

## 第二章 Matlab基本運算

### 本章學習目標

- 學習Matlab的基本語法
- 認識Matlab所提供的常用函數
- 學習向量與矩陣的輸入方式

## 基本的數學運算

### Matlab的基本運算符號

運算符號	代表意義	範例
+	加法	5+3
-	減法、負號	6-4、-6
*	乘法	12*5
/	除法	6/23
^	次方	2^3

```
>> 3+5  
ans =  
8
```

```
>> ans  
ans =  
8
```

```
>> 2*3.14  
ans =  
6.2800
```

```
>> 5/3  
ans =  
1.6667
```

## Matlab的變數名稱

- 由英文字母、數字或底線組成，
- 第一個字元必須是英文字母，
- 變數名稱長度不可超過32個字元，
- 區分英文字母大小寫。

## 查詢工作區裡所使用的變數

### 查詢工作區裡所使用的變數

指令	說明
<b>who</b>	查詢於目前的工作區內，有哪些變數正在使用
<b>whos</b>	同 <b>who</b> ，但會列出每一每變數詳細的資訊
<b>whos var</b>	查詢變數 <b>var</b> 的詳細資訊
<b>clear</b>	清除工作區內的所有變數
<b>clear var</b>	清除工作區內的變數 <b>var</b>
<b>clc</b>	清除指令視窗的畫面( <b>clc</b> 為 <b>clear command window</b> 的縮寫)

```
>> clc
>> who
Your variables are:
VAR1  ans

>> whos
Name   Size   Bytes Class Attributes
ans    1x1     8  double
```

## 永久常數

表 2.1.3 Matlab 所使用的永久常數

永久常數	說明
pi	圓周率, $\pi = 3.14159265358979$
inf 或 Inf	無限大 ( $\infty$ )
i, j	虛數 (imaginary number)
NaN 或 nan	不存在的數 (not a number)
realmax	系統所能表示之最大數值, 其值為 $1.797693134862316e+308$
realmin	系統所能表示之最小數值, 其值為 $2.225073858507201e-308$

```
>> pi  
ans =  
3.1416
```

```
>> realmax  
ans =  
1.7977e+308
```

```
>> 12/0  
ans =  
Inf
```

```
>> 0/0  
ans =  
NaN
```

## Matlab常用的數學函數

- 三角(trigonometric) – 以角度(degree)為單位, 另一個以弧度(radian)為單位
- 指數(exponential) – 指數、對數、開根號、開n次方等
- 複數(complex) – 有實部(real part)、虛部(imaginary part), 以i或j表示  $\sqrt{-1}$
- 捨位(rounding) – 例如四捨五入
- 其他 – 絕對值、最大公因數等

# 三角函數

## 三角函數與反三角函數

數學函數	說明
sin, cos, tan, cot, sec, csc	三角函數(單位為弧度radian)
asin, acos, atan, acot, asec, acsc	反三角函數(單位為弧度radian)
sind, cosd, tand, cotd, secd, cscd	三角函數(單位為度degree)
asind, acosd, atand, acotd, asecd, acsecd	反三角函數(單位為度degree)

```
>> sin(0.1)
ans =
    0.0998
```

```
>> sind(90)
ans =
    1
```

```
>> asind(1)
ans =
    90
```

```
>> tan(pi/2)
ans =
    1.6331e+016
```

```
>> tand(90)
ans =
    Inf
```

# 雙曲線函數與反雙曲線函數

表 2.2.2 雙曲線函數與反雙曲線函數

數學函數	說 明
sinh, cosh, tanh, coth, sech, csch	雙曲線函數
asinh, acosh, atanh, acoth, asech, acsch	反雙曲線函數

```
>> sinh(0.2)
ans =
    0.2013
```

```
>> acosh(5)
ans =
    2.2924
```



# 指數與對數函數

表 2.2.3 指數與對數函數

數學函數	說明
<code>exp(x)</code>	自然指數函數，計算 $e^x$
<code>log(x)</code>	計算 $x$ 的自然對數（以 $e$ 為底）
<code>log2(x)</code>	計算 $x$ 的對數（以 2 為底）
<code>log10(x)</code>	計算 $x$ 的對數（以 10 為底）
<code>sqrt(x)</code>	開根號函數，計算 $\sqrt{x}$
<code>nthroot(x,n)</code>	開 $n$ 次方函數，計算 $\sqrt[n]{x}$

$$\log_b x = \log x / \log b$$

`log(10) ans = 2.3026`

`log(2) ans = 0.6931`

`log(10)/log(2) ans = 3.3219`

`log2(10) ans = 3.3219`

```
>> exp(1)
ans =
    2.7183
```

```
>> log(exp(5.32))
ans =
    5.3200
```

```
>> log2(1024)
ans =
    10
```

```
>> nthroot(3,5)
ans =
    1.2457
```

```
>> log(12)/log(8)
ans =
    1.1950
```

# 與複數運算相關的函數

表 2.2.4 與複數運算相關的函數

數學函數	說明
<code>abs(z)</code>	計算 $z$ 的絕對值。若 $z$ 為複數，則計算 $z$ 的模數（modulus）
<code>angle(z)</code>	計算複數 $z$ 的幅角（argument）
<code>complex(a,b)</code>	建立複數，並指定實部為 $a$ ，虛部為 $b$
<code>conj(z)</code>	求出複數 $z$ 的共軛複數（conjugate complex）
<code>imag(z)</code>	取出複數 $z$ 的虛部（imaginary part）
<code>real(z)</code>	取出複數 $z$ 的實部（real part）

```
>> z1=3+4i
z1 =
    3.0000 + 4.0000i
```

```
>> z2=6+i
z2 =
    6.0000 + 1.0000i
```

```
>> z1*z2
ans =
    14.0000 +27.0000i
```

```
>> angle(z2)
ans =
    0.1651
```

```
>> conj(z2)
ans =
    6.0000 - 1.0000i
```

```
>> imag(3+4j)
ans =
    4
```

## 捨位與取餘數函數

表 2.2.5 捨位與取餘數函數

數學函數	說明
<code>fix(x)</code>	捨棄數值 $x$ 的小數部份
<code>floor(x)</code>	取出小於或等於 $x$ 的最大整數
<code>ceil(x)</code>	取出大於或等於 $x$ 的最小整數
<code>round(x)</code>	以四捨五入的方法取出最靠近 $x$ 的整數
<code>rem(x,y)</code>	取出 $x/y$ 的餘數 (remainder)

```
>> fix(3.8)
ans =
     3
```

```
>> floor(3.8)
ans =
     3
```

```
>> ceil(3.8)
ans =
     4
```

```
>> round(4.49)
ans =
     4
```

```
>> rem(16.2,5)
ans =
    1.2000
```

```
>> fix(16.2/5)
ans =
     3
```

11

## 其它常用的函數

表 2.2.6 其它常用的數學函數

數學函數	說明
<code>abs(x)</code>	計算 $x$ 的絕對值 (absolute value)
<code>factor(x)</code>	求出整數 $x$ 的所有質因數 (prime factors)
<code>factorial(x)</code>	計算 $x$ 的階乘 (factorial)
<code>gcd(a,b)</code>	計算 $a$ 與 $b$ 的最大公因數 (greatest common divisor)
<code>lcm(a,b)</code>	計算 $a$ 與 $b$ 的最小公倍數 (least common multiplier)
<code>primes(x)</code>	找出小於等於 $x$ 的所有質數 (prime)
<code>isprime(x)</code>	查詢整數 $x$ 是否為質數，若是，則回應 1，否則回應 0

```
>> factor(525)
ans =
     3     5     5     7
```

```
>> factorial(6)
ans =
    720
```

```
>> lcm(12,165)
ans =
    660
```

```
>> primes(15)
ans =
     2     3     5     7    11    13
```

```
>> isprime(89)
ans =
     1
```

12

# 陣列

- 陣列 (array) 是由相同資料型態的元素所組成
- 依其維度(dimension)，可分為一維、二維與多維陣列
- 在數學上，一維陣列稱為向量；二維陣列稱為矩陣

$[2 \ 6 \ 8 \ 3]$  —— 這是列向量，但也可看成是大小為  $1 \times 4$  (1 列 4 行) 的矩陣

$\begin{bmatrix} 1 \\ 7 \\ 4 \end{bmatrix}$  —— 這是行向量，但也可看成是大小為  $3 \times 1$  (3 列 1 行) 的矩陣

$\begin{bmatrix} 3 & 9 & 0 & 1 \\ 2 & 4 & 4 & 2 \\ 7 & 7 & 9 & 2 \end{bmatrix}$  —— 這是  $3 \times 4$  (3 列 4 行) 的矩陣 (二維陣列)  
(3 row, 4 column)

## 一維陣列（向量）

- 向量裡的元素以方括號將括起來
- 元素與元素之間可以用空白鍵或逗號來隔開
- 行向量則是以分號隔開元素

```
>> v1=[1 2 3 4]
```

```
v1 =  
    1    2    3    4
```

```
>> v2=[5,6,7,8]
```

```
v2 =  
    5    6    7    8
```

```
>> v3=[3;1;4]
```

```
v3 =  
     3  
     1  
     4
```

```
>> whos v2
```

Name	Size	Bytes	Class
v2	1x4	32	double

```
>> whos v3
```

Name	Size	Bytes	Class
v3	3x1	24	double

# 建立向量的指令

表 2.3.1 建立向量的指令

指令	說明
$a:b$	從 $a$ 到 $b$ ，間距為 1，建立一個列向量
$a:step:b$	從 $a$ 到 $b$ ，間距為 $step$ ，建立一個列向量
<code>linspace(a,b)</code>	從 $a$ 到 $b$ ，建立一個具有 100 個元素的列向量
<code>linspace(a,b,n)</code>	從 $a$ 到 $b$ ，建立一個具有 $n$ 個元素的列向量
<code>length(v)</code>	查詢向量 $v$ 的元素個數
$v'$	將向量 $v$ 轉置，也就是列向量變行向量，行向量變列向量

```
>> 5:10
ans =
     5     6     7     8     9    10

>> 10:-1:6
ans =
    10     9     8     7     6
```

```
>> linspace(0,2*pi,8)
ans =
Columns 1 through 4
     0     0.8976     1.7952     2.6928
Columns 5 through 8
     3.5904     4.4880     5.3856     6.2832
```

15

```
a=input('Enter a number for a >');
b=input('Enter numbers for b >');
c=input('Enter one word for c >');
d=input('Enter words for d >')
```

d{2}

ans =

Oceanography

```
>>
Enter data >[2 3 4]
Enter data for b >'matlab'
Enter a number for a >3
Enter numbers for b >[1,2,3]
Enter one word for c >'Matlab'
Enter words for d >{'MEI','Oceanography'}
```

Name	Value	Size
a	1	1x1
ans	'Oceanography'	1x12
b	[1,2,3]	1x3
c	'Matlab'	1x6
d	1x2 cell	1x2

Editor - ML_ch02_03_03_02_1.m		
d 1x2 cell		
	1	2
1	MEI	Oceanogr...
2		



## 基本的向量處理函數

表 2.3.2 基本的向量處理函數

函 數	說 明
<code>sum(v)</code>	計算向量 $v$ 的總和 (summation)
<code>prod(v)</code>	計算向量 $v$ 的乘積 (product)
<code>max(v)</code>	取出向量 $v$ 的最大值
<code>min(v)</code>	取出向量 $v$ 的最小值
<code>sort(v)</code>	將向量 $v$ 裡的元素由小到大排序
<code>sort(v, 'descend')</code>	將向量 $v$ 裡的元素由大到小排序
<code>cumsum(v)</code>	計算向量 $v$ 的累加 (cumulative sum)
<code>cumprod(v)</code>	計算向量 $v$ 的累乘 (cumulative product)

```
>> v1=[6 7 1 4 5]
v1 =
    6    7    1    4    5

>> sum(v1)
ans =
    23

>> prod(v1)
ans =
    840

>> sort(v1,'descend')
ans =
    7    6    5    4    1

>> max(v1)
ans =
    7

>> cumsum(v1)
ans =
    6   13   14   18   23
```

## 可傳回位置資訊的函數

表 2.3.3 可傳回位置資訊的 `max()`、`min()` 與 `sort()` 函數

函 數	說 明
<code>[val, ind]=max(v)</code>	傳回 $v$ 的最大值 $val$ 與其位置 $ind$
<code>[val, ind]=min(v)</code>	傳回 $v$ 的最小值 $val$ 與其位置 $ind$
<code>[val, ind]=sort(v)</code>	排序向量 $v$ ，同時傳回元素相對應的原始位置

```
>> v1=[6 7 1 4 5]
v1 =
    6    7    1    4    5

>> [val, ind]=max(v1)
val =
    7
ind =
    2
```

```
>> [~, ind]=max(v1)
ind =
    2

>> [val, ind]=min(v1)
val =
    1
ind =
    3
```

```
>> [val, ind]=sort(v1)
val =
    1    4    5    6    7
ind =
    3    4    5    1    2
```

## 練習

以2種方法產生-20到20間的11個數值，  
再分別計算出這2向量的總和和長度。

```
a11=[-20:4:20]
a12=linspace(-20,20,11)
sum_a11=sum(a11)
len_a11=length(a11)
sum_a12=sum(a12)
```

## 二維陣列（矩陣）

- 一個  $m \times n$  的矩陣代表這個矩陣有  $m$  個橫列， $n$  個直行
- 矩陣的橫列用空白或逗號隔開，列與列之間用分號隔開

```
>> m1=[1 3 4; 3 5 7]
m1 =
     1     3     4
     3     5     7

>> m2=[2,3,1,4; 4,8,5,0; 3,3,1,2]
m2 =
     2     3     1     4
     4     8     5     0
     3     3     1     2
```

# 查詢陣列相關資訊的函數

表 2.3.3 用來查詢陣列相關資訊的函數

函 數	說 明
<code>size(m)</code>	查詢陣列 $m$ 的大小
<code>length(m)</code>	傳回行數與列數之間，較大的數
<code>ndims(m)</code>	查詢陣列 $m$ 的維度（ <code>ndims</code> 為 <code>number of dimensions</code> 的縮寫）
<code>numel(m)</code>	查詢陣列 $m$ 元素的總數（ <code>numel</code> 為 <code>number of elements</code> 的縮寫）

```
>> m2=[2,3,1,4; 4,8,5,0;
3,3,1,2]
```

```
m2 =
```

```
     2     3     1     4
     4     8     5     0
     3     3     1     2
```

```
>> size(m2)
```

```
ans =
```

```
     3     4
```

```
>>m2(2,1)+m2(3,4)
```

```
Ans= 6
```

```
>> length(m2)
```

```
ans =
```

```
     4
```

```
>> ndims(m2)
```

```
ans =
```

```
     2
```

```
>> numel(m2)
```

```
ans =
```

```
    12
```

```
v1=[1 4 nan 8 3 nan 6]
```

```
max(v1)
```

```
% max(v1,'omitnan') %for R2017
```

```
nanstd(v1)
```

```
% std(v1,'omitnan') %for R2017
```

```
v2=[1 3 nan; 5 nan 8];
```

```
max(v2,[],1)
```

```
max(v2,[],2)
```

```
nanmean(v2,1)
```

```
nanmean(v2,2)
```

```
v3(:,:,1)=[1 3 nan; 5 nan 8]
```

```
v3(:,:,2)=[2 nan 6; 7 9 nan]
```

```
nanmean(v3,1)
```

```
nanmean(v3,2)
```

```
nanmean(v3,3)
```

```
v1 = 1 4 NaN 8 3 NaN 6
ans = 8
ans = 2.7019
ans = 5 3 8
ans = 3
ans = 8
ans = 3 3 8
ans = 2.0000
6.5000
v3(:,:,1) =
1 3 NaN
5 NaN 8
v3(:,:,2) =
2 NaN 6
7 9 NaN
v3(:,:,1) =
1 3 NaN
5 NaN 8
v3(:,:,2) =
2 NaN 6
7 9 NaN
ans(:,:,1) =
3 3 8
ans(:,:,2) =
4.5000 9.0000 6.0000
ans(:,:,1) =
2.0000
6.5000
ans(:,:,2) =
4
8
ans =
1.5000 3.0000 6.0000
6.0000 9.0000 8.0000
```

- randi

uniformly distributed pseudorandom integers

randi(imax,n)

randi(imax,sz1,sz2,..)