

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

高中（職）組成果報告表單

題目名稱： 蟑螂社會互動之探討

一、摘要：

本研究探討在美洲蟑螂的前胸背板上的環紋（視覺）是否影響蟑螂辨識同類或社會互動。於前胸背板上塗上綠色螢光染料，並將其和其餘未塗上螢光劑的蟑螂放在同一個活動空間中，觀察他們之間的互動情形。我們發現在照光及黑暗的情況下，雖然有塗螢光劑的蟑螂和普通蟑螂之間數據應有的變化不如我們預期，但仍可從數據中看出，螢光與普通蟑螂之間在任何情況下的距離都會較普通蟑螂個體與個體之間的距離來得遠。透過實驗結果，我們認為各種蟑螂前胸背板上的環紋可能與他們群體之間的社會互動有關聯。

二、探究題目與動機

美洲蟑螂是目前日常生活中常見的昆蟲，蟑螂前胸背具有扁平的骨片，為前胸背版，上有亮色環紋。蟑螂生存在黑暗之中，體色若是全黑色的，應該更不容易被掠食者發現。有關蟑螂的文獻大多只有提到蟑螂擁有這個構造，而沒有討論原因，故我們想探討亮色環紋是否與蟑螂之間的便是與社會互動有關。

三、探究目的與假設

探討美洲蟑螂前胸背板上的亮色環紋是否為蟑螂間辨識的機制，並研究前胸背板顏色改變是否影響蟑螂間的社會互動情形，進而探討蟑螂前胸背板的亮色環紋演化出來的原因。我們假設美洲蟑螂的社會互動會因它前胸背板的環紋而有所不同，也就是除了分辨激素外，視覺也會影響蟑螂辨識夥伴。

四、探究方法與驗證步驟

(一)實驗動物 美洲蟑螂(American cockroach, 學名: *Periplaneta americana*)因前胸背板上具亮色環紋，故又稱環紋蜚蠊。飼養於室內昆蟲箱，為本校自行飼養繁殖。飼養之環境溫度約 20~28°C，定期換水、提供充足飼料(玉米、大麥磨成粉製成)。實驗的進行皆以色澤明亮、身體外表無破損之雄性成蟲作為實驗動物，以避免雌蟲生殖週期或攜夾卵鞘的干擾。並且在每次的實驗中，皆用固定 4 隻相同的蟑螂來做實驗，避免實驗誤差。

(二)實驗設備與器材(表一)

表一 本研究的實驗設備與器材

編號	名稱	型號及規格
1	紙箱*2	

2	橘色束帶	
3	攝影機	SJCAM A10 BODY 相機
4	綠色螢光染劑	帝一化工螢光顏料綠色 8 號
5	大型長方培養皿	
6	透明指甲油	
7	紅色 LED 燈	2LEDs Light set 紅色

(三)研究過程或方法

1.在四隻蟑螂中挑選其中一隻，在其前胸背板上以指甲油沾螢光粉塗上綠色螢光染料，其餘三隻也都塗上透明指甲油，避免氣味導致實驗誤差，保持各種因子一致。(圖一、二)

2.將四隻蟑螂放在同一個運動場中，每 10 分鐘為一個間隔，分別錄下亮--暗--亮--暗情況下的蟑螂互動情形。在亮的時候，我們利用實驗室上方的白燈，讓蟑螂進行正常情況下的互動；而在暗的時候，我們則是用兩個大紙箱，一個將運動場放在裡面，另一個則套住整個裝運動場的紙箱，並且在旁邊放紅色 LED 燈，以便讓攝影機在全黑的情況下依舊能有足夠的光線錄影。而因為蟑螂無法看到紅光，所以在這種情況下，就能製造出一個在人眼中能看到紅光，但對蟑螂來說卻是完全黑暗的场景。(圖三)

3.四隻蟑螂中，有塗上螢光劑的那隻，在黑暗模式下會因為顏料原本的特性而發出綠色的微光，進而讓牠的前胸背板在其他蟑螂眼中不同，探討牠和其他未塗螢光劑的蟑螂之間有什麼互動。

4.用 Tracker 軟體將錄製的影片分析，將四隻蟑螂每隔 30 秒的點座標位置標示出來，再將得到的座標數據做分析，就能得到螢光蟑螂與非螢光蟑螂在黑暗與明亮模式下，社交行為的數據。



圖(一)塗上螢光染劑的蟑螂



圖(二)未塗螢光染劑的蟑螂

五、結論與生活應用

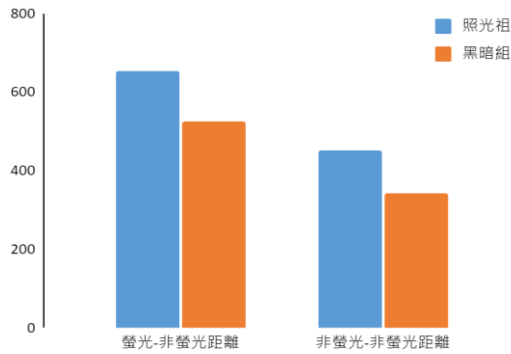
(一)結論

從實驗結果(圖一)可以發現此表中無論是螢光與非螢光者的距離或是非螢光者之間的距離在照光之下彼此都較遠，因此我們認為是因為蟑螂的畏光性導致他們在被照光時各自尋找較安全處躲藏，因此造成彼此之間的距離會較遠，社會互動也較不明顯。

而螢光與非螢光者之間的距離無論在照光或是黑暗的情況下都比非螢光者之間的距離來的遠，因此我們認為在蟑螂的背板上塗有螢光劑對其社會互動是有造成影響的。

在照光的時候，塗有螢光劑的蟑螂和一般蟑螂之間的距離會比黑暗時來的遠，所以原本我們認為「螢光劑在黑暗的情況下發出的光線，應該會讓蟑螂因為負趨光性而離螢光者更遠」的假設並不成立。

雖然上述假設並未成立，但從圖一以及實驗後分析整理出的數據來看，無論是在照光或是黑暗的時候，前胸背版上圖有螢光劑的蟑螂都會和其他正常蟑螂距離較遠，被其他蟑螂孤立，因此由這個論點可看出，在蟑螂的前胸背板上圖上螢光劑會對牠和同伴之間的社會互動有影響，所以前胸背版上的環紋能夠作為蟑螂溝通的另一種橋梁的假設是成立的。



圖一 螢光與非螢光在照光與黑暗中的距離

表一 兩組中兩種組合蟑螂之間的距離分析數據

	照光組			黑暗組	
	螢光-非螢光距離	非螢光-非螢光距離		螢光-非螢光距離	非螢光-非螢光距離
平均	652.2333647	450.5954557	平均	526.3002089	341.9294311
標準差	393.4206994	436.7727553	標準差	364.4630005	261.2888247
取樣數	369	369	取樣數	288	288
CI95%	13.81399764	15.33619817	CI95%	14.48546886	10.38484325

(二)生活應用

我們在實驗中，發現蟑螂的社交距離會受到環境的亮暗改變，我們可以藉此特性控制蟑螂的距離，一旦我們能夠自由控制蟑螂的距離，或許就能夠從此處著手，減少家中蟑螂的聚集。例如：在家中放置幾隻帶有基因改造的螢光蟑螂，或是會發光的機械蟑螂，讓他們混入普通蟑螂中，使蟑螂族群之間因為想要逃離變異後的蟑螂而遠離有螢光蟑螂的地方，而蟑螂不願意繼續待在原本的環境，或許就能讓家中的蟑螂問題降低。

再來，光亮環境下與黑暗環境下的距離改變，也可以連結到人身上，不管是新冠肺炎，還是平時展場控制人與人之間的距離，我們都可以利用此實驗的結果，透過改變環境亮暗的方式調節人跟人之間的距離，不只靠宣導呼籲，我們還可以透過隱藏的機制來調節動物與動物間的距離。

參考資料

林宗岐，2007。社會性昆蟲。Feature Report 專題報導。世間的精靈--昆蟲。科學發展
 胡琬穠 蔡任圃，2017。認識身旁的小傢伙(九)-- 美洲蜚蠊社會互動行為與空間資源分配關係的探討。科學教育月刊，398，25-38。