

屏東縣第 64 屆國中小學科學展覽會作品說明書

科 別：生活與應用科學科(二)

組 別：國小

作品名稱：環保毛毛，是毛不「適」毛？

關 鍵 詞：填充物、保暖、寵物毛（最多三個）

編號：A7043

製作說明:

- 1.說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
- 2.編號：由承辦學校統一編列。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

摘要

為了有效利用家中寵物的廢毛，我們想試試看能不能用狗毛、貓毛、兔毛來取代市面上羽絨衣內的填充物，以達到有效利用及友善環境的目標。先經由顯微鏡觀察各類毛的差異，並從空氣保留度、隔熱、保溫三個面向去設計實驗，實驗結果顯示，這些在結構上大多為直長形的寵物毛，作為填充物時的空氣保留度、隔熱、保溫都不如羽絨、羽毛、尼龍。故經評估，現狀還很難用寵物毛代替目前的羽絨衣填充物，未來想利用這些寵物毛發揮他們直長形的優勢做成編織物，來進行下一次的研究方向。

壹、前言(含研究動機、目的、文獻回顧)

一、研究動機

冬天的外套最講求保暖功能，市面上外套原料有來自動物、植物、人造纖維等，當人們流行使用某種材質，短時間內便會增加該來源的環境負荷，例如種植棉花，全球大約有 1/2 的棉花田是以灌溉的方式種植，佔全球總產量的 3/4。製造一條牛仔褲大約需要一公斤的棉花，平均需要用水 8500 公升，這代表種植一條牛仔褲的棉花所消耗的水，足以讓人洗澡 40 次，因此種植棉花需要耗費大量的水資源和土地成本，另外還衍伸出血汗工廠及童工問題；又如羽絨及羽毛主要採自養殖的鴨、鵝等家禽，少量來自某些野生水禽，而這些絨毛的取得方式大多不為人知，過去網路曾流傳活體拔毛的影像及圖片，儘管多數廠商宣稱自己的產品為人道羽毛，仍有報導指出廠商私下承認執行活體拔毛行為，此種虐待動物進行商業利用的行為令人痛心；人造纖維的製造涉及化學、煤炭、石油的加工製造，對於皮膚和環境所產生的負面影響可想而知，因此我們開始設想生活中是否有能夠環保再利用的天然保暖材質，減少環境負荷。大多數現代人家裡都有療癒的毛孩相伴，貓、狗、兔子、老鼠佔大多數，觀察毛孩冬天的行為表現，只要讓身體蜷縮起來就能維持溫暖，到了換季之際，寵物也會開始換上短毛，試想那些寵物換下來或剃下來的毛髮是否也能作為填充物或者圍巾、織品等重複利用，並且達到保暖效果。嘗試查詢資料得知「香港社會企業 WOUP」看準寵物商機，引進歐美技術，向寵物理容院和飼主蒐集梳毛掉落的貓、狗毛，經手工清洗、消毒、紡紗、編織等處理程序後，製成高檔圍巾、手套、毛帽，部分收入也投入動物保育，宣導「領養，不棄養」思維。這讓我們最初的發想有了一線曙光，以環保再利用的原則尋找可能的衣物原料，以家中毛孩的廢毛作為研究重點，測試其保暖及抗熱程度，與市面上其他常用的衣物原料做比較，根據研究結果判斷是否有發展的價值與可能性，讓資源得以重複利用，應可以減少不人道取得動物毛髮的情況與降低環境負荷。

二、研究目的

(一)探討貓毛、狗毛與各類填充物的結構

- 1.以手機顯微鏡觀察各類填充物的結構

(二)探討各類填充物結構與溫度的關係

- 1.探討各類填充物的空氣保留度
- 2.探討各類填充物的隔熱效果及耐熱程度
- 3.探討各類填充物的保暖程度

三、文獻回顧

為了瞭解羽絨衣為何保暖耐穿的原因，我們搜尋到第 55 屆科展國小生物組，《暖呼呼的秘密~羽毛與溫度之研究》提及羽毛結構特殊，具吸熱功能，羽片則具隔熱效果，絨羽的密集度影響保暖效果。在群羊針織廠的網站上也敘明，捲曲的羊毛和羊毛之間有間隙，當溫暖的空氣跑到間隙裡面，就不容易逸散，而且天然的羊毛本身的在傳導熱能上面，速度是比較慢的，因此溫暖的熱的空氣不容易跑出去，冷的空氣也不容易進來，但因羊毛取得不易，因此不考慮羊毛作為實驗材料。構思到貓狗廢毛時，上網搜尋是否有相同想法的資訊，在聯合報系願景工程，赫然發現 WOUF 這個香港品牌在發展狗毛圍巾，且證實保暖度高於羊毛，讓我們的實驗構想得以付諸實行。暖呼呼的秘密著重在探討羽毛結構與溫度關係，我們想著重在比較各類填充物的保暖度後，再比對解釋顯微鏡下的材質結構，以此判斷貓狗廢毛的利用價值與保暖與否的根本原因。

貳、研究設備及器材

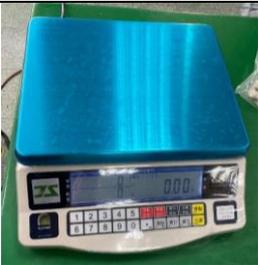
一、實驗材料

本次的實驗材料，我們找了幾種生活易取得之素材—尼龍、棉花、羽毛、羽絨、狗毛、貓毛、兔毛。

棉花	羽毛	羽絨	狗毛(貴賓)
			
貓毛(加菲貓)	兔毛	尼龍	
			

二、實驗設備

碼錶、尺、硬幣、夾鏈袋、水平儀、紅外線測溫槍、電子秤、電烤盤、不織布、玻璃罐、實驗用溫度計、熱水壺、塑膠杯、手機、行動顯微鏡。

碼表	尺	硬幣	夾鏈袋
			
水平儀	紅外線測溫槍	電子秤	電烤盤
			
不織布	玻璃罐	實驗用溫度計	熱水壺
			
塑膠杯	手機	行動顯微鏡	
			

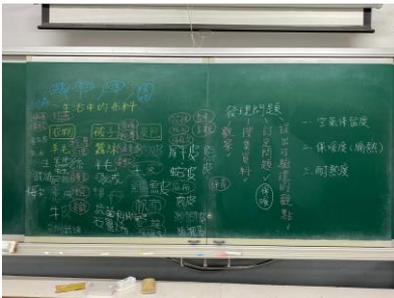
參、研究過程或方法

一、填充物發想與取樣

跟孩子討論生活中製作衣物的材質有哪些，以「生活中的布料」為發想主題，分別提出衣物、被子、皮包等日常用品，接著查詢這些物品所使用的材質及功能性。統整下列表格：

衣物		寢具		皮包	
材質	功能	材質	功能	材質	功能
羊毛	保暖	羊毛	保暖厚重	豹皮	美觀
蠶絲	輕薄昂貴	蠶絲	冬暖夏涼	牛皮 油蠟皮	透氣美觀耐用
尼龍	輕薄便利	棉	保暖	鱷魚皮	獨特
鹿皮	保暖美觀	抗菌科技纖維	抑菌	帆布	耐髒便宜
牛皮	透氣	石墨烯	保暖抑菌	尼龍	便宜
聚酯纖維	輕薄便利	羽絨羽毛	保暖輕盈	熊皮	獨特
貂皮	保暖美觀			犀牛皮	獨特
兔毛	保暖美觀			蛇皮	美觀
彈性纖維	輕薄便利			麻	透氣耐用
梅花鹿	保暖美觀			鹿皮	美觀
				海獅皮	美觀
				狐狸皮	美觀

於是我們發現布料大致可分為爬蟲類、禽鳥類、哺乳類、人造材料、植物等，去除難以取得及昂貴的類別，最後在各個分類中選擇代表性的測試原料：羽絨、羽毛、兔毛、棉花、尼龍，再加上研究目標貓毛、狗毛。值得一提的是，所有原料我們都是從家中丟棄的羽絨外套中，一格一格的剪開取出，蒐集而成，讓實驗過程也符合環保的理念。貓毛及狗毛則是請孩子到寵物美容院向店家蒐集，而兔毛則是透過家中飼養兔子的師生，以梳子梳下廢毛，因實驗期間非兔子換毛的季節，因此毛量僅一小把，由此推測使用兔毛做為衣物原料，量產困難。

		
<p>教師說明科展規則</p>	<p>腦力激盪生活中的布料</p>	<p>小組發表各填充物特色</p>
		
<p>蒐集舊外套的填充物</p>	<p>蒐集天然棉花</p>	<p>拍攝外套標籤確認材質</p>

二、探討貓毛、狗毛與各類填充物的結構

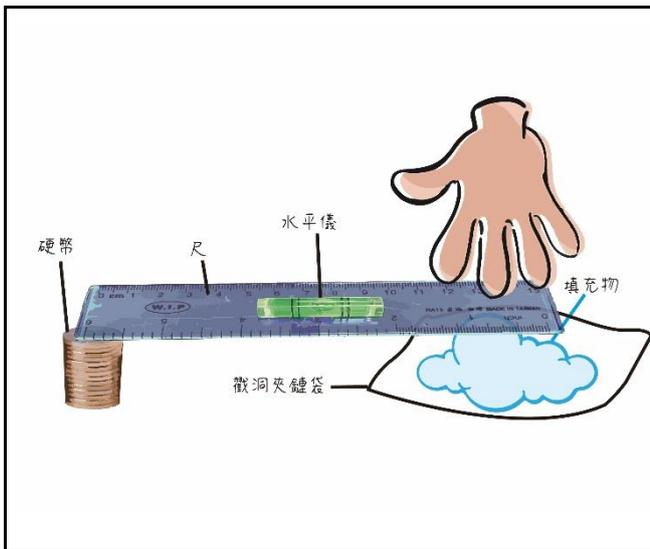
(一)以手機行動顯微鏡觀察各類填充物的結構

我們蒐集了七種衣物填充物，分別是羽絨、羽毛、兔毛、棉花、尼龍、貓毛、狗毛，其中貓毛則蒐集到現成的加菲貓毛，狗毛為貴賓毛，用行動顯微鏡觀察結構，並截圖記錄。

三、探討各類填充物結構與溫度的關係

(一)探討各類填充物的空氣保留度

- 1.使用大小相同的夾鏈袋盛裝填充物，在無施加外力情況下填充物達相同高度，目標為體積一致。
- 2.將體積一致的夾鏈袋秤重(同體積，重量越重，作為外套填充物較不適當)。
- 3.將夾鏈袋正反面戳洞，讓空氣得以流通。
- 4.為測試空氣保留度，以5個一元硬幣的高度為基準，按壓每個夾鏈袋，觀察水平儀的氣泡移動，並記錄秒數。
- 5.水平儀氣泡移動至中間記錄一次秒數，氣泡移動至尾端再記錄一次秒數。



設計說明:

初始嘗試過字典、水壺等重物重壓夾鏈袋，但因為受力面積不平均，難以測量回彈效果，後來自製水平儀，並以 5 個一元硬幣為基礎高度，以尺與手的施力將夾鏈袋壓平，藉此測試各類填充物被擠壓後的回彈速度。



盛裝填充物



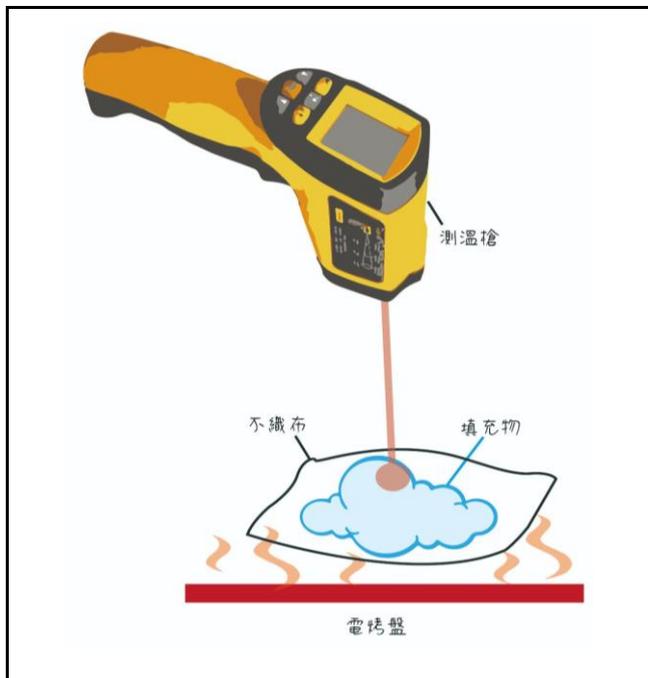
將體積相同的夾鏈袋
秤重



以水平儀測量空氣
保留度

(二)探討各類填充物的隔熱效果及耐熱程度

- 1.將各類填充物包在薄不織布裡面，放在固定溫度的電烤盤上。
- 2.每 10 秒以紅外線測溫槍測一次溫度，共測 1 分鐘。
- 3.觀察填充物在經過 1 分鐘的受熱後的變形與燒焦程度。

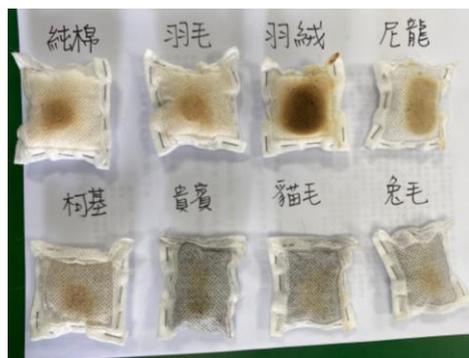


設計說明:

現代人為求便利，可能將衣物洗淨後直接烘乾，不同的填充材質在烘乾後可能會發生質變，此實驗目的便是測試各類填充物的耐熱程度。為避免填充物散落烤盤，以不織布包裹著填充物加熱，加熱工具是電烤盤，可以到達 100 度以上高溫，模擬衣物在烘乾或高溫曝曬下填充物變質情況。



電烤盤加熱填充物



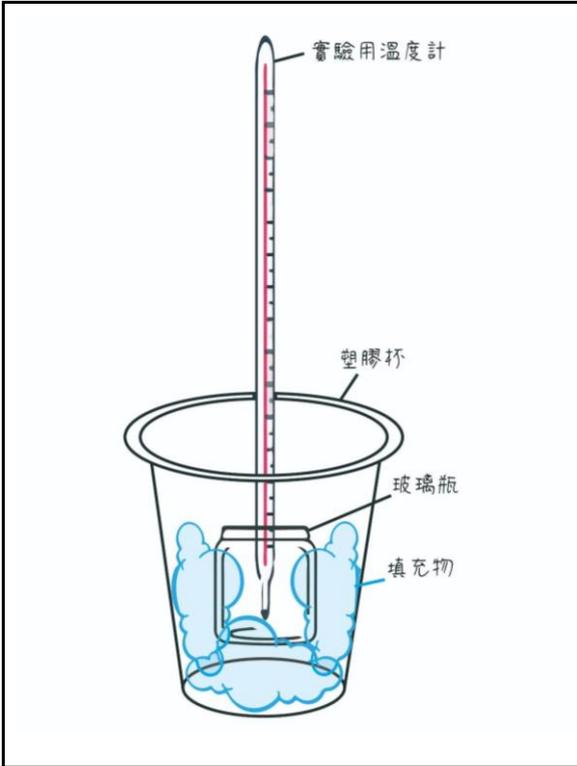
加熱後不織布表面燒焦程度



填充物變形與燒焦程度

(三)探討各類填充物的保暖程度

- 1.使用煮滾的熱水倒進玻璃瓶，並放入塑膠杯，外層填滿各類填充物。
- 2.填充物的高度與玻璃瓶齊高，並確保玻璃瓶被填充物包圍。
- 3.以實驗用溫度計測量玻璃瓶水溫，每 1 分鐘測量一次，共測 15 分鐘。
- 4.確保起始溫度相同，一次測量四種填充物，八種共測量兩次。



設計說明:

用裝熱水的玻璃瓶模擬人的體溫，用不同填充物裹著玻璃瓶觀察溫度的流失速度，外層不用紙杯而使用塑膠杯，是因為羽絨外套的外層布料大多是尼龍的塑料材質。



實驗設置情形

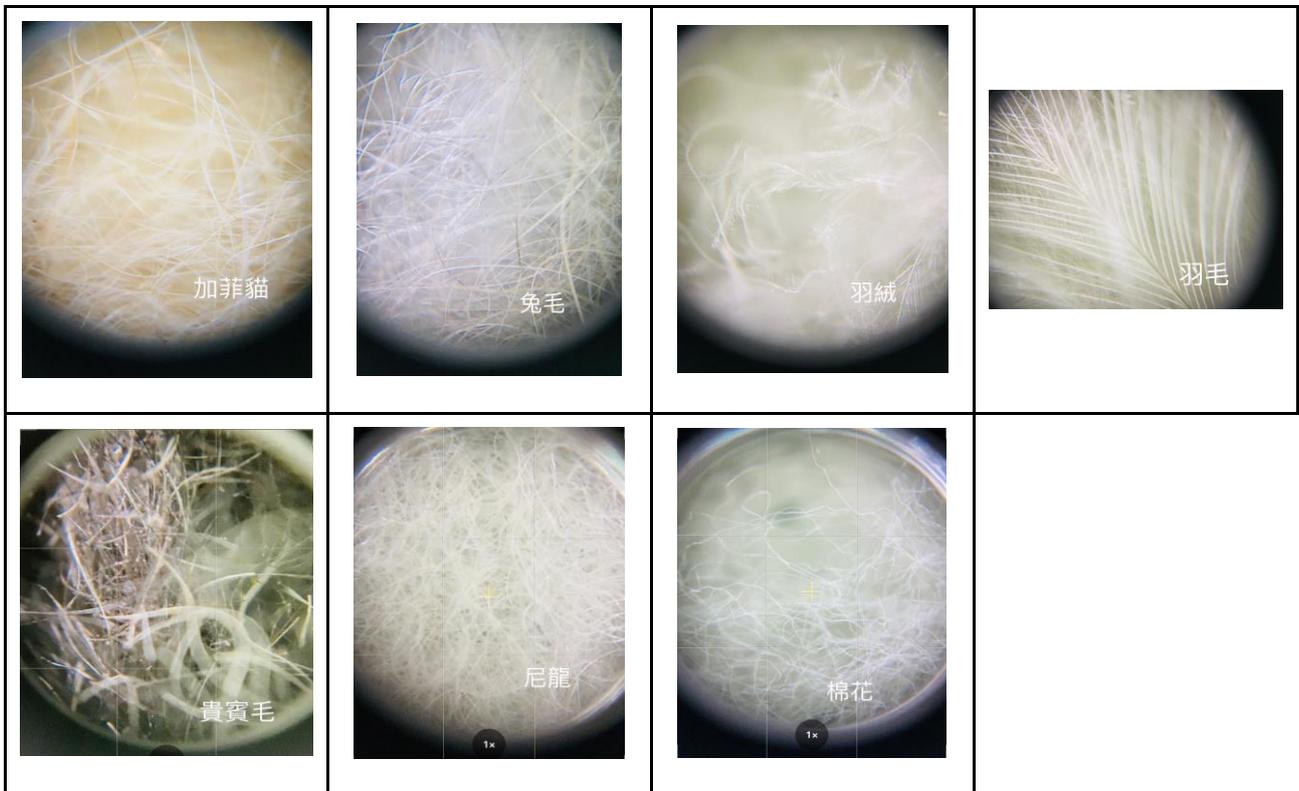
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
羽毛	78.5	76.1	73.8	71.9	70.1	69.8	68.5	67.2	66	65	64	63.1	62.1	61	60.4	60
棉花	78	75	73	70	68	66	64.9	63	62	60	59	58	56.9	55.5	54	53.5
紙	79	76.1	73	70.9	68.5	66.6	65	63	61.6	60	59	57.8	56.6	55.5	54.5	53.9
空氣	78.5	76.1	73.8	71.9	70.1	69.8	68.5	67.2	66	65	64	63.1	62.1	61	60.4	60

記錄溫度變化數據

肆、研究結果

一、探討貓毛、狗毛與各類填充物的結構

(一)以手機行動顯微鏡觀察各類填充物的結構



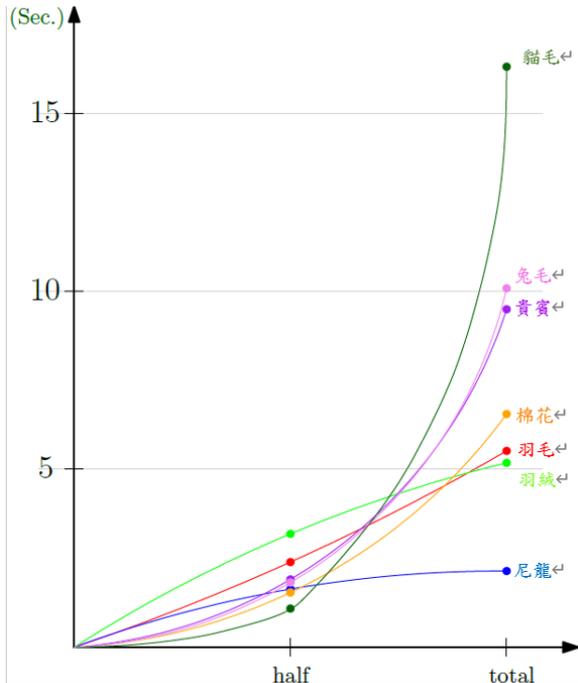
從顯微鏡的影像可知，羽絨、尼龍及棉花的捲曲程度較高，而貓毛、兔毛則為細直狀態，貴賓毛較為粗硬，羽毛的結構有羽支的支撐，與其他填充物不同。結構捲曲越容易製造空隙讓空氣停留，因此推論羽絨、尼龍、棉花的保暖程度較佳，需藉由接下來的實驗佐證。

二、探討各類填充物結構與溫度的關係

(一)探討各類填充物的空氣保留度

隨著水平儀氣泡移動至一半，記錄一次秒數，移動至尾部再記錄一次，繪製實驗折線圖(如圖 1)，可看出棉花、羽毛、羽絨、尼龍回彈速度較為平均，而貓毛、狗毛、兔毛回彈所需時間較長，且曲線較陡，表示彈力並不平均。實驗結果與顯微鏡觀察結構推測一致，結構捲曲程度高，回彈能力佳，空氣保留度也高。

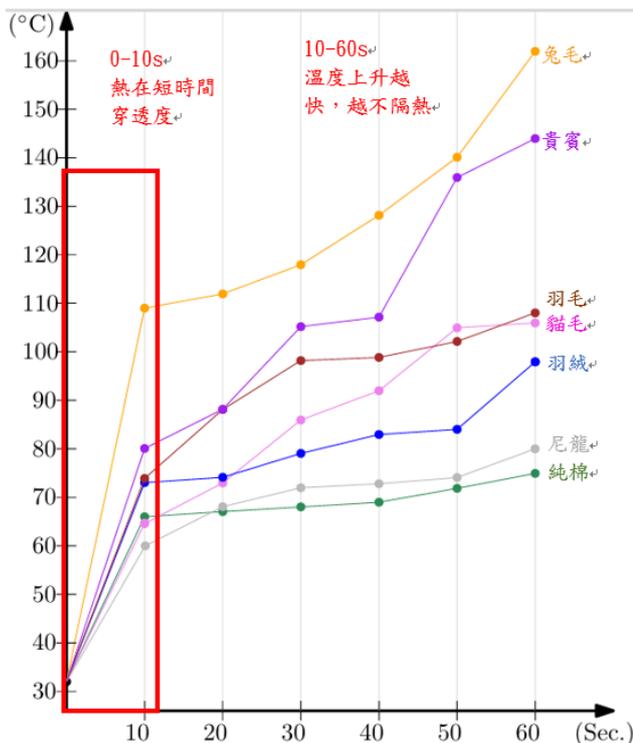
圖 1 夾鏈袋中填充物的空氣保留度



(二)探討各類填充物的隔熱效果及耐熱程度

隔熱實驗中(如圖 2)，每種填充物分別加熱測量 60 秒，0 秒至 10 秒的數據表示熱在短時間穿透填充物的程度，之後 10 秒至 30 秒則表示熱被隔絕在填充物內側的程度，溫度上升愈快，隔熱能力越差。實驗結果可看出棉花、尼龍、羽絨的隔熱效果依序為一到三名，狗毛、兔毛的隔熱效果最差。

圖 2 各類填充物耐熱程度



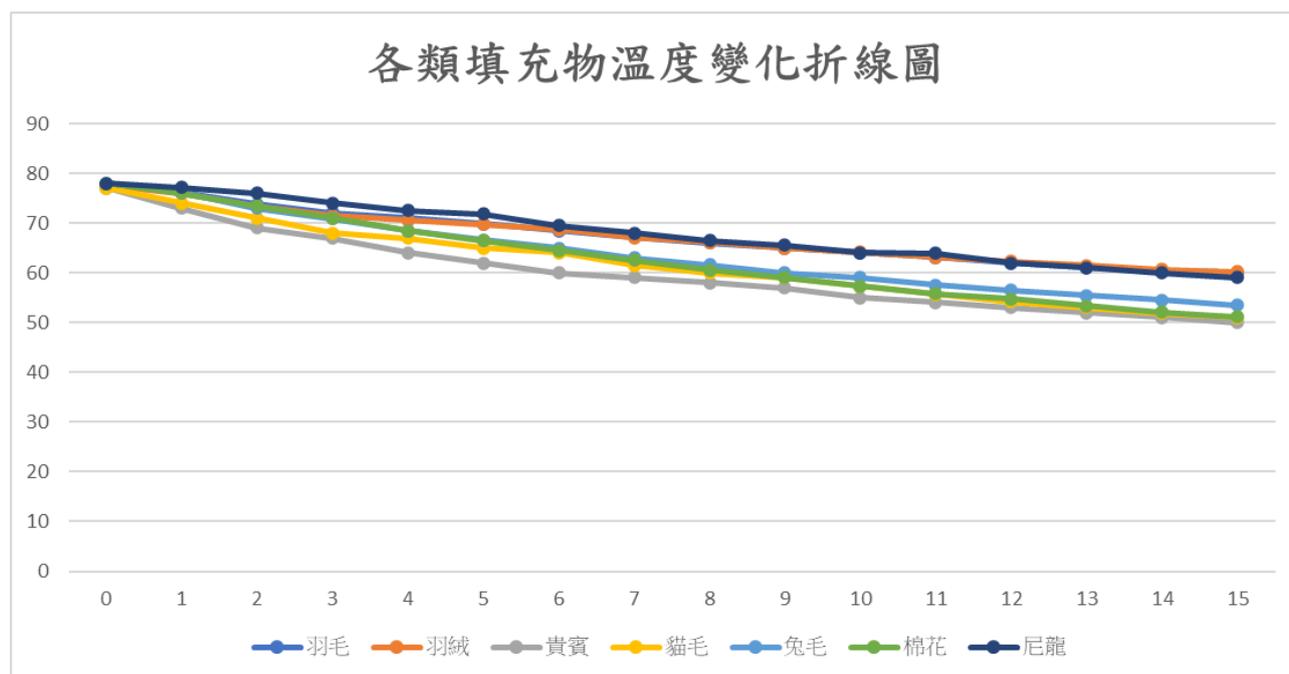
(三)探討各類填充物的保暖程度

我們將同溫度的熱水以填充物包覆，每隔一分鐘測量溫度變化，實驗結果紀錄如表 1，我們將表格數據以折線圖(如圖 3)呈現，數據差異不大，下次也許可延長紀錄時間，以便看出溫度下降的明顯差異。實驗結果顯示羽絨、羽毛(被蓋住的藍線)、尼龍溫度下降較慢，保溫效果較佳。

表 1 各類填充物溫度變化實驗紀錄表

分 種類	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
羽毛	78	76.1	73.8	72	71	69.8	68.5	67.2	66	65	64	63.1	62.1	61.1	60.4	60.1
羽絨	77.5	76	73.3	71.5	70.5	69.7	68.7	67.1	66.1	65	64.1	63.1	62.3	61.5	60.7	60.2
貴賓	77	73	69	67	64	62	60	59	58	57	55	54	53	52	51	50
貓毛	77	74	71	68	67	65	64	61.5	60	59	57.3	55.7	54.2	53	51.9	51
兔毛	78	76.1	73	70.9	68.5	66.6	65	63	61.6	60	59	57.5	56.5	55.5	54.5	53.5
棉花	78	76	73.5	71	68.5	66.5	64.5	62.5	60.6	59	57.3	55.8	54.7	53.4	52.1	51.1
尼龍	78	77.2	76	74	72.5	71.8	69.5	68	66.5	65.5	64	63.9	62	61	60	59

圖 3 各類填充物溫度變化折線圖



伍、討論

一、實驗結果的關聯性

	顯微鏡下的形狀	空氣保留度	耐熱度	保暖度
羽毛	細直、結構有羽支	優良	普通	優良
羽絨	捲曲	優良	優良	優良
狗毛	細直	差	差	普通
貓毛	細直	差	普通	普通
兔毛	細直	差	差	普通
棉花	捲曲	優良	優良	普通
尼龍	捲曲	優良	優良	優良

經實驗，形狀捲曲的大多在空氣保留度、耐熱度、保暖度獲得良好成績，可以判斷材質影響不大，形狀才是做為填充物的主要因素。

狗毛、貓毛、兔毛目前還很難代替羽毛、羽絨、尼龍，但可從形狀去發想，細直狀的毛跟捲曲毛相比，更適合加工成編織物，而且不同品種的狗，毛髮差異極大，在實驗中原本除了貴賓犬，還有使用柯基犬，兩者的觸感及實驗結果也有差異，犬種的不同在保暖和隔熱上能有多大的差異，這也可以列入未來研究的方向。

實驗二中的隔熱實驗，原本想把各類填充物的燒焦變形狀況列入評估，但很難只憑觀察來判斷他們的變形程度，考慮到現代人衣物很需要烘衣機，可換個機器模擬烘衣機恆溫和不斷翻滾的狀態，來評估寵物毛是否能比羽絨、羽毛更有優勢。

尼龍雖然在各項實驗表現優良，但尼龍在後續的垃圾處理上對環境最不友善。

陸、結論

本實驗研究結果如下:

一、探討貓毛、狗毛與各類填充物的結構

實驗結果得知，羽絨、尼龍及棉花的捲曲程度較高，推測空氣保留度較佳。

二、探討各類填充物結構與溫度的關係

(一)探討各類填充物的空氣保留度

棉花、羽毛、羽絨、尼龍回彈速度較為平均，空氣保留度佳。

(二)探討各類填充物的隔熱效果及耐熱程度

實驗結果得知，隔熱效果較好的填充物依序為棉花、尼龍、羽絨。

(三)探討各類填充物的保暖程度

實驗結果得知，包裹羽絨、羽毛、尼龍的玻璃瓶溫度下降較慢，保溫效果較佳。

綜合以上實驗，歸納出適合作為保暖衣物填充物的材質有羽絨、尼龍、棉花，與目前市面上常見的填充材質結果一致，而羽毛因其輕盈以及具有支撐力的結構，常被用來與羽絨混合使用，支撐衣物被擠壓後的回彈速度。動物毛回彈能力較差，作為填充物保暖度不高，若不以空氣保留度為保暖特點，以衣物內刷毛能增加保暖功能而言，經評估可能適合做成編織物，仍能發揮動物廢毛重複利用的功能。

柒、參考資料及其他

WOUF 狗毛圍巾 人道消費善待動物。取自:<https://visionproject.org.tw/story/410>。

棉花不可承受之輕，取自:<https://www.trashion.net/cuttons-environmental-weight>。

台灣羽絨加工技術全球知名，人道電宰取絨，農委會掛保證：絕無「血羽絨」。取自:<https://www.newsmarket.com.tw/blog/144695/>。

張譯心、李芊蕙、高詩涵(2015)。暖呼呼的秘密~羽毛與溫度之研究。中華民國第 55 屆中小學科學展覽會(國小組生物科)。