

屏東縣第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活應用科-機電與資訊

組 別：國中組

作品名稱：望塵追跡

~使用 APP INVENER2 製作程式整理有關於 PM2.5 大數據的分析及應用~



關鍵詞：INVENTER 2 、 PM2.5 、 App

編號：

摘要

藉由 APP INVENTER 2，我們製作一個可以隨時抓取 PM2.5 大數據的程式，其最大的特點在於此 App 可以輕鬆下載並顯示於手機中，同時也可上傳至 google 表單，這樣隨時隨地都可以獲得每小時特定地點的 PM2.5 數值和空氣品質狀況。經過統計與實驗，我們發現在屏東地區 PM2.5 冬季最高、夏季最低，此分布情形受降雨量影響，我們進一步設計模擬降雨使 PM2.5 沉降的實驗，結果應證了降雨確實對 PM2.5 的沉降有顯著影響。

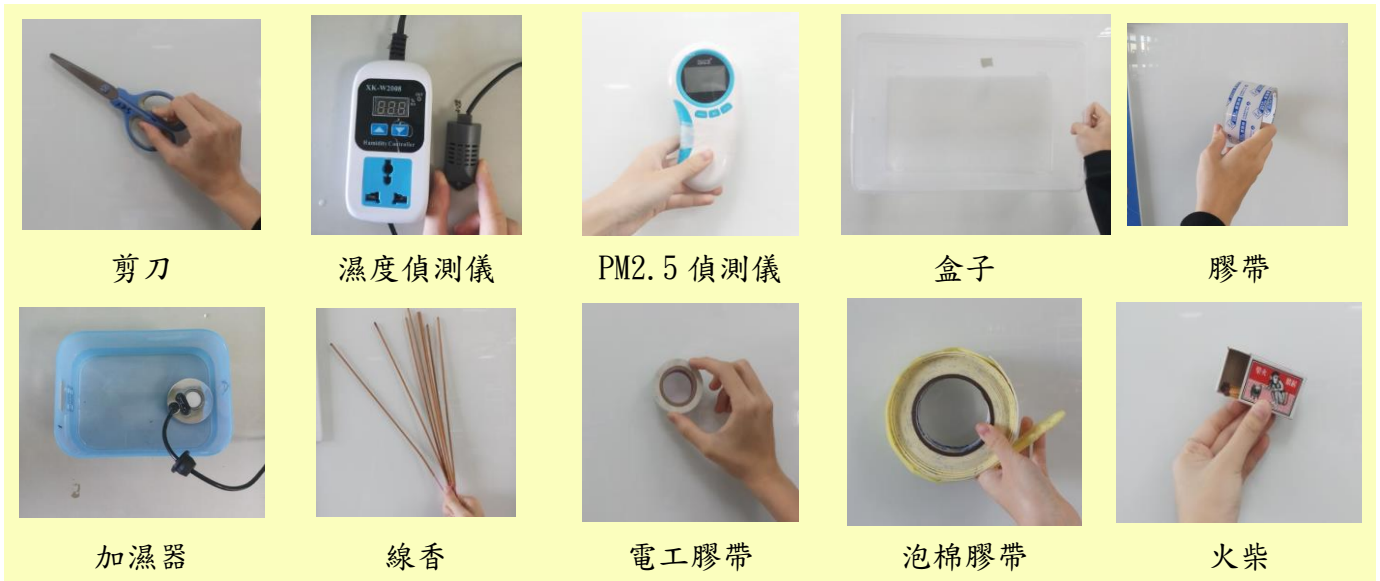
壹、研究動機

過去有許多人都研究空氣污染的專題，但資料來源皆要一個一個從網站上抓取，十分不方便。所以我們打算開發一個可以下載在手機上的 PM2.5 大數據 App 來彙整空汙的資料的應用程式，未來可運用在抓取其他大數據資料，使其更加方便。希望透過設計此 App 來更方便的擷取網站資料。我們也想透過此 App 的開發解決以往必須要自己漫長抓資料的困擾，並建立一個自己的大數據資料庫，讓未來有需要的人能夠輕鬆取得。此程式如果改變他的參數，便可以抓取其他數據。

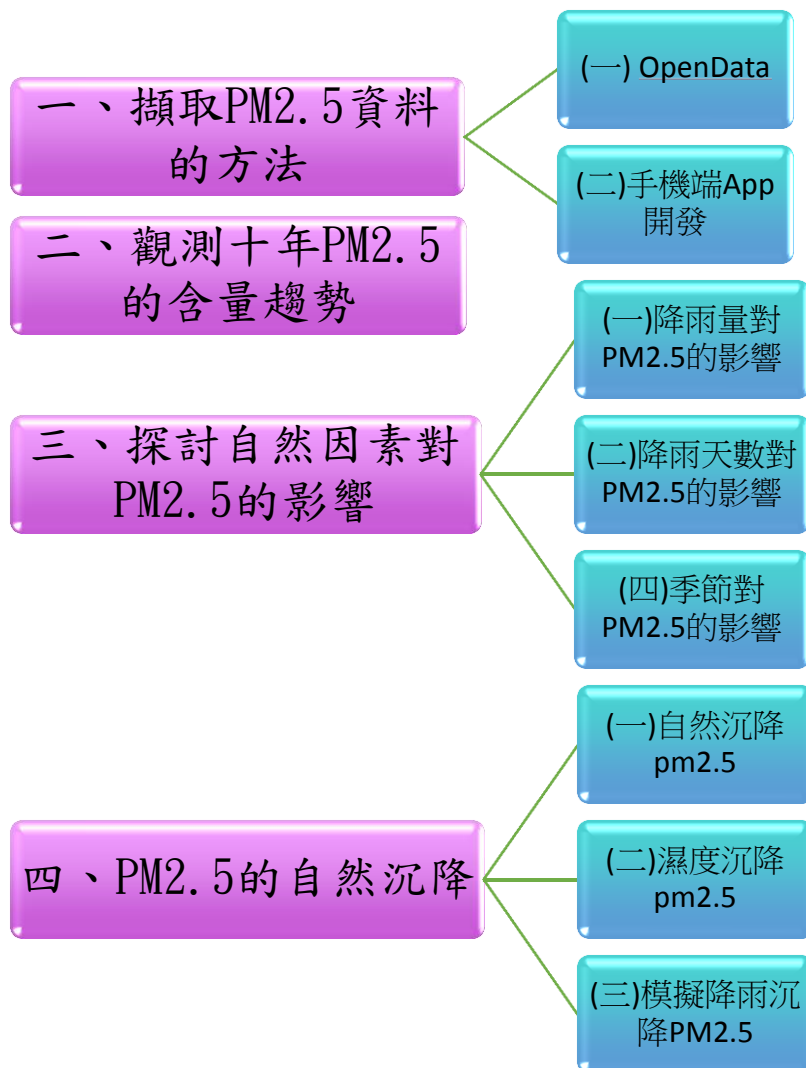
貳、研究目的

- 一、比較不同從網站上擷取 PM2.5 資料的方法
 - (一) OpenData
 - (二) 手機端 App 開發
- 二、藉由 App 中可獲得的資訊觀測十一年來 PM2.5 的變化趨勢
- 三、藉由 App 中可獲得的資訊探討自然因素對 PM2.5 的影響
 - (一) 降雨量對 PM2.5 的影響
 - (二) 降雨天數對 PM2.5 的影響
 - (三) 季節對 PM2.5 的影響
- 四、探討運用濕度降低 PM2.5 的方法
 - (一) 自然沉降 PM2.5
 - (二) 濕度沉降 PM2.5
 - (三) 模擬降雨沉降 PM2.5

參、研究設備及器材



◎實驗流程圖



◎文獻探討與名詞解釋

1. PM2.5

細懸浮微粒，為飄散在空氣中的極微小的固體顆粒物質，顆粒微小至肉眼難以辨識，直徑僅有 $2.5\mu\text{m}$ (微米即百萬分之一公尺)，單位= $\mu\text{g}/\text{m}^3$ =微克/立方公尺。

容易附著病菌、戴奧辛以及重金屬等有毒物質 PM2.5 細小顆粒，比病毒大，比細菌小，容易帶有毒物質進入人體。當 PM2.5 經由鼻、咽、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，影響全身所有的器官，大幅增加心血管、肺腺癌罹患率和呼吸系統疾病的可能性。而且如果空氣中 PM2.5 濃度過高，容易造成過敏、氣喘或孕婦早產。懸浮微粒的成分很複雜，主要取決於其來源。主要的來源是從地表揚起的塵土，懸第 2 大來源是海鹽。一部分懸浮微粒是自然過程產生的。

由硫和氮的氧化物轉化而成的 PM2.5 往往是人類對和垃圾的燃燒造成的化石燃料、柴油汽車等等。

塵蟎、二手菸是懸浮微粒室內最主要的來源。懸浮微粒的來源是不完全燃燒、因此只要是靠燃燒的菸草產品，都會產生具有嚴重危害的懸浮微粒；同理也適用於金紙燃燒與焚香。

2. AQI

空氣品質指標 AQI 是空氣品質監測標準，測量的污染項目包含六種，分別是臭氧 (O_3)、細懸浮微粒 (PM2.5)、懸浮微粒 (PM10)、一氧化碳 (CO)、二氧化硫 (SO_2) 及二氧化氮 (NO_2)，將不同污染物對人體健康的影響程度，分別換算出副指標值，再以當日各副指標之最大值為該測站當日之空氣品質指標值 (AQI)。

對健康影響	良好	普通	對敏感族群不健康	對所有族群不健康	非常不健康	危害
空氣品質指標 (AQI)	0-50	51~100	101~150	151~200	201~300	301~500

3. OpenData

開放資料指的是一種經過挑選與許可的資料。這種資料不受著作權、專利權，以及其他管理機制所限制 (公開且能自由抓取的資料)。

4. JSON 格式

JSON 是個以純文字為基底去儲存和傳送簡單結構資料，你可以透過特定的格式去儲存任何資料(字串, 數字, 陣列, 物件)，也可以透過物件或陣列來傳送較複雜的資料。

5. App Inventor2

麻省理工學院推出 MIT App Inventor 2 網站，使用模擬器或 Android 裝置，就能測試應用程式並執行，完成後便可以將應用程式上傳到 Google Play 商店提供大眾下載安裝。

(二) 手機端 App 開發

1. 使用 App Inventor2 來作為 App 開發設計



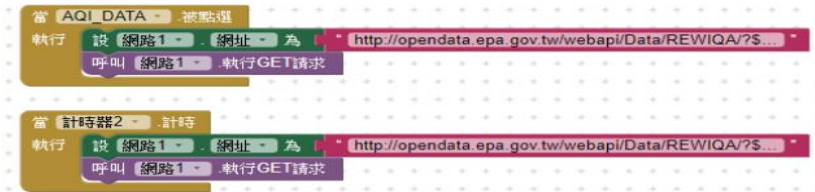
2. 根據資料內容設計手機使用介面



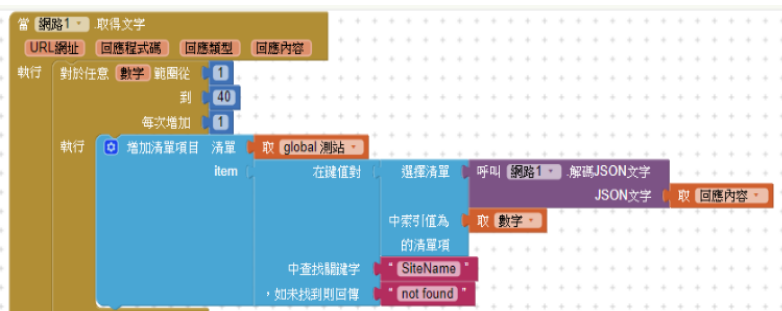
3. App 程式設計_建立變數



- 當 AQI_DATA 被點選時，執行 GET 方法，取回數據資料
- 當 2 號計時器啟動後，執行 GET 方法，取回數據資料



- 從取回的 JSON 資料中，依序把各測站的名稱擷取，並且存入名為[測站]的全域變數中



- 從取回的 JSON 資料中，依序把各測站的名稱擷取，並且存入名為 [AQI] 的全域變數中



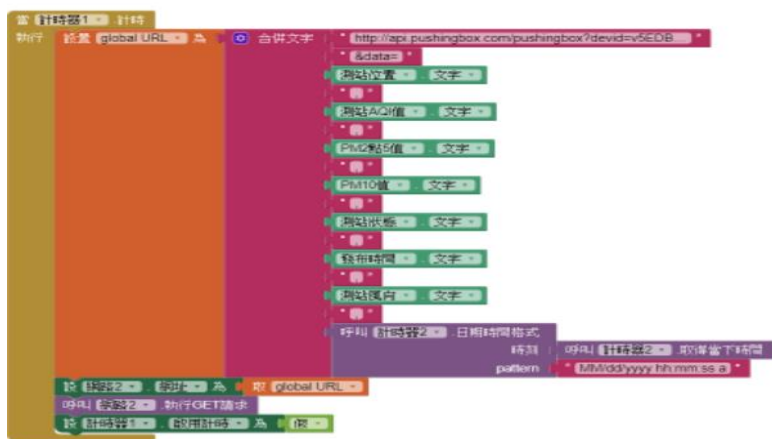
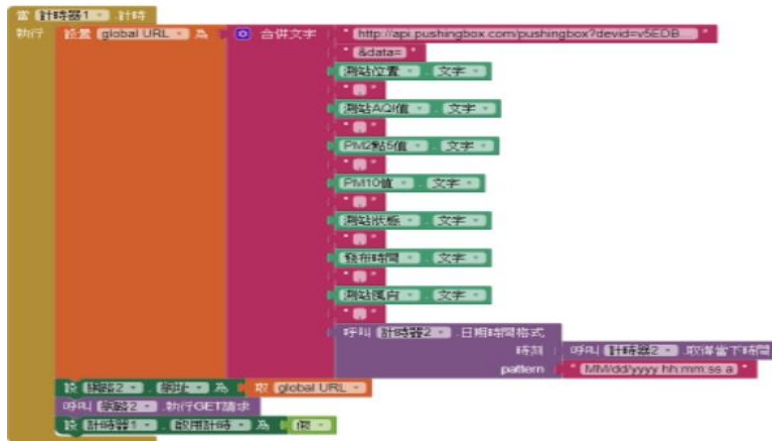
- 從取回的 JSON 資料中，依序把各測站的名稱擷取，並且存入名為 [警語] 的全域變數中
- 從取回的 JSON 資料中，依照屏東測站所在清單的位置來找出屏東測站的元素，再找出元素中第 1 個項目的資料，當作名為 [測站 AQI 值] 的標籤顯示內容。



10. 依照上述的方法，依序找出下表各標籤的文字顯示內容。

測站AQI值	PM10_AVG值
測站CO值	PM2.5值
測站CO_8hr值	PM2.5_AVG值
測站位置	細懸浮微粒
測站緯度	發布時間
測站經度	測站SO2值
測站NO值	測站SO2_AVG值
測站NO2值	測站編號
測站NOX值	測站名稱
測站O3值	測站狀態
測站O3_8hr值	測站風向
PM10值	

11. 擷取各項資料內容後，再利用 GET 的方法來將各項資料內容上傳到 Google 表單中儲存。



12. App 在手機運行時的畫面



13. 接收資料，上傳 Google 表單

二、藉由 App 中可獲得的資訊中觀測十年 PM2.5 的變化趨勢

(一)利用前面製作的程式抓取網站上民國 97~107 年之中每天每小時內 PM2.5 的數值

(二)利用 excel 彙整，並製圖

三、藉由 App 中可獲得的資訊探討自然因素對 PM2.5 的影響

(一)降雨量對 PM2.5 的影響

【分析一：降雨量和 PM2.5 每天的變化情形】

1. 改變 App 的參數來抓取網站上民國 104、105、106、107 這四年中每一天的降雨量

O18		fx				
	A	B	C	D	E	F
1	降雨量					
2		107	106	105	104	
3	1月1日	0	0	0	0	
4	1月2日	0	0	10.5	0	
5	1月3日	0	0	19	0	
6	1月4日	8	0	0	0	
7	1月5日	9	0	0	0	
8	1月6日	4.5	0	1	0	
9	1月7日	0	0	0	0	
10	1月8日	0.5	0	6.5	0	
11	1月9日	1.5	0	0	0	
12	1月10日	4.5	0	0	0	
13	1月11日	0	0	0.5	0	
14	1月12日	0	0	0	0	
15	1月13日	0	0	6.5	0	
16	1月14日	0	0	0	0	
17	1月15日	0	0	16.5	0	
18	1月16日	0	0	0	0	
19	1月17日	0	0	32.5	0	
20	1月18日	0	0	0	0	
21	1月19日	0	0	0	1.5	
22	1月20日	0	0	0	0	
23	1月21日	0	0	0	0	
24	1月22日	0	0	0	0	

2. 平均每年中相同日期的降雨量

G1		fx					降雨平均	
	A	B	C	D	E	F	G	H
1	降雨量						降雨平均	
2		107	106	105	104		0	
3	1月1日	0	0	0	0		2.625	
4	1月2日	0	0	10.5	0		4.75	
5	1月3日	0	0	19	0		2	
6	1月4日	8	0	0	0		2.25	
7	1月5日	9	0	0	0		1.375	
8	1月6日	4.5	0	1	0		0	
9	1月7日	0	0	0	0		1.75	
10	1月8日	0.5	0	6.5	0		0.375	
11	1月9日	1.5	0	0	0		1.125	
12	1月10日	4.5	0	0	0		0.125	
13	1月11日	0	0	0.5	0		0	
14	1月12日	0	0	0	0		1.625	
15	1月13日	0	0	6.5	0		0	
16	1月14日	0	0	0	0		4.125	
17	1月15日	0	0	16.5	0		0	
18	1月16日	0	0	0	0		8.125	
19	1月17日	0	0	32.5	0		0	
20	1月18日	0	0	0	0		0.375	
21	1月19日	0	0	0	1.5		0	
22	1月20日	0	0	0	0		0	
23	1月21日	0	0	0	0		0	
24	1月22日	0	0	0	0		0.125	

3. 利用主題二中 104、105、106、107 這四年之中每小時的 PM2.5 平均成每天的數值

	P	Q	R	S	T	U
PM2.5		107	106	105		104
1月1日		72	58.79	70.83		55.00
1月2日		51	57.92	54.88		49.29
1月3日	45.7083333		56.58	11.88		40.38
1月4日	48.9583333		51.42	11.50		49.50
1月5日	24.25		38.33	36.86		36.04
1月6日	32.2083333		52.52	24.08		39.50
1月7日	21.0833333		50.83	41.79		50.00
1月8日	19.25		33.33	23.96		42.92
1月9日	7.08333333		49.00	49.96		58.17
1月10日	22.782609		51.25	37.50		49.08
1月11日	23.375		63.26	24.83		37.83
1月12日	28.9583333		60.29	20.92		38.96
1月13日	36.5		61.17	25.87		40.25
1月14日	34.3333333		48.70	33.45		9.59
1月15日	50.636364		54.14	24.38		36.25
1月16日	22.4166667		33.96	23.08		36.38
1月17日	32.1666667		30.46	18.38		49.96
1月18日	63.2083333		38.17	24.00		71.42
1月19日	62.5		26.29	51.25		44.77
1月20日	59.3333333		31.35	67.54		63.79
1月21日	75.7916667		47.17	52.22		56.33
1月22日	41.7916667		49.88	46.88		41.29
1月23日	38.9583333		46.96	9.41		41.38
1月24日	42.125		51.29	19.43		48.88
1月25日	39.565217		43.92	20.33		67.83
1月26日	30.5		40.48	32.13		61.08
1月27日	26.375		28.92	45.63		43.00
1月28日	36.7916667		25.58	33.92		54.88

4. 平均每年的相同日期的 PM2.5 值

	P	Q	R	S	T	U	V	W
PM2.5		107	106	105	104		PM2.5平均	
1月1日		72	58.79	70.83	55.00		64.16	
1月2日		51	57.92	54.88	49.29		53.27	
1月3日	45.7083333		56.58	11.88	40.38		38.64	
1月4日	48.9583333		51.42	11.50	49.50		40.34	
1月5日	24.25		38.33	36.86	36.04		33.87	
1月6日	32.2083333		52.52	24.08	39.50		37.08	
1月7日	21.0833333		50.83	41.79	50.00		40.93	
1月8日	19.25		33.33	23.96	42.92		29.86	
1月9日	7.08333333		49.00	49.96	58.17		41.05	
1月10日	22.782609		51.25	37.50	49.08		40.15	
1月11日	23.375		63.26	24.83	37.83		37.33	
1月12日	28.9583333		60.29	20.92	38.96		37.28	
1月13日	36.5		61.17	25.87	40.25		40.95	
1月14日	34.3333333		48.70	33.45	9.59		31.52	
1月15日	50.636364		54.14	24.38	36.25		41.35	
1月16日	22.4166667		33.96	23.08	36.38		28.96	
1月17日	32.1666667		30.46	18.38	49.96		32.74	
1月18日	63.2083333		38.17	24.00	71.42		49.20	
1月19日	62.5		26.29	51.25	44.77		46.20	
1月20日	59.3333333		31.35	67.54	63.79		55.50	
1月21日	75.7916667		47.17	52.22	56.33		57.88	
1月22日	41.7916667		49.88	46.88	41.29		44.96	
1月23日	38.9583333		46.96	9.41	41.38		34.18	
1月24日	42.125		51.29	19.43	48.88		40.43	
1月25日	39.565217		43.92	20.33	67.83		42.91	
1月26日	30.5		40.48	32.13	61.08		41.05	
1月27日	26.375		28.92	45.63	43.00		35.98	
1月28日	36.7916667		25.58	33.92	54.88		37.79	
							27.30	

5. 利用 EXCEL 將兩筆數據製成圖表

【分析二:降雨量和 PM2.5 在五年內的變化情形】

1. 改變 APP 的參數來抓取網站上 103、104、105、106、107 這五年中每一天的降雨量

L8							
	A	B	C	D	E	F	G
1	降雨量	(mm)					
2		103	104	105	106	107	
3	1月1日	0	0	0	0	0	
4	1月2日	0	0	10.5	0	0	
5	1月3日	0	0	19	0	0	
6	1月4日	0	0	0	0	8	
7	1月5日	0	0	0	0	9	
8	1月6日	0	0	1	0	4.5	
9	1月7日	0	0	0	0	0	
10	1月8日	0	0	6.5	0	0.5	
11	1月9日	0	0	0	0	1.5	
12	1月10日	0	0	0	0	4.5	
13	1月11日	0	0	0.5	0	0	
14	1月12日	0	0	0	0	0	
15	1月13日	0	0	6.5	0	0	
16	1月14日	0	0	0	0	0	
17	1月15日	0	0	16.5	0	0	
18	1月16日	0	0	0	0	0	
19	1月17日	0	0	32.5	0	0	
20	1月18日	0	0	0	0	0	
21	1月19日	0	1.5	0	0	0	
22	1月20日	0	0	0	0	0	
23	1月21日	0	0	0	0	0	

2. 平均一整年的降雨量

M371							
	A	B	C	D	E	F	G
349	12月13日	0	0	0	0	0	
350	12月14日	0	0	0	0	0	
351	12月15日	0	0	0	0	0	
352	12月16日	0	0	0	0	0	
353	12月17日	0	0	0	0	0	
354	12月18日	0	0	0	0	0	
355	12月19日	0	0	0	0	0	
356	12月20日	0.5	0	0	0	0	
357	12月21日	0	0	0	0.5	0	
358	12月22日	0	0	0	0	0	
359	12月23日	0	0	0	0	0	
360	12月24日	0	0	0	0	0	
361	12月25日	7.5	0	0	0	0	
362	12月26日	0.5	0	0	0	0	
363	12月27日	0	0	0	0	0	
364	12月28日	0	0	0.5	0	0	
365	12月29日	0	0	0.5	0	0	
366	12月30日	0	0	0	0	0	
367	12月31日	0	0	0	0	0	
368					0		
369	平均	5.67	4.97	9.68	3.21	10.07	
370							
371							

3. 利用主題二中 103、104、105、106、107 這五年之中每小時的 PM2.5 平均成每天的數值

O	P	Q	R	S	T	U
PM2.5	微克/立方公尺					
	103	104	105	106	107	
1月1日	45.71	55.00	70.83	58.79	72.00	
1月2日	45.09	49.29	54.88	57.92	51.00	
1月3日	23.88	40.38	11.88	56.58	45.71	
1月4日	70.13	49.50	11.50	51.42	48.96	
1月5日	103.38	36.04	36.86	38.33	24.25	
1月6日	80.29	39.50	24.08	52.52	32.21	
1月7日	73.71	50.00	41.79	50.83	21.08	
1月8日	43.42	42.92	23.96	33.33	19.25	
1月9日	43.25	58.17	49.96	49.00	7.08	
1月10日	33.88	49.08	37.50	51.25	22.78	
1月11日	36.33	37.83	24.83	63.26	23.38	
1月12日	43.13	38.96	20.92	60.29	28.96	
1月13日	32.83	40.25	25.87	61.17	36.50	
1月14日	35.96	9.59	33.45	48.70	34.33	
1月15日	35.17	36.25	24.38	54.14	50.64	
1月16日	21.70	36.38	23.08	33.96	22.42	
1月17日	32.36	49.96	18.38	30.46	32.17	
1月18日	51.79	71.42	24.00	38.17	63.21	
1月19日	99.06	44.77	51.25	26.29	62.50	
1月20日	53.00	63.79	67.54	31.35	59.33	
1月21日	49.08	56.33	52.22	47.17	75.79	

4. 平均一整年的 PM2.5 量

O	P	Q	R	S	T	U
12月13日	63.13	26.88	54.88	35.67	36.29	
12月14日	60.71	28.08	32.78	33.96	41.58	
12月15日	59.32	45.75	34.61	30.52	41.67	
12月16日	42.13	75.61	33.71	32.08	53.63	
12月17日	53.46	59.79	53.17	23.04	35.63	
12月18日	51.63	46.25	39.38	26.42	51.48	
12月19日	42.21	40.50	42.75	24.21	39.21	
12月20日	17.42	36.30	42.33	30.26	27.96	
12月21日	28.46	44.48	45.54	29.75	35.00	
12月22日	50.38	53.58	45.13	45.25	52.58	
12月23日	60.96	31.04	38.83	43.88	53.33	
12月24日	75.46	17.71	41.00	30.25	46.96	
12月25日	60.25	41.09	56.75	58.38	35.79	
12月26日	35.50	44.83	48.58	56.54	33.91	
12月27日	32.21	43.46	51.83	49.50	27.21	
12月28日	20.86	34.86	39.79	42.22	25.63	
12月29日	39.04	34.17	21.04	36.46	22.50	
12月30日	53.83	30.13	19.00	33.63	23.00	
12月31日	31.04	41.83	44.08	56.58	25.29	
總平均	27.97	36.48	28.00	27.63	25.27	

5. 同樣用 EXCEL 彙整兩筆數據並製圖

(二) 降雨天數對 PM2.5 的影響

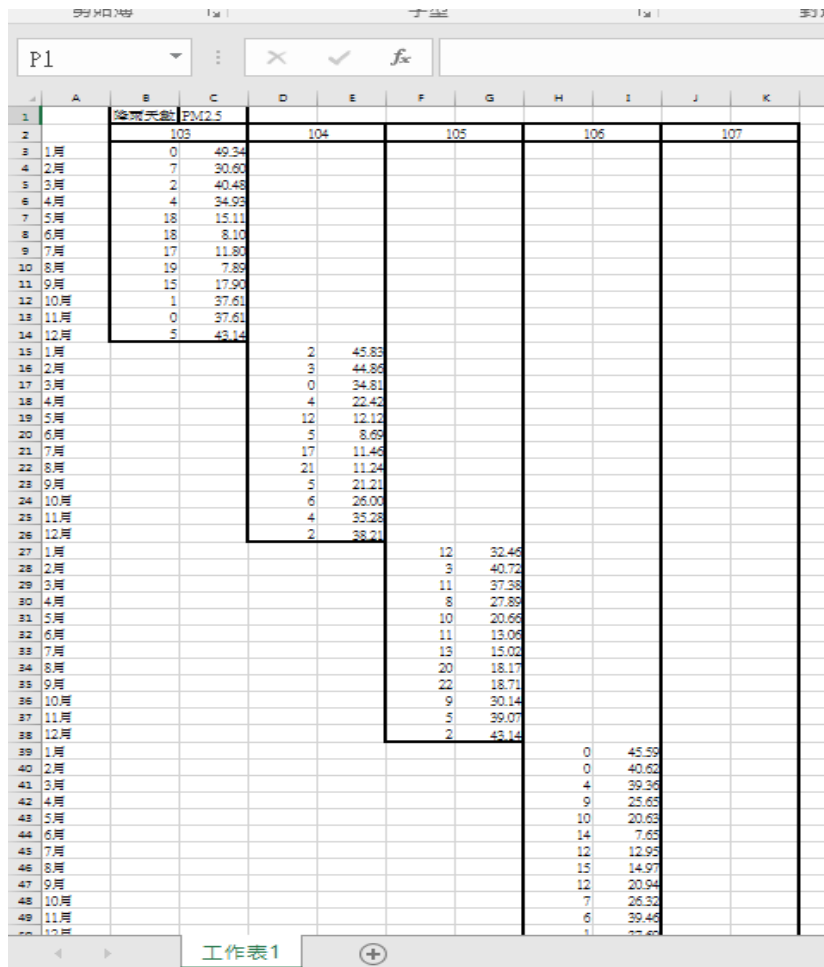
1. 改變 APP 的參數來抓取網站上 103、104、105、106、107 年每月中降雨天數的資料

	A	B	C	D	E	F	G
1	降雨天數						
2		103	104	105	106	107	
3	1月	0	2	12	0	8	
4	2月	7	3	3	0	8	
5	3月	2	0	11	4	5	
6	4月	4	4	8	9	4	
7	5月	18	12	10	10	3	
8	6月	18	5	11	14	20	
9	7月	17	17	13	12	23	
10	8月	19	21	20	15	28	
11	9月	15	5	22	12	13	
12	10月	1	6	9	7	5	
13	11月	0	4	5	6	0	
14	12月	5	2	2	1	0	
15							
16							

2. 利用主題 3-1 中 103、104、105、106、107 每天的 PM2.5 再平均成每個月的數據

16	PM2.5					
17	1月	49.34	32.46	32.46	45.59	37.66
18	2月	30.60	40.72	40.72	40.62	34.50
19	3月	40.48	37.38	37.38	39.36	31.82
20	4月	34.93	27.89	27.89	25.65	26.90
21	5月	15.11	20.66	20.66	20.63	16.55
22	6月	8.10	13.06	13.06	7.65	11.29
23	7月	11.80	15.02	15.02	12.95	11.93
24	8月	7.89	18.17	18.17	14.97	8.44
25	9月	17.90	18.71	18.71	20.94	18.46
26	10月	37.61	30.14	30.14	26.32	33.28
27	11月	37.61	39.07	39.07	39.46	36.86
28	12月	43.14	43.14	43.14	37.69	35.95
29						

3. 將資料排序變形成如下圖



4. 利用 EXCEL 製成圖表

(三) 季節對 PM2.5 的影響

1. 找出各季節對應的月份

表一

3~5月	春季
6~8月	夏季
9~11月	秋季
12~2月	冬季

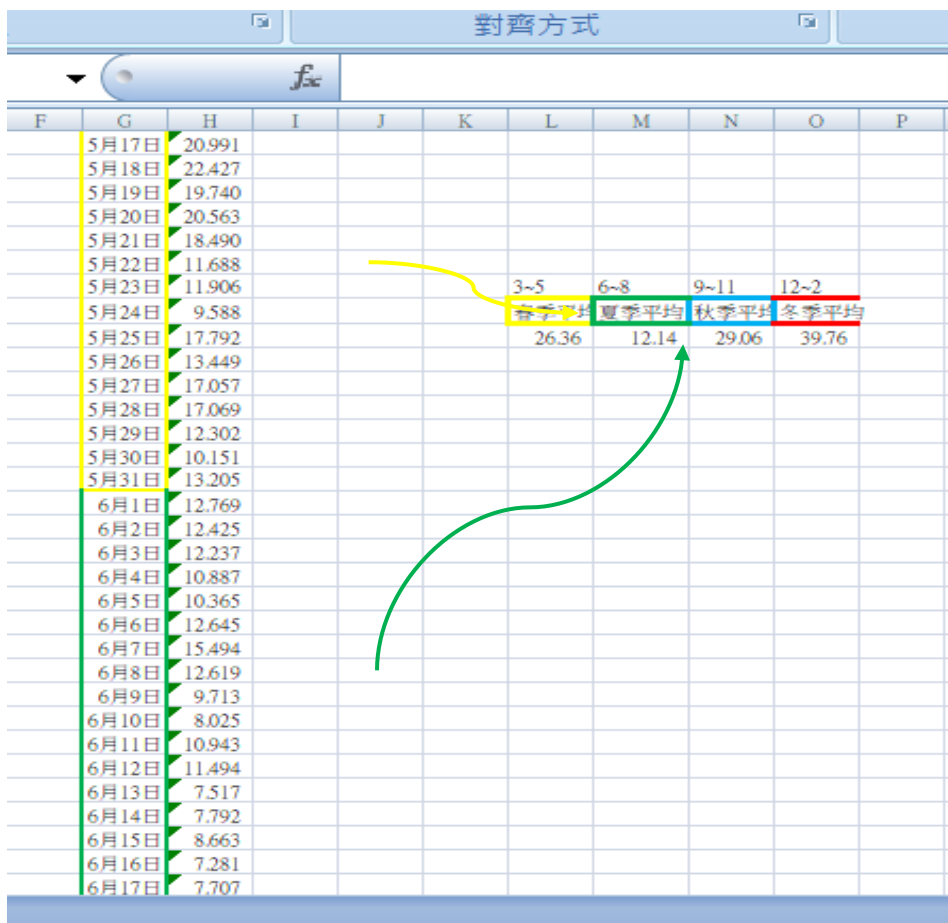
2. 用 App 抓網站上 104、105、106、107 這幾年中每一天 PM2.5 的值

N3						
	A	B	C	D	E	F
1		107	106	105	104	
2	1月1日	72	58.79	70.83	55.00	
3	1月2日	51	57.92	54.88	49.29	
4	1月3日	45.70833	56.58	11.88	40.38	
5	1月4日	48.95833	51.42	11.50	49.50	
6	1月5日	24.25	38.33	36.86	36.04	
7	1月6日	32.20833	52.52	24.08	39.50	
8	1月7日	21.08333	50.83	41.79	50.00	
9	1月8日	19.25	33.33	23.96	42.92	
10	1月9日	7.083333	49.00	49.96	58.17	
11	1月10日	22.78261	51.25	37.50	49.08	
12	1月11日	23.375	63.26	24.83	37.83	
13	1月12日	28.95833	60.29	20.92	38.96	
14	1月13日	36.5	61.17	25.87	40.25	
15	1月14日	34.33333	48.70	33.45	9.59	
16	1月15日	50.63636	54.14	24.38	36.25	
17	1月16日	22.41667	33.96	23.08	36.38	
18	1月17日	32.16667	30.46	18.38	49.96	
19	1月18日	63.20833	38.17	24.00	71.42	
20	1月19日	62.5	26.29	51.25	44.77	
21	1月20日	59.33333	31.35	67.54	63.79	

3. 平均每年的相同日期的 PM2.5 值

F1						
	A	B	C	D	E	F
1		107	106	105	104	平均
2	1月1日	72	58.79	70.83	55.00	64.156
3	1月2日	51	57.92	54.88	49.29	53.271
4	1月3日	45.70833	56.58	11.88	40.38	38.635
5	1月4日	48.95833	51.42	11.50	49.50	40.344
6	1月5日	24.25	38.33	36.86	36.04	33.872
7	1月6日	32.20833	52.52	24.08	39.50	37.078
8	1月7日	21.08333	50.83	41.79	50.00	40.927
9	1月8日	19.25	33.33	23.96	42.92	29.865
10	1月9日	7.083333	49.00	49.96	58.17	41.052
11	1月10日	22.78261	51.25	37.50	49.08	40.154
12	1月11日	23.375	63.26	24.83	37.83	37.326
13	1月12日	28.95833	60.29	20.92	38.96	37.281
14	1月13日	36.5	61.17	25.87	40.25	40.947
15	1月14日	34.33333	48.70	33.45	9.59	31.519
16	1月15日	50.63636	54.14	24.38	36.25	41.351
17	1月16日	22.41667	33.96	23.08	36.38	28.958
18	1月17日	32.16667	30.46	18.38	49.96	32.740
19	1月18日	63.20833	38.17	24.00	71.42	49.198
20	1月19日	62.5	26.29	51.25	44.77	46.204
21	1月20日	59.33333	31.35	67.54	63.79	55.504

4. 按季節分布(春:黃, 夏:綠, 秋:藍, 冬:紅)來平均這些值



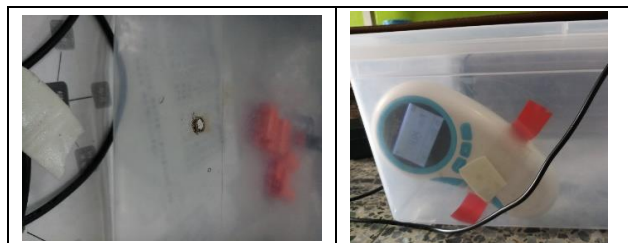
5. 利用 EXCEL 製成圖表

四、探討運用濕度降低 PM2.5 的方法

(一) 自然沉降 PM2.5(對照組)

實驗材料：線香、火柴、PM2.5 偵測器、電工膠帶、鑽孔器、透明箱+蓋、剪刀、泡棉膠、計時器、保鮮膜

1. 將透明箱鑽直徑約 0.4mm 的洞，並將 PM2.5 偵測器黏至固定處，蓋上盒蓋



2. 將線香點燃並插入小洞 5 秒，並拔出。將小洞貼上膠帶，觀測期到 200~500 穩定值，開始計時且每分鐘測量一次 PM2.5 的值(測 40 分鐘)。

3. 製圖

(二) 濕度沉降 PM2.5(實驗組)

實驗材料：線香、火柴、PM2.5 偵測器、剪刀、泡棉膠、計時器、透明箱+蓋、濕度偵測器、加濕器。

1. 將 PM2.5、濕度偵測器、加濕器黏至固定處。
2. 將線香點燃並插入小洞 5 秒，並拔出。將小洞貼上膠帶觀測其到 200~400 單位，接著開起加濕器，計時並每分鐘測量一次(測 40 分鐘)。
3. 製圖

(三) 模擬降雨沉降 PM2.5

降雨沉降材料:透明箱+蓋、線香火柴、PM 2.5 偵測器、電鑽、純水、電工膠帶。

1. 將透明蓋以相等距離打 21 個直徑 3 毫米的小洞，並在透明箱的側邊打一個 4 毫米的小洞，並在下開鑿長為 4cm 寬為 2cm 的排水孔後裝上杯子以延長流水線。
2. 將線香點燃，並插入小洞，待其達到 200 到 400 單位並拔出。
3. 連續且不間斷地加入純水，維持流水狀態。
4. 每分鐘一次計時 40 分鐘。
5. 製圖

伍、研究結果與討論

一、比較不同從網站上擷取 PM2.5 資料的方法

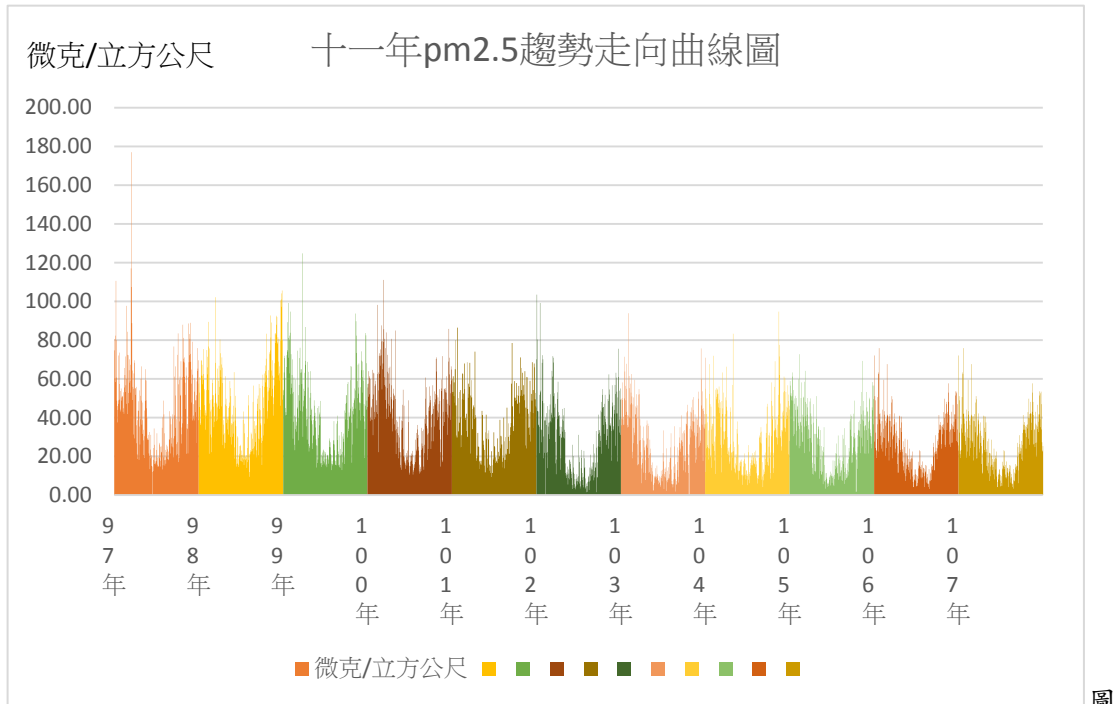
表二

	方法	特點
(一)OpenData	用手動的方式上網抓取 OpenData 的資料，耗費大量時間。	需自行下載整理，費時費力。
(二)程式端 App 開發	用 App Inventor2 自製的 app 下載至手機可便利的隨時隨地抓取大數據。	節省時間，隨時隨地皆可操作。

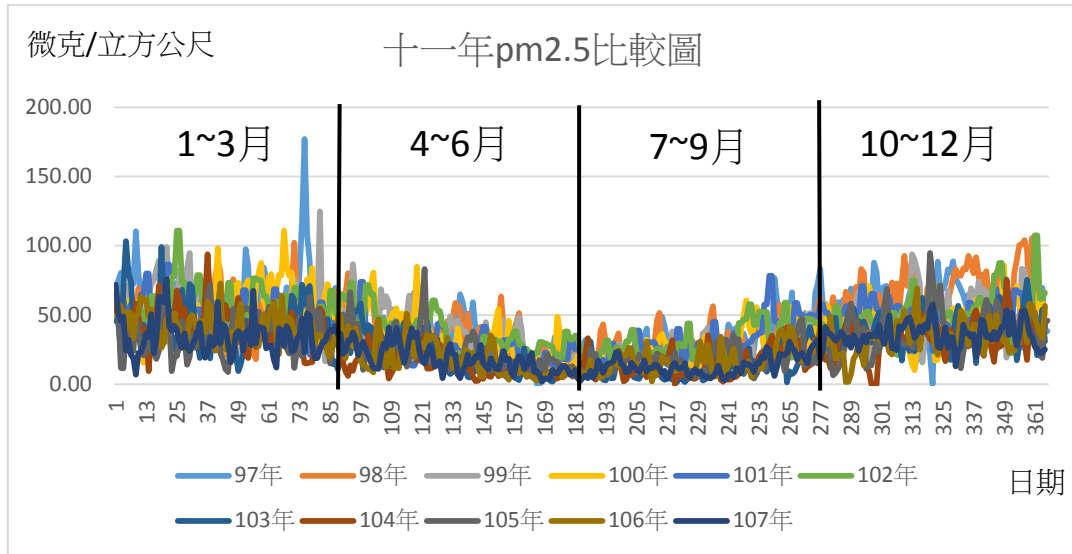
二、藉由 App 中可獲得的資訊觀測十一年 PM2.5 的含量趨勢

將資料以不同分析方式製成圖

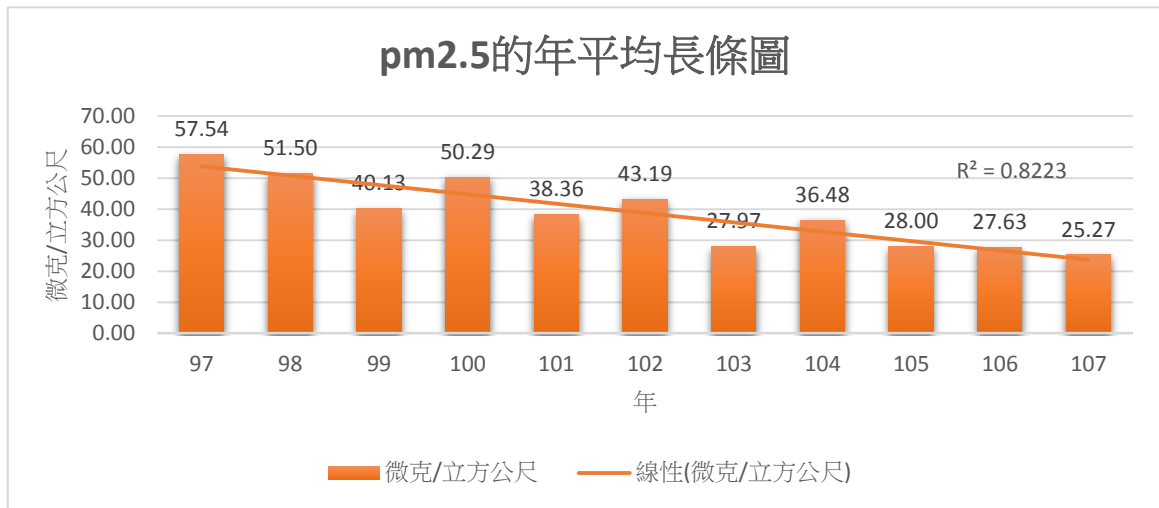
(一) 分析一：



一：97~107 年 PM2.5 每日變化曲線圖



圖二：97~107 年日平均 PM2.5 的含量比較圖



圖三：97~107 年 PM2.5 年平均長條圖

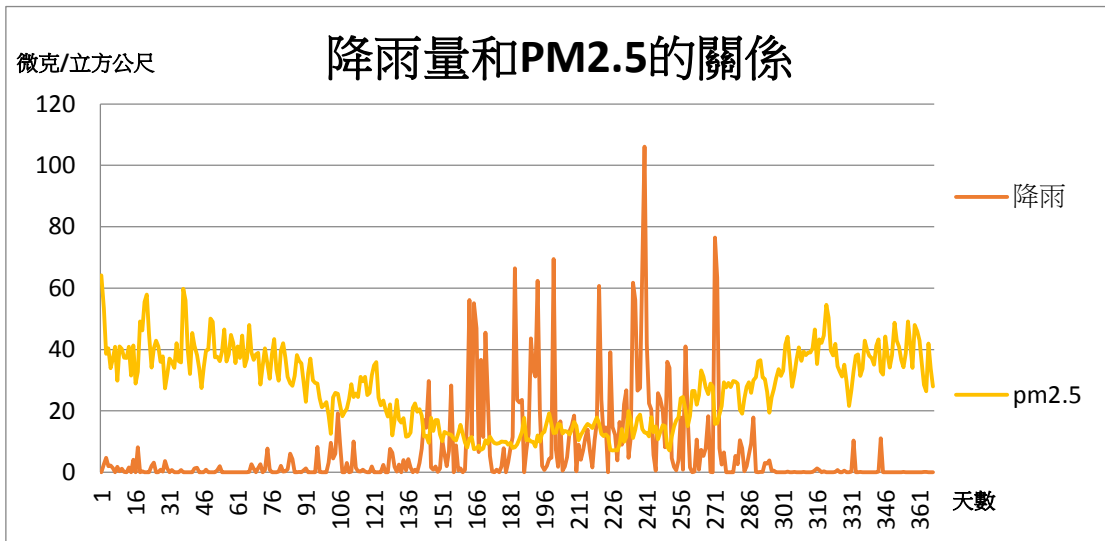
【結果與討論】

1. 由圖一發現 PM 2.5 變化 11 年來，每年有穩定週期性的變化，8 月最低，1 月最高。
2. 圖二可以將一年分成四等分，前 1/4 (1-3 月) 和後 1/4 (10-12) 是高的，中間 5 月-9 月則較低
3. 根據圖一與圖二，觀察出 PM2.5 會隨著季節而改變，夏季最少，冬季最多。在 97 年 3 月中旬達到將近 180(微克/立方公尺)的巔峰，且整年的年平均 PM2.5 是這 11 年裡最高的，已達到 57.54(微克/立方公尺)。其他年則維持穩定規律。
4. 由圖三可知，近幾年的 PM2.5 有逐年遞減的趨勢。

三、藉由 App 中可獲得的資訊探討自然因素對 PM2.5 的影響

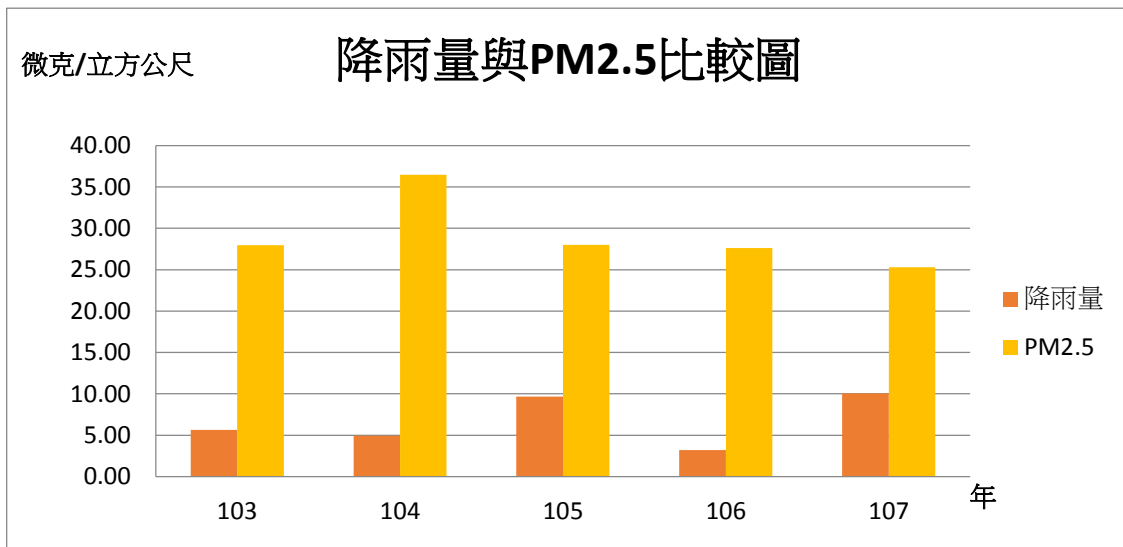
(一) 降雨量對 PM2.5 的影響

【分析一:利用 EXCEL 把此兩筆數據製成一折線圖來比較】



圖四:103~107 年降雨量與 PM2.5 的比較折線圖

【分析二:利用 EXCEL 彙整兩筆數據來製成一長條圖】

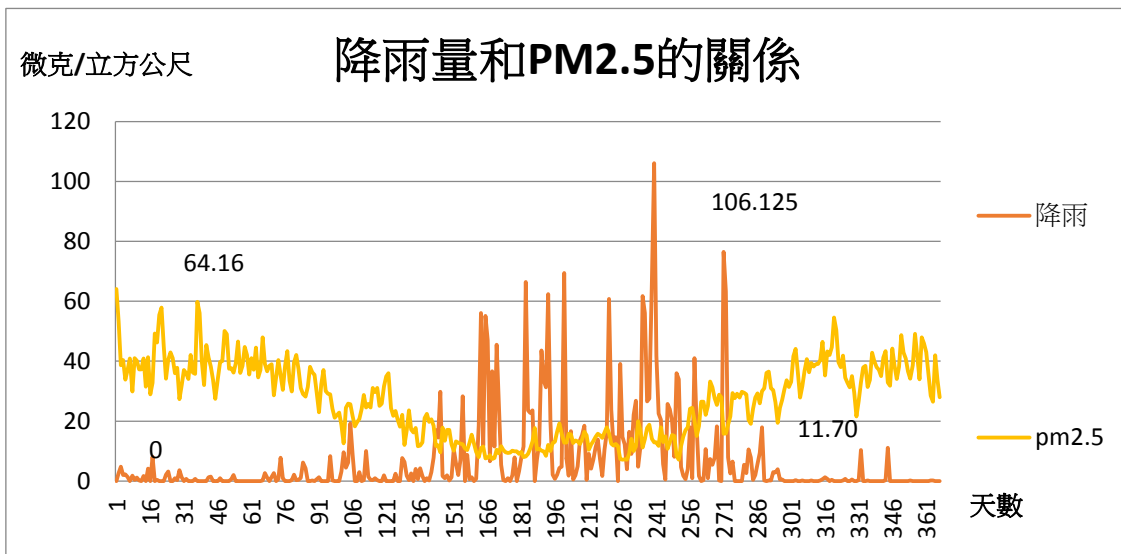


圖五:103~107 年降雨量與 PM2.5 比較長條圖

【結果與討論】

1. 從降雨量與 PM2.5 的比較圖可看出來降雨量有逐年升高的情形，因此 PM2.5 也又逐年減少的情形，可知道 PM2.5 和降雨量成相反關係。
2. 這五年 PM2.5 量由高到低：104 年 > 105 年 > 103 年 > 106 年 > 107 年。
3. 這五年降雨量由低到高：106 年 < 104 年 < 103 年 < 105 年 < 107 年。

4. PM2.5 量最多的 104 年(達到 36.48 微克/立方公尺)，它的溼度是歷年來第二少的；降雨量最高的 107 年，它的 PM2.5 是最少的。
5. 由方法一的圖判斷，在 1 月 1 日是降雨量最少且 PM2.5 量最多的時候，而 8 月 27 日則正好相反，於是我們拿這兩天的數據分別去比較上升或下降的百分比為何
6. 將 PM2.5 與平均濕度最高與最低處標出來，如下：



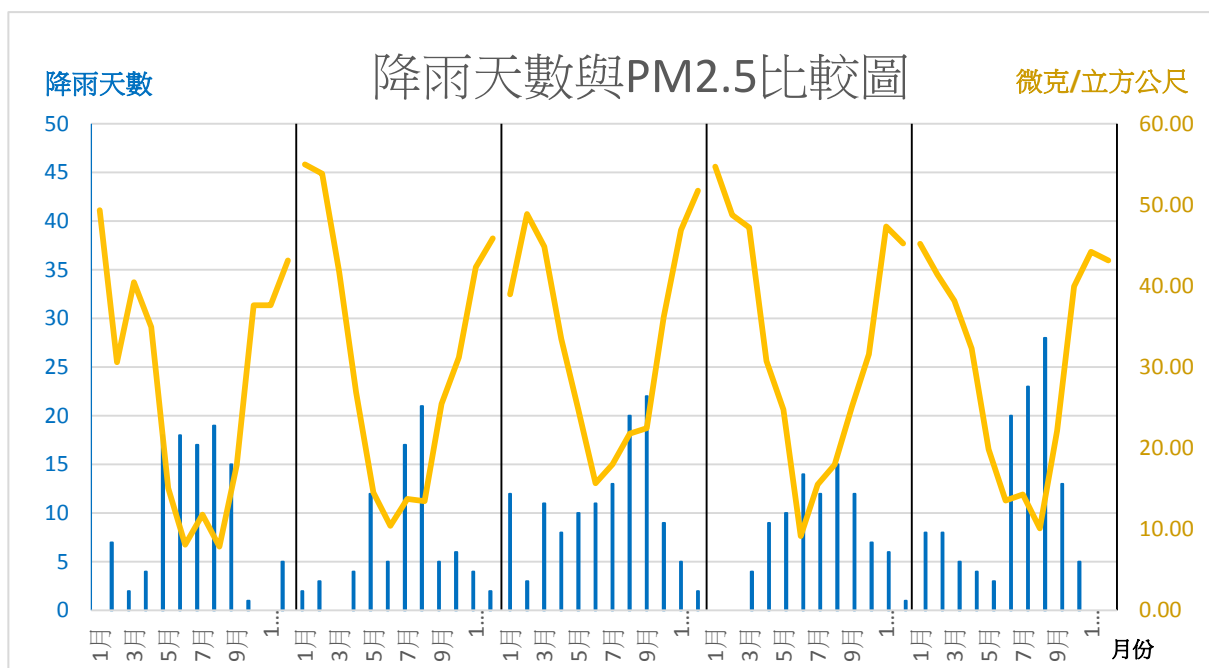
圖六： 降雨量和 PM2.5 的關係折線圖(標記)

將資料整理成表格如下(表三)，由表格能得知，當降雨量上升時，PM2.5 的量會下降，有此可知降雨可降低 PM2.5 的量。

表三:103~107 年平均 PM2.5 含量最高日期

	1 月 1 日	8 月 27 日
降雨(mm)	0	106.125
PM2.5(微克/立方公尺)	64.16	11.70

(二) 降雨天數對 PM2.5 的影響

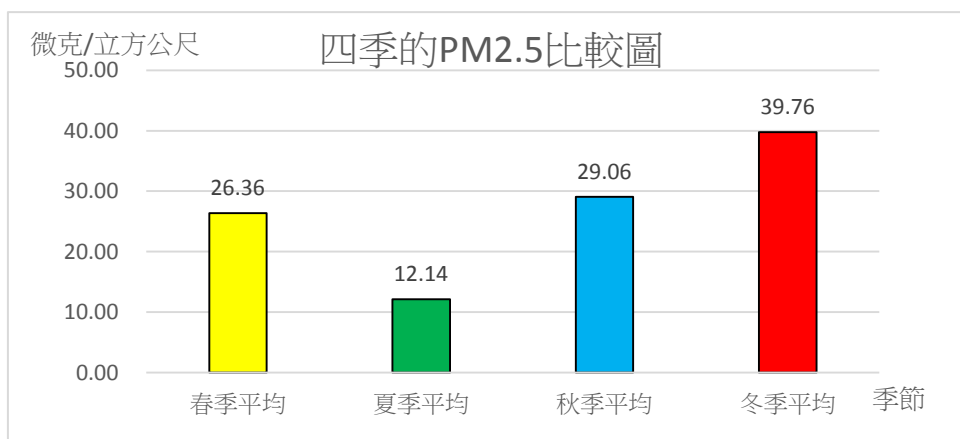


圖七:103~107年 降雨天數與PM2.5比較圖(藍色直條為下雨天數,紅色折線為PM2.5含量)。

【結果與討論】

1. 透過上圖可以得知降雨天數對 PM2.5 的影響非常大, 推測應是每個月的降雨天數不同, 若降雨天數多者, 能有效的使每天中的 PM2.5 沉降, 進而讓整月的 PM2.5 降低很多, 所以整個月的 PM2.5 平均量便不會太高; 降雨天數少的月份則相反。
2. 以 107 年為例, 取降雨天數與 PM2.5 數據差異懸殊的 8 月與 11 月比較, 當降雨天數高達 28 天幾乎快整個月都在下雨的 8 月份, PM2.5 的量只有 8.44 單位; 而完全沒有下雨的 11 月 PM2.5 則有 36.86 之多。

(三) 季節對 PM2.5 的影響



圖八:103~107年四季平均比較長條圖

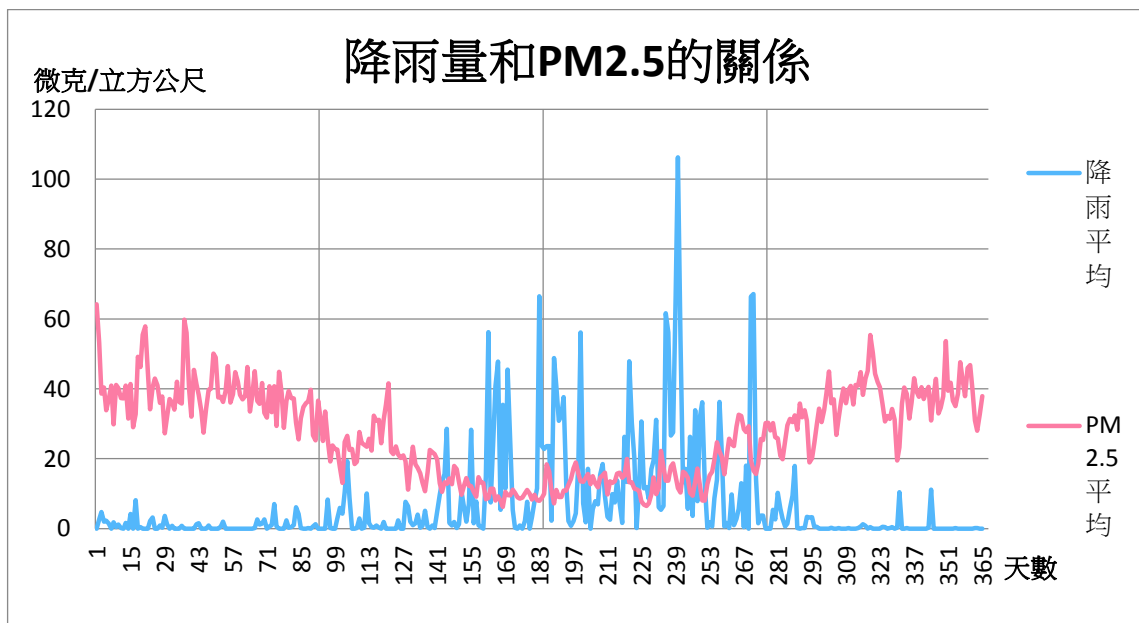
【結果與討論】

1. 透過此圖發現在這四年裡春季的 PM2.5 平均是 26.36(微克/立方公尺)，夏季的 PM2.5 平均是 12.14(微克/立方公尺)，秋季的 PM2.5 平均是 29.06 (微克/立方公尺)，冬季的 PM2.5 平均是 36.76(微克/立方公尺)。
2. 整理成表格如下：

表四:103~107 年四季 PM2.5 量比較表格

	PM2.5 平均 (微克/PM2.5)
春季	26.36
夏季	12.14(少)
秋季	29.06
冬季	36.76(多)

3. 冬季是 PM2.5 最多的季節，夏季量則是 PM2.5 則是最少的季節，且 PM2.5 四季的含量由大到小排列為:冬季>秋季>春季>夏季。
4. 推測應為屏東區地理位置影響屏東地區是平原地形，因為有中央山脈的阻隔導致冬季時 PM2.5 不易擴散而囤積在此地。
5. 利用主題 3-1 中方法一的圖，按照四季來畫分隔線，如下圖，經過分隔線的劃分後，可以更清楚的看出降雨量和 PM2.5 在四季中的變化情形。

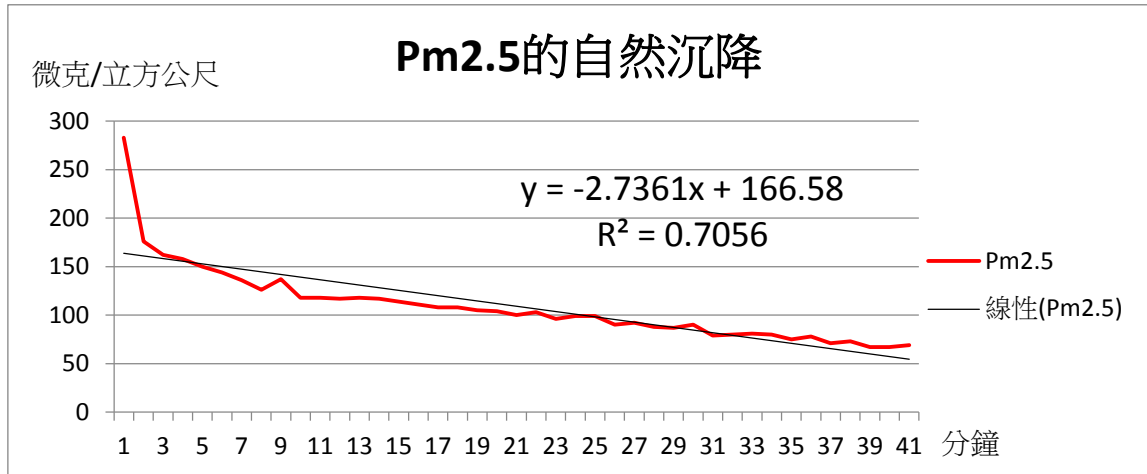


圖九:103~107 年平均降雨量與 PM2.5 關係折線圖(有季節格線)

三、探討沉降 PM2.5 的方法

根據降雨研究的結果，我們發現降雨量會影響 PM2.5 的多寡。而濕度又和降雨息息相關，所以我們將實驗濕度和降雨是否能有效沉降 PM2.5。

(一) 自然沉降 PM2.5

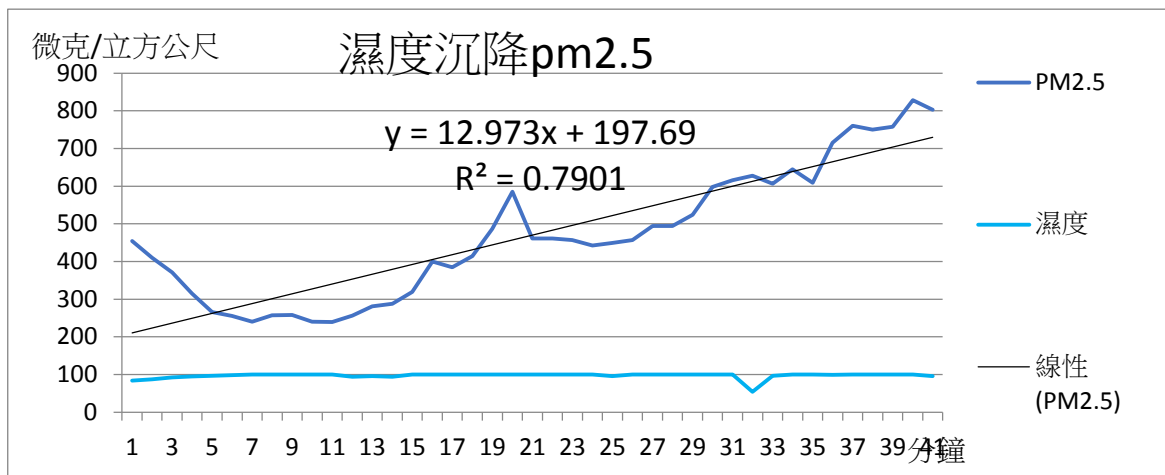


圖十:自然沉降 PM2.5 折線圖

【結果與討論】

1. 由圖十可以看出來，其 R^2 值為 0.7056，相關性非常高。在 0~1 分鐘時，PM2.5 下降了 104 單位，沉降幅度較大。在 1~9 分鐘後的時間，上升下降幅度都在 10~20 單位。10~21 分鐘，上升下降的幅度小於 5 單位。但在 21~22 分鐘時，下降了 78 單位，差距的幅度較高。23~40 分鐘時，上升下降的幅度都不超過 3 單位。
2. 由此實驗得知 PM2.5 可自然沉降，所以我們將在下個實驗中探討如果增加了濕度因子，是否會加快或減緩它的沉降速率。

(二) 濕度沉降 PM2.5



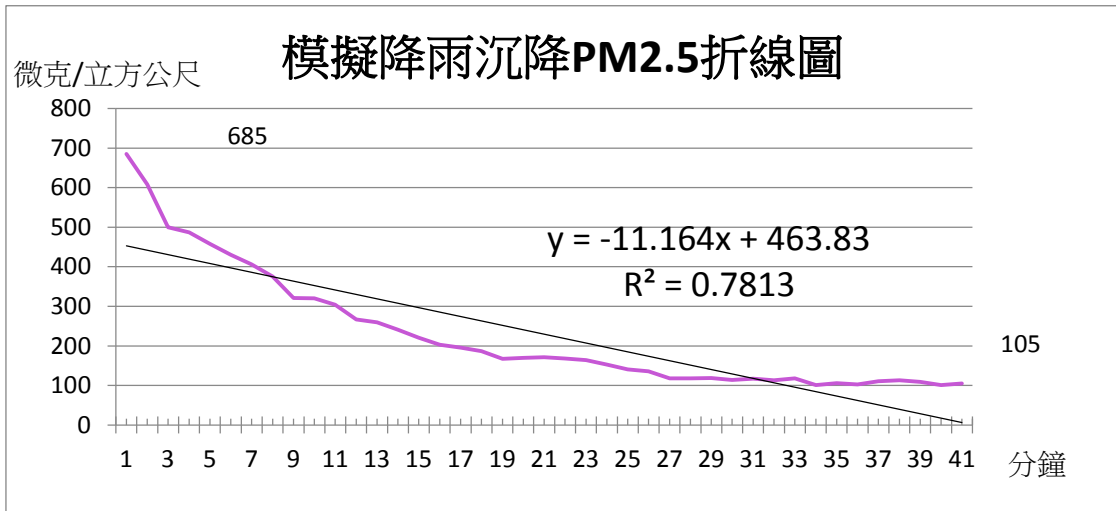
圖十一:濕度沉降 pm2.5 折線圖

【結果與討論】

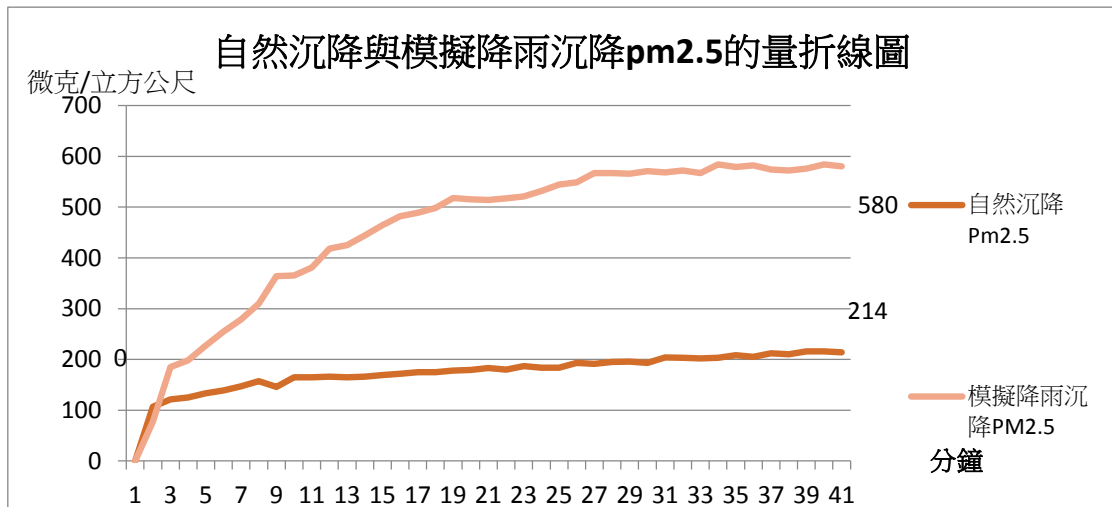
1. 由於濕度加濕器不能控制在 99.9% 內，所以我們讓它不斷加濕，大約每分鐘上升 4%。
2. 在 1~17 分鐘時，PM2.5 沉降的情形，由低到高再到低的情形，巔峰時沉降 215 單位，低峰時只有沉降 40 單位。
3. 在 18~40 分鐘時 PM2.5 大多呈現上升狀態(最多一分鐘上升 375 單位)，原因因為起霧加濕器產生出來的水霧是微小粒子，PM2.5 偵測器會將其認成 PM2.5。所以機器所測量出的 PM2.5 並不完全是線香所產生的 PM2.5。

(三) 模擬降雨沉降 PM2.5

透過模擬降雨鑽小孔並滴水的方法，我們發現灑水可以非常有效的沉降 PM2.5，如圖十二。



圖十二： 模擬降雨沉降 PM2.5 折線圖



圖十三： 自然沉降與模擬降雨沉降 PM2.5 的量折線圖

【結果與討論】

1. 由圖十二可知，PM_{2.5} 在 40 分鐘裡沉降了 580 單位，其沉降幅度在 0~2 分鐘時較大(平均一分鐘沉降 62 單位)，到 26 分鐘前都是 10~50 左右單位，但在 26 分鐘以後變的不穩定，有時上升有時下降。
2. 由圖十三可知，模擬降雨沉降 PM_{2.5} 的量遠遠超過自然沉降，沉降效果是自然沉降的 2.7 倍。
3. 一開始我們決定使用濕度來進行我們的實驗 但卻發現水霧產生的小水滴因顆粒過小，會影響 PM_{2.5} 偵測機的偵測結果。因此我們決定模擬下雨的狀況，觀察 PM_{2.5} 是否會因下雨而沉降。
4. 實驗結果表示，連續降雨能有效沉降 PM_{2.5}，且效果顯著。因為水顆粒大，且從高空墜下，因此帶走 PM_{2.5} 的能力高。若在空氣品質危急時，可使用人造雨等可使降雨手段來使其空氣品質轉好。而依實驗的結果，更加確鑿濕度 PM_{2.5} 不降反升的原因是因為水霧的顆粒過小，不易形成凝結核，並非水對於 PM_{2.5} 毫無沉降作用。

陸、結論

一、比較不同從網站上擷取 PM2.5 資料的方法

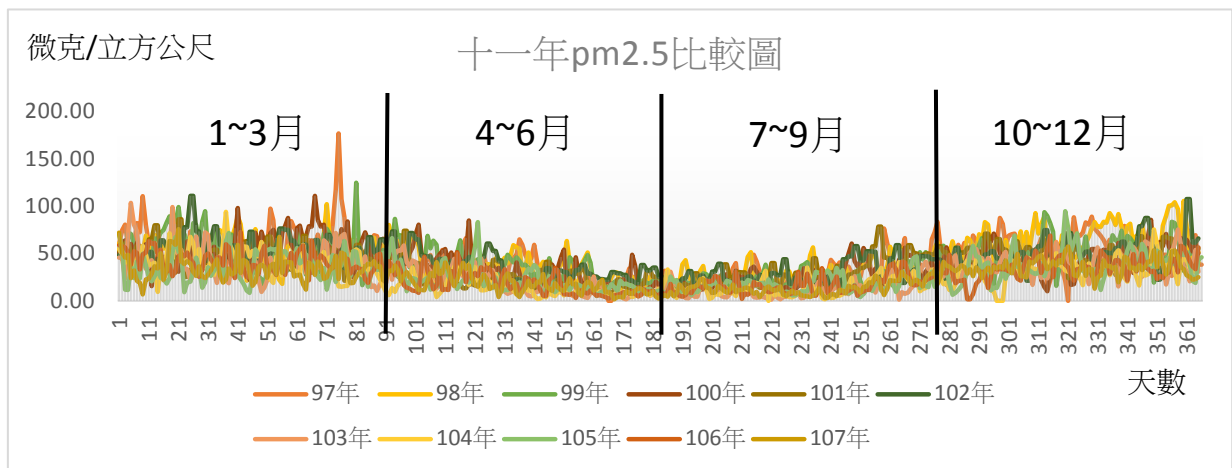
(一) OpenData

1. 用手動的方式上網抓取 OpenData 的資料，耗費大量時間

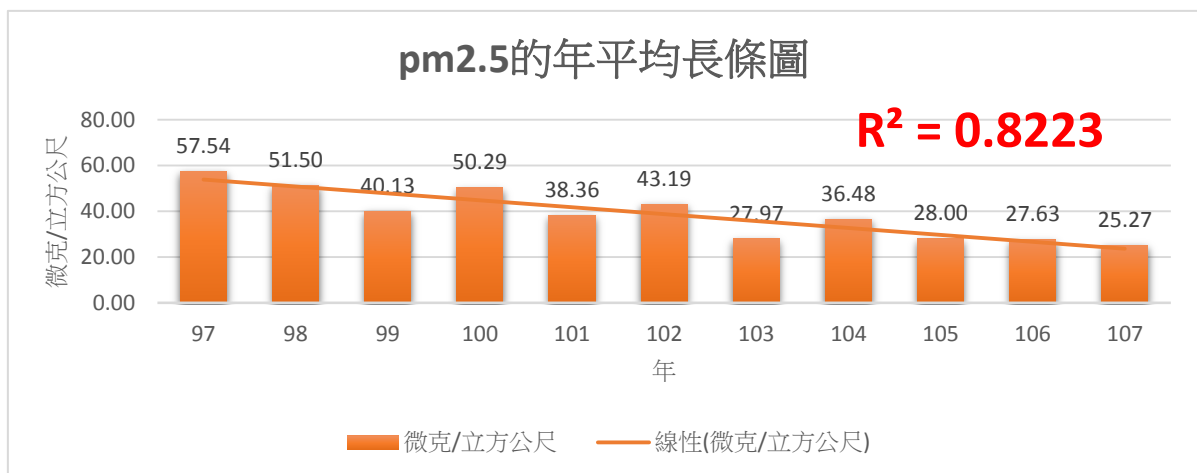
(二) 程式端 App 開發

1. 用 App Inventor 2 自製的 app 下載至手機可便利的隨時隨地抓取大數據

二、藉由 App 中可獲得的資訊觀測十一年來 PM2.5 的變化趨勢



圖十四：97~107 年日平均 PM2.5 的含量比較圖



圖十五：97~107 年 PM2.5 年平均長條圖

1. 每年的 PM2.5 變化都有規律性，夏季低，冬季高。
2. 呈逐年遞減的情況。其下降幅度呈線性： $R^2 = 0.8223$ ，相關性極高。

二、藉由 App 中可獲得的資訊探討自然因素對 PM2.5 的影響

(一) 降雨量對 PM2.5 的影響

1. 降雨量有逐年升高的情形，因此 PM2.5 也又逐年減少的情形，

PM2.5 和降雨量成反比關係。

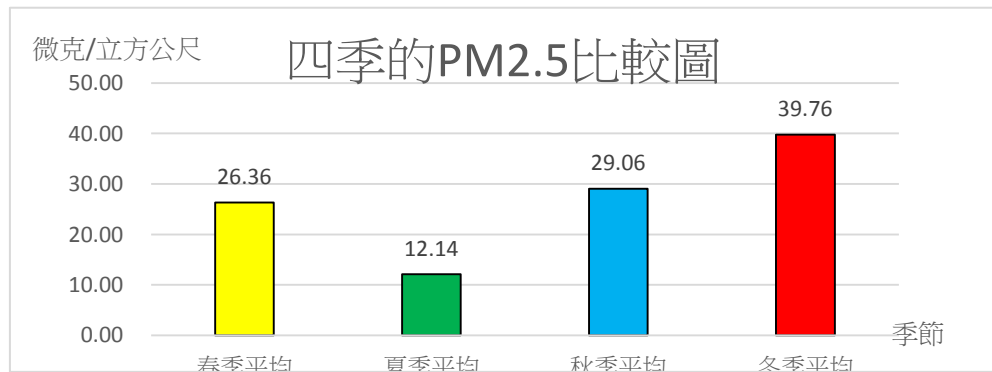
2. 這五年 PM2.5 量由高到低：104 年>105 年>103 年>106 年>107 年。
3. 這五年降雨量由低到高：106 年<104 年<103 年<105 年<107 年。
4. PM2.5 量最多的 104 年(達到 36.48 微克/立方公尺)，它的溼度是歷年來第二少的；降雨量最高的 107 年，它的 PM2.5 是最少的。

(二) 降雨天數對 PM2.5 的影響

1. 透過上圖可以得知降雨天數對 PM2.5 的影響非常大，推測應是每個月的降雨天數不同，若降雨天數多者，能有效的使每天中的 PM2.5 沉降，進而讓整月的 PM2.5 降低很多，所以整個月的 PM2.5 平均量便不會太高；降雨天數少的月分則相反。

(三) 季節對 PM2.5 的影響

1. 整理成表格如下：



圖八:103~107 年四季平均比較長條圖

2. 由圖八可看出，冬季是 PM2.5 最多的季節，夏季則是 PM2.5 最少的季節，且 PM2.5 四季的含量由大到小排列為：冬季>秋季>春季>夏季。

3. 推測應為屏東區地理位置影響屏東地區是平原地形，因為有中央山脈的阻隔導致冬季時 PM2.5 不易擴散而囤積在此地。

四、探討運用濕度降低 PM2.5 的方法

1. 實驗結果顯示，連續降雨能有效沉降 PM2.5。因為水顆粒、下降力道大，因此沉降 PM2.5 的能力高。而依濕度實驗的結果，更加確鑿濕度沉降 PM2.5 的實驗中，PM2.5 不降反升的原因是因為水霧的顆粒過小，並非水對於 PM2.5 毫無沉降作用。
2. 若在空氣品質紫爆時，可使用人造雨等降雨方法來使其空氣品質轉好，但別使用噴灑的方法，因為其水霧微小粒子會增加 PM2.5 的量。

捌、 參考文獻

- ◇ 中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 移動"塵寶"~PM2.5 影響因子初探-以鄰近屏東縣 測站為例
- ◇ 行政院環保署網站 <https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/default.aspx>
- ◇ 醫檢小百科 http://www.labmed.org.tw/knowledge_1.ASP?mno=74
- ◇ 懸浮微粒維基百科，自由的百科全書
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%87%B8%E6%B5%AE%E7%B2%92%E5%AD%90>
- ◇ 空氣品質指標 AQI 是什麼？跟常聽見的 PM2.5 又有什麼關係？
https://www.xpure-tw.com/blog/vol5_aqiPM25
- ◇ 開放資料 維基百科，自由的百科全書
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E9%96%8B%E6%94%BE%E8%B3%87%E6%96%99>
- ◇ 你不可不知的 JSON 基本介紹
<https://blog.wu-boy.com/2011/04/%E4%BD%A0%E4%B8%8D%E5%8F%AF%E4%B8%8D%E7%9F%A5%E7%9A%84-json-%E5%9F%BA%E6%9C%AC%E4%BB%8B%E7%B4%B9/>
- ◇ Inventor 介紹和使用
http://im.thu.edu.tw/upload/news_upload/Inventor%E4%BB%8B%E7%B4%B9%E5%92%8C%E4%BD%BF%E7%94%A8.pdf