

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

最佳創意獎

081566

「灰」姑娘告白記

學校名稱： 高雄市楠梓區莒光國民小學

作者：	指導老師：
小六 余智暉	薛傑仁、 林宜樺
小六 洪嘉臨	
小六 楊雅婷	
小六 李政原	
小六 蘇德軒	

關 鍵 詞：灰塵、蠶寶寶、靜電

摘要

本研究以灰塵為主題，從文獻探討了解灰塵從最初的星體爆炸，再受自然力量及人類行為影響而產生。再以研究者的家庭為觀察對象，探討灰塵在家庭中的種類特色與分布情形，以了解灰塵在家庭生活中的存在狀況。之後以不同大小顆粒代替灰塵，找出「靜電」是影響灰塵是否會揚起的主因後，再切入探討灰塵對生物的影響，以「苜蓿芽」、「蠶寶寶」為例，呈現出灰塵對動植物傷害的嚴重情形。在了解灰塵對生物環境的傷害力後，我們積極的設想如何減少灰塵的對策，除了提出並驗證各種方法外，並設計一台簡易的空氣清淨機，希望透過這個實驗，我們不但對灰塵有充分的了解，更能化被動為主動，努力尋求化解灰塵對空氣惡化的影響力，讓地球的「灰姑娘」也有「告白」的良機。

壹、研究動機

寒假後才一進入自然教室，大家感覺整個自然教室好像變“灰”了，到處都蒙上了一層層薄「沙」！「奇怪！寒假前才大掃除過呀！而且門窗都是緊閉的，為什麼會有灰塵呢？」「我們家已經每天打掃，還不是天天有新灰塵，真令人不堪其擾！」「那如果不掃，灰塵對我們有什麼影響嗎？」「除了掃地之外，還有沒有其他可以減少灰塵的方法？」突然之間，大家七嘴八舌對這無孔不入的灰塵感覺非常好奇，加上這學期剛好會學到「生物與環境」這單元，所以我們靈機一動，不如就以「灰塵」作為這次科展研究的主角，將這「形輕如鴻毛、影響卻重如泰山」的灰塵，從其來源、種類、特色及影響等各方面，好好的研究個透徹，說不定最後還能找出對付「灰塵」的好妙招唷！

貳、研究目的

- 一、追究灰塵的來源
- 二、觀察灰塵的種類與分布情形
- 三、探討灰塵落下再揚起的機會
- 四、研究灰塵對植物的可能影響
- 五、研究灰塵對動物的可能影響
- 六、尋找可以減少灰塵的方法

參、研究設備

研究項目	追究灰塵的來源	觀察灰塵的種類與分布情形	探討灰塵落下再揚起的機會	研究灰塵對植物的影響---以苜蓿芽為例	研究灰塵對動物的影響---以蠶寶寶為例	尋找可以減少灰塵的方法
設備內容	圖書館 書店 網路 資料查詢	黑色集塵板 白紙數張 膠帶 顯微鏡 載玻片 蓋玻片 數位相機 電腦 放大鏡	布、木板 鋁片 塑膠片 爽身粉 抹搽粉 香灰、細砂 胡椒粉 木屑、味精 微量天平 顯微鏡 載玻片 蓋玻片 數位相機	綠豆 小麥草 苜蓿芽種子 六公克灰塵 塑膠杯 微量天平 紗網 維他命 C 鏟子 直尺 棉花 灑水噴霧器	蠶寶寶 90 隻 八個紙盒子 六公克灰塵 桑葉 面紙 鏟子 微量天平 皮尺 紗網 迴紋針	紙箱、電池座 黑色集塵板 黃金葛一盆 一盆水、潤髮乳 衣物柔軟精 放大鏡、竹筷子 電子天平、紗網 壓克力板、電線 保麗龍板、電池 保麗龍膠、牙籤 高密度過濾網 強力抽風馬達 活性炭濾網

肆、研究過程或方法

一、追究灰塵的來源

思考過程	知己知彼，才能百戰百勝。我們想先從圖書館相關的文獻資料及網路訊息，尋找灰塵的身世密碼，希望藉由這些有用的資訊，能對灰塵先有一番概要的認識，再開始著手進行下一步的研究工作。
研究步驟	大家分工從圖書館、網際網路及書店尋找與灰塵相關的資料，剔除過於艱深的部分，再將有用的資料整理彙整成表格或條列式呈現。

二、觀察灰塵的種類與分布情形

思考過程	藉由書籍資料對灰塵有了概要的認識後，我們想實地收集比較個人家裡的灰塵狀況，一來調查家中的灰塵種類以與資料相印證，二來比較家中哪一個地點最容易產生灰塵，嘗試推測原因，以求能充分了解自己家裡的灰塵分布情形。
控制變因	1.透明膠布集塵板：將厚紙板割出 25 cm ² 正方形，然後貼上透明膠布，作為集塵板，以判斷灰塵的種類。 2.集塵板 A、B：B5 大小（約 25.7×18.2=467.74cm ² ），黑色，重約 14.345g 3.觀察時間：一個月：95.2.6~95.3.6；兩個月：95.2.13~95.4.14
操縱變因	五個家庭、四種不同地點（客廳、浴室、臥室、廚房）

實驗步驟	1. 決定以各家庭的客廳、浴室、臥室、廚房四種不同作用的空間為實驗地點，每個人在各房間內選擇較不受干擾的地方，放置 A、B 二塊同樣大小的集塵板，並定期對各集塵板上的灰塵做觀察及紀錄。 2. 一個月後，先將各地點的 A 集塵板帶到學校用放大鏡觀察，觀察完畢後用一小張濕紙巾擦拭集塵板上的灰塵，然後放入 25c.c. 水的試管中，做灰塵沉降實驗，求出集塵板上的灰塵在試管中的沉降數據。 3. 二個月後，將各地點的 B 集塵板帶到學校用電子天平秤出附有灰塵的重量後，再用衛生紙將集塵板上的灰塵擦去，秤出集塵板原始的重量，將兩次重量相減，就可以得到收集到的灰塵重量。 4. 比較各地點的灰塵數據，推測影響各房間灰塵種類及多寡的原因。
注意事項	1. 放置集塵板的地點，要注意不能受到外力干擾、破壞，以家中的角落為佳。 2. 帶集塵板來學校秤重時，要注意攜帶收置的方法，不要遺失了灰塵量。

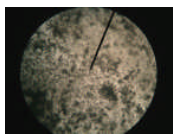
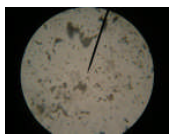
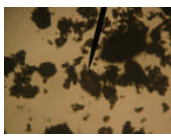
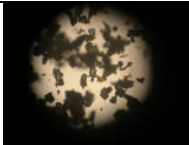
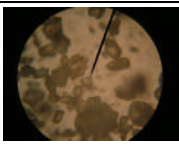
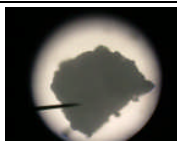
【實驗相關照片】

			
臥室的集塵板	客廳的集塵板	浴室的集塵板	廚房的集塵板

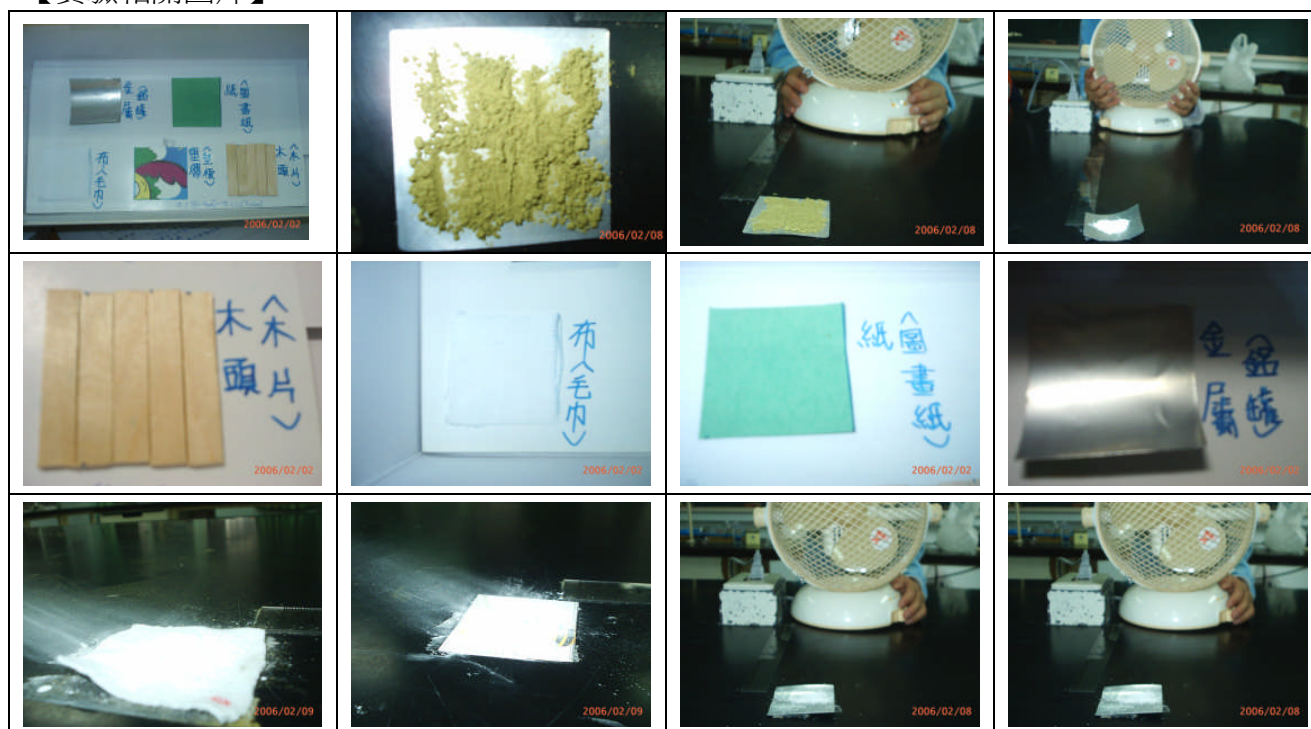
三、探討灰塵落下再揚起的機會

思考過程	一般人常用「塵埃落定」來表示事情已成定局，但是「塵埃」落定後真的就不容易再「飄忽不定」嗎？由這個想法，我們想以幾種大小不同的顆粒來模擬灰塵，測試各種顆粒在不同材質的表面上，受一定外力影響下，再度揚起的效率如何？以探討影響「灰塵」揚起的主要因素，及「灰塵」再揚起的活動力。		
控制變因	塑膠（1.113g）、鋁片（0.789g）、紙（0.513g）、木板（5.724g）、布（0.7g）		
	風力大小：中級		顆粒重量：約 0.3g
	電風扇的距離：30 cm		計時時間：5 秒
	底板面積大小：5x5=25 cm ²		
操縱變因	因為灰塵質輕、不易收集，不容易控制效度，所以我們預備以爽身粉、抹擦粉、香灰、細土、胡椒粉、木屑、味精等七種大小不同的顆粒種類，來模擬灰塵可能的大小性質。		
實驗步驟	1.在不同材質相同的面積中（25 cm ² ），平均灑上相同份量的顆粒物（0.3g）。 2.用電風扇以相同的力吹相同的時間（5s）。 3.再以電子天平秤出實驗前及實驗後的重量差異並紀錄。 4.每種顆粒實驗三次，實驗數據差距超過 0.03g，則重新操作實驗，以減少誤差。 5.以圖表交叉研究比較各種材質讓不同顆粒揚起的效度。		
注意事項	1.電風扇的高度及風速大小要掌握得宜。 2.各種底板實驗時需用雙面膠固定在桌上，以免因風力產生位移。 3.各種顆粒種類放上底板需要平均灑勻。		

用顯微鏡以相同倍數觀察比較本次實驗各顆粒的形狀與大小的照片

顆粒名稱	爽身粉	抹搽粉	香灰	細土
形狀描述	一粒粒小圓形的組合	近似正方形，邊緣呈凹凸狀	長方形、圓形小顆粒狀，有些透明	近似圓形、橢圓形
圖片				
顆粒名稱	胡椒粉	木屑	味精	
形狀描述	近似米粒狀（橢圓形），中空而透明	正方形、長方形、錐形的組合	梯形、長方形，邊緣有齒狀的凸出	
圖片				

【實驗相關圖片】



四、灰塵對植物的影響—以苜蓿芽為例

思考過程	灰塵雖微小卻無所不在，大自然中某些生物的生存，必然會受其影響，我們想了解灰塵對於植物的生長，可能有多大的影響力，所以以苜蓿芽為例，探討灰塵對苜蓿芽生長的影響，以了解灰塵的存在，對植物造成的威脅力量。
控制變因	在設計研究灰塵對植物影響的實驗時，我們考慮到要以生長過程中，可能最易受灰塵影響的植物為主，才能立即收到實驗效果，本來有綠豆、小麥草、苜蓿芽等幾種選擇，但因為綠豆、小麥草成長速度不夠一致，結果也不明顯，所以最後決定以苜蓿芽為研究對象。 【每盒 20 株苜蓿芽，每天澆 5c.c.的水，定時在中午 12 時觀察紀錄。】

操縱變因	將每個盒子欲灑下的灰塵總重量：區分為 0.4g、0.8g、1.2g、1.6g、2.0g 等五個實驗組，以及 0g 有加蓋網、0g 不加蓋網兩個對照組。
實驗步驟	1.收集七個相同大小的盒子，在裡面各鋪上 3.2g 的棉球，然後分別放入 20 株苜蓿芽的種子，再分別標示上①、②、③、④、⑤、⑥、⑦號。 2.在學校家裡各處收集大量的灰塵，帶回自然實驗教室用電子微量天平分別秤出 0.4g、0.8g、1.2g、1.6g、2.0g 等五包不同重量的灰塵。 3.在編號① ~⑤號盒內，在七天中分別陸續灑下共 0.4g、0.8g、1.2g、1.6g、2.0g 的灰塵作為實驗組，編號⑥號盒子完全不灑灰塵（0g）；編號⑦號盒子也不灑灰塵，但加上一層濾網，過濾空氣中的灰塵，以作為實驗對照組。 4.紀錄各盒子苜蓿芽發芽情況及葉片的生長情形。
注意事項	1.有些種子因為本身的優劣或其他的因素，本來就不會發芽或生長緩慢。 2.苜蓿芽是種非常脆弱的植物，在觀察測量時，要特別小心，不要讓其他的外力使其提早夭折，影響實驗數據。 3.每天要有恆心定時定量灑下灰塵與水量，並定時做記錄。

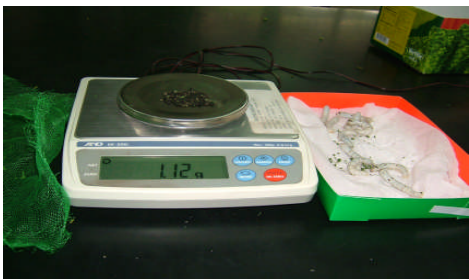
五、灰塵對動物的影響—以「蠶寶寶」實驗

思考過程	除了灰塵對植物的影響實驗外，我們也想知道灰塵對動物有多大的殺傷力，剛好中年級的弟弟正在進行蠶寶寶的學習，愛乾淨的蠶寶寶應該很怕灰塵吧！所以我們想以蠶寶寶為主角，探討灰塵對蠶寶寶成長的影響力，以了解灰塵的存在，對動物可能造成的威脅程度。
控制變因	每盒 10 隻蠶寶寶、挑出大約相同的體型、相同空間的盒子大小、灑灰塵的時間、飼食的桑葉量……等
操縱變因	將每個盒子欲灑下的灰塵總重量區分為：0.4g、0.8g、1.2g、1.6g、2.0g 等五個實驗組，0g 有加蓋網、0g 不加蓋網兩個對照組。
實驗步驟	1.製作七個大小、材質相同的養蠶盒，分別標示上①、②、③、④、⑤、⑥、⑦。 2.測量大小、體型盡量相似的蠶寶寶共 70 隻，並在每個盒子中分別放入 10 隻。 3.在學校家裡各處收集大量的灰塵，帶回自然實驗教室用電子微量天平分別秤出 0.4g、0.8g、1.2g、1.6g、2.0g 等五包不同重量的灰塵。 4.在編號① ~⑤號盒內，在七天中分別陸續灑下共 0.4g、0.8g、1.2g、1.6g、2.0g 的灰塵，編號⑥號盒子不灑灰塵（0g）；編號⑦號盒子也不灑灰塵，但加上一層濾網，過濾空氣中的灰塵。 5.每天用「皮尺」測量每隻蠶寶寶身長，並以「電子微量天平」秤體重；求出 10 隻蠶寶寶的身長、體重平均，紀錄在紀錄表中。 6.每天以「鑷子」夾出蠶寶寶便便，再用「電子微量天平」秤出蠶寶寶排便量。 7.每天秤出蠶寶寶吃剩的桑葉量，算出蠶寶寶的「食量」。 8.觀察每日蠶寶寶膚色的變化、活動力及是否厭食的情形，做完觀察紀錄後，於固定時間飼食各 10 克重的桑葉，然後同時灑下各盒規定固定的灰塵量。 9.手繪出蠶寶寶 7 天內生長變化的情形。
注意事項	1.蠶寶寶的身體本來就會伸縮，所以很難測量到正確的身長。 2.已經有結繭的實驗組，必須記得扣掉每隻蠶相當的平均桑葉量及排便量。

【實驗相關照片】

		
量蠶寶寶的身長	秤蠶寶寶的排便重量	秤剩餘桑葉的重量

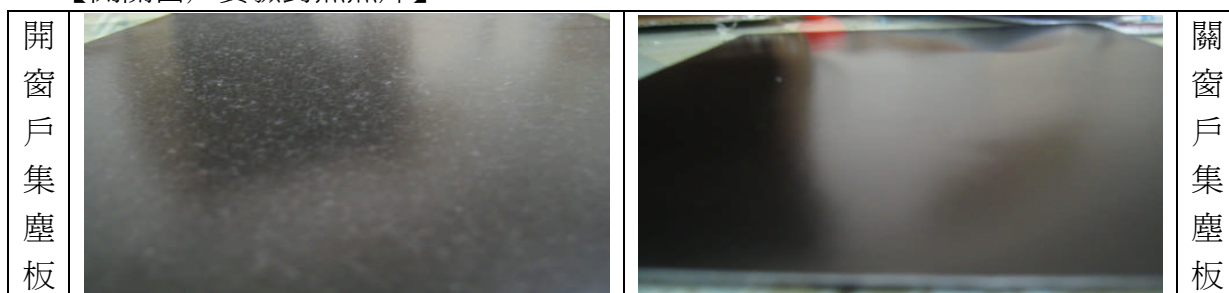
	0.4g	0.8g	1.2g
第一天			
第二天			
	1.6g	2.0g	0g (不加網)
第一天			
第二天			

0g 加網	第一天			第二天
----------	-----	---	--	-----

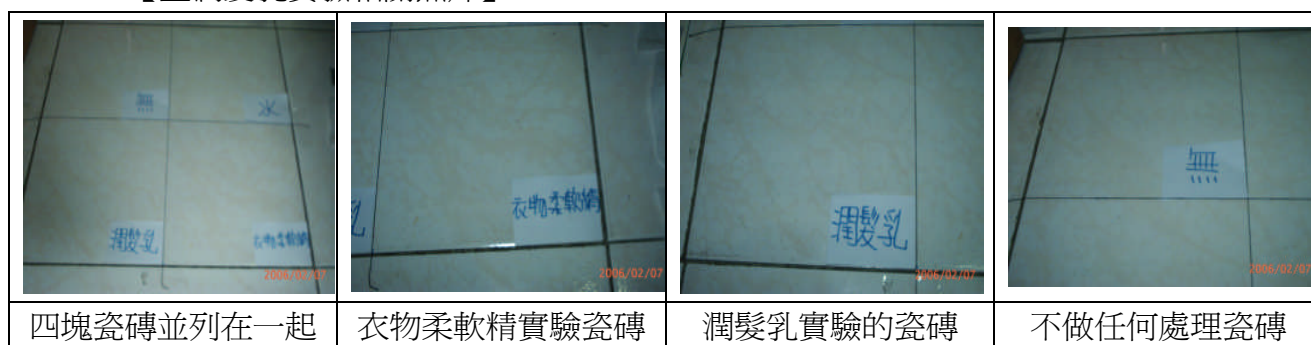
六、尋找可以減少灰塵的方法

思考過程	根據前項實驗，我們已驗證灰塵對於生態環境、動植物的生存有莫大的負面影響，那麼身處於無所不在的灰塵裡，我們應該積極的尋求--可以減少環境中灰塵量的辦法，經過大家尋找資料密切討論後，提出了以下幾種簡易方法： 1.放置綠色植物吸附灰塵：從網路資訊得知，綠色植物能吸附灰塵，過濾空氣，淨化空氣。據測定，綠化地帶空氣中的灰塵要比非綠化地帶減少 1/3 到 1/2，所以我們想檢驗一下綠色植物是否真的有減少灰塵量的效果。 2.放一盆水吸附灰塵：根據前項自家灰塵分布觀察，發現浴室的灰塵普遍比較少，所以我們推測當濕度提高時，灰塵會被水吸附不再揚起，進而減少灰塵量。 3.關窗戶減少灰塵進入：開關窗戶的空氣流通問題，到底會增加還是減少灰塵量？引發大家不同的想法，所以我們想透過實驗觀察，研究家裡開關窗戶與灰塵量的進出是否有直接的關係。 4.塗潤髮乳減少灰塵沾附：生活智慧王中的生活小偏方裡曾介紹以潤髮乳、衣物柔軟精混水擦拭地板，可減少靜電的發生而減少灰塵的沾附，我們想驗證這種小偏方是否真有減少灰塵的準確度。 5.自製簡易空氣清淨機：坊間有許多空氣清淨機號稱有絕佳的還原空氣清淨效果，引發我們也想運用一些不要的材料，嘗試製作發明一台簡易的空氣清淨機，利用吸附灰塵的原理，看看是否真的有減少灰塵量的效果。
實驗步驟	1.準備四個相同大小的紙箱，與六張相同大小的黑色集塵板。 2.綠色植物與灰塵量的關係：實驗組的紙箱內擺放一盆綠色植物（黃金葛），控制組則無擺放任何綠色植物，兩個紙箱皆保持開放，讓灰塵能正常進入。 3.擺放水盆與灰塵量的關係：將實驗組紙箱放入一盆水，而控制組紙箱則只有集塵板，兩紙箱保持開放。 4.開關窗戶與灰塵量的關係：以家裡的兩個房間，一個房間將窗戶打開，一個房間的窗戶關上，將集塵板放在窗戶前，觀察集塵板上灰塵的變化。 5.每隔一星期觀察黑色集塵板上的灰塵量，一個月後將各實驗的集塵板拿出，以電子天平秤重比較數據。 6.在研究潤髮乳、衣物柔軟精與灰塵量的關係：分別用潤髮乳、衣物柔軟精、清水分別擦拭家裡的三塊磁磚，其中一塊對照組的瓷磚則不做任何處理。然後觀察各瓷磚上面沾有的灰塵情形。
自製清淨機	1.我們先設定空氣清淨機需要有「吸附」、「過濾」、「清淨」等功能，再以手邊尋找到的材料及用具來考量，設計出如下圖的空氣清淨機（方法如第 8 頁圖示） 2.完成後，在空氣清淨機尾部底黏上一層透明膠布，然後將清淨機打開運轉 10 分鐘，再以放大鏡檢查濾網吸附到的灰塵量。 3.緩慢移動清淨機 2m，再以放大鏡檢查濾網吸附到的灰塵量。 4.在清淨機前灑少許灰塵，觀察透明膠布上是否有通過清淨機的灰塵黏在上面。

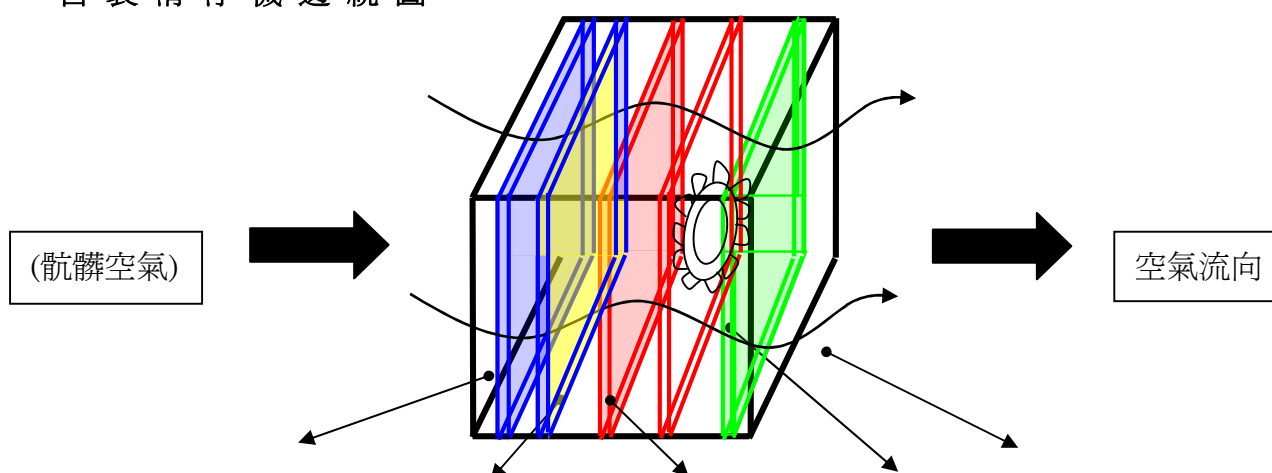
1.【開關窗戶實驗對照照片】



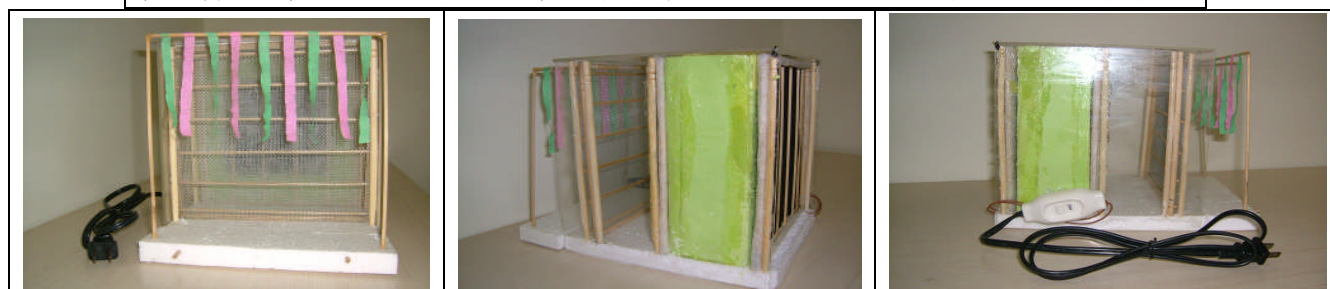
2.【塗潤髮乳實驗相關照片】



自製清淨機透視圖



紗網	集塵電樞	過濾網	抽風馬達	活性炭濾網
過濾較大的如棉絮……等	利用正負極性相吸之原理過濾灰塵	過濾較小灰塵等	將風口的灰塵吸入	再次過濾較小灰塵及異味……等
第一層：紗網；目的在過濾較大的灰塵，如綿絮……等				
第二層：集塵電樞；利用正負極性相吸之原理過濾灰塵中帶電之離子……等				
第三層：高密度過濾網；可過濾空氣中極小的灰塵…….等				
第四層：強力抽風馬達；抽取空氣通過層層過濾網，以達到清淨空氣的效果				
第五層：活性炭濾網：加上活性炭高密度過濾網，再次過濾較小灰塵去除異味				



伍、研究結果

一、追究灰塵的來源

(一)灰塵的被發現：最早對灰塵產生興趣的是十九世紀的自然學家查理斯-達爾文（Charles Darwin）。有一次當他乘坐的 HMS Beagle 號船在加那利群島停靠時，他注意到船在穿越大西洋後，到處積滿了灰塵，這個發現引起了達爾文開始觀察研究灰塵，也開啓了人們對飄浮塵粒的研究。

(二)灰塵的最初來源：天文學家認為灰塵最初的形成途徑可能是超新星爆炸時產生的。他們利用次毫米波（submillimeter emission）偵測到超新星殘骸仙后座 A 的周圍有大量的低溫星際灰塵，宇宙早期可能就有很多像 Cas A 這樣的超新星經過多次爆炸，所以產生大量的灰塵漂浮於太空中。

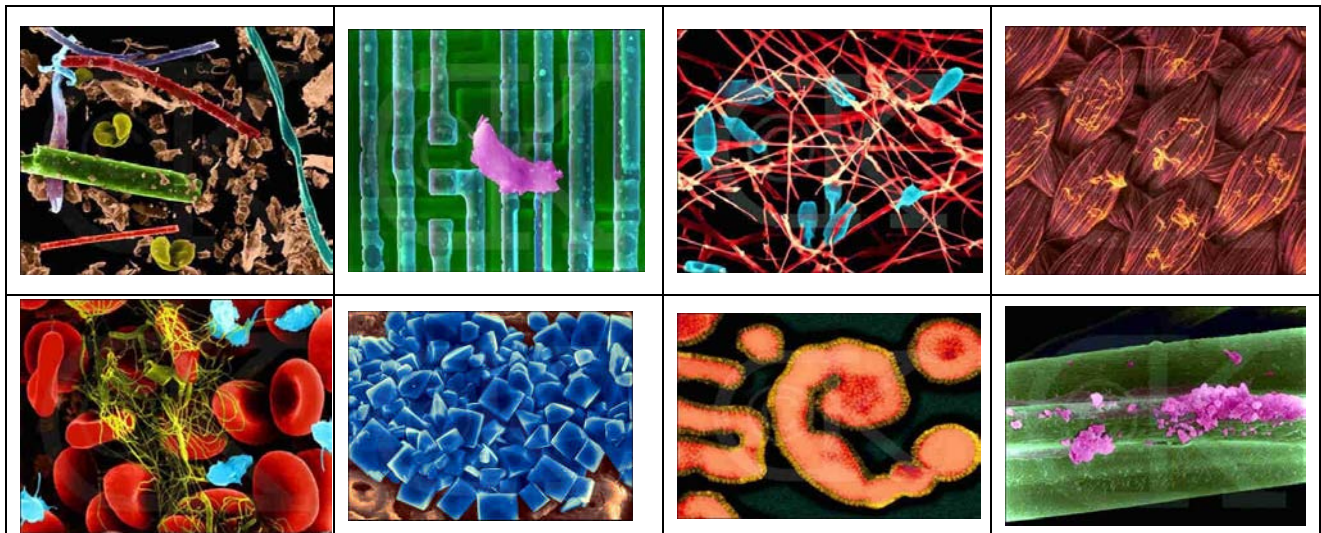
(三)一般灰塵的來源：

來 源	說 明
在室內因各種因素所衍生的灰塵	皮膚細胞不斷壞死脫落，在空中飄盪後，會落在物體表面上。
	塵蹣或其他昆蟲的糞便。
	毛料衣物的纖維自行脫落或因摩擦而掉落。
	房子剝落、褪下朽壞的表層，磨損的地板，都會留下微量粉末。
	脫落的牆上漆料，家具蛀蟲嚼落的木屑。
從外部侵入，浮游在大氣中的灰塵	從屋外飄進的植物微物，如：菌類的乾燥孢子、花粉。
	來自土壤的礦物微粒。
	交通工具排放的黑煙裡的碳沈積物飄進屋內。
風化作用形成的灰塵	自然界的「風化作用」會將較大的岩石會逐漸碎裂成小石塊，再變成細小的沙土，最後會成為肉眼難看清楚的小塵埃。而藉由風吹或動物的活動可將之攜帶到各處。

(四)灰塵的種類：從周遭的環境發現，灰塵的種類實在是包羅萬象，主要可以區分以下種類

種 類	來 源
棉塵	來自棉被、衣服、地毯等纖維
食物碎屑	麵包、餅乾等食物的粉屑
塵土	細小的沙、塵土
其他	人類或動物的毛髮、頭皮屑、煙灰等

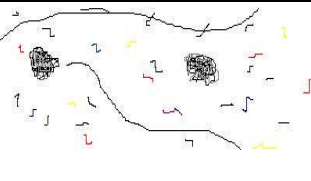
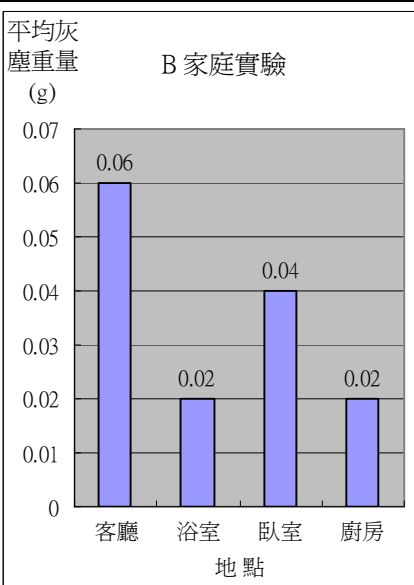
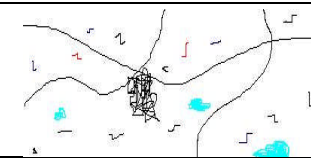
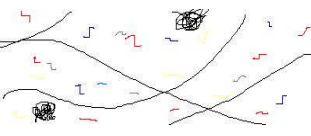
(五)在高倍顯微鏡下觀察到的各種灰塵圖片

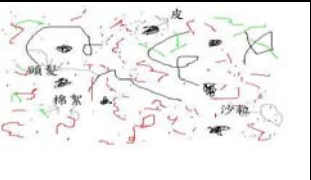
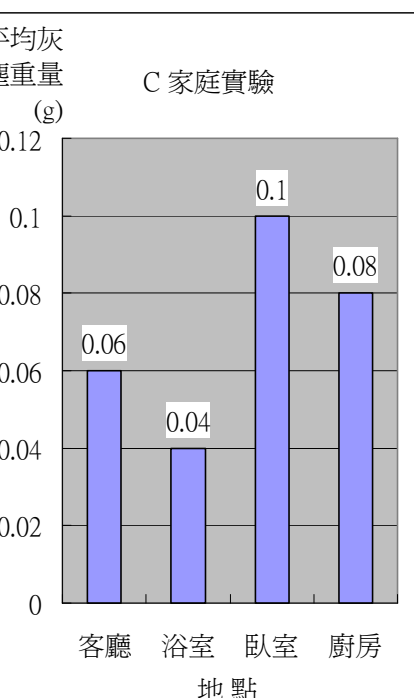
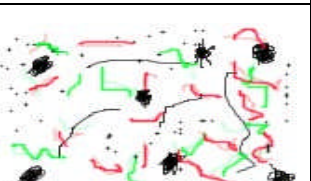


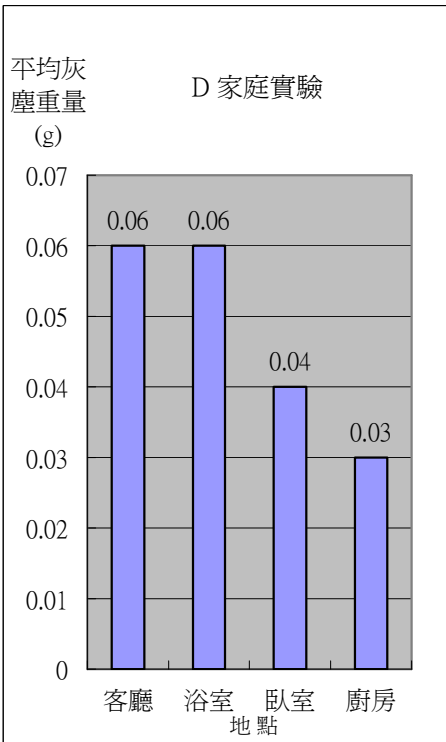
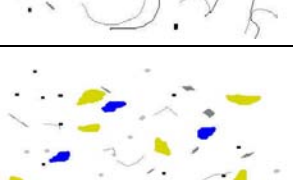
二、觀察灰塵的種類與分布情形

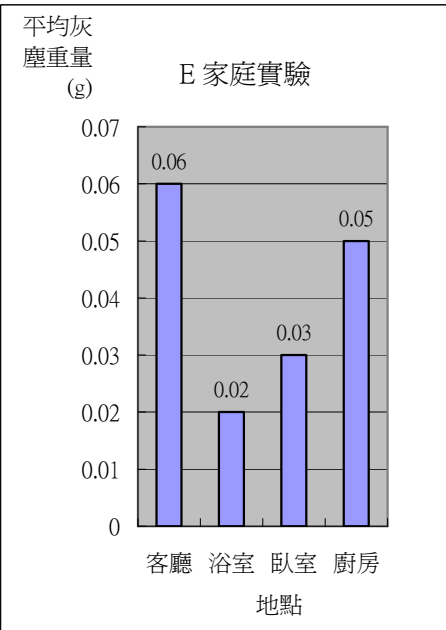
第一個月的沉降實驗，因為實驗結果出來後，灰塵量連一釐米都不到，效果差，因此一個月的 A 集塵板實驗結果，就不列入紀錄中，僅以兩個月後 B 集塵板的灰塵重量作為實驗數據。

A 家庭實驗結果：客廳>廚房>臥室>浴室（單位 g）															
地點	實驗項目	實驗結果	灰 塵 種 類	觀 察 圖 示	長 條 圖 比 較										
客廳	集塵板原重	14.29	棉絮		平均灰塵重量 (g) A家庭實驗 <table border="1"><thead><tr><th>地點</th><th>平均灰塵重量 (g)</th></tr></thead><tbody><tr><td>客廳</td><td>0.05</td></tr><tr><td>浴室</td><td>0.01</td></tr><tr><td>臥室</td><td>0.02</td></tr><tr><td>廚房</td><td>0.04</td></tr></tbody></table> 地點	地點	平均灰塵重量 (g)	客廳	0.05	浴室	0.01	臥室	0.02	廚房	0.04
	地點	平均灰塵重量 (g)													
	客廳	0.05													
浴室	0.01														
臥室	0.02														
廚房	0.04														
實驗後重量	14.34	毛髮													
灰塵量	0.05	皮屑 沙子													
浴室	集塵板原重	14.30	皮屑												
	實驗後重量	14.31	棉絮												
	灰塵量	0.01	毛髮												
臥室	集塵板原重	14.39	皮屑												
	實驗後重量	14.41	棉絮												
	灰塵量	0.02	沙子												
廚房	集塵板原重	14.37	棉絮												
	實驗後重量	14.41	沙												
	灰塵量	0.04	毛髮 水漬												

B 家庭實驗結果：客廳>臥室>廚房=浴室（單位 g）															
地點	實驗項目	實驗結果	灰 塵 種 類	觀 察 圖 示	長 條 圖 比 較										
客廳	集塵板原重	14.13	頭髮 棉絮 棉絮團		平均灰塵重量 (g) B 家庭實驗  <table><caption>B 家庭實驗數據</caption><thead><tr><th>地點</th><th>平均灰塵重量 (g)</th></tr></thead><tbody><tr><td>客廳</td><td>0.06</td></tr><tr><td>浴室</td><td>0.02</td></tr><tr><td>臥室</td><td>0.04</td></tr><tr><td>廚房</td><td>0.02</td></tr></tbody></table> 地點	地點	平均灰塵重量 (g)	客廳	0.06	浴室	0.02	臥室	0.04	廚房	0.02
	地點	平均灰塵重量 (g)													
	客廳	0.06													
浴室	0.02														
臥室	0.04														
廚房	0.02														
實驗後重量	14.19														
灰塵量	0.06														
浴室	集塵板原重	14.43	棉絮												
	實驗後重量	14.45	頭髮												
	灰塵量	0.02	水漬												
臥室	集塵板原重	14.38	棉絮 頭髮												
	實驗後重量	14.42													
	灰塵量	0.04													
廚房	集塵板原重	14.38	油漬 棉絮 頭髮												
	實驗後重量	14.40													
	灰塵量	0.02													

C 家庭的實驗結果：臥室>廚房>客廳>浴室（單位 g）															
地點	實驗項目	實驗結果	灰 塵 種 類	觀 察 圖 示	長 條 圖 比 較										
客廳	集塵板原重	14.23	棉絮 頭髮 皮屑 沙粒		平均灰塵重量 (g) C 家庭實驗  <table><caption>C 家庭實驗數據</caption><thead><tr><th>地點</th><th>平均灰塵重量 (g)</th></tr></thead><tbody><tr><td>客廳</td><td>0.06</td></tr><tr><td>浴室</td><td>0.04</td></tr><tr><td>臥室</td><td>0.1</td></tr><tr><td>廚房</td><td>0.08</td></tr></tbody></table> 地點	地點	平均灰塵重量 (g)	客廳	0.06	浴室	0.04	臥室	0.1	廚房	0.08
	地點	平均灰塵重量 (g)													
	客廳	0.06													
浴室	0.04														
臥室	0.1														
廚房	0.08														
實驗後重量	14.29														
灰塵量	0.06														
浴室	集塵板原重	14.02	棉絮 皮屑 小蟲 沙粒												
	實驗後重量	14.06													
	灰塵量	0.04													
臥室	集塵板原重	14.38	棉絮 皮屑												
	實驗後重量	14.48													
	灰塵量	0.10													
廚房	集塵板原重	14.41	棉絮 頭髮 皮屑 油漆屑、沙												
	實驗後重量	14.49													
	灰塵量	0.08													

D 家庭實驗結果：客廳＝浴室＞臥室＞廚房（單位 g）															
地點	實驗項目	實驗結果	灰 塵 種 類	觀 察 圖 示	長 條 圖 比 較										
客廳	集塵板原重	14.22	棉絮		平均灰塵重量 (g) D 家庭實驗  <table><caption>D 家庭實驗數據</caption><thead><tr><th>地點</th><th>平均灰塵重量 (g)</th></tr></thead><tbody><tr><td>客廳</td><td>0.06</td></tr><tr><td>浴室</td><td>0.06</td></tr><tr><td>臥室</td><td>0.04</td></tr><tr><td>廚房</td><td>0.03</td></tr></tbody></table>	地點	平均灰塵重量 (g)	客廳	0.06	浴室	0.06	臥室	0.04	廚房	0.03
	地點	平均灰塵重量 (g)													
	客廳	0.06													
浴室	0.06														
臥室	0.04														
廚房	0.03														
實驗後重量	14.28	黃點													
灰塵量	0.06	毛髮 皮屑													
浴室	集塵板原重	14.33	棉絮												
	實驗後重量	14.39	花粉												
	灰塵量	0.06	毛髮 皮屑												
臥室	集塵板原重	14.33	棉絮												
	實驗後重量	14.37	水漬												
	灰塵量	0.04	黴菌 毛髮 皮屑												
廚房	集塵板原重	14.50	水漬												
	實驗後重量	14.53	糖漬												
	灰塵量	0.03	棉絮 皮屑												

E 家庭實驗結果：客廳>廚房>臥室>浴室（單位 g）															
地點	實驗項目	實驗結果	灰 塵 種 類	觀 察 圖 示	長 條 圖 比 較										
客廳	集塵板原重	14.49	棉絮		平均灰塵重量 (g) E 家庭實驗  <table><caption>E 家庭實驗數據</caption><thead><tr><th>地點</th><th>平均灰塵重量 (g)</th></tr></thead><tbody><tr><td>客廳</td><td>0.06</td></tr><tr><td>浴室</td><td>0.02</td></tr><tr><td>臥室</td><td>0.03</td></tr><tr><td>廚房</td><td>0.05</td></tr></tbody></table> 地點	地點	平均灰塵重量 (g)	客廳	0.06	浴室	0.02	臥室	0.03	廚房	0.05
	地點	平均灰塵重量 (g)													
	客廳	0.06													
浴室	0.02														
臥室	0.03														
廚房	0.05														
實驗後重量	14.55	沙粒													
灰塵量	0.06	糞便													
浴室	集塵板原重	14.34	棉絮												
	實驗後重量	14.36	毛髮												
	灰塵量	0.02													
臥室	集塵板原重	14.85	灰塵												
	實驗後重量	14.88	棉絮												
	灰塵量	0.03													
廚房	集塵板原重	14.73	灰塵												
	實驗後重量	14.78	棉絮												
	灰塵量	0.05	毛髮												

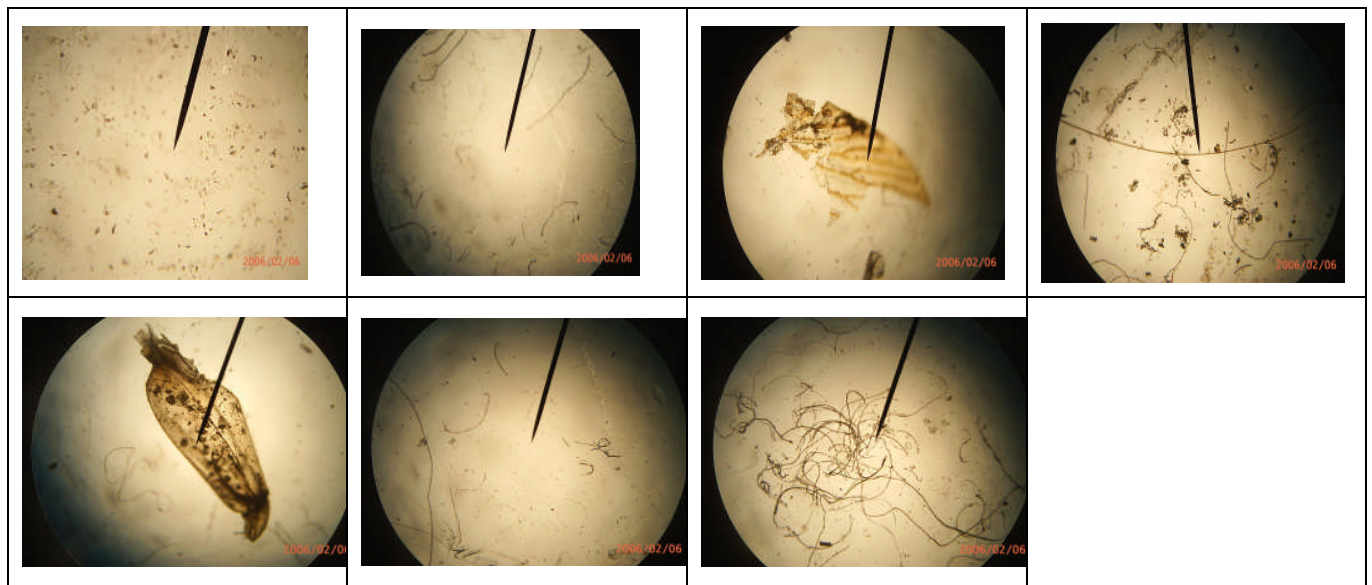
五個家庭各地點的灰塵量平均數：客廳>臥室>廚房>浴室（單位 g）				
地 點	客廳	浴室	臥室	廚房
A 家庭	0.05	0.01	0.02	0.04
B 家庭	0.06	0.02	0.04	0.02
C 家庭	0.06	0.04	0.10	0.08
D 家庭	0.06	0.06	0.04	0.03
E 家庭	0.06	0.02	0.03	0.05
平均	0.058	0.030	0.046	0.044

平均灰塵重量 (g)

五個家庭灰塵量平均數

地點	平均灰塵重量 (g)
客廳	0.058
浴室	0.03
臥室	0.046
廚房	0.044

【家裡各種灰塵的照片】



三、探討灰塵落下再揚起的機會

地板材質：塑膠：遺失重量由多至少：木屑>香灰>抹擦粉>爽身粉=細土=胡椒粉>味精								
次數	分項	1	2	3	4	5	6	7
		爽身粉	抹擦粉	香灰	細土	胡椒粉	木屑	味精
第一次	實驗前	1.1+0.3	1.11+0.3	1.16+0.3	1.06+0.3	1.1+0.3	1.17+0.3	1.07+0.3
	實驗後	1.34	1.35	1.37	1.3	1.33	1.22	1.34
	遺失重量	0.06	0.06	0.09	0.06	0.07	0.25	0.03
第二次	實驗前	1.1+0.3	1.11+0.3	1.16+0.3	1.06+0.3	1.1+0.3	1.17+0.3	1.07+0.3
	實驗後	1.34	1.33	1.37	1.29	1.34	1.23	1.33
	遺失重量	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.24	0.04
第三次	實驗前	1.1+0.3	1.11+0.3	1.16+0.3	1.06+0.3	1.1+0.3	1.17+0.3	1.07+0.3
	實驗後	1.34	1.33	1.37	1.29	1.34	1.23	1.34
	遺失重量	0.07	0.08	0.09	0.07	0.06	0.24	0.03
單位 g	平均遺失	0.065	0.07	0.09	0.065	0.065	0.245	0.035
	排名	4	3	2	4	4	1	7
	總平均	≒ 0.090						

底板材質：鋁片：遺失重量由多至少：木屑＞抹搽粉＞味精＞爽身粉＝香灰＝胡椒粉＞細土								
次數	分項	1	2	3	4	5	6	7
		爽身粉	抹搽粉	香灰	細土	胡椒粉	木屑	味精
第一次	實驗前	0.76+0.3	0.85+0.3	0.83+0.3	0.75+0.3	0.73+0.3	0.76+0.3	0.83+0.3
	實驗後	0.99	1.01	1.02	1.02	0.97	0.84	1.03
	遺失重量	0.07	0.14	0.06	0.03	0.06	0.22	0.10
第二次	實驗前	0.76+0.3	0.85+0.3	0.83+0.3	0.75+0.3	0.73+0.3	0.76+0.3	0.83+0.3
	實驗後	1.01	1.03	1.09	1.02	0.96	0.84	1.05
	遺失重量	0.05	0.12	0.06	0.03	0.07	0.22	0.08
第三次	實驗前	0.76+0.3	0.85+0.3	0.83+0.3	0.75+0.3	0.73+0.3	0.76+0.3	0.83+0.3
	實驗後	1.00	1.02	1.07	1.03	0.98	0.98	1.03
	遺失重量	0.06	0.13	0.06	0.02	0.05	0.05	0.10
單位	平均遺失	0.06	0.12	0.06	0.025	0.06	0.205	0.09
	排名	4	2	4	7	4	1	3
	總平均	0.090						

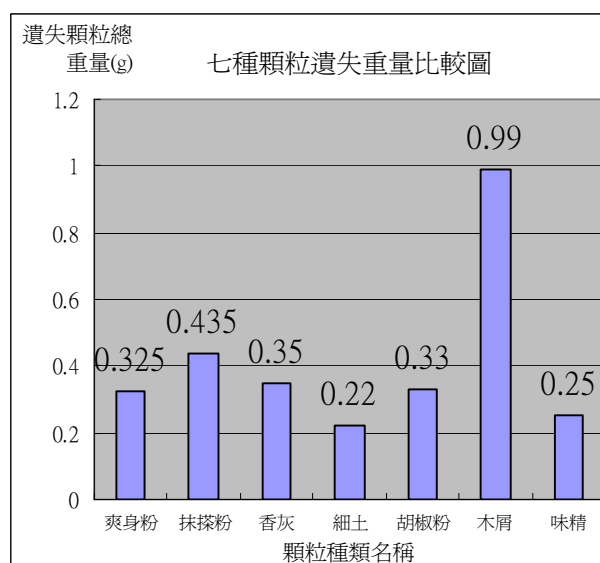
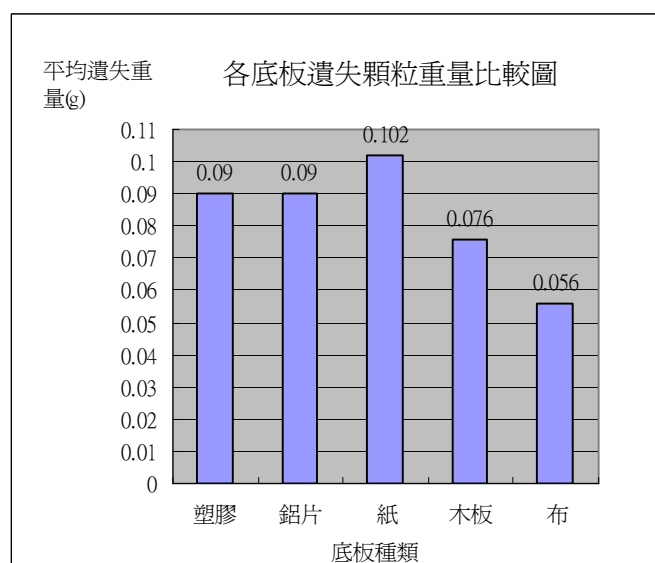
底板材質：紙：遺失重量由多至少：木屑＞抹搽粉＞味精＞香灰＞爽身粉＞細土＞胡椒粉								
次數	分項	1	2	3	4	5	6	7
		爽身粉	抹搽粉	香灰	細土	胡椒粉	木屑	味精
第一次	實驗前	1.06+0.3	0.7+0.3	1.09+0.3	0.72+0.3	1.07+0.3	0.72+0.3	0.72+0.3
	實驗後	1.29	0.88	1.32	0.95	1.33	0.80	0.92
	遺失重量	0.07	0.12	0.07	0.07	0.04	0.22	0.10
第二次	實驗前	1.06+0.3	0.7+0.3	1.09+0.3	0.72+0.3	1.07+0.3	0.72+0.3	0.72+0.3
	實驗後	1.29	0.88	1.31	0.95	1.3	0.80	0.94
	遺失重量	0.07	0.12	0.08	0.07	0.07	0.22	0.08
第三次	實驗前	1.06+0.3	0.7+0.3	1.09+0.3	0.72+0.3	1.07+0.3	0.72+0.3	0.72+0.3
	實驗後	1.29	0.88	1.30	0.96	1.3	0.77	0.93
	遺失重量	0.07	0.12	0.09	0.06	0.07	0.25	0.09
單位	平均遺失	0.07	0.12	0.08	0.065	0.055	0.235	0.09
	排名	5	2	4	6	7	1	3
	總平均	0.102						

底板材質：木板：遺失重量由多至少：木屑＞胡椒粉＞抹搽粉＞香灰＞爽身粉＞細土＞味精								
次數	分項	1	2	3	4	5	6	7
		爽身粉	抹搽粉	香灰	細土	胡椒粉	木屑	味精
第一次	實驗前	5.89+0.3	5.66+0.3	5.68+0.3	5.64+0.3	5.55+0.3	5.64+0.3	5.54+0.3
	實驗後	6.14	5.93	5.93	5.92	5.79	5.71	5.82
	遺失重量	0.05	0.03	0.05	0.02	0.06	0.23	0.02
第二次	實驗前	5.89+0.3	5.66+0.3	5.68+0.3	5.64+0.3	5.55+0.3	5.64+0.3	5.54+0.3
	實驗後	6.16	5.88	5.93	5.90	5.76	5.71	5.81
	遺失重量	0.03	0.08	0.05	0.04	0.09	0.23	0.03
第三次	實驗前	5.89+0.3	5.66+0.3	5.68+0.3	5.64+0.3	5.55+0.3	5.64+0.3	5.54+0.3
	實驗後	6.15	0.9	5.93	5.91	5.76	5.68	5.82
	遺失重量	0.04	0.06	0.05	0.03	0.09	0.26	0.02
單位 g	平均遺失	0.04	0.07	0.05	0.03	0.075	0.245	0.025
	排名	5	3	4	6	2	1	7
	總平均	0.076						

底板材質：布：遺失重量由多至少：爽身粉＞胡椒粉＞香灰＞木屑＞抹搽粉＞細土＞味精								
次數	分項	1	2	3	4	5	6	7
		爽身粉	抹搽粉	香灰	細土	胡椒粉	木屑	味精
第一次	實驗前	0.54+0.3	0.53+0.3	0.47+0.3	0.54+0.3	0.55+0.3	0.54+0.3	0.42
	實驗後	0.74	0.79	0.70	0.81	0.78	0.77	0.71
	遺失重量	0.10	0.04	0.07	0.03	0.07	0.07	0.01
第二次	實驗前	0.54+0.3	0.53+0.3	0.47+0.3	0.54+0.3	0.55+0.3	0.54+0.3	0.42
	實驗後	0.75	0.76	0.72	0.80	0.78	0.64	0.71
	遺失重量	0.09	0.07	0.05	0.04	0.07	0.20	0.01
第三次	實驗前	0.54+0.3	0.53+0.3	0.47+0.3	0.54+0.3	0.55+0.3	0.54+0.3	0.42
	實驗後	0.76	0.79	0.68	0.80	0.77	0.79	0.71
	遺失重量	0.08	0.04	0.09	0.04	0.08	0.05	0.01
單位 g	平均遺失	0.09	0.055	0.07	0.035	0.075	0.06	0.01
	排名	1	5	3	6	2	4	7
	總平均	0.056						

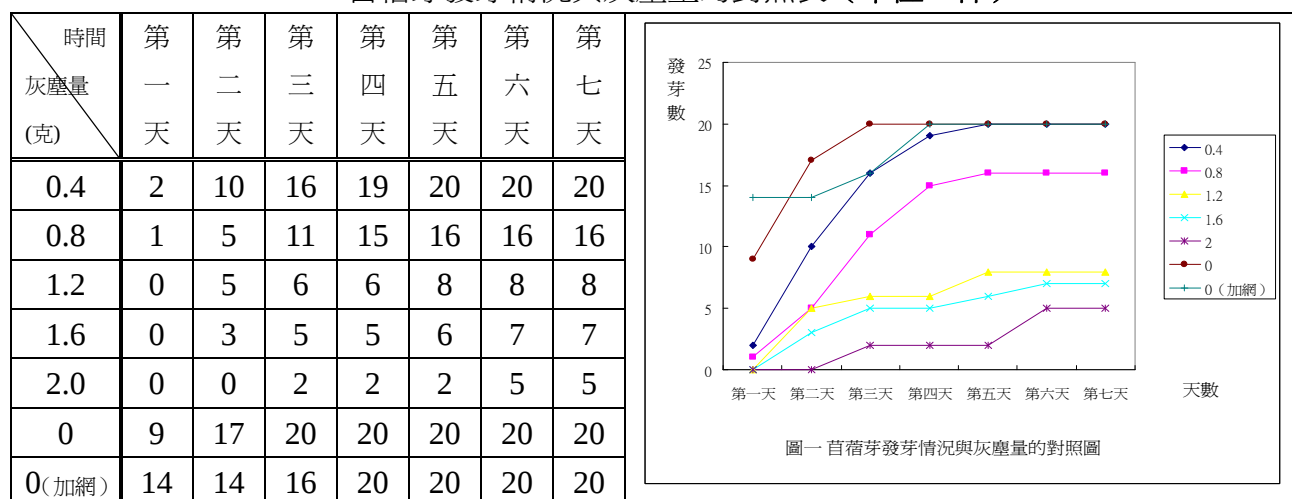
各種顆粒在各實驗中遺失顆粒紀錄表							
遺失重量由多至少：木屑>抹搽粉>香灰>爽身粉>味精>胡椒粉>細土（單位 g）							
	爽身粉	抹搽粉	香灰	細土	胡椒粉	木屑	味精
塑膠	0.065	0.070	0.090	0.065	0.065	0.245	0.035
鋁片	0.060	0.120	0.060	0.025	0.060	0.205	0.090
紙	0.070	0.120	0.080	0.065	0.055	0.235	0.090
木板	0.040	0.070	0.050	0.030	0.075	0.245	0.025
布	0.090	0.055	0.070	0.035	0.075	0.060	0.010
累積	0.325	0.435	0.350	0.220	0.330	0.990	0.250
排名	5	2	3	7	4	1	6
按顆粒平均重量〈設定一平匙以電子微量天平秤重〉							
由輕到重是→細土>味精>香灰>爽身粉>胡椒粉=抹搽粉>木屑							
→所以遺失顆粒的多寡與顆粒重量幾乎成反比，也就是越重越容易揚起							

實驗圖表整理

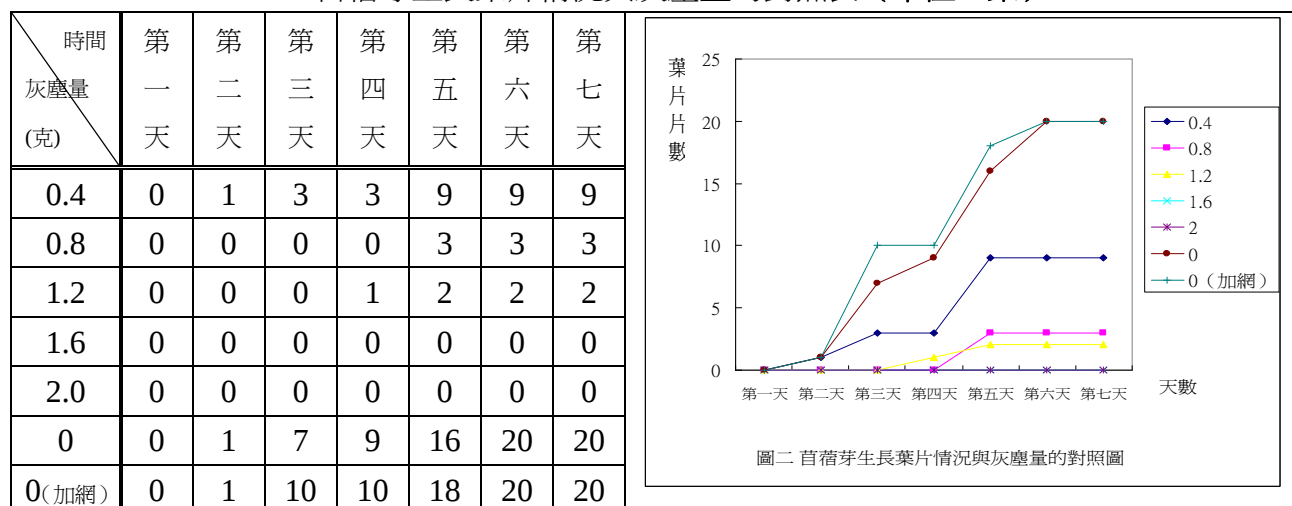


四、研究灰塵對植物的可能影響：以苜蓿芽為例

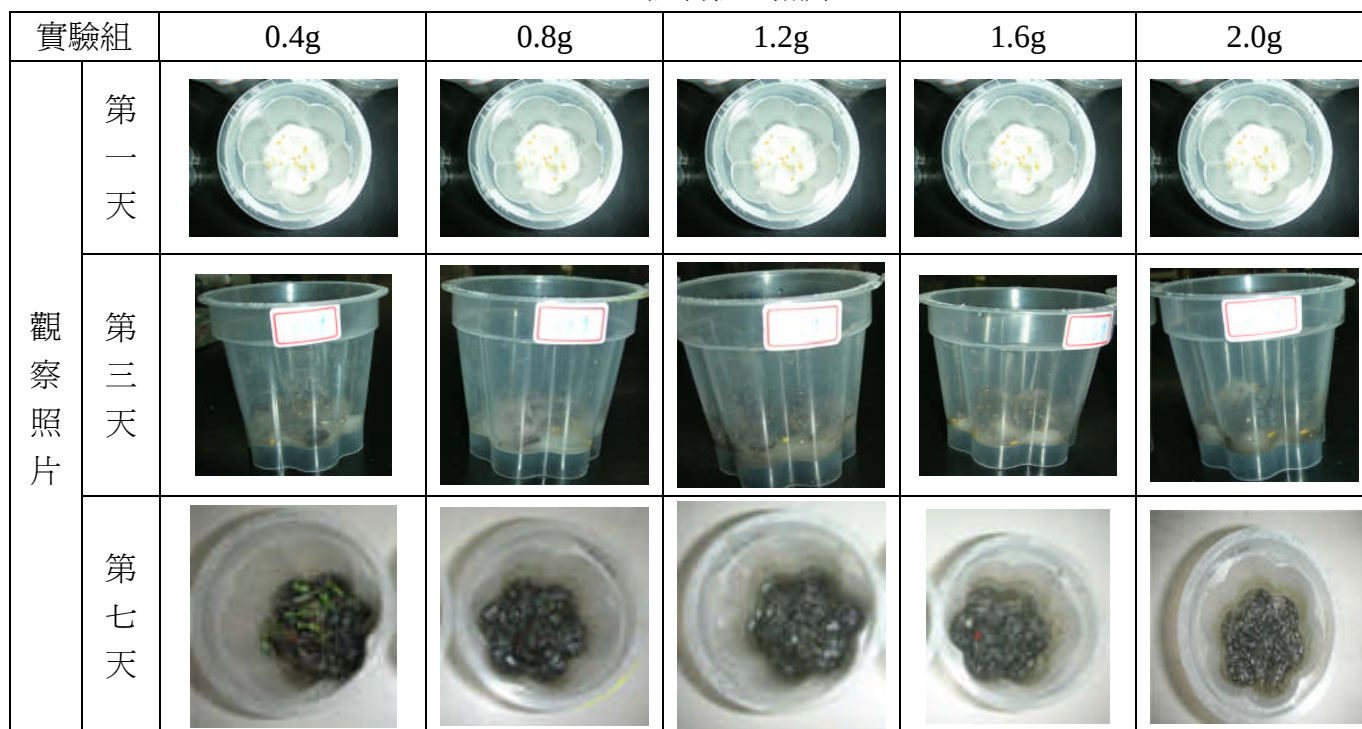
苜蓿芽發芽情況與灰塵量的對照表（單位：株）



苜蓿芽生長葉片情況與灰塵量的對照表（單位：葉）



控制組之照片



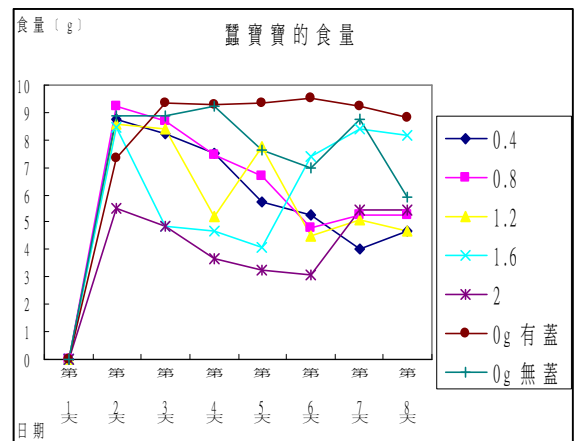
對照組之照片

對照組		第一天	第三天	第七天
觀察照片	0g			
	0g (加網)			

五、研究灰塵對動物的可能影響

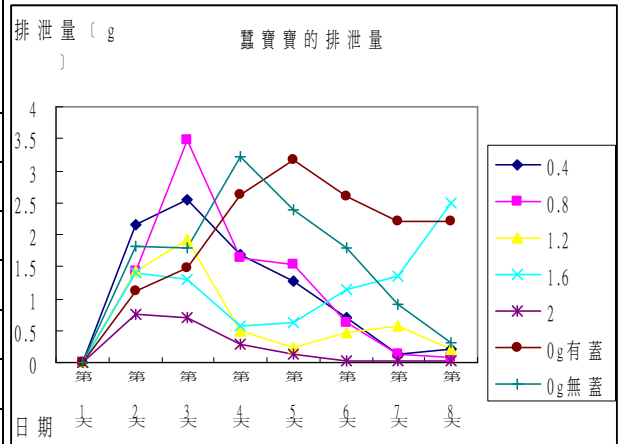
5-1. 以蠶寶寶食量變化情形來看〔單位 g〕

灰塵總量 日期	0.4g	0.8g	1.2g	1.6g	2.0g	0g 有蓋	0g 無蓋
第1天	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第2天	8.77	9.25	8.56	8.44	5.52	7.31	8.85
第3天	8.20	8.69	8.41	4.83	4.83	9.32	8.86
第4天	7.52	7.48	5.20	4.69	3.66	9.27	9.21
第5天	5.72	6.66	7.77	4.10	3.25	9.32	7.66
第6天	5.28	4.77	4.48	7.38	3.05	9.50	6.97
第7天	4.05	5.25	5.11	8.39	5.47	9.25	8.73
第8天	4.70	5.29	4.66	8.18	5.43	8.79	5.90



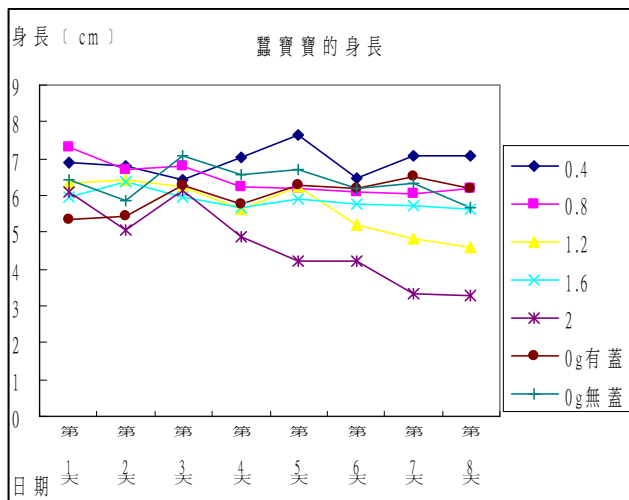
5-2. 以蠶寶寶排泄量變化情形來看〔單位 g〕

灰塵總量 日期	0.4g	0.8g	1.2g	1.6g	2.0g	0g 有蓋	0g 無蓋
第1天	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
第2天	2.16	1.43	1.43	1.39	0.75	1.12	1.81
第3天	2.54	3.47	1.91	1.29	0.69	1.47	1.78
第4天	1.69	1.63	0.49	0.56	0.28	2.62	3.21
第5天	1.28	1.54	0.24	0.62	0.12	3.17	2.40
第6天	0.69	0.63	0.47	1.13	0.02	2.61	1.78
第7天	0.12	0.13	0.56	1.35	0.02	2.20	0.92
第8天	0.22	0.09	0.22	2.49	0.02	2.20	0.30



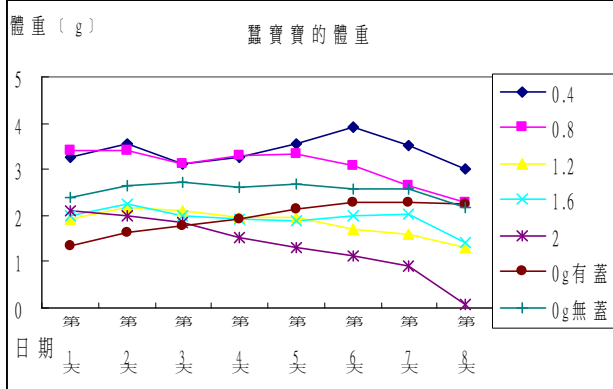
5-3. 以蠶寶寶身長變化情形來看〔單位cm〕

灰塵 總量 日期	0.4g	0.8g	1.2g	1.6g	2.0g	0g 有 蓋	0g 無 蓋
第1天	6.90	7.31	6.35	5.95	6.10	5.35	6.40
第2天	6.81	6.71	6.40	6.38	5.08	5.44	5.85
第3天	6.40	6.82	6.25	5.96	6.14	6.28	7.09
第4天	7.02	6.23	5.62	5.68	4.86	5.78	6.54
第5天	7.66	6.18	6.23	5.9	4.23	6.28	6.72
第6天	6.45	6.10	5.22	5.75	4.20	6.19	6.17
第7天	7.10	6.03	4.81	5.72	3.34	6.51	6.34
第8天	7.10	6.20	4.61	5.63	3.30	6.18	5.66



5-4. 以蠶寶寶體重變化情形來看〔單位 g〕

灰塵 總量 日期	0.4g	0.8g	1.2g	1.6g	2.0g	0g 有 蓋	0g 無 蓋
第1天	3.26	3.39	1.91	1.99	2.09	1.35	2.39
第2天	3.55	3.40	2.19	2.24	2.01	1.62	2.65
第3天	3.13	3.13	2.11	2.00	1.84	1.77	2.72
第4天	3.26	3.30	1.97	1.92	1.53	1.91	2.62
第5天	3.55	3.34	1.96	1.90	1.31	2.12	2.67
第6天	3.93	3.07	1.72	1.98	1.14	2.27	2.59
第7天	3.51	2.66	1.61	2.02	0.91	2.30	2.59
第8天	3.01	2.27	1.29	1.41	0.09	2.23	2.16



5-5. 以蠶寶寶膚色變化情形來看

灰塵 總量 日期	0.4g	0.8g	1.2g	1.6g	2.0g	0g 有蓋網	0g 無蓋網
第1天	白	白	白加淡黃	白	白	白	白
第2天	白	白	二隻變黃	三隻變黃	三隻變黃	白	白
第3天	一隻變黃	白	二隻變黃	七隻變黃	四隻變黃	白	白
第4天	白	白	二隻變黃	八隻變黃	六隻變黃 一隻變黑	白	白
第5天	白	白	白	八隻變黃	全部變黃	白	白
第6天	白	白	白	三隻變黃	全部變黃	白	白
第7天	白	身上有黑點	二隻變黑	三隻變黃	全部變黃 一隻變黑	白	白
第8天	白	透明 黃	二隻變黑	三隻變黃	全部變黑	白	白

5-6. 以蠶寶寶活動力變化情形來看							
灰塵量日期	0.4g	0.8g	1.2g	1.6g	2.0g	0g 有蓋網	0g 無蓋網
第1天	活動情形一切良好	蠶寶寶嚼食桑葉情形正常	活動情形還算不錯	一開始活動力還好，但遇到有灰塵的桑葉會避過不食	大量的灰塵一灑下，蠶寶寶似乎很不喜歡，不斷搖頭	活動情形很好，啃食桑葉速度很快	活動情形非常佳，啃食桑葉速度極快
圖片							
第2天	啃食桑葉情形依然不錯，排便也無異狀	活動力不錯，但有二隻厭食，其餘進食狀況正常	活動力尚佳，但有二隻厭食，消化不良(排便過少)	有灰塵的桑葉都不想吃，有4~5隻厭食，大便呈墨綠色	活動力非常不佳，食量也不多，感覺好像完全沒胃口	活動力非常佳，葉子幾乎被吃完，只剩下桑葉梗	活動能力奇佳無比，葉子幾乎全被吃完
圖片							
第3天	2隻結繭，1隻吐絲，大便呈墨綠色，但看起來仍正常	活動力不佳，厭食隻數變多，1隻結繭，另有1隻大便呈液狀	活動力不如前一天，有2隻開始厭食，2隻體色變黃，幾乎沒有大便	有6隻完全不想吃桑葉，爬到紙盒角落仰頭張望，只有1隻勉強進食	對新的桑葉沒有興趣，看到灰塵就避開，大便一半紅褐色，一半綠色	依舊維持昨日的食量，放下的新桑葉所剩無幾，排便量多到數不完	活動能力非常佳，糞便呈黑色顆粒，相當健康，無其他不正常的反應
圖片							
第4天	4隻結繭，1隻吐絲，但有1隻大便呈紅色	活動力不佳，4隻結繭，大便變少，有2隻體型瘦弱	食慾不佳，2~3隻糞便有拉褐色汁液現象，足部有點發黑	活動力不是很好，有2隻頭抬高，似乎是想吐絲結繭了	一直痛苦的蠕動，正常的黑色糞便只有幾粒，開始出現黃褐色汁液，會將底下衛生紙捲成一團	葉子幾乎被啃食的一乾二淨，唯有1、2隻不時舉頭不動，推測應該快吐絲了	每隻蠶寶寶都長得肥肥胖胖，排便正常、進食速度很快，前一天放入的桑葉一下子就掃光

圖片							
第5天	7 個繭，3 隻吐絲，但感覺食量愈來愈小，活動情形尚好	活動情形還好，有5隻結繭，2隻吐絲，大便變大變稀，1隻厭食	不甚良好，有1隻無法平衡而一直側著身子，其餘雖健康但活動力糟	有4隻在不停蠕動身軀，看起來都不健康，牠們的糞便呈黑褐色	有2~3隻一直水腫，1隻瀕死，身體已經扭曲變形，盒子首次發出臭味	無異狀，活動力奇佳，糞便為黑色，消化完全，便便顆粒呈圓形大顆粒	活動力極佳，每一隻愈長愈碩大，桑葉被吃的剩葉梗，我們還發現蠶寶寶連葉梗也會啃食
圖片							
第6天	有8個繭了，1隻不動，糞便是黑色，但也發現褐色液狀的糞便	都不太動，可能因為快結繭了，食量中等，有2隻病厭厭的	活動力不佳，2隻無法平衡導致側翻，1隻膚色已發黃發黑，體長縮短	活動情形不佳，連頭都沒抬高，也許是不健康的前兆，但出現了2個繭	赫然發現死了5隻！其餘的也不健康，長度不斷縮減，毫無活動力可言	有3隻結繭，有1隻似乎生病了，拉出褐色汁液，剩餘6隻進食、活動正常	食物全吃完，發現有3隻吐絲，2隻結繭的情形
圖片							
第7天	已經有9個繭了，剩下1隻食量、活動力明顯降低，頭整天抬得很高	有7個繭，其他活動力不佳，1隻身體發黃且不規則腫脹	大便少，拉出褐色汁液，2個繭，3隻看起來快死了，1隻已經縮水	有2個繭，3隻變黃，其他活動力較昨天更弱，大便變液狀青褐色	又死了2隻！剩下3隻根本沒再進食，嚴重脫水，大便僅有4顆	依然維持3個繭，1隻輕微水腫，其餘正常	活動力旺盛，食物吃光殆盡，糞便健康、膚色潔白正常，5隻結繭
圖片							

第 8 天	9 個繭，最後 1 隻仍未吐絲，活動力不佳，有拉青色顆粒大便，及水水的褐色糞液	有 1 隻水腫很嚴重，身體異常肥胖，體色呈黃色，看起來快要死掉	活動力急速減低，食量非常少，身體逐漸發黃發黑	1 隻水腫，2 個繭，有 7 隻身體斑點變多，似乎食慾不振	總計已經死了 8 隻，昨天桑葉完好如初，剩下的 2 隻發黑，身體皺成一團，僅抽搐	葉子幾乎被吃完，食量好，身體狀況如同八天前一樣健康，毫無異狀	除了有 1 隻的糞便偏墨綠色外，其他的蠶寶寶一如剛開始實驗一樣健康，活動力好
圖片							

六、尋找可以減少灰塵的方法

(一)生活小偏方

實驗種類	控制組	對照組	觀察說明
綠色植物與灰塵量之關係	0.003g	0.004g	約一星期後，黃金葛的葉片上明顯蒙著灰塵，時間愈久之後，葉片上的灰塵就愈多。
水與灰塵量之關係	0.002g	0.002g	水盆上浮有少許的油和灰塵，有水箱子的集塵板上灰塵數量較少，但無太大差別
開關窗戶與灰塵量之關係	0.001g	0.006g	有開口紙箱的集塵板上佈滿了各種灰塵，而沒有開口紙箱的集塵板上，只有零星少許的灰塵粒，並沒有明顯的落塵。
塗潤髮乳、衣物柔軟精與灰塵量之關係	0.003g 0.003g	0.003g	三張集塵板的灰塵數據未有明顯差異。

(二) 自製簡易空氣清淨機

1.	打開風扇 10 分鐘後，以放大鏡觀察過濾網，網上有少許灰塵，不過數量不多不明顯。
2.	打開風扇並緩慢移動清淨機 2m 後，以放大鏡觀察過濾網，因為經過的面積較大，濾網上有比第一次實驗附有較多的灰塵，不過數量仍是不明顯。
3.	灑下少許灰塵後，以放大鏡觀察清淨機尾部的透明膠帶，並沒有灰塵黏上，可見清淨機確實有效阻隔了灰塵的進入。

陸、討論

一、追究灰塵的來源

- (一) 灰塵最早可能源自於早期宇宙間星體的爆炸，再經過億萬年的進行後，產生大量的灰塵漂浮於太空中。而灰塵因為微小不容易受注意，一直到達爾文觀察到灰塵的存在，才開啓了人們對飄浮塵粒的研究。
- (二) 自然界的「風化作用」會將較大的岩石逐漸碎裂成小石塊，再變成細小的沙土，最後變成微小塵埃。然後藉由風吹或動物的活動將之攜帶到各處。無論多密閉的空間，都有可能被灰塵侵入。所以無塵室的設定也就必須特別嚴格。
- (三) 漂浮在室內的灰塵，除了是從外部侵入外，還可能因為室內各種因素使發塵體衍生灰塵，所以產生灰塵的來源很多，灰塵的種類也頗為繁雜，並不容易深究細數。

二、觀察灰塵的種類與分布情形

- (一) 從實驗結果得知大部分家庭的浴室都是灰塵最少的地點，可能和水氣會吸附灰塵，使灰塵不易飄動有關。
- (二) 客廳是各家庭灰塵量較大的地點，可能因為較多人在走動，門一直開關，所以灰塵量是四個地點中最多的。
- (三) 廚房的集塵板多了食物、油漬、水漬的發現，應該與廚房是料理食物的用途有關。
- (四) 臥室的灰塵種類以棉絮較多，可能因為常常折棉被、換衣服、拉窗簾等等動作有關。
- (五) 浴室與臥室發現有較多的毛髮，可能因為家人經常在這些地方梳頭髮。
- (六) 其他可能影響灰塵數量的原因
 - 1.集塵板的位置：例如若擺在面紙盒旁，當抽起面紙時，棉絮會飄到板上。集塵板若放得比較高，四周又沒有發塵體，沾染得灰塵量就會較少。所以位置可能是影響灰塵數量的原因之一。
 - 2.走動的次數：家人比較常在臥室、客廳走動，可能會把外頭的灰塵或雜質帶進屋內。
 - 3.空間的特性：各房間也可能因為空間大小、空氣流通、發塵體多寡等等特性，影響收集到的灰塵量。
 - 4.生活習性：(1)家人如果有愛清潔的習性，家裡的灰塵量就會比較少。
(2)臥室若是睡覺休息才入內，又有不得飲食等規定，灰塵量也會比較少。
- (七) 所以灰塵的種類和多寡，和空間的運用、人的行動習慣有著密切的關係。

三、探討灰塵落下再揚起的機會

- (一)照一般原理來說：應該是顆粒愈重愈不容易揚起，但因為這次我們選擇實驗的物品，重量都普遍的輕，所以使顆粒重量對揚起的影響力變低了。
- (二)受靜電原理影響：實驗結果：平均重量越重、顆粒越大被吹走的越多。
 - (1)可能因為顆粒較重、較大，不容易受靜電影響附著在底板上，所以較易被吹走。所以「靜電」可能是影響「灰塵」不容易揚起的主因。
 - (2)灰塵顆粒愈輕、單位面積內密度愈高，愈不容易被吹起（遺失少、剩下多），如細土、味精，而灰塵顆粒愈重、單位面積內密度愈少，愈容易被吹起（遺失多、剩下少），如木屑、胡椒粉。

- (三)從底板材質來看：在五種底板中，可能會產生靜電的有塑膠、鋁片、紙，因為塑膠、鋁片產生的靜電效果較大，所以顆粒揚起的數量也相對的比較少。而木板、布雖不光滑，沒有靜電效果，但可能因為表面凹凸木紋不規則，灰塵更容易附著在凹槽中，所以也不容易再揚起。
- (四)本實驗有些不合理數據，可能因顆粒、底板種類本身的性質差異，造成實驗誤差，如抹搽粉容易受潮造成顆粒變重、變黏。鋁片因過薄在實驗過程中容易捲起，使遺失的顆粒量產生誤差。

四、研究灰塵對植物的可能影響

- (一)苜蓿芽本身的生命力就較為脆弱，需要較為無塵的空間為其生長環境。
- (二)就苜蓿芽發芽情況來看，灰塵量愈少，發芽情況愈佳。以 2.0g 灰塵量的苜蓿芽來說，直到第三天才發芽，甚至一星期後，發芽數只有四分之一，仔細翻找後，發現棉花下面有許多沒發芽爛掉的種籽，甚至已經發黑發臭。
- (三)以 0.4g 的苜蓿芽為例，第一天就有發芽，但數量明顯比無塵環境少，到第五天全部就都發芽；但其它 0.8g、1.2g、1.6g、2.0g 在第 5 天後幾乎就沒成長了。
- (四)在無塵環境中，第一天就有超過一半以上發芽，到第四天就全部都發芽了。而 0 克（不加網）長得較 0 克（加網）良好。
- (五)就苜蓿芽葉片生長情況來看，也是灰塵量愈少，葉片生長情況愈佳。以 1.6g、2.0g 灰塵量的苜蓿芽來說，一星期間完全沒有生長葉片。
- (六)在 7 盆植物之中，只有 0 克（加網）、0 克（不加網）、0.4g 有發出葉子，其餘的幾乎都沒發葉。而以 0 克（加網）的生長速度比 0 克（不加網）快；在第六天後，0 克（加網）、0 克（不加網）都長出葉子，而 0.4g 只長出一半的葉片。
- (七)植物生長情況排列如下，由優至劣：加網 0g > 無網 0g > 0.4g > 0.8g > 1.2g > 1.6g > 2.0g 所以灰塵愈多，苜蓿芽的生長情況愈差。

五、研究灰塵對動物的可能影響

- (一)在「5-1 灰塵與食量」、「5-2 灰塵與排便量」的關係中發現：除少數日期外，「灰塵量」與「食量」、「排便量」幾乎是成反比的，也就是說當桑葉上的灰塵越多，蠶寶寶就越愛吃，排便的數量也就越少。
- (二)在「5-3 灰塵與身長」、「5-4 灰塵與體重」的實驗結果中發現：自從「灰塵量」逐日增加，嚴重影響蠶寶寶的「食量」後，蠶寶寶的「身長」與「體重」也沒有增加，甚至還有減少的趨勢，也就是說蠶寶寶的成長開始趨於緩慢退化。
- (三)在「5-5 灰塵與膚色」的觀察表發現，蠶寶寶的狀況不好，一開始就先從膚色顯現出來，當牠吃到不乾淨的食物，身體就會開始變黃，隨著時間當灰塵量愈來愈多時，一隻一隻的蠶寶寶逐漸變黃、深黃一直到變黑而死亡。
- (四)在「5-6 灰塵與活動力」的紀錄表中發現：灰塵的干擾讓蠶寶寶的活動力越來越不好，一開始蠶寶寶還會想尋覓乾淨的葉子吃，到後來只會躺在灰塵堆中奄奄一息的等待死亡。灰塵使得蠶寶寶的成長發生阻礙最後死亡。相對的，沒有灑灰塵的控制組，蠶寶寶不但吃多拉多，一天天長大，竟然開始結繭。
- (五)實驗過程中，有些蠶寶寶逐漸進入結繭階段，對實驗造成很大困擾，大家討論後認

爲結繭也是一種成長的表現，也可以觀察結繭的蛹是否會受灰塵影響，所以還是納入實驗探討。在這方面，我們發現某些蠶因爲成長較爲快速，就算灰塵影響牠的食慾，牠也能暫時不吃趕快直接結繭，逃避惡劣的環境。不過還是以灰塵量較少的實驗組才有這個機會，灰塵量超過 0.8g 的完全沒有成蛹的機會。

六、尋找可以減少灰塵的方法

(一)綠色植物與灰塵量的關係

實驗約七天後，可以看到葉片上蒙著一層灰塵，時間愈久，葉片上的灰塵愈多，集塵板上的灰塵也比控制組少，而黃金葛也沒有因爲灰塵而枯萎，所以綠色植物對灰塵應有一定的影響作用。只是因爲我們的實驗過於粗淺，無法獲知其影響力的原因。

(二)擺放水盆與灰塵量的關係

一個月後，水上有少許的油和灰塵，但是有水的集塵板與控制組的灰塵量並無明顯的數據差異，無法大膽判斷擺放水盆能有效減少灰塵。

(三)開關窗戶與灰塵量之關係

由實驗數據得知，開窗戶集塵板上的灰塵量比關窗戶多很多，因此可以判斷開窗戶雖有助空氣流通，但進來的灰塵比飄出去的灰塵多得多，所以開窗戶只會使灰塵源源不斷飄入，使屋內的灰塵量不斷增加。所以適時關窗戶，應可以減少灰塵的進入。

(四)塗潤髮乳、衣物柔軟精與灰塵量之關係：

本實驗沒有明顯的差異，可能因爲實驗面積太小，實驗時間不夠長，所以不能做直接有效的判斷，但是以潤髮乳、衣物柔軟精擦拭過的地板確實較爲光滑，也許確實有靜電效果，只是我們的實驗條件不夠周詳，還有努力空間。

(五)自製簡易空氣清淨機：

觀察自製空氣清淨機的運作，發現因爲風扇馬達力道不夠大，所以並不能吸附太大或太遠的灰塵，緩慢移動清淨機，經過的面積較大，確實能吸入較多；再以放大鏡觀察濾網上的灰塵，紗網能阻隔毛髮類的大灰塵，過濾網上可以看到有少許的灰塵，但因爲時間不夠長，灰塵量並沒有很多。在清淨機前灑下少許灰塵後，透明膠布上並沒有明顯的灰塵黏上，可見清淨機的濾網，確實有效阻隔了灰塵的進入。

柒、結論

一、追究灰塵的產生有以下幾種來源：

- (一)最早可能是源自於宇宙間某些星體的爆炸，在經過億萬年的進行後，產生大量的灰塵漂浮於太空中，之後自然界的「風化作用」、動植物的「生活活動」都會製造灰塵，讓灰塵充滿於我們的生活空間。
- (二)知道我們是無法杜絕大氣中灰塵的存在後，但我們至少可以盡量減少人爲的製造灰塵，杜絕灰塵的入侵，努力維持良好的空氣品質和生活環境。

二、觀察灰塵的種類與分布情形

- (一)在五個家庭的觀測結果中，發現灰塵量的多寡和平常進出次數、家中發塵體的多寡、家庭生活習性能有密切的關係。尤其家庭若能保持整潔習慣，經常清理環境，家裡的灰塵自然會越來越少，相對的，生活習慣不好，讓灰塵漫天飛舞，甚至會引發過敏、

滋長病菌，所以不可因灰塵的微小而忽視它的影響力。

- (二)影響本實驗集塵板上灰塵量多寡的因素很多，但是透過實驗的數據，我們會開始尋找反省家中發塵體的禍源，並進一步檢討家人的作息習慣，尋求減少家中灰塵量的原因。這是在這一實驗中最大的收穫。
- (三)本實驗因為各家庭的情況互有差異，不能有效的控制變因，所以觀測的結果，只能做假設性的推論，留待以後各條件能有效控制時，再作更詳細的驗證實驗。

三、探討灰塵落下再揚起的機會

- (一)根據網路資料，灰塵漂浮在空氣中，因為過於輕盈，平均要經過九小時才會下降 1 公尺，那麼好不容易落定的灰塵，在外力的影響下如何再度漂浮在空氣中，是我們設計顆粒揚起實驗的主因，尤其空氣中的灰塵既然無法減少，那麼灰塵揚起的動態，也是灰塵影響環境的主因，這個實驗幫助我們了解灰塵二次飛揚傷害的可能性。
- (二)實驗前原認為顆粒越大越重，應該越不容易揚起，結果反而是顆粒越重越大，因為較不受靜電影響，所以被吹走的量也越多。找出「靜電」可能是留住「灰塵」的主因。
- (三)底板材質若有凹凸不規則的紋路，灰塵容易附著在凹紋中，也會不容易揚起。所以底板的材質屬性，也是影響「顆粒」是否會揚起的因素。

四、研究灰塵對植物的可能影響---以苜蓿芽為例

- (一)實驗前大家曾討論過灰塵對植物是否真有損害力，因為植物的生長本來就需要土壤，灰塵說不定還是成長的助力；但是有人認為灰塵覆蓋葉子，影響陽光照射，或有其他我們不知道的負面原因；另外網路也有綠色植物可以減少灰塵的說法，到底綠色植物與灰塵是什麼互動的關係，令我們好奇不解。這次我們先把重點放在灰塵對植物的不良影響，所以決定以苜蓿芽為對象，探討灰塵對某些植物的殺傷力。
- (二)實驗結果果然如預測，脆弱的苜蓿芽禁不起灰塵的襲擊，灰塵量日益增多的控制組，發芽和生長情形都非常不好，只是我們更準確的知道：原來灰塵量多，苜蓿芽種子甚至不發芽，可知苜蓿芽從最初的階段，就不能接觸灰塵。
- (三)我們思考並不是像苜蓿芽這種脆弱的植物才會受灰塵影響，其他的植物就不會，應該說灰塵的影響是潛移默化的，苜蓿芽實驗可以立即看到結果，但灰塵對有些植物的負面影響，可能不是我們在短期內就可以看到的。像沙塵暴對農作物種植的殺傷力大家有目共睹，所以灰塵對植物的影響，還有很多的研究空間我們還未發現。

五、研究灰塵對動物的可能影響---以蠶寶寶為例

- (一)知道蠶寶寶愛乾淨才選定牠做灰塵影響動物實驗的犧牲品。實驗過程中，可以看到蠶寶寶求生存的本能，牠會不管山高水遠的，不斷越界爬到灰塵較少的盒子裡，所以我們只好為每個盒子築起高高的紙牆，然而這樣牠們還是鋌而不捨的往紙牆上爬，讓我們知道了原來蠶寶寶很會爬牆，蠶寶寶雖然溫馴愛吃愛動，但為了生存，也會奮力一搏。
- (二)實驗結果如我們所預料，灰塵量多實驗組的蠶寶寶，因為食慾不振，到處是灰塵，使牠們一隻隻變黃變黑等待死亡，只是可能因為每隻蠶的抵抗力不同，所以存活的時間也不同。實驗結束後，我們沒有再加任何灰塵，想挽救未死的蠶寶寶，只可惜已經深受灰塵毒害的牠們難以起死回生。這個實驗讓我們覺得自己很殘忍，也感受到生命的脆弱與可貴，所以我們都覺得應該要更尊重生命。

- (三)實驗中開始結繭的蠶，令我們手足無措，不過我們突然發現蠶好像喜歡往高處結繭，不知是因為不喜歡灰塵，還是牠們本來就有這種習性。實驗結束後，成蛹的蠶紛紛破繭而出，繭能保護蠶繼續成長。這次的實驗許多意外發現，引發我們對蠶寶寶有更多的好奇心，也許蠶寶寶還有許多我們不知道的秘密。
- (四)與植物的實驗一樣，灰塵對動物的影響也不是一朝一夕就能看到了，只是灰塵對動物的影響，我們從蠶寶寶這個實驗能見微知著，現在許多呼吸器官的疾病，其禍源不正是無所不在的灰塵，所以減少灰塵的傷害，讓大家健康生活，已是一門不可忽視的重要功課。

六、尋找可以減少灰塵的方法

- (一)這次減少灰塵的實驗結果，除了放置綠色植物及關窗戶有明顯的灰塵量差異外，另外兩個則因結果不明顯，沒有明確的定論。可能是因為我們並沒有掌握好控制變因，使實驗的條件與實際情形有很大的差別，才沒有很好的成效。
- (二)既然知道關窗戶可以有效防止灰塵飄入，應該要將適時將窗戶關上，盡量減少灰塵進入我們的生活範圍。家裡也可以多種植綠色植物，綠色植物除了可減少灰塵，還有很多其他的好處。
- (三)現在減少灰塵，改變空氣品質最有效的方法，好像就是空氣清淨機了。先進的空氣清淨機已經發展到幾乎可以過濾殺死 99.97% 的灰塵、細菌、病毒等，只是價錢也不便宜。我們想設計一台空氣清淨機，以重重濾網捕捉灰塵，只是濾網越多越密，空氣流動的效率也變差，加上抽風馬達的動力也不夠，所以如何加強風扇動力，增加過濾效能是我們清淨機還要努力的地方。
- (四)其實地球本身就是一個巨大的空氣清淨機，臭氧層、森林、海洋都可以幫我們過濾掉絕大部分的汙染，人類傷害它太深，他還會「自體療傷」呢！只要我們好好的愛惜地球，這部巨大的空氣清淨機將永遠為我們服務，比任何一台人類製造的空氣清淨機要好用太多了。

捌、參考資料及其他

一、書籍

- 1.王國和，知識的根源－從大霹靂到電的產生，第一版，台北市，理科出版社，第 16—17 頁，民 84。
- 2.林春暉，兒童學習百科，第一版，台北市，光復書局，第 19 頁，民 85。

二、網路資源

- 1.DUSKIN 除塵拖把（無日期）（無作者）取自：
<http://www.7-11.com.tw/duskin/dust1.htm>
- 2.灰塵（無日期）（無作者）摘自：《兒童小百科趣味故事選》 取自：
<http://www.pep.com.cn/200406/ca497753.htm>

評	語
---	---

081566 「灰」姑娘告白記

1. 實驗規劃準備完整，值得嘉許。
2. 能應用所學的相關科學知識，製作實用性的工具，
深具巧思與創意。
3. 觀察、記錄詳細，可再加強對結果的討論與說明。