

金門地區第 60 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別：環境學科

組 別：高中組

作品名稱：金粒子 PM_{2.5} 探討

關鍵詞：PM_{2.5}、金門、空氣品質

編 號：

壹、摘要

近年來，PM_{2.5}成為我們生活中越來越不可忽視的議題，追求建設、社會發展過程中隱約的對空氣品質產生了很大的影響。透過網路上的資料，我們集結資訊，透過圖表繪製、異地比較，發現 PM_{2.5} 在冬季較夏季嚴重，進而比較風向等因素，發現在濕度高於 80%時較為嚴重，且風向為東北風時，PM_{2.5} 數值較其他風向高出許多；此外，我們還探討了金門傳統文化-迎城隍對於 PM_{2.5} 的影響，發現在活動期間，空氣中的細懸浮微粒有增加的趨勢。

貳、研究動機

金門，清新的空氣和豐富的生態自然景觀，曾是這座小島最美的贈禮，然而，在短短十幾年，身為學生的我們也發現了日漸改變的景色，霧霾越來越頻繁，藍天也不再那樣藍，於是，我們對於這其中充滿疑問並深刻思考，想要找出這其中的秘辛。

參、研究目的

- 一、瞭解臺灣北中南地區 PM_{2.5} 的分布情形
- 二、瞭解不同環境因素對金門地區 PM_{2.5} 的影響
- 三、了解文化慶典對於 PM_{2.5} 之影響與檢討

肆、研究設備及器材

- 一、行政院環保署環境資料庫：查詢 2016 年~2018 年之空氣品質監測資料，包括 PM_{2.5} 數值、相對濕度、風速。

說明:原欲觀察 2016~2019 年之數據，然查無 2019 年 12 月的空氣品質資料，故最後決定只探討 2016 年~2018 年的空氣品質變化。

- 二、中央氣象局觀測資料查詢系統：查詢 2016 年~2018 年之氣象觀測資料，包括溫度、風向。

- 三、Excel：資料統計及繪製圖表。

伍、研究過程或方法

一、瞭解臺灣北中南地區 PM_{2.5} 的分布情形

(一) 實驗 1-1

1. 目的：瞭解 PM_{2.5} 是否會隨季節以及風向而有所變化（以臺北松山、臺中西屯、高雄楠梓觀測站為例）

2. 操縱變因：臺北、臺中、高雄三地區

三年的月平均風向

3. 應變變因：PM_{2.5}

4. 實驗方法

(1) 至行政院環保署查詢臺北、臺中、高雄三地區 2016 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日共計三年的每月平均 PM_{2.5} 的數值。

(2) 至中央氣象局查詢臺北、臺中、高雄三地區 2016 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日共計三年的每月平均風向（採 360 度）。

(3) 將每月平均 PM_{2.5} 值與每月平均風向製做成圖表，觀察兩者間的關係。

二、瞭解不同環境因素對金門地區 PM_{2.5} 的影響

(一) 實驗 2-1

1. 目的：瞭解 PM_{2.5} 是否會隨溫度不同而有所變化（以金門觀測站為例）

2. 操作變因：金門地區每月均溫

3. 應變變因：PM_{2.5} 值

4. 實驗方法

(1) 至行政院環境保護署查詢金門地區 2016 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日共計三年的每月平均 PM_{2.5} 的數值。

(2) 同時查詢 2016 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日的每日均溫，分別將各月份的日均溫加總平均後得到每月的月均溫。

(3) 將每月平均 PM_{2.5} 值與每月月均溫製做成圖表，觀察兩者間的關係。

(二) 實驗 2-2

1. 目的：瞭解 PM_{2.5} 是否會隨風向不同而有所變化（以金門觀測站為例）

2. 操作變因：金門地區每月平均風向

3. 應變變因：PM_{2.5} 值

4. 實驗方法

(1)至行政院環境保護署查詢金門地區 2016 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日共計三年的每月平均 PM_{2.5}的數值。

(2)至中央氣象局查詢金門地區 2016 年 1 月 1 日至 2018 年 12 月 31 日的平均風向（採 360 度）。

(3)將每月平均 PM_{2.5} 值與每月平均風向製作成圖表，觀察兩者間的關係。

(三) 實驗 2-3

1. 目的：瞭解 PM_{2.5} 是否會隨濕度不同而有所變化（以金門觀測站為例）

2. 操作變因：金門地區每日平均濕度

3. 應變變因：PM_{2.5} 值

4. 實驗方法

(1)至行政院環境保護署查詢金門觀測站 2019 年 10 月 1 日至 2019 年 11 月 30 日的每日平均 PM_{2.5}的數值。

說明:由於金門地區冬季的空氣品質為一年中最差的季節，原欲研究冬季 10 月至 12 月 PM_{2.5} 數值之變化，因查無 2019 年 12 月的空氣品質資料，最終決定只探討 10 月~11 月的 PM_{2.5} 數值變化。

(2)查詢 2019 年 10 月 1 日至 2019 年 11 月 30 日的日平均濕度，總計過去 60 日 (2019/11/08 查無資料記錄)中 40~49.99%共 8 天、50~59.99%共 16 天、60~69.99%共 14 天、70~79.99%共 13 天，80~89.99%共 9 天。

(3)我們將這些天內的數值做平均後製成圖表，比較相對濕度高低與 PM_{2.5} 的關係。

(四) 實驗 2-4

1. 目的：瞭解 PM_{2.5} 在是否隨風速而有所變化（以金門地區為例）

2. 操作變因：每日平均風速值

3. 應變變因：PM_{2.5} 值

(1)至行政院環境保護署查詢金門觀測站 2019 年 10 月 1 日至 2019 年 11 月 30 日的每日平均 PM_{2.5}的數值。

(2)查詢 2019 年 10 月 1 日至 2019 年 11 月 30 日的每日平均小時風速值，總計過去 60 日中有 1.00~1.99(m/sec)共 8 天、2.00~2.99(m/sec)共 25 天、3.00~3.99(m/sec)共 23 天、4.00~4.99(m/sec)共 4 天。。

(3)我們將這些天內的數值做平均後製成圖表，比較相對風速與 PM_{2.5}的關係。

(五) 實驗 2-5

1. 目的：瞭解 PM_{2.5} 在不同季節時，是否在一日中隨時間而有所變化（以金門地區為例）

2. 操作變因：每日不同時間（以 1 小時為單位）

3. 應變變因：PM_{2.5} 值

(1)查詢 2016 年的春分、夏至、秋分、冬至日期。

(2)至行政院環境保護署查詢金門觀測站 2016 年的春分、夏至、秋分、冬至當日及前後 1 天（共 3 日）的每日每小時小時平均 PM_{2.5} 的數值。

(3)繪製 PM_{2.5} 日變化圖。

三、瞭解文化慶典對於 PM_{2.5} 之影響

(一) 實驗 3-1

1. 目的：瞭解宗廟慶典對於空氣中 PM_{2.5} 之影響

2. 操縱變因：平常時間和廟會慶典比較

3. 應變變因：PM_{2.5}

(1)至環保署環境資源資料庫搜尋歷年 PM_{2.5} 之數值

(2) 比較特定日期的 PM_{2.5} 之濃度和前後數日的 PM_{2.5} 之變化折線圖

(二) 實驗 3-2

1. 目的：個別探討-金門迎城隍

2. 內容：透過環保署環境資料庫以及金門縣環保局之空氣污染資料，比對迎城隍所帶來之影響

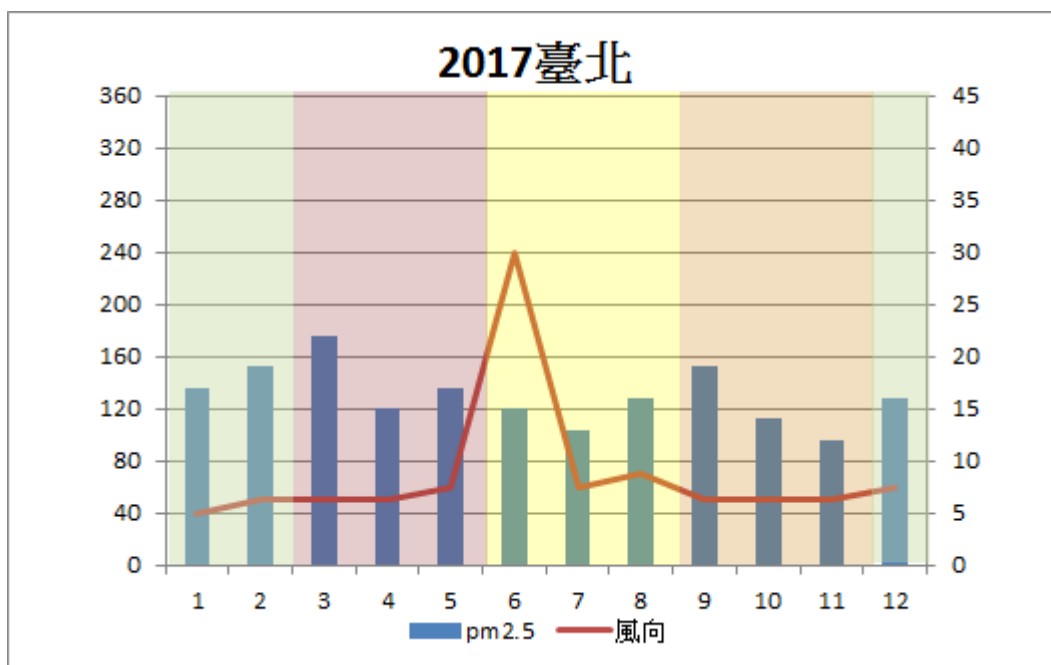
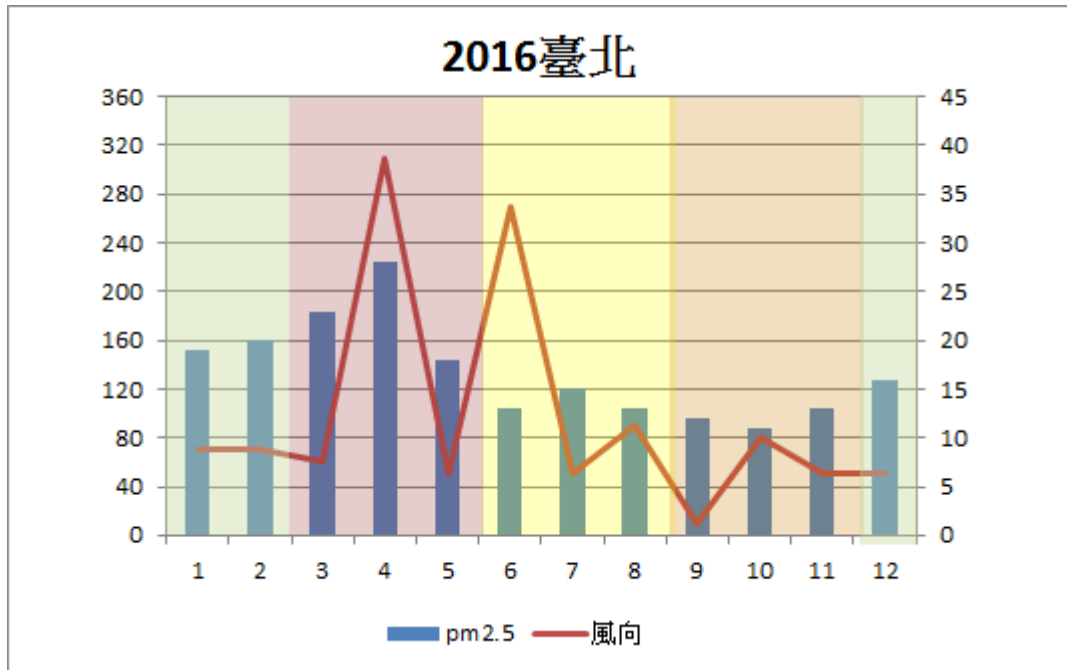
3. 繪製金門迎城隍前後 PM_{2.5} 之比較圖

4. 省思與探討：金門本身地理環境位置特殊，傳統宗廟文化與環境維持如何兼顧

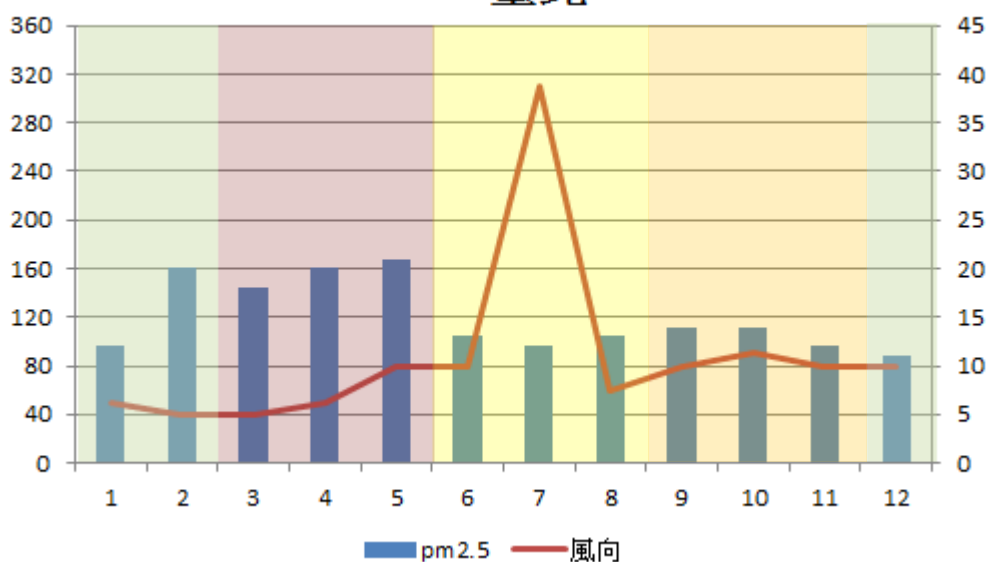
陸、研究結果

一、

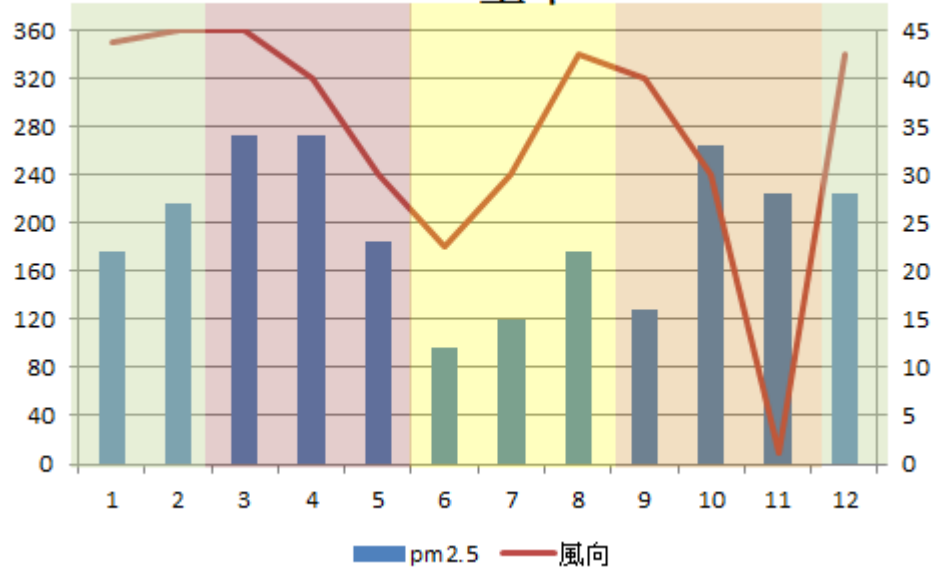
實驗 1-1



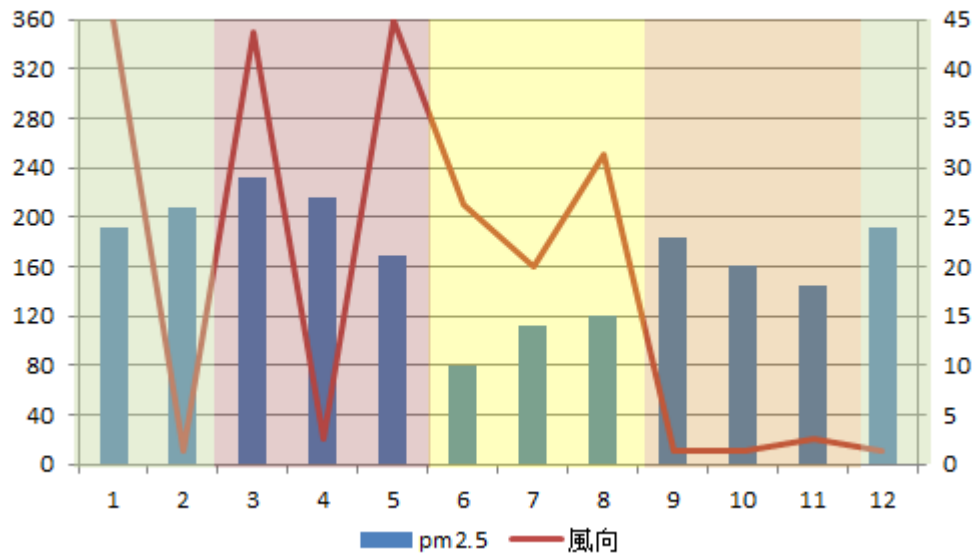
2018臺北



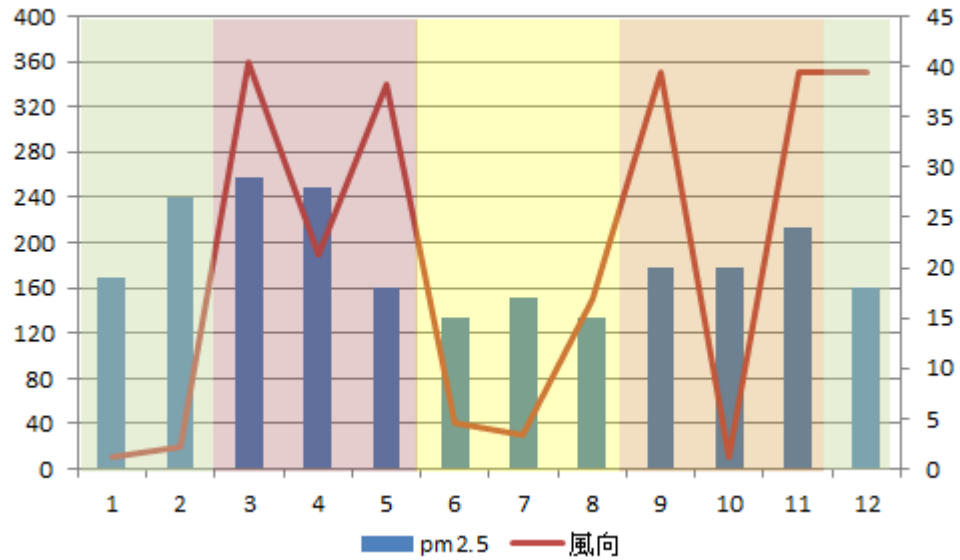
2016臺中



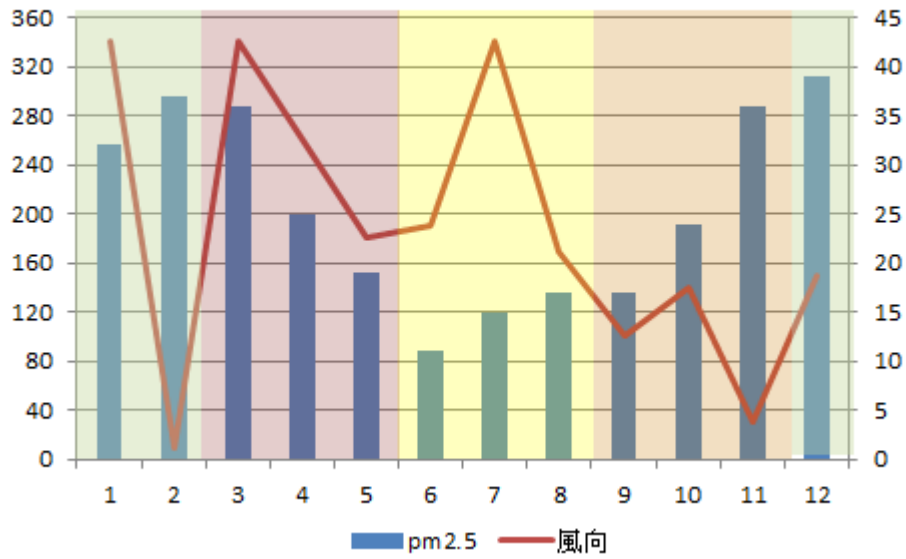
2017臺中



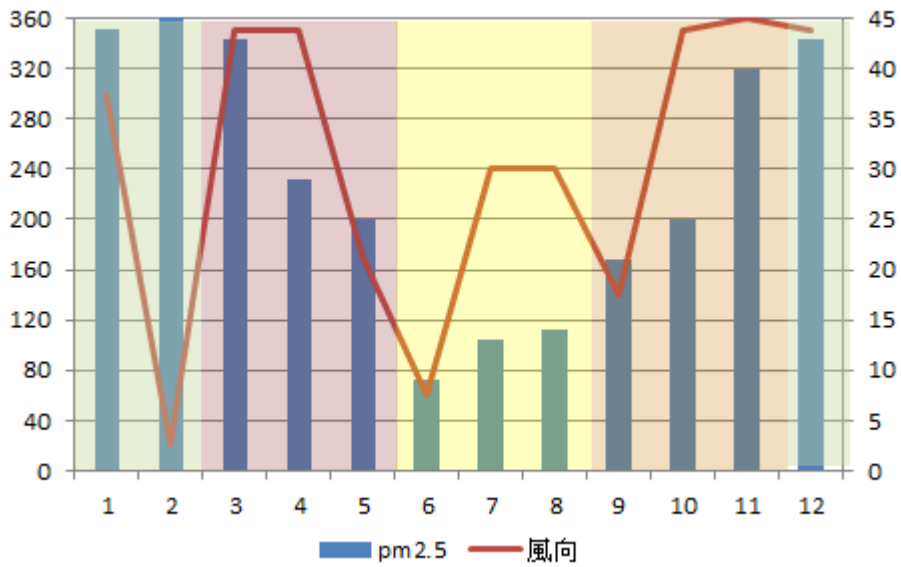
2018臺中

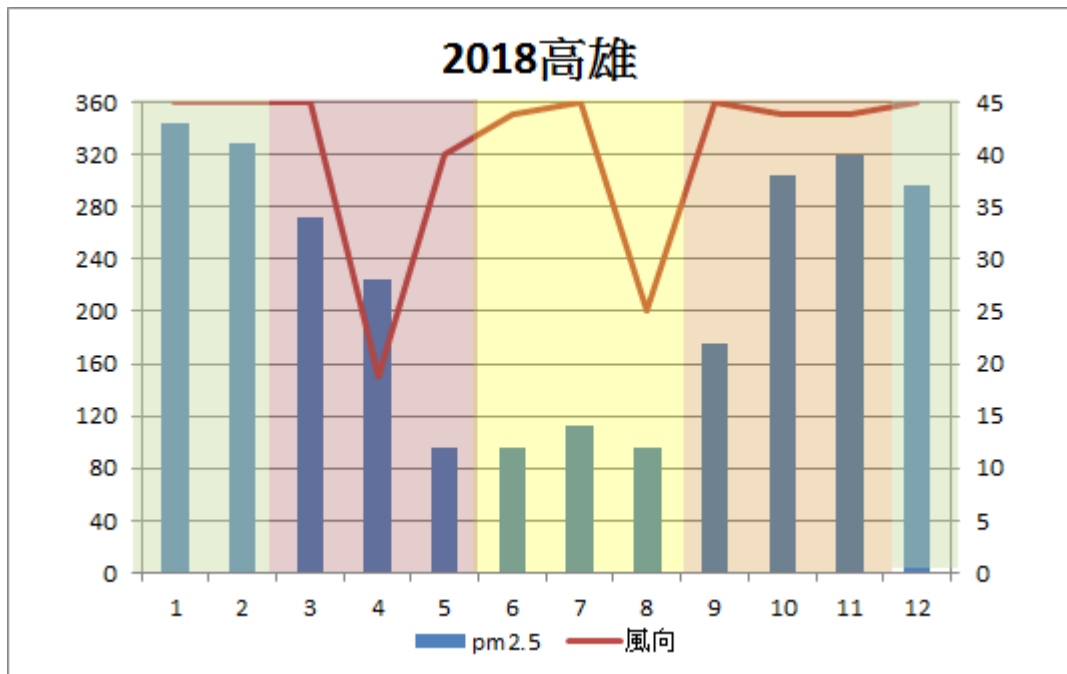


2016高雄



2017高雄

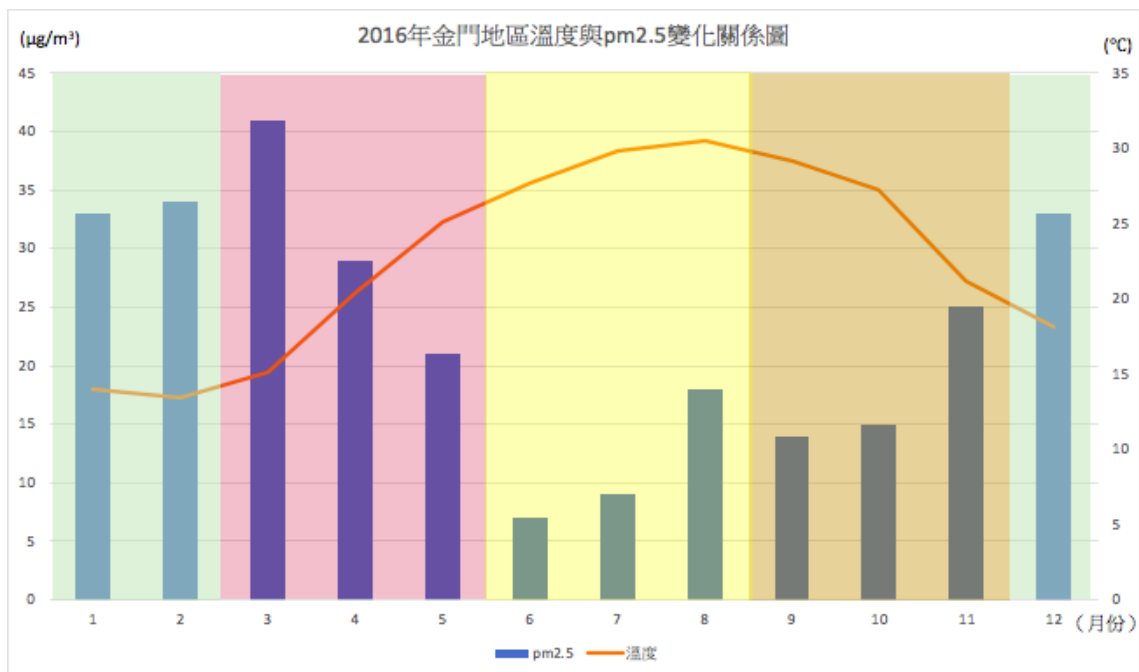


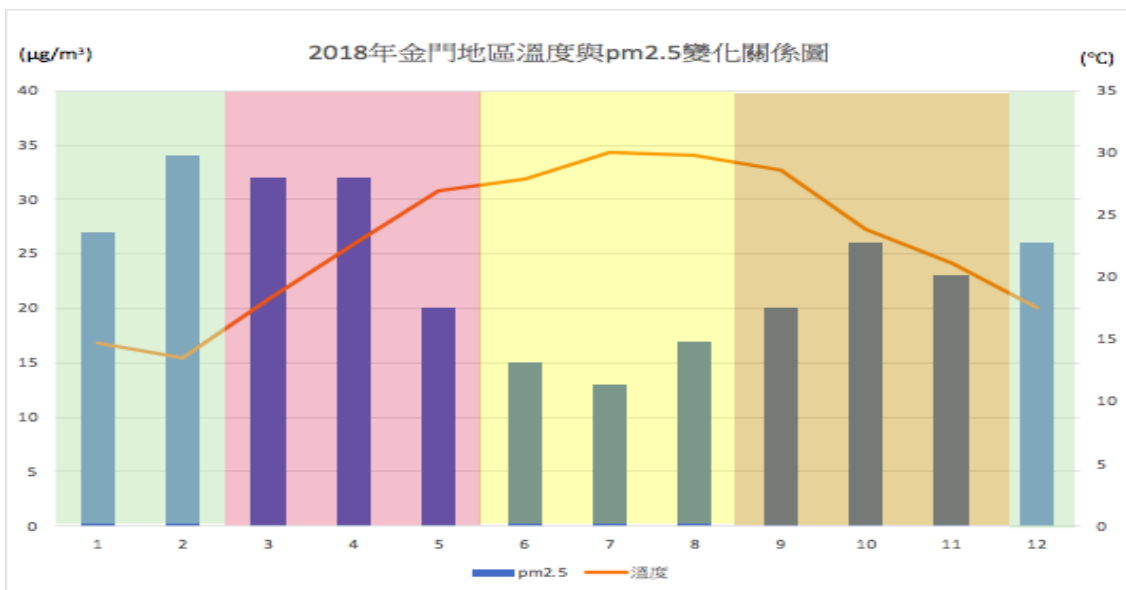
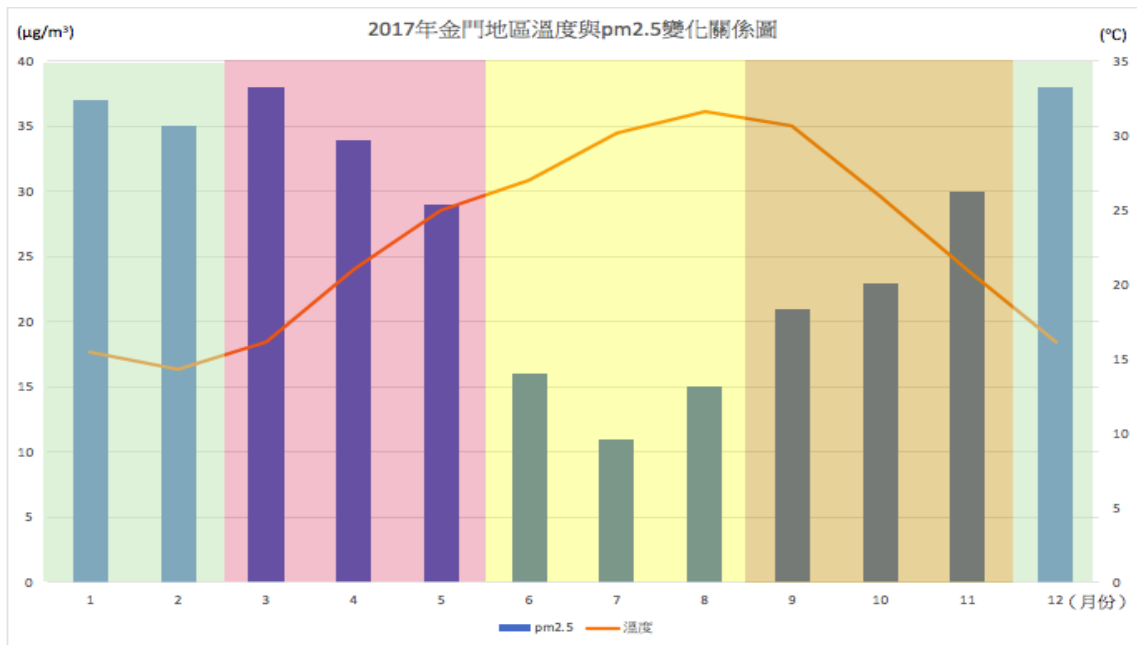


二、

(一) 實驗 2-1

1. 目的：瞭解 PM_{2.5} 是否會隨溫度不同而有所變化（以金門觀測站為例）





2. 結果：

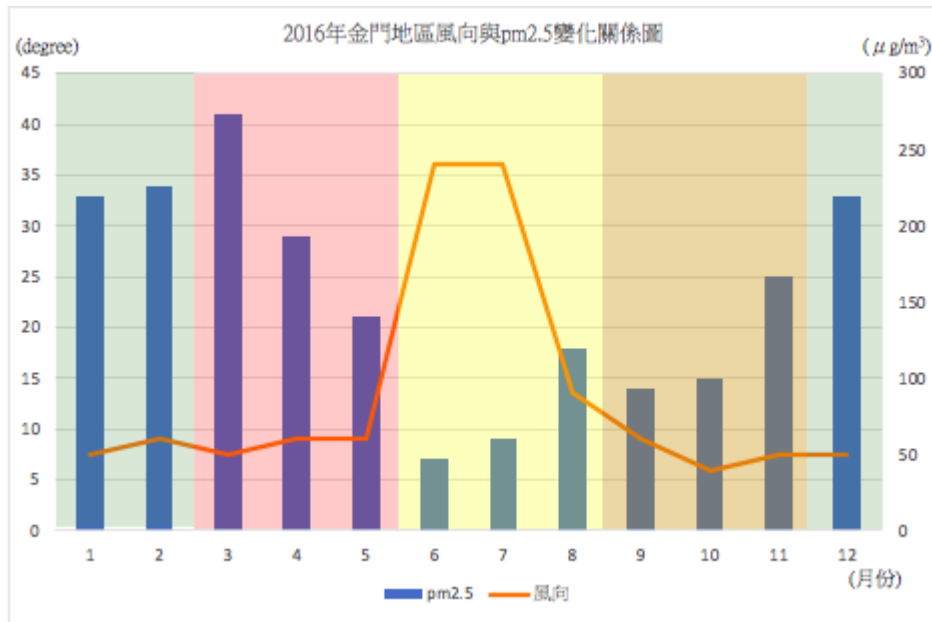
(1) PM_{2.5} 數值與溫度大概呈反向關係：夏季時月均溫較高，PM_{2.5} 數值較低；冬季時月均溫較低，PM_{2.5} 數值較高。

(二) 實驗 2-2

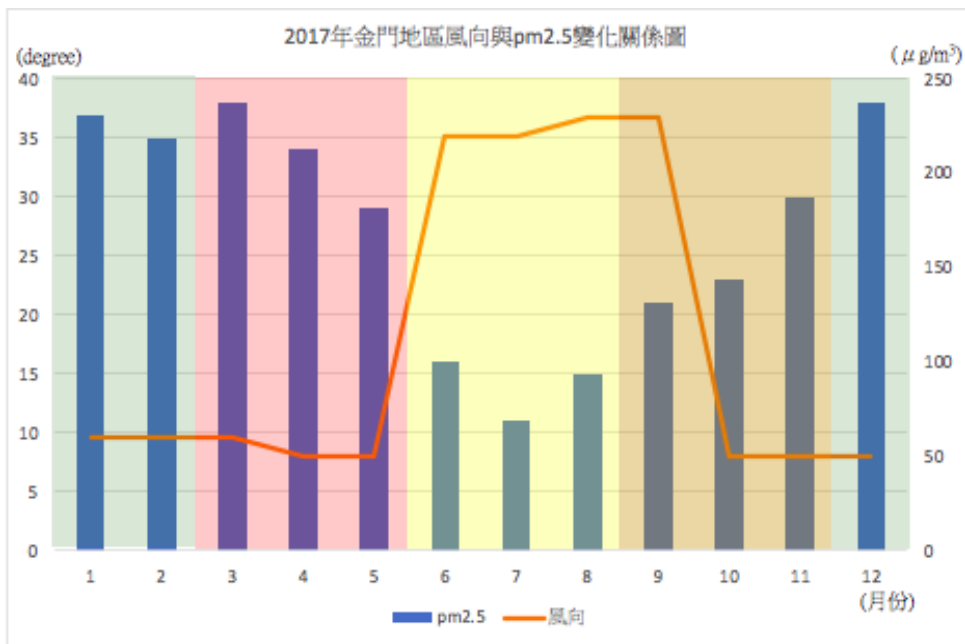
1. 目的：瞭解 PM_{2.5} 是否會隨風向不同而有所變化（以金門觀測站為例）

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
風向	50	60	50	60	60	240	240	90	60	40	50	50

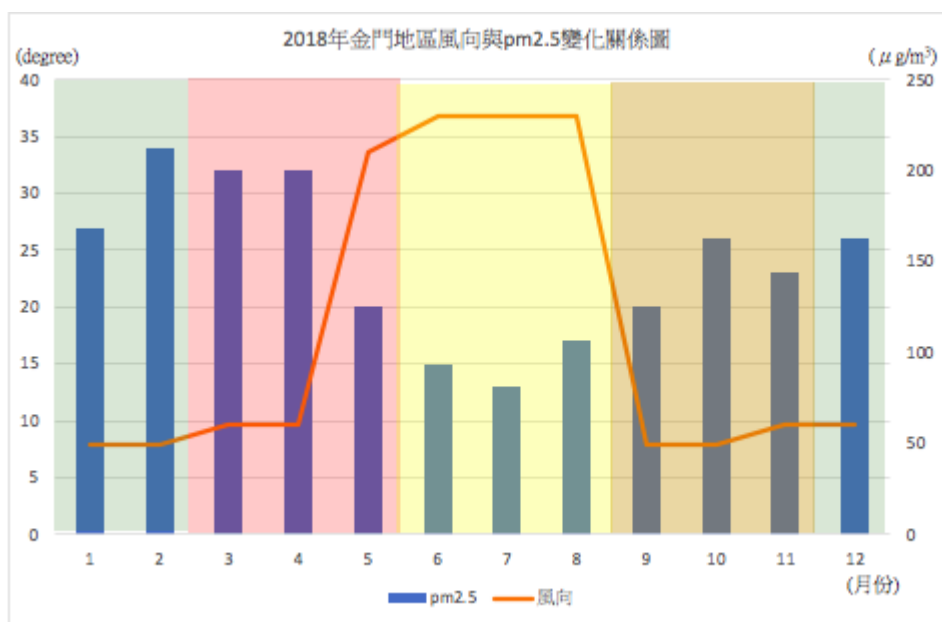
PM _{2.5}	33	34	41	29	21	7	9	18	14	15	25	33
-------------------	----	----	----	----	----	---	---	----	----	----	----	----



月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
風向	60	60	60	50	50	220	220	230	230	50	50	50
PM _{2.5}	37	35	38	34	29	16	11	15	21	23	30	38



月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
風向	50	50	60	60	210	230	230	230	50	50	60	60
PM _{2.5}	27	34	32	32	20	15	13	17	20	26	23	26



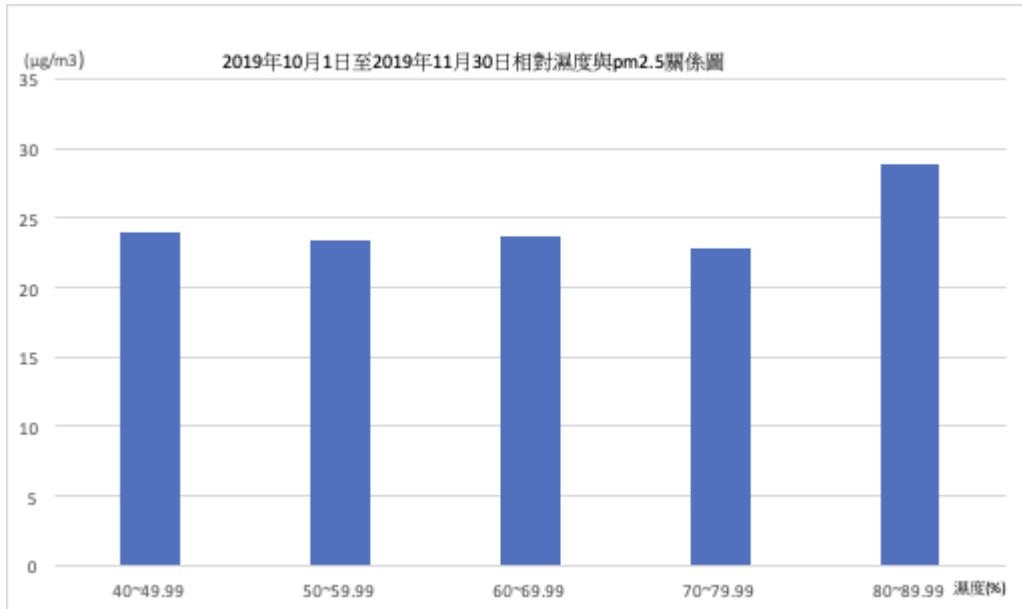
2. 結果：

(1)可觀察出當風向為 200~240 度（約西南方位）時，PM_{2.5} 數值普遍較低，其餘月份之平均風向均介於 40~90 度（約東北方位）時，PM_{2.5} 數值明顯較高。

(三) 實驗 2-3

1. 目的：瞭解 PM_{2.5} 是否會隨濕度不同而有所變化（以金門觀測站為例）

相對濕度(%)	40~49.99(共計 8 天)	50~59.99(共計 16 天)	60~69.99(共計 14 天)	70~79.99(共計 13 天)	80~89.99(共計 9 天)
PM _{2.5} (µg/m ³)	24	23.38	23.64	22.85	28.84



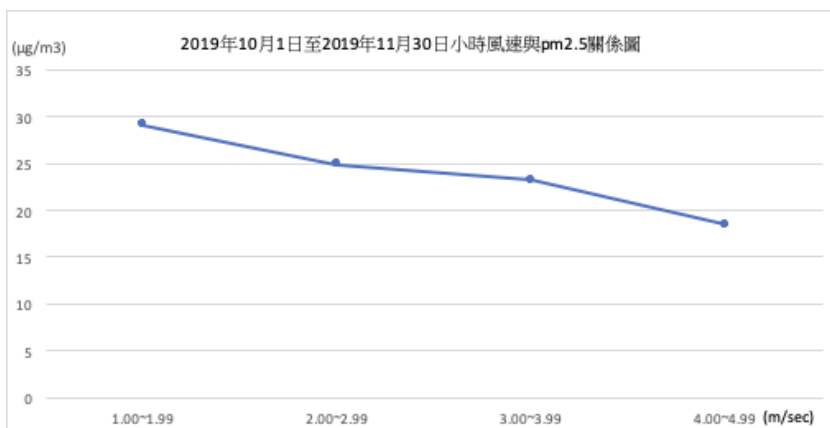
2. 結果：

(1)PM_{2.5} 數值在相對濕度 40-79.99%時，無較明顯起伏變化，但當濕度達到 80% 以上時，可觀察出 PM_{2.5} 值明顯較高。

(四) 實驗 2-4

1. 目的：瞭解 PM_{2.5} 在是否隨風速而有所變化（以金門地區為例）

小時風速值 (m/sec)	1.00~1.99(共計 8 天)	2.00~2.99(共計 25 天)	3.00~3.99(共計 23 天)	4.00~4.99(共計 4 天)
PM _{2.5} (µg/m ³)	29.13	24.92	23.21	18.5



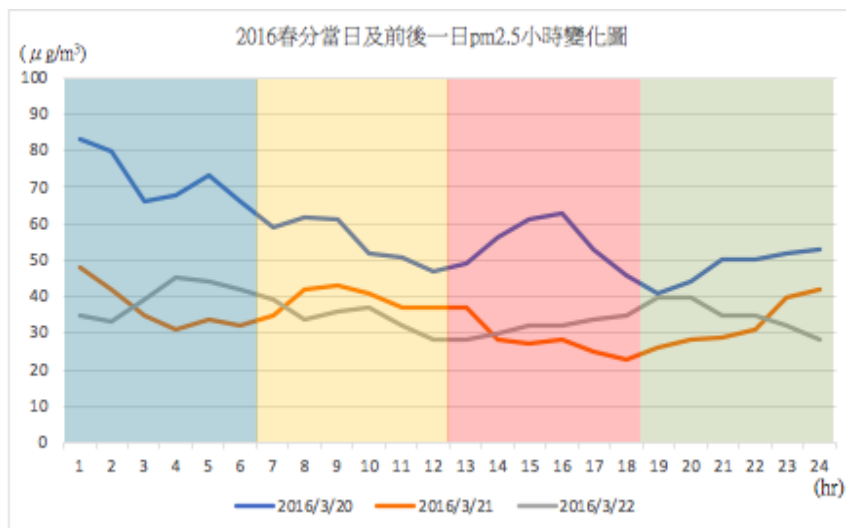
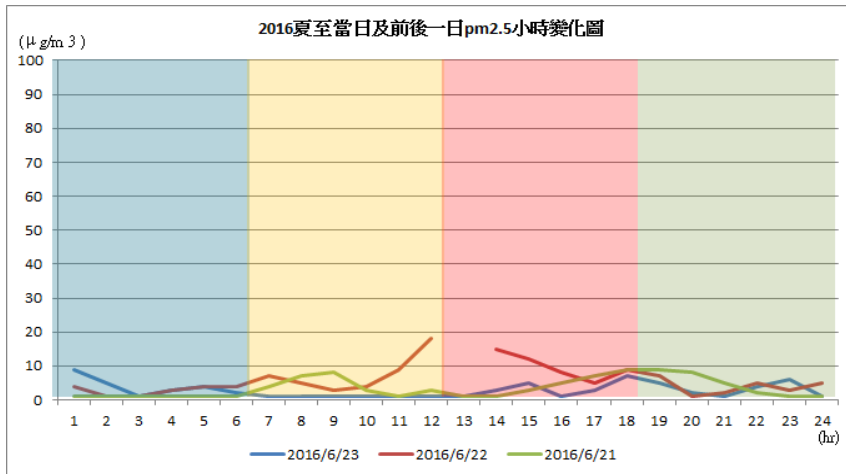
2. 結果：

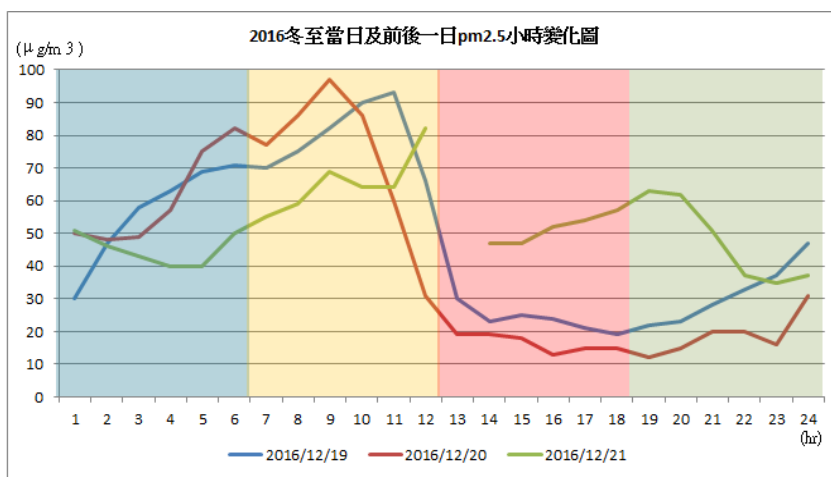
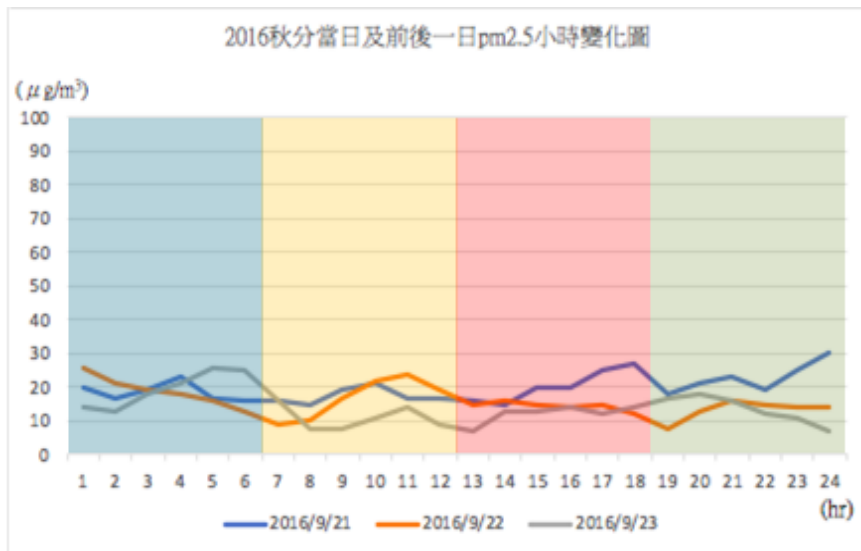
(1)在冬季時，PM_{2.5} 數值與小時風速值呈反向關係：風速越高，PM_{2.5} 數值越低；風速越低，PM_{2.5} 數值越高。

(五) 實驗 2-5

1. 目的：瞭解 PM_{2.5} 在不同季節時 PM_{2.5} 每小時變化 (以金門地區為例)

(註：圖表中若有空白處，為該時段查無 PM_{2.5} 數值)





2. 結果：

(1) 可觀察出同一季節之每日每小時 PM_{2.5} 變化趨勢大致相似。

(2) 春季時，在 1:00~6:00 時段 PM_{2.5} 數值較高，7:00 後逐漸下降，13:00~18:00 普遍為一天中空氣品質較低的時段，19:00~24:00 PM_{2.5} 數值再次上升。

(3) 夏季時，空氣品質為四季中最佳者，一日中不論何時段 PM_{2.5} 數值普遍偏低，起伏很小，即便數值上升仍維持在 20(µg/m³) 以下。

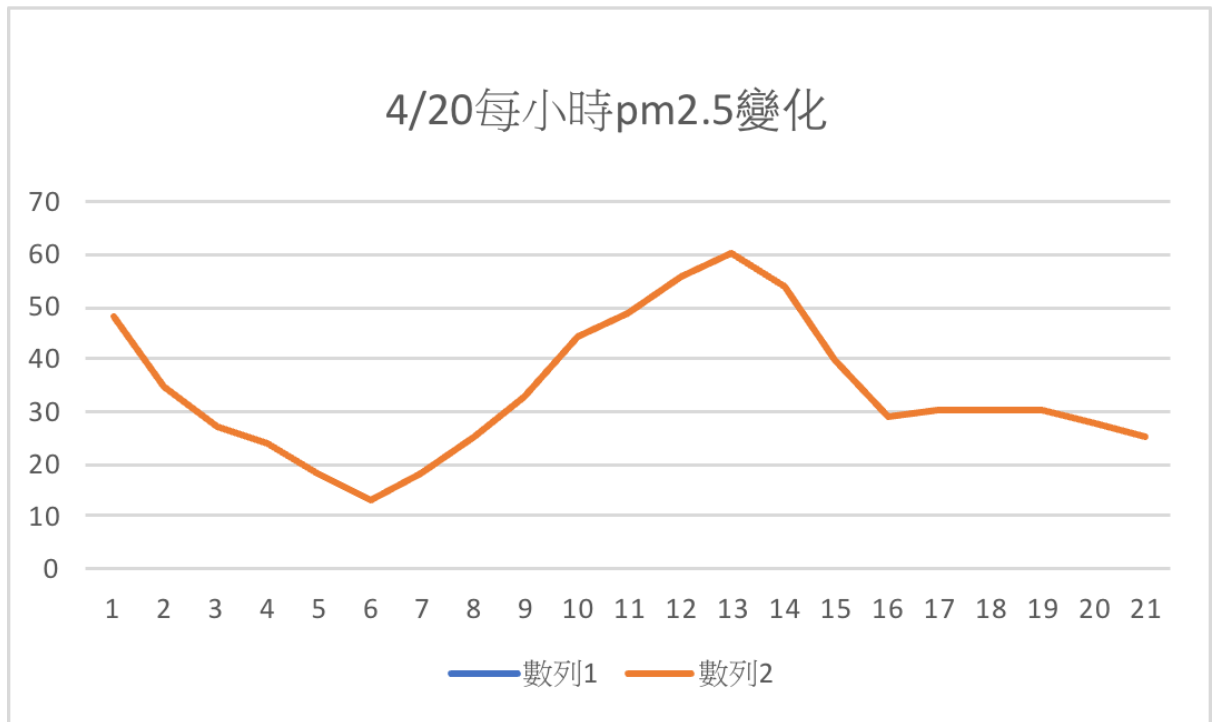
(4) 秋季時，PM_{2.5} 數值變化維持在 0~40(µg/m³) 之間，每時段的空氣品質之差異較小。

(5) 冬季時，PM_{2.5} 數值的小時變化起伏為四季中最大者，7:00~12:00 普遍為一天中空氣品質最差的時段，13:00~18:00 PM_{2.5} 數值為最低的時段，19:00 至隔日 6:00 數值呈現逐漸上升的趨勢。

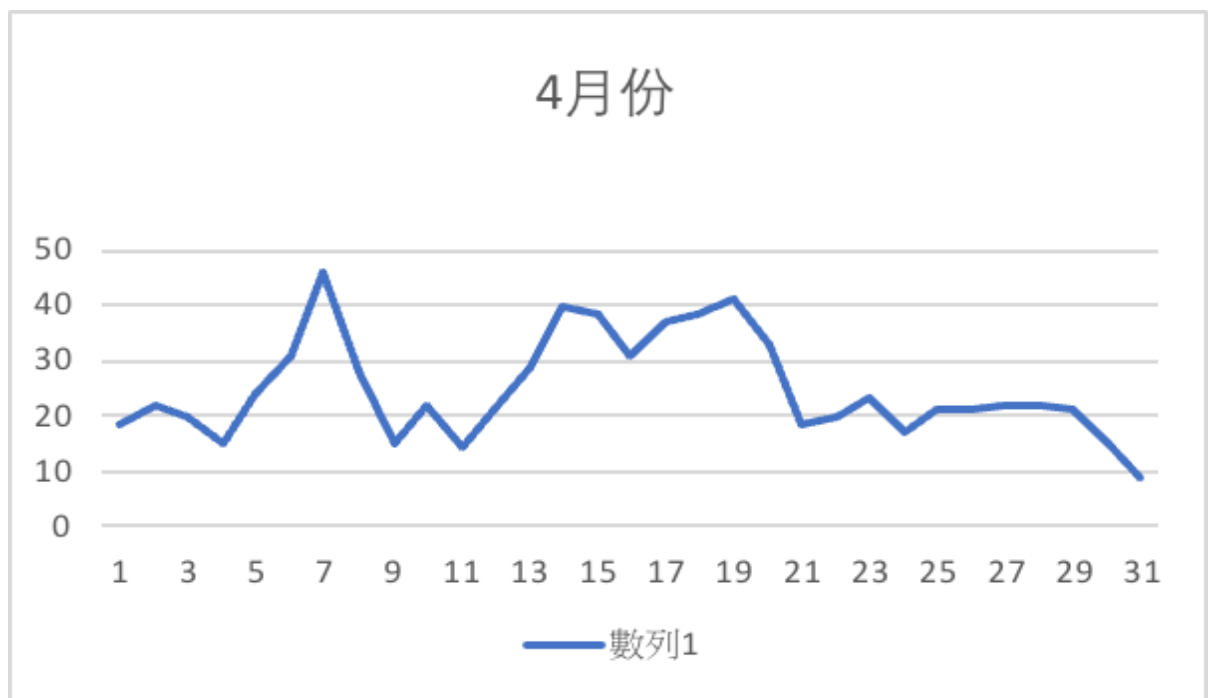
三、

實驗 3-2-繪製金門迎城隍前後 PM_{2.5}之變化折線圖

*金門迎城隍 2019/4/20 PM_{2.5}變化圖



*「4/1-4/30 PM_{2.5}變化圖」



活動項目：

4月26日 開幕典禮

地點:浯島城隍廟

4月20日-5月13日 特色陣頭體驗活動

地點:北門北鎮廟

4月20日-5月15日 心誠則靈祈福活動

地點:浯島城隍廟

4月20日-5月15日 專人導覽後浦小鎮

地點:金門鎮總兵署

4月22日-5月20日 迎城隍主題繪畫比賽

地點:金城鎮公所

4月25日-5月10日 地方特色陣頭表演及踩街 地點:

北門北鎮廟、後浦城區

4月25、26、27 日北門境特色陣頭

5月1、2、3日東門境特色陣頭

5月5、6、7日南門境特色陣頭

5月8、9、10日西門境特色陣頭

5月4日四境踩街遊行及民俗表演

地點:金門鎮總兵署、後浦城區

柒、討論

一、臺灣北部、中部，以及南部地區在春、冬兩季時，PM_{2.5} 的數值普遍是一年中最高的時候，若仔細觀察，可發現由於臺灣北部地區在春冬兩季時平均風向為東北風，藉此可推測出其中可能含有自然因素以外或境外移入的原因，比如說台灣鄰近中國大陸，東北風將許多人為因素造成的空氣污染吹向臺灣，造成臺灣春冬兩季時的 PM_{2.5} 含量較高，而中南部由於在冬季時位於背風側，也因此空氣污染較不易消散。然而，綜觀臺灣北中南部地區在夏秋交接時，平均方向為西南風，由於西南季風帶來豐富的水氣，

將臺灣洗滌一番，大氣因此變得較為乾淨，因此臺灣夏秋兩季時的 $PM_{2.5}$ 明顯低於春冬兩季。

二、金門地區在冬季時溫度較低， $PM_{2.5}$ 值普遍較高，夏季時溫度較高， $PM_{2.5}$ 值明顯為一整年中最低，綜觀 2016 年至 2018 年溫度與 $PM_{2.5}$ 關係圖，可發現三年的月均溫及 $PM_{2.5}$ 變化曲線大致一致，溫度與 $PM_{2.5}$ 約呈現負相關。此外，依據 24 節氣中的春分、夏至、秋分、冬至日期，將春季定義為陽曆 3~5 月、夏季為 6~8 月、秋季為 9~11 月、冬季為 12~2 月，金門地區在春、冬兩季 $PM_{2.5}$ 達到最高峰，於春末逐漸下降，在夏季時為最低值，秋季又漸漸上升，觀察三年皆呈現此趨勢。金門在相同季節時，每日的 $PM_{2.5}$ 數值皆呈現近似的曲線。根據風向與 $PM_{2.5}$ 變化關係圖表，可發現 $PM_{2.5}$ 數值明顯較低時，風向皆為 40~90 度（約西南方位）之間， $PM_{2.5}$ 數值最高時，風向均落於 200~240 度（約東北方位）之間，由金門身處的地理位置推測，東北季風夾帶中國大陸沿岸地區的 $PM_{2.5}$ 粒子南下，影響金門的空氣品質。其中在冬季時，可觀察出風速與 $PM_{2.5}$ 存在負相關，風速較弱時，空氣品質較差，細懸浮微粒滯留空中，風速增強時，細懸浮微粒將被吹散，空氣品質可獲得改善。

三、金門本身地理位置，位中國大陸東南方，每當冬季強烈的東北季風常夾帶空氣中的細懸浮微粒南下，因此，空氣品質每況愈下，然而，這些外在因素縱使是其中的原因，但金門本身的因應政策也需更加契合環境考驗。經過資料統計及手動繪圖，我們發現了在燃放炮竹、燃燒金紙等時候， $PM_{2.5}$ 有幅度的上升，經由查詢資料也發現，廟會繞境所燃放的炮竹竟最高使 $PM_{2.5}$ 含量接近環保署公布的「紫爆」，然而金門露天燃燒情形也是屢見不鮮，大小廟會更是造成空氣的大量污染，尤其每年的農曆 4/12 迎城隍，是金門大型的宗廟活動，卻也是影響 $PM_{2.5}$ 的一大原因。因此我們應該加強金門的空汙管制，在可控範圍內將污染降到最小。

捌、結論

(1) 由統計資料得知，低溫相較於高溫的 $PM_{2.5}$ 數值較高，另外，在風向統計中也發現，東北季風吹拂下，空氣中所含的 $PM_{2.5}$ 也較高，因此應證了金門冬天空氣污染嚴重的事實；另外，在濕度高、在風速較高時，細懸浮微粒含量較低，我們推測為風速高能將其吹散、濕度能類似於淨化空氣的功能，而降低 $PM_{2.5}$ 在空氣中的含量。

(2) 由關係圖得知，臺灣北中南在夏、秋兩季交接時， $PM_{2.5}$ 明顯較低，風向偏向於西南方向，春、冬兩季時 $PM_{2.5}$ 相較較高，風向普遍偏向東方或東北風，但隨各地而異，

由於中、南部風向變化較大，PM_{2.5} 明顯高於北部，相較之下，北部風向趨於穩定，PM_{2.5} 也因此較低。

(3) 由統計資料可發現，金門地區在同一季節之每日每小時 PM_{2.5} 變化皆呈現相似的曲線趨勢，可觀察出金門地區的每日每小時變化隨季節更迭而改變。

(4) 透過表格發現了金門縣金城鎮 PM_{2.5} 在迎城隍期間數值有明顯上升，除了不可控的東北風帶來的污染，我們更應該將本土污染降至最低。

玖、參考資料及其他

一、行政院環境環保署環境資料庫 <https://erdb.epa.gov.tw/#>

二、中央氣象局觀測資料查詢系統

https://www.cwb.gov.tw/V8/C/W/OBS_Station.html?ID=46691

三、爭一口「氣」：探討 PM_{2.5} 和溫度、濕度的關係

<https://www.shs.edu.tw/works/essay/2017/11/2017111218495356.pdf>

四、隱形殺手- PM_{2.5} <https://activity.ntsec.gov.tw/activity/race-1/57/pdf/030505.pdf>