

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 生物科

(鄉土)教材獎

080310

獨行俠的神祕生活

——五種獨居蜂築巢行為及成長習性之探討

學校名稱：臺北市文山區指南國民小學

作者： 小四 吳采頤 小四 吳明盡 小四 林奕然 小四 徐 諾	指導老師： 鄧純純
---	--------------

關鍵詞：獨居蜂、蜂築巢行為、日本藍泥蜂

摘要

本研究在探討棕泥壺蜂、日本藍泥蜂、黃紋短腰蜾蠃、黑扁股泥蜂和細切葉蜂的築巢行為及成長習性。築巢行為探討內容包括：步驟、幼蟲食物、築巢材質、巢室間數、會否築假巢室、會否重複利用巢室、築巢地點、築巢管徑、築巢期間、離巢天數和離巢順序。成長習性探討內容包括：卵、幼蟲、蛹和成蟲各種時期的天數、大小和外型描述及幼蟲食性。研究結果我們揭開了這五種獨居蜂築巢行為及幼蟲成長過程的神祕面紗；而這些獨居蜂同樣也扮演著為植物傳播花粉以及生物防治的角色。所以我們應維護良好的生態環境，讓獨居蜂繼續在我們生活周遭繁衍。

壹、研究動機

我們學校位於市郊的半山腰，擁有豐富的自然資源，昆蟲是我們最有興趣的生物。

一年級時，上課時常看到藍藍的昆蟲在教室飛來飛去，因為很好奇，所以轉頭一直看，害我們上課不太專心；打掃的時候，發現板擦機和拖把架的螺絲孔被白白的東西堵住，經過老師說明，才知道藍色的昆蟲是日本藍泥蜂，堵住螺絲孔的正是日本藍泥蜂的巢室門。

二年級時在頂樓種百香果，因為全球蜜蜂數量日漸減少，擔心沒有蜜蜂來幫百香果授粉，所以我們自己拿毛筆充當小蜜蜂——幫花朵授粉的同時，也很想知道除了蜜蜂之外，其他的蜂類會不會也有授粉的行為？

中年級上了自然課認識昆蟲單元，我們在學校的許多角落陸續發現各種不同的蜂與蜂巢。有些是泥土築的巢室，黏在樓梯轉角的牆上；有些住在泥土裡，蜂媽媽捉獵物幫寶寶準備食物。這才知道，原來除了蜜蜂、虎頭蜂這些常見的群居蜂之外，也有單獨居住的蜂類，日本藍泥蜂就是一種獨居蜂。

老師在網路上發現了「城市養蜂是 bee 要的」團隊設計的獨居蜂旅館，可以觀察到巢室內部的狀態，便添購了三棟獨居蜂旅館。果然，春天一到，就陸續有獨居蜂來築巢，我們很好奇獨居蜂的種類有哪些？牠們又吃些什麼？會不會像小蜜蜂一樣幫植物授粉呢？這些問題讓我們非常感興趣，開始進行獨居蜂的相關研究。希望能分享研究成果，讓大家對獨居蜂有更多了解，不再害怕蜂類，進而維護良好的生態環境，讓獨居蜂繼續在我們生活周遭繁衍。

貳、研究目的

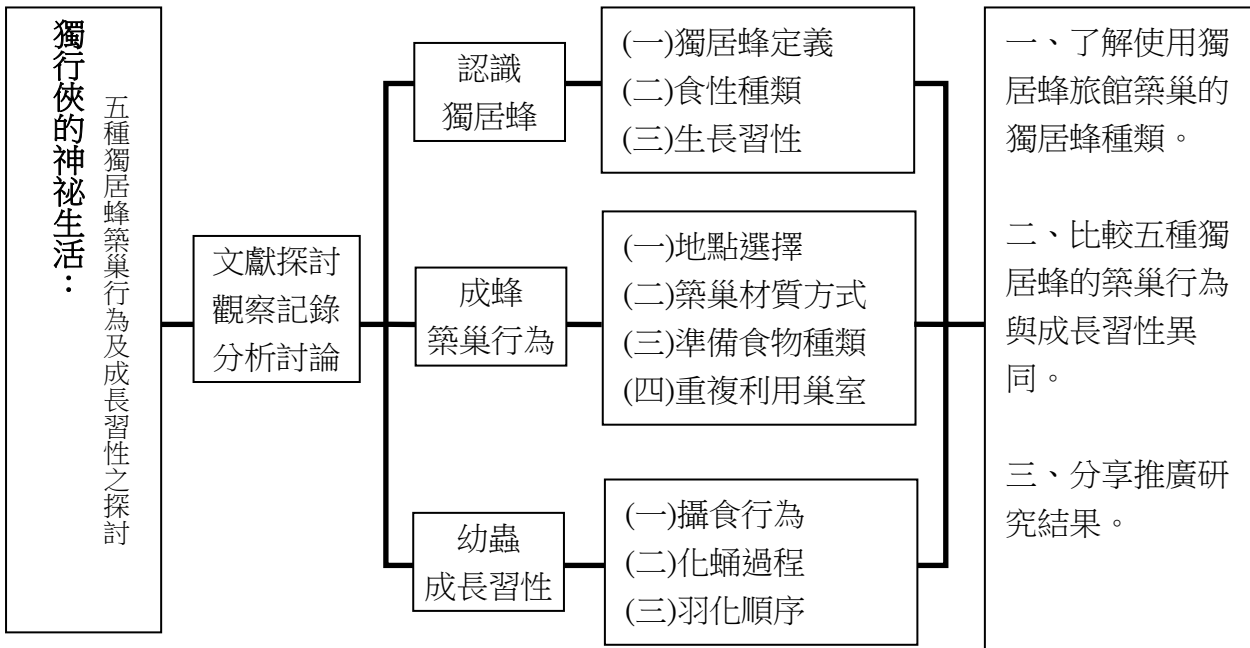
- 一、觀察使用獨居蜂旅館築巢的獨居蜂種類。
- 二、探討獨居蜂的築巢行為。
- 三、探討獨居蜂幼蟲的成長習性。
- 四、比較五種獨居蜂築巢行為的異同。

參、研究設備及器材

蜂旅館（長 28cm、深 21cm、高 40cm），可放置觀察板片。	觀察板片（長 14cm、寬 11.5cm，管徑有 6、9、12mm）一板片有五管透明凹槽。
	
參考資料	觀察紀錄表
	
相機	標籤貼紙
	

肆、研究過程

研究架構圖



一、文獻探討

(一) 認識獨居蜂

1.一說到蜂，大家通常想到的是會產花蜜的小蜜蜂，住在自己建造的蜂窩裡，有社會性的專業分工行為。事實上，蜂是昆蟲綱膜翅目的總稱，也不是每種蜂都有社會分工行為。全世界有超過 85%以上的蜂都是獨居的，為了與蜜蜂及虎頭蜂等具有分工行為的社會性蜂類做區分，因此我們概括地稱這群單獨造巢繁殖的種類為「獨居蜂」(COME BACK to ME, 2017)。獨居蜂並不會產蜂蜜，按照幼蟲的食性，可以分為兩大類，一類是吃素的，通常是花粉；另一類是吃葷的，目前觀察到有吃蜘蛛、或蝗蟲等。所以獨居蜂也扮演了為植物傳播花粉以及生物防治的角色。

2004 年哥斯大黎加咖啡花造訪率中 59%來自原生蜂種，莊園中蜂類的物種多樣性及族群豐富度較高，能提升咖啡的結實率。2013 年統整的報告顯示，全球超過 40 種重要作物中，原生授粉者的存在能夠將作物產量提升至僅有蜜蜂時的兩倍 (COME BACK to ME, 2017)。1994 年在紐西蘭的田間試驗中，一座 64 孔的獨居蜂旅館被放置在廢棄的杏樹果園，僅僅 18 天內就有 3,287 隻鱗翅目幼蟲被蜾蠃捕捉並放入旅館；另一處李樹下

放置同樣的旅館，則在 18 天內收集到 3,024 隻鱗翅目幼蟲(COME BACK to ME, 2017)。

2. 蜜蜂是生態與農作要角，但美國紐約、日本東京等城市，近年流行「城市養蜂」，搶救不愛群聚的獨居蜂。獨居野生蜂的正式名稱是「借坑性築巢蜂(Cavity-nesting bees)」，因習性獨來獨往而被稱為「獨居蜂」，牠們個性溫和不擾人，但無法產蜜以致過去被認為沒有經濟價值而被人類忽略，但國際研究發現，獨居蜂才是生態大功臣，有些食蜜、有些食蟲，且授粉效率是蜜蜂的 120 倍以上，是非常重要的授粉者，也是害蟲防治的功臣。日本先驅學者岩田久二(K. Iwata)早從 1930 年代便開始觀察這一類蜂，首先使用「借坑性ハチ類」一詞(Hisamatsu and Suzuki, 1988)，意指利用孔洞或空洞築巢的蜂類。中文對於這些蜂類尚無一致的描述用語，故本文參考以上沿革，加以修飾稱其為「借坑性築巢蜂類」。東亞地區，借坑性築巢狩獵蜂主要隸屬於胡蜂總科胡蜂科(Vespidae)與蛛蜂科(Pompilidae)，及蜜蜂總科的穴蜂科(或稱細腰蜂科, Sphecidae)與銀口蜂科(Crabronidae)等，多數物種能以鱗翅目或鞘翅目幼蟲、直翅目、蜘蛛等節肢動物為其獵物；而花蜂主要包含蜜蜂總科的蜜蜂科(Apidae)、分舌蜂科(Colletidae)、銀口蜂科及切葉蜂科(Megachilidae)等，這幾個科別的物種具訪花行為，以花粉與花蜜為食(引自：陸聲山、葉文琪、宋一鑫，2016)。

(二) 獨居蜂的築巢行為研究

我們在文獻上看到關於獨居蜂築巢的相關研究，如下：

1. 李淳陽著(2005)，《李淳陽昆蟲記——昆蟲心智解碼實錄》，相關資料如下：

- (1) 黃面蜂選擇現成的空洞穴或竹管築巢。用來封閉洞口的材料是泥土。
- (2) 選定築巢地點後，將卵產於竹管內側壁上用細絲懸掛。
- (3) 捉捲葉蟲並打麻醉針後，存放於竹管內。
- (4) 儲存足夠捲葉蟲後，用泥土把巢室封起來。
- (5) 繼續在同一根竹管裡做下一個巢室，通常一根竹管做 4~5 個。
- (6) 最後竹管入口再用許多層泥土封住。

2.羅兆珩、羅思果著（2014），〈「竹」巢高手——探討影響棕泥壺蜂築巢因子〉，相關資料如下：

(1)棕泥壺蜂選定做巢的竹管，會先啣土在底部做泥層。

(2)在竹管邊緣產一粒卵。

(3)捕捉捲葉蛾幼蟲，用尾針把幼蟲刺昏後，送到巢室內，一間巢室大約捕捉 9 隻捲葉蛾幼蟲。

(4)捕捉足夠的捲葉蛾幼蟲後，會用大顎啣泥球把竹管出入口封住。

(5)築巢順序為築泥層→產卵→捉蟲→啣土→封口。

3.陸聲山、葉文琪、宋一鑫著（2016），〈臺灣雲嘉地區農林環境之借坑性築巢蜂類物候及群聚分析〉，相關資料如下：

黃紋短腰蜾蠃之巢室隔間層與巢口似以一層淺褐色樹脂構成，築巢材料似與其他蜾蠃相異，因觀察數太少，仍有待進一步確認。

4.蔡世博、楊星程著（2015），〈陶藝大師：黃胸泥壺蜂、日本藍泥蜂初探〉，相關資料如下：

(1)日本藍泥蜂喜歡找洞不太大的地方築巢，把獵物放進巢中再把洞封起來。

(2)黃胸泥壺蜂築巢的地方比較多元，從磁磚表面到紗網都可以看到牠築的巢，最多可以 11 個巢連續接在一起。牠會銜濕的泥球帶到適合築巢地點，慢慢築好巢再去獵捕幼蟲要吃的昆蟲，等累積一定數量後再把洞口封起來。

（三）獨居蜂幼蟲相關行為習性研究

1.張永仁著（2005），《台灣賞蟲記——台灣昆蟲採集與攝影觀察》，相關資料如下：

(1)黃胸泥壺蜂幼蟲在巢室中孵化，吸食綠色毛蟲的體液。

(2)吸食完綠色毛蟲體液後，黃胸泥壺蜂幼蟲開始啃食毛蟲身體。

(3)將毛蟲全部吃完後，開始吐絲化蛹。

(4)因作者打開巢室觀察，所以被黑頭荒蟻攻擊，幼蟲羽化失敗。

- 2.吳沛城著（2017），〈花蓮東華校園不同棲地類型借坑性築巢蜂類調查〉，相關資料如下：
- (1)巢室內獵物在蜾蠃蜂巢內均為鱗翅目幼蟲，蛛蜂（*Auplopus* sp.）的獵物為蜘蛛。
 - (2)蛛蜂幼蟲化蛹前會在巢室內吐絲結繭。
 - (3)調查期間，誘得黃緣蜾蠃與切葉蜂的時間皆為 10 月，兩種皆延遲羽化，以前蛹期方式休眠越冬。蛛蜂(*Auplopus* sp.)在 10 月中誘得之個體於 10 月底陸續羽化($n=2$)，11 月中後之個體至 12 月中仍尚未羽化。
- 3.陸聲山、葉文琪、宋一鑫著（2016），〈臺灣雲嘉地區農林環境之借坑性築巢蜂類物候及群聚分析〉，相關資料如下：
- (1)低溫季節有以前蛹越冬習性。
 - (2)春夏有 2-3 代。
- 4.蔡世博、楊星程著（2015），〈陶藝大師：黃胸泥壺蜂、日本藍泥蜂初探〉，相關資料如下：
- (1)日本藍泥蜂巢中找到的都是蜘蛛腳都偏短推測是蠅虎。
 - (2)黃胸泥壺蜂巢中可以發現毛毛蟲、尺蠖，幼蟲階段就是不停的吃，短短四天就可以吃掉 5、6 條毛毛蟲，因此身體會快速膨脹，由翠綠色轉為明黃色；接著吐絲結繭再化成蛹，大約 5 天後就蛻變為成蟲，然後鑽洞離開。
 - (3)日本藍泥蜂的蛹呈長條形，快羽化時會變黑色；而黃胸泥壺蜂的蛹可以明顯看到是成蟲的形狀。
 - (4)牠們出現的季節都在夏秋兩季，11 月以後就很難看到牠們的蹤跡。
- 5.搜尋日本研究報告相關資料如下：
- (1)「群馬縣瀕臨絕種的野生生物—動物編」其中的第 194 頁，有提到ヤマトルリジガバチ（大和瑠璃似我蜂，也就是日本藍泥蜂）用鳥糞石灰築門。
 - (2)由網址 home.n02.itscom.net/wad/u/ja15.htm 查閱，日本網友觀察到日本藍泥蜂採取壁虎白色糞便的圖片與描述。
 - (3)由網址 <http://higeoyaji.com/rurijigabachi.htm> 查閱，日本網友觀察到日本藍泥蜂採取鳥糞白色部分築巢室門，以蜘蛛為幼蟲食餌。

(4)由網址 http://www2.mus-nh.city.osaka.jp/CGI/Guide/Guide.exe?A_G91=*&S=2&Q=N:1502 查閱，得知日本藍泥蜂以鳥類排泄物築門。

(5)由網址 www.cec-web.co.jp/siragiku/insect70/pages/krurijigabachi.html 查閱，得知日本藍泥蜂以野鳥糞便白色部分築巢室門。

二、觀察記錄

(一) 蜂旅館置放地點：從 105 年 11 月開始選擇三個有屋簷的地點置放蜂旅館，以免蜂旅館被雨淋濕、發霉。

1. 三甲教室外，在三樓面北	2. 美勞教室外，在一樓面北	3. 警衛室外，在一樓面東
		

(二) 記錄項目：每天 8:00 和 14:00 觀察蜂旅館，直到 106 年 5 月發現獨居蜂後開始在標籤紙寫上雌蜂開始築巢日期，並貼在巢室上方。記錄項目有日期、溫度、天候、獨居蜂編號（以雌蜂開始築巢日期為號碼）、外型成長變化。

(三) 拍照或錄影記錄獨居蜂築巢行為和幼蟲成長情形，依此整理其幼蟲食物、築巢材質、巢室間數、會否築假巢室或重複利用，及築巢地點、管徑、期間、離巢天數。

三、分析討論

(一) 照片、影片分類：將照片、影片分類成五種獨居蜂，再將觀察板片的每一管獨居蜂照片、影片放在同一資料夾（因為每一管獨居蜂幼蟲都是同一隻雌蜂所產）。

(二) 同一資料夾的照片經過比較、分析後寫成一份紀錄表。

(三) 比較、分析每一份紀錄表。






(四) 整理紀錄表與筆記對照影片進行討論與求證。

伍、研究結果



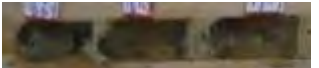


一、成蜂築巢行為：五種獨居蜂的築巢步驟並不相同，以下分別記錄其築巢行為。

(一) 棕泥壺蜂

1. 步驟




(1) 產卵：1 巢室 1 顆	(2) 捉獵物：鱗翅目幼蟲	(3) 築巢室門：黃土
		
(4) 封大門：黃土		
		(正面圖) (側面圖)

2. 習性

<p>(1) 巢室間數：1-4 間。</p> <p>1 間 </p> <p>2 間 </p> <p>3 間 </p> <p>4 間 </p>	<p>(3) 會重複利用巢室：第一隻雌蜂築巢室，該巢室的卵羽化離巢後，第二隻雌蜂重複利用該巢室。</p> <p> 第一次利用</p> <p> 第二次利用</p>
<p>(2) 偶爾會築假巢室： (假巢室：巢室內無卵)。</p> 	<p>(4) 築巢地點：三甲教室外、警衛室外、美勞教室外。</p>
<p>(5) 築巢管徑：9mm、12mm。</p>	
<p>(6) 築巢期間：5-9 月。</p>	
<p>(7) 離巢天數：20-30 天 (卵至羽化所需天數)。</p>	
<p>(8) 離巢順序：有 1 管「最先離巢是第一間巢室」，有 3 管「最先離巢是最後一間巢室」。</p>	

(二) 日本藍泥蜂

1. 步驟

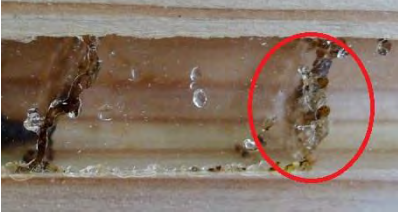
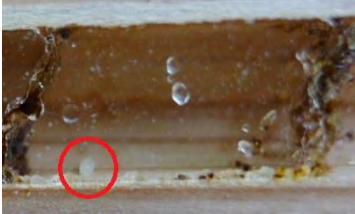

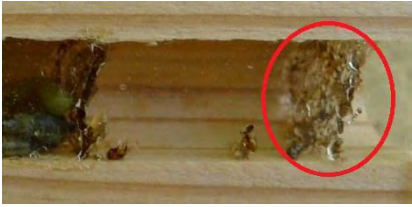
<p>(1) 捉獵物： 蜘蛛</p>		<p>(2) 產卵： 1 巢室 1 顆</p>	
<p>(3) 築巢室門</p>	 <p>先啣黃土</p>	 <p>再啣白色材質</p>	
<p>(4) 封大門</p>	 <p>先啣黃土</p>	 <p>再啣白色材質</p>	

2. 習性

<p>(1) 巢室間數：1-3 間。</p> <p>1 間 </p> <p>2 間 </p> <p>3 間 </p>
<p>(2) 築假巢室：沒觀察到。</p>
<p>(3) 會重複利用巢室：</p> <p> 第一次利用</p> <p> 第二次利用</p>
<p>(4) 築巢地點：三甲教室外。</p>
<p>(5) 築巢管徑：9mm。</p>
<p>(6) 築巢期間：5-8 月。</p>
<p>(7) 離巢天數：34-39 天。</p>
<p>(8) 離巢順序：沒觀察到。</p>

(三) 黃紋短腰蜾蠃

1. 步驟

(1) 築後門：淺褐透明樹脂	(2) 築巢室門：淺褐透明樹脂	(3) 產卵：1 巢室 1 顆
		
(4) 捉獵物：鱗翅目幼蟲		(5) 封大門：淺褐透明樹脂
		

2. 習性



<p>(1) 巢室間數：2-3 間。</p> <p>2 間 </p> <p>3 間 </p>
(2) 築假巢室：沒觀察到。
(3) 會重複利用巢室：沒觀察到。
(4) 築巢地點：三甲教室外、美勞教室外。
(5) 築巢管徑：9mm。
(6) 築巢期間：5 月。
(7) 離巢天數：33-37 天。
<p>(8) 離巢順序：</p> <p>最先離巢：第二間巢室。</p> <p>第二離巢：第一間巢室。</p> <p>最後離巢：第三間巢室。</p>

(四) 黑扁股泥蜂

1. 步驟



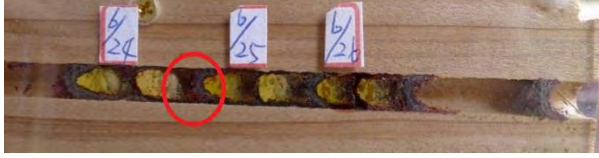

(1) 築大門：留通道進出	
	
(2) 捉獵物：蝗蟲	(3) 產卵：1 巢室 1-4 顆
	
(4) 築巢室門：乾軟草	(5) 封大門：先用乾軟草再用乾硬草
	

2. 習性



(1) 巢室間數：2 間。但是幼蟲吃完獵物後，會因扭動破壞巢室門。	
	
	(2) 偶爾會築假巢室。
	(3) 會重複利用巢室：沒觀察到。
	(4) 築巢地點：三甲教室外、美勞教室外、警衛室外。
	(5) 築巢管徑：9mm、12mm。
	(6) 築巢期間：6-7 月。
	(7) 離巢天數：22-24 天。
	(8) 離巢順序：因巢室門會被破壞，無法比較產卵順序，所以無法觀察離巢順序。

(五) 細切葉蜂

1. 步驟

(1) 築後門：暗紅樹脂	(2) 產卵、儲存花粉
	
(3) 築巢室門：暗紅樹脂	(4) 封大門：暗紅樹脂
	

2. 習性





(1) 巢室間數：4、6 間。
<p>4 間</p>  <p>6 間</p> 
(2) 築假巢室：沒觀察到。
(3) 會重複利用巢室：沒觀察到。
(4) 築巢地點：警衛室外。
(5) 築巢管徑：6mm。
(6) 築巢期間：5 月。
(7) 離巢天數：28-31 天。
<p>(8) 離巢順序：</p> <p>最先離巢：第五間巢室。</p> <p>接續離巢：第四、六間巢室。</p> <p>羽化失敗：第一、二、三間巢室。</p>

二、幼蟲成長習性

(一) 棕泥壺蜂 (以 5 月 9 日所產之卵為例)

時期	天數	日期	棕泥壺蜂	大小	外型描述
卵	第 1-3 天	5.09 5.11		0.36 cm	雌蜂用一條很細很短的絲將黃色卵懸掛在管壁上。
幼蟲	第 4-13 天	5.12 5.21		1.3 cm	1.幼蟲吸食獵物直到吃完，此時幼蟲最大隻。 2.幼蟲分泌物質使管壁變黃，幼蟲變扁平、不光滑、不太活動有皺褶。
蛹	第 14-25 天	5.22 6.02		1.2 cm	1.身體出現頭、胸、腹特徵。 2.出現腳，外型像黃色成蟲。 3.出現橘色翅膀和黑色眼睛。
成蟲	第 26 天	6.03		1.2 cm	體色棕褐色，腳橘色。

(二) 日本藍泥蜂 (以 5 月 12 日所產之卵為例)

時期	天數	日期	日本藍泥蜂	大小	外型描述
卵	第 1-3 天	5.12 5.14		0.1cm	淡黃色卵產在獵物(蜘蛛)身上，橢圓形像米粒。
幼蟲	第 4-12 天	5.15 5.23		1.8cm	1. 幼蟲最初是白色，接著變米黃光滑。 2. 吐絲準備做蛹殼時，身體變黃。
蛹	第 13-38 天	5.24 6.18		2.4cm (蛹殼)	1. 身體出現頭、胸、腹特徵。 2. 出現腳，外型像黃色成蟲。 3. 蛹殼是紫紅色。
成蟲	第 39 天	6.19		2cm	體色藍綠色具金屬光澤。




(三) 黃紋短腰蜾蠃 (以 5 月 5 日所產之卵為例)

時期	天數	日期	黃紋短腰蜾蠃	大小	外型描述
卵	第 1-2 天	5.05 5.06		0.2 cm	橢圓形，米白色，有一點扁，彎彎長長。
幼蟲	第 2-11 天	5.06 5.15		1.1 cm	1.一齡幼蟲身體黑色，頭白色。 2.二齡幼蟲後，身體變淡綠色。 3.終齡幼蟲體色變黃，分泌物質使管壁變霧，準備化蛹。
蛹	第 12-34 天	5.16 6.08		1.2 cm	1.有頭胸腹特徵。 2.出現橘色翅膀。 3.體色變黑，外型像成蟲。
成蟲	第 34 天	6.08		1.5 cm	腹部有 2 條黃紋是最大特徵。

(四) 黑扁股泥蜂 (以 6 月 27 日所產之卵為例)

時期	天數	日期	黑扁股泥蜂	大小	外型描述
卵	第 1-2 天	6.27 6.28		0.3 cm	卵黃黃的，帶點透明，長長的附著在獵物(蝗蟲)身上。
幼蟲	第 3-5 天	6.29 7.01		2.1 cm	1. 幼蟲是米白色的，白白胖胖。 2. 幼蟲會扭動，破壞巢室門，變成有更多間巢室。
蛹	第 6-21 天	7.02 7.17		2.4 cm	1. 蛹外面有白色、有點透明的繭衣。 2. 繭衣越來越不透明。 3. 繭裡的蛹會變黑，出現頭、胸、腹特徵。
成蟲	第 22 天	7.18		2.1 cm	全身及腳都是黑色，具細長的腹柄。

(五) 細切葉蜂 (以 6 月 26 日所產之卵為例)

時期	天數	日期	細切葉蜂	大小	外型描述
卵	第 1-3 天	6.26 6.29		cm	巢室裡有花粉和卵，花粉擋住卵，無法觀察到卵。
幼蟲、蛹	第 3-30 天	6.29 7.23		1.3 cm	1. 幼蟲是白色的。 2. 沒有觀察到蛹。
成蟲	第 30 天	7.23		0.7 cm	腹部黑色，有 5 條黃紋。

二、五種獨居蜂築巢行為與生活史的比較：

表 1 築巢行為與生活史的分析

	棕泥壺蜂	日本藍泥蜂	黃紋短腰蜾蠃	黑扁股泥蜂	細切葉蜂
幼蟲食物	鱗翅目幼蟲	蜘蛛	鱗翅目幼蟲	蝗蟲	花粉
築巢材質	土	土、白色材質	樹脂	乾草	樹脂
巢室間數	1、2、3、4	1、2、3	2、3	2	4、6
築假巢室	會	沒觀察到	沒觀察到	會	沒觀察到
重複利用巢室	會	會	沒觀察到	沒觀察到	沒觀察到
築巢地點	三甲教室外、 美勞教室外、 警衛室外	三甲教室外	三甲教室外、 美勞教室外	三甲教室外、 美勞教室外、 警衛室外	警衛室外
築巢管徑	9mm、12mm	9mm	9mm	9mm、12mm	6mm
築巢期間	5-9月	5-8月	5月	6-7月	6-7月
離巢天數	20-30	34-39	33-37	22-24	28-31
卵形特色	黃色懸卵	橢圓像米粒附 在獵物身上	米白彎扁橢圓	黃色透明附在 獵物身上	花粉阻擋看不 清卵形特色
幼蟲成長 與 外型變化	幼蟲白→ 分泌物質使管 壁變黃→ 蛹黃、翅橘、 眼黑將羽化	幼蟲白→ 米黃→ 蛹殼白→ 蛹殼紫紅色將 羽化	幼蟲頭白體黑 →淡綠→黃→ 分泌物質使管 壁變霧→ 蛹黃、翅橘→ 蛹變黑將羽化	幼蟲米白→ 具白色透明繭 衣的蛹→ 蛹變黑將羽化	白色幼蟲→ 未觀察到蛹→ 羽化

表 2 築巢行為異同

<p>棕泥壺蜂</p>	<pre> graph LR A[產卵] --> B[捉獵物] B --> C[築巢室門] C --> D[封大門] D --> A </pre>
<p>日本藍泥蜂</p>	<pre> graph LR A[捉獵物] --> B[產卵] B --> C[築巢室門] C --> D[封大門] D --> B </pre>
<p>黃紋短腰蜾蠃</p>	<pre> graph LR A[築後門] --> B[築巢室門] B --> C[產卵] C --> D[捉獵物] D --> E[補巢室孔] E --> F[封大門] F --> A </pre>
<p>黑扁股泥蜂</p>	<pre> graph LR A[築大門] --> B[捉獵物] B --> C[產卵] C --> D[築巢室門] D --> E[封大門] E --> A </pre>
<p>細切葉蜂</p>	<pre> graph LR A[築後門] --> B[產卵、儲存花粉] B --> C[築巢室門] C --> D[封大門] D --> A </pre>

陸、討論

一、「門」的探究

(一) 白門

日本藍泥蜂的築巢材質除了和棕泥壺蜂一樣有黃土，還要在黃土上塗一層白色材質。白色材質的作用和成分是什麼呢？經家長協助翻譯搜尋的文獻探討得知白色材質是利用鳥糞便築成，而由於摸起來比較滑硬判斷有加強防護的功能。實際透過實驗觀察發現我們的日本藍泥蜂是取用壁虎糞便白色部分的尿酸鹽，牠們是否也會像日本的研究報告利用鳥糞仍有待繼續實驗觀察。

(二) 草門

黑扁股泥蜂會用乾草做巢室門，獵物被吃完幼蟲會扭動而破壞巢室門。既然巢室門會被幼蟲破壞，雌蜂做巢室門的意義是什麼呢？這又有待進一步觀察探究了。

(三) 窄門

經我們觀察討論發現：敏感的黃紋短腰蜾蠃在築門時除了很謹慎之外，更採用先築窄門只留通道再產卵再放獵物的策略，以降低獵物被寄生的危險。

(四) 後門

細切葉蜂身體很小，觀察板片的管子對牠而言太長，牠會先以樹脂築後門再產卵、儲存花粉，黃紋短腰蜾蠃也有築後門的例子。

二、影響獨居蜂離巢順序的探討

(一) 獨居蜂的離巢順序有「最先離巢是第一間巢室」或「最先離巢是最後一間巢室」的方式。經過觀察討論，棕泥壺蜂和日本藍泥蜂在觀察板片的同一根管子，如築有多間巢室，巢室會越來越小，巢室裡的獵物也會放得越來越少。我們判斷雌蜂放置的獵物多寡將影響日後成蜂離巢順序的先後；而這正與我們的觀察結果「最先離巢是最後一間巢室」的管數較多吻合。

(二) 黑扁股泥蜂在同一管的 7 顆卵中，最先離巢的成蜂體型最小。經過討論初步判定牠應該就因為是最後產的卵，擁有的獵物最少所造成，這也與我們的初步判斷「最先離巢是最後一間巢室」互相呼應，但仍有待更多數據證明。

三、假巢室之謎

棕泥壺蜂在 9 月 28 日於三甲教室蜂旅館編號板 7 的板片的 2 根管子各產 1 顆卵，其餘 3 根管子沒卵沒獵物但都封了大門。板 8 被封門 3 管，板 9 被封門 5 管，板 10 被封門 4 管，被封門的這 3 片板片管子裡都沒卵、沒獵物。這隻雌蜂花了許多時間築假巢室有可能是

不讓其他雌蜂來產卵及分散卵被掠食者侵犯的風險，但這仍有待繼續觀察探討。

四、繽紛生活史

- (一) 棕泥壺蜂幼蟲吃完獵物，準備化蛹時會分泌黃色物質讓巢室牆壁變黃？分泌的黃色物質是什麼又有何作用呢？我們初步觀察判斷是牠體內的代謝物，作用是保護蛹。然而確實的原因仍有待進一步驗證。
- (二) 黃紋短腰螺贏一齡幼蟲體黑頭白，二齡幼蟲後身體變淡綠色，終齡幼蟲體色變黃，而且分泌物質使管壁變霧準備化蛹。判斷也是為了保護蛹，但仍有待更多數據驗證。
- (三) 日本藍泥蜂有紫紅色蛹殼，黑扁股泥蜂的蛹外面有白色有略透明的繭衣。蛹殼和繭衣作用經討論應該也是為了保護蛹能順利羽化；然而截然不同的色澤變化與策略令我們好奇，也將是進一步努力探究的目標。

五、獨居蜂築巢地點和哪些因素有關？

- (一) 日本藍泥蜂的築巢期間是 5-8 月，長達 4 個月。築巢期間牠只選擇三樓面北的三甲教室。一樓的美勞教室和警衛室要找築巢材質和獵物都比三樓方便多了，還有美勞教室蜂旅館也是面向北方，為何日本藍泥蜂要捨近求遠？是三樓比較乾燥或是其他因素也仍有待進一步觀察研究。
- (二) 棕泥壺蜂和黑扁股泥蜂在三個地點均有築巢室，但在美勞教室的棕泥壺蜂巢室有許多被寄生，黑扁股泥蜂巢室則全部被寄生。美勞教室就在水生池旁邊，植物最多、獵物最多、敵人也最多。而在其他二地點 7 月之後產卵的黑扁股泥蜂在隔年皆順利羽化；牠們對築巢地點的選擇似乎沒有日本藍泥蜂謹慎執著但仍有待繼續觀察判定。

六、影響獨居蜂離巢時間的因素探討

- (一) 觀察到的棕泥壺蜂離巢時間都將近 30 天，有 1 管 2 隻蜂分別是 20、21 天就離巢。是因為那 2 間巢室獵物少，提早進入蛹期、提早離巢？或是這兩顆卵產於 6 月，氣溫

高、成長快、提早離巢？仍需要再累積觀察數據才能下定論。

(二) 6月底築巢的黑扁股泥蜂經過 22-24 天都離巢了；7 月築巢的黑扁股泥蜂都沒離巢而是以繭衣包覆蛹的前蛹期狀態過冬。從文獻探討也有同樣狀況，可見溫度對牠們生活史的變化很有關係，也將是我們進一步了解的重點。

七、築巢管徑大小的選擇

棕泥壺蜂、日本藍泥蜂和黑扁股泥蜂成蜂大小都約 1.2-2.1cm，黃紋短腰蜾蠃約 1.5cm，牠們都選擇 9mm 以上的管徑築巢室。細切葉蜂約 0.7cm 是五種蜂中體型最小的一種，也是唯一築巢在 6mm 管徑的蜂。因此初步討論認為築巢管徑大小的選擇是以成蜂身體能進出口徑大小為依據。

八、曾在一間日本藍泥蜂巢室發現 2 隻幼蟲，後來只剩 1 隻。消失的幼蟲是被同伴吃掉了嗎？究竟純屬意外還是雌蜂的媽媽照顧幼蟲生存策略，仍需要更多觀察數據來證明。

九、5 月 19 日下午日本藍泥蜂築第二間巢室並捉獵物，2 個小時後獵物不見了且在隔天封大門。是因為那 2 個小時觀察者密切觀察，雌蜂覺得不安全，所以拋棄獵物、放棄築第二間巢室嗎？日本藍泥蜂一向不會在乎我們觀察者的存在，然而這次的發現也再度提醒我們觀察者的態度要更加謹慎，要重視不同個體之間存在差異性的因素。

十、在有蜂旅館之前我們已經在校園周遭觀察記錄棕泥壺蜂和日本藍泥蜂的自然生行為，但是透過透明觀察板片讓我們得以不傷害的方式一窺牠們生活史各階段的成長習性，也因此更引發我們對牠們在自然環境中生活點滴觀察比較的興趣。

柒、結論

一、獨居野生蜂的正式名稱是「借坑性築巢蜂 (Cavity-nesting bees)」，因習性獨來獨往而被稱為「獨居蜂」，牠們個性溫和不擾人，但無法產蜜以致過去被認為沒有經濟價值而被人類忽略，但國際研究發現，獨居蜂才是生態大功臣，有些食蜜、有些食蟲，且授粉效率是蜜蜂的 120 倍以上，是非常重要的授粉者，也是害蟲防治的功臣。

二、自 106 年 5 月到 9 月以拍照和錄影方式完整觀察到 5 種獨居蜂的成蜂築巢行為和幼蟲成

長過程。這 5 種獨居蜂是：棕泥壺蜂、日本藍泥蜂、黃紋短腰蜾蠃、黑扁股泥蜂和細切葉蜂。棕泥壺蜂和黃紋短腰蜾蠃的幼蟲吃鱗翅目幼蟲、日本藍泥蜂幼蟲吃蜘蛛、黑扁股泥蜂幼蟲吃蝗蟲、細切葉蜂幼蟲吃花粉，牠們的食性專一而且不同，的確扮演了為植物傳播花粉以及生物防治的角色。我們應提供良好的生態環境，讓獨居蜂繼續在我們生活周遭繁衍。

三、觀察成蜂築巢材質發現棕泥壺蜂與日本藍泥蜂使用土築巢、黃紋短腰蜾蠃和細切葉蜂使用樹脂，黑扁股泥蜂用乾草、日本藍泥蜂還加上使用壁虎糞便；所築巢室間數都超過 1 間最多可築到 6 間；應該都會築假巢室並重複使用，而築巢地點與管徑大小的選擇僅有初步判斷尚未歸納出結論，這些都仍有待繼續觀察實驗數量足夠才能驗證。

四、觀察這 5 種獨居蜂都近距離接觸，獨居蜂都忙於工作沒空理人，所以牠們不但不可怕更帶給我們在探究大自然生活中的驚喜與樂趣；而各種精彩嘆為觀止的觀察結果更令人著迷，也尚有許多有趣的觀察疑團有待我們的繼續探究。

捌、參考資料及其他

一、書籍

1. 李淳陽（2005）。**李淳陽昆蟲記：昆蟲心智解碼實錄**。臺北：遠流出版社。
2. 張永仁（2001）。**昆蟲圖鑑 2**。臺北：遠流出版社。
3. 張永仁（2005）。**台灣賞蟲記**。臺北：晨星出版社。
4. 楊維晟（2010）。**野蜂放大鏡**。臺北：天下文化。

二、科展作品說明書

1. 蔡世博、楊星程（2015）。陶藝大師：黃胸泥壺蜂、日本藍泥蜂初探。**金門地區第 55 屆中小學科學展覽會作品說明書**。取自 <https://science.km.edu.tw/storage/media/246/58d6a40c0ea8b.pdf>。
2. 羅兆珩、羅思果（2014）。「竹」巢高手——探討影響棕泥壺蜂築巢因子。**中華民國第 54 屆中小學科學展覽會生物組作品說明書**。取自 <https://activity.ntsec.gov.tw/activity/rac>

三、期刊

1. 吳沛城 (2017)。花蓮東華校園不同棲地類型借坑性築巢蜂類調查。校園環境中心通訊，44。取自 www.cce.ndhu.edu.tw/ezfiles/108/1108/img/1696/Newsletter106.03.pdf2017。
2. 陸聲山、葉文琪、宋一鑫 (2016)。臺灣雲嘉地區農林環境之借坑性築巢蜂類物候及群聚分析。台灣昆蟲，36，107-123。取自 entsocjournal.yabee.com.tw/AlldataPos/JournalPos/Vol36/No3/TESEFE.2016012.pdf。

四、網路資料

1. COME BACK to ME (2017/10/26)。城市裡的寶可夢：獨居蜂【農傳媒】。取自 https://www.agriharvest.tw/theme_data.php?theme=article&sub_theme=article&id=1199。
2. ルリジガバチ (日本藍泥蜂)，<http://higeoyaji.com/rurijigabachi.htm>。
3. ルリジガバチ (日本藍泥蜂)，home.n02.itscom.net/wad/u/ja15.htm。
4. ルリジガバチ (日本藍泥蜂)，<http://www.cec-web.co.jp/siragiku/insect70/pages/krurijigabachi.html>。
5. ルリジガバチ (日本藍泥蜂)，http://www2.mus-nh.city.osaka.jp/CGI/Guide/Guide.exe?A_G91=*&S=2&Q=N:1502。
6. ルリジガバチ (日本藍泥蜂)，www.gmnh.pref.gunma.jp/wp-content/uploads/red_data-a15.pdf。
7. 台灣生物多樣性資訊入口網，taibif.tw/zh/namecode/343308。
8. 嘎嘎昆蟲網，<http://gaga.biodiv.tw/9701bx/in94.htm>。

【評語】 080310

利用人造的獨居蜂旅館，對於校園內常見蜂類進行詳細的生態觀察，並製作表格比較五種蜂類的各種特性及築巢行為。觀察仔細且記錄詳實，各個生長階段及築巢方式一目瞭然，討論的內容詳細，富教育意義。本研究較可惜的地方是使用購買的商業化蜂巢來進行研究，並未動手研發新的器材。且以觀察記錄為主，缺乏操作型的實驗及量化的實驗結果分析，無法顯現作品的創意性。此外，說明書中亦無法呈現出學生在本研究中所扮演的角色。建議未來可由學生自行設計獨居蜂旅館，探討影響獨居蜂築巢習性與行為的變因。

摘要

本研究在探討棕泥壺蜂、日本藍泥蜂、黃紋短腰蜾蠃、黑扁股泥蜂和細切葉蜂的築巢行為及成長習性。研究結果：我們揭開了這五種獨居蜂築巢行為及幼蟲成長過程的神祕面紗，它們扮演著為植物傳播花粉以及生物防治的角色；我們期望大家能認識獨居蜂真實有趣的生活習性與面貌，進而愛護它們。

壹、研究動機

我們學校位於市郊，擁有豐富的自然資源，其中我們最有興趣的就是昆蟲。在校園的許多角落可以發現各種不同的蜂與蜂巢：有些是泥土築的巢室，黏在樓梯轉角的牆上；有些像個迷你的小壺，懸掛在樹枝上。原來除了群居的蜂之外，也有單獨居住的蜂類，而我們一年級時看到的日本藍泥蜂就是一種獨居蜂。我們很好奇獨居蜂的種類有哪些？它們又吃些什麼？會不會像蜜蜂一樣幫植物授粉呢？這些問題讓我們非常感興趣，因此開始進行獨居蜂的相關研究。

貳、研究目的

- 一、觀察使用獨居蜂旅館築巢的獨居蜂種類。
- 二、探討獨居蜂的築巢行為。
- 三、探討獨居蜂幼蟲的成長習性。
- 四、比較五種獨居蜂築巢行為的異同。

參、研究設備及器材

蜂旅館及觀察板片（管徑有6、9、12mm三種），每片有五管透明凹槽；相機等攝錄影器材。

肆、研究過程或方法

- 一、文獻探討：蒐集資料並探討獨居蜂種類、築巢行為與其幼蟲相關行為習性。
- 二、觀察記錄：從105年11月開始選擇三個不易淋溼的地點置放蜂旅館。每天觀察蜂旅館，106年5月發現獨居蜂進駐，記錄日期、溫度、天候、獨居蜂編號（以雌蜂開始築巢日期為號碼）、外型成長變化，並拍照或錄影記錄獨居蜂築巢行為和幼蟲成長情形。
- 三、分析討論：比較、分析每一份紀錄表，整理紀錄表與筆記對照影片進行討論與求證。

伍、研究結果

- 一、從106年5月至107年5月我們一共觀察108管獨居蜂築巢與其生活史，其中成功完成觀察記錄有棕泥壺蜂8管、日本藍泥蜂4管、黃紋短腰蜾蠃2管、黑扁股泥蜂3管、細切葉蜂1管，共18管。五種獨居蜂的築巢步驟與使用材料並不相同，各家生活史多采繽紛。
- 二、比較五種獨居蜂築巢行為與幼蟲成長習性如下列二表：

表 1 築巢行為異同

棕泥壺蜂	產卵 → 捉獵物 → 築巢室門 → 封大門 黃土 黃土
日本藍泥蜂	捉獵物 → 產卵 → 築巢室門 → 封大門 黃土+壁虎白糞 黃土+壁虎白糞
黃紋短腰蜾蠃	築後門 → 築巢室門 → 產卵 → 捉獵物 → 補巢室孔 → 封大門 淺褐透明樹脂 留孔進出 淺褐透明樹脂 淺褐透明樹脂
黑扁股泥蜂	築大門 → 捉獵物 → 產卵 → 築巢室門 → 封大門 留通道進出 乾軟草 乾軟草+乾硬草
細切葉蜂	築後門 → 產卵、儲存花粉 → 築巢室門 → 封大門 暗紅樹脂 暗紅樹脂 暗紅樹脂

表2 築巢行為與生活史的分析

獨居蜂 實際大小(單位: cm)	棕泥壺蜂 1.2cm	日本藍泥蜂 2cm	黃紋短腰蜾蠃 1.5cm	黑扁股泥蜂 2.1cm	細切葉蜂 0.7cm
幼蟲食物	鱗翅目幼蟲	蜘蛛	鱗翅目幼蟲	蝗蟲	花粉
築巢材質	土	土、壁虎白糞	淺褐樹脂	乾草	暗紅樹脂
巢室間數	1、2、3、4	1、2、3	2、3	2	4、6
做假巢室	會	沒觀察到	沒觀察到	會	沒觀察到
再利用巢室	會	會	沒觀察到	沒觀察到	沒觀察到
築巢地點	一樓面東 一樓面北 三樓面北	三樓面北	一樓面北 三樓面北	一樓面東 一樓面北 三樓面北	一樓面東
築巢管徑	9mm 12mm	9mm	9mm	9mm 12mm	6mm
築巢期間	5月-9月	5月-8月	5月	6月-7月	6月-7月
卵-羽化天數	20-30	34-39	33-37	22-24	28-31
卵形特色	黃色懸卵	橢圓像米粒 附在獵物上	米白 彎扁橢圓	黃色透明附 在獵物身上	花粉阻擋 看不清卵形色
幼蟲成長 與 外型變化	幼蟲白 →分泌物 管壁變黃→ 蛹黃、翅橘、 眼黑將羽化	幼蟲白 →米黃→蛹殼白→ 蛹殼紫紅色將 羽化	幼蟲頭白體黑 →淡綠→黃→ 分泌物管壁 變霧 →蛹黃、翅橘→ 蛹變黑將羽化	幼蟲米白 →具白色透明繭 衣的蛹→ 蛹變黑將羽化	白色幼蟲 →未觀察到蛹 →羽化

陸、討論

一、「門」的探究：

獨居蜂為了保護幼蟲的成長會築不同的門，顏色材質方式各有不同。

(一) 白門：日本藍泥蜂的築巢材質除了和棕泥壺蜂一樣有黃土外，還要在黃土上塗一層白色材質。經家長協助翻譯搜尋的文獻探討得知白色材質是利用鳥糞便和壁虎白色糞便築成；由於摸起來比較滑硬，我們判斷有加強防護的功能，透過實驗觀察發現日本藍泥蜂是取用壁虎糞便白色部分，至於它們是否也會像日本的研究報告利用鳥糞，仍有待繼續實驗觀察。



在燕子和壁虎的糞便中翻找適合白糞



在黃土上塗壁虎白糞



未被幼蟲扭動破壞改變的草門



被幼蟲扭動破壞改變的草門

(二) 草門：黑扁股泥蜂會用乾草做巢室門，獵物被吃完幼蟲會扭動而破壞巢室門。既然巢室門會被幼蟲破壞，雌蜂做巢室門的意義是什麼呢？這又有待進一步觀察探究了。



細切葉蜂的後門



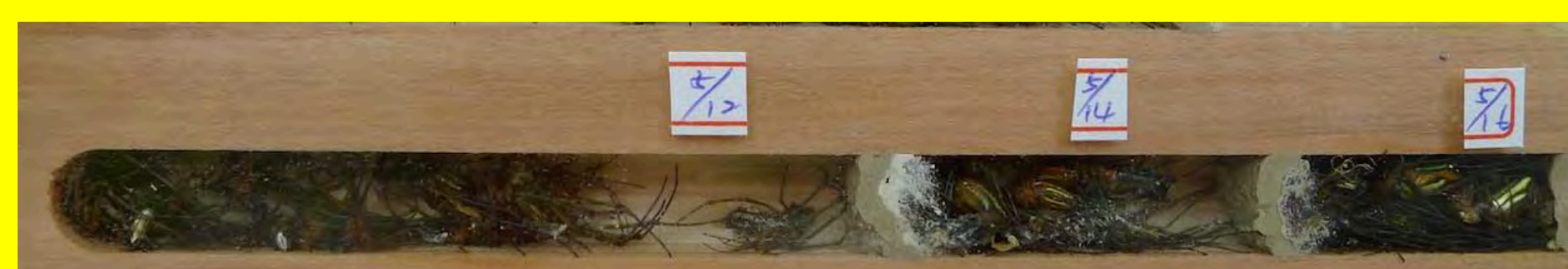
黃紋短腰蜾蠃的後門

(三) 後門：細切葉蜂身體很小，觀察板片的管子對它而言太長，它會先以樹脂築後門再產卵、儲存花粉；黃紋短腰蜾蠃也有築後門的例子。然而它們是如何判定要在哪裡築後門的呢？令人好奇，也還需要進一步探究了。

(四) 窄門：經我們觀察討論發現，敏感的黃紋短腰蜾蠃在築門時，會採用先築窄門只留通道再產卵再放獵物的策略，以降低獵物被寄生的危險；它是戰略高手嗎？值得再探究。

二、影響獨居蜂離巢順序的探討

獨居蜂的離巢順序有「最先離巢是第一間巢室」或「最先離巢是最後一間巢室」。經過觀察討論，棕泥壺蜂和日本藍泥蜂在觀察板片的同一根管子，如果築有多間巢室，巢室會越來越小，巢室裡的獵物也會放得越來越少。我們判斷雌蜂放置的獵物多寡將影響日後成蜂離巢順序的先後；而這正與我們的觀察，「最先離巢是最後一間巢室」管數較多的結果相吻合。



日本藍泥蜂巢室



棕泥壺蜂巢室



黑扁股泥蜂假巢室



棕泥壺蜂假巢室

三、假巢室之謎

棕泥壺蜂在9月28日於三樓面北蜂旅館編號板7的板片的2根管子各產1顆卵，其餘3根管子沒卵沒獵物但都封了大門；板8被封門3管，板9被封門5管，板10被封門4管，被封門的這3片板片管子裡都沒卵沒獵物。這隻雌蜂花了許多時間築假巢室有可能是**不讓其它雌蜂來產卵**，及**分散卵被掠食者侵犯的風險**，但仍有待繼續觀察探討。



一齡幼蟲 → 二齡幼蟲 → 管壁變霧

黃紋短腰蜾蠃

四、繽紛生活史

(一) 黃紋短腰蜾蠃一齡幼蟲**頭白體黑**，二齡幼蟲身體變**淡綠色**，終齡幼蟲體色變**黃**，而且**分泌物質使管壁變霧**準備化蛹。判斷也是**為了保護幼蟲**，但仍有待更多觀察數據驗證。

(二) 棕泥壺蜂幼蟲吃完獵物，準備化蛹時會**分泌黃色物質讓巢室管壁變黃**，我們初步觀察判斷這黃色分泌物是它體內的代謝物，作用是**保護幼蟲**。然而確實的原因仍有待進一步驗證。

(三) 日本藍泥蜂有**紫紅色蛹殼**，黑扁股泥蜂的蛹外面有**白色略透明的繭衣**。我們已知**蛹殼和繭衣是為了保護幼蟲能順利羽化**；然而化蛹的步驟與截然不同的色澤變化和策略令我們好奇，也將是進一步努力探究的目標。



棕泥壺蜂巢室管壁變黃



日本藍泥蜂紫紅色蛹殼



黑扁股泥蜂繭衣

柒、結論

- 一、自106年5月到9月以拍照和錄影方式完整觀察到5種獨居蜂的成蜂築巢行為和幼蟲成長習性。這5種獨居蜂是：棕泥壺蜂、日本藍泥蜂、黃紋短腰蜾蠃、黑扁股泥蜂和細切葉蜂。棕泥壺蜂和黃紋短腰蜾蠃的幼蟲吃鱗翅目幼蟲、日本藍泥蜂幼蟲吃蜘蛛、黑扁股泥蜂幼蟲吃蝗蟲、細切葉蜂幼蟲吃花粉，它們的**食性專一而且不同**，對於它們的生活史細節仍有許多繼續探討的空間有待我們努力。
- 二、觀察成蜂築巢材質發現棕泥壺蜂與日本藍泥蜂使用土築巢、黃紋短腰蜾蠃和細切葉蜂使用樹脂，黑扁股泥蜂用乾草、日本藍泥蜂還加上使用壁虎白糞；**所築巢室間數都超過1間，最多可築到6間**；**應該都會築假巢室並重複使用**，而築巢地點與管徑大小的選擇僅有初步判斷，都仍有待繼續觀察、實驗數量足夠才能驗證。
- 三、獨居蜂的正式名稱是「**借坑性築巢蜂 (Cavity-nesting bees)**」，它們個性溫和不擾人。我們觀察這五種獨居蜂都是近距離觀察，獨居蜂大多忙於工作沒空理人。它們不但不可怕，在探究大自然時更帶給我們許多驚喜與樂趣。而日本藍泥蜂的白門護貝招數、黃紋短腰蜾蠃與黑扁股泥蜂為了降低被入侵風險的窄門策略，以及棕泥壺蜂的假巢室欺敵戰略、細切葉蜂又如何決定築後門的地點……各種精彩嘆為觀止的觀察結果更令人著迷，也尚有許多有趣的觀察疑團有待繼續探究。所以我們將繼續探討它們在大自然所扮演的角色與重要性，並維護良好的生態環境，讓獨居蜂繼續在生活周遭繁衍。