

陣掛●上陣

# 研究動機

校園中，學校每日定期擺放空氣汙染相關旗幟於校園中，提供戶外課程上課的師生做參考。因為PM2.5紫爆，所以我們最喜愛的戶外課得移進室內上課，同學們的內心都充滿哀怨，因此我們想透過研究來解決因空氣紫爆而必須犧牲戶外課的方法。

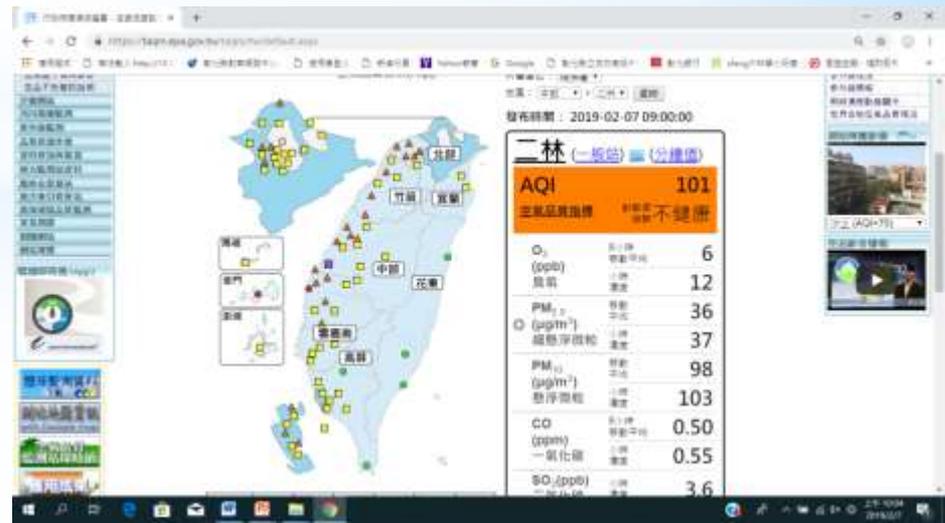


# 擬定研究問題

1. 生活中PM2.5實測。
2. 降水對PM2.5有影響嗎？
3. 口罩可以擋下PM2.5嗎？
4. 空氣清淨機有用嗎？
5. 自製集塵設備實測對PM2.5的影響。

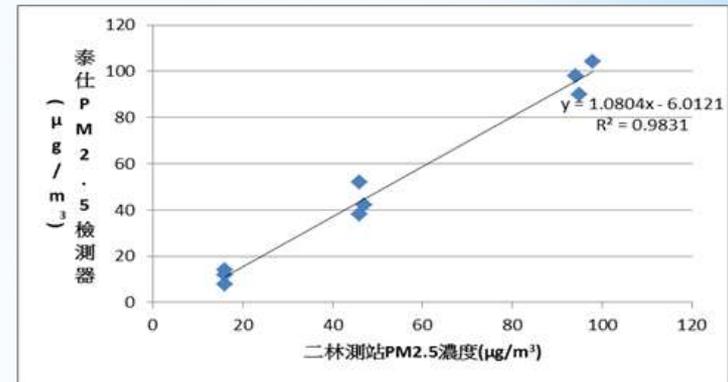
# 歷年空氣污染資料與降雨資料取得方式：

1. 由行政院環境環保署空氣品質監測網取得空氣污染物濃度資料。
2. 由行政院中央氣象局取得台灣各地歷年降雨資料。
3. 資料分析探討：利用Excel整理成所需的圖表資料，並作出結論與推導解釋。



# 泰仕PM2.5檢測器校正

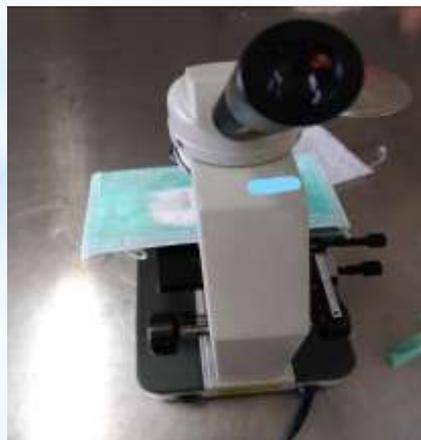
1. 選擇二林測站(萬和國小)PM2.5濃度第1、5、10級時進行檢測器濃度校正。



2. 以小時平均濃度進行迴歸校正，結果如上左圖，兩者相關性非常高。

# 研究設備與器材

1. 泰仕PM2.5檢測器(偵測極限~500 $\mu\text{m}/\text{m}^3$ )
2. 電扇(去除葉片裝上PC管)
3. 活性碳口罩
4. 外科口罩
5. N95口罩
6. 複式顯微鏡
7. 熱熔膠槍
8. 導管
9. 抽氣馬達
10. 紙箱
11. 除濕機
12. 棉製布料或毛皮
13. 水霧器
14. 線香
15. 空氣清淨機
16. HEPA級濾心
17. 奶粉罐
18. 玩具馬達
19. 齒輪
20. 橡膠
21. 直流電源供應器
22. PVC管。

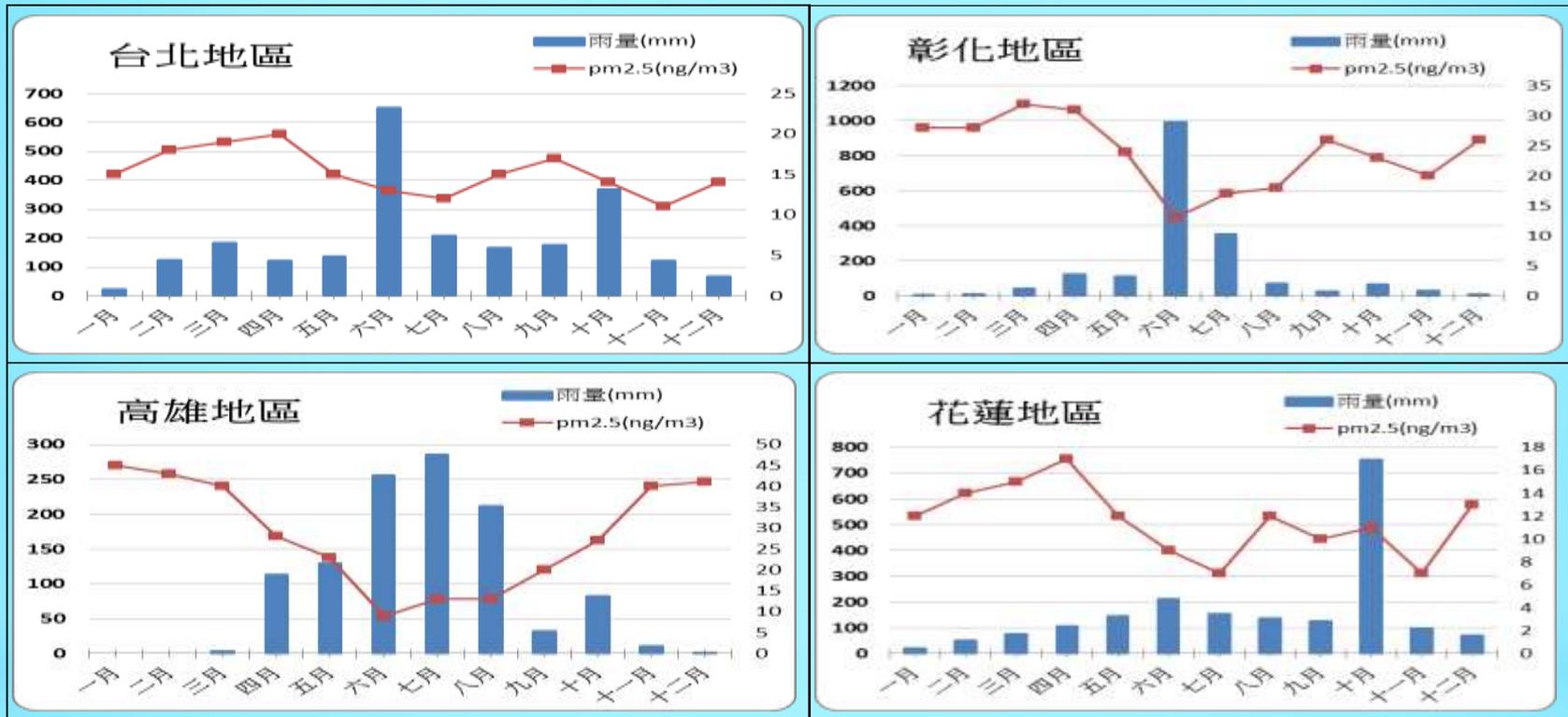


# 研究概念圖



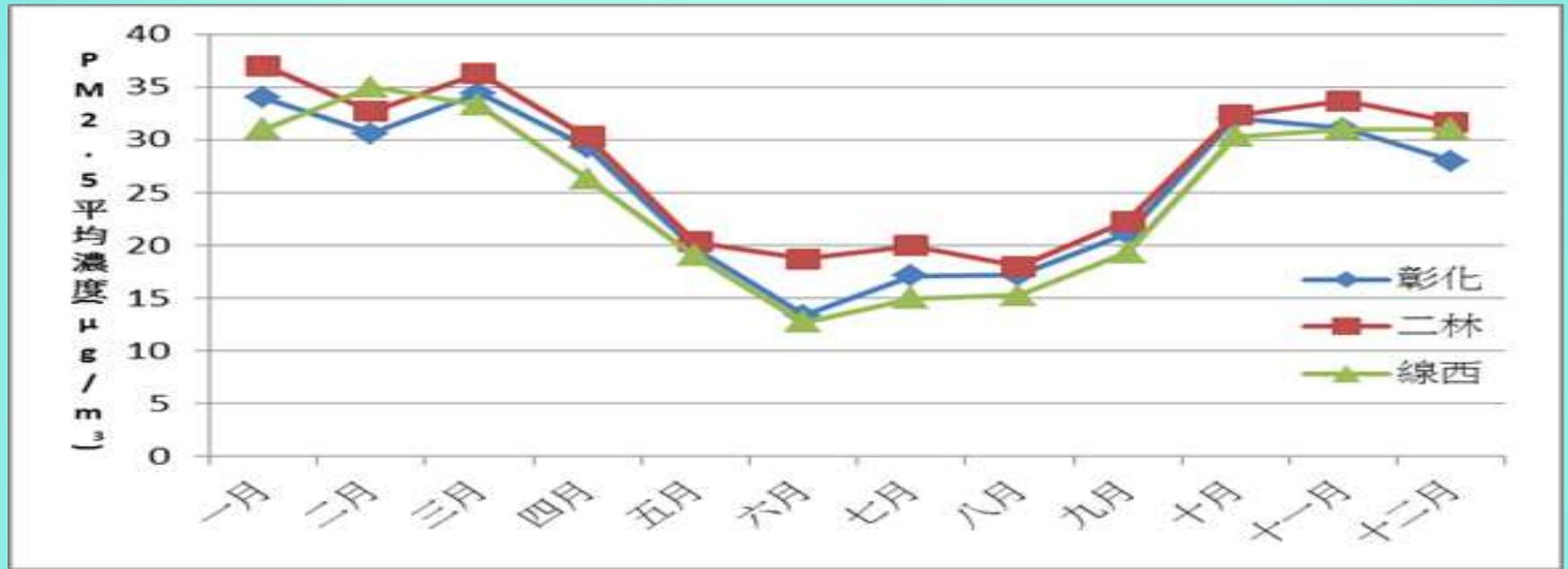
# 研究結果與討論

## 一、降水與PM2.5的關係



我們發現四個區域的月降雨量愈高，月平均PM2.5濃度愈低。

## 二、不同季節PM2.5的變化

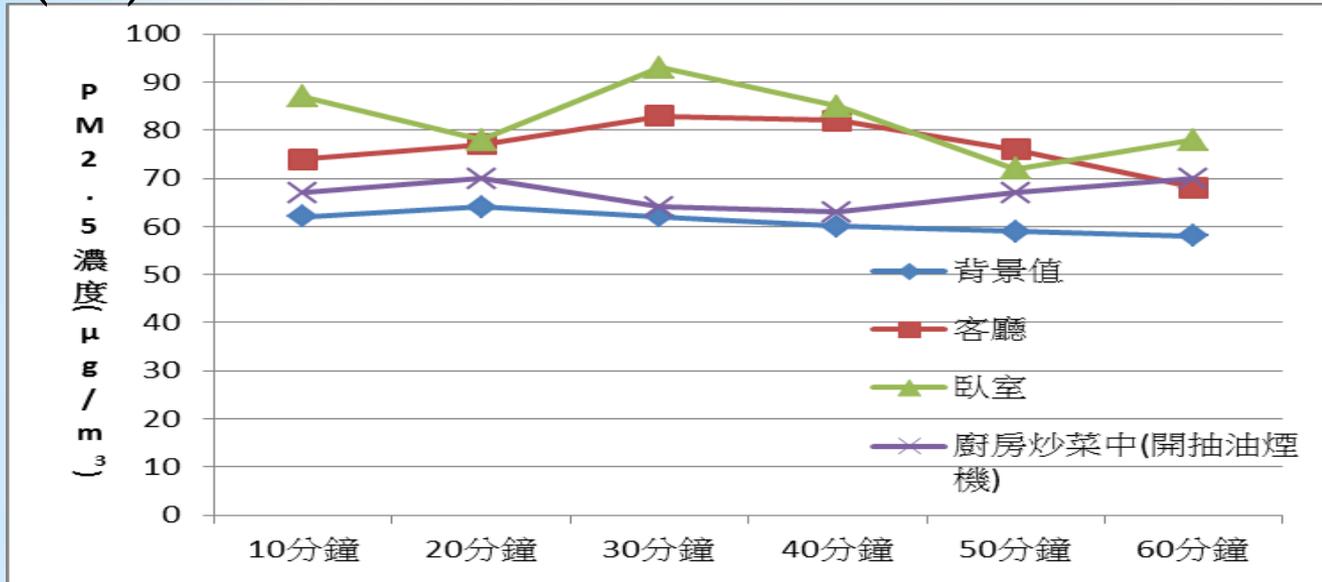


二林測站近三年的PM2.5月平均濃度為27.8( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )，均高於彰化及線西測站(25.7、24.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )。

以季節性來看，我們亦發現近三年彰化地區10月~4月的PM2.5月平均濃度為32.0( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )，5~9月的PM2.5月平均濃度為17.9( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )，相差約2倍。

# 三、生活中PM2.5進行實際量測

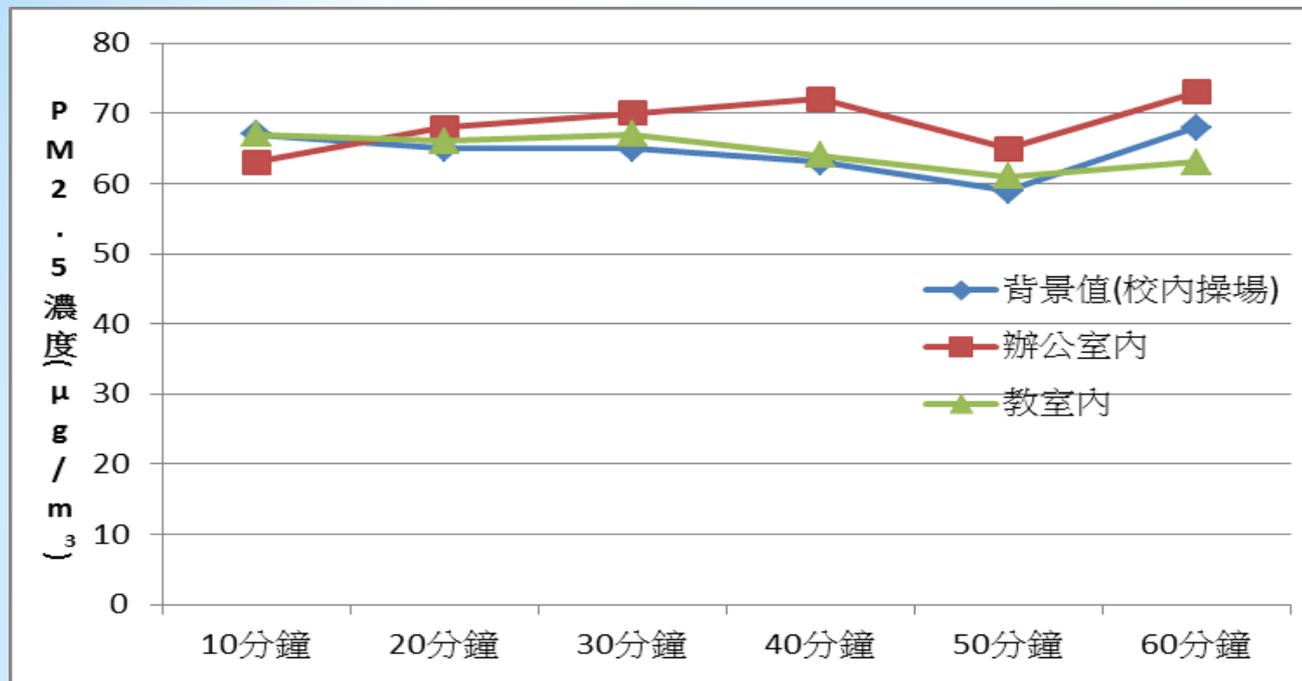
(一)家中不同區域PM2.5實測結果：



在PM2.5達紅色警戒，背景值為60.8( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )，家中臥房及客廳皆高於環境背景值，分別為82.2、76.7( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )。

媽媽煮菜時PM2.5的濃度做偵測，在開抽油煙機的情況下，煮菜時PM2.5濃度亦升高約9%。

## (二)校園中PM2.5濃度實測( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



我們發現在教室窗戶打開的情況下，教室內與操場PM2.5濃度分別為64.5、64.7( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )，並無明顯的差別；但是辦公室的PM2.5的濃度卻比操場高出約6%。

### (三) 寺廟、加油站、道路、汽車排放廢氣進行PM2.5實測



廟宇內



加油站



十字路口



汽車廢氣背景值



汽車廢氣



麵粉專賣店



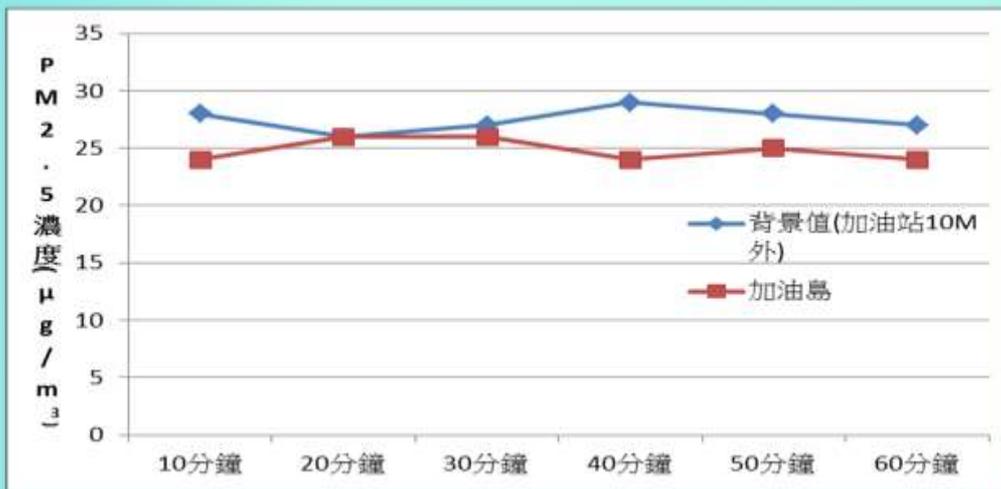
香爐距離4m之PM2.5實測



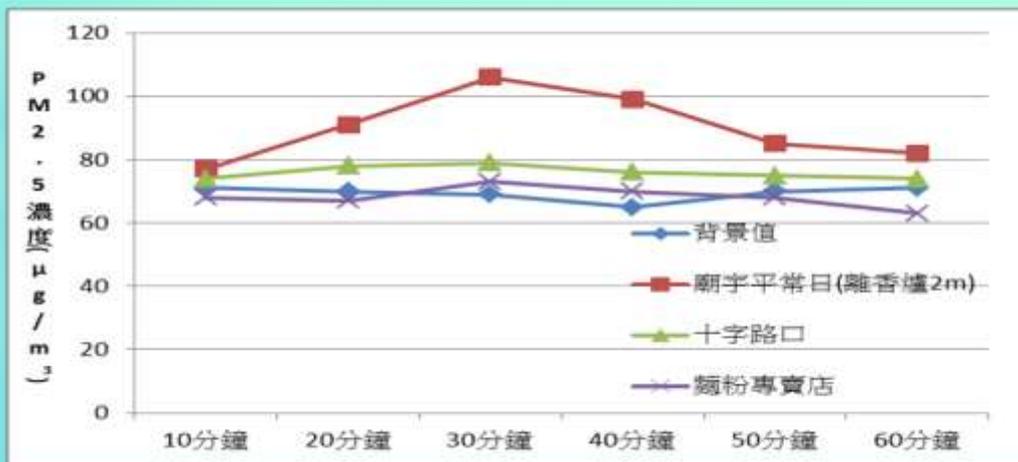
廟宇外香爐距離0m之PM2.5實測

## 汽車排放廢氣PM2.5濃度實測( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

量測時間	1分	2分	3分	4分	5分	6分	平均
背景值(車熄火)	6	6	6	6	6	6	6.0
排氣管口	12	11	11	12	11	11	11.3

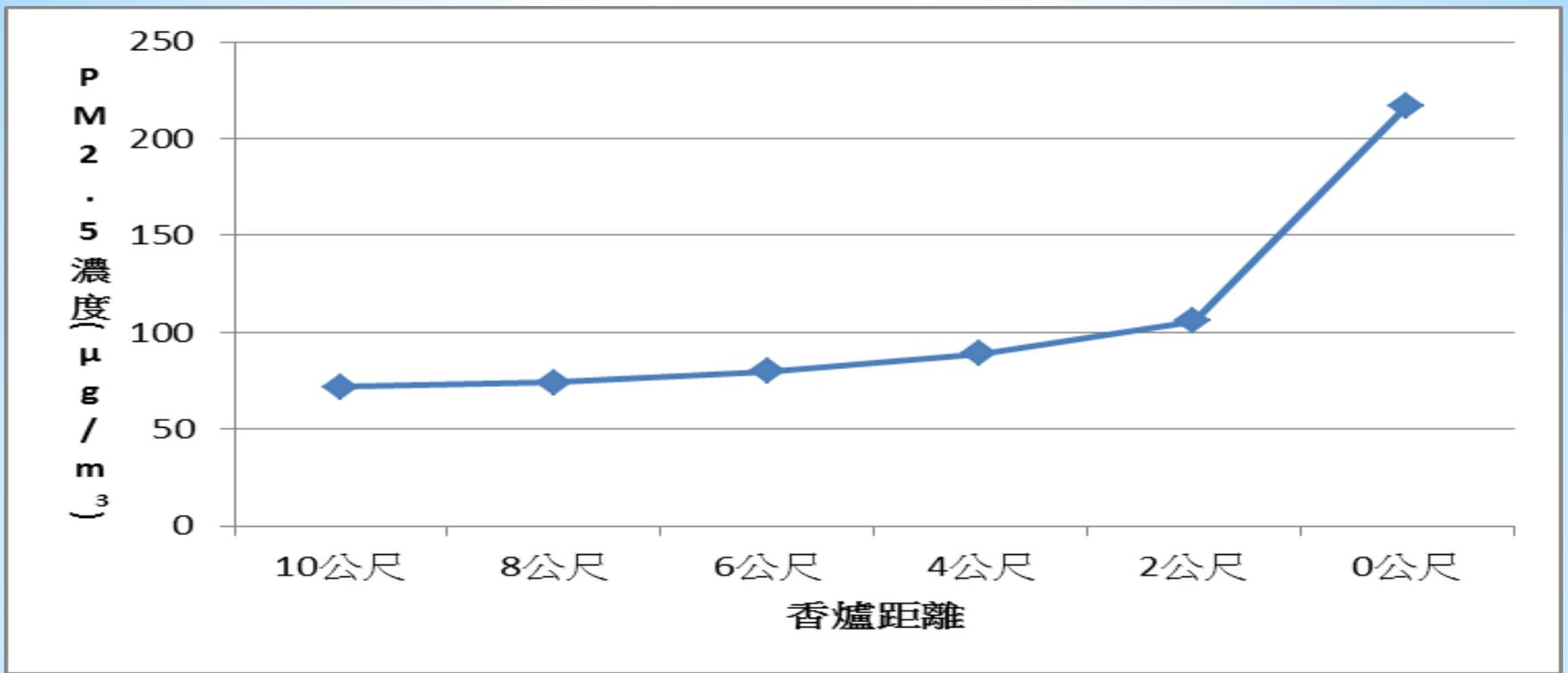


加油站內與站外10m處PM2.5濃度



十字路口、廟宇、麵粉專賣店PM2.5濃度

1. 我們使用老師的汽車進行排氣PM2.5檢測，啟動引擎後測量6分鐘PM2.5平均濃度增加約2倍。
2. 加油站內外PM2.5差異性不大。
3. 校園為背景值69.3 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )，麵粉專賣店差異性不大；上班時間十字路口濃度為76.0，高出約10%；廟宇的濃度90.0，比背景值高出30%。

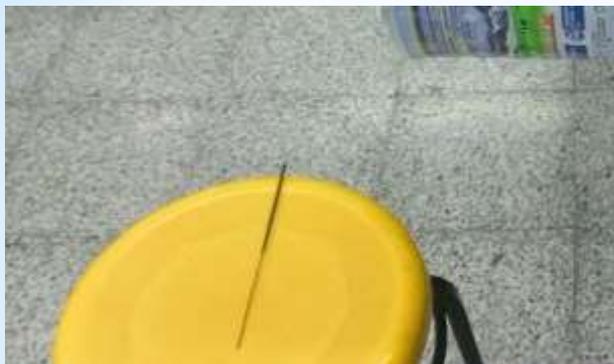


## 香爐距離與PM2.5的關係

香爐在距離10公尺外，濃度與背景值相差不大，距離8m、6m、4m、2m濃度依序增加了7%、16%、29%、53%，若將檢測器置於距離香爐0m處進行檢測，發現PM2.5濃度增為 $217\mu\text{g}/\text{m}^3$ 為背景值的3.14倍。

## 四、降水真的能降低PM2.5濃度嗎？

在實驗室燃燒線香提高PM2.5濃度，讓水霧器運轉30分鐘後，紀錄PM2.5濃度。



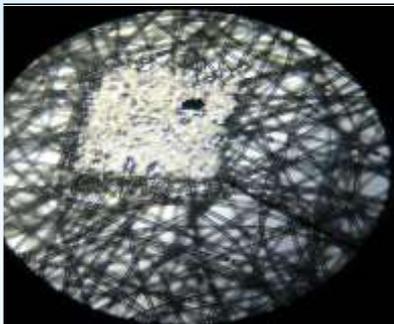
水霧器噴灑30分鐘後PM2.5濃度實測( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

量測時間	2min	4min	6min	8min	10min	12min	平均
背景值(燃燒一根線香後)	32	31	32	30	32	32	31.5
水霧器噴灑30分鐘後	30	31	26	27	29	26	28.2

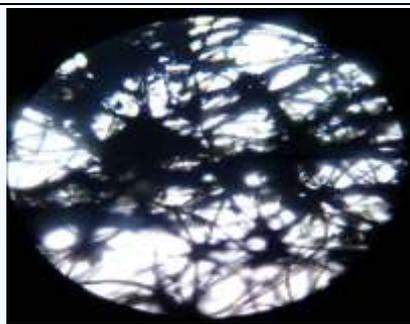
等30分鐘的原因，是因為檢測器會把水霧分子當成是PM2.5致使檢測濃度超過偵測極限 $500\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，實驗解果顯示，使用水霧約可降低10.5%的PM2.5。

# 五、市售口罩能阻擋PM2.5嗎？

(一)外科口罩、活性炭口罩及N95口罩在複式顯微鏡下的纖維



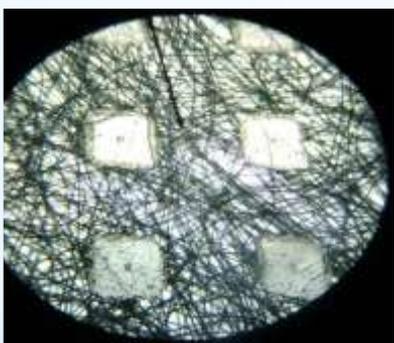
活性炭口罩外層 100X



活性炭口罩中間層 100X



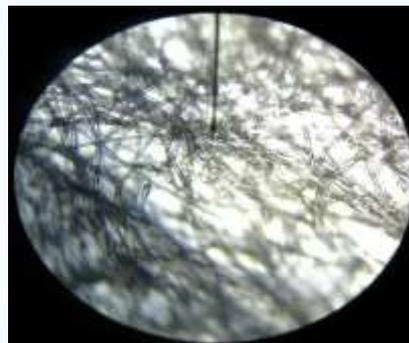
活性炭口罩內層 100X



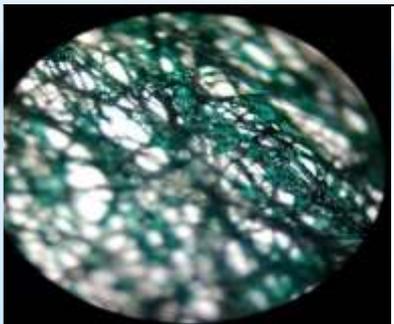
外科外層 40X



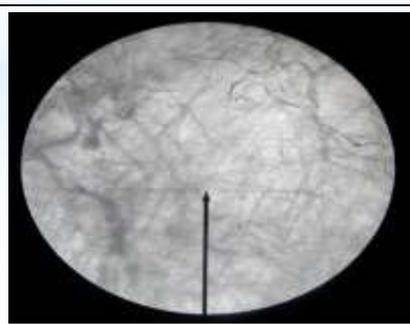
外科口罩中間層 100X



外科內層 100X



N95 口罩外層 100X



N95 口罩中間層 100X



N95 口罩內層 100X

## (二)外科口罩、活性炭口罩及N95口罩在複式顯微鏡下的纖維孔隙大小推算(μm)

			取樣一	取樣二	取樣三	阻擋範圍
活性炭 口罩	外層	最大孔隙	100	110	80	80~110
		最小孔隙	10	20	25	10~25
	中間層	最大孔隙	50	60	87.5	50~87.5
		最小孔隙	10	10	10	10.0
	內層	最大孔隙	30	20	37.5	29~37.5
		最小孔隙	10	5	12.5	5~12.5
外科口罩	外層	最大孔隙	1000	400	625	400~1000
		最小孔隙	10	10	20	10~20
	中間層	最大孔隙	200	9	250	9~250
		最小孔隙	5	5	1.25	1.25~5
	內層	最大孔隙	250	50	137.5	50~137.5
		最小孔隙	10	10	12.5	10~12.5
N95口罩	外層	最大孔隙	50	40	50	40~50
		最小孔隙	10	10	10	10.0
	中間層	最大孔隙	由多層纖維所組成，纖維厚、密度高，複式顯微鏡在400倍下仍無法清楚觀察孔隙大小。			
		最小孔隙	由多層纖維所組成，纖維厚、密度高，複式顯微鏡在400倍下仍無法清楚觀察孔隙大小。			
	內層	最大孔隙	60	10	40	10~60
		最小孔隙	10	5	10	5~10

### (三) 外科口罩、活性碳口罩及N95口罩對PM2.5的過濾效能



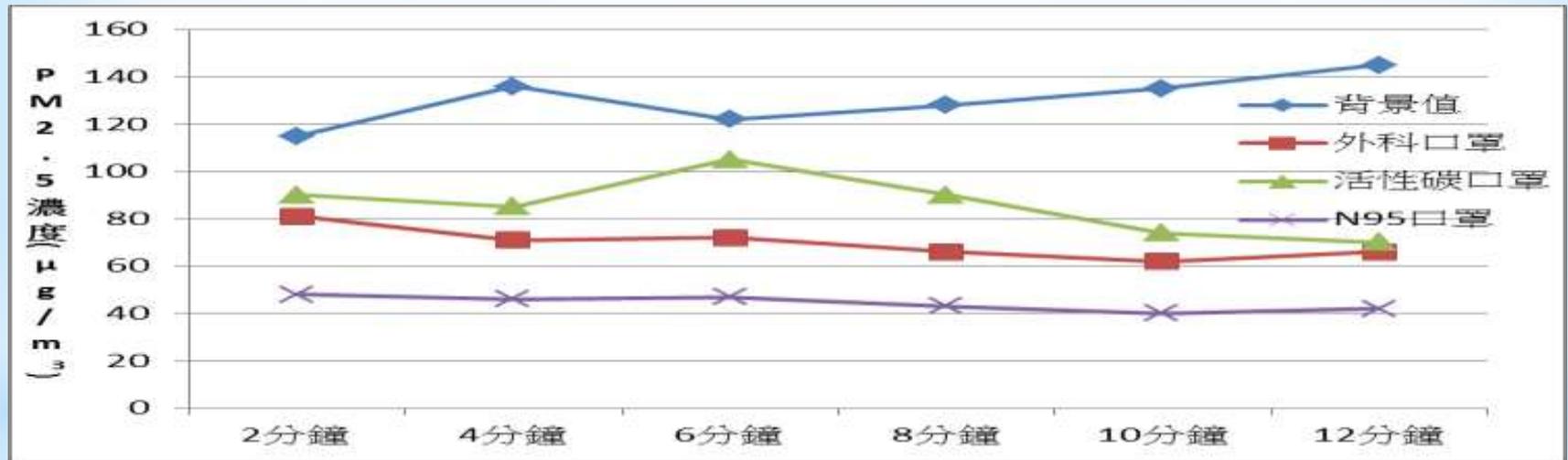
外科口罩測試



活性碳口罩測試



N95口罩測試



外科口罩、活性碳口罩及N95口罩對PM2.5阻擋能力與背景值相比分別降低了46%、34%及66%，以N95口罩阻擋能力最佳。

## 六、對付PM2.5，空氣清淨機有用嗎？



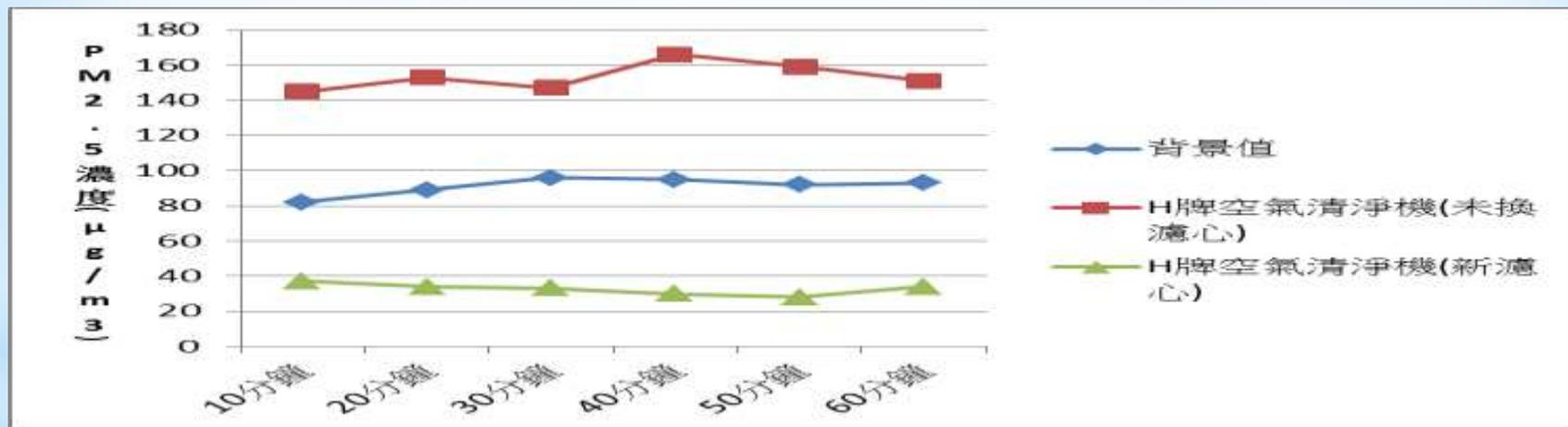
H牌醫療級空氣清淨機



使用五年沒換的濾心



更換新的濾心後重新檢測



我們發現5年沒換濾心的空氣清淨機將使室內空氣品質更加惡化，PM2.5濃度增加了68%。換上全新的濾心後，PM2.5濃度比背景值降低了2.8倍。

# 七、自製集塵設備探討對PM2.5的影響

我們結合靜電集塵、水霧及過濾三種處理方式，探討自製集塵設備對PM2.5的影響，步驟如下：

- 1.把紙箱裁出一個小長方形，並把N95、活性炭、外科口罩由外而內依序貼在洞口上。
- 2.在洞口對面的下方割一個小洞，以便觀察是先放入紙箱內的PM2.5檢測器。
- 3.啟動水霧器、自製集塵器進行前處理。
- 4.啟動馬達，使箱子內的壓力低於外界壓力，外界經水霧及靜電集塵後的空氣，經處理後再依序通過活性炭口罩、外科口罩及N95口罩後流經箱內，紀錄實驗數據。



黏貼口罩



置入檢測器



用馬達降低箱內氣體壓力



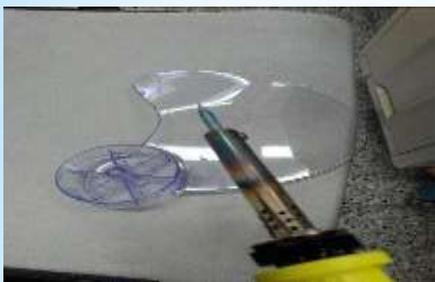
箱外靜電集塵

# 靜電集塵實驗的修正



1. 組裝支架、馬達
2. 將PVC管固定於輪子上
3. 連接線路
4. 測試驗電瓶張開角度

## 修正後



切除葉片



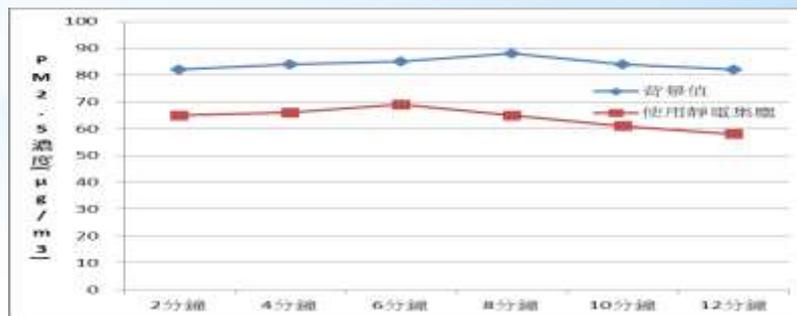
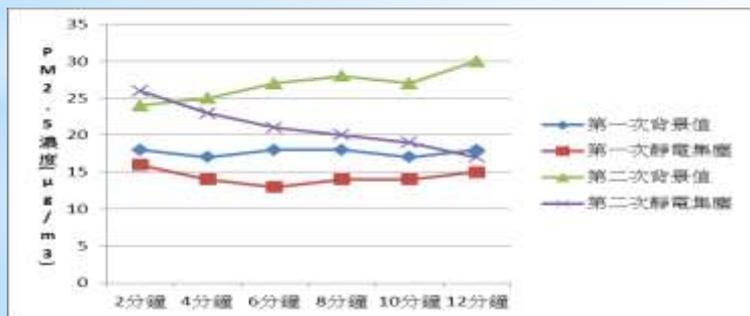
固定PVC管



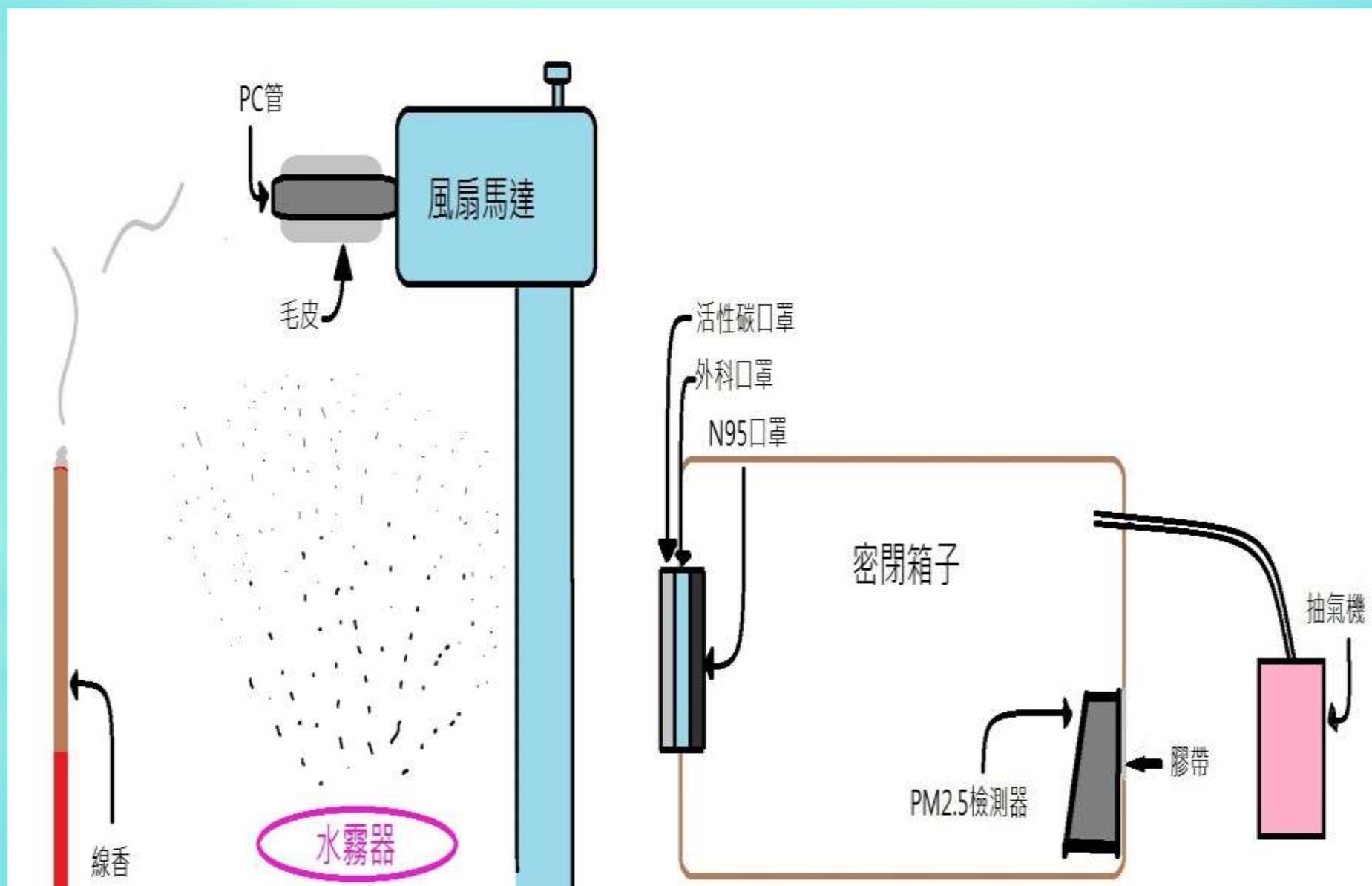
摩擦毛皮



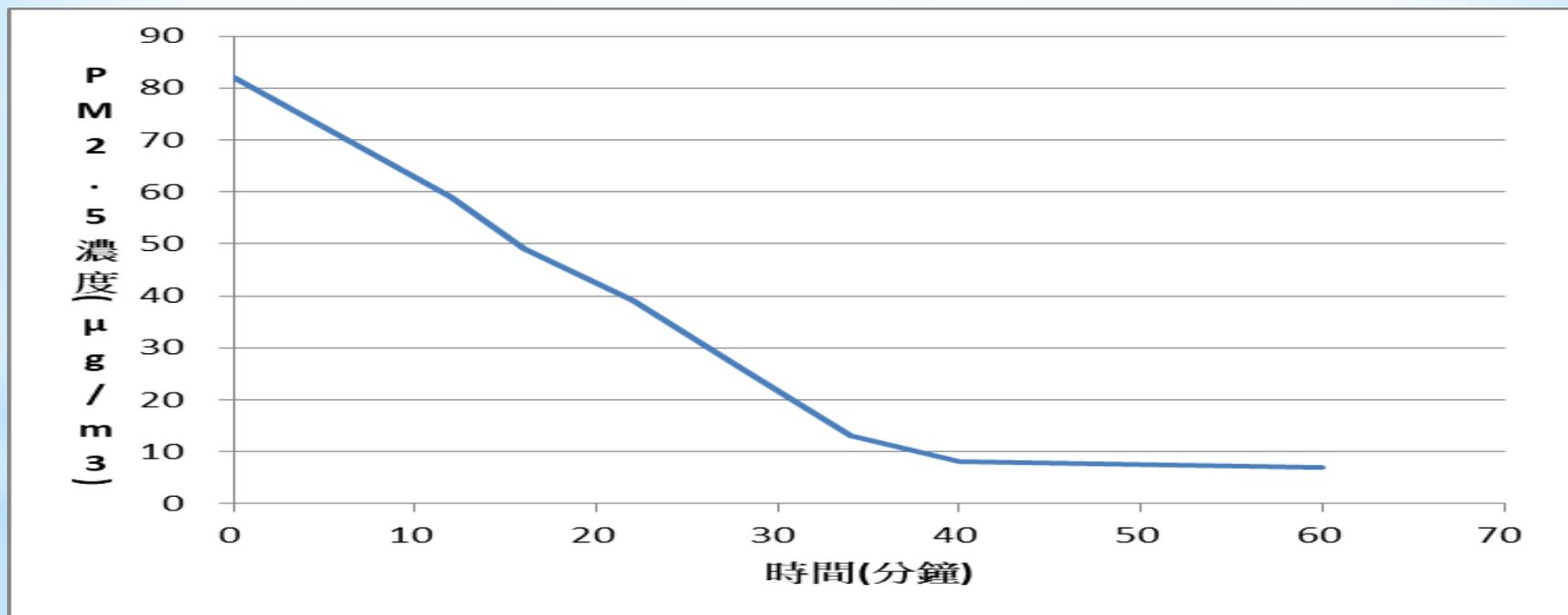
觀測實驗數據



# 實驗設計如下：



1. 把線香點燃，放入錐形瓶中固定位置。
2. 在密閉空間充滿煙，且PM2.5數值穩定。
3. 開啟水霧裝置。
4. 開啟風扇轉動摩擦毛皮產生靜電集塵。
5. 開啟抽氣機降低箱內壓力，讓空氣流入紙箱，觀察紙箱中PM2.5數值的變化。



我們發現處理40分鐘即可讓PM2.5數值從82.0降低至 $8\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，去除效率高達90%。

# 結論

- (一)家中臥室、客廳若過度裝潢，將導致PM2.5濃度比環境高的趨勢，本研究實測點的確使用大量石材與木材，PM2.5濃度比戶外高出約25%。
- (二)近年來，女性肺腺癌的比例偏高，本研究實測廚房炒菜產生的PM2.5濃度高出背景值9%，對身體造成的負擔不容忽視。
- (三)當PM2.5濃度出現紅色旗幟時，我們發現通風良好的教室與戶外濃度幾乎沒有差別，但是辦公室的PM2.5濃度比操場高出約6%。
- (四)加油站PM2.5濃度與路口差異不大。

- (五) 上班時間道路PM2.5濃度、平常日廟宇PM2.5濃度實測結果，分別比背景濃度高出約10%及30%。其中廟宇香爐距離0m，PM2.5濃度為背景值的3.14倍。
- (六) 水霧噴灑後的平均濃度為 $28.2\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，比噴灑前 $31.5\mu\text{g}/\text{m}^3$ 降低了10.5%。
- (七) 三種口罩中以N95口罩阻擋能力最佳。
- (八) 5年沒換濾心的空氣清淨機將使室內空氣品質更加惡化。
- (九) PM2.5去除能力以自製集塵器可去除90%的PM2.5效果最佳，其次為空氣清淨機(HEPA級濾紙)及N95口罩等。

報告結束