

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生物科

第三名

080306

「蛛」似「螞」跡——大蟻蛛生態習性與擬態行為
之探討

學校名稱：嘉義市東區崇文國民小學

作者： 小五 黃毓惠 小五 林宗宥 小五 葉書祐	指導老師： 李宗來 廖建溢
---------------------------------------	-------------------------

關鍵詞：大蟻蛛、生態習性、擬態行為

摘要：

大蟻蛛遊獵捕食，捕食模式介於蠅虎與棘蟻之間。會構築較簡易的棲息巢、包覆性較好的蛻皮巢與穩固性高的產卵巢，會利用舊巢，尤其密巢。雄蛛求偶以第一步足、上顎、觸肢穩定雌蛛後交配。雌蛛偏好在約 90°夾角葉片築產卵巢。有育幼行為，子代會與雌親蛛同巢至成蛛期。

大蟻蛛以視覺、嗅覺與觸覺接近蟻群，偏好在蟻巢附近築巢，在蛛巢外布置干擾絲、出入口設置簾幕絲，取得庇護又避免螞蟻誤入。大蟻蛛步行、克服障礙與避敵模式都類似棘蟻。以軟體模擬改變大蟻蛛運動模式實驗中，蟻蛛模式可降低被捕食機率。**特別的是大蟻蛛也能混入蟻群獵捕與棘蟻共生的蚜蟲，可能兼具貝氏與攻擊型擬態。棘蟻會利用大蟻蛛取食後的獵物殘渣，牠們可能具有互利共生的關係。**

壹、研究動機：

假日阿公、爸爸常帶著我到處爬山走步道，有一次無意中發現了一隻有著長長「香腸嘴」的螞蟻。怎有螞蟻長成這樣？又是那種螞蟻呢？貼近牠仔細一看，哇！牠有八隻腳，是蜘蛛！因為這樣的巧遇與好奇，讓我與好友們一起投入了探索蟻蛛的歷程。

貳、研究目的：

- 一、大蟻蛛的生態習性
- 二、大蟻蛛的擬態行為

參、研究設備及器材：

解剖顯微鏡、攝影機、數位相機、筆記型電腦、長方形透明盒(15.5cm×12cm×8cm; 12.5cm×8.5cm×4cm、27cm×23cm×7.5cm)、水族箱(60cm×30cm×35cm)、正方形透明容器(10cm³)、圓形布丁盒(直徑 7.5cm、4.5cm；直徑 9.5cm、高 5.5cm)。

肆、研究架構：如研究架構圖



伍、研究過程、方法、結果與討論：

【研究一】、大蟻蛛的生態習性

一、野外調查：一開始以掃網採集，發現效果不佳，因此我們假設大蟻蛛會在有棘蟻的環境下出現，試著找到更容易發現大蟻蛛的方式。

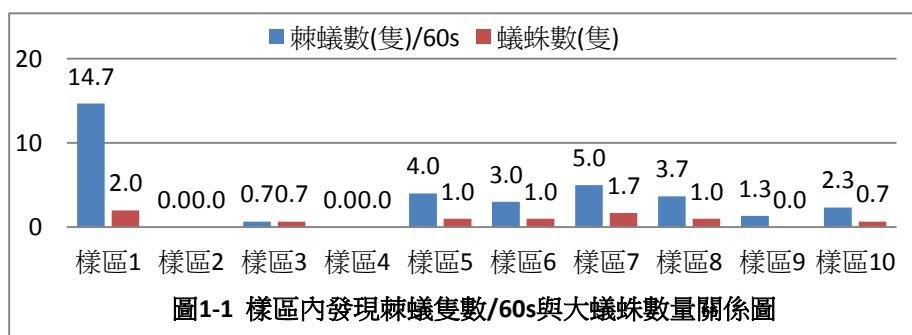
研究過程與方法：

(一) 步道每 20 公尺設一個樣區，每樣區調查範圍長 2 公尺，深 1 公尺，共 10 樣區。

(二) 每樣區，先紀錄 1 分鐘的棘蟻出現頻率，再進行 20 分鐘大蟻蛛數量的搜尋。

結果：在樣區內可發現三種棘蟻，分別為黑棘蟻、渥氏棘蟻與某種棘山蟻(應為麥氏棘蟻)，發現在10個樣區內有發現棘蟻就可找到大蟻蛛的的機率是87.5%(7/8)，且當樣區內沒有發現棘蟻時(樣區2、樣區4)，也沒有搜尋到大蟻蛛的蹤跡。結果如圖1-1。

討論：結果符合原先假設，因此接下來我們都以有發現棘



蟻的環境來搜尋，果然更容易找到大蟻蛛。我們想探討大蟻蛛為何擬態成棘蟻且棲息在有棘蟻的環境呢?是否能因此獲得生存優勢呢?

二、大蟻蛛的形態特徵與習性：

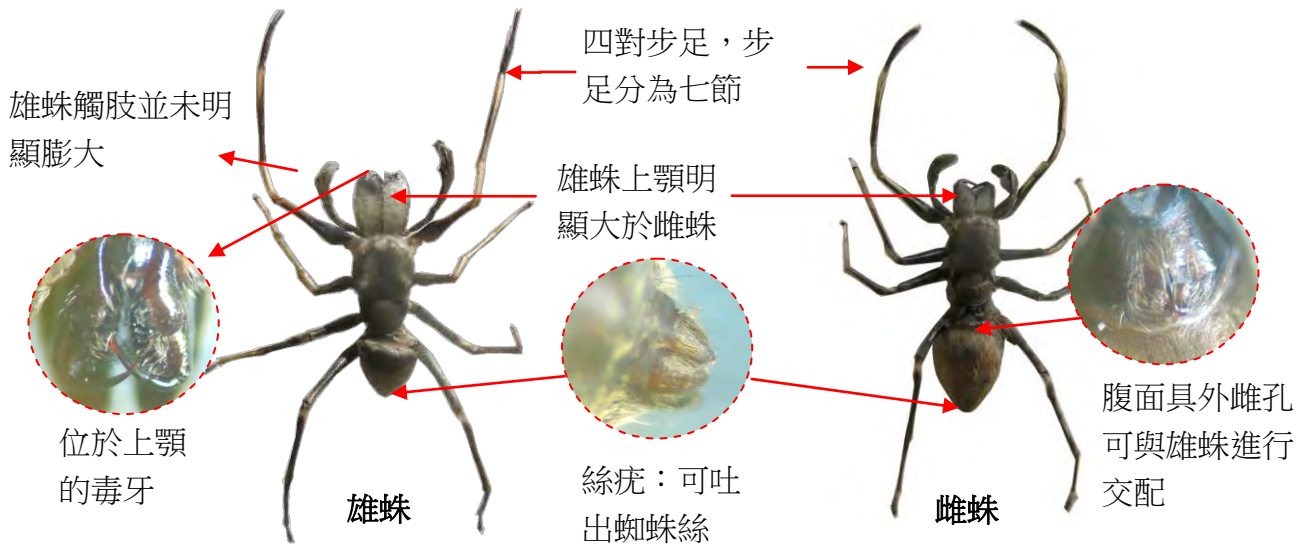
(一)形態特徵

研究過程與方法：將大蟻蛛放入飼養盒內，每隔三天以果蠅、蟋蟀若蟲、蟑螂若蟲與蚜蟲進行飼養並觀察記錄大蟻蛛特徵與習性。

結果與討論：

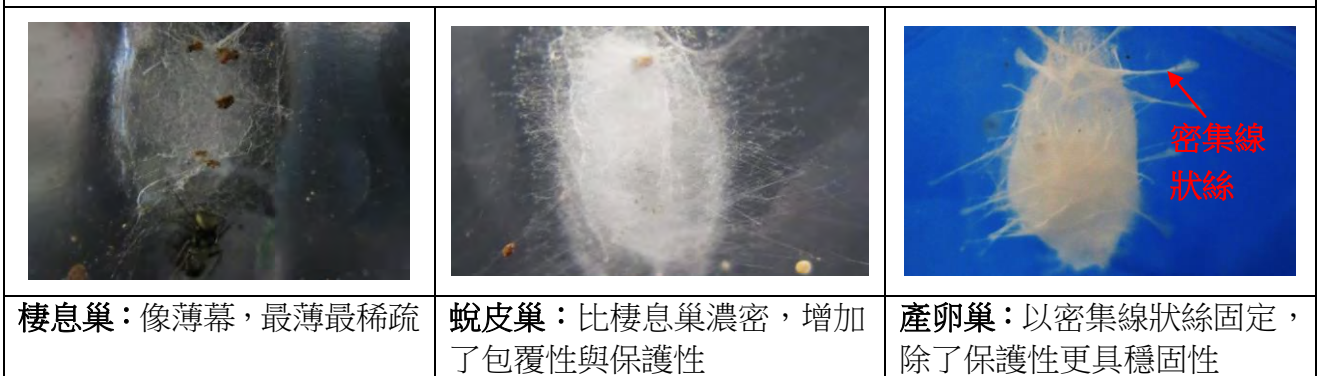
		
1.卵淡黃色，約0.65mm常數顆聚集成團	2.產卵巢內頭胸灰色腹部綠色的個體應是幼蛛，從卵至幼蛛約12-22天，體長約1.24mm。	3.若蛛：約11-20天後蛻皮成若蛛，略具大蟻蛛形態，但步足略透明白色。體長約2.79mm。

4.成蛛：若蛛在幾次的蛻皮後成為成蛛，約需40-70天，雄蛛體長約7.20mm，雌蛛體長約6.50mm。成蛛的形態特徵如下圖：



5.蛻皮：大蟻蛛蛻皮時會縮伏在以絲構成的巢內，時間大約2-4天。會在巢內蛻皮，蛻皮後會將蛻皮移至巢外。每次蛻皮間隔時間約16-33天不等。

6.築巢：大蟻蛛會依需求而築不同的巢，我們將它分成棲息巢、蛻皮巢、產卵巢。



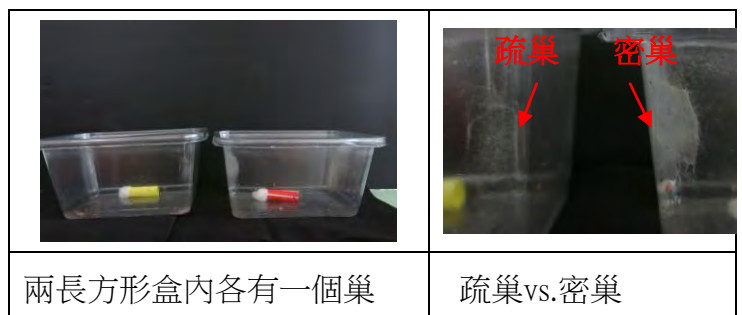
棲息巢：像薄幕，最薄最稀疏

蛻皮巢：比棲息巢濃密，增加了包覆性與保護性

產卵巢：以密集線狀絲固定，除了保護性更具穩固性

(二)棲巢習性

大蟻蛛有築巢棲息的習性，牠會利用其他大蟻蛛遺留的巢嗎？巢的結構完整度會影響選擇嗎？



研究過程與方法：

分別選擇一盒密巢與疏巢，各放入一隻飽食後且不是原構築巢的大蟻蛛，觀察利用巢絲棲息的情形，實驗重複三次。

結果：發現所有實驗的大蟻蛛都會棲息其他大蟻蛛所築的巢，

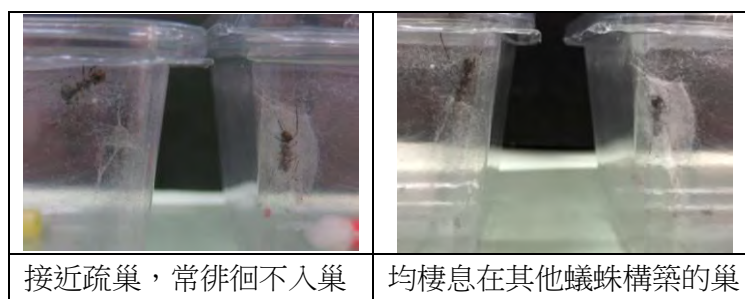
而且在較短的時間棲息到密巢，最快在10分鐘進入巢內，而疏巢則都7小時以上，結果如表 1-1：

表 1-1 大蟻蛛棲息他隻構築巢結果表

巢型	組別	第一組		第二組		第三組	
		棲息	時間	棲息	時間	棲息	時間
密巢		✓	<1hr	✓	<1hr	✓	10min
疏巢		✓	>8hr	✓	>8hr	✓	7-8hr

✓：代表進入巢內棲息；時間：第一次進入棲息巢棲息時間
hr：小時；min：分鐘

討論：由大蟻蛛利用遺留空巢棲息的結果來看，我們認為築巢可能消耗能量，若能利用空巢，可能減少耗能。觀察時發現大蟻蛛接近疏巢時常在巢外徘徊，甚至離開，最後



可能搜尋整個飼養盒後，在沒有其他選擇的下才入巢棲息。較完整的巢較容易吸引大蟻蛛前來棲息。

(三)捕食：

大蟻蛛的捕食模式比較像跳蛛還是棘蟻呢？我們進行同為跳蛛科的安德遜蠅虎、黑棘蟻與大蟻蛛三個物種捕食或攻擊行為模式的比較。

研究過程與方法：

- 1.隨機選擇5隻成熟的大蟻蛛、蠅虎與黑棘蟻工蟻放入白色珍珠板盒內(減少視覺影響)。
- 2.放入蟋蟀若蟲，觀察記錄捕食與攻擊情形。

結果：發現所有黑棘蟻會直接攻擊獵物，並沒有撲食的行為。大蟻蛛有部分(2隻)會直接捕食，另外出現的捕食方式是接近至平均距離約3.92mm時進行撲食。而蠅虎則會在離獵物一段距離時再一步一步緩慢接近至平均距離約13.18mm再進行撲食。如圖1-2、1-3

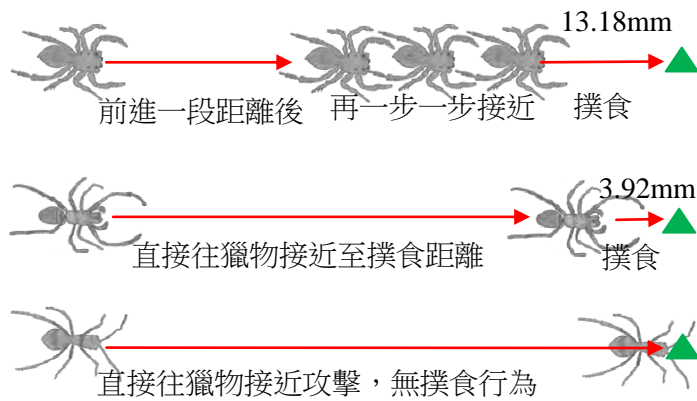
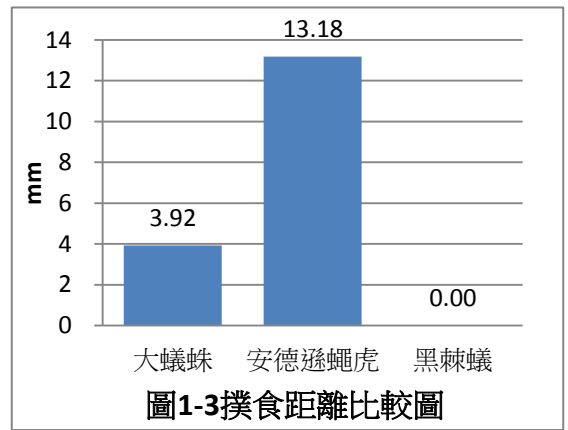


圖1-2 蠅虎、蟻蛛與棘蟻捕食與攻擊獵物比較圖 ▲：獵物



討論：大蟻蛛有部分個體與黑棘蟻的攻擊很相似，直接衝向獵物攻擊捕食，但多數會衝到接近獵物後撲食，與安德遜蠅虎在一定距離時一步一步的接近獵物再撲食不同。我們認為大蟻蛛不僅在形態上很像棘蟻，在行為上也像棘蟻，讓獵物誤認接近牠們的可能是較少主動攻擊的棘蟻而放鬆戒心，也藉此更接近獵物再進行捕食。

(四)繁殖：

(四)-1 求偶與交配

研究過程與方法：

將成熟雄蛛與雌蛛先隔離緊鄰飼養，雄蛛發現雌蛛後再將牠們共同放入一個長方形飼養盒內，以攝影機記錄求偶與交配的過程。

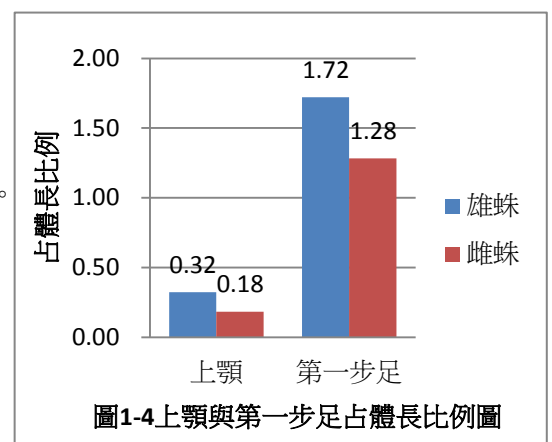
結果與討論：







1.求偶時，雄蛛會緩慢靠近雌蛛，伸長第一步足在雌蛛周圍跳起左右移動舞步。

2.當雌蛛接受時，雄蛛會伸直第一步足靠近接觸穩定雌蛛，再以上顎與觸肢接觸更加穩定雌蛛後，進行交配。

3.雄蛛會將觸肢伸入雌蛛的一邊外雌孔交配，然後換邊。交配平均時間約為22分10秒。

4.測量三對成熟的大蟻蛛的上顎與第一步足占體長的比例，發現雄蛛的第一步足與上顎佔體長比例均大於雌蛛，結果如圖1-4。因此我們認為雄蛛的第一步足與上顎的長度是牠的性徵也可能對求偶行為有所影響。



		
伸直第一步足，跳起左右移動舞步	完全伸直第一步足接近	第一步足接觸穩定雌蛛
		
觸肢伸入外雌孔	移動身體至雌蛛腹部一側將觸肢伸入外雌孔，之後再換邊	上顎與觸肢接觸雌蛛，更進一步穩定雌蛛

(四)-2 產卵與育幼

1. 飼養盒產卵觀察：

研究過程與方法：將交配後的雌蛛放入長方形透明盒內觀察其產卵與育幼行為。

結果與討論：

- (1)雌蛛容易在飼養盒的角落築起產卵巢。
- (2)每隔約2-4天產一團卵，約可產1-5個卵團，每團約6-7顆卵。
- (3)幼蛛到若蛛期不會離巢，雌親蛛在產卵巢內育幼，直到長成至成蛛。**但長成的子代數與一開始卵數有明顯差異。**我們對於為何若蛛可以不離巢而存活感到疑惑:**是雌蛛哺育呢? 還是子代以未孵化的卵為食? 或雌蛛取食卵團做為營養來源並控制巢內子代數?** (2018年12月網路刊載**大蟻蛛會哺乳育幼**，但卵數與孵化數不符的原因未來可繼續深入探討)。
- (4)發現當若蛛部分步足出現長形黑斑時，可以開始到巢外進行捕食。
- (5)若產卵巢受到嚴重破壞時，雌蛛會放棄護巢與育幼，甚至捕食子代。

		
大都在飼養盒側面交角處(約90度)築產卵巢	也會在盒口與盒蓋交接處(約90度)築產卵巢	約每隔2-4天產一卵團，約可產1-5個卵團

	 <p>部分還全是白色透明狀</p> <p>長形黑斑</p> <p>取食蚜蟲</p>	 <p>若蛛</p>
若蛛可在巢內與雌親蛛共同生活至成蛛階段	若蛛部分步足出現長形黑斑時可至巢外捕食	巢被嚴重破壞時會放棄護巢與育幼，甚至取食自己的子代
 <p>第4塊卵團</p>	 <p>第5塊卵團</p>	 <p>蟻蛛子代維持著 8 隻</p> <p>第 4 與第 5 塊卵團幾乎消失</p>
5/6 日記錄到第 4 塊卵團。	5/8 日記錄到第 5 塊卵團。	5/16 日巢內 8 隻蟻蛛子代，5/17 日蟻蛛子代沒有增加，但第 4、5 塊卵團幾乎消失了。

2.產卵巢植物偏好：在飼養盒內大蟻蛛會將產卵巢築在角落，那在野外會築在哪裡呢？

研究過程與方法：

(1)選擇樣區內發現大蟻蛛蹤跡頻率較高四種植物-老荊藤、柚葉藤、絡石與大花咸豐草做為大蟻蛛築產卵巢的選擇。

(2)將交配後的雌蛛放入放置四種植物的長方形透明水族箱內，觀察紀錄築產卵巢的情形。實驗重複三次。

結果：

(1)產卵巢植物選擇結果如表1-2，發現三次實驗雌蛛都選擇了老荊藤的葉面築產卵巢。

(2)築巢前先以絲在葉柄基部進行固定，葉柄基部若較新鮮穩固，則不會吐絲固定。育幼過程中會隨時補強葉柄基部的固定絲以防葉片掉落。

(3)接著以「之」字型方式吐絲將葉片拉合起來，並且在產卵巢偏中間位置以密集線狀絲進行連結加強固定，然後往兩側再以密集線狀絲進行補強。之後再以「之」字型方式吐

表1-2 大蟻蛛產卵巢植物選擇結果表





組別	第1組	第2組	第3組
大花咸豐草	X	X	X
老荊藤 	○	○	○
柚葉藤	X	X	X
絡石	X	X	X
○：為大蟻蛛選擇築產卵巢；X：沒有			

絲將產卵巢包覆更不透明。

		
都在老荊藤葉面上築產卵巢。	也可能利用兩片老荊藤葉片組合築產卵巢	先以「之」字型吐絲將葉片略為拉合起來
		
在巢偏中間位置開始築起密集線狀絲，再往兩側逐步增加。	枝條若較不穩固，如有枯萎狀，會築固定絲加以固定。	枝條穩固沒枯萎狀時，不結固定絲

討論：

- (1)一開始雌蛛會在四種植物間遊走，尋找適合的地點築產卵巢，且不會離開植物到水族箱內壁或底面遊走，我們認為大蟻蛛在野外應是將產卵巢築在植物的葉片上。
- (2)雌蛛都將產卵巢築在老荊藤的葉面上。而密集線狀絲即是我們之前發現在飼養盒內產卵巢上如營繩般的線狀絲，應是為了將葉片作進一步的拉合，達到更大的保護功能。
- (3)都選擇老荊藤築產卵巢的原因，我們認為在四種植物中應是**老荊藤葉片的夾角**讓雌蛛較容易在這裡將葉片拉合起來築巢。透過測量發現四種植物葉片夾角如下圖示。

			
老荊藤夾角大多約在90°左右	柚葉藤夾角大多約在120°左右	絡石夾角大多約在150°左右	大花咸豐草夾角大多約在180°左右

3.產卵巢葉片角度偏好：在產卵巢植物偏好實驗中，我們發現葉片夾角約90°的老荊藤是雌蛛偏好選擇築產卵巢的位置，若我們設計更多**不同角度**的模擬葉片，是否結果又會一樣呢？

研究過程與方法：

- (1)以雌蛛選擇的老荊藤葉片大小與形狀作為依據製作膠片模擬葉片並摺出30°、60°、90°、120°、180°等不同角度。
- (2)隨機將葉片黏著於鋁線枝條上。
- (3)將交配後的雌蛛與模擬植物一起放置在水族箱內，觀察記錄築巢的行為。



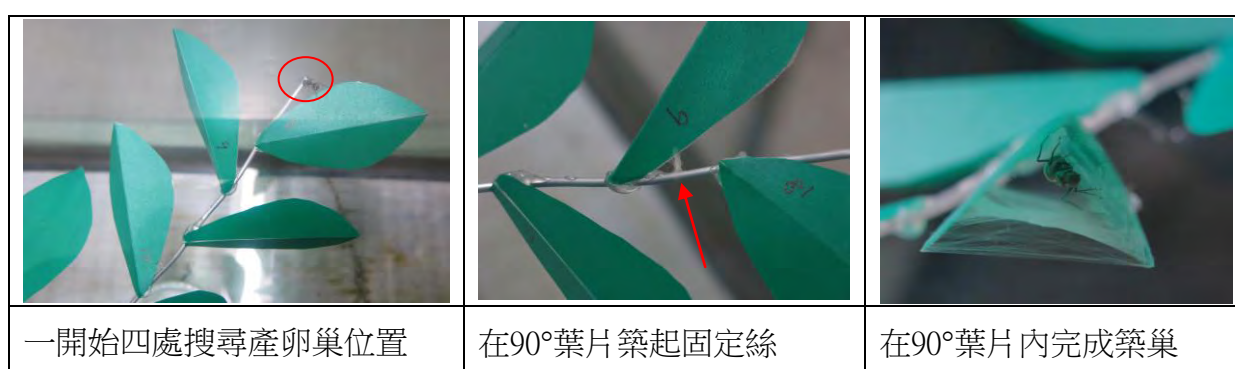
結果：發現雌蛛仍是在模擬的植物上遊走選擇築產卵巢的位置，而三次實驗都選擇了90°夾角的葉片。結果如表1-3。

討論：我們認為雌蛛選擇90°夾角的葉片，可能是利用葉片回復的彈力與蜘蛛絲產生張力形成了穩固的產卵空間。而較大角度的

葉片可能在將葉片拉合的過程會耗費更多的能量，因此大蟻蛛雌蛛可能較偏愛在夾角大約90°左右的葉片空間築產卵巢。

角度	第一組	第二組	第三組
30°	X	X	X
60°	X	X	X
90° 	○	○	○
120°	X	X	X
180°	X	X	X

○：為大蟻蛛選擇築產卵巢；X：沒有



【研究二】、大蟻蛛的擬態行為

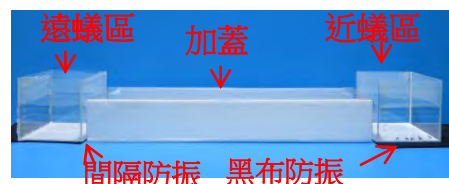
一、接近蟻群：

根據野外調查結果，我們發現有棘蟻的環境也較容易發現大蟻蛛的蹤跡，大蟻蛛是否會主動接近棘蟻呢？如果會，又是如何找到棘蟻呢？

(一)視覺搜尋接近蟻群：大蟻蛛是否以視覺接近蟻群呢？

研究過程與方法：

1.長形通道兩端分別為黑棘蟻群的近蟻區與空容器的遠蟻區，兩區與通道間隔約0.5cm並墊上黑布防止振動傳遞，加蓋減少嗅覺影響。



實驗圖示

2.每天9-16時每小時記錄蟻蛛接近蟻群的情形。

3.持續在一區遊走或停留超過2分鐘以上紀錄為近蟻區或遠蟻區，若超過10分鐘無上述情況則紀錄為NO，每次實驗三組，實驗重複三次。

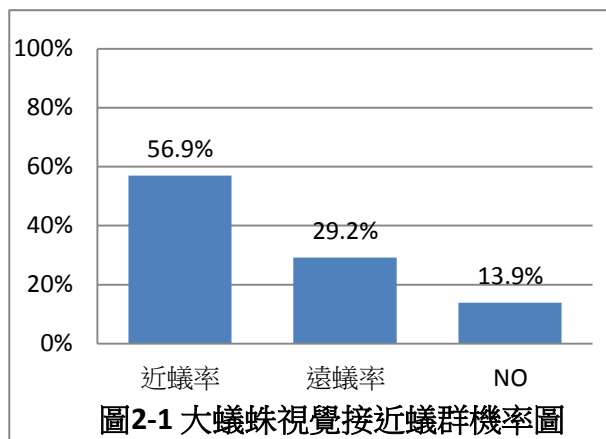


圖2-1 大蟻蛛視覺接近蟻群機率圖

結果：發現大蟻蛛近蟻率(56.9%)>遠蟻率(29.2%)，而大蟻蛛持續遊走機率为13.9%。大都以遊走方式徘徊在近蟻區。如圖2-1。



討論：我們發現大蟻蛛容易在容器內遊走，常在蟻群外徘徊超過2分鐘，且發現當棘蟻接近時，大蟻蛛會稍微退開但大多數個體會繼續再附近徘徊一段時間，而部分也會直接停留在蟻群附近，甚至築起棲息巢(2隻)。因此我們認為大蟻蛛應會以視覺主動的接近棘蟻群。

(二)嗅覺搜尋接近蟻群：在密密麻麻的草叢間，單以視覺就能接近棘蟻群嗎？文獻中提到蜘蛛的觸肢具有嗅覺，大蟻蛛是不是也可以透過嗅覺來尋找棘蟻的存在呢？

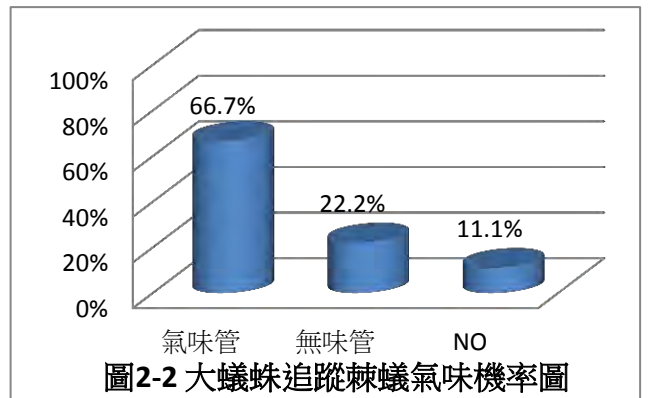
研究過程與方法：

- 1.以石膏製作蟻巢並讓具有黑棘蟻蟻后小族群能夠穩定的在巢內生長。
- 2.以兩支圓形透明塑膠管連通蟻巢與餵食區。其中一支管口兩端以過濾棉將其封住。
- 3.確認棘蟻成功至餵食區取食並來回兩區，取下透明塑膠管中的過濾棉。
- 4.將兩支塑膠管連通沒有螞蟻的新透明盒與不透明珍珠板盒(隔絕視覺影響)，將大蟻蛛放入

透明盒內。觀察2小時內的移動情形。實驗每次進行三組，共重複三次。

<p>在石膏上畫上蟻巢形狀再以雕刻刀刻劃出蟻巢</p>	<p>完成的蟻巢</p>	<p>將具棘蟻蟻后的小族群移入自製蟻巢內</p>
<p>以圓形透明管連接蟻巢與餵食區，其中一管以過濾棉封住兩邊出口</p>	<p>蟻群來回餵食區留下氣味後，將2管分別接到沒有螞蟻的2個新容器</p>	<p>將大蟻蛛放入透明盒內，○形記號為留有棘蟻的氣味的氣味管，△為無氣味管。</p>

結果：發現大蟻蛛從○形記號的氣味管進入珍珠板盒內的機率(66.7%)>從△形記號的無味管機率(22.2%)，另也有個體在2小時內仍在透明盒未進入珍珠板盒。結果如圖2-3，NO表示2小時內未進入珍珠板盒的機率。如圖2-2。



<p>常在管口逗留一段時間</p>	<p>接著往珍珠板盒移動</p>	<p>到達珍珠板盒內</p>

討論：從實驗結果我們認為大蟻蛛應可以利用嗅覺追蹤棘蟻留下來的氣味進而接近棘蟻

群，而我們發現大蟻蛛在運動時會不停的以觸肢接觸透明管壁，且並非快速的通過透明管，我們推測大蟻蛛可能透過這樣的動作來追蹤棘蟻所留下來的氣味。

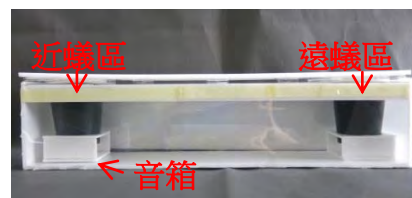
(三)觸覺搜尋接近蟻群：除了視覺與嗅覺接近蟻群，是否也會感覺振動來接近呢？

研究過程與方法：

1.在長方形通道兩端各放置底部設計音箱的不透光容器，一端放入黑棘蟻群，另一端不放，均加蓋，設置完成後通道四周蓋上珍珠板以減少視覺影響。

2.實驗與紀錄方式同一-(一)視覺搜尋接近蟻群實驗。

結果：發現大蟻蛛近蟻率(51.4%)> 遠蟻率(33.3%)，大蟻蛛有較高比率遊走徘徊或停留在近蟻區。如圖 2-3。



實驗圖示

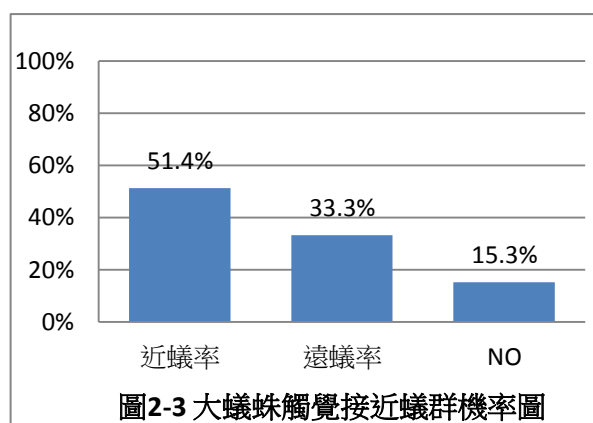
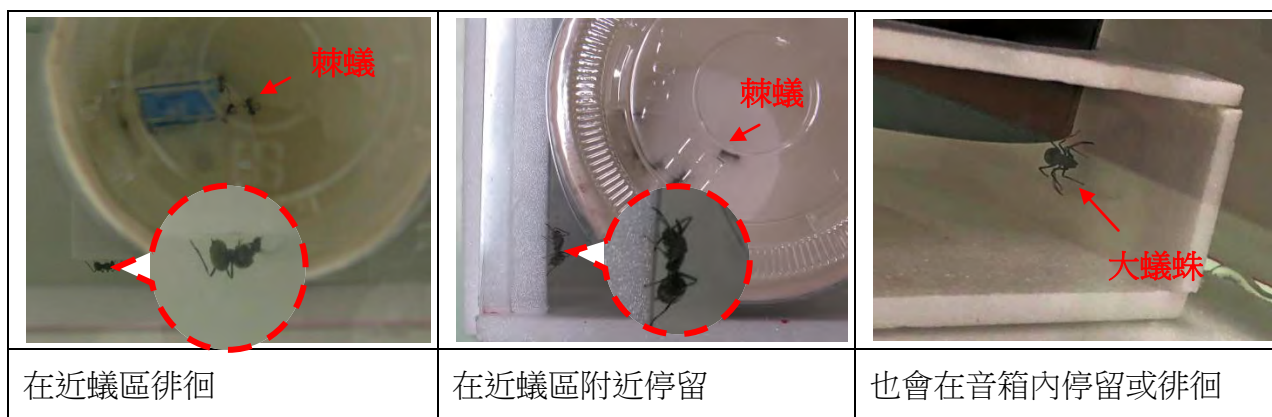


圖2-3 大蟻蛛觸覺接近蟻群機率圖



討論：我們認為大蟻蛛也可能利用觸肢不停接觸地面以觸覺來感覺蟻群振動，進而追蹤並接近蟻群。

(四)築巢接近：我們知道大蟻蛛會利用視覺、嗅覺與觸覺接近蟻群，再加上大蟻蛛有築巢棲息的生態習性，那大蟻蛛棲息時是否會築巢在蟻巢附近呢？

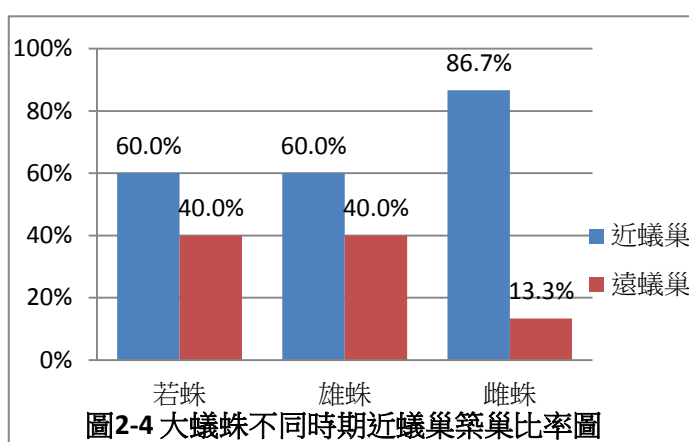
研究過程與方法：

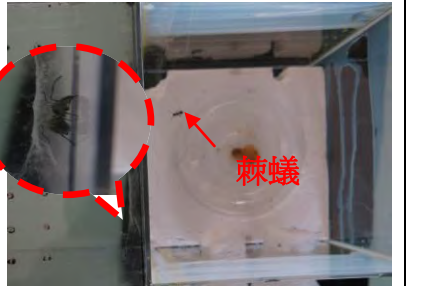
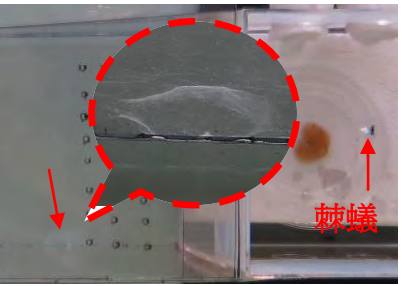
- 1.長方形透明盒兩端分別放置裝有黑棘蟻蟻巢與空石膏巢。
- 2.將大蟻蛛的水源放至於透明盒中線位置，防止水源位置造成影響，並作為分界線。

3.分別將若蛛、成熟雄蛛與雌蛛放入，觀察記錄築巢的位置。每次進行三組，重複五次，重複實驗前以酒精擦拭透明盒，防止舊巢或氣味殘留。

		
<p>長方形盒兩端分別放置具蟻巢石膏巢與無蟻巢石膏巢</p>	<p>重複實驗前以酒精擦拭乾淨避免舊巢殘留</p>	<p>每次進行三組，重複五次</p>

結果：發現不論是若蛛或成蛛，大蟻蛛近蟻巢築棲息巢的比率都大於遠蟻巢。若蛛、雄蛛與雌蛛近蟻巢比率分別為60%、60%、86.7%大於遠蟻巢比率40%、40%、13.3%。如圖2-4。



		
<p>較大比例築巢於近蟻巢的位置且大都在角落處</p>	<p>有些則會築巢於近蟻巢的容器壁</p>	<p>更少比例在近蟻巢附近的通道壁構築棲息巢</p>


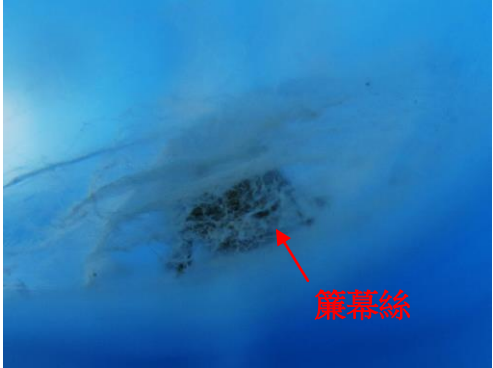
討論：我們發現大蟻蛛不管是若蛛或成蛛都偏向築巢在近蟻巢端，因此我們認為大蟻蛛應會將棲息巢築在蟻巢附近，而這樣可能因為棘蟻群存在而降低天敵風險。另外雌蛛近蟻巢築巢比率明顯更大，可能是因為雌蛛必須護卵育幼，因此藉由築巢於棘蟻巢附近可能獲得更大的保護。

疑問：築巢在蟻巢附近雖可能獲得了保護，但大蟻蛛是否可能受到棘蟻的侵擾呢？於是我們選一個有大蟻蛛正在棲息巢棲息的飼養盒內放入一隻黑棘蟻，觀察當黑棘蟻靠近蛛巢時

所出現的情況。結果我們發現：

1. 有黏性的「干擾絲」:棘蟻在接近棲息巢時會被棲息巢附近的細絲所粘黏，因此常會選擇繞過，若再更接近時，往往會被這些「干擾絲」所纏住。
2. 出入口的「簾幕絲」:棘蟻對蜘蛛絲應有些顧忌，而棲息巢的開口處也可以發現如簾幕般的「簾幕絲」，提供了棲息巢更多的保護。

我們認為大蟻蛛在巢絲的保護下，雖在蟻巢附近築巢，但應不易受棘蟻侵擾。

	
棘蟻受到巢絲周圍「干擾絲」影響常常繞過棲息巢，有時還會被絆住倒吊騰空	棲息巢出入口具有簾幕絲也為大蟻蛛提供多一層的保護

(五)混入蟻群習性：大蟻蛛會接近蟻群，甚至築巢在棘蟻巢附近，那麼大蟻蛛混入蟻群的能力又是如何呢？

研究過程與方法：

1.分別將1、4、8、12隻黑棘蟻與1隻大蟻蛛共處於在長方形透明盒內，盒下放置方格紙作為比例尺。

2.將大蟻蛛更換為安德遜蠅虎作為對照組進行比較，每組隨機選取5隻蜘蛛進行實驗。

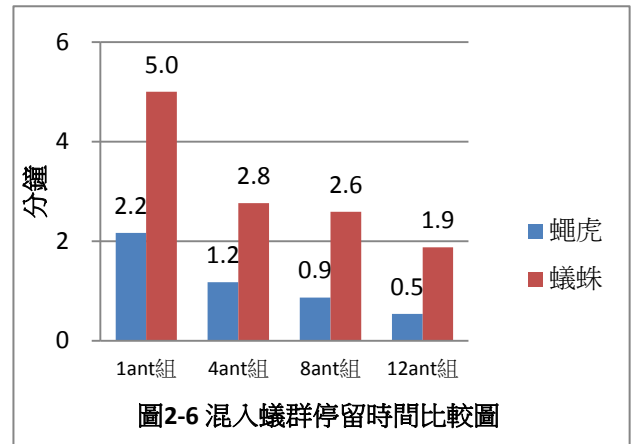
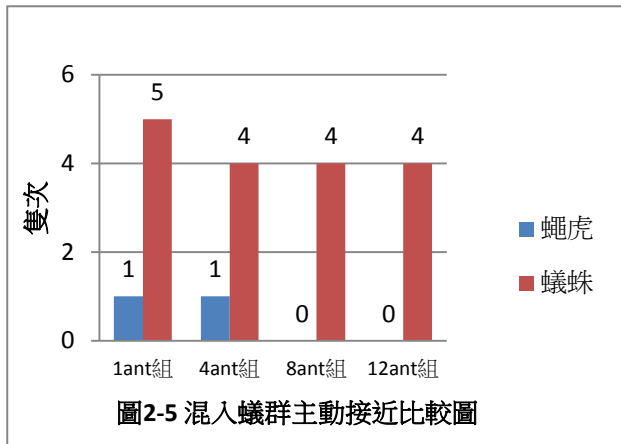


實驗圖示

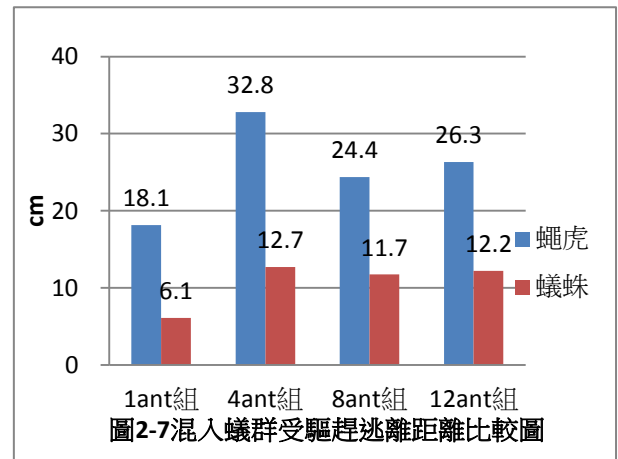
3.分別觀察記錄大蟻蛛與安德遜蠅虎融入蟻群的情形，實驗時

間5分鐘。紀錄項目：(1)主動接近：主動接近棘蟻。(2)停留時間：在觀察盒內平均持續時間。(3)逃離距離：棘蟻接近時，蜘蛛逃離的平均距離。

結果：在棘蟻群中，大蟻蛛在不同棘蟻數的蟻群中主動接近的隻次與停留時間都較安德遜蠅虎來高得高與長，如圖2-5、2-6。

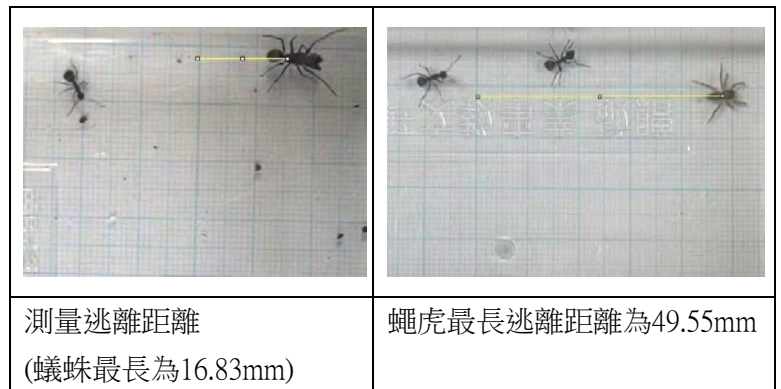


討論：大蟻蛛整體混入蟻群習性比安德遜蠅虎明顯，長期演化下大蟻蛛可能發展出接近棘蟻棲地的習性。但我們也發現當棘蟻的數量增加時兩種蜘蛛的停留時間都會逐漸減少，主要是因棘蟻數增加，受驅趕的機率增加了，大蟻蛛雖然較容易混入蟻群，但驅趕頻率增加逃離機率也跟著增加。



雖外觀與動作很像棘蟻但還是受到驅趕，我們認為大蟻蛛無法利用形態與動作上的擬態來欺騙棘蟻而混入蟻群，透過文獻資料知道螞蟻主要是靠著氣味來互相辨識。

另外大蟻蛛受驅趕時逃離的距離較



短不太恐懼棘蟻的驅趕，如圖2-7。由此也可知大蟻蛛似乎有更主動混入蟻群傾向。

二、擬態：

大蟻蛛外形像棘蟻，動作是否也像棘蟻呢？

(一)步行方式：

研究過程與方法：

1.分別將大蟻蛛、安德遜蠅虎、渥氏棘蟻放在長條形珍珠板的一端。以手機高速攝影拍攝物種的步行方式。實驗重複三次。



實驗圖示

2.擷取影片觀察比較三種物種步行上的異同與測量各步足移動的步幅大小。步幅大小以占物種體長比例來計算。

結果：

1.我們發現大蟻蛛在停止移動時會高舉第一步足擺動擬態棘蟻擺動觸角的模樣。有時甚至會將頭胸部抬起再舉起第一步足擬態棘蟻觸角擺動。

2.大蟻蛛在移動時，第一步足會不時輕輕觸地擬態棘蟻邊走邊觸角觸地的狀態。而安德遜蠅虎則沒有這種情形。另外第一步足在大蟻蛛移動時有時也會以明顯小於其他步足足幅比例(0.21)步行移動。結果如表2-1、圖2-8。

3.與Paul S. Shamble等(2017)提到「蟻蛛(非大蟻蛛)僅在靜止時抬高第一步足擬態，移動時8隻腳都用於步行」的研究結果不同;我們發現在大蟻蛛受干擾採快速移動的步行方式時，才會較容易出現蜘蛛八足步行的動作。

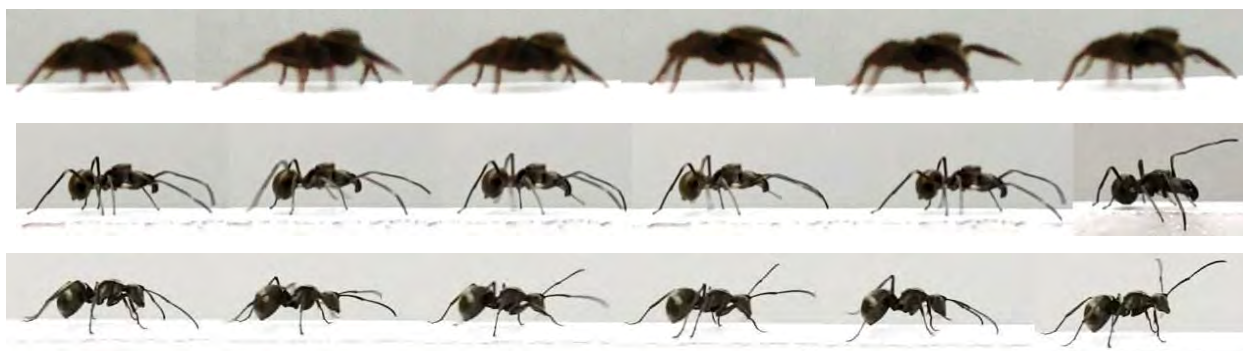


圖 2-8 安德遜蠅虎(上)、大蟻蛛(中)與渥氏棘蟻(下)步行方式分析比較圖

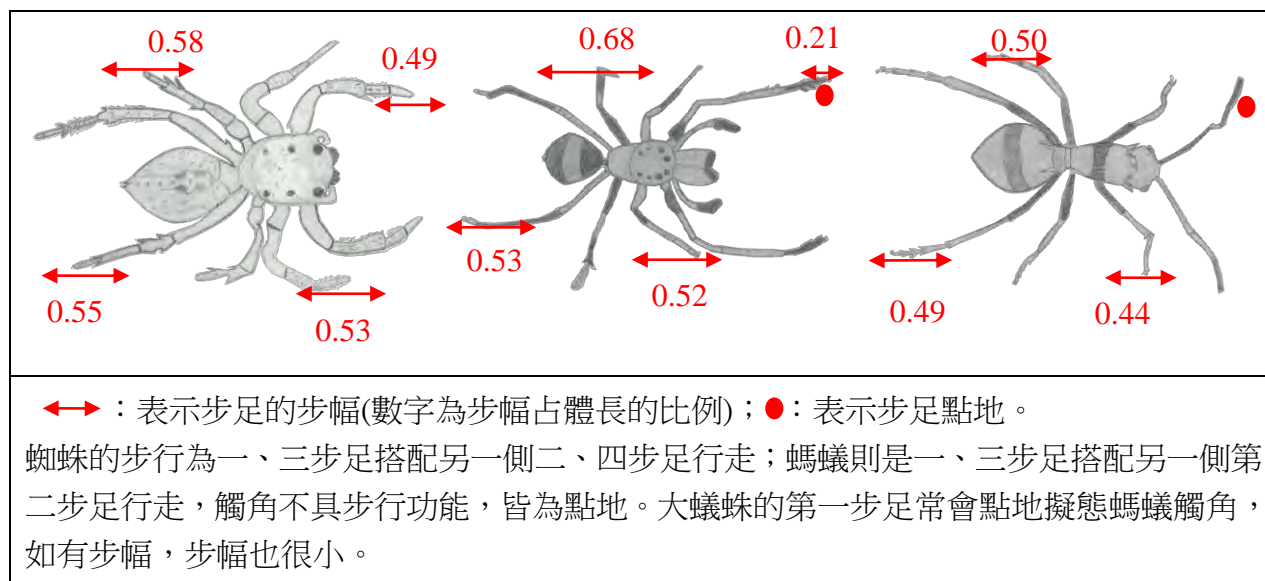


表2-1 蠅虎、蟻蛛與棘蟻觸角與步足移動步幅佔體長比例表

物種	蜘蛛第一步足 棘蟻觸角	蜘蛛第二步足 棘蟻第一步足	蜘蛛第三步足 棘蟻第二步足	蜘蛛第四步足 棘蟻第三步足
安德遜蠅虎	0.49	0.53	0.58	0.55
大蟻蛛	0.21	0.52	0.68	0.53
渥氏棘蟻	0	0.44	0.49	0.50

討論：大蟻蛛不僅在形態上很像棘蟻，在步行移動也很像，但有時也會露出蛛腳，會以較小的步幅移動，其步幅比例(0.21)與其他步足步幅的比例有一定的差距，而蠅虎則各步足的步幅都相當接近。

另外大蟻蛛的第三步足步幅比例(0.68)明顯大於第二與第四步足(0.52、0.53)，而蠅虎卻沒有這樣的差距。第三步足步幅比例較大的原因可能是為了平衡第一步足較小的步幅。

綜合來說，我們認為大蟻蛛的步行運動介於蠅虎與棘蟻之間，甚至更像棘蟻。在受干擾或危險逃離時較容易顯現跳蛛步行的特性。

(二)運動模式：

研究過程與方法：

- 1.垂直立起貼有方格紙的白色珍珠板。
- 2.參考Ximena J. Nelson and Ashley Card(2016)研究的方法，分別將大蟻蛛、渥氏棘蟻與安德遜蠅虎穩定於珍珠板中央偏下方位置。以攝影機記錄運動情形，時間持續15秒。實驗重複三次。
- 3.以影像軟體進行慢速格放(60幀/秒)，紀錄15秒內運動的次數。運動定義為:在1秒內蜘蛛或螞蟻有移動位置，而超過1秒未移動位置則視為運動停止。
- 4.紀錄每次運動的距離、運動速度與轉彎的角度。



實驗圖示

結果：如圖2-9、2-10、2-11、2-12、2-13。發現：

- 1.每次運動距離：渥氏棘蟻(55.36cm) > 大蟻蛛(53.72cm) > 安德遜蠅虎(11.06cm)。
- 2.15秒內運動次數：安德遜蠅虎(3.7) > 大蟻蛛(1.7) > 渥氏棘蟻(0.3)。
- 3.運動速度：安德遜蠅虎(14.63cm/s) > 大蟻蛛(6.41cm/s) > 渥氏棘蟻(4.48cm/s)。
- 4.轉彎的角度：渥氏棘蟻(110.67°) > 大蟻蛛(85.50°) > 安德遜蠅虎(36.75°)。
- 5.在時間內運動次數與每次運動距離結果方面，與Ximena J. Nelson and Ashley Card(2016)對於數

種蟻蛛(非大蟻蛛)、跳蛛與螞蟻的研究結果相似，但運動轉彎角度該研究則以跳蛛轉彎角度最大，本研究則是棘蟻彎角度最大，略有不同。

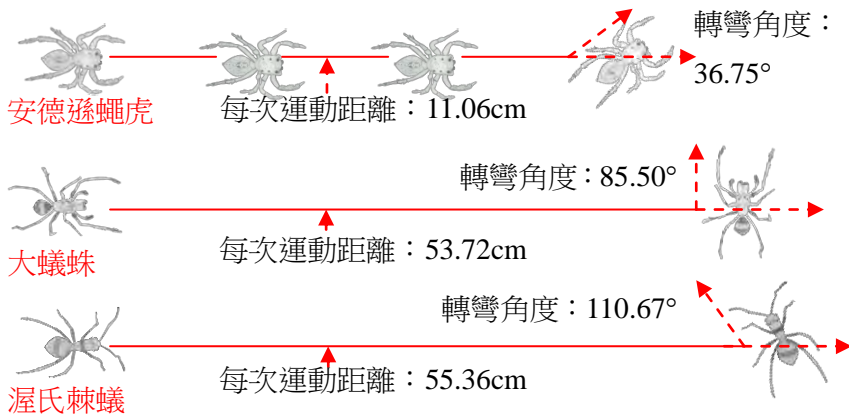
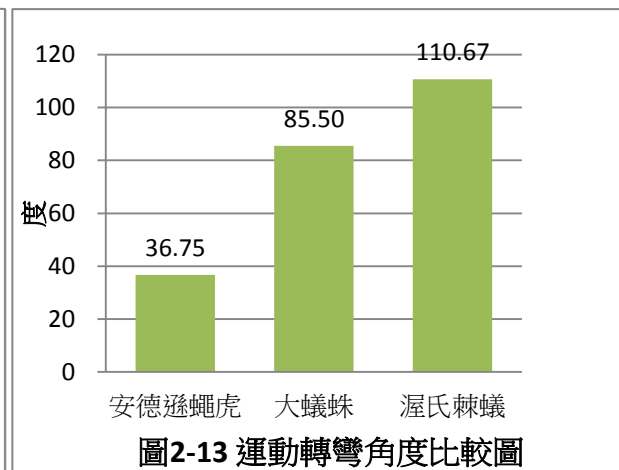
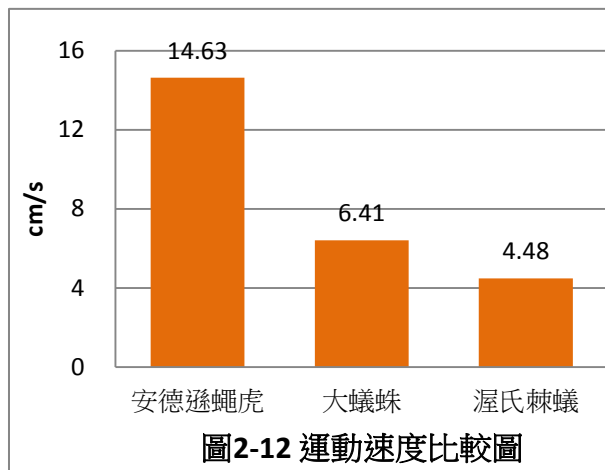
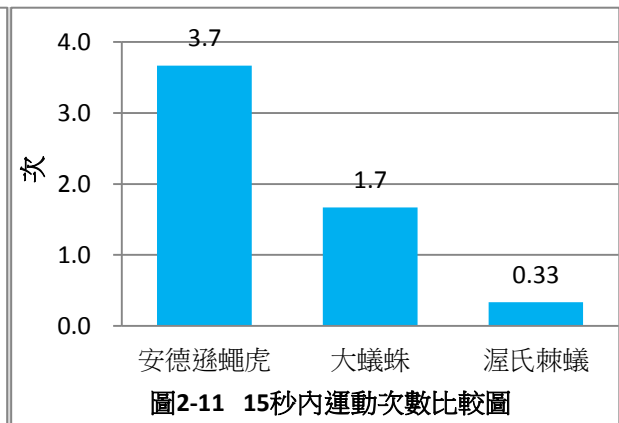
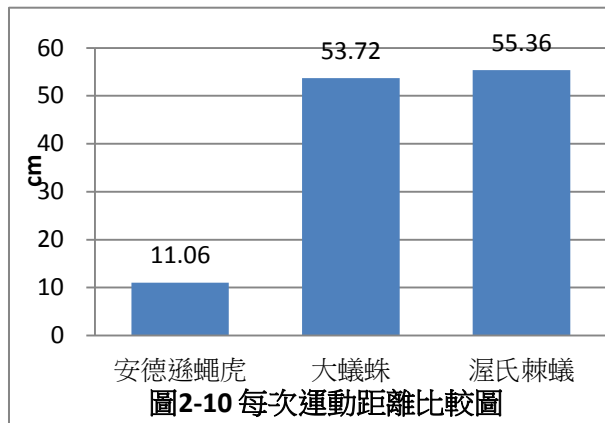


圖2-9 蠅虎、蟻蛛與螞蟻運動模式比較圖



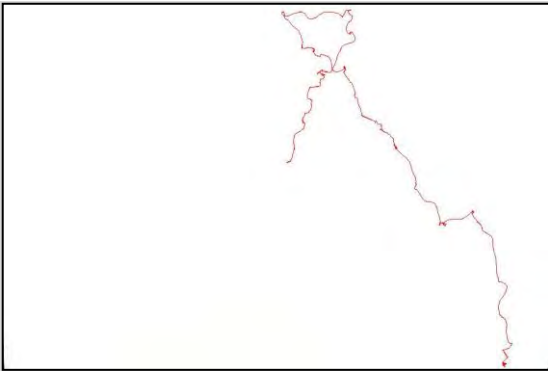
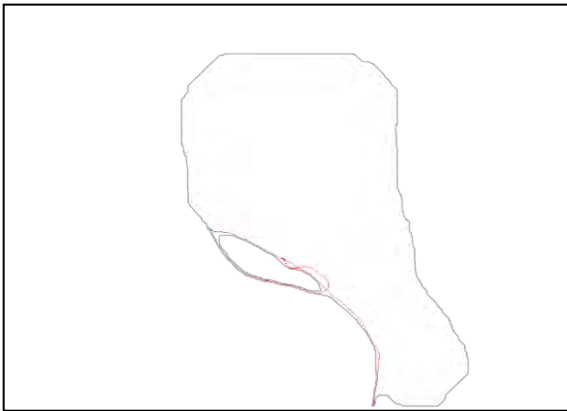

討論：大蟻蛛在運動次數、每次運動距離、運動速度與運動轉彎的角度都介於安德遜蠅虎與渥氏棘蟻之間，而且運動模式更偏向棘蟻。而安德遜蠅虎則是一走一停，每次停留時間平均值為2.6秒，與蟻蛛則有相當的不同。另外在轉彎角度方面，我們發現蠅虎會在停止運動時進行轉彎且轉彎角度小，但蟻蛛與棘蟻卻總是邊走邊轉彎且轉彎角度大。因此我們認為大蟻蛛與渥氏棘蟻動作的相似度高於蠅虎，但仍維持了部分跳蛛的特性。

(三)軌跡追蹤：接著我們以軌跡追蹤實驗驗證運動模式的實驗結果。

研究過程與方法：

- 1.讓安德遜蠅虎、大蟻蛛與渥氏棘蟻分別從白色珍珠板中央位置上開始運動。然後以攝影機由上往下將移動影片錄下。直到移動到珍珠板邊緣。
- 2.以教育軟體tracker將影片內的蠅虎、蟻蛛與棘蟻的運動軌跡記錄下來進行比較分析。

結果：如軌跡追蹤圖與軌跡座標圖

	<p>停留次數少且時間短</p>
<p>大蟻蛛軌跡追蹤圖</p>	<p>蟻蛛軌跡座標圖</p>
	<p>停留次數少且時間很短</p>
<p>渥氏棘蟻軌跡追蹤圖</p>	<p>螞蟻軌跡坐標圖</p>
	<p>停留次數多且時間較長</p>
<p>安德遜蠅虎軌跡追蹤圖</p>	<p>蠅虎軌跡坐標圖</p>

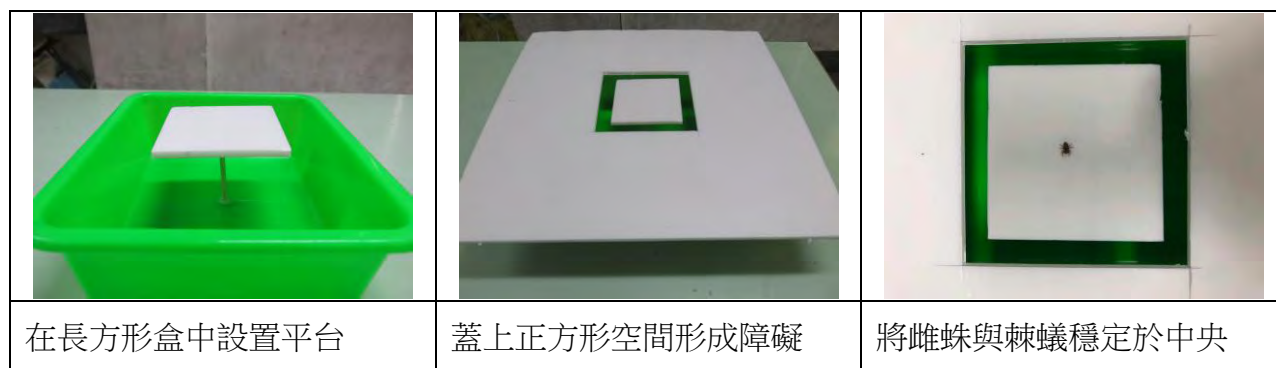
討論：從追蹤圖中我們發現安德遜蠅虎運動的軌跡較為單純，且在座標圖中可以看出蠅虎總是走走停停，有時甚至停留很久。而大蟻蛛和渥氏棘蟻運動軌跡較為彎彎曲曲，且在座標圖中也發現大蟻蛛有部分的短暫停留且時間通常不長，這也和渥氏棘蟻非常相似。這樣的結果也與我們在運動模式實驗中的發現吻合。

綜合以上的實驗結果，我們認為大蟻蛛在動作上的擬態很逼真，因此即使已熟悉大蟻蛛一段時間，在野外採集時，仍經常無法第一時間分出目前看到的是大蟻蛛還是棘蟻。

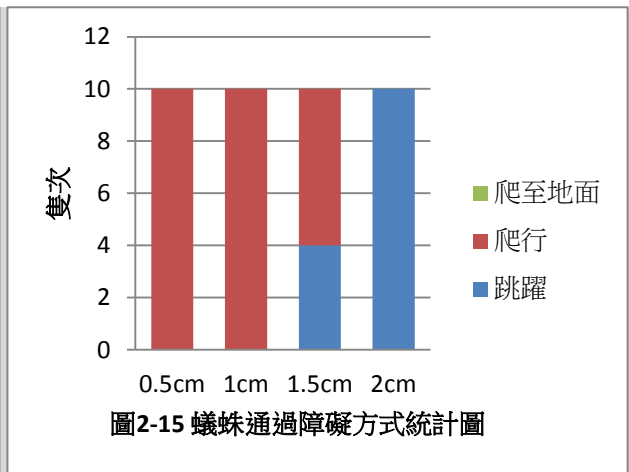
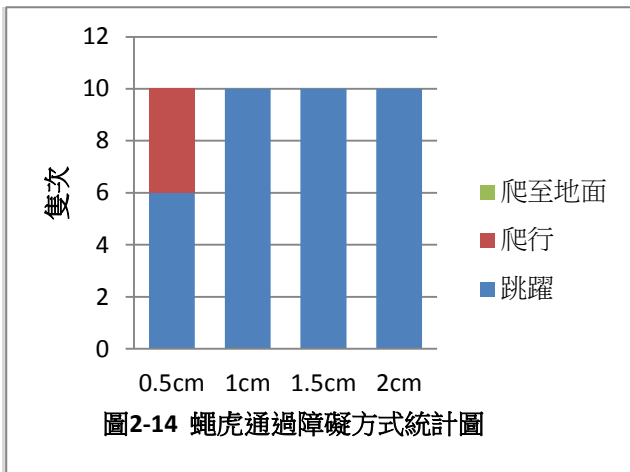
(四)過溝測試：若大蟻蛛在運動或移動的過程中遇上了障礙，那麼遇到障礙的大蟻蛛是否會繼續擬態棘蟻呢？

研究過程與方法：

- 1.在長方形塑膠盒中央位置固定一組與盒口同高的正方形白色珍珠板平台。
- 2.在邊長45cm的正方形白色珍珠板中央位置裁剪出不同邊長的正方形空間，蓋上平台，製作出不同間隔距離的障礙，分別為0.5cm、1cm、1.5cm與2cm。
- 3.將大蟻蛛與安德遜蠅虎成熟雌蛛與黑棘蟻工蟻分別穩定於平台，觀察紀錄通過距離障礙的運動方式。運動方式分為：跳躍通過、爬行通過、爬至地面，分別測試10隻。

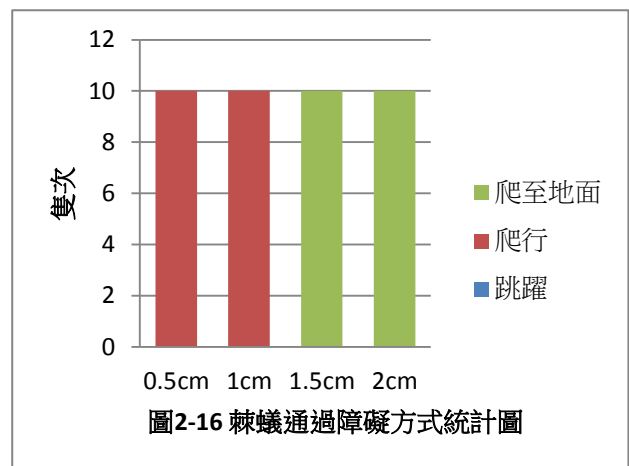


結果：安德遜蠅虎部分個體會以爬行通過0.5cm障礙，其餘障礙則都以跳躍方式通過，大蟻蛛在0.5cm至1cm障礙都以爬行方式通過，在1.5cm障礙則有部分個體會以跳躍方式通過，2cm障礙則都以跳躍方式通過。螞蟻則僅有爬行通過障礙的方式，在1.5cm障礙之後，因無法爬行通過，因此都選擇往地面附近移動，結果如圖2-14、2-15、2-16。



討論：

1.大蟻蛛在一定程度的障礙下仍會展現出跳蛛的特性，以跳躍方式通過障礙。以成熟雌蛛而言，當間隔在大於2cm，大蟻蛛無法再爬行通過，而顯現出跳蛛的跳躍特性，但跳躍能力比蠅虎差，常是剛好越過障礙，甚至差點無法成功越過。



2.蠅虎在0.5cm障礙的實驗中，發現蠅虎可以爬行，卻常以跳躍方式通過，而大蟻蛛通過1.5cm障礙時，可以跳躍通過，但卻更常伸展第一步足捉住珍珠板邊緣爬行通過，有如棘蟻一般。因此我們認為大蟻蛛傾向以棘蟻步行的方式來克服障礙。

(3)黑棘蟻在竭盡能力無法爬行通過障礙時，會選擇爬到地面後再尋找其他出口，並不會跳躍通過，因此大蟻蛛克服障礙方式與棘蟻仍有所差異。

<p>蠅虎即使可以爬過仍跳躍通過0.5cm障礙</p>	<p>蟻蛛即使可以跳過仍先奮力爬過1.5cm障礙</p>	<p>黑棘蟻奮力爬過1cm障礙</p>

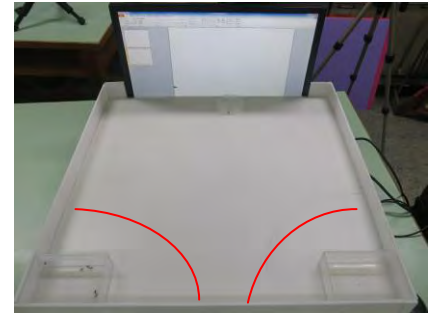
三、擬態求生：

(一).臨敵反應：大蟻蛛在形態和動作上都會擬態成棘蟻，那麼當以捕食蜘蛛的蛛蜂出現時

大蟻蛛又會如何反應呢？

研究過程與方法：

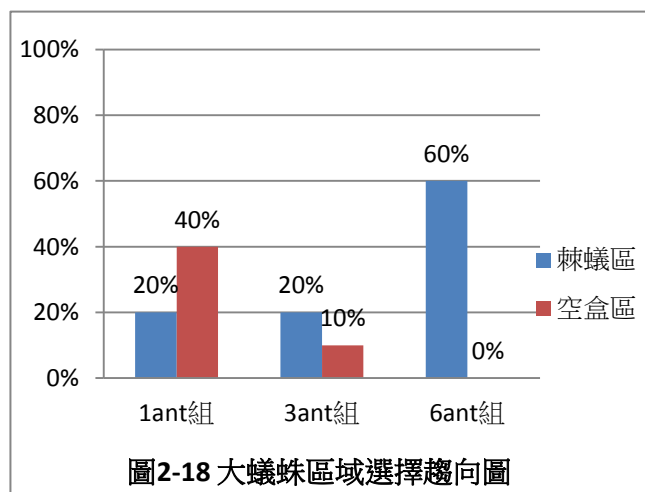
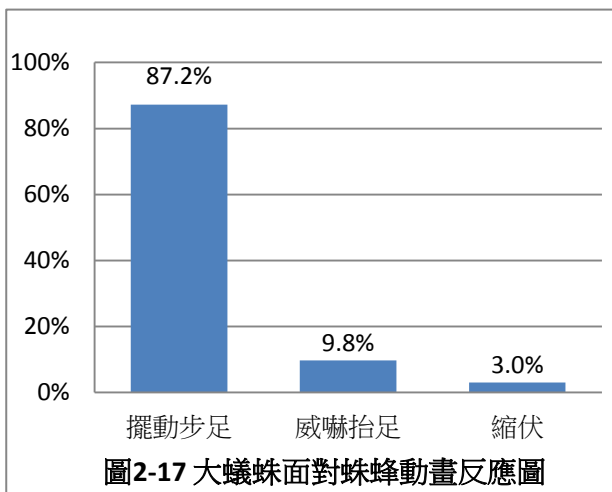
1. 利用powerpoint將大蟻蛛棲地環境出現的蛛蜂照片製成動畫畫面。
2. 讓大蟻蛛在白色珍珠板製成的正方形盒內面對動畫螢幕前的蛛蜂動畫。
3. 觀察記錄當蛛蜂動畫接近時，大蟻蛛所產生的反應。
4. 在螢幕對面正方形盒的兩個角落分別畫出扇形區域並放置兩個長方形透明盒，一個放置黑棘蟻，另一個為空盒，黑棘蟻數量分別為1隻、3隻、6隻。觀察記錄大蟻蛛面臨蛛蜂動畫時會主動接近那個區域。每組測試10隻。



實驗圖示

結果：發現大蟻蛛面對蛛蜂動畫時最常出現的動作為擺動

第一足，有時甚至抬起頭胸部擺動，機率為87.2%。在趨向棘蟻方面，當棘蟻數達6隻時往棘蟻群靠近的比例增加至60%。如圖2-17、2-18。



<p>最常擺動第一步足甚至頭胸部抬起擺動，如螞蟻擺動觸角般</p>	<p>有部分個體出現蜘蛛抬起第一步足威嚇的動作</p>	<p>也有出現追蹤後縮伏的動作，但出現比例很少</p>

		
<p>棘蟻數量越多，大蟻蛛趨向棘蟻區的隻次越多</p>	<p>許多個體常直接走上螢幕或爬至盒外離開</p>	<p>部分個體選擇在盒內角落躲藏</p>

討論：

1.我們嘗試將大蟻蛛棲地採集的蛛蜂帶回教室飼養，但一直無法成功將蛛蜂馴養在教室內(總是隔日便死亡)，因此無法以真的蛛蜂進行實驗，於是改用蛛蜂動畫方式進行。發現大蟻蛛在面臨蜘蛛天敵蛛蜂時會以第一步足擬態螞蟻觸角擺動方式來因應，僅有少部分出現蜘蛛抬起第一步足威嚇警戒的姿勢。因此我們推測大蟻蛛在遇到天敵或危險時會利用擬態螞蟻的方式來躲避敵害。

2.雖然有許多個體會逃離實驗盒，但也發現當棘蟻數增多時大蟻蛛有較多的個體會趨向棘蟻群，因此我們推測大蟻蛛在面對危險時可能會先擬態棘蟻因應，再尋找棘蟻群混淆天敵或逃離現場躲藏以躲避敵害。

(二)運動欺敵：在臨敵反應實驗中，我們發現大蟻蛛可能在面臨危險時會擬態棘蟻的動作，而之前也知道大蟻蛛不只擬態動作，也會擬態運動，那這樣的運動擬態是否有助於大蟻蛛躲避敵害呢？

研究過程與方法：

1.以運動模式實驗結果為依據並參考Ximena J. Nelson and Ashley Card(2016)以捕食螞蟻的跳蛛測試蟻蛛擬態程度的方法，利用Scratch軟體設計出蟻蛛與蠅虎兩種運動模式，兩種模式物種外形為大蟻蛛。

2.運動速度為大蟻蛛的運動速度6.41cm/s。

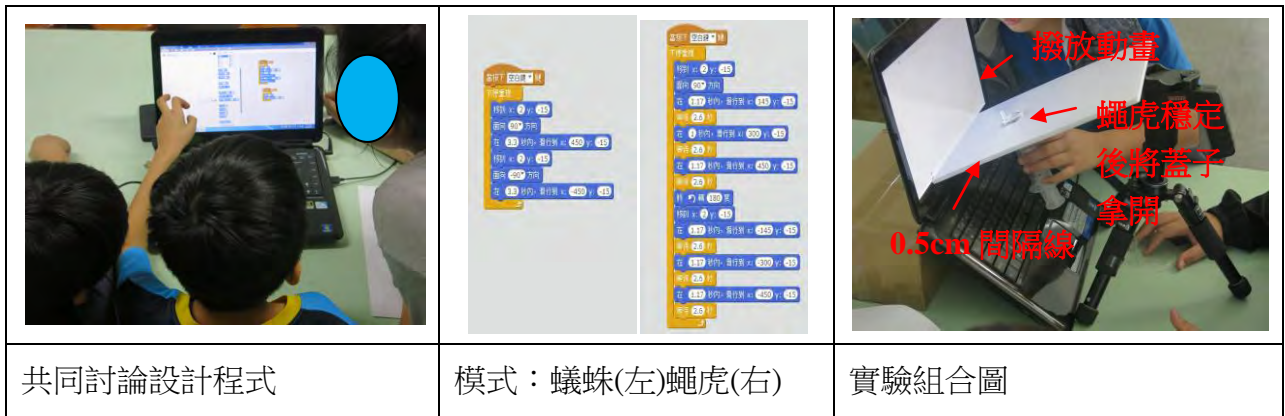
3.蟻蛛模式：持續來回在螢幕中運動。蠅虎模式：一走一停，每次停留時間為2.6秒。

4.在動畫螢幕前放置一具有斜角且邊長30cm的白色正方形珍珠板。從螢幕前開始在珍珠板上每0.5cm畫上距離線共8cm，並將安德遜蠅虎以升降針筒穩定於8cm線後。

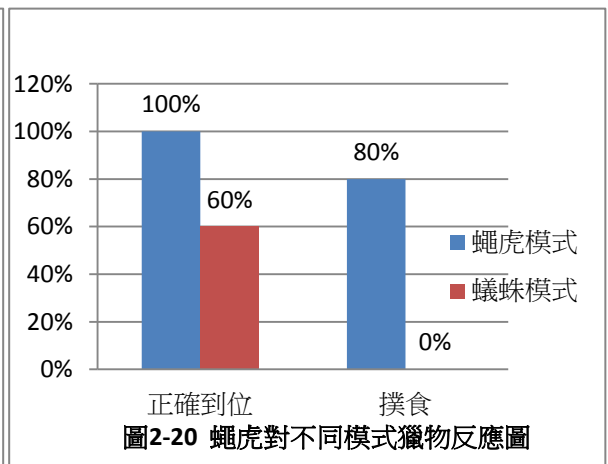
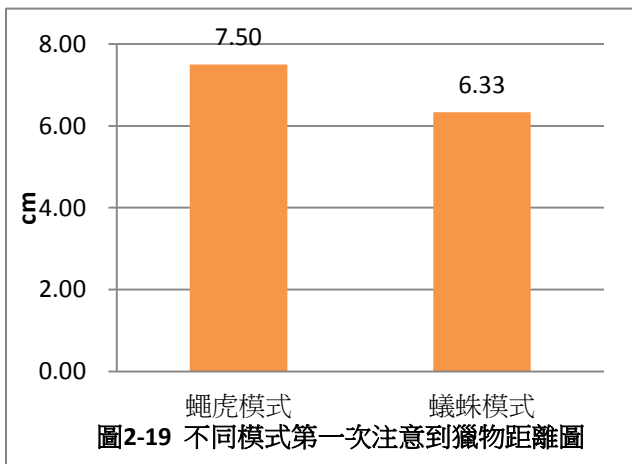
5. 安德遜蠅虎穩定後，啟動運動模式，觀察記錄蠅虎對動畫的反應。紀錄項目：

(1) 第一次注意到動畫獵物的距離。(2) 每次追蹤的時間。(3) 追蹤持續時間。

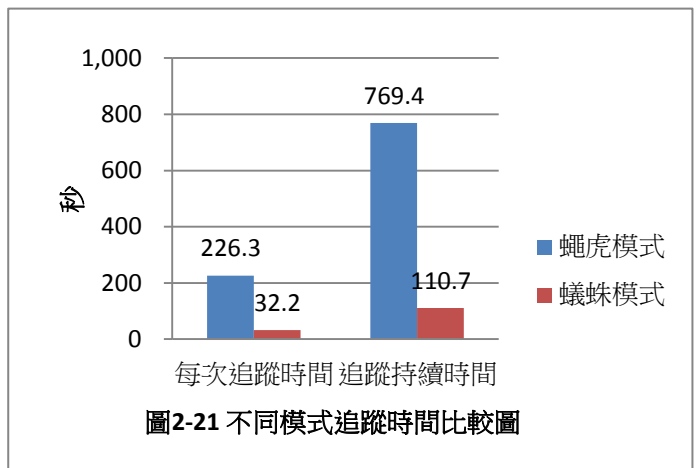
(4) 正確到位(為接近獵物至捕食位置)。(5) 進行撲食。隨機選取5隻安德遜蠅虎進行實驗。



結果：發現安德遜蠅虎在蟻蛛模式中第一次注意到獵物的距離較短(6.33cm)，每次追蹤時間(32.2秒)與持續追蹤時間(110.7秒)也都較短。當安德遜蠅虎發現不同模式獵物時，蟻蛛模式吸引蠅虎至捕食位置機率較低(60%)，且僅對蠅虎模式進行撲食(80%)。如圖2-19、2-20、2-21。



討論：從結果發現，蟻蛛的運動模式在較近的距離才會引起捕食者的注意，且追蹤的時間也較短，即使到正確捕食位置但最後卻也都放棄撲食，因此我們認為大蟻蛛擬態棘蟻的運動模式應可以減少大蟻蛛被捕食者捕食的機率進而提高了生存的機會。



<p>安德遜蠅虎對於蠅虎模式的動畫獵物花較多的時間進行追蹤</p>	<p>安德遜蠅虎對於蠅虎模式的動畫獵物撲食率較高</p>

(三)接近蟻群捕食—螞蟧：大蟻蛛的擬態以及與棘蟻棲地混合，除了可以避免被捕食者獵食外，是否對於遊獵型的大蟻蛛在捕食上有所幫助呢？

研究過程與方法：

1.以母子盒方式進行實驗，在子盒內放入8隻黑棘蟻，另外再以邊長2.5cm的正方形透明盒蓋住3隻螞蟧若蟲放入子盒內。



實驗圖示

2.分別將飢餓7天的的大蟻蛛與安德遜蠅虎放置在母盒內，觀察兩者對於螞蟧若蟲獵物的反應。

紀錄項目：(1)接近蟻群(未徘徊)。 (2)徘徊蟻群(在子盒蟻群外徘徊)。 (3)進入蟻群(進入子盒棘蟻群內)。 (4)攻擊獵物。各隨機選取10隻蜘蛛進行實驗。

結果：發現大蟻蛛進入蟻群的隻次比安德遜蠅虎多且會在棘蟻群中攻擊獵物。大蟻蛛整體接近蟻群捕食能力高於安德遜蠅虎如表2-2與圖2-22

<p>蠅虎會接近蟻群與徘徊但不輕易進入蟻群</p>	<p>大蟻蛛常在徘徊後進入蟻群中</p>	<p>大蟻蛛進入蟻群且攻擊螞蟧若蟲</p>

表2-2 蟻蛛與蠅虎混入蟻群獵食能力記錄表

項目	接近蟻群 (隻次)	徘徊蟻群 (隻次)	進入蟻群 (隻次)	攻擊獵物 (隻次)
蟻蛛	10	9	9	6
蠅虎	6	5	1	0

討論：

大蟻蛛除了利用自身的擬態混入蟻群中獲得保護外，我們也推測大蟻蛛應比部分跳蛛更容易主動進入蟻群中獵捕食物。

這樣可能讓大蟻蛛混在蟻群中被獵物誤認為棘蟻而得到較大的捕食優勢。

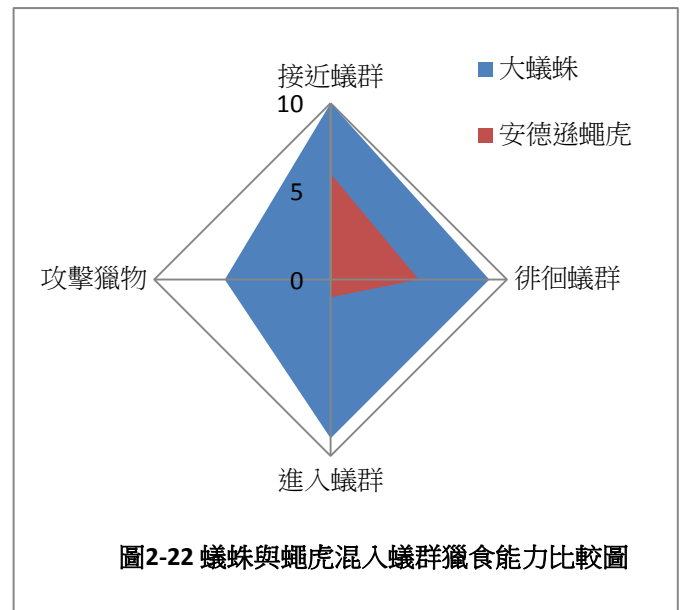
(四)接近蟻群捕食—與蟻共生的蚜蟲：大蟻蛛會混入蟻群中捕食，那牠會捕食受螞蟻保護的蚜蟲嗎？

研究過程與方法：

- 1.從戶外取下具有蚜蟲的植物枝條放入長方形圓口透明塑膠飼養盒中，再放入6隻黑棘蟻與蚜蟲共生。
- 2.待黑棘蟻與蚜蟲出現共生行為後，將一隻飢餓3天的大蟻蛛放入飼養盒，觀察捕食行為。



結果：大蟻蛛會在植物枝條中遊走，也會到佈滿蚜蟲區域徘徊嘗試接近捕食，雖然常因棘蟻接近而暫時離開，但大蟻蛛採伺機而動策略且最後仍在植物葉片上成功捕食到蚜蟲。





討論：我們認為大蟻蛛會混入蟻群中生存，對於與蟻群共生的蚜蟲仍會試著捕食，最後可能因蟻群的暫時離開而捕食成功。透過測試發現大蟻蛛也會捕食介殼蟲等與螞蟻共生的生物。之前實驗我



們發現大蟻蛛可以視覺、嗅覺與觸覺接近蟻群，因此我們認為大蟻蛛也可利用追蹤蟻群來捕食與蟻群共生的蚜蟲、介殼蟲等生物。**因此可將大蟻蛛列為防治與蟻群共生危害農作物昆蟲的物種。**

(五)進入蟻巢：大蟻蛛會主動接近蟻群捕食獵物，包含與蟻群共生的蚜蟲，接著我們想知道大蟻蛛會進到蟻巢內捕食棘蟻幼蟲嗎？或是有另外的行為呢？



實驗圖示

研究過程與方法：將飢餓的大蟻蛛放入黑棘蟻的石膏蟻巢上，觀察大蟻蛛的反應。隨機選取10隻大蟻蛛進行實驗。

結果：僅1隻進入蟻巢邊緣且很快被驅趕出來，一般當蟻群發現大蟻蛛靠近就會從蟻巢出來進行驅趕，而大蟻蛛多會在驅趕後離開蟻巢盒外。



討論：我們認為大蟻蛛應該不會進入蟻巢內捕食棘蟻或棘蟻的幼蟲等(期間有個體在蟻巢附近活動了約35分鐘)，大蟻蛛幾乎不會攻擊棘蟻，可能因為這樣大蟻蛛可以繼續和棘蟻一起棲息並且獲得更高的生存機率。

(六)大蟻蛛與棘蟻關係：大蟻蛛在蟻群附近生存而得利，那棘蟻是否也有生存利益呢？

研究過程與方法：將大蟻蛛取食完畢後的獵物殘渣放在棘蟻巢外，獵物殘渣有果蠅、螽斯若蟲、蟋蟀若蟲與蠶蛾幼蟲等四種，觀察黑棘蟻是否將獵物殘渣搬進蟻巢中。

				
捕食果蠅	捕食螽斯若蟲	捕食蟋蟀若蟲	捕食蠶蛾幼蟲	殘渣會成團狀

結果：黑棘蟻都將四種大蟻蛛取食過的獵物殘渣，搬回蟻巢內。

		
發現獵物殘渣，從蟻巢出來	咬住獵物殘渣	將獵物殘渣搬至蟻巢內

討論：黑棘蟻會將活動或棲息在附近的大蟻蛛所取食後的獵物殘渣搬回巢內利用，因此我們認為棘蟻可能在與大蟻蛛共同棲息時，獲得生存利益。

總結：大蟻蛛以形態、動作與運動方式擬態混入兇悍、群居、有蟻酸而天敵少的蟻群中，避免掉大部分天敵，且可能因獵物誤認為螞蟻而得利，甚至捕食與螞蟻共生的蚜蟲，可能兼具貝氏與攻擊型擬態。如果有捕食螞蟻的天敵出現時，又有速度比螞蟻快，能吐絲懸吊與跳躍的跳蛛優勢，成功脫逃的機會提高，被捕食的機率應該比螞蟻低。



大蟻蛛與棘蟻關係圖

而棘蟻也能利用附近大蟻蛛取食後的獵物殘渣，因此**大蟻蛛與棘蟻之間也許存在著「互利共生」的關係**。如大蟻蛛與棘蟻關係圖。

陸、結論：

- 一、野外調查發現有棘蟻的環境就容易找到大蟻蛛。
- 二、大蟻蛛依需求構築不同巢室：**(1)棲息巢(簡易巢):較薄而透明。(2)蛻皮巢:較密。(3)產卵巢:濃密而堅固。有舊巢再利用的習性，尤其偏好密巢。**
- 三、捕食方式介於蠅虎與棘蟻之間，接近至 3.92mm 進行撲食，明顯小於蠅虎的 13.18mm。
- 四、繁殖行為:由雄蛛主動，求偶舞後以第一步足、上顎、觸肢穩定雌蛛後，觸肢輪流伸入雌蛛兩邊外雌孔交配。
- 五、產卵育幼：
 - (一)由觀察到雌蛛喜愛在老荊藤葉片築巢進一步發現**偏好在約90°夾角**的葉片以絲拉合築產卵巢。
 - (二)每次產 1-5 個卵團，每團約有 6-7 顆卵。
 - (三)雌蛛有育幼行為，子代會與雌親蛛同巢至成蛛階段。
- 六、大蟻蛛能利用視覺、嗅覺與觸覺搜尋並接近蟻群，不同階段的大蟻蛛都偏好在蟻巢附近築巢，在**蛛巢外布置「干擾絲」、出入口設置「簾幕絲」**，藉以取得庇護效果而又避免螞蟻誤入蛛巢。
- 七、不同隻數棘蟻群中，大蟻蛛主動接近與停留時間都高於蠅虎，被驅趕時逃離較短距離。
- 八、大蟻蛛**步行方式、運動模式、移動軌跡與克服障礙的模式都與棘蟻類似**，模擬天敵(蛛蜂)接近時也有 87.2%出現**擺動第一對步足(近似螞蟻擺動觸角)**的行為且可能尋找棘蟻群混淆天敵躲避敵害。
- 九、利用軟體模擬改變大蟻蛛運動模式實驗中，**蟻蛛模式較不易被捕食者注意**，追蹤時間較短且最後都放棄撲食。
- 十、大蟻蛛容易有混入蟻群攻擊其他獵物的行為，對於與棘蟻共生的蚜蟲仍成功獵捕到手，但是應不會進入蟻巢攻擊螞蟻與其幼蟲。**可能可以防治與蟻共生危害作物的昆蟲。**
- 十一、大蟻蛛在棘蟻環境中**兼具貝氏與攻擊型擬態**獲得生存優勢，而棘蟻會將大蟻蛛取食

後的獵物殘渣搬回巢內利用取得生存利益，牠們之間可能存在著「**互利共生**」的關係。

十二、實驗結果與其他文獻的異同，整理如下表。

作者	貝氏擬態	攻擊擬態	論點
黃俊男， 2014	○	無	蟻蛛屬之螞蟻擬態屬於貝氏擬態系統，擬蟻跳蛛的死亡率明顯低於一般跳蛛及蒼蠅。
蘇立中， 2017	無	○ 攻擊螞蟻	蟻蛛裝成螞蟻的樣子徘徊在螞蟻縱隊旁，看誰落單誰倒楣。
我們的 實驗結果	○	○ 捕食蚜蟲等 蟻共生物種	1.以蟻蛛型態+蟻蛛運動模式，降低蠅虎撲食率(貝氏)。 2.較少攻擊棘蟻。 3.使獵物誤認成螞蟻，伺機捕食(攻擊)。 4.會捕食與螞蟻共生的蚜蟲與粉介殼蟲(攻擊)。
其他發現：螞蟻有利-貝氏與攻擊型擬態；棘蟻有利-獵物殘渣、蟻蛛屍體。 兩者可能有 互利共生 關係。			

柒、參考資料及其他：

- 一、劉文豪(2005)。安德遜繩虎生活史、行為能力及棲息地之研究。台灣 2005 年國際科學展覽會作品說明書。
- 二、劉又慈等 (2015)。虛擬實境—安德遜蠅虎撲食模式。中華民國第五十五屆中小學科學展覽會作品說明書。
- 三、黃俊男(2014)。跳蛛擬蟻演化成因之探討。民108年5月8日取自
http://araneae.thu.edu.tw/index.php?page=people&p=jun_nan_huang&lang=zh
- 四、蘇立中(2017)。「蟲農之路」蟲蟲的生存法則。農傳媒。民108年5月8日取自
https://www.agriharvest.tw/theme_data.php?theme=article&sub_theme=article&id=745
- 五、Paul S. Shamble, Ron R. Hoy1, Itai Cohen and Tsevi Beatus(2017).Walking like an ant: a quantitative and experimental approach to understanding locomotor mimicry in the jumping spider Myrmarachne formicaria. Proc. R. Soc. B 284.
- 六、Ximena J. Nelson and Ashley Card(2016).Locomotorily mimicry in ant-like spiders.Behavioral Ecology, 27(3), 700 – 707.

【評語】 080306

利用野外觀察及實驗設計探討大蟻蛛的生態習性與擬態行為，觀察仔細，紀錄詳實，應用多個實驗及研究方法了解大蟻蛛擬態的行為，發現大蟻蛛步行方式、運動模式、移動軌跡與克服障礙的模式都與棘蟻類似，能系統化收集及分析資料，並和文獻比較。研究主題清楚且聚焦，數據證實棘蟻與大蟻蛛有共生的關係，結果分析詳細，研究結果具有參考價值。

壹·研究動機

假日阿公、爸爸常帶著我到處爬山走步道，有一次無意中發現了一隻有著長長「香腸嘴」的螞蟻。怎有螞蟻長成這樣？又是那種螞蟻呢？貼近牠仔細一看，哇！牠有八隻腳，是蜘蛛！因為這樣的巧遇與好奇，讓我與好友們一起投入了探索螞蟻的歷程。

貳·研究目的

- 一、大螞蟻的生態習性
- 二、大螞蟻的擬態行為

參·研究過程、方法、結果與討論

【研究一】大螞蟻的生態習性

一、野外調查：

研究過程與方法：

(一) 步道每20公尺設一個樣區，每樣區調查範圍長2公尺，深1公尺，共10樣區。

(二) 每樣區，先紀錄1分鐘的棘蟻出現頻率，再進行20分鐘大螞蟻數量的搜尋。

結果：

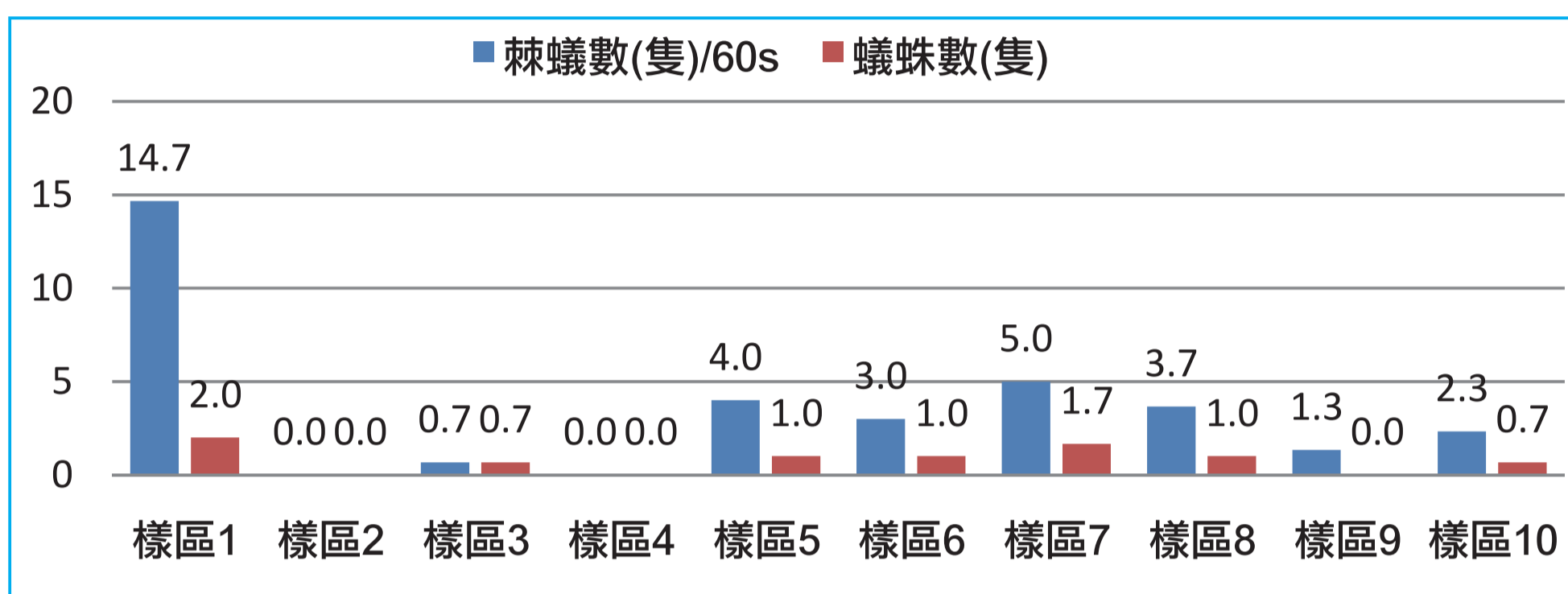


圖1-1 樣區內發現棘蟻隻數/60s與大螞蟻數量關係圖

二、大螞蟻的形態特徵與習性：

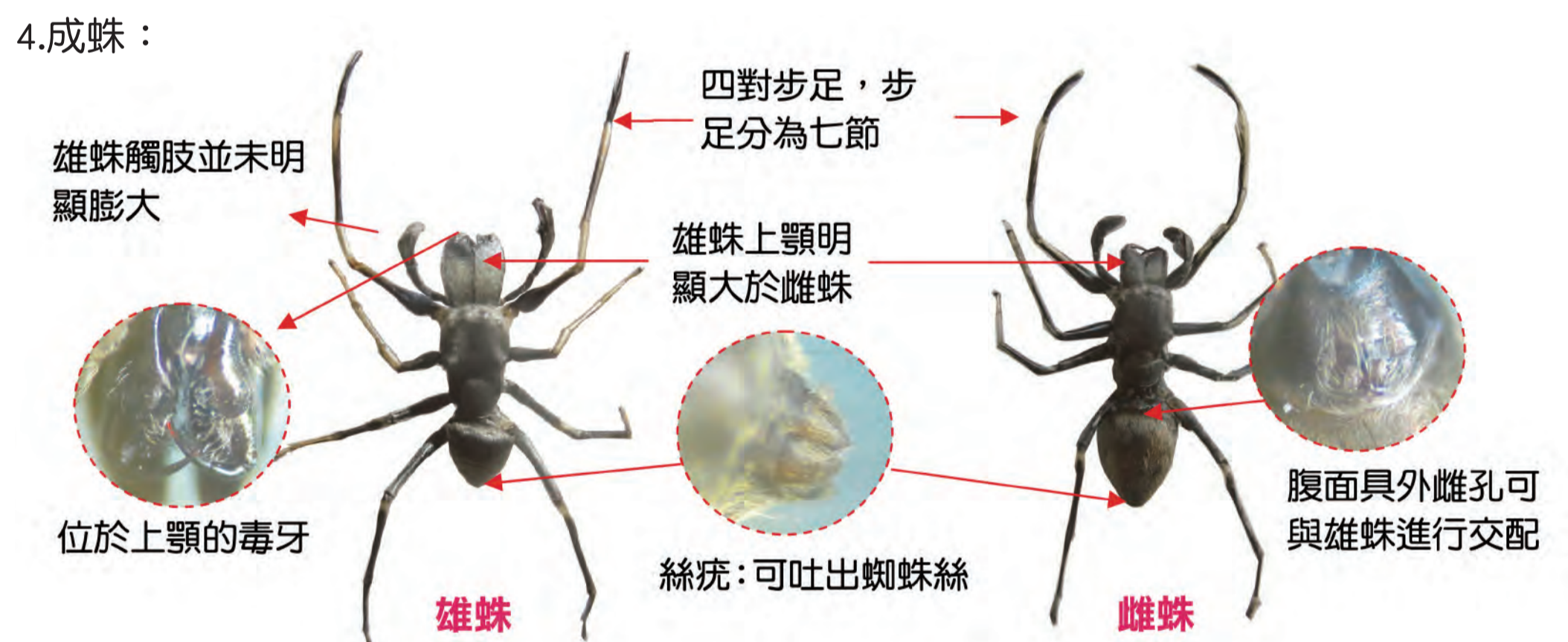
(一) 形態特徵

研究過程與方法：飼養並觀察記錄大螞蟻特徵與習性。

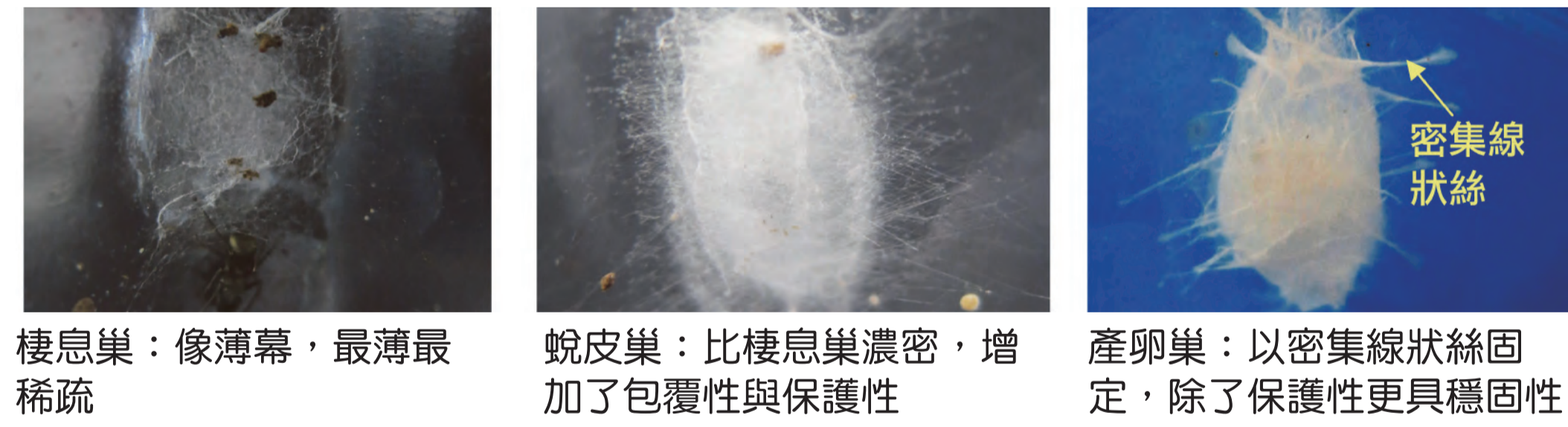
結果與討論：



1. 卵淡黃色，約0.65mm常數顆聚集成一團
2. 產卵巢內頭胸灰色腹部綠色的個體應是幼蛛，從卵至幼蛛約12-22天，體長約1.24mm。
3. 若蛛：約11-20天後脫皮成若蛛，略具大螞蟻形態，但步足略透明白色。體長約2.79mm。



5. 脫皮：大螞蟻脫皮時會縮伏在以絲構成的巢內，時間大約2-4天。會在巢內脫皮，脫皮後會將脫皮移至巢外。每次脫皮間隔時間約16-33天不等。
6. 築巢：大螞蟻會依需求而築不同的巢，我們將它分成棲息巢、脫皮巢、產卵巢。



(二) 棲巢習性

研究過程與方法：

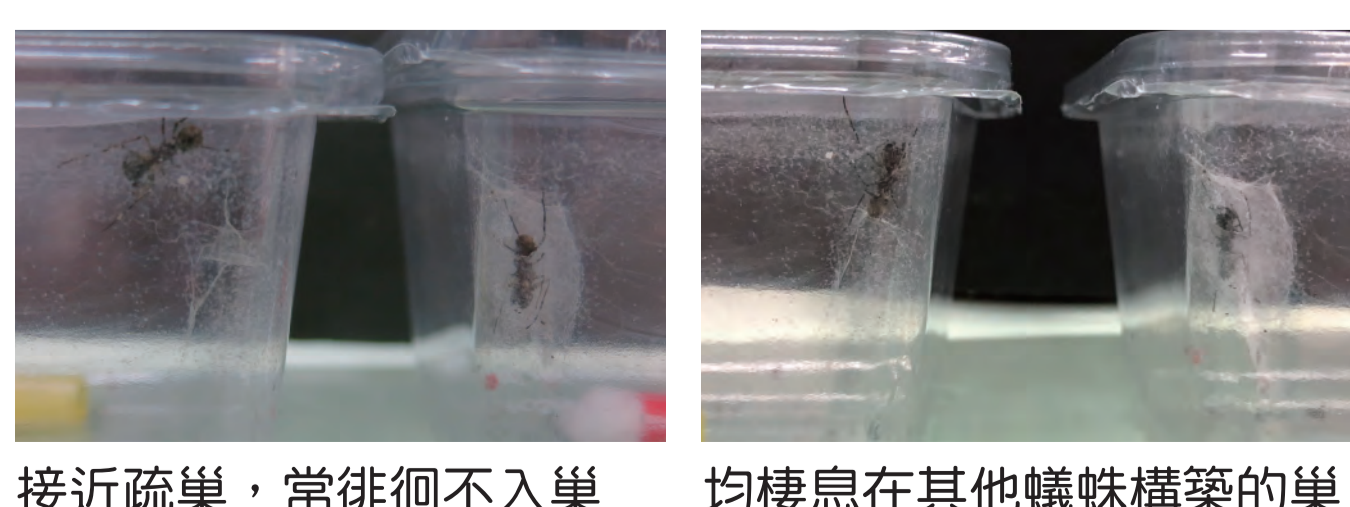
兩長方形盒內各有疏巢與密巢各放入不是原構築巢的大螞蟻，觀察利用巢絲棲息的情形。

結果：

表1-1 大螞蟻棲息他隻構築巢結果表

組別	第一組		第二組		第三組	
	棲息	時間	棲息	時間	棲息	時間
密巢	✓	< 1hr	✓	< 1hr	✓	10min
疏巢	✓	> 8hr	✓	> 8hr	✓	7-8hr

✓：代表進入巢內棲息；時間：第一次進入棲息巢棲息時間
hr：小時；min：分鐘



接近疏巢，常徘徊不入巢 均棲息在其他螞蟻構築的巢

(三) 捕食：

研究過程與方法：

1. 隨機選擇5隻成熟的大螞蟻、蠅虎與黑棘蟻工蟻放入白色珍珠板盒內(減少視覺影響)。
2. 放入蟋蟀若蟲，觀察記錄捕食與攻擊情形。

結果：

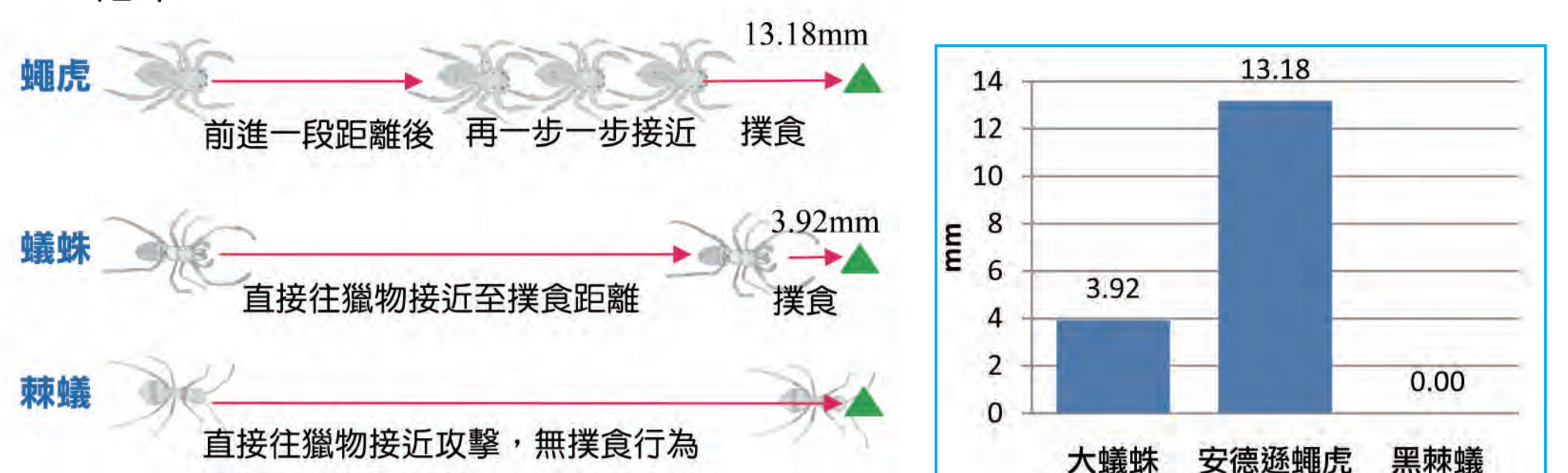


圖1-2 蠅虎、螞蟻與棘蟻捕食與攻擊獵物比較圖
▲：獵物

(四)-1 求偶與交配

研究過程與方法：

將成熟雄蛛與雌蛛先隔離緊鄰飼養，雄蛛發現雌蛛後再將牠們共同放入一個長方形飼養盒內，以攝影機記錄求偶與交配的過程。

結果：

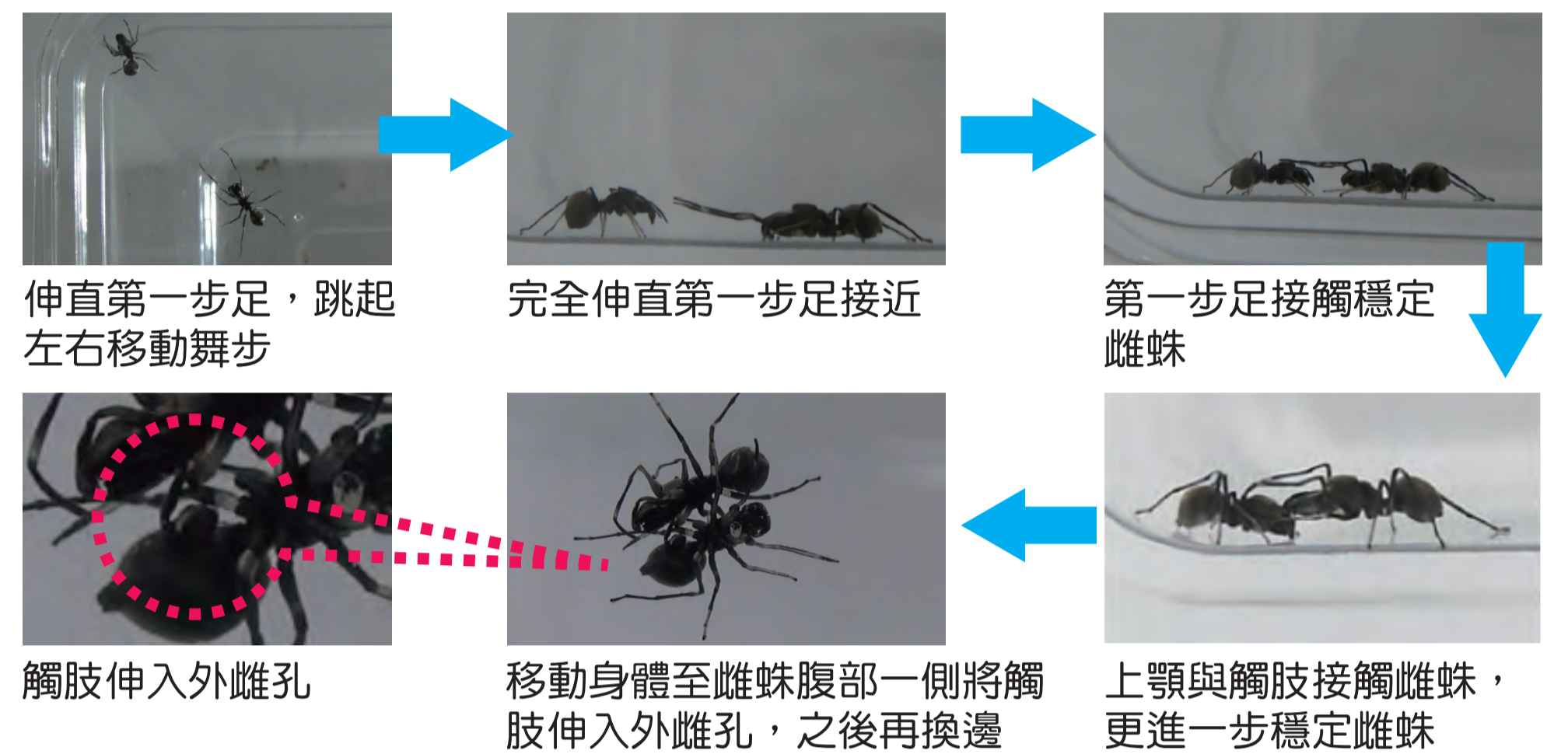


圖1-4 上顎與第一步足占體長比例圖

(四)-2 產卵與育幼

1. 飼養盒產卵觀察：

研究過程與方法：將交配後的雌蛛放入長方形透明盒內觀察其產卵與育幼行為。

結果：



2. 產卵巢植物偏好：在飼養盒內大螞蟻會將產卵巢築在角落，那在野外會築在哪裡呢？

研究過程與方法：

- (1) 選擇樣區內發現大螞蟻蹤跡頻率較高四種植物-老荊藤、柚葉藤、絡石與大花咸豐草做為大螞蟻築產卵巢的選擇。
- (2) 將交配後的雌蛛放入放置四種植物的長方形透明水族箱內，觀察紀錄築產卵巢的情形。

結果：

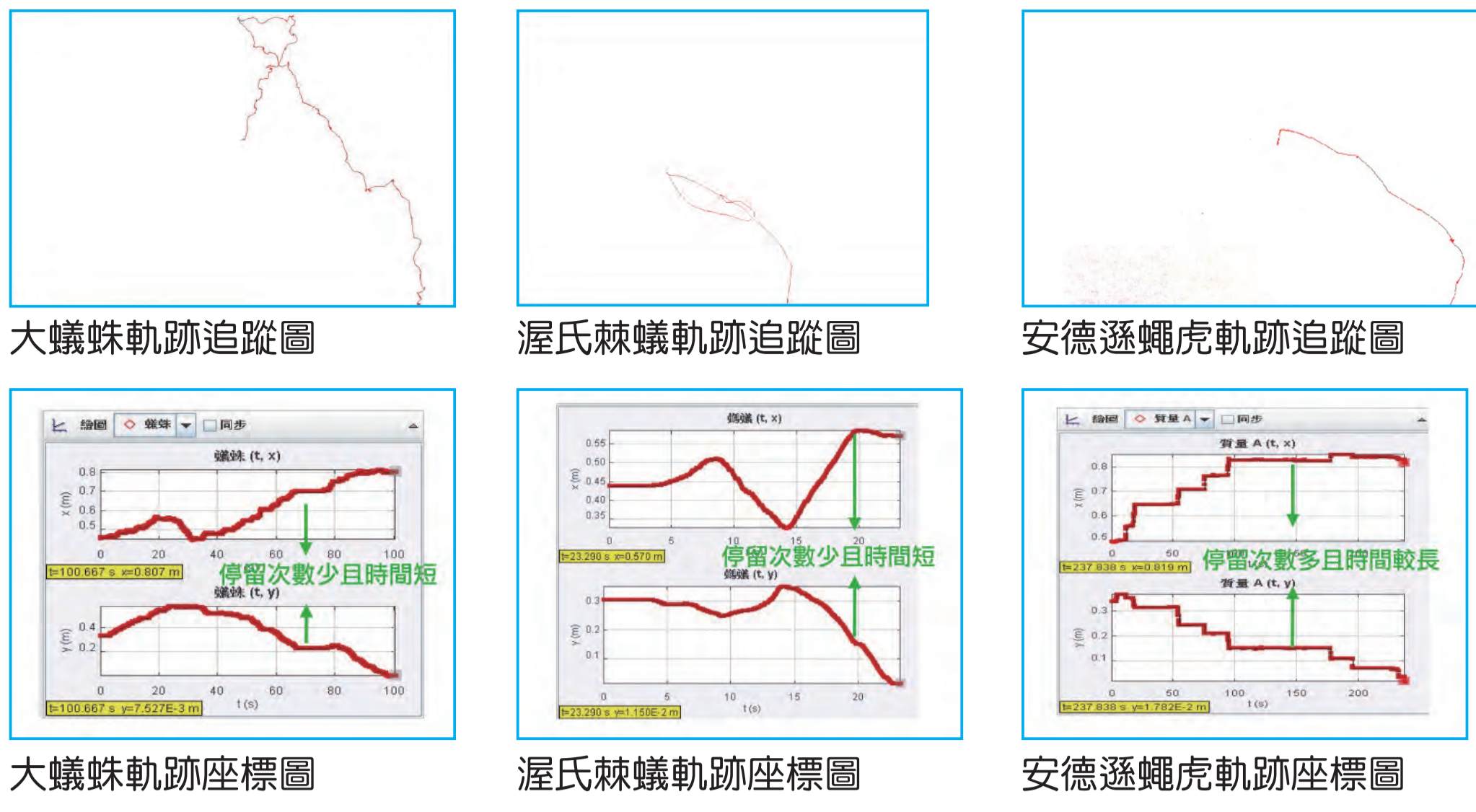


表1-2 大螞蟻產卵巢植物選擇結果表

組別	第1組	第2組	第3組
大花咸豐草	×	×	×
老荊藤	○	○	○
柚葉藤	×	×	×
絡石	×	×	×

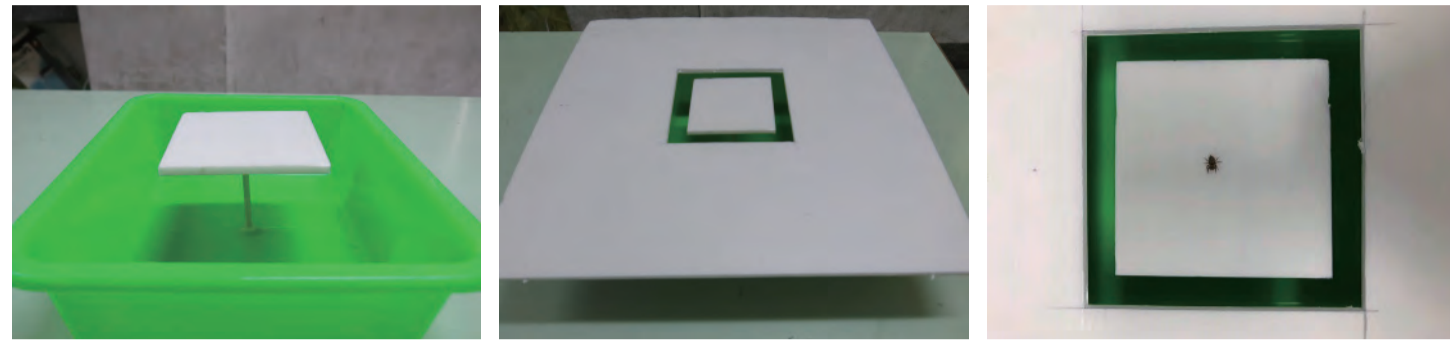
○：為大螞蟻選擇築產卵巢；×：沒有

(三)軌跡追蹤：



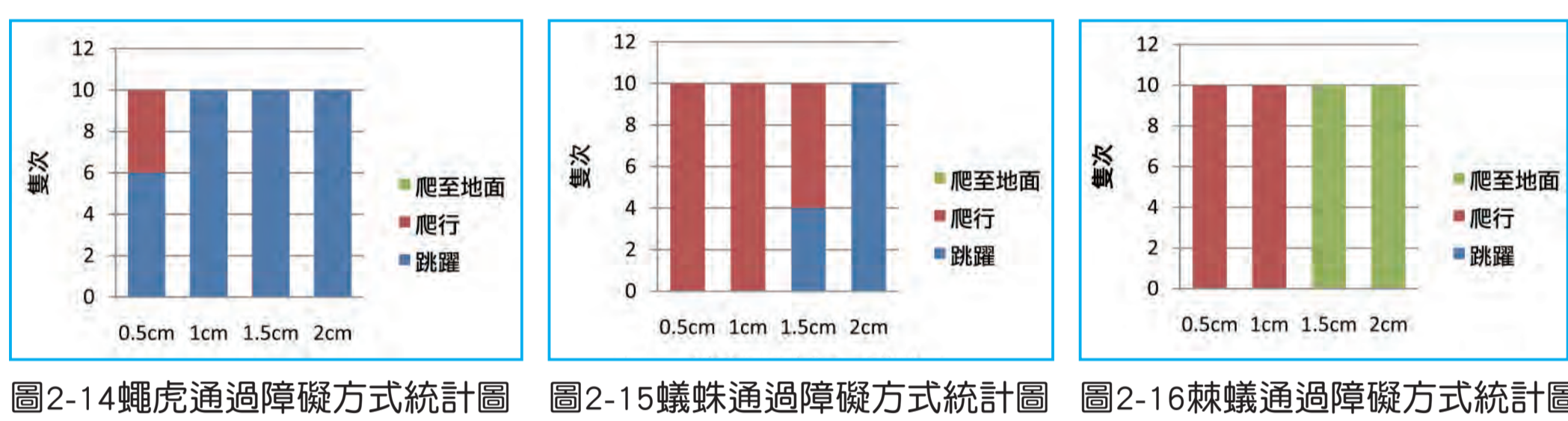
(四)過溝測試：

研究過程與方法：



- 1.在長方形盒中設置平台，蓋上正方形空間形成障礙(0.5cm、1cm、1.5cm與2cm)。
- 2.將蟻蛛、蠅虎與黑棘蟻分別穩定於平台，分別測試10隻。

結果：



三、擬態求生：

(一)臨敵反應：

研究過程與方法：一端以蜘蛛動畫，另一端放置不同隻數棘蟻群，測試大蟻蛛臨敵反應。

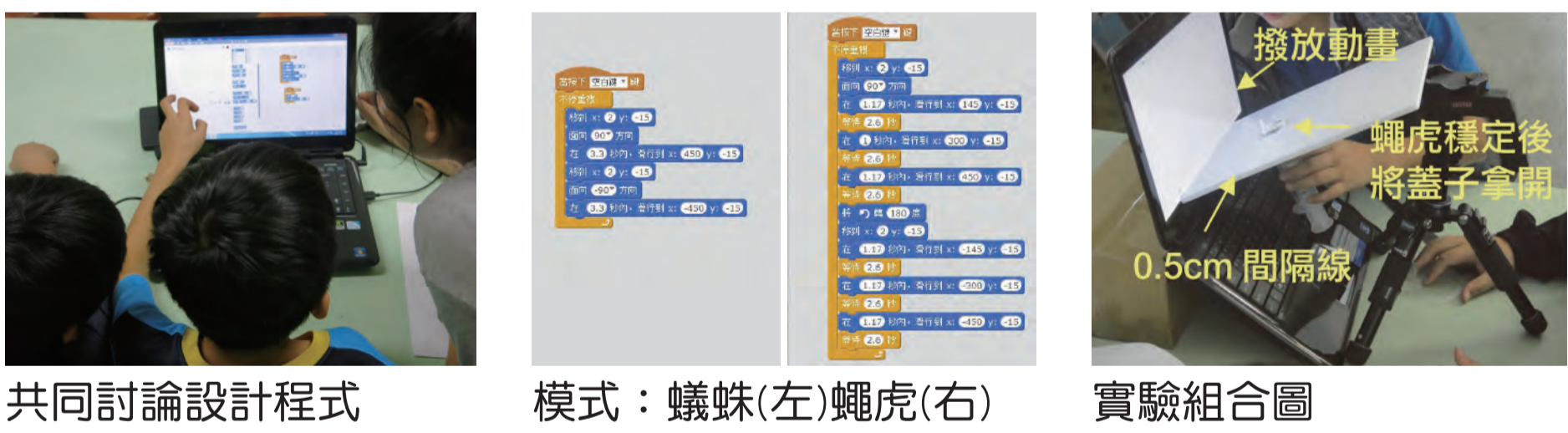
結果：



(二)運動欺敵：

研究過程與方法：

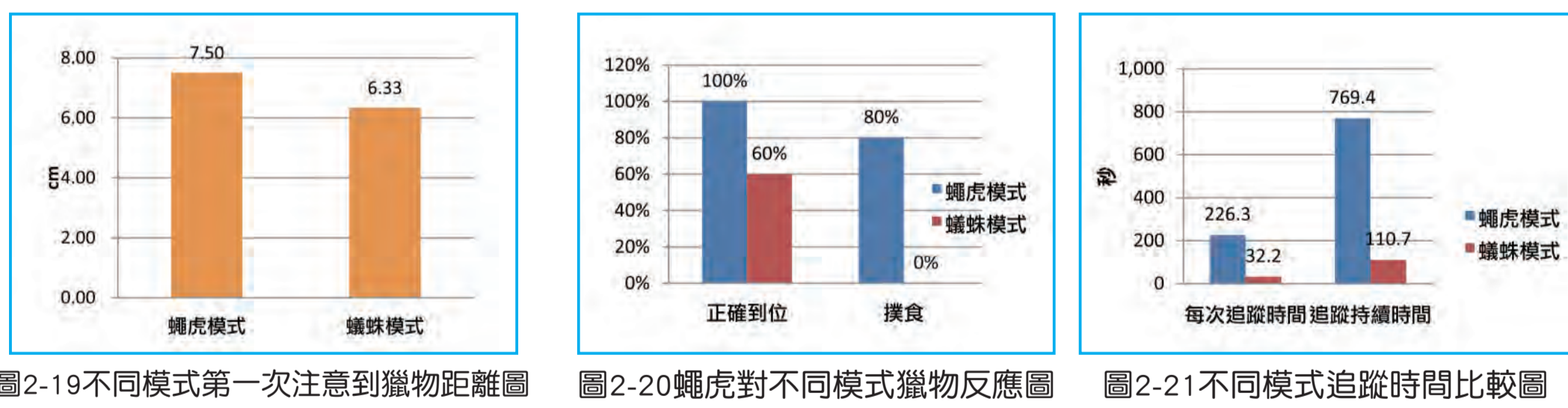
以運動模式實驗結果為依據，再利用Scratch軟體設計出蟻蛛與蠅虎兩種運動模式，兩種模式物種外形為大蟻蛛，紀錄蠅虎面對不同模式的捕食反應。



結果：

安德遜蠅虎對於蠅虎模式的動畫獵物花較多的時間進行追蹤

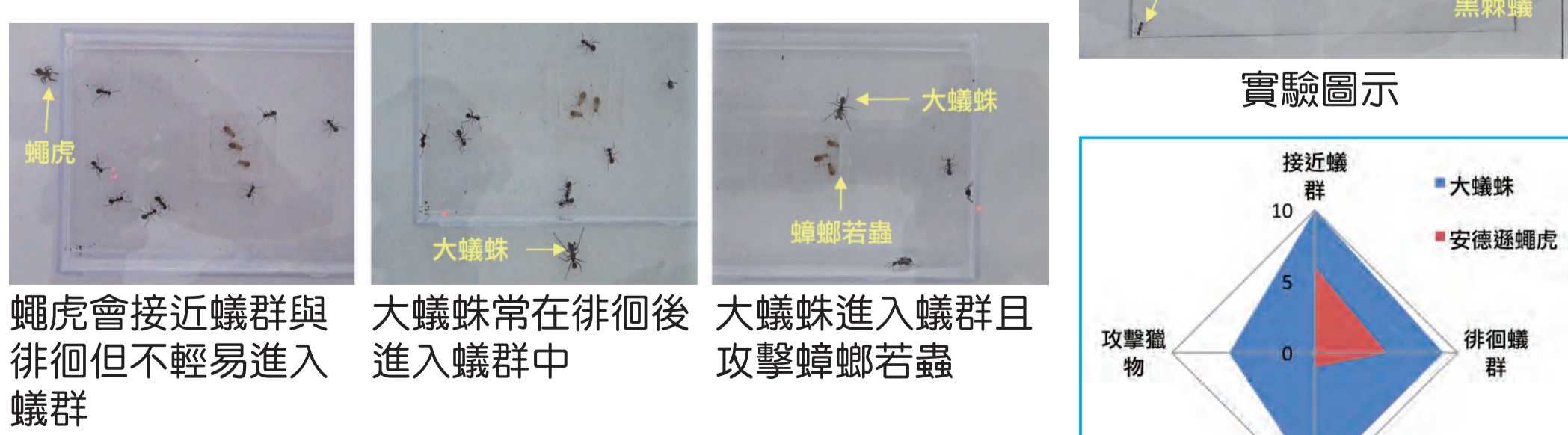
安德遜蠅虎對於蠅虎模式的動畫獵物撲食率較高



(三)接近蟻群捕食—螞蟻：

研究過程與方法：以母子盒方式進行實驗

結果：



項目	接近蟻群 (隻次)	徘徊蟻群 (隻次)	進入蟻群 (隻次)	攻擊獵物 (隻次)
蟻蛛	10	9	9	6
蠅虎	6	5	1	0

(四)接近蟻群捕食—與蟻共生的蚜蟲：

研究過程與方法：



將有蚜蟲生長的枝條放置於圓口長方形盒內。

枝條插入稀釋1000倍的漂白水與2%蔗糖水中維持蚜蟲生長

待棘蟻與蚜蟲共生後，將大蟻蛛放入盒內底部進行觀察。

結果：



(五)進入蟻巢：

研究過程與方法：將大蟻蛛放入黑棘蟻的石膏蟻巢上，觀察大蟻蛛的反應。

結果：



(六)大蟻蛛與棘蟻關係：

研究過程與方法：將大蟻蛛取食完畢後的獵物殘渣放在棘蟻巢外，觀察黑棘蟻是否將獵物殘渣搬進蟻巢中。

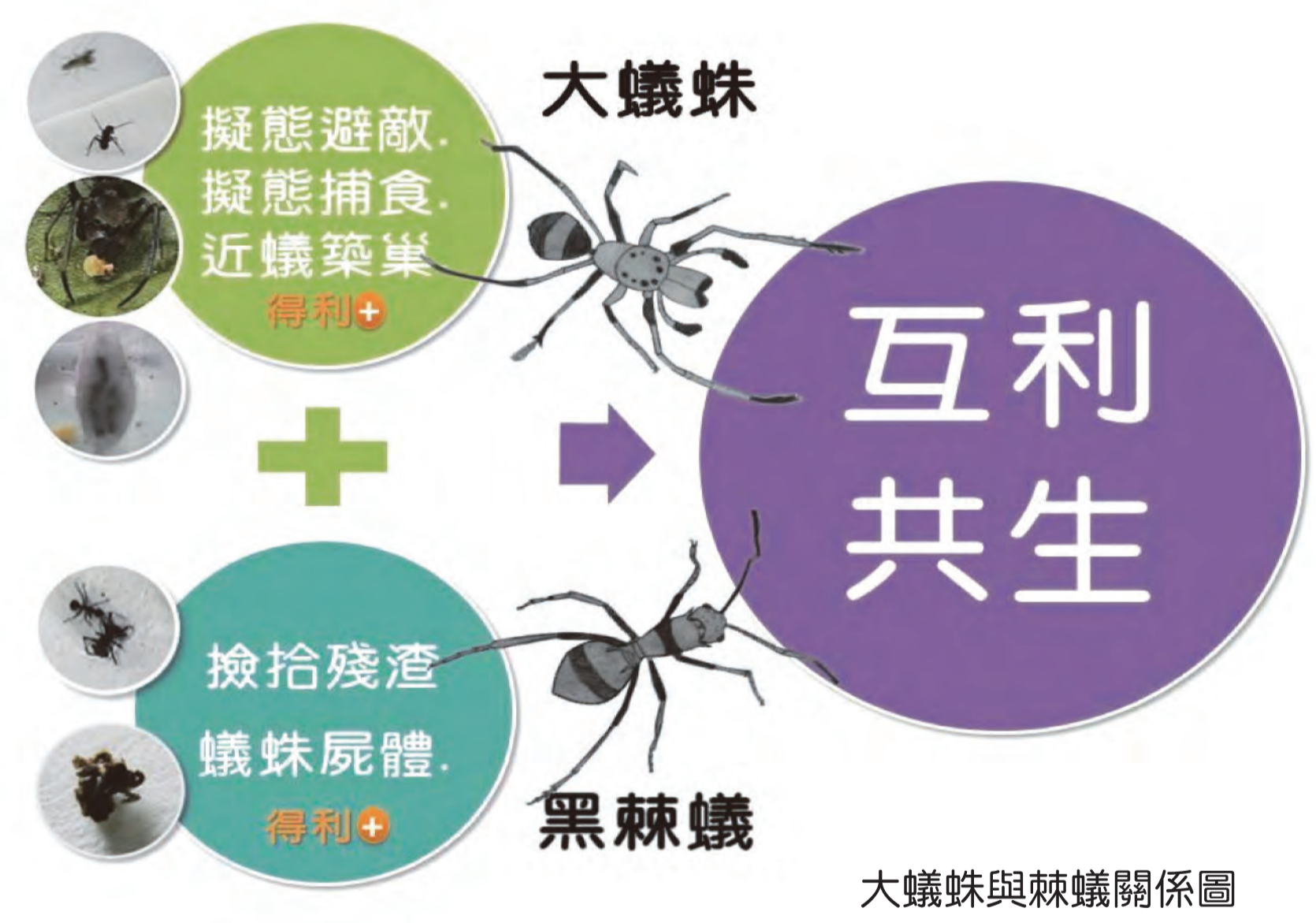


結果：黑棘蟻都將四種大蟻蛛取食過的獵物殘渣，搬回蟻巢內。



※我們的觀點：

大蟻蛛以形態、動作與運動方式擬態混入兇悍、群居、有蟻酸而天敵少的蟻群中，避免掉大部分天敵，且可能因獵物誤認為螞蟻而得利，甚至捕食與螞蟻共生的蚜蟲，可能兼具貝氏與攻擊型擬態。如果有捕食螞蟻的天敵出現時，又有速度比螞蟻快，能吐絲懸吊與跳躍的跳蛛優勢，成功脫逃的機會提高，被捕食的機率應該比螞蟻低。而棘蟻也能利用附近大蟻蛛取食後的獵物殘渣，因此大蟻蛛與棘蟻之間也許存在著「互利共生」的關係。如大蟻蛛與棘蟻關係圖。



※與其他文獻的異同：

作者	貝氏擬態	攻擊擬態	論點
黃俊男, 2014	○	無	蟻蛛屬之螞蟻擬態屬於貝氏擬態系統，擬態跳蛛的死亡率明顯低於一般跳蛛及蒼蠅。
蘇立中, 2017	無	○ 攻擊螞蟻	蟻蛛裝成螞蟻的樣子徘徊在螞蟻縱隊旁，看誰落單誰倒楣。
我們的實驗結果	○	○ 捕食蚜蟲等蟻共生生物種	1.以蟻蛛型態+蟻蛛運動模式，降低蠅虎撲食率(貝氏)。 2.較少攻擊棘蟻。 3.使獵物誤認成螞蟻，伺機捕食(攻擊)。 4.會捕食與螞蟻共生的蚜蟲與粉介殼蟲(攻擊)
其他發現：螞蟻有利—貝氏與攻擊型擬態；棘蟻有利—獵物殘渣、蟻蛛屍體。 兩者可能有互利共生關係。			

肆 結論
請參閱報告書

伍 參考資料及其他
請參閱報告書