

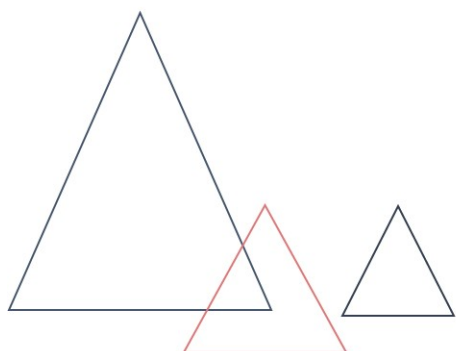
# X<sub>Y</sub>L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X

## 使用介紹

---

游筑鈞 410578049

June 17, 2019





# 目錄

序文 . . . . .	vii
<b>第 1 章 數學符號與式子 . . . . .</b>	<b>1</b>
1.1 數式環境 . . . . .	1
1.1.1 隨文數式 ( <code>math inline mode</code> ) . . . . .	1
1.1.2 展式數式 ( <code>math display mode</code> ) . . . . .	2
1.2 符號 . . . . .	2
1.2.1 特殊符號 . . . . .	2
1.3 常見的數學式 . . . . .	3
1.3.1 分式與根式 . . . . .	3
1.3.2 函數 . . . . .	5
1.3.3 積分與微分式 . . . . .	6
1.3.4 矩陣與行列式 . . . . .	6
1.3.5 其他 . . . . .	10
<b>第 2 章 表格製作 . . . . .</b>	<b>13</b>
2.1 表格環境 . . . . .	13
2.1.1 <code>tabbing</code> 環境 . . . . .	13
2.1.2 <code>tabular</code> 環境 . . . . .	14
2.2 基本表格介紹 ( <code>Tabular</code> 環境) . . . . .	14
2.2.1 表格基本架構 . . . . .	14
2.2.2 表格欄位調整 . . . . .	15
2.2.3 表格線條變化 . . . . .	17
2.2.4 表格顏色設計 . . . . .	18
2.2.5 表格分割、合併 . . . . .	20
2.2.6 小數點對齊 . . . . .	20
2.2.7 斜線表頭 . . . . .	22



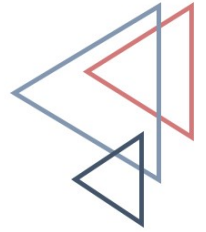
2.2.8	表格編號與標題 . . . . .	22
2.2.9	表格並排 . . . . .	23
2.2.10	大型表格 (longtable) . . . . .	24
<b>第 3 章</b>	<b>圖片呈現 . . . . .</b>	<b>29</b>
3.1	插入圖片 . . . . .	29
3.1.1	圖片路徑設定 . . . . .	29
3.1.2	圖片位置與大小 . . . . .	30
3.1.3	插入不同類型的圖檔 . . . . .	31
3.1.4	文繞圖 . . . . .	32
3.1.5	多圖並排 . . . . .	33
3.1.6	圖片上加文字 . . . . .	35
<b>第 4 章</b>	<b>計數器 . . . . .</b>	<b>37</b>
4.1	計數器的應用 . . . . .	37
4.2	圖片與計數器之實際應用—Random Variables . . . . .	38
4.2.1	Introduction . . . . .	38
4.2.2	Some Important Discete Random Variables . . . . .	40
4.2.3	Some Important Continuous Random Variables . . . . .	45
<b>第 5 章</b>	<b>參考文獻 (Bibliography) . . . . .</b>	<b>53</b>
5.1	thebibliography 環境 . . . . .	53
5.2	BibTeX 簡介 . . . . .	53
5.2.1	製作方式 . . . . .	53
<b>參考文獻</b>	<b>. . . . .</b>	<b>55</b>



## 圖目錄

圖 3.1	不同類型的圖檔 . . . . .	31
圖 3.2	不同類型的圖檔 . . . . .	32
圖 3.3	文繞圖示範 . . . . .	32
圖 3.4	兩張圖並排 . . . . .	33
圖 3.5	三張圖並排 . . . . .	34
圖 3.6	四張圖並排 . . . . .	34
圖 4.1	BERNOULLI DISTRIBUTION . . . . .	41
圖 4.2	BINOMIAL DISTRIBUTION . . . . .	42
圖 4.3	BINOMIAL MASS DISTRIBUTION . . . . .	42
圖 4.4	GEOMETRIC DISTRIBUTION . . . . .	43
圖 4.5	Poisson distribution . . . . .	44
圖 4.6	POISSON DISTRIBUTION . . . . .	44
圖 4.7	uniform distribution . . . . .	45
圖 4.8	NORMAL DISTRIBUTION . . . . .	46
圖 4.9	Exponential distribution . . . . .	47
圖 4.10	GAMMA DISTRIBUTION . . . . .	48
圖 4.11	BETA DISTRIBUTION . . . . .	49
圖 4.12	t DISTRIBUTION . . . . .	50
圖 4.13	$\chi^2$ distribution . . . . .	51

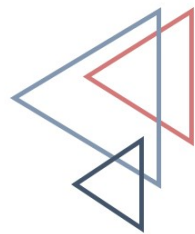




## 表目錄

表 2.1	tabbing 環境中製作表格 . . . . .	13
表 2.2	欄位調整示範 . . . . .	15
表 2.3	特定欄位調整示範 . . . . .	16
表 2.4	線條樣式示範 . . . . .	17
表 2.5	指定線條顏色 . . . . .	18
表 2.6	讓整個橫列著色 . . . . .	19
表 2.7	讓整個欄位著色 . . . . .	19
表 2.8	指定雙並線內間隔的顏色 . . . . .	19
表 2.9	表格跨行、跨列示範 1 . . . . .	20
表 2.10	表格跨行、跨列示範 2 . . . . .	21
表 2.11	小數點無法對齊 . . . . .	21
表 2.12	使用 dcolumn 巨集讓小數點對齊 . . . . .	21
表 2.13	示範斜線表頭 . . . . .	22
表 2.14	表格編號示範 . . . . .	23
表 2.15	表格並排示範 1 . . . . .	23
表 2.16	表格並排示範 2 . . . . .	23
表 2.17	寬表格旋轉 . . . . .	25
表 2.18	旋轉表格 . . . . .	25
表 2.19	Feasible triples for a highly variable Grid . . . . .	26





## 序文

$\text{\LaTeX}$  在排版軟體中扮演著重要的角色，尤其是在撰寫論文時，更是大家推崇的排版軟體。由於  $\text{\LaTeX}$  的排版方法和平常大家熟悉的其他軟體使用滑鼠點選不一樣。 $\text{\LaTeX}$  需要輸入程式碼，而且特別需要注意小細節才能成功的排版出文件，因此要接觸、熟悉  $\text{\LaTeX}$  並不是一件容易的事。本學期藉由統計排版軟體課程中，使用了  $\text{\LaTeX}$  排版軟體，因此有了這份作品。這裡將會介紹  $\text{\LaTeX}$  當中一些常用的部分。數學環境、製作表格、圖片的插入、以及大型文件的管理是排版中最基本的功能，也是身為學生最常會用到的部分。接著本書將會逐一介紹這些功能可以使用的套件和需要注意的事項，最後說明如何將數個小型文件合併成大型的文件或書籍，並且善加管理目錄等等。希望透過本書的分享，讓使用  $\text{\LaTeX}$  排版變成一件輕鬆的事。





# 第 1 章

## 數學符號與式子

本文將常見的數學符號與方程式以  $\text{\LaTeX}$  編排，並以各式各樣數學方程式展現出  $\text{\LaTeX}$  在編輯數學式時的強大功能。相信使用過 word 排版過數學式的人都知道要排出整齊優美的方程式是一件很難的事，透過  $\text{\LaTeX}$  可以輕鬆地完成。文章中會將不同類型的方程式大致分類，以便以後在使用時可以快速的找到。這裡希望透過蒐集不同的方程式，並以  $\text{\LaTeX}$  進行編排作為後續參考內容。本文內容參考汪群超教授網站<sup>1</sup>

### 第 1.1 節 數式環境

我們平常寫文章的模式無法正確處理數學式子間的空間位置。因此，所有的數學式子都得進入數學模式來處理。在數學模式下，不僅大部份文字、符號會採用斜體字，而且空間會另做安排，額外的空白會被  $\text{\LaTeX}$  忽略。

LaTeX 的數學模式有兩種，一種是和內文排列在一起的隨文數式（**math inline mode**），他是和一般正常文字混在一起排版的；另外一種是獨立的展式數式（**math display mode**），他會單獨成一行，而且上下會和正常文字有一定的空間來區隔。

#### 1.1.1 隨文數式（**math inline mode**）

用兩個錢字號前後包圍這樣會進入隨文的數學模式，在一般文字段落內要使用到一些數學式子的話，這是最方便的方法。隨文數式的應用

---

<sup>1</sup>相關文件可在 <https://ntpuccw.blog/supplements/xetex-tutorial/> 下載。



很多，例如：因為  $|t^*| = 10.2 < 2.069$  所以拒絕  $H_0$ ，也就是說  $\beta_0 \neq 0$ 。  
等等...

### 1.1.2 展式數式 ( `math display mode` )

通常獨立的數學式子，通常會單獨成一行，需要的話也可以加入編號，以方便在文章中引用。展示數式會適當的選用較大的數學符號及字體，尤其是較複雜的數學式子的時候。例如：

$$\beta_0 + \beta_1 \pm W\sqrt{MSE} \left[ \frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{\sum (X - \bar{X})^2} \right]^{1/2}$$

展式數式的幾種做法：

1. 在數學式子前面跟後面各加 2 個錢字號，讓 LaTeX 知道要進入數式環境，並讓數學式置中。
2. 使用 `begin equation` 和 `end equation` 來做，利用這種做法可以幫數學式子標號。

## 第 1.2 節 符號

數字與普通運算符號可直接由鍵盤上鍵入。譬如，下列符號可以直接由鍵盤鍵入：

`+` `-` `=` `<` `>` `/` `:` `!` `|` `[` `]` `()`

### 1.2.1 特殊符號

- 希臘字符:  $\alpha \theta \tau \beta \pi \upsilon \gamma \iota \varpi \phi \delta \kappa \epsilon \lambda$
- 分隔符號: `()` `↑↑` `⇓` `⇕` `{}` `↓` `⌈` `⌋` `⟨` `⟩` `\`
- 重音符號:  $\hat{a}$   $\acute{a}$   $\bar{a}$   $\grave{a}$   $\check{a}$   $\grave{a}$   $\vec{a}$   $\ddot{a}$   $\tilde{a}$
- 大型運算符號:  $\Sigma$   $\cap$   $\odot$   $\prod$   $\cup$   $\otimes$   $\amalg$   $\oplus$   $\int$   $\vee$



• 運算結構:  $\widetilde{abc}$   $\widehat{abc}$   $\overleftarrow{abc}$   $\overrightarrow{abc}$   $\overline{abc}$   $\underline{abc}$   $\frown abc$   $\smile abc$   $\sqrt{abc}$   $\sqrt[n]{abc}$   $\frac{abc}{xyz}$

• 字符間空格:

2 个 quad 空格	$\alpha \quad \beta$	quad 空格	$\alpha \quad \beta$
大空格	$\alpha \beta$	中等空格	$\alpha \beta$
小空格	$\alpha \beta$	没有空格	$\alpha\beta$
緊貼	$\alpha\beta$		

## 第 1.3 節 常見的數學式

本節列舉一些常見的數學式作為練習與未來使用的參考。相信做過了越多的數學式子練習後，以後就可以輕而易舉地寫出複雜的公式了。

### 1.3.1 分式與根式

範例一:

$$\frac{\frac{a}{x-y} + \frac{b}{x+y}}{\frac{x-y}{x+y} + \frac{a-b}{a+b}}$$

如果覺得字符太小可以調整設定:

- `\displaystyle`: 展示數式的標準字體大小
- `\textstyle`: 隨文數式的標準字體大小
- `\scriptstyle`: 第一層上下標字體大小
- `\scriptscriptstyle`: 第二層上下標字體大小

範例二: 傳說中的拉馬努金公式



拉馬努金，每天廢寢忘食，只研究數學，就在這時神奇的事情又發生了，他每天晚上睡覺的時候，都會夢到自己所信宗教的女神。拉馬努金醒來以後，腦子裏充滿了各種各樣的公式，那以後，女神每天都出現在他的夢裏，告訴他一些新公式。拉馬努金每天清晨都要趕快拿出筆記本，把夢中得到的公式記在本上，由於筆記本的費用對他來說很高昂，所以每次女神告訴他的時候，他只把最終得出的，最簡化的公式抄到本上。幾年下來，他得到了 3,900 個複雜的公式！

$$\frac{1}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}}{9801} \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(4k)!(1103 + 26390k)}{(4k)!3962^{4k}}$$

$$\sqrt{\frac{1+\sqrt{5}}{2} + 2} - \frac{1+\sqrt{5}}{2} = \frac{e^{-\frac{2\pi}{5}}}{1 + \frac{e^{-2\pi}}{1 + \frac{e^{-4\pi}}{1 + \frac{e^{-6\pi}}{1 + \dots}}}}$$

拉馬努金恆等式

$$\begin{aligned} 3 &= \sqrt{1+2+4} \\ &= \sqrt{1+2\sqrt{1+3*5}} \\ &= \sqrt{1+2\sqrt{1+3\sqrt{1+4*6}}} \\ &= \sqrt{1+2\sqrt{1+3\sqrt{1+4\sqrt{1+5*7}}}} \\ &= \dots \end{aligned}$$

對齊的兩種方法:

1. `align` 可以用來讓公式對齊，在公式中，加 `\` 表示換行、加 `&` 表示要對齊的地方。
2. `enarray` 也是其中一種方法，在 `=` 前後各加一個 `&` 讓等號對齊。



### 1.3.2 函數

**Likelihood function of Normal distribution:**

$$L(\mu, \sigma^2, x_1, \dots, x_n) = \prod_{j=1}^n f_x(x_j; \mu, \sigma^2) = (2\pi\sigma^2)^{-\frac{n}{2}} \exp\left(\frac{-1}{2\sigma^2} \sum_{j=1}^n (x_j - \mu)^2\right)$$

括號的使用: 數學中的括號隨著其內容的多寡, 其大小必須調整恰當, 如上式的兩種大小不同的括號「 $(\cdot)$ 」。外圍較大地括號使用 `\left(` 與 `\right(` 令編譯器依需求自動調整為適當大小。另外, 也可以手動控制括號、的大小, 如

$$\left( \left( ( \right) \right), \left[ \left[ [ \right] \right], \left\{ \left\{ \{ \} \right\} \right\}$$

**Multivariate normal distribution:**

$$\begin{aligned} f(y_1, y_2) &= \frac{1}{2\pi\sigma_1\sigma_2} \exp\left[-\frac{(y_1 - \mu_1)^2}{2\sigma_1^2} - \frac{(y_2 - \mu_2)^2}{\sigma_2^2}\right] \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_1} \exp\left[-\frac{(y_1 - \mu_1)^2}{2\sigma_1^2}\right] \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_2} \exp\left[-\frac{(y_2 - \mu_2)^2}{\sigma_2^2}\right] \end{aligned}$$

**Beta distribution:**

$$\begin{aligned} f(x; \alpha, \beta) &= \frac{x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}}{\int_0^1 u^{\alpha-1}(1-u)^{\beta-1} du} \\ &= \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1} \\ &= \frac{1}{B(\alpha, \beta)} x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1} \end{aligned}$$



公式間行距微調: 數學式中常有複雜的計算過程造成公式之間看起來很擠, 所以可以在 \\ 換行符號後面加上 [4mm], 增加適當的行距。

### 1.3.3 積分與微分式

積分式：

$$\int_0^{2\pi} (\cos \alpha)^m (\sin \alpha)^n \exp^{-\alpha(J \sin \alpha) + K \cos \alpha} d\alpha \quad (1.1)$$

方程式 (1.1) 是三角函數的積分。可以在 `begin equation` 後面加上 `label`(命名) 為數學式加上編號並命名方便在內文中做交互參照。欲做交互參照可以在文中插入 `ref`。

微分式：

$$\frac{\partial}{\partial a} \left( \int_a^b f(x) dx \right) = \lim_{\Delta a \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta a} \left[ \int_{a+\Delta a}^b f(x) dx - \int_a^b f(x) dx \right] \quad (1.2)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{A} = \frac{1}{r^2 \sin \theta} \left[ \sin \theta \frac{\partial}{\partial r} (r^2 \mathbf{A}_r) + r \frac{\partial}{\partial \theta} (\sin \theta \mathbf{A}_\theta) + r \frac{\partial \mathbf{A}_\phi}{\partial \phi^2} \right] \quad (1.3)$$

方程式 (1.3) 是偏微分的公式。數學式子中難免會有向量符號, 在 LaTeX 數式環境中可以用 `mathbf` 來表示, 呈現粗體字型。

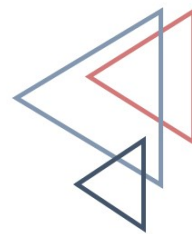
向量數學式:

$$\begin{aligned} \vec{a} &= (a_1, a_2) & \vec{b} &= (b_1, b_2) \\ \vec{a} \cdot \vec{b} &= a_1 b_1 + a_2 b_2 = |\vec{a}| |\vec{b}| \cos \theta \end{aligned}$$

### 1.3.4 矩陣與行列式

矩陣或有規則排列的數學式或組合很常見, 以下列舉幾種模式, 請特別注意其使用的標籤及一些需要注意的小地方。

1. 矩陣的左右括號需各別加上。



2. 橫行各項之間是以 `&` 區隔。
3. 除最後一行外，每行之末則加上換行指令 `\\`。
4. 使用 `array` 指令時，須加上選項以控制每一直欄內各數字或符號要居中排列、靠左或靠右。

聯立式：

$$\vec{y} = \left( \begin{array}{c} y_1 = \left| \begin{array}{cc} x_{11} & x_{12} \\ x_{21} & x_{22} \end{array} \right| \\ y_2 \\ y_3 \end{array} \right) \quad (1.4)$$

其中 `left` 以及 `right` 兩指令必須同時使用，且 `left` 後面接 `right` (是會被  $\text{\LaTeX}$  允許的)。

$$g(x, y) = \begin{cases} f(x, y), & \text{if } x < y \\ f(y, x), & \text{if } x > y \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (1.5)$$

$\text{\LaTeX}$  表示聯立方程的方法亦使用陣列，其中大括號只會有一個，此時必須輸入 `left.` 或 `right.` 對應才會被  $\text{\LaTeX}$  接受。有時候數學式中的文字不需要斜體如 (1.5)，可以用 `mbox` 來控制字體不要斜體。

$$\left\{ \begin{array}{ll} u_{tt}(x, t) = b(t)\Delta u(x, t - 4) \\ \quad -q(x, t)f[u(x, t - 3)] + te^{-t} \sin^2 x, & t \neq t_k; \\ u(x, t_k^+) - u(x, t_k^-) = c_k u(x, t_k), & k = 1, 2, 3 \dots; \\ u_t(x, t_k^+) - u_t(x, t_k^-) = c_k u_t(x, t_k), & k = 1, 2, 3 \dots \end{array} \right. \quad (1.6)$$



這裡用 `begin cases` 和 `end cases` 來代替上面 (1.5) 中的大括號，  
`hspace` 距離可以插入任意空格。矩陣：

$$A = \begin{pmatrix} t_{11} & t_{12} & t_{13} \\ t_{21} & t_{22} & t_{23} \\ t_{31} & t_{32} & t_{33} \end{pmatrix} \quad (1.7)$$

距陣的類型：

$$\text{matrix} \begin{array}{ccc} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{array} \quad \text{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

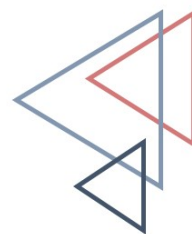
$$\text{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} \quad \text{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{Bmatrix} \left\{ \begin{array}{ccc} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{array} \right\} \quad \text{Vmatrix} \left\| \begin{array}{ccc} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{array} \right\|$$

距陣並排：

$$H_x = \frac{1}{3} \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad H_y = \frac{1}{3} \times \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (1.8)$$





對角矩陣:

$$\begin{pmatrix} \alpha_1 & & & 0 \\ & \alpha_2 & & \\ 0 & & \ddots & \\ & & & \alpha_n \end{pmatrix} \quad (1.9)$$

左下角的 **0** 需要放在第三列的第一位置，因為他要合併的是第三行和第四行，當然他還合併了第一第二列，斜點其實位於第三列儘管寫法上看是第二列的元素。這裡需要使用 **multirow** 的 **package**。

矩陣中分區塊:

$$\left[ \begin{array}{c|ccccc} s & y & u & o & c \\ p & c & h & f & x \\ u & v & k & s & b \\ \hline w & x & y & a & f \end{array} \right]$$

其實矩陣中的分區塊，和在做表格的方法很相似先把位置規畫好，再放數字。指定直線和橫線要擺放的位置。

矩陣上下註記:

$$\underbrace{\begin{bmatrix} y_1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & y_2 & 1 \\ 1 & 1 & y_3 \end{bmatrix}}_{Y(s)} \underbrace{\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{bmatrix}}_{V(s)} = 0 \quad (1.10)$$

最前面用 **begin underbrace** 和 **end underbrace** 在矩陣的底部加上說明。



### 1.3.5 其他

練習一些表較少見的數學表達式，用 **WORD** 很不容易做到。

課堂練習：

練習一：

$$SR = n \left( \frac{2}{n} \sum_{k=1}^n E \| y_i - Z \| - 2 \frac{\Gamma((p+1)/2)}{\Gamma(p/2)} - \frac{1}{n^2} \sum_{j,k=1}^n \| y_j - y_k \| \right)$$

練習二：

$$P_{m,i} = \sum_{j=i}^{m-1} \binom{m}{j} \binom{m-i-1}{j-1} p^j q^{m-j} \left( \frac{\eta_1}{\eta_1 + \eta_2} \right)^{j-1} \left( \frac{\eta_2}{\eta_1 + \eta_2} \right)^{m-j}, 1 \leq i \leq m-1$$

練習三：

$$\Lambda(t) = \exp \left( \int_0^t \xi(u) \cdot dW(t) - \frac{1}{2} \int_0^t \| \xi(u) \|^2 du + (\lambda - \tilde{\lambda})t \right) \prod_{i=1}^{N(t)} \frac{\tilde{\lambda} \tilde{f}(Y_i)}{\lambda f(Y_i)}$$

練習四：

$$W_M A = \frac{(\sum_{j=1}^n a_j U_{(j)})^2}{(\mathbf{X}_0 - \bar{\mathbf{X}})' A^{-1} (\mathbf{X}_0 - \bar{\mathbf{X}})}$$

## 結論與心得

經過了這份作品的練習之後，漸漸地熟悉了數學式子的語法也熟悉了 **LaTeX** 的使用環境。其實使用 **LaTeX** 來排版數學式子時需要很細心，一個符號、細節都不能忽略不然都會出現紅字錯誤，但是為了 **LaTeX** 強大的數式環境，我們需要透過大量的練習掌握技巧。雖然有些數學式子

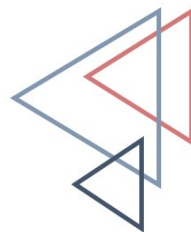


## Chapter1. 數學符號與式子

---

看起來很複雜只要先把它分區塊，一部份一部份來輸入語法，就沒有想像中的那麼難掌握了。





## 第 2 章

### 表格製作

表格是一般人覺得比較困難，但卻是很重要的部份，需要我們多花點時間研究。 $\text{\LaTeX}$  的表格，因為是抽象邏輯的思考方式來製作表格，對一般使用者而言比較不容易轉換成直觀印象。和 **WORD** 相比確實比較複雜，但是畫出來比較整齊，尤其是在做學術性表格的時候， $\text{\LaTeX}$  比較專業。這章節就來探討一些關於製作表格的小技巧，以及常用的套件介紹，以此來熟悉  $\text{\LaTeX}$  的表格環境。

### 第 2.1 節 表格環境

#### 2.1.1 `tabbing` 環境

這是  $\text{\LaTeX}$  裡頭最基本的表格形式，除非自行另外定義、繪製，他並沒有方便可用的線條指令來做區隔。完全使用空間、位置的配置來顯示表格內容。

在 `tabbing` 環境中，第一個列（row）是以 `\ =` 來標示 **Tab** 寬度來區隔欄位，這個寬度是由欄位裡頭的字串寬度所決定的。後續的每個欄位是由 `\ >` 這個符號來區隔，每列尾要自行加上 `\\` 來換行，最後一行可以不必使用 `\\` 換行。如表 2.1

表 2.1: `tabbing` 環境中製作表格

column1	column2	column3
item1	item2	item3
itemA	itemB	itemC

對於欄位內文字的控制，`tabbing` 較不完備，因此表格主要還是以



`tabular` 環境較為常用。但 `tabbing` 環境的好處是，他不見得一定要用於表格的排版，例如他也可以表現如條列環境般的另一種表現方式，而且他可以跨頁排版。

### 2.1.2 `tabular` 環境

這大概是最常使用的表格形式，可以很方便的畫線框。這種表格， $\text{LaTeX}$  是把整個表格當成一個單位來處理，就像字母一樣，因此他在版面的安排上是和一般的字母一般的處理，所以這種表格不經特殊處理，無法被分割成兩個部份來跨頁。

和 `tabbing` 環境的不同，除了可以有線條之外（`tabular` 環境，分隔欄位的符號是 `&`，而且一定要指定欄內文字的置放位置，欄內文字超出指定的寬度時，會自動折行，還有許多其他更細節的調整。因此接下來的介紹將以 `tabular` 環境為主。

## 第 2.2 節 基本表格介紹 (`Tabular` 環境)

### 2.2.1 表格基本架構

```
\begin{tabular}[r]{|l|r|c|}  
\hline  
column1 & column2 & column3 \\\hline  
item1    & item2    & item3 \\\hline  
itemA    & itemB    & itemC \\\hline  
\end{tabular}
```

column1	column2	column3
item1	item2	item3
itemA	itemB	itemC

其中 `t` 表示 `top`，也可以是 `b` 表示 `bottom`，或 `c` 代表 `center`，這要在前後有文字相並排的時候才會顯現作用，因為  $\text{LaTeX}$  會把整個 `tabular`



表格當成一個字母單位，所以可以和其他文字、圖表並排排版。這些參數的意思是和同行文字的對齊方式，**top** 是表格頂端和前後文字對齊，**bottom** 則是表格底部和前後文字對齊，**center** 則是和表格中央對齊。

換行的方式和 **tabbing** 環境一樣，其中的 **\hline** 是畫一條橫線的意思，連續兩個 **\hline\hline** 會畫雙橫線，他本身會自動換行，因此不必加上換行符號。其中 **\begin {tabular} [t] {l | r | c }** 的 **l** 是在指定各欄位內容在小方框內的置放位置，**l** 表示靠左 (**left**)，**r** 表示靠右 (**right**)，**c** 表示置中 (**center**)。在 **{l | r | c }** 中加上 **bar (|)** 會畫縱線而兩個 **bar** 就會畫雙縱線。

### 2.2.2 表格欄位調整

表 2.2: 欄位調整示範

Specific Heats	$c$ (J/kg·K)	$C$ (J/mol·K)
Aluminum	900	24.3
Copper	385	24.4
Gold	130	25.6
Steel/Iron	450	25.0
Lead	130	26.8
Mercury	140	28.0
Water	4190	75.4

#### array 巨集套件指令功能

- **\doublerulesep**= 單位長度連線兩直線 (**||**) 或兩橫線 (**\hline\hline**) 之間距，預設為 2pt。
- **\extrarowheight**= 單位長度將行高增加幾 pt



- `\cline{a-b}` 畫某部份欄位的橫線，其中的 **a-b** 指的就是要畫線的欄位數。
- `\arrayrulewidth=` 單位長度調整表格線條的粗細，預設值是 **0.4pt**。但要注意的是要在進入 **tabular** 環境之前設定好。
- `\tabcolsep=` 單位長度調整兩欄位的左右間距，預設是 **6pt**。請注意這個值是實際兩欄位間距值的一半。在進入 **tabular** 環境之前設定好。
- `\doublerulesep=` 單位長度調整畫雙線時，這兩線間的間距，預設值是 **2pt**。在進入 **tabular** 環境之前設定好。
- `\arraystretch` 調整表格的上下行距。請注意，這要由 `\renewcommand` 來重設，因為在 **LaTeX** 定義出一個常數值，而這個 `\arraystretch` 只是這些常數值的倍數，我們要重新改變他才能改變預設倍數。

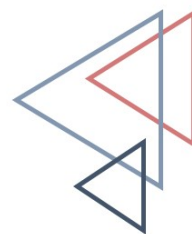
以上之指令同時更動所有欄位之間距。如果我們只想要更動某兩欄位之間距也有其他方式，如 2.3。

表 2.3: 特定欄位調整示範

Gene name	GeneNo.	length	size (cm)
001	01g009860.2	819	272
002	01g021730.2	798	265
003	01g094490.2	630	209
004	01g102740.2	1242	413
005	01g104900.2	597	198
006	02g036430.1	1698	565

- `p{ 寬度 }` 這裡的 **p** 指的是段落 (**paragraph**)。通常用於一個小段落的文字，指定了寬度後裡頭的文字會自動折行，而且這個段





落的頂端會和其他欄位的頂端對齊。

- `@{ 文字、符號或指令 }` 這可以作用在本欄的各個列，讓他們都出現某個文字、符號或都在某個指令的作用下。這個指令另外會同時將欄位間距縮成 0，置於首尾的話，會有讓橫線和文字切齊的作用（預設不會切齊，橫線兩端會多出欄位間距的部份）。事實上，`@{...}` 指令大括號內除了設定欄位間距外，也可以鍵入任何文字或指令。排版時，括號內之文字或指令即填入表格中對應的欄位間隔處，而且原有之空白自動消除。

### 2.2.3 表格線條變化

表 2.4: 線條樣式示範

	P(%)	R(%)	F1(%)	P(%)	R(%)	F1(%)
Baseline1	76.84	76.84	76.84	76.84	76.84	76.84
Baseline2	76.84	76.84	76.84	76.84	76.84	76.84
Baseline3	76.84	76.84	76.84	76.84	76.84	76.84
<b>Our approach</b>	<b>76.84</b>	<b>76.84</b>	<b>76.84</b>	<b>76.84</b>	<b>76.84</b>	<b>76.84</b>

我們前面曾提到 `\arrayrulewidth` 指令，可以調整線條的粗細，但是這無法各別調整線條，每個在 `tabular` 表格環境內的線條會調整成一樣的粗細。`booktabs` 巨集套件可以很方便的去控制每一欄位的線條粗細。`arydshln` 巨集套件甚至還可以變化線條的樣式。如表 2.4

#### `booktabs` 巨集套件指令功能

使用方法和 `tabular` 環境差不多但可在指令後加個方括號來指定線條的粗細，不指定的話，`toprule` 及 `bottomrule` 都會比中間的其他線條粗一



點。

- `\toprule`[線條粗細] 畫表格頂端的橫線
- `\midrule`[線條粗細] 畫表格裡頭的橫線
- `\bottomrule`[線條粗細] 畫表格底部的橫線
- `\cmidrule`[線條粗細](左右是否去邊) 畫線欄位

`tabular` 指令環境中, 利用 `|` 指令可畫出垂直線, 但其粗細無法調整。利用 `array` 巨集套件所提供之 `!\{...\}` 指令, 我們可以畫出任意粗細之垂直線。垂直線指令 `|` 或 `!\{ \vrule width 2pt\}` 所畫出之直線由上至下貫穿整個表格。如果只要在某一橫列中間畫短直線, 可使用 `\vline` 指令。

#### arydshln 巨集套件指令功能

- `;(dash)pt/(gap)pt`: 在 `tabular` 環境中加入, 可以控制直線樣式。
- `\hdashline[(dash)pt/(gap)pt]`: 設定橫線的樣式
- `\cdashline{cola-colb}[(dash)pt/(gap)pt]`: 設定橫線的樣式

### 2.2.4 表格顏色設計

`\arrayrulecolor{顏色}`: 指定線條顏色, 如表 2.5

表 2.5: 指定線條顏色

United Kingdom	London	Thames
France	Paris	Seine
Russia	Moscow	Moskva

`\rowcolor[色彩模型]{顏色}[左緣突出長度][右緣突出長度]`: 讓整個橫



列著色，如表 2.6

表 2.6: 讓整個橫列著色

Sydney	OG4G	Thu Oct 10	Mon Oct 21 or 28	11 or 18 days	999
		Thu Oct 17	Mon Oct 21 or 28	4 or 11 days	999
	OG7A	Sun Oct 13	Mon Oct 21 or 28	8 or 15 days	999
		Sun Oct 20	Mon Oct 28	8 days	999

`\columncolor[色彩模型]{顏色}[左緣突出長度][右緣突出長度]`: 讓整個欄位著色，如表 2.7

表 2.7: 讓整個欄位著色

Sydney	OG4G	Thu Oct 10	Mon Oct 21 or 28	11 or 18 days	999
		Thu Oct 17	Mon Oct 21 or 28	4 or 11 days	999
	OG7A	Sun Oct 13	Mon Oct 21 or 28	8 or 15 days	999
		Sun Oct 20	Mon Oct 28	8 days	999

`\doublerulesepcolor{顏色}`: 指定雙並線內間隔的顏色，如表 2.8

表 2.8: 指定雙並線內間隔的顏色

Sydney	OG4G	Thu Oct 10	Mon Oct 21 or 28	11 or 18 days	999
		Thu Oct 17	Mon Oct 21 or 28	4 or 11 days	999
	OG7A	Sun Oct 13	Mon Oct 21 or 28	8 or 15 days	999
		Sun Oct 20	Mon Oct 28	8 days	999



注意此一指令之使用須利用 **array** 巨集套件所提供之 `>\{...}` 指令之功能。並在 **tabular** 指令環境中使用。

### 2.2.5 表格分割、合併

#### 1. `\multirow{2}{*}` {Multi-Row}: 跨列功能

第一個參數 **2**，表示跨兩列，第二個指令為合併後水平對齊方式, **c** 為置中, **r** 為置右, **\*** 表示系統自動調整文字最後一個參數即是要填入的文字另外，跨列需注意的是，使用 `\multirow` 指令的那一列表格，到了要撰寫下一列表格時，被跨列的該欄位，直接留空，不可填字。

#### 2. `\multicolumn{2}{c}` {Multi-Column}: 跨行功能

第一個參數 **2**，表示跨兩行，第二個參數 **c**，表示文字置中，並在欄位右邊畫一條直線框，最後一個參數即是要填入的文字

表 2.9: 表格跨行、跨列示範 1

Multi-Row	Multi-Column		Multi-Row and Col	
	column-1	column-2		
label-1	label-2	label-3	label-4	label-5

### 2.2.6 小數點對齊

原來的 **tabular** 環境的作法是去增加一個欄位，那個欄位使用 `@{.}` 來專門排小數點，這樣一來兩欄的間距會消掉，看起來就像連在一起的數字了，但是如果使用 **dcolumn** 巨集的話，就可以很有規律的去對齊小數點或逗點。**dcolumn** 的用法，主要是去取代 **tabular** 參數中的 **lrc** 這些參數。

如表 2.11 我們再怎麼去排，小數點總是無法對齊。我們只要使用 **dcolumn** 巨集把 **tabular** 的後面參數改掉就可以讓小數點對齊。如表 2.12

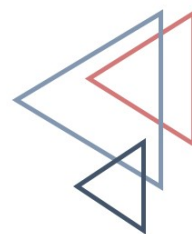


表 2.10: 表格跨行、跨列示範 2

Method	A			G		
	Precision	Recall	F1-Measure	Precision	Recall	F1-Measure
kNN	0.7324	0.7388	0.7301	0.6371	0.6462	0.6568
F	0.7321	0.7385	0.7323	0.6363	0.6462	0.6559
E	0.7321	0.7222	0.7311	0.6243	0.6227	0.6570
D	0.7654	0.7716	0.7699	0.6695	0.6684	0.6642
C	0.7435	0.7317	0.7343	0.6386	0.6488	0.6435
B	0.7667	0.7644	0.7646	0.6609	0.6687	0.6574
A	<b>0.8189</b>	<b>0.8139</b>	<b>0.8146</b>	<b>0.6971</b>	<b>0.6904</b>	<b>0.6935</b>

表 2.11: 小數點無法對齊

	headA	headB	headC	headD
test1	7.879	921.661	1382.81	998.98
test2	1.97	35.21	321.3	4791112.11
test3	211.97	5.2	213.629	748261594.106

表 2.12: 使用 dcolumn 巨集讓小數點對齊

	<i>headA</i>	<i>headB</i>	<i>headC</i>	<i>headD</i>
test1	7.879	921.661	1382.81	998.98
test2	1.97	35.21	321.3	4791112.11
test3	211.97	5.2	213.629	748261594.106

這裡要特別注意的是，在 `dcolumn` 的效力範圍裡頭，他會自動進入數學模式，裡頭要表現數學式的話，前後不必再加 `$`，否則會跳出數學模式。例如 `headA` 會變成斜體字，這是因為進入了數學模式，要讓他正常的話，就要寫成 `$headA$` 這樣來跳出數學模式。



### 2.2.7 斜線表頭

可以使用 `\usepackage{diagbox}` 套件來製做表頭上的斜線。以便清楚的呈現各個欄位的意思。如表 2.13

表 2.13: 示範斜線表頭

$\alpha_{i,j}$ \ 乙 甲	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_3$
$\alpha_1$	-4	0	-8
$\alpha_2$	3	2	4
$\alpha_3$	16	1	-9
$\alpha_4$	-1	1	7

### 2.2.8 表格編號與標題

一般放在文章裡的表格都需要編號（**Label**）與標題（**Caption**），方便與內文相呼應。為了讓表格能夠移動，常常會把就是把表格置於 `table` 環境當中。在裡頭有 `\caption{ }` 指令可以指定表格的標頭，`\label{ }` 指令可以標號。

一般國際上較正式的文件，`caption` 置放的位置慣例是「表上圖下」，也就是說表格的標題是置於表格上方，圖形則在下方。其中標題前的「表」字，是重新經過定義的。LaTeX 原來定義的文字是英文 **Table**，在中文的環境當然不妥，利用 `\renewcommand{ \tablename }{ 表 }` 可以定義作者自己喜歡的字眼。

#### LaTeX 的浮動環境 (table 環境)

- `h(here)` 置於下指令處位置
- `t(top)` 置於一頁的頂端
- `b(bottom)` 置於本頁底部，如空間不夠會置於次頁



- `p(page)` 單獨佔一頁，此頁沒有內文的部份
- `\suppressfloats[位置]` 抑制浮動物件置放於本頁的某處，他會出現在次頁
- `!` 置於以上選頁之前，會更強烈要求達到此選項的作用。但對 `p` 則無作用

表 2.14: 表格編號示範

姓名	座號	成績
A 同學	15	80
B 同學	27	72
C 同學	35	81

表 2.14 中的標題部分也可以加上顏色，甚至是調整行高。

## 2.2.9 表格並排

常常我們會需要有 2 個表格並排的情況，所以在  $\text{\LaTeX}$  中使用 `\begin{minipage}` 的指令來完成，如表 2.15 和表 2.16。其實這個方法除了能讓表格並排之外還能讓圖片和表格並排。

表 2.15: 表格並排示範 1

n	L	$L + n$
0	1	1
1	3	4
2	5	7
3	7	10
4	9	13
5	11	16

表 2.16: 表格並排示範 2

n	L	$L + n$
0	1	1
1	3	4
2	5	7
3	7	10
4	9	13
5	11	16



### 2.2.10 大型表格 ( `longtable` )

這可能有兩種情形。一種是很寬的表格，另一種是很長的表格。太寬的表格可考慮旋轉一下，讓他橫放，至於長的表格可以使用 `longtable` 巨集讓他可以跨頁連續。

用 LaTeX 排版，如果要旋轉文字，圖片，表格等，可以使用 `rotating` 巨集來完成。

#### `rotating` 巨集套件指令功能

- `\begin{sideways}` 將內容旋轉 90 度 `\end{sideways}`
- `\begin{turn} {45}` 將內容旋轉自定義角度 `\end{turn}`
- `\begin{rotate}{120}` 將內容旋轉自定義角度，但是旋轉結果並不能保證所需要的空間 `\end{rotate}`

表 2.17 是將表格旋轉（採用 `rotating` 套件），方便做寬型表格時使用。  
表 2.18 是將表格視為圖片做旋轉（採用 `graphicx` 套件），方便做寬型表格時使用。



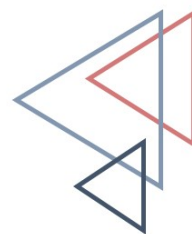


表 2.17: 寬表格旋轉

Models	$\hat{c}$	$\hat{\alpha}$	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	$\hat{\beta}_2$
model	30.6302	0.4127	9.4257	-	-
model	12.4089	0.5169	18.6986	-6.6157	-
model	14.8586	0.4991	19.5421	-7.0717	0.2183
model	3.06302	0.41266	0.11725	-	-
model	1.24089	0.51691	0.83605	-0.66157	-

表 2.18: 旋轉表格

Source	Df	SS	MS	F value	Pr > F
model	2	543.6	271.8	16.08	0.0004
Error	12	202.8	16.9		
Total	14	746.4			

如果表格長度超過版面高度，可以使用 **longtable** 巨集套件，原來之表格自動拆為兩部分以上，分別排版於兩頁或是多頁之中，如表 2.19 所示。請注意不同頁面在表格斷續處的文字處理。



表 2.19: Feasible triples for highly variable Grid, MLMMH .

Time (s)	Triple chosen	Other feasible triples
0	(1, 11, 13725)	(1, 12, 10980), (1, 13, 8235), (2, 2, 0), (3, 1, 0)
2745	(1, 12, 10980)	(1, 13, 8235), (2, 2, 0), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
5490	(1, 12, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
8235	(1, 12, 16470)	(1, 13, 13725), (2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
10980	(1, 12, 16470)	(1, 13, 13725), (2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
13725	(1, 12, 16470)	(1, 13, 13725), (2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
16470	(1, 13, 16470)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
19215	(1, 12, 16470)	(1, 13, 13725), (2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
21960	(1, 12, 16470)	(1, 13, 13725), (2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
24705	(1, 12, 16470)	(1, 13, 13725), (2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
27450	(1, 12, 16470)	(1, 13, 13725), (2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
30195	(2, 2, 2745)	(2, 3, 0), (3, 1, 0)
32940	(1, 13, 16470)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
35685	(1, 13, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
38430	(1, 13, 10980)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
41175	(1, 12, 13725)	(1, 13, 10980), (2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
43920	(1, 13, 10980)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
46665	(2, 2, 2745)	(2, 3, 0), (3, 1, 0)
49410	(2, 2, 2745)	(2, 3, 0), (3, 1, 0)
52155	(1, 12, 16470)	(1, 13, 13725), (2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
54900	(1, 13, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
57645	(1, 13, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
60390	(1, 12, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
Continued on next page		



表 2.19 – continued from previous page

Time (s)	Triple chosen	Other feasible triples
63135	(1, 13, 16470)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
65880	(1, 13, 16470)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
68625	(2, 2, 2745)	(2, 3, 0), (3, 1, 0)
71370	(1, 13, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
74115	(1, 12, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
76860	(1, 13, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
79605	(1, 13, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
82350	(1, 12, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
104310	(1, 13, 16470)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
107055	(1, 13, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
109800	(1, 13, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
112545	(1, 12, 16470)	(1, 13, 13725), (2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
115290	(1, 13, 16470)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
118035	(1, 13, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
120780	(1, 13, 16470)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
123525	(1, 13, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
126270	(1, 12, 16470)	(1, 13, 13725), (2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
129015	(2, 2, 2745)	(2, 3, 0), (3, 1, 0)
131760	(2, 2, 2745)	(2, 3, 0), (3, 1, 0)
134505	(1, 13, 16470)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
137250	(1, 13, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
139995	(2, 2, 2745)	(2, 3, 0), (3, 1, 0)
142740	(2, 2, 2745)	(2, 3, 0), (3, 1, 0)
145485	(1, 12, 16470)	(1, 13, 13725), (2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
Continued on next page		



表 2.19 – continued from previous page

Time (s)	Triple chosen	Other feasible triples
148230	(2, 2, 2745)	(2, 3, 0), (3, 1, 0)
150975	(1, 13, 16470)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
153720	(1, 12, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
156465	(1, 13, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
159210	(1, 13, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
161955	(1, 13, 16470)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)
164700	(1, 13, 13725)	(2, 2, 2745), (2, 3, 0), (3, 1, 0)

## 結論

藉由這次練習之後，已經大致熟悉製作表格的過程和概念，其實如何做出一個美觀又易懂的表格真的不容易。需要多次的練習與嘗試才能掌握技巧。



## 第 3 章

### 圖片呈現

圖片經常是文件中最生動、最精采的部分，但是用過 Word 排版文件的人都知道，圖片是最不聽話的物件，常常無法依你的要求擺放在你要的位置。因此這裡將會介紹如何用  $\text{\LaTeX}$  來插入圖片並且指定圖片的擺放位置。除了基本的圖片排版之外， $\text{\LaTeX}$  還可以指定幾張圖並排、圖片旋轉等等。圖形檔的型態最常見的有 EPS/JPG/PNG/PDF 等格式，在這裡將會分別介紹如何插入不同型態的圖檔。在介紹圖片使用的同時搭配  $\text{\LaTeX}$  的計數器和專業的參考文獻功能，一步一步的介紹如何排版一份專業的正式的報告。 $\text{\LaTeX}$  提供了許多不同的套件可以使用，接著我們就來一起熟悉如何排版圖片吧！

### 第 3.1 節 插入圖片

插入圖片的方式有好幾種，目前最常用 `graphicx` 套件。

#### 3.1.1 圖片路徑設定

圖形環境指令 `\begin{figure}` 可以用來控制圖形開始與結束的位置。預設的圖形檔路徑與文章相同，圖形若不是放置於此，必須指定完整的路徑。

```
\includegraphics{檔案位置/檔案名稱.jpg}
```

如果圖片檔案和此份資料在同一個目錄位置的話，路徑可以省略。

```
\includegraphics{檔案名稱.jpg}
```



當然如果一份文件中引入許多分散在不同目錄的圖檔，相當麻煩，因此將所有檔案都集中到預設的目錄。為避免在指令中放在冗長得完整路徑，一般會在定義區設定一個路徑命令，用來縮短指令所需的長度。本文在定義區設定以下的新命令：

```
\newcommand{\imgdir}{images/}
```

這個新命令自訂為 `\imgdir`，定義了一個與編譯文章路徑相同的子目錄：`images`，也就是所有圖形檔案放置的目錄。譬如：

```
\includegraphics{\imgdir{圖片名稱.eps}}
```

### 3.1.2 圖片位置與大小

`\begin{figure}` [ **H** ]

位置選項變數：`h`(here) 置於現在的位置，`t`(top) 置於本頁上端，`b`(bottom) 置於本頁下端，`p`(page) 自成一頁。**H** 強制要在現在的位置。如果不加選項，內定值為 `[tbp]`。下指令時，位置選項變數之順序無關緊要，永遠依照 `htbp` 之順序尋找適當位置。

`\centering`

圖片置中

`\includegraphics[width=0.7\textwidth,angle=270]` { 檔案名稱 }

調整圖形之大小：`height` 圖形高度，`totalheight` 圖形全高，`width` 圖形的寬度，`angle` 圖形旋轉（反時鐘方向）角度，`scale` 圖形放大（或縮小）之倍數。其中 `\textwidth` 是以整頁的寬度為調整基準。寬度調整時，高度也同比例調整。

`\caption`{ 給圖一個名字 }

`\label`{ 標籤 }

常常在寫文件，應該都需要在載入圖片，除了載入圖片以外，還需要



在底下加入標號，好在閱讀的時候可以在文章中指定要用來解釋得圖片，也可以在圖片下方加入簡單的敘述。

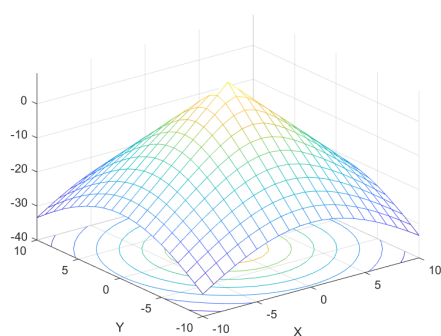
`\vskip 10pt`

指定圖片與下方文字的距離

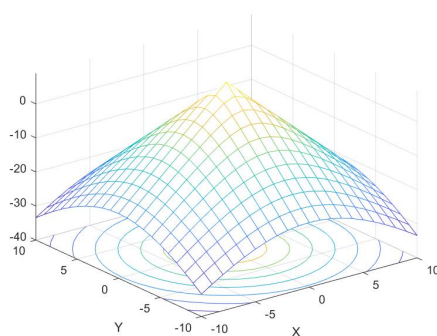
`\end{figure}`

### 3.1.3 插入不同類型的圖檔

圖 (3.1) 和圖 (3.2) 分別是四種不同類型的圖檔，其中可以發現 `eps` 檔圖片比較清晰，適合數學圖形的表現。`jpg` 和 `png` 檔比較模糊。



(a) png 圖檔



(b) jpg 圖檔

圖 3.1: 不同類型的圖檔

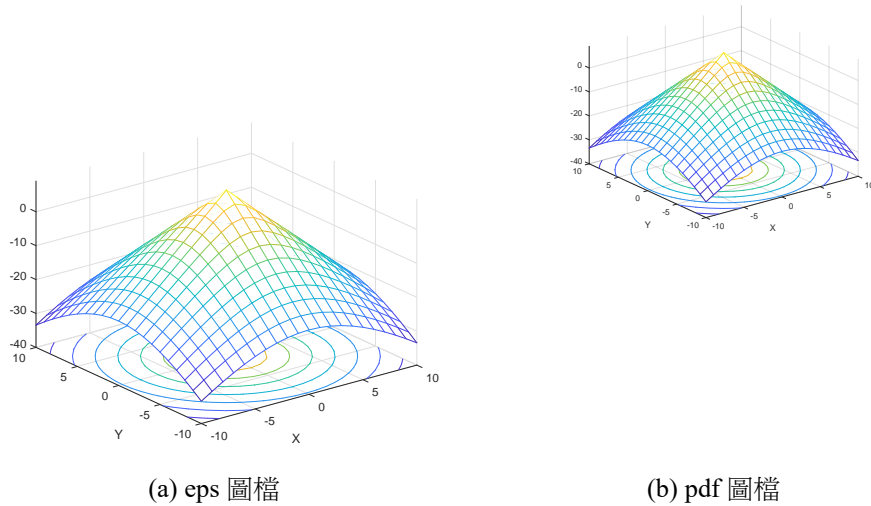


圖 3.2: 不同類型的圖檔

### 3.1.4 文繞圖

用 `wrapfigure` 套件可以呈現文繞圖的排版方式。

`\begin{wrapfigure}{l}{6cm}`

設定圖片的位置靠左，並和文字距離 6cm，如下圖 (??):

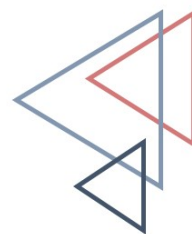


圖 3.3: 文繞圖示範

LaTeX 遵循呈現與內容分離的設計理念，以便作者可以專注於他們正在編寫的內容，而不必同時注視其外觀。在準備 LaTeX 文件時，作者使用

章、節、表、圖等簡單的概念指定文件的邏輯結構，並讓 LaTeX 系統負責這些結構的格式和布局。因此，它鼓勵從內容中分離布局，同

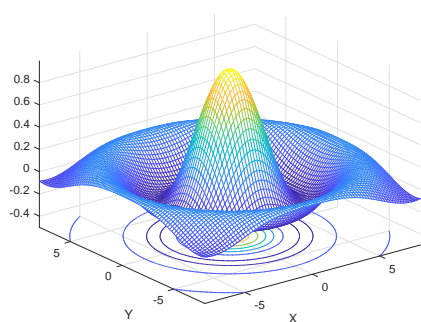




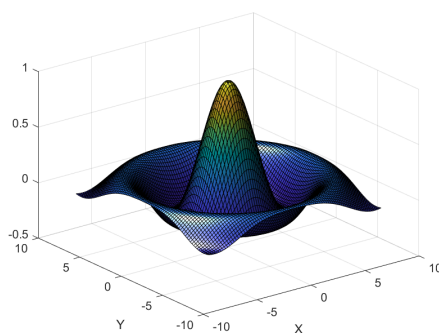
時仍然允許在需要時進行手動排版調整。這個概念類似於許多文書處理器允許全域定義整個文件的樣式的機制，或使用層疊樣式表來規定 HTML 的樣式。 $\text{\LaTeX}$  系統是一種可以處理排版和彩現的標記式語言。

### 3.1.5 多圖並排

圖片並排是常用於排版的方法，方便讀者將多張圖一起比較參照。這裡介紹不同的多圖並排方式。通常會使用 `subfloat` 套件  
兩張圖並排：



(a) 立體圖



(b) 立體圖

圖 3.4: 兩張圖並排

三張圖並排：

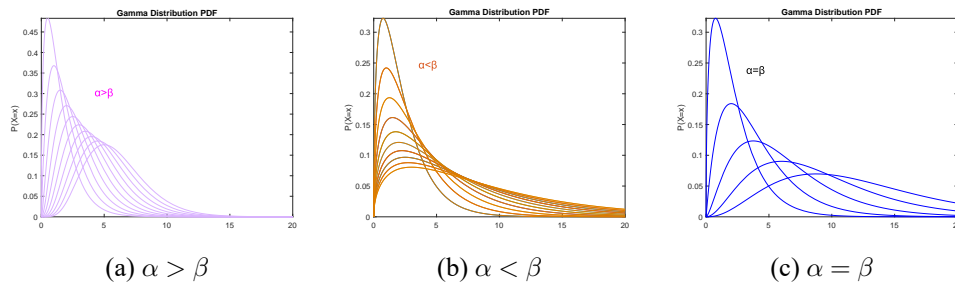


圖 3.5: 三張圖並排

兩列兩行:

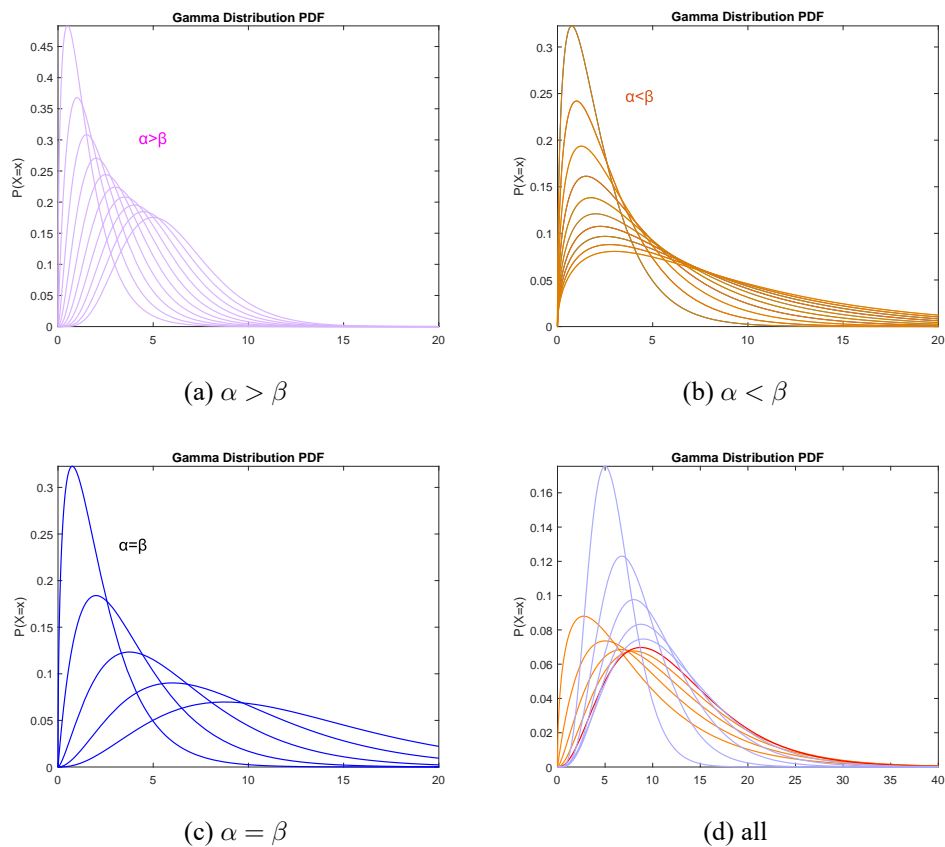
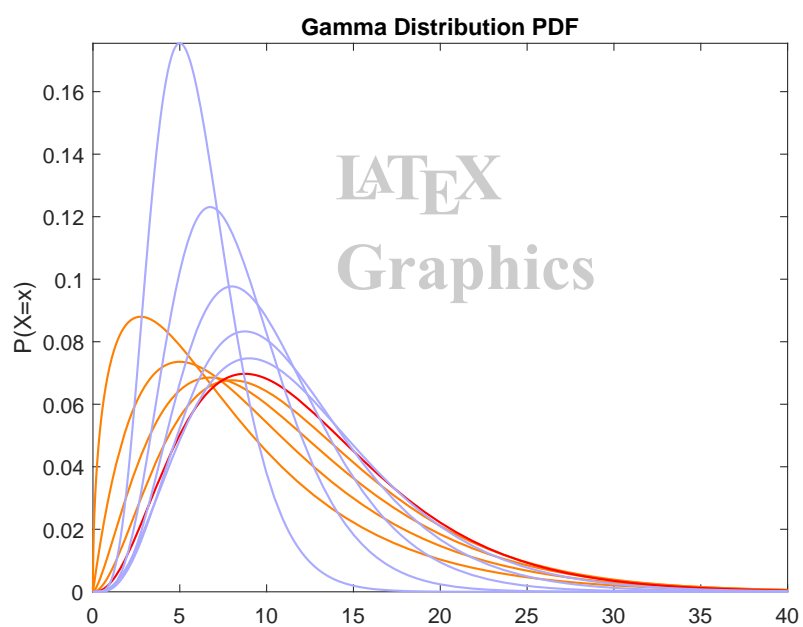


圖 3.6: 四張圖並排

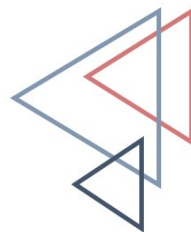


### 3.1.6 圖片上加文字

用 `overpic` 套件可以在圖片上加入文字或公式。







## 第 4 章

### 計數器

#### 第 4.1 節 計數器的應用

數理方面的文章或書籍常會使用到定理定義，或類似需要給予編號的一段文字。這些編號的管理有些是順序排列，有些則隨章節排列，有些一起編號，有些分開。這類的編號都由指令`\newtheorem`處理。接著我們就由數統課本裡的例子來示範計數器的使用。

`\newtheorem` 的語法如下：

```
\newtheorem{env_name}{caption}[within]
\newtheorem{env_name}[numbered_like]{caption}
```

以下示範說明：

```
\theoremstyle{plain} 選擇樣式
\newtheorem{de}{Definition 定義}[section]
definition 隨 section 走，一起編號
\newtheorem{thm}{\MB theorem 定理}[Definition 定義]
theorem 定理隨 section 走，一起編號
\newtheorem{ex}{\E Example}
獨立編號，不編入小節數字，走流水號。
```



## 第 4.2 節 圖片與計數器之實際應用–Random Variables

藉由上學期 MATLAB 作業中製作的圖片搭配數統課本，進行以下得練習。

### 4.2.1 Introduction

---

**Definition 4.2.1** A *random variable* is a mapping

$$X:\Omega \longleftrightarrow \mathbb{R}$$

that assigns a real number  $X(\omega)$  to each outcome.

---

**Example 1** Flip a coin ten times. Let  $X(\omega)$  be the number of heads in the sequence  $\omega$ . For example, if  $\omega = \text{HHTHHTHHTT}$ , then  $X(\omega) = 6$ .

---

**Definition 4.2.2** The *cumulative distribution function*, or CDF, is the function

$F_X:\mathbb{R} \longleftrightarrow [0, 1]$  defined by

$$F_X(x) = : P(X \leq x)$$

---

**定理 4.2.1** Let  $X$  have CDF  $F$  and  $Y$  have CDF  $G$ . If  $F(x) = G(x)$  for all  $x$ , then  $P(X \in A) = P(Y \in A)$  for all  $A$ .

---



**定理 4.2.2** A function  $F$  mapping the real line to  $[0, 1]$  is a CDF for some probability  $P$  if and only if  $F$  satisfies the following three conditions:

1.  $F$  is non-decreasing :  $x_1 < x_2$  implies that  $F(x_1) < F(x_2)$ .
2.  $F$  is normalized:

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} F(x) = 0 \quad \lim_{x \rightarrow \infty} F(x) = 1$$

3.  $F$  is right-continuous:  $F(x) = F(x^+)$  for all  $x$ .

**Definition 4.2.3**  $X$  is **discrete** if it takes countably many values  $\{x_1, x_2, \dots\}$ .

We define the **probability function** or **probability mass function** for  $X$  by  $f_X(x) = P(X=x)$

**Definition 4.2.4** A random variable  $X$  is **continuous** if there exists a function  $f_X$  such that  $f_X(x) \geq 0$  for all  $x$ ,  $\int_{-\infty}^{\infty} f_X(x) dx = 1$  and for every  $a \leq b$ ,

$$P(a < X < b) = \int_a^b f_X(x) dx$$

The function  $f_X$  is called the **probability density function (PDF)**. We have that

$$F_X(x) = \int_{-\infty}^x f_X(t) dt$$



X<sub>3</sub> LaTeX

---

and  $f_X(x) = F_X'(x)$  at all points  $x$  and which  $F_X$  is differentiable.

---

**Example 2** Suppose that  $X$  has PDF

$$f_X(x) = \begin{cases} 1, & \text{for } 0 \leq x \leq 1 \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases}$$

The CDF is given by

$$F_X(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ x, & 0 \leq x \leq 1 \\ 1, & x > 1 \end{cases}$$

## 4.2.2 Some Important Discrete Random Variables

---

### 1 THE DISCRETE UNIFORM DISTRIBUTION.

Let  $k > 1$  be a given integer. Suppose that  $X$  has probability mass function given by

$$f_X(x) = \begin{cases} 1/k & \text{for } x=1, \dots, k \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

We say that  $X$  has a uniform distribution on  $\{1, 2, \dots, k\}$ .

---

### 2 THE BERNOULLI DISTRIBUTION.

Let  $X$  represent a binary coin flip. Then  $P(X=1)=p$  and  $P(X=0)=1-p$  for some  $p \in [0, 1]$ . We say that  $X$  has a Bernoulli distribution written  $X \sim \text{Bernoulli}(p)$ . The probability function is  $f(x) = p^x (1-p)^{1-x}$  for  $x \in \{0, 1\}$ .

---



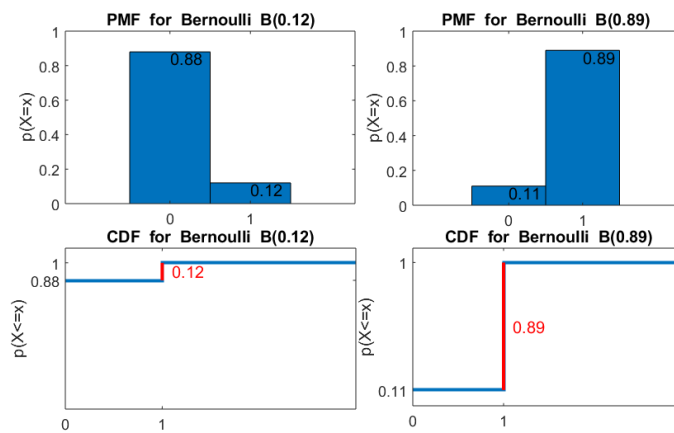
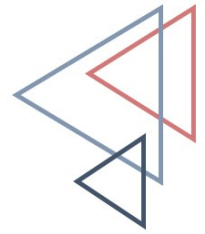


圖 4.1: BERNOULLI DISTRIBUTION

### 3 THE BINOMIAL DISTRIBUTION.

Suppose we have a coin which falls heads up with probability  $p$  for some  $0 \leq p \leq 1$ . Flip the coin  $n$  times and let  $X$  be the number of heads. Assume that the tosses are independent. Let  $f(x) = P(X=x)$  be the mass function. It can be shown that

$$f_X(x) = \begin{cases} \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} & \text{for } x=0, \dots, n \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

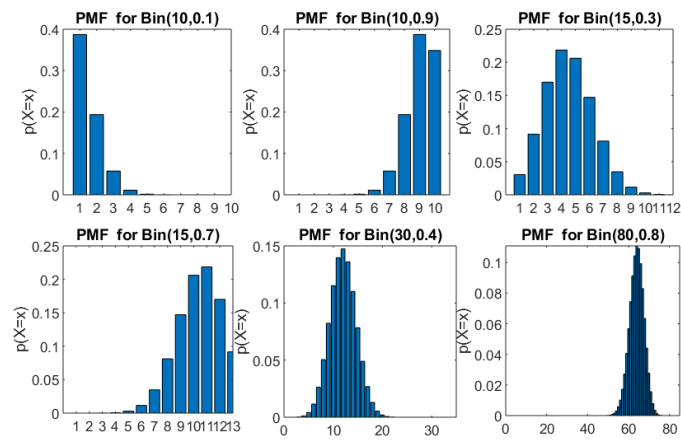


圖 4.2: BINOMIAL DISTRIBUTION

**定理 4.2.3** *A random variable with this mass function is called a Binomial random variable and we write  $X \sim \text{Binomial}(n, p)$ . If  $X_1 \sim \text{Binomial}(n_1, p)$  and  $X_2 \sim \text{Binomial}(n_2, p)$  then  $X_1 + X_2 \sim \text{Binomial}(n_1 + n_2, p)$ .*

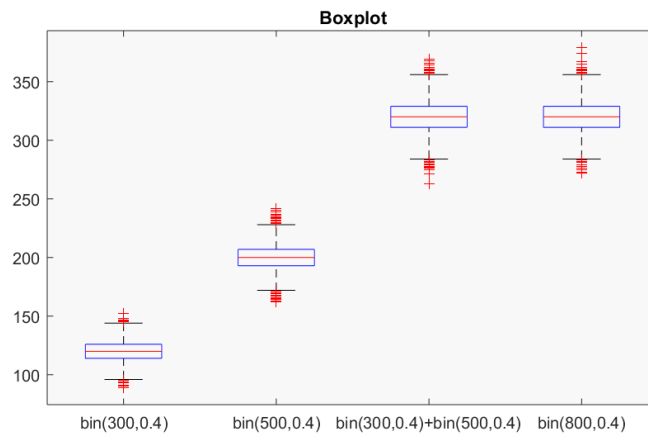
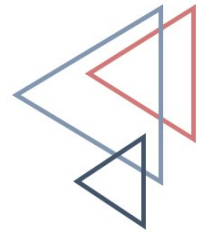


圖 4.3: BINOMIAL MASS DISTRIBUTION



#### 4 THE GEOMETRIC DISTRIBUTION.

$X$  has a geometric distribution with parameter  $p \in (0,1)$ , written  $X \sim \text{Geom}(p)$ , if

$$P(X = k) = p(1 - p)^{k-1}, k \geq 1.$$

We have that

$$\sum_{k=1}^{\infty} P(X = k) = p \sum_{k=1}^{\infty} (1 - p)^{k-1} = \frac{p}{1 - (1 - p)} = 1$$

Think of  $X$  as the number of flips needed until the first head when flipping a coin.

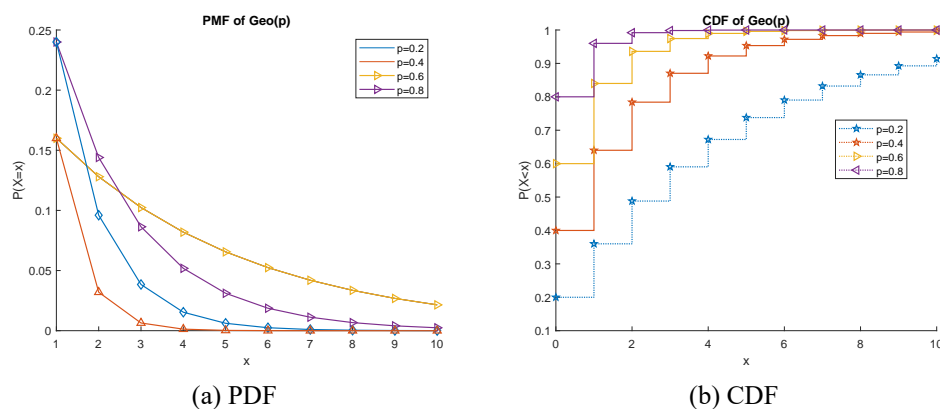


圖 4.4: GEOMETRIC DISTRIBUTION

#### 5 THE POISSON DISTRIBUTION.

$X$  has a Poisson distribution with parameter  $\lambda$ , written  $X \sim \text{Poisson}(\lambda)$  if

$$f(x) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!} \quad x \geq 0.$$

Note that

$$\sum_{x=0}^{\infty} e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!} = 1$$

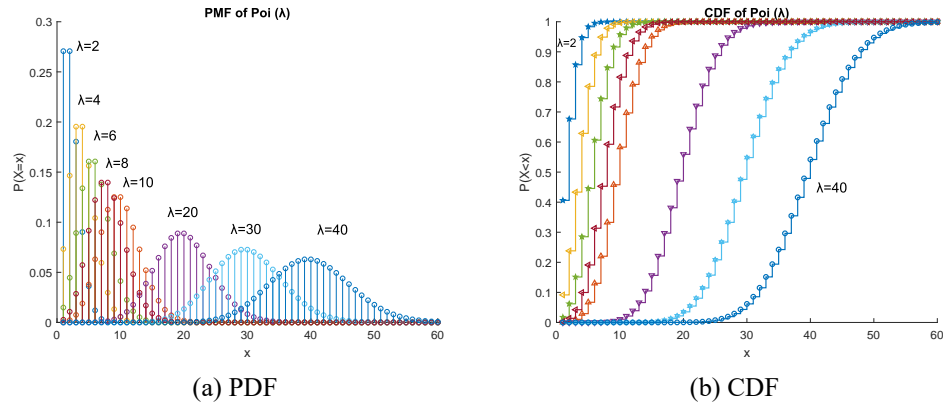


圖 4.5: Poisson distribution

**定理 4.2.4** *The Poisson is often used as a model for counts of rare events like radioactive decay and traffic accidents. If  $X_1 \sim \text{Poisson}(\lambda_1)$  and  $X_2 \sim \text{Poisson}(\lambda_2)$  then  $X_1 + X_2 \sim \text{Poisson}(\lambda_1 + \lambda_2)$*

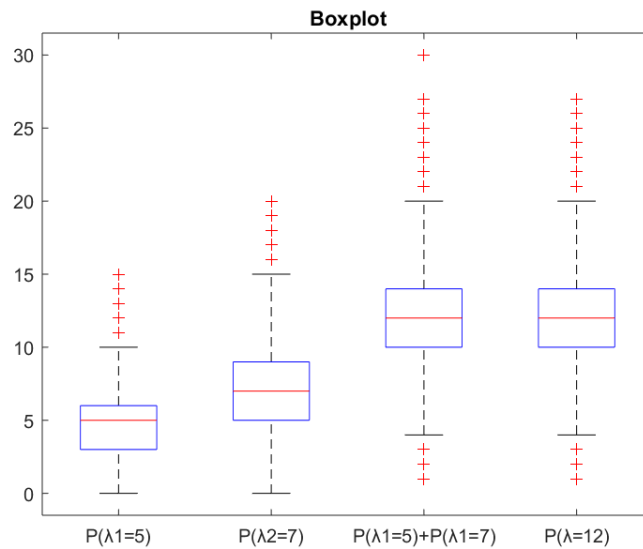
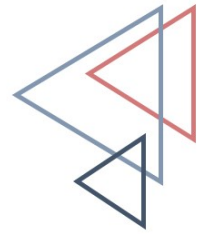


圖 4.6: POISSON DISTRIBUTION



### 4.2.3 Some Important Continuous Random Variables

#### 6 THE UNIFORM DISTRIBUTION.

X has a Uniform(a,b) distribution, written  $X \sim \text{Uniform}(a,b)$ , if

$$f_X(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a} & \text{for } x \in [a,b] \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$

Where  $a < b$ . The distribution function is

$$F_X(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & x \in [a,b] \\ 1, & x > b \end{cases}$$

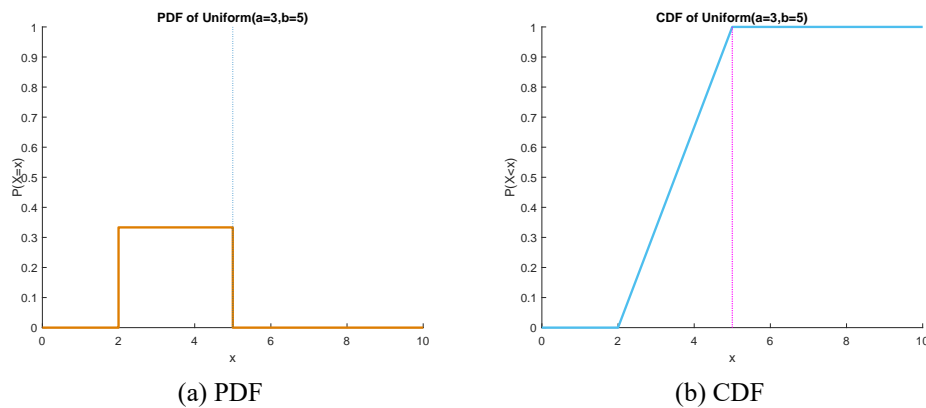


圖 4.7: uniform distribution

#### 7 THE NORMAL DISTRIBUTION.

X has a Normal(or Gaussian) distribution with parameters  $\mu$  and  $\sigma$ , denoted



X<sub>LaTeX</sub>

by  $X \sim N(\mu, \sigma)$ , if

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad -\infty < x < \infty$$

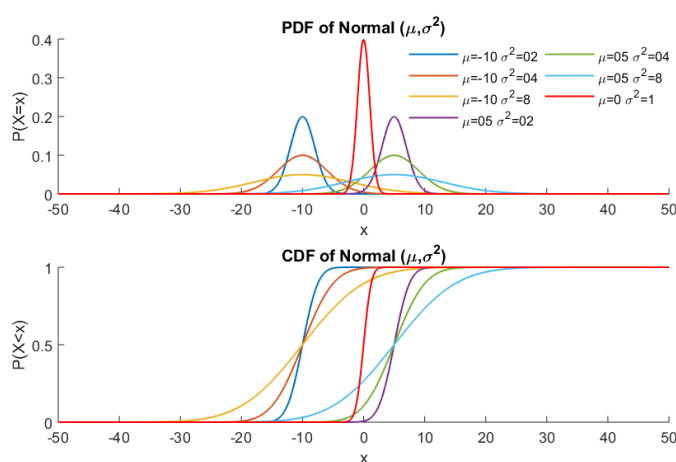


圖 4.8: NORMAL DISTRIBUTION

## 8 THE EXPONENTIAL DISTRIBUTION.

$X$  has an Exponential distribution with parameter  $\beta$ , denoted by  $X \sim \text{Exp}(\beta)$ , if

$$f(x) = \frac{1}{\beta} e^{-\frac{x}{\beta}}, \quad x > 0$$

Where  $\beta > 0$ . The exponential distribution is used to model the life-times of electronic components and the waiting times between rare events.

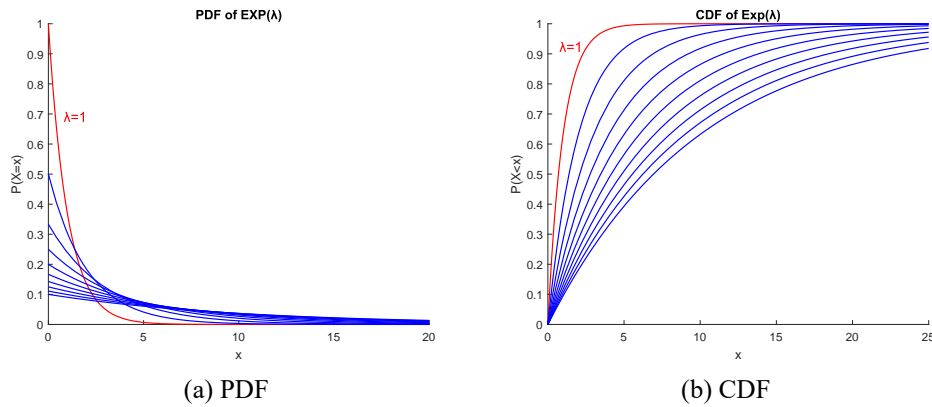
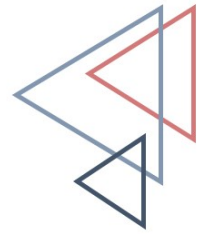


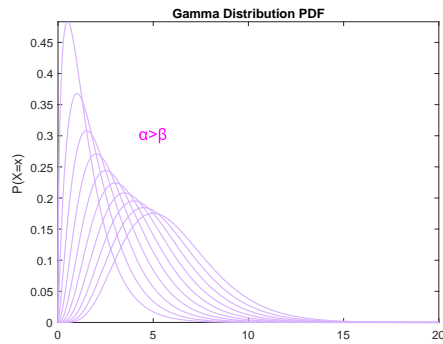
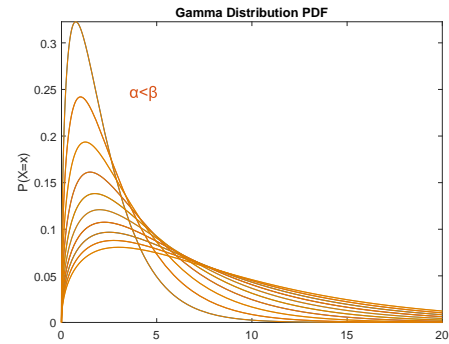
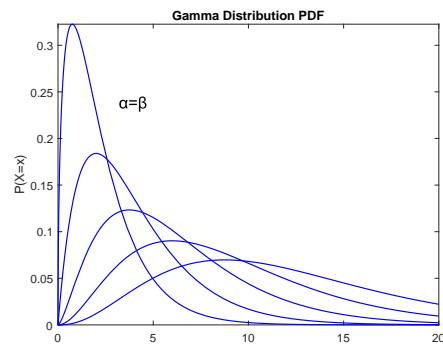
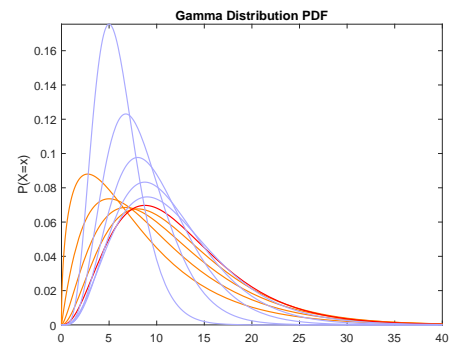
圖 4.9: Exponential distribution

## 9 THE GAMMA DISTRIBUTION.

For  $\alpha > 0$ , the **Gamma function** is defined by  $\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} y^{\alpha-1} e^{-y} dy$ .  $X$  has a Gamma distribution with parameters  $\alpha$  and  $\beta$ , denoted by  $X \sim \text{Gamma}(\alpha, \beta)$ , if

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(\alpha)\beta^{\alpha}} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}}, \quad x \geq 0$$

where  $\alpha, \beta > 0$ . The exponential distribution is just a  $\text{Gamma}(1, \beta)$  distribution. If  $X_i \sim \text{Gamma}(\alpha_i, \beta)$  are independent, then  $\sum_{i=1}^n X_i \sim \text{Gamma}(\sum_{i=1}^n \alpha_i, \beta)$ .

(a)  $\alpha > \beta$ (b)  $\alpha < \beta$ (c)  $\alpha = \beta$ 

(d) all

圖 4.10: GAMMA DISTRIBUTION





## 10 THE BETA DISTRIBUTION.

X has a Beta distribution with parameters  $\alpha > 0$  and  $\beta > 0$ , denoted by

$X \sim \text{Beta}(\alpha, \beta)$ , if

$$\begin{aligned} f(x; \alpha, \beta) &= \frac{x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1}}{\int_0^1 u^{\alpha-1}(1-u)^{\beta-1} du} \\ &= \frac{\Gamma(\alpha + \beta)}{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1} \\ &= \frac{1}{B(\alpha, \beta)} x^{\alpha-1}(1-x)^{\beta-1} \end{aligned}$$

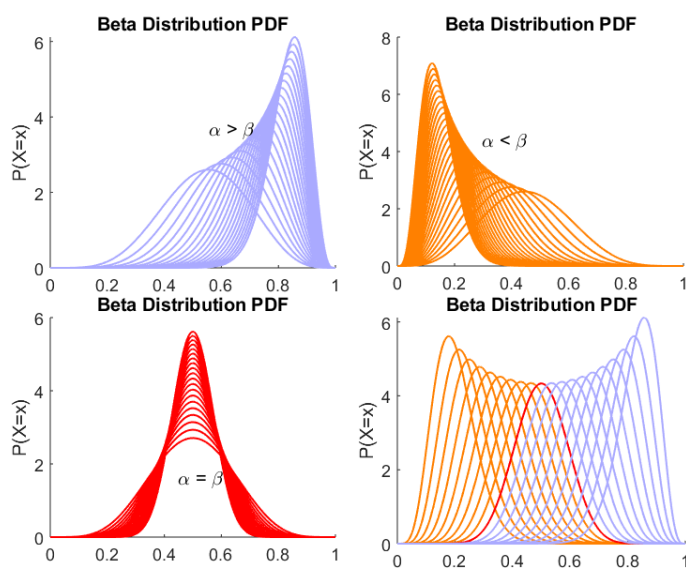


圖 4.11: BETA DISTRIBUTION



## 11 THE t AND CAUCHY DISTRIBUTION.

X has a t distribution with  $\nu$  degrees of freedom-written  $X \sim t_\nu$ -if

$$f(x) = \frac{\Gamma(\frac{\nu+1}{2})}{\Gamma(\frac{\nu}{2})} \frac{1}{(1 + \frac{x^2}{\nu})^{(\nu+1)/2}}$$

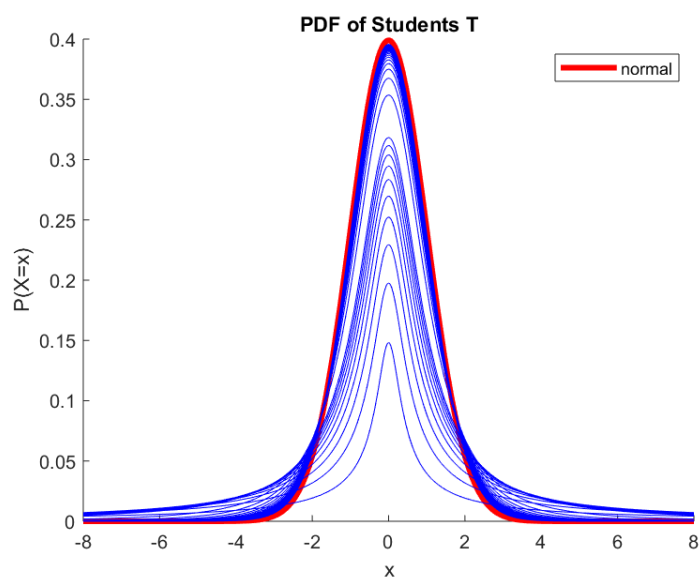


圖 4.12: t DISTRIBUTION

---

## 12 THE $\chi^2$ DISTRIBUTION.

X has a  $\chi^2$  distribution with p degrees of freedom-written  $X \sim \chi_p^2$ -if

$$f(x) = \frac{1}{\Gamma(p/2)2^{p/2}} x^{(p/2)-1} e^{-x/2}, \quad x > 0$$

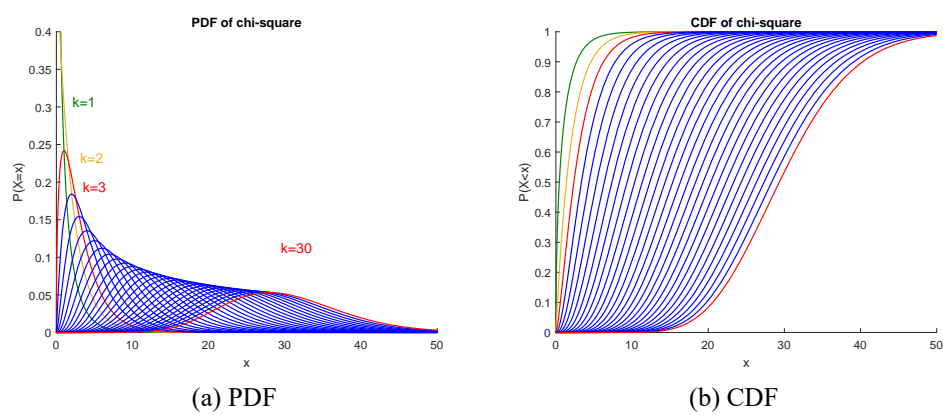


圖 4.13:  $\chi^2$  distribution





## 第 5 章

### 參考文獻 (Bibliography)

#### 第 5.1 節 thebibliography 環境

在進入 `thebibliography`，編譯後他會自成一個獨立的章節，如果是 `article` 類別的文稿，他會自動印出 **References** 的字樣為標題，如果是 `report` 或 `book` 類別的文稿，他會印出 **Bibliography** 的字樣為標題。

#### 第 5.2 節 BibTeX 簡介

如果常常有寫論文的机会，整理出自己的一份參考文獻資料庫可以節省許多時間，正常情況下，使用 `bibtex` 來處理外部文獻檔案的情形，只有引用到的文獻才會印出來，這樣也就不必擔心印出一堆不相關的文獻了。另外一個好處是，這個參考文獻資料庫可以另外獨立維護，所有的文章都用這一份資料庫，這在維護上會很方便，也減少錯誤的機會。`BibTeX` 本身提供一個外部的 `bibtex` 工具程式，在 `latex` 編譯過文稿後，再利用 `bibtex` 編譯一次文稿，最後再使用 `latex` 重編譯過。而參考文獻資料庫是按一定的格式寫於 `bib` 檔案裡頭，在文稿中則以 `bibliography` 指令來引入，編譯過程中自然會去參考這個外部考文獻資料庫。

##### 5.2.1 製作方式

由於使用了另一個檔案（`bib` 檔），編輯的過程要經過幾道程序。編譯前先準備好 `bib` 檔。對本檔案編譯四次，程序如下：

1. XeLatex



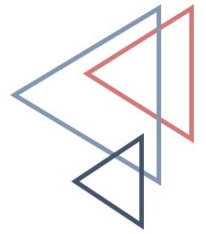
2. Bib Tex

3. XeLatex

4. XeLatex

## 結論

在使用 **latex** 的過程中，需要花一些時間摸索，雖然在撰寫時較為複雜，但在經過多次的操作後，便會逐漸熟悉其各個功能的使用。無論是在表格的製作、圖片的安排、計數器、參考文獻等等功能，都有更正式更專業的表現。因此多花一些時間來練習 **latex** 排版是值得的。最近第一次嘗試將所學到的 **latex** 排版技巧用在競賽的資料分析報告書上，可以發現真的和 **word** 排版很不一樣。藉由幾次的練習與應用盡量減少錯誤的出現，讓未來在進行文書處理的工作時，能更加的得心應手。

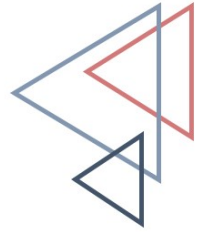


## 參考文獻引用

本書中關於  $\text{\LaTeX}$  的排版技巧，參考 [2]，內容關於數學公式及統計定理的部分參考 [1]。希望透過課堂所學，真實的用  $\text{\LaTeX}$  來呈現。







## 參考文獻

- [1] Larry Wasserman, A Concise Course in Statistical Inference, New York: Srring, 2004.
- [2] 吳聰敏 · 吳聰慧, cwTEX 排版系統, 翰蘆圖書出版有限公司, 2005.