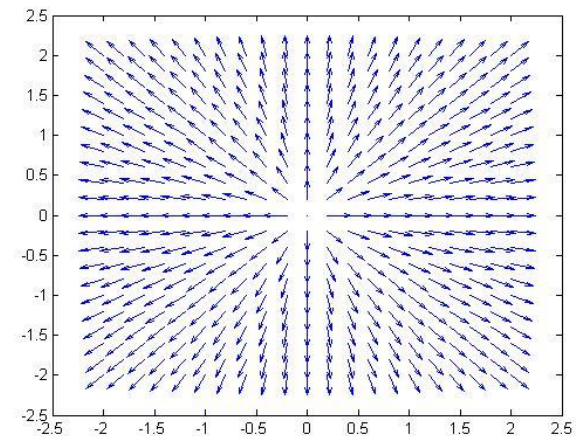
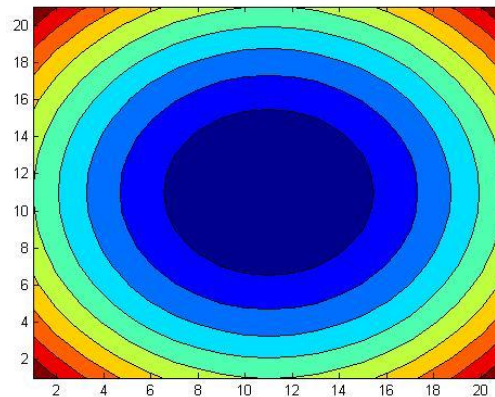
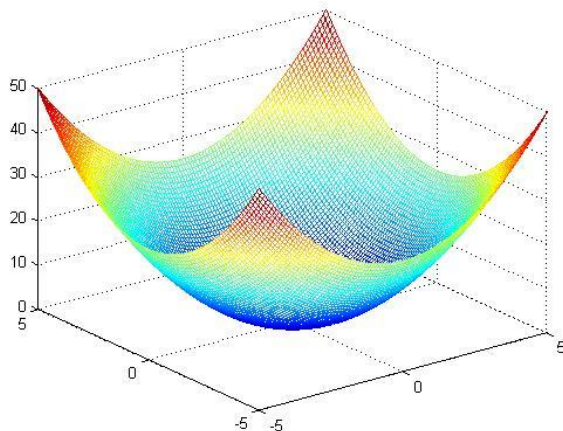


The Language of Technical Computing by Matlab

Class 4 : 3D Graphics

Outline

1. 3D plot
2. contour (繪製等高線)
3. quiver (繪製向量圖)
4. 習題



3D plot

```
clear all
```

```
x=-5:0.1:5;
```

```
y=-5:0.1:5;
```

```
[xx,yy]=meshgrid(x,y);
```

```
z=xx.^2+yy.^2;
```

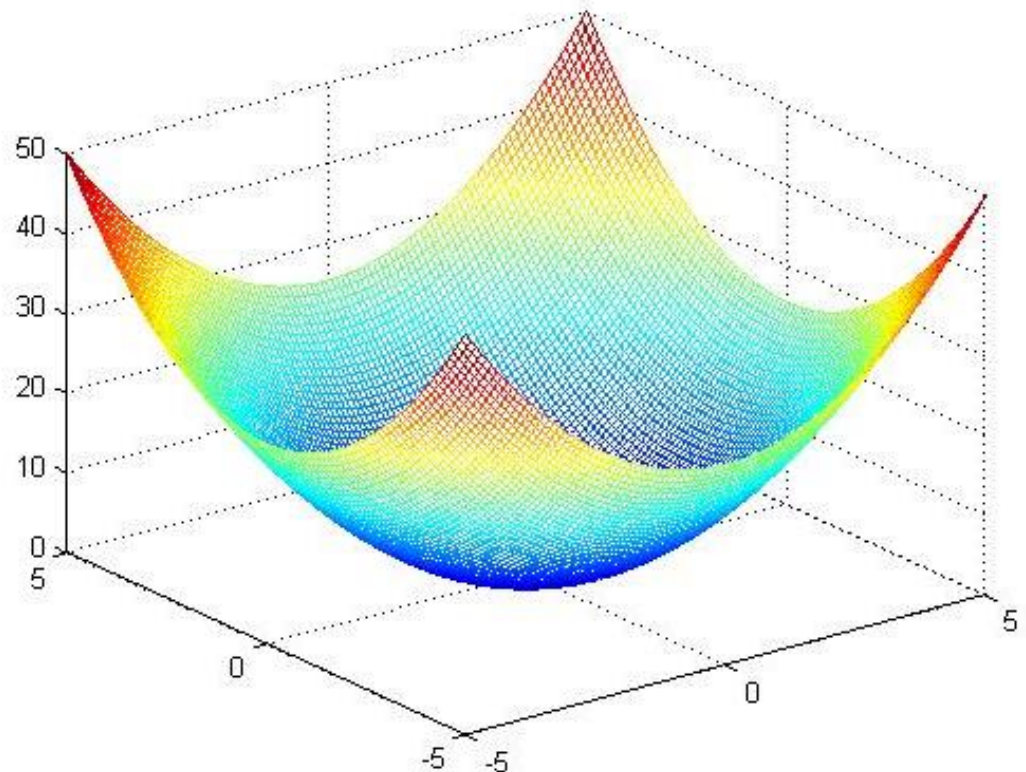
```
mesh(xx,yy,z)
```

1. meshgrid() 產生網格矩陣

2. mesh() 繪圖

1. 產生兩個矩陣:xx和yy

2. 繪圖



3D plot

函數	說明
<code>[xx,yy]=meshgrid(x,y)</code>	將向量x、y轉換成三維繪圖用的矩陣X、Y。

```
>> x=1:3;  
>> y=1:5;  
>> [xx,yy]=meshgrid(x,y)
```

xx =

1	2	3
1	2	3
1	2	3
1	2	3
1	2	3

yy =

1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	5

```
>> xx.^2+yy.^2
```

ans =

2	5	10
5	8	13
10	13	18
17	20	25
26	29	34

Hint:

x, y = 向量

xx, yy = 矩陣

矩陣xx的每一列都由x向量構成

矩陣yy的每一行都由y向量構成

1	2	3
4	5	5
7	8	9

第一列(1st row)

第一行(1st column)

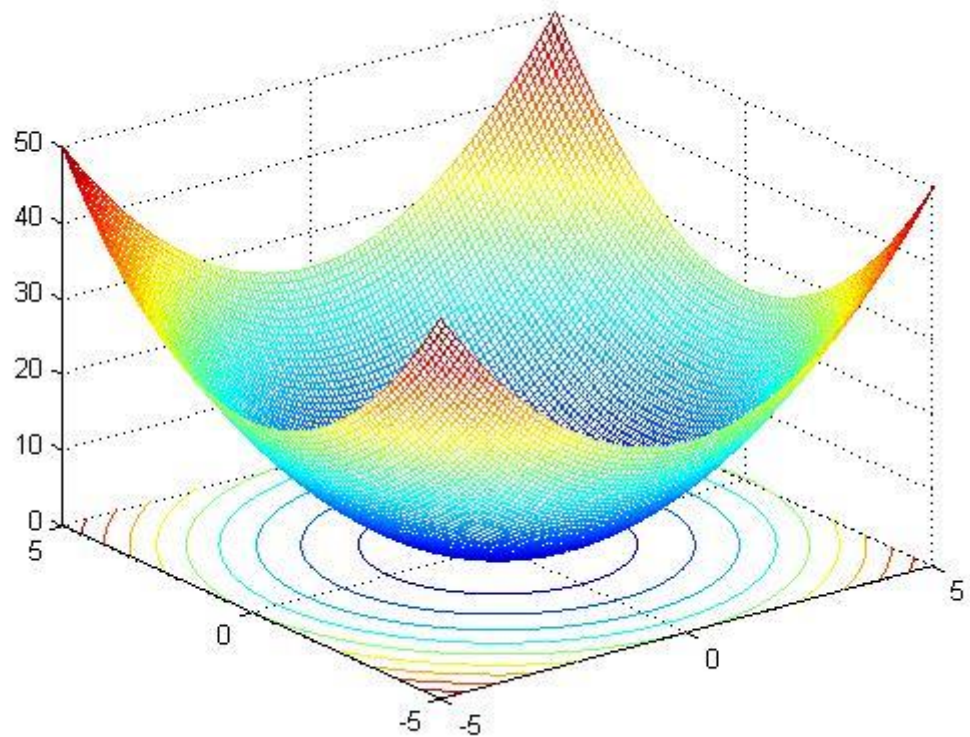
3D plot:繪圖方法

函數	說明
<code>mesh(xx,yy,zz)</code>	繪出xx、yy、zz的三維圖形。
<code>mesh(zz)</code>	繪出zz的三圍圖形。(假設z維度為n×m，則x方向為1~n、y方向為1~m)
<code>meshc(xx,yy,zz)</code>	同mesh，但下方附帶等高線圖。
<code>waterfall</code>	以切片的方式繪製三維圖形
<code>surf(xx,yy,zz)</code>	繪出xx、yy、zz的三維圖形，並上色。
<code>surfc(xx,yy,zz)</code>	同surf，但下方附帶等高線圖。

3D plot: meshc

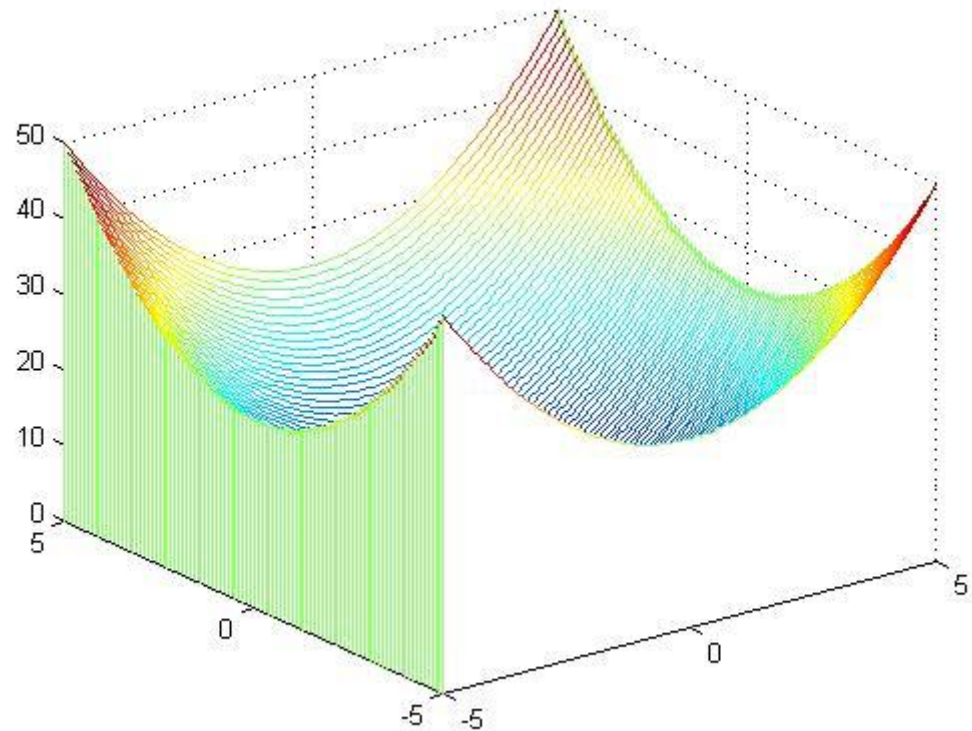
meshc: contour 等高線

```
clear all  
x=-5:0.1:5;  
y=-5:0.1:5;  
[xx,yy]=meshgrid(x,y);  
z=xx.^2+yy.^2;  
meshc(xx,yy,z)
```



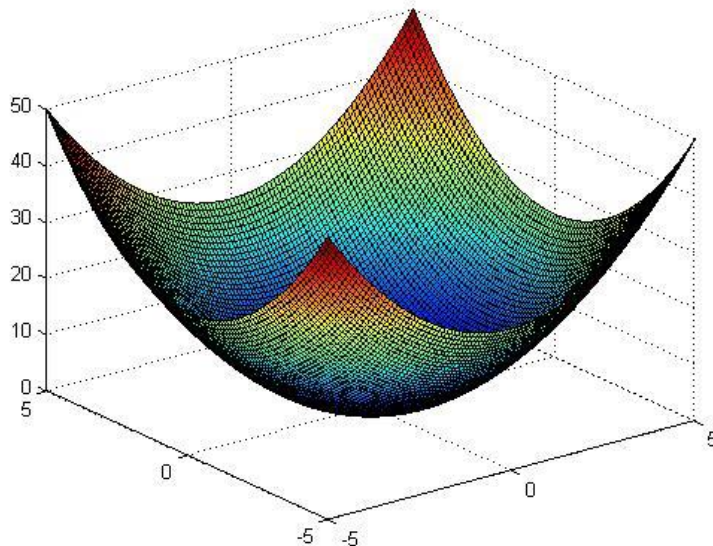
3D plot: waterfall

```
clear all  
x=-5:0.1:5;  
y=-5:0.1:5;  
[xx,yy]=meshgrid(x,y);  
z=xx.^2+yy.^2;  
waterfall(xx,yy,z)
```

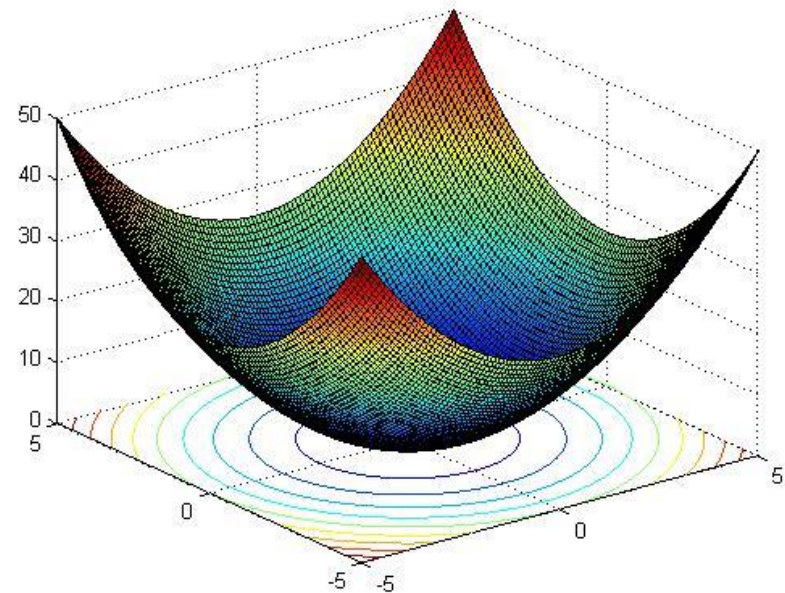


3D plot: surf, surfc 網格面上色

```
clear all  
x=-5:0.1:5;  
y=-5:0.1:5;  
[xx,yy]=meshgrid(x,y);  
z=xx.^2+yy.^2;  
surf(xx,yy,z)
```



```
clear all  
x=-5:0.1:5;  
y=-5:0.1:5;  
[xx,yy]=meshgrid(x,y);  
z=xx.^2+yy.^2;  
surfc(xx,yy,z)
```



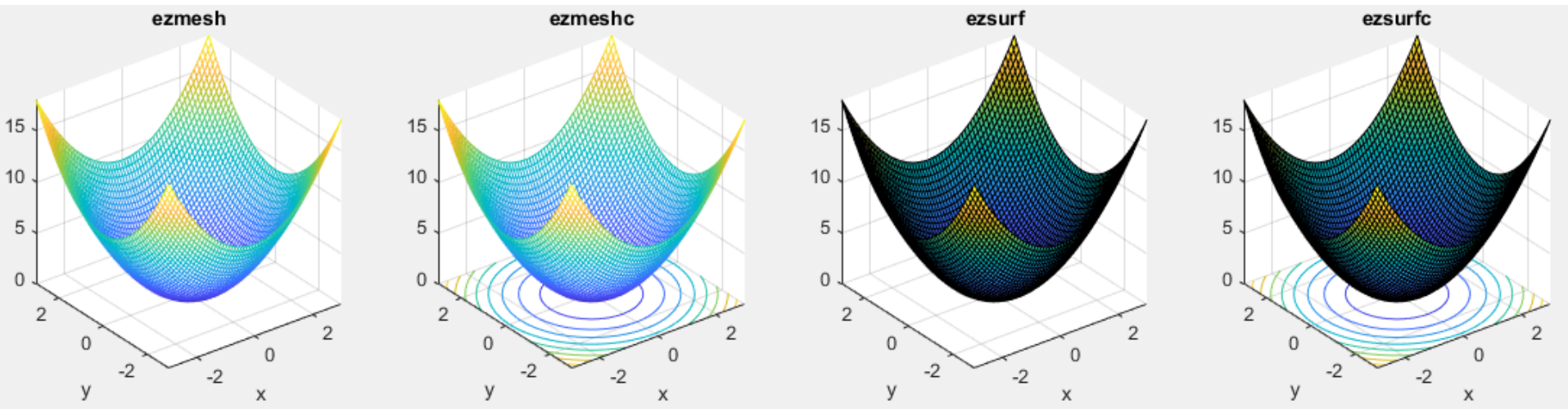
3D plot: ezmesh 簡易三維繪圖

函數	說明
<code>ezmesh('f',[xmin,xmax,ymin,ymax])</code>	以60×60網格畫出f的圖形，如果沒設定範圍，則以 $-2\pi \sim 2\pi$ 為範圍。
<code>ezmeshc('f',[xmin,xmax,ymin,ymax])</code>	同ezmesh，但下方出現等高線。
<code>ezsurf('f',[xmin,xmax,ymin,ymax])</code>	同ezmesh，但網格面會上色。
<code>ezsurf('f',[xmin,xmax,ymin,ymax])</code>	同ezsurf，但下方出現等高線。

3D plot: ezsurf

figure

```
subplot(1,4,1); ezmesh('x*x+y*y',[-3,3,-3,3]); title('ezmesh') % 網狀圖  
subplot(1,4,2); ezmeshc('x*x+y*y',[-3,3,-3,3]); title('ezmeshc') % 網狀圖+等高線  
subplot(1,4,3); ezsurf('x*x+y*y',[-3,3,-3,3]) ; title('ezsurf') % 曲面圖 (網格圖上色)  
subplot(1,4,4); ezsurfc('x*x+y*y',[-3,3,-3,3]); title('ezsurfc') % 曲面圖+等高線
```



3D plot: 繪圖編修指令

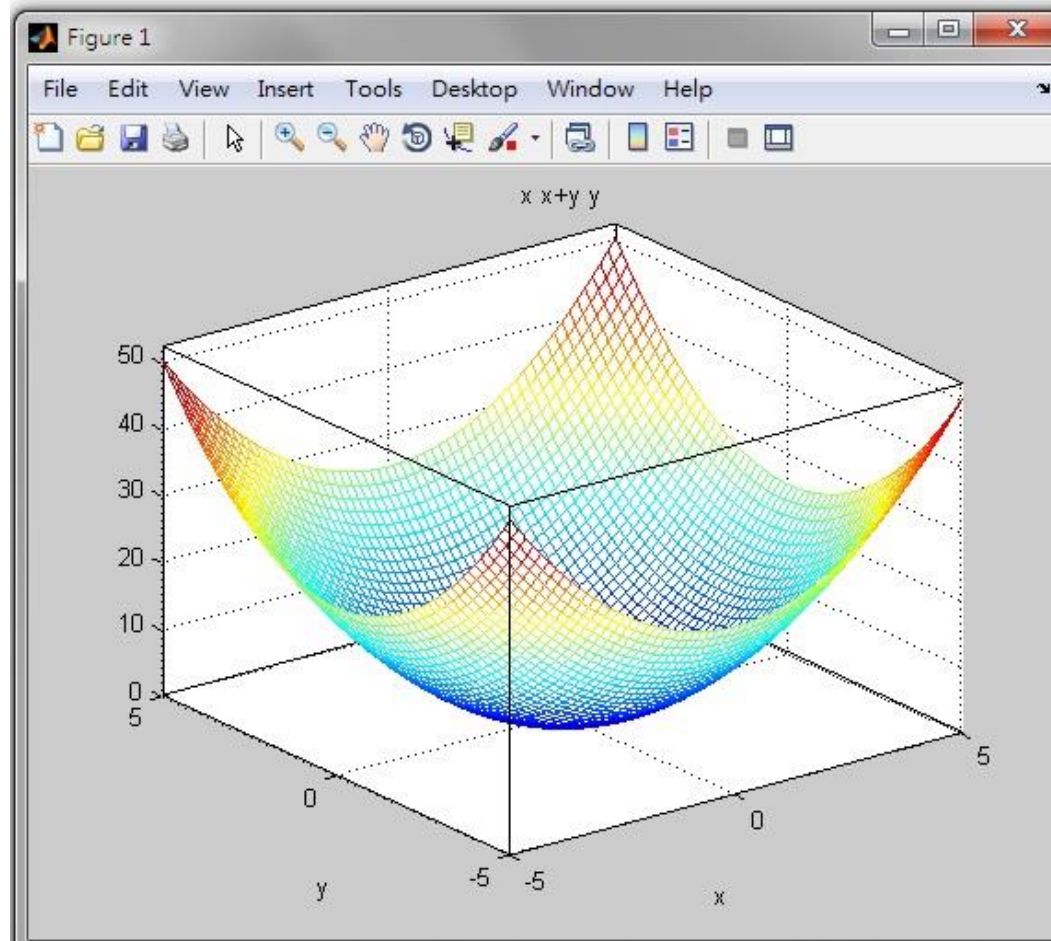
函數	說明
hidden on/off	設定off除去隱藏線(預設on)，只對mesh等函數網格圖形有效。
axis on/off	設定off不顯示座標與刻度(預設on)。
box on/off	設定on在外圍顯示一外框(預設off)。
grid on/off	設定off關閉座標網格(預設on)。
view(azimuth , elevation angle)	設定觀看的方位角(azimuth)以及仰角(elevation angle)。 (單位維度)

3D plot: 繪圖編修指令

- box on

```
>> ezmesh('x*x+y*y',[-5,5,-5,5])
```

```
>> box on
```

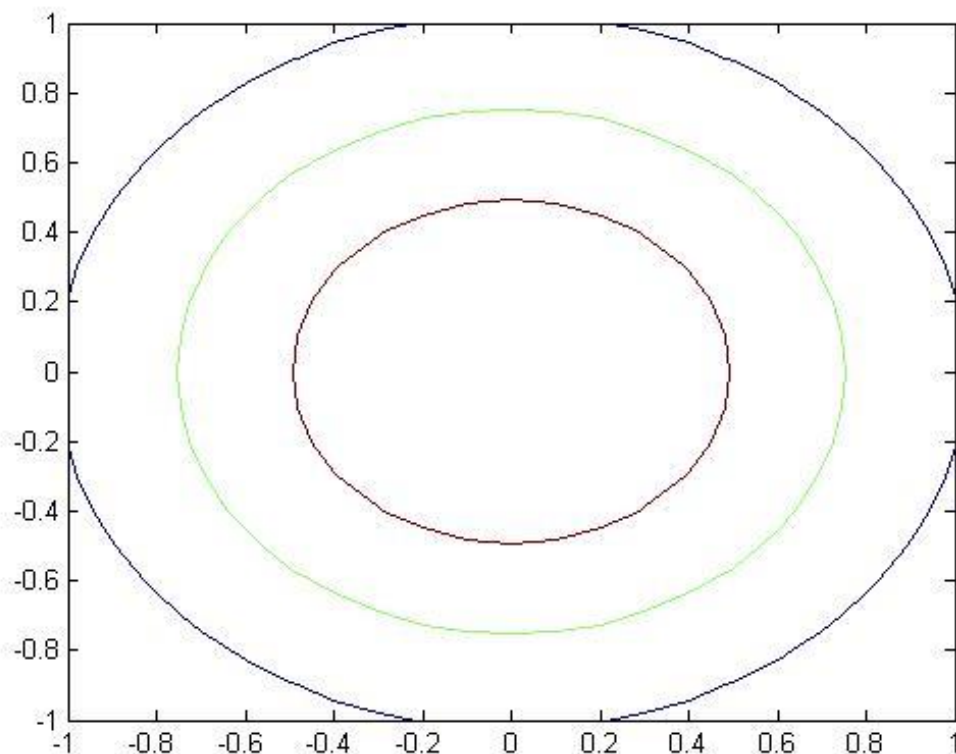


3D plot: contour 等高線繪圖

函數	說明
<code>contour(xx,yy,zz,n)</code>	以矩陣xx、yy為座標，zz為高度，繪出n條等高線。 (n可省略，matlab會自行調整)
<code>contour(zz,n)</code>	同 <code>contour(xx,yy,zz,n)</code> ，x、y範圍matlab會自行調整。
<code>contour(xx,yy,zz,[z1,z2,...])</code>	繪出高度z1、z2、...的等高線。
<code>contourf(xx,yy,zz,n)</code>	同 <code>contour</code> ，但會以顏色填滿等高線圖。
<code>contour3(xx,yy,zz,n)</code>	所有皆與 <code>contour</code> 相同，只是其為三維等高線圖。

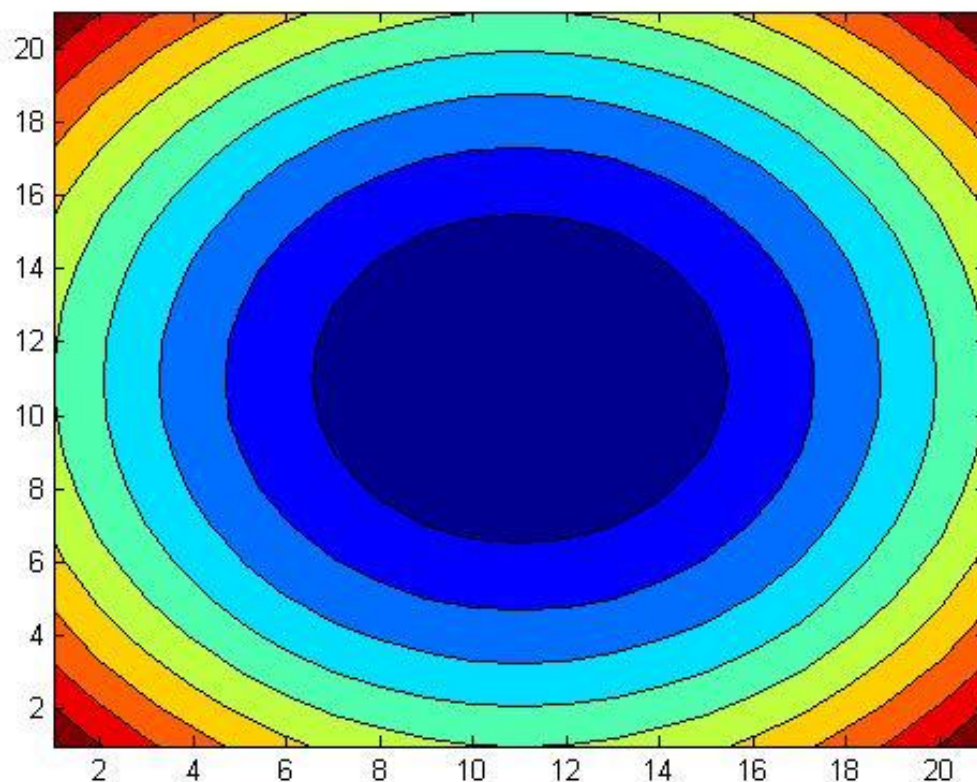
3D plot: contour 等高線繪圖

```
x=-1:0.1:1;  
y=-1:0.1:1;  
[xx,yy]=meshgrid(x,y);  
zz=exp(-(xx.*xx+yy.*yy));  
contour(xx,yy,zz,3)
```



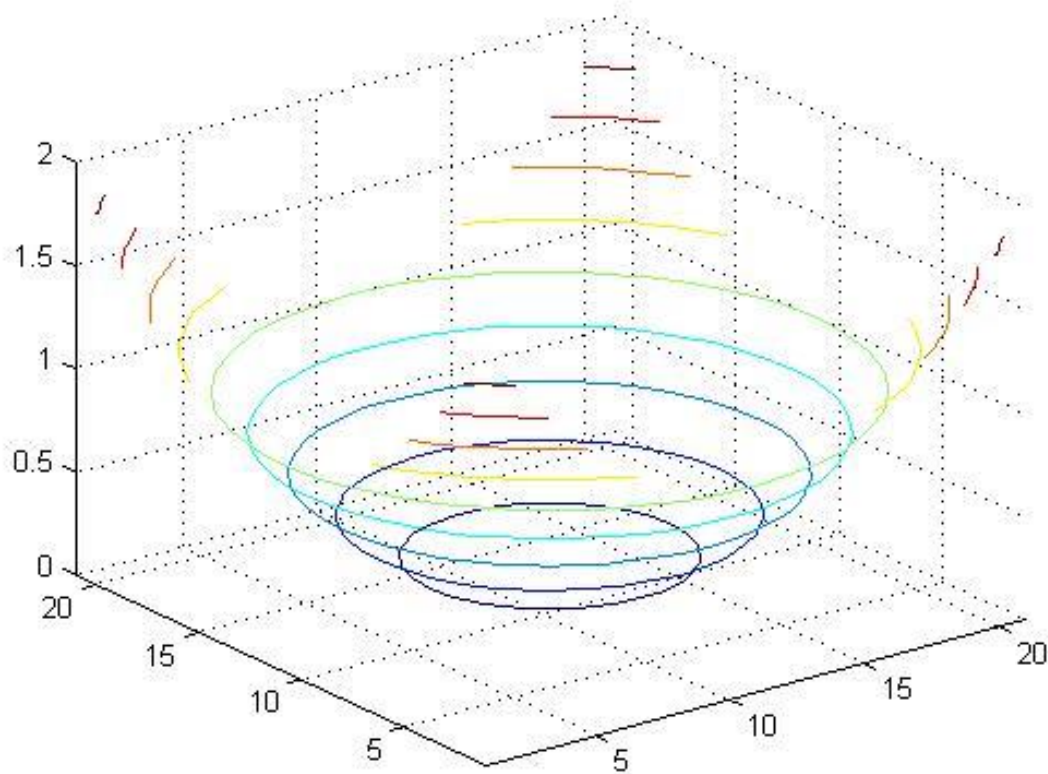
3D plot: contour 等高線繪圖

```
x=-1:0.1:1;  
y=-1:0.1:1;  
[xx,yy]=meshgrid(x,y);  
zz=xx.*xx+yy.*yy;  
contourf(zz)
```



3D plot: contour 等高線繪圖

```
x=-1:0.1:1;  
y=-1:0.1:1;  
[xx,yy]=meshgrid(x,y);  
zz=xx.*xx+yy.*yy;  
contour3(zz)
```



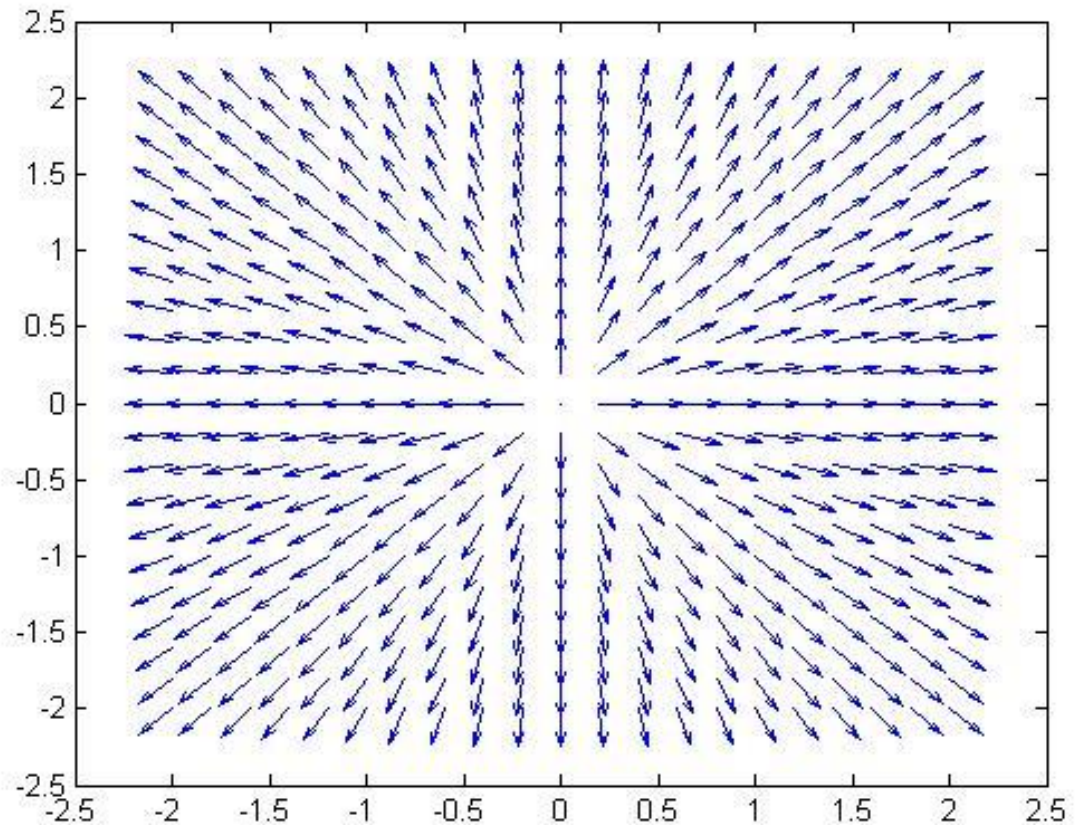
3D plot: quiver 向量場繪圖

函數	說明
<code>[fx,fy]=gradient(zz)</code>	計算矩陣zz的梯度，並回傳到fx、fy中。
<code>[fx,fy]=gradient(zz,dx,dy)</code>	計算矩陣zz的梯度，並回傳到fx、fy中，間距為dx、dy。
<code>quiver(xx,yy,fx,fy)</code>	在xx、yy二維座標上繪上fx、fy向量場圖。
<code>quiver(fx,fy)</code>	同上，但間距維1。

3D plot: quiver 向量場繪圖

- Ex: 2D quiver

```
x=-2:0.2:2;  
y=-2:0.2:2;  
[xx,yy]=meshgrid(x,y);  
zz=sqrt(xx.*xx+yy.*yy);  
[fx,fy]=gradient(zz);  
quiver(xx,yy,fx,fy)
```

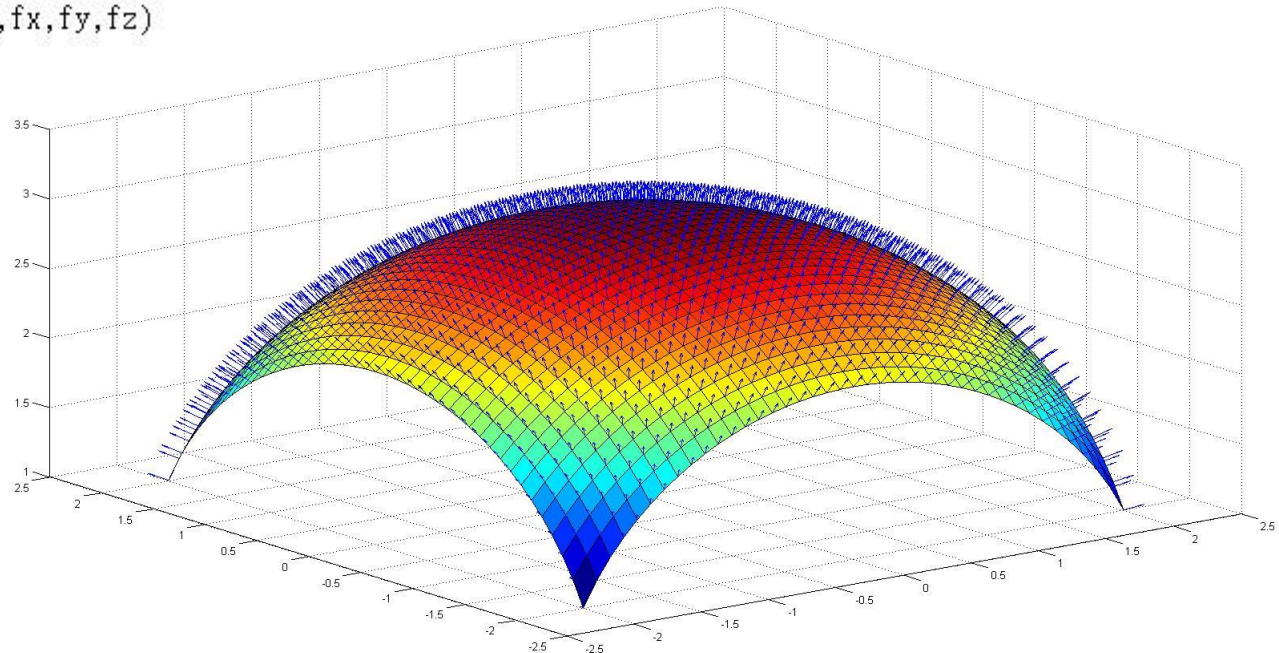


3D plot: quiver 向量場繪圖

函數	說明
<code>[fx,fy,fz]=surfnorm(xx,yy,zz)</code>	計算矩陣xx、yy、zz形成曲面的法向量。
<code>quiver3(xx,yy,zz,fx,fy,fz,n)</code>	同 <code>quiver(xx,yy,fx,fy)</code> 。
<code>quiver3(zz,fx,fy,fz)</code>	在zz矩陣位置上畫上向量。

3D plot: quiver 向量場繪圖

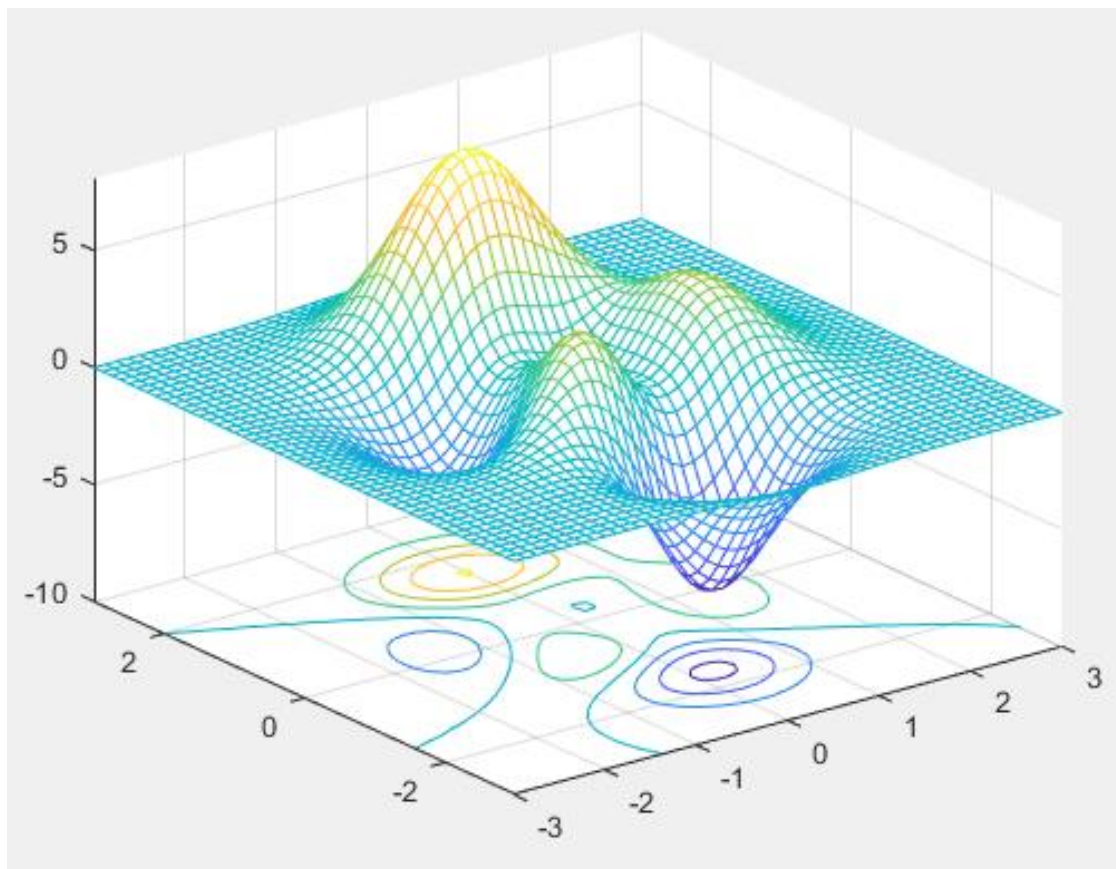
```
x=-2:0.1:2;  
y=-2:0.1:2;  
[xx,yy]=meshgrid(x,y);  
zz=sqrt(9-xx.*xx-yy.*yy);  
[fx,fy,fz]=surfnorm(xx,yy,zz);  
surf(xx,yy,zz)  
hold on  
quiver3(xx,yy,zz,fx,fy,fz)
```



習題

1. MATLAB的立體繪圖可以方便地將函數視覺化，請以立體繪圖功能畫出以下方程式如下圖。

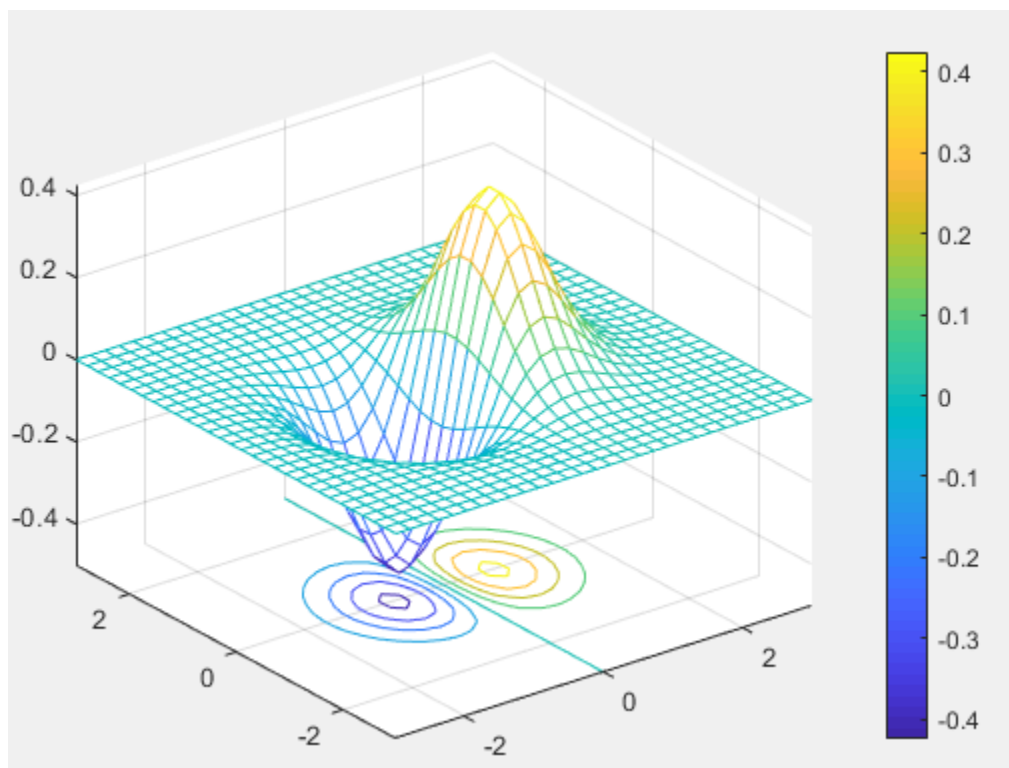
$$z = 3(1 - x)^2 e^{-x^2 - (y+1)^2} - 10\left(\frac{x}{5} - x^3 - y^5\right)e^{-x^2 - y^2} - \frac{1}{3}e^{-(x+1)^2 - y^2}$$



習題

- Hint:

```
x = linspace(-3, 3, 30); % 在x軸上從 [-3,3] 取30點
y = linspace(-3, 3, 30);
[xx,yy] = meshgrid(x, y); % 建立網格矩陣，xx和yy的大小都是30x30
zz = xx.*exp(-xx.^2-yy.^2); % zz大小也是30x30
meshc(xx, yy, zz);
colormap('default')
colorbar
```



習題

2. 請繪出 $e^{-\frac{|x||y|}{\sqrt{x^2+y^2}}}$ 的等高線圖以及向量圖。

Hint: hold on

