

蝙蝠屋的公民科學與生態想像

胡正恆* 林文淇** 鍾兆晉*** 李明穎****

摘要

食蟲蝙蝠在台灣城鄉生態系的食物鏈中扮演著重要生態角色。這樣華人傳統文化下充滿豐富生態想像的「福氣動物」，近年來因生態退化益發無法得見。為了檢驗生態想像如何能在人與自然的親密體驗中建構保育行動的連結，2012 年在台北市立動物園舉辦的蝙蝠營隊運用環境教育的實作策略，問到最能激起保育蝙蝠行動的項目，以蝙蝠屋製作及棲地尋蝠收穫最多。問卷進行多變量的變異數分析後發現：蝙蝠屋製作在青少年年齡層（9-16 歲）顯著受到歡迎；但值得省思的是：整體態度中仍有 23% 的人無法想像蝙蝠如何作為「吉祥動物」？又如何可能在過去與人共榮共存？，這也關聯於一般人有 32% 的高比例認判蝙蝠的城鄉棲地選擇，且不識其行為多樣性。營造蝙蝠屋的常民實踐可以豐富人與蝙蝠互利的生態想像，在 2013-2014 年間結合校園與社區的蝙蝠屋建置行動，藉由蝙蝠觀測記錄與生態知識繪圖，參與者探索蝙蝠棲所並累積營造經驗。本研究建議以社區為根基來介入公民科學的發展，例如由蝙蝠屋從校園棲地走向熱點社區的實作回饋中，在社區內籌組設置蝙蝠屋不只是營造環境教育的學習氛圍，更是生態想像激發社區實踐的傳播基地。

關鍵詞：公民科學、環境教育、蝙蝠、野生動物

*中國文化大學森林暨自然保育學系。11114 台北市華岡路 55 號。

**台北市立動物園。11616 台北市新光路二段 30 號。

***國立台灣師範大學通識教育中心。10610 台北市和平東路一段 162 號。

****靜宜大學大眾傳播學系。43301 台中市沙鹿區台灣大道 7 段 200 號。(通訊作者)

Citizen Science and Ecological Imagination of Bat Box (2012-2014)

Hu, C.H., Lin, W.C., Jong, J.J., Lee, M.Y.

Abstract

Insectivore bats have played significant functional roles in rural and urban ecosystem in Taiwan. In the Chinese traditional culture, there is a rich ecological imagination upon such auspicious animals, although dramatically in recent years an ecological degradation pushes wild bats out of their living space. What people cannot see is why people cannot save. Folks become creatively empowered by citizen science. When the non-professional volunteers use folk people's technologies, such as localized DIY bat boxes, grassroots organizations have systematically involved in citizen science during data collection, research analysis and conservation actions.

This research examines what kinds of practice strategies make bat conservation imaginable, and how to build links between the human experience and intimate nature. In the conservation camp of 2012 in Taipei City Zoo, we implemented a variety of environmental education, including lectures, DIY activities, bat box making, and voice searching in the field. The most rated courses in the bat environmental education program are the making of bat house and habitat checking. Multivariate analysis of variance found that bat box making in adolescent age (9-16 years old) are more significantly accepted than the others (n=98). While reflecting the change of participants' attitude after the bat camp, twenty-three percent of modern people cannot imagine bats as the past "auspicious animals". In addition, the participants were difficult to answer questions about bat habitat selection (30% recognized wrong), and about behavioral diversity (20% recognized wrong).

In order to further use bat boxes as a tool to imagine bats' ecology, we adopted conservation practice by then advocating natural observation on bats in campus and in community in the years of 2013-2014. We brought a series of initiatives to build bat houses, made the bat observation records visible in web, and mapped their ecological knowledge in a format of geographic information system. This study suggests that the community-based development of scientific experience gets citizens involved meaningfully. From the campus to the rural habitat, bats are an imaginable vector which mediates a deep reflection on environmental degradation issues.

Keywords : Citizen Science, Environmental Education, Bat Box, Wildlife.



一、前言

蝙蝠是亞洲華人傳統文化下的吉祥動物，台灣島哺乳動物種有 70 餘種，蝙蝠占其中 36 種約二分之一(鄭，方與周，2015)。蝙蝠屬於脊椎動物中的哺乳綱(Mammalia)、翼手目(Chiroptera)，是唯一具有真正飛行能力的哺乳類動物。在台灣多屬食蟲性蝙蝠，能控制都會與農地的害蟲，因此在城鄉生態上扮演重要角色。然而由於此一飛行動物晝伏夜出，不像賞鳥與賞蝶運動容易在公民社群中推廣，因此許多種類之分布尚待辨識發現，已知種類的生態習性也大多尚未被仔細研究(盧，1988；陳，2006)。

事實上，蝙蝠在生態系的食物鏈扮演著重要角色，約七成的蝙蝠以無脊椎動物如昆蟲、蜘蛛、蠍子等為食，其大量的胃口控制了昆蟲的數量外，在農業、森林等地區更能防止蟲害，避免人類過度濫用殺蟲劑污染環境。許多植物也藉由蝙蝠來傳粉繁衍後代甚至蝙蝠協助植物散播種子到更遠的地方去。社區保育如果能應用更多調查工具與技術，與其賴以維生的棲地因子做連結，台灣蝙蝠種類仍有增加的空間(林及陳，2008)。

在東南亞之熱帶區域中，蝙蝠的多樣性極高，然而在城鄉發展過程中，蝙蝠族群數量日益衰減。為了挽救蝙蝠的生存危機，台北市立動物園(2012)從 2012 年 5 月舉辦「東南亞動物園國際蝙蝠教育工作坊」，並與澳門民政總署、香港嘉道理農場串聯策劃，共同推動「為蝙蝠造一個家—社區蝙蝠屋國際保育合作計畫」。參考澳門、香港兩地從 2012 年 7 月開始推行「社區蝙蝠保育計畫」的經驗，希望以社區為重心推廣蝙蝠保育工作。

這呼應從 1980 年代起，以社區為基礎的公民科學保育計畫或自然資源經營(community-based natural resource management, CBNRM)，越來越受到國際社會重視(Kumar, 2005)。台灣的社區保育啟動較晚，直至 2002 年林務局始推出「社區林業—居民參與保育共生計畫」，才讓常民(lay people)得以真正參與生態保育的規劃、發展、實踐與監測。就台灣推動的社區保育意涵而言，也是希望結合社區常民的力量共同調查、保育與經營自然資源(陳，2005)。

一開始社區林業計畫是以「社區營造」與「生物多樣性」為核心價值，藉由社區組織參與林業計畫的過程，逐步凝聚社區共識，並培養社區組織經營森林周邊自然資源之能力。而由於近年來環境與氣候變遷快速，林務局為了響應「生物多樣性公約」中「促進生物多樣性概念的主流化」的目標，加上大範圍的長期環境監測需要大量人力，因此結合公民參與及科學資料蒐集的「公民科學」(citizen science)應運而生(林與林，2013)，它讓原來不具科學專業的常民也可以依照科學家的規劃，有系統地參與科學活動的資料調查，而形成「參與式科學」(participatory science)(林，2016)。社區林業計畫推動社區生態調查，藉由行動實作體現生物多樣性保育概念，建立社區與生態之間夥伴關係(行政院，2005)。今日反思這一連串的發展脈絡，援用了公民科學的操作概念，開啟社區保育在台灣公民科學發展的當代脈絡。

摸索著與此相似的「社區保育」與「公民科學」脈絡，人類破壞自然環境，影響到蝙蝠族群的生存空間，造成生態系食物鏈的失衡。如今透過「為蝙蝠造屋」計畫，由常民參與蝙蝠保育行動，將有助於重建蝙蝠與保育地社區鄰里之間的生態想像。本研究旨在了解透過社區力量發展公民科學，為社區保育產生貢獻的可能性，欲探究的研究問題是：在發展蝙蝠屋的環教場



域中，常民關於蝙蝠的生態想像如何得以轉變？本研究以參與社區行動團隊串連各地蝙蝠屋紀錄的實際操作歷程，探討在地行動打造蝙蝠屋的保育經驗，以及在地生態意涵的擴展重建。

二、文獻探討

(一) 重建整全生態想像的公民科學

當我們重新閱讀美國環境運動的先驅倡議文章，像在遊記彙編《國家公園之父：蠻荒的繆爾》一書中，John Muir（1838-1914）常以民間科學家的身分，先描述生物多樣性的美好想像，接著對比森林被破壞後的可怕危機，最後再倡議環境保護的抽象生態理念。

河上方的盆地一覽無遺，瑰麗的山丘峽谷，黝黑上斜的森林，無一處不閃耀著綺麗的光與熱……峽谷的底部點綴得像個花園，處處可見陽光燦爛的草原、松林和橡樹林（頁 53）。我才走了幾碼便驚動了樹叢中一隻棕熊。牠非常快速地跑開，急忙中還不慎被糾纏的熊果木絆倒。……他們徜徉在美麗的森林與峽谷，能適應各種天候，無處不自得，與樹木、石頭、荊棘皆能和諧共存。在這些地方充滿音樂，山林美麗如伊甸園，你滿心以為會遇到天使（頁 59）。

繆爾對於生態系食物鏈頂層的生態想像，不再僅止於環境文學的讚嘆修辭手法，擬人化般的體驗話語如「徜徉」、「無處不自得」，更反映著人類期待與自然共存的概念結構與思維模式，好比「在伊甸園遇到天使」。

到達優勝美地時，我覺得每一塊石頭都在說話，語調比以前更清晰溫柔。這群親愛的朋友彷彿在花崗岩的表面下流著沸騰的熱血（頁 117）。

高聳的花崗岩壁因無休止的冰川運動而曲折蜿蜒，彷彿是麵團扭成的。遠近的山脈森林全部聚攏過來，山川的神祇與父親太陽，正照射無限慈愛的餘暉向萬物道別。所有的岩石樹木都變得很近，瞧他們的臉龐輝映著怎樣的愛（頁 124）。

繆爾的生態想像將山川與太陽尊稱為孕育生命的「父親」，這一生動的文學隱喻修辭，也將其業餘但有創見的地質論述帶入整全觀（holistic）的生態想像。

從地方自然環境到整個生物圈，人類受到周遭環境的影響，但人類的各種行動也會影響全球生態系統的改變（Berkes, Colding, & Folke, 2003），生物與人類是相依存、影響的動態關係。如果要探討環境的變化，除了需要傳統生物學者累積實證科學的資料外，也需要在彼此對話中逐步建構整全的生態價值觀。

當代台灣不少生態保育工作者透過各種平台或行動，蘊藏著在地的生態想像，建立起生物、



人類活動與環境之間的整全生態關係。例如多種動植物同好者臉書、台灣蝙蝠學會 (<http://www.bats.org.tw>)、台北市蝙蝠保育學會 (<http://www.batinfo.org>) 等民間科學社團，網站上就記錄許多校園、社區、甚至常民參與的生態紀錄。其運用了「公民科學」概念，結合公民參與以及在地資料蒐集的傳播方式，由常民志工與科學家建立合夥關係，一起回答真實世界的生態保育問題。

在「常民重建想像」的操作前提下，社區保育是以重建自豪感 (self-proud)、營造在地生態知識 (ecological knowledge, EK) 為出發，與社區共同學習、調適和反應生態，讓居民重新認識自己的鄉土，進而對土地產生合宜的生態想像、共議出合理的社區發展行動。這種非制式的學習，不僅提昇參與者的科學知識與素養，也有助察覺到生物多樣性所遭受的威脅，促進公眾參與科學 (Braschler, 2009)。產製出社區中生態現象的資訊，流通後就有別於專業的資訊生產模式。這些資訊如能適當地轉化，也可以與政府的環境監測工作達到互補作用，形成一種新的公民參與。例如南投縣丹大山區過去開放狩獵，社區配合進行管制、與屏東縣霧台的狩獵活動由魯凱族山地青年協助監測 (陳與王, 2005)。

近年台灣公民科學的發展，甚至引入參與式地理資訊系統 (participatory Geographic Information Systems, GIS) 介面，線上全景式的科技工具可提升常民的生態想像，分散的各地參與者得以系統性地參與科學計畫的資料蒐集、分析與傳播的過程，不僅便於資料擷取、編修、更新、儲存、與查詢，差異的生態知識更提供了建構生態想像的比較介面。GIS 的網路互動介面也擴大研究的尺度、集中監測的努力能量，大幅度地提昇許多行動者的經驗值，對於生物多樣性的資料積累，以及社區保育政策的管理具有相當的貢獻 (Cooper et al., 2007)。

(二) 社區連結到野生動物的前驅實驗計畫

社區保育概念的實際操作在生態學與環境科學領域應用較多，其執行方法與監測對象相當多樣。因應全球環境變遷與生物多樣性快速流失，歐美國家運用公民科學監測全國或是全球生物多樣性變化已行之多年，範圍涵蓋面向甚廣，例如鳥類族群變遷、棲地復育、外來物種監測、蝙蝠監測等計畫。

美國康乃爾大學的鳥類學研究室 (Lab. of Ornithology, Cornell University) 曾經規劃出知名的 eBird 公民觀鳥計畫模式，其操作步驟是從選擇一個科學問題開始；組成團隊 (包含科學家、教育家、技術及評鑑人員)；發展、測試及修正執行方式、數據格式及教材；募集、訓練志工；接收、編輯、展示資料；分析、解釋資料；成果發表、評估成效等 (Bonney et al., 2009；蘇等, 2013a)。Cooper 等人 (2007) 也有類似的操作步驟，包括：首先制定目標、確認招募與推廣的鎖定社群、訓練與維繫參與者、資料收集與組織處理能力、成果回饋，最後提出未來管理建議。這一連串的操作過程，基本上都是從了解物種調查與監測工作開始，以便充份掌握當地的生態資源。

國內從 1970 年代即開始有鳥會嘗試發展的公民科學監測計畫。「中華鳥會鳥類資料庫」則



是目前台灣地區最完善的鳥類資料庫，所有資料都是由各地區賞鳥者之觀察紀錄所累積而成。資料庫最早紀錄是從 1972 年開始，後來隨著賞鳥活動的風行，每年紀錄筆數呈現上揚趨勢。70 年代時，每年大約是數十份紀錄報告，而近年來平均每年都有數千份紀錄報告，累積了龐大紀錄（中華民國野鳥學會，2017）。

至於從校園發起的公民科學操作，則是自 2003 年起由東華大學兩棲類保育研究室協助台灣蛙類保育計畫開始（楊與張，2012）。他們參考 Bonney 等人（2009）提出之公民科學計畫模式，逐步訓練關心生態保育的社區民眾成為兩棲類志工，利用台灣兩棲類資源調查資訊網（<http://tad.froghome.org>）回報調查結果、建立資料庫。此外，行政院農業委員會特有生物研究保育中心（以下簡稱「特生中心」）也自 2009 年起推動以大尺度鳥類調查為主的公民科學計畫，包括繁殖鳥類大調查、鳥類生產力及存活率監測、外來鳥種監測網、度冬水鳥監測、過境陸鳥繫放監測等，並成立「台灣生物多樣性網絡」（TBN）作為全民共同分享及回報生物多樣性資訊的網路平台（林與林，2013；林，2016）。

過去公民科學計畫在培訓志工多是以生物知識及調查技能為主，較缺乏社會生態系統（social-ecological systems）的環境議題的探討，產生了「見樹不見林」的問題。然而，社區保育的發展史提示公民科學不應是政府保育單位的「公務」，最好是由民間或是學界自發，或是政府機構、學術單位及民間組織共同合作，才能擴大公眾參與知識的建構。因此，社區未來可以加強推廣環境教育的廣度及深度，需要從生活中著手一些常民可接觸的動物媒介，並連結其保育議題，進一步將生物保育、環境倫理、環境素養內化為社會大眾的核心價值與日常實踐。

三、材料與方法

為了探討人工巢箱如何促進公民對蝙蝠的保育意識，本系列研究從 2012 年的台北市立動物園蝙蝠營隊、一直延續到 2014 年校園連結與社區的加入並持續凝聚，並藉由問卷調查與語料分析來評估蝙蝠知識及其生態想像。

（一）營隊親子認知差異問卷

第一部分是 2012 年暑假，台北市立動物園舉辦了「即知即用即做」的環境教育營隊，活動內容包括講解「奇怪的蝙蝠」、「星空怪獸—蝙蝠傳奇」特展、集體動手製作「蝙蝠屋」、蝙蝠角色扮演之繪本手偶劇等活動。首先營隊為理解參與夥伴對蝙蝠相關知識及保育意向之改變程度，藉由詢問學員於參與營隊前後對蝙蝠知識「認知差異度」及「滿意意向」，而以前後測問卷之比較方式進行分析。

施測流程為，前測問卷於承辦人講解課程說明後，先讓學員自由表達對蝙蝠的認知基線（baseline），並於進行正式課程前完成。問卷內容分為兩大題，第一大類為蝙蝠認知面向題目，



包括「蝙蝠屬於鳥類」、「蝙蝠在夜間活動」等 10 題，請學員就現有認知程度回答「是」、「不是」及「不清楚」；第二大類為蝙蝠情意體驗面向的題目，先調查學員中的生態想像，以營隊七大主題課程進行勾選，包括奇怪的蝙蝠、蝙蝠傳奇特展、蝙蝠屋製作、尋找蝙蝠的森林鄰居活動、蝙蝠繪本活動、鋁線蝙蝠 DIY 活動、以及動物園野外現地實察，用超音波探測器尋找蝙蝠等。後測施測於學員進行完所有課程後發放問卷。內容亦主要分為兩大面向。第一大類蝙蝠認知題與前測同；第二大類情意體驗題則進行課程滿意度調查，請學員就七類主要課程進行滿意度勾選，「非常滿意」、「滿意」、「沒意見」、「不滿意」及「非常不滿意」等選項，採五點量表進行評分。

最後結果使用統計軟體 SPSS v.20 分析：第一大類蝙蝠認知面向計算題內各類型的誤答比例與親子認知差異；至於第二大類情意體驗題則以五分制比較年齡層間是否有顯著差異。親子差異是將完整回答的母樣本群體（ $n=98$ ），依據自變量為年齡層 1（小於 9 歲以下， $n=9$ ）、年齡層 2（介於 9-18 歲之間， $n=45$ ）、年齡層 3（大於 18 歲以上的成人， $n=44$ ）的各群體間，進行多變量的變異數分析（Analysis of Variance, ANOVA），統計檢測上則採用廣義線性迴歸模式（Generalized Linear Model, GLM）判定各題是否在年齡層間有顯著差異（設定 $p<0.05$ ）。誤答與滿意比例的 ANOVA 檢測，自變量為年齡層分群，應變量為各題有無答錯（二元性資料），或是五分制的滿意程度（連續性資料）。

（二）蝙蝠屋生態紀錄

第二部分是延續人工蝙蝠屋行動的校園與社區實踐，倡議一系列蝙蝠屋建置計畫，行動團隊以台灣最常見的東亞家蝠（*Pipistrellus abramus*；英名 house bat）做為這次社區蝙蝠屋連線行動的主要觀測對象。東亞家蝠是廣布於東亞地區的農村生態系之關鍵物種，分布地區包括中國、香港、澳門、日本、韓國、台灣等地（盧，1988）。牠們喜歡棲息於樹皮裂縫，但也喜好修繕乾淨的人工建物，是少數會與人類比鄰而居，甚至會住入一般家屋中的野生動物（三峽田野筆記，2014 年 10 月 11 日）。因此，紀錄在地民眾對蝙蝠的生態知識，可以了解牠們在城鄉生態系中被認可的角色。

行動團隊首先與合作單位紀錄社區內是否有蝙蝠。先由研究人員 1-2 人開展地區調查，探訪適合蝙蝠的棲所位置，通常需訪問到熟悉當地的耆老或教師，才能決定適合架設蝙蝠屋之空曠地，同時訪談蝙蝠的生態知識與當代變遷，以便日後架網為 GIS 進行後續的生態觀察紀錄。

在 2013-2014 年間，行動團隊走訪各地合作學校與社區，指導他們組裝蝙蝠屋並進行測試，合作學校包括：台北市的再興中學、翡翠水庫周邊的文化大學林場、新北市的三峽中園國小、林口國中、二重國中，甚至遠達台東縣的台東女中；而桃園平鎮、嘉義觸口，以及屏東縣恆春萬里桐等社區也陸續加入。

首先在工作坊上組裝兩款蝙蝠屋進行初步測試，之後掛置蝙蝠屋並建立定時回報機制。由



於過多的探視活動可能會影響蝙蝠的棲息，因此為了避免過度的干擾，建議可由當地解說夥伴向遊客說明其相關公民生態學的參與式研究策略。

當蝙蝠屋掛置後，可由老師率領學生觀察並記錄下掛置的地點、位置、高度、方位等，並提供據點調查的生態觀察記錄，回報據點內看到的蝙蝠情況，即使沒有看見蝙蝠也沒有關係，記錄內容是以提問方式作答，包括：有無蝙蝠入住？蝙蝠種類與數量？每間蝙蝠屋入住情況？全部蝙蝠屋都入住了嗎？入住屋子的懸掛位置？觀察社區或學校那些生態要素不利蝙蝠生存？透過網誌上披露的常民觀察與生態紀錄語料，得以分析了解帶入蝙蝠屋操作的公民科學所生成的生態想像。

四、結果分析

（一）營隊親子認知差異問卷結果分析

蝙蝠家族研習營於 2012 年暑假期間共舉辦 5 梯次，以家庭親子成員為單位報名。共有 60 個家庭、138 人參加此一 6 小時的環境教育營隊。回收問卷份數，前測 134 份、後測 124 份，完整回答的母樣本群體有 98 份。各項詳細數據結果分析顯示於表 1。

1、生態知識的前後測改變：

營隊學員們對蝙蝠的生態認知正確度，前後測相較下均有成長：十題間的平均成長率為 23.4%。

前後測問卷中，認知正確度均高的題目，都為生物生理類的知識「蝙蝠在夜間活動」（前測正確度 96.0%；後測正確度 96.3%。以下皆類此）及「蝙蝠都是倒掛休息」（前測 88.5%；後測 91.9%）兩題。表學員原先對「蝙蝠夜間活動」及「蝙蝠倒掛休息」等生理知識即早有認知。

營隊完成後測問卷中，認知正確度有高度成長的為生態題：「貓頭鷹會吃蝙蝠」（前測 44%；後測 88.7%）及行為題：「蝙蝠發出叫聲尋找同伴」（前測 55%；後測 99.1%），認知成長率都在 44% 以上。這也說明營隊分項活動最能澄清的項目是：「生態系中蝙蝠的天敵」及「蝙蝠利用超音波定位」等知識，均經活動後改變其說明原先誤解。

後測問卷始終有迷思的認知項目為棲地類(題 6)：問到是否「蝙蝠都住在森林裡」仍有 32.6% 認判；其次為文化類(題 7)：問到是否「在華人社會蝙蝠常被視為不吉祥的動物」仍有 23.4% 認判；再其次為行為類(題 8)：問到是否「蝙蝠爸爸不會育幼」仍有 20.4% 認判(圖 1)。食蟲蝙蝠在台灣城鄉生態系的食物鏈中扮演著重要生態角色。這樣華人傳統文化下曾經充滿豐富生態想像的吉祥動物，近年來因生態退化趨劇，從都會到野地的蝙蝠生存空間急速被壓縮，常民益發無法得見，更遑論想像其關懷共存之道，顯現出來的常民保育態度就是 23.4% 無法想像過去的「吉祥動物」。其次是常民仍難以回答關於蝙蝠城鄉棲地選擇(23.4% 認判)與生境下行為的多樣性(20.4% 認判)，學員對此多半認知較為模糊，前後測回答正確率均偏低。這在某種程



度也建議「蝙蝠棲地維繫」與增加營造蝙蝠屋的保育行動，可正彌補此一迫切的生態知識缺口。

2、想像期待度的態度改變：

關於動物園蝙蝠保育營隊活動後的分項課程滿意度，採 5 分制，共有 11 題。近半學員對課程表示「非常滿意」（49.9%），有六成並願意再多參加動物園的保育營隊活動（68.1%）。前測問卷中問到最能激起生態想像與保育蝙蝠行動的環教項目，則是對課程中期望最高者為「蝙蝠屋製作」及「動物園尋蝠」，顯示以實作行動支持棲地的探索與生態復舊是較成功的環境教育實踐；至於較靜態的展示「奇怪的蝙蝠（蝙蝠概論）」、「蝙蝠繪本駐站」及「尋找蝙蝠鄰居」為較不受青睞的課程。綜合顯示出學員在課程進行前均對「實務操作」及「身體體驗」高度期待，而在資訊充沛的網路傳播時代，環境公民對「知識講授型」的課程興趣較低。

後測問卷與開放式回饋中顯示：學員於課程滿意度問項中勾選「非常滿意」率前三名，依序為「蝙蝠 DIY」（平均 4.36 ± 0.83 分）、「動物園尋蝠」（平均 4.41 ± 0.81 分）及「蝙蝠屋製作」（平均 4.37 ± 0.75 分）（圖 2），都屬偏向實作之課程。排名落後待改進的末三項均為解說型課程，為「星空怪獸－蝙蝠特展」、「奇怪的蝙蝠（蝙蝠概論）」及「尋找蝙蝠的鄰居」。此亦與一般預期大致相符，說明學員原先對講授型課程原本較不感興趣，課程進行後亦持相似的回應。而現場觀察特展限於展場空間與人潮動線，導覽效果不盡理想，看板展示與聲光互動活動局部提升學員興趣，未來可以有更大改善空間。

3、態度接受度上跨年齡層間的顯著差異：

2012 年台北市立動物園的蝙蝠營隊運用各式環境教育的實作策略，來提昇保育的生態想像，結果顯示不同年齡層的差異分析上，發現親子間在知識誤判率上，蝙蝠育幼的行為問題在 9 歲以下的兒童都易答錯，並在跨年齡層間的達到顯著差異（ $p=0.009^*$ ， $n=98$ ；圖 3a）。在喜好實作的感受方面，兒童（9 歲以下）與青少年（9-18 歲）都較受蝙蝠屋製作的激勵，與成人（18 歲以上）的中性感受反應達顯著差異（ $p=0.043^*$ ；圖 3b）；兒童與青少年也都較接受繪本欣賞，與成人的不青睞感受達顯著差異（ $p=0.006^*$ ；圖 3c）。環境教育營隊所帶來的知性與感性的觸發，對會後詢及「主動關心蝙蝠保育的消息」，以青少年最多持正面的評價，並顯著與其他年齡層不同（ $p=0.009^*$ ；圖 3d）。至於其他問題選項在跨年齡層間均無顯著的差異。

（二）蝙蝠屋營造環境教育的傳播基地

根據動物園蝙蝠保育營隊的認知與態度調查為基礎，在後續推動區域蝙蝠屋時，我們選擇兒童與青少年此二階段的參與者，先從新北、桃園市的各一國中、國小學校開始推廣蝙蝠屋。按照 Bonney 等人（2009）提出公民科學的操作模式，最重要始自「選擇一個科學問題」，例如哪裡會有蝙蝠需要人造房子入住？本研究藉由同學核對蝙蝠出沒地點、現場勘查架設蝙蝠屋、觀察蝙蝠入住季節、並調整蝙蝠屋位置，陪伴參與者思考「現在哪裡有蝙蝠？」、「大部分蝙蝠為什麼不見了？」進而了解影響蝙蝠共存於市鎮的環境必須因素。協力學校具體的討論成果，



包括像桃園市八德國中鄰近重劃區的大量建案，歷年蝙蝠社成員觀察後，確實發現「蝙蝠族群落銳減得厲害」。

百年老校之八德國中去年（2012）才將蝙蝠屋設置於走廊，摸索出蝙蝠經常造訪途經的區域！也商請總務處開放健康樓 2 樓走廊，希望晚上廊道開日光燈，誘蟲後吸引蝙蝠覓食，並順道發現吾等準備的蝙蝠屋，盼蝠入住！蝠群似乎有向西移棲的現象（西往松柏林、埤塘公園附近），蝙蝠社員回報 4 月份以來，多次已出現大批蝙蝠在傍晚離巢於八德天空覓食！四年前原來在北棟大樓樓梯間三樓天花板有最多蝙蝠族群，卻因天花板修繕，蹤跡一度杳然！有時非常感歎，人類一個平常的例行整理也可能無意間干擾一個寶貴的族群！直到去年才有同學在秋天檢到受傷的東亞家蝠，相信蝙蝠仍在八德！快速開發是否威脅蝙蝠族群？我們的觀察可以幫助這唯一會自行飛行的哺乳類動物一把！（2013 年 9 月 1 日）

根據社員提問：「蝠群移棲和都市開發與林地破壞現象有關？」、「蝠群覓食是否跟燕子與昆蟲族群息息相關？」，都在討論串中激起了對整體桃園陂塘生態系統的功能探討。單就八德國中師生自從開始新設蝙蝠屋的觀察後，彙集了上百條的討論分享。終於在 2014 年 1 月 2 日有同學回報「五蝠臨門」，師生都興奮於小小一個人造蝙蝠屋內擠滿了五隻東亞家蝠在冬季入住。許多夥伴看到蝙蝠入住精緻的專屬巢箱，留言也減少不解蝙蝠的嫌惡之情，改以比較整全生態觀的談法來接受社團行動：「人類還要幫蝙蝠蓋房子？」、「蝙蝠吃蟲有這麼重要嗎？」、「蝙蝠為什麼這麼喜歡來我們這裡？而且趕還趕不走！」（2014 年 10 月 14 日）

整個保育行動雖然一開始是從學校出發，後來在非制式的環境教育機構參與下，公民科學實踐中的人造蝙蝠屋更像在社區中激盪生態想像的論述生產中心。例如，觸口自然教育中心位於嘉義縣番路鄉、即阿里山公路 29K 處，過去即有高頭蝠（*Scotophilus kuhlii*）與東亞家蝠親近家屋共棲的記錄。自從 2013 年春架設蝙蝠屋後，志工們即開始有系統地觀察與記錄，觸口的伙伴回憶尋找蝙蝠、讓生態整體環境跟蝙蝠屋做連結，從討論蝙蝠屋架設位置，到鄉間口訪蝙蝠過去的棲息紀錄。一開始志工的記錄是在等待中堅持著：

2013 年 4 月 12 日：位於觸口大木屋二樓後面的蝙蝠屋，因懸掛位置會受些微的雨淋，因此調整了位置，往較角落的地方移動，不會受到雨淋。4 月 15 日：約略傍晚六點，有發現蝙蝠在約 70-80 公尺高的空中飛翔。4 月 30 日：尚無入住（2013 年 4 月 30 日）。

經過一連串的試誤、專家會商與草根訪談，觸口的伙伴擺置蝙蝠屋越來越有經驗，從一個有入住的人工巢箱連結到空中飛翔的蝙蝠，到持續想見全山的昆蟲與季節變化，這些樸素的自然觀察讓網路版面上滿是「欣喜」與遊客留言按「讚」的評論。但到了五月份，社區伙伴的心情跟隨蝙蝠離開的消息轉趨「震盪」與「傷心」。

2013 年 5 月 14 日於綠意館辦公室外蝙蝠屋發現一隻入住的東亞家蝠，他傍晚 6 點多出門，偏偏這幾天的天氣為連日的豪雨。5 月 15 日：那隻東亞家蝠牠仍然住在那邊。5 月 22 日：這隻東亞家蝠都有回來，期待牠能夠帶朋友來往。6 月 2 日：因為遊客檢到兩隻幼蝠，似乎沒訓練好就把他們放入蝙蝠屋，大概是干擾到住在裡面的牠吧。6 月 4 日：全部



蝙蝠都沒有回來（2013年6月4日）。

小小蝙蝠代表著整個空中覓食的野生動物功能群，一直到2014年11月，觸口的東亞家蝠都有間歇入住，其族群動態一直都是在地志工想像整體生態系的焦點，也讓往來的遊客在看過人造蝙蝠屋後直呼「我們家附近也有！」。而觸口的伙伴更也發現到大多數可被蝙蝠選上的蝙蝠棲位，都比較接近有蝙蝠的歷史紀錄。畢竟「選擇過去有蝙蝠棲息的地方放置蝙蝠屋，方可逐漸復原蝙蝠生態系」。透過社區蝙蝠屋的心得分享平台，未來有助了解與野生動物共享一個地球的環境覺察。

參與蝙蝠屋計畫的協力伙伴中，目前都以郊區學校與社區社團較能密集紀錄蝙蝠周邊的生態網絡，透過伙伴師生的觀察形成理念社群內聚的記憶，得以從人造屋子想像大至整體季節生態、小至蝙蝠族群內的進出變動。雖然無從直接判斷蝙蝠個體流動的確切原因，但透過氣候、食性與糞便的觀察，參與師生得以凝聚「我們社區有蝙蝠回來住！」的生態想像，具象化地一窺野生動物族群重返歷史地景的互動脈絡，更參與建構了復原生態系裡的物物相關體系。

五、討論

（一）公民科學

綜觀校園蝙蝠屋的討論，學生對於蝙蝠的描述，首先大多集中在傳統民俗印象與西洋電影語彙，探索其諧音「蝠如福氣」進行各種發想，然後在建置蝙蝠屋的過程中，學生雖然親手彩繪蝙蝠屋，塗鴉標語，但似乎並沒有很深的期待看到蝙蝠進駐。同學的理解像是：「蝙蝠還是會躲在自己需要的隱蔽角落停棲」，「不會選擇居住在人類製作的蝙蝠屋生活」，開始願意善意考慮各種物種的平等角色與利益。但如何把過度開發的現代社區，回復到生態功能更為健康而完整，例如人類與蝙蝠共存的地景？Magnuson et al. (1980) 認為，把一個已被人為破壞、取代過的 (displaced) 生態系復舊 (restore) 到它原本的狀況，無論是對最想要的原始特性進行復育 (rehabilitation)，或選擇一些指定的替選元素加以強化 (enhanced)，喚起保育意識是最根本的。Meffe & Carroll (1997) 強調社區保育的進展，必須在公民體認並參與科學傳播的前提下實踐才有意義。

本研究首先透過2012年台北市立動物園蝙蝠營隊的問卷調查為基礎，了解民眾對蝙蝠保育的生態知識與態度。研究發現，兒童與青少年是較為主動關心蝙蝠保育的群體，而「動手做」作為一種環境教育的實作策略，就是從身體經驗上提昇他們對於蝙蝠保育的生態想像。

而在2013-2014年，本研究行動團隊接著串連台灣各地幾所國高中與社區，藉由設置蝙蝠屋與生態觀察紀錄，推動「人類需要蝙蝠來提供服務」的保育意識。這種從校園走向熱點棲地的操作歷程，可探究公民科學營造的物質介面，以及如何以蝙蝠資訊交流為媒介進行生態省思與傳播。研究發現，參與者在目睹野生動物對人類的貢獻之餘，也能反思「有蝙蝠是一種福氣」。



其所帶來的生態想像，既是歷史地景上的，也是現代公民科學建構出的文化動力。

在棲地尋蝠過程中，參與者目睹繞飛的蝙蝠群捕捉蚊蟲，驚嘆「想不到人類要靠牠們滅蚊」，一方面增進參與者對台灣廣達 36 種蝙蝠的深刻生物認識，另一方面參與者也主動流露出關懷生態中物物相關原則的興趣，甚至對於蝙蝠受傷害是否要有機會復原的感嘆，也開始自我詰問「到底都市文明怎麼了？」、「有多少不必要的農藥使蝙蝠消失？」。

正如 Braschler (2009) 指出，以公民科學方法介入社區保育的非制式學習，從察覺到生物多樣性所遭受的威脅反思中，有助於提昇參與者的科學知識與素養。設置蝙蝠屋行動，還是公民科學在社區日常生活的實踐，「看得到蝙蝠避寒」、「摸得到蝙蝠家」的身體經驗，深化了一個可具體感知的生態想像。除了改善了過往公民科學缺乏關於社會生態系統連結的批評，更拓展了公民科學對於在地生態的意涵。

這正揭示了公民素養的社會實踐場域首要在社區 (林, 2011)，尤其社區教育是終身學習的重要環節，它提昇社區意識、建立夥伴關係、鼓勵居民採取永續行動 (邱, 2012)。因此，在社區內籌組設置蝙蝠屋不只是營造環境教育的學習氛圍，更是公民科學深化社區實踐的傳播基地。

(二) 生態想像

本研究發現社群生態想像介入發展社區保育與公民科學的可能性。社區保育的進展，必須在公民體認與科學溝通的前提下實踐才有意義。因為選取該生態系復原特徵的標準，不僅要合乎生態科學，而且必須廣泛涵括大眾對生態想像相關的各種自然屬性 (Magnuson et al., 1980)。例如食蟲蝙蝠可以防治城鄉害蟲，是生態系頂層中值得關注並作為環境生態指標的一群特殊生物 (盧, 1988)，是公民行動主動回應環境破壞、壓迫到蝙蝠族群的棲息環境，近年來校園、社區參與「蝙蝠屋行動計畫」，著重溝通於不同區域的永續想像，以引導人與萬物共棲息於城鄉周邊的保育和復舊問題。

由蝙蝠屋從校園走向熱點棲地的操作歷程，可探究公民科學營造的物質介面 (林, 2016)，以及如何以蝙蝠資訊交流為媒介進行生態省思與環境議題傳播。「動手做」作為一種環境教育的實作策略，其實是在身體經驗上提昇保育的生態想像。顯然藉由打造一個「蝙蝠之家」，參與者比一般的路殺物種辨識、或是機會型的生態景觀紀錄者，更能激起其他層次的生態想像。最典型的一段語料來自同學對蝙蝠以哺乳動物之姿卻能飛翔天際的讚嘆：「飛行代表著牠的幸福，有很長的路要通過...就算折翅了，也不要輕言放棄，應該好好守護住自己的夢。」

參與式的生態想像營造經驗，也鼓勵彈性的社會網路連結，讓各方湧入的蝙蝠屋觀察語料，重新在區域人群裡摸索新興的保育事務關係。理念社群設置蝙蝠屋不只是營造環境教育的學習氛圍，更是公民科學議程投入常民生活 (邱, 2012)，圍繞著自然觀察的共享資訊網絡，傳遞物物相關的在地生態想像，進而激盪出具有公民科學素養的社區保育行動。

總結說來，蝙蝠屋所蘊含的生態人文想像非常豐富，藉由在社區環境打造適合蝙蝠的生存



空間、進行蝙蝠生態監測，建置蝙蝠生態紀錄資料庫，以及倡議蝙蝠生態的科學研習，一方面增進參與者對蝙蝠食物網的物物相關認識，常民再發現學校與地區的生態特色（或問題），另一方面行動者學習尋找資料與答案，重新讓蝙蝠恢復在生態系統發揮的功能，因而營造出人與蝙蝠共棲共生的歷史地景。

六、結論

本研究藉由探問「蝙蝠在嗎？蝙蝠好嗎？」這個小小的行動，讓保育工作者與常民重新回味「人類哪裡需要蝙蝠（來提供服務）？」的環境意識，除了親子共同聚焦來思考蝙蝠生態的人文意義外，也外溢到社區的焦點年齡團體，銜接居民的草根經驗來想像「在哪裡替蝙蝠蓋房子？」。具象化的操作媒體（蝙蝠屋）有利於激盪在地觀察的對話，使得參與者在「體驗」野生動物對人類的貢獻（吃蚊子、聯繫食物鏈）之餘，也能反思「跟蝙蝠住在一起是一種福氣」的傳統生態想像，其所啟迪的環境意識，既是從歷史地景上的土生土長滋養出來的，也是現代公民科學鍛鍊打造、模塑成形的嶄新文化動力。

七、誌謝

本研究經費主要來自科技部專題研究計畫：「公民科學家，造屋為蝙蝠」（MOST 103-2515-S-034-001），亦感謝研究夥伴徐昭龍、杜沛書、何可慧、吳茹安、許嘉瑋、王星哲等人在田野工作上之協助，以及審稿人的寶貴建議，謹以致謝。



參考文獻

1. 中華民國野鳥學會。2017。鳥類資料庫—台灣鳥類名錄。上網日期：2017年12月5日，取自 <http://www.bird.org.tw/index.php>
2. 台北市立動物園。2012。為蝙蝠造一個家—社區蝙蝠屋國際保育合作計畫，台北動物園保育網。上網日期：2018年5月5日，取自 <http://www.zoo.taipei.gov.tw/ct.asp?xItem=38983066&ctNode=22735&mp=104031>
3. 行政院。2005。台灣健康社區六星計畫推動方案。行政院。
4. 林大利、林瑞興。2013。有你真好！你我都是公民科學家。自然保育季刊 81: 7-78。
5. 林大利。2016。如何於生物多樣性監測中提升公民科學資料的品質。自然保育季刊 95: 54-63。
6. 林良恭、陳家鴻。2012。台灣蝙蝠研究史。野生動物保育彙報及通訊 16 (4) : 41-45。
7. 林崇熙。2011。公民素養理念：一種反身式實踐。教育部 100 年度公民核心能力課程與教學技能工作坊學習寶典，頁 19-34。台北市：教育部。
8. 邱美蘭。2012。環境行動的無限可能—社區生態教育推廣站辦理經驗分享。自然保育季刊 77: 18-27。
9. 陳美惠、王穎。2005。2004 年丹大地區野生動物狩獵規範試辦計畫之輿論分析。野生動物保育彙報及通訊 9 (3) : 7-14。
10. 陳美惠。2005。社區營造與生物多樣性的協力共生。豐年 55 (5) : 31-33。
11. 陳湘繁。2006。陽明山國家公園蝙蝠多樣性之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處委託研究報告。
12. 楊懿如、張志恣。2012。運用公民科學協助台灣蛙類保育。國家公園學報 22 (4) : 55-62。
13. 鄭錫奇、方引平、周政翰。2015。台灣蝙蝠圖鑑。農委會特有生物中心。
14. 盧道杰。1988。竹東地區東亞家蝠活動模式之研究。國立台灣大學動物學研究所碩士論文。
15. 繆爾 (Muir, John). 2000. (張美惠譯) The Wild Muir: twenty-two of John Muir's greatest adventures. (國家公園之父：蠻荒的繆爾。) Lee Stetson (ed.). Living Psychology Publishers.
16. Berkes, F., Colding, J., Folke, C. (Eds.) (2003). Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
17. Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K.V. & J. Shirk (2009). 'Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. BioScience 59 (11) : 977-984.
18. Braschler, B. (2009). 'Successfully implementing a citizen-scientist approach to insect monitoring in a resource-poor country'. BioScience 59 (2) :103-104.



19. Cooper, C. B., J. Dickinson, T. Phillips, & R. Bonney (2007). 'Citizen science as a tool for conservation in residential ecosystems. *Ecology and Society* 12 (2) : 11. Available at <http://www.ecologyandsociety.org/vol12/iss2/art11/>
20. Kumar, Chetan. (2005). 'Revisiting 'community' in community-based natural resource management'. *Community Development Journal* 40 (3) : 275-285.
21. Magnuson, J.J., Regier, H.A., Criatie, W.J. and Sonzongi, W.C. (1980). To rehabilitate and restore Great Lakes ecosystems. In *The Recovery Process in Damaged Ecosystems*, J. Cairns, Jr. (ed.) Ann Arbor Science Publishers, MI. pp. 95-112.
22. Meffe, Gary K., and Carroll, C. Ronald (1997). *Principles of Conservation Biology* (2nd Edition). Sinauer Associates, Inc. Sunderland, MA.



附錄 1. 「2012 年蝙蝠家族大集合研習營」活動滿意度調查

參加本營隊後您對蝙蝠的認識	是	不是	不清楚
蝙蝠屬於鳥類	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
蝙蝠在夜間活動	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
貓頭鷹會吃蝙蝠	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
蝙蝠都是倒掛休息	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
蝙蝠吃蟲吃魚也吃水果	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
蝙蝠都住在森林裡	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
在華人社會蝙蝠常被視為不吉祥的動物	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
蝙蝠爸爸會照顧小孩	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
蝙蝠會冬眠	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
找尋蝙蝠可用哨子	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

今天的活動中課程中，我覺得：	非常滿意	滿意	沒意見	不滿意	非常不滿意
奇怪的蝙蝠	<input type="checkbox"/>				
「星空怪獸-蝙蝠傳奇」特展	<input type="checkbox"/>				
蝙蝠屋製作	<input type="checkbox"/>				
教育駐站_尋找蝙蝠的森林鄰居	<input type="checkbox"/>				
蝙蝠教育駐站_蝙蝠繪本	<input type="checkbox"/>				
蝙蝠教育駐站_鉛線蝙蝠 DIY	<input type="checkbox"/>				
動物園尋蝠	<input type="checkbox"/>				

參加完研習後，我會主動關心蝙蝠保育的消息	<input type="checkbox"/> 非常同意	<input type="checkbox"/> 同意	<input type="checkbox"/> 普通	<input type="checkbox"/> 不同意	<input type="checkbox"/> 非常不同意
我對餐飲感到	<input type="checkbox"/> 非常滿意	<input type="checkbox"/> 滿意	<input type="checkbox"/> 普通	<input type="checkbox"/> 不滿意	<input type="checkbox"/> 非常不滿意
下次有機會還會參加動物園的活動	<input type="checkbox"/> 非常同意	<input type="checkbox"/> 同意	<input type="checkbox"/> 普通	<input type="checkbox"/> 不同意	<input type="checkbox"/> 非常不同意
我對工作人員的服務態度感到	<input type="checkbox"/> 非常滿意	<input type="checkbox"/> 滿意	<input type="checkbox"/> 普通	<input type="checkbox"/> 不滿意	<input type="checkbox"/> 非常不滿意

基本資料

1. 您的性別：男 女
2. 您的年齡： <9 歲 9-18 歲 成人
3. 您目前居住在：_____ 縣（市） _____ 市（鎮、鄉、區）
4. 您對此次營隊的建議：

