

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

佳作、最佳團隊合作獎

081541

螞蟻世界大不同-校園內螞蟻的種類與生態習
性研究

臺北市北投區明德國民小學

作者姓名：

小六 藍鼎翔 小六 陳品吟 小五 陳宥嘉
小五 張慶瑄

指導老師：

吳柏菱 朱曉瑩

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書封面

科 別：自然科（生物類）

組 別：國小組

作品名稱：螞蟻世界大不同

——校園內螞蟻的種類與生態習性研究

關 鍵 詞：螞蟻、螞蟻生態、螞蟻的智慧

中華民國九十四年六月十日

目 錄

壹、摘要-----	p2
貳、研究動機-----	p2
參、研究目的-----	p3
肆、文獻探討-----	p3
伍、研究過程-----	p4
觀察一 調查校園中不同品種螞蟻的外型特徵-----	p4
觀察二 調查校園中不同品種螞蟻的生活習性-----	p7
觀察三 調查校園中不同品種螞蟻的築巢習性-----	p9
品種鑑定-----	p12
觀察四 調查校園中不同品種螞蟻族群在生態系中的互動情形 ---	p13
實驗一研究螞蟻在觸角受到化學物質干擾時的反應情形-----	p15
實驗二研究螞蟻在覓食受阻時採取的反應策略-----	p19
實驗三 研究螞蟻遇到異種螞蟻時的互動反應情形-----	p23
陸、結論-----	p26
柒、參考資料-----	p27

壹、 摘要

本研究主要是要探究校園中各種品種螞蟻的生態習性，研究中選擇了校園中四種不同品種的螞蟻做為研究對象，而整個研究分為觀察與實驗兩大部分。

根據初步的觀察結果顯示，校園中的四種螞蟻有相當大的可能性是懸巢舉尾蟻、小黃家蟻、花居單家蟻、以及小黑蟻。四種螞蟻的外型特徵差異明顯，在辨認時都有一定技巧，尤其是小黃家蟻和花居單家蟻在體型上較為類似，因此可以透過頭胸腹三部分的顏色差異進行辨別。而懸巢舉尾蟻和小黃家蟻在覓食時，都會排成整齊的隊伍；懸巢舉尾蟻及小黑蟻的活動範圍較廣，可是小黃家蟻及花居單家蟻就只會在巢穴周圍活動；另外，觀察中也發現每一種螞蟻築巢的方式都不一樣，但大多數螞蟻都能利用附近環境的資源，展現出螞蟻的特殊智慧。

另外，在實驗部分的研究結果發現：四種螞蟻的觸角在碰到酸性（檸檬酸）和鹼性水溶液（小蘇打）時，都會出現明顯且激烈的撥動觸角與躲避的反應動作，並且減低了螞蟻與同伴間的觸角觸碰頻率；而懸巢舉尾蟻在發現食物被搬移成懸空時，如果高度是在約自己的兩倍體型身長以下時，懸巢舉尾蟻會透過合作的方式取得食物，但高過一定高度時，懸巢舉尾蟻便會放棄繼續覓食；另外，研究發現並不是每一種螞蟻一遇到異種螞蟻就會互相攻擊，只有小黃家蟻和花居單家蟻一碰面就會互相攻擊，而懸巢舉尾蟻和小黑蟻則不會有和異種螞蟻相互攻擊的行為。

貳、 研究動機

前一陣子新聞上報導一連串紅火蟻傷人事件，因而引起全民的恐慌，大家一提起紅火蟻，就常互相討論著，紅火蟻的長相、牠們的巢穴或是對紅火蟻的氣憤以及牠帶來的災害，因為紅火蟻的生存能力實在很強，國內外專家都無法消滅紅火蟻，所以令大家很頭痛。所以我們便著手想研究紅火蟻，但卻又因為學校接到公文，規定禁止研究紅火蟻，令我感到十分惋惜，但又不想放棄，後而引發我們研究校園內其他種螞蟻的靈感。

因為平時我們雖然常常在家中或公園見到螞蟻，但卻很少注意牠們的行動或生活飲食等，而且大多數的人，看到螞蟻都對牠們不理不睬，或是直接讓他們痛苦而死，卻都無心去觀察牠們。但是從一些影片中，我們也知道，平常見的一般螞蟻雖然十分渺小，但只要成群結隊，也會對人類造成威脅，所以為了進一步深入的了解螞蟻，我們決定選擇校園內常見的螞蟻開始研究，深入了解校園中各種螞蟻的外型特徵與生態習性。

作品與教材單元相關性：

1. 探討內容配合 自然與生活科技科康軒版第七冊第三單元 怎樣分類生物
自然與生活科技科康軒版第八冊第三單元 生物與環境
2. 研究方法參考 自然與生活科技科康軒版第七冊第四單元 電磁作用（實驗假設驗證方法）
3. 鄉土性：配合學校特色課程—運用資訊設備進行文獻蒐尋與提供品種分類鑑定的參考資源

參、 研究目的

- (一)調查校園中螞蟻的種類，比較牠們的外性特徵異同
- (二)觀察螞蟻在校園各種環境中的生活習性(例如:行動、覓食、居住環境)
- (三)研究螞蟻的觸角對訊息傳遞的重要性
- (四)研究螞蟻在覓食受阻時，會發展何種解決策略
- (五)研究校園中各種螞蟻在遭遇異種螞蟻時的反應

肆、 文獻探討

- 一、 在「螞蟻城邦」的網站中，我們認識到螞蟻的基本構造以及調查時可以觀察記錄的特徵項目，因此可以根據螞蟻的各部位構造特徵做為辨識校園中螞蟻品種的參考。
- 二、 在「螞蟻·螞蟻」第十四章螞蟻如何控制環境的章節裡提到，「熱帶森林裡的螞蟻因為幾乎任何時候都可以充分享受溫暖的氣候而表現出了另依種截然不同的築巢偏好。這個地區的螞蟻多數棲息於散至地表的小塊朽木裡少數則是棲於矮樹叢、樹林或朽木中還有一些則是完全在土壤中築巢，只是數目更少了。即使地面有石頭，螞蟻也很少選擇以石塊作為巢的覆蓋物。」「蟻丘的結構異常複雜，它們的形狀對稱、富含有機物質、通道與巢是密布相連，同時還夾雜草、葉、莖幹碎片，以及小圓石與細小木炭。」經由這幾篇文獻的啟發，我們想對校園中各種螞蟻的居住環境地點與巢穴形式做一番調查與比較。
- 三、 在「螞蟻·螞蟻」這本書中的序言提到：「螞蟻因種類不同，會從事各種宣傳、欺敵、熟練的偵搜行動以及獨立或結盟展開大規模攻擊行動來壓制敵人」。又在同一本書裡的第四張裡提到：「編織蟻的工蟻用身體形成鎖鏈，因此牠們得已越過寬闊的縫隙，並能夠將樹葉拉在一起築巢」。還有在「看故事學生物」的書上看到「螞蟻們發明一種小規模的飼養計劃，在夏天的時候建築一所避暑的牛棚，把木虱關在裡頭，以避免太強的陽光」。另一個網站上看到一篇有關於螞蟻的文章文章裡說：「假如把一塊餅乾放到地上，並在周圍圍一圈強力膠。螞蟻就把附近的土塊，丟向強力膠，慢慢的終於有一條橋出現了，螞蟻便可以得到餅乾」。根據以上的文獻我們認為螞蟻是有智慧的。但是我們還想要了解我們的校園螞蟻到底有沒有智慧，還有螞蟻發展出的智慧到底有多快？和克服阻礙的方式有哪些？因此，我們認為應該要先去了解我們學校的螞蟻平常會遇到哪些阻礙，例如：懸空在樹葉上的食物或是下雨時，地面上的小水窪中會有被風吹落的食物。設計出螞蟻平常會遇到阻礙的實驗，並觀察出螞蟻克服阻礙的方法。
- 四、 從「螞蟻·螞蟻」此書中的第四篇曾提到，「牠們的費洛蒙（pheromone）溝通系統是以分泌化學物質為基礎，藉此來傳訊息，螞蟻則靠味覺與嗅覺來判斷這些化學信號的意義。」因此我們在研究中可以設計一些關於「分泌物」的實驗，如果將螞蟻的分泌物及氣味加以干擾時，牠會採取什麼行動呢？對訊息溝通是否會產生影響？

伍、 研究過程與方法

我們爲了達到前面各項研究目的，共進行了三個向度的觀察與設計進行了三個實驗：

觀察一 調查校園中不同品種螞蟻的外型特徵

觀察二 調查校園中不同品種螞蟻的生活習性

觀察三 調查校園中不同品種螞蟻的築巢習性

實驗一 研究螞蟻在觸角受到化學物質干擾時的反應情形

實驗二 研究螞蟻在覓食受阻時採取的反應策略

實驗三 研究螞蟻遇到異種螞蟻時的互動反應情形

觀察部分主要是對校園中四種品種螞蟻的外形特徵、生活習性、和築巢習性三方面有較完整與全面性的認識，再參考相關文獻進行品種鑑定的工作；而實驗部分則是根據觀察後的特殊發現與從閱讀文獻所得的啟發，對螞蟻一些較爲特殊的行爲做進一步深入的研究與觀察。

研究過程中，我們除了隨時作詳細的觀察紀錄外，並盡可能利用數位相機來記錄我們的觀察發現與實驗結果，期盼透過圖文比對的檢核方式，呈現較具可信度的研究成果。每一項觀察皆歷經將近半年時間，從初步的尋找，觀察紀錄、反覆驗證觀察紀錄等過程，最後才歸納整理成表格，作有系統的呈現與比較。而每一個實驗也都盡可能遵守進行實驗假設驗證研究時應遵守的變因控制規範。所以在每項實驗報告中皆包含了：實驗假設、變因控制、實驗器材介紹、實驗步驟、實驗觀察紀錄、實驗結果、實驗討論等項目。

觀察一：調查校園中不同品種螞蟻的外型特徵

(一) 調查環境介紹：

我們選定校園前庭花園的假山作爲觀察地點，起初我們決定在校園各處尋找，包括中庭花園和操場，但是校園範圍太大，時間能力也有限，我們發現前庭花園很少有人在活動，環境中又有多種螞蟻可供觀察，特別是假山周圍，因爲沒有茂密的草覆蓋。只有許多的大石塊和光禿禿的泥土地，附近也是只有平坦的土地，幾乎都沒有長草，所以觀察螞蟻時看的非常清楚，不會被草遮住，我們才決定將觀察範圍縮小在假山周圍的區域。另外，假山邊上有一棵很大的大葉雀榕，它的根部複雜交錯，和假山幾乎成爲一體，並且因爲大葉雀榕的樹葉茂密，因此這塊區域大部分的時間都沒有強烈陽光照射。而假山旁邊還有一個涼亭，涼亭的地面鋪著瓷磚，比附近的泥土地要高一些，磚塊邊緣是粗糙的水泥和小石子混合的硬塊，但是有些剝落，凹凸不平。



(二) 調查發現：

在鎖定的調查範圍中，我們一共找到了四種螞蟻在這裡生活，下面的表格是四種螞蟻的基本型態描述，由於一開始我們還不知道螞蟻的品種名稱，所以就先依據牠們的外型顏色暫時取一個名字，方便大家記錄與溝通。

名稱		大 褐 蟻	小 紅 蟻	小 褐 蟻	小 黑 蟻
形態					
外型	身長	● 體型差異大，大約為 3mm-5mm(不含觸角長) ● 是觀察區內體型最大的螞蟥	● 體型差異不大，大約為 2mm-2.5mm(不含觸角長)	● 體型差異不大，大約為 2mm(不含觸角長) ● 是觀察區內體型最小的螞蟥，比例較為細長	● 體型差異不大，大約為 2.5mm-3mm(不含觸角長)
	顏色	● 頭和胸是咖啡色，腹部為深咖啡色，接近黑色	● 頭和胸是紅褐色，腹部為深褐色，接近黑色 ● 有點透明，有光澤	● 頭和腹部皆是深褐色，但腹部顏色更深，接近黑色，胸部為褐色	● 頭、胸和腹部全為黑色，但胸部顏色比較淺一點
	外型特徵	● 腹部成水滴形狀，明顯比頭和胸大 ● 當觸碰牠的腹部時，腹部會翹起來，甚至向內彎折 	● 頭和胸的顏色比較淡，而且偏紅，和腹部的深顏色有明顯的差異 ● 頭部比腹部大，而且腹部是圓形，有些下垂 	● 頭和腹的顏色比較深，胸部的顏色較淺，差異明顯 ● 頭、胸、腹的比例差不多，但頭部稍大，腹部是橢圓形 ● 腳的比例較長 	● 黑黑亮亮，有光澤 ● 腹部的比例最大，為水滴狀，末端是尖的 ● 腳的比例較短 
各部位構造特徵	頭部放大照片				
	觸角	● 是咖啡色屈膝狀，長約 2mm	● 是淡紅褐色屈膝狀，長約 1mm	● 是淺褐色屈膝狀，長約 1.5mm，與體型相比，比例較長	● 是褐色屈膝狀，長約 1.5mm
	頭	● 頭部是圓形的，寬度約 1mm ● 可以比較明顯的看到牠黑色的眼睛，以及前端的一對大顎	● 頭是圓形，寬度約 0.5mm ● 頭前端比較窄，而靠近胸的部分則比較寬，頭前有一對大顎，也是紅褐色	● 頭是長圓形，寬度約 0.5mm ● 頭前端有點窄，頭前的大顎較不明顯	● 頭是圓形但前端較窄，寬度約 0.5mm ● 頭部的長度約是腹部的一半，佔了全身長的五分之一 ● 頭前也有一對顎，但是不易觀察

		大 褐 蟻	小 紅 蟻	小 褐 蟻	小 黑 蟻
各 部 位 構 造 特 徵	胸部放大照片				
	胸	● 胸部細長，約是頭部的 1.5 倍，但是寬度卻只有 1mm ● 胸部分成三節，每一節都長出一對腳	● 胸部細長，是全身最長的部位，大約 1mm，是腹部的 2 倍	● 胸部細長，是全身最長的部位，大約 1mm，是腹部的 2 倍	● 胸部細長，但前端的寬度和頭部差不多，長度則和腹部差不多
	腳	● 腳是深褐色 ● 前面的一對腳多半是向前彎曲，中間的腳多半向兩旁伸展張開，後腳則多半向後彎曲 ● 前腳長度 1.5mm，是三對腳中最短的一對，中間的一對腳比前腳長一些，約 2mm，後腳最長，大約是 2.5mm	● 腳是淺的紅褐色，顏色愈到末端越淺，接近黃色 ● 前腳的長度還不到 1mm，是三對腳中最短的一對，中間的一對腳比前腳長一些，約 1mm，後腳最長，大約是 1.5mm	● 腳是深褐色 ● 前腳長度 1mm，是三對腳中最短的一對，中間的一對腳比前腳長一些，約 1.5mm，後腳相當長，大約 2.5mm，當後腳向後伸時，往往超過了腹部 ● 和身體長度與寬度相比，腳的比例相當長	● 腳是深褐色 ● 前腳的長度還不到 1mm，是三對腳中最短的一對，中間的一對腳比前腳長一些些，大約是在 1-1.5mm 之間，後腳雖然最長，大約也只有在 1.5-2mm 左右 ● 和身體長度與寬度相比，腳比例較短
	腹部放大照片				
	腹	● 腹部為水滴狀，非常飽滿，前面非常寬，然後漸漸變窄，最末端是尖的 ● 腹部會有橫條紋	● 腹部圓圓的，末端較寬，有些下垂 ● 腹部雖然比頭小，但顏色是全身最深的部位	● 腹部是橢圓形，中間寬，愈向兩端愈窄，有點變尖 ● 腹部末端也會向下垂	● 腹部為水滴狀，愈靠近胸部愈寬 ● 腹部比例最大，不但沒有下垂，反而較為壟起

(三) 觀察結果歸納：

四種螞蟻的外型特徵都各有特色，例如：雖然小褐蟻與小紅蟻體型與顏色非常相近，但仍舊能辨識的出來，小紅蟻的頭與胸顏色較淺較透明，腹部較深，而小褐蟻則是頭與腹部顏色較深，胸部較淺。另外小黑蟻全身都是黑色而且有光澤，大褐蟻的腹部則成水滴狀，向上舉起的模樣非常特殊。

(四) 心得與討論：

螞蟻的體型非常的小，因此在觀察時非常困難，因為活的時候牠會跑來跑去，而死了又會蜷縮成一團，都不好測量，，因此我在量體長時便將牠們先輕輕的沾黏在膠帶上，減緩牠們的爬行速度，也因為他們體型小，幸好我們有數位相機，否則用肉眼也根本無法觀察牠們在顏色、形狀上的細微差異。



觀察二：調查校園中不同品種螞蟻的生活習性

(一) 觀察向度說明：

我們以四種螞蟻作為觀察主角，觀察牠們的生活習性，包括覓食、行動方式兩方面，而針對行動方式一項，我們又從螞蟻行進的隊形、活動範圍、移動的速度以及爬行時的姿態等四項分別說明，期望了解這四種螞蟻的生活習性到底有什麼異同。

(二) 生活習性調查發現：

1. 覓食：

品種 習性	大 褐 蟻	小 紅 蟻	小 褐 蟻	小 黑 蟻
覓食方式	●大褐蟻覓食時，都是先有幾隻螞蟻爬到樹下附近的石頭或泥土地上，四處搜尋到食物後，就會回巢穴通報，過不久以後，就會有大群螞蟻出沒。 ●很少看到數隻合力搬運食物。  	●小紅蟻在覓食時，通常都許多隻螞蟻一起在洞穴口附近四處活動。 ●如果食物是一灘汁液時，小紅蟻也是會成群的圍在週圍吸食。 ●覓食時，經常會看到幾隻螞蟻合力搬運食物。 	●小褐蟻覓食時，也都是有少數一兩隻螞蟻先出外偵查，發現食物多半就直接搬運回巢，即使是大量螞蟻同時離開洞穴，數量也都不太多。 ●覓食時，都是只有幾隻螞蟻，他們大多不會去太遠的地方覓食，小褐蟻會從巢穴直線走到食物旁，並且將食物的小碎削搬回巢。 	●小黑蟻在覓食時大多不常成群結隊，都是有兩三隻螞蟻在外頭搜尋食物，找到食物時也沒有呼叫大批同伴來搬運食物，就由搜尋的螞蟻各自搬運回巢。 ●不太會出現相互接觸與合力搬運食物的狀況。  

2. 行動方式：

品種 習性	大 褐 蟻	小 紅 蟻	小 褐 蟻	小 黑 蟻
範圍	●活動範圍非常廣大，就算在離巢穴好幾公尺的地方，牠們都會去搜尋食物。	●大部分都只有在洞口附近幾十公分之內的地方活動。	●活動範圍不大，幾乎只有在離巢穴幾十公分以內的地方活動。	●活動範圍非常廣闊，在 3~4 公尺以內的地方都看的到牠們出沒
速度	●行走的速度不快，但是受到驚嚇時，牠會將腹部抬起，然後快速行走。	●行走的速度緩慢，但是如果受到驚擾，牠便會跑的比一般快一些，但還是很慢。	●平時行走看似不快，但是在逃離危險時，會忽然行動敏捷，而且六隻腳在比例上相當長，爬行時非常明顯。	●行走速度相當敏捷，如果受到驚擾，便跑更快，並四處找尋遮蔽物躲藏，靜止不動除非再次被發現，才又再次快速的逃離。

隊形	● 會從樹上沿著大致同樣的路線的向下爬，取得食物的螞蟻也會循原路返回。 ● 排隊行走在同一路線時，間隔距離並不緊密。往返的螞蟻會在同一條路上分成兩道	● 食物距巢穴較近時，不易看出隊形，但距離稍遠，則還是會有明顯的特定路徑。 ● 排隊行走在同一路線時，間隔距離較緊密	● 外出覓食時，小褐蟻大都不會排隊行動。只有觀察到兩三隻或十幾隻圍成一圈共同搬運食物的情形。	● 小黑蟻覓食時不常成群結隊，每次觀察到的數量，最多不超過十隻，路線也不一致。 ● 小黑蟻遇驚嚇時，雖然會立刻散開，但逃跑的方向往往都是朝向巢穴的方向。
姿態	● 爬行時，腹部不會舉起，一旦受到驚擾，牠就會將前面一對腳彎曲，頭和胸部壓低，後面兩對腳撐起，腹部舉起，甚至向前彎折。 ● 在覓食時，也會將腹部高舉，前腳會趴在地上，觸角不停抖動。	● 爬行時腹部有一點下垂，當一有東西去驚擾牠時，牠的觸角就會不停的晃動。 ● 在尋找食物時，牠會將觸角貼在地面上，頭左右擺動。	● 爬行時，頭會朝下，在覓食時也是一樣，頭會非常接近地面，觸角會一直在土面上晃動。 ● 如果有東西去觸碰牠時，牠的觸角會向上不停抖動，並且四處跑來跑去。	● 在尋找食物時，頭部會靠近地面左右晃動，觸角也會貼著地面左右搖動。 ● 平時牠行走時會找遮蔽物底下行走，腹部前端是拱起來，而後腹部後端則下垂。

(三) 觀察結果歸納：

四種螞蟻都各有各的生活習性，雖然在食物的選擇上大同小異，幾乎來者不拒。但是在行動方式上卻相當不同。

在行動範圍方面：大褐蟻和小黑蟻的活動範圍較大，小紅蟻和小褐蟻則只在巢穴附近幾十公分的範圍活動。

在行動隊形方面：大褐蟻和小紅蟻在往往會排列成長條隊伍的形式，小褐蟻和小黑蟻則不明顯。

在行動速度方面：以小黑蟻最快最敏捷，小褐蟻次之，大褐蟻和小紅蟻較慢，只有在受驚擾時才會稍微加快行動的速度。

在行動姿態方面：覓食時，多半將頭部壓低，觸角不停晃動。受驚嚇時，只有大褐蟻的腹部會有明顯高舉的特徵。

(四) 心得與討論：

螞蟻有各種的習性，非常有趣，有的螞蟻會排隊去覓食，有的螞蟻則不會，有的螞蟻爬行速度快，有的螞蟻爬行速度很慢，甚至我們還察覺到有的螞蟻生命力非常強，有的螞蟻生命力卻非常的弱，輕輕一碰就死了，每一種螞蟻都有牠獨特的特性，不論是行動、覓食、生命力、生活，牠們都各有各的特性，值得我們做更深入與更多方向的觀察。另外，我們也察覺到每種螞蟻的行動方式似乎和牠們天生的身體構造特徵有關，因此經過時間的演化而發展出不同的生活習性，未來我們也可以嚐試對這個想法作更多研究，找出一些關聯性，並且可以運用在觀察其他生物的研究中。

大褐蟻的行進隊伍



小紅蟻的行進隊伍



觀察三 調查校園螞蟻的築巢習性

(一) 我們的發現與疑惑：

在學校觀察、搜尋螞蟻蹤跡的過程中，發現校園中前庭花園的假山有一些體型較小的螞蟻會在石頭和石頭中的縫隙中出入；又曾在大樹旁看見小紅蟻鑽進地面上一個個的小洞裡，而地面和樹幹上又有許多大褐蟻在徘徊。因此引起我們對螞蟻巢穴的好奇。後來在書中看到有關螞蟻如何控制環境的文章中提到：「熱帶森林裡的螞蟻因為幾乎任何時候都可以充分享受溫暖的氣候而表現出了另依種截然不同的築巢偏好。這個地區的螞蟻多數棲息於散至地表的小塊朽木裡少數則是棲於矮樹叢、樹林或朽木中還有一些則是完全在土壤中築巢，只是數目更少了。即使地面有石頭，螞蟻也很少選擇以石塊作為蟻巢的覆蓋物。」以及「蟻丘的結構異常複雜，它們的形狀對稱、富含有機物質、通道與巢是密布相連，同時還夾雜草、葉、莖幹碎片，以及小圓石與細小木炭。」經由這幾篇文獻的啟發，我們想對校園中各種螞蟻的居住環境地點與巢穴形式做一番調查與比較。

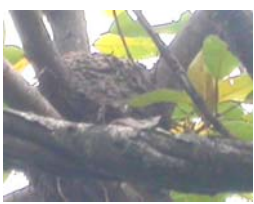
(二) 觀察器材：食物誘餌、塑膠手套、放大鏡、採集盒、數位相機、比例尺、牙籤、小鐵匙

(三) 觀察方法及注意事項：

1. 先用甜食類的食品引誘螞蟻，再跟尋牠找到蟻窩。
2. 觀察螞蟻蟻窩的環境特色。
3. 用觀察、觸摸、測量等方式，紀錄、整理、歸納、與比較各個巢穴的差異性。



(四) 觀察紀錄表：

螞蟻種類 巢穴特性	大褐蟻	小紅蟻	小褐蟻	小黑蟻
位置	位於校園前庭花園假山旁的大葉雀榕樹上，頂端樹枝交錯的位置有一個接近圓形的巢，氣根密集處與樹皮裂口處，也有螞蟻聚集與出入的現象。  	位於假山旁大石頭下方的褐色泥土地上，有許多圓形的小洞。都是靠近石頭的附近地面，而且多半在石頭的影子內。  	位於校園假山旁的涼亭地板（花崗岩與水泥）之內，螞蟻將縫細中的許多小石頭與泥沙搬到外頭去，並加大巢穴的大小。  	位於假山旁大石頭下方，石頭與石頭交接處，覆蓋一層很厚的灰色泥土，週邊也有一些植物盤根錯結在石頭壁與泥土中。土堆陰暗處有一些洞穴，洞穴口是長長的、不規則的。  

螞蟻種類 巢穴特性	大褐蟻	小紅蟻	小褐蟻	小黑蟻
內部 構造 與 組成物	● 大褐蟻會搬運細小的樹枝、棉絮、昆蟲屍體、小葉子、土…等到巢穴中。  ● 大褐蟻會由樹皮剝落的地方逐漸向內侵入，所以巢穴的主要建材應該還是樹木。 ● 觸碰巢穴表面時，會有土塊掉落，因此泥土應該也是重要建材。 	● 從小紅蟻的洞穴出入口向下挖，越往下挖時，通道的直徑越來越大，延伸的方向也不一樣，至於最深的深度則很難估計。  ● 向下挖了將進 20 公分深，才看到有許許多多小紅蟻搬著白色透明的卵四處亂跑。 	● 小褐蟻利用現成的建材.在石頭上挖洞或把鬆動的地板建材搬到洞外。   	● 小黑蟻的巢穴土質是屬於類似砂質的土，若用小樹枝輕輕一戳，砂質的土就會立刻掉落下來，小黑蟻巢穴通道的狀況和小紅蟻巢穴通道一樣.兩者都是從一個用肉眼可看到的小小出入口，通道後來便越來越寬敞。  

(五) 觀察結果歸納：

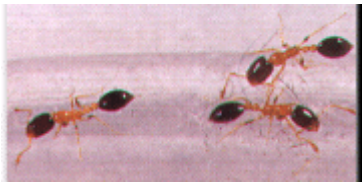
1. 這一次在校園前停花園假山區域所觀察的螞蟻共有四種，每種螞蟻的築巢的位置都不一樣，大褐蟻是在樹上築巢、小紅蟻在地底下的泥土中築巢，小褐蟻在瓷磚的水泥縫隙中、小黑蟻雖然同樣是在泥土中，但選擇的位置是在覆蓋著泥土的石壁上頭。
2. 四種螞蟻的築巢方式雖然都是利用校園假山周邊的小生物屍體、植物、土...等材料，但是每一個小區域的環境特徵仍有差別，再加上由於品種不同，螞蟻喜歡與適應的環境也不同，因而築巢方式便明顯的截然不同。
3. 雖然四個品種的螞蟻築巢狀況差異很大，但是同一品種的螞蟻在這個區域內的築巢方式與位置則大多相當一致，例如小紅蟻的洞穴外型就都在直徑 2mm 左右。

(六) 討論：

1. 在進行這項築巢特性的觀察活動時，其實是十分不容易的，因為如果在一開始觀察的時候就把我們發現的蟻洞挖開來，干擾了螞蟻的生存，有可能造成之後必須等很久，才會再有螞蟻從原來被挖開的洞穴出來。甚至也有可能螞蟻有了防備之心，不再從被我們挖開來的洞穴重新疏通、出入，而另挖通道了。那麼我們就不容易再在其他時間和環境氣候時繼續做觀察了。而且我們也不應該過度的破壞自然生態和動物的生存權，必竟我們的研究目的是想要對螞蟻有多一些了解，而不是要消滅螞蟻。
2. 經過這一段時間的觀察研究，我更了解到螞蟻的巢穴對他們的重要性，就像人類需要家一樣，一個巢穴能夠給螞蟻們安全感、可以儲藏食物、讓蟻后在穴室產卵、哺育幼蟲、也可以儲存雜草種子，這些種種的原因，才構成螞蟻會建築巢穴。尤其是當我們嚐試要把一群螞蟻帶回自然教室觀察時，發現即使土堆旁擺了一大堆好吃的食物，螞蟻們還是不肯離開泥土堆，我想那是因為牠們發現自己的巢穴已經不見了，搬了食物後也不知道該放在哪裡儲藏吧！

品種鑑定

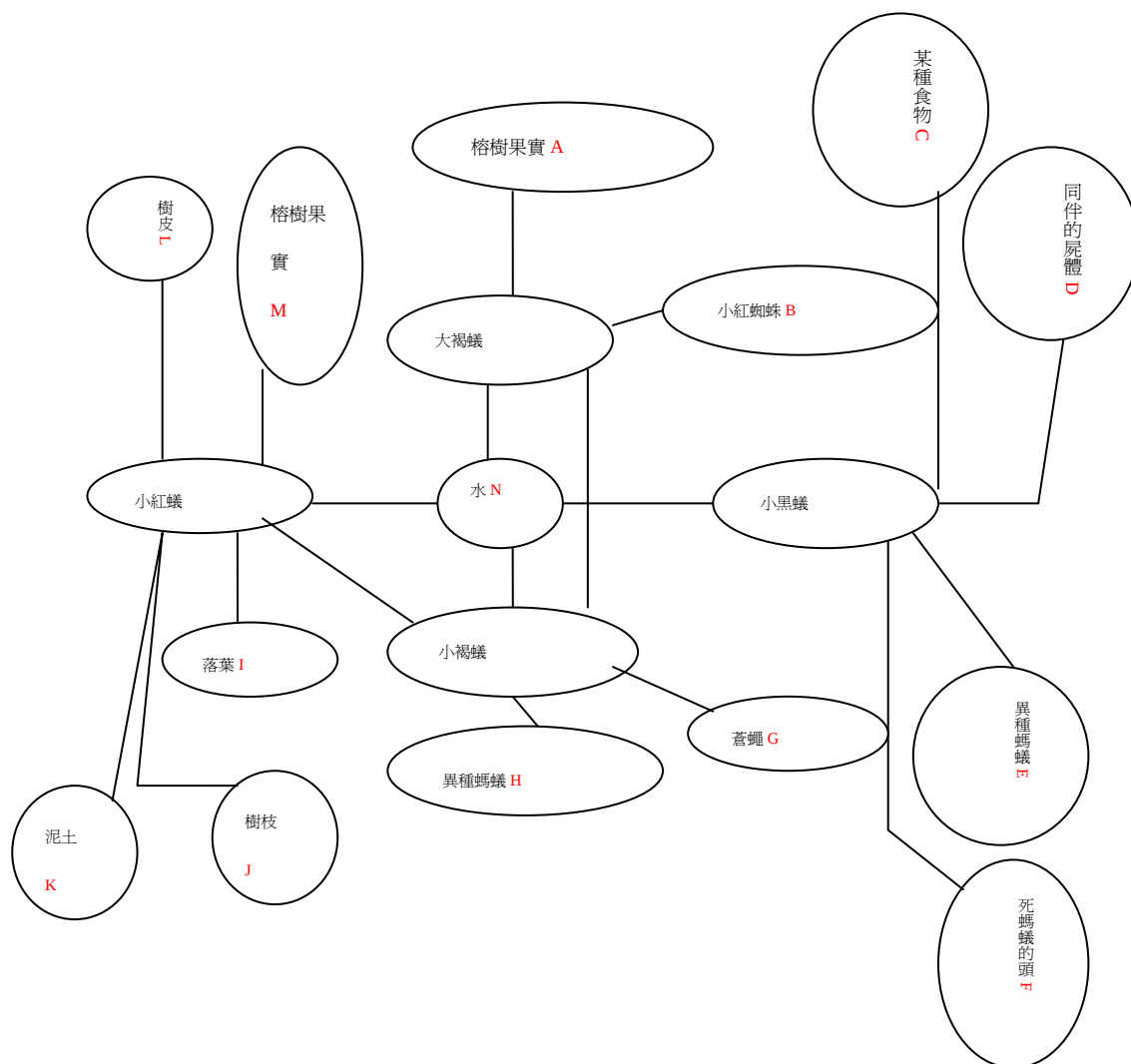
根據我們在前面三項觀察報告中對螞蟻的外型特徵、生活習性與築巢習性所做的歸納，再與網路或書籍上的相關資料做比對，推測校園中的四種螞蟻的品種可能如下：

暫定名稱	觀察紀錄摘要	文獻資料	品種鑑定結果
大褐蟻	● 頭和胸是咖啡色，腹部為深咖啡色接近黑色，腹部成水滴狀，明顯比頭和胸大 ● 當觸碰牠的腹部時，腹部會翹起來，甚至向內彎折 ● 居住在樹上，並且在樹上築巢 	「嘎嘎昆蟲網」中提到： 體長約 3.5 - 4 mm，腹部呈小水滴狀，習慣上舉。體色褐色，腹部呈水滴狀。會在樹上建築圓球形的蟻巢。這類螞蟻會利用植物的纖維包果枝幹築巢，蟻巢則整個將枝幹包住 	懸巢舉尾蟻
小紅蟻	● 頭和胸顏色較淡，而且偏紅，有點透明，有光澤，和腹部的深顏色有明顯差異 ● 腹部是圓形，有些下垂 ● 小紅蟻的巢穴是在土下，是個非常龐大的組織。 	「螞蟻·螞蟻」書中提到： 黃家蟻是目前眾所皆知廣泛分部於全球各地的重要家屋蟻，體長 2-2.5 公釐，體色雙色，頭胸及腹部黃橙，頭部是長橢圓，腹錘部褐色。 	小黃家蟻 家蟻亞科 單家蟻屬
小褐蟻	● 頭和腹的顏色較深，胸部的顏色較淺，差異明顯 ● 體型很小，但腳的比例較長 ● 腹部是橢圓形，中間寬，愈向兩端愈窄，有點變尖，腹部末端會向下垂 ● 牠的巢穴是在涼亭地上磚塊的細縫中 	「螞蟻·螞蟻」書中提到： 花居單家蟻體型介於小黃家蟻與中華單家蟻之間，行動速度較快。在家屋中喜歡築巢於牆壁裂縫中。體長 1.7 公釐，體色雙色，頭部是暗褐色，胸及腹部是暗黃色，腹錘部是暗褐色，頭部是長橢圓。 	花居單家蟻 家蟻亞科 單家蟻屬
小黑蟻	● 黑黑亮亮，有光澤 ● 腹部的比例最大，為水滴狀，末端尖的 ● 腳的比例較短 ● 牠的爬行速度相當敏捷迅速 	「螞蟻·螞蟻」書中提到： 小黑蟻為台灣家屋中常見的種類，體型略大於小黃家蟻，體色黑，行動速度較快，常於戶外走廊或人行道上活動。多將蟻巢建築於屋外的土層中，也常建築於乾涸的水溝中。體長 2.5 公釐，體色單色，頭胸腹皆為黑色，腹錘部是黑色，頭部是橢圓形。 	小黑蟻 山蟻亞科 黃山蟻屬

觀察四 四種螞蟻生態調查紀錄

因為在市展的時候，評審老師建議我們加強「生態」部分的觀察，於是我們查尋了許多文獻資料、相關書籍，也和老師討論，才知道生態和生活習性不大相同。原來生態指的就是生物與環境的互動關係，生物在生態系中的角色分為生產者、消費者及分解者。各種生物在生態扮演的角色則是由牠的功能來分辨，生產者就是營養來源不需從其他生物中取得，並且能提供生物作為食物來源；消費者只是生物必須依賴吃著其他食物來維持生命，而當中又有分為一級、二級、甚至三級消費者；而分解者扮演的角色則是在一個環境中做清理的工作，例如生物的排泄物或生物死亡的屍體等，如果沒有分解者來清理，環境就會很髒亂。而在環境中生產者是最多的，其次是消費者，越高層的消費者則越少，如果消費者過多或生產者過少可能會造成生態不平衡。

於是我們又再做了觀察，主要是針對生態系中螞蟻與環境及與其他生物的互動，做為主要的觀察重點。後來發現螞蟻在生態系中的活動情形十分頻繁，所以我們決定做一個清晰的生態結構圖放在此書中，讓讀者能對螞蟻的生態有更進一步的了解。因為是短時間的觀察，所以並不完善，後續我們會持續做觀察紀錄。



以下便簡單說明我們看到的一些螞蟻在生態系中和其他生物或環境之間的互動情形況：

A	● 爬上一個榕樹果子上，牠在果子上停頓了一下（大約五秒鐘），才繼續往前走。
B	● 在大葉雀榕的樹根上看到了四隻舉尾蟻聚集在一起，用觸角互相碰觸，他們一下聚在一起，一下又分散到旁邊，後來越來越多螞蟻聚集過來。有一隻小紅蜘蛛經過舉尾蟻的面前，舉尾蟻好像被嚇到的樣子，立刻抖動了一下。
C	● 小黑蟻先在洞口附近走一走，最後才進去，進去之前，因食物進不去，而重覆做要讓他進去的動作，最後他把食物放在洞口的附近，就自己進洞裡，大約過的七秒，突然風一吹，食物就掉到地上，那隻螞蟻也沒有出來。
D	● 小黑蟻會用觸角去搬運牠同伴的屍體到小黑蟻的巢穴裡面。
E	● 在舉尾蟻的爬行路線（大葉雀榕的樹根）旁邊的時頭上看到了一隻小黑蟻和一隻比小黑蟻小隻的螞蟻，原本那隻小螞蟻是直直往前走的，但一碰小黑蟻時，互相觸碰觸角，它就馬上轉變方向（往左轉）。
F	● 小黑蟻大部分都再岩石上走動，我還發現了一個新巢穴，我發現有一隻小黑蟻在搬某種死掉螞蟻的頭。
G	● 小褐蟻在爬行的時後，碰了蒼蠅的右前腳一下，原本我以為體型那麼大的蒼蠅會受到驚嚇而飛走或攻擊小褐蟻，但他並沒有這樣做，只是把前腳往後一縮而已。
H	● 在小褐蟻的巢穴附近有幾隻大的黑蟻，（不是小黑蟻）在那裡環繞著，也有幾隻小褐蟻在旁邊。
I J K L	● 淹完水之後，螞蟻們都在重建家園，我就看到其中一個小紅蟻的巢用地面上的落葉樹枝去做房子，我看到一個洞，他的上面有一段樹枝，再仔細看，樹枝竟然跟樹黏在一起！我還發現有很多的小紅蟻洞都是在一跟長長樹枝的下面、旁邊或附近呢！
M	● 我看到有三隻小紅蟻在一個榕樹的果子上，咬它破掉的邊緣。
N	● 雨天（傾盆大雨，泥土已經變成泥巴，整個地面都淹水了，螞蟻都沒有出現）。
O	● 在小褐蟻的巢穴附近看到了一隻小紅蟻，和一隻小褐蟻，牠們原本只是互相觸碰觸角而已，但後來小褐蟻就將小紅蟻高高舉起，不過，小褐蟻還是在原地，並沒有到處亂跑。
P	● 發現牠們都只有在大葉雀榕的樹幹及樹根活動，沒有在樹下的泥土爬行，當舉尾蟻遇到同伴時會用觸角互相觸碰大約兩秒鐘，但是當舉尾蟻遇到小紅蟻的時候，都沒有任何互動，舉尾蟻從旁邊繞過去，小紅蟻就繼續往前走，遇到舉尾蟻，還是重覆同樣的動作。

實驗一 研究螞蟻在觸角受到化學物質干擾時的反應情形

(一) 我們的發現與疑惑：

我們在校園觀察螞蟻，發現牠們碰到同伴時，會利用自己的觸腳去觸碰對方的觸角，好像在交換甚麼重要情報，又在文獻中看到「牠們的費洛蒙（pheromone）溝通系統是以分泌化學物質為基礎，藉此來傳訊息，螞蟻則靠味覺與嗅覺來判斷這些化學信號的意義。」因此我們對螞蟻的溝通產生了一點興趣，我想做一個實驗，來了解螞蟻的溝通能力是否會受到一些具酸鹼性質的化學物質所干擾？

(二) 實驗假設：

我們猜想螞蟻會因為觸角被具酸鹼性質的物質碰觸干擾而喪失與同伴溝通的能力，無法將發現食物的訊息傳達給同伴。

(三) 變因控制：

1. 操縱變因：實驗組：螞蟻有觸碰酸、中、鹼性水溶液
 對照組：螞蟻沒有觸碰酸、中、鹼性水溶液
2. 保持不變的變因：〈1〉螞蟻的種類要一樣〈2〉碰觸水溶液的部位與量要差不多
3. 應變變因：螞蟻觸碰溶液後的身體反應情形（互動頻率、撥動觸角頻率）。

(四) 實驗器材：

溶液名稱	檸檬酸	小蘇打	水
廣用試紙 測試酸鹼 性質結果			
酸鹼性質	酸 pH=3	鹼 pH=9	中 pH=7



(五) 實驗步驟：

1. 準備酸性溶液、中性溶液、鹼性溶液各一杯。
2. 到校園中抓一些體型差不多且活動力旺盛的螞蟻的同品種螞蟻，分別放入到四個透明圓盤（培養皿）。
3. 分別觀察螞蟻在無干擾狀況下的活動情形以及用棉花棒沾三種酸鹼水溶液，觸碰圓盤內的螞蟻，或是直接用滴管吸取酸鹼水溶液滴在螞蟻身上，觀察牠們的反應並做紀錄。
4. 原本我們沒有實際計算螞蟻在四種情況下撥動觸角的頻率，只是靠直覺判定大褐蟻觸碰觸角次數最多，後來在做檢討的時候，覺得這不符合科學研究的精神，因此我們在市展結束後又做了撥動觸角的頻率的觀察紀錄，每一種情況各做五次實驗，共有四種情況。
5. 後來，我們還觀察了螞蟻在單位時間中與同伴接觸的次數，由於發現鹼性小蘇打水造成四種螞蟻反應都很激烈，因而又做了鹼性更強的石灰水溶液，也就是五種情況，各做三次。

(六) 實驗紀錄表：

1. 反應觀察描述紀錄

	無干擾	檸檬酸	小蘇打	水
四種螞蟻普遍的反應現象	- 沿容器邊緣繞圈 - 活動力強 - 在容器壁附著力強 - 偶爾會用前腳撥弄觸角 - 同伴經常相互觸碰觸角 - 實驗第二天就死亡，整個身體向內蜷縮，兩個觸角和六隻腳都彎曲變形，甚至有斷掉脫落的現象。	- 剛觸碰液滴，身體和六隻腳會變軟弱無力，移動緩慢，附著力變差 - 快速用前腳反覆撥弄柔弱變形的觸角 - 活力會逐漸恢復但行動會避開液滴 - 仍會與同伴相互觸碰觸角，協助清理 - 第二天仍存活，活動情形依舊	- 反應情形與遇到檸檬酸時大致類似，但掙扎更為激烈 - 爬行的姿態變得更加不穩 - 撥弄觸角的情形較頻繁與持久 - 閃避液滴的動作反應較為激烈 - 同伴相互撥弄觸角的情形減少 - 較快速死亡〈數小時以內〉	- 快速脫離液滴，身體變化不大，觸角有些下垂 - 用前腳撥弄觸角的頻率較其他兩種液體要低 - 將觸角上的水清理後的反應情形與無干擾時大致類似 - 同伴相互觸碰觸角的反應情形依舊 - 到第二天仍存活且活動情形依舊

2. 撥動觸角次數統計表

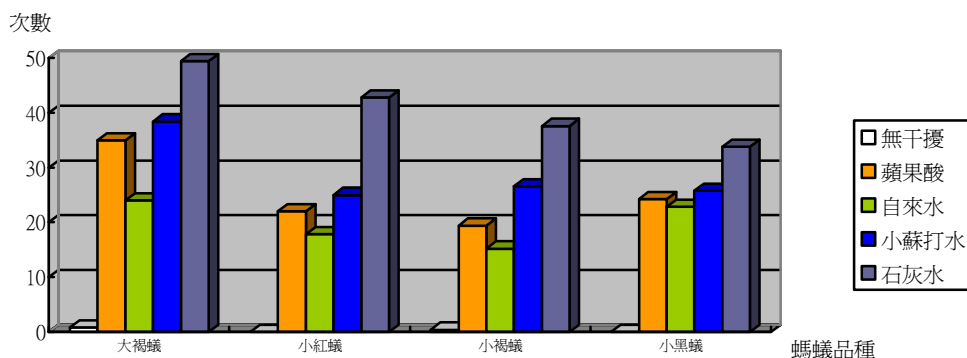
大褐蟻								
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	總計	次/分	次/秒
無干擾	2	0	0	1	1	4	0.8	0.1
蘋果酸	35	37	36	36	31	175	35	2.9
自來水	23	26	23	24	24	120	24	2.0
小蘇打水	39	38	39	37	39	192	38.4	3.2
石灰水	48	53	51	46	49	247	49.4	4.1

小紅蟻								
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	總計	次/分	次/秒
無干擾	0	0	0	0	0	0	0	0.0
蘋果酸	21	21	22	21	25	110	22	1.8
自來水	16	17	18	18	20	89	17.8	1.5
小蘇打水	26	29	25	23	22	125	25	2.1
石灰水	44	47	42	43	38	214	42.8	3.6

小褐蟻								
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	總計	次/分	次/秒
無干擾	0	1	0	1	0	2	0.4	0.0
蘋果酸	19	21	18	22	17	97	19.4	1.6
自來水	18	14	14	17	13	76	15.2	1.3
小蘇打水	28	28	27	24	26	133	26.6	2.2
石灰水	38	42	35	37	36	188	37.6	3.1

小黑蟻								
	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	總計	次/分	次/秒
無干擾	0	0	0	0	0	0	0	0.0
蘋果酸	24	26	25	23	23	121	24.2	2.0
自來水	23	21	23	25	22	114	22.8	1.9
小蘇打水	27	27	24	27	24	129	25.8	2.2
石灰水	35	36	32	32	34	169	33.8	2.8

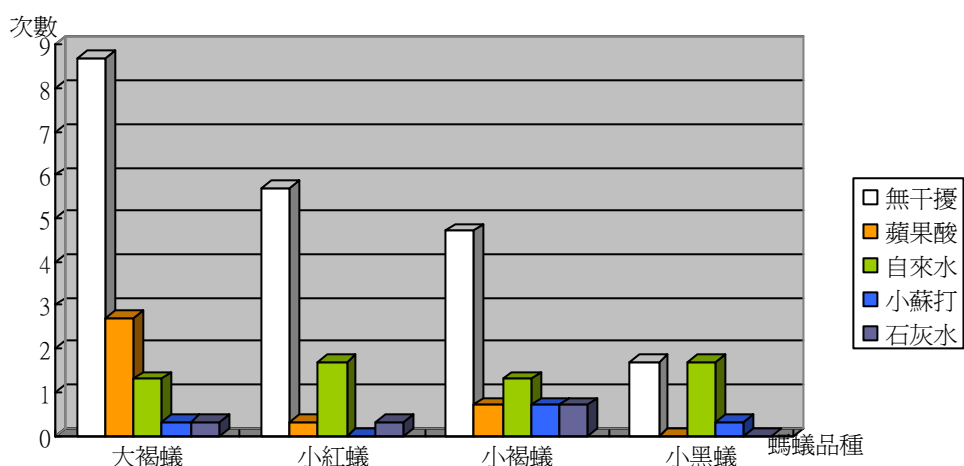
各品種螞蟻遇酸鹼性質水溶液後撥動觸角次數統計表



3.四種螞蟻與同伴互動次數統計表

次/分	大褐螞	小紅螞	小褐螞	小黑螞
無干擾	8.7	5.7	4.7	1.7
檸檬酸	2.7	0.3	0.7	0
自來水	1.3	1.7	1.3	1.7
小蘇打	2.7	0.3	0.7	0
石灰水	0.3	0.3	0.7	0

各種螞蟻遇酸鹼水溶液後與同伴互動情形



(七) 實驗結果：

我們發現這四種螞蟻不管是碰到酸、鹼還是中性的水溶液都會有掙扎與不停撥動觸角的反應動作，只是遇到水時，都會很快速的掙脫，過一段時間後就和無干擾的情形差不多。而受鹼性水溶液干擾時，撥弄觸角的頻率增加最為明顯。

四種螞蟻中，舉尾螞遇到酸鹼水溶液時的反應最為激烈，當舉尾螞處碰到鹼性水溶液時，1 秒大約撥動兩下，速度是非常快的。其次則是小紅螞與小黑螞撥動次數較小褐螞多，

另外，碰到酸鹼水溶液時，四種螞蟻和同伴用觸角互相碰觸的次數與時間是明顯的減少了。小黑螞甚至都不和同伴互動。

(八) 實驗討論：

1. 實驗設計原本打算到校園自然的環境中進行，將螞蟻的觸角上滴幾滴酸鹼溶液，作為化學氣味干擾物。但是實際進行時，遇到了很大的困難，就是如果要做這個實驗，需要很多時間，而且必須長時間做觀察，可是我們必須上課，沒有那麼多時間，所以最後我們就把它改成：分別在不同種的螞蟻觸角上滴檸檬酸、小蘇打、

水三種酸鹼性質的水溶液，觀察牠們的反應，對原本的疑惑獲得一些初步的瞭解，如果以後有足夠時間與能力和觀察設備時，便可以實現我們最初的實驗設計。以下是我們建議較理想的實驗方式：

- 〈1〉 佈置一個有四堆食物，擺放在位置與螞蟻巢穴距離相等的地點，分別用一個圓紙片鋪在食物底下。
 - 〈2〉 等待偵查螞蟻前來覓食，其中一組（對照組），可以讓螞蟻自由取食，都不干擾牠們。另三組（實驗組），則只要偵查螞蟻接觸食物要離開圓紙片時，便分別用不同的酸鹼溶液觸碰牠們。
 - 〈3〉 觀察後續各組食物是否有大批螞蟻前來取食的情形，判斷螞蟻是否成功的傳遞訊息。
2. 一開始，我們只有測檸檬酸、小蘇打、水對螞蟻的影響和反應到底是什麼、也許是行徑的速度快慢、與同伴的互動情形或是附著力的強弱，但是如果只知道這些，那麼還缺少一個，就是和之前原本螞蟻的行為作比較，如果不知道在無干擾的情況下是如何，那實驗後就不能比較螞蟻行動的變化和差異，所以我們也應該要在原先沒有碰到水溶液螞蟻的行徑、附著力、與同伴的互動等留下觀察紀錄，才能知道有/無酸鹼水溶液的差異和變化。
 3. 我們在實驗結果有提到哪些水溶液對螞蟻的影響，所以我們在做實驗時必須留意水溶液的多寡，如果我們的水溶液用得太多或太少，螞蟻可能會因為太乾而影響不大，或是太多而淹死，所以我們必須留意水溶液的多寡。另外，如果我們將強酸強鹼的水溶液來干擾螞蟻的話，牠一下子就會死亡，那就不只是干擾螞蟻的溝通，而是導致無法生存，研究就沒有後續的發展了。
 4. 當在做對照組的螞蟻的實驗時，一開始螞蟻的活動力都很強，但是到隔天早上，卻發現螞蟻都死了，只有實驗組中碰水和碰酸的螞蟻沒有死亡，我們非常的好奇，對照組的螞蟻什麼水溶液都沒碰，為什麼會死亡？後來在文獻上看到，螞蟻最怕的其實是乾燥，因此我們推測對照組是因為盒子裡沒有水氣，所以螞蟻才會死亡，實驗組因為有水氣，所以螞蟻不會死亡。所以下次在做對照組的實驗時，應該要先在盒子裡放一些潮濕的土，讓盒子不會太乾燥，才不會讓螞蟻死亡。
 5. 原本我們是直接憑感覺來觀察四種螞蟻撥動觸角的次數多少，但是後來檢討改進時發現這不符合科學的精神態度，也不具有說服力。因此我們開始做在單位時間一分鐘時，四種螞蟻到底真正撥動觸角幾次，而頻率是否增加，雖然我們不能非常精準的算出螞蟻觸碰觸角的準確次數，但是計算完後卻還是有明顯的差異，並且我們每一種狀況都各做五次實驗，即使我們沒有辦法算得非常精確，但是五次實驗比較與平均後得到的數據確實是更可靠。
 6. 如果要更準確的計算螞蟻撥動觸角的次數時，因為科技的發達，我們推薦利用數位相機或攝影機錄影，當播放到電視或電腦時，用 0.5X 的速度播放，便能做更精準的計算。

實驗二 研究螞蟻在覓食受阻時採取的反應策略

(一) 我們的發現與疑惑：

當螞蟻遇到路走不通的時候。有些螞蟻會利用周邊的物質去克服。有些螞蟻則會利用自己和同伴的身體去越過障礙。因此我們打算設計一個實驗，把食物懸在半空中，利用食物對螞蟻的誘惑，觀察螞蟻會不會利用自己以及同伴的身體想辦法排除障礙，或是利用周圍環境的物質做為工具去跨越障礙，以取得食物。

(二) 實驗假設：

我們認為憑校園螞蟻的智慧，當食物懸吊在螞蟻無法直接碰觸的半空中時，螞蟻會一隻一隻疊在一起，增加自己的高度，以便取得食物。

(三) 變因控制：

- (1) 操縱變因：食物距離地面的高度（每次提升的高度約為螞蟻身長的二分之一）。
- (2) 保持不變的變因：
 - ① 食物種類、重量和大小都要一樣。
 - ② 架設器材的材料、型式和大小要一樣。
 - ③ 螞蟻的種類要一樣。
 - ④ 實驗器材擺放的位置環境要一樣。
- (3) 應變變因：螞蟻對食物懸在空中的反應情形與取得食物的方法。

(四) 實驗器材：

				
裝置側面圖	裝置俯瞰圖	控制懸吊高度的設計	糖果裝在透明容器中	實驗裝置擺放情形

(五) 實驗步驟：

1. 準備一個線軸，先用膠帶把透明容器黏在繩子的底端，並放上一顆糖果。
2. 早上先分別把 2 個高約 28 公分的架子放在前庭花園的泥土地面上，接著把線軸放進架子管子的前端，在線軸中插入一小片的厚紙，使線軸固定，並且能隨意旋轉調整底部容器的高度，然後將 28 公分長的繩子垂放到剛好接觸地面，去引誘螞蟻來覓食。
3. 利用下課時間隨時觀察，直到有大量螞蟻朝食物方向前進來取食或是以有螞蟻爬入容器中覓食，記錄下螞蟻覓食的情形。
4. 等到螞蟻聚集且覓食一段時間後，將容器逐漸升高，觀察螞蟻的反應情形。
5. 重複前述實驗多次，但是每一次都將容器升高一個單位（約螞蟻身長的一半），並且觀察螞蟻是如何爬上容器取得食物。例如第二天早上將容器升高到剛好可以讓螞蟻的前腳碰到的高度。第三天早上則將容器升高約是螞蟻身長的高度，第四天早上將容器升高約螞蟻身長 1.5 倍的高度，不能讓螞蟻碰到，依此類推。
6. 如果這一批螞蟻成功取得食物，則先驅散大部分的螞蟻，再逐漸提升容器的高度，做觀察記錄。

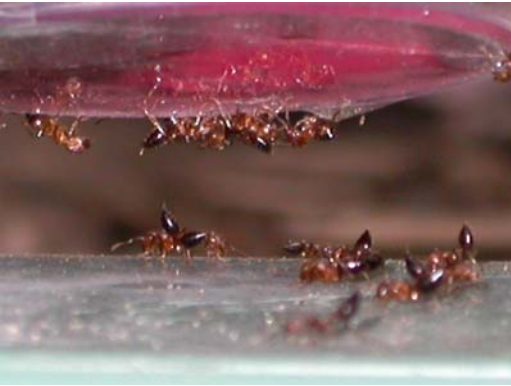


(六) 實驗紀錄表:

我們觀察到，雖然每次最先出現在容器四周活動的螞蟻都是行動較敏捷的黑色螞蟻，但是隔一段時間再去觀察時，最後會大量爬上實驗裝置的螞蟻品種卻是從樹上爬下來的舉尾蟻，屬於該區四種螞蟻中體型較大的，身長約 2.5mm 到 3.5mm 之間，因此實驗記錄便以舉尾蟻做為實驗對象，至於其他種螞蟻是否會有一樣的反應情形，就難以確定了。以下就以乘裝食物容器的不同懸掛高度〈每次升高 2mm〉，針對觀察舉尾蟻爬上容器、爬下容器、以及相互傳遞食物的方式進行描述。

懸掛高度	舉尾蟻爬上容器取食的方法
接觸地面	● 舉尾蟻從樹上向下爬，在爬到糖果容器中的過程中，大致都走同樣的路線，排成斷斷續續的一長條，後面的舉尾蟻會跟隨前面的舉尾蟻，因此常會有四五隻舉尾蟻緊緊跟著連成一條線。 ● 舉尾蟻不論在爬上或爬下容器時，往往會先在容器邊繞一繞，而且牠會跟其他相遇的舉尾蟻用觸角互碰。 ● 覓食時，有些舉尾蟻會爬到容器內取食糖汁液，有些舉尾蟻會在容器外面等待。取食糖汁的舉尾蟻爬出容器外後，在容器外的舉尾蟻便會圍繞著牠，而剛出來的舉尾蟻不會動，其他舉尾蟻會在牠身上做接觸的動作，像是在幫忙清除身上沾黏的糖汁，有時是兩隻圍繞一隻，也有三隻圍繞一隻，或四隻圍繞一隻。 ● 舉尾蟻向前進去吸食糖液時，在吸食的時候牠的觸角會先去碰糖液，而不是用嘴先碰左右或上下晃動，腹部有時候也會突然抬高又放下，或是整個身體倒退又前進，然後更接近糖果 ● 在糖果黏液以外的舉尾蟻都走的很快，但是在黏液上面的舉尾蟻就行動非常緩慢，有些舉尾蟻被糖汁黏的太嚴重，長時間如果無法掙脫，最後甚至就在容器中死亡。

懸掛高度	舉尾蟻爬上容器取食的方法
0.5 倍身長 (2mm)	● 當容器升高約 2mm 的高度時，似乎對舉尾蟻而言，一點都不算是阻礙，牠們只要把前腳一舉就爬到容器上，因此完全無法阻擋牠們覓食的攻勢，而舉尾蟻向下爬離容器邊緣時，都是頭部向下，會用觸角去碰地面，然後前面兩隻腳先著地，尾巴會微微抬高，很容易就下到地面 ● 在甩動容器時，會發現容器下面的螞蟻會把尾巴抬高，並且會把身上有糖的螞蟻圍住，取得食物，根據文獻的核對，發現舉起腹部是舉尾蟻在禦敵時的明顯特徵，因此這應是正常的反應，因為我們甩動容器的動作已經造成了舉尾蟻的威脅。 ● 爬入容器內的舉尾蟻變少了，有些舉尾蟻會在盒子底下鑽來鑽去。有時會看到舉尾蟻要下來時，如果剛好遇到另一隻舉尾蟻在地面上，兩隻舉尾蟻的觸角會互相碰觸，似乎在交換訊息，然後才又各自分開行動。
1 倍身長 (4mm) 及 1.5 倍身長 (6mm)	● 如果將繩子上升約 4mm 至 6mm 時，當上面吸食糖果汁液的舉尾蟻發現無法輕易回到地面時，會繞著容器底部附近繞，尋找容器較為向下傾斜，離地面較近的位置（由於容器有時會因為重量不平均或是風吹而傾斜，在上面的舉尾蟻有些會在比較靠近地面的一端），螞蟻會先用頭向下，腹部掛在容器底部，再由頭部與前腳先落地到地面上。 ● 而有些螞蟻要從地面爬上容器時，會先爬到容器底部，再把頭和前腳往上抬高，前腳碰到容器底端加以附著後，另外四隻腳也會往上攀爬，胸部和腹部才會跟著上去。

懸掛高度	舉尾蟻爬上容器取食的方法
2 倍身長 (8mm)	● 我們發現已經在盒子上取食的螞蟻，會把糖帶給盒子側邊的螞蟻，之後在帶給盒子底部的螞蟻，最後才帶給地面上的螞蟻，讓它們帶回螞蟻巢去。 ● 在底部的螞蟻會把頭往地面伸長，地面的螞蟻就用前腳抓住牠的頭往上攀，然後便爬上容器底部了。 
2.5 倍身長以上	● 螞蟻似乎放棄了，所以他們會越來越少，而被黏在糖果上的螞蟻，過不久就會死亡。 ● 當螞蟻無法爬上容器取得食物後，牠們就會圍在底下身上還有糖的螞蟻身旁，取得食物 

(七) 實驗結果：

我們最初的假設並未獲得支持，舉尾蟻並不會透過類似疊羅漢的方式克服阻礙，而是選擇放棄。但是在 2 倍身長的高度內，舉尾蟻倒是會用類似馬戲團空中飛人表演的招數，由上面的舉尾蟻向下倒掛，用自己的身體作為繩梯一般，讓下方的舉尾蟻能夠攀附向上爬。

(八) 實驗討論：

1. 原本我們把每一次提升的高度設定為 10 公分，但是自然老師質疑這一個樣子會讓螞蟻有可能直接就會放棄。便想改成 1 公分，但是這樣相對於螞蟻的高度還是太高了。最後我們決定先把它調整為螞蟻身長的高度，因為牠們要往上堆疊時，一定會有一些部分是重疊的，所以不可以太高，每次只增加身長的二分之一，較為恰當。
2. 原本我們以為只要靜靜等待一、兩個小時，螞蟻就會出現來取食物，沒想到等了三個小時，螞蟻卻都還未出現，直到隔天早上才看到有大量螞蟻爬上容器。我們猜測這可能和螞蟻習慣的活動時間有關，經過長期的觀察，舉尾蟻似乎喜歡在清晨出沒覓食，而中午太陽太強烈，所以即使有好吃的食物，也很難吸引牠們。所以我們覺得以後做實驗時還必須先對螞蟻的生態習性顯調查，才不會遭遇太多困難。

實驗三 研究螞蟻遇到異種螞蟻時的互動反應情形

(一) 我們的發現與疑惑：

在開始進行校園螞蟻生態調查時，我們曾經發現到有些螞蟻會去主動攻擊白蟻的窩，另外在進行前一項實驗時，也發現到當食物放到地上時，最初都是小黑蟻在搬運食物，但是隔天早上卻發現是舉尾蟻佔據了整個容器。還有一次，我們在小褐蟻的洞穴附近發現了許多舉尾蟻的屍體，附近還有其他舉尾蟻想要進入小褐蟻的洞穴。因此我們很好奇，不同品種的螞蟻究竟是什麼樣的關係，為什麼舉尾蟻體形那麼大，可以搶了小黑蟻先找到的食物，卻又會被小褐蟻殺死。

(二) 實驗假設：我們認為體型較大，比較強壯有力的螞蟻，會欺負體型較小、較軟弱的螞蟻。

(三) 變因控制：

- (1) 操縱變因:螞蟻品種不同，共四種，每次挑 2 個品種進行實驗觀察。
- (2) 保持不變的變因：①每次都只放兩隻不同品種的螞蟻在盒子裡。
②螞蟻原本的活動力都要很正常。
③都放在同一個盒子裡。

(3) 應變變因:兩隻螞蟻的互動情形

(四) 實驗器材: 透明盒子、放大鏡、顯微鏡、滴管

(五) 實驗步驟:

1. ①情形 1 (1 對 1)：四種螞蟻各抓 3 隻共 12 隻，排成 6 種組合。
②情形 2 (1 對 1 對 1)：四種螞蟻各抓四隻共 16 隻，排成 4 種組合。
③情形 3 (1 對 1 對 1 對 1)：四種螞蟻各抓一隻，排成 1 種組合。
把小盒子放在桌子上，放大鏡擺在旁邊。
2. 把兩隻不同品種的螞蟻放在同一個小盒子裡，並立刻把放大鏡蓋在盒子上。
3. 觀察兩隻螞蟻的互動情形，並且做十回、寫下紀錄。



(六) 實驗觀察紀錄表：

1 對 1

A \ B	大褐蟻	小紅蟻	小褐蟻	小黑蟻
大褐蟻	x	x	x	x
小紅蟻	7 : 2 *x1 a 表	x	x	x
小褐蟻	5 : 3 *x2 b 表	2 : 6 *x2 d 表	x	x
小黑蟻	5 : 1 *x2 c 表	3 : 3 *x4 e 表	3 : 6 *x1 f 表	x
備註：1. 前項為列後項為欄。 2. 每一組實驗都重複做 10 回合。 3. *代表螞蟻同時死亡。 4. 每一組實驗都會滴一滴水。 5. 表格下方的英文字母，是代表要參看下方的注解。				

註解：

- a：兩種螞蟥第一次遇到對方就會用觸角碰觸對方，碰觸的時間長約 1 分多鐘。但第二次又碰到時便有激烈的打鬥，兩隻螞蟥會用自己的身體包住對方，用肉眼無法看到兩隻螞蟥的互動但用顯微鏡卻可以看到兩種螞蟥會用腳攻擊對方。這種情形持續了約 35 分。35 分過後，小紅螞蟥掙脫開大褐螞蟥的包圍，並遠離大褐螞蟥，用猛烈的撞擊結束大褐螞蟥的生命，而自己也跟著死亡。
- b：大褐螞蟥剛開始進洞內約前 4 分鐘都和小褐螞蟥完全沒有互動，但是小褐螞蟥一進去就會一直繞著盒子的邊緣，第二次又碰到的時候，卻出現了扭打的現象，小褐螞蟥用自己整個的身體包住了大褐螞蟥，並在其中八次的實驗組中發現小褐螞蟥會將大褐螞蟥的 6 隻腳折下，導致大褐螞蟥死亡。
- c：小黑螞蟥剛開始都會將大褐螞蟥的腹部撞出不明物體，讓大褐螞蟥無法攻擊，慢慢死亡。
- d：剛開始小紅螞蟥會去碰觸小褐螞蟥持續約 8 次小褐螞蟥最後便開始與小紅螞蟥打鬥雙方都用大顎空及對方的腹部最後是小紅螞蟥勝利但 1 分 09 秒後小紅螞蟥也死亡了。
- e：小黑螞蟥剛開始遇到小紅螞蟥就會自動閃開或繞道而行，但直到小黑螞蟥撞到小紅螞蟥之後，小紅螞蟥整個身體都抱在一起，一動也不動。2 分 14 秒後，小黑螞蟥和小紅螞蟥展開激烈的戰鬥，兩種螞蟥互咬對方的腹部，最後小黑螞蟥是被小紅螞蟥以猛烈的撞擊，而死亡的 13 秒後小紅螞蟥也死亡了。
- f：兩種螞蟥第一次相遇的時候，會用自己的觸角碰觸對方的觸角，時間時約 1 分 49 秒，但第二次又碰到的時候，卻出現了扭打的現象，小褐螞蟥用自己整個的身體包住了小黑螞蟥的頭部。這個動作持續了約 5 分 47 秒後，小褐螞蟥放開了小黑螞蟥，並跑到了盒子的邊緣，並以猛烈的撞擊將小黑螞蟥的腹部脫出不明物體，導致小黑螞蟥死亡。但在過程中小黑螞蟥以將小褐螞蟥的右邊第 3 隻腳弄斷。

1 對 1 對 1

小紅螞蟥	小褐螞蟥	小黑螞蟥	大褐螞蟥	小褐螞蟥	小黑螞蟥
5 : 3 : 2 g 表			5 : 3 : 0 *x2 h 表		
大褐螞蟥	小紅螞蟥	小褐螞蟥	大褐螞蟥	小紅螞蟥	小黑螞蟥
2 : 5 : 1 *x2 i 表			4 : 3 : 1 *x2 j 表		

g：小紅螞蟥一進到盒子裡就跑到蓋子上，當小褐螞蟥把小黑螞蟥打敗或小黑螞蟥把小褐螞蟥打敗時，小紅螞蟥在將勝利者打敗，且贏的機率是 100%。

h：情形同 g 表，大褐螞蟥一進到盒子裡就跑到蓋子上，當小褐螞蟥把小黑螞蟥打敗或小黑螞蟥把小褐螞蟥打敗時，大褐螞蟥在將勝利者打敗，且贏的機率是 100%。

i：小紅螞蟥一進道盒子裡就將大褐螞蟥、小褐螞蟥的腹部撞出不明物體，使大褐螞蟥、小褐螞蟥不能對小紅螞蟥造成威脅，並讓大褐螞蟥、小褐螞蟥自然死亡。

j：情形同 i 表，小紅螞蟥一進道盒子裡就將大褐螞蟥、小黑螞蟥的腹部撞出不明物體，使大褐螞蟥、小黑螞蟥不能對小紅螞蟥造成威脅，並讓小褐螞蟥自然死亡，卻對大褐螞蟥慢慢折磨（咬下腳）致死。

1 對 1 對 1 對 1

大褐蟻	小紅蟻	小褐蟻	小黑蟻
6 : 3 : 0 : 0 ✖x1 k 表			
備註： 1. ✖表示輸的一方。 2. ✓表示贏的一方。3. 如果一個實驗中含多數的✖，表示螞蟻是同時死亡，但並不會再同一個實驗中出現多數的✓！			

k：大褐蟻、小紅蟻剛開始聯手將小褐蟻、小黑蟻的腹部撞出不明物體，並用大顎咬下小褐蟻、小黑蟻的腳、觸腳，讓兩種螞蟻死亡。接下來，大褐蟻、小紅蟻兩種螞蟻互鬥，攻擊方式大都用大顎咬下對方的腳，但大褐蟻卻較善於閃躲，所以死亡機率較小。

(二) 實驗結果：

並不是每一次螞蟻都會互相攻擊，剛開始我們發現只有小褐蟻和小紅蟻才會相互攻擊，而我們觀察到小紅蟻和小褐蟻的活動範圍往往只在巢穴附近，兩種螞蟻的巢穴距離較遠，互不侵犯。

後來我們發現四種螞蟻其實都曾經有打鬥的情形，其中大褐蟻與小黑蟻的打鬥最為激烈。大褐蟻和小黑蟻活動範圍非常的廣泛，但是卻也會與其他兩種螞蟻有打鬥的情形，只是情況不普遍。有一隻小黑蟻和大褐蟻打鬥都會勝利，而牠的頭、胸、腹也比一般的小黑蟻來的大，因此我們猜想可能是當初在蒐集小黑蟻時採集到的可能是兵蟻。而四種螞蟻中，

(三) 討論：

1. 我們所做的異種螞蟻互動情形觀察，還可以將實驗延伸，變成一隻 A 螞蟻對兩隻 B 螞蟻，實驗到底 A 是因為體型優勢，還是因為敵人數量少才打贏。還有另一種實驗的延伸，是在自然環境中，將 A 種螞蟻一隻丟入 B 種螞蟻的洞穴中，試試看 A 螞蟻會有什麼反應，或是將 B 種螞蟻一隻丟入 A 種螞蟻的洞穴中，A 螞蟻到底會逃離，還是和 B 螞蟻一直奮戰，或許還有可能回巢找來同伴一起攻擊。因此這項實驗還有許多值得進一步作探討的內容。
2. 原本我們都以為體型大的螞蟻會攻擊體型小的螞蟻，可是舉尾蟻卻沒有主動攻擊其他螞蟻，反而是體型差異小的小褐蟻與小紅蟻竟然激烈的扭打成一團。雖然體型差異小，但是攻擊力卻不輸於體型大的舉尾蟻，小褐蟻與小紅蟻互不相讓，勝負結果出來後，贏的螞蟻甚至還將另一隻螞蟻解體，實在出乎於我們的想像之中。
3. 之前觀察時，發現有許多舉尾蟻死在小褐蟻的洞口附近，但是在做 1 對 1 的實驗時舉尾蟻和小褐蟻卻又沒有任何的互動，因此我們認為，是不是在一定的狀況下才會打鬥，例如：舉尾蟻想要侵犯小褐蟻的洞穴時，或是小褐蟻在保護巢穴時。
4. 在抓螞蟻作實驗時，還要注意螞蟻的體型，因為舉尾蟻的體型差異很大，因此選擇用來做實驗的螞蟻時，必須非常小心，而且不能抓到兵蟻，否則實驗結果可能又不一样了。當然也可以用兵蟻對兵蟻，我們猜想這種打鬥的機率比較高，而當初發現的舉尾蟻屍體很可能就是被小褐蟻的兵蟻所攻擊而死的。
5. 我們曾經將螞蟻打鬥時放到光學顯微鏡用 4x 觀察，這種技術未來可列入觀察時的參考，但是如果螞蟻長期在顯微鏡的燈光下，會導致死亡。而我們用 T33 的數位相機有拍到螞蟻的打鬥情形，也有錄影將過程存至電腦檔案中。

陸、 結論

爲了完成這項科學研究，我們真的耗費了蠻多的心血，但是收穫也不少，不但更加認識螞蟻，也對螞蟻有了更深厚的感情。如今，每天去關心一下螞蟻、照顧一下牠，早已成爲我們每日生活中不可缺少的一部分了！現在的我們可是最了解螞蟻的小小專家呢！以下就是我們這段期間，對螞蟻的發現與認識：

在生態觀察部分：

（一）外形特徵：校園中的四種螞蟻有相當大的可能性是懸巢舉尾蟻、小黃家蟻、花居單家蟻、以及小黑蟻。四種螞蟻的外型特徵差異明顯，在辨認時都有一定技巧，尤其是小黃家蟻和花居單家蟻在體型上較爲類似，因此可以透過頭胸腹三部分的顏色差異進行辨別。小紅蟻的頭與胸顏色較淺較透明，腹部較深，而小褐蟻則是頭與腹部顏色較深，胸部較淺。另外小黑蟻全身都是黑色而且有光澤，大褐蟻的腹部則成水滴狀，向上舉起的模樣非常特殊。因爲品種不同、需要適應的環境不同、演變的過程也不一樣，所以每種螞蟻都會有不同的外形特徵可供辨認。

（二）生活習性：四種螞蟻都各有各的生活習性，雖然在食物的選擇上大同小異，幾乎來者不拒。但是在行動方式上卻相當不同。

在行動範圍方面：大褐蟻和小黑蟻的活動範圍較大，小紅蟻和小褐蟻則只在巢穴附近幾十公分的範圍活動。

在行動隊形方面：大褐蟻和小紅蟻在往往會排列成長條隊伍的形式，小褐蟻和小黑蟻則不明顯。

在行動速度方面：以小黑蟻最快最敏捷，小褐蟻次之，大褐蟻和小紅蟻較慢，只有在受驚擾時才會稍微加快行動的速度。

在行動姿態方面：覓食時，多半將頭部壓低，觸角不停晃動。受驚嚇時，只有大褐蟻的腹部會有明顯高舉的特徵。

（三）築巢的特性：四種螞蟻的築巢的位置都不一樣，大褐蟻是在樹上築巢、小紅蟻在地底下的泥土中築巢，小褐蟻在瓷磚的水泥縫隙中、小黑蟻雖然同樣是在泥土中，但選擇的位置是在覆蓋著泥土的石壁上頭。

另外，四種螞蟻的築巢方式雖然都是利用校園假山周邊的小生物屍體、植物、土...等材料，但是每一個小區域的環境特徵仍有差別，再加上由於品種不同，螞蟻喜歡與適應的環境也不同，因而築巢方式便明顯的截然不同。雖然四個品種的螞蟻築巢狀況差異很大，但是同一品種的螞蟻的築巢方式與位置則相當一致。

在實驗觀察部分：

（一）酸鹼性對螞蟻觸角溝通的影響：

我們發現這四種螞蟻不管是碰到酸、鹼還是中性的水溶液都會有掙扎與不停撥動觸角的動作，只是遇到水時，都會很快速的解脫，和無干擾的情形差不多。另外，雖然在無干擾的情況下，也會有撥弄觸角動作，但受干擾時撥弄觸角的頻率會增加。另外，我們從觀察中也發現，在滴了酸鹼溶液後，螞蟻和同伴們用觸角互相碰觸的時間與次數也明顯減少。

（二）螞蟻覓食遇到阻礙時的反應：

舉尾蟻並不會透過類似疊羅漢的方式克服阻礙，而是選擇放棄。但是在2倍身長的高度內，舉尾蟻倒是會用類似馬戲團空中飛人表演的招數，由上面的舉尾蟻向下倒掛，用自己的身體作為繩梯一般，讓下方的舉尾蟻能夠攀附向上爬。

（三）螞蟻對異種螞蟻的反應：

並不是每一種螞蟻都會互相攻擊，最初我們發現只有小褐蟻和小紅蟻才會相互攻擊。因此這個研究結果也與我們在校園內作觀察時的發現相呼應，也就是小紅蟻和小褐蟻的活動範圍往往只在巢穴附近，兩種螞蟻的巢穴距離較遠，互不侵犯，而懸巢舉尾蟻和小黑蟻便會做較大範圍的活動，在各種螞蟻的領域中都可看到牠們活動的身影。但後來的變化又似乎推翻我們的推測，因此我們將持續作觀察。

最後，希望將我們對螞蟻的了解與發現能和大家分享，期望藉由我們的研究結果來提供他們有關螞蟻的科學知識與研究技巧，並和我們一樣享受發現的好玩之處，以及對小螞蟻所具有的大智慧，充滿讚嘆與佩服。

柒、 參考資料

1. 伯特·霍德伯勒 愛德華·威爾森著 蔡承志譯 螞蟻·螞蟻 遠流出版事業股份有限公司
2. 林立譯 螞蟻 光復出局企業股份有限公司
3. 嘎嘎數位攝影昆蟲 <http://yoyo.center.kl.edu.tw/New23/index9008.htm>
4. Coleoptera 鞘翅目 <http://mdsesd.mds.com.tw/~kinmatsu/inset.html>
5. 嘉如的御貓園 <http://163.23.212.3/~8523041/practice/P02/ck5-012.htm>
6. 國立陽明大學校園昆蟲大賞 <http://www.ym.edu.tw>
7. 膜翅目 <http://www.fotop.net/tsetan/tsetan84>

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

國小組 自然科

佳作、最佳團隊合作獎

081541

螞蟻世界大不同-校園內螞蟻的種類與生態習性研究

臺北市北投區明德國民小學

評語：

1. 結果與討論缺少與文獻探討比較之部份
2. 四種螞蟻的研究中於實驗問題中之數量缺控制變因
3. 唔談中…，對於蟻巢(之)之觀察，數量難以交代清楚
4. 十組成員分工，團隊合作具完整性。