

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

佳作

080312

蟻束光陰

學校名稱：彰化縣芳苑鄉建新國民小學

作者： 小六 李昱鋒 小五 李宏仁 小五 楊凱軒 小五 林奕宏 小五 鄒宥岑	指導老師： 姚庠鉉 賴盈如
---	-------------------------

關鍵詞：巨山蟻、偏光片、螞蟻習性

摘要

平時我們總是會在各個角落看到螞蟻成群結隊的行走，牠們依靠彼此的觸角不斷溝通，彼此各司其職，建構出小型社會。深入觀察後，我們發現牠們似乎能夠敏銳地感知光線的方向。讓我們想進一步了解光線對牠們的行進路線是否會有影響，於是，我們展開了一系列實驗，探討不同環境及不同偏振光對螞蟻行進路線的影響。

此次實驗我們選用希氏巨山蟻及大黑巨山蟻分別進行環境測試、習性測試及偏光實驗，藉以探討螞蟻在黑、白兩種路徑上的偏好，以及在生長燈下旋轉偏光片改變不同偏振光，進而探討對螞蟻行進方向的影響。

研究結果顯示，在黑、白兩種環境中，螞蟻更偏好行走在黑色的環境，同時，我們也觀察到改變偏振光會對螞蟻的行進路線產生影響。

壹、前言

一、研究動機

當我們在生活中看到食物掉落的地方，總會看見螞蟻的蹤影。牠們前來搬運食物，總是走在邊邊角角，彼此之間不斷碰觸觸角，彷彿在溝通。這些微小的生物默默地行進，無畏危險，就像一支高效率的探險隊伍。這讓我們對螞蟻產生了濃厚的興趣，想要解開這些微小生物之中的奧秘。

在五年級上學期的自然與生活科技課程中，我們學到螞蟻會透過費洛蒙來辨別同伴和行走的路徑。因此讓我們好奇，螞蟻行走時，除了費洛蒙，還會受到什麼因素影響？為什麼牠們比較喜歡在角落行走呢？光線是否與螞蟻的行為有關呢？此外我們也觀察到螞蟻在晴天與陰天，螞蟻行走的路線不盡相同，我們想更深入了解螞蟻，於是我們不僅上網查資料，還向老師尋問與螞蟻相關的問題，並著手進行實驗設計與研究。

二、文獻探討

(一) 環境

螞蟻是一種極具適應性的昆蟲，牠們的巢穴多數建造在黑暗的環境中，這是因為黑暗提供了一個相對穩定且適合生存的環境。在這些隱蔽的地方，螞蟻能夠更好地控制巢穴內的溫度和濕度，這對於螞蟻的生活至關重要 (Peggy Sha, 2017)。

在黑暗中，螞蟻能夠更有效地利用其它感官來導航和溝通。雖然螞蟻的視覺不是特別發達，但牠們在黑暗的環境中卻能夠通過觸角和聲波來感知周圍的環境和同伴的位置 (Peggy Sha, 2017)。這種對黑暗的偏好使得螞蟻能夠在夜間活動，避開白天可能遇到的許多危險。

在第 53 屆科學展覽實驗中，探討包裹不同顏色的試管，螞蟻的偏好為何？結果顯示大部分螞蟻都會選擇黑色的環境。(黑棘蟻棲地選擇喜好之探討，第 53 屆)

(二) 費洛蒙

在自然界中，螞蟻以其複雜的社會結構和精細的分工合作而聞名。這些微小的生物透過一種稱為費洛蒙的化學訊息物質來溝通，從而協調整個群體的行動 (顧世紅, 2021)。

在尋找食物的過程中，螞蟻會沿著由費洛蒙標記的路徑行進，形成一條氣味走廊。這些蹤跡費洛蒙不僅具有種間特異性，確保不同種類的螞蟻不會混淆路徑，而且還需要螞蟻不斷地更新，以維持氣味的濃度（顧世紅, 2021）。這樣的機制確保了螞蟻能夠有效地找到食物來源，並將其帶回巢穴。

（三）偏振光與螞蟻的關聯性：

螞蟻對不同波長的光極其敏感，能夠感知光線的強度和方向的變化。它們的眼睛中擁有專門的感光細胞，使其能夠準確感知光線並做出適當的反應。特別是，螞蟻對於偏振光的感知尤其敏銳。偏振光是一種在特定平面上振動的光，螞蟻能夠利用這一特性來導航、定位食物以及確定自身位置。

螞蟻利用天空中的偏振光模式來準確確定前進的方向。他們觀察和記憶天空中偏振光的分佈，以此來確定前進的方向，這種行為被稱為偏振導航。此外，研究表明，某些螞蟻種類甚至能夠利用偏振光來準確定位食物源。

總的來說，螞蟻對光的感知能力使其能夠在各種環境中準確導航和定位，從而幫助它們有效地尋找食物並回到巢穴。這種對光的敏感性是螞蟻生存和繁衍的重要能力之一，也為科學家們研究螞蟻行為提供了寶貴的信息。

三、待答問題

根據文獻，我們知道螞蟻偏好較黑暗的地方。在許多相關研究中，研究者通常會利用黑色紙包裹住整個試管，提供螞蟻做方向選擇。而我們想知道螞蟻在平面沒有遮蔽的環境中，是否依然選擇黑色環境？

此外，我們也想知道，在較複雜的黑白環境中，螞蟻會更傾向於待在哪種顏色？然而，我們也了解到螞蟻受到費洛蒙的影響，這會改變它們的行走路徑。如果同時有黑白環境和費洛蒙的影響，螞蟻會做出怎樣的選擇呢？另外，在文獻中還提到螞蟻利用天空中的偏振光來確定前進的方向，這有助於它們在各種環境中準確導航，尋找食物並回到巢穴。不同角度的偏振光又會對螞蟻有怎樣的影響呢？

四、研究目的

- (一) 探討螞蟻在黑、白兩種平面環境中的偏好行為。
- (二) 探討黑白環境與費洛蒙對螞蟻行進路線的影響。
- (三) 探討偏振光對螞蟻行為的影響。

貳、研究設備及器材

一、準備裝置

- (一) 黑白格裝置
- (二) 棋盤格裝置
- (三) L 型裝置
- (四) 偏光片裝置

二、研究設備及器材：

- (一) 螞蟻：希氏巨山蟻、大黑巨山蟻
- (二) 裝置：



圖 2-1-a、黑白格裝置

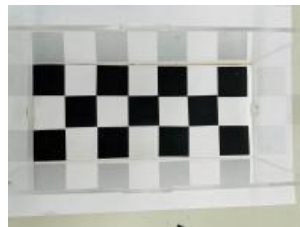


圖 2-1-b、第一種棋盤格裝置

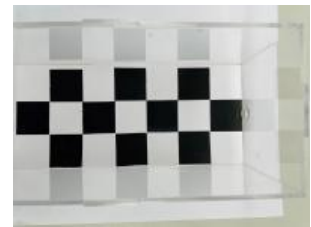


圖 2-1-c、第二種棋盤格裝置

圖 2-1、環境測試裝置



圖 2-2、偏光片裝置

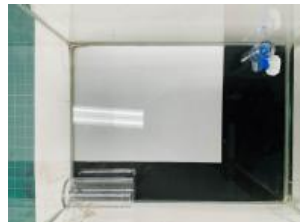


圖 2-3-a、L 型裝置(黑 L 型)



圖 2-3-b、L 型裝置(白 L 型)

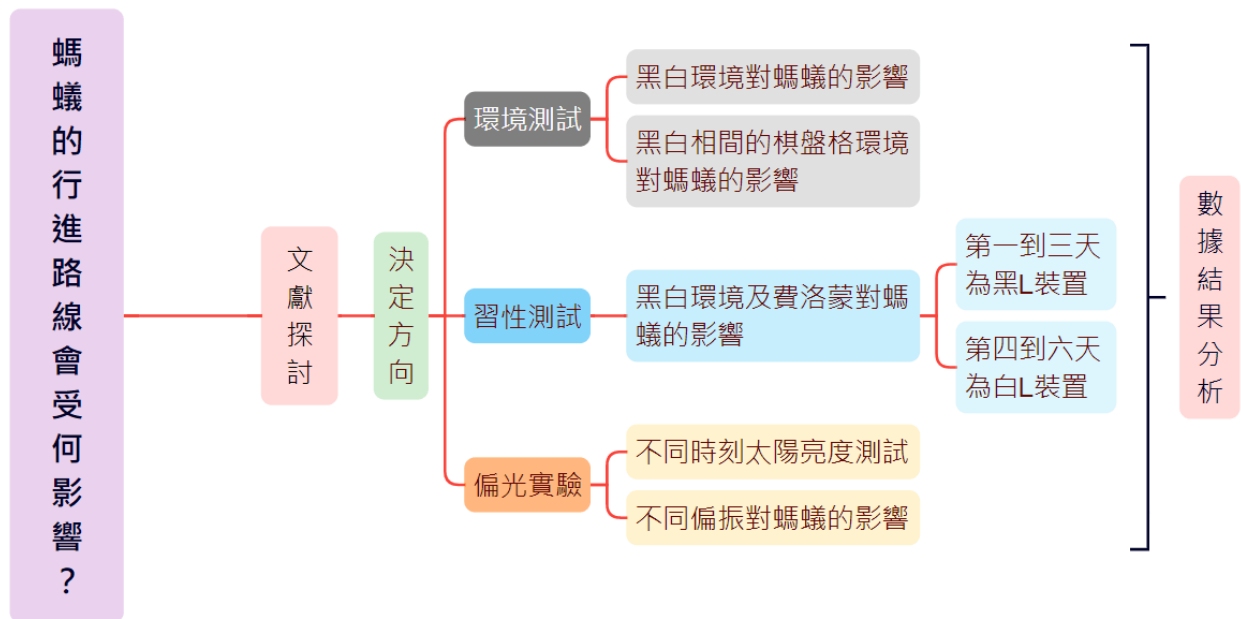
圖 2-3、習性測試裝置

三、輔助工具：

亮度計、指北針、偏光片、生長燈

參、研究過程或方法

一、研究架構



二、研究方法

(一) 環境測試

利用黑白相間的棋盤格，觀察螞蟻在黑白區域的分別數量。首先我們先將十隻螞蟻放入棋盤格中，並觀察螞蟻在棋盤格內移動情形，實驗長度為十分鐘，每分鐘做一次記錄，我們分為兩種地形，每種地形進行三次測試，每次測試完畢更換地形紙張，以消除費洛蒙的影響再重新測試。

每次實驗都會將螞蟻每分鐘待在黑白環境的數量分別紀錄下來，並以長條圖呈現，以利分析螞蟻在黑白兩種環境下的偏好。

(二) 習性測試

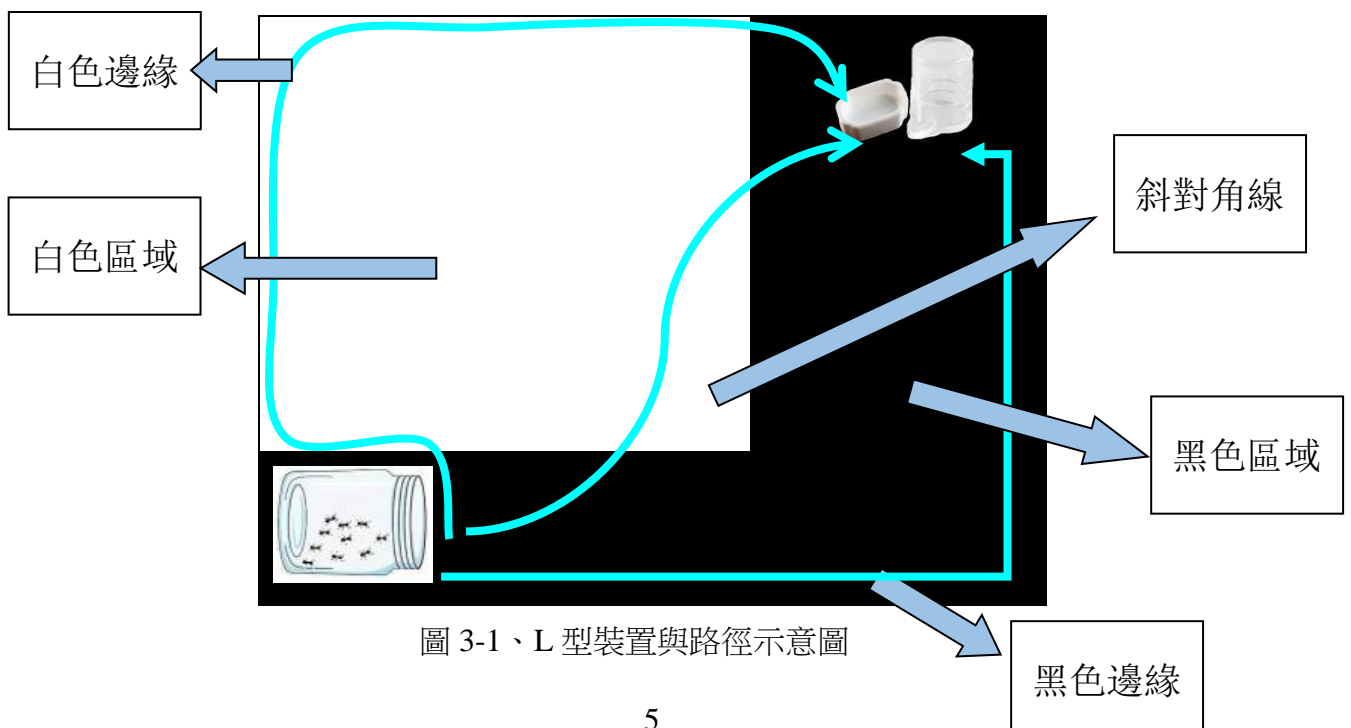
為探討螞蟻在黑白環境下如何選擇覓食路徑，我們在玻璃缸裡一側放置透明塑膠罐及螞蟻，並在透明塑膠罐斜對角位置擺放螞蟻食物，將玻璃缸外的底部放上黑色 L 型背景紙卡。一共觀察六天，在第四天換成白色 L 型紙卡，並觀察螞蟻覓食路徑的變化。

從實驗中可發現螞蟻活動範圍可分為黑色區域及白色區域，而行走路線則可以大致分為三種路徑，分別為黑色邊緣、白色邊緣及黑白對角線(圖 3-1)。

(三) 偏光實驗

為了探討螞蟻在不同偏振光下的行進路線，我們先使用指北針確定北方方位，並固定實驗裝置的上方為北方。在螞蟻上方放置偏光片，每 30 分鐘由逆時針方向旋轉一次，分別將角度做 0° 、 45° 、 90° 、 135° 調整；觀察螞蟻在偏光片裝置中的行徑軌跡。

我們將西南方設定為座標(0, 0)，座標標示數字與實際裝置的尺寸相同(單位為公分)，每五分鐘記錄 10 隻螞蟻的相對位置，透過這些數據製作散佈圖。圖中上方標示的角度為偏光片逆時針選轉的角度，右側的數字為 10 隻螞蟻的編號(圖 3-2)。



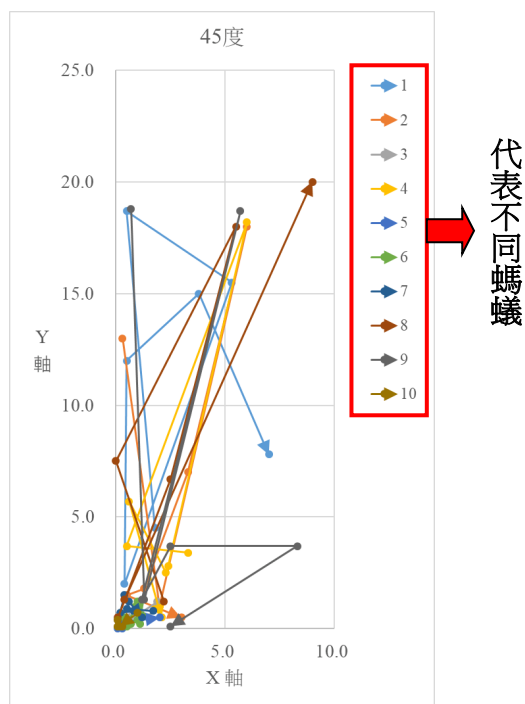


圖 3-2、偏光實驗散佈圖

肆、研究結果

本實驗為研究探討環境及光線對螞蟻行進路線的影響，而我們平時觀察到螞蟻都會走環境邊緣或角落，我們想先了解環境變化對螞蟻是否有影響，因此我們先設置有黑白兩邊的環境，在一般日光燈沒有額外照光的情況下，發現大部分希氏巨山蟻會較喜歡待在黑色範圍(圖 4-1)。



圖 4-1-a、黑白格裝置示意圖

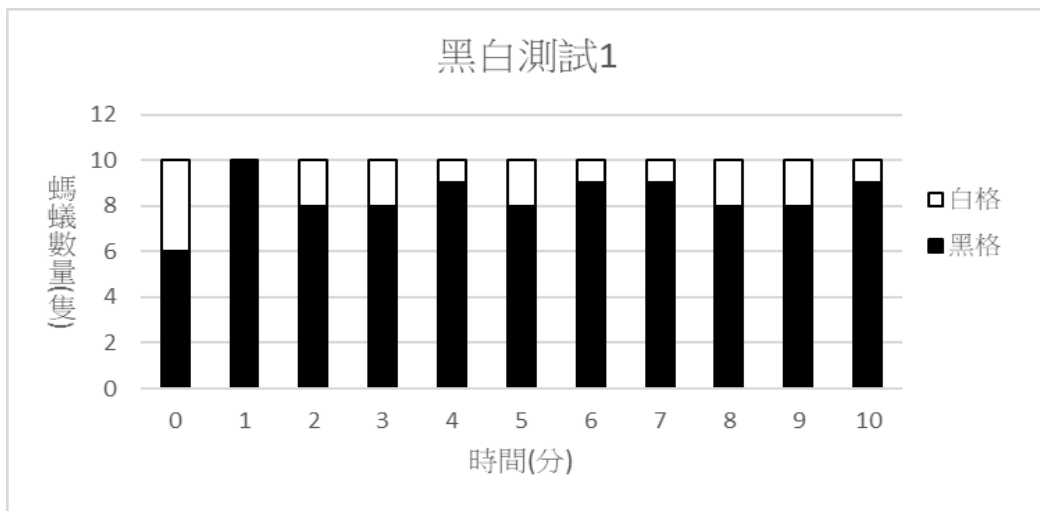


圖 4-1-b、第一次測試

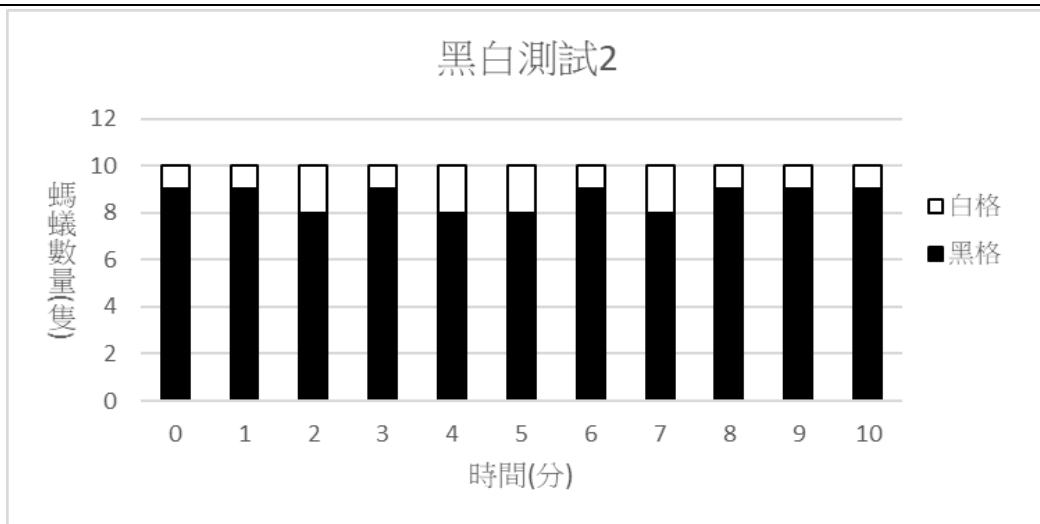


圖 4-1-c、第二次測試

圖 4-1、黑白格實驗分析

一、環境測試

在前面的黑白格實驗中(圖 4-1)，我們發現希氏巨山蟻在黑色區域活動大於白色區域，為了更加確定巨山蟻是否比較喜歡待在黑色區塊，因此設計更為複雜的棋盤格裝置。

首先我們先將螞蟻放入棋盤格中，發現無論是希氏巨山蟻或大黑巨山蟻，大多數的螞蟻會朝黑色格子移動，並且群聚在裝置角落的位置(圖 4-2)，起初僅有一至二隻螞蟻會在裝置中四處探尋；我們觀察到螞蟻在探索裝置時，也會以黑色格子當成向前移動依據，避開白色格子，呈斜對角線移動(圖 4-3)。



圖 4-2-a、棋盤格第一種圖形示意圖



圖 4-2-b、棋盤格第二種圖形示意圖

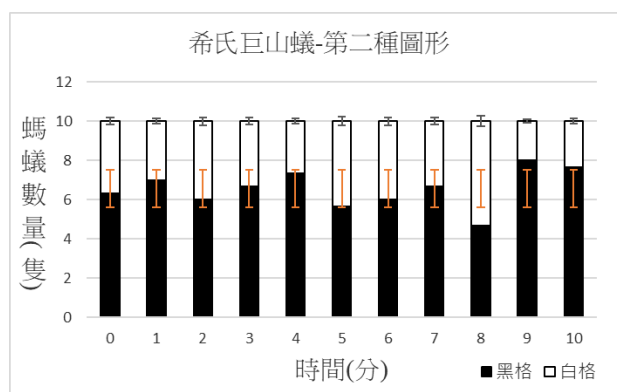
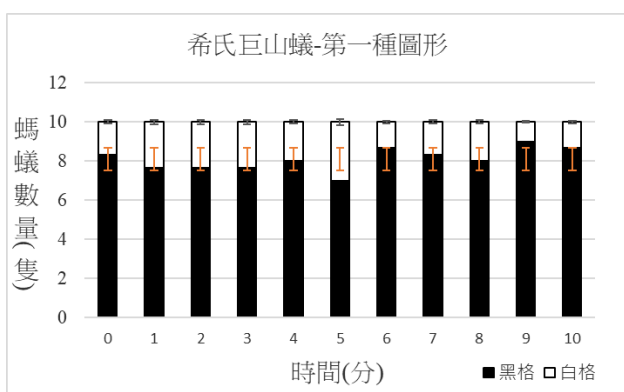


圖 4-2-c、希氏巨山蟻兩種圖形測試

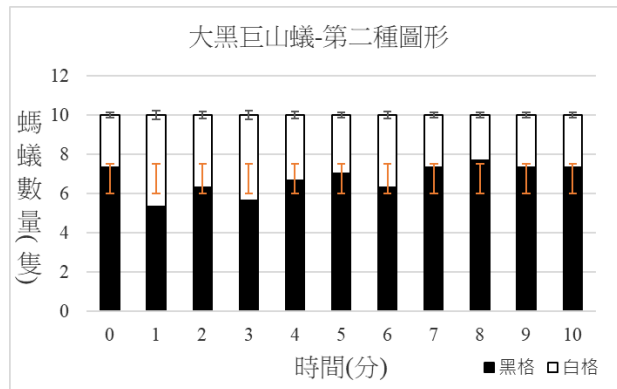
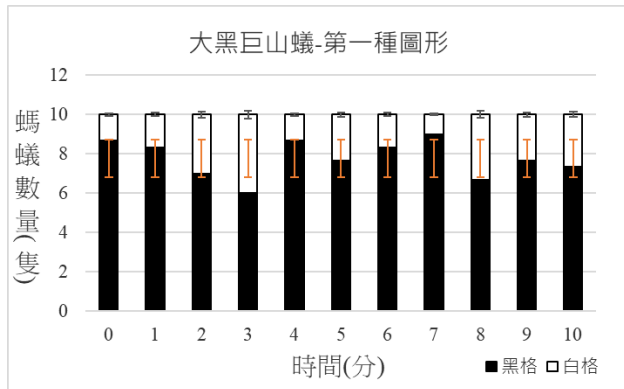


圖 4-2-d、大黑巨山蟻兩種圖形測試

圖 4-2、棋盤格實驗

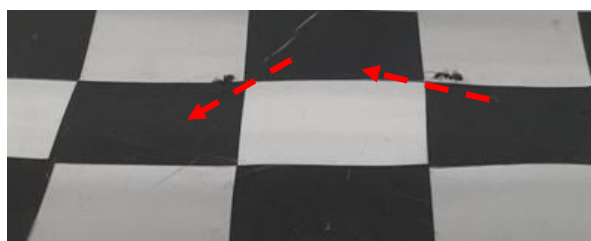


圖 4-3、螞蟻會以黑色格子呈對角線行走

二、習性實驗

我們了解螞蟻會分泌費洛蒙，用以辨別行走路徑，而從棋盤格實驗中，發現大多數的螞蟻喜歡行走在黑色格子中，因此我們先在玻璃缸外底部下方放置黑色 L 型裝置，用以觀察螞蟻覓食路線；實驗為 6 天，第 4 天時，將原本黑色 L 型紙卡替換成白色 L 型紙卡，觀察螞蟻覓食路徑是否遵循舊有路線或因此改變。

(一) 希氏巨山蟻

實驗第一天，我們發現螞蟻主要在黑白邊緣行走(圖 4-4-a)，而實驗第二、三天主要行走在斜對角線與黑色邊緣(圖 4-4-b)；實驗四到六天，將原本黑色 L 型替換成白色 L 型紙卡後，我們發現螞蟻行走路線主要以黑色邊緣為主，其次為黑暗區域，少數會沿著斜對角線行走(圖 4-4-c)。

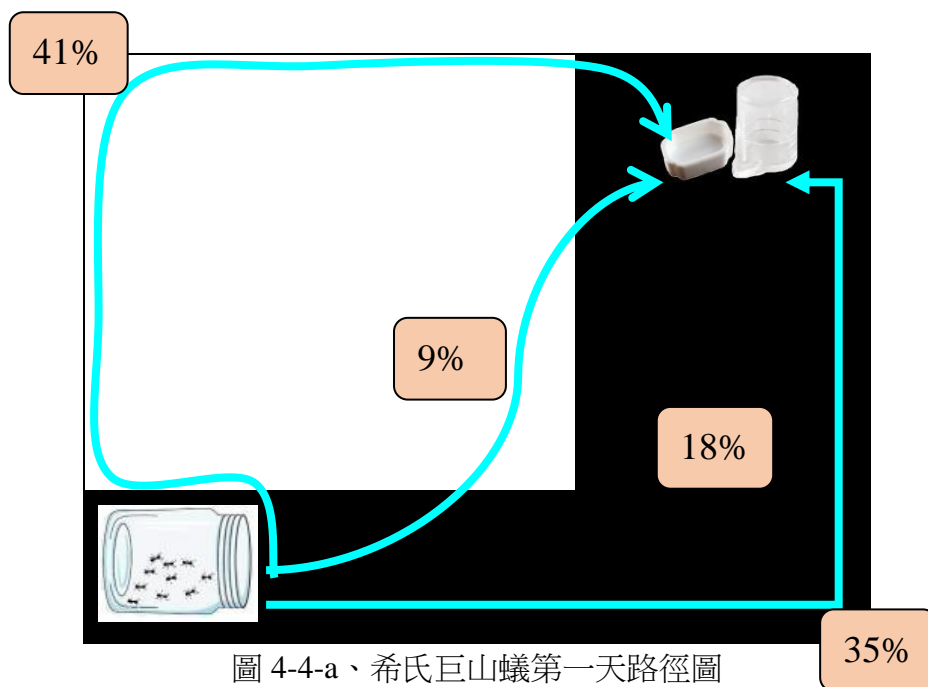


圖 4-4-a、希氏巨山蟻第一天路徑圖

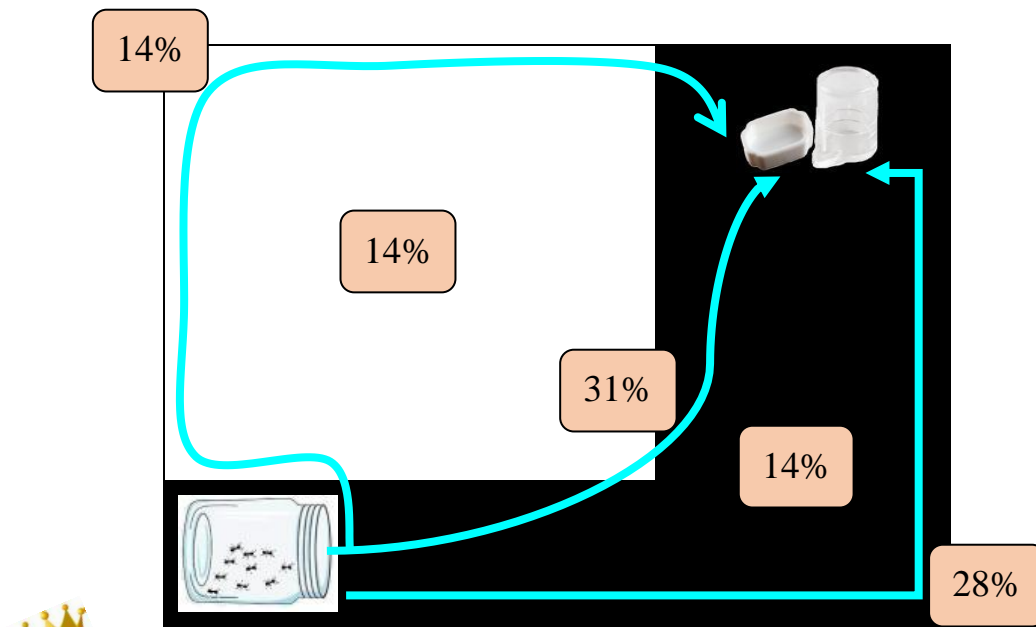


圖 4-4-b、希氏巨山蟻第二、三天路徑圖

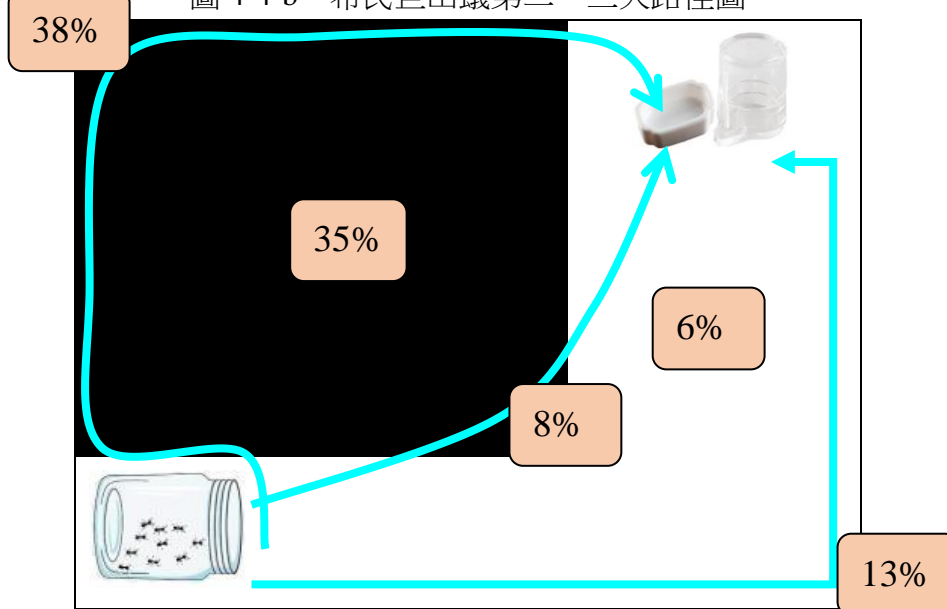


圖 4-4-c、希氏巨山蟻第四~第六天路徑圖

圖 4-4、希氏巨山蟻習性測試路徑圖

(二) 大黑巨山蟻

實驗第一天，我們發現大黑巨山蟻主要都會沿著黑色邊緣行走，並觀察到有些大黑巨山蟻會在黑色 L 型區域活動，也有部分螞蟻走進白色區域後，會迅速折返，少部分螞蟻會沿白色邊緣、白色區域及對角線行走。(圖 4-5-a)

實驗第二、三天，我們觀察到螞蟻還是除了行走在黑色邊緣及黑色區域外，行走白色邊緣及對角線的頻率明顯增加 (圖 4-5-b)。

實驗第四~六天，將原本黑色 L 型紙卡替換成白色 L 型紙卡後，我們發現螞蟻以白色 L 型邊緣與黑色邊緣行走最為頻繁。(圖 4-5-c)。

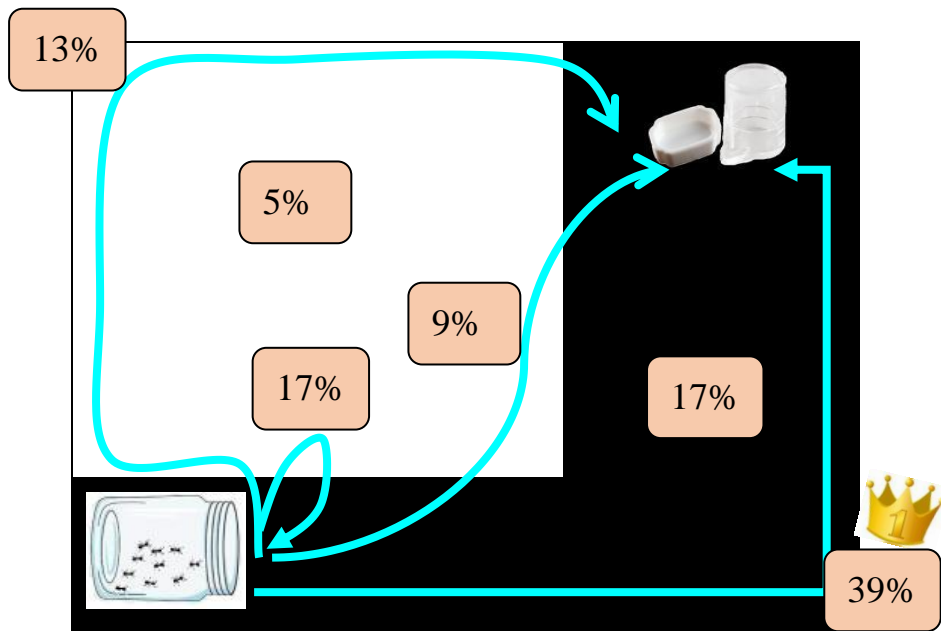


圖 4-5-a、大黑巨山蟻第一天路徑圖

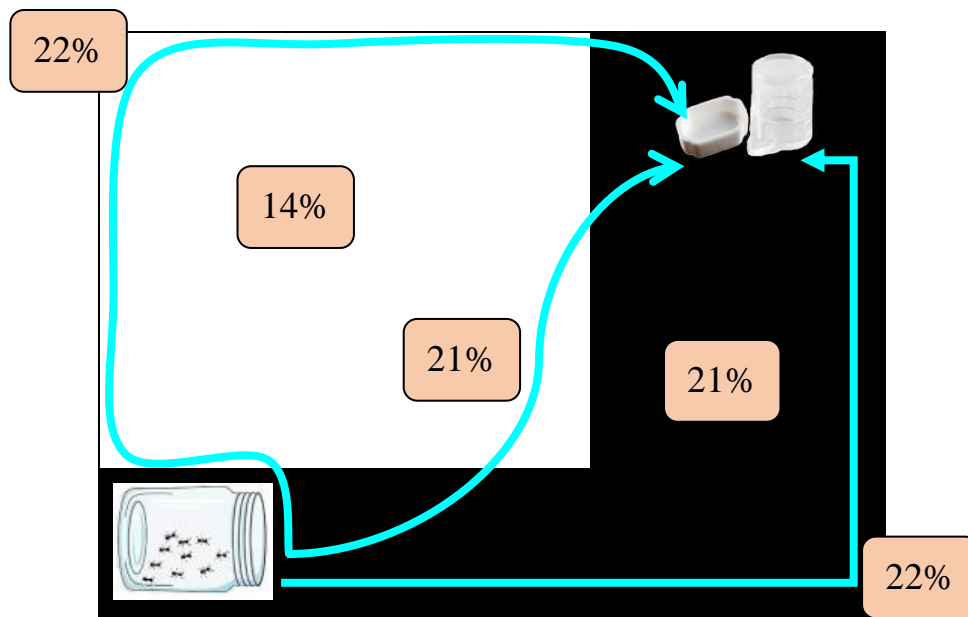


圖 4-5-b、大黑巨山蟻第二、三天路徑圖

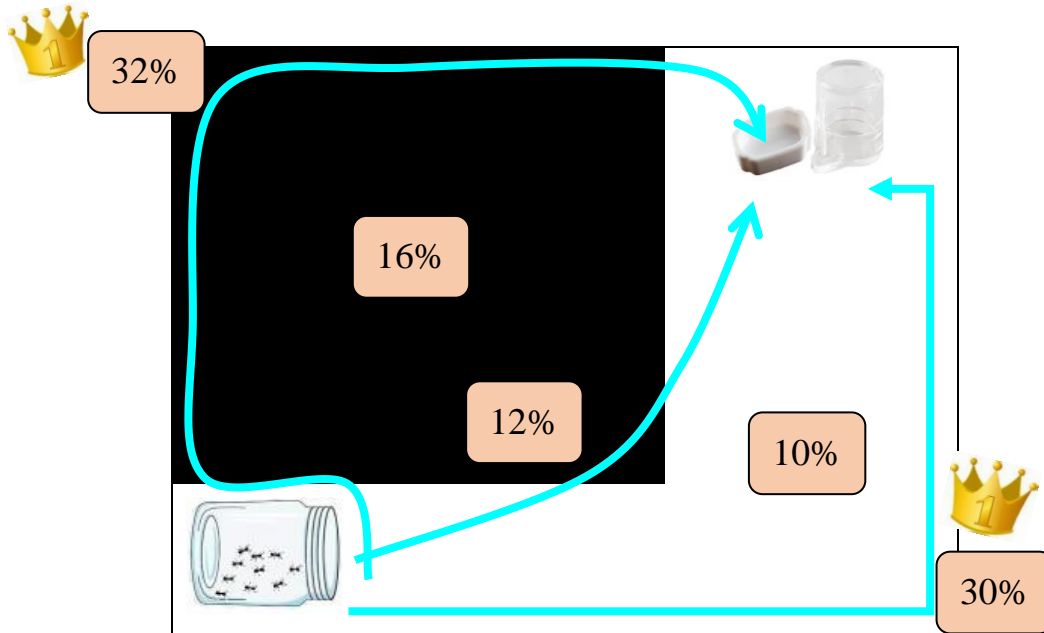


圖 4-5-c、大黑巨山蟻第四~第六天路徑圖

圖 4-5、大黑巨山蟻習性測試路徑圖

三、偏光測試

在後續照光實驗中，我們考量太陽照射時會有偏折，因此我們先在太陽光下設置偏光片，並記錄分析各個時段陽光的亮度及偏折角度，以作為後續實驗的標準及依據。在測試中我們發現太陽光的亮度會受當天狀況影響，但亮度大約在 200Lux 到 300Lux 之間，因此我們後續的亮度調整都在此範圍。

為測試在不同偏振光的照射下，螞蟻會有何影響，此實驗先固定上方為北方，並將偏光片逆時針旋轉 0 度、45 度、90 度及 135 度，分別觀察 30 分鐘，為便於討論，將西南方訂為座標(0, 0)，並於每 5 分鐘取希氏巨山蟻的座標製作相對位置圖。

螞蟻的初始位置較分散，因此在 0 度的 30 分鐘，螞蟻的行進路線較雜亂，若 10 隻螞蟻同時分析會影響圖形的判斷，因此將每隻螞蟻的移動路線分開顯示，發現大部分螞蟻會由原本位置移動至西南方(圖 4-6)。

而在偏振光實驗中，我們發現 0 度時，大部分螞蟻會由原本位置移動至西南方，而在轉為 45 度後，多數的螞蟻會在西方南北移動，而轉為 90 度時，大部分螞蟻會在東方移動，最後轉到 135 度時，大部分螞蟻會在西南方活動(圖 4-7)。

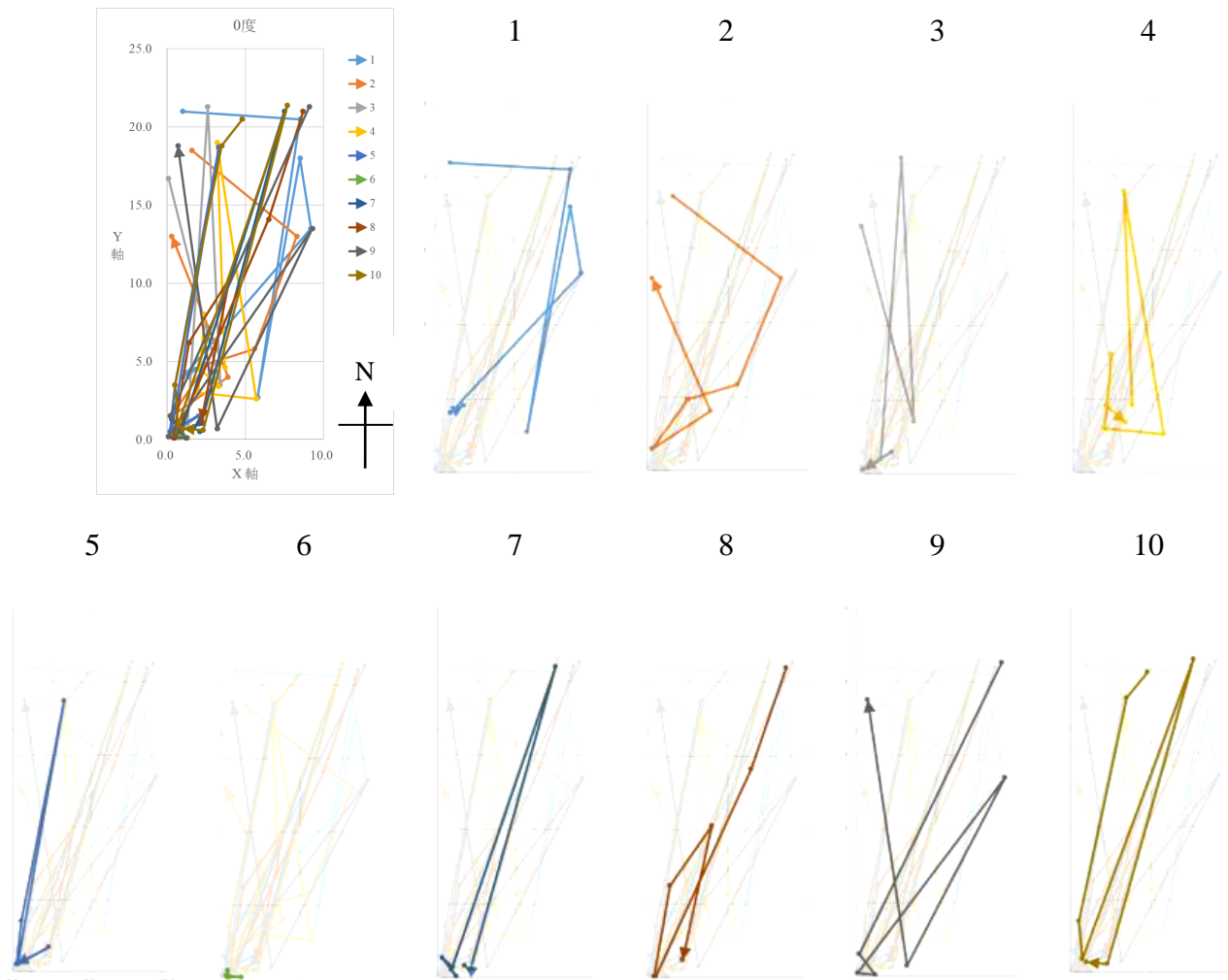


圖 4-6、偏光實驗初始位置散佈圖

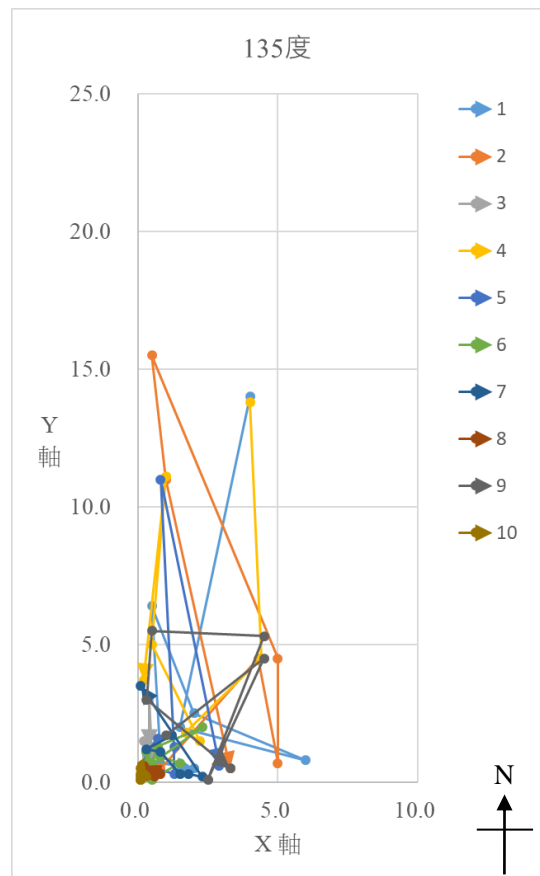
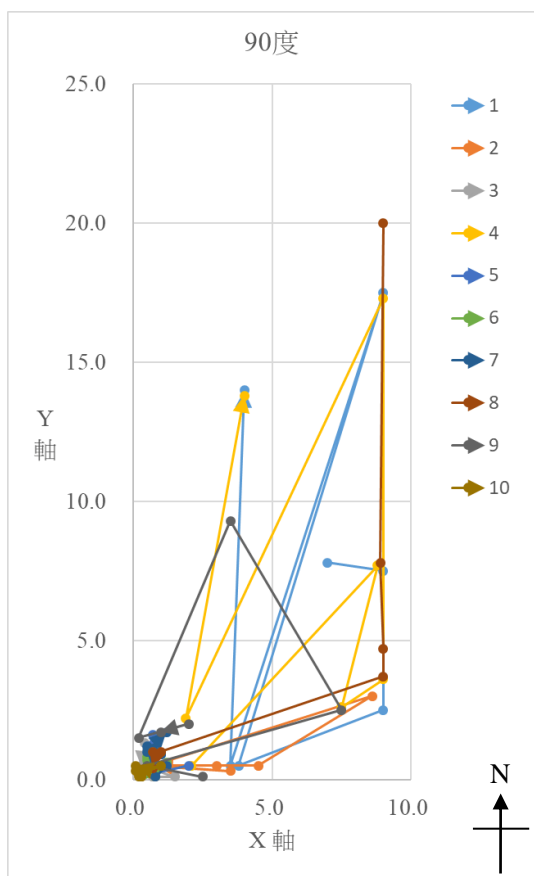
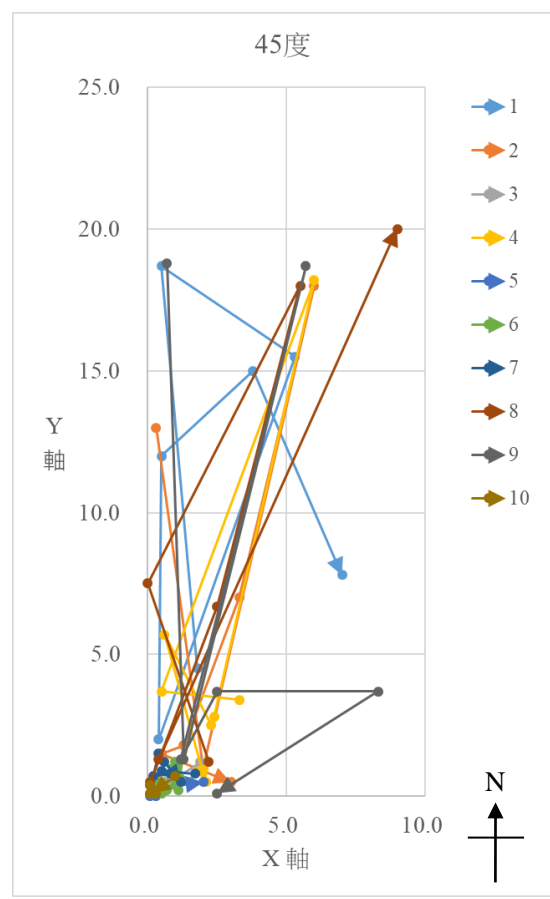
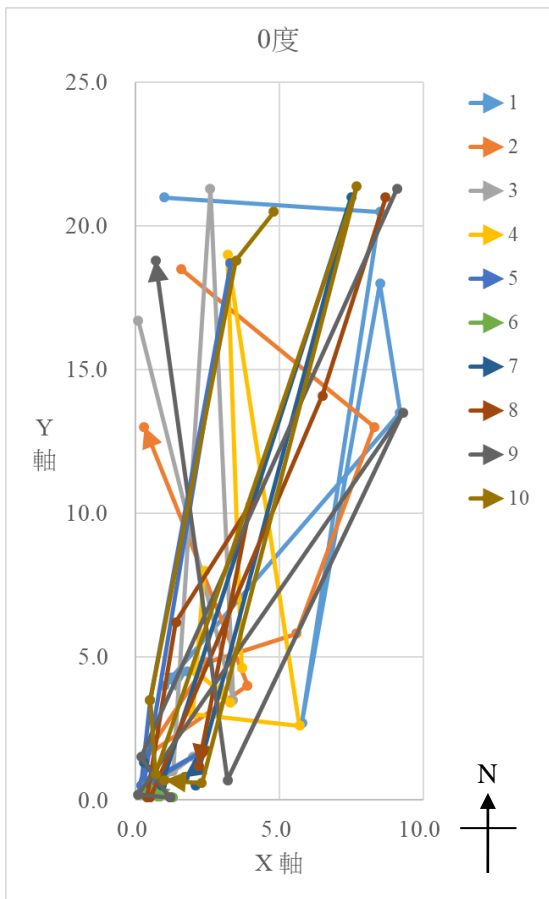


圖 4-7、不同角度偏振光路徑散佈圖

伍、討論

查找資料後，我們將希氏巨山蟻及大黑巨山蟻的差異製作成表一，以利深入探討。

表一 希氏巨山蟻與大黑巨山蟻的比較

	希氏巨山蟻	大黑巨山蟻
體型	較大(工蟻約 5~8mm)	較小(工蟻約 4~6mm)
食性	雜食偏素食	雜食偏肉食
趨光性	夜行性	日行性
棲地	土棲	樹棲

一、環境測試

經由上述實驗，發現螞蟻較喜歡黑色環境，推測與黑色環境可能與自然棲息地的陰暗環境相似，使得螞蟻較能隱藏自己。

二、習性測試

(一)實驗第一天~第三天：

1.希氏巨山蟻：

在實驗第一天我們發現螞蟻主要在黑白邊緣行走，而實驗第二、三天則主要行走在斜對角線與黑色邊緣；查找資料後，得知希氏巨山蟻是一種體型較大的螞蟻，通常會在夜間活動。它們的行走路徑可能受到體型和食性的影響，因此傾向於選擇較為穩定且容易辨識的路徑。

2.大黑巨山蟻：

實驗第一天主要會行走在黑色邊緣，實驗第二、三天，大部分螞蟻行走在黑色區域及黑色邊緣，而螞蟻行走在對角線路徑的頻率明顯增加，查找資料後，我們發現，大黑巨山蟻在探索多條路徑後，會根據費洛蒙的強度來識別最短的路徑。當一條路徑被行走多次後，其上的費洛蒙會積累，變得更加濃郁。這會吸引更多的螞蟻沿著這條路徑行走，從而形成一條明顯的路徑。這種行為有助於螞蟻群體高效地運輸食物。

而這時也發現螞蟻沿著白色邊緣行走的頻率也有提升；查找資料後，得知大黑巨山蟻在野外通常單獨行動，由於它們的食物來源相對分散，單獨行動有助於它們快速尋找食物與避免狩獵者捕食，進而提高生存與繁殖的成功機率。

(二)實驗第四天~第六天：

1.希氏巨山蟻：

螞蟻行走路線主要以黑色邊緣為主，其次為黑暗區域，少數會沿著斜對角線行走。查找資料得知，希氏巨山蟻是夜行性的動物，對黑色有視覺上的偏好，因此黑色環境能使得螞蟻感到更安全或舒適。

2.大黑巨山蟻：

將原本黑色 L 型紙卡替換成白色 L 型紙卡後，螞蟻主要會沿著白色 L 型邊緣及黑色邊緣行走，螞蟻走白色區域，推測與費洛蒙有關，即使環境顏色改變，螞蟻可能仍然會遵循之前留下的費洛蒙路徑；實驗中，螞蟻會走邊緣路徑，經查找資料得知，可能是一種有效的導航策略，走邊緣可以幫助螞蟻維持直線行走，從而提高覓食效率。

表二...習性測試螞蟻路徑對照表

	第一天	第二、三天	第四~六天
希氏巨山蟻	黑、白邊緣	黑色區域	黑色區域
大黑巨山蟻	黑色邊緣	黑、白邊緣、斜對邊	黑、白邊緣

三、偏光測試

經由此實驗，初步發現改變照射角度螞蟻會有不同的行進路線，推測螞蟻的觸角對外界環境較為敏感，因此在轉動偏光片會影響螞蟻的活動軌跡。分析其軌跡也發現有幾隻螞蟻活動範圍較小，推測因為螞蟻是群體生物，牠們會聚集在角落，只派部分工蟻探索環境，因此為了方便探討，我們只顯示活動範圍較大的螞蟻，並使用分布圖顯示，發現在偏光片轉為 45 度時，螞蟻的活動範圍相對以西半部為主，而轉為 90 度後，螞蟻活動範圍明顯往東移動，而在 135 度時活動範圍主要是在西南方(圖 5-1)。

查找資料後，知道希氏巨山蟻會利用太陽的位置和光的偏振方向來定位和導航，所以轉動偏光片會讓螞蟻以為陽光方向發生改變，導致牠們的導航系統出現偏差，進而導致行進方向發生改變。

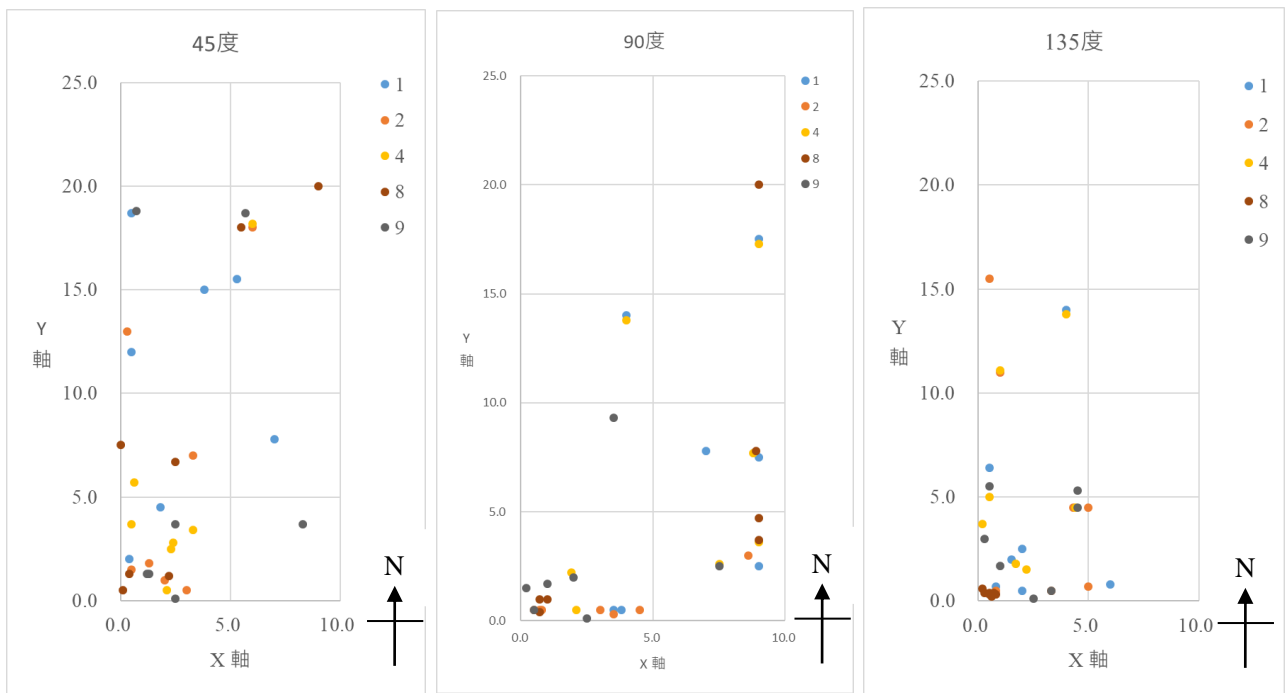


圖 5-1、偏光實驗散佈圖

四、本次研究改善空間及未來期許

- (一) 黑白格實驗只使用黑色及白色做測試，若有後續實驗，可針對不同深色的色調作探討，例如深灰色、棕色.....等。
- (二) 未來我們可以在玻璃缸的上方增加偏光片，進而模擬室外環境，用以探討費洛蒙、不同角度的光暗變化、明暗環境對螞蟻造成的影響。
- (三) 在偏光實驗中，生長燈會使偏光片的部分出現反光，較難直觀判斷，進而影響數據統整時間，若有後續實驗，可調整燈源位置或拍照方向，以利後續判斷討論。
- (四) 在偏光片實驗中，需耗費大量時間及人力分析螞蟻每分鐘所在位置，此實驗使用每五分鐘分析其位置變化，與實際路線略有差異，若有 AI 程式加以輔助，會讓數據呈現更加精確。
- (五) 此研究有針對大黑巨山蟻進行偏光片實驗，但因數據較為龐大，分析所需的時間極長，暫未分析完畢，後續會再進行探討。
- (六) 螞蟻會依陽光及偏振光的不同改變其行進路線，若能加以分析陽光在不同時刻的偏振光，利用偏光片模擬不同時刻的陽光，就有可能進而控制螞蟻的行進方向。

陸、結論

- 一、環境測試：在環境選擇實驗中，無論在黑白格裝置、棋盤格裝置，大多數的螞蟻都會選擇在黑色環境活動。
- 二、習性測試：
 - (一)希氏巨山蟻：在第一天會在黑、白邊緣行走，後來兩天及交換為白色 L 型紙卡後，都會以黑色區域行走為主。推測希氏巨山蟻為夜行性動物，在黑色環境會使其更具安全感。
 - (二)大黑巨山蟻：第一天，多數螞蟻會在黑色邊緣活動，實驗第二、三天螞蟻行走對角線及白色邊緣的頻率增加；替換成白色 L 型紙卡後，以黑色、白色邊緣行走最為頻繁。推測與螞蟻在野外單獨覓食習性有關，獨立行動可增加其存活率。
- 三、偏光實驗：改變偏光片角度會讓螞蟻的行進方向發生改變，在偏光片轉為 45 度及 135 度時，螞蟻的活動範圍偏西方，而轉為 90 度時，大多數螞蟻的路徑會偏向東方。

柒、參考資料及其他

- 一、Peggy Sha. (2017) • 40%的螞蟻天天裝忙？廢柴「懶惰蟻」為何存在？ • PanSci 泛科學 • 取至：https://pansci.asia/archives/127196#google_vignette
- 二、中華民國第 53 屆中小學科學展覽會作品說明書 • 高中組生物科 • 黑棘蟻棲地選擇喜好之探討。
- 三、威爾森, E. O., & 霍德伯勒, B. (2019) • 《螞蟻螞蟻》：螞蟻最大的生存危機不是過熱（冷）或水淹，而是乾旱 • The News Lens 關鍵評論網 • 取自：https://www.thenewslens.com/article/127848#google_vignette
- 四、顧世紅(2021)•化學物質操控大師！螞蟻的行為與化學訊息物質•科學月刊 Science Monthly, 619 期
- 五、Dr. Joanna Woodnutt(2023) • How Does Light Influence Ants?

捌、附錄

照片攝影索引

第一指導教師：圖 4-3

第二指導教師：圖 4-2-a

第一作者：圖 2-1-a

第二作者：圖 2-1-b、

第三作者：圖 2-3-a、圖 2-3-b

第四作者：圖 2-2

第五作者：圖 4-1-a

第六作者：圖 2-1-c、圖 4-2-b

附表 不同時間陽光亮度						
	第一次(11/28)		第二次(12/19)		第三次(1/8)	
時間 (時)	最大值 (Lux)	最小值 (Lux)	最大值 (Lux)	最小值 (Lux)	最大值 (Lux)	最小值 (Lux)
8	259	123	216	91	116	97
9	178	129	325	263	340	138
10	237	176	294	229	306	137
11	248	198	309	262	263	98
12	230	172	294	260	352	156
13	212	152	295	194	198	115
14	171	102	-	-	145	104
15	108	76	-	-	-	-

*-為日照不足

【評語】 080312

這項研究針對光線對螞蟻行進路線的影響，尤其是偏振光的影響，進行了深入探討，選用了希氏巨山蟻及大黑巨山蟻作為實驗對象。研究選題針對螞蟻的行進路線與光線（尤其是偏振光）的關係，這一主題新穎且具有很高的生物學和行為學研究價值。這樣的研究有助於深入理解螞蟻的行為機制和感知系統。

研究主題：

本作品探討巨山蟻行進的偏好行為，變因有亮度、費洛蒙、光偏振，實驗變因設計明確。光線角度對於螞蟻行進路線的影響，對於生態環保等議題具有重要性。

創意、學術或實用價值：

本研究以希氏巨山蟻及大黑巨山蟻分別進行環境測試、習性測試及偏光實驗，全面探討了光線對螞蟻行進路線的影響、特別是選擇了黑、白兩種路徑上螞蟻的偏好，以及在生長燈下旋轉偏光片改變不同偏振光對螞蟻行進方向的影響。這些設計合理，研究成果具有學術價值。研究結果顯示，螞蟻更偏好在黑色環境中行走，並且偏振光的改變會影響螞蟻的行進路線。這些發現為理解螞蟻如何利用光線導航提供了新的視角。

科學方法之適切性：

作者說明了研究目的、詳細列出實驗材料與器材，也提供相關照片佐證實驗結果，並採用實際觀察等方式紀錄資料。得出蟻種對於光線之偏好與適應性各有不同，具有學術價值。

未來研究建議：

進一步研究螞蟻感知偏振光的機制，通過解剖學、生理學等手段，探索螞蟻眼睛和神經系統如何處理偏振光信息，這將有助於更深入理解其行為模式。生活習性的研究可以多方探討，過去研究有類似結論，需多探討本研究與過去異同處。

總結：

這項研究通過實驗探討了不同光線和偏振光對螞蟻行進路線的影響，結果顯示螞蟻對光線具有敏銳感知，並且偏好在黑色環境中行走，偏振光的改變會影響其行進路線。研究設計合理，結果有意義，但未來可以通過增加樣本數量、長期觀察、更多變量測試和機制探討，進一步深入理解螞蟻行為和感知機制，並探索其應用價值。

作品簡報



蟻 與 光 陰



壹、前言

一、研究動機：

查找資料後，我們發現**螞蟻在晴天與陰天時，依然可以找到太陽方向**，為了更深入了解光暗變化對螞蟻的影響，於是我們著手進行實驗。

二、研究目的

- (一) 探討螞蟻在黑、白兩種平面環境中的偏好行為。
- (二) 探討黑白環境與費洛蒙對螞蟻行進路線的影響。
- (三) 探討偏振光對螞蟻行為的影響。

貳、研究設備及器材

一、螞蟻：希氏巨山蟻、大黑巨山蟻

二、裝置：



圖 2-1-a、黑白格裝置

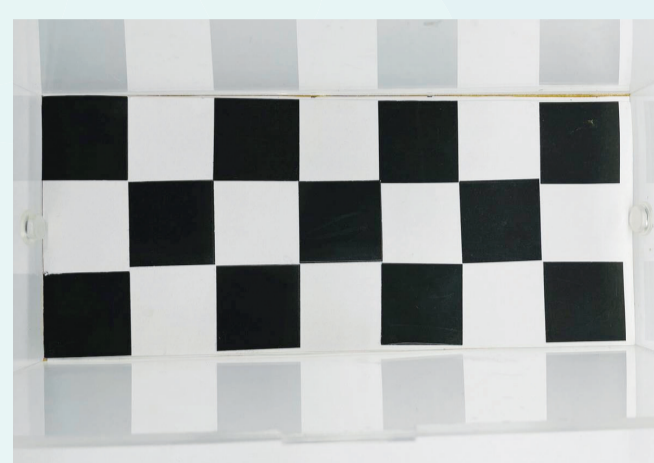


圖 2-1-b、第一種棋盤格裝置

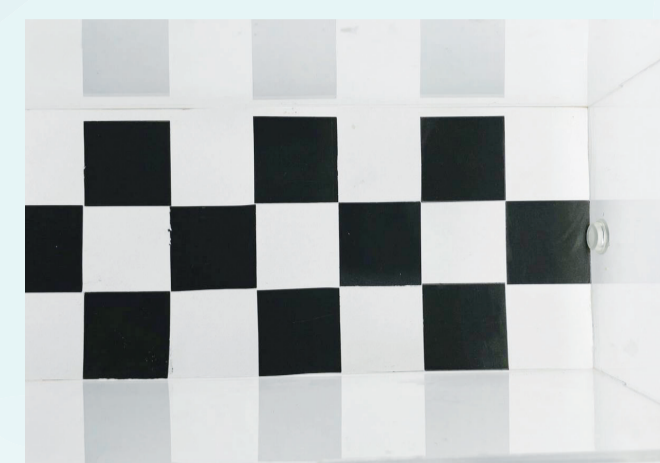


圖 2-1-c、第二種棋盤格裝置

圖 2-1、環境測試裝置



圖 2-2、偏光片裝置

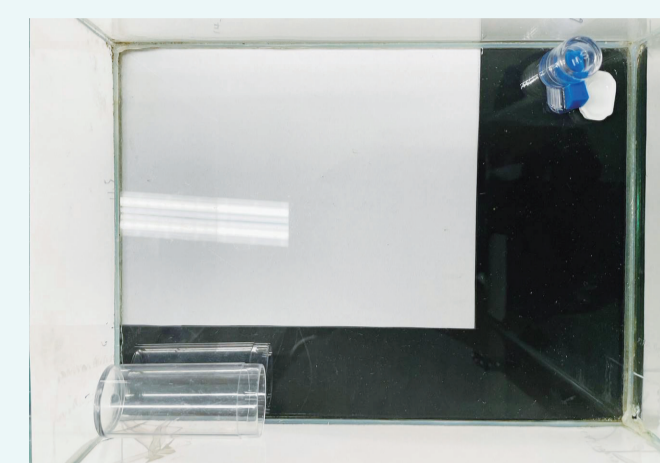


圖 2-3-a、L型裝置 (黑 L 型)

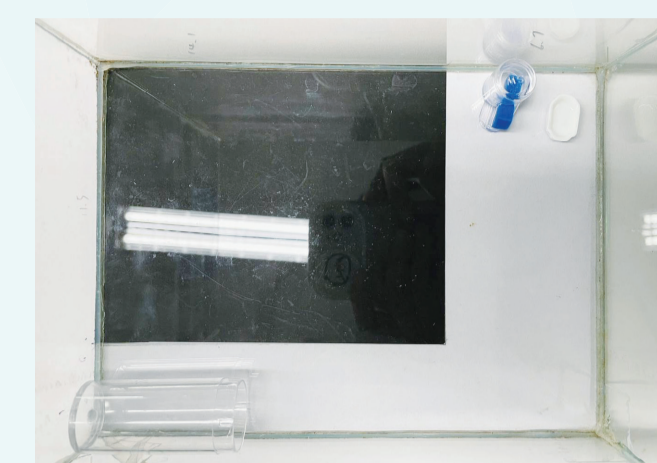


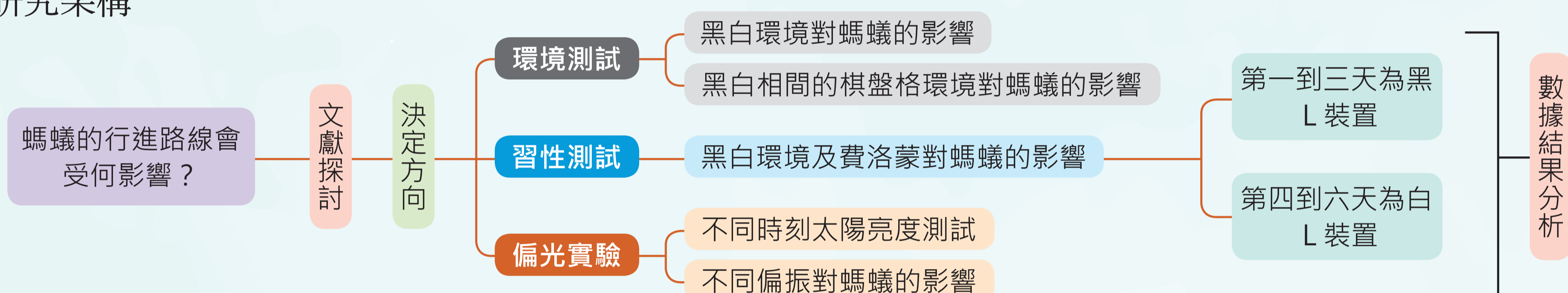
圖 2-3-b、L型裝置 (白 L 型)

圖 2-3、習性測試裝置

三、輔助工具：亮度計、指北針、偏光片、生長燈

參、研究過程或方法

一、研究架構



肆、研究結果

我們想先了解環境變化對螞蟻是否有影響，因此我們設置有黑白兩邊的環境，在一般日光燈沒有額外照光的情況下，發現大部分**希氏巨山蟻會較喜歡待在黑色範圍**（圖 4-1）。

一、環境測試

我們將螞蟻放入棋盤格中，發現無論是希氏巨山蟻或大黑巨山蟻，大多數的螞蟻會朝黑色格子移動（圖 4-2），也會以黑色格子當成向前移動依據，**避開白色格子，呈斜對角線移動**（圖 4-3）。



圖 4-2-a、棋盤格第一種圖形示意圖

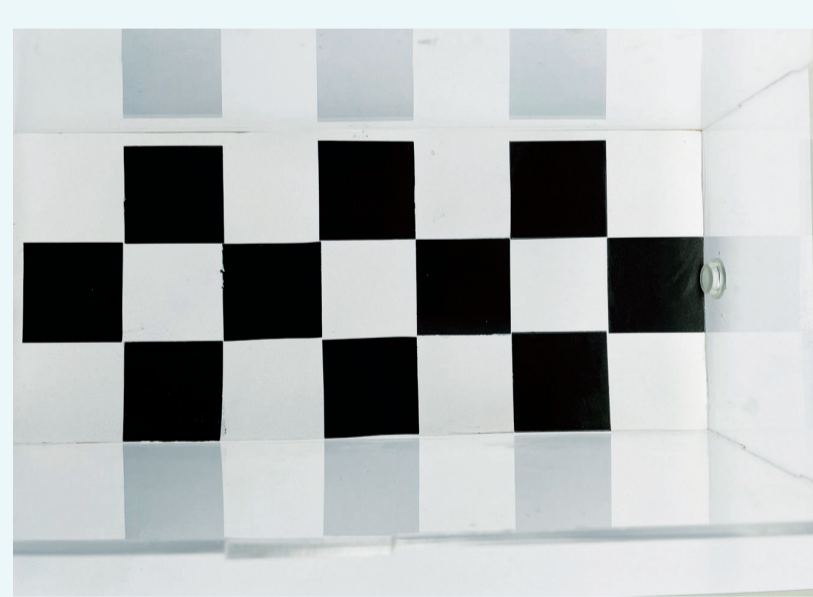


圖 4-2-b、棋盤格第二種圖形示意圖



圖 4-1-a、黑白格裝置示意圖

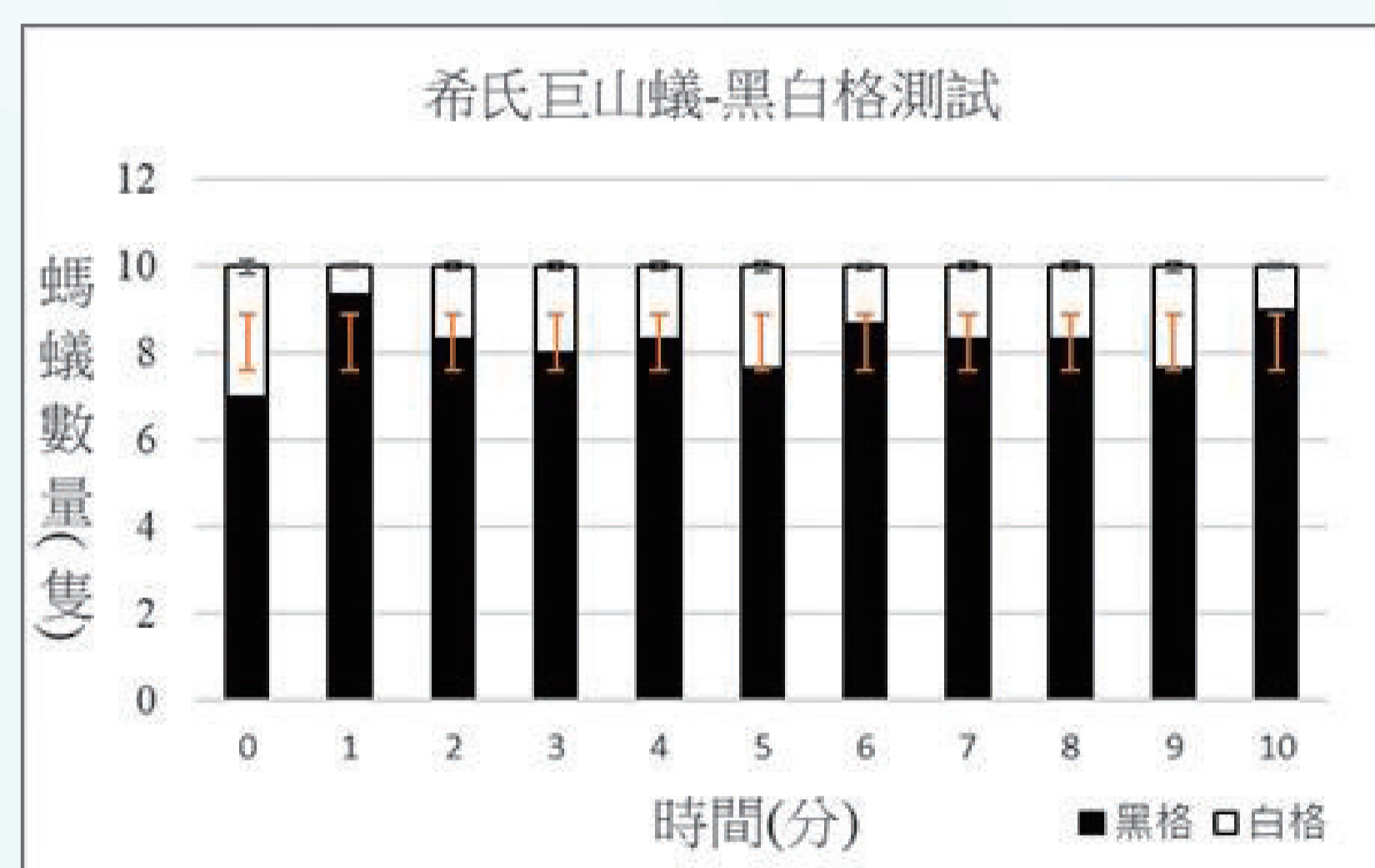


圖 4-1-b、黑白格測試長條圖

圖 4-1、黑白格實驗分析

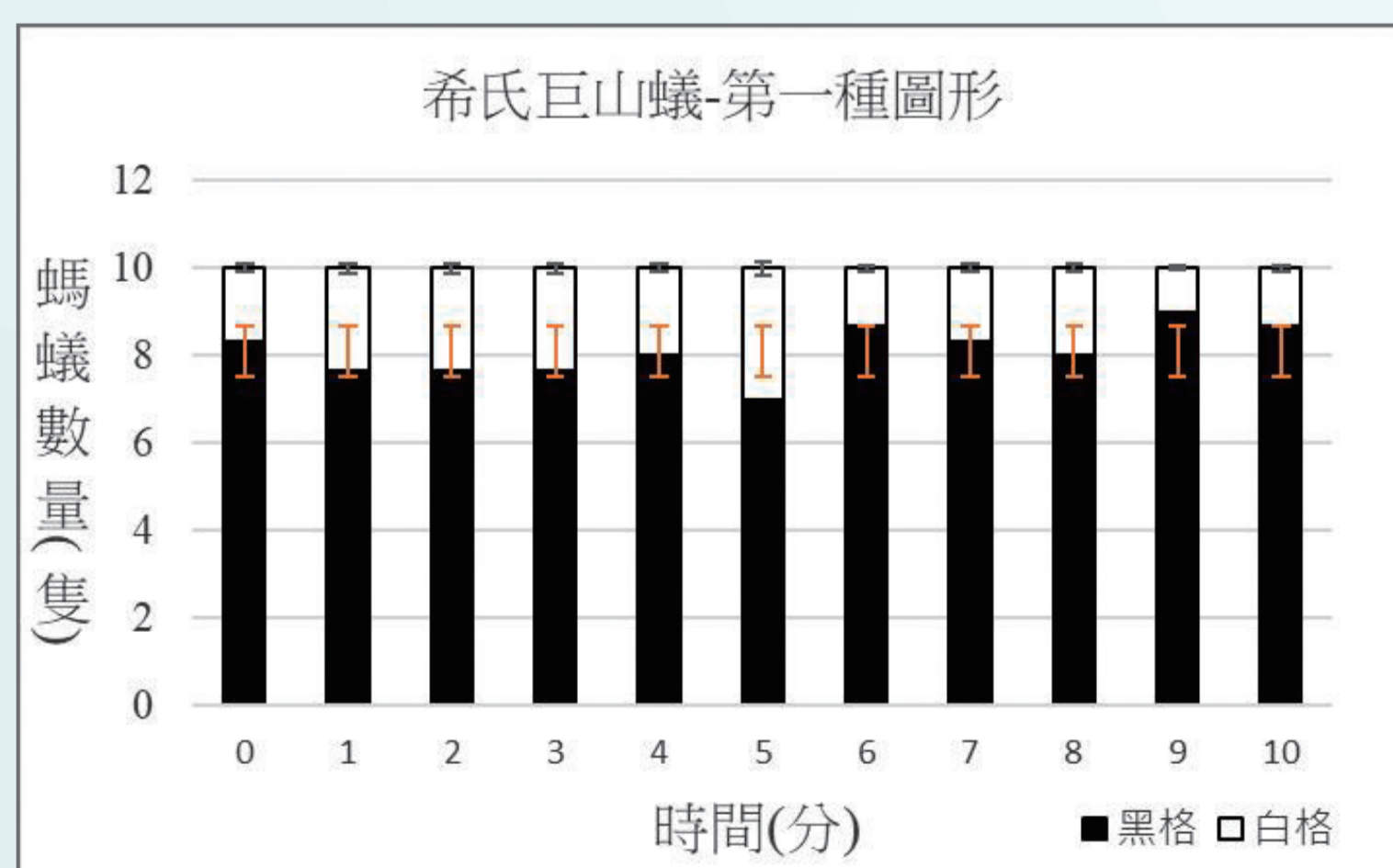


圖 4-2-c、希氏巨山蟻兩種圖形測試

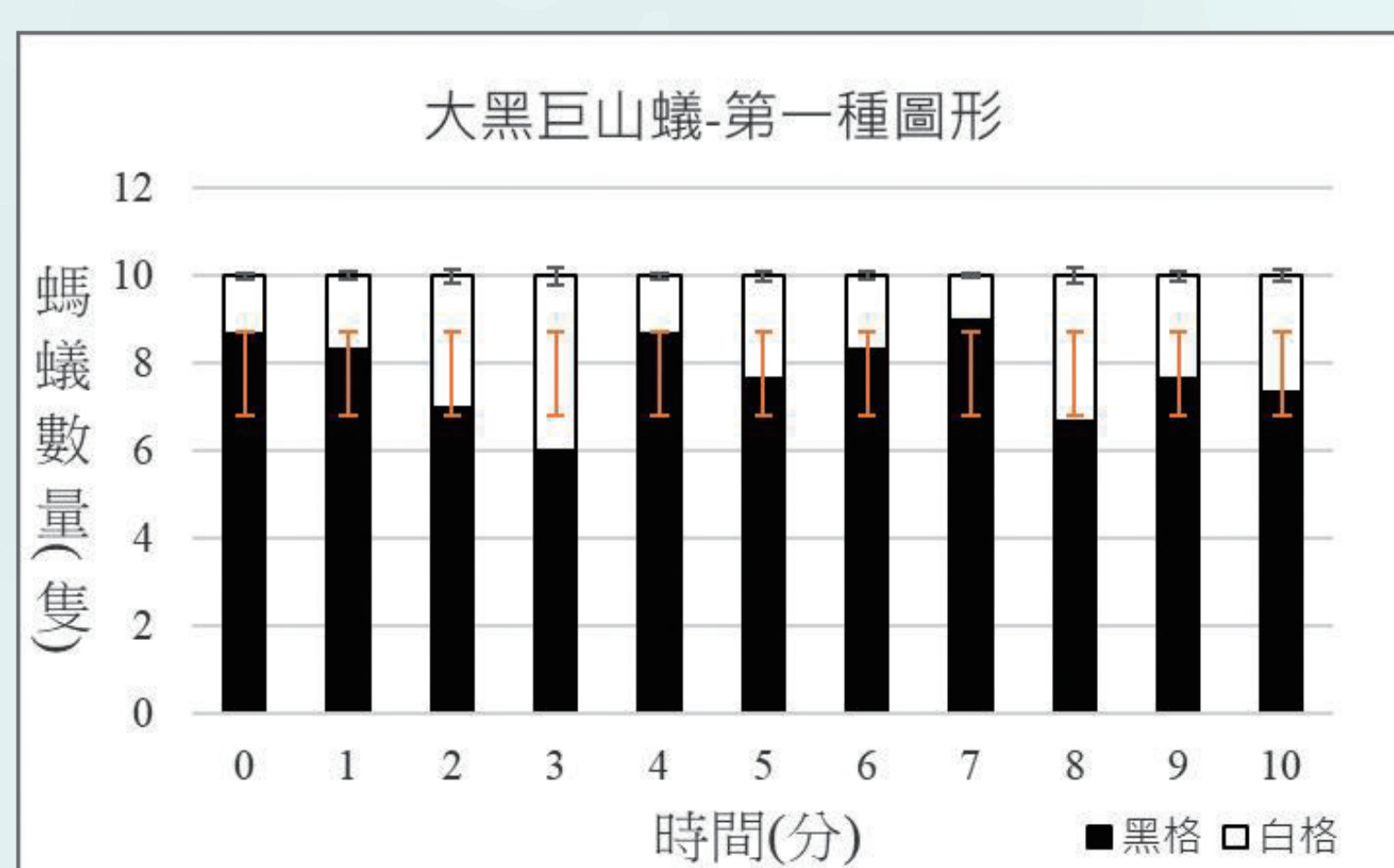
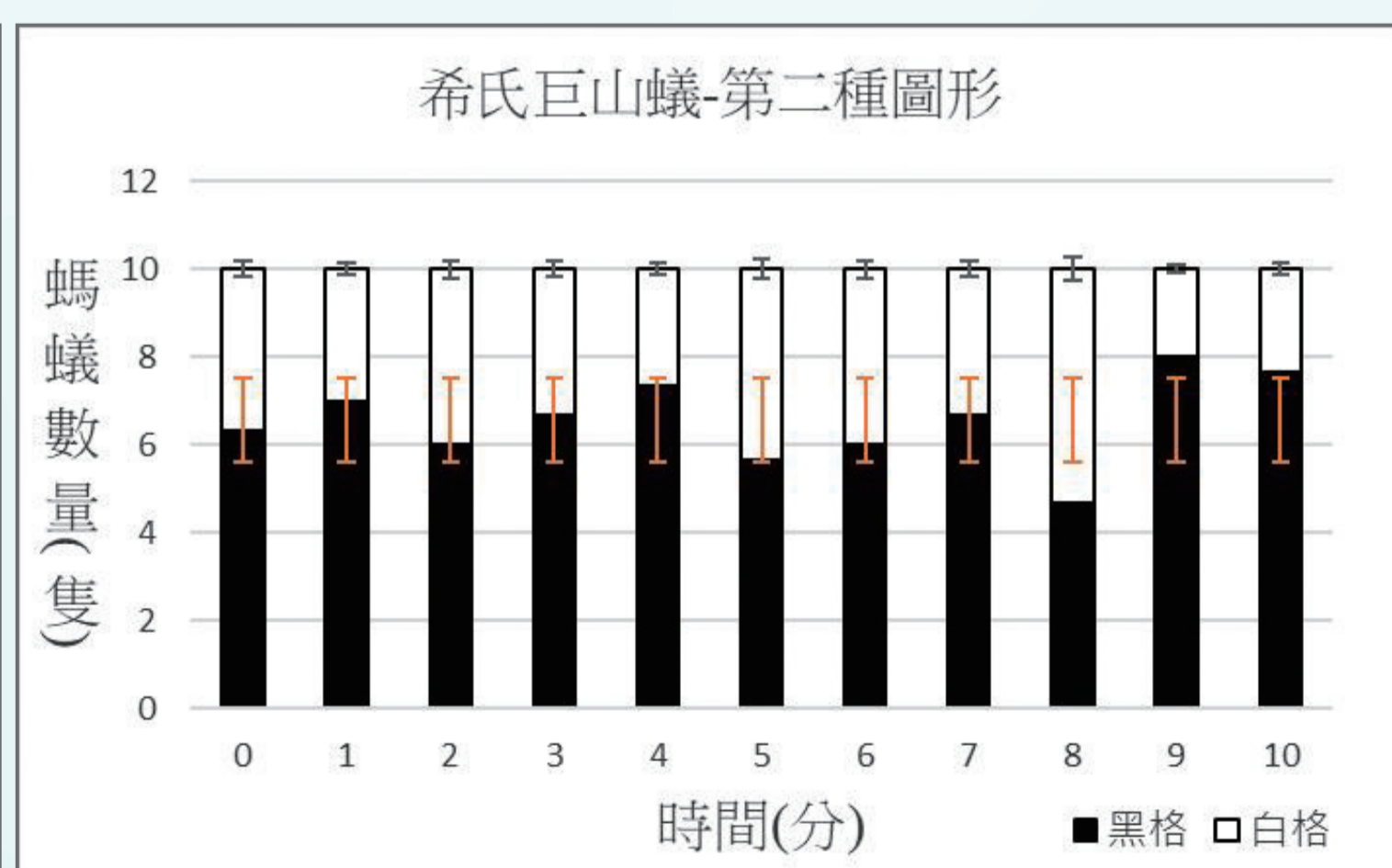


圖 4-2-d、大黑巨山蟻兩種圖形測試

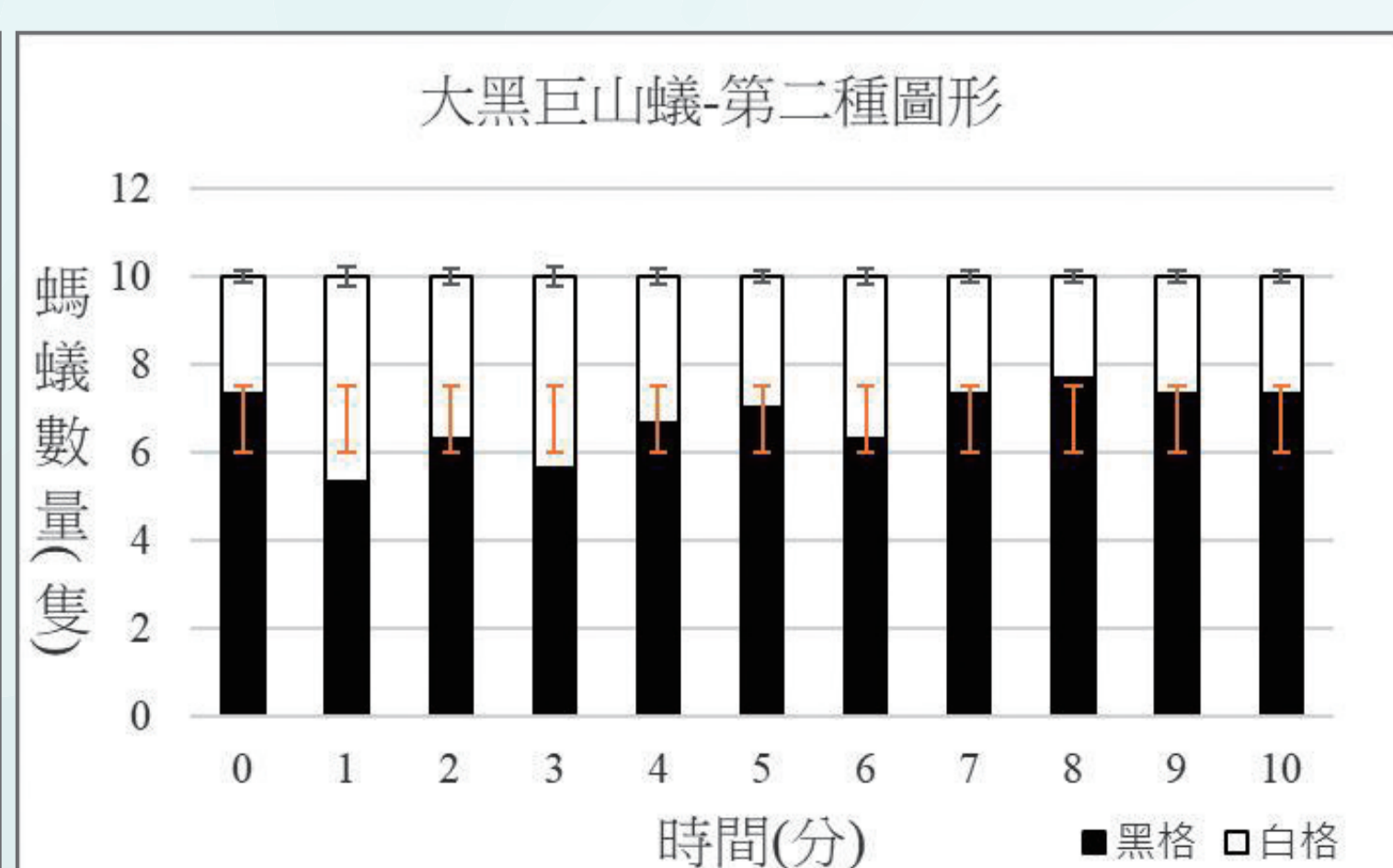


圖 4-2、棋盤格實驗



圖 4-3、螞蟻會以黑色格子呈對角線行走



二、習性實驗

(一) 希氏巨山蟻

實驗第一天，我們發現蟻蟻主要在黑白邊緣行走（圖 4-4-a），而實驗第二、三天則主要行走在斜對角線與黑色邊緣（圖 4-4-b）；實驗四到六天，將原本黑色 L 型替換成白色 L 型紙卡後，我們發現蟻蟻行走路線主要以黑色邊緣及黑色區域為主，少數會沿著斜對角線行走（圖 4-4-c）。

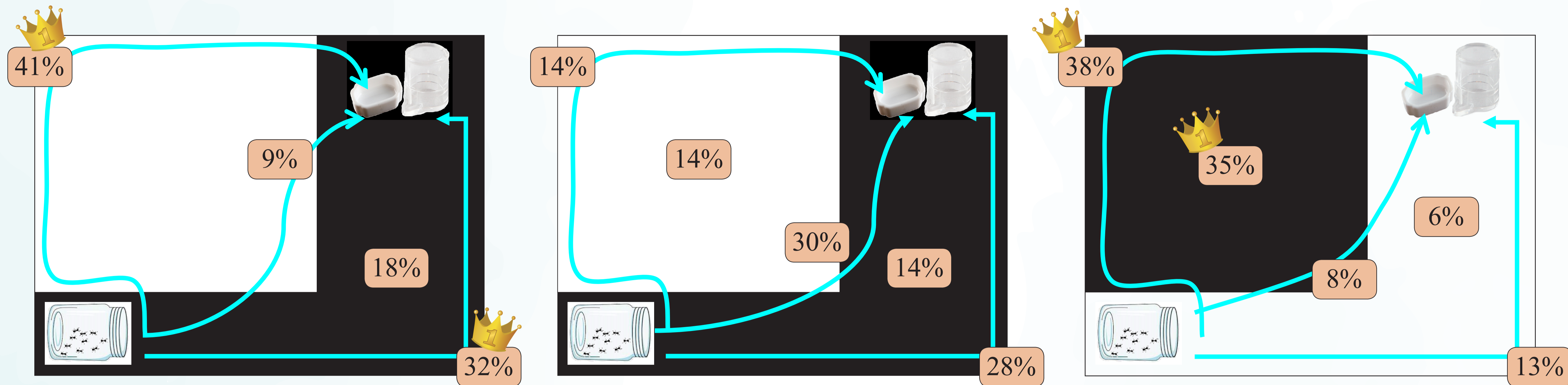


圖 4-4-a、希氏巨山蟻第一天路徑圖

圖 4-4-b、希氏巨山蟻第二、三天路徑圖

圖 4-4-c、希氏巨山蟻第四～第六天路徑圖

圖 4-4、希氏巨山蟻習性測試路徑圖

(二) 大黑巨山蟻

實驗第一天，我們發現大黑巨山蟻主要都會沿著黑色邊緣行走，而有部分蟻蟻走進白色區域後，會迅速折返。（圖 4-5-a）

實驗第二、三天，我們觀察到蟻蟻行走白色邊緣及對角線的頻率明顯增加（圖 4-5-b）。

實驗第四～六天，將原本黑色 L 型紙卡替換成白色 L 型紙卡後，我們發現蟻蟻以白色與黑色邊緣行走最為頻繁。（圖 4-5-c）。

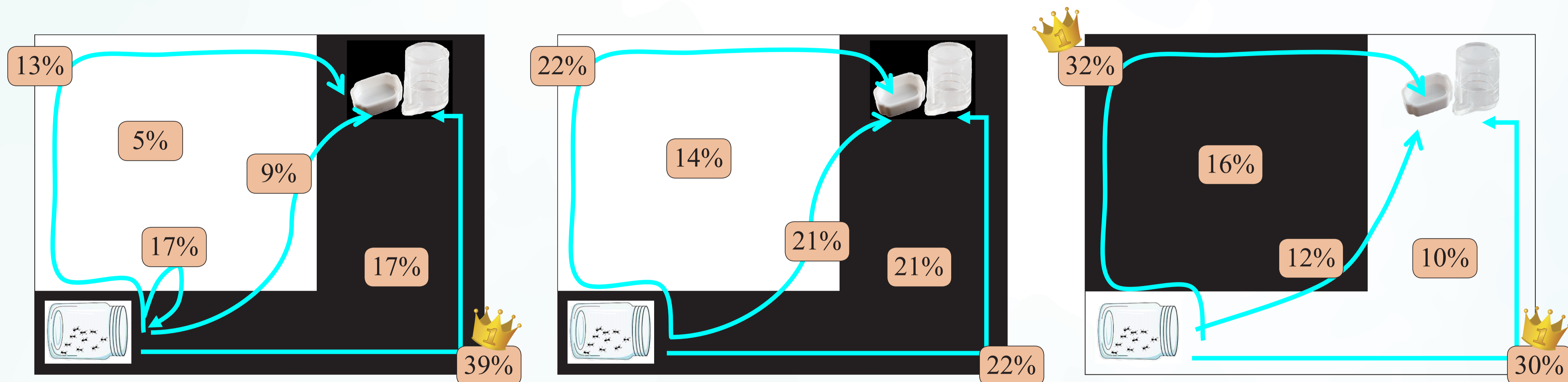


圖 4-5-a、大黑巨山蟻第一天路徑圖

圖 4-5-b、大黑巨山蟻第二、三天路徑圖

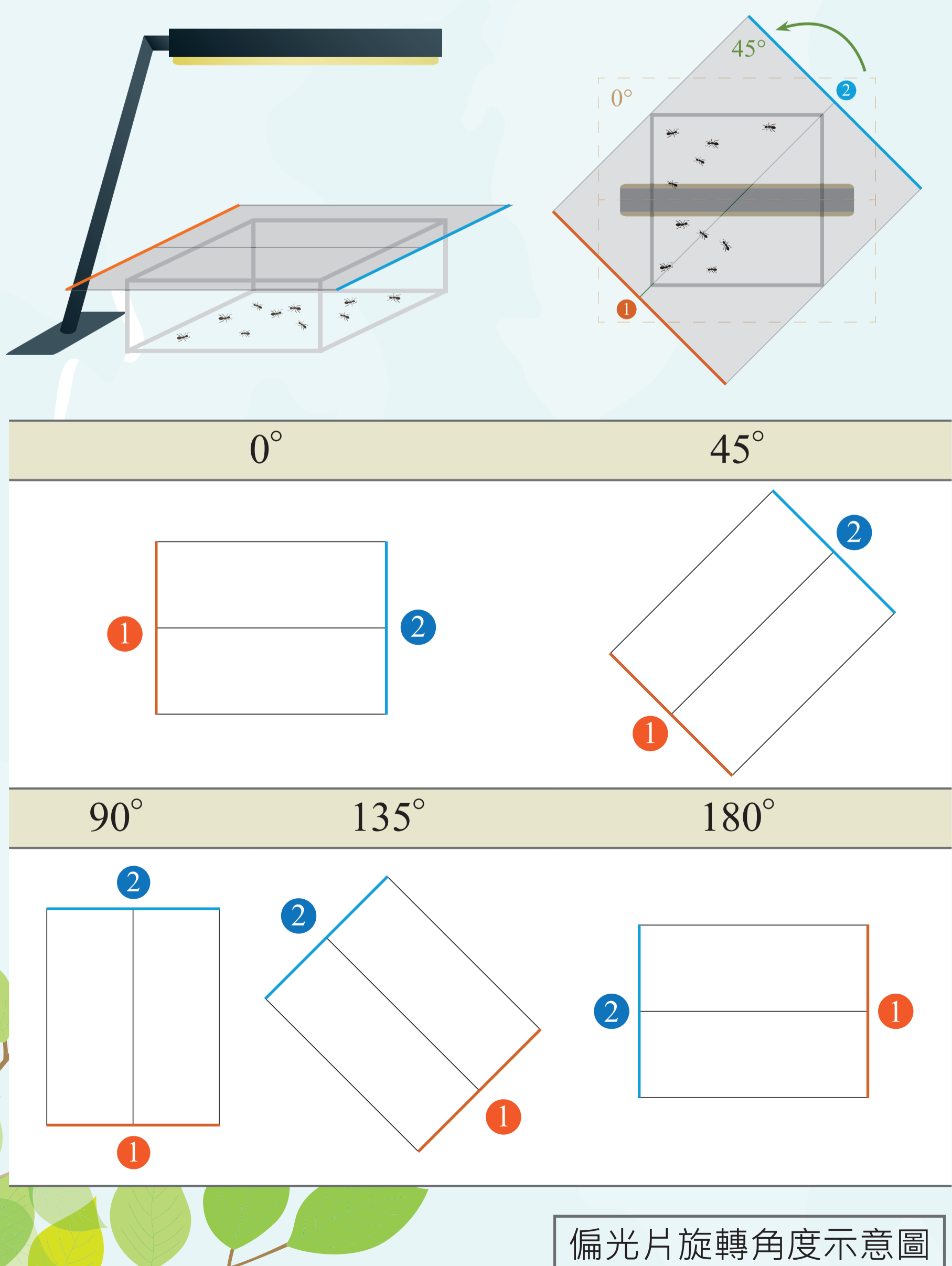
圖 4-5-c、大黑巨山蟻第四～第六天路徑圖

圖 4-5、大黑巨山蟻習性測試路徑圖

三、偏光測試

我們考量太陽照射時會有偏折，因此我們記錄分析各個時段陽光的亮度，以作為後續偏光片實驗的標準及依據。

在 0 度時，因為原本蟻蟻位置較分散，進而影響圖形的判斷，因此將每隻蟻蟻的移動路線分開顯示，發現大部分蟻蟻會由原本位置移動至西南方（圖 4-6），而在轉為 45 度後，多數的蟻蟻會在西方南北移動，而轉為 90 度時，大部分蟻蟻會在東方移動，最後轉到 135 度時，大部分蟻蟻會在西南方活動（圖 4-7）。



偏光片旋轉角度示意圖

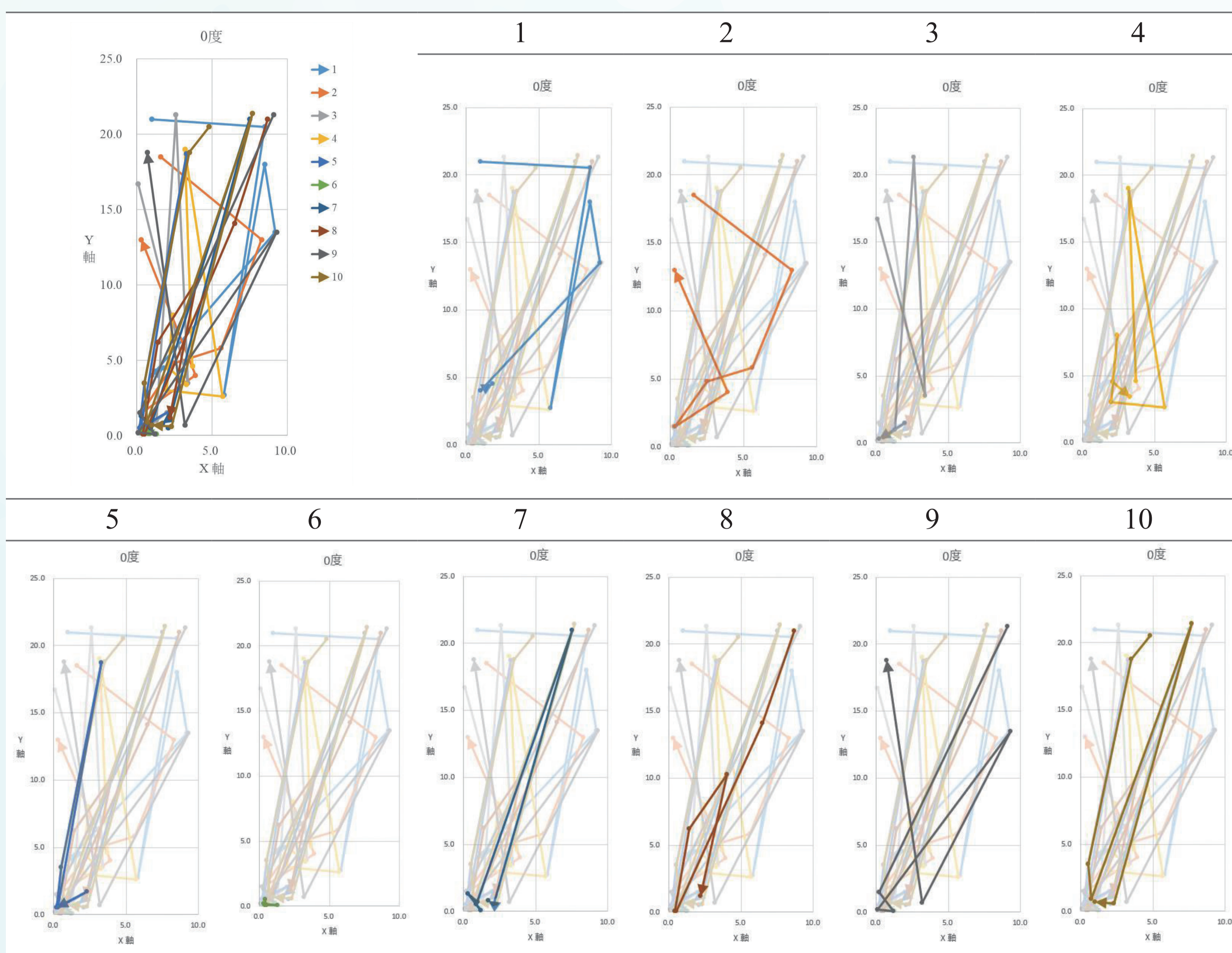


圖 4-6、偏光實驗初始位置散佈圖

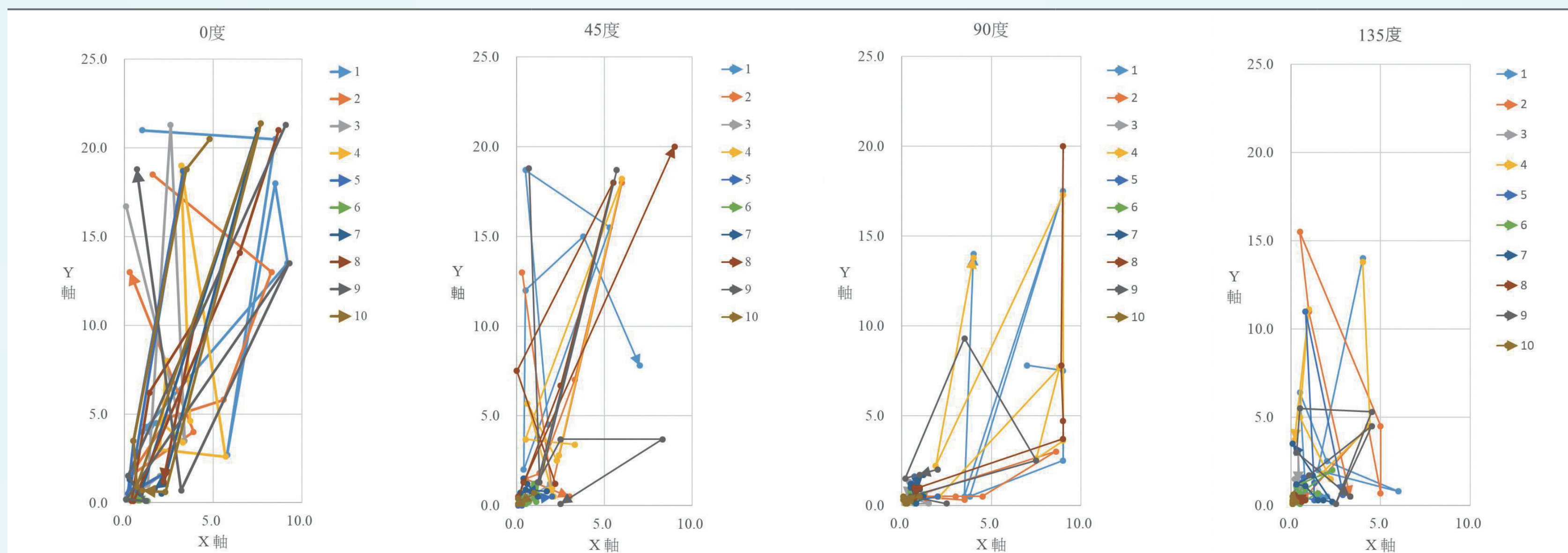


圖 4-7、不同角度偏振光路徑散佈圖

伍、討論

表一 希氏巨山蟻與大黑巨山蟻的比較

	希氏巨山蟻	大黑巨山蟻
體型	較大(工蟻約 5~8mm)	較小(工蟻約 4~6mm)
行動	群體行動	單獨行動
趨光性	夜行性	日行性
棲地	土棲	樹棲

一、環境測試

經由上述實驗，發現螞蟻較喜歡黑色環境，推測與黑色環境可能與自然棲息地的陰暗環境相似，使得螞蟻較能隱藏自己。

二、習性測試

由上述實驗，我們歸納出希氏巨山蟻為夜行性動物，主要會行走在黑色環境；而大黑巨山蟻是日行性動物，對白色接受度較高，會受之前殘留的費洛蒙影響，因此行在白色邊緣的頻率比希氏巨山蟻高。

三、偏光測試

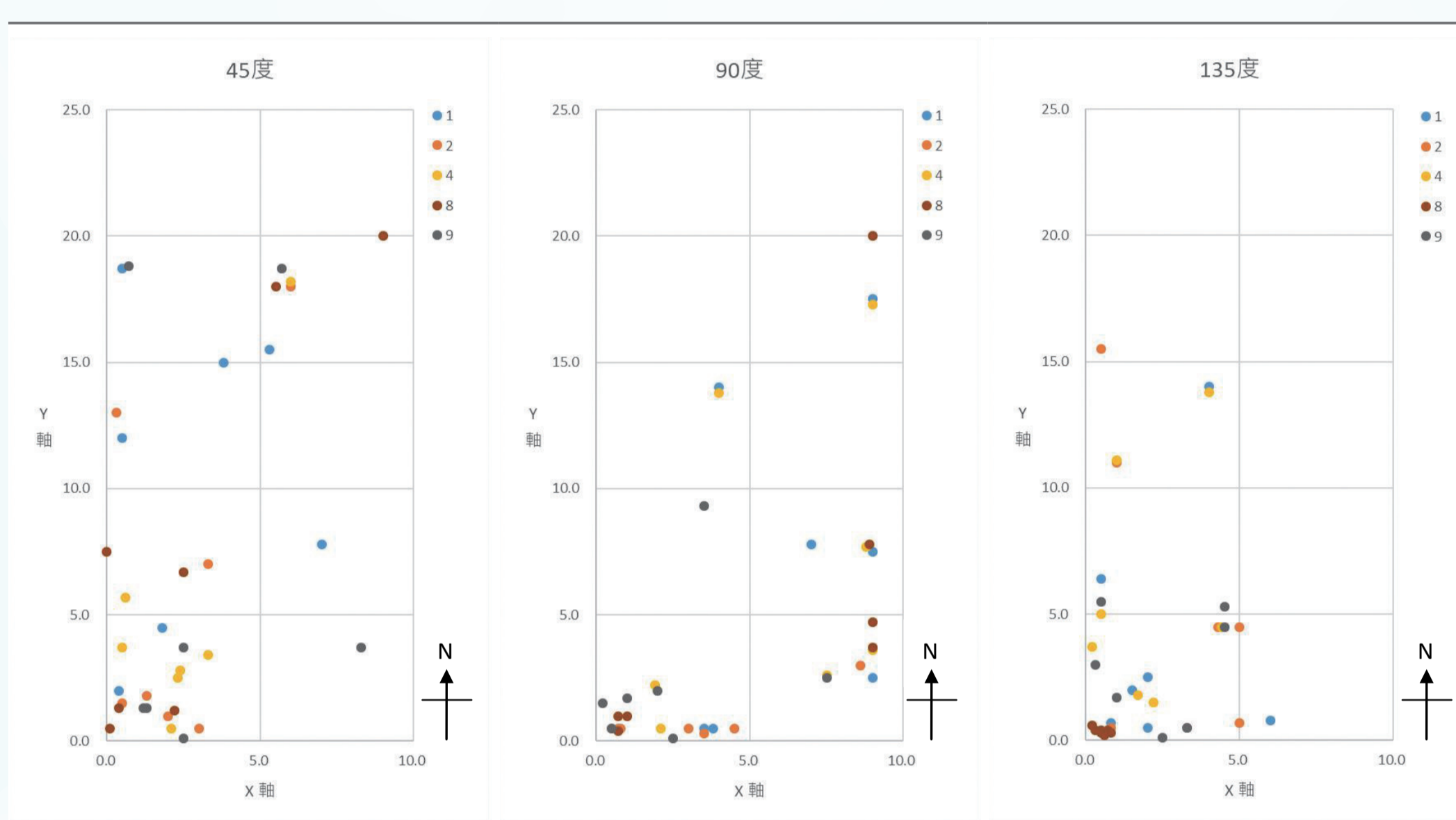


圖 5-1、希氏巨山蟻偏光實驗

表二 習性測試 - 螞蟻路徑對照表

時間	主要路徑	探討
第一天	黑、白邊緣	希氏巨山蟻 夜行性動物，路徑受到體型和食性的影響，因此傾向於選擇較為穩定且容易辨識的路徑。
第二、三天	黑色邊緣、斜對角線	
第四~六天	黑色邊緣、黑色區域	
第一天	黑色邊緣	大黑巨山蟻 螞蟻會受費洛蒙影響行進路線，大黑巨山蟻以單獨行動為主，所以也會尋找不同的覓食路徑，進而提高生存與繁殖的成功機率。
第二、三天	斜對角線頻率增加	
第四~六天	黑、白邊緣	日行性動物對白色接受度較高，因此螞蟻會遵循之前留下的費洛蒙路徑行走。走邊緣也可以幫助螞蟻維持直線行走，從而提高覓食效率。

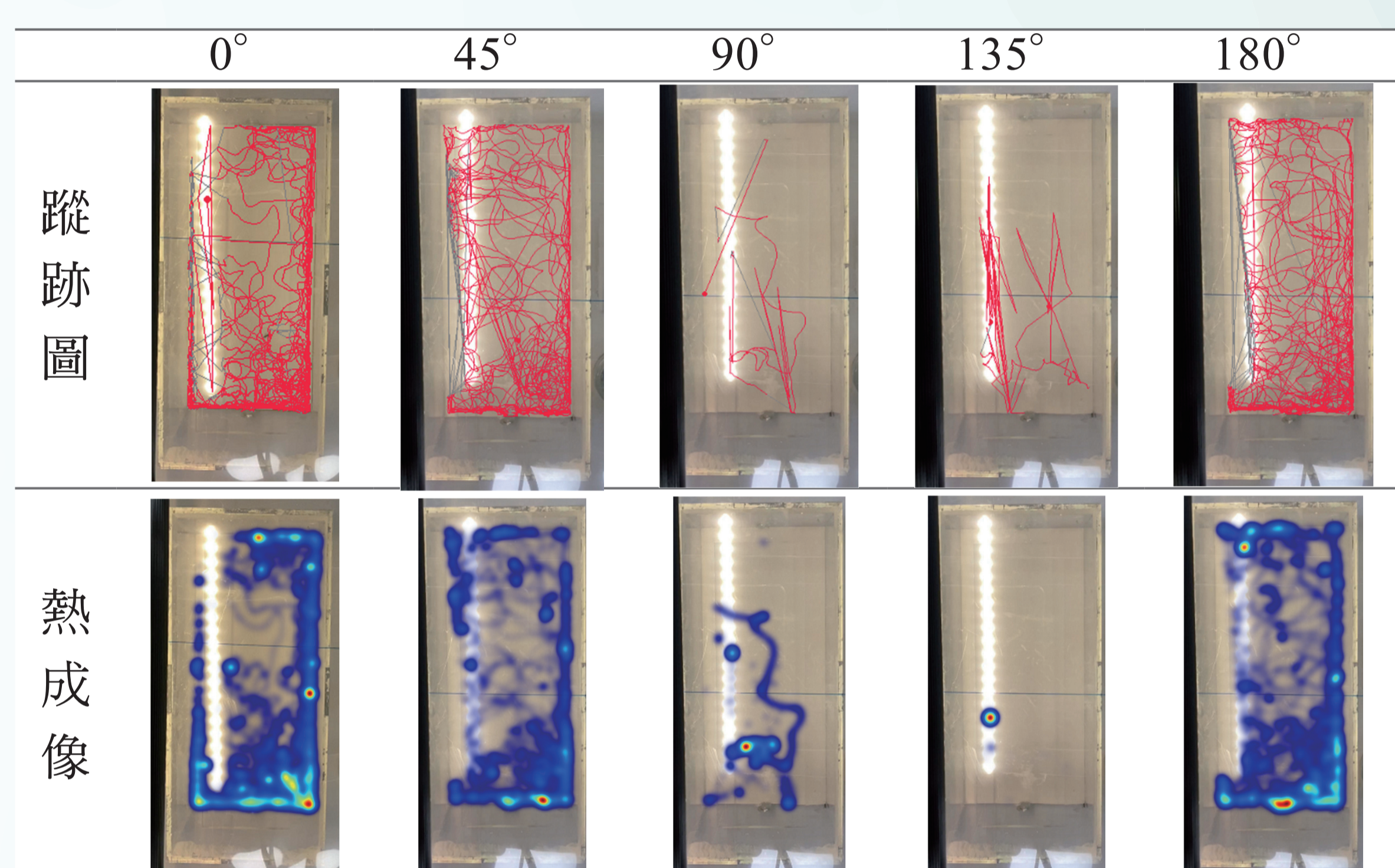


圖 5-2、大黑巨山蟻偏光實驗

螞蟻會利用太陽的位置和光的偏振方向來定位和導航，轉動偏光片會讓螞蟻以為陽光方向發生改變，影響牠們的導航系統，使其行進方向發生改變。

四、本次研究改善空間及未來期許

- (一) 未來我們可以在黑白環境的上方增加偏光片，探討螞蟻是受到太陽光還是地面反射光的影響而知道太陽方位。
- (二) 偏光片實驗中，需耗費大量時間及人力分析螞蟻每分鐘所在位置，後來也有與大學合作，使用軟體分析大黑巨山蟻的行進路線，未來能分析多組數據，能讓實驗更加精確及完整。
- (三) 後來我們製作了螞蟻複眼模型，未來可以應用於太陽定位上。由於它不是利用地磁定位，也可以作為航空或航海中尋找方向的指標。

陸、結論

一、環境測試：在環境選擇實驗中，大多數的螞蟻都會選擇在黑色環境活動。

二、習性測試：

- (一) 希氏巨山蟻：主要以黑色環境行走為主，推測希氏巨山蟻為夜行性動物，在黑色環境會使其更具安全感。
- (二) 大黑巨山蟻：第二、三天發現螞蟻會行走多條路徑，推測受環境影響較小；而換成白色 L 型紙卡後，行走白色邊緣較前三天頻繁，推測其較易受上面的費洛蒙影響。

三、偏光實驗：螞蟻的複眼可以判別不同的偏振光，因此改變偏光片角度會讓螞蟻的行進方向發生改變。

柒、參考資料及其他

一、Peggy Sha. (2017) · 40% 的螞蟻天天裝忙？廢柴「懶惰蟻」為何存在？ · PanSci 泛科學 ·

取至：https://pansci.asia/archives/127196#google_vignette

二、中華民國第 53 屆中小學科學展覽會作品說明書 · 高中組生物科 · 黑棘蟻棲地選擇喜好之探討。

三、威爾森, E. O., & 霍德伯勒, B. (2019) · 《螞蟻螞蟻》：螞蟻最大的生存危機不是過熱（冷）或水淹，而是乾旱 · The News Lens 關鍵評論網 ·

取自：https://www.thenewslens.com/article/127848#google_vignette

四、顧世紅 (2021) · 化學物質操控大師！螞蟻的行為與化學訊息物質 · 科學月刊 Science Monthly, 619 期

五、Dr. Joanna Woodnutt(2023) · How Does Light Influence Ants?

捌、附錄 (照片攝影索引)

第一指導教師：圖 4-3 第二指導教師：圖 4-2-a

第一作者：圖 2-1-a 第二作者：圖 2-1-b 第三作者：圖 2-3-a、圖 2-3-b 第四作者：圖 2-2 第五作者：圖 4-1-a

第六作者：圖 2-1-c、圖 4-2-b