

# 中華民國第 64 屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

國小組 生活與應用科學(一)科

第三名

082804

「膠」給我 - 環保創新熱熔膠乾式膠帶

學校名稱： 臺北市松山區民權國民小學

作者：	指導老師：
小六 陳品妘	李璿
小六 黃希愛	黃湘溱
小六 彭筠涵	
小六 彭星瑜	
小六 陳歆霏	
小六 湯適嫣	

關鍵詞： 乾式膠帶、可重複使用膠帶、承重量裝置

## 摘要

本研究製作出**不殘留、具黏性可承重又可重複使用的乾式膠帶**。實驗一到四，使用科技海綿刮 CD 片後，塗上脫膜劑，脫膜劑陰乾後擠上圓球形的熱熔膠，等 10 秒後將熱熔膠壓扁，可以製作出分布最均勻且具承重量的乾式膠帶，而脫膜劑會影響乾式膠帶的承重量。實驗五到八，找到不需使用脫膜劑就能提升乾式膠帶承重量的方法，等量的熱熔膠用玻璃片把熱熔膠壓得越薄，乾式膠帶面積越大，承重量就越大；在乾式膠帶上用錐子戳越多小孔洞，可提高承重量，平均承重量可達  $846.9\text{g}/\text{cm}^2$ 。乾式膠帶適合黏貼在平滑、光亮的材質上，除了可以懸掛重物，還可用來固定保鮮膜和打開塑膠袋口。本作品和歷屆作品比較具有**乾式膠帶製作時間最短，水洗後可重複使用及可自行回收再製**的優點。

## 壹、前言

### 一、研究動機：

目前市面上的膠帶具有很高的黏性，但是撕下後膠帶就成為了垃圾，如果撕下的膠帶可以重新塑形再利用，就可以減少更多的垃圾，達到環保的目的。在 2017 年「循環經濟全球論壇」中許多國家開始推行環保 3R，也就是減量（Reduce）、重複使用（Reuse）與回收（Recycle），目前市面上的乾式膠帶已經做到可以重複使用，本研究想從材料下手製作少量膠帶就具有高黏性，達到減量的目的，而膠帶黏性不佳時可以自行回收再利用，製作出符合環保 3R 的乾式膠帶。

### 二、文獻回顧：

（一）乾式膠帶：根據高雄大學鍾宜璋教授的文章「向大自然借點子—仿生乾式膠帶」，乾式膠帶利用凡得瓦力、靜電作用力、真空吸引力等種類的力讓膠帶具有黏性，再加上科展作品「有『膠』無痕-乾式膠帶的製造」和「忘『黏』之『膠』—光柵壓印對乾式膠帶效果之研究」，可以發現乾式膠帶具有基材不黏手、不殘留和黏膠可黏貼的特性，所以相對一般黏膠膠帶，稱為「乾式膠帶」。

（二）承重量裝置：當膠帶和黏接面材質之間有黏性時，給予膠帶和黏接面材質一個平行力量的同時，膠帶會產生抗拒滑動的力量，當黏性越大，抗拒滑動的力量越大，而這個力量就是承重量。參考科展作品的承重量測量方式如下：

1.有「膠」無痕—乾式膠帶的製造：膠帶黏上掛勾，在掛勾上掛上砝碼，砝碼數量越多表示承重量越大。

2.忘「黏」之「膠」—光柵壓印對乾式膠帶效果之研究：膠帶黏上掛勾接上拉力計，拉力計另一端接捲揚機，拉動捲揚機帶動拉力計，當拉力計的數值越大，表示承重量越大。

(三) 乾式膠帶科展作品比較：

乾式膠帶製作 參考資料來源	乾式膠帶最佳組合			
	膠體材質	接觸面	脫膜劑	膠體 乾燥時間
第 62 屆全國中小學科展 作品「有『膠』無痕-乾 式膠帶的製造」	白膠	聚乳酸 PLA 塑膠	有	5~10 分鐘
第 63 屆全國中小學科展 作品「忘『黏』之 『膠』—光柵壓印對乾 式膠帶效果之研究」	矽膠	光柵壓印	無	6 小時
<b>本研究</b>	熱熔膠 可自行回收 再製的材質	平滑 玻璃片 容易取得	無 不用 脫膜劑	3~5 分鐘 製作時間 最短

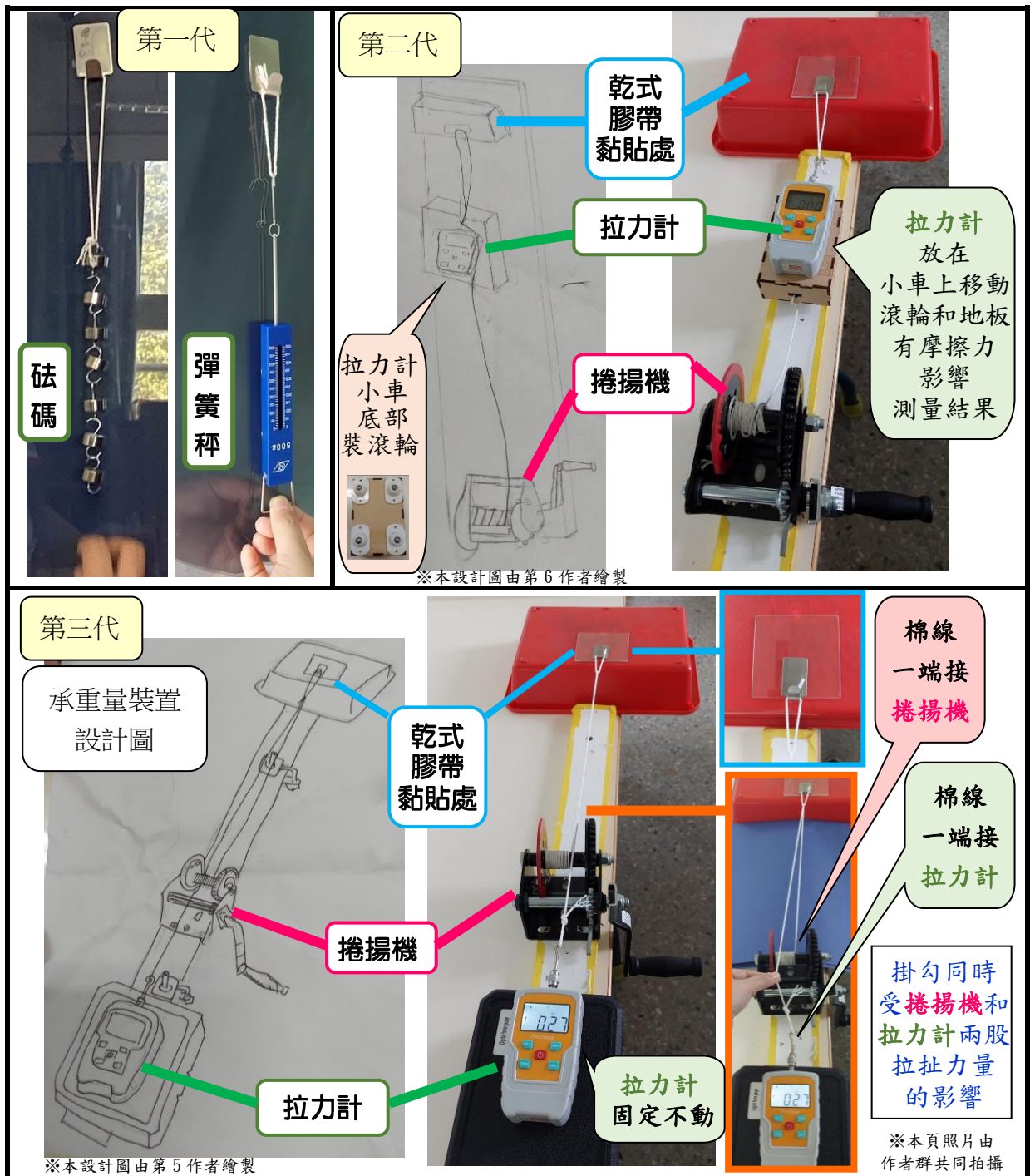
三、目的：

- (一) 找出乾式膠帶的製作方式。
- (二) 提升乾式膠帶的承重量。
- (三) 乾式膠帶在生活中的應用。

## 貳、研究設備及器材

- 一、材料：棉線、麥克筆、奈米膠、CD 片、掛勾、透氣膠帶、電工膠帶、白膠、膠水、矽橡膠、熱熔膠棒、UV 膠、保麗龍膠、AB 膠、強力膠、廚房紙巾、洗碗精、棉花棒、投影片、L 型資料夾、護貝膜、塑膠片、膠帶、鐵絲、鐵片。
- 二、器材：木板、支架、玻璃片、鐵夾、塑膠盒、浮石、科技海綿、塑膠刷、細砂紙、粗砂紙、細鋼刷、粗鋼刷、砝碼、塑膠尺、鐵尺、剪刀、壓克力板、影印紙、塑膠桌墊、美工刀、白板、磁磚、軟磁鐵、PVC 海報紙、培養皿。
- 三、設備：捲揚機、拉力計、彈簧秤、吹風機、熱熔槍、厚度測量器、電子秤、計算機、計時器、美甲燈(烘乾 UV 膠)、熨斗。

◎承重量裝置改良過程：



膠帶一面黏上玻璃，另一面黏上掛勾，掛勾掛上繩子，繩子一端連接捲揚機，另一端接上拉力計做測量承重量。開始轉動捲揚機時，繩子就對掛勾產生拉扯的力量，掛勾上膠帶的黏性會抗拒這個力量，同時在繩子另一端的拉力計會測量出拉扯的力量大小，當膠帶的黏性承受不了，掛勾就會脫離，拉力計會記錄脫離瞬間承受力量的最大值，因為膠帶同時承受了捲揚機和拉力計的力量，捲揚機施的力和拉動拉力計的力是兩股方向相同、力量相同的力，因此拉力計上測量出來瞬間最大值的2倍，也就是膠帶的承重量。

## 參、研究過程或方法

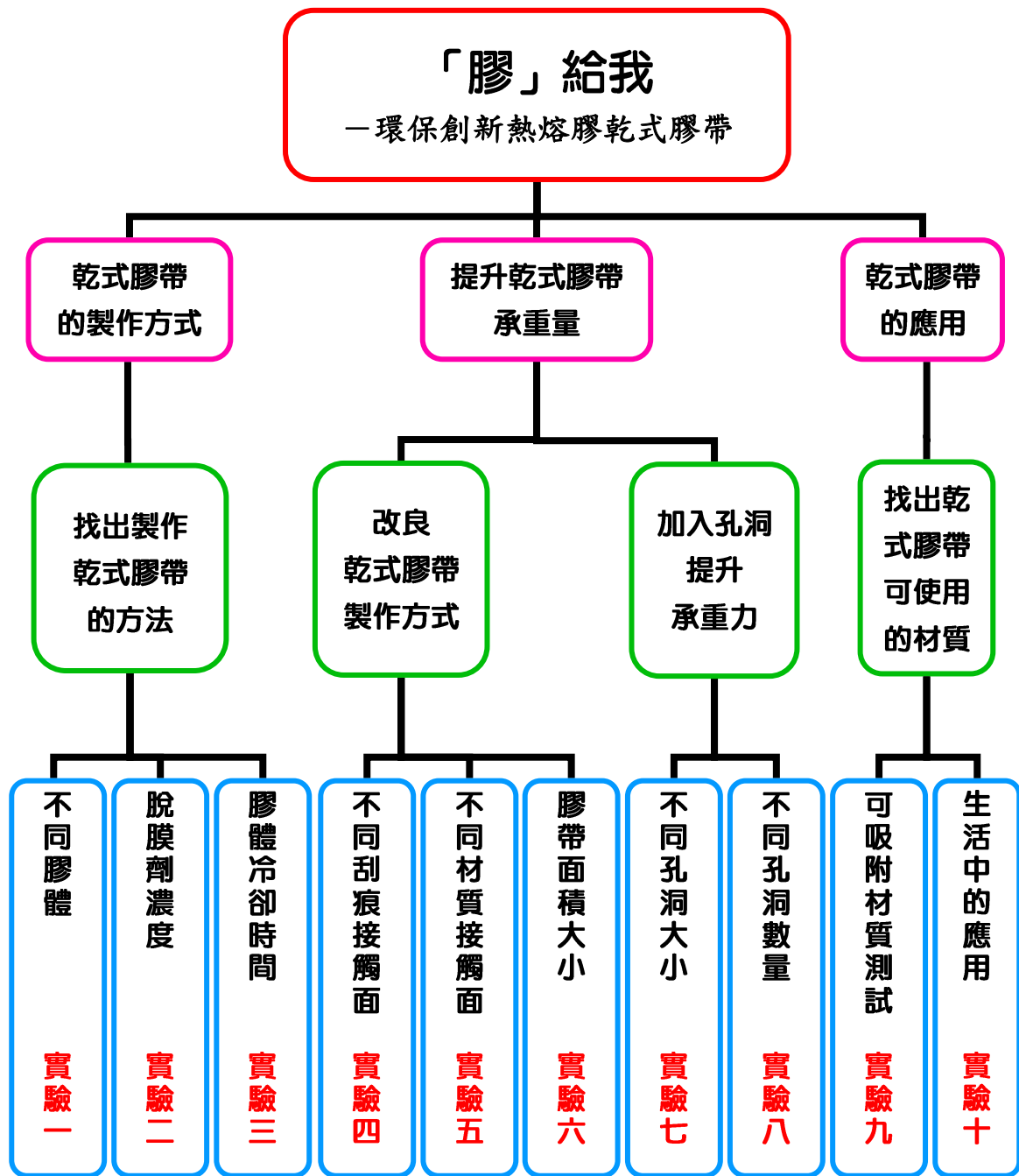


圖 1 實驗架構圖

※本架構圖由第 1 作者繪製

## 肆、研究結果

### 目的一、找出乾式膠帶的製作方式









參考「有『膠』無痕-乾式膠帶的製造」製作乾式膠帶的方式，此科展作品使用四種黏著材質，保留製作出的乾式膠帶黏在掛勾上可承重的白膠和膠水，我們增加更多的黏著劑種類來製作乾式膠帶。

## 實驗一：不同膠體製作乾式膠帶的使用測試

### 1.實驗步驟：

- (1) 準備不同膠體製作乾式膠帶，膠體種類有：膠水、白膠、矽橡膠、熱熔膠、UV 膠、保麗龍膠、AB 膠和強力膠。
- (2) 參考科展作品推廣方式使用 CD 片當乾式膠帶接觸面，CD 片洗淨後擦乾。
- (3) 在 CD 片有紋路面貼上 2.5 公分×2.5 公分範圍的透氣膠帶，避開中間圓形缺口部分。
- (4) 調配脫膜劑（洗碗精清潔劑：水的體積比=1：10），在 CD 片透明塑膠膜上塗抹。
- (5) 經過一段時間，確定脫膜劑乾掉，在透氣膠帶圍住的 2.5 公分×2.5 公分範圍內，分別塗上不同膠體後，用塑膠尺當刮板，在透氣膠帶上平刮，刮除多餘膠體，讓膠體厚度都和透氣膠帶相同；若膠體黏性強無法使用刮板刮除的，則用另一片有脫膜劑 CD 片擠壓，壓到和透氣膠帶相同厚度。
- (6) 膠體陰乾後，從 CD 片上脫膜，脫膜後用剪刀裁剪成 2.5 公分×2.5 公分大小的膠帶。
- (7) 膠帶原先和 CD 片接觸的部分，為膠帶的黏著接觸面，在非接觸面上貼上掛勾，將膠帶的黏著接觸面吸附於乾淨玻璃牆面上，用力按壓 30 秒鐘。
- (8) 進行承重量測試，每種膠體測試 5 次，計算平均值。
- (9) 測試乾式膠帶可否重複使用：將製作好的乾式膠帶放入水中浸泡觀察，取出後陰乾，再次黏貼在玻璃片上，觀察是否可以重複黏貼使用。

※以下照片由作者群共同拍攝製作

準備不同的膠體	脫膜劑均勻塗在 CD 片上後陰乾	再塗上膠體	均勻塗抹刮平後等待膠體凝固
			
剪刀剪裁乾式膠帶	乾式膠帶黏到掛勾上	乾式膠帶另一面黏在玻璃上	測量乾式膠帶承重量
			

2.實驗數據：表 1 不同膠體製作出來的乾式膠帶外觀

※以下照片由作者群共同拍攝製作



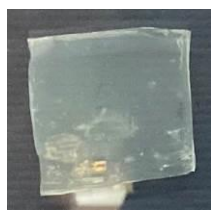




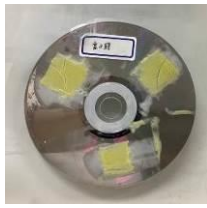
膠體種類	膠水	白膠	矽橡膠	熱熔膠
貼在窗戶玻璃上的情形				
膠體種類	UV 膠	保麗龍膠	AB 膠	強力膠
貼在窗戶玻璃上的情形				
無法從 CD 片上撕下來製作成膠帶				

表 2 不同膠體乾式膠帶的承重量 (g)

片 \ 膠體種類	膠水	白膠	矽橡膠	熱熔膠	UV 膠	保麗龍膠	AB 膠	強力膠
第一片	200	350	70	220	160	無法從 CD 片取下製成膠帶	無法從 CD 片取下製成膠帶	無法從 CD 片取下製成膠帶
第二片	150	670	70	290	360			
第三片	130	370	60	310	220			
第四片	140	450	80	300	250			
第五片	180	510	60	270	270			
平均	160	470	68	278	252	×	×	×

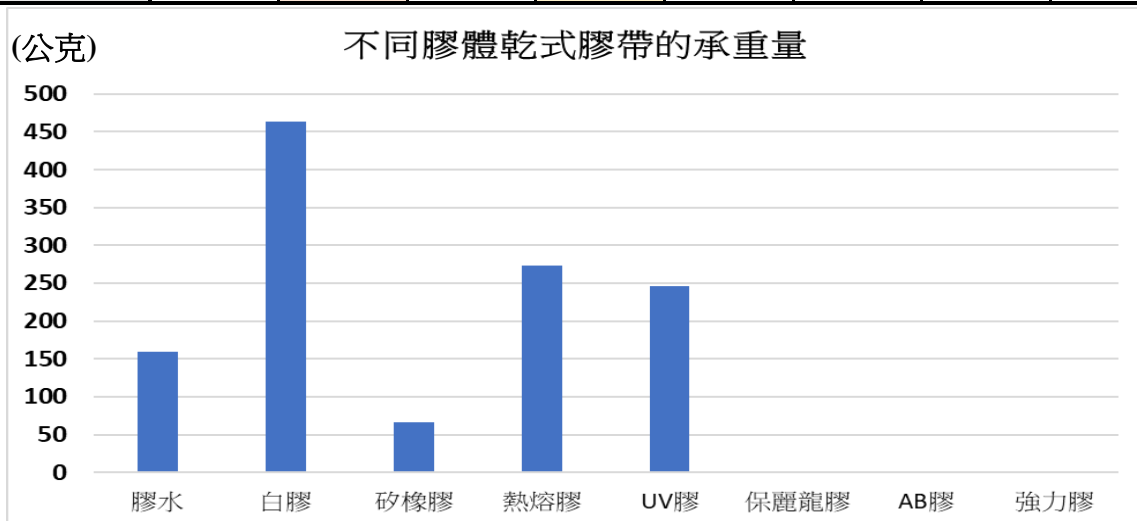


圖 2 不同膠體乾式膠帶的承重量



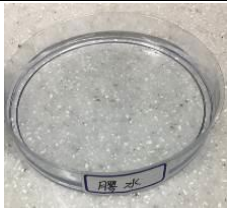
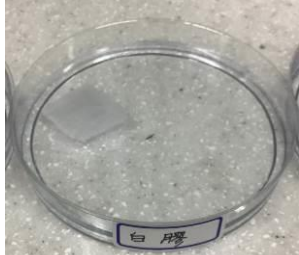


※本統計圖由第 2 作者繪製

表 3 不同膠體製作成乾式膠帶的比較

膠體種類 比較	膠水	白膠	矽橡膠	勝 熱熔膠	UV 膠	保麗龍膠	AB 膠	強力膠
陰乾 3 分鐘 膠帶膠體 是否乾燥	× 膠體 沒有乾	× 膠體 沒有乾	× 膠體 沒有乾	○	○ 需用 UV 燈照射	○	○	× 膠體 沒有乾
陰乾 12 小時 膠帶是否 可從 CD 片上取下	○	○	○	○	○ UV 燈照射 10 分鐘 之後不用再照	×	×	×
乾式膠帶 貼在玻璃上 是否能撕下	○ 容易黏在 一起(圖 a)	○	○ 容易被 撕破(圖 b)	○	○			
浸泡水中 是否 外觀不變	×	×	○	○	○			
從水中取 出後陰乾 可否 重複黏貼		×	○	○	○			
放置一個 星期後 是否可以 繼續黏貼			○	○	×			

表 4 實驗一中表 3 內的補充說明照片

※以下照片由作者群共同實驗與拍攝

(圖 a) 膠水膠帶 容易黏在一起	(圖 b) 矽橡膠膠帶 容易被撕破	(圖 c) 膠水膠帶 在水中溶解
		
(圖 d) 白膠膠帶 在水中變白變軟	(圖 e) 白膠膠帶 從水中取出後黏在一起	(圖 f) UV 膠膠帶 放置一個星期後碎裂
		



### 3.實驗結果：

- (1) 實驗中的八種膠體製作的乾式膠帶，其中以白膠製作的乾式膠帶承重量最高，平均承重量可達 470g，第二名是熱熔膠，平均承重量可達 278g。
- (2) 比較八種膠體的製作時間、是否可以用水清洗、清洗後可否重複黏貼和放置一星期後膠帶是否可以繼續黏貼，可以發現只有熱熔膠在 3 分鐘以內固化而不黏手，乾式膠帶脫膜後膠水和白膠水洗後無法重複使用，而 UV 膠經過較長時間會碎裂，所以八種膠體製作出來的乾式膠帶經過比較後，以熱熔膠乾式膠帶為最佳選擇。

### 4.實驗改良：

- (1) 使用透氣膠帶黏貼 CD 片時，發現透氣膠帶撕下容易在 CD 片上留下殘膠不易清除，所以我們將透氣膠帶改成使用電工膠帶。
- (2) 因為熱熔膠無法使用刮板刮除多餘的膠，所以我們使用另一片 CD 片用力下壓後，等熱熔膠冷卻後再用剪刀將超出範圍的膠剪掉，為了方便觀察熱熔膠擠壓後的情形，我們將擠壓用的 CD 片改為透明玻璃片。



※本照片由第 3 作者拍攝

圖 3 透氣膠帶有殘膠

### 實驗二：脫膜劑濃度對自製乾式膠帶的承重量影響

參考「有『膠』無痕-乾式膠帶的製造」製作乾式膠帶的方式，製作白膠乾式膠帶時需要塗脫膜劑，而我們在實驗一中選擇承重量次高而且可以重複使用的熱熔膠乾式膠帶，在製作熱熔膠乾式膠帶時還需要使用脫膜劑嗎？若需要使用脫膜劑，脫膜劑的濃度會影響乾式膠帶的承重量嗎？將脫膜劑清洗乾淨後，熱熔膠乾式膠帶還可以承重嗎？

#### 1.實驗步驟：

- (1) 使用水和洗碗精調配不同濃度的脫膜劑，洗碗精和水的體積比分別為 0.5：10.5、1：10、1.5：9.5、2：9。
- (2) 使用電工膠帶黏貼出乾式膠帶的範圍，在範圍內分別塗上不同濃度的脫膜劑。
- (3) 脫膜劑陰乾後，塗上熱熔膠，放上玻璃片下壓，用重物壓在玻璃片上 30 秒。
- (4) 將乾式膠帶，剪裁成相同大小。
- (5) 取下乾式膠帶黏上掛勾進行承重量測試，每種脫膜劑濃度測試 5 片。
- (6) 把以上乾式膠帶水洗後陰乾後，再進行一次膠帶的承重量。

2.實驗數據：表 5 不同濃度脫膜劑對乾式膠帶承重量的影響 (g)

片	脫膜劑 濃度	不加脫膜劑	洗碗精：水			
			0.5：10.5	1：10	1.5：9.5	2：9
第一片	無法從 CD片取下 製成膠帶	×	300	440	460	580
第二片			340	510	500	700
第三片			490	380	570	410
第四片			420	510	530	630
第五片			430	490	540	650
平均			396	466	520	594
脫膜劑水洗後						
第一片	無法從 CD片取下 製成膠帶	×	80	360	80	280
第二片			60	340	170	140
第三片			60	380	100	120
第四片			80	360	160	220
第五片			60	350	90	190
平均			66.7	360	116.7	180

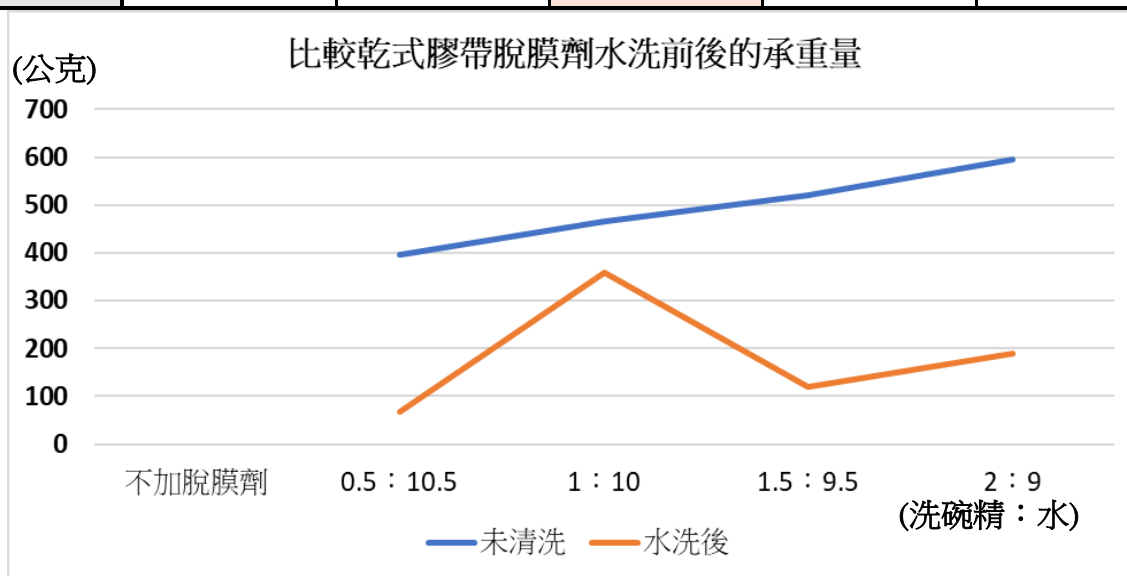


圖 4 自製乾式膠帶脫膜劑水洗前後的承重量 ※本統計圖由第 2 作者繪製

3.實驗結果：在脫膜劑未清洗的情況下，結果發現清潔劑濃度越高的脫膜劑乾式膠帶的承重量越好。經過水洗後乾式膠帶承重量都下降，當洗碗精和水的體積比為 1：10 時承重量最高，平均承重量為 360g。

4.實驗發現：隨著脫膜劑濃度越高，發現脫膜劑在 CD 片上乾的速度不同，導致越晚乾的地方清潔劑越濃，同一片 CD 片上脫膜劑殘留的洗碗精厚度不同，而影響乾式膠帶承重量。

### 實驗三：膠體冷卻時間對自製乾式膠帶的承重量影響

在製作時發現，越晚壓扁熱熔膠，熱熔膠乾式膠帶的分布面積越小，導致在相同熱熔膠量下無法製作出 2.5 公分×2.5 公分乾式膠帶，因此本實驗膠帶大小改為 2 公分×2 公分。

#### 1.實驗步驟：

- (1) 在 CD 片上塗上脫膜劑後，用熱熔槍擠出定量熱熔膠，放上玻璃片把熱熔膠壓扁成片狀，擠完熱熔膠後到壓上玻璃片的時間差我們稱為膠體冷卻時間。
- (2) 膠體冷卻時間分別為：5 秒、10 秒、15 秒、20 秒、25 秒。
- (3) 固化膠體從 CD 片上脫膜，脫膜後用剪刀裁剪成 2 公分×2 公分大小的方形膠帶。
- (4) 在乾式膠帶上黏上掛勾，進行承重量測試，每種冷卻時間測試 5 次，計算平均值。

#### 2.實驗數據：表 6 不同熱熔膠冷卻時間對乾式膠帶的承重量 (g)

片 \ 冷卻時間	5 秒	10 秒	15 秒	20 秒	25 秒
第一片	540	640	580	520	520
第二片	520	680	560	560	500
第三片	560	620	540	510	500
第四片	550	660	550	540	510
第五片	540	650	580	520	500
平均	542	650	562	530	506

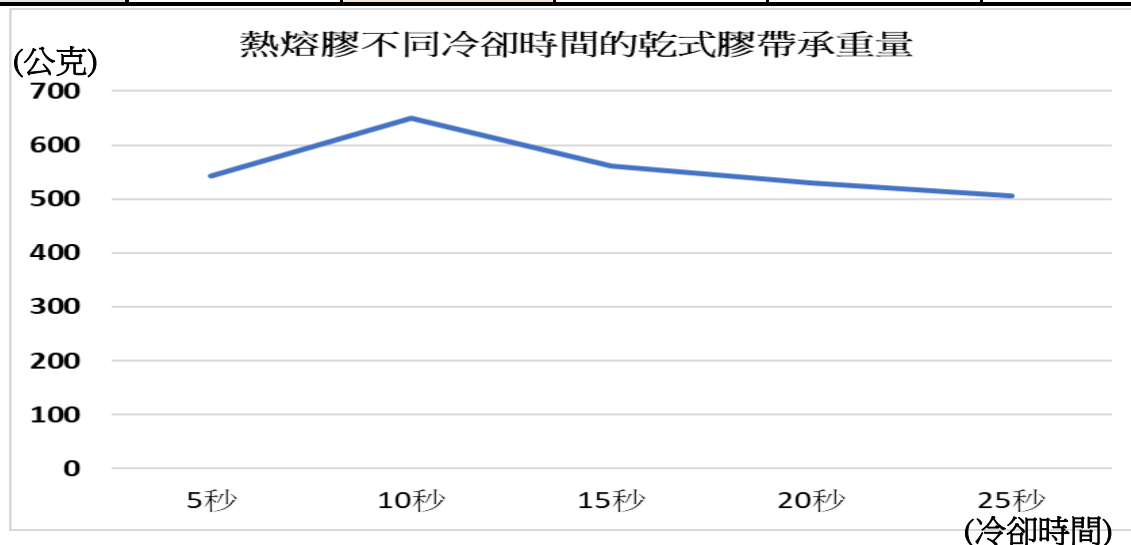


圖 5 熱熔膠不同冷卻時間的乾式膠帶承重量 ※本統計圖由第 2 作者繪製

**3.實驗結果：**實驗中的五種熱熔膠冷卻時間製作出來的乾式膠帶承重量不同，其中在 CD 片擠上熱熔膠後，等 10 秒後再壓上玻璃片，製作出熱熔膠乾式膠帶的承重量最大。

**4.實驗改良：**

(1) **固定熱熔膠量：**我們發現每次壓熱熔槍的扳機，壓出來的熱熔膠量似乎不太一樣，為了定量，我們在熱熔膠條上，標示出一定長度，本實驗固定擠 1 公分長的膠條（約為 0.95 公克），除了用板機擠壓外，同時也可以用手施力在膠條上方便操作。



※本照片由第 5 作者拍攝

**圖 6 熱熔膠條上畫出定量長度**

(2) **固定熱熔膠的擠壓形狀：**一開始我們是在一定面積上來回擠壓膠條，發現熱熔膠分布不均，因此嘗試不同擠壓形狀，發現將熱熔槍槍口抵在 CD 片上，可以讓手較不費力，擠壓出圓珠球狀的熱熔膠，再用玻璃片壓，製作出的乾式膠帶分布最均勻。

**表 7 不同熱熔膠擠壓形狀壓扁後的膠體分布情形**

※以下照片由作者群共同拍攝製作

擠壓形狀	球形	圓形	方形	V 形	S 形
壓扁後					
分布情形					
說明	分布最均勻 可控制膠體位置	分布均勻 膠體位置有些偏移	分布不均 膠體中央產生空洞	分布不均 膠體上方位置容易空掉	分布最不均 膠體有許多空洞

**目的二、提升乾式膠帶的承重量**









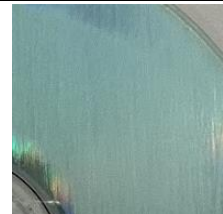
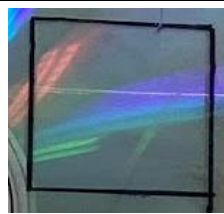

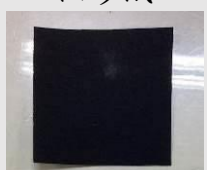








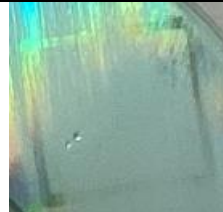

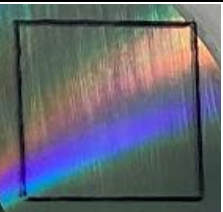
參考科展作品「忘『黏』之『膠』—光柵壓印對乾式膠帶效果之研究」，透過光柵壓印改變膠體接觸面的紋路，但是生活當中要取得或是自製光柵較不容易，我們希望可以利用生活中常見的物品，在 CD 片上製作出長條刮痕，在 CD 片上擠上熱熔膠，固化後，可以讓熱熔膠碰到 CD 片的接觸面產生不同印痕，觀察不同痕跡對自製乾式膠帶的承重量影響。

## 實驗四、在 CD 片上使用不同材質製作出刮痕的接觸面對自製乾式膠帶的承重量影響

### 1. 實驗步驟：

- (1) 準備不同材料，在 CD 片塑膠透明膜上產生刮痕，材料分別為：浮石、科技海綿、塑膠刷、細砂紙、粗砂紙、細鋼刷、粗鋼刷。
- (2) 在 CD 片上使用麥克筆畫出 2 公分×2 公分大小的方框。

※以下照片由作者群共同拍攝製作

製造刮痕用品	不刮 無刮痕	浮石 	科技海綿 	塑膠刷 
CD 片上刮痕				
放大觀察				
製造刮痕用品	細砂紙 	粗砂紙 	細鋼刷 	粗鋼刷 
CD 片上刮痕				
放大觀察				

- (3) 在物品上固定放置 100 公克重的物體，在 CD 片上來回移動 100 次。
- (4) 將刮好刮痕 CD 片沖洗乾淨後陰乾，確定 CD 片上沒有刮除的小顆粒殘留。
- (5) 在 CD 片上塗上脫膜劑後陰乾，擠出定量熱熔膠，膠體冷卻 10 秒後，放上玻璃片把膠體壓扁，再放重物壓 30 秒。

(6) 膠體固化後從 CD 片上脫膜取下，脫膜後用剪刀裁剪成相同大小的方形膠帶。

(7) 掛勾黏上乾式膠帶進行承重量測試，每種刮痕的乾式膠帶測試 5 次，計算平均值。

## 2.實驗數據：表 8 不同刮痕對自製乾式膠帶的承重量影響(g)

製造刮痕 片	不刮	浮石	科技海綿	塑膠刷	細砂紙	粗砂紙	細鋼刷	粗鋼刷
第一片	960	0	660	0	0	0	0	60
第二片	640	0	780	0	0	0	0	20
第三片	760	0	1000	0	0	0	0	60
第四片	810	0	800	0	0	0	0	50
第五片	790	0	910	0	0	0	0	70
平均	792	0	822	0	0	0	0	52

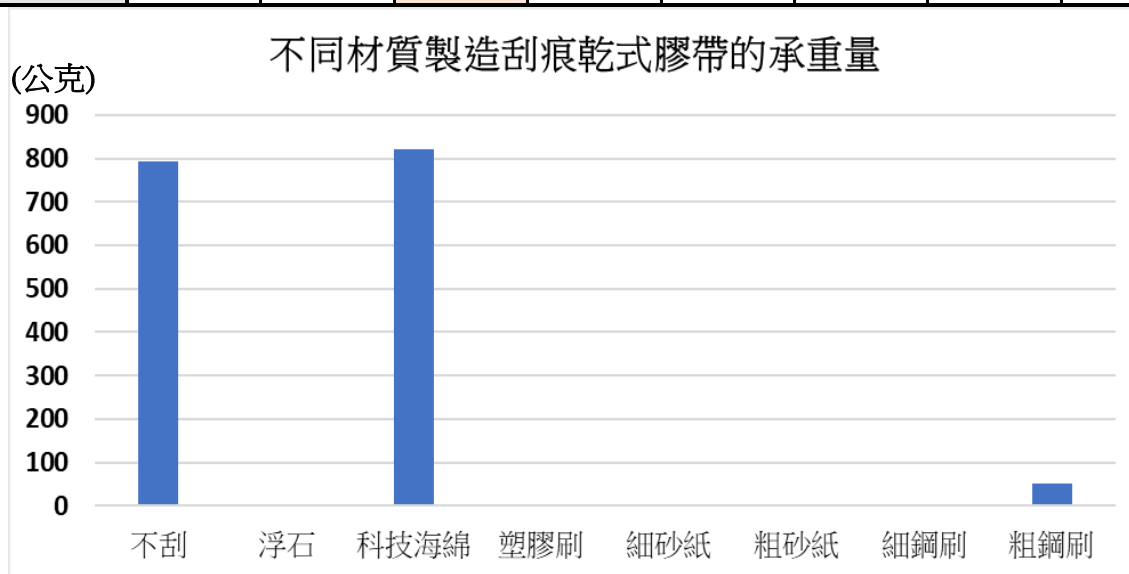


圖 7 不同材質在 CD 片上製造刮痕的自製乾式膠帶承重量 ※本統計圖由第 2 作者繪製

**3.實驗結果：**實驗中在 CD 片上製作出八種不同刮痕，製造出的乾式膠帶只有沒有刮出刮痕、科技海綿和粗鋼刷的刮痕，可以讓乾式膠帶具有承重量，其中以科技海綿的效果最好，可以提升乾式膠帶的承重量，平均承重量為 822g。

**4.實驗改良：**原先在實驗三中，我們使用電工膠帶圍出乾式膠帶的範圍，在本次實驗中我們為了方便觀察刮痕的深淺結果，所以在 CD 片上用麥克筆畫出方框，一開始直接用玻璃片壓扁熱熔膠，結果發現同一片熱熔膠乾式膠帶厚度有些不同，所以為了固定厚度，改在方框兩側放置鐵尺，讓熱熔膠乾式膠帶的厚度與鐵尺厚度相同，也可以在放重物時讓玻璃均勻受力，避免玻璃片破裂。

**5.實驗發現：**使用不同用品刮出刮痕，在刮完後，CD 片上的麥克筆痕跡依然很明顯，才可以讓製作出來的乾式膠帶具有承重量。

### 實驗五、使用不同材質當接觸面對自製乾式膠帶的承重量影響

在實驗二中，我們發現脫膜劑的濃度會影響乾式膠帶的承重量，水洗後重複使用時，承重量都會下降，因此想尋找是否有其他接觸面材質，可以在不使用脫膜劑的情況下，提高乾式膠帶的承重量。

#### 1.實驗步驟：

- (1) 準備不同接觸面材質，分別為：玻璃片、CD 片、投影片、L 型資料夾、護貝膜、塑膠桌墊、壓克力板。
- (2) 在塑膠片上使用麥克筆畫出 2 公分×2 公分大小的方框，把不同材質接觸面放在塑膠片上，方框位置為擠出熱熔膠的定位點。
- (3) 放上不同材質接觸面上，在方框兩側擺上鐵尺，固定乾式膠帶膠體的厚度。
- (4) 在方框定位點，用熱熔槍擠出定量熱熔膠，膠體冷卻 10 秒後，放上玻璃片把膠體壓扁，再放重物壓 30 秒。
- (5) 膠體固化後脫膜，脫膜後用剪刀裁剪成 2 公分×2 公分大小的方形膠帶，黏上掛勾。
- (6) 進行承重量測試，每種接觸面材質的乾式膠帶測試 5 次，計算平均值。

#### 2.實驗數據：表 9 不同接觸面材質製作乾式膠帶後黏貼在玻璃上的情形

※以下照片由作者群共同拍攝製作



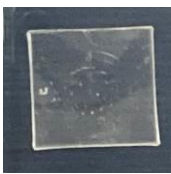

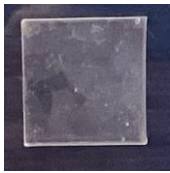
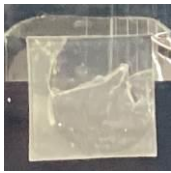


接觸面材質	玻璃片	CD 片	投影片	L 型資料夾
貼在窗戶玻璃上的情形				
可否黏在玻璃上	○	×	○	○
接觸面材質	護貝膜外側	護貝膜內側	塑膠桌墊	壓克力板
貼在窗戶玻璃上的情形				
可否黏在玻璃上	○	×	×	×

表 10 不同接觸面材質對自製乾式膠帶的承重量影響(g)

接觸面材質	玻璃片	CD 片	投影片	L 型資料夾	護貝膜外側	護貝膜內側	塑膠桌墊	壓克力板
第一片	1000	無法從接觸面取下製成膠帶	680	100	60	無法從接觸面取下製成膠帶	無法從接觸面取下製成膠帶	無法從接觸面取下製成膠帶
第二片	700		1000	80	60			
第三片	600		560	60	60			
第四片	820		650	80	70			
第五片	700		750	60	70			
平均	780	×	722.5	80	62.5	×	×	×

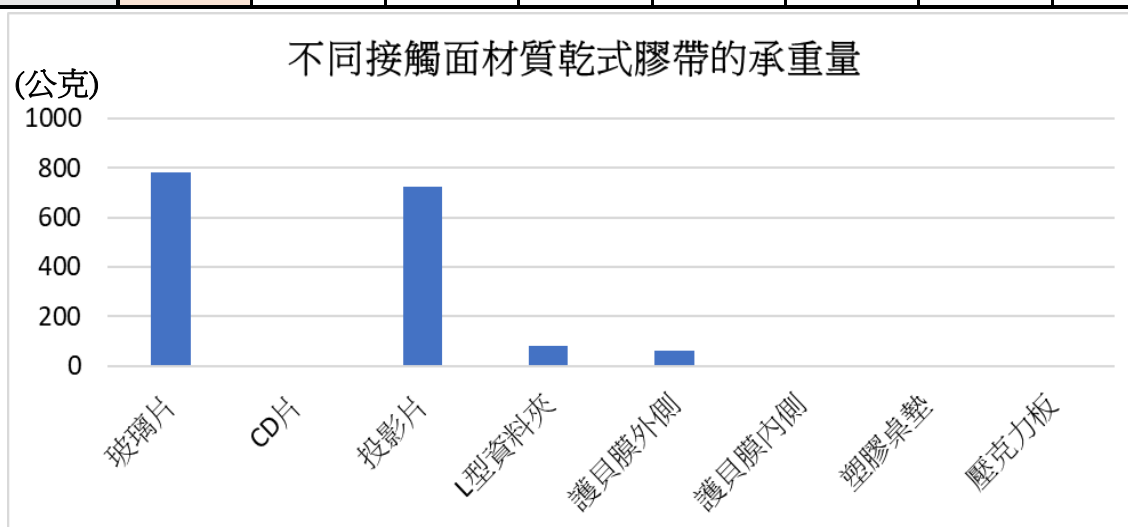


圖 8 不同接觸面材質的乾式膠帶承重量 ※本統計圖由第 2 作者繪製

3.實驗結果：實驗中的八種接觸面製作乾式膠帶，結果發現沒有脫膜劑的形況下，只有使用玻璃片、投影片、L 型資料夾和護貝膜外側，這四種材質可以完整脫膜去測量乾式膠帶的承重量，其中以玻璃片製作的乾式膠帶承重量最佳，平均承重量可達 780g。

4.實驗改良：嘗試改變膠帶形狀，製作方形膠帶可以方便計算面積，但是裁剪掉的熱熔膠有些浪費，如果把乾式膠帶製成圓形的也可以嗎？嘗試製作相同面積的圓形和方形膠帶，結果發現圓形膠帶的承重量比方形膠帶更好，因此之後的實驗，製作圓形乾式膠帶取代方形乾式膠帶。

表 11 不同形狀自製乾式膠帶的承重量 (g)

乾式膠帶形狀	方形膠帶	圓形膠帶
第一片	900	1580
第二片	600	1480
第三片	700	1700
平均	733.3	1586.7

※本頁照片由第 4 作者拍攝



## 實驗六、不同面積的圓形乾式膠帶對承重量的影響

### 1. 實驗步驟：

- (1) 使用塑膠片分別畫出不同大小的圓，圓直徑越大的圓，圓面積越大，圓直徑分別為：直徑 0.6 公分、直徑 0.8 公分、直徑 1 公分、直徑 1.2 公分、直徑 1.4 公分。
- (2) 在塑膠片上放上玻璃片，在定位點兩側擺上影印紙，確定熱熔膠被壓扁時的厚度相同，固定厚度為 0.07mm。
- (3) 讓熱熔槍在定位點上擠出不同圓直徑大小的熱熔膠，冷卻 10 秒後，放上玻璃片把膠體壓扁，用重物壓 30 秒。
- (4) 膠體固化後從玻璃片脫膜，測量壓扁後膠帶圓直徑，計算出壓扁後的乾式膠帶面積，黏上掛勾，進行承重量測試，每種厚度的乾式膠帶測試 5 次，計算平均值。

### 2. 實驗數據：表 12 不同面積對自製乾式膠帶的承重量影響(g)

膠體圓直徑	0.6cm	0.8cm	1cm	1.2cm	1.4cm
壓扁後膠帶圓直徑(面積)	1.1cm (面積 0.95cm <sup>2</sup> )	1.5cm (面積 1.77cm <sup>2</sup> )	2cm (面積 3.14cm <sup>2</sup> )	2.4cm (面積 4.52cm <sup>2</sup> )	2.9cm (面積 6.61cm <sup>2</sup> )
第一片	20	120	680	3220	780
第二片	40	140	580	3300	860
第三片	40	140	560	3300	660
第四片	20	120	640	3280	760
第五片	40	140	560	3300	660
平均	32	132	604	3280	744



圖 9 不同面積大小乾式膠帶的承重量 ※本統計圖由第 4 作者繪製

**3.實驗結果：**乾式膠帶的面積越大，承重量越大，但是當乾式膠帶面積超過一定面積時，承重量反而會下降，實驗中以圓直徑 1.2 公分的球狀熱熔膠，壓扁後圓形乾式膠帶面積為  $4.52\text{cm}^2$  達到的承重量最佳，平均承重量  $725.7\text{g}/\text{cm}^2$ 。

**4.實驗發現：**我們發現當乾式膠帶的面積越大時，在脫離玻璃時越容易產生摺痕，有摺痕的乾式膠帶還是可以黏貼在玻璃上，但是在測量承重量時，承重量明顯下降。



※本照片由第 4 作者拍攝

**圖 10** 大面積乾式膠帶上的摺痕

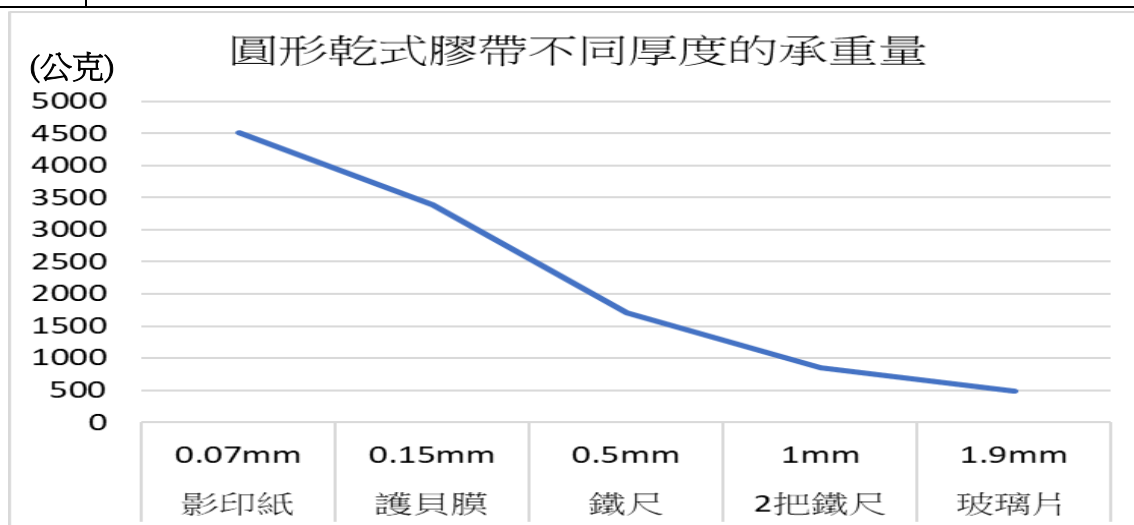
**5.實驗改良：**固定量的熱熔膠，做出越大面積的乾式膠帶，可以提高承重量，達到減量的效果，如何可以做到呢？我們想到

**改變乾式膠帶的厚度**，我們嘗試使用定量的熱熔膠，用另一片玻璃片壓扁熱熔膠製作乾式膠帶時，在玻璃片之間放置不同厚度的物品，結果發現**厚度越薄的乾式膠帶，面積越大，乾式膠帶的承重量也越佳**，因此之後實驗我們都用影印紙來固定乾式膠帶的厚度。

**表 13** 不同厚度製作乾式膠帶的熱熔膠壓扁情形

※以下照片由作者群共同拍攝製作

	影印紙 0.07mm	護貝膜 0.15mm	鐵尺 0.5mm	2把鐵尺 1mm	玻璃片 1.9mm
製作結果					
厚度	薄  厚				
面積	大  小				



**圖 11** 不同厚度乾式膠帶的承重量

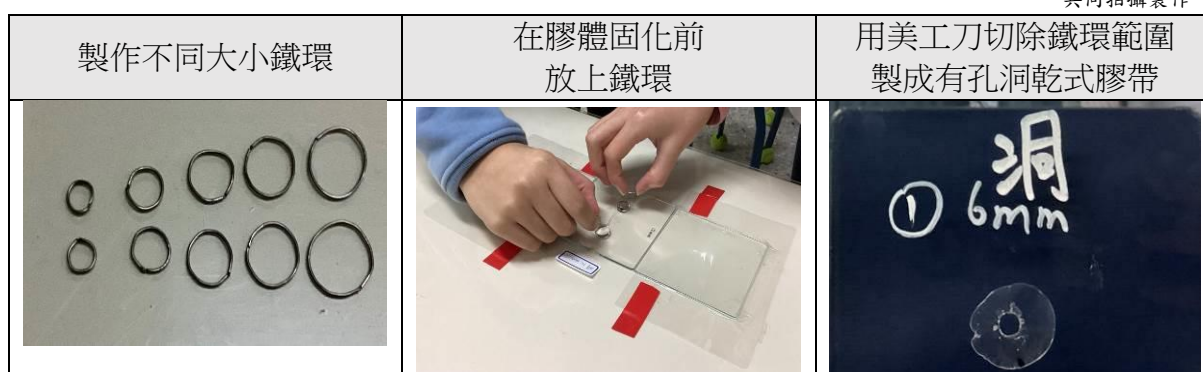
※本統計圖由第 4 作者繪製

## 實驗七、孔洞大小的圓形乾式膠帶對承重量的影響

高雄大學鍾宜璋教授模仿章魚的吸盤特徵製作出仿生產品「奈米吸盤膠帶」，而這個吸盤和一般吸盤不同，是在薄薄的膠體上，製造出許多奈米級的小孔洞，而這個奈米小孔是穿透的小洞，這讓我們想到，如果在自製的乾式膠帶中製作出孔洞，是否能增加乾式膠帶的承重量呢？目前我們的技術無法製做出奈米級的孔洞，但我們嘗試自製不同大小的孔洞來進行實驗。

### 1. 實驗步驟：

- (1) 準備大小不同的鐵環，鐵環直徑分別為：0.6cm、0.8cm、1cm、1.2cm、1.4cm。
- (2) 在塑膠片上放上玻璃片，在定位點兩側擺上影印紙。
- (3) 讓熱熔槍在定位點上擠出定量的熱熔膠，冷卻 10 秒的過程中，放上鐵環後，再放上玻璃片把膠體壓扁，用重物壓 30 秒。
- (4) 膠體固化後脫膜，同時也讓鐵環脫膜，用美工刀切下鐵環時，鐵環所圍出的範圍就是孔洞的大小，將製作好的乾式膠帶黏上掛勾。
- (5) 進行承重量測試，每種孔洞大小的乾式膠帶測試 5 次，計算平均值。※以下照片由作者群共同拍攝製作



### 2. 實驗數據：表 14 孔洞直徑大小對自製乾式膠帶的承重量影響(g)

片 \ 孔洞直徑	無孔洞 0mm	孔直徑 0.6cm	孔直徑 0.8cm	孔直徑 1cm	孔直徑 1.2cm	孔直徑 1.4cm
第一片	3220	3810	2780	2260	2100	1980
第二片	3300	3380	2860	2480	2040	2030
第三片	3300	3590	3040	2360	1920	2020
第四片	3280	3620	2980	2340	2060	1960
第五片	3120	3400	2840	2360	2000	2020
平均	3244	3560	2900	2360	2024	2002

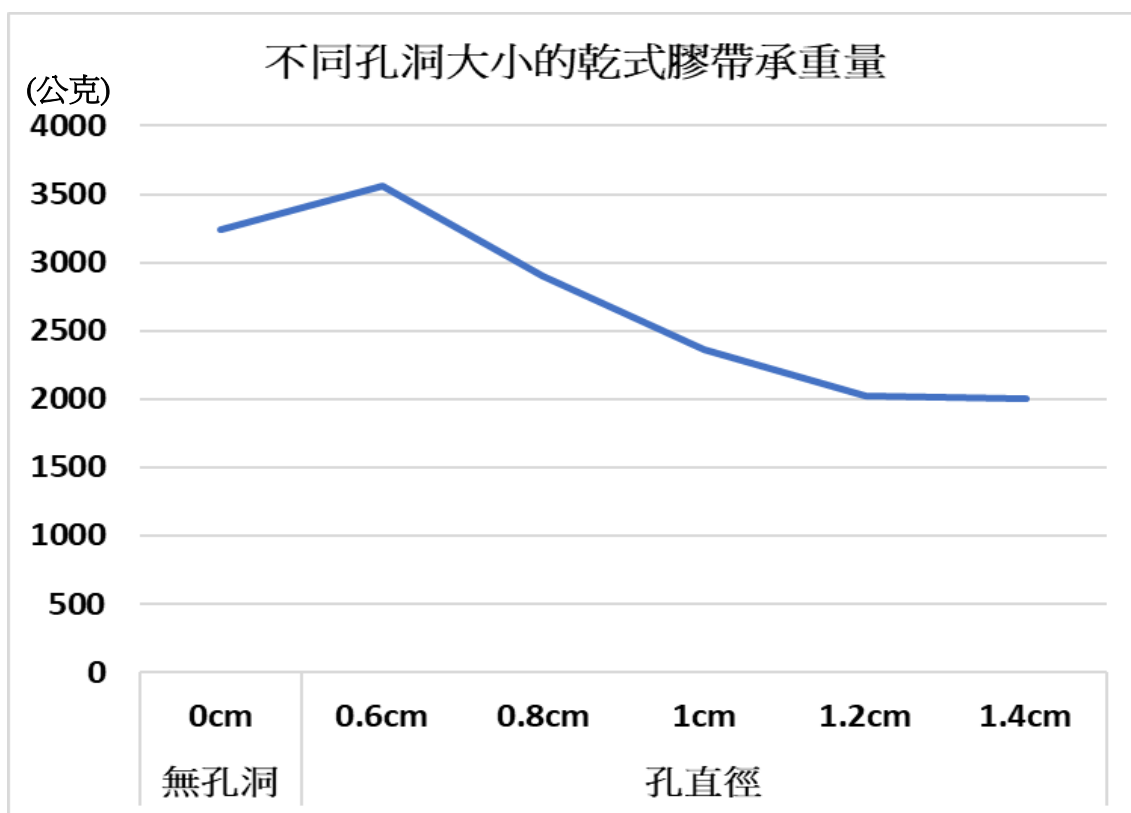


圖 12 不同孔洞直徑大小乾式膠帶的承重量 ※本統計圖由第 4 作者繪製

**3.實驗結果：**實驗中比較乾式膠帶在有孔洞的情況下，孔洞越小的乾式膠帶承重量越大，其中孔直徑 0.6cm 的孔洞，可以提高乾式膠帶的承重量，平均承重量可達 3560g。

**4.實驗發現：**乾式膠帶在有孔洞的情形下，孔洞越小時承重量越高，這是因為當孔洞越小時，乾式膠帶和玻璃片的接觸面積越大，符合實驗六的結果，乾式膠帶在沒有摺痕的情況下，乾式膠帶接觸面積越大，承重量越高。但是加入沒有孔洞的乾式膠帶做比較，有小孔洞的乾式膠帶與玻璃片的接觸面積較少，卻提升了乾式膠帶的承重量，因此可以得知在乾式膠帶中增加小孔洞確實可以提高乾式膠帶的承重量。

**5.實驗改良：**嘗試製作更小的孔洞，實驗七中有直徑 0.6cm 孔洞的熱熔膠乾式膠帶，雖然提升了承重量，但在測試後發現乾式膠帶孔洞附近出現變形的狀況，而使膠帶接觸面不平，導致在進行乾式膠帶是否可以重複使用的測試時，不容易黏貼在玻璃上，再加上製作孔洞的方法並不方便，因此我們嘗試使用錐子來戳出許多的小洞，進行測試。

※本照片由第 1 作者拍攝

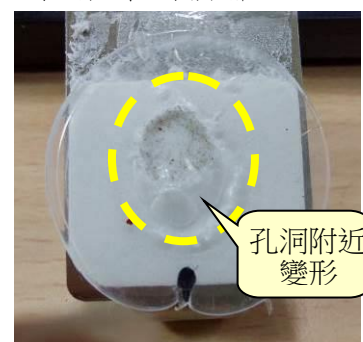


圖 13 乾式膠帶孔洞變形

## 實驗八、不同孔洞數量的圓形乾式膠帶對承重量的影響

### 1. 實驗步驟：

- (1) 根據實驗六，製作出面積  $4.52\text{cm}^2$  的圓形乾式膠帶。
- (2) 把玻璃片和乾式膠帶，一起放在方格子上。
- (3) 取下上層的玻璃片，在圓形乾式膠帶中央  $1.2\text{cm}\times 1.2\text{cm}$  的方形區域中，用錐子戳出小洞（如圖 14），孔洞數量分別為：0 個（無孔洞）、9 個（孔洞間距  $0.6\text{cm}$ ）、16 個（孔洞間距  $0.4\text{cm}$ ）、25 個（孔洞間距  $0.3\text{cm}$ ）、49 個（孔洞間距  $0.2\text{cm}$ ）。

※本照片由第 1 作者拍攝

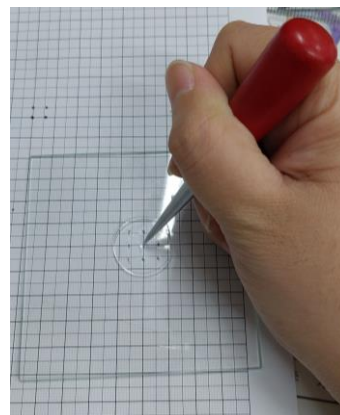
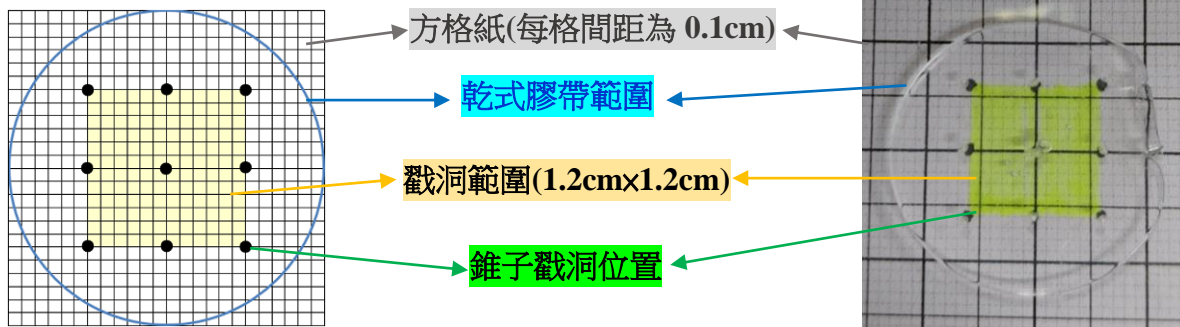


圖 14 在乾式膠帶上用錐子戳洞

- (4) 戳好洞的乾式膠帶，再蓋回玻璃片，用熨斗隔著玻璃片加熱 5 秒後，放置冷卻到室溫確定固化，乾式膠帶從玻璃片脫膜，黏上掛勾，進行承重量測試，不同孔洞數量的乾式膠帶測試 5 次，計算平均值。

※本照片由第 1 作者拍攝



※本圖由第 5、6 作者共同製作

圖 15 乾式膠帶戳洞情形對照圖

### 2. 實驗數據：表 15 孔洞數量對自製乾式膠帶的承重量影響(g)

※以下圖片由第 5、6 作者共同製作

片	孔洞數量	0 個	9 個	16 個	25 個	49 個
第一片		2820	2300	2500	3180	3860
第二片		2800	2680	2780	3280	3920
第三片		2940	2600	2680	3260	3820
第四片		2780	2540	2660	3160	3780
第五片		2800	2580	2640	3220	3760
平均		2828	2540	2652	3220	3828

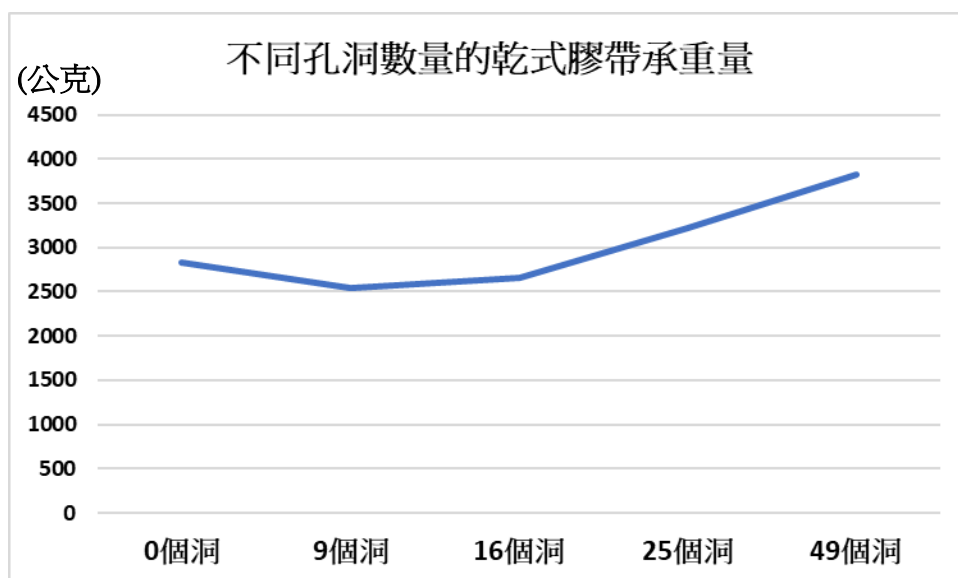


圖 16 不同孔洞數量乾式膠帶的承重量 ※本統計圖由第 4 作者繪製

**3.實驗結果：**在乾式膠帶上戳上小孔洞，有小孔洞的乾式膠帶，隨著孔洞數量越多，乾式膠帶的承重量也跟著提高，所以在乾式膠帶上戳越多洞，可以提高膠帶的承重量。

**4.實驗改良：**一開始發現有戳洞的乾式膠帶承重量都不好，仔細觀察發現，戳洞會讓膠帶的表面不平，因此戳洞後要再蓋上玻璃片加熱。實驗發現隔玻璃加熱乾式膠帶 5 秒後，膠帶表面是最平整，孔洞也不會消失；加熱到 10 秒以上，膠帶上孔洞消失，還出現了泡泡。

加熱情形	加熱前	加熱 5 秒	加熱 10 秒
乾式膠帶和玻璃片之間的接觸情形			
結果	戳洞讓表面不平，無法貼合玻璃片，因此膠帶容易脫落	加熱 5 秒後，表面平整範圍變大了，膠帶不易脫落	加熱 10 秒後，孔洞幾乎消失不見，反而出現更多的泡泡
附註	顏色較深的位置表示乾式膠帶有貼合玻璃片		※本處照片由第 3 作者拍攝

**5.實驗發現：**在實驗時意外發現，乾式膠帶用熨斗再加熱 10 秒後，乾式膠帶重新融化壓扁，熱熔膠的面積變大了，在短時間內把壓扁的乾式膠帶從玻璃片取下，表面有痕跡，但不是摺痕。我們擠 1cm 長的熱熔膠條，用玻璃片壓扁，製作出直徑約 3.8 公分(面積 11.3cm<sup>2</sup>)的乾式膠帶，用重物壓 30 秒後，分別在 20 秒、40 秒、60 秒、80 秒、100 秒內，就把乾式膠帶從玻璃片取下，結果發現乾式膠帶幾乎沒有摺痕。因此製作面積較大 11.3cm<sup>2</sup>的乾式膠帶用重物壓扁 30 秒後，在 100 秒內從玻璃片取下，可以讓乾式膠帶減少摺痕提高承重量。

### 目的三、自製乾式膠帶在生活中的應用

#### 實驗九、自製乾式膠帶使用在不同物品上的黏貼情形







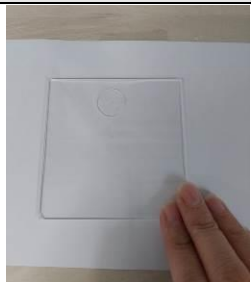


透過之前的實驗可知自製乾式膠帶可以用來當掛勾的膠帶，用來吸附在玻璃上，除此之外自製乾式膠帶還可以吸附在哪些物品上呢？

##### 1. 實驗步驟：

- (1) 為了方便觀察，將自製乾式膠帶一面黏在壓克力板，另一面壓在各種物品上，觀察乾式膠帶和壓克力板是否會一起掉落。
- (2) 實驗中使用同一塊熱熔膠乾式膠帶實驗，同時確認乾式膠帶在接觸不同物品後，是否可以重複使用。

##### 2. 實驗數據：表 16 乾式膠帶黏貼在不同物品上的情形

※以下照片由作者群共同拍攝製作

物品	玻璃	白板	護貝膜
結果			
是否可黏著	○	○	○
物品	磁磚	軟磁鐵	烤漆窗框
結果			
是否可黏著	○	○	○
物品	影印紙	影印紙上黏上膠帶	PVC 海報紙
結果			
是否可黏著	×	○	○

**3.實驗結果：**實驗中將熱熔膠乾式膠帶黏貼在九種常見的物品上，可以發現除了影印紙外，同一塊熱熔膠乾式膠帶可以重複使用黏貼在平滑、光亮的平面材質。

#### 4.實驗發現：

(1) 曲面的物品也可以黏貼：在平滑、光亮的曲面物品上，也可以黏貼乾式膠帶，例如我們嘗試把乾式膠帶黏貼在壓克力的容器上(如圖 16)，乾式膠帶可以服貼的黏在上面。

(2) 黏貼紙張的方式：雖然乾式膠帶沒有辦法黏貼在紙張上，但是我們可以把紙張用乾式膠帶貼在平滑、光亮的材質上，以紙張固定在玻璃上為例，在紙張上下兩端各貼一片乾式膠帶

※以下照片由第 3 作者拍攝



圖 16 乾式膠帶在曲面上



圖 17 乾式膠帶把紙固定在玻璃上

(如圖 17)，膠帶一部分貼在玻璃上，另一部份雖然無法貼住紙張，但可以卡住，讓紙張不掉落，紙張就可以被固定在玻璃上了。

#### 實驗十、自製乾式膠帶在生活中的應用

實驗中發現生活中有些物品，可以利用熱熔膠乾式膠帶可黏著在平滑光亮的材質，又容易剝落分離的特性，像是保鮮膜撕掉後要再取出，結果打開發現保鮮膜有回捲的情形，或是使用塑膠袋時袋口一直打不開，如何使用乾式膠帶可以解決這樣的問題呢？就讓我們一起想一想吧！

##### 1.實驗步驟：

(1) 乾式膠帶黏掛勾：乾式膠帶一面黏上掛勾，另一面貼上玻璃，懸掛重物。

(2) 乾式膠帶固定保鮮膜：在保鮮膜盒外上，擠上熱熔膠，用玻璃片壓扁，直到熱熔膠冷卻，移除玻璃片。

(3) 乾式膠帶打開塑膠袋口：將製作好的圓形熱熔膠乾式膠帶放在無法打開的塑膠袋袋口兩側，以錯動方式移動乾式膠帶可以發現，袋口可以被打開，但是乾式膠帶不會隨身攜帶，因此嘗試在塑膠袋的包裝盒上，黏上乾式膠帶，找出可以快速又方便打開塑膠袋的方式。



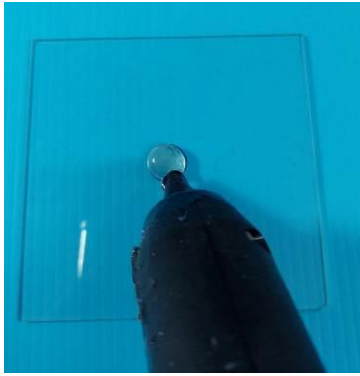
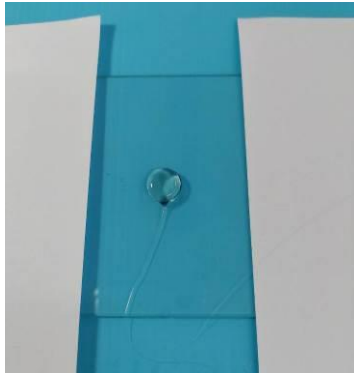
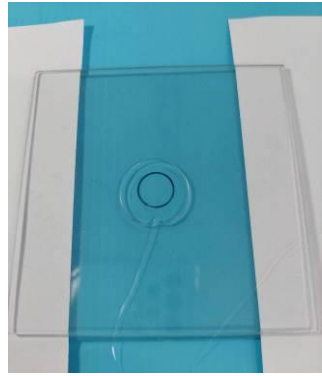

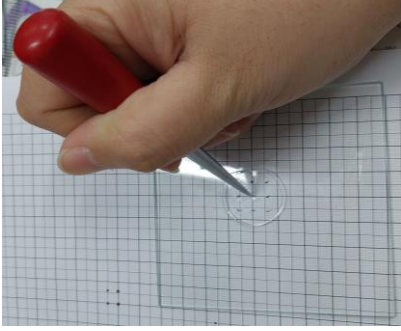

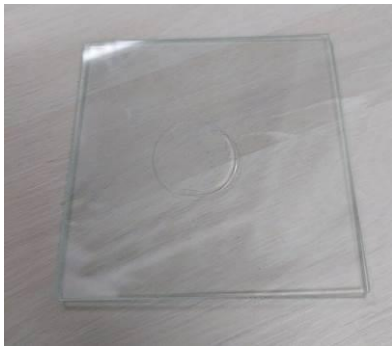
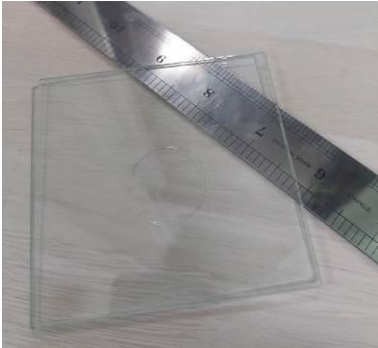
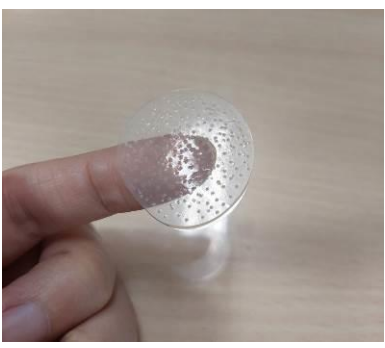
2.實驗情形：表 17 乾式膠帶使用情形

※以下照片由作者群共同拍攝製作

	使用情形	使用乾式膠帶後
懸掛重物		
固定保鮮膜		
	<p>保鮮膜撕下後要重新取用時，發現打開盒子的同時保鮮膜出現回捲的情形</p>	<p>在盒子上黏貼上乾式膠帶可固定保鮮膜防止保鮮膜回捲</p>
打開塑膠袋口		
	<p>將盒子裁剪挖空後，在藍色圓圈處貼上乾式膠帶</p>	<p>以錯動方式推開乾式膠帶就可以打開塑膠袋袋口</p>

## ◎熱熔膠乾式膠帶最佳製作方式：

※以下照片由作者群共同拍攝製作

<p>1. 在玻璃片上擠出熱熔膠</p>	<p>2. 在熱熔膠兩側放置影印紙</p>	<p>3. 擠出熱熔膠 10 秒後，用另一片玻璃片壓扁熱熔膠</p>
		
<p>4. 放上重物等待 30 秒</p>	<p>5. 取下上層玻璃片後用錐子在乾式膠帶上戳洞</p>	<p>6. 放回上層玻璃片再用熨斗隔玻璃加熱</p>
		
<p>7. 等乾式膠帶冷卻固化</p>	<p>8. 再用尺分開玻璃片後</p>	<p>9. 從玻璃片取下乾式膠帶就做好了</p>
		
<p>備註：若想縮短製作時間，可以製作大面積的乾式膠帶，目前製作出最大的乾式膠帶為圓直徑 3.8cm(面積 11.3cm<sup>2</sup>)，重物壓 30 秒後，在 100 秒內取下，一樣可以提高承重量，而節省戳洞所需的時間。</p>		




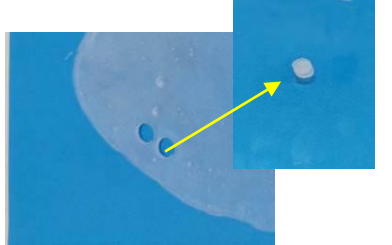
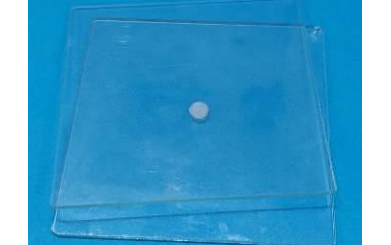
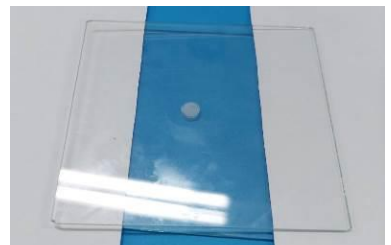
## 伍、討論


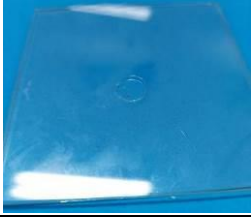

### 一、使用自製熱熔膠乾式膠帶環保嗎？

熱熔膠的種類很多，本實驗使用的是醋酸乙烯樹脂是一種塑膠，具有耐水性、耐腐蝕的性質，加上容易裁切和可熱壓塑形，因此用來做成乾式膠帶也具有相同的特性。現今的環境中使用塑膠似乎難以避免，因此如果可以符合環保 3R 的減量、重複使用與回收這三項標準，也能一起做環保。

本研究中提升熱熔膠乾式膠帶的承重量，就是想使用最少的膠，黏貼越重的東西達到「減量」的效果；而熱熔膠具耐水性，實驗後發現水洗後可以繼續具有黏性，所以乾式膠帶是可以「重複使用」的；實驗中發現最佳的熱熔膠乾式膠帶製作方式是將熱熔膠夾在玻璃之間，玻璃之間夾住影印紙，製作出 0.07mm 厚度固定的圓形乾式膠帶，從製作過程可以發現，玻璃和紙張都是可回收的物質，而熱熔膠的材質也是可以回收的，自製熱熔膠乾式膠帶是可以沒有垃圾殘留，因此使用自製熱熔膠乾式膠帶是非常環保的。

而做實驗時，一開始我們將乾式膠帶裁剪成方形的，因此裁剪下來的不規則的熱熔膠似乎就變成了垃圾，所以我們就開始思考熱熔膠可以自行回收再製嗎？回收步驟如下：

1.回收熱熔膠	2.用熨斗隔著烘焙紙加熱	3.加熱塑形壓扁成一片
		
4.使用打洞機或剪刀 剪出自己要的形狀	5.把剪下的熱熔膠 放在兩片玻璃之間 (厚度不夠可多疊幾片)	6.玻璃片之間夾著影印紙 讓乾式膠帶厚薄一致
		

7.用熨斗在玻璃上加熱	8.確認熱熔膠變成透明 就可以停止加熱	9.冷卻一段時間 再製的乾式膠帶就完成了
		

※以上照片由作者群共同拍攝製作

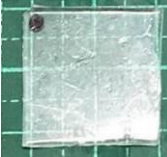

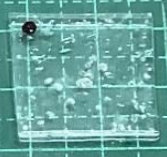
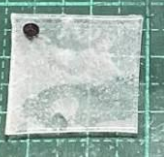
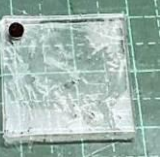
## 二、自製乾式膠帶可以重複使用幾次呢？不黏時怎麼辦？

我們發現乾式膠帶的重複使用次數和乾式膠帶的面積有關，面積越大的乾式膠帶，可重複使用次數越多，我們製作直徑 1.2cm(面積 1.13cm<sup>2</sup>)、2.4cm(面積 4.52cm<sup>2</sup>)和 3.6cm(面積 10.18cm<sup>2</sup>)的乾式膠帶進行承重量實驗，不水洗的情況下，可重複使用的平均次數為 1 次、4 次、10 次。若是環境中有較多灰塵或小顆粒，重複使用次數也會降低，建議可以先拿去水洗陰乾後再使用，如果水洗後還是不黏，就可以把乾式膠帶夾在玻璃片之間，玻璃片之間夾著影印紙讓乾式膠帶維持相同厚度，用熨斗直接在玻璃片上加熱，發現熱熔膠融化成透明後就不再加熱，冷卻一段時間，新的乾式膠帶就做好了！

## 三、製作乾式膠帶的小孔洞只能用錐子戳洞嗎？





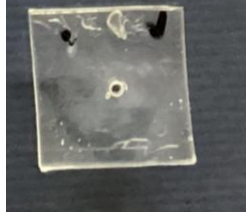

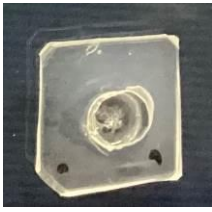

一開始我們準備各種可以溶解在水裡的物質，像是糖、鹽、小蘇打粉，再加上可能可以剝掉的細鐵砂來製作小洞，將以上物質平舖在玻璃片上，再擠上熱熔膠壓扁，製作出乾式膠帶，等乾式膠帶完全固化冷卻後，糖、鹽和小蘇打粉佔據的空間就固定了，再把乾式膠帶拿去水洗，讓糖、鹽和小蘇打粉溶解在水中，而細鐵沙就是用水洗剝除的方式，乾式膠帶就留下許多小洞，結果發現這些物質要均勻分布在玻璃片上就有困難，而擠上熱熔膠後，會被熱熔膠推開導致分布不均，這導致同一種物質做出來不同片的乾式膠帶，測出來承重量差距就非常大大，實際製作出來後承重量不增反減，因此使用糖、鹽、小蘇打粉和細鐵粉製作孔洞是失敗的。

※以下照片由作者群共同拍攝製作

乾式膠帶				
未加添加物	糖	鹽	小蘇打粉	細鐵砂
				

接著我們尋找小顆、圓形的物品，像是隔珠、壓克力珠、兩腳釘、圖釘，我們把兩腳釘和圖釘尖銳的釘子部分用鉗子剪掉剩下圓形部分，金屬部分可以直接放入熱熔膠中，

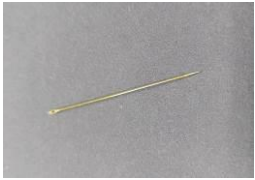
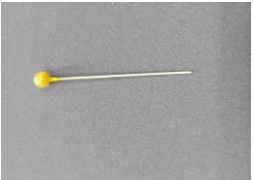




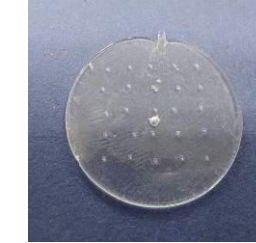

而壓克力珠則是泡入脫膜劑陰乾後，再放入熱熔膠。結果發現這些物品因為表面光滑，容易移動，所以改為先擠熱熔膠，再放入圓形物品。使用等量的熱熔膠，結果發現壓克力珠和圖釘較厚，所以製作出來的乾式膠帶厚度較厚、面積較小，膠帶面積不同難以比較，也導致熱熔膠的分布較不一致，實際測量乾式膠帶後發現承重量和沒有添加物品的乾式膠帶相比，承重量下降非常多，所以使用隔珠、壓克力珠、兩腳釘和圖釘製作孔洞還是失敗。

	隔珠	壓克力珠	兩腳釘	圖釘
物品				
乾式膠帶				

※以上照片由作者群共同拍攝製作

根據以上實驗失敗的經驗，我們發現要用相同材質來製作孔洞的空間，因此嘗試選擇容易從熱熔膠中剝離的金屬材質，使用鐵環方式來製作孔洞。

在實驗七時，發現鐵環製作孔洞的方式製作時間很久，因此嘗試尋找更容易製作孔洞的方法，一開始我們想到了針，尋找類似的物品，還找到了珠針、小錐子和大錐子，在戳孔洞的時候，發現針和珠針戳出來的洞很小，而針體很細不容易控制，戳久了手很痛，而小錐子雖然針尖比較小，但是錐子本身很長，握把和針尖之間的距離很遠，所以戳洞時比較難施力，所以後來決定使用有握把、短身的大錐子來戳小孔洞進行實驗。








	針	珠針	小錐子	大錐子
物品				
乾式膠帶				

※以上照片由作者群共同拍攝製作

#### 四、與其他相關科展作品比較。

與「忘『黏』之『膠』—光柵壓印對乾式膠帶效果之研究」矽膠乾式膠帶和「有『膠』無痕-乾式膠帶的製造」的白膠乾式膠帶，這兩件乾式膠帶科展作品來做比較。

表 18 歷年乾式膠帶科展作品比較

	忘『黏』之『膠』 矽膠乾式膠帶	「有『膠』無痕」 白膠乾式膠帶	本研究 熱熔膠乾式膠帶
乾式膠帶 製作時間	最多	次多	最少 
接觸面取得	雷雕自製光柵印壓板 不易取得	PLA 極性塑膠 	光滑玻璃片 
可否水洗後 重複使用	○ 	×	○ 
可否自行 回收再製	×	×	○ 
承重量比較	853g/cm <sup>2</sup> 	541.83 g/cm <sup>2</sup>	846.9 g/cm <sup>2</sup> 與矽膠乾式膠帶只差 6.1g/cm <sup>2</sup>

熱熔膠乾式膠帶使用生活中常見的物品製作，就可以達到和矽膠乾式膠帶差不多的承重量，此外本研究中熱熔膠乾式膠帶還具有不黏手、容易剝離、不殘膠的特性，是乾式膠帶中製作最快速方便，不黏時可以自行回收再製，是三件科展作品中最環保的乾式膠帶。

## 陸、結論

- 一、在 CD 片上塗上清潔劑和水的體積比為 1：10 的脫膜劑，脫膜劑陰乾後擠上圓球形的熱熔膠，等 10 秒後用玻璃片將熱熔膠壓扁，可以製作出分布最均勻而具有承重量的乾式膠帶，而脫膜劑會影響乾式膠帶的承重量。把脫膜劑洗掉後，乾式膠帶再重複黏貼，乾式膠帶的承重量會下降。
- 二、乾式膠帶的面積大小會影響承重量，在玻璃片上擠壓出圓直徑 12mm 的熱熔膠，等候 10 秒後，再拿另一片玻璃片壓扁，在玻璃之間夾上影印紙，可製作出面積 4.25 cm<sup>2</sup>、厚度 0.07mm 的圓形乾式膠帶，其平均承重量可達 725.7g/cm<sup>2</sup>；在乾式膠帶上製作孔洞會影響承重量，用錐子在乾式膠帶上，戳出越多孔洞，可以提升乾式膠帶的承重量，實驗中在面積 4.25 cm<sup>2</sup>、厚度 0.07mm 的圓形乾式膠帶上戳出孔洞間距為 0.2cm，7x7 排列的 49 個小孔洞，可以讓乾式膠帶的平均承重量可達 846.9g/cm<sup>2</sup>。

三、乾式膠帶可黏貼在平滑、光亮的材質上，除了可以黏貼掛勾來掛物品外，還可以使用在保鮮膜盒外，用來固定保鮮膜；在塑膠袋口兩側放上乾式膠帶，以錯動方式移動，也可以用來打開塑膠袋口。乾式膠帶的重複使用次數與面積有關，乾式膠帶面積越大，可重複使用次數越多。與歷屆科展作品比較，具有乾式膠帶製作時間最短，水洗後可重複使用及可自行回收再製的優點。

## 柒、參考文獻資料

一、塑膠 3R 策略與創新 環保署力推塑膠循環經濟。

<https://enews.moenv.gov.tw/page/3b3c62c78849f32f/492a7395-461f-4249-8bc1-b5fc3b2528b8>

二、鍾宜璋(2019)。向大自然借點子— 仿生乾式膠帶。科學發展，562，64-69。

三、仿生新發明：奈米吸盤膠帶。<https://ys.ylib.com/UnitCont.aspx?ID=84>

四、王若瑜、黃子恩、李唯瑄、張福安(2023)。忘「黏」之「膠」— 光柵壓印對乾式膠帶效果之研究。中華民國第 63 屆中小學科學展覽會國小組作品說明書。

五、鄭靖潔、吳柏儒、王奕詠(2022)。有「膠」無痕-乾式膠帶的製造。中華民國第 62 屆中小學科學展覽會國小組作品說明書。

六、劉大佼(2003)。淺談膠帶。科學發展，362，26-31。

※本作品說明書的照片、統計圖皆由作者製作。

## 【評語】 082804

1. 此案動機明確，製作乾式膠帶，設計測試承載重量方法與展示應用實例，並與目前現有產品的性能比較。
2. 研究過程系統性地探討了影響乾式膠帶性能的多個因素，如製作方法、材料選擇、孔洞設計等，並通過對照實驗來驗證每個變因的影響。
3. 此作品不僅體現了產品的實用價值，也符合當前環保的需求。學生們還探索了乾式膠帶在日常生活中的應用，如懸掛重物、固定保鮮膜和打開塑膠袋等，展示了他們將科學研究與實際生活相結合的能力。



## 作品簡報

「膠」給我

環保創新熱熔膠乾式膠帶

# 摘要

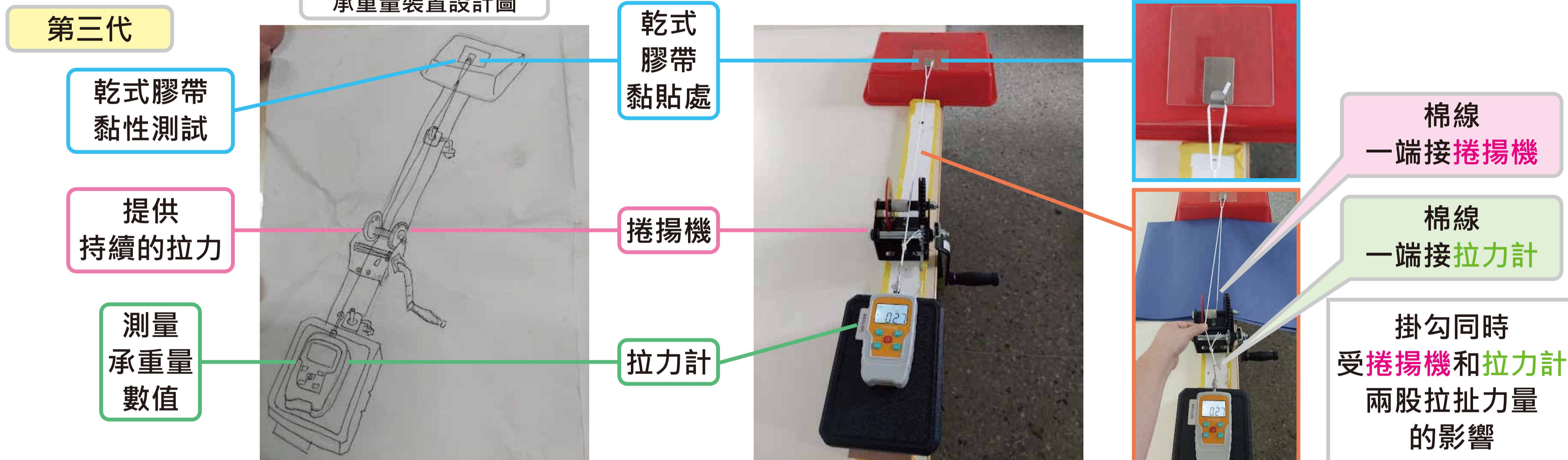
本研究製作出**不殘留、具黏性可承重又可重複使用的環保乾式膠帶**。實驗中使用平滑玻璃片將球形的熱熔膠壓扁，可以不使用脫膜劑製作出可承重的乾式膠帶。其中固定量的熱熔膠用玻璃片把熱熔膠壓得越薄，乾式膠帶面積越大，承重量就越大；在乾式膠帶上用錐子戳越多小孔洞，可提高承重量，平均承重量可達 $846.9\text{g}/\text{cm}^2$ 。乾式膠帶適合黏貼在平滑、光亮的材質上，除了可以懸掛重物，還可用來固定保鮮膜和打開塑膠袋口。本作品和歷屆作品比較具有**乾式膠帶製作時間最短，水洗後可重複使用及可自行回收再製**的優點。

## 壹、前言

目前市面上的膠帶具有很高的黏性，但是撕下後膠帶就成為了垃圾，如果撕下的膠帶可以重新塑形再利用，就可以減少更多的垃圾，達到環保3R，也就是減量 (Reduce)、重複使用 (Reuse) 與回收 (Recycle) 的目的。

## 貳、研究設備及器材

承重量裝置：



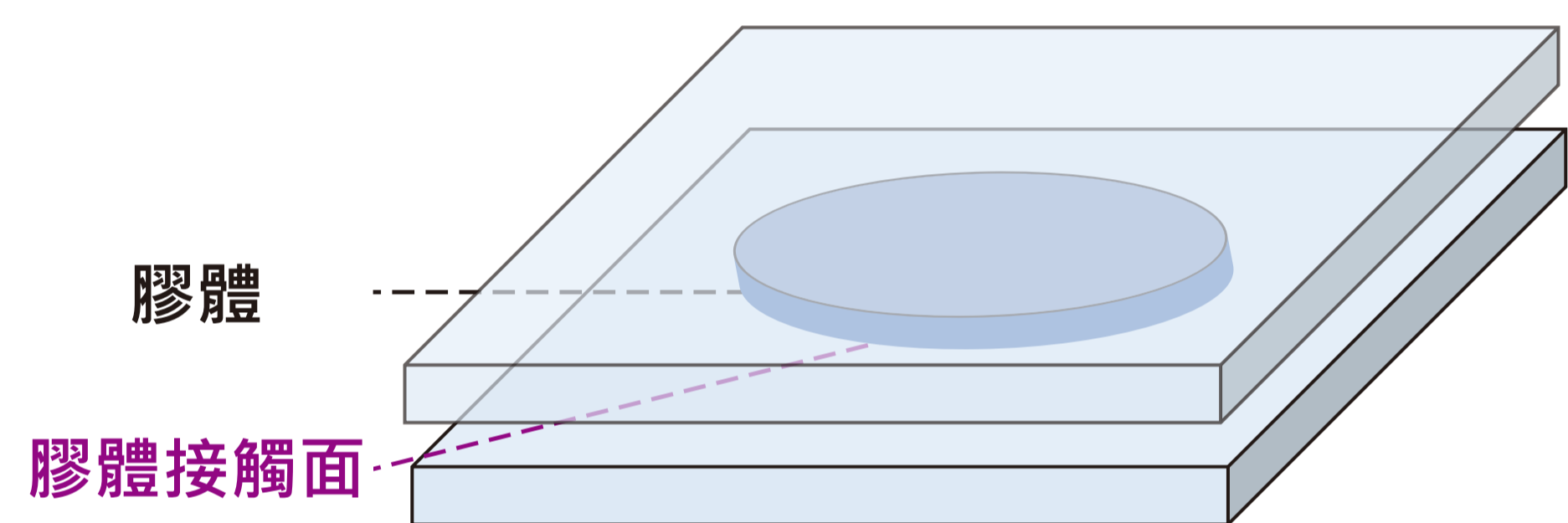
## 參、研究過程或方法

### 乾式膠帶製作方式：

在接觸面上，放上膠體，再放上另一個接觸面將膠體壓扁，等到膠體固化後，將膠體從接觸面取下。

### 乾式膠帶的檢驗：

- (1) 是否可以從接觸面上取下。
- (2) 膠帶黏性是否具有承重量。
- (3) 水洗後是否可以重複使用。



## 肆、研究結果

### ※熱熔膠乾式膠帶承重量佳且可水洗重複使用

不同膠體製作出來的乾式膠帶外觀

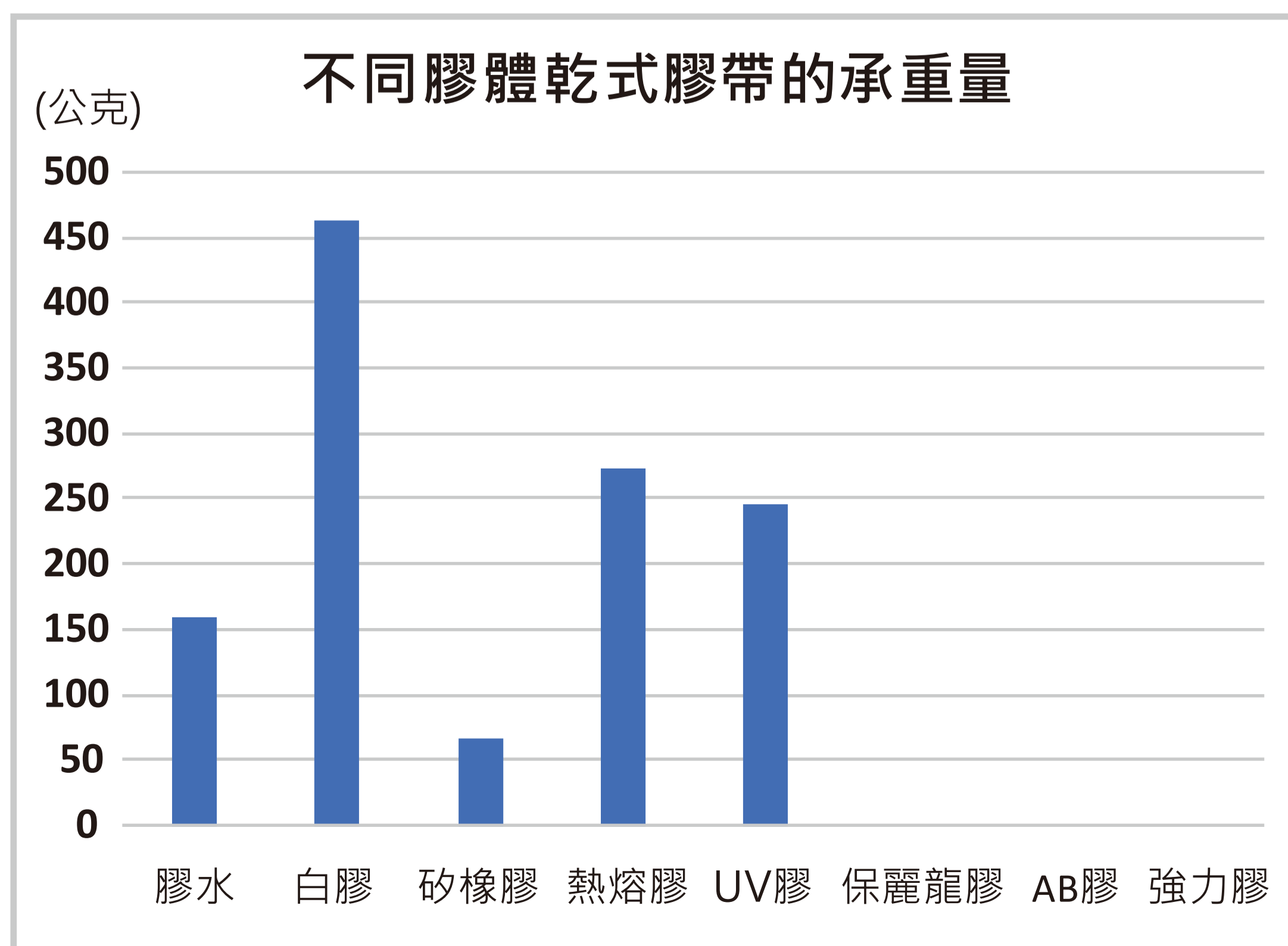
膠體種類	膠水	白膠	矽橡膠	熱熔膠
貼在窗戶玻璃上的情形				
膠體種類	UV膠	保麗龍膠	AB膠	強力膠
貼在窗戶玻璃上的情形				

無法從CD片接觸面上撕下來製作成膠帶

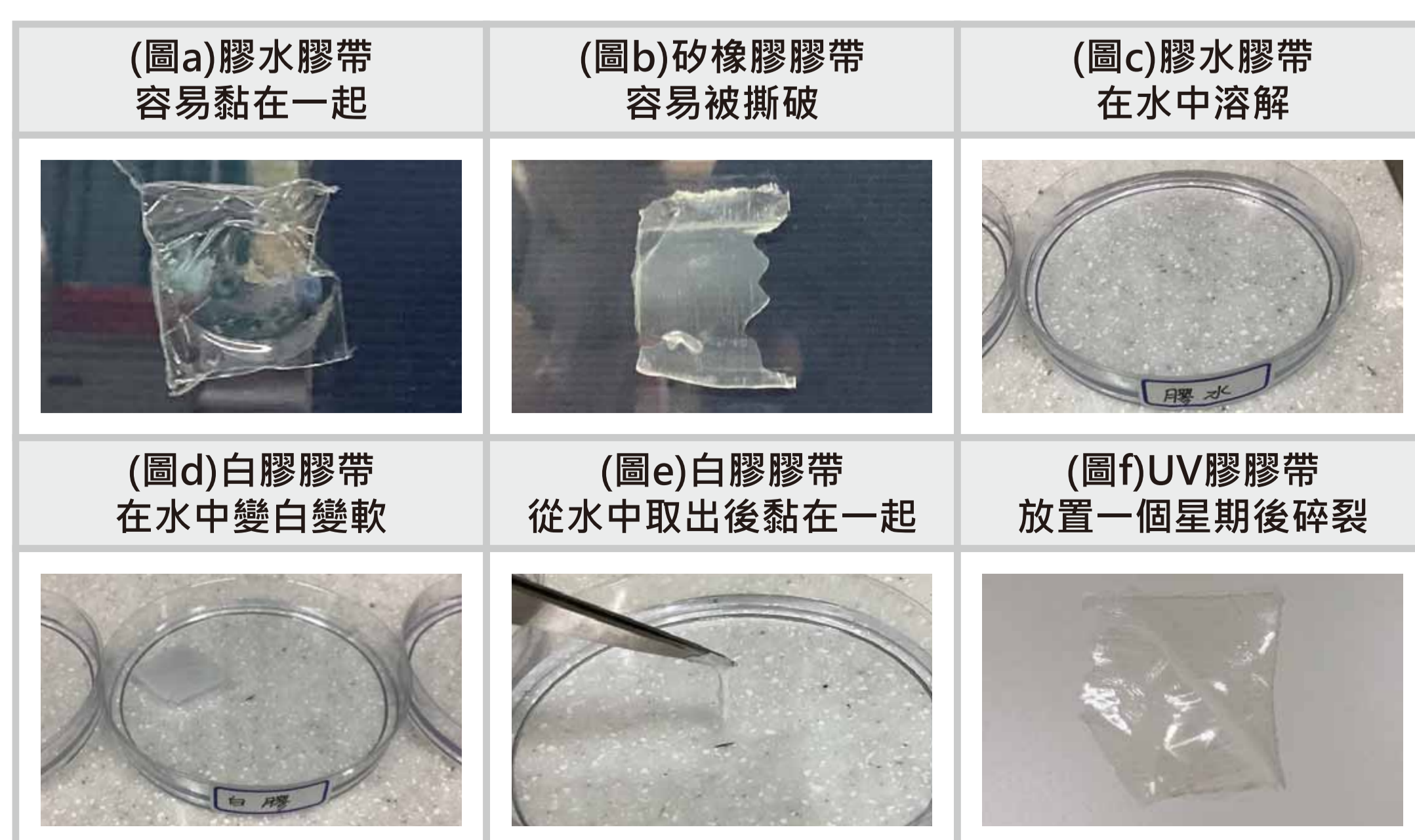
不同膠體製作成乾式膠帶的比較

膠體種類比較	膠水	白膠	矽橡膠	熱熔膠	UV膠	保麗龍膠	AB膠	強力膠
陰乾3分鐘膠帶膠體是否乾燥	×	×	×	○	○	○	○	×
陰乾12小時膠帶是否可從CD片上取下	○	○	○	○	○	×	×	×
乾式膠帶貼在玻璃上是否能撕下	○	○	○	○	○	/		
浸泡水中是否外觀不變	×	×	○	○	○			
從水中取出後陰乾可否重複黏貼	/	×	○	○	○			
放置一個星期後是否可以繼續黏貼	/	/	○	○	×			

本實驗為固定面積製作正方形乾式膠帶



上表的補充說明照片

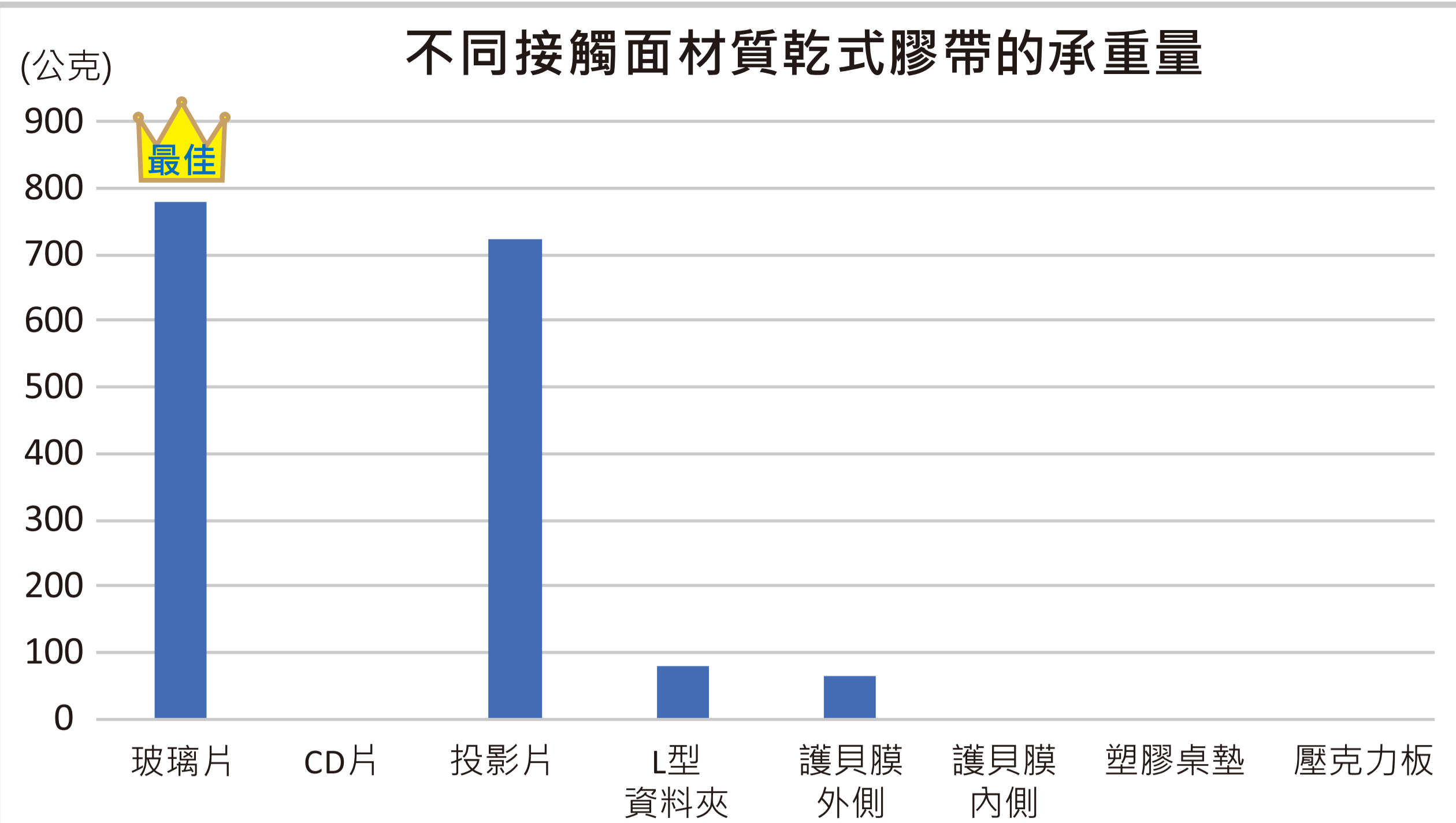


## ※用玻璃片壓扁熱熔膠製作的乾式膠帶承重量最佳

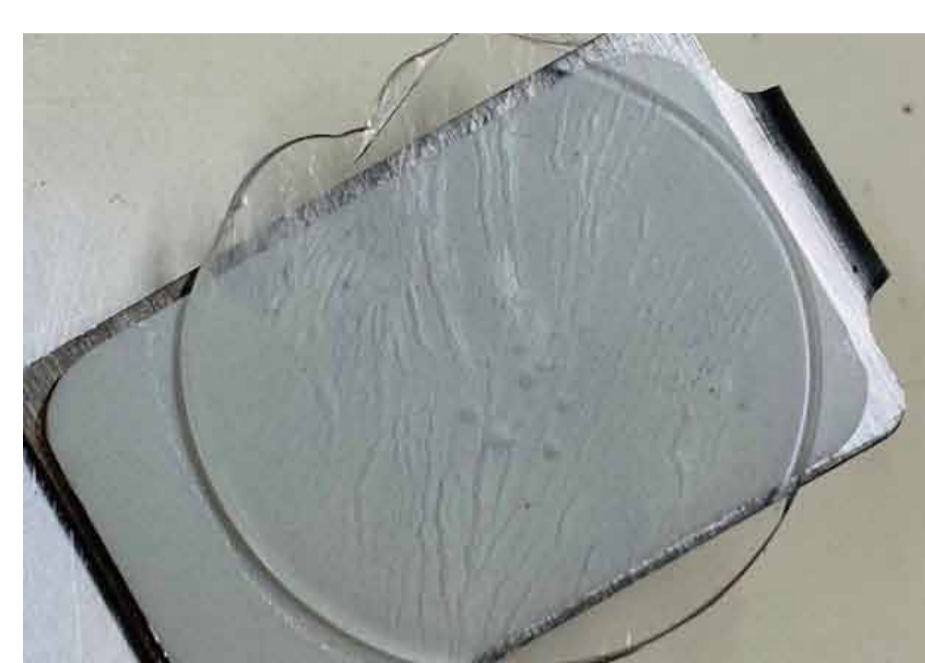
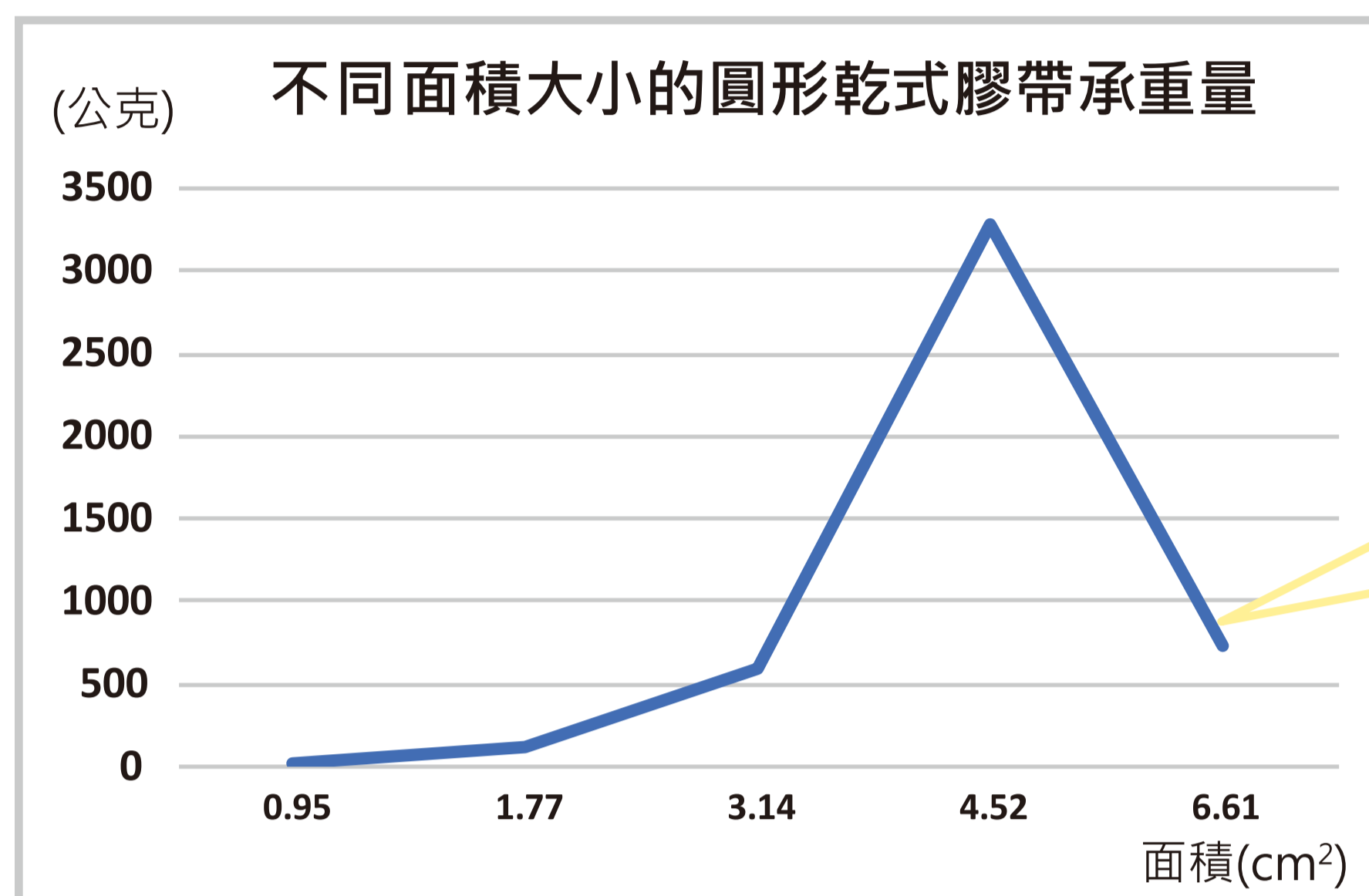
不同接觸面材質製作乾式膠帶後黏貼在玻璃上的情形

接觸面材質	玻璃片	CD片	投影片	L型資料夾
貼在窗戶玻璃上的情形				
可否黏在玻璃上	○	×	○	○
接觸面材質	護貝膜外側	護貝膜內側	塑膠桌墊	壓克力板
貼在窗戶玻璃上的情形				
可否黏在玻璃上	○	×	×	×

本實驗為固定面積將圓形乾式膠帶裁切成正方形



## ※乾式膠帶面積越大，承重量越佳，但接觸面上有摺痕會影響承重結果

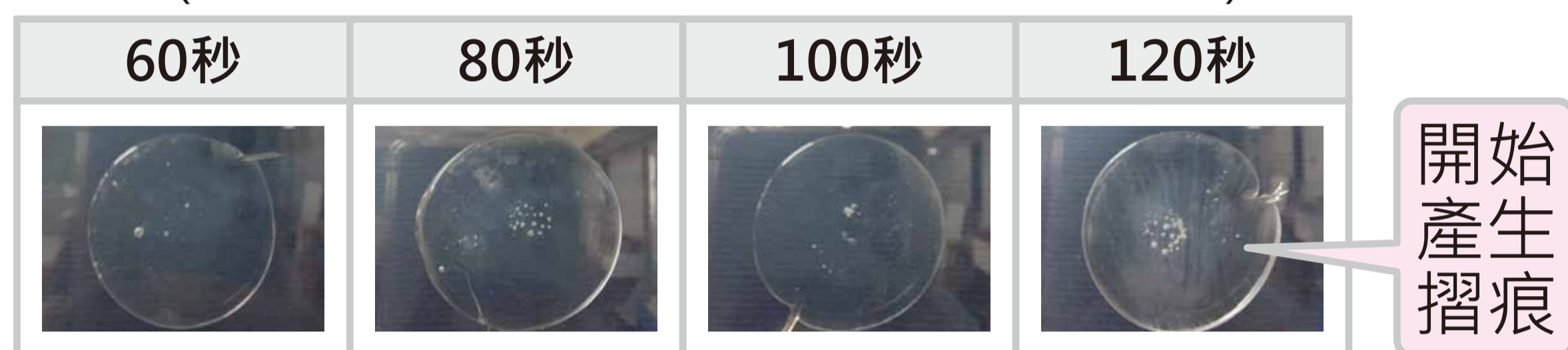


面積越大的乾式膠帶，在脫離玻璃時越容易產生摺痕影響承重量。

### ★實驗改良：嘗試製作更大面積的乾式膠帶

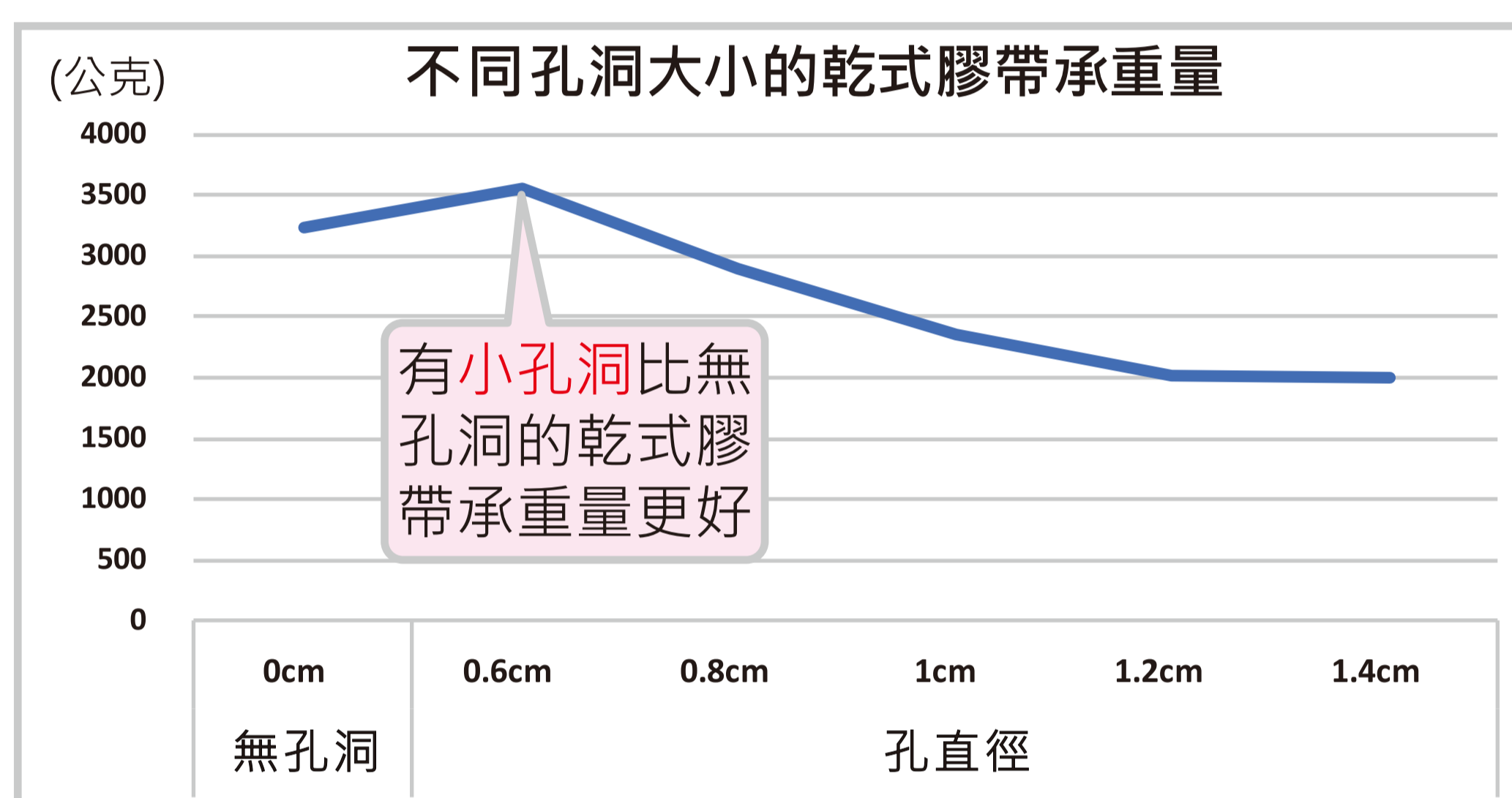
減少摺痕，我們發現和乾式膠帶的冷卻固化時間有關。製作面積比4.52cm<sup>2</sup>大的乾式膠帶發現冷卻固化時間在100秒內，幾乎沒有摺痕。

(下圖是面積4.52cm<sup>2</sup> ~11.3cm<sup>2</sup>乾式膠帶皆符合)

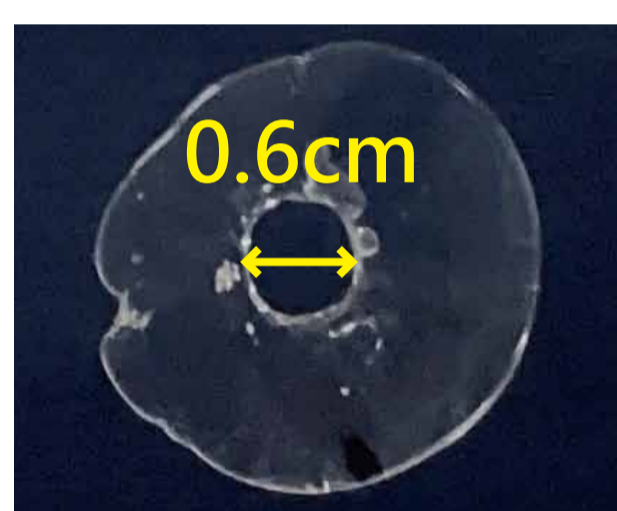


開始產生摺痕

## ※乾式膠帶上的孔洞越小，承重量越佳



有小孔洞比無孔洞的乾式膠帶承重量更好



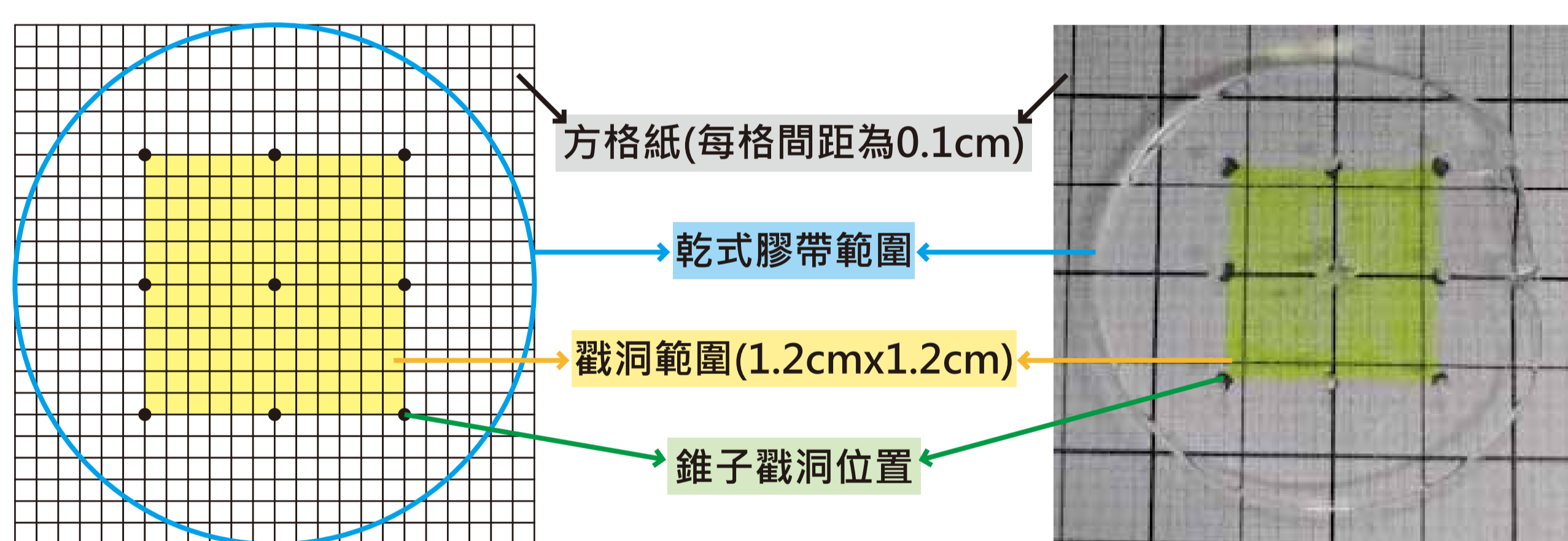
孔洞附近變形

☆實驗發現：加入沒有孔洞的乾式膠帶做比較，有小孔洞的乾式膠帶與玻璃片的接觸面積較少，卻提升了乾式膠帶的承重量，因此可以得知在乾式膠帶中有小孔洞確實可以提高乾式膠帶的承重量。

### ★實驗改良：找出製作更小孔洞的方式

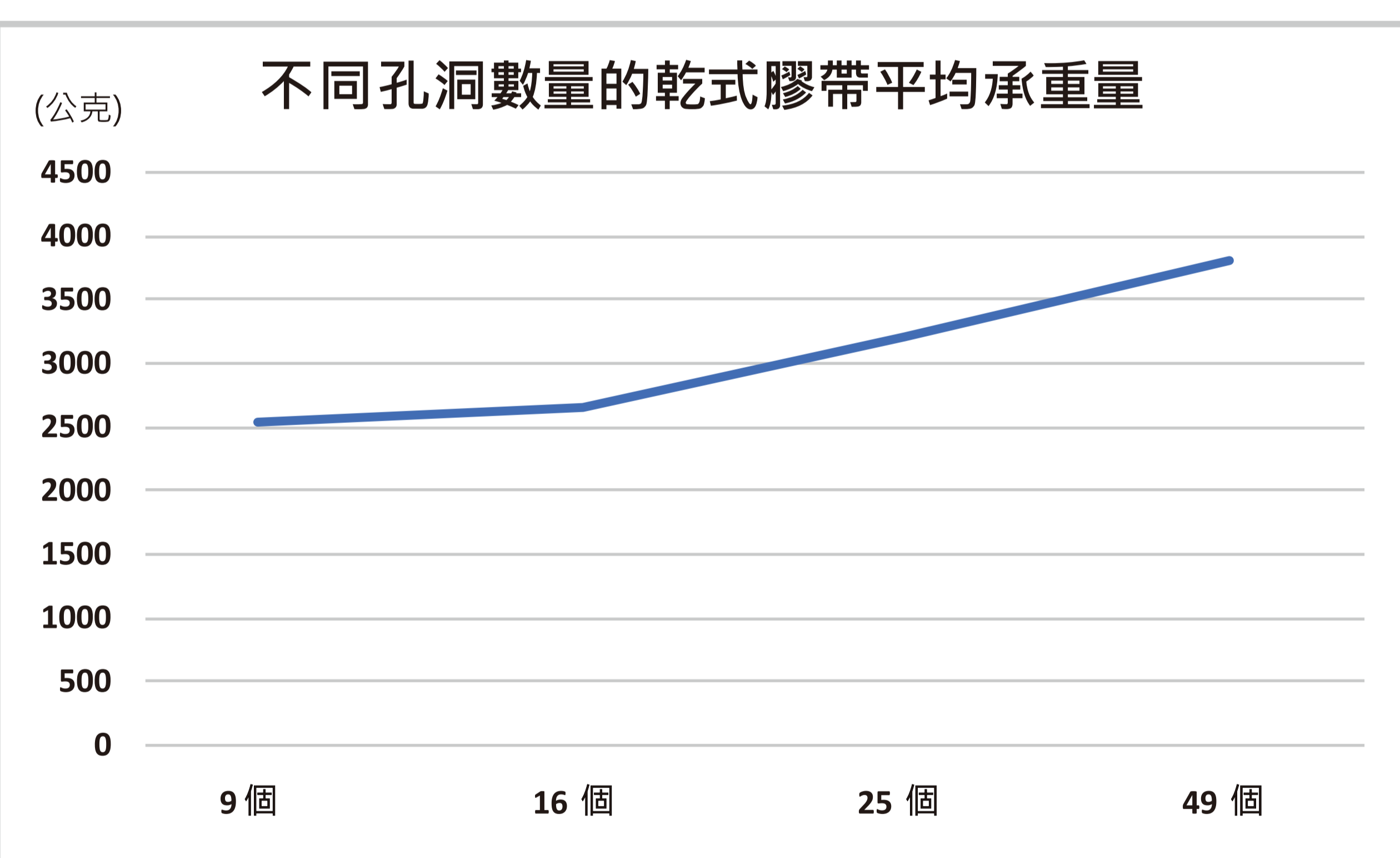
進行承重量測量時，發現孔洞附近變形，使接觸面不平而無法重複使用，因此嘗試用錐子戳洞，戳出許多的小洞，進行測試。

## ※乾式膠帶上的小孔洞數量越多，承重量越佳



★實驗改良：戳洞後，接觸面較不平，建議可以在戳洞後放回玻璃片，隔玻璃片加熱，以本實驗中面積4.52cm<sup>2</sup>的圓形乾式膠帶為例，約加熱5秒即可停止，等冷卻固化後，承重效果更佳。

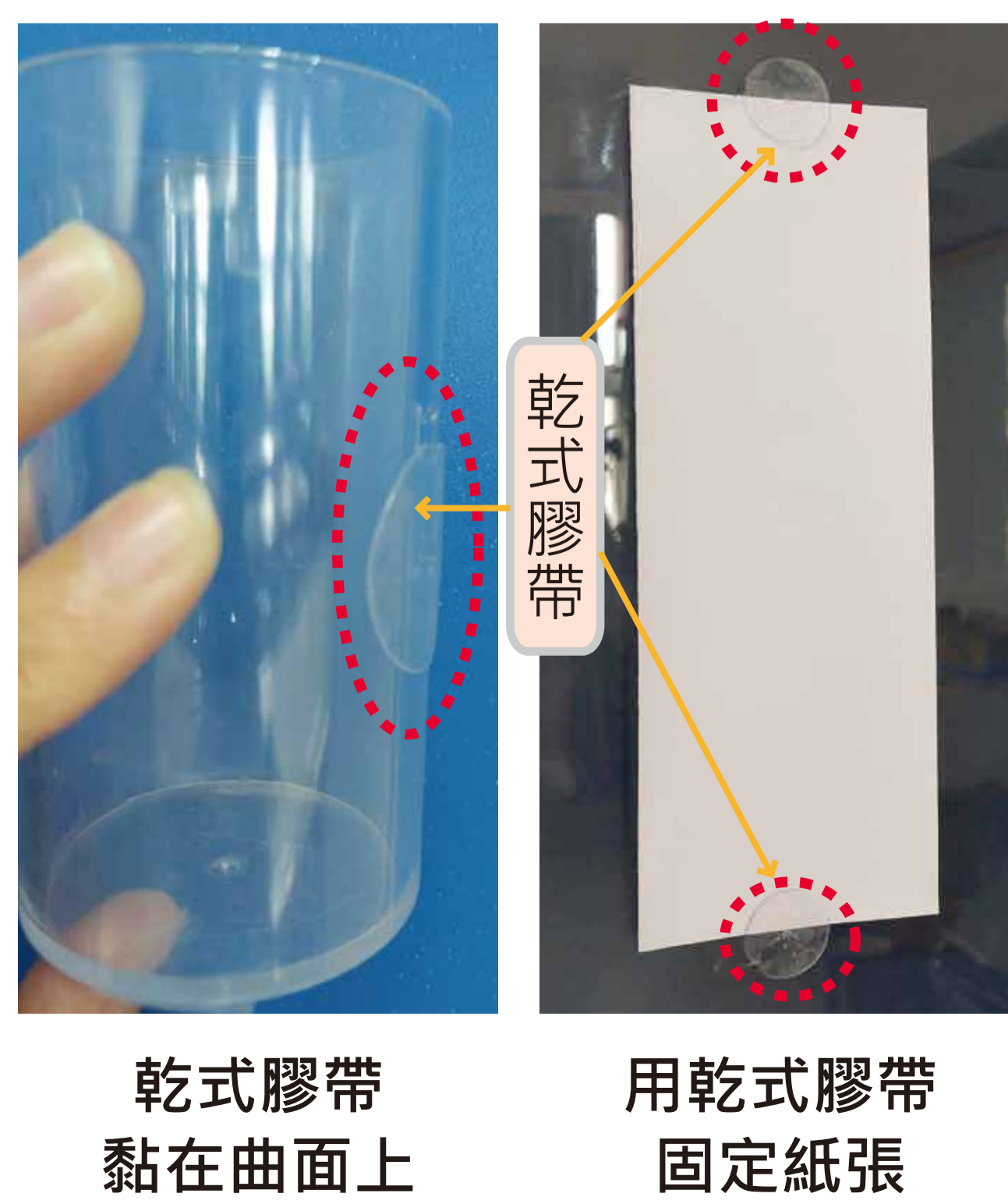
加熱情形	加熱前	加熱5秒	加熱10秒
乾式膠帶和玻璃片之間的接觸情形			
	貼合	最佳	孔洞消失



孔洞數量	9個	16個	25個	49個
公克				
平均承重量	2540	2652	3220	3828

## ※乾式膠帶可以使用在平滑、光亮的材質上

物品	玻璃	白板	護貝膜	磁磚	軟磁鐵
結果					
是否黏著	○	○	○	○	○
物品	烤漆窗框	影印紙	影印紙上黏上膠帶	PVC海報紙	壓克力板
結果					
是否黏著	○	×	○	○	○



### ☆實驗發現：

- (1) 平滑、光亮的曲面物品也可以黏貼乾式膠帶。
- (2) 乾式膠帶固定紙張的方式，在紙張上下兩端各貼一片乾式膠帶，雖然無法貼住紙張，但可以卡住紙張不掉落，紙張就可以被固定在平滑光亮的材質上了。

## ※乾式膠帶在生活中的應用



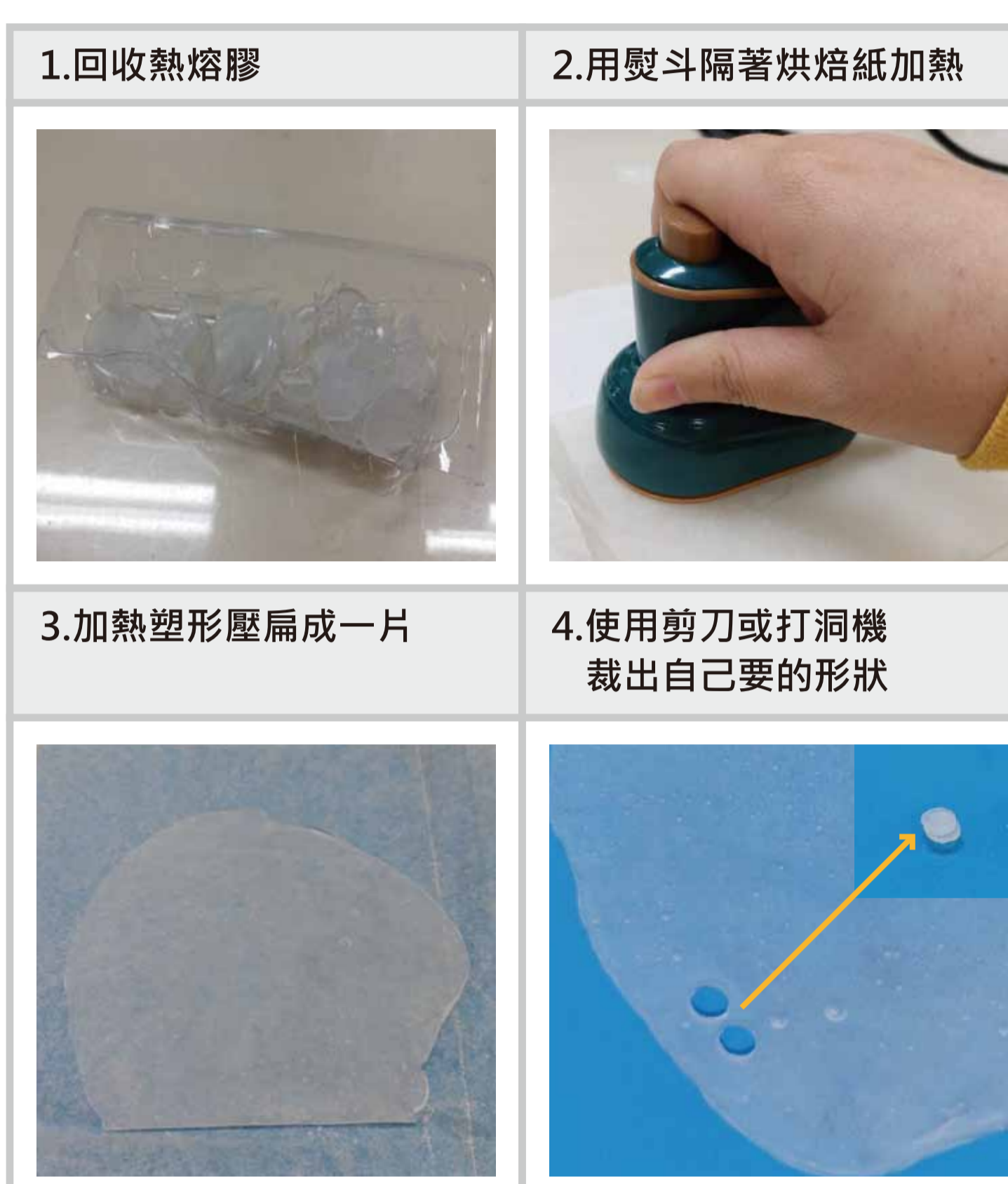
\* 本作品海報所使用的照片、圖片、統計圖皆由作者群共同製作拍攝。

## ※乾式膠帶最佳製作方式



實驗中在固定面積 $4.52\text{cm}^2$ 、固定厚度的圓形乾式膠帶上戳出孔洞間距為 $0.2\text{cm}$ ， $7\times 7$ 排列的49個小孔洞，乾式膠帶的平均承重量可達 $846.9\text{g}/\text{cm}^2$ 。

## ※乾式膠帶自行回收再製

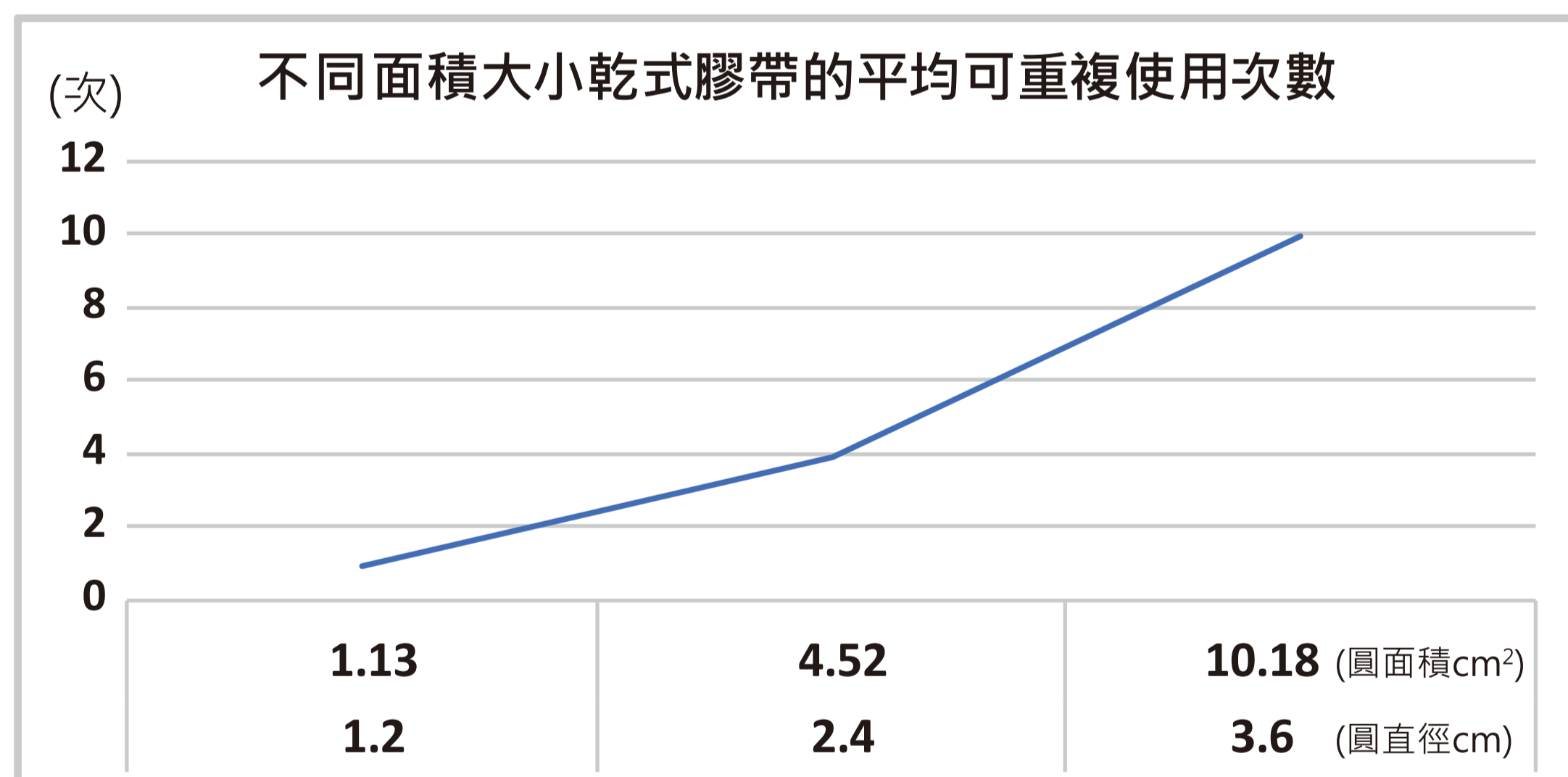


重複乾式膠帶最佳製作方式中的步驟5~步驟8就可以自行回收再製熱熔膠乾式膠帶

## 伍、討論

### 一、自製乾式膠帶可以重複使用幾次呢？

我們發現面積越大的乾式膠帶，可重複使用次數越多。若是環境中有較多灰塵或小顆粒，重複使用次數也會降低，建議可以先拿去水洗陰乾後再使用，若還是不黏，則可以依照乾式膠帶自行回收再製的步驟，把熱熔膠重新製成新的乾式膠帶。



此處可重複次數是指可以懸掛0.5公斤以上的重量後，未水洗而可以再次黏貼在玻璃上的次數。

### 二、熱熔膠乾式膠帶的優點是？

熱熔膠乾式膠帶使用生活中常見的物品製作，就可以達到和矽膠乾式膠帶差不多的承重量，此外本研究中熱熔膠乾式膠帶還具有不黏手、容易剝離、不殘膠的特性，是乾式膠帶中製作最快速方便、可以自行回收再製，是三件科展作品中最環保的乾式膠帶。

	「忘『黏』之『膠』」 矽膠乾式膠帶	「有『膠』無痕」 白膠乾式膠帶	本研究 熱熔膠乾式膠帶
乾式膠帶製作時間	最多	次多	最少 <b>勝</b>
接觸面取得	雷射自製光柵印壓板不易取得	PLA極性塑膠 <b>勝</b>	光滑玻璃片 <b>勝</b>
可否水洗後重複使用	○ <b>勝</b>	×	○ <b>勝</b>
可否自行回收再製	×	×	○ <b>勝</b>
承重量比較	$853\text{g}/\text{cm}^2$ <b>勝</b>	$541.83\text{g}/\text{cm}^2$	$846.9\text{g}/\text{cm}^2$ 與矽膠乾式膠帶只差 $6.1\text{g}/\text{cm}^2$

## 陸、結論

- 一、使用玻璃片壓扁熱熔膠製作出來的乾式膠帶，冷卻固化時間最短，可從玻璃片取下黏上掛勾後具有承重量，而且水洗後可重複使用。
- 二、提高乾式膠帶的承重量方式有：
  - (1)增加乾式膠帶的面積，但越大的面積越容易有摺痕，需要在一定的冷卻時間取下減少摺痕的出現。
  - (2)在乾式膠帶上製作越小的孔洞。
  - (3)乾式膠帶上用錐子戳出越多的小孔洞。
- 三、乾式膠帶可黏貼在平滑、光亮的材質上，可以黏貼掛勾懸掛重物、用來固定保鮮膜、打開塑膠袋口。與歷屆科展作品比較，具有乾式膠帶製作時間最短，水洗後可重複使用及可自行回收再製的優點。

## 柒、參考文獻資料

- 一、塑膠3R策略與創新 環保署力推塑膠循環經濟。  
<https://enews.moenv.gov.tw/page/3b3c62c78849f32f/492a7395-461f-4249-8bc1-b5fc3b2528b8>
- 二、鍾宜璋(2019)。向大自然借點子—仿生乾式膠帶。科學發展，562，64-69。
- 三、仿生新發明：奈米吸盤膠帶。<https://ys.ylib.com/UnitCont.aspx?ID=84>
- 四、王若瑜、黃子恩、李唯瑄、張福安(2023)。忘「黏」之「膠」—光柵壓印對乾式膠帶效果之研究。中華民國第63屆中小學科學展覽會國小組作品說明書。
- 五、鄭靖潔、吳柏儒、王詠詠(2022)。有「膠」無痕-乾式膠帶的製造。中華民國第62屆中小學科學展覽會國小組作品說明書。
- 六、劉大傑(2003)。淺談膠帶。科學發展，362，26-31。