

裝訂線

# 屏東縣第 61 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：地球科學

組 別：國小組

作品名稱：灰濛濛的校園-風向的空氣汙染對校園空氣品質的影響

關鍵詞：PM2.5、PM10、空氣汙染

裝訂線

編號：A5021

## 摘要

本實驗發想自調查校園內空氣品質汙染主因，首先針對學校師長的訪談調查研究找出適合架設空氣盒子的地點，其次透過空氣盒子歷史資料分析 2 月份校園內 PM2.5 的濃度的變化。最後透過大環境數據分析 2019 年屏東市和潮州鎮 PM2.5 累積和高雄鄰近地區的關係變化，找出風向與風速對空氣品質的影響。本實驗研究結果有以下四點：(一)校園內 PM2.5 的濃度變化主要是與大環境的風向和地區性的擴散條件有關，其次是受到周圍居民活動的影響在不同的空氣盒子蒐集數據而有不同高峰。(二)面對街道或是戶外的空氣盒子 PM2.5 濃度數值較高，其次是面向內走廊的空氣盒子，裝設在室內機房的空氣盒子 PM2.5 濃度數值最低。(三)PM2.5 和 PM10 的變化趨勢和風向變化、風速變化趨勢皆不一致。(四)屏東和潮州地區 PM2.5 污染物的來源與楠梓、林園地區有密切的關係，當屏東和潮州地區大氣中的風速偏弱時，因為空氣的流動較差，一但高雄楠梓或林園地區的風速比屏東、潮州地區強時，則這些污染物很容易會累積在風速較弱的屏東和潮州地區。

## 目錄

壹、研究動機	P.1
貳、研究目的	P.1
參、研究設備及器材	P.2
肆、研究過程或方法	P.3
伍、研究結果	P.8
陸、討論	P.27
柒、結論	P.29
捌、參考資料及其他	P.30

## 壹、研究動機

我們是學校的旗手，負責搜尋當日的空氣品質，並且在川堂掛上空汙旗，但有時明明就是綠旗（表示空氣品質良好），可是卻會聞到隱約的臭味，後來想想才發現空汙偵測器又不  
在學校，但卻掛著相同數據的旗子，難怪會有不同的感受。可是那隱約的臭味又來自於哪  
裡？所以我們先訪談不同樓層和方位的老師們，並在反應最為嚴重的大樓設置空氣盒子，接  
著做一連串的觀察與紀錄。

## 貳、研究目的

- 一、調查本校空氣汙染源的種類。
- 二、觀測校園空氣品質的變化。
- 三、探討風向與風速對空氣品質的影響。
- 四、探討影響屏東市和潮州鎮 PM2.5 累積和高雄鄰近地區的關係。

## 參、研究設備及器材

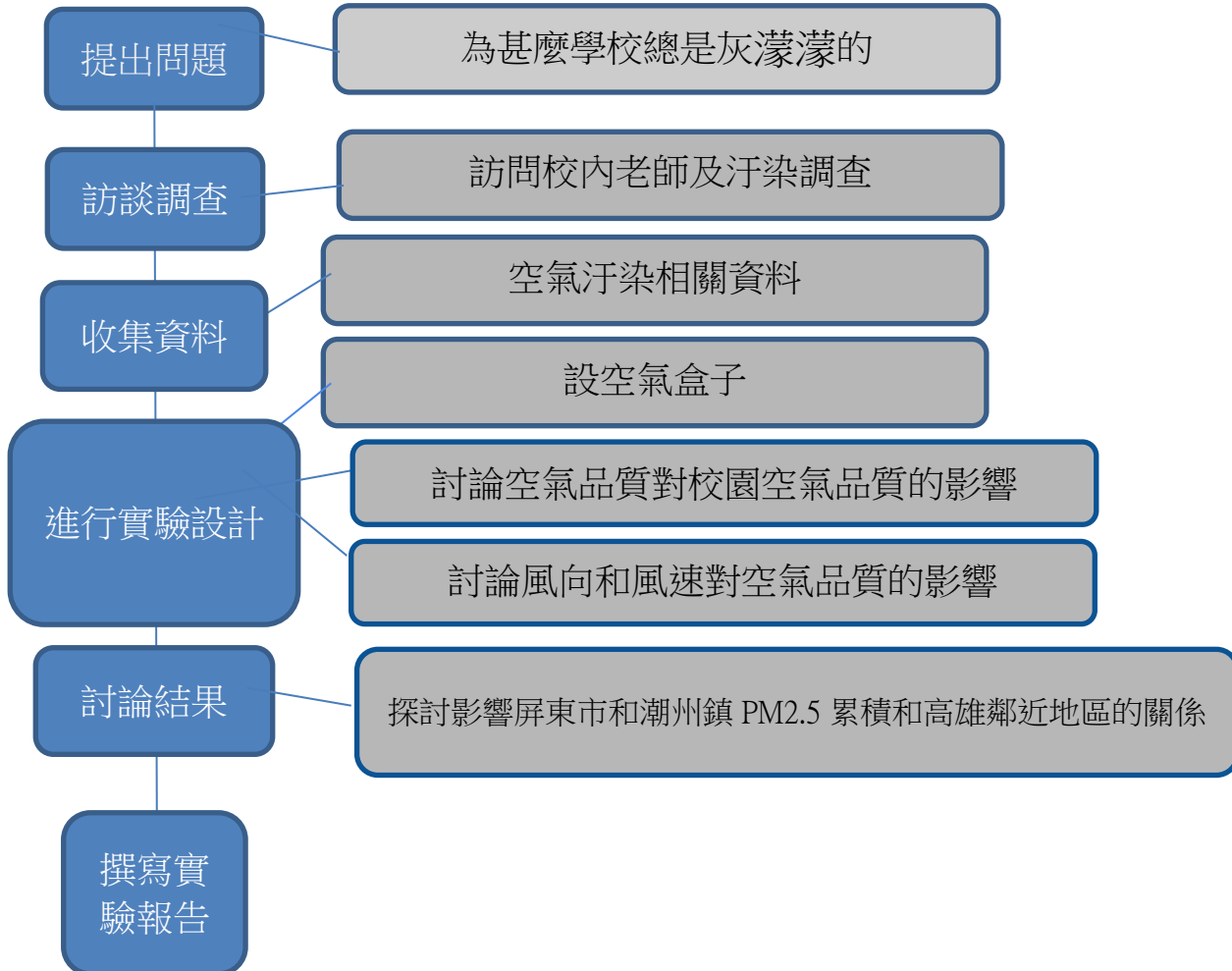
研究期間，我們研究團隊使用的器材、設備與功能整理如表一。

表一：研究器材、設備與功能表

圖片				
名稱	電腦	平板	風向儀	空氣盒子 EdiGreen AirBox
說明	數據分析	拍攝觀測所需的照片	測量風向	收集架設的空氣盒子的資料，本研究一共裝設了四台空氣盒子

## 肆、研究過程或方法

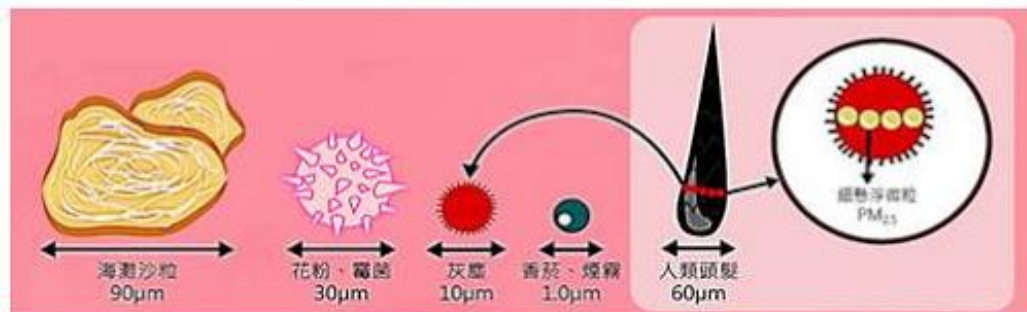
### 一、研究流程圖



## 二、 文獻探討

### 1. 細懸浮微粒

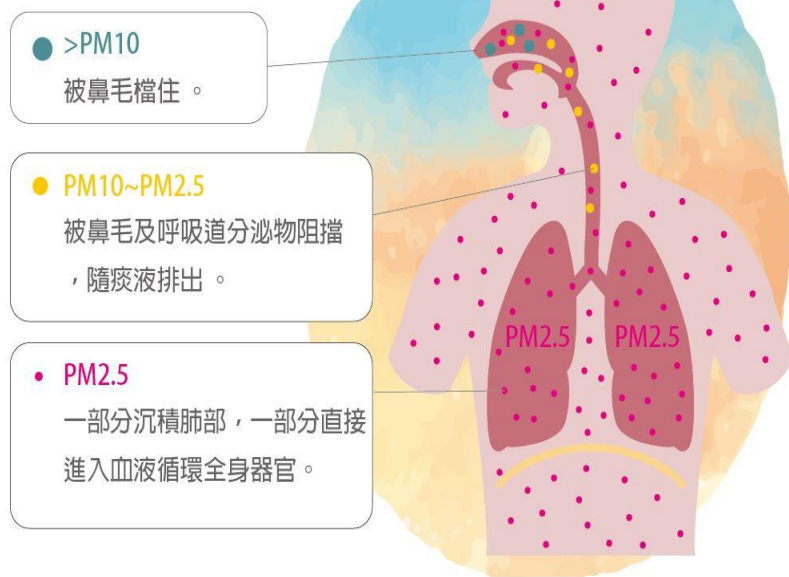
粒徑(μm)	粒徑大小說明
<100	稱總懸浮微粒(TSP)，約為海灘沙粒，可懸浮於空氣中。
<10	稱懸浮微粒(PM <sub>10</sub> )，約為沙子直徑的1/10，容易通過鼻腔之鼻毛與彎道到達喉嚨
2.5~10	稱粗懸浮微粒(PM <sub>2.5-10</sub> )，約頭髮直徑的1/8~1/20大小，可以被吸入並附著於人體的呼吸系統
<2.5	稱細懸浮微粒(PM <sub>2.5</sub> )，約頭髮直徑的1/28，可穿透肺部氣泡，直接進入血管中隨著血液循環全身。



大氣懸浮這些微粒大致可依粒徑(懸浮微粒有大小不同的粒子直徑簡稱粒徑)，大小分成3類，分別是超細粒徑顆粒(小於0.1微米)、細粒徑顆粒(0.1至2.5微米)，以及粗粒徑顆粒(2.5至10微米)。小於2.5微米的懸浮微粒對人體健康的影響最大。因為小於2.5微米的懸浮微粒(PM<sub>2.5</sub>)可深入人體自由穿透，所以細懸浮微粒PM<sub>2.5</sub>已經成為全球高度關注的新興污染物。而這些微小的粒子容易附著病菌、戴奧辛、多環芳香烴以及重金屬等有毒物質，當PM<sub>2.5</sub>經由鼻、咽及喉進入人體後，因為非常微細所以可以穿透肺泡，除了會沉積在支氣管及肺泡中，導致細支氣管擴張、肺水腫或支氣管纖維化等外；也會直接進入血管中隨著血液循環全身，影響腦部與心臟等幾乎全身所有器官，故會大幅增加心血管、肺線癌罹患率和呼吸系統疾病的可能性。而且如果空氣中PM<sub>2.5</sub>濃度過高，容易造成過敏、氣喘或孕婦早產。

## PM10 / PM2.5

### 鼻咽吸入分布圖解



## 2. AQI 空氣品質

空氣品質指數（英語：Air Quality Index, AQI）是定量描述空氣品質狀況的非線性無量綱指數。其數值越大、等級和類別越高、顏色越深，代表空氣污染狀況越嚴重，對人體的健康危害也就越大。

由於顆粒物沒有小時濃度標準，基於 24 小時平均濃度計算的 AQI 相對於空氣品質的小時變化會存在一定的滯後性，因此，當首要污染物為 PM<sub>2.5</sub> 和 PM<sub>10</sub> 時，在看 AQI 的同時還要兼顧其實時濃度數據。相關單位為彌補滯後性，同時發布了「即時空氣品質指數」，所有污染物均採用當前 1 小時平均濃度計算。要注意「實時空氣品質指數」不是 AQI。<sup>[1]</sup>

需要說明的是，AQI 的計算結果很大程度上取決於相應地區空氣品質分指數及對應的污染物項目濃度指數表，最終的計算結果需要參考相應的濃度指數表才具有實際意義。對於中國，AQI 與原來發布的空氣污染指數（API）有著很大的區別。AQI 分級計算參考的標準是 GB 3095-2012《環境空氣品質標準》（現行），參與評價的污染物為 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub>、CO 等六項，每小時發布一次；而 API 分級計算參考的標準是 GB 3095-1996《環境空氣品質標準》（已作廢），評價的污染物僅為 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 和 PM<sub>10</sub> 等三項，每天發布一次。因此，AQI 採用的標準更嚴、污染物指標更多、發布頻次更高，其評價結果也將更加接近公眾的真實感受。



## 空氣品質指標 (AQI) 與健康影響 資料來源：環保署

空氣品質指標 (AQI)	0~50	51~100	101~150	151~200	201~300	301~500
狀態色塊	良好	普通	對敏感族群不良	對所有族群不良	非常不良	有害
人體影響	污染程度低或無污染	對非常少數的極敏感族群產生輕微影響	對敏感族群健康造成影響，對一般大眾影響不明顯	對所有人健康開始產生影響，對敏感族群影響較嚴重	健康警報：對所有人都可能有較嚴重影響	健康威脅達緊急程度，所有人都可能受影響

**註** 監測資料將當日空氣中O<sub>3</sub>、PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、CO、SO<sub>2</sub>及NO<sub>2</sub>濃度等數值，依其對健康影響程度，分別換算出不同污染物的副指標值，再以當日各副指標最大值為該測站當日AQI值。

### 3. 空氣盒子

空氣盒子是市售的簡易空氣品質感測器，透過通訊模組傳輸，提供即時 PM<sub>2.5</sub> 監測資料、溫度與相對濕度資訊。隨著對於空氣品質的關注程度增加，類似空氣盒子這類低成本微型化的空氣品質感測器數量持續上升，然而微型感測器因為體積小，使用感測原理簡易，使得感測數據會與標準方法使用的設備產生誤差。

用於感測 PM 2.5 和溫度濕度資訊，再將收集到的資訊上傳到雲端平台，整合 Google Maps 地圖，讓使用者能透過網頁或手機 App 來隨時監看各據點的空氣品質資訊。

#### 空氣PM2.5濃度與健康影響 (國家室內空氣品質PM2.5標準為 <35 µg/m<sup>3</sup>)

PM2.5濃度 (µg/m <sup>3</sup> )	0 - 15	15 - 35	35	35 - 54	54 - 150	150 - 250	250 - 500
對健康影響	非常乾淨	乾淨	國家室內空氣品質標準	對敏感族群不健康	對所有族群不健康	非常不健康	危害
一般民眾活動建議	空氣品質極良好，污染程度極低或無污染。	空氣品質符合標準	國家室內空氣品質PM2.5標準	可能會對敏感族群的健康造成影響，但是對一般大眾的影響不明顯。	對所有人的健康開始產生影響，對於敏感族群可能產生較嚴重的健康影響。	健康警報：所有人都可能產生較嚴重的健康影響。	健康威脅達到緊急，所有人都可能受到影響。

4.根據行政院環境保護署空氣品質監測網「空品科普從風向看空氣品質」的公告資料指出：當粒狀污染物隨空氣流動、並隨著風吹往下風處，當下風處位於內陸、靠山區或是擴散條件較差時，粒狀污染物容易累積，使空氣品質相對於上風處較差。當大氣中風速偏弱時，空氣流動較差，若有空氣污染物排放源，則使當地較易累積污染物。

### 三、 實驗步驟

#### 1. 校園空氣品質之調查

- (1) 設計校園空氣品質調查問卷，並訪談校園老師對於校園空氣品質的感受。
- (2) 調查校園周遭環境可能造成空氣汙染來源的成因。
- (3) 架設校園內空氣盒子監測校園內的空氣品質，原有 2 台新增 2 台，一共 4 台。
- (4) 探究空氣汙染源
- (5) 繪製校園空氣品質的折線圖

#### 2. 查詢網路相關資料，進行歷史資料分析

## 伍、研究結果

### 一、 實驗一：調查本校空氣汙染源的種類

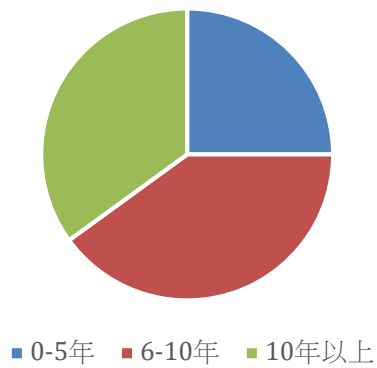
訪談教師：本次研究總共訪談了 20 位老師，節錄訪談重點如下述。

#### (一) 訪談問題統整表

##### 1. 服務年資

	0-5 年	6-10 年	10 年以上
人數	5	8	7

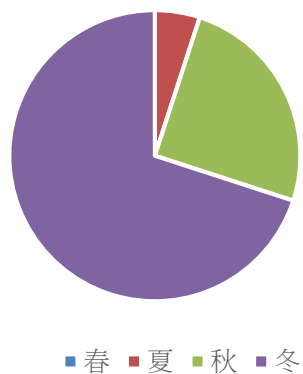
接受訪談教師服務年資統計圓餅圖



##### 2. 感受空氣汙染最嚴重的季節

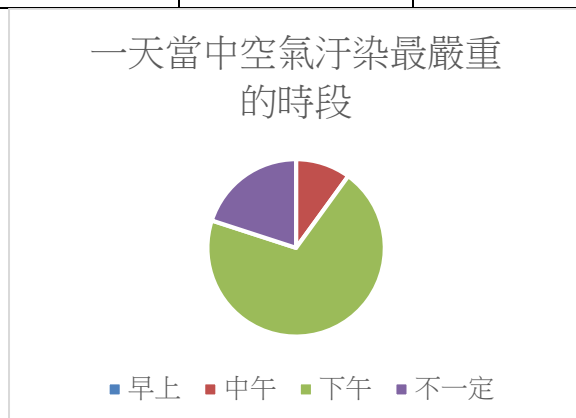
	春	夏	秋	冬
人數	0	1	5	14

感受空氣汙染最嚴重的季節



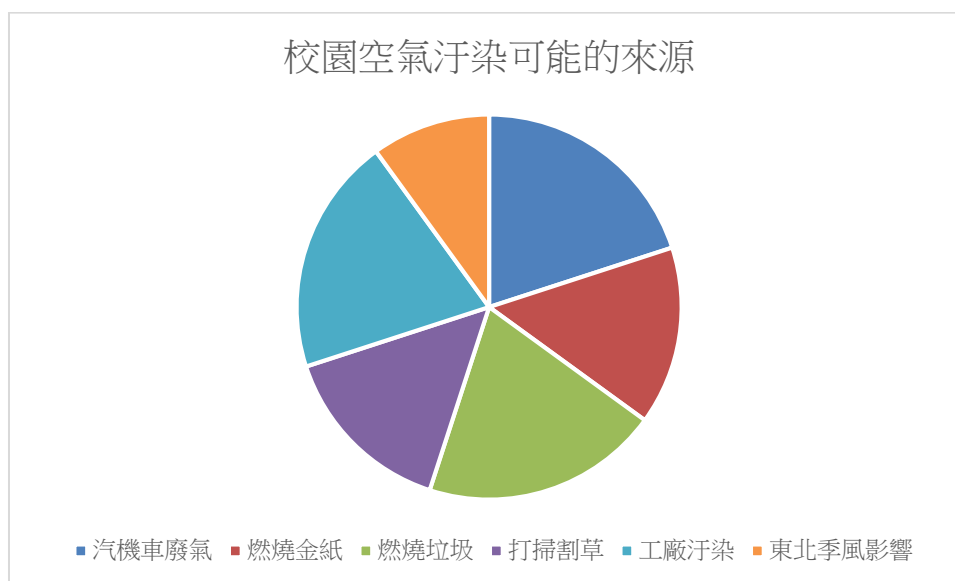
##### 3. 一天中空氣汙染最嚴重的時間

	早上	中午	下午	不一定
人數	0	2	14	4



#### 4. 可能的空氣污染源

	汽機車廢氣	燃燒金紙	燃燒垃圾	打掃割草	工廠汙染	東北季風影響
人數	4	3	4	3	4	2



#### 5. 小結：

- (1) 受訪教師感受天氣汙染最嚴重的季節為冬季。
- (2) 受訪教師感受一天當中空氣汙染最嚴重的時段為下午。
- (3) 受訪教師提出可能空氣汙染的來源有：汽機車廢氣、燃燒金紙、燃燒垃圾、打掃割草與東北季風影響。

## (二) 校園環境調查：

1. 本次研究調查了學校周圍可能造成空氣污染的因素，並繪製成下圖，本校 S1 大樓鄰近民宅，烤鴨店和鐵工廠，S1 和 S2 大樓中間有一排綠樹，N 樓旁也有一排綠樹，W 樓鄰近大馬路，對面有一間廟宇。



## 2. 小結：

- (1) 經調查可能造成校園空氣污染的原因包含汽機車排放的廢氣，廟宇燃燒經紙的廢氣，烤鴨店和鐵工廠運作時的廢氣污染。
- (2) 為了更加確定校園空氣污染的原因，我們決定加裝校園內的空氣盒子監測空氣品質，由於 S1 大樓的老師反映空氣品質狀況較差，所以加裝空氣盒子於 S1 大樓一樓。W 大樓一樓原有一台空氣盒子，再加裝一台空氣盒子在三樓。希望透過空氣盒子的監測可以找出校園空氣污染源。

二、 實驗二：觀測校園空氣品質的變化。

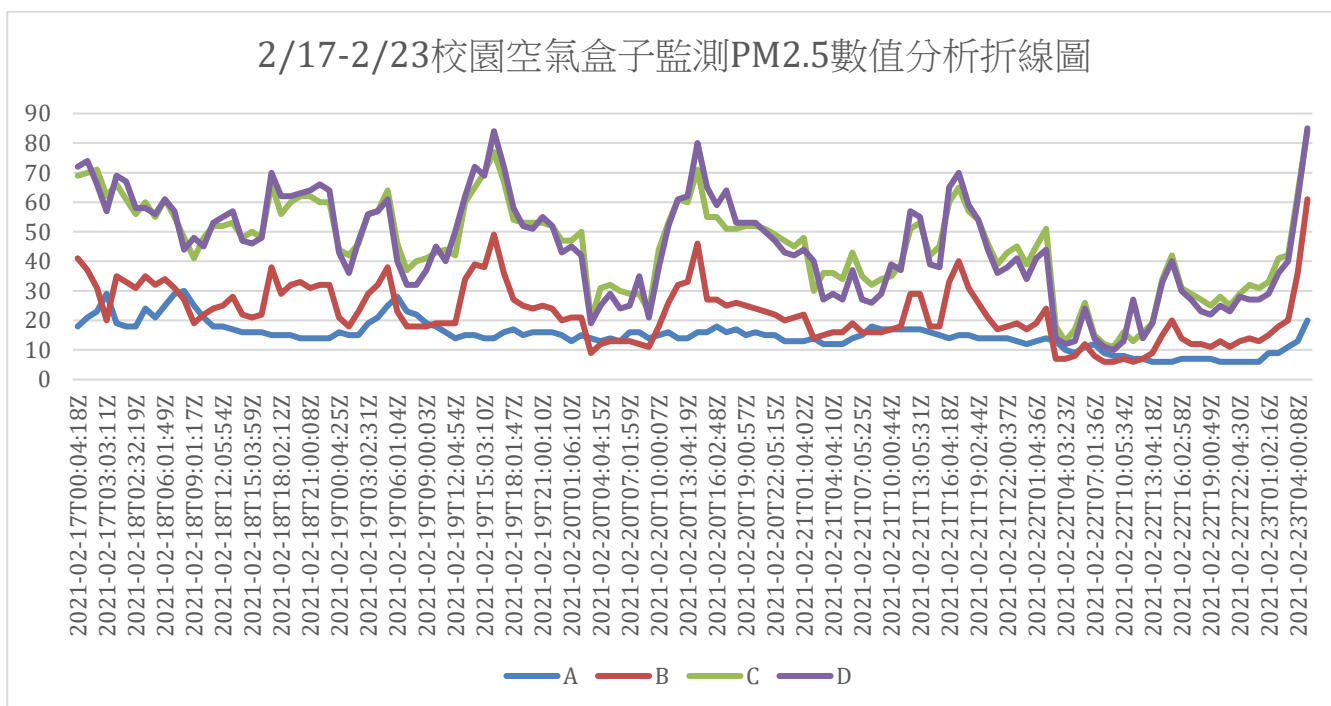
(一) 空氣盒子架設地點：如下表說明

空氣盒子代號	A	B	C	D
裝設地點	W樓二樓機房	W樓一樓走廊 (面走廊)	W樓三樓自然教室窗外 (面馬路)	S1一樓教室窗外 (面外側民宅工廠)
組別	對照組	實驗組一	實驗組二	實驗組三
說明	架設在機房內溫濕度變化一致，理論上空氣品質較好成為本實驗的對照組。	學校原有的空氣盒子架設在W樓一樓走廊。	為了實驗新增裝置，目的想要和B裝置比較空氣盒子擺放朝外馬路是否有差異。	為了實驗新增裝置，根據實驗一的調查結果而加裝的裝置，目的想要了解旁邊的民宅和工廠是否對於校園的空氣品質有所影響。

(二) 觀測時間：2020/10/1~2021/2/26[其中 A B 兩台空氣盒子從 10 月開始，CD 兩台空氣盒子從 12 月新增架設]

(三) 分析數據比較：比較校園內 A B C D 四台空氣盒子的監測變化，歸納分析如下。

1. 2/17-2/23 空氣盒子 PM2.5 觀測值的變化

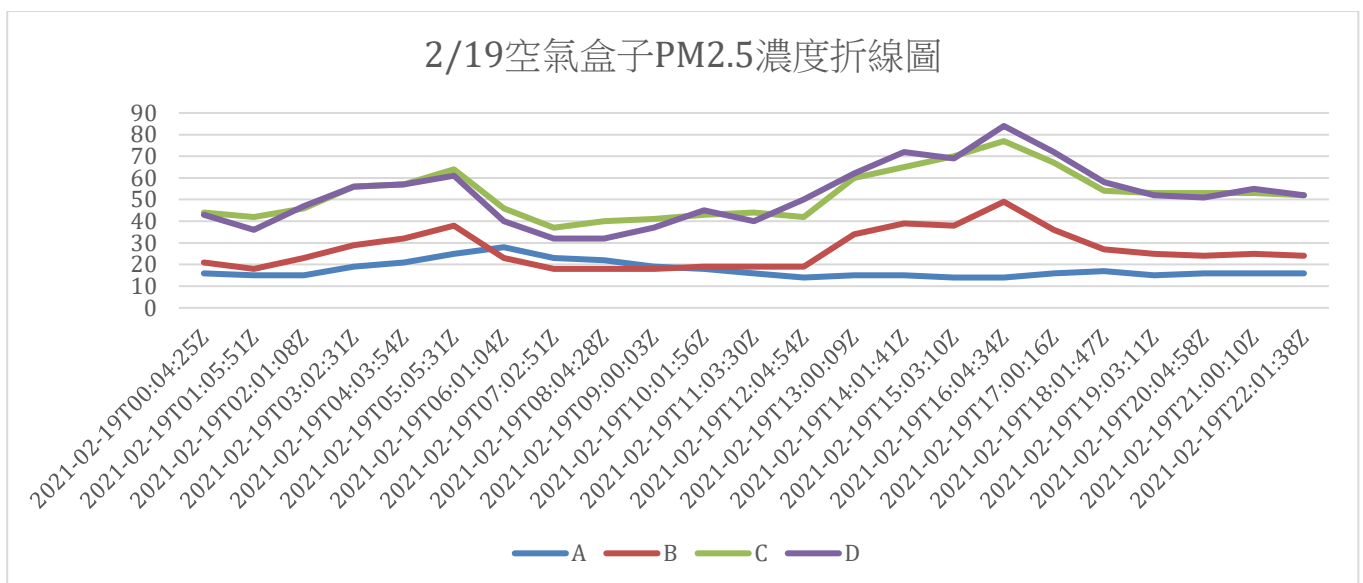


小結：

- (1) 空氣盒子 A 為此實驗之對照組，其 PM2.5 濃度大部分落在 0-15 區間，平均值為 14，空氣品質極良好，空氣非常乾淨，空汙旗代表為綠旗。
- (2) 空氣盒子 B 之 PM2.5 濃度變化幅度不大，濃度落在 10-50 區間，平均值為 22，以平均值而言仍屬乾淨，符合標準。其中 2/17 00:04、2/18 17:00、2/19 05:05、2/19 16:04、2/20 14:05、2/17 17:06 濃度皆有大於 35 的高峰，空氣品質較差，空汙旗代表為橘旗。
- (3) 空氣盒子 C 之 PM2.5 濃度變化幅度很大，其 PM2.5 濃度大部分落在 10-70 區間，平均值為 45。其幾個高峰分別為 2/17 02:01(66)、2/18 17:00(70)、2/19 05:00(64)、2/19 17:00(72)、2/20 15:00(65)，而這幾個高峰值 PM2.5 濃度對健康的影響為「對所有族群不健康」，空汙旗代表為紅旗。
- (4) 空氣盒子 D 之 PM2.5 濃度變化幅度很大，其 PM2.5 濃度大部分落在 10-80 區間，平均值為 45。其中幾個高峰分別為 2/18 17:00(70)、2/19 16:00(84)、2/20 14:00(80)、2/21 17:00(70)，而這幾個高峰值 PM2.5 濃度對健康的影響為「對所有族群不健康」，空汙旗代表為紅旗。
- (5) B、C、D 三台空氣盒子的折線圖，其趨勢波度走向趨於一致性，其中以 2/19 16:00-17:00 的 PM2.5 濃度為最高，其次是 2/20 14:00-15:00。2/22 03:00 的 PM2.5 濃度最低、其次是 2/20 03:00。

## 2. 一天當中 PM2.5 數值變化分析

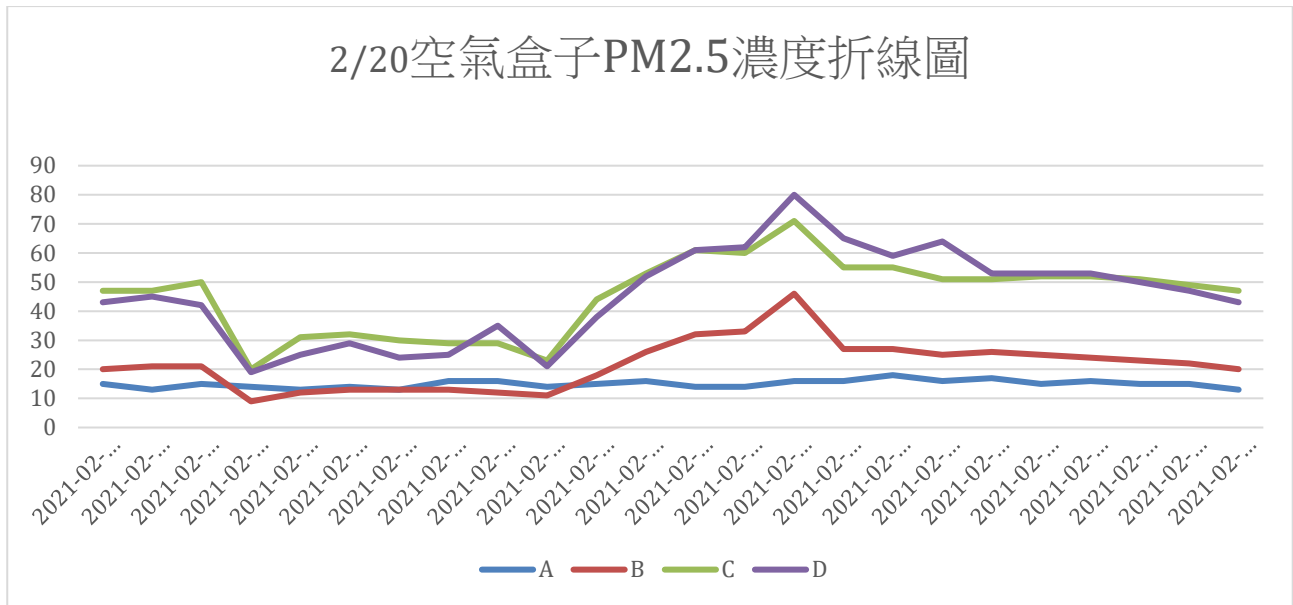
根據 2/17-2/23 的數據分析，發現 2/19 和 2/20 的 PM2.5 濃度有高峰，2/22 是開學日，故選定這三天做分析如下圖說明：





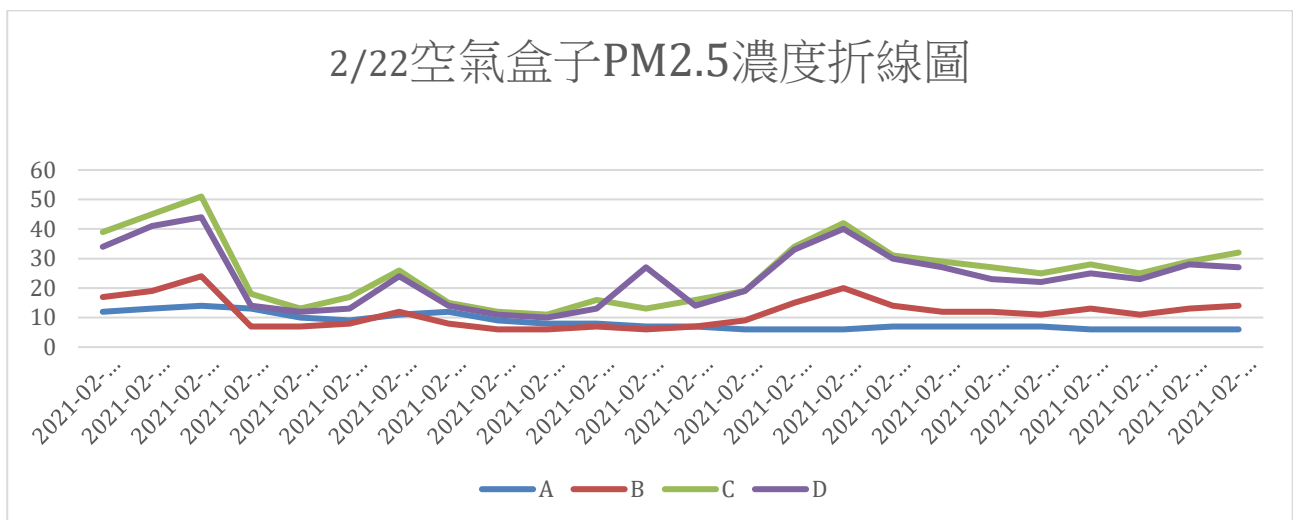
小結：

- (1) PM2.5 濃度在 05:00 偏高，其中以空氣盒子 C 測得數據 61 為最高，空汙旗色紅旗，對所有族群不健康。
- (2) PM2.5 濃度在 16:00 最高，其中以空氣盒子 D 測得數據 81 為最高，空汙旗色紅旗，對所有族群不健康。



小結：

- (1) PM2.5 濃度在 02:00 偏高，其中以空氣盒子 C 測得數據 50 為最高，空汙旗色橘旗，對敏感族群不健康。
- (2) PM2.5 濃度在 14:00 最高，其中以空氣盒子 D 測得數據 80 為最高，空汙旗色紅旗，對所有族群不健康。

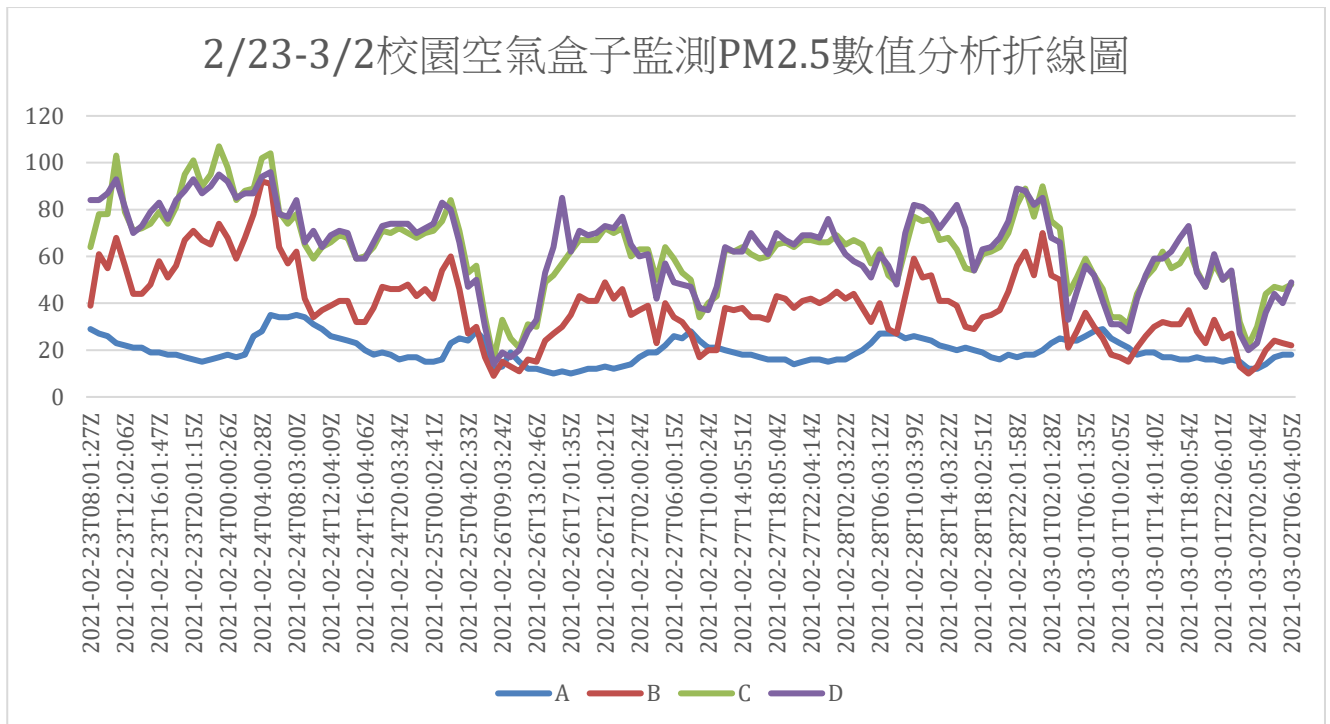


小結：



- (1) PM2.5 濃度在 02:00 最高，其中以空氣盒子 C 測得數據 51 為最高，空汙旗色橘旗，對敏感族群不健康。
- (2) PM2.5 濃度在 15:00 偏高，其中以空氣盒子 C 測得數據 42 為最高，空汙旗色橘旗，對敏感族群不健康。
- (3) 空氣盒子 D 在 11:00 有個高峰，PM2.5 濃度為 27，空汙旗為黃旗，空氣品質普通，但其他三台空氣盒子測得的數值皆在 13 以下，空汙旗為綠旗，空氣品質良好。

### 3. 2/23-3/2 空氣盒子數值分析



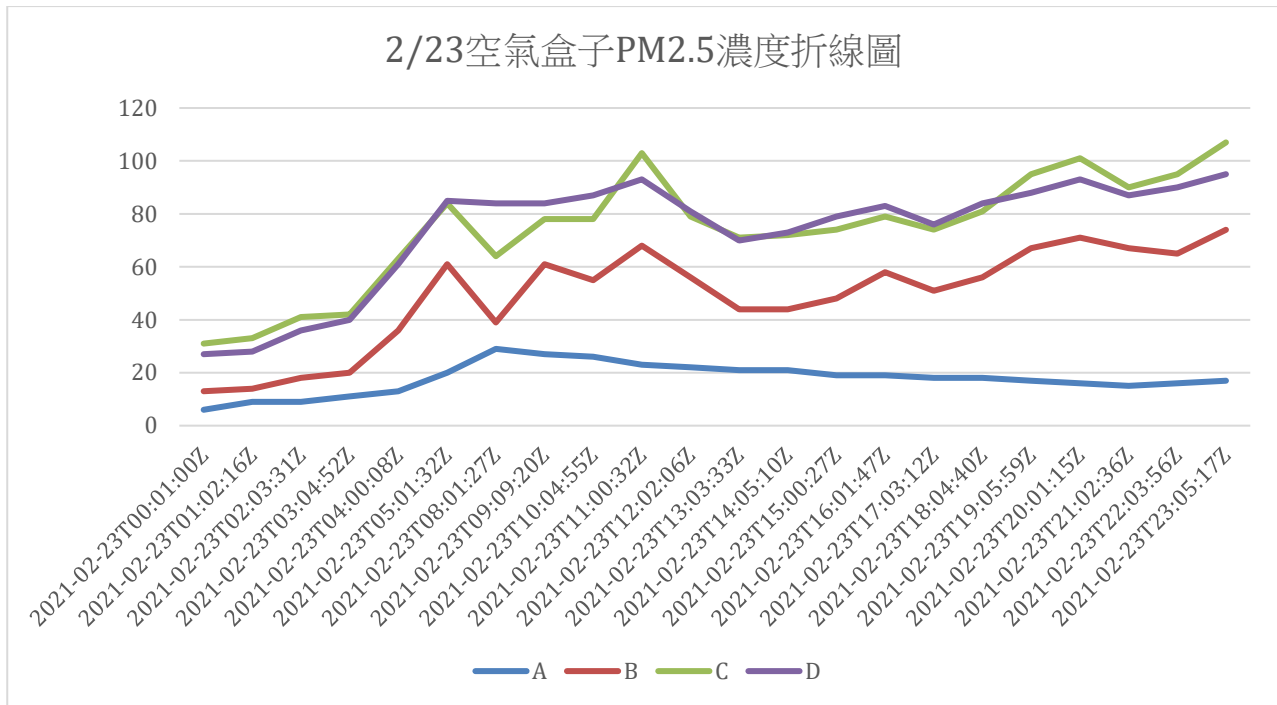
#### 小結:

- (1) 空氣盒子 A 為此實驗之對照組，其 PM2.5 濃度大部分落在 15-30 區間，平均值為 19，空氣品質為普通，空汙旗代表為黃旗。顯示此周空氣品質較差，連機房室內的對照組空氣品質都只是普通而已。
- (2) 空氣盒子 B 其 PM2.5 濃度落在 14-94 區間，平均值為 39，2/24 04:00(94)、3/1 02:00(68)濃度皆有大於 60 的高峰，空氣品質較較差，空汙旗為紅旗，對所有族群不健康。
- (3) 空氣盒子 C 其 PM2.5 濃度大部分落在 14-107 區間，平均值為 62。其中 2/23 11:00 到 2/24 05:00 空氣品質最差，PM2.5 濃度皆在 80 以上，對健康的影響為「對所有族群不健康」，空汙旗代表為紅旗。
- (4) 空氣盒子 D 之 PM2.5 濃度變化幅度很大，其 PM2.5 濃度大部分落在 19-89 區間，平均值為 62，其中 2/23、2/26、2/28 皆有超過 80 的高峰。

(5) B、C、D 三台空氣盒子的折線圖，其趨勢波度走向趨於一致性，但 C、D 兩台的波度走向更雷同，平均值也一樣。

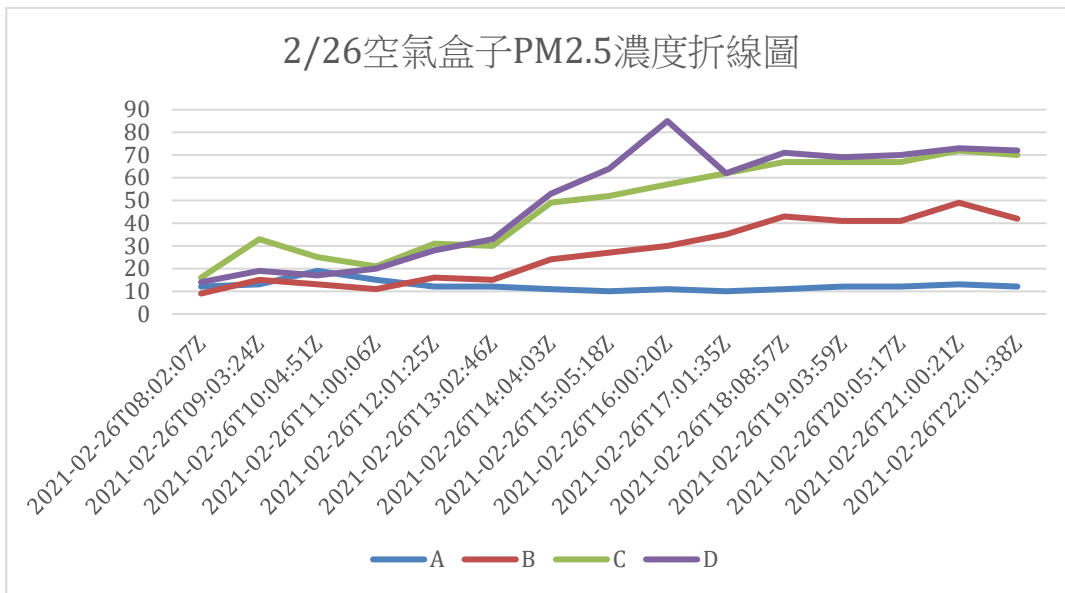
#### 4. 一天當中空氣盒子比較

由於 C、D 兩台空氣盒子的 PM2.5 數據在 2/23、2/26、2/28 皆有超過 80 的高峰，2/26 折現變化幅度最大，因此挑選這三天進行比較。



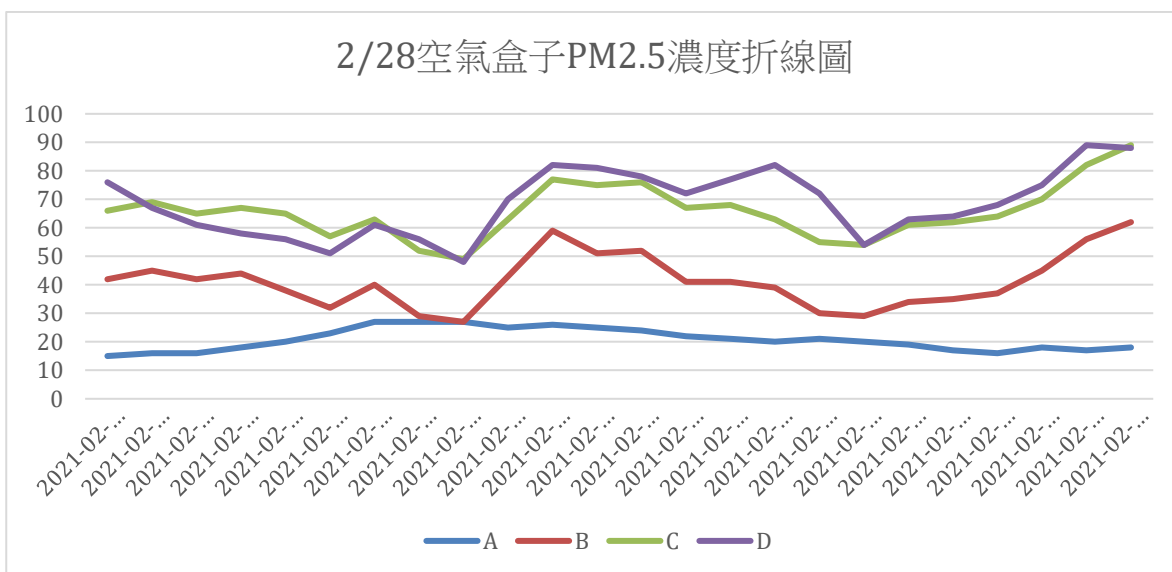
小結:

- (1) 凌晨 2:00 前 PM2.5 的空氣品質為普通，濃度在 35 以下，3:00-5:00 持續升高，5:00PM2.5 濃度為 85，空氣品質差，對所有族群皆不健康。中午 11:00 再創新高，濃度為 103。
- (2) 由 C、D 兩台空氣盒子的數值分析，當日從凌晨 3:00 過後空氣品質差，空汙旗為紅旗，對所有族群皆不健康，而這一波空氣汙染一延續到 2/24 9:00 過後才趨於緩和。



小結：

- (1) 2/26 是元宵節，農曆元月十五日，分析當日的 PM2.5 濃度發現，上午 9:00 時空氣盒子 C 的濃度最高，高達 33，其餘三台空氣盒子皆在 20 以下為空氣良好。推論可能原因為空氣盒子 C 面對校門口前的廟宇，此時正在燃燒經紙。
- (2) 2/26 16:00 空氣盒子 D 的濃度最高為 85，而其他推論可能跟附近居民燃燒垃圾有關。
- (3) 2/26 14:00 過後一直到 22:00PM2.5 濃度不斷攀升，濃度皆超過 55，空汙旗為紅旗，對所有族群不健康。對照環保署 2 月 24 日的聲明，26 日環境風場為偏東風，背風側西半部地區風速弱，水平及垂直擴散條件差，污染物易累積。跟實驗測得的數據相符合



小結:

- (1) 2/28 當日空氣盒子 C 和 D 測得的數值皆在 60 以上，其整日的空氣品質差，空汙旗為紅

色，對所有族群皆不健康。

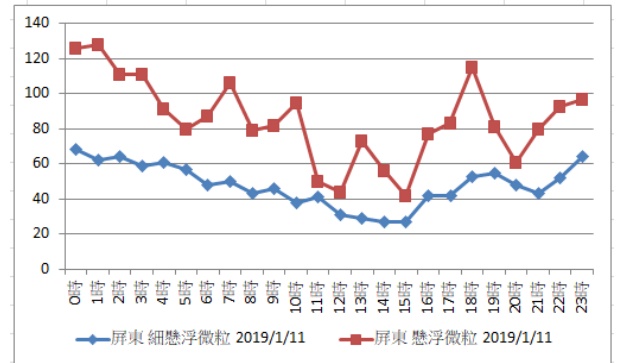
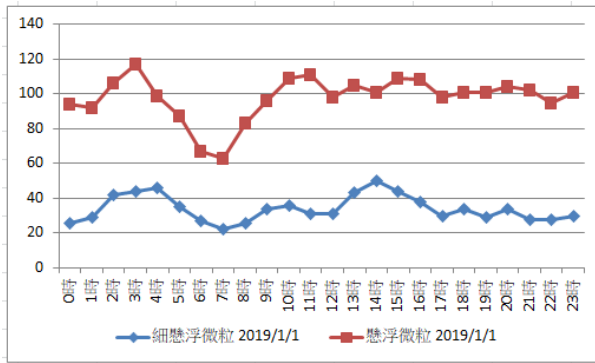
- (2) 2/28 15:00 空氣盒子 D 測得數據為 82，較空氣盒子 C 的濃度高過 20，可能為附近居民燃燒垃圾有關。

### 三、實驗三：探討風向和風速對空氣品質的影響。

#### (一) 實驗 3-1：調查 PM2.5 和 PM10 的變化趨勢是否一致

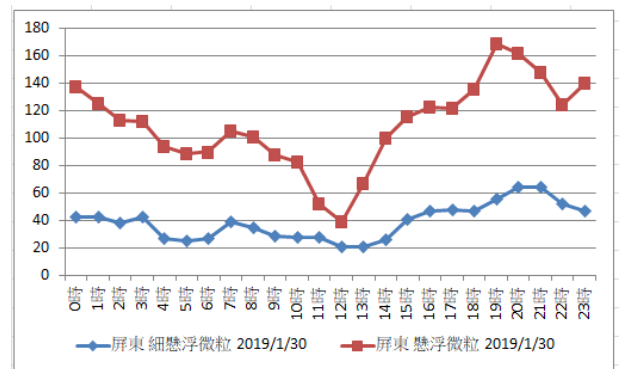
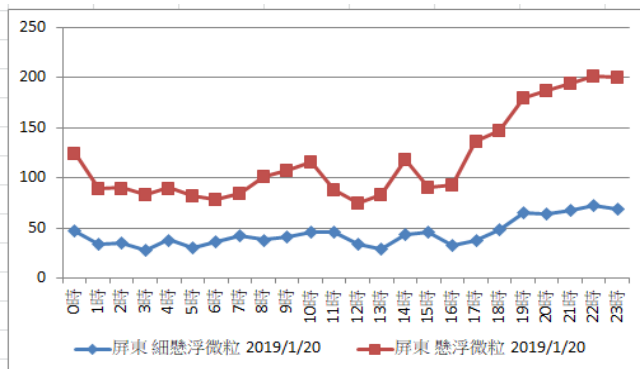
測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	細懸浮微粒	2019/1/1	26	29	42	44	46	35	27	22	26	34	36	31	31	43	50	44	38	30	34	29	34	28	28	30
屏東	懸浮微粒	2019/1/1	68	63	64	73	53	52	40	41	57	62	73	80	67	62	51	65	70	68	67	72	70	74	67	71

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	細懸浮微粒	2019/1/11	68	62	64	59	61	57	48	50	43	46	38	41	31	29	27	27	42	42	53	55	48	43	52	64
屏東	懸浮微粒	2019/1/11	126	128	111	111	91	80	87	106	79	82	95	50	44	73	56	42	77	83	115	81	61	80	93	97



測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	細懸浮微粒	2019/1/20	47	34	35	28	38	30	36	42	38	41	46	46	34	29	43	46	33	37	48	65	64	68	72	69
屏東	懸浮微粒	2019/1/20	78	55	55	55	52	52	43	42	63	67	70	42	41	54	75	45	60	99	99	115	123	127	130	131

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	細懸浮微粒	2019/1/30	43	43	38	43	27	25	27	39	35	29	28	28	21	21	26	41	47	48	47	56	64	64	52	47
屏東	懸浮微粒	2019/1/30	94	82	75	69	67	64	63	66	66	59	55	24	18	46	74	75	76	74	89	113	98	84	72	93



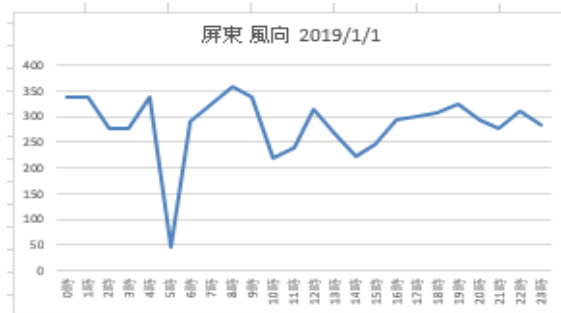
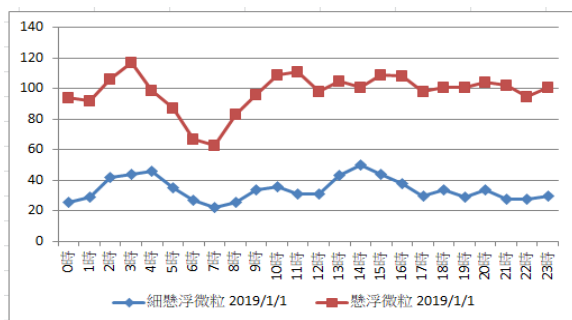
小結：依據上面的圖表判斷，同一天時 PM2.5 和 PM10 變化的趨勢大致一樣，只是大小變化不同，若從上面的圖表判斷，PM10 的變化幅度比較大，而 PM2.5 的變化幅度較小，兩個變化的趨勢大致一樣。

#### (二) 實驗 3-2：調查 PM2.5 和 PM10 的變化趨勢和風向、風速的變化趨勢是否有關

##### 實驗 3-2-1 調查 PM2.5 和 PM10 的變化趨勢和風向是否有關

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	細懸浮微粒	2019/1/1	26	29	42	44	46	35	27	22	26	34	36	31	31	43	50	44	38	30	34	29	34	28	28	30
屏東	懸浮微粒	2019/1/1	68	63	64	73	53	52	40	41	57	62	73	80	67	62	51	65	70	68	67	72	70	74	67	71

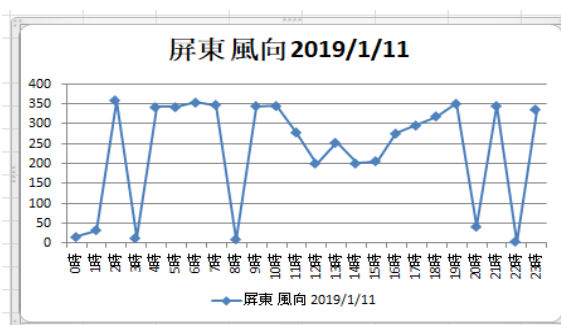
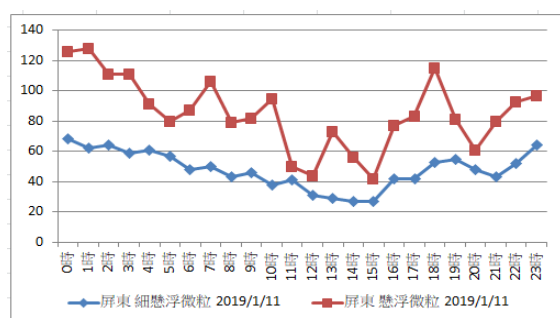
測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	風向	2019/1/1	339	339	276	276	339	45	290	324	358	339	219	239	315	268	222	247	294	301	307	323	294	276	310	282



小結：從上面和右上的圖表可以判斷 PM2.5 和 PM10 的變化趨勢和風向變化的趨勢是不一致

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	細懸浮微	2019/1/11	68	62	64	59	61	57	48	50	43	46	38	41	31	29	27	27	42	42	53	55	48	43	52	64
屏東	懸浮微粒	2019/1/11	126	128	111	111	91	80	87	106	79	82	95	50	44	73	56	42	77	83	115	81	61	80	93	97

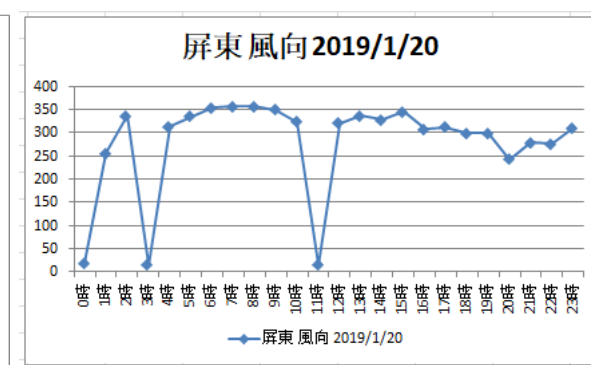
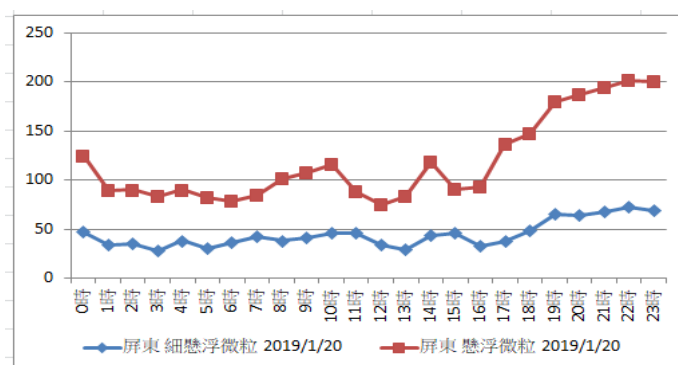
測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	風向	2019/1/11	16	32	358	13	342	##	354	346	8	344	345	277	199	253	201	205	276	296	318	351	41	345	3.4	335



小結：從上面的圖表可以判斷 PM2.5 和 PM10 的變化趨勢和風向變化的趨勢是不一致。

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	細懸浮微	2019/1/20	47	34	35	28	38	30	36	42	38	41	46	46	34	29	43	46	33	37	48	65	64	68	72	69
屏東	懸浮微粒	2019/1/20	78	55	55	55	52	52	43	42	63	67	70	42	41	54	75	45	60	99	99	115	123	127	130	131

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	風向	2019/1/20	18	255	336	14	313	335	353	357	357	349	323	14	321	337	328	345	307	312	299	299	243	279	275	310

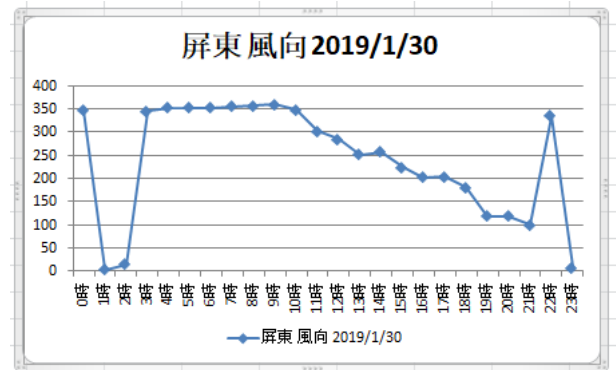
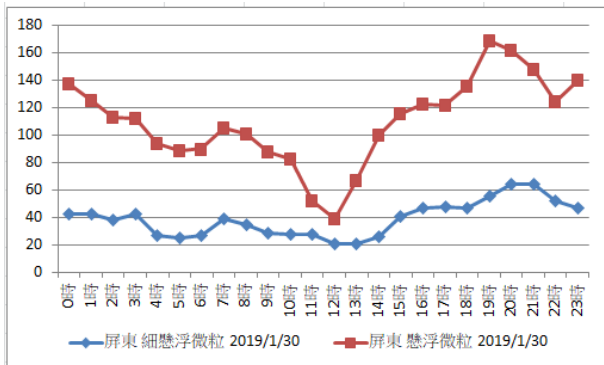


小結：從上面的圖表可以判斷 PM2.5 和 PM10 的變化趨勢和風向變化的趨勢是不一致。



測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	細懸浮微粒	2019/1/30	43	43	38	43	27	25	27	39	35	29	28	28	21	21	26	41	47	48	47	56	64	64	52	47
屏東	懸浮微粒	2019/1/30	94	82	75	69	67	64	63	66	66	59	55	24	18	46	74	75	76	74	89	113	98	84	72	93

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	風向	2019/1/30	347	2.9	14	345	352	352	352	355	357	359	348	302	284	251	257	224	202	203	181	118	118	99	335	7.4

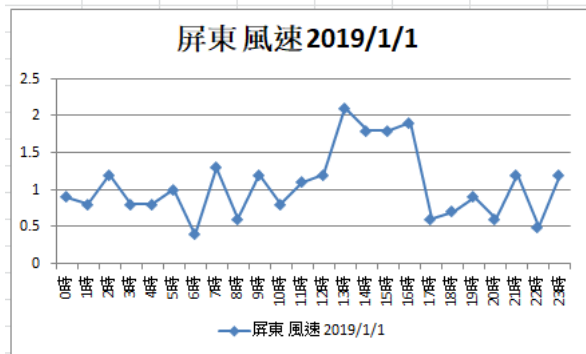
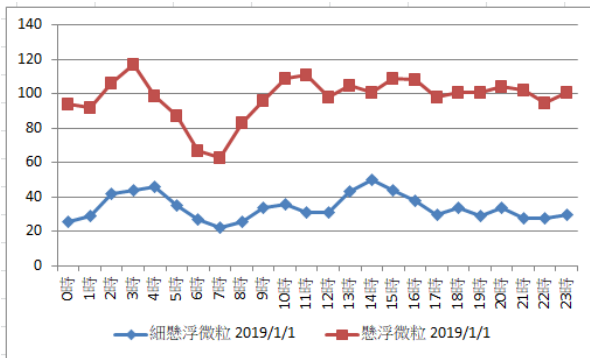


小結：從上面的圖表可以判斷 PM2.5 和 PM10 的變化趨勢和風向變化的趨勢是不一致。

### 實驗 3-2-2：調查 PM2.5 和 PM10 的變化趨勢和風速的變化趨勢是否有關

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	細懸浮微粒	2019/1/1	26	29	42	44	46	35	27	22	26	34	36	31	31	43	50	44	38	30	34	29	34	28	28	30
屏東	懸浮微粒	2019/1/1	68	63	64	73	53	52	40	41	57	62	73	80	67	62	51	65	70	68	67	72	70	74	67	71

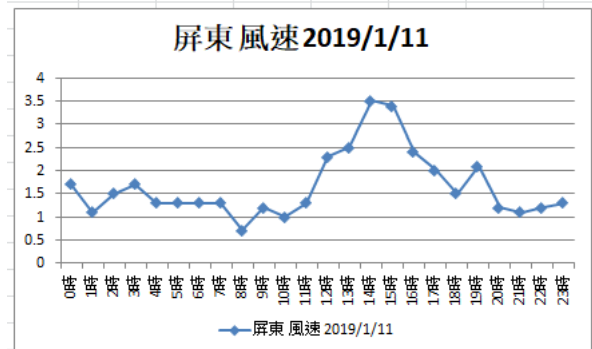
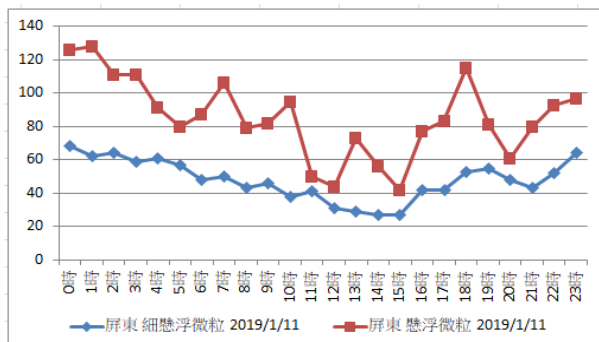
測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	風速	2019/1/1	0.9	0.8	1.2	0.8	0.8	1	0.4	1.3	0.6	1.2	0.8	1.1	1.2	2.1	1.8	1.8	1.9	0.6	0.7	0.9	0.6	1.2	0.5	1.2



小結：從上面的圖表可以判斷 PM2.5 和 PM10 的變化趨勢和風速變化的趨勢是不一致。

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	細懸浮微粒	2019/1/11	68	62	64	59	61	57	48	50	43	46	38	41	31	29	27	27	42	42	53	55	48	43	52	64
屏東	懸浮微粒	2019/1/11	126	128	111	111	91	80	87	106	79	82	95	50	44	73	56	42	77	83	115	81	61	80	93	97

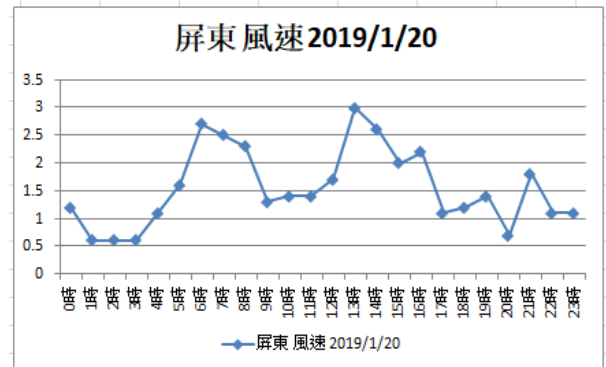
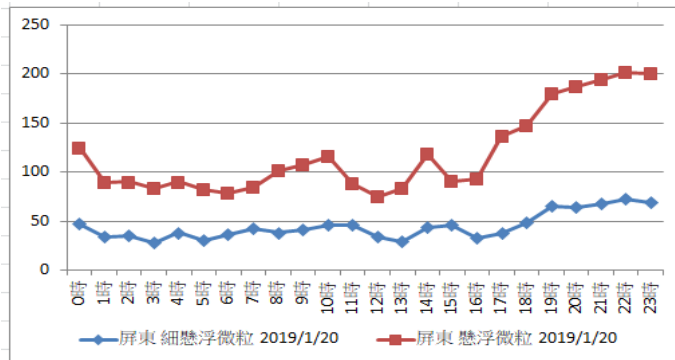
測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	風速	2019/1/11	1.7	1.1	1.5	1.7	1.3	1.3	1.3	1.3	0.7	1.2	1	1.3	2.3	2.5	3.5	3.4	2.4	2	1.5	2.1	1.2	1.1	1.2	1.3



小結：從上面的圖表可以判斷 PM2.5 和 PM10 的變化趨勢和風速變化的趨勢是不一致

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	細懸浮微粒	2019/1/20	47	34	35	28	38	30	36	42	38	41	46	46	34	29	43	46	33	37	48	65	64	68	72	69
屏東	懸浮微粒	2019/1/20	78	55	55	55	52	52	43	42	63	67	70	42	41	54	75	45	60	99	99	115	123	127	130	131

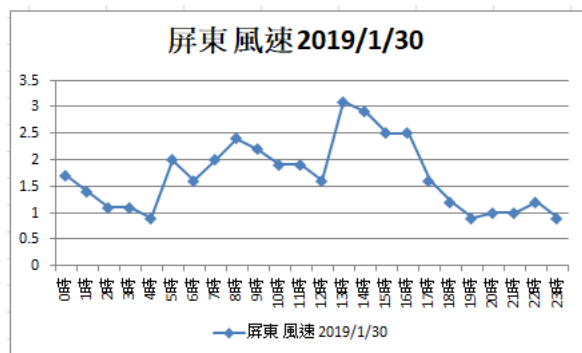
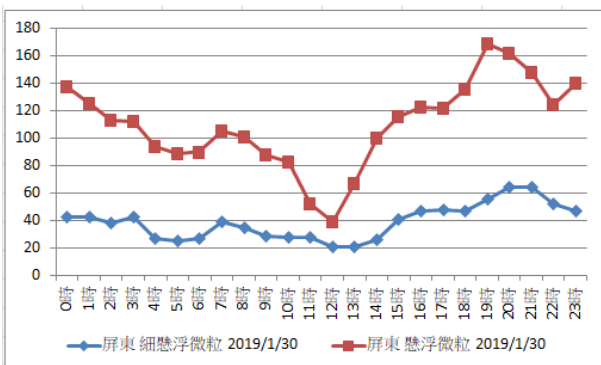
測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	風速	2019/1/20	1.2	0.6	0.6	0.6	1.1	1.6	2.7	2.5	2.3	1.3	1.4	1.4	1.7	3	2.6	2	2.2	1.1	1.2	1.4	0.7	1.8	1.1	1.1



小結：從上面的圖表可以判斷 PM2.5 和 PM10 的變化趨勢和風速變化的趨勢是不一致。

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	細懸浮微粒	2019/1/30	43	43	38	43	27	25	27	39	35	29	28	28	21	21	26	41	47	48	47	56	64	64	52	47
屏東	懸浮微粒	2019/1/30	94	82	75	69	67	64	63	66	66	59	55	24	18	46	74	75	76	74	89	113	98	84	72	93

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
屏東	風速	2019/1/30	1.7	1.4	1.1	1.1	0.9	2	1.6	2	2.4	2.2	1.9	1.9	1.6	3.1	2.9	2.5	2.5	1.6	1.2	0.9	1	1	1.2	0.9



小結：從上面的圖表可以判斷 PM2.5 和 PM10 的變化趨勢和風速變化的趨勢是不一致。



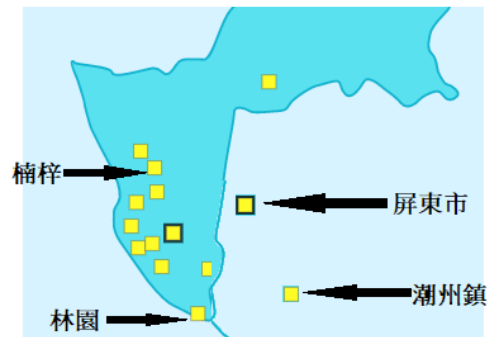
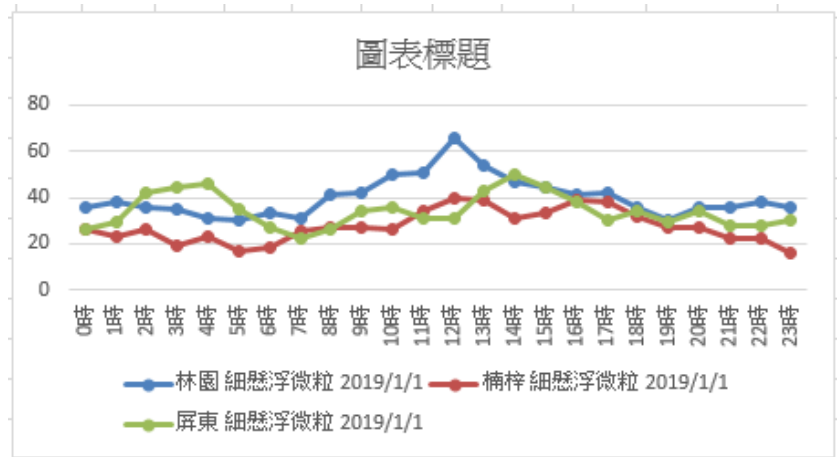
#### 四、實驗四：探討屏東市和潮州鎮 PM2.5 累積和高雄鄰近地區的關係

##### 實驗 4-1 探討屏東市 PM2.5 累積和高雄鄰近地區的關係

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
林園	細懸浮微粒	2019/1/1	36	38	36	35	31	30	33	31	41	42	50	51	66	54	47	44	41	42	36	30	36	36	38	36
楠梓	細懸浮微粒	2019/1/1	26	23	26	19	23	17	18	25	27	27	26	34	40	39	31	33	39	38	32	27	27	22	22	16
屏東	細懸浮微粒	2019/1/1	26	29	42	44	46	35	27	22	26	34	36	31	31	43	50	44	38	30	34	29	34	28	28	30
測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
林園	風向	2019/1/1	27	33	349	38	28	25	15	19	25	35	38	220	245	211	214	227	266	254	240	4.9	19	291	24	8.1
楠梓	風向	2019/1/1	328	301	331	29	332	330	336	325	329	342	310	302	338	332	331	252	274	336	331	321	334	325	324	322
屏東	風向	2019/1/1	339	339	276	343	339	45	290	324	358	339	219	239	315	268	222	247	294	301	307	323	294	276	310	282
測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
林園	風速	2019/1/1	1.8	1.5	1.1	1.7	1.7	2.4	1.8	2.2	2.5	2.7	1.8	1.8	1.6	2.1	2	1.8	1.9	1.5	1.3	1.5	1.5	0.6	1.2	1.7
楠梓	風速	2019/1/1	2	2.5	2.5	2.2	1.6	2.6	2.3	2.5	2.7	1.8	1.8	3	1.9	1.8	1.4	0.6	1.4	3	2.2	2	2.9	3.1	2	1.7
屏東	風速	2019/1/1	0.9	0.8	1.2	0.8	0.8	1	0.4	1.3	0.6	1.2	0.8	1.1	1.2	2.1	1.8	1.8	1.9	0.6	0.7	0.9	0.6	1.2	0.5	1.2

小結：

1. 從右圖，林園監測站和楠梓監測站監測到的 PM2.5 數值上升時，屏東監測站所監測到的數值也會上升，但是最高峰出現時間比林園和楠梓出現最高峰的時間點慢。



2. 如再考量風向，2019 年 1 月 1 日當天林園當地出現最高值時【約 11 時至 13 時】吹的是西南風，風速 1.8 公尺/秒到 2.1 公尺/秒，楠梓地區吹的是西北風，風速由 3 公尺/秒降至到 1.8 公尺/秒，屏東地區吹的是西南風到西風，風速較緩和，風速 1.1 公尺/秒到 2.1 公尺/秒，因 12 時前風速明顯比楠梓和林園的風速慢，再加上風向是西南風，又靠山區，所以屏東在 2 小時後 PM2.5 隨出現最高峰。
3. 考量上述原因，推測屏東地區 PM2.5 污染物的來源與楠梓和林園地區有密切的關係，推測當時因楠梓風較強先將污染物吹向屏東，然後林園地區也因風向把污染物吹到屏東地區，因此時屏東地區的風向剛好是西南風，且風速緩慢，再加上屏東近山區，導致污染物聚集在屏東地區不易疏散，所以在林園地區出現最高峰後 2 小時，屏東地區的 PM2.5 也隨著出現最高峰。

4. 當大氣中的風速偏弱時，因為空氣的流動較差，一但高雄楠梓或林園地區的風速比屏東地區強時，則這些汙染物很容易會累積在風速較弱且近山區的屏東地區。

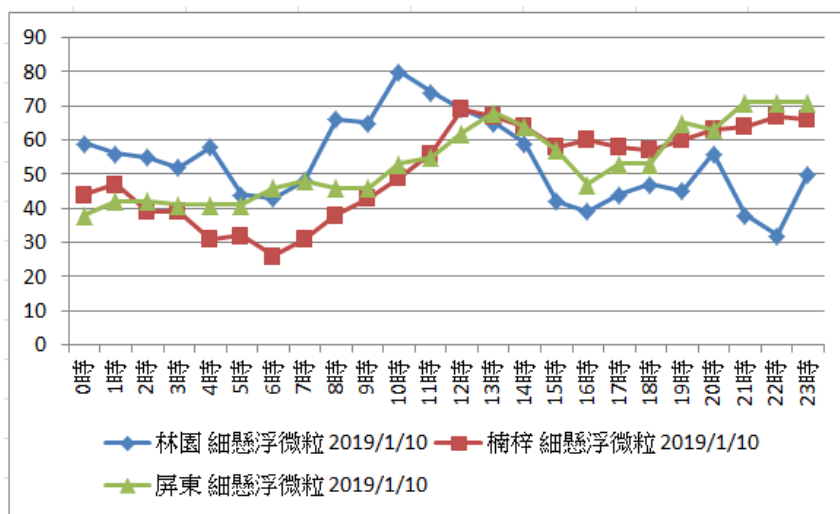
測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
林園	細懸浮微粒	2019/1/10	59	56	55	52	58	44	43	48	66	65	80	74	69	65	59	42	39	44	47	45	56	38	32	50
楠梓	細懸浮微粒	2019/1/10	44	47	39	39	31	32	26	31	38	43	49	56	69	67	64	58	60	58	57	60	63	64	67	66
屏東	細懸浮微粒	2019/1/10	38	42	42	41	41	41	46	48	46	46	53	55	62	68	64	57	47	53	53	65	63	71	71	71

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
林園	風向	2019/1/10	30	36	34	22	29	34	37	34	46	97	207	226	248	271	270	270	273	281	251	354	190	199	253	38
楠梓	風向	2019/1/10	332	314	332	324	14	337	332	295	338	328	18	286	279	288	301	292	277	318	316	359	327	300	319	306
屏東	風向	2019/1/10	299	334	40	275	329	2.6	344	39	343	326	15	284	218	252	282	288	310	323	261	14	312	299	36	357

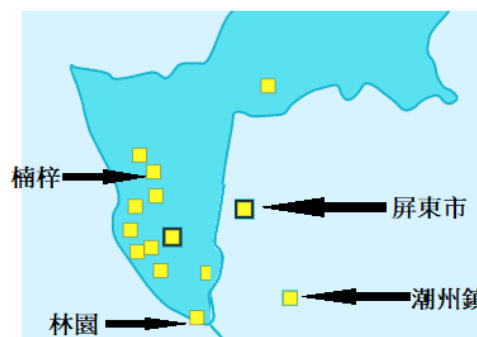
測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
林園	風速	2019/1/10	1.7	0.8	1.5	1.5	1.6	2.2	1.2	2	2.2	1.3	2.5	2.6	2.6	3	2.8	2.4	2.3	1	1.3	0.9	1.1	1.2	1	1.6
楠梓	風速	2019/1/10	1.7	1.3	2.1	2.4	1.9	1.1	1.5	2.3	1.3	2	1.4	2.5	3.7	3.7	3.3	2.3	1.9	2.3	2	1.7	2.5	1.7	1.6	1.9
屏東	風速	2019/1/10	0.9	1.4	0.9	1.1	0.5	1	0.6	0.9	1	1.1	1.1	1.4	1.8	2.8	2.8	2.1	1.2	1.2	1.8	0.6	0.4	0.6	1.3	1.6

小結：

1. 從右圖，林園監測站和楠梓監測站監測到的 PM2.5 數值上升時，屏東監測站所監測到的數值也會上升，但是最高峰出現時間比林園和楠梓出現最高峰的時間點慢。



2. 如再考量風向，1月10日當天林園當地出現最高值時【約9時至11時】吹的是由東風變西南風，風速1.3公尺/秒到2.6公尺/秒，楠梓地區吹的是西北風變西風，風速2公尺/秒到2.5公尺/秒，屏東地區吹的是西北風變偏西風，風速1.1公尺/秒到1.4公尺/秒，風速較緩和，屏東在3小時後PM2.5隨出現最高峰。



3. 考量上述原因，推測屏東地區 PM2.5 汙染物的來源與楠梓、林園地區有密切的關係，推測當時因林園的風向將汙染物吹到屏東地區，因此時屏東地區的風向剛好是西北風和偏西風，且風速緩慢，導致汙染物聚集在屏東地區，所以在林園地區出現最高峰後3小時，屏東地區的 PM2.5 也隨著出現最高峰。

4. 當大氣中的風速偏弱時，因為空氣的流動較差，一但高雄楠梓或林園地區的風速比屏東地區強時，則這些汙染物很容易會累積在風速較弱的屏東地區。

### 實驗 4-2 探討潮州鎮 PM2.5 累積和高雄鄰近地區的關係

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
林園	細懸浮微粒	2019/1/1	36	38	36	35	31	30	33	31	41	42	50	51	66	54	47	44	41	42	36	30	36	36	38	36
楠梓	細懸浮微粒	2019/1/1	26	23	26	19	23	17	18	25	27	27	26	34	40	39	31	33	39	38	32	27	27	22	22	16
潮州	細懸浮微粒	2019/1/1	37	36	32	30	26	23	20	23	20	27	23	28	30	39	45	47	51	53	54	54	54	53	42	34
屏東	細懸浮微粒	2019/1/1	26	29	42	44	46	35	27	22	26	34	36	31	31	43	50	44	38	30	34	29	34	28	28	30

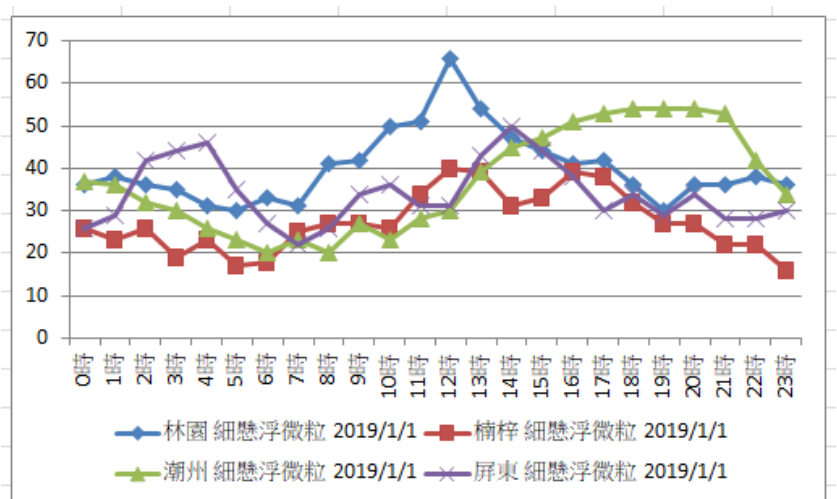
測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
林園	風向	2019/1/1	27	33	349	38	28	25	15	19	25	35	38	220	245	211	214	227	266	254	240	4.9	19	291	24	8.1
楠梓	風向	2019/1/1	328	301	331	29	332	330	336	325	329	342	310	302	338	332	331	252	274	336	331	321	334	325	324	322
潮州	風向	2019/1/1	353	345	50	324	315	338	51	350	36	311	6.3	297	273	273	255	240	236	195	129	123	304	273	340	35
屏東	風向	2019/1/1	339	339	276	343	339	45	290	324	358	339	219	239	315	268	222	247	294	301	307	323	294	276	310	282

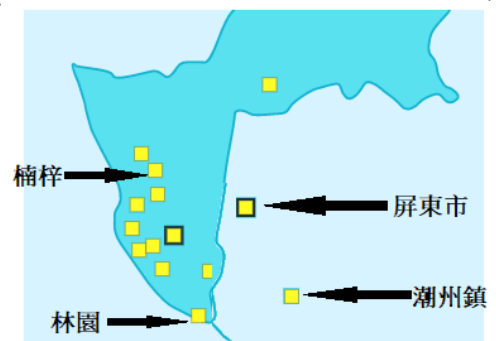
測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
林園	風速	2019/1/1	1.8	1.5	1.1	1.7	1.7	2.4	1.8	2.2	2.5	2.7	1.8	1.8	1.6	2.1	2	1.8	1.9	1.5	1.3	1.5	1.5	0.6	1.2	1.7
楠梓	風速	2019/1/1	2	2.5	2.5	2.2	1.6	2.6	2.3	2.5	2.7	1.8	1.8	3	1.9	1.8	1.4	0.6	1.4	3	2.2	2	2.9	3.1	2	1.7
潮州	風速	2019/1/1	0.6	0.6	0.9	1	1.3	0.8	0.7	1	1.3	1.3	0.9	1	1.3	1.7	1.9	1.8	1	1.2	1.1	1.6	0.9	1.1	0.5	0.6
屏東	風速	2019/1/1	0.9	0.8	1.2	0.8	0.8	1	0.4	1.3	0.6	1.2	0.8	1.1	1.2	2.1	1.8	1.8	1.9	0.6	0.7	0.9	0.6	1.2	0.5	1.2

小結：

1.從右圖，林園監測站和楠梓監測站監測到的PM2.5 數值上升時，潮州監測站所監測到的數值也會上升，但是最高峰出現時間比林園和楠梓出現最高峰的時間點慢。



2.如再考量風向，1月1日當天林園當地出現最高值時【約11時至13時】吹的是西南風，風速1.8公尺/秒到2.1公尺/秒，楠梓地區吹的是西北風，風速由3公尺/秒降至到1.8公尺/秒，屏東地區吹的是西南風到西風，風速較緩和，潮州地區吹的是西南風，風速也是較緩和，而且明顯比楠梓和林園地區的風速更慢許多，一直到深夜潮州當地的風速都是如此，所以潮州地區在3小時後PM2.5隨出現最高峰。



3.考量上述原因，推測潮州地區PM2.5 污染物的來源與林園地區有密切的關係，推測當時因林園的風向將污染物吹到潮州地區，因此時潮州地區的風向剛好是偏西南風，且風速緩慢，導致污染物聚集在屏東和潮州地區，所以在林園地區出現最高峰後3小時，潮州地區的PM2.5也隨著出現高峰。

4.當大氣中的風速偏弱時，因為空氣的流動較差，一旦高雄林園地區的風速比潮州地區強時，則這些汙染物很容易會累積在風速較弱的潮州地區。

測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
林園	細懸浮微粒	2019/1/10	59	56	55	52	58	44	43	48	66	65	80	74	69	65	59	42	39	44	47	45	56	38	32	50
楠梓	細懸浮微粒	2019/1/10	44	47	39	39	31	32	26	31	38	43	49	56	69	67	64	58	60	58	57	60	63	64	67	66
潮州	細懸浮微粒	2019/1/10	27	33	36	41	34	35	38	39	43	45	49	51	59	64	81	78	69	55	53	59	64	59	52	52
屏東	細懸浮微粒	2019/1/10	38	42	42	41	41	41	46	48	46	46	53	55	62	68	64	57	47	53	53	65	63	71	71	71

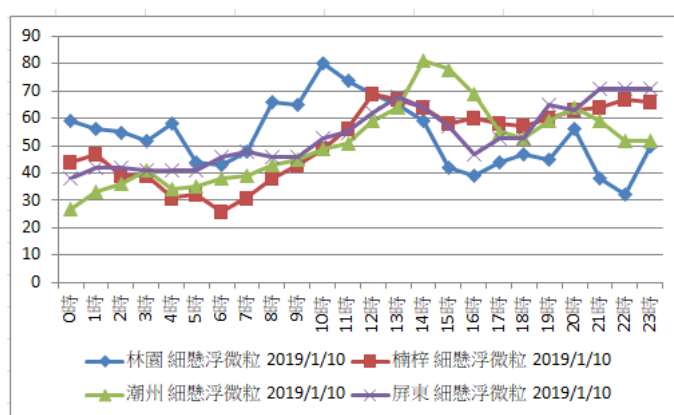
測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
林園	風向	2019/1/10	30	36	34	22	29	34	37	34	46	97	207	226	248	271	270	270	273	281	251	354	190	199	253	38
楠梓	風向	2019/1/10	332	314	332	324	14	337	332	295	338	328	18	286	279	288	301	292	277	318	316	359	327	300	319	306
潮州	風向	2019/1/10	307	188	131	285	341	111	109	348	16	304	266	253	261	252	257	325	309	79	177	161	169	102	103	98
屏東	風向	2019/1/10	299	334	40	275	329	2.6	344	39	343	326	15	284	218	252	282	288	310	323	261	14	312	299	36	357

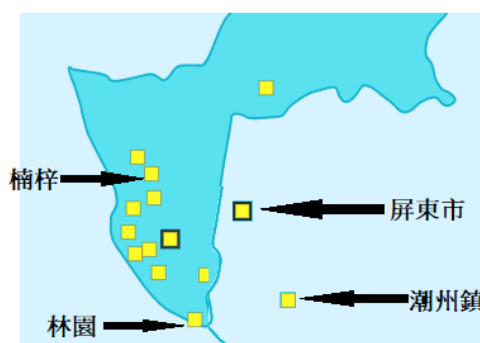
測站	項目	日期	0時	1時	2時	3時	4時	5時	6時	7時	8時	9時	10時	11時	12時	13時	14時	15時	16時	17時	18時	19時	20時	21時	22時	23時
林園	風速	2019/1/10	1.7	0.8	1.5	1.5	1.6	2.2	1.2	2	2.2	1.3	2.5	2.6	2.6	3	2.8	2.4	2.3	1	1.3	0.9	1.1	1.2	1	1.6
楠梓	風速	2019/1/10	1.7	1.3	2.1	2.4	1.9	1.1	1.5	2.3	1.3	2	1.4	2.5	3.7	3.7	3.3	2.3	1.9	2.3	2	1.7	2.5	1.7	1.6	1.9
潮州	風速	2019/1/10	1.1	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.4	0.8	1.2	1.4	1.7	2.3	2.9	2.8	1.7	1.8	1.8	0.5	1.3	1.3	1.5	0.9	1.3	1.2
屏東	風速	2019/1/10	0.9	1.4	0.9	1.1	0.5	1	0.6	0.9	1	1.1	1.1	1.4	1.8	2.8	2.8	2.1	1.2	1.2	1.8	0.6	0.4	0.6	1.3	1.6

小結：

- 1.從右圖，林園監測站和楠梓監測站監測到的 PM2.5 數值上升時，潮州監測站所監測到的數值也會上升，但是最高峰出現時間比林園和楠梓出現最高峰的時間點慢。



- 2.如再考量風向，1月10日當天林園當地出現最高值時【約10時至12時】吹的是西南風，風速2.5公尺/秒，楠梓地區吹的是北風變西風，風速由2.5公尺/秒到2.6公尺/秒，屏東地區吹的是北風變西南風，風速較緩和，潮州地區吹的是偏西風，此時潮州地區位於下風處，因為潮州地區靠近山區，擴散條件較差，導致汙染物一直快速累積，所以潮州地區在3小時PM2.5隨出現最高峰。



- 3.考量上述原因，推測潮州地區 PM2.5 汙染物的來源與林園地區有密切的關係，推測當時因林園的風向將汙染物吹到潮州地區，潮州地區位於下風處，因為潮州地區靠近山區，擴散條件較差，導致汙染物一直快速累積，所以在林園地區出現最高峰後3小時，潮州地區的 PM2.5 也隨著出現高峰。

2. 4.當大氣中的汙染物隨著空氣快速流動時，因為汙染物會隨著風往下風處吹，也就是從林園往潮州的方向吹，因潮州地區位處下風處，而且靠近山區，則這些汙染物

很容易會累積在潮州地區。

## 陸、討論

- 一、空氣盒子 A 是裝設在機房中，濕度控制在 45-50 之間，溫度 22 度左右，理論上空氣品質應該都是良好，但發現儘管是室內空調的機房，還是會受大環境 PM2.5 濃度的影響，例如 2/24 的數值最高有 34，但空氣還是比室外來得乾淨許多。
- 二、空氣盒子 B 是裝在一樓面走廊的地方，此走廊兩側皆有辦公室，觀測 PM2.5 濃度數值比面對戶外的空氣盒子 C 和 D 少了 20，比空氣盒子 A 的數值高了 10 左右，因此證明有建築物能阻隔 PM2.5 的擴散。
- 三、空氣盒子 C 和 D 的折線圖坡度趨於一致性，PM2.5 的平均值也相近，但偶爾會在幾個時間點高峰不同，就下列幾個可能原因進行討論：
  - (一) 空氣盒子 C 在 2/26 9:00PM2.5 濃度明顯高於其他三台空氣盒子，推論可能原因為空氣盒子 C 面對校門口前的廟宇，此時正在燃燒經紙。而每逢初一、十五時對面廟宇燃燒經紙都會有濃厚的燃燒味飄進校園，空氣盒子 C 的數值也因此飆升。
  - (二) 空氣盒子 D 在 2/22 11:00、2/26 14:00、2/28 10:00-17:00 皆大於空氣盒子 C 所測得的數據，可能與附近居民活動焚燒垃圾有關。
- 四、2/20 和 2/22 凌晨 2:00 時空氣盒子 C 和 DPM2.5 數值皆突然升高到 50，03:00 之後又降至 20 以下，這個發現令我們匪夷所思，不禁令人懷疑是否有黑心工廠在凌晨偷偷排放廢氣。
- 五、原本以為上放學的尖峰時刻，汽機車所排放的廢氣匯市造成 PM2.5 濃度升高的主因，結果根據空氣盒子的監測結果，上放學的尖峰時刻皆不會在當日造成 PM2.5 濃度的高峰。
- 六、校園內空氣污染的原因除了附近環境的影響外，還是跟大環境有正相關。以下說明討論：
  - (一) 2/23-3/2 當周空氣品質極差，空氣盒子 C 和 D 的數值幾乎都在 60 以上，最高還有 107 的高峰。與環保署的聲明一致，2/25 環境風場為東北風至偏東風，下風處中南部地區污染物較易累積；2/26-27 東北季風再增強，中部以北地區空氣品質好轉，南部地區仍易有污染物累積；2/28-3/1 東北季風減弱，西半部空氣品質轉差(中央社新聞 2021/2/24)。
  - (二) 造成 2/23-3/2 當周空氣品質極差的原因為風向與擴散條件，2/26 環境風場為偏東風，背風側西半部地區風速弱，水平及垂直擴散條件差，污染物易累積。同一天 PM2.5 和 PM10 變化的趨勢大致一樣，只是大小變化不同。



- 七、林園站和楠梓監測站監測到的 **PM2.5** 數值上升時，屏東監測站所監測到的數值也會上升，但是最高峰出現時間比林園和楠梓出現最高峰的時間點慢。
- 八、林園監測站和楠梓監測站監測到的 **PM2.5** 數值上升時，潮州監測站所監測到的數值也會上升，但是最高峰出現時間比林園和楠梓出現最高峰的時間點慢。
- 九、推測屏東地區 **PM2.5** 污染物的來源與楠梓和林園地區有密切的關係，推測當時因風向將污染物吹到屏東地區，因此時屏東地區的風速緩慢，導致污染物聚集在屏東地區，所以在林園地區出現最高峰後，屏東地區的 **PM2.5** 也隨著出現最高峰。
- 十、推測潮州地區 **PM2.5** 污染物的來源與林園地區有密切的關係，推測林園的風向若將污染物吹到潮州地區，因此時潮州地區的風速緩慢，導致污染物聚集在屏東和潮州地區，所以在林園地區出現最高峰後，潮州地區的 **PM2.5** 也隨著出現高峰。
- 十一、當大氣中的風速偏弱時，因為空氣的流動較差，一旦高雄楠梓或林園地區的風速比屏東地區強時，則這些污染物很容易會累積在風速較弱的屏東地區。
- 十二、推測潮州地區 **PM2.5** 污染物的來源與林園地區有密切的關係，推測當時因林園的風向將污染物吹到潮州地區，潮州地區位於下風處，因為潮州地區靠近山區，擴散條件較差，導致污染物一直快速累積，所以在林園地區出現最高峰後，潮州地區的 **PM2.5** 也隨著出現高峰。
- 十三、當大氣中的污染物隨著空氣快速流動時，因為污染物會隨著風往下風處吹，也就是好比從林園往潮州的方向吹，因潮州地區位處下風處，而且靠近山區，則這些污染物很容易會累積在潮州地區。

## 柒、結論

一、校園空氣污染源分析如下：

(一) 主要是與大環境的風向和地區性的擴散條件有關，如果風向是東北風至偏東風，位於臺灣下風處的屏東空氣品質就會較差，加上擴散條件差，PM2.5 的濃度就會升高而無法擴散排除。

(二) 就校園內四台空氣盒子的比較而言，仍是會受到附近居民活動影響而造成差異，其讓 PM2.5 濃度升高的主要原因有廟宇燃燒經紙、居民焚燒垃圾。

二、校園內的空氣盒子 PM2.5 濃度最低的是 A(機房)，其次是 B(一樓對內走廊)，C 和 D 都是對戶外，PM2.5 濃度差不多，由此可知面對街道或是戶外的 PM2.5 濃度較高，因此當空氣品質較差時應該改為室內活動較佳。

三、PM2.5 和 PM10 的變化趨勢和風向變化、風速變化趨勢皆不一致。

四、屏東和潮州地區 PM2.5 污染物的來源與楠梓、林園地區有密切的關係，當屏東和潮州地區大氣中的風速偏弱時，因為空氣的流動較差，一但高雄楠梓或林園地區的風速比屏東和潮州地區強時，則這些污染物很容易會累積在風速較弱的屏東和潮州地區。



## 捌、參考資料及其他

- 一、全國空氣品質指標(2021年1月30日)，網址：<https://airtw.epa.gov.tw>
- 二、關於 PM2.5 你必知的 3 大面向(2021年1月30日)，網址：  
<https://www.medpartner.club/pm25-air-pollution-introduction/>
- 三、「紫爆」不助我!，56 屆科展作品
- 四、校園雲端 PM2.5 監測系統開發及環境綠帶對於 PM2.5 之影響分析，56 屆科展作品
- 五、隱形殺手-PM2.5，57 屆科展作品
- 六、南投細懸浮微粒觀測及探討，58 屆科展作品
- 七、消失星星之謎，59 屆科展作品
- 八、社團法人台灣醫事檢驗學院醫檢小百科 認識細懸浮微粒 PM2.5(2021年2月1日)，網址：  
[http://www.labmed.org.tw/knowledge\\_1.ASP?mno=74](http://www.labmed.org.tw/knowledge_1.ASP?mno=74)
- 九、台安醫院 PM2.5 與呼吸影響(2021年2月1日)，網址：  
[https://www.tahsda.org.tw/communitymedicine/files/環境過敏衛教\\_空氣汙染與懸浮微粒.pdf](https://www.tahsda.org.tw/communitymedicine/files/環境過敏衛教_空氣汙染與懸浮微粒.pdf)
- 十、認識細懸浮微粒 (PM2.5) (2021年2月1日)，網址：  
[https://www.cichb.gov.tw/form\\_file/ftp201503151157012-2015315\\_上午11570118998.pdf](https://www.cichb.gov.tw/form_file/ftp201503151157012-2015315_上午11570118998.pdf)
- 十一、張雄風(2021年2月24日)。台南高雄空氣品質亮紅燈 夜間西半部易有局部霧。中央社。取自 <https://www.cna.com.tw/news/ahel/202102240063.aspx>
- 十二、彭宣雅(2021年2月26日)。空汙嚴重！彭啟明：北部顯著霧霾現象 目前濃度仍高。聯合報。取自 <https://udn.com/news/story/7266/5278447>