

# 中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國小組 地球科學科

## 探究精神獎

080507

2010-2017 年臺灣空氣污染(含風險)的調查分析  
與探討

學校名稱：臺中市大里區立新國民小學

作者： 小六 廖允齊 小六 劉語安	指導老師： 吳芳菁
-------------------------	--------------

關鍵詞：空氣汙染、相關係數、境外汙染

## 摘要

空氣汙染議題，在近兩年吵得沸沸揚揚，關心空氣品質的情形是否又紫爆，似乎已成為臺灣人們的全民運動，中、南部的空氣品質較差，與火力發電廠相關性確實很高，季節與風的吹向，也影響臺灣空氣汙染濃度的變化，冬天只要境外汙染濃度偏高，東北季風的來臨，就會將汙染物帶到臺灣來，濕度也是影響汙染物濃度的原因之一，夏天的濕度比冬天的高，大量的水氣、雨量，可以把較多的汙染物給沖洗掉；溫度與氣壓也有微妙的關係變化：氣溫愈高，氣壓愈低；氣溫愈低，氣壓愈高。高氣壓不易降雨，讓冬天產生很多的汙染物；低氣壓容易降雨，夏天的汙染物，呈現濃度較低的情形，就診人數因科技發達，延緩人類罹病、致死，但 PM<sub>2.5</sub> 相關疾病死亡率正逐年提升中。

## 壹、研究動機

常常在新聞報導上看到民眾抗議說：「空氣品質太差了！」要求火力發電廠減少排放量，剛好在學校下課時，主任也有廣播說：「空氣品質不佳，請小朋友沒事不要出去玩耍。」**加上好幾次學校掛的空氣品質的旗子剛好都是紫色的**，我很好奇到底空氣汙染有多嚴重？會讓主任在下課時，以廣播的方式要求我們盡量不要在戶外活動。種種接二連三的事情，使我心中累積了越來越多的疑問，於是就拉著同學去請教自然老師，「為什麼主任會廣播空氣品質不佳？主任怎麼知道的？」經過幾次請教老師後，老師就帶著我們展開了這一連串的研究。

## 貳、研究目的

為了瞭解影響空氣汙染物的主要因素及汙染物濃度變化對人體健康的影響，我們搜尋國內外研究單位的相關資料，繪製 2017 年空氣汙染物在各縣市排放濃度的比例及變化圖、火力發電廠附近的汙染物濃度圖、汽機車的輛數、城市汙染物濃度、空污相關疾病就診等圖表，探討以下幾個問題：

- 一、探討 2017 年空氣汙染物在各縣市濃度分布的情形。
- 二、探討 2010-2017 年光化學物質在各測站的濃度分布情形。
- 三、探討 2010-2017 年**火力發電廠**、**汽機車輛數**、**境外汙染**與都市間汙染物來源的相關程度。
- 四、分析高汙染物濃度地區與當地地勢的關係。
- 五、探究季節、氣壓、溫度、濕度、風向與空氣汙染物濃度彼此的關聯性。
- 六、調查空氣汙染物對人體相關疾病存在的風險及植物葉片細胞分析與探討。

## 參、研究設備與器材

- 一、筆記型電腦
- 二、電腦程式 **Internet Explorer 11** (網路瀏覽器)
- 三、電腦程式 Microsoft Office Word 2013(文書編輯軟體)
- 四、電腦程式 Microsoft Office Excel 2013(資料統計軟體)
- 五、電腦程式 小畫家

## 肆、研究原理與架構

### 一、研究原理

#### 1.太空遙測

美國 NASA 兩顆人造衛星(名叫 Aqua 和 Terra)每天在不同的軌道和繞行時間裡，環

繞地球南北或北南方向飛行，掠過臺灣附近上空，以光譜儀測量地球各地表面上空"氣膠光深度" (Aerosol Optical Thickness, 簡稱 AOD)作為估算各地空氣汙染(air quality)程度之分布圖。

## 2.空氣污染物

### (1)細懸浮微粒 (PM<sub>2.5</sub>)

PM<sub>2.5</sub> 係指微粒氣動粒徑小於 2.5 微米，單位以微克／立方公尺表示之，由於 PM<sub>2.5</sub> 較 PM<sub>10</sub> 更容易深入人體肺部，對健康影響更大，若細微粒又附著其他污染物，將更加深呼吸系統之危害。

### (2)懸浮微粒 (PM<sub>10</sub>)

係指粒徑在 10 微米以下之粒子，又稱浮游塵。主要來源包括道路揚塵、車輛排放廢氣、露天燃燒、營建施工及農地耕作等，或由原生性空氣污染物轉化成之二次污染物，由於粒徑小於 10 微米以下，能深入人體肺部深處，如該粒子附著其他污染物，則將加深對呼吸系統之危害。

### (3)二氧化硫 (SO<sub>2</sub>)

除自然界產生外，一般為燃料中硫份燃燒與空氣中之氧結合者，為一具刺激臭味之無色氣體，易溶於水，與水反應為亞硫酸；於空氣中可氧化成亞硫酸，為引起酸雨的主要物質之一。

### (4)二氧化氮 (NO<sub>2</sub>)

生成原因係來自燃燒過程中，空氣中氮或燃料中氮化物氧化而成，具刺激味道之赤褐色氣體，易溶於水，是造成雨水酸化原因之一。

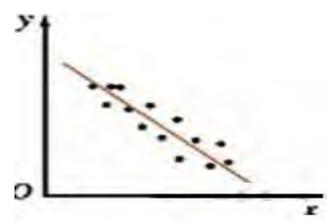
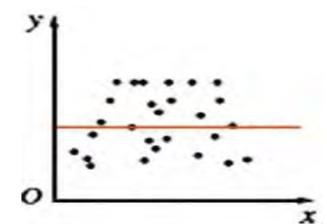
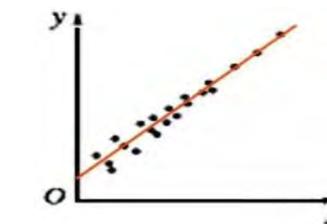
### (5)臭氧(O<sub>3</sub>)

並非直接排放，而是由氮氧化物 (NO<sub>x</sub>) 與揮發性有機物 (VOCs) 經一連串光化反應而形成，不同的 VOCs 對臭氧生成的貢獻度有所不同。

### (6)光化物:臭氧前驅物。

## 3.相關係數

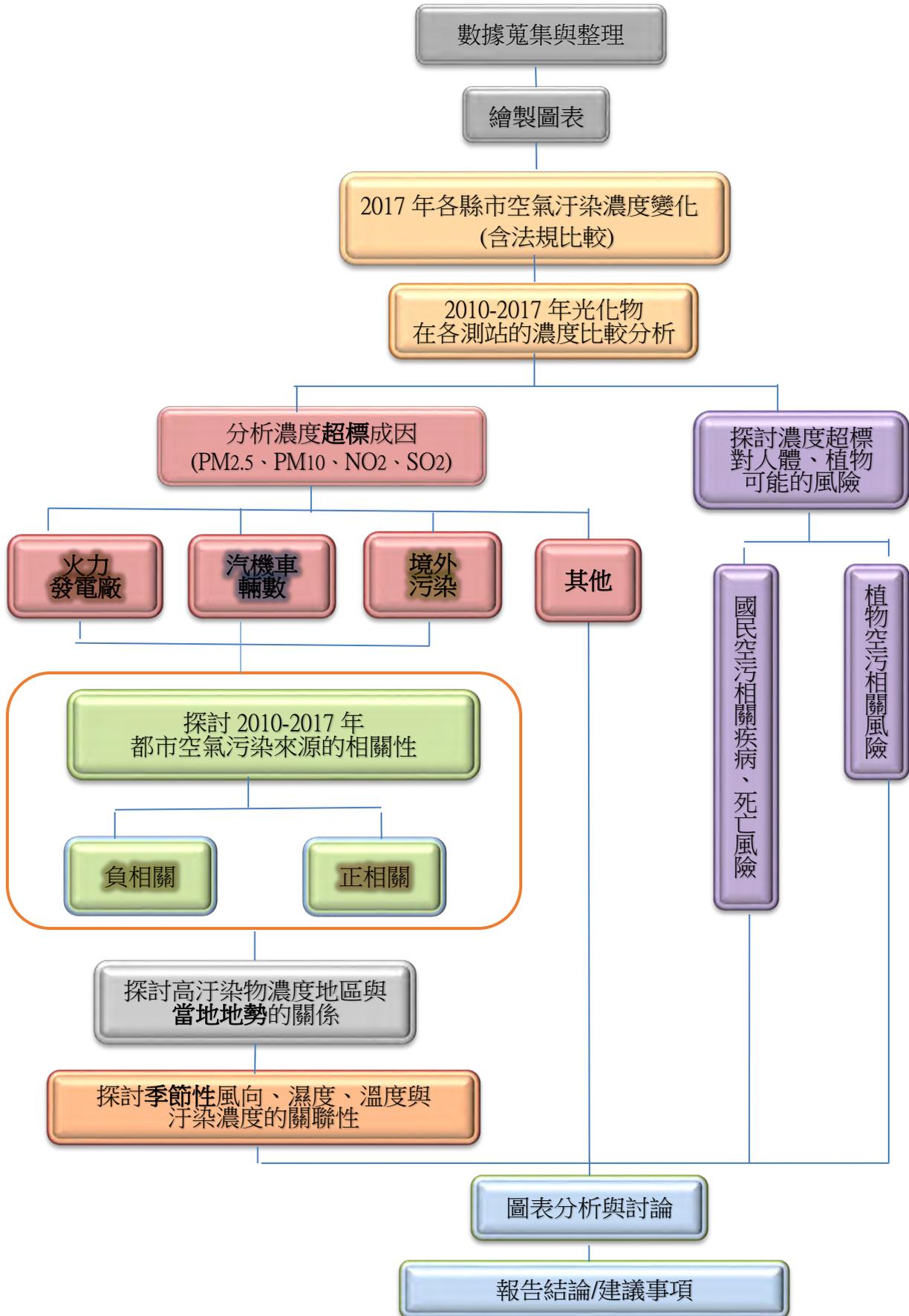
相關係數由皮爾森所創建，用於研究兩組數據之間的變化是否相關的一種統計方法，一般用「r」來表示。相關係數的範圍在-1 與 1 之間，其意義如下：

散佈圖			
意義	當 $-1 \leq r < 0$ 時，兩變數為「負相關」。當 r 越接近 -1，兩變數間線性關係越密切； $r = -1$ 時，表示兩變數為完全線性相關	當 $r = 0$ ，則表示兩變數為「零相關」， $ r $ 越接近於 0，表示兩變數的線性相關越弱，即沒有任何線性相關。	當 $0 <  r  \leq 1$ 時，表示兩變數為「正相關」。當 $ r $ 越接近 1，兩變數間線性關係越密切； $ r  = 1$ 時，表示兩變數為完全線性相關

一般可按三級劃分： $|r| < 0.4$  為低度線性相關； $0.4 \leq |r| < 0.7$  為顯著性相關； $0.7 \leq |r| < 1$  為高度線性相關。

◇表 1 相關係數意義說明表

二、研究架構:



◎圖 1 實驗架構流程圖

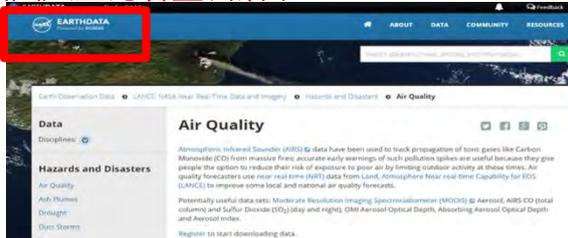
## 伍、過程與方法

### 一、探討 2017 年空氣汙染物在各縣市濃度分布的情形

#### (一)、進入 NASA 衛星圖像網頁，搜尋 2017 年由衛星偵測 PM<sub>2.5</sub> 濃度的圖片

觀察 2017 年，每個月的 30 日(或 31 日)，PM<sub>2.5</sub> 在臺灣的濃度變化情形。

#### 美國太空總署監測網站



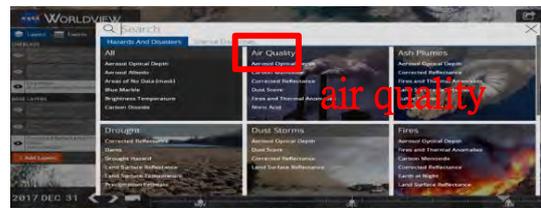
◎圖 2-1



◎圖 2-2



◎圖 2-3



◎圖 2-4

#### (二)、進入環保署網頁，下載 2017 年各項污染物的原始濃度值(小時濃度值)

PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub> 濃度值查詢、下載並整理數據、探討空汙情形

#### 環保署空氣品質監測網



◎圖 3-1



◎圖 3-2

#### (三)、以風向、風速探討 2017 年每月最後一天的空汙情形(圖 3-3)

### 二、探討 2010-2017 年光化學物質在各測站的濃度分布情形。

進入環保署網頁，以六輕為主要的排放汙染物(八項)，下載各項污染物的原始濃度值，整理數據同時探討(圖 3-1)

### 三、探討 2010-2017 年火力發電廠、汽機車輛數、境外污染與都市間汙染物來源的相關程度

#### (一)、火力發電廠的周邊測站查詢

1. 進入台電、環保署網頁，查詢電廠位址(圖 4)。
2. 繪製火力發電廠周邊測站與有火力發電廠的縣市都市的散佈圖，探討火力發電廠周邊測站與有火力發電廠的都市縣市，兩者的關係。



◎圖 4

#### (二)、汽機車輛數:進入環保署的環境資源資料庫 (圖 5)

繪製汽機車輛數與北、中、南都市的散佈圖，並利用 Excel 程式計算，求其相關係數(r)，探討汽機車輛數與都市污染濃度的關係。

(三)、境外污染：進入中華人民共和國國家統計局 (圖 6)

探討臺灣與大陸兩者污染物濃度相關程度的關係

環保署網頁



◎圖 5

中華人民共和國國家統計局網頁



◎圖 6

四、分析高污染物濃度地區與當地地勢的關係。

使用專業版 Google earth 軟件，由地勢剖面圖探討污染物濃度(圖 7)

五、探究季節、氣壓、溫度、濕度、風向與空氣污染物濃度彼此的關聯性

(一)、進入交通部氣象局首頁(圖 8)，下載氣壓、溫度、濕度的數據、整理並探討季節性污染物與氣壓、溫度、風向的關係。

Google earth 軟體



◎圖 7

交通部中央氣象局網站



◎圖 8

六、調查空氣污染物對人體相關疾病存在的風險及植物葉片細胞分析與探討

(一)、國民疾病風險就診人數

(二)、國民十大死因排名

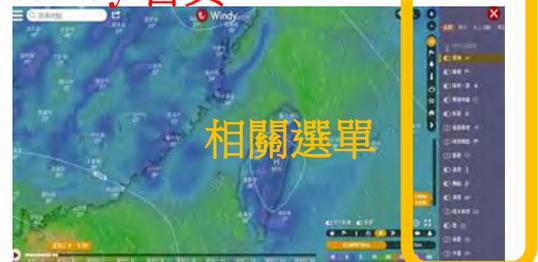
1. 進入衛福部統計處網頁(圖 9)，整理「全民健康保險醫療統計」、「十大死因比較圖」相關數據。
2. 繪製長條圖，探討空氣污染物可能產生死因的風險程度。

衛服部統計處首頁



◎圖 9

Windy 首頁



◎圖 3-3

## 陸、研究結果

### 一、探討 2017 年空氣汙染物在各縣市濃度分布的情形

#### (一)、衛星氣溶膠(PM<sub>2.5</sub>)圖像

圖 10 為 2017 年每月的 30 日(或 31 日)全球衛星空氣品質分布圖，臺灣上空由美國 NASA 兩顆衛星以 AOD 警示色(由深綠至紅色)表示空氣品質之高低，偏綠色表示細懸浮微粒的濃度值較稀少，偏紅色表示濃度值越高，我們選擇以 2017 年每月的最後一天，觀察去年度臺灣 PM<sub>2.5</sub>的濃度分布情形。

由於被雲層覆蓋的地方，無法以光譜儀分析地表 AOD 之外，只要空氣中水氣不多時，可以清楚看到臺灣空氣含氣膠微粒濃度或空氣汙染較高之地區。我們可以發現、除了 3、6、7、8 月份，因雲層覆蓋的關係無法得知實際濃度分布外，其他月份中，臺灣空氣汙染的情形似乎非常嚴重，特別是 4 月份，整個臺灣地區看起來都籠罩在「火海」中，加上臺灣周邊的四面環海，不僅海洋上的空氣品質不良，整張圖片包含中國大陸，每個地區的空氣品質都非常糟！

**分析**：圖片上的臺灣周圍如果沒有被雲層覆蓋的地方(1 月、2 月、10 月和 12 月)，汙染程度是非常嚴重的，加上被雲層覆蓋的臺灣，雖無法看到實際濃度分布情況，但水氣較少的臺灣周圍，卻呈現高濃度的情形，再仔細看看每張濃度分布圖，**發現每張圖片幾乎都顯示大陸地區的汙染程度都比臺灣來的嚴重，而臺灣距離大陸不遠，看起來有可能是大陸的空氣汙染物質隨風飄散過來的**，因此把境外汙染視為空氣汙染的主要來源之一。

#### (二)、2017 年臺灣各縣市空氣汙染物的濃度比例圖

為了瞭解臺灣空氣汙染物質在臺灣釋放的情形，我們依縣市劃分濃度釋放比例圖(圖 11)，我們發現 PM<sub>10</sub>是全臺灣的汙染物釋放比例最多的，特別是嘉義縣市，位居全臺之冠，桃園、高雄、屏東釋放的濃度比例緊追其後，這幾個縣市釋放比例幾乎佔了所有汙染物的一半；再看到人們所關心的 PM<sub>2.5</sub>，除了雲林 PM<sub>2.5</sub>的濃度釋放比例較低外，其他各地區釋放比例幾乎是環保單位重點項目中的 1/3；同樣是會刺激呼吸道的 O<sub>3</sub>，釋放比例貢獻值也不容小覷，大部分釋放比例還高於 PM<sub>2.5</sub>；NO<sub>2</sub>的濃度釋放比例懸殊較大，最高縣市(臺北市、新北市)濃度比例高達 17%，與釋放比例濃度最低的縣市(彰化縣 6%)相較，兩者懸殊相差 11%，中南部除了臺中市與高雄市所占比例較高外，其餘 NO<sub>2</sub>的高比例釋放濃度皆出現在北部地區；而 SO<sub>2</sub>的釋放濃度比例則是各地區量最少、彼此之間差異最少的汙染物。

**分析**：以全臺 PM<sub>2.5</sub>釋放濃度比例來看，各地區的濃度比差異不大，唯一彰化、南投是高濃度釋放地區，可能跟境外汙染、鄰近縣市的火力發電廠、及中央山脈阻隔造成汙染物滯留有關；而高釋放濃度比例的 PM<sub>10</sub>，除了桃園縣(42%)之外，其餘皆集中在雲嘉南及南部地區，我們猜測可能與境外汙染、火力發電廠(高雄 3 座)及汽機車輛數多寡有關。

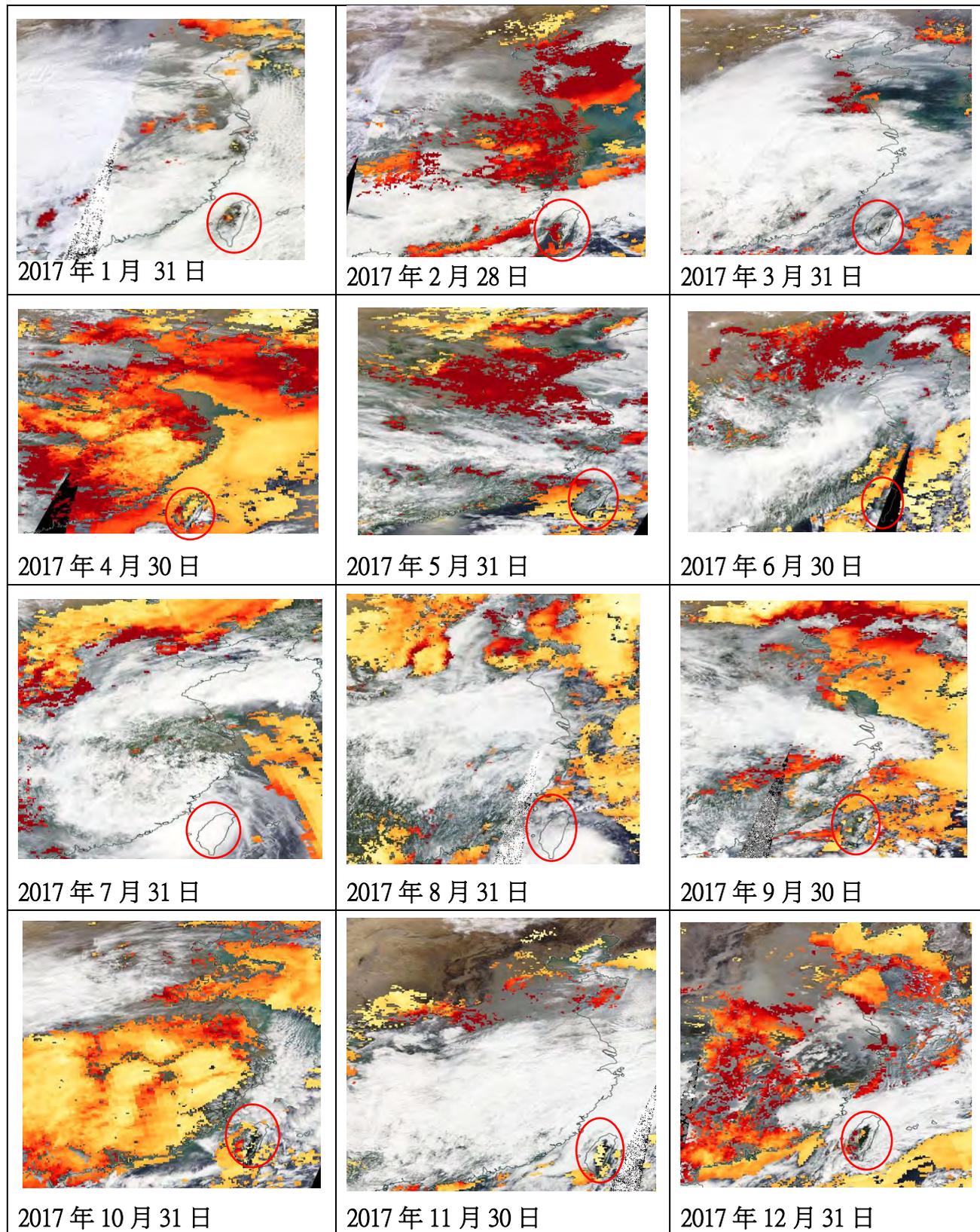
#### (三)、2017 年臺灣每月的最後一天風場圖

風向、風速的變化是我們第一個想到改變空汙濃度最大的因子，大部分人們活動以白天為主，於是我們以下午 14:00 的時間，探討風對汙染物的變化(圖 12)。

無論是北、中、南或任何地區，風的吹向與風速大小都截然不同，2、3 月乍暖還涼、正是冬末初春的時節，風速較大時，會將北方帶來的汙染物，夾帶轉彎進入西台灣，對照圖 11 的汙染濃度分布圖，除了水氣遮住的地方外，汙染物高居不下，風的吹向應是原因之一；5~7 月已進入夏季時節，風的來向已大幅轉變，南部雖有山地，但靠近海岸周邊大多都是平原，透過風速強勁的擾動，汙染物在內陸應該會比較嚴重；10~12 月的風向變動較少，但 12 月的氣流轉向由東北方而來，中南部內陸地區呈現逆時針吹拂，如果汙染物被挾

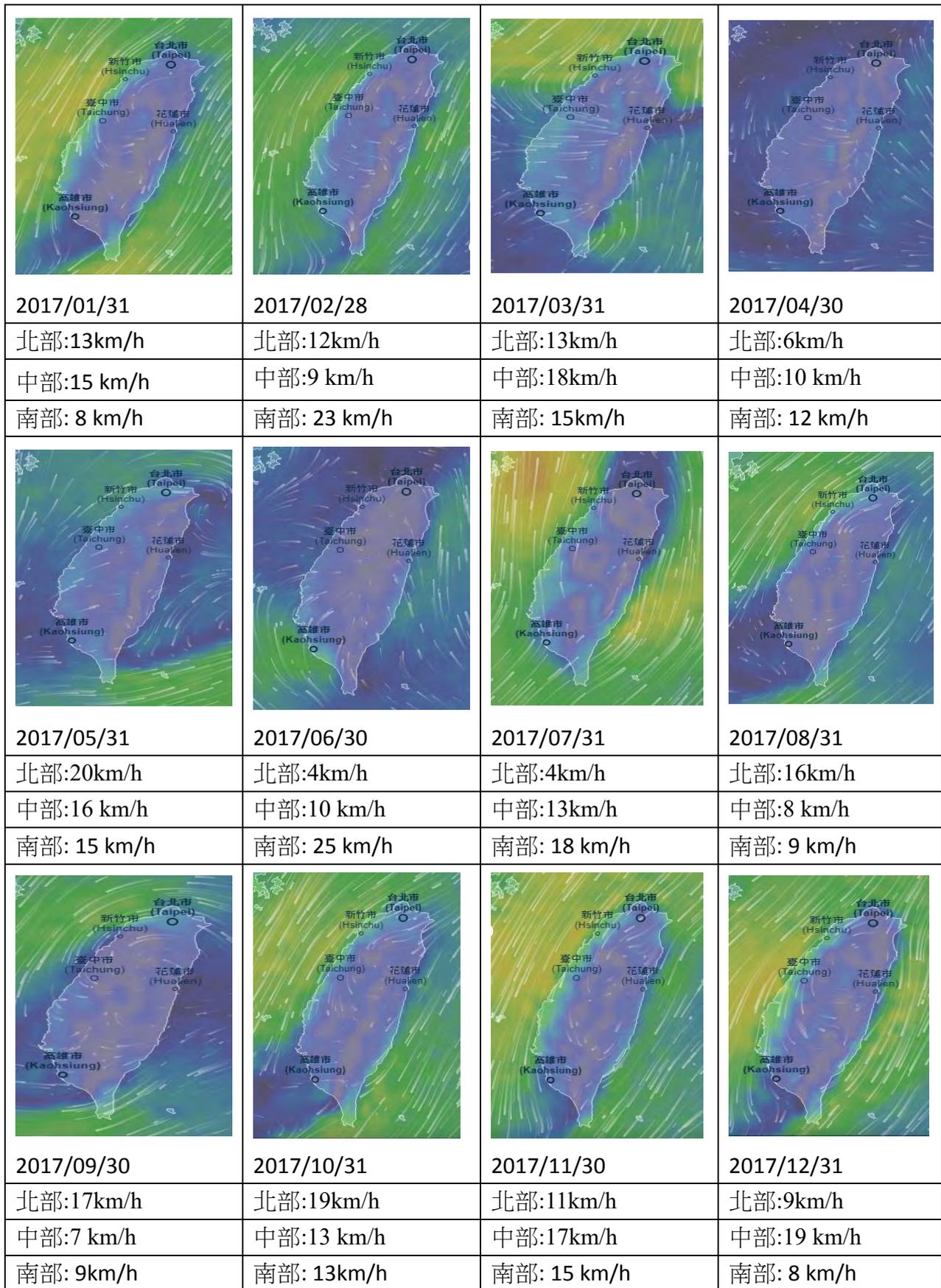
帶進入內陸地區，氣流以逆時針擾動，汙染物會持續在當地迴旋，不容易散開。

Aerosol Optical Depth



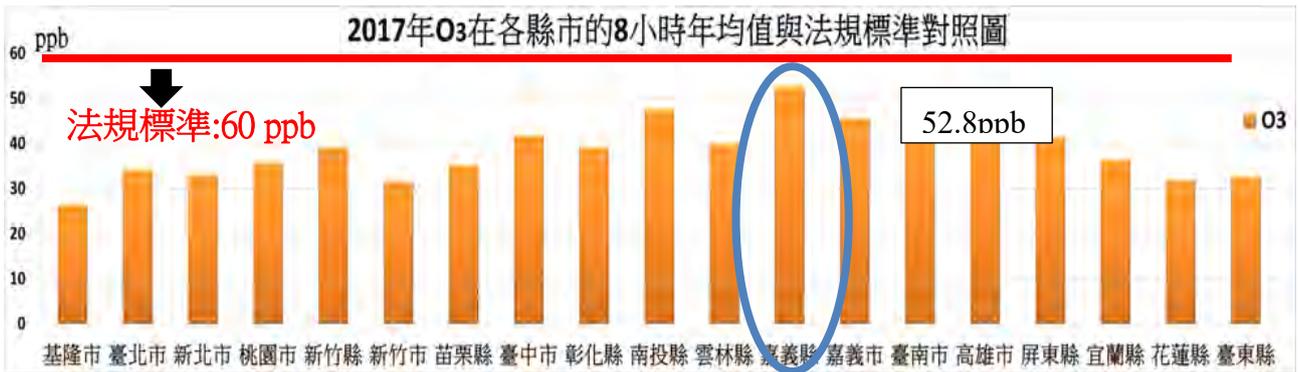
◎圖 10 2017年每月的30日(或31日)全球衛星空氣品質分布圖





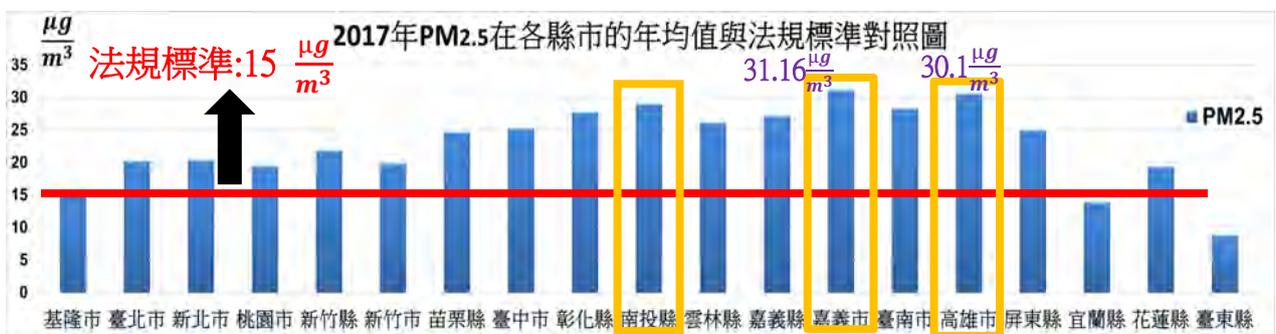
◎圖 12 2017 年每月的 30 日(31 日) 14:00 風場圖

(三)、2017年各項污染物在各縣市的年均值與法規標準對照圖



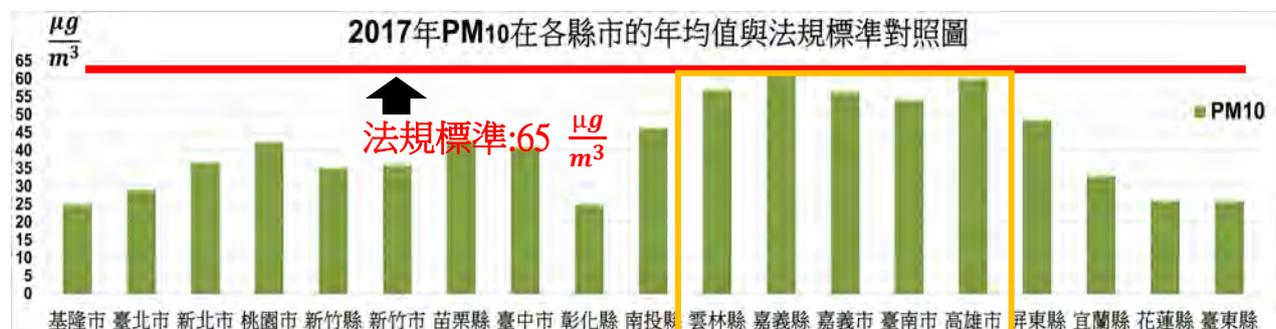
◎圖 13-1

圖 13-1 是 2017 年 O<sub>3</sub> 在各縣市的 8 小時年均值與法規標準對照圖，此圖顯示全臺每個縣市的 O<sub>3</sub> 濃度值都沒有超過法規標準，但值得注意的是，嘉義縣的 O<sub>3</sub> 濃度，是全臺當中最高的，是 52.8 ppb，南投、高雄緊追在後，而南部地區 O<sub>3</sub> 的濃度值，比中、北部來得高，有些縣市(南投、嘉義、臺南和高雄市) 幾乎都快要超過法規標準了！



◎圖 13-2

圖 13-2 是 2017 年 PM<sub>2.5</sub> 在各縣市的年均值與法規標準對照圖，令人驚訝的是，除了宜蘭、臺東之外，各縣市的 PM<sub>2.5</sub> 濃度幾乎都超過法規標準，特別是嘉義市的 PM<sub>2.5</sub> 污染濃度，占全臺之冠，污染濃度高達 31.16  $\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}$ ，僅次嘉義的高雄市濃度值也高達 30.1  $\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}$ ，南投緊追其後，而東部只有花蓮有超過法規標準；北部地方的 PM<sub>2.5</sub> 濃度雖然超過法規標準，但相較於中、南部的污染濃度值而言，南部地區的 PM<sub>2.5</sub> 濃度值，為全臺之冠！中部地區污染濃度，雖比南部地區濃度來得低，但與法規標準比較而言，每個地區幾乎都淪陷至需要戴口罩的可怕危機。



◎圖 13-3

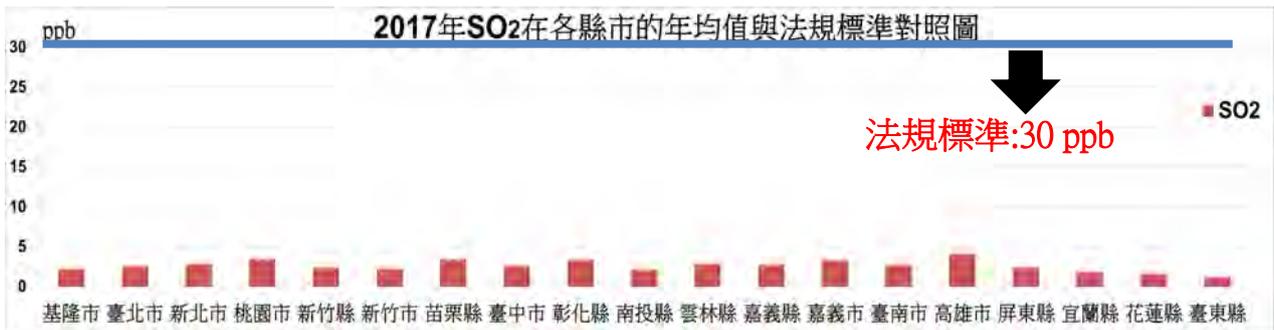
圖 13-3 可清楚看到 2017 年各縣市的 PM<sub>10</sub> 年均濃度值，全臺各地都沒有超過法規標準值 65  $\frac{\mu\text{g}}{\text{m}^3}$ ，嘉義縣的 PM<sub>10</sub> 濃度，在全臺當中是最高的！高雄市、雲林縣、嘉義市的 PM<sub>10</sub> 濃度值，緊追其後，整個西部地區的空气品質，幾乎有一半的縣市，都處在接近超標的危險中！

而南部地區 PM<sub>10</sub> 的濃度值，比中、北部來得高；東部地區距離法規標準還很遙遠，整體而言，南部地區的 PM<sub>10</sub> 濃度值，讓南部地區的人們，居住在瀕臨不良空氣品質的生活中。



◎圖 13-4

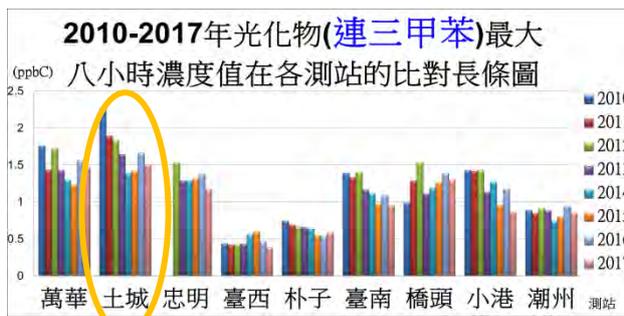
圖 13-4 是 2017 年 NO<sub>2</sub> 在各縣市的年均值與法規標準對照圖，從圖上顯示全臺的 NO<sub>2</sub> 濃度值都低於法規標準值，且濃度值與法規標準濃度值差距懸殊，此點令人放心。值得注意的是，北部地區(臺北、新北、桃園)的 NO<sub>2</sub> 濃度值是各縣市中最高的；中部地區的幾個縣市 NO<sub>2</sub> 濃度值差異性不大，相較於所有縣市而言，居住於彰化縣的人們，以 NO<sub>2</sub> 的呈現的濃度值而言，應該是幸福的；東部的數值都很低；至於工業發達的高雄市，NO<sub>2</sub> 濃度值僅次於北部三個縣市，加上又低於法規標準，對於 NO<sub>2</sub> 濃度值的呈現，居住在高雄市人們而言，應該是很棒的訊息吧！



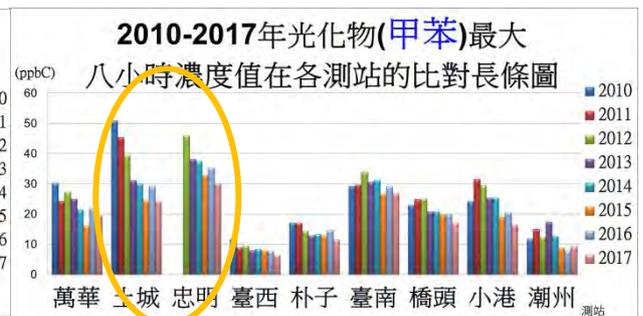
◎圖 13-5

圖 13-5 是 2017 年 SO<sub>2</sub> 在各縣市的年均值與法規標準對照圖，圖片上顯示，很顯然地每個縣市都沒有超過 SO<sub>2</sub> 的法規標準，且與法規標準值懸殊甚大；值得注意的是，高雄市的 SO<sub>2</sub> 濃度值是所有縣市中最高的，桃園市、苗栗縣緊追其後，我們推測這此現象跟工業污染的排放來源較有關係，但由於 SO<sub>2</sub> 濃度值，低於法規標準很多，代表 2017 年臺灣工業排放過程中皆符合工業相關排放標準法規。

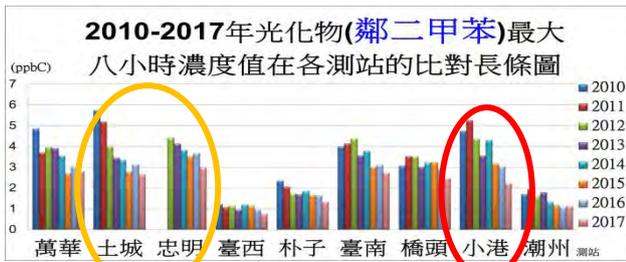
二、探討 2010-2017 年光化學物質最大濃度八小時在各測站的分布情形。



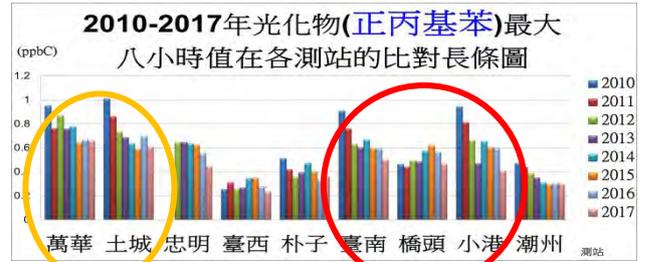
◎圖 14-1



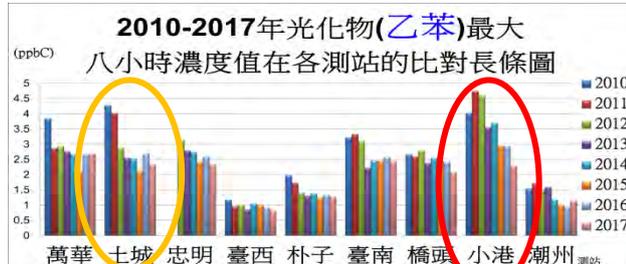
◎圖 14-2



◎圖 14-3



◎圖 14-4



◎圖 14-5



◎圖 14-6



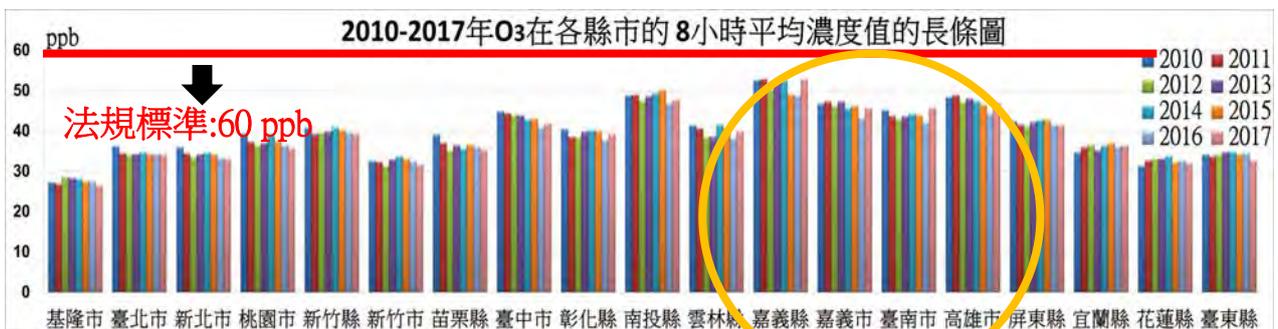
◎圖 14-7



◎圖 14-8

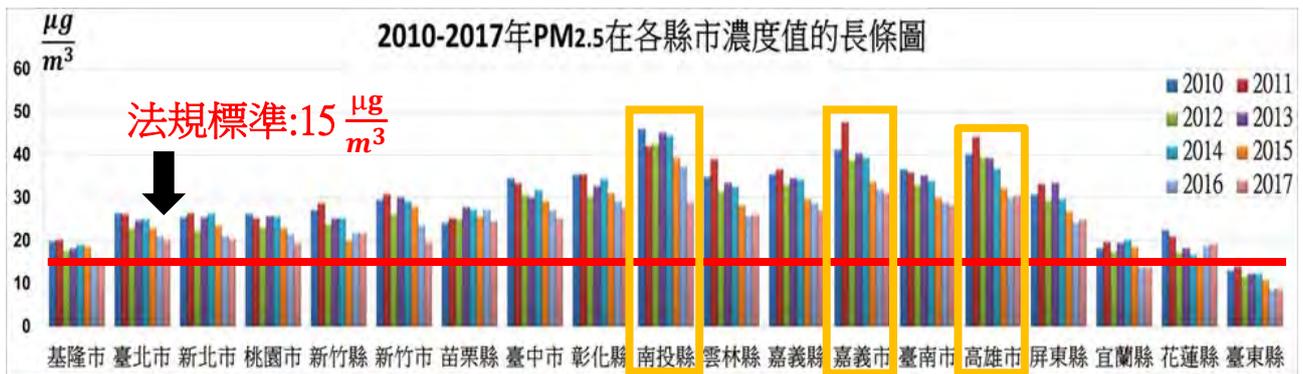
從圖 14-1~14-8 八項光化物所有測站而言，連三甲苯和甲苯、鄰二甲苯、正比基苯的濃度值，北部高於南部；而南部的光化物濃度值遠高於北部(圖 14-3~圖 14-8)，其中以異丙基苯和苯乙烯最為顯著。在屏東的潮州測站在這八項光化物中，近年來大部分都有在下降的趨勢，而臺西做為六輕的所在地，結果光化物的濃度卻遠低於其他測站，我們推測這可能是因為臺西的地形是平原，而六輕靠海，海邊風勢強勁，所以光化物一產生，就被海風吹走，才會導致臺西的濃度較低的情形。

### 三、探討 2010-2017 年火力發電廠、汽機車輛數、境外污染與都市間污染物來源的相關程度



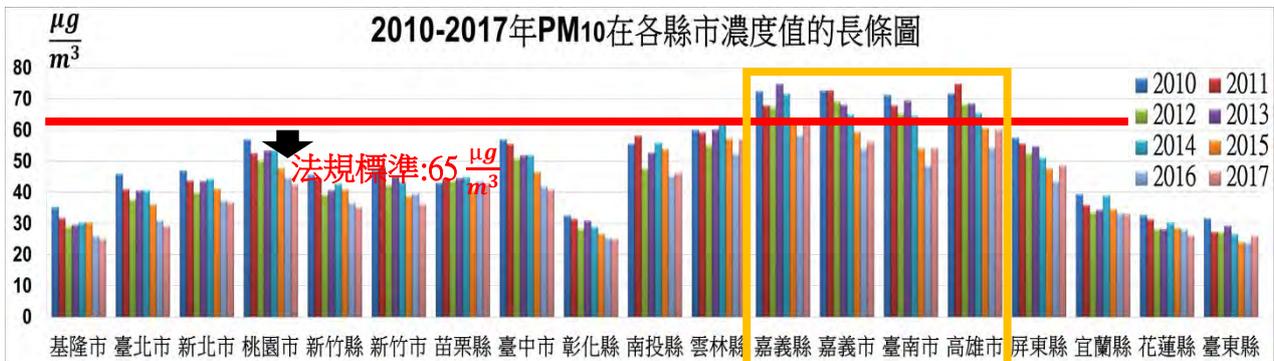
◎圖 15-1

圖 15-1 是 2010-2017 年 O<sub>3</sub> 在各縣市的最大 8 小時平均濃度值的長條圖，我們可以發現到每個縣市都符合現行的法規標準值，新竹以北的地區和東部地區的數值較低，值得注意的是，中部以南的地區 O<sub>3</sub> 的濃度值較高，尤其是南投、嘉義縣和高雄市，汙染濃度值逼近法規標準，整體來說各縣市 O<sub>3</sub> 的濃度值，近年來有逐年在微幅下降的趨勢，或許是近年來空氣品質越來越受到重視的關係，對於臭氧的濃度值，未來我們仍須嚴加關心與追蹤。



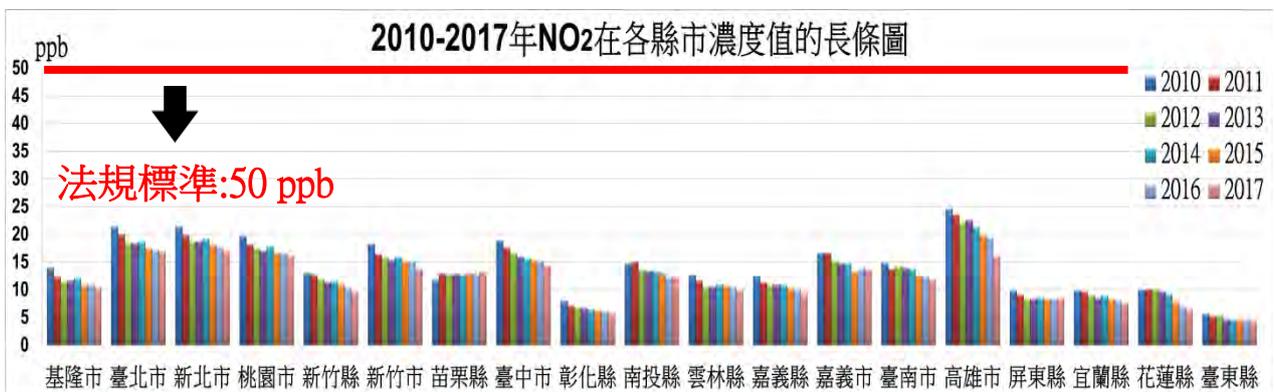
◎圖 15-2

圖 15-2 是 2010-2017 年 PM<sub>2.5</sub> 在各縣市濃度值的長條圖，此圖顯示，除了臺東縣沒有超過法規標準外，每個縣市都超過 PM<sub>2.5</sub> 的法規標準值，特別是南投、嘉義與高雄三個縣市，分別在不同年度高於 2 倍以上，汙染濃度情形令人震驚！值得注意的是，幾乎每個縣市 PM<sub>2.5</sub> 的濃度值，近年來都有逐年減少的現象，我們推測，這跟近年來全臺的環保意識抬頭，人們開始關注生活的空氣品質有關。



◎圖 15-3

圖 15-3 為 2010-2017 年 PM<sub>10</sub> 在各縣市濃度值的長條圖，我們發現除了嘉義縣、嘉義市、臺南市與高雄市有超過發規標準之外，每個縣市的 PM<sub>10</sub> 濃度值都符合法規標準，而雲林縣是危險警戒區，汙染濃度值逼近法規標準，我們推測雲林縣的 PM<sub>10</sub> 濃度值，應該是由於鄰近縣市高汙染濃度，在空中飄散所產生的結果，比較危險的是嘉南、高雄地區，全臺只有這四個縣市超過法規標準，值得高興的是，這四個縣市的 PM<sub>10</sub> 濃度值也在逐年下降中。



◎圖 15-4

圖 14-4 是 2010-2017 年 NO<sub>2</sub> 在各縣市濃度值的長條圖，圖中我們看到每個縣市的 NO<sub>2</sub> 濃度值都符合現行的法規標準，且排放濃度與 NO<sub>2</sub> 的法規標準相距甚遠，對於 NO<sub>2</sub> 的汙染濃度值，無論身處哪一個縣市，都可以在此鬆一口氣；值得一提的是，幾乎每個縣市的 NO<sub>2</sub> 濃度排放值，都逐年在微幅的下降中，我們推測此現象與近年來空氣品質普遍受到重視有關



◎圖 15-5

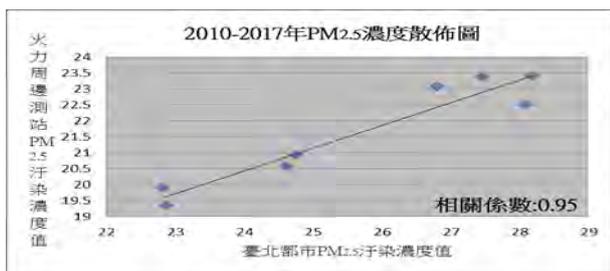
圖 15-5 是 2010-2017 年 SO<sub>2</sub> 在各縣市濃度值的長條圖，此圖我們看到每個縣市都符合現行法規標準，沒有任何一個縣市超標，高雄市的數值是全台最高的，桃園市緊追在後，但距離超過法規標準尚有很大的距離，除了表示過去 8 年間的排放 SO<sub>2</sub> 的相關產業，排放濃度都在法規標準值的範圍內，同時也告訴我們無須過度擔心。

### 1. 火力周邊測站與都市(市區)污染濃度散佈圖

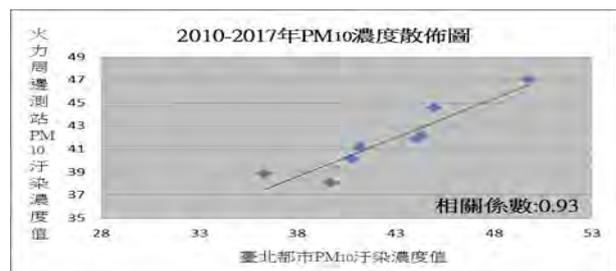
(1) 協和、林口、大潭火力發電廠與臺北市區相關程度(相距分別約 26、23、46 km)



◎圖 16-1



◎圖 16-2



◎圖 16-3

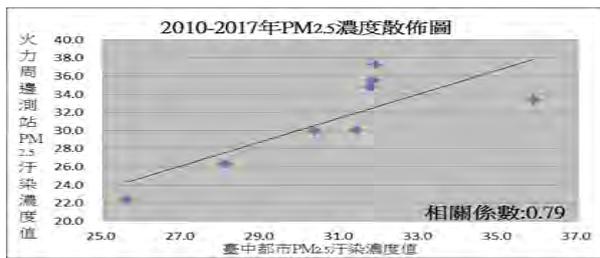
由協和、林口與大潭火力發電廠周邊測站所測得的 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub> 的濃度值，與臺北市區（圖 16-1）所測得的 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub> 的濃度值，經 Excel 的程式演算結果，相關係數是 0.95、0.93，兩者呈現顯著性正相關（圖 16-2、圖 16-3），而圖 15-2 顯示，臺北、新北兩市(林口火力發電廠所在地)的濃度值，都已經超過法規標準，且近年來都在逐漸下降中，結果顯示，臺北都市的 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub> 來源與周邊三個火力發電廠呈現高相關。

**分析：**此三場火力發電廠與臺北市區的相關性之所以顯著的原因，可能是因為三個火力發電廠與臺北都市距離相近，特別是林口 23 公里、協和 26 公里，還有風向、地形的問題，盆地地形空氣污染物不易散去的關係，才導致火力發電廠和臺北市區呈現高相關。

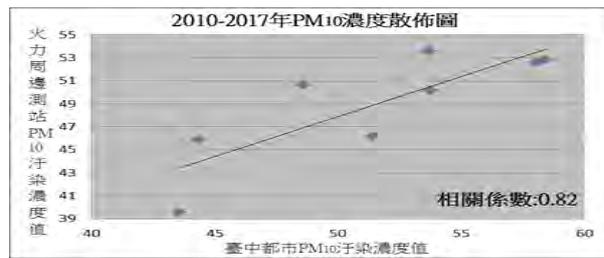
(2)臺中火力發電廠與臺中市區相關程度(相距約 22km)



◎圖 17-1



◎圖 17-2

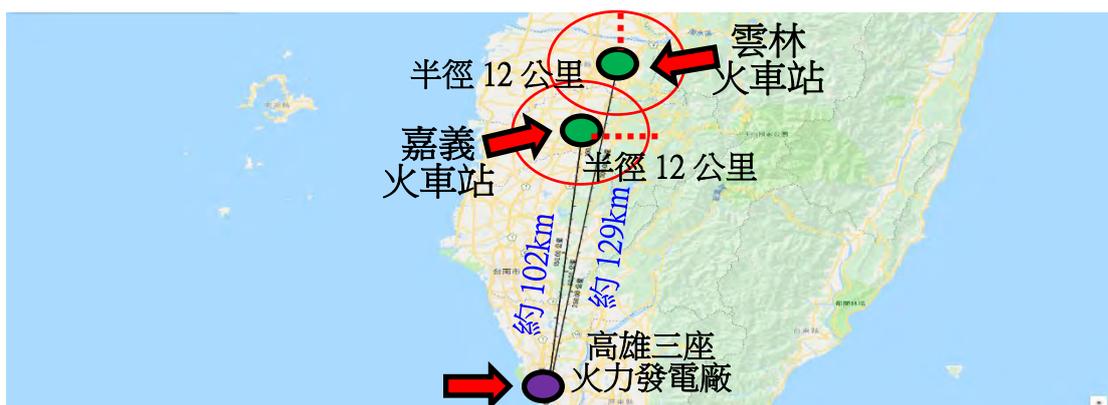


◎圖 17-3

由臺中火力發電廠周邊測站和臺中市區的 PM<sub>2.5</sub> 濃度值、PM<sub>10</sub> 濃度值，所繪製而成的散佈圖得知（圖 17-2、圖 17-3），火力發電廠與臺中 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>，兩者皆呈現高度正相關，相關係數分別是 0.79、0.82，根據圖 14-1 顯示，臺中都市與臺中火力發電廠所在地的 PM<sub>2.5</sub> 濃度值，兩者皆已超過法規標準，而且近年來都還在逐漸上升，加上相關係數高，足以顯示，臺中火力發電廠與臺中市區的空汙關聯性很強。

**分析：**臺中火力發電廠之所以與市區濃度相關性高的原因，可能原因在於風吹來的方向、與風速有關，臺中市單向面海(圖 17-1)與臺北市區三面環海(圖 16-1)不同，再加上盆地地形的關係，多項變因的出現，才導致火力發電廠呈現高相關。

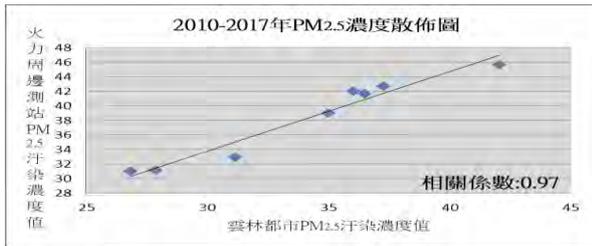
(3)高雄三座火力發電廠與嘉義市區(相距約 102km)與雲林市區相關程度(相距約 129km)



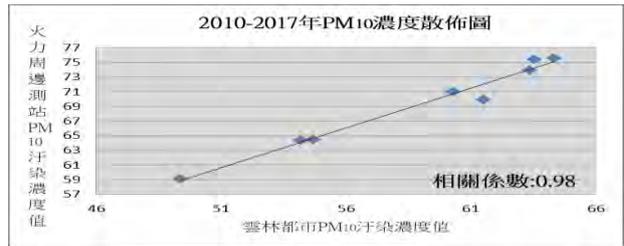
◎圖 18-1

從高雄火力發電廠附近測站測得的 PM<sub>2.5</sub> 濃度值與雲林都市的濃度散佈圖(圖 18-2)呈現高度線性正相關，相關係數是 0.97，其所呈現的高雄火力發電廠與雲林市區的濃度值來源，有高度關聯；從高雄火力發電廠附近測站測得的 PM<sub>10</sub> 濃度值與雲林都市的濃度散佈圖(圖 18-3)呈現高度線性正相關，相關係數是 0.98，其所呈現的高雄火力發電廠與雲林市區的濃度值的來源，兩者相關性很高。

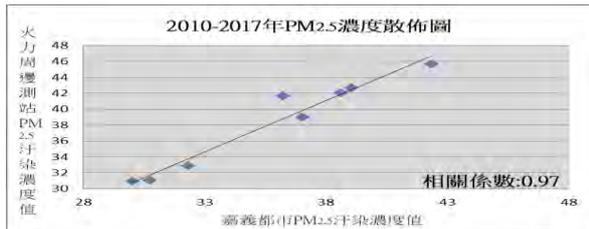
**分析:**高雄三座火力發電廠同時發威，竟然連遙遠的雲林縣也遭殃(圖 18-1)，無論是 PM<sub>2.5</sub> 或是 PM<sub>10</sub>，雲林縣的污染物來源與高雄三座火力發電廠有非常大的關係。



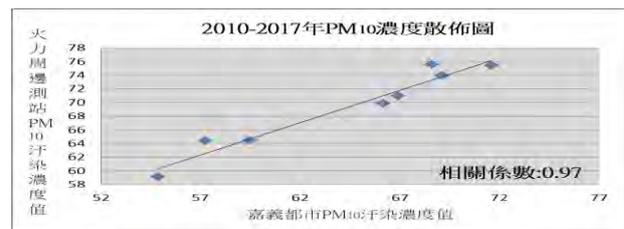
◎ 圖 18-2



◎ 圖 18-3



◎ 圖 18-4



◎ 圖 18-5

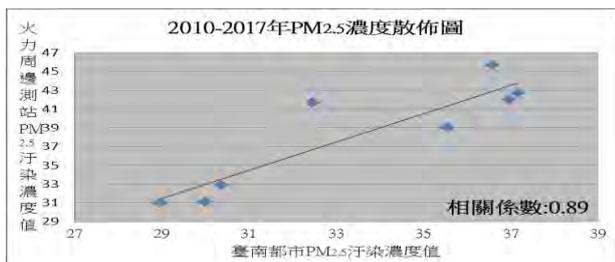
從高雄火力發電廠附近測站測得的 PM<sub>2.5</sub> 濃度值與嘉義市區的濃度散佈圖(圖 18-4)呈現高度線性正相關，相關係數是 0.97，其所呈現的高雄火力發電廠與雲林市區的濃度值來源，有高度關聯；從高雄火力發電廠附近測站測得的 PM<sub>10</sub> 濃度值與嘉義市區的濃度散佈圖(圖 18-5)呈現高度線性正相關，相關係數是 0.97，其所呈現的高雄火力發電廠與雲林市區的濃度值來源，兩者相關性很高。

**分析:**嘉義地勢大多平坦，都市地理位置靠近海岸邊，只要西南海風自海邊吹入陸地，便夾雜了南部顆粒性物質進入市區，種種複雜的原因互相干擾，火力發電廠與嘉義市區才有如此高的相關性。

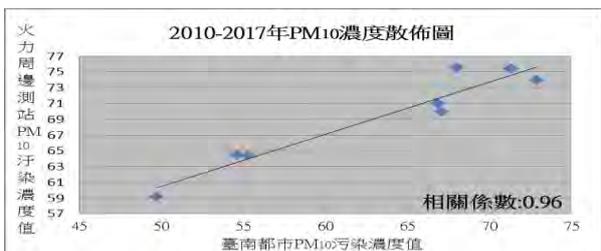
(4) 高雄(興達、南部、大林)火力發電廠與臺南市區相關程度(相距約 15km)



◎ 圖 19-1



◎ 圖 19-2



◎ 圖 19-3

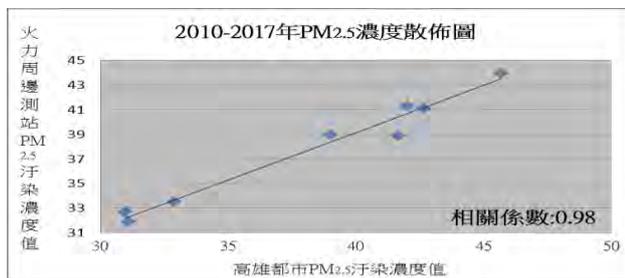
高雄市的三座火力發電廠周邊測站和臺南市區的 PM<sub>2.5</sub> 濃度值，兩者繪製的散佈圖(圖 19-2)呈現高度正相關，相關係數是 0.89，其所呈現的高雄火力發電廠與臺南市區的濃度值來源，有高度關聯；臺南市區的 PM<sub>10</sub> 和三座火力發電廠周邊測站濃度值，所繪製的散佈圖(圖 19-3)呈現高度正相關，相關係數是 0.96，其所呈現的高雄火力發電廠與臺南市區的濃度值來源，兩者相關性很高。

**分析:**高雄三電廠同時發威，鄰近的臺南市(圖 19-1)當然也會成為受害地區，無論是 PM<sub>2.5</sub> 或是 PM<sub>10</sub>，臺南市的污染來源與高雄的三電廠因地理位置相鄰，而成主要的元兇之一。

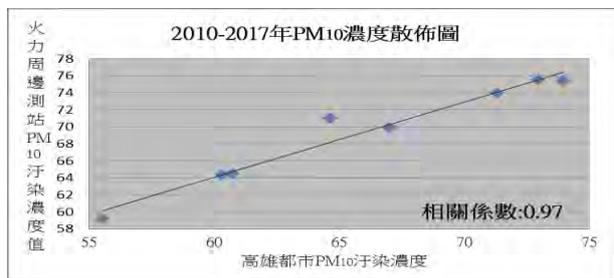
**(5) 高雄(興達、南部、大林)火力發電廠與高雄市區相關程度(相距分別約27、4、12 km)**



◎圖 20-1



◎圖 20-2



◎圖 20-3

高雄市的三座火力發電廠周邊測站和高雄市區的 PM<sub>2.5</sub> 濃度值，兩者繪製的散佈圖(圖 20-2)呈現高度正相關，相關係數是 0.98，其所呈現的高雄火力發電廠與高雄市區的濃度值來源，有高度關聯；高雄市區的 PM<sub>10</sub> 和三座火力發電廠周邊測站濃度值，所繪製的散佈圖(圖 20-3)呈現高度正相關，相關係數是 0.97，其所呈現的高雄火力發電廠與臺南市區的濃度值來源，兩者相關性皆很高。

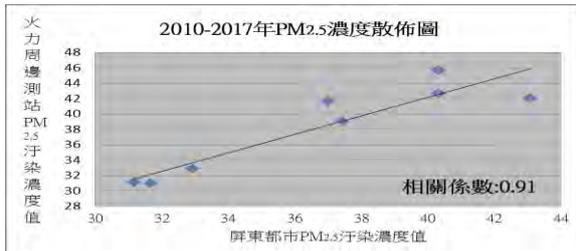
**分析:**高雄三電廠剛好分散在高雄市周邊、且相距最近 (圖 20-1)，當然高雄市區本身就會成為受災區，無論是 PM<sub>2.5</sub> 或是 PM<sub>10</sub>，都是空汙來源主要的元兇之一。

**(6) 高雄(興達、南部、大林)火力發電廠與屏東市區相關程度(相距約 26km)**

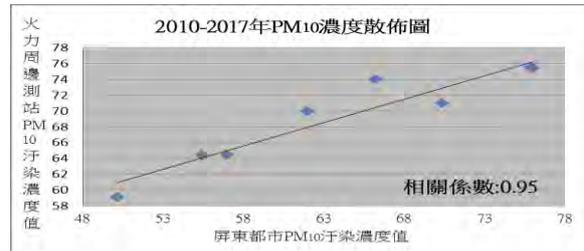
高雄市的三座火力發電廠周邊測站和屏東市區的 PM<sub>2.5</sub> 濃度值，兩者繪製的散佈圖(圖 21-2)呈現高度正相關，相關係數是 0.91，其所呈現的高雄火力發電廠與高雄市區的濃度值來源，有高度關聯；高雄市區的 PM<sub>10</sub> 和三座火力發電廠周邊測站濃度值，所繪製的散佈圖(圖 21-3)呈現高度正相關，相關係數是 0.95，其所呈現的高雄火力發電廠與屏東市區的濃度值來源，兩者相關性皆很高。



◎圖 21-1



◎圖 21-2



◎圖 21-3

**分析:**高雄三電廠剛好分散在屏東市周邊，但相距較高雄市來的遠(圖 21-1)，當然鄰近在高雄市的屏東市，也受到波及，無論是 PM<sub>2.5</sub> 或是 PM<sub>10</sub>，高雄三電廠都是屏東市空汙來源的主要元兇之一。

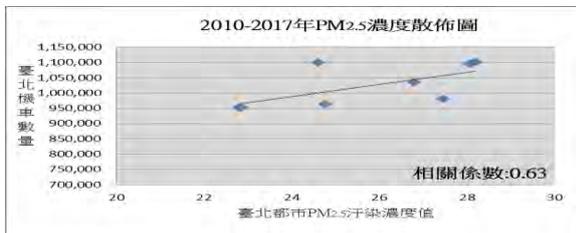
## 2.機車輛數與污染物的濃度相關程度

### (1)臺北市區

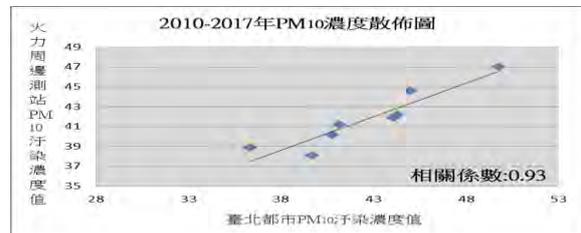
臺北市區的大約有 2,600,000 的人口數，(圖 22-1)而機車卻只有約 1,000,000 輛，機車輛數大約只有人口數的 1/3，以此來研究臺北地區空氣污染物的濃度值，與機車排放廢氣的相關程度，其結果如下：



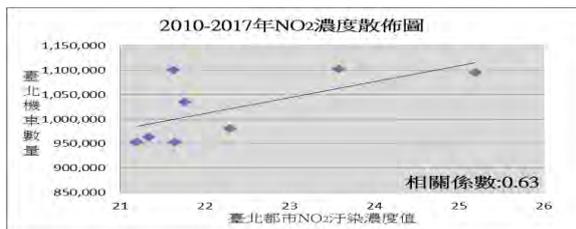
◎圖 22-1



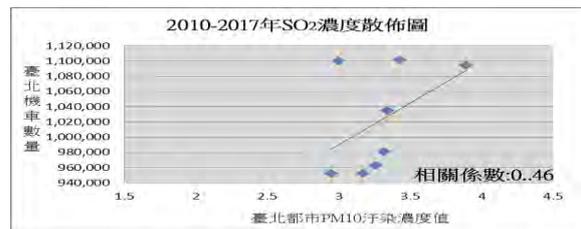
◎圖 22-2



◎圖 22-3



◎圖 22-4



◎圖 22-5

圖 22-1~圖 22-5 為 2010-2017 年四種污染物與機車輛數的散佈圖，我們可以

發現，臺北市區的各项污染物濃度值與機車數量呈現的是高度的正相關，相關係數(r)是由 0.46~ 0.93，顯見臺北市區的各项污染物濃度值升高時，與機車輛數的多寡有正面的相關性；特別是人們所關心的 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub> 污染濃度，與臺北地區約 1,000,000 的機車排放廢氣量有相關。

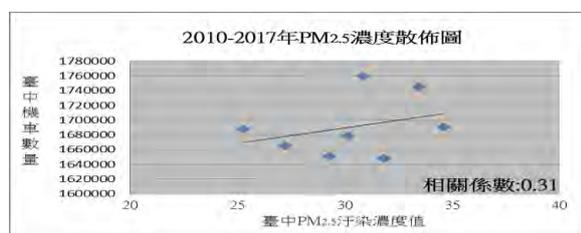
**分析:**臺北機車輛數相較於臺中、高雄來得低，可能是因為臺北地區捷運、交通較發達、ubike 普及，所以機車使用頻率較少，加上臺北資訊發達、人民對懸浮微粒的危害知識提升，導致臺北市的機車數量，少於臺中與高雄。

## (2)臺中地區

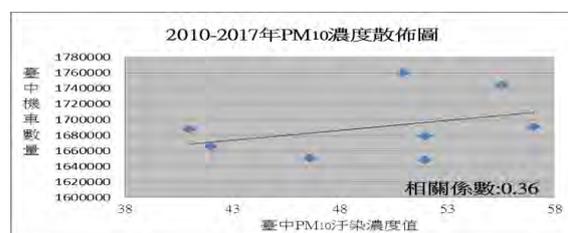
臺中市區的人口數，近年來有些微幅的上升，約 2,700,000 人(圖 23-1)，比臺北地區多了約 100,000 人，而臺中市區的機車輛數，卻超過人口數的一半，足足比臺北增加了約 600,000 輛，機車輛數與臺中污染物濃度的相關程度如下：



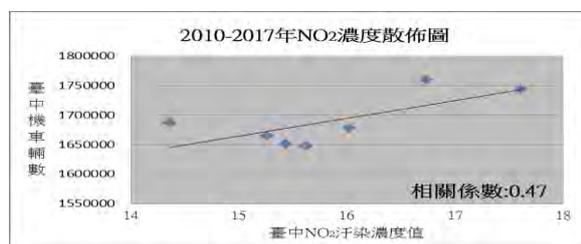
◎圖 23-1



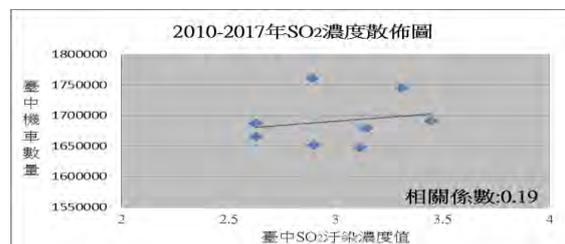
◎圖 23-2



◎圖 23-3



◎圖 23-4



◎圖 23-5

圖 23-2~圖 23-5 為 2010-2017 年臺中市區四項污染物與機車輛數的散佈圖，可以發現臺中市區的各项污染濃度值與機車輛數市呈現低度的正相關，PM<sub>2.5</sub> 污染濃度關係程度比 PM<sub>10</sub> 來得更微弱，而 NO<sub>2</sub> 的相關係數(r)是污染物濃度中相關程度最高的，顯示機車所排放的廢氣中，與臺中市區的 NO<sub>2</sub> 污染物濃度有顯著性的正相關；SO<sub>2</sub> 的相關係數最接近 0，顯示機車所排放的廢氣中，與臺中市區的 SO<sub>2</sub> 污染物濃度幾乎無關。

**分析:**臺中機車輛數僅次於高雄，高於臺北，雖然臺中捷運尚在興建，空汙情形與機車輛數是低度正相關，然而十公里免費公車搭乘的政策似乎也頗為奏效，加上人民基於經濟考量，使得機車使用頻率不高，導致臺中市的機車數量對污染的來源呈現弱相關。

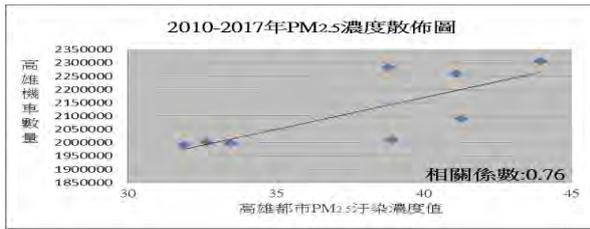
## (3)高雄地區

高雄市區的人口數大約是 2,800,000 人(圖 23-1)，比臺北、臺中分別多出 200,000、100,000 人，機車輛數大約是 2,000,000 輛，是北中南三個都市中數量最多的，機車

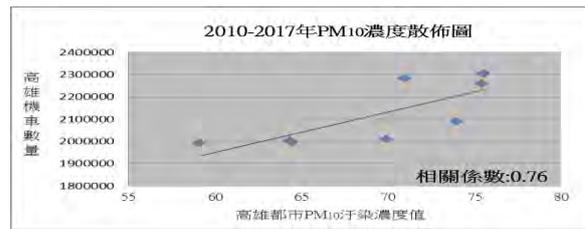


◎圖 24-1

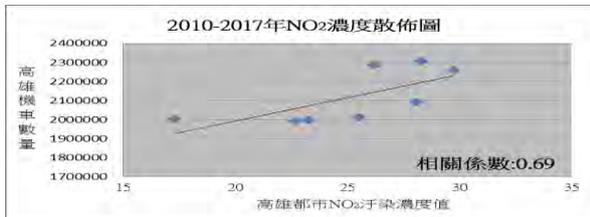
輛與高雄汙染物濃度的相關程度如下：



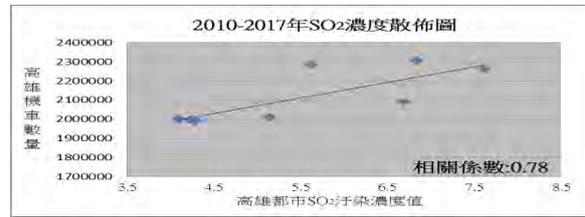
◎圖 24-2



◎圖 24-3



◎圖 24-4



◎圖 24-5

圖 24-2~24-5 為高雄市區四項汙染物與機車輛數的散佈圖，可以發現高雄市區各項汙染濃度值與機車輛數成現高度的正相關，PM<sub>2.5</sub> 汙染濃度關係程度跟 PM<sub>10</sub> 相關係數都是 0.76，而 NO<sub>2</sub> 的相關係數(r)是汙染物濃度中關係性比粒狀汙染物稍微小一點，顯示機車所排放的廢氣中，與高雄市區的 NO<sub>2</sub> 汙染物濃度仍有顯著性的正相關；SO<sub>2</sub> 的相關係數高達 0.78，顯示機車所排放的廢氣中，與高雄市區的 SO<sub>2</sub> 汙染物濃度關係性最強。

**分析：**高雄機車輛占全臺之冠，雖然高雄有捷運通行，但可能人民的使用率似乎是不高，使得機車使用頻率上升，導致高雄市的機車數量對汙染的來源呈現高度正相關。

### 3.境外相關

#### (1)2010-2016 年臺灣與大陸各項汙染物濃度的比較值



◎圖 25-1



◎圖 25-2



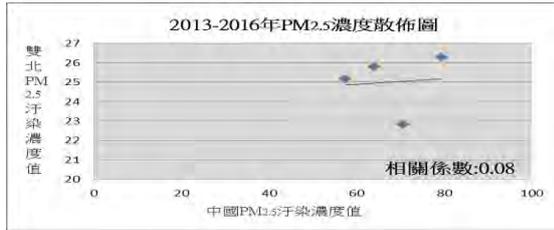
◎圖 25-3



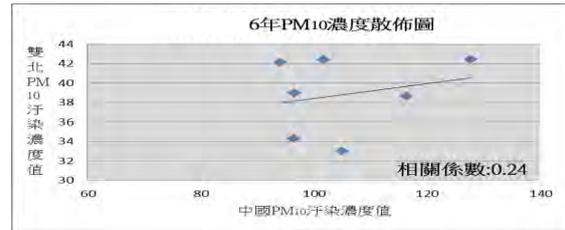
◎圖 25-4

由於中國大陸的開展相關監測和研究起步較晚，因此 PM<sub>2.5</sub> 數值在 2010-2012 年是沒有提供資料的，從圖 25-1~圖 25-4 來看，從中國大陸 2013-2016 年的 PM<sub>2.5</sub> 的濃度值雖已逐年在下降，但仍高出臺灣許多（約 2~2.5 倍），相較於臺灣的 PM<sub>2.5</sub> 濃度有微幅下降的趨勢；大陸 PM<sub>10</sub> 的濃度與臺灣相較，臺灣 PM<sub>10</sub> 的濃度依舊比中國大陸的濃度值還要來的低很多；而 NO<sub>2</sub> 與 SO<sub>2</sub> 的部分，臺灣環保署提供所測得的濃度單位是 ppb，而中國大陸官方提供的濃度單位是 ppm，足以由上圖顯示，雙方有非常大的差距，中國大陸的各項汙染濃度實在是太高了。

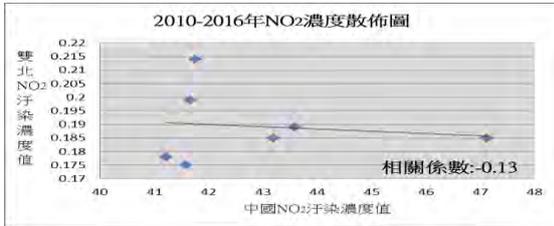
## (2)境外污染與雙北市污染相關程度



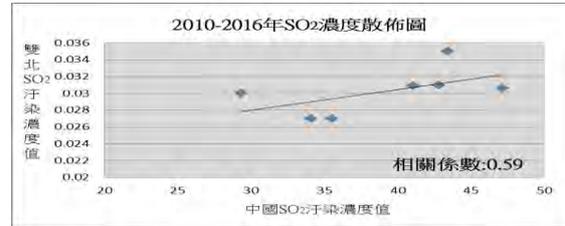
◎圖 26-1



◎圖 26-2



◎圖 26-3

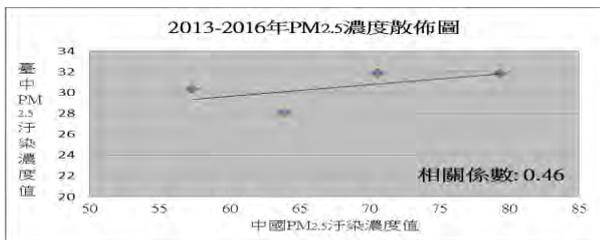


◎圖 26-4

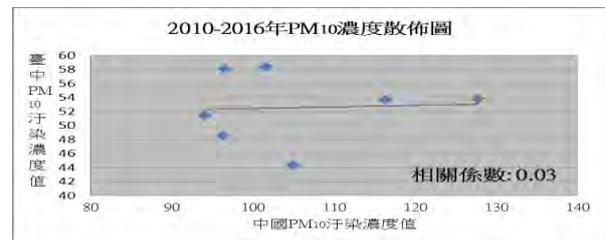
境外污染和雙北地區的PM<sub>2.5</sub>與PM<sub>10</sub>與NO<sub>2</sub>幾乎是0相關(圖26-1~圖26-3)，相關係數(r)分別是0.08、0.24；而SO<sub>2</sub>相關係數(r)數值是0.59，是顯著的正相關(圖26-4)，顯示境外污染與雙北的空污除了SO<sub>2</sub>以外幾乎沒有相關。

**分析:**境外污染在雙北地區，以SO<sub>2</sub>的污染程度相關性較顯著，但對於逸散至大氣環境的顆粒性物質相關程度較低，顯見雙北與境外污染物質的相關性，以SO<sub>2</sub>較為顯著，粒狀性污染物的相關性較低。

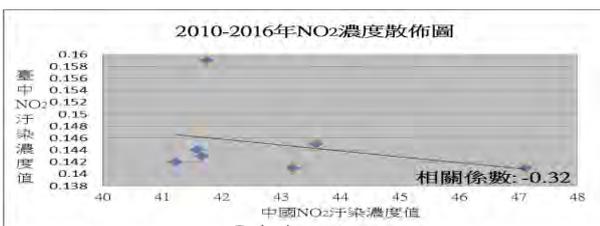
## (3)境外污染與臺中市污染相關程度



◎圖 27-1



◎圖 27-2



◎圖 27-3

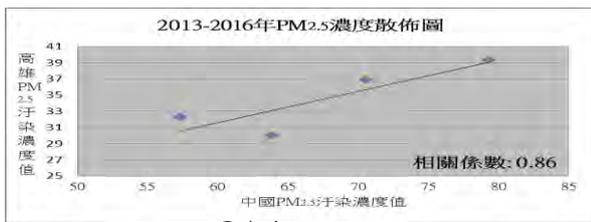


◎圖 27-4

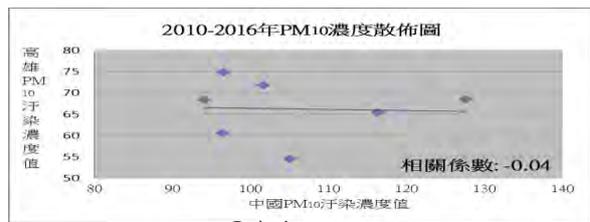
大陸地區釋放的PM<sub>2.5</sub>臺中地區的污染關係程度，由圖27-1顯示為相關係數(r)為0.46呈現顯著正相關；PM<sub>10</sub>、NO<sub>2</sub>兩者均與境外污染幾乎無關(圖27-2、圖27-3)；SO<sub>2</sub>的臺灣污染濃度與大陸釋放的濃度值相關性最高，相關係數(r)為0.63(圖27-4)，四項污染物對臺中地區而言，SO<sub>2</sub>從中國大陸飄散過來的關連性最高的。

**分析:**大陸地區隨風飄散到臺灣的污染狀況，並不是每項污染物質都是主要來源，特別是NO<sub>2</sub>相關性呈現負相關，PM<sub>10</sub>也幾乎無關，我們認為PM<sub>2.5</sub>應該是顆粒粒徑太小、不易沉降，只要稍有風吹草動，就引起細懸浮微粒在大氣環境中飛揚；氣狀污染物SO<sub>2</sub>，可能跟水氣較有關，因此我們推測境外污染所帶來的SO<sub>2</sub>跟大氣環境的濕度有關。

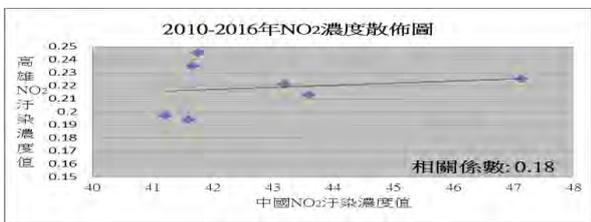
## (4)境外污染與高雄市污染相關程度



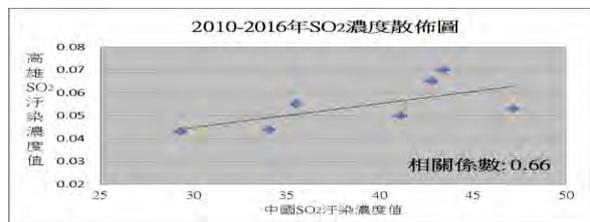
◎圖 28-1



◎圖 28-2



◎圖 28-3

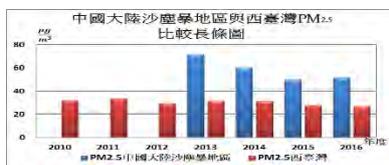


◎圖 28-4

高雄市汙染濃度的相關程度似乎較高，PM<sub>2.5</sub>的濃度值，相關係數高達 0.86(圖 28-1)，是高度線性的正相關；而 PM<sub>10</sub> 與 NO<sub>2</sub> 在境外汙染和高雄地區的相關性，幾乎是無關(圖 28-2、圖 28-3)，而 SO<sub>2</sub> 高雄市與境外汙染物的相關性，與中部相同，都是顯著性相關(圖 28-4)。

**分析：**我們認為高雄處於熱帶氣候、降雨機會少，大氣環境是屬於穩定的狀態，不利於汙染物的擴散，因此高雄的 PM<sub>2.5</sub> 與境外汙染的相關性才會提高；而氣狀汙染物可能因南部降雨量不多，加上水氣不足，才導致境外汙染的具相關性

#### (4)境外汙染(沙塵暴地區)與西臺灣汙染相關程度



◎圖 29-1



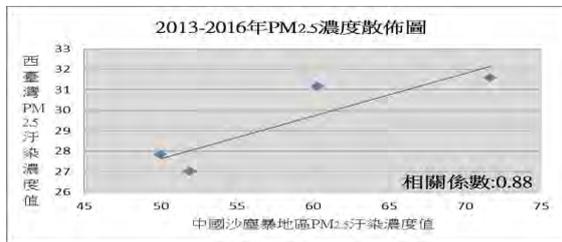
◎圖 29-2



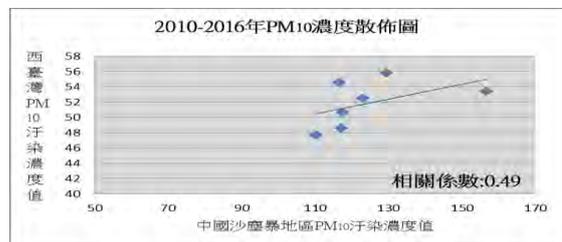
◎圖 29-3



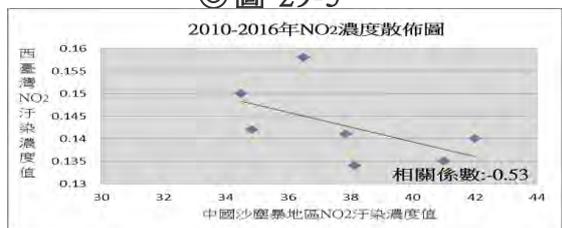
◎圖 29-4



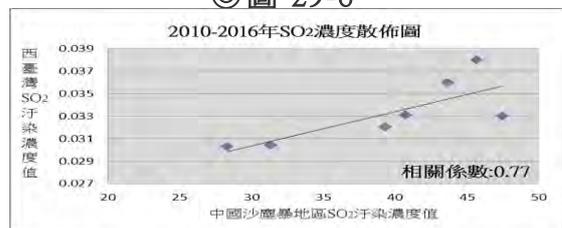
◎圖 29-5



◎圖 29-6



◎圖 29-7

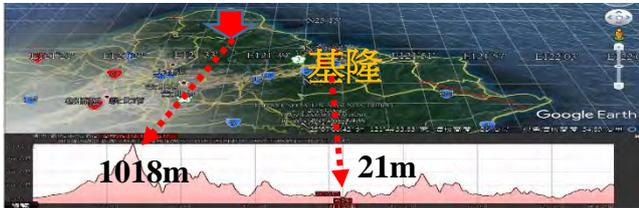


◎圖 29-8

中國沙塵暴地區和西臺灣的  $PM_{2.5}$ 、 $PM_{10}$  和  $SO_2$  呈現正相關(圖 29-5、圖 29-6、圖 29-8)，相關係數(r)分別皆是顯著的正相關，中國沙塵暴地區和西臺灣的  $NO_2$  呈現負相關(圖 29-7)，相關係數(r)是-0.53，代表中國沙塵暴地區釋放的  $NO_2$  和西臺灣的數值並沒有相關。

分析:中國沙塵暴地區的污染物，粒徑雖小卻飄得很遠，對西臺灣的影響較大。

#### 四、分析高污染物濃度地區與當地地勢的關係



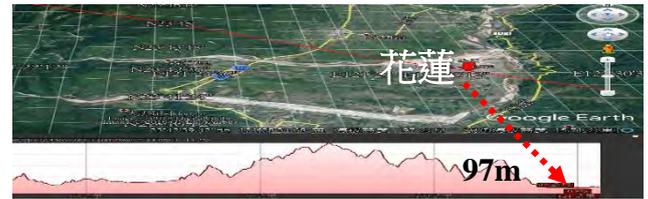
◎圖 30-1



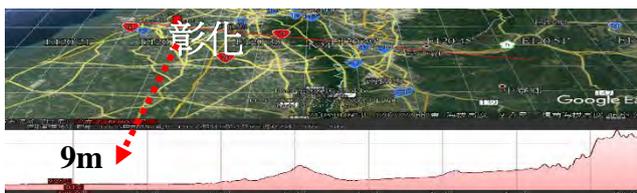
◎圖 30-2



◎圖 30-3



◎圖 30-4



◎圖 30-5



◎圖 30-6



◎圖 30-7



◎圖 30-8

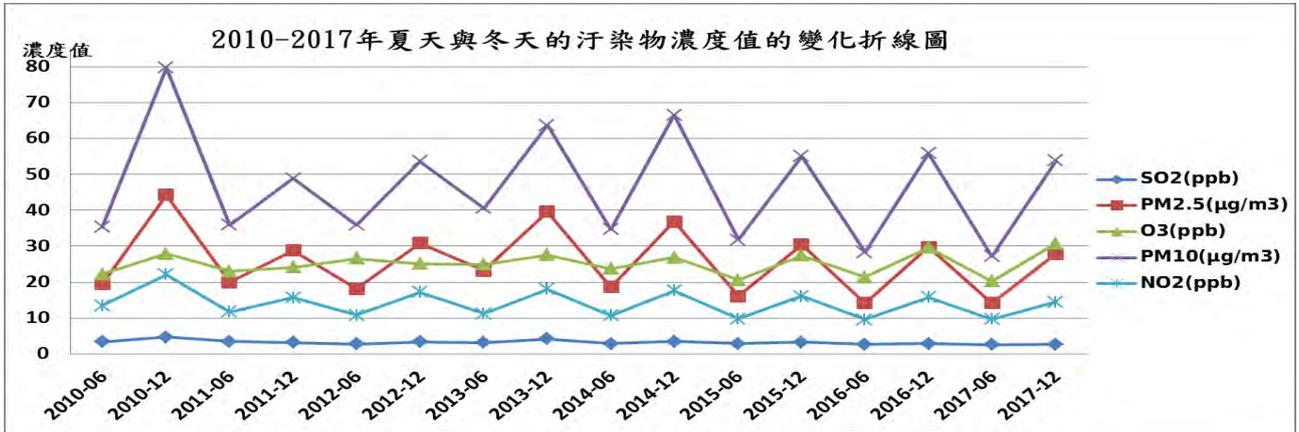
基隆(圖 30-1)的地勢兩邊高、中間低，在風速不夠強大時，空氣污染物不易散去，但**基隆靠海，風速較強**，一下子就將污染物吹走了；臺北、臺中和埔里(圖 30-2、30-3)的地形，周圍高而中間低，對污染物擴散不易；臺中的山區海拔較低，埔里山區的海拔就相較於臺中高，**海拔越高，氣壓越低，高氣壓會往低氣壓跑**，因此臺中的污染物就會跑到埔里，而埔里的地形是盆地，導致污染物不易擴散；彰化(圖 30-5)以南的地形多平原、台地，而平原污染物容易因風的吹拂散去，高污染物濃度的南部地區(圖 30-7、圖 30-8)，可能是因工業一直排放污染物，加上**南部的風速由海邊吹向陸地，風速減慢所致**。

#### 五、探究季節、氣壓、溫度、濕度、風向與空氣污染物濃度彼此的關聯性

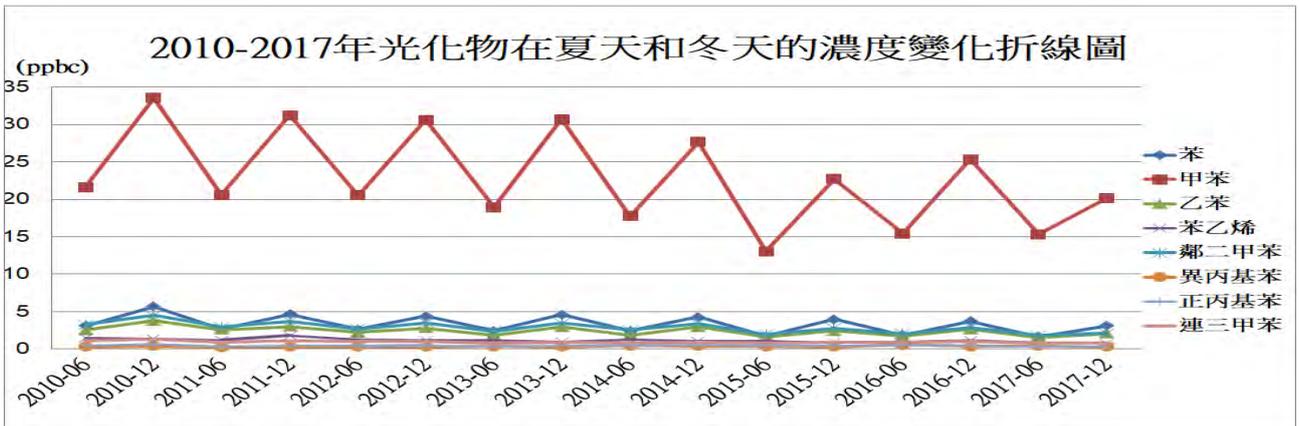
由圖 31-1~圖 31-2 可以發現，各項污染濃度值在冬天比夏天的濃度來的高，特別是  $PM_{2.5}$ 、 $PM_{10}$ 、光化物則以甲苯最具代表性，三者起伏升降特別顯著，其次是  $NO_2$ ，也有高度的表現性。圖 31-3、31-4 可以看到夏天的濕度比冬天的溼度來的高，在水氣充足的梅雨季節、颱風來臨，大量的雨水，會將大氣環境中的污染物全部洗刷掉，讓空氣變得乾淨，所以夏天的濃度會比冬天來的低；另外，圖 31-6 可以發現東北季風吹的方向，只要中國大陸的空氣污染濃度值變高，冬吹拂的東北季風，便會順便帶來中國大陸的污染物。

再看到氣壓與污染物的關係，圖 31-1、圖 31-3~圖 31-5 可以發現氣壓 6 月的時候是相對

的低氣壓，而溫度6月是比較高的溫度；氣壓12月的時候是高氣壓，而溫度12月是比較低的溫度，因此我們可說，氣溫愈高，氣壓愈低；氣溫愈低，氣壓愈高，而圖31-6是因為高氣壓氣流下沉，因此空氣較穩定，而空氣由中心向四周擴散，所以不易降雨，才會讓冬天產生了更多的汙染物；夏天的時候，低氣壓中心氣流下沉，因此空氣中的水蒸氣由四周向中心集合，持續凝結成雲，因此容易降雨，才會讓夏天的汙染物數值呈現較低的情形。



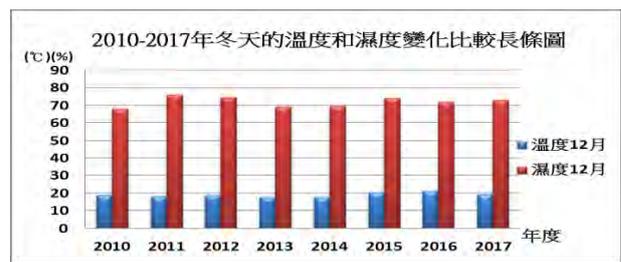
◎圖 31-1



◎圖 31-2



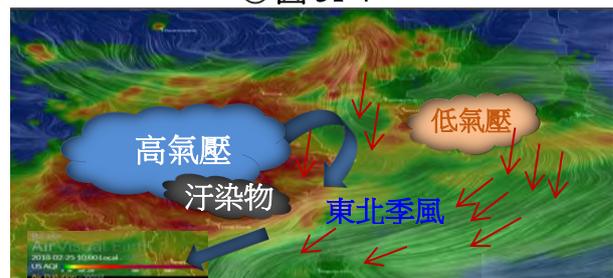
◎圖 31-3



◎圖 31-4



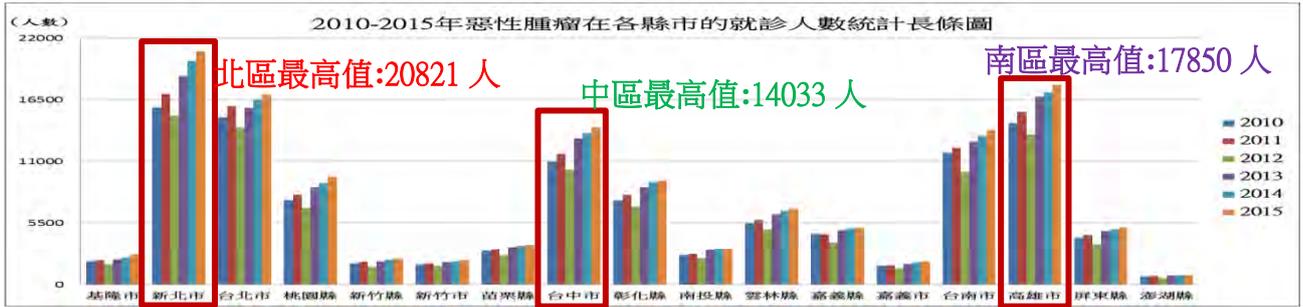
◎圖 31-5



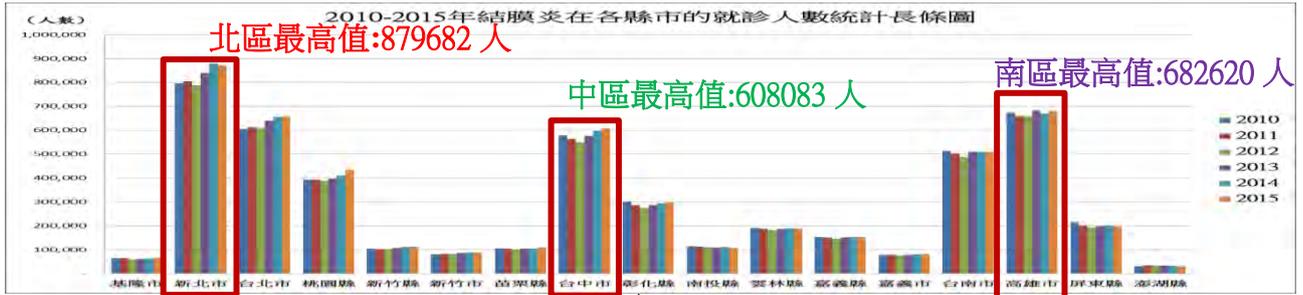
◎圖 31-6

## 六、調查空氣汙染物對相關疾病存在的風險分析與探討

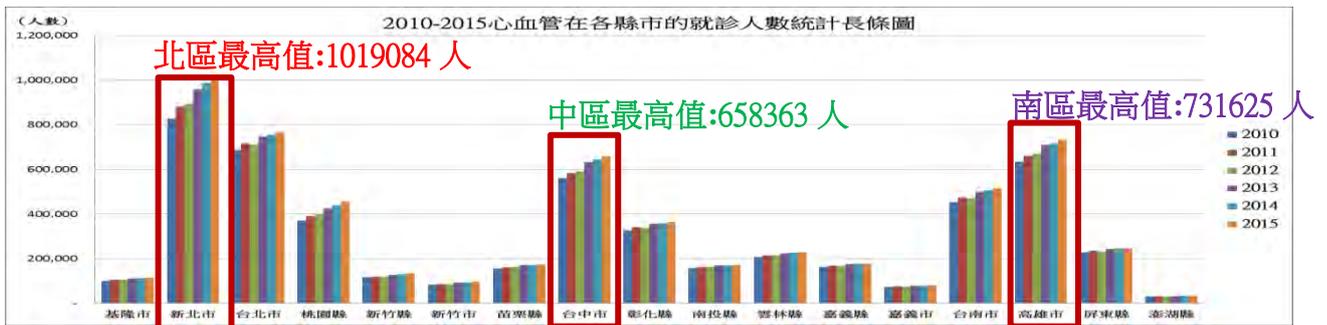
(一)、國民疾病風險就診人數



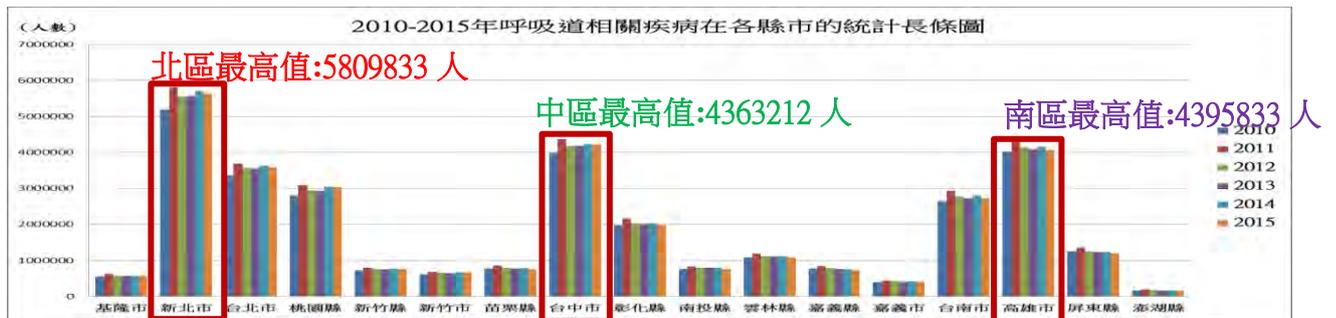
◎圖 32-1



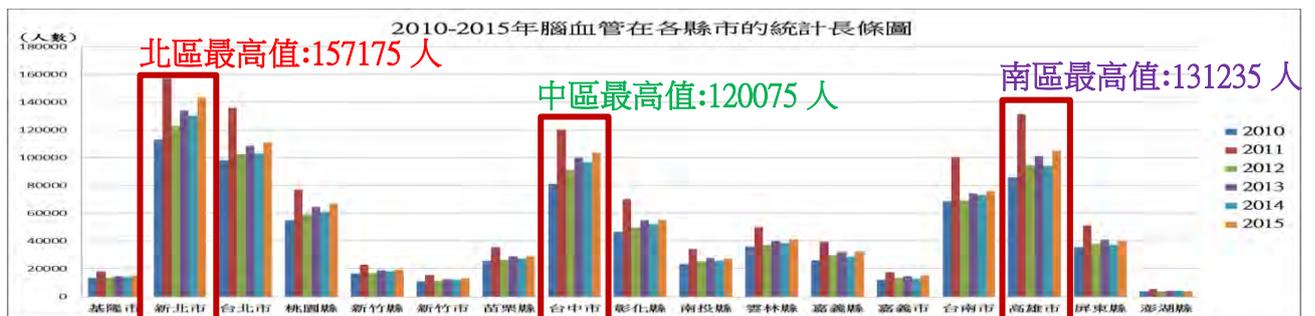
◎圖 32-2



◎圖 32-3



◎圖 32-4



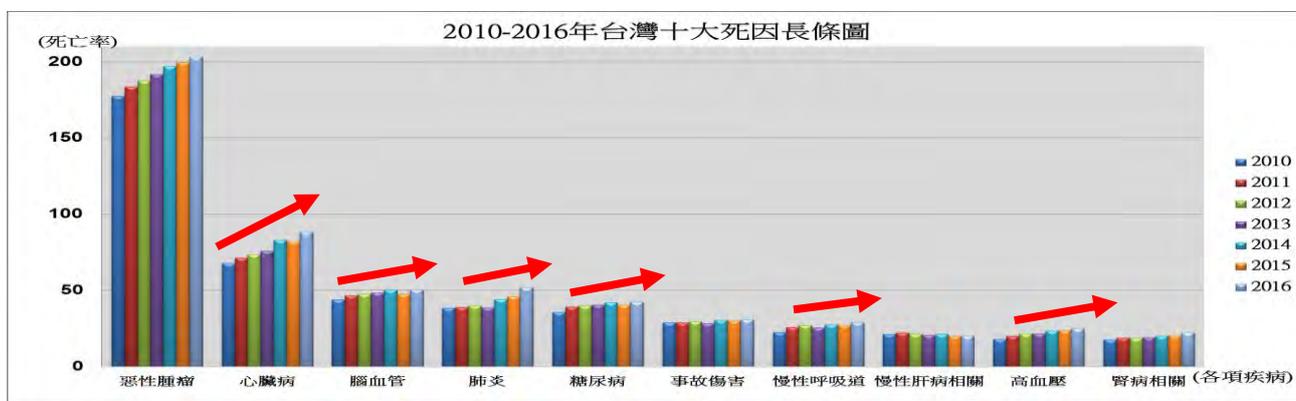
◎圖 32-5

圖 32-1~32-5 為常見的空汙相關疾病，不論是惡性腫瘤、結膜炎、心血管等疾病，在雙北、臺中、高雄市的就診人數都很高，位居全臺灣的前三位，其中以新北市結膜炎的就診人

數最多、高雄緊追第二、臺北第三，再看到心血管、腦血管的就診人數排名也跟結膜炎是一樣的，呼吸道相關疾病則有微幅的改變，是新北仍位居第一、高雄排名第二、臺中第三。

**分析：**所有相關疾病就診人數最高的縣市都是新北市，但北部的 PM2.5、PM10 濃度卻比中南部來得低(圖 15-1~圖 15-5)，我們比對臺灣各個縣市的人口數，發現新北市的人口數最多(平均約 390 萬人)，因此我們認為新北市的所有疾病就診人數占全臺之冠的原因，跟人口數有關。而位居南部的高雄市，空氣污染物濃度卻是全臺灣中最高的(圖 15-1~圖 15-5)，加上高雄市的人口數與臺中市差距不大，(高雄市約 280 萬、臺中市約 270 萬)，因此我們認為就診人數隨空氣汙染物濃度增加而增加。高雄市的空氣汙染物濃度最高，而所有疾病中就診人數的排名卻是第二，因此我們推測可能是因為高雄市的人口數和新北市的人口數差距太大所致(兩市差約 110 萬)；綜觀就診人數前三名的縣市(新北、臺中、高雄市)，恰好也都是人口數前三名的縣市，因此我們認為就診人數的排名除了與空汙濃度值可能跟人口數有關

## (二)、國民十大死因排名

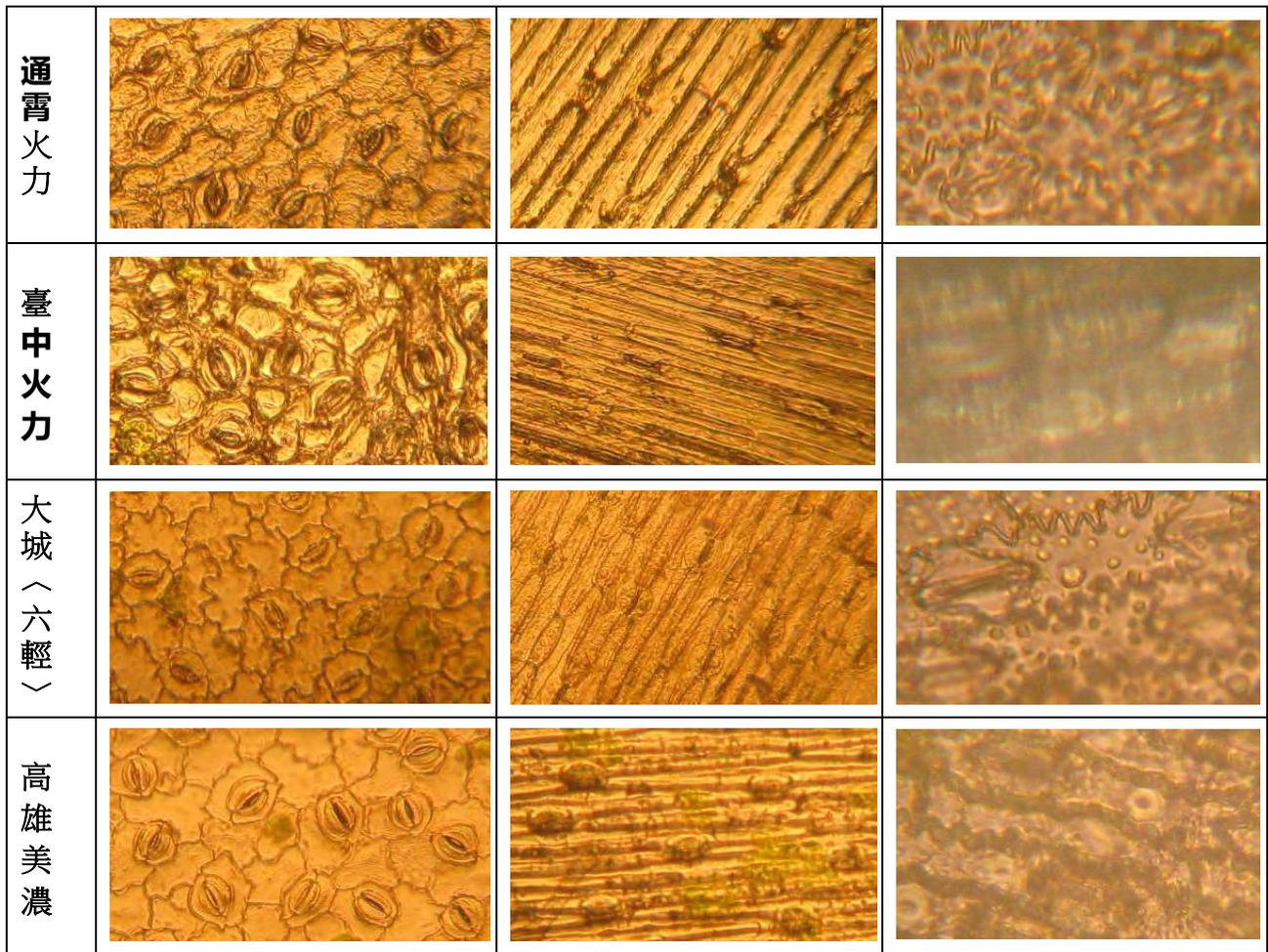


◎圖 32-6

圖 32-6 可以發現臺灣死亡率最高的疾病是惡性腫瘤，而且幾乎死亡率每年都有逐漸上升的情形，但由於腫瘤疾病太多種，且資料內容不齊全，無法逐步計算統計。除了慢性肝病相關的死亡率是逐年緩慢下降的狀況，其他的死亡率也都是逐年上升；臺灣排名第二高死亡率的疾病是心臟病，由於 PM2.5 也會導致心臟病、腦血管產生，而且 PM2.5 的數值都有超過法規標準，所以才會導致心臟病的死亡率排名第二，腦血管第三，而其他的疾病也因為 PM2.5 而產生，除了事故傷害以外。

## (三)、植物細胞的探討

	地瓜葉(15*10)	蔥(15*10)	稻米(15*40)
臺東豐樂里			
宜蘭三星鄉			



◎圖 32-7

地瓜葉的部分，臺東、大城、美濃採集地點遠離火力發電廠，保衛細胞的紋路，清楚而明顯，宜蘭、通霄、臺中的細胞形狀扭曲較為怪異，可能跟採集的地點都在火力發電廠附近有關；蔥的部分，臺東、大城的細胞和紋路形狀較模糊，臺中火力的細胞，雖然有清楚的紋路，但細胞形狀較扁而不清楚，可能是這些地方的各項汙染物濃度值都是算很高，以至於看起來都模糊不清（臺東因地處沿海，可能跟海風吹拂關係較大）；而稻米的部分，臺東的細胞相較其他地區來得模糊，可能跟焚風有關係。

## 柒、研究討論

### 一、探討 2017 年空氣汙染物在各縣市濃度分布的情形。

剛開始看到多張的衛星空氣品質分布圖都呈現一片紅海，發現原來我們身處的環境，空氣品質這麼糟！原以為只有臺中的空氣汙染很嚴重，但從衛星空氣品質分布圖發現，不僅臺灣，甚至海洋、鄰近我們的中國大陸都是一片火海。緊接著整理 2017 年的各縣市空汙情形，才發現每個縣市的 PM<sub>2.5</sub> 濃度值都超過法規標準，PM<sub>10</sub> 在臺灣各縣市也逼近法規標準，雖然 SO<sub>2</sub> 和 NO<sub>2</sub> 沒有我們想像中的嚴重，但卻讓我們更進一步想了解更多有關空氣汙染的事

### 二、探討 2010-2017 年光化物在各測站的濃度分布情形

原以為光化物北部並沒有比中南部高，整理數據後，發現部分北部濃度竟比南部高！為了確認北部與南部地區濃度分布的差異，遂再比較季節性與地區性的關係(詳見附件)，結果卻發現：夏天的北部地區濃度值比南部來得高。

### 三、探討 2010-2017 年火力發電廠、汽機車輛數、境外汙染與都市間汙染物來源的相關程度

新聞媒體一直報導「大陸的空汙飄散到我們臺灣，要我們民眾多加注意…」讓大家以為只有境外汙染會跟各縣市的都市汙染有高度相關，但研究結果顯示，北部都市汙染濃度的主要來源，跟火力發電廠、機車排放廢棄物汙染有高度正相關，特別是火力發電廠，相關係數近似於 1，讓位處都市地區的臺北盆地，因三方發電廠的同時發威，滯留在盆地地形的空氣汙染物，擴散更不易！中部地區只有火力發電廠與臺中汙染物的來源有高度正相關，其他二項(機車、境外)的汙染物，只有微弱的正相關；而南部對於火力發電廠、機車輛數、與境外汙染，三種都有高度的正相關。

#### 四、分析高汙染物濃度地區與當地地勢的關係

基隆的剖面圖，跟臺北、臺中、埔里很像，但基隆周邊地勢較低，加上三面環海，空汙濃度值就會大幅下降，而花蓮是多山、少平原，但因汙染排放物較少，測得濃度較低；彰化以南幾乎都是平原，即便濃度高只要有風吹拂、加上風速大，空汙濃度就會下降，但南部測得濃度為全台之冠，地勢雖有平緩空汙濃度，但排放量過高，仍使得空氣品質不佳。

#### 五、探究季節、氣壓、溫度、濕度、風向與空氣汙染物濃度彼此的關聯性

季節性汙染物伴隨氣壓、風向來臨，使得冬天的汙染物濃度值較高，原以為只有一個變因影響汙染物濃度，後來發現伴隨著風向、濕度，也是使汙染物濃度值變化量增加、減少的主因。同時我們也發現了特殊的現象：氣溫愈高時，氣壓愈低；氣溫愈低，氣壓愈高，而高氣壓因為不易降雨，才會讓冬天產生了更多的汙染物；低氣壓則因為容易降雨，才會讓夏天的汙染物濃度值呈現較低的情形。

#### 六、調查空氣汙染物對人體相關疾病存在的風險及植物葉片細胞分析與探討

(1)就診人數的調查:我們原本以為空氣品質不佳的地區，就診人數就會比較多，沒想到竟然不是這樣，後來進行光化物的夏季、冬季與北部、南部的濃度值交叉分析(附件一)，發現北部夏季的光化物高濃度值，可能是影響北部各項就診人數最多的原因之一，另外可能的原因有二：其一，人口數較多的關係(新北市是全臺灣人口最多的，使得各項疾病的就診人數也是最多的)；其二，地勢地形影響，臺北盆地雖汙染濃度較低，但盆地地形、高樓大廈林立，致使空氣汙染物在各個建築大樓滯留，不易擴散。

(2)十大死因的調查：起初我們推測「空氣品質不佳的地區，死亡率就會比較高」，然而我們忽略了其他變相因子，例如空氣汙染濃度高的地方，也是文化刺激多元、醫療技術發達、醫院數目相對也比較多，而臺灣十大死因長條圖內的疾病中，跟空氣汙染物引發的相關疾病，都在緩慢上升，所以我們發現到了空氣汙染物可能和死亡率有關係。

(3)植物:我們發現在汙染嚴重的地方（火力發電廠附近），地瓜葉的保衛細胞有較顯著的表現，紋路都較深；蔥的保衛細胞都較小、且不清楚；稻米葉子的細胞，臺中火力發電廠所採集的，幾乎無法分辨。

### 捌、研究結論與建議

#### 一、探討 2017 年空氣汙染物在各縣市濃度分布的情形。

除了 NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 的濃度值遠小於法規標準值外，PM<sub>2.5</sub> 的濃度值幾乎在每一個縣市都超過法規標準值；PM<sub>10</sub> 的濃度隨無超標，但數值接近法規標準，值得注意。而過去我們一直處於惡劣的空氣環境中生活，NASA 的空氣品質濃度分布圖，可以驗證、查詢過去多少日子我們在什麼環境下生活，中、南部的空氣品質相較於北部地區，是非常糟糕的。

#### 二、探討 2010-2017 年光化物在各測站的濃度分布情形

北部和南部光化物的濃度值都很高，但有逐年下降趨勢，北部夏天濃度高、冬天低，而南部剛好相反，這是太陽夏至時較靠近北部(夏至直射北回歸線)，在冬至時較靠近南方(陽光斜射)，而光化物需要光才能形成，才會導致北部夏天濃度值高冬天低，南部冬天高夏天低

的結果。

### 三、探討 2010-2017 年火力發電廠、汽機車輛數、境外污染與都市間污染物來源的相關程度

火力發電廠因地方性而有不同相關性，但大多為高度正相關；機車輛數在北部因交通便捷，呈現負相關，中部是低度正相關，南部地區為高度正相關；境外污染的部分，中部相關性不大，但南部卻比北部更具高度相關性。綜上所述，臺灣空氣污染中，火力發電廠的相關性高於機車輛數、境外污染。南部的火力發電廠、機車輛數、與境外污染，皆呈現高度的相關性，因此空氣污染的主要來源，與火力發電廠、機車輛數、境外污染都有密切關係。

**建議:** 1.研發綠能發電、波浪發電、離岸風力發電、太陽能板發電等，可以自然無害使用、同時沒有污染的電力來源，讓電力的來源不再讓火力發電廠為了需要發電而傷害身體。  
2.國人應養成珍惜能源的好習慣，例如:以風扇代替冷氣、隨手關燈、多搭乘大眾交通工具等  
3.政府應擬定空氣污染相關政策，例如：制定固定污染源排放廢氣相關法規標準，並定期監測排放情形、分階段淘汰老舊汽機車、鼓勵人們使用電動機車，減少排廢氣量的產生。

### 四、分析高污染濃度地區與當地地勢的關係

基隆靠海有助空汙擴散、臺北、臺中周圍地勢較高，加上都市大廈林立，使得污染物擴散不易；花蓮、臺東市放汙來源較少，地勢雖有高山阻隔，空氣品質卻不受影響；南部地勢多平坦，風的吹向也利於污染物的擴散，但全臺內陸地區風速較小，對污染物質擴散不易

**建議:**針對高濃度汙染地區，設置訊息傳播快速網路 APP，人民使用手機頻繁，如能讓人民隨時掌握最新當地空汙危險警報資訊，可以讓當下在高汙染區的人民，盡速撤離，以減緩人們受到當下空汙的迫害。

### 五、探究季節、氣壓、溫度、濕度、風向與空氣汙染物濃度彼此的關聯性

中國大陸的汙染物，伴隨季節風向吹拂，冬天吹東北季風，冷高壓南下，汙染物因此被帶到臺灣是沒錯的。另外，夏天的濕度比冬天的溼度來的高，溫度在夏天攀升，大氣中的水氣，會把滯留在空氣中的汙染物凝聚，加上夏天的濕度較高，也代表較多的雨量(梅雨、颱風)，把空氣汙染物質沖洗掉，使得冬天的汙染物的濃度才比夏天的汙染物來的多。

### 六、調查空氣汙染物對人體相關疾病存在的風險及植物葉片細胞分析與探討

(1)北部的就診人數: 無論是哪一項跟汙染物相關的疾病，雙北、臺中與高雄都是人數最多的縣市，然而中南部比北部的空氣汙染更嚴重，因此人口數量的多寡、地形地勢的影響都是決定空汙健康風險的項目之一。

(2)十大死因長條圖：由衛福部提供的資料顯示，臺灣十大死亡排名項目中幾乎都是跟空氣汙染物有相關的疾病，而每個縣市的 PM2.5 濃度值都超過法規標準，雖然各縣市 PM2.5 幾乎都在逐年下降，但與 PM2.5 相關的疾病都是累積性的，慢性病發病較慢，導致 PM2.5 濃度逐年下降、與 PM2.5 有相關的疾病逐年上升的結果。。

**建議:** 雖然人體大量曝露在空氣汙染環境中，不一定和健康有直接關係，但曝露度愈高對疾病風險，有一定的關聯，未來持續追蹤國人健康疾病就診與臺灣死亡排名，除了了解臺灣空氣汙染情形外，同時也幫我們自己所居住的環境把關。

(3)植物:在火力發電廠附近生長的植物，都不太健康(與遠離火力發電廠的植物相較)。

## 玖、參考資料

### 1. 1.環保署

(1)空氣品質監測網:<https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/default.aspx>

(2)環境資源資料庫:

<https://erdb.epa.gov.tw/DataRepository/ReportAndStatistics/StatSceMotors.aspx>

2.美國太空總署空氣監測網站

<http://earthdata.nasa.gov/data/near-real-time-data/data/hazards-and-disasters/air-quality>

3.台灣電力公司 <https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=206>

4.衛生福利部 <https://www.mohw.gov.tw/mp-1.html>

5.中華人民共和國國家統計局 <http://www.stats.gov.cn/>

6.windy 氣象網站 <https://www.windy.com/overlays?800h,25.433,121.333,6.i:pressure,m:ejJajBT>

7.鄭師中(2013)氣象學-氣候變遷與災變天氣。合記圖書出版社

8.國小自然課本。南一版。第五冊。

9.中央氣象局

10.Google earth <https://earth.google.com/web/>

附件一:季節性汙染對臺灣南北部的影響

夏季

北部濃度值較高

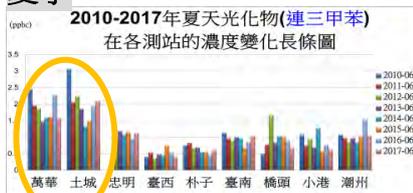


圖 33-1



圖 33-2



圖 33-3



圖 33-4

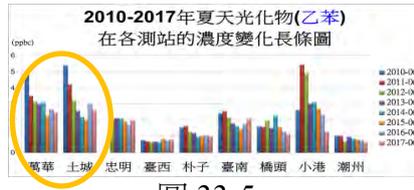


圖 33-5

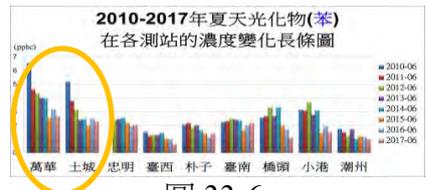


圖 33-6

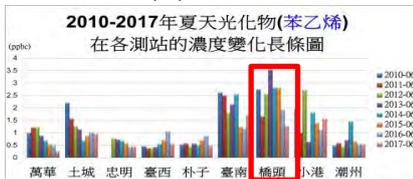


圖 33-7



圖 33-8

冬季

南部濃度值較高



圖 33-9

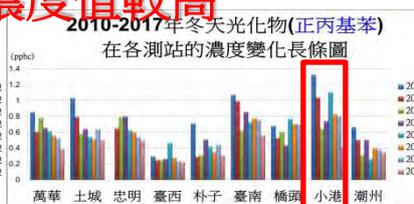


圖 33-10



圖 33-11



圖 33-12

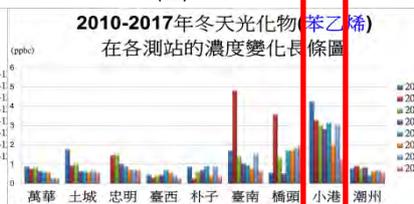


圖 33-13

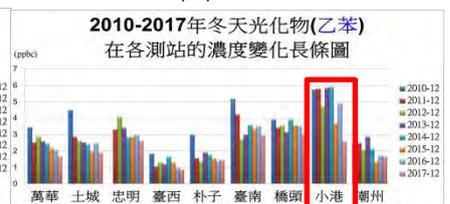


圖 33-14



圖 33-15



圖 33-16

## 【評語】 080507

1. 擁有探究精神，利用衛星資料，電腦程式運算軟體，分析各地區區域性空氣污染的量，由其污染值推論污染源性質。
2. 就診人數或可改用人數比例，凸顯其影響。
3. 空氣污染程度應考慮與其距離較遠的火力發電廠做相關程度的分析，以驗證目前相關程度的分析結果。
4. 資料的獲取與運算是自己算的還是根據文獻資料須交代清楚，也要考慮季節、氣壓、溫度、濕度、風向與空氣汙染物濃度彼此的關聯性。

# 摘要

空氣汙染議題，在近兩年吵得沸沸揚揚，關心空氣品質的情形是否又紫爆，似乎已成為臺灣人們的全民運動，中、南部的空氣品質較差，與火力發電廠相關性確實很高，季節與風的吹向，也影響臺灣空氣汙染濃度的變化，冬天只要境外汙染濃度偏高，東北季風的來臨，就會將汙染物帶到臺灣來，濕度也是影響汙染物濃度的原因之一，夏天的濕度比冬天的高，大量的水氣、雨量，可以把較多的汙染物給沖洗掉；溫度與氣壓也有微妙的關係變化：氣溫愈高，氣壓愈低；氣溫愈低，氣壓愈高。高氣壓不易降雨，讓冬天產生很多的汙染物；低氣壓容易降雨，夏天的汙染物，呈現濃度較低的情形，就診人數因科技發達，延緩人類罹病、致死，但 PM2.5 相關疾病死亡率正逐年提升中。

# 壹、研究動機

常常在新聞報導上看到民眾抗議說：「空氣品質太差了！」要求火力發電廠減少排放量，剛好在學校下課時，主任也有廣播說：「空氣品質不佳，請小朋友沒事不要出去玩。」加上好幾次學校掛的空氣品質的旗子剛好都是紫色的，我很好奇到底空氣汙染有多嚴重？會讓主任在下課時，以廣播的方式要求我們盡量不要在戶外活動。種種接二連三的事情，使我心中累積了越來越多的疑問，於是就拉著同學去請教自然老師，「為什麼主任會廣播空氣品質不佳？主任怎麼知道的？」經過幾次請教老師後，老師就帶著我們展開了這一連串的研究。

# 貳、研究目的

為了瞭解影響空汙的主要因素及汙染物濃度變化對人體健康的影響，我們搜尋國內外研究單位的相關資料，繪製 2017 年空氣汙染物在各縣市排放濃度的比例及變化圖、火力發電廠附近的汙染物濃度圖、汽機車的輛數、城市汙染物濃度、空汙相關疾病就診等圖表，探討以下幾個問題：

- 一、探討 2017 年空氣汙染物在各縣市濃度分布的情形。
- 二、探討 2010-2017 年光化學物質在各測站的濃度分布情形。
- 三、探討 2010-2017 年火力發電廠、汽機車輛數、境外汙染與都市間汙染物來源的相關程度。
- 四、分析高汙染物濃度地區與當地地勢的關係。
- 五、探究季節、氣壓、溫度、濕度、風向與空氣汙染物濃度彼此的關聯性。
- 六、調查空氣汙染物對人體相關疾病存在的風險及植物細胞生長分析與探討。

# 參、研究設備與器材

- 一、筆記型電腦
- 二、電腦程式 Internet Explorer 11 (網路瀏覽器)
- 三、電腦程式 Microsoft Office Word 2013(文書編輯軟體)
- 四、電腦程式 Microsoft Office Excel 2013(資料統計軟體)
- 五、電腦程式 小畫家

# 肆、研究原理與架構

## 一、研究原理

### 1. 太空遙測

美國 NASA 兩顆人造衛星 (名叫 Aqua 和 Terra) 每天在不同的軌道和繞行時間裡，環繞地球南北或北南方向飛行，掠過臺灣附近上空，以光譜儀測量地球各地表面上空「氣膠光深度」(Aerosol Optical Thickness, 簡稱 AOD) 作為估算各地空氣汙染 (air quality) 程度之分布圖。

### 2. 空氣汙染物

- (1) 細懸浮微粒 (PM<sub>2.5</sub>)
- (2) 懸浮微粒 (PM<sub>10</sub>)
- (3) 二氧化硫 (SO<sub>2</sub>)
- (4) 二氧化氮 (NO<sub>2</sub>)
- (5) 臭氧 (O<sub>3</sub>)
- (6) 光化物質 (以六輕為主的八種物質)



### 3. 相關係數

相關係數由皮爾森所創建，用於研究兩組數據之間的變化是否相關的一種統計方法，一般用「r」來表示。相關係數的範圍在 -1 與 1 之間，其意義如下：

散佈圖	意義
	當 -1 ≤ r < 0 時，兩變數為「負相關」。當 r 越接近 -1，兩變數間線性關係越密切；r = -1 時，表示兩變數為完全線性相關。
	當 r = 0，則表示兩變數為「零相關」。當 r 越接近於 0，表示兩變數的線性相關越弱，即沒有任何線性相關。
	當 0 < r ≤ 1 時，表示兩變數為「正相關」。當 r 越接近 1，兩變數間線性關係越密切；r = 1 時，表示兩變數為完全線性相關。

表 1 相關係數意義說明表

一般可按三級劃分：|r| < 0.4 為低度線性相關；0.4 ≤ |r| < 0.7 為顯著性相關；0.7 ≤ |r| 為高度線性相關。

## 二、研究架構：

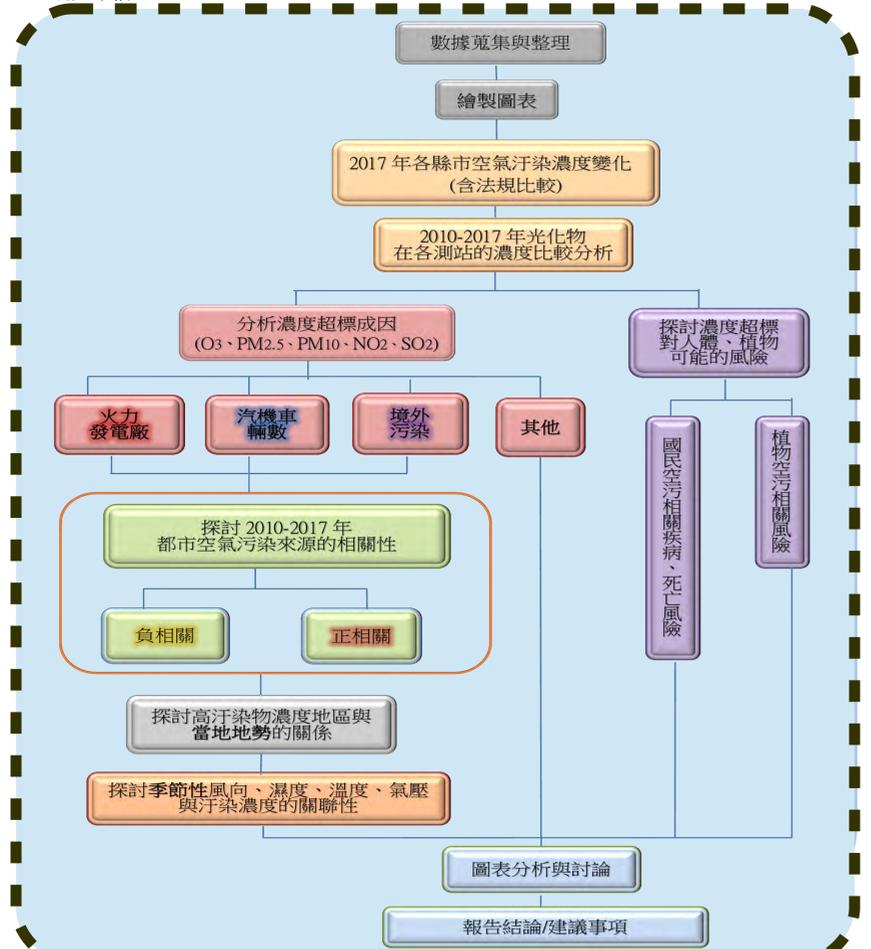


圖 1 實驗架構流程圖

# 伍、過程與方法

## 一、探討 2017 年空氣汙染物在各縣市濃度分布的情形

(一)、進入 NASA 衛星圖像網頁，搜尋 2017 年由衛星偵測 PM<sub>2.5</sub> 濃度的圖片

觀察 2017 年，每個月的 30 日 (或 31 日)，PM<sub>2.5</sub> 在臺灣的濃度變化情形



(二)、進入環保署網頁，下載 2017 年各項汙染物的原始濃度值 (小時濃度) O<sub>3</sub>、PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、NO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub> 濃度值查詢，下載並整理數據，探討空汙情形

(三)、以風向、風速探討 2017 年每月最後一天的空汙情形 (圖 3-3)

二、探討 2010-2017 年光化學物質在各測站的濃度分布情形。進入環保署網頁，以六輕為主要的排放汙染物 (八項)，下載各項汙染物的原始濃度值，整理數據同時探討 (圖 3-1)

## 三、探討 2010-2017 年火力發電廠、汽機車輛數、境外汙染與都市間汙染物來源的相關程度

(一)、火力發電廠的周邊測站查詢 (圖 4)

(二)、汽機車輛數：進入環保署的環境資源資料庫 (圖 5)



(三)、境外汙染：進入中華人民共和國國家統計局 (圖 6)



四、分析高汙染物濃度地區與當地地勢的關係。(圖 7)

五、探究季節、氣壓、溫度、濕度、風向與空氣汙染物濃度彼此的關聯性 (圖 8)

六、調查空氣汙染物對相關疾病存在的風險分析與探討 (圖 9)



# 陸、研究結果

## 一、探討 2017 年空氣汙染物在各縣市濃度分布的情形

(一)、衛星氣溶膠 (PM<sub>2.5</sub>) 圖像

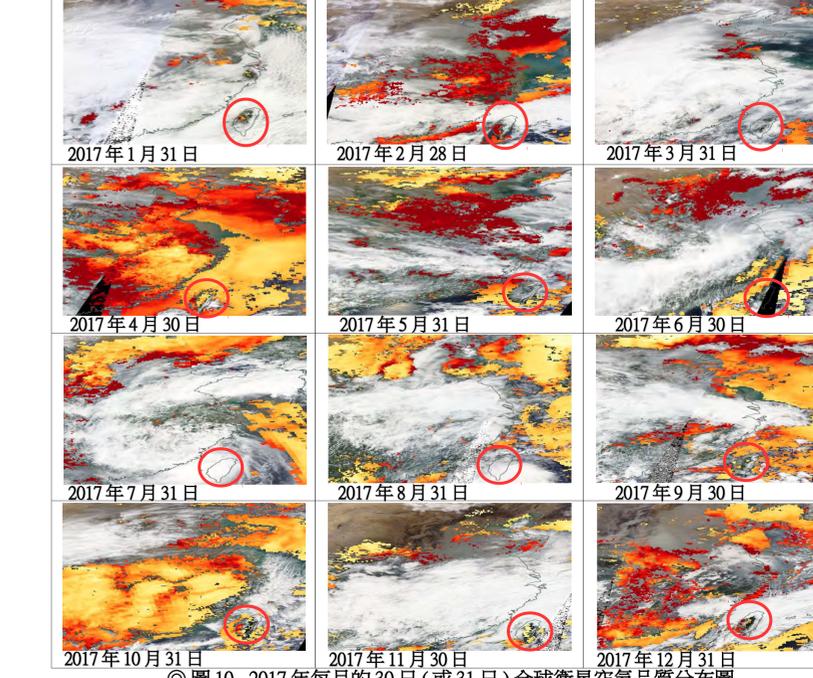


圖 10 2017 年每月的 30 日 (或 31 日) 全球衛星空氣品質分布圖

(二)、2017 年臺灣各縣市空氣汙染物的濃度比例圖

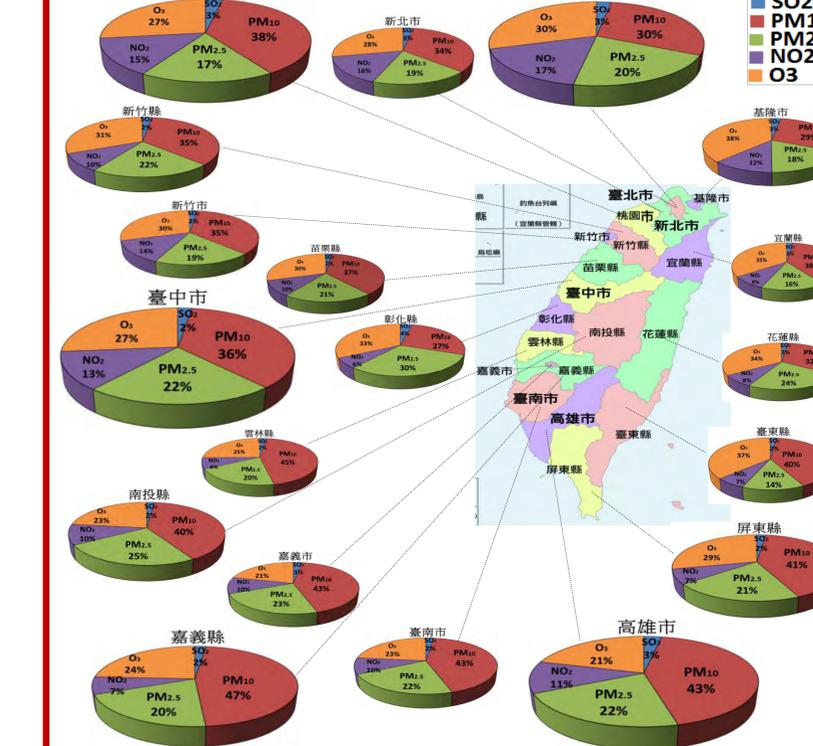


圖 11 2017 年空氣汙染物在各縣市的濃度比例圖

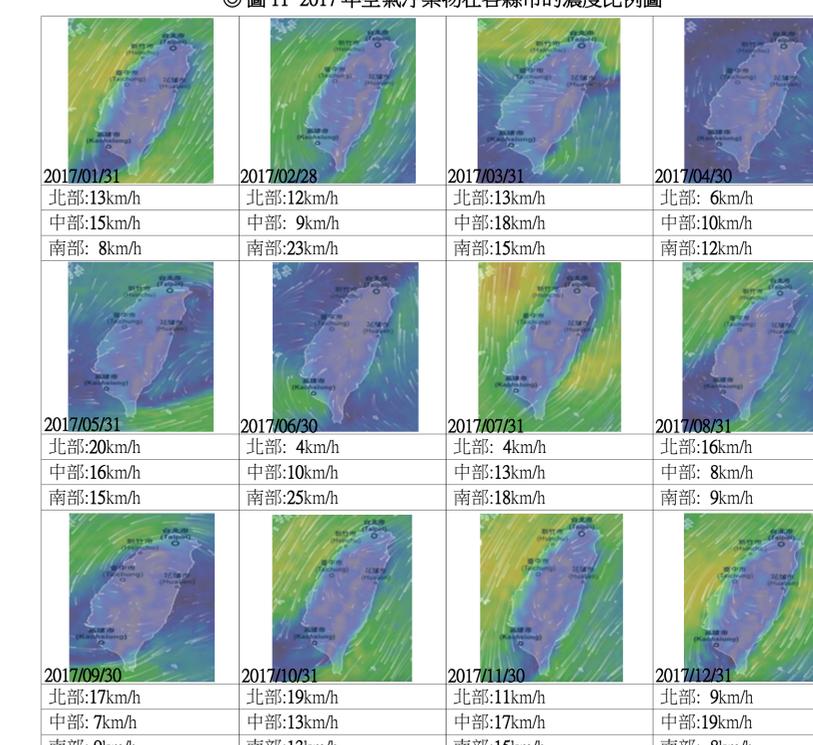


圖 12 2017 年每月的 30 日 (31 日) 14:00 風場圖

(三)、2017 年各項汙染物在各縣市的年均值與法規標準對照圖

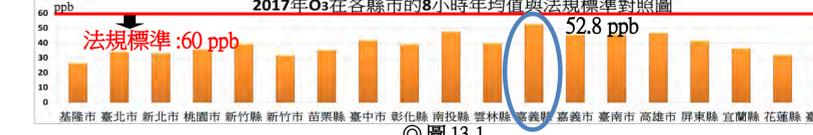


圖 13-1 2017 年 O<sub>3</sub> 在各縣市的 8 小時平均與法規標準對照圖

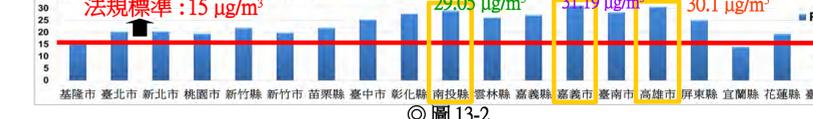
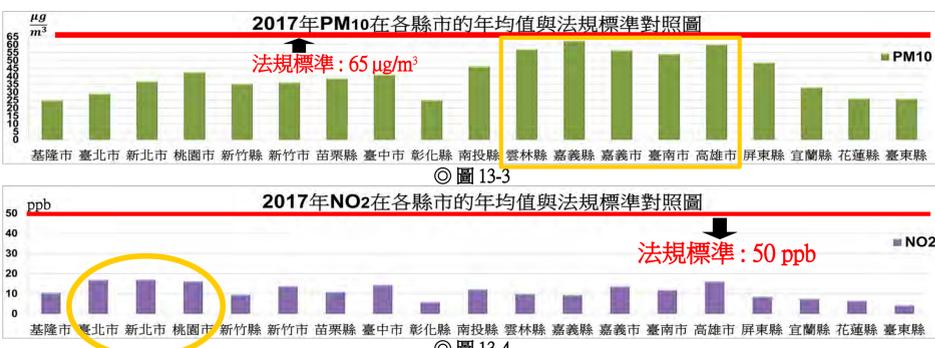
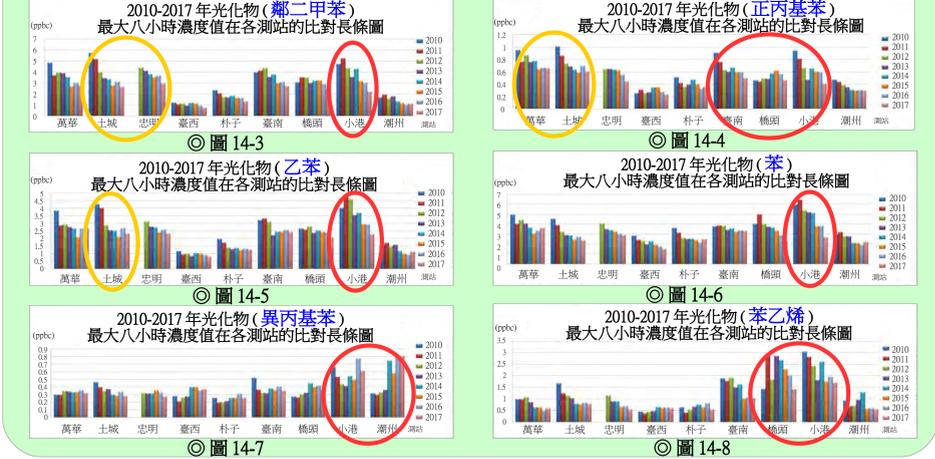


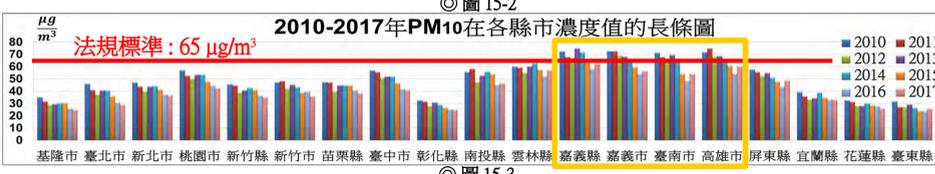
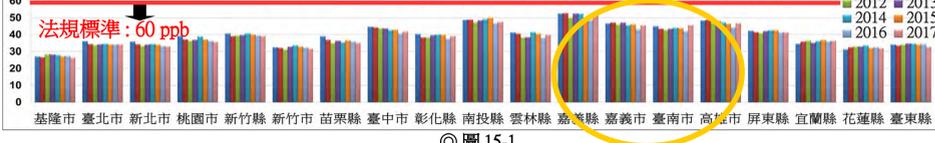
圖 13-2 2017 年 PM<sub>2.5</sub> 在各縣市的年均值與法規標準對照圖



二、探討 2010-2017 年光化學物質最大濃度八小時在各測站的分布情形

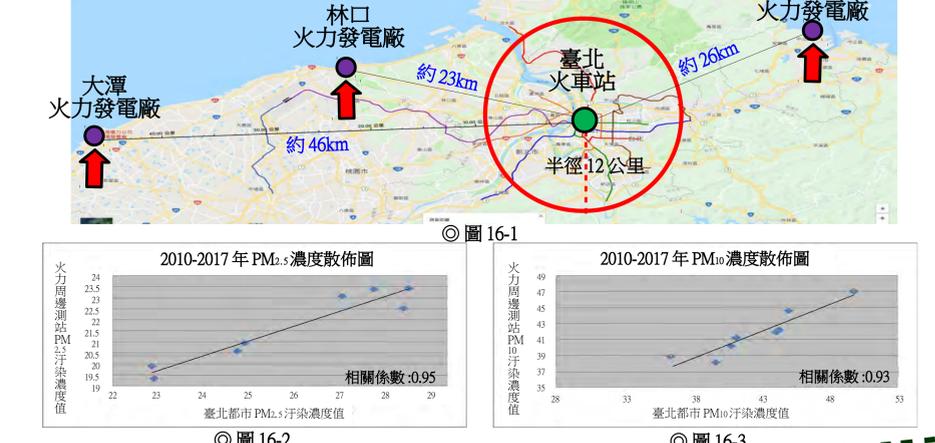


三、探討 2010-2017 年火力發電廠、汽機車輛數、境外污染與都市間污染物來源的相關程度

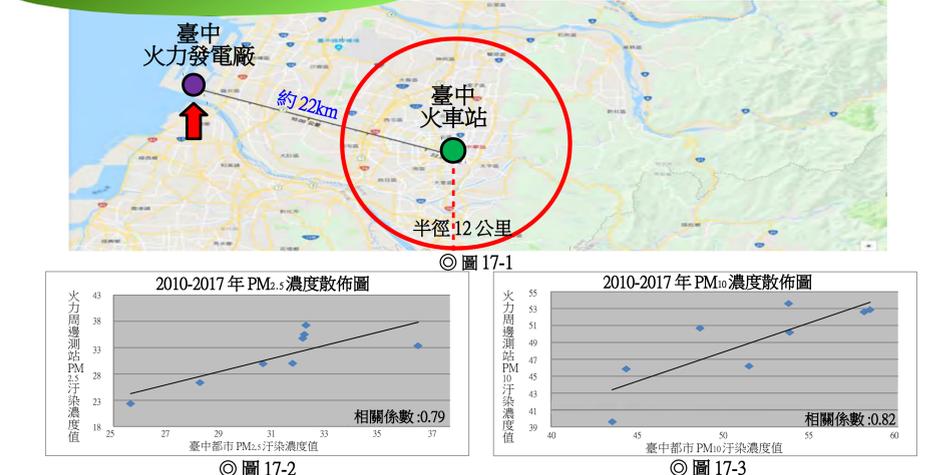


1. 火力周邊測站與都市(市區)污染濃度散佈圖

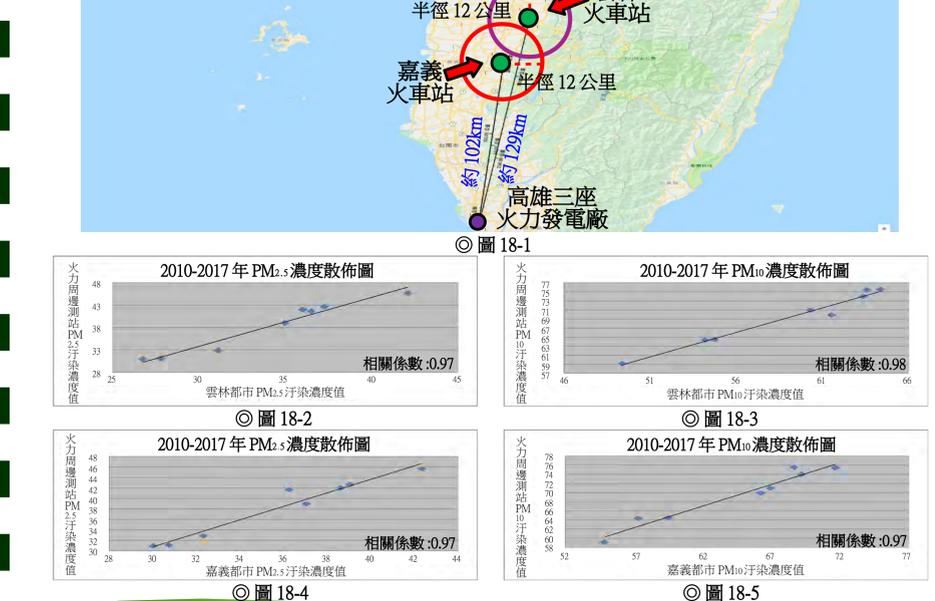
(1) 協和、林口、大潭火力發電廠與臺北市區相關程度 (相距分別約 26、23、46 km)



(2) 臺中火力發電廠與臺中市區相關程度 (相距約 22km)



(3) 高雄三座火力發電廠與嘉義市區 (相距約 102km) 與雲林市區相關程度 (相距約 129km)



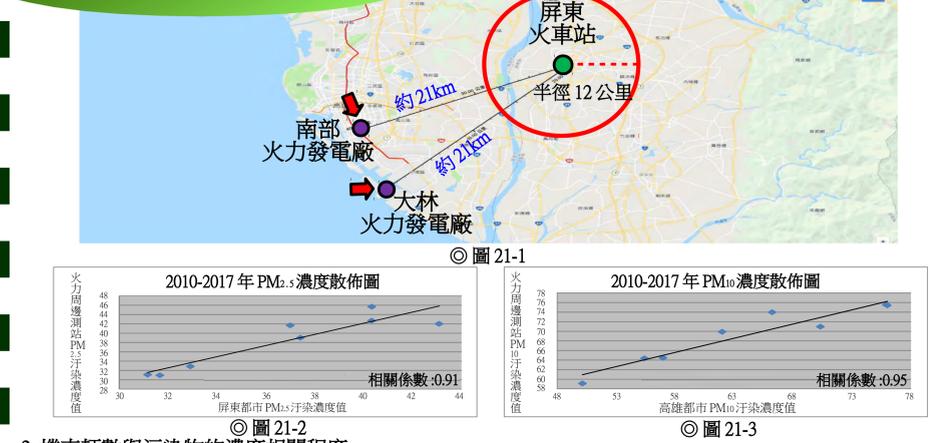
(4) 高雄(興達、南部、大林)火力發電廠與臺南市區相關程度 (相距約 15km)



(5) 高雄(興達、南部、大林)火力發電廠與高雄市區相關程度 (相距分別約 27、4、12 km)

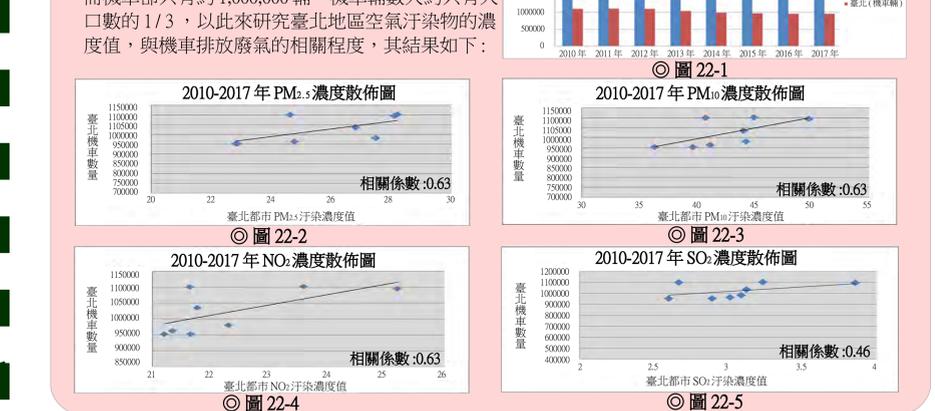


(6) 高雄(興達、南部、大林)火力發電廠與屏東市區相關程度 (相距約 26km)

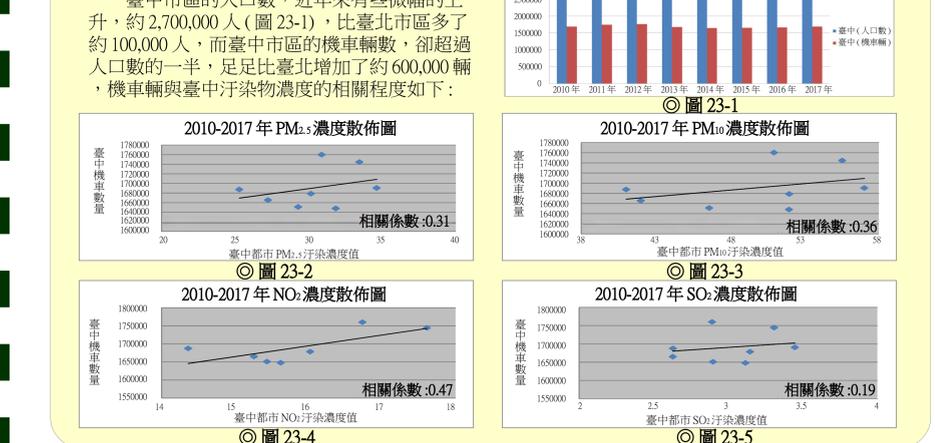


2. 機車輛數與污染物的濃度相關程度

(1) 臺北市區



(2) 臺中市區

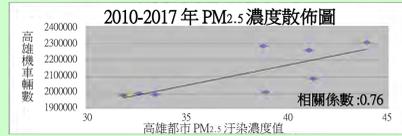


### (3) 高雄市區

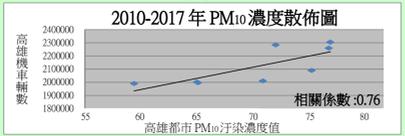
高雄市區的人口數大約是 2,800,000 人 (圖 24-1)，比臺北多出 200,000 人、臺中多出 100,000 人，機車輛數大約是 2,000,000 輛，是北中南三個都市中數量最多的，機車輛與高雄汙染物濃度的相關程度如下：



◎ 圖 24-1



◎ 圖 24-2



◎ 圖 24-3



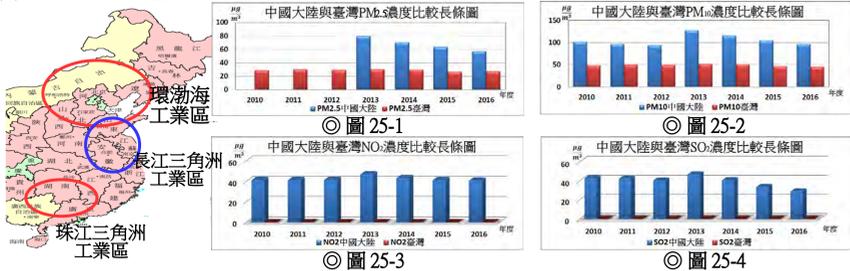
◎ 圖 24-4



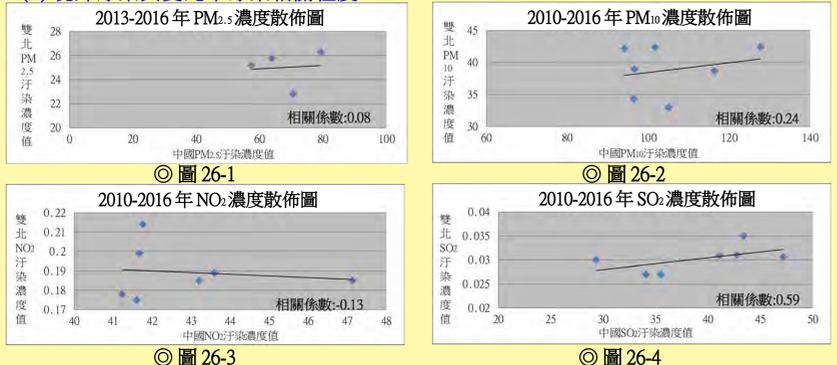
◎ 圖 24-5

### 3. 境外汙染

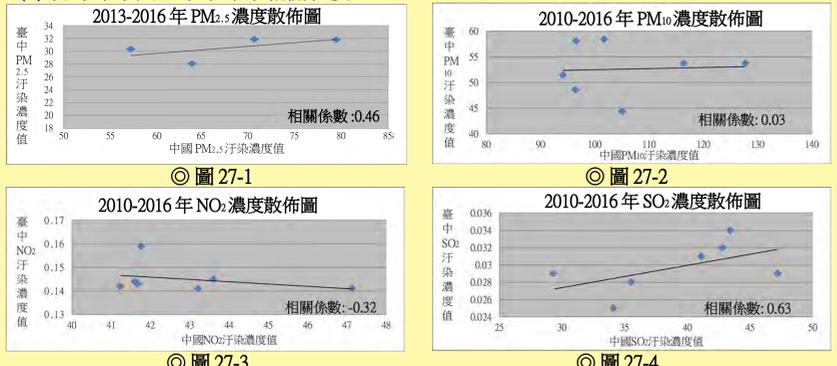
#### (1) 2010-2016 年臺灣與大陸各項汙染物濃度的比較值



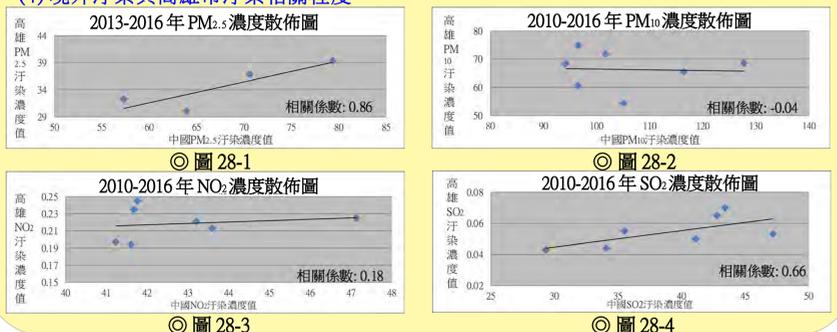
#### (2) 境外汙染與雙北市汙染相關程度



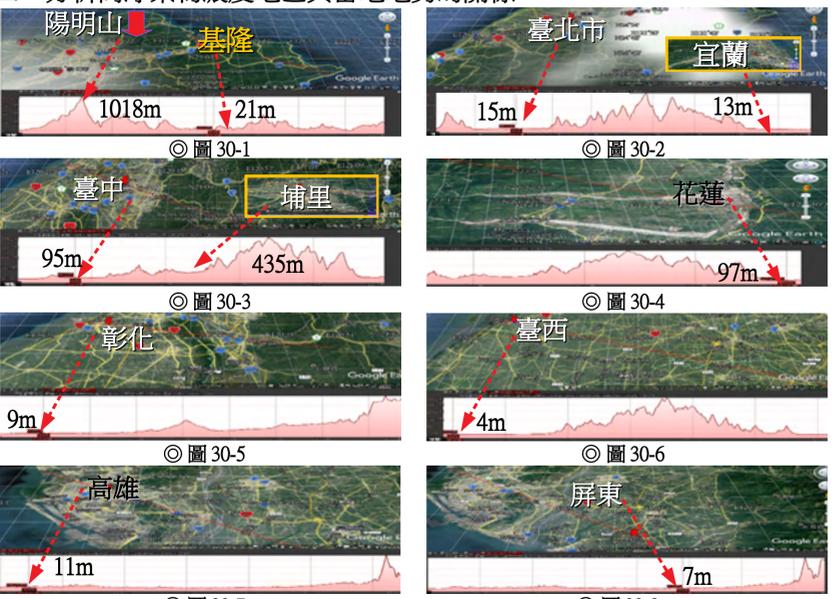
#### (3) 境外汙染與臺中市汙染相關程度



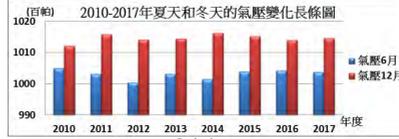
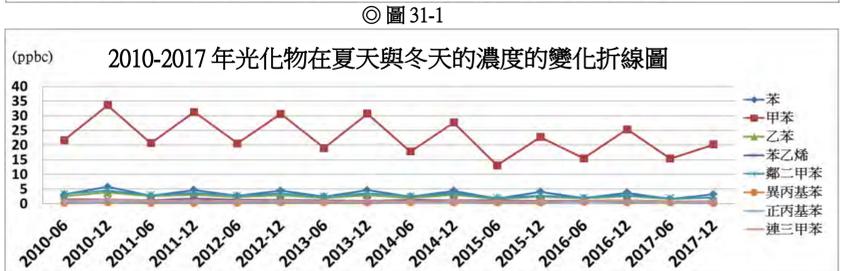
#### (4) 境外汙染與高雄市汙染相關程度



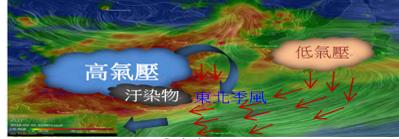
### 四、分析高汙染物濃度地區與當地地勢的關係



### 五、探究季節、氣壓、溫度、濕度、風向與空氣汙染物濃度彼此的關聯性



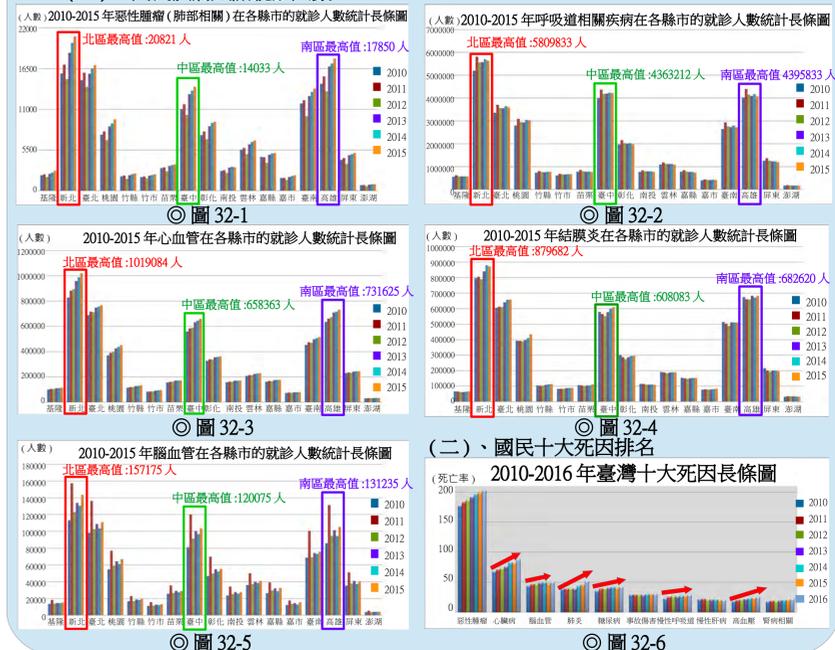
◎ 圖 31-5



◎ 圖 31-6

### 六、調查空氣汙染物對相關疾病存在的風險分析與探討

#### (一)、國民疾病風險就診人數



#### (二)、國民十大死因排名



#### (三)、植物細胞的探討



◎ 圖 32-7

### 柒、研究討論

- 一、由 NASA 的全球衛星空氣品質分布圖發現，不僅臺灣、甚至海洋、鄰近我們的中國大陸地區都是一片火海，原來我們呼吸的空氣品質這麼糟！在沒有聖嬰現象影響而溫度卻最高的 2017 年，每個縣市的 PM2.5 濃度值都超過法規標準，PM10 也逼近法規標準，雖然 SO2 和 NO2 沒有我們想像中的嚴重，但卻讓我們更進一步想了解 2017 以前更多有關空汙的事。
- 二、光化物的濃度值經研究後，北部部分濃度竟比南部高！為了確認北部與南部地區濃度分布的差異，遂再比較季節性與地區性的關係 (詳附件)，結果卻發現：夏天的北部濃度值比南部來得高。我們認為太陽夏至時較靠近北部 (夏至直射北回歸線)，在冬至時較靠近南方 (陽光斜射)，才會導致北部夏天濃度高冬天低，南部冬天高夏天低的結果。
- 三、新聞媒體的報導，讓境外汙染背上了臺灣空汙主要來源的罪名，研究顯示全臺汙染濃度的主要來源，除了境外汙染，火力發電廠與機車排放，皆有不同的相關性：境外汙染 (PM2.5) 只對南部呈現高度正相關；中部汙染物的主要來源是火力發電廠，相關係數 (r) 分別是 0.79 (PM2.5)、0.82 (PM10)，皆為高度正相關；而南部對於上述三種都有高度的正相關。
- 四、臺北、臺中的地勢剖面圖，跟埔里很像，周邊地勢較低，而花蓮多山、少平原，但因排放汙染物較少，測得濃度較低；彰化以南幾乎都是平原，即便濃度高，只要有風吹拂、加上風速大，空汙濃度就會下降，但南部測得濃度為全臺之冠，地勢雖有平緩空汙濃度，但排放量過高，仍使得空氣品質不佳。
- 五、季節性汙染物伴隨氣壓、風向的來臨，使得冬天汙染物的濃度值變高，特別是逆時針的風在盆地地區中滯留，大氣的濕度也是使汙染物濃度變化量增、減的主因。同時我們也發現了特殊的現象：氣溫愈高，氣壓愈低；氣溫愈低，氣壓愈高。而高氣壓因不易降雨，才讓冬天產生了更多的汙染物；低氣壓則因容易降雨，才會讓夏天的汙染物濃度值呈現較低的情形。
- 六、(1) 北部與空汙相關就診人數最多的原因，可能與光化物的濃度值有關。另外，人口數較多、地形等皆可能是影響的主因 (全臺人口最多的新北，相關疾病的就診人數也隨之提升)。(2) 臺灣十大死因與空汙引發的相關疾病，都在緩慢上升，而空汙濃度值高的地方，多為醫療技術發達、醫院數目相對較多的地方，所以我們發現到了空氣汙染物可能和死亡率有關。(3) 我們發現在汙染嚴重的地方 (火力發電廠附近)，地瓜葉的保衛細胞，紋路較深，有較顯著的表現；蔥的葉肉雖紋路清楚，但保衛細胞都偏小、且不清楚；稻米葉子的細胞，在臺中火力發電廠所採集的，幾乎無法分辨。

### 捌、研究結論與建議

- 一、過去一年 (2017 年)，我們一直生活在惡劣的空氣環境中，中南部的空氣品質相較於北部地區，是非常糟糕的。
- 二、2010-2017 年光化物在各測站的濃度分布中，北、南部光化物的濃度值都很高，但有逐年下降趨勢，北部夏天濃度高、冬天低，而南部剛好相反。
- 三、過去八年 (2010-2017 年)，火力發電廠與地方性為高度正相關；機車輛數在北部呈現中度正相關，中部是低度正相關，南部地區為高度正相關；境外汙染的部分，中部相關性不大，但南部卻比北部更具高度相關性。  
建議：1. 研發綠能發電、波浪發電、離岸風力發電、太陽能板發電等，可以自然無害使用，讓電力的來源不再讓火力發電廠為了需要發電而傷害身體。  
2. 國人應養成珍惜能源的好習慣  
3. 政府應擬定空氣汙染相關政策
- 四、高汙染物濃度地區若為平原擴散較快，若為盆地擴散不易；盆地中如再加上大廈林立，使得汙染物擴散更加不易；南部地勢多平坦。  
建議：針對高濃度汙染地區，設置訊息傳播快速網路 APP，讓人民隨時掌握最新當地空汙危險警報資訊，可以讓當年在高汙染區的人民，盡速撤離，以減緩人們受到當下空汙的迫害
- 五、冬天吹東北季風，冷高壓南下，中國大陸的汙染物伴隨季節風向吹拂，夾帶到臺灣。而夏天的濕度比冬天來的高，溫度在夏天攀升，大氣中的水汽，會把滯留在空氣中的汙染物凝聚，另外，夏天的雨量 (梅雨、颱風)，把空氣中的汙染物沖洗掉，使得冬天的汙染物濃度比夏天的汙染物來得高，風的吹向也利於汙染物的擴散，但全臺內陸地區風速較小，對汙染物的擴散不易。
- 六、調查空氣汙染物對人體相關疾病存在的風險及植物葉片細胞分析與探討  
(1) 空汙相關疾病中，雙北、臺中與高雄都是風險人數最多的縣市，汙染物濃度與健康風險，呈正比關係。  
(2) 臺灣各縣市的 PM2.5 濃度值都超過法規標準，與 PM2.5 相關的疾病，逐年隨之上升，汙染物濃度越高的地區，風險相對提高  
建議：持續追蹤國人健康疾病就診與臺灣死亡排名，除了了解臺灣空汙汙染情形外，同時也幫我們自己所居住的環境把關。  
(3) 在火力發電廠附近生長的植物，都不太健康 (與遠離火力發電廠的植物相較)

### 玖、參考資料

1. 環保署 (1) 空氣品質監測網 <http://www.epa.gov.tw/haqm/Default.aspx>  
(2) 環境資源資料庫 <https://redb.epa.gov.tw/DataRepository/ReportAndStatistics/StatSecMotors.aspx>  
(3) 美國太空總署空氣監測網站 <https://redata.nasa.gov/earth-observation-data/real-time-hazards-and-disasters/air-quality>  
2. 台灣電力公司 <http://www.taipower.com.tw/hc/page.aspx?mid=206>  
3. 衛生福利部 <https://www.moh.gov.tw/mp-1.html>  
4. 中華民國國家統計局 <http://www.stats.gov.tw/>  
5. 氣象局 <https://www.windy.com/overlays/800h/25.433.121.333.6:pressure.mc3jaJBT>  
6. VENTUSKY 氣象網站 <https://www.ventusky.com/?p=23.43.121.107&l=wind-10m>  
7. 鄭師中 (2013) 氣象學。氣候變遷與變天氣。(合記圖書出版社)  
8. 國小自然課本，南一版，第五冊。  
9. 中小學氣象網 <http://www.cwb.gov.tw/V7/index.htm>  
10. Google earth <https://earth.google.com/web/>