

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

082917

探討狗毛再生紙的可實用性

學校名稱：彰化縣彰化市中山國民小學

作者： 小六 謝宜宸 小六 洪苡宸	指導老師： 吳家蓉
-------------------------	--------------

關鍵詞：動物毛再生紙、造紙、天然纖維

摘要

寵物產業發展蓬勃，其中以犬貓為大宗，隨之而來的就是養寵物產生的垃圾處理問題，目前動物毛多被回收使用作為保暖衣物又或成為清潔海洋油污汙染的工具，然而多數的動物毛仍被社會視為垃圾，因此有別於一般紙張由植物纖維來製作，本實驗將透過動物纖維來造紙，探討動物纖維造紙的可能性。本實驗針對不同比例的狗毛再生紙做吸水、吸油、保溫、書寫、耐摺度測試，找出較佳製作狗毛再生紙的比例；接著分類狗毛顏色，運用最佳比例製作彩色狗毛紙，探討狗毛紙張使用多樣性。最後發現狗毛紙張不易書寫，卻耐摺、保溫、吸油，動物纖維親水性較植物纖維差，故狗毛再生紙有很大的潛力可以作為書皮、包裝紙、保溫紙、吸油芳香等其他用途紙張。

壹、研究動機

回顧我們的生活，到處都充滿了紙，而不管是食品標章或是能源標章，都讓商品資訊透明公開，供消費者選擇自己要為地球環境效力多少，當一個綠色消費者已顯然是現在公民的責任。而目前造紙原料 90%來自木材，森林長期過量砍伐，雖然使生活便利，卻也導致生態失衡。對於再生紙的認識，我們覺得市面上大多是運用植物纖維來製作，卻鮮少聽到用動物纖維來替代，這也引發了我們對於動物纖維造紙的好奇。這個世界有許多被人類視為是垃圾的資源，例如寵物毛，所以我們決定來製作寵物紙，用寵物毛製造的紙替代樹木製成的紙，並探討寵物紙的實用性，替地球找尋資源再利用的循環之徑。

貳、研究目的

我們將針對狗毛再生紙之需求、可行性做相關研究，研究目的包含以下這三點：

- 一、探究狗廢毛對寵物店和主人的影響
- 二、探究狗毛做出的紙的可行性
- 三、分析寵物紙的實際應用

參、研究設備及器材

本實驗將探討狗毛與紙漿混合之比例，找出最佳製作狗毛紙之配方，並運用機械、化學、物理性質評測狗毛紙之功能，需要的設備器材如表 3-1 所示。

表 3-1 本研究使用的相關設備器材

圖片				
名稱	廢紙		果汁機	小盆子
圖片				
名稱	抄紙網	寵物毛	抹布	電子磅秤
圖片				
名稱	量杯	大盆子	鑷子	吹風機
圖片				
名稱	樹糊粉(紙藥)	剪刀	膠水	潤髮乳
圖片				
名稱	沙拉油	紅外線測溫槍	火山石	電磁爐

圖片				
名稱	自製量測架	各式筆類文具		

肆、研究過程或方法

本研究流程如圖 4-1 所示，過程及方法敘述於後。

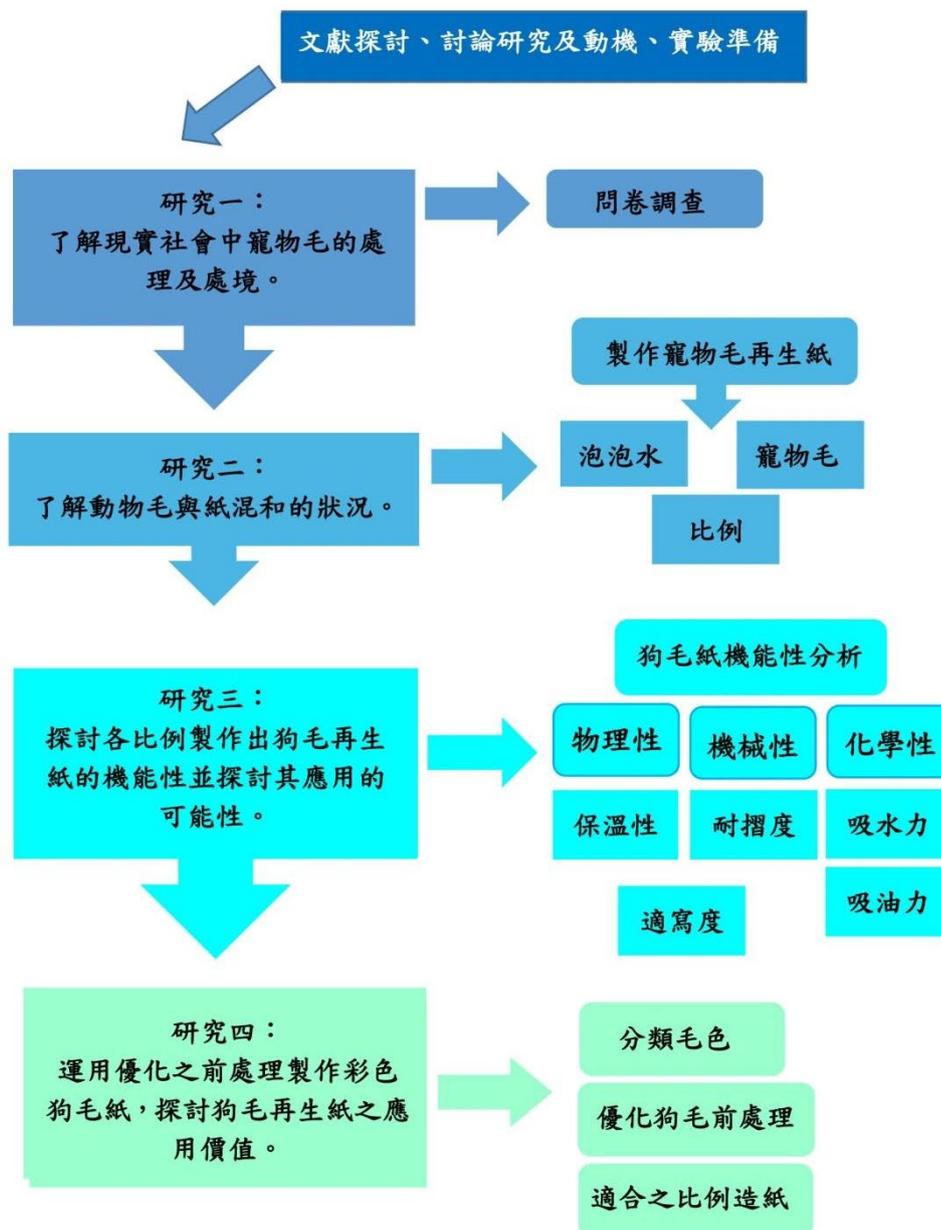


圖 4-1 研究方法流程圖

一、文獻探討

(一)分析比較過去與紙相關的研究、資訊：

本實驗參考歷屆科展及網路資訊，找尋研究出路及方法，文獻如表 4-1 所示，而總整後發現從未有人做過用動物纖維造紙之相關研究。

表 4-1 參考歷屆中小學科展有關造紙之研究

屆別	題目	研究內容
中小學科展 58 屆	一「頁」菩提	以微生物分解法來分解菩提葉纖維,製作添加酵母菌、乳酸菌、土壤益生菌、生態池底泥等常見微生物製作分解液。
中小學科展 53 屆	「纖」人為「紙」	以多種纖維質廢棄物作為造紙原料,造出媲美市售的紙張。玉米皮、木屑、玉米梗、甘蔗渣、柚子皮、雜草等,推薦數種造紙方法供大眾參考。
中小學科展 52 屆	芒草·變裝·show!	創新使用芒草纖維造紙,並且進行比較,為芒草找到新的經濟價值。
中小學科展 48 屆	點「殼」成紙	探討利用菱角殼進行製漿造紙,並觀察其可行性,以有效利用此項農業副產品。
中小學科展 47 屆	垃圾變黃金	把大王椰子樹變成藝術紙、手抄紙,並用不同的變化增加紙張的韌性。
中小學科展 29 屆	化落葉為神「紙」~探討落葉造紙的可行性研究~	觀察不同黏著劑、樹脂比例,以及落葉纖維粗細、色澤、透明度,再做紙的隔熱、負重、拉扯、耐摺、書寫、繪畫上的實驗。

(二)了解造紙程序與相關科學原理

1.紙張定義:

傳統上所謂的紙,指植物纖維原料經人工機械—化學作用製成純度較大的分散纖維,與水配成漿液,經漏水模具濾水,使纖維在模具上交織成濕膜,再經乾燥脫水形成有一定強度的纖維交結成的平滑薄片,作書寫、印刷和包裝等用的材料。

2.再生紙定義:

主要是透過廢紙回收後，所得到的廢紙漿料當作製紙原料。這些廢紙漿料投入生產線製成紙漿，大部分的造紙廠會為了保持紙張韌性，加入原生漿料混合。只要再生漿料達到一定的比例，都屬於再生紙的範疇。而根據環保署官網顯示，回收廢紙類大致可分成四類，分別為白紙類、混合紙類、報紙類及牛皮紙類，依據適材適用的原則，做出的再生製品也會不同，如表 4-2 所示。

表 4-2 紙類四大回收項目，會依照紙張特性而有不同用途。（資料來源／環保署官網；資料整理／邱琨皓）

	類舉項目	特性	主要用途
白紙類	信封紙 筆記書寫紙 電腦報表紙	紙張潔白 雜質較少	白紙 廁衛用紙
混合紙類	書皮 紙板 影印紙 傳真紙	雜質不一 潔白度不一	紙板
報紙類	報紙	需大量印刷 潔白度不高	新聞用紙
牛皮紙類	瓦楞紙 牛皮紙袋	雜質較多 材質堅韌易加工	紙箱

3.造紙的程序、方法：

- (1)選擇材料：造紙的原理是纖維的重組技術，不同的纖維形成不同的紙張。
- (2)將材料浸泡軟：將皮料和竹料放進水池浸泡。
- (3)蒸煮：將浸泡過的樹皮原料經由蒸煮的過程，去除雜質。
- (4)清洗及漂白：將蒸煮過的樹皮放入水槽內用清水做初步的浸泡及清洗，樹皮纖維以外的物質再加以挑選並清洗乾淨。
- (5)打漿：漂洗後的纖維原料成漿狀，作打漿處理，形成所謂的「紙漿」。
- (6)抄紙：在檜木木框內的竹簾(紙篩)中，端起抄紙簾放入紙漿槽中，以擺浪式前後左右搖擺撈起。
- (7)壓紙：將水份壓榨去除。

(8)烘紙：烘乾成紙。

4.造紙助料:

造紙除了用各種纖維抄製成型外，通常還會加入纖維以外的物質，主要有礦物性及為了滿足各種功能性而加添的添加物。手工造紙通常會加入懸浮劑，或稱分散劑、紙藥、樹糊粉，在調漿過程中加入，能讓纖維在水中均勻懸浮，使抄出的紙張纖維分布均勻，厚薄一致。它與利用植物膠有相同的化學成分，沒有毒性，用量極少，摸起來滑而不黏，聞起來沒有味道，還會漸漸蒸發，沒有污染問題。

5.動物纖維的特性：

動物纖維成分為天然蛋白質，其特點是不耐高溫、摸起來柔軟、穿起來輕盈、舒適，且具抗皺能力。與植物纖維比起來保暖性較佳，相對的較有彈性，也較不易弄髒，清洗起來也較簡單；缺點為長期的日曬與保存會有黃化、退色的情形，且羊毛由於會有氫化現象，洗滌後容易縮水變形。洗滌時也不適用漂白水、動物纖維怕鹼，遇鹼性洗劑會有黃化甚至被溶化的情形。

二、研究過程與方法

(一)研究一:了解現實社會中寵物毛的處理及處境

1.方法:設計問題，運用 google 表單軟體，給予飼主及寵物店員工填寫，問卷分兩種版本，一為飼主另一為寵物店，收集完問卷並分析，問卷題目如表 4-3 所示。

表 4-3 訪問飼主及寵物店家之問題

飼主		寵物店	
A.您的姓名?		A.請問貴店名稱?	
B.您的年齡?		B.寵物毛大部分都怎麼處理?	
C.您養的寵物品種?		C.貴店一天大約會幫幾隻寵物剃毛?	
D.您養的寵物是長毛還是短毛?		D.您覺得處理寵物毛會不會造成您的麻煩呢?	
E.您是怎麼幫寵物剃毛?		若回答會(跳 D-1.回答完，繼續答 E.)	若回答不會
若回答去寵物店處理	若回答自己剃(跳 E-1.回答完，繼續答 F.)	D-1.如果會是造成什麼麻煩?	繼續作答 E.

繼續作答 F.	E-1.您怎麼處理這些寵物毛?	E.您知不知道寵物毛的其他利用?
F.您知不知道寵物毛的其他利用?(製作成枕頭、衣飾)		F.您願意將寵物毛再利用嗎?(製作成枕頭、衣飾)
G.您願意把(自家的)寵物毛再利用嗎?		G.如果想要,您想做些甚麼?
H.如果想要,您想做些什麼?		H.您願意花錢將寵物毛再利用嗎?(製作成枕頭、衣飾)

(二)研究二：了解動物毛與紙混合的狀況並找到最佳比例

1.實驗一：了解動物毛與紙混和的初步狀況

(1)比例：A:雞蛋盒+狗毛；B:廢紙+狗毛(紙:毛=3:1)

(2)實驗過程：先將紙張撕成小紙片後，泡水。把紙張與狗毛依比例倒入果汁機內，打成紙漿後倒入容器內。將紙漿均勻平鋪於框上，用布和廢紙將多餘的水吸乾，並拿至通風處晾乾。紙漿稍微乾燥後用手取下於抄紙網上的紙漿即可，實驗過程大致如圖 4-2 所示。



圖 4-2 初步製作狗毛與紙混合之實驗步驟

2.實驗二：把寵物毛比例增加，減少毛結塊的紙

(1)比例：36%廢紙+64%狗毛(紙:毛=4:7)

(2)實驗過程：先將紙張撕成小紙片後，泡水。把紙張與狗毛依比例倒入果汁機內，打成紙漿後倒入容器內。將紙漿均勻平鋪於框上，用布和廢紙將多餘的水吸乾，並拿至通風處晾乾。紙漿稍微乾燥後用手取下於抄紙網上的紙漿即可，實驗過程大致如圖 4-2 所示。

3.實驗三：朝向完全動物毛的方向邁進

(1)比例：泡泡水+100%狗毛

(2)實驗過程：先**製作泡泡水**，再把**狗毛和泡泡水**倒入果汁機內，打完後倒入紙漿盆內，使用抄紙網將紙漿均勻平鋪於框上，用布和廢紙將多餘的水吸乾，並拿至通風處晾乾。紙漿稍微乾燥後用手取下於抄紙網上的紙漿即可，實驗過程大致如圖 4-3 所示。



圖 4-3 製作完全狗毛紙之實驗步驟

4.實驗四：尋找最合適的動物毛與紙混合的比例

(1)比例：50%廢紙+50%狗毛 (紙:毛=1:1)

(2)實驗過程：先製作泡泡水，再把狗毛和泡泡水倒入果汁機內，打完後倒入紙漿盆內，使用抄紙網將紙漿均勻平鋪於框上，用布和廢紙將多餘的水吸乾，並拿至通風處晾乾。紙漿稍微乾燥後用手取下於抄紙網上的紙漿即可，實驗過程大致如圖 4-3 所示。

5.實驗五：針對實驗四做出加厚版

(1)比例：50%廢紙+50%狗毛(紙:毛=1:1)

(2)實驗過程：把實驗四的材料增加倍數，使水盆裡的纖維變多，以篩出更多的紙和毛纖維。其餘步驟皆如實驗四(如圖 4-3)。

(三)研究三：探討各比例製作出紙的實用性與應用

1.方法：根據研究做出的不同紙與毛比例的紙(如表 4-4)做適寫度、吸水性、耐摺力、吸油力、保暖力、除塵力之測試:

表 4-4 針對前面實驗所得狗毛紙之各比例分配

第一代	第二代	第三代	第四代	第五代
紙：毛=1：3	紙：毛 = 4：7	100%狗毛	紙：毛 = 1：1	紙：毛 = 1：1 (第四代的加厚版)

(1) 適寫度：用自動鉛筆、原子筆、螢光筆、奇異筆在做好的狗毛再生紙上試寫。

(2) **保溫性**：相同重量的石頭拿去煮至水沸騰，接著撈起瀝乾放置相同面積的狗毛再生紙上摺疊包裹住，一分鐘後使用紅外線測溫槍測量石頭溫度，測量溫度分兩種方式，一種為隔著狗毛再生紙量，一種為把狗毛再生紙翻開測量，實驗步驟如圖 4-4 所示。



圖 4-4 各代狗毛紙保溫性測試步驟

(3) **耐摺力**：把紙摺成四等分之後，再把紙攤開，觀察各張狗毛再生紙的摺痕，並做比較，實驗步驟如圖 4-5 所示。

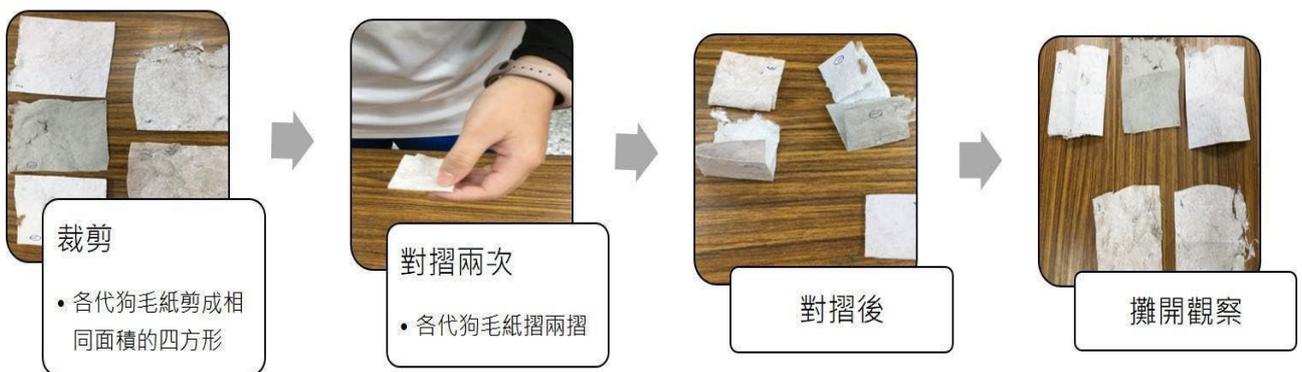


圖 4-5 各代狗毛紙耐摺力測試步驟

(4) **吸水力**：做一個支架，把狗毛再生紙夾在支架上，經過一段時間後再把紙上的吸水高度記錄下來，實驗步驟如圖 4-6 所示。



圖 4-6 各代狗毛紙吸水量測試步驟

(5) 吸油力：做一個支架，把狗毛再生紙夾在支架上，經過一段時間後再把紙上的吸油高度記錄下來，實驗步驟大致如圖 4-6 所示，只是水換成油。

2.評比方式：本實驗機能性分析，包括適寫度、保溫性、耐摺度、吸水力、吸油力，針對各項項目採評分的方式，評分準則如表 4-5 所示：

表 4-5 各評測項目評分標準

	適寫度	保溫性	耐摺度	吸水力	吸油力
1 分	墨水無法留在紙上，書寫非常不佳，狗毛被勾起。	過了一段時間後溫度在 36 度以下	折完之後能明顯看到折痕	吸的高度不到整張紙的 1/5	吸的高度不到整張紙的 1/5
2 分	墨水只能在紙上畫幾筆，沒有連續性。	過了一段時間後溫度在 36-36.5 度	折下去不易彈開	吸的高度介於整張紙的 1/5-2/5	吸的高度介於整張紙的 1/5-2/5
3 分	墨水能大概留在紙上，書寫不佳，連續性差	過了一段時間後溫度在 36.5-37 度	摺痕不是很清楚	吸的高度是整張紙的 2/5-3/5	吸的高度是整張紙的 2/5-3/5
4 分	書寫時比一般紙差一點	過了一段時間後溫度在 37-37.5 度	折下去容易彈開	吸的高度是整張紙的 3/5-4/5	吸的高度是整張紙的 3/5-4/5
5 分	能像一般紙一樣的書寫	過了一段時間後溫度在 37.5 度以上	折完之後完全沒有摺痕	幾乎整張紙都吸滿了水	幾乎整張紙都吸滿了油

(四)研究四：用最佳比例(紙:毛=1:1)做出彩色狗毛紙，並探討狗毛紙應用

1.實驗一：分類狗毛

(1)過程：把寵物店收集而來的狗毛依顏色來進行分類(如圖 4-7)。



圖 4-7 分類狗毛

2.實驗二：製作彩色狗毛紙

(1)方法：製作彩色狗毛紙，方法有別於研究二，研究四不使用把狗毛拿去果汁機打，而是嘗試加入以下狗毛前處理優化步驟，包括狗毛用沸水先煮過、用潤髮乳按摩、用剪刀先剪短；紙漿中加入醬糊、樹糊粉。

(2)過程：把分類好的彩色狗毛，加入狗毛前處理，製作更完善的狗毛再生紙，詳細過程如下。

A.狗毛用沸水煮：將毛倒入鍋中，再加入水(可以蓋過毛的量)，用電磁爐煮至水滾(如圖 4-8)，放涼後將狗毛和已打碎的紙漿倒入大盆子中混合，用抄紙網做紙，最後將其晾乾。



圖 4-8 用電磁爐煮狗毛至沸騰消毒

B.狗毛加入潤髮乳、用沸水煮，紙漿加漿糊：先將毛用潤髮乳按摩搓揉，靜置約 5 分鐘後倒入鍋中(如圖 4-9)，再加入一點水(可以蓋過毛的量)，開始煮至水滾，放涼後，將狗毛和已打碎的紙漿倒入大盆子中混合，再加入漿糊，用抄紙網做紙，最後將其晾乾。



圖 4-9 用潤髮乳按摩過的狗毛，加水準備要入鍋中煮沸

C. 狗毛用剪刀剪碎、用沸水煮、不加潤髮乳，紙漿加漿糊：先將毛剪碎倒入鍋中(如圖 4-10)，再加入一點水(可以蓋過毛的量)，開始煮至水滾，放涼後，用剪刀把狗毛剪碎，剪到狗毛變得細細散散的，再將剪碎的狗毛和已打碎的紙漿倒入大盆子中混合，再加入漿糊，用抄紙網做紙，最後將其晾乾。



圖 4-10 煮狗毛前將狗毛用剪刀剪碎

D. 狗毛用剪刀剪碎、用沸水煮、不加潤髮乳，紙漿加入樹糊粉：先將毛剪碎倒入鍋中煮沸，將狗毛與製作好的紙漿到入大盆子中，再加入些許樹糊粉(如圖 4-11)，均勻攪拌後，用抄紙網做紙，最後將其晾乾。



圖 4-11 些許樹糊粉先加水混至如蛋白狀，再加入紙漿盆中

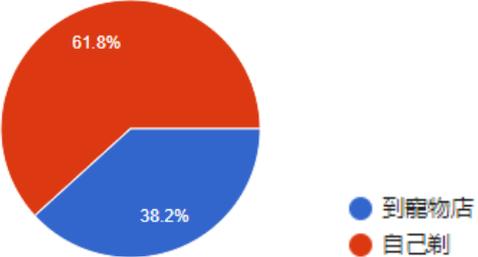
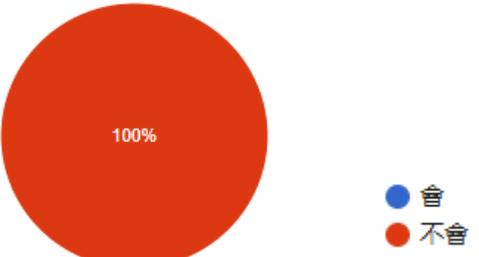
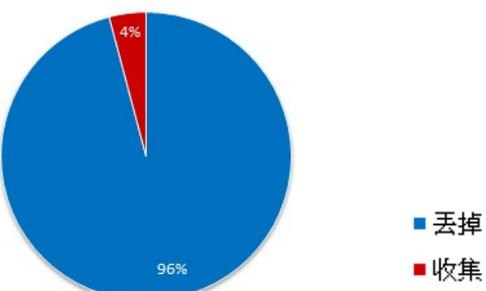
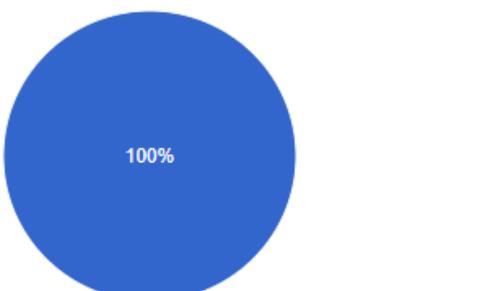
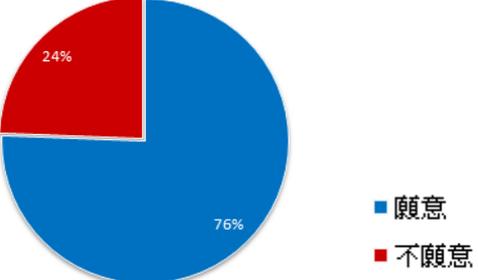
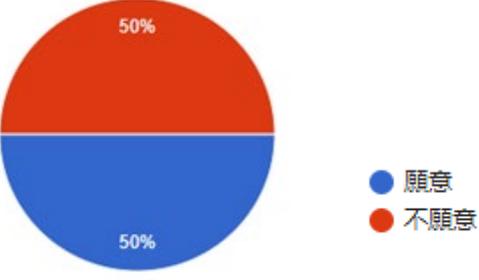
伍、研究結果

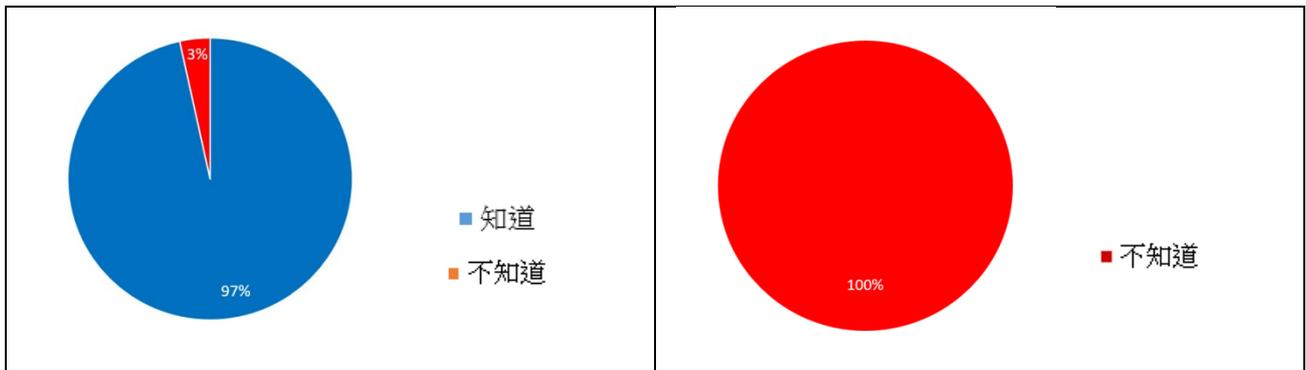
經過以上的研究，我們學會了製作寵物毛再生紙，並得到以下有關我們研究的結論：

一、探究狗廢毛對寵物店和主人的影響

根據問卷結果(如表 5-1)我們發現，**大部分的人都是直接把寵物毛丟掉，卻有一半以上的飼主願意將寵物毛再利用**，像是吊飾、衣物.....等。然而**寵物店反而不建議將寵物毛再利用，因為可能會有細菌或是蟲卵等衛生問題**。而大部分的飼主都有聽過有關寵物毛再製的商品，大部分是羊毛氈和紀念品，但寵物店都沒有聽過有關寵物毛再製的商品，可見在動物纖維處理上，**大多數人可能並沒有意識到寵物毛再製的商機及資源處理的能源問題**。

表 5-1 摘選之飼主、寵物店問卷結果

飼主 共 123 份問卷	寵物店 共 4 份問卷
怎麼剃寵物毛?	處理寵物毛會不會造成麻煩?
 <p>● 到寵物店 ● 自己剃</p>	 <p>● 會 ● 不會</p>
怎麼處理?	
 <p>■ 丟掉 ■ 收集</p>	 <p>● 丟掉</p>
願不願意將寵物毛再利用?	
 <p>■ 願意 ■ 不願意</p>	 <p>● 願意 ● 不願意</p>
有聽聞過廢棄寵物毛再製商品嗎?	



二、探究狗毛做出的紙的可行性

經過 5 次實驗結果(如表 5-2)，從原先紙植物纖維的比例最多，到狗毛比例比紙多，到完全使用狗毛，至最後狗毛與紙的比利相同，我們發現製作一個可以稱為狗毛紙的紙，狗毛跟紙漿的比例為 1:1。而過程中最大的困擾就是狗毛結塊問題，添加鹼性溶液跟用果汁機攪打，對狗毛結塊情形沒有太大的改善。

表 5-2 研究二 5 個實驗之發現與結果

實驗編號	發現	成果
一 (紙：毛=1：3)	狗毛不特別處理，直接與紙漿混合造紙，狗毛會結成多個塊狀，且紙太厚不易乾，太薄易撕破。	 <p>成品(右是 A，左是 B)</p>  <p>用 uHandy 行動顯微鏡攝影的 A</p>
二 (紙：毛 = 4：7)	把狗毛一點點地分次放入果汁機攪打，狗毛結塊情形依然存在，且會需要花費很多時間再處理狗毛。	

<p>三 (100%狗毛)</p>	<p>完全使用狗毛纖維造紙，纖維之間並沒有鑲嵌住，狗毛呈現分離的狀態，像是幫狗毛洗澡而已，完全稱不上是一張紙。</p>	
<p>四 (紙：毛 = 1：1)</p>	<p>加入泡泡水於紙漿中，造出的紙除了厚度有點薄之外，感覺比先前幾次都要來得成功。</p>	
<p>五 (紙：毛 = 1：1)</p>	<p>紙：毛=1:1 的比例造紙，跟書寫紙比，依舊讓人感覺脆弱許多</p>	

三、分析寵物紙的實際應用

(一)紙的機能性

根據研究做出的不同紙與毛比例的紙(如表 4-4)做適寫度、吸水性、耐摺力、吸油力及保溫性測試所得結果：

1.適寫度：實驗結果如表 5-3 所示，用比較多的植物纖維做成的再生紙比較適合書寫，狗毛紙中的狗毛被筆勾起來，無法好好寫字。

表 5-3 各代狗毛紙適寫度評分

	第一代	第二代	第三代	第四代	第五代
鉛筆	石墨能大概在留在紙上書寫不佳 (3分)	書寫時比一般紙差一點 (4分)	不成紙張，無法實驗	石墨無法留在紙上，書寫非常不佳，一下筆就破裂 (1分)	石墨能大概在留在紙上書寫不易 (3分)
原子筆 (藍色)	書寫時比一般紙差一點 (4分)	墨水能大概留在紙上，書寫不佳，連續性差 (3分)	不成紙張，無法實驗	墨水無法留在紙上，書寫非常不佳，狗毛被勾起 (1分)	墨水無法留在紙上，書寫非常不佳，狗毛被勾起 (1分)

螢光筆 (橘色)	劃記時比一般紙差一點 (4分)	劃記時比一般紙差一點 (4分)	不成紙張，無法實驗	墨水能大概在留在紙上書寫不佳，紙易被扯破 (2分)	墨水能大概留在紙上，書寫不佳 (3分)
奇異筆 (黑色)	書寫時和一般紙差不多 (5分)	書寫時和一般紙差不多 (5分)	不成紙張，無法實驗	書寫時墨水能留在紙上，但有時候狗毛會被勾起 (3分)	書寫時墨水能留在紙上，但有时候狗毛會被勾起，書寫起來比第四代差 (2分)



圖 5-1 各代狗毛紙書寫狀況

2.耐摺力：實驗結果如表 5-4 所示，用比較多的狗毛做成的再生紙比較不會有摺痕。

表 5-4 各代狗毛紙耐摺度評分

第一代	第二代	第三代	第四代	第五代
折完之後能明顯看到折痕(1分)	折下去不易彈開(2分)	不成紙張，無法實驗	折完之後完全沒有摺痕(5分)	折下去容易彈開(4分)



圖 5-2 各代狗毛紙摺痕狀況

3.吸水度：實驗結果如表 5-5 所示，用較多植物纖維做成的再生紙較容易吸水。

表 5-5 各代狗毛紙吸水度評分

第一代	第二代	第三代	第四代	第五代
吸的高度是整張紙的 2/5-3/5 (3 分)	吸的高度介於整張紙的 1/5-2/5 (2 分)	不成紙張，無法實驗	吸的高度不到整張紙的 1/5 (1 分)	吸的高度不到整張紙的 1/5 (1 分)



圖 5-3 各代狗毛紙吸水狀況

4.吸油力：實驗結果如表 5-6 所示，用較多動物纖維做成的再生紙狗毛較容易吸油。

表 5-6 各代狗毛紙吸油力評分

第一代	第二代	第三代	第四代	第五代
吸的高度介於整張紙的 1/5-2/5 (2 分)	吸的高度不到整張紙的 1/5 (1 分)	不成紙張，無法實驗	吸的高度是整張紙的 2/5-3/5 (3 分)	吸的高度介於整張紙的 1/5-2/5 (2 分)



圖 5-4 各代狗毛紙吸油狀況

5.保溫性：實驗結果如表 5-7 所示，各代間差異不大，整體用較多動物纖維做成的再生紙狗毛較容易保溫。

表 5-7 各代狗毛紙保溫性評分

第一代	第二代	第三代	第四代	第五代
紙裡 37.6°C 紙外 36.7°C	紙裡 39.5°C 紙外 37.5°C	不成紙張，無法實驗	紙裡 40.3°C 紙外 37.1°C	紙裡 38.6°C 紙外 37.9°C
過了一段時間後溫度在 36.5-37 度 (3 分)	過了一段時間後溫度在 37-37.5 度 (4 分)		過了一段時間後溫度在 37-37.5 度 (4 分)	過了一段時間後溫度在 37.5 度以上 (5 分)

(二)狗毛紙應用

運用寵物店所取得的毛，我們製作彩色狗毛紙之結果如下：

1.分類狗毛

(1) 顏色:共分類出八種顏色如圖 5-4 所示，分別為黑色、深灰色、灰咖啡色、深灰咖啡色、深咖啡色、米白色、白色、黃咖啡色。



圖 5-5 寵物店狗毛所分類出之顏色

(2) 發現:狗毛有很多種顏色，顏色間非常的相像，不像化學顏料那麼明確且鮮豔，只能靠眼睛來辨認命名各種不同的顏色。而當要分開兩種顏色時，得用手搓，才能讓糾纏著各種顏色的狗毛分開，且會有雜質(螞蟻、指甲屑等)。

2.彩色狗毛紙

加入潤髮乳對於狗毛結塊沒有多大作用，但用剪刀將狗毛先剪短再混入紙漿，結塊情形大幅降低，而針對寵物店所擔心的衛生問題，把狗毛拿去煮沸能減少衛生上的疑慮。而加入樹糊粉後，幾乎解決了狗毛結塊的問題，也讓抄紙時紙漿更平均分配，然而製作出的狗毛紙張顏色(如表 5-8)不如市售彩色紙張鮮豔，但每張顏色卻也都是獨一無二的。

表 5-8 各式顏色狗毛紙照片

			
黑色	深灰色	灰咖啡色	深灰咖啡色
			
深咖啡色	米白色	白色	黃咖啡色

陸、討論

根據本研究所做之實驗，於實驗過程及結果中提出討論如下表 6-1、表 6-2 所示:

表 6-1 本研究過程中所提出之討論

社會中寵物毛的處理及處境
<p>1.多數飼主願意將寵物毛再利用，卻在處理方法上直接丟棄，而寵物店卻不知道寵物毛再製的例子，可能社會上還並未意識到寵物毛再製的商機及資源處理的能源問題。</p> <p>2.有一家寵物店老闆說寵物毛裡會有細菌、蟲卵，不建議做狗毛處理的實驗，或許狗毛衛生是造紙的第一個需要處理的重要事項，用於與人接觸密切的紙商品。</p>
寵物毛和紙的最佳比例

<p>1.外觀 變化</p>	<p>(1)狗毛只需使用剪刀才能製成不會結塊的狗毛紙，若直接使用短毛，或許可以狗毛結塊的狀況，增加造紙的效率。</p> <p>(2)往後應該可開發針對長、短寵物毛造紙，甚至是不同動物品種的再生紙研究。</p> <p>(3)建議製造狗毛紙時添加樹糊粉，有利於抄紙程序順利、成品成功。</p> <p>(4)計算狗毛與水的比例時，因狗毛太過輕的關係，所以較難秤出重量，建議在秤重時環境需無風、桌子需平穩，甚至使用較多量的狗毛秤重，較不會有誤差。</p>
<p>2.酸鹼 變化</p>	<p>(1)羊毛可以靠鹼纏繞成羊毛氈，洗頭髮時卻可以靠鹼性物質把糾結的頭髮洗到柔順，加入泡泡水及潤髮乳是否利於狗毛結塊情形，實驗結果為否定。酸鹼性物質在動物纖維的作用上，可為後續探討的方向。</p>
<p>3.紙張 變化</p>	<p>(1)一般書寫廢紙是大眾較容易取得的，往後可以試著用纖維較粗(例如:雞蛋盒)的廢紙造出較扎實的狗毛再生紙。</p>

紙的實用性與應用

- (1)可能沒有把狗毛的纖維處理的很好或是狗毛不親水，**原子筆會被狗毛纏住或墨水無法在狗毛再生紙上被吸收**。
- (2)狗毛較植物纖維不吸水，可以說具有防水的效果。狗毛再生紙或許適**合作為特殊紙製品**。
- (3)可能是因為狗毛本身比較有彈性，所以不易產生摺痕。或許未來可以**開發一個不需要資料夾保護的紙張**。
- (4)狗毛**如同一般保暖纖維**，做成紙後仍可以保溫，但因為紫外線測溫槍有溫度測量上的限制，或許未來有更專業精密的儀器，可以更加確定狗毛再生紙具有保溫效果。
- (5)狗毛再生紙肉眼可觀察到纖維突出，或許未來也能**做除塵力相關的實驗**。

彩色狗毛紙

- (1)跟寵物店拿取的狗毛顏色五花八門、沒有分類，以肉眼辨識每種顏色都感覺獨一無二，顏色分類上很困難，也很難命名。未來若商業化，或許**寵物毛也會如同資源回收般分毛色丟棄**，在製作彩色狗毛紙時才會更方便!
- (2)製作出的成品顏色完全是靠天然毛色，雖然比起市售彩色紙來得不鮮豔，但**天然環保**，

更不會產生化學廢水。

(3)彩色狗毛紙的**特色效果**會不會比使用天然顏料的紙張來得好，後續可以再做觀察。

表 6-2 針對狗毛再生紙之 SWOT 分析

Strength 優勢	Weakness 劣勢
<ul style="list-style-type: none">■ 材料都為廢物再利用，兼具原料成本低廉、環保。■ 製作難度小，器材易取得。■ 紙張功能有別於一般印刷紙，而是具有耐折、防水、吸油的功能，能讓種類更多元化。	<ul style="list-style-type: none">■ 在衛生安全上，可能會有人過敏。■ 紙張功能上不易書寫。■ 製作彩色狗毛紙顏色較不鮮豔。■ 缺乏相關研究，製作上極費心。■ 在衛生安全上，可能會導致有人過敏。■ 大量寵物毛取得來源少，多只在寵物店。■ 宣傳少，不利進攻大眾市場。
Opportunity 機會	Threat 威脅
<ul style="list-style-type: none">■ 社會上養寵物已經不再是流行，而是另一種家人的選擇，原料及需求非常龐大。■ 環保愛地球意念遍布全世界，接受度大。■ 寵物毛紙製品可以專業化製作也可以專屬製作，潛在需求者可多可少。■ 功能多元，有開發的潛力。■ 造紙技術易操作，可推廣至各年齡層。■ 市面上較少看到，商業營運機會大。	<ul style="list-style-type: none">■ 過敏兒增多，衝擊接受度。■ 毛的提供易受地區性氣候、寵物品種影響。

柒、結論

一、寵物廢毛再製商品具有需求性及原料供給性，然而市售卻鮮少看到狗廢毛再製之商品，可見其富有商業價值性、開發性。

- 二、狗毛再生紙的可行性是高的，最好的比例是用紙：毛 = 1：1 的比例所製做出的紙。
- 三、製作狗毛再生紙需將狗毛先剪短，紙將槽搭配些許樹糊粉，可增加製作狗毛再生紙的成功度。
- 四、狗毛再生紙不適合書寫，卻具有耐摺、防水、保溫的功用，適合作為特殊紙製品，像包裝紙、保溫紙等。
- 五、彩色狗毛紙是可行的，可依據狗毛再生紙的特性，增加製品的選擇豐富性，可替代化學染料製成的紙，雖顏色不鮮麗，卻對環境無害。

捌、參考資料

- 一、蘇裕昌(2012)。造紙系統黏著物的發生及化學添加處理對策。取自 <http://www.twntappi.org.tw/Upload/2012-08%E9%80%A0%E7%B4%99%E7%B3%BB%E7%B5%B1%E9%BB%8F%E8%91%97%E7%89%A9%E7%9A%84%E7%99%BC%E7%94%9F%E5%8F%8A%E5%B0%8D%E7%AD%96.pdf>
- 二、財訊(2020)。台灣 500 億產值發酵！寵物萌經濟，資本市場新嬌點。財經新報。取自 <https://finance.technews.tw/2020/05/24/taiwan-pet-economy-50-billion-production-value-fermentation/>
- 三、紙品專賣店(2009)。造紙的原料。取自 https://www.paperhouse.com.tw/index.php?option=com_content&view=article&id=80:2009-11-13-03-41-30&catid=58:2009-10-23-08-27-40&Itemid=50
- 四、陳信泰(2016)。認識圖書紙張與紙質分析。取自 <https://www.ntl.edu.tw/ct.asp?xItem=60302&ctNode=1728&mp=1>
- 五、陳忠輝(2017)。造紙產業永續經營與地球資源善用之探討。印刷科技期刊，31(4)，61-82。取自 <https://www.cepp.gov.tw/TheFiles/publication/d119af5f-684b-4687-b980-39c8d56a9851.pdf>
- 六、潘吉星(2018)。造紙過程全面睇。取自 <https://chiculture.org.hk/tc/china-five-thousand-years/839>
- 七、長春棉紙廠股份有限公司(2009)。紙的機能性。檢自 https://www.paperhouse.com.tw/index.php?option=com_content&view=category&id=66&Itemid=115
- 八、大亞紙業(2012)。紙的種類。檢自 <http://dayapapers.com.tw/paper-page.php?id=NQ>

九、邱琨皓(2018)。再生紙-不被熟悉的綠色天使。檢自

<https://blog.zerozero.com.tw/25909/recycledpaper/>

十、Matter of Trust 非營利機構。捐贈頭髮救地球。檢自 <https://matteroftrust.org/>

【評語】 082917

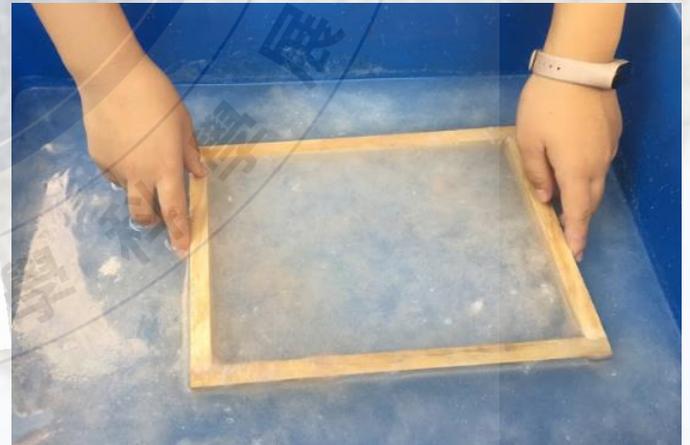
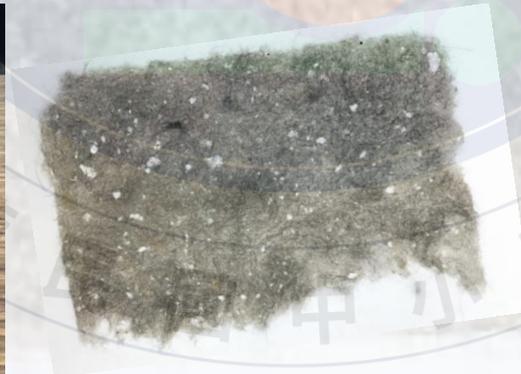
本作品以動物纖維製造再生紙具有環保創新概念，依其實驗結果並不如預期適合書寫用紙，建議可考量材料特性朝保暖、保溫、固定等應用性產品開發，也有助於減少廢棄毛髮的垃圾。

作品簡報

探討狗毛再生紙的可實用性

組別：國小組

科別：生活與應用科學科(二)



前言

1. 再生紙大多運用植物纖維來製作，文獻與科展資料(如下表)顯示造紙來源皆為植物纖維。
2. **過去未曾使用動物纖維來造紙**，因應寵物產業的蓬勃發展，以及循環經濟的興起，從居家出發，以家中寵物毛製成寵物紙，利用寵物毛替代樹木造紙，探討寵物紙的實用性，替地球找尋資源再利用的循環之徑。

題目/屆別	研究內容
「纖」入為「紙」 中小學科展53屆	多種 纖維質廢棄物 作為造紙原料，造出媲美市售的紙張，推薦數種造紙方法供大眾參考。
芒草·變裝·show! 中小學科展52屆	使用 芒草纖維 造紙，並進行比較，為芒草找到新的經濟價值
點「殼」成紙 中小學科展48屆	利用 菱角殼 進行製漿造紙，觀察可行性，以有效利用此項農業副產品。
垃圾變黃金 中小學科展47屆	把 大王椰子樹 變成藝術紙、手抄紙，利用不同的變化增加紙張的韌性。
化落葉為神「紙」~探討落葉造紙的可行性研究 中小學科展29屆	觀察不同 黏著劑、樹脂 比例，以及落葉纖維粗細、色澤、透明度，進行紙的隔熱、負重、拉扯、耐摺、書寫、繪畫之實驗。
本研究	探討生活中易取得之 寵物毛(狗毛) ，能否與 植物性廢棄物(廢紙) 複合之可行性，同時進行不同比例動物纖維、植物纖維複合之物理性、化學性與機械性功能之探討。



研究目的與研究方法

研究目的

研究方法

探究動物纖維與植物纖維密合之可能性

狗毛前處理 (熱處理、中和靜電反應、尺寸處理)

廢紙前處理 (紙材選擇、果汁機攪打、樹糊粉)

探究不同比例動物纖維與植物纖維機能性之差異

物理性 (保溫力)

機械性 (耐摺度)

化學性 (吸水、吸油力)

(適寫度)



用電磁爐煮狗毛至沸騰消毒



用潤髮乳按摩過的狗毛



狗毛用剪刀剪碎



些許樹糊粉先加水混至如蛋白狀，再加入紙漿盆中



裁剪

- 各代狗毛紙剪成相同面積



放上支架

- 各代狗毛紙用鐵夾夾在支架上



吸水測試

- 水平高度相同的狗毛紙尾端同時一起浸入水裡

各代狗毛紙吸水量測試步驟

研究目的與研究方法

探究不同比例動物纖維與植物纖維機能性之差異

	適寫度	保溫性	耐摺度	吸水力	吸油力
方法	用鉛筆、原子筆、螢光筆、奇異筆在狗毛再生紙上試寫	使用紅外線測溫槍測量包裹在狗毛再生紙中的石頭(煮沸)溫度	把紙摺成四等分，再攤開觀察各張狗毛再生紙的摺痕	狗毛再生紙夾在支架碰觸水面，經過5 min記錄吸水高度	狗毛再生紙夾在支架碰觸油面，經過5 min記錄吸油高度
1分	墨水無法留在紙上，書寫非常不佳，狗毛被勾起。	過了1 min後溫度在36°C以下	折完之後能明顯看到折痕	吸水高度不到整張紙的1/5	吸油高度不到整張紙的1/5
2分	墨水只能在紙上畫幾筆，沒有連續性。	過了1 min後溫度在36-36.5°C	折下去不易彈開	吸水高度介於整張紙的1/5-2/5	吸油高度介於整張紙的1/5-2/5
3分	墨水能大概留在紙上，書寫不佳，連續性差。	過了1 min後溫度在36.5-37°C	摺痕不是很清楚	吸水高度是整張紙的2/5-3/5	吸油高度是整張紙的2/5-3/5
4分	書寫時比一般紙差一點	過了1 min後溫度在37-37.5°C	折下去容易彈開	吸水高度是整張紙的3/5-4/5	吸油高度是整張紙的3/5-4/5
5分	能像一般紙一樣的書寫	過了1 min後溫度在37.5°C以上	折完之後完全沒有摺痕	幾乎整張紙都吸滿了水	幾乎整張紙都吸滿了油

研究結果

Q: 探究動物纖維與植物纖維密合之可能性

A1: 前處理程序對動物纖維/植物纖維密合之影響

狗毛能與植物纖維密合，但無法單獨交錯編織出似紙張之材質。



用uHandy行動顯微鏡攝影的75:25紙

狗毛前處理	熱處理	透過高溫殺死狗毛中微生物，降低衛生疑慮。
	中和靜電處理	給予保水性處理對於狗毛間纖維纏繞沒有幫助。
	尺寸處理	狗毛剪短可使製程更順利。

廢紙前處理	紙材選擇	雞蛋盒紙較影印紙纖維粗，製作出之狗毛紙韌性也較強。
	果汁機攪打	幫助紙快速形成紙漿，而把狗毛放入攪打並沒有打碎狗毛之功用。
	樹糊粉	於紙漿中加入能使紙漿溶液中之物質均勻分布造紙更順利。

A2: 分類狗毛即可做出彩色狗毛紙，但

狗毛難分類顏色，顏色間非常相像，製作出之成品不像化學顏料那麼明確且鮮豔，但為自然成色，不須使用化學顏料。



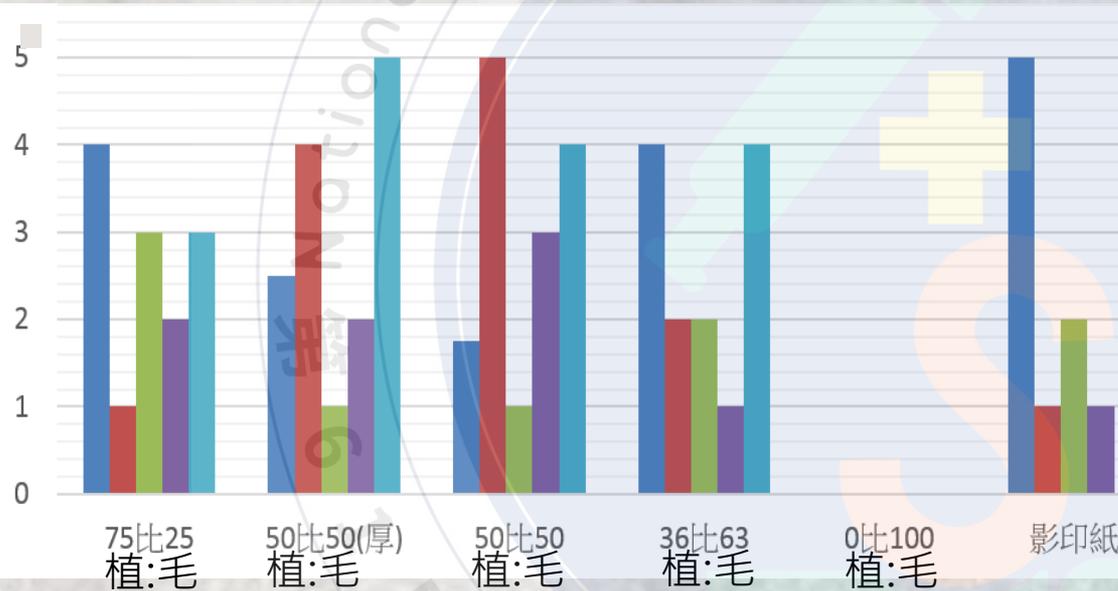
寵物店狗毛所分類出之顏色

研究結果

Q: 探究不同比例動物纖維與植物纖維機能性之差異

A:

■ 適寫度 ■ 耐摺力 ■ 吸水力 ■ 吸油力 ■ 保溫性



適寫度：大致上隨植物纖維比例降低，適寫性也降低。

耐摺力：大致上隨植物纖維比例降低，摺痕顯現度越趨提高。

吸水力：大致上隨植物纖維比例降低，吸水程度也降低。

吸油力：大致上隨植物纖維比例降低，吸油程度越趨提高。

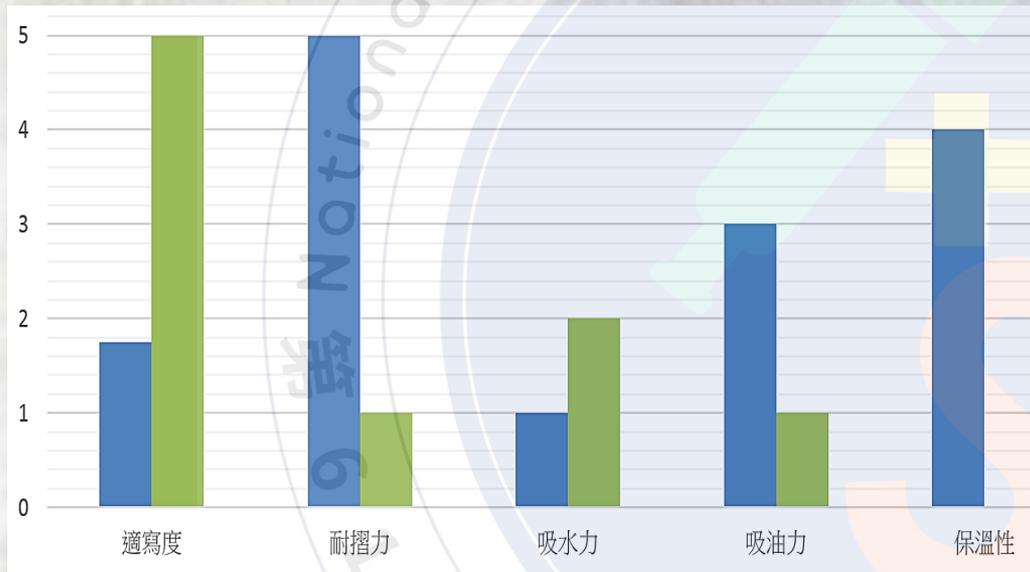
保溫性：各代間差異不大，整體使用較多動物纖維製作的再生狗毛紙較容易保溫。



研究結果

Q: 白紙與狗毛再生紙機能性之差異

A: ■ 50比50 ■ 影印紙



各比例狗毛紙吸水狀況



影印白紙吸水狀況



各比例狗毛紙吸油狀況

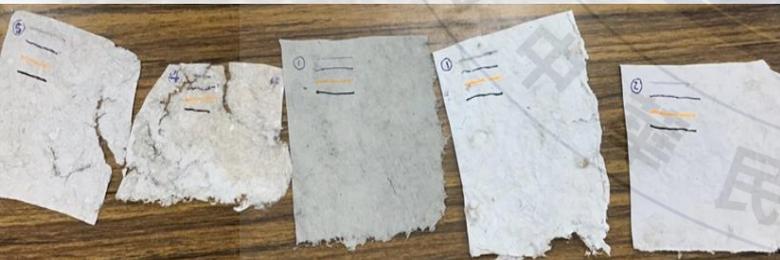


影印白紙吸油狀況

在耐摺力、吸油力兩部分，狗毛再生紙比一般影印紙更勝一籌。
在吸水力的部分，狗毛再生紙和白紙不相上下。原本我們認為影印紙應該會比狗毛再生紙更容易吸水，但實驗結果顯示如表，我們推測可能是因為一般白紙在製作的過程中有添加一些化學藥劑，才導致這個結果。

討論與科學探索

適寫度	耐摺力	吸水力	吸油力	保溫性
狗毛和植物纖維之間並沒有鑲嵌的很牢固，所以在書寫時常常會將狗毛勾起，增加書寫的困難度。	動物纖維是由 <u>蛋白質組成</u> ， <u>較具有彈性</u> ，所以摺起來後較容易彈開，對於耐摺力的提升有很大的幫助。	狗毛(動物纖維)本身比較 <u>不親水</u> ，所以吸水性較差。	狗毛本身比較親油(動物纖維成分為蛋白質)，所以吸油性較佳。	狗毛如同一般保暖纖維， <u>纖維縫隙間夾帶空氣</u> ，降低熱傳導效率，提升保溫效果。



各比例狗毛紙書寫狀況



各比例狗毛紙折痕狀況



狗毛紙保溫性實測

研究過程經驗分享與建議

寵物毛和紙的複合過程

外觀	(1) 將狗毛剪短可以減少狗毛結塊的狀況，增加造紙的效率。 (2) 因狗毛過輕，較難秤出重量，建議在秤重時環境需無風、桌子需平穩，較不會有誤差。 (3) 未來可針對長、短寵物毛造紙，甚至是不同動物品種的再生紙研究。
酸鹼	(1) 洗髮時可以藉潤髮乳使糾結的頭髮變得柔順，但加入泡泡水及潤髮乳並無法解決狗毛結塊情形。 酸鹼性物質在動物纖維的作用機制，可為後續探討的研究方向。
紙	(1) 可以試著使用纖維較粗(例如:雞蛋盒)的廢紙造出較紮實的狗毛再生紙。

狗毛再生紙的實用性與應用

- (1) 狗毛如同一般保暖纖維，製成紙後仍可以保溫，但因為紫外線測溫槍有溫度測量上的限制，或許未來有更專業精密的儀器，可以更加確定狗毛再生紙的保溫效果。
- (2) 狗毛再生紙肉眼可觀察到纖維突出，或許未來也能進行除塵力相關的實驗。

彩色狗毛紙

- (1) 寵物店拿取的狗毛沒有分類，以肉眼辨識每種顏色都感覺獨一無二，顏色分類上較困難，也較難命名。未來若商業化，寵物毛也會如同資源回收般分毛色丟棄，在製作彩色狗毛紙時會更方便!
- (2) 彩色狗毛紙的持色效果會不會比使用天然顏料的紙張來得好，後續可以再進行研究觀察。

寵物毛(狗毛)處理之現況

運用 google 表單軟體，設計給予飼主及寵物店員工填寫之兩種版本問卷。



飼主

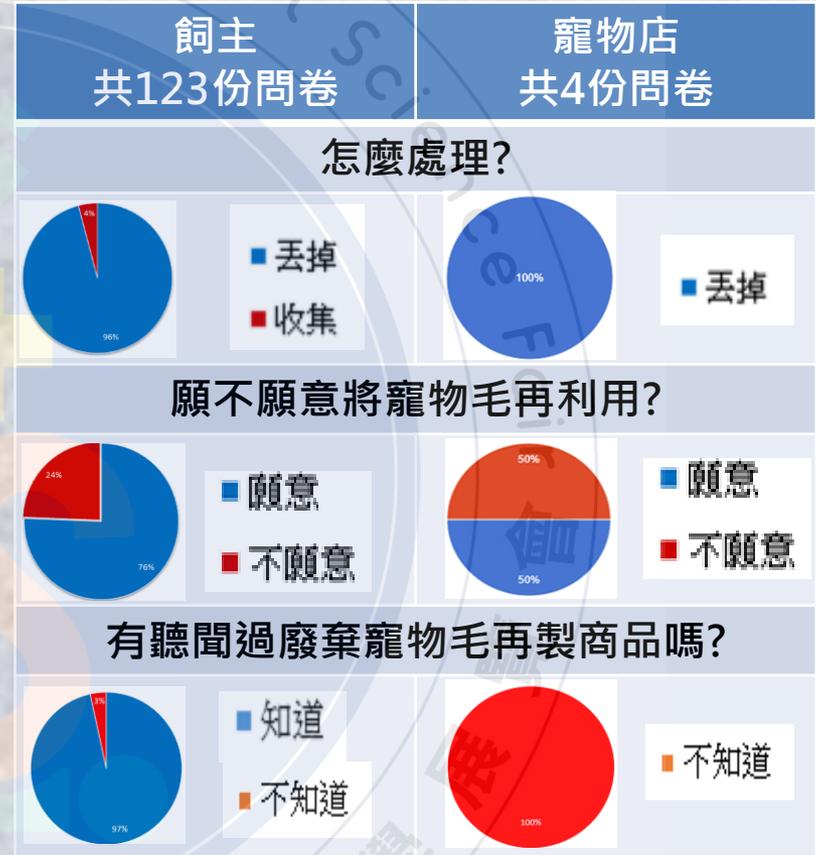
- **寵物:** 品種?長短毛?如何剃毛?毛如何處理?
- **飼主:** 是否知道寵物毛再製商品?願意把自家寵物毛再利用嗎?想做成什麼?



寵物店

- **營運:** 毛如何處理?一天會剃幾隻寵物?毛如何處理?
- **店家:** 是否知道寵物毛再製商品?願意把寵物毛再利用嗎?想做成什麼?

大部分人都直接將寵物毛丟掉，卻有一半以上的飼主願意將寵物毛再利用。然而寵物店反而不建議將寵物毛再利用，因為可能有細菌或是蟲卵等衛生問題。

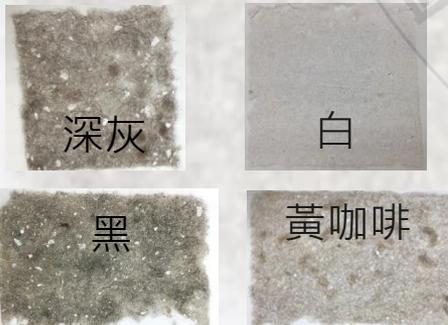


摘選之飼主、寵物店問卷結果

而大部分的飼主都有聽過寵物毛再製的商品，但寵物店都沒有聽過有關寵物毛再製的商品，可見在動物纖維處理上，**大多數人可能並沒有意識到寵物毛再製的商機及資源處理的能源問題。**

結論與建議

- 一、寵物廢毛再製商品具有需求性及原料供給性，然而市售卻鮮少看到狗廢毛再製之商品，可見其富有商業價值性、開發性。
- 二、狗毛再生紙的可行性是高的，較佳的比例是用紙：毛 = 1：1的比例所製作出的紙。
- 三、製作狗毛再生紙前需將狗毛先剪短，紙漿槽搭配些許樹糊粉，可增加製作狗毛再生紙的成功率。
- 四、狗毛再生紙不適合書寫，卻具有耐摺、防水、吸油、保溫的功用，適合作為特殊紙製品，像包裝紙、除汗(油)紙、保溫紙等。
- 五、彩色狗毛紙是可行的，可依據狗毛再生紙的特性，增加製品的選擇豐富性，可替代化學染料製成的紙，雖顏色不鮮麗，卻對環境無害。



未來建議

- 一、可針對不同動物品種的毛，製作不同屬性機能性之類紙張材質。
- 二、可從推廣面著手，調查市場需求以供商業性發展之參考。
- 三、可與寵物店(供給市場)合作，增加實驗材料操作上之便利性。
- 四、環保價值及生活應用性相當高，值得更多研究投入。

狗毛再生紙之SWOT分析

Strength 優勢	Weakness 劣勢
<ul style="list-style-type: none">■ 製作難度小，材料兼具成本低廉、環保。■ 紙張功能具有耐折、防水、吸油的功能，能讓種類更多元化。	<ul style="list-style-type: none">■ 缺乏相關研究，製作上較費心。■ 在衛生安全上，可能會導致有人過敏。
Opportunity 機會	Threat 威脅
<ul style="list-style-type: none">■ 市面上較少看到，商業營運機會大。■ 可以專業化製作與專屬製作，潛在需求者可多可少。	<ul style="list-style-type: none">■ 過敏兒增多，衝擊接受度。■ 毛的提供易受地區性氣候、寵物品種影響。

參考資料

- 一、蘇裕昌(2012)。造紙系統黏著物的發生及化學添加處理對策。
- 二、財訊(2020)。台灣 500 億產值發酵！寵物萌經濟，資本市場新嬌點。財經新報。
- 三、陳信泰(2016)。認識圖書紙張與紙質分析。
- 四、陳忠輝(2017)。造紙產業永續經營與地球資源善用之探討。印刷科技期刊，31(4)，61-82。
- 五、長春棉紙廠股份有限公司(2009)。紙的機能性。
- 六、邱琨皓(2018)。再生紙-不被熟悉的綠色天使。
- 七、Matter of Trust非營利機構。捐贈頭髮救地球。