

# 花蓮縣第 64 屆國民中小學科學展覽會

## 作品說明書

科 別：生活與應用科學科（三）

組 別：國小組

作品名稱：小金剛收納精靈器

關 鍵 詞：臺灣缺蠓、小黑蚊、小金剛（最多三個）

編 號：

（由教育處統一編列）

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.編號由教育處統一編列。
- 3.封面編排由參展作者自行設計。

# 目錄

摘要.....	1
壹、前言.....	1
一、研究動機.....	2
二、研究目的.....	3
三、文獻回顧.....	4
貳、研究設備及器材.....	5
參、研究過程或方法.....	7
一、研究架構.....	7
二、研究方法.....	7
三、研究過程.....	9
肆、研究結果.....	19
伍、討論.....	22
陸、結論.....	23
參考文獻.....	24
附錄.....	26

## 圖目錄

圖 1、教學大樓後方太陽光照片不足，亦滋生青苔。	3
圖 2、校園南側毗鄰私人林園	3
圖 3、校園西側毗鄰天然樹林或私人栽種區(1)	3
圖 4、校園西側毗鄰天然樹林或私人栽種區(2)	3
圖 5、準備透明水槽	5
圖 6、準備護貝膜	5
圖 7、將護貝膜挖除約 1 元硬幣大小範圍	5
圖 8、準備燕尾夾	6
圖 9、準備三角架	6
圖 10、將透明水槽、護貝膜與三角架組合	6
圖 11、準備溫度計、濕度計與氣壓計	6
圖 12、準備額溫槍(量測體溫用)	6
圖 13、工作燈(暖白光LED燈)	6
圖 14、活性乾酵母	6
圖 15、酵母發粉	6
圖 16、紅砂糖	6
圖 17、實驗用溫度計	6
圖 18、量匙	6
圖 19、研究架構	7
圖 20、擇定校園研究區域	10
圖 21、於研究區架設溫度計	10
圖 22、於研究區架設濕度計	10
圖 23、於研究區架設氣壓計	10

圖 24、將設計小黑蚊收納精靈器擺放在教學大樓一樓東側並觀察與記錄	10
圖 25、將設計小黑蚊收納精靈器擺放在教學大樓一樓走廊並觀察與記錄(1)	10
圖 26、將設計小黑蚊收納精靈器擺放在教學大樓一樓走廊並觀察與記錄(2)	11
圖 27、小黑蚊附著在一般清香劑液態溶液中	11
圖 28、實驗者量測額溫	12
圖 29、實驗者量測手背溫度	12
圖 30、實驗者的同學被小黑蚊叮咬時，立即量測手背溫度。	12
圖 31、活性乾酵母發酵製造二氧化碳(1)	13
圖 32、活性乾酵母發酵製造二氧化碳(2)	13
圖 33、活性乾酵母發酵製造二氧化碳(3)	13
圖 34、綠茶櫻桃香水	14
圖 35、佈置實驗器材暨噴灑綠茶櫻桃香水(1)	14
圖 36、佈置實驗器材暨噴灑綠茶櫻桃香水(2)	14
圖 37、佈置實驗器材暨噴灑綠茶櫻桃香水(3)	14
圖 38、使用綠茶櫻桃香水進行實驗	14
圖 39、使用綠茶櫻桃香水進行實驗，發現有小黑蚊或其他昆蟲被引誘，甚至黏在透明箱體外側箱面上。	14
圖 40、發現設置在教學大樓一樓東側的 3 個箱體上， 累計有 1 隻小黑蚊附著在箱體上，另有 7 隻其他昆蟲附著於箱體上。	14
圖 41、發現設置在教學大樓一樓走廊北側的 3 個箱體上， 累計有 0 隻小黑蚊附著在箱體上， 另有 3 隻其他昆蟲附著於箱體上。	14
圖 42、發現設置在教學大樓一樓走廊南側的 3 個箱體上， 累計有 0 隻小黑蚊附著在箱體上， 另有 5 隻其他昆蟲附著於箱體上。	14
圖 43、使用鋁箔紙與燈具來強化實驗器材之燈照能力	15
圖 44、布置有貼置鋁箔紙與燈具的塑膠箱體在教學大樓一樓西側走廊	15
圖 45、布置有貼置鋁箔紙與燈具的塑膠箱體在教學大樓一樓東側鋪面	15

圖 46、實驗結果發現教學大樓一樓走廊小黑蚊與其他昆蟲出現（即 2 隻小黑蚊，以及其他昆蟲 2 隻）。	15
圖 47、實驗四使用玫瑰麝香香水	16
圖 48、實驗四教學大樓一樓東側	16
圖 49、實驗四教學大樓一樓走廊北側	16
圖 50、實驗四教學大樓一樓走廊南側	16
圖 51、實驗四教學大樓一樓東側	17
圖 52、實驗四教學大樓一樓走廊北側	17
圖 53、實驗四教學大樓一樓走廊南側	17
圖 54、透貼置鋁箔紙的箱體注入三分之一箱體的水並搭配有穿過的衣服(1)	17
圖 55、透貼置鋁箔紙的箱體注入三分之一箱體的水並搭配有穿過的衣服(2)	17
圖 56、箱體移至操場草地上且毗鄰教學大學一樓走廊實驗結果	17
圖 57、準備 3 種開口方向不同箱體	18
圖 58、皮膚呼出氣體與小黑蚊在箱外飛來飛去。	18
圖 59、實驗的手，被雌性小黑蚊叮咬情形。	18

# 小金剛收納精靈器

## 摘要

臺灣鈇蠓俗稱小黑蚊，並不是蚊子，而是屬於雙翅目蠓科的一種體型微小的臺灣原生種吸血昆蟲，有「小黑蚊」、「黑微仔」、「雨微仔」、「烏微仔」、「小金剛」等俗稱；其具有感應到人的氣味才起飛吸血特性。

小黑蚊成蟲體長約 1.4mm，雌蟲嗜吸人血，習性低飛，且飛行高度一般不超過 1 公尺，通常在白天的上午 11 點至下午 3 點為其吸血高峰。常叮人體小腿、手背、手肘等部位，叮咬後會產生奇癢、紅腫等症狀，嚴重者會產生過敏反應，甚至對人們造成叮咬的困擾；因此，參照災害風險管理原則與依據雌蟲生活環境與相關習性，設計相關收納方式，以降低前述叮咬情形。

## 壹、前言

學校位處舊台九線旁，其地理位置位於鳳林鎮與壽豐鄉以壽豐溪為交界的河階地形上，西邊毗鄰著名的林田山北側區域，校園周邊地形內凹，則常因地形與天候影響，下雨機會多，以及校園內部地形南北高低差至少 50 公分，且教學大樓與鄰近民宅中間區域太陽光照射不足，屬於校園較陰涼與潮濕的區域，亦滋長青苔；而西南區域又毗鄰私人林園，且地勢又較校園低，亦屬較陰涼與潮濕區域。爰此，前述校園暨周邊環境情形，讓校園生態多元，且配合季節，常可看到五色鳥、烏頭翁、大卷尾、黃鶺鴒、樹鵲、老鷹等，天氣暖和時亦有蟲類出現；然而，在校園內或毗鄰私人林園區域較潮濕，亦為臺灣鈇蠓常出現的區域；甚至在校園氣溫暖和時，臺灣鈇蠓出現機會攀升且叮咬頻率增加。綜上，如何有效降低臺灣鈇蠓繁殖與叮咬情形，並在維護生態與環境保育的前題下，值得探究。

## 一、研究動機

在校園禁止使用農藥之相關規定，以及做好相關預防臺灣銼蠓（以下簡稱小黑蚊）叮咬的措施，如穿著長袖衣褲、腳穿布鞋、清除環境周圍青苔、避開吸血高峰時段外出、使用防蚊液等，是目前一般對於避免或降低小黑蚊叮咬的預防策略；然而，整理校園環境之人力考量，以及太陽光照射不足區域之青苔滋生速度與清理速度或方式，往往不符效益，以及又毗鄰私人林園，林園中亦有較多陰涼潮濕區域，易孳生小黑蚊，甚至可能還潛藏其他環境安全風險存在；因此，在受限於校園毗鄰區域校園自然環境因素，小黑蚊孳生與人們受叮咬情形，除了前述預防措施之外，是否還有其他適合的措施得有效降低小黑蚊的叮咬呢？值得探討。

另查詢相關小黑蚊的天敵資訊中，一般都認為小黑蚊沒有天敵；然而在國立臺灣大學黃榮南教授團隊在「臺灣銼蠓幼期防治技術」研究發現，「網背蟎、蠅虎及螞蟻等節肢動物可捕食臺灣銼蠓卵、幼蟲及蛹，可作為臺灣銼蠓天敵。尤其多種螞蟻對臺灣銼蠓具有極佳捕食效率，是極其理想之臺灣銼蠓天敵」；前述團隊亦研發幾種環境友善素材，皆屬於易取得之天然素材，大部分無需特別技術，僅有天敵昆蟲部分需額外飼養技術開發，然而其技術門檻易克服，且成本不高，符合經濟效益之防治資材，並有利於產業開發。

另有東海大學環境安全衛生中心近年來致力於尋找適當的防治方式，由中心副主任羅永信邀請東海生命科學系終身特聘教授卓逸民，偕同印尼籍博士生施祺芳及研究團隊進行合作；以噴灑鹼性水的實驗樣點中發現，土壤中的微細藻類數量顯著減少，而小黑蚊密度也下降約4成到5成，但樣點中的節肢動物如昆蟲和蜘蛛，以及土壤中的蚯蚓之多樣性及數量並未受到影響。此研究發現顯示，大面積經常性的噴灑鹼性水可有效降低小黑蚊數量，卻不會對環境中其他生物造成負面影響，這是對環境友善的有效防治策略。

綜上，本次研究亦思考能運用日常生活中的適當用品或物品，在雌性小黑蚊於其活動較活躍的環境與氣候條件因素下，如溫度、二氧化碳、特殊氣味等，得以用來引誘雌性小黑蚊至特定收納器，進而降低其叮咬人的情形。另於「神奇寶貝」的卡通影片中，有神奇寶貝精靈球得收服「神奇寶貝」，所以依據前述卡通影片的靈感，以及前述評估設計以較環保且具經濟效益（成本低）之收納小黑蚊的方式為研究動機，即評估是否有適當的方式得將小黑蚊吸引至非人潮區域且將其收納。



圖 1、教學大樓後方太陽光照片不足，亦滋生青苔。



圖 2、校園南側毗鄰私人林園

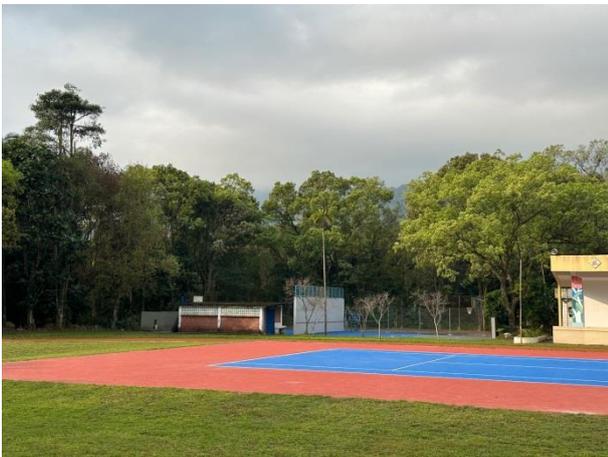


圖 3、校園西側毗鄰天然樹林或私人栽種區(1)



圖 4、校園西側毗鄰天然樹林或私人栽種區(2)

## 二、研究目的

本次研究為評估與設計以較環保且具經濟效益（低成本）之收納小黑蚊的方式為研究動機，進而評估適當的方式得將小黑蚊引誘至非人潮區域且收納，所以本研究小組對於此次研究擬定以下研究目的進行探究：

- 1、探討小黑蚊於環境中較活躍的活動，與所處環境之大氣壓力與濕度之相關性？
- 2、探究雌性小黑蚊尋覓吸血對象時，對於溫度、二氧化碳與特殊味道（氣味）三者感知序位？
- 3、探究小黑蚊的習性趨勢，設計得引誘小黑蚊至非人潮之特定位置，以降低人們受小黑蚊叮咬情形。

- 4、探究小黑蚊被引誘時，是否會依據其感知能力，尋其受引誘的目標，飛入收納器中。
- 5、用較經濟（低成本）與環保，且符合衛生的方式，妥善降低人們受小黑蚊叮咬情形。

### 三、文獻回顧

關於周玲勤（2017）闡述關於小黑蚊對溫度、光度、氣味誘引之相關研究指出，人體產生的一些揮發物質，可以干擾斑蚊與部份吸血昆蟲的寄主搜尋能力（Logan et al. 2008; Logan et al. 2009），而人體體表的微生物也會產生各種具揮發性之有機化合物，產生額外的氣味，在皮膚上產生不同的菌相，對吸血昆蟲造成不同程度的誘引效果（Verhulst et al., 2010），味道在誘引小黑蚊上也扮演非常重要的角色，由周玲勤（2017）研究結果顯示乳酸並非誘引小黑蚊之主要化學物質；小黑蚊被人的體味誘引，而誘引的體味來自於汗液，汗液成分中又以表皮細菌所產生的味道具有誘引效果。爰此，由前述得知特殊的氣味得誘引小黑蚊，然評估本研習之目的，擬朝較經濟（低成本）與環保且符合衛生的方式進行探討；另外周玲勤（2017）研究另揭示「針對小黑蚊之氣味喜好進行試驗，試驗結果發現大部分的揮發物並沒有顯著的誘集效果」，承上本研究規劃研擬適當且非「汗液成分中表皮細菌所產生的味道」，如評估使用特殊的香味來進行本研究，來探討或驗證特殊香味是否能誘引小黑蚊。

另由相關光對小黑蚊的誘引研究中得知，坊間販售之黃白色全光譜螺旋燈管（24W；2700K）與可見光藍光（400~450 nm）對小黑蚊具吸引之功效，效果可達常用捕蚊燈的三倍以上（蔡坤憲，2013）；而相關溫度與小黑蚊相關研究揭示，溫度為影響小黑蚊密度之最重要的因子，隨著溫度上升（15 - 30°C）密度也隨之增加（Chuang et al., 2000）。另於相關小黑蚊宣導資訊中揭示，小黑蚊喜歡濕熱的季節，適合的溫度為 18°C~32°C，無法生存在 10°C 以下。一年之中，小黑蚊大量出現在春雨或梅雨季節之後，一直到秋季末，冬天相對減少。但隨著氣候暖化，目前全台一年四季都可見小黑蚊，且一天之中，白天為小黑蚊出沒時間，高峰約在上午 10 時~下午 3 時，晚上則鮮少有小黑蚊出現。

綜上，本研究規劃設計具有散發特殊香味，以及設定小黑蚊喜歡的溫度 18°C~32°C，甚至搭配燈光來設計「收納精靈器」誘引小黑蚊，並探討此方案之可行性與相關精進方案。

## 貳、研究設備及器材

本研究依據小黑蚊的習性，以及對於溫度、光度或氣味等感知能力，設計得誘引小黑蚊的器材，所以規劃購置或準備下列材料來設計本研究所謂的「小黑蚊收納精靈器」，以及購置不同的燈泡或室內芳香劑或香水來做為研究中所需的「實驗組」與「對照組」，進而分析小黑蚊的生活習性（如圖 1 至圖 18）：

- 1、室內芳香劑：如一般清香味、玫瑰馨香味，各至少 1 罐（噴式）。
- 2、食用醋
- 3、透明水槽：9 個。
- 4、溫度計：含室內溫度計 1 個，以及實驗用溫度計 3 個。
- 5、濕度計：1 個。
- 6、氣壓計：1 個。
- 7、燕尾夾：每個塑膠箱至少 4 個，做為密合護貝膜與塑膠箱用，避免小黑蚊飛出。
- 8、護貝膜：做為透明板，易於觀察，且易挖孔用，配合塑膠箱設置數。
- 9、三角架：做為架高塑膠箱用，至少 9 個，配合塑膠箱設置數。
- 10、 額溫槍：1 支
- 11、 工作燈：3 支（暖白光 LED 燈）
- 12、 活性乾酵母：1 包
- 13、 酵母發粉：1 包
- 14、 紅砂糖：1 包
- 15、 量匙：1 組



圖 5、準備透明水槽



圖 6、準備護貝膜



圖 7、將護貝膜挖除約 1 元硬幣大小範圍

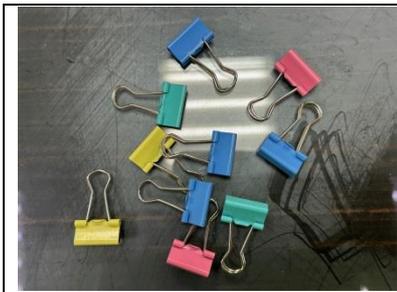


圖 8、準備燕尾夾



圖 9、準備三角架



圖 10、將透明水槽、護貝膜與三角架組合



圖 11、準備溫度計、濕度計與氣壓計



圖 12、準備額溫槍（量測體溫用）



圖 13、工作燈（暖白光 LED 燈）



圖 14、活性乾酵母



圖 15、酵母發粉



圖 16、紅砂糖



圖 17、實驗用溫度計



圖 18、量匙

## 參、研究過程或方法

### 一、研究架構

本研究擬由溫度、色光、氣壓與味道（香味或特殊味道）對於小黑蚊習性之關係進行文獻查詢與研究實作，進而設計得以收納小黑蚊的「收納精靈器」，亦即藉由「收納精靈器」引誘小黑蚊至此收納器中，以降低或避免小黑蚊叮咬人們的頻率或機會，本研究架構如下：

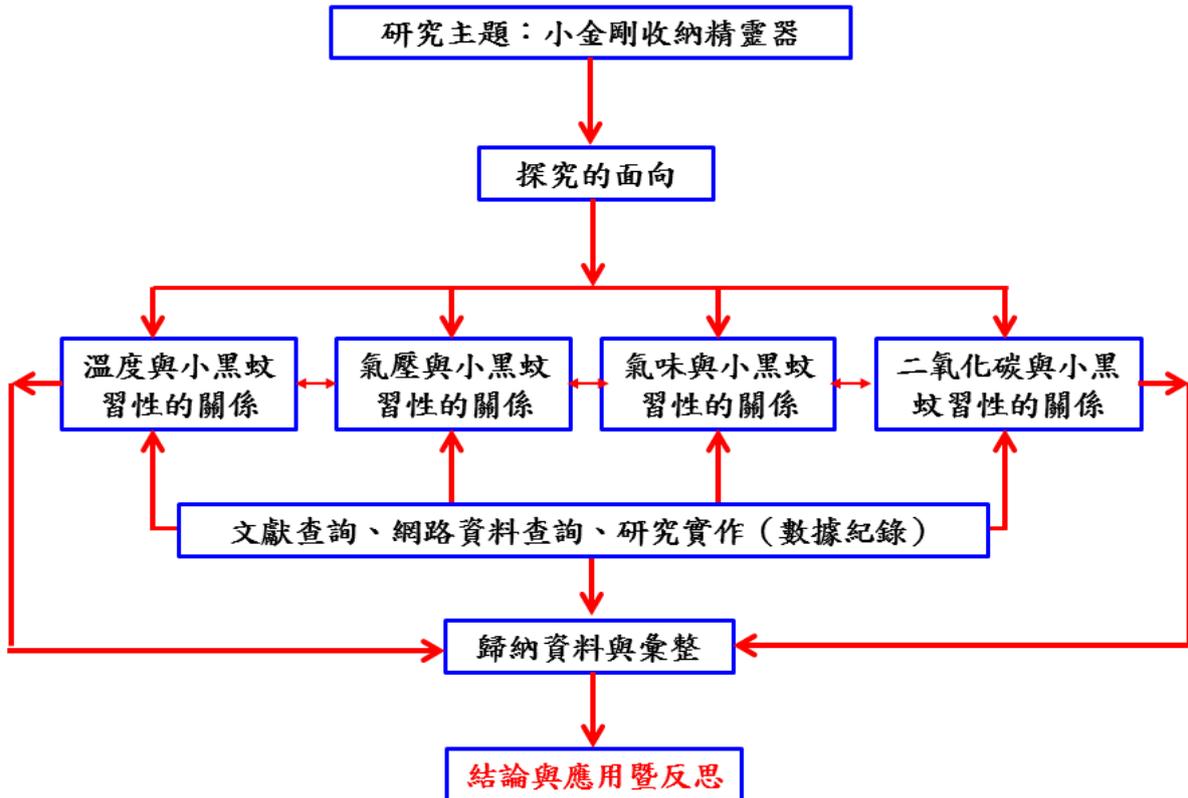


圖 19、研究架構

### 二、研究方法

經文獻揭示小黑蚊之成蟲屬日行性昆蟲，在生態上雄蟲不吸血，小黑蚊雌蚊需要吸食血液才能繁殖後代；至於雄蟲只會吃花蜜喝露水，過著餐風露宿的生活，交配之後就死亡了。小黑蚊喜歡濕熱的季節，較適合其在環境中活動的溫度為 18°C 至 32°C，在前述溫度區間中，溫度越高時亦較活躍，然其無法生存在 10°C 以下。一年之中，小黑蚊大量出現在春雨或梅雨季節之後，一直到秋季末，冬天相對減少（創新電子報，2020）。根據研究，小黑蚊不具有「主

動的寄主搜尋行為」，這一點和蚊子正好相反，蚊子在感應到人呼出的二氧化碳、體溫和氣味時才會發動攻擊，而小黑蚊則不然，因此人們在行動中不易被小黑蚊咬，往往是停下休息時才會被叮咬（yahoo 新聞，2020）。雌成蟲吸飽血後才會產卵，所以會根據人呼出的二氧化碳、體溫和氣味，來決定攻擊對象（yahoo 新聞，2023）。

綜上，經初步瞭解小黑蚊雌蚊叮咬人的習性與環境氣候因素，即雌生小黑蚊對於二氧化碳、特殊氣味（如汗味），於環境達溫度 18 度至 32 度之間較活躍的活動，且其亦有因趨光性在白天活動等生活習性；本次研究評估以前述雌性小黑蚊之生活習性進行引誘雌性小黑蚊的探究，且探究雌性小黑蚊在相同的生存環境之溫度、濕度與大氣壓力條件下，對於光線、溫度、二氧化碳與特殊氣味，是否有「特別喜好」的順序；爰此，依據下列步驟進行研究與探討，並以常態下的周邊環境設定為「對照組」（大自然環境中的「溫度」、「濕度」與「大氣壓力」為共同的環境因素），以架設「收納精靈器」中所布置環境為「實驗組」，如「不同氣味」、「光度—燈泡」、額外製造的「二氧化碳」等：

- 1、選定教學區小黑蚊常出沒的區域進行研究（如教學大樓一樓東側鋪面處，教學大樓一樓西側走廊）
- 2、於研究實驗區架設溫度計、濕度計、氣壓計，以確認與記錄實驗時的共同環境因素。
- 3、準備透明塑膠水槽與相關器材，組裝成「小金剛收納精靈器」。
- 4、實驗過程中，探究小黑蚊被引誘時，是否會依據其感知能力定位方向，飛入收納器中；即使用護貝膜當做透明水槽之蓋子，並在護貝膜上開了一個約新臺幣 1 元硬幣大小的孔，再將開孔的護貝膜單邊固定在塑膠箱上且用燕尾夾將其他 3 邊夾住固定，另於實驗時將裝好護貝膜的塑膠箱，以「開口朝上」、「開口朝下」與「開口朝側面」方式擺放，藉此於實驗中評估雌性小黑蚊對於受引誘目標是否能依其感知能力判斷由上而下，或由下而上，或由左而右或由右而左「方向」從洞孔飛入。
- 5、引誘雌性小黑蚊的改變因素：
  - （1）氣味：分別以「玫瑰馨香味」與「一般清香味」等不同味道的室內芳香劑，以及以「食用醋酸」來「模擬人體流汗之汗酸味」。
  - （2）二氧化碳：「活性乾酵母」或「酵母發粉加「溫水」（「發粉」是由小蘇打粉再

上其他酸性材料所製成的化學膨大劑)

(3) 光度：架構LED工作燈

(4) 溫度：藉由上開二氧化碳製作與燈照來提升收納器周邊溫度。

6、在實驗區布置好實驗器材後，配合學校上下課時間，於每日9時10分（配合第一節下課時間）每隔一小時進行相關紀錄（紀錄主詳如附件），即自上午9時10分至下午3時10分；過程中依據環境溫度變化來評估小黑蚊出沒情形。

7、評估對於小黑蚊對於向光性的感知能力來實驗，即準備工作燈架設在透明水槽上方，來評估白天開燈對小黑蚊的影響。

### 三、研究過程

(一) 實驗一：以特殊氣味方式來引誘雌性小黑蚊

對於本次研究規劃的探究目的，首先討論與選定校園中雌性小黑蚊常出現的區域做為實驗場域，如「教學大樓東側較潮濕與陽光照射不足區域」與「教學大樓一樓西側走廊」，並於前述區域架設「溫度計」、「濕度計」與「氣壓計」（如圖20至圖23），以量測實驗時之自然環境氣候因素。

另將「開口朝上」、「開口朝下」與「開口朝側面」等3種塑膠箱（每種各3個，共9個），分別噴灑「一般清香劑」、「玫瑰馨香劑」與「食用醋酸」等氣味（每次噴灑以點放5次進行噴灑，讓氣味液體附著在塑膠箱內側表面上），再分別將前述9個塑膠箱擺放在實驗區域，進行評估雌性小黑蚊是否會被前述3種氣味而被引誘且飛入塑膠箱中（如圖24）。

經由113年3月11日自上午9時10分至下午3時10分止，每隔一個小時記錄溫度、濕度與大氣壓力數據，並觀察是否有雌性小黑蚊在相同的環境因素下（溫度、濕度與大氣壓力皆相同），受不同的氣味（一般清香味、玫瑰馨香味、食用醋酸味）而受引誘而飛入塑膠箱中。實驗發現，在前述控制因素與改變因素下，將9個塑膠箱不論擺放在「教學大樓東側較潮濕與陽光照射不足區域」或「教學大樓一樓西側走廊」，皆未發現有小黑蚊飛入塑膠箱中。

另考量雌性小黑蚊依其平時出現趨勢會基於其感知能力與習性，往教學區人潮多的區域出現，則113年3月12日評估將9種設置於「教學大樓一樓西側走廊」（如圖25至圖26），

並於常態環境氣溫較高之中午 12 時 10 分至下午 1 時 10 分進行實驗，發現在噴灑「一般清香味」的塑膠箱中發現 1 隻小黑蚊附著在「一般清香味劑」液體中（如圖 27），而其他兩種氣味的塑膠箱中皆未有小黑蚊。但前述僅有 1 隻小黑蚊出現在噴灑「一般清香味劑」塑膠箱中，恐不具實驗之信效度，所以評估單一以「特殊氣味」來引誘雌性小黑蚊可能性不高，或是雌性小黑蚊叮咬人並非因「特殊氣味」為第一優先受引誘的因素。另對照於環境氣溫達小黑蚊出現的溫度(如 18°C 至 32°C 時)且當時身體未流汗或未被衣服保護之皮膚在未流汗的情形下，雌性小黑蚊依然徘徊在旁準備伺機叮咬；綜上，本研究小組思考是否有更優於「氣味」因素之因素，得以引誘雌性小黑蚊，即人體（或人體皮膚）呼出或排出的「二氧化碳」所產生的誘因更勝於「特殊氣味」？或是實驗所測試使用的「氣味」無法達到引誘小黑蚊，此部分得進一步探究。



圖 20、擇定校園研究區域



圖 21、於研究區架設溫度計

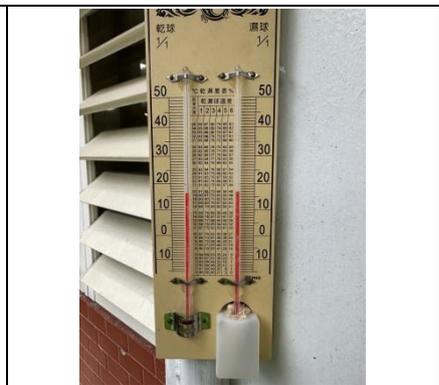


圖 22、於研究區架設濕度計



圖 23、於研究區架設氣壓計



圖 24、將設計小黑蚊收納精靈器擺放在教學大樓一樓東側並觀察與記錄

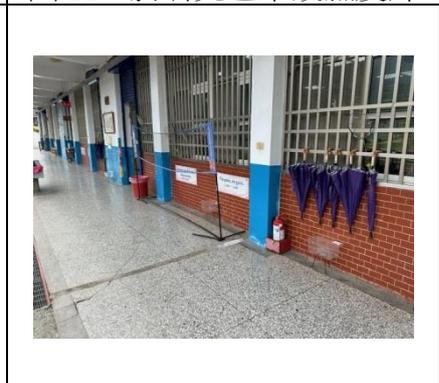


圖 25、將設計小黑蚊收納精靈器擺放在教學大樓一樓走廊並觀察與記錄(1)

		
<p>圖 26、將設計小黑蚊收納精靈器擺放在教學大樓一樓走廊並觀察與記錄(2)</p>	<p>圖 27、小黑蚊附著在一般清香劑液態溶液中</p>	

## (二) 實驗二：以二氧化碳方式來引誘雌性小黑蚊

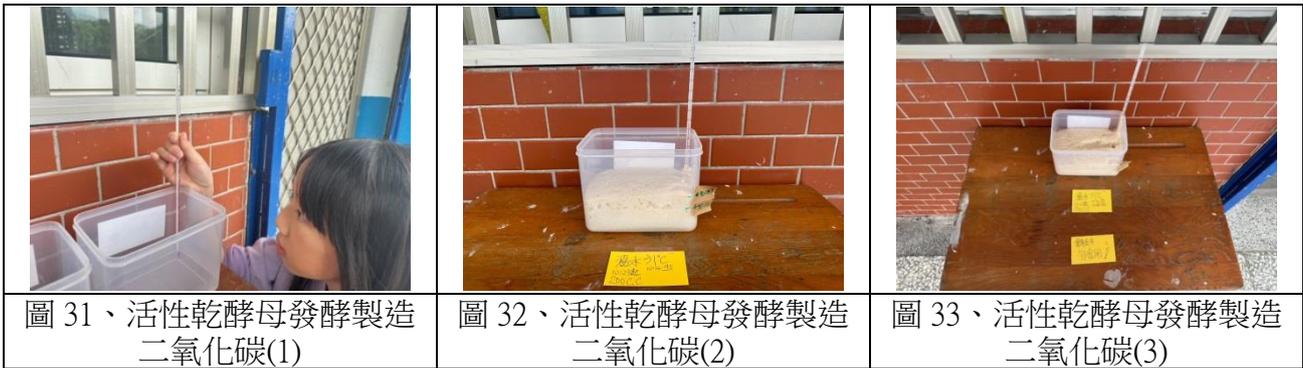
依據「以特殊氣味方式來引誘雌性小黑蚊」的實驗結果，推論雌性小黑蚊搜尋叮咬人的感知與受引誘的主要因素可能不是「特殊氣味」為主要因素，而是有其他誘因，如前述文獻中揭示「二氧化碳」與「溫度」。所以本研究小組，進一步查詢人類的「皮膚」具有「呼吸」功能，且能呼出或散發出「二氧化碳」，以及使用「額溫槍」量測「手部」的體溫與環境溫度做比較，測量出受量測者手部溫度為 35.3 度，而環境溫度為 20.5 度，即手部溫度高於環境溫度，且環境溫度適合雌性小黑蚊出來活動；因此，經本研究小組討論，規劃與運用生活用品（含食材）來設計一個能揮發或製造「二氧化碳」的物品（或器材），並能持續維持溫度在高於環境溫度且在小黑蚊適合出來的最高溫度（32 度）內的物品（或器材）。

本研究小組經查詢相關皮膚的功能，瞭解到皮膚主要在於將氣吐出的進行「呼」的動作，而將氣體吸入的部分比較小（yahoo 新聞,2012）。此外，人體皮膚是重要的呼吸通道，24 小時內由皮膚呼出的碳酸氣占肺總呼出量的 2%，吸入氧氣占肺總吸入量的 0.5~1%（A+醫學百科,2014）。且基於雌性小黑蚊對於溫度的感知能力與受引誘的考量，則進一步思考，需瞭解人體皮膚的溫度狀況，所以經查詢人體皮膚相關網路資料得知：「人體的外周組織即表層，包括皮膚、皮下組織和肌肉等的溫度稱為表層溫度（shelltemperature）。表層溫度不穩定，各部位之間的差異也不大。在環境溫度為 23°C 時，人體表層最外層的皮膚溫，如足皮膚溫為 27°C，手皮膚溫為 30°C。軀幹為 32°C，額部為 33-34°C」（A+醫學百科,2011），即人體皮膚溫度在相關的環境溫度上，在不同人體部位所量測的溫度會不同，然而依據前述查詢資訊得知，以環境溫度 23°C 為例，人體皮膚大致介於 27°C 至 34°C 之間，此溫度級距亦是小黑蚊出現的溫度範圍；另外本次研究人員在小黑蚊常出現區域（學校教學大樓一樓穿堂）實際測量自己額頭與手背溫度，分別皆為 35.3°C（如圖 27 與圖 28），且量測時研究人員是靜止不動的情形，當下

無小黑蚊叮咬情形；而前述量測當下亦量測研究人員同學手背體溫亦為 35.3°C，且量測時也是靜止不動的情形，卻發現已有 3 隻雌性小黑蚊靠近手背甚至叮咬該位同學(如圖 28 至圖 30)；因此，基於前述之由，雌性小黑蚊對於溫度具感知能力外，在對於不同受測手背溫度人員具相關手背溫度下，且在相同測試環境下，僅發現其中一人被叮咬，因此評估二位受測者在皮膚呼出之二氧化碳量或其他因素，會引誘雌性小黑蚊會優先選擇去叮咬。

		
<p>圖 28、實驗者量測額溫</p>	<p>圖 29、實驗者量測手背溫度</p>	<p>圖 30、實驗者的同學被小黑蚊叮咬時，立即量測手背溫度。</p>

承上之由，本實驗二規劃使用食用「活性乾酵母（2 個一大匙，平匙，每匙 15ml）」加溫水（約 31°C，200cc）與紅砂（2 個一大匙，平匙，每匙 15ml），以食品醱酵來製造二氧化碳（飲食信仰-鄭惠文營養師,2023）；經以酵母醱酵製造二氧化碳實驗發現（如圖 31 至圖 33），於歷經 10 分鐘後量測實驗食品溫度略降至 29°C，且醱酵食品有膨脹情形（高度約 3.8 公分），再歷經 15 分鐘後再次量測實驗食品溫度略降至 28°C，而醱酵食品有繼續膨脹情形（高度約 5.5 公分）；此外，實驗二裝設容器為「無蓋」，藉此得以觀察雌性小黑蚊是否會受引誘而聚集，但經前述 2 次量測溫度時發現，未有任何小黑蚊接近或在附近盤旋；因此，藉由醱酵狀況評估與推論此次實驗設計在歷經約 25 分鐘內有達到溫度持續控制在 28°C 至 31°C 之間（屬於小黑蚊出現活動的溫度範圍），而醱酵食品在測量時間內有逐步膨脹情形，表示該時間內微量的二氧化碳氣體不斷產生；然而，卻無任何小黑蚊接近或在附近盤旋，此表示應該還有其他原因引誘雌性小黑蚊來叮咬人們，或是此次酵母醱酵過程所產生的二氧化碳濃度不足以吸引雌性小黑蚊。



### (三) 實驗三：以香水來引誘雌性小黑蚊

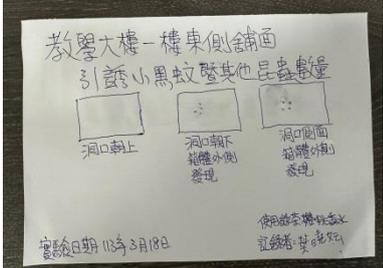
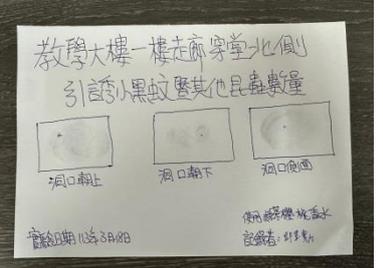
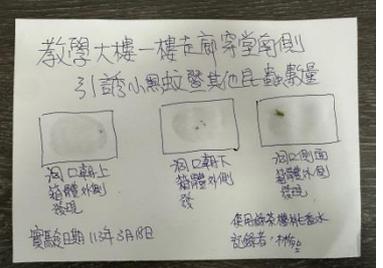
本研究小組討論，在以室內芳香劑的「特殊氣味」來引誘雌性小黑蚊，卻無小黑蚊或其他昆蟲被引誘，可能的無因在於「室內芳香劑」雖有「特殊的香味」但該芳香劑具驅蟲與除臭的效果，因此不具引誘小黑蚊與其他昆蟲的效果，而是驅離的效果。承上，本研究小組討論，改用「綠茶櫻桃香水」(如圖 34) 來進行實驗；實驗方式分述如下(如圖 35 至圖 37)：

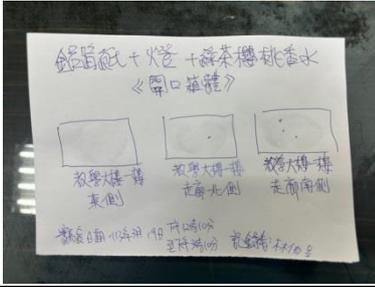
- 1、分別於「教學大樓一樓東側鋪面」、「教學大樓一樓西側走廊北側」與「教學大樓一樓西側走廊南側」擺設「開口朝上」、「開口朝下」與「開口朝側面」的塑膠箱體，並於箱體內側與外側皆噴上「綠茶櫻桃香水」。
- 2、於上午 10 時 10 分至下午 4 時 10 分進行實驗，並考量香水味因揮發變淡，降低可能引誘小黑蚊因素，則固定每 1 小時分別在各塑膠箱體內外各噴 10 次香水。
- 3、於實驗當日下午 4 時 10 分後，收回實驗箱體，並觀察與記錄箱體內外留下或附著在箱體內外側的小黑蚊或昆蟲數量與情形。

本次實驗時，室外溫度為 22°C、濕度為 68%RH、大氣壓力約為 998atm，且實驗三發現分述如下(如圖 38 至圖 42)：

- 1、發現設置在教學大樓一樓東側的 3 個箱體上， 累計有 1 隻小黑蚊附著在箱體上，另有 7 隻其他昆蟲附著於箱體上。
- 2、發現設置在教學大樓一樓西側走廊北側的 3 個箱體上， 累計有 0 隻小黑蚊附著在箱體上，另有 3 隻其他昆蟲附著於箱體上。
- 3、發現設置在教學大樓一樓西側走廊南側的 3 個箱體上， 累計有 0 隻小黑蚊附著在箱體上，另有 5 隻其他昆蟲附著於箱體上。

另依據上述實驗三結果，發現小黑蚊與其他昆蟲會受到此香水味（綠茶櫻桃香水味道）而引誘，所以確認具「特殊氣味」的因素得以引誘小黑蚊，但實驗三結果呈現受引誘的小黑蚊數量累計僅有 1 隻；因此，本研究小組規劃加設得引誘小黑蚊的另一項因素「趨光性」，即將塑膠箱體內側鋪上「鋁箔紙」以達反光效果與箱內亮度，以及在箱體內側擺上「LED 燈泡」（如圖 43 至圖 45）；此次實驗三改版實驗，溫度為 22°C、濕度為 68%RH、大氣壓力約為 996atm，於實驗結果發現教學大樓一樓走廊小黑蚊與其他昆蟲出現，即 2 隻小黑蚊，以及其他昆蟲 2 隻（如圖 46）。

		
<p>圖 34、綠茶櫻桃香水</p>	<p>圖 35、佈置實驗器材暨噴灑綠茶櫻桃香水(1)</p>	<p>圖 36、佈置實驗器材暨噴灑綠茶櫻桃香水(2)</p>
		
<p>圖 37、佈置實驗器材暨噴灑綠茶櫻桃香水(3)</p>	<p>圖 38、使用綠茶櫻桃香水進行實驗</p>	<p>圖 39、使用綠茶櫻桃香水進行實驗，發現有小黑蚊或其他昆蟲被引誘，甚至黏在透明箱體外側箱面上。</p>
		
<p>圖 40、發現設置在教學大樓一樓東側的 3 個箱體上，累計有 1 隻小黑蚊附著在箱體上，另有 7 隻其他昆蟲附著於箱體上。</p>	<p>圖 41、發現設置在教學大樓一樓走廊北側的 3 個箱體上，累計有 0 隻小黑蚊附著在箱體上，另有 3 隻其他昆蟲附著於箱體上。</p>	<p>圖 42、發現設置在教學大樓一樓走廊南側的 3 個箱體上，累計有 0 隻小黑蚊附著在箱體上，另有 5 隻其他昆蟲附著於箱體上。</p>

		
<p>圖 43、使用鋁箔紙與燈具來強化實驗器材之燈照能力</p>	<p>圖 44、布置有貼置鋁箔紙與燈具的塑膠箱體在教學大樓一樓西側走廊</p>	<p>圖 45、布置有貼置鋁箔紙與燈具的塑膠箱體在教學大樓一樓東側鋪面</p>
		
<p>圖 46、實驗結果發現教學大樓一樓走廊小黑蚊與其他昆蟲出現（即 2 隻小黑蚊，以及其他昆蟲 2 隻）。</p>		

（四）分別以透明箱體與貼置鋁箔紙的箱體加 L E D 燈進行實驗

以透明箱體（3 個）得於自然環境下透光，以此做為對照組；另以貼置鋁箔紙的箱體加 LED 燈（3 組），藉由鋁箔紙的反光功能與裝設 LED 燈的方式，進而強化貼置鋁箔紙的箱體對於四週環境光照的影響；同時將前述箱體分別噴灑「玫瑰麝香香水」（如圖 47），且將前述 6 個各式箱體對以「開口朝側面」，以實驗組與對照組箱體兩兩一組，分別擺放在「教學大樓一樓東側」、「教學大樓一樓西側走廊北側」與「教學大樓一樓西側走廊南側」等方式進行實驗，實驗中將「貼置鋁箔紙的箱體與加 LED 燈」的箱體做為實驗組。

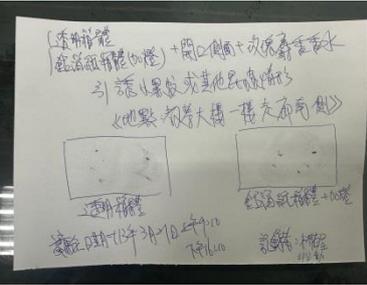
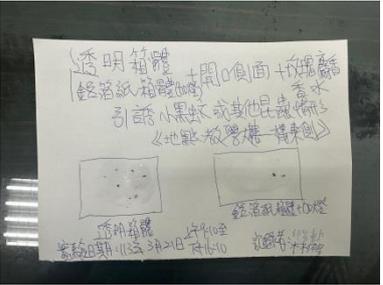
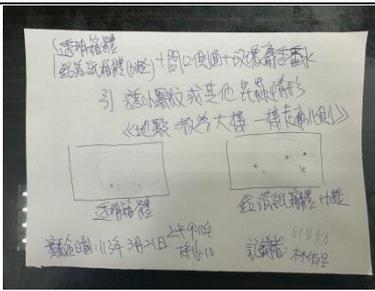
承上本次實驗規劃將「箱體開口朝側面」是假設此方式是否得讓「小黑蚊」比較容易飛入箱體中；然經實驗發現，此實驗在溫度 20°C，濕度為 62%RH，大氣壓力為 993atm，分別引誘小黑蚊或其他昆蟲之結果如下：

- 1、教學大樓一樓東側：透明箱體 7 隻昆蟲，0 隻小黑蚊；鋁箔加燈箱體 2 隻昆蟲，1 隻小黑蚊。
- 2、教學大樓一樓西側走廊北側：透明箱體 2 隻昆蟲，0 隻小黑蚊；鋁箔加燈箱體 5 隻

昆蟲，0 隻小黑蚊。

4、教學大樓一樓西側走廊南側：透明箱體 5 隻昆蟲，1 隻小黑蚊；鋁箔加燈箱體 5 隻昆蟲，1 隻小黑蚊。

統計前述 3 處實驗組箱體，共有 2 隻小黑蚊，9 隻非小黑蚊昆蟲；透明箱體共有 1 隻小黑蚊，13 隻非小黑蚊昆蟲。因此評估具反光功能且提升照度的箱體較易吸引小黑蚊，一般透明箱體引誘非小黑蚊的昆蟲較多（如圖 48 至圖 50）。

		
<p>圖 47、實驗四使用玫瑰麝香香水</p>	<p>圖 48、實驗四教學大樓一樓東側</p>	<p>圖 49、實驗四教學大樓一樓走廊北側</p>
		
<p>圖 50、實驗四教學大樓一樓走廊南側</p>		

（五）以透明貼置鋁箔紙的箱體注入三分之一箱體的水，並搭配有穿過的衣服進行實驗

此次實驗規劃利用鋁箔紙的反光功能與水對光的反射與折射有相當的效能（設計 3 組），並搭配其中 2 組以穿過的衣服布置在前述箱體旁邊，俾利評估小黑蚊是否會運用對「人的氣味」進行判斷，並被引誘；此 2 個箱體做為實驗組，另一箱體做為對照組（教學大樓一樓東側箱體），並分別擺在「小黑蚊」常出現的地方，如「教學大樓一樓東側」、「教學大樓北側看台位置」與「教學大樓一樓走廊北側」；經實驗發現，此實驗在溫度 21.5°C，濕度為 65%RH，大氣壓力為 992atm，分別引誘小黑蚊或其他昆蟲之結果如下（如圖 51 至圖 53）：

- 1、教學大樓一樓東側：小黑蚊 4 隻；非小黑蚊 10 隻。
- 2、教學大樓一樓北側看台下：小黑蚊 2 隻；非小黑蚊 1 隻。

3、教學大樓一樓走廊南側：小黑蚊 0 隻；非小黑蚊 0 隻。

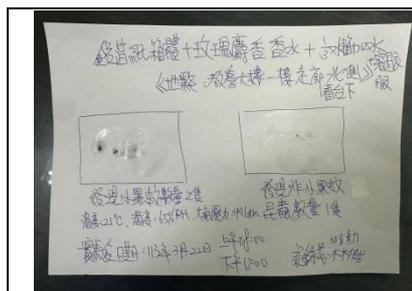


圖 51、實驗四教學大樓一樓東側

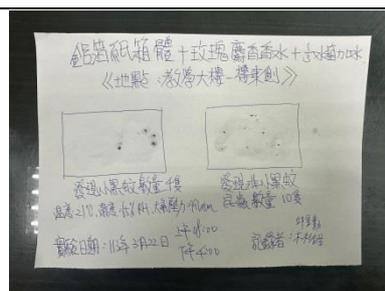


圖 52、實驗四教學大樓一樓走廊北側

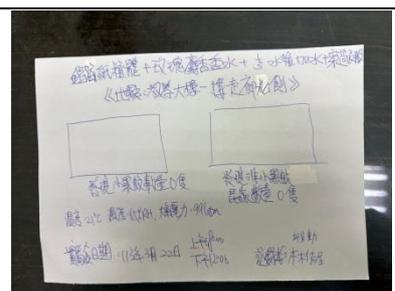


圖 53、實驗四教學大樓一樓走廊南側

本次實驗發現，未布置箱體旁有「穿過衣服」的箱體，引誘小黑蚊數量較多。

若將箱體移至操場草地上且毗鄰教學大學一樓走廊時，實驗發現小黑蚊 3 隻；非小黑蚊 10 隻（如圖 54 至圖 56）。



圖 54、透貼置鋁箔紙的箱體注入三分之一箱體的水並搭配有穿過的衣服(1)



圖 55、透貼置鋁箔紙的箱體注入三分之一箱體的水並搭配有穿過的衣服(2)

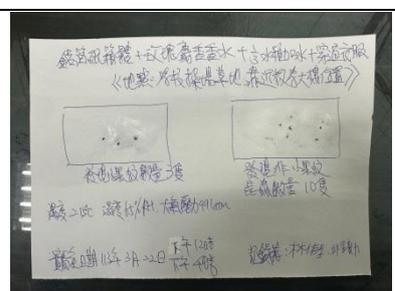


圖 56、箱體移至操場草地上且毗鄰教學大學一樓走廊實驗結果

#### (六) 測試人類皮膚是否得呼出氣體

準備 3 組透明箱體（圖 57），並用護貝膜（該膜如同實驗一，開好如同新臺幣一塊錢硬幣大小的孔洞）與膠帶明確貼好箱體與膠帶接縫處，並於箱體短邊面分別挖一個孔，俾利測試小黑蚊對於「皮膚」呼出的氣體之影響。實驗發現，手掌放的透明箱體內側開始有霧氣產生，量測手掌溫度為 34°C，以及並未發現小黑蚊從大小為一塊錢硬幣大小的孔洞飛入，卻在本次實驗箱附近飛來飛去（圖 58）；當手從箱體取出後，有 3 隻小黑蚊則叮咬實驗的手（圖 59）。



圖 57、準備 3 種開口方向不同箱體



圖 58、皮膚呼出氣體與小黑蚊在箱外飛來飛去。



圖 59、實驗的手，被雌性小黑蚊叮咬情形。

## 肆、研究結果

從本次研究之相關文獻查詢中得知，小黑蚊其習性與「溫度」、「氣味」、「二氧化碳」與「光度」有相關性，以及評估設計以較環保且具經濟效益（低成本）之收納小黑蚊的方式為研究動機，進而評估適當的方式得將小黑蚊吸引至非人潮區域且收納，並於研究過程中探究以下問題，相關實驗與研究結果分述如下：

### 一、探討小黑蚊於環境中較活躍的活動，與所處環境之大氣壓力與濕度之相關性？

從 113 年 3 月 8 日至 113 年 3 月 12 日的實驗結果發現，113 年 3 月 8 日的室外溫度低於 18°C，無觀察到小黑蚊出現活動，從 113 年 3 月 11 日與 12 日的實驗紀錄得知，實驗時環境溫度達 18°C 至 22°C 之間有發現小黑蚊在實驗區域環境中出現，符合文獻查詢得知小黑蚊適合活動的溫度。

另依據 113 年 3 月 8 日的實驗紀錄得知，實驗時室外溫度介於 14°C 至 16°C 之間，而當下之大氣壓力值介於 999 atm 至 1000 atm，無小黑蚊出現；以及 113 年 3 月 11 日與 12 日的實驗紀錄得知，實驗時室外溫度介於 18°C 至 22°C 之間，而當下之大氣壓力值介於 990 atm 至 995 atm，有小黑蚊出現，此符合相同海拔高度（實驗區域之海拔高度），溫度高時相對氣壓變低，亦即表示相同海拔高度，當氣壓降低時相對溫度變高，則小黑蚊出現機率變大，表示在海拔約 124 公尺（學校位處地理位置高度），大氣壓力高低與小黑蚊出現機率有相關性，亦即從 113 年 3 月 11 日與 12 日的實驗紀錄得知，當室外環境高於 18°C，大氣壓力約 990 atm，小黑蚊出現機率增加。

### 二、探究雌性小黑蚊尋覓吸血對象時，對於溫度、二氧化碳與特殊味道（氣味）三者感知序位？

由實驗二至實驗五之實驗結果發現，小黑蚊於大氣壓力 990atm 至 1000atm 之間，室外溫度達 18°C 至 22°C 之間有開始活動的情形；而分別以「酵母發酵製造二氧化碳」或「使用綠茶櫻桃香水」來引誘「雌性小黑蚊」之效果皆不佳，則代表雌性小黑蚊並非以「二氧化碳」或特殊氣味（如香水味）之單一因素而被引誘來感知要叮咬的對象。以及人們身上噴灑香水而被雌性小黑蚊叮咬，並非因人們身上噴灑香水為主

要原因，即應該另有其他因素引誘雌性小黑蚊，亦即雌性小黑蚊叮咬人們的感知判斷是屬於複合因素。

三、探究小黑蚊的習性趨勢，設計得引誘小黑蚊至非人潮之特定位置，以降低人們受小黑蚊叮咬情形。

依據小黑蚊的習性趨勢與其感知能力，以文獻查詢得知小黑蚊對於二氧化碳、特殊氣味而引誘來叮咬人們；經實驗二至實驗五探究發現，雌性小黑蚊叮咬人們可能被引誘的原因不是只有單一「溫度」或「二氧化碳」或「特殊氣味」（如圖 29 至圖 31），即相關的室外環境氣候因素，不同的測試人員雖有相同的體溫，測試人員並肩站在同一位置，而雌性小黑蚊僅叮咬其中一人；爰此，依據前述情形推論，在相同「自然環境（室外溫度、濕度與大氣壓力）」下，不同人但有相同的手背「溫度」，而不同的是不同人皮膚所發出的「特殊」因素，讓雌性小黑蚊選擇較適合的叮咬對象；因此，需進一步探究小黑蚊選定叮咬人們的複合因素為哪些因素，則得依此引誘小黑蚊遠離人群至特定區域。

四、探究小黑蚊被引誘時，是否會依據其感知能力，尋其受引誘的目標，飛入收納器中。

由實驗一至實驗五的實驗結果發現，從設計單一引誘至塑膠箱體的方式，或直接以「無」蓋之塑膠箱體設計，在前述箱體以「開口朝上」、「開口朝下」或「開口朝側面」，「無」蓋之塑膠箱體測試時，較能吸引小黑蚊飛入收納器；但本次設計之引誘實驗效果不佳，即引誘小黑蚊的數量不多，可能是因二氧化碳濃度或氣味成分不達較能引誘小黑蚊之故；然而，另經已手掌測試，小黑蚊亦僅盤旋在塑膠箱體外側，而無飛入「以護貝膜做蓋子，並開有 1 元硬幣大小的孔」之箱體。即護貝膜是否阻隔雌性小黑蚊之感知能力，進而影響雌性小黑蚊飛入前述塑膠箱體中叮咬人的手背。

五、用較經濟與環保，且符合衛生的方式，妥善降低人們受小黑蚊叮咬情形。

經實驗一至實驗六發現，雌性小黑蚊叮咬人們的因素可能非單一其感知因素造成，所以需進一步探究小黑蚊叮咬人們之複合因素，進而評估能以較經濟與環保且具衛生的方式來引誘雌小黑蚊遠離人群，降低叮咬人們的情形。

## 伍、討論

依據相關小黑蚊的文獻得知，其對於「光度」、「二氧化碳」與「特殊氣味」會受引誘，但由本次研究規劃設計之實驗一至實驗六的結論結果得知，若單一以「光度」、「二氧化碳」或「特殊氣味」在適宜小黑蚊出現的溫度與校園中小黑蚊常現的環境中，來引誘雌性小黑蚊卻效果不佳。另以昆蟲趨光性（光度）與特殊氣味（以香水「綠茶櫻桃香水」或「玫瑰麝香香水」）進行實驗有引誘到小黑蚊與非小黑蚊的昆蟲，但引誘小黑蚊的數量並不佳。以及在不同測試者（2位），但具「相同手背體溫」，在2人同時併肩站在一起時（代表具有相同外在自然環境因素），雌性小黑蚊卻僅叮咬其中1人（如圖 29 至圖 31）。

依據本研究相關實驗結果，本研究小組經討論與評估，雌性小黑蚊叮咬人們是依據其嗅覺的感知能力與選定較受其引誘的對象進行叮咬；亦即雌性小黑蚊在適宜出現的環境溫度中，會綜合評估在符合其受引誘的「複合因素」下，選定最佳的叮咬對象；因此，「光度」、「二氧化碳」濃度與「特殊氣味」濃度等引誘雌性小黑蚊之因素中，在哪一個「複合引誘因素」條件下，得以達到最佳的引誘效果值得進一步探究。

羅怡珮、簡良芬（2020）在「台灣鈹蠓（*Forcipomyia taiwana*）誘引物質之實驗室篩選研究」揭示「建置台灣鈹蠓嗅覺誘引測定平台，檢測具開發潛力可做為大量誘集的化學物質，以碳酸氫銨（ $10^{-1}$  g/mL）、乳酸鈉及碳酸氫銨混合物（ $1.3 \times 10^{-1}$ 、 $5 \times 10^{-2}$  g/mL）及芥酸（ $10^{-8}$  g/mL）約可以達到以人體誘引效果的 61~68%」。此亦檢證本研究的發現「雌性小黑蚊」選定叮咬對象之因素非單一，即是一種「複合因素」。

## 陸、結論

本研究旨在探究雌性小黑蚊叮咬人們的因素，並在符合環保、衛生與低成本之考量，設計得以引誘雌性小黑蚊之「收納器」，進而讓雌性小黑蚊在適合出現的環境溫度與常出現的環境下，因收納器的引誘，而降低對人們的叮咬情形。

然而，在本次研究中，以生活中會用到的物品進行，以及得以引誘雌性小黑蚊的感知（光度、二氧化碳、特殊氣味等）因素進行實驗，實驗結果歸納與說明如下：

- 1、使用食用酵母搭配 31°C 溫水與紅砂糖進行醱酵，在進行醱酵過程得在約 25 分鐘內，得維持溫度在 28°C 左右，即因醱酵讓原水溫從 31°C 僅下降 3°C，且醱酵過程會產生「二氧化碳」，亦即得依此做為「短暫持續且能產生二氧化碳」之「低成本」引誘雌性小黑蚊的因素之一。
- 2、經本次研究發現，雌性小黑蚊受引誘的最佳感知因素非單一，因為複合因素。
- 3、在單一引誘雌性小黑蚊的因素下發現，雌性小黑蚊在受引誘的情形下，較不易從「開口小」的孔洞，朝引誘的「氣味」方向飛去，其他受「氣味」引誘的昆蟲亦有類似的情形；因此，引誘雌性小黑蚊宜以較開放性且開口大的容器，做為收納器。
- 4、小黑蚊收納器有其設計的可能性，惟在符合「環保」、「衛生」與「低成本」之考量，調配出較能引誘小黑蚊的方式，值得進一步探究。而現階段市面上多數研發以「小黑蚊不喜歡氣味」來做為「驅離小黑蚊」的方式，以達人們被叮咬的預防方式一之。
- 5、在前述研究較適合引誘雌性小黑蚊的複合因素的過程中，現階段為降低雌性小黑蚊叮咬人們的情形，得以「避開其吸血高峰期與場所；減少露出皮膚面積，如穿著長袖、長褲、鞋襪；皮膚露出部位，噴擦防蚊液產品；遠離或清除小黑蚊幼蟲孳生源等」預防或驅離小黑蚊叮咬的方式。

## 柒、參考文獻

周玲勤 (2017) · 小黑蚊 (臺灣缺蠓) 防治技術研發成果之研與彙整 · 106 年度科技行政研究發展計畫成果報告, 16-18 · 生科司。

蔡坤憲 (2013) · 建立兼具誘引和滅殺的小黑蚊防治技術計畫成果報告 · 46 頁 · 行政院國家科學委員會。

羅怡珮、簡良芬 (2020) · 台灣缺蠓 (Forcipomyia taiwana) 誘引物質之實驗室篩選研究 · 台灣昆蟲 Formosan Entomol. 40:144-156。

小黑蚊太惱人！東海大學研發這方法可大面積防治兼顧友善環境 (2020 年 8 月 8 日) · 三立新聞網 · 取自

<https://tw.news.yahoo.com/%E5%B0%8F%E9%BB%91%E8%9A%8A%E5%A4%AA%E6%83%B1%E4%BA%BA-%E6%9D%B1%E6%B5%B7%E5%A4%A7%E5%AD%B8%E7%A0%94%E7%99%BC%E9%80%99%E6%96%B9%E6%B3%95%E5%8F%AF%E5%A4%A7%E9%9D%A2%E7%A9%8D%E9%98%B2%E6%B2%BB%E5%85%BC%E9%A1%A7%E5%8F%8B%E5%96%84%E7%92%B0%E5%A2%83-082510589.html>

中醫疾病預測/皮膚先兆——皮膚相學 (2014 年 1 月 19 日) · A+醫學百科 · 取自

<http://cht.a-hospital.com/w/%E4%B8%AD%E5%8C%BB%E7%96%BE%E7%97%85%E9%A2%84%E6%B5%8B/%E7%9A%AE%E8%82%A4%E5%85%88%E5%85%86%E2%80%94%E2%80%94%E7%9A%AE%E8%82%A4%E7%9B%B8%E5%AD%A6>

生理學/體溫 (2011 年 4 月 12 日) · A+醫學百科 · 取自

<http://cht.a-hospital.com/w/%E7%94%9F%E7%90%86%E5%AD%A6/%E4%BD%93%E6%B8%A9>

台灣缺蠓幼期防治技術 · 未來科學館 · 取自

[https://www.futuretech.org.tw/futuretech/index.php?action=product\\_detail&prod\\_no=P0008700003931](https://www.futuretech.org.tw/futuretech/index.php?action=product_detail&prod_no=P0008700003931)

皮膚科醫師教對抗奇癢難耐小黑蚊！走路時、晚上最不會被咬 · yahoo 新聞 · 取自

<https://tw.news.yahoo.com/%E7%9A%AE%E8%86%9A%E7%A7%91%E9%86%AB%E5%B8%AB%E6%95%99%E5%B0%8D%E6%8A%97%E5%A5%87%E7%99%A2%E9%9B%A3%E8%80%90%E5%B0%8F%E9%BB%91%E8%9A%8A-%E8%B5%B0%E8%B7%AF%E6%99%82-%E6%9>

9%9A%E4%B8%8A%E6%9C%80%E4%B8%8D%E6%9C%83%E8%A2%AB%E5%92%AC-060  
004604.html

為何酵母可以讓麵包膨脹？發酵的原理是什麼？營養師分享酵母種類、應用及聖經中如何描述酵母！（2023年8月12日）• 飲食信仰-鄭惠文營養師 • 取自

<https://www.dietitian-tracy.com/yeast/>

氣候暖化—小黑蚊全台肆虐，拒絕小黑蚊—你該怎麼做（2020年07月15日）• 啟新電子週報 • 取自 [https://www.ch.com.tw/index.aspx?sv=ch\\_epaper&chapter=epaper20200705](https://www.ch.com.tw/index.aspx?sv=ch_epaper&chapter=epaper20200705)

強化皮膚的呼吸力，清除體內毒素！（2012年9月7日）• yahoo新聞 • 取自

[https://tw.news.yahoo.com/health\\_special\\_02topic-3\\_4.html](https://tw.news.yahoo.com/health_special_02topic-3_4.html)

癢死了！網問「怎防小黑蚊」 皮膚科醫生給答案：2種人容易被攻擊（2023年5月2日）• yahoo新聞 • 取自

<https://tw.news.yahoo.com/%E7%99%A2%E6%AD%BB%E4%BA%86-%E7%B6%B2%E5%95%8F-%E6%80%8E%E9%98%B2%E5%B0%8F%E9%BB%91%E8%9A%8A-%E7%9A%AE%E8%86%9A%E7%A7%91%E9%86%AB%E7%94%9F%E7%B5%A6%E7%AD%94%E6%A1%88-2%E7%A8%AE%E4%BA%BA%E5%AE%B9%E6%98%93%E8%A2%AB%E6%94%BB%E6%93%8A-032519640.html>

Chuang, Y. Y., C. S. Lin, C. H. Wang, and C. C. Yeh. 2000. Distribution and seasonal occurrence of *Forcipomyia taiwana* (Diptera : Ceratopogonidae) in the Nantou area in Taiwan. *J. Med. Entomol.* 37 : 205-209.

Logan, J. G., Seal, N., Cook, J. I., Stanczyk, N. M., Birkett, M. A., Clark, S. J., Gezan, S. A., Wadhams, L. J., Pickett, J. A., and Mordue, A. J. 2009. Identification of human-derived volatile chemicals that interfere with attraction of the Scottish biting midge and their potential use as repellents. *J. Med. Entomol.* 46:208-219.

Verhulst NO, Takken W, Dicke M, Schraa G, Smallegange RC. 2010. Chemical ecology of interactions between human skin microbiota and mosquitoes. *FEMS Microbiology Ecology* 74: 1 – 9.

# 附錄

小金剛收納精靈器研究資料統計表

引誘氣味名稱：玫瑰馨香味 一般清香味 特殊氣味(\_\_\_\_\_)

項次	日期	時間	實驗地點	溫度 ℃	濕度 %RH	大氣 壓力 atm	觀察到小黑蚊 在實驗區域活動	小黑蚊數量			紀錄者
								洞口 朝上	洞口 朝下	洞口 側面	
1	113年3月8日 (實驗前測試日)	09:10	教學大樓東側	14	90	999	無	0	0	0	葉曉妘
		10:10		16	90	999	無	0	0	0	葉曉妘
		11:10		15	90	1000	無	0	0	0	葉曉妘
		12:10		15	90	1000	無	0	0	0	葉曉妘
		13:10		16	90	999	無	0	0	0	葉曉妘
		14:10		16	90	999	無	0	0	0	葉曉妘
		15:10		15	90	999	無	0	0	0	葉曉妘
2	113年3月11日	09:10	教學大樓東側	18	67	993	有	0	0	0	葉曉妘
		10:10		22	67	993	有	0	0	0	葉曉妘
		11:10		22	67	993	有	0	0	0	葉曉妘
		12:10		20	67	993	有	0	0	0	葉曉妘
		13:10	教學大樓西側走廊	21	67	994	有	0	0	0	葉曉妘
		14:10		20	67	990	有	0	0	0	葉曉妘
		15:10		20	67	990	有	0	0	0	葉曉妘
3	113年3月12日	09:10									
		10:10									
		11:10									
		12:10	教學大樓	21	65	995	有	0	0	0	葉曉妘
		13:10	西側走廊	20	65	995	有	1	0	0	葉曉妘
		14:10									
		15:10									

引誘氣味名稱：玫瑰馨香味 一般清香味 特殊氣味(\_\_\_\_\_)

項次	日期	時間	實驗地點	溫度 ℃	濕度 %RH	大氣 壓力 atm	觀察到小黑蚊 在實驗區域活動	小黑蚊數量			紀錄者
								洞口 朝上	洞口 朝下	洞口 側面	
1	113年3月8日 (實驗前測試日)	09:10	教學大樓東側	14	90	999	無	0	0	0	邱昱動
		10:10		16	90	999	無	0	0	0	邱昱動
		11:10		15	90	1000	無	0	0	0	邱昱動
		12:10		15	90	1000	無	0	0	0	邱昱動
		13:10		16	90	999	無	0	0	0	邱昱動
		14:10		16	90	999	無	0	0	0	邱昱動
		15:10		15	90	999	無	0	0	0	邱昱動
2	113年3月11日	09:10	教學大樓東側	18	67	993	有	0	0	0	邱昱動
		10:10		22	67	993	有	0	0	0	邱昱動
		11:10		22	67	993	有	0	0	0	邱昱動
		12:10		20	67	993	有	0	0	0	邱昱動
		13:10	教學大樓西側走廊	21	67	994	有	0	0	0	邱昱動
		14:10		20	67	990	有	0	0	0	邱昱動
		15:10		20	67	990	有	0	0	0	邱昱動
3	113年3月12日	09:10									
		10:10									
		11:10									
		12:10	教學大樓西側走廊	21	65	995	有	0	0	0	邱昱動
		13:10		20	65	995	有	1	0	0	邱昱動
		14:10									
		15:10									

引誘氣味名稱：玫瑰馨香味 一般清香味 特殊氣味（食用醋）

項次	日期	時間	實驗地點	溫度 ℃	濕度 %RH	大氣 壓力 atm	觀察到小黑蚊 在實驗區域活動	小黑蚊數量			紀錄者
								洞口 朝上	洞口 朝下	洞口 側面	
1	113年3月8日 (實驗前測試日)	09:10	教學大樓東側	14	90	999	無	0	0	0	林侑呈
		10:10		16	90	999	無	0	0	0	林侑呈
		11:10		15	90	1000	無	0	0	0	林侑呈
		12:10		15	90	1000	無	0	0	0	林侑呈
		13:10		16	90	999	無	0	0	0	林侑呈
		14:10		16	90	999	無	0	0	0	林侑呈
		15:10		15	90	999	無	0	0	0	林侑呈
2	113年3月11日	09:10	教學大樓東側	18	67	993	有	0	0	0	林侑呈
		10:10		22	67	993	有	0	0	0	林侑呈
		11:10		22	67	993	有	0	0	0	林侑呈
		12:10		20	67	993	有	0	0	0	林侑呈
		13:10	教學大樓西側走廊	21	67	994	有	0	0	0	林侑呈
		14:10		20	67	990	有	0	0	0	林侑呈
		15:10		20	67	990	有	0	0	0	林侑呈
3	113年3月12日	09:10									
		10:10									
		11:10									
		12:10	教學大樓西側走廊	21	65	995	有	0	0	0	林侑呈
		13:10		20	65	995	有	0	0	0	林侑呈
		14:10									
		15:10									