

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 生活與應用科學科

佳作

080830

回收紙大改造-自製環保紙黏土的研究

學校名稱：新北市板橋區後埔國民小學

作者：	指導老師：
小六 胡政斌	吳喬雲
小六 高學綸	劉曉雯
小六 林育綺	
小六 陳倚恩	
小四 李忻恬	
小四 劉芷安	

關鍵詞：紙、回收紙、紙黏土

摘要

本研究是以紙黏土為主題進行探究，目的在於：1.瞭解紙黏土的基本製作方法及特性；2.找出影響紙黏土柔軟度和延展性的因素；3.比較不同配方製作出來的自製紙黏土乾燥後的差異。

研究結果發現：1.紙黏土除了紙以外，還需要添加玉米粉、高嶺土、黏著劑及油才能製作而成，我們的配方為紙漿 55g 加入 40g 玉米粉、40g 高嶺土、60g 糝糊及 1.5 茶匙嬰兒油；2.紙的種類、添加粉、黏著劑、黏著劑的添加量、紙漿和黏著劑比例、高嶺土和玉米粉比例都會影響紙黏土的柔軟度和延展性，而嬰兒油的添加量則不會影響；3.所有自製紙黏土乾燥後重量剩下約原本的一半，除了表面較多裂紋、顏色偏黃或灰之外，其餘和市售紙黏土相似。

壹、研究動機

上美勞課時，老師要我們用紙黏土捏塑成人頭像，我們又揉又捏的用了許多包紙黏土才完成，而讓我們感到好奇的是：紙做成紙黏土後為什麼能變得柔軟而有可塑性，到底它是怎麼做出來的？又看到我們撕下的習作附件將回收籃堆得滿滿的，如果能將這些回收紙再利用做成紙黏土不僅環保，還能創造出美麗的藝術品，真是一舉兩得，所以我們便展開了紙黏土的研究。

※相關教材單元：康軒版三年級「廚房裡的科學」、翰林版六年級「力與運動」

貳、研究目的和待答問題

一、瞭解紙黏土的基本製作方法及特性。

(一)如何成功且快速製作出紙黏土？

(二)設計如何能準確測量紙黏土柔軟度和延展性的工具？

二、找出影響紙黏土柔軟度和延展性的因素。

(一)紙的種類是否會影響自製紙黏土的柔軟度和延展性？

(二)添加粉的種類是否會影響自製紙黏土的柔軟度和延展性？

(三)添加黏著劑的種類是否會影響自製紙黏土的柔軟度和延展性？

(四)黏著劑的添加量是否會影響自製紙黏土的柔軟度和延展性？

(五)紙漿和黏著劑的比例是否會影響自製紙黏土的柔軟度和延展性？

(六)高嶺土和玉米粉的比例是否會影響自製紙黏土的柔軟度和延展性？

(七)嬰兒油的添加量是否會影響自製紙黏土的柔軟度和延展性？

三、比較不同配方製作出來的自製紙黏土乾燥後的差異。

(一)比較不同配方製作的紙黏土乾燥後外觀有何不同？

(二)比較不同配方製作的紙黏土乾燥後重量有何不同？

參、文獻探討

一、紙

早在約西元前 49 年就有造紙術的產生，紙是利用植物纖維製作而成，質輕，密度低，可回收，沾水易濕，遇熱易燃。現今的紙又可分為文化用紙，如：宣紙；工業用紙，如：紙箱、紙盒、紙杯；包裝用紙，如：包裝紙；家庭用紙，如：衛生紙；資訊用紙，如：影印紙、廣告紙；特殊用紙，如：鈔票紙，而有些紙使用後是可以回收的，但有些紙表面有經過特殊處理，如：壓上塑膠膜，因處理不易，可能無法回收再利用，所以，我們紙黏土研究中的紙，選擇可回收無特殊處理的種類進行。

二、回收紙

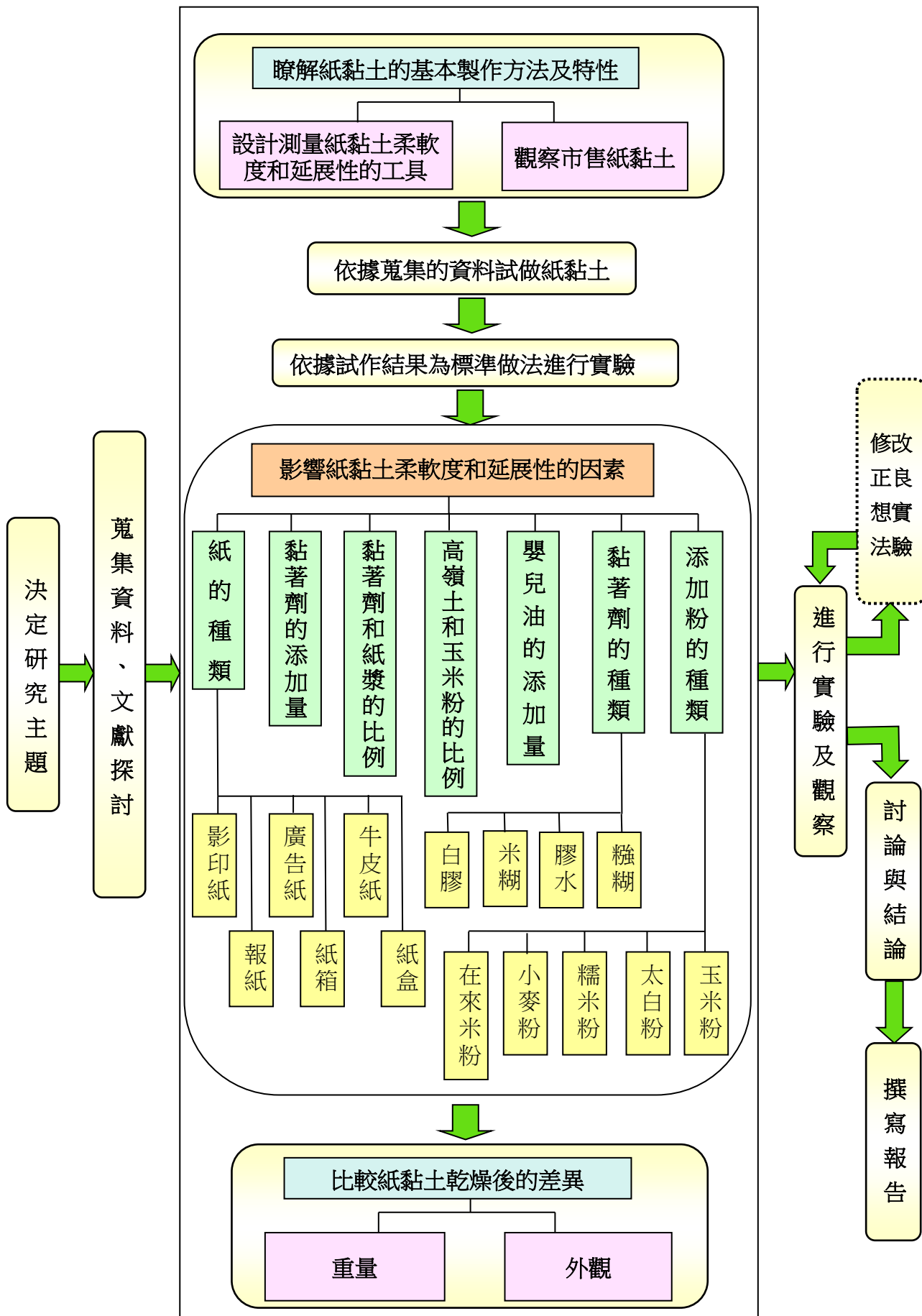
可回收的紙包含下列幾種：(一)白紙類，如：廣告印刷銅板紙、筆記書寫紙、電腦報表紙、紙杯；(二)混合紙類：影印紙、傳真紙、擦手紙、紙盒；(三)報紙類：報紙；(四)牛皮紙類：牛皮紙袋、瓦楞紙。

我們的紙黏土研究從四個種類的回收紙中，分別挑選出生活中較常使用的 6 種紙來進行實驗。挑選出的紙類如下：1.白紙類的廣告紙，2.混合紙類的影印紙和紙盒，3.報紙類的報紙，4.牛皮紙類的牛皮紙袋及瓦楞紙箱。

三、紙黏土

現今最常用的黏土是麵包土和紙黏土，而我們要研究的紙黏土是由紙漿和石粉加上樹脂和防腐劑製作而成的，紙黏土完成藝術品後在空氣中會乾燥硬化，不用的時候需密封保存。紙黏土的質地柔軟，重量輕，使用容易，可任意捏塑成各種造型，而做成藝術品，若可用回收紙製作，將會更環保。

肆、研究架構與流程



伍、研究設備及器材

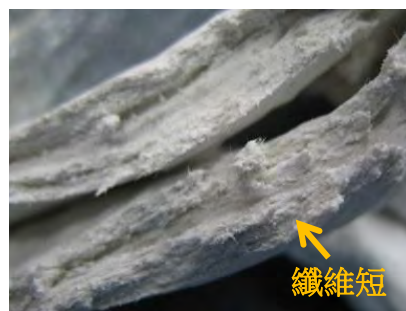
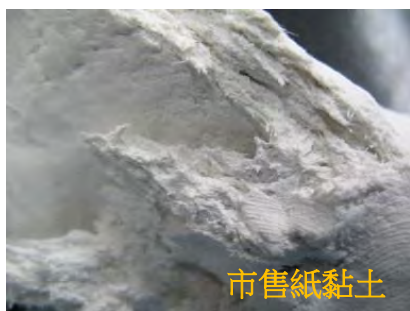
報紙	影印紙	光面廣告紙	瓦楞紙箱	紙盒
牛皮紙	高嶺土	玉米粉	糯米粉	太白粉
小麥粉	在來米粉	糰糊	膠水	白膠
米糊	嬰兒油	果汁機	麵包機	豆漿過濾袋
水盆	碼錶	塑膠杯	電子秤	塑膠盆
夾鏈袋	正方形餅乾模	長方形餅乾模	量筒	燒杯
量匙	自製柔軟度 測試工具	自製延展性 測試工具	方格墊板	尺

陸、研究方法、結果與討論

一、研究一：觀察市售紙黏土及設計測試工具

(一) 市售紙黏土特性

成分	紙漿、水、黏劑、滑石粉、抗菌劑
顏色	雪白
柔軟度	柔軟，施力容易凹陷
延展性	佳，容易捏塑成不同形狀
特性	細緻，表面光滑，剝開後紙的纖維很短，塑形時不易有裂痕

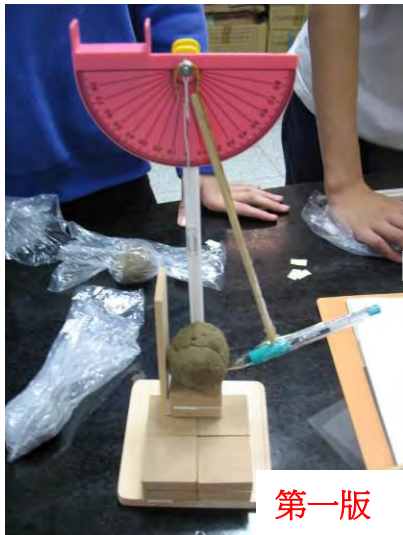


(二) 設計測試工具

如果只用肉眼判斷紙黏土的特性，會因人而異，為求精確，我們設計了測試柔軟度和延展性的工具作為判定的依據，想法與作法如下：

1. 自製柔軟度測試工具

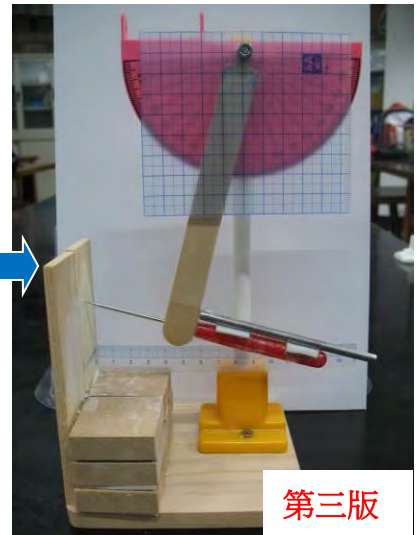
我們利用教室裡現有器材進行組裝，經過好幾次測試後改良成第三版測試工具，如下圖：



第一版



第二版



第三版

一開始用鋁線作為旋轉支架，但易晃動不穩，測試樣本搓成圓形，因為弧面容易測量不準。

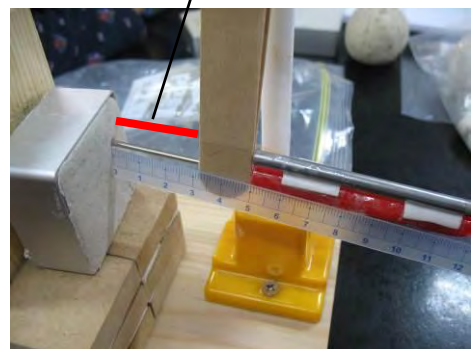
為解決晃動問題，改用迴紋針貼上冰棒棍，效果好一點。而鉛筆較粗又較輕，刺入紙黏土深度不明顯，很難判讀數據。

冰棒棍落下時會向前傾斜而將打進黏土的力分散，在前方加裝塑膠板改善，鉛筆換成金屬鑽子，上面綁上鐵條增加重量。

◆ 柔軟度測試方法

- (1) 取 65g 的紙黏土樣本壓入方型餅乾模中，放到測試台上用手固定(避免反作用力回彈)
- (2) 將冰棒棍拉至量角器最上方(冰棒棍和地面平行)
- (3) 鬆手使鑽子落下插進紙黏土中
- (4) 用尺測量鑽子前端**剩下的長度**，如右圖，「未陷入紙黏土的長度越短，表示鑽子插入越深，紙黏土越軟」
- (5) 為了減少操作誤差，我們**測試 12 次**，**去掉最大和最小值之後，計算其餘 10 次的平均值**

紅色線段長度為
「未陷入長度」



2. 自製延展性測試工具



第一版

原本樣本是用球形，重物盒容易傾斜，而把支撐木板一直壓斷，造成紙黏土受力不平均。



第二版

將四周擋板改厚實一點，樣本改為立方體，減少重物盒下壓後傾斜造成受力不均的狀況發生。

◆ 延展性測試方法

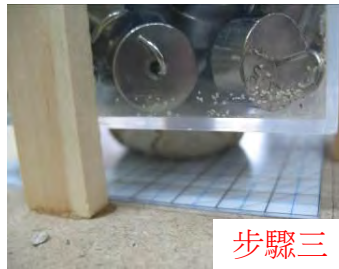
- (1) 取 30g 的紙黏土利用塑膠板捏塑成立方體
- (2) 將樣本放在測試台中央，上面放上一片透明方格板
- (3) 重物盒底部先對齊四周擋板一半處
- (4) 鬆手後計時 30 秒將重物盒拿起
- (5) 將延展後的紙黏土和方格板一起拍照
- (6) 計算延展後的面積(依據六年級數學學過的估算方法，計算格數，未滿一格以 0.5 格估算)，**格數越多表示延展性越大**



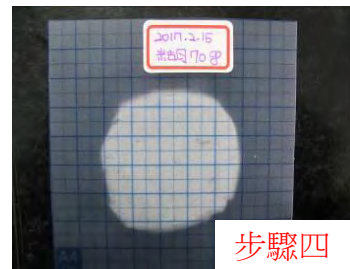
步驟一



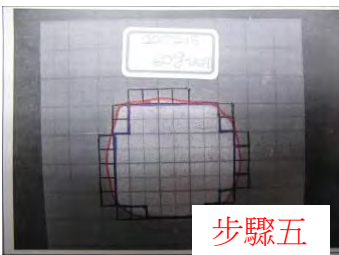
步驟二



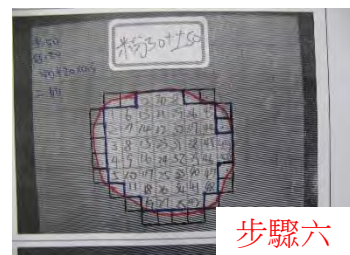
步驟三



步驟四



步驟五



步驟六

(三) 利用自製柔軟度和延展性測試工具測試市售紙黏土

1. 柔軟度測試結果

次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
市售紙黏土未陷入長度 (cm)	3.5	3.4	3.5	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.5	3.5	3.49

2. 延展性測試結果



完整格數：42
 不完整格數：26
 延展面積估算：42 + 26 × 0.5 = 55 (格)

二、研究二：探討影響紙黏土柔軟度和延展性的因素

(一)、實驗前準備













1.第一次試驗

◆ 操作步驟

- (1)將影印紙、紙箱、考卷紙(黃卷)、廣告 DM 紙(亮面有塑膠膜)等 4 種紙撕碎，各取 50g 加入 500ml 的水浸泡 5 天。
- (2)把上述 4 種浸泡水的紙分別倒入果汁機中打成紙漿。
- (3)將 4 種紙漿分別倒入過濾豆漿的袋子中，將水盡量擠出。
- (4)取 40g 瀝乾影印紙、紙箱、考卷紙(黃卷)濕紙團，分別加入 10g 的白膠、膠水和糝糊；取 35g 瀝乾 DM 廣告紙(亮面有塑膠膜)加入 8.75g 的白膠、膠水和糝糊，充分揉捏均勻。
- (5)觀察 12 種紙黏土的特性。

◆ 試驗結果

本試驗共做 12 種紙黏土，雖然各種濕紙團都可以揉成團狀，但都不像市面上賣的紙黏土，表面粗糙且有裂紋，稍微用力就可撥開變成碎碎的小紙團。

					
考卷紙加糝糊	考卷紙加膠水	考卷紙加白膠	廣告紙加糝糊	廣告紙加膠水	廣告紙加白膠
					
紙箱加糝糊	紙箱加膠水	紙箱加白膠	影印紙加糝糊	影印紙加膠水	影印紙加白膠

◆ 檢討

我們原本單純認為，紙黏土應該可以只用"紙"和"黏"著劑製作出來，就先挑了四種現有的紙和黏著劑，卻忽略了"土"這個材料，因此做出來的紙黏土和我們原本預期的不同。參考了市售紙黏土的成分及查閱書籍資料後，我們決定添加高嶺土和玉米粉讓紙黏土更能緊密結合和柔軟光滑。另外，我們發現紙浸泡水後再用果汁機攪碎，常會讓攪拌刀片卡住會攪不動，有待解決。

2.第二次試驗

此次試驗加入高嶺土和玉米粉製作紙黏土，並多加了紙盒、報紙、牛皮紙三種不同的紙進行測試，為了不讓果汁機的刀片卡住，我們用乾的紙加水（不浸泡），直接用果汁機攪拌。

◆ 操作步驟

- (1)將影印紙、紙箱、牛皮紙、報紙、考卷紙和紙盒撕成碎片，分別取 20g 加入 600ml 的水加入果汁機中攪拌 30 秒，休息一分鐘後再繼續攪拌 30 秒。
- (2)把步驟一做好的紙漿到入豆漿過濾袋中將水擠出，擠到濕紙團重量剩下 50g。
- (3)將濕紙團剝碎加入 75g 的糨糊，再加入 12.5g 的沙拉油揉勻。
- (4)最後加入 75g 的玉米粉和 75g 高嶺土繼續攪拌揉捏。



◆ 試驗結果

做出來的紙黏土非常不理想，我們花了很多時間和力氣還是很難將濕紙團、糨糊、玉米粉和高嶺土揉捏均勻，還弄得滿手都是黏土很難清理，最後總算揉勻了紙黏土卻又太硬。

◆ 檢討及改進

- (1)原本我們是按照查閱的書本資料配方測試，但試驗後我們決定調整配方，將 75g 的糨糊改為 60g，將原本 75g 的玉米粉及高嶺土均改為 40g。
- (2)為了解決費力及耗時，又不想弄得滿手都是黏土的問題，組員想到家裡有麵包機，看過它揉麵團，應該符合我們的需求，於是我們利用麵包機中揉麵團的模式又進行了好幾次試做，發現只需用 16 分鐘就能把所有材料攪拌均勻，成功製作出紙黏土，終於可以開始進入後續實驗。
- (3)用沙拉油聞起來臭臭的，我們改成比較香的嬰兒油。



3.確定紙黏土基本配方及製作方法

利用改良配方再次試驗後，我們覺得紙黏土變得有些乾，所以再將濕紙重量調整成 55g，最後得到以下基本配方和製作方法：

(1)基本配方

紙	糨糊	高嶺土	玉米粉	嬰兒油
乾重：20g → 濕重：55g	60g	40g	40g	1.5 茶匙

(2)製作方法

 <p>步驟一</p>	 <p>步驟二</p>	 <p>步驟三</p>
將紙撕碎備用	取 20g 乾紙放進果汁機攪拌杯並加入 600ml 水，攪拌 30 秒休息 1 分鐘再攪拌 30 秒	將打好的紙漿倒入過濾布袋中將水擠出，擠到濕紙重量剩下 55g
 <p>步驟四</p>	 <p>步驟五</p>	 <p>步驟六</p>
將濕紙團剝碎	將 55g 碎濕紙團放進麵包機內鍋，加入 60g 糰糊	再加入 40g 高嶺土以及 40g 玉米粉
 <p>步驟七</p>	 <p>步驟八</p>	 <p>步驟九</p>
最後加入 1.5 茶匙嬰兒油	選擇麵包機的第 13 項：揉麵團模式，連續兩次，每次 8 分鐘共攪拌 16 分鐘	將攪拌好的紙黏土取出再用手揉捏成團，就完成了！

◆小結：確認基本配方和製作方法後，以下實驗皆以上面方法進行。

(二) 實驗一：紙的種類是否會影響紙黏土的柔軟度和延展性

我們先假設「紙的種類」會影響紙黏土的柔軟度和延展性進行實驗。

◆ 操作步驟

1. 蒐集影印紙、廣告紙、瓦楞紙箱、紙盒、報紙、牛皮紙袋等六種常見的回收紙。
2. 將 6 種回收紙撕成大約十元硬幣大小的碎片。
3. 利用之前確認的配方與製作方法分別將 6 種回收紙製作成紙黏土。
4. 利用自製測試工具分別進行 6 種紙黏土的柔軟度（未陷入深度越短柔軟度越好）和延展性測試（格數越多延展性越好）。

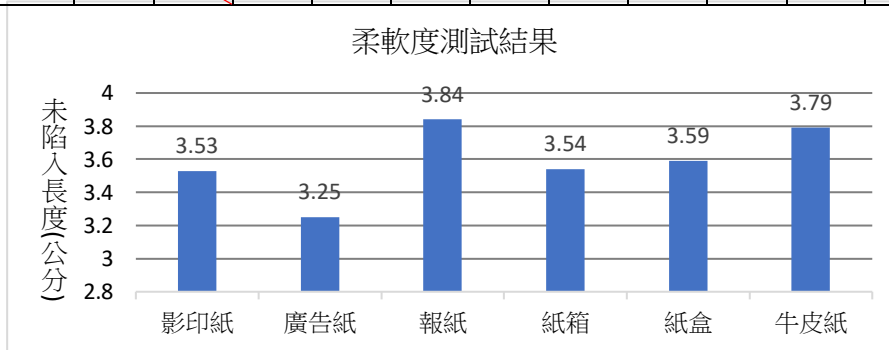
◆ 研究結果

1.直接觀察結果如下表：

紙的種類	紙黏土特性	備註
影印紙	淺灰白色、很軟易成團、表面光滑、紙漿均勻散布	
廣告紙	淺灰白色、超軟易成團、表面光滑、紙漿均勻散布	這次用無塑膠膜廣告紙
報紙	深灰白色、很硬不易成團、表面粗糙、紙漿成小顆粒狀難塑形	
紙盒	淺灰色、很軟易成團、表面光滑、紙漿均勻散布	紙材為西卡紙
紙箱	暗土黃色、軟且易成團、表面光滑、紙漿均勻散布	
牛皮紙	淺土黃色、軟且易成團、表面光滑、少許紙漿未被拌勻	

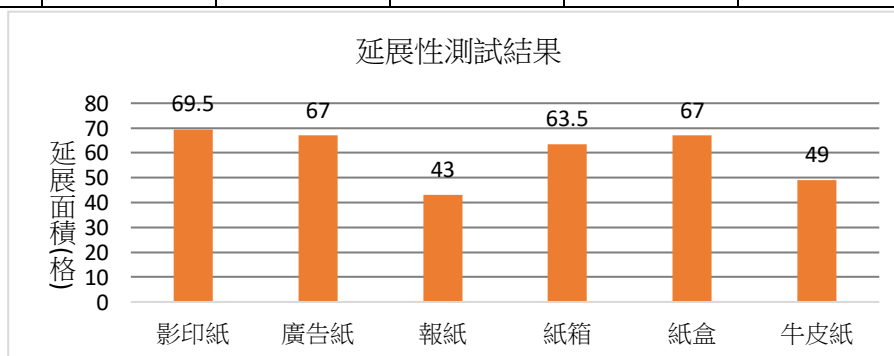
2.柔軟度測試結果如下表及下圖：

紙的種類		次數												平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
未陷入長度 (cm)	影印紙	3.5	3.5	3.6	3.5	3.5	3.5	3.6	3.5	3.6	3.6	3.5	3.5	3.53
	廣告紙	3.4	3.4	3.4	3.2	3.0	3.3	3.3	3.0	3.1	3.1	3.4	3.3	3.25
	報紙	3.8	3.9	3.8	3.9	3.8	3.8	3.8	3.8	3.9	4.0	3.9	3.8	3.84
	紙盒	3.4	3.5	3.7	3.6	3.6	3.5	3.6	3.5	3.5	3.4	3.6	3.6	3.54
	紙箱	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.5	3.5	3.6	3.6	3.59
	牛皮紙	3.8	3.7	3.8	3.8	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.9	3.8	3.79



3.延展性測試結果如下表及下圖：



















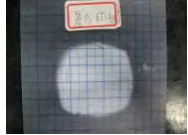



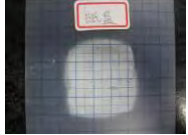

紙的種類	影印紙	廣告紙	報紙	紙箱	紙盒	牛皮紙
延展面積(格)	69.5	67	43	63.5	67	49



◆ 研究討論

- 1.以報紙製作的紙黏土無論是外觀、柔軟度或延展性都是最差的，其紙團和高嶺土和玉米粉無法均勻混合，整團紙黏土呈現小顆聚集，在打紙漿的過程也很容易讓果汁機的刀片卡住。
- 2.牛皮紙製作的紙黏土也有紙團分布不均的問題，剝開後發現紙的纖維很長，此外，它的延展性和柔軟度也不佳。
- 3.廣告紙做出來的紙黏土柔軟度最好，而影印紙、紙箱和紙盒的則差不多。
- 4.影印紙、廣告紙、紙箱和紙盒製作的紙黏土延展性相差不大。
5. 實驗結果發現紙的種類會影響紙黏土的延展性和柔軟度，和我們的假設相符合。

◆ 照片資料

影印紙	廣告紙	報紙	紙箱	紙盒	牛皮紙
					
					
					
					

◆備註：第一列紙的外觀、第二列為紙黏土外觀、第三列為紙黏土剝開後狀況、第四列為延展性測試情形

(三) 實驗二：添加粉的種類是否會影響紙黏土的柔軟度和延展性

我們假設「不同的添加粉」會影響紙黏土的柔軟度和延展性進行實驗。

◆ 操作步驟

- 1.根據上次實驗結果，我們選擇紙箱和紙盒進行此次實驗。
- 2.利用之前確認的配方與製作方法分別將紙箱與紙盒製成紙黏土，再分別使用太白粉、糯米粉、小麥粉和在來米粉取代玉米粉。
- 3.觀察並測試 10 種紙黏土的柔軟度和延展性。

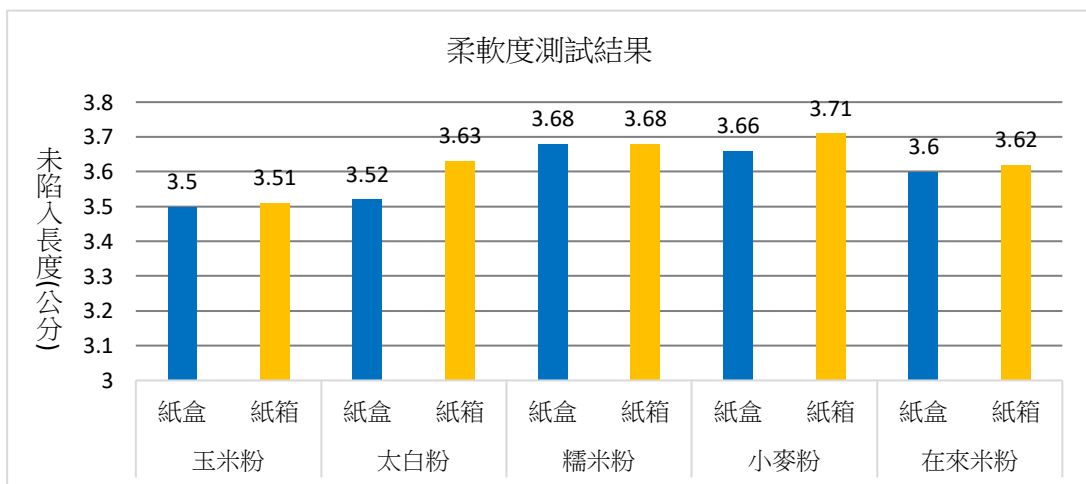
◆ 研究結果

1. 直接觀察結果如下表：

粉的種類		紙黏土特性	備註
玉米粉	紙盒	灰白色，軟，表面光滑有些許裂紋，易成團	原配方比例
	紙箱	淺土黃色，稍硬，表面光滑有少許顆粒，易成團	
太白粉	紙盒	淺灰白色，稍軟，表面光滑有少許顆粒，易成團	
	紙箱	淺灰帶有點黃色，較硬，夾雜一些紙箱纖維顆粒，易成團	
糯米粉	紙盒	淺灰色，微硬，混合不均勻許多纖維顆粒，可成團	
	紙箱	米灰色，超硬，混合不均勻許多纖維顆粒，可成團	
小麥粉	紙盒	淺灰黃色，硬，表面光滑均勻，易成團	
	紙箱	淺米灰色，硬，表面光滑但混合不太均勻，易成團	
在來米粉	紙盒	淺灰帶有點黃色，硬，表面光滑有些許裂紋，易成團	
	紙箱	淺灰色偏黃，硬，表面不太光滑有些許裂紋，易成團	

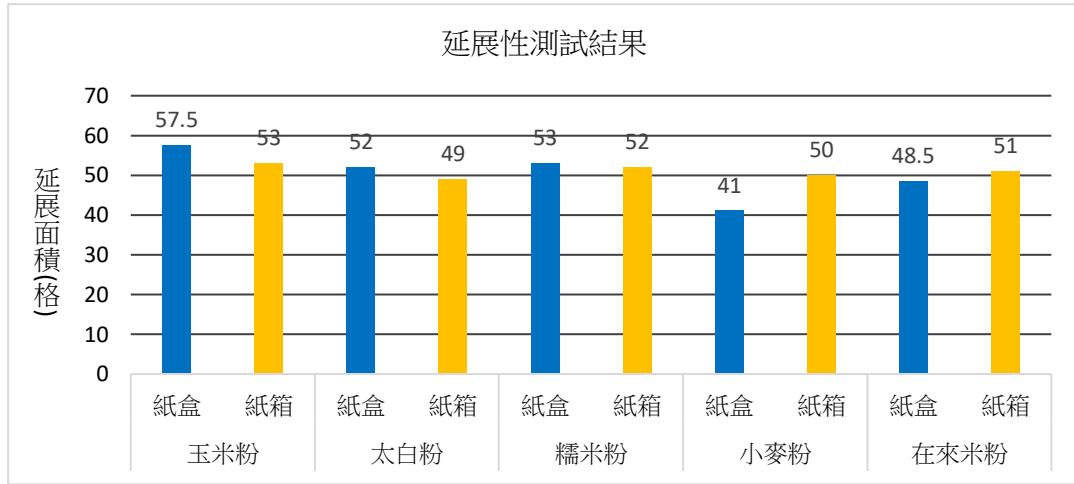
2. 柔軟度測試結果如下表及下圖：

紙的種類		次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
			未陷入長度 (cm)												
玉米粉	紙盒	3.5	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.5	3.5	3.3	3.4	3.4	3.50
	紙箱	3.4	3.5	3.4	3.5	3.6	3.6	3.5	3.5	3.7	3.5	3.5	3.5	3.5	3.51
太白粉	紙盒	3.5	3.5	3.4	3.4	3.6	3.6	3.4	3.6	3.7	3.6	3.6	3.4	3.6	3.52
	紙箱	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.5	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.63
糯米粉	紙盒	3.7	3.6	3.6	3.4	3.7	3.8	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.68
	紙箱	3.7	3.6	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7	3.7	3.68
小麥粉	紙盒	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.6	3.66
	紙箱	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.71
在來米粉	紙盒	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.6	3.6	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.60
	紙箱	3.5	3.7	3.7	3.6	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.5	3.6	3.62



3. 延展性測試結果如下表及下圖：

添加粉種類	玉米粉		太白粉		糯米粉		小麥粉		在來米粉	
	紙盒	紙箱	紙盒	紙箱	紙盒	紙箱	紙盒	紙箱	紙盒	紙箱
延展面積(格)	57.5	53	52	49	53	52	41	50	48.5	51

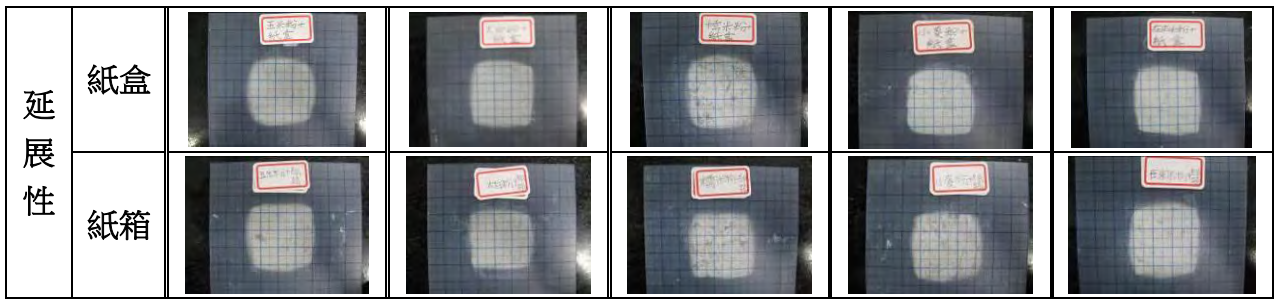


◆ **研究討論**

1. 用玉米粉製作出來的紙黏土無論是柔軟度或延展性都是最好的，小麥粉和紙箱做出來的紙黏土柔軟度最差，而小麥粉和紙盒做出來的紙黏土延展性最差。
2. 糯米粉製作出來的紙黏土混合最不均勻，紙的纖維無法均勻分散，會變一小團一小團的。
3. 實驗結果發現不同的添加粉會影響紙黏土的延展性和柔軟度，和我們的假設相符合。

◆ **照片資料**

		玉米粉	太白粉	糯米粉	小麥粉	在來米粉
外觀	紙盒					
	紙箱					
剝開後	紙盒					
	紙箱					



(四) 實驗三：添加黏著劑的種類是否會影響紙黏土的柔軟度和延展性

我們假設「不同的黏著劑」會影響紙黏土的柔軟度和延展性進行實驗。

◆ 操作步驟

本次實驗的作法和實驗二相同，添加粉我們選用前次實驗效果最佳的玉米粉，而將黏著劑分別改以水、糝糊、膠水、白膠及米糊(米：水 = 1：6 熬煮所得)進行製作。

◆ 研究結果

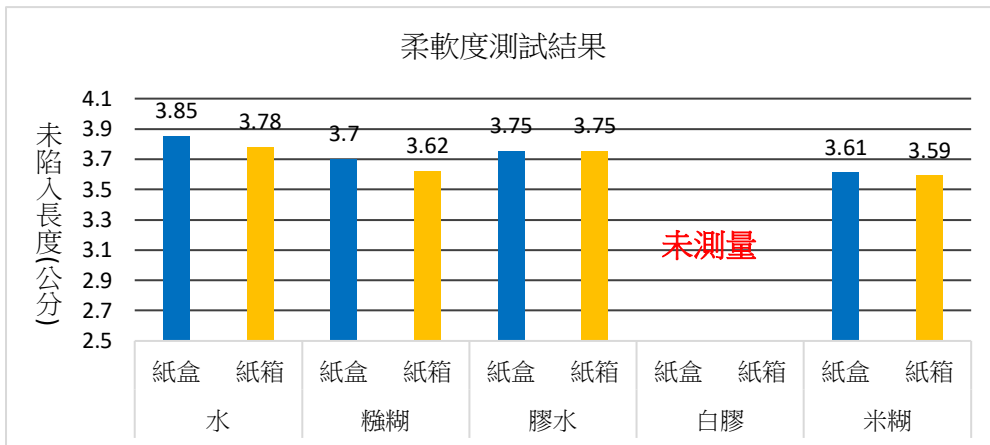
1.直接觀察結果如下表：

黏著劑種類		紙黏土特性	備註
水	紙盒	小球狀聚集，不易成團，揉捏會有水跑出來，紙箱的顏色稍偏黃	
	紙箱		
糝糊	紙盒	表面光滑，易成團，不沾手，紙箱的顏色稍偏黃	原配方比例
	紙箱		
膠水	紙盒	非常軟黏，易成團，易黏在手上，較不易塑形，紙箱的顏色稍偏黃	
	紙箱		
白膠	紙盒	不易成團，太乾，紙漿、玉米粉和高嶺土不均勻，紙箱的顏色稍偏黃	不列入測量
	紙箱		不列入測量
米糊	紙盒	表面光滑，易成團，不沾手，紙箱的顏色稍偏黃	
	紙箱		

2.柔軟度測試結果如下表及下圖：

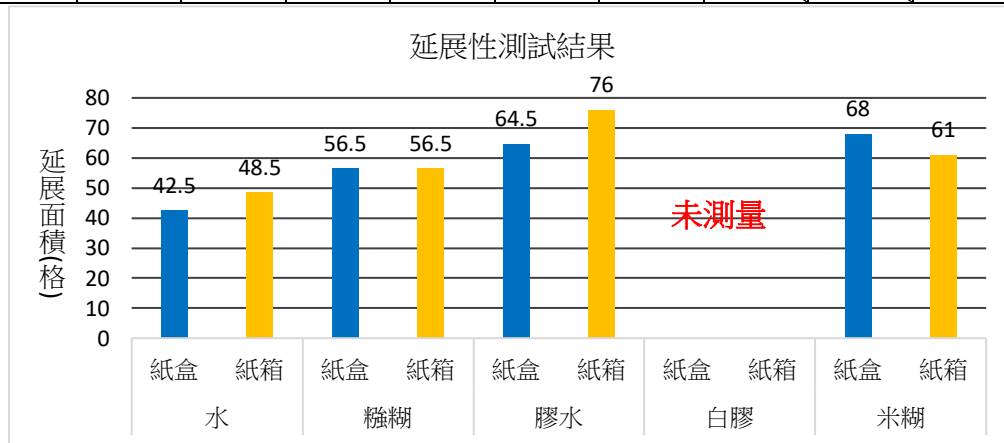
黏著劑種類		次數												平均	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
未陷入長度 (cm)	水	紙盒	4.1	3.8	3.8	3.9	3.9	3.8	3.8	3.8	3.9	3.8	3.9	3.9	3.85
		紙箱	3.8	3.8	3.9	3.9	3.8	3.7	3.7	3.8	3.8	3.6	3.8	3.7	3.78
	糝糊	紙盒	3.7	3.7	3.7	3.6	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.70
		紙箱	3.5	3.7	3.7	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.6	3.7	3.62
	膠水	紙盒	3.7	3.8	3.6	3.8	3.9	3.8	3.8	3.7	3.8	3.7	3.7	3.7	3.75
		紙箱	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.7	3.7	3.8	3.7	3.7	3.7	3.75
	白膠	紙盒													
		紙箱													

	米糊	紙盒	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.61
		紙箱	3.6	3.6	3.5	3.6	3.6	3.6	3.5	3.6	3.6	3.5	3.7	3.8	3.59



3. 延展性測試結果如下表及下圖：

黏著劑種類	水		糝糊		膠水		白膠		米糊	
	紙盒	紙箱	紙盒	紙箱	紙盒	紙箱	紙盒	紙箱	紙盒	紙箱
延展面積(格)	42.5	48.5	56.5	56.5	64.5	76			68	61



◆ 研究討論

1. 米糊製作出來的紙黏土柔軟度和延展性都不錯，但放室溫約兩天後就會發酸發臭，需放冰箱保存，但放冰箱後捏起來會變硬。
2. 我們認為黏著劑的功能應該是將紙纖維、高嶺土及玉米粉連結在一起，因此，只用水製做出來的紙黏土無法成團，一捏就散，且無論是柔軟度或延展性都是最差的。
3. 膠水做出來的紙黏土雖然延展性很好，但是太黏了，使用時會黏在手上，很難撥下來。
4. 白膠做出來的紙黏土，濕紙團、高嶺土和玉米粉混合不均勻根本無法揉成團。
5. 糝糊做出來的紙黏土柔軟度和延展性適中，因此，之後我們會選糝糊繼續進行其他實驗。
6. 實驗結果發現不同的黏著劑會影響紙黏土的延展性和柔軟度，和我們的假設相符合。

◆ 照片資料

		水	糶糊	膠水	白膠	米糊
外觀	紙盒					
	紙箱					
剝開後	紙盒					
	紙箱					
延展性	紙盒				/	
	紙箱					

(五) 實驗四：黏著劑的添加量是否會影響紙黏土的柔軟度和延展性

我們先假設「黏著劑的添加量」會影響紙黏土的柔軟度和延展性進行實驗。

◆ 操作步驟

我們利用紙盒、高嶺土、玉米粉和嬰兒油依原配方及比例，再分別添加 0g、10g、20g、30g、40g、50g、60g、70g、80g、90g 糶糊進行實驗。

◆ 研究結果

1. 直接觀察結果如下表：

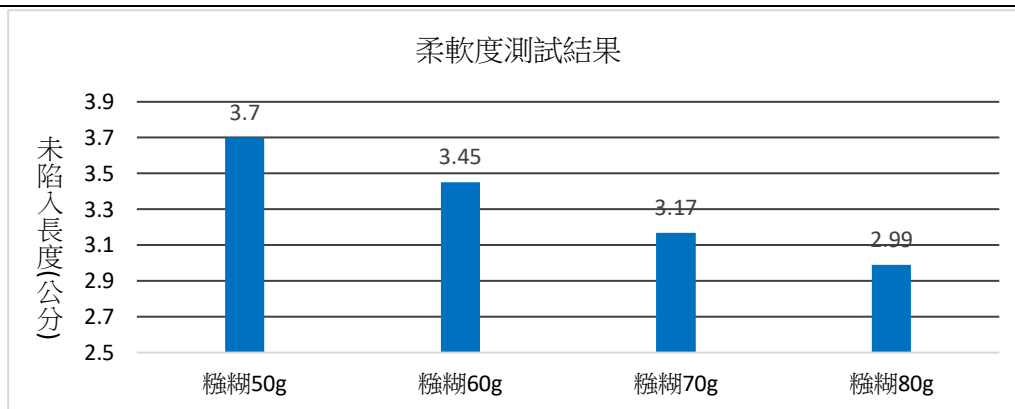
糶糊添加量	紙黏土特性	備註
0g	乾乾的，無法成團	無法進行測試
10g		
20g		
30g	可稍微聚集成小團，但各小團之間無法融合成一大團	
40g		
50g	易成團，微硬，表面易有裂紋	
60g	易成團，軟，表面光滑	原配方比例

70g	易成團，軟，表面光滑，搓揉時土稍微會黏在手上	
80g	易成團，很軟，搓揉時非常黏手	
90g	易成團，非常軟，非常黏手很難從手上剝下來，難塑形	無法進行測試

2. 柔軟度測試結果如下表及下圖：

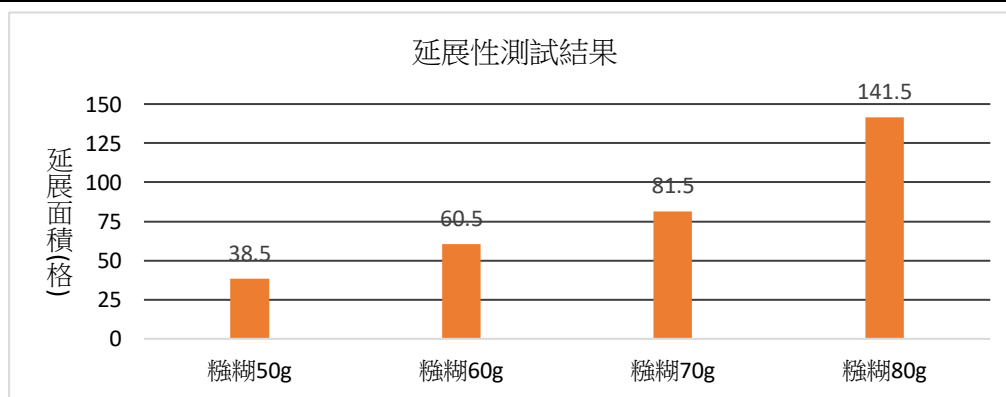
次數 糝糊添加量		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
未 陷 入 長 度 (cm)	50g	3.7	3.7	3.7	3.7	3.8	3.7	3.6	3.5	3.6	3.8	3.8	3.7	3.70
	60g	3.5	3.4	3.5	3.5	3.7	3.5	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5	3.4	3.45
	70g	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.2	3.1	3.2	3.3	3.2	3.17
	80g	3.0	2.9	3.0	3.0	3.1	3.0	3.1	2.9	3.0	2.9	3.1	2.8	2.99

◆備註：0g、10g、20g、30g、40g 的紙黏土無法成團；90g 的紙黏土太黏皆無法進行測試



3. 延展性測試結果如下表及下圖：

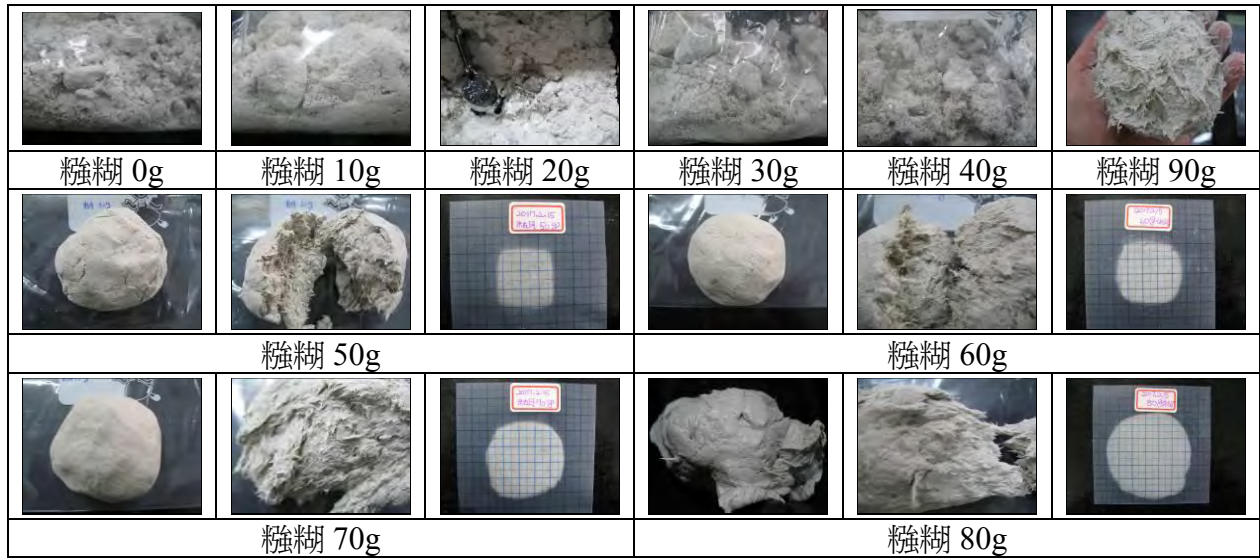
糝糊添加量	0g	10g	20g	30g	40g	50g	60g	70g	80g	90g
延展面積(格)						38.5	60.5	81.5	141.5	



◆ 研究討論

1. 糝糊在 40g 以下製作出來的紙黏土均無法成團及混合均勻。
2. 糝糊添加 90g 製作出來的紙黏土雖然可以成團，但是太過黏手又太軟，無法固定成型。
3. 糝糊添加 50g 到 80g 之間時，糝糊添加量越多，做出來的紙黏土柔軟度和延展性越好。
4. 實驗結果發現黏著劑的添加量會影響紙黏土的延展性和柔軟度，和我們的假設相符合。

◆ 照片資料



(六) 實驗五：紙漿和黏著劑的比例是否會影響紙黏土的柔軟度和延展性

我們先假設「紙漿和黏著劑的比例」會影響紙黏土的柔軟度和延展性進行實驗。

◆ 操作步驟

我們將紙漿和糨糊的總量固定為 115g，依序改變其比例為 (115g 紙漿+0g 糨糊)、(105g 紙漿+10g 糨糊)、(95g 紙漿+20g 糨糊)、(85g 紙漿+30g 糨糊)、(75g 紙漿+40g 糨糊)、(65g 紙漿+50g 糨糊)、(55g 紙漿+60g 糨糊)、(45g 紙漿+70g 糨糊)、(35g 紙漿+80g 糨糊)，進行紙黏土製作及觀察測試。

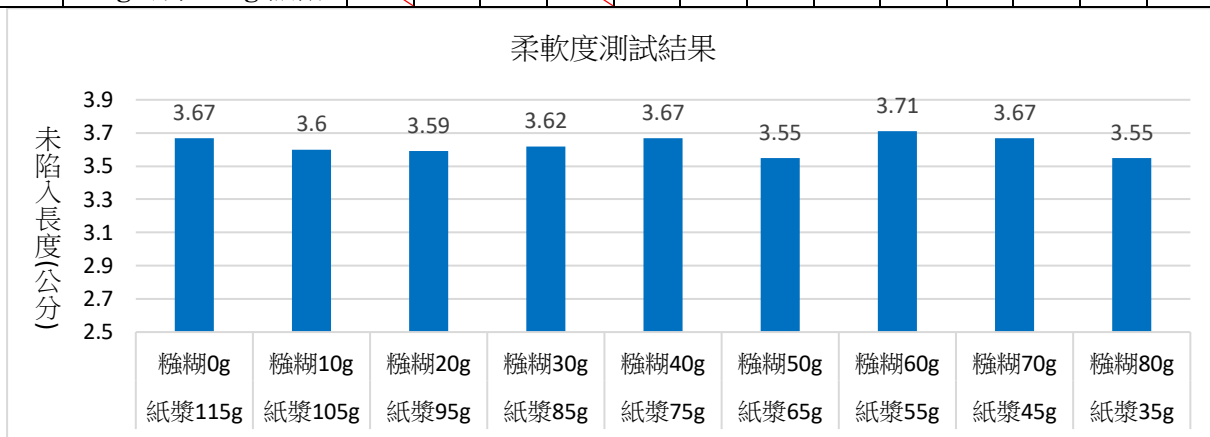
◆ 研究結果

1. 直接觀察結果如下表：

紙漿和糨糊比例	紙黏土特性	備註
115g 紙漿+0g 糨糊	形成小球，可成團但易散開，較無彈性	
105g 紙漿+10g 糨糊	同上，但稍有黏性和彈性	
95g 紙漿+20g 糨糊	有些許小顆粒，但揉捏後消失，易成團，易塑形	
85g 紙漿+30g 糨糊		
75g 紙漿+40g 糨糊	易成團，易塑形，較有彈性	
65g 紙漿+50g 糨糊	易成團，易塑形	
55g 紙漿+60g 糨糊	軟黏，易成團，易塑形	原配方比例
45g 紙漿+70g 糨糊	軟黏，易成團	
35g 紙漿+80g 糨糊	非常軟黏，易沾手	

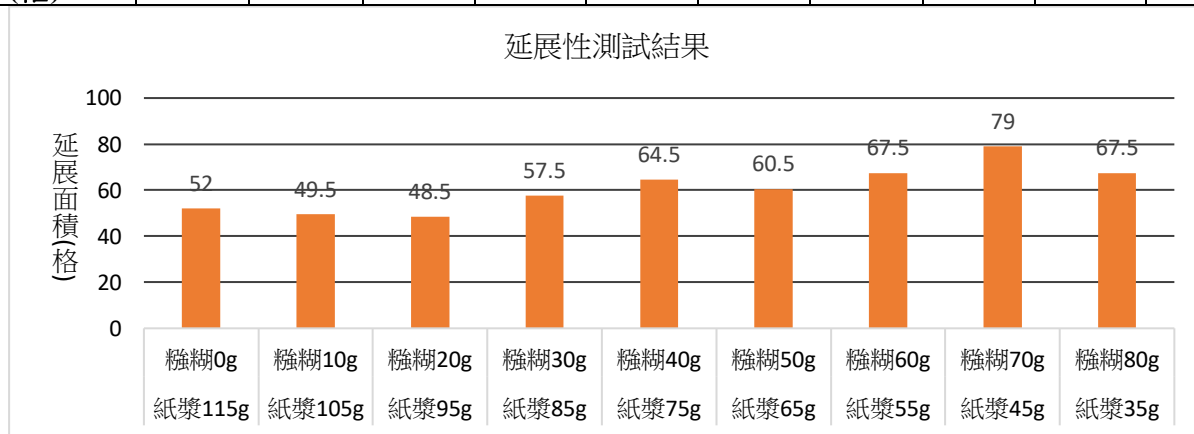
2. 柔軟度測試結果如下表及下圖：

紙漿和糶糊比例		次數												平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
未 陷 入 長 度 (cm)	115g 紙漿+0g 糶糊	3.5	3.9	4.0	3.6	3.7	3.6	3.7	3.6	3.5	3.7	3.7	3.7	3.67
	105g 紙漿+10g 糶糊	3.7	3.5	3.5	3.7	3.7	3.7	3.6	3.4	3.6	3.6	3.4	3.7	3.60
	95g 紙漿+20g 糶糊	3.7	3.6	3.5	3.5	3.5	3.6	3.7	3.5	3.8	3.8	3.4	3.5	3.59
	85g 紙漿+30g 糶糊	3.9	3.5	3.7	3.6	3.7	3.6	3.7	3.8	3.5	3.5	3.5	3.6	3.62
	75g 紙漿+40g 糶糊	3.8	3.7	3.7	3.7	3.6	3.6	3.6	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7	3.67
	65g 紙漿+50g 糶糊	3.6	3.5	3.6	3.6	3.6	3.5	3.4	3.5	3.5	3.6	3.6	3.5	3.55
	55g 紙漿+60g 糶糊	3.8	3.7	3.6	3.9	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.8	3.7	3.7	3.71
	45g 紙漿+70g 糶糊	3.5	3.7	3.7	3.4	3.7	3.8	3.7	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7	3.67
	35g 紙漿+80g 糶糊	3.5	3.5	3.5	3.6	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.55



3. 延展性測試結果如下表及下圖：

紙漿	115g	105g	90g	85g	75g	65g	55g	45g	35g	
糶糊	0g	10g	20g	30g	40g	50g	60g	70g	80g	
延展面積(格)	52.0	49.5	48.5	57.5	64.5	60.5	67.5	79.0	67.5	



◆ 研究討論

1. 用不同比例的紙漿和黏著劑製做出來的紙黏土柔軟度雖有變化，但差異不大，看不出有規則性變化，以（65g 紙漿+50g 糶糊）製做出來的紙黏土稍軟。
2. 糶糊添加的比例越高，製做出來的紙黏土延展性有稍微變高的趨勢，糶糊添加比例少於 30g 時，延展性明顯較低。

3. 糝糊添加 20g 以下時，因糝糊太少，做出來的紙黏土雖可成團，但缺乏黏性一剝就散了，而糝糊加到 80g 時做出來的紙黏土會黏手。
4. 我們認為用（65g 紙漿+50g 糝糊）、（55g 紙漿+60g 糝糊）、（45g 紙漿+70g 糝糊）最適合製作紙黏土。
5. 實驗結果發現紙漿和黏著劑比例會影響紙黏土的延展性和柔軟度，和我們的假設相符合。

◆ 照片資料



（七）實驗六：高嶺土和玉米粉的比例是否會影響紙黏土的柔軟度和延展性

我們先假設「高嶺土和玉米粉的比例」會影響紙黏土的柔軟度和延展性進行實驗。

◆ 操作步驟

我們將玉米粉和高嶺土的總量固定為 80g，依序改變其比例為（0g 玉米粉+80g 高嶺土）、（10g 玉米粉+70g 高嶺土）、（20g 玉米粉+60g 高嶺土）、（30g 玉米粉+50g 高嶺土）、（40g 玉米粉+40g 高嶺土）、（50g 玉米粉+30g 高嶺土）、（60g 玉米粉+20g 高嶺土）、（70g 玉米粉+10g 高嶺土）、（80g 玉米粉+0g 高嶺土），進行紙黏土製作及觀察測試。

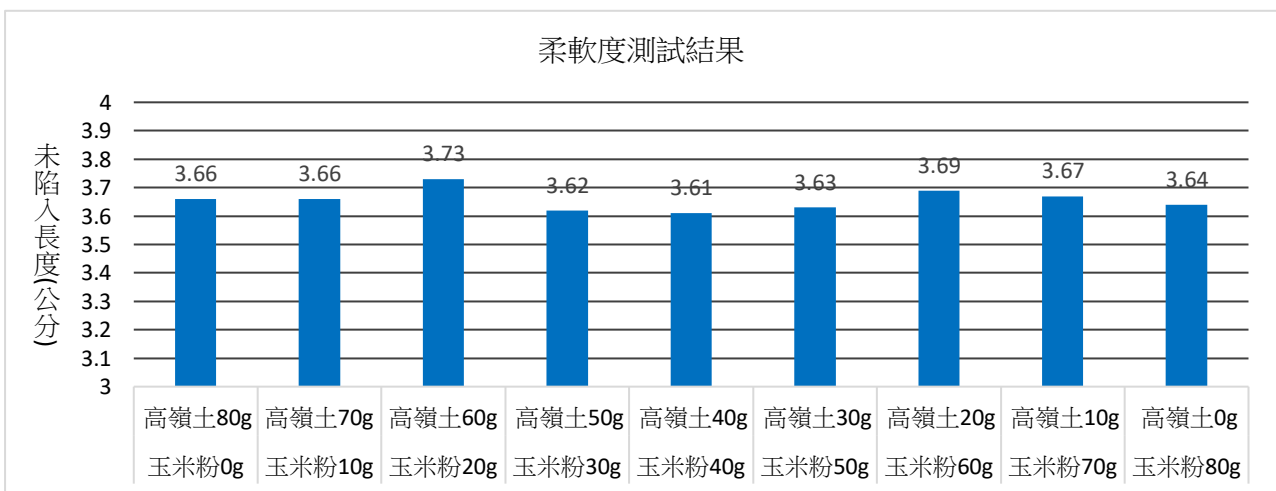
◆ **研究結果**

1.直接觀察結果如下表：

玉米粉和高嶺土比例	紙黏土特性	備註
0g 玉米粉+80g 高嶺土	黏，易沾手，不易成團，高嶺土和紙漿混合不均	
10g 玉米粉+70g 高嶺土	稍黏，較不易沾手，可成團	
20g 玉米粉+60g 高嶺土	平滑，稍硬，微沾手，易成團	
30g 玉米粉+50g 高嶺土	軟，微沾手，易成團	
40g 玉米粉+40g 高嶺土	軟，微沾手，易成團	原配方比例
50g 玉米粉+30g 高嶺土	軟，微沾手，易成團	
60g 玉米粉+20g 高嶺土	稍硬，微沾手，易成團	
70g 玉米粉+10g 高嶺土	稍硬，微沾手，易成團	
80g 玉米粉+0g 高嶺土	稍硬，平滑，不沾手，易成團	

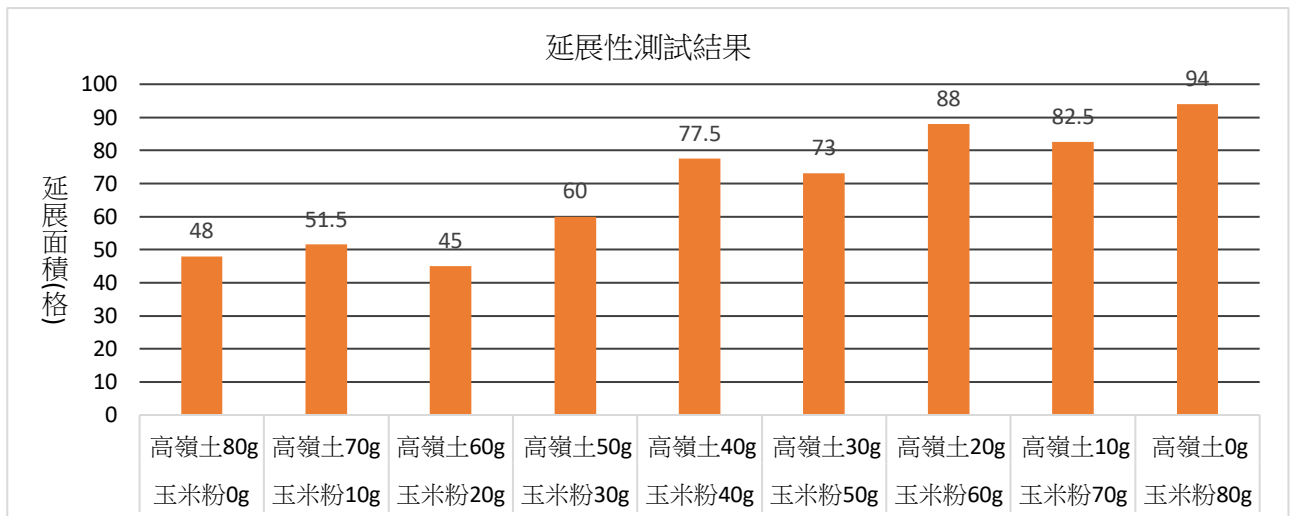
2.柔軟度測試結果如下表及下圖：

玉米粉和高嶺土比例		次數												平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
未 陷 入 長 度 (cm)	0g 玉米粉+80g 高嶺土	3.5	3.6	3.7	3.6	3.7	3.7	3.7	3.8	3.8	3.6	3.5	3.7	3.66
	10g 玉米粉+70g 高嶺土	3.7	3.7	3.7	3.6	3.6	3.7	3.7	3.6	3.6	3.7	3.6	3.7	3.66
	20g 玉米粉+60g 高嶺土	3.7	3.6	3.8	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.9	3.7	3.8	3.8	3.73
	30g 玉米粉+50g 高嶺土	3.6	3.6	3.6	3.6	3.8	3.6	3.6	3.6	3.7	3.6	3.6	3.7	3.62
	40g 玉米粉+40g 高嶺土	3.6	3.6	3.7	3.8	3.6	3.6	3.7	3.6	3.5	3.6	3.6	3.5	3.61
	50g 玉米粉+30g 高嶺土	3.7	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6	3.8	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6	3.63
	60g 玉米粉+20g 高嶺土	3.8	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.7	3.7	3.7	3.69
	70g 玉米粉+10g 高嶺土	3.5	3.7	3.8	3.6	3.7	3.7	3.7	3.7	3.6	3.6	3.7	3.7	3.67
	80g 玉米粉+0g 高嶺土	3.6	3.8	3.7	3.6	3.7	3.6	3.6	3.6	3.6	3.7	3.6	3.7	3.64



3. 延展性測試結果如下表及下圖：

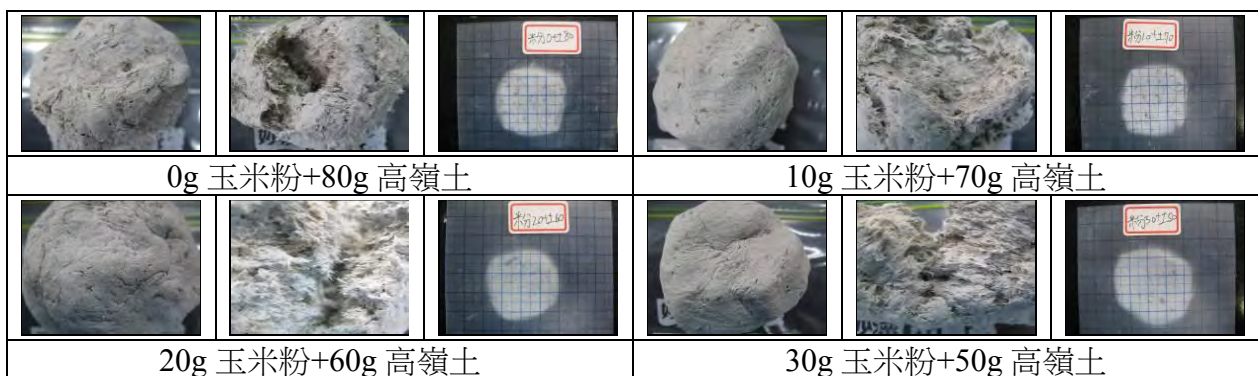
玉米粉	0g	10g	20g	30g	40g	50g	60g	70g	80g
高嶺土	80g	70g	60g	50g	40g	30g	20g	10g	0g
延展面積(格)	48	51.5	45	60	77.5	73	88	82.5	94

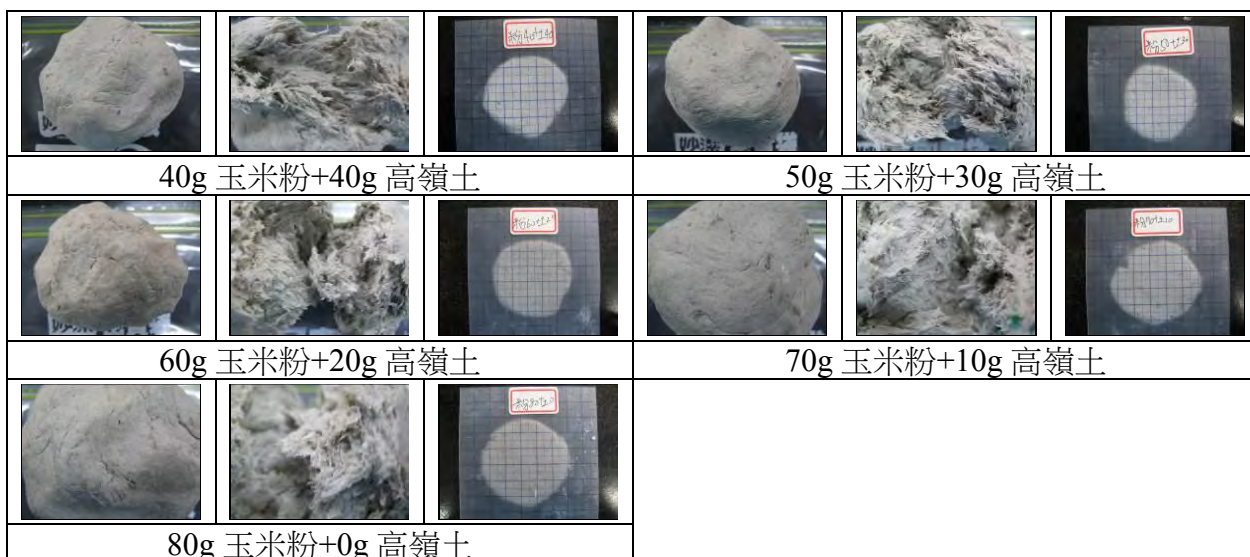


◆ 研究討論

1. 用不同比例的玉米粉和高嶺土製做出來的紙黏土柔軟度雖有變化，但差異不大，（30g 玉米粉+50g 高嶺土）、（40g 玉米粉+40g 高嶺土）、（50g 玉米粉+30g 高嶺土）製做出來的紙黏土較軟一點，整體看不出有規則性變化。
2. 玉米粉添加的比例越高、高嶺土添加的比例越少，製作出來的紙黏土延展性有變高的趨勢。
3. 我們認為以（30g 玉米粉+50g 高嶺土）、（40g 玉米粉+40g 高嶺土）、（50g 玉米粉+30g 高嶺土）製作出來的紙黏土柔軟度和延展性較適中。
4. 實驗結果發現玉米粉和高嶺土的比例會影響紙黏土的延展性和柔軟度，和我們的假設相符合。

◆ 照片資料





(八) 實驗七：嬰兒油的添加量是否會影響紙黏土的柔軟度和延展性

我們先假設「嬰兒油的添加量」會影響紙黏土的柔軟度和延展性進行實驗。

◆ 操作步驟

我們利用紙盒、高嶺土、玉米粉和糶糊依原配方及比例，再分別添加 0 茶匙、0.5 茶匙、1 茶匙、1.5 茶匙、2 茶匙及 2.5 茶匙的嬰兒油進行實驗。

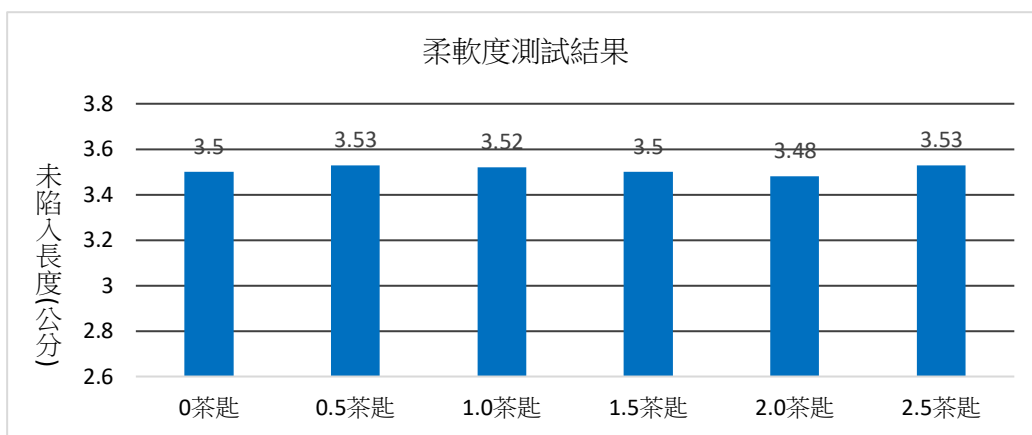
◆ 研究結果

1. 直接觀察結果如下表：

嬰兒油添加量	紙黏土特性	備註
0 茶匙	軟，表面光滑但有裂紋	
0.5 茶匙		
1 茶匙	軟，表面光滑稍有裂紋	
1.5 茶匙		原配方比例
2 茶匙	軟，表面光滑裂紋極少，揉捏後手油油的	
2.5 茶匙	同上，非常油	

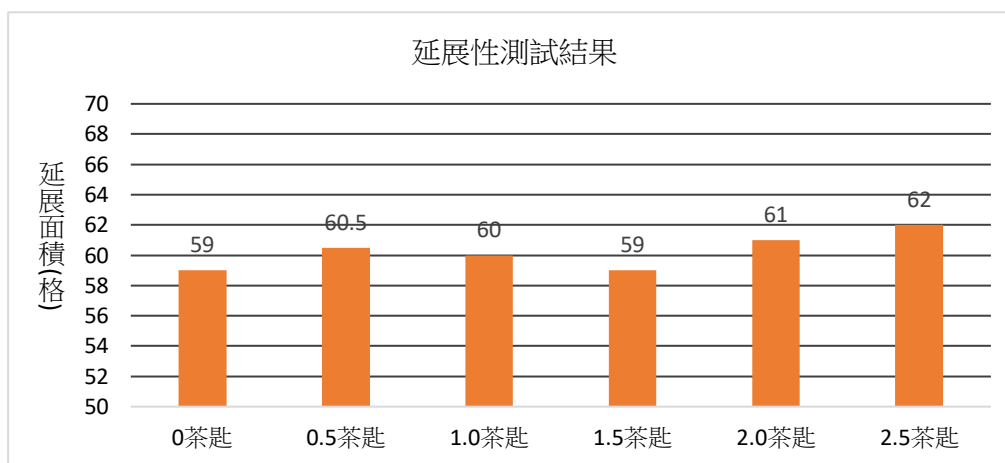
2. 柔軟度測試結果如下表及下圖：

嬰兒油添加量		次數												平均			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
未 陷 入 長 度 (cm)	0 茶匙	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.50
	0.5 茶匙	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.5	3.6	3.5	3.6	3.5	3.53
	1 茶匙	3.6	3.5	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.52
	1.5 茶匙	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.50
	2 茶匙	3.4	3.5	3.3	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.4	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.48
	2.5 茶匙	3.5	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6	3.6	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5



3. 延展性測試結果如下表及下圖：

嬰兒油添加量	0 茶匙	0.5 茶匙	1 茶匙	1.5 茶匙	2 茶匙	2.5 茶匙
延展面積(格)	59	60.5	60	59	61	62

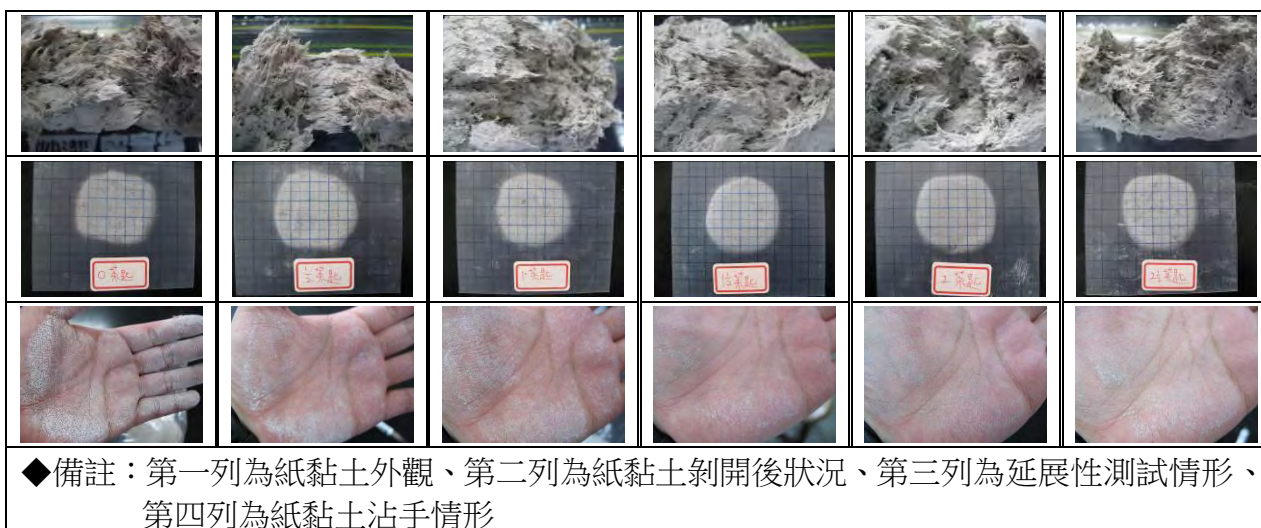


◆ 研究討論

1. 嬰兒油添加量越多製作出來的紙黏土的表面越油，揉捏完手上油油的不好清洗，但嬰兒油添加越多，紙黏土的表面裂紋越少；嬰兒油添加越少製作出來的紙黏土越黏手，以添加 1.5 茶匙的嬰兒油最適中。
2. 我們發現嬰兒油添加 0 茶匙至 2.5 茶匙，製作出來的紙黏土其柔軟度和延展性差異很小。
3. 實驗結果發現嬰兒油的添加量不會影響紙黏土的延展性和柔軟度，和我們的假設不相符合。

◆ 照片資料





三、研究三：探討不同配方製作出來的自製紙黏土乾燥後差異

(一) 實驗一：比較不同配方製作的紙黏土乾燥後外觀和重量的差異

◆ 操作步驟

- 1.取 80g 的紙黏土壓入長方形餅乾模中，再取出放在塑膠盤上風乾二週以上，使其完全乾燥。
- 2.觀察及測量乾燥後紙黏土的外觀與重量並做記錄。



◆ 研究結果

- 1.各種紙黏土風乾後外觀及重量如下表

(1)不同種類的紙

	影印紙	牛皮紙	廣告紙	紙箱	紙盒	報紙
外觀	白，無裂紋	米黃偏白，有些裂紋	灰白，無裂紋	米黃，有裂紋	米白，少許裂紋	灰，很多裂紋，粗糙
重量	50.8g	51.4g	52.5g	52.1g	51.5g	51.7g

(2)不同添加粉

	紙箱					紙盒				
	玉米粉	太白粉	小麥粉	糯米粉	在來米粉	玉米粉	太白粉	小麥粉	糯米粉	在來米粉
外觀	土黃偏黃，少裂紋	白偏黃，少裂紋	土黃偏黃，多裂紋	白偏黃，無裂紋	灰偏黃，無裂紋	灰白，無裂紋	灰白，少裂紋	灰白，少裂紋	米灰，少裂紋	灰白，少裂紋
重量	50.5g	49.7g	51.4g	50.9g	49.6g	50.5g	50.3g	51.6g	51.1g	49.9g

(3)添加黏著劑種類

	紙箱					紙盒				
	無	膠水	糝糊	白膠	米糊	無	膠水	糝糊	白膠	米糊
外觀	灰白偏黃，裂紋多，表面粗糙	淺灰黃，有裂紋		未成團	淺灰黃，有裂紋	白，裂紋多，表面粗糙	灰白，少許裂紋	白，及少裂紋，表面光滑	未成團	白，及少裂紋，表面光滑
重量	42.5g	47.9g	48.4g		46.5g	42.7g	47.7g	47.1g		46.3g

(4)黏著劑添加量

糝糊	0g	10g	20g	30g	40g	50g	60g	70g	80g	90g
外觀	未成團					灰白，有些裂紋，表面不光滑	灰白，表面較光滑			太黏無法塑形
重量						51.2g	50.6g	50.3g	49.6g	

(5)紙漿和黏著劑比例

紙漿	115g	105g	95g	85g	75g	65g	55g	45g	35g
糝糊	0g	10g	20g	30g	40g	50g	60g	70g	80g
外觀	淺灰白，裂紋多	淺灰白，少許裂紋	灰白，裂紋少	白，裂紋少		白，裂紋極少表面光滑			
重量	42.6g	43.3g	43.8g	44.5g	45.5g	44.2g	46.6g	48.5g	49.3g

(6)玉米粉和高嶺土比例

玉米粉	0g	10g	20g	30g	40g	50g	60g	70g	80g
高嶺土	89g	70g	60g	50g	40g	30g	20g	10g	0g
外觀	白，有裂紋，表面不光滑				白偏米色，無裂紋	白偏黃色，無裂紋	白偏棕色，無裂紋		
重量	45.6g	45.5g	44.7g	44.9g	46.1g	46.0g	47.0g	46.7g	46.7g

(7)嬰兒油添加量

	0 茶匙	0.5 茶匙	1 茶匙	1.5 茶匙	2 茶匙	2.5 茶匙
外觀	灰白，些許裂紋					
重量	45.2g	45.2g	45.7g	45.8g	46.3g	46.2g

(8)市售紙粘土

外觀	雪白，無裂紋，表面光滑，體積約為自製黏土的四分之三
重量	61.4g

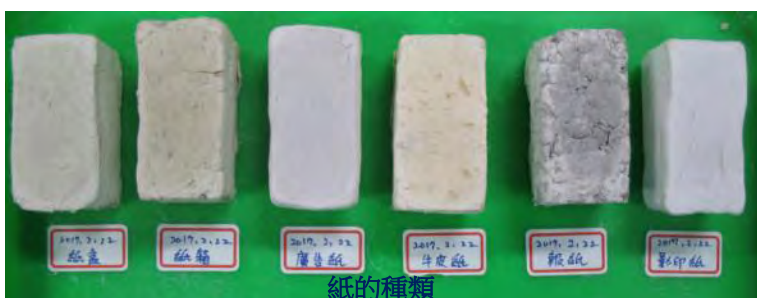
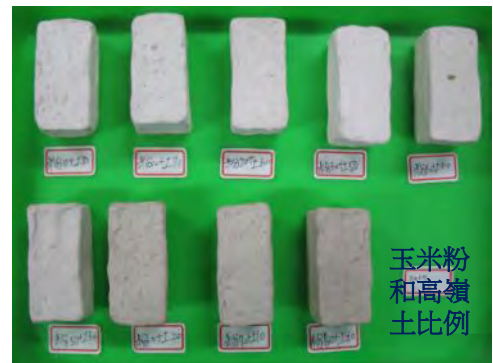
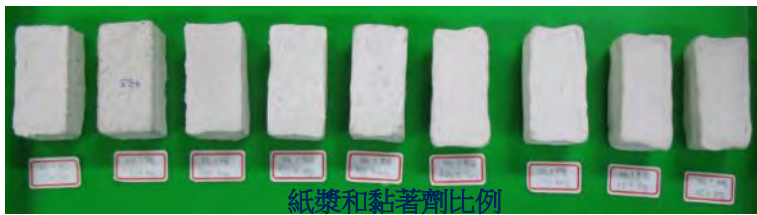


80g 的市售紙粘土無法塞滿餅乾模，但自製紙粘土可塞滿

◆ 研究討論

- 1.市售紙黏土顏色雪白，密度比較大，表面光滑不龜裂，取 80g 乾燥後剩下 61.4g。
- 2.自製紙黏土乾燥後，從原本 80g 的重量剩下 42.5g 到 51.2g 之間，比市售的紙黏土還要輕。
- 3.乾燥後，除了報紙、未添加糶糊製作出的紙黏土摺它容易碎裂外，其餘紙黏土算密實。
- 4.雖然我們做出來的紙黏土表面不如市售紙黏土好看，會有些裂紋，但若做成成品後，再塗上顏色差異不大，因此，我們自製出的紙黏土是成功的。

◆ 照片資料



柒、結論

- 一、我們製作紙黏土的配方為：55g 的濕紙團（回收紙乾重 20g 加 600ml 水打成漿再過濾而成）、40g 玉米粉、40g 高嶺土、60g 糶糊和 1.5 茶匙嬰兒油，將所有材料混合、攪拌及揉捏均勻即可製作成紙黏土。
- 二、紙的種類會影響紙黏土的柔軟度和延展性：以廣告紙、影印紙、報紙、牛皮紙、紙箱和紙盒製作出來的紙黏土，其延展性和柔軟度不相同，以報紙和牛皮紙製作出來的效果最差，其餘則差異不大。
- 三、不同的添加粉會影響紙黏土的延展性和柔軟度：玉米粉製作的紙黏土，柔軟度或延展性都是最佳的，糯米粉做的紙黏土易混合不均，最不適合製做紙黏土。
- 四、不同的黏著劑會影響紙黏土的延展性和柔軟度：用糶糊和米糊製作的紙黏土延展性和柔軟度適中，最適合做為紙黏土，但米糊的缺點是保存不易；白膠做出來的則太乾無法成團，膠水做出來的則太軟黏很難使用，只用水做出來的無黏性一剝就散。
- 五、黏著劑的添加量會影響紙黏土的延展性和柔軟度：以我們的配方為例，糶糊的添加量需要介於 50g 到 80g 之間才能做成紙黏土，糶糊 40g 以下無法成團，糶糊 90g 則太軟黏無法塑形。
- 六、紙漿和黏著劑比例會影響紙黏土的延展性和柔軟度：在紙漿和黏著劑總量固定下，紙漿和糶糊的比例影響紙黏土的柔軟度不大，而黏著劑加越多延展性則有變高的趨勢，以我們的配方為例，（65g 紙漿+50g 糶糊）、（55g 紙漿+60g 糶糊）、（45g 紙漿+70g 糶糊）這三種比例最適合製作紙黏土。
- 七、玉米粉和高嶺土的比例會影響紙黏土的延展性和柔軟度：在玉米粉和高嶺土總量固定下，不同比例的玉米粉和高嶺土製做的紙黏土柔軟度有變化，但差異小；玉米粉的比例越高，製作的紙黏土延展性會變大，以我們的配方為例，（30g 玉米粉+50g 高嶺土）、（40g 玉米粉+40g 高嶺土）、（50g 玉米粉+30g 高嶺土）這三種比例最適合製作紙黏土。
- 八、嬰兒油的添加量不會影響紙黏土的延展性和柔軟度：以我們的配方為例，嬰兒油添加 0 茶匙至 2.5 茶匙，製作的紙黏土其柔軟度和延展性幾乎一樣，嬰兒油加越多雖然越不黏手，但會太油，因此，添加量適中就好。

九、自製紙黏土乾燥後重量約減輕一半，比乾燥後的市售紙黏土輕，外觀差異不大，而使用回收紙自己 DIY 動手製作紙黏土不僅環保且可增加樂趣。

捌、參考資料

顏麗華。(1997)。紙黏土的遊藝世界。新北市：新形象。

Phuchong Kaewmuengthong 譯者：璟玟。(2015)。用紙做黏土。新北市：雙美生活文創。

紙張教室 - 紙的種類。大亞紙業網站：<http://dayapapers.com.tw/paper-page.php?id=NQ>

造紙原理·取自台灣中興紙業公司網站

http://atc.archives.gov.tw/chunghsing/05paper/03_main.asp

回收紙類的材質介紹·取自行政院環境保護署資源回收基金管理會網站

[http://recycle.epa.gov.tw/epa/media/mon\(old\)/9001_4.asp#2](http://recycle.epa.gov.tw/epa/media/mon(old)/9001_4.asp#2)

玖、研究心得及未來研究方向

原來生活中常見的物品其實也可以自己試驗，動手 DIY 而成，一開始進行實驗時，我們為了找出配方與材料之間的比例，花了許多時間在做測試與修正，常搞得滿手黏土又揉到手酸，結果卻失敗，但在我們鏗而不捨的精神下，終於可以成功製作出紙黏土，並自行設計出簡易的測量工具來完成實驗。以後的美勞課如果需要紙黏土，就可拿回收紙來製作囉！

在研究完成後，我們認為下列問題是有待未來繼續進行更深入的研究：

- ◆ 我們在打紙漿時發現，不同的回收紙纖維長短是不同的，如：報紙的纖維短、牛皮紙的纖維很長，這是否和柔軟度及延展性的不同是有關連的？

【評語】 080830

本研究以環保概念製作生活中所需美術用品-紙黏土，能應用槓桿原理及數學概念自製柔軟度測試工具不斷改進發展出三種自製柔軟度測試工具、延展性測試工具，一次次的實驗中均能檢討及修正，值得嘉許。其中研究目的 2、6，研究目的 3、4、5 屬於同性質應該劃歸同類。

較可惜的是樣本數不多，紙類建議可以歸類選擇類別（如纖維長、中、短），不僅僅限於選擇六種回收紙的使用。可討論不同回收紙的特性，建議宜思考所達成的特性之效益，與所不能達成的特性之應用問題。

若能探討製作出的紙粘土的塑形的難易程度，可增強實際使用面向的價值。

作品海報

壹、研究動機

上美勞課時，老師要我們用紙黏土捏塑成人頭像，我們又揉又捏的用了好多包紙黏土才完成，而讓我們感到好奇的是：紙做成紙黏土後為什麼能變得柔軟而有可塑性，它到底是怎麼做出來的？又看到我們撕下的習作附件將回收籃堆得滿滿的，因此想說如果能將這些回收紙再利用做成紙黏土不僅環保，還能創造出美麗的藝術品，真是一舉兩得，所以我們便展開了紙黏土的研究。

※相關教材單元：康軒版三年級「廚房裡的科學」 翰林版六年級「力與運動」

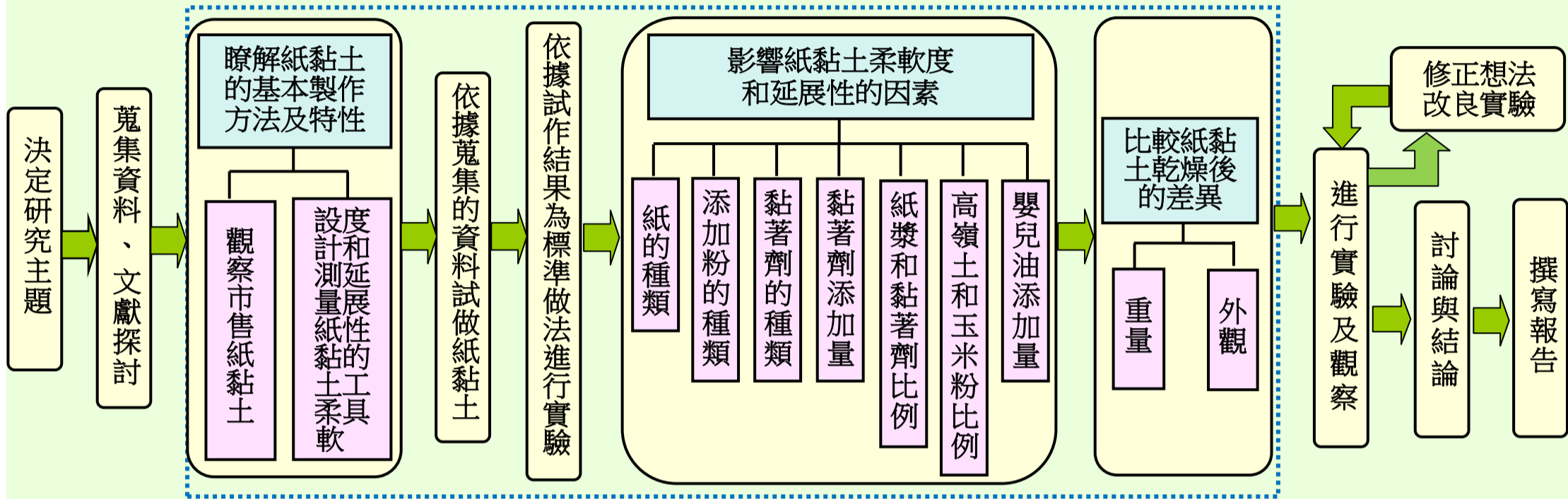
貳、研究目的和待答問題

- 一、了解紙黏土的基本製作方法與特性：
 - (一)、如何成功且快速製作出紙黏土？
 - (二)、如何設計能準確測量紙黏土柔軟度和延展性的工具？
- 二、找出影響紙黏土柔軟度和延展性的因素：
 - (一)、「紙的種類、添加粉的種類、添加黏著劑的種類、黏著劑的添加量、紙漿和黏著劑的比例、高嶺土和玉米粉的比例、嬰兒油的添加量」是否會影響自製紙黏土的柔軟度和延展性？
- 三、比較不同配方製作出來的自製紙黏土乾燥後差異：
 - (一)、比較不同配方製作的紙黏土乾燥後外觀、重量有何不同？

參、文獻探討

- 一、紙：現今的紙又分為「文化用紙、工業用紙、包裝用紙、家庭用紙、資訊用紙、特殊用紙」，而有些紙使用後是可以回收的，但有些紙表面有經過特殊處理，因處理不易，可能無法回收再利用，所以，我們紙黏土研究中的紙，選擇可回收無特殊處理的種類進行。
- 二、回收紙：可回收的紙包含下列幾種：「白紙類、混合紙類、報紙類、牛皮紙類」。我們的紙黏土研究從這四種回收紙中挑選出：「白紙類」的廣告紙，「混合紙類」的影印紙和紙盒，「報紙類」的報紙，「牛皮紙類」的牛皮紙袋及瓦楞紙箱，來進行驗。
- 三、紙黏土：現今最常用的黏土是麵包土和紙黏土，而我們要研究的紙黏土是由紙漿和石粉加上樹脂和防腐劑製作而成的。紙黏土的質地柔軟，重量輕，使用容易，可任意捏塑成各種造型，而做成藝術品，若可用回收紙製作，將會更環保。

肆、研究架構與流程



伍、研究設備及器材

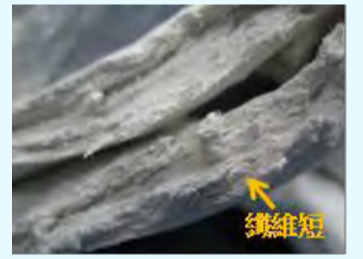
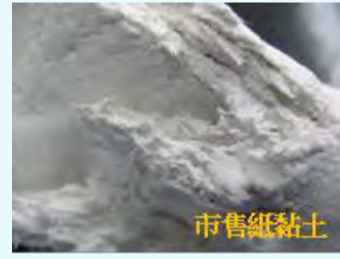
報紙、影印紙、光面廣告紙、瓦楞紙板、紙盒、牛皮紙、高嶺土、玉米粉、糯米粉、太白粉、小麥粉、在來米粉、糰糊、膠水、白膠、米糊、嬰兒油、果汁機、豆漿過濾袋、麵包機、水盆、碼錶、塑膠杯、電子秤、塑膠盆、夾鏈袋、正方形及長方形餅乾模、量筒、燒杯、量匙、自製柔軟度測試工具、自製延展性測試工具、方格墊板、尺

陸、研究方法、結果與討論

一、研究一：觀察市售紙黏土及設計測試工具

(一)、市售紙黏土特性

成分	紙漿、水、黏劑、滑石粉、抗菌劑
顏色	雪白
柔軟度	柔軟，施力容易凹陷
延展性	佳，容易捏塑成不同形狀
特性	細緻，表面光滑，剝開後紙纖維很短，塑形時不易有裂痕

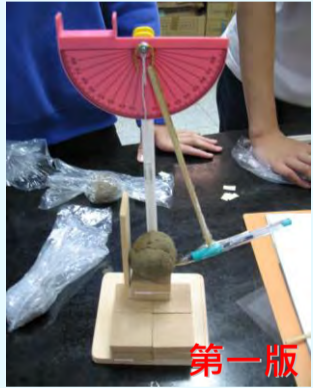


(二)、設計測試工具

我們設計了測試柔軟度和延展性的工具，想法與作法如下：

1. 自製柔軟度測試工具

我們用教室裡現有器材進行組裝，經過多次測試改良成第三版測試工具：



第一版



第二版



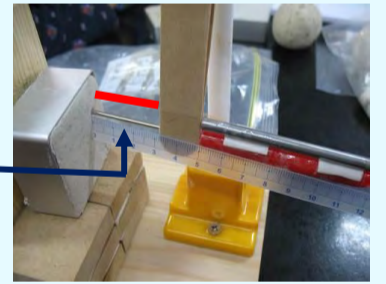
第三版

一開始用鋁線作為旋轉支架，但易晃動不穩，原本的測試樣本搓成圓形，也因為弧面而容易測量不準。

為解決晃動問題，改用迴紋針貼上冰棒棍，效果好一點。而鉛筆較粗又較輕，刺入紙黏土深度不明顯，很難判讀數據。

冰棒棍落下時會向前傾斜而將打進黏土的力分散，在前方加裝塑膠板改善，鉛筆換成金屬鑽子，上面綁上鐵條增加重量。

紅色線段長度為「未陷入長度」



◆ 柔軟度測試方法

- (1) 取 65g 紙黏土樣本壓入方型餅乾模中，放到測試台上用手固定(避免反作用力回彈)
- (2) 將冰棒棍拉至量角器最上方(冰棒棍和地面平行)
- (3) 鬆手使鑽子落下插進紙黏土中
- (4) 用尺測量鑽子前端剩下的長度，如下圖所示，「未陷入紙黏土的長度越短，表示鑽子插入越深，紙黏土越軟」
- (5) 為了減少誤差，我們測試 12 次，去掉最大和最小值後，計算其餘 10 次的平均值

2. 自製延展性測試工具



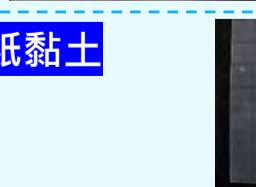
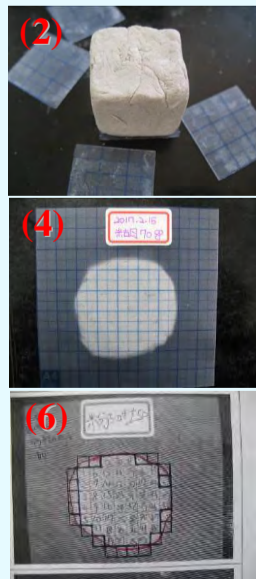
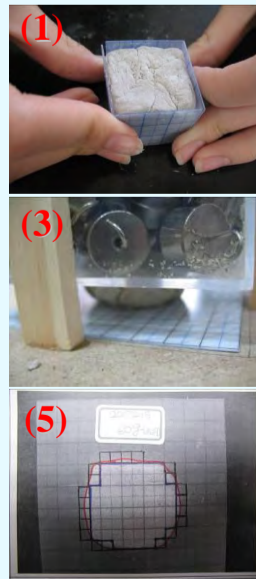
第一版



第二版

原本樣本是用球形，重物盒容易傾斜，而把支撐木板一直壓斷，造成紙黏土受力不平均。

將四周擋板改厚實一點，樣本改為立方體，減少重物盒下壓後傾斜造成受力不均的狀況發生。



◆ 延展性測試方法

- (1) 取 30g 的紙黏土利用塑膠板捏塑成立方體
- (2) 將樣本放在測試台中央，上面放上一片透明方格板
- (3) 重物盒底部先對齊四周擋板一半處
- (4) 鬆手後計時 30 秒將重物盒拿起
- (5) 將延展後紙黏土和方格板一起拍照
- (6) 計算延展後的面積(依據六年級數學學過的估算方法，計算格數，未滿一格以 0.5 格估算)，格數越多表示延展性越大

(三)、利用自製柔軟度和延展性測試工具測試市售紙黏土

1. 市售紙黏土柔軟度及延展性測試結果

◆ 柔軟度：平均未陷入紙黏土的長度為 3.49 公分



◆ 延展性

「完整」格數：42 「不完整」格數：26
延展面積估算：42 + 26 × 0.5 = 55 (格)

二、研究二：探討影響紙黏土柔軟度和延展性的因素

(一)、實驗前準備

1. 第一次試驗：這次試驗用「考卷紙、影印紙、紙箱和廣告紙」以及「糰糊、膠水和白膠」做出 12 種紙黏土，各種濕紙團都可揉成團狀，但表面粗糙且有裂紋，稍微用力就撥開變成碎碎的小紙團，和市面上賣的紙黏土相差很大。

2.第二次試驗：這次試驗加入「高嶺土和玉米粉」製作紙黏土，又加了「紙盒、報紙、牛皮紙」三種不同的紙進行測試，為了不讓果汁機的刀片卡住，我們用乾的紙加水（不浸泡），直接用果汁機攪拌。這次做出來的紙黏土非常不理想，我們花了很多時間和力氣還是很難將濕紙團、糝糊、玉米粉和高嶺土揉捏均勻，還弄得滿手都是黏土很難清理，最後總算揉勻了紙黏土卻又太硬。

◆ **檢討及改進：**

- (1)原本我們按照查閱的書本資料配方測試，但試驗後決定調整配方，將75g的糝糊改為60g，將原本75g的玉米粉及高嶺土改為40g。
- (2)為了解決費力、耗時及滿手都是黏土的問題，組員想到家裡有麵包機，看過它揉麵團，於是我們利用麵包機揉麵團模式試做幾次後，發現只需16分鐘就能把所有材料攪拌均勻，成功製作出紙黏土，開始進入後續實驗。
- (3)使用沙拉油製作的紙黏土聞起來臭臭的，我們改成較香又可以滋潤皮膚的嬰兒油。



3.確定紙黏土基本配方及製作方法

步驟一	步驟二	步驟三	步驟四	步驟五	步驟六	步驟七	步驟八	步驟九
將紙撕碎備用	取20g乾紙放進果汁機，加600ml水攪拌30秒停1分鐘再攪拌30秒	將打好的紙漿倒入過濾布袋中將水擠出，擠到濕紙重量剩下55g	將濕紙團剝碎	將55g碎濕紙團放進麵包機內鍋，加入60g糝糊	再加入40g高嶺土以及40g玉米粉	最後加入1.5茶匙嬰兒油	選擇麵包機：揉麵團模式，連續兩次，每次8分鐘共攪拌16分鐘	將攪拌好的紙黏土取出再用手揉捏成團，完成！

(二)、實驗一：紙的種類是否會影響紙黏土的柔軟度和延展性

◆ **操作方法**

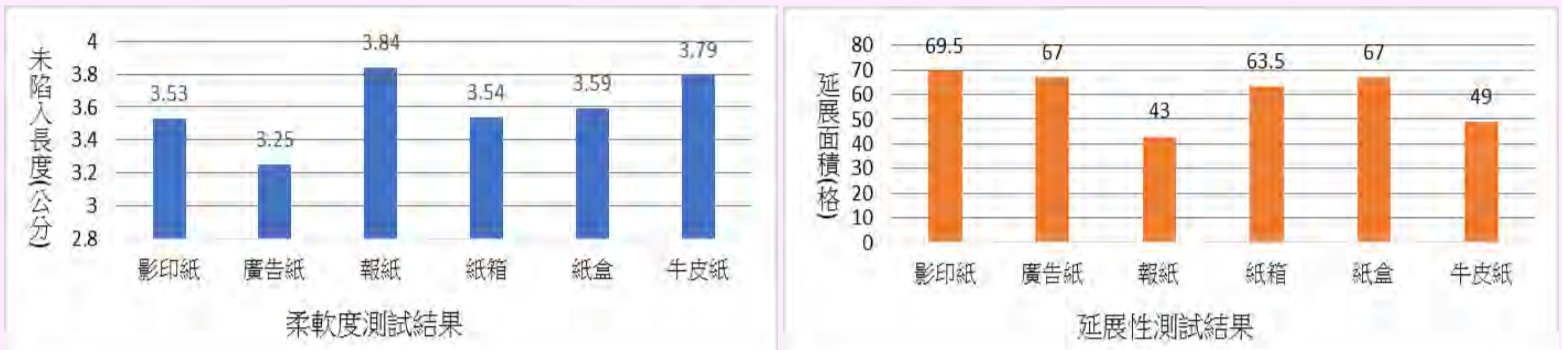
我們假設「紙的種類」會影響紙黏土的柔軟度和延展性，用確認的配方與方法分別將影印紙、廣告紙、報紙、紙箱、紙盒、牛皮紙製作成紙黏土。

◆ **研究結果**

1.直接觀察結果如下表：

紙的種類	紙黏土特性	備註
影印紙	淺灰白色、很軟易成團、表面光滑、紙漿均勻散布	
廣告紙	淺灰白色、超軟易成團、表面光滑、紙漿均勻散布	無塑膠膜
報紙	深灰白色、很硬不易成團、表面粗糙、紙漿成小顆粒狀難塑形	
紙盒	淺灰色、很軟易成團、表面光滑、紙漿均勻散布	西卡紙
紙箱	暗土黃色、軟且易成團、表面光滑、紙漿均勻散布	
牛皮紙	淺土黃色、軟且易成團、表面光滑、少許紙漿未被拌勻	

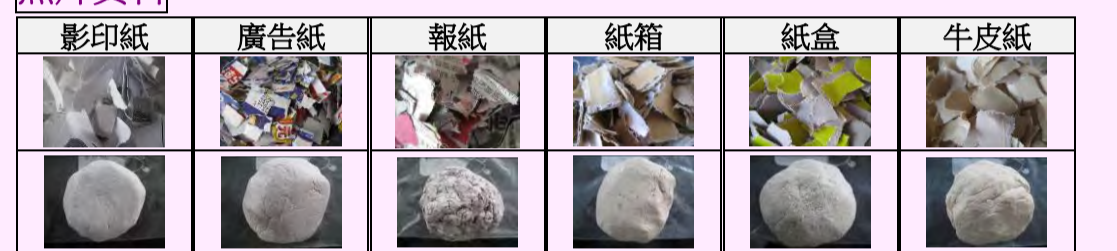
2.柔軟度和延展性測試結果如下圖：



◆ **研究討論**

- 1.報紙製作的紙黏土其外觀、柔軟度或延展性都是最差的，紙團、高嶺土和玉米粉無法均勻混合，呈現小顆粒聚集，在打紙漿過程也很容易讓果汁機的刀片卡住。
- 2.牛皮紙製作的紙黏土也有紙團分布不均的問題，剝開後發現紙的纖維很長，此外，它的延展性和柔軟度也不佳。
- 3.廣告紙做出來的紙黏土柔軟度最好，而影印紙、紙箱和紙盒的則差不多。
- 4.影印紙、廣告紙、紙箱和紙盒製作的紙黏土延展性相差不多。
- 5.實驗結果發現紙的種類會影響紙黏土的柔軟度和延展性，和我們的假設相符合。

◆ **照片資料**



(三)、實驗二：添加粉的種類是否會影響紙黏土的柔軟度和延展性

◆ **操作方法**

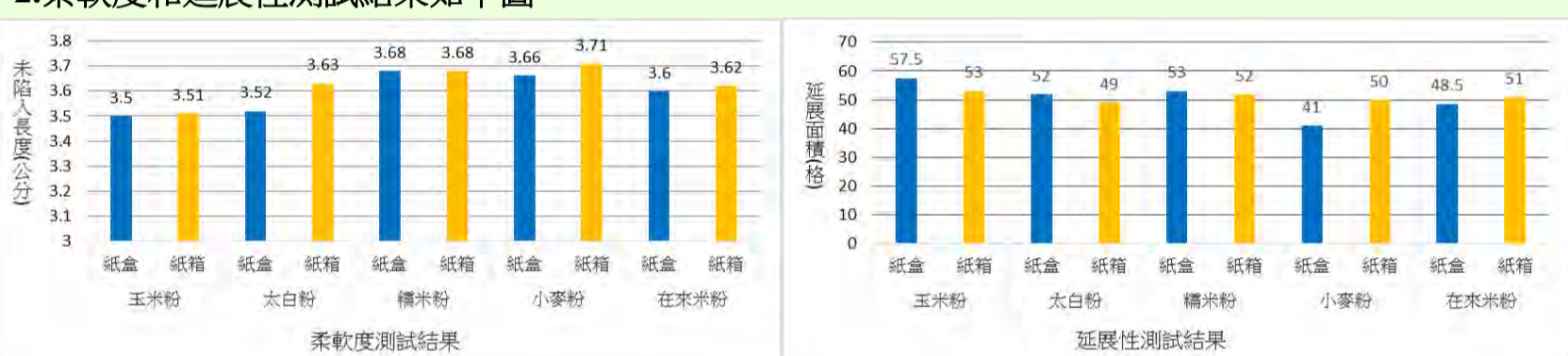
我們假設「不同的添加粉」會影響紙黏土的柔軟度和延展性，選擇紙箱和紙盒，分別使用太白粉、糯米粉、小麥粉和在來米粉取代玉米粉製作紙黏土。

◆ **研究結果**

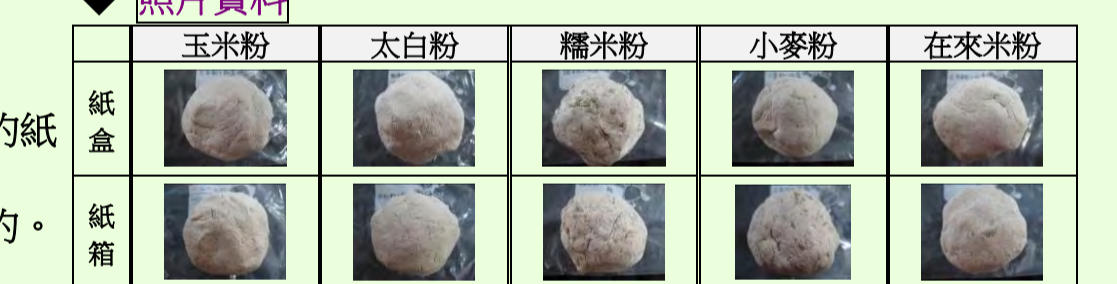
1.直接觀察結果如下表：

粉的種類	紙黏土特性
玉米粉	紙盒 灰白色，軟，表面光滑有些許裂紋，易成團
	紙箱 淺土黃色，稍硬，表面光滑有少許顆粒，易成團
太白粉	紙盒 淺灰白色，稍軟，表面光滑有少許顆粒，易成團
	紙箱 淺灰帶有些許黃色，較硬，夾雜些紙箱纖維顆粒，易成團
糯米粉	紙盒 淺灰色，微硬，混合不均勻許多纖維顆粒，可成團
	紙箱 米灰色，超硬，混合不均勻許多纖維顆粒，可成團
小麥粉	紙盒 淺灰黃色，硬，表面光滑均勻，易成團
	紙箱 淺米灰色，硬，表面光滑但混合不太均勻，易成團
在來米粉	紙盒 淺灰帶有些許黃色，硬，表面光滑有些許裂紋，易成團
	紙箱 淺灰色偏黃，硬，表面不太光滑有些許裂紋，易成團

2.柔軟度和延展性測試結果如下圖：



◆ **照片資料**



◆ **研究討論**

- 1.用玉米粉製作出來的紙黏土無論是柔軟度或延展性都是最好的，小麥粉和紙箱做出來的紙黏土柔軟度最差，而小麥粉和紙盒做出來的紙黏土延展性最差。
- 2.糯米粉製作出來的紙黏土混合最不均勻，紙的纖維無法均勻分散，會變一小團一小團的。
- 3.實驗結果發現不同的添加粉會影響紙黏土的柔軟度和延展性，和我們的假設相符合。

(四)、實驗三：添加黏著劑的種類是否會影響紙黏土的柔軟度和延展性

◆ **操作方法**

我們假設「不同的黏著劑」會影響紙黏土的柔軟度和延展性，將黏著劑分別改以水、糝糊、膠水、白膠及米糊(米：水 = 1：6 熬煮所得)進行製作。

◆ **研究結果**

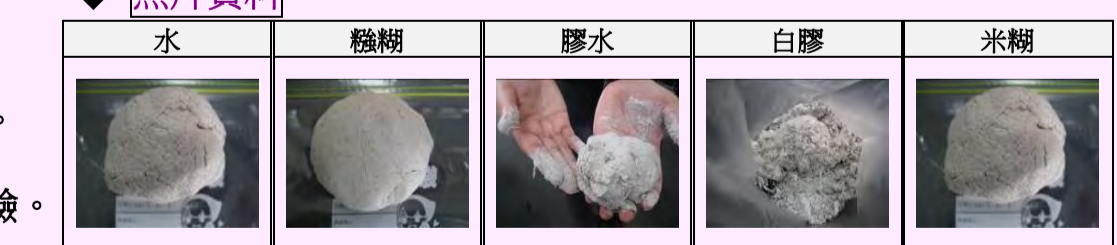
1.直接觀察結果如下表：

黏著劑	紙黏土特性
水	小球狀聚集，不易成團，揉捏會有水跑出來，紙箱的顏色稍偏黃
糝糊	表面光滑，易成團，不沾手，紙箱的顏色稍偏黃
膠水	非常軟黏，易成團，易黏在手上，較不易塑形，紙箱的顏色稍偏黃
白膠	不易成團，太乾，紙漿、玉米粉和高嶺土不均勻，紙箱的顏色稍偏黃
米糊	表面光滑，易成團，不沾手，紙箱的顏色稍偏黃

2.柔軟度和延展性測試結果如下圖：



◆ **照片資料**



◆ **研究討論**

- 1.米糊製作出來的紙黏土柔軟度和延展性都不錯，但放室溫約兩天後會變酸臭，可冰箱保存，但放冰箱後會變硬。
- 2.我們認為黏著劑的功能應該是將紙纖維、高嶺土及玉米粉連結在一起，因此，只用水製做出來的紙黏土無法成團，一捏就散，且無論是柔軟度或延展性都是最差的。
- 3.膠水做出來的紙黏土雖然延展性很好，但是太黏了，使用時會黏在手上，很難撥下來。
- 4.白膠做出來的紙黏土，濕紙團、高嶺土和玉米粉混合不均勻根本無法揉成團。
- 5.糝糊做出來的紙黏土柔軟度和延展性適中，因此，之後我們會選糝糊繼續進行其他實驗。
- 6.實驗結果發現不同的黏著劑會影響紙黏土的柔軟度和延展性，和我們的假設相符合。

(五)、實驗四：黏著劑的添加量是否會影響紙黏土的柔軟度和延展性

◆ **操作方法**

我們假設「黏著劑添加量」會影響紙黏土的柔軟度和延展性，分別添加0g-90g糝糊(每次增加10g)製作紙黏土。

◆ **研究結果**

1.直接觀察結果如下表：

糝糊添加量	紙黏土特性
0g、10g、20g	乾乾的，無法成團
30g、40g	可稍微聚集成小團，但各小團之間無法融合成一大團
50g	易成團，微硬，表面易有裂紋
60g	易成團，軟，表面光滑
70g	易成團，軟，表面光滑，揉捏時稍微會黏在手上
80g	易成團，很軟，揉捏時非常黏手
90g	易成團，非常軟，非常黏手很難從手上剝下來，難塑形

2.柔軟度和延展性測試結果如下圖：



◆ 研究討論

1. 糰糊在 40g 以下製作出來的紙黏土均無法成團及混合均勻。
2. 糰糊添加 90g 製作出來的紙黏土雖然可以成團，但是太過黏手又太軟，無法固定成型。
3. 糰糊添加量在 50g 到 80g 之間時，糰糊添加量越多，做出來的紙黏土柔軟度和延展性越好。
4. 實驗結果發現黏著劑的添加量會影響紙黏土的柔軟度和延展性，和我們假設相符。

◆ 照片資料



(六)、實驗五：紙漿和黏著劑的比例是否會影響紙黏土的柔軟度和延展性

◆ 操作方法

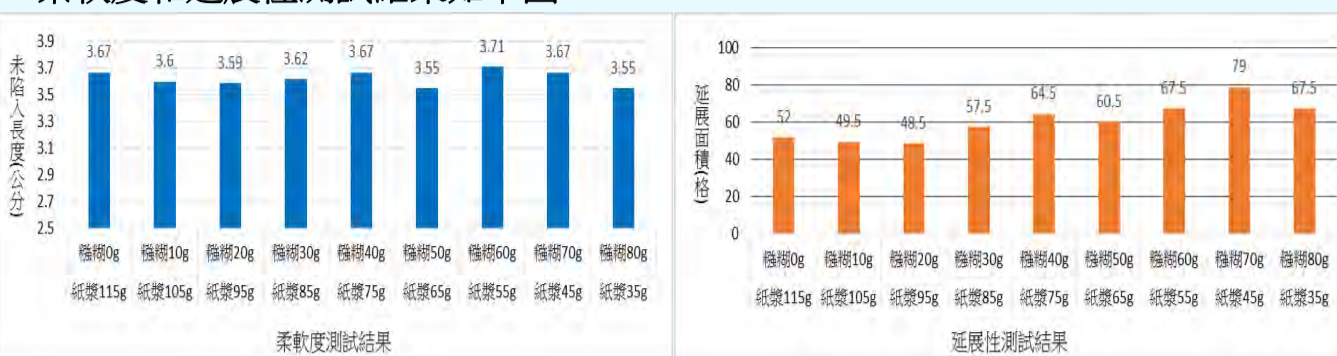
我們假設「紙漿和黏著劑的比例」會影響紙黏土的柔軟度和延展性，將紙漿和糰糊的總量固定為 115g，依序改變紙漿為 115g-35g(每次減少 10g)及糰糊 0g-80g(每次增加 10g)進行紙黏土製作。

◆ 研究結果

1. 直接觀察結果如下表：

紙漿和糰糊比例	紙黏土特性
115g 紙漿+0g 糰糊	形成小球，可成團但易散開，較無彈性
105g 紙漿+10g 糰糊	同上，但稍有黏性和彈性
95g 紙漿+20g 糰糊	有些許小顆粒，但揉捏後消失，易成團，易塑形
85g 紙漿+30g 糰糊	易成團，易塑形，較有彈性
75g 紙漿+40g 糰糊	易成團，易塑形
65g 紙漿+50g 糰糊	軟黏，易成團，易塑形
55g 紙漿+60g 糰糊	軟黏，易成團
45g 紙漿+70g 糰糊	非常軟黏，易沾手

2. 柔軟度和延展性測試結果如下圖：



◆ 研究討論

1. 用不同比例的紙漿和黏著劑製做出來的紙黏土柔軟度雖有變化，但差異不大，看不出有規則性變化。
2. 糰糊添加的比例越高，製作出來的紙黏土延展性有稍微變高的趨勢，糰糊添加比例少於 30g 時，延展性明顯較低。
3. 糰糊添加 20g 以下時，因糰糊太少，做出來的紙黏土雖可成團，但缺乏黏性一剝就散了，而糰糊加到 80g 時做出來的紙黏土會黏手。
4. 我們認為用 (65g 紙漿+50g 糰糊)、(55g 紙漿+60g 糰糊)、(45g 紙漿+70g 糰糊) 最適合製作紙黏土。
5. 實驗結果發現紙漿和黏著劑比例會影響紙黏土的柔軟度和延展性，和我們的假設相符合。

(七)、實驗六：高嶺土和玉米粉的比例是否會影響紙黏土的柔軟度和延展性

◆ 操作方法

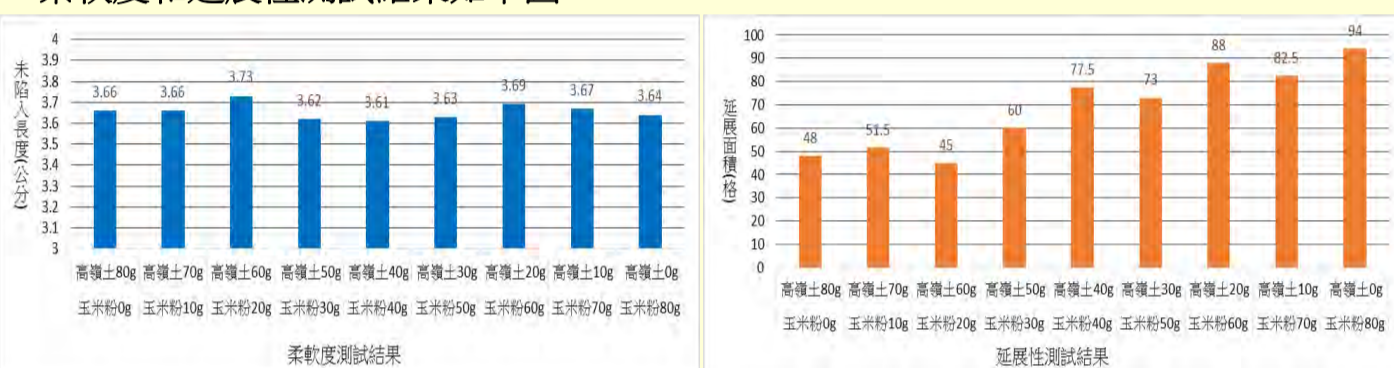
我們假設「高嶺土和玉米粉的比例」會影響紙黏土的柔軟度和延展性，將高嶺土和玉米粉的總量固定為 80g，依序改變高嶺土為 80g-0g 及玉米粉 0g-80g(每次增減 10g)進行紙黏土製作。

◆ 研究結果

1. 直接觀察結果如下表：

玉米粉和高嶺土比例	紙黏土特性
0g 玉米粉+80g 高嶺土	黏，易沾手，不易成團，材料混合不均
10g 玉米粉+70g 高嶺土	稍黏，較不易沾手，可成團
20g 玉米粉+60g 高嶺土	平滑，稍硬，微沾手，易成團
30g 玉米粉+50g 高嶺土	軟，微沾手，易成團
40g 玉米粉+40g 高嶺土	軟，微沾手，易成團
50g 玉米粉+30g 高嶺土	軟，微沾手，易成團
60g 玉米粉+20g 高嶺土	稍硬，微沾手，易成團
70g 玉米粉+10g 高嶺土	稍硬，微沾手，易成團
80g 玉米粉+0g 高嶺土	稍硬，平滑，不沾手，易成團

2. 柔軟度和延展性測試結果如下圖：



◆ 研究討論

1. 用不同比例的玉米粉和高嶺土製做出來的紙黏土柔軟度雖有變化，但差異不大，(30g 玉米粉+50g 高嶺土)、(40g 玉米粉+40g 高嶺土)、(50g 玉米粉+30g 高嶺土) 製做出來的紙黏土較軟一點，整體看不出有規則性變化。
2. 玉米粉添加比例越高、高嶺土添加的比例越少，製作出來的紙黏土延展性有變高的趨勢。
3. 我們認為以 (30g 玉米粉+50g 高嶺土)、(40g 玉米粉+40g 高嶺土)、(50g 玉米粉+30g 高嶺土) 製作的紙黏土柔軟度和延展性較適中。
4. 結果發現玉米粉和高嶺土的比例會影響紙黏土的延展性和柔軟度，和我們的假設相符合。

(八)、實驗七：嬰兒油的添加量是否會影響紙黏土的柔軟度和延展性

◆ 操作方法

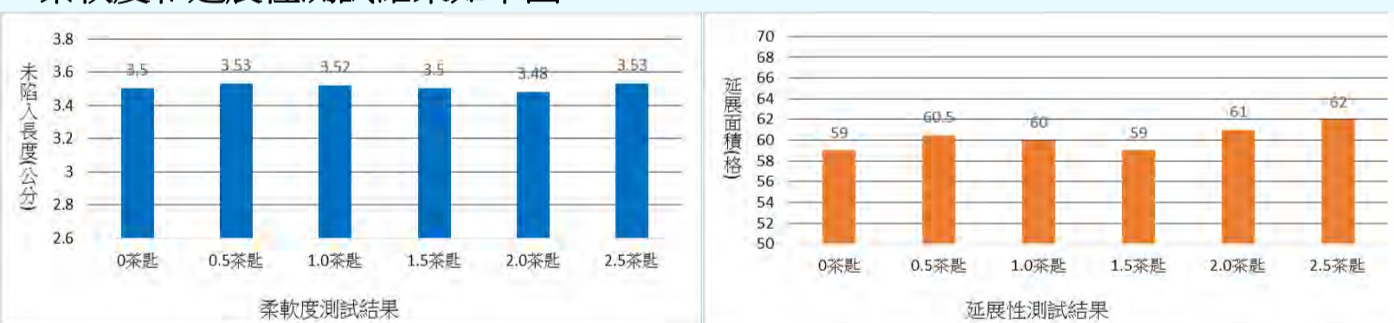
我們假設「嬰兒油的添加量」會影響紙黏土的柔軟度和延展性，依序改變嬰兒油為 0-2.5 茶匙(每次增加 0.5 茶匙)進行紙黏土製作。

◆ 研究結果

1. 直接觀察結果如下表：

嬰兒油添加量	紙黏土特性
0-0.5 茶匙	軟，表面光滑但有裂紋
1-1.5 茶匙	軟，表面光滑稍有裂紋
2 茶匙	軟，表面光滑裂紋極少，揉捏後手油油的
2.5 茶匙	同上，非常油

2. 柔軟度和延展性測試結果如下圖：



◆ 研究討論

1. 嬰兒油加越多，紙黏土的表面越油，裂紋較少，使用後手很油不好清洗；嬰兒油加越少，紙黏土越黏手，以添加 1.5 茶匙的嬰兒油最適中。
2. 我們發現嬰兒油添加 0 茶匙至 2.5 茶匙，做出來的紙黏土柔軟度和延展性差異很小。
3. 結果發現嬰兒油的添加量不會影響紙黏土的延展性和柔軟度，和我們的假設不相符合。

三、研究三：探討不同配方製作出來的自製紙黏土乾燥後差異

◆ 操作方法

取 80g 的紙黏土壓入長方形餅乾模中，再取出放在塑膠盤上風乾二週以上，使其完全乾燥，觀察及測量乾燥後紙黏土的外觀與重量並做記錄。

◆ 試驗結果及討論

1. 市售紙黏土顏色雪白，密度比較大，表面光滑不龜裂，取 80g 乾燥後剩下 61.4g。
2. 自製紙黏土乾燥後，從原本 80g 的重量剩下 42.5g 到 51.2g 之間，比市售的紙黏土還要輕。
3. 乾燥後，除了報紙、未添加糰糊製作出的紙黏土摳它容易碎裂外，其餘紙黏土算密實。
4. 雖然我們做出來的紙黏土表面不如市售紙黏土好看，會有些裂紋，但若做成成品後，再塗上顏色差異不大，因此，我們自製出的紙黏土是成功的。



80 g 的市售紙黏土無法塞滿餅乾模，但自製紙黏土可以塞滿。

柒、結 論

- 一、我們製作紙黏土的基本配方為：「55g 的濕紙團(回收紙乾重 20g 加 600ml 水打成漿再過濾而成)、40g 玉米粉、40g 高嶺土、60g 糰糊和 1.5 茶匙嬰兒油」，將所有材料混合、攪拌及揉捏均勻即可製作成紙黏土。
- 二、「紙的種類」會影響紙黏土的柔軟度和延展性：以報紙和牛皮紙製作出來的效果最差，其餘則差異不大。
- 三、「不同添加粉」會影響紙黏土的延展性和柔軟度：玉米粉製作的紙黏土，柔軟度或延展性都是最佳的，糯米粉最不适合製做紙黏土。
- 四、「不同黏著劑」會影響紙黏土的延展性和柔軟度：糰糊和米糊最適合做為紙黏土，但米糊的缺點是保存不易。
- 五、「黏著劑添加量」會影響紙黏土的延展性和柔軟度：以我們的配方為例，糰糊的添加量需要介於 50g 到 80g 最適合做成紙黏土。
- 六、「紙漿和黏著劑比例」會影響紙黏土的延展性和柔軟度：以我們的配方為例，紙漿和黏著劑總量固定為 115g 時，(65g 紙漿+50g 糰糊)、(55g 紙漿+60g 糰糊)、(45g 紙漿+70g 糰糊) 這三種比例最適合製作紙黏土。
- 七、「玉米粉和高嶺土的比例」會影響紙黏土的延展性和柔軟度：以我們的配方為例，在玉米粉和高嶺土總量固定為 80g 時，(30g 玉米粉+50g 高嶺土)、(40g 玉米粉+40g 高嶺土)、(50g 玉米粉+30g 高嶺土) 這三種比例最適合製作紙黏土。
- 八、「嬰兒油的添加量」不會影響紙黏土的延展性和柔軟度：嬰兒油添加 0 茶匙至 2.5 茶匙，製作的紙黏土其柔軟度和延展性幾乎一樣，嬰兒油加越多雖然越不黏手，但會太油，因此，添加量適中就好。
- 九、相同重量的自製紙黏土和市售紙黏土乾燥後，自製紙黏土重量比市售紙黏土輕，而體積比市售紙黏土大，使用回收紙自己 DIY 動手製作紙黏土不僅環保且可增加樂趣。