

# 【2022 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

## 國中組 成果報告表單

### 題目名稱：入口即化，入手必捲—探討糯米紙的特性

#### 一、摘要：

為了研究糯米紙放在手上為何會捲曲及其特性，本研究利用 2cm 見方的糯米紙進行不同溫度、不同溼度，以及不同溶液種類、不同食鹽水濃度等實驗來找出影響糯米紙捲曲及形變的因素，並探討浸泡過酒精的糯米紙放入水中時，會在水面旋轉、移動，然後才形變的現象及原因。

實驗結果可證明糯米紙會在手上捲曲的原因，包括溼度、溫度和氯化鈉濃度 0.25% 的汗水。不同溶液中，只有水能使糯米紙形變，酒精和油則無法使其形變。與汗水濃度相同的 0.25% 食鹽水造成糯米紙的形變量最大，鹽分越高反而會抑制糯米紙形變。另外，浸過酒精的糯米紙和影印紙片。浸泡過酒精的影印紙和糯米紙，放入水中都會先旋轉一段時間後才靜止。而糯米紙會在靜止後才開始形變。推測紙片會旋轉的原因可能是因為酒精和水混合時，因為透過氫鍵產生分子間的作用力，鍵能強於靜電引力，所以發生了旋轉的現象。

#### 二、探究題目與動機

上生物課時，老師帶了牛軋糖請大家吃，糖果外面包了一層透明的紙，老師告訴我們這是可以吃的糯米紙。基於好奇，我們將糯米紙取下來觀察，發現糯米紙在手心上捲了起來，這是為什麼呢？上網搜尋答案時，在「可以吃的紙，認識糯米紙」的影片中告訴我們：「糯米紙是因為溼度而捲曲的。」而且糯米紙泡在水裡也會產生變形然後溶解的現象。經過一番討論，我們反而有些懷疑，真的只有溼度造成糯米紙捲曲嗎？手掌心也有體溫和汗水，有沒有可能是溫度或鹽分的影響呢？又或者，噴完酒精的雙手是否會影響糯米紙捲曲呢？為了解決這些疑慮，我們決定設計實驗來找出影響糯米紙捲曲及形變的因素。

在進行一連串驗證實驗過程中，我們意外發現一件有趣的現象，就是浸泡過酒精的糯米紙放入水中時，糯米紙會在水面旋轉並到處移動，最後才開始產生形變。為了揭開產生此現象的原因，於是我們又設計了第五項實驗來證明我們的推論。

#### 三、探究目的與假設

- (一) 探討浸泡不同溶液 ( 水、酒精、油 ) 對糯米紙形變的影響
- (二) 溫度對糯米紙捲曲度的影響(假設溫度越高，糯米紙越捲)
- (三) 溼度對糯米紙捲曲度的影響(假設溼度越高，糯米紙越捲)
- (四) 探討浸泡不同濃度的食鹽水對糯米紙形變的影響
- (五) 比較不同方式浸泡酒精後的紙片與糯米紙在水面的移動情形

#### 四、探究方法與驗證步驟

(一) 研究設備與器材

表 1 實驗器材一覽表

| 器材名稱          | 數量  | 器材名稱    | 數量  |
|---------------|-----|---------|-----|
| 加熱攪拌器         | 1 台 | 溼度計     | 1 台 |
| 防潮櫃           | 1 台 | 溫度計     | 1 支 |
| 打孔機 ( 2*2cm ) | 1 台 | 培養皿     | 數個  |
| 糯米紙           | 1 包 | 鑷子      | 3 支 |
| 吹風機           | 1 台 | 15cm 直尺 | 1 支 |

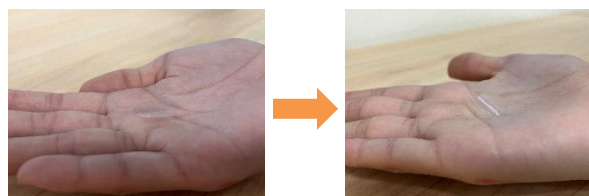
(二) 原理探討

- 糯米紙**：糯米紙是一種可食薄膜。透明，厚度 0.02 ~ 0.025mm，入口即化，是用澱粉加工製作而成，其主要成分即澱粉中富含的碳水化合物。做法是由澱粉、明膠和少量卵磷脂混合，流延成膜，烘乾而成(引自 <https://www.easyatm.com.tw/wiki/糯米紙>)。
- 捲曲度**：又稱捲曲率，為纖維捲曲程度指標之一。增大捲曲度，可提高纖維抱合力，提高細紗品質指標。又稱捲曲率)，捲曲指數。為纖維捲曲程度指標之一。
- RH 相對溼度**：指單位體積空氣中，實際水蒸氣的分壓與相同溫度和體積下水飽和蒸氣壓的百分比。也就是絕對溼度與最高溼度之間的比。
- 應變**：材料受力作用，單位長度或單位體積產生之**變形量**，稱為應變 ( strain )。材料受軸向力 ( 拉力或壓力 ) 作用產生伸長或縮短，而單位長度產生之變形量，稱為軸向應變 (  $\epsilon$  )，或稱正交應變 ( normalstrain )。公式如下：

$\epsilon = \delta / L$ ，其中  $\delta$  為伸長或縮短量， $L$  為材料受力前原長度。

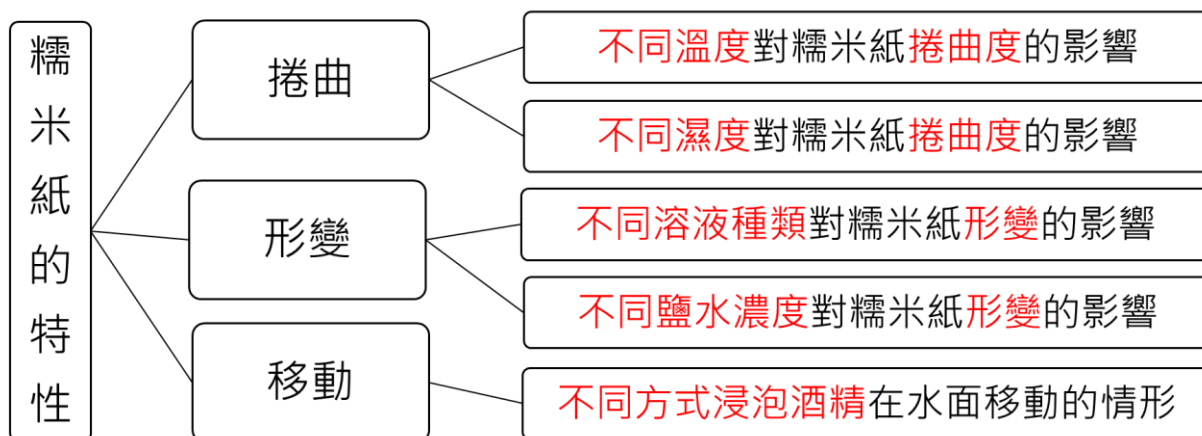
5. 手心的溫度、溼度、鹽度

- 手的體表溫度為 35-37°C。
- 手的體表溼度大約為 93%。
- 汗液中含氯化鈉濃度為 0.25%。



糯米紙放在手心會捲曲

(三) 研究架構



#### (四) 實驗步驟與結果

##### 1. 實驗一：探討浸泡不同溶液（水、酒精、油）對糯米紙形變的影響

實驗步驟：

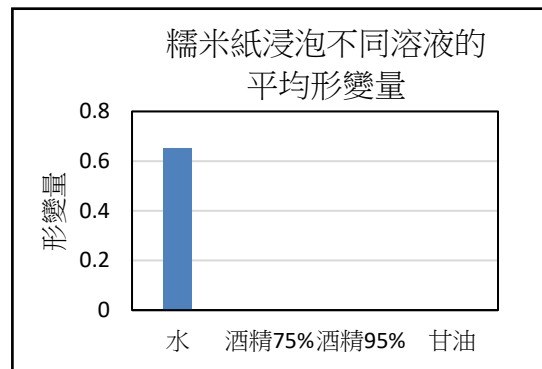
- (1) 以培養皿分別盛裝水 20ml、75%酒精 20ml、油 20ml 備用。
- (2) 將 2\*2cm 的正方形糯米紙置入溶液中，測量變形後長邊與寬邊的長度。
- (3) 重複上述步驟 5 次，計算形變量。

實驗記錄：

| 溶液<br>次數 | 水        |           | 95%酒精    |           | 75%酒精    |           | 甘油       |           |
|----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
|          | 變化<br>長度 | 長度<br>變化量 | 變化<br>長度 | 長度<br>變化量 | 變化<br>長度 | 長度<br>變化量 | 變化<br>長度 | 長度<br>變化量 |
| 1        | 3.1      | 0.55      | 2        | 0         | 2        | 0         | 2        | 0         |
| 2        | 3.5      | 0.75      | 2        | 0         | 2        | 0         | 2        | 0         |
| 3        | 3.3      | 0.65      | 2        | 0         | 2        | 0         | 2        | 0         |
| 4        | 3.2      | 0.6       | 2        | 0         | 2        | 0         | 2        | 0         |
| 5        | 3.5      | 0.75      | 2        | 0         | 2        | 0         | 2        | 0         |
| 平均       | 3.3      | 0.65      | 2        | 0         | 2        | 0         | 2        | 0         |

實驗結果：

- (1) 只有水溶液能使糯米紙產生形變，平均變形量為 0.65。
- (2) 75%酒精、95%酒精和甘油都無法使糯米紙產生形變。



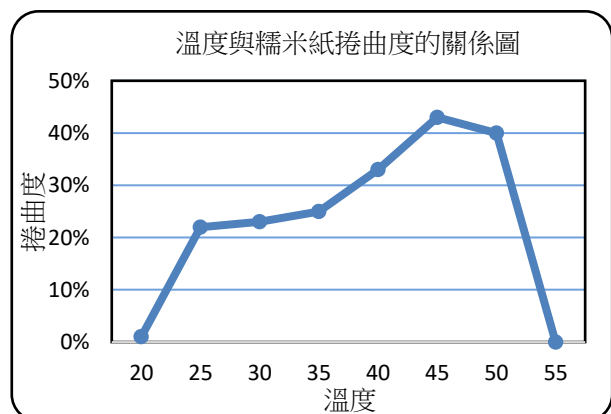
##### 2. 實驗二：溫度對糯米紙捲曲度的影響

實驗步驟：

- (1) 將加熱攪拌器分別調成 20、25、30、35、40、45、50 和 55°C。
- (2) 溫度穩定後，將 2\*2cm 的糯米紙放在加熱板上，再測量捲起後糯米紙的直徑。
- (3) 每種溫度重複實驗 10 次。

實驗記錄：

| 溫度/<br>捲曲度 | 20°C | 25°C | 30°C | 35°C | 40°C | 45°C | 50°C | 55°C |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1          | 0%   | 20%  | 30%  | 40%  | 25%  | 40%  | 30%  | 0%   |
| 2          | 0%   | 20%  | 30%  | 25%  | 30%  | 35%  | 50%  | 0%   |
| 3          | 0%   | 10%  | 25%  | 25%  | 35%  | 45%  | 45%  | 0%   |
| 4          | 5%   | 20%  | 20%  | 20%  | 30%  | 50%  | 30%  | 0%   |
| 5          | 0%   | 25%  | 15%  | 25%  | 35%  | 35%  | 45%  | 0%   |
| 6          | 0%   | 35%  | 20%  | 20%  | 40%  | 55%  | 45%  | 0%   |
| 7          | 0%   | 30%  | 25%  | 25%  | 25%  | 35%  | 60%  | 0%   |
| 8          | 0%   | 20%  | 10%  | 25%  | 45%  | 45%  | 30%  | 0%   |
| 9          | 0%   | 20%  | 30%  | 20%  | 30%  | 40%  | 30%  | 0%   |
| 10         | 0%   | 20%  | 35%  | 20%  | 35%  | 45%  | 35%  | 0%   |
| 平均         | 1%   | 22%  | 23%  | 25%  | 33%  | 43%  | 40%  | 0%   |



實驗結果與討論：

- (1) 溫度達到 45°C 的時候，捲曲度最大。
- (2) 由上圖可知，糯米紙的捲曲度受溫度影響，溫度越高，糯米紙越捲，但溫度到達 55°C 之後，糯米紙變不再捲曲；溫度低於 20°C 時，糯米紙也不會捲曲。

(3) 糯米紙在超過 55°C的環境中不再捲曲，而且會產生脆裂，推測可能是成分中所含的明膠因為溫度造成蛋白質變性所造成。

### 3.實驗三:溼度對糯米紙捲曲度的影響

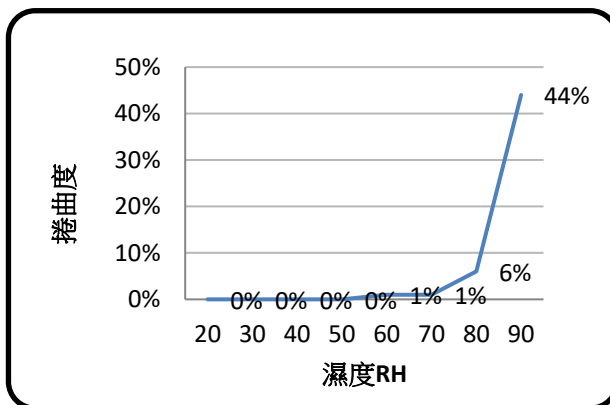
實驗步驟：

(1)將糯米紙放入不同溼度的環境(90%、80%、70%、60%、50%、40%)

(2)經過 5 分鐘後，觀察糯米紙捲曲情形

實驗記錄：

| 濕度%/捲曲度 | 40 | 50 | 60  | 70 | 80 | 90 |
|---------|----|----|-----|----|----|----|
| 1       | 0  | 0  | 0   | 0  | 5  | 40 |
| 2       | 0  | 0  | 0   | 10 | 5  | 25 |
| 3       | 0  | 0  | 0   | 0  | 5  | 40 |
| 4       | 0  | 0  | 0   | 0  | 5  | 50 |
| 5       | 0  | 0  | 5   | 0  | 5  | 55 |
| 6       | 0  | 0  | 0   | 0  | 5  | 60 |
| 7       | 0  | 0  | 0   | 0  | 5  | 40 |
| 8       | 0  | 0  | 0   | 0  | 10 | 50 |
| 9       | 0  | 0  | 0   | 0  | 5  | 40 |
| 10      | 0  | 0  | 0   | 0  | 5  | 40 |
| 平均      | 0  | 0  | 0.5 | 1  | 6  | 44 |



實驗結果：

(1) 溼度需到 60%以上，糯米紙才開始捲曲。

(2) 溼度到達 90%時，捲曲度最佳。

### 4.實驗四：探討浸泡不同濃度的食鹽水對糯米紙形變的影響

因為汗液中含氯化鈉濃度為 0.25%，而生理食鹽水為 0.9%，而飽和食鹽水為 26.5%，因此準備這三種溶液來實驗比較糯米紙形變的程度。實驗步驟如下：

實驗步驟：

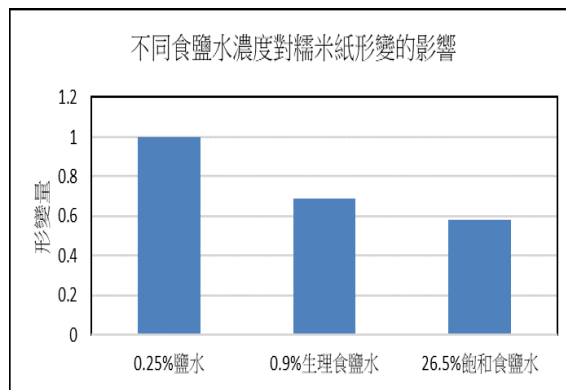
(1)配置好 26.5%和 0.25%的食鹽水溶液以及 0.9%生理食鹽水。

(2)取出 20ml 的食鹽水溶液，加入培養皿中備用。

(3)將糯米紙放入培養皿中，觀察糯米紙的形變程度。

實驗記錄：

| 溶液次數 | 0.25% 食鹽水 |      | 0.9% 生理食鹽水 |      | 26.5% 飽和食鹽水 |      |
|------|-----------|------|------------|------|-------------|------|
|      | 變化長度      | 形變率  | 變化長度       | 形變率  | 變化長度        | 形變率  |
| 1    | 4         | 1    | 3.5        | 0.75 | 3           | 0.5  |
| 2    | 3.9       | 0.95 | 3.3        | 0.65 | 3.2         | 0.6  |
| 3    | 4         | 1    | 3.3        | 0.65 | 3.3         | 0.65 |
| 4    | 4.2       | 1.1  | 3.4        | 0.7  | 3.1         | 0.55 |
| 5    | 3.9       | 0.95 | 3.4        | 0.7  | 3.2         | 0.6  |
| 平均   | 4         | 1    | 3.38       | 0.69 | 3.16        | 0.58 |



實驗結果：

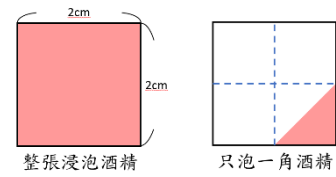
(1) 由實驗數據可知，糯米紙形變的程度，會隨著食鹽水濃度越高，形變量越小。

(2) 結果顯示與汗水濃度相同的 0.25% 食鹽水造成糯米紙的形變量最大。而飽和食鹽水的形變量最小，故鹽分高反而會抑制糯米紙形變。

### 5. 實驗五：比較不同方式浸泡酒精後的影印紙片與糯米紙在水面的移動情形

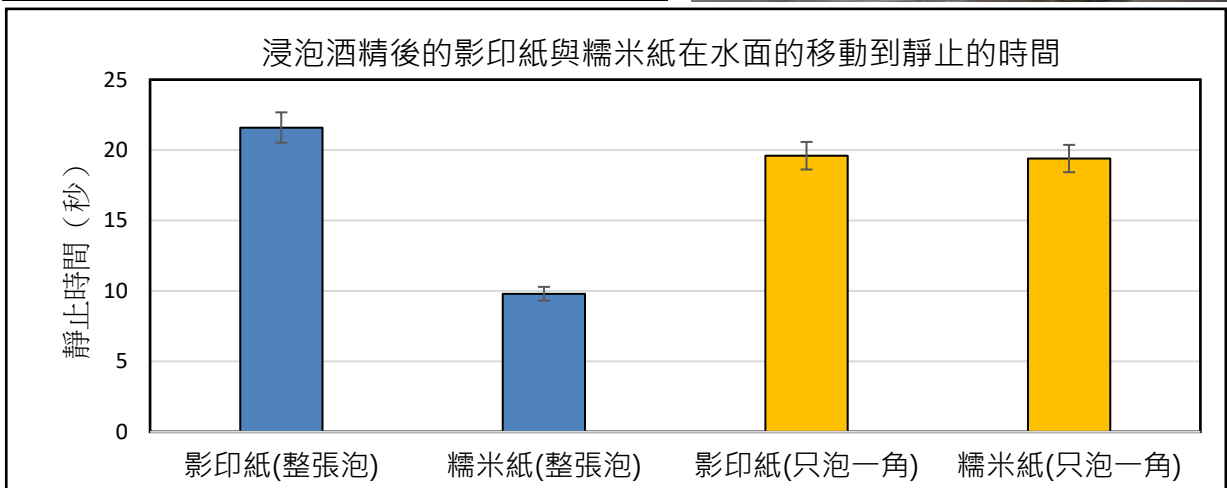
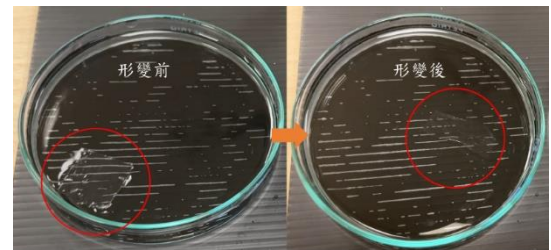
實驗步驟：

- (1) 將糯米紙和影印紙片整張泡入酒精 1 分鐘。
- (2) 將泡過的糯米紙和紙片放入水中。
- (3) 觀察紙片和糯米紙在水面上的變化。
- (4) 將兩種紙片只泡一角酒精 1 分鐘，重複(2)~(4)步驟，各組均實驗實驗 5 次。



實驗記錄：

| 不同浸泡酒精的方式 | 紙片靜止時間 ( 秒 ) |             |
|-----------|--------------|-------------|
|           | 對照組 ( 影印紙 )  | 實驗組 ( 糯米紙 ) |
| 整張浸泡      | 21.6         | 9.8         |
| 只泡一角      | 19.6         | 19.4        |



實驗結果：

- (1) 根據觀察結果，浸泡過酒精的紙片，不論是影印紙或糯米紙，放入水中都會先旋轉一段時間後才靜止。而糯米紙會在靜止後才開始產生形變。
- (2) 不同浸泡方式的實驗發現，整張泡的旋轉速度比較快，反應較激烈；只泡一角的旋轉速度較慢。
- (3) 不論是順時針或逆時針，都是有泡的一角會推著沒有泡的位置往前移動。
- (4) 根據實驗記錄所示，整張泡糯米紙的旋轉時間最長，而整張浸泡酒精 1 分鐘的糯米紙最快停止旋轉；只泡一角的影印紙和糯米紙靜止的時間則沒有明顯差異。
- (5) 不論是整張或只泡一角，糯米紙都會在停止旋轉或移動後，開始產生形變。
- (6) 浸泡過酒精的影印紙和糯米紙，放入水中都會先旋轉一段時間後才靜止。而糯米紙會在靜止後才開始產生形變。推測紙片會旋轉的原因可能是因為酒精和水混合時，因為透過氫鍵產生分子間的作用力，鍵能強於靜電引力，所以發生了旋轉的現象。

## 五、結論與生活應用

### (一)結論

為了探究糯米紙為何會捲曲的原因，我們藉由各項實驗驗證，得到以下幾點結論：

1. 溫度與溼度都會影響糯米紙的捲曲度。溫度越高，糯米紙越捲，45°C的時候，捲曲度最佳。但 55°C之後，糯米紙便不再捲曲；溫度低於 20°C時，糯米紙也不會捲曲。溼度需達到 60%以上，糯米紙才開始捲曲，到達 90%時，捲曲度最佳。
2. 只有水溶液能使糯米紙產生形變，平均變形量為 0.65，酒精(75%、95%)和甘油都無法使糯米紙產生形變。
3. 糯米紙形變的程度，會隨著食鹽水濃度越高，形變量越小。且與汗水濃度相同的 0.25%食鹽水造成糯米紙的形變量最大。而飽和食鹽水的形變量最小，故鹽分高反而會抑制糯米紙形變。
4. 浸泡過酒精的紙片，不論是影印紙或糯米紙，放入水中都會先旋轉一段時間後才靜止。而糯米紙會在靜止後才開始產生形變。整張泡糯米紙的旋轉時間最長，而整張浸泡酒精 1 分鐘的糯米紙最快停止旋轉；只泡一角的影印紙和糯米紙靜止的時間則沒有明顯差異。推測紙片會旋轉的原因可能是因為酒精和水混合時，因為透過氫鍵產生分子間的作用力，鍵能強於靜電引力，所以發生了旋轉的現象。

綜上所述，手心的溫度、溼度、鹽度，手的體表溫度為 35-37°C，手的體表溼度大約為 93%，而汗液中含氯化鈉濃度為 0.25%，與實驗結果相對照，可證明糯米紙會在手上捲曲的原因包括了溼度、溫度和汗水。酒精和油則無法使其形變。

### (二)生活應用

糯米紙吸水不吸油，因此可以包裹油脂較多的牛軋糖、花生糖、中式糕餅等，由此實驗可知保存環境要控制在溫度 25°C、溼度 60%以下，較不易捲曲或變形。此外，糯米紙因本身含有澱粉和明膠(蛋白質)，所以可應用在國中階段的「食物中養分的測定」以及「酵素作用環境的測定」的兩項實驗中，做為糊化程度穩定的澱粉形式實驗材料。

### 參考資料

- 大愛電視 Youtube 頻道(2021)。【TRY 科學】20210106 - 可以吃的紙，認識糯米紙！2022 年 12 月 29 日，取自：<https://www.youtube.com/watch?v=OPvQAVrLKC8>。
- 中文百科。2022 年 02 月 09 日，取自：<https://www.newton.com.tw/捲曲度>
- 百科知識。2022 年 02 月 09 日，取自：<https://www.easyatm.com.tw/wiki/相對溼度>
- 百科知識。2022 年 02 月 09 日，取自：<https://www.easyatm.com.tw/wiki/糯米紙>
- 李易(2013)。材料力學頂極複習攻略(頁 1-2~1-20)。台北市:考用。2022 年 02 月 09 日，取自：[http://www.wunan.com.tw/www2/download/2Y10\\_3%E7%89%88%E5%88%B7\\_%E8%A9%A6%E9%96%B1\\_102.6.PDF](http://www.wunan.com.tw/www2/download/2Y10_3%E7%89%88%E5%88%B7_%E8%A9%A6%E9%96%B1_102.6.PDF)