

新竹市第四十三屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：地球科學

組 別：國小組

作品名稱：再探校園空氣中的隱形威脅：PM10、PM2.5 與
二氧化碳的「危氣四伏」

關 鍵 詞：空氣品質、PM2.5、PM10

目錄

摘要	1
壹、前言	1
一、研究動機	1
二、文獻探討	1
三、研究目的	3
貳、研究設備及器材	3
參、研究過程或方法	3
肆、研究結果	4
一、探討學校目前的空氣品質	4
(一) 學校 PM2.5 一日內的變化	6
(二) 學校 PM10 一日內的變化	9
(三) 學校二氧化碳一日內的變化	12
二、探討學校四個區域的空氣品質	14
(一) 彩虹樂園(祕密花園)的空氣品質變化	17
(二) 蜘蛛爬網(遊樂區)的空氣品質變化	18
(三) 迷你賽道(綠地)的空氣品質變化	20
(四) 第四辦公室門口的空氣品質變化	22
三、比較校內初一、十五前後一日與新竹市空氣品質檢測器數值的差異	25
伍、討論	27
陸、結論	29
柒、參考文獻	30

摘要

本研究旨在了解學校空氣品質的變化情況，並找出可能影響空氣品質的原因。我們測量了學校在不同時間、平日和假日的空氣污染指數，發現空氣品質會隨著時間和活動而有所改變。特別是平日下課、放學和打掃等人群聚集的時候，空氣品質較差，這可能是因為人群活動和交通排放導致空氣中的懸浮粒子增加；而在假日，學生不在學校，活動較少，因此空氣品質通常會比較好。研究還發現，學校旁的寺廟祭祀活動會讓空氣中的污染物增加，尤其是在節日或農曆初一、十五等時期，雖然污染物濃度有所上升，但整體空氣品質仍然保持在良好的範圍內。另一方面，當新竹市的空氣品質較差時，通常與大型活動或節慶有關，顯示出空氣品質與人群活動和社會活動密切相關。由於時間和設備的限制，未來我們希望能收集更多的數據，並擴大測量範圍，以便提高研究結果的準確性。

壹、前言

一、研究動機

在閱讀新聞報導時，我們發現空氣污染已經成為當今社會的一個重大問題，尤其在城市中，車輛排放的煙霧、燒金紙的煙霧和家庭廢氣等，讓空氣品質逐漸惡化。這些污染不僅使環境變差，還對人們的健康帶來威脅，例如引發咳嗽、呼吸困難，甚至影響心臟和肺部，更嚴重的情況可能還會增加癌症的風險。根據世界衛生組織的報告，空氣污染每年導致大量人過早死亡，這些問題不僅存在於大城市，甚至某些地區的空氣品質還會受到鄰近國家的污染影響，情況更加嚴峻。此外，台灣的冬季常常受到季風的影響，這使得PM2.5數值普遍上升，進一步加劇空氣污染，對人體健康構成更大的威脅（環境部，民112）。

因此，我們希望能檢測學校的空氣品質，了解學校空氣的基本狀況。透過這次研究，我們希望能引起大家對空氣污染問題的關注。雖然不一定能立即改善空氣品質，但我們希望能夠提供一些有價值的資訊，幫助大家了解學校的空氣品質趨勢，並促使更多人關注並參與到空氣品質改善的行動中來。

二、文獻探討

在做研究前，我們也針對一些文獻作探討，以下是我們發現各種文獻之發現：

空污大遷徙- 新竹地區 PM2.5來源分析	新竹市第四十屆中小學科學展覽會	(一) 本研究為分析教室、頂樓及操場的PM2.5， 教室的數據是模擬不通風的房間，操場模擬一般平地，頂樓模擬有高度的地區 。 (二) 教室的數值最不容易受到外在污染影響 ，但由於不易被外部污染物質影響， 若外部的污染濃度較低時，教室內的污染物濃度同樣也較不容易變低 。
-----------------------------	-----------------	--

		<p>(三) 空氣品質較好時，可開窗通風可使室內 PM2.5 濃度降低。</p> <p>(四) 發現觀測點高低不易影響 PM2.5 濃度，所以在較高樓層及較低樓層的 PM2.5 汚染物濃度不會有太大的差距。</p>
生活中的隱形殺手 - PM2.5	新竹市第三十八屆中小學科學展覽會	<p>(一) 寺廟無論是香火較旺的初一或十五，或其他無例行活動的日子靠近香爐旁或遠離香爐，所測 PM2.5 數值皆顯示嚴重汙染。</p> <p>(二) 在寺廟附近學生活動較空曠的地點，所測 PM2.5 濃度皆高於環保署當地的即時監測資料數值。校園綠色植物的種植，對降低 PM2.5 的數值仍有一定的貢獻。</p> <p>(三) 室內 PM2.5 的數值大多數比室外高，平時應該開窗，保持空氣流通；當戶外有嚴重空污時，再關閉門窗。</p> <p>(四) 在烹飪時，同樣也顯示空氣中的 PM2.5 微粒子，在有抽油煙機的幫助下，PM2.5 微粒子依然達到危害的等級，因此即使氣象預報告告訴我們今天空氣品質良好，日常環境中還是充斥著各種 PM2.5 微粒子的汙染源，在不知不覺中影響著我們的健康。</p>
新竹縣空氣污染防治計畫(113 年-116 年)	新竹縣政府環境保護局	<p>(一) 新竹地區的 PM2.5 污染主要是受到了季節的影響，冬季東北季風帶來 PM2.5 的懸浮粒子造成空氣品質惡化；夏季梅雨把 PM2.5 懸浮粒子沖刷至地面，使新竹地區在夏季有較好的空氣品質。</p> <p>(二) 不過在冬季若新竹地區的風速超過 20km/hr，則汙染物將會被堆積於台灣的南部地區，新竹地區反而能擁有較好的空氣品質。</p> <p>(三) PM2.5 的懸浮粒子同時也受到了地形的影響，新竹因地勢低，容易累積 PM2.5 的懸浮粒子，但湖口因有工業區，PM2.5 的濃度有時甚至比新竹高。</p> <p>(四) 室內也有可能因為灰塵堆積等等的問題，PM2.5 的濃度反而比室外還高，造成空氣品質更惡化，所以應該要適時開窗。</p>
「氣」得 「灰」頭土 臉 ---細懸浮 微粒的定量 分析與應用	中華民國第 56 屆中小學科學展覽會	<p>(一) 蠟燭、線香、香菸與蚊香這些是生活常見的燃燒物，燃燒時除了蠟燭之外均會放出濃濃的氣味，線香、香菸、蚊香燃燒所產生的懸浮微粒亦為 PM2.5 之重要來源。</p> <p>(二) 金紙與影印紙為常見的植物性纖維製品，這些物品在燃燒時亦會放出濃厚的灰煙，同時也會造成 PM2.5 濃度劇烈升高。</p> <p>(三) 雖然在大環境裡下過雨後，空氣中的懸浮微粒會被雨水洗掉。但空氣若溼度過高，反而會增加空氣中 PM2.5 的濃度。</p> <p>(四) 校車開動時的 PM2.5 濃度最高，但汽車與機車的差異並不明顯。而在實驗的過程中我們也發現，車子在怠速時濃度較低，但踩油門時瞬間的濃度會增加許多。</p>

三、研究目的

閱讀文獻後，我們發現空氣污染已成為全球的問題，並對人類健康造成了嚴重影響。新聞報導中不斷提到空氣污染的危害，每當大家討論這個議題時，我們也希望能對其有更深入的了解，因此希望通過實驗記錄，觀察學校空氣品質的變化，並探索影響空氣品質的各種因素，以解答我們心中的疑問。所以我們設定了以下研究目的：

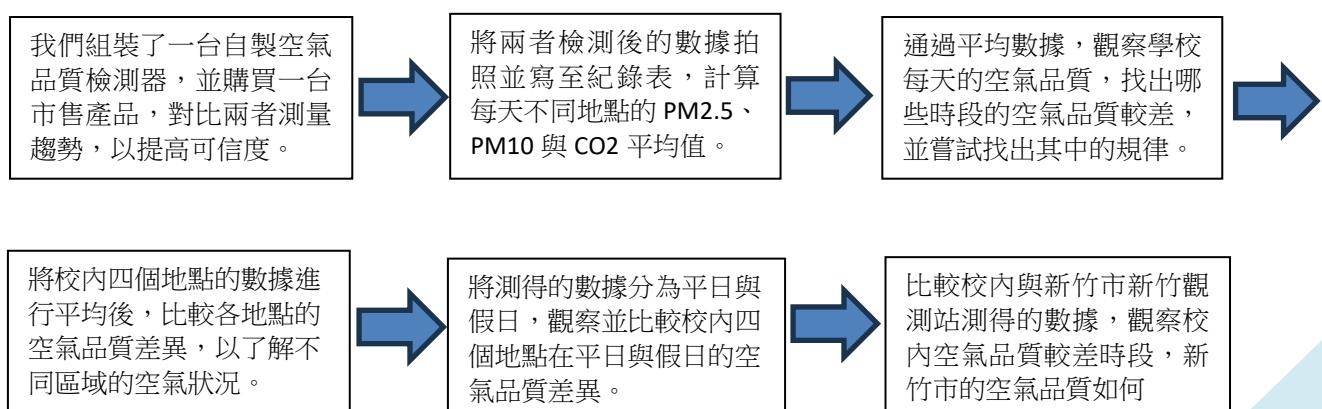
- (一) 學校一天內空氣品質的變化趨勢為何？在不同時間段內會有哪些差異？
- (二) 學校目前的空氣品質是否有因周遭的活動而受到影響？
- (三) 影響學校空氣品質變化的可能原因有哪些？
- (四) 當新竹市的空氣品質數值偏高時，學校的空氣品質是否也出現相似的變化趨勢？兩者之間有何關聯？

貳、研究設備及器材

名稱	數量	名稱	數量
Arduino UNO R3 相容板	1 個	行動電源	1 個
85x55mm 400 孔麵包板	1 個	平板	1 個
溫濕度二合一感測器	1 個	空氣品質檢測儀	1 個
0.96 吋 OLED 顯示螢幕 128x64	1 個	螺絲包	1 包
USB 2.0 A 公 to B 公 傳輸線 1M	1 條	壓克力板	1 個

參、研究過程或方法

以下是我們經討論後的實驗流程：



肆、研究結果

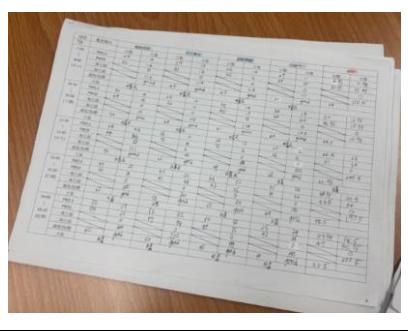
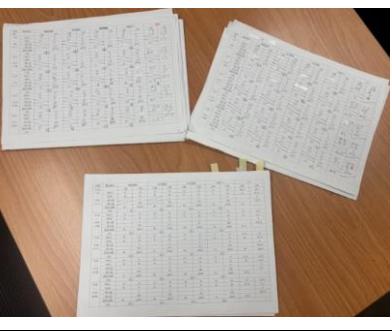
一、探討學校目前的空氣品質

在本次研究中，我們使用了一台自製的 Arduino 溫濕度二合一感測器，該感測器不僅能夠測量濕度，還能檢測 PM2.5 與 PM10 的濃度，以下是我們組裝自製空氣檢測器與檢測流程（照片皆為自行拍攝）：

首先將 Arduino 溫濕度二合一感測器完成組裝。	將感測器與麵包版以杜邦線拼接後黏貼在壓克力板上放。
完成品如圖所示，左邊是 Arduino 板，右下角是空氣品質檢測儀，右上是顯示螢幕。	連上桌機後灌入空氣感應的程式，測試是否能正常使用。
經過測試後確認可以使用，螢幕能夠顯示出當下的空氣品質情況。	帶至戶外做檢測也沒有問題，可以顯示出當時的 PM2.5、PM10 與空氣濕度。

在查詢文獻資料時，我們發現學長姊在四年前曾進行過相關的研究，經過討論後，我們認為將其研究結果與我們本次的研究進行對照，能夠幫助我們比較兩者之間的差異。原本我們打算購買學長姊使用的同款空氣檢測器，但該款產品已經停產。為了盡量確保測量結果的

一致性，我們選擇了同品牌且具備 PM2.5 和 PM10 檢測功能的空氣品質檢測器。隨後，我們在不同地點與時間進行了空氣品質的測量，並將兩者的測量結果進行比對，因為我們覺得這樣的設計有助於我們評估空氣品質的準確性與差異，並深入了解學校周邊空氣品質的真實狀況。以下是我們的研究過程（其中引用的圖片附註於後方，其餘照片為我們自行拍攝）：

	
<p>當年款式絕版，所以我們購買同牌不同款之空氣檢測器(生活中的隱形殺手-PM2.5，民 109)。</p>	<p>我們選擇相同品牌的空氣檢測器，標榜數據將更為精確。</p>
	
<p>我們以某位同學的身高為標準進行測量，以避免高低差異影響空氣品質。</p>	<p>將檢測出的數據以攝影工具先拍起來，帶回去進行整理。</p>
	
<p>將校內每天的五個時段先用下課時間手抄寫起來，接下來再輸入電腦。</p>	<p>將整理至電腦的資料印出來進行整理，作為後續分析使用。</p>

我們於 10 月 14 日至 11 月 23 日期間，對學校四個具代表性的地點進行檢測，這些地點分別位於東、南、西、北四個方向，檢測工作共持續了 40 天，唯一例外的是 10 月 31 日，由於康芮颱風影響，學校放假，未進行當日的測量。檢測地點包括蜘蛛爬網、迷你賽道、彩虹樂園以及辦公室門口，這些地點分別對應校內的東南西北方位。檢測的時間安排如下：早上

(7:50-8:00)、下課(10:10-10:30)、中午(12:30-12:40)、打掃(15:00-15:20)、放學(16:00-16:10)，每天共進行五次測量，無論是平日或假日皆有進行，此次檢測的目的是觀察這段期間校內的空氣品質。

(一) 學校 PM2.5 一日內的變化

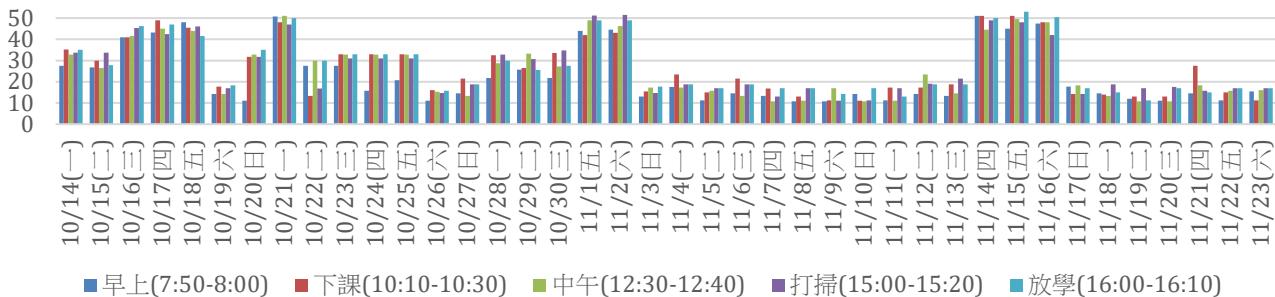
我們首先想知道校內 PM2.5 的平均值在不同時段的變化趨勢，所以將四個區域測得的數值進行平均，若是四個區域中同時段有區域沒測量到，則以同時段其他區域的數值進行平均，整理成表格後繪製成長條圖，結果如下：

日期	早上($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		下課($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		中午($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		打掃($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		放學($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	(7:50-8:00)		(10:10-10:30)		(12:30-12:40)		(15:00-15:20)		(16:00-16:10)	
	自製	市售								
10/14(一)	27.5	13.75	35.25	12.25	32.75	14.75	33.75	20.75	35	32.25
10/15(二)	26.75	11.75	30	12.75	26.5	23	33.75	20.5	27.75	28.5
10/16(三)	41	37.25	41	45	41.5	45	45.25	43	46.25	50.5
10/17(四)	43.25	41	49	47.25	45	43.25	42.5	46.25	47	44.75
10/18(五)	48	46	45.5	43	44	47.75	46	40	41.5	40.25
10/19(六)	14.25	15.5	17.75	18.25	14.25	16.5	17	18.25	18.25	22.5
10/20(日)	11	12.5	34.25	32.75	32.75	14.75	31.75	20.75	35	32.25
10/21(一)	50.75	54	48	45.25	51	52.5	47	39.25	50	46
10/22(二)	27.5	21.25	13.25	11.25	32.75	14.75	16.75	11.3	35	32.25
10/23(三)	27.5	16.25	34.25	12.25	32.75	14.75	33.75	20.75	34.5	32.25
10/24(四)	15.75	17	34.5	12.25	32.75	14.75	33.75	20.75	33.25	32.25
10/25(五)	20.75	22	34.5	12.25	32.75	14.75	33.75	20.75	32.25	33.25
10/26(六)	11	12.5	16	12.5	15.25	16.75	14.75	10.75	15.75	11.25
10/27(日)	14.5	15	21.5	18	13.25	14.75	18.75	14.75	18.75	14.25
10/28(一)	21.75	23	32.5	16.25	28.75	10.75	32.75	13.75	30	25.75
10/29(二)	25.75	27	26.5	3.25	33.25	15.25	30.75	11.75	25.5	20.75
10/30(三)	21.75	23	33.5	10.25	27.25	10.75	34.75	15.75	27.5	22.75
11/1(五)	44	42	42	40	49	51	51.25	47.25	49	48
11/2(六)	44.5	44	43	40	46.25	53	51.5	47	49	53
11/3(日)	13	13.5	15.5	14.5	17.25	17.25	14.75	11.75	17.75	13.25
11/4(一)	17.5	16	23.5	17.5	17.25	15.75	18.75	14.75	18.75	14.25
11/5(二)	11.25	12.25	15	11.5	15.75	17.5	17	10.75	17	11
11/6(三)	14.5	15	21.5	18	13.25	17	18.75	14.75	18.75	14.25
11/7(四)	13.25	11.25	16.75	13.25	10.75	16.25	13	13.5	17	19.25
11/8(五)	10.75	14	13	25.25	11	15	17	19.25	17	18.25
11/9(六)	10.75	14	11.25	12.25	17	19.25	11	12.5	14.25	16.5
11/10(日)	14.25	16.5	11	12.5	10.75	14	11.25	12.25	17	19.25
11/11(一)	11.25	12.25	17.25	17.25	11	12.5	17	19.25	13	13.5
11/12(二)	14.25	16	17.25	15.75	23.5	17.5	X	X	18.75	14.25
11/13(三)	13.25	14.75	18.75	14.25	14.5	15	21.5	18	18.75	14.75
11/14(四)	51	49	51	49	44.5	52	49	45	50	50.25
11/15(五)	45	46.25	51	49.25	49.5	47	48	44	53	43.25
11/16(六)	47.5	52	48	47.25	48	40	42	48	50.5	44
11/17(日)	17.75	18.25	14.25	15.5	18.25	22.5	14.25	16.5	17	18.25
11/18(一)	14.5	15	X	X	13.25	14.75	18.75	14.75	X	X
11/19(二)	X	X	X	X	10.75	14	17	19.25	11.25	12.25

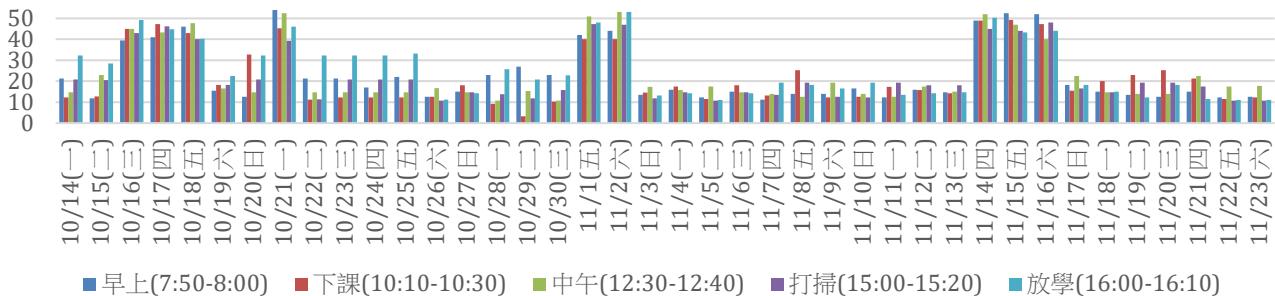
11/20(三)	11	12.5	13	25.25	10.75	14	17.5	19.25	17	18.25
11/21(四)	14.5	15	27.5	21.25	18.25	22.5	15.75	17.5	15	11.5
11/22(五)	11.25	12.25	15	11.5	15.75	17.5	17.25	12.75	17.5	11.25
11/23(六)	15.5	12.5	11.25	12.25	16	17.75	18	11.75	16.5	12.35

校內四個區域不同時段 PM2.5 的平均值表

校內四個區域不同時段自製空氣檢測器PM2.5的平均值折線圖



校內四個區域不同時段市售空氣檢測器PM2.5的平均值折線圖



研究發現：

- 我們自製的空氣品質檢測器的數值以同時段同區域而言，我們自製與市售的空氣品質檢測器在檢測 PM2.5 整體趨勢相似。
- 依照環境保護局的指標，我們將空氣品質的對照表進行整理如下：

指標等級	分類	PM2.5 濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	一般民眾	敏感性族群
1	低	0-11	正常戶外活動	
2	低	12-23		
3	低	24-35		
4	中	36-41	正常戶外活動	應考慮減少戶外活動
5	中	42-47		
6	中	48-53		
7	高	54-58	應考慮減少戶外活動	不宜外出
8	高	59-64		
9	高	65-70		
10	非常高	>71	需減少戶外活動	

在我們的觀察中，有些日子的 PM2.5 數值比平常較高，這些天的空氣品質較差，數值有時超過 $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，最高可達 $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。這些數值屬於普通濃度範圍，因此我們特別關注這些日子的情況。

3. 我們發現 10 月 16 日、10 月 17 日、10 月 18 日、10 月 21 日、11 月 1 日、11 月 2 日、11 月 14 日、11 月 15 日及 11 月 16 日這幾天的 PM2.5 數值較高。
4. 從 10 月 15 日到 10 月 16 日這段時間，PM2.5 數值突然上升。10 月 16 日早上，自製空氣檢測器顯示數值為 $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，打掃時更高，達到 $46.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。市售的空氣檢測器顯示早上為 $39.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，放學時最高為 $49.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。
5. 從 10 月 16 日到 10 月 18 日，PM2.5 數值仍偏高，但到了 10 月 19 日早上，數值略有下降。自製空氣檢測器顯示為 $14.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，市售儀器顯示為 $15.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，顯示空氣品質有所改善。
6. 從 10 月 19 日到 10 月 30 日這段期間，除了 10 月 21 日數值較高外，其他大部分時間 PM2.5 數值保持在 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 到 $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 之間，屬於良好的空氣品質。
7. 10 月 31 日當天，由於新竹地區放颱風假無法測量數據，但從 11 月 1 日到 11 月 2 日這段期間，PM2.5 數值再次上升，達到 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 到 $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 之間，屬於中等濃度。
8. 從 11 月 3 日到 11 月 13 日這段期間，PM2.5 數值回落，保持在 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 到 $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 之間，屬於較好的空氣品質。
9. 然而，從 11 月 14 日到 11 月 16 日，PM2.5 數值再次攀升，範圍在 $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 到 $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 之間，屬於中等濃度，對敏感族群來說，可能會有些不適。
10. 最後，從 11 月 17 日到 11 月 23 日，PM2.5 數值再次下降，保持在 $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 到 $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 之間，空氣品質恢復較好。

結果與討論：

1. 從我們製作的長條圖中，我們發現從 10 月 14 日到 11 月 23 日這段期間，假日的 PM2.5 數值通常較低，顯示假日的空氣品質較好。然而，在 10 月 19 日和 10 月 20 日，可能是由於學校進行施工而導致 PM2.5 數值比平常高。除了這兩天，其他假日的 PM2.5 數值較高的情況還需要進一步確認。
2. 雖然 11 月 2 日是星期六，但當天的 PM2.5 數值較平常偏高，雖不會影響一般人外出，但可能對過敏體質的人造成困擾。我們學校周邊較少商家，隔壁有一座香客經常來祭祀的寺廟。當天，我們注意到寺廟的香客人數比平常多。因此，我們希望了解，除了學校的活動外，學校內的空氣品質是否也會受到寺廟活動的影響。
3. 經過我們的查詢，對照農曆的日期如下表：

國曆	10/16(三)	10/17(四)	10/18(五)	10/21(一)	11/1(五)	11/2(六)	11/14(四)	11/15(五)	11/16(六)
農曆	9/14(三)	9/15(四)	9/16(五)	9/19(一)	10/1(五)	10/2(六)	10/14(四)	10/15(五)	10/16(六)

經過比對，我們發現，除了 10 月 21 日這一天外，其他 PM2.5 數值偏高的時段幾乎都集中在農曆初一、十五及其前後幾天。這些時段學校 PM2.5 數值普遍較高，值得我們深入探討原因。

4. 影響 PM2.5 數值的因素眾多，但根據農曆日期進行比較後，我們推測可能與附近廟宇的活動有關。因此，我們實地前往學校旁的廟宇進行訪查，了解在 10 月 14 日到 11 月 23 日這段期間是否舉辦過較大型的活動（照片為自行拍攝）。

	
為了要了解寺廟的相關活動，我們前去參訪並記錄相關時間做核對。	廟方說明環保署的人員也會來稽查空汙情況，近兩年還有多加裝潔淨設備減少汙染。

5. 在向寺廟方說明來意並介紹研究內容後，寺廟的管理人查看了我們的數據，並提供了有關寺廟活動的相關資訊：

(1) 來寺廟祭祀的香客通常在農曆初一或十五較多，但由於部分民眾無法在十五當天準時前來，他們會選擇提前一天祭拜，因此香客人數也比平日多。

(2) 部分企業和公司會依照習俗在農曆初二和十六來寺廟為神明做牙，祈求營運順利。

(3) 寺廟主要供奉的是觀世音菩薩，而農曆 9 月 19 日是觀世音菩薩的出家紀念日，因此當天會舉辦盛大的祭祀活動。

(4) 環保局對空氣污染問題非常重視，並定期進行空氣品質檢測。近年來，除了推動減少燒金紙的政策外，還在燒金紙爐口上方安裝過濾系統，以減少燒金紙對空氣品質造成影響。

6. 雖然影響空氣品質的因素眾多，但我們發現當空氣品質數據較高時，通常是廟宇的祭祀人潮較多。然而，整體而言，這些活動並未對校內的空氣品質造成嚴重影響，因此並不會到達限制外出的程度。

(二) 學校 PM10 一日內的變化

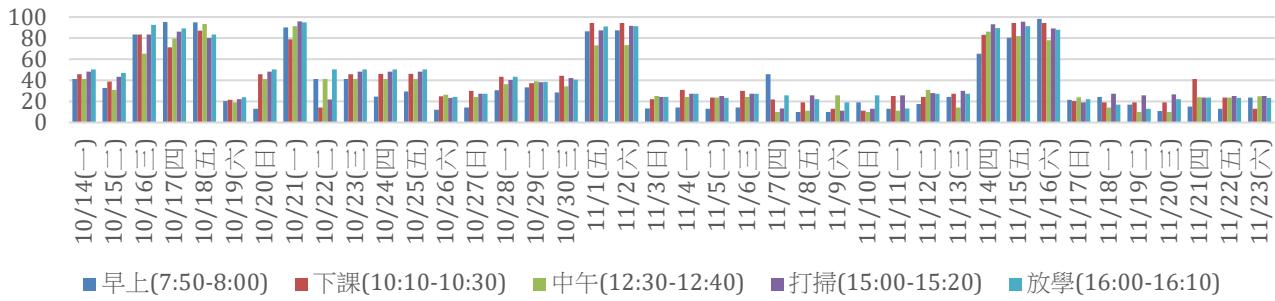
我們的儀器除了檢測 PM2.5 外，還具備檢測 PM10 的功能。經過測量，我們發現 PM10 也是空氣中的懸浮微粒，其與 PM2.5 的主要區別在於顆粒較大，對空氣品質也會

產生影響。完成紀錄後，我們將 PM10 的數據與 PM2.5 一樣，整理成圖表，結果如下：

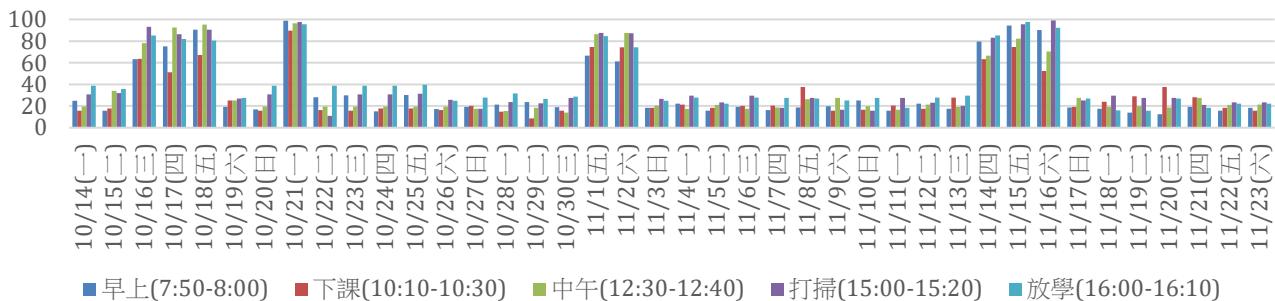
日期	早上($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		下課($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		中午($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		打掃($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		放學($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	(7:50-8:00)		(10:10-10:30)		(12:30-12:40)		(15:00-15:20)		(16:00-16:10)	
	自製	市售								
10/14(一)	41.25	25	45.75	15.75	41.25	19.5	48.25	30.75	50.5	38.75
10/15(二)	32.75	15.75	38.75	17.75	31	34	43.5	32	47	35.75
10/16(三)	83.5	63.25	83.5	63.5	65.25	78	83.5	93.25	92.5	85.25
10/17(四)	95.25	75.25	71.25	51.25	79.5	92.5	86.25	86.25	89.25	82
10/18(五)	95	90.5	87	67.25	93.5	95.25	80	90.5	83.5	80.5
10/19(六)	20.25	19.25	21.5	25.25	19	25.25	22.25	27	24	27.5
10/20(日)	13	17	45.75	15.75	41.25	19.5	48.25	30.75	50.5	38.75
10/21(一)	90	98.75	79	89.5	91.3	96.5	95.75	97.5	95	95.5
10/22(二)	41.25	28	14.3	16.25	41.25	19.5	21.75	11	50.5	38.75
10/23(三)	41.25	30	45.75	15.75	41.25	19.5	48.27	30.75	50.5	38.75
10/24(四)	24.5	15.2	46.25	17.75	41.25	19.5	48.25	30.75	50.5	38.75
10/25(五)	29.5	30.2	46.25	17.75	41.25	19.5	48.25	31.25	50.5	39.75
10/26(六)	12.25	17.25	25	16.25	26.25	19.5	23.25	25.75	24.25	24.75
10/27(日)	14.25	19.25	30	20.25	24.25	17.5	27.25	17.5	27.25	27.75
10/28(一)	30.5	21.2	43.25	14.75	36.25	15.5	40.25	23.75	43.5	31.75
10/29(二)	33.5	23.7	37.25	8.75	39.25	18.5	38.25	22.5	38.5	26.75
10/30(三)	28.5	19	44.25	15.75	34.25	14	42.25	27.5	40.5	28.75
10/31(四)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11/1(五)	86.5	66.5	94.25	74.5	73.25	86.5	87.25	87.5	91	84.5
11/2(六)	87.25	61.25	94.5	74.25	73.5	87.5	91.5	87.25	91.24	74.25
11/3(日)	13.25	18.25	22	18.25	25.25	20.5	24.25	26.75	24.25	24.75
11/4(一)	14.25	22.25	31	21.25	24.25	17.5	27.25	29.75	27.25	27.75
11/5(二)	13	15.75	23.75	18.5	23.75	21	25.25	23.5	23.25	22.25
11/6(三)	14.25	19.25	30	20.25	24.25	17.5	27.25	29.75	27.25	27.75
11/7(四)	45.75	16.25	21.75	20.5	10	18.75	13.25	18.25	25.75	27.5
11/8(五)	10	18.75	19	37.5	11.3	26.5	25.75	27.5	22.25	27
11/9(六)	10	19.75	13	15.75	25.75	27.5	11.3	16.5	19	25.25
11/10(日)	19	25.25	11.3	16.5	10	19.75	13	15.75	25.75	27.5
11/11(一)	13	15.75	25.25	20.5	11.3	16.5	25.75	27.5	13.25	18.25
11/12(二)	17.5	22.25	24.25	17.5	31	21.25	X	X	27.25	27.75
11/13(三)	24.25	17.5	27.25	27.75	14.25	19.25	30	20.25	27.25	29.75
11/14(四)	65.25	79.5	83	63.25	86.25	66.5	93.25	83.25	89.5	85.25
11/15(五)	80.25	94.25	94.5	74.5	82	82.25	95.5	95.5	91.25	97.5
11/16(六)	98.25	90.25	94.25	52.5	78	70.5	89.25	99	88	92.25
11/17(日)	21.5	18.75	20.25	19.25	24	27.5	19	25.25	22.25	27
11/18(一)	24.25	17.5	X	X	14.25	19.25	27.25	29.75	X	X
11/19(二)	X	X	X	X	10	19.75	25.75	27.5	13	15.75
11/20(三)	11	12.5	19	37.5	10	18.75	26.75	27.5	22.25	27
11/21(四)	15.25	19.25	41.25	28	24	27.5	23.75	21	23.75	18.5
11/22(五)	13	15.75	23.75	18.5	23.75	21	25.25	23.5	23.25	22.25
11/23(六)	23.75	18.5	13	15.75	25	21.25	25.25	23.5	23.25	22.25

校內四個區域不同時段 PM10 的平均值表

校內四個區域不同時段自製空氣檢測器PM10的平均值折線圖



校內四個區域不同時段市售空氣檢測器PM10的平均值折線圖



研究發現：

- 我們自製的空氣品質檢測器與市售的空氣品質檢測器的數值以同時段同區域而言，在檢測PM10時整體趨勢相似。
- 依照環境保護局的指標，我們將空氣品質的對照表進行整理如下：

指標等級	PM10濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	一般民眾	敏感性族群
良好	0-50	正常戶外活動	
普通	50-100	正常戶外活動	應考慮減少戶外活動
敏感族群不健康	101-254	應考慮減少戶外活動	建議減少外出
對所有族群不健康	255-354		
非常不健康	355-424	建議減少戶外活動	不宜外出
危害	>425		

我們發現10月16日、10月17日、10月18日、11月1日、11月2日、11月14日、11月15日及11月16日這幾天的PM10數值較高，屬於普通濃度等級，並且與PM2.5的高峰時段相似，不過PM10的數值波動比PM2.5更為明顯。

- 整體而言，PM10的數值均處於普通區間，一般人可以正常活動，但敏感族群則需考慮是否減少外出活動。

結果與討論：

- 從長條圖中可以看出，10月14日到11月23日這段期間，PM10的變化趨勢與PM2.5相似，且PM10的極值變化更為明顯。

2. 即便每天的空氣品質起起伏伏，但是 PM10 整體而言都還是維持在 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下，表示我們學校的空氣品質對於一般人而言都是適合正常進行戶外活動的。

3. PM2.5 與 PM10 的數值在農曆初一與十五前後以及廟宇舉辦較大型活動時，通常會有較高的趨勢。雖然這些數值仍在安全範圍內，並未對生活造成嚴重影響，但仍建議敏感族群提高警覺，並考慮佩戴口罩。

（三）學校二氧化碳一日內的變化

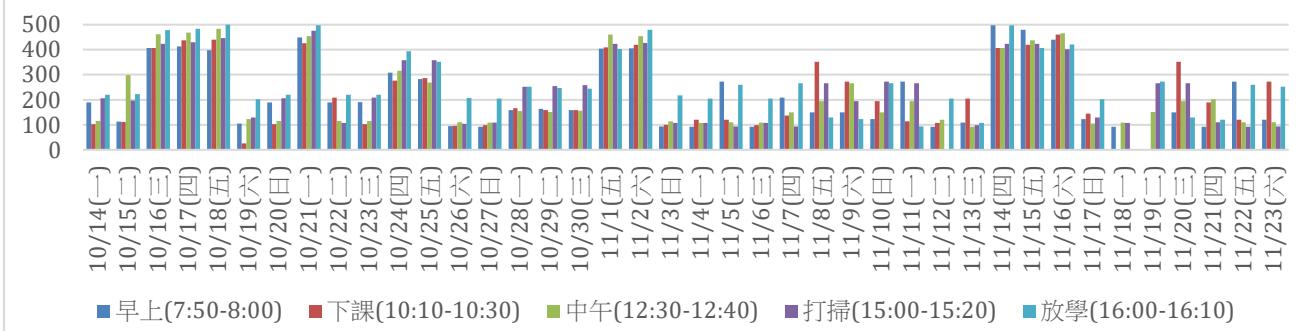
在我們的兩個空氣品質檢測儀器中，市售儀器具備檢測二氧化碳（CO₂）的功能。一般來說，二氧化碳的建議濃度應低於 1000ppm，而文獻資料顯示（新竹縣空氣污染防治計畫，民 113），室外二氧化碳的數值通常在 250ppm 至 350ppm 之間。因此，我們也希望探討當 PM2.5 與 PM10 濃度上升時，二氧化碳的變化趨勢如何。完成紀錄後，我們將其與 PM2.5 和 PM10 數據一同整理成圖表，結果如下：

日期	早上(ppm)	下課(ppm)	中午(ppm)	打掃(ppm)	放學(ppm)
	(7:50-8:00)	(10:10-10:30)	(12:30-12:40)	(15:00-15:20)	(16:00-16:10)
	市售	市售	市售	市售	市售
10/14(一)	189	101.75	115.5	206	219.5
10/15(二)	112.5	111.75	297.5	197.5	222.5
10/16(三)	407	407	462	424	478
10/17(四)	413	437	468	430	484
10/18(五)	398	440	483	446	500
10/19(六)	105.25	25.25	122.5	129	202.5
10/20(日)	189	101.75	115.5	206	219.5
10/21(一)	449.25	426.5	454.25	476.25	498
10/22(二)	189	208.75	115.5	107.3	219.5
10/23(三)	191	101.75	115.5	208	219.5
10/24(四)	308.25	276.75	315.5	358	394.5
10/25(五)	283.25	286.75	268	358	352
10/26(六)	94.5	96.25	110.5	104	207.25
10/27(日)	92.5	98.25	108.5	108.5	204.25
10/28(一)	159	165.75	155	252.25	252.5
10/29(二)	164	158.75	151	254.25	247.5
10/30(三)	159	158.75	156	258.25	244.5
11/1(五)	404	409	461	424	403
11/2(六)	406	419	454.5	427	480
11/3(日)	93.5	99.25	113.75	107.75	217.25
11/4(一)	92.5	120.25	107.5	107.75	204.25
11/5(二)	273	120.5	110	93.5	259.75
11/6(三)	92.5	98.25	108.5	107.75	204.25
11/7(四)	208.75	136.25	149.25	93.5	266.25
11/8(五)	149.25	351.5	194.25	266.25	129
11/9(六)	149.25	273	266.25	194.25	122.5
11/10(日)	122.5	194.25	149.25	273	266.25
11/11(一)	273	113.75	194.25	266.25	93.5
11/12(二)	92.5	107.5	120.25	X	204.25

11/13(三)	108.5	204.25	92.5	98.25	107.75
11/14(四)	497	407	407	424	498
11/15(五)	480	419	437	423	407
11/16(六)	440	460	465.25	402	421.25
11/17(日)	122.5	145	105.25	129	202.5
11/18(一)	92.5	X	108.5	107.75	X
11/19(二)	X	X	151.25	266.25	273
11/20(三)	149.25	351.5	194.25	266.25	129
11/21(四)	92.5	189	202.5	110	120.5
11/22(五)	273	120.5	110	92.5	259.75
11/23(六)	120.5	273	110.5	93.5	251.65

校內四個區域不同時段二氧化碳的平均值表

校內四個區域不同時段市售空氣檢測器二氧化碳的平均值折線圖



研究發現：

- 在一般環境中，空氣中二氧化碳的含量通常為即 400ppm，在都市區域有可能達到 500ppm。若二氧化碳濃度過高，可能會引起不適（新竹縣空氣污染防治計畫，民 113）。根據環保局的指標，我們整理了二氧化碳濃度對人體影響的資訊如下：

指標等級	CO ₂ 濃度 ppm	對人體的影響
良好	250-850	無特殊影響
普通	850-1000	輕微悶熱
輕度危害	1000-2500	頭痛、嗜睡、噁心
中度危害	2500-5000	腦損傷、昏迷
重度危害	>5000	急性死亡威脅

- 學校的平均二氧化碳濃度並未達到危害等級，反而整體來看相當良好，這可能是因為大部分測量地點的通風狀況較好。
- PM2.5 和 PM10 濃度的高峰出現在 10 月 16 日、10 月 17 日、10 月 18 日、10 月 21 日、11 月 1 日、11 月 2 日、11 月 14 日、11 月 15 日和 11 月 16 日這些日期。雖然二氧化碳濃度稍微偏高，但仍處於良好的範圍。

結果與討論：

- 從表格和長條圖中我們發現從 10 月 14 日到 11 月 23 日這段期間，PM10 和 PM2.5 濃度較高的日期，二氧化碳濃度的平均值也較高，但仍保持在良好的範圍內。

2.校內的PM2.5、PM10和二氧化碳數值容易受到外部活動的影響而偏高，儘管二氧化碳的數值也會受到影響，但仍保持在良好的範圍內。

3.文獻有提到天氣與濕度也可能會影響空氣品質（陳品延等，民 105），但是在我們的研究中因時間與版面有限較難整理出相關數據，可以留做未來的後續研究。

二、探討學校四個區域的空氣品質

因為我們想要比較四年前校內空氣品質與現在的差異，為了確保對比的準確性，我們在本次測量空氣品質的位置上參考了學長姊當年測量的位置。以下是我們實驗過程中的部分影像紀錄（引用當時圖片附註於後方，其餘照片皆為自行拍攝）：

	
當年這個區域被稱為祕密花園，但因太過雜亂而進行整修(生活中的隱形殺手-PM2.5，民 109)。	現今的祕密花園經過整理，少了許多的植物，因旁邊有彩虹溜滑梯得名彩虹樂園。
	
當年的國小部遊樂場，現今攝氏已拆除並新製蜘蛛爬網(生活中的隱形殺手-PM2.5，民 109)。	現今的遊樂園已經改建成蜘蛛爬網，下課時一樣是受到小朋友喜愛的遊樂場所。
	
當年的綠地與紅磚道，現今也已經過大量的整修(生活中的隱形殺手-PM2.5，民 109)。	當年的紅磚道已變成迷你賽道，綠地也經過大量的翻修。

	
當年的辦公室門口旁，附近也有許多的教室 (生活中的隱形殺手-PM2.5，民 109)。	現今的四辦門口，很多地方都已經施工，變得煥然一新。

(一) 彩虹樂園(祕密花園)的空氣品質變化

當年學校的祕密花園因為環境較為雜亂，原本的景觀和整理狀況較差，因此進行了一次規劃整理。整理後，花園的環境變得清新宜人，並且不再受到雜草的侵擾。學長姐當年也針對此區域進行了施測，並整理了平均數據，以下是相關數據結果（生活中的隱形殺手-PM2.5，民 109）：

日期	時間	PM2.5 平均值
2019/11/27(平日)	8:05	$3.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2019/12/02(平日)	13:08	$18.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$

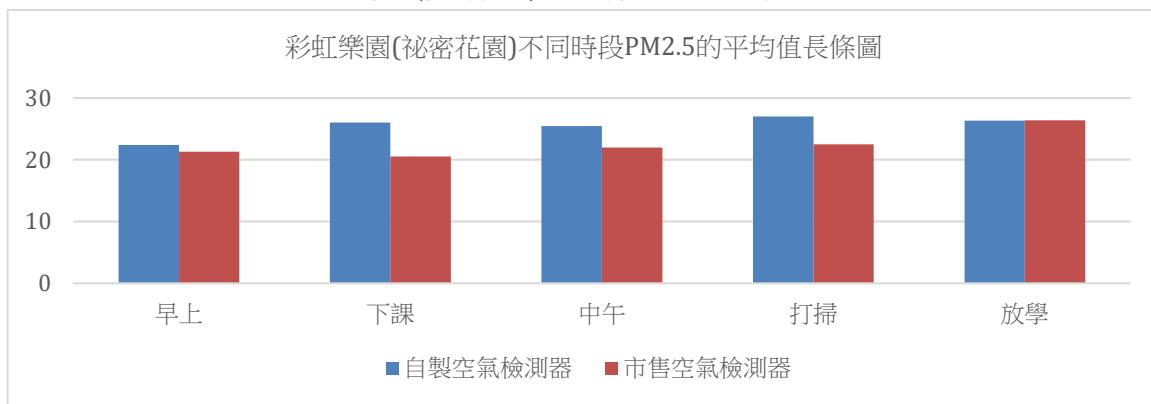
四年前彩虹樂園(祕密花園)不同時段 PM2.5 的平均值表

我們的測量結果如下表所示：

日期	早上		下課		中午		打掃		放學	
	(7:50-8:00)		(10:10-10:30)		(12:30-12:40)		(15:00-15:20)		(16:00-16:10)	
	自製	市售	自製	市售	自製	市售	自製	市售	自製	市售
10/14(一)	29	13	35	12	35	15	40	22	35	32
10/15(二)	26	12	35	13	24	12	39	22	30	30
10/16(三)	40	38	42	48	40	60	40	48	40	53
10/17(四)	50	45	43	45	44	40	39	42	47	39
10/18(五)	46	44	46	42	47	50	47	43	42	42
10/19(六)	12	15	19	20	13	15	19	20	15	22
10/20(日)	10	10	35	12	35	15	40	22	35	32
10/21(一)	50	53	50	42	51	52	48	39	49	43
10/22(二)	29	13	10	11	35	15	12	13	35	32
10/23(三)	31	15	37	14	37	17	42	24	37	34
10/24(四)	16	16	35	14	37	17	42	24	32	35
10/25(五)	22	21	35	14	37	17	42	24	34	37
10/26(六)	10	10	17	13	15	14	10	12	11	12
10/27(日)	14	14	24	18	13	12	14	16	14	15
10/28(一)	22	22	32	11	33	13	35	17	25	29
10/29(二)	26	28	26	15	38	18	32	15	21	24
10/30(三)	25	25	33	12	32	13	37	19	23	26
11/1(五)	49	45	40	38	52	55	57	50	42	47
11/2(六)	44	44	41	41	47	49	52	43	50	52
11/3(日)	14	10	17	13	19	14	10	13	15	16
11/4(一)	17	16	26	17	13	15	14	16	14	15
11/5(二)	12	10	13	11	12	17	15	11	16	11

11/6(三)	14	14	24	18	13	12	14	16	14	15
11/7(四)	10	11	12	13	10	13	14	10	18	19
11/8(五)	10	13	12	12	11	12	18	19	19	20
11/9(六)	11	13	12	10	18	19	11	12	13	15
11/10(日)	13	15	11	12	11	13	12	10	18	19
11/11(一)	12	10	19	14	11	12	18	19	14	10
11/12(二)	14	16	13	15	26	17	X	X	14	15
11/13(三)	12	12	14	15	14	14	24	18	14	16
11/14(四)	52	48	51	50	45	52	50	45	50	51
11/15(五)	43	53	50	48	47	46	47	43	54	44
11/16(六)	48	53	48	48	48	40	43	47	50	46
11/17(日)	19	20	12	15	15	22	13	15	19	20
11/18(一)	14	14	X	X	10	15	14	16	X	X
11/19(二)	X	X	11	13	18	19	12	10	X	X
11/20(三)	11	12	10	22	10	13	20	19	19	20
11/21(四)	13	15	20	13	12	17	15	22	17	11
11/22(五)	10	20	13	11	12	17	15	11	16	11
11/23(六)	13	14	11	15	17	18	15	11	12	10
平均值	23.41	22.36	26.51	21.02	26.42	22.9	27.78	23.03	26.92	26.84

彩虹樂園(祕密花園)不同時段 PM2.5 的平均值表

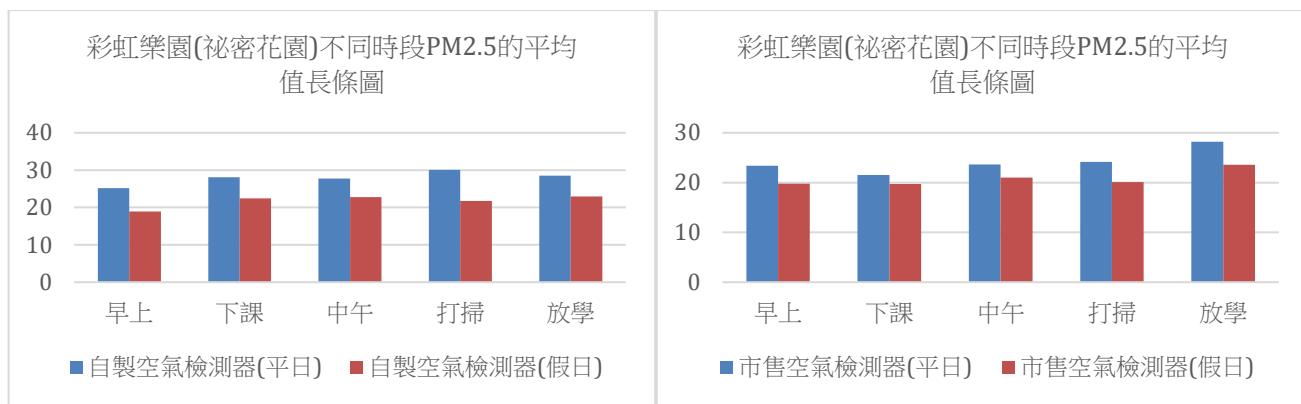


研究發現：

1. 接著我們再進一步將平日與假日的數據分開，繪製了一天中彩虹樂園(祕密花園)的 PM2.5 趨勢圖表：

		早上 (7:50-8:00)	下課 (10:10-10:30)	中午 (12:30-12:40)	打掃 (15:00-15:20)	放學 (16:00-16:10)
平 日	自製空氣檢測器平均	25.18	28.11	27.79	30.07	28.56
	市售空氣檢測器平均	23.36	21.54	23.62	24.18	28.19
假 日	自製空氣檢測器平均	18.91	22.45	22.81	21.73	22.91
	市售空氣檢測器平均	19.81	19.73	21	20.09	23.55

彩虹樂園(祕密花園)平日與假日不同時段 PM2.5 的平均值表



2.根據上表的數值，我們發現平日的 PM2.5 數值高於假日的數值，這表明當平日有更多人活動時，PM2.5 濃度會顯著上升。

- 在平日，空氣品質檢測器顯示在打掃和放學時，PM2.5 的平均值最高。這可能是因為打掃過程中，灰塵和微小顆粒被攪動，而放學時，學生們的活動量增多，可能也會影響空氣品質。
- 在假日，空氣品質檢測器顯示的平均值在不同時段之間的最高與最低數值差距為 $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ；而平日則為 $5.25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。

結果與討論：

- 從數據來看，彩虹步道（祕密花園）的空氣品質平均值與四年前相比，顯示早上的空氣品質普遍優於中午，與現今情況大致符合。
- 平日 PM2.5 的數值在打掃和放學時較高。我們推測這可能是因為老師和同學的活動較為頻繁，並且有些家長會進校接小孩，這些因素都可能導致 PM2.5 濃度的上升。
- 假日可能因為不需要上課，老師與學生的活動不像平日那樣頻繁，因此 PM2.5 數值較低。這也可能表示假日的 PM2.5 波動較為穩定，變化幅度較小。

（二）蜘蛛爬網(遊樂區)的空氣品質變化

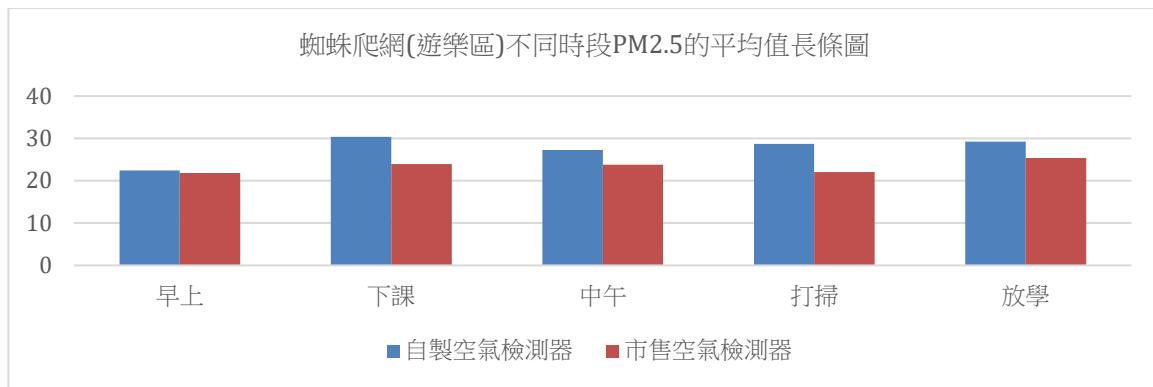
遊樂區是許多小朋友下課常來玩遊戲的地方，學長姐當年共測量了 7 個時段，時段與數據結果如下表所示(生活中的隱形殺手-PM2.5，民 109)：

日期	時間	PM2.5 平均值
2019/11/27(平日)	8:29	$2.60 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2019/12/13(平日)	7:58	$20.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2019/12/2(平日)	12:56	$17.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2019/12/21(平日)	12:50	$10.56 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2019/12/24(平日)	12:49	$22.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2020/1/3(平日)	12:50	$49.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2020/1/9(平日)	12:42	$22.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$

我們的測量結果如下表所示：

日期	早上		下課		中午		打掃		放學	
	(7:50-8:00)		(10:10-10:30)		(12:30-12:40)		(15:00-15:20)		(16:00-16:10)	
	自製	市售	自製	市售	自製	市售	自製	市售	自製	市售
10/14(一)	20	13	44	13	37	14	45	20	39	33
10/15(二)	25	12	30	13	34	55	45	20	32	23
10/16(三)	56	38	39	44	48	45	43	40	56	52
10/17(四)	44	37	53	50	42	43	38	48	47	49
10/18(五)	44	46	45	46	44	50	45	34	41	41
10/19(六)	10	13	15	19	15	16	13	15	15	22
10/20(日)	11	13	44	13	37	14	45	20	39	33
10/21(一)	50	53	42	46	52	53	43	39	47	47
10/22(二)	20	13	14	10	37	14	11	10	39	33
10/23(三)	22	15	46	15	39	16	47	22	41	35
10/24(四)	13	16	48	15	39	14	47	22	44	35
10/25(五)	18	21	48	15	39	14	47	22	45	35
10/26(六)	11	13	19	13	17	18	15	10	18	10
10/27(日)	13	15	34	18	15	16	19	14	21	13
10/28(一)	19	22	45	32	35	10	40	15	37	28
10/29(二)	25	25	39	16	39	14	38	13	32	23
10/30(三)	20	22	46	13	33	19	42	17	34	25
11/1(五)	40	37	46	42	45	51	42	46	56	41
11/2(六)	49	45	45	39	45	56	51	47	48	53
11/3(日)	15	13	18	13	19	18	15	10	19	10
11/4(一)	17	16	26	18	19	16	19	14	21	13
11/5(二)	11	12	17	11	17	18	15	11	12	10
11/6(三)	13	15	24	18	15	16	19	14	21	13
11/7(四)	14	10	11	10	10	13	15	13	13	19
11/8(五)	10	13	12	26	12	13	13	19	13	15
11/9(六)	10	13	11	12	13	19	12	13	15	16
11/10(日)	15	16	12	13	10	13	11	12	13	19
11/11(一)	11	12	19	18	12	13	13	19	15	13
11/12(二)	14	16	19	16	26	18	X	X	21	13
11/13(三)	15	16	21	13	13	15	24	18	19	14
11/14(四)	48	45	48	47	42	49	46	42	47	48
11/15(五)	44	50	49	47	48	45	46	42	55	41
11/16(六)	45	50	46	46	46	38	40	46	48	40
11/17(日)	15	19	10	13	15	22	15	16	13	15
11/18(一)	13	15	X	X	15	16	23	14	X	X
11/19(二)	X	X	X	X	10	13	13	19	11	12
11/20(三)	12	13	12	26	10	13	20	19	13	15
11/21(四)	16	16	29	13	17	18	15	22	13	11
11/22(五)	11	12	17	11	17	18	15	11	12	10
11/23(六)	17	11	11	12	12	17	15	11	16	11
平均值	22.46	21.85	30.37	21.97	27.25	23.83	28.72	22.03	29.26	25.36

蜘蛛爬網(遊樂區)平日與假日不同時段PM2.5的平均值表

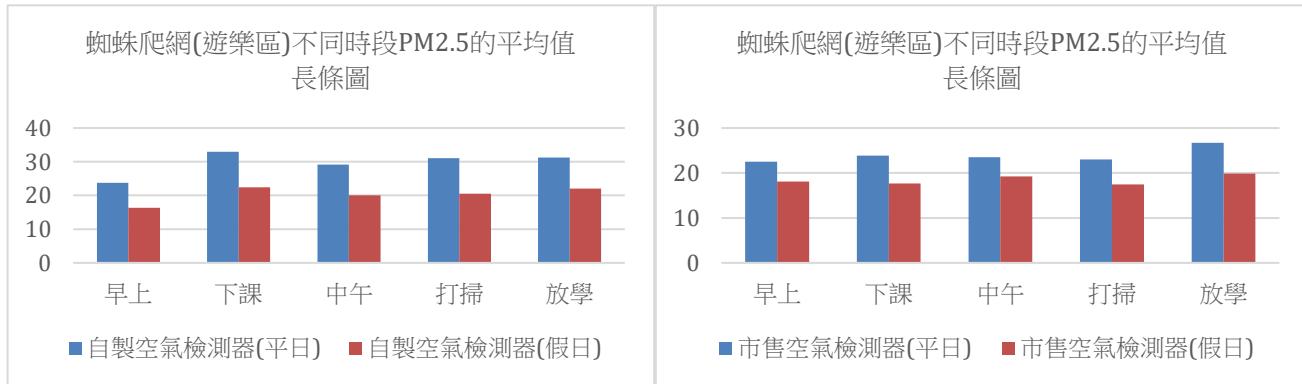


研究發現：

- 接著我們再進一步將平日與假日的數據分開，繪製了一天中彩虹樂園(祕密花園)的PM2.5趨勢圖表：

		早上 (7:50-8:00)	下課 (10:10-10:30)	中午 (12:30-12:40)	打掃 (15:00-15:20)	放學 (16:00-16:10)
平日	自製空氣檢測器平均	23.75	32.93	29.17	31.04	31.29
	市售空氣檢測器平均	22.54	23.85	23.34	23.04	26.68
假日	自製空氣檢測器平均	16.33	22.44	20	20.56	22
	市售空氣檢測器平均	18.11	17.67	19.22	17.44	19.89

蜘蛛爬網(遊樂區)平日與假日不同時段PM2.5的平均值表



- 根據上表的數值，我們發現平日的PM2.5高於假日的PM2.5。

- 在平日時，PM2.5的平均值在下課時與放學最高，顯示這段時間蜘蛛爬網(遊樂區)有較多的活動人潮。

結果與討論：

- 學長姐當年總共測量了7次PM2.5數值，早上的PM2.5平均值為 $11.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，而中午的平均值為 $24.54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，顯示出蜘蛛爬網(遊樂區)早上的空氣品質比中午更好，這也與我們的觀察結果相符。
- 在平日，自製與市售的PM2.5數值分別在下課與放學時達到最高。推測這可能是因為下課時同學的活動較為頻繁，而放學時，有些家長進校接小孩，且小孩會在校園

內玩耍並等待父母，這些因素可能導致空氣中的 PM2.5 濃度上升。

3. 假日由於較少有人進入校園，這可能是 PM2.5 數值較平日低的原因。人員活動較少，空氣中的污染物質不易累積，因此 PM2.5 濃度相對較低。

(三) 迷你賽道(綠地)的空氣品質變化

學校的綠地是進入校園的必經之處，所有進入教學區的人都必須經過這裡。學長姐當年共測量了 7 個時段，並針對每個時段進行了 PM2.5 數值的測量。以下是各時段的測量數據結果(生活中的隱形殺手-PM2.5，民 109)：

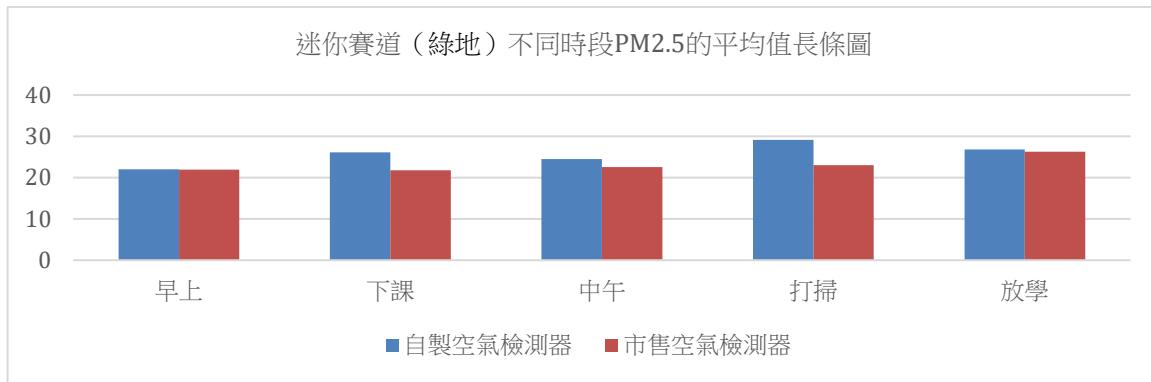
日期	時間		PM2.5 平均值	
2019/11/27(平日)	8:17		$3.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
2019/12/13(平日)	8:10		$17.08 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
2019/12/02(平日)	13:20		$17.08 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
2019/12/21(平日)	13:03		$11.38 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
2019/12/24(平日)	13:00		$25.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
2020/1/3(平日)	13:03		$39.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
2020/1/9(平日)	12:56		$33.53 \mu\text{g}/\text{m}^3$	

我們的測量結果如下表所示：

日期	早上		下課		中午		打掃		放學	
	(7:50-8:00)		(10:10-10:30)		(12:30-12:40)		(15:00-15:20)		(16:00-16:10)	
	自製	市售	自製	市售	自製	市售	自製	市售	自製	市售
10/14(一)	32	28	32	13	27	15	39	20	31	33
10/15(二)	29	12	25	12	26	13	40	20	32	32
10/16(三)	38	38	42	43	38	46	58	40	49	52
10/17(四)	45	36	49	52	48	48	48	47	43	51
10/18(五)	52	46	47	46	39	53	43	41	40	38
10/19(六)	10	12	17	17	17	16	17	20	23	23
10/20(日)	11	48	32	13	27	15	39	20	31	33
10/21(一)	53	48	52	40	50	53	47	40	51	47
10/22(二)	32	48	13	11	27	15	9	X	31	33
10/23(三)	34	50	34	15	29	17	41	22	33	35
10/24(四)	11	18	32	15	29	19	41	22	30	34
10/25(五)	16	11	32	15	29	12	41	22	32	34
10/26(六)	11	15	15	13	17	18	19	10	18	12
10/27(日)	15	17	20	18	15	16	23	14	21	15
10/28(一)	17	14	29	12	25	15	34	15	23	27
10/29(二)	20	17	23	16	30	19	32	13	18	22
10/30(三)	15	12	30	13	24	15	36	17	20	24
11/1(五)	39	39	40	46	50	45	56	48	50	51
11/2(六)	43	45	49	37	48	48	53	47	47	51
11/3(日)	11	15	12	16	19	18	19	12	19	12
11/4(一)	17	18	22	18	19	16	23	14	21	15
11/5(二)	11	15	15	13	17	18	19	10	18	12
11/6(三)	15	17	20	18	15	16	23	14	21	15
11/7(四)	13	11	9	20	13	18	11	15	17	20

11/8(五)	13	18	12	20	10	13	17	20	17	20
11/9(六)	13	18	11	15	17	20	10	13	17	16
11/10(日)	17	16	10	13	13	18	11	15	17	20
11/11(一)	11	15	19	18	10	13	17	20	11	15
11/12(二)	14	18	19	16	22	18	X	X	21	15
11/13(三)	15	16	21	15	15	17	20	18	23	14
11/14(四)	50	47	50	49	44	51	48	44	49	49
11/15(五)	46	55	52	51	51	49	50	45	51	43
11/16(六)	47	51	47	47	47	39	42	50	51	45
11/17(日)	10	12	23	23	17	16	17	20	15	17
11/18(一)	X	X	15	16	19	14	X	X	X	X
11/19(二)	X	X	X	X	13	18	17	20	11	15
11/20(三)	10	13	12	20	13	18	17	20	17	20
11/21(四)	15	17	29	11	17	18	23	23	15	13
11/22(五)	11	15	15	13	17	18	19	10	18	12
11/23(六)	15	14	12	10	17	18	19	10	18	12
平均值	23.08	23.63	26.62	22.28	25.5	23.55	29.95	23.54	27.44	26.85

迷以賽道（綠地）不同時段 PM2.5 的平均值表

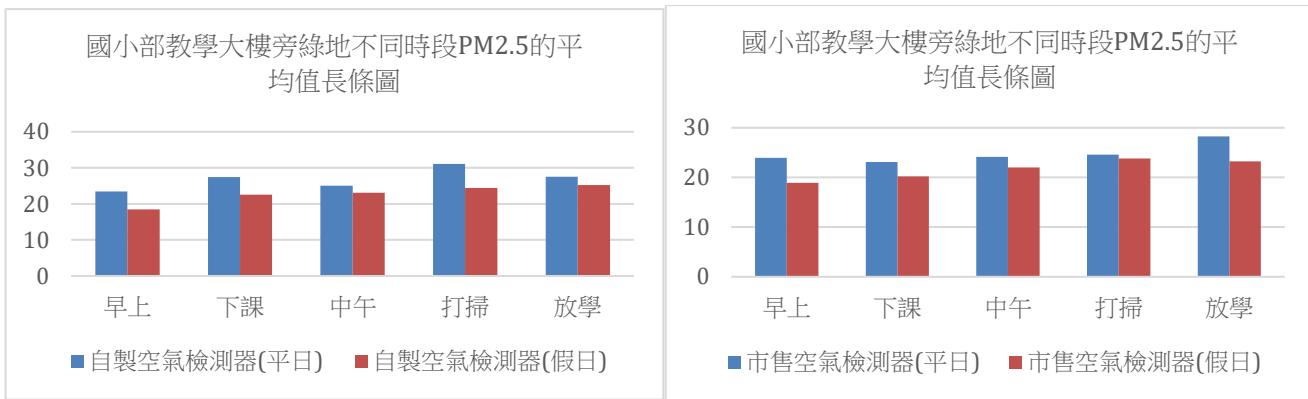


研究發現：

- 接著我們再進一步將平日與假日的數據分開，繪製了一天中迷你賽道(綠地)的 PM2.5 趨勢圖表：

		早上 (7:50-8:00)	下課 (10:10-10:30)	中午 (12:30-12:40)	打掃 (15:00-15:20)	放學 (16:00-16:10)
平日	自製空氣檢測器平均	24.96	28.21	26.41	32.19	28.32
	市售空氣檢測器平均	23.96	23.10	24.13	24.62	28.25
假日	自製空氣檢測器平均	18.45	22.55	23.09	24.45	25.18
	市售空氣檢測器平均	18.91	20.18	22	23.85	23.27

國小部教學大樓旁綠地平日與假日不同時段 PM2.5 的平均值表



2. 根據上表的數值，我們發現在迷你賽道（綠地）平日的 PM2.5 數值高於假日的 PM2.5 數值。

3. 平日有較多人進出教學區，且 PM2.5 濃度的上升尤其集中在打掃時間和放學時段。

結果與討論：

1. 學長姐當年檢測的 PM2.5 數值共進行了 7 次，早上的 PM2.5 平均值為 $10.36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，中午的 PM2.5 平均值為 $28.95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，顯示平日中午的 PM2.5 數值普遍高於早上的數值，這與我們的觀察結果一致。

2. 影響 PM2.5 的因素有很多，不過跟四年前相比，現在的空氣品質還是早上比中午好。可能是因為中午時候有很多家長會來送飯或接小孩，這些活動可能會讓空氣變差。

3. 在平日的時候，PM2.5 的數值分別在打掃與放學的時候最高，綠地是一個容易起塵土的地方，掃地的時候很容易塵土飛揚，放學有很多人走動時也容易塵土飛揚，是否是這些因素導致 PM2.5 的數值較高未來可以做進一步的探究。

（四）第四辦公室門口的空氣品質變化

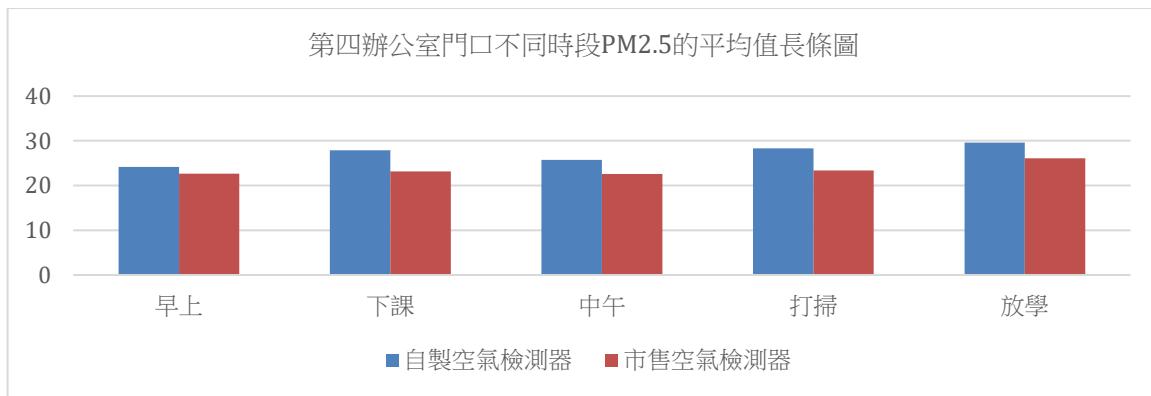
學校的第四辦公室是老師們辦公的地方，下課時也會有學生進出，繳交作業或是回條。學長姐當年共測量了 6 個時段，並取得了以下的數據結果，時段與數據結果如下表所示(生活中的隱形殺手-PM2.5，民 109)：

日期	時間	PM2.5 平均值
2019/11/26(平日)	12:26	$12.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2019/12/03(平日)	12:46	$16.68 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2019/12/12(平日)	12:50	$24.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2019/12/19(平日)	12:41	$15.03 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2019/12/27(平日)	12:42	$16.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$
2020/1/2(平日)	12:50	$10.55 \mu\text{g}/\text{m}^3$

我們的測量結果如下表所示：

日期	早上		下課		中午		打掃		放學	
	(7:50-8:00)		(10:10-10:30)		(12:30-12:40)		(15:00-15:20)		(16:00-16:10)	
	自製	市售	自製	市售	自製	市售	自製	市售	自製	市售
10/14(一)	29	11	30	11	32	15	35	21	35	31
10/15(二)	27	11	30	13	22	12	35	20	25	29
10/16(三)	30	44	40	44	40	44	40	44	40	45
10/17(四)	34	43	51	42	46	42	45	48	51	40
10/18(五)	50	48	44	38	46	38	47	42	45	40
10/19(六)	25	22	19	17	12	19	19	18	20	23
10/20(日)	12	12	30	11	32	15	35	21	35	31
10/21(一)	50	52	48	53	51	52	50	39	53	47
10/22(二)	29	11	16	13	32	15	35	11	35	31
10/23(三)	31	13	32	12	34	17	37	23	37	33
10/24(四)	21	18	35	13	34	17	37	23	42	33
10/25(五)	25	25	35	13	34	17	37	23	43	35
10/26(六)	12	12	13	11	12	17	15	11	16	11
10/27(日)	16	16	18	18	10	15	19	15	19	14
10/28(一)	27	24	32	10	30	13	30	16	35	27
10/29(二)	30	28	26	14	34	18	28	14	31	22
10/30(三)	25	13	33	11	28	14	32	18	33	24
11/1(五)	48	47	42	34	49	42	50	45	48	53
11/2(六)	42	42	37	43	45	59	50	51	51	56
11/3(日)	12	16	13	16	12	19	15	13	18	15
11/4(一)	19	16	20	17	18	16	19	15	19	14
11/5(二)	11	12	15	11	17	17	19	11	18	11
11/6(三)	16	16	18	18	10	25	19	15	19	14
11/7(四)	16	13	35	11	10	22	12	16	20	19
11/8(五)	10	12	18	33	11	22	20	19	19	18
11/9(六)	9	12	11	12	20	19	11	12	20	19
11/10(日)	12	19	11	12	9	12	11	12	20	19
11/11(一)	11	12	12	19	11	12	20	19	12	16
11/12(二)	15	16	18	16	20	17	X	X	19	14
11/13(三)	10	15	19	14	16	16	18	18	19	15
11/14(四)	54	51	54	53	47	55	52	47	53	52
11/15(五)	47	42	53	51	52	48	49	46	52	45
11/16(六)	50	54	50	49	50	41	41	49	53	42
11/17(日)	19	17	25	22	20	23	12	19	19	18
11/18(一)	16	16	X	X	13	12	19	15	X	X
11/19(二)	X	X	X	X	9	12	20	19	11	12
11/20(三)	11	12	18	33	10	12	13	19	19	18
11/21(四)	14	14	32	48	17	17	20	23	15	11
11/22(五)	11	12	15	11	17	17	19	11	18	11
11/23(六)	17	15	11	12	18	18	19	11	18	11
平均值	24.18	22.67	27.87	23.13	25.75	23.58	28.31	23.38	29.62	26.13

第四辦公室門口不同時段 PM2.5 的平均值表

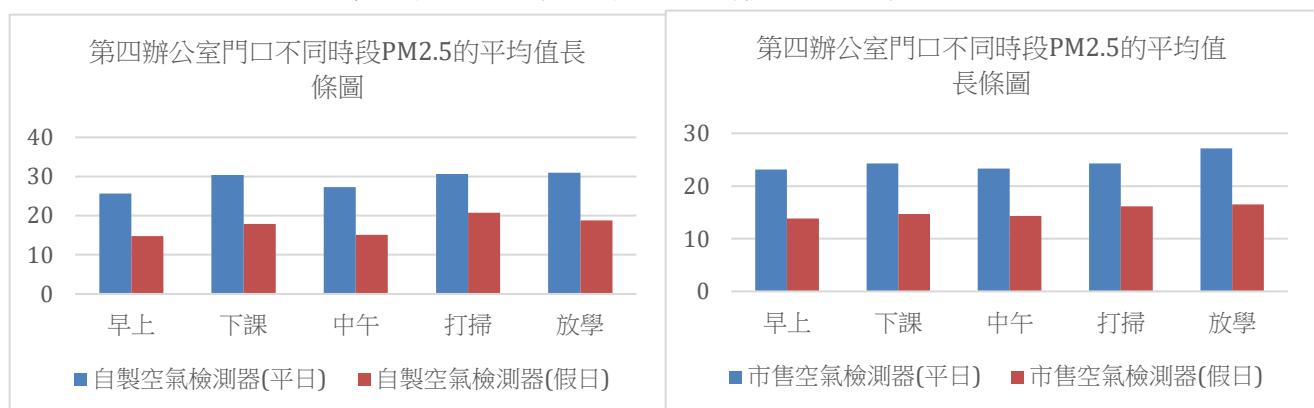


研究發現：

- 接著我們再進一步將平日與假日的數據分開，繪製了一天中第四辦公室門口的PM2.5趨勢圖表：

		早上 (7:50-8:00)	下課 (10:10-10:30)	中午 (12:30-12:40)	打掃 (15:00-15:20)	放學 (16:00-16:10)
平日	自製空氣檢測器平均	25.61	30.41	27.24	30.61	30.93
	市售空氣檢測器平均	23.11	24.29	23.31	24.31	27.14
假日	自製空氣檢測器平均	14.75	17.85	15.11	20.75	18.75
	市售空氣檢測器平均	13.85	14.71	14.34	16.13	16.5

第四辦公室門口平日與假日不同時段PM2.5的平均值表



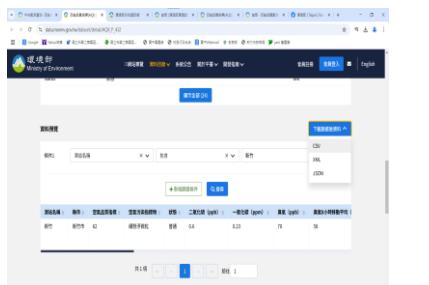
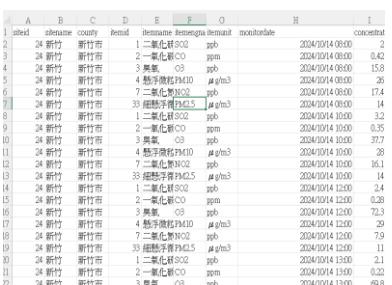
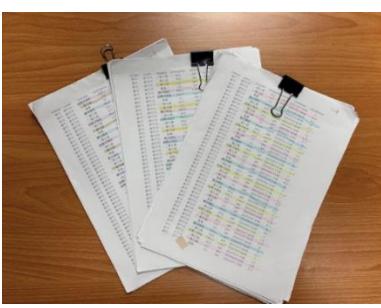
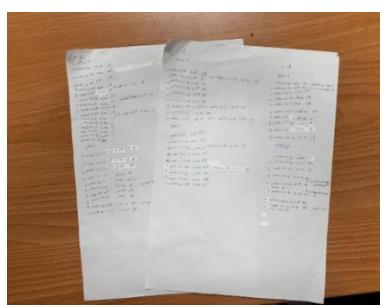
- 根據上表的數值，我們發現平日的PM2.5高於假日的PM2.5，表示平日第四辦公室有較多進出的人，可能因此讓PM2.5有所提升。
- 在平日，第四辦公室打掃與放學時段的PM2.5平均值較高，這可能是因為這兩個時段有較多人進出，導致灰塵飛揚，進而使PM2.5數值上升。特別是在放學時段，學生進出較為頻繁，這可能會增加空氣中的灰塵或其他微小顆粒物質，從而使PM2.5數值變高。
- 第四辦公室假日大多沒人，僅偶爾有老師來加班，可能因此PM2.5的平均值起伏較其他地方明顯。

結果與討論：

- 學長姐當年檢測的 PM2.5 數值有 6 次，平均值為 $16.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，與我們觀察的數值差不多。
- 在平日的時候，自製與市售的 PM2.5 數值分別在下課與放學的時候最高，這些時段也的確是學生最常進出的時刻，但是否由這些因素導致 PM2.5 的數值較高可以做進一步的探究。

三、比較校內初一、十五前後一日與新竹市空氣品質檢測器數值的差異

在我們學校，PM2.5 和 PM10 的數值通常會在初一和十五時偏高。新竹市東區有一座由環境部設置的空氣品質監測站，位於新竹市民族路 33 號。我們希望了解校內 PM2.5 和 PM10 數值偏高的日期，新竹市整體的 PM2.5 和 PM10 數值是否也會呈現相同的趨勢，並探索是否能從中發現任何特殊的發現（引用當時圖片附註於後方，其餘照片皆為自行拍攝）：

	
環境部有歷年資料可以供民眾下載，我們選擇新竹監測站下載。	選定我們觀察的日期後下載，與新竹監測站做比對。
	
我們整理 10 月 14 日至 11 月 23 日間的資料，並挑選出與我們觀測時間相近的資料進行分析。	我們記錄新竹市 PM2.5 與 PM10 濃度較高的時段，並將這些資料與我們的觀測進行對照分析。

研究發現：

- 我們整理了新竹觀測站 10 月 14 日至 12 月 31 日 PM2.5 和 PM10 濃度較高的前 10 名時段，日期的部分上方為國曆，下方為農曆，結果如下：

排序	日期 (國/農曆)	時間	PM2.5 平均值	日期 (國/農曆)	時間	PM2.5 平均值	日期 (國/農曆)	時間	PM2.5 平均值
1	10/26	10:00	$33 \mu\text{g}/\text{m}^3$	11/14	10:00	$48 \mu\text{g}/\text{m}^3$	12/14	10:00	$53 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/24			10/14			11/14		

2	10/26	12:00	29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/15	8:00	44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/14	15:00	53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/24			10/15			11/14		
3	10/27	8:00	27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/14	16:00	41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/14	16:00	51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/25			10/14			11/14		
4	10/26	16:00	22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/14	12:00	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/14	8:00	51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/24			10/14			11/14		
5	10/26	15:00	18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/14	13:00	38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/14	12:00	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/24			10/14			11/14		
6	10/27	10:00	17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/14	15:00	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/14	13:00	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/25			10/14			11/14		
7	10/29	13:00	17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/15	15:00	28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/15	8:00	29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/27			10/15			11/15		
8	10/29	16:00	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/15	12:00	26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/1	8:00	24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/27			10/15			11/1		
9	10/26	13:00	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/15	13:00	26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/2	8:00	21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/24			10/15			11/2		
10	10/29	15:00	14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/15	16:00	24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/2	13:00	19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/27			10/15			11/2		

10月24日至12月31日新竹觀測站PM2.5前10高之數值表

排序	日期 (國/農曆)	時間	PM10 平均值	日期 (國/農曆)	時間	PM10 平均值	日期 (國/農曆)	時間	PM10 平均值
1	10/26	10:00	67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/14	10:00	48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/18	16:00	71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/24			10/14			11/28		
2	10/26	12:00	63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/14	16:00	44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/18	13:00	70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/24			10/14			11/28		
3	10/26	13:00	56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/29	16:00	41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/31	15:00	61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/24			10/29			12/1		
4	10/27	8:00	46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/14	12:00	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/31	16:00	60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/25			10/14			12/1		
5	10/26	15:00	41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/14	13:00	38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/16	8:00	47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/24			10/14			11/16		
6	10/20	15:00	41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/14	15:00	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/4	16:00	45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/18			10/14			11/4		
7	10/27	10:00	39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/29	15:00	28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/4	16:00	45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/25			10/29			11/4		
8	10/26	16:00	38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/29	12:00	26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/16	10:00	43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/24			10/29			11/16		
9	10/17	16:00	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/28	40	26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/4	13:00	42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/15			10/28			11/4		
10	10/19	15:00	35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11/27	38	24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12/4	15:00	41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	9/17			10/27			11/4		

10月24日至12月31日新竹觀測站PM10前10高之數值表

2.我們參考空氣品質標準，當數值介於 $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 至 $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 之間時，表示空氣品質屬於普通。根據上表，新竹檢測站測得的最高數值為 $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，顯示10月14日至12月31日期間，新竹市的空氣品質大致維持在良好至普通的範圍。然而，當數值超過 $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 時，敏感族群可能需要減少戶外活動。

3.我們發現PM2.5數值超過 $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 的時段主要集中在國曆11月14日與12月14日，

對應的農曆日期分別為 10 月 14 日和 11 月 14 日。

4. 在 10 月 24 日至 12 月 31 日期間，PM10 數值達到普通範圍的時段出現在國曆 12 月 18 日與 12 月 31 日，對應的農曆日期分別為 11 月 28 日與 12 月 1 日。

結果與討論：

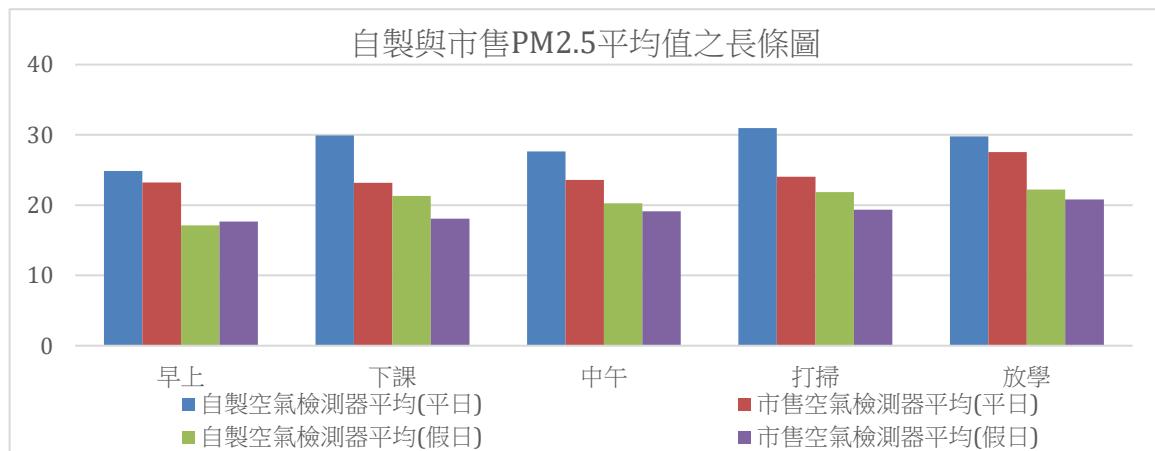
- 1.我們發現，新竹市 PM2.5 數值較高的日期為國曆 12 月 18 日與 12 月 31 日，對應農曆 11 月 14 日與 12 月 14 日，皆接近農曆 15 日前後。經查詢後發現，農曆 10 月 15 日為下元節，依照習俗，部分信徒可能會在 10 月 14 日的子時開始祭拜。然而，這是否與 PM2.5 數值上升有關，仍需進一步探討。
- 2.新竹市觀測站測得的 PM10 數值在國曆 12 月 18 日與 12 月 31 日較高。查詢後發現，12 月 18 日護城河旁因耶誕市集即將舉行而進行交通管制，會讓部分地區車流量增加；12 月 31 日則有跨年晚會，可能與大量人潮聚集有關。此推測仍需進一步驗證，若有時間，將進行更詳細研究。
- 3.影響 PM2.5 與 PM10 數值的因素眾多，整體而言，可能與人群活動有較大關聯。未來若有時間，我們希望能進一步研究，並深入探討這些影響因素與我們的假設。

伍、討論

回歸到我們一開始的問題，以下將對我們當初設定的問題分別作探討：

一、學校一天內空氣品質的變化趨勢為何？在不同時間段內會有哪些差異？

首先我們將平日與假日四個地方的 PM2.5 數值分別以自製與市售的整理成圖表：



根據我們收集到的數據，我們發現學校一天的空氣品質變化會隨著大家的活動以及外在原因而產生不一樣的變化，我們經由實驗後進行數據的討論有以下看法：

(一) 早上平日的 PM2.5 數值稍高，假日則較低。我們猜測，因為早上大家剛到學校，還沒有開始活動，所以空氣品質較好。而到了假日，人群減少活動也少，空氣品

質可能因此比平日好一些。

- (二) 平日下課時，PM2.5 數值明顯上升，假日下課後則較穩定。這表示在平日下課時，因為學生走動和活動較多，會讓空氣中的 PM2.5 數值上升。
- (三) 平日中午的 PM2.5 數值比假日高，這可能是因為學生在吃飯或參加社團活動導致空氣中的 PM2.5 數值上升，而假日學生不在校，活動減少空氣品質也較好。
- (四) 在打掃時間，平日的 PM2.5 數值明顯高於假日，這可能是因為清潔過程中產生的揚塵使空氣品質變差，而假日因為清潔活動較少，對空氣品質的影響也比較小。
- (五) 放學時段的 PM2.5 數值相比假日較高，這可能是因為放學時學生大量離開學校，並搭乘交通工具，可能與車輛排放的污染物有相關。

我們發現學校一天內的空氣品質變化與學校內外的活動息息相關，尤其是在平日的高度活動時段，PM2.5 數值上升顯示人群活動和交通排放對空氣品質產生了較大影響。

二、學校目前的空氣品質是否有因周遭的活動而受到影響？

在我們研究學校的空氣品質時，我們發現特別是在某些節日或農曆初一、十五及其前後，學校附近的寺廟祭祀活動可能會影響空氣品質。為了了解這些時段的變化，我們做了進一步的整理，以下是我們的研究結果：

- (一) 在特定節日以及農曆初一、十五及其前後的日子，學校的 PM2.5、PM10 和二氧化碳濃度會有上升的趨勢，但整體空氣品質仍保持在良好的範圍內。
- (二) 儘管汙染數值有上升，PM2.5 濃度未超過 $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，PM10 濃度未超過 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，二氧化碳濃度也未超過 850ppm，因此不會對一般人的外出活動造成顯著影響。
- (三) 對於敏感體質的人群來說，在特定節日或農曆初一、十五及其前後這些時間段外出時，佩戴口罩可能有助於減少潛在的健康風險。

經過整理後，我們推測隔壁寺廟的祭祀活動確實會影響校內的空氣品質，但整體來說影響並沒有到非常嚴重。

三、影響學校空氣品質的可能原因有哪些？

經過我們的研究，我們發現學校空氣品質會受到很多不同因素的影響，以下是我們歸納出的一些主要原因：

- (一) 當學校在特定時間有大量人群聚集時，像是下課或放學等人多的時候，這些地方的 PM2.5 濃度可能會上升。
- (二) 學校附近的寺廟在一些特定的節日會舉行祭祀活動，這些活動常常會有香火、煙

霧或燃燒物，這些東西會讓 PM2.5、PM10 等污染物的濃度上升，影響學校周圍的空氣品質。

(三) 如果某些地方的通風不好，污染物就不容易散開，這樣就可能讓該區域的空氣品質變差。

四、當新竹市的空氣品質數值偏高時，學校的空氣品質是否也出現相似的變化趨勢？兩者之間有何關聯？

除了學校的空氣品質會因為某些特定活動而有所變化外，我們也發現新竹市的空氣品質與人們的活動有著密切的關聯，以下是我們的發現：

(一) 我們注意到，當新竹市的 PM2.5 數值較高時，通常發生在農曆節慶期間，如下元節或冬至等時期，這些傳統祭拜活動可能會產生煙霧，進而導致 PM2.5 數值上升。然而，是否正是這些原因所造成的，未來仍可進一步探討。

(二) 新竹市的 PM10 數值較高的時段通常出現在耶誕市集和跨年晚會等大型活動期間，這些活動可能吸引了大量人群，進而增加空氣中的污染物。未來可以進一步驗證這些活動對空氣品質的具體影響。

(三) 這些變化顯示，空氣品質的波動可能與特定的社會活動、節慶或祭祀有關，這些活動不僅會增加交通的污染物排放，還可能涉及煙霧和廢氣等其他因素。

由於我們的學習時間和使用的設備有限，以下是我們這次研究的一些不足之處與限制：

- 一、由於時間有限，雖然我們進行了許多其他檢測，但因為版面和時間的限制未能呈現，未來或許還可以探討天氣對空氣品質的影響。
- 二、我們這次研究只使用了一個自製空氣品質檢測器和一個市售空氣品質檢測器。未來若有機會，或許可以增購更多檢測器進行交叉驗證，提升結果的準確度。
- 三、由於下課時間較短，有時會來不及測量，因此這次我們主要收集 10/14 至 11/23 期間的數據，之後的數據較為不完整。未來我們希望能有更多時間，進一步收集更完整的數據。
- 四、學校內有許多其他地點可供測量，但因為下課時間有限，我們只能選擇在十分鐘至二十分鐘內能夠測量完的區域進行測試，未來如果有更多時間，可以測量更多區域的數據。

陸、結論

- 一、學校的空氣品質會隨著時間和活動有所改變，特別是在平日下課、打掃和放學等人群多的時候，空氣品質會較差。
- 二、平日的空氣品質比假日差，這可能是因為平日學生和交通活動較多，造成空氣污染指數

上升，而假日人流較少空氣品質較好。

三、學校周圍的祭祀活動會增加校內空氣中的污染物，像是在節日或農曆初一、十五前後，但總體來說，這些影響不會對空氣品質造成很大問題。

四、下課、放學時的人群聚集和學校的通風狀況，可能是影響學校空氣品質的主要因素。

五、學校的空氣品質和新竹市的空氣品質在較差時，可能會呈現類似的變化趨勢，特別是與特定社會活動或節慶有關。

六、由於時間和設備的限制，我們這次研究的數據主要集中在 10/14 至 11/23，未來希望能收集更多的數據，並擴大測量範圍，提升研究結果的準確性。

柒、參考文獻

陳品延、賈國豪、鄭丞祐（民 105）。「氣」得「灰」頭土臉 --- 細懸浮微粒的定量分析與應用。中華民國第 56 屆中小學科學展覽會。

空污大遷徙-新竹地區 PM2.5 來源分析（民 111）。新竹市第四十屆中小學科學展覽會。

生活中的隱形殺手-PM2.5（民 109）。新竹市第三十八屆中小學科學展覽會。

新竹縣空氣污染防治計畫(113 年-116 年)。新竹縣政府環境保護局。

什麼是 PM2.5（民 104）。新北市：牛頓。

空氣汙染（民 104）。新北市：牛頓。

空氣汙染求生記（民 105）。新北市：三采。

環境部（民國 112 年 8 月 22 日）。環境部空氣品質指標(AQI)

https://data.moenv.gov.tw/dataset/detail/AQX_P_432

