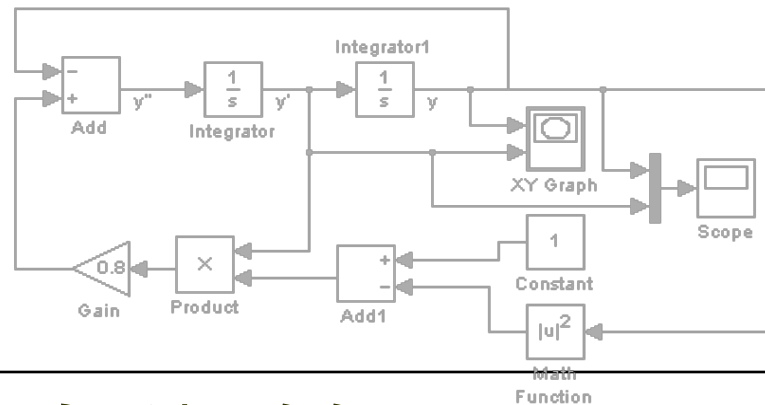


## 第二章

# Matlab基本運算



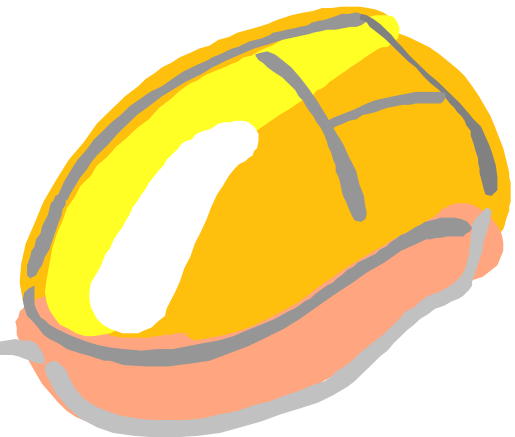
### 本章學習目標

學習Matlab的基本語法與常用函數

學習陣列的輸入方式

學習如何控制Matlab的輸出格式

認識Matlab的基本資料型態



## 2.1 簡單的運算

### 2.1.1 基本的數學運算

---

- 下表列出了Matlab基本運算裡所使用的符號：

表 2.1.1 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

## 2.1.2 變數的設定與清除

---

- 變數名稱是由英文字母、數字或底線所組成
- 開頭的第一個字元必須是英文字母
- 名稱長度不能超過32個字元
- 會區分變數的大小寫
- 變數不必宣告便可直接使用

- 查詢工作區裡有哪些變數已被定義過，可使用 `who` 或 `whos` 指令
- 如要清除已定義過的變數，可用 `clear` 指令

表 2.1.2 查詢工作區裡所使用的變數

指 令	說 明
<code>who</code>	查詢於目前的工作區內，有哪些變數正在使用
<code>whos</code>	同 <code>who</code> ，但會列出每一個變數詳細的資訊
<code>whos var</code>	查詢變數 <code>var</code> 的詳細資訊
<code>clear</code>	清除工作區內的所有變數
<code>clear var</code>	清除工作區內的變數 <code>var</code>

## 2.1.3 永久常數

- Matlab 永久常數（permanent constant）如下表所列：

表 2.1.3 Matlab 所使用的永久常數

永久常數	說 明
<code>pi</code>	圓周率
<code>inf</code> 或 <code>Inf</code>	無限大
<code>i</code> 、 <code>j</code>	虛數 (imaginary numbers)
<code>NaN</code> 或 <code>nan</code>	不存在的數 (not a number)
<code>realmax</code>	系統所能表示之最大數值，其值為 $1.797693134862316\text{e}+308$
<code>realmin</code>	系統所能表示之最小數值，其值為 $2.225073858507201\text{e}-308$

## 2.2 常用的數學函數

### 2.2.1 三角函數

- Matlab所提供的三角函數有兩種版本：
  - 以角度（degree）為單位
  - 以弧度（radian）為單位

表 2.2.1 三角函數與反三角函數

數學函數	說 明
<code>sin</code> 、 <code>cos</code> 、 <code>tan</code> 、 <code>cot</code> 、 <code>sec</code> 、 <code>csc</code>	三角函數（角度單位為弧度）
<code>asin</code> 、 <code>acos</code> 、 <code>atan</code> 、 <code>acot</code> 、 <code>asec</code> 、 <code>acsc</code>	反三角函數（角度單位為弧度）
<code>sind</code> 、 <code>cosd</code> 、 <code>tand</code> 、 <code>cotd</code> 、 <code>secd</code> 、 <code>cscd</code>	三角函數（角度單位為度）
<code>asind</code> 、 <code>acosd</code> 、 <code>atand</code> 、 <code>acotd</code> 、 <code>asecd</code> 、 <code>acscd</code>	反三角函數（角度單位為度）

- 
- Matlab所提供了下面的雙曲線與反雙曲線函數：

表 2.2.2 雙曲線函數與反雙曲線函數

數學函數	說 明
<code>sinh</code> 、 <code>cosh</code> 、 <code>tanh</code> 、 <code>coth</code> 、 <code>sech</code> 、 <code>csch</code>	雙曲線函數
<code>asinh</code> 、 <code>acosh</code> 、 <code>atanh</code> 、 <code>acoth</code> 、 <code>asech</code> 、 <code>acsch</code>	反雙曲線函數

## 2.2.2 與指數運算相關的函數

- Matlab提供了計算指數、對數、開根號以及開 $n$ 次方等運算的函數：

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 $\sqrt[n]{x}$



## 2.2.3 與複數運算相關的函數

- Matlab是以小寫的  $i$  或  $j$  來表示  $\sqrt{-1}$  。

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
<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)

## 2.2.4 捨位與取餘數函數

- 下表列出了可用來做捨位處理的函數：

表 2.2.5 捨位與取餘數函數

數學函數	說 明
<code>fix(<math>x</math>)</code>	捨棄數值 $x$ 的小數部份
<code>floor(<math>x</math>)</code>	取出小於或等於 $x$ 的最大整數
<code>ceil(<math>x</math>)</code>	取出大於或等於 $x$ 的最小整數
<code>round(<math>x</math>)</code>	取出最靠近 $x$ 的整數
<code>rem(<math>x, y</math>)</code>	取出 $x/y$ 的餘數 (remainder)

## 2.2.5 其它常用的函數

- Matlab也供了一些常用的數學函數，列表如下：

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

## 2.3 陣列

---

- 陣列（**array**）依其維度可概分為一維、二維與多維
- 若陣列只有一維，稱之為向量（**vector**）
- 陣列若是二維，則稱之為矩陣（**matrix**）
- 向量可再細分為列向量（**row vector**）與行向量（**column vector**）

---

$[2 \ 6 \ 8 \ 3]$  ——— 這是列向量。它是一維陣列，但也  
可看成是維度為  $1 \times 4$ （1 列 4 行）

$\begin{bmatrix} 1 \\ 7 \\ 4 \end{bmatrix}$  ——— 這是行向量。它雖是一維陣列，但也  
可看成是維度為  $3 \times 1$ （3 列 1 行）的

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

## 2.3.1 一維陣列

---

- Matlab的向量是以一維陣列來表示
- 列向量裡，元素與元素之間可以用空白鍵，或者是用逗號來隔開
- 行向量是以分號來隔開元素

## ○ Matlab所提供建立列向量與行向量的函數：

表 2.3.1 建立向量的指令與函數

指令與函數	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

## ○ Matlab所提供的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
<code>prod(v)</code>	計算向量 $v$ 的乘積
<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列
<code>sort(v, 'descend')</code>	將向量 $v$ 裡的元素由大到小排列
<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)



## 2.3.2 二維陣列

---

- 我們稱二維陣列為矩陣（matrix）
- 一個 $m \times n$ 的矩陣代表矩陣具有 $m$ 個橫列， $n$ 個直行
- 要建立矩陣，同一列的元素用空白隔開，列與列之間用分號隔開

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

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

---

- 查詢陣列的維度，以及陣列元素的個數的函數：

表 2.3.3 用來查詢陣列相關資訊的函數

函 數	說 明
<code>size(<i>m</i>)</code>	查詢陣列 <i>m</i> 的維度 (dimensions)
<code>length(<i>m</i>)</code>	查詢陣列 <i>m</i> 的行數
<code>ndims(<i>m</i>)</code>	查詢陣列 <i>m</i> 的維數
<code>numel(<i>m</i>)</code>	查詢陣列 <i>m</i> 元素的總數

## 2.4 控制Matlab的顯示方式

### 2.4.1 顯示或不顯示運算結果

---

- 在同一行裡撰寫數個Matlab的敘述，可用逗號隔開
- 如果不想讓運算結果在螢幕上，可加上分號

表 2.4.1 控制顯示或不顯示運算結果

敘述型式	說 明
敘述 1, 敘述 2, 敘述 3;	執行敘述 1~3，但敘述 3 的結果不顯示
敘述 1; 敘述 2; 敘述 3;	執行敘述 1~3，且每一個結果均不顯示

## 2.4.2 指令跨行的控制

---

- 如果敘述較長，則可利用跨行字元「...」（連續三個點）

```
>> 12.04+sin(1.4)-12*cos(3.1405)+...  
    6+tan(0.13)
```

```
ans =  
    31.1562
```

## 2.4.3 資料輸出格式的控制

---

- Matlab在顯示數值時：
  - 位數少於或等於9個，便會全數輸出它
  - 位數大於9個，則會以指數的型式來表示它
- 如果是帶有小數的數值：
  - 若數值大於等於1000，或者是小於等於0.001，會以指數來表示
  - Matlab預設以4個位數的小數來顯示帶有小數的數值

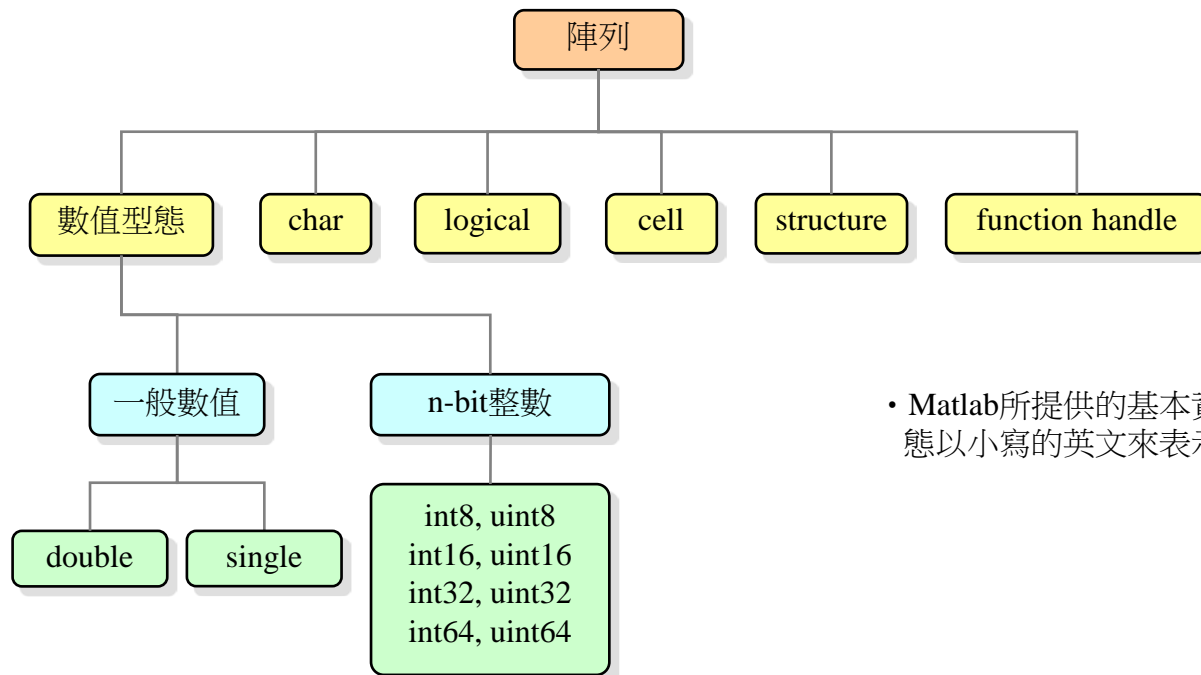
## ○ 利用format指令，可以更改預設的數值顯示方式：

表 2.4.2 控制 Matlab 的輸出格式

格式指令	說 明
<code>format</code>	Matlab 的預設格式
<code>format short</code>	精簡格式，其格式同 <code>format</code>
<code>format short g</code>	若數值帶有小數，則以總共 5 個數字來顯示數值部分
<code>format short e</code>	若數值帶有小數，以指數的型式來顯示
<code>format long</code>	完整格式，以 16 個位數來顯示數字
<code>format long g</code>	完整格式，以 15 個位數來顯示數字。
<code>format long e</code>	完整格式，以指數型式來顯示完整格式
<code>format compact</code>	簡潔格式，即在指令輸入與結果輸出之間不留任何空行
<code>format loose</code>	寬鬆格式，即在指令輸入與結果輸出之間空一行

## 2.5 關於Matlab所提供的資料型態

- Matlab常用的資料型態，以及彼此之間的關係圖：



- Matlab所提供的基本資料型態以小寫的英文來表示

## 2.5.1 數值資料型態

### ○ 一般數值型態

可分為single（單精度）與double（倍精度）兩種

表 2.5.1 單精度與倍精度型態

資料型態	說 明	位元組	最大值	最小值
single	單精度	4	$3.4028 \times 10^{38}$	$1.1755 \times 10^{-38}$
double	倍精度	8	$1.7977 \times 10^{308}$	$2.2251 \times 10^{-308}$



## ○ n-bit整數型態

可分為有號（signed）與無號（unsigned）兩種  
依大小可分為8、16、32與64個位元（bits）的整數

表 2.5.2 n-bit 整數型態

資料型態	說明	位元組	最大值	最小值
int8	8-bit 整數	1	127	-128
uint8	8-bit 無號整數	1	255	0
int16	16-bit 整數	2	32767	-32768
uint16	16-bit 無號整數	2	65535	0
int32	32-bit 整數	4	2147483647	-2147483648
uint32	32-bit 無號整數	4	4294967295	0
int64	64-bit 整數	8	9223372036854775807	-9223372036854775808
uint64	64-bit 無號整數	8	18446744073709551615	0

## ○ 查詢數值資料型態的範圍

要查詢每一種數值資料型態所能表示的範圍，  
可用如下的函數：

表 2.5.3 查詢數值資料型態所能表示的範圍的函數

函 數	說 明
<code>realmax('data type')</code>	查詢所指定之一般數值資料型態的最大值
<code>realmin('data type')</code>	同 <code>realmax</code> ，不過是查詢最小值
<code>intmax('data type')</code>	查詢所指定之整數資料型態的最大值
<code>intmin('data type')</code>	同 <code>intmax</code> ，不過是查詢最小值

## 2.5.2 字元資料型態

---

- 在Matlab裡，字元是以成對的單引號括起來
- 每一個字元佔了兩個bytes

```
>> ch='A'
```

```
ch =  
A
```

```
>> whos('ch')
```

Name	Size	Bytes	Class
ch	1x1	2	char array

```
Grand total is 1 element using 2 bytes
```

## 2.5.3 邏輯資料型態

---

- Matlab是以1代表運算結果為true，而以0代表運算結果為false
- 邏輯資料型態只佔了一個位元組的記憶空間

```
>> t1=isprime(13)
```

```
t1 =  
    1
```

```
>> whos t1
```

Name	Size	Bytes	Class
t1	1x1	1	logical array



---

-The End-