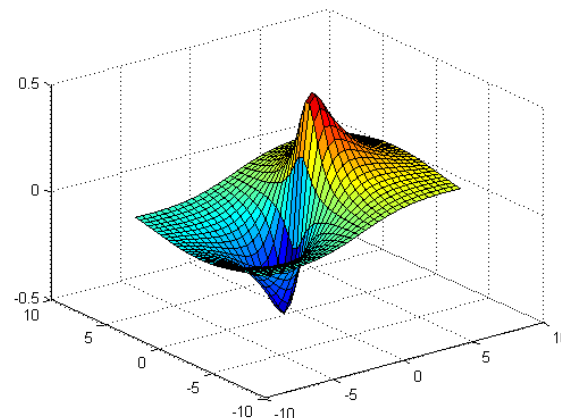
表 5.1.4 surf 與 surfc 函數的使用

函數	說明
<code>surf(xx,yy,zz)</code>	繪出三維的曲面圖
<code>surfc(xx,yy,zz)</code>	同 <code>surf</code> ，但在圖形下方會顯示出函數圖形的等高線圖

```
>> surf(xx,yy,zz);
```



```
>> surfc(xx,yy,zz);axis tight;
```





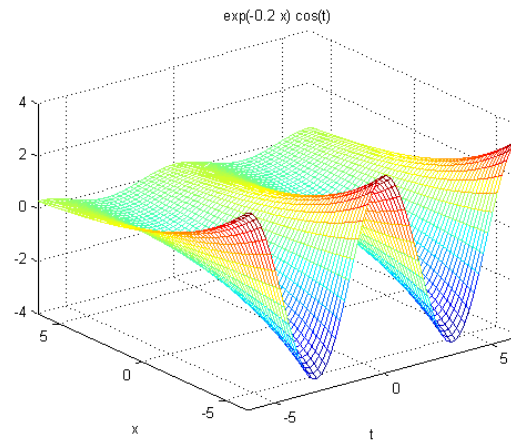
## 5.2 簡易的三維繪圖函數

- `ezmesh`與`ezsurf`函數可以快速的繪出三維的圖形：

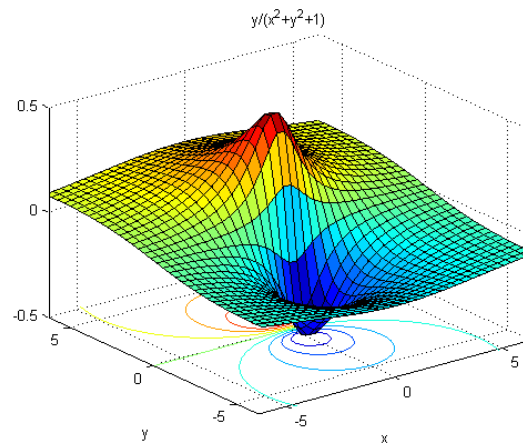
表 5.2.1 簡易三維繪圖函數的使用

函 數	說 明
<code>ezmesh(f, [xmin, xmax, ymin, ymax])</code>	根據函數 $f$ 以 $60 \times 60$ 個網格數繪出 $f$ 的三維圖形
<code>ezmeshc(f, [xmin, xmax, ymin, ymax])</code>	同 <code>ezmesh</code> ，但在圖形下方會顯示出圖形的等高線
<code>ezsurf(f, [xmin, xmax, ymin, ymax])</code>	同 <code>ezmesh</code> ，但是網格面會上色
<code>ezsurfc(f, [xmin, xmax, ymin, ymax])</code>	同 <code>ezsurf</code> ，但在圖形下方會顯示出圖形的等高線

```
>> ezmesh('exp(-0.2*x)*cos(t)')
```



```
>> ezsurf('y/(x^2+y^2+1)',36)
```



## 5.3 內建的三維圖形展示函數— peaks

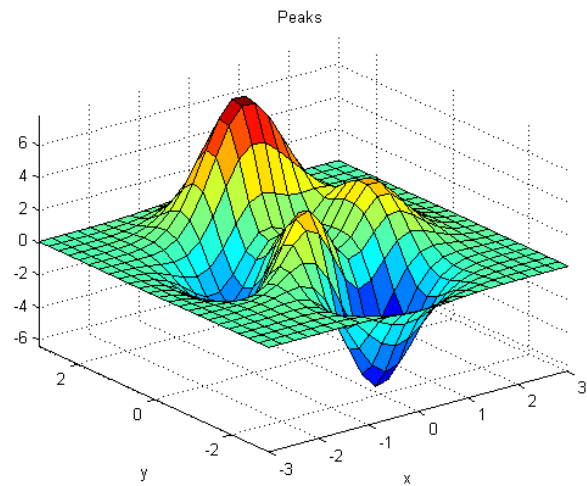
- peaks所描述的數學函數，其定義式為

$$f(x, y) = 3(1-x)^2 e^{-x^2-(y+1)^2} - 10\left(\frac{x}{5} - x^3 - y^5\right) e^{-x^2-y^2} - \frac{1}{3} e^{-(x+1)^2-y^2}$$

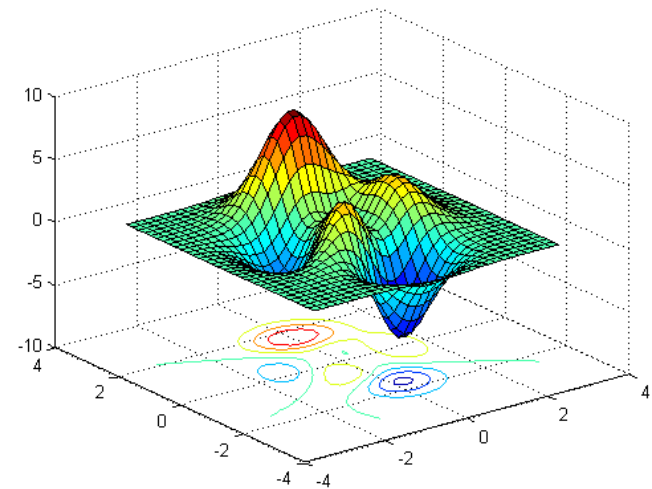
表 5.3.1 使用 peaks 函數

函 數	說 明
peaks	以 $49 \times 49$ 個資料點繪製數學函數 peaks，範圍 $x$ 與 $y$ 方向同為 $-3 \sim 3$
peaks( $n$ )	同 peaks，但以 $n \times n$ 個資料點來繪圖
zz=peaks	計算 $49 \times 49$ 個數學函數 peaks 的值
zz=peaks( $n$ )	以 $n \times n$ 個資料點計算數學函數 peaks 的值
[xx,yy,zz]=peaks( $n$ )	以 $n \times n$ 個資料點計算數學函數 peaks 的值

```
>> peaks(24);  
>> surfc(xx,yy,zz);
```



```
>> [xx,yy,zz]=peaks(32);
```



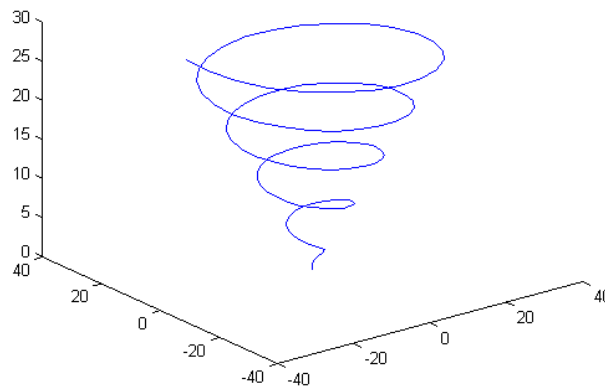
## 5.4 空間曲線繪圖

- `plot3` 函數可用來繪製空間的曲線：

表 5.4.1 空間曲線繪圖函數

函 數	說 明
<code>plot3(x,y,z)</code>	以向量 $x, y$ 與 $z$ 繪製三維空間曲線
<code>plot3(x,y,z, 'str')</code>	以控制字串 $str$ 所指定的格式繪出三維空間曲線

```
>> plot3(t.*sin(t),t.*cos(t),t);
```



## 5.5 等高線繪圖

### 5.5.1 二維的等高線圖

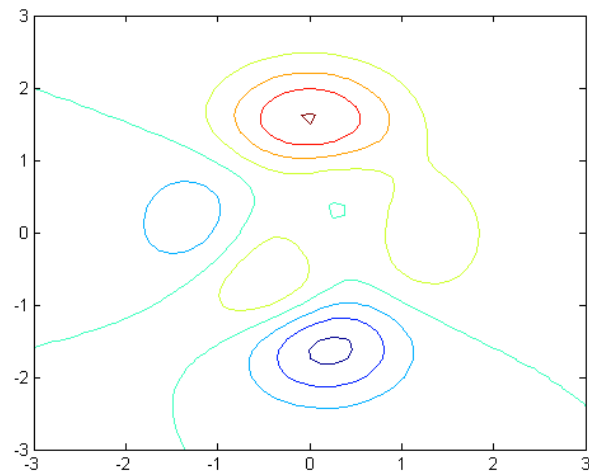
- Matlab的contour函數可用來繪製二維的等高線圖：

表 5.5.1 二維等高線繪圖函數

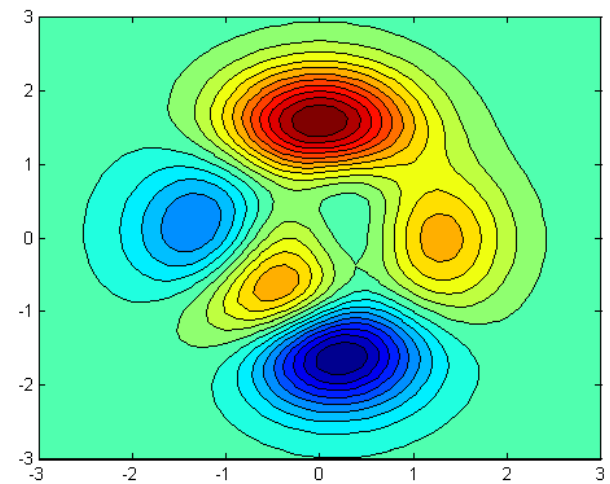
函 數	說 明
<code>contour(xx,yy,zz,n)</code>	分別以矩陣 $xx$ 、 $yy$ 與 $zz$ 繪出 $n$ 條等高線
<code>contour(zz,n)</code>	同上，但 $x$ 方向是從 1 到 $m$ ， $y$ 方向是從 1 到 $n$
<code>contour(xx,yy,zz,[<math>z_1, z_2, z_3, \dots</math>])</code>	繪出高度為 $z_1, z_2, z_3, \dots$ 的等高線圖
<code>contourf(xx,yy,zz,n)</code>	同 <code>contour</code> 函數，但會以顏色填滿（fill）等高線圖

---

```
>> contour(xx,yy,zz)
```



```
>> contourf(xx,yy,zz,20)
```



---

- 要標註等高線的值：

把繪出的等高線圖設給某一個變數

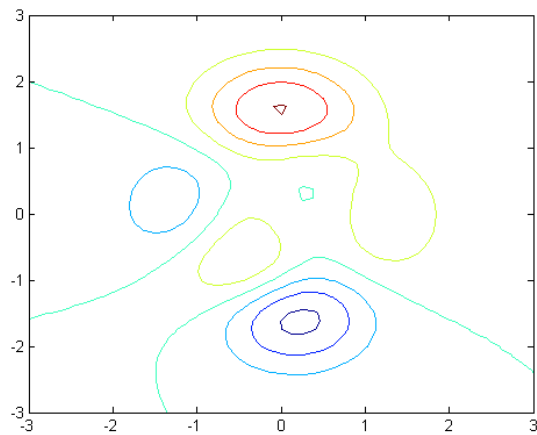
把這個變數傳遞給`clabel`函數

表 5.5.2 將等高線加入高度標記的函數

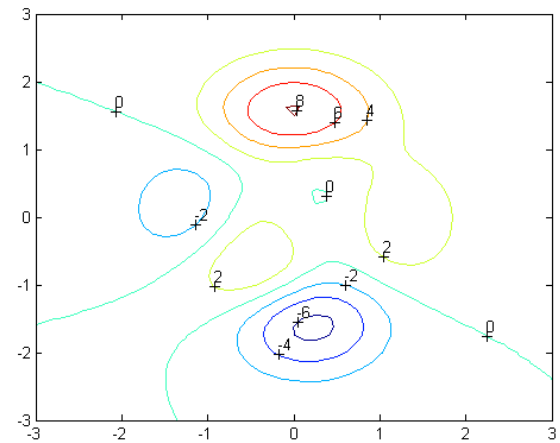
函 數	說 明
<code>clabel(cmat)</code>	在等高線圖內加上高度的標記
<code>clabel(cmat, [z<sub>1</sub>, z<sub>2</sub>, z<sub>3</sub>, ...])</code>	在高度為 <code>[z<sub>1</sub>, z<sub>2</sub>, z<sub>3</sub>, ...]</code> 的等高線上加上高度標記
<code>clabel(cmat, 'manual')</code>	利用滑鼠標註等高線的數值



```
>> cmat=contour(xx,yy,zz);
```



```
>> clabel(cmat)
```



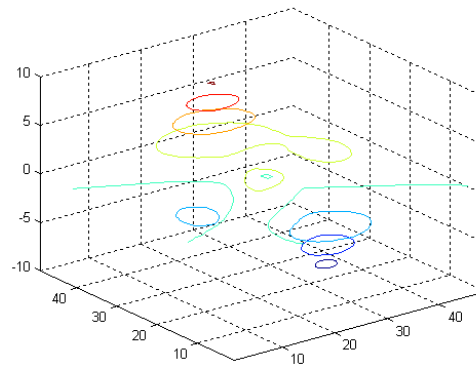
## 5.5.2 三維的等高線圖

- `contour3` 函數可繪製三維的等高線圖：

表 5.5.3 三維等高線繪圖函數

函 數	說 明
<code>contour3(xx,yy,zz,n)</code>	分別以矩陣 <code>xx</code> 、 <code>yy</code> 與 <code>zz</code> 繪出 $n$ 條三維的等高線
<code>contour3(zz,n)</code>	同上，但 $x$ 方向從 1 到 $m$ ， $y$ 方向從 1 到 $n$
<code>contour3(xx,yy,zz,[z<sub>1</sub>,z<sub>2</sub>,z<sub>3</sub>,...])</code>	指定繪出高度為 $z_1, z_2, z_3, \dots$ 的三維等高線圖

```
>> zz=peaks;  
>> contour3(zz);
```



## 5.6 編修三維繪圖

### 5.6.1 三維圖形的基本編修

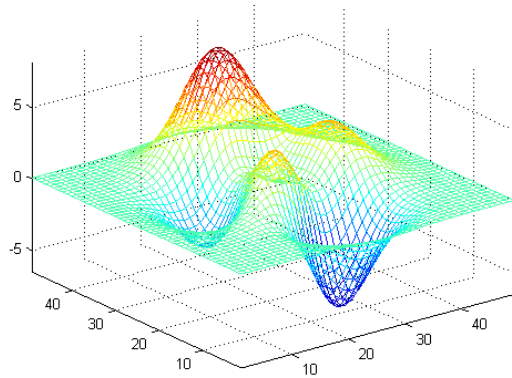
- 下表列出了三維圖形常用的編修指令：

表 5.6.1 三維繪圖的基本編修指令

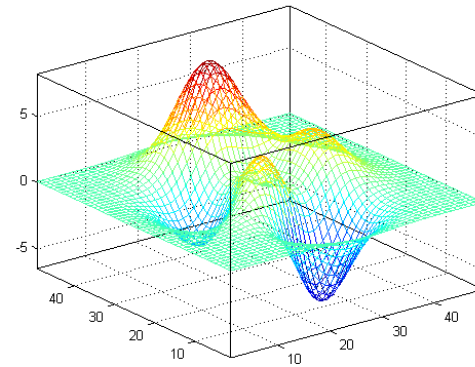
指 令	說 明
<code>hidden on/off</code>	預設為 <code>on</code> 。設定 <code>off</code> 則會除去隱藏線，但這個指令只對 <code>mesh</code> 等函數所繪出的網格圖形有效
<code>axis on/off</code>	預設為 <code>on</code> 。設定 <code>off</code> 則不顯示座標軸與刻度
<code>box on/off</code>	預設為 <code>off</code> 。設定 <code>on</code> 則在圖形的外圍顯示一個外框
<code>hold on/off</code>	預設為 <code>off</code> 。設定 <code>on</code> 時，則新產生的圖形不會覆蓋掉原有的圖形
<code>grid on/off</code>	設定 <code>on</code> 則顯示座標的網格線

---

`>> hidden off;`



`>> box on;`

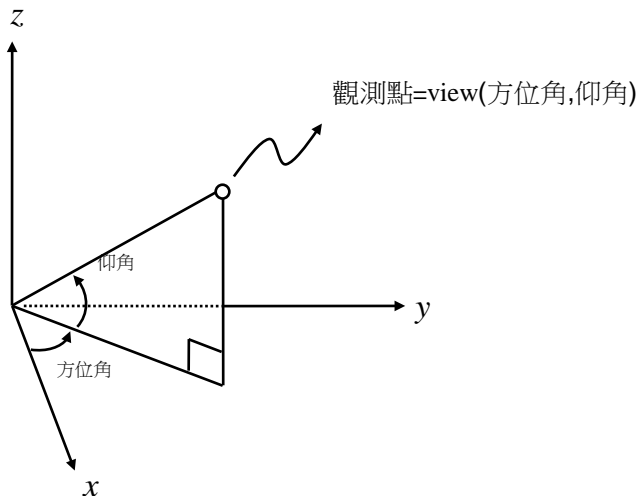


## 5.6.2 改變三維圖形的視角

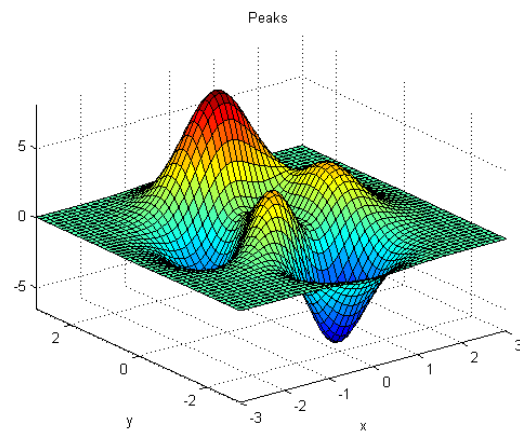
- 如果想更改圖形的觀測角度，可用利用view函數：

表 5.6.2 改變三維圖形的視角

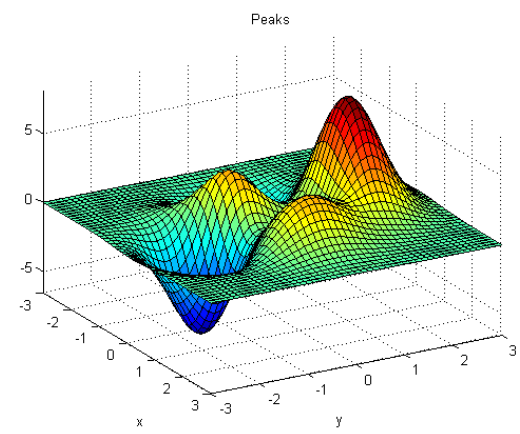
函 數	說 明
<code>view(<i>az</i>,<i>el</i>)</code>	設定圖形的視角，單位為度
<code>[<i>az</i>,<i>el</i>]=view</code>	傳回目前所使用的視角



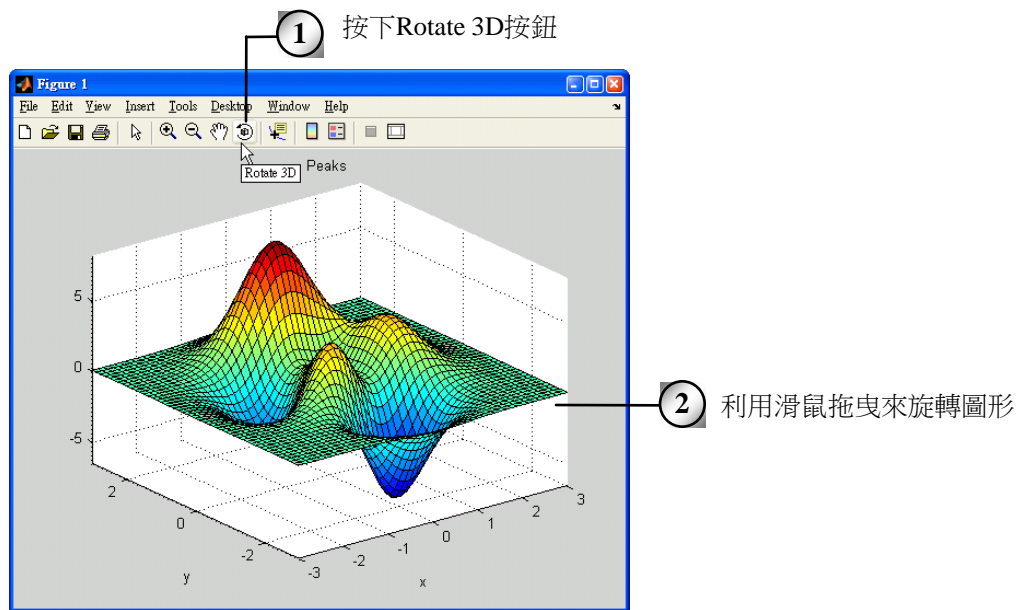
```
>> peaks;
```



```
>> view(60,30);
```

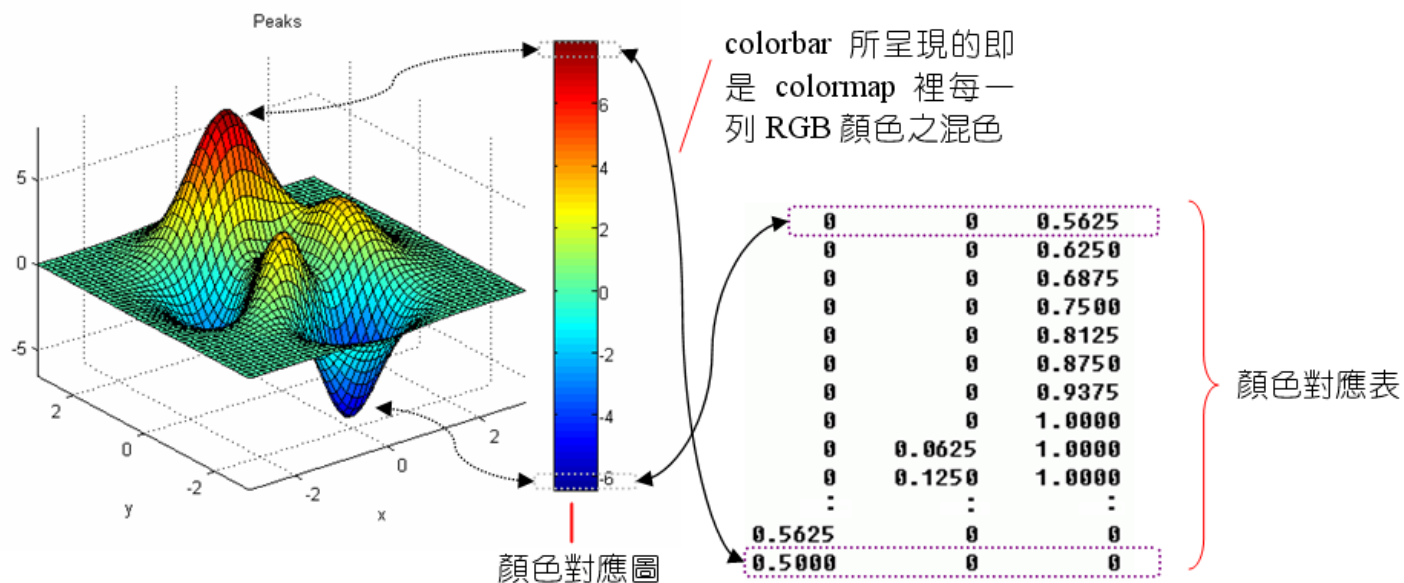


- 按下工具列上的Rotate 3D鈕，可利用滑鼠旋轉所繪製的圖形



## 5.6.3 修改三維圖形的曲面顏色

- Matlab是利用color map，依所繪製之函數值的大小來對曲面上色。





- colormap可限定三維的圖形使用特定的顏色對應表
- 下表列出了colormap與colorbar函數的用法：

表 5.6.4 colormap 函數的使用

函 數	說 明
<code>colormap(<i>map</i>)</code>	使用 <i>map</i> 當成目前配色的顏色對應表
<code>colormap('default')</code>	使用預設的顏色對應表
<code><i>map</i>=colormap</code>	把目前的顏色對應表設定給變數 <i>map</i>
<code>colorbar</code>	在目前的圖形中顯示顏色對應圖

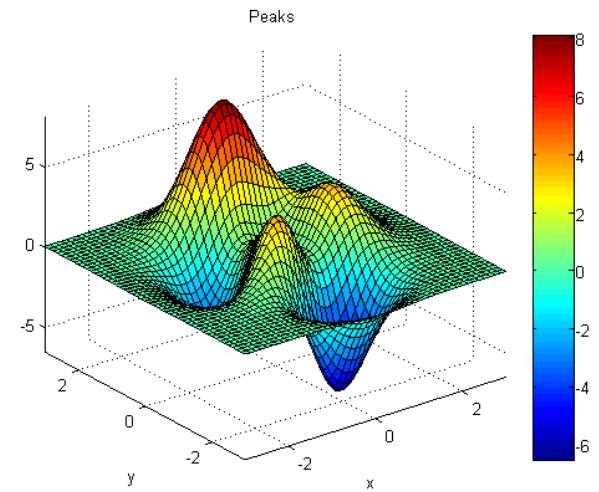
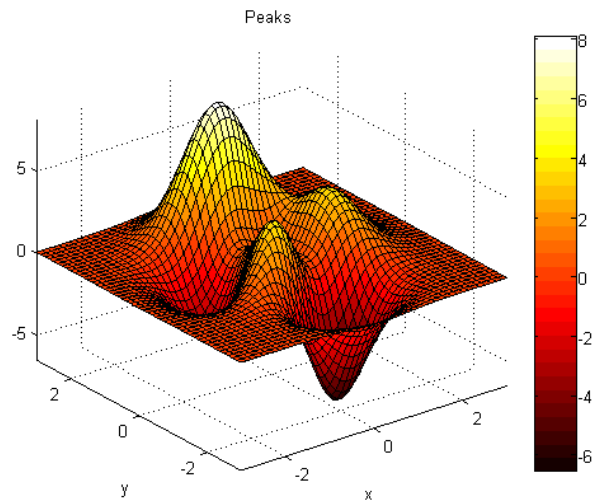
## ○ 下表列出了Matlab常用來建立顏色對應表的函數

表 5.6.5 產生顏色對應表的函數

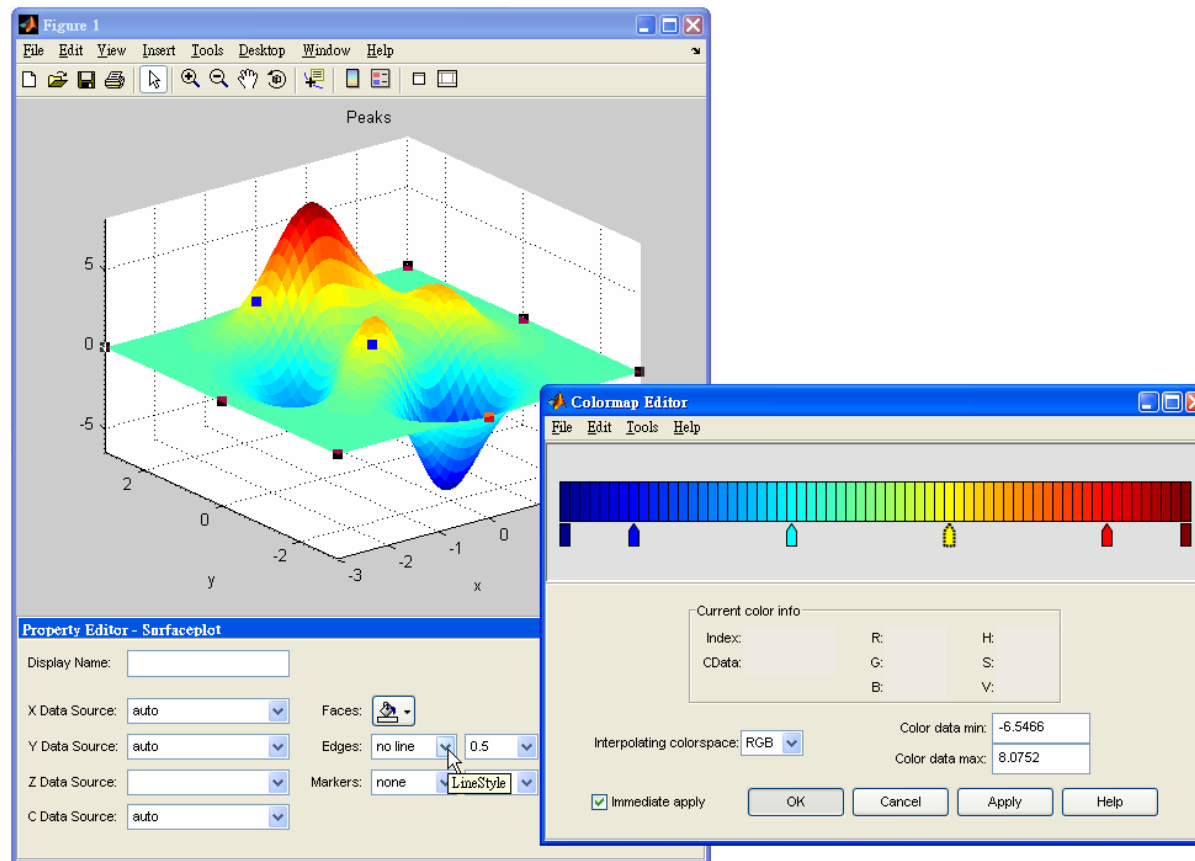
函 數	說 明
<code>hsv(m)</code>	建立一個 $m \times 3$ 的顏色對應矩陣，色系是由紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫等循環色彩所組成
<code>jet(m)</code>	建立一個 $m \times 3$ 的顏色對應矩陣，色系是暗紅、紅、橙、黃、綠、藍、靛、紫與暗藍等色彩所組成（Matlab 預設的顏色對應表）
<code>spring(m)</code>	建立一個 $m \times 3$ 的春天色系矩陣，它是由粉紅與黃色色系所組成
<code>summer(m)</code>	建立一個 $m \times 3$ 的夏天色系矩陣，它是由綠色與黃色色系所組成
<code>autumn(m)</code>	建立一個 $m \times 3$ 的秋天色系矩陣，它是由黃色與紅色色系所組成
<code>winter(m)</code>	建立一個 $m \times 3$ 的冬天色系矩陣，它是由藍色與綠色色系所組成
<code>hot(m)</code>	建立一個 $m \times 3$ 的暖色系矩陣，由黑、紅、黃、白等顏色所組成
<code>cool(m)</code>	建立一個 $m \times 3$ 的冷色系矩陣，由青色和暗紅色等顏色所組成
<code>gray(m)</code>	建立一個 $m \times 3$ 的灰階色系矩陣

---

```
>> colormap(hot(32));colorbar; >> colormap('default');colorbar;
```



## 5.6.4 利用Property Editor視窗修改圖形





---

-The End-