

花蓮縣第 64 屆國民中小學科學展覽會  
作品說明書

科 別：生物科

組 別：國小組

作品名稱：蝠口名簿-為蝙蝠造一個溫暖的家

關鍵詞：東亞家蝠、蝙蝠屋、紙箱、綠建築

編號：

(由教育處統一編列)

## 目錄

摘要.....	1
壹、前言.....	1
貳、研究設備與器材.....	5
參、研究過程或方法.....	6
肆、研究結果與討論.....	11
伍、結論與建議.....	21
陸、研究心得.....	22
柒、參考資料.....	24
附件一 實驗記錄表.....	26

# 蝠口名簿-為蝙蝠造一個溫暖的家

## 摘要

本研究主要在探討東亞家蝠喜歡的居住環境，除了踏查校內有蝙蝠居住處，我們也根據他們喜歡的居住環境設計蝙蝠屋，此外，我們還希望能夠了解保溫度、隔音和透光度這三個要素中，哪個對蝙蝠入住的意願影響最大。

透過校園踏查，在校內發現五處有蝙蝠居住或停留，這些地方大多包含有粗糙牆面、陰暗且狹小的縫隙、接近水源、出入無遮蔽以及通風良好等因素。我們以「紙」為基本材料，利用紙箱和紙捲筒等生活廢料，結合綠建築的概念和蝙蝠喜歡的環境條件，設計出五款蝙蝠屋，透過實驗發現他們各有優缺點。最後，我們希望透過實驗證實保溫度、隔音效果和透光度分別對蝙蝠選擇棲所意願的影響，但這實驗尚待有蝙蝠入住才能得到結果，目前還需要時間等待。

## 壹、前言

### 一、研究動機

在過去的兩年中，我們的課程都圍繞著蝙蝠打轉，但我們也發現除了晉升為一級保育類的台灣狐蝠之外，這些神秘的小生物很少被人所關注，甚至在疫情期間，蝙蝠還背負了很多尚未被研究證實的懷疑。我們在看影片時，深深被這些小生物的適應能力、行為模式以及對環境的影響所吸引，因此就想要研究這些神秘的小生物，揭開牠們的神秘面紗。

去年寒假期間，我們在教室門口的地上發現許多黑黑的小點點，經過專家鑑定，得知這是蝙蝠的排遺，我們才發現，原來校內也有蝙蝠且就在我們身邊呢！我們同時也在資料中看到「蝙蝠屋」這個東西，它是一種生態補償的措施，「黃金蝙蝠生態館」的網站上有很多介紹，我們根據網路資料做了三個四隔間可掀門款蝙蝠屋掛在校內有蝙蝠出沒處，後來這個蝙蝠屋的設計者張恆嘉老師建議我們，可以嘗試自行設計看看，我們覺得很有趣，就動了自行設計蝙蝠屋的念頭。

◎教材相關性：對照本校學生使用的自然與生活科技課本內容，與本研究主題和研究歷程相關的課程單元包含：三上【認識動物】、五上【動物世界】、五下【動物世界面面觀】、六下【生物、環境與自然資源】

## 二、研究目的

- (一)調查校內有蝙蝠棲息的地點
- (二)了解東亞家蝠喜歡的棲息環境
- (三)嘗試結合綠建築的概念自行設計蝙蝠屋
- (四)比較不同形式的紙箱蝙蝠屋內部環境條件
- (五)了解保溫度、透光度與隔音度對蝙蝠選擇蝙蝠屋的影響

## 三、文獻回顧

### 1. 東亞家蝠

(1)形態特徵：東亞家蝠為台灣低海拔地區最常見的小型蝙蝠，頭體長僅 4 公分、體重約 3.5~4.6 公克，體型瘦長，顏色為灰黑或淡褐色，鼻部比較沒有明顯特化，耳殼小，呈現三角形，耳珠弧形，前肢與掌指骨均特化伸長，連接皮膜形成雙翼，飛膜淺灰褐色；前肢僅拇指有爪，後肢具五趾均有爪(國立台灣博物館，2024)。



▲圖 1 東亞家蝠  
(圖片來源:台灣生命大百科)

(2)繁殖和生活史：東亞家蝠交配期可能發生在每年秋季，每年四到六月為生殖期，每胎產 2 至 3 隻幼蝠，但通常僅有一胎可以順利成長，但交配完成後會延遲至隔年春天才會受精，並開始育幼(國立台灣博物館，2024)。夏季時經常有自屋簷上掉落之幼蝠(鄭錫奇、方尹平、周政翰，2022)。

(3)分布：東亞家蝠廣泛分布於台灣全島中低海拔的區域，棲息環境與人類居住範圍重疊，也是都市中最常見的蝙蝠。牠們特別喜歡住在木造的閣樓、夾板、牆壁、屋簷的縫隙中(李玲玲，2010)，亦會棲息於屋簷下燕子巢，也會使用蝙蝠巢箱(鄭錫奇、方尹平、周政翰，2022)。也有研究顯示牠們大多居住於溫度恆定、濕度較高的洞穴以及樹洞、樹幹表面及竹筒(洪宏嘉，2014)。現代的水泥建築因為工法及強調美感的關係，幾乎沒有空隙讓蝙蝠棲息，有些蝙蝠甚至會棲息在冷氣的壓縮機裡，但這對牠們來說是危險的。

(4)生態習性：東亞家蝠為夜行性動物，屬雙峰式活動模式，分別為日落及黎明(洪宏嘉，

2014)，白天時經常數隻群聚在一塊棲息，待日落前後即開始外出活動覓食。牠們以雙翅目、鞘翅目、鱗翅目與同翅目等昆蟲為食(鄭錫奇、方尹平、周政翰，2022)，食蟲性蝙蝠可抑制昆蟲數量及抑制害蟲，於人類而言也能抑制蚊蟲等害蟲孳生(洪宏嘉，2014)。在生理上，翼手目的蝙蝠相較於其他小型哺乳動物更難維持體溫恆定，加上其飛行需要翼膜，使得其消耗的能量會更大，大部分會採休眠或遷移來解決問題(洪宏嘉，2014)。

## 2. 蝙蝠屋

根據文獻資料顯示，多數蝙蝠都不營巢，需仰賴現成的洞穴、建築物或植物來棲息。由於現在的自然環境縮減，幫牠們建置人工棲地(如蝙蝠屋)為目前最好的方法，若能廣泛架設蝙蝠屋，吸引牠們入住，就能增加大家觀察與了解蝙蝠的機會，進而察覺蝙蝠在自然界與人類生活中的重要性。

綜合我們查到的資料發現，在設計及選擇蝙蝠屋懸掛位置時，需要考量蝙蝠種類、習性和其偏好因素，例如附著物材質、顏色、方位、原棲所、樹林距離、水源距離、光源等等…。若要依照蝙蝠在大自然中的狀態設計符合牠們需求的蝙蝠屋，以下幾個因素是關鍵：

(1)溫度：根據洪宏嘉（2014）的研究顯示，白天的平均溫度和日出後三至七小時內的平均溫度對蝙蝠的選擇和入住率有顯著影響，而東亞家蝠的最高入住率在 27°C 至 32°C 之區間。

(2)顏色：不同顏色的蝙蝠屋會產生不同的溫度，根據洪宏嘉（2014）的研究顯示，白色蝙蝠屋的選擇率較高，主要是因為溫度導致。

(3)濕度：洪宏嘉（2014）指出蝙蝠在選擇時會考慮蝙蝠屋內的水分流失情況，因此濕度可能對蝙蝠選擇蝙蝠屋也有影響。研究濕度對蝙蝠選擇行為的影響將有助於更全面了解蝙蝠的棲息地需求，但有關蝙蝠屋內濕度的研究資料很少，我們目前尚未找到很明確的溼度研究資料。

(4)材質：在台灣，蝙蝠屋最早出現在陳怡文(1993)論文中，證實籠中的東亞家蝠傾向選擇長隔板、有降落板和籠中兩端的巢箱(張恆嘉，2022)。蝙蝠屋的材料有 4 類：原木、混凝土、水泥漿加木屑或塑膠粉末的混合物和枯葉，在台灣使用最多的是原木，使用原木的好處是它沒有化學毒物殘留，木板的厚度在 1.2~2.5 公分之間是最好的。與標準的木巢箱

相比，蝙蝠似乎更喜歡木質混凝土材質的巢箱，而且它們也更耐用且透氣(張恆嘉，2022)。

(5)設計：在蝙蝠屋的設計中，多夾層和多朝向能夠優化其居住環境，因為這樣可以在蝙蝠屋內營造不同的微氣候，蝙蝠可以自由選擇適合的位置。蝙蝠屋下方要設計可供蝙蝠自由進出的地方，進出的洞口約 1.8 公分，太大會引來天敵入侵，屋內側要刮出垂直於蝙蝠進出方向的溝槽，溝槽深度約 0.3~0.5 公分，溝槽間距要夠小，注意板材邊緣一定要刮到，因為這是蝙蝠最常用的部分。

(6)掛置位置：蝙蝠會依自身的活力程度來選擇最適當的棲息溫度，這可協助他們節省因調節體溫而消耗掉的能量，因此需先觀察蝙蝠是否會在我們預備掛置的位置附近飛行，且是否有蝙蝠排遺。除此之外，建議掛置在屋簷內或高樓層方位偏東、遮蔽且覆蓋度低、日照時數長、附近有水源的位置，否則高溫加上其白天休眠的特性，蝙蝠容易因脫水而性命垂危；在獨立桿上的蝙蝠屋，比在建築物或樹上的更為蝙蝠所偏好；為了提供蝙蝠充足的飛行空間，蝙蝠屋周圍 2 公尺內須無遮蔽物，同時須避免架設於明亮的路燈處，林道兩側轉彎處或空曠處之樹幹上為最佳，且在同一個地方架設多個蝙蝠屋效果最好。

在文獻資料中，我們參考最多的是黃金蝙蝠生態館網站，以及張恆嘉和洪宏嘉兩位學者的研究資料，但洪宏嘉的研究進行時間在夏季與秋季，溫度較高，若欲建造蝙蝠屋供蝙蝠過冬，則可能需要考慮不同季節的溫度變化對蝙蝠選擇的影響。

### 3. 綠建築

綠建築是一種十分環保的設施，他的目標不只有讓人類住得舒服，也希望減少建築時所製造的垃圾，盡可能減少消耗地球能源及資源。

綠建築有 9 個小指標，分別介紹如下：

(1)綠化量：使用建築的部分構造栽培植物。

(2)基地保水：建築涵養水分及貯留雨水的的能力，保水性愈佳，涵養雨水的的能力愈好。

(3)水資源：建築使用的自來水量與一般平均用水量的比率。

(4)日常節能：夏季時期空調系統與照明系統的綜合耗電效率(越低越好)。

(5)二氧化碳減量：所有建築構造的建材(暫不包括水電、機電設備、室內裝潢以及室外

工程的資材)在生產過程中所使用的能源而換算出來的 CO2 排放量。

(6)廢棄物減量：建築施工及拆除工程所產生的足以破壞周遭環境衛生及人體健康的東西。

(7)污水垃圾改善：讓使用者在環境衛生上具體控制及改善的評估指標。

(8)生物多樣性：顧全「生態金字塔」最基層的生物生存環境，在於保全生態分解者、綠色植物生產者以及較初級生物消費者的生存空間。唯有確保這些基層生態環境的健全，才能使高級的生物有豐富的食物基礎，才能促進生物多樣化環境。

(9)室內環境：室內環境中，隔音、採光、通風換氣、室內裝修、室內空氣品質…等。

我們參考其中第五、第六以及第九點，以紙箱為材料就是一種廢物利用，製造的過程中會產生的廢棄物本就不多，另外，我們希望製造出來的蝙蝠屋能夠在隔音、通風、溫度等居住條件上盡可能符合蝙蝠覺得舒適的環境。

## 貳、 研究設備與器材

- 一、 製作蝙蝠屋：紙箱、紙捲筒、雙面膠、熱融膠、剪刀、美工刀、切割板、窗簾布
- 二、 實驗設置與觀察紀錄：開發板如下圖 2 (程式板 ESP32+擴充板 EZ Start Kit+)、行動電源\*6、連接線\*6、譜架\*6、電腦(寫程式)、網路(資料上傳雲端)、相機、三角錐\*2、三角錐連接橫桿\*1、實驗告示牌\*2、測溫槍(如下圖 3)、分貝計(如下圖 4)、吹風機、切割墊、手機、單一音頻音檔(如下圖 5)、紀錄表
- 三、 踏查與訪談：錄音筆、訪談大綱、踏查記錄表、夾板、筆、手電筒

			
▲圖 2 開發板	▲圖 3 測溫槍	▲圖 4 分貝計	▲圖 5 單一音頻音檔

## 參、研究過程與方法



我們先透過閱讀大量資料認識蝙蝠以及蝙蝠屋，透過資料我們大概可以了解蝙蝠的生態習性以及選擇居所的重點，接著用紙箱各自設計最適合蝙蝠居住的蝙蝠屋。之後我們分別在校內及校外共進行了三次踏查，以及訪問長期研究蝙蝠的專家，透過踏查與訪談，我們對蝙蝠的瞭解又更深入，也根據這些資訊對蝙蝠屋進行第二代的改良，最後使用這五個蝙蝠屋進行實驗測試，希望可以找到最適合的蝙蝠屋，之後可以大量複製，掛在校園中，讓校園更有蝠氣。

### 一、蝙蝠棲地踏查

#### (一)校內

我們分別在一月和三月各進行一次校內踏查，一月踏查的範圍有兩個重點，一是針對去年張恆嘉老師來我們學校協助蝙蝠調查時，透過儀器發現的幾個蝙蝠出沒熱點，我們在這些熱點附近尋找他們可能藏匿的蹤跡，二是針對我們從文獻資料中歸納出蝙蝠喜歡的環境條件，搜尋校內建築物中是否有符合的地方。在三月初訪談完阿任老師之後，發現有些區域是被遺漏的，所以又利用假日時間探勘了那些可能被遺漏的區域，例如活動中心和電腦教室附近。

#### (二)校外

傍晚時分在家附近常看到蝙蝠飛行，我們也很好奇牠們在校外居住的環境，所以請阿任老師帶我們到有蝙蝠的地方看看。阿任老師長年在美崙溪近市區一帶調查台灣狐蝠，同時也累積了許多對東亞家蝠的觀察。阿任老師選了一個好天氣的晚上，帶我們走到美崙溪沿岸的自行車道旁觀察，因為車道旁每隔一段距離就設有路燈，路燈會吸引小飛蟲，小飛蟲會吸引

蝙蝠前來覓食，我們就可以很輕易地觀察到蝙蝠蹤跡。

我們觀察的路段在美崙溪的菁華橋附近，那附近的房子很多，大多是樓層不高的住宅，最高不會超過六層樓，阿任老師帶我們走到菁華橋下，發現橋梁下方的構造就有很多陰暗隱密的縫隙，當天晚上在河面上也看到很多蝙蝠飛翔，我們還用夜視鏡看到路燈旁有蝙蝠在捕食小飛蟲。阿任老師說這些蝙蝠不只有東亞家蝠，但牠們都跟東亞家蝠一樣是居家型的蝙蝠，共同特徵為體型小、以食蟲為主、多居住在人類的建築裡。

## 二、資料蒐集與文獻探討

因為要製作蝙蝠屋，所以我們先透過資料蒐集與文獻探討，針對東亞家蝠、東亞家蝠喜歡的棲地環境、蝙蝠屋有更多認識，另外，我們也試著將綠建築的概念加入蝙蝠屋的創作中，希望建造的蝙蝠屋除了能夠讓蝙蝠住得舒服，吸引蝙蝠入住之外，使用的材料也能夠降低環境的負擔。

我們的資料來源最大宗為「黃金蝙蝠生態館」，其他還有台灣生命大百科和台灣博物館等網站，書籍資料多為張恆嘉老師的著作，另外還有參考洪宏嘉和張恆嘉的研究資料。

## 三、訪談

我們原先設定的訪談對象是阿任老師和張恆嘉老師，阿任老師是在花蓮長期進行狐蝠調查的人，也和我們學校有課程合作，張恆嘉老師是黃金蝙蝠生態館的館長，長年推廣蝙蝠屋的設置，也是「四隔間可掀門式蝙蝠屋」的設計者。後來因為參加研習的關係，意外訪問到台灣蝙蝠協會的理事長林清隆博士，以及張恆嘉老師的研究生，是額外的收穫，也讓我們蒐集到來自不同觀點的看法。

## 四、自製蝙蝠屋

我們之前在雜誌上看到張恆嘉老師設計的四格間可掀門式蝙蝠屋，覺得很有趣，後來在校內發現蝙蝠蹤跡，就決定試做幾個來放放看是否有機會吸引蝙蝠入住。我們非常謹慎地，盡可能按照黃金蝙蝠館上的教學製作，因為使用的是木板，所以製作過程非常耗時，也遇到很多我們自己難以克服的困難，後來老師找了木工師傅入校協助，我們的蝙蝠屋才有辦法完成(如右圖 6)。



▲圖 6 蝙蝠屋

後來張恆嘉老師鼓勵我們可以嘗試自己設計蝙蝠屋，他說不一定要做得很高級或很複雜，也可以嘗試不同材料，例如他之前在雙流國家森林公園用麻布袋模仿捲曲香蕉葉，也真的有

吸引到管鼻蝠入住。我們覺得他的建議很有道理，加上前陣子教室裡因為辦活動留下很多閒置紙箱，紙箱其實是很好的築巢材料，強度夠、保暖度也好，市面上也有紙箱做的貓狗屋，惟一的缺點就是不防水，但如果掛的位置不會淋到雨，是否防水就不是太過重要，所以我們決定以紙箱當作材料，根據我們蒐集到的資料設計適合東亞家蝠入住的蝙蝠屋。

## 五、實驗

### (一)實驗一：自製蝙蝠屋內部環境條件比較

我們從文獻資料中發現，蝙蝠對於居住環境的選擇，除了隱密、遮光、容易攀爬、有停留區、方便吊掛休息之外，環境中的微氣候如溫度也是他們選擇的考量點之一，有關濕度的討論雖然比較少，但我們覺得就像人類生活的環境一樣，太潮濕或乾燥都會讓人覺得不舒服。

所以我們選擇溫度、濕度與隔音效果三個環境因素進行測試與資料蒐集，這個實驗分兩部分進行，溫度與濕度這兩個環境因素使用開發板中的溫溼度感測器蒐集資料，隔音效果的部分額外使用分貝計測量。

#### 實驗 1-1 溫度及濕度

##### 1.實驗設計

- (1)事前準備：將開發板利用紙板或鼻涕黏土等方式假固定在五個蝙蝠屋中，確保開發板在實驗進行的 48 小時內不會從蝙蝠屋中脫落。行動電源確定充飽電。
- (2)實驗過程：譜架調整為統一高度，將五組連上開發板和行動電源的蝙蝠屋放上譜架，同時打開開發板的開關，等待 48 小時蒐集資料。
- (3)實驗結束：確定雲端上蒐集到的資料沒有異狀，即為可用資料。

##### 2.變因控制

本實驗的對照組為外在環境的溫溼度，為盡可能降低實驗的誤差，我們針對控制變因進行一致性的討論，包含實驗的環境、觀察紀錄的時間、測量方式等。有關實驗中控制變因的討論內容如下：

- (1) 實驗環境：我們一開始把實驗地點設定在經過校園踏查後，發現有蝙蝠排遺且最適合掛置的地方，該處位在兩間教室之間的樓梯口(如下圖 7)，我們將所有的蝙蝠屋用譜架固定在同一高度，以免離地的距離影響溫溼度(如下圖 9)。經過兩週的實驗過後，發現該處網路不穩，導致蒐集的資料不準確；後來我們又找電腦老師討論第二個位置，這個位置在電腦教室旁通往頂樓的樓梯間，不但網路比較穩定，受學生干擾也比較小(如下圖 7)。



▲圖 7 第一次實驗地點



▲圖 8 第二次實驗地點



▲圖 9 實驗設置

- (2) 實驗時間：我們要讓所有的蝙蝠屋都在同一時間進行測試，因此在器材的準備上，開發板和連接開發板的行動電源也要準備 6 份。
- (3) 測量與紀錄方式：因為實驗一次要蒐集至少 24 小時的資料，所以行動電源的容量統一設定為一萬以上，以利實驗順利運作。開發板蒐集到的資料會上傳到雲端，設定為每 30 分鐘蒐集一次溫溼度資料。

## 實驗 1-2 隔音效果

### 1. 實驗設計

- (1) 每個蝙蝠屋選擇最內層或中間層隔間進行測試。
- (2) 播放單一音頻的音檔，將蝙蝠屋放在音源前方 30 公分(如圖 10)，蝙蝠屋開口朝向實驗操作員。
- (3) 實驗操作員手持分貝計，將分貝計插進蝙蝠屋內部，深度為分貝計插入後卡住進不去為止，每一次的測試時間為 10 秒，紀錄 10 秒內測到的最低音量。
- (4) 每個蝙蝠屋以及對照組(室內環境)測試 10 次，紀錄最低、最高及平均音量。



▲圖 10 實驗設置



▲圖 11 一人操作一人紀錄

### 2. 變因控制

因為環境中不時會出現來源不同的聲音，尤其我們進行實驗的地點在學校，只要是上課時間，就會有不同程度的聲音干擾，所以我們選擇利用放學後進行實驗，並將教室門窗緊閉，使用固定音量播放單一音頻的音檔，且實驗皆為同一人操作，以確保過程中的誤差最小。另外，若該時段有特別大且持續的噪音則暫停實驗，待噪音結束後再繼續。

## (二)實驗二：保暖度、透光度與隔音度對蝙蝠選擇蝙蝠屋的影響

從文獻資料以及訪談專家的過程中，我們得到的結論是溫度、濕度、透光度與隔音程度都會影響蝙蝠入住的意願，但我們更想知道其中哪一個因素的影響更大，這樣之後在改良蝙蝠屋的時候就會有更明確的方向，所以設計了這個實驗。

我們先做了四個蝙蝠屋，分別是對照組、透光組、保溫組和隔音組，對照組就是一般的紙捲，沒有任何額外的設計；透光組是在紙捲周圍打洞，讓光線可以透入；保溫組模擬保溫杯的空氣層，用瓦楞紙板在紙捲外圍了幾層，中間保有空氣層；隔音組利用布料會吸音的特質，在紙捲外圍包了六層布料，四個蝙蝠屋的設計如下圖 12。

為了確定保溫和隔音組都可以達到最佳效果，我們先做了實驗前的測試，透光組因為挖了洞，白天內部的亮度一定比其他組來得高，就沒有測試了。



▲圖 12 實驗二蝙蝠屋設計，由左而右分別為對照組、透光組、保溫組和隔音組

### 1.實驗設計

(1)製作實驗用蝙蝠屋：對照組、保溫組、隔音組、透光組

(2)實驗前測試：

**溫度**：我們分別記錄每個蝙蝠屋在室溫、吹風機吹十秒後、七分鐘冷卻過程中的溫度，想知道我們製作的「保溫組」蝙蝠屋是不是真的能夠維持蝙蝠屋內的溫度穩定。

▼表 1 實驗前保溫度測試流程

步驟一	步驟二	步驟三	步驟四
			
吹風機吹十秒，用切割墊隔開以免其他蝙蝠屋溫度受影響。	用紅外線測溫槍繞蝙蝠屋內緣一圈，取最高溫者記錄。	將數值記錄下來。	接下來每隔一分鐘重複一次步驟二和三，重複七次。

**隔音效果**：同實驗一，播放單一音頻音檔，將分貝計插進蝙蝠屋內部，深度為分貝計插入後卡住進不去為止，每一次的測試時間為 10 秒，紀錄 10 秒內測到的最低音量。每個蝙蝠屋測十次，取最高、最低及平均音量做比較。

### (3) 實驗過程

有關地點的選擇，我們在三、四樓電腦教室前的廁所牆上都有發現蝙蝠排遺的蹤跡，但該處都沒有適合蝙蝠藏匿的地方，問了專家之後才知道，那應該是牠們的「夜棲地」，也就是夜晚覓食過程中的臨時休息站。我們打算將實驗設置在這裡，想說如果蝙蝠夜晚棲息在這裡的時候發現這裡竟然也有可以住的地方，而且環境條件優良，可能就可以吸引牠們入住，夜棲地就變成日棲地了。掛上蝙蝠屋前先將原有的排遺清除，掛上蝙蝠屋後每周檢查是否有新的排遺產生，便可由排遺位置判斷蝙蝠選擇哪個蝙蝠屋入住。

## 肆、研究結果與討論

### 一、蝙蝠棲地調查

#### (一) 校內踏查

我們根據文獻中整理出來，以及訪談蒐集到有關蝙蝠喜歡的棲地條件，在校內尋找可能有蝠蹤的地點，最後總共找到五個有新鮮排遺的地方，新鮮排遺呈黑色、有光澤，壓下去會碎成一塊塊，久一點的排遺呈深灰色、沒有光澤，壓下去會粉碎，有些可以看到亮亮的金屬光澤粉末，老師說那是甲蟲的屍體。我們主要以是否發現排遺為判斷該處是否有蝙蝠入住的依據。

我們將踏查的結果整理成下表 2，前五筆資料是確實有發現排遺處，後三筆資料是雖然沒有發現排遺，但我們高度懷疑可能有蝙蝠出沒的地方。

▼表 2 校內蝙蝠棲地踏查結果整理

地點	蝙蝠排遺	環境描述
<p>二樓資優班教室二前花圃與二樓資優班教室二前門邊</p>	<p>有超少量排遺</p>	<p>花圃和教室門的上方是走廊的天花板，天花板有很多管線，還有鐵盒，鐵盒有目測約 4~5 公分的圓洞，內部會是個隱密的藏身處，另外天花板上也有管線進出的洞，洞內也算是隱密的縫隙。附近牆面是一般的水泥漆牆，因屬科任教室區，白天走動的人不算太多。走廊上有幾個洗手台，多有長期積水，走廊面向操場處有樹冠，但只有遮蔽約 1/3，還算空曠。操場晚上會有照明燈。</p> <div data-bbox="619 819 1088 1122"> </div>
<p>三樓 501 前無障礙坡道</p>	<p>有大量排遺</p>	<p>501 教室的無障礙坡道的天花板下面裡面有個縫隙,縫隙離面暗暗的,縫隙的寬度大約是 15cm-20cm 之間,牆壁是一般的石頭牆壁,白天行走的人非常多,所以非常吵鬧,501 隔壁就是廁所,所以離水源距離不遠,走廊對面有樹。</p> <div data-bbox="619 1429 1262 1659"> </div>
<p>二樓 201-202 中間的樓梯口</p>	<p>有少量排遺</p>	<p>早上時有較大的聲音干擾，且上方有許多適合蝙蝠居住的地方。</p>

		
三樓電腦教室 前女廁	有大量排 遺	<p>電腦教室對面的廁所，廁所裡面的天花板有幾根消防管線和鋼線，牆壁上有個洞，寬度大約是 3-5cm，牆壁是一般的水泥牆，但比較老舊，因為這裡是 3 樓的廁所所以比較少人會來這裡，因此比較安靜，這裡是洗手間，所以離水源很近，進出也無遮擋，但白天觀察不到可供蝙蝠躲藏的縫隙，張恆嘉老師說這裡是蝙蝠的夜棲地。</p> 
四樓電腦教室 前男廁	有大量排 遺	<p>電腦教室對面的廁所，廁所裡面的天花板有幾根消防管線，這裡是洗手間，所以離水源很近，上方為粗糙的水泥牆，牆上有蝙蝠排遺，但看不出有蝙蝠可以躲藏的地方，張恆嘉老師說這裡是蝙蝠的夜棲地。</p> 
二樓 606 旁無 障礙坡道	無	<p>606 的無障礙坡道，教室的無障礙坡道的天花板下面裡面有個縫隙，縫隙離面暗暗的，縫隙的寬度大約是 15cm-20cm 之間，牆壁是一般的石頭牆壁，白天行走的人非常多，所以非常吵鬧，606 隔壁就是廁所，所以離水源距離不遠，進出也</p>

		無遮擋。 
活動中心一樓	無	活動中心的一樓，活動中心的西部有建築縫隙，牆壁是一般的水泥牆壁，因為活動中心有時候會開朝會或上體育課，所以會很吵，旁邊就是廁所，所以離水源很近，進出也無遮擋。
活動中心二樓 U 型看台區	無	活動中心的天花板和窗簾具有縫隙，但並沒有發現蝙蝠居住的蹤跡，窗戶可以透光，且有幾扇是微開的。 

## (二) 校外踏查

踏查時間：113 年 3 月 4 日

踏查地點：美崙溪畔菁華橋邊

環境描述：橋底下有許多隱密的縫隙可能為蝙蝠居住地(如圖 13)，附近民宅屋簷有明顯縫隙(如圖 14)，且少有大樹遮蔽(樹都不超過兩層樓高)，附近步道臨溪，也有路燈照明，晚上會聚集飛蟲，飛蟲也會引來蝙蝠。



▲圖 13 菁華橋下的隱密縫隙



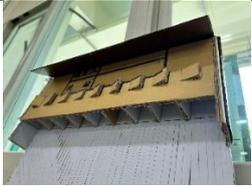
▲圖 14 菁華橋旁民宅的屋簷縫隙

## 二、設計紙箱蝙蝠屋

我們在寒假期間根據蒐集到的文獻資料用紙箱設計蝙蝠屋，後來又根據訪談專家後得到的建議進行調整，以下是我們設計的五座蝙蝠屋。

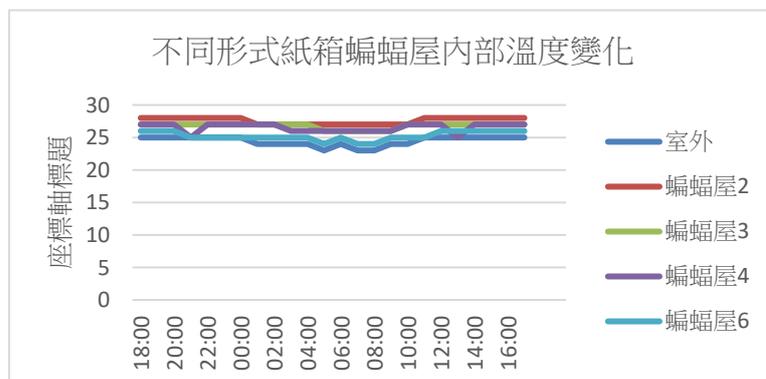
▼表 3 蝙蝠屋的設計理念與調整紀錄

照片	設計理念	後續調整
	<p>我的蝙蝠屋內部有設計三個隔間，是為了讓蝙蝠更好居住，蝙蝠的出入口大約是2cm,這樣的開口比較適合東亞家蝙蝠的大小，如果開口太大的話就有可能牠的天敵會跑來，接下來是蝙蝠屋的外側，蝙蝠屋的屋頂有一個大約 8x8cm<sup>2</sup> 的正方形觀察口，讓我們比較方便觀察蝠幅，蝙蝠屋的下方是一個攀爬板，讓蝙蝠有地方攀爬，如果沒有這個攀爬板的話，蝙蝠就不能爬上去居住，除了下面的攀爬板有以外，蝙蝠屋的內側也有攀爬板。</p>	<p>原本蝙蝠屋外面的觀察口，因為蝙蝠屋內部不夠暗，所以我裁了一個跟觀察口在小一點點的正方形紙板，把紙板蓋上去，要觀察的時候，只要把蓋子打開，就可以觀察了，另外也不會影響內部的暗度。</p>
	<p>蝙蝠屋的兩旁有觀察口，而那觀察可以打開來觀察，下面的停留板是做長方形的，裡面也有刮花，都可以讓蝙蝠更好攀爬，最上方是將它的空間縮小，可以讓蝙蝠們更好擠在一起。</p>	<p>因為阿任老師提到東亞家蝠也喜歡攀附在禮堂布幔的皺褶內，所以我將蝙蝠屋的內部加上窗簾布，讓蝙蝠更好攀爬，應該也可以讓室內更溫暖。</p>
	<p>這個蝙蝠屋是從資料中「火箭型蝙蝠屋」，改造而來的。因為之前有查到資料，蝙蝠在飛行時，需要攀爬面會比較好煞車(停下來)，所以我們把可供攀爬的面積加大，同時也可以增加內部隱密性。</p> <p>火箭型蝙蝠屋的好處是，他四面八方都曬得到太陽，蝙蝠可以自由選擇舒適的位置。</p>	<p>第一版的蝙蝠屋攀爬版磨擦力不夠，我加上新的一層處理過的紙板。</p>

	<p>我製作的蝙蝠屋是參考的是老師給我們的資料中的小型單層蝙蝠屋製作而成，我在蝙蝠屋上做了一些改良，例如：加裝了可開關的觀察窗口，讓觀察變得更容易，隔間裡有加一支鐵桿，方便蝙蝠吊掛。我製作的蝙蝠屋總共有九個隔間，且蝙蝠屋下面具有增加摩擦力的劃痕。</p>	<p>為了增加停留板的摩擦力，我把紙箱表層的紙剝掉，露出紙箱裡比較粗糙的部分，另外，我將出入口部分的開口從4公分改成1到2公分，這樣蝙蝠比較有安全感。</p>
	<p>因為手邊剛好有紙捲筒，想說剛好可以模擬管線裡面的居住環境，窄窄小小的，應該是蝙蝠會喜歡的尺寸，下方有大面積的停留板，刻意使用紋路與攀爬方向垂直的紙板，對蝙蝠來說應該很容易攀爬。</p>	<p>預計改造：紙卷內部牆壁為增加攀爬的摩擦力，多貼一層瓦楞紙版；為了增加保暖效果，紙捲外圍可以再包覆一層紙板，開口也可以縮小一點。</p>

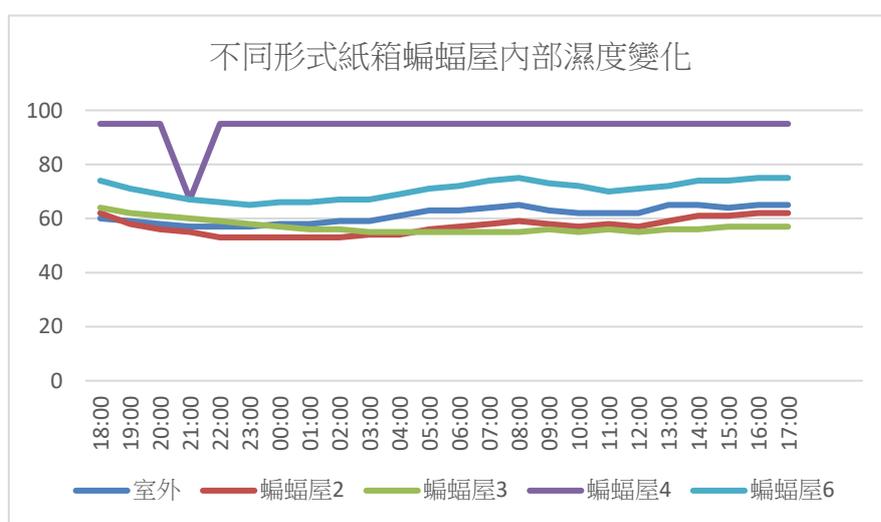
### 三、不同形式的紙箱蝙蝠屋內部環境條件比較

從圖 15 中的數據可以發現，各組的平均溫度為蝙蝠屋 2>蝙蝠屋 3>蝙蝠屋 4>蝙蝠屋 6>室外溫度，所有的組別溫度皆高於室外溫度，可見每一組蝙蝠屋都具有一定程度的保溫效果，而其中保溫效果最佳者為蝙蝠屋 2，最差者為蝙蝠屋 6。蝙蝠屋間的溫度差距在 1~4 度之間，雖然看似不多，但因為實驗執行時間為春天，溫度都在舒適的範圍內，若天氣再冷一些或熱一些，4 度的差距就很有感了。根據洪宏嘉的研究，蝙蝠喜歡的溫度介於 27~32 度之間，那麼以秋、冬和春三季而言，保暖對於蝙蝠屋的設計是重要的考量，而夏天的通風就相對重要了。



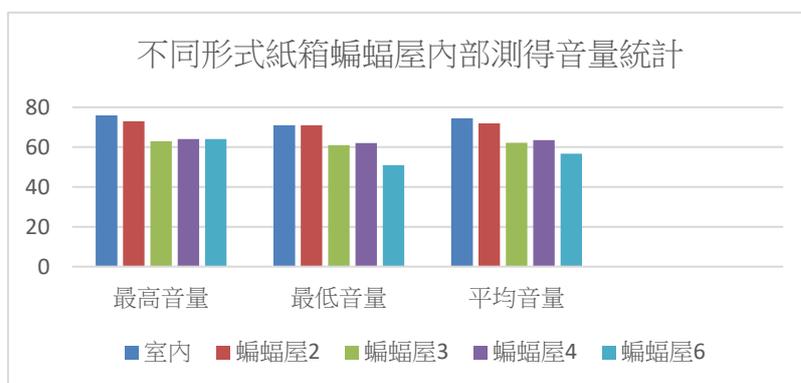
▲圖 15 不同形式紙箱蝙蝠屋內部溫度變化圖(23hr)

從圖 16 中的數據可以發現，各組的平均濕度：蝙蝠屋 6>室外濕度>蝙蝠屋 3 和蝙蝠屋 2，蝙蝠屋 6 的平均濕度高於室外濕度，蝙蝠屋 3 和蝙蝠屋 2 的溼度皆低於室外濕度。蝙蝠屋 4 的溼度在第一天晚上七點到九點之間有很大的起伏，我們猜測可能是該蝙蝠屋的開發板有狀況，導致這個數據有問題，所以不列入討論。不考慮蝙蝠屋 4 的話，蝙蝠屋 6 的保濕能力是所有蝙蝠屋中最佳的，但其實各蝙蝠屋之間測出來的濕度落差都不大，也不能排除不同開發板之間的誤差。雖然目前跟蝙蝠屋內濕度有關的研究很少，但根據我們查到的資料顯示，蝙蝠在天然棲地中會選擇溫度恆定且濕度較高的洞穴，可見保濕能力在蝙蝠屋的設計中也很重要。



▲圖 16 不同形式紙箱蝙蝠屋內部濕度變化圖(23hr)

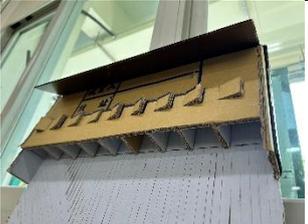
從圖 17 中的數據可以發現，音量的實驗測試結果為室內環境音量>蝙蝠屋 2>蝙蝠屋 4>蝙蝠屋 3>蝙蝠屋 6，可見蝙蝠屋的隔音效果是蝙蝠屋 6>蝙蝠屋 3>蝙蝠屋 4>蝙蝠屋 2，因為蝙蝠屋要設在白天相對吵雜的校園中，所以如果隔音效果好一點，蝙蝠的棲息應該也比較不受干擾。



▲圖 17 不同形式紙箱蝙蝠屋內部測得音量統計圖

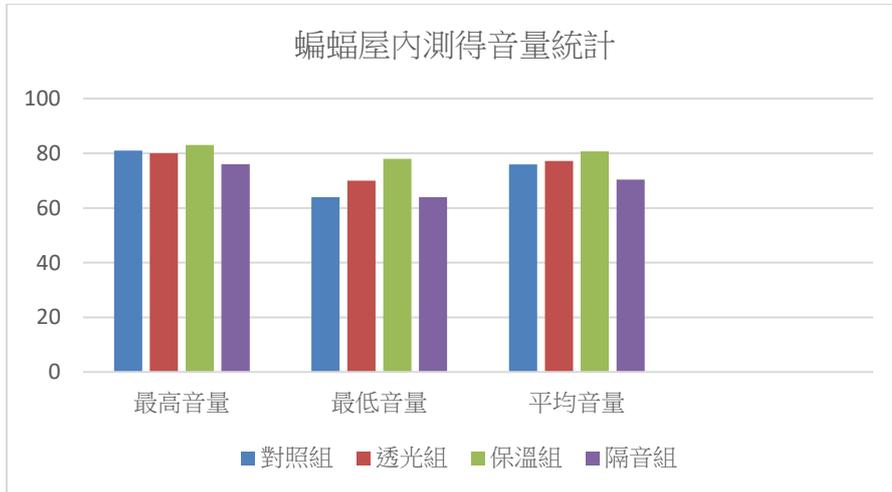
我們發現這幾座蝙蝠屋的設計在保溫度、保濕度和隔音效果上是各有優缺點，例如蝙蝠屋 2 的保溫效果最好，但隔音效果卻是最差的；蝙蝠屋 6 的保濕和隔音效果都最好，但保溫效果最差，我們將每座蝙蝠屋的優缺點統整在下方表 4 中。之後應該可以根據這幾座蝙蝠屋的特點，設計出一個更棒的蝙蝠屋。但我們還想知道光線、保溫度、保濕度和隔音效果，哪些因素對蝙蝠選擇棲所的影響最大，所以有了第二個實驗。

▼表 4 不同形式的紙箱蝙蝠屋內部環境條件比較表

編號	照片	內部環境比較
1		<p>一號蝙蝠屋因為實驗數據有問題，所以在實驗中不納入記錄，但是它在設計或尺寸上跟二號蝙蝠屋的設計都很雷同，所以二號蝙蝠屋的數據也許可以提供一號蝙蝠屋的設計參考。</p>
2		<p>蝙蝠屋內平均溫度是所有蝙蝠屋中最高的，我們猜測可能是因為裡面有布料的關係。但是隔音效果卻是最差的。</p>
3		<p>提供四面八方的空間讓蝙蝠自由選擇，他們可以根據日照等外在因素在蝙蝠屋內部找到相對舒適的環境。就環境條件選擇上，這個蝙蝠屋的選擇是最多的。</p>
4		<p>雖然內部環境不是最好的，但裡頭有增加一條鐵絲，方便蝙蝠懸掛，且整體結構最穩固，還有一些防水的措施，猜測可能是所有蝙蝠屋中最耐用的。</p>
6		<p>隔音效果和保濕度最好，但是蝙蝠屋內的溫度偏低，可見保溫效果不太好，猜測可能是因為紙捲比較薄，導致蝙蝠屋內的微氣候容易受外在環境影響。</p>

#### 四、保暖度、透光度與隔音度對蝙蝠選擇蝙蝠屋的影響

隔音度的測試，從圖 18 中可發現，各組蝙蝠屋內部測得的平均音量：保溫組>透光組>對照組>隔音組，由此可知隔音效果：隔音組>對照組>透光組>保溫組，隔音組的隔音效果是最好的，且測得平均音量比起其他三者低蠻多的，可見外圍包厚厚的布料的確可以達到吸音效果，實驗結果和我們的設計理念相符合。



▲圖 18 不同蝙蝠屋內測得音量統計圖

溫度的測試我們總共做了三次，各組加熱後升溫的狀況如下表中橘色部分，從表中的數據可以看出保溫和隔音組在受熱後的升溫幅度明顯低於另外兩組，可見保溫和隔音組的室內溫度不易受室外溫度影響，較能維持室內溫度的恆定。

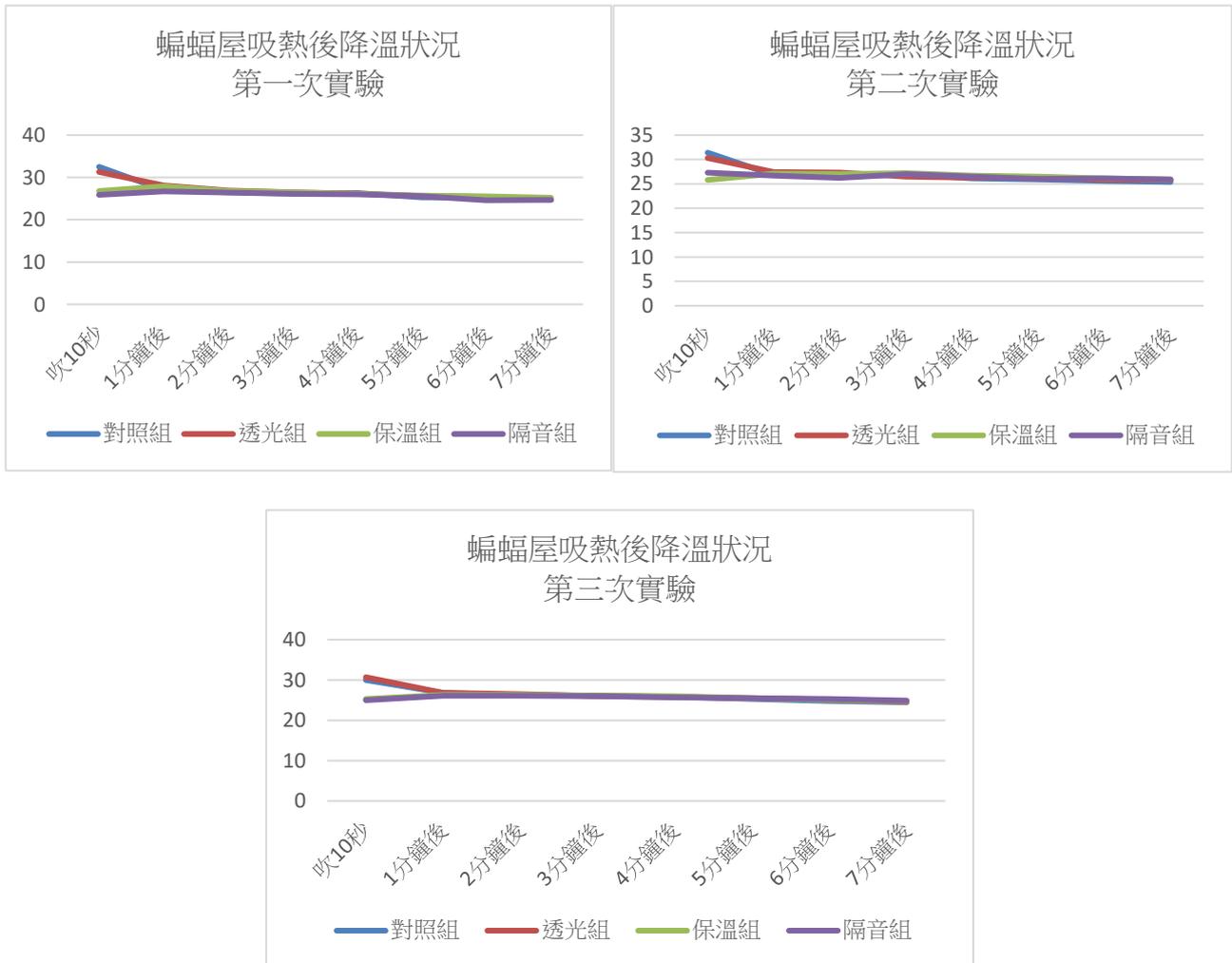
從圖 19 中可以發現，所有的組別均在受熱一分鐘後溫度變化最大，兩分鐘後溫度就趨於穩定，受熱一分鐘後的溫度變化如下表中藍色部分，可以發現對照組和透光組的溫度有明顯下降，但保溫和隔音組的溫度不減反升，我們猜測可能是因為後兩者都有厚厚的牆壁，讓熱傳遞得比較緩慢。

從下方的圖 19 和表 5 綠色部分可以發現，各組在受熱過後七分鐘，都降到與室溫差不多的溫度。整體來看，對照組和透光組吸熱後升溫快，降溫也快，溫度變化是劇烈的，保溫組和隔音組吸熱後升溫慢降溫也慢，溫度變化是緩和的。我們猜測是因為對照組和透光組的外圍比較薄，就像牆壁很薄的房子一樣，吸熱和散熱速度快；而保溫組和隔音組外圍有厚厚的紙板或布包著，就像牆壁很厚的房子一樣，吸熱和散熱速度慢。也就是說隔音組和保溫組相對於另兩組，更能夠維持屋內溫度的恆定。

實驗結果證實了我們當初設計的想像，所以保溫組維持室內溫度恆定的效果的好，但隔音組的效果也很好，且兩者在保溫效果上是差不多的，所以如果蝙蝠入住隔音組，我們就會很難判斷牠選擇的原因是隔音效果好還是保溫效果好。之後還要再針對保溫效果進行改造。

▼表 5 實驗二蝙蝠屋加熱後內部溫度變化紀錄表

	對照組	透光組	保溫組	隔音組
第一次 加熱後溫度變化	+7.8	+7.1	+2.7	+1.7
第二次 加熱後溫度變化	+6.7	+6.1	+1.7	+3.1
第三次 加熱後溫度變化	+5.9	+6.7	+1.3	+1.1
平均	+6.8	+6.6	+1.9	+2
第一次 加熱後過 1min 溫度 變化	-5.5	-3.2	+1.1	+0.8
第二次 加熱後過 1min 溫度 變化	-4.6	-2.9	+1.3	+0.6
第三次 加熱後過 1min 溫度 變化	-3.2	-3.9	+1	+1.1
平均	-4.4	-3.3	+1.1	+0.8
第一次 加熱後過 7min 溫度 變化 (與室溫比)	0	+0.6	+1.1	+0.5
第二次 加熱後過 7min 溫度 變化 (與室溫比)	+0.7	+1.6	+1.8	+1.7
第三次 加熱後過 7min 溫度 變化 (與室溫比)	+0.4	+0.6	+0.8	+1
平均	+0.4	+0.9	+1.2	+1.6



▲圖 19 不同蝙蝠屋內測得溫度變化圖

這個實驗目前正在進行中，之後可以再針對隔音和保溫兩組蝙蝠屋進行改良，但我們還是會先把蝙蝠屋掛出去，因為春天正是蝙蝠活躍的季節，現在掛出去最有可能蒐集到入住資料，這組蝙蝠屋至少可以讓我們蒐集到與光線和溫度有關的資料。我們預計把蝙蝠屋掛到三樓電腦教室旁的女廁牆上，目前經專家判定為蝙蝠夜棲地之處，希望蝙蝠可以因為發現很棒的棲所，讓夜棲地變成日棲地。

## 伍、結論與建議

### 一、結論

1.校內目前共發現五處有蝙蝠排遺的地方，分別位於二樓、三樓和四樓，這些地方的共通點是都有粗糙的牆面，其中三處在建築物上有明顯可藏身的縫隙，可能為蝙蝠的日棲地，另兩處無明顯可藏身處，但有大量新鮮排遺，經專家判定為蝙蝠的夜棲地。

- 2.東亞家蝠廣泛分布於台灣全島中低海拔的區域，棲息環境與人類居住範圍重疊，也是都市中最常見的蝙蝠。牠們喜歡住在陰暗狹小的建築縫隙或者溫度恆定且濕度較高的洞穴中。
- 3.我們根據蝙蝠喜歡的棲所特性和綠建築的概念設計了五座蝙蝠屋，實驗證實五座蝙蝠屋在保溫、保濕和隔音效果上是各有千秋。
- 4.我們在實驗二中的蝙蝠屋雖然目前尚未有蝙蝠入住，但透過實驗前的測試發現，隔音組的隔音效果是最好的，但保溫組和隔音組的保溫效果差不多，雖然實驗設計有點問題，但我們仍希望趁著春天蝙蝠活躍的季節先把蝙蝠屋掛出去，若有蝙蝠入住，至少可以蒐集到與光線和隔音效果有關的資料。

## 二、建議

- 1.實驗執行的時間為春天，溫度處於最舒適的季節，建議之後可以再蒐集秋天、冬天和夏天的資料，會更有價值。
- 2.之後也可以嘗試開發其他材料，例如我們這次使用的紙捲筒效果就意外的好，而且只捲筒有現成的形狀，使用方便!但也許可以開發其他更耐用的材料，畢竟紙做的蝙蝠屋就算放在不會吹風淋雨的地方，使用年限應該也不會長過木造蝙蝠屋。
- 3.利用開發板蒐集數據方便快捷，但也有一些限制，例如我們第一次選的地點網路不穩定，導致失敗收場，第二次雖然透過電腦老師的協助找到網路穩定的地點，但其中一塊開發板中途出問題，導致資料蒐集不全，好在我們放了很多天，所以最後還可以有完整 24 小時的數據可以分析。即便如此還是會蒐集到一些明顯有問題的數據，例如實驗一中蝙蝠屋 4 的溼度是明顯有問題的，就無法列入討論。也許下次使用開發板蒐集數據之前可以先行測試。
- 4.時間允許的話，可以延長實驗的天數、增加測試次數和增加掛置的蝙蝠屋數量，讓數據更趨準確。

## 陸、研究心得

### 學生 A

參加了科展的過程中，從蒐集資料、設計實驗、執行實驗到完成報告這個過程，我和其他隊員經歷過了很多事情，這些事情有些是歡樂有些是悲傷，雖然過程中遇過許多挫折，但

我們還是堅持到了現在，我們為了這個研究付出很多心力和時間，例如：查資料和寫數據……，老師更是有很多的付出，要教我們，也要幫我們統整報告，非常的辛苦，日子過得很快，很快地就到了今天，我覺得不管比賽的結果如何，最重要的就是開心就好。

## 學生 B

我們想透過這項研究保護這些珍貴的生物資源提供寶貴的科學依據，並推動人們對於生物多樣性的重視與保護。

這段時間以來，我們積累一些對蝙蝠的認識和研究方法，並且對文獻進行了廣泛的閱讀。我們相信，通過這項研究，我將能夠為東亞家蝠的生態學做出重要的貢獻，同時也為保護珍貴的自然環境盡一份力量。

我們期待能夠踏上這個研究之旅，透過實地觀察、數據分析和科學實驗，揭開東亞家蝠的神秘面紗，並為保護這個美麗而脆弱的物種貢獻自己的一份力量。這份動機將成為我前進的動力，讓我在研究的道路上不斷追尋知識，並為我們的自然環境帶來積極的變革。

## 學生 C

這次科展不僅讓我對蝙蝠這個物種有更多的認識，還可以讓我們在這種過程中吸取經驗並成長，使我們能對下次的科展作準備，真是收穫頗豐呢！做的過程中雖然遇到了許多麻煩，例如：開發板出了一些問題導致實驗的數據怪怪的，但我們還是一一解決了。這段做研究的日子，不但讓我提升解決事情的能力，也讓我學到許多解決問題的辦法，如果沒有參與這次的研究，我可能對蝙蝠生態還是一知半解的存在，所以希望下次還有機會可以參與類似的活動，以獲得更多新的知識。

## 學生 D

「咻」一道黑色的身影穿快速地梭於天空一下飛到牆上，一下飛到縫裡，讓人不禁思考起-牠是誰？

長得有點像老鼠，但老鼠不會飛。

長得有點像鳥兒，但牠沒有羽毛。

所以牠到底是誰？是會飛翔的老鼠，還是沒有羽毛的鳥？

答案是-牠是蝙蝠。

我相信做科展的過程，絕對不是只為了比賽，因為我在這過程中增加了很多以前沒做過的事，

也累積了很多特別的經驗；想想看，我在做這些事前，是絕對不可能接觸到蝙蝠屋這個東西的，更不用說做實驗了。

蝙蝠屋是一種生態補償的概念，既然是要給蝙蝠住的房子，就要讓他住的舒服。我也希望蝙蝠能夠入住，讓我們學校的生態更豐富。這些，也讓我不禁想起了珍古德博士所說過的話：「唯有了解，才會關心；唯有關心，才會行動；唯有行動，生命才会有希望」希望大家也可以記得這句話。

## 柒、參考資料

### 一、雜誌、書籍、期刊、論文

- ※張東君(2011年7月)。奇妙的蝙蝠-唯一會飛的哺乳類。未來少年，2011年七月號，40-45。
- ※鄭錫奇，方引平，周政翰(2022)。臺灣蝙蝠圖鑑。出版：特有生物研究保育中心
- ※張恒嘉(2022)。蝙蝠保育新思維\_蝙蝠屋、蝙蝠巢箱。出版：雲林縣政府。
- ※張恒嘉(2022)。動物巢箱DIY：蝙蝠、貓頭鷹、獨居蜂。出版：黃金蝙蝠生態館。
- ※徐昭龍，李秉容，鄭錫奇(2008)。洞穴蝙蝠。出版：行政院農委會林務局。
- ※張恆嘉，黃致融，鄭先祐(2008)。東亞家蝠與高頭蝠棲息蝙蝠屋之選擇因子。國立台南大學環境與生態學報第一卷第二期。
- ※洪宏嘉(2014)。蝙蝠屋內為溫度對蝙蝠入住之影響。環球科技大學碩士論文
- ※胡正恆，林文淇，鍾兆晉，李明穎(2018)。蝙蝠屋的公民科學與生態想像。環境與藝術學刊第十九期

### 二、網站資料

- ※黃金蝙蝠生態館。<http://www.goldenbat.org.tw/>。檢索日期：2024年4月10日。
- ※農業部網站。<https://www.moa.gov.tw/ws.php?id=2448073>。檢索日期：2024年4月10日。
- ※泛科學。<https://pansci.asia/>。檢索日期：2024年4月10日。
- ※環境資訊中心。<https://e-info.org.tw/>。檢索日期：2024年4月10日。
- ※農傳媒。<https://www.agriharvest.tw/>。檢索日期：2024年4月10日。
- ※我們的島。<https://ourisland.pts.org.tw/>。檢索日期：2024年4月10日。

※圓山生態教育館。 <http://yuanshan-elc.blogspot.com/>。 2024 年 4 月 10 日。

※國立台灣博物館。 <https://www.ntm.gov.tw/>。 檢索日期：2024 年 4 月 10 日。

※財團法人台灣建築中心。 <https://gb.tabc.org.tw/>。 檢索日期：2024 年 4 月 10 日。

## 1. 實驗一紀錄-溫溼度(寫法：溫度/濕度)

	室外	蝙蝠屋 1	蝙蝠屋 2	蝙蝠屋 3	蝙蝠屋 4	蝙蝠屋 6
3/26 18:00	25/60	26/60	28/62	27/64	27/95	26/74
3/26 19:00	25/59	26/58	28/58	27/62	27/95	26/71
3/26 20:00	25/58	26/56	28/56	27/61	27/95	26/69
3/26 21:00	25/57	26/55	28/55	27/60	25/67	25/67
3/26 22:00	25/57		28/53	27/59	27/95	25/66
3/26 23:00	25/57		28/53	27/58	27/95	25/65
3/27 00:00	25/58		28/53	27/57	27/95	25/66
3/27 01:00	24/58		27/53	27/56	27/95	25/66
3/27 02:00	24/59		27/53	27/56	27/95	25/67
3/27 03:00	24/59		27/54	27/55	26/95	25/67
3/27 04:00	24/61		27/54	27/55	26/95	25/69
3/27 05:00	23/63		27/56	26/55	26/95	24/71
3/27 06:00	24/63		27/57	26/55	26/95	25/72
3/27 07:00	23/64		27/58	26/55	26/95	24/74
3/27 08:00	23/65		27/59	26/55	26/95	24/75
3/27 09:00	24/63		27/58	26/56	26/95	25/73
3/27 10:00	24/62		27/57	27/55	27/95	25/72
3/27 11:00	25/62		28/58	27/56	27/95	25/70
3/27 12:00	25/62		28/57	27/55	27/95	26/71
3/27 13:00	25/63		28/59	27/56	27/95	26/72
3/27 14:00	25/65		28/61	27/56	27/95	26/74
3/27 15:00	25/64		28/61	27/57	27/95	26/74
3/27 16:00	25/65		28/62	27/57	27/95	26/75
3/27 17:00	25/65		28/62	27/57	27/95	26/75

3/27 18:00	25/66		28/62	27/57	27/95	26/76
3/27 19:00	24/68		27/63	27/58	27/95	25/77
3/27 20:00	24/69		27/64	27/58	27/95	25/79
3/27 21:00	24/70		27/65	27/59	27/95	25/80
3/27 22:00	24/70		27/66	27/59	27/95	25/80
3/27 23:00	24/70		27/66	27/59	27/95	25/81
3/28 00:00	24/70		27/66	27/60	27/95	25/81
3/28 01:00	24/71		26/67	27/60	26/95	25/82
3/28 02:00	24/70		27/66	26/60	26/95	25/82
3/28 03:00	23/70		27/66	26/60	26/95	24/82
3/28 04:00	24/69		27/66	26/60	26/95	24/81
3/28 05:00	23/70		26/65	26/60	26/95	24/81
3/28 06:00	23/69		26/65		25/95	24/81
3/28 07:00	23/67		26/67		26/95	24/80
3/28 08:00	24/65		27/62		26/95	25/77
3/28 09:00	24/65		27/61		26/95	25/75
3/28 10:00	25/65		27/61		27/95	26/75
3/28 11:00	25/70		28/65		27/95	27/77
3/28 12:00	25/73		28/68		27/95	27/81
3/28 13:00	25/74		28/70		28/95	27/82
3/28 14:00	26/73		29/71		28/95	27/82
3/28 15:00	26/73		29/71		28/95	27/83
3/28 16:00	26/72		29/72		28/95	27/82
3/28 17:00	26/72		29/72		28/95	27/82
3/28 18:00	26/72		29/72		28/95	27/83

## 2.實驗一紀錄-音量

實驗編號	對照組 (室內音量)	蝙蝠屋 1	蝙蝠屋 2	蝙蝠屋 3	蝙蝠屋 4	蝙蝠屋 6
1	76	44	72	63	62	52
2	71	51	73	63	64	57
3	76	44	72	62	64	62
4	75	44	72	63	64	57
5	75	52	72	62	64	54
6	73	42	72	62	63	64
7	75	47	72	62	64	51
8	74	52	71	62	63	58
9	74	55	72	62	63	56
10	76	54	71	61	64	56
最高	76	55	73	63	64	64
最低	71	44	71	61	62	51
平均	74.5	48.5	71.9	62.2	63.5	56.7

## 3.實驗二紀錄-音量

實驗編號	對照組	透光組	保溫組	隔音組
1	74	70	82	69
2	64	74	80	70
3	79	80	83	74
4	78	79	81	65
5	77	77	78	69
6	75	78	80	76
7	75	77	83	64

8	78	79	81	74
9	78	79	81	70
10	81	79	78	73
最高	81	80	83	76
最低	64	70	78	64
平均	75.9	77.2	80.7	70.4

#### 4.實驗二紀錄-溫度

	對照組	透光組	保溫組	隔音組
室溫 1(4/8)	24.7	24.2	24.1	24.2
第一次加熱	32.5	31.3	26.8	25.9
1-1 一分鐘後	27.0	28.1	27.9	26.7
1-2 兩分鐘後	26.5	26.9	26.8	26.4
1-3 三分鐘後	26.2	26.5	26.5	26.1
1-4 四分鐘後	26.3	26.2	26.1	26.0
1-5 五分鐘後	25.3	25.6	25.7	25.6
1-6 六分鐘後	25.2	25.4	25.5	24.6
1-7 七分鐘後	24.7	24.8	25.2	24.7
第二次加熱	31.4	30.3	25.8	27.3
2-1 一分鐘後	26.8	27.4	27.1	26.7
2-2 兩分鐘後	26.4	27.3	27.0	26.2
2-3 三分鐘後	27.0	26.5	27.2	27.0
2-4 四分鐘後	26.1	26.3	26.7	26.5
2-5 五分鐘後	25.9	26.4	26.5	26.0
2-6 六分鐘後	25.6	25.8	26.1	26.1
2-7 七分鐘後	25.4	25.8	25.9	25.9

室溫 2(4/11)	24.1	24	24	23.9
第三次加熱	30	30.7	25.3	25
3-1 一分鐘後	26.8	26.8	26.3	26.1
3-2 兩分鐘後	26.3	26.5	26.3	26.1
3-3 三分鐘後	26.1	26	26.1	26
3-4 四分鐘後	25.9	25.8	26	25.7
3-5 五分鐘後	25.3	25.5	25.5	25.5
3-6 六分鐘後	24.8	25.1	25.1	25.3
3-7 七分鐘後	24.5	24.6	24.8	24.9