109 年度細懸浮微粒($PM_{2.5}$)化學成分監測及分析計畫

計畫執行期間:109 年 1 月 8 日至 109 年 12 月 31 日

計畫執行單位:國立中央大學環境工程研究所

主 持 人:	李崇德	教 授
協同主持人:	周崇光	研究員
協同主持人:	張士昱	教 授
協同主持人:	蕭大智	副教授
協同主持人:	莊銘棟	副研究技師
協同主持人:	許文昌	助理教授

行政院環境保護署 編印

中華民國 109 年 12 月

109 年度細懸浮微粒（$PM_{2.5}$）化學成分監測與分析計畫

109年度計畫報告基本資料表

甲、委辦單位	行政院環境保護署	
乙、執行單位	國立中央大學	
丙、年　　度	109 年度	
丁、專案性質	應用研究	
戊、專案領域	環境監測	
己、計畫屬性	■科技類	□非科技類
庚、全程期間	109 年 01 月～ 109 年 12 月	
辛、本期期間	109 年 01 月～ 109 年 12 月	
壬、本期經費	壹仟玖佰伍拾伍萬元整	
	資本支出	經常支出
	土地建築 0 元	人事費 8,895,088 元
	儀器設備 0 元	業務費 8,877,639 元
	其　　他 0 千元	管理費 1,777,273 元
癸、摘要關鍵詞（中英文各三則）		
$PM_{2.5}$ 化學成分監測、$PM_{2.5}$ 化學特徵時間和空間分布、交通源 $PM_{2.5}$ 化學特徵、$PM_{2.5}$ 污染源推估、大氣能見度影響因子 $PM_{2.5}$ chemical component monitoring, Temporal and spatial distributions of $PM_{2.5}$ chemical characteristics, $PM_{2.5}$ chemical characteristics in traffic sources, $PM_{2.5}$ source apportionment, Ambient visibility-influencing factors.		

參與計畫人力資料：

參與計畫 人員姓名	工作要項 或撰稿章節	現職與 簡要學經歷	參與 時間 (人月)	聯絡電話 e-mail 帳號
李崇德	計畫執行與整體計畫督導、解析 $PM_{2.5}$ 化學成分與質量濃度時空分布特徵、實驗分析及品質督導、研讀 $PM_{2.5}$ 監測技術文獻、數據分析督導。	中央大學環工所 教授	12	03-4227151 ext 34657 ctlee@ncu.edu.tw

周崇光	分析微粒元素成分、微粒碳成分分析技術諮詢、執行微粒碳成分 QA 查核、執行塑化劑分析。	中央研究院環境變遷研究中心研究員	12	ckchou@rcec.sinica.edu.tw
張士昱	微粒水溶性離子分析技術諮詢、執行微粒水溶性離子 QA 查核、協助研讀 $PM_{2.5}$ 監測技術文獻。	中山醫學大學 公共衛生系教授	12	sychang@csmu.edu.tw
蕭大智	微粒採樣技術諮詢、執行採樣 QA 查核、協助研讀 $PM_{2.5}$ 監測技術文獻。	台灣大學 副教授	12	tchsiao@ntu.edu.tw
莊銘棟	協助進行以監測的 $PM_{2.5}$ 化學成分進行 PMF 污染來源因子推估、評估網格模式模擬可行性、執行塑化劑分析 QA 查核。	中研院環變中心研究副技師	12	mtchuang100@gmail.com
許文昌	微粒水溶性離子分析技術諮詢、執行微粒元素金屬成分 QA 查核。	大漢技術學院助理教授	12	kenhsu@ms01.dahan.edu.tw
王　偉	綜理整體計畫進度、撰寫計畫報告初稿。	中央大學環工所 專案經理	12	03-4227151 ext 34652
黃秋華	$PM_{2.5}$ 水溶性離子分析、計畫聯繫協調窗口。	中央大學環工所 專任研究助理	12	03-4227151 ext 34652 cilia0110@gmail.com
謝柏邨	總管 $PM_{2.5}$ 成分監測採樣作業、執行板橋 $PM_{2.5}$ 成分濃度採樣。	中央大學環工所 專任研究助理	4	03-4227151 ext 34652
侯宥琳	執行花蓮站 $PM_{2.5}$ 成分濃度採樣，並分別協助執行水溶性離子和金屬元素成分品保查核。	中央大學環工所 專任研究助理	12	03-4227151 ext 34652
陳威任	執行忠明站 $PM_{2.5}$ 成分濃度採樣、各項檢測儀器整理。	中央大學環工所 專任研究助理	12	03-4227151 ext 34652

翁子芩	進行交通源 $PM_{2.5}$ 採樣及數據初級解析。	中央大學環工所專任研究助理	12	03-4227151 ext 34652
莫泓霖	執行板橋 $PM_{2.5}$ 成分濃度採樣、協助塑化劑採樣。	中央大學環工所專任研究助理	12	03-4227151 ext 34652
鍾易昇	執行板橋 $PM_{2.5}$ 成分濃度採樣、協助 $PM_{2.5}$ 碳成分分析	中央大學環工所專任研究助理	7	03-4227151 ext 34652
林乃芸	完成 $PM_{2.5}$ 化學成分所有數據總彙整，協助執行數據分析。	中央大學環工所專任研究助理	12	03-4227151 ext 34652
蕭伊呈	執行 $PM_{2.5}$ 中塑化劑濃度實驗分析。	中央大學環工所專任研究助理	12	03-4227151 ext 34652
張雋緯	執行 $PM_{2.5}$ 中金屬元素濃度實驗分析。	中央大學環工所專任研究助理	12	03-4227151 ext 34652
孫紹恩	協助執行碳成分分析、協助執行數據分析。	中央大學環工所兼任博士生研究助理	12	03-4227151 ext 34664
陳美君	協助執行碳成分 QA 查核及金屬元素成分分析。	中央研究院環境變遷研究中心專任研究助理	12	03-4227151 ext 34652
黃譯樘	協助執行碳成分 QA 查核及金屬元素成分分析。	中央研究院環境變遷研究中心專任研究助理	12	03-4227151 ext 34652
宋昆霖	協助 $PM_{2.5}$ 採樣品保查核	中央大學環工所兼任碩士生研究助理	12	03-4227151 ext 34652
梁紹庭	協助 $PM_{2.5}$ 採樣品保查核	中央大學環工所兼任碩士生研究助理	12	03-4227151 ext 34652
許博鈞	協助 $PM_{2.5}$ 採樣品保查核	中央大學環工所兼任碩士生研究助理	12	03-4227151 ext 34652
林祐均	協助 $PM_{2.5}$ 數據計算及彙整作圖、表	中央大學環工所兼任碩士生研究助理	12	03-4227151 ext 34652
蔡伊亭	協助 $PM_{2.5}$ 數據計算及彙整作圖、表	中央大學環工所兼任碩士生研究助理	12	03-4227151 ext 34652

王靖萱	協助 $PM_{2.5}$ 秤重、樣本分析	中央大學環工所兼任碩士生研究助理	12	03-4227151 ext 34652
巫晨寧	協助 $PM_{2.5}$ 秤重	中央大學環工所兼任碩士生研究助理	12	03-4227151 ext 34652
莊鏡薰	協助 $PM_{2.5}$ 秤重	中央大學環工所兼任碩士生研究助理	12	03-4227151 ext 34652
陳彥佑	協助 $PM_{2.5}$ 秤重	中央大學環工所兼任碩士生研究助理	12	03-4227151 ext 34652
廖威理	協助 $PM_{2.5}$ 採樣	中央大學環工所兼任碩士生研究助理	5	03-4227151 ext 34652
蘇崇義	協助 $PM_{2.5}$ 採樣	中央大學環工所兼任碩士生研究助理	5	03-4227151 ext 34652
洪伯彰	協助 $PM_{2.5}$ 採樣品保查核	台灣大學環工所兼任碩士生研究助理	7	03-4227151 ext 34652
林建皓	協助 $PM_{2.5}$ 採樣品保查核	中山醫學大學公共衛生系兼任碩士生研究助理	6	03-4227151 ext 34652
林暐哲	協助 $PM_{2.5}$ 數據模擬	中央研究院環境變遷研究中心專任研究助理	6	03-4227151 ext 34652
李家輝	協助 $PM_{2.5}$ 數據模擬	中央研究院環境變遷研究中心專任研究助理	6	03-4227151 ext 34652
林冠宇	協助 $PM_{2.5}$ 數據模擬	中央研究院環境變遷研究中心專任研究助理	6	03-4227151 ext 34652

行政院環境保護署計畫成果中英文摘要

一、中文計畫名稱：

109 年度細懸浮微粒（$PM_{2.5}$）化學成分監測與分析計畫

二、英文計畫名稱：

The 2020 Project of Chemical Speciation Monitoring and Analysis of Fine Particulate Matter ($PM_{2.5}$)

三、執行單位：

國立中央大學

四、計畫主持人：(包括協同主持人)

李崇德、周崇光、張士昱、蕭大智、莊銘棟、許文昌

五、執行開始時間：

109/01/8

六、執行結束時間：

109/12/31

七、報告完成日期：

109/12/24

八、報告總頁數：

414

九、使用語言：

中文、英文

十、報告電子檔名稱：

109 年度細懸浮微粒（$PM_{2.5}$）化學成分監測與分析計畫.doc

十一、報告電子檔格式：

WORD 2016

十二、中文摘要關鍵詞：

$PM_{2.5}$ 化學成分監測、$PM_{2.5}$ 化學特徵時間和空間分布、交通源 $PM_{2.5}$ 化學特徵、$PM_{2.5}$ 污染源推估、大氣能見度影響因子

十三、英文摘要關鍵詞：

$PM_{2.5}$ chemical component monitoring, Temporal and spatial distributions of $PM_{2.5}$ chemical characteristics, $PM_{2.5}$ chemical characteristics of traffic sources, $PM_{2.5}$ source apportionment, Ambient visibility-influencing factors.

十四、中文摘要：

本計畫於 2020 年在環保署板橋、忠明、斗六、嘉義、小港及花蓮測站每六天一次同步進行例行性 $PM_{2.5}$ 採樣，另外，為瞭解機動車輛排放特徵，在臺中市臺灣大道測站進行近交通源 $PM_{2.5}$ 採樣。例行性與近交通源樣本分析 $PM_{2.5}$ 水溶性無機離子、碳成分、金屬元素，例行性樣本同時分析了塑化劑成分。所分析的 $PM_{2.5}$ 化學成分(含 2019 年 12 月)，配合監測站空品數據、環境因子以及模式模擬資料，本計畫探討與推演 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分的時間與空間分布特徵、高濃度事件特徵、特定情境特徵、污染源因子、大氣能見度影響因子等議題。

2020 年 $PM_{2.5}$ 質量濃度和環保署常規手動採樣結果具有一致性，$PM_{2.5}$ 質量濃度在冬、春、秋三季呈現由東至北再向南部遞增趨勢；冬季 $PM_{2.5}$ 最主要化學成分在花蓮與板橋站為 OC，其餘測站都是 NO_3^-，春、夏、秋季，各站最主要成分大多是 OC。2020 年 SO_4^{2-}不再是最主要成分，顯示出管制含硫燃料燃燒源的成效。各測站共同的高濃度金屬元素(Na 和 K)，在空間上呈現由東至北向南部遞增的分布，各測站突顯的金屬元素，展現了地區間污染源特徵。2020 年各季節分別修正補償 12~21%的 NH_4^+與 17~38%的 NO_3^-質量濃度損失。若無進行修正，對於單一樣本有機碳成分質量濃度會造成從高估 89%到低估 23%的誤差分布。塑化劑在各站大氣濃度甚低，以 DEHP、DBP、DnOP 濃度相對較高。臺灣大道的近交通源採樣，上班較下班時段多有較高的 $PM_{2.5}$ 質量濃度、NO_3^-、OC、EC 濃度，兩時段較突出的化學成分為 OC，代表汽油車排放特徵。2020 年冬季發生高 $PM_{2.5}$ 濃度日(≥ 30 μg m^{-3})集中於中部以南測站，以在地污染影響較大，且前夜污染「殘留」普遍存在這些測站；春季的高 $PM_{2.5}$ 濃度日則大幅下降。2020 年 8 月受到日本西之島火山灰傳輸影響，花蓮站 $PM_{2.5}$ 濃度增加 2 倍以上，$PM_{2.5}$ 富含 SO_4^{2-}、NH_4^+及地殼元素，並以稀土元素 Y 增量近 10 倍最為顯著。

分類近四年採樣日 $PM_{2.5}$ 質量濃度為高、中、低濃度群，發現管制 NO_3^-前驅污染源，可於中濃度群(15~35 μg m^{-3})就有 $PM_{2.5}$ 減量效益。透過 CMAQ 模式模擬高 $PM_{2.5}$ 濃度事件 NO_3^-的增量機制，發現日間光化學作用與夜間 N_2O_5 異相水解反應為主要成因。近四年 $PM_{2.5}$ 濃度較高期間(12 月~4 月)SO_4^{2-}濃度遞減穩

定，顯示固定污染源化石燃料燃燒活動逐漸降低，但各地 2020 年 EC 濃度普遍反增，NO_3^-與 OC 則於 2019 和 2020 年反增或是持平，顯示移動污染源，將成為改善高 $PM_{2.5}$ 濃度期間空氣品質的主要目標。在傳統節日後採樣的樣本富含煙火和拜香指標金屬元素。在冬、春季台灣北部及東部受到境外污染傳輸影響時，SO_4^{2-}、NO_3^-、NH_4^+、K^+以及鋼鐵、水泥、燃煤指標元素都有顯著的濃度增量。嘉義站 Ba、Pb 及 Ga 金屬元素明顯增量，顯示受到燃煤燃燒、鋼鐵業、生質燃燒、民俗活動傳輸影響。二次有機碳推估成果指出加強中部以南地區揮發性有機氣體污染源的排放管制，將有助於減少衍生性 $PM_{2.5}$ 濃度。比較 $PM_{2.5}$ 濃度在 COVID-19 疫情期間與過去三年延伸的下降趨勢，中部至雲嘉地區可能因工業活動的降低而有較多的 $PM_{2.5}$ 減量。

以 PMF (positive matrix factorization)受體模式推估近四年數據得出九項污染源因子，其中，硫酸鹽、硝酸鹽與車輛排放是各測站前三大污染源，車輛排放於近四年斗六以北測站影響逐年增加。以 IMPROVE 修正方程式推估大氣消光係數(b_{ext})，發現各測站硫酸鹽和有機物在各季節對 b_{ext} 貢獻量穩定，硝酸鹽在冬、春季對斗六以南測站貢獻量最高。在大氣能見度統計迴歸分析中，同樣發現 SO_4^{2-}、NO_3^-、OC 是重要的 $PM_{2.5}$ 化學成分。在 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與最新技術方面，本計畫已完成彙整 32 篇近年各國相關文獻。

綜合而言，本計畫持續提供臺灣六個都市測站 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分(含塑化劑)和近交通源 $PM_{2.5}$ 指標化學成分數據，並推演出 $PM_{2.5}$ 時間與空間分布特徵，另外還解析特定時間和地點 $PM_{2.5}$ 化學成分特徵、污染源因子貢獻占比、影響大氣能見度因子等議題，研究成果可做為健康風險評估和管制策略擬定的科學基礎資料。

關鍵詞：$PM_{2.5}$ 化學成分監測、$PM_{2.5}$ 化學特徵時間和空間分布、交通源 $PM_{2.5}$ 化學特徵、$PM_{2.5}$ 污染源推估、大氣能見度影響因子

十五、英文摘要：

This study collected $PM_{2.5}$ (aerodynamic diameters equal to or smaller than 2.5 μm) regularly every six days per shift at the Banqiao, Zhongming, Douliu, Chiayi, Xiaogang, and Hualien air quality monitoring sites of Environmental Protection Administration (EPA) in Taiwan in 2020. Besides, $PM_{2.5}$ was collected near traffic sources at the Taiwan Boulevard site for finding vehicle emissions characteristics. $PM_{2.5}$ mass, water-soluble inorganic ions, carbonaceous contents, and metal elements were analyzed for the regular and near-source samples. Meanwhile, phthalate esters were also analyzed for the regular samples. This study investigated and derived the characteristics of temporal and spatial distributions of $PM_{2.5}$ mass and chemical components (including the data of December 2019), high concentration events, specific scenarios, the apportioned source factors, and atmospheric visibility-influencing factors by utilizing the analyzed $PM_{2.5}$ chemical components, air quality monitoring data, environmental factors, and the corresponding model simulation products.

The $PM_{2.5}$ mass concentration of this study is consistent with that of the EPA's regular manual collection. Seasonal $PM_{2.5}$ mass levels increased from east, north, to the south of Taiwan during winter, spring, and autumn. Organic carbon (OC) was the most abundant component at the Hualien and Banqiao sites and NO_3^- for the other sites in winter. In contrast, OC was the most abundant component at most sites in spring, summer, and autumn. SO_4^{2-} lost the role as the leading component in 2020, which reflected an effective control on the combustion sources of sulfur-containing fossil fuel. The mutual high-abundance metal elements (Na and K) across sites increased in concentrations from east, north, to the south of Taiwan. The distinct metal elements exhibited source characteristics among sites. The volatilization corrections compensated 12~21% and 17~38% of NH_4^+ and NO_3^- mass losses, respectively, in 2020. The error distribution of OC concentration will spread from 89% overestimation to 23% underestimation. Similarly, positive interferences also showed no spatial distinction. Ambient levels of phthalate esters were very low, with relatively high values for DEHP, DBP, and DnOP at each site. For near-source traffic emissions at the Taiwan Boulevard site, $PM_{2.5}$ mass, NO_3^-, OC, and EC concentrations were higher during on- than off-duty rush hours. OC representing gasoline vehicle

emissions was the most abundant component during on- and off-duty rush hours. The high $PM_{2.5}$ concentration days (≥ 30 μg m^{-3}), caused by local pollution and predominantly with "residual layer" in the preceding night, were mainly distributed south to central Taiwan in winter 2020. By contrast, the number of high $PM_{2.5}$ concentration days declined considerably in spring. In August 2020, the $PM_{2.5}$ concentration at the Hualien site increased more than twice with the abundance of SO_4^{2-}, NH_4^+, and crustal elements and a 10-fold increase of rare-earth element Yttrium was the most stunning discovery under the influence of the long-range transport of the erupted Nishinoshima of Japan.

By classifying $PM_{2.5}$ mass concentrations of sampling days of the recent four years into high, medium, and low concentration groups, $PM_{2.5}$ reduction benefits are evident for the medium concentration group (15~35 μg m^{-3}) when NO_3^- precursor emission sources are in control. The results from Community Multiscale Air Quality Model (CMAQ) discovered that daytime photochemical reaction and nighttime N_2O_5 heterogeneous hydrolysis were the mechanism of NO_3^- enhancement in high $PM_{2.5}$ concentration events. The stable declination of SO_4^{2-} concentration during higher $PM_{2.5}$ concentration period (from December to April) of the recent four years implied a reduction of fossil-fuel combustion activities from stationary sources. In contrast, reversibly increased EC concentration in 2020 and either reversibly increased or in the flat fashion of NO_3^- and OC concentrations in 2019 and 2020 imply that mobile sources will be the next target for improving the air quality of high $PM_{2.5}$ concentration period. The samples collected after traditional festivals were rich in the tracer elements of firecracker and incense. Concentration enhancements of SO_4^{2-}, NO_3^-, NH_4^+, K^+, tracer elements of iron and steel, cement, and coal-burning were obvious when eastern and northern parts of Taiwan were under the influence of transboundary pollution transport in winter and spring. The richness of metal elements Ba, Pb, and Ga at the Chiayi site indicated the influences of coal-burning, iron and steel, biomass burning, and local folk activities. The estimate on secondary organic carbon indicates that a stringent control of volatile organic compounds in the area south to central Taiwan will help reduce secondary $PM_{2.5}$ concentration. By comparing $PM_{2.5}$ concentration during the COVID-19 pandemic period with that of the extension from the past three years, more $PM_{2.5}$ reduction was found from the reduced industrial activities in the central and Yulin-Chiayi areas of Taiwan.

From source apportionment approach using positive matrix factorization (PMF), “Sulfate”, “Nitrate”, and “Vehicle emissions” were the three most significant factors in the nine resolved source factors across all sites, and the influence of vehicle emissions increased gradually at the sites north to the Douliu site. For estimating the atmospheric light extinction coefficient (b_{ext}), the results computed from the revised Interagency Monitoring of Protected Visual Environments (IMPROVE) equation revealed that sulfate and organic matter contributed to b_{ext} stably and nitrate contributed the most to the area south to the Douli site in winter and spring. Similarly, SO_4^{2-}, NO_3^-, and OC were significant factors influencing ambient visibility from the statistical regression analysis. For the most updated sampling and measuring techniques for $PM_{2.5}$ chemical components, this study reviewed 32 papers from studies in various countries in recent years.

In summary, this study consistently provides $PM_{2.5}$ mass and chemical components (including phthalate esters) data from the six urban sites and near traffic-source site to derive temporal and spatial characteristics of $PM_{2.5}$ in Taiwan. Additional derivations from the collected data include the characteristics of $PM_{2.5}$ chemical components at specific time and sites, fractions of source factor contribution, and factors influencing atmospheric visibility. The results of this study will serve as the data cornerstone of health risk assessment and control measure delivery.

Keywords: $PM_{2.5}$ chemical component monitoring, Temporal and spatial distributions of $PM_{2.5}$ chemical characteristics, $PM_{2.5}$ chemical characteristics of traffic sources, $PM_{2.5}$ source apportionment, Atmospheric visibility-influencing factors.

目　錄

一、背景.....1

二、年度目標.....2

2.1　計畫工作內容.....2
2.2　計畫工作內容目前工作進度及達成率.....6

三、工作方法.....7

3.1　執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測作業.....7
3.1.1　採樣地點及時程規劃.....8
3.1.2　採樣及實驗分析人員及行程分配.....16
3.1.3　細懸浮微粒採樣設備及方法.....21
3.1.4　細懸浮微粒成分人工採樣去除大氣干擾物方法.....24
3.1.5　$PM_{2.5}$ 質量濃度檢驗分析方法.....25
3.1.6　$PM_{2.5}$ 水溶性離子檢驗分析方法.....27
3.1.7　$PM_{2.5}$ 碳成分檢驗分析方法.....31
3.1.8　$PM_{2.5}$ 金屬元素成分檢驗分析方法.....35
3.1.9　$PM_{2.5}$ 塑化劑成分檢驗分析方法.....39
3.1.10　微粒採樣及質量濃度檢驗分析方法品管.....42
3.1.11　實驗室檢測數據品保規劃簡要說明.....52
3.2　解析 $PM_{2.5}$ 時間與空間分布特徵及影響因素.....62
3.2.1　$PM_{2.5}$ 污染事件分類與判別準則.....62
3.2.2　大氣空品模式及氣象模式解析高濃度事件硝酸鹽形成機制..65
3.2.3　推估環境中二次有機碳成分.....67
3.2.4　採用國際通用受體模式解析 $PM_{2.5}$ 化學成分，推估各監測地區 $PM_{2.5}$ 污染來源.....68
3.2.5　$PM_{2.5}$ 成分及氣象因子與能見度多元迴歸模式.....74
3.2.6　金屬元素污染來源.....76
3.2.7　分析結果，提供污染源管制策略評估之建議.....78
3.3　交通源及 $PM_{2.5}$ 中塑化劑污染之採樣、分析.....79
3.3.1　環保署交通測站執行交通源採樣.....79
3.3.2　$PM_{2.5}$ 塑化劑採樣及分析.....82

四、結果與討論.....86

4.1　$PM_{2.5}$ 質量濃度手動量測與環保署手動量測比對.....87
4.2　$PM_{2.5}$ 化學成分檢測結果.....92
4.2.1　例行性採樣 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分濃度.....92
4.2.2　交通源採樣 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分濃度.....103
4.3　$PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分時間與空間分布特徵.....112
4.3.1　$PM_{2.5}$ 質量濃度與主要化學成分時間與空間變化.....112
4.3.2　$PM_{2.5}$ 金屬元素成分時間與空間變化.....125
4.3.3　$PM_{2.5}$ 半揮發性成分時間與空間變化.....130
4.4　$PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分特徵變化.....138

4.4.1 $PM_{2.5}$高濃度日氣象因子特徵.....138
4.4.2 各污染型態化學成分特徵.....155
4.4.3 $PM_{2.5}$質量濃度與化學成分特徵引申意義.....172
4.5 $PM_{2.5}$污染源解析與能見度影響因子.....198
4.5.1 PMF 受體模式推估污染因子.....198
4.5.2 能見度影響因子.....213
4.6 $PM_{2.5}$化學成分觀測成果與污染管制建議.....219
4.7 各國家執行 $PM_{2.5}$化學成分採樣檢測經驗與最新技術.....220
4.7.1 $PM_{2.5}$磷苯二甲酸脂類(PAEs)成分特徵及影響因子.....220
4.7.2 高濃度事件微粒成分特徵與影響機制.....225
4.7.3 $PM_{2.5}$化學成分污染源指標及源解析模式應用技術.....230
4.7.4 檢測資料分析與污染管制策略.....235
4.7.5 移動污染源檢測與其對都市環境影響.....241
4.8 細懸浮微粒採樣監測分析品保作業.....244
4.8.1 $PM_{2.5}$ 質量秤重品保作業.....244
4.8.2 $PM_{2.5}$水溶性離子分析品保作業.....246
4.8.3 $PM_{2.5}$碳成分熱光學分析有機碳及元素碳品保作業.....251
4.8.4 $PM_{2.5}$元素分析品保作業.....254
4.8.5 $PM_{2.5}$塑化劑分析品保作業.....257
4.8.6 $PM_{2.5}$質量濃度和成分的現場空白與旅運空白變化.....260
4.8.7 採樣期間 E-FRM 質量濃度採樣器儀器查核結果.....261

五、結論與建議.....262

5.1 結論.....263
5.2 建議.....265

六、參考文獻.....267

七、計畫書附錄.....282

附錄一 期初會議意見及回覆.....282
附錄二 第一次工作報告審查會議意見及回覆.....285
附錄三 期中工作報告審查會議意見及回覆.....289
附錄四 期末報告審查會議意見及回覆.....295
附錄五 監測地區(含交通站) $PM_{2.5}$濃度與天氣因子日平均數值.....299
附錄六 監測地區 $PM_{2.5}$質量及化學成分濃度與占比.....310
附錄七 季節風速與修正後質量濃度比對分析.....360
附錄八 高濃度日污染特徵.....361
附錄九 境外傳輸日污染特徵.....365
附錄十 2017 年至 2020 年 $PM_{2.5}$高、中、低濃度採樣日補充資料.....367
附錄十一 六站模式模擬 4 月 25 日環境因子補充資料.....368
附錄十二 受體模式補充資料.....374
附錄十三 檢測站鄰近固定污染源各污染物前二十五大排放源排放量資料彙整.....376
附錄光碟 目錄.....382

表 目 錄

表 2.2.1 計畫執行工作進度表.....6
表 3.1.1 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣監測站相關資訊.....10
表 3.1.2 離子層析儀分析微粒水溶性離子的偵測極限.....30
表 3.1.3 DRI 2001A 碳分析儀各加熱階段與溫度範圍.....32
表 3.1.4 濾紙樣本第一階段微波消化升溫設定條件.....36
表 3.1.5 濾紙樣本第二階段微波消化升溫設定條件.....36
表 3.1.7 感應耦合電漿質譜儀分析設定參數.....38
表 3.1.8 $PM_{2.5}$ 元素成分方法偵測極限.....38
表 3.1.9 七種鄰苯二甲酸酯類化合物的物理性質.....41
表 3.1.10 七種鄰苯二甲酸酯類化合物的分析方法檢量資料.....41
表 3.1.11 濾紙準備與分析檢查項目.....44
表 3.1.12 現場採樣 QA/QC 檢查項目.....45
表 3.1.13 採樣程序檢查項目方法和頻率.....46
表 3.1.14 $PM_{2.5}$ 採樣器維護檢查項目.....50
表 3.1.15 實驗室 QA/QC 檢查項目.....51
表 3.1.16 各量測項目數據品質目標.....52
表 3.1.17 上一年度 $PM_{2.5}$ 化學成分的數據品質目標符合度.....54
表 3.1.18 $PM_{2.5}$ 元素成分資料準確度與精密度.....55
表 3.1.19 現場取樣作業樣品管制.....56
表 3.1.20 檢驗室作業樣品管制.....56
表 3.1.21 儀器校正頻率.....58
表 3.1.22 績效查核與系統查核.....59
表 3.1.23 改正措施之依據及步驟.....60
表 3.2.1 高邊界 EC Tracer 推估各採樣點 OC/EC 斜率及統計資料.....68
表 3.2.2 PMF 濃度矩陣及不確定矩陣計算方法.....69
表 3.2.3 各污染源金屬元素濃度比值彙整.....77
表 3.3.1 臺灣大道測站 2020 年 1 至 4 月小時污染物濃度相對於最低濃度增幅..82
表 3.3.2 五種常見鄰苯二甲酸酯(塑化劑)成分每人每日耐受量.....83
表 3.3.3 各國大氣懸浮微粒中鄰苯二甲酸酯類濃度比較.....84
表 3.3.4 各種鄰苯二甲酸酯(塑化劑)成分可能來源和毒性.....85
表 4.1.1 本計畫手動採樣與常規手動採樣 $PM_{2.5}$ 濃度比對.....88
表 4.3.1 歷年計畫 S1 (冬季) $PM_{2.5}$ 主要化學成分濃度及 $PM_{2.5}$ 占比.....120
表 4.3.2 歷年計畫 S2 (春季) $PM_{2.5}$ 主要化學成分濃度及 $PM_{2.5}$ 占比.....121
表 4.3.3 歷年計畫 S3 (夏季)$PM_{2.5}$ 主要化學成分濃度及 $PM_{2.5}$ 占比.....122
表 4.3.4 歷年計畫 S4 (秋季)$PM_{2.5}$ 主要化學成分濃度及 $PM_{2.5}$ 占比.....123
表 4.4.1 例行採樣期間各季節高濃度事件日來源推論與氣象因子彙整.....140
表 4.4.2 2017 年至 2020 年計畫期間採樣日逢節慶日的 $PM_{2.5}$ 質量濃度.....162
表 4.4.3 嘉義站 2017~ 2020 年各盛行風向特定金屬元素成分相關性矩陣.....166
表 4.4.4 CMAQ5.2.1 中硝酸鹽相關物種簡稱與其定義.....180
表 4.4.5 2017 年 4 月 25 日各測站採樣結果與 NH_4^+/SO_4^{2-} 計算結果.....191
表 4.5.1 PMF 各類別污染因子命名依據與參考貢獻源.....201
表 4.5.2 各測站 2020 年 PMF 推估濃度與貢獻占比.....203

表 4.5.3 各觀測地區能見度參考氣象站及每日觀測時間.....213
表 4.5.4 六站多元迴歸推估影響能見度因子方程式彙整.....218
表 4.6.1 本年度計畫成果顯示污染管制意義 219
表 4.7.1 $PM_{2.5}$ 鄰苯二甲酸脂類(PAEs)成分特徵及影響因子 222
表 4.7.2 高濃度事件微粒成分特徵與影響機制.....227
表 4.7.3 $PM_{2.5}$ 化學成分污染源指標及源解析模式應用技術.....232
表 4.7.4 檢測資料分析與污染管制策略.....238
表 4.7.5 移動污染源檢測與其對都市環境影響.....242
表 4.8.1 計畫執行期間天平室溫、濕度跳動原因說明.....245
表 4.8.2 $PM_{2.5}$ 水溶性陰、陽離子分析方法偵測極限.....247
表 4.8.3 $PM_{2.5}$ 元素成分方法偵測極限.....255
表 4.8.4 $PM_{2.5}$ 金屬元素成分查核參考物質 SRM 1648 上機濃度 256
表 4.8.5 $PM_{2.5}$ 元素成分查核資料與回收率.....256
表 4.8.6 $PM_{2.5}$ 元素成分重複分析資料.....257
表 4.8.7 塑化劑的添加樣品分析回收率、重複樣品分析.....259
表 4.8.8 塑化劑的查核樣品分析回收率.....259

圖 目 錄

圖 3.1.1 計畫執行架構.....8
圖 3.1.2 採樣監測站地理位置.....9
圖 3.1.3 板橋站周圍環境影像.....10
圖 3.1.4 忠明站周圍環境影像.....11
圖 3.1.5 斗六站周圍環境影像.....11
圖 3.1.6 嘉義站周圍環境影像.....12
圖 3.1.7 小港站周圍環境影像.....12
圖 3.1.8 花蓮站周圍環境影像.....13
圖 3.1.9 臺中臺灣大道交通測站周圍環境影像.....13
圖 3.1.10 本年度例行採樣日程.....14
圖 3.1.11 細懸浮微粒 ($PM_{2.5}$) 化學成分採樣檢測作業執行程序.....15
圖 3.1.12 採樣計畫管理及樣本採樣前處理流程.....17
圖 3.1.13 樣本採集人員工作規劃.....18
圖 3.1.14 樣品及數據分析人員工作規劃.....19
圖 3.1.15 數據品保確認及報告人員工作規劃.....20
圖 3.1.16 MetOne E-FRM $PM_{2.5}$ 採樣器的外觀與儀器操作面板.....22
圖 3.1.17 MetOne SASS $PM_{2.5}$ 成分採樣器的外觀與儀器操作面板.....23
圖 3.1.18 MetOne SASS $PM_{2.5}$ 成分採樣器採樣套管配置.....23
圖 3.1.19 以石英濾採集微粒有機碳成分偏差示意圖.....24
圖 3.1.20 離子層析儀分析系統.....27
圖 3.1.21 碳分析儀 Model 2001A─氣膠有機碳、元素碳分析.....32
圖 3.1.22 DRI 2001A 碳分析儀分析結果圖譜範例.....33
圖 3.1.23 DRI 2001A 碳分析儀分析結果數據範例.....34
圖 3.1.24 Perkin-Elmer 公司型號 NexIon 300X 感應耦合電漿質譜儀.....35
圖 3.1.25 氣相層析質譜儀 GC7890 與質量質譜儀 5977B MSD.....39
圖 3.1.26 七種鄰苯二甲酸酯類化合物結構式.....40
圖 3.1.27 七種鄰苯二甲酸酯類化合物層析圖.....41
圖 3.2.1 大尺度資料 1 和 2 (上圖)與中尺度資料 1 和 2 (下圖)範例.....64
圖 3.2.2 ARW-WRF 模式二層巢狀網格的模擬範圍.....65
圖 3.2.3 美國環保署 PMF 5.0 版操作流程-基本模式.....71
圖 3.2.4 美國環保署 PMF 5.0 版操作流程-Fpeak 模式.....72
圖 3.2.5 美國環保署 PMF 5.0 版操作流程-限制模態.....73
圖 3.3.1 2019 年復興站(FX)與三重站(SC)交通指標成分指紋變化.....80
圖 3.3.2 臺灣大道測站 2019 年 10 月至 2020 年 1 月風速和污染物逐時變化.....81
圖 3.3.3 臺灣大道測站 2020 年 1 月至 10 月小時車流量變化統計.....81
圖 4.1.1 計畫期間本計畫手動採樣與環保署自動監測及手動採樣月平均值比較90
圖 4.1.2 本計畫手動採樣與環保署自動監測及手動採樣每日濃度比較.....91
圖 4.2.1 2019 年至 2020 年採樣期間各站 $PM_{2.5}$ 質量與化學成分濃度變化.....95
圖 4.2.2 冬季至春季各站 $PM_{2.5}$ 質量濃度、金屬元素總濃度、成分濃度變化.....98
圖 4.2.3 夏季至秋季各站 $PM_{2.5}$ 質量濃度、金屬元素總濃度、成分濃度變化.....99
圖 4.2.4 2020 年 1 月 4 日至 11 月 29 日 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分變化.....102

圖 4.2.5 2020 年花蓮測站地面防水塗層樣本收集示意圖.....103
圖 4.2.6 2020 年花蓮測站地面防水塗層樣本與 7 月 2 日樣本基線.....103
圖 4.2.7 2020 年 1 月至 4 月 20 日臺灣大道每日早晨 6~8 時、傍晚 17~19 時與忠明站日平均風花圖.....104
圖 4.2.8 2020 年 1 月至 4 月 20 日臺灣大道每日早晨 6~8 時 $PM_{2.5}$ 質量濃度值與忠明站日均值 $PM_{2.5}$ 質量濃度差異百分比與風速關係.....105
圖 4.2.9 2020 年 1 月至 4 月 20 日臺灣大道每日傍晚午 17~19 時 $PM_{2.5}$ 質量濃度值與忠明站日均值 $PM_{2.5}$ 質量濃度差異百分比與風速關係.....106
圖 4.2.10 交通測站鄰近道路雙向車道平日早晨尖峰時段車種流量計數.....107
圖 4.2.11 臺灣大道在早晨和傍晚以及忠明站日平均 $PM_{2.5}$ 質量與化學成分濃度變化.....108
圖 4.2.12 交通源採樣期間臺灣大道與忠明站 $PM_{2.5}$ 質量濃度、金屬元素總濃度、金屬元素成分濃度變化.....110
圖 4.2.13 近交通源與鄰近忠明站化學成分差異百分比.....111
圖 4.3.1 2017 年至 2020 年六站 $PM_{2.5}$ 主要化學成分濃度與占比時間變化.....116
圖 4.3.2 歷年年平均 $PM_{2.5}$ 濃度及主要化學成分占比.....123
圖 4.3.3 歷年四季季平均 $PM_{2.5}$ 濃度及主要化學成分占比.....124
圖 4.3.4 近四年六站各季採樣期間 $PM_{2.5}$ 金屬元素成分每日濃度與總濃度.....129
圖 4.3.5 2017 至 2020 年六站各季 NO_3^- 原始濃度、揮發濃度與揮發比例變化..132
圖 4.3.6 2017 至 2020 年六站各季 Cl^- 原始濃度、揮發濃度與揮發比例變化.....133
圖 4.3.7 2017 至 2020 年六站各季 NH_4^+ 原始濃度、揮發濃度與揮發比例變化.134
圖 4.3.8 2020 年各站例行性檢測期間 $PM_{2.5}$ 碳成分正、負干擾時間序列變化 136
圖 4.3.9 2017~2020 年各站檢測期間 $PM_{2.5}$ 碳成分季揮發及吸附濃度變化.....137
圖 4.4.1 2020 年 1 月 4 日大尺度模擬資料彙整.....141
圖 4.4.2 2020 年 1 月 4 日中尺度監測資料彙整.....142
圖 4.4.3 2020 年 1 月 4 日光達監測資料.....143
圖 4.4.4 2020 年 1 月 7 日大尺度模擬資料彙整.....144
圖 4.4.5 2020 年 1 月 7 日中尺度監測資料彙整.....144
圖 4.4.6 2020 年 1 月 7 日光達監測資料.....145
圖 4.4.7 2020 年 2 月 27 日大尺度模擬資料彙整(.....146
圖 4.4.8 2020 年 2 月 27 日中尺度監測資料彙整.....147
圖 4.4.9 2020 年 2 月 27 日光達監測資料.....148
圖 4.4.10 2020 年 4 月 15 日大尺度模擬資料彙整.....149
圖 4.4.11 2020 年 4 月 15 日中尺度監測資料彙整.....149
圖 4.4.12 2020 年 4 月 15 日光達監測資料.....150
圖 4.4.13 2020 年 11 月 17 日大尺度模擬資料彙整.....151
圖 4.4.14 2020 年 11 月 17 日中尺度監測資料彙整.....152
圖 4.4.15 2020 年 11 月 17 日光達監測資料.....153
圖 4.4.13 2017~2020 年度無降雨採樣日六個測站日平均風速高或低於閾值採樣日的出現頻率最高 $PM_{2.5}$ 質量濃度分布.....154
圖 4.4.14 1 月 4 日、1 月 7 日、2 月 27 日、4 月 15 日與當季非高濃度 $PM_{2.5}$ 質量濃度及化學成分濃度差異.....159
圖 4.4.15 4 月 15 日北港朝天宮夜間施放煙火與炮竹畫面.....160
圖 4.4.16 正月初四、元宵節後一日、高濃度日與一般日化學成分濃度差異....163

圖 4.4.17 2017 至 2020 計畫採樣期間嘉義站風花圖.....164
圖 4.4.18 2017 至 2020 計畫採樣期間嘉義站部分金屬元素成分時序分析.....165
圖 4.4.19 2017 至 2020 計畫採樣期間元素 Ba、Ga、As 散布圖.....167
圖 4.4.20 2017 至 2020 年嘉義站增量元素在不同風速風向下平均濃度分布.....169
圖 4.4.21 近四年板橋站與花蓮站受境外傳輸影響成分比值與差異百分比.....170
圖 4.4.22 2020 年 8 月 7、19 日板橋站與花蓮站受傳輸火山灰影響成分比值與差異百分比.....172
圖 4.4.23 高濃度群、中濃度群與低濃度群期間 $PM_{2.5}$ 化學成分占比.....173
圖 4.4.24 本年度各季節採樣期間各季節高、中、低濃度 $PM_{2.5}$ 化學成分占比.174
圖 4.4.25 2017~2020 年高濃度、中濃度與低濃度採樣日主要水溶性離子與 $PM_{2.5}$ 質量濃度關聯.....175
圖 4.4.26 推估二次有機碳(SOC)與不同濃度群 $PM_{2.5}$ 質量濃度關聯 177
圖 4.4.27 推估二次有機碳(SOC)與不同濃度群 O_{3_Max} 濃度關聯 177
圖 4.4.28 2017 年 4 月 25 日 02 時、08 時、14 時及 20 時地面天氣圖.....178
圖 4.4.29 2017 年 4 月 24 日 16UTC 開始的每三小時 $PM_{2.5}$ 濃度分布.....179
圖 4.4.30 2017 年 4 月 22 日至 4 月 28 日，各站模擬的 SO_4^{2-}、NO_3^-及 OC 的占比與 $PM_{2.5}$ 濃度的時間序列變化.....181
圖 4.4.31 板橋測站污染物時間序列以及 $PM_{2.5}$ 各成分比例變化.....185
圖 4.4.32 忠明測站污染物時間序列以及 $PM_{2.5}$ 各成分比例變化.....186
圖 4.4.33 斗六測站污染物時間序列以及 $PM_{2.5}$ 各成分比例變化.....187
圖 4.4.34 嘉義測站污染物時間序列以及 $PM_{2.5}$ 各成分比例變化.....188
圖 4.4.35 小港測站污染物時間序列以及 $PM_{2.5}$ 各成分比例變化.....189
圖 4.4.36 花蓮測站污染物時間序列以及 $PM_{2.5}$ 各成分比例變化.....190
圖 4.4.37 斗六與嘉義測站雨量檢測與模擬時序圖.....191
圖 4.4.38 各測站 NH_4^+/SO_4^{2-}的莫耳比時間序列 192
圖 4.4.39 近四年污染季節 $PM_{2.5}$ 質量濃度與主要化學成分變化趨勢.....194
圖 4.4.40 歷年 EC2 濃度及比例變化 195
圖 4.4.44 歷年全國柴油銷售統計.....196
圖 4.4.41 歷年 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分於 2 至 5 月期間受 COVID-19 影響變化分析.....197
圖 4.5.1 受體模式推估 2020 年觀測值與預測值相關性.....199
圖 4.5.2 受體模式推估 2020 年計劃期間各測站採樣日推估因子濃度變化.....204
圖 4.5.3 近四年六站 PMF 推估污染源因子濃度占比變化.....206
圖 4.5.4 CBPF 推估各站污染因子來向(左:硫酸鹽，右:硝酸鹽).....208
圖 4.5.5 CBPF 推估各站污染因子來向(左:車輛排放，右:生質燃燒).....209
圖 4.5.6 CBPF 推估各站污染因子來向(左:燃煤，右:燃油).....210
圖 4.5.7 CBPF 推估各站污染因子來向(左:富含氯，右:揚塵).....211
圖 4.5.8 CBPF 推估各站污染因子來向(海鹽) 212
圖 4.5.9 六站的氣象站觀測能見度與 IMPROVE 修正方程式估算能見度.....214
圖 4.5.10 大氣能見度與 $PM_{2.5}$ 在不同相對濕度關係.....215
圖 4.5.11 IMPROVE 推估消光係數與各成分係數占比.....217
圖 4.5.12 六站以迴歸方程式推估(Estimated)和觀測(Observed)能見度關係.....218
圖 4.8.1 2019 年 12 月~2020 年 11 月期間天平室溫度和相對濕度監控資料.....245
圖 4.8.2 空白濾紙重量時間變化.....246

圖 4.8.3 六站水溶性陰、陽離子當量濃度平衡比.....247
圖 4.8.4 2020 年 11 月份離子層析儀陰、陽離子檢量線.....248
圖 4.8.5 水溶性離子查核.....250
圖 4.8.6 碳分析儀檢量線.....252
圖 4.8.7 碳成分儀器空白品質管制圖.....254
圖 4.8.8 碳成分查核樣本品質管制圖.....254
圖 4.8.9 碳成分重複樣本分析品質管制圖.....254
圖 4.8.10 2020 年 11 月份塑化劑檢量線.....258
圖 4.8.11 2019 年 12 月至 2020 年 11 月質量濃度現場空白隨時間變化.....260
圖 4.8.12 2019 年 12 月至 2020 年 11 月質量濃度旅運空白隨時間變化.....260
圖 4.8.13 2020 年 11 月採樣期間六站 E-FRM 三點流量校正 261

計畫名稱: **109 年度細懸浮微粒($PM_{2.5}$)化學成分監測及分析計畫**
計畫執行單位:國立中央大學
計畫主持人(包括協同主持人):
李崇德、周崇光、張士昱、蕭大智、莊銘棟、許文昌
計畫期程:2020 年 1 月 8 日起至 2020 年 12 月 31 日止
計畫經費:19,550,000 元

摘 要

本計畫於 2020 年在環保署板橋、忠明、斗六、嘉義、小港及花蓮測站每六天一次同步進行例行性 $PM_{2.5}$ 採樣，另外，為瞭解機動車輛排放特徵，在臺中市臺灣大道測站進行近交通源 $PM_{2.5}$ 採樣。例行性與近交通源樣本分析 $PM_{2.5}$ 水溶性無機離子、碳成分、金屬元素，例行性樣本同時分析了塑化劑成分。所分析的 $PM_{2.5}$ 化學成分(含 2019 年 12 月)，配合監測站空品數據、環境因子以及模式模擬資料，本計畫探討與推演 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分的時間與空間分布特徵、高濃度事件特徵、特定情境特徵、污染源因子、大氣能見度影響因子等議題。

2020 年 $PM_{2.5}$ 質量濃度和環保署常規手動採樣結果具有一致性，$PM_{2.5}$ 質量濃度在冬、春、秋三季呈現由東至北再向南部遞增趨勢；冬季 $PM_{2.5}$ 最主要化學成分在花蓮與板橋站為 OC，其餘測站都是 NO_3^-，春、夏、秋季，各站最主要成分大多是 OC。2020 年 SO_4^{2-}不再是最主要成分，顯示出管制含硫燃料燃燒源的成效。各測站共同的高濃度金屬元素(Na 和 K)，在空間上呈現由東至北向南部遞增的分布，各測站突顯的金屬元素，展現了地區間污染源特徵。2020 年各季節分別修正補償 12~21%的 NH_4^+與 17~38%的 NO_3^-質量濃度損失。若無進行修正，對於單一樣本有機碳成分質量濃度會造成從高估 89%到低估 23%的誤差分布。塑化劑在各站大氣濃度甚低，以 DEHP、DBP、DnOP 濃度相對較高。臺灣大道的近交通源採樣，上班較下班時段多有較高的 $PM_{2.5}$ 質量濃度、NO_3^-、OC、EC 濃度，兩時段較突出的化學成分為 OC，代表汽油車排放特徵。2020 年冬季發生高 $PM_{2.5}$ 濃度日($\geq$ 30 $\mu g\ m^{-3}$)集中於中部以南測站，以在地污染影響較大，且前夜污染「殘留」普遍存在這些測站；春季的高 $PM_{2.5}$ 濃度日則大幅下降。2020 年 8 月受到日本西之島火山灰傳輸影響，花蓮站 $PM_{2.5}$ 濃度增加 2 倍以上，$PM_{2.5}$ 富含 SO_4^{2-}、NH_4^+及地殼元素，並以稀土元素 Y 增量近 10 倍最為

顯著。

分類近四年採樣日 $PM_{2.5}$ 質量濃度為高、中、低濃度群，發現管制 NO_3^-前驅污染源，可於中濃度群(15~35 μg m^{-3})就有 $PM_{2.5}$ 減量效益。透過 CMAQ 模式模擬高 $PM_{2.5}$ 濃度事件 NO_3^-的增量機制，發現日間光化學作用與夜間 N_2O_5 異相水解反應為主要成因。近四年 $PM_{2.5}$ 濃度較高期間(12 月~4 月)SO_4^{2-}濃度遞減穩定，顯示固定污染源化石燃料燃燒活動逐漸降低，但各地 2020 年 EC 濃度普遍反增，NO_3^-與 OC 則於 2019 和 2020 年反增或是持平，顯示移動污染源，將成為改善高 $PM_{2.5}$ 濃度期間空氣品質的主要目標。在傳統節日後採樣的樣本富含煙火和拜香指標金屬元素。在冬、春季台灣北部及東部受到境外污染傳輸影響時，SO_4^{2-}、NO_3^-、NH_4^+、K^+以及鋼鐵、水泥、燃煤指標元素都有顯著的濃度增量。嘉義站 Ba、Pb 及 Ga 金屬元素明顯增量，顯示受到燃煤燃燒、鋼鐵業、生質燃燒、民俗活動傳輸影響。二次有機碳推估成果指出加強中部以南地區揮發性有機氣體污染源的排放管制，將有助於減少衍生性 $PM_{2.5}$ 濃度。比較 $PM_{2.5}$ 濃度在 COVID-19 疫情期間與過去三年延伸的下降趨勢，中部至雲嘉地區可能因工業活動的降低而有較多的 $PM_{2.5}$ 減量。

以 PMF (positive matrix factorization)受體模式推估近四年數據得出九項污染源因子，其中，硫酸鹽、硝酸鹽與車輛排放是各測站前三大污染源，車輛排放於近四年斗六以北測站影響逐年增加。以 IMPROVE 修正方程式推估大氣消光係數(b_{ext})，發現各測站硫酸鹽和有機物在各季節對 b_{ext} 貢獻量穩定，硝酸鹽在冬、春季對斗六以南測站貢獻量最高。在大氣能見度統計迴歸分析中，同樣發現 SO_4^{2-}、NO_3^-、OC 是重要的 $PM_{2.5}$ 化學成分。在 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與最新技術方面，本計畫已完成彙整 32 篇近年各國相關文獻。

綜合而言，本計畫持續提供臺灣六個都市測站 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分(含塑化劑)和近交通源 $PM_{2.5}$ 指標化學成分數據，並推演出 $PM_{2.5}$ 時間與空間分布特徵，另外還解析特定時間和地點 $PM_{2.5}$ 化學成分特徵、污染源因子貢獻占比、影響大氣能見度因子等議題，研究成果可做為健康風險評估和管制策略擬定的科學基礎資料。

關鍵詞：$PM_{2.5}$ 化學成分監測、$PM_{2.5}$ 化學特徵時間和空間分布、交通源 $PM_{2.5}$ 化學特徵、$PM_{2.5}$ 污染源推估、大氣能見度影響因子

英 文 摘 要

This study collected $PM_{2.5}$ (aerodynamic diameters equal to or smaller than 2.5 μm) regularly every six days per shift at the Banqiao, Zhongming, Douliu, Chiayi, Xiaogang, and Hualien air quality monitoring sites of Environmental Protection Administration (EPA) in Taiwan in 2020. Besides, $PM_{2.5}$ was collected near traffic sources at the Taiwan Boulevard site for finding vehicle emissions characteristics. $PM_{2.5}$ mass, water-soluble inorganic ions, carbonaceous contents, and metal elements were analyzed for the regular and near-source samples. Meanwhile, phthalate esters were also analyzed for the regular samples. This study investigated and derived the characteristics of temporal and spatial distributions of $PM_{2.5}$ mass and chemical components (including the data of December 2019), high concentration events, specific scenarios, the apportioned source factors, and atmospheric visibility-influencing factors by utilizing the analyzed $PM_{2.5}$ chemical components, air quality monitoring data, environmental factors, and the corresponding model simulation products.

The $PM_{2.5}$ mass concentration of this study is consistent with that of the EPA's regular manual collection. Seasonal $PM_{2.5}$ mass levels increased from east, north, to the south of Taiwan during winter, spring, and autumn. Organic carbon (OC) was the most abundant component at the Hualien and Banqiao sites and NO_3^- for the other sites in winter. In contrast, OC was the most abundant component at most sites in spring, summer, and autumn. SO_4^{2-} lost the role as the leading component in 2020, which reflected an effective control on the combustion sources of sulfur-containing fossil fuel. The mutual high-abundance metal elements (Na and K) across sites increased in concentrations from east, north, to the south of Taiwan. The distinct metal elements exhibited source characteristics among sites. The volatilization corrections compensated 12~21% and 17~38% of NH_4^+ and NO_3^- mass losses, respectively, in 2020. The error distribution of OC concentration will spread from 89% overestimation to 23% underestimation. Similarly, positive interferences also showed no spatial distinction. Ambient levels of phthalate esters were very low, with relatively high values for DEHP, DBP, and DnOP at each site. For near-source traffic emissions at the Taiwan Boulevard site, $PM_{2.5}$ mass, NO_3^-, OC, and EC concentrations

were higher during on- than off-duty rush hours. OC representing gasoline vehicle emissions was the most abundant component during on- and off-duty rush hours. The high $PM_{2.5}$ concentration days (≥ 30 μg m^{-3}), caused by local pollution and predominantly with "residual layer" in the preceding night, were mainly distributed south to central Taiwan in winter 2020. By contrast, the number of high $PM_{2.5}$ concentration days declined considerably in spring. In August 2020, the $PM_{2.5}$ concentration at the Hualien site increased more than twice with the abundance of SO_4^{2-}, NH_4^+, and crustal elements and a 10-fold increase of rare-earth element Yttrium was the most stunning discovery under the influence of the long-range transport of the erupted Nishinoshima of Japan.

By classifying $PM_{2.5}$ mass concentrations of sampling days of the recent four years into high, medium, and low concentration groups, $PM_{2.5}$ reduction benefits are evident for the medium concentration group (15~35 μg m^{-3}) when NO_3^- precursor emission sources are in control. The results from Community Multiscale Air Quality Model (CMAQ) discovered that daytime photochemical reaction and nighttime N_2O_5 heterogeneous hydrolysis were the mechanism of NO_3^- enhancement in high $PM_{2.5}$ concentration events. The stable declination of SO_4^{2-} concentration during higher $PM_{2.5}$ concentration period (from December to April) of the recent four years implied a reduction of fossil-fuel combustion activities from stationary sources. In contrast, reversibly increased EC concentration in 2020 and either reversibly increased or in the flat fashion of NO_3^- and OC concentrations in 2019 and 2020 imply that mobile sources will be the next target for improving the air quality of high $PM_{2.5}$ concentration period. The samples collected after traditional festivals were rich in the tracer elements of firecracker and incense. Concentration enhancements of SO_4^{2-}, NO_3^-, NH_4^+, K^+, tracer elements of iron and steel, cement, and coal-burning were obvious when eastern and northern parts of Taiwan were under the influence of transboundary pollution transport in winter and spring. The richness of metal elements Ba, Pb, and Ga at the Chiayi site indicated the influences of coal-burning, iron and steel, biomass burning, and local folk activities. The estimate on secondary organic carbon indicates that a stringent control of volatile organic compounds in the area south to central Taiwan will help reduce secondary $PM_{2.5}$ concentration. By comparing $PM_{2.5}$ concentration during the COVID-19 pandemic period with that of the extension from the past three years, more $PM_{2.5}$ reduction was found from the reduced industrial activities in the central and Yulin-Chiayi areas of Taiwan.

From source apportionment approach using positive matrix factorization (PMF), “Sulfate”, “Nitrate”, and “Vehicle emissions” were the three most significant factors in the nine resolved source factors across all sites, and the influence of vehicle emissions increased gradually at the sites north to the Douliu site. For estimating the atmospheric light extinction coefficient (b_{ext}), the results computed from the revised Interagency Monitoring of Protected Visual Environments (IMPROVE) equation revealed that sulfate and organic matter contributed to b_{ext} stably and nitrate contributed the most to the area south to the Douli site in winter and spring. Similarly, SO_4^{2-}, NO_3^-, and OC were significant factors influencing ambient visibility from the statistical regression analysis. For the most updated sampling and measuring techniques for $PM_{2.5}$ chemical components, this study reviewed 32 papers from studies in various countries in recent years.

In summary, this study consistently provides $PM_{2.5}$ mass and chemical components (including phthalate esters) data from the six urban sites and near traffic-source site to derive temporal and spatial characteristics of $PM_{2.5}$ in Taiwan. Additional derivations from the collected data include the characteristics of $PM_{2.5}$ chemical components at specific time and sites, fractions of source factor contribution, and factors influencing atmospheric visibility. The results of this study will serve as the data cornerstone of health risk assessment and control measure delivery.

Keywords: $PM_{2.5}$ chemical component monitoring, Temporal and spatial distributions of $PM_{2.5}$ chemical characteristics, $PM_{2.5}$ chemical characteristics of traffic sources, $PM_{2.5}$ source apportionment, Atmospheric visibility-influencing factors.

前 言

細懸浮微粒(氣動直徑小於或等於 2.5 μm 懸浮微粒，簡稱為 $PM_{2.5}$)對於大氣環境變遷與國民健康危害影響重大。環保署自 2012 年 5 月 14 日正式發布細懸浮微粒空氣品質標準以來，民眾持續關切 $PM_{2.5}$ 濃度變化，每當冬、春季環境氣流停滯，$PM_{2.5}$ 濃度升高時，經由媒體宣揚，$PM_{2.5}$ 就成為民眾關注的焦點。事實上，近年來臺灣各地 $PM_{2.5}$ 濃度普遍有降低趨勢，可以確認空氣污染管制是具有成效的；然而，$PM_{2.5}$ 高濃度事件仍偶爾會發生，並且發現大多是因為在地污染累積所造成 (李等，2017; 2018; 2019)；上年度於板橋站大氣微粒樣本有機物的檢測分析中，偵測到含有塑化劑的大氣 $PM_{2.5}$ 化學成分，同樣受到各界重視(李等，2019)。臺灣地狹人稠使得各產業高度集中於西部平原，造成 $PM_{2.5}$ 來源的複雜度，也加深了解析來源貢獻的困難度。為了確實剖析各種影響因素，必須能量測到 $PM_{2.5}$ 在空氣實際狀況的濃度，因此，要採用能補償修正 $PM_{2.5}$ 半揮發成分在採樣過程的揮發，並去除其前驅氣體干擾的採樣方法，然後審慎地進行採樣與實驗分析，方能釐清 $PM_{2.5}$ 各種化學成分在大氣真實濃度。本年度在臺灣北至南及東部六個環保署空品監測站，每六天同步採樣一次，除分析微粒無機水可溶離子、碳成分、金屬元素外，還分析塑化劑成分以評估其成分特徵。另外，在台中臺灣大道進行近交通源採樣，用以完善 $PM_{2.5}$ 化學成分監測網，以有效評估大氣環境變遷、國民健康效應、管制策略成效。本計畫旨在執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測作業、解析時間與空間分布特徵及影響因素、針對交通源及 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分進行採樣分析。

執行方法

本計畫所使用的工作方法，包括分成 $PM_{2.5}$ 採樣計畫、實驗分析方法、數據分析方法。為執行細懸浮微粒（$PM_{2.5}$）化學成分採樣檢測作業，解析其時間與空間分布特徵及影響因素，本年度每 6 天一次在板橋、忠明、斗六、嘉義、小港、花蓮站進行「例行採樣」，並於各站增加「塑化劑成分採樣分析」。為完成交通源採樣分析作業，於環保署指定台中臺灣大道站分別進行 40 次「交通源採樣」。各類型採樣完成後，按照品保規劃書訂定樣本蒐集、存放與運送準則，送往指定實驗室分析樣本質量濃度、水溶性無機離子、碳成分、金屬元素成分及塑化劑成分，並完成各項分析樣本品保報告，數據資料經確認無誤後，始進行各項數據解析作業。

結 果

依據工作目標執行相關 $PM_{2.5}$ 化學成分檢測及資料分析，主要成果包括：$PM_{2.5}$ 質量濃度手動量測與環保署自動監測比對、$PM_{2.5}$ 化學成分檢測結果、$PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分時空分布特徵、$PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分特徵變化、$PM_{2.5}$ 污染源解析與能見度影響因子、各國家執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與最新技術。

本計畫於 2020 年在環保署板橋、忠明、斗六、嘉義、小港及花蓮測站每六天一次同步進行例行性 $PM_{2.5}$ 採樣，另外，為瞭解機動車輛排放特徵，在臺中市臺灣大道測站進行近交通源 $PM_{2.5}$ 採樣。例行性與近交通源樣本分析 $PM_{2.5}$ 水溶性無機離子、碳成分、金屬元素，例行性樣本同時分析了塑化劑成分。所分析的 $PM_{2.5}$ 化學成分(含 2019 年 12 月)，配合監測站空品數據、環境因子以及模式模擬資料，本計畫探討與推演 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分的時間與空間分布特徵、高濃度事件特徵、特定情境特徵、污染源因子、大氣能見度影響因子等議題。

2020 年 $PM_{2.5}$ 質量濃度和環保署常規手動採樣結果具有一致性，$PM_{2.5}$ 質量濃度在冬、春、秋三季呈現由東至北再向南部遞增趨勢；冬季 $PM_{2.5}$ 最主要化學成分在花蓮與板橋站為 OC，其餘測站都是 NO_3^-，春、夏、秋季，各站最主要成分大多是 OC。2020 年 SO_4^{2-}不再是最主要成分，顯示出管制含硫燃料燃燒源的成效。各測站共同的高濃度金屬元素(Na 和 K)，在空間上呈現由東至北向南部遞增的分布，各測站突顯的金屬元素，展現了地區間污染源特徵。2020 年各季節分別修正補償 12~21%的 NH_4^+與 17~38%的 NO_3^-質量濃度損失。若無進行修正，對於單一樣本有機碳成分質量濃度會造成從高估 89%到低估 23%的誤差分布。塑化劑在各站大氣濃度甚低，以 DEHP、DBP、DnOP 濃度相對較高。臺灣大道的近交通源採樣，上班較下班時段多有較高的 $PM_{2.5}$ 質量濃度、NO_3^-、OC、EC 濃度，兩時段較突出的化學成分為 OC，代表汽油車排放特徵。2020 年冬季發生高 $PM_{2.5}$ 濃度日($\geq 30\ \mu g\ m^{-3}$)集中於中部以南測站，以在地污染影響較大，且前夜污染「殘留」普遍存在這些測站；春季的高 $PM_{2.5}$ 濃度日則大幅下降。2020 年 8 月受到日本西之島火山灰傳輸影響，花蓮站 $PM_{2.5}$ 濃度增加 2 倍以上，$PM_{2.5}$ 富含 SO_4^{2-}、NH_4^+及地殼元素，並以稀土元素 Y 增量近 10 倍最為

顯著。

分類近四年採樣日 $PM_{2.5}$ 質量濃度為高、中、低濃度群，發現管制 NO_3^-前驅污染源，可於中濃度群(15~35 μg m^{-3})就有 $PM_{2.5}$ 減量效益。透過 CMAQ 模式模擬高 $PM_{2.5}$ 濃度事件 NO_3^-的增量機制，發現日間光化學作用與夜間 N_2O_5 異相水解反應為主要成因。近四年 $PM_{2.5}$ 濃度較高期間(12 月~4 月)SO_4^{2-}濃度遞減穩定，顯示固定污染源化石燃料燃燒活動逐漸降低，但各地 2020 年 EC 濃度普遍反增，NO_3^-與 OC 則於 2019 和 2020 年反增或是持平，顯示移動污染源，將成為改善高 $PM_{2.5}$ 濃度期間空氣品質的主要目標。在傳統節日後採樣的樣本富含煙火和拜香指標金屬元素。在冬、春季台灣北部及東部受到境外污染傳輸影響時，SO_4^{2-}、NO_3^-、NH_4^+、K^+以及鋼鐵、水泥、燃煤指標元素都有顯著的濃度增量。嘉義站 Ba、Pb 及 Ga 金屬元素明顯增量，顯示受到燃煤燃燒、鋼鐵業、生質燃燒、民俗活動傳輸影響。二次有機碳推估成果指出加強中部以南地區揮發性有機氣體污染源的排放管制，將有助於減少衍生性 $PM_{2.5}$ 濃度。比較 $PM_{2.5}$ 濃度在 COVID-19 疫情期間與過去三年延伸的下降趨勢，中部至雲嘉地區可能因工業活動的降低而有較多的 $PM_{2.5}$ 減量。

以 PMF (positive matrix factorization)受體模式推估近四年數據得出九項污染源因子，其中，硫酸鹽、硝酸鹽與車輛排放是各測站前三大污染源，車輛排放於近四年斗六以北測站影響逐年增加。以 IMPROVE 修正方程式推估大氣消光係數(b_{ext})，發現各測站硫酸鹽和有機物在各季節對 b_{ext} 貢獻量穩定，硝酸鹽在冬、春季對斗六以南測站貢獻量最高。在大氣能見度統計迴歸分析中，同樣發現 SO_4^{2-}、NO_3^-、OC 是重要的 $PM_{2.5}$ 化學成分。在 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與最新技術方面，本計畫已完成彙整 32 篇近年各國相關文獻。

綜合而言，本計畫持續提供臺灣六個都市測站 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分(含塑化劑)和近交通源 $PM_{2.5}$ 指標化學成分數據，並推演出 $PM_{2.5}$ 時間與空間分布特徵，另外還解析特定時間和地點 $PM_{2.5}$ 化學成分特徵、污染源因子貢獻占比、影響大氣能見度因子等議題，研究成果可做為健康風險評估和管制策略擬定的科學基礎資料。

結論

本年度計畫按照計畫期程已完成本年度全部樣本採集作業，實驗分析完成

到 11 月底；交通源採樣已完成 42 個樣本採樣與解析，符合年度計畫要求。底下彙整成果如下：

1. 本計畫手動採樣 $PM_{2.5}$ 質量濃度與環保署常規手動採樣數據具有可比較性，兩種手動採樣在各站的季節平均差異多在 ± 1 μg m^{-3} 以內，各站的季節比值在 0.96~1.09 範圍，相對差異百分比的季節平均都在 8%以內。

(一) 2020 年 $PM_{2.5}$ 質量濃度和化學成分檢測與時間空間分布變化

2. 2020 年 $PM_{2.5}$ 質量濃度在冬、春、秋季由東至北再向南部遞增，夏季由東至北遞增再向南部遞減，冬季嘉義站濃度最高、春季是斗六與小港站最高、夏季以板橋站最高，秋季則是小港站濃度最高。
3. 2020 年 $PM_{2.5}$ 最高濃度化學成分在冬季的花蓮與板橋站為 OC，其餘測站都是 NO_3^-，春、夏、秋季，除了春季嘉義站的 NO_3^-以及秋季花蓮站的 SO_4^{2-} 外，其餘各站最高濃度成分都是 OC。
4. 2020 年各測站共同的高濃度金屬元素 Na 和 K 空間分布呈現由東至北向南部遞增。板橋站的元素 Sn，忠明站的 Fe 及 Mn，斗六站的 K，嘉義站的元素 Ba 及 Pb 與小港站的元素 Fe、Mn、V 及 Sn 是各地區較為突顯金屬元素。
5. 2020 年各季節修正 12~21%的 NH_4^+與 17~38%的 NO_3^-質量濃度損失，避免低估量測濃度。若無進行修正，對於單一樣本有機碳成分質量濃度會造成從高估 89%到低估 23%的誤差分布。
6. 2020 年除了花蓮站在 5 月到 8 月受到地面防水層破損塑化劑成分揮發影響外，其他測站 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分濃度範圍為 1.5~196 ng m^{-3}，塑化劑濃度占 $PM_{2.5}$ 濃度平均為 0.46%。各季節主要成分多為 DEHP 與 DBP，夏季 DnOP 濃度集中於西部測站。
7. 2020 年臺灣大道的近交通源採樣，在上班比下班時段多有較高的 $PM_{2.5}$ 質量濃度，NO_3^-、OC、EC 濃度也多較高，SO_4^{2-}濃度變化不大。若比較臺灣大道近交通源與忠明站化學成分特徵，發現臺灣大道碳成分的 OC 以及金屬元素的揚塵、車輛零件耗損及汽油添加劑指標成分較忠明站突出。
8. 2020 年冬季發生高 $PM_{2.5}$ 濃度日(≥ 30 μg m^{-3})集中於中部以南測站，以在地污染影響較大，且前夜污染「殘留」普遍存在這些站；春季的高 $PM_{2.5}$ 濃度

日則大幅下降。以 CMAQ 模式分析高污染事件 NO_3^-增量機制，發現日間光化作用及夜間的 N_2O_5 異相水解反應是 NO_3^-增量的主因。

9. 檢視 2020 年 COVID-19 疫情期間相較於過往同期，在中部至雲嘉地區空氣品質有較高的減量，從指標成分的變化推測，SO_4^{2-}及 NO_3^-濃度的降低可能是工業排放減量所造成。2020 年 8 月花蓮與板橋站受太平洋西之島火山灰傳輸影響，花蓮站 $PM_{2.5}$ 質量濃度上升為 2 倍以上，SO_4^{2-}與 NH_4^+濃度顯著增加，地殼元素有增量，稀土元素 Y 增加近 10 倍。

(二) 2017 至 2020 年 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分特徵變化

10. 近四年各測站 $PM_{2.5}$ 質量濃度逐年下降，化學成分檢測成果，顯示 SO_4^{2-}在 $PM_{2.5}$ 質量濃度占比逐年下降，NO_3^-和 OC 的占比則是逐年提高，顯示移動污染源和其他有機物產生源的影響逐漸加大。NO_3^-自 $PM_{2.5}$ 中濃度群(15 $\mu g\ m^{-3}$~ 35 $\mu g\ m^{-3}$)起，占比倍增，顯示有效管制污染源排放的 NOx，可於中濃度群，就收到 $PM_{2.5}$ 減量效益。

11. 以 EC Tracer 方法結合 High EC Edge 機制，推估近 2017 至 2019 年各測站二次有機碳濃度，發現中部以南測站二次有機碳濃度隨 $O_{3,\ max}$ 和 $PM_{2.5}$ 質量濃度增高而增高，顯示加強中部以南地區揮發性有機氣體排放源管制，將有助於 $PM_{2.5}$ OC 濃度的降低。

12. 彙整歷年節慶日後樣本化學成分特徵，農曆年間樣本的 K^+、Mg^{2+}與金屬元素 Mg、K、Sr、Ba、Cu、Pb 及 Ga 濃度較其他採樣日高，顯示出煙火、拜香、紙錢的成分特徵。元宵節後樣本以斗六和嘉義站的 Sr、Ba、Mo 金屬元素濃度較突出，但多數成分不如其他事件日顯著。

13. 解析近四年北部與東部測站受境外污染傳輸影響採樣日的成分特徵顯示：SO_4^{2-}、NO_3^-、NH_4^+及 K^+都有明顯的增量，金屬元素則以鋼鐵、水泥與燃煤指標元素有顯著的濃度增量。

14. 探討歷年嘉義站增量明顯金屬元素 Ba、Pb 及 Ga 來源，元素 Ba 與 Ga 有極為相似的時間與空間分布，在吹拂西北風時可能受到燃煤燃燒影響，受到東北風與北風影響時，則可能與測站東北方製造業有關。另外，Pb 在各盛行風向都與燃煤污染源有關，但吹拂北風時可能還受到其他污染源影響。

15. 近四年 PMF 模式模擬結果顯示硫酸鹽、硝酸鹽與車輛排放是各測站前三大污染源。其中，硝酸鹽因子於冬季及春季對於斗六以南測站影響最大，凸顯在地衍生污染物的影響。夏季與秋季，車輛排放是測站間常見的主要污染源因子。各地主要污染源因子變化呈現斗六以南測站仍以在地衍生污染物影響程度大，但是以北測站的移動污染源影響正逐年上升。

16. 各季節硫酸鹽和有機物對大氣消光係數貢獻最為穩定，有機物是夏季各測站貢獻量最高成分。硝酸鹽在冬季與春季對斗六以南測站貢獻量最高。

17. 蒐集各國執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與最新技術已彙整 32 篇文獻成果，依類型可分為塑化劑成分特徵及影響因子、高濃度事件微粒成分特徵與影響機制、$PM_{2.5}$ 化學成分污染源指標及源解析模式應用技術、檢測資料分析與污染源管制策略、移動污染源檢測與都市環境影響。

建議事項

1. 本計畫在六個測站每六天進行一次室外環境塑化劑成分檢測，得到的濃度並不高，且與 $PM_{2.5}$ 質量濃度無直接關聯，比較需要注意的是建物材料揮發以及室外高溫導致塑化劑揮發，後續可不必再做室外 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分檢測。
2. 近年來各地 OC 與 EC 有減量趨緩或持平趨勢，有些季節 OC 甚至是測站 $PM_{2.5}$ 最主要化學成分，都會區 OC 主要來自移動污染源，OC 的前驅物為 VOCs，改善移動污染源排放可降低 VOCs 和 NOx，對於 O_3 和 NO_3^- 濃度有同時降低的成效，顯然，移動污染源排放的降低需要更加重視。
3. 污染源推估成果顯示地區污染特性的差異，如：東部及中部以北的移動污染源與中部以南的工業鍋爐為各地區對 $PM_{2.5}$ 質量濃度影響較大污染源因子；夏季移動污染源則為最大的污染源因子。建議可根據區域及季節加強相對應的管制策略。

報告大綱

為執行細懸浮微粒（$PM_{2.5}$）化學成分採樣檢測作業，本年度自 2019 年 1 月份開始至 12 月，每 6 天一次在板橋、忠明、斗六、嘉義、小港、花蓮站進行「例行採樣」，本年度於各採樣站同步增加「塑化劑採樣」；自 2 月上旬起於台中台灣大道交通測站進行「交通源採樣」合計採樣 42 次。

採樣完成後相關內容告分成六章，分別為背景、年度目標、工作方法、結果與討論、結論與建議、參考文獻。第一章「背景」，說明本計畫緣起、重要性、主要工作內容。第二章「年度目標」，列出本計畫主要目標、詳細工作內容、預定工作進度及查核要點。第三章提出本計畫「工作方法」，工作方法說明按照本計畫年度目標要求，分別說明各項目標採樣與檢測作業方法以及數據解析方法，內容包含：工作方法敘述採樣地點選擇、採樣類型、時程規劃、採樣地點現勘、採樣及實驗分析人員及行程分配、$PM_{2.5}$ 採樣設備及方法、去除大氣干擾物方法、$PM_{2.5}$ 化學成分檢測方法、檢驗分析方法品管、檢測數據品保規劃說明、資料分析方法等項目。第四章的「結果與討論」是本計畫最主要的成果展現，內容呈現各項儀器比對量測量化成果，$PM_{2.5}$ 質量濃度手動量測與環保署自動監測比對、$PM_{2.5}$ 化學成分檢測結果、$PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分時空分布特徵、$PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分特徵變化、$PM_{2.5}$ 污染源解析與能見度影響因子、各國家執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與最新技術。第五章列出本計畫執行前述各項成果的「結論與建議」，第六章列出各項論述引用「參考文獻」。

執行摘要

計畫目的

本計畫旨在辦理 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣與檢測作業，解析其時間與空間分布特徵及影響因素；推估各監測地區 $PM_{2.5}$ 污染來源與影響能見度之 $PM_{2.5}$ 化學成分和氣象因子，提供污染源管制策略評估之參考；彙集國際間 $PM_{2.5}$ 化學成分監測經驗與最新技術發展；執行交通源採樣及 $PM_{2.5}$ 中塑化劑污染採樣與分析。

成果

依據工作目標執行相關 $PM_{2.5}$ 化學成分檢測及資料分析，主要成果包括：$PM_{2.5}$ 質量濃度手動量測與環保署自動監測比對、$PM_{2.5}$ 化學成分檢測結果、$PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分時空分布特徵、$PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分特徵變化、$PM_{2.5}$ 污染源解析與能見度影響因子、各國家執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與最新技術等部分。

本計畫於 2020 年在環保署板橋、忠明、斗六、嘉義、小港及花蓮測站每六天一次同步進行例行性 $PM_{2.5}$ 採樣，另外，為瞭解機動車輛排放特徵，在臺中市臺灣大道測站進行近交通源 $PM_{2.5}$ 採樣。例行性與近交通源樣本分析 $PM_{2.5}$ 水溶性無機離子、碳成分、金屬元素，例行性樣本同時分析了塑化劑成分。所分析的 $PM_{2.5}$ 化學成分(含 2019 年 12 月)，配合監測站空品數據、環境因子以及模式模擬資料，本計畫探討與推演 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分的時間與空間分布特徵、高濃度事件特徵、特定情境特徵、污染源因子、大氣能見度影響因子等議題。

2020 年 $PM_{2.5}$ 質量濃度和環保署常規手動採樣結果具有一致性，$PM_{2.5}$ 質量濃度在冬、春、秋三季呈現由東至北再向南部遞增趨勢；冬季 $PM_{2.5}$ 最主要化學成分在花蓮與板橋站為 OC，其餘測站都是 NO_3^-，春、夏、秋季，各站最主要成分大多是 OC。2020 年 SO_4^{2-}不再是最主要成分，顯示出管制含硫燃料燃燒源的成效。各測站共同的高濃度金屬元素(Na 和 K)，在空間上呈現由東至北向南部遞增的分布，各測站突顯的金屬元素，展現了地區間污染源特徵。2020 年各季節分別修正補償 12~21%的 NH_4^+與 17~38%的 NO_3^-質量濃度損失。若無進行修正，對於單一樣本有機碳成分質量濃度會造成從高估 89%到低估 23%的誤

差分布。塑化劑在各站大氣濃度甚低，以 DEHP、DBP、DnOP 濃度相對較高。臺灣大道的近交通源採樣，上班較下班時段多有較高的 $PM_{2.5}$ 質量濃度、NO_3^-、OC、EC 濃度，兩時段較突出的化學成分為 OC，代表汽油車排放特徵。2020 年冬季發生高 $PM_{2.5}$ 濃度日(≥ 30 μg m^{-3})集中於中部以南測站，以在地污染影響較大，且前夜污染「殘留」普遍存在這些測站；春季的高 $PM_{2.5}$ 濃度日則大幅下降。2020 年 8 月受到日本西之島火山灰傳輸影響，花蓮站 $PM_{2.5}$ 濃度增加 2 倍以上，$PM_{2.5}$ 富含 SO_4^{2-}、NH_4^+及地殼元素，並以稀土元素 Y 增量近 10 倍最為顯著。

分類近四年採樣日 $PM_{2.5}$ 質量濃度為高、中、低濃度群，發現管制 NO_3^-前驅污染源，可於中濃度群(15~35 μg m^{-3})就有 $PM_{2.5}$ 減量效益。透過 CMAQ 模式模擬高 $PM_{2.5}$ 濃度事件 NO_3^-的增量機制，發現日間光化學作用與夜間 N_2O_5 異相水解反應為主要成因。近四年 $PM_{2.5}$ 濃度較高期間(12 月~4 月)SO_4^{2-}濃度遞減穩定，顯示固定污染源化石燃料燃燒活動逐漸降低，但各地 2020 年 EC 濃度普遍反增，NO_3^-與 OC 則於 2019 和 2020 年反增或是持平，顯示移動污染源，將成為改善高 $PM_{2.5}$ 濃度期間空氣品質的主要目標。在傳統節日後採樣的樣本富含煙火和拜香指標金屬元素。在冬、春季台灣北部及東部受到境外污染傳輸影響時，SO_4^{2-}、NO_3^-、NH_4^+、K^+以及鋼鐵、水泥、燃煤指標元素都有顯著的濃度增量。嘉義站 Ba、Pb 及 Ga 金屬元素明顯增量，顯示受到燃煤燃燒、鋼鐵業、生質燃燒、民俗活動傳輸影響。二次有機碳推估成果指出加強中部以南地區揮發性有機氣體污染源的排放管制，將有助於減少衍生性 $PM_{2.5}$ 濃度。比較 $PM_{2.5}$ 濃度在 COVID-19 疫情期間與過去三年延伸的下降趨勢，中部至雲嘉地區可能因工業活動的降低而有較多的 $PM_{2.5}$ 減量。

以 PMF (positive matrix factorization)受體模式推估近四年數據得出九項污染源因子，其中，硫酸鹽、硝酸鹽與車輛排放是各測站前三大污染源，車輛排放於近四年斗六以北測站影響逐年增加。以 IMPROVE 修正方程式推估大氣消光係數(b_{ext})，發現各測站硫酸鹽和有機物在各季節對 b_{ext} 貢獻量穩定，硝酸鹽在冬、春季對斗六以南測站貢獻量最高。在大氣能見度統計迴歸分析中，同樣發現 SO_4^{2-}、NO_3^-、OC 是重要的 $PM_{2.5}$ 化學成分。在 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與最新技術方面，本計畫已完成彙整 32 篇近年各國相關文獻。

綜合而言，本計畫持續提供臺灣六個都市測站 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分

(含塑化劑)和近交通源 $PM_{2.5}$ 指標化學成分數據，並推演出 $PM_{2.5}$ 時間與空間分布特徵，另外還解析特定時間和地點 $PM_{2.5}$ 化學成分特徵、污染源因子貢獻占比、影響大氣能見度因子等議題，研究成果可做為健康風險評估和管制策略擬定的科學基礎資料。

建議

1. 本計畫在六個測站每六天進行一次室外環境塑化劑成分檢測，得到的濃度並不高，且與 $PM_{2.5}$ 質量濃度無直接關聯，比較需要注意的是建物材料揮發以及室外高溫導致塑化劑揮發，後續可不必再做室外 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分檢測。
2. 近年來各地 OC 與 EC 有減量趨緩或持平趨勢，有些季節 OC 甚至是測站 $PM_{2.5}$ 最主要化學成分，都會區 OC 主要來自移動污染源，OC 的前驅物為 VOCs，改善移動污染源排放可降低 VOCs 和 NOx，對於 O_3 和 NO_3^- 濃度有同時降低的成效，顯然，移動污染源排放的降低需要更加重視。
3. 污染源推估成果顯示地區污染特性的差異，如：東部及中部以北的移動污染源與中部以南的工業鍋爐為各地區對 $PM_{2.5}$ 質量濃度影響較大污染源因子；夏季移動污染源則為最大的污染源因子。建議可根據區域及季節加強相對應的管制策略。

一、背景

章節摘要

本章簡述計畫背景，指出國人對於空氣品質改善的期盼與環保署致力改善的相關作為與政策，同時指出政策執行有賴於合理管制策略的制定，因此，解析污染來源前必須精確分析 $PM_{2.5}$ 化學成分，其過程仰賴於正確選用微粒採樣及成分實驗分析方法，包含審慎地進行採樣作業，考量能矯正 $PM_{2.5}$ 某些易揮發化學成分及去除前驅氣體的干擾，非昔方法要能偵測出大部份 $PM_{2.5}$ 質量的化學成分，以達到較高程度的資料還原 $PM_{2.5}$ 濃度有利於釐清背後環境意義。本計畫旨在執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測作業、解析時間與空間分布特徵及影響因素、針對交通源及 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分進行採樣分析。

細懸浮微粒(氣動粒徑小於或等於 2.5 μm 懸浮微粒，簡稱為 $PM_{2.5}$)對於大氣環境變遷與國民健康危害影響重大，自從 2012 年 5 月 14 日環保署正式發布細懸浮微粒空氣品質標準以來，民眾持續關切 $PM_{2.5}$ 濃度變化，每當冬、春季環境氣流停滯，$PM_{2.5}$ 濃度升高時，經由媒體宣揚，$PM_{2.5}$ 就成為民眾關注的焦點。事實上，近年來臺灣各地空氣品質都有改善，確認了空氣污染管制策略的成效；然而，$PM_{2.5}$ 高濃度事件仍偶有發生，分析本計畫近四年成果，臺灣西部地區 $PM_{2.5}$ 污染事件大多是因為在地污染累積所造成 (李等，2017; 2018; 2019; 2020)。大氣 $PM_{2.5}$ 來源廣泛，各種不同來源的匯集，使得 $PM_{2.5}$ 在不同時間和地點有不同的化學成分。2018 年，本計畫在板橋站 $PM_{2.5}$ 樣本有機物的檢測分析，首先偵測到大氣 $PM_{2.5}$ 含有塑化劑，引起各界相當程度的重視。為能確實監測大氣 $PM_{2.5}$ 化學成分，必須考量 $PM_{2.5}$ 半揮發成分量測時的揮發或是前驅氣體干擾，因此，在 $PM_{2.5}$ 採樣及化學成分分析方法的選擇上，要採用能補償修正 $PM_{2.5}$ 半揮發成分的揮發並去除其前驅氣體的干擾，然後審慎地進行採樣與實驗分析，方能釐清 $PM_{2.5}$ 各種化學成分在大氣的真實濃度。在過去，本計畫使用能修正各項干擾的量測方法監測大氣 $PM_{2.5}$ 化學成分(李等，2012; 2013; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019)，已經獲有相當成果，本年度除了持續在臺灣北至南及東部六個監測站，每六天同步採樣一次外，還有交通源特徵成分的探討及 $PM_{2.5}$ 塑化劑分析，期能藉由建構的 $PM_{2.5}$ 化學成分監測網，有效地解析時間與空間分布特徵及影響因素，提供有關單位評估 $PM_{2.5}$ 健康效應和污染源管制成效。

整體而言，本計畫旨在執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測作業、解析時間與空間分布特徵及影響因素、針對交通源及 $PM_{2.5}$ 中塑化劑進行採樣分析。

二、年度目標

章節摘要

本章依據評選須知，列出年度工作目標含括執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測作業、解析時間與空間分布特徵及影響因素、交通源及 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分進行採樣分析。在採樣檢測作業方面的工作內容包括在六個採樣地點每六天同步採樣一次，實驗分析的化學成分有水溶性無機離子、碳成分、金屬元素及塑化劑成分，並對實驗數據的品保與品管作業做說明。化學成分的時間與空間分布特徵及影響因素需結合空品站氣象因子進行數據解析，在這個目標下，污染來源推估以及大氣能見度影響因子的評估是重要的工作項目。第三項工作目標包含交通源及 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分採樣、分析，其中交通源觀測以找出近污染源化學成分特徵為目標，塑化劑成分觀測結果釐清其濃度與空間分佈概況以利後續評估。

根據服務投標須知相關規定，本年度的計畫目標如下：

一、執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測作業
二、解析時間與空間分布特徵及影響因素
三、交通源及 $PM_{2.5}$ 中塑化劑污染之採樣、分析

2.1 計畫工作內容

針對上述計畫目標，服務投標須知相關規定列出計畫工作內容至少應包含下列各項:

一、各項工作內容說明

(一) 執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測作業

1. 採樣地點：環保署所設置空氣品質監測站板橋、忠明、斗六、嘉義、小港及花蓮站同步執行採樣工作。
2. 採樣儀器：使用環保署所購置之 $PM_{2.5}$ 採樣器執行採樣作業，應定期維護清理採樣儀器，每次採樣前後應執行儀器測漏及流量校正。
3. 採樣頻率及數量：每個採樣地點每 6 天/次，高濃度季節視情況調整頻率。
4. $PM_{2.5}$ 化學成分分析

(1) 碳成分採樣及分析：以石英濾紙採集 $PM_{2.5}$ 樣品，並以不同溫度分析各種

碳成分。選用的採樣分析方法須能矯正濾紙微粒揮發及空氣中揮發性有機物之干擾；選用之檢測分析方法同時進行裂解碳矯正。

(2) 水溶性陰陽離子與採樣及分析：以鐵氟龍濾紙採集 $PM_{2.5}$ 樣品，至少分析 Na^+、K^+、NH_4^+、Mg^{2+}、Ca^{2+}、Cl^-、SO_4^{2-}、NO_3^-等 8 項陰陽離子，並針對 NO_3^-、Cl^-和 NH_4^+ 等離子成分揮發進行修正。

(3) 金屬離子採樣及分析：以鐵氟龍濾紙採集 $PM_{2.5}$ 樣品，應至少分析 22 種元素。例如：鋁(Al)、鐵(Fe)、鈉(Na)、鎂(Mg)、鉀(K)、鈣(Ca)、鍶(Sr)、鋇(Ba)、鈦(Ti)、錳(Mn)、鎳(Ni)、銅(Cu)、鋅(Zn)、鉬(Mo)、鎘(Cd)、錫(Sn)、銻(Sb)、鉛(Pb)、釩(V)、鉻(Cr)、砷(As)、硒(Se)等元素。

(4) 結合氣象資料，解析 $PM_{2.5}$ 化學成分與質量濃度之時間與空間分布特徵及影響因子，提供污染管制策略修訂之參考。

5. 依據 $PM_{2.5}$ 化學成分，並配合解析採樣地點污染之空間、時間分布特徵及影響因子。

6. 計畫書內容需包括 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣及檢測分析之品保與品管規劃書。

(二) 解析時間與空間分布特徵及影響因素

1. 推估各監測地區 $PM_{2.5}$ 污染來源、與影響監測地區能見度之 $PM_{2.5}$ 化學成分及氣象因子，提供污染源管制策略評估之參考。

2. 採用國際通用受體模式解析 $PM_{2.5}$ 化學成分，推估各監測地區 $PM_{2.5}$ 污染來源。

3. 採用統計分析技術，推估影響監測地點鄰近氣象局儀器或人工檢測能見度之 $PM_{2.5}$ 化學成分及氣象因子。

4. 依上述分析結果，提供污染源管制策略評估之建議。

5. 蒐集比較中國大陸、日本、韓國、美國及歐洲等國家執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與最新技術，並蒐集細懸浮微粒監測相關文獻至少 30 篇。

(三) 交通源及 $PM_{2.5}$ 中塑化劑污染之採樣、分析

1. 於環保署在臺中臺灣大道所設行動站，執行交通源採樣及分析。

2. 使用環保署所購置之 $PM_{2.5}$ 採樣器執行採樣作業，採樣天數至少 40 天，實際採樣期間依環保署指定日期為準，每次採樣 24 小時。

3. 解析 $PM_{2.5}$ 中塑化劑污染，確認其種類及污染來源。

二、 其他需求、配合事項

(一) 設備需求

1. 環保署提供設備項目：

(1) $PM_{2.5}$ 手動質量濃度採樣器（MetOne E-FRM）及 $PM_{2.5}$ 微粒成分濃度採樣器（MetOne SASS）各 10 台，得標廠商應另負責相關採樣設備維護及儀器搬運安裝。

(2) 層流式一級標準流量計（Molbloc/Molbox1，附溫度及壓力計 1 組），提供流量追溯校正。

2. 得標廠商應自備設備項目（環保署提供項目外）包含：

(1) $PM_{2.5}$ 手動質量濃度採樣器（MetOne E-FRM）及 $PM_{2.5}$ 微粒成分濃度採樣器（MetOne SASS）維護零件及相關耗材。

(2) 傳輸標準氣體流量計（5 mL~30 L（準確度≦±1%），附溫度、壓力感應器，並可供正負壓二種氣源追溯校正；其中 1 組需為乾式氣體流量計，置於環保署品保室供追溯校正及稽查使用）

(3) 標準時鐘/計時器≦ ±5 min）

(4) 大氣壓力計、乾濕度計、一級標準溫度計。

(二) 計畫執行及進度需求

1. 得標廠商須具備專業採樣技術及採樣器故障排除之專業技能，以確保採樣完整性。

2. 得標廠商應於得標後 1 個月內，完成品保規劃書修正定稿，採樣點現勘、儀器檢驗測試作業 SOP 初稿及相關採樣之預準備，提交第 1 次工作報告並說明。

3. 採樣及檢測方法：原則依環保署公告之採樣及檢驗方法為主，環保署未公告者依美國環保署或其他經政府機關認可之研究方法，得標廠商須依我國空品特性，建議合適之方法，經環保署同意後方可執行。

4. 計畫執行期間，如因天候因素或不可歸責於己之因素致無法完成採樣檢測，須於 1 週內提出理由說明及變更或補充採樣計畫。惟如截至計畫結束前 1 個月，仍無法完成採樣檢測分析時，環保署依雙方議定合約中之單價及數量扣減費用。

5. 本計畫之品保等級為 A 級，得標廠商須依環保署環境檢驗所頒訂「環保署委託計畫品保規劃書撰寫要項」撰寫（格式可至環保署環境檢驗所網頁下

載）品保規劃書，並於得標後 14 天內提交品保規劃書（應詳細說明各檢測項目分析原理、步驟），經環保署審核通過後據以執行。計畫執行期間，應嚴格執行各項品保品管措施。

6. 計畫執行期間除需落實各項品保、品管及安全措施外，並請注意符合智慧財產權相關規定。本計畫執行成果版權屬於環保署，未經環保署授權不得任意對外發布。

7. 得標廠商應指定專人負責本計畫協調聯繫工作，並配合環保署需求，召開工作檢討會議（含各項工作會議錄音、記錄及資料彙整等）。

2.2 計畫工作內容目前工作進度及達成率

本計畫採樣日程配合環保署空氣品質監測站各地手動檢測 $PM_{2.5}$ 日程，每 6 天採樣 1 次。採樣器於計畫執行前經由廠商維護，檢驗報告於附光碟錄中。

本計畫於 2020 年 1 月 3 日放置樣本，1 月 4 日開始採樣，於各選定檢測站每 6 天採樣 1 次，高濃度季節再視情況調整頻率。表 2.2.1 列出本計畫執行工作進度表。

表 2.2.1 計畫執行工作進度表

工作內容項目	月次	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	年別	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109	109
	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. 每 6 天 1 次同步執行六站 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測作業，分析水溶性陰陽離子、碳成分、及金屬元素。		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2. 解析 $PM_{2.5}$ 化學成分與質量濃度時間與空間分布特徵及影響因子。		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3. 推估各監測地區 $PM_{2.5}$ 污染來源、與影響監測地區能見度因子，提供污染源管制策略評估參考。										■	■	■	■
4. $PM_{2.5}$ 中塑化劑污染之採樣、分析。		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5. 完成 40 天次交通源採樣及分析。		■			■			■			■		
6. 蒐集比較各國執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與最新技術，並蒐集細懸浮微粒監測相關文獻至少 30 篇。		■			■			■			■		
7. 繳交第一次工作進度、期中、期末報告。			■				■						■
預定進度累積百分比（%）		10	20	25	30	40	45	50	55	60	75	90	100

查核點	預定完成時間	查核點內容說明
第一次工作進度報告	得標後 2 個月內	品保規劃書修正定稿、$PM_{2.5}$ 依行程採樣、呈現上一年度 12 月 $PM_{2.5}$ 質量濃度及化學成分分析成果。
期中報告	完成 2 季採樣	完成前 2 季 $PM_{2.5}$ 質量濃度及化學成分分析。
期末報告(定稿)	完成 4 季採樣	完成前 11 個月 $PM_{2.5}$ 質量濃度及化學成分分析成果。

三、工作方法

章節摘要

本章敘述執行本計畫所使用的工作方法，為達成本年度三項工作目標，工作方法分成三部分，第一部分「執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測作業」，列出採樣作業、各項化學成分分析作業方法、品管作業及品保規畫說明；第二部分「解析時間與空間分布特徵及影響因素」，說明各項數據分析方法及參考文獻；第三部分「交通源及 $PM_{2.5}$ 中塑化劑污染之採樣、分析」，說明近交通源與 $PM_{2.5}$ 中塑化劑檢測作業執行與樣本解析方法。

3.1 執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測作業

本節各項工作執行方法包括：採樣地點及時程規劃、採樣及實驗分析人員及行程分配、細懸浮微粒採樣設備及方法、各項化學成分檢驗分析方法介紹、檢驗分析方法品管、檢測數據品保規劃等，底下分別進行簡要描述。

圖 3.1.1 呈現本計畫實驗分析與數據解析基本流程架構，研究流程可分為兩大主軸，第一部分為樣本蒐集及成分分析，採集並分析全臺灣北、中、南及東部六個測站的 $PM_{2.5}$ 質量濃度與各種化學成分，將各種化學成分數據應用於分析化學成分時空分布特徵、揮發與吸附矯正、事件日成分特徵等研究議題；第二部分彙整環保署空氣品質監測站以及中央氣象局環境監測資料，將各類型環境監測數據整合，彙整計畫執行期間各季節及各採樣日環境因子、污染前驅氣體濃度及 $PM_{2.5}$ 質量濃度資料。最後將化學成分資料與環境監測資料橫向連結，綜合解析 $PM_{2.5}$ 化學成分的時間和空間分布、$PM_{2.5}$ 化學成分揮發與吸附矯正、事件日成分特徵、推估污染來源及大氣能見度等各項研究議題。

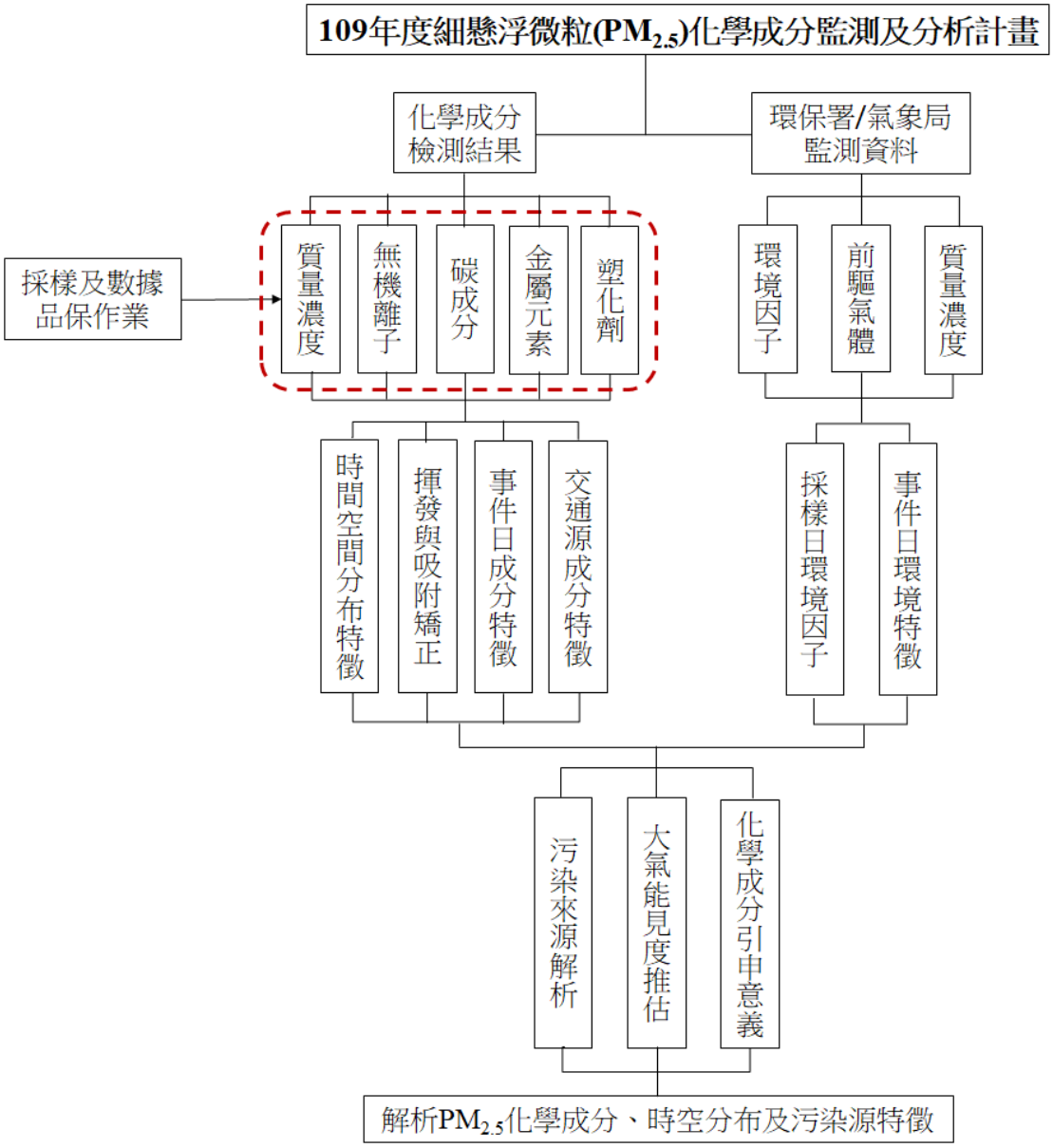


圖 3.1.1 計畫執行架構

3.1.1 採樣地點及時程規劃

本計畫根據服務投標須知相關規定，延續 2019 年在板橋、忠明、小港、斗六、嘉義及花蓮測站每六天採樣一次的例行採樣，2020 年同樣進行每六天採樣一次的例行採樣，各採樣地點及主要的樣本分析實驗室地理位置如圖 3.1.2 所示。從民眾暴露 $PM_{2.5}$ 人數密度來看，板橋、忠明、小港站位於我國三大都會區內，考量建立 $PM_{2.5}$ 空氣品質標準主要是保護民眾健康，從民眾暴露 $PM_{2.5}$ 人口密度及工業來源影響來評估，板橋站為北部地區適當採樣測站，板橋站同時是環保署 $PM_{2.5}$ 質量濃度常規監測站。忠明站位於台中都會區內，可以反映出中部地區民眾暴露 $PM_{2.5}$ 濃度，它也是一個環保署 $PM_{2.5}$ 質量濃度常規監測站。斗六、

嘉義地區的 $PM_{2.5}$ 質量濃度，近年來在秋、冬季常有高濃度，其數值比我國空氣品質標準日平均值高，常態性地檢測這兩個測站，可瞭解兩個地區高濃度期間 $PM_{2.5}$ 污染特性。小港站位於高雄市臨海重工業區，附近工廠林立人口也密集，可以同時反映民眾暴露於都市機動車輛和工業污染情形。花蓮縣 $PM_{2.5}$ 質量濃度年平均值略優於空氣品質標準，納入監測，可做為與西部都會區對比的背景測站。交通測站在 2020 年選擇臺灣大道交通測站，該測站位於臺灣大道二段車道間安全島，可進行近交通源污染監測。各採樣測站位置、監測高度、空氣品質監測項目等資訊列於表 3.1.1，四方景象呈現於圖 3.1.3 至圖 3.1.9。在採樣時程規劃上，本計畫依據評選須知要求，於 2020 年 1 月 3 日放置本年度第一個樣本，並於 1 月 4 日開始採樣，後續在每個採樣站每六天採樣一次，採樣有漏失或依環保署指示，則調整採樣頻率。依照前述規劃結果，列出本年度執行採樣日程如圖 3.1.10，各季節執行的採樣作業流程如圖 3.1.11。



圖 3.1.2 採樣監測站地理位置(★代表採樣地點，◎代表交通源採樣點，■為主要分析實驗室)

表 3.1.1 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣監測站相關資訊

監測站	測站種類	監測項目	測站環境高度	測站位置	地 址
板橋	一般空品及質量濃度常規量測站	SO_2, CO, O_3, PM_{10}, NOx, NO, NO_2, THC, NMHC, CH_4, $PM_{2.5}$ (自動), $PM_{2.5}$ (手動),溫度,濕度, 風速, 風向, 雨量	15 公尺	新北市立板橋高級中學	新北市板橋區文化路一段 25 號
忠明	一般空品及質量濃度常規量測站	SO_2, CO, O_3, PM_{10}, NOx, NO, NO_2, THC, NMHC, CH_4, $PM_{2.5}$ (自動), $PM_{2.5}$ (手動), 溫度,濕度, 風速, 風向, 雨量	13 公尺	國立台中特殊教育學校	台中市南屯區公益路二段 296 號
斗六	一般空品及質量濃度常規量測站	SO_2, CO, O_3, PM_{10}, NOx, NO, NO_2, $PM_{2.5}$ (自動), $PM_{2.5}$ (手動), 溫度,濕度, 風速, 風向, 雨量	16 公尺	斗六高中	雲林縣斗六市民生路 224 號
嘉義	一般空品及質量濃度常規量測站	SO_2, CO, O_3, PM_{10}, NOx, NO, NO_2, THC, NMHC, CH_4, $PM_{2.5}$ (自動), $PM_{2.5}$ (手動), 溫度,濕度, 風速, 風向, 雨量	13 公尺	國立嘉義大學新民校區	嘉義市西區新民路 580 號
小港	一般空品站	SO_2, CO, O_3, PM_{10}, NOx, NO, NO_2, THC, NMHC, CH_4, $PM_{2.5}$ (自動),溫度, 濕度, 風速, 風向, 酸雨, 雨量	15 公尺	小港國中	高雄市小港區平和南路 185 號
花蓮	一般空品及質量濃度常規量測站	SO_2, CO, O_3, PM_{10}, NOx, NO, NO_2, $PM_{2.5}$ (自動), $PM_{2.5}$ (手動), 溫度,濕度, 風速, 風向, 雨量	11 公尺	中正國小	花蓮縣花蓮市中正路 210 號
臺中臺灣大道 (頂何厝)	交通測站	SO_2, CO, O_3, PM_1, NO_2, $PM_{2.5}$ (自動), 溫度, 濕度, 風速, 風向, 雨量	3 公尺	臺灣大道	臺中市西屯區臺灣大道二段 666 號(前)

1. 板橋站 (25º00'46.7"N，121º27'31.2"E)

板橋站(圖 3.1.3)位於新北市立板橋高級中學校舍四樓頂，屬於一般大氣測站，採樣口離地面約 19.5 公尺，測站南方有一教學大樓，其餘部分為校園。

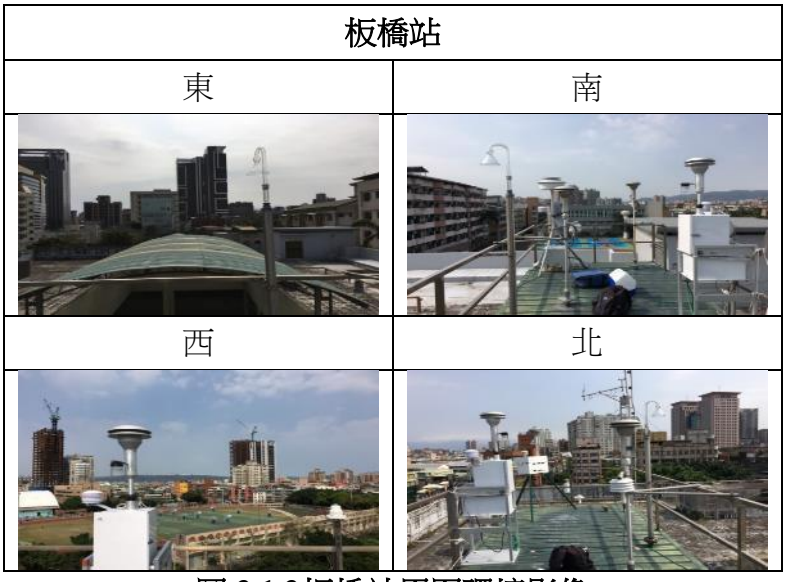


圖 3.1.3板橋站周圍環境影像

2. 忠明站 (24º09’7.05”N，120º38’27.93”E)

忠明站(圖 3.1.4)位於台中市公益路與惠中路交叉口的特教學校三樓頂，測站西側約 20 公尺為 30 公尺寬的惠中路，南側 50 公尺處為 30 公尺寬的公益路，交通流量大。

忠明站	
東	南
	
西	北
	

圖 3.1.4忠明站周圍環境影像

3. 斗六站 (23º42’42.67”N，120º32’41.98”E)

斗六站(圖 3.1.5)位於雲林縣斗六市斗六高級中學三樓頂，屬一般大氣監測站，採樣口離地面高約 12 米，附近車流量受上、下學影響較大。

斗六站	
東	南
	
西	北
	

圖 3.1.5斗六站周圍環境影像

4. 嘉義站 (23°27’46”N，120°26’27”E)

嘉義站(圖 3.1.6)本站位於嘉義大學新民校區管理學院 B 棟頂樓，屬一般大氣監測站，採樣口離地面高約 13 米。

嘉義站	
東	南
	
西	北
	

圖 3.1.6嘉義站周圍環境影像

5. 小港站 (22°33’57”N，120°20’15.85”E)

位於小港區小港國中四樓頂，小港站(圖 3.1.7)北方距離 1.0 公里是小港機場，東方距 280 公尺是 35 公尺寬的大業北路，南面是臨海工業區中鋼、中船等大型工廠，西南側是台電火力發電廠。

小港站	
東	南
	
西	北
	

圖 3.1.7小港站周圍環境影像

6. 花蓮站 (23°97’13.05”N，121°59’97.69”E)

花蓮站(圖 3.1.8)所在地點為中正國小，東面 1.5 公里處為太平洋，西邊為花蓮市區，南邊與北邊為一般道路。

花蓮站	
東	南
	
西	北
	

圖 3.1.8花蓮站周圍環境影像

7. 臺中市臺灣大道(頂何厝)站 (24°9’32.04”N，120°39’24.16”E)

臺中市臺灣大道(圖 3.1.9)所在地點為臺灣大道二段車道間分隔島，快車道為雙向六車道，慢車道為雙向四車道，採樣通道設置於測站貨櫃上方。

臺中臺灣大道	
東	南
	
西	北
	

圖 3.1.9臺中臺灣大道交通測站周圍環境影像

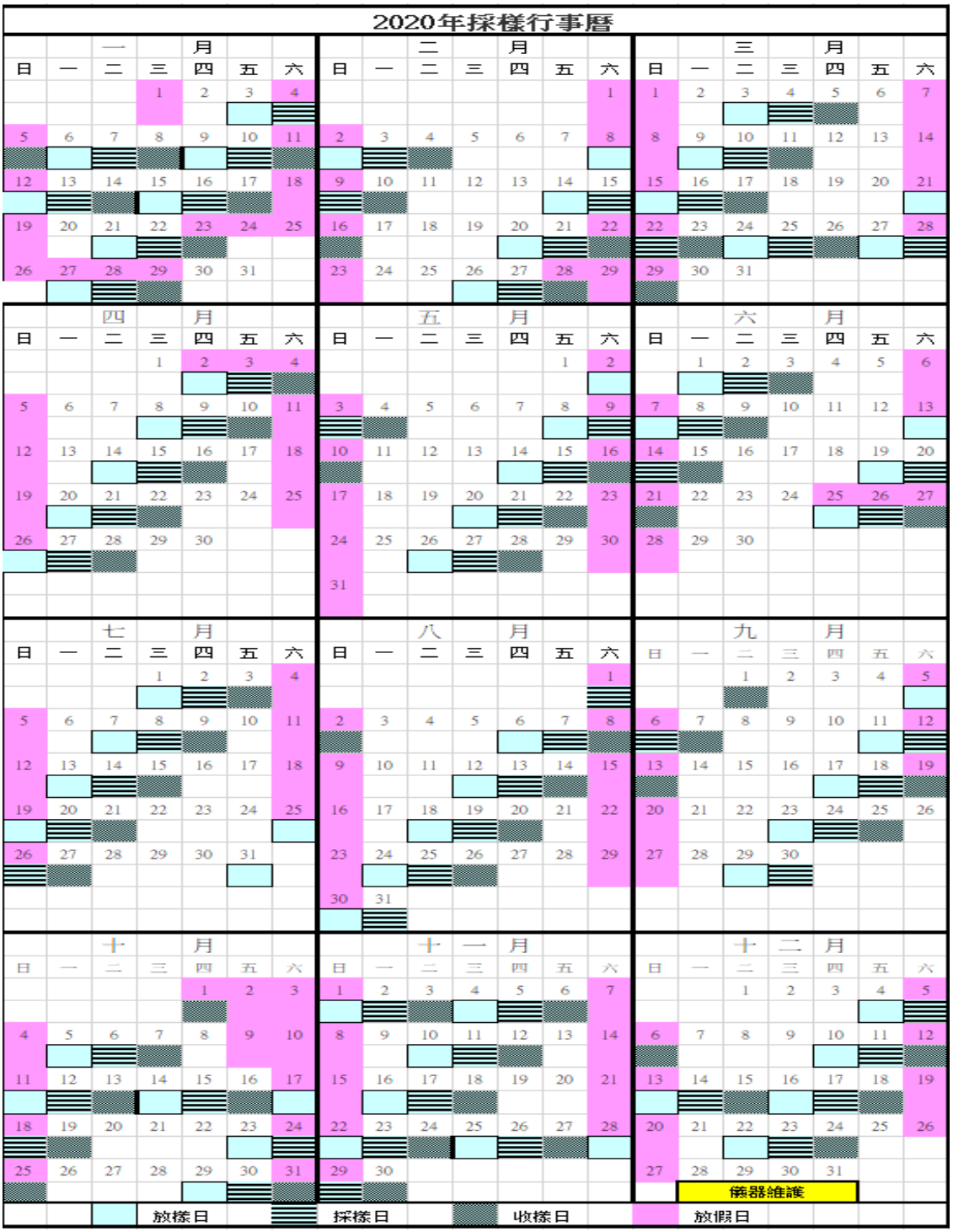


圖 3.1.10 本年度例行採樣日程

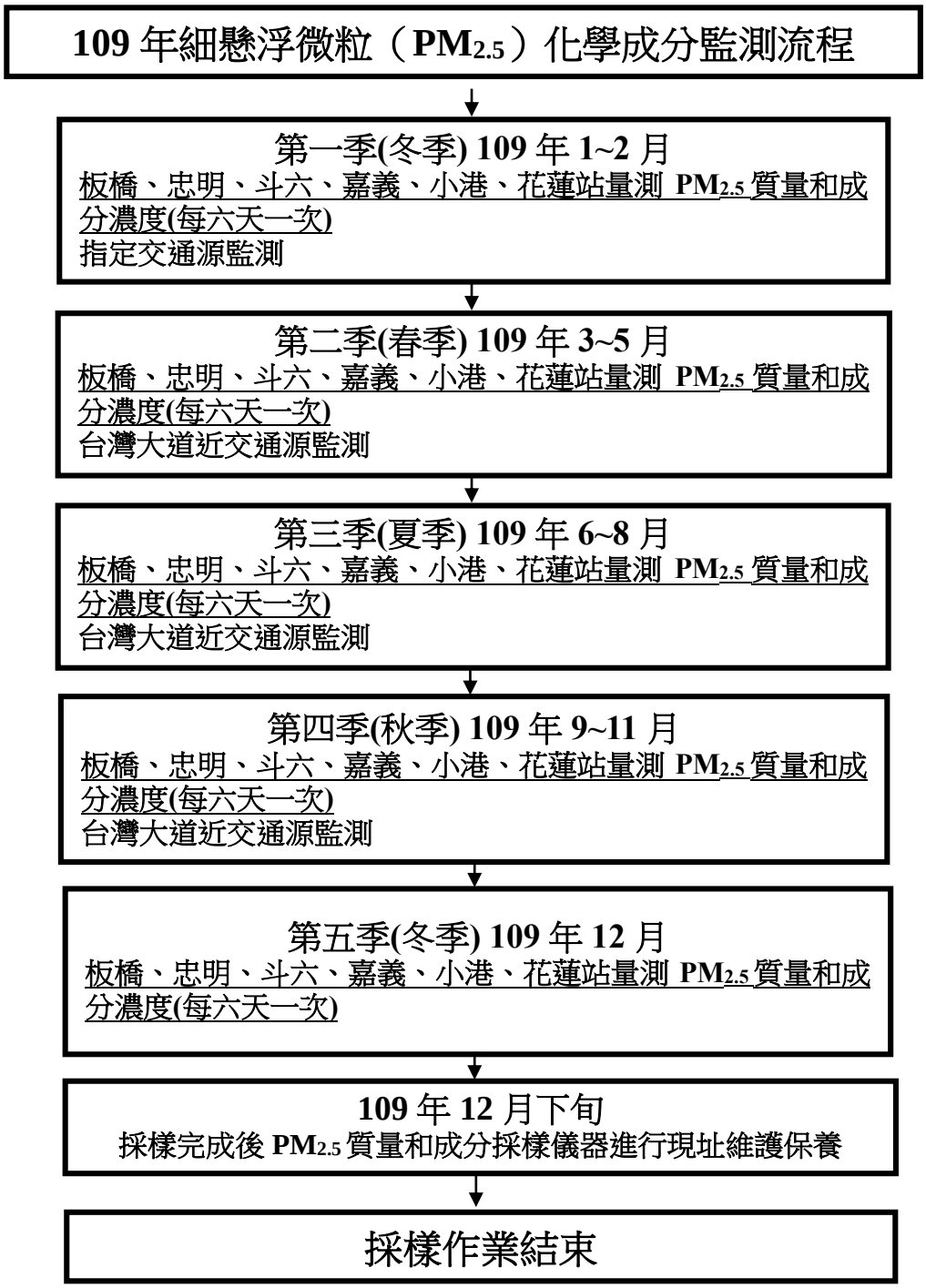


圖 3.1.11細懸浮微粒 ($PM_{2.5}$) 化學成分採樣檢測作業執行程序

3.1.2 採樣及實驗分析人員及行程分配

採樣前本計畫須先進行地點現勘，針對各採樣地點分別確認採樣位置、電源供應、鄰近遮蔽物等影響因子，在彙整相關資料及取得必要的採樣設備後，把採樣器運送至採樣地點。

執行採樣管理及樣本前處理流程，樣本採集人員安排如圖 3.1.12，圖中也列出各相關人員對應的主要工作項目。

本計畫每測站樣本採樣時間為 24 小時，採樣起迄時間的影響因素包括：採樣儀器測漏、流量校正、放置和取下 $PM_{2.5}$ 質量濃度及化學成分採樣空白等工作，本計畫在採樣前一天設置好採樣器定時裝置，於採樣日零點起動，每個樣本採足 24 小時，然後於採樣結束後隔日，遵循採樣結束標準操作業程序，收取帶有微粒的濾紙樣本，接著記錄各項表單項目後，進行必要的採樣器維護保養，以等待下一次採樣工作，然後再離開現場，除了板橋站樣本外，其他 5 站採樣樣本都以冷凍快捷郵遞方式寄送。

圖 3.1.13 列出樣品採集人員工作規劃，圖 3.1.14 列出樣本及數據分析人員工作規劃，圖 3.1.15 列出數據品保及報告人員工作規劃供參考。

本計畫另成立機動小組，成員也具備有採樣和實驗分析專業技能，遇有緊急狀況時可以提前或適時應變，目前有中研院陳美君、黃薇如，中央大學孫紹恩及其他兼任助理等人。

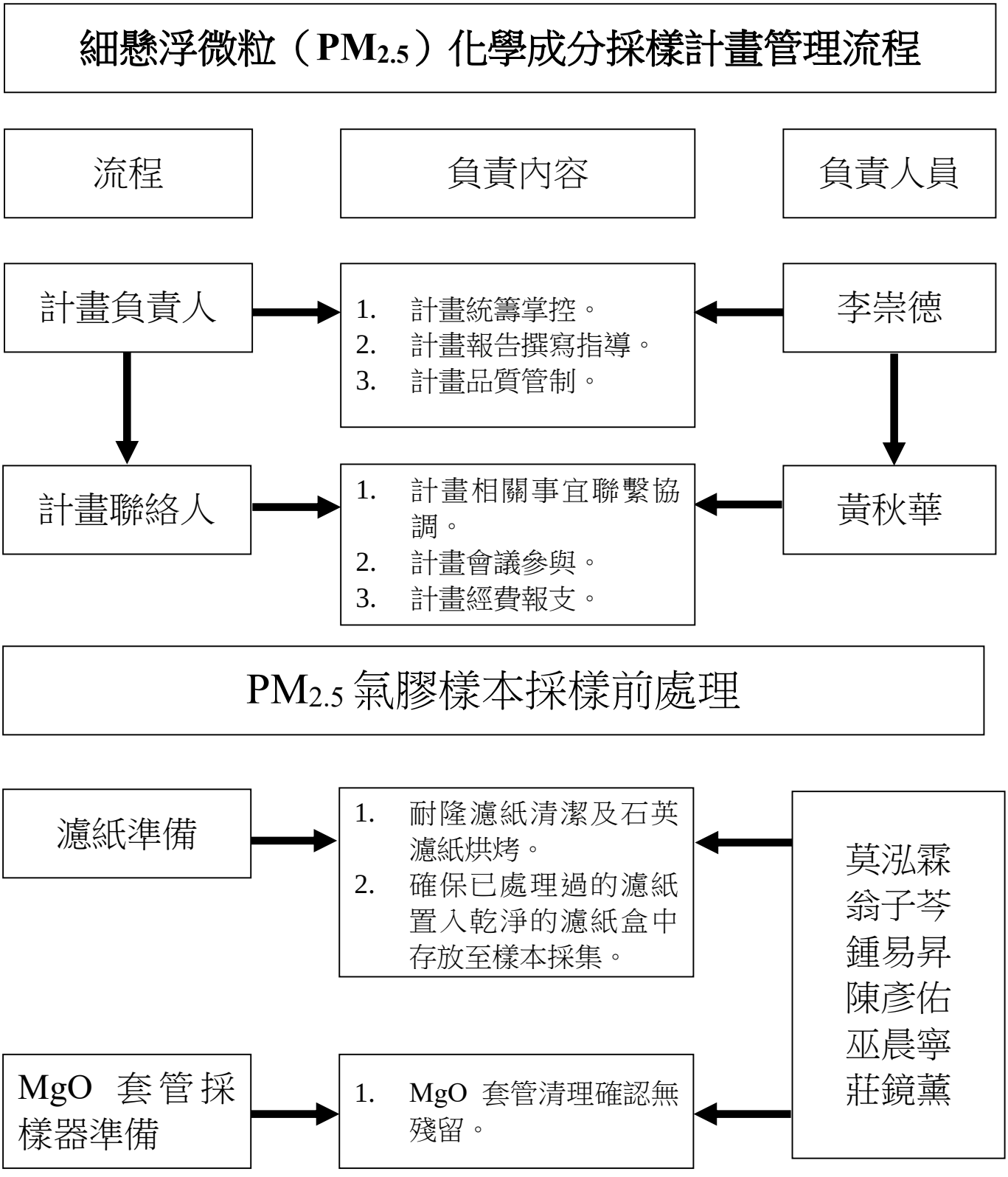


圖 3.1.12 採樣計畫管理及樣本採樣前處理流程

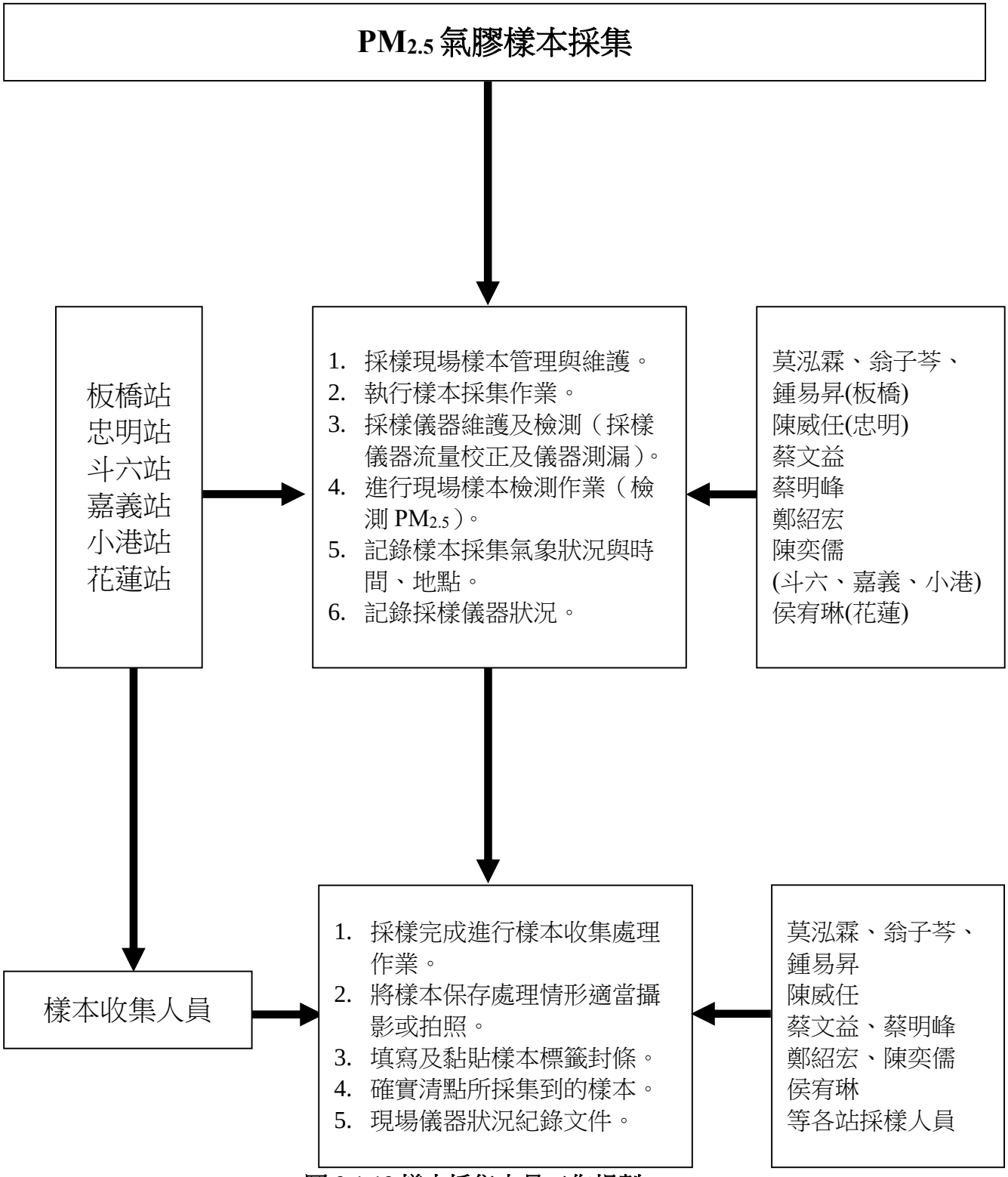


圖 3.1.13 樣本採集人員工作規劃

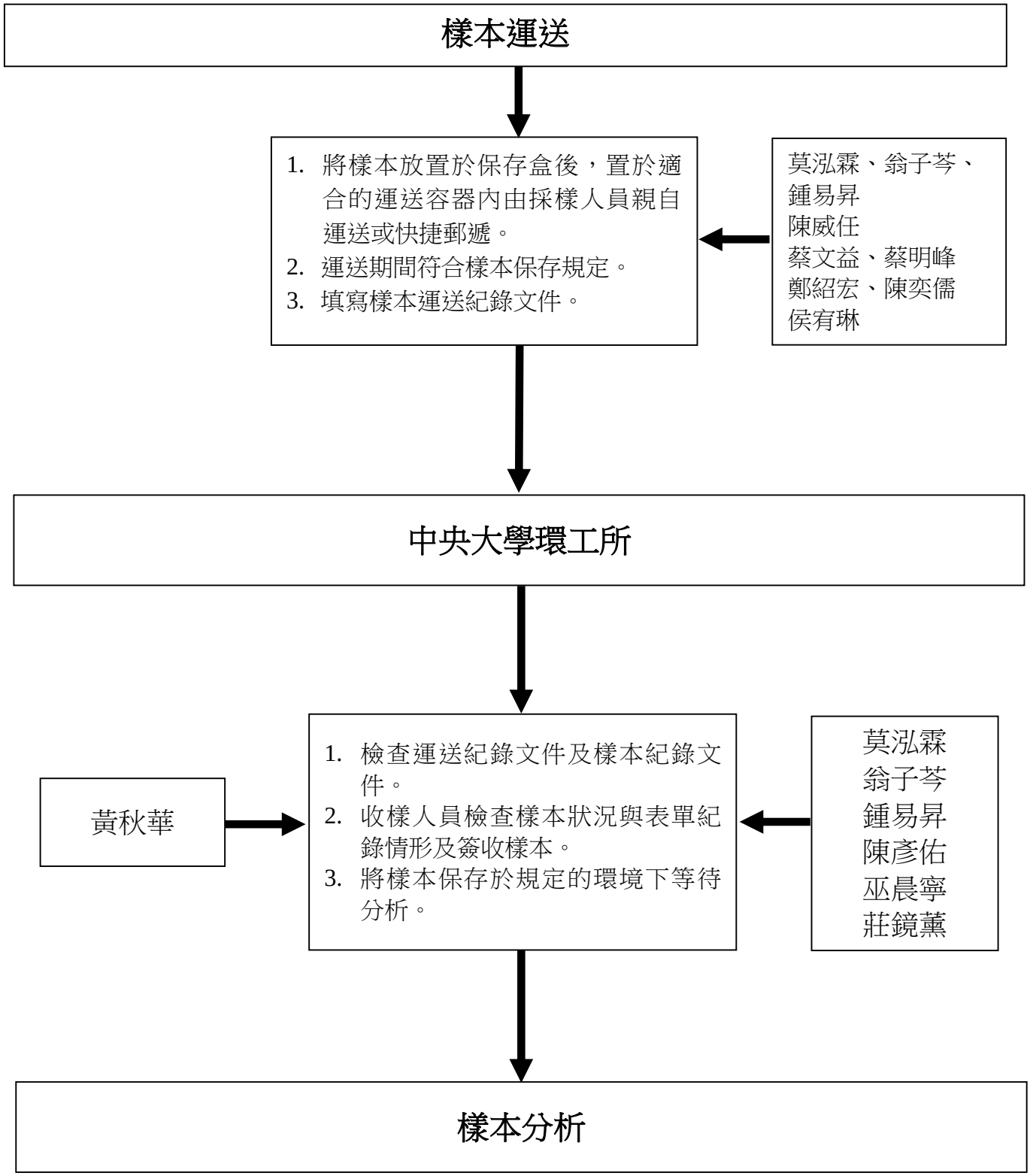


圖 3.1.14 樣品及數據分析人員工作規劃

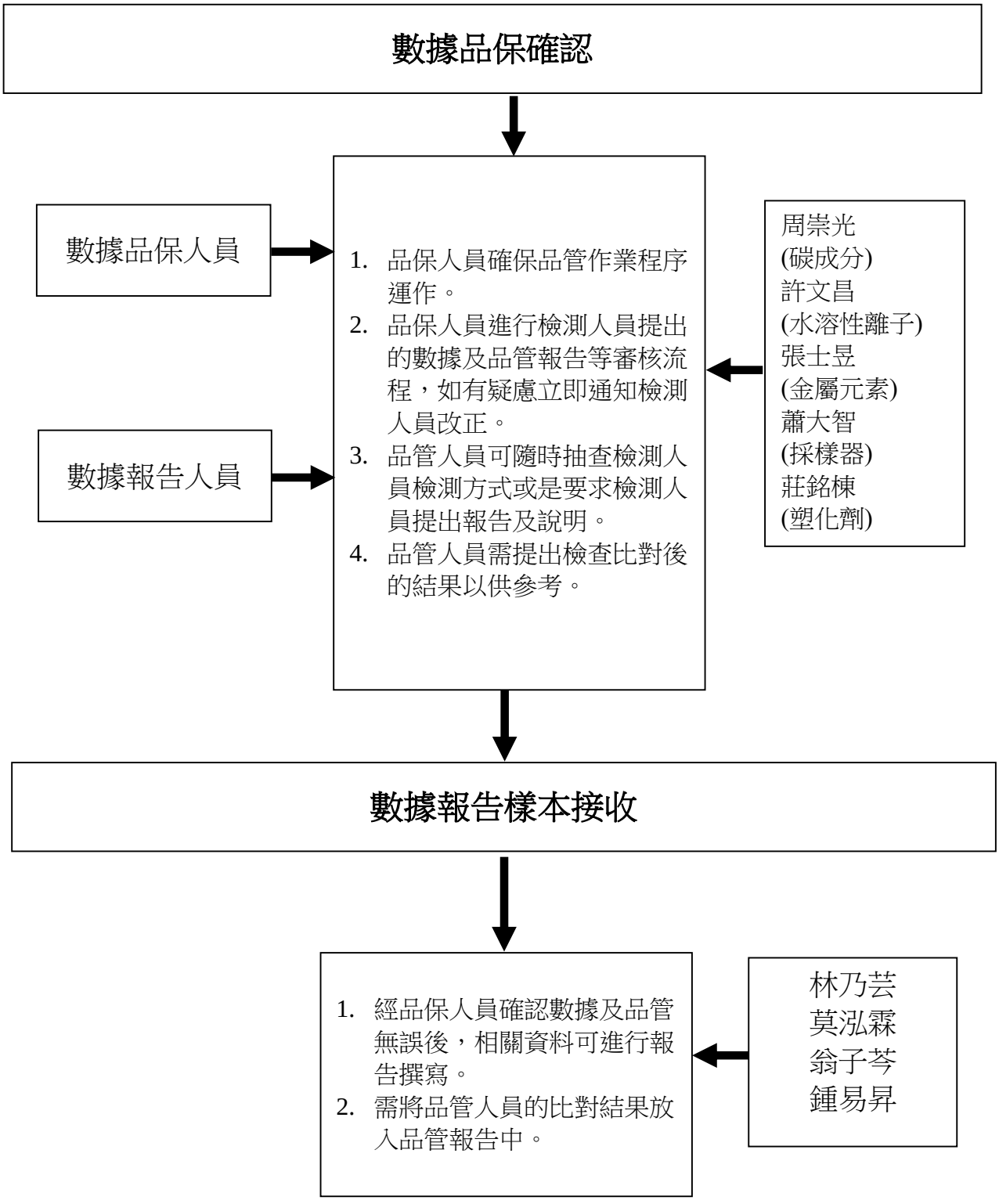


圖 3.1.15 數據品保確認及報告人員工作規劃

3.1.3 細懸浮微粒採樣設備及方法

本計畫依據李等(2015)年執行 $PM_{2.5}$ 化學成分檢測第一次研討會委員建議，為避免水溶性離子因等待秤重而有揮發損失，每站以 $PM_{2.5}$ MetOne E-FRM 採樣器採集微粒在鐵氟龍濾紙上，經過環保署 NIEA A205.11C 方法規定調理環境及程序調理後，進行秤重決定 $PM_{2.5}$ 質量濃度，然後同張濾紙進行元素成分分析。水溶性離子、碳成分、塑化劑則另外使用 MetOne SASS Sepeciation Sampler 化學成分採樣器採樣後，儘快進行實驗分析。2020 年持續採用相同採樣器執行板橋、忠明、斗六、嘉義、小港及花蓮站每六天同步採樣一次的 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣及實驗分析。

各類採樣器標準操作步驟都包括：(1)系統測漏，(2)流量測試與校正，(3)採樣時間設置設定步驟。詳細內容列於本計畫的品保規畫書內。

1. MetOne E-FRM $PM_{2.5}$採樣器採樣原理

MetOne型號E-FRM採樣器(圖3.1.16)是通過美國環保署方法認證的$PM_{2.5}$ (RFPS-0315-221)和PM_{10}採樣器(RFPS-0216-231)，採樣器設計原則符合美國環保署參考方法的單次濾紙採樣，並用以決定大氣每天$PM_{2.5}$或PM_{10}微粒濃度。儀器採用放置單張47 mm鐵氟龍濾紙的濾紙匣，每次採樣由操作員手動更換濾紙。儀器以雙頭隔膜負壓幫浦將流率控制在16.67 L min^{-1} (變動比率± 2%，± 0.33 L min^{-1}，比FRM規範的± 5%，± 0.83 L min^{-1}準確)，樣本空氣抽氣進入標準的PM_{10}入流口後，可經由BGI VSCC^{TM} (very-sharp-cut cyclone)或URG-2000-30EGN cyclone，或傳統的WINS Impactor進行$PM_{2.5}$粒徑切割，本計畫係採用VSCC，氣流經由VSCC後，微粒被收集在濾紙上。經過24小時採完樣後取下濾紙，送往實驗室進行溫度和濕度調理，然後以± 1 μg靈敏度天平秤重，和空白濾紙採樣前秤重值相減，經由計算，獲得大氣$PM_{2.5}$質量濃度(μg m^{-3})。

E-FRM採樣器可收折成較密實包裝，架設時再展開，運送方便。每次採樣操作時間可由操作員以程式設定，儀器可展現和儲存所有採樣過程流率、溫度、壓力、警告值，數據可透過個人電腦從RS-232或USB虛擬串聯口或甚至直接以USB隨身碟下載。



圖 3.1.16 MetOne E-FRM $PM_{2.5}$ 採樣器的外觀與儀器操作面板

2. MetOne SASS $PM_{2.5}$採樣器採樣原理

MetOne SASS 是目前美國化學成分監測網(CSN)所使用的化學成分採樣器，採樣器外觀如圖 3.1.17，MetOne SASS 最多可使用 5 個濾紙採樣通道，進行 24 小時連續採樣。通道 1 至 3 以質量流控制器(mass flow controller)控制採樣流量為 6.7 Lpm (通道 1 至 3)，通道 4 與 5 則使用臨界小孔(critical orifice)，流量為 6.9 Lpm，入流口都設置有 sharp cut cyclone 可篩分出 2.5 μm 的微粒進來。採樣器配置如下圖 3.1.18 所示，通道 1 前端設置塗覆 MgO 的擴散管以去除環境酸性前驅氣體干擾，後端放置鐵氟龍濾紙後接耐隆濾紙，分析 $PM_{2.5}$ 氣膠水溶性離子成分及揮發的硝酸根和氯離子；通道 2 設置 2 張石英濾紙，作為分析氣膠碳成分及微粒有機碳成分揮發補償使用；通道 3 保留可放置鐵氟龍濾紙作為額外分析質量或元素成分進行比對使用；通道 4 與通道 5 各設置 1 張石英濾紙，作為分析氣膠塑化劑成分使用，以兩張石英濾紙合併作為分析氣膠塑化劑成分使用；通道 6 沒有氣流通過，本計畫放置 1 張石英濾紙，作為現場空白及被動揮發性有機氣體吸附補償使用。



圖 3.1.17 MetOne SASS $PM_{2.5}$ 成分採樣器的外觀與儀器操作面板

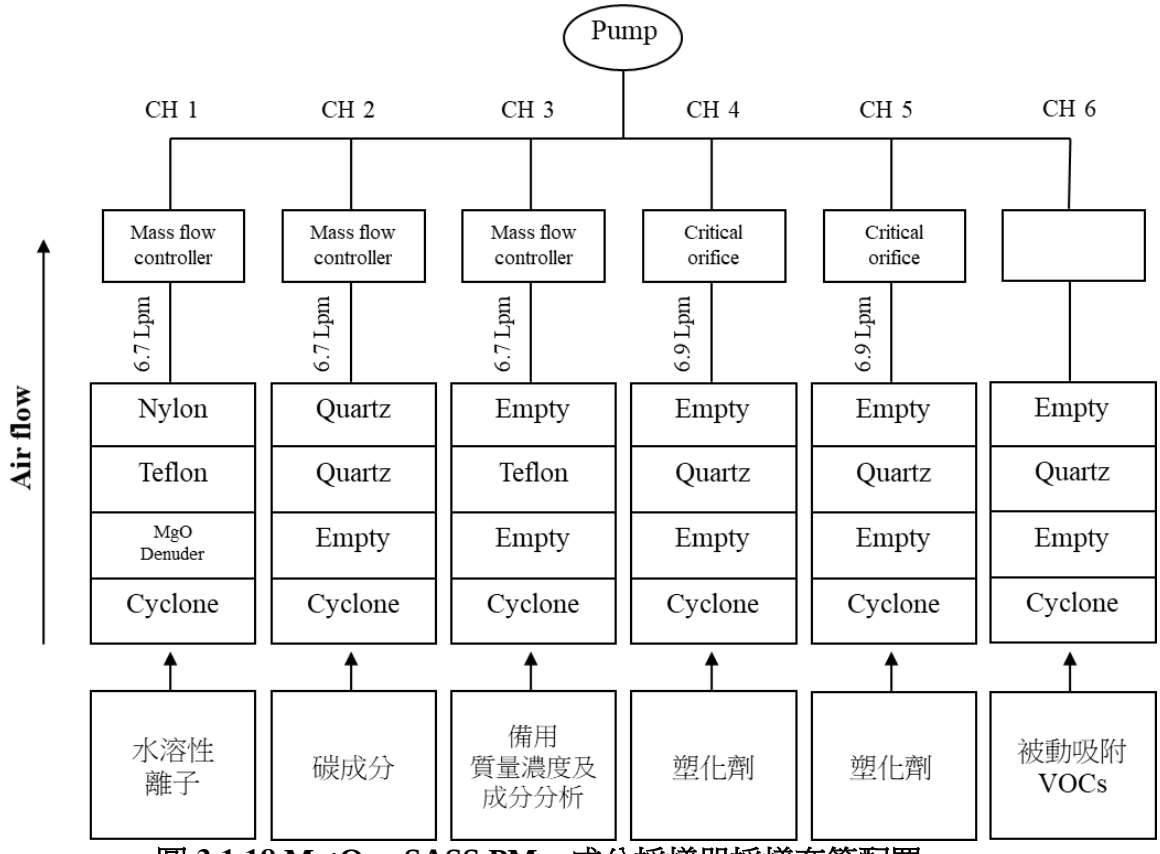


圖 3.1.18 MetOne SASS $PM_{2.5}$ 成分採樣器採樣套管配置

3.1.4 細懸浮微粒成分人工採樣去除大氣干擾物方法

MetOne SASS 採樣器有 5 個通道，可同時採集多達 5 個樣本，本計畫在每次採樣同時使用 5 個通道，分別做為分析 $PM_{2.5}$ 水溶性離子、$PM_{2.5}$ 碳成分、備用 $PM_{2.5}$ 質量濃度以及 $PM_{2.5}$ 塑化劑，對於 $PM_{2.5}$ 質量濃度及元素成分則另外使用 MetOne E-FRM 採樣器採集。微粒碳成分揮發與被動吸附及揮發性離子修正方法分別敘述於下。

1. 矯正濾紙微粒揮發及空氣中揮發性有機物干擾

含碳氣膠通常分成有機碳(OC)和元素碳(EC)，前者是 $PM_{2.5}$ 的主要成分，後者則多包含一級致癌物。氣膠碳成分的 OC 包含半揮發性有機物，這些半揮發性有機物收集到石英濾紙上後會隨著採樣氣流流過而揮發，造成微粒質量損失，這種現象稱為負偏差(negative artifact)；然而，空氣中的揮發性有機物(VOCs, Volatile Organic Compounds)在採樣過程會吸附在石英濾紙上，導致實驗分析的 OC 高估，這種現象稱為正偏差(positive artifact)，這兩項偏差都會影響到實際微粒 OC 的量測(Turpin et al., 2000)，如圖 3.1.19 所示。因為每個通道只能放置兩張石英濾紙，本計畫在每次採樣時，在通道 2 裝置 2 張石英濾紙，進行 $PM_{2.5}$ 採集和補償採樣過程碳成分揮發的負偏差，正偏差則另以放置在通道 6 的石英濾紙進行 VOCs 被動吸附來修正。

修正方式為假設現場空白被動吸附 VOCs (OC_{FB})和濾紙採樣主動吸附 VOCs 濃度相等，修正 OC 以第一張石英濾紙(OCQ_1)減去放置於通道 6 的石英濾紙(OC_{FB})，加上第二張石英濾紙(OCQ_2)減去 OC_{FB} 計算獲得，亦即，修正 OC = $(OCQ_1-OC_{FB})+(OCQ_2-OC_{FB})= OCQ_1 + OCQ_2 - 2*OC_{FB}$，當 OCQ_2 小於 OC_{FB} 時將視為幾乎沒有 OC 在採樣過程揮發，此時修正 $OC = OCQ_1 - OC_{FB}$。

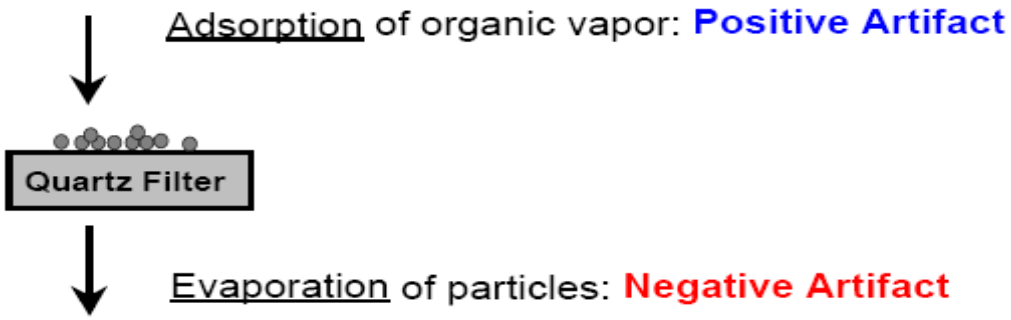


圖 3.1.19 以石英濾採集微粒有機碳成分偏差示意圖 (Turpin et al., 2000)

2. 去除大氣酸氣對微粒水溶性離子干擾及微粒揮發的硝酸氣和鹽酸氣

MetOne SASS 只配備 MgO denuder 去除大氣酸性干擾氣體，對於大氣鹼性干擾氣體並無去除設備，微粒採集裝置則可串連兩張濾紙。本計畫以兩張濾紙採集水溶性無機離子成分，第 1 張裝設鐵氟龍濾紙，量測水溶性離子，第 2 張裝設耐隆濾紙，量測從第 1 張濾紙揮發的硝酸氣(NO_3^-)和鹽酸氣(Cl^-)，並補償加回到第 1 張濾紙採集分析的 NO_3^-和 Cl^-。至於 NH_4^+離子的揮發補償，則因為無法裝置第 3 張濾紙，因此，計算與 NO_3^-和 Cl^-相匹配 NH_4^+離子濃度進行補償。

3.1.5 $PM_{2.5}$質量濃度檢驗分析方法

$PM_{2.5}$ 質量濃度檢驗是透過微量天平，精秤採集 $PM_{2.5}$ 的鐵氟龍濾紙於採樣前、後的質量差異，然後除以採樣體積而得到質量濃度。本計畫所使用的六位數(靈敏度± 1 μg)微量天平為德國 Sartorius 公司 Cubis 系列天秤(Cubis MSA6.6S-000-DF, Sartorius, Göttingen, Germany)，並採用英國 Whatman 鐵氟龍濾紙(Whatman , Maidstone, UK) 捕集 $PM_{2.5}$，濾紙規格符合 NIEA A205.11C 規範，尺寸與孔徑分別為 47 mm 及 2 μm。濾紙調理與秤重作業流程遵循 NIEA A205.11C 的規範。

1. 濾紙秤重標準操作程序

濾紙秤重作業標準操作程序包含：(1)採樣前濾紙調理與秤重，(2)採樣後濾紙調理與秤重，(3)採樣前、後濾紙秤重程序注意事項。方法流與程敘述如下：

(1) 採樣前濾紙調理與秤重

A. 確認濾紙外觀是否完整，或有無明顯污染。並給予每一張濾紙識別編號，編號包含濾紙應用的採樣場所、採樣日期、用途等資訊，如：BQ20200101FB，即為板橋站 2020 年 1 月 1 日現場空白。

B. 將已編號濾紙，放置於秤重環境中調理至少 72 小時，秤重天平室溫須保持於 20~23°C，且 24 小時內平均溫度變化在±2°C；相對濕度保持在 30~40%之間，且 24 小時內小時平均相對濕度變化在±5%。

C. 完成調理作業後，開始進行採樣前秤重作業，同張濾紙由同一作業人員重複秤重數值差異需小於等於 3 μg，但同張濾紙在不同批次秤重不可由同一人進行。秤重期間仍需維持天平室秤重條件如 B.項所述。

D. 採樣前待濾紙於秤重環境完成調理後，方可進行秤重批次作業。每批次秤重作業須至少間隔 24 小時，完成至少三批次秤重作業至兩次重量數值相差小於或等於 5 μg 方視為恆重。

E. 濾紙秤至恆重後，取符合前述規範濾紙重量平均值為採樣前濾紙重量值。

(2) 採樣後濾紙調理與秤重

A. 確認樣本濾紙外觀是否完整，或有無明顯污染？收置樣本於前述秤重環境進行調理至少 72 小時。

B. 完成調理作業後，開始採樣後秤重作業，同張濾紙由同一作業人員重複秤重數值差異需小於等於 3 μg，但同張濾紙在不同批次秤重不可由同一人進行。秤重期間仍需維持天平室秤重條件如(1) B.項所述。

C. 採樣後待濾紙於秤重環境完成調理後，方可進行秤重批次作業。每批次秤重作業須至少間隔 24 小時，完成至少三批次秤重作業至兩次兩次重量值相差小於等於 5 μg 方視為恆重。

D. 濾紙秤至恆重後，取符合前述規範濾紙重量平均值為採樣後濾紙重量值。

(3) 採樣後濾紙秤重程序注意事項

A. 新購入濾紙需放置於調理環境中存放，於採樣前一週前進行調理與前秤作業。

B. 分析天平必須被置於與調理濾紙相同的秤重環境中。

C. 濾紙在調理後至秤重前，不得再暴露於其他環境條件。

D. 採樣前、後濾紙秤重環境必須是相同(如(1) B.項所述)。

E. 各批次秤重必須使用相同天平進行濾紙秤重，並使用靜電中和器中和濾紙的靜電。

2. 濾紙秤重數據處理

採樣前與採樣後 PM_{25} 質量濃度計算方式如公式 3.1.1：

$$PM_{2.5} = (W_f - W_i) \div V_a$$

公式 3.1.1

其中：

$PM_{2.5}$：計算後質量濃度(μg m^{-3})

W_f：採樣後濾紙重量(μg)

W_i：採樣前濾紙重量(μg)

V_a：採樣總體積(m^3)

3.1.6 $PM_{2.5}$ 水溶性離子檢驗分析方法

1. 離子層析儀分析原理

$PM_{2.5}$ 水溶性離子是使用離子層析儀分析，離子層析儀是利用離子交換原理，當待測樣本溶液通過分析管柱時，樣本中離子會與管柱中的樹脂產生交換作用，此時加入流洗液沖提，可帶出不同導電度的離子，再使用導電度偵測器測定移動相中導電度的變化。

典型的離子層析儀系統通常保含了流洗液、高壓幫浦、樣本注射器、保護管柱(Guard Column)和分離管柱(Separator Column)、抑制器(Suppressor)、導電度測定器(Conductivity Cell)及數據收集系統。

進行分析樣本前，需使用標準溶液進行標定。由已知標準濃度離子析出尖峰面積與時間，然後以樣本的析出時間和尖峰面積和標準溶液比較，樣本中的離子濃度就可以確認並定量。數據收集系統為電腦執行層析軟體，層析軟體包含樣本濃度的每支尖峰及運算出的結果。圖 3.1.20 為離子層析儀分析系統，分析程序可分為 6 個部份，說明如下:

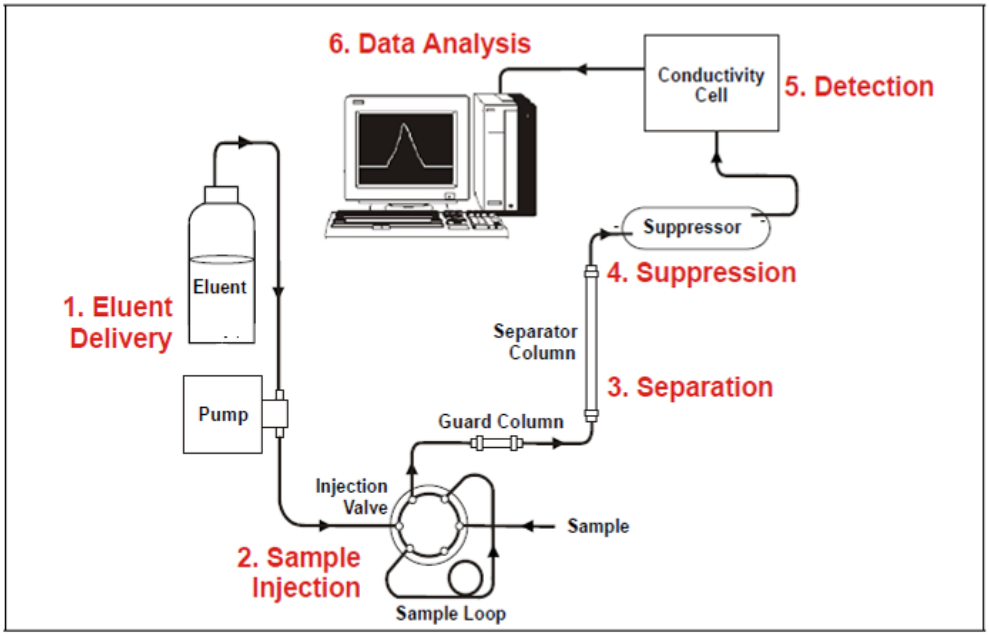


圖 3.1.20 離子層析儀分析系統 (Dionex, 2005)

(1) 流洗液：可幫助樣本中的離子分離並沖提樣本進入離子層析儀分析系統。

(2) 層析系統及樣本注射：由手動或自動裝置將樣本溶液注入系統流路中，當分析系統啟動時，樣本會進入流洗流程中，幫浦會推動流洗液及樣本進入保護管柱及分離管柱，保護管柱會移除可能傷害分離管柱的污染物。

(3) 分離：當幫浦將流洗液及樣本沖提進入分離管柱時會分離樣本離子，這是因為不同的樣本離子經過分離管柱時，不同離子與管柱內樹脂離子進行交換，由於交換速度不一樣，不同離子通過分離管柱的時間不同。

(4) 抑制：在流洗液及樣本中的離子離開分離管柱後，進入抑制器，抑制器會選擇性地加強樣本離子的偵測而抑制流洗液的導電度。

(5) 偵測：當樣本離子離開抑制器，進入導電度偵測器時，樣本離子的導電度，會產生一個化學或物理特性訊號。

(6) 數據收集及分析：導電度偵測器會傳送量測訊號到數據收集系統。數據收集系統確認離子成分析出時間，每一個成分的分析量，並比對標準樣品的尖峰面積及高度後，即可算出樣本中離子的濃度。

(7) 樣本前處理步驟：

A. 將濾紙取出並放到室溫

B. 實驗操作前，操作人員需帶手套及口罩。

C. 確認濾紙是實驗樣本。

D. 標示萃取瓶。

E. 用石英剪刀，裁剪濾紙。

F. 將裁剪過後的濾紙，塞進萃取瓶中(注意:萃取瓶的編號需要再次確認是否和濾紙編號相符。需要確認把濾紙塞入萃取瓶的最底部，以防濾紙震盪時，濾紙浮於水面上)。

G. 加入 100 μL 的 Ethanol，均勻地滴在濾紙上 (當萃取鐵弗龍濾紙微粒才需要執行這個步驟。)

H. 加入超純水於萃取瓶中(一張濾紙加入 10 mL，半張濾紙加入 5 mL)。

I. 將萃取瓶的蓋子鎖緊，以免下一步驟，水溶液滴出，造成分析誤差。

J. 將萃取瓶放入超音波震盪機(Sonicator)震盪 60 分鐘。備註:超音波槽的溫度不能超過攝氏 27 度，若超過需加冰塊降溫。

K. 將超音波震盪完的萃取瓶放入震動機(shaker)震動 60 分鐘。

L. 將完成前述步驟的萃取瓶，放入冰箱冰存 12 小時以上，以備過濾。

(8) 樣本過濾步驟：

B. 實驗操作前，操作人員需帶手套及口罩。
C. 準備第二組萃取瓶及小 Vial 瓶。
D. 標示第二組萃取瓶及小 Vial 瓶，使其編號和萃取瓶上的編號相符。
E. 準備三個燒杯，分別裝滿超純水，以備使用。
F. 準備 2.5 mL 針筒及 0.45 μm 濾頭以備使用。
G. 將燒杯分別標示(a)、 (b)、 (c)。拿取針筒及濾頭。
H. 針筒及濾頭放於(a)燒杯內清洗外部。
I. 以針筒抽取(b)燒杯的超純水，清洗內部 5 次。
J. 以針筒抽取(c)燒杯的水，清洗內部 2 次後。再抽 (c)燒杯的水，將針筒加濾頭清洗內部 2 次。
K. 將萃取瓶的溶液適量倒出，用針筒取適量溶液，清洗針筒。加濾頭將內部溶液擠出。
L. 將第一組萃取瓶溶液全部過濾到第二組備好的萃取瓶中。
M. 將萃取瓶拿去超音波震盪器中，振盪 5~10 分鐘後，重覆 F-J 步驟後，以針筒抽取溶液約 1.5 mL。過濾液潤洗 Vial 瓶，潤洗後再將樣本裝入 Vial 瓶後，即完成過濾步驟，每個樣本重覆步驟 G~L。
N. 完成全部步驟後等待上機分析。

2. 離子層析儀標準操作程序

本儀器標準操作程序包括：(1)濾紙樣本前處理標準操作步驟，(2)實驗器材清洗，(3)離子層析儀操作設定步驟，(4)自動注射器操作設定步驟，(5)大氣氣膠水溶性離子濃度計算，(6)離子層析儀檢量線及偵測極限製作程序。本節只敘述大氣氣膠水溶性離子濃度計算和本計畫離子層析儀偵測極限，其餘詳列於本計畫品保規劃書。

(1) 離子層析儀大氣氣膠水溶性離子濃度計算

假設離子層析儀分析結果帶入檢量線可得出水溶性離子濃度 X (ppm or μg mL)，本計畫樣品中的水溶性離子係溶解在 10 mL 中，採樣時間為 T 小時，流量為 R Lpm，則帶入下列公式計算可獲得水溶液中各離子在空氣中的質量濃度：

$$\frac{X \times 10}{T \times 60 \times R \times 0.001} = \mu g \text{ m}^{-3}$$

(2) 離子層析儀偵測極限

本計畫離子層析儀偵測極限製作程序係參考環檢所「NIEA-PA107 環境檢驗方法偵測極限測定指引」。

A. 儀器偵測極限測定步驟

注入由高濃度至低濃度的待測物標準品到儀器中，取在檢量線斜率呈現明顯變化濃度，亦即，檢量線最低濃度轉折處的濃度為「儀器偵測極限」。

B. 方法偵測極限(MDL)測定步驟及離子方法偵測極限彙整(表 3.1.2)

a. 前述步驟估算的儀器偵測極限。

b. 取儀器偵測極限的二～五倍濃度值，進行七重複分析。

c. 計算重複分析的變異數（S^2）和標準偏差（S）如下：

$$S^2 = \frac{1}{n-1}\left[\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n} X_i\right)^2}{n}\right] \qquad S = \left(S^2\right)^{1/2}$$

d. MDL 的計算公式如下： MDL＝3S

本計畫每次樣本分析萃取成 10 mL 水溶液，上機分析水溶性無機離子，得出溶液中濃度後，乘上 10 mL 得出水溶性無機離子質量，再除以採樣體積(約 9.648 m^3)，換算得出在空氣中濃度。

表 3.1.2 離子層析儀分析微粒水溶性離子的偵測極限

分析項目	分析方法	方法偵測極限值 MDL		空氣中濃度方法偵測極限值	
		方法偵測極限值	濃度單位(溶液中)	方法偵測極限值	濃度單位(空氣中)
Na^+	IC	0.012	mg L^{-1}	0.012	μg m^{-3}
NH_4^+	IC	0.009	mg L^{-1}	0.009	μg m^{-3}
K^+	IC	0.003	mg L^{-1}	0.003	μg m^{-3}
Mg^{2+}	IC	0.015	mg L^{-1}	0.016	μg m^{-3}
Ca^{2+}	IC	0.014	mg L^{-1}	0.014	μg m^{-3}
Cl^-	IC	0.012	mg L^{-1}	0.012	μg m^{-3}
NO_3^-	IC	0.002	mg L^{-1}	0.002	μg m^{-3}
SO_4^{2-}	IC	0.002	mg L^{-1}	0.002	μg m^{-3}

3.1.7 $PM_{2.5}$碳成分檢驗分析方法

1. 碳成分分析儀分析原理

氣膠碳成分分析是使用美國 DRI 碳分析儀(Thermal/Optical Carbon Analyzer, Model 2001A, Atmoslytic Inc., Calabasas, CA)進行分析(如圖 3.1.21 所示)，本碳成分分析儀是以 TOR (Thermal Optical Reflectance)方法使用電腦程式設定不同溫度來解析氣膠各種碳成分，避免只設定一個溫度缺乏客觀的判定基礎，分析過程並以雷射矯正有機碳(OC, Organic Carbon)分析過程所產生的裂解碳(在缺氧環境下)。TOR 方法是以 Chow et al. (1993)發表的碳成分分析技術為設計依據，將採集於石英濾紙上的微粒樣本先在反應腔導入純氦氣，腔內溫度會依據表 3.1.3 設定的條件分段升溫至 580 ºC，在這段時間石英濾紙樣本上微粒的有機物成分會依蒸汽壓的差異在不同溫度下揮發出來，經氧化管氧化成 CO_2，並隨著攜帶氣流(He)導入還原管還原成 CH_4，然後由儀器的 FID (Flame Ionization Detector)連續偵測氣流中的 CH_4 濃度，最後依據此濃度換算成在不同溫度下揮發的“有機碳”各種成分(OC1~OC4)質量。

在樣品的加熱期間，一組 632.8 nm 雷射光源及偵測器將用於連續監測樣品表面對該雷射光束的反射量，依據 Chow et al. (1993)的研究結果，在 200°C 以上時，雷射光反射強度就會開始逐漸降低，顯示樣品中因為“元素碳” (EC, Elemental Carbon)含量增加導致對雷射光線反射量的降低，這些增加的“元素碳”含量其實是氣膠有機碳成分在缺氧環境中裂解“碳化”揮發所導致。在 400~580°C 間，雷射光反射量在急遽降低後達到穩定，顯示樣本中的微粒有機碳成分已經完全揮發或碳化。然後儀器導入 2%的氧氣和 98%氦氣，這時，樣本中的“元素碳”將被氧化而自濾紙揮發出來，也是由 FID 偵測其濃度。此一氧化過程使樣本表面“元素碳”含量降低，因此雷射光反射量急遽增加，當雷射光反射量回復至實驗初始微粒樣本的反射量時，代表氣膠有機碳成分裂解而在微粒表面增加的“元素碳”含量已被去除，在這過程中 FID 測得的 CH_4 濃度應該歸屬於有機碳的裂解碳值(OP, Pyrolized Organic Carbon)。

當雷射光反射量回復到初始樣本的反射量後，反應腔內的溫度則逐步分段增加至 840 °C，在分段加溫過程中樣本的“元素碳”會持續被氧化而自濾紙樣本中去除，雷射光反射量也會持續增加，直到回復至空白濾紙的程度，這個過程

中 FID 測得的 CH_4 濃度可直接換算成各溫度條件下解析出的“元素碳”質量。整個分析過程可獲得微粒樣本在不同溫度下“碳成分”的解析質量，這個圖譜稱為“thermogram”。

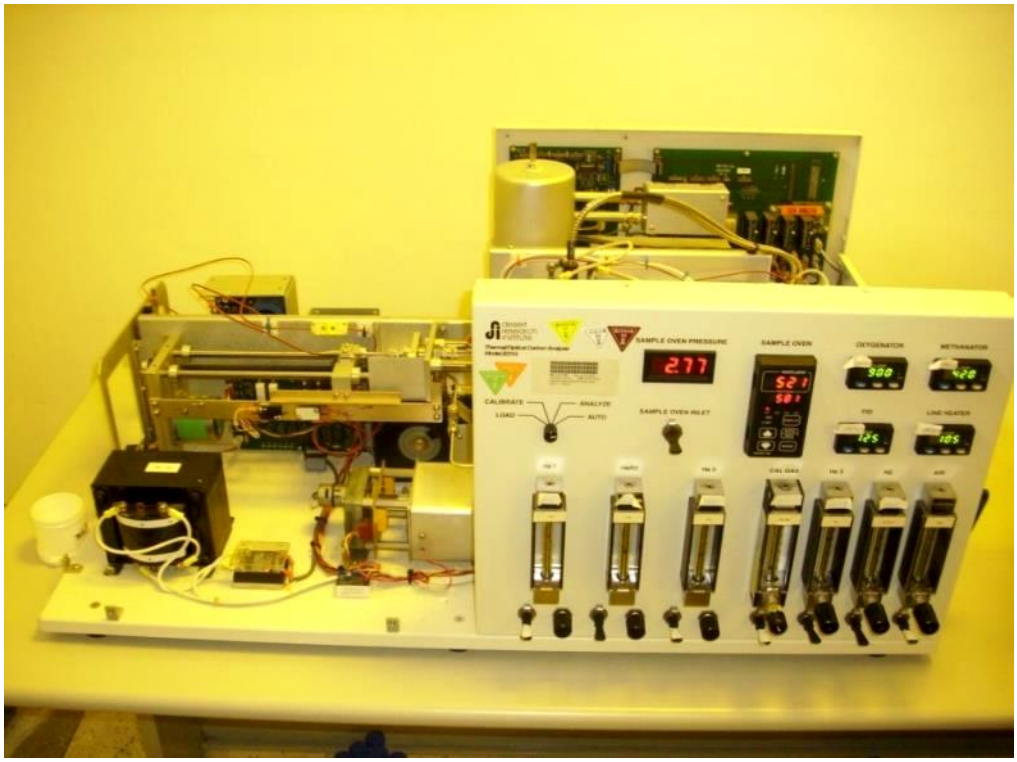


圖 3.1.21 碳分析儀 Model 2001A─氣膠有機碳、元素碳分析

表 3.1.3 DRI 2001A 碳分析儀各加熱階段與溫度範圍

Fraction	Pyrolized fraction	Temperature range(°C)	Setup condition
OC_1		Ambient to140	100% He
OC_2		141~280	
OC_3		281~480	
OC_4		481~580	
EC_1	OP	580	98% He、2% O_2
EC_2		581~740	
EC_3		741~840	

2. DRI 2001A 碳分析儀標準操作程序

本儀器標準操作程序包括：(1)儀器設定步驟，(2)完成分析圖譜及數據表，(3)大氣氣膠濃度計算，(4)儀器方法偵測極限及檢量線製作程序，底下列出完成分析圖譜(圖 3.1.22)及數據表(圖 3.1.23) 、大氣氣膠濃度計算、以及儀器方法偵測極限，詳細步驟列於本計畫品保規劃書。

(1) 分析結果圖譜

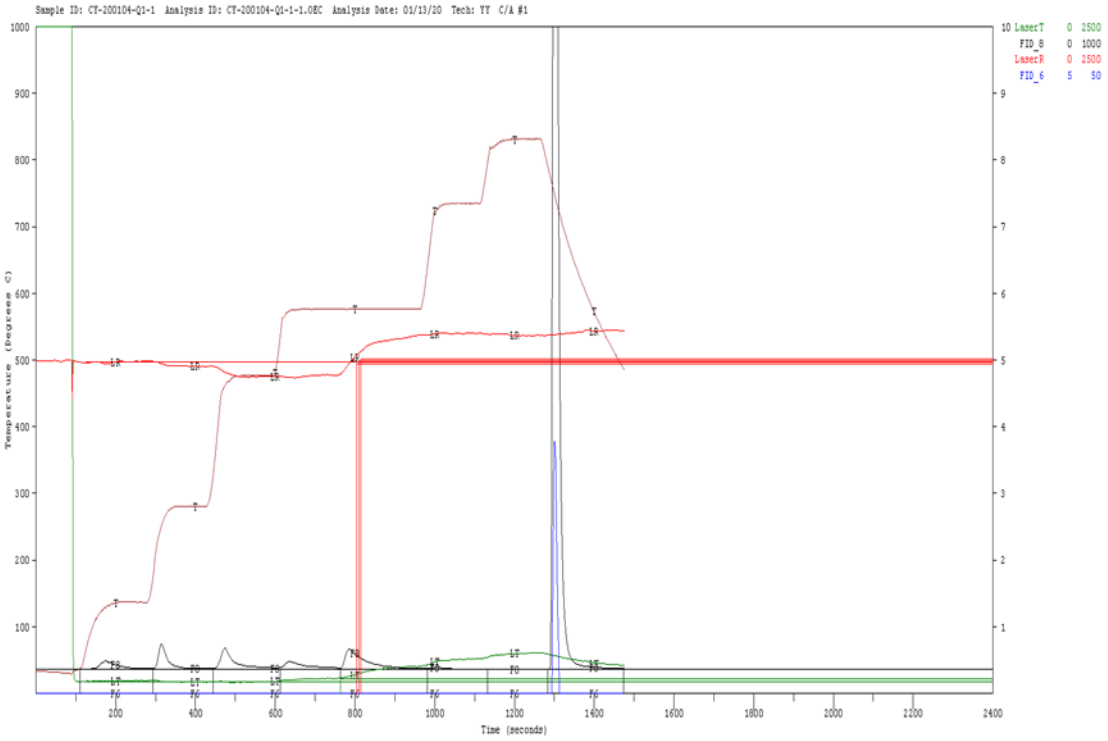


圖 3.1.22 DRI 2001A 碳分析儀分析結果圖譜範例

大氣氣膠碳成分濃度是從分析得到的數據，進行換算獲得。

A. 各碳成分質量(μg C $filter^{-1}$) = 各碳成分單位面積碳濃度(μg C cm^{-2})×採樣濾紙面積(10.683 cm^2 $filter^{-1}$)

B. 大氣碳成分濃度(μg C m^{-3}) = 各碳成分質量 (μg C $filter^{-1}$) ÷ 採樣體積(m^3 $filter^{-1}$)

C. 有機碳(OC) = OC1 + OC2 + OC3 + OC4 + OP

D. 元素碳(EC) = (EC1-OP) + EC2 + EC3

E. 總碳(TC) = OC + EC

(2) 分析結果數據表及大氣氣膠碳成分濃度計算

CARBON ANALYSIS RESULTS
Analyzer #1 Technician: YY

Analysis ID : CY-200104-Q1-1-1.OEC
Sample ID : CY-200104-Q1-1
Punch area : 0.531 cm2
Deposit area : 10.683 cm2

Analysis Start : 01/13/20 22:14 Calculation : 01/13/20 22:41
Analysis Stop : 01/13/20 22:41

Anal program ver: P6.0 (06/18/04) Parm file ver : V20040618
Calib. slope : 25.07 ug C/peak ratio Baseline time : 11 sec
Calib. intercept: 00.00 ug C
Reflectance unc.: 010 counts Transmission unc: 010 counts
Sample transit : 20 sec

Calibration peak area: 32051 millivolt-seconds
Initial FID baseline : 36 millivolts
Final FID baseline : 36 millivolts

Laser reflectance initial baseline : 1243 millivolts
Laser reflectance minimum : 1182 millivolts at 648 sec
Laser reflectance final baseline : 1343 millivolts
Laser transmittance initial baseline : 45 millivolts
Laser transmittance minimum : 40 millivolts at 489 sec
Laser transmittance final baseline : 149 millivolts

Reflect Split Time	Laser	FID Split Time	
Lower split :	784 sec	1992 millivolts	804 sec
Regular split:	790 sec	1994 millivolts	810 sec
Upper split :	795 sec	1992 millivolts	815 sec

Transmit Split Time	Laser	FID Split Time	
Lower split :	744 sec	1265 millivolts	764 sec
Regular split:	744 sec	1265 millivolts	764 sec
Upper split :	744 sec	1265 millivolts	764 sec

Peak Area				Carbon			
OC1	OC	636	mv-secs	0.94	ug C/cm2	10.01	ug C/filter
OC2	OC	1037	mv-secs	1.53	ug C/cm2	16.32	ug C/filter
OC3	OC	1359	mv-secs	2.00	ug C/cm2	21.38	ug C/filter
OC4	OC	810	mv-secs	1.19	ug C/cm2	12.74	ug C/filter
EC1	EC	1794	mv-secs	2.64	ug C/cm2	28.23	ug C/filter
EC2	EC	86	mv-secs	0.13	ug C/cm2	1.35	ug C/filter
EC3	EC	0	mv-secs	0.00	ug C/cm2	.00	ug C/filter
LRPyMin	Py	839	mv-secs	1.24	ug C/cm2	13.20	ug C/filter
LRPyMid	Py	956	mv-secs	1.41	ug C/cm2	15.04	ug C/filter
LRPyMax	Py	1042	mv-secs	1.53	ug C/cm2	16.40	ug C/filter
LTPyMin	Py	0	mv-secs	.00	ug C/cm2	.00	ug C/filter
LTPyMid	Py	0	mv-secs	.00	ug C/cm2	.00	ug C/filter
LTPyMax	Py	0	mv-secs	.00	ug C/cm2	.00	ug C/filter

****

OC = OC1 + OC2 + OC3 + OC4 + OCPyro
TC = OC1 + OC2 + OC3 + OC4 + EC1 + EC2 + EC3
EC = TC - OC

圖 3.1.23 DRI 2001A 碳分析儀分析結果數據範例

(3) DRI 2001A 碳分析儀方法偵測極限(MDL)

雖然分析結果分為有機碳（OC）和元素碳（EC），但都是以 FID 偵測燃燒轉換後的 CH_4，OC 與 EC 只是碳成分分別在有氧和無氧環境以及不同溫度區間解析出來的碳成分。因此，不論 OC、EC 或是總碳成分（TC）應該都有相同的檢量線以及 MDL。另外，碳成分分析儀雖然可以將 OC 和 EC 分成 8 個成分區間（OC：OC1~OC4、OP；EC：EC1-OP、EC2、EC3），但並沒有專屬各個區間的標準品，目前使用的標準品磷苯二甲酸氫鉀（KHP），分析結果包含 OC1~OC3 濃度，然而各 OC 成分分布不均勻且再現性不佳，倒是 OC 總量非常穩定，所以理論上只能計算 OC 的 MDL；不過，前述各碳成分都是轉換成 CH_4 再以 FID 偵測，因此，OC 的 MDL 同時也是 EC 和 TC 的 MDL。

檢量線製作濃度範圍為取90、180、225、450、900、1350、1800 ppm KHP 7個濃度製作檢量線，換算成一張濾紙的碳成分質量濃度介於1.9~37.5 μg m^{-3} (用MetOne SASS採樣流率6.7 L min^{-1}計算，24小時採樣體積為9.648 m^3)，這個檢量線濃度範圍可涵括所有樣本濃度。方法偵測極限(MDL)的獲得是取檢量線最低點90 ppm做7次重複分析，每張石英濾紙的平均值±標準差為18.81±0.67 μgC/filter，以3倍標準差2.01 μgC/filter為每張濾紙的MDL，若換算成每次濾紙採集的質量濃度，偵測極限則是0.21 μg m^{-3} (2.01除以採樣體積9.648 m^3)。

3.1.8 $PM_{2.5}$ 金屬元素成分檢驗分析方法

1. 感應耦合電漿質譜儀 $PM_{2.5}$ 金屬元素成分分析原理

本計畫 $PM_{2.5}$ 金屬元素成分定量分析，是使用 Perkin-Elmer 公司型號為 NexIon 300X 感應耦合電漿質譜儀(Induced Couple Plasma Mass Spectrography, ICP-MS)進行分析，如圖 3.1.24，本儀器具有可同時分析多元素濃度及靈敏度高的優點，NexIon 300X 具有動力反應腔，利用甲烷氣解除氬氣干擾，可將元素濃度解析度推至 ppt 等級。ICP-MS 的分析流程，係先以霧化器將待測消化液經霧化處理後，以載送氣體輸送，將含待分析元素的氣膠輸送至電漿中，樣品受熱後，經由一系列去溶劑、分解、原子化/離子化等反應，使電漿中待分析元素形成單價正離子，然後透過真空界面傳輸進入質譜儀，配合質量分析器將各特定質荷比的離子予以解析後，最後以電子倍增器放大檢測，進行多元素的定性及定量。



圖 3.1.24 Perkin-Elmer 公司型號 NexIon 300X 感應耦合電漿質譜儀

2. 感應耦合電漿質譜儀 $PM_{2.5}$ 金屬元素成分分析程序

金屬元素的分析，是將採完樣後的整張鐵氟龍濾紙放置消化瓶進行消化，在每次消化程序進行前，為確保消化瓶不受污染，需進行酸洗步驟，於消化瓶(容量為 55 mL)依序添加 5 mL 的硝酸(Merck, 65 % GR for Analysis)及 4 mL 的去離子水(阻抗值> 18.0 MΩ/cm)，微波功率設定在 1600 W 下，進行 20 分鐘的微波加熱，隨後以去離子水淋洗 2 次並晾乾，始可進行實際微粒樣本的消化。然後將濾紙樣本置入鐵氟龍消化瓶中，加入 4 mL 的硝酸(Merck, 60 % Ultrapur)與 2 mL 的氫氟酸(Merck, 48 % Ultrapur)，添加完畢後再以鎖瓶機(CEM)將消化瓶旋緊至可承受的壓抗，以避免各消化瓶因人為鎖瓶施力不同而使控制條件互異。隨後，以高輸出微波消化系統(CEM, MARS Xpress)進行消化，微波消化設定功率與升溫條件，如表 3.1.4 所示，共分兩階段加熱程序，第一階段功率設定在 1600 W，以 8 分鐘時間升溫(Ramp)至 170 °C，並以此功率維持(Hold on)7 分鐘後，接續進行第二階段升溫，其功率調升至 1600 W，以 7 分鐘時間升溫至 200 °C 後，維持 15 分鐘，待兩階段之加熱完畢後，進行降溫(Cool down)60 分鐘約至 40°C。樣本第一次消化冷卻完畢後，將消化瓶依序裝入濃縮裝置附屬套件(CEM, XpressVapTM)，並置入一支備有溫感光纖(CEM, No. 431-6494)監測瓶進行趕酸步驟，趕酸過程中微波消化系統設定功率為 800 W，溫度設定在 80 °C，並配合經硼酸(Merck, GR for Analysis)與氫氧化鈉(Merck, GR for Analysis)曝氣進行趕酸，並將消化液濃縮趨近至蒸乾為止以去除氫氟酸，完成趕酸程序後，依序添加 2.0 mL 的硝酸(Merck, 60 % Ultrapur)至樣本中，進行第二階段消化，其消化功率與升溫條件如表 3.1.5。

表 3.1.4 濾紙樣本第一階段微波消化升溫設定條件

	Max. power (W)	Power (%)	Ramp (min)	°C	Hold (min)	Cool down (min)
Stage 1	1600	90	8:00	170	7:00	---
Stage 2	1600	100	7:00	200	15:00	60:00

表 3.1.5 濾紙樣本第二階段微波消化升溫設定條件

	Max. power (W)	Power (%)	Ramp (min)	°C	Hold (min)	Cool down (min)
Stage 1	1600	100	15:00	200	10:00	60:00

待消化程序均已完成後，才進行定量步驟，本計畫係將消化液移入材質為聚丙烯的離心管中，同時添加15 ppb (配製濃度為5 ppm，加入150 μL)銦(In)作為內標準品，最後以去離子水稀釋定量至15 mL，並冷藏於4°C直至上機分析，另外，每一消化批次中也以相同消化程序，分析至少2個空白濾紙樣本及1個酸試劑空白樣本，並將實際微粒樣品的濃度扣除空白濾紙濃度即為樣品真實的濃度，以避免採樣介質與化學試劑的干擾。為確保離心管不受污染，使用前需浸泡在濃度為5 %的硝酸(Merck, 65 % GR for Analysis)並浸泡16小時下，以去離子水淋洗且晾乾後方可使用，另避免不同離心管的容量互異，於定量前及定量後均需秤重，以取得確切的定量體積。

本計畫一般會分析鋁(Al)、鐵(Fe)、鈉(Na)、鎂(Mg)、鉀(K)、鈣(Ca)、鍶(Sr)、鋇(Ba)、鈦(Ti)、錳(Mn)、鈷(Co)、鎳(Ni)、銅(Cu)、鋅(Zn)、鉬(Mo)、鎘(Cd)、錫(Sn)、銻(Sb)、鉈(Tl)、鉛(Pb)、釩(V)、鉻(Cr)、砷(As)、硒(Se)、釔(Y)、鋯(Zr)、銣(Rb)、鎵(Ga)、鍺(Ge)、銫(Cs)、鑭(La)、鈰(Ce)、釹(Nd)及磷(P)等34種元素，惟元素在$PM_{2.5}$含量較低者，可能會低於偵測極限。

金屬元素成分檢量線標準液配製，係將Merck公司出產各元素原始標準液(濃度為1000 ppm)混合，再依懸浮微粒中各元素的豐富度，區分主量元素、次量元素、微量元素及稀土元素，以1 %的硝酸(Merck, 60 % Ultrapur)稀釋配製成7種系列濃度，主量元素(Al、Fe、Na、Mg、K、Ca與P)的稀釋系列分別為0.1、1、10、100、200、500及1000 ppb，次量元素及微量元素(Sr、Ba、Ti、Mn、Co、Ni、Cu、Zn、Mo、Cd、Sn、Sb、Tl、Pb、V、Cr、As、Se、Y、Zr、Rb、Ga、Ge與Cs)的稀釋系列則分別為0.01、0.1、1、10、20、50及100 ppb，稀土元素(La、Ce及Nd)的稀釋系列則分別為0.01、0.1及1 ppb。為掌握分析儀器的性能，每日以10 μg L^{-1}校正液(含鎂(Mg)、銅(Cu)、Rh(銠)、鎘(Cd)、銦(In)、鈰(Ce)、鋇(Ba)、鉛(Pb)與鈾(U))，校正儀器訊號強度，使用ICP-MS分析設定條件如表3.1.6所示。上述方法與流程由Hsu et al. (2008)及Hsu et al. (2009)所建立，過去的分析利用NIST的標準品查核其分析方法回收率，各元素回收率絕大部分在100±10%，且精密度落在5%以內。

表 3.1.6 感應耦合電漿質譜儀分析設定參數

設定參數	設定數值
無線電功率 (W)	1200
電漿氣流-氬氣氣體流速 (L min^{-1})	15
載送氣流-氬氣氣體流速 (L min^{-1})	0.7-0.9
輔助氣流-氬氣氣體流速 (L min^{-1})	0.7-0.9
離子進樣深度	調至最強偵測訊號
離子束	調至最強偵測訊號且雜訊比最小
遲滯時間 (ms)	100
解析度 (amu)	0.7±0.1
掃描模式	多元素短暫快速掃瞄
樣品取樣速率 (L min^{-1})	1.2
操作壓力 (torr)	1.5×10^{-6}-2.5×10^{-6}
重複次數	3
掃描/讀值	3
取樣器	鉑錐 (1.1 mm)
削減器	鉑錐 (1.1 mm)

註: 自動取樣器型號為 S93 及 S10

3. 感應耦合電漿質譜儀 $PM_{2.5}$ 金屬元素成分方法偵測極限

表 3.1.7 為計畫元素成分方法偵測極限，估算方法為以 1/2 張濾紙進行消化，消化液定量至 15 mL，取得各元素於每張空白濾紙的含量(ng)，除以濾紙面積求得單位面積含量，將 7 張空白濾紙消化處理後，取得 7 次數據的標準偏差，乘上 3 倍標準偏差數值，採樣體積以 24 m^3 計算。

表 3.1.7 $PM_{2.5}$ 元素成分方法偵測極限

元素	MDL (ng m^{-3})	元素	MDL (ng m^{-3})
Al	2.1	Sb	0.004
Fe	1.7	Tl	0.0002
Na	1.9	Pb	0.003
Mg	1.7	V	0.004
K	1.0	Cr	0.42
Ca	10.8	As	0.003
Sr	0.04	Y	0.001
Ba	0.02	Se	0.005
Ti	0.15	Zr	0.05
Mn	0.06	Ge	0.001
Co	0.004	Rb	0.002
Ni	0.18	Cs	0.0001
Cu	0.09	Ga	0.002
Zn	0.15	La	0.001
Mo	0.016	Ce	0.002
Cd	0.001	Nd	0.001
Sn	0.010	P	21

3.1.9 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分檢驗分析方法

本計畫分析塑化劑樣本以 MetOne SASS 採樣器採集，若採集的 $PM_{2.5}$ 質量足以進行塑化劑分析，則持續在全台六個 $PM_{2.5}$ 成分測站以石英濾紙同步採集 $PM_{2.5}$ 樣本，採樣前石英濾紙需先在 900ºC 烘烤 3 小時以上以去除雜質，採樣後的濾紙則送回中研院環變中心的實驗室進行定量分析。

圖 3.1.25 為本計畫分析樣本塑化劑使用的氣相層析質譜儀系統為 GC7890，其後連接 5977B MSD (Agilent Technologies, Inc.)，為四極柱 (Quadrupole) 質量質譜儀。注射口進樣為分流模式，固定溫度 300 ℃ 。層析分離管柱為 DB-5 MS ，長度 30 m，內徑 0.25 mm，膜厚 0.25 μm (Agilent, Palo, CA, USA)。載流氣體為純度 ≧ 99.999 % 的氦氣，流速定 1 mL min^{-1}。層析管柱採梯度升溫，起始溫度為 50 ℃，停留 1 分鐘，接著 20 ℃ min^{-1} 升溫至 300 ℃，停留 12.5 分鐘，總共分析時間為 26 分鐘。使用電子撞擊游離法分析，定量採用選擇離子偵測 (selected-ion monitoring, SIM)。

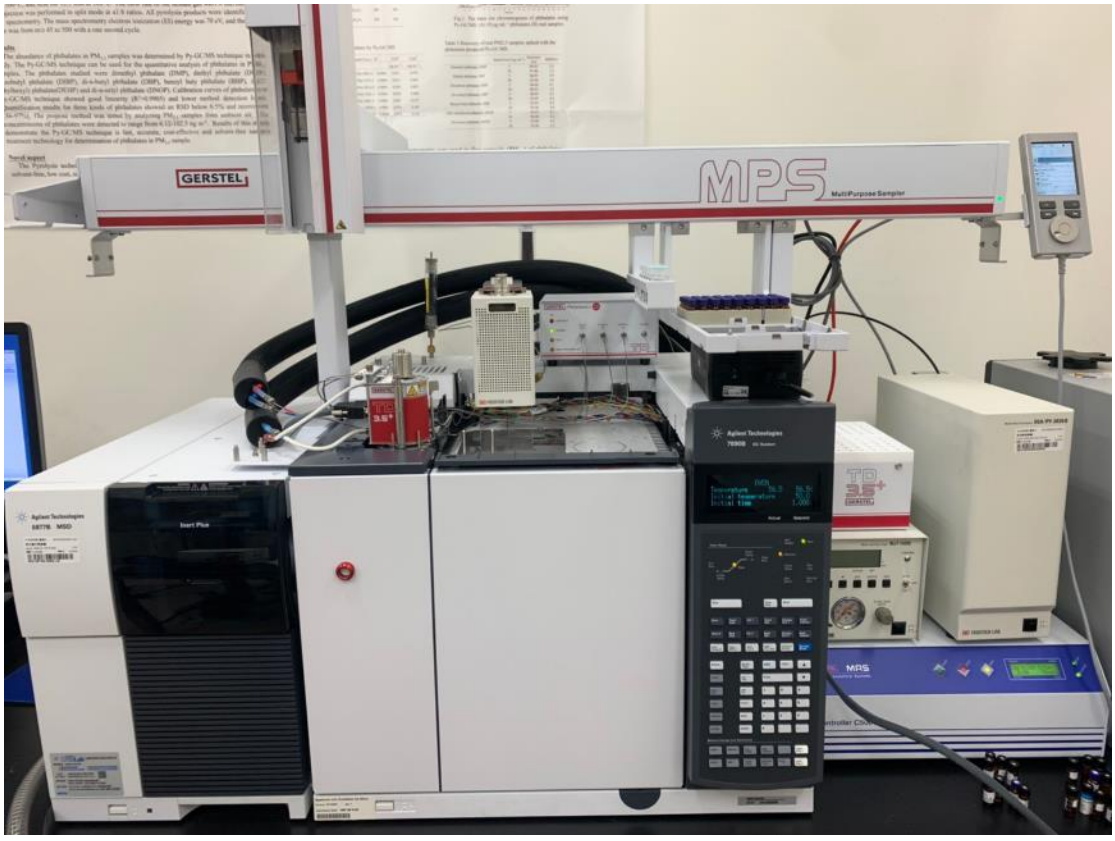


圖 3.1.25 氣相層析質譜儀 GC7890 **與質量質譜儀** 5977B MSD

本計畫將分析七種鄰苯二甲酸酯類化合物，分別為 dimethyl phthalate (DMP), diethyl phthalate (DEP), diisobutyl phthalate (DiBP), di-n-butyl phthalate

(DnBP), benzyl buty phthalate (BBP), di(2-ethylhexyl) phthalate(DEHP)和 di-n-octyl phthalate (DnOP)。七種鄰苯二甲酸酯類的結構式與物理性質分別列於圖 3.1.26 及表 3.1.8。

本研究採用溶劑萃取方法，首先將採集後的濾紙裁切為待分析的面積，加入甲醇溶劑中進行超音波萃取，萃取時間為 20 分鐘，萃取完後，以氮氣濃縮定量 0.5 mL，取 1 μL 注入 GC/MS 分析。圖 3.1.27 為鄰苯二甲酸酯類層析圖，在選擇的 SIM 條件下，七種鄰苯二甲酸酯類化合物均可完全分離，表 3.1.9 為七種鄰苯二甲酸酯類的檢量資料：定量線性範圍為 10-1000 ng mL^{-1}，R^2 為 0.9909-0.9999，偵測極限低於 0.1052 ng mL^{-1}。此外，分析實驗過程中，每次萃取分析塑化劑時，都會作濾紙空白和溶劑空白，以確保分析結果未受到環境中微量塑化劑干擾。

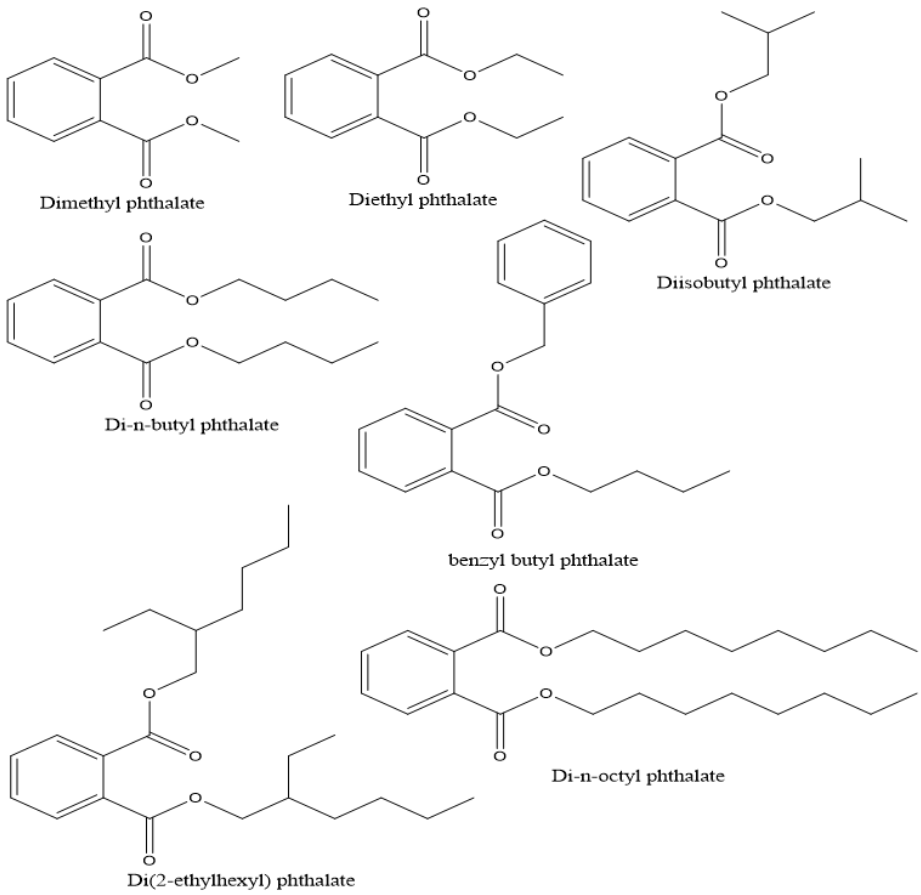


圖 3.1.26 七種鄰苯二甲酸酯類化合物結構式

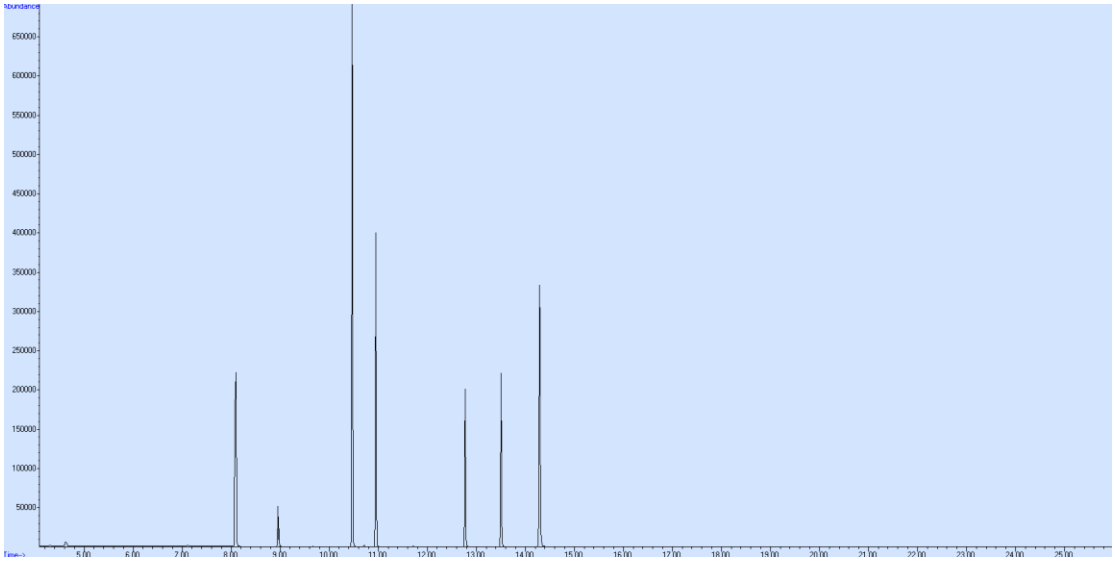


圖 3.1.27 七種鄰苯二甲酸酯類化合物層析圖 (5 ng mL^{-1})

表 3.1.8 七種鄰苯二甲酸酯類化合物的物理性質

Compounds	Acronym	Retention Time, min	Molecular formula	Molecular weight (g mol^{-1})	Boiling point, ^{o}C
Dimethyl phthalate	DMP	8.113	$C_{10}H_{10}O_4$	194	282
Diethyl phthalate	DEP	8.974	$C_{12}H_{14}O_4$	222	298
Diisobutyl phthalate	DIBP	10.493	$C_{16}H_{22}O_4$	278	327
Di-n-butyl phthalate	DBP	10.967	$C_{16}H_{22}O_4$	278	340
Benzyl butyl phthalate	BBP	12.792	$C_{19}H_{20}O_4$	312	379
Di(2-ethylhexyl) phthalate	DEHP	13.526	$C_{24}H_{38}O_4$	390	386
Di-n-octyl phthalate	DnOP	14.317	$C_{24}H_{38}O_4$	390	380

表 3.1.9 七種鄰苯二甲酸酯類化合物的分析方法檢量資料

Compounds	Linear range (ng mL^{-1})	Calibration Curve	R^2	LOD (ng mL^{-1})
Dimethyl phthalate, DMP	10-1000	y = 21449x + 666.8	0.9954	0.0015
Diethyl phthalate, DEP	10-1000	y = 2136.3x + 962	0.9923	0.1052
Diisobutyl phthalate, DIBP	10-1000	y = 105253x + 524.28	0.9999	0.0003
Di-n-butyl phthalate, DBP	10-1000	y = 56813x + 537.29	0.9982	0.0043
Benzyl butyl phthalate, BBP	10-1000	y = 19624x + 104.84	0.9931	0.0531
Di(2-ethylhexyl) phthalate, DEHP	10-1000	y = 32524x + 200.4	0.9937	0.0068
Di-n-octyl phthalate, DnOP	10-1000	y = 51270x + 579.42	0.9909	0.0230

3.1.10微粒採樣及質量濃度檢驗分析方法品管

本計畫採樣品管執行主要遵循環檢所公告的 NIEA A205.11C 方法，雖然這個方法是針對 $PM_{2.5}$ 質量濃度，但方法內容已經詳細規範各項採樣與品保需求，主要包括：適用範圍、干擾、設備與材料、試劑、採樣及保存、步驟結果處理，以及品質管制需求，對於本計畫工作內容中 NIEA A205.11C 方法未包含部分，則參考美國聯邦政府公告的參考方法及文件。

採樣品管主要執行工作為：1.濾紙準備與檢查，2.採樣流量校正與查證程序，3.採樣前、後檢查項目方法與頻率，4. $PM_{2.5}$ 質量濃度樣品空白，5. $PM_{2.5}$ 化學成分樣品空白，6.採樣器維護檢查，以及 7.實驗室品保品管一般原則。

1. 濾紙準備與分析檢查項目

(2) 購進後檢查

當購進新的一批濾紙後，必須先經過初步的穩定性測試，測試的目的是為了瞭解濾紙達到穩定平衡所需要的時間，執行步驟如下：

A. 隨機選擇來自相同製造批號的濾紙3盒。

B. 在每一個濾紙盒隨機選擇3張濾紙。

C. 將濾紙放置在 Petrislides® 盒中，在秤重的環境下平衡24小時再秤重。

D. 秤重完此9張濾紙放回 Petrislides® 盒中，繼續在秤重的環境下又平衡24小時，然後秤重。

E. 連續重複平衡 24小時後秤重，持續5天後可繪出重量損失趨勢，假如5天後的重量變化趨勢仍為下降，仍必須繼續進行24小時的平衡然後秤重。

F. 當濾紙沒有重量下降的趨勢時(每張濾紙前後兩次秤重值差異均小於等於15 μg)，濾紙即達成平衡。

G. 記錄這批濾紙須要達到平衡的時間，這時間為所有這批濾紙要達到平衡的最少需要時間。

H. 當初步穩定性測試完畢，將未使用的濾紙盒放置於實驗室櫃子內，須記錄製造商的批號、濾紙盒號、濾紙辨識碼、濾紙收到和穩定的時間。

(3) 濾紙採樣前檢查

濾紙採樣前必須先檢查，當有以下缺陷時即淘汰不使用：

A. 針孔洞

B. 濾紙與套環分離

C. 粗糙表面或有閃光

D. 鬆散的材質

E. 濾紙脫色

F. 濾紙不均勻性

G. 其他怪異的情形

(4) 濾紙採樣前批次穩定性測試

採樣前濾紙的批次穩定性測試通常是在初步穩定性測試後進行，當已知一批新的濾紙重量達到穩定，不會隨著時間而下降後，此時就可進行採樣前濾紙批次穩定性試驗，每一批次的濾紙在採樣前 60 小時，須依照標準操作程序在秤重實驗室內達到平衡，另外，在進行採樣前濾紙的前秤重程序、濾紙採樣後秤重程序、秤重注意事項等(表 3.1.10)，詳細步驟均列於本計畫品保規畫書內。

表 3.1.10 濾紙準備與分析檢查項目

項目	方法與頻率	要求條件	修正動作
天平		解析度達 1 μg，重複性達 1 μg	獲取適當的天平
天平環境		環境控制，空氣不流通的房間或是相同條件的艙房，天平周圍為乾淨的區域。	改善環境
質量參考標準	工作標準每 3 至 6 個月對照國家標準與技術研究所（NIST）的可追溯實驗室一級標準進行確認	濾紙重量標準類別，單一標準誤差< 25 μg，季查核質量偏差在± 2 μg 內;以光滑、非金屬、乾淨的鑷子拿取。	獲取適當的標準或鑷子
濾紙處理	遵照處理程序	使用無粉手套，光滑乾淨的鑷子。	丟棄處理不當的濾紙
濾紙完整檢查	目視檢查每張濾紙	無針孔，分離，雜物，鬆散材質，變色或濾紙不均勻。	丟棄有缺陷的濾紙
濾紙辨識	用永久性墨水在濾紙盒上撰寫濾紙編號並寫入實驗室數據格式	確認編號是清楚易讀的	更換標籤或正確的格式
採樣前濾紙調理	確認批次濾紙調理期間（至少 24 小時），觀察和記錄調理室的相對濕度和溫度;以實驗室數據的格式輸入	檢查每一批空白濾紙穩定性，每星期平衡前後秤重變化應< 15 μg，平均相對濕度在 30 至 40%，且 24 小時內不超過±5%的變動，平均溫度應維持在 20 至 23ºC，且 24 小時內不超過±2ºC 的變動	修改調理期間，重複調理。
採樣前、後濾紙秤重	遵守所有秤重程序。執行所有的品質控制（QC）的檢查	除去濾紙上的靜電，等到天平讀值顯示穩定，記錄數值	重複稱重，許多實驗室例行地執行重複秤重。
內部品質控制	每 10 次秤重後將天平歸零，然後重秤至少一個工作標準，每一批次秤重約需有 10%實驗室空白，在秤重完成時重秤一張重複秤重濾紙，秤重約 10%現場空白	工作標準秤重應在確認值的 3 μg 內。實驗室空白和重複秤重差距應在 15 μg 內。現場空白秤重差距應在 30 μg 內	解決問題與採取品質保證企畫方案(QAPP)的適當修正動作以達到可接受的程度。不要修正或使 $PM_{2.5}$ 量測值無效，只因為有高空白值。
採樣後濾紙儲存	監視採樣與秤重間的時間	秤量應在採樣結束後 240 小時（10 天）內完成；除非濾紙從採樣器取回和開始調理這段期間都保持在環境均溫以下，否則不可超過 30 天	解決問題與採取適當修正動作
採樣後的檢查，文件和確認	檢查濾紙和現場資料表格完整輸入。如果樣品由冷卻容器運送，確認有維持低溫。	濾紙無損壞，現場數據表完整，採樣工作順利	保存濾紙以供檢查，標示(flag)樣品，解決問題與採取適當修正動作
採樣後濾紙的平衡	平衡濾紙至少 24 小時。觀察和記錄平衡室的相對濕度和溫度;登入實驗室數據表。	平均相對濕度 30 至 40%，且 24 小時內不超過±5%變動，平均溫度應維持在 20 至 23 ºC，且 24 小時內不超過±2 ºC 的變動。	重複平衡

資料來源：U.S. Environment Protection Agency (2016) Quality Assurance Guidance Document 2.12, Monitoring $PM_{2.5}$ in Ambient Air Using Designated Reference or Class I Equivalent Methods. Office of Air Quality Planning and Standards Air Quality Assessment Division, NC 27711.

2. 採樣流率校正與查證程序

進行現場採樣時，確保採樣器功能的正確是關鍵，表 3.1.11 列出現場採樣的儀器檢查項目，確實的執行足以確保採樣數據的品質。

表 3.1.11 現場採樣 QA/QC 檢查項目

項目	頻率	接受標準	40 CFR 文件	方法 2.12	提供的資料
校正標準					
流率傳輸標準	1 次/每年	<±2.1%的可追溯 NIST 標準	Part 50, App. L, Sec 9.1,9.2	Sec 4.2.2 和 6.4.3	可追溯性的認證
野外溫度計	1 次/每年	±0.1°C 解析度 ±0.5°C 準確度	無描述	Sec 4.2.2	可追溯性的認證
野外氣壓計	1 次/每年	解析度±1 mmHg 準確度±5 mmHg		Sec 4.2.2	可追溯性的認證
校正/確認					
流率校正	如果多點失敗	<±2.1% 傳輸標準	Part 50, App. L, Sec 9.2.6		校正飄移和記憶效應
流率多點確認	每次手動、維護、運輸，1 次/每年	<±2.1% 傳輸標準	Part 50, App. L, Sec 9.2&9.1.3	Sec 6.3 和表 6-1	校正飄移和記憶效應
流率單點確認	1 次/每 4 星期	<±4.1% 傳輸標準 <±5.1% 流率設定值	Part 50,App. L, Sec 9.2.5 Part 58, Appendix A Sec. 3.2.3 & 3.3.2		
外部測漏檢查	每次流率確認/校準前，及維護儀器前後	製造商的規格	Part 50, App. L, Sec 7.4.6.1,9.2.3	Sec 7.4.3	採樣器功能
溫度多點確認	安裝時，然後 1 次/每年	<±2.1°C	Part 50, App L, Sec 9.3	Sec 6.4.4	校正飄移和記憶效應
溫度單點確認	1 次/每 4 星期	<±2.1°C	Part 50, App L, Sec 9.3	Sec 7.4.5 和表 6-1	校正飄移和記憶效應
壓力校正確認	安裝時，然後 1 次/每年	<±10.1 mmHg	Part 50, App L, Sec 9.3	Sec 6.5	校正飄移和記憶效應
時鐘/定時器確認	1 次/每 4 星期	1 分鐘/月	Part 50, App L, Sec 7.4.12	Sec 4.2.1	確認以確保功能正常
空白濾紙					
現場空白	約 10%	<± 30.1 µg	Part 50, App L, Sec. 8.3.7.1	表 7.1 和 Sec 10.5	量測系統受到污染
精密度檢查					
併行採樣器	每六天	樣本≧3.0 µg m^{-3}，CV<10.1%	Part 58, App A, Sec 3.2.3		量測系統的精密度
準確度					
流率查核	1 次/每 2 周(自動儀器) 1 次/每 3 個月(手動儀器) 一個日曆年兩次，每次要有 5-7 個月間隔	<±4%的查核標準	Part 58, App A, Sec 3.3.3	Sec 11.2.1	儀器偏差/準確度

項目	頻率	接受標準	40 CFR 文件	方法 2.12	提供的資料
溫度檢查	4 次/每年 每180天和流率查核時	<±2.1ºC	沒有描述	Sec 11.2.2	校正飄移和記憶效應
壓力檢查	4 次/每年 每 180 天和流率查核時	<±10.1 mm Hg	沒有描述	Sec 11.2.3	校正飄移和記憶效應

資料來源：U.S. Environment Protection Agency (2017) Quality Assurance Guidance Document, QA Handbook Volume II, Appendix D Measurement Quality Objectives and Validation Templates.

3. 採樣前、後檢查項目方法與頻率

除了現場採樣需維護儀器效能外，採樣前、後須進行的檢查項目的方法和頻率也應有所規範，表 3.1.12 列出採樣程序檢查項目方法和頻率。

表 3.1.12 採樣程序檢查項目方法和頻率

程序	方法與頻率	要求條件	修正動作
濾紙安裝	目視檢查濾紙	濾紙必須要能獨特地辨識，已秤重的，未損壞的，而且是在濾紙匣	退出濾紙並在濾紙匣內安裝替代的濾紙
樣品確認和文件化	目視檢查每個樣本和顯示幕或下載樣本數據以維持完整性	記錄採樣日期，濾紙和採樣器的辨識碼，採樣站的位置，流量，採樣時間，數據表或電腦螢幕不尋常的狀況	完成與修正文件，用單線劃掉無效的資訊，初始化跟日期的改變
採樣後的檢查	目視濾紙匣的濾紙是否撕裂、缺損或洩漏。再檢查採樣操作。	不應該有明顯的濾紙損壞或採樣器故障	標記有問題的樣本，修正故障原因
洩漏檢查	當流量確認或修正時、懷疑洩漏時、清潔與維護後，都須檢測洩漏	洩漏檢查結果必需符合製造商明確標示的參數內	確定洩漏原因並修正，確認和/或校正採樣器流量
流量檢查	至少每 4 個星期檢查流量或每月檢查一次採樣器	採樣流量指示必須在±4%的量測流量	修正問題。如果需要重新校正採樣器
現場空白檢查	每個稱重期間至少有一個現場空白。安裝然後立即從採樣器上移除，存放在有保護裝置的採樣盒內，或者是更好地能安裝在一個單張濾紙閒置的採樣器上 24 小時，然後移除處理。對於連續採樣器，安裝在一個未使用的濾紙夾內。	輪流將濾紙放置在不同採樣器內，因此所有的採樣器都會被檢查過。 對於連續採樣器的特殊要求： 每個批次要稱重的濾紙應該有一個或多個現場空白。	重新評估濾紙處理技術，貯存與轉移條件及儀器清潔度。

資料來源：U.S. Environment Protection Agency (2016) Quality Assurance Guidance Document 2.12, Monitoring $PM_{2.5}$ in Ambient Air Using Designated Reference or Class I Equivalent

Methods. Office of Air Quality Planning and Standards Air Quality Assessment Division, NC 27711.

4. $PM_{2.5}$ 質量濃度樣品空白

有關本計畫樣品空白的施行方式，依照環檢所 NIEA A205.11C 方法指出：每十個樣品至少需進行一個現場空白（Field blank）樣品，現場空白樣品需和 $PM_{2.5}$ 採樣濾紙一起進行採樣前秤重，現場空白濾紙需被運送到採樣地點，裝進採樣器但不進行採樣，取出空白濾紙重新秤重作為現場空白，採樣後若較採樣前秤重值差超過 30 μg 時，表示過程中遭受污染，應予檢視排除。本計畫在正常採樣情況下，每次採樣會輪流選取六個測站的一個測站，進行一個現場空白，這個頻率將優於環檢所的規定。

NIEA A205.11C 方法又指出：每十個樣品至少需進行一個運送空白（Trip blank）樣品，運送空白樣品需和 $PM_{2.5}$ 採樣濾紙一起進行採樣前秤重，運送空白樣品需被運送到採樣地點，採樣後連同樣品一起運送回實驗室，採樣後若較採樣前秤重值差超過 30 μg 時，表示過程中遭受污染，應予檢視排除。本計畫運送空白與現場空白同時進行，每次採樣會輪流選取六個測站的一個測站，進行運送空白與現場空白各一個。

另外，每十個樣品至少需進行一個實驗室空白（Laboratory blank）樣品，實驗室空白樣品需和每一批 $PM_{2.5}$ 採樣濾紙一起進行採樣前秤重，在現場採樣期間實驗室空白濾紙置於保存容器中放置實驗室裡，並進行重新秤重以作為實驗室空白，採樣後若較採樣前秤重值差 15 μg 時，表示過程中遭受污染，應予檢視排除。本計畫實驗室空白與現場空白和運送空白同時進行。

有關「現場空白」的做法，美國 Chemical Speciation Network/Speciation Trends Network (CSN/STN)(Chow et al., 2010)是於採樣前將濾紙放入採樣器 15 分鐘，但不進行採樣，然後取下放入濾紙攜帶盒，再隨採樣樣本運送回來。本計畫以靜置 24 小時方式進行「現場空白」。「運送空白」則是隨著採樣濾紙運去再運回，不從濾紙攜帶盒取出來。這些濾紙回到秤重實驗室後，都會和採樣樣本一樣，進行秤重。至於 NIEA A205.11C 方法規定的「實驗室空白」，本計畫也是除了不隨採樣濾紙運送外，其餘處理步驟都和「現場空白」、「運送空白」相同。

5. $PM_{2.5}$ 化學成分樣品空白

$PM_{2.5}$ 化學成分的標準或參考方法在我國和美國都還沒有公告，在美國 Chemical Speciation Network/Speciation Trend Network (CSN/STN)是取 10%樣本進行「現場空白」，「運送空白」則是 0~3% (Chow et al., 2010)，事實上，根據過

去執行經驗，「現場空白」可以取代「運送空白」。本計畫為瞭解「現場空白」的影響，在所有六個 $PM_{2.5}$ 成分採樣測站，每次採樣選取一站，在微粒質量濃度、水溶性離子、碳成分測定的濾紙都對應有一張「現場空白」，這些「現場空白」濾紙將放置於成分採樣器空白採樣通道內，放置時間和採樣時間相同都是 24 小時。至於一張「運送空白」則只是隨著採樣樣本運送，在採樣過程並不拿出，「實驗室空白」也是每次採樣各成分各對應有一張濾紙。

本計畫採樣人員都具備專業採樣技術，當採樣器發生故障時，本計畫採樣人員可以進行基本故障排除。2017 年採樣工作已開始使用 MetOne E-FRM、SASS 成分採樣器，本計畫對該類儀器有多年採樣經驗，另外，本計畫團隊也擁有備援的微粒碳成分分析儀一部和離子成分層析儀多部。

為確保採樣品質，採樣品保工作將包含採樣口選擇應符合環保署規範、濾紙的選擇、檢查、採樣前、後濾紙的運送與儲存，採樣器標準操作程序、校正等項目，這些項目都需加以檢視和記錄。各項採樣相關的品管和品保檢查項目都詳列於本計畫品保規劃書內。針對天候或突發狀況影響採樣的補充採樣計畫將視需求提出。

6. 採樣器維護檢查

$PM_{2.5}$ 採樣器應維護檢查項目，項目將依照不同採樣器進行調整(表 3.1.13)。

表 3.1.13 $PM_{2.5}$ 採樣器維護檢查項目

E-FRM	
頻率 [a]	**維護項目 [b]**
每 5 個採樣天	1. 維護採樣器集水瓶 2. 清潔或更換衝擊板
每月	1. 清潔採樣器入流口表面 2. 清潔衝擊室與衝擊口表面，並檢視 O 型環 3. 清潔採樣器內部 4. 採樣器時間準度確認 5. 檢查樣本運送盒狀況 6. 清潔 VSCC
每季(每 3 個月)	1. 檢查入流口 O 型環，清除並薄塗一層真空油脂 2. 清潔採樣器空氣導管(downtube) 3. 檢查和維護在空氣導管進入採樣器內的密封防水墊片 4. 檢查和維護 VSCC 5. 檢查和維護採樣抽氣管線、接頭、以及其他連結到泵浦和電子組件 6. 檢查和維護排風出口濾網和風扇
其他週期維護	1. 儀器製造商建議事項
SASS	
頻率 [a]	**維護項目 [b]**
每 5 個採樣天	清潔各個採樣套管
每月	1. 清潔 VSCC 外部，檢查 O 型環 2. 檢查和維護採樣抽氣管線、接頭、以及其他連結到泵浦和電子組件 3. 採樣器時間準度確認
每季(每 3 個月)	1. 檢查 SASS 與套管連結處是否正常 2. 檢查採樣套管內部 O 型環 3. 清潔 VSCC 內部，檢查內部 O 型環並薄塗一層真空油脂 4. 檢查和維護採樣抽氣管線、接頭、以及其他連結到泵浦和電子組件
其他周期性維護	依照採樣器手冊製造商的建議

[a] 頻率可依照天氣、空氣中微粒量、天氣等而變動

[b] 在維護任何上游採樣器組件前要移除衝擊器和濾紙夾

資料來源：U.S. Environment Protection Agency (2016) Quality Assurance Guidance Document 2.12, Monitoring $PM_{2.5}$ in Ambient Air Using Designated Reference or Class I Equivalent Methods. Office of Air Quality Planning and Standards Air Quality Assessment Division, NC 27711.

7. 實驗室品保品管一般原則

表 3.1.14 為 $PM_{2.5}$ 採樣分析實驗室品管品保(QA/QC) 檢查項目，主要敘述實驗室各個分析項目的一般性原則。

表 3.1.14 實驗室 QA/QC 檢查項目

項目	頻率	接受標準	40 CFR,方法 2.12 文件	提供的資料
空白濾紙				
一批空白	一次(9 張/一批；3 盒，3 張/每盒)	小於 15.1 μg 差異/每星期	Part 58, App. A, Sec. 3.2.3 2.12, Sec. 11.2.2	濾紙運送穩定性；每批次獲得穩定重量的時間
實驗室空白	大約 10%/秤重進行	<±15.1 μg 的差異	Part 50, App. L, Sec. 8.3.7.2 2.12, Sec. 10.5	實驗室污染
校正/確認				
天秤校正	1 次/每年	製造商的規格	Part 50, App. L, Sec. 8.1 2.12, Sec. 10.11	設備操作的確認
實驗室的溫度校正	1 次/每年	<±2.1 ºC	品保計畫規畫(QAPP) 2.12 Sec. 4.3.8,9.4	設備操作的確認
實驗室的濕度校正	1 次/每年	<±2.1 %	品保計畫規畫(QAPP) 2.12 Sec. 4.3.8,9.4	設備操作確認
準確度				
天秤檢查	秤重開始，每 10 個樣本，秤重結束	≤3.1 μg	2.12, Sec. 10.6,4.3.7	天秤的準確度/穩定度
校正標準				
溫度標準	1 次/每年	<±2.1 ºC	2.12, Sec.4.3.8 和 9.4	標準確認(檢查準確度)
相對濕度標準	1 次/每年	<±2.1%	2.12, Sec. 4.3.8 和 9.4	標準驗證
精密度				
重複濾紙秤重	每次秤重	<±15.1 μg 差異	2.12 Sec. 10.8, 品保計畫規畫(QAPP)	秤重可重複性/濾紙的穩定性

資料來源：U.S. Environment Protection Agency (2017) Quality Assurance Guidance Document, QA Handbook Volume II, Appendix D Measurement Quality Objectives and Validation Templates.

從上述各表格內的檢查項目可以清楚瞭解各項流程及操作方式，本計畫累積過去執行經驗，已經完成修正各式紀錄表格，例如濾紙檢查、秤重記錄表、測漏流量校正表、採樣器維護表等。

3.1.11實驗室檢測數據品保規劃簡要說明

1. 數據品質目標

表 3.1.15 為本計畫各量測項目的數據品質目標，有關精密度和準確度在 $PM_{2.5}$ 質量濃度方面將以樣品重複秤重為比較基礎，$PM_{2.5}$ 成分則為標準品重複分析。完整性為執行本計畫後，評估最終所得的有效數據數量與預期所得的數據數量的比值。比較性則以採樣點環保署監測站相對應儀器或是常規手動量測數據進行比較，以確認彼此監測品質。

表 3.1.15 各量測項目數據品質目標

檢測項目	檢測方法	精密度	準確度	完整性	MDL 目標 ($\mu g\ m^{-3}$)
質量濃度	NIEA A205.11C	<20%	80-120%	90%	2.0
Cl^-	RTI, 2009a NIEA W415.54B	<20%	80-120%	90%	0.07
NO_3^-		<20%	80-120%	90%	0.05
SO_4^{2-}		<20%	80-120%	90%	0.03
Na^+	RTI, 2009b	<20%	80-120%	90%	0.04
NH_4^+		<20%	80-120%	90%	0.02
K^+		<20%	80-120%	90%	0.02
Mg^{2+}		<20%	80-120%	90%	0.02
Ca^{2+}		<20%	80-120%	90%	0.07
有機碳(OC)	US IMPROVE A	<20%	80-120%	90%	0.2
元素碳(EC)		<20%	80-120%	90%	0.2
總碳(TC)		<20%	80-120%	90%	0.2
鉀(K)、磷(P)	NIEA A305.11C	<20%	80-120%	90%	0.009
鋁(Al)、鐵(Fe)、鈉(Na)、鈣(Ca)		<20%	80-120%	90%	0.004
鋇(Ba)、鋅(Zn)、鉻(Cr)、鎂(Mg)		<20%	80-120%	90%	0.002
鈦(Ti)、錳(Mn)、鎳(Ni)、銅(Cu)、銻(Sb)、鉛(Pb)、釩(V)、砷(As)、硒(Se)、鍶(Sr)、鉬(Mo)、鎘(Cd)、錫(Sn)、		<20%	80-120%	90%	0.0002
DMP、DEP、DIBP、DBP、BBP、DEHP、DnOP	NIEA T801.10B	<20%	80-120%	90%	0.0002

備註：實際方法偵測極限需小於方法偵測極限目標值

2. $PM_{2.5}$ 元素成分分析數據精準度與準確度

元素成分數據精確度是以重複樣品分析來確認分析儀器的精密度，本計畫每分析20個樣品後，選取其中一個樣品進行重複樣品分析查核工作，以確保分析品質，此兩組數據差異百分比需小於20 %才可被接受，重複樣品分析測定相對差異百分比(Relative Percent Difference, RPD)計算公式如公式3.1.2。

$$RPD\ (\%) = \frac{|x_1 - x_2|}{\frac{1}{2}|x_1 + x_2|}$$

公式 3.1.2

其中 RPD (%)為相對差異百分比，x_1 與 x_2 為同一樣品重覆分析兩次時，所得的測定值。

查核樣品分析是用來測定分析儀器準確度(Accuracy)，用以測定已知濃度標準樣品的變化，本研究每分析 20 個樣品後，選取一個標準樣品進行查核分析以確保分析品質，查核樣品分析回收率(Recovery, R)需小於 20 %才可被接受，查核樣品分析回收率計算公式如公式 3.1.3。

$$R\ (\%) = \frac{|X - S|}{S}\ x\ 100\%$$

公式3.1.3

其中 R (%)為查核樣本回收率，X 為測定值，S 為標準樣品的濃度值。

3. $PM_{2.5}$ 化學成分分析數據品質目標符合度

表 3.1.16 彙整 2019 年計畫(李等，2019) $PM_{2.5}$ 化學成分各量測項目的數據品質目標符合度，顯示都符合目標值，表 3.1.17 則指出 2019 年微粒元素成分分析樣本回收率與準確率都符合 NIEA A305.11C 規定須小於 20%內。

表 3.1.16 上一年度 $PM_{2.5}$ 化學成分的數據品質目標符合度(李等，2019)

檢測項目	檢測方法	精密度	準確度	完整性	MDL 目標 ($\mu g\ m^{-3}$)
質量濃度	NIEA A205.11C	0.3%	-	>95%	2.0
Cl^-	RTI, 2009a NIEA W415.54B	1.6%	100%	>95%	0.020
NO_3^-		1.2%	95%	>95%	0.030
SO_4^{2-}		1.6%	97%	>95%	0.060
Na^+	RTI, 2009b	1.5%	100%	>95%	0.030
NH_4^+		1.1%	98%	>95%	0.030
K^+		2.0%	99%	>95%	0.020
Mg^{2+}		3.9%	101%	>95%	0.020
Ca^{2+}		2.5%	100%	>95%	0.020
有機碳(OC)	US IMPROVE A	8%	98%	>95%	0.2
元素碳(EC)		10%	98%	>95%	0.2
總碳(TC)		6%	98%	>95%	0.2
鉀(K)、磷(P)	NIEA A305.11C	3.3%	102%	>95%	0.009
鋁(Al)、鐵(Fe)、鈉(Na)、鈣(Ca)		2.0-2.4%	93-102%	>95%	0.004
鋇(Ba)、鋅(Zn)、鉻(Cr)、鎂(Mg)		1.8-4.4%	93-97%	>95%	0.002
鈦(Ti)、錳(Mn)、鎳(Ni)、銅(Cu)、銻(Sb)、鉛(Pb)、釩(V)、砷(As)、硒(Se)、鍶(Sr)、鉬(Mo)、鎘(Cd)、錫(Sn)		3.1-10%	94-107%	>95%	0.0002

目標值：精密度<20%，準確度為 80-120%，完整性為 90%

表 **3.1.17 $PM_{2.5}$** 元素成分資料準確度與精密度**(**李等，**2019)**

項目	Certified Values	This Study	準確度(%)	精密度(%)
Al	3.42±0.11# %	3.24±0.08 %	95	2.4
Fe	3.91±0.10 %	3.65±0.07 %	93	2.0
Na	0.425±0.002 %	0.43±0.01 %	102	2.3
Mg	8000 mg/kg*	7789±341 mg/kg	97	4.4
K	1.05±0.01 %	1.07±0.04 %	102	3.3
Ca	---**	7.07±0.26 %	---	---
Sr	---**	254±2 mg/kg	---	---
Ba	737 mg/kg*	687±12 mg/kg	93	1.8
Ti	4000 mg/kg*	3780±139 mg/kg	94	3.7
Mn	860 mg/kg*	773±31 mg/kg	98	4.1
Co	18 mg/kg*	17±1 mg/kg	95	4.8
Ni	82±3 mg/kg	79±3 mg/kg	96	3.5
Cu	609±27 mg/kg	590±18 mg/kg	97	3.1
Zn	4760±140 mg/kg	4575±195 mg/kg	96	4.3
Mo	---**	20±1 mg/kg	---	---
Cd	75±7 mg/kg	72±3 mg/kg	96	3.6
Sn	---**	130±5 mg/kg	---	---
Sb	45 mg/kg*	47±2 mg/kg	105	4.6
Tl	---**	3±0.1 mg/kg	---	---
Pb	6550±80 mg/kg	6330±312 mg/kg	97	4.9
V	140±3 mg/kg	123±4 mg/kg	96	3.5
Cr	403±12 mg/kg	382±17 mg/kg	95	4.4
As	115±10 mg/kg	123±4 mg/kg	107	3.2
Y	---**	16±1 mg/kg	---	---
Se	27±1 mg/kg	28±3 mg/kg	105	10
Zr	---**	122±2 mg/kg	---	---
Ge	---**	12±1 mg/kg	---	---
Rb	52 mg/kg*	49±2 mg/kg	95	4.8
Cs	3 mg/kg*	3±0.04 mg/kg	109	1.1
Ga	---**	40±2 mg/kg	---	---
La	42 mg/kg*	39±1 mg/kg	94	1.8
Ce	55 mg/kg*	54±1 mg/kg	98	1.4
Nd	---**	32±0.24 mg/kg	---	---
P	---**	0.83±0.03 %	---	---

#一個標準偏差; *該元素僅提供參考值; **該元素無提供 NIST SRM 1648 認證值或參考值

4. 樣品管制

樣品管制包括：(1)現場取樣作業和(2)檢驗室作業兩部份，茲分別簡述於表3.1.18及表3.1.19，詳細敘述則列於本計畫品保規畫書。

表 3.1.18 現場取樣作業樣品管制

樣品管制	作業事項	備註說明
現場取樣作業	MetOne SASS 採樣器	1. 於 MetOne SASS 儀器，取下採樣套管並使用原廠密封套件將入口與出口端密封。 2. 放置冷藏櫃(≦4 ºC)。 3. 將採樣器妥善放置儀器箱內，運送回實驗室。
	E-FRM 採樣器	1. 於 E-FRM 儀器，取出濾紙並置於濾紙盒中。 2. 放置冷藏櫃(≦4 ºC)。 3. 將濾紙盒妥善放置儀器箱內，運送回實驗室。

表 3.1.19 檢驗室作業樣品管制

樣品管制	作業事項	備註說明
檢驗室(微量天平秤重室)作業	人員管制	1. 進入微量天平秤重室，須先填寫天平室進出紀錄表。非實驗室人員需進入時，須由實驗室管理人同意並派實驗室人員陪同進入。 2. 須穿著乾淨的衣服和徹底清洗自己身體可能暴露在秤重的部位，進入微量天平室時，須穿著室內拖鞋。
	濾紙保存與環境條件控制	1. 濾紙由指定廠商送達天平室時，須確認購買的濾紙是否符合規定，包括濾紙尺寸、濾紙種類、濾紙廠商來源，購買數量。 2. 確認完畢須將購買濾紙放置天平室保存櫃中備用。 3. 天平室環境條件相對溼度須控制在 30-40%，溫度則須控制在 20-23 ºC
	編號與調理濾紙	1. 新的一批濾紙必須給予新的批號，例如 14TA，14 取 2014 年後兩位數字，T 代表鐵氟龍濾紙，當使用石英濾紙時代號為 Q，使用耐隆濾紙時代號為 N；另外，A 代表此批濾紙的批號順序，當進行下一批濾紙時則改成 14TB，以此類推。 2. 假設每批鐵氟龍濾紙有 50 張，其中 3 張將選為空白濾紙，5 張為備份濾紙；因此，提供採樣批號號碼由 09 開始至 50，亦即，批號號碼由 14TA09 開始至 14TA50 結束。 3. 將濾紙放入恆溫恆濕箱中，開 3/4 的盒蓋，調理 72 小時。調理完畢，將濾紙盒蓋上，放置待量測的恆溫恆濕相中，等待秤重。
	濾紙初秤重	1. 確認環境條件相對溼度控制在 30-35%，溫度控制在 20-23 ºC，才能繼續秤重。 2. 先將濾紙在"去靜電機"上繞圈(水平及周圍) 30 秒以上，以去除靜電並將空的濾紙盒蓋好。 3. 一人秤重兩次，此兩次重量不得超過標準操作程序規定數值，如兩次秤重超過規定數值，必須重新再去除靜電、秤重。 4. 第二人秤重至少間隔 24 小時，第二人秤重兩次重量不得超過規定數值，且與第一人秤重的平均重量不得相差超過規定數值。當都符合規定，表示初秤重完成。

樣品管制	作業事項	備註說明
	濾紙後秤重	1. 採樣後濾紙盒以 3/4 開放至調理櫃中至少 72 小時之後進行秤重。 2. 秤重方式與初秤重相同。
檢驗室作業(碳分析儀)	樣本品保人員確認樣品編號及數量	1. 確認樣品編號是否有誤。 2. 包裝是否完整密封。
	將樣本妥善冷藏保存	1. 冷藏溫度約 < -15 ºC
	碳分析儀分析前置作業	1. 檢查鋼瓶是否足夠? 並檢查氣閥及浮子是否正確 2. 執行儀器測漏、FID 點火、啟動程式軟體，依照標準操作步驟設定儀器。
	樣本分析	1. 樣品至冷藏取出，並確認樣品編號。 2. 於儀器分析頁面輸入樣品編號、次數、使用者名稱。 3. 確認無誤，開始分析。
	碳分析儀校正作業	1. 配製 KHP 標準液 2. 配製七點檢量線(R^2≧0.995) 3. 標準液誤差百分比需低於 5%
檢驗室作業(水溶性離子)	樣本保人員確認樣品編號及數量	1. 確認樣品編號是否有誤。 2. 包裝是否完整密封。
	將樣本妥善冷藏保存	1. 萃取前冷藏溫度 < -15 ºC。 2. 萃取後冷藏溫度約 4 ºC。
	樣本處理	1. 將樣本由冰箱中取出等待回溫。 2. 樣本剪開後置入萃取瓶中，並加入酒精及純水進行萃取。 3. 過濾萃取後的樣本液體等待分析。 4. 確認儀器狀態無誤後開起操作軟體進行分析。
	校正作業	1. 配製陰陽離子標準液(配製流程詳見 IC 標準程序)。 2. 配製濃度合宜的檢量線(R^2≧0.995)。 3. 標準液誤差百分比需低於 10%。
檢驗室作業(金屬元素)	樣本品保人員確認樣品編號及數量	1. 確認樣品編號是否有誤。 2. 包裝是否完整密封
	將樣本妥善冷藏保存	1. 冷藏溫度約 4 ºC。 2. 樣本可存放期限約 3 個月。
	樣本處理	1. 將樣本由冰箱中取出等待回溫。 2. 樣本剪開後置入消化瓶中，並加入硝酸及氫氟酸進行消化。 3. 將樣本液體定量、稀釋至適當濃度。 4. 確認儀器狀態無誤後開起操作軟體進行分析。
	校正作業	1. 配製金屬元素標準液(配製流程詳見金屬元素標準程序)。 2. 配製濃度合宜的檢量線(R^2≧0.995)。 3. 標準液誤差百分比需低於 10%。
檢驗室作業(塑化劑)	樣本品保人員確認樣品編號及數量	1. 確認樣品編號是否有誤？ 2. 包裝是否完整密封？

樣品管制	作業事項	備註說明
	將樣本妥善冷藏保存	1. 冷藏溫度約-18 ºC。 2. 樣本可存放期限約 3 個月。
	樣本處理	1. 將樣本由冰箱中取出等待回溫。 2. 樣本剪開後置入玻璃試管中，並加入甲醇進行超音波萃取。 3. 將樣本液體過濾、定量、濃縮至適當濃度。 4. 確認儀器狀態無誤後開起操作軟體進行分析。
	校正作業	1. 配製各種塑化劑標準液體。 2. 配製濃度合宜的檢量線($R^2 \geqq 0.995$)。 3. 標準液誤差百分比需低於 10%。

5. 校正程序及頻率

本計畫中所使用設備可分為室外採樣設備與室內分析設備，室外採樣設備為 MetOne E-FRM 採樣器、MetOne SASS 採樣器，所需校正參數包括溫度、相對濕度、大氣壓力與採樣流量；室內分析設備則包括微量分析電子天平、離子層析儀、碳分析儀、感應耦合電漿質譜儀，各項儀器校正頻率如表 3.1.20 所列。

表 3.1.20 儀器校正頻率

儀器設備名稱	校正項目	校正頻率	標準品或設備	校正方法或備註
MetOne E-FRM 採樣器	溫度	每年	專用且經校正的溫度計	檢測人員執行
	相對溼度	每年	專用且經校正的相對溼度計	
	大氣壓力	每年	專用且經校正的大氣壓力計	
	採樣流量	每次	專用且經校正的氣體流量計	
MetOne SASS 採樣器	溫度	每年	專用且經校正的溫度計	檢測人員執行
	相對溼度	每年	專用且經校正的相對溼度計	
	大氣壓力	每年	專用且經校正的大氣壓力計	
	採樣流量	每次	專用且經校正的氣體流量計	
微量分析電子天平	質量	每年或移動後	標準砝碼	TAF 認證(ISO/IEC 17025:2005)量測實驗室執行
	天平水平零點	每次使用前		本計畫自行檢查
	再現性檢查	每半年		
離子層析儀	檢量線	每次使用前	各種離子標準液	檢測人員執行
	精密度	每次使用前	各種離子標準液	
	準確度	每次使用前	各種離子標準液	
	再現性	每 10 個樣品	與樣品濃度相近的標準品	
碳分析儀	檢量線	每月配製	各種濃度標準液	檢測人員執行
	精密度	每月配製	各種濃度標準液	
	準確度	每月配製	各種濃度標準液	
	再現性	每 10 個樣品	與樣品濃度相近的標準品	
感應耦合電漿質譜儀	流量校正	每季	專用且經校正的氣體流量計	檢測人員執行
	檢量線	每次使用前	各種金屬元素標準液	
	精密度	每次使用前	標準參考樣本	

儀器設備名稱	校正項目	校正頻率	標準品或設備	校正方法或備註
	準確度	每次使用前	標準參考樣本	
	再現性	每 20 個樣品	標準參考樣本	
氣相層析質譜儀系統	檢量線	每次使用前	塑化劑標準液	檢測人員執行
	精密度	每次使用前	標準參考樣本	
	準確度	每次使用前	標準參考樣本	
	再現性	每 10 個樣品	標準參考樣本	

6. 績效查核與系統查核及頻率

績效查核如：盲樣測試、實驗室間比對等，系統查核包括整個測定系統，如：實驗紀錄、數據管理、人員訓練、儀器設備運轉等，分別列於表 3.1.21。

表 3.1.21 績效查核與系統查核

儀器設備名稱	儀器設備運轉及測定系統	實驗紀錄及管理	人員訓練	績效查核
MetOne E-FRM 採樣器	操作人員進行相關測試及維護及確保儀器運轉	實驗紀錄由操作人員擔任，品保人員管理確認。	由專責人員詳細指導操作人員操作。	由品保人員實驗室進行查核
MetOne SASS 採樣器	操作人員進行相關測試及維護及確保儀器運轉	實驗紀錄由操作人員擔任，品保人員管理確認。	由專責人員詳細指導操作人員操作。	由品保人員實驗室進行查核
碳分析儀	由操作人員確認儀器運轉及維護。	實驗紀錄由操作人員擔任，於品保人員管理確認。	由專責人員詳細指導操作人員操作。	由品保人員實驗室進行查核或參與標準品盲樣測試
離子層析儀	操作人員進行相關測試及維護及確保儀器運轉	操作人員擔任，但是品保人員查核有疑慮時，需進行檢討及改善	參加原廠教育訓練	由品保人員實驗室進行查核或參與國際標準品盲樣測試
感應耦合電漿質譜儀	操作人員進行相關測試及維護及確保儀器運轉	操作人員擔任，但是品保人員查核有疑慮時，需進行檢討及改善。	參加原廠教育訓練	由品保人員實驗室進行查核或參與國際標準品盲樣測試
氣相層析質譜儀系統	操作人員進行相關測試及維護及確保儀器運轉	操作人員擔任，但是品保人員查核有疑慮時，需進行檢討及改善。	參加原廠教育訓練	由品保人員實驗室進行查核或參與國際標準品盲樣測試

7. 改正措施之依據及步驟

改正措施包括發生的問題、錯誤原因、改正步驟，分別列舉離子層析儀、碳分析儀與感應耦合電漿質譜儀改正措施如表 3.1.22。

表 3.1.22 改正措施之依據及步驟

儀器設備名稱	改正問題	錯誤原因	改正步驟
離子層析儀	低於檢量線的可適用範圍	原因應該來自樣品濃度過低，或是檢量線離子濃度過高。	使其適用範圍可包含低濃度的樣品；或另行配製低濃度檢量線。
	高於檢量線的可適用範圍	原因應該來自樣品濃度過高，或是檢量線離子濃度過低。	使其適用範圍可包含高濃度的樣品；或者將所要分析的樣品稀釋。
	水溶性陰陽離子當量平衡濃度比不在 0.8 與 1.2 間	當所分析樣品的陰陽離子平衡濃度比大於 1.2 或低於 0.8 時，需確認是否在分析過程發生錯誤。	量測實驗室空白值是否有背景離子濃度？確認分析程序是否有錯誤？檢討水質是否潔淨?容器是否清潔？人員配製方法是否有問題？樣本是否濃度極低？樣本是否鄰近污染源？如果發現有重大不可回復的情形，則原先分析的結果將摒棄不用。
	絕對酒精會干擾分析儀器訊號出現位置	絕對酒精會干擾 Cl^-，使得基線升高，影響 Cl^-積分位置。	調整絕對酒精稀釋倍數降低。
	添加樣品分析執行方式	使用空白濾紙添加標準品後計算標準品回收率，無法得知添加標準品對實際樣品的影響。 添加的標準品濃度值有些不符合實際樣品的濃度。	數次調整標準品濃度值至適當濃度後再進行添加樣品分析的執行方式。
	空白濾紙分析使用的濾紙廠牌為 PALL	與計畫採樣所用的 Whatman 濾紙廠牌不相同	使用與計畫採樣同廠牌的濾紙進行較為恰當
碳分析儀	檢量線未達標準 ($R^2 \geqq 0.995$)	配製標準液，其配製濃度與理論濃度差距過大，造成線性不佳。	重新分析標準液，若分析後還未達標準，應重新配製標準液，予以施打。
	誤差百分比超過 5%	配製標準液，其配製濃度與理論濃度差距過大，導致誤差百分比超過範圍值。	重新分析此標準液，若分析後還未達標準，需重新配製標準液。
	測漏未通過(30 秒壓力下降超過 0.06)	儀器設備有漏氣現象，導致壓力快速下降。	檢查儀器設備可能的漏氣部位將其鎖緊後，再測試是否有漏氣現象。
	空白值超過 0.2 μgC cm^{-2}	空白濾紙受到污染或是碳分析儀部分污染。	再次施打空白濾紙，觀察是否達到接受範圍，若未達到應更換空白濾紙並分析採樣是否達到接受範圍。
感應耦合電漿質譜儀	低於檢量線的可適用範圍	原因應該來自樣品濃度過低，或是檢量線金屬元素濃度過高。	使其適用範圍可包含低濃度的樣品；或另行配製低濃度檢量線。

儀器設備名稱	改正問題	錯誤原因	改正步驟
	高於檢量線的可適用範圍	原因應該來自樣品濃度過高，或是檢量線金屬元素濃度過低。	使其適用範圍可包含高濃度的樣品；或者將所要分析的樣品稀釋。
	檢量線未達標準($R^2 \geqq 0.995$)	配製標準液，其配製濃度與理論濃度差距過大，造成線性不佳。	重新分析標準液，若分析後還未達標準，應重新配製標準液，予以施打。
	同位素干擾	不同元素之同位素形成相同整數（Nominal）質荷比之單價或二價離子，而無法被質譜儀解析所造成。	選擇其他天然豐度較大之同位素。
	多原子離子干擾	因多個原子所形成之離子與待分析物之同位素具有相同之整數質荷比，而無法由質譜儀解析時。	此干擾亦可藉由質量分析器前之化學或碰撞反應室等相關設計消除。
氣相層析質譜儀系統	低於檢量線的可適用範圍	原因應該來自樣品濃度過低，或是檢量線塑化劑濃度過高。	使其適用範圍可包含低濃度的樣品；或另行配製低濃度檢量線。
	高於檢量線的可適用範圍	原因應該來自樣品濃度過高，或是檢量線塑化劑濃度過低。	使其適用範圍可包含高濃度的樣品；或者將所要分析的樣品稀釋。
	檢量線未達標準($R^2 \geqq 0.995$)	配製標準液，其配製濃度與理論濃度差距過大，造成線性不佳。	重新分析標準液，若分析後還未達標準，應重新配製標準液，予以施打。

3.2 解析 $PM_{2.5}$ 時間與空間分布特徵及影響因素

本計畫以下列敘述的方法解析 $PM_{2.5}$ 時間與空間分布特徵及影響因素。

3.2.1 $PM_{2.5}$ 污染事件分類與判別準則

本計畫將 $PM_{2.5}$ 質量濃度超出空氣品質日平均標準值($PM_{2.5} \geqq 35\ \mu g\ m^{-3}$) 定義為污染事件日(但這並不表示該污染事件為超過我國 $PM_{2.5}$ 空氣品質標準，因為 $PM_{2.5}$ 空氣品質標準符合度另公布有判斷方法)，然後將污染事件依照形成原因分為：在地污染、外地污染傳輸及境外污染傳輸等三大類別。分類方法利用三種不同尺度資料，包括風場及網站 $PM_{2.5}$ 濃度模式模擬資料、逆推氣流軌跡、環保署測站監測資料小時值，以解析污染物濃度上升原因，這些資料又可分為三種不同尺度資料，詳細如下方說明：

1. 大尺度資料 1：以 NOAA Air Resources Laboratory 所研發的 Hybrid Single-Particle Langrangian Integrated Trajectory 簡稱 HYSPLIT 模式(Draxler and Hess, 1998)，追溯 72 小時內氣流行經路線(圖 3.2.1 左上)，可評估氣流傳輸至測站以前經過的各地區。
2. 大尺度資料 2：以 https://earth.nullschool.net 所提供的亞洲大陸及臺灣各地風場及空氣品質模擬資料(圖 3.2.1 右上)，可輔助確認 HYSPLIT 模式軌跡路線，以及提供境外氣流傳輸污染物的空間地理分布。
3. 中尺度資料 1 和 2：利用環保署監測站每小時全臺灣污染物濃度分布圖(中尺度資料 1，圖 3.2.1 下左)與風速風向分布(中尺度資料 2，圖 3.2.1 下右)瞭解全臺灣污染物濃度地理分布與各採樣地區小時風速與風向，並與大尺度資料 2 交互比對確認。
4. 小尺度資料：使用環保署空氣品質監測站自動監測資料小時值，研判污染物小時濃度變化趨勢，瞭解測站 $PM_{2.5}$ 濃度與氣象因子及污染前驅物間變化趨勢。有關風速的影響，本計畫以 $PM_{2.5}$ 濃度上升以及風向與風速 1.6 $m\ s^{-1}$ 作為風速高、低分界，風速高污染物濃度升高顯示為外地傳輸，風速低污染物濃度升高則表示為在地污染物累積。

透過上述三種不同尺度資料的交互評估，本計畫將污染事件可能成因及傳輸劃分為境外傳輸事件、外地傳輸事件 (由鄰近都會傳輸影響) 以及在地污染三種類型。各類污染事件來源判別依據說明如下：

(1) 境外傳輸事件

若大尺度資料 1 的逆推氣流軌跡顯示氣流行經亞洲大陸高污染地區且高度位在混合層下方，則可能攜帶污染物至採樣地區，測站將可能受到境外污染物傳輸影響；再透過大尺度資料 2 的模擬，交互確認氣流來向以及污染物濃度在不同時間的空間分布。中尺度資料的臺灣污染物濃度空間分布，將會出現臺灣各地污染物濃度有不同時間階段遞延上升現象，小尺度監測資料則會顯現測站各污染物濃度隨風速上升現象，但也可能出現 $PM_{2.5}$ 濃度單獨隨風速上升現象。

(2) 外地污染傳輸事件

發生外地污染傳輸時，大尺度資料 1 的逆推氣流軌跡來向以及大尺度資料 2 模擬的各地風場和濃度分布，將顯示氣流來向為海面或是傳輸至測站前經過其他空品區，具有污染傳輸現象；中尺度資料則將顯示隨時間進展，各地污染物濃度發生有時間階段式遞延上升現象，小時風速大於 1.6 m s^{-1}，並且可由風向推估來向為其他空品區；小尺度測站資料則會出現測站 $PM_{2.5}$ 濃度隨風速上升現象。

(3) 在地污染事件

大尺度資料 1 和 2 的氣流軌跡來向為海面或是傳輸至採樣地區前未經過明顯污染地區；中尺度資料顯示 $PM_{2.5}$ 濃度上升僅在測站所在空品區內，或是污染物移動範圍較小；小尺度測站資料的風速一般低於 1.6 m s^{-1}，並且 $PM_{2.5}$ 濃度時常於交通尖峰時段與 NO_x 及 CO 濃度一同上升，此時污染物濃度上升主要受到環境擴散條件不佳影響。

除了前述污染來源推估準則外，環境擴散條件不佳時導致的污染物殘留現象，及午後光化學作用也是污染物濃度上升原因，本計畫針對這些現象分別說明如下：

1. 夜間污染殘留

夜間污染殘留現象通常於前一日夜間開始，污染物濃度因風速不高，導致前一日夜間所產生污染物擴散速率緩慢，因而影響次日空氣品質。本計畫為明確判讀此現象，定義採樣前一日 22 時至 23 時環保署空氣品質監測資料 $PM_{2.5}$ 濃度小時平均值≧ 35 μg m^{-3} 時，即為有夜間污染殘留現象。

2. 光化學作用

大氣光化學作用反應過程複雜，影響因子眾多，為明確判讀光化學作用對 $PM_{2.5}$ 濃度影響，當測站在採樣日上午 11 時至下午 15 時期間，發生臭氧尖峰濃度以後，$PM_{2.5}$ 濃度小時值若呈現濃度增高，顯示 $PM_{2.5}$ 濃度不僅未受午間環境因子擴散降低反而上升，因而判斷是受到光化學反應影響，將產生二次微粒，

本計畫定義這種現象為「光化學作用」。

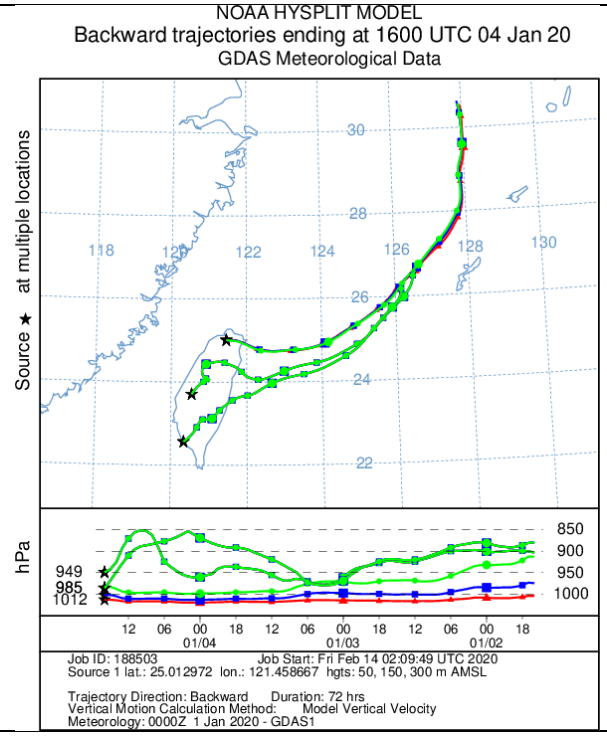
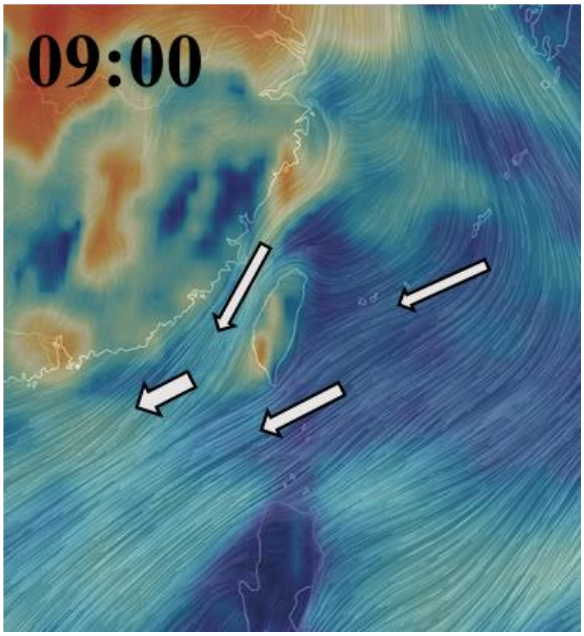
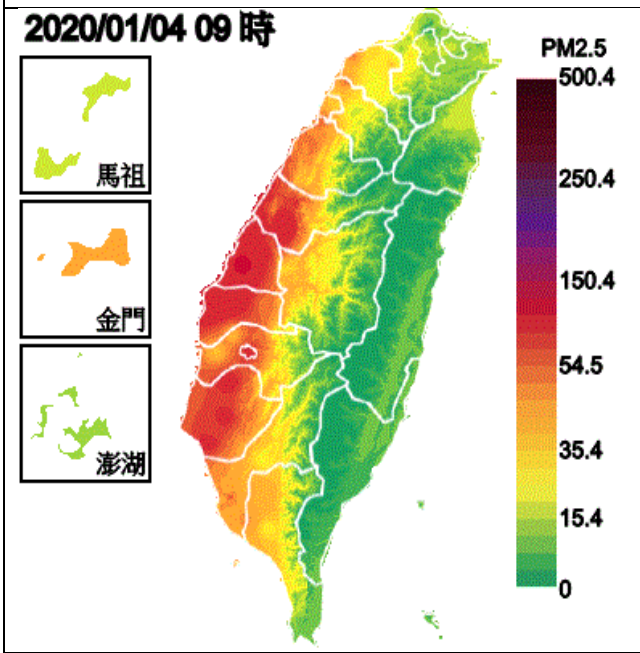
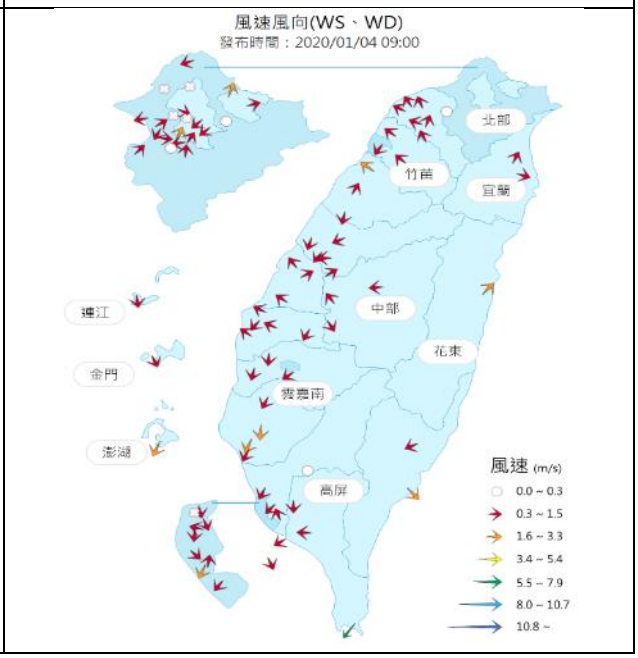
<table>
<tr><th colspan="2">大尺度資料</th></tr>
<tr><th>1：逆推氣流軌跡</th><th>2：風場與污染物濃度模擬</th></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><th colspan="2">中尺度資料</th></tr>
<tr><th>1：污染物濃度分布</th><th>2：風速風場分布</th></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
</table>

圖 3.2.1 大尺度資料 1 和 2 (上圖)與中尺度資料 1 和 2 (下圖)範例

3.2.2 大氣空品模式及氣象模式解析高濃度事件硝酸鹽形成機制

1. 網格模式選用與操作設定

本次模式模擬為二層巢狀網格設計，水平解析度分別為 9 及 3 公里，模擬範圍如圖 3.2.2 所示。

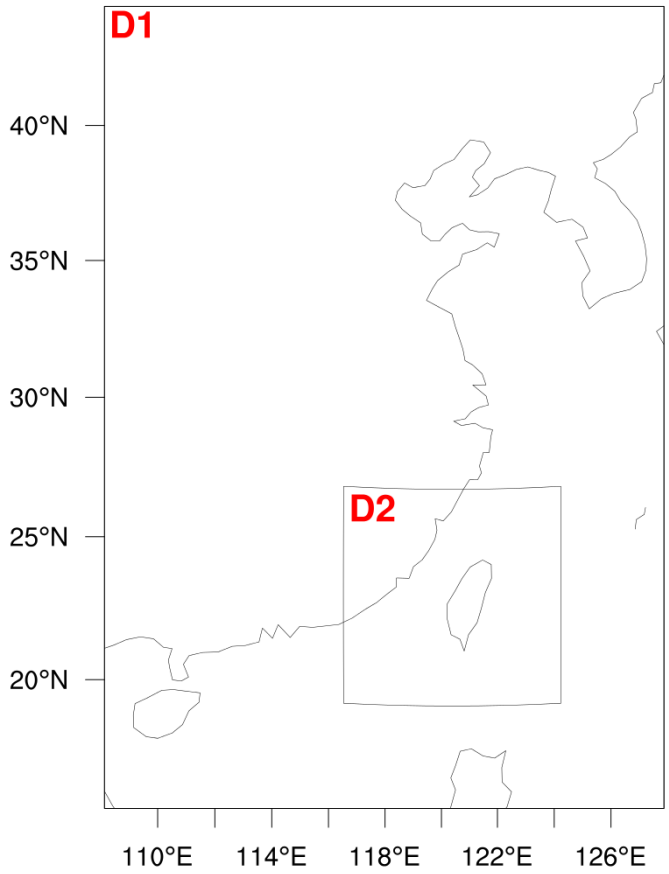


圖 3.2.2 ARW-WRF 模式二層巢狀網格的模擬範圍

本計畫所使用的大氣空品模式 (WRF/CMAQ) 為氣象模式 WRF (Weather Research and Forecasting, Skamarock and Klemp, 2008) 搭配大氣化學模式 CMAQ (Models-3 Community Multiscale Air Quality Model，Byun and Schere, 2006)，所組成的大氣化學模擬系統。WRF 氣象模式為目前最新世代的中尺度氣象模式，為美國 NCAR、NCEP、NOAA-FSL、AFWA、NRL、FAA 及 Oklahoma 大學等所共同研發，具多重的動力核心、三維變分資料同化系統、可移動的巢狀網格、可平行化計算及可擴充更新的特點，模擬的尺度可由數公尺到數千公里，在本計畫中所使用的版本為 3.9.1。CMAQ 大氣化學模式為美國環保署所使用的第三代空氣品質模式，其為三維巢狀網格設計，在單次模擬時，同時考量各污染物

間的化學反應及固、液、氣三態轉換，並呈現出一個整體大氣的觀念(ONE Atmosphere)，在本計畫中所使用的版本為 5.2.1。

WRF/CMAQ 所使用的氣象初始場為 NCEP GFS 預報場資料 (解析度為經緯度 0.5° × 0.5°)。模擬的部份採二層巢狀網格，水平網格解析度分別為 9 及 3 公里，第一層包含大東亞及東南亞地區，第二層範圍則僅包含福建省的一部分、臺灣及週邊海域，垂直共有 45 層，3,000 公尺以下約有 25 層、1,000 公尺下約有 16 層，分別約為 0、25、50、75、100、135、180、230、290、360、440、525、625、730、850、1,000 公尺 (非定值，將因實際地面氣溫、高度及氣壓而變動)，無論是白日邊界層或夜間邊界層均有非常良好的解析。排放資料庫的部份，境外(除臺灣以外的地區)及境內(臺灣本島)的人為源排放分別來自 MIX v1.1 (Multi-resolution Emission Inventory for China, Li et al., 2017)及 TEDS 10.0 (Taiwan Emission Data System, TWEPA, 2017)，境外及境內的生物源則分別由 MEGAN (Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature, Guenther et al., 2012) 及 BEIS3 (Biogenic Emission Inventory System version, Pouliot and Pierce, 2009)模式所產生，MIX v1.1 及 TEDS 10.0 的排放基準年分別為 2010 及 2016 年，而模擬年份為 2017 年，因此針對中國大陸的排放量，我們參考 Zheng et al. (2018)推估中國的人為源排放量從 2010 到 2017 年的變化，分別將 SO_2, NO_x, NMHC, NH_3, CO, PM_{10}, $PM_{2.5}$ 自 2010 年的水準調整比例-59%, -21%, 2%, -3%, -23%, -36%及-33%至 2017 年的水準。在臺灣方面，則假設 2017 年的排放量與 2016 年相當，不作調整，至於中國及臺灣以外的地區，暫時不作調整。本次模式模擬使用 SMOKE (Sparse Matrix Operator Kernel Emissions, Houyoux et al., 1999)來處理臺灣境內排放源的時間與空間分布，以及化學型態的變化，使用的版本為 4.6。最後，模式所選用的主要模組設定都與 Chuang et al. (2017)相同，詳情請參考該篇文獻。

2. 硝酸鹽微粒生成機制

氣膠 NH_4NO_3 是由 NH_3 與硝酸氣(HNO_3)反應產生，$NaNO_3$ 則是 HNO_3 與 NaCl 液滴反應所產生(Ottley and Harrison, 1992)，前項反應可以說是硝酸鹽的主要產生方式，NH_4NO_3 的形成與環境溫度及相對濕度有密切的關係，因為溫度及相對濕度影響 NO_3^-及 NH_4^+在氣相與氣膠相的平衡常數(equilibrium constant)。

HNO_3 的來源，在白天主要來自 NO_2 與 OH・反應(Calvert and Stockwell, 1983; Hertel et al., 2012)，或是晚上 NO_2 先與 O_3 氧化反應產生 NO_3・然後 NO_3・再與 NO_2 反應成 N_2O_5 (Mentel et al., 1996)，N_2O_5 以溶入液滴的異相反應(heterogeneous reaction)，在水珠內產生 HNO_3 (Dall'Osto et al., 2009)。

前述提到 NH_4NO_3 為主要的硝酸鹽結合型態，但大氣中 H_2SO_4 會與 HNO_3 競爭與 NH_3 反應，且 H_2SO_4 通常會優先與 NH_3 反應，因此通常要在 NH_3 量多充足的時候，才會產生 NH_4NO_3 (Seinfeld and Pandis, 2006)，也就是說 NH_4NO_3 可以在 NH_3 與大氣 H_2SO_4 中和後，才能有效地產生。公式 3.2.1 彙整前述 NO_3^- 與 SO_4^{2-}生成機制及反應式。

$NO_2 + OH・ \rightarrow HNO_3$ (日間)

$NO_2 + O_3 \rightarrow NO_3・$ (夜間)

$NO_2 + NO_3・ \rightarrow N_2O_5$ (夜間)

$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2HNO_3$

$H_2SO_4 + NH_3 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$

$HNO_3 + NH_3 \rightarrow NH_4NO_3$ (氨氣充足時)

公式 3.2.1

3.2.3 推估環境中二次有機碳成分

為了評估環境衍生污染物的比例，本計畫利用有機碳成分(OC)與元素碳成分(EC)資料推估 OC 的二次污染成分(SOC)。Cabada et al. (2004)所提出的 EC Tracer Method，如公式 3.2.2 所示，為目前常見的推估方式。不過此方法容易低估環境中 SOC 實際濃度，因此 Day et al. (2015)則將此方法加以修正，在 OC 與 EC 散布圖中連結 EC 濃度範圍內各 OC 濃度所對應的最高 EC 濃度點，得到的直線斜率即為$(OC/EC)_{Pri}$，稱為 High EC Edge Method。這個方法得到的$(OC/EC)_{Pri}$較傳統方法為低，估算的 POC 濃度因而較低，而有較高的 SOC 濃度，經過模式模擬驗證後較傳統的 EC Tracer Method 更符合。

本計畫應用各檢測站修正後 OC 與 EC 化學成分資料，篩除受到降雨影響及當日臭氧最大值超過 40 ppb 的採樣日樣本，以避免因降雨掃除原生污染物的影響及光化學作用而導致 OC 濃度增加的影響，最後以 OC 與 EC 散布圖和 High EC Edge Method 得到直線斜率$(OC/EC)_{Pri}$，再估算 SOC 濃度。

符合前述篩選條件的採樣日數據，將依照高邊界篩選原則，選取各 OC 濃度區間，EC 濃度最高的樣本作為斜率參考資料點，完成計算後將斜率置入原始數據中進行 SOC 濃度推估。以 2017 年至 2020 年度計畫執行期間化學成分資料推估結果如下表 3.2.1 所示。

$$\mathrm{POC} = \left(\frac{\mathrm{OC}}{\mathrm{EC}}\right)_{\mathrm{Pri}} \times \mathrm{EC} + \mathrm{b}$$
$$\mathrm{SOC} = \mathrm{OC} - \mathrm{POC}$$

公式 3.2.2

其中：

POC：為推估一次有機碳濃度。

SOC：為推估二次有機碳濃度。

b：截距項，可能為非燃燒產生一次排放污染或其他干擾因素。

OC/EC_{pri}：以篩選後數據推估原生有機碳與元素碳比值。

表 3.2.1 高邊界 EC Tracer 推估各採樣點 OC/EC 斜率及統計資料

測站	斜率	截距	R^2	樣本數
花蓮	2.04	0.53	0.84	50
板橋	4.17	-0.41	0.98	29
忠明	1.67	0.55	0.81	30
斗六	2.19	0.99	0.73	13
嘉義	2.69	0.07	0.95	16
小港	2.65	-0.70	0.98	34

備註：樣本數目為符合篩選原則樣本數

3.2.4 採用國際通用受體模式解析 $PM_{2.5}$ 化學成分，推估各監測地區 $PM_{2.5}$ 污染來源

受體模式以受體的角度，透過周界大氣量測的污染物物理與化學特性追溯污染來源。模式由數學或統計程序建立，利用化學成分的質量濃度與質量守恆理論，識別及量化受體所在位置的空氣污染物來源。

美國於監管大氣模式支援中心網站上公布的受體模式有：化學質量平衡模式(Chemical Mass Balance, CMB), UNMIX 和正矩陣因子法(Positive Matrix Factorization, PMF)。受體模式又可依據是否需要排放源化學成分資訊分成兩類，CMB 需要有主要污染來源的化學成分指紋資料；多變量受體模式，像是因子分析模式(Factor Analysis, FA)、主成分分析模式(Principal Component Analysis, PCA)、PMF 和 UNMIX，則只需大氣環境檢測的數據即可解析污染來源類別，

UNMIX 和 PMF 都是 FA 模式，前者可消除因子旋轉的模糊問題(Lewis et al., 2003)，但目前最廣泛被使用的還是 PMF，因此，本計畫採用 PMF 來推估 $PM_{2.5}$ 污染來源。

PMF 是一個獨立加權因子分析模式，最初由 Paatero 和 Tapper (Paatero and Tapper, 1993, 1994)開發，之後由 Paatero 和 Hopke (Paatero and Hopke, 2003)進一步改進。PMF 可估計因子和因子的數量，這些因子可以解釋 $PM_{2.5}$ 化學成分數據的最大變異，根據質量守恆理論，可以將化學成分分解成貢獻矩陣、來源指紋(source profile)矩陣和殘差矩陣，一般以公式 3.2.3 表示(Norris et al., 2014)：

$$X_{ij} = \sum_{k=1}^{p} g_{ik} f_{kj} + e_{ij}$$

公式 3.2.3

其中：

X_{ij}：第 i 個樣本中 j 成分濃度。

p：為解析出的因子(污染源)總數，也就是貢獻 X_{ij} 的污染源總數。

g_{ik}：第 k 個因子傳輸到第 i 個樣本的污染物濃度。

f_{kj}：第 k 個因子矩陣中 j 成分所占的的污染物濃度比例。

e_{ij}：第 i 個樣本中 j 成分的殘差。

PMF 進行運算時需要兩個檔案，分別為濃度矩陣檔案及不確定性矩陣檔案。

濃度矩陣與不確定性矩陣的格式要一致，將變數/元素置於欄(columns)，日期/樣本數置於列(rows)，單位可以置於第二欄，但也可不需要。PMF 不接受輸入檔案中含有缺值 (Blank cells)，數值的範圍不可小於-900 或大於 9000。不確定性計算方式以表 3.2.2 表示：

表 3.2.2 PMF 濃度矩陣及不確定矩陣計算方法

項目	濃度矩陣(μg m^{-3})	不確定性矩陣(uncertainty)
X>MDL	量測濃度值	$\sqrt{(\text{Error Fraction} * \text{concentration})^2 + (0.5\text{MDL})^2}$
X<MDL	$\frac{1}{2}$MDL	$\text{Uncertainty} = \frac{5}{6}$ MDL
缺值	濃度中位數	Uncertainty = 4 * 中位數

備註：1.不確定性矩陣數值不得為 0 值或負值
2. X 代表某個成分濃度
3. MDL 為方法偵測極限
4. Error fraction = 變異係數

若模式模擬得好，殘差應該會很小，不確定性低，模式才是穩定的，所以 PMF 的目標函數為最小的 Q 值，Q 值如公式 3.2.4 所示：

$$Q = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\left(\frac{e_{ij}}{u_{ij}}\right)^2$$

公式 3.2.4

其中 u_{ij}：第 i 個樣本中 j 成分的標準偏差，即為不確定性。

將公式 3.2.1 的 e_{ij} 帶入公式 3.2.5 可得：

$$Q = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\left(\frac{X_{ij} - \sum_{k=1}^{p} g_{ik}f_{kj}}{u_{ij}}\right)^2$$

公式 3.2.5

上面問題可以由加權最小平方法疊代求出 Q 的收斂解。

美國環保署於 2014 年釋出 PMF 5.0 操作手冊，在操作上首先須輸入氣膠成分及每個成分的不準確度，同時選定因子數(介於 1 到 999)，方法上的因子即為可能的污染源，得到最小 Q 值後，做 Q 值與因子數的散布圖，當 Q 值忽然改變很大且後續變動不大時的因子數即為可能的污染源數目。決定因子數後就可開始執行模式，執行包含基本模式(Base model)、拔靴模式(Bootstrap model)、位移模式(Displacement)、拔靴-位移模式(BS-DISP model) (圖 3.2.3)。

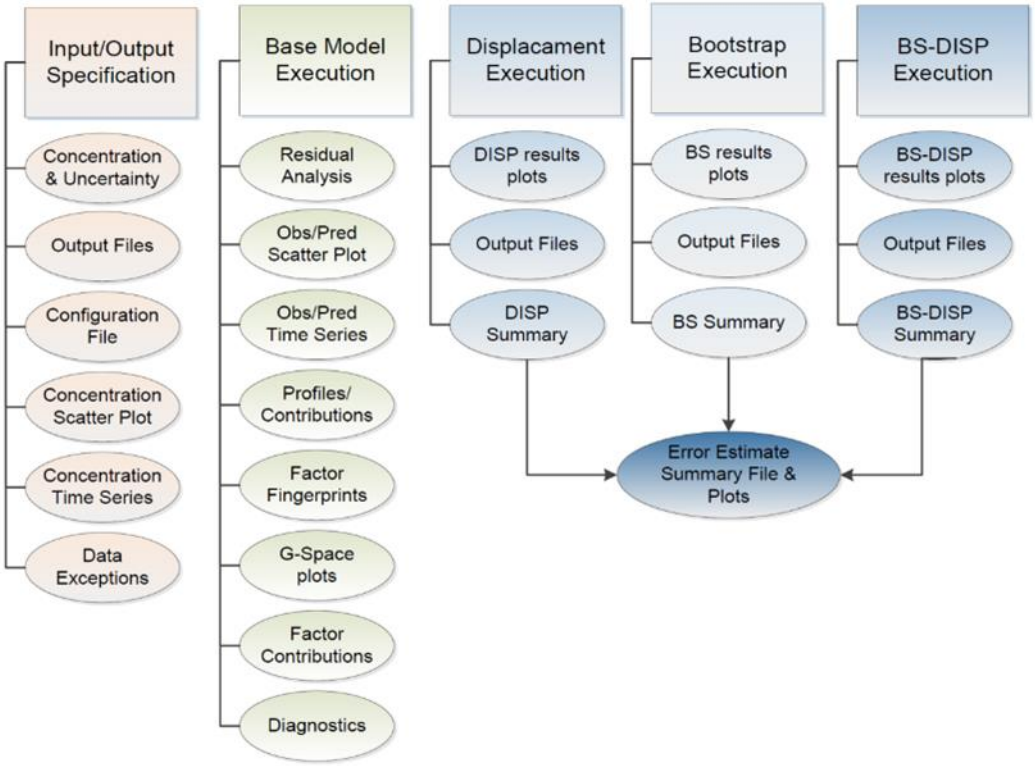


圖 3.2.3 美國環保署 PMF 5.0 版操作流程-基本模式 (Norris et al., 2014)

當我們以基本模式解析後，可由解析結果判斷因子間是否獨立?檢視各因子在每個樣本貢獻量的相關性，如果兩個因子在每個樣本貢獻量的相關性高，則需使用 Fpeak 模式進行轉軸(圖 3.2.4)，改善因子間的相關性。Fpeak 基本概念為在不改變 Q 值的情況下，對 G 和 F 矩陣進行轉換，轉換後的矩陣為 G*和 F*，此過程稱為旋轉，如公式 3.2.6 所示：

$$G^*=GT \quad 和 \quad F^*=T^{-1}F$$

公式 3.2.6

其中 T：轉置矩陣，為 P x P 非奇異矩陣。

由於這不是一個嚴格的旋轉，因為 PMF 有非負值的限制，所以旋轉後 Q 值會有所改變。上述步驟完成後，最後執行拔靴(Bootstrap)模式。Bootstrap 的意思是從樣本數據中選擇不重疊的較小樣本區塊，形成新的數據組合，然後跑 PMF，以 Bootstrap 的因子和 base run 的因子進行 mapping，比較相同因子的貢獻度，如果兩個因子對各樣本貢獻度相關係數大於設定的門檻值(通常為 0.6)，則稱為 mapped，否則稱為 unmapped。拔靴模式可以用來判斷基本模式解析結果的不確定性和穩定性。

除了上述的拔靴(Bootstrap)模式外，PMF5.0 版還提供兩種評估模式以輔助判斷因子間是否相互獨立？位移(Displacement)模式是利用小幅度的 Q 值變化，檢測因子間的獨立性，如果在模式限制的 Q 值變化區間內，被探討的化學成分在因子內占比改變，則稱為 swap；在模式設定中通常限制 Q 值變化為 4，若有 swap 產生，則表示因子間該成分彼此不相互獨立。拔靴-位移模式(BS-DISP)模式則是連結 Bootstrap 以及 Displacement 兩者的特點，能夠探討模式中的隨機誤差以及因子間的獨立性。

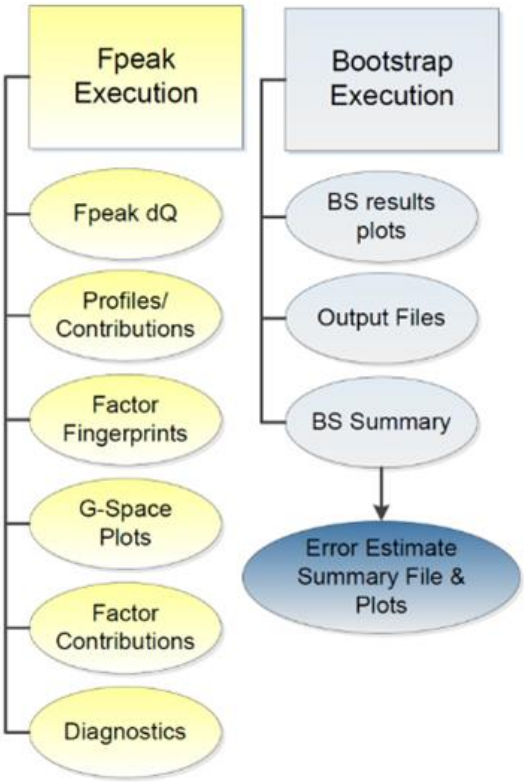


圖 3.2.4 美國環保署 PMF 5.0 版操作流程-Fpeak 模式 (Norris et al., 2014)

為了達到模式擬合良好的結果，PMF 提供了限制(Constraints)模式(圖 3.2.5)，能夠經由對數據的瞭解與相關知識對模式進行限制。透過限制特定日期的樣本或是因子中特定成分的貢獻度，來採樣模式結果的改變，經由模式改變可以發現，容易隨限制有明顯變化的數據稱為 weak，否則稱為 stiff。限制模式可以用來修正基本模式並且透過限制找出穩定的模式解。

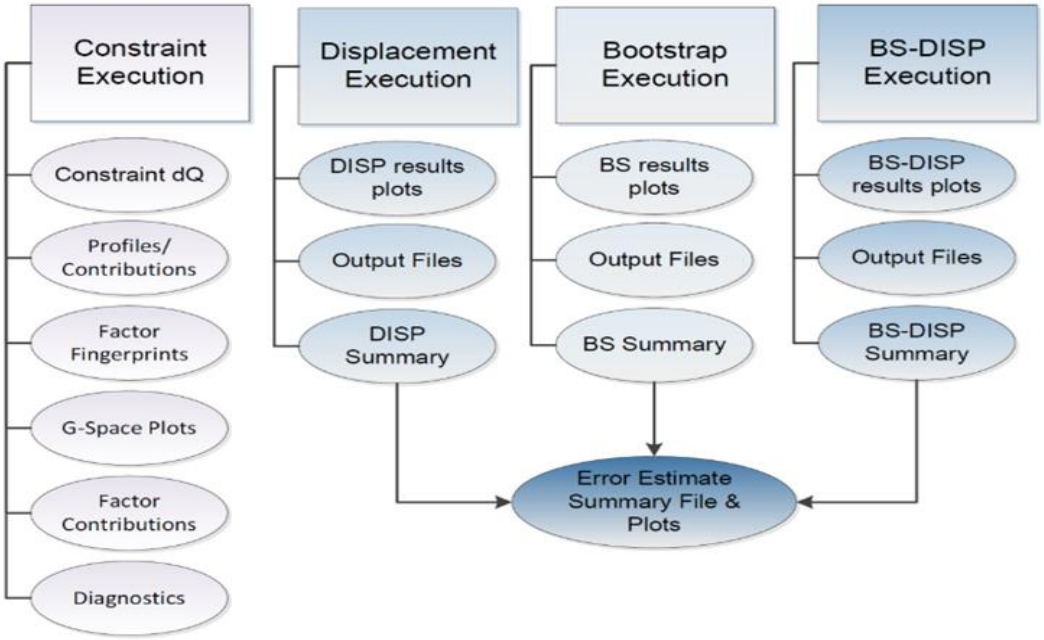


圖 3.2.5 美國環保署 PMF 5.0 版操作流程-限制模態 (Norris et al., 2014)

由於 PMF 只需要大氣污染物濃度資料即可解析，所以有越來越多的研究使用 PMF 模式做污染來源解析。Zhang et al. (2009)應用 PMF 模式(EPA PMF1.1)解析美國中西部測站，包含一個農村測站與四個城市測站，以 $PM_{2.5}$ 一次與二次有機氣膠資料，解析出主要的污染源貢獻量。Wang et al. (2012)在美國紐約州第三大城市 Rochester，由二次無機離子、微量元素、碳成分和光吸收數據，以 PMF (EPA PMF, 4.1 版)模式調查 $PM_{2.5}$ 的來源，結果解析出 8 個主要污染來源。Jeong et al. (2011)用加拿大五個城市測站的 $PM_{2.5}$ 化學成分數據，進行 PMF 模式分析，定義出主要的污染來源並估算出它們對 $PM_{2.5}$ 質量的貢獻量，在這個研究中，為了確定最有可能的污染源位置，還輔助運用條件機率函數(conditional probability function, CPF)和可能源貢獻函數(potential source contribution function, PSCF)分析。 CPF 是利用濃度較高成分的特定風向推算，因此能更好地與本地污染源相聯結，PSCF 則是使用逆軌跡與全球網格氣象數據(EDAS gridded meteorological data)推算，有助於確定可能的長程傳輸來源地，並作為 PMF 分析模擬輔助推估來源貢獻。Belis et al. (2013)彙整 1994 到 2012 年歐洲使用受體模式文獻，各項污染來源推估顯示主要污染源類別分成：二次無機氣膠、交通源、工業點源、生質燃燒、地殼礦物塵土、海鹽。

模式推估結果搭配雙變數條件機率函數(Conditional Bivariate Probability

Function, CBPF)推估潛在污染源位置，此函數為單變數條件機率函數的改良版(Uria-Tellaetxe and Carslaw., 2014)。計算方法如公式 3.2.7 所示。其中，m 代表指定風向與風速區間且濃度超出設定閾值(例如：前 30%高濃度)的樣本數，n 為指定風向與風速區間的總樣本數，公式中 Δθ 指小時風向以 22.5º 進行分割，360º 風向共分成 16 個區塊，Δu 即所設定風速區間，本計畫根據蒲福氏風級(Beaufort wind force scale)訂定風速區間。

$$\mathrm{CBPF} = \frac{m_{\Delta\theta,\Delta u}|_{c>x}}{n_{\Delta\theta,\Delta u}}$$

公式 3.2.7

3.2.5 $PM_{2.5}$成分及氣象因子與能見度多元迴歸模式

以統計分析技術結合 $PM_{2.5}$ 化學成分及氣象因子推估地區能見度最廣被使用的方法是多元線性迴歸，例如：Lee and Shen (1995)和 Lee and Cheng (1996)以 $PM_{2.5}$ 化學成分及氣象因子推估台北都會地區能見度，Chan et al. (1999)對於澳洲布里斯本地區能見度進行研究。目前氣象局有能見度人工採樣數據，約 3 個小時採樣 1 筆數據。環保署空品站則有能見度儀監測數據，每個小時 1 筆數據。

能見度多元迴歸模式所篩選的 $PM_{2.5}$ 化學成分包含：Mg^{2+}、Cl^-、修正 NH_4^+、修正 NO_3^-、Ca^{2+}、SO_4^{2-}、EC、修正 OC，天氣因子包括：風速(WS)、環境溫度(T)、環境相對濕度(RH)。結合 2017 至 2020 年中央氣象局在板橋、台中、嘉義、高雄、花蓮等檢測站的人工檢測能見度資料(斗六缺乏氣象站，使用嘉義站資料)，各監測站數據經由 Backward Stepwise Regression 分析，所選取的自變數顯示各測站普遍以 SO_4^{2-}為影響能見度最大的化學成分，與上一年度結果相近(李等，2019)。在 6 個地區能見度迴歸模式中，相對濕度和溫度分別扮演降低以及增高能見度角色，與 Lin et al. (2014)在中國上海地區對霧霾研究，發現低溫、低風速、高相對濕度有利於霧霾形成，且大氣氣膠成分以二次無機氣膠污染影響能見度最大的研究成果一致。

大氣氣膠不同化學成分造成對大氣消光係數(Extinction Coefficient, b_{ext})差異，b_{ext} 是結合大氣氣膠和氣體分子的消光效應，根據 Koschmieder 方程式：大氣能見度 = $3.912/b_{ext}$ (Seinfeld and Pandis, 1998)，顯然，b_{ext} 是影響大氣能見度最重

要因子，Pitchford et al. (2007)以 revised IMPROVE (Interagency Monitoring of Protected Visual Environments)估算大氣氣膠各種成分(硫酸銨、硝酸銨、有機物、元素碳、土壤、海鹽、粗顆粒)和空氣分子以及 NO_2 的 b_{ext} 如

公式 3.2.8 所示：

$$b_{ext} \approx 2.2 \times f_S(RH) \times [\text{Small Ammonium Sulfate}] + 4.8 \times f_L(RH) \times [\text{Large Ammonium Sulfate}] + 2.4 \times f_S(RH) \times [\text{Small Ammonium Nitrate}] + 5.1 \times f_L(RH) \times [\text{Large Ammonium Nitrate}] + 2.8 \times [\text{Small Organic Mass}] + 6.1 \times [\text{Large Organic Mass}] + 10 \times [\text{Elemental Carbon}] + 1 \times [\text{Fine Soil}] + 1.7 \times f_{SS}(RH) \times [\text{Sea Salt}] + 0.6 \times [\text{Coarse Mass}] + \text{Rayleigh Scattering (Site Specific)} + 0.33 \times [NO_2\ (\text{ppb})]$$

公式 3.2.8

其中 $f_X(RH)$為氣膠主要吸濕化學成分(硫酸銨、硝酸銨)潮解成為水珠後，於各種相對濕度下相對於未潮解時散光係數的倍數。估算方式是藉由 AIM3 熱力學平衡模式模擬出氣膠化學成分在特定相對濕度的成長係數(亦即，在特定相對濕度的氣膠直徑/乾氣膠直徑)，藉由不同化學成分成長係數，可再各別估算出不同相對濕度各化學成分的散光係數。另外，剛從污染源排放的新鮮氣膠顆粒粒徑(幾何平均粒徑為 0.2 μm，幾何標準偏差為 2.2)較小，老化或經過雲處理(cloud processing)氣膠顆粒粒徑(幾何平均粒徑為 0.5 μm，幾何標準偏差為 1.5)較大，以米氏理論(Mie theory)計算 550 nm 光波波長及前述粒徑分布參數兩種模態的氣膠，可得到不同氣膠成分的質量散光效率分別成為 $f_X(RH)$或成分濃度前面的係數。大、小顆粒氣膠化學成分濃度分配是依據：將某一個氣膠化學成分濃度除以 20 μg m^{-3}，得到一個比例，再將該化學成分濃度乘上比例即得到大顆粒氣膠化學成分濃度；將該氣膠化學成分濃度減去大顆粒氣膠化學成分濃度就得到小顆粒氣膠化學成分濃度。如果該氣膠化學成分濃度大於 20 μg m^{-3}，則該氣膠化學成分都在大顆粒模態。例如：如果 OC 濃度是 4 μg m^{-3}，將 4 除以 20 得到 1/5，則大顆粒氣膠 OC 濃度是 4*1/5= 0.8 μg m^{-3}，小顆粒氣膠 OC 濃度為 3.2 μg m^{-3}，這個估算方式是依據美國 21 個 IMPROVE 監測站的氣膠散光係數和化學成分推算出來的經驗式(Pitchford et al., 2007)。

其餘各項參數定義如下：

1. 假設所有硫酸鹽都是硫酸銨，即硫酸銨濃度=1.37× [SO_4^{2-}] (μg m^{-3})
2. 假設所有硝酸鹽都為硝酸銨，即硝酸銨濃度=1.29× [NO_3^-] (μg m^{-3})

3. 有機物(OM)濃度=(1.6~2.1)× [OC] (μg m^{-3})，本計畫採用 1.6。

4. 元素碳(EC)濃度單位為 μg m^{-3}

5. [Fine Soil] = 6.6[Al] + 1.63[Ca] + 2.42[Fe] + 1.94[Ti]，濃度單位為 μg m^{-3} (Frank, 2006)

6. [Sea Salt] = 1.8× [Cl^-]，單位是 μg m^{-3} (Pitchford et al., 2007)

7. [Coarse Mass] = PM_{10} - $PM_{2.5}$，單位為 μg m^{-3} (Pitchford et al., 2007)

8. Rayleigh Scattering，其值會因大氣密度而改變，Pitchford et al(2007)研究指出大約範圍是在 8~12 Mm^{-1}，本計畫參考 Watson (2002)使用 11.4 Mm^{-1} 進行計算。

9. [NO_2 (ppb)]、RH 資料：本計畫使用環保署監測站數據，將每日小時值資料進行平均，採用日平均值進行計算。

前述結合大氣氣膠和氣體分子的消光效應估算大氣 b_{ext} 雖然是使用美國 IMPROVE 監測站數據的經驗式，但本計畫也做了一些監測站現場特性的調整，特別是監測氣膠化學成分及大氣相對濕度，因此可以和檢測能見度進行比較。

3.2.6 金屬元素污染來源

在微粒的金屬成分中，大致可分為兩大類，一類為來自地殼元素以 Si、Fe、Al、Ca、Mg 為主要元素，另一部分則是來自人為活動所排放的元素以 Cr、Cd、Pb、Mn、Zn、Sn、Ni、V、Sb 等元素為主，這些元素可能來自化石燃料、煤碳以及工業添加成分(Huang et al., 2011; Ntziachristos et al., 2007)。

$PM_{2.5}$ 來自多種污染源排放或衍生，不同排放源所排放的微粒主要成分會有相同，但也可能存在獨特成分，各污染源排放煙流在大氣經過混合後，到達採樣地點，分析採樣微粒的化學成分，如果特定污染源有重大影響，其特徵成分就會凸顯出來，金屬元素性質穩定，因此，常利用這些特徵成分做為主要污染源追蹤指標(tracer)。舉例來說，塵土元素的指標元素為 Al、Ca、Fe、K、Mg、Mn、Si、Sr 及 Ti 等 (Rahn, 1999)；海水飛沫的指標為 Na 及 Mg (Rahn, 1999)；交通排放源則有燃燒源及非燃燒源兩種，燃燒源可利用 Cu、Pb、Zn、V 作為指標元素(Lin et al., 2015; Salvador et al., 2004; Weckwerth, 2001)，非燃燒源的排放則是由輪胎、剎車或零件磨損所產生，可利用 Ba、Cd、Cr、Cu、Ga、Mo、Pb、Sb、Sn、Zn 等元素作為指標(Lin et al., 2015; Almeida et al., 2005; Birmili et al.,

2006; Hjortenkrans et al., 2007; Reff et al., 2009)；鋼鐵業可透過 As、Cu、Cr、Fe、Mn、Ni、Pb、Zn 等元素作為指標元素(Tian et al., 2010; Tsai et al., 2007; Yang et al., 2003)；在許多研究中發現煤灰富含許多微量元素，大略為 As、Cr、Cu、Hg、Sb、Se、Sn、Sr、Pb 等元素(Querol et al., 2006)；垃圾焚化的指標元素可使用 As、Cd、Pb、Sb、Zn 等元素作為指標(Christian et al., 2010)，Hu et al. (2003)在研究中使用 Cd 做為台中地區焚化廠的排放指標。然而，很多污染源燃燒化石或生質燃料，排放的主要微粒元素大多含有 Al、Ca、Fe、Mg、K、Na 等金屬元素(羅等，2018)，且在煤灰中尚有一個金屬元素是 ICP-MS 無法分析的 Si (National Institute of Standards and Technology, 2019)。

由於各項元素來源可能彼此重疊，例如：元素 Cu 可作為燃煤、鋼鐵業以及交通非燃料燃燒指標元素，因此除了以指標元素判別污染來源，元素間的濃度比值可進一步驗證數據解析成果。本計畫將持續蒐集國內、外 $PM_{2.5}$ 金屬成分研究中各污染源常見金屬元素比值，用以提升對本計畫對金屬元素成分來源解析的準確性。表 3.2.3 中為目前蒐集金屬元素成分濃度比值，並將各類比值依照其污染來源分為 7 大類，包含：燃煤、燃油、塵土、道路揚塵、柴油車、交通排放及建築揚塵。納入比值分析的元素成分目前有元素 Cu、Pb、Zn、Sn、V、Ni、Zn、Fe、Al、Mn 及 As 等常見指標元素。

表 3.2.3 各污染源金屬元素濃度比值彙整

來源 / 比值	燃煤	燃油	塵土	道路揚塵	柴油車	交通排放	建築揚塵
Cu/Pb	—	—	0.017[a]	0.18[b] 1.83[d]	0.02-0.07[b]	—	44.83[b]
Cu/Sb	0.5[a]	71[b]	—	1.93[b] 23.07[d]	—	6.25[c]	1.06[b]
Cu/Zn	—	—	—	0.44[d]	—	—	0.03[b]
Cu/Fe	—	—	—	—	—	0.07[c]	—
Zn/Pb	1.9[a]	1.2[b]	1.82[a]	4.18[d]	0.01-0.61[b]	—	1537[b]
Sn/Cu	—	—	—	—	—	0.09-0.11[c]	—
Fe/Al	—	—	—	1.07[d]	—	—	—
As/V	4.8[a]	0.02[b]	—	5.48[b]	0.01-0.03[b]	—	0.07[b]
Mn/V	—	—	—	56.42[b]	0.08-0.18[b]	—	149[b]
V/Cu	—	—	—		—	—	—
V/Ni	0.7[a]	2-4[b]	—	1.6[d]	0.62-0.73[b]	—	0.78[b]

備註: a. Hsu et al. (2005)；b. Matawle et al. (2015)；c. Lin et al. (2015)；d. Zhang et al. (2018)

3.2.7 分析結果，提供污染源管制策略評估之建議

本計畫旨在辦理 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測作業，並透過所匯集的觀測資料結合環保署空氣品質監測站數據、美國大氣海洋總署網站模擬資料及其他環境監測或模擬資料，以資料間交互應用輔以執行採樣日污染型態解析、特殊案例解析、政策成效評估及近年我國空氣污染概況釐清等各項工作，用以提供管制策略建議。

如前所述，為了執行相關作業，本計畫透過數據群組間差異分析，比對所欲解析期間的化學成分特徵，並從特徵差異找尋潛在污染因子。例如：比對高污染濃度期間樣本(此稱事件日)資料與非污染時期(此稱非事件日)成分差異，並從中找尋管制標的。其中，差異估算方式如公式 3.2.9 所示。

$$差異(\%) = \frac{事件日 - 非事件日}{0.5 * (事件日 + 非事件日)} * 100\%$$

公式 3.2.9

除成分差異外，也可透過數據分群方式達到探討不同污染程度背後的環境意義及潛在管制目標。其中，污染濃度的分群為本研究常用方式，過去曾以修正後 $PM_{2.5}$ 質量濃度根據我國日平均空氣品質標準進行分割，從中發現 $PM_{2.5}$ 化學成分於超出日平均標準時(35 $\mu g\ m^{-3}$)，化學成分中的硝酸根(NO_3^-)將出現倍增現象，進而顯示前驅物管制必要性(李等，2015；李等，2016；李等，2017；李等，2018；李等，2019)。

本計畫匯集多年採用相同採樣器所採集各地 $PM_{2.5}$ 化學成分資料，相關資料可應用於長期數據解析，以新年度資料對比過去採集樣本，以釐清近年我國各項管制策略推行成效，再根據各化學成分所代表污染源特徵，也可用作污染源管制建議。

3.3 交通源及 $PM_{2.5}$ 中塑化劑污染之採樣、分析

交通源採樣的構想是在受車輛廢氣排放影響明顯地方採集 $PM_{2.5}$，進行化學成分分析，辨識出相關的指標成分，做為後續推估交通源影響的依據。塑化劑被稱為環境荷爾蒙，因為它們會干擾人體的內分泌，阻礙生殖機能，因而受到大眾的重視。本計畫在 2018 年於新北市板橋站檢測出不同種類塑化劑(李等，2018)，2019 年又於斗六站採集 24 筆樣本，再次檢出(李等，2019)，確認大氣環境 $PM_{2.5}$ 含有塑化劑成分，但在這兩年，檢驗出來的塑化劑並未精確定量，本年度擇定七種塑化劑，進行定量分析，期望能瞭解大氣 $PM_{2.5}$ 塑化劑含量，以評估其可能的健康風險。

3.3.1 環保署交通測站執行交通源採樣

本計畫執行期間將以環保署所購置的 $PM_{2.5}$ 採樣器執行採樣作業至少 40 次，每次採樣 24 小時，並於環保署指定地點執行。

2019 年度執行計畫期間，研究團隊分別於高雄復興與台北三重(SC)兩個交通測站進行檢測，從 41 筆檢測資料化學成分指紋比對，發現復興交通測站容易受到鄰近工業污染排放影響，工業污染指標成分指紋變動大，有機碳(OC)、元素 Cu、Cr 和 Zr 占比大。三重測站則受交通排放影響較顯著，出現車輛排放指標元素 Ba、Cu 及元素碳(EC)指紋占比高，各指紋成分變化幅度較小的現象 (圖 3.3.1)，顯示三重站較適合做為近交通源污染指標成分評估。因此，檢測測站的選擇相當重要，應盡量避免易受到其他污染源影響的地點。另外，上年度檢測結果也發現三重測站元素 Zr 相較於鄰近的板橋站有更顯著的濃度及穩定變化的特性，該金屬元素於文獻中較少被提及為交通污染指標。

延續上年度計畫檢測成果，本年度計畫近交通污染源檢測將選擇於臺中市臺灣大道交通測站進行，並採用 MetOne SASS 進行質量濃度與化學成分採集，測站資訊及採樣器配置可參考 3.1.1 節及圖 3.1.18。另一方面，為了減少樣本受到其他污染源干擾，分析臺灣大道測站近四個月各小時污染前驅氣體變化趨勢，從圖 3.3.2 可看出臺灣大道測站於每日上午 6 時起至 8 時 $PM_{2.5}$、NO_x 與 CO 濃度都有相似的上升趨勢，下午 17 時至 19 時濃度雖然上升不明顯，卻同樣有相似趨勢。從 2020 年度臺灣大道車流量資料顯示，平日上午 8 時與下午 17 時前後為尖峰時段，車流量與上述污染變化有相似趨勢，周末上午車流量相較於平

日則明顯減少，單日僅下午 17 時有明顯峰值(圖 3.3.3)。表 3.3.1 彙整各日監測資料小時值變動幅度，可發現前述時段 $PM_{2.5}$、NO_x 與 CO 增幅顯著，並且以日間最高，推測這些時段分別受到日、夜交通尖峰排放影響，因此擬定採樣時間為每日 6 時至 8 時與 17 時至 19 時，採樣日選擇與鄰近的忠明測站相同，每 6 天進行 1 次，以便比較兩個測站 $PM_{2.5}$ 化學成分差異。惟為比較與忠明站的差異，在本年度執行過程，也有一些樣本採樣時間為 24 小時。

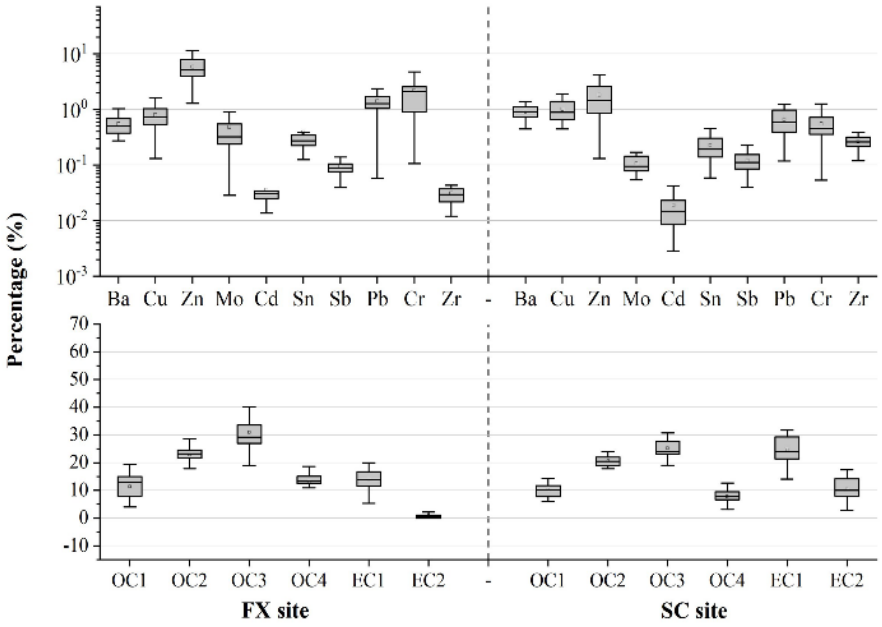


圖 3.3.1 2019 年復興站(FX)與三重站(SC)交通指標成分指紋變化

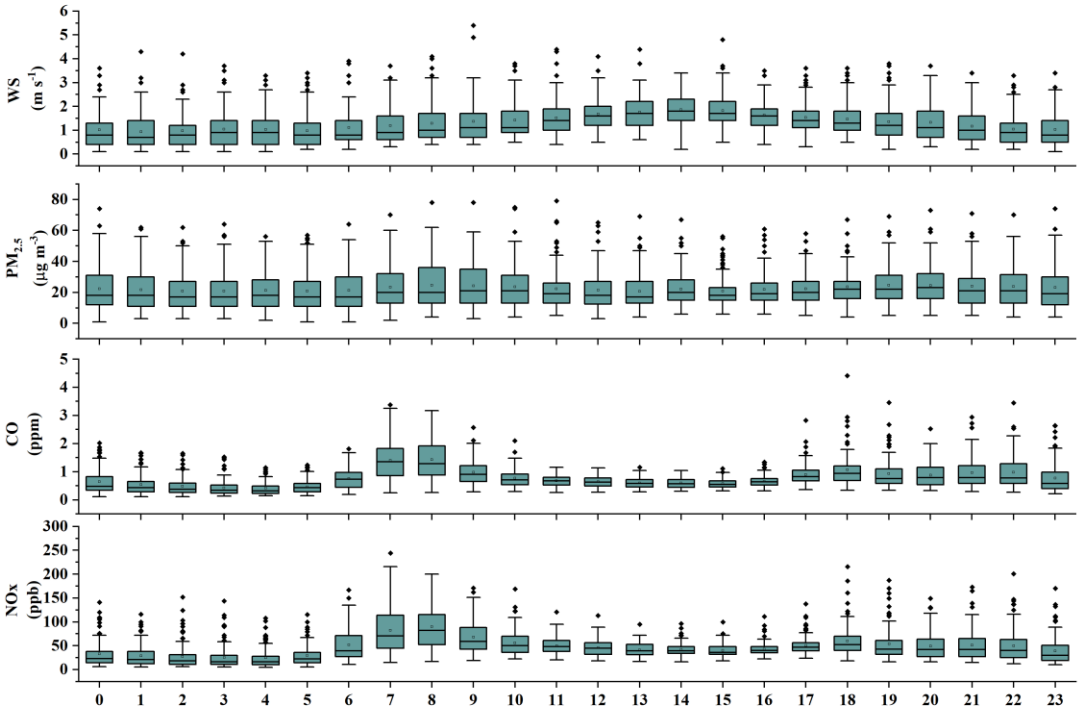
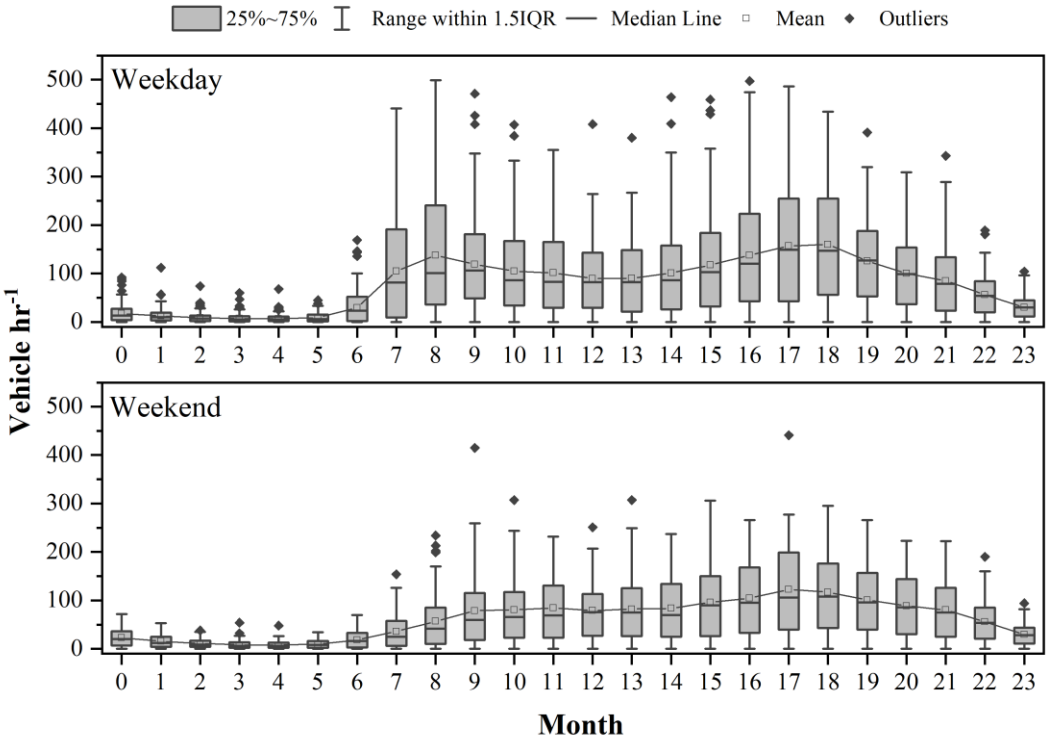


圖 3.3.2 臺灣大道測站 2019 年 10 月至 2020 年 1 月風速和污染物逐時變化



資料來源:台中市交通資訊網-忠明路至臺灣大道博館路

圖 3.3.3 臺灣大道測站 2020 年 1 月至 10 月小時車流量變化統計

表 3.3.1 臺灣大道測站 2020 年 1 月至 4 月小時污染物濃度相對於最低濃度增幅

	相對於最低小時濃度增幅(%)		
小時	$PM_{2.5}$	CO	NOx
0	14	51	49
1	9	27	23
2	5	12	14
3	5	4	11
4	1	0	0
5	2	12	23
6	3	67	112
7	14	212	239
8	13	210	242
9	10	112	171
10	8	69	130
11	3	47	99
12	0	37	62
13	0	27	49
14	1	27	49
15	2	29	59
16	1	41	69
17	1	80	89
18	9	120	129
19	12	98	109
20	12	98	109
21	13	116	119
22	15	116	119
23	13	71	68

增幅計算方式：(小時濃度−當日最低小時值)÷當日最低小時值

3.3.2 $PM_{2.5}$ 塑化劑採樣及分析

塑化劑是泛指工業上應用於增進材料光澤度、柔軟度和延展性的化學原料，其中鄰苯二甲酸酯類化合物普遍應用在民生塑膠製品中，並且因屬於內分泌干擾物質(又被稱為環境荷爾蒙)而受到高度注目。表 3.3.2 五種常見鄰苯二甲酸酯(塑化劑)成分每人每日耐受量 (Tolerable Daily Intake, TDI) (衛福部，2011b)。

鄰苯二甲酸酯類化合物主結構是鄰苯二甲酸(Phthalate acid)的衍生物，為具有中等黏度、高分子量、高穩定性、低揮發性帶著芳香氣味的無色液體，在水中溶解度很小，易溶於多數有機溶劑中，環境中最常見的化合物有六種，分別為鄰苯二甲酸二甲酯(Dimethyl phthalate, DMP)、鄰苯二甲酸二乙酯(Diethyl phthalate, DEP)、鄰苯二甲酸二正丁酯(Di-n-Butyl phthalate, DBP)、鄰苯二甲酸丁酯苯甲酸(Butylbenzyl phthalate, BBP)、鄰苯二甲酸二- (2-乙基)已酯(Di (2-Ethylhexyl) phthalate, DEHP)及鄰苯二甲酸二正辛酯(Di-n-Octyl phthalate, DnOP) (Hamilton et al., 2007)。這六種鄰苯二甲酸酯類化合物的沸點範圍介於

230~486℃之間，屬於半揮發性有機物 (semi-volatile organic compounds, SVOC)。在日常環境及工業上，鄰苯二甲酸酯類被廣泛添加於塑膠製品中使其具有柔軟、易於彎曲、折疊、彈性佳等性質，添加於塑膠材質中是藉著氫結合力及凡得瓦耳 (Van der Waals) 吸引力與聚合物相容，並非以化學鍵鍵結於聚合物，因此非常容易受到使用時間、大氣溫度或 pH 值的影響而被釋放到環境中 (Katsikantami et al., 2016; Mariana et al., 2016; Weschler et al.,2008; Song et al., 2015; Quintana-Belmares et al., 2018; Lebedev et al., 2018)。

Teil et al. (2006)研究了法國巴黎地區總懸浮微粒中的六種鄰苯二甲酸酯類濃度，發現每種塑化劑化合物都可在巴黎大氣中偵測到。六種塑化劑中以 DBP 與 DEHP 為最高，這個結果相似於荷蘭的研究結果，顯示出歐洲的塑化劑污染型態是以這二種塑化劑化合物為主要污染特徵因子 (Peijnenburg and Struijs et al., 2006)，若是與大陸地區(天津、杭州、北京、台州、泰山)的塑化劑濃度調查結果比較(如表 3.3.3)，則發現大陸地區的塑化劑污染是相對嚴重的(Kong et al., 2013; Shi and Xu, 2000; Shao et al., 2009; Gu et al., 2010; Zhen et al., 2019)。另外，室內環境 DIBP (Diisobutyl phthalate, 鄰苯二甲酸二異丁酯)濃度也相當高，例如：美國紐約(Tran and Kannan, 2015)和法國巴黎(Blanchard et al., 2014)。本計畫將持續彙整蒐集各類塑化劑潛在來源資料，如表 3.3.4 所示。

本年度將以環保署所購置的 $PM_{2.5}$ 採樣器執行採樣作業，採樣頻率參照 3.1.1 節各站採樣時程規劃，每次採樣 24 小時，並於六個測站執行，定量分析七種塑化劑，期望分析結果能有助於瞭解塑化劑濃度及分布。

表 3.3.2 五種常見鄰苯二甲酸酯(塑化劑)成分每人每日耐受量 (Tolerable Daily Intake, TDI) (衛福部，2011b)

中文名稱	英文名稱(簡稱)	每日耐受量 (mg/kg bw/day)
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	Di(2-ethylhexyl)phthalate（DEHP）	0.05
鄰苯二甲酸二丁酯	Di-n-butyl phthalate（DBP）	0.01
鄰苯二甲酸二異壬酯	Di-isononyl phthalate（DINP）	0.15
鄰苯二甲酸二異癸酯	Di-isodecyl phthalate（DIDP）	0.15
鄰苯二甲酸丁基苯甲酯	Benzyl butyl phthalate（BBP）	0.5

表 3.3.3 各國大氣懸浮微粒中鄰苯二甲酸酯類濃度比較 (ng m^{-3})

區域	國家/城市	類型	DMP	DEP	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DnOP	Ref.
室外	中國/天津	PM_{10}	0.88	0.73	-	12.9	0.15	98.29	0.83	Kong et al., 2013
	中國/天津	$PM_{2.5}$	0.54	0.30	-	8.72	0.08	75.68	0.33	Kong et al., 2013
	中國/杭州	TSP	2224.90	ND	-	283.20	-	90.80	ND	Shi and Xu, 2000
	北海	TSP	ND	0.06	-	0.53	0.05	1.00	-	Xie et al., 2005
	荷蘭	TSP	-	-	-	9.00	-	41.00	-	Peijnenburg and Struijs, 2006
	法國/巴黎	TSP	0.10	0.40	-	1.90	0.30	5.40	0.1	Teil et al., 2006
	中國/北京	PM_{10}	-	-	-	396.00	112.22	235.87	7365.4	Shao et al., 2009
	中國/台州	$PM_{2.5}$	0.02	-	-	13.74	-	164..87	0.72	Gu et al., 2010
	中國/泰山(高山)	$PM_{2.5}$	3.78	0.74	-	76.83	ND	38.75	0.07	Zhen et al., 2019
	中國/泰山(都會)	$PM_{2.5}$	0.26	0.74	-	107.26	ND	21.25	0.88	Zhen et al., 2019
	中國/巢湖(湖區)	PM_{10}	0.03	0.01	0.62	0.55	0.03	4.00	0.01	He et al., 2019
	中國/巢湖(都會)	PM_{10}	0.03	0.01	0.56	0.39	0.04	4.69	0.01	He et al., 2019
	墨西哥	$PM_{2.5}$	-	-	-	0.13	0.01	1.07	-	Quintana-Belmares et al., 2018
	希臘/賽薩洛尼卡	PM_{10}	-	-	-	1.55	0.50	12.08	-	Salapasidou et al., 2011
室內	美國/紐約	TSP	0.35	67.80	53.60	42.80	3.31	27.00	-	Tran and Kannan, 2015
	法國/巴黎	TSP	< 0.10	1.00	30.20	17.00	2.40	41.50	-	Blanchard et al., 2014

表 3.3.4 各種鄰苯二甲酸酯(塑化劑)成分可能來源和毒性

全稱	簡稱	化學式	來源	致癌性	生殖毒性	環境荷爾蒙	文獻
鄰苯二甲酸二甲酯	DMP	$C_{10}H_{10}O_4$	亮光漆、鍍膜、個人護理用品、食品包裝、醫療器材、建築材料、塑化劑	無足夠科學證據證明 WHO-IARC:無	動物：不明顯 人類：研究中	不是	Guo et al., 2014；衛福部(2011a)
鄰苯二甲酸二乙酯	DEP	$C_{12}H_{14}O_4$	亮光漆、鍍膜、個人護理用品、溶劑、護理用品、油墨；化妝品	無足夠科學證據證明 WHO-IARC:無	動物：有 人類：研究中	是	Guo et al., 2014；衛福部(2011a)；Koniecki et al. (2011)；Louis et al. (2013)；Guo and Kannan (2013)；Guo et al. (2014)
鄰苯二甲酸二異丁酯	DIBP	$C_{16}H_{22}O_8$	油漆、紙漿、紙板、接著劑、塑化劑、黏度調整劑	無足夠科學證據證明 WHO-IARC:無	動物：不明顯 人類：研究中	不是	衛福部(2011a)
鄰苯二甲酸二丁酯	DBP	$C_{16}H_{22}O_4$	界面活性劑(個人護理用品)；個人生活垃圾；化妝品；乳膠製品、食品包裝、乳膠黏合劑、溶劑、鍋鏟	無足夠科學證據證明 WHO-IARC:無	動物：有 人類：研究中	是	Abb et al., 2009；Liu et al., 2010；Heudorf et al., 2007；衛福部(2011a)；Kawamura et al. (2001) ；Koniecki et al. (2011)；Louis et al. (2013)；Guo and Kannan (2013)；Guo et al. (2014)
鄰苯二甲酸丁苄酯	BBP	$C_{19}H_{20}O_4$	建築材料（含 PVC）、人造皮革、汽車內飾、塑化劑	對動物有 WHO-IARC: 3	動物：有 人類：研究中	是	衛福部(2011a)
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	DEHP	$C_{24}H_{38}O_4$	PVC 塑膠、污水污泥；建材；食物外包裝、玩具、服裝、醫療器材、建築材料、塑化劑、鍋鏟、PVC 地板、食材(肉及魚肉)；屋內落塵	對動物有 WHO-IARC: 2B	動物：有 人類：研究中	是	Guo et al., 2014；Abb et al., 2009；Cai et al., 2007；Liu et al., 2010；衛福部(2011a)；Kawamura et al. (2001)；Clausen et al. (2012)；Schecter et al. (2013)；Kubwabo et al. (2013)
鄰苯二甲酸二正辛酯	DnOP	$C_{24}H_{38}O_4$	塑膠板、合成皮革、增塑劑、地板膠、聚乙烯磁磚、帆布、塑化劑	無足夠科學證據證明 WHO-IARC:無	動物：不明顯 人類：研究中	不是	Hens and Caballos, 2003; 衛福部(2011a)

四、結果與討論

章節摘要

本章節依據工作目標執行相關 $PM_{2.5}$ 化學成分檢測及資料分析，主要成果包括：$PM_{2.5}$ 質量濃度手動量測與環保署手動與自動監測比對、$PM_{2.5}$ 化學成分檢測結果、$PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分時空分布特徵、$PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分特徵變化、$PM_{2.5}$ 污染源解析與能見度影響因子、各國家執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與最新技術等部分。

本計畫彙整 2020 年 1 月到 11 月於環保署板橋、忠明、斗六、嘉義、小港及花蓮測站每六天一次例行採樣以及 42 次台中臺灣大道近交通源採樣成果。其中，歷次樣本都完成分析 $PM_{2.5}$ 水溶性離子、碳成分、金屬元素等化學成分，塑化劑成分採樣分析同步於例行性採樣進行。所分析的 $PM_{2.5}$ 化學成分(含上年度 12 月)，配合監測站空品數據、環境因子以及相關模式模擬等資料，用來探討 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分時間與空間分布特性、解析成分變化特徵、並推估可能污染來源，相關成果以提供管制策略擬定及成效評估。

為達成年度目標，本章分為八部分，第一部分「$PM_{2.5}$ 質量濃度手動量測與環保署手動量測比對」，為驗證本年度計畫手動採樣是否與環保署手動量測濃度有相同季節變化趨勢及合理的差異；第二部分「$PM_{2.5}$ 化學成分檢測結果」，展現目前已完成各樣本 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分分析結果；第三部分「$PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分時間與空間分布特徵」，彙整今年度與過去三年度計畫執行期間 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分濃度隨年度與季節變化趨勢，以解析其時空分布特徵；第四部分「$PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分特徵變化」，彙整分析各次 $PM_{2.5}$ 高濃度事件環境因子與其化學成分差異；第五部分「$PM_{2.5}$ 污染源解析與能見度影響因子」，使用化學成分數據推估各測站潛在污染源因子，並探討各項化學成分與環境因子對能見度影響；第六部分「$PM_{2.5}$ 化學成分觀測果與污染管制建議」，根據本年度計畫彙整成果，已提供相關政策施政建議；第七部分「各國家執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與技術」，蒐集近年各國 $PM_{2.5}$ 化學成分研究文獻，瞭解多項相關議題最新技術，同時可提升本計畫數據解析能力；第八部分「細懸浮微粒採樣監測分析品保作業」，彙整本計畫樣本採集與化學成分分析品保與品管資料。

本報告採樣依照原訂時程，已完成全部例行性樣本採集作業，樣本化學成分分析完成至 11 月下旬；交通源採樣已完成 42 個樣本採集與分析。

4.1 $PM_{2.5}$ 質量濃度手動量測與環保署手動量測比對

本計畫依照普遍認知，將季節劃分為冬季(S1)從 2019 年 12 月至 2020 年 2 月、春季(S2)從 2020 年 3 月至 5 月、夏季(S3)從 2020 年 6 月至 8 月、秋季(S4)從 2020 年 9 月至 11 月。因此，本報告第一個出現的季節(S1)是冬季。

每六天一次手動採樣 $PM_{2.5}$ 質量濃度與環保署每三天一次 $PM_{2.5}$ 質量濃度手動常規採樣比對，是取彼此間相同採樣日的 $PM_{2.5}$ 質量濃度進行比較，計算季節平均比值和季節相對差異百分比(Relative Percent Difference, RPD)的平均值，評估各季節採樣結果的差異是否在合理範圍？

表 4.1.1 列出 2019 年 12 月至 2020 年 11 月各站每六天一次採樣與相同日期環保署手動常規採樣 $PM_{2.5}$ 質量濃度的比較，各站手動採樣間季節平均差異多在 ± 1 μg m^{-3} 以內，惟斗六站春季樣本差異在 ± 2 μg m^{-3} 以內，各站樣本季節比值分布為 0.96~1.08，各站樣本 RPD 季節平均在 2%~9%範圍內。評估結果顯示本計畫手動量測與環保署常規手動量測雖然是由兩個不同檢測單位執行，但檢測濃度的差異在合理範圍內(平均差異多在 ± 1 μg m^{-3} 以內，季節比值在± 0.1，RPD 季節平均在 10%以內)，數據品質具有可比較性。

表 4.1.1 顯示本計畫手動採樣與相同日期環保署手動採樣結果呈現良好的時間變化一致性，測站間並無明顯落差。本計畫於是進一步比較採樣期間，各測站手動量測數值與環保署自動(連續監測)與手動(每三天一次)量測值每個數據及高濃度值是否存在明顯差異？以評估每六天一次採樣結果與採樣頻率較高量測結果在月平均值，甚至連續監測值的一致性。

表 4.1.1 本計畫手動採樣與常規手動採樣 $PM_{2.5}$ 濃度比對

比對項目	季節 \ 測站		板橋	忠明	斗六	嘉義	小港	花蓮
濃度 ($\mu g\ m^{-3}$)	冬季 (S1)	本計畫	17	25	35	36	33	8
		常規採樣	17	26	35	37	—	9
濃度比值			1.01	1.05	1.04	1.00	—	1.04
RPD(%)			4%	5%	5%	2%	—	5%
濃度 ($\mu g\ m^{-3}$)	春季 (S2)	本計畫	13	16	19	18	18	9
		常規採樣	14	16	21	17	—	9
濃度比值			1.04	1.03	1.03	0.98	—	1.05
RPD(%)			6%	5%	6%	6%	—	6%
濃度 ($\mu g\ m^{-3}$)	夏季 (S3)	本計畫	11	8	8	8	9	6
		常規採樣	11	9	8	7	—	7
濃度比值			0.98	1.03	1.00	0.96	—	1.01
RPD(%)			4%	4%	3%	6%	—	4%
濃度 ($\mu g\ m^{-3}$)	秋季 (S4)	本計畫	10	14	18	18	22	7
		常規採樣	11	15	19	18	—	7
濃度比值			1.02	1.02	1.02	0.98	—	1.08
RPD(%)			4%	4%	3%	4%	—	9%

備註：

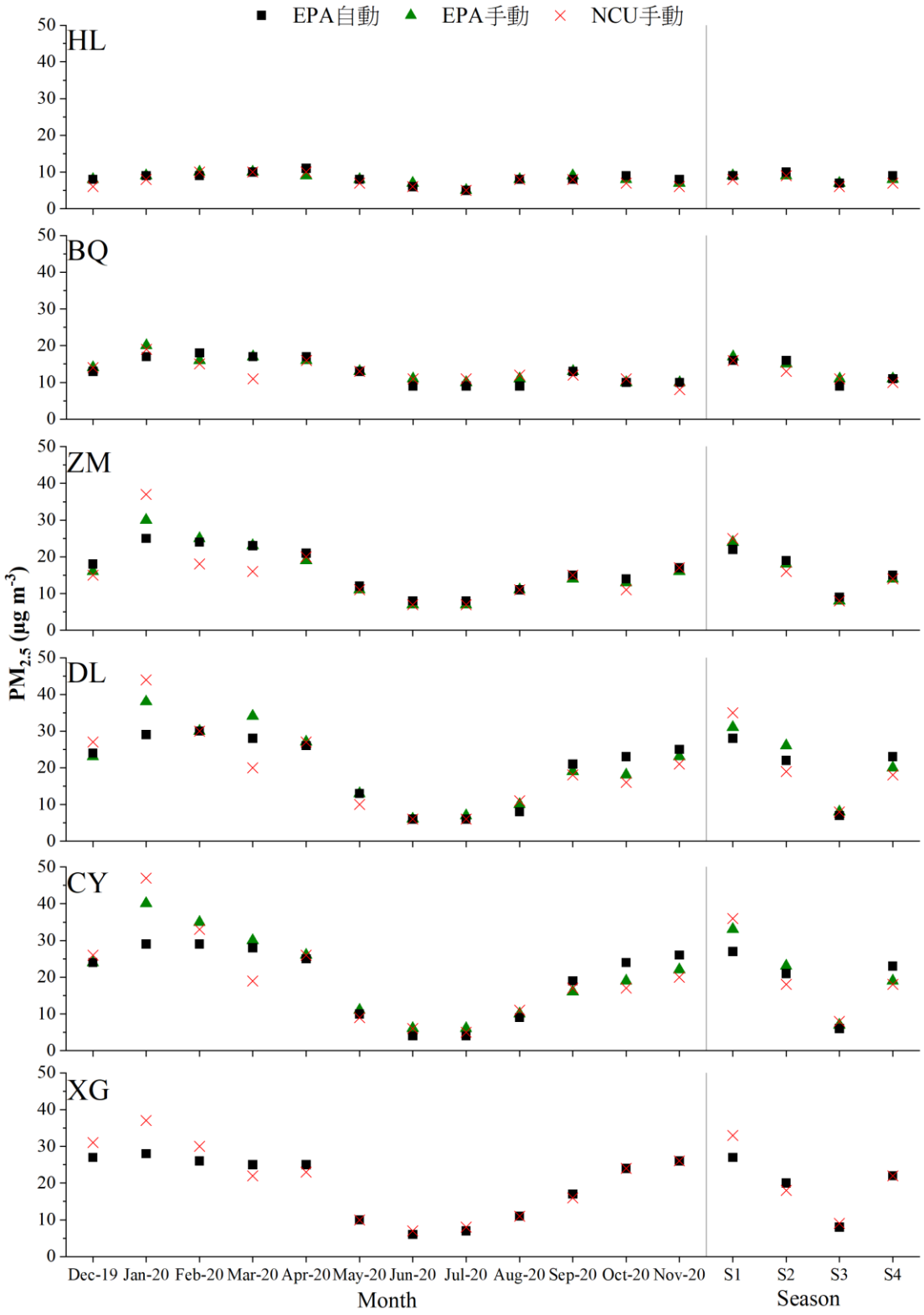
1. 數據期間：冬季為 **2019** 年 **12** 月至 **2020** 年 **2** 月；春季為 **2020** 年 **3** 月至 **5** 月；夏季為 **2020** 年 **6** 月至 **8** 月；秋季為 **2020** 年 **9** 月至 **11** 月。
2. 選用數據：**6** 天 **1** 次手動採樣原始值與相同日期環保署常規手動檢測值，小港無常規手動。
3. 濃度比值：常規手動濃度÷本計畫手動濃度比值的季節平均值。
4. 相對差異百分比，**RPD (%) = {｜手動濃度-常規濃度｜÷〔0.5× (手動濃度+常規濃度)〕}*100%**。
5. 計算方式：採用各採樣日數值，進行每日比值與 **RPD** 計算，再以季節平均展現。

圖 4.1.1 彙整本計畫(NCU)手動採樣與環保署自動監測(連續監測)及環保署常規手動採樣(每三天一次)月平均值比較，顯示僅 1、3 及 10 月份兩種手動量測值間有較大差異，差異較大的測站主要集中於忠明至嘉義站。1 月份兩種手動量測值間有 6~7 $\mu g\ m^{-3}$ 差異，與自動結果有 12~18 $\mu g\ m^{-3}$ 差異，以本計畫量測結果較高。3 月份量測結果間差異則顯示，板橋站至嘉義站有 6~14 $\mu g\ m^{-3}$ 的差異，本計畫量測結果較低。10 月份兩種手動量測值間則有 4~8 $\mu g\ m^{-3}$ 的差異，與自動結果差異為 10~15 $\mu g\ m^{-3}$ 的差異，以本計畫量測結果較低。若以季節平均為比較基礎(圖 4.1.1 右側)，結果顯示冬季兩種手動量測方法間差異有 3~4 $\mu g\ m^{-3}$，春季量測結果則顯示斗六與嘉義站在兩種手動量測方法間有 5~7 $\mu g\ m^{-3}$ 的差異，夏季量測結果顯示各站差異都在 1 $\mu g\ m^{-3}$ 上下，秋季量測結果顯示斗六與嘉義站兩種手動量測方法有 1~2 $\mu g\ m^{-3}$ 的差異。三種方法數據間差異顯示季節平均差異較小，並且除了春季為本計畫量測值較高外，其餘季節呈現夏季相

近，春及秋季略低。

圖 4.1.2 為 2019 年 12 月至 2020 年 11 月下旬環保署自動測站連續監測日平均值、環保署每三天一次手動量測值(小港站未設置常規測站)以及本計畫每六天一次手動量測數據比較，藉由時間序列比對六個採樣站每個採樣數據在三種不同監測方式間的差異。結果顯示本計畫手動量測值於忠明測站在 1 月份採樣日大多發生在 $PM_{2.5}$ 濃度較高時，3 月及 10 月份中部以南測站則多在 $PM_{2.5}$ 濃度較低時採樣。這樣的濃度分布，說明了前述 1、3 及 10 月份各中部以南測站在不同採樣頻率間有較大落差的原因。另一方面，比較結果也顯示環保署常規手動量測值與本計畫手動量測值十分相近，如同前表計算結果，彼此間並無顯著落差；但是兩種手動資料比起自動監測資料，在部分 $PM_{2.5}$ 濃度較高日，如 1 月 4 日，忠明、斗六及嘉義測站都出現較大差異。由於少數數據採集到高濃度，因而拉高冬季樣本平均濃度，造成前述季節間的差異，但是春季過後這樣的現象減少許多。

綜合本計畫手動採樣、環保署自動監測與手動採樣方法間比對結果，顯示在相同採樣日期上，中央大學手動量測與環保署手動量測結果具有一致性。若不在相同採樣日期上比較，例如：月份的比較，將受限於不同採樣頻率而有差異，因為高或低濃度樣本沒有採集到，會出現正或負濃度偏差。季節平均則因為平均時間較長，使得樣本間正負濃度間的偏差得以抵銷，不同採樣頻率樣本平均值間差異因而縮小。



備註：EPA 自動數據為每日計算、EPA 手動數據為三天一次採樣資料

圖 4.1.1 計畫期間本計畫手動採樣與環保署自動監測及手動採樣月平均值比較

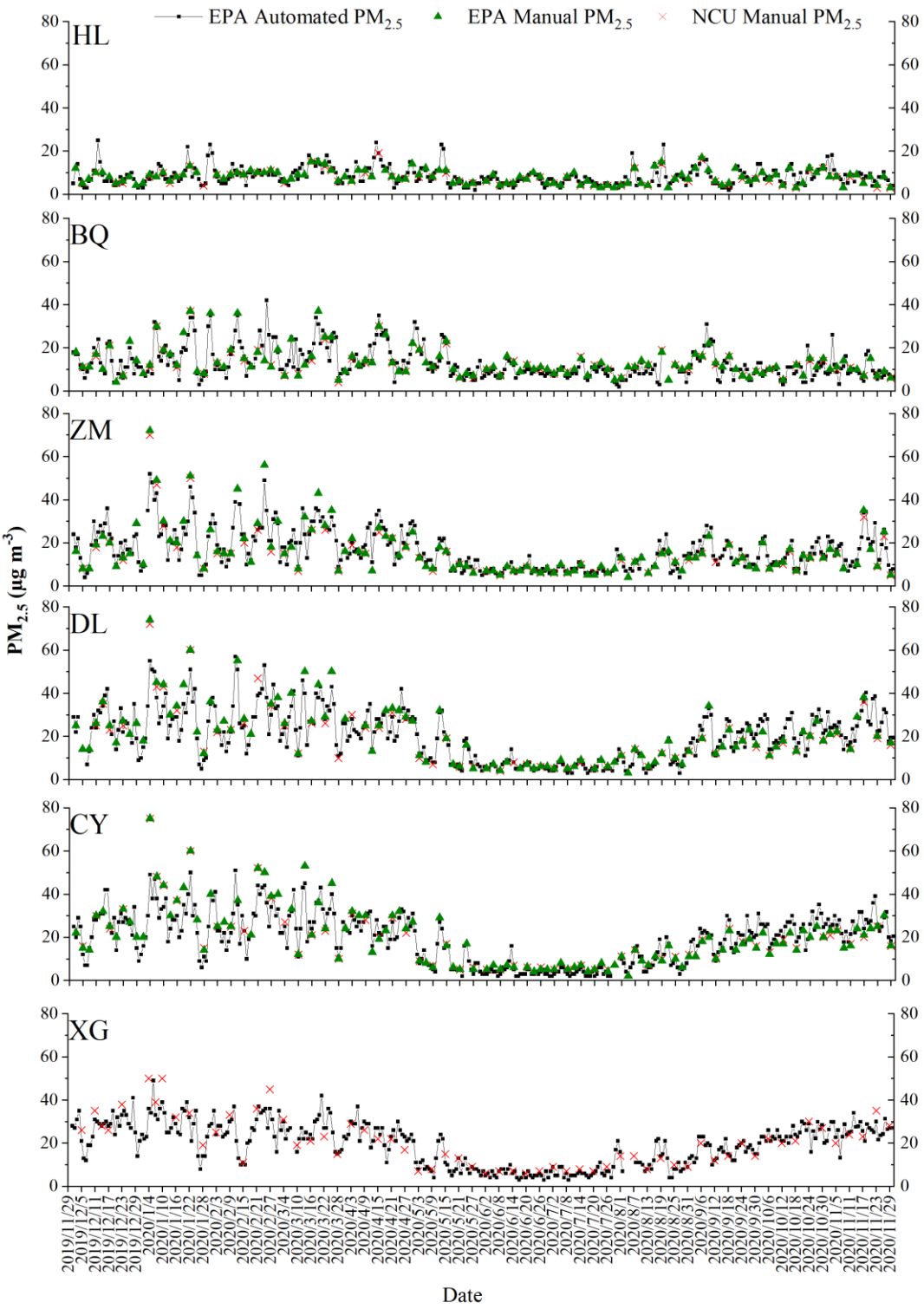


圖 4.1.2 本計畫手動採樣與環保署自動監測及手動採樣每日濃度比較

4.2 $PM_{2.5}$ 化學成分檢測結果

本計畫樣本類型分為三大類，第一類「例行性採樣」為每六天一次於選定的六個測站，進行 24 小時同步採樣，水溶性無機離子、碳成分與金屬元素成分皆已完成至 11 月 30 日，並完成本年度全部採樣作業；第二類「交通源採樣」係於環保署指定的測站，進行近交通污染排放源採樣，總計蒐集 42 筆樣本，初期以每日採集上午交通尖峰時段(6~9 時)共計 3 小時的樣本。3 月下旬與例行性採樣同步進行。自 4 月上旬起，增加採集下午交通尖峰時段(17~19 時)共計 3 小時的樣本。夏季(6~7 月)為避免樣本濃度低於儀器偵測極限，採樣時間延長 2 小時為上午 6~10 時與下午 16~20 時。9 月至 10 月下旬前根據環保署要求調整採樣時間為 24 小時。10 月下旬至 11 月中旬變更採集上午及下午尖峰時段 3 小時；第三類「塑化劑採樣」為每六天一次與例行性採樣時間一樣，同步在六個測站執行。

資料彙整方式按測站與季節順序進行分類，其中，季節分類方式為：第一季(S1)延續上年度計畫 12 月(在 2019 年期末報告來不及呈現)至本年度計畫的 2020 年 2 月，此段期間稱為「冬季」；第二季(S2)為 2020 年 3 月至 5 月，屬於「春季」；第三季(S3)為 2020 年 6 月至 8 月，為「夏季」；第四季(S4)為 2020 年 9 月至 11 月，則為「秋季」。

4.2.1 例行性採樣 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分濃度

本節將例行性採樣期間的 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分分析結果分成兩個部分，第一部分「質量濃度與主要化學成分檢測濃度」列出化學成分中各項水溶性無機離子、碳成分分析結果；第二部分「金屬元素成分」列出本年度各採樣日各金屬元素成分濃度；第三部分「塑化劑成分」列出本年度各採樣日各塑化劑成分濃度。

1. 質量濃度與主要化學成分

圖 4.2.1 彙整 2019 年計畫 12 月份至 2020 年，每六天一次採樣期間各站 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分變化趨勢。本年度解析揮發和吸附修正後化學成分加總濃度占已修正 $PM_{2.5}$ 質量濃度約 73%，化學成分加總濃度和 $PM_{2.5}$ 質量濃度差異主要原因為：(1)化學成分分析的是有機碳，$PM_{2.5}$ 質量濃度的主要成分是有

機化合物，有機化合物比有機碳多了與碳原子鍵結的其他原子，一般在都市地區是把有機碳濃度乘上 1.6 倍來估計有機化合物濃度，(2)氣膠含水量，即使 $PM_{2.5}$ 質量濃度是在 30~35%相對濕度環境下秤重，但 $PM_{2.5}$ 如果已經潮解後水珠再被採集，仍然會保有部分含水量，(3)其他本計畫未分析成分(例如：矽元素)，顯示本計畫化學成分的分析已經大部分還原出 $PM_{2.5}$ 的質量濃度；同時，採樣樣本 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分加總濃度時間變化趨勢一致，並無顯著岐異。

冬季各測站主要化學成分在 2019 年 12 月 23 日以前最高濃度都是有機碳(OC)，濃度次高的化學成分根據地區的不同有差異，東部花蓮站及北部板橋站硫酸根離子(SO_4^{2-})是第二高濃度成分，忠明站以南硝酸根離子(NO_3^-)則是濃度第二高化學成分，但小港站在 12 月 5 日、11 日、23 日這三天，NO_3^-是濃度最高化學成分。$PM_{2.5}$ 各高污染事件日如：2020 年 1 月 4 日、7 日、10 日及 22 日，NO_3^-濃度增量明顯，以 1 月 4 日為例，忠明站至小港站 $PM_{2.5}$ 濃度高達 50~75 $\mu g\ m^{-3}$ 其中，NO_3^-濃度分別為 28.0、26.4、27.9 及 18.5 $\mu g\ m^{-3}$，NO_3^- 約占 $PM_{2.5}$ 質量濃度的 35~38%，比非事件日濃度大幅增加；相對地，這天板橋站 NO_3^-僅 0.7 $\mu g\ m^{-3}$ 且環境空氣品質良好。比較 1 月 4 日各採樣站環境因子(附錄五)，發現除了板橋站日平均風速為 2.2 $m\ s^{-1}$ 外，各地日平均風速僅 1.0~1.5 $m\ s^{-1}$，這說明了板橋站環境擴散條件較佳，是污染濃度低的因素之一，中部以南採樣點則是環境擴散條件不佳，使污染濃度累積上升。值得一提的是，小港站當日盛行西風，可能會受到港口污染排放影響。比較 1 月 4 日與 7 日的污染事件與 2 月 21 日及 27 日的逆推氣流軌跡，兩段期間路徑相似，但是 2 月的污染濃度明顯較低，兩段期間日平均風速分別為 1.0~1.1 $m\ s^{-1}$ 以及 1.5~1.7 $m\ s^{-1}$，這顯示在類似氣流軌跡路徑下，環境擴散條件是影響空氣品質的重要因子。考量污染濃度高低與逆推氣流軌跡路徑差異，後續將 1 月 4 日(冬季濃度最高)及 2 月 27 日納入 4.4.1 節的案例分析進一步探討。

春季(S2)的中部以南採樣測站 $PM_{2.5}$ 濃度明顯降低，從 3 月至 5 月底各地濃度都未超過日平均標準，特別是 5 月開始空氣品質明顯改善，除了採樣日適逢梅雨季，在無降雨日時，有較高的日間溫度。降雨對於污染物具有掃除作用，較高日間溫度對於大氣混合層有抬高作用，5 月的 $PM_{2.5}$ 質量濃度因而較 3、4 月份低。各地化學成分特徵呈現 $PM_{2.5}$ 質量濃度相對低的採樣日主要以 OC 為主，

其次是 SO_4^{2-}，少數採樣日如：3 月 4 日、4 月 15 日、4 月 21 日及 4 月 27 日，則是在忠明站以南測站出現較高的 NO_3^-濃度，NO_3^-的增量顯示 $PM_{2.5}$ 濃度增加多與在地衍生的污染有關。值得注意的是，5 月份最高 $PM_{2.5}$ 濃度出現於板橋站的 5 月 15 日，當日各地盛行東風至東南風，當日較高的成分是 SO_4^{2-}，顯示可能與區域污染傳輸有關，此外，板橋站還有比其他測站更高的 OC 及 EC 濃度，與 4 月份高濃度相似，推測與車輛排放有關。

夏季(S3)各地空氣品質良好，各採樣站 $PM_{2.5}$ 質量濃度低至 15 μg m^{-3} 以下，北部板橋站濃度略高於其南方的採樣點。此段期間 $PM_{2.5}$ 主要化學成分以 OC 為主，其次是 SO_4^{2-}，板橋站還有較其他測站濃度高的 EC，結合較高 OC 濃度，顯示板橋站受到車輛排放影響較其他測站顯著，很可能是板橋站夏季濃度較高的原因。這段期間從逆推軌跡資料中發現 8 月 7 日及 19 日的花蓮站與 8 月 19 日的板橋站 SO_4^{2-}濃度驟升，評估是受到太平洋「西之島」(在板橋站東方 1950 公里的太平洋)火山爆發火山灰傳輸影響，本計畫在 4.4.2 節做進一步解析。

秋季(S4)各站 $PM_{2.5}$ 質量濃度比起夏季有明顯上升，有別於夏季的 15 μg m^{-3} 以下，9 月份開始，花蓮以外的採樣點 $PM_{2.5}$ 質量濃度已可上升至 25 μg m^{-3}。各站 $PM_{2.5}$ 化學成分以 OC 為主要成分，但是中部以南採樣站 NO_3^-濃度逐漸上升，特別是小港站有較高的 NO_3^-濃度。此外，北風風速較高時，各地都可發現 SO_4^{2-}濃度有累積上升的現象。以 9 月 6 日為例，當日西部各站盛行西北至北風，風速普遍大於 2 m s^{-1}，雖然擴散條件良好，但是各站污染物向南傳遞，因此各站都可發現 SO_4^{2-}濃度有上升的現象，這天也是秋季上旬濃度相對較高的採樣日，相似的採樣日還有 9 月 18 日。此外，11 月 17 日忠明與斗六站出現秋季最高採樣濃度，NO_3^-濃度增量最為明顯，代表此次高濃度與在地污染排放有關。

彙整檢測資料，今年度高污染事件($PM_{2.5}$ 質量濃度≧ 35 μg m^{-3})集中於冬季，各季節 $PM_{2.5}$ 質量濃度大致呈現冬季>春季>秋季>夏季。各測站主要化學成分呈現冬季花蓮和板橋測站 $PM_{2.5}$ 化學成分主要為 OC，忠明測站以南則是 NO_3^-，春季、夏季及秋季各測站主要成分又多以 OC 為主，但是濃度較高時中部以南測站有較高的 NO_3^-。

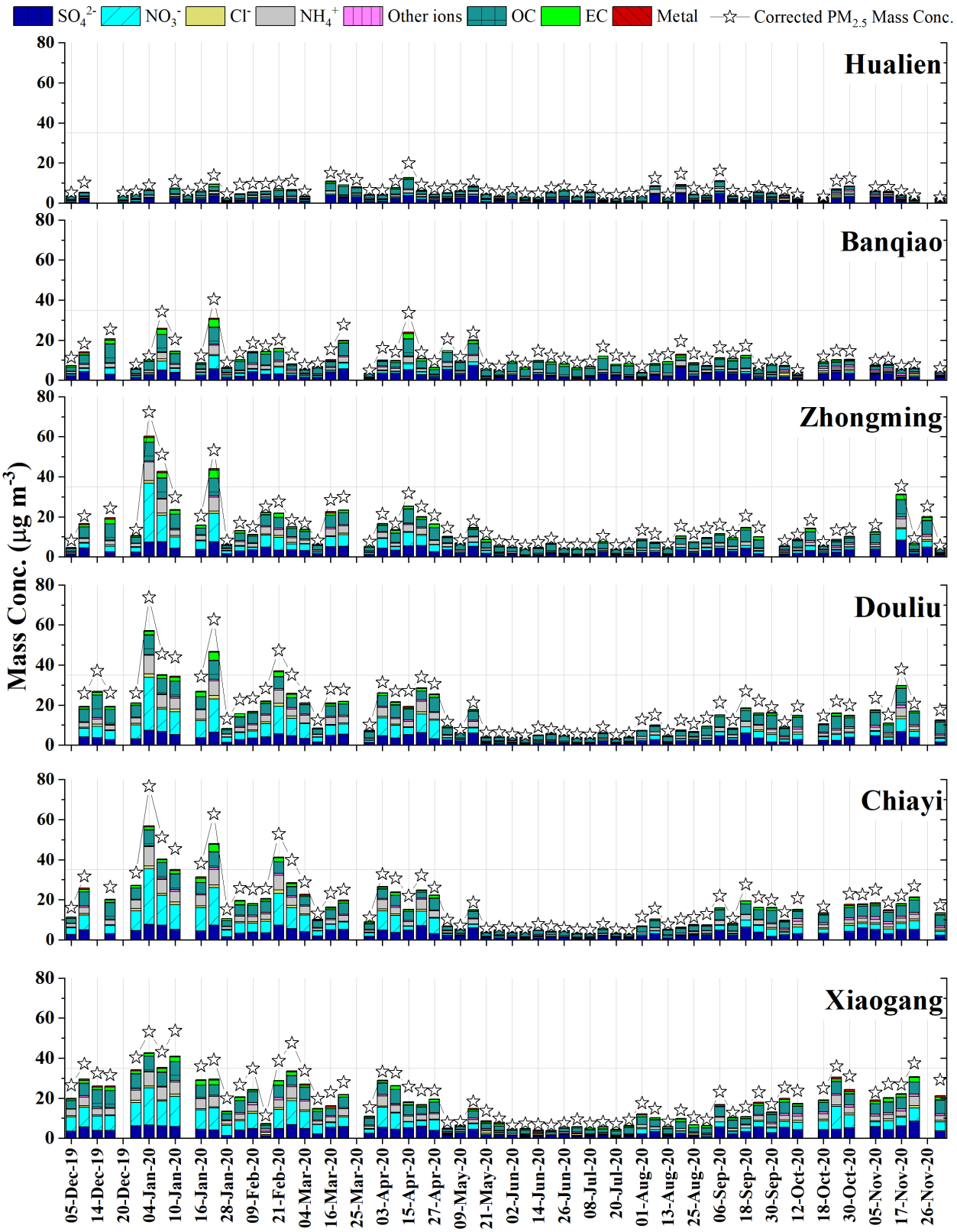


圖 4.2.1 2019 年至 2020 年採樣期間各站 $PM_{2.5}$ 質量與化學成分濃度變化

2. 金屬元素成分

圖 4.2.2 至圖 4.2.3 左側彙整冬季(S1)至秋季(S4)各站 $PM_{2.5}$ 質量濃度(圖中★號)和金屬元素總濃度(■)，中間及右側彙整高、中、低濃度群金屬元素濃度變化。冬季(S1)金屬總濃度與 $PM_{2.5}$ 質量濃度趨勢不太一致，推測高 $PM_{2.5}$ 濃度主要與水溶性無機離子和碳成分濃度增高有關。金屬元素空間分布趨勢呈現由東至北向南遞增，中部以南濃度相對較高。中部忠明站比其他測站有較高的元素 Fe 及 Mn，顯示可能受到鋼鐵業排放影響，小港站也有相似的現象。嘉義站零星出現六站最高的元素 Ba 濃度，元素 Ba 主要貢獻源除了車輛零件損耗以及煙火炮竹(Chang et al., 2011)外，還可能受到燃煤燃燒影響，並且為中國境內金屬元素 Ba 主要來源(Liu et al., 2018)。

春季(S2)檢測結果顯示少數採樣日如 3 月 4 日、3 月 16 日以及 4 月 3 日各地有較高的元素 Al、Ti 與 Mn 濃度，同步上升的現象顯示受到揚塵影響，從環境因子監測資料顯示，這幾日大多風速較高，因此可能為受沙塵影響。中、低濃度群的元素 Sr、Sn、As 及 Rb 等燃煤、生質燃燒或車輛排放指標元素於忠明站以南都有上升，顯示這個期間跨區域外地污染傳輸混合了在地污染的特徵。此外，春季下旬嘉義站常見元素 Ba 及 Pb 等，濃度已明顯低於冬季及春季上旬，但是相較於其他測站濃度仍高出少許。值得注意的是，小港站於 5 月 27 日 Fe、Mn 濃度異常上升，金屬元素總濃度變化與 $PM_{2.5}$ 質量濃度不一致，對照採樣紀錄指出：現場周遭施工，因此可能受到施工的影響。

夏季(S3)各地空氣品質大幅改善，小港站延續 5 月下旬因測站附近工地施工影響，導致 Fe、Mn 元素濃度驟升，雖然測站間差異降低，小港站比其他測站有較高的 Zn、Cr、V、Pb 及 Sn 等元素，這些元素可能來自移動污染源、製造業及化石燃料燃燒的綜合影響。板橋站夏季元素 Sn 與 Cu 濃度明顯高於其他測站，從共同升高的成分濃度推測，夏季的板橋站受到移動污染源影響顯著。

秋季(S4)各地 $PM_{2.5}$ 濃度回升，金屬元素同樣有增量，西部採樣站比起夏季在元素 Na 有些微增量，可能是受到東北風增強影響，揚塵與海鹽貢獻上升，同時元素 As 與 Se 等指標元素濃度上升，顯示各地開始受到燃煤的跨區域外地污染傳輸影響。斗六與嘉義站元素 K 濃度明顯增加，推測進入秋季後為我國二期稻作收割期間，露天農廢燃燒可能是污染貢獻源。另外，嘉義站於 9 月下旬

後再次出現較高的元素 Ba 濃度，分析環境監測資料發現與冬季的濃度增量十分相似。

彙整各採樣日各地檢測資料，各站高濃度元素群和燃煤鍋爐、燃油鍋爐、垃圾焚化爐、煉鋼、煉鐵、磚瓦窯、混擬土、玻璃槽窯、甚至火化廠排放有關(羅等，2018)，整合高、中、低濃度群，花蓮站元素總濃度雖然較低，但是元素 Tl 濃度於各季節與其他西部測站相近或略高，並有較高的富集程度(詳見附錄六)，呈現水泥業排放特徵。板橋站元素 Cu、Sn 和 Zr 濃度高，呈現交通排放、非鐵製造業及燃煤燃燒影響特徵。忠明站元素 Fe、Mn、Zr 濃度高，受到鋼鐵業和交通排放影響明顯。斗六站元素 K、Sn、Sr 濃度高，凸顯生質燃燒、炮竹、交通排放、燃煤燃燒影響特徵。嘉義站元素 K 濃度高，生質燃燒現象明顯，又持續有元素 Ba、Pb、Ga 濃度高於其他測站，展現出煙火和燃煤鍋爐的貢獻，後段 4.4 節將持續彙整分析嘉義地區增量元素可能來源。小港站元素 Fe、Zn、Mn、V、Sn 濃度高，顯示出鋼鐵業排放、非鐵製造業、交通排放、燃煤燃燒影響特徵。

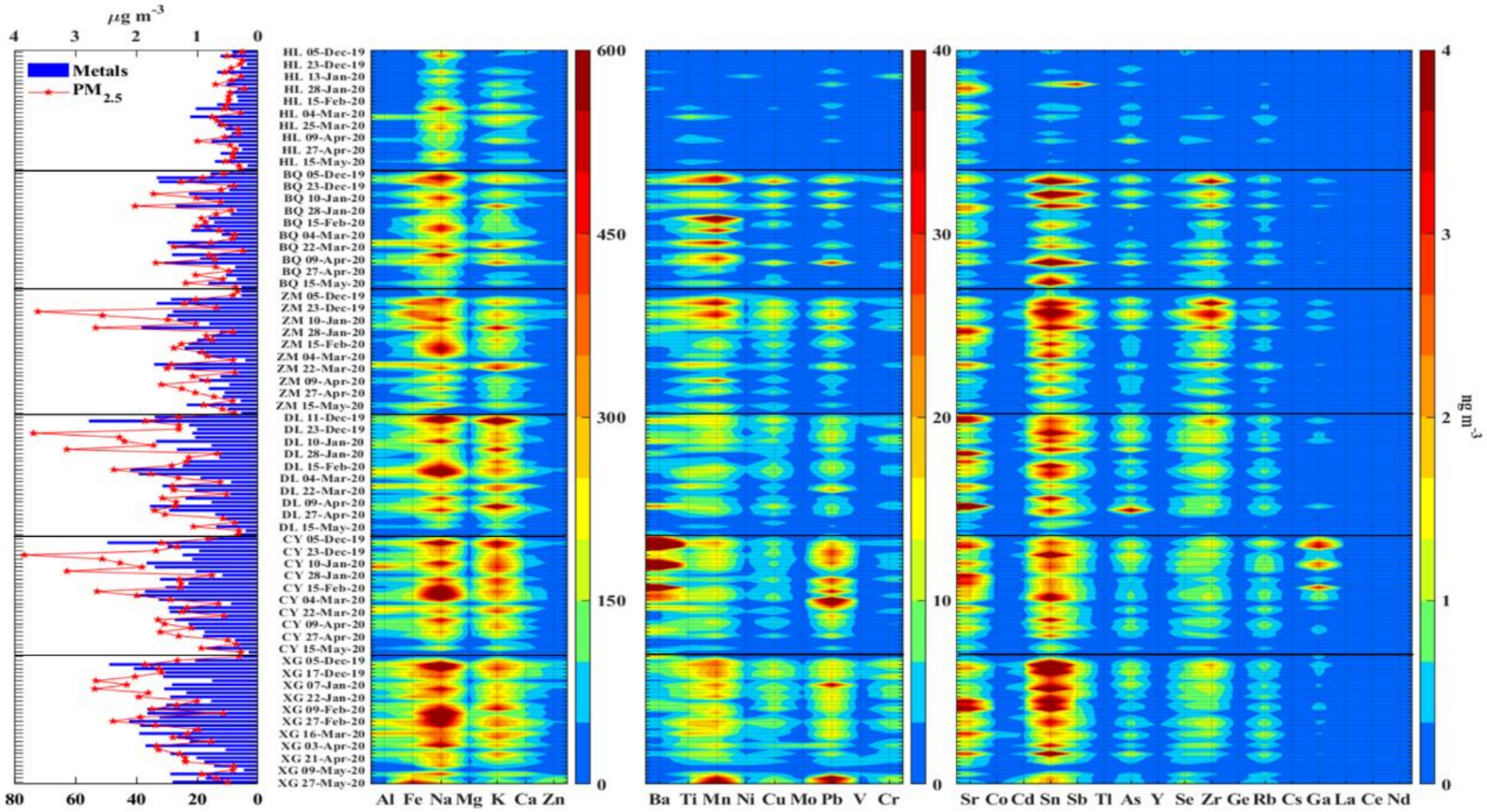


圖 4.2.2 冬季至春季採樣期間各站 $PM_{2.5}$ 質量濃度(★)、金屬元素總濃度(■)、金屬元素成分濃度變化

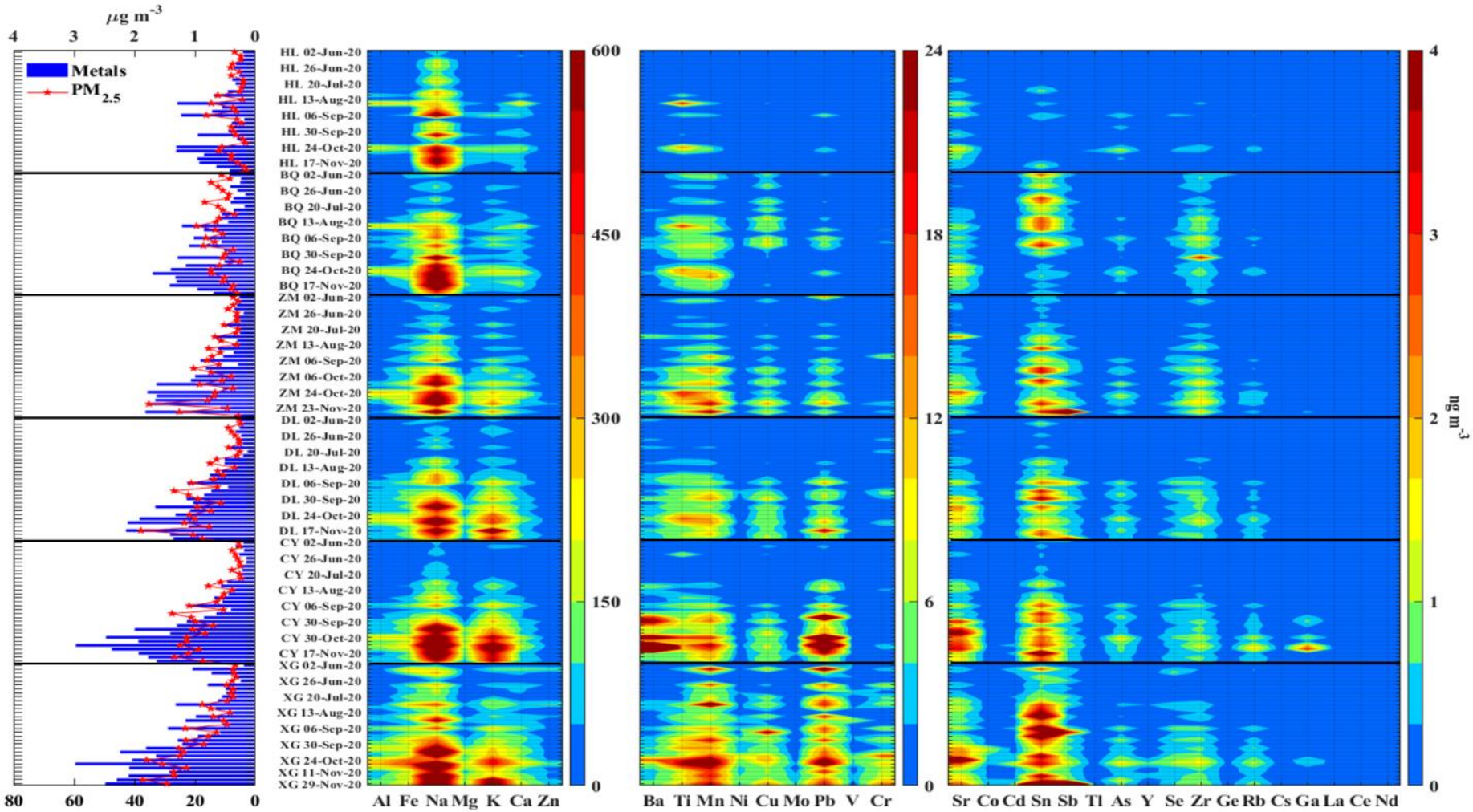


圖 4.2.3 夏季至秋季採樣期間各站 $PM_{2.5}$ 質量濃度(★)、金屬元素總濃度(▮)、金屬元素成分濃度變化

3. 塑化劑成分

計畫團隊自上年度計畫期間觀測到板橋與斗六站都市微粒樣本中存在塑化劑相關物質，因此本年度採用 MetOne SASS 化學成分採樣器，同步於例行採樣期間，採集各站 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分資料，期以同步採樣模式釐清 $PM_{2.5}$ 塑化劑時空分布特徵並評估成分與都市 $PM_{2.5}$ 污染源關聯性。

圖 4.2.4 為各測站塑化劑成分濃度與 $PM_{2.5}$ 質量濃度時間序列，在扣除背景值後，各站總塑化劑濃度約在 1.5~317 ng m^{-3}，若排除花蓮站受到地面建材塗層逸散影響，西部各站塑化劑濃度約在 1.5~196 ng m^{-3}，這樣的濃度為 $PM_{2.5}$ 濃度的 0.01~2.0%，同時塑化劑於 $PM_{2.5}$ 濃度出現較高占比時，主要與環境 $PM_{2.5}$ 較低有關。與表 3.3.3 各國塑化劑成分濃度比較，顯示我國西部各站濃度大多低於中國各都會地區，與背景的泰山檢測值相近，略高於法國與希臘的檢測結果，相關資料將持續採集分析以進行比較。

各地區 $PM_{2.5}$ 塑化劑總濃度與質量濃度兩者變化趨勢並不太一致，在 $PM_{2.5}$ 濃度高的採樣日如：1 月 4 日至 22 日，塑化劑總濃度與質量濃度兩者明顯有較大的變化趨勢差異，這顯示高污染濃度時，塑化劑濃度並未隨著 $PM_{2.5}$ 污染增量而增加，表示大氣塑化劑產生機制和主要的 $PM_{2.5}$ 化學成分不同。塑化劑成分檢測結果顯示，花蓮站3 月下旬及 5 月出現數筆 DEHP 濃度驟高的樣本，此段期間採樣人員反應現場有異味出現，並推測與地面塗料有關，分析摘取的測站地面粉塵後顯示，該成分確實來自地面塗料揮發影響(圖 4.2.5~圖 4.2.6)。

分析各採樣站塑化劑濃度與成分差異，東部花蓮站若排除受到測站地面建材逸散影響，各站多以 DEHP 及 DBP 為主要塑化劑成分，這些成分大多與個人用品或與界面活性劑有關。西部測站季節差異較為明顯，冬季 1 至 2 月上旬濃度相當低(4~112 ng m^{-3})，忠明站比其他測站濃度高出少許，期間各站主要成分以 DEHP 及 DBP 為主；春季 3 至 5 月份西部各站塑化劑濃度約為 18~173 ng m^{-3}，以 5 月 3 日板橋站濃度最高並且以 DBP 濃度增加最為顯著，來源多為個人用品的界面活性劑或是生活塑料製品。整體而言，春季西部各站塑化劑成分在忠明以北主要是 DEHP 與 DBP，以南則是 DIBP 及 DBP；夏季開始各站塑化劑濃度明顯增加且變化穩定，約為 70 ng m^{-3}，DEHP 是主要成分，其次是 DnOP，進入 8 月中旬後 DEP 濃度同樣穩定出現，這樣的現象可能與夏季均溫較高有關，

溫度提升致使更多的塑化劑成分揮發並被吸附於微粒上；秋季主要成分以 DBP 為主(圖 4.2.4)，於 10 月中旬前塑化劑總濃度比夏季明顯下降(18~30 ng m^{-3})，10 月下旬起西部地區塑化劑濃度明顯提升(54~196 ng m^{-3})，忠明、斗六、嘉義站塑化劑與 $PM_{2.5}$ 濃度變化趨勢相近，有別於前三季變化特徵。

總結目前檢測的塑化劑成分濃度特徵，顯示其濃度較不受 $PM_{2.5}$ 污染事件影響，大氣塑化劑產生機制和主要的 $PM_{2.5}$ 化學成分不同，因此各類大型污染源的影響有限。從採樣日成分濃度變化則可發現，隨著環境氣溫增加，各成分濃度占比上升，因此環境氣溫可能影響重大。各季節主要成分多為 DEHP 與 DBP，夏季 DnOP 濃度則明顯增加且集中於西部測站。DBP 大多與黏著劑、個人美妝用品以及各類溶劑有關，DEHP 及 DnOP 則多與建築材料有關，顯示鄰近環境設施與住家的影響較大。另外，花蓮站數筆驟高濃度的 DEHP 樣本，從測站地面粉塵分析結果已證實是受到地面塗料逸散影響，並非特定固定排放源所造成。近年國外研究也指出，戶外的塑化劑濃度主要來自於室內建材與個人用品的向外擴散(Ouyang et al., 2019；Chen et al., 2018；Tran and Kannan, 2015)。

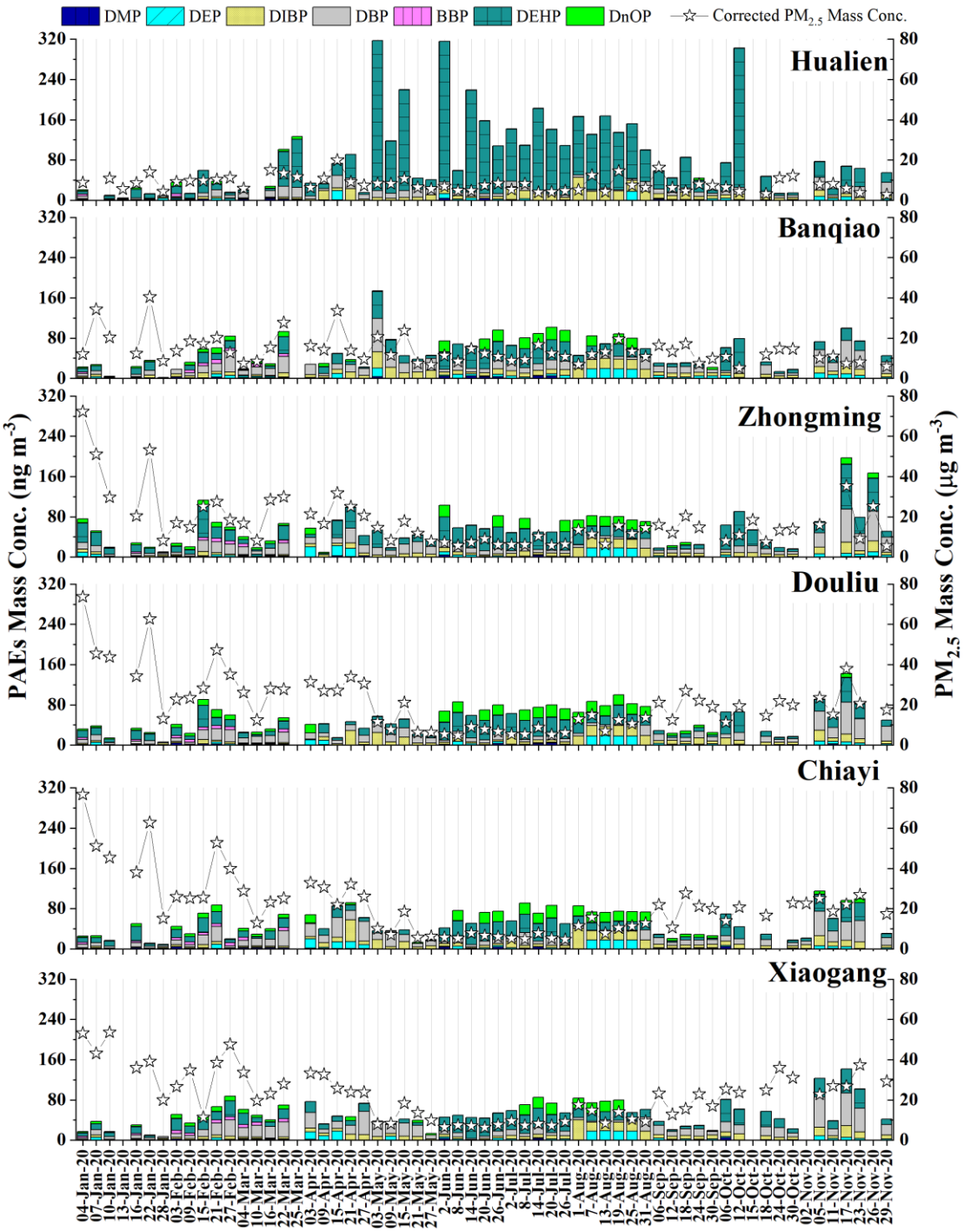


圖 4.2.4 2020 年 1 月 4 日至 11 月 29 日 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分變化



圖 4.2.5 2020 年花蓮測站地面防水塗層樣本收集示意圖

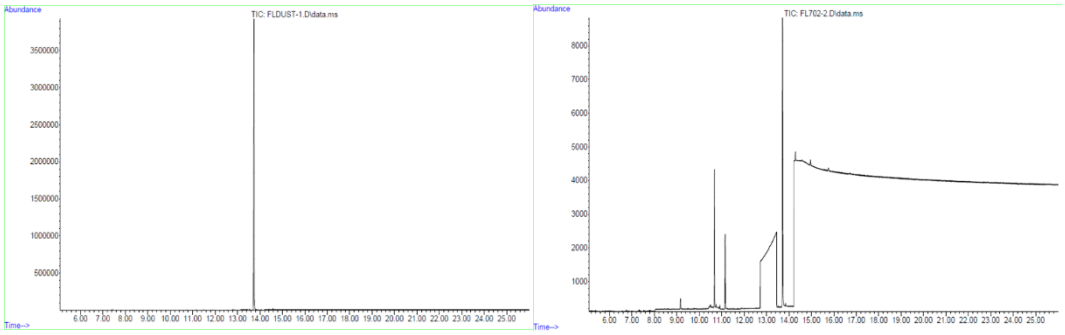


圖 4.2.6 2020 年花蓮測站地面防水塗層樣本與 7 月 2 日樣本基線

4.2.2 交通源採樣 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分濃度

本節呈現近交通源採樣 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分分析結果，並增列與鄰近忠明站例行採樣結果比較。本節共分為三個部分，第一部分「環境概要與車種流量調查」以監測站資料與現場實拍影片，分析交通測站主要車種流量以及測站日、夜尖峰時段盛行風向與頻率；第二部分「質量濃度與主要化學成分檢測濃度」列出化學成分中水溶性無機離子和碳成分分析結果；第三部分「金屬元素成分」列出本年度各採樣日各金屬元素成分濃度。第四部分「臺灣大道與忠明站相同採樣日成分差異」列出臺灣大道站與鄰近的都市測站化學成分比較成果。

1. 環境概要與車種流量調查

臺灣大道交通測站位於忠明站東北方約 1.5 公里處，彙整交通測站早晨、傍晚尖峰時段與忠明站日平均監測資料繪製風花圖(後續的化學成分是要與忠明站日平均濃度比較，因此，繪製忠明站日平均監測資料風花圖)，如圖 4.2.7 所示。盛行風向與風速顯示早晨尖峰時段(6~8 時三小時)風速普遍不高(0.3~1.6 m

s^{-1})，將近五成以上頻率為北風至北北西風，吹拂東風時風速都不高。傍晚尖峰時段(17~19 時三小時)盛行風向與早晨類似，但吹拂北風至北北西風發生次數更多且風速更高。忠明站風花圖則顯示 1 至 4 月期間主要以西北風至東北風為主，比臺灣大道交通測站多了北北東和東北風，發生次數多，日平均風速普遍大於 1.6 m s^{-1}，顯示吹拂北風至北北西風時，忠明站可能會受到上風處臺灣大道交通源污染影響。

圖 4.2.8 為臺灣大道交通測站採樣日早晨交通尖峰時段不同風速與風向條件下，$PM_{2.5}$ 質量濃度與忠明站日平均值比較。當濃度差異(%)大於 0 時，表示臺灣大道測站在該風速(以圓球大小表示風速大小)與風向條件下有較高的質量濃度，反之，則質量濃度較低。因此，在上午交通尖峰時段臺灣大道 $PM_{2.5}$ 質量濃度多較忠明站高，這段時間當臺灣大道風向為東風至東南東風時，風速不高(圓球較小)，臺灣大道 $PM_{2.5}$ 質量濃度多較忠明站高，顯示交通污染累積在臺灣大道；當臺灣大道風向為北北西風和北風時，風速較高(圓球較大)的臺灣大道 $PM_{2.5}$ 質量濃度多較忠明站低，表示臺灣大道的交通污染有可能傳輸到下風的忠明站；但當臺灣大道風速稍低時，$PM_{2.5}$ 質量濃度多較忠明站高。

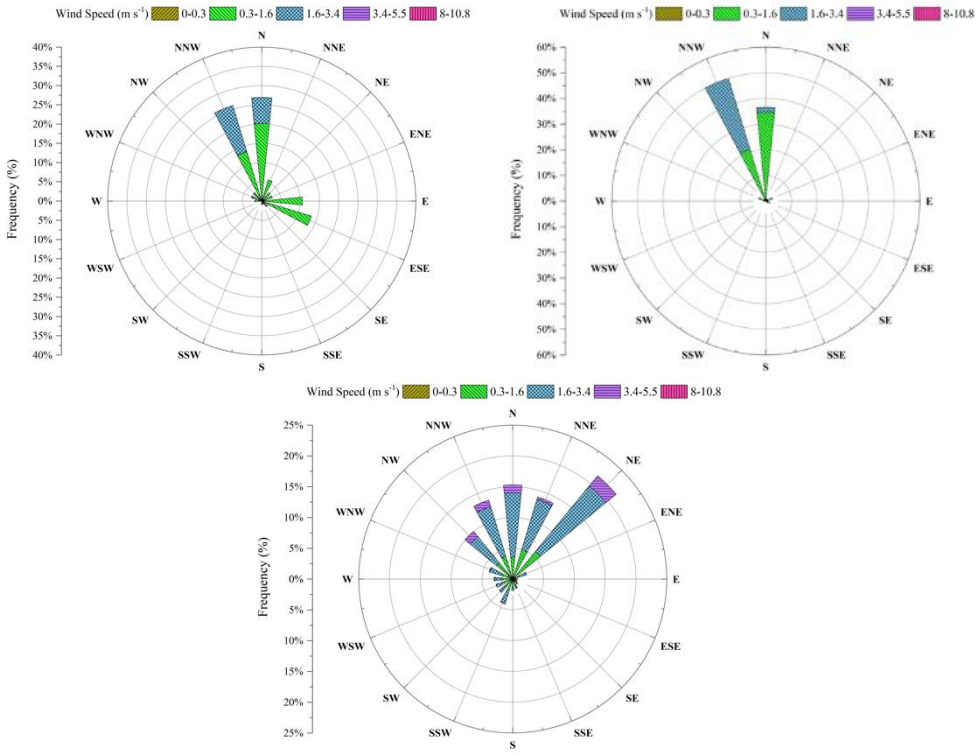
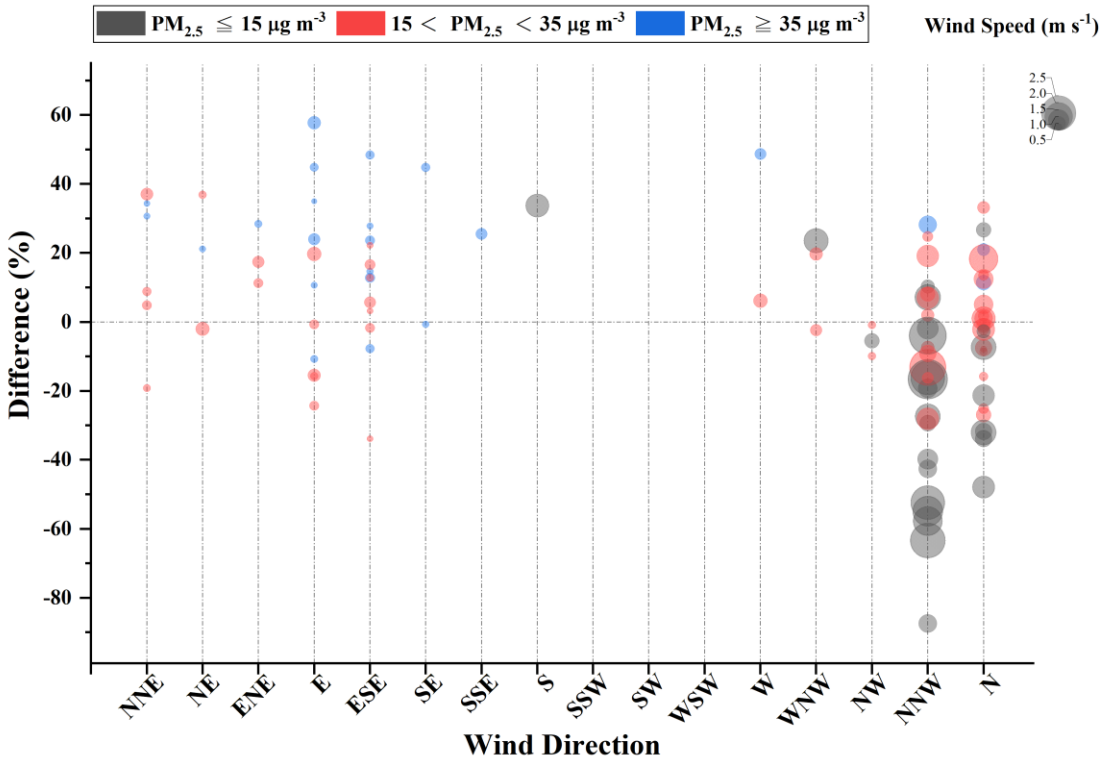


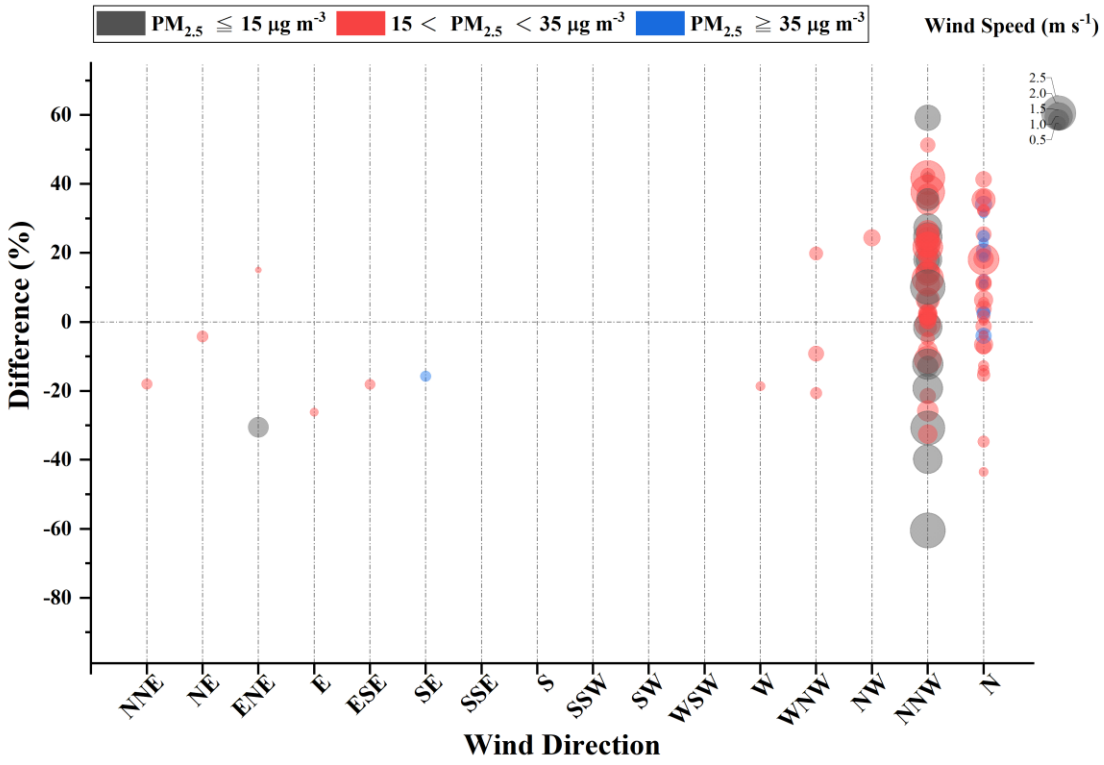
圖 4.2.7 2020 年 1 月至 4 月 20 日臺灣大道每日早晨 6~8 時三小時(左上)、傍晚 17~19 時三小時(右上)與忠明站(下)日平均風花圖



備註： 色塊為交通測站上午 3 小時 $PM_{2.5}$ 質量濃度平均值，球體大小為風速
Difference (%) = {(臺灣大道濃度－忠明站濃度)÷〔0.5× (臺灣大道濃度+忠明站濃度)〕}*100%。

圖 4.2.8 2020 年 1 月至 4 月 20 日臺灣大道每日早晨 6~8 時三小時 $PM_{2.5}$ 質量濃度平均值與忠明站日平均值 $PM_{2.5}$ 質量濃度差異百分比與風速關係。

圖 4.2.9 的採樣日傍晚尖峰時段由於盛行風向集中在北北西風和北風，且風速多較高，兩測站 $PM_{2.5}$ 質量濃度差異雖然互有高低，但臺灣大道濃度較忠明站高的頻率較高，顯示傍晚尖峰時段臺灣大道仍然受交通源排放影響。



備註： 色塊為交通測站下午 3 小時 $PM_{2.5}$ 質量濃度平均值，球體大小為風速
Difference (%) = {(臺灣大道濃度－忠明站濃度)÷〔0.5× (臺灣大道濃度+忠明站濃度)〕}*100%。

圖 4.2.9 2020 年 1 月至 4 月 20 日臺灣大道每日傍晚午 17~19 時三小時 $PM_{2.5}$ 質量濃度平均值與忠明站日平均值 $PM_{2.5}$ 質量濃度差異百分比與風速關係

本計畫於臺灣大道測站拍攝行車實況，並以人工計數方式統計現場車種與其對應流量。車種分類方式參考道路交通安全規則第三條以車重 3.5 公噸及載客人數 10 人以上區分為大貨車與大客車，其餘則分別為小貨車、小客車及機車。圖 4.2.10 為採樣初期，日間尖峰時刻車流量計數結果，可發現車流量變化由上午 7 點開始逐漸上升，早晨8 點 30 時為此期間最高峰。車流量變化與圖 3.3.2 的 CO 與 NOx 濃度時間變化趨勢相似，顯示 CO 與 NOx 濃度確實受到車輛排放影響而增加。進一步分析車種數量差異可發現：臺灣大道主要行駛車輛以小客車與機車為主，大型車輛與小貨車總數遠不及小客車或機車數量。因此，後續化學成分推估污染源指紋應可作為汽油車排放指紋特徵。

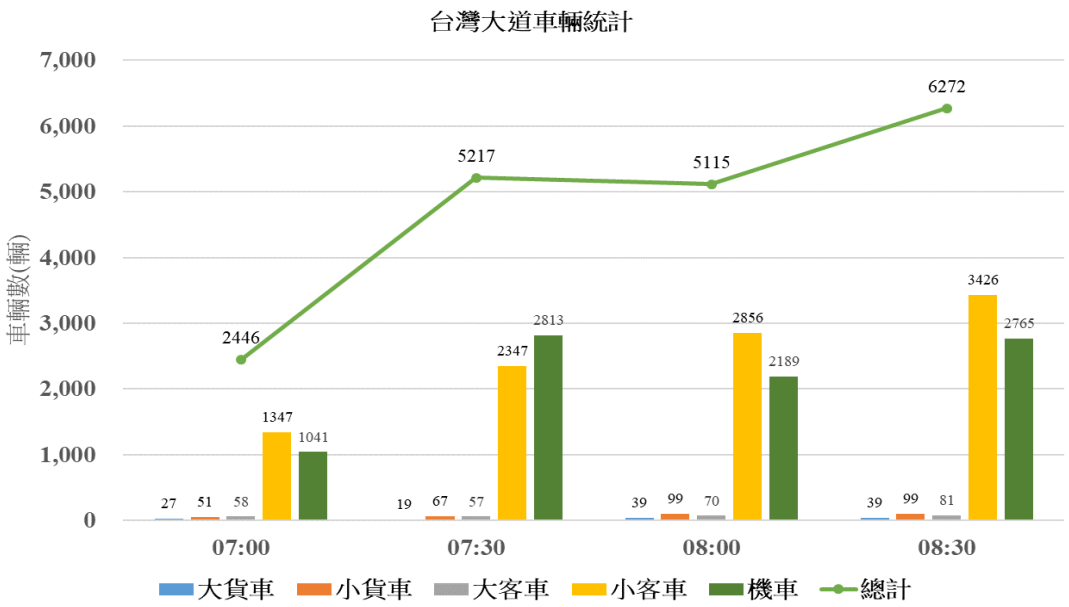


圖 4.2.10 交通測站鄰近道路雙向車道平日早晨尖峰時段車種流量計數

2. 質量濃度與主要化學成分

近交通源採樣時間自 2 月 8 日起先以連續 6 日採樣(早晨 6~8 時)，用以評估 3 小時樣本濃度是否滿足儀器最低方法偵測極限。自 4 月 3 日起將採樣時間與例行性採樣同步，同時增加傍晚尖峰時段樣本採集(17 時~19 時)。夏季則考量環境 $PM_{2.5}$ 濃度降低，為避免濾紙採集微粒濃度不足，採樣時間自 6 月 20 日起，延長採樣時段分別為早晨 6 ~ 10 時，傍晚 16 ~ 20 時。9 月份至 10 月 24 日依照環保署要求採集 24 小時樣本，秋季 10 月 30 日後重新調整為早晨 6~8 時與下午 17~19 時採集樣本。

圖 4.2.11 彙整臺灣大道測站各採樣日早晨(M)和傍晚(E)$PM_{2.5}$ 化學成分濃度變化趨勢(圖左側)以及相同採樣日忠明站 $PM_{2.5}$ 化學成分日平均濃度(圖右側)。臺灣大道測站在上午尖峰時段易有較高的 $PM_{2.5}$ 質量濃度，NO_3^-、OC、EC 濃度也較高，SO_4^{2-}濃度相差不大，顯示臺灣大道測站受到移動污染源影響明顯。在 2 月 11、12、15 日、4 月 15 日、11 月 5 日及 17 日，早晨尖峰時段 $PM_{2.5}$ 質量濃度明顯較高，NO_3^-、OC、EC 濃度增量顯著與其他採樣日有明顯差異，受移動污染源影響顯著。另外，相同的採樣日中，早晨比傍晚尖峰時段通常有較高的 $PM_{2.5}$ 質量濃度，化學成分以 NO_3^-和 OC 濃度較明顯。

彙整資料可知：臺灣大道主要車輛種類為小客車與機車等汽油燃料車種，

因此貢獻 OC 濃度較多。但是臺灣大道測站低濃度樣本中， EC 濃度相當低，這導致尖峰時段採集三小時的濾紙 EC 濃度低於儀器方法偵測極限，因此，部分樣本無 EC 濃度。

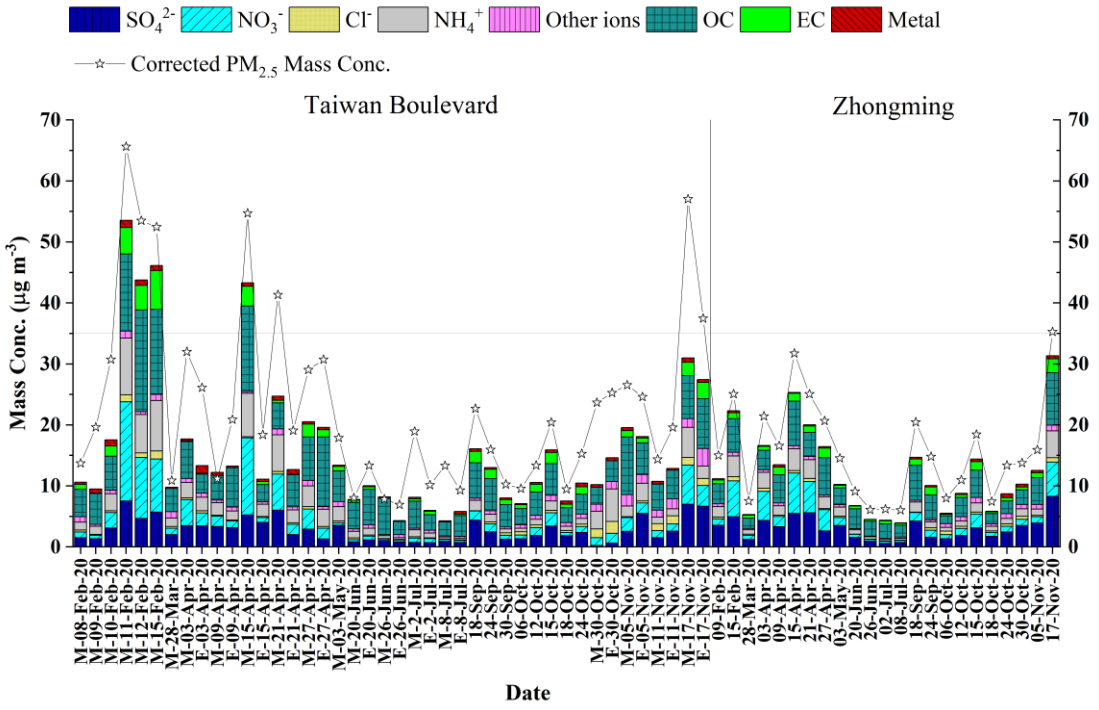


圖 4.2.11 臺灣大道在早晨(M)和傍晚(E)以及忠明站日平均 $PM_{2.5}$ 質量與化學成分濃度變化

3. 金屬元素成分

圖 4.2.12 呈現臺灣大道與忠明測站 $PM_{2.5}$ 金屬元素成分濃度，發現元素濃度變化趨勢雖大略與 $PM_{2.5}$ 濃度變化趨勢相近，但並沒有成比例的變化，例如：4 月 3 日、4 月 15 日金屬元素成分濃度並未隨 $PM_{2.5}$ 濃度變化。透過附錄五環境監測資料顯示，4 月 3 日傍晚三小時風速平均 2.2 m s^{-1}，濃度明顯上升的金屬元素有 Al、Na、Ca、Ti、Sr、Sn、Zr 等金屬元素，大多與道路揚塵有關，推測很可能與高風速造成的影響有關。

比較臺灣大道測站(圖 4.2.12 上半部 TB 樣本)與忠明站(圖 4.2.12 下半部 ZM 樣本)各濃度元素群特徵，發現臺灣大道測站在高濃度元素群有更高的元素 Al、Fe、Ca 濃度，與地殼元素有關外，和其他污染源排放也有關，元素 Fe 還可能與車輛零件磨損影響有關；中濃度元素群的元素 Mn、Ti、Cu、Pb 與 Cr 濃度較高，Mn 與 Ti 大多是道路揚塵或地殼元素，元素 Pb、Cu 與 Cr，來源較為廣泛，

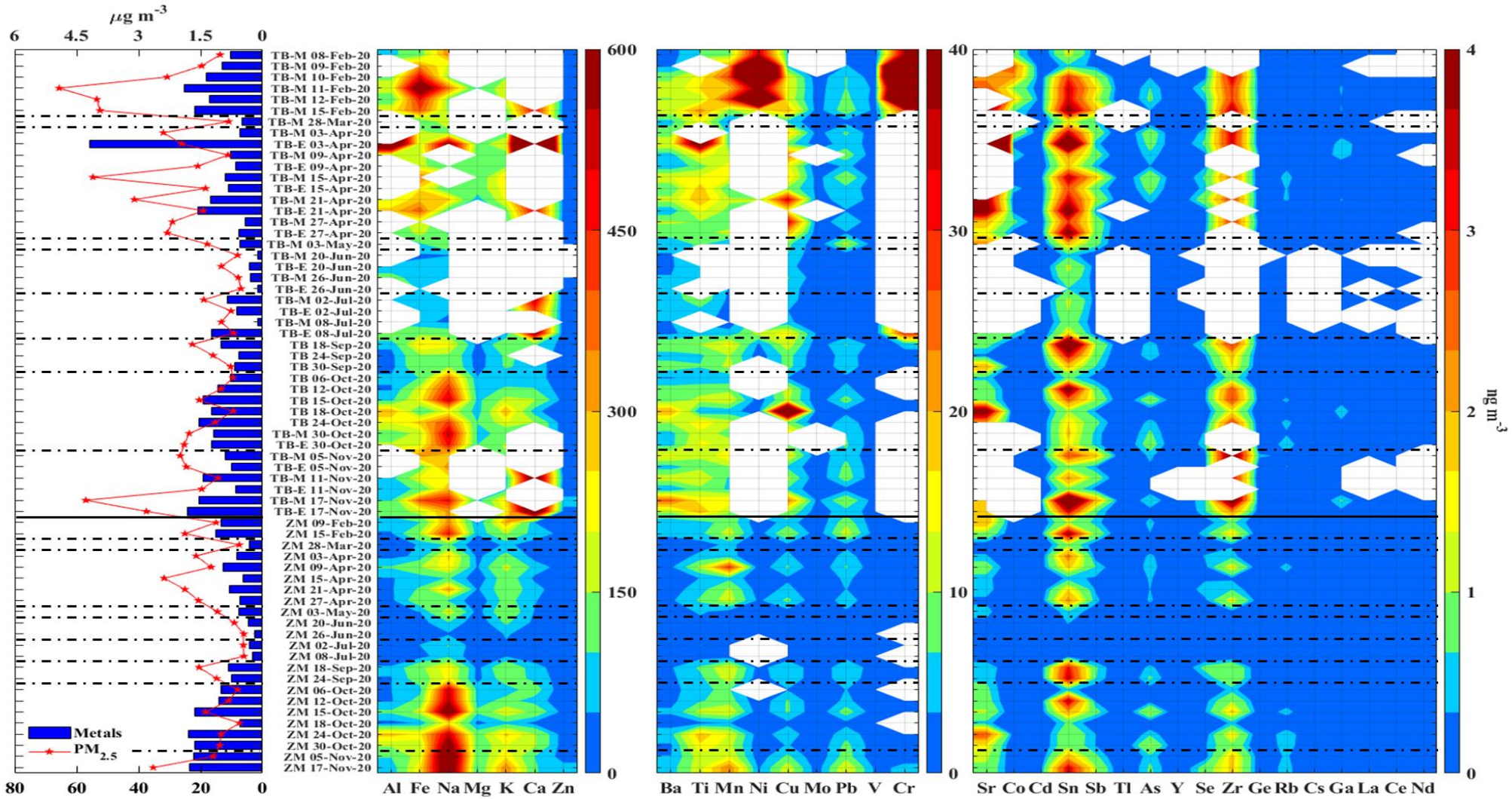
可作為工業、燃煤以及車輛煞車零件耗損；低濃度元素群以元素 Sr、Sn 及 Zr 有較顯著的差異。其中，元素 Sr 過去常視為燃煤或揚塵指標元素，此處較高的濃度可能為車輛行駛路面時所捲起的揚塵。元素 Zr 濃度突出，變化穩定，與上年度計畫在三重交通測站檢測結果相似，可能可做為臺灣交通污染指標元素。

4. 臺灣大道與忠明站相同採樣日成分差異

本計畫在台中市臺灣大道進行近交通源 $PM_{2.5}$ 採樣，並與鄰近環保署忠明站的相同採樣日數據進行比對，利用兩站化學成分數據差異百分比({(臺灣大道 - 忠明站)÷〔0.5*(臺灣大道 + 忠明站)〕})評估較為突出的化學成分，以辨識出交通源特徵成分。

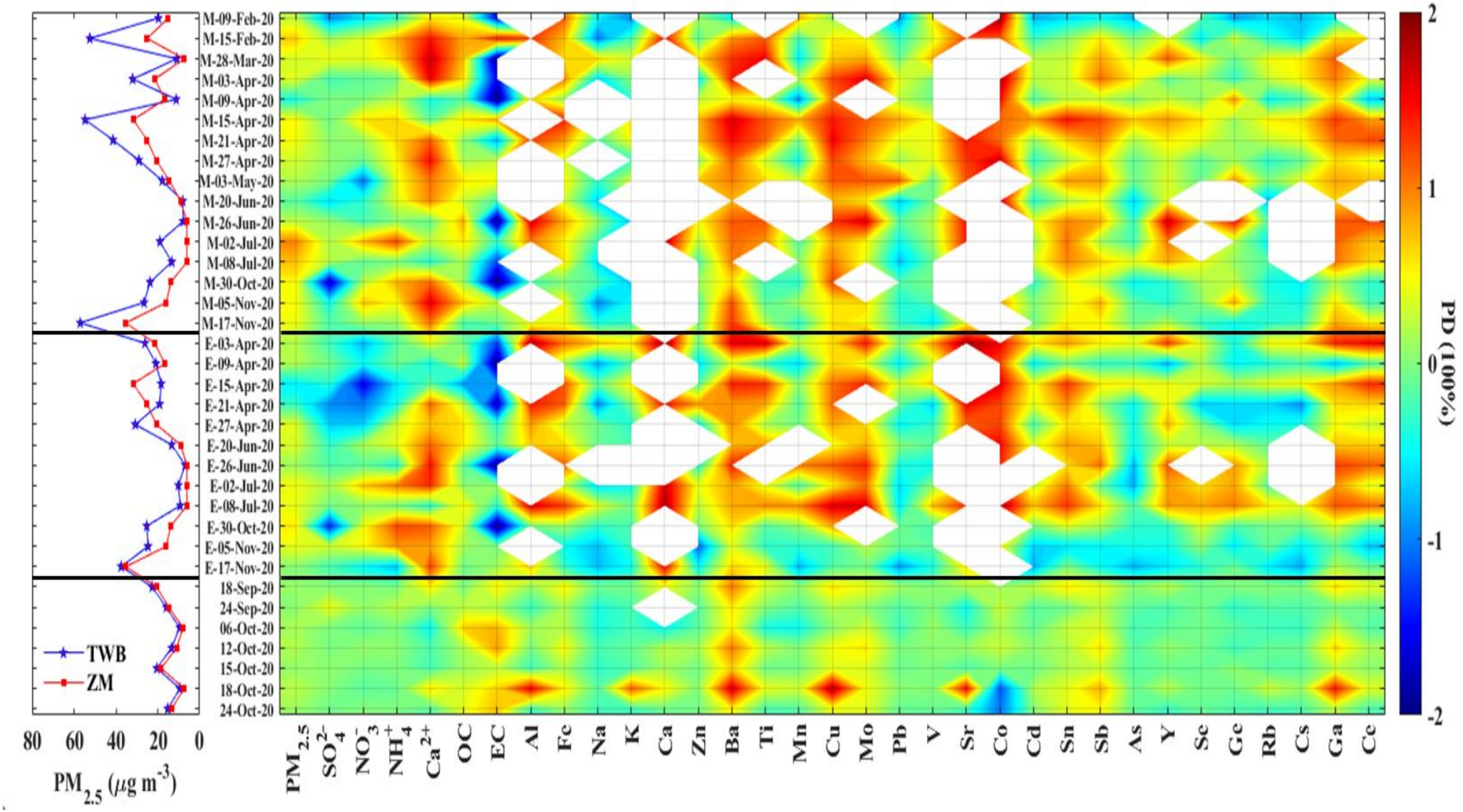
圖 4.2.13 為臺灣大道測站與忠明測站數據比較結果，在 2 月至 11 月的共同採樣日(早晨代號「M」，傍晚為「E」，未標示者為 24 小時樣本)，$PM_{2.5}$ 質量濃度以交通源樣本濃度較高，特別是早晨時段。水溶性無機離子僅 Ca^{2+}在多數採樣日較高的差異百分比，可能與道路揚塵有關，NO_3^-於春季中期採樣日相對於忠明站有較大的差異，春季後期可能受環境溫度升高影響，兩個採樣點差異明顯降低。碳成分中，臺灣大道測站 OC 與忠明站有顯著差異，代表與汽油車排放有關。金屬元素成分因本身濃度低再加上採樣時間短，因此部分樣本濃度低於儀器方法偵測極限。金屬元素 Al、Fe、Ca、Ba、Ti、Cu、Mo、Co、Sn、Sb、Y、Ga 相對差異百分比呈現正值。其中，金屬元素 Al、Fe、Ca、Ba、Cu、Mo、Co、Sn、Sb、Ga 大多高 80%以上，以早晨差異較大，顯示具有辨識車輛排放特徵潛力。前述成果對照我國近年於雪山隧道進行的研究，該研究指出 Zn、Pb 與 V 主要來自車輛尾氣，Cu、Cd、Fe、Ga、Mn、Mo、Sb、Sn 等元素來自零件與輪胎磨損，Ca、Mg、K、Rb 則來自車輛揚塵(Lin et al., 2015)。部分成分如元素 Zn 及 Pb 等於樣本中差異變化不穩定或是不顯著，主要與這些成分具有多污染源的指標特徵，因此容易受到干擾而導致採樣結果較不突出。

綜合現階段早晨與傍晚尖峰時段採樣結果，可以發現兩段時間有些許差異，但是大多數的化學成分與車輛行經路面所捲起的揚塵和零件與輪胎磨損有關。另一方面，由車輛尾氣排放所產生的 OC 在早晨時段影響較大。臺灣大道近交通源採樣為獲取機動車輛排放較明顯時間，採樣時間較短，採樣器流量又較低，使得採樣體積較小，偵測極限高，未來應提高採樣體積。



備註：白色區塊為濃度低於方法偵測極限

圖 4.2.12 交通源採樣期間臺灣大道(TB)與忠明站(ZM)$PM_{2.5}$質量濃度(★)、金屬元素總濃度(▮)、金屬元素成分濃度變化



備註：白色區塊為濃度低於方法偵測極限，不納入比對分析

圖 4.2.13 近交通源與鄰近忠明站化學成分差異百分比({(臺灣大道 - 忠明站)÷〔0.5(臺灣大道 + 忠明站)〕})

4.3 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分時間與空間分布特徵

本節比較 2017 至 2020 年每六天一次，採用相同儀器，同步進行例行性採樣所得到的 $PM_{2.5}$ 化學成分；分析各測站化學成分季節以及空間分布特徵，同時瞭解 $PM_{2.5}$ 化學成分最近四年變化趨勢。

本節內容分為三部分：第一部分「$PM_{2.5}$ 質量濃度與主要化學成分時間與空間變化」列出近四年來 $PM_{2.5}$ 質量濃度、水溶性無機離子與碳成分時間與空間分布特徵及對照；第二部分「$PM_{2.5}$ 金屬元素成分時間與空間變化」列出各測站金屬元素成分季節變化，解析季節以及空間分布特徵和歷年變化趨勢；第三部分「$PM_{2.5}$ 半揮發性成分時間與空間變化」列出以兩張濾紙串聯得到的半揮發性水溶性無機離子與有機碳成分分析結果，並分析揮發濃度與揮發比例變化。

季節分類方式為：第一季(S1)為上一年度 12 月至當年度 2 月，此段期間稱為「冬季」；第二季(S2)為當年度 3 月至 5 月，屬於「春季」；第三季(S3)為當年度 6 月至 8 月，視為「夏季」；第四季(S4)為當年度 9 月至 11 月，則為「秋季」。2016 年因為使用不同採樣儀器方法和採樣時間，因此，2017 年 S1 只有 1~2 月。

4.3.1 $PM_{2.5}$ 質量濃度與主要化學成分時間與空間變化

為釐清 $PM_{2.5}$ 質量濃度與其主要化學成分時間和空間分布特徵，本小節分為兩部分：第一部分「各季節 $PM_{2.5}$ 質量濃度與主要化學成分空間變化」歸納 2020 年計畫執行期間，各季節測站 $PM_{2.5}$ 質量濃度與主要化學成分空間分布變化，然後與過去三年度成果比較，檢視各測站成分變化差異；第二部分「各測站 $PM_{2.5}$ 質量濃度與主要化學成分時間變化」與前部分雷同，列出各測站各季節 $PM_{2.5}$ 質量濃度與主要成分，然後比較近四年成分變化，探討其意義。

1. 各季節 $PM_{2.5}$ 質量濃度與主要化學成分空間變化

本小節彙整 2020 年度計畫執行期間與過去三個年度各季節測站間 $PM_{2.5}$ 質量及化學成分濃度和質量占比分布如圖 4.3.1 所示。以冬季(S1)起始至秋季(S4)，

逐季排序由東至北再向南各採樣測站質量濃度與成分濃度及占比空間變化趨勢，並比較各年度變化用以檢視各地化學成分變化。

冬季(S1) $PM_{2.5}$ 質量濃度由花蓮站至板橋站再往嘉義站遞增，嘉義站至小港站則遞減，斗六站略高於小港站。各項主要化學成分濃度也呈現與 $PM_{2.5}$ 質量濃度相近的空間分布特徵。但各地化學成分占 $PM_{2.5}$ 質量濃度比例(占比)與 $PM_{2.5}$ 質量濃度空間分布不盡相同，NO_3^-和 NH_4^+占比與質量濃度空間分布從北向南增加的趨勢雷同，SO_4^{2-}和 OC 占比與質量濃度空間分布變化趨勢則相反，EC 濃度雖然各站差異不大，但是板橋站有明顯較高的占比。空間分布特徵顯示：冬季東和北部 SO_4^{2-}和 OC 主導 $PM_{2.5}$ 質量濃度，但中部以南 NO_3^-和 NH_4^+才是影響 $PM_{2.5}$ 質量濃度的主因。本年度與過去三年比較，$PM_{2.5}$ 質量濃度空間分布出現些微改變，2020 年中部以南，特別是小港站 SO_4^{2-}、NO_3^-和 OC 濃度下降，冬季採樣日空氣品質略優於斗六與嘉義站，顯示高雄地區各項污染管制成效彰顯。另外，濃度變化也反應於化學成分占比，NO_3^-占比相較於過去幾年明顯提升，這表示未來的污染管制方向，仍應持續加強 NO_3^-前驅污染物的管制。

春季(S2) $PM_{2.5}$ 質量濃度空間分布呈現由東至北至南遞增，濃度最高測站是斗六站與小港站，嘉義站濃度則介於斗六與小港站之間，雲、嘉以南是春季濃度較高地區，但是比板橋與忠明站高出的濃度差異較冬季縮小。主要化學成分濃度空間分布與質量濃度相近，各站 EC 濃度同樣差異不大。化學成分占比空間分布與濃度分布相異，SO_4^{2-}與 OC 於東、北部有較高濃度與占比，為當地主要及次要化學成分，但是小港站 OC 占比與雲、嘉地區相近。NO_3^-和 NH_4^+兩者空間特性相近，中部以南占比高於東部與北部，雲、嘉地區的斗六與嘉義站為 NO_3^-和 NH_4^+占比最高測站。小港站 SO_4^{2-}濃度占比有別於中部至雲、嘉地區，反而是與北部測站接近，推測是春季增強的西南風可能使南部地區受到港口污染影響頻率增加，導致 SO_4^{2-}占比上升。空間分布凸顯了污染型態轉變，環境溫度的增加與降雨都使污染物可透過擴散稀釋或隨雨水掃除而降低。比較 2020 年與過去三年春季質量濃度與化學成分濃度占比，各採樣測站 $PM_{2.5}$ 質量濃度持

續降低，主要化學成分占比自 2017 年起，各地逐漸由 SO_4^{2-}與 NO_3^-轉變為以 OC 為主。從成分特徵推測，主要污染源可能由固定污染源，逐漸轉變為汽油車輛排放污染。值得注意的是，今年度污染減量有別於 2019 年對 2018 年的減量，除了 5 月下旬頻繁的降雨，國際間因新冠肺炎(COVID-19)疫情的影響，導致我國工業產能下降，可能促使有些測站春季污染更降低。

夏季(S3)質量濃度空間分布呈現由東至北遞增再向南遞減，小港站濃度與忠明站相近，板橋站是本季濃度最高測站，忠明以南測站濃度差異較小。主要成分濃度以 SO_4^{2-}及 OC 與 $PM_{2.5}$質量濃度空間分布相近。SO_4^{2-}及 OC 占比的空間分布與質量濃度雷同，同時 EC 也有相似的空間分布，顯示北部地區移動污染源的貢獻較為顯著。另一方面，小港站化學成分特徵與空間分布與北部板橋站相似，但是 NO_3^-有較高的占比。比較過去三年，$PM_{2.5}$ 質量濃度空間分布雖與 2017 年相近，但近三年來 $PM_{2.5}$濃度逐年下降，主要成分由 SO_4^{2-}轉變為 OC，OC 濃度並無明顯上升，顯示移動污染源的影響不變，代表化石燃料與區域空間背景污染的 SO_4^{2-}濃度降低是本年度主要成分變化的主因。推測這樣的差異可能為延續本年度春季的特徵，受到疫情影響工業產能降低所致。

秋季(S4) $PM_{2.5}$質量濃度空間分布呈現由東至北再向南遞增，斗六以南濃度明顯高於以北測站，小港站濃度最高。從主要化學成分空間分布顯示 SO_4^{2-}及 NO_3^-與 $PM_{2.5}$質量濃度空間變化趨勢相近，OC 則於斗六及嘉義站有較高的濃度，這顯示小港站的污染主要源自當地工業或移動污染的二次污染，雲嘉地區則有更多的有機污染物，可能來自當地的生質燃燒。主要化學成分占比顯示花蓮至板橋站 SO_4^{2-}與 OC 占比相當，忠明至嘉義站則以 OC 為主要化學成分，小港站以 SO_4^{2-}為主。成分占比空間分布顯示秋季雲嘉以北地區受固定污染源排放影響雲嘉以南地區受移動污染、生質燃燒及其他有機污染物較多，小港站可能受到包含港口固定污染源燃燒化石燃料影響。此外，斗六以南地區 NO_3^-濃度與占比較夏季提升，表示在地污染排放影響加強。從近四年秋季分析結果顯示，本年度 $PM_{2.5}$濃度明顯低於過去三年，而且 SO_4^{2-}、NO_3^-及 NH_4^+濃度都有降低，特別

是中部以南地區最為顯著。成分占比雖然空間趨勢 2020 年與過去相近，但是 OC 占比大於 SO_4^{2-}，顯示移動污染、生質燃燒及其他有機污染物正轉變為此季節的主要污染因子。

綜合質量濃度與化學成分特徵變化，各季節 $PM_{2.5}$ 質量濃度空間分布呈現冬、春及秋季污染由東至北再向南遞增趨勢，冬季嘉義濃度最高、春季是斗六與小港最高、夏季以板橋站最高，秋季則是小港站濃度最高。過去小港站濃度都是最高，但已經逐年降低，斗六或嘉義站與小港站濃度差異縮小並取代小港站成為濃度最高測站。比較各地區成分占比可發現花蓮、板橋及忠明站在各季節成分組成相近，可能受到區域傳輸污染的共同影響。斗六站以南的雲、嘉地區化學成分特徵相近，NO_3^-的高占比顯示此區域除了夏季外，受在地污染影響較多；但是小港站在春、秋兩季，成分占比較接近花蓮、板橋及忠明站，斗六站仍與嘉義站接近。連續四年化學成分檢測成果比較，冬、春兩季忠明站以南的 NO_3^-濃度及占比都高，顯示管制其前驅污染物的必要性，另外，近年春、夏、秋三季的 OC 占比上升則意指車輛排放或是其他燃燒源污染物的影響不可忽視。

從 $PM_{2.5}$ 逐年下降的變化趨勢顯示我國近年對於空氣品質改善所實施的諸多策略逐步收取成效，然而今年度春季至秋季的改善幅度顯著，或許與鍋爐排放及燃料品質改善等降低 SO_4^{2-}前驅污染源管制策略有關，新冠疫情可能也有一些影響。

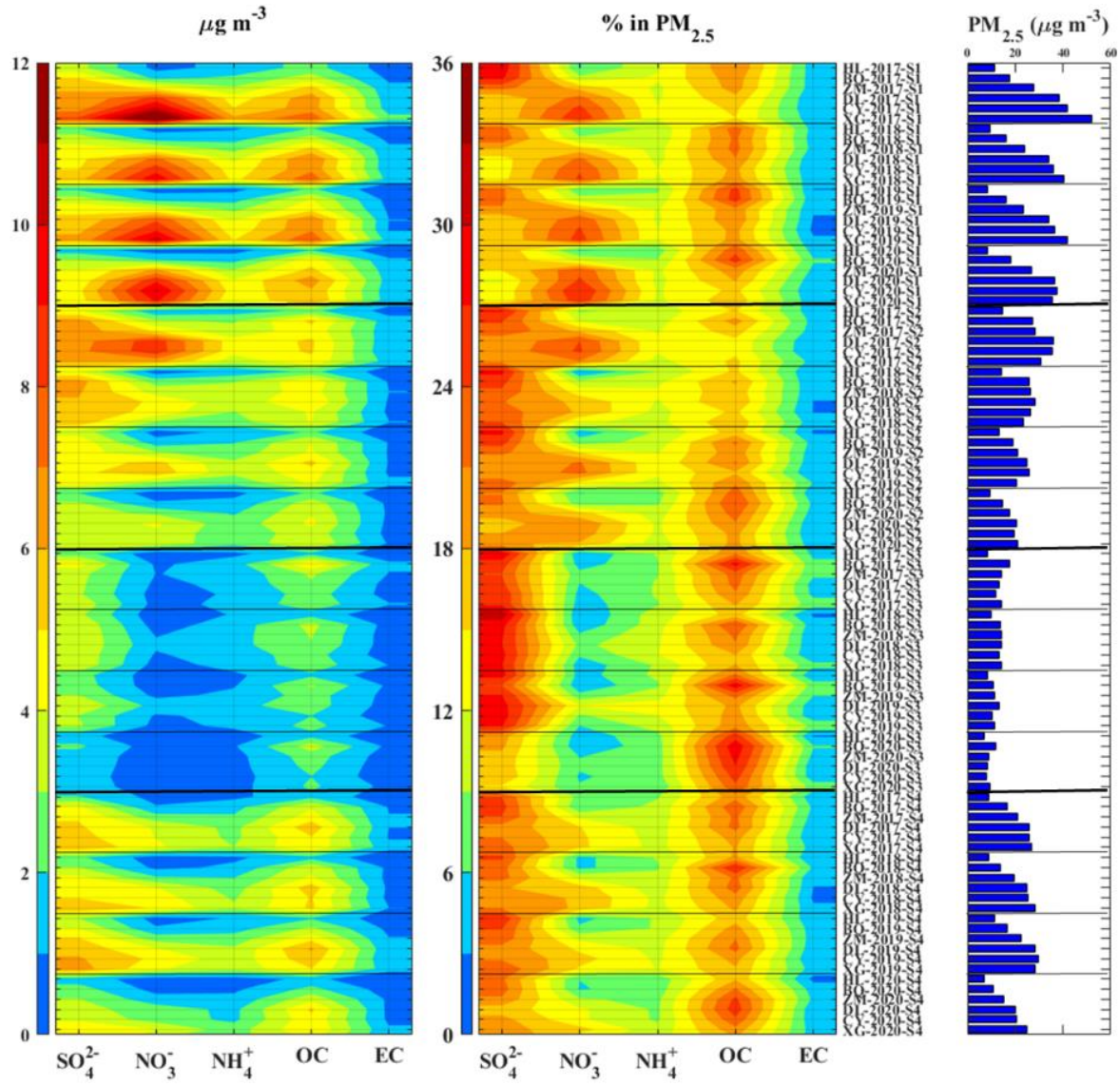


圖 4.3.1 2017 年至 2020 年六站 $PM_{2.5}$ 主要化學成分濃度與占比時間變化

2. 各測站 $PM_{2.5}$ 質量濃度與主要化學成分時間變化

本小節歸納 2020 年計畫執行期間，各測站 $PM_{2.5}$ 質量濃度與主要化學成分季節變化趨勢，指出最高濃度與各季節代表化學成分，並且與過去三年度計畫成果比較，解析各站年度與季節變化趨勢。結果彙整於表 4.3.1 至表 4.3.4 以及圖 4.3.2 至圖 4.3.3。

花蓮站為本計畫背景測站，各季節都是六站中濃度最低測站。$PM_{2.5}$ 質量濃度在 2020 年冬、春、夏、秋季分別為 9、10、7 及 7 μg m^{-3}，春季濃度最高。與過去幾年相比，除了冬季濃度變化持平，其他季節都是近年平均濃度最低。

分析 2020 年各季節主要化學成分，除了秋季外，都是以 OC 為主，OC 在冬、春、夏季濃度(占比)分別為 1.98 μg m^{-3} (23%)、2.17 μg m^{-3} (22%)及 1.75 μg m^{-3} (26%)。由於過去三年度各季節普遍以 SO_4^{2-}為主要化學成分，今年度出現明顯的濃度降低，導致 SO_4^{2-}占 $PM_{2.5}$ 質量濃度比例明顯降低，顯示近年花東地區受到傳輸與燃燒化石燃料的影響在減少。

板橋站 2020 年自冬季起 $PM_{2.5}$ 質量濃度逐季節變化依序為 18、15、12、11 μg m^{-3}，冬季是今年度濃度最高季節。比較過去結果，近年來各季節 $PM_{2.5}$ 濃度都有改善，春季 $PM_{2.5}$ 濃度逐年遞減(27 → 15 μg m^{-3})，冬季 $PM_{2.5}$ 濃度變化持平(18 μg m^{-3})是導致最高濃度季節轉變的主因。各季節主要化學成分於 2020 年都以 OC 為主，除了秋季，OC 在冬、春、夏季濃度(占比)分別為 4.63 μg m^{-3} (25%)、3.57 μg m^{-3} (24%)與 3.55 μg m^{-3} (30%)。雖然過去數年各季節大多以 SO_4^{2-}或是 OC 為主要成分，但是 2020 年各季節 SO_4^{2-}濃度明顯下降，使各季節 OC 轉變為主要成分，顯示化石燃料的管制收穫成效，卻也使 OC 貢獻源成為未來須加強管制的標的。另一方面，冬季濃度增高，主要與 NO_3^-、OC 及 EC 濃度上升有關，顯示移動污染源的衍生污染成為影響因子，而春季的濃度下降，則是受惠於各項化學成分都下降，因此 $PM_{2.5}$ 濃度減少近 4 μg m^{-3}。

忠明站 $PM_{2.5}$ 質量濃度 2020 年冬、春、夏、秋季濃度變化分別為 27、18、9、15 μg m^{-3}，冬季是濃度最高的季節，與過去數年相比，本年度冬季受到少數極端的高濃度事件影響，拉升了整季平均值，使各季節間的濃度差異擴大，其餘季節 $PM_{2.5}$ 質量濃度比上一年度都有降低，特別是秋季減少近 8 μg m^{-3}。分析各季節主要化學成分，冬季 NO_3^- 濃度和占比分別為 6.30 μg m^{-3} 與 23%，是冬季主要成分，春，夏，秋季都以 OC 為主要化學成分，濃度(占比)分別是 3.98 μg m^{-3} (22%)、2.54 μg m^{-3} (28%)與 3.74 μg m^{-3} (25%)。與過去三年度比對，各季節主要成分由 SO_4^{2-}分別轉變為 NO_3^-與 OC，冬季的成分轉變可能是 2020 年高濃度的在地污染事件所致，其餘季節的變化歸因於 SO_4^{2-}濃度減少，其原因與板橋站相似，另一方面，秋季污染濃度明顯的降低與總水溶性無機離子濃度(TI)比上年度減少 4.26 μg m^{-3} 有關。

斗六站 $PM_{2.5}$ 質量濃度在 2020 年冬、春、夏至秋季，分別為 36、21、9、20 μg m^{-3}，從 2017 至 2020 年，冬季都是濃度最高的季節。分析 2020 年各季節主要成分，冬季以 NO_3^-為主要成分，濃度及占比為 8.89 μg m^{-3} (24%)，春季至秋季主要成分都是 OC，濃度及占比分別為 4.27 μg m^{-3} (21%)、2.32 μg m^{-3} (27%)與 5.23 μg m^{-3} (26%)。比較過去三年，冬季與秋季主要成分未改變，春季成分雖然由 NO_3^-轉變為 OC 但是兩者濃度十分相近，此現象與過去兩年度相似，夏季主要成分則由 SO_4^{2-}轉變為 OC 與前述各站相似。從成分變化顯示，冬季濃度增加歸因於 NO_3^-與 EC 於今年度反升，顯示在地污染的影響較大，其餘季節如同前述測站，都是因為 SO_4^{2-}濃度相比前一年度有 1.08 ~ 2.40 μg m^{-3} 的減幅所致，特別是秋季多項成分共同減量使季節平均值減少約 5~8 μg m^{-3}。

嘉義站 2020 年 $PM_{2.5}$ 質量濃度冬、春、夏、秋季，分別為 38、20、8、21 μg m^{-3}，冬季為近四年嘉義站最高濃度季節。值得注意的是，冬季濃度自 2018 年逐年上升(36 → 38 μg m^{-3})，春季與夏季濃度呈現逐年降低，兩季節濃度對比 2018 年分別減少 6 及 5 μg m^{-3}，2020 年秋季出現顯著的濃度降低，相較於 2019 年減少約 9 μg m^{-3}。分析各季節主要化學成分，冬季與春季主要成分為 NO_3^-，濃度與占比為 10.30 μg m^{-3} (27%)及 3.85 μg m^{-3} (20%)，春季主要成分與次要成分 OC 濃度相近，特徵相似於鄰近的斗六站，夏季與秋季主要化學成分由 SO_4^{2-}轉變為 OC，如同前述各站，此變化歸因於近年 OC 濃度變化雖然持平，但本年度 SO_4^{2-}濃度明顯降低，導致 OC 轉變為主要成分，同時也是各季節污染濃度下降的主因。

小港站 2020 年冬、春、夏、秋季 $PM_{2.5}$ 質量濃度分別是 36、21、9 及 25 μg m^{-3}，與過去三年相比，冬季仍為污染濃度最高季節。另外，各季節空氣品質持續改善，除了春季微幅增加 1 μg m^{-3}，其餘季節都呈現濃度下降趨勢，冬季 $PM_{2.5}$ 濃度比 2019 年降低 6 μg m^{-3}，為減幅最大的季節。分析各季節主要化學成分，冬季主要成分為 NO_3^-，成分濃度與占比為 9.29 μg m^{-3} 和 26%，其餘各季則為 OC，春、夏及秋季濃度與占比分別是 3.98 μg m^{-3} (19%)、2.22 μg m^{-3} (23%)及 5.03 μg m^{-3} (20%)。2020 年主要成分變化集中於夏、秋兩季，如同前述

測站都出現 SO_4^{2-}濃度下降，這顯示西部地區受到化石燃料影響相較於過去幾年有了明顯的改善。此外，由成分變化發現冬季的 $PM_{2.5}$ 濃度下降，主因與總離子成分相比去年有明顯的降低(23.99 → 19.54 μg m^{-3})。

綜合前述結果，六站平均 $PM_{2.5}$ 質量濃度呈現冬季>春季>秋季>夏季，各站 $PM_{2.5}$ 濃度最高的季節除了花蓮站是春季，其餘測站都是冬季。各測站四季主要成分，冬季花蓮與板橋站為 OC，其餘測站都是 NO_3^-，顯示在地污染的衍生物仍是冬季影響中部以南地區空氣品質主因，春季到秋季，除了春季的嘉義站外，其餘各站主導成分都是 OC，顯示移動污染源或其他燃燒源所產生的有機污染物的管制將更重要。此外，各測站主導成分的改變都在春季過後，主要與今年度 SO_4^{2-}濃度出現全面降低有關，顯示化石燃料管制策略具有成效，整體空氣品質優於過去數年。單就 $PM_{2.5}$ 濃度變化而言，春季開始各站 $PM_{2.5}$ 濃度減少約 3 ~ 6 μg m^{-3}，夏季除了板橋站濃度微增，其餘各測站都有 2 ~ 4 μg m^{-3} 的濃度減量，秋季各站更減少 3 ~ 9 μg m^{-3}，是減量最多的季節。

值得注意的是，2020 年各地春季過後各地污染濃度同步減量，除了管制收獲成效，今年採樣期間適逢中南部連日降雨以及冬末春初國際間因新冠肺炎疫情導致工業產能下降，這些原因後續將持續探討，評估對於 $PM_{2.5}$ 濃度及化學成分變化影響。

表 4.3.1 歷年計畫 S1 (冬季) $PM_{2.5}$ 主要化學成分濃度(μg m^{-3})及 $PM_{2.5}$ 占比(%)

測站	年度	季節	$PM_{2.5}$	SO_4^{2-}	NO_3^-	NH_4^+	OC	EC	TI	TC
花蓮	2017	S1	11	3.38 (29)	0.70 (6)	1.34 (12)	2.42 (21)	0.52 (5)	6.18 (54)	2.95 (26)
	2018		9	2.04 (22)	0.69 (8)	0.89 (10)	2.07 (22)	0.46 (5)	4.22 (46)	2.53 (28)
	2019		9	1.89 (22)	0.61 (7)	0.75 (9)	2.18 (25)	0.28 (3)	3.83 (44)	2.46 (28)
	2020		9	1.53 (18)	0.50 (6)	0.66 (8)	1.98 (23)	0.42 (5)	3.17 (37)	2.39 (28)
板橋	2017		18	4.99 (28)	1.78 (10)	2.23 (13)	3.51 (20)	0.82 (5)	9.94 (56)	4.32 (24)
	2018		16	3.69 (23)	1.55 (10)	1.66 (10)	3.49 (22)	0.76 (5)	7.70 (48)	4.25 (26)
	2019		16	3.49 (22)	1.67 (10)	1.63 (10)	4.13 (26)	0.66 (4)	7.63 (47)	4.79 (30)
	2020		18	3.12 (17)	2.08 (11)	1.70 (9)	4.63 (25)	1.18 (6)	7.77 (43)	5.81 (32)
忠明	2017		28	6.05 (22)	4.77 (17)	3.19 (12)	5.38 (19)	1.26 (5)	15.79 (57)	6.64 (24)
	2018		24	4.35 (18)	3.95 (16)	2.70 (11)	5.33 (22)	1.24 (5)	12.13 (50)	6.56 (27)
	2019		24	4.91 (21)	4.23 (18)	2.83 (12)	4.76 (20)	0.84 (4)	13.23 (56)	5.60 (24)
	2020		27	4.09 (15)	6.30 (23)	3.13 (12)	5.33 (20)	1.49 (6)	14.64 (54)	6.82 (25)
斗六	2017		38	6.13 (16)	8.48 (22)	4.53 (12)	6.65 (17)	1.39 (4)	21.23 (55)	8.05 (21)
	2018		34	4.78 (14)	7.37 (22)	3.84 (11)	7.11 (21)	1.24 (4)	17.67 (52)	8.34 (25)
	2019		34	5.22 (15)	7.97 (23)	3.98 (12)	7.00 (21)	1.03 (3)	18.96 (56)	8.03 (24)
	2020		36	4.36 (12)	8.89 (24)	4.13 (11)	6.63 (18)	1.58 (4)	18.94 (52)	8.21 (23)
嘉義	2017		42	6.61 (16)	10.34 (25)	5.10 (12)	6.56 (16)	1.54 (4)	24.59 (59)	8.10 (19)
	2018		36	5.02 (14)	8.62 (24)	4.42 (12)	6.81 (19)	1.25 (3)	20.07 (55)	8.06 (22)
	2019		37	5.80 (16)	8.94 (24)	4.44 (12)	6.94 (19)	0.96 (3)	21.33 (58)	7.90 (22)
	2020		38	4.80 (13)	10.30 (27)	4.48 (12)	5.96 (16)	1.44 (4)	21.17 (56)	7.40 (20)
小港	2017		52	8.26 (16)	13.83 (27)	6.34 (12)	7.85 (15)	2.35 (5)	30.90 (59)	10.21 (20)
	2018		40	5.75 (14)	9.92 (25)	4.77 (12)	7.81 (19)	1.57 (4)	22.32 (55)	9.38 (23)
	2019		42	6.44 (15)	10.60 (25)	5.06 (12)	7.98 (19)	1.54 (4)	23.99 (57)	9.52 (23)
	2020		36	4.61 (13)	9.29 (26)	4.15 (12)	6.13 (17)	1.50 (4)	19.54 (55)	7.63 (21)
六站	2017		31	5.89 (19)	6.59 (21)	3.77 (12)	5.38 (17)	1.31 (4)	18.00 (57)	6.69 (21)
	2018		27	4.27 (16)	5.35 (20)	3.04 (11)	5.44 (20)	1.09 (4)	14.02 (53)	6.52 (24)
	2019		27	4.66 (17)	5.75 (21)	3.15 (12)	5.54 (20)	0.89 (3)	14.99 (55)	6.43 (24)
	2020		27	3.76 (14)	6.26 (23)	3.06 (11)	5.12 (19)	1.27 (5)	14.26 (52)	6.39 (23)

備註：

1. S1 指前一年度 12 月至當年度 2 月，但 2017 年 S1 只有 1~2 月。

2. $PM_{2.5}$ 濃度為經過揮發修正結果。

3. TI：總無機離子濃度，包含 Na^+、K^+、Mg^{2+}、Ca^{2+}、Cl^-、NO_3^-、SO_4^{2-}、NH_4^+。

4. TC：總碳成分濃度，指 OC 與 EC 總和。

表 4.3.2 歷年計畫 S2 (春季) $PM_{2.5}$ 主要化學成分濃度(μg m^{-3})及 $PM_{2.5}$ 占比(%)

測站	年度	季節	$PM_{2.5}$	SO_4^{2-}	NO_3^-	NH_4^+	OC	EC	TI	TC
花蓮	2017	S2	15	4.08 (28)	1.27 (9)	1.56 (11)	2.26 (15)	0.66 (4)	7.62 (52)	2.92 (20)
	2018		15	4.11 (28)	0.48 (3)	1.33 (9)	2.26 (16)	0.48 (3)	6.55 (45)	2.75 (19)
	2019		13	3.68 (28)	0.60 (5)	1.25 (10)	2.37 (18)	0.38 (3)	6.16 (47)	2.75 (21)
	2020		10	2.03 (21)	0.59 (6)	0.77 (8)	2.17 (22)	0.38 (4)	3.92 (41)	2.55 (26)
板橋	2017		27	6.59 (24)	3.18 (12)	2.93 (11)	5.29 (19)	1.40 (5)	13.48 (50)	6.69 (25)
	2018		26	6.56 (25)	2.60 (10)	3.01 (12)	4.81 (18)	0.91 (4)	12.91 (50)	5.73 (22)
	2019		19	4.77 (25)	1.47 (8)	1.97 (10)	4.08 (22)	0.96 (5)	8.91 (47)	5.04 (27)
	2020		15	3.17 (21)	1.13 (8)	1.29 (9)	3.57 (24)	0.82 (6)	6.23 (42)	4.39 (30)
忠明	2017		28	6.58 (23)	4.95 (17)	3.39 (12)	4.67 (17)	1.38 (5)	15.70 (56)	6.05 (21)
	2018		26	6.20 (23)	3.62 (14)	3.31 (13)	4.51 (17)	1.03 (4)	14.01 (53)	5.54 (21)
	2019		21	4.55 (22)	3.15 (15)	2.51 (12)	4.11 (20)	0.92 (4)	11.01 (53)	5.03 (24)
	2020		18	3.43 (19)	2.85 (16)	1.93 (11)	3.98 (22)	0.85 (5)	8.89 (50)	4.84 (27)
斗六	2017		36	6.70 (19)	8.64 (24)	4.43 (12)	5.21 (14)	1.28 (4)	20.87 (58)	6.49 (18)
	2018		28	5.98 (21)	4.87 (17)	3.37 (12)	5.06 (18)	0.89 (3)	15.19 (54)	5.95 (21)
	2019		25	4.55 (18)	5.36 (21)	3.21 (13)	5.35 (21)	0.94 (4)	14.07 (56)	6.29 (25)
	2020		21	3.47 (17)	4.22 (21)	2.40 (12)	4.27 (21)	0.76 (4)	10.93 (53)	5.03 (25)
嘉義	2017		36	6.83 (19)	8.73 (25)	4.40 (12)	5.18 (15)	1.17 (3)	21.01 (59)	6.35 (18)
	2018		26	5.90 (22)	4.67 (18)	3.01 (11)	4.14 (16)	0.83 (3)	14.56 (55)	4.97 (19)
	2019		26	4.87 (19)	5.72 (22)	3.30 (13)	4.47 (17)	0.82 (3)	14.90 (57)	5.29 (20)
	2020		20	3.53 (18)	3.85 (20)	2.27 (12)	3.69 (19)	0.70 (4)	10.50 (54)	4.39 (22)
小港	2017		31	6.18 (20)	6.44 (21)	3.47 (11)	4.83 (16)	1.60 (5)	17.07 (55)	6.43 (21)
	2018		24	5.66 (24)	2.98 (13)	2.69 (11)	4.11 (17)	1.05 (4)	12.15 (51)	5.16 (22)
	2019		20	4.66 (23)	2.93 (14)	2.34 (11)	4.24 (21)	1.24 (6)	10.81 (53)	5.48 (27)
	2020		21	3.86 (18)	3.78 (18)	2.27 (11)	3.98 (19)	0.91 (4)	10.93 (52)	4.89 (23)
六站	2017		29	6.16 (21)	5.53 (19)	3.36 (12)	4.57 (16)	1.25 (4)	15.96 (55)	5.82 (20)
	2018		24	5.74 (24)	3.20 (13)	2.79 (12)	4.15 (17)	0.87 (4)	12.56 (52)	5.02 (21)
	2019		21	4.51 (22)	3.20 (15)	2.43 (12)	4.10 (20)	0.88 (4)	10.98 (53)	4.98 (24)
	2020		17	3.25 (19)	2.74 (16)	1.82 (11)	3.61 (21)	0.74 (4)	8.57 (50)	4.35 (25)

備註：

1. S2：當年度 3~5 月。
2. $PM_{2.5}$ 濃度為經過揮發修正結果。
3. TI：總無機離子濃度，包含 Na^+、K^+、Mg^{2+}、Ca^{2+}、Cl^-、NO_3^-、SO_4^{2-}、NH_4^+。
4. TC：總碳成分濃度，指 OC 與 EC 總和。

表 4.3.3 歷年計畫 S3 (夏季)$PM_{2.5}$主要化學成分濃度(μg m^{-3})及 $PM_{2.5}$占比(%)

測站	年度	季節	$PM_{2.5}$	SO_4^{2-}	NO_3^-	NH_4^+	OC	EC	TI	TC
花蓮	2017	S3	8	2.57 (30)	0.31 (4)	0.80 (9)	1.76 (21)	0.46 (5)	4.08 (48)	2.22 (26)
	2018		10	3.27 (33)	0.32 (3)	1.09 (11)	1.64 (16)	0.28 (3)	5.24 (52)	1.92 (19)
	2019		9	2.44 (29)	0.41 (5)	0.85 (10)	1.85 (22)	0.32 (4)	4.26 (50)	2.17 (25)
	2020		7	1.32 (19)	0.31 (5)	0.56 (8)	1.75 (26)	0.20 (3)	2.54 (37)	1.95 (29)
板橋	2017		17	4.45 (26)	0.86 (5)	1.54 (9)	5.01 (29)	1.20 (7)	7.34 (42)	6.21 (36)
	2018		14	3.97 (29)	0.56 (4)	1.49 (11)	3.34 (24)	0.60 (4)	6.50 (47)	3.94 (28)
	2019		11	2.57 (24)	0.43 (4)	0.93 (9)	3.19 (30)	0.84 (8)	4.37 (40)	4.03 (37)
	2020		12	2.24 (19)	0.48 (4)	0.94 (8)	3.55 (30)	0.77 (6)	3.94 (33)	4.32 (36)
忠明	2017		14	3.39 (24)	1.00 (7)	1.28 (9)	3.20 (23)	0.97 (7)	6.12 (43)	4.17 (29)
	2018		14	3.99 (28)	0.95 (7)	1.67 (12)	3.11 (22)	0.51 (4)	7.06 (49)	3.62 (25)
	2019		11	3.07 (28)	0.79 (7)	1.24 (11)	2.46 (22)	0.71 (6)	5.48 (49)	3.16 (28)
	2020		9	1.54 (17)	0.54 (6)	0.70 (8)	2.54 (28)	0.48 (5)	3.04 (34)	3.02 (34)
斗六	2017		13	3.29 (25)	0.82 (6)	1.25 (9)	2.92 (22)	0.67 (5)	5.74 (43)	3.59 (27)
	2018		14	3.95 (27)	1.22 (8)	1.71 (12)	3.00 (21)	0.51 (4)	7.35 (51)	3.51 (24)
	2019		13	3.84 (29)	1.67 (12)	1.78 (13)	2.52 (19)	0.59 (4)	7.74 (58)	3.11 (23)
	2020		9	1.44 (17)	0.57 (7)	0.68 (8)	2.32 (27)	0.34 (4)	2.93 (34)	2.67 (31)
嘉義	2017		12	3.20 (27)	0.63 (5)	1.14 (9)	2.49 (21)	0.66 (5)	5.35 (44)	3.14 (26)
	2018		13	3.83 (28)	0.90 (7)	1.63 (12)	2.43 (18)	0.47 (3)	6.74 (50)	2.90 (22)
	2019		10	3.03 (29)	0.91 (9)	1.25 (12)	2.02 (19)	0.42 (4)	5.59 (54)	2.44 (23)
	2020		8	1.41 (18)	0.47 (6)	0.64 (8)	2.02 (25)	0.34 (4)	2.79 (35)	2.36 (29)
小港	2017		14	3.81 (27)	0.68 (5)	1.28 (9)	2.61 (18)	1.08 (8)	6.58 (46)	3.70 (26)
	2018		14	3.89 (28)	0.62 (4)	1.35 (10)	2.56 (18)	1.01 (7)	6.60 (47)	3.57 (25)
	2019		12	3.21 (28)	0.72 (6)	1.21 (10)	2.32 (20)	0.97 (8)	5.80 (50)	3.29 (28)
	2020		9	1.39 (15)	0.61 (6)	0.64 (7)	2.22 (23)	0.74 (8)	3.19 (34)	2.96 (31)
六站	2017		13	3.45 (26)	0.71 (5)	1.22 (9)	3.00 (23)	0.84 (6)	5.87 (44)	3.84 (29)
	2018		13	3.82 (29)	0.76 (6)	1.49 (11)	2.68 (20)	0.56 (4)	6.58 (49)	3.24 (24)
	2019		11	3.03 (28)	0.82 (7)	1.21 (11)	2.39 (22)	0.64 (6)	5.54 (50)	3.03 (28)
	2020		9	1.56 (17)	0.50 (6)	0.69 (8)	2.40 (27)	0.48 (5)	3.07 (34)	2.88 (32)

備註：

1. S3：當年度 6~8 月。

2. $PM_{2.5}$ 濃度為經過揮發修正結果。

3. TI：總無機離子濃度，包含 Na^+、K^+、Mg^{2+}、Ca^{2+}、Cl^-、NO_3^-、SO_4^{2-}、NH_4^+。

4. TC：總碳成分濃度，指 OC 與 EC 總和。

表 4.3.4 歷年計畫 S4 (秋季)$PM_{2.5}$ 主要化學成分濃度(μg m^{-3})及 $PM_{2.5}$ 占比(%)

測站	年度	季節	$PM_{2.5}$	SO_4^{2-}	NO_3^-	NH_4^+	OC	EC	TI	TC
花蓮	2017	S4	9	2.10 (24)	0.70 (8)	0.78 (9)	1.75 (20)	0.38 (4)	4.11 (47)	2.13 (24)
	2018		9	2.23 (25)	0.49 (5)	0.86 (9)	1.68 (19)	0.32 (4)	4.26 (47)	2.01 (22)
	2019		12	3.06 (27)	0.61 (5)	1.10 (10)	1.94 (17)	0.45 (4)	5.58 (48)	2.39 (21)
	2020		7	1.56 (22)	0.45 (6)	0.53 (7)	1.27 (18)	0.18 (3)	3.45 (48)	1.45 (20)
板橋	2017		17	4.25 (25)	1.09 (6)	1.68 (10)	3.91 (23)	0.95 (6)	7.66 (46)	4.86 (29)
	2018		14	3.10 (22)	0.78 (6)	1.21 (9)	3.79 (27)	0.80 (6)	5.66 (41)	4.58 (33)
	2019		17	4.06 (24)	1.14 (7)	1.59 (9)	3.23 (19)	0.78 (5)	7.75 (46)	4.01 (24)
	2020		11	2.46 (23)	0.65 (6)	0.83 (8)	2.33 (21)	0.51 (5)	5.12 (47)	2.84 (26)
忠明	2017		21	4.99 (24)	2.41 (12)	2.16 (10)	4.52 (22)	1.06 (5)	10.20 (49)	5.58 (27)
	2018		20	4.32 (22)	2.19 (11)	2.03 (10)	4.23 (22)	0.71 (4)	9.28 (48)	4.94 (25)
	2019		23	5.13 (23)	2.57 (11)	2.49 (11)	4.73 (21)	1.06 (5)	11.03 (49)	5.79 (26)
	2020		15	3.10 (21)	1.43 (9)	1.29 (9)	3.74 (25)	0.84 (6)	6.77 (45)	4.57 (30)
斗六	2017		26	5.17 (20)	3.95 (15)	2.77 (11)	5.73 (22)	1.03 (4)	12.95 (50)	6.76 (26)
	2018		25	4.55 (18)	4.10 (16)	2.60 (10)	5.59 (22)	0.79 (3)	12.32 (50)	6.38 (26)
	2019		28	5.67 (20)	4.10 (15)	3.19 (11)	6.22 (22)	1.19 (4)	14.12 (50)	7.41 (26)
	2020		20	3.37 (17)	2.56 (13)	1.77 (9)	5.23 (26)	0.76 (4)	8.93 (44)	5.99 (30)
嘉義	2017		26	5.42 (21)	4.02 (16)	2.84 (11)	5.01 (19)	0.93 (4)	13.39 (52)	5.94 (23)
	2018		26	5.02 (20)	4.55 (18)	2.94 (11)	5.13 (20)	0.72 (3)	13.65 (53)	5.85 (23)
	2019		30	6.20 (21)	4.84 (16)	3.49 (12)	5.71 (19)	1.05 (4)	15.91 (53)	6.76 (23)
	2020		21	3.91 (19)	2.59 (13)	1.81 (9)	4.82 (23)	0.80 (4)	9.76 (48)	5.62 (27)
小港	2017		27	5.95 (22)	4.23 (16)	3.06 (11)	4.95 (18)	1.32 (5)	14.29 (53)	6.27 (23)
	2018		28	5.92 (21)	4.96 (18)	3.19 (11)	5.25 (19)	1.03 (4)	15.24 (54)	6.28 (22)
	2019		28	6.57 (23)	4.18 (15)	3.41 (12)	5.05 (18)	1.37 (5)	15.27 (54)	6.42 (23)
	2020		25	4.79 (19)	4.08 (16)	2.53 (10)	5.03 (20)	1.18 (5)	12.88 (51)	6.20 (25)
六站	2017		21	4.65 (22)	2.74 (13)	2.21 (11)	4.31 (21)	0.94 (5)	10.44 (50)	5.26 (25)
	2018		20	4.19 (21)	2.85 (14)	2.14 (11)	4.28 (21)	0.73 (4)	10.07 (50)	5.01 (25)
	2019		23	5.11 (22)	2.91 (13)	2.54 (11)	4.48 (20)	0.98 (4)	11.61 (51)	5.46 (24)
	2020		17	3.20 (19)	1.96 (12)	1.46 (9)	3.74 (23)	0.71 (4)	7.82 (47)	4.45 (27)

備註：

1. S4：當年度 9~11 月。

2. $PM_{2.5}$ 濃度為經過揮發修正結果。

3. TI：總無機離子濃度，包含 Na^+、K^+、Mg^{2+}、Ca^{2+}、Cl^-、NO_3^-、SO_4^{2-}、NH_4^+。

4. TC：總碳成分濃度，指 OC 與 EC 總和。

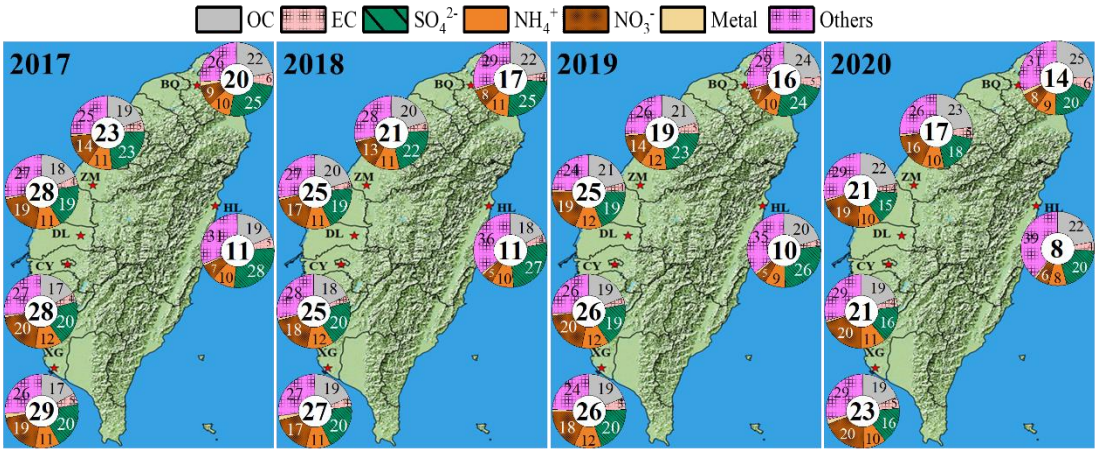


圖 4.3.2 歷年年平均 $PM_{2.5}$ 濃度(μg m^{-3})及主要化學成分占比(%)

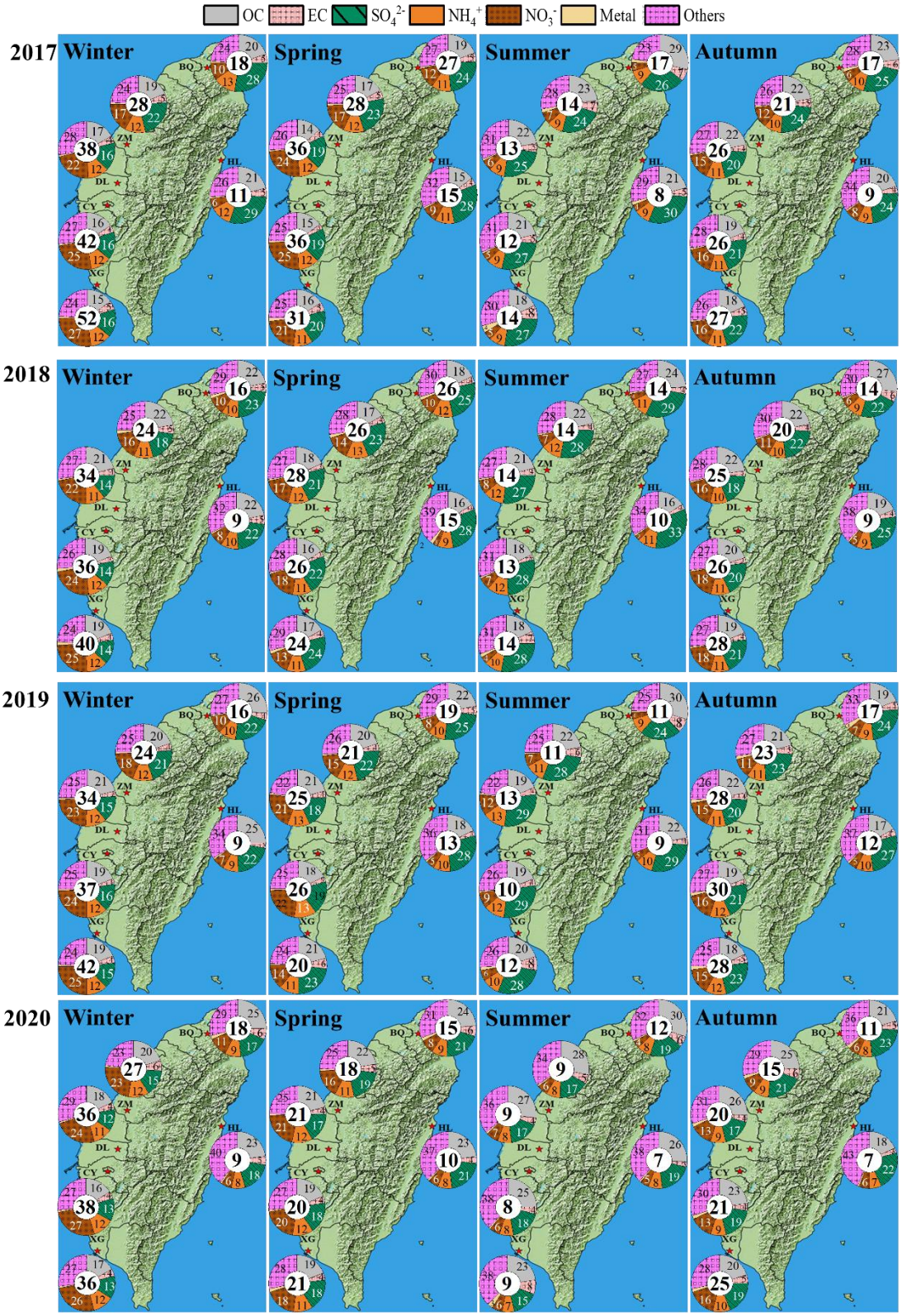


圖 4.3.3 歷年四季季平均 $PM_{2.5}$ 濃度(μg m^{-3})及主要化學成分占比(%)

4.3.2 $PM_{2.5}$ 金屬元素成分時間與空間變化

本節討論各測站各季節金屬元素濃度時間與空間變化特性，列出 2017 年至 2020 年金屬元素成分季節變化，解析空間與季節分布特徵及近 4 年變化趨勢。金屬元素來源請參考第 3.2.6 節內容，完整數據陳列於附錄六。金屬元素分析目前完成至 2020 年 10 月 12 日。

圖 4.3.4 以季節為區塊，彙整六個採樣站 2017~2020 年金屬元素季節平均濃度，圖左側從六個採樣站 2017~2020 年冬季(S1)為一個區塊，彙整至六個採樣站 2017~2020 年秋季(S4)區塊的 $PM_{2.5}$ 質量濃度(圖中★號)和金屬元素總濃度(■)，中間及右側彙整高、中、低濃度群金屬元素濃度變化。近四年四季各測站金屬元素濃度變化趨勢與 $PM_{2.5}$ 質量濃度變化相近，金屬元素濃度的季節濃度以冬季最高，春季與秋季濃度略低且兩季節差異不大，夏季濃度最低。金屬元素濃度空間變化趨勢呈現冬、春及秋季濃度由東至北至南逐漸上升，春季與秋季測站間濃度差異縮小。夏季時空間分布呈現由東至北上升，由北至雲嘉遞減再向南增加，以小港站濃度最高。2020 年季節濃度空間趨勢與過去三年相近，但是春季小港站濃度上升近 1 μg m^{-3}，高於 2017 年濃度，推測與五月下旬樣本受到附近工地施工影響有關，秋季濃度比 2019 年明顯降低，但是與 2017~2018 年相近。

2020 年冬季各站高濃度元素群中以 Na 及 K 為濃度最高的成分，變化呈現由東至北至南遞增，以嘉義站元素 K 濃度最高，顯示當地冬季受到生質燃燒影響較大，趨勢與過去年度相近，但是元素 K 濃度降低且與斗六站濃度差異縮小。中濃度元素群濃度在各測站較高的成分有元素 Mn、Cu 及 Pb，特定測站濃度較高的元素則有 Ba 及 V；前述元素中，元素 Mn 空間分布以板橋、忠明及小港站濃度較高，除了揚塵影響也可能與鋼鐵業排放有關，近四年趨勢略有改變，板橋濃度明顯上升，可能與 3、4 月中旬受揚塵影響的採樣日有關。元素 Cu 濃度與元素 Mn 濃度空間分布相近，近幾年都是以小港及忠明站濃度較高，顯示存

在相似的污染排放源。元素 Pb 空間分布呈現由東至北至中部遞增再向南部遞減，以嘉義站濃度最高(19.9 ng m^{-3})，約為小港除外測站兩倍上下，元素 Pb 來源複雜，不論固定或是移動污染源都是潛在影響因子，由於嘉義站受到傳輸污染影響比例高於其他測站，較高濃度的元素 Pb 可能來自於上風污染傳輸所致，和過去幾年比較，各地元素 Pb 濃度有逐漸下降趨勢，但是 2020 年降幅趨緩。元素 Ba 在嘉義站有較顯著濃度，來源大多數文獻認為是車輛零件耗損所產生，自 2017 年以來，冬季嘉義站元素 Ba 有較高的濃度，並且逐年上升(14→47 ng m^{-3})，是近年來發現嘉義站較為特殊的成分，除了常見的交通排放源外，也可能受到炮竹煙火慶典活動影響(Chang et al., 2011)。元素 V 則屬於小港站較為突出的金屬元素，但整體濃度已逐年下降(12 →2 ng m^{-3})，元素 V 來源多為燃油燃燒，近年逐漸加嚴排放管制策略使濃度下降。低濃度元素群以元素 Sn 濃度最為顯著，空間分布特徵呈現由北至中部遞增，由中至南部先增後減，小港站濃度最高，近四年呈現下降趨勢，元素 Sn 來源廣泛，常作為車輛、燃煤或相關工業指標成分，由於空間分布較不一致，顯示受到區域污染傳輸影響機會較低。

2020 年春季高濃度元素群同樣以元素 Na 與元素 K 為濃度較高的元素，但明顯較冬季濃度下降，特別是元素 K，顯示春季生質燃燒現象減少。但是比起上一年度，濃度有反升跡象，空間分布同樣呈現中部以南有較高濃度，凸顯生質燃燒活動仍以中部以南有較高的影響。元素 Na 濃度空間分布的遞增幅度下降，可能盛行風向逐漸轉變並且風速減緩有關，近幾年僅 2018 年濃度下降，其餘年度呈現濃度逐漸增加，濃度最高站為小港站，若非吹拂海風頻率上升，則需考量受到人為污染影響的可能性。中濃度元素群濃度較高元素如前段所述，各站以元素 Mn、Pb 及 Cu 為主，以及嘉義站的元素 Ba，各元素空間分布特徵與過去三年雷同，相較於 2019 年雖然有微幅反升趨勢，並以小港站增量最多，但是小港站的元素 V 仍與冬季相似，呈現逐年減量，顯示燃油燃燒影響降低。低濃度元素群同樣以元素 Sn 為濃度最高成分，空間分布呈現由東至北增加，由北向南先減後增，板橋站與小港站濃度為各站間最高(2.2 ng m^{-3})，成分空間分

布差異大，顯示為地區污染源貢獻機會較高，如同前段所述，燃煤、工業製程與車輛排放皆有可能。

2020 年夏季各站高濃度元素群濃度仍以元素 Na 與 K 為主，但比前兩季濃度降低，比較過去三年濃度大致呈現變化持平。中濃度元素群大致以元素 Ti、Mn 及 Cu 在各站有相對高濃度，元素 Pb 在小港站則有較高的濃度；較高濃度的 Ti、Mn 及 Cu 與揚塵或是車輛所激起的塵粒有關；小港的元素 Pb 濃度由於濃度空間趨勢與其他測站不同，顯示較可能來自當地污染源。和過去三年比較，此群組元素濃度除了小港站元素 Pb 濃度反增(6 → 11 ng m^{-3})外，其餘大多是略降，各站以元素 V 濃度降低最多，顯示燃油排放影響減少。低濃度元素群主要元素以元素 Sn 為主，其餘元素濃度普遍在 1 ng m^{-3} 以下。元素 As、Se、Rb 濃度比起春季又再次降低，顯示夏季燃煤及生質燃燒影響減小，雖然夏季為年度用電高峰，但是受益於環境擴散條件良好，因此燃煤燃燒排放所造成的影響有限。主要成分 Sn 濃度比過去三年略增，以板橋站最多(0.7 → 1.8 ng m^{-3})，對照增量的指標成分，發現元素 Zr、Cu 及 Sb 等多項元素同樣以板橋增量較高，從共同增量的指標成分推測，可能是受到車輛排放影響的增加。

2020 年秋季高濃度元素群還是以 Na 及 K 為濃度較高的成分，其中，元素 Na 主要在板橋、嘉義及小港站濃度較高，元素 K 則是在斗六站以南較高，空間分布與春季相近，顯示位於季風上風處或是易受海風影響的採樣點更容易受到海風影響，斗六站以南則是生質燃燒影響較為顯著。和過去三年濃度比較，除了 2019 年各項成分濃度驟升，今年度大致與 2017~2018 年相似。中濃度元素群同樣以 Mn、Cu、Pb 三成分有較高濃度，另外，嘉義站的元素 Ba 及 Pb 於此季節濃度明顯增加與冬季相近。比較過去三年，主要元素成分構成相近，今年度小港站的元素 Mn、V 及 Cr 等當地濃度較突出的成分都有所下降，顯示在地污染有明顯降低，嘉義站的元素 Ba 及 Pb 同樣有此現象。低濃度元素群主要成分仍是以元素 Sn 為主，其餘各成分相比夏季都有明顯的濃度增量。比較 2017 至 2019 年，各項成分濃度除了元素 Sn 外，多數呈現減量，此結果與夏季相似。

由於元素 Sn 來源廣泛，若需評估其來源，可與其他具指標特徵元素相比，以小港站為例：秋季 Sn 濃度由 2019 年的 3.1 ng m^{-3} 上升至本年度的 4.3 ng m^{-3}，但是燃煤與工業指標成分並無顯著增加，而車輛指標元素 Sb 及 Cu 濃度對比上年度增加 0.8 ng m^{-3}，因此推測本年度 Sn 濃度上升可能受到車輛排放影響。

現階段各測站金屬元素季節的四年濃度變化趨勢呈現：高濃度群的元素 Na 與 K，中濃度群的元素 Mn、Cu、Pb 以及低濃度群的元素 Sn，都是各站共同的高濃度元素，花蓮站的元素 Tl，板橋站的元素 Sn，忠明站的 Fe 及 Mn，斗六站的 K，嘉義站的元素 Ba 及 Pb 與小港站的元素 Fe、Mn、V 及 Sn 則是各地區較為突出成分。元素 Na、K 及 Pb 空間分布呈現由東至北向南部遞增，空間變化較有次序，很可能為區域污染物，以成分來源來看，海鹽(元素 Na)、生質燃燒和燃材鍋爐(元素 K)、燃煤鍋爐(Na、K)或工業排放(元素 Pb)是可能的影響源。元素 Mn、Cu、Sn 則呈現由東至北部上升，由北至南部先降後升，春季與秋季濃度空間差異縮小且變化不一致，顯示為在地污染可能性高，以成分來源來看，揚塵或鋼鐵業(元素 Mn)、車輛零件耗損(元素 Cu)及燃煤、工業及車輛排放(元素 Sn)為這些地區影響較大的因子。長期來看，各測站共同存在高濃度的元素 2020 年比起 2017 年都有減量，持續的源頭管制，將有助於減緩污染季區域污染影響。地方特有的金屬元素如：小港站元素 V 濃度逐年遞減，嘉義站元素 Ba 濃度除冬季外，其餘季節多為降低，顯示這些地方污染源都因為近年的管制而顯出成效。

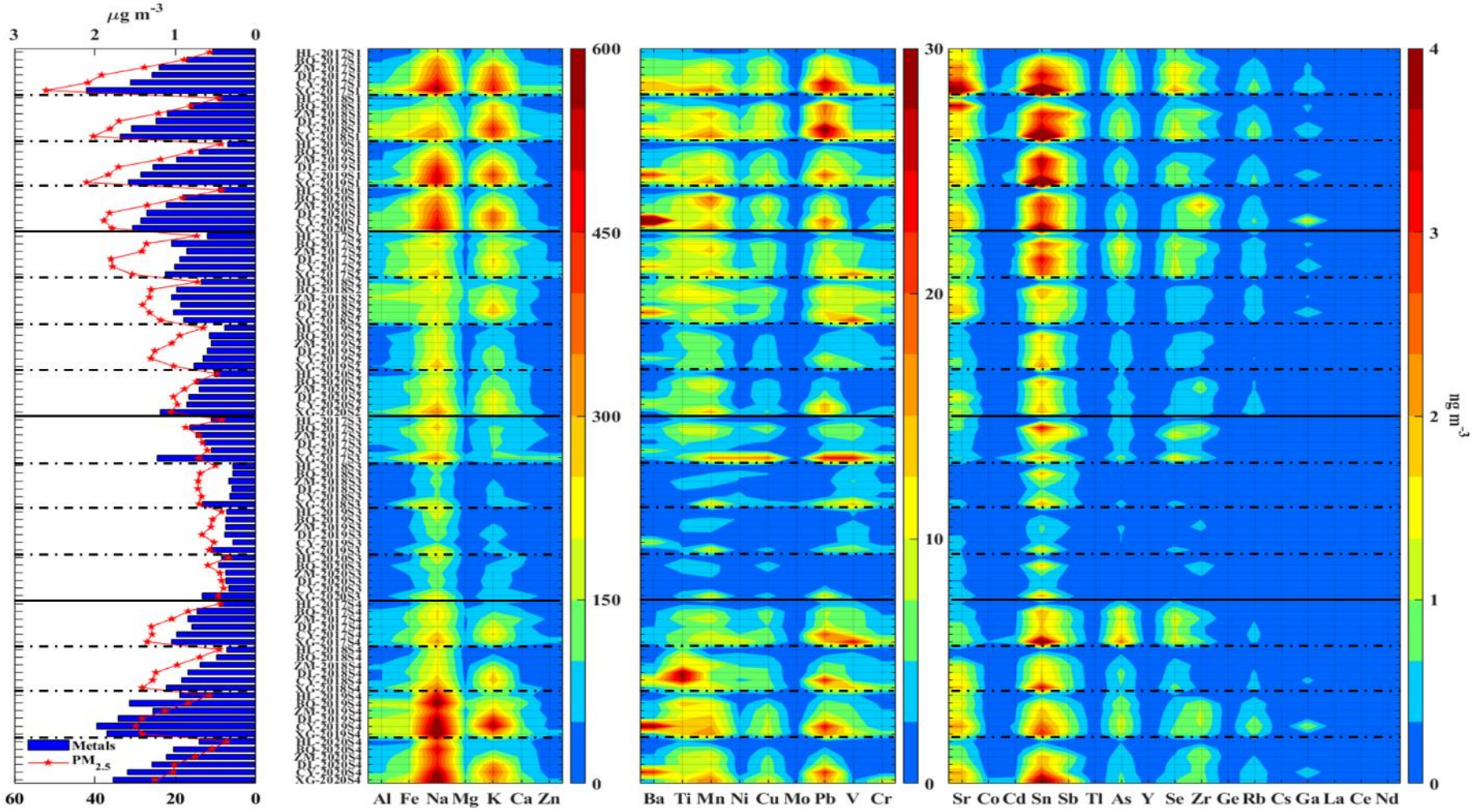


圖 4.3.4 近四年六站各季節採樣期間各站 $PM_{2.5}$ 金屬元素成分每日濃度與總濃度

4.3.3 $PM_{2.5}$ 半揮發性成分時間與空間變化

為了確實監測大氣 $PM_{2.5}$ 化學成分，必須考量具半揮發特性水溶性無機離子和有機碳成分在量測時容易揮發或是受到酸、鹼性前驅氣體影響濾紙上收集的微粒、以及濾紙被動吸附有機氣體干擾，因此本計畫微粒採集方法使用雙層濾紙配置，藉此矯正 $PM_{2.5}$ 化學成分中的易揮發成分，再透過採樣器前端擴散管所塗覆 MgO 去除前驅氣體干擾。

本節分為二部分討論：第一部分「水溶性無機離子成分」將針對半揮發性離子與其時空變化特徵；第二部份「有機碳成分」將探討採樣時有機碳成分可能發生的正、負偏差與其時空變化特徵。

1. 水溶性無機離子成分

彙整 2020 年度與過去計畫執行期間(2017~2019 年度)歷年各測站四季半揮發性離子成分原始濃度、揮發濃度及揮發濃度占修正後成分濃度比例，如圖 4.3.5 至圖 4.3.7 所示，詳細數據詳列於附錄六。

NO_3^-在 2020 年四季濃度六站平均值為 0.29~5.59 μg m^{-3}，揮發比例平均 17~38%，以秋季揮發比例最高，並且與春季及夏季揮發比例相近。各季節揮發比例採樣占比依季節排序分別為：冬季板橋站(28%)、春季忠明站(41%)、夏季板橋與忠明站(45%)、秋季小港站(55%)。季節空間分布特徵呈現，冬、春及夏三季相似，揮發比例由東向北再向中部增加，由中部至雲嘉先降低再向南上升，斗六及嘉義站為此三季節揮發比例最低測站。秋季空間分布呈現由東至北再至南部上升。比較過去三年，各季節空間變化相近，但是秋季略有差異，可能與 2020 年秋季中部至雲嘉地區 NO_3^-濃度明顯下降有關 (圖 4.3.5)。

Cl^-於 2020 年四季各採樣站平均值約為 0.07~0.42 μg m^{-3}，平均揮發比例 38~64%，以春季揮發比例最高，其次是夏季(54%)。各季節揮發比例最高採樣站分別為冬、春季的忠明站，揮發比例分別是 53%、76%，夏季是板橋站(67%)，秋季則是小港站(55%)。各季節空間分布以冬、春及秋季相似，呈現由東至北至南先升後降，嘉義站略高於斗六站。夏季各站揮發比例呈現由東至北上升再由北至南下降。冬季與春季空間差異較小，夏季與秋季空間差異較大，並且夏季是以板橋及忠明站揮發比例高，秋季則是由南部測站較高。和過去三年比較，季節空間變化差異不大，但是整體濃度下降也導致揮發比例略有提升(圖 4.3.6)。

NH_4^+在 2020 年各季節六站平均濃度為 0.6~2.73 μg m^{-3}，除冬季最高外，各季節濃度差異小，各站揮發比例為 12~21%，以秋季揮發量最高，實際揮發濃度 0.35 μg m^{-3} 與冬季及春季相近。各季節揮發比例最高測站分別是冬季的板橋與忠明站(16%)，其餘季節都是小港站有最高揮發比例(20~31%)。各季節空間分布與 NO_3^-十分相似，冬、春及夏季都呈現由東至北至中部上升，由中至南部先降後升，斗六與嘉義站揮發比例最低，並且比例十分相近。近四年資料，在空間分布特徵差異不大，但是六站平均濃度逐年降低，原始濃度降低導致揮發比例計算數值逐年增高，以春、夏、秋三季最明顯 (圖 4.3.7)。

彙整現階段半揮發水溶性無機離子變化趨勢，三種離子於冬季都有較高的原始濃度，但是揮發比例都低於其他三季。NO_3^-與 NH_4^+於各季節空間分布相似，成分可能多以 NH_4NO_3 存在，此外，斗六和嘉義兩站濃度與揮發比例相近，顯示兩站污染源相似。連續四年資料顯示，2020 年除了秋季 Cl^-揮發比例下降外，各季節離子都呈現比例上升，除了原始濃度降低外，還可能與污染型態轉變有關。整體而言，三種揮發性水溶性無機離子，其中 NH_4^+、NO_3^-為 $PM_{2.5}$ 主要化學成分，透過雙層濾紙採樣方法，四季可修正 12~21%的 NH_4^+與 17~38%的 NO_3^-質量濃度損失，避免成分濃度解析的低估。

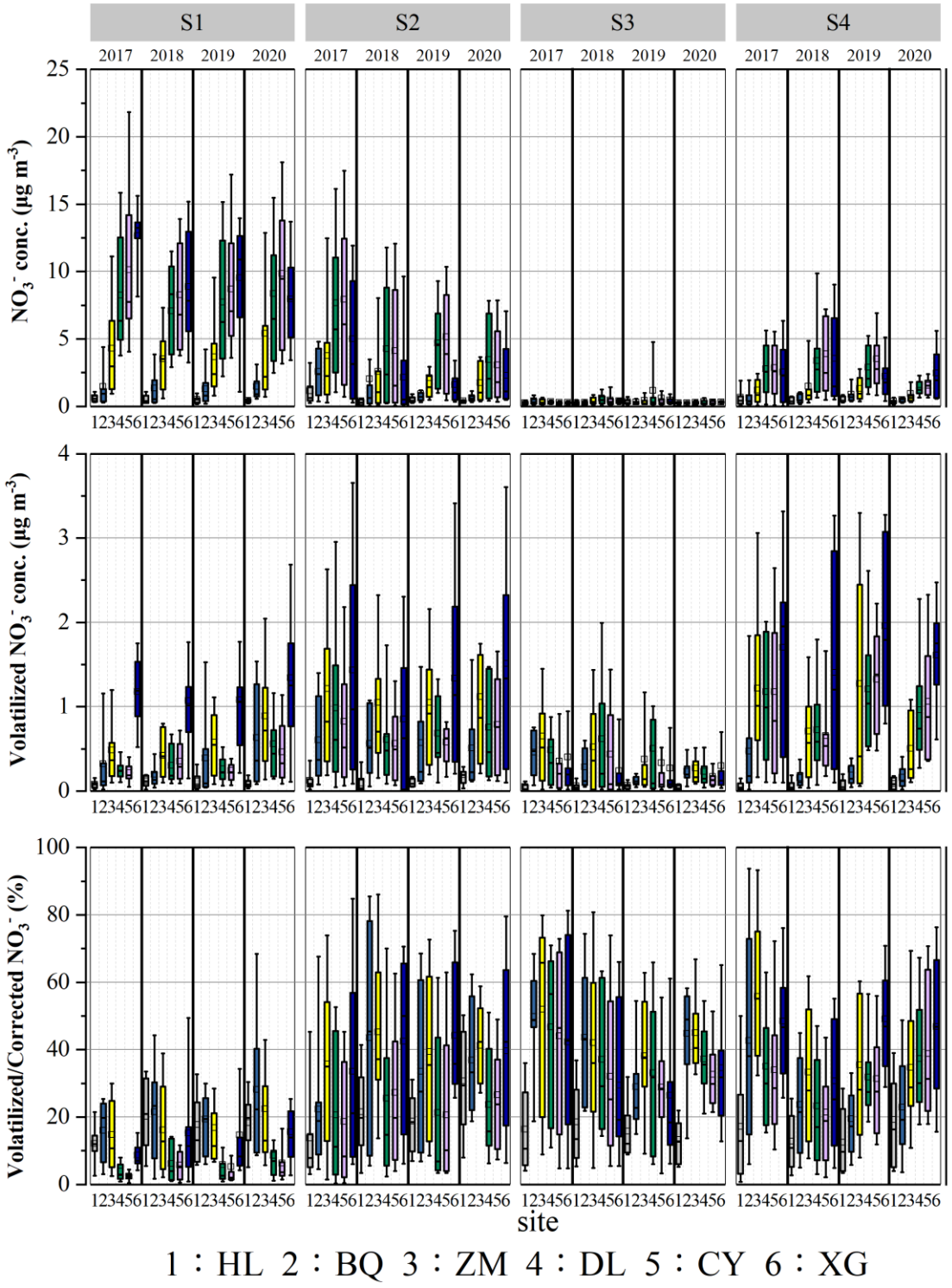


圖 4.3.5 2017 年至 2020 年六站各季節 NO_3^-原始濃度、揮發濃度與揮發比例變化

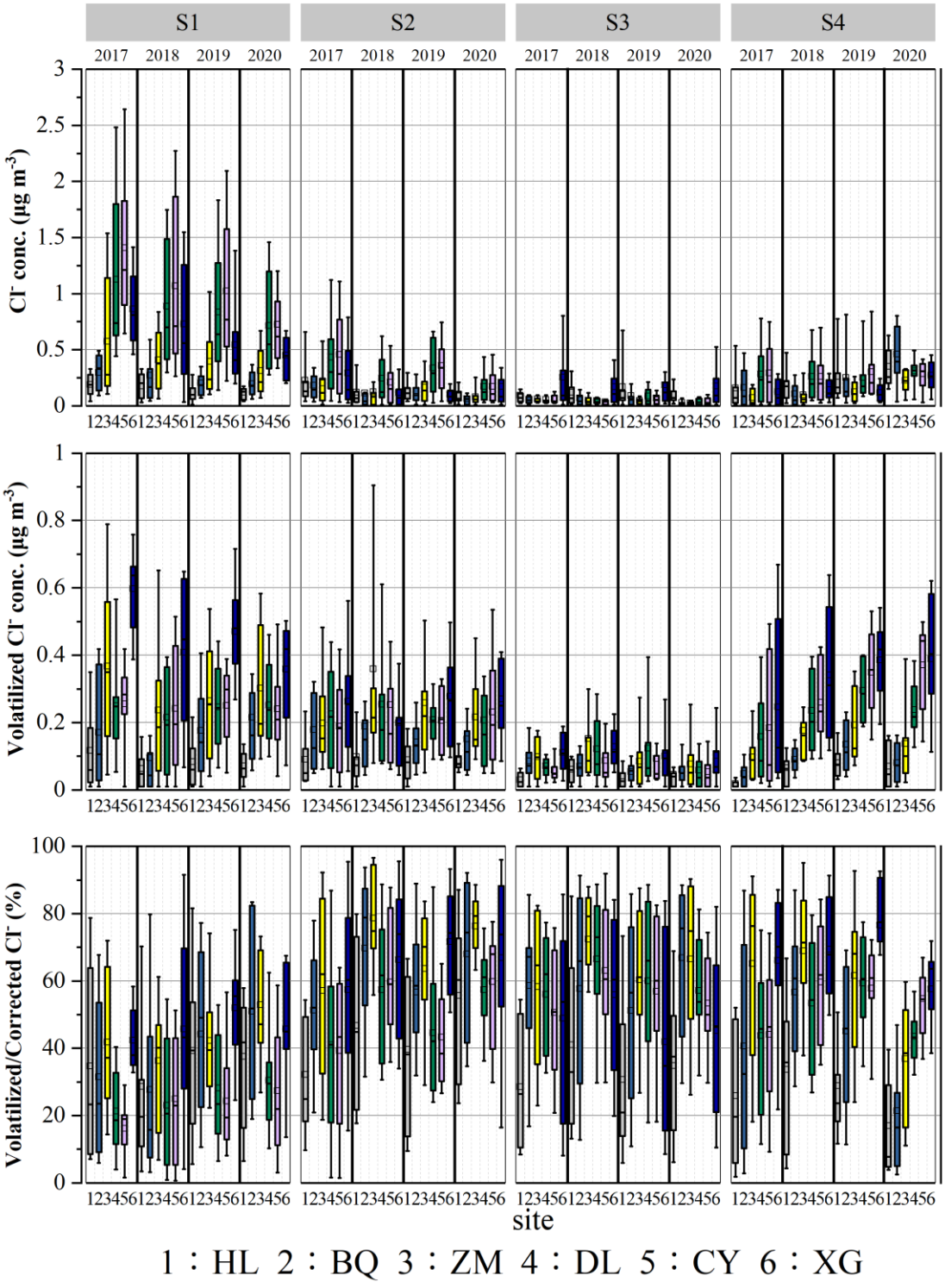


圖 4.3.6 2017 年至 2020 年六站各季節 Cl^-原始濃度、揮發濃度與揮發比例變化

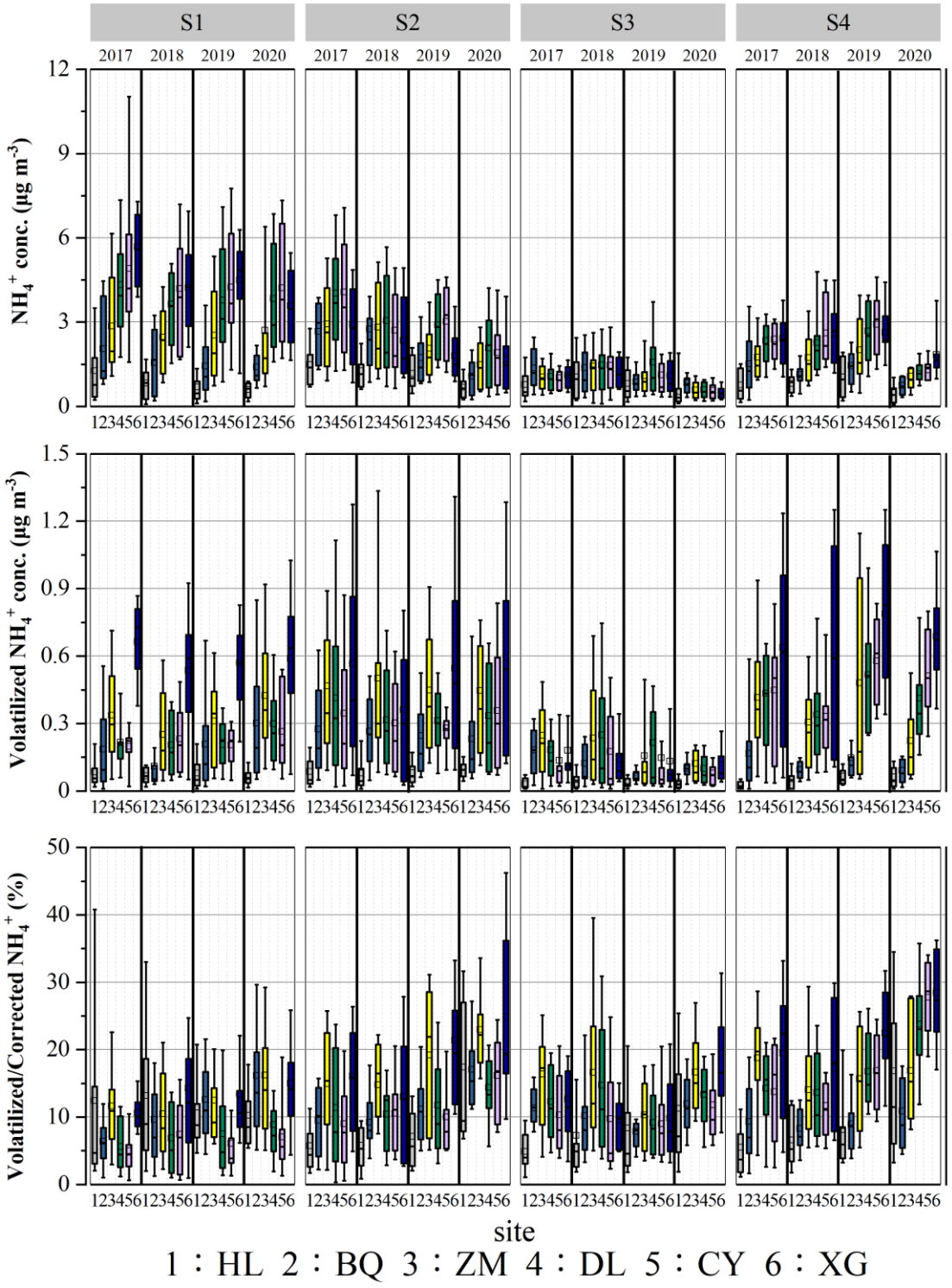


圖 4.3.7 2017 年至 2020 年六站各季節 NH_4^+原始濃度、揮發濃度與揮發比例變化

2. 有機碳成分

圖 4.3.8 彙整分析 2020 年六個測站四季採樣期間各採樣日 $PM_{2.5}$ 碳成分正干擾（吸附）與負干擾（揮發損失）時間序列變化。整體趨勢呈現：正干擾變化起伏較小，季節變化不明顯，負干擾變化起伏較大，但季節趨勢同樣不明顯。上年度檢測結果顯示，$PM_{2.5}$ 高濃度事件時有較高的負干擾(李等，2019)。從 2020 年的數據大致可發現相似的情況，1 月 4 日、1 月 7 日、1 月 22 日各測站 $PM_{2.5}$ 濃度較高的採樣日，都會有 1 μg m^{-3} 左右的揮發濃度。但是負干擾並未完全隨 $PM_{2.5}$ 濃度增加而上升，也並非全部 $PM_{2.5}$ 事件都會有負干擾較高的現象。

從空間分布來看，正干擾較無空間上的差異，六個採樣站間差異不大。負干擾濃度於季節間則呈現冬季東部低，北部至南部逐漸上升，以小港站濃度最高，少數污染事件日板橋站與忠明站負干擾濃度高於中、南部測站，如：1 月 7 日及 22 日。春季至夏季開始，各站負干擾濃度呈現：東部花蓮站最低，西部各採樣站差異不大，平均來看，北部板橋站負干擾濃度較高。秋季開始各站負干擾濃度與冬季有相近的趨勢，斗六與小港站有相對高的濃度。過去計畫成果指出，揮發碳成分以 OC3 濃度較高，其來源多為汽油車排放(李等，2018)，從此結果推測負干擾來源可能多以移動污染源所排放為主，北部板橋站可能有較多的機動車輛，因此 $PM_{2.5}$ 事件日濃度雖然不如中部以南測站高，但是部分採樣日卻有較高的負干擾濃度。

從各測站正、負干擾數值變化可發現，各採樣日 OC 正、負干擾占各樣本修正 OC 濃度比例((修正後 OC-未修正 OC)/修正後 OC)為-89% ~ 23% (各樣本已經過正、負干擾修正)，這顯示若無進行修正，對於單一樣本有機碳成分質量濃度會造成從高估 89%到低估 23%的誤差分布 (附錄六)。

圖 4.3.9 為 2017~2020 年各站揮發(負干擾)和吸附(正干擾)OC 濃度的季節變化。負干擾方面，各站依年份和季節劃分多以 2018 年和 S1(冬季)較高，依測站劃分多以小港站最高；各站負干擾季節濃度變化多在 0.2~1.0 μg m^{-3} 範圍變化。正干擾方面，各站依年份和季節劃分多以 2018 年和 S2(春季)較高，S3(夏季)大略相近，依測站劃分多以小港站最高；各站正干擾季節濃度多在 0.2~0.7 μg m^{-3} 間變化。兩種干擾比較，顯示負干擾略大於正干擾，且負干擾在 S1(冬季)有單獨較高的現象，正干擾四季在不同年份都有較高數值；雖然正、負干擾尚無法找出規律性，但小港站的正、負干擾大多是最高，可能和工業化程度有些關聯。

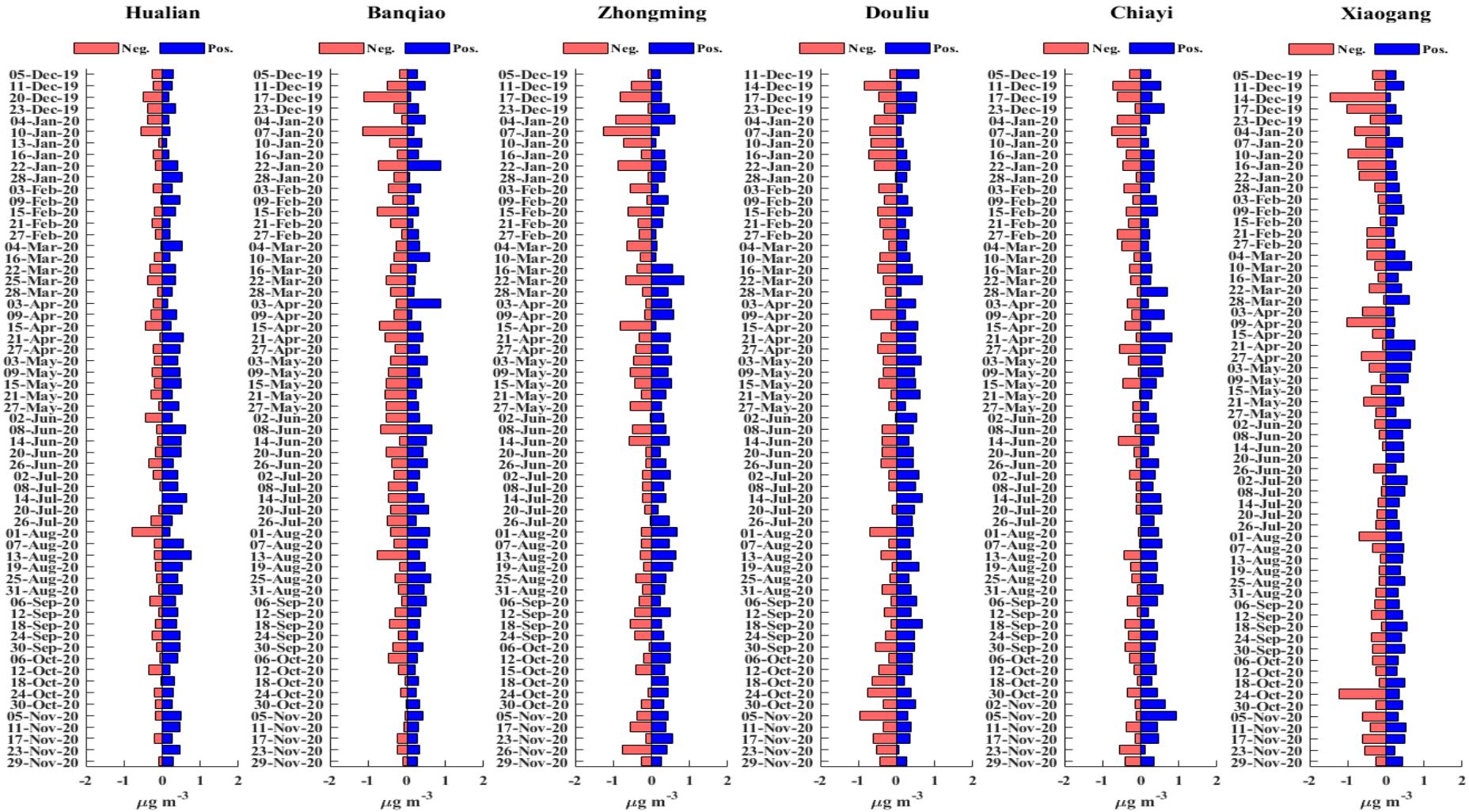


圖 4.3.8 2020 年各站例行性檢測期間 $PM_{2.5}$ 碳成分正、負干擾 (pos:濾紙吸附; neg:成分揮發)時間序列變化

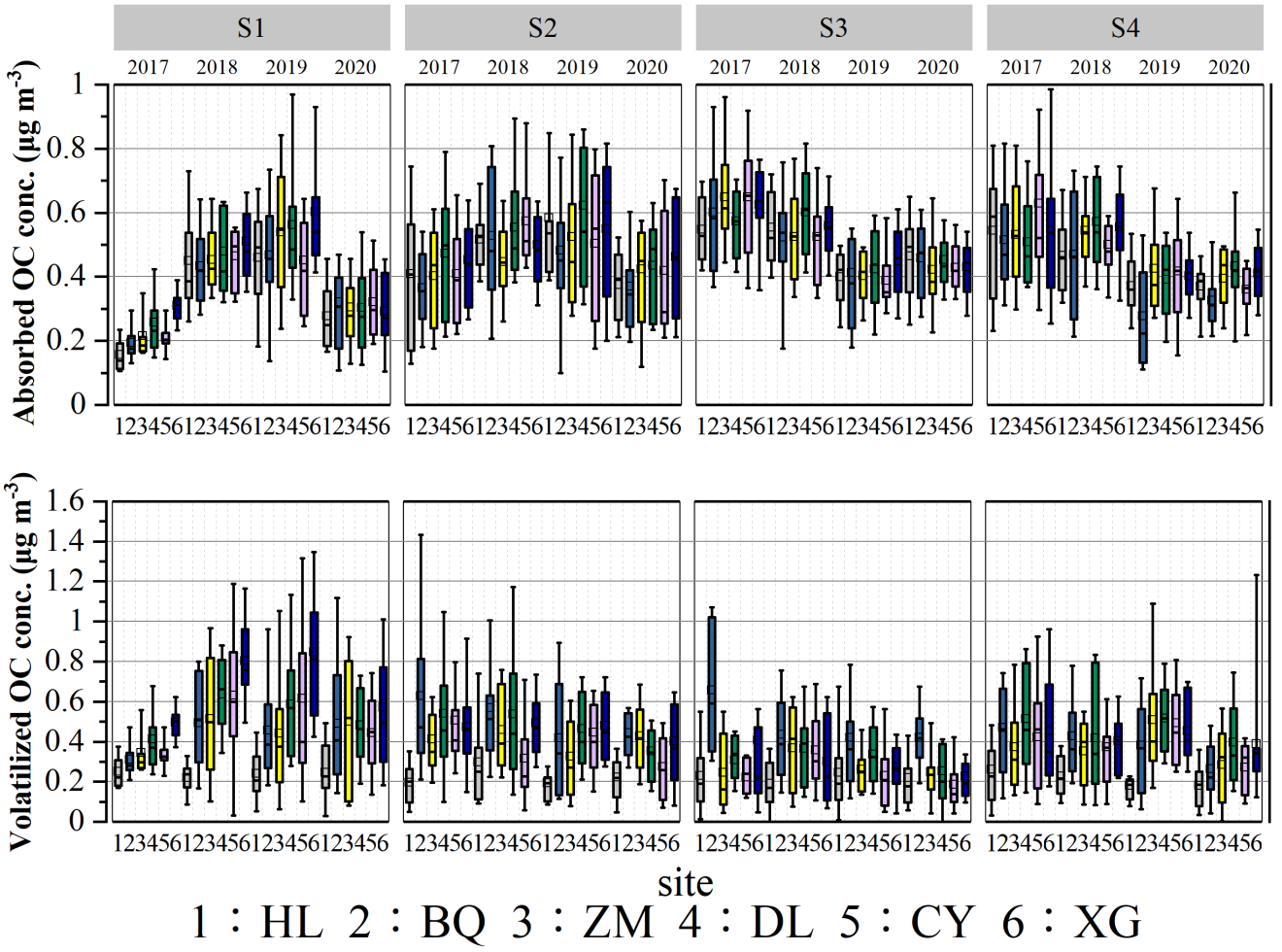


圖 4.3.9 2017~2020 年各站例行檢測期間 $PM_{2.5}$ 碳成分的季揮發及吸附濃度變化

4.4 $PM_{2.5}$質量濃度與化學成分特徵變化

為了進一步解析 $PM_{2.5}$化學成分特徵以及各類污染型態成因與差異。本節利用環境因子特徵、案例或污染型態化學成分特徵以及不同 $PM_{2.5}$ 濃度區間的化學成分差異，釐清導致採樣日污染濃度增加的成因。本節以三個部分進行探討，第一部分「$PM_{2.5}$高濃度日化學成分與氣象因子特徵」，以 3.2.1 節「污染事件分類與判別準則」，篩選監測站高濃度事件日進行解析，將各地區高濃度事件日進行分類彙整，並解析氣象因子對於高濃度事件日影響特徵，透過不同空間尺度分析，解析區域性污染影響狀況；第二部分「各污染型態化學成分變化特徵」以選取案例或特定污染型態 $PM_{2.5}$ 化學成分，與其他未受影響期間成分濃度比較，瞭解不同污染事件型態 $PM_{2.5}$ 化學成分增量，根據增量化學成分所代表的污染源，探討可能的污染來源，或以此概念建立污染源指紋；第三部分「$PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分特徵引申意義」分析不同 $PM_{2.5}$ 濃度區間化學成分特徵變化並以模式模擬評估高污染事件成因，探討各污染階段管制標的，並評估近年化學成分特徵變化，以主要化學成分增減趨勢提供管制策略建議。

4.4.1 $PM_{2.5}$高濃度日氣象因子特徵

本節彙整 2020 年計畫執行期間環保署空氣品質監測站各測項數據，分析高濃度日 $PM_{2.5}$ 質量濃度變化特徵及影響因素，透過不同空間尺度監測與模擬資料，釐清計畫執行期間歷次高濃度日污染潛在來向，最後分析環境氣象因子對 $PM_{2.5}$ 濃度影響。本節分三部分探討前述內容，第一部分「高濃度日氣象因子特徵」，彙整分析環保署空氣品質監測站當前 $PM_{2.5}$ 小時值相較前一小時增量時各項監測數據變化特徵，釐清污染增量影響因素；第二部分「高濃度日區域污染來向分析」透過不同空間尺度資料並結合第一部分彙整結果，分析高濃度日影響來源；第三部分「$PM_{2.5}$ 質量濃度與氣象因子特徵」透過完整的數據解析，評估歷次計畫執行期間各地區樣本濃度變化與環境因子關聯。

1. 高濃度日氣象因子特徵

表 4.4.1 彙整各季節採樣期間有兩個以上測站 $PM_{2.5}$ 濃度超出日平均標準或特別選出的採樣日，監測資料來源為環保署空品站逐時監測資料，高濃度日特徵與來源推論依照 3.2.1 節的「污染事件分類與判別準則」進行分類。2020 年

表格篩選各季節各測站 $PM_{2.5}$ 濃度大於 30 μg m^{-3} 採樣日，濃度低於此標準的採樣日則未進行討論。

冬季(S1)污染事件發生頻率最高地區主要集中於中部以南，以忠明站至嘉義站有較高的污染濃度，3.2.1 節提出：「以 $PM_{2.5}$ 濃度上升以及風向與風速 1.6 m s^{-1} 作為風速高、低分界，風速高，$PM_{2.5}$ 濃度跟著上升顯示為外地傳輸，風速低，$PM_{2.5}$ 濃度升高表示為在地污染累積。」12 月至 2 月份的案例中，大多數案例污染來源推論顯示 50%以上的時間受在地污染排放影響(指當日 $PM_{2.5}$ 濃度上升小時數中，風速小於 1.6 m s^{-1} 的百分比)，特別是在 1 月 4 日案例中，忠明至小港站在地污染影響時段(在地比例)高達 78%以上，這或許與測站的地理位置有關，忠明站位於台中盆地，西側為大肚山台地，氣流進入台中盆地後不易擴散，斗六站靠近中央山脈，受到地形影響，沿著山脈城鎮一般風速會低於近海的平坦地區。不過，當天忠明、斗六、嘉義站仍有 2 個小時受到外地傳輸影響；小港站則於 1 月 4 日的污染事件中，有 3 小時出現 $PM_{2.5}$ 濃度隨風速上升的現象，但當時風向顯示污染主要來自港口地區，因此本計畫將這 3 小時視為在地污染。分析冬季採樣日使污染濃度增加的可能因素，發現採樣日前夜空氣品質不佳延續至次日的「殘留」現象普遍存在各站，這代表環境氣流長時間停滯，使各地污染不易擴散。

春季(S2)各地出現污染事件頻率較冬季已有改善，各地污染事件主要集中於嘉義站與小港站，但濃度較冬季明顯降低，同時案例發生夜間「殘留」現象減少，僅在 4 月 15 日的案例中出現，5 月各地空氣品質優於春季前段，再加上進入梅雨季後，降雨掃除中部以南各地污染，因此無高濃度事件發生。從監測資料分析污染來源，顯示仍為在地及外地混合型態，但是忠明及嘉義站受到在地污染影響頻率有所下降，以 4 月 3 日、9 日及 15 日兩地的案例為例，嘉義站在地污染時段比例僅 22~23%，忠明站也下降至 63%，這樣的特徵可視為春季環境擴散條件相較於冬季有所改善。另一方面，小港站於 4 月 3 日及 9 日的案例中仍有 75~83%污染時段以在地特徵為主，這表示不論冬季或春季，小港站污染來源還是以本地污染排放影響最為顯著。4 月 15 日的案例較特殊，污染主要集中在忠明和板橋站，板橋站當日平均風速高達 1.9 m s^{-1}，代表環境擴散條件並不差，但夜間污染濃度有殘留現象，表示污染物於前日已存在環境中，當日白天擴散條件的改善仍無法有效稀釋污染，可能與跨區域或境外污染傳輸有關。

秋季(S3)出現高污染事件頻率仍不及冬季，採樣期間所觀測到污染事件出現在 11 月 17 日忠明站與斗六站，當天主要以在地污染型態為主，在地污染時段占污染總時段 75~77%。此外，當天環境風速僅 1.2 m s^{-1} 顯示環境氣流停滯，擴散條件不佳導致此次污染。

表 4.4.1 例行採樣期間各季節高濃度事件日來源推論與氣象因子彙整

季節	測站	日期 [2]	$PM_{2.5}$ (μg m^{-3})	來源推論 [3]	增量原因 [4]	污染影響 [5] (Hour)	在地 [6] 比例	傳輸風向與頻率 [7]	日平均風速 (m s^{-1})
冬季 (S1)	小港	2019/12/11	31	外地、在地	殘留 (40)	12 (4)	83%	NW (50%)	1.6
	斗六	2019/12/14	34	外地、在地		12 (5)	58%	NNW (100%)	1.2
	小港	2019/12/23	33	外地、在地		11 (4)	82%	N (50%)	1.5
	忠明	2020/01/04	52	外地、在地	殘留 (53)	9 (2)	78%	N (50%)	1.2
	斗六	2020/01/04	55	外地、在地	殘留 (54)	11 (2)	82%	NW (100%)	1.0
	嘉義	2020/01/04	49	外地、在地		12 (2)	83%	N (50%)	1.4
	小港	2020/01/04	36	在地		12 (3)	100%	W (100%)	1.5
	忠明	2020/01/07	43	在地	殘留 (45)	8 (0)	100%		1.0
	斗六	2020/01/07	38	外地、在地	殘留 (53)	8 (4)	50%	WNW (25%)	1.1
	嘉義	2020/01/07	38	外地、在地	殘留 (49)	7 (3)	57%	N (67%)	1.4
	小港	2020/01/07	33	外地、在地	殘留 (59)	6 (2)	67%	NW (100%)	1.4
	斗六	2020/01/10	34	外地、在地	光化 (83)	13 (3)	77%	W (33%)	1.2
	嘉義	2020/01/10	34	外地、在地		10 (6)	40%	N (83%)	1.6
	小港	2020/01/10	39	外地、在地	殘留 (40)	11 (5)	91%	WSW (60%)	1.6
	嘉義	2020/01/16	30	外地、在地		11 (8)	27%	NNE (38%)	2.0
	小港	2020/01/16	29	外地、在地		11 (6)	64%	N (33%)	1.7
	板橋	2020/01/22	34	外地、在地		11 (5)	55%	NNE (40%)	1.2
	忠明	2020/01/22	46	在地	殘留 (43)	10 (0)	100%		1.2
	斗六	2020/01/22	51	外地、在地	殘留 (60)	12 (2)	83%	NW (100%)	1.2
	嘉義	2020/01/22	50	外地、在地	殘留 (50)	12 (5)	58%	NW (40%)	1.6
	小港	2020/01/22	32	外地、在地	殘留 (41)	8 (6)	25%	E (17%)	2.0
	斗六	2020/02/21	39	外地、在地		9 (2)	78%	NW (100%)	1.5
	嘉義	2020/02/21	44	外地、在地	殘留 (36)	10 (6)	40%	NNW (50%)	2.0
	小港	2020/02/21	31	外地、在地		11 (4)	91%	WNW (75%)	1.7
	斗六	2020/02/27	30	外地、在地	殘留 (36)	10 (5)	50%	NNW (60%)	1.7
	嘉義	2020/02/27	34	外地		9 (9)	0%	NNW (33%)	2.2
	小港	2020/02/27	36	外地、在地		12 (5)	92%	W (60%)	1.7
春季 (S2)	嘉義	2020/04/03	30	外地、在地		9 (7)	22%	N (29%)	2.2
	小港	2020/04/03	30	外地、在地		12 (6)	83%	NW (33%)	1.9
	嘉義	2020/04/09	30	外地、在地		13 (10)	23%	N (40%)	2.2
	小港	2020/04/09	30	外地、在地		12 (6)	75%	N (33%)	1.8
	板橋	2020/04/15	35	外地、在地	殘留 (39)、光化 (76)	9 (3)	67%	WNW (67%)	1.9
	忠明	2020/04/15	35	外地、在地	殘留 (41)	8 (3)	63%	WNW (67%)	1.3
秋季 (S4)	忠明	2020/11/17	34	外地、在地		13 (3)	77%	WSW (33%)	1.2
	斗六	2020/11/17	36	外地、在地		8 (2)	75%	WNW (100%)	1.2

備註:

1. **$PM_{2.5}$ 數據來源為環保署自動監測資料日平均值。**
2. **篩選日期：以 $PM_{2.5}$ 濃度超出 30 μg m^{-3} 為案例日期。**
3. **來源推論：小時濃度上升時，風速大於 1.6 m s^{-1} 且風向為其他空品區，則判定為外地傳輸，若軌跡路徑與高程來自境外，則標註【*】，代表當日可能受到境外污染傳輸影響；其餘濃度上升則歸類於在地污染。**
4. **增量原因：殘留意指【夜間污染殘留】，(括弧)內數值為前一日 22:00 至 23:00 $PM_{2.5}$ 監測平均值(μg m^{-3})；光**

化意指【光化學作用】，(括弧)內數值為當日臭氧最高濃度(ppb)。

5. 污染影響：數值為當日 $PM_{2.5}$ 濃度上升小時數，(括弧)內數值為風速大於 1.6 m s^{-1} 且 $PM_{2.5}$ 濃度上升的小時數，代表受到外地傳輸影響小時數。
6. 在地比例：意指【風速小於 1.6 m s^{-1} 且 $PM_{2.5}$ 濃度上升時數 ÷ 當日 $PM_{2.5}$ 濃度上升時數】。
7. 傳輸時段風向與頻率：當日小時 $PM_{2.5}$ 濃度上升且風速大於 1.6 m s^{-1} 盛行風向，(括號)內數值為盛行風向於傳輸特徵時段吹拂頻率。
8. 灰色網底：納入 4.3.1-2 節，列為特殊案例分析來源與成分特徵。

2. 高濃度日區域污染來向分析

(1) 2020 年 1 月 4 日

前節冬季各站 1 月 4 日從忠明到小港站 $PM_{2.5}$ 空品監測濃度都相當高，以忠明站為最高，當天發生在地污染時間較多。大尺度資料 1 (圖 4.4.1 左)的逆推氣流軌跡資料顯示當日以板橋、斗六、小港站為起點的三種不同離地高度氣流都來自臺灣東北方海面 (紅: 50 m，藍: 150 m，綠: 300 m)，氣流傳輸至各站前軌跡節點間距短，代表環境風速低，從路徑推測受到境外傳輸影響的機率低。大尺度資料 2 (圖 4.4.1 右)的模擬，發現當日上午 9 時氣流走向大致呈現由東向西，北臺灣為東北風，由於未受到境外污染物影響，因此無明顯的 $PM_{2.5}$ 濃度。中部到南部地區因位於背風區，$PM_{2.5}$ 濃度明顯高於北部，顯示污染物因環境氣流停滯不易擴散，導致濃度上升。

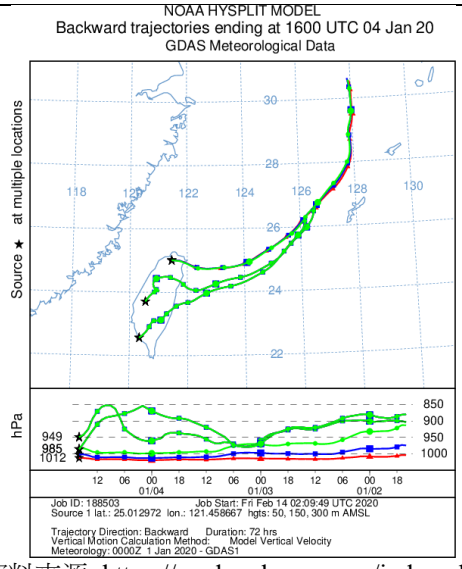
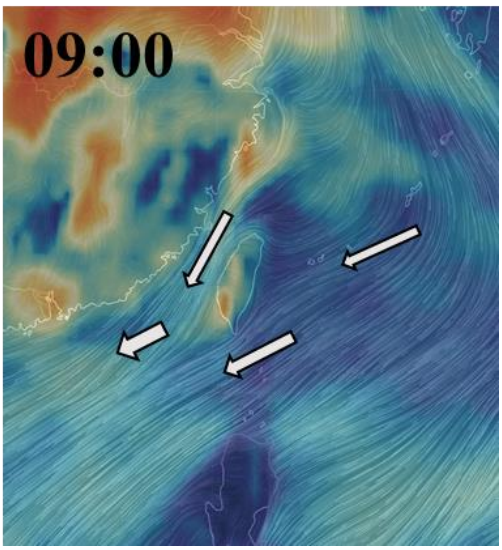
大尺度資料 1	大尺度資料 2
	
(資料來源: https://ready.arl.noaa.gov/index.php)	(資料來源: https://earth.nullschool.net)

圖 4.4.1 2020 年 1 月 4 日大尺度模擬資料彙整(逆推軌跡起點分別為板橋、斗六、小港站，每站有軌跡線起點高度分別為紅: 50 m，藍: 150 m，綠: 300 m)

中尺度資料 1 (圖 4.4.2)的各地區 $PM_{2.5}$ 濃度分布，上午 9 時各地區，污染濃度約達當日最高值，特別是在中部至雲、嘉地區，當時風速顯示各地風速僅

有 0.3~1.5 m s^{-1}，風速偏低加上地形影響，導致各地風向較紛亂，污染擴散不佳而污染濃度上升。除此之外，表 4.4.1 顯示各站約有 9~12 小時出現 $PM_{2.5}$ 濃度相對於前一小時有上升的現象，其中近 8 成時間為在地污染影響，另外約有 2 成時間可能受到外地污染物跨區傳輸影響。

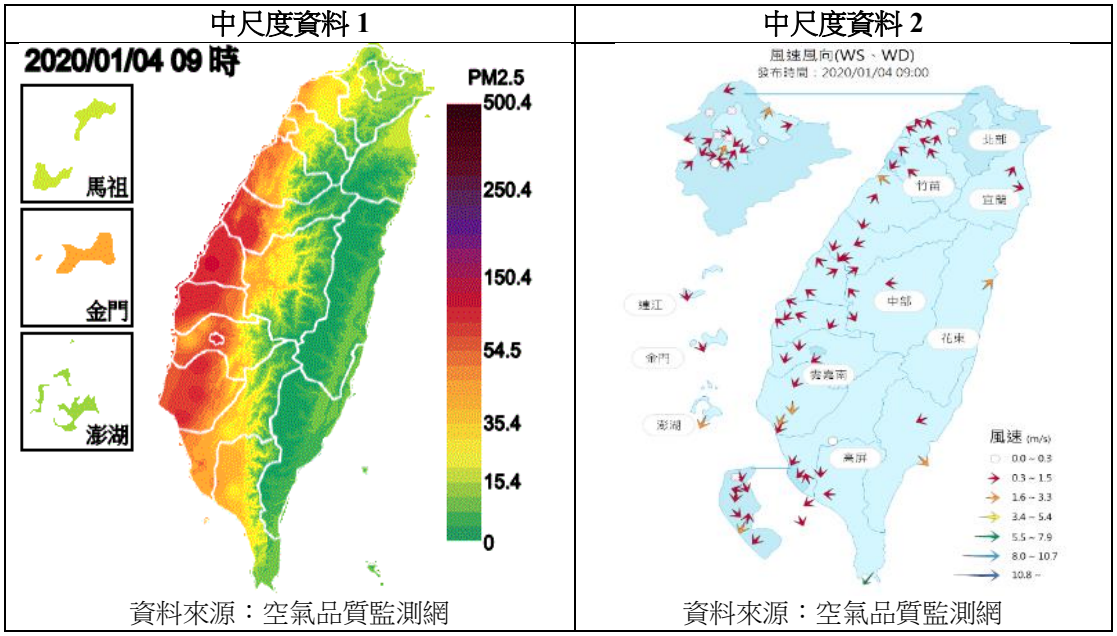
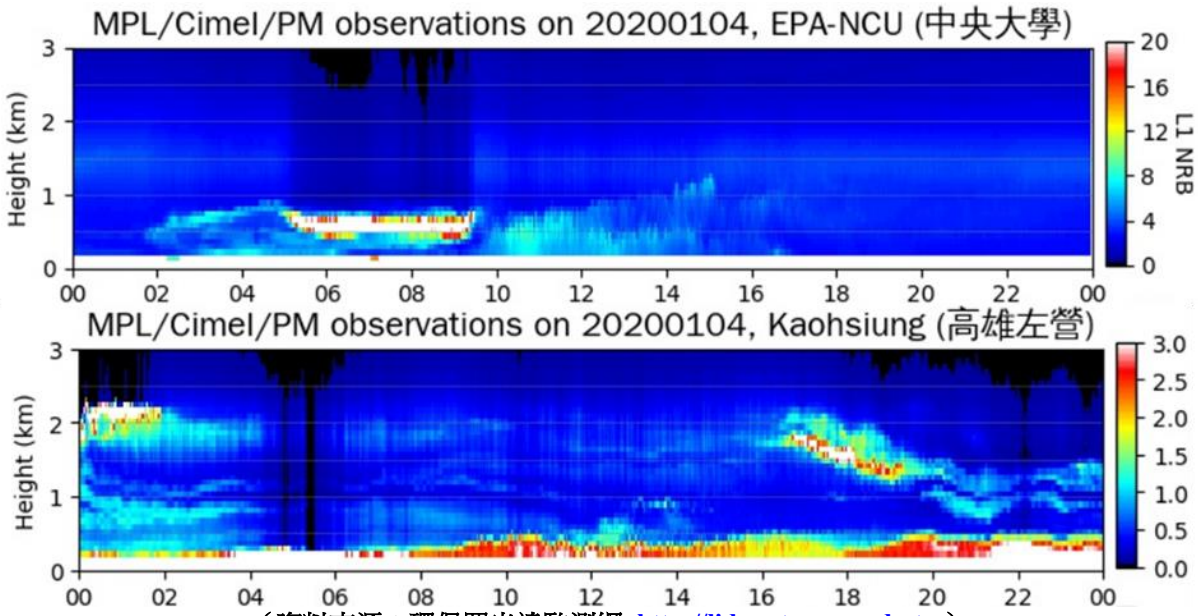


圖 4.4.2 2020 年 1 月 4 日中尺度監測資料彙整

圖 4.4.3 彙整北部中央大學及南部高雄的上空大氣污染濃度監測光達資料，北部地區上空大氣污染不高，日間 6 至 9 時有相對較高的污染訊號值 (normalized relative backscattering, NRB)，特別是在近地表 1 km 處，除了是雲層的干擾外，也代表當時混合層高度不高，因此污染可垂直擴散空間有限，這樣的現象一直持續至午後才有所改善。另一方面，南部光達資料顯示上午近地表 2~300 m 處已有相當高的訊號值，顯示屬於擴散不佳的情況，高 NRB 訊號現象一直持續至夜間。此外，下午可能受到污染傳輸的影響，地表 2 km 以上出現高訊號值，可能為外地跨區域的污染傳輸，這些污染物有隨著夜間混合層降低而傳輸至地表的跡象。

綜合各尺度分析資料顯示，這天北部位處東北風迎風面因此污染濃度不高。中部至雲、嘉測站，因氣流受山脈阻擋，風速低污染不易擴散，八成時間污染上升與在地污染有關。南部小港站同樣因氣流停滯導致濃度上升，但是入夜後可能受到高層污染垂直傳輸至地面影響。



（資料來源：環保署光達監測網 http://lidar.atm.ncu.edu.tw）

圖 4.4.3 2020 年 1 月 4 日光達監測資料(上：中央大學；下：高雄左營；NRB: normalized relative backscattering)

(2) 2020 年 1 月 7 日

分析一月份採樣日監測資料，除了前述 1 月 4 日因擴散條件不佳所導致的高污染濃度，1 月 7 日檢測到僅次於 1 月 4 日的高污染濃度於西部各測站出現，從表 4.4.1 顯示，這天有較高的污染時段受到外地污染傳輸影響。從各尺度模擬與監測資料顯示，這天氣流軌跡有別於前次案例，三種高程氣流軌跡路徑分歧，來向都源自東北方海面，中、低高程的軌跡線(紅: 50 m，藍: 150 m)傳入內陸時空間變化小，但是路徑曲折，顯示氣流十分緩慢，污染物不易擴散(圖 4.4.4 左)。模擬風場與污染濃度資料，顯示當日臺灣北部氣流來自東南方，南部則來自東方，近中午時西部地區位於背風面，污染物在中部地區累積增加，並且有向北及向南擴散的趨勢，南部地區氣流源自東方海面，污染擴散條件優於中部，因此污染濃度不高(圖 4.4.4 右)。

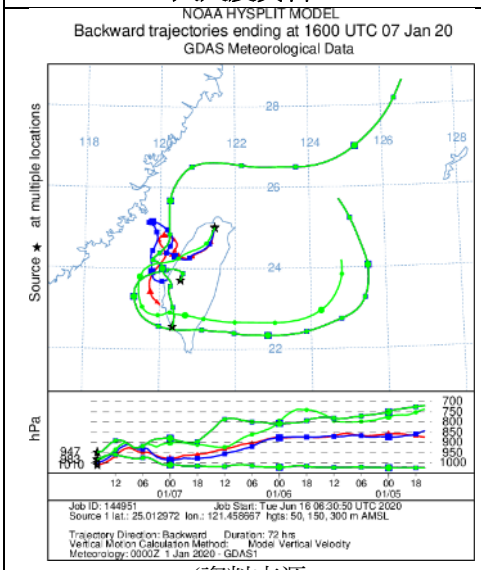
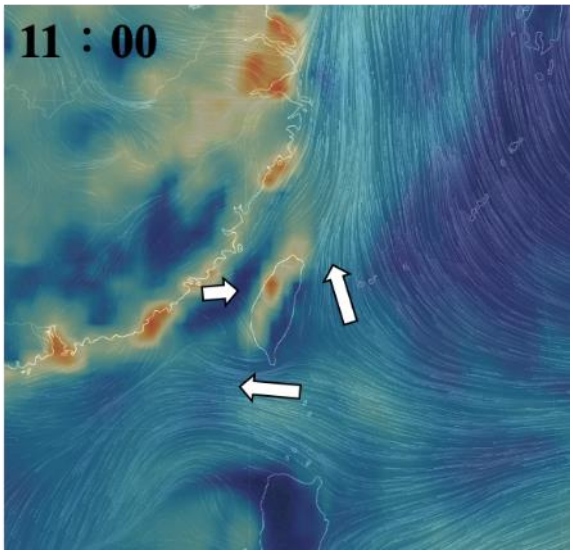
大尺度資料 1	大尺度資料 2
 (資料來源: https://ready.arl.noaa.gov/index.php)	 (資料來源: https://earth.nullschool.net)

圖 4.4.4 2020 年 1 月 7 日大尺度模擬資料彙整(逆推軌跡起點分別為板橋、斗六、小港站，每站有軌跡線起點高度分別為紅: 50 m，藍: 150 m，綠: 300 m)

對照環保署間空氣品質監測站資料，當日上午 11 時，中部各站達到當日最高濃度，高污染濃度地區涵蓋忠明、斗六與嘉義採樣站，同時北部板橋站也有不低的污染濃度(圖 4.4.5 左)。參考當時環境風場可發現，北部測站氣流停滯，風速僅有 0.3~1.5 m s^{-1}，風速低且風向紛亂，中部沿海地區風速達到 1.6~3.3 m s^{-1} 區間，吹拂西北風，因此雲嘉地區可能受到中部污染物傳輸影響(圖 4.4.5 右)。

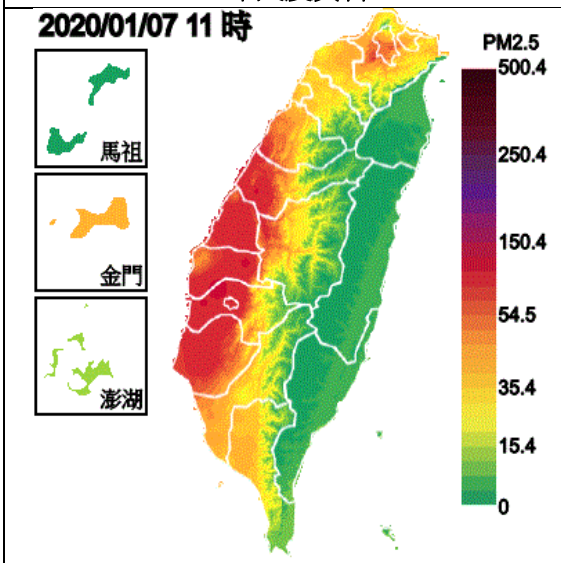
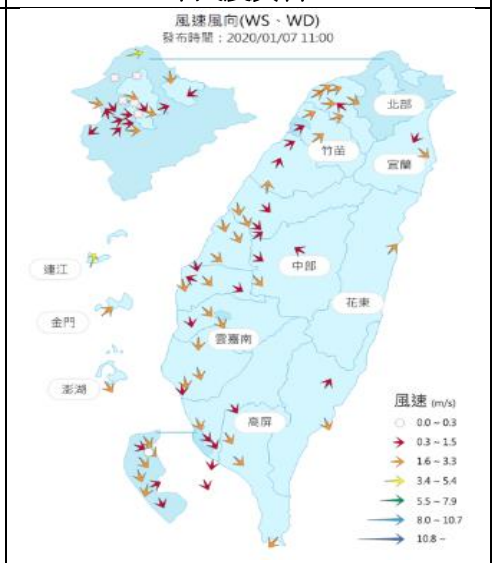
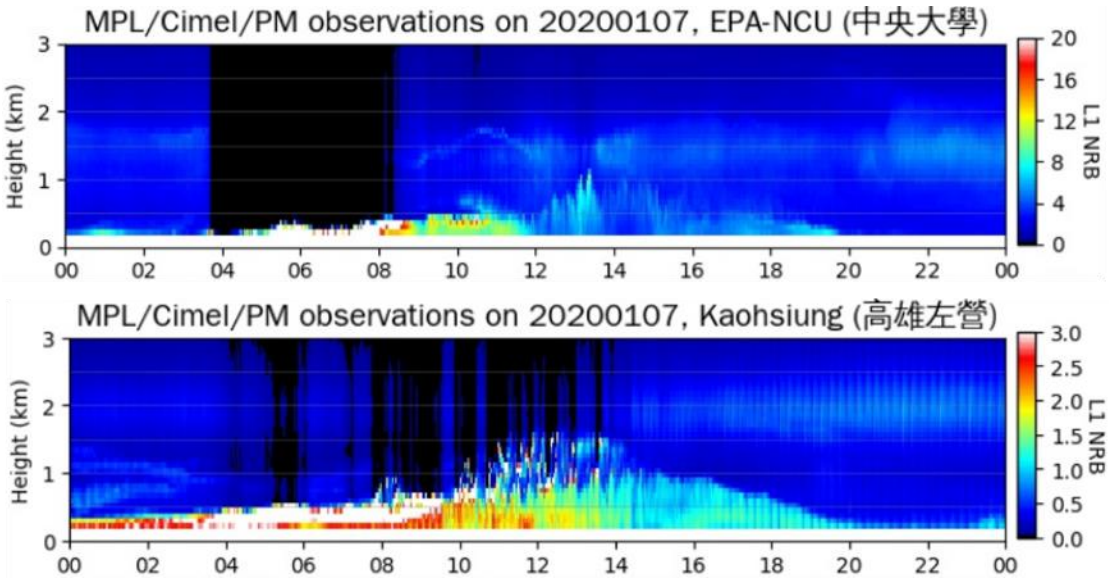
中尺度資料 1	中尺度資料 2
 資料來源：空氣品質監測網	 資料來源：空氣品質監測網

圖 4.4.5 2020 年 1 月 7 日中尺度監測資料彙整

分析當日北部、南部光達資料，兩地區 NRB 污染訊號值於上午 9 時以前於近地表 300 m 處都有相對高的數值，這顯示污染濃度自前日夜間已於環境中累積，北部與南部都是如此，雖然缺少中部監測資料，但是透過此結果可釐清當日上半日前，各地都屬於擴散條件不佳的環境條件。到了近中午時段，北部與南部光達資料都可看到隨著邊界層垂直發展，NRB 數值降低，並且高程向上延伸，顯示午後污染伴隨邊界層增高而進一步向上擴散稀釋(圖 4.4.6)。

綜合監測與模擬資料分析結果，1 月 7 日西部各地高污染濃度主要為深夜的前日污染殘留，使各地已有不低的污染濃度並且持續至上午。中午過後海風增強，中部地區污染向北傳輸，南部小港站則受來自東方海風稀釋濃度未增高。因此這天以忠明測站有最高污染濃度，斗六至嘉義站除了在地污染以外，區域污染的影響也使這天污染濃度增加，北部測站擴散條件優於忠明至嘉義地區，因此污染濃度較低。



（資料來源：環保署光達監測網 http://lidar.atm.ncu.edu.tw）

圖 4.4.6 2020 年 1 月 7 日光達監測資料(上：中央大學；下：高雄左營；NRB: normalized relative backscattering)

(3) 2020 年 2 月 27 日

2 月 27 日雖然與 2 月 21 日同屬二月份西部地區的高污染濃度採樣日，但是 2 月 21 日軌跡路徑相似於 1 月 4 日案例，因此不重複分析污染特徵。從前節彙整資料顯示，2 月 27 日污染濃度大於 30 μg m^{-3} 的檢測站為雲、嘉以南測站，污染特徵各有差異，但是分別有 5~9 小時不等的污染時段具有跨區傳輸特徵。從氣流軌跡資料可發現當天三種不同高程的氣流都源自韓國以及北方海面，氣流節點間距長，代表氣流移動速度快。從路徑分析受到中國境外傳輸機會不高，但有可能將海面上污染傳輸至採樣站(圖 4.4.7 左)。從環境模擬資料可發現污染物主要集中於中部以南，高風速的氣流涵蓋全臺灣，因此各地都可能受到跨區污染傳輸影響(圖 4.4.7 右)。

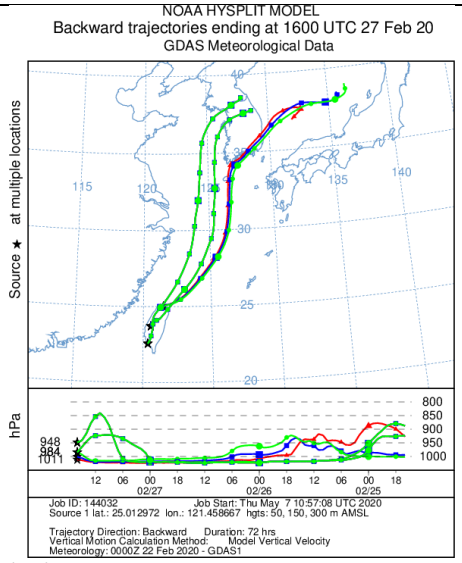
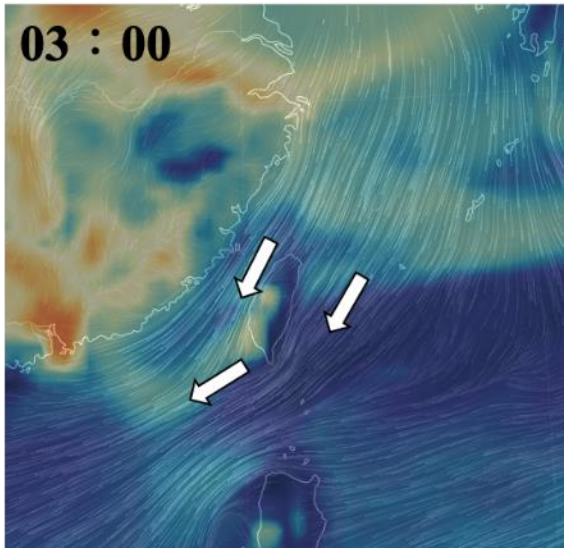
大尺度資料 1	大尺度資料 2
	
(資料來源: https://ready.arl.noaa.gov/index.php)	(資料來源: https://earth.nullschool.net)

圖 4.4.7 2020 年 2 月 27 日大尺度模擬資料彙整(逆推軌跡起點分別為板橋、斗六、小港站，每站有軌跡線起點高度分別為紅: 50 m，藍: 150 m，綠: 300 m)

從各地監測資料分析，當日最高濃度在清晨 3 時，雲、嘉南地區濃度最高，位於東北風迎風面的北部檢測站空氣品質相當良好(圖 4.4.8 左)。對照當時環境風向與風速，沿海至平地平均風速都可達 1.6~5.4 m s^{-1}，顯示環境擴散條件並不差，但是風速由北向南呈現遞減，顯示越向南方的測站，受到區域污染傳輸的影響幅度越小(圖 4.4.8 右)。

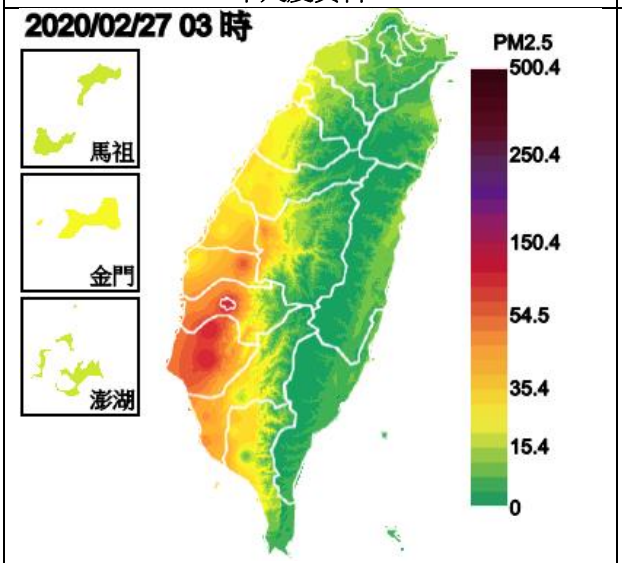
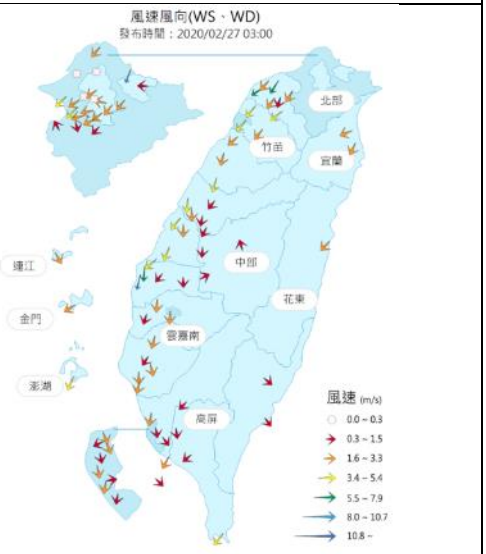
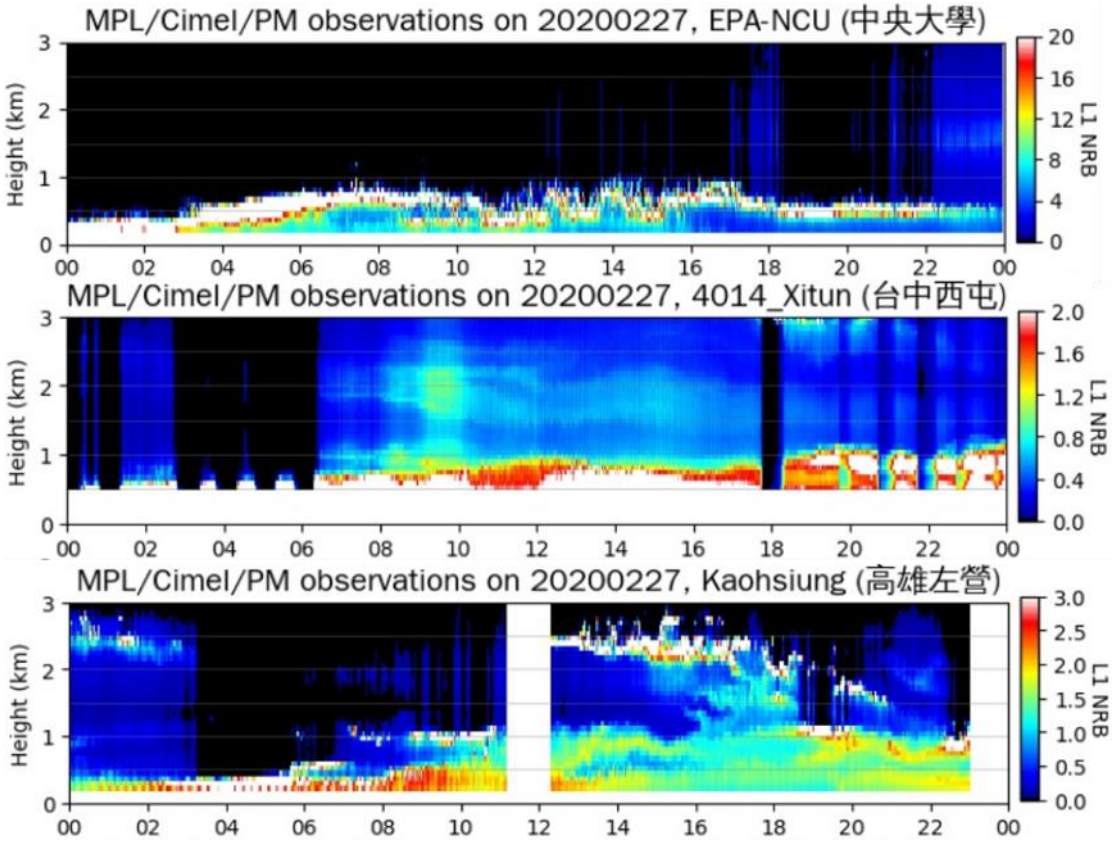
中尺度資料 1	中尺度資料 2
	
資料來源：空氣品質監測網	資料來源：空氣品質監測網

圖 4.4.8 2020 年 2 月 27 日中尺度監測資料彙整

分析當日北、中、南光達監測值，發現北部可能受風速影響，邊界層高度較高，伴隨上午受到日照影響，邊界層於 6 時過後開始垂直增加，因此有利於污染物擴散，較高的 NRB 污染訊號值集中於地表 1 km 處，中、南部監測值顯示自清晨起，近地表已有高 NRB 值，NRB 值並未受到日間邊界層發展而降低，反而有向上擴散的趨勢，因此當天有較高的污染濃度。值得注意的是，南部測站於中午過後顯示地表 2.5 km 處有高 NRB 值，推測為中午過後的跨區域污染傳輸，這些污染可能影響到當地，因此當天污染型態可能為在地但稍有受跨區污染影響(圖 4.4.9)。

綜合各尺度資料分析，這天各採樣站高濃度受到境外傳輸影響可能低，北部測站位於東北風迎風面，污染濃度不高，中部至嘉義站受到跨區污染傳輸影響，伴隨在地污染貢獻，南部小港站則以在地污染為主，傳輸特徵如同表 4.4.1 統計，可能源自港口污染。



（資料來源：環保署光達監測網 http://lidar.atm.ncu.edu.tw）

圖 4.4.9 2020 年 2 月 27 日光達監測資料(上：中央大學；中：台中西屯；下：高雄左營；NRB: normalized relative backscattering)

(4) 2020 年 4 月 15 日

春季各採樣點在 4 月 15 日北部至中部地區有較高的污染濃度，當天各地雖然以在地污染時段比例較高，但是經由大尺度資料 1 的逆推氣流軌跡顯示當日中部以北很可能受到中國華中至華南一帶污染物傳輸影響。從氣流軌跡起點與高程分析，氣流分為兩種路徑，起始於華中沿岸的氣流高程較高，經由海面傳輸至臺灣挾帶境外污染的可能性較低，並且主要傳輸至中部以南。另一條氣流由華中內陸經由華南出海，再傳輸至中部以北都會區，氣流高程較靠近地面，因此有機會挾帶境外污染物的影響至中部以北採樣點(圖 4.4.10 左)。分析環保署監測資料，發現當天 0 時起中部以北已有污染物存在，代表夜間氣流停滯有污染物累積現象，另外，中午時段時則出現 2~3 小時的外地傳輸特徵。分析清晨時段大尺度資料 2 (圖 4.4.10 右)模擬資料，可發現大環境於臺灣西半部為西北風，東半部則是盛行東南風。受到兩股氣流交會的影響，北臺灣上空出現環流，因此清晨時段北部污染濃度較高，中部以南地區則因位於背風面而有較高的污染濃度，但是氣流停滯的現象於當天午後因中國華南沿海氣流增強，因此中部以南污染物濃度明顯降低。

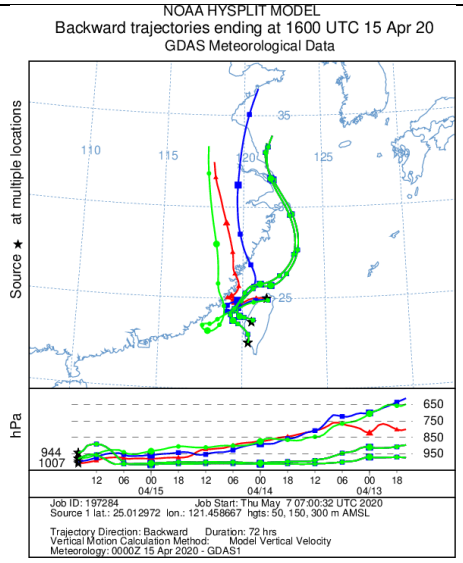
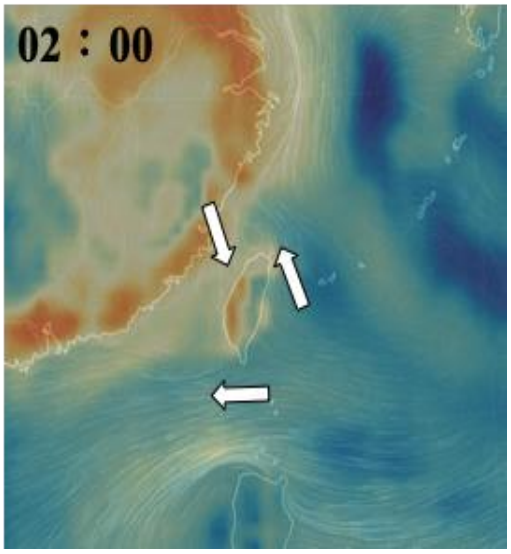
大尺度資料 1	大尺度資料 2
	
(資料來源: https://ready.arl.noaa.gov/index.php)	(資料來源: https://earth.nullschool.net)

圖 4.4.10 2020 年 4 月 15 日大尺度模擬資料彙整(逆推軌跡起點分別為板橋、斗六、小港站，每站有軌跡線起點高度分別為紅: 50 m，藍: 150 m，綠: 300 m)。

圖 4.4.11 中尺度資料呈現各地區 $PM_{2.5}$ 濃度分布與環境風速風向，清晨 2 時各地區，污染濃度約達當日最高值，各地因氣流停滯，風速僅有 0.3~1.5 m s^{-1}，風速偏低加上地形影響，導致污染濃度不斷增加，這樣的環境特徵，也凸顯了這天的污染型態仍以在地污染為主。

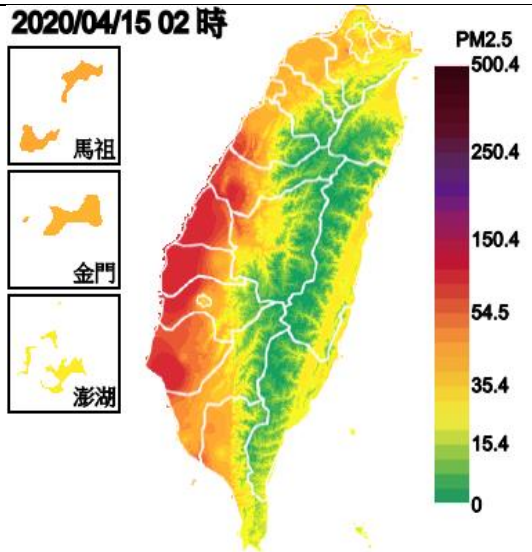
中尺度資料 1	中尺度資料 2
	
資料來源：空氣品質監測網	資料來源：空氣品質監測網

圖 4.4.11 2020 年 4 月 15 日中尺度監測資料彙整

圖 4.4.12 彙整北部中央大學、中部西屯及南部高雄的光達監測資料。光達資料顯示中部與南部於當日 0 時起於地表附近即有較高的 NRB 污染訊號值，代表污染物自前夜就已累積。但是中央大學測站 NRB 值較不明顯，僅存在近地表約 1 公里處，由於中央大學位於桃園，與北部板橋站略有差距。值得注意的是，北部測站 NRB 訊號於清晨於地表上方 1 及 2 公里處有較強數值，高層 NRB 值從早上 8 時至下午時段延伸至地表，可能有高層的污染物透過垂直擴散向下傳輸。台中西屯站於早上 8 時，地表上空開始有高的 NRB 值，整天都是如此。高雄光達資料於整日都有相當高的 NRB 值，但小港站 $PM_{2.5}$ 質量濃度卻不高，由於上空污染物呈現分層現象，顯示可能是上空水平氣流風速大，污染物沒有沉降。

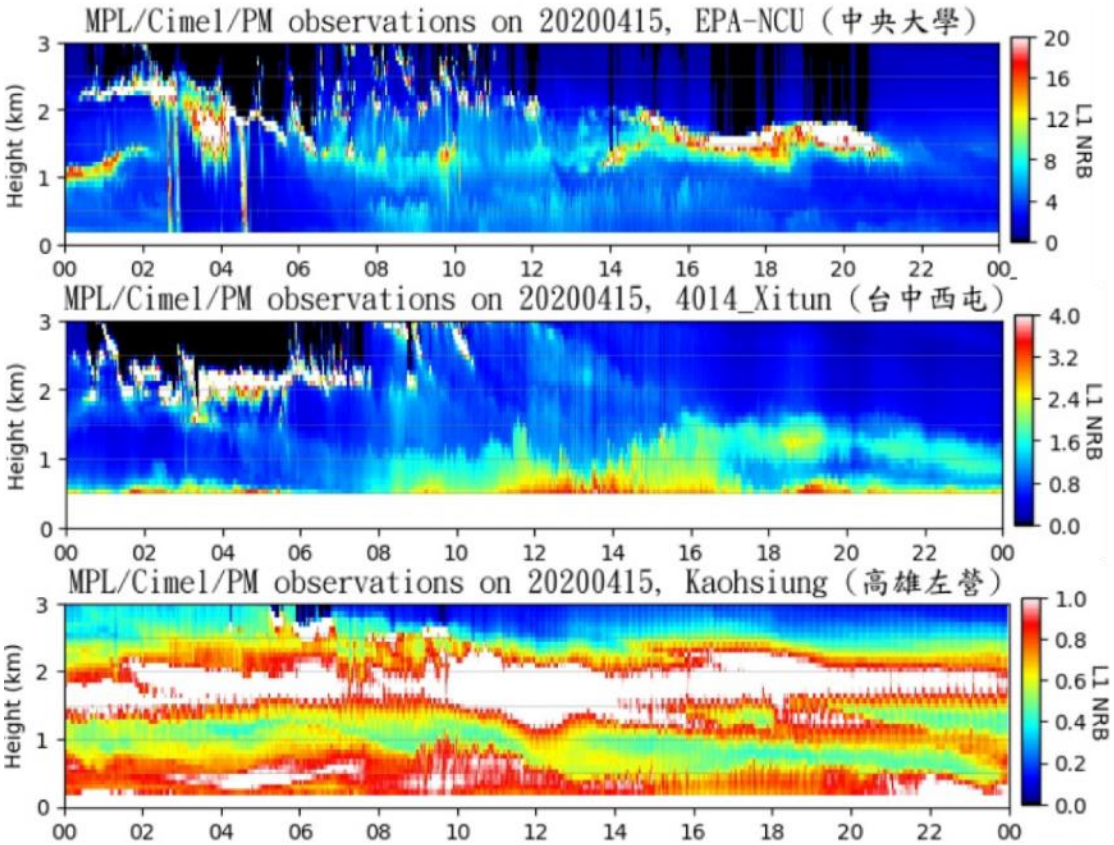


圖 4.4.12 2020 年 4 月 15 日光達監測資料(上：中央大學；中：台中西屯；下：高雄左營；NRB: normalized relative backscattering)

綜合各尺度資料分析，這天各採樣站雖然可能受到境外傳輸影響，但 0 時起中部以北已有污染物存在，代表夜間氣流停滯有污染物累積現象，各地風速偏低加上地形影響，導致污染濃度不斷增加，顯示當天的污染型態以在地污染為主。南部上空雖有高濃度污染物，但並沒有沉降，小港站污染濃度不高。

(5) 2020 年 11 月 17 日

秋季例行採樣日於 11 月 17 日觀測到中部至雲林地區出現較高的污染濃度，當天在地污染時段比例較高，並可從大尺度資料 1 中的軌跡路徑可看出當時環境盛行東風，氣流源自台灣東部海面，路經長代表風速較高，但是污染濃度高的忠明與斗六站，位於中央山脈背風側的弱風區，因此在地污染不易擴散稀釋(圖 4.4.13 左)。分析大尺度資料 2 模擬資料，顯示當日大環境風場為東風，北部及南部相較於中部地區，氣流流線更加明顯，代表地區間風速有明顯差異，因此中部地區污染物更不容易擴散。此外，從流線方向推測，當日中部污染物可能包含北部的污染傳輸(圖 4.4.13 右)。

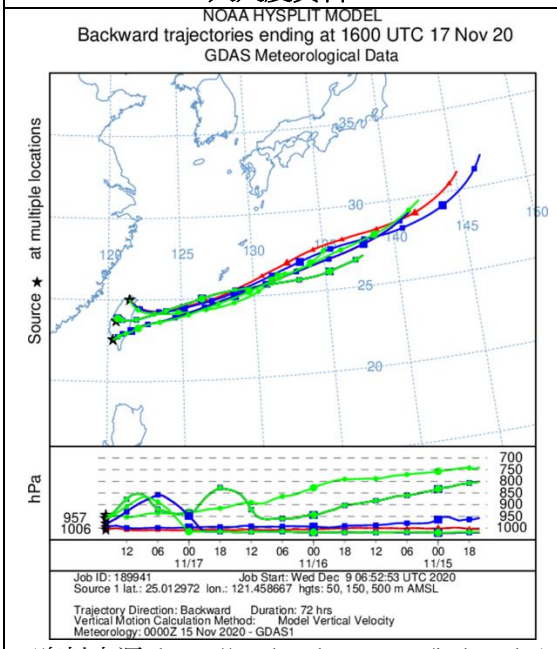
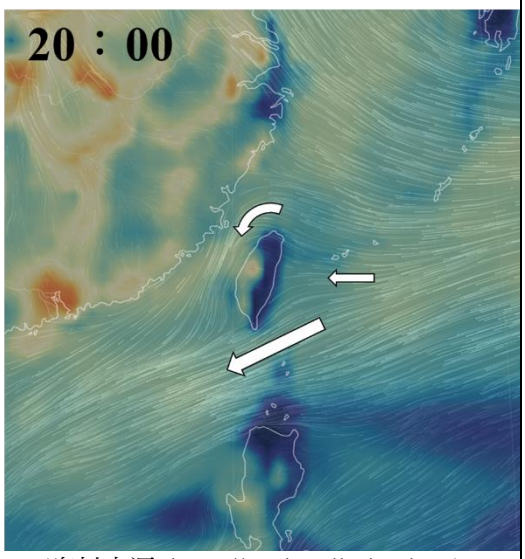
大尺度資料 1	大尺度資料 2
 (資料來源: https://ready.arl.noaa.gov/index.php)	 (資料來源: https://earth.nullschool.net)

圖 4.4.13 2020 年 11 月 17 日大尺度模擬資料彙整(逆推軌跡起點分別為板橋、斗六、小港站，每站有軌跡線起點高度分別為紅: 50 m，藍: 150 m，綠: 300 m)

圖 4.4.14 中尺度資料呈現各地區 $PM_{2.5}$ 濃度分布與環境風速風向，以下午 20 時為例，受到低風速影響，台灣西部自桃園以南都出現較高的污染濃度，特別是台中到雲林地區，各地盛行北風，風速僅有 0.3~1.5 m s^{-1}，靠近中央山脈的地區受到地形影響，風向甚至與盛行風向相反，此特徵顯示當日氣流停滯因此在地污染為當天的主要污染型態。

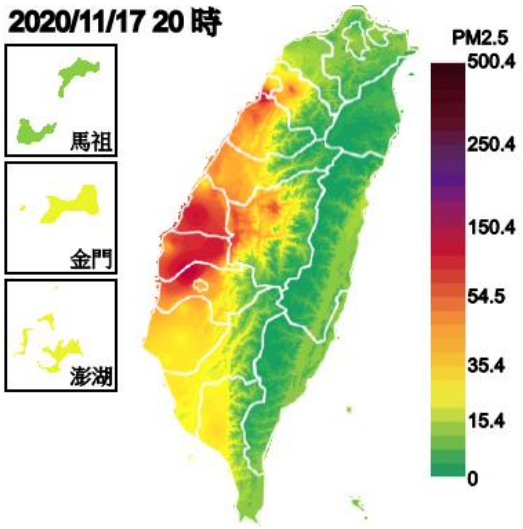
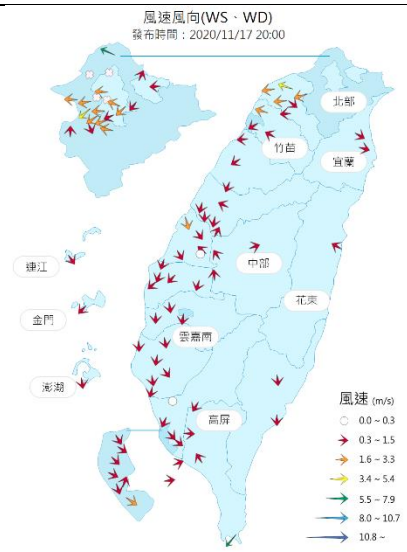
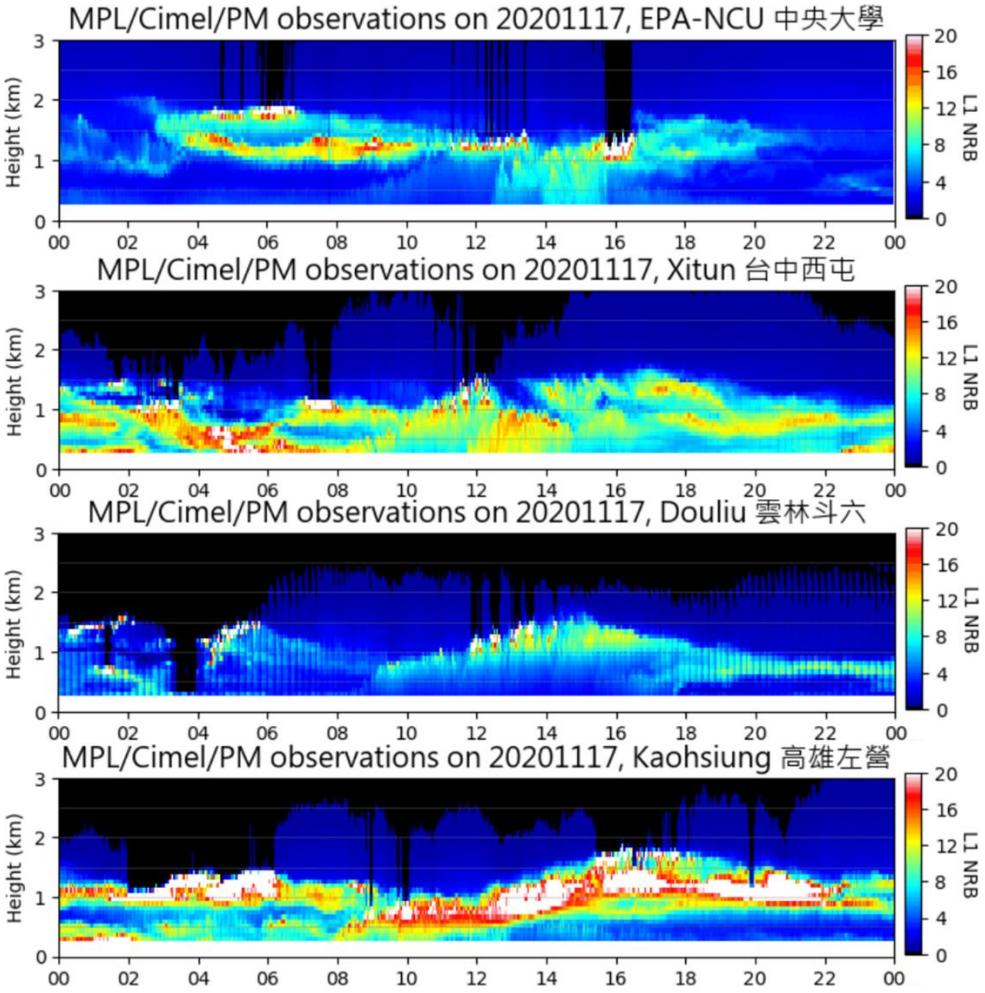
中尺度資料 1	中尺度資料 2
 資料來源：空氣品質監測網	 資料來源：空氣品質監測網

圖 4.4.14 2020 年 11 月 17 日中尺度監測資料彙整

圖 4.4.15 彙整北部中央大學、中部西屯、雲林斗六(9 月後才有數據)及南部高雄的光達監測資料。光達資料顯示 0 時起中部以南都有觀測到進地表處有較高的 NRB 值，代表污染物自前夜累積，北部中央大學較不明顯。上午 4 時至中午前，僅有台中地區近地表處仍有較高訊號值，其餘光達測站近地表處 NRB 值都隨日間邊界層發展而降低或是在高程較高處 NRB 值升高。中午過後，北部、雲林及高雄都可發現，較高的 NRB 值都出現在離地表 1 公里以上，中部西屯站則是持續在近地表處持續有較高的 NRB 值並且持續至夜間，顯示當地污染擴散條件較差。除此之外，18 時過後台中西屯站於高程 1 公里以上處較高的訊號值顯示可能與區域污染傳輸有關，不過對於近地表污染濃度影響有限。



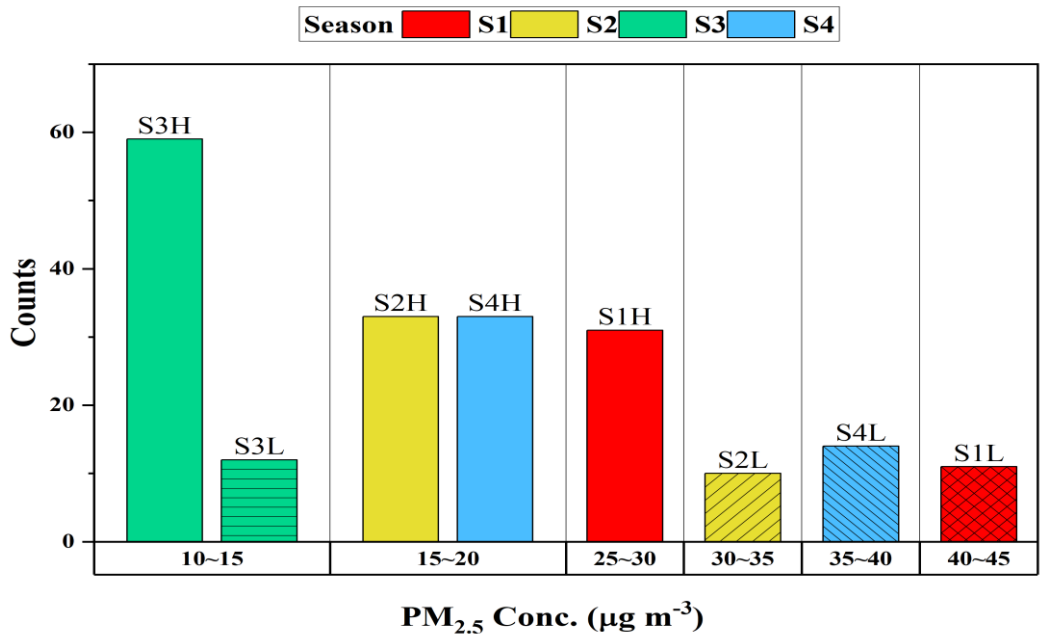
（資料來源：環保署光達監測網 http://lidar.atm.ncu.edu.tw）

圖 4.4.15 2020 年 11 月 17 日光達監測資料(由上而下：中央大學、台中西屯、雲林斗六、高雄左營；NRB: normalized relative backscattering)

綜合各尺度資料分析，這天部分地區雖然自 0 時已有污染殘留現象，但是北部與南部測站擴散條件優於中部及雲林地區，因此無高污染現象出現。中部至雲林地區受地形阻隔盛行氣流，所造成氣流停滯現象為這天污染型態以在地為主的原因。雖然未發生高污染的觀測地區上層氣流有較高的 NRB 值，但是污染並未垂直擴散，因此對於這些測站無直接影響。

3. $PM_{2.5}$ 質量濃度發生頻率與風速高或低關係

過去透過環保署監測資料分析各測站高濃度事件成因，發現環境氣流停滯是導致污染物累積增加的主要原因。因此，本計畫利用直方圖解析各季節環境風速高或低與 $PM_{2.5}$ 質量濃度發生頻率間的關聯性。統計 2017 年至 2020 年各測站採樣日環境監測資料，篩除六個採樣站受降雨影響的樣本，共計有 896 筆檢測資料，以風速 1.6 m s^{-1} 作為風速高或低的閾值，比較各季節超過或小於風速閾值的 $PM_{2.5}$ 中，出現頻率最高 $PM_{2.5}$ 質量濃度區間(簡稱尖峰濃度)差異。圖 4.4.16 彙整各季節大於及小於閾值且 $PM_{2.5}$ 尖峰濃度資料，完整各季節頻率分布詳見附錄七。比較高或低風速各季節的 $PM_{2.5}$ 尖峰濃度，顯示冬季(S1)比春季(S2)、秋季(S4)、夏季(S3) $PM_{2.5}$ 尖峰濃度都是最高，可能是冬季環境溫度對比春、秋兩季更低，因此垂直擴散條件差異導致此結果。然而，冬季受到高風速影響比起低風速有較低的污染濃度 (25~30 μg m^{-3}) vs. (40~45 μg m^{-3})，顯示垂直擴散條件類似，氣流水平流通比起氣流停滯環境，較不易累積污染。值得注意的是，夏季不論風速高低，出現頻率的濃度區間都是 10~15 μg m^{-3}，這又表示良好空氣品質不完全是受水平流通的影響，環境高溫所造成的垂直擴散條件改善，對於污染物的稀釋似乎更為重要；此外，高溫導致 $PM_{2.5}$ 化學成分揮發成氣態也是使 $PM_{2.5}$ 濃度降低的重要影響因素。



備註：S1~S4 依序為冬季至秋季；H (風速≥ 1.6 m s^{-1})，L (低風速≦ 1.6 m s^{-1})

圖 4.4.16 2017~2020 年度無降雨採樣日六個測站日平均風速高或低於閾值(1.6 m s^{-1})採樣日的出現頻率最高 $PM_{2.5}$ 質量濃度分布

4.4.2 各污染型態化學成分特徵

1. 高濃度日污染特徵

如前節所述，2020 年 1 月 4 日因環境擴散條件不佳，導致中部以南各採樣測站出現冬季(S1)最高 $PM_{2.5}$ 濃度，從天氣因子及環境監測資料顯示，當天主要以在地污染型態為主，但也有短時間的外地污染傳輸，南部小港站則只受到在地污染與港區污染傳輸影響。本小節將當天化學成分與當季非事件日的化學成分變化比較列於圖 4.4.17，增量比例與採樣日濃度可參閱附錄八。

結果顯示當天除了板橋站與花蓮站外，其他各站 $PM_{2.5}$ 濃度都超過 36 μg m^{-3}，比當季非事件日都出現 0.68 至 1.17 倍增量。其中，水溶性無機離子以 NO_3^- 增量最大，顯示在地排放確實為當天污染的主因。這天的 OC 與 EC 也有 0.20~0.74 倍增幅，雖然增加量較 $PM_{2.5}$ 濃度低，結合 NO_3^-卻顯示出移動污染源的影響不可輕忽，特別是忠明、斗六、嘉義站。各地金屬元素增量特徵不如離子成分與碳成分顯著，少數增量幅度較大的成分為元素 Sn、Cd、As 及 Se，忠明、斗六、嘉義站都有 0.68~1.17 倍的增量，為此次事件日三站濃度同時大增的成分，這些成分都是常見車輛配件磨耗、垃圾焚化、燃煤燃燒指標成分，因此各種來源混合可能是此次高濃度事件的影響因子之一。值得注意的是，小港站雖然出現高污染濃度，但是金屬元素成分相較於本季其他時間卻無明顯增量，變化趨勢也不同於其他測站，顯示小港站的污染仍是以在地特徵污染源貢獻為主，如同前段所述，來自港口污染本計畫視為是在地污染。

綜合以上結果，本次污染事件忠明至嘉義測站有共同成分濃度上升現象，從測站監測數據和區域污染來向來看，在地的污染型態是導致高濃度的主因，從化學成分特徵差異的比較，各種混合來源排放都有特徵成分的增量，各測站增量最大的水溶性離子是 NO_3^-，為在地衍生污染物，三站共同增量的燃煤燃燒、車輛配件磨耗、垃圾焚化污染除了來自本地中、小型燃煤鍋爐外，也可能受到午後短暫風速上升所帶來的外地跨區污染傳輸影響。

2020 年 1 月 7 日因西部各地前日夜間擴散條件不佳，導致污染延續至次日，中午過後海風增強，中部地區污染向北傳輸，南部地區則受海風稀釋濃度未增高。因此這天以忠明測站有最高 $PM_{2.5}$ 濃度(43 μg m^{-3})。當日化學成分與當季非事件日的化學成分比較彙整如圖 4.4.17，增量比例與採樣日濃度可參閱附錄八。

當日因花蓮站採樣失敗因此無數據，西部地區各測站 $PM_{2.5}$ 濃度比當季非事件日增加幅度為 0.49~0.92 倍，與前次案例相似，各站水溶性無機離子成分普遍以忠明站 NO_3^-增量最大，板橋站則是 Cl^-，這顯示在地污染仍為這天高濃度影響主因，但是板橋站較高的 Cl^-，除了位於迎風面受海鹽影響外，上風處的焚化設施應為可能影響因子。比較 1 月 4 日案例，西部各站 SO_4^{2-}影響有些許提升，顯示跨區污染傳輸影響略高於 1 月 4 日事件。這天 OC 與 EC 只有在板橋站與忠明站有 0.6~0.8 倍的增大，斗六以南測站增幅 0.2~0.5 倍，顯示移動污染源影響主要集中於中、北部。西部各站金屬元素成分增量特徵顯示板橋與忠明站多數元素都出現 0.5 倍以上增加，斗六與嘉義站相近於忠明站，但是增幅較小，共同增量的金屬元素包含 Pb、Cr、As、Se 及 Mo，這些成分大多可作為燃煤燃燒指標成分，顯示由北至南各地區在此次事件燃煤燃燒也是重要影響因子。此外，元素 Mo 於板橋至嘉義站都有較高的增幅(0.82~1.24)，以嘉義站增加量最高，並且無其他共同增量成分，推測可能來自外地污染源傳輸。如同過去所發現的案例，小港站雖然出現高污染濃度，但是金屬元素成分變化趨勢不同於其他測站，推測仍以在地污染排放為這天主要影響因子。

綜合以上結果，受到夜間污染殘留影響，各地倍增的 NO_3^-濃度是在地衍生污染物。午後的跨區污染傳輸，將燃煤燃燒污染擴散至嘉義以北地區，而嘉義站多種元素增加幅度低於斗六站及以北測站，顯示跨區污染傳輸至嘉義站強度已減弱不少。小港站 $PM_{2.5}$ 濃度(33 μg m^{-3})不算太高，成分濃度增量趨勢也與北方測站不同，顯示受到跨區污染傳輸影響較小。整體而言，忠明測站除了移動污染源成分增量外，也包含了燃煤指標成分的增量，受影響因子較多，導致這天有各站間最高的污染濃度。

2 月 27 日屬於強東北季風所導致的西部污染濃度增量，雖然未受到境外污染物影響，但是中部以南污染包含了區域污染源貢獻，各測站以小港站有較高的污染物濃度(36 μg m^{-3})，並且污染濃度空間分布由南向北遞減。當日化學成分濃度與比非事件日濃度差異百分比彙整於圖 4.4.17，增量比例與採樣日濃度可參閱附錄八。

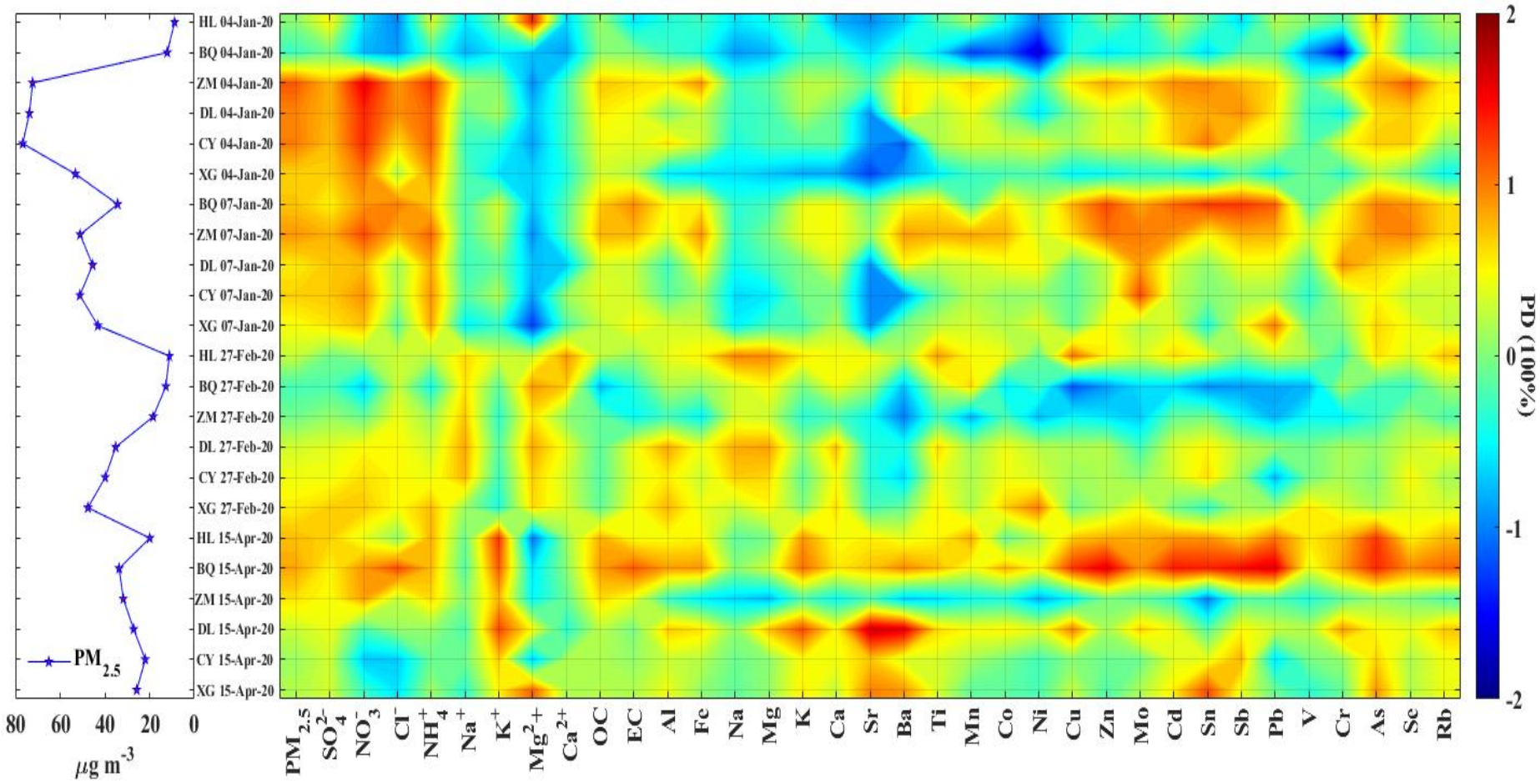
這天各站主要水溶性無機離子成分除了小港站外，以 Na^+及 Mg^{2+}有較高的濃度增幅，各站增加幅度約為 0.63~0.88 倍，另外花蓮站與板橋站 Ca^{2+}同樣有不低的增幅，北部測站受到東北季風影響，各地揚塵濃度有明顯增加趨勢。雖然水溶性無機離子倍增成分為揚塵指標，但是斗六以南測站，不論是 SO_4^{2-}與 NO_3^-都呈現遞增趨勢，顯示污染物隨著季風向南傳輸累積，導致小港站有最高的倍增量，兩種成分分別增加 0.7 與 0.77 倍，代表這天小港站的污染成因除了在地污染外，跨區域污染傳輸影響也不低。當天碳成分僅有 EC 於斗六以南測站濃度差異為正值，各站 OC 濃度普遍低於當季其他採樣日平均值，顯示這天車輛排放影響較小。分析各金屬元素成分濃度變化，濃度差異大，有明顯倍增的元素種類大多為揚塵指標元素，如：Fe、Na、Mg、Ti、Al 等，如同水溶性無機離子成分，推測這些金屬元素成分來自高風速所激起的揚塵。值得注意的是，這天小港站元素 Ni 與 V 有 1 倍以上的增加，由前表 4.4.1 資料可知，當天雖然有跨區污染傳輸，但是有六成傳輸時段風向為西風，推測這些燃油指標成分可能來自港口的污染源。

從這天各測站成分特徵變化顯示，各地受到高風速季風影響，斗六以北測站由於風速較高，因此污染物擴散條件較佳，從增量成分來看，車輛排放 OC 沒有增幅，普遍以揚塵指標成分為主。斗六以南測站，受到風速逐漸下降影響，在地污染貢獻逐漸增加，特別是小港站，除了跨區污染傳輸的影響，還包含了本地的燃油鍋爐排放，因此有較高的污染濃度。

4 月 15 日西部各地因前夜氣流停滯導致各地污染濃度增量，但是氣流擴散條件不佳及午後光化學作用影響(表 4.4.1)，各測站以北部板橋站污染濃度 34 μg m^{-3} 為最高，污染濃度空間分布由北向南部遞減。當日化學成分濃度與非事件日濃度差異百分比彙整於圖 4.4.17，增量比例與採樣日濃度可參閱附錄八。

這天各站主要水溶性無機離子成分以 SO_4^{2-}、Cl^-及 K^+有較高濃度增幅，西部測站以板橋站這三種成分增加幅度約為 0.73~1.08，高於以南測站。從倍增的水溶性無機離子成分來看，燃燒化石燃料及生質燃燒為這天板橋站主要污染因子。另外，忠明站 NO_3^-增量 0.77 倍與板橋站增量 0.49 倍，是這天唯二呈現 NO_3^-增量的測站，顯示在地的衍生污染物也對這兩個測站空氣品質造成一定影響，其餘測站 NO_3^-則無明顯增量。當天各地碳成分濃度差異指出板橋站 OC 與 EC 有各站間最高的增幅，分別為 0.82 及 1.05 倍，這顯示當天板橋站受到的車輛排放影響不低。分析各金屬元素成分濃度變化，濃度差異與當季低濃度有顯著差異，倍增超過 1 倍的成分大多集中在板橋站，這些成分如：元素 Cu、Zn、Cd、Sn、Sb、Tl、Pb、As。如同前述無機離子與碳成分，這些元素大多與車輛排放(Cu、Zn、Cd、Sn、Sb)及燃煤燃燒(Pb、As)有關。斗六站這天雖然污染濃度不如板橋站，但是元素 K、Sr 及 Ba 也有 1.11~1.53 倍的增量，趨勢與鄰近的忠明及嘉義站不同，監測地區內可能受到施放煙火炮竹及拜香影響。值得注意的是，當天為雲林縣與嘉義交界處北港媽祖聖誕慶典，雖然因新冠肺炎疫情活動規模縮小，但仍可由宮廟官方社團資料畫面看見較大型的煙火施放(圖 4.4.18)，施放位置為測站西南方 35 公里處，以當日監測資料來看，受到影響可能性較低，但不排除其他慶祝活動於斗六市內進行而影響採樣樣本。

4 月 15 日各測站成分特徵變化顯示，濃度較高的板橋站，從增量成分來看，燃煤燃燒、生質燃燒與車輛排放是當天主要的污染源。中部以南測站可能環境擴散條件優於北部，因此大多數化學成分並無明顯濃度上升，但是斗六市境內因舉辦民俗文化慶典，特定指標元素出現顯著增量。



備註：Difference (%) = { (案例日濃度−當季非高濃度日平均值)÷[0.5*(案例日濃度＋當季非高濃度日平均值)]}*100%

圖 4.4.17 1 月 4 日、1 月 7 日、2 月 27 日、4 月 15 日與當季非高濃度 $PM_{2.5}$ 質量濃度及化學成分濃度差異(%)



(資料來源:北港朝天宮官方臉書社團影片)

圖 4.4.18 4 月 15 日北港朝天宮夜間施放煙火與炮竹畫面

2. 節慶日污染特徵

自 2017 年起，本計畫採用相同採樣系統在全台六個環保署空氣品質監測站進行 $PM_{2.5}$ 化學成分檢測，這段期間採樣日有數次與我國農曆或國曆假期重疊。彙整這些採樣日化學成分資料，可釐清我國節慶日對於環境空氣品質影響，以及化學成分特徵。

表 4.4.2 為 2017 年迄今，採樣日適逢節慶日的 $PM_{2.5}$ 質量濃度。統計結果顯示，採樣日最常與農曆初四及元宵後隔天重疊，兩種節慶日各重疊四次，國慶日與元旦各重疊乙次。從 $PM_{2.5}$ 濃度資料顯示各節慶採樣日於忠明站以南地區較常出現高濃度事件，因此，本計畫透過比較當季高濃度($PM_{2.5} \geqq 35\ \mu g\ m^{-3}$)、一般濃度日($PM_{2.5} < 35\ \mu g\ m^{-3}$)以及個別節慶日平均濃度，分析不同採樣日化學成分相對差異百分比，以找尋節慶日特有化學成分特徵。

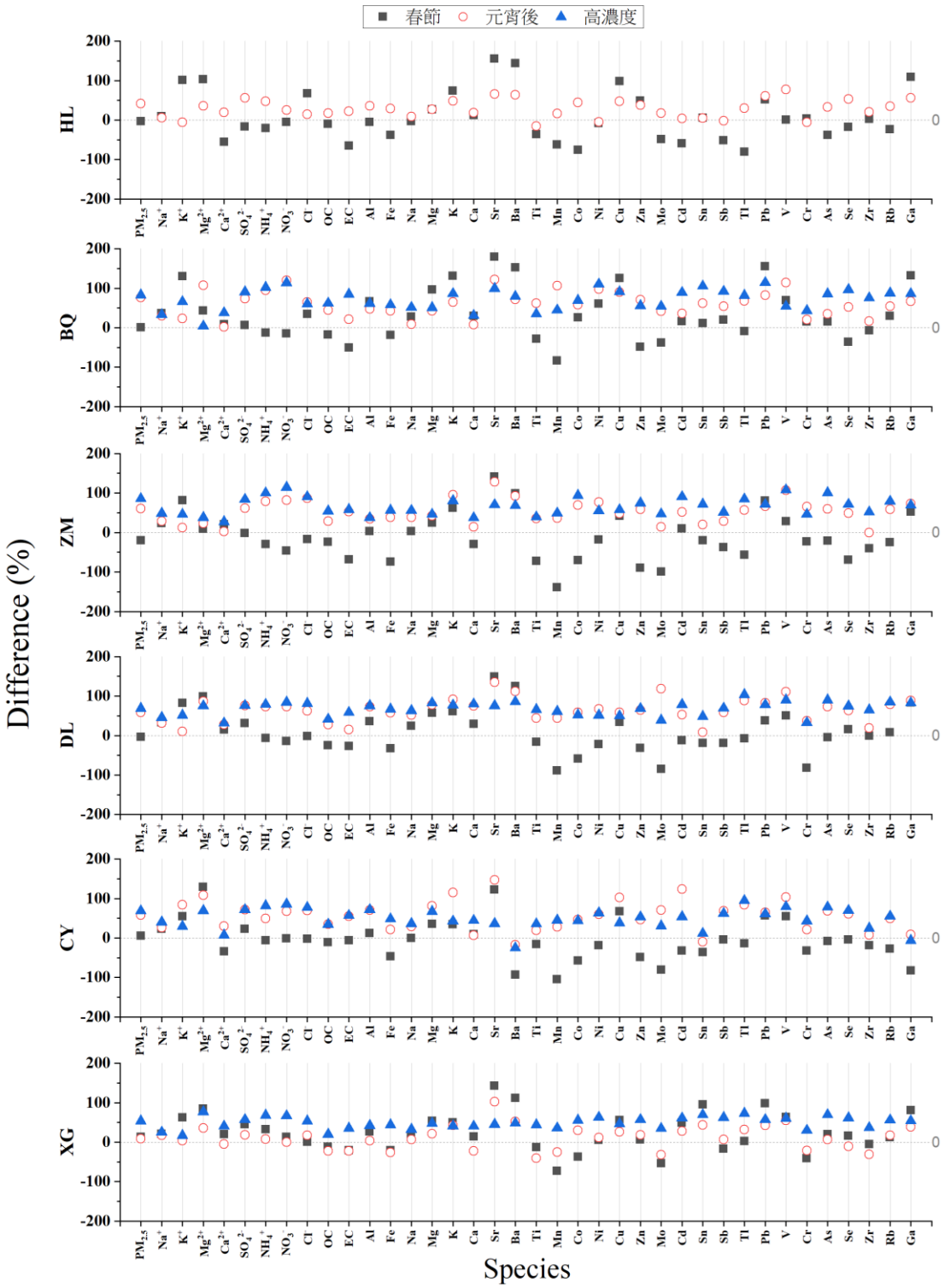
圖 4.4.19 彙整近四年農曆正月初四、元宵節後一日、冬季(S1)事件日與冬季一般採樣日 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分平均濃度差異。六個測站的 $PM_{2.5}$ 質量濃度都是當季高濃度日最高，節慶日濃度與一般日差異較小。在兩種不同類型的傳統節慶日中，大多數以農曆春節期間(採樣日都是正月初四)有特定成分濃

度較高，這些成分普遍包含離子 K^+、Mg^{2+}與元素 Mg、K、Sr、Ba、Cu、Pb 及 Ga，其中除了元素 Mg 與 Ga 外，各站都是在正月初四這天有最高的平均濃度。在元宵節時，僅有斗六站與嘉義站的元素 K、Sr 及 Pb 有大於高濃度日與一般日平均濃度。這些指標元素大多為煙火、拜香、紙錢指標元素，過去國內研究指出，在鹽水烽炮施放期間，元素 K、Sr、Ba、Cu、Pb 等都有顯著的增量(Chang et al., 2011)。值得注意得是，元素 Ga 與 Mg 在嘉義以外測站的增量情形，顯示這兩個成分同時增量有成為節慶日指標元素的潛力。

整體而言，農曆新年有較高的煙火指標特徵，除了節慶煙火的施放，市集開工與焚燒香料也可能產生高濃度的金屬元素 K 或其他指標成分。元宵節後樣本以斗六和嘉義站的 Sr、Ba、Mo 金屬素濃度較突出，但多數成分不如其他事件日顯著，其他測站在元宵後的 $PM_{2.5}$ 質量濃度上升現象，很可能僅是環境擴散條件改變導致污染累積的高污染事件。兩種節慶日指標成分差異的影響因子，推測元宵後進行採樣，污染物已於大氣擴散稀釋。此外，慶典活動日煙火施放高程等都可能是潛在的影響要素。本計畫將持續追蹤各節慶日污染型態特徵與化學成分占比變化。

表 4.4.2 2017 年至 2020 年計畫期間採樣日逢節慶日的 $PM_{2.5}$ 質量濃度

國曆	測站	節日	年度	$PM_{2.5}$
2017/1/1	花蓮	元旦	2017	8
2017/1/1	板橋		2017	9
2017/1/1	忠明		2017	**38**
2017/1/1	斗六		2017	**48**
2017/1/1	嘉義		2017	**49**
2017/1/1	小港		2017	**51**
2017/1/31	花蓮	正月初四	2017	6
2017/1/31	板橋		2017	8
2017/1/31	忠明		2017	9
2017/1/31	斗六		2017	19
2017/1/31	嘉義		2017	21
2017/1/31	小港		2017	**36**
2017/2/12	花蓮	元宵後一日	2017	14
2017/2/12	板橋		2017	12
2017/2/12	忠明		2017	22
2017/2/12	斗六		2017	34
2017/2/12	嘉義		2017	**38**
2017/2/12	小港		2017	**50**
2017/10/10	花蓮	國慶日	2017	6
2017/10/10	板橋		2017	5
2017/10/10	忠明		2017	**41**
2017/10/10	斗六		2017	**36**
2017/10/10	嘉義		2017	29
2017/10/10	小港		2017	21
2018/2/19	花蓮	正月初四	2018	14
2018/2/19	板橋		2018	**36**
2018/2/19	忠明		2018	26
2018/2/19	斗六		2018	31
2018/2/19	嘉義		2018	**36**
2018/2/19	小港		2018	34
2018/3/3	花蓮	元宵後一日	2018	19
2018/3/3	板橋		2018	**82**
2018/3/3	忠明		2018	**55**
2018/3/3	斗六		2018	**53**
2018/3/3	嘉義		2018	**51**
2018/3/3	小港		2018	24
2019/2/8	花蓮	正月初四	2019	11
2019/2/8	板橋		2019	9
2019/2/8	忠明		2019	19
2019/2/8	斗六		2019	27
2019/2/8	嘉義		2019	32
2019/2/8	小港		2019	**36**
2019/2/20	花蓮	元宵後一日	2019	13
2019/2/20	板橋		2019	25
2019/2/20	忠明		2019	**51**
2019/2/20	斗六		2019	**63**
2019/2/20	嘉義		2019	**67**
2019/2/20	小港		2019	12
2020/1/28	花蓮	正月初四	2020	4
2020/1/28	板橋		2020	9
2020/1/28	忠明		2020	8
2020/1/28	斗六		2020	13
2020/1/28	嘉義		2020	15
2020/1/28	小港		2020	20
2020/2/9	花蓮	元宵後一日	2020	9
2020/2/9	板橋		2020	18
2020/2/9	忠明		2020	15
2020/2/9	斗六		2020	23
2020/2/9	嘉義		2020	25
2020/2/9	小港		2020	33



備註：Difference (%) = {(節慶或高濃度日平均-當季事件平均濃度) ÷ {0.5 x (節慶或高濃度日平均-當季事件平均濃度)}*100%

圖 4.4.19 正月初四、元宵節後一日、高濃度日與一般採樣日化學成分濃度差異

3. 嘉義站增量明顯金屬元素成分特徵

自 2017 年起，本計畫陸續於嘉義站檢測到金屬元素 Ba、Pb 及 Ga 等成分，於採樣期間濃度相較其他五個採樣測站明顯有增量現象，特別是冬季格外顯著(李等，2017；李等，2018；李等，2019)。

彙整本計畫與各國研究資料可發現 Ba、Pb 及 Ga 分屬不同種類污染源，例如：Ba 與 Ga 於近年研究發現很可能來自燃煤燃燒影響；Ba 與 K、Pb、Cu 及 Sr 另可能來自煙火、拜香；Ba 與 Cu、Sb 等還可能來自車輛的零件磨損(Chang et al., 2011；Liu et al., 2018；Chen et al., 2016)；Pb 與 As 及 Se 可視為工業或是燃煤燃燒指標成分；Pb 與 K、Fe、Zn 等元素亦可視為鋼鐵業指標(周等，2014)；Ga 與 As 可能來自半導體砷化鎵製程(Chien et al,. 2006)。各項元素常見來源可參考 3.2.8 節元素成分來源。

分析檢測期間嘉義站盛行風向與頻率繪製風花圖(圖 4.4.20)，從風花圖分布特徵顯示，嘉義站約 50%以上採樣日受到高風速(≥ 1.6 m s^{-1})北風影響。少數採樣日為西南風至東南風，此外吹東南東風期間風速較低(≦ 1.6 m s^{-1})。分析各採樣日金屬元素隨時間變化趨勢，可發現元素間的時間變化趨勢可分為元素 Ba、Ga 與元素 K、Sr 此二群組有相近的變化趨勢，Pb 則不完全隨前述兩群組變化，部分採樣日則與燃煤燃燒指標成分(As)趨勢相近(圖 4.4.21)。

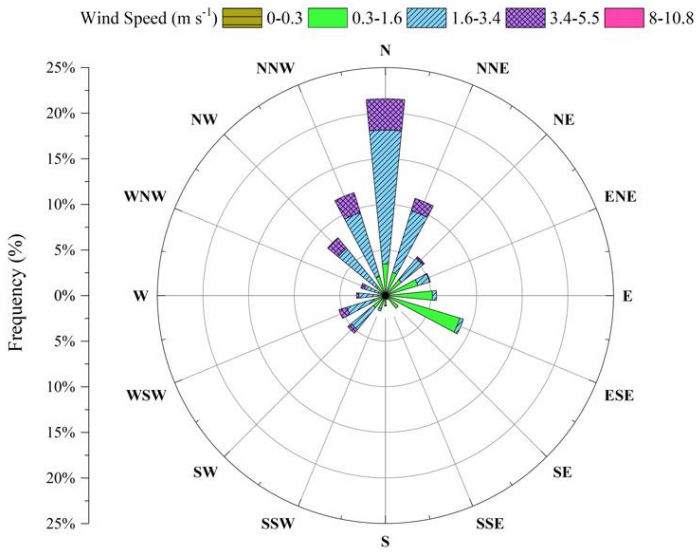


圖 4.4.20 2017 至 2020 計畫採樣期間嘉義站風花圖

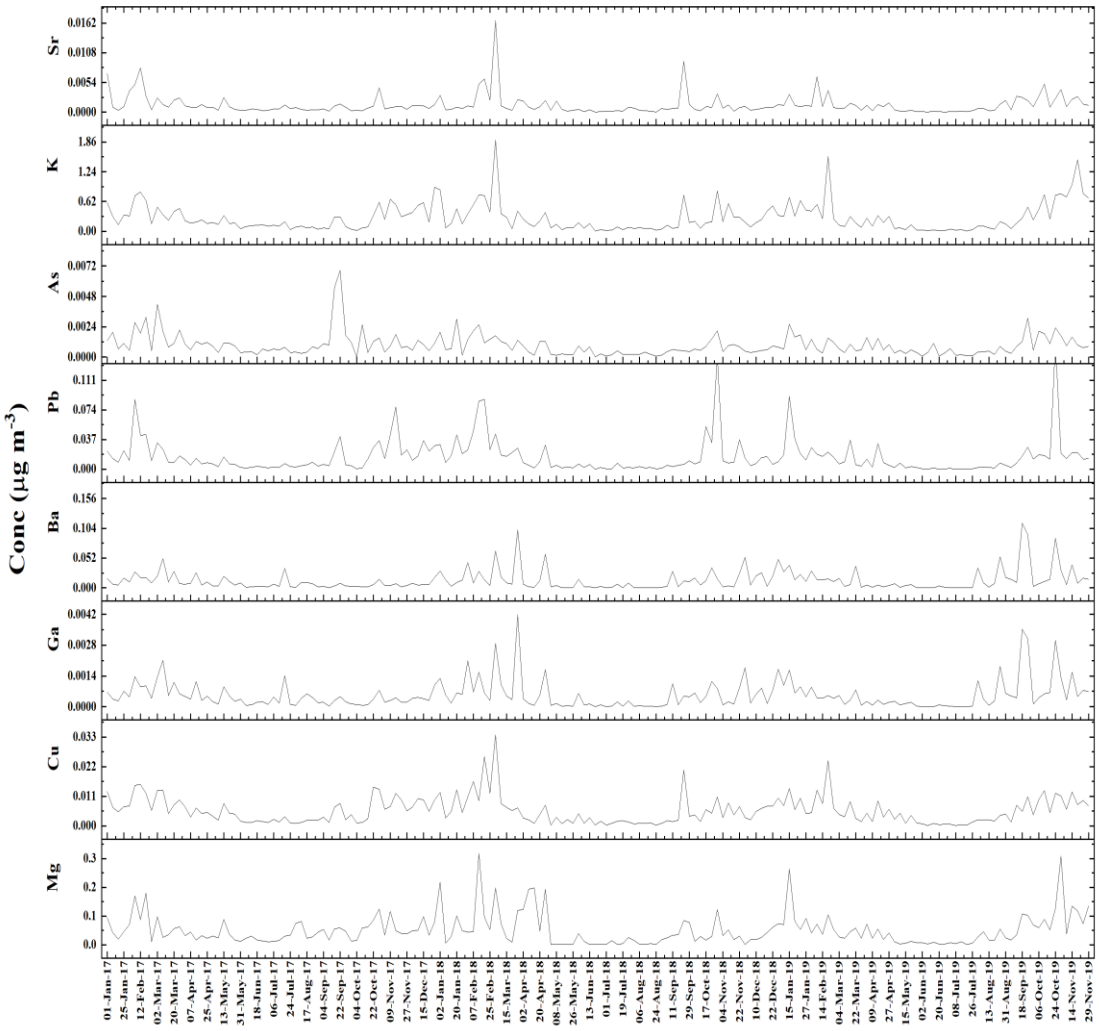


圖 4.4.21 2017 至 2020 計畫採樣期間嘉義站部分金屬元素成分時序分析

選取較符合嘉義地區潛在污染源指標元素群組，包含增量元素(Ba、Ga、Pb)、生質燃燒相關(K、Sr)與燃煤燃燒相關元素(As、Se)納入比對。另外，根據測站監測資料風速與風向資料繪製風花圖，藉此將採樣日高頻率盛行風向分為東風(90º~135º)、北風(315º~360º)與南風(202.5º~270º)評估此三盛行風向條件下各金屬元素成分相關係數，結果如表 4.4.3 所示。當環境盛行東風時，Pb 與各類元素呈現中至高度相關(R=0.45~0.78)，並與燃煤指標元素 As 及 Se 有較高的相關性，代表受到燃煤污染源影響較大，此時 Ba 與 Ga 彼此有高度相關性，還與 K 及 Pb 呈現中度相關性(R=0.34~0.50)，可能受到鋼鐵業、生質燃燒及民俗活動等綜合影響；盛行北風時，Pb、As 及 Se 呈現中度相關(R=0.37~0.45)，與 K、Sr 同樣為中度相關(R=0.44~0.46)，顯示影響因子眾多，可能包含鋼鐵業、燃煤燃燒、生質燃燒或民俗活動的影響。Ba 與 Ga 則與各項元素都呈現低度相

關性，但彼此間仍呈現高度相關性(R=0.97)；盛行南風時 Pb、Ba 及 Ga 三者都與 As 及 Se 有較高的相關性，顯示可能污染源與燃煤燃燒活動有關。

前述結果顯示嘉義站元素 Pb 普遍與燃煤燃燒污染源關聯性高，元素 Ba 與 Ga 則根據盛行風向差異，雖然可能受到鋼鐵業與生質燃燒(含民俗活動)，影響因子較為分歧，但是兩元素間彼此高度相關意味者來自相同的污染源。參考臺灣排放資料庫(TEDS 10.0)，從資料顯示嘉義站以北斗六站以南多林立化工製造廠、非金屬製造廠，這些產業可能為此地區特殊元素(Ba、Ga)增量的可能污染源。

表 4.4.3 嘉義站 2017~ 2020 年各盛行風向特定金屬元素成分相關性矩陣(R)

盛行風向	成分	$PM_{2.5}$	K	Ba	Sr	Pb	As	Se	Ga
E	$PM_{2.5}$	1.00							
	K	0.63	1.00						
	Ba	0.31	0.34	1.00					
	Sr	0.44	0.79	0.23	1.00				
	Pb	0.77	0.66	0.50	0.45	1.00			
	As	0.40	0.22	-0.07	0.09	0.57	1.00		
	Se	0.53	0.48	0.14	0.45	0.78	0.78	1.00	
	Ga	0.35	0.44	0.98	0.30	0.59	0.01	0.26	1.00
N	$PM_{2.5}$	1.00							
	K	0.35	1.00						
	Ba	0.06	0.18	1.00					
	Sr	0.16	0.62	0.24	1.00				
	Pb	0.14	0.44	0.22	0.46	1.00			
	As	0.45	0.34	0.18	0.32	0.45	1.00		
	Se	0.57	0.37	0.01	0.30	0.37	0.74	1.00	
	Ga	0.12	0.27	0.97	0.32	0.30	0.29	0.14	1.00
S	$PM_{2.5}$	1.00							
	K	0.82	1.00						
	Ba	0.36	0.28	1.00					
	Sr	0.75	0.58	0.52	1.00				
	Pb	0.56	0.51	0.39	0.51	1.00			
	As	0.83	0.75	0.52	0.70	0.71	1.00		
	Se	0.80	0.71	0.66	0.57	0.55	0.83	1.00	
	Ga	0.48	0.42	0.97	0.59	0.49	0.67	0.76	1.00

備註:日間檢測資料盛行風向為東風至東南風稱「E」；盛行風向西風至南南西稱「W」；盛行風向北風至西北風稱「N」

延續前述結果，元素 Ba 與 Ga 受南風影響時與燃煤污染源相關性在各風向及污染指標中相對突出，但是受到北風影響時與各類污染指標呈現低度相關性。因此利用散布圖分析代表燃煤的 As 與元素 Ga、Ba 在不同盛行風向、風速條件下差異。結果顯示不論盛行東風、北風或南風及各風速條件下，Ba 與 Ga 兩者線性關係良好，但是元素 Ba 與 As 於盛行北風時圖譜呈現分岐，如同前述相關

性矩陣在北風時 Ba 與 Ga 兩者相對於其他元素與 As 的相關性更低。從此結果來看，污染來源可能為兩種類別，一為前述推論的燃煤污染排放源，其二則可能是測站以北的非金屬或化工製造業(圖 4.4.22)。

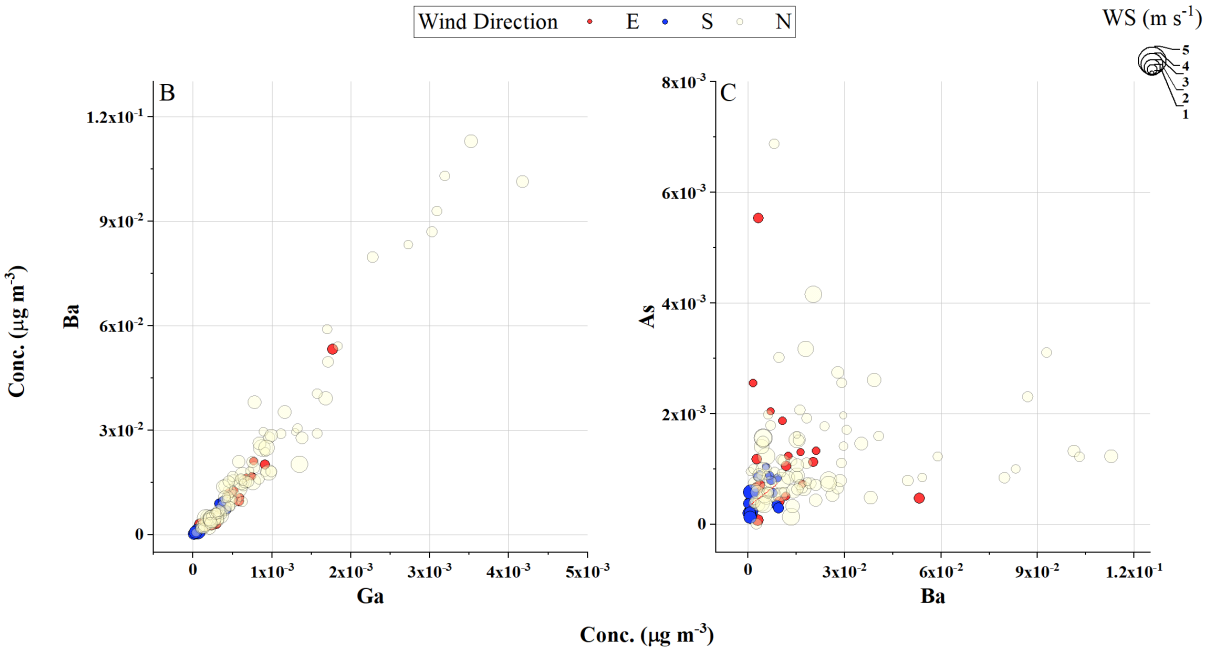


圖 4.4.22 2017 至 2020 計畫採樣期間元素 Ba、Ga、As 散布圖

圖 4.4.23 分析近年嘉義地區不同風速風向情況下，各金屬元素成分平均濃度，從 $PM_{2.5}$ 濃度分布顯示，吹拂東北風至西北風時平均濃度可達 40 μg m^{-3} 以上，特別是吹拂西北風且風速在 1.6 m s^{-1} 以上時，顯示跨區域污染物傳輸是嘉義站 $PM_{2.5}$ 高濃度重要影響因子。進一步評估各項金屬元素成分，受到風速與風向影響特徵大致相似，代表生質燃燒的 K 與 Sr 高污染濃度分布位置略有差異，兩者於吹拂低風速西南風時圖譜特徵相近，但是吹拂北北西風且風速大於 1.6 m s^{-1} 時元素 K 濃度明顯較高，推測 K 來源非全為拜香，可能包含嘉義地區生質燃燒的影響。As 與 Pb 受到西北風至北北西風影響有較高的濃度，並且風速分布於 1.6 至 3.3 m s^{-1} 區間，來源為跨區污染傳輸的機會較高，但仍需注意測站西南方也有元素 As 與 Pb 高濃度，但傳輸的風速較低。元素 Ba 與 Ga 的圖譜極為相近，顯示兩者可能來自相同污染源，不論高低風速都能帶來影響。當風向為高風速西北風至北北西風時，元素 Ba 與 Ga 和燃煤指標元素 Pb 及 As 圖譜濃度分布相似，如同前段所述可能受到燃煤燃燒污染源影響。當風向為東北風時出現最高平均濃度，$PM_{2.5}$ 同樣於東北方有最高濃度，並且與其他成分東北

方濃度特徵明顯相異，雖然從風花圖可發現此風向區間發生頻率較低，但是與其他成分濃度分布的差異，凸顯了在地污染源特徵，並且對於 $PM_{2.5}$ 濃度有明顯的影響。當吹西北西風向時，元素 Cu 的圖譜分布特徵與元素 Ba 及 Ga 有相似地方，推測元素 Ba 與 Cu 同為車輛排放指標；因此，元素 Ba 污染源分布廣，可能來自燃煤、拜香與車輛零件磨耗，影響因子多，因此有較廣的污染濃度分布現象。

總結現階段嘉義站濃度較為突出的金屬元素 Pb、Ba、Ga。其中，元素 Ba 與元素 Ga 有極為相似的時間與空間分布，與已知的燃煤燃燒指標元素 As 與 Pb 比較，顯示在吹拂西北風時可能受到燃煤燃燒和車輛排放影響，當受到東北風與北風影響時，Ba 與 Ga 兩者相近的濃度分布則可能與測站東北方製造業有關，此污染源還可能造成嘉義站的高 $PM_{2.5}$ 濃度，其餘風向區間時則無此現象。另外，Pb 在各盛行風向都與燃煤污染源有關，但吹拂北風時還可能受到鋼鐵業、生質燃燒及民俗活動等污染源影響。

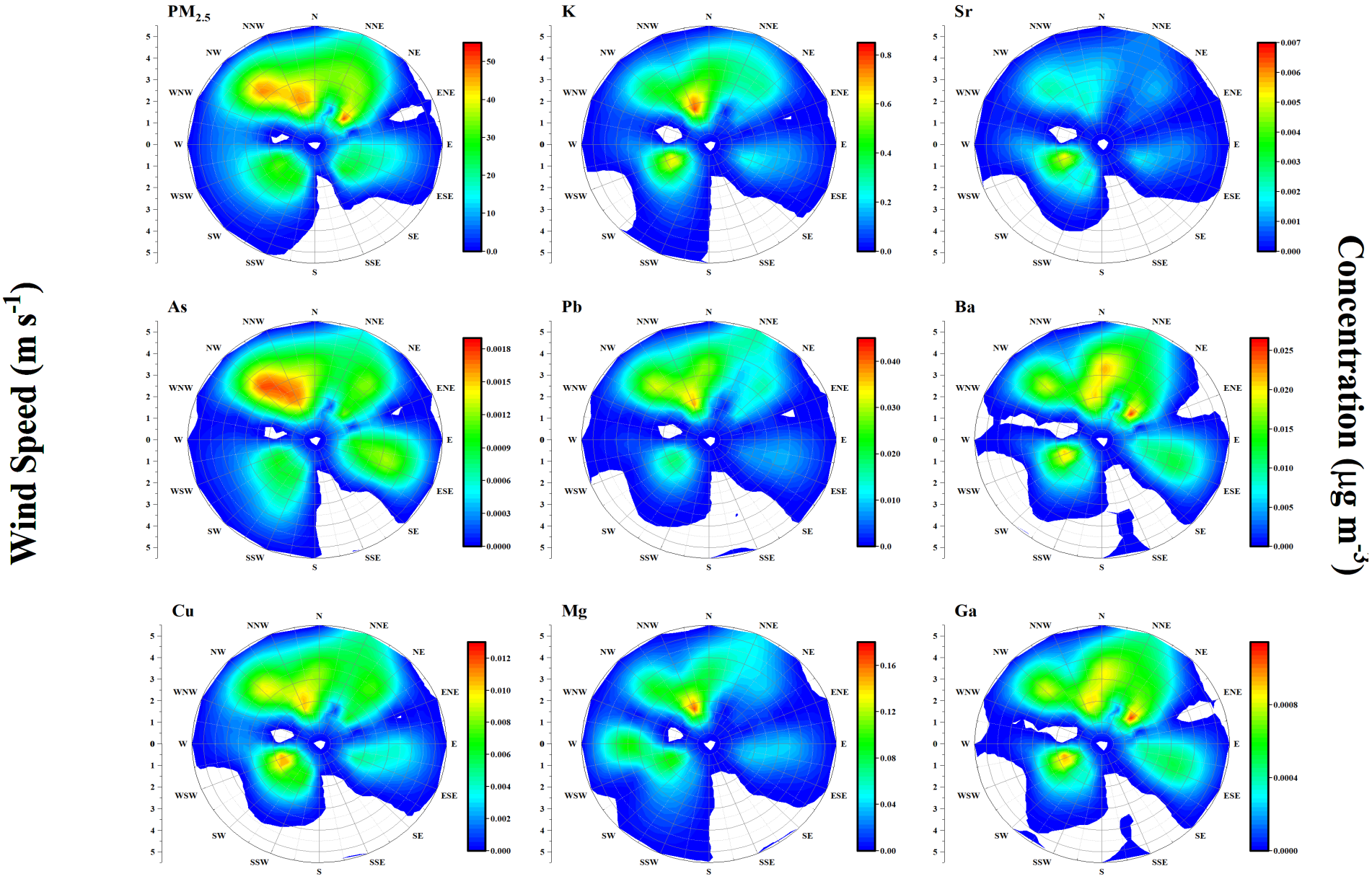
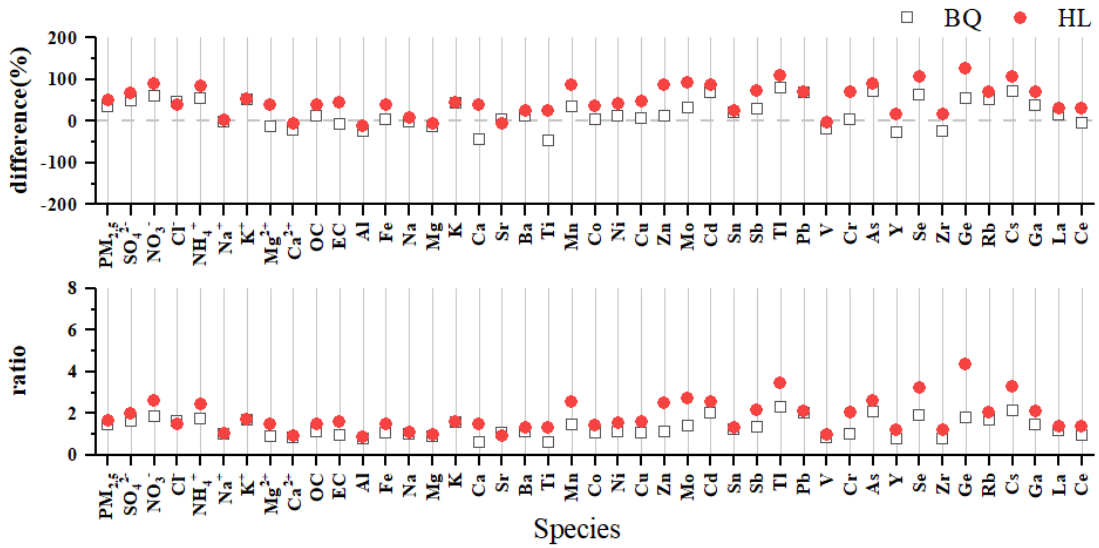


圖 4.4.23 2017 年至 2020 年嘉義站增量明顯金屬元素成分在不同風速風向下平均濃度分布

4. 境外傳輸污染特徵

本計畫以軌跡起源為中國華北至華中地區且 $PM_{2.5}$ 濃度增量時段平均風速大於 1.6 m s^{-1} 的檢測日，視為可能受境外污染傳輸影響，挑選出 2017 至 2019 年每年 2 至 4 月份板橋站與花蓮站可能受境外污染影響的採樣日，總共有 7 個採樣日，評估受境外污染影響採樣日 $PM_{2.5}$ 化學成分特徵變化。

圖 4.4.24 比較歷年 2 至 4 月份平日與境外事件日平均濃度，平日為濃度低於 35 μg m^{-3} 且不受降雨影響的採樣日。結果顯示板橋站受到境外污染傳輸影響時，$PM_{2.5}$ 濃度增加約 1.43 倍，花蓮站為 1.65 倍。若以超過濃度增量比值的成分視為特徵，可發現受到境外傳輸影響 SO_4^{2-}、NO_3^-、NH_4^+及 K^+都有明顯的增量，然而碳成分的增益卻是不明顯的，另一方面金屬元素則以鋼鐵(Mn、Pb、Zn、Mo)、生質燃燒(K、Rb)、水泥(Tl、Rb)與燃煤(Pb、As、Se、Ge、Cd)指標元素等有顯著的濃度增量，詳細濃度與比值資料可參閱附錄八。



差異百分比：{(境外日 − 平日)÷〔0.5(境外日 + 平日)〕}

圖 4.4.24 近四年板橋站(BQ)與花蓮站(HL)受境外傳輸影響成分比值與差異百分比

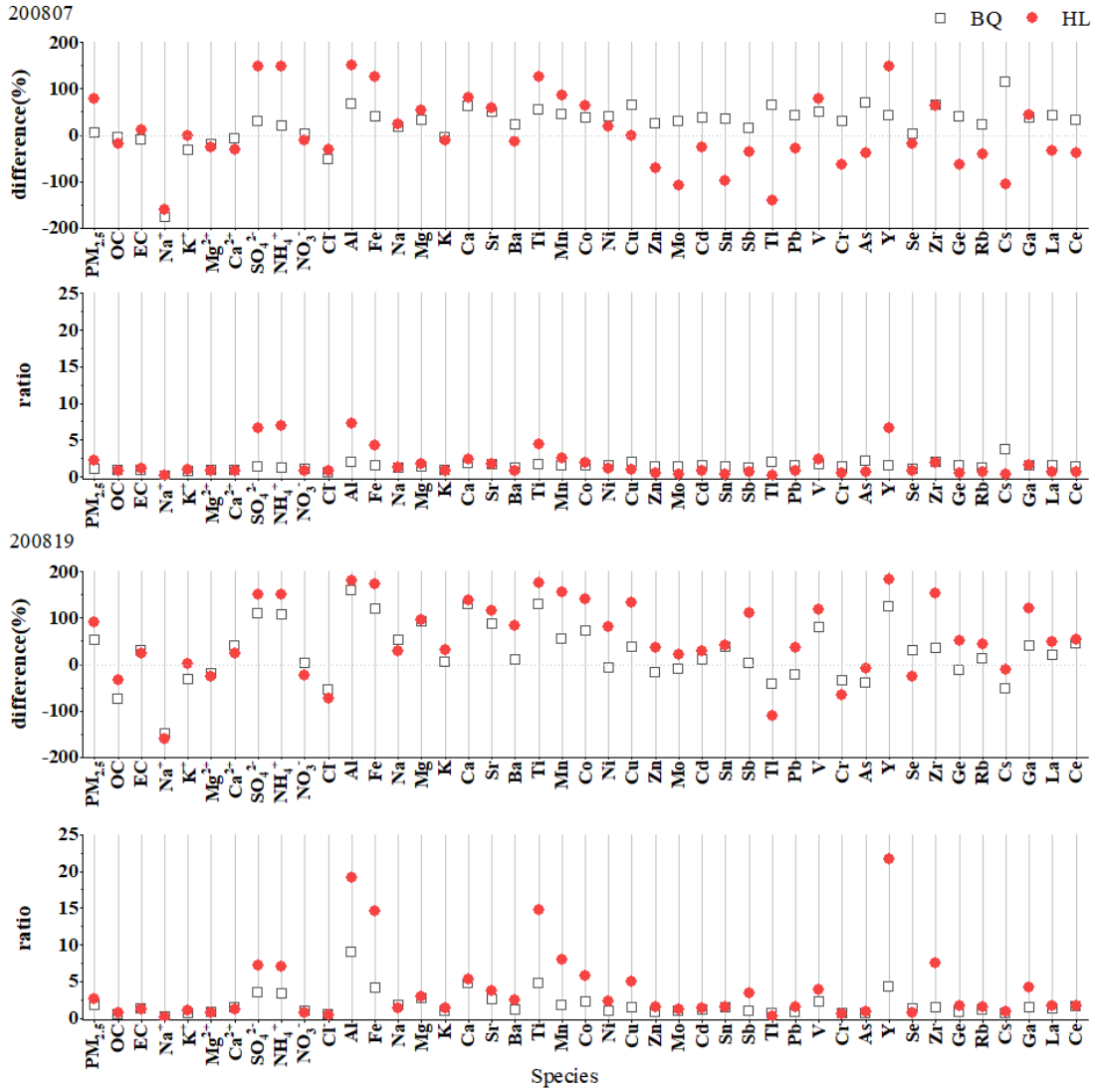
5. 日本西之島火山灰傳輸污染特徵

2020 年 8 月 7 日及 8 月 19 日花蓮站受到來自太平洋「西之島」火山爆發火山灰跨境傳輸影響。由於大環境風場盛行東風，因此遠在臺灣東北東方約 1950 km 處「西之島」火山灰由氣流可傳輸到東部地區。

扣除前述兩日受影響採樣日 $PM_{2.5}$ 質量濃度，花蓮站今年夏季期間(6~8 月)$PM_{2.5}$ 質量濃度為 6 μg m^{-3}，受影響的採樣日則為 12~15 μg m^{-3}，顯示火山灰傳輸的影響使花蓮站污染濃度上升為 2 倍以上。火山灰化學成分特徵相關資料相當稀少，本次的案例將有助於辨識其排放微粒特徵。

圖 4.4.25 彙整本年度板橋站與花蓮站夏季 $PM_{2.5}$ 質量濃度和化學成分資料，沒有受火山灰影響的採樣日稱為「平日」，受火山灰影響採樣日稱為「事件日」。結果顯示：8 月 7 日板橋站受到影響小，各項化學成分差異百分比在 0 上下，比值變化小；但花蓮站無機水可溶離子的 SO_4^{2-}及 NH_4^+倍增幅度超過 $PM_{2.5}$ 濃度，碳成分增益不顯著，金屬元素以常見的地殼元素 Al、Fe、Ca、Ti、Mn 為增量幅度較高的成分。值得注意的是，稀土元素 Y 增加近 10 倍，是本案例中較為特殊的增量成分。8 月 19 日板橋站則相較於 8 月 7 日受到影響較大，$PM_{2.5}$ 濃度上升約 53%，是歷年 6 到 8 月份平均值的 1.7 倍，化學成分與花蓮站變化相似，主要以 SO_4^{2-}及 NH_4^+及地殼元素 Al、Fe、Ca、Ti、Mn 增量較高，稀土元素 Y 雖然有增量，但是幅度仍不及花蓮站顯著。

化學成分比對結果顯示，火山灰化學成分富含大量的硫酸銨微粒，很可能與火山噴發氣體富含硫氧化物有關，此外金屬元素成分中，富含大量地殼元素，這些元素本身為占 $PM_{2.5}$ 質量濃度較高的成分，因此更容易使污染濃度上升。



差異百分比：{(事件日 － 平日)÷〔0.5(事件日 ＋ 平日)〕}

圖 4.4.25 2020 年 8 月 7、19 日板橋站(BQ)與花蓮站(HL)受傳輸火山灰影響成分比值與差異百分比

4.4.3 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分特徵引申意義

1. $PM_{2.5}$ 高、中、低濃度成分特徵

在過去五年(李等，2015；李等，2016；李等，2017；李等，2018；李等，2019)中，採樣期間的非事件期間(＜35 μg m^{-3})和事件期間(≧35 μg m^{-3})樣本各化學成分占 $PM_{2.5}$ 比例，都發現：事件日比非事件日，有明顯 NO_3^-增大現象，其餘化學成分占比大多為縮小或比例不變。

本年度繼續以相同方法彙整成果，依照 $PM_{2.5}$ 質量濃度加以分類，以濃度低於 15 μg m^{-3}，視為「低濃度」群；濃度介於 15 μg m^{-3} 以上且不足 35 μg m^{-3}，視為「中濃度」群；濃度大於等於 35 μg m^{-3}，視為「高濃度」群，彙整近四年

檢測成果如圖 4.4.26 所示。分析三種不同濃度群間化學成分在 $PM_{2.5}$ 質量濃度的占比，發現 $PM_{2.5}$ 主要化學成分 SO_4^{2-}，在中、低濃度群占比較高，高濃度群出現占比降低(18%→13%，2020 年)，這樣的現象於近 4 年大略如此；最近四年 OC 也是由低濃度群占比的 23~25%下降至高濃度群的 16~18%，EC 由低濃度群的 5~6%降低至高濃度群的 3~4%。反觀 NO_3^-卻是自低濃度群起，占比由 5~7%倍增至中濃度群的 12~16%，更到高濃度群的 23~28%，成為已解析化學成分中明顯增高的主要成分；NH_4^+由低濃度群的 8~9%增加至高濃度群的 12~13%，金屬元素由低濃度群至高濃度群是略有增加。這些結果顯示高濃度群的主要影響因子是各類排放 NOx 的污染源，例如大型固定排放源、車輛尾氣或其他燃燒行為，因此針對污染源 NOx 排放需進行較嚴格管制，即使是在中濃度群也可收到 $PM_{2.5}$ 減量效益。

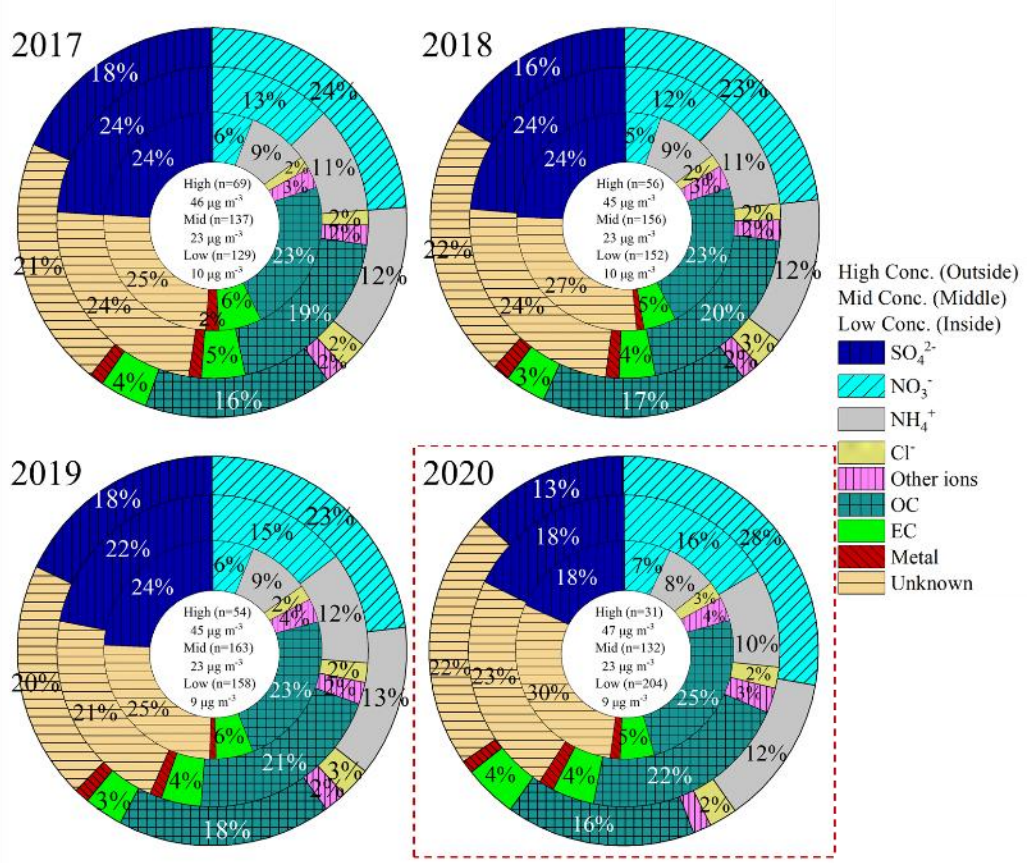


圖 4.4.26 高濃度群【外圈】(≧35 μg m^{-3})、中濃度群【中圈】(15~35 μg m^{-3})與低濃度群【內圈】(< 15 μg m^{-3})期間 $PM_{2.5}$ 化學成分占比

從前段圖例可發現 NO_3^-濃度占比隨濃度提升有明顯的增加，由於 NO_3^-為半揮發性成分，容易受到環境氣溫上升而導致濃度損失。為避免化學成分季節特

性影響事件與非事件期間分布特徵，採用相同高、中、低濃度區間對各季節化學成分占比進行分析，結果如圖 4.4.27 所示。低濃度時，主要成分為 OC (21.7 ~ 27.7%)，次要成分是 SO_4^{2-} (16.9~20.1%)，這段期間 NO_3^-通常為占比第三至第四高成分，占比變化約在 5.2%~8.5%，前述成分季節間差異並不算大；中濃度時，OC 占比約為 19.6 ~ 23.4% ，SO_4^{2-}占比為 14.5 ~ 19.1%，NO_3^-濃度占比對比 OC 與 SO_4^{2-}的占比降低，在各季節都有所增加，濃度占比上升至 8.1 ~ 19% ，以冬季及春季有較高的增量，夏季與秋季較少；高濃度時，本年度僅冬、秋季有高濃度採樣日，從成分占比顯示 NO_3^-占比較中、低濃度再次增加至 28.7%及 20.4%，而 SO_4^{2-}與 OC 占比則略為遞減。這表示隨著 $PM_{2.5}$ 濃度的增加 NO_3^-的影響程度不斷上升，如同前段所述，在地衍生污染物對於中濃度以上區間的影響大。從相同季節高濃度期間 NO_3^-顯著的占比增量，顯示 NO_3^-前驅氣體排放管制比管制 SO_4^{2-}前驅氣體可更有效減緩污染期間 $PM_{2.5}$ 濃度增量。

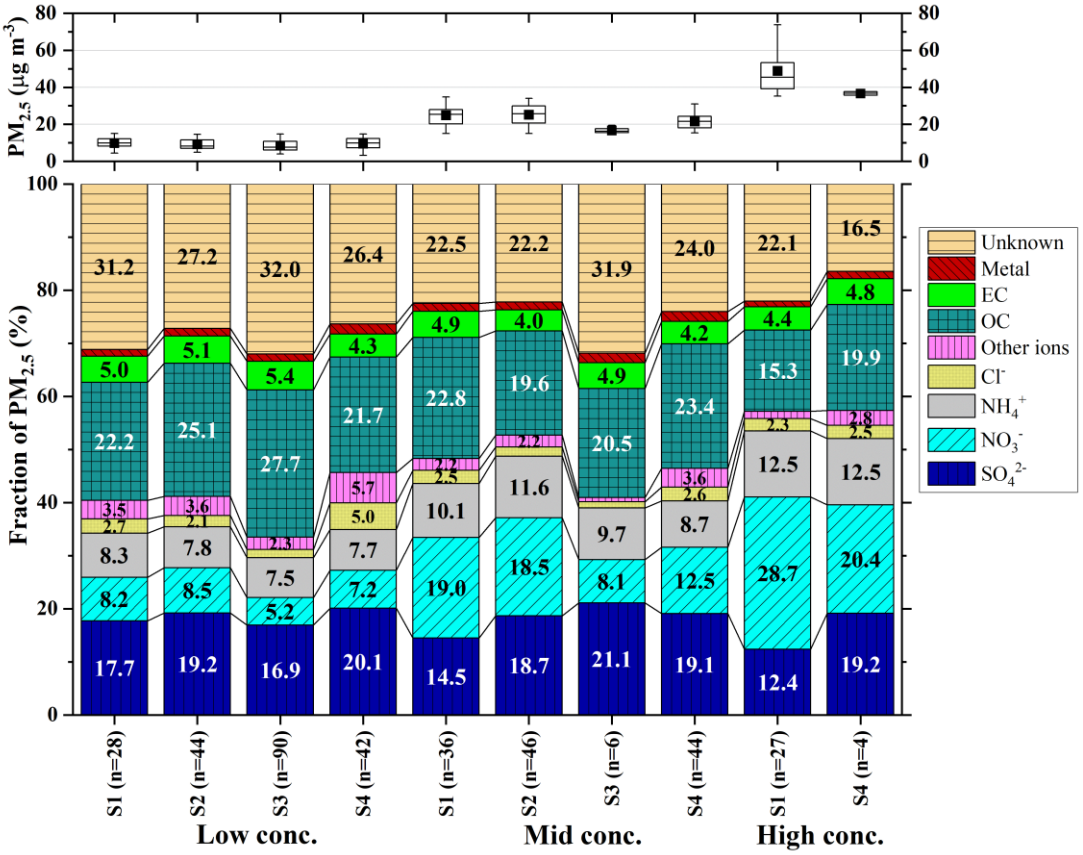


圖 4.4.27 本年度各季節採樣期間各季節高、中、低濃度 $PM_{2.5}$ 化學成分占比

圖 4.4.28 為使用 2017~2020 年度主要水溶性無機離子 NH_4^+、SO_4^{2-}及 NO_3^-濃度於高、中、低濃度日和 $PM_{2.5}$ 濃度關係，各別年度詳細資料可參閱附錄十，結果顯示 NH_4^+於三種濃度群斜率變化不大，這樣的現象在過去三年都是如此；

SO_4^{2-}斜率變化伴隨 $PM_{2.5}$ 濃度增加有所降低(0.30 → 0.10)，同時相關係數也明顯降低，如同前段所述 SO_4^{2-}濃度大於 15 μg m^{-3} 後，對於 $PM_{2.5}$ 濃度影響逐漸減少；NO_3^-則在此三種濃度日，斜率伴隨濃度增加，這表示其影響力在越高濃度時逐漸放大。值得注意的是，NH_4^+可視為 NH_3 中和大氣中 SOx 及 NOx 後的產物，其斜率變化穩定，並且有與各濃度區間 $PM_{2.5}$ 濃度良好的相關性，顯示大氣 NH_3 相當充足。

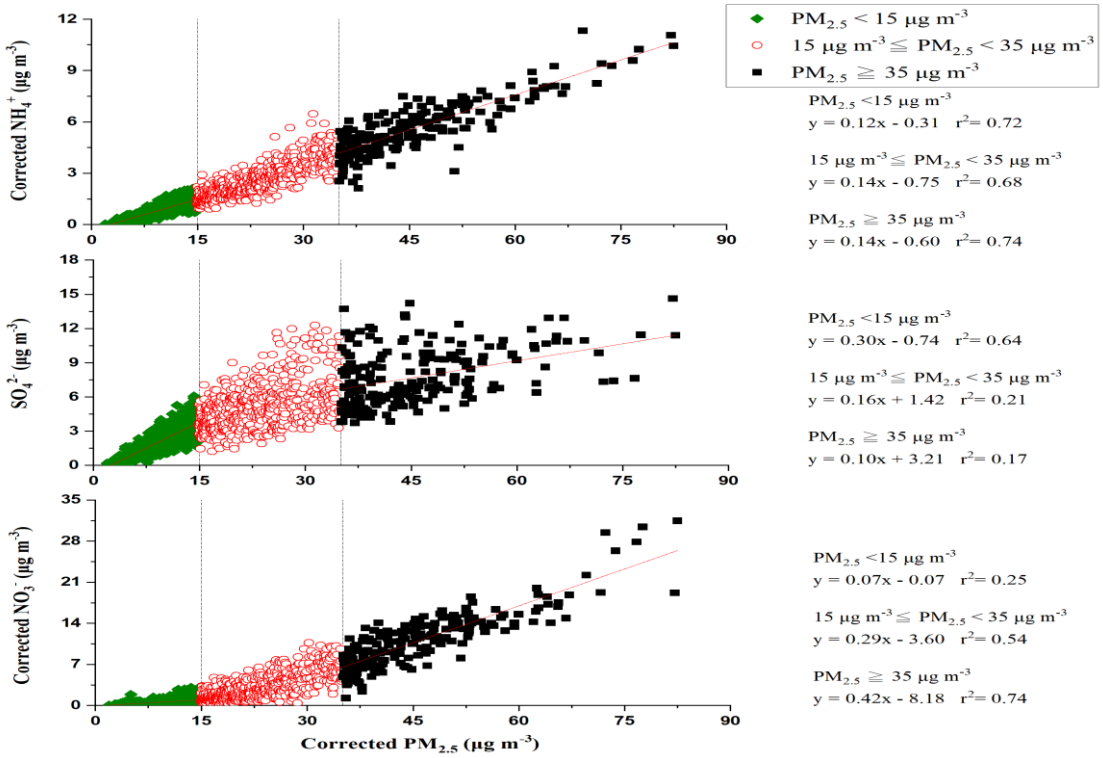


圖 4.4.28 2017~2020 年高濃度 (≧35 μg m^{-3})、中濃度 (15~35 μg m^{-3})與低濃度 (< 15 μg m^{-3})採樣日主要水溶性離子與 $PM_{2.5}$ 質量濃度關聯

2. 二次有機碳濃度推估

利用高邊界 EC Tracer 方法推估近四年各測站二次有機碳(secondary organic carbon, SOC)濃度，可評估與 $PM_{2.5}$ 質量濃度與大氣光化學污染的關係，推估方法詳述於 3.2.3 節。推估結果可評估各測站受光化衍生污染物影響狀況，各採樣點篩選樣本 OC 與 EC 判定係數(R^2)與斜率如表 3.2.1 所示。

圖 4.4.29 分析各地區 SOC 濃度與 $PM_{2.5}$ 不同濃度群關聯性，可以發現各測站 SOC 濃度都隨著 $PM_{2.5}$ 濃度增加，表示光化學反應衍生的二次有機物增加了 $PM_{2.5}$ 濃度。若比較各測站增加幅度，可發現板橋站與花蓮站於不同濃度區間

SOC 濃度差異較小，顯示衍生污染對於當地污染濃度影響有限。另一方面，忠明站以南，當 $PM_{2.5}$ 濃度上升至 15 ~ 25 μg m^{-3} 區間時，都出現較明顯的增量，且以斗六站濃度最高，這顯示中部以南地區受到衍生污染物影響程度高於北部。當 $PM_{2.5}$ 濃度增加至 25~35 μg m^{-3} 以及大於 35 μg m^{-3} 區間時，更可發現小港站 SOC 濃度明顯高於忠明至嘉義站，若以平均 SOC 濃度增加幅度而言為各站間最高，顯示中、南部相較於北部測站受到衍生污染物影響更顯著，因此，降低揮發性有機氣體排放而降低 SOC 濃度，可改善 $PM_{2.5}$ 空氣品質。

圖 4.4.30 比較不同臭氧最大值濃度區間 SOC 濃度變化特性，圖中顯示當日間臭氧濃度最大值(O_{3_Max})小於 40 ppb 時，各地區 SOC 濃度由東向北再向南部先升後降，斗六站平均濃度最高。當 O_{3_Max} 上升至 40 ppb 以上時，可發現忠明站至小港站 SOC 濃度伴隨 O_{3_Max} 增加而有明顯的上升，變化大於東部與北部測站，小港站於 O_{3_Max} 上升至 40 ppb 以上時的三個 O_{3_Max} 濃度區間，有各站間最高的 SOC 濃度，驗證各站 SOC 濃度變化受環境臭氧濃度(光化學反應指標成分)影響，以小港站受影響程度高。

綜合各地區 SOC 濃度在不同 $PM_{2.5}$ 濃度群與臭氧濃度群的變化趨勢，顯示加強中部以南地區揮發性有機氣體污染源的排放管制，將有助於減少 $PM_{2.5}$ 中、高濃度以上(25 μg m^{-3})的各地衍生污染物濃度。

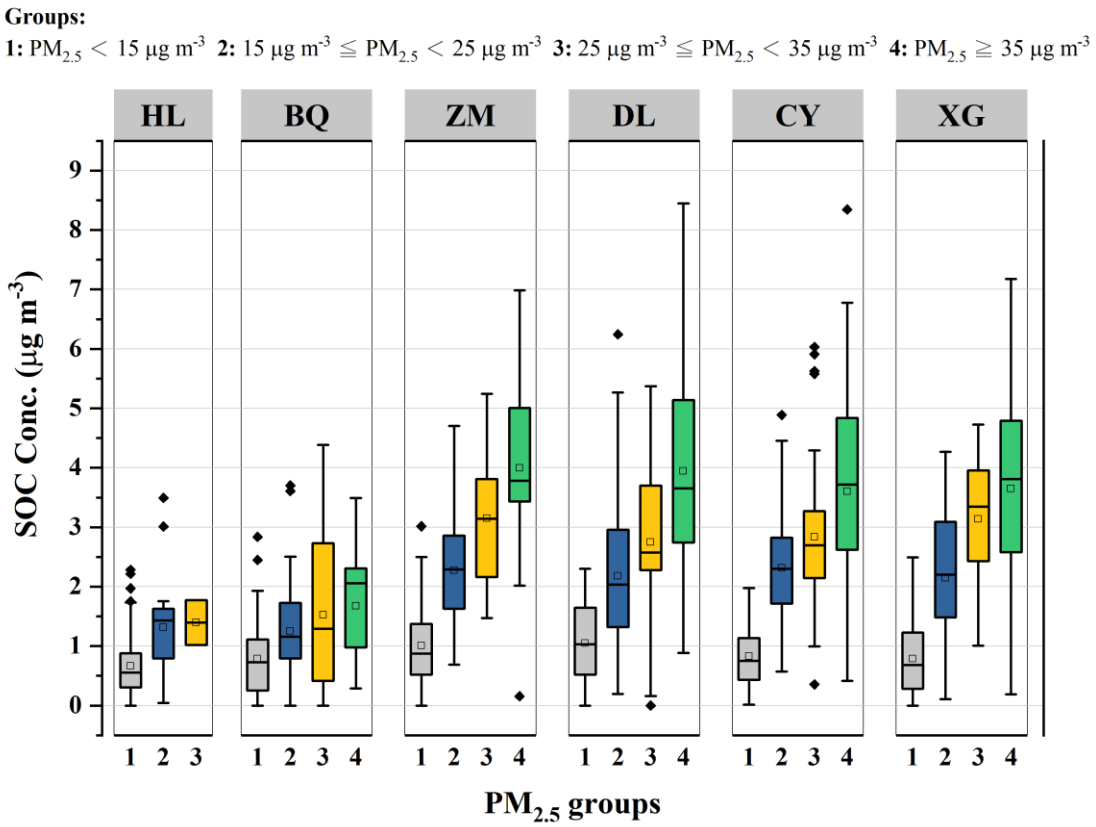


圖 4.4.29 推估二次有機碳(SOC)與不同濃度群 $PM_{2.5}$ 質量濃度關聯

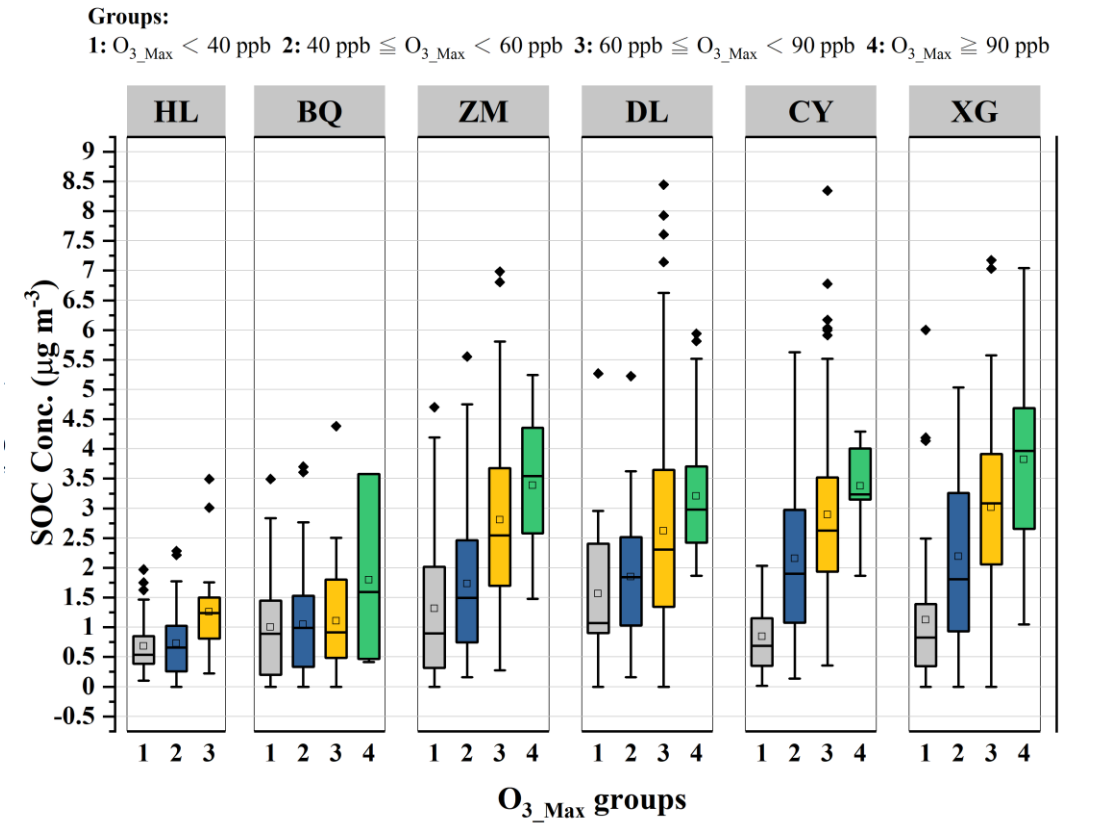
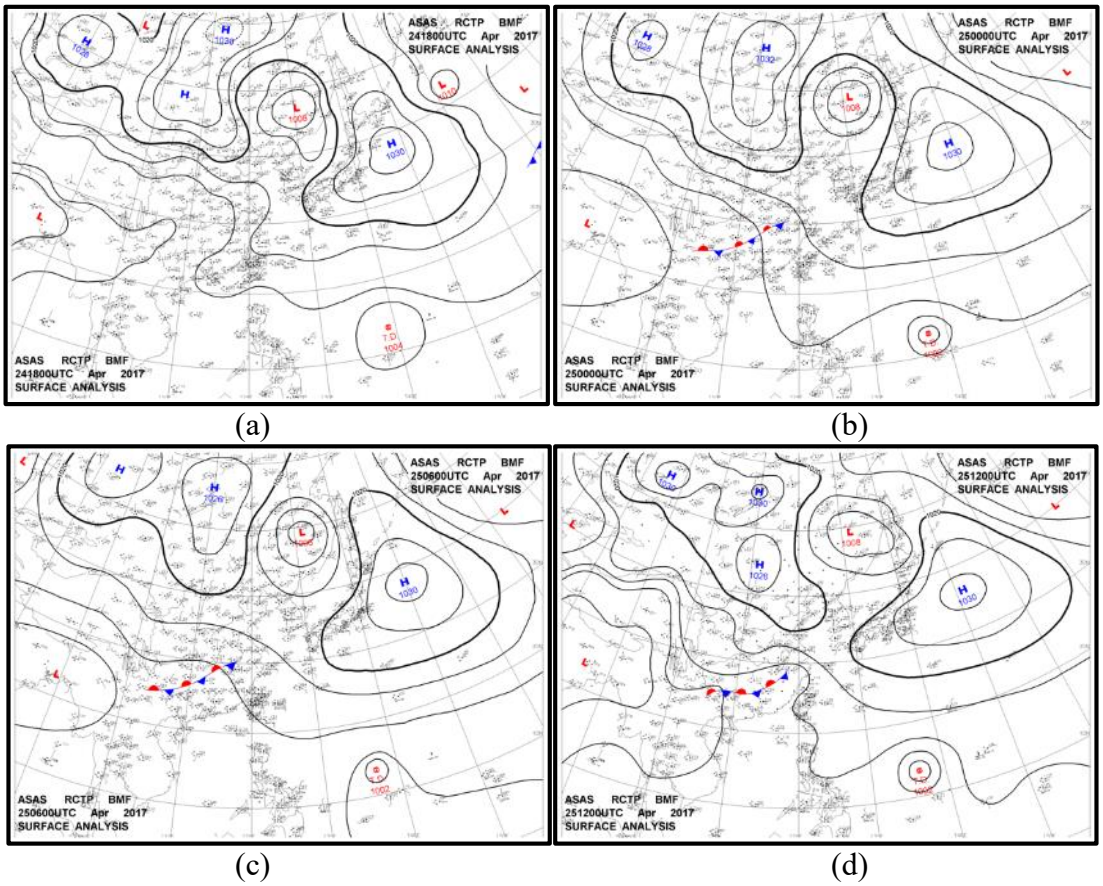


圖 4.4.30 推估二次有機碳(SOC)與不同濃度群 O_{3_Max} 濃度關聯

3. 以模式模擬解析在地污染增量機制

本計畫歷年監測結果發現：冬、春季 $PM_{2.5}$ 高濃度事件往往有 NO_3^-濃度增量現象，為瞭解形成機制，選取 2017 年 4 月 25 日的高 $PM_{2.5}$ 濃度事件，進行模式模擬。圖 4.4.31 為 2017 年 4 月 25 日 02 時、08 時、14 時及 20 時的地面天氣圖，顯示 4 月 25 日為高壓迴流的天氣型態，盛行風主要為東南風，風向的轉換從早上到晚上為從東南東風逐漸轉為南南東風，在這種條件下，盛行風受到中央山脈的阻擋，位於下風處的臺灣西半部，容易形成弱風區，在日照強烈的地區，若有局部熱力環流如海陸風形成，則會主宰當地的風場。圖 4.4.32 為當日每三小時 $PM_{2.5}$ 濃度分布及風場，果如預期，當天盛行風為東南風，臺灣西半部風速極弱，不利擴散，致使 $PM_{2.5}$ 容易累積。



(a) (b)

(c) (d)

圖 4.4.31 2017 年 4 月 25 日 02 時(a)、08 時(b)、14 時(c)及 20 時(d)地面天氣圖

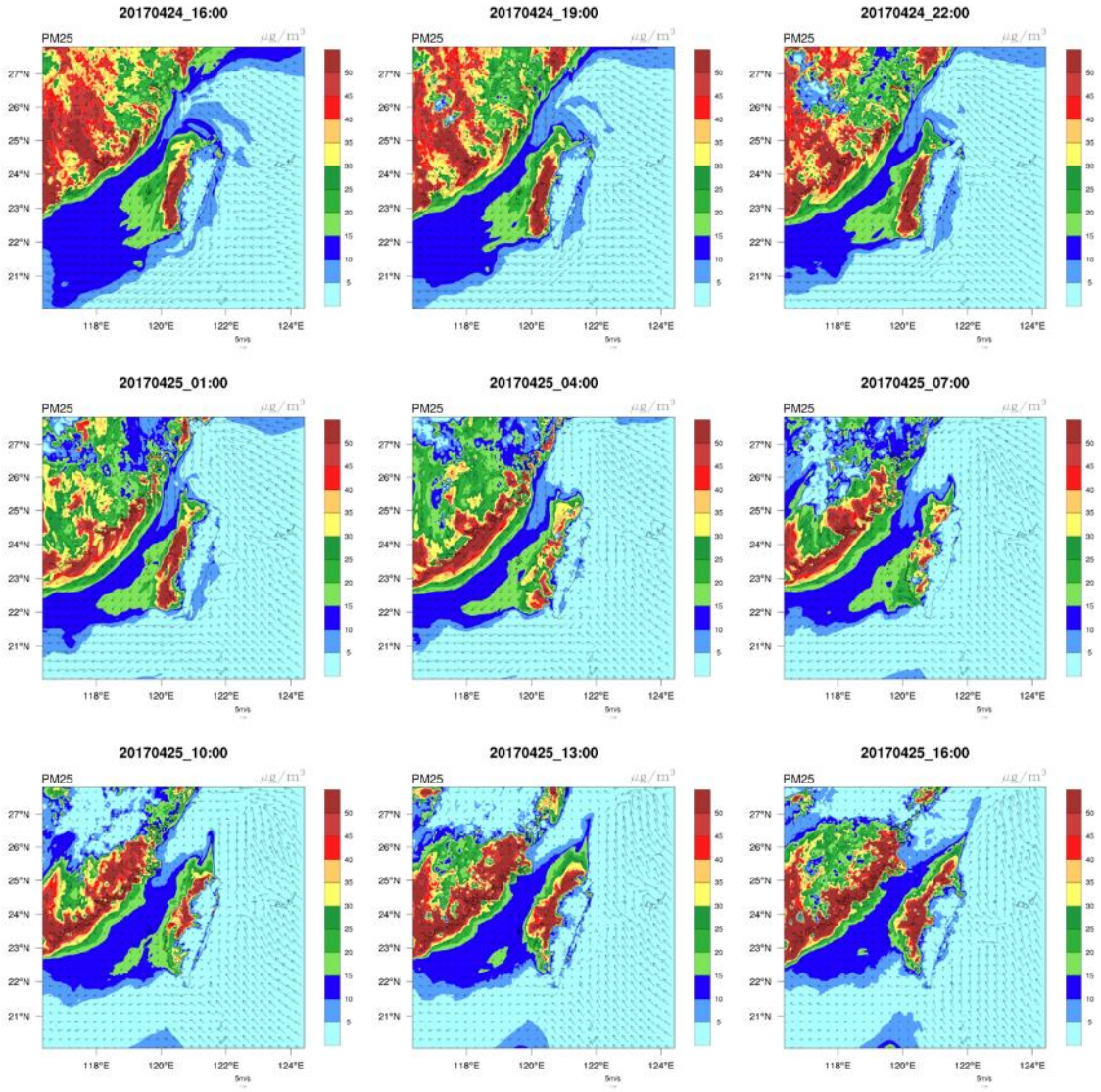


圖 4.4.32 2017 年 4 月 24 日 16UTC (4 月 25 日 00 時)開始的每三小時 $PM_{2.5}$ 濃度分布

本計畫以 2017 年 4 月 22 日到 4 月 28 日模擬結果進行分析，討論在本次污染事件中的化學反應機制。在 CMAQ 中，與氮有關的化學成分如表 4.4.4 所示，以下將透過對模式中各種化學成分的變化，來討論 $PM_{2.5}$ 中 NO_3^-的成因。

表 4.4.4 CMAQ5.2.1 中硝酸鹽相關物種簡稱與其定義

變數名稱	英文名稱	中文名稱	化學式
HNO3	Nitric acid	硝酸	HNO_3
NO	Nitric oxide	一氧化氮	NO
NO2	Nitrogen dioxide	二氧化氮	NO_2
NO3	Nitrogen trioxide (游離基)	三氧化二氮	NO_3
HONO	Nitrous acid	亞硝酸	HNO_2
N2O5	Nitrogen pentoxide	五氧化二氮	N_2O_5
PNA	Peroxynitric acid	過氧硝酸	HNO_4
PAN	Peroxyacyl nitrate	過氧醯基硝酸鹽	
PANX	C3 and higher peroxyacyl nitrates	3 碳以上 PAN	
NTR	Organic nitrate	有機硝酸鹽	

圖 4.4.33 為六個測站在 2017 年 4 月 22 日至 4 月 28 日，模式模擬的 SO_4^{2-}、NO_3^-及 OC 的占比(右側坐標軸)與 $PM_{2.5}$ 濃度(左側坐標軸)的時間序變化，從該圖可以看到板橋站在 4 月 25 日午夜，忠明站、斗六站及嘉義站在 4 月 23 日至 25 日午夜都可以看出 NO_3^-占比與 $PM_{2.5}$ 濃度有同步變化的趨勢，但這種情況在小港站及花蓮站則不太明顯。在 2017 年 4 月 25 日的事件中，監測結果顯示當日 $PM_{2.5}$ 化學成分是由 NO_3^-主導，而非以往認為的 SO_4^{2-}占比較大的情形，模擬結果在板橋、忠明、斗六、嘉義等四站，也模擬出 NO_3^-濃度大於 SO_4^{2-}類的情況，雖然本次模擬的 $PM_{2.5}$ 濃度有低估情形，但對於化學成分的模擬掌握得還不錯，下一節將透過模式的模擬結果討論造成 4 月 25 日 NO_3^-在 $PM_{2.5}$ 主導的原因。

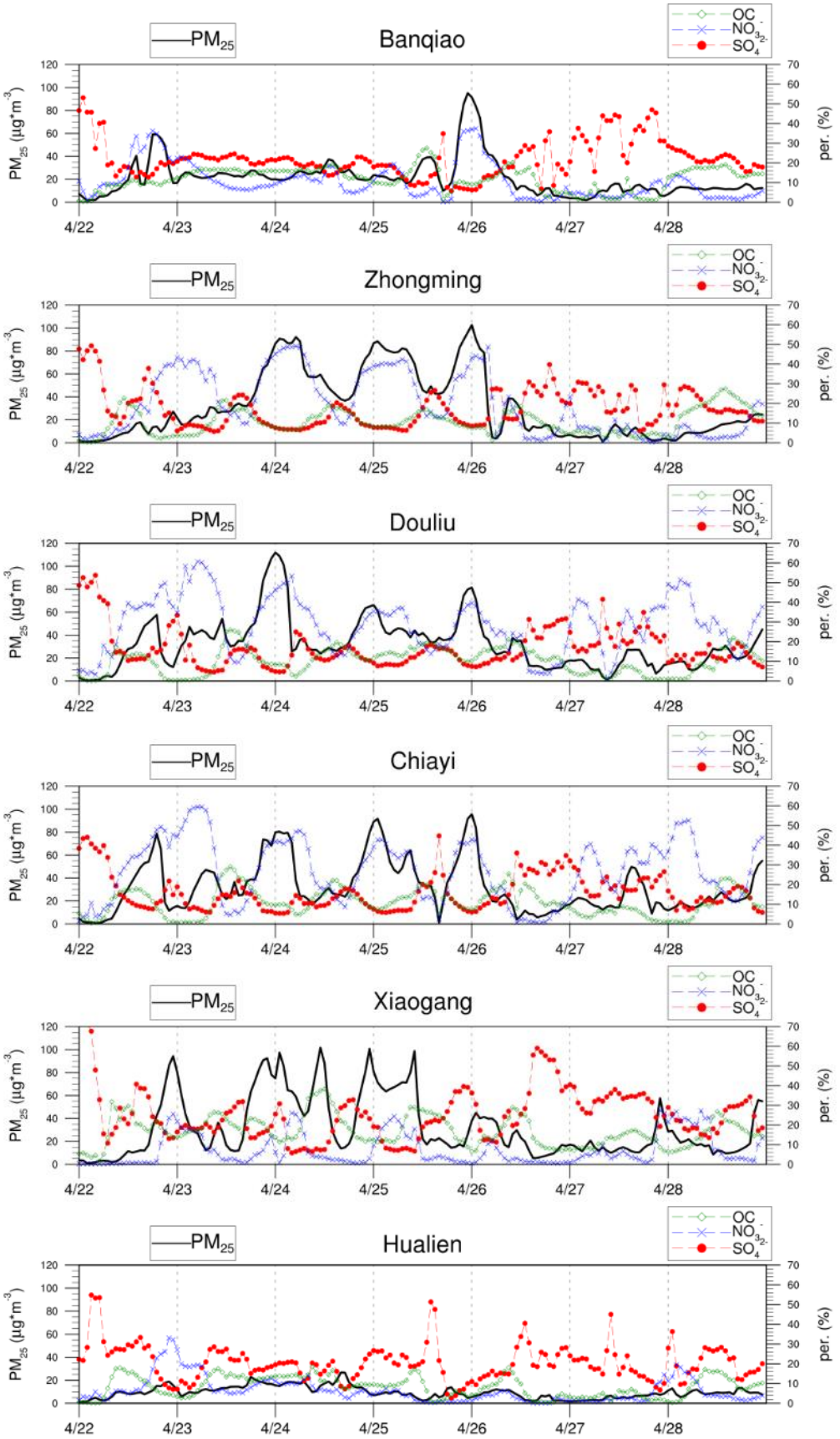


圖 4.4.33 2017 年 4 月 22 日至 4 月 28 日，各測站模擬的 SO_4^{2-}、NO_3^-及 OC 的占比與 $PM_{2.5}$ 濃度的時間序列變化

圖 4.4.34 為板橋站與 $PM_{2.5}$ NO_3^-濃度直接相關成分的時間序列變化，其餘相關的氣象時間序列、污染物時間序列以及 $PM_{2.5}$ 其他成分比例變化時間序列呈現在附錄十一，在氣象方面本計畫考慮到氣溫、風速、相對濕度、水蒸氣混合比以及邊界層高度，在化學成分方面，則呈現 $PM_{2.5}$、O_3、NO_3^-、SO_4^{2-}、NH_4、PAN、HNO_3、HONO、NTR、PANX、PNA、N_2O_5、NO_3 (游離基)、OH 以及 AH_2O (氣膠含水量)。在 $PM_{2.5}$ 濃度方面， 4 月 25 日中午以及 4 月 25 日午夜，分別有四個濃度超過 35 μg m^{-3} 的高濃度事件發生，板橋站在 4 月 25 日風速偏低，容易造成在地污染的累積，4 月 25 日的水蒸氣混合比(mixing ratio)有隨時間緩慢上升的趨勢，表示大氣中的實際水蒸氣含量是上升的，相對濕度是實際水蒸氣壓與飽和水蒸氣壓間的比例，飽和水蒸氣壓是溫度的函數，當溫度越高時飽和水蒸氣壓越高，表示空氣中能容納更多的水並以水蒸氣的形態存在，因此，相對濕度與水蒸氣混合比呈正相關、與溫度呈現負相關；不過水蒸氣混合比在每日變化中小於溫度的變化，因此，在中午氣溫最高時，相對濕度最低，到了晚上溫度逐漸下降，相對濕度相對上升。

從 O_3 與 OH 的濃度來看，4 月 24 日到 4 月 26 日中午都有很強的光化學反應發生，到了午夜，邊界層高度降低，加上風速低，容易造成擴散不良的環境。在 4 月 25 日中午 $PM_{2.5}$ 從高濃度往下掉落時，NO_3^-濃度也跟著一起降低，但在 4 月 25 日午夜 NO_3^-濃度則明顯伴隨 $PM_{2.5}$ 高濃度的上升而上升，並且占比是各成分中最高。4 月 25 日中午有 HNO_3 的高濃度以及 OH 的高濃度，以及 NO_2 濃度的降低，顯示中午的確有受到光化學反應的影響，OH 與 NO_2 反應產生 HNO_3，但形成的 NO_3^-濃度並未如預期的高，可能白天溫度高，HNO_3 容易揮發維持在氣態，而未凝結於氣膠態；到了午夜時段，氣溫降低，HNO_3 易於凝結至氣膠態，因此 HNO_3 濃度較低。午夜 NO_3^-濃度上升時，AH_2O 的濃度也跟著上升，由於 NO_3^-和 SO_4^{2-}的潮解相對濕度(Deliquescence Relative Humidity, DRH)分別為 64.6%及 80.7%，此時 NO_3^-的占比較 SO_4^{2-}高，共同潮解相對濕度(Mutual Deliquescence Relative Humidity, MDRH)大約在 60%出頭，在高相對濕度的環境下，$PM_{2.5}$ 更容易吸濕，使得許多氣膠顆粒形成水珠，這又有利於氣-液態異相反應(heterogeneous reaction)的發生。白天時光化學反應產生的 O_3 到了晚上與 NO_2 反應產生 NO_3 (游離基)，但午夜時 NO_3 濃度並不高，N_2O_5 的高濃度顯示 NO_3 已經與 NO_2 反應產生 N_2O_5，而在 AH_2O 有較高濃度的條件下，N_2O_5 也會

因氣-液態異相反應溶解入氣膠水珠中產生 HNO_3，如此在 HNO_3 與 AH_2O 相互有利生成的條件下，造成 NO_3^-濃度升高。從前述模擬結果的討論可知：氣-液態異相反應為 4 月 25 日午夜 NO_3^-生成的主要機制。此外，在 4 月 25 日午夜可以看到 HONO 上升，由於氣膠含水量 AH_2O 以及 HNO_3 的濃度有明顯的上升，因此夜間的 HONO 的生成很可能也是來自氣-液態異相反應，也就是 $NO+NO_2+H_2O$ 或是 NO_2 與 H_2O 反應生成 HONO 及 HNO_3，同時間 OH 濃度低，因此 HONO 並非來自 NO 與 OH 的反應，這種夜間 HONO 又可以成為隔天中午 OH 的主要來源。

圖 4.4.35 為忠明站與 $PM_{2.5}$ NO_3^-濃度直接相關成分的時間序列變化，其餘相關的氣象時間序列、污染物時間序列以及 $PM_{2.5}$ 各其他成分比例變化時間序列呈現在附錄十一，在 4 月 23 日午夜到 4 月 25 日午夜，忠明站的 $PM_{2.5}$ 濃度都在 35 $\mu g\ m^{-3}$ 以上，並且在午夜濃度較高，從氣象因子來看，也都有較低的風速、較低的邊界層高度以及較高的相對濕度，從成分的比例來看，可以清楚的看到 NO_3^-在此次污染事件中占相當高的比例。從 4 月 23 日起 $PM_{2.5}$ 濃度上升以來，到 4 月 23 日中午有因光化學反應產生大量 OH 及 O_3，與 NO_2 反應可以產生 HNO_3，但在隨後的兩天，都是午夜的 $PM_{2.5}$ 濃度較白天高，顯示晚上有其他原因可以增強 $PM_{2.5}$ 的產生，這三天午夜 O_3 濃度極低，NO_3 濃度較高，顯示大量的 O_3 與 NO_2 反應生成 NO_3 游離基，後續進一步反應成 N_2O_5，然而 N_2O_5 濃度並不高，且與 AH_2O 的變化趨勢並不完全一致，因此 N_2O_5 經由氣-液態異相反應形成 NO_3^-的可能性雖有但不是主要因素，反之，氣-液態異相反應產生 HONO 反而較為明顯，這可以延續隔天中午 HNO_3 的產生。因此，真正導致 NO_3^-濃度在午夜上升的主要原因是因為低風速及低邊界層高度，它們與 $PM_{2.5}$ 濃度的變化幾乎成完全反比。

圖 4.4.36 為斗六站與 $PM_{2.5}$ NO_3^-濃度直接相關成分的時間序列變化，其餘相關的氣象時間序列、污染物時間序列以及 $PM_{2.5}$ 各其他成分比例變化時間序列呈現在附錄十一，在氣象條件上，$PM_{2.5}$ 的高濃度同樣也是發生在低風速、低邊界層高度以及較高相對濕度的環境，在比例上，NO_3^-在午夜高濃度的時候占比最大。從各項化學物質來看，斗六的午夜 N_2O_5 經氣-液態異相反應產生 HNO_3 為主要的形成機制，因為其與 AH_2O 及 $PM_{2.5}$ 濃度變化趨勢相當一致，除了 N_2O_5 以外，同樣也伴隨著較高的 NTR、PANX、PNA 和 N_2O_5，要反應生成

此類有機硝酸鹽，需要較多的游離基以及 VOCs，例如萜烯類化合物(Terpenes, TERP)會和 OH 反應生成 XO_2N，XO_2N 會再與 NO_2 反應生成 NTR，另一種情況是 TERP 和 NO_3 反應，部分生成 XO_2N，部分直接形成有機硝酸鹽(NTR)，從游離基的濃度來看，斗六站的 OH 和 NO_3 游離基比起板橋和忠明都要高得多，導致斗六站在 4 月 23 日至 25 日白天的 OC 占比反而較 NO_3^-等其他成分高。

圖 4.4.37 為嘉義站 $PM_{2.5}$ NO_3^-濃度直接相關成分的時間序列變化，其餘相關的氣象時間序列、污染物時間序列以及 $PM_{2.5}$ 各其他成分比例變化時間序列呈現在附錄十一，嘉義站與斗六站在氣象條件方面類似，不過在 $PM_{2.5}$ 的濃度上，4 月 25 日約下午 18 時濃度有一個低值，這是在斗六測站沒有出現的情況，圖 4.4.40 為斗六站和嘉義站時雨量的模式與檢測值比較，可以看到在 4 月 25 日 18 時，嘉義站的模擬有較強的降水，所以 $PM_{2.5}$ 濃度明顯降低，同樣的時間點斗六測站並未模擬出降水，因此在 $PM_{2.5}$ 的濃度變化上，嘉義站 4 月 25 日的快速下降應該是降水的洗滌作用，然而實際檢測的時雨量，在 4 月 25 日嘉義測站並沒有下雨，這也是可能造成在嘉義站 4 月 25 日平均濃度低估的原因之一。在其他成分的表現上，嘉義站與斗六站相似，顯示在臺灣中部地區的 $PM_{2.5}$ 成因相同。

圖 4.4.38 為小港站 $PM_{2.5}$ NO_3^-濃度直接相關成分的時間序列變化，其餘相關的氣象時間序列、污染物時間序列以及 $PM_{2.5}$ 各其他成分比例變化時間序列呈現在附錄十一，與其他測站不同，小港站在 4 月 25 日的高濃度 $PM_{2.5}$ 從午夜延伸到至中午時段，小港站的邊界層高度在午夜後才會降低，因此高濃度發生的情形較其他測站在時間上有所不同。從成分來看，NO_3^-的生成與 N_2O_5 高度相關，並與 AH_2O 出現高濃度的時候一致，這種情形與 4 月 23 日及 4 月 24 日午夜的情形非常類似，但 4 月 23 日的低風速，4 月 24 日午夜的低風速及低邊界層也是另一導致 NO_3^-及 $PM_{2.5}$ 濃度上升的原因。

圖 4.4.39 為花蓮站 $PM_{2.5}$ NO_3^-濃度直接相關成分的時間序列變化，其餘相關的氣象時間序列、污染物時間序列以及 $PM_{2.5}$ 各其他成分比例變化時間序列呈現在附錄十一，在花蓮站 NO_2 的濃度較低，在 4 月 22 日至 4 月 28 日的模擬中，幾乎沒有 $PM_{2.5}$ 超過 35 $\mu g\ m^{-3}$ 的時段，顯示臺灣東部地區的污染狀況輕微。

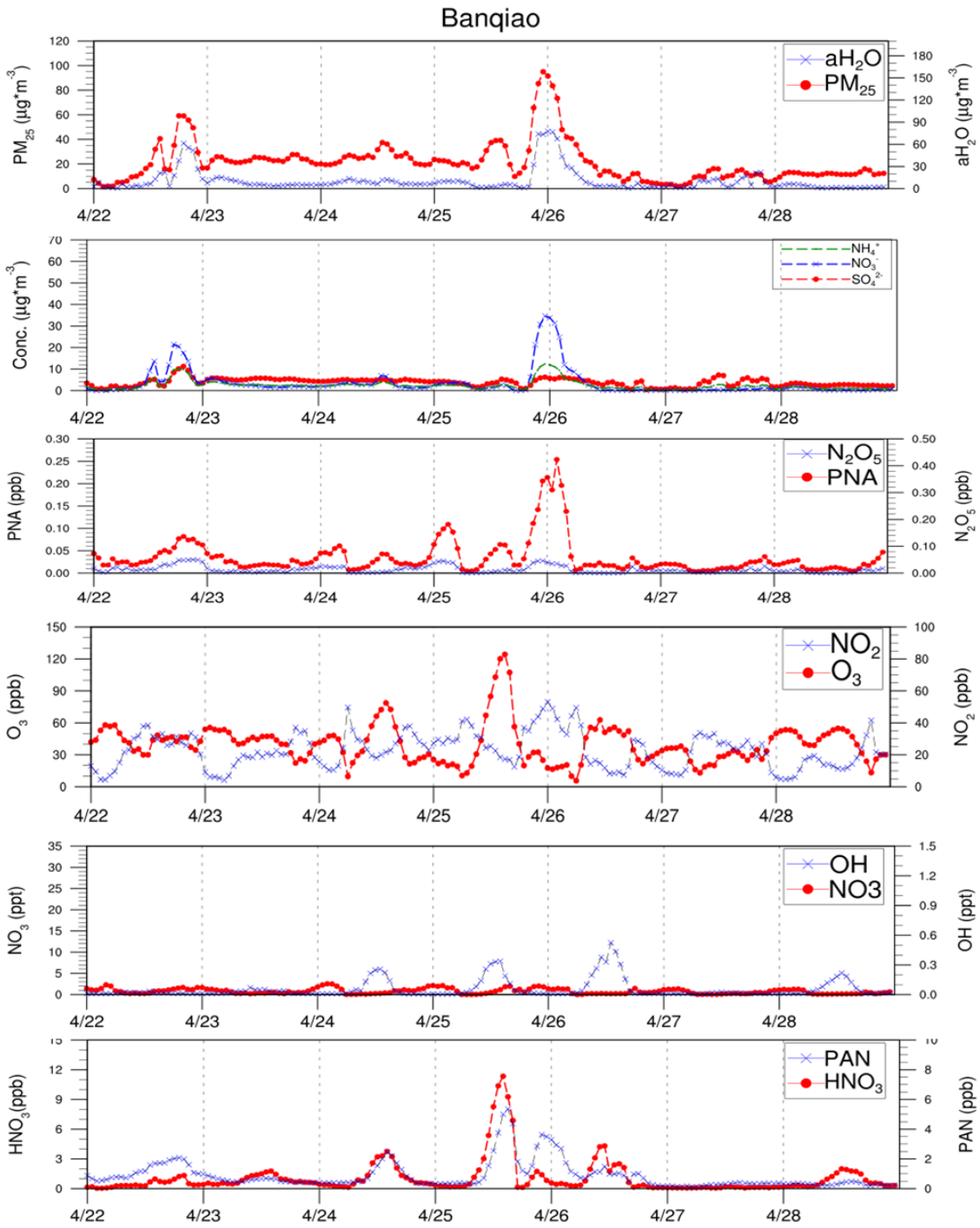


圖 4.4.34 板橋測站污染物時間序列以及 **PM2.5** 各成分比例變化

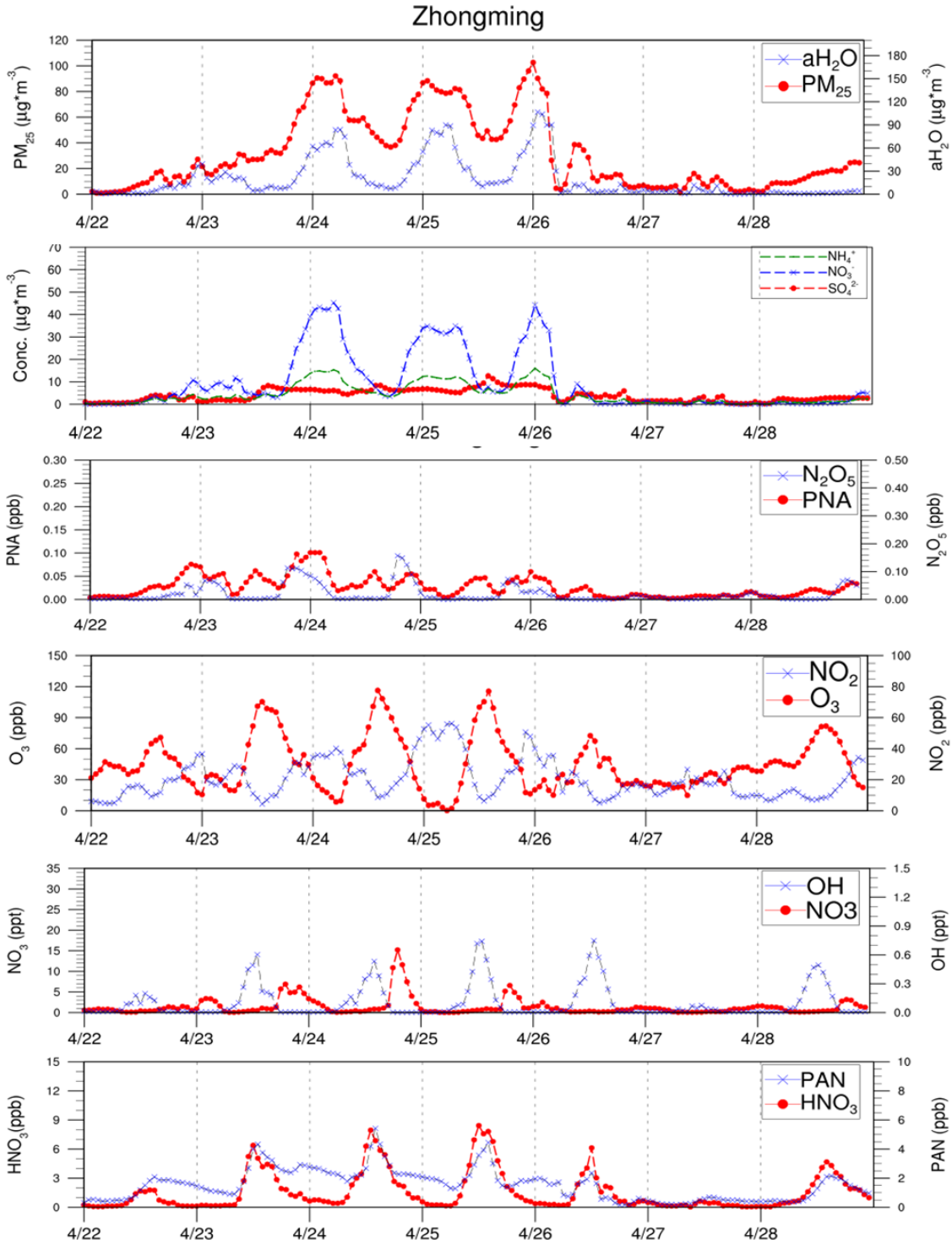


圖 4.4.35 忠明測站污染物時間序列以及 **$PM_{2.5}$** 各成分比例變化

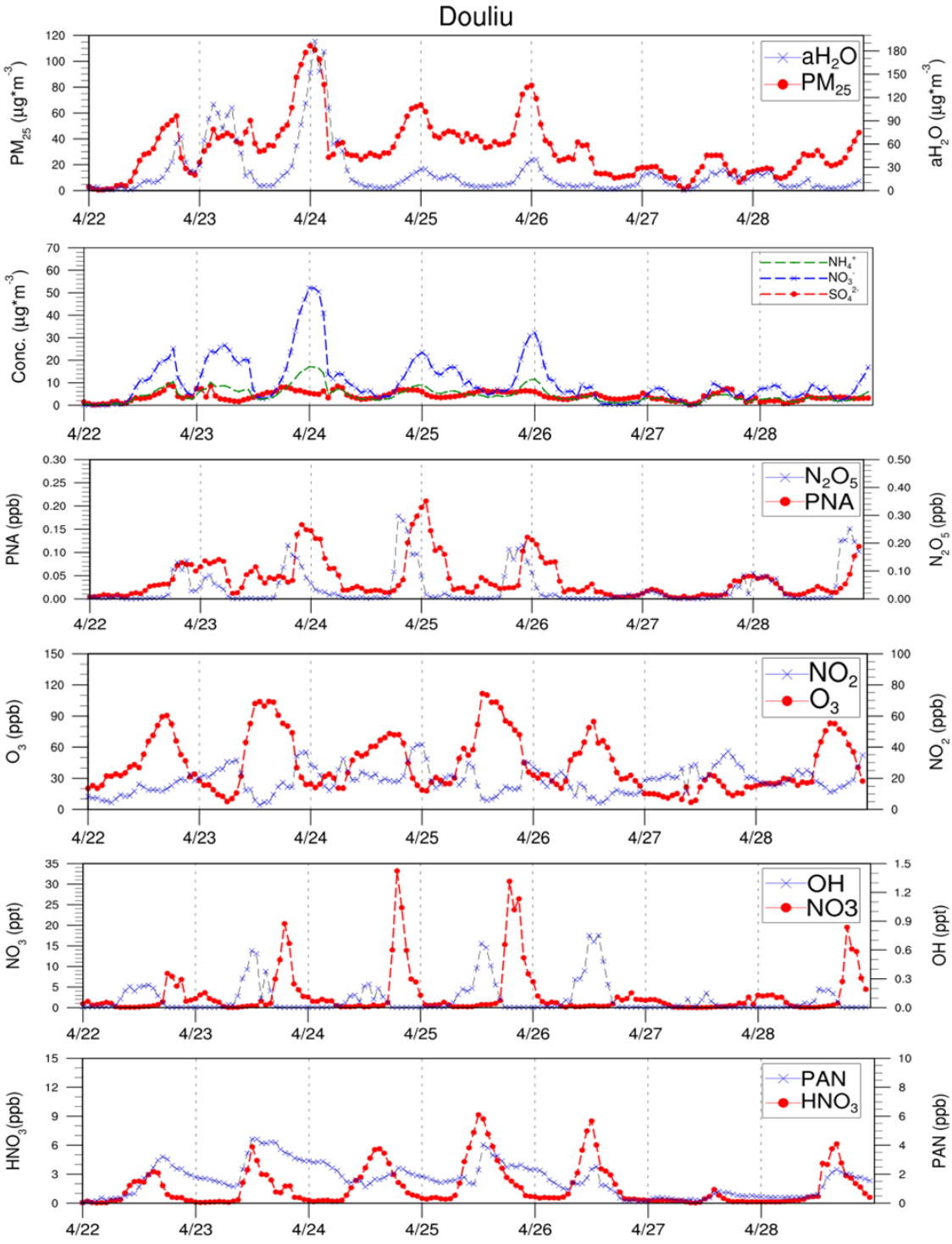


圖 4.4.36 斗六測站污染物時間序列以及 **PM2.5** 各成分比例變化

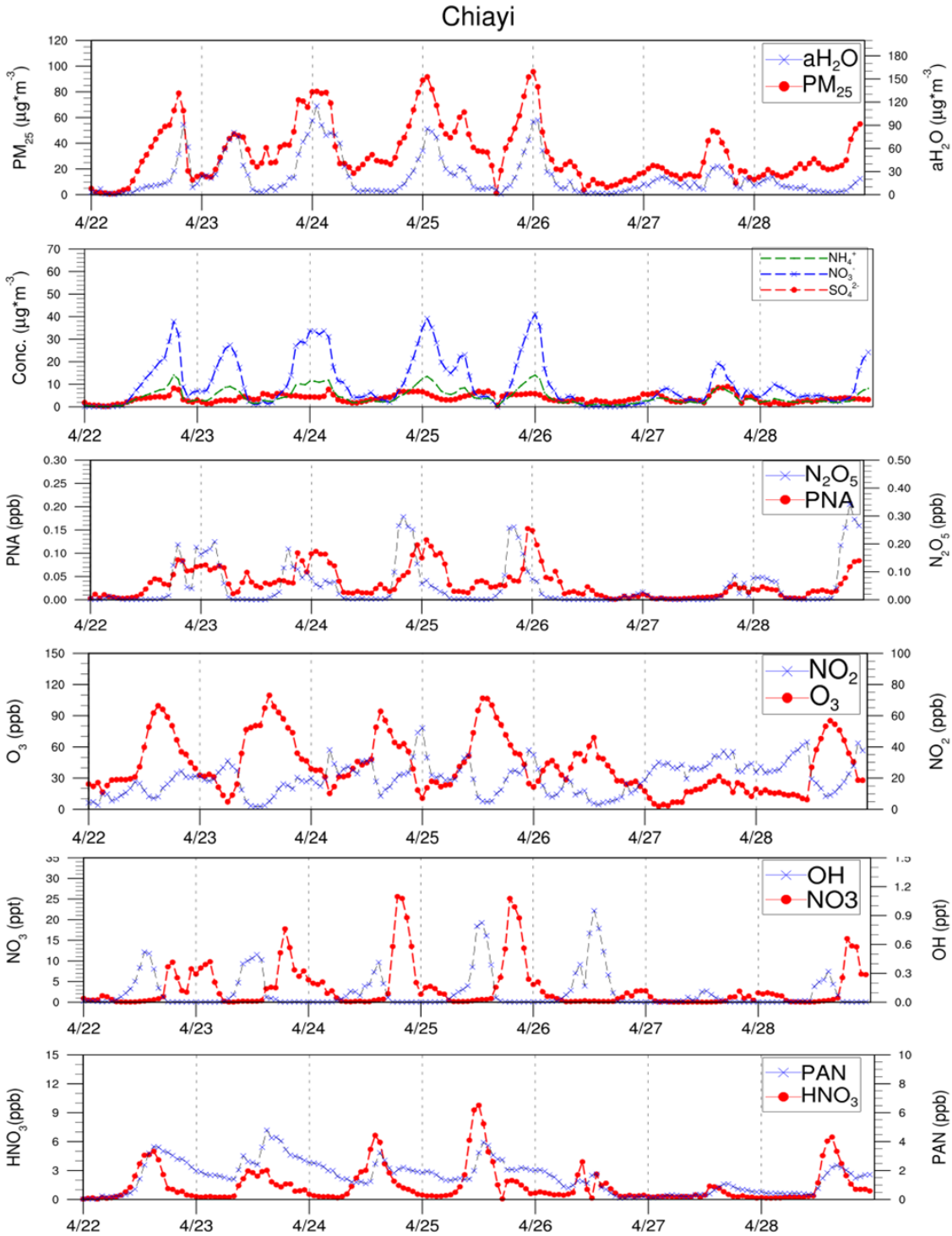


圖 4.4.37 嘉義測站污染物時間序列以及 $PM_{2.5}$ 各成分比例變化

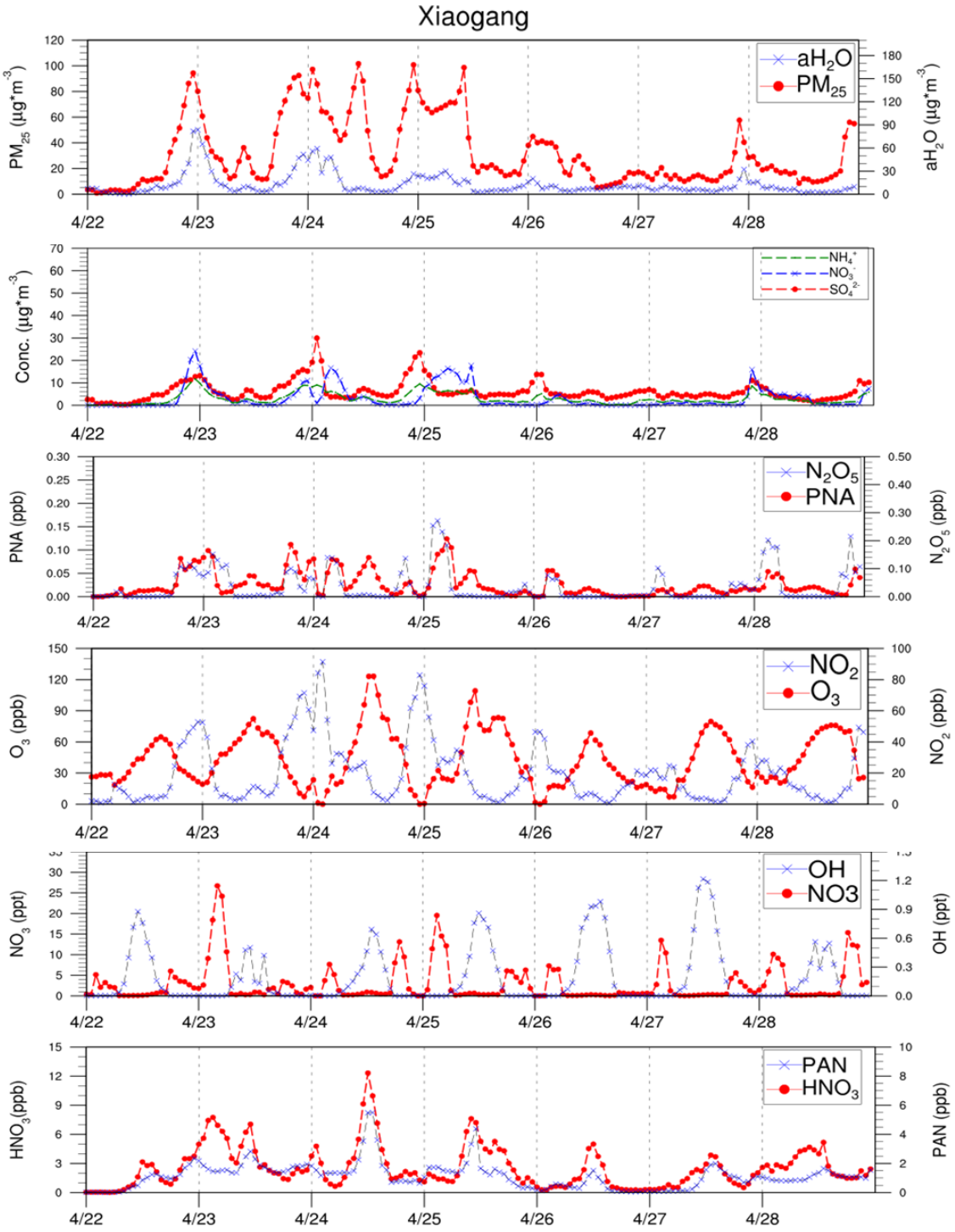


圖 4.4.38 小港測站污染物時間序列以及 **PM2.5** 各成分比例變化

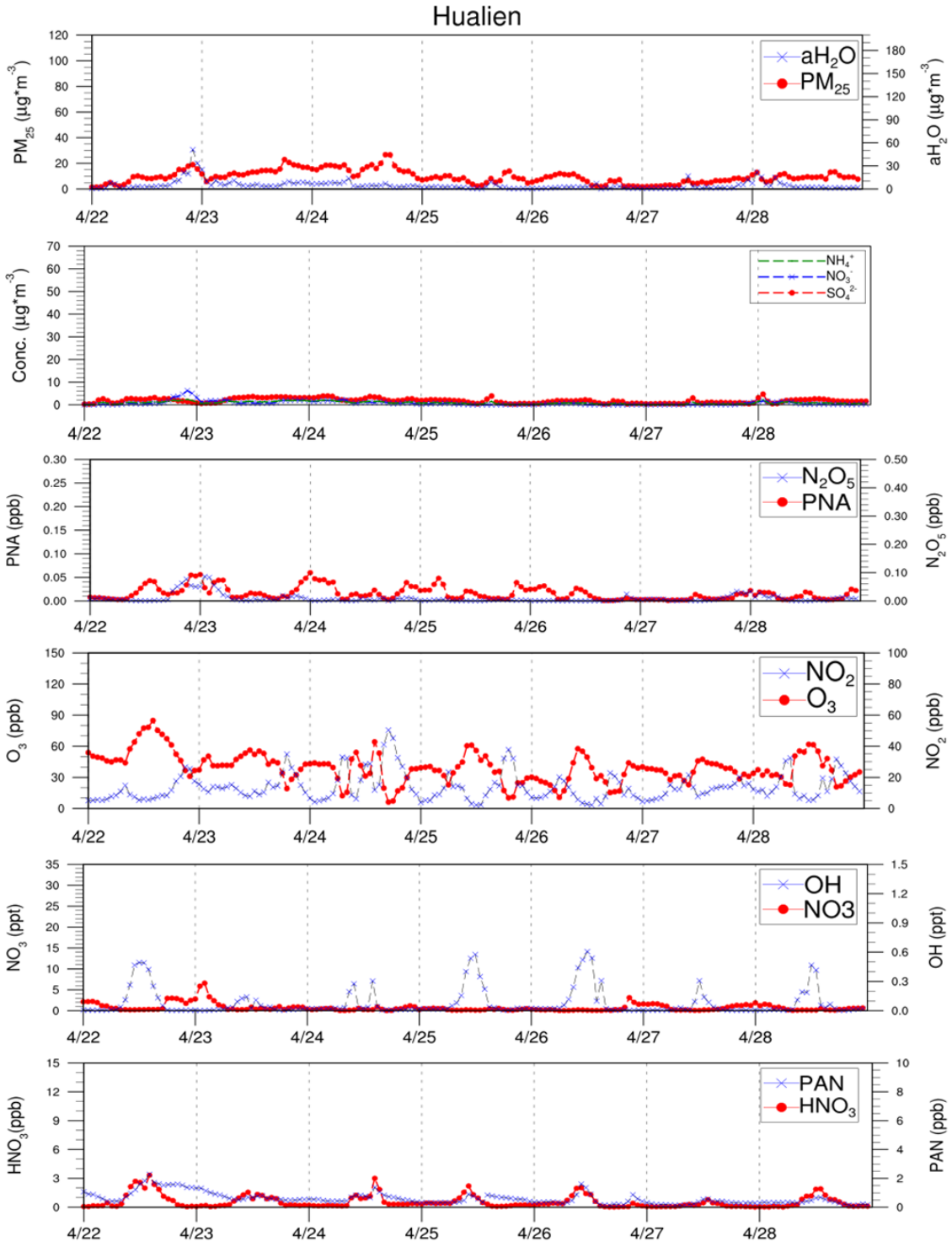


圖 4.4.39 花蓮測站污染物時間序列以及 **PM2.5** 各成分比例變化

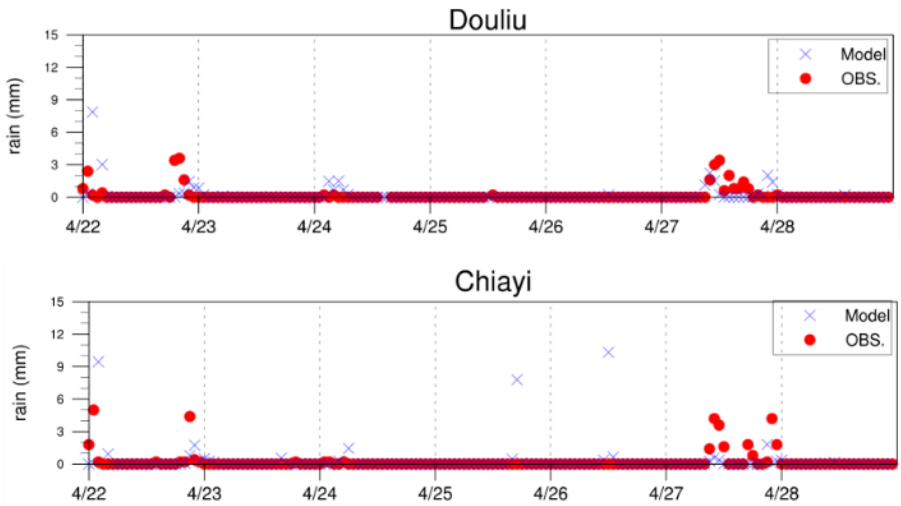


圖 4.4.40 斗六與嘉義測站雨量檢測與模擬時序圖

前述各測站時間序列變化顯示，在多數情況下 NH_4^+與 NO_3^-的濃度變化趨勢相同。由於在性能評估階段的 SO_2 與 SO_4^{2-}模擬對於有低估情況，本計畫將 4 月 25 日的 $PM_{2.5}$ NH_4^+/SO_4^{2-}的莫耳比呈現在表 4.4.5，同樣可以看到除了花蓮測站外，各測站的莫耳比都大於 3，尤其在斗六站和嘉義站更是高達 4.5 以上，這表示即使模擬 SO_4^{2-}濃度低估，但並不影響分析結果，在 2017 年 4 月 25 日及其前後的污染事件，各測站是處於氨氣充足的環境。圖 4.4.41 為各測站 NH_4^+/SO_4^{2-}的莫耳比時間序列變化，這個指標可以用來判斷 NH_4NO_3 的生成，以及 SO_4^{2-}與 NO_3^-的競爭關係，除花蓮站外，其他各測站的 $PM_{2.5}$ 濃度與 NH_4^+/SO_4^{2-}的莫耳比有幾乎同步的變化趨勢，同時 NH_4^+/SO_4^{2-}的莫耳比也都在 2.0 以上，這表示 NH_4^+在與 SO_4^{2-}反應生成$(NH_4)_3H(SO_4)_2$ 後，仍有相當量的 NH_4^+可以與 NO_3^-反應產生 NH_4NO_3。

表 4.4.5 2017 年 4 月 25 日各測站採樣結果與 NH_4^+/SO_4^{2-}計算結果

測站	$PM_{2.5}$ 濃度 ($\mu g\ m^{-3}$)	NH_4^+濃度 ($\mu g\ m^{-3}$)	SO_4^{2-}濃度 ($\mu g\ m^{-3}$)	NH_4^+/SO_4^{2-} molar ratio
板橋	43.31	4.45	6.98	3.39
忠明	52.63	7.48	9.14	4.35
斗六	82.56	10.45	11.43	4.86
嘉義	77.67	10.26	11.48	4.75
小港	50.71	6.58	9.72	3.60
花蓮	11.36	1.10	3.83	1.52

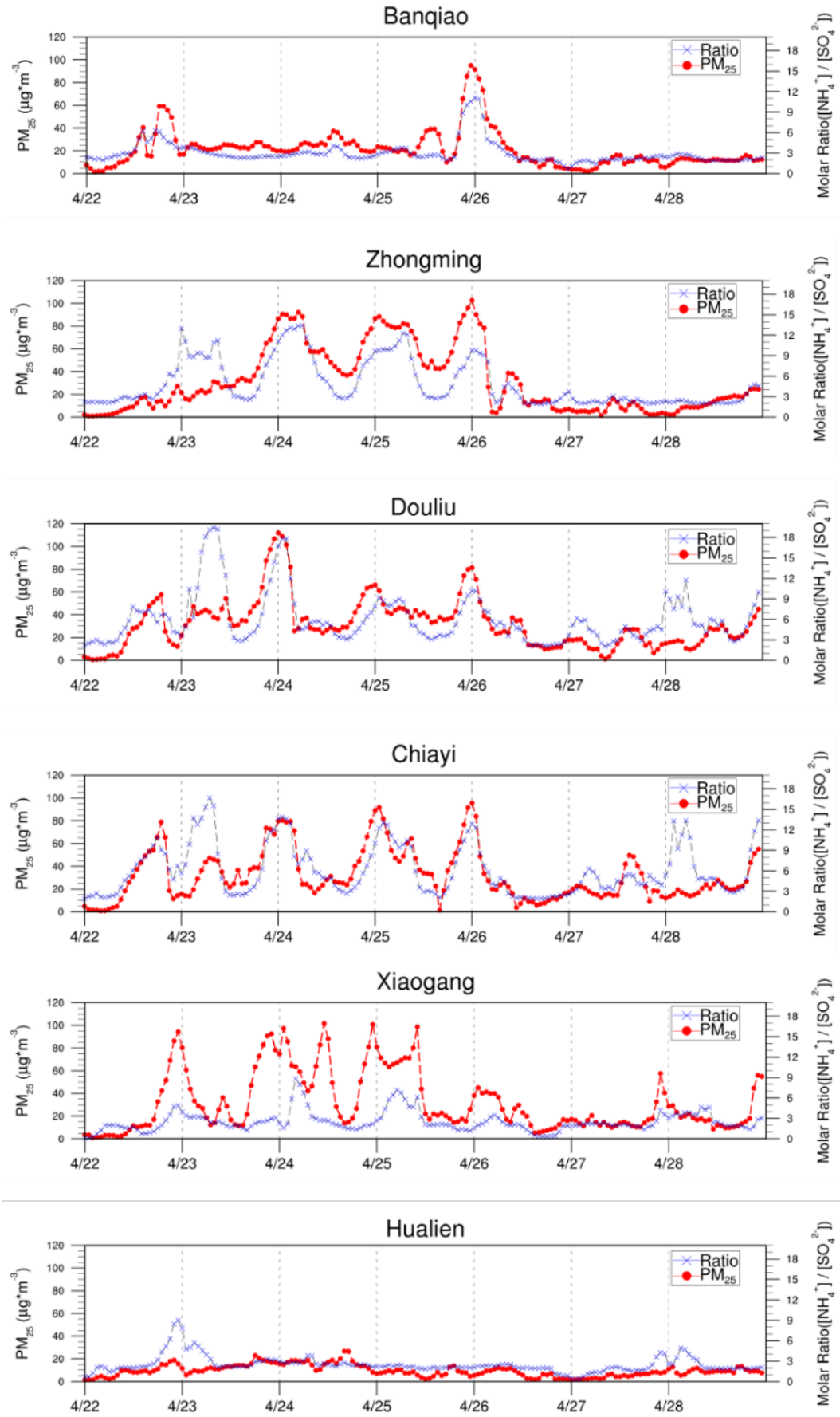


圖 4.4.41 各測站 NH_4^+/SO_4^{2-}的莫耳比時間序列

過去的研究顯示 SO_4^{2-}在 $PM_{2.5}$ 的占比大於其他化學成分，但在近年來常常在發生 $PM_{2.5}$ 高濃度事件發生時，NO_3^-的濃度大於 SO_4^{2-}，本計畫舉 2017 年 4 月 25 日的事件為例，透過檢測資料以及 CMAQ 模式模擬，在該事件日 NO_3^-占 $PM_{2.5}$ 成分的比重明顯高於其他成分。

分析採樣站的氣象與污染物時間序列變化，初步可以得到以下兩點結論：1) 忠明站、斗六站及嘉義站在中午時候受光化作用影響，產生大量的 OH 與 NO_2 反應形成 HNO_3，部分 VOC 則與游離基反應生成有機 NO_3^-，因此中午 $PM_{2.5}$ 有一些濃度。2) 但在午夜 $PM_{2.5}$ 濃度更高，除了低風速及低邊界層高度產生擴散不良的環境外，$PM_{2.5}$ 與 NO_3^-、N_2O_5、AH_2O 等有同步變化，N_2O_5 的氣-液態異相反應產生許多 NO_3^-。這發生在 4 月 25 日午夜的板橋站、在 4 月 23 日至 25 日午夜的忠明站與斗六站與嘉義站、4 月 23 日午夜、及 4 月 25 日上午的小港站等。

此外，在 $PM_{2.5}$ 與 NO_3^-高濃度同步發生的時候，NH_4^+與 NO_3^-有著高度相關性，透過計算 NH_4^+/SO_4^{2-}的數值，各測站處於氨氣充足的環境，NH_4^+在與 SO_4^{2-}反應生成$(NH_4)_3H(SO_4)_2$ 後，仍有相當量的 NH_4^+可以與 NO_3^-反應產生 NH_4NO_3。

4. 污染季節 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分變化所顯示環境意義

我國每年受季風轉換影響，9 月中下旬起至次年度 4 月份前後，環境 $PM_{2.5}$ 質量濃度普遍高於其他月份。

本計畫彙整 2017 年至 2020 年計畫期間，前一年度 12 月至當年度 4 月份 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分資料(稱為「污染季節」)，評估近四年污染季節成分變化趨勢如圖 4.4.42 所示。近四年各測站 $PM_{2.5}$ 濃度逐年遞減，雖然各站各化學成分在不同年度微有跳升，但整體呈現下降趨勢，其中以 SO_4^{2-}濃度遞減相對穩定，推測燃煤燃料影響逐漸降低。然而，各地 EC 濃度在 2020 年普遍呈現反增，NO_3^-與 OC 在 2020 年的忠明站也有反增現象。這些跡象顯示移動污染源或是在地的二次污染物，將成為改善污染季節 $PM_{2.5}$ 空氣品質的主要因素。

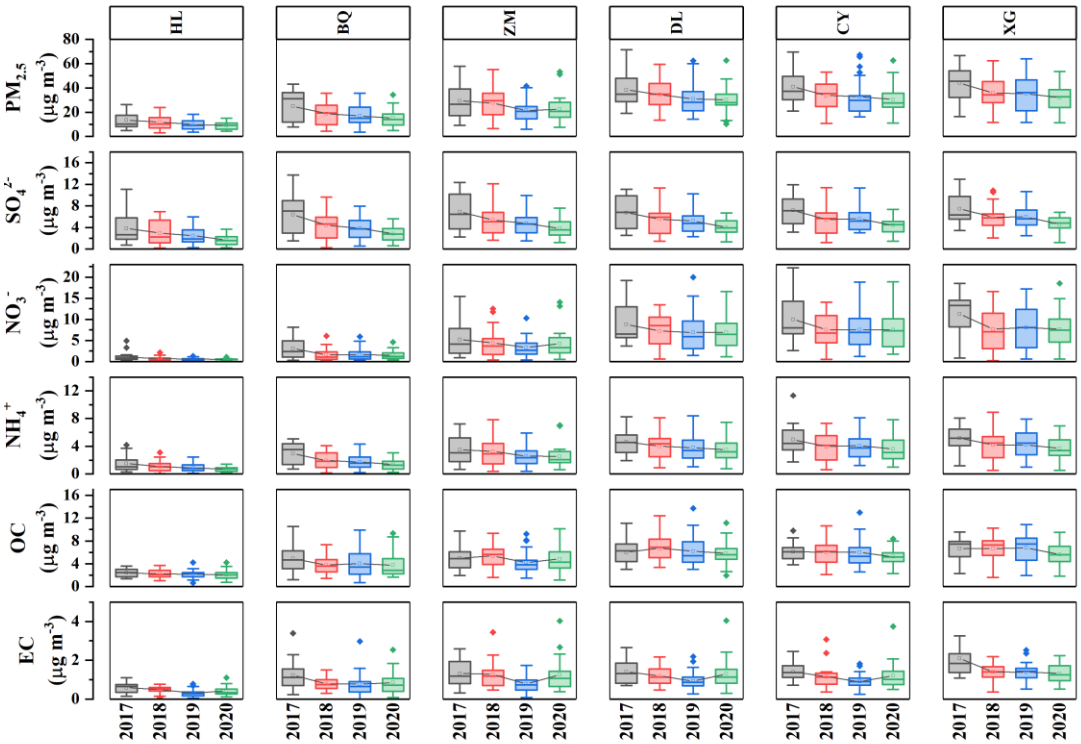


圖 4.4.42 近四年污染季節(前一年度 12 月至當年度 4 月份) $PM_{2.5}$ 質量濃度與主要化學成分變化趨勢

5. 從歷年柴油車排放指標成分(EC2)濃度變化評估柴油車管制策略

近年環保署大力推動移動污染源管制措施，例如：舊車汰換補助、排放標準加嚴、及油品改善等，藉政策補助同時，也加嚴各項標準與罰則。因此，本計畫以柴油車排放元素碳指標成分 EC2 年變化趨勢，評估管制策略對於大氣檢測濃度影響。

以歷年夏季(6 至 8 月)以及每年度 1 至 10 月份 EC2 濃度與其占總碳成分(TC)比例進行分析。圖 4.4.43 顯示，2017 年最高，2018 年下降，但 2019 年出現反增現象，2020 年又下降。比較 EC2 年變化趨勢與能源局全國歷年 1 至 10 月柴油販售量年變趨勢大致相符，惟 2017 年差異較大尚需評估(圖 4.4.44)。比較 2020 和 2017 年，各站不論濃度及占比都略呈現下降趨勢，而且在空品好的夏季(圖 4.4.43 A)及年度平均(圖 4.4.43 B)變化趨勢也相似，這顯示自 2017 年政府推動「淘汰老舊大型柴油車補助辦法」後，整體柴油車污染排放有受到抑制，但仍不可忽視板橋、忠明及小港站在 2019 年反增的前三高現象，是否這三個都會區存在其他影響因子？例如：跨區域公共運輸所使用的柴油車輛或民眾所駕駛的柴油小客車較老舊？以及有非移動污染源的柴油燃料施工機具等，由於有反增的現象，因此需要較長觀察時間。

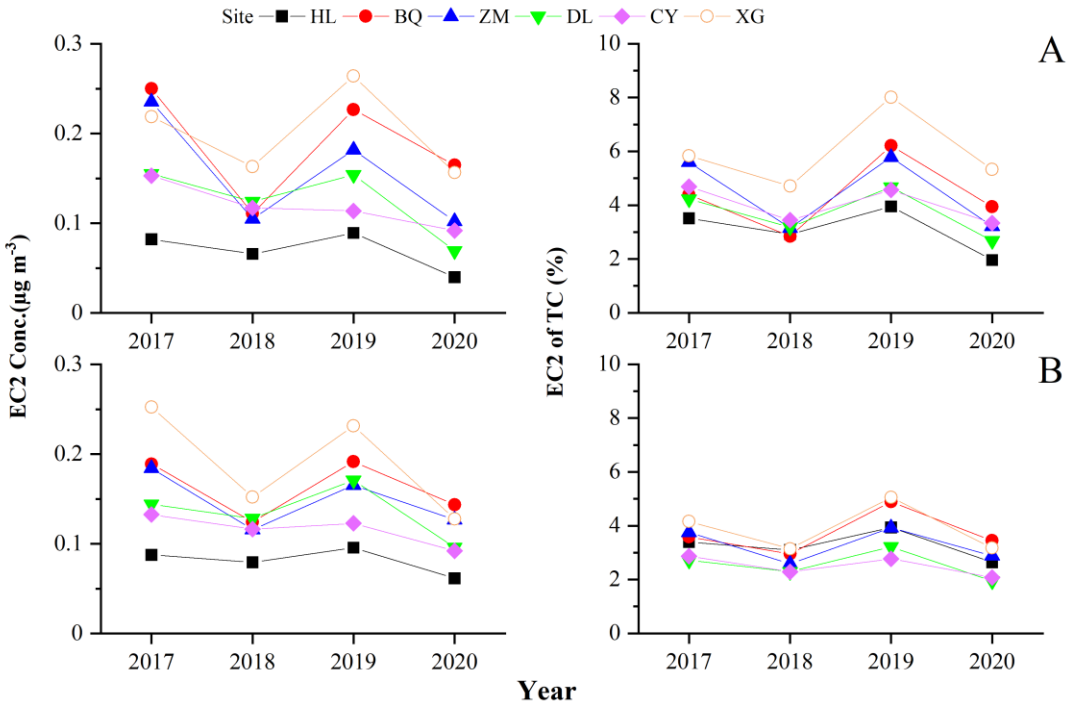
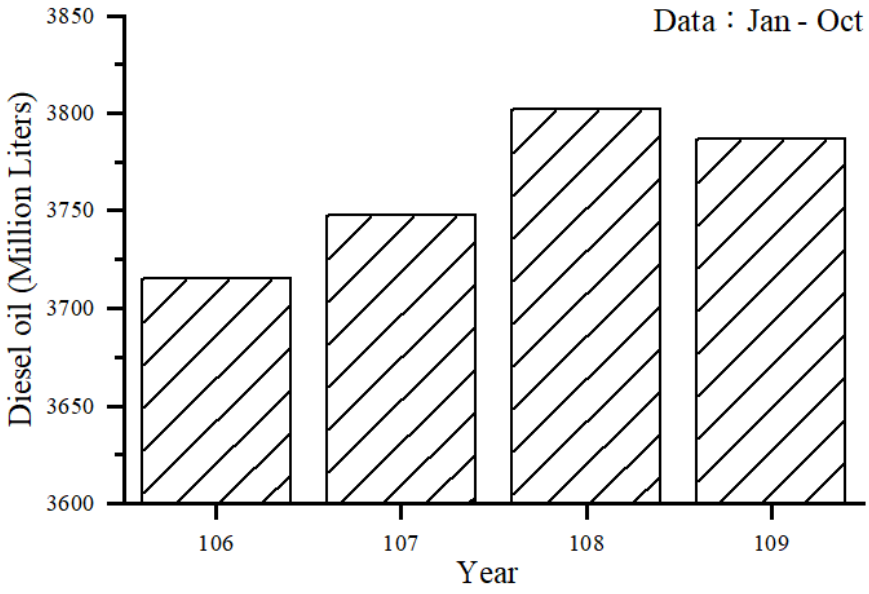


圖 4.4.43 歷年 EC2 濃度及比例變化(A:夏季平均；B: 1 至 10 月平均)



(資料來源:經濟部能源局各縣市汽柴油銷售統計)

圖 4.4.44 歷年全國柴油銷售統計

6. COVID-19 期間對於我國空氣品質影響

2020 年新型冠狀肺炎(COVID-19)疫情對全球產生重大影響，1 月下旬大陸武漢進行封城，2 月初全球開始蔓延，各國國境封鎖，導致全球工業及運輸量大幅遞減，我國疫情雖未失控，但是各行業都受到疫情影響出口需求量降低，影響產能。為探討疫情對於本計畫各採樣地區是否有影響？本計畫彙整 2017 年至 2020 年，各年度 2 月至 5 月期間 $PM_{2.5}$ 質量及主要化學成分平均濃度，圖 4.4.45 延伸過去三年 2~5 月份各採樣點遞減的 $PM_{2.5}$ 質量濃度，顯示 2020 年忠明、斗六及嘉義站濃度低於延伸濃度，這“降低較多”的濃度，可能有因疫情影響的效應。分析這些測站 $PM_{2.5}$ 化學成分，各站 SO_4^{2-} 及 NO_3^- 濃度都有降低，其中，SO_4^{2-} 濃度的降低，顯示中部至雲嘉地區跨區域污染影響降低。另一方面，各站 NO_3^- 濃度的降低，表示在地污染排放減少。其中，NO_3^- 可能來自工業或車輛尾氣衍生污染，但是由於其他車輛排放指標成分，如 OC 及 EC，都未有明顯濃度變化，因此，NO_3^- 濃度降低有可能是工業排放減量所造成。歸納來說，各站 SO_4^{2-} 和 NO_3^- 濃度降低，趨勢不同於車輛排放指標成分的 OC 和 EC，因此，SO_4^{2-} 和 NO_3^- 濃度降低可能是疫情期間工業排放減量造成。

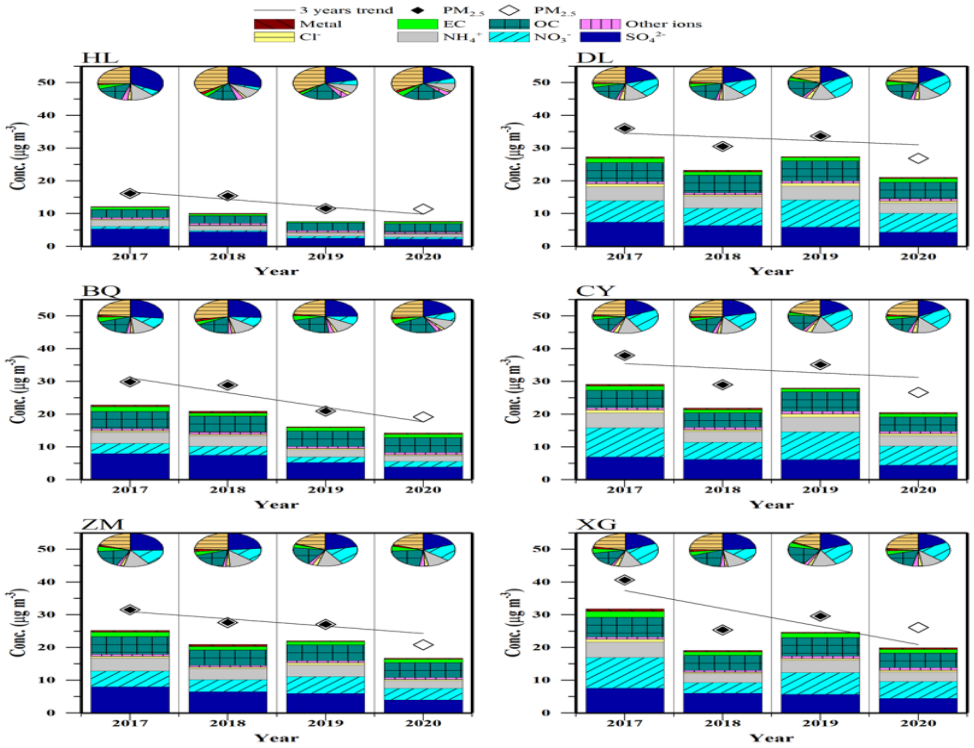


圖 4.4.45 歷年 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分於 2 至 5 月期間(2020 年受 COVID-19 影響)變化分析

4.5 $PM_{2.5}$ 污染源解析與能見度影響因子

本節彙整 2020 年度計畫執行期間各站採樣分析成果，檢視 $PM_{2.5}$ 化學成分對環境的影響，並分成兩個部分進行討論：第一部分「觀測地區 $PM_{2.5}$ 污染源解析」，透過正矩陣因子法(Positive Matrix Factorization, PMF)推估觀測地區可能的污染源及其貢獻；第二部分「能見度影響因子」，使用多元迴歸方程式推估 $PM_{2.5}$ 化學成分、環境因子與能見度的關聯，並應用美國環保署保護視覺環境成果推估大氣消光係數所彙整的 IMPROVE 經驗式 (Interagency Monitoring of Protected Visual Environments, IMPROVE)，推估 $PM_{2.5}$ 化學成分對大氣消光係數貢獻。

資料彙整方式按照測站與季節順序進行分類，季節分類方式為：第一季(S1)延續上年度計畫 12 月至本年度計畫期間 2020 年 2 月，稱此段期間為「冬季」，第二季(S2)為 2020 年 3 月至 5 月，屬於「春季」，第三季(S3)為 2020 年 6 月至 8 月，稱為「夏季」，第四季(S4)為 2020 年 9 月至 11 月，則屬於「秋季」。現階段數據解析至 2020 年 10 月中旬。

4.5.1 PMF 受體模式推估污染因子

本年度計畫受體模式分析除了應用當年度計畫執行期間所採集分析的數據，同時彙整自 2017 年起，採用相同採樣方法及儀器分析的數據，共同納入本年度受體模式推估，因此各觀測地區分別約有 220 筆樣本數據，符合受體模式操作手冊所建議數據筆數(Brown et al., 2015)。更多的數據納入使污染源推估結果可靠性提升，同時可探討歷年變化趨勢，有助於污染源管制策略評估與修正。為了進一步區分污染源特性，將前驅氣體於模式中作為輔助參考，透過水溶性離子、金屬元素與污染前驅氣體等三種成分類型進行模式解析。

本段將結果分為三部分：第一部分「受體模式推估因子與命名原則」，依照各項指標成分定義可能污染來源，並使用模式內建檢測軟體評估模式穩定性；第二部分「污染源時間與空間變化趨勢」，呈現各站污染源每日污染貢獻量以及 2020 年各季節測站推估因子特徵，並分析近四年污染因子變化；第三部分「污染因子可能來向」，透過雙條件機率函數與排放源資料交互比對各測站污染因子可能來源。

1. 受體模式推估因子與命名原則

根據 Norris et al. (2014)於 PMF5.0 版手冊中指出，因子數選取可根據當地環境及污染源的認知進行選擇。為延續上年度受體模式推估結果，並統一各站命名以及推估結果具有可比較性，本年度各站都選取 9 個因子。各站 PMF 預測濃度與實際觀測值都有良好相關性，花蓮、板橋、忠明、斗六、嘉義及小港各站 R^2 分別為 0.927、0.964、0.990、0.984、0.987、0.982，顯示預測結果相當良好(圖 4.5.1)。

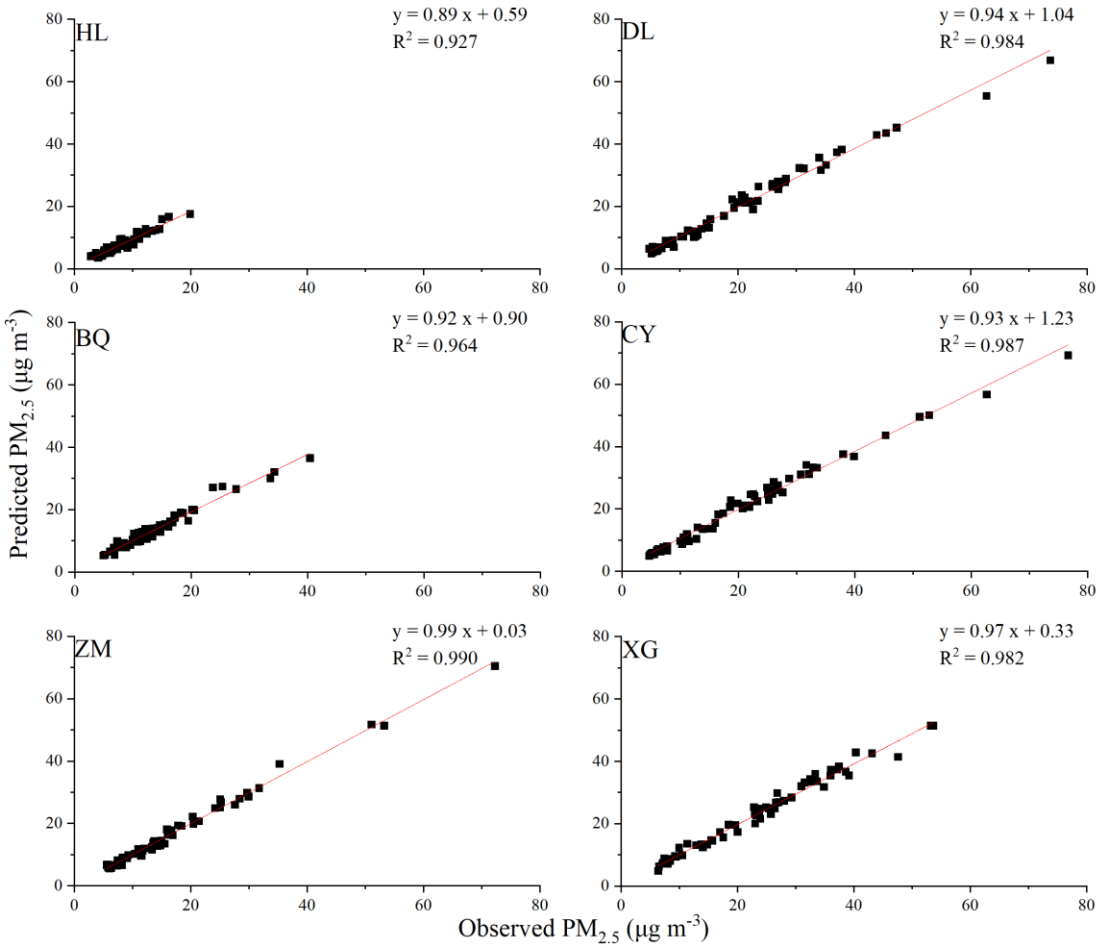


圖 4.5.1 受體模式推估 2020 年觀測值與預測值相關性

PMF 的因子在實務上即為污染源類別，污染源類別命名原則係以因子內 $PM_{2.5}$ 化學成分占比高(指標成分)的主要貢獻源作為命名依據，由於環境中污染源繁多，每項因子除了指標成分貢獻來源外，還可能包含其他占比較低成分的次要貢獻來源，為了進一步掌握可能污染源特性，本計畫同時使用污染源指標金屬元素，相關資料請參考 3.2.6 節所彙整指標金屬元素來源參考資料，底下不

再引述參考文獻來源。

六個觀測地區都解析出 9 項不同污染因子，各站因子指紋呈列於附錄十二。表 4.5.1 彙整各因子主要、次要成分與可能貢獻源，其中主要成分為該成分於因子指紋貢獻比例大於 25%者，其他用以輔助判別並且貢獻比例不低的成分稱次要成分。需注意實際推估濃度並非代表主要成分濃度，同時，相同因子名稱，因子指紋特徵仍略有不同，如：廢棄物處理因子，主要成分為 Cl^-，可能來自於焚化爐排放，也可能來自人為露天燃燒生活廢棄物以及工業鍋爐排放富含 Cl^-污染成分。

各站推估因子雖然名稱相同但是指紋特徵略有差異，可能造成數值有所變化，主要污染源類別命名依據列舉如表 4.5.1 所示，「**硫酸鹽**」因子的 SO_4^{2-}與 NH_4^+具有高貢獻比例，主要成分可能為硫酸銨，因子可能包含 As、Se、V 及 Ni 化石燃料指標元素，含有較高的 O_3 貢獻量顯示因子可能為衍生污染物；「**硝酸鹽**」因子主要成分為 NO_3^-與 NH_4^+，其他次要成分占比相當低，如：OC、EC 或 Cl^-，推測主要來自交通或工業鍋爐排放衍生污染；「**富含氯**」因子富含 Cl^-與 NH_4^+，Cl^-來源眾多，可能為燃煤燃燒、垃圾焚化，次要成分 NH_4^+與 NOx 較高顯示因子與燃燒活動有關，並且屬於經由氨氣中和的衍生污染；「**車輛排放**」因子內含高貢獻占比前驅氣體以及碳成分 OC 與 EC，來自車輛尾氣排放，高 OC 含量因子視為汽油車影響較高，高 EC 含量因子視為柴油車排放；「**生質燃燒**」主要成分為生質燃燒指標成分 K^+，部分地區尚包含 SO_4^{2-}顯示為老化氣膠，因此有較高質量占比，如：斗六及嘉義站。其可能來源可能為農廢燃燒、燃材鍋爐或煙火炮竹；「**燃煤**」富含燃煤燃燒指標元素 Pb、As 及 Se，但若氣體與水溶性無機離子指標成分較少，則推測來源為煤灰；「**燃油**」以指標元素 V、Ni 為主，部分測站還含有較高的 SO_4^{2-}。另一方面，因子中若有較高的 SO_2 貢獻比例，則推測此因子為一次污染源；「**揚塵**」以富含高占比 Fe、Mn 和其他金屬元素共同出現，成分組成複雜，但質量占比不高，因此推測來源可能為沙塵、建築揚塵或車輛行走時，輪胎、煞車皮、金屬零件所產生逸散污染；「**海鹽**」因子以 Na^+為主並含有少量 Cl^-，推測主要成分為 NaCl，Cl^-較少推測受海鹽傳送發生「氯損失」效應影響。

表 4.5.1 PMF 各類別污染因子命名依據與參考貢獻源

因子名稱	主要成分	次要成分	可能貢獻源
硫酸鹽	SO_4^{2-}、NH_4^+	O_3	區域傳輸、鍋爐氣體衍生、鍋爐煙道氣直接排放
硝酸鹽	NO_3^-、NH_4^+	SO_4^{2-}	固定及移動污染源衍生
車輛排放	OC、EC、	CO、NO_x	移動污染源尾氣
生質燃燒	K^+	SO_4^{2-}	農廢燃燒、燃材鍋爐、炮竹
燃煤	As、Se	Fe、Mn、Cd、Pb	燃煤鍋爐
燃油	V、Ni、SO_2	Cr、SO_2	燃油鍋爐、燃料油
富含氯	Cl^-	NH_4^+、NO_x	廢棄物處理、含氯氣體衍生
揚塵	Fe、Mn	Cu	地殼元素、車輛零件耗損粉塵、再懸浮微粒、建築揚塵
海鹽	Na^+	Cl^-	海水飛沫、地殼元素

2. 污染源時間與空間變化趨勢

圖 4.5.2 以及表 4.5.2 分別彙整 2019 年度 12 月至 2020 年 11 月，各採樣站採樣日受體模式污染因子推估結果以及各測站年度與季節推估因子濃度與占比。

冬季(S1)各測站主要污染因子在花蓮以車輛排放為主，濃度占比 29%，板橋站站至小港站主要污染因子是硝酸鹽，濃度占比約為 22 ~ 47%，影響程度由北向小港站遞增，顯示冬季東部以一次的移動污染源排放有較高污染貢獻占比，西部則是在地衍生污染物主導當地空氣品質(表 4.5.2)。另一方面，推估污染因子時序中顯示各站濃度相對較高時主要污染因子略有差異，例如：板橋站於 12 月、1 月 7 日、1 月 22 日採樣日中有較高的燃煤及硝酸鹽因子，顯示在地衍生污染或是測站鄰近區域工廠化石燃料燃燒，都是導致空氣品質劣化的可能污染源；忠明站至小港站在高濃度採樣日的 1 月 4 日、7 日及 22 日有相當高的硝酸鹽因子濃度，顯示在地衍生污染仍是這天的主要污染源。在忠明站至嘉義站還可發現相當高濃度的「富含氯」因子，由於因子指紋以 Cl^-與 NH_4^+為主，推測污染物質可能為工業排放、化工產業或是焚燒塑料所產生的 HCl 與大氣中 NH_3 中和所衍生的 NH_4Cl，這顯示除了持續改善在地 NO_x 污染排放外，建議加強管制中部至雲嘉地區的 Cl^-可能污染源以及減少廢棄塑料，或許可進一步改善忠明至嘉義地區空氣品質(圖 4.5.2)。

春季(S2)各測站主要污染因子分別為花蓮站是車輛排放(29%)，板橋及忠明測站是硫酸鹽，占比分別是 27%及 28%，斗六站硝酸鹽與硫酸鹽占比相當，嘉義至小港站與冬季相同，硝酸鹽為主要污染因子，除了東部花蓮站外，西部測

站由板橋至斗六站由原先的在地污染主導的污染型態逐漸轉變為以區域污染物為主的污染型態。從污染因子時序來看，花蓮站污染因子變化較小，車輛排放與硫酸鹽為各採樣日主要污染因子。板橋站在 4 月 15 日，有較高的燃煤因子貢獻濃度外，還呈現較少的區域傳輸特徵，與前節所述污染型態化學成分特徵解析一致。忠明站以南至小港站在春季各採樣日污染因子特徵與冬季相似，在地衍生污染物仍主導此區域空氣品質。區域性污染物的硫酸鹽因子在忠明站以南測站大多是次高或是第三高的污染因子，富含氯及生質燃燒因子在雲嘉地區因子濃度較高，忠明與小港站以車輛排放濃度較高。各測站第三與第四高的因子分布凸顯各地在地污染來源類型差異，可根據此差異作為管制參考(圖 4.5.2)。

夏季(S3)受體模式推估成果顯示各測站都以車輛排放為主要污染因子，濃度占比約為 30 ~ 38%。此結果凸顯夏季空氣品質大幅改善的原因大多與在地衍生污染物減少有關，若要持續改善顯示移動污染源管制的重要性。值得注意的是，本季小港站硫酸鹽因子推估濃度明顯較低，主要原因為小港站硫酸鹽因子指紋僅有 60%的 SO_4^{2-}濃度，其餘 40%濃度分散至車輛排放(16%)、富含氯(10%)、燃煤因子(10%)及其他因子中(詳見附錄十二)，除了模式誤差，也可能是原生及衍生 SO_4^{2-}特性所造成的差異。從圖 4.5.2 還可發現夏季各站每日污染因子多為車輛排放為主，次要因子除了硫酸鹽外，各站還有較高的海鹽與揚塵因子。夏季花蓮與板橋站受到火山灰影響的採樣日 8 月 7 日與 8 月 19 日有較高的硫酸鹽與揚塵因子，雖然可反映當日受到傳輸污染所帶來的高濃度硫酸鹽類成分及地殼元素，但是受到模式本身限制無法凸顯特殊案例的成分特徵。

秋季(S4)各地主要與次要因子與夏季相近，但是受到大環境天氣型態轉變，多數採樣站硫酸鹽取代了車輛排放成為各地貢獻比例最高污染因子，這顯示，區域性污染物為此季節主要污染源，同時斗六以南測站硝酸鹽因子影響也逐漸增加(圖 4.5.2)。此外，秋季 9 月中下旬開始，板橋站至斗六站的燃煤因子、各地的富含氯因子貢獻濃度以及各地硫酸鹽貢獻濃度都有明顯上升，小港站以北各站污染因子的空間變化大多有連續性並且污染因子構成相似，凸顯小港站的污染來源與以北測站有所差異。

彙整各季節因子特徵，硫酸鹽、硝酸鹽及車輛排放為各站間常見的主要污染因子。其中，硝酸鹽因子於冬季及春季對於斗六以南的採樣站以及秋季小港站影響最大，凸顯地區在地衍生污染物的影響。當季節推演至夏季，車輛排放

是測站間常見的主要污染因子。進一步觀察各採樣站次高至第四高污染因子，可發現東部花蓮站多以揚塵或海鹽為主，西部採樣站則大多是燃煤及富含氯因子，斗六站與嘉義站還有較高的生質燃燒因子。

表 4.5.2 各測站 2020 年 PMF 推估濃度與貢獻占比(括弧內)

因子 / 測站	硫酸鹽	硝酸鹽	車輛排放	生質燃燒	燃煤	燃油	富含氯	揚塵	海鹽
HL	**1.8 (22)**	**0.8 (9)**	**2.3 (29)**	**0.5 (6)**	**0.6 (7)**	**0.1 (0)**	**0.4 (4)**	**0.8 (10)**	**1 (12)**
S1	1.6 (20)	0.8 (10)	2.7 (33)	0.7 (8)	0.8 (10)	0.1 (0)	0.3 (3)	0.6 (7)	0.8 (9)
S2	2.2 (23)	1 (10)	2.7 (29)	0.6 (6)	0.8 (8)	0.1 (0)	0.3 (2)	1.1 (11)	1 (10)
S3	1.7 (27)	0.5 (8)	2.4 (38)	0.1 (1)	0.2 (2)	0.1 (0)	0.3 (3)	0.7 (10)	0.6 (9)
S4	1.5 (19)	0.8 (9)	1.3 (17)	0.6 (7)	0.6 (8)	0.1 (0)	0.6 (8)	1 (12)	1.6 (20)
BQ	**3.1 (23)**	**1.8 (13)**	**3 (22)**	**0.6 (4)**	**1.6 (11)**	**0.2 (1)**	**0.8 (6)**	**1.3 (9)**	**1.5 (11)**
S1	2.5 (15)	3.6 (22)	3.4 (21)	0.9 (5)	2.3 (14)	0.4 (2)	1.1 (6)	1.4 (8)	1.3 (8)
S2	4.1 (27)	2.1 (14)	2.9 (19)	0.7 (4)	1.9 (13)	0.1 (0)	0.5 (3)	1.4 (9)	1.5 (10)
S3	3.5 (32)	0.9 (8)	3.9 (35)	0.2 (1)	1.2 (10)	0.1 (0)	0.3 (2)	0.8 (7)	0.5 (4)
S4	2.4 (20)	0.6 (4)	1.8 (15)	0.5 (4)	1 (8)	0.1 (0)	1.5 (13)	1.4 (11)	2.8 (23)
ZM	**3.9 (24)**	**2.8 (17)**	**3.2 (20)**	**1 (6)**	**1.2 (7)**	**0.3 (1)**	**1.6 (10)**	**1.2 (7)**	**1.3 (8)**
S1	4.1 (17)	6.2 (26)	3.5 (15)	1.8 (7)	1.9 (8)	0.4 (2)	3.1 (13)	1.9 (8)	1.3 (5)
S2	5.1 (28)	3.8 (21)	3.2 (18)	1.2 (6)	1.2 (6)	0.2 (1)	1.5 (8)	1 (5)	1.1 (6)
S3	2.4 (28)	0.7 (7)	3.3 (39)	0.2 (2)	0.4 (5)	0.3 (3)	0.4 (5)	0.6 (6)	0.5 (6)
S4	4.2 (26)	1 (6)	2.9 (18)	1.1 (6)	1.5 (9)	0.2 (1)	1.6 (10)	1.3 (8)	2.5 (16)
DL	**3.8 (19)**	**4 (20)**	**3.3 (16)**	**2.1 (10)**	**2 (10)**	**0.3 (1)**	**2.5 (12)**	**1.4 (7)**	**1 (5)**
S1	3.7 (11)	9.7 (30)	3.2 (10)	3.4 (10)	3.4 (10)	0.5 (2)	5.8 (18)	1.9 (6)	1 (3)
S2	5 (24)	5 (24)	3.1 (15)	2.3 (10)	1.8 (8)	0.2 (1)	1.8 (8)	1.4 (6)	0.9 (4)
S3	2.5 (31)	0.2 (2)	3.1 (37)	0.3 (3)	0.5 (5)	0.2 (1)	0.4 (4)	1 (12)	0.4 (5)
S4	4 (19)	1.9 (9)	4 (19)	2.8 (13)	2.7 (13)	0.2 (1)	2.5 (12)	1.5 (7)	1.7 (8)
CY	**2.8 (14)**	**5 (24)**	**2.5 (12)**	**3.1 (15)**	**1.7 (8)**	**0.1 (0)**	**2.4 (12)**	**2 (10)**	**1.1 (5)**
S1	2 (6)	13.4 (40)	2.6 (8)	4.8 (14)	2.5 (7)	0.3 (1)	5.1 (15)	2.2 (6)	1.1 (3)
S2	3.6 (18)	5.1 (25)	2.4 (12)	2.6 (13)	1.5 (7)	0.1 (0)	1.8 (9)	2.3 (11)	1 (5)
S3	2.3 (29)	0.2 (2)	2.3 (30)	0.5 (6)	0.3 (3)	0.1 (0)	0.5 (6)	1.5 (19)	0.4 (5)
S4	3.3 (15)	2.1 (10)	2.8 (13)	4.6 (21)	2.5 (11)	0.1 (0)	2.5 (11)	1.9 (9)	2.1 (10)
XG	**3 (13)**	**7.4 (33)**	**4.3 (19)**	**1.6 (7)**	**1.2 (5)**	**0.1 (0)**	**1.9 (8)**	**1.7 (7)**	**1.7 (7)**
S1	4.1 (12)	16.3 (47)	4.1 (12)	2.4 (7)	1.3 (4)	0.1 (0)	3.1 (9)	2.1 (6)	1.7 (5)
S2	3.6 (17)	6.1 (29)	4.4 (21)	1.6 (7)	1.2 (5)	0.1 (0)	1.5 (7)	1.3 (6)	1.7 (8)
S3	0.8 (8)	0.8 (8)	3.5 (38)	0.2 (2)	0.6 (6)	0.2 (2)	0.9 (9)	1.6 (17)	0.9 (9)
S4	3.7 (14)	6.4 (25)	5.4 (21)	2.2 (9)	1.6 (6)	0.1 (0)	2.2 (8)	1.5 (6)	2.7 (10)

備註：數據彙整已排除各季節 $PM_{2.5}$ 濃度大於季節平均濃度兩倍標準差以上數值。站名列為三季平均，S1 為冬季、S2 為春季、S3 為夏季、S4 為秋季。

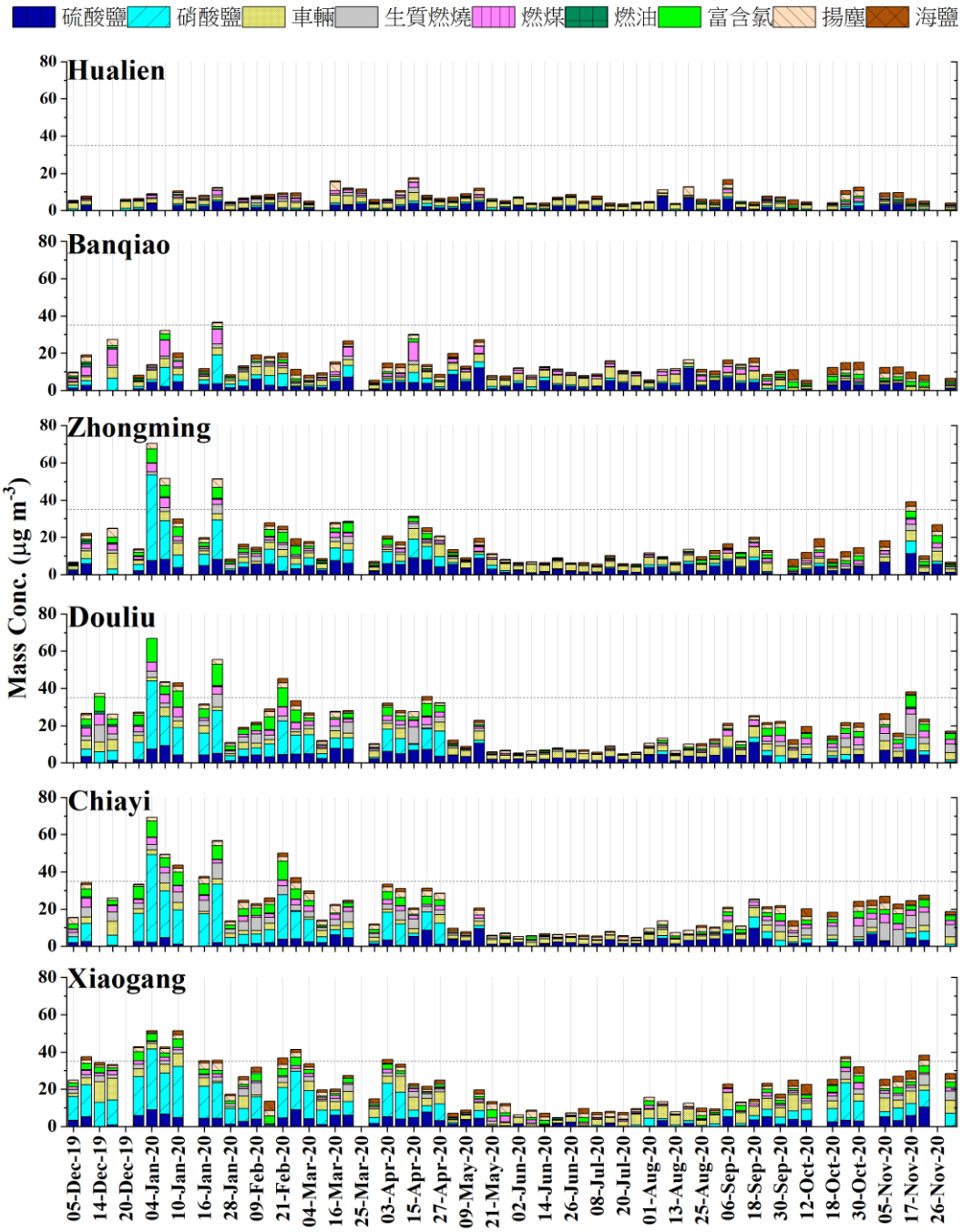


圖 4.5.2 受體模式推估 2020 年計劃期間各測站採樣日推估因子濃度變化

圖 4.5.3 彙整近四年六個採樣站受體模式推估因子濃度占比逐年變化，各年度因子推估濃度可參考附錄十二。2020 年硫酸鹽因子空間分布呈現由東至北再向南遞減，對比同樣是高貢獻占比因子的硝酸鹽，兩者趨勢恰巧相反。若以斗六為界，以北及以東測站普遍受到區域污染物影響，以南則是在地污染衍生物主導空氣品質變化。與過去三年度相比，硫酸鹽與硝酸鹽空間特徵雖然相近。硫酸鹽因子比上年度減少 5 ~ 17%，忠明與斗六以外各站硫酸鹽因子占比都有明顯的降低，以花蓮變化最大。各站硝酸鹽因子比上年度則微幅增加約 1 ~ 4 %。車輛排放因子空間分布呈現由東至北上升再由北向南先降後升，占比約 12 ~ 29 %，以花蓮站最高而嘉義站最低。車輛排放因子比過去三年，本年度各站上升 1 ~ 7%以花蓮站變化最大。生質燃燒因子在 2020 年度空間分布呈現由東至北向雲嘉遞增，再向南遞減，斗六與嘉義站是主要受影響地區，近四年濃度占比變化不大，斗六站占比持平，嘉義站略有增加。燃煤因子空間分布呈現由東至北上升再由北至南降低，板橋站占比最高，近四年空間分布相近，但是今年度板橋站濃度占比增加 2 %，這顯示板橋站受到更多原生的鍋爐排放影響。燃油因子與前述燃煤因子同為燃料燃燒污染，但是空間分布略有不同，另外，今年度各站燃油因子占比顯著降低，如同本年度化學成分觀測成果所示，顯示燃油相關管制策略已收獲成效。富含氯因子空間分布相近於生質燃燒，以斗六與嘉義站占比較高(12%)，近四年各站變化相近，因子實際污染源及與生質燃燒因子的差異下段可透過雙條件機率函數進行分析。揚塵因子空間分布呈現由東至北至南下降，花蓮與嘉義占比最高，推測除了非人為的地殼元素影響，車輛揚塵或是建築揚塵也可能是當地可能污染源。近四年各站占比變化增加 1~5%，以板橋站最高，占比上升主因為高占比因子濃度下降，進而使其他因子影響略微提升。海鹽因子空間分布呈現由東至北至雲嘉降低再向南部上升，以花蓮站有最高占比，雖然因子實際濃度並非花蓮最高，但是受到人為活動污染程度較低因此有最高占比。

彙整近四年各站推估因子年度變化趨勢，2020 年各站因硫酸鹽影響，各站主要因子與過去三年略有不同。花蓮以「車輛排放」為主要因子，板橋及忠明站以「硫酸鹽」為主要因子，斗六、嘉義與小港站則是「硝酸鹽」。此結果顯示斗六以南仍以在地衍生污染物影響程度大，但是以北測站的移動污染源影響正逐年上升。

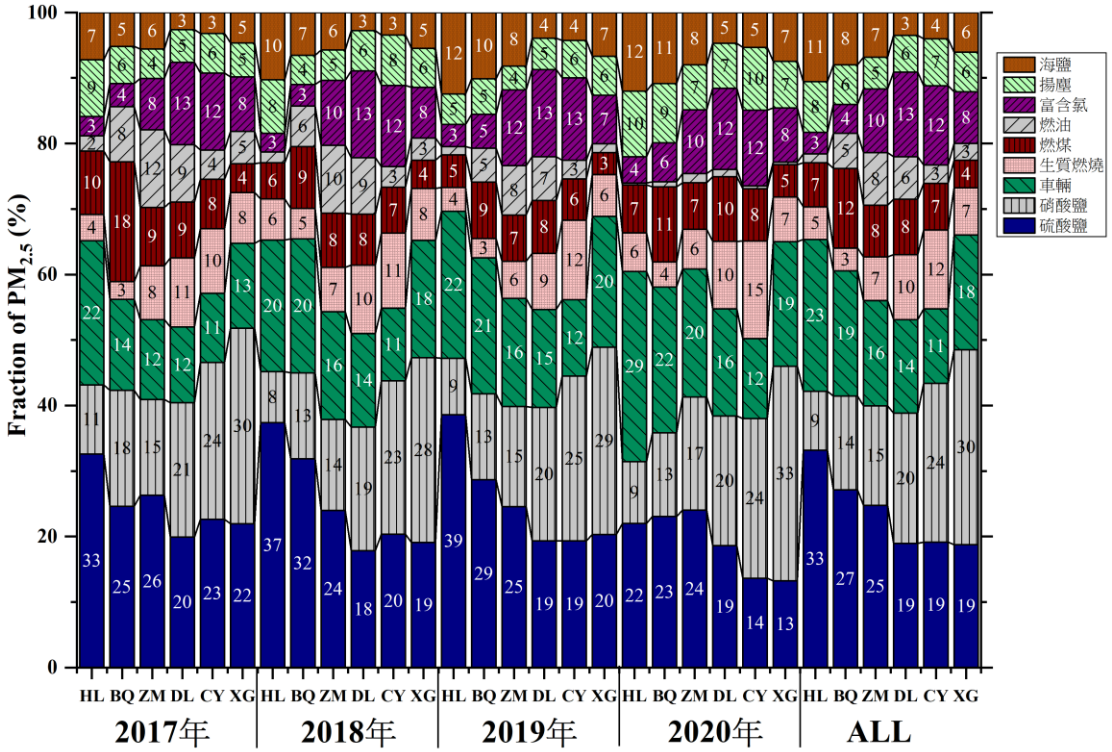


圖 4.5.3 近四年六站 PMF 推估污染源因子濃度占比變化

3. 污染因子可能來向

圖 4.5.4 至圖 4.5.8 以雙變數條件機率函數(Conditional Bivariate Probability Function, CBPF)推估 2020 年度計畫執行期間各測站污染因子前 30%高貢獻濃度採樣日污染來向。各採樣站硫酸鹽因子(F1)高污染機率來向多為西北方至北方並且發生於風速高於 1.6 m s^{-1} 時，這表示因子屬於傳輸而來的污染物機率較高，特別是在忠明、嘉義與小港站受到傳輸影響時有更高的機會受到影響。硝酸鹽因子(F2)於各採樣站高污染機率來向雖然近於硫酸鹽因子(F1)，大多在各地北方，但是在低風速的情況下相對有較高污染機率。車輛排放因子(F3)污染機率高於50%以上來向廣泛，顯示移動污染源影響無固定方位。生質燃燒因子(F4)各站高污染機率來向較不一致，當風速較高時普遍有更高污染機率，但是忠明站在西風低風速時同樣有相當高的污染機率，可能與所在的南屯區與大肚山交界處農地燃燒農廢有關。燃煤因子(F5)的各站高污染機率來向結果顯示，板橋、忠明、斗六及嘉義地區當風向為高風速西北西至西北風時，都有較高的污染機率，小港站則分布於測站西北方及東南方，花蓮站則各方位污染機率相近，較不明顯。燃油因子(F6)各站高污染機率來向與前述燃煤因子(F5)十分相似，但是各測站來向分布更廣泛，特別是花蓮站東方高污染機率明顯大於燃煤因子(F5)。富含氯

因子(F7)各站高污染來向略有差異，除小港站受東南風影響機率最高外，其餘各站多為北風時有更高的污染機率，同時板橋站與花蓮站在高風速影響時機率最高，忠明以南則多是低風速時污染機率較高。揚塵因子(F8)高污染機率來向大多為各站西北至東北方，小港站則是南方，忠明與小港站高污染機率大多與低風速有關，其餘測站則是高風速時較容易出現高污染機率。海鹽因子(F9)高污染機率來向大多與各測站海岸線方位有關，並且都是高風速時有更高的污染機率。

參考環保署 TEDS 10 版排放資料與 CBPF 推估結果比對，硫酸鹽(F1)與硝酸鹽因子(F2)的高污染機率來向，方位大多為當地工業區密度較高處。硝酸鹽因子(F2)於低風速的風向區塊有更高的污染機率，在小港站北方的低風速高污染機率特徵近似於車輛因子，顯示硝酸鹽因子(F2)可能來源包含了固定與移動污染源。各測站燃煤污染因子(F5)高污染機率來向，大多是發生高風速時頻率較高，推測污染源多為較遠的上風處。值得注意的是，燃煤因子(F5)於斗六站西北及嘉義站出現高風速西北風時，有高污染機率，顯示有其他非電力業燃煤鍋爐的貢獻。此外，燃油因子來向與同為化石燃料的燃煤十分相似，但是更為廣泛，由於高機率方位多指向各地海岸線，此結果顯示小型燃油鍋爐分布更廣外，船舶排放也可能是可能的污染。各測站富含氯因子(F7)高機率來向在板橋、忠明與小港站多為廢棄物處理場址所在地，在斗六與嘉義站則多為化工製造業工廠，花蓮則可能來自測站東北與西南方的污染傳輸。

整體而言，人為活動較有關連的因子中，除了硝酸鹽因子(F2)顯示在地污染源的高污染機率外，硫酸鹽因子(F1)則呈現空間分布相對均勻的特徵，燃煤(F5)、燃油(F6)與富含氯因子(F7)高污染來向大多指向特定區域內污染源，如：各類鍋爐都可能為貢獻源。生質燃燒因子(F4)來向多為農地。車輛排放因子(F3)則與前述三類因子的 CBPF 圖譜有較大差異，顯示其來源的不確定性。

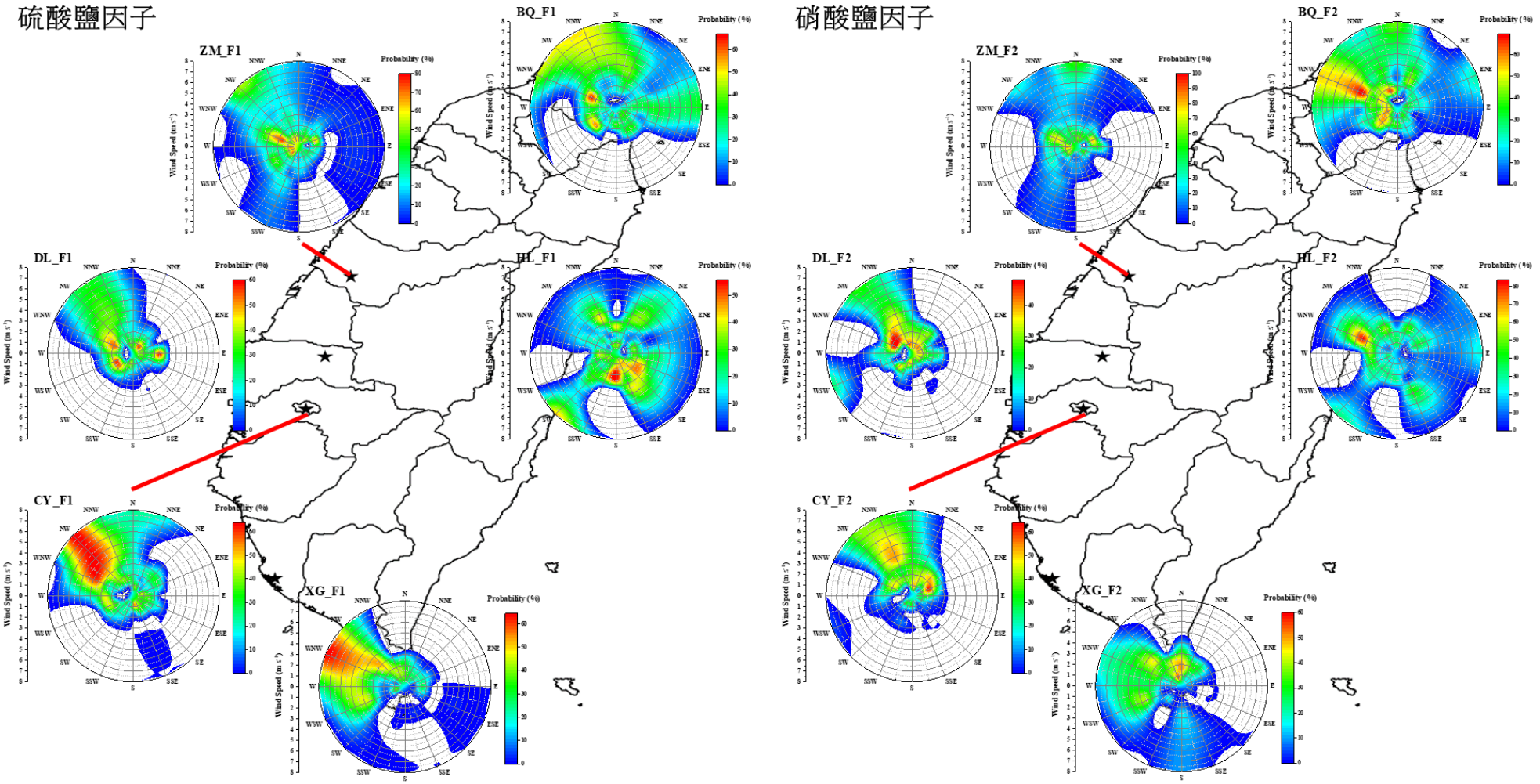


圖 4.5.4 CBPF 推估各站污染因子來向(左:硫酸鹽，右:硝酸鹽)

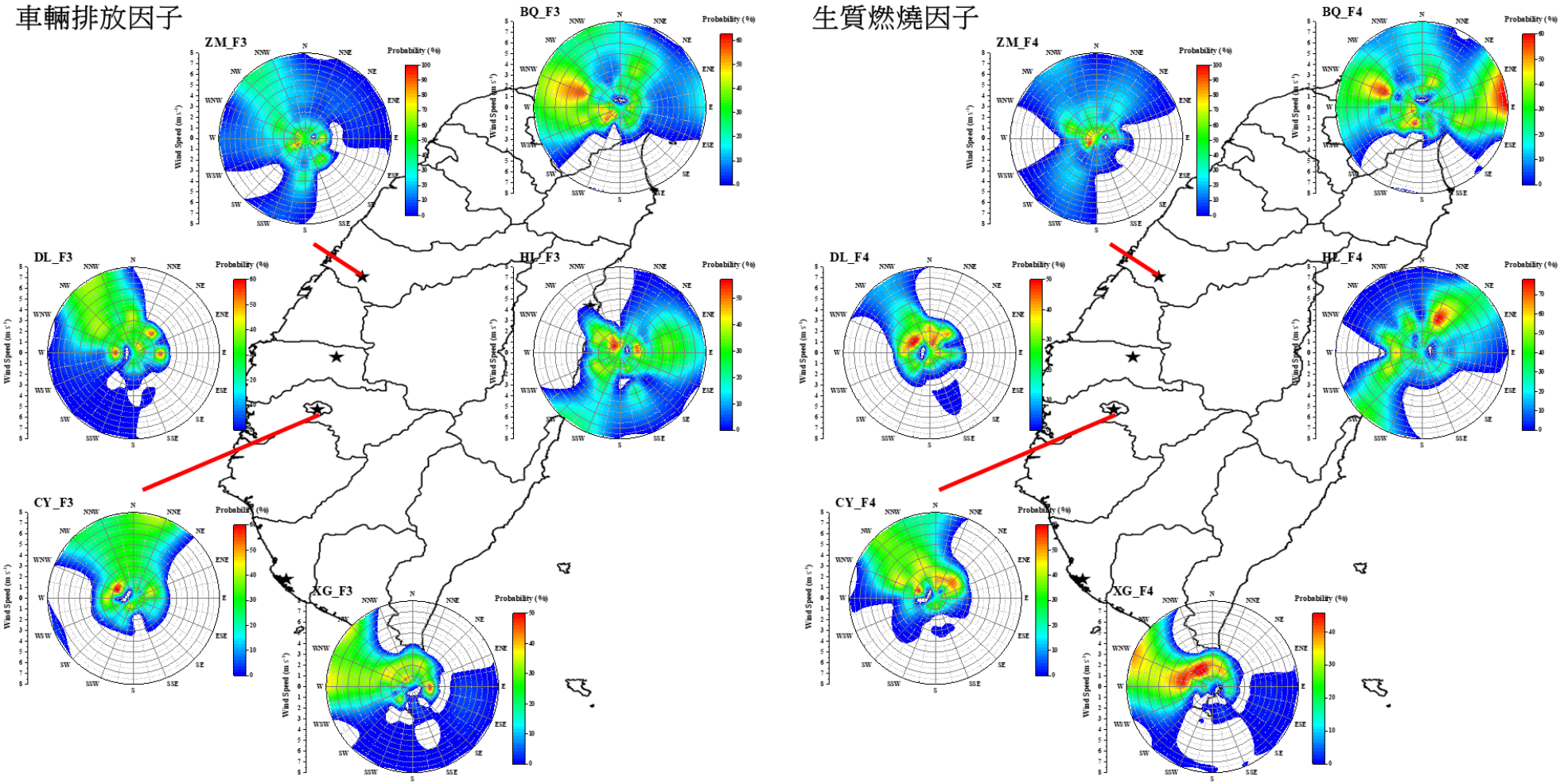


圖 4.5.5 CBPF 推估各站污染因子來向(左:車輛排放，右:生質燃燒)

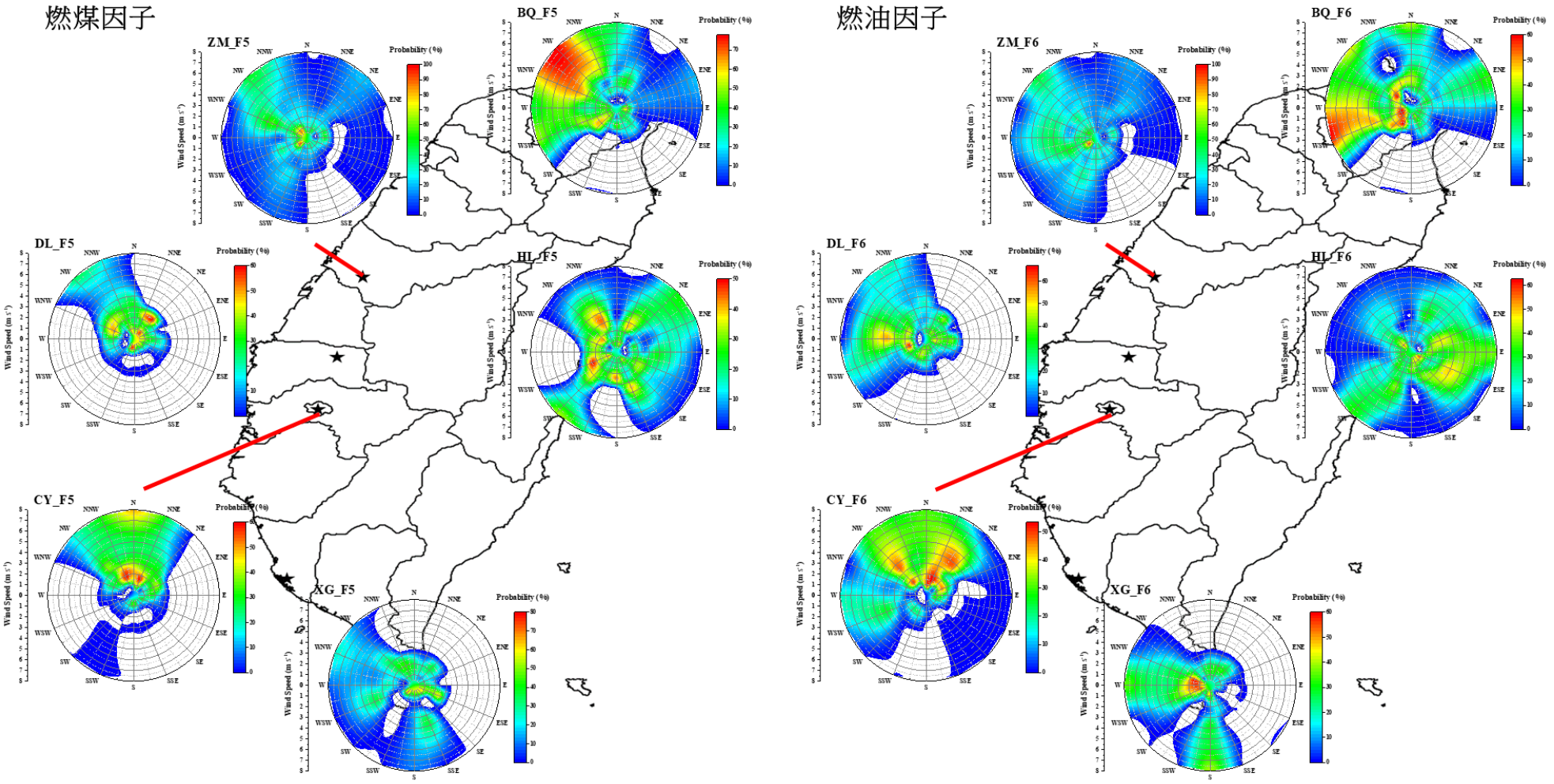


圖 4.5.6 CBPF 推估各站污染因子來向(左:燃煤，右:燃油)

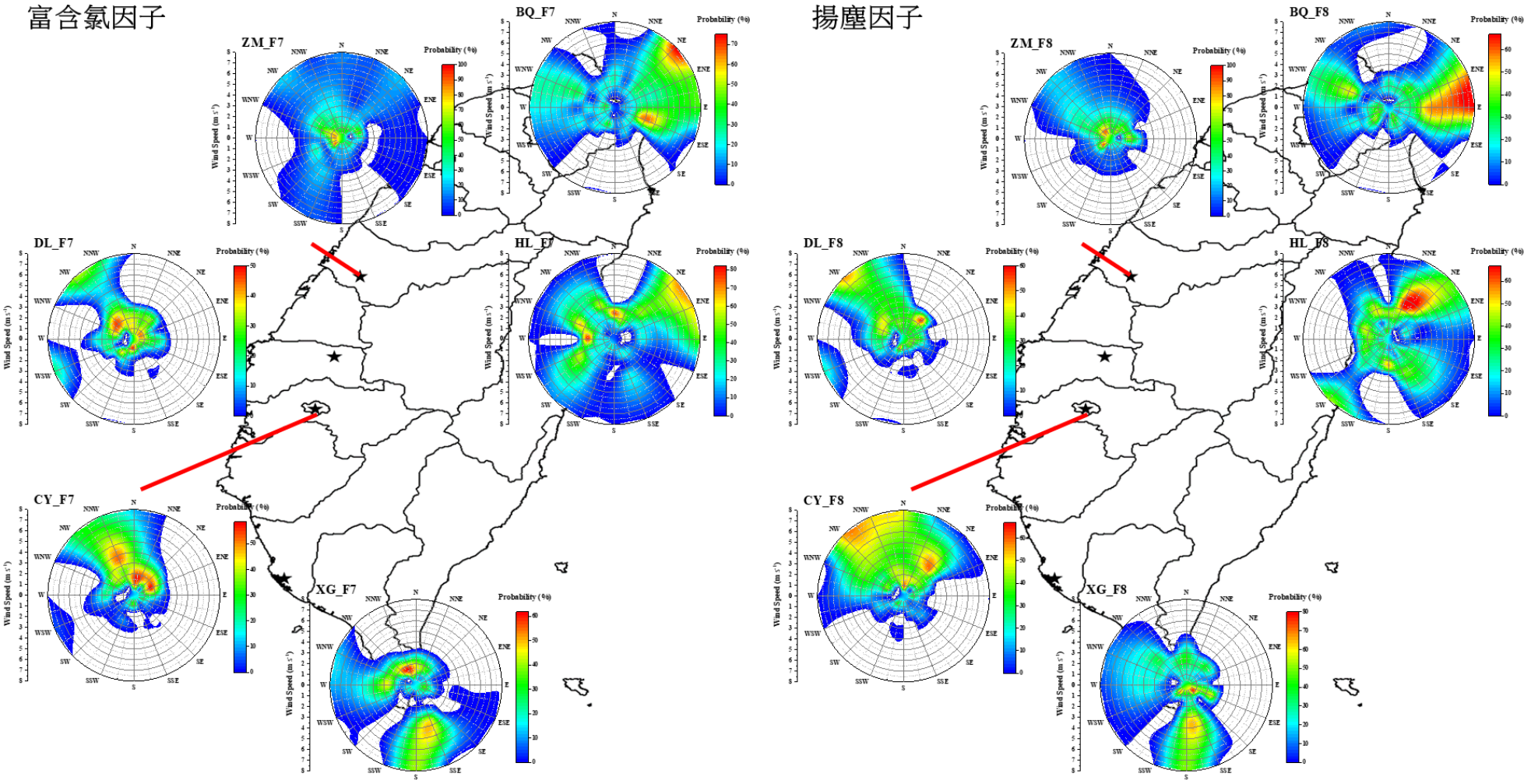


圖 4.5.7 CBPF 推估各站污染因子來向(左:富含氯，右:揚塵)

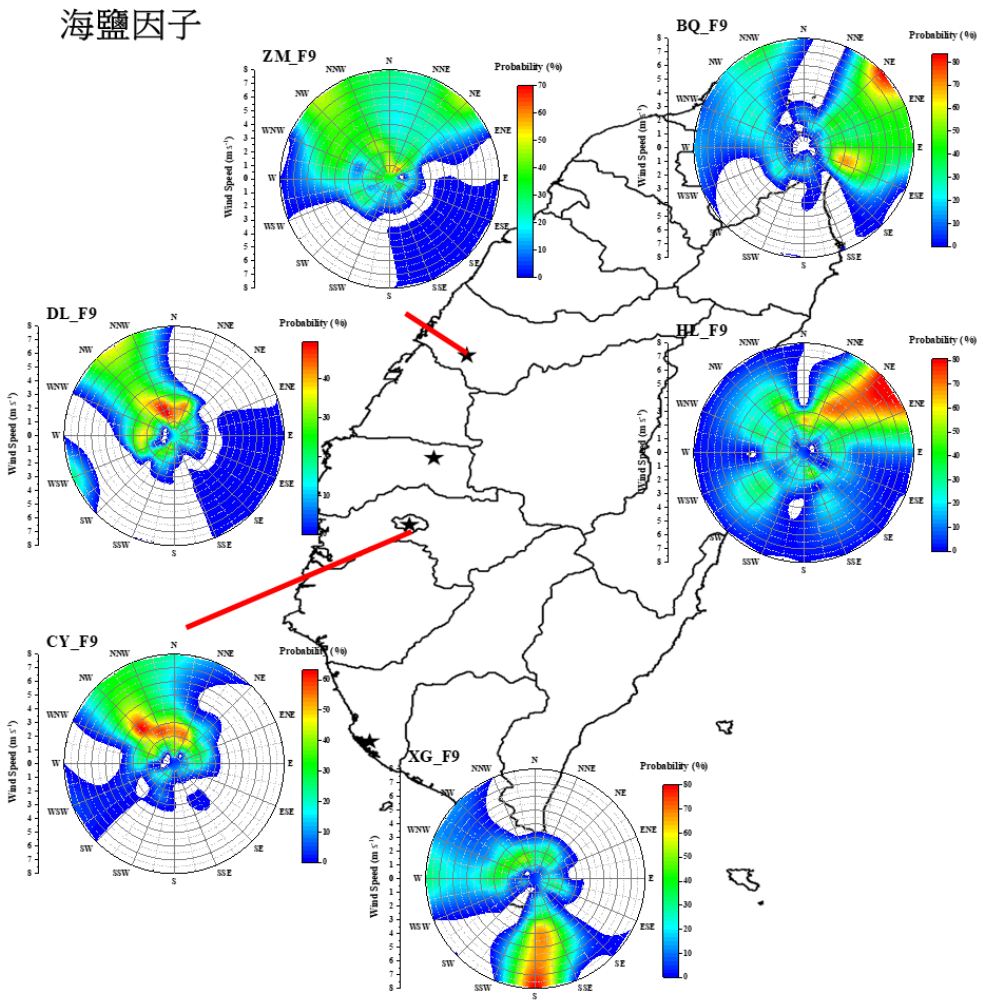


圖 4.5.8 CBPF 推估各站污染因子來向(海鹽)

4.5.2 能見度影響因子

為比較與驗證 IMPROVE 修正方程式與多元迴歸模式以 $PM_{2.5}$ 化學成分推估見度數值，本計畫採用中央氣象局板橋、台中、嘉義、高雄、花蓮人工觀測數據，各氣象站的能見度觀測資料是以人眼對已知距離目標物進行辨識，有些地方受限於景物的遮蔽或地形的限制，使得測站能見度最遠標的距離不相同，板橋為 30~35 km，台中為 20~25 km，嘉義為 60 km，高雄為 35 km，花蓮為 25 km，因此，如果能見度超過最遠標的距離，也無法記錄下真正的能見度；另外，晚間也會進行觀測，當夜晚的星空亮度較亮時，則以標的物判別，或是以各標的物的照明輔助判別。本節所選用各觀測站所對應氣象站點與採用人工觀測能見度小時值時段如表 4.5.3 所示。

表 4.5.3 各觀測地區能見度參考氣象站及每日觀測時間(hr)

觀測地區	氣象站	氣象局觀測時間
板橋	板橋	2.5.8.9.11.14.17.20.21.23
忠明	台中	2.5.8.9.11.14.17.20.21.23
斗六	嘉義	5.8.9.11.14.17.20.21
嘉義	嘉義	5.8.9.11.14.17.20.21
小港	高雄	5.8.9.11.14.17.20.21
花蓮	花蓮	2.5.8.9.11.14.17.20.21.23

備註：斗六地區無氣象站，故採用鄰近嘉義站代替

1． 以 IMPROVE 修正方程式推估能見度

$PM_{2.5}$ 化學成分會影響大氣氣膠消光係數(b_{ext})導致能見度下降，天氣因子的風速(WS)、溫度(T)、相對濕度(RH)以及氣體污染物 NO_2 也都是影響能見度的因子，為了瞭解監測地區(板橋、忠明、斗六、嘉義、小港、花蓮各測站所在地區)$PM_{2.5}$ 化學成分與天氣因子和大氣能見度關係，本計畫使用 Revised IMPROVE (Interagency Monitoring of Protected Visual Environments)方程式推估大氣氣膠消光係數，再藉由 Koschmieder equation (Visibility = $3.912/b_{ext}$)推算能見度，並以 $PM_{2.5}$ 化學成分推算出大氣能見度(推算方法詳見 3.2.5 節)。

圖 4.5.9 列出六個測站估算和觀測能見度的比較，很明顯地可以看出估算的能見度高於觀測能見度相當多，原因可能是台灣各地無法找到足夠遠的目標物，因而觀測到的能見度較低。不過，嘉義站的相關性較高($R^2 > 0.86$)，可能的原因是嘉義氣象站能見度觀測距離較遠，因此與推估結果較為符合。花蓮站相關係

低，可能和觀測目標物不夠遠有關。

即使能見度估算的正確性無法驗證，但 IMPROVE 修正方程式使用已知影響能見度各種因子來估算能見度，在定性上或是概念上還是具有參考價值。另外，過去與中山醫學大學團隊(張等，2019)於板橋、西屯及小港站觀測的大氣消光係數比較，顯示兩種方法間 R^2 可達 0.67~0.97，表示以 IMPROVE 修正方程式推估具有一定程度的參考價值。

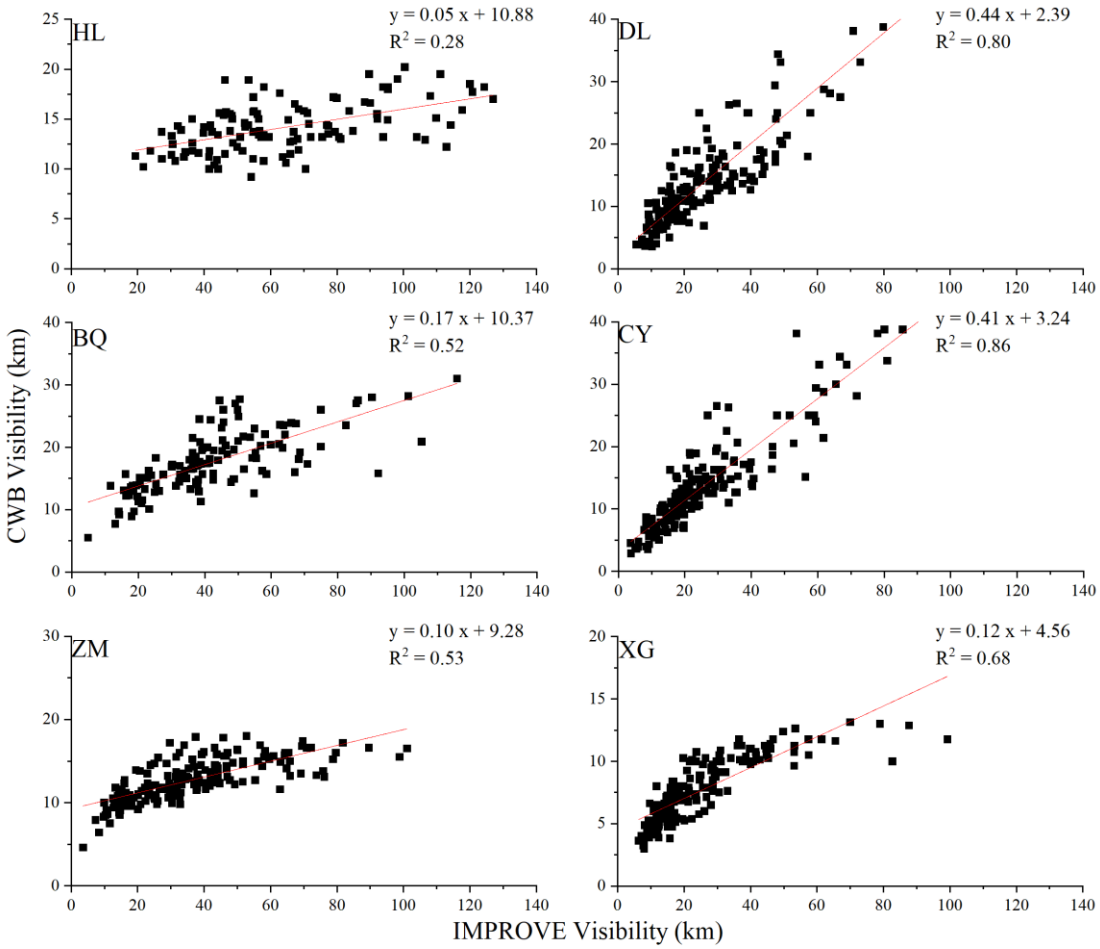


圖 4.5.9 六站的氣象站觀測能見度與 IMPROVE 修正方程式估算能見度

上述大氣能見度迴歸方程式顯示大氣相對濕度(RH)對於大氣能見度具有影響，本計畫將大氣相對濕度日平均值分成兩個群組 (…：RH<65%，ー：RH≧65%)，探討氣象局人工觀測的大氣能見度與 $PM_{2.5}$ 關係，如圖 4.5.10 所示。各站 $PM_{2.5}$ 濃度跟大氣能見度，在 RH≧65%群組大多有指數相關($R^2 > 0.60$)；花蓮站受到鄰近山脈影響，觀測目標物距離較短，觀測的大氣能見度無法反映真實狀況，且因大氣能見度範圍受到侷限，數據點無法施展，迴歸線相關性差。另外，RH<65%群組的數據點少很多，使得相關性差。從兩個群組變化趨勢線可得知：當 $PM_{2.5}$ 質量濃度低或是大氣相對濕度較低時，各站普遍有較好的大氣能見度。值得一提的是，各站在相同 $PM_{2.5}$ 質量濃度下，大氣能見度並不相同，顯示解析氣膠化學成分對評估各地大氣能見度影響因子具有重要性。

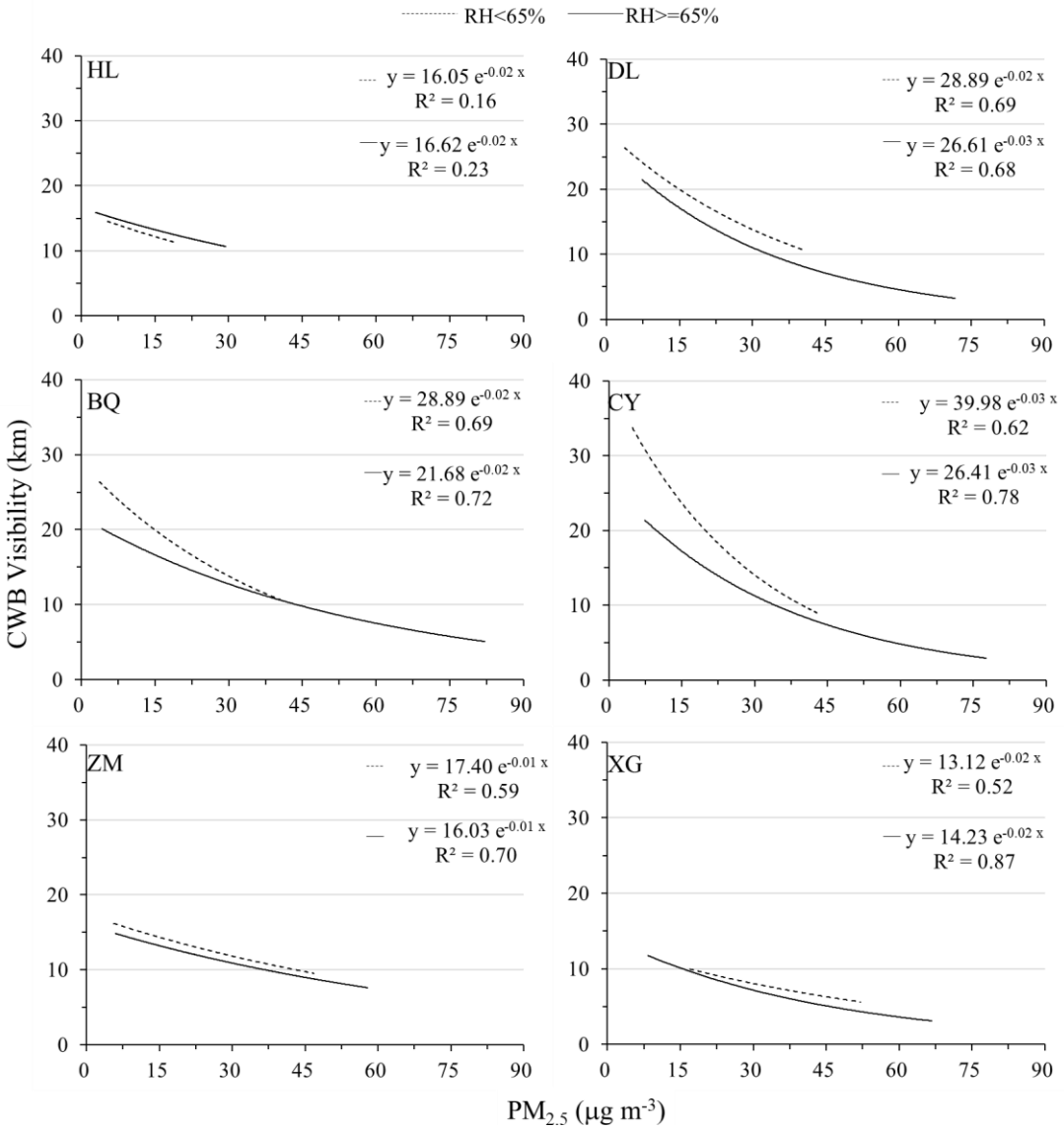


圖 4.5.10 大氣能見度與 $PM_{2.5}$ 在不同相對濕度 (…：RH<65%，ー：RH≧65%) 關係

各測站 $PM_{2.5}$ 化學成分對大氣消光係數的貢獻如下：花蓮站大致上以硫酸鹽貢獻為主(37%)，其次是有機物(16%)，四季變化大致相同。板橋站化學成分以硫酸鹽與有機物最為顯著，分別占了大氣消光係數的 31%、23%，各季皆以硫酸鹽貢獻最高。忠明站各化學成分以硫酸鹽、硝酸鹽、有機物影響最為顯著，分別占了大氣消光係數的 31%、22%、20%，冬季受到在地污染影響特別顯著，硝酸鹽對於消光係數貢獻高達 32%，其餘季節多以硫酸鹽為主要貢獻成分。斗六站對大氣消光係數的貢獻以硫酸鹽、硝酸鹽、有機物為主，分別占了 25%、29%及 21%，冬季硝酸鹽貢獻特別突出，其餘季節以硫酸鹽為主。嘉義站大氣消光係數的貢獻以硝酸鹽占比最高(34%)，季節特徵與斗六站相似，冬季至春季硝酸鹽最為突出，夏季至秋季則是硫酸鹽。小港對大氣消光係數的貢獻以硫酸鹽、硝酸鹽、有機物為主，分別占了 25%、30%及 18%。冬季硝酸鹽貢獻達 40%，其餘季節主要影響係數貢獻成分則改為硫酸鹽(圖 4.5.11)。

整體來說，$PM_{2.5}$ 化學成分以硫酸鹽、硝酸鹽及有機物對大氣消光係數貢獻最為顯著。硫酸鹽是 $PM_{2.5}$ 的主要成分，對大氣消光係數的貢獻穩定。硝酸鹽主要來自當地污染源排放所衍生，由於冬季環境溫度低，硝酸鹽呈現氣膠狀態，加上擴散條件不佳，導致硝酸鹽氣膠容易在環境中累積，因此硝酸鹽的貢獻量在冬季特別多，這個現象在中部以南各測站(忠明、嘉義、斗六、小港)最為顯著。本年度受到各地 SO_4^{2-}濃度減量影響，各地於春季過後有機物對消光係數影響十分接近硫酸鹽。

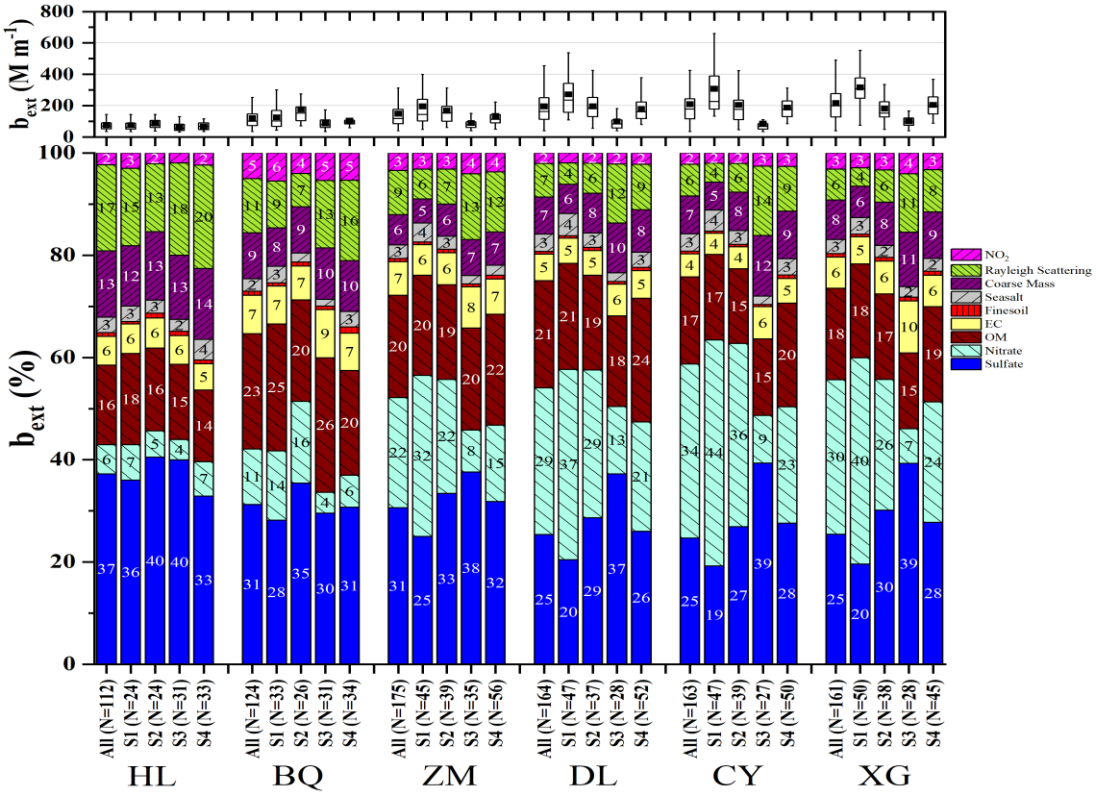


圖 4.5.11 IMPROVE 推估消光係數與各成分係數占比

2． 能見度影響因子多元迴歸分析

本計畫使用多元迴歸分析的 Backward Stepwise Regression，篩選出對大氣能見度影響顯著的 $PM_{2.5}$ 化學成分及天氣因子，建立估算大氣能見度的多元迴歸模式。能見度多元迴歸模式所篩選的 $PM_{2.5}$ 的化學成分包含：NH_4^+、Mg^{2+}、Cl^-、NO_3^-、SO_4^{2-}、OC、EC，天氣因子包括：風速(WS)、環境溫度(T)、環境相對濕度(RH)。能見度監測數據選用中央氣象局在板橋、台中、嘉義、高雄、花蓮觀測站所觀測的數據(斗六缺乏氣象站，使用嘉義站資料)。

各測站能見度迴歸方程式彙整如表 4.5.4，在各項 $PM_{2.5}$ 化學成分與天氣因子中，以 SO_4^{2-}、NO_3^-、OC、相對濕度(RH)、溫度(T)、風速(WS)為影響能見度顯著的因子。各測站除斗六站風速為影響較大的因子外，負係數顯示可能與河川沙塵傳輸有關，其餘測站多以 SO_4^{2-}為主要影響因子，其次為 OC 和 NO_3^-，顯示能見度的變化主要受到區域污染物影響，來源可能為化石燃料燃燒；但車輛排放影響也不可忽視。推估結果與 IMPROVE 推估結果一致，影響各地區能見度最大因子普遍為 SO_4^{2-}、NO_3^-或 OC，兩種方式所獲得影響因子顯示燃料燃燒主導大氣能見度變化特性。

表 4.5.4 六站多元迴歸推估影響能見度因子方程式彙整

站名	迴歸方程式	樣本數	R^2	Adj. R^2	F
板橋	Vis. = 37.83 – 0.88 SO_4^{2-} - 0.42 OC – 0.34 RH + 0.31 T	239	0.73	0.73	161.15
忠明	Vis. = 17.29 - 0.22 NO_3^- - 0.36 SO_4^{2-} - 0.10 RH + 0.97 WS + 0.04 T	240	0.64	0.63	84.14
斗六	Vis. = 57.82 – 1.52 SO_4^{2-} - 1.21 OC – 2.69 WS + 0.54 T - 0.52 RH	240	0.66	0.65	91.49
嘉義	Vis. = 40.18 – 1.64 SO_4^{2-} - 0.90 OC + 0.57 T - 0.37 RH	239	0.69	0.69	131.41
小港	Vis. = 15.41 - 0.13 NO_3^- - 0.29 SO_4^{2-} - 0.34 OC + 0.14 T -0.10 RH	240	0.77	0.77	159.12
花蓮	Vis. = 18.82 – 0.33 SO_4^{2-} + 0.28 T - 0.16 RH	240	0.48	0.48	73.32

備註：

1. **數據期間 2017 年 1 月 1 日至 2020 年 11 月 29 日**
2. **各測站檢測結果 $p < 0.0000$；各測項 $p < 0.05$；各項目單位：Vis. 能見度(km)，SO_4^{2-} (μg m^{-3})，NO_3^- (μg m^{-3})，RH (%)，WS (m s^{-1})，OC (μg m^{-3})，T (°C)。**

圖 4.5.12 為六站多元迴歸推估(Estimated)和觀測(Observed)能見度關係，彼此相關性對應相當良好，以小港最好(R^2 = 0.77)，而花蓮則較差(R^2 = 0.48)，採樣期間推估能見度以嘉義站的 32 km 最高，其次是斗六站的 31 公里，小港推估能見度最低僅 12 公里。推估結果顯示模式受限於輸入資料最大值不高，亦即人工觀測選定目標物距離並非最佳能見度可視範圍，導致許多推估值僅可達 20 km 上下。

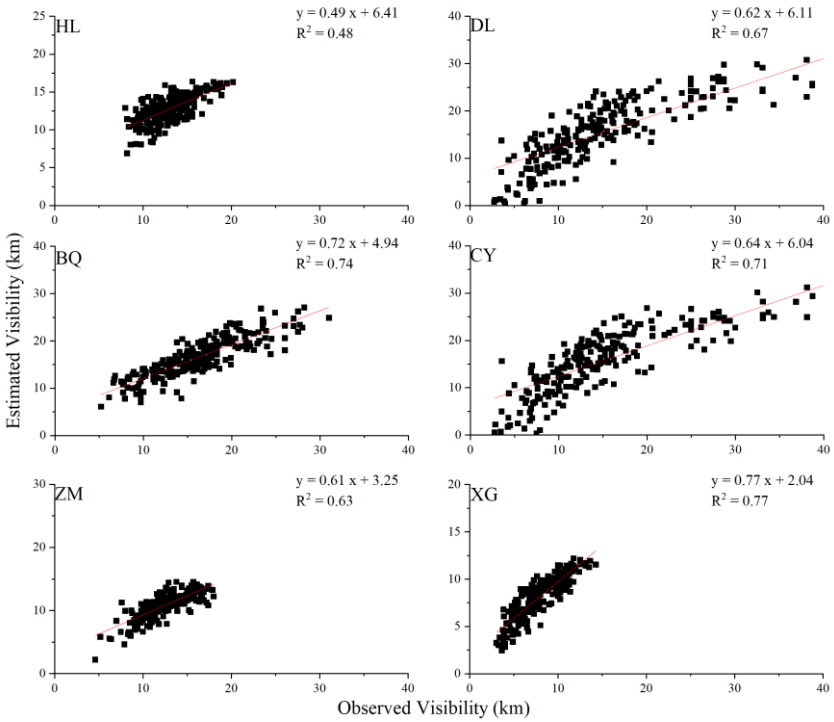


圖 4.5.12 六站以迴歸方程式推估(Estimated)和觀測(Observed)能見度關係

4.6 $PM_{2.5}$ 化學成分觀測成果與污染管制建議

本年度計畫透過分析 $PM_{2.5}$ 化學成分時空分布、CMAQ 化學成分機制模擬、指標成分趨勢變化及污染情境成分特徵等項目，將結果與國內、國內污染管制現況加以連結，以提供相關有關單位參照，結果彙整如表 4.6.1 所示。

表 4.6.1 本年度計畫成果顯示污染管制意義(根據管制建議排序)

項目	內容		建議
污染管制方向	化學成分檢測結果	本年度各採樣站季節主要成分對比往年改為 OC 為主，SO_4^{2-}影響降低。	1.移動污染源正轉變為各季節主要污染因子。 2.移動污染源對於 NO_3^-與 OC 有一定程度貢獻，持續推廣大眾運輸、調整交通管制策略、推廣電動車、或改善機動車輛排放，都有助於減少移動污染源衍生的污染。
	污染情境成分特徵(污染季節)	近四年污染季節，SO_4^{2-}對於區域空品影響降低，各地 2020 年 EC 濃度普遍反增，NO_3^-與 OC 則於 2019 和 2020 年反增或是持平，顯示移動污染源，將成為改善污染季節 $PM_{2.5}$ 空氣品質的主要目標。	
	近交通源觀測	NO_3^-、OC 及指標金屬成分相較一般空品站突出，顯示交通源 $PM_{2.5}$ 成分特徵。	
區域染管制建議	化學成分檢測成果	各採樣站金屬元素組成特徵差異，反應在地污染特徵不同。	1.可根據區域與季節成分特徵訂定污染源管制策略。 2.區域管制重點在中部以北加強移動污染源管制，以南偏重工業鍋爐管制，以達到各區域管制最大效益。
	受體模式推估	地區污染因子呈現東部及中部以北的移動污染源與中部以南的工業鍋爐為各地區對 $PM_{2.5}$ 質量濃度影響較大污染源因子。	
高污染管制建議	污染情境成分特徵($PM_{2.5}$ 濃度分類)	NO_3^-濃度於 $PM_{2.5}$ 濃度 15 μg m^{-3} 以上時，占比開始倍增。	NO_3^-前驅污染源管制，有助於改善 $PM_{2.5}$ 中濃度以上的空氣品質。
	CMAQ 模擬	本地 NO_3^-增量與日間光化作用與夜間水解反應有關。	加強光化學前驅污染物 VOC 及 O_3 管制。可改善高濃度在地污染頻率。
柴油車管制評估	指標成分趨勢變化	近四年柴油車指標成分 EC2 略呈現下降趨勢，都會區測站 2019 年反增。	當前柴油車管制策略於部分地區顯示成效，惟北、中、南都會區可能存在柴油小客車或小貨車老舊以及營建施工機具污染等干擾因子。
區域能見度改善	能見度影響因子推估	各季節硫酸鹽對大氣消光係數貢獻相對穩定，有機物貢獻和硫酸鹽相近，並且是夏季各測站貢獻量最高成分。硝酸鹽在冬季與春季對斗六以南測站貢獻量最高。	1. 減少工業鍋爐排放有助於改善大氣能見度。 2. 冬季斗六以南地區除工業鍋爐外尚須考量 NO_x 前驅污染源影響。

其他建議	塑化劑檢測成果	各測站塑化劑濃度與戶外 $PM_{2.5}$ 濃度較無直接關聯，來源可能為個人用品與室外建材。	塑化劑雖然對 $PM_{2.5}$ 無直接影響，但建議可持續推廣減塑政策，以減少民眾暴露風險。

4.7 各國家執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與最新技術

表 4.8.1~表 4.8.5 彙整各國近年執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與最新技術，本年度實際完成 32 篇，超越計畫工作內容至少 30 篇的要求。本計畫根據文獻類型分成五大類，第一類「$PM_{2.5}$ 鄰苯二甲酸酯類(PAEs)成分特徵及影響因子」，蒐集 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分相關特徵研究，配合本年度目標，將有助於相關數據解析；第二類「高濃度事件微粒成分特徵與影響機制」，主要蒐集各國於高 $PM_{2.5}$ 濃度事件的分析技術，用以釐清污染形成的化學機制，有助於提升管制成效；第三類「$PM_{2.5}$ 化學成分污染源指標及源解析模式應用技術」，蒐集各項污染源 $PM_{2.5}$ 指標成分及受體模式應用文獻，用以強化計畫執行污染源解析準確性；第四類「檢測資料分析與污染管制策略」，彙整近年來各國數據解析方法以及與都市污染檢測有關管制策略；第五類「移動污染源檢測與其對都市環境影響」，蒐集各國移動污染源檢測成果及其影響因子分析，作為本年度執行交通污染採樣參考，並評估我國與國際間差異。

4.7.1 $PM_{2.5}$ 磷苯二甲酸脂類(PAEs)成分特徵及影響因子

Li et al. (2019)分析中國泰山地區 2015 年 6 至 8 月檢測期間 $PM_{2.5}$ 中磷苯二甲酸脂類(Phthalic Acid Esters, PAEs)，共計 11 種同類物(Congeners)。其結果顯示檢測期間 $PM_{2.5}$ 中 PAEs 平均濃度為 19.48 ng m^{-3} 其中 bis(2-Ethylhexyl) phthalate (DEHP)、dibutyl phthalate (DBP)及 diisobutyl phthalate (DIBP)是 PAEs 中含量最高的同類物，另一方面，diethyl phthalate (DEP)與 dimethyl phthalate (DMP)主要相態為氣相。研究中還發現當雲霧事件發生時，PAEs 濃度出現顯著變化，如：雲霧產生前期 PAEs 濃度下降；雲霧結束後濃度上升，原因與氣態 PAEs 溶於液滴及液相 PAEs 附著於固相 PAEs 有關。研究還透過 Potential Source Contribution Function (PSCF)與主成分分析法，評估高貢獻污染潛在來向，並指出泰山西南方為各類 PAEs 主要污染來向。最後使用蒙地卡羅試驗評估暴露於標準情況 DEHP 濃度下，終生致癌風險 Incremental Lifetime Cancer Risks (ILCR)，顯示其風險程度仍低於美國環保署所公告閾值。

He et al. (2019)於 2011 至 2012 年間在中國安徽省巢湖地區進行檢測，比對人口密度較低的湖岸地區及鄰近都會區間 PAEs 濃度差異，從每個月 48 小時的檢測資料發現湖區與都會區 PAEs 濃度分別為 2.7~11.8 及 2.6~15.3 ng m^{-3}，兩地濃度並無顯著差異，濃度也低於其他文獻檢測數值。8 月份於兩檢測地區出現最高的濃度，從軌跡資料顯示可能受到廣東省污染長程傳輸影響。研究指出各時期 PAEs 以 DEHP、DBP 及 DIBP 為主要同類物，受到環境溫度影響，分子量較低的 DIBP 及 DBP 於冬季時有較高濃度，顯示此二同類物容易受到高溫而揮發。比較巢湖地區不同介質(水體、沉積物、大氣)PAEs 成分剖面，發現 PAEs 主要同類物中的 DEHP 於大氣中有最高濃度，DIBP 及 DBP 則在水體中濃度較高，這顯示不同分子量的 PAEs 在不同傳輸介質存在有差異性。

PAEs 普遍存在室內與室外環境中，暴露於 PAEs 對於人體具有一定風險，現階段較為缺少有關 PAEs 季節特性及室內、外濃度差異檢測研究。因此，Chen et al. (2018)於研究中在北京設置四處檢測點，同步評估三處不同類型室內與一處室外 PAEs 濃度差異。四處 PAEs 平均濃度分別為 468、498、280 及 125 ng m^{-3}，DBP 與 DEHP 是主要的同類物，約占總 PAEs 的 76.3~97.7%。研究指出 PAEs 濃度與 $PM_{2.5}$ 濃度並無太好的相關性，此外，室內 DBP 與 DEHP 濃度明顯大於室外濃度。根據主成分分析結果顯示，化妝品、個人護理用品、增塑劑及 PVC 用品是主要的室內污染源。研究還根據不同族群暴露量分析，發現透過吸入的暴露量值根據不同族群，如：幼兒、學生及辦公室工作者日常生活所攝入 PAEs 量約為 5.0、0.8 及 0.9 μg/(kg-bw.day)，顯示嬰幼兒暴露量值較高。

PAEs 廣泛應用於塑膠製品與個人生活用品，許多研究指出該成分對於動物與人體都存在毒性。然而，人們對其吸入風險及不同地區暴露量認知有限。因此 Tran and Kannan (2015)使用低流量採樣器於美國紐約州進行實驗，實驗地點包含辦公室、家庭、實驗室、學校、美容沙龍以及公共場所並分析 9 種不同塑化劑成分。結果指出檢測地點塑化劑濃度約為 143~2,600 ng m^{-3} 不等，其中 DEP 是各成分中濃度最高的類型，濃度可高達 2,250 ng m^{-3}。其次是 DBP，濃度最高可達 1,170 ng m^{-3}。根據不同族群如：嬰兒、幼兒、兒童、青少年及成人，暴露劑量分別為 0.845、0.423、0.203、0.089 及 0.079 μg/kg-bw/d。其中吸入是人體暴露於 DEP 最主要的途徑。

Ouyang et al. (2019)在杭州 2016-2017 年檢測三種室內(住家、新裝潢住家、

辦公室)環境與室外環境中不同粒徑大小的微粒，PAEs 濃度變化與其組成特性。結果顯示室內環境為 PAEs 主要污染源，並且以一般居住環境有最高的量測濃度。分析 15 種 PAEs 成分，指出 DEHP 與 DEP 是濃度最高的成分。研究環境因子對於塑化劑成分影響，發現塑化劑具有季節變化特性，以夏季有較高濃度。另外，受到環境溫度影響，不論氣相與固相成分會增加釋出量，其中細微粒因表面積大，因此更易吸附固相塑化劑成分而有更高的濃度。最後指出，環境溼度對於塑化劑成分濃度影響較小。

Li et al., 2020 研究分析 2015 年 1 月至 5 月中國境內垃圾焚化業污染排放廢氣的 $PM_{2.5}$ 微粒及其中化學成分，分別為酚類物質、塑化劑與水溶性無機離子。分析的垃圾焚化源包含了生活廢棄物、垃圾火力發電廠、廢電纜焚化處理、花生與小麥農廢生質燃燒。研究以水溶性離子陰、陽離子平衡分析指出前述廢棄物焚化所產生微粒大多為鹼性。此外，Cl^-於各污染源有較高含量，特別是廢電纜焚化處理中，推測與電纜外層 PVC 材質有關。從塑化劑成分特徵分析結果發現 DEHP 與 DBP 普遍為各焚化污染源指標成分，但是廢電纜焚燒則有更高的 DNOP，並且 6 種塑化劑總濃度為各污染源間最高。最後，酚類物質檢測結果顯示，11 種待測成分僅有苯酚被驗出，並且以電纜焚化有最高濃度。

表 4.7.1 $PM_{2.5}$ 鄰苯二甲酸脂類(PAEs)成分特徵及影響因子

地點與結果	內涵	作者
2015 年於中國泰山進行檢測，研究發現磷苯二甲酸酯類(PAEs)於泰山雖然濃度低於中國其他地區，但仍大於其他國家。各項 PAEs 中以 DEHP 占比最高，DEP 及 DMP 大多以氣態存在環境中。分析不同 PAEs 變化特徵，發現其濃度於發生雲霧事件後明顯增加，推測氣態污染溶於雲霧液滴，當水蒸氣減少後伴隨水蒸氣蒸發，而形成微粒。液相 PAEs 也會附著於固相 PAEs。分析結果指出暴露於 PAEs 對於人體危害仍低於美國環保署所訂定風險閾值。	文獻中彙整中國各地區 PAEs 排放量，此資料可與未來量測結果進行比較。使用 PSCF 推估各項 PAEs 潛在來向，從而得知人口與工業密集程度越高地區通常有更高的 PAEs 濃度，檢測結果指出致癌風險仍低於美國環保署所定義閾值。因此民眾對於微粒塑化劑對於人體危害不需過度憂慮。從雲霧事件對於 PAEs 去除與增量機制，未來也可應用於本計畫量測結果，並進一步比較其特性。文獻中也提供 PAEs 氣相與固相轉換參數，有助於未來對於 PAEs 揮發量進行評估。	Li et al. (2019)

2011 年 6 月至隔年 5 月於中國巢湖地區進行 $PM_{2.5}$ 中 PAEs 檢測，研究指出 13 種 PAEs 同類物於湖區濃度約為 2.7~11.8 ng m^{-3}，鄰近的都市區則為 2.6~15.3 ng m^{-3}，兩地區 PAEs 濃度無統計上差異，推測與該地區人為活動影響有關，再者 PAEs 同類物排放強度較弱因此無顯著差異。跨區傳輸是導致 PAEs 濃度增量的主因，並以 DEHP、DBP 及 DIBP 為主，值得注意的是 DIBP 及 DBP 容易受到環境高溫而揮發，因此冬季有較高氣膠 PAEs 濃度。	文獻與前篇泰山檢測相似，屬於背景地區 PAEs 的檢測研究，可發現人口密度較低的地區都可檢測到 PAEs 濃度，另一方面，文獻中提供室內、外 PAEs 濃度比較，也發現 PAEs 同類物組成的差異，同時指出室內受到人為活動及用品材料成分影響，因此與室外成分分布有顯著差異。PAEs 多數同類物因分子量較低及化學鍵強度不足，因此受環境溫度影響顯著，導致各成分在冷、暖季時濃度有所差距。比較傳輸介質 PAEs 濃度剖面也發現低分子量同類物可能透過水體傳輸，而非藉由大氣。	He et al. (2019)
2014 至 2016 年於北京檢測 PAEs 室內、外濃度四季變化。研究顯示 $PM_{2.5}$ 與 PAEs 濃度為弱相關性，其中 DEHP 與 DBP 為 PAEs 主要同類物。從 PCA 分析結果指出，PAEs 主要來自化妝品、個人護理用品及工業廢水，增塑劑及 PVC 產品為室內濃度主要貢獻因子。最後指出 PAEs 對於嬰幼兒有較高的暴露量。	研究中對於季節及室內外 PAEs 濃度進行調查，其結果顯示室內濃度普遍大於室外，四季皆然；戶外濃度雖然較低，但是以冬季較高，推測與夏季環境自淨作用較強(光解)以及高溫使微粒揮發有關，此外，冬季 PAEs 由室內排入室外後，氣體凝結在微粒上導致濃度上升也是冬季濃度高的原因。文獻中也彙整各類 PAEs 潛在來源資料，有助於本計畫後續研究參考。	Chen et al. (2018)
2014 年在美國美紐約州約 60 處室內場所包含居家、辦公室、校園、實驗室、沙龍及公共場所環境塑化劑濃度調查，其結果顯示室內空氣塑化劑濃度約為 143~2,600 ng m^{-3}。其中，美容沙龍是各處所中濃度最高的地方。另一方面，DEP 占全部解析塑化劑成分 40%濃度，同時也是是吸入途徑暴露的主要物種，暴露劑量為 0.845 μg/kg-bw/d。整體而言，現今暴露水準低於美國環保署參考暴露量。	許多文獻指出環境塑化劑以室內污染源貢獻量最為顯著。本篇文獻蒐集多處室內場所不同塑化劑種類調查資料，有助於本計畫研究各塑化劑潛在來源。另外，塑化劑成分普遍具有揮發特性，以本文獻為例，絕大多數的塑化劑成分經由辛醇空氣分配係數計算(Octanol Air Partition Coeficient)顯示有相當高濃度存在於揮發態中。因此若要準確量測微粒塑化劑成分濃度，揮發濃度補償有其必要性。	Tran and Kannan. (2015)
2016-2017 年間於杭州分析當地室內、外不同粒徑微粒的塑	研究中量測多達 15 種塑化劑成分，並分析 30 處以上市內居住環	Ouyang et al. (2019)

化劑成分。在三種室內(住家、新裝潢住家與辦公室)各種環境多達 30 處採樣點的量測分析。結果指出室內 PAEs 濃度大於室外，並且以住家環境有較高濃度。其中 DEHP 因分子量大以微粒態為主要型態，其他分子量低的成分則以氣態為主。氣態成分同時占有近半數塑化劑成分濃度。分析塑化劑成分季節特徵，則發現夏季有較高濃度。受環境因子影響特性則顯示，相較於濕度，環境溫度越高，將使塑化劑成分濃度增加，並以室內受影響程度較高。	境、新裝潢居住環境與辦公場所，透過室、內外成分濃度調查與氣、固相成分分析，提供完整的塑化劑成分變化特性作為參考。其結果有助於釐清塑化劑成分主要來源與其受環境因子影響的特性。從結果中可得知塑化劑成分主要來自室內居家環境，同時氣相的成分具有相當高的占比，因此若我國需要建立更完整塑化劑成分特徵分析，室內採集與氣相成分解析都為不可或缺的要素。	
2015 年 1 月至 5 月中國五種不同境內焚化污染排放源，分析化學成分、排放特徵與塑化劑攝入量。結果顯示六種塑化劑以廢電纜焚化有最高排放濃度，DEHP、DBP 及 DNOP 為主要塑化劑成分。以分散係數分析這些污染源差異性，生活廢棄物與垃圾焚化發電 CD 值普遍小於 0.3 顯示成分極為相近。這些污染源中，以廢電纜焚化及垃圾焚化發電所產生的塑化劑透過表皮接觸與食入的的程度較高，若以族群分類則以學童受到的影響程度最大。最後，離子成分檢測成果顯示，各類焚化污染源都含有較高的 Cl^-，顯示與垃圾及電纜所使用的 PVC 材質有關。	現階段彙整各國塑化劑成分來源資訊，顯示環境中 PAEs 主要來自室內向外逸散所產生，並且大多與物品使用軟化劑、塑料材質等添加物有關，較少文獻直接以固定排放源污染進行分析。因此本篇文獻提供良好的參考資料，以釐清戶外固定排放源 PAEs 排放特徵及水溶性離子特徵資料。	Li et al. (2020)

4.7.2 高濃度事件微粒成分特徵與影響機制

冬季 $PM_{2.5}$ 所帶來的霧霾對於中國北部平原地區近 4 億人口的健康造成危害，Cheng et al. (2016)於研究指出 2013 年於北京冬季的霧霾事件中，SO_4^{2-}為 $PM_{2.5}$ 中主要化學成分，濃度最高可達 300 μg m^{-3}，並指出模式模擬所估算污染成分濃度與實際量測值有所不符。由於模式推估化學機制主要以光化學反應對於污染物的氧化機制為主，但是，霧霾事件日具有低光化作用特性。研究發現模式無法推估的生成機制可能為氮氧化物於氣膠液滴中反應，並指出氣膠液滴可作為反應基質，其中，鹼性氣膠將有助於捕集 SO_2，而環境中的 NO_2 將可作為氧化劑使其氧化為 SO_4^{2-}。

Xu et al. (2019)指出霧霾事件雖然會使微粒中水溶性無機離子濃度大幅上升，但是自 2015 年起發現在北京的污染事件中 SO_4^{2-}濃度逐漸減少，原因可能與近年 SO_2 排放管制策略有關，然而伴隨 SO_4^{2-}濃度降低，NO_3^-濃度在事件發生時則出現顯著提升。研究於 2017 年 2 月 5 日至 11 月 15 日使用高時間解析自動分析儀器(Monitor for Aerosols and Gases, MARGA)監測水溶性無機離子，期間共發現三次不同型態污染事件，並且於冬季事件檢測到 NO_3^-濃度於污染期間由 7.5 μg m^{-3} 上升至 45.6 μg m^{-3}，占水溶性無機離子濃度的 45%，是當時主要離子成分，相似的現象也在秋季時有同樣的發現。比較冬季、秋季與夏季 NH_4^+與 SO_4^{2-}濃度比值，發現夏季比值 0.74 明顯低於冬季(1.00)與秋季(1.02)，推測比值分析結果可能與北京地區燃煤燃燒管制政策有關，同時該地區大氣環境具有 NH_3 充足卻缺乏 SO_2 的條件，這樣的條件有利於硝酸銨(NH_4NO_3)生成。

Zeng et al. (2015)使用邊界層高度、氣膠成分組成、濃度及環境因子(能見度、相對濕度、風速及風向)等資料，完整地分析中國北京地區的霾害成因。檢測時間為 2012 年 11 月至 2013 年 1 月，這段期間能見度變化為 0.6~20 km，總計出現 16 次霾害事件。當霾害發生時環境風速普遍低於 1 m s^{-1}，$PM_{2.5}$ 濃度更可高達 200 μg m^{-3} 以上。研究發現在相對濕度低於 80%，$PM_{2.5}$ 濃度上升時能見度呈現指數級下降，但是當相對濕度高於 80%時，即使是低濃度的 $PM_{2.5}$ 條件下，能見度仍舊維持較低的數值，這顯示微粒吸濕成長對於能見度降低扮演重要影響因子。分析氣體及微粒化學成分在不同能見度條件下特徵，發現邊界層及風速都伴隨能見度下降而降低，CO 濃度則由 0.5 ppmv 上升至 4.0 ppmv，反應當

時環境擴散條件不佳導致霾害發生。最後，文獻指出污染衍生物增量情形也在霾害事件中較為顯著，特別是在環境濕度較高的情況下(RH = 70 %)。

Dong et al. (2020)指出沙塵對於二次無機氣膠的生成具有相當的影響力，特別是發生沙霾時。本研究於鄭州 2018 年 11 月 22 日至 12 月 8 日使用監測儀器檢測霧霾及沙霾事件。發現沙霾期間 PM_{10} 及地殼元素濃度有明顯上升的現象，但是氣態污染物、人活動有關重金屬元素、NO_3^-、NH_4^+都略低於霧霾期間但明顯高於非霧霾期間。研究指出：在兩種霾害事件中 SO_2 的異相反應都是主要影響因素，特別是當沙霾事件中帶來大量的過渡金屬元素，水溶性無機離子於濕度 30~70%及特定 O_3 濃度條件下，SO_4^{2-}有明顯增量。另外，NO_2 的氧化反應則是在低溫高濕的白天有較高的氧化率，夜間則是受高濃度臭氧濃度影響形成 N_2O_5。

Uno et al. (2017) 研究中使用自動採樣器為期半年的監測資料透過微粒傳輸模式分析日本福岡地區受到大陸長程傳輸影響的微粒化學成分變化特徵。模式模擬先經由與實際量測資料比對，確認資料具有可信度後，以模式分析主要水溶性無機離子於傳輸過程中的變化。研究結果發現，除了 SO_4^{2-}將透過長程傳輸影響至福岡地區外，當地 NO_3^-也受到中國境外傳輸的影響而上升。另外，在數次沙塵傳輸事件中，還可發現粗粒徑 NO_3^-藉由凝結於沙粒表面透過傳輸影響至檢測地區。研究最後指出，長程傳輸所帶來的 NO_3^-影響主要集中於冷季，進入暖季後因為微粒揮發，因此以硝酸氣存在大氣。

Qin et al. (2015)以模式分析 2009 年 1、4、8 及 11 月中國珠江三角洲地區 $PM_{2.5}$ 濃度及化學成分變化，並研究硫酸鹽與硝酸鹽濃度變化影響因子。透過 CMAQ 模式模擬結果顯示，1 月與 11 月模擬成果優於 4 月與 8 月份，前驅氣體模擬僅有輕度的低估。利用硫酸鹽追蹤技術調查該地區硫酸鹽來向，結果顯示在 11 月份時，將近 20 日的硫酸鹽濃度有 75%以上來自跨區域傳輸，在地前驅氣體氧化與直接污染排放僅占 10%與 8%，液相生成的硫酸鹽則低於 1%。然而當環境風向轉變為海風且高濕度時，液相生成的硫酸鹽貢獻比例驟升至 46%。另一方面，分析硝酸鹽生成機制則顯示當地氨氣濃度充足，因此為當地硝酸鹽生成量的控制因子。

Shen et al. (2019) 於臺灣台東調查元宵節慶典所施放的煙火炮竹對於鄰近地區的 $PM_{2.5}$ 時間分布以及其健康危害，並且將採集的微粒金屬元素、碳成分

及離子成分納入受體模式中解析當地污染源。結果顯示隨機的煙火施放容易與多種污染源重疊，進而干擾源解析準確性。另一方面，在元宵節事件期間 $PM_{2.5}$ 濃度增加約 5 倍，距離污染源最近的檢測點 K、Fe、Al、Mg、K^+、Cl^-、OC 則出現 6~14 倍不等的增量，最遠的測站濃度則上升 2~6 倍。源解析結果顯示受到煙火影響，事件日污染源依序為煙火、烹飪油煙及移動污染源。健康風險評估結果則顯示受到煙火影響，事件日風險係數超出上限，僅有相距最遠的檢測點風險符合標準。

表 4.7.2 高濃度事件微粒成分特徵與影響機制

地點與結果	內涵	作者
2013 年於北京冬季的霧霾事件中，SO_4^{2-}濃度高達 300 μg m^{-3}，目前模式所使用化學機制並無法準確預測與分析霧霾事件化學成分變化，原因與事件日具有低光化作用有關。可能原因是液滴可作為反應基質，鹼性氣膠液滴將有助於捕集 SO_2，而環境中的 NO_2 將可作為氧化劑使其氧化為 SO_4^{2-}。	此研究焦點雖然著眼於 SO_4^{2-}生成機制探討，但模式分析發現 NOx 為 SO_4^{2-}生成的主要氧化劑，並指出氣膠 pH 值較高以及充足的氮氧化物將有助於反應進行，此外，較高的鹼度，更容易使 SO_2 溶於液滴，使反應速率加速。研究中也指出，化學反應的副產物即為 NO_3^-，因此透過 NO_2 管制，除了可減少其衍生污染物濃度，也可達到 SO_4^{2-}濃度控制的目的。	Cheng et al. (2016)
2017 年 2 月至 11 月於北京使用自動監測儀器進行污染事件離子濃度檢測，發現污染事件期間 NO_3^-濃度上升，並為水溶性離子主要成分，其占比高達 45~67%。利用 CO 作為基準與無機鹽濃度比對，發現 NO_3^-與 CO 比值變化大，顯示 NO_3^-主導污染事件時的化學反應，當環境條件為高濃度 NO_x、低溫以及高氣膠酸度將有利於 NO_3^-生成。	研究中應用 CO 不易與其他前驅氣體及化學成分反應的特性，透過水溶無機離子鹽類與 CO 比值評估環境中 SO_4^{2-}與 NO_3^-生成速率，比值較大的數值，即表示當時段主要污染增量因子。此外，分析硫氧化物氧化率(SOR)以及氮氧化物氧化率(NOR)在不同 $PM_{2.5}$ 濃度及不同相對濕度條件下有何不同特徵，藉此評估化學成分轉化機制。以此概念應用於本計畫日平均採樣數值，或許可進一步解析各污染事件污染生成機制差異。	Xu et al. (2019)
2012 年 11 月至 2013 年 1 月在中國北京地區的檢測發現霾害事件時，相對濕度(RH)低於 80%能見度主要受到 $PM_{2.5}$ 濃度影響，RH 大於 80%時以相對濕度對能見度影響較大，霾害事件時環境擴散條件明顯較	利用 CO 穩定不易與其他物質反應特性作為參照基準，評估各類氣體與 $PM_{2.5}$ 化學成分逐時變化特徵，從其變化特性找出主導霾害事件的主要因子。另一方面，透過不同能見度及相對濕度劃分，分析不同條件下氣體、微粒污染	Zeng et al. (2015)

差。利用 CO 較穩定的化學特性分析各成分與其比值關係，發現環境濕度較高時(RH_{avg} >70%)，SO_2/CO 下降速率最高，污染衍生物增量顯著。	變化以及環境因子影響程度，進而探討霾害特性。雖然本計畫採 24 小時檢測，但仍可參考這些分析方法，進一步評估臺灣霾害特徵。	
2018 年 11 月至 12 月在中國鄭州的檢測以 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比值作為標準，將霧霾、沙霾及非霧霾事件加以分類。並指出發生沙霾期間 PM_{10} 及地殼元素都有較高的濃度，而氣態污染物(SO_2、NO_2、CO)、受人為排放影響的元素(Cu、Zn、As、Se、Cd、Sn、Sb、Pb)、NO_3^-、NH_4^+都低於霧霾期間但仍高於非霧霾期間。發現霾害的污染物組成主要是基於微弱的原生污染與增量的衍生反應。另外，SO_2 受到沙霾期間所帶來的過渡金屬元素影響，在 RH 30~70%及高臭氧濃度下 SO_4^{2-} 有明顯增量。	透過逐時檢測可提升對於污染事件化學反應機制瞭解，特別是在不同相對濕度下所造成的衍生污染增量效應。文獻中指出過渡金屬元素可作為 SO_4^{2-}生成反應的催化劑，因此以元素 Fe 作為代表成分，評估不同濕度下硫氧化率變化特徵，發現在高 Fe 濃度下，於濕度 30~70%區間反應速率最高。NO_2 的氧化反應則是在低溫高濕的白天有較高的氧化率，夜間則是受高濃度臭氧濃度影響形成 N_2O_5。	Dong et al. (2020)
2015 年 1 月至 6 月於日本福岡地區，結合自動儀器監測資料與污染傳輸模式分析微粒成分在長程傳輸過程中變化。結果指出冬季高達 90% SO_4^{2-}與 85% NO_3^-來自境外污染。冬季過後，境外傳輸 NO_3^-濃度減少，取而代之的為硝酸氣與凝結在粗微粒上的粗粒徑 NO_3^-。	透過模式模擬與實地量測的方式，驗證傳輸過程中也可能夾帶 $PM_{2.5}$ NO_3^-。由於研究中進行長程傳輸模擬的地點為中國戈壁至華中沿岸傳輸至福岡地區，其傳輸距離與我國十分接近。這意味者冬季的 NO_3^-增量現象，除了本地的貢獻外，也可能包含境外傳輸的影響，特別是北部地區。	Uno et al. (2017)
以 CMAQ 模擬 2009 年珠江三角洲地區 $PM_{2.5}$ 化學成分變化特徵，結果顯示該地區中部與西部的高 SO_4^{2-}主要受到前驅氣體增量影響，西部的 NO_3^-主要增量成因與環境中充足的自由氨氣有關。分析風向與環境因子對於 SO_4^{2-}生成影響，在盛行東北風且低濕度的晴天，該地區有高達 75%的 SO_4^{2-}來自跨區污染傳輸，其餘貢獻源則為氣體氧化或是直接污染排放，當風向轉為海風時液相反	研究結果顯示，吹拂海風且潮濕的環境條件有利於 SO_4^{2-}以液相氧化的方式生成，並占有近半的成分貢獻濃度。對照本計畫檢測結果，冬季光化學作用趨緩，非污染事件時，環境中仍有高貢獻比例的 SO_4^{2-}，這些 SO_4^{2-}除了原生的污染排放，也可能受環境濕度影響而增加濃度。另一方面，文獻中也發現，除了跨區傳輸或氣相氧化生成的 SO_4^{2-}，近污染源的環境中亦有原生排放的 SO_4^{2-}，其貢獻比例約可達 15~20%。	Qin et al. (2015)

應生成的 SO_4^{2-}則貢獻比例上升至 46%。研究指出該地區 H_2SO_4 已被氨氣完全中和，因此 $PM_{2.5}$ 中的 NO_3^-控制因子為環境中的氨氣。		
研究在台東地區元宵節前後、中、後三段時間分析因炮竹施放所造成的污染事件。結果顯示炮竹施放對於鄰近地區的影響顯著，特別是位於施放點旁的街道污染濃度倍增現象顯著。以受體模式分析該段期間污染源貢獻量，顯示炮竹、廚房油煙、車輛尾氣為主要污染源。研究節慶期間 $PM_{2.5}$ 中的金屬元素成分，發現致癌性風險值在相距施放地點最近的檢測處已高出健康風險閾值，較遠的檢測點則低於閾值。	臺灣東部是臺灣空氣品質良好的地區，其中，台東地區相比於花蓮的潛在污染源更少，因此提供了良好的污染源指紋或風險評估檢測場所。雖然僅進行短期的特殊事件日(元宵節)檢測，但是台東地區干擾因子較少，因此其結果更能突顯出特定污染源對於 $PM_{2.5}$ 濃度及成分影響特徵。	Shen et al. (2019)

4.7.3 $PM_{2.5}$化學成分污染源指標及源解析模式應用技術

Chen et al. (2016)彙整 2005 年至 2013 年間於北京的檢測資料，並分析 $PM_{2.5}$ 中 27 種化學成分與黑碳(BC)，應用主成分分析法(Principle Component Analysis, PCA)定義出數種可能污染源因子。研究中首次發現金屬元素鎵(Ga)與 BC 及燃煤燃燒因子有良好相關性，其濃度變化與北京地區燃煤供暖週期變化相當一致，因此推測 Ga 元素可做為燃煤燃燒指標成分。從長期的成分檢測中也發現車輛排放指標成分 As、Cd、Sn 及 Sb 濃度明顯降低，推測可能與政府管制作為有關；煙火指標成分 K、Sr、Ba 變化在傳統節慶日以及奧運慶典時都有明顯上升，從長期檢測資料發現地殼元素主要來自沙塵暴或是揚塵。整體而言，檢測長期資料可有助於評估管制策略的執行，確認空氣品質的改善。

Liu et al. (2018) 彙整 2015 年間，共計 50 篇關於中國境內各省排放源調查資料，並將焦點著重在中國境內常見的 10 種不同類型人為排放源及各排放源的 13 項重金屬元素(V、Cr、Mn、Co、Ni、Cu、Zn、As、Cd、Sn、Sb、Ba、Pb)。研究中指出：前述 13 種重金屬元素於 2015 年間總排放量約為 58,000 公噸，其中鋼鐵業貢獻量高達 42%最高，特別是在中國東北及東部為主要排放區域，山東省所排放的元素 Cr、Co、Ni、As 及 Sb 占全國的 8~18%是個別省分間最高，主要與當地工業生產有關。此外，透過不確定性分析，將各省排放指紋所造成的誤差由-89 ~ 289 %降低至-99 ~ 91 %，其中以燃煤燃燒排放源指紋誤差修正最為顯著；另一方面，非金屬製造業受限於缺乏指紋數據而導致有較高的不確定性。最後指出重金屬元素排放調查有助於解析污染分布、沉積及傳輸研究，更有助於政策制定及改善區域污染。

Bernardoni et al. (2017)於 2011 年 1 月至 3 月份在義大利米蘭進行都會區 $PM_{2.5}$ 化學成分特徵檢測，蒐集不同粒徑(45 nm ~ 8.5 μm)懸浮微粒質量濃度及各化學成分濃度。然後使用程式將所蒐集到不同粒徑微粒質量濃度與化學成分區分為四種模態，由粒徑小至大分別是：艾肯(Aitken)、凝結(Condensation)、液滴(Droplet)、粗粒徑等四種波峰模態。研究中應用三維向量矩陣針對所蒐集的成分數值進行受體模式分析，最終分析出 7 種污染源因子，分別為：木材燃燒、區域污染、再懸浮微粒、建築揚塵、工業污染、第一類交通源(柴油)、第二類交通源(汽油)。由於採用三維受體模式分析，對於污染源因子增加不同粒徑分

布的解釋。其結果顯示區域污染源因子主要分布於液滴模態，粒徑為 0.5~1 μm，占該模態 50%濃度。另一方面，應用粒徑分布特徵劃分出兩種不同交通源類型，同時發現交通污染因子主要分布於艾肯與凝結模態，粒徑相對於其他污染源較小。從研究結果顯示應用這種新型態的受體模式分析方法，增加成分的粒徑分布特徵，可更準確地界定不同污染源間的特性。

Dai et al. (2019)研究指出，從排放源量測資料顯示大量的 SO_4^{2-}來自住宅燃煤燃燒，這些燃燒主要使用煤球與煤塊作為燃料，根據排放資料顯示，使用煤球與煤塊燃燒產生的 SO_4^{2-}約占 16.7%及 29.2% $PM_{2.5}$ 濃度。研究中使用燃燒室搜集燃煤燃燒污染指紋，結合受體模式(PMF)的限制模態，量化住宅燃煤燃燒對於 $PM_{2.5}$ 濃度影響，發現該污染源貢獻量在冷季(供暖季節)時於都市與鄉村地區分別為 26%及 32%。相較於無供應暖氣的季節分別於都市與鄉村地區增加 1.5~4 倍及 2.5~6.8 倍的污染濃度。另外還指出，通過此方式所產生的原生硫酸鹽濃度，分別占都會區與鄉村區硫酸根濃度的 38.9 與 49.2%，顯示硫酸鹽不全然是二次衍生污染物，當地燃煤供暖為相當重要的原生污染源。

Wallace et al. (2018)於 2015 年冬季在鄰近休士頓航運通道的煉油廠周遭進行研究。研究內容應用 PMF 受體模式與主成分分析法分析位於煉油廠鄰近地區的非耐火 PM1 來源與指標成分氣體。結果指出：硫酸鹽占 50%質量，有機氣膠(Organic Aerosol, OA)占 40%質量，銨鹽占 14%質量。以 PMF 先分析出有機氣膠為五種因子，將污染源歸類為似碳氫化合物有機氣膠(hydrocarbon-like, HOA)、烹飪排放(Cooking Organic Aerosol, COA)、生質燃燒有機氣膠(biomass burning, BBOA)、低揮發性氧化有機氣膠(low-volatility oxidized, LV-OOA)以及半揮發氧化有機氣膠(semi-volatility oxidized, SV-OOA)。再結合 PCA 解析 PMF 推估因子與指標氣體，用以評估日、夜兩段期間樣本特徵，最終獲得的得到機動車輛、石化芳香烴排放、區域氣膠、日循環成分與烹飪排放等五項主要污染源，並解析二次納入的指標氣體、有機物與水溶性無機離子成分的貢獻源。另外，研究分析污染源對於健康風險影響，指出臨近的工業排放與移動污染源為該地區冬季主要及次要高風險排放源。

Sofowote et al. (2015a)以加拿大空氣污染調查網(Canadian National Air Pollution Surveillance, NAPS)於 2005~2010 年間在安大略省的 $PM_{2.5}$ 化學成分數據，透過受體模式(PMF)解析出該省份 8 種常見污染因子。以變異數(Coefficient

of Variance)分析五處檢測點推估因子，變異數值大於 10 %者視為在地污染因子，以此界定區域與在地污染差異。分析推估因子隨時間變化趨勢，發現硫酸鹽因子自 2007 年後已逐漸降低，推測與該區域能源產業減少排放有關。最後以簡易軌跡趨勢分析模式(Simplified Quantitative Transport Bias Analysis, sQBTA)，解析區域污染因子來向，其結果顯示加拿大西部、美國中西部與東部沿岸為該省區域污染潛在源區。

Sofowote et al. (2015b)指出正矩陣因子法的非負值限制可避免部分因轉軸造成的失真情況，但是仍不足以避免未預期的轉軸表現。研究利用加拿大空氣污染調查網(Canadian National Air Pollution Surveillance, NAPS)位於加拿大安大略省的空氣品質監測站數據，分析 2005 至 2010 年當地五處空氣品質監測點的污染物來源。研究指出測站間解析成果較大的差異可能與模式轉軸模糊現象有關，因此利用 PMF V5 版本所提供的限制模式對於污染特徵進行強制設定，進而降低轉軸所造成的誤差，最後建立以受體模式正矩陣因子法獲取剛性解(Stiffness)的概念流程。

Švédová et al. (2019)研究於 2016 冬季在捷克奧斯特拉瓦市檢測當地不同粒徑大小微粒質量濃度及其水溶性離子成分組成，透過電子低壓衝擊式採樣器(Electrical low pressure impactor, ELPI)採集粒徑 0.0175 ~ 9.93 μm 的微粒，並評估環境因子與當地多種污染源影響。研究指出該地區該城市因高密度的工業與金屬冶煉產業，因此為捷克污染最嚴重的地區，同時當地的微粒離子成分中的 K^+與金屬冶煉程序有關，受到生質燃燒的影響則相對較低。另外研究指出粒徑 0.952 μm 以下的微粒是所研究的粒徑分類中有最高的濃度，分析環境因子對微粒濃度與成分影響，則發現當環境溫度與濕度對於特定粒徑的微粒有較大的影響。

表 4.7.3 $PM_{2.5}$ 化學成分污染源指標及源解析模式應用技術

地點與結果	內涵	作者
2005 至 2013 年於北京都會區的長期檢測發現：管制策略所帶來的影響以及其他人為或自然來源的污染貢獻變化趨勢。9 年的檢測期間發現代表車輛排放的重金屬元素濃度逐年減低，也發現鋼鐵業指標成分變	利用長期檢測數值變化趨勢可評估不同期間政策執行成效，另一方面，從長期的變化趨勢可找出潛在污染源特徵，如：發現冬季供暖期間金屬元素 Ga 的濃度增量而推測出 Ga 可作為燃煤指標成分。相似的概念也可應用於國內	Chen et al. (2016)

動與鄰近工廠聚落變遷有關；更首次發現元素 Ga 與北京燃煤供暖的變化趨勢一致，推測 Ga 可作為燃煤指標成分。	長期蒐集的數據資料中，可從中找尋各污染源更合適的指標成分，或是年節慶典微粒排放特徵。	
調查中國 2015 年近 50 篇污染源排放研究資料，指出 13 項重金屬元素(V、Cr、Mn、Co、Ni、Cu、Zn、As、Cd、Sn、Sb、Ba、Pb)總排放共排放約 58,000 噸，並以鋼鐵業為主要貢獻源(42%)，燃煤燃燒相關來源則主要貢獻元素 As、Sn 及 Ba，並集中於中國東北至東部。山東省因工業製造興盛，因此為元素 Cr、Co、Ni、As 及 Sb 貢獻量最高地區。柴油廢氣則是道路排放的主要重金屬貢獻源。	彙整中國境內排放源資料，並將其依照省份與行業類型區分。排放指紋及排放調查的結果有助於提升對污染源指紋解析，有利於污染源推估。本計畫可利用大陸各省大型排放源指紋資料，交叉評估本計畫所採集到的境外污染傳輸案例，將能更精準地確認大陸污染傳輸影響及效應。	Liu et al. (2018)
2011 年冬季在義大利米蘭進行不同粒徑微粒採集並分析化學成分，應用粒經分布與化學成分特徵以受體模式對污染源進行推估。七種不同類型受體模式推估因子還可利用粒徑分布特徵判讀原生與衍生污染特性，有助於提升模式解析度。研究指出區域污染源因子主要分布於液滴模態屬於老化氣膠。交通源因子根據因子特徵解析出兩種類型，柴油車污染源有更顯著的元素 Zn，並且分布於超細微粒中，更多地殼元素則分布於粗粒徑中，汽油車是以 Mn 與 Cu 為主。值得注意的是，汽油車受到車體組件三元催化器影響也導致因子中有較高的氮氧化物。	研究採用分階採樣器蒐集 14 種不同分階粒徑，再以傳統化學成分分析，然後進行污染源特徵與粒徑分布解析，這種新型態污染源推估方式較少。各污染源因子化學成分粒徑分布特徵可有助於釐清正確貢獻源為地殼元素或是人為活動，進一步加強對於因子來源判定的準確性。整體方法雖與本計畫採樣方法不同，但是文獻中有關污染源判別以及化學成分粒徑分布特徵論述都有助於提升本計畫對於污染因子判別與命名準確性。	Bernardoni et al. (2017)
2014 至 2015 年在中國西安的研究指出，來自住宅燃煤燃燒的 SO_4^{2-} 為大氣原生硫酸鹽的重要污染貢獻源。當地排放調查資料顯示透過燃燒煤球與煤塊所產生的 SO_4^{2-} 分別占 16.6% 及 29.2% $PM_{2.5}$ 濃度。根據污	近年從煙道檢測資料可發現大氣 SO_4^{2-} 來源並非全為二次衍生污染物，然而如何量化 SO_4^{2-} 的原、衍生濃度與釐清來源特徵仍為當前所面臨的問題。此研究雖然為調查中國西安地區的住宅暖氣燃煤燃燒所產生污染。然而所採用的	Dai et al. (2019)

染源指紋調查資料，應用於受體模式分析，最終推估出與當地實際資料相近的成果。並指出此污染源所排放的原生硫酸鹽，分別占都市及鄉村地區 38.9.% 及 49.2%總硫酸鹽含量。此結果凸顯了住宅燃煤燃燒對於空氣品質的影響。	方法可提供當前推估原生 SO_4^{2-}參考。應用燃燒室獲取燃料指紋再結合受體模式限制模態，用以獲取更準確的指紋資料進行後續調查分析為現階段較為可行的方式。蒐集各污染源的指紋檢測資料為本計畫後續重要工作項目。	
2015 年 2 月 7 日至 27 日，利用移動實驗室設置於美國休士頓一處煉油廠區域用以分析指標氣體與微粒。研究應用受體模式(PMF)與主成分分析法(PCA)解析當地污染源構成與污染對於居民的影響。最終解析出五種因子，再結合主成分分析則應用於解析日間與夜間數據，評估受體模式推估結果、PM_1 微粒成分以及指標氣體。綜合這些分析成果，指出當地主要污染源為移動污染廢氣與石化芳香烴排放源，同時此二污染源也有當地最高的致癌因子。	雖然受體模式與主成分分析法已應用於國內外各類相關研究，同時也存在許多解析成果文獻。此篇研究應用受體模式解析質譜儀訊號值，並參考既有污染源訊號相互調整，進而獲取更精準的源解析成果。最後，將 PMF 成果匯入 PCA 中與其他成分及指標氣體分析，而獲取其他污染源特徵。此研究概念值得後續計畫成分分析作業借鏡。此外，研究中亦指出汽油與柴油車所貢獻 CO 或 NOx 比例，有助於後續移動污染源分析參考。	Wallace et al. (2018)
以受體模式結合環境因子及軌跡模式分析加拿大安大略省 2005~2010 年污染因子時間與空間特徵。結果顯示，利用限制模態解析因子，有助於比對空間因子分布特徵。利用變異係數分析，則有助於區域與在地污染源界定。對於區域與在地污染來像分析，則建議利用軌跡模式(sQTBA)解析區域污染因子，地方污染因子則可透過條件機率函數進行解析。	此研究為利用受體模式限制模態分析結果的延伸應用，利用統計變異數分析的方式界定區域與在地污染因子間差異，再根據其變異程度搭配不同的環境分析資料已取得更準確的來源方位推估成果。另一方面，借鑑他國解析成果與污染源指紋特徵，也有助於釐清本計畫推估因子特徵。	Sofowote et al. (2015a)
研究指出受體模式中的輔助臨界參數 Qaux 值與利用 Qaux 及推估模式殘差值所衍生的的不確定性 Sv 可應用於界定模式推估的結果的”剛性”(Stiff)與”柔性”(Soft)解。其中，剛性解意味者更難以透過轉軸去控制的因子解，因為具有獨特	第五版 PMF 軟體相較於過去版本最大得不同，除了提供更多的誤差檢測模式，也增加了可強制校正因子指紋的功能。透過此功能可以實際污染源特徵進行污染量化推估。然而模式執行方式較無固定流程，雖然官方指引以基礎模式臨界參數 Q 值的最低變量	Sofowote et al. (2015b)

性並且有更小的轉軸模糊，因此 Q 值較低，可視為預期的因子解。這表示可以較高的 Qaux 與較低的 Sv 代表解析因子為柔性解，同時存在較高的轉軸模糊，可進一步進行強制轉換。本研究結果提供更多變數應用於模式修正，用以改善基礎模式所執行的結果，並降低轉軸模糊。	10%作為調整模式建議範圍，但是仍有許多不足之處。本篇文獻提供適用於複數測站且無因子指紋的情況下，從共同污染因子逐步建立出區域污染源推估的流程及校正方式指引。	
2016 年在捷克奧斯特拉瓦的研究指出當地的微粒樣本，粒徑主要分布於 0.0175~0.952 μm 區間而非粗微粒。化學成分中有相當高占比的 K^+主要來自當地金屬冶煉產業，而非生質燃燒影響，此外主要離子成分的硫酸根、硝酸根與銨根集中於細粒徑微粒中。研究環境因子對於微粒成分與濃度變化影響，發現環境濕度與溫度對於粒徑 0.606 ~ 0.952 μm 的微粒影響較顯著。另外，當地工業污染源所應用的最佳可行技術，從長期檢測結果來看可發現對於污染成分組成造成改變，特別是 NH_4^+成分的增加。	過去 K 離子普遍作為生質燃燒污染源指標成分，然而過高的濃度也意味者其來源不僅僅於此。此研究顯示，若周遭鄰近金屬冶煉等相關產業，K^+離子濃度將受到產業製程中所應用的輔助添加物所影響。從文中相關資料可發現，除了 K^+外，Ca^{2+}與 Na^+過高的濃度，也可能與金屬冶煉製程排放有關。以上資訊可作為本計畫成分來源解析應用，或許各站過高的金屬元素成分 K、Ca、Na 可能與鄰近金屬冶煉產業有關。	Švédová et al. (2019)

4.7.4 檢測資料分析與污染管制策略

許多研究指出，汽油車污染排放是都市地區二次有機氣膠(Secondary Organic Aerosol, SOA)主要來源，Zhao et al. (2017)於洛杉磯設置光化學煙霧艙(Smog chamber)模擬不同管制標準汽油車於不同環境條件中的排放情況。研究指出，適用於較嚴格排放標準的新型車輛通常有較低的 SOA 生成量，但是單位前驅氣體轉化率卻高於舊型車款。SOA 的生成量需考量污染前驅物濃度與大氣化學所造成的影響，研究指出增加非甲烷有機氣體(Nonmethane organic gas, NMOG)與 NOx 濃度比例，將大幅影響 SOA 生成速率，當比例由 4 增加到 10 時，SOA 增加速率高達原先的 8 倍。利用此實驗結果模擬加州地區 SOA 排放

減量比例，發現與加州空氣資源局(California Air Resources Board, CARB)所預測自 2012 年起未來 20 年將減少 80%排放量有明顯出入。研究中考量了新車管制加嚴的條件下 SOA 前驅氣體雖然濃度明顯降低，但是環境中 NMOG 與 NOx 比例卻逐年上升，這將有利於 SOA 生成，增加濃度。這顯示未來對於 NOx 與有機氣體的排放管制，需要有更全面的調查。

Link et al. (2017) 於 2015 年 11 月至 2016 年 7 月在韓國首爾都會區針對載客車輛進行原生排放與其二次反應調查。使用氣流反應器(Flow Reactor)評估不同燃料源車種所排放廢氣，再經由光化學氧化作用生成的硝酸銨(NH_4NO_3)潛勢，車種分別為汽油車、柴油車以及液化石油氣車等車種。研究結果指出，柴油車雖然有較高的前驅氣體排放量，但是 NH_4NO_3 生成量明顯低於汽油車與液化石油氣車，造成這樣差異的原因很可能與汽油車與液化石油氣車多了去除污染前驅氣體的三元催化器元件，該元件將產生額外的氨氣(NH_3)於環境中，並且快速地與環境中硝酸(HNO_3)中和而產生硝酸氨。因此，推測首爾地區增量的硝酸銨主要來自於車輛排放，氨氣則為污染生成的限制因子。

Shah et al. (2018)指出美國東岸細微粒成分的 SO_4^{2-}與 NO_3^-占總質量近半，然而近十年冬季成分濃度減量趨勢與前驅氣體減量趨勢較不一致。透過檢測資料與模式模擬(GEOS-Chem)分析美東地區 2007 年至 2015 年主要離子成分變化，包含地面檢測成果、傳輸模擬及污染管制對成分變化的模擬。研究顯示冬季僅有 18%的 SO_2 藉由氧化反應轉變為 SO_4^{2-}，其反應限制因子為低濃度的過氧化氫(H_2O_2)與氫氧自由基(OH)。細微粒 pH 值則是影響 NO_3^-微粒生成的影響因子。以模式模擬前驅氣體減量對於污染濃度變化影響，發現 2007~2015 年這段期間，伴隨 58%的 SO_2 排放量減少，SO_2 氧化效率有所增加。另一方面，雖然 NO_x 減少 35%排放量，但是受到微粒 pH 值逐年上升影響，NO_3^-氧化效率同樣有所提升。這樣的結果也解釋了近年美東地區雖然有近 40%的 SO_4^{2-}濃度降低，然而 NO_3^-減量出現停滯的現象。

Hand et al. (2019) 以美國 (Interagency Monitoring of Protected Visual Environments, IMPROVE) 檢測網路的長期檢測資料，透過質量重組 (Reconstructed Fine Mass, RCFM)的方式與秤重結果相互比對，用以評估成分量測與秤重所可能造成的誤差。從近十年的檢測結果中分析，$PM_{2.5}$ 秤重質量與 RCFM 質量間的差異從 2005 年的-29%增加至 43%，若以 2011 年作為切分，

2011 年前差異大多呈現負值，亦即，質量重組濃度較高，2011 年後則轉變為秤重值的濃度較高。分各項影響因子，發現 2011 年後可能與實驗室濕度上升導致微粒含水量上升有關，此外 OM/OC 比值變化也可能是影響因子。以多元迴歸分析各項質量重組主要成分係數變化，則發現沙塵濃度以傳統質量重組方式推估，可能有近 20%的低估。最後改善質量重組準確度，有助於量化污染成分貢獻推估及後續的能見度分析作業。

Dai et al. (2018)自 2014~2015 年間於西安六處採樣點搜集並分析 PM_{10} 及 $PM_{2.5}$ 質量濃度及 29 種化學成分。研究成果指出當地 PM_{10} 及 $PM_{2.5}$ 質量濃度年平均值分別為 149.4 及 108 μg m^{-3}，粗微粒主要成份為地殼元素，細微粒則以有機碳 OC 為主要成分。分析檢測地區近十年成分濃度組成變化，發現 NO_3^-的影響性逐漸超越 SO_4^{2-}，NO_3^- / SO_4^{2-}由 2006 年到 2014 年由 0.4 上升至 1.3，發現 NO_3^-的影響性逐漸超越 SO_4^{2-}，這可能與移動污染源貢獻增加有關。另一方面，隨著污染濃度增加，NO_3^-占微粒總濃度占比逐漸上升，其他化學成分大多呈現占比下降。最後，研究指出該地區冬季 OC 與 SO_4^{2-}分別有 33%及 42%濃度貢獻占比可能為原生污染源，諸如使用燃煤作為燃料的烹調與暖氣等。這意味者原生污染源的管制有助於大幅度提升該地區空氣品質。

Ngo et al. (2019)研究臺灣地區長程傳輸(Long-range transport, LRT)、交通活動與夜市的戶外烹調 $PM_{2.5}$ 成分組成與細胞毒性，顯示來自不同污染源 $PM_{2.5}$ 具有不同的健康風險影響。檢測結果顯示三種不同來源 $PM_{2.5}$ 質量濃度分別為 39、42.9 及 28.3 μg m^{-3}。其中，交通排放有最高的 PCDD/Fs (46.9 fg I-TEQ m^{-3})濃度，夜市則有最高的 PAH 濃度(3.57 BaPeq-ng m^{-3})。分析各來源 $PM_{2.5}$ 化學成分組成，結果顯示 LRT 與夜市污染源約有 26~29%成分為水溶性離子。各來源金屬元素成分分析結果則顯示，交通排放主要以 Al 及 Ca 為主要成分，LRT 與夜市則有較高濃度的 Na 與 Cl。萃取各污染源 $PM_{2.5}$ 定量濃度，研究污染源對細胞活性影響，結果顯示 LRT 與夜市樣本皆造成 9%活性下降。此外，細胞暴露於當量濃度 10 μg 夜市污染源 $PM_{2.5}$ 中，將增生 150%活性氧化類產物(誘發發炎反應)，暴露於 20 μg 時，對於細胞毒性檢測呈現陽性反應。

Huang et al. (2019)利用檢測資料結合資料回溯分析技術(Modern-Era Retrospective analysis for research and applications,Version 2, MERRA-2)解析北臺灣冬季長程傳輸特徵，同時評估 MERRA-2 氣膠成分組成與富貴角檢測值。結

果顯示 MERRA-2 可用於區分不同貢獻源氣膠成分組成。檢視 2005 至 2015 年受到亞洲大陸氣流影響的高 $PM_{2.5}$ 濃度事件，將其區分為硫酸鹽與沙塵主導事件，發現兩者 $PM_{2.5}$ 濃度相近，約在 44 μg m^{-3} 上下，但是 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比值略有差異。並且指出高程位於 700 hPa 的低壓槽在傳輸路徑上扮演重要的影響因子。另一方面，亞洲沙塵除了對於北臺灣空氣品質的影響，還可能抵銷現有的污染減量成果。

表 4.7.4 檢測資料分析與污染管制策略

地點與結果	內涵	作者
Zhao et al. (2017)於洛杉磯透過光化學煙霧艙模擬汽油車排放污染生成 SOA 過程，並從污染前驅物中發現，中間揮發性有機物(Intermediate volatility organic compounds, IVOCs),與半揮發性有機物(Semivolatile organic compounds, SVOCs)占前驅污染濃度約 5%，卻貢獻 45~76%的 SOA 生成量，單環芳香烴則因為本身含量高，同樣有不低的 SOA 濃度貢獻。評估 SOA 在不同非甲烷有機氣體與 NOx 濃度比值條件下生成速率，發現當比值越高時生成率越高，即單位 NMOG 可轉化出更多的 SOA。	從研究結果發現，透過加強車輛排放管制減少污染前驅氣體排放進而減少 SOA 排放量達到改善空氣品質的目的。但是 NMOG 與 NOx 不成比例的減量，也改變了大氣污染反應條件，使得單位污染前驅氣體所產生的 SOA 濃度增加，因而趨緩污染濃度減量。這顯示訂定排放減量策略時應完整的調查各反應物間的關聯性，同時也可藉由此研究概念審視當前污染前驅氣體濃度與其衍生污染物比例，評估是否存在與文獻相似的情況，因而使污染濃度減量速率趨緩。	Zhao et al. (2017)
2015 年 11 月至 2016 年 7 月於韓國首爾都會區進行實驗，利用車輛底盤測功機具連結前驅氣體監測儀器及飛行時間質譜儀量測車輛尾氣排放變化。透過氣體稀釋分流模擬光化學效應並量測其衍生鹽類，用以釐清不同燃料車種硝酸銨排放潛勢。最後指出汽油車與液化石油氣車相較於柴油車有更高的硝酸銨生成潛勢，原因歸咎於車輛所安裝的三元轉換器所產生的副產物提供充足的氨氣供給光化學反應。	氨氣時常被視為畜牧與農業所產生，雖然脫氮處理程序(SCR)中可能會有氨氣逸散，但是排放量卻相對於前者明顯較少。然而，透過韓國近年研究可發現，都會區將近六成車輛為汽油車，而汽油車因為污染去除元件的作用供給大氣更多的氨氣，以首爾地區為例，其氨氣排放量高達該地區總量的 25%。這些氨氣使車輛排放所產生 NOx 有更足夠的中和反應物，促使光化學作用產生硝酸銨增量，並且為該地區硝酸銨生成反應的限制因子。	Link et al. (2017)
應用模擬與檢測資料分析美東地區	前驅氣體顯著減量，但下降趨	Shah et al. (2018)

2007~2015 年間微粒 SO_4^{2-}與 NO_3^-減量幅度不同於前驅氣體的原因。結果顯示伴隨 SO_2 濃度減量，H_2O_2/SO_2比值上升，這導致氣體轉化效率提升，同時整體環境中的 SO_4^{2-}減少也導致了微粒 pH 值上升，使得環境條件有利於 NO_x 轉化為 NO_3^-，這些因素都導致微粒生成速率提高。最後研究預測 2015~2023 年間，冬季 SO_4^{2-}可減量約 24%但是 NO_3^-則可能無顯著變化。若僅減少 SO_2 排放量，還可能使 NO_3^-濃度反增。	勢卻無法反應在 $PM^{2.5}$ 濃度減量。相似的問題，近年可從我國檢測數據中發現。此文獻解了化學成分反應機制，並顯示氣體減量不等於微粒減量的背後原因。從氣膠組成的改變導致的酸鹼度或是大氣自由基變化，相關的連鎖反應都可能使污染管制效率不如預期。	
分析美國 IMPROVE 檢測網 2005~2016 年 $PM_{2.5}$ 秤重質量與 RCFM 質量差異，發現差異值變化趨勢為 0.04 $\mu g\ m^{-3}\ yr^{-1}$。探究背後影響因素可能包含長時間下儀器、方法與採樣所造成的誤差。從差值季節趨勢變化則發現夏季普遍有最大的差異，這樣的差異透過多元迴歸分析則顯示與 OM/OC 比值變化有關。若評估年度間的差異，還可發現揚塵含量應用傳統 RCFM 方法可能存在低估。	質量重組雖然過去常用於檢視化學成分分析成果是否與質量量測相近，也可透過主要成分組成釐清污染源構成要素。此研究以多元迴歸的方式重新計算成分假設所使用係數，藉此降低推估誤差，還可以此方法擴展至區域與不同年度間應用，獲取地區與年度專用係數，進而更深入的了解氣膠組成的變化。	Hand et al. (2019)
2014~2015 年於西安的研究指出，雖然推動十餘年的污染排放管制，但是 PM_{10} 及 $PM_{2.5}$ 質量濃度仍遠大於世界衛生組織所定義的標準值。研究發現各化學成分中以 NO_3^-濃度占比隨污染濃度上升而增加。分析十年間 $PM_{2.5}$ 化學成分組成變化，SO_4^{2-}濃度占比降低，但也發現該地區 OC 與 SO_4^{2-}大多與原生污染排放有關。這樣的結果顯示了改善原生污染源排放將有助於提升當地空氣品質。	此篇研究顯示高污染時期 NO_3^-濃度占比增加與本計畫檢測結果雷同，雖然原因可能與我國有所差異，但仍凸顯化石燃料燃燒管制後所伴隨的成分變化特徵。另一方面，於研究中指出在低臭氧濃度、環境溫度及各種不利 SO_4^{2-}生成的條件下，環境中增量的 SO_4^{2-}很可能來自原生污染物。透過金屬元素 As、EC 與 SO_4^{2-}相關性分析，驗證了 SO_4^{2-}可能來自原生污染源的推論，指出其貢獻源可能分別來自民用燃煤暖氣及柴油車排放貢獻。	Dai et al. (2018)
在臺灣富貴角與台北都會區的研究中利用不同細胞毒性測試方法評估不同污染源的影響，研究指出萃取自夜市烹調油煙 $PM_{2.5}$ 金屬元素成	污染濃度對於人體健康風險影響一直是眾人所關注的項目。文獻提供以污染源的角度進行影響評估，有助於準確量化不	Ngo et al. (2019)

分與有機成分，對於細胞的毒性是三種污染源中最高的，不過各污染源濃度低，因此並未超出其危害閾值。值得注意的是，研究所應用的暴露評估，對比實際情況可能有所低估。	同污染源成分實際影響。此外，結果也顯示污染源對於人體的影響，不應只專注於大型固定污染源及移動污染源等常見標的，露天烹調排放影響也不容忽視。	
利用 2005 年至 2015 年於臺灣萬里檢測資料及 Merra-2 回溯資料解析長程傳輸所帶來的高濃度對於臺灣的影響特徵。冬季受到高污染濃度所影響，其中有 6%與長程傳輸有關。長達 11 年的檢測資料顯示長程傳輸事件中共有 17 次案例可分為硫酸鹽主導與沙塵主導事件，從軌跡資料顯示多數氣流起源都來自沙塵源區，此結果外部環境型態差異，直接影響了污染傳輸機制與特徵。另一方面，評估手動檢測資料與回溯分析資料，可發現硫酸鹽與碳成分都有不錯的比對結果，顯示該網站資料具有一定程度可靠性與可比較性。	此研究提供過去十年有關北臺灣受到境外污染的案例解析，有助於釐清北臺灣冬季污染特徵。此外，案例的挑選、回溯分析技術的應用與軌跡線的結合，都提供了有用的方式進行案例解析。另外，研究結果顯示不論受人為影響多寡的案例，多數軌跡資料皆顯示了亞洲沙塵的影響，值得未來檢測資料解析留意其成分特徵，並釐清對於我國空氣品質得影響。	Huang et al. (2019)

4.7.5 移動污染源檢測與其對都市環境影響

近年來有許多研究長期暴露於細懸浮微粒的健康效應，機動車輛污染排放對於空氣污染濃度上升有顯著貢獻，特別是近污染源的環境。Askariyeh et al. (2019)於 2016 年利用休士頓地區美國國家空氣品質標準測站(National Ambient Air Quality Standard, NAAQS)的長期檢測資料，解析近道路污染對於 $PM_{2.5}$ 濃度增量的現象。研究以 24 小時檢測值透過篩選出合適的背景測站與鄰近高速公路的測站進行比對，發現近污染源測站相較於背景站及其他鄰近測站呈現明顯的 $PM_{2.5}$ 濃度增量，對背景站日平均 $PM_{2.5}$ 濃度增量可達 23%。但比較國家尺度數據的增幅則為 17%，推測可能受到背景測站選擇條件影響以及地區環境的差異。應用背景站 $PM_{2.5}$ 濃度、風速與風向建立多元迴歸模式推估近污染源測站 $PM_{2.5}$ 濃度，檢測與預測值相關係數(R^2)高達 0.83，有良好的預測水準。

Cui et al. (2017)於中國煙台地區進行柴油燃料排放分析，篩選 11 台不同廠牌、車齡、排放標準的柴油車量，並檢測不同測試條件下尾氣排放微粒排放係數化學成分變化，包含無機水溶性離子、金屬元素、碳成分與 PAHs。結果顯示油品硫分含量是影響尾氣微粒排放係數的主要因子，越嚴格的車輛排放標準對於微粒排放控制有正面效益，但是對於金屬元素排放控制成效有限。分析微粒化學成分組成，不論工程機具(挖土機)與柴油卡車，都是以碳成分為主要化學成分，挖土機以 OC 為主，柴油卡車則是 EC 並且有較高的無機水溶性離子占比。評估車輛運行狀態則可發現待轉與運作中的挖土機與低速運行的卡車都有較高的排放係數。評估挖土機與柴油卡車排放的 PAHs 濃度，發現兩者差異並不大，然而挖土機排放的致癌物種(benzopyrene)當量濃度卻為柴油卡車的 31 倍，此結果也顯示污染的管制仍須注意工程機具的排放影響。

Lin et al. (2020)指出環境中自車輛尾氣所排放的 $PM_{2.5}$ 經由吸入途徑可能帶來顯著的健康危害，並且對於都市空氣品質同樣有所影響。研究為了準確的量化汽車尾氣排放微粒吸入風險，詳細地調查汽油車排放尾氣化學成分組成，包含微粒碳成分(TC、OC、EC)與金屬元素成分(Ca、Al、Zn、K、Fe、Mg、Cr)。調查 15 輛汽油車尾氣排放化學成分，並考量車輛年份、行駛里程、排放標準所造成的差異。結果顯示車尾氣排放特徵以 EC 及 OC 為主要化學成分，金屬元素成分濃度則依序為 Ca > Al > Zn > K > Fe > Mg > Cr。

Yang et al. (2019) 研究汽、柴油車尾氣排放 $PM_{2.5}$ 化學成分組成及氣體污染物排放係數。結果顯示較大的引擎、較高的累積里程普遍有較高的排放係數，其中柴油車的 NOx 排放係數更為汽油車 30 倍以上。使用汽油與柴油的車輛，$PM_{2.5}$ 排放係數分別為 1.57 mg km^{-1} 與 57.8 mg km^{-1}；兩種車輛碳成分 OC/EC 比值則可以 1 以上(汽油車)或以下(柴油車)作為分界。分析水溶性離子排放係數，發現汽油車 SO_4^{2-}與 Ca^{2+}為主要高排放係數成分，柴油車則是 SO_4^{2-}、NO_3^-與 Ca^{2+}。最後也指出兩種不同燃料油車輛有相似的金屬元素排放特徵，以 Ca、Na、Fe 及 Zn 有較高的排放係數，另外也檢出 Cd、Cr、Pb 及 Sb 等毒性成份。

表 4.7.5 移動污染源檢測與其對都市環境影響

地點與結果	內涵	作者
利用 2016 年休士頓地區 NAQQS 檢測站每三天一次 $PM_{2.5}$ 濃度資料分析近交通源污染對於環境 $PM_{2.5}$ 濃度增量幅度。研究結果指出，相較於所挑選出的背景測站，近污染源測站 $PM_{2.5}$ 濃度約提升 23%。若將風向根據測站與交通排放源相對位置劃分，可分為上風、下風及平行風向，評估不同風向類型對於近污染源測站 $PM_{2.5}$ 濃度影響，發現位處污染源下風處的濃度增量最高，污染源風向平行且風速較低時增幅則相近。	此研究提供利用監測資料量化交通源 $PM_{2.5}$ 濃度增量。透過極座標圖評估交通測站與背景站濃度差值較高的風向及風速點，用以釐清環境因子對於近污染源的影響。本文應用多元迴歸模式量化環境因子與污染濃度對於背景區 $PM_{2.5}$ 濃度影響。本計畫可應用此概念評估特定交通源指標元素變化特徵。此外，對於背景站的篩選，根據文獻指引，以風玫瑰圖判斷環境風向頻率、無其他污染干擾源、距離道路 100 公尺以外，才可視為理想背景地區。	Askariyeh et al. (2019)
在煙台地區進行的柴油車輛與工程機具排放分析結果顯示，油品含硫量將影響尾氣微粒排放係數，工程機具於高負載情況下可能會使引擎內部燃氣比降低導致高高的污染排放。雖然車輛排放標準可改善微粒排放濃度，然而對成分中的金屬元素濃度影響有限。分析尾氣化學成分發現微粒碳成分是柴油引擎車輛與機具的主要成分，而金屬元素成分則多為 Fe、Ca、Mg 等柴油所富含的	研究中提供柴油卡車尾氣排放成分分析結果，有助於本計畫交通源檢測結果分析。以車輛排放標準所對應的微粒化學成分分析於國內研究同樣較少看到，從結果中也可發現管制標準的提升雖然有助於減少微粒濃度，然而對健康風險危害降低效果卻有限。	Cui et al. (2017)

物種。分析有機成分結果則顯示挖土機與柴油卡車雖然有相近 PAHs 占比，但是致癌成分卻有顯著差異，以挖土機的微粒排放有更高的致癌風險。		
透過直接採集汽油燃料車尾氣，藉此分析其微粒化學成分組成。研究結果指出為汽油車尾氣 $PM_{2.5}$ 金屬元素成分排放濃度，依序為 Ca > Al > Zn > K > Fe > Mg > Cr。另外，碳成分 EC 與 OC 排放濃度分別為 66~259 及 26~236 μg m^{-3}。此調查結果有助了解車輛排放源特性，利於後續管制策略的擬定與推行並且進一步改善都市環境空氣品質。	移動污染源一直為都市環境中不容忽視的污染排放因子，汽油車更為其中的排放大宗。雖然過去已有許多調查結果，然而較缺少國內的調查資料。此研究所揭示的金屬元素排放特徵(Ca、Al、Zn)以及 EC/OC 趨近於得排放比例可做為新排放標準車輛的指標特徵。	Lin et al. (2020)
在臺灣進行以底盤動力計進行的尾氣排放測試，調查 2006~2016 年生產的汽車與柴油車尾氣排放 $PM_{2.5}$ 化學成分排放係數。其結果顯示柴油車除了有更高的 $PM_{2.5}$ 排放係數 57.8 mg km^{-1}，碳成分有機碳(OC)與元素碳(EC)總濃度更可高達 88.1% $PM_{2.5}$ 濃度占比。另外，兩種燃料油車輛 OC/EC 比值可以 1 作為分界，大於 1 者為汽油車，小於 1 則為柴油車。水溶性離子排放係數分析結果顯示不論汽柴油車都有相對較高的 SO_4^{2-}與 NO_3^-排放係數。最後還發現尾氣排放微粒存在 Cd、Cr、Pb 及 Sb 等毒性成分。	國內車輛尾氣微粒排放檢測結果目前研究資料相對於國外仍相對較少。蒐集更多國內相關調查結果有助於應用於交通測站檢測資料分析。另一方面，此研究所檢出汽油車高排放係數成分如 SO_4^{2-}、NO_3^-與 Ca^{2+}，相關料有助於本計畫後續污染源推估應用，同時也顯示 SO_4^{2-}污染來源的多樣性，並且原生污染的貢獻量不容忽視。	Yang et al. (2020)

4.8 細懸浮微粒採樣監測分析品保作業

本計畫執行 $PM_{2.5}$ 質量濃度和化學成分分析，包括質量濃度秤重、$PM_{2.5}$ 水溶性陰、陽離子層析儀分析、$PM_{2.5}$ 碳成分熱光學分析、金屬元素感應耦合電漿質譜儀、塑化劑氣體層析儀結合質譜儀，以下分別敘述不同實驗分析的品保作業。

4.8.1 $PM_{2.5}$ 質量秤重品保作業

$PM_{2.5}$ 質量濃度採樣所使用的鐵氟龍濾紙，需要在恆溫恆濕環境進行秤重，以獲得 $PM_{2.5}$ 質量濃度，採樣期間所有鐵氟龍濾紙都在中央大學環工所天平室進行秤重。

1. 中央大學環工所天平室溫度和相對濕度監控

本計畫在進行 $PM_{2.5}$ 成分檢測時，係以鐵氟龍濾紙採集 $PM_{2.5}$ 然後進行秤重和元素成分濃度分析。鐵氟龍濾紙於採樣前、後都經過溫、濕度調理，並依據環保署環檢所方法 NIEA A205.11C，天平室須保持於 20~23°C，且 24 小時內平均溫度變化在±2%；相對濕度保持在 30~40%之間，且 24 小時內小時平均相對濕度變化在±5%。本計畫以每五分鐘一筆數據進行小時平均，當溫、濕度的小時平均值變化超過各日平均值的管制上、下限值時，代表天平室的監控不穩定，需瞭解原因並排除問題，此時不能秤重；當溫、濕度的小時平均值於管制上、下限值範圍內變動，代表天平室溫、濕度監控良好。

表 4.8.1 為計畫執行期間天平室溫、濕度跳動原因說明，當溫、濕度跳動不穩定時，本計畫不進行樣本秤重，除了天平室所在大樓例行性停電維護外，所有問題經排除後，同時環境條件符合作業標準，方可再次進行作業。圖 4.8.1 為計畫執行期間天平室溫度和相對濕度監控，本計畫天平室是使用除濕機、冷氣機及暖氣機將溫度維持在 20~23°C，相對濕度 30~40%的控制範圍內。整體而言，日平均值溫度、濕度大致都在控制範圍內跳動。

表 4.8.1 計畫執行期間天平室溫、濕度跳動原因說明

日期	天平室溫、濕度跳動原因
2019 年 12 月 07 日	根據氣溫預報調整溫控設定
2020 年 01 月 19 日	電路系統維護
2020 年 01 月 29 日	根據氣溫預報調整溫控設定
2020 年 02 月 16 日	電路系統維護
2020 年 02 月 26 日	溫控設備維護
2020 年 03 月 09 日	根據氣溫預報調整溫控設定
2020 年 04 月 07 日	根據氣溫預報調整溫控設定
2020 年 04 月 17 日	空調設備定期清潔
2020 年 04 月 24 日	根據氣溫預報調整溫控設定
2020 年 05 月 15 日	根據氣溫預報調整溫控設定
2020 年 06 月 16 日	天秤室定期清潔維護，並保持濾紙盒密閉保持溫度控制
2020 年 07 月 10 日	冷氣風速調整
2020 年 08 月 01 日	電路系統維護
2020 年 09 月 24 日	調整除濕機濕度控制
2020 年 09 月 29 日	電腦軟體定期更新
2020 年 09 月 30 日	調整除濕機濕度控制
2020 年 10 月 01 日	調整除濕機濕度控制
2020 年 10 月 07 日	電腦軟體定期更新
2020 年 10 月 08 日	調整除濕機濕度控制
2020 年 10 月 18 日	電腦軟體定期更新

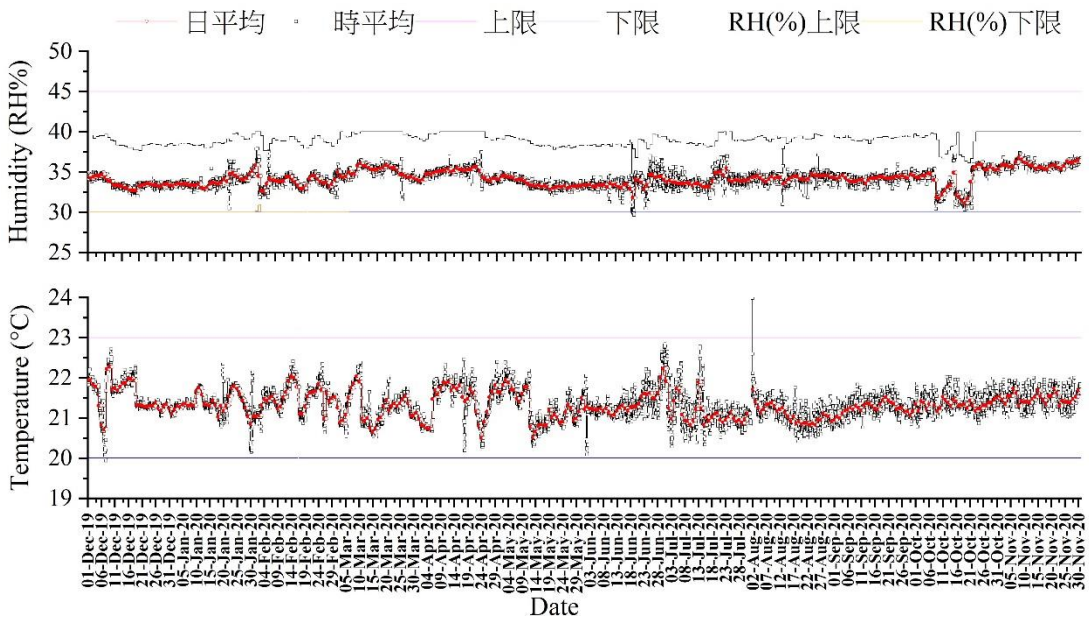


圖 4.8.1 2019 年 12 月~2020 年 11 月期間天平室溫度和相對濕度監控資料

2. 中央大學環工所天平室空白濾紙秤重

為了評估天平室秤重系統的穩定性，本計畫每個月使用 5 張空白濾紙分別

進行 5 次秤重，2019 年 12 月 02 日至 2020 年 11 月 25 日空白濾紙秤重結果列於圖 4.8.2，共秤了五十八張空白濾紙，濾紙選用 Whatman 廠牌，每張濾紙重量分別從 128.18 μg 到 142.221 μg，變化率範圍為 99.997%至 100.002%，從每張濾紙的變化來看，2019 年 12 月的濾紙編號 4 變動幅度較大；2020 年 1 月的濾紙編號 1、編號 3 變動幅度較大；2020 年 2 月的濾紙編號 3 變動幅度較大；2020 年 3 月的濾紙編號 4 變動幅度較大；2020 年 4 月的濾紙編號 2、編號 4 變動幅度較大；2020 年 5 月的濾紙編號 1、編號 2、編號 5 變動幅度較大；2020 年 6 月的濾紙 4 編號變動幅度較大；2020 年 7 月的濾紙編號 5 變動幅度較大；2020 年 8 月的濾紙編號 3、編號 4、編號 5 變動幅度較大；2020 年 9 月的濾紙編號 1 變動幅度較大；2020 年 10 月的濾紙編號 1 變動幅度較大；2020 年 11 月的濾紙編號 2 變動幅度較大，但都在變化率範圍內，並且無正或負偏斜，顯示天平室溫度、濕度控制和天平的穩定度對濾紙秤重數值變動在合理範圍內。

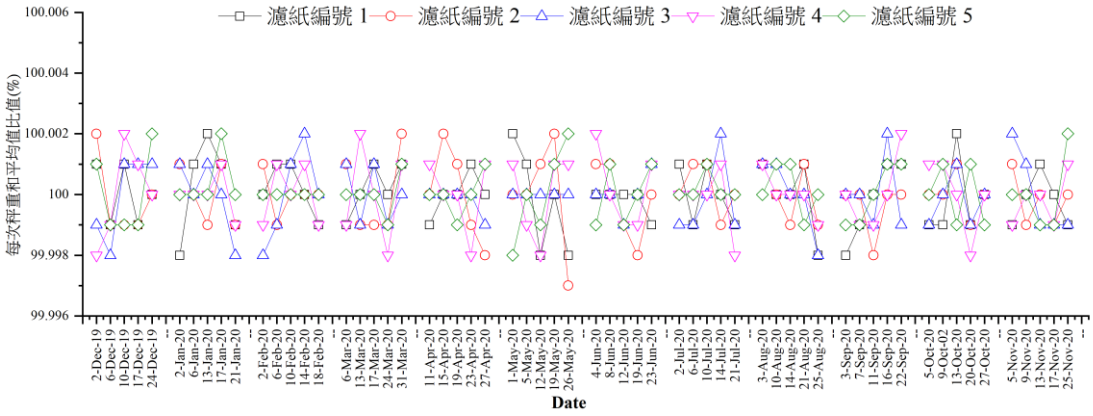


圖 4.8.2 空白濾紙重量時間變化

4.8.2 $PM_{2.5}$ 水溶性離子分析品保作業

$PM_{2.5}$ 水溶性陰、陽離子分析品保作業包括陰、陽離子當量濃度平衡比、檢量線及方法偵測極限、重複樣品分析、添加樣品分析、空白分析、查核樣品分析、績效查核等，各項實驗分析經環檢所審查應包含基質(濾紙)，因此本計畫在審查後改變實驗程序，將濾紙加入各標準品分析，並比照一般樣本處理方式進行萃取，然後進行上機分析。

1. $PM_{2.5}$ 水溶性陰、陽離子當量濃度平衡比

當大氣環境混合均勻，監測站附近沒有明顯污染源排放時，微粒的水溶性

陰、陽離子應該維持在電性平衡狀態。圖 4.8.3 為板橋、忠明、斗六、嘉義、小港及花蓮成分監測站在各次採樣的陰、陽水溶性離子當量濃度平衡比。各成分監測站水溶性陰、陽離子當量平衡濃度比幾乎都落在數據品質目標的 0.8 與 1.2 間，少數不在平衡濃度比範圍值內的數據經過重新再分析後，結果與原先的數據差距不大，因此沿用第一次分析結果。每次分析前都會進行檢量線配製及上機打樣，當確認所有成分檢量線 $R^2 \geqq 0.995$ 後，才會進行樣本上機分析，此標準也符合 NIEA-PA103 規定 $R \geqq 0.995$。

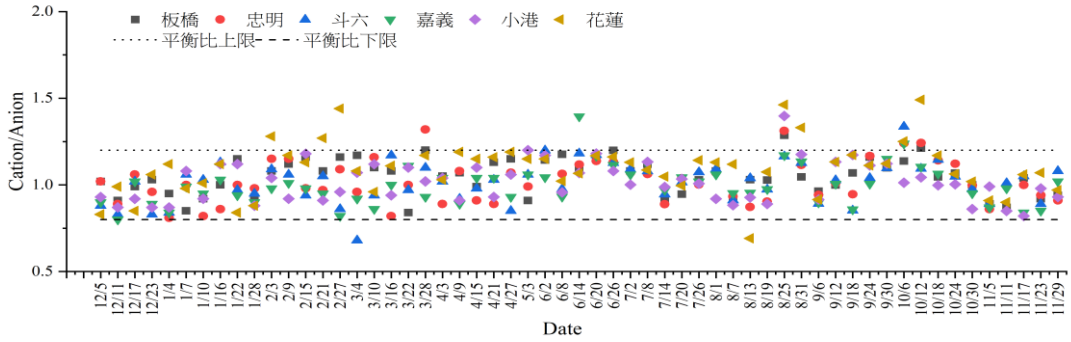


圖 4.8.3 六站水溶性陰、陽離子當量濃度平衡比

2. $PM_{2.5}$ 水溶性陰、陽離子檢量線及分析方法偵測極限

本計畫每個月都配製新檢量線，以含濾紙方式進行萃取分析，陰、陽離子檢量線各成分相關性達到 $R^2 \geqq 0.995$ 後，才會進行樣本上機分析，這個標準也符合 NIEA-PA103 規定須 $R \geqq 0.995$，2020 年 11 月份檢量線如下圖 4.8.4 所示。其餘各月份檢量線呈列於附錄光碟。

表 4.8.2 為依據環保署環境檢驗所「環境檢驗方法偵測極限測定指引」(NIEA-PA107)規定估算的本計畫陰、陽離子分析方法偵測極限表中各成分 ppm 為水樣中儀器的偵測極限，本計畫每次樣本分析萃取成 10 mL 水溶液，上機分析水溶性無機離子，得出溶液中濃度後，乘上 10 mL 得出水溶性無機離子質量，再除以採樣體積(約 9.648 m^3)，換算得出在空氣中濃度。

表 4.8.2 $PM_{2.5}$ 水溶性陰、陽離子分析方法偵測極限

偵測極限	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}
ppm (水溶液濃度)	0.012	0.009	0.003	0.015	0.014	0.012	0.002	0.002
μg m^{-3} (空氣中濃度)	0.012	0.009	0.003	0.016	0.014	0.012	0.002	0.002

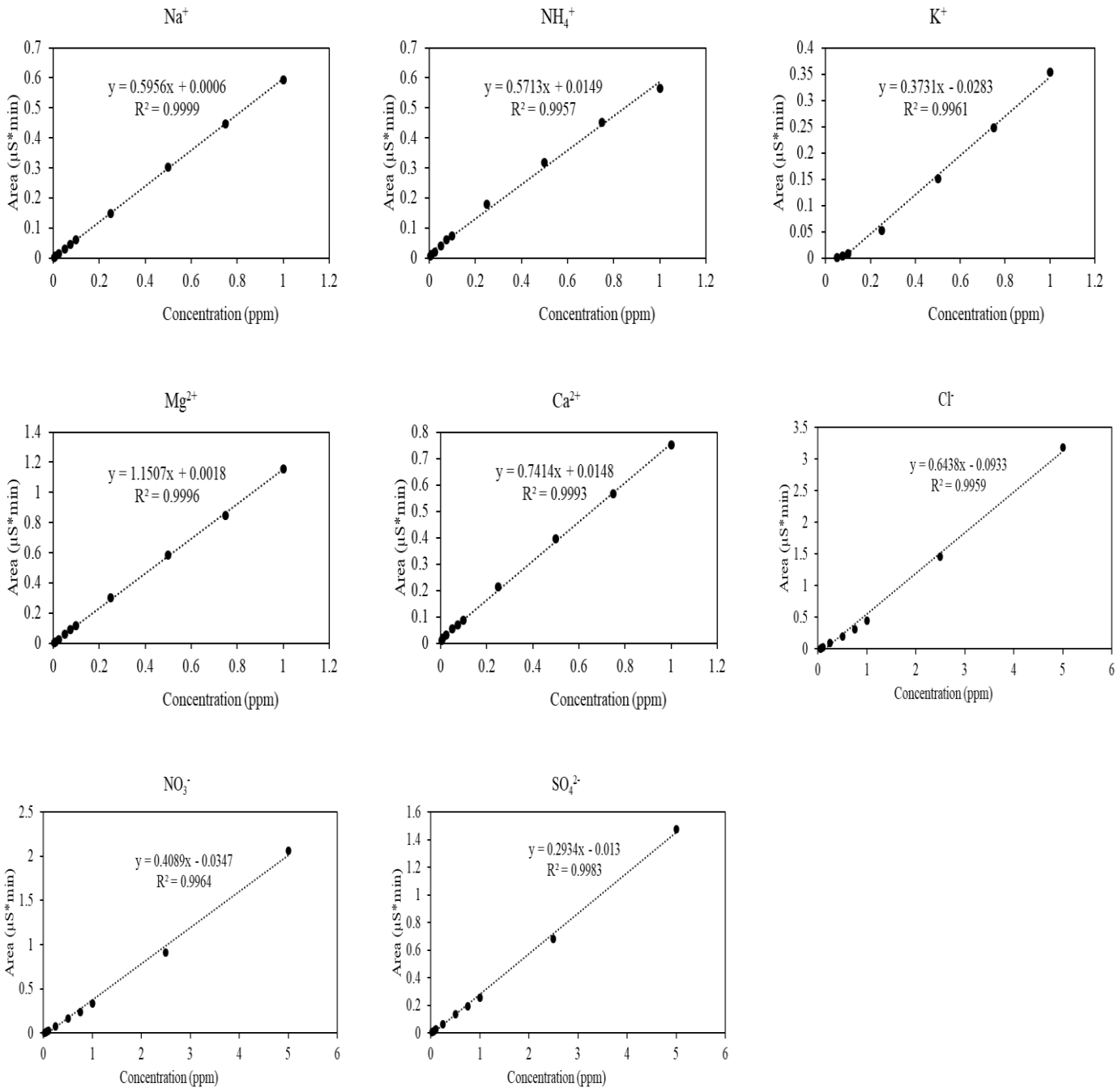


圖 4.8.4 2020 年 11 月份離子層析儀陰、陽離子檢量線

3. 內部品質管制要求

(1) 重複樣品分析

重複樣品分析是為了瞭解樣品均勻性及人員操作精確性，因此品保報告書中將相對差異百分比定在 20%內，本計畫重複樣品分析結果如 圖 4.8.5 a.所示。大部分樣品的相對差異百分比符合 NIEA-W415.54 B 規定須小於 20%內。

(2) 添加樣品分析

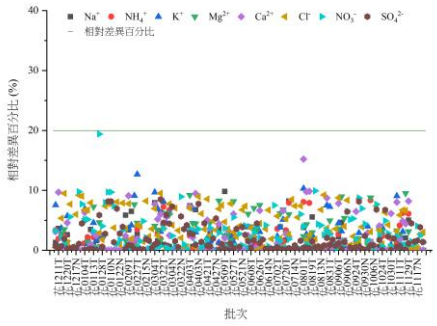
本計畫以 2.5 ppm 查核標準品進行添加樣品分析，在進行 $PM_{2.5}$ 的多成分分析時，由於待測樣品中成分間濃度的差距過大，因此本計畫在陽離子方面以 NH_4^+、陰離子以 NO_3^-為主，雖然 SO_4^{2-}在分析中更是主要成分，但是 SO_4^{2-}濃度值多數高於 2.5 ppm 查核標準品，比較不符合添加濃度需為待測物濃度的一至五倍規定，因此只列出做為參考，品保報告書中樣品回收率為 80~120%，列出的主要成分都符合這個範圍規定；圖 4.8.5 b.-g.為主要陽、陰離子添加樣品標準品管制圖各離子都在管制範圍內。

(3) 空白分析

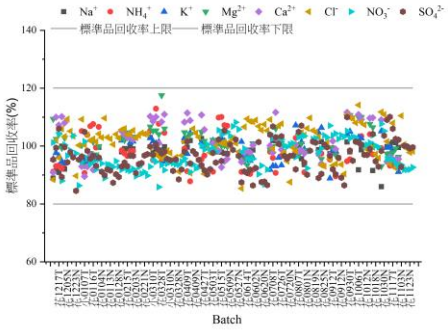
空白濾紙分析值應小於儀器二倍方法偵測極限，全部離子成分也都低於兩倍方法偵測極限，批次樣本空白分析結果詳列附錄光碟。

(4) 查核樣品回收率分析

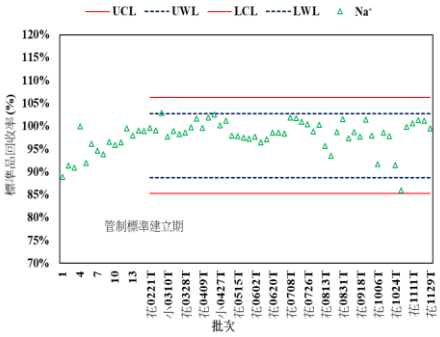
在品保規劃書中查核標準品以 1 ppm 濃度進行查核，圖 4.8.5 h.為水溶性離子查核樣品回收率，符合 NIEA-W415.54B 規定介於 85~115%上下限範圍內。



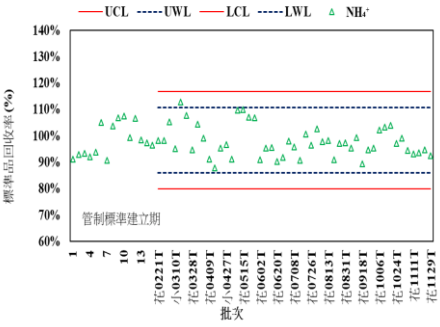
a. 重複樣品分析相對差異百分比



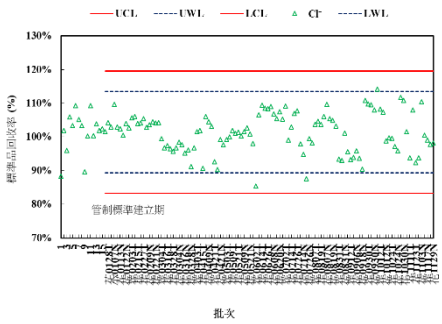
b. 添加樣品的標準品回收率



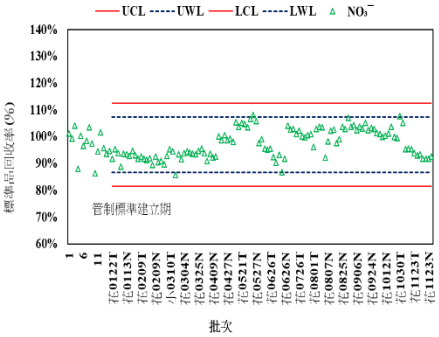
c. Na^{+}添加樣品的標準品回收率管制圖



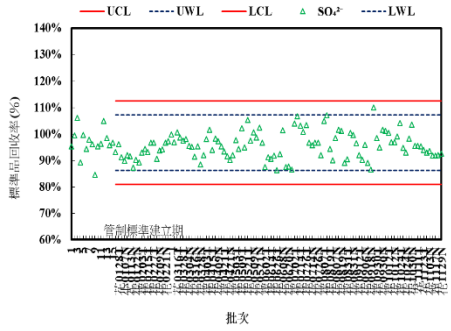
d. NH_4^{+}添加樣品的標準品回收率管制圖



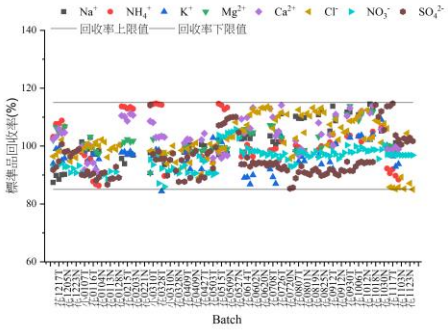
e. Cl^{-}添加樣品的標準品回收率管制圖



f. NO_3^{-}添加樣品的標準品回收率管制圖



g. SO_4^{2-}添加樣品回收率管制圖



h. 水溶性離子查核樣品回收率

圖 4.8.5 水溶性離子查核

4.8.3 $PM_{2.5}$碳成分熱光學分析有機碳及元素碳品保作業

本實驗室對氣膠有機碳(OC)及元素碳(EC)分析的品保品管作業細節詳述於計畫的品保規劃書中，主要的品質監控機制包括儀器的定期校正和儀器穩定度的追蹤管理兩大部分，以下分別為本計畫執行期間的相關紀錄。

1. DRI 2001A 碳分析儀校正

(1) 碳分析儀校正方法摘要

本分析系統以鄰苯二甲酸(KHP)為標準品配製有機碳標準液，並以不同濃度的標準液建立儀器測量訊號與分析樣品濃度間的線性檢量關係。以下為 DRI-2001A 碳分析儀的校正程序:

a. 配製 KHP 標準液

配製濃度分別為 90、180、225、450、900、1350、1800 ppm C。

b. 分析標準液及計算檢量線

使用碳分析儀逐一分析不同濃度的標準品，以注入標準品相當的總碳質量對儀器輸出訊號與內標準品訊號積分面積比值進行線性迴歸。

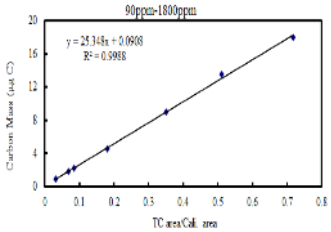
c. 檢量線可接受標準

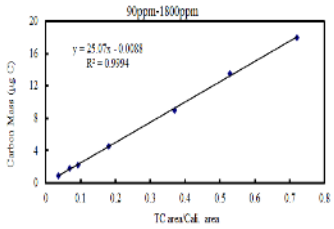
檢量線 R^2 應達到 0.995 以上。

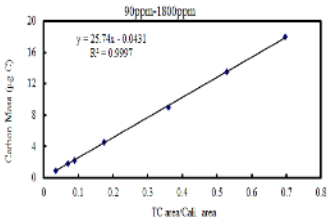
(2) 碳分析儀校正紀錄

依據本計劃的品保規劃書，碳分析儀每個月校正一次。圖 4.8.6 為計畫執行期間碳分析儀 2019 年 12 月 R^2 為 0.9988，2020 年 1 月 R^2 為 0.9994， 2 月 R^2 為 0.9997，3 月 R^2 為 0.9995，4 月 R^2 為 0.9996，5 月 R^2 為 1，6 月 R^2 為 0.9994，7 月 R^2 為 0.9989，8 月 R^2 為 0.9998，9 月 R^2 為 0.9994，10 月 R^2 為 0.9995，11 月 R^2 為 0.9998 都符合計畫的品質標準。

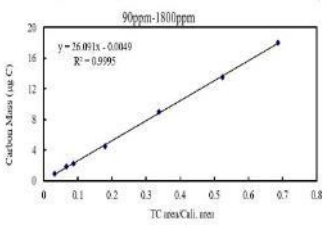
2019 年 12 月　　2020 年 1 月　　2020 年 2 月

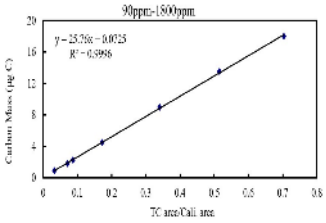


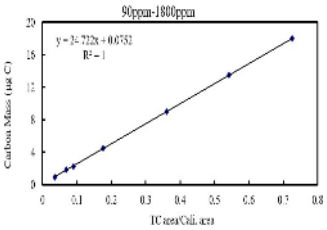




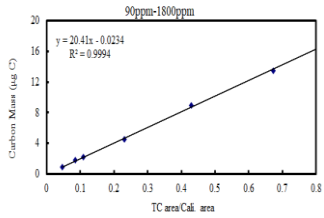
2020 年 3 月　　2020 年 4 月　　2020 年 5 月

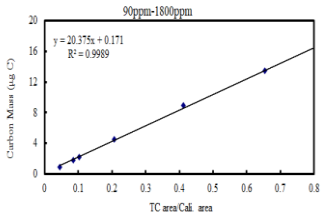


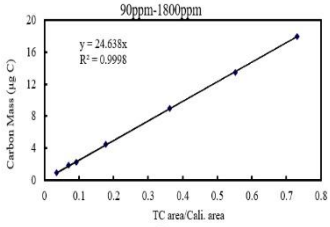




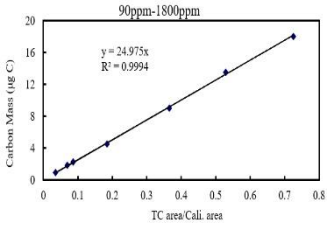
2020 年 6 月　　2020 年 7 月　　2020 年 8 月

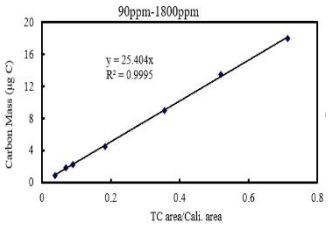






2020 年 9 月　　2020 年 10 月　　2020 年 11 月





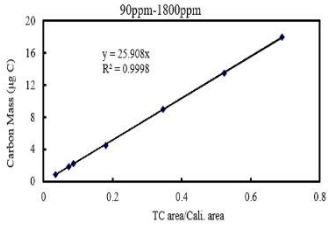


圖 4.8.6 碳分析儀檢量線

2. 碳分析品質管理

碳分析儀日常作業的內部品質管理包括三項追蹤指標:儀器空白、查核樣品以及重複分析，此外，本計畫由中研院大氣氣膠實驗室擔任外部查核單位，對相關樣品進行抽樣重複分析，以下分別為本計畫至 2020 年 11 月的相關紀錄。

(1) 碳分析儀品質管理作業摘要

碳分析儀日常品質管理程序如下:

a. 儀器空白

在檢測樣品前，應運用相同設備及檢測方法先操作空白分析，以確定儀器

狀況。儀器對空白樣品的訊號應在雜訊範圍內，亦即不得高於儀器的兩倍偵測極限，本儀器碳分析 OC、EC 和 TC 的偵測極限以每平方公分濾紙上的碳含量表示分別為 0.085 μg C cm^{-2}，0.003 μg C cm^{-2}，0.085 μg C cm^{-2}，2 倍偵測極限 0.169 μg C cm^{-2}、0.006 μg C cm^{-2}、0.17 μg C cm^{-2} 即為儀器空白測試的管制值。

b. 查核樣品

本計畫以 10 μL 900 ppm KHP 標準液注射在空白濾紙上，作為碳分析查核樣品。在檢測樣品前，完成空白分析後，即進行查核樣品分析以確定儀器狀況。依據本計畫品保規劃書，應累積 15 個查核樣品測定值，並計算其平均值(Mean)及標準偏差(σ)，並訂出品質管理的參考值:

UWL (警告上限值)=Mean+2σ

LWL (警告下限值)=Mean-2σ

UCL (管制上限值)=Mean+3σ

LCL (管制下限值)=Mean-3σ

(2) 碳分析儀品質管理作業紀錄

本計畫的碳分析是以 10 張樣本為一批次，依據計畫的品保規劃書，每一批次樣品分析前均執行一次空白樣品和查核樣品分析，並在每一批次中進行一次重複樣分析，由於每一組氣膠樣品的第一張濾紙是本實驗中最重要的樣品，因此固定以該樣品為重複分析標的。

圖 4.8.7 為本計畫 2012 年 12 月 5 日~2020 年 11 月 30 日，每一批次樣本的空白管制圖，所有空白值都維持在管制值以下，顯示儀器分析過程應無污染疑慮。

圖 4.8.8 呈現查核樣品管制圖，本計畫取 2019 年 12 月 5 日~2020 年 11 月 30 日樣品分析結果作為建立管制標準的基礎。以 113 次分析數據計算出查核樣品 TC 的平均值和標準偏差，以此計算出 UWL、LWL、UCL、LCL，分別為 9.39 μg、8.57 μg、9.60 μg、8.35 μg。建立此管制標準後，各次分析結果大部分維持在管制範圍內。

圖 4.8.9 呈現重複分析的管制圖，重複分析樣本為採樣期間隨機取樣各測站第一張石英濾紙，由中研院執行重複樣本分析；管制期間從 2019 年 12 月到 2020 年 10 月，大多數樣本差異都在 20%以內，部分超出管制範圍的樣本數值大多為元素碳(EC)，主要原因是因為 EC 濃度較低造成較大差異，圖 4.8.9 的 OC、EC、TC 平均分析差異及標準偏差分別為 13.2 ± 11.4%、30.3 ± 23.8%、13.2 ± 13.0%，結果顯示精密度符合計畫的品質標準。

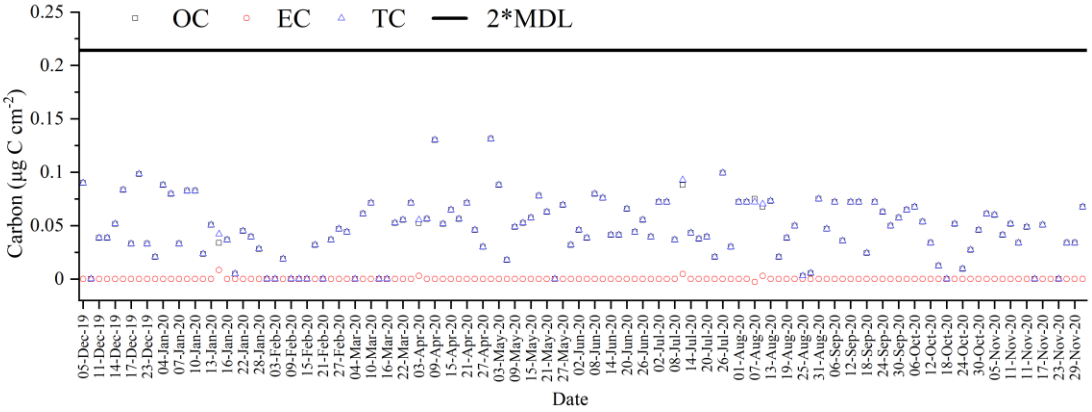


圖 4.8.7 碳成分儀器空白品質管制圖

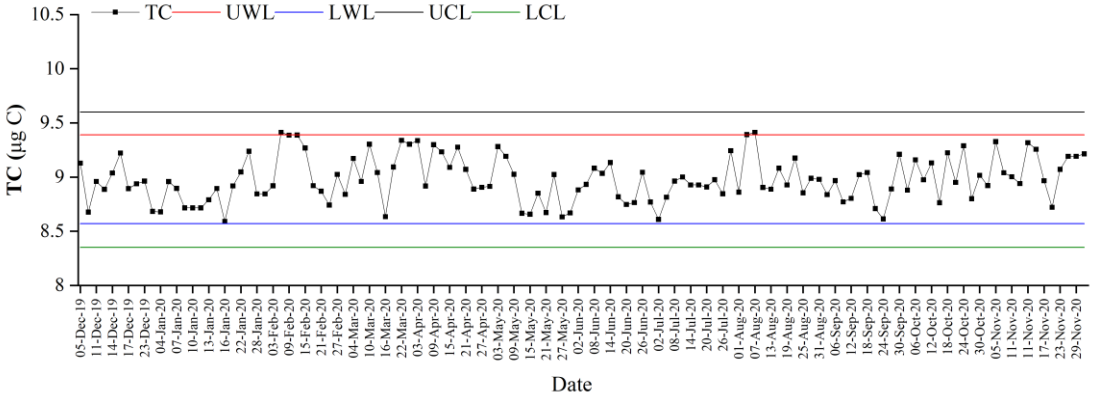
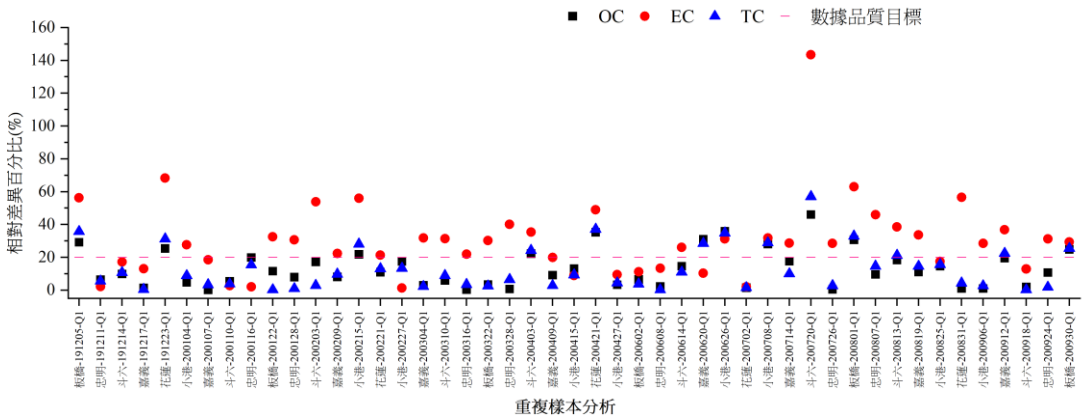


圖 4.8.8 碳成分查核樣本品質管制圖



註：因中研院 EC3 背景值較高故 EC3 不計。

圖 4.8.9 碳成分重複樣本分析品質管制圖

4.8.4 $PM_{2.5}$ 元素分析品保作業

本計畫元素成分分析方法係參考環檢所公告的「空氣中粒狀污染物之微量元素檢測方法 －感應耦合電漿質譜儀法（NIEA A305.11C）」，品保作業相關細節詳述於計畫的品保規劃書中。除了進行檢量線查核與空白樣品分析外，藉由參考物質和標準溶液的使用進行查核樣品分析、重複樣品分析、添加樣品等工作。

以下為本計畫執行各項品管品保作業相關紀錄。

1. $PM_{2.5}$ 元素成分方法偵測極限

表 4.8.3 為本計畫元素成分分析的方法偵測極限，估算方法為以 1/2 張濾紙進行消化，消化液定量至 15 mL，取得各元素於每張空白濾紙的含量(ng)，除以濾紙面積求得單位面積含量，將 7 張空白濾紙消化處理後，取得此 7 次數據的標準偏差，再乘上 3 倍標準偏差數值，採樣體積以 24 m^3 計算。

表 4.8.3 $PM_{2.5}$ 元素成分方法偵測極限

元素	MDL (ng m^{-3})	元素	MDL (ng m^{-3})
Al	2.1	Sb	0.004
Fe	1.7	Tl	0.0002
Na	1.9	Pb	0.003
Mg	1.7	V	0.004
K	1.0	Cr	0.42
Ca	10.8	As	0.003
Sr	0.04	Y	0.001
Ba	0.02	Se	0.005
Ti	0.15	Zr	0.05
Mn	0.06	Ge	0.001
Co	0.004	Rb	0.002
Ni	0.18	Cs	0.0001
Cu	0.09	Ga	0.002
Zn	0.15	La	0.001
Mo	0.016	Ce	0.002
Cd	0.001	Nd	0.001
Sn	0.010	P	21

2. $PM_{2.5}$ 元素成分數據準確度與精密度

本計畫精密度與準確度量測採用 NIEST SRM 1648 參考物質進行檢測，由於所購買的參考物質濃度較高，因此執行相關分析前先將參考物質進行稀釋，使各項元素濃度與本計畫分析樣本濃度範圍相近才進行後續評估作業。參考物質稀釋濃度如表 4.8.4 所示。

查核樣品分析是用來測定分析儀器準確度(Accuracy)，用以測定已知濃度標準樣品的變化，本計畫每分析 20 個樣品後，執行一次查核樣品進行，以確保分析的品質，其結果符合 NIEA A305.11C 規定在 75~125%內。查核樣品分析回收率(Recovery, R)計算如公式 4.8.1 所示，其中 R (%)為查核樣品回收率，X 為測定值，S 為參考物質的濃度值。表 4.8.5 為本計畫查核樣品回收率，結果都符合 NIEA A305.11C 規定。

$$R\ (\%) = \frac{|X - S|}{S}\ x\ 100\%$$

公式 4.8.1

元素成分分析精密度是以重複樣品分析來確認分析儀器的精密度(Precision)，本研究每分析 20 個樣品後，執行重複分析作業，以確保分析的品質，重複樣本分析測定相對標準偏差(RSD)如公式 4.8.2 所示，其中 X_n 為 7 次濃度平均值，S 為標準偏差，RSD 值需小於 20%才可被接受，查核結果如表 4.8.6。

$$RSD\ (\%) = \frac{S}{X_n}\ x\ 100\%$$

公式 4.8.2

表 4.8.4 $PM_{2.5}$ 金屬元素成分查核參考物質 SRM 1648 上機濃度(ppb)

metal	conc	metal	conc	metal	conc	metal	conc
Al	342	Ti	40	Cd	0.75	Se	0.27
Fe	391	Mn	8.6	Sb	0.45	Rb	0.52
Na	42.5	Co	0.18	Pb	65.5	Cs	0.03
Mg	80	Ni	0.82	V	1.4	La	0.42
K	105	Cu	6.09	Cr	4.03	Ce	0.55
Ba	7.37	Zn	47.6	As	1.15		

表 4.8.5 $PM_{2.5}$ 元素成分查核資料與回收率 (n=7)

元素	Certified Values	This Study	回收率(%)
Al	3.42±0.11# %	3.24±0.08 %	95
Fe	3.91±0.10 %	3.65±0.07 %	93
Na	0.425±0.002 %	0.43±0.01 %	102
Mg	8000 mg/kg*	7789±341 mg/kg	97
K	1.05±0.01 %	1.07±0.04 %	102
Ca	---**	7.07±0.26 %	---
Sr	---**	254±2 mg/kg	---
Ba	737 mg/kg*	687±12 mg/kg	93
Ti	4000 mg/kg*	3780±139 mg/kg	94
Mn	860 mg/kg*	773±31 mg/kg	98
Co	18 mg/kg*	17±1 mg/kg	95
Ni	82±3 mg/kg	79±3 mg/kg	96
Cu	609±27 mg/kg	590±18 mg/kg	97
Zn	4760±140 mg/kg	4575±195 mg/kg	96
Mo	---**	20±1 mg/kg	---
Cd	75±7 mg/kg	72±3 mg/kg	96
Sn	---**	130±5 mg/kg	---
Sb	45 mg/kg*	47±2 mg/kg	105
Tl	---**	3±0.1 mg/kg	---
Pb	6550±80 mg/kg	6330±312 mg/kg	97

元素	Certified Values	This Study	回收率(%)
V	140±3 mg/kg	123±4 mg/kg	96
Cr	403±12 mg/kg	382±17 mg/kg	95
As	115±10 mg/kg	123±4 mg/kg	107
Y	---**	16±1 mg/kg	---
Se	27±1 mg/kg	28±3 mg/kg	105
Zr	---**	122±2 mg/kg	---
Ge	---**	12±1 mg/kg	---
Rb	52 mg/kg*	49±2 mg/kg	95
Cs	3 mg/kg*	3±0.04 mg/kg	109
Ga	---**	40±2 mg/kg	---
La	42 mg/kg*	39±1 mg/kg	94
Ce	55 mg/kg*	54±1 mg/kg	98
Nd	---**	32±0.24 mg/kg	---
P	---**	0.83±0.03 %	---

#一個標準偏差; *該元素僅提供參考值; **該元素無提供認證值或參考值。

表 4.8.6 $PM_{2.5}$ 元素成分重複分析資料 (n=7)

項目	RSD(%)	項目	RSD(%)	項目	RSD(%)
Al	2.4	Cu	3.1	Se	10
Fe	2.0	Zn	4.3	Zr	---
Na	2.3	Mo	---	Ge	---
Mg	4.4	Cd	3.6	Rb	4.8
K	3.3	Sn	---	Cs	1.1
Ca	---	Sb	4.6	Ga	---
Sr	---	Tl	---	La	1.8
Ba	1.8	Pb	4.9	Ce	1.4
Ti	3.7	V	3.5	Nd	---
Mn	4.1	Cr	4.4	P	---
Co	4.8	As	3.2		
Ni	3.5	Y	---		

4.8.5 $PM_{2.5}$ 塑化劑分析品保作業

$PM_{2.5}$ 塑化劑分析品保作業包括七種塑化劑檢量線及方法偵測極限、空白樣品分析、查核樣品分析、重複樣品分析、添加樣品分析等，各項分析係在濾紙加入各種標準品進行，並比照一般樣本處理方式進行萃取，然後進行上機分析。

1. $PM_{2.5}$ 塑化劑分析

每次分析樣品前都會進行檢量線配製及上機分析，當確認所有成分檢量線 $R^2 \geqq 0.995$ 後，才會進行樣本上機分析，此標準也符合 NIEA-PA103 規定 $r \geqq 0.995$。

2. $PM_{2.5}$塑化劑檢量線及分析方法偵測極限

本計畫每月都配製新檢量線，以含濾紙方式進行萃取分析，塑化劑檢量線各成分相關性達到 $R^2 \geqq 0.995$ 後，才會進行樣本上機分析，這個標準也符合 NIEA-PA103，r≧0.995 規定，2020 年 10 月份檢量線如下圖 4.8.10 所示。

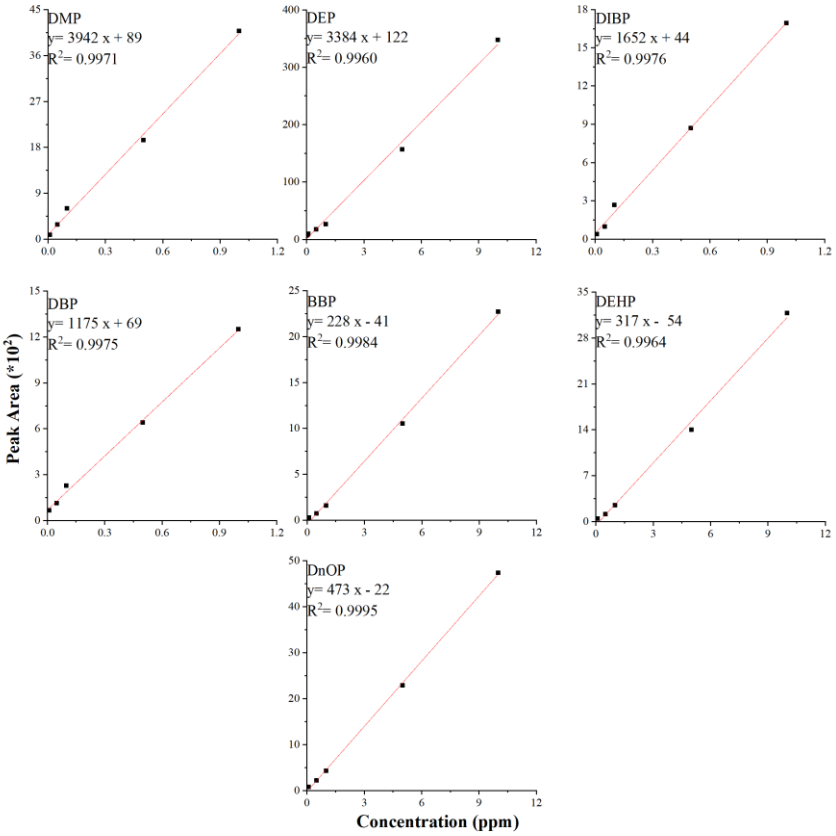


圖 4.8.10 2020 年 11 月份塑化劑檢量線

3. 內部品質管制要求

(1) 重複樣品分析

重複樣品分析是為了瞭解樣品均勻性及人員操作精確性，因此品保報告書中將相對差異百分比定在 20%內，本計畫重複樣品(RSD%)分析結果如表 4.8.7 所示，樣品的 RSD 符合規定須小於 20%內。

(2) 添加樣品分析

本計畫以 5 與 50 ppb 查核標準品進行添加樣品分析，在進行 $PM_{2.5}$的塑化劑成分分析，品保報告書中樣品回收率為 80~120%，列出的主要成分都符合這個範圍規定，表 4.8.7 回收率(Recovery%)均在規範之內。

(3) 空白分析

空白濾紙分析值應小於二倍方法偵測極限，全部塑化劑成分也都低於兩倍方法偵測極限，批次樣本空白分析結果。

(4) 查核樣品回收率分析

在品保規劃書中查核標準品以 1 ppm 濃度進行查核，查核樣品回收率列在表 4.8.8，符合規定介於 80~120%上下限範圍內。

表 4.8.7 塑化劑的添加樣品分析回收率、重複樣品分析

Species	Spiked level(ppb)	Recovery(%)	RSD (%) (n=3)
Dimethyl phthalate, DMP	5	91-92	7.1
	50	90-95	4.6
Diethyl phthalate, DEP	5	88-93	5.6
	50	92-96	3.8
Diisobutyl phthalate, DIBP	5	87-91	5.9
	50	89-96	4.1
Di-n-butyl phthalate, DBP	5	88-91	4.6
	50	93-95	3.1
Benzyl butyl phthalate, BBP	5	87-92	4.6
	50	93-97	2.1
Di(2-ethylhexyl) phthalate, DEHP	5	90-93	5.9
	50	92-97	3.4
Di-n-octyl phthalate, DnOP	5	86-94	5.8
	50	91-95	2.9

表 4.8.8 塑化劑的查核樣品分析回收率

Species	QC sample level (ppm)	Recovery(%)
Dimethyl phthalate, DMP	1	93-98
Diethyl phthalate, DEP	1	88-94
Diisobutyl phthalate, DIBP	1	88-92
Di-n-butyl phthalate, DBP	1	92-104
Benzyl butyl phthalate, BBP	1	88-96
Di(2-ethylhexyl) phthalate, DEHP	1	94-101
Di-n-octyl phthalate, DnOP	1	99-100

4.8.6 $PM_{2.5}$ 質量濃度和成分的現場空白與旅運空白變化

為了評估 $PM_{2.5}$ 質量濃度和成分於採樣及運送過程是否遭受污染，本計畫於各類型採樣任務中均進行「現場空白」及「旅運空白」。$PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分「現場空白」於採樣前裝於採樣器中，靜置 15 分鐘再運送回中央大學環工所。$PM_{2.5}$ 質量濃度與成分的「旅運空白」是放置於濾紙匣中，帶至現場後不取出，待採樣結束後送回實驗室進行分析。所有現場空白與旅運空白是根據環檢所公告空氣中細懸浮微粒($PM_{2.5}$)檢測方法「手動採樣標準方法(NIEA A205.11C)」，每 10 個樣本至少需進行 1 個現場空白(Field Blank)和旅運空白(Trip Blank)，前述兩類空白量測值於採樣前後差值不得超過 30 μg，否則表示運送過程中遭受污染。測站空白樣本設置採批次採樣任務 6 處測站間輪流設置，即每次採樣依序由花蓮、板橋、忠明、斗六、嘉義、小港站，設置空白樣本，交通採樣每 3 次採樣設置一次空白樣本，後續日夜採樣則每 4 次採樣設置二次空白樣本。

計畫執行期間現場空白與旅運空白彙整資料呈現於下方圖 4.8.11~圖 4.8.12 呈現各天現場與旅運空白都低於標準規範，顯示在現場採集和運送過程中並無遭受污染。

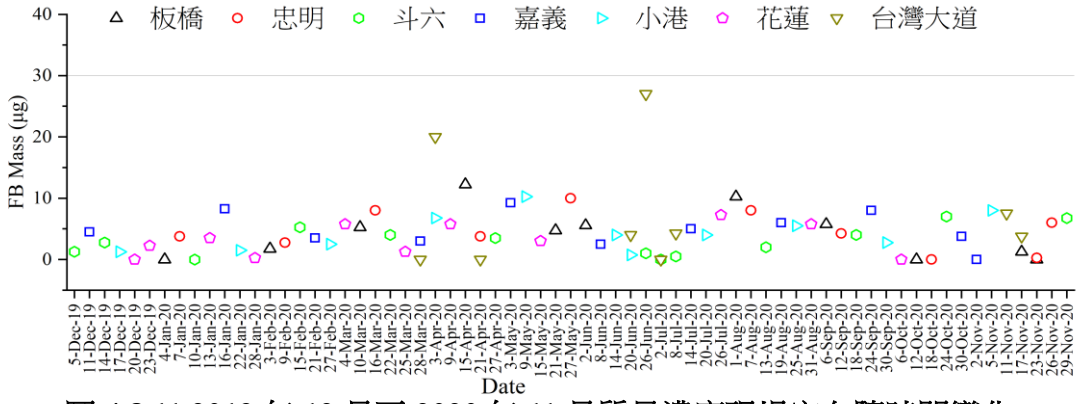


圖 4.8.11 2019 年 12 月至 2020 年 11 月質量濃度現場空白隨時間變化

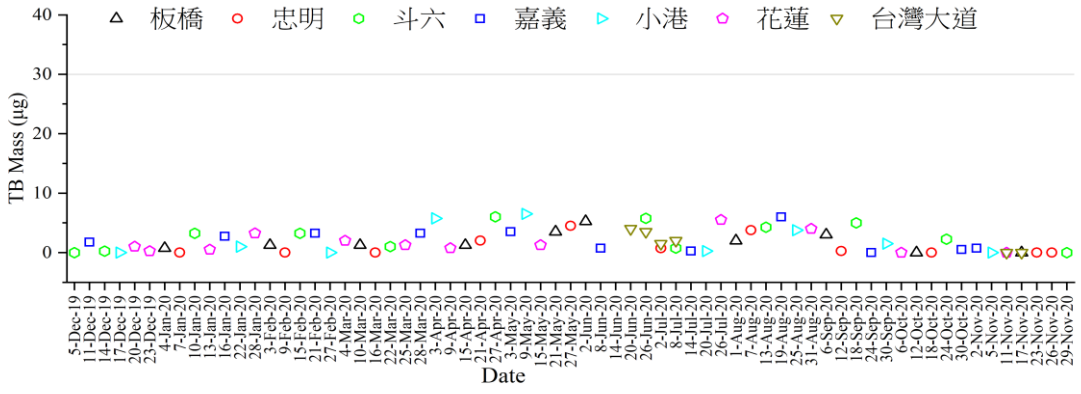


圖 4.8.12 2019 年 12 月至 2020 年 11 月質量濃度旅運空白隨時間變化

4.8.7 採樣期間 E-FRM 質量濃度採樣器儀器查核結果

例行採樣期間板橋、忠明、斗六、嘉義、小港、花蓮成分採樣器的流量查核狀況，以下為 2020 年 11 月結果(圖 4.8.13)，由非採樣負責人員進行查核。其餘採樣設備查核資料與歷史資料詳見附錄光碟。

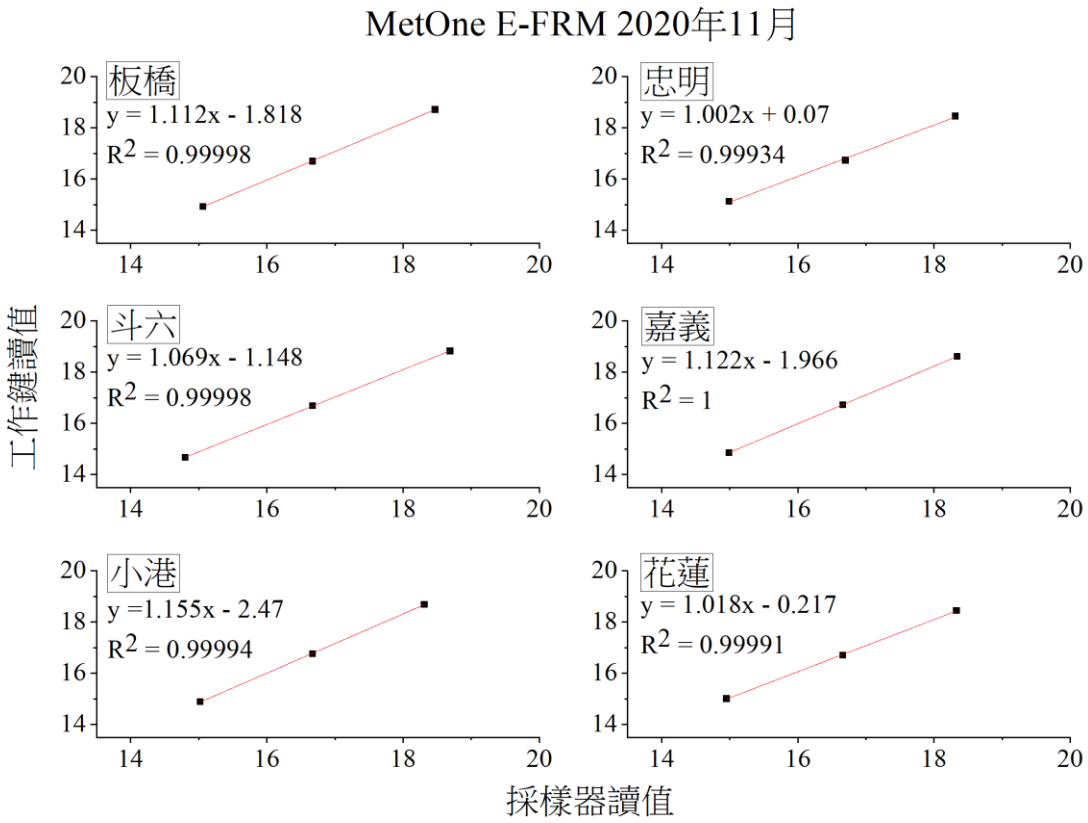


圖 4.8.13 2020 年 11 月採樣期間六站 E-FRM 三點流量校正

五、結論與建議

章節摘要

本章綜合彙整本計畫 $PM_{2.5}$ 化學成分檢測及資料分析整體成果，可濃縮歸納為：本計畫手動採樣與環保署常規手動採樣結果，兩相比對無顯著差異，數據追蹤與查核結果多符合品管目標。2020 年各觀測地區 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分有季節變化趨勢且有區域性差異。$PM_{2.5}$ 化學成分量測需考量微粒揮發和石英濾紙吸附干擾，若無進行干擾修正，各季節 NH_4^+與 NO_3^-質量濃度損失約為 12~21%與 17~38%，有機碳成分質量濃度會有高估 89%到低估 23%的誤差分布。各站塑化劑成分濃度僅占 $PM_{2.5}$ 濃度的 0.00~1.25%(除了花蓮站外)，各季節多為 DEHP 及 DBP。近交通源成分特徵顯示上、下午時段成分差異與車輛相關指標成分。2020 年高 $PM_{2.5}$ 濃度日多集中於中部以南測站，發生頻率於春季後趨緩。8 月受到西之島火山灰傳輸影響，稀土元素增量顯著。從近四年數據發現 $PM_{2.5}$ 質量濃度於 15 μg m^{-3} 以上時，NO_3^-前驅污染源為最具管制效益標的。以 CMAQ 模擬污染增量機制發現日間光化作用及夜間的 N_2O_5 異相水解反應是 NO_3^-增 量的主因。近四年污染季節污染成分變化顯示移動污染源，將成為改善污染季節 $PM_{2.5}$ 空氣品質的主要目標。各情境 $PM_{2.5}$ 化學成分特徵顯示：傳統節日以煙火、拜香與紙錢指標特徵為主；境外傳輸時北部與東部以鋼鐵、水泥與燃煤指標特徵顯著。分析近年嘉義站增量顯著元素大多與鄰近工業及燃煤污染源有關。從各採樣站二次有機碳濃度變化顯示加強中部以南地區揮發性有機氣體污染源的排放管制有助於改善空氣品質。本年度 COVID-19 期間中部至雲嘉地區空氣品質明顯改善，從化學成分變化推測與工業污染減量有關。依據受體模式推估結果指出「硝酸鹽」、「硫酸鹽」及「車輛排放」是最主要污染類別。使用多元迴歸模式與 IMPROVE 修正方程式推估化學成分對能見度影響程度，都顯示各季節 SO_4^{2-}影響變化穩定。本年度已完成 32 篇國際文獻彙整。

5.1 結論

本年度計畫按照計畫期程已完成本年度全部樣本採集作業，實驗分析完成到 11 月底；交通源採樣已完成 42 個樣本採樣與解析，符合年度計畫要求。底下彙整成果如下：

1. 本計畫手動採樣 $PM_{2.5}$ 質量濃度與環保署常規手動採樣數據具有可比較性，兩種手動採樣在各站的季節平均差異多在 ± 1 μg m^{-3} 以內，各站的季節比值在 0.96~1.08 範圍，相對差異百分比的季節平均都在 8%以內。

(一) 2020 年 $PM_{2.5}$ 質量濃度和化學成分檢測與時間空間分布變化

2. 2020 年 $PM_{2.5}$ 質量濃度在冬、春、秋季由東至北再向南部遞增，夏季由東至北遞增再向南部遞減，冬季嘉義站濃度最高、春季是斗六與小港站最高、夏季以板橋站最高，秋季則是小港站濃度最高。
3. 2020 年 $PM_{2.5}$ 最高濃度化學成分在冬季的花蓮與板橋站為 OC，其餘測站都是 NO_3^-，春、夏、秋季，除了春季嘉義站的 NO_3^-以及秋季花蓮站的 SO_4^{2-} 外，其餘各站最高濃度成分都是 OC。
4. 2020 年各測站共同的高濃度金屬元素 Na 和 K 空間分布呈現由東至北向南部遞增。板橋站的元素 Sn，忠明站的 Fe 及 Mn，斗六站的 K，嘉義站的元素 Ba 及 Pb 與小港站的元素 Fe、Mn、V 及 Sn 是各地區較為突顯金屬元素。
5. 2020 年各季節修正 12~21%的 NH_4^+與 17~38%的 NO_3^-質量濃度損失，避免低估量測濃度。若無進行修正，對於單一樣本有機碳成分質量濃度會造成從高估 89%到低估 23%的誤差分布。
6. 2020 年除了花蓮站在 5 月到 8 月受到地面防水層破損塑化劑成分揮發影響外，其他測站 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分濃度範圍為 1.5~196 ng m^{-3}，塑化劑濃度占 $PM_{2.5}$ 濃度平均為 0.46%。各季節主要成分多為 DEHP 與 DBP，夏季 DnOP 濃度集中於西部測站。
7. 2020 年臺灣大道的近交通源採樣，在上班比下班時段多有較高的 $PM_{2.5}$ 質量濃度，NO_3^-、OC、EC 濃度也多較高，SO_4^{2-}濃度變化不大。若比較臺灣大道近交通源與忠明站化學成分特徵，發現臺灣大道碳成分的 OC 以及金

屬元素的揚塵、車輛零件耗損及汽油添加劑指標成分較忠明站突出。

8. 2020 年冬季發生高 $PM_{2.5}$ 濃度日(≥ 30 μg m^{-3})集中於中部以南測站，以在地污染影響較大，且前夜污染「殘留」普遍存在這些站；春季的高 $PM_{2.5}$ 濃度日則大幅下降。以 CMAQ 模式分析高污染事件 NO_3^-增量機制，發現日間光化作用及夜間的 N_2O_5 異相水解反應是 NO_3^-增量的主因。

9. 檢視 2020 年 COVID-19 疫情期間相較於過往同期，在中部至雲嘉地區空氣品質有較高的減量，從指標成分的變化推測，SO_4^{2-}及 NO_3^-濃度的降低可能是工業排放減量所造成。2020 年 8 月花蓮與板橋站受太平洋西之島火山灰傳輸影響，花蓮站 $PM_{2.5}$ 質量濃度上升為 2 倍以上，SO_4^{2-}與 NH_4^+濃度顯著增加，地殼元素有增量，稀土元素 Y 增加近 10 倍。

(二) 2017 至 2020 年 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分特徵變化

10. 近四年各測站 $PM_{2.5}$ 質量濃度逐年下降，化學成分檢測成果，顯示 SO_4^{2-}在 $PM_{2.5}$ 質量濃度占比逐年下降，NO_3^-和 OC 的占比則是逐年提高，顯示移動污染源和其他有機物產生源的影響逐漸加大。NO_3^-自 $PM_{2.5}$ 中濃度群(15 μg m^{-3}~ 35 μg m^{-3})起，占比倍增，顯示有效管制污染源排放的 NOx，可於中濃度群，就收到 $PM_{2.5}$ 減量效益。

11. 以 EC Tracer 方法結合 High EC Edge 機制，推估近 2017 至 2020 年各測站二次有機碳濃度，發現中部以南測站二次有機碳濃度隨 $O_{3,\ max}$ 和 $PM_{2.5}$ 質量濃度增高而增高，顯示加強中部以南地區揮發性有機氣體排放源管制，將有助於 $PM_{2.5}$ OC 濃度的降低。

12. 彙整歷年節慶日後樣本化學成分特徵，農曆年間樣本的 K^+、Mg^{2+}與金屬元素 Mg、K、Sr、Ba、Cu、Pb 及 Ga 濃度較其他採樣日高，顯示出煙火、拜香、紙錢的成分特徵。元宵節後樣本以斗六和嘉義站的 Sr、Ba、Mo 金屬元素濃度較突出，但多數成分不如其他事件日顯著。

13. 解析近四年北部與東部測站受境外污染傳輸影響採樣日的成分特徵顯示：SO_4^{2-}、NO_3^-、NH_4^+及 K^+都有明顯的增量，金屬元素則以鋼鐵、水泥與燃煤指標元素有顯著的濃度增量。

14. 探討歷年嘉義站增量明顯金屬元素 Ba、Pb 及 Ga 來源，元素 Ba 與 Ga 有極為相似的時間與空間分布，在吹拂西北風時可能受到燃煤燃燒影響，受到東北風與北風影響時，則可能與測站東北方製造業有關。另外，Pb 在各盛行風向都與燃煤污染源有關，但吹拂北風時可能還受到其他污染源影響。
15. 近四年 PMF 模式模擬結果顯示硫酸鹽、硝酸鹽與車輛排放是各測站前三大污染源。其中，硝酸鹽因子於冬季及春季對於斗六以南測站影響最大，凸顯在地衍生污染物的影響。夏季與秋季，車輛排放是測站間常見的主要污染源因子。各地主要污染源因子變化呈現斗六以南測站仍以在地衍生污染物影響程度大，但是以北測站的移動污染源影響正逐年上升。
16. 各季節硫酸鹽和有機物對大氣消光係數貢獻最為穩定，有機物是夏季各測站貢獻量最高成分。硝酸鹽在冬季與春季對斗六以南測站貢獻量最高。
17. 蒐集各國執行 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣檢測經驗與最新技術已彙整 32 篇文獻成果，依類型可分為塑化劑成分特徵及影響因子、高濃度事件微粒成分特徵與影響機制、$PM_{2.5}$ 化學成分污染源指標及源解析模式應用技術、檢測資料分析與污染源管制策略、移動污染源檢測與都市環境影響。

5.2 建議

1. 本計畫在六個測站每六天進行一次室外環境塑化劑成分檢測，得到的濃度並不高，且與 $PM_{2.5}$ 質量濃度無直接關聯，比較需要注意的是建物材料揮發以及室外高溫導致塑化劑揮發，後續可不必再做室外 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分檢測。
2. 近年來各地 OC 與 EC 有減量趨緩或持平趨勢，有些季節 OC 甚至是測站 $PM_{2.5}$ 最主要化學成分，都會區 OC 主要來自移動污染源，OC 的前驅物為 VOCs，改善移動污染源排放可降低 VOCs 和 NOx，對於 O_3 和 NO_3^- 濃度有同時降低的成效，顯然，移動污染源排放的降低需要更加重視。
3. 污染源推估成果顯示地區污染特性的差異，如：東部及中部以北的移動污染源與中部以南的工業鍋爐為各地區對 $PM_{2.5}$ 質量濃度影響較大污染源因子；夏季移動污染源則為最大的污染源因子。建議可根據區域及季節加強相對應的管制策略。

六、參考文獻

Abb, M., Heinrich, T., Sorkau, E., Lorenz, W., 2009. Phthalates in house dust. Environment International 35, 965-970.

Almeida, S., Pio, C., Freitas, M., Reis, M., Trancoso, M., 2005. Source apportionment of fine and coarse particulate matter in a sub-urban area at the Western European Coast. Atmospheric Environment 39, 3127-3138.

Askariyeh, M.H., Zietsman, J., Autenrieth, R., 2019. Traffic contribution to $PM_{2.5}$ increment in the near-road environment. Atmospheric Environment, 117113.

Belis, C., Karagulian, F., Larsen, B.R., Hopke, P., 2013. Critical review and meta-analysis of ambient particulate matter source apportionment using receptor models in Europe. Atmospheric Environment 69, 94-108.

Bernardoni, V., Elser, M., Valli, G., Valentini, S., Bigi, A., Fermo, P., Piazzalunga, A., Vecchi, R., 2017. Size-segregated aerosol in a hot-spot pollution urban area: Chemical composition and three-way source apportionment. Environmental Pollution 231, 601-611.

Birmili, W., Allen, A.G., Bary, F., Harrison, R.M., 2006. Trace metal concentrations and water solubility in size-fractionated atmospheric particles and influence of road traffic. Environmental science & technology 40, 1144-1153.

Byun, D. and Schere, K.L. (2006). Review of the Governing Equations, Computational Algorithms, and Other Components of the Models-3 Community Multiscale Air Quality (CMAQ) Modeling System. Appl. Mech. Rev. 59: 51-77.

Cai, Q.-Y., Mo, C.-H., Wu, Q.-T., Zeng, Q.-Y., Katsoyiannis, A., 2007. Occurrence of organic contaminants in sewage sludges from eleven wastewater treatment plants, China. Chemosphere 68, 1751-1762.

Cabada, J.C., Pandis, S.N., Subramanian, R., Robinson, A.L., Polidori, A., Turpin, B., 2004. Estimating the secondary organic aerosol contribution to $PM_{2.5}$ using the EC tracer method special issue of aerosol science and technology on findings from the fine particulate matter supersites program. Aerosol Science and Technology 38, 140-155.

Calvert, J.G. and Stockwell, W.R. 1983. Acid Generation in the Troposphere by Gas-Phase Chemistry. Environ. Sci. Technol. 17: A428-A443.

Chan, Y.C., Simpson, R.W., Mctainsh, G.H., Vowles, P.D., Cohen, D.D., Bailey, G.M., 1999. Source apportionment of visibility degradation problems in Brisbane (Australia) using the multiple linear regression techniques.

Atmospheric Environment, 33, 3237-3250.

Chang, S.-C., Lin, T.-H., Young, C.-Y., Lee, C.-T., 2011. The impact of ground-level fireworks (13 km long) display on the air quality during the traditional Yanshui Lantern Festival in Taiwan. Environmental monitoring and assessment 172, 463-479.

Chen, Y., Lv, D., Li, X., Zhu, T., 2018. $PM_{2.5}$-bound phthalates in indoor and outdoor air in Beijing: Seasonal distributions and human exposure via inhalation. Environmental pollution 241, 369-377.

Chen, Y., Schleicher, N., Cen, K., Liu, X., Yu, Y., Zibat, V., Dietze, V., Fricker, M., Kaminski, U., Chen, Y., 2016. Evaluation of impact factors on $PM_{2.5}$ based on long-term chemical components analyses in the megacity Beijing, China. Chemosphere 155, 234-242.

Cheng, Y., Zheng, G., Wei, C., Mu, Q., Zheng, B., Wang, Z., Gao, M., Zhang, Q., He, K., Carmichael, G., 2016. Reactive nitrogen chemistry in aerosol water as a source of sulfate during haze events in China. Science Advances 2, e1601530.

Chow, J.C., Watson, J.G., Pritchett, L.C., Pierson, W.R., Frazier, C.A., Purcell, R.G., 1993. The DRI Thermal/Optical Reflectance Carbon Analysis System: Description, Evaluation and Applications in U.S. Air Quality Studies. Atmospheric Environment 27, 1185-1201.

Chow, J.C., Watson, J.G., Chen, L.-W.A., Rice, J., Frank, N.H., 2010. Quantification of $PM_{2.5}$ Organic Carbon Sampling Artifacts in US Networks. Atmospheric Chemistry and Physics 10, 5223-5239.

Christian, T.J., Yokelson, R., Cárdenas, B., Molina, L., Engling, G., Hsu, S.-C., 2010. Trace gas and particle emissions from domestic and industrial biofuel use and garbage burning in central Mexico. Atmospheric Chemistry and Physics 10, 565-584.

Chuang, M.T., Chou, C.C.K., Lin, N.H., Takami, A., Hsiao, T.C., Lin, T.H., Fu, J.S., Pani, S.K., Lu, Y.R. and Yang, T.Y. 2017. A Simulation Study on Pm2.5 Sources and Meteorological Characteristics at the Northern Tip of Taiwan in the Early Stage of the Asian Haze Period. Aerosol and Air Quality Research 17: 3166-3178.

Clausen, P.A., Liu, Z., Kofoed-Sørensen, V., Little, J., Wolkoff, P., 2012. Influence of temperature on the emission of di-(2-ethylhexyl) phthalate (DEHP) from PVC flooring in the emission cell FLEC. Environmental science & technology 46, 909-915.

Colbeck, I., & Harrison, R. M. 1984. Ozone—secondary aerosol—visibility relationships in North-West England. Science of the Total Environment, 34(1-2), 87-100.

Cui, M., Chen, Y., Feng, Y., Li, C., Zheng, J., Tian, C., Yan, C., Zheng, M., 2017. Measurement of PM and its chemical composition in real-world emissions from non-road and on-road diesel vehicles. Atmospheric Chemistry and Physics 17, 6779-6795.

Dai, Q., Bi, X., Song, W., Li, T., Liu, B., Ding, J., Xu, J., Song, C., Yang, N., Schulze, B.C., 2019. Residential coal combustion as a source of primary sulfate in Xi'an, China. Atmospheric Environment 196, 66-76.

Dall'Osto, M., Harrison, R.M., Coe, H. and Williams, P. 2009. Real-Time Secondary Aerosol Formation During a Fog Event in London. Atmos. Chem. Phys. 9: 2459-2469.

Day, M.C., Zhang, M., Pandis, S.N., 2015. Evaluation of the ability of the EC tracer method to estimate secondary organic carbon. Atmospheric Environment 112, 317-325.

Dionex, 2005. ICS-100 Ion chromatography system operator's manual, Document No. 031879 Revision 02.

Dong, Z., Su, F., Zhang, Z., Wang, S., 2020. Observation of chemical components of $PM_{2.5}$ and secondary inorganic aerosol formation during haze and sandy haze days in Zhengzhou, China. Journal of Environmental Sciences 88, 316-325.

Draxler, R. R., G. D. Hess, 1998. An overview of the HYSPLIT_4 modeling system for trajectories, dispersion, and deposition. Australian Meteorological Magazine. 47, 295–308.

Frank, N.H., 2006. Retained nitrate, hydrated sulfates, and carbonaceous mass in federal reference method fine particulate matter for six eastern US cities. Journal of the Air & Waste Management Association 56, 500-511.

Gomez-Hens, A., Aguilar-Caballos, M., 2003. Social and economic interest in the control of phthalic acid esters. TrAC Trends in Analytical Chemistry 22, 847-857.

Gu, J., Du, S., Han, D., Hou, L., Yi, J., Xu, J., Liu, G., Han, B., Yang, G., Bai, Z.-P., 2014. Major chemical compositions, possible sources, and mass closure analysis of PM 2.5 in Jinan, China. Air Quality, Atmosphere & Health 7, 251-262.

Gu, Z.P., Feng, J.L., Han, W.L., Wu, M.H., Fu, J.M., Sheng, G.Y., 2010.

Characteristics of organic matter in $PM_{2.5}$ from an e-waste dismantling area in Taizhou, China. Chemosphere 80, 800-806.

Guenther, A.B., Jiang, X., Heald, C.L., Sakulyanontvittaya, T., Duhl, T., Emmons, L.K. and Wang, X. 2012. The Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature Version 2.1 (Megan2.1): An Extended and Updated Framework for Modeling Biogenic Emissions. Geosci. Model Dev. 5: 1471-1492.

Guo, Y., Wang, L., Kannan, K., 2014. Phthalates and parabens in personal care products from China: concentrations and human exposure. Archives of environmental contamination and toxicology 66, 113-119.

Guo, Y., Kannan, K., 2013. A survey of phthalates and parabens in personal care products from the United States and its implications for human exposure. Environmental science & technology 47, 14442-14449.

Hand, J.L., Prenni, A.J., Schichtel, B.A., Malm, W.C., Chow, J.C., 2019. Trends in remote $PM_{2.5}$ residual mass across the United States: Implications for aerosol mass reconstruction in the IMPROVE network. Atmospheric Environment 203, 141-152.

He, Y., Wang, Q., He, W., Xu, F., 2019. Phthalate esters (PAEs) in atmospheric particles around a large shallow natural lake (Lake Chaohu, China). Science of the total environment 687, 297-308.

Heudorf, U., Mersch-Sundermann, V., Angerer, J., 2007. Phthalates: toxicology and exposure. International journal of hygiene and environmental health 210, 623-634.

Hertel, O., Skjoth, C.A., Reis, S., Bleeker, A., Harrison, R.M., Cape, J.N., Fowler, D., Skiba, U., Simpson, D., Jickells, T., Kulmala, M., Gyldenkaerne, S., Sorensen, L.L., Erisman, J.W. and Sutton, M.A. 2012. Governing Processes for Reactive Nitrogen Compounds in the European Atmosphere. Biogeosciences 9: 4921-4954.

Houyoux, M.R. and Vukovich, J.M. 1999. Updates to the Sparse Matrix Operator Kernel Emissions (Smoke) Modeling System and Integration with Models-3, In Emissions Inventory: Regional Strategies for the Future Conference, Air & Waste Management Association, Raleigh, North Carolina.

Hjortenkrans, D.S., Bergbäck, B.G., Häggerud, A.V., 2007. Metal emissions from brake linings and tires: case studies of Stockholm, Sweden 1995/1998 and 2005. Environmental Science & Technology 41, 5224-5230.

Hsu, S.C., Liu, S.C., Huang, Y.T., Lung, S.C.C., Tsai, F., Tu, J.Y., Kao, S.J., 2008. A criterion for identifying Asian dust events based on Al concentration data collected from northern Taiwan between 2002 and early 2007. Journal of Geophysical Research-Atmospheres, 113(D18):D18306,DOI: 10.1029/2007jd009574.

Hsu, S.C., Liu, S.C., Huang, Y.T., Chou, C.C., Lung, S., Liu, T.H., Tu, J.Y., Tsai, F., 2009. Long-range southeastward transport of Asian biosmoke pollution: Signature detected by aerosol potassium in northern Taiwan. Journal of Geophysical Research-Atmospheres, 114:D14301,DOI: 10.1029/2009jd011725.

Hsu, S.-C., Liu, S.C., Jeng, W.-L., Lin, F.-J., Huang, Y.-T., Candice Lung, S.-C., Liu, T.-H., Tu, J.-Y., 2005. Variations of Cd/Pb and Zn/Pb ratios in Taipei aerosols reflecting long-range transport or local pollution emissions. Science of The Total Environment 347, 111-121.

Hu, C.-W., Chao, M.-R., Wu, K.-Y., Chang-Chien, G.-P., Lee, W.-J., Chang, L.W., Lee, W.-S., 2003. Characterization of multiple airborne particulate metals in the surroundings of a municipal waste incinerator in Taiwan. Atmospheric Environment 37, 2845-2852.

Huang, Y., Hsu, L., Chang, Y., 2011. Comprehensive characterization of ambient nanoparticles collected near an industrial science park: Particle size distributions and relationships with environmental factors. Journal of Environmental Sciences 23, 1334-1341.

Hung, W.-T., Lu, C.-H.S., Wang, S.-H., Chen, S.-P., Tsai, F., Chou, C.C.-K., 2019. Investigation of long-range transported $PM_{2.5}$ events over Northern Taiwan during 2005–2015 winter seasons. Atmospheric Environment 217, 116920.

Jeong, C.-H., McGuire, M.K., Herod, D., Dann, T., Dabek–Zlotorzynska, E. Wang, D., Ding, L., Celo, V., Mathieu, D., Evans, G., 2011. Receptor model based identification of $PM_{2.5}$ sources in Canadian cities. Atmospheric Pollution Research 2, 158-171.

Katsikantami, I., Sifakis, S., Tzatzarakis, M.N., Vakonaki, E., Kalantzi, O., Tsatsakis, A.M., Rizos, A.K., 2016. A global assessment of phthalates burden and related links to health effects. Environment International 97, 212e236.

Kawamura, Y., Nakajima, A., Mutsuga, M., Yamada, T., Maitani, T., 2001. Residual chemicals in silicone rubber products for food contact use. Shokuhin eiseigaku zasshi. Journal of the Food Hygienic Society of Japan 42, 316-321.

Kong, S., Ding, X., Bai, Z., Han, B., Chen, L., Shi, J., Li, Z., 2010. A seasonal study of polycyclic aromatic hydrocarbons in $PM_{2.5}$ and $PM_{2.5-10}$ in five typical cities of Liaoning Province, China. Journal of Hazardous Materials 183, 70-80.

Kong, S.F., Ji, Y.Q., Liu, L.L., Chen, L., Zhao, X.Y., Wang, J.J., Bai, Z.P., Sun, Z.R., 2013. Spatial and temporal variation of phthalic acid esters (PAEs) in atmospheric PM_{10} and $PM_{2.5}$ and the influence of ambient temperature in Tianjin, China. Atmospheric Environment, 74, 199-208.

Koniecki, D., Wang, R., Moody, R.P., Zhu, J., 2011. Phthalates in cosmetic and personal care products: concentrations and possible dermal exposure. Environmental research 111, 329-336.

Kubwabo, C., Rasmussen, P., Fan, X., Kosarac, I., Wu, F., Zidek, A., Kuchta, S., 2013. Analysis of selected phthalates in C anadian indoor dust collected using household vacuum and standardized sampling techniques. Indoor Air 23, 506-514.

Lebedev, A.T., Polyakova, O.V., Mazur, D.M., Artaev, V.B., Canet, I., Lallement, A.,Vaïtilingom, M., Deguillaume, L., Delort, A.-M., 2018. Detection of semi-volatile compounds in cloud waters by GCxGC-TOFMS. Evidence of phenols and phthalates as priority pollutants. Environmental Pollution, 241, 616-625.

Lee, C.-T., Cheng, J.-P., 1996. The effects of aerosol species and meteorological factors on visibility in Taipei metropolitan area. Journal of Chinese Institute Engineering, 6, 21-30.

Lee, C.-T., Shen, C.-T., 1995. Visibility and its estimating model in Taipei metropolitan area. Proceedings of the National Science Council, 19, 506-513.

Lewis, C.W., Norris, G.A., Conner, T.L., Henry, R.C., 2003. Source Apportionment of Phoenix $PM_{2.5}$ Aerosol with the Unmix Receptor Model Journal of the Air & Waste Management Association, 53, 325-338.

Li, P.-h., Jia, H.-y., Wang, Y., Li, T., Wang, L., Li, Q.-q., Yang, M.-m., Yue, J.-j., Yi, X.-l., Guo, L.-q., 2019. Characterization of $PM_{2.5}$-bound phthalic acid esters (PAEs) at regional background site in northern China: Long-range transport and risk assessment. Science of The Total Environment 659, 140-149.

Li, M., Zhang, Q., Kurokawa, J., Woo, J.H., He, K.B., Lu, Z.F., Ohara, T., Song, Y., Streets, D.G., Carmichael, G.R., Cheng, Y.F., Hong, C.P., Huo, H., Jiang, X.J., Kang, S.C., Liu, F., Su, H. and Zheng, B. 2017. Mix: A Mosaic Asian Anthropogenic Emission Inventory under the International Collaboration

Framework of the Mics-Asia and Htap. Atmos. Chem. Phys. 17: 935-963.

Li, Z., Guo, S., Li, Z., Wang, Y., Hu, Y., Xing, Y., Liu, G., Fang, R., Zhu, H., 2020. $PM_{2.5}$ Associated Phenols, Phthalates, and Water Soluble Ions from Five Stationary Combustion Sources. Aerosol and Air Quality Research 20, 61-71.

Lin, J. J. 2002. Characterization of water-soluble ion species in urban ambient particles. Environment international, 28(1-2), 55-61.

Lin, Y., Huang, K., Zhuang, G., Fu, J.S., Wang, Q., Liu, T., Deng, C., Fu, Q., 2014. A multi-year evolution of aerosol chemistry impacting visibility and haze formation over an Eastern Asia megacity, Shanghai. Atmospheric Environment 92, 76-86.

Lin, Y.-C., Tsai, C.-J., Wu, Y.-C., Zhang, R., Chi, K.-H., Huang, Y.-T., Lin, S.-H., Hsu, S.-C., 2015. Characteristics of trace metals in traffic-derived particles in Hsuehshan Tunnel, Taiwan: size distribution, potential source, and fingerprinting metal ratio. Atmospheric Chemistry and Physics 15, 4117-4130.

Lin, Y.-C., Li, Y.-C., Amesho, K.T., Shangdiar, S., Chou, F.-C., Cheng, P.-C., 2020. Chemical characterization of $PM_{2.5}$ emissions and atmospheric metallic element concentrations in $PM_{2.5}$ emitted from mobile source gasoline-fueled vehicles. Science of The Total Environment, 139942.

Liu, H., Liang, Y., Zhang, D., Wang, C., Liang, H., Cai, H., 2010. Impact of MSW landfill on the environmental contamination of phthalate esters. Waste Management 30, 1569-1576.

Liu, Y., Xing, J., Wang, S., Fu, X., Zheng, H., 2018. Source-specific speciation profiles of $PM_{2.5}$ for heavy metals and their anthropogenic emissions in China. Environmental pollution 239, 544-553.

Link, M.F., Kim, J., Park, G., Lee, T., Park, T., Babar, Z.B., Sung, K., Kim, P., Kang, S., Kim, J.S., 2017. Elevated production of NH_4NO_3 from the photochemical processing of vehicle exhaust: Implications for air quality in the Seoul Metropolitan Region. Atmospheric environment 156, 95-101.

Louis, G.M.B., Peterson, C.M., Chen, Z., Croughan, M., Sundaram, R., Stanford, J., Varner, M.W., Kennedy, A., Giudice, L., Fujimoto, V.Y., 2013. Bisphenol A and phthalates and endometriosis: the endometriosis: natural history, diagnosis and outcomes study. Fertility and sterility 100, 162-169. e162.

Mariana, M., Feiteiro, J., Verde, I., Cairrao, D., 2016. The effects of phthalates in the cardiovascular and reproductive systems: a review. Environment International, 94,

758-776.

Matawle, J.L., Pervez, S., Dewangan, S., Shrivastava, A., Tiwari, S., Pant, P., Deb, M.K., Pervez, Y., 2015. Characterization of $PM_{2.5}$ source profiles for traffic and dust sources in Raipur, India. Aerosol and Air Quality Research 15, 2537-2548.

Mentel, T.F., Bleilebens, D. and Wahner, A. 1996. A Study of Nighttime Nitrogen Oxide Oxidation in a Large Reaction Chamber - the Fate of NO_2 N_2O_5, HNO_3, and O-3 at Different Humidities. Atmospheric Environment 30: 4007-4020.

Mwaniki, G.R., Rosenkrance, C., Wallace, H.W., Jobson, B.T., Erickson, M.H., Lamb, B.K., Hardy, R.J., Zalakeviciute, R., VanReken, T.M., 2014. Factors contributing to elevated concentrations of $PM_{2.5}$ during wintertime near Boise, Idaho. Atmospheric Pollution Research 5, 96-103.

National Institute of Standards and Technology 2019 Certified values of Standard Reference Materials of 2689-2691. U.S. Department of Commerce.

Norris, G., Vedantham, R., Wade, K., Brown, S., Prouty, J., Foley, C., Martin, L., 2014. EPA Positive Matrix Factorization (PMF) 5.0 Fundamentals and User Guide. National Exposure Research Laboratory, U.S. Environmental Protection Agency, EPA 600/R-14/108, Research Triangle Park, NC 27711, U.S.A.

Ngo, T.H., Tsai, P.C., Ueng, Y.F., Chi, K.H., 2019. Cytotoxicity Assessment of $PM_{2.5}$ Collected from Specific Anthropogenic Activities in Taiwan. Int J Environ Res Public Health 16.

Ntziachristos, L., Ning, Z., Geller, M.D., Sheesley, R.J., Schauer, J.J., Sioutas, C., 2007. Fine, ultrafine and nanoparticle trace element compositions near a major freeway with a high heavy-duty diesel fraction. Atmospheric Environment 41, 5684-5696.

Ottley, C.J. and Harrison, R.M. 1992. The Spatial-Distribution and Particle-Size of Some Inorganic Nitrogen, Sulfur and Chlorine Species over the North-Sea. Atmospheric Environment Part a-General Topics 26: 1689-1699.

Ouyang, X., Xia, M., Shen, X., Zhan, Y., 2019. Pollution characteristics of 15 gas-and particle-phase phthalates in indoor and outdoor air in Hangzhou. Journal of Environmental Sciences 86, 107-119.

Paatero, P., Tapper, U., 1993. Analysis of different modes of factor-analysis as least squares fit problems. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems 18, 183-194.

Paatero, P., Tapper, U., 1994. Positive Matrix Factorization - a nonnegative factor

model with optimal utilization of error-estimates of data values. Environmetrics 5, 111-126.

Paatero, P., Hopke, P.K., 2003. Discarding or downweighting high-noise variables in factor analytic models. Analytica Chimica Acta 490, 277-289.

Pathak, R. K., Wu, W. S., & Wang, T. 2009. Summertime $PM_{2.5}$ ionic species in four major cities of China: nitrate formation in an ammonia-deficient atmosphere. Atmospheric Chemistry and Physics, 9(5), 1711-1722.

Pathak, R. K., Yao, X., & Chan, C. K. 2004. Sampling artifacts of acidity and ionic species in $PM_{2.5}$. Environmental science & technology, 38(1), 254-259.

Peijnenburg, W.J.G.M., Struijs, J., 2006. Occurrence of phthalate esters in the environment of the Netherlands. Ecotoxicology and Environmental Safety, 2, 204-215.

Pitchford, M., Malm, W., Schichtel, B., Kumar, N., Lowenthal, D., Hand, J., 2007. Revised algorithm for estimating light extinction from IMPROVE particle speciation data. Journal of the Air & Waste Management Association 57, 1326-1336.

Pouliot, G. and Pierce. 2009 Integration of the Model of Emissions of Gases and Aerosols from Nature (MEGAN) into the CMAQ Modeling System.,the 18th International Emission Inventory Conference, 2009, Baltimore, MD.

Qin, M., Wang, X., Hu, Y., Huang, X., He, L., Zhong, L., Song, Y., Hu, M., Zhang, Y., 2015. Formation of particulate sulfate and nitrate over the Pearl River Delta in the fall: Diagnostic analysis using the Community Multiscale Air Quality model. Atmospheric Environment 112, 81-89.

Querol, X., Zhuang, X., Alastuey, A., Viana, M., Lv, W., Wang, Y., López, A., Zhu, Z., Wei, H., Xu, S., 2006. Speciation and sources of atmospheric aerosols in a highly industrialised emerging mega-city in Central China. Journal of Environmental Monitoring 8, 1049-1059.

QSintana-Belmares, R. O., Krais, A. M., Esfahani, B. K., Rosas-Péreze, I., Mucs, D., López-Marure, R., Bergman, Å., Alfaro-Moreno, E., 2018. Phthalate esters on urban airborne particles: Levels in PM_{10} and $PM_{2.5}$ from Mexico City and theoretical assessment of lung exposure. Environmental Research 161, 439-445.

Rahn, K.A., 1999. A graphical technique for determining major components in a mixed aerosol. I. Descriptive aspects. Atmospheric Environment 33, 1441-1455.

Reff, A., Bhave, P.V., Simon, H., Pace, T.G., Pouliot, G.A., Mobley, J.D., Houyoux,

M., 2009. Emissions inventory of $PM_{2.5}$ trace elements across the United States. Environmental science & technology 43, 5790-5796.

RTI, 2009a. Standard Operating Procedure for $PM_{2.5}$ Anion Analysis, Revision 7. RTI International: Research Triangle Park, NC, USA.

RTI, 2009b. Standard Operating Procedure for $PM_{2.5}$ Cation Analysis, Revision 7. RTI International: Research Triangle Park, NC, USA.

Schecter, A., Lorber, M., Guo, Y., Wu, Q., Yun, S.H., Kannan, K., Hommel, M., Imran, N., Hynan, L.S., Cheng, D., 2013. Phthalate concentrations and dietary exposure from food purchased in New York State. Environmental health perspectives 121, 473-479.

Salvador, P., Artíñano, B., Alonso, D.G., Querol, X., Alastuey, A., 2004. Identification and characterisation of sources of PM 10 in Madrid (Spain) by statistical methods. Atmospheric Environment 38, 435-447.

Seinfeld, J.H., Pandis, S.N., 1998. Atmospheric chemistry and physics: From air pollution to climate change. A Wiley-Interscience publication, John Wiley & Sons, Inc., New York, NY, U.S.A.

Seinfeld, J.H. and Pandis, S.N. 2006. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. John Wiley & Sons: New York, NY, USA.

Shao, L.Y., Niu, H.Y., He, T., Li, H., Fang, J.H., 2009. Distribution of the pathalate esters in PM10 of northwestern urban area in Beijing. Environmental Engineering, 27, 300-303.

Shah, V., Jaegle, L., Thornton, J.A., Lopez-Hilfiker, F.D., Lee, B.H., Schroder, J.C., Campuzano-Jost, P., Jimenez, J.L., Guo, H., Sullivan, A.P., Weber, R.J., Green, J.R., Fiddler, M.N., Bililign, S., Campos, T.L., Stell, M., Weinheimer, A.J., Montzka, D.D., Brown, S.S., 2018. Chemical feedbacks weaken the wintertime response of particulate sulfate and nitrate to emissions reductions over the eastern United States. Proc Natl Acad Sci U S A 115, 8110-8115.

Sofowote, U.M., Su, Y., Dabek-Zlotorzynska, E., Rastogi, A.K., Brook, J., Hopke, P.K., 2015a. Sources and temporal variations of constrained PMF factors obtained from multiple-year receptor modeling of ambient $PM_{2.5}$ data from five speciation sites in Ontario, Canada. Atmospheric Environment 108, 140-150.

Sofowote, U.M., Su, Y., Dabek-Zlotorzynska, E., Rastogi, A.K., Brook, J., Hopke, P.K., 2015b. Constraining the factor analytical solutions obtained from multiple-year receptor modeling of ambient $PM_{2.5}$ data from five speciation sites in

Ontario, Canada. Atmospheric Environment 108, 151-157.

Shen, H., Yuan, C.-S., Lu, C.-C., Jiang, Y., Jing, G., Hu, G., Yu, R., 2019. Chemical composition and health risk of PM2. 5 from near-ground firecracker burning in micro region of eastern Taiwan. Aerosol and Air Quality Research 19, 2252-2266.

Shi, J., Xu, H., 2000. Pollution of phthalic esters in atmospheric total suspended particle in Hangzhou City. Environmental Pollution and Control, 22, 44-45.

Skamarock, C., Klemp, B., Dudhia, J., Gill, O., Barker, D.E., Ekda, G., Huang, X.-Y., Wang, W. and Powers, G. 2008. A Description of the Advanced Research Wrf Version 3. National Center for Atmospheric Research, Boulder.

Song, M., Chi, C., Guo, M., Wang, X., Cheng, L., Shen, X., 2015. Pollution levels and characteristics of phthalate esters in indoor air of offices. Journal of Environmental Sciences, 28, 157-162.

Svedova, B., Kucbel, M., Raclavska, H., Ruzickova, J., Raclavsky, K., Sassmanova, V., 2019. Water-soluble ions in dust particles depending on meteorological conditions in urban environment. J Environ Manage 237, 322-331.

Taylor, S., 1964. Trace element abundances and the chondritic Earth model. Geochimica et cosmochimica acta 28, 1989-1998.

Teil, M.J., Blanchard, M., Chevreuil, M., 2006. Atmospheric fate of phthalate esters in an urban area (Paris-France). Science of the Total Environment, 354, 212-223.

Tian, H., Wang, Y., Xue, Z., Cheng, K., Qu, Y., Chai, F., Hao, J., 2010. Trend and characteristics of atmospheric emissions of Hg, As, and Se from coal combustion in China, 1980–2007. Atmospheric Chemistry and Physics 10, 11905-11919.

Tian, Y., Xue, Q., Xiao, Z., Chen, K., Feng, Y., 2018. PMF-GAS methods to estimate contributions of sources and oxygen for $PM_{2.5}$, based on highly time-resolved $PM_{2.5}$ species and gas data. Aerosol and Air Quality Research 18, 2956-2966.

Tran, T.M., Kannan, K., 2015. Occurrence of phthalate diesters in particulate and vapor phases in indoor air and implications for human exposure in Albany, New York, USA. Archives of environmental contamination and toxicology 68, 489-499.

Tsai, J.-H., Lin, K.-H., Chen, C.-Y., Ding, J.-Y., Choa, C.-G., Chiang, H.-L., 2007. Chemical constituents in particulate emissions from an integrated iron and steel facility. Journal of Hazardous Materials 147, 111-119.

Turpin, B.J., Saxena, P., Andrews, E., 2000. Measuring and simulating particulate organics in the atmosphere: problems and prospects. Atmospheric Environment

34, 2983-3013.

TWEPA. 2017. Building of the Taiwan Emission Data System, Taiwan EPA report, EPA-106-FA18-03-A263, in Chinese

Uria-Tellaetxe, I., Carslaw, D.C., 2014. Conditional bivariate probability function for source identification. Environmental Modelling & Software 59, 1-9.

Uno, I., Osada, K., Yumimoto, K., Wang, Z., Itahashi, S., Pan, X., Hara, Y., Yamamoto, S., Nishizawa, T., 2017. Importance of long-range nitrate transport based on long-term observation and modeling of dust and pollutants over East Asia. Aerosol and Air Quality Research 17, 3052-3064.

U.S. Environment Protection Agency, 2016. Quality Assurance Guidance Document 2.12, Monitoring $PM_{2.5}$ in Ambient Air Using Designated Reference or Class I Equivalent Methods. Office of Air Quality Planning and Standards Air Quality Assessment Division, NC 27711, U.S.A, 1~174.

U.S. Environment Protection Agency 2017 Quality Assurance Guidance Document, QA Handbook Volume II, Appendix D Measurement Quality Objectives and Validation Templates ,1~54.

Wallace, H.W., Sanchez, N.P., Flynn, J.H., Erickson, M.H., Lefer, B.L., Griffin, R.J., 2018. Source apportionment of particulate matter and trace gases near a major refinery near the Houston Ship Channel. Atmospheric Environment 173, 16-29.

Watson, J.G., 2002. Visibility: Science and Regulation. Journal of the Air & Waste Management Association 52, 628-713.

Weckwerth, G., 2001. Verification of traffic emitted aerosol components in the ambient air of Cologne (Germany). Atmospheric environment 35, 5525-5536.

Weschler, C.J., Salthammer, T., Fromme, H., 2008. Partitioning of phthalates among the gas phase, airborne particles and settled dust in indoor environments. Atmospheric Environment, 42, 1449-1460.

Wang, Y., Hopke, P. K., Xia, X., Rattigan, O.V., Chalupa, D.C., Utell, M.J., 2012. Source apportionment of airborne particulate matter using inorganic and organic species as tracers. Atmospheric Environment 55, 525-532.

Wongphatarakul, V., Friedlander, S., Pinto, J., 1998. A comparative study of $PM_{2.5}$ ambient aerosol chemical databases. Environmental Science & Technology 32, 3926-3934.

Xie, Z.Y., Ebinghaus, R., Temme, C., Caba, A., Ruck, W., 2005. Atmospheric concentrations and air-sea exchanges of phthalates in the North Sea (German

Bight). Atmospheric Environment, 39, 3209-3219.

Xu, Q., Wang, S., Jiang, J., Bhattarai, N., Li, X., Chang, X., Qiu, X., Zheng, M., Hua, Y., Hao, J., 2019. Nitrate dominates the chemical composition of $PM_{2.5}$ during haze event in Beijing, China. Science of The Total Environment 689, 1293-1303. Cheng, Y., Zheng, G., Wei, C., Mu, Q., Zheng, B., Wang, Z., Gao, M., Zhang, Q., He, K., Carmichael, G., 2016. Reactive nitrogen chemistry in aerosol water as a source of sulfate during haze events in China. Science Advances 2, e1601530.

Xu, Q., Wang, S., Jiang, J., Bhattarai, N., Li, X., Chang, X., Qiu, X., Zheng, M., Hua, Y., Hao, J., 2019. Nitrate dominates the chemical composition of $PM_{2.5}$ during haze event in Beijing, China. Science of The Total Environment 689, 1293-1303.

Yang, F., He, K., Ma, Y., Chen, X., Cadle, S., Tai, C., Mulawa, P., 2003. Characteristics and sources of trace elements in ambient $PM_{2.5}$ in Beijing. Environmental Science 24, 33-37.

Yang, H.-H., Dhital, N.B., Wang, L.-C., Hsieh, Y.-S., Lee, K.-T., Hsu, Y.-T., Huang, S.-C., 2019. Chemical characterization of fine particulate matter in gasoline and diesel vehicle exhaust. Aerosol and Air Quality Research 19, 1349-1449.

Zhang, J., Wu, L., Fang, X., Li, F., Yang, Z., Wang, T., Mao, H., Wei, E., 2018. Elemental composition and health risk assessment of PM_{10} and $PM_{2.5}$ in the roadside microenvironment in Tianjin, China. Aerosol and Air Quality Research 18, 1817-1827.

Zhang, Q., Quan, J., Tie, X., Li, X., Liu, Q., Gao, Y., Zhao, D., 2015. Effects of meteorology and secondary particle formation on visibility during heavy haze events in Beijing, China. Science of the Total Environment 502, 578-584

Zhang, Y., Sheesley, R.J., Schauer, J.J., Lewandowski, M., Jaoui, M., Offenberg, J.H., Edney, E.O., 2009. Source apportionment of primary and secondary organic aerosols using positive matrix factorization (PMF) of molecular markers. Atmospheric Environment 43, 5567–5574.

Zhen, Z., Yin, Y., Chen, K., Zhang, X., Kuang, X., Jiang, H., Wang, H., Cui, Y., He, C., Oluseyi Ezekiel, A., 2019. Phthalate esters in atmospheric $PM_{2.5}$ at Mount Tai, north China plain: Concentrations and sources in the background and urban area. Atmospheric Environment, 213, 505-514.

Zheng, B., Tong, D., Li, M., Liu, F., Hong, C.P., Geng, G.N., Li, H.Y., Li, X., Peng, L.Q., Qi, J., Yan, L., Zhang, Y.X., Zhao, H.Y., Zheng, Y.X., He, K.B. and Zhang, Q. 2018. Trends in China's Anthropogenic Emissions since 2010 as the

Consequence of Clean Air Actions. Atmos. Chem. Phys. 18: 14095-14111.

李崇德、吳義林、周崇光、張士昱 2012 “細懸浮微粒($PM_{2.5}$)質量濃度與成分人工採樣分析先驅計畫(暨後續擴充)”， 總結報告，環保署 EPA-100-FA11-03-A088，台北，101 年 6 月。

李崇德、周崇光、張士昱 2013 “細懸浮微粒($PM_{2.5}$)儀器比對及化學成分採樣網規劃作業計畫”，期末報告(定稿本)，環保署 EPA-101-FA11-03-A262，台北，102 年 11 月。

李崇德、周崇光、張士昱、蕭大智 2015 “細懸浮微粒($PM_{2.5}$)化學成分監測計畫”，期末報告(定稿本)，環保署 EPA-103-FA11-03-A119，台北，104 年 3 月。

李崇德、周崇光、張士昱、蕭大智 2016 “104-105 年細懸浮微粒($PM_{2.5}$)化學成分專案工作計畫”，期末報告(定稿本)，環保署 EPA-104-L102-02-103，台北，105 年 12 月。

李崇德、周崇光、張士昱、蕭大智、許文昌 2017 “細懸浮微粒($PM_{2.5}$)化學成分監測及分析計畫”，期末報告(定稿本)，環保署 EPA-105-U102-03-A284，台北，106 年 12 月。

李崇德、周崇光、張士昱、蕭大智、許文昌 2018 “107 年度細懸浮微粒($PM_{2.5}$)化學成分監測及分析計畫”，期末報告(定稿本)，環保署 EPA-107-L101-02-A024，台北，107 年 12 月。

李崇德、王家麟、周崇光、張士昱、蕭大智、莊銘棟、許文昌 2019 “108 年度細懸浮微粒($PM_{2.5}$)化學成分監測及分析計畫”，期末報告初稿，台北，108 年 11 月。

周崇光、林煜棋、林順信、練建國、陳馥韻、黃譯樘、胡淑娟、黃昭豪 2014 “懸浮微粒污染源特徵指標技術之建置與評析”，期末報告(定稿本)，環檢所 EPA-103-1602-02-06，桃園，103 年 12 月。

衛福部 2011a “塑化劑污染食品之處理原則之 Q&A”，衛福部食品藥物管理署，台北，100 年 8 月 1 日。

衛福部 2011b “降低食品中塑化劑含量之企業指引”，衛福部食品藥物管理署，台北，100 年 10 月。

環保署環境檢驗所 2019 水中陰離子檢測方法－離子層析法 (NIEA W415.54B)，中華民國 108 年 02 月 15 日起實施。

環保署環境檢驗所 2005 環境樣品採集及保存作業指引 (NIEA-PA102)，中華民國 94 年 1 月 15 日起實施。

環保署環境檢驗所 2005 環境檢驗檢量線製備及查核指引 (NIEA-PA103)，中華民國 94 年 1 月 15 日起實施。

環保署環境檢驗所 2005 環境檢驗品管分析執行指引 (NIEA-PA104)，中華民國 94 年 1 月 15 日起實施。

環保署環境檢驗所 2005 環境檢驗品管制圖建立指引(NIEA-PA105)，中華民國 94 年 1 月 15 日起實施。

環保署環境檢驗所 2005 環境檢驗器皿清洗及校正指引(NIEA-PA106)，中華民國 94 年 1 月 15 日起實施。

環保署環境檢驗所 2005 環境檢驗品方法偵測極限測定指引(NIEA-PA107)，中華民國 94 年 1 月 15 日起實施。

環保署環境檢驗所 2011 塑膠中鄰苯二甲酸酯類檢測方法－氣相層析質譜儀法(NIEA- T801.10B)，中華民國 100 年 12 月 15 日起生效。

環保署環境檢驗所 2012 空氣中懸浮微粒（$PM_{2.5}$）檢測方法－手動採樣法(NIEA A205.11C)，中華民國 102 年 1 月 15 日起實施。

環保署環境檢驗所 2013 空氣中粒狀污染物之微量元素檢測方法－感應耦合電漿質譜儀法(NIEA A305.11C)，中華民國 102 年 10 月 15 日起實施。

羅鈞、鄭玟芩、陳怡伶 2018我國固定污染源細懸浮微粒($PM_{2.5}$)排放特性之研究分析，中興工程，140, 47-62。

七、計畫書附錄

附錄一 期初會議意見及回覆

	審查意見	意見回覆
張靜文委員		
1	此子計畫規劃每 6 天於全臺 6 個測站進行同步採樣 24 小時，而交通源則另外規劃於 109 年至少採樣 40 日，請問這 40 日如何於各月份安排，研究設計為何?	交通源採樣於計畫初期在二月份進行過連續 6 日採樣，用以評估三小時採樣濃度是否在各成分儀器「方法偵測極限」以上？後續的 34 次採樣，目前規劃與鄰近的忠明測站同步進行，希望藉由比較上、下班尖峰時段交通測站數據與都市測站(忠明站)化學成分差異，辨識出交通排放源 $PM_{2.5}$ 化學成分特徵。
陳美蓮委員		
2	請說明同步採樣 24 小時的 6 個測站及交通測站選址的考量原則，其是否與暴露人口、污染源或管制策略有關?	各測站站址係延續歷年計畫，當初選址係考量暴露人口密度、污染源特徵、採樣便利性等因素。檢測地點除花蓮站可視為背景站外，交通測站的採樣是以近污染源採樣方式，希望能辨識出臺灣交通污染源排放的 $PM_{2.5}$ 化學成分特徵。
3	此子計畫特別選擇塑化劑進行採樣分析的理由為何，請說明整體計畫主軸的考量為何?	本計畫執行塑化劑採樣分析是根據上年度計畫進行 $PM_{2.5}$ 微粒有機成分解析，發現大氣環境有塑化劑的存在，相關分析結果受到媒體重視，本年度計畫特別增加這個項目的採樣分析，以併同六個測站 $PM_{2.5}$ 化學成分採樣，全面地瞭解我國各都會區塑化劑成分特徵。
蕭大智委員		
4	請詳細說明「$PM_{2.5}$ 中塑化劑污染之採樣、分析」及「能見度」與此綱要計畫主旨(健康防護)之關係。	$PM_{2.5}$ 的健康風險和對太陽輻射消光效應是影響全球人類和環境的重大議題，$PM_{2.5}$ 化學成分的塑化劑與有害重金屬元素，已知對於人體具有健康效應。另外，$PM_{2.5}$ 主要化學成分則對於大氣消光效應，對環境有重大影響，這些項目的研究成果都能提送科學證據供環保單位參採，以建立正確的管制策略。
5	請釐清與回答交通源對於健康影響的貢獻。	從本計畫近三年以 $PM_{2.5}$ 化學成分推估污染源結果顯示：交通源為大部分地區第一或二重要污染源因子，在低污染

	審查意見	意見回覆
		時，污染源貢獻濃度最大。交通源排放微粒的健康效應不是本計畫直接相關研究項目，但本計畫從近污染源採樣分析，辨識出交通源排放的 $PM_{2.5}$ 化學成分特徵(例如：OC、EC、重金屬元素)，可用以評估交通相關活動的健康效應。
蔡孟裕副召集人		
6	請說明此子計畫對於 $PM_{2.5}$ 管制策略之訂定有何效益?	監測各地區 $PM_{2.5}$ 化學成分可透過成分特徵的量化及 PMF 受體模式推估出各都會區污染源貢獻比例。由於 $PM_{2.5}$ 化學成分在不同地區各有不同，辨識出各地區在高污染事件 $PM_{2.5}$ 化學成分特徵，可正確地瞭解影響各地的污染源及管制策略。整體來說，本計畫成果可提供建立正確管制策略的科學基礎。
7	建議比較各國 $PM_{2.5}$ 中塑化劑的分布情形及隨季節的濃度變化。	感謝委員建議！本計畫在我國六個一般空品站每六天採集分析 $PM_{2.5}$ 塑化劑，所得成果將和各國成果比較季節濃度變化。
陳培詩委員		
8	計畫書提到研究成果將公開供各界及民眾查詢與使用，請問預計採樣後多久公告?	由於手動採樣量測樣本分析程序繁複耗時，樣本須由各採樣站運送彙整至中央實驗室，再依照分工送至相關分析實驗室。碳成分與離子成分過程至少需一周時間以上，並於完成後進行數據確認重複分析以確保樣本品質。質量濃度秤重樣本，自採樣完成收樣日起，需經過樣本調理三天，樣本秤重需重複三次至少需時三天，然後等待環保署公告常規手動採樣數據後進行比對，確保數據可比較性，過程至少 26 日以上，完成質量濃度比對後，再將樣本送至中研院進行金屬元素成分分析，塑化劑也是由中研院分析，$PM_{2.5}$ 質量秤重、$PM_{2.5}$ 水溶性無機離子、$PM_{2.5}$ 碳成分則都是在中央大學實驗室分析。各項化學成分分析完成彙整到中央大學後，還需要加總各成分濃度評估與質量濃度關聯程度，由於有以上各種繁瑣程序，估計交付環保署至少需要 50 個工作天。

	審查意見	意見回覆
9	有關比較交通指紋與都市指紋之差異，復興站屬於小型車密集之交通點，而小港工業區則屬於大型柴油車密集的地點，此部分如何探討及評估?	復興站是交通測站，小港站則是一般空品測站，兩測站 $PM_{2.5}$ 化學成分理論上應該有明確差異，但去年採樣分析結果顯示化學成分特徵差異甚小。推測與採樣時段高雄地區環境擴散均勻有關，因此無法凸顯出車輛排放特徵。另外，復興站車流量不如預期地高，可能也是影響因素之一，下半年將量測地點移到三重站，與板橋站比較後，獲得預期的車輛排放 $PM_{2.5}$ 化學成分特徵。

附錄二 第一次工作報告審查會議意見及回覆

	審查意見	意見回覆
1	查報告第76 頁，本年度交通源採樣僅於上午6 時至9 時進行，採樣時間僅3 小時，採樣結果是否可代表全日交通源$PM_{2.5}$ 之特徵，以及如何與鄰近忠明站採樣結果比較交通站和一般站之差異。	本年度交通源在臺中市臺灣大道採樣，採樣地點在臺中市，很難不受非交通污染源的影響，本計畫下載臺灣大道測站 CO 和 NO_x 監測資料，發現上午 6 時至 9 時為整日受交通排放影響最顯著時段，為避免受其他非交通源混合的干擾，在確認所採樣的 $PM_{2.5}$ 化學成分可達實驗「分析方法偵測極限」以上時，本計畫選擇以這三個小時進行採樣。後續將增加下午三個小時下班時段的採樣，並配合鄰近的忠明一般空品站採樣日，比較交通站和一般空品站 $PM_{2.5}$ 化學成分的差異，以辨識出交通排放源 $PM_{2.5}$ 化學成分的特徵。
2	查報告表示，本年度將進行塑化劑成分檢驗及定量分析，請於期末報告就量化結果代表之意義進行說明（包含塑化劑$PM_{2.5}$ 質量濃度占比、量化數據代表意義），並請說明第78 頁及第88 頁塑化劑每人每日耐受量之引用研究結果其原始來源。	關於塑化劑含量與其顯現環境意義將於本年度報告中持續分析。有關每人每日耐受量係引用衛福部 “降低食品中塑化劑含量之企業指引” (列於第一次工作報告第 82 頁表 3.3.1)。
3	運用PMF 受體模式推估各監測站$PM_{2.5}$污染來源，除說明受體模式輸出之結果外，建請考量納入測站周圍排放源資料納入分析。	感謝委員建議！$PM_{2.5}$ 污染來源廣泛，除了原生排放源外，還有來自前驅氣體的二次光化學反應，受體模式是依據受體採樣點 $PM_{2.5}$ 指標化學成分依照污染源因子的高占比(指紋)辨識污染來源，所推估出的污染源有原生和二次來源；測站周圍原生排放源除非有煙道檢測 $PM_{2.5}$ 化學成分資料，方能辨識其污染源特徵，若只有原物料或 $PM_{2.5}$ 排放濃度，將無助於受體模式推估，普遍而

		言，煙道檢測 $PM_{2.5}$ 化學成分資料相當缺乏，目前多由參考文獻進行蒐集。
4	查報告第119 頁現階段結論第2 點略以「12 月至1 月各地化學成分…顯示在地污染較北部及東部『嚴重』」，前述結論應補充其比較基礎與科學論述依據。	感謝委員建議！有關報告中『嚴重』字眼會再進行調整，原目的是根據量測結果顯示中部以南測站在地污染占比高於北部及東部，後續將回復原來呈現的意思。
5	本計畫採樣分析及研究結果應即時提供本署主辦單位及相關業務單位知悉。	由於手動採樣量測樣本分析程序繁複耗時，樣本須由各採樣站運送彙整至中央實驗室，再依照分工送至相關分析實驗室。碳成分與離子成分過程至少需一周時間以上，並於完成後進行數據確認重複分析以確保樣本品質。質量濃度秤重樣本，自採樣完成收樣日起，需經過樣本調理三天，樣本秤重需重複三次至少需時三天，然後等待環保署公告常規手動採樣數據後進行比對，確保數據可比較性，過程至少 26 日以上，完成質量濃度比對後，再將樣本送至中研院進行金屬元素成分分析，塑化劑也是由中研院分析，$PM_{2.5}$ 質量秤重、$PM_{2.5}$ 水溶性無機離子、$PM_{2.5}$ 碳成分則都是在中央大學實驗室分析。各項化學成分分析完成彙整到中央大學後，還需要加總各成分濃度評估與質量濃度關聯程度，由於有以上各種繁瑣程序，估計交付環保署至少需要 50 個工作天。 本計畫在樣本分析完成及品保確認後，將即時上傳至環境資源資料交換平台，提供環保署主辦單位及相關業務單位參考。
6	過去成果結論可看出高污染時占比變化較大的成分，可否反推當低濃度時何種成分減少最多?以瞭解目前空污管	感謝委員建議！本計畫預計將 $PM_{2.5}$ 濃度分成高、中、低濃度，比較三種類型化學成分差異，並在期中報告彙整呈

	制的成效。	現。
7	去(108)年塑化劑分析因儀器壞掉，無法作定量分析，因當初回復立委時有提到會再完整說明108 年檢測成果，故要了解是否後續有再作相關分析，請說明。	去(108)年塑化劑分析因儀器壞掉，無法作定量分析，由於樣本已經破壞處理無法回復，今年度本計畫全面分析全台六個測站每六天一次 $PM_{2.5}$ 塑化劑濃度，將可提供更全面更完整的定量分析成果。
8	計畫中所使用的分析儀器，偶爾會有故障的情況，可能影響結果產出的進度，計畫團隊有無替代方案或改善作為，請說明。	中央大學協同分析各團隊負責分析項目若遇儀器故障可使用其他協同團隊儀器設備，如：中央大學有離子層析儀與碳分析儀、中山醫可提供離子層析儀、中研院可提供離子層析儀與碳分析儀分析樣本。
9	有關花蓮站時常跳電問題，經詢問站管同仁，主因為該站有裝漏電斷路器，容易引發斷電，但不確定是採樣儀器或感測器百葉箱問題，建議執行團隊與測站維運廠商聯繫，約定時間作測試，以釐清問題原因。	經現場作業人員與廠商聯繫評估後，推測因現場線路未確實包覆絕緣致使電路跳電，經重新包覆現場作業儀器線路後，目前已無跳電情形發生。
10	高濃度事件分析是否可針對大氣垂直條件不好時，分析出移動源的代表物種有明顯增加的情況?	過去高濃度事件多數都存在垂直擴散條件不佳情形，部分污染事件可檢測到 EC、金屬元素 Sb 及 Cu 等移動污染源相關活動指標成分有增量情形，後續會持續分析確認移動污染源指標成分。
11	報告第74 頁，臺灣大道$PM_{2.5}$ 增幅小於NO_X、CO，有無相關文獻佐證?	在分析空品監測站上、下班污染物濃度時，發現 CO 和 NO_x 濃度在這兩個時段會明顯上升，但 $PM_{2.5}$ 濃度上升時間則有延遲現象，本計畫推測是車輛排放新生成微粒粒徑較小，對於質量濃度影響較不顯著，這種在上、下班較小微粒粒徑濃度較高現象，從現場設置的氣膠粒徑分布儀監測數據可得到驗證，相關內容會持續蒐集研究。
12	交通源採樣分析，應配合車流量資	感謝環保署協助！資料彙整於 3.3.1 節

	料，本署可提供參考。	中，本計畫參考尖峰車流量與監測前驅污染濃度作為執行交通源採樣時段依據。
13	分析BC 資料，在車流量大時會增加2-3 μg；粒徑分布會以細粒徑為主，請執行團隊作相關補充調查。	相關內容已協助辦理，如後續還需協助請再告知。
14	請再分析臺灣大道和忠明測站的重金屬成分差異。	本計畫在臺灣大道採到足夠數量樣本後，將比較臺灣大道和忠明測站在相同採樣日的重金屬成分差異，並納入期中報告成果。
15	污染比較嚴重的時段，可能是受到爆竹燃放所影響，尤其像嘉義市廟宇活動特別活躍，建議利用感測器來搭配說明。	感謝委員建議！後續請監資處提供感測器監測資料，本計畫將進行評估與分析。
16	過去在節慶活動時，包含農曆過年、元宵節、初8 晚上天公生等，如有採樣可連結作比較，並可參考影像資料驗證。	感謝委員建議！本計畫將分析民俗節慶活動時有採樣的樣本，並儘量蒐集相關活動影像或記載資料。
17	塑化劑的分析建議可收斂，另內容中有提到可能是廢棄物處理所造成，是否有其他分析資料可說明。	感謝委員建議！有關塑化劑來源，目前多以蒐集文獻進行說明為主。
18	本署所購置的BC 儀器為多波段，請執行單位分析不同事件的影響，包括黑碳或棕碳等變化。	相關內容已協助辦理，如後續還需協助請再告知。
19	1/4、1/7 的案例分析，可否瞭解有多少百分比是受交通源或工業 污染源的影響?	有關污染源貢獻比例分析需要以化學成分透過受體模式進行解析，目前最快的方式是以分析出來的化學成分，辨識出交通或特定工業污染源指標成分，然後進行推論。若需量化污染源貢獻，則需進行 PMF 受體模式推估，這需要一定數量數據方能做出正確推估。
20	事件分析中可發現NO_3^-增高，在相同氣象條件下，溫溼度是否是造成增高原因?另是否能對應健康風險的影響也有提高?	感謝委員建議！環境溫、濕度是影響$PM_{2.5}$ NO_3^-的重要條件，但不是唯一條件。至於 $PM_{2.5}$ NO_3^-的健康風險，本計畫將儘量蒐集文獻，以瞭解其健康風險。

附錄三 期中工作報告審查會議意見及回覆

	審查意見	意見回覆
林伯雄委員		
1	109 年度 $PM_{2.5}$ 化學成分監測及分析計畫之期中報告執行進度及報告撰寫格式之內容，大致皆符合合約要求。	感謝委員肯定！
2	第三章分析方法各項次之各類成分分析之空白採樣之檢測結果，包括現場空白、設備空白、運送空白以及塑化劑分析之溶劑空白、濾紙空白等結果應予以呈現。	本計畫有關空白樣本檢測結果皆呈列於報告書品保章節(4.6)，現階段未呈現的溶劑空白等資料，將儘速補齊。
3	QA/QC 之各項次稽核若不符接受標準之後續作為，建議應有流程敘述（例如第 47 頁次）。	感謝委員建議！QA/QC 各項次稽核若不符接受標準而在± 10%內，將只做觀察，後續若有持續性偏差，將停止作業，檢核各項實驗程序的正確性，再繼續進行。
4	第四章手動量測與環保署量測比對，是否為同步採樣?以及是否同一機構之分析結果比對?	手動量測先與環保署委託檢測公司手動量測 $PM_{2.5}$ 質量濃度就相同採樣日進行比對，然後比較本計畫手動量測、檢測公司手動量測、監測站自動監測 $PM_{2.5}$ 月平均質量濃度，以探討不同機構、不同量測原理、不同採樣(監測)頻率間的差異。
5	第四章 4.6 未納入金屬元素以及半揮發之品保作業。	金屬元素品保作業呈現於報告書表 4.6.3~4.6.4 中。半揮發性成分檢測項目依其種類不同，呈列於水溶性無機離子及碳成分檢測項目中。
6	塑化劑 $PM_{2.5}$ 之成分分析結果，於摘要中提及無健康危害之根據由來，是否有推估數量?因 Phthalate 攝取以飲食為主。	有關無健康危害推論是指經由暴露 $PM_{2.5}$ 塑化劑，健康風險資料是根據衛福部資料推估而得(表 3.3.2)
7	未來在期末報告，應提及監測點的 $PM_{2.5}$ 成分濃度變化，以及現行排放之數據，檢討目前空污管制策略是否一致，以及對政策調整提出具體建言。	感謝委員建議！計畫數據解析將儘可能彙整 $PM_{2.5}$ 成分濃度變化與管制政策成效比較，並提供可加強的管制方向。然而，$PM_{2.5}$ 為各種原生源和二次光化學反應所匯聚而成，影響因子眾多，較難以分辨出個別管制策略的影響效益。
8	以 As 與 Pb 及 Ba 與 Ga 濃度變化相近之統計分析結果，建議予以呈現，並提及區域性污染源排放所	相關成分變化相近推論，主要根據線性與時序分析，呈現於表 4.4.5 及圖 4.4.31 中。有關區域性排放貢獻的推論，是結合觀測資料與氣象因子，發現當環境風速 1.6~3.3 m s^{-1} 並且當風向為西北風至北北西

	審查意見	意見回覆
	致之證據。	峰時，化學成分具有相似的變化趨勢，因此推測潛在污染源可能位於嘉義測站以北，來源仍需確認。
9	部分圖例呈現方式可以修改以提高判讀性，例如圖 4.4.26。	感謝委員建議！期末報告已修正圖片呈現方式。
10	部分數據所呈現之污染現況變化，建議可以增加轉譯的流程，呈現各項次污染物空間與時間濃度變異現象，與目前管制策略之落實。	感謝委員建議！有關數據解析方式，將盡可能解析成分所呈現的時空變化意義，並評估與當前政策的關聯度和有效性。
11	由 PAE 之總占比~1‰之結果顯示，$PM_{2.5}$ 之成分占比甚低，不建議再持續監測，環境暴露路徑占比亦甚低，遠低於口服路徑（第 115 頁次）。	有關塑化劑成分監測作業為今年度計畫工作項目，因此會依照合約完成本年度計畫規定。待完成本年度合約項目後，將檢視成果並評估未來執行方針。
郭清河委員		
1	是否可能將年度三大目標結果彙集，節錄以表格呈現，以利委辦單位方便有概括輪廓之認知，也就是未來期末報告如何將大量數據彙整成簡單之結果呈現，請執行單位考量。	感謝委員建議！有關成果呈現方式，目前按照計畫目標呈列於報告首頁摘要中。期末報告將簡化研究成果的呈現。
2	本計畫之品保規劃書何時通過環保署審核，請補列。	本計畫品保規劃書於第一次工作會議經環保署監資處審核通過。
3	輪流選定場址作為所有場址空白代表之構想目的如何，請再說明。	一般空白規範為每十個樣本有一個空白，本計畫輪流在六個站選取一個站設置各量測化學成分項目的實驗室空白、運送空白、現場空白。以一個測站來說，每六次採樣會有一次是以本站各項量測化學成分為空白，一整年度會有十次實驗室空白、運送空白、現場空白，整體空白樣本設置頻率優於一般空白規範。
4	表 2.2.1 預定進度百分比，請補列實際進度百分比。	表 2.2.1 甘特圖呈現方式以灰色線條為預定進度百分比，待完成項目後以黑色軸線取代，此為實際進度百分比。
5	建議補列團隊組織分工圖。	感謝委員建議！有關組織及各單位分工圖已呈列於圖 3.1.12 至圖 3.1.15，依照管理、樣本前處理、採樣作業、數據分析及品保作業等項目詳列人員分工及

	審查意見	意見回覆
		流程。
6	表 3.1.15 之 IC 檢測方法、編號，NIEA W415.52B 是否為最新版?另該方法為陰離子檢測方法，是否也適用陽離子?又空氣中有多數金屬項目未在檢測方法 NIEA A305.11C 之通用範圍，使用該方法是否有經確認通用性?以及該表缺塑化劑之數據品質目標。	感謝委員建議！有關引用檢測方法版本，將重新檢測並予以更新。陽離子檢測方法環檢所並無公告標準方法，本計畫根據國際文獻量測方法進行檢測，相關引用將於期末報告中補齊。有關塑化劑缺少項目將盡速修正。
7	冬、春季 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分之空間變化是否與季風有關，請再補述。	感謝委員建議！冬、春季 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分空間變化與季風會有關聯，但季風不會是 $PM_{2.5}$ 質量濃度與化學成分唯一的影響因子。
8	檢量線線性係數為 R 而非 R^2，請修正。	感謝委員建議！本計畫有以相關係數(R)或判定係數(R^2)作為迴歸直線線性程度的判別。當數據呈現線性變化時，R^2 可量度 Y 軸和 X 軸數據的線性強度，且當 R^2=0.6，代表有 60%Y 值的變異可借助 X 軸數值來解釋，因此，在報告中 R 和 R^2 都有使用到。
9	表 4.6.2 偵測極限 ppm、μg m^{-3} 是否相同，請再確認。	表 4.6.2 偵測極限的 ppm 係指在水樣中，μg m^{-3} 則是轉換成本計畫空氣採樣體積的空氣中濃度。
張小萍委員		
1	P.277 塑化劑分析品保作業中檢量線敘述：各成分相關性達到 $R^2 \geqq 0.995$ 後，才會進行樣本上機分析，但圖 4.6 之 2020 年 1 月，7 種塑化劑中 DEP、BBP、DEH、PDOP 皆未達 R^2=0.995?到圖 4.6.13 的 2020 年 5-6 月之檢量線，才符合 R^2 皆大於 0.995。	感謝委員指正！內容敘述與檢量線資料已修正。
2	執行進度符合需求。	感謝委員肯定！
3	結果與結論 4.2.1 中，P.98 第 2 段敘述說 2020/4/15 板橋市 OC+EC	本段敘述是在分辨板橋和忠明站在 4 月 15 日都出現春季最高的 $PM_{2.5}$ 質量濃度，但致因主要機制不同。首先，是風場的不同，板橋站受到西北盛行風影

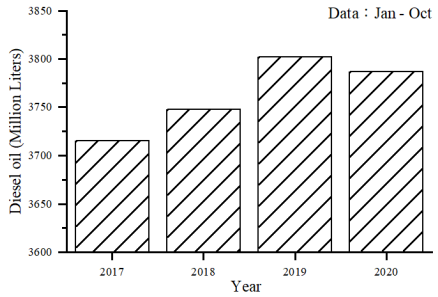
<table>
<tr><th></th><th>審查意見</th><th>意見回覆</th></tr>
<tr><td></td><td>為增量的化學成分，可能與車輛排放有關，而忠明站 NO_3^-濃度較高，可能受在地衍生污染物增量影響，但 P.99 的圖上，忠明 4/15 的 OC 雖比板橋低，但與 NO_3^-相比，似占比更高?</td><td>響，中部以南測站則是受到東至東南風影響。其次，$PM_{2.5}$ 化學成分顯示板橋站 OC 和 EC 增量顯著，可能與車輛排放有關，忠明站則有 O_3 高濃度顯示會有光化學反應的影響，且當日風速不高和發生 NO_3^-高濃度，因而推論當日忠明站受在地衍生污染物增量影響大。當然，忠明站也會受車輛排放影響。</td></tr>
<tr><td>4</td><td>P.226，$PM_{2.5}$ 元素成分之準確度與精密度中 Certified Value Mg=8000 mg/kg，Pb=6550±80 mg/kg 屬 ppm-level，但實測值，例如 P.224 之 MDL 值 Mg=1.7 ng/m^3，2020 冬季 Pb 平均值 =2.9 ng/m^3~ 19.9 ng/m^3，Mg=26.9-74.4 ng/m^3 相比差異也大。</td><td>金屬元素標準品與實測值濃度差異過大，是由於此檢測目的為針對各金屬元素成分進行儀器頻譜定性分析，以標準品所呈現峰值檢核樣本峰值所代表成分。另外，根據待測樣品濃度，檢量線的配製是根據元素濃度區分，將 Merck 公司出產各元素原始標準液(1000 ppm)稀釋至 0.1 至 1000 ppb，詳見 3.1.8 節說明。</td></tr>
<tr><td>5</td><td>ICP/MS-QC 的 SRM 1648 消化液濃度為何?</td><td>感謝委員指正！SRM 都市微粒消化液濃度資料補充於期末報告 3.1.8 節表 4.8.6 PM2.5 元素成分重複分析資料 (n=7)
<table>
<tr><th>項目</th><th>RSD(%)</th><th>項目</th><th>RSD(%)</th><th>項目</th><th>RSD(%)</th></tr>
<tr><td>Al</td><td>2.4</td><td>Cu</td><td>3.1</td><td>Se</td><td>10</td></tr>
<tr><td>Fe</td><td>2.0</td><td>Zn</td><td>4.3</td><td>Zr</td><td>---</td></tr>
<tr><td>Na</td><td>2.3</td><td>Mo</td><td>---</td><td>Ge</td><td>---</td></tr>
<tr><td>Mg</td><td>4.4</td><td>Cd</td><td>3.6</td><td>Rb</td><td>4.8</td></tr>
<tr><td>K</td><td>3.3</td><td>Sn</td><td>---</td><td>Cs</td><td>1.1</td></tr>
<tr><td>Ca</td><td>---</td><td>Sb</td><td>4.6</td><td>Ga</td><td>---</td></tr>
<tr><td>Sr</td><td>---</td><td>Tl</td><td>---</td><td>La</td><td>1.8</td></tr>
<tr><td>Ba</td><td>1.8</td><td>Pb</td><td>4.9</td><td>Ce</td><td>1.4</td></tr>
<tr><td>Ti</td><td>3.7</td><td>V</td><td>3.5</td><td>Nd</td><td>---</td></tr>
<tr><td>Mn</td><td>4.1</td><td>Cr</td><td>4.4</td><td>P</td><td>---</td></tr>
<tr><td>Co</td><td>4.8</td><td>As</td><td>3.2</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ni</td><td>3.5</td><td>Y</td><td>---</td><td></td><td></td></tr>
</table>
中</td></tr>
<tr><td colspan="3">黃欣俊委員</td></tr>
<tr><td>1</td><td>請補充儀器校正資料（含採樣後樣品保存紀錄）。</td><td>有關儀器校正與樣品存放紀錄資料彙整於報告書附錄光碟第五章中。</td></tr>
<tr><td>2</td><td>表 3.1.1 之臺中臺灣大道監測項目含 PM，請補充</td><td>感謝委員建議！內容已於期末報告中修正（待更新，設備型號詢問站方中，但是保留原表 3.1.1 格</td></tr>
</table>

	審查意見	意見回覆
	該設備廠牌型號，另環境監測高度「地面」，建議修正為採樣口離地面之高度。	式）。
3	表 3.1-11(P.46)為 2009 年之資料，建議更新至 2017 年相關版本規定。	感謝委員指正！期末報告表 3.1.14 內容已根據 2016 年版本規定修正。
4	國外技術 ex.ED-XRF（能量型螢光 X-Ray）在重金屬成分分析應用與本計畫分析方法差異評估為何?	根據過去計劃執行經驗發現 XRF 在分析低濃度金屬元素時(As、V、Sr 等)與 ICP 解析成果有較大落差(李等，2017)，雖然 XRF 具有非破壞性及分析速度快的特性，但是考量 $PM_{2.5}$ 金屬成分總濃度在 $PM_{2.5}$ 濃度占比約 5%，濾紙樣本濃度低，ICP 有較低的偵測極限是本計畫考量因素。
空保處		
1	花蓮站辦理塑化劑監測結果顯示 109 年 3 月至 5 月期間出現數次濃度驟升之樣本，查報告說明測站周遭地面辦理防水工程及有明顯塑料氣味，請確認並註記該段期間塑化劑監測資料受環境干擾致使資料失真，以避免數據受到外界誤用。	有關受現場環境影響樣本，目前已採集地面粉塵並完成分析，結果顯示樣本增量成分與現場防水漆料粉塵相符，證實現場物品確實會因環境溫度導致成分揮發，因而影響樣本。相關資料彙整於本報告 4.2.1-3 節。
監資處		
1	春季成分、污染情況都與往年有改變，是否與疫情有關?	2020 年春季成分變化將和 2017~2019 年此段期間 $PM_{2.5}$ 質量和化學成分濃度比較，以評估是否受到疫情影響？初步評估已經在期末報告中呈現：忠明、斗六、嘉義測站 $PM_{2.5}$ 質量濃度較過去三年外延濃度更低，較低的濃度是因為 SO_4^{2-}和 NO_3^-濃度的降低，可能是工業產能的降低，因為 OC 和 EC 濃度變化不大。
2	風速(1.6 m/s)與 $PM_{2.5}$ 高濃度之關係，能否分季節比較？另建議也納入 2017、2018 年資料一同比較。	感謝委員建議，期末報告 4.4.1 節已增加季節差異比較。利用近四年監測資料氣象因子與觀測 $PM_{2.5}$ 濃度比較後發現：夏季是各季節中，受到風速影響最小季節，其餘季節在低比高風速的情況下，尖峰濃度較高，顯示水平與垂直擴散條件的影響差異，另外半揮發性成分也可能是其中的影響因子。
3	本計畫塑化劑分析方法與其他國家有無差異?塑化	目前與表 3.3.3 已初步彙整各國室內外不同粒徑微粒塑化劑成分濃度，相關內容會再持續更新。有關科

	審查意見	意見回覆
	劑說明能否以科普方式產出，如花蓮站因防水工程使塑化劑濃度變高，利用淺顯易懂之圖文說明，以利民眾了解。	普方式呈現數據與說明，計畫團隊會在需要時，提供簡易文字說明。
4	境外污染影響時的成分差異，請說明。	本次期末報告已彙整 2017~2019 年樣本，篩選出迎風面的花蓮與板橋站有六筆受影響樣本，和不受境外傳輸影響樣本比較，發現 $PM_{2.5}$ 分別於境外傳輸日平均上升 1.43~1.65 倍，增量成分如：SO_4^{2-}、NO_3^-、NH_4^+及 K^+，另外，金屬元素以鋼鐵業、水泥業、燃煤、生質燃燒等指標成分增量顯著。
5	P.108 提到有影像紀錄車流量，是用哪裡的資料?紀錄時間長度?請補充說明。	報告中影像資料為採樣人員於 2 月 12 日拍攝，時間為上午 7 時至 9 時。為計畫初期評估該採樣點車種類型所進行的紀錄。
6	今年受疫情關係，境外影響減少很多，但在吹東北風時多少還是有影響，花蓮為背景站可否與歷年做差異比較。	感謝委員建議！今年度計畫期間雖然未採集到境外傳輸影響樣本，但是如前所述，境外期間多以 SO_4^{2-}、NO_3^-、NH_4^+及 K^+，及工業指標金屬元素濃度為主。若評估疫情期間濃度變化，則發現 2020 年板橋與花蓮站並未出現顯著的污染減量。
7	交通站污染與上、下風有關，日平均和一般站的比較差異不是很大，支配 $PM_{2.5}$ 是區域背景濃度，是否可能說明會是以何種物種為主?差異可能會是重金屬或是 OC?	從現階段近交通源觀測結果顯示，交通站在上午尖峰時段易有較高的 $PM_{2.5}$ 質量濃度，NO_3^-、OC、EC 濃度也較高，SO_4^{2-}濃度相差不大，顯示臺灣大道測站受到移動污染源影響明顯，推測與當地主要車種為汽油車有關。另外，重金屬成分則可發現臺灣大道測站揚塵與車輛零件耗損的成分較為突出。
8	最近空氣變好，哪些成分減少最多或最少?請計畫執行單位進行統計，可提供空污管制成效之參考。	從今年期末成果顯示，四年污染季節 $PM_{2.5}$ 質量濃度逐年減量，SO_4^{2-}濃度遞減穩定，顯示化石燃料影響逐漸降低，各地 EC 濃度普遍反增，NO_3^-與 OC 則是反增或是持平，顯示移動污染源，將成為改善污染季節 $PM_{2.5}$ 空氣品質的主要目標。另外，受到國際疫情影響，中部至雲嘉地區，污染減量幅度大，與 SO_4^{2-}及 NO_3^-濃度的降低所隱含的工業排放減量較有關。
9	中火重新開機，鄰近的站點在後續採樣分析能否有什麼發現，如燃煤的成分有無增加?請再確認。	感謝委員建議！評估近年夏季忠明站燃煤有關指標變化，各項成分如：SO_4^{2-}、元素 As、Se 等相較於去年同期呈現下降，並未受到 2 號機組的重啟而有增加。另外，夏季忠明站 $PM_{2.5}$ 質量濃度相比上年度同樣呈現下降。

附錄四 期末報告審查會議意見及回覆

	審查意見	意見回覆
黃欣俊委員		
1	結論（二）對時空分布變化，請補充近四年執行變化。	感謝委員指正！有關近四年時空分布變化已補充至結論第 12 點。
2	各成分占比季節性差異原因為何?	成分占比季節差異，反應各季節環境因子與污染來源綜合影響。以夏季為例：NO_3^-受到環境溫度影響，主要以硝酸氣存在於環境中，因此六站夏季占比只有 6%，有別於冬、春季的 23%及 16%。此外，不同季節間環境擴散情況也是影響因素，季節風速對於 $PM_{2.5}$ 濃度變化略有差異，當擴散條件不佳時，代表在地衍生污染物的 NO_3^-濃度往往倍增(圖 4.4.16)。若以成分組成來看，微粒中的 NO_3^-常與 NH_4^+形成化合物，因此主要成分中的 NH_4^+濃度多寡及占比也受到 NO_3^-左右，導致夏季 NH_4^+通常占比同為最低。SO_4^{2-}與碳成分(OC、EC)通常濃度變化與 $PM_{2.5}$ 變化較為相似。
3	本計畫對事件日結果成因判讀為光化反應活躍程度，是否藉氣化率進一步詳析。	有關光化學作用氣化率或可透過模式模擬進行分析，惟模式模擬需耗費較多時間，可評估未來執行可行性。
4	建議事項 2 及結論 15 內容似不一致。	感謝委員指正！修訂稿中已修正結論與建議。另外，有關結論 15 與建議 2 所敘述期間略有差異，結論 15 為污染季節(12~4 月)，建議 2 為整年報告期間彙整的成果。
5	成分監測網未來調整建議為何?Ex. 強化港口地區、交通污染源及重金屬成分等分析採樣。	成分監測網將持續檢測 $PM_{2.5}$ 質量及化學成分、評估污染源管制成效、推估 $PM_{2.5}$ 污染源因子、探討影響大氣能見度因子，針對特定強化分析項目，將視環保署需求進行調整。
6	整體執行成果豐碩，報告內容詳整。	感謝委員肯定！
郭清河委員		
1	各測項之 MDL 製作參照 NIEA-PA107，不知是否有執行二次 MDL 測定，作 MDL 確認步驟。	有關二次 MDL 測定目前本計畫未執行相關步驟。但是，水溶性無機離子分析目前備有相關資料，可於後續報告中補充。
2	2019 年 EC2 突增是否與補不補助濾煙器有關?	有關 2019 年 EC2 突增與濾煙器補助政策關聯性較難以透過單項指標進行評估，但是透過經濟部能源局彙整各年度 1-10 月份柴油販售量統計(下圖)，可發現 2019 年的販售量反增與

	審查意見	意見回覆
		EC2 變化趨勢大致相似。 
3	期末報告 5.1 有部分未下結論之考量為何?另二次有機碳(SOC)未在結論中呈現。	感謝委員指正！部分報告成果未下結論多為尚未有定論，有關二次有機碳(SOC)成果已經增補在結論第 14 點。
4	期末報告 5.2 建議之 1.2，似近乎結論，是否可移置到 5.1。	有關建議與結論有相似的成果，主要是在建議內容中綜合並加強結論的論述。
5	能否在 5.2 建議中，提供較具體或科普式表達之施政策略，以利環保署參考。例如：持續推動電動汽機車、減少年節傳統之燃燒行為等。	感謝委員建議！如何以科普方式表達施政策略以利施政參考。現階段先以彙整成果及其對應管制建議於表 4.6.1，後續再於定稿中評估執行。
6	能否在適當章節或第五章歸納補充污染來源種類或行為與 $PM_{2.5}$ 質量濃度（含成分）相對應之對照表。	感謝委員建議！本計畫目前已彙整相關污染源及其指標成分與對應比值說明於第 3.2.6 節內文以及表 3.2.3 中。另外，污染源指紋應用與辨別則彙整於表 4.5.1 中。後續可評估是否將各類型成分彙整為對照表。
7	「配置」濃度，請修正為「配製」。	感謝委員指正！已於修訂稿中修正。
張小萍委員		
1	P.97 塑化劑成分第一段提到 $PM_{2.5}$ 塑化劑樣本已分析到 9 月 30 日，但 P.249 塑化劑分析品保作業中，提到 2020 年 10 月份檢量線，所以 P.97 的敘述建議修正進度，且 P.5 的進度表分析期間也是 1-10 月。	感謝委員指正！有關甘特圖進度是指樣本採集與上機分析進度，而第 4 章文字敘述是指所解析數據對應的文字作業進行進度，因而產生誤解。修訂稿中已調整第 4 章文字說明，現階段樣本分析與文字撰寫作業已完成 11 月份，採樣作業持續進行中。
2	期中審查之 No.4 問題，原提問的準確度與精密度，應是 QC 樣品的分析，3.1.8 回答的是檢量線的配製，並非原提問題的答案。P.248 表 4.7.4 才是上述期中報告所提金屬元素準確度/精密度，Certified Value 中 Mg=8000 mg/Kg，測值 7789 mg/Kg。	感謝委員指正！有關表 4.7.4 相關資料已進行修正，並呈列於 4.7.4 節。QC 程序中，查核樣本是以 SRM 1648 作為參考物質，於每 20 筆樣本間執行一次並統計其回收率(表 4.8.5)。另外，精密度與準確度評估作業皆透過將參考物質稀釋至適當濃度(表 4.8.4)再上機進行分析(表 4.8.6)。
3	P.247-4.7.4，敘述一「元素數據精確度是以重複樣品分析來確認」分	感謝委員指正！原敘述造成混淆，已重新修正，本計畫精密度評估是計算查核樣本 7 次

	審查意見	意見回覆
	析儀器的精密度?每 20 個樣品，執行一次樣品重複分析，品保規範中精密度皆為 n 個樣品重複分析的統計值。表 4.7.4 若為重複分析，則為 RPD，非 RSD 值?	重複分析濃度標準偏差並除以平均濃度，因此數值為 RSD %。
4	P.250，（三）空白分析：空白濾紙分析值應小於儀器 2 倍 MDL 值?應是小於 2 倍方法偵測極限。	感謝委員指正！相關內容已於報告書修訂稿中更正。
5	P.250，（四）查核樣品回收率分析：QC 以 1 ppm 濃度查核，但表 4.7.5 Spiked Level 為 ng/mL，是否不相符合?	感謝委員指正！有關查核樣品濃度已於修訂稿中更正，查核樣品濃度以 1 ppm 進行稀釋，附表資料為添加樣品濃度，單位 ng/mL 為 ppb。另外於修訂稿中補充查核樣品相關資料如表 4.8.8。
林伯雄委員		
1	109 年度細懸浮微粒化學成分監測及分析計畫期末報告之撰寫格式，計畫執行進度，大致符合合約之要求。	感謝委員肯定！
2	各項塑化劑之大氣濃度，建議於摘要中加註其濃度範圍，而 DEHP、DBP 濃度較高者亦加註其濃度範圍，方便比較。（4-317 ng m^{-3}）	感謝委員建議！摘要為求精簡沒能放入各塑化劑範圍，但結論中已呈現塑化劑總濃度範圍。
3	$PM_{2.5}$ 之濃度與歷年之變化趨勢變化，各測站塑化劑成分是否有總量下降之趨勢，亦請於報告中加註其變化，了解目前之大氣中濃度變化。	有關歷年塑化劑成分變化，上年度所觀測到 $PM_{2.5}$ 塑化劑成分主要以定性分析為主，因此無各年度間的數據可供比對。
4	第四章有關 PAEs 成分特徵分析之內文敘述建議增加計畫目標及欲達成之主要成果，其中有關 DEP 之空氣吸入為人體主要之途徑，是否有普通適用一般大眾（第 213 頁次）應予以加註。	感謝委員建議！修訂稿已增列相關敘述於章節前段。另外，有關閱讀文獻所引用 DEP 空氣吸入為主要途徑，是該文獻引述近年各研究分析不同塑化劑成分的暴露途徑評估成果，並未註明是否通用於一般大眾。另外，研究情境主要為配戴個人採樣器所進行的各類室內場所樣本採集作業。
5	未來是否有針對 PAEs 之衍生物進行分析之規劃，例如 MEP 為 DEHP 之衍生物。	有關 PAEs 衍生物研究規劃，由於下年度計畫已無塑化劑相關工作項目，因此目前並無相關規劃。
6	歷年 $PM_{2.5}$ 質量濃度變化趨勢以算數平均值依季節都是下降，但 OC 之占比上升，建議於報告中提出可能成因。	感謝委員建議！有關 OC 占比上升原因目前根據推論為區域背景 SO_4^{2-} 減量導致 OC 占比上升，此外，占比上升所隱含意義為移動污染源、生質燃燒或是有機污染源管制的重要性。相關推論與成果呈列於 4.3.1 節與 4.4.3-4 節成果。另外，修訂稿中亦將各年度目標對應章節

	審查意見	意見回覆
		成果與說明呈列於表 4.6.1 中。
7	各測站之金屬成分濃度相對比例所呈現之指紋是否有季節性變化，與 OC 之相對比例是否亦然，若有，亦請於報告中加以敘述並歸納初步結論。	感謝委員建議！有關金屬元素成分指紋與 OC 是否具有相近的時空變化特徵，相關成果目前尚無彙整，由於元素總類繁多，未來可初步篩選後再進一步執行。
8	總體建議於期末報告中，以空間、時間序列，以及 $PM_{2.5}$ 成分組成三者之歷年數據提出總體之結論依據，上述數據提出包含污染源判定及減量措施。	感謝委員建議！修訂稿已彙整相關成果，並呈列於 4.6 節表 4.6.1 中。該表根據本年度分析項目加以統整，再將結果與污染管制加以連結。
空保處		
1	報告 P.94 金屬成分沒有提到花蓮，是因為濃度較低，或是沒有相關資料。	感謝委員指正！對應敘述已補充至 4.2.1-2 節末段。有關花蓮站詳細資料，由於測站總濃度較低主要參考附錄六原始資料進行分析。
	簡報 P.20，二次有機碳成分的 R^2 在忠明站與斗六站不同，對推估有何影響?	有關忠明站與斗六站 R^2 值差異對於推估影響，代表推估成果更為準確，不過忠明站若以相關係數 R 作為評估，仍顯示高達 0.78 的相關性，表示所選用數據(OC 與 EC)間具有高度相關。另外，兩站採用高邊界數據數目略有差異，因而在成果的顯示上有所差異。
監資處		
1	結論三、(四)提到疫情期間與過往同期濃度比較，而本處統計今年 1-10 月資料，其中各站 NO_3^-的逐年濃度雖仍呈現下降趨勢，但板橋、忠明今年與去年比較反而是上升，是否除了移動污染，還有其他可能原因?	因為 NOx 前驅污染源來自固定和移動污染源，因此，NO_3^-濃度變化趨勢也和固定和移動污染源排放的變化有關，目前的評估認為板橋站受移動污染源影響較大，忠明站可能兩種污染源都有影響。不過，板橋、忠明站今年與去年比較，NO_3^-在占比上是有上升，但濃度是下降的。
2	本計畫另有跟衛福部、國衛院合作，提供資料進行對人體健康風險的計算，其中主要是以金屬元素來評估，但目前現有測點可能離其評估對象較遠，目前 $PM_{2.5}$ 濃度的空間分布推估結果應算是不錯，但金屬濃度較低，如有使用類似推估方法，可能結果不會太好，亦可能造成風險計算的偏差，執行團隊有無對金屬濃度的推估有無相關限制或建議?也可能先預作回應準備。	有關 $PM_{2.5}$ 金屬元素成分應用於推估區域健康風險。建議可先行評估與 $PM_{2.5}$ 質量濃度變化趨勢相近的金屬元素成分，再將相關性較好的金屬元素成分應用於後續分析作業。

附錄五 監測地區(含交通站) $PM_{2.5}$ 濃度與天氣因子日平均數值

資料備註：

1. 溫度格式：日平均值 (最小值~最大值)
2. 符號「－」：監測數據缺值大於 8 筆
3. 灰底標註為各季高濃度案例日期
4. $PM_{2.5}$：環保署測站自動監測值

第一季至第四季 (2019.12~2020.11)

測站	日期	$PM_{2.5}$ ($\mu g\ m^{-3}$)	CO (ppm)	NO_x (ppb)	SO_2 (ppb)	$O_{3,max}$ (ppb)	風向	風速 ($m\ s^{-1}$)	溫度 (°C)	RH (%)	雨量 (mm)
花蓮	05-Dec-19	4	0.4	17	2	41	東北 (25%)	1.2	18 (17~20)	83	6.6
	11-Dec-19	10	0.2	6	2	53	西南 (38%)	1.4	21 (17~23)	67	NR
	14-Dec-19	9	0.3	9	1	45	西南 (25%)	0.8	21 (19~25)	75	0.6
	17-Dec-19	8	0.2	10	1	32	西南 (33%)	1.3	23 (19~26)	72	NR
	20-Dec-19	4	0.3	11	2	40	西南 (25%)	1.4	20 (20~22)	80	8.4
	23-Dec-19	5	0.3	11	2	45	西南 (25%)	1.4	21 (19~23)	81	0.6
	04-Jan-20	7	0.2	5	1	49	西南 (33%)	2.0	20 (17~24)	73	NR
	07-Jan-20	8	0.3	7	1	39	南南西 (29%)	2.3	23 (20~26)	70	NR
	10-Jan-20	9	0.4	11	1	48	西南 (29%)	1.4	20 (18~23)	78	0.6
	13-Jan-20	6	0.5	15	2	47	西北西 (25%)	1.1	18 (16~21)	77	0.2
	16-Jan-20	8	0.3	6	1	53	西南 (25%)	1.9	21 (17~24)	75	11.8
	22-Jan-20	13	0.4	7	1	52	西南 (46%)	2.0	21 (17~24)	74	NR
	28-Jan-20	4	0.4	8	1	37	東北 (29%)	1.5	17 (16~18)	79	1
	03-Feb-20	8	0.3	9	1	47	西南 (33%)	1.9	19 (15~23)	73	0.2
	09-Feb-20	8	0.3	7	1	49	西北西 (29%)	1.9	16 (15~18)	77	1.4
	15-Feb-20	9	0.3	9	1	46	南 (17%)	1.4	24 (22~26)	78	NR
	21-Feb-20	10	0.3	8	1	49	西南 (50%)	1.7	20 (17~24)	70	NR
	27-Feb-20	11	0.3	9	2	52	東北 (46%)	2.4	22 (20~23)	73	NR
	04-Mar-20	6	0.3	5	1	53	東北 (29%)	2.4	21 (18~25)	74	NR
	10-Mar-20	7	0.4	7	2	46	東北 (25%)	2.7	20 (17~24)	78	2.6
	16-Mar-20	15	0.3	10	1	68	西南 (43%)	1.7	18 (16~21)	61	NR
	22-Mar-20	13	0.3	7	1	43	東 (29%)	1.5	25 (21~28)	74	NR
	25-Mar-20	11	0.3	6	2	58	西南西 (21%)	1.5	24 (20~28)	74	NR
	28-Mar-20	5	0.2	8	1	48	東北 (29%)	2.2	21 (19~26)	81	3.4
	03-Apr-20	7	0.3	5	2	56	西南 (17%)	1.5	22 (20~25)	81	5.4
	09-Apr-20	11	0.3	9	1	61	西南 (33%)	1.9	21 (20~23)	72	NR
	15-Apr-20	19	0.3	11	1	69	西南 (38%)	1.9	20 (18~24)	71	NR
	21-Apr-20	9	0.4	6	1	67	東北 (29%)	1.9	24 (22~28)	79	NR
	27-Apr-20	7	0.3	9	1	57	西南 (17%)	1.9	22 (20~25)	72	0.2

測站	日期	$PM_{2.5}$ ($\mu g\ m^{-3}$)	CO (ppm)	NO_x (ppb)	SO_2 (ppb)	$O_{3,\ max}$ (ppb)	風向	風速 ($m\ s^{-1}$)	溫度 (^oC)	RH (%)	雨量 (mm)
	03-May-20	7	0.2	5	2	30	西南 (29%)	1.9	27 (25~30)	73	NR
	09-May-20	7	0.2	5	1	40	南南東 (25%)	1.3	27 (25~30)	83	26.2
	15-May-20	10	0.2	5	2	41	南南西 (29%)	2.2	27 (24~31)	76	2.2
	21-May-20	5	0.3	12	1	30	西南 (38%)	1.2	25 (23~26)	83	8.2
	27-May-20	6	0.2	7	2	41	東北 (38%)	1.5	25 (24~27)	84	15
	02-Jun-20	6	0.2	-	2	39	西南 (38%)	2.0	29 (25~32)	74	NR
	08-Jun-20	3	0.2	5	1	36	西南 (29%)	1.5	27 (26~29)	79	0.6
	14-Jun-20	3	0.1	1	1	39	南南西 (38%)	2.4	29 (27~33)	72	NR
	20-Jun-20	7	0.2	4	1	39	東 (17%)	2.0	30 (27~32)	68	NR
	26-Jun-20	7	0.2	-	2	31	東南東 (25%)	1.9	30 (28~33)	68	NR
	02-Jul-20	6	0.2	6	1	37	西南 (25%)	1.7	28 (27~31)	77	1.8
	08-Jul-20	7	0.2	8	2	42	西南 (21%)	1.7	30 (27~32)	72	1.8
	14-Jul-20	4	0.1	3	1	28	東南 (21%)	2.0	30 (27~33)	69	NR
	20-Jul-20	5	0.1	5	2	23	西南 (46%)	2.3	29 (25~33)	71	NR
	26-Jul-20	5	0.1	4	1	32	西南 (33%)	2.3	29 (27~33)	71	7.2
	01-Aug-20	4	0.1	4	2	22	南南西 (25%)	1.7	30 (26~33)	69	NR
	07-Aug-20	13	0.1	4	1	25	東南 (29%)	2.1	30 (26~32)	70	NR
	13-Aug-20	-	0.1	4	1	23	西南 (21%)	2.0	30 (27~32)	68	NR
	19-Aug-20	14	0.1	4	1	27	西南 (36%)	1.7	29 (26~32)	68	NR
	25-Aug-20	7	0.1	6	1	48	西南 (38%)	2.0	30 (26~33)	68	NR
	31-Aug-20	7	0.1	5	0	27	西南 (50%)	2.6	30 (26~33)	66	NR
	06-Sep-20	17	0.2	3	1	68	西南 (58%)	2.5	27 (25~31)	71	NR
	12-Sep-20	5	0.2	7	1	21	西南 (33%)	1.5	28 (26~31)	79	19
	18-Sep-20	2	0.1	5	1	25	西南 (38%)	2.2	29 (26~32)	72	NR
	24-Sep-20	8	0.2	6	1	55	西南 (29%)	1.6	26 (25~30)	74	3.6
	30-Sep-20	8	0.2	8	1	43	西南 (46%)	2.0	24 (23~25)	78	0.8
	06-Oct-20	8	0.2	3	1	47	東北 (63%)	3.6	26 (25~27)	65	NR
	12-Oct-20	4	0.2	5	2	28	東南東 (29%)	1.5	28 (25~30)	76	1.2
	15-Oct-20	13	0.3	12	1	48	北北西 (29%)	1.8	26 (25~29)	73	6.8
	18-Oct-20	4	0.2	9	1	51	東北 (29%)	1.7	24 (23~27)	84	3.8
	24-Oct-20	13	0.3	8	1	52	東北 (21%)	1.8	23 (21~24)	65	0.6
	30-Oct-20	13	0.2	6	1	57	東北 (29%)	2.6	24 (22~25)	66	NR
	02-Nov-20	-	0.2	6	1	54	東北 (42%)	2.6	25 (23~28)	67	1.8
	05-Nov-20	9	0.2	9	1	46	東北 (25%)	1.5	24 (20~27)	65	NR
	11-Nov-20	9	0.2	5	-	47	東北 (63%)	2.8	23 (22~25)	64	NR
	17-Nov-20	7	0.2	5	1	38	西南 (29%)	2.2	24 (22~28)	78	2
	23-Nov-20	5	0.3	6	1	39	東北 (50%)	2.4	24 (22~27)	79	5.8
	26-Nov-20	10	-	6	1	45	西南 (17%)	2.0	24 (21~27)	71	2.4
	29-Nov-20	4	0.2	5	1	44	東北 (42%)	2.4	21 (19~22)	81	5.8
板橋	05-Dec-19	10	0.4	26	5	44	東 (54%)	2.1	15 (15~16)	84	46.4
	11-Dec-19	17	0.5	29	4	49	東北東 (42%)	2.4	19 (18~22)	70	8
	14-Dec-19	10	0.4	19	11	38	東北東 (75%)	2.9	20 (19~22)	73	NR
	17-Dec-19	23	0.9	56	-	49	西南西 (29%)	1.3	23 (18~28)	67	NR
	20-Dec-19	4	0.4	22	2	35	東 (42%)	2.5	18 (17~20)	82	8
	23-Dec-19	6	0.5	24	3	35	東北東 (58%)	2.3	20 (18~22)	75	NR

測站	日期	$PM_{2.5}$ ($\mu g\ m^{-3}$)	CO (ppm)	NO_x (ppb)	SO_2 (ppb)	$O_{3,\ max}$ (ppb)	風向	風速 ($m\ s^{-1}$)	溫度 (^oC)	RH (%)	雨量 (mm)
	04-Jan-20	11	0.5	29	3	41	東北東 (46%)	2.2	21 (16~26)	64	NR
	07-Jan-20	29	0.9	47	4	60	西南西 (46%)	1.6	22 (18~27)	68	NR
	10-Jan-20	18	0.5	29	3	55	東北東 (29%)	2.0	21 (18~26)	68	NR
	13-Jan-20	16	0.5	23	2	43	東北東 (46%)	2.0	16 (14~18)	76	5.8
	16-Jan-20	11	0.5	22	2	39	北北西 (29%)	2.1	19 (17~22)	77	NR
	22-Jan-20	34	1.2	60	4	68	西 (25%)	1.2	20 (16~26)	65	NR
	28-Jan-20	7	0.4	13	2	36	北 (17%)	1.5	13 (11~15)	76	2.4
	03-Feb-20	12	0.6	29	3	34	西南西 (21%)	1.6	17 (15~22)	73	0.2
	09-Feb-20	17	0.4	18	1	45	東 (71%)	2.0	15 (14~16)	69	NR
	15-Feb-20	16	0.7	35	2	32	東北 (25%)	1.6	23 (19~27)	75	NR
	21-Feb-20	19	0.5	27	3	48	西 (33%)	2.3	19 (15~25)	72	NR
	27-Feb-20	12	0.4	20	1	45	東北東 (63%)	3.4	19 (19~21)	76	NR
	04-Mar-20	7	0.5	22	1	39	東 (42%)	2.3	18 (15~20)	78	4
	10-Mar-20	10	0.5	23	1	39	東 (29%)	2.0	18 (16~24)	81	74.6
	16-Mar-20	15	0.4	18	1	65	東北東 (42%)	2.3	19 (15~24)	43	NR
	22-Mar-20	25	0.6	-	2	65	西南西 (17%)	2.0	26 (22~32)	69	NR
	25-Mar-20	23	0.7	32	2	67	西南西 (21%)	1.5	24 (20~29)	74	NR
	28-Mar-20	6	0.4	14	2	39	東 (21%)	2.2	18 (15~22)	84	30.6
	03-Apr-20	15	0.5	18	2	48	東北 (29%)	1.8	20 (18~23)	81	1
	09-Apr-20	15	0.4	20	1	58	東北東 (33%)	1.9	20 (18~23)	70	0.8
	15-Apr-20	35	0.7	33	3	76	西北西 (29%)	1.9	21 (18~24)	55	NR
	21-Apr-20	14	0.6	21	2	54	西北 (21%)	1.7	23 (21~25)	78	NR
	27-Apr-20	9	0.5	26	2	48	東北 (58%)	2.3	22 (21~24)	71	1.2
	03-May-20	19	0.4	18	3	42	西北西 (38%)	2.2	28 (24~32)	68	NR
	09-May-20	9	0.4	15	3	58	西南西 (38%)	2.0	30 (26~35)	66	NR
	15-May-20	22	0.7	23	3	85	東 (21%)	1.5	29 (25~32)	67	0.2
	21-May-20	6	0.5	23	2	45	東北 (25%)	1.5	25 (23~28)	83	46.2
	27-May-20	5	0.4	20	3	37	東 (38%)	1.8	25 (24~28)	81	14.8
	02-Jun-20	9	0.3	16	3	53	西 (21%)	1.9	29 (26~33)	72	0.4
	08-Jun-20	6	0.5	27	2	21	東南東 (25%)	1.5	27 (25~29)	79	1.2
	14-Jun-20	12	0.4	15	2	62	西南西 (25%)	1.7	29 (26~32)	78	76.4
	20-Jun-20	10	0.3	18	4	56	西 (46%)	2.4	32 (29~35)	61	NR
	26-Jun-20	8	0.3	19	3	49	西 (29%)	1.7	30 (26~36)	70	NR
	02-Jul-20	7	0.4	24	3	60	東北 (17%)	1.4	28 (25~33)	78	78.8
	08-Jul-20	6	0.3	16	3	54	西南西 (38%)	2.4	31 (29~36)	65	NR
	14-Jul-20	15	0.4	23	3	99	東北 (17%)	2.0	32 (28~36)	60	NR
	20-Jul-20	10	0.4	23	2	73	西南西 (17%)	1.6	30 (26~37)	71	12.8
	26-Jul-20	7	0.4	23	2	55	西南西 (21%)	1.7	29 (26~35)	72	62.8
	01-Aug-20	5	0.2	13	2	31	東南東 (25%)	2.1	32 (29~36)	57	NR
	07-Aug-20	9	0.3	19	3	65	北 (17%)	2.0	31 (28~34)	65	NR
	13-Aug-20	11	0.4	21	3	69	東 (27%)	1.6	30 (27~34)	71	2
	19-Aug-20	19	0.3	-	4	28	東 (46%)	2.1	31 (28~36)	58	NR
	25-Aug-20	12	0.3	12	3	70	西南西 (63%)	3.3	32 (28~37)	62	NR
	31-Aug-20	8	0.3	15	3	32	東南 (25%)	2.2	29 (27~31)	76	28.6
	06-Sep-20	16	0.4	15	3	82	西南西 (21%)	2.3	28 (24~31)	52	NR
	12-Sep-20	12	0.4	19	3	44	東南 (25%)	1.9	29 (27~32)	74	NR

測站	日期	$PM_{2.5}$ ($\mu g\ m^{-3}$)	CO (ppm)	NO_x (ppb)	SO_2 (ppb)	$O_{3,\ max}$ (ppb)	風向	風速 ($m\ s^{-1}$)	溫度 (^oC)	RH (%)	雨量 (mm)
忠明	18-Sep-20	16	0.5	24	4	81	東北 (17%)	2.0	30 (27~34)	68	NR
	24-Sep-20	7	0.4	21	2	39	北 (17%)	1.5	24 (22~26)	80	20.6
	30-Sep-20	10	0.6	27	3	46	東南 (17%)	1.1	21 (20~22)	81	6.2
	06-Oct-20	10	0.4	16	3	43	東南東 (42%)	2.5	24 (23~25)	69	NR
	12-Oct-20	3	0.3	12	2	35	東北東 (50%)	2.6	26 (25~28)	84	1.2
	15-Oct-20	11	0.3	19	2	48	東北 (42%)	2.7	25 (25~27)	75	NR
	18-Oct-20	9	0.3	13	2	48	東南東 (75%)	2.3	23 (22~25)	81	NR
	24-Oct-20	14	0.3	23	3	53	東 (71%)	2.6	22 (21~24)	60	NR
	30-Oct-20	13	0.4	20	2	49	東 (33%)	2.1	23 (22~24)	61	NR
	02-Nov-20	9	0.3	17	2	49	東北東 (46%)	2.5	25 (23~27)	67	NR
	05-Nov-20	9	0.3	19	2	38	東 (38%)	2.0	23 (22~25)	70	NR
	11-Nov-20	9	0.3	15	2	44	東北東 (29%)	2.8	22 (21~24)	61	NR
	17-Nov-20	5	0.3	19	2	32	東北 (33%)	2.2	26 (24~29)	65	NR
	23-Nov-20	7	0.4	17	2	32	東 (42%)	2.7	22 (21~23)	79	NR
	26-Nov-20	7	0.4	18	2	35	東北 (30%)	2.4	25 (24~29)	63	NR
	29-Nov-20	6	0.3	14	2	38	東 (46%)	2.4	19 (19~20)	79	0.2
	05-Dec-19	9	0.3	14	2	42	東北 (63%)	2.8	15 (14~17)	83	22.4
	11-Dec-19	21	0.4	26	-	48	北北西 (25%)	2.0	20 (17~24)	68	NR
	14-Dec-19	25	0.6	38	3	59	北北西 (21%)	1.2	21 (16~27)	68	NR
	17-Dec-19	24	0.7	53	3	36	西北 (21%)	1.1	24 (19~29)	67	NR
	20-Dec-19	10	0.4	20	3	32	北北西 (33%)	2.1	20 (18~24)	75	NR
	23-Dec-19	15	0.4	21	2	42	北北西 (29%)	1.7	21 (18~24)	75	NR
	04-Jan-20	52	0.8	42	3	74	北北西 (25%)	1.2	20 (18~24)	79	NR
	07-Jan-20	43	1.0	58	3	74	西南 (17%)	1.0	22 (19~27)	72	NR
	10-Jan-20	28	0.7	36	3	48	北 (17%)	1.4	20 (17~25)	76	NR
	13-Jan-20	21	0.4	19	2	45	東北 (33%)	2.1	17 (15~22)	70	NR
	16-Jan-20	22	0.5	24	2	56	東北 (33%)	1.8	20 (17~25)	72	NR
	22-Jan-20	46	1.0	45	4	65	北北西 (17%)	1.2	21 (18~27)	69	0.2
	28-Jan-20	9	0.4	10	1	34	東北 (50%)	2.6	15 (13~17)	73	NR
	03-Feb-20	19	0.3	19	2	48	北 (29%)	2.0	19 (16~22)	68	NR
	09-Feb-20	16	0.3	10	2	42	東北 (46%)	2.6	16 (15~19)	67	NR
	15-Feb-20	24	0.4	24	3	51	南南西 (13%)	1.4	25 (21~29)	73	NR
	21-Feb-20	26	0.4	25	2	46	北北西 (35%)	1.6	19 (17~22)	77	NR
	27-Feb-20	21	0.3	14	2	54	北 (38%)	2.3	21 (19~25)	73	NR
	04-Mar-20	18	0.4	17	2	39	北 (33%)	2.7	21 (17~23)	72	NR
	10-Mar-20	9	0.4	13	2	39	東北 (38%)	2.4	20 (17~25)	77	28.6
	16-Mar-20	30	0.5	27	3	89	南南西 (17%)	1.5	21 (17~26)	54	NR
	22-Mar-20	28	0.4	10	2	57	南南西 (46%)	2.0	25 (22~30)	71	NR
	25-Mar-20	32	0.4	20	2	54	東北 (25%)	1.6	24 (22~28)	75	NR
	28-Mar-20	9	0.3	12	1	39	東北 (33%)	2.8	21 (17~25)	75	2.4
	03-Apr-20	20	0.3	13	2	47	北北東 (26%)	2.0	20 (18~26)	81	0.2
	09-Apr-20	19	0.4	17	2	59	北北東 (29%)	2.0	23 (20~27)	62	NR
	15-Apr-20	35	0.4	18	3	73	西 (21%)	1.3	24 (22~29)	54	NR
	21-Apr-20	23	0.5	14	2	55	西北 (29%)	1.7	25 (22~28)	76	NR
	27-Apr-20	19	0.6	30	2	46	東北 (21%)	1.2	25 (22~31)	64	NR
	03-May-20	14	0.2	10	2	34	南南西 (29%)	1.8	28 (24~33)	72	NR

測站	日期	$PM_{2.5}$ ($\mu g\ m^{-3}$)	CO (ppm)	NO_x (ppb)	SO_2 (ppb)	$O_{3,\ max}$ (ppb)	風向	風速 ($m\ s^{-1}$)	溫度 (°C)	RH (%)	雨量 (mm)
斗六	09-May-20	8	0.2	9	1	33	南南西 (54%)	2.7	30 (26~34)	71	NR
	15-May-20	17	0.4	14	3	59	西南西 (17%)	1.9	29 (25~34)	68	NR
	21-May-20	12	0.4	19	1	29	南 (25%)	1.0	25 (22~28)	84	39.8
	27-May-20	6	0.4	18	1	35	南南東 (29%)	1.1	25 (24~27)	88	32.6
	02-Jun-20	6	0.2	11	2	36	南南西 (33%)	2.3	31 (27~36)	65	NR
	08-Jun-20	5	0.3	19	2	20	南南東 (25%)	1.5	25 (22~28)	79	36.6
	14-Jun-20	7	0.3	11	2	40	南南西 (25%)	1.8	29 (26~37)	74	47.2
	20-Jun-20	9	0.2	9	2	38	南 (25%)	2.2	31 (28~37)	62	NR
	26-Jun-20	7	0.2	8	1	37	南南西 (29%)	2.0	30 (25~36)	68	8
	02-Jul-20	6	0.2	13	2	39	南南西 (33%)	1.3	28 (25~36)	76	16
	08-Jul-20	6	0.2	10	2	32	南南西 (50%)	2.3	31 (28~36)	64	NR
	14-Jul-20	9	0.2	11	2	60	南南西 (33%)	1.6	33 (29~38)	59	NR
	20-Jul-20	6	0.2	9	2	46	南南西 (29%)	1.7	30 (26~38)	61	2
	26-Jul-20	6	0.2	8	2	47	南南西 (46%)	1.4	31 (28~36)	62	NR
	01-Aug-20	13	0.3	11	2	85	南南西 (46%)	1.8	31 (28~38)	66	0.4
	07-Aug-20	11	0.2	11	2	52	西北 (29%)	2.0	31 (28~34)	68	NR
	13-Aug-20	-	0.3	13	2	38	西北 (29%)	1.6	29 (24~34)	68	NR
	19-Aug-20	15	0.3	12	2	76	南 (21%)	1.7	30 (25~35)	67	NR
	25-Aug-20	10	0.3	8	1	65	南南西 (48%)	2.5	31 (28~37)	65	NR
	31-Aug-20	15	0.3	12	2	43	東北 (21%)	1.7	29 (28~32)	78	11
	06-Sep-20	17	0.3	11	2	80	北北西 (38%)	2.0	29 (25~33)	50	NR
	12-Sep-20	12	0.3	15	2	48	南南西 (33%)	1.7	30 (27~34)	73	5.8
	18-Sep-20	19	0.3	16	3	75	西北 (21%)	2.0	32 (28~36)	67	NR
	24-Sep-20	14	0.4	18	2	71	北 (25%)	2.3	29 (26~33)	71	NR
	30-Sep-20	9	0.3	19	2	44	東北 (46%)	2.2	25 (24~29)	69	NR
	06-Oct-20	9	0.2	9	2	49	東北 (50%)	3.3	26 (23~30)	63	NR
	12-Oct-20	12	0.3	14	2	66	北 (33%)	1.8	28 (24~33)	76	NR
	15-Oct-20	17	0.4	20	3	83	北北東 (25%)	1.4	27 (25~32)	70	NR
	18-Oct-20	8	0.2	9	2	57	東北 (46%)	2.6	25 (23~30)	70	NR
	24-Oct-20	15	0.3	14	2	56	北 (25%)	1.9	24 (21~29)	57	NR
	30-Oct-20	14	0.3	11	2	54	東北 (71%)	2.9	25 (23~29)	55	NR
	02-Nov-20	20	0.4	16	2	55	東北 (33%)	2.2	26 (23~31)	63	NR
	05-Nov-20	17	0.3	19	2	66	東北 (33%)	1.5	25 (21~30)	58	NR
	11-Nov-20	9	0.2	12	2	42	東北 (58%)	2.2	21 (18~26)	60	NR
	17-Nov-20	34	0.5	28	3	69	西北 (21%)	1.2	26 (22~30)	67	NR
	23-Nov-20	10	0.4	17	2	55	北北東 (25%)	2.2	25 (22~30)	65	NR
	26-Nov-20	26	0.5	29	2	73	西北 (33%)	1.3	25 (22~29)	71	NR
	29-Nov-20	7	0.3	9	2	47	北 (42%)	2.3	22 (19~26)	63	NR
	05-Dec-19	-	-	-	-	-	北 (67%)	-	-	-	2.2
	11-Dec-19	24	0.4	18	2	61	北北西 (21%)	1.7	19 (15~24)	71	NR
	14-Dec-19	34	0.4	20	2	70	北北西 (29%)	1.2	20 (15~27)	71	NR
	17-Dec-19	25	0.4	21	2	78	北北東 (21%)	1.2	23 (18~29)	70	NR
	20-Dec-19	14	0.3	19	2	34	北 (42%)	1.7	19 (17~22)	81	1.8
	23-Dec-19	22	0.4	22	2	59	北 (33%)	1.4	20 (18~26)	79	NR
	04-Jan-20	55	0.5	17	3	78	北北東 (21%)	1.0	20 (17~24)	80	NR
	07-Jan-20	38	0.5	21	2	76	東北 (17%)	1.1	21 (18~27)	74	NR

測站	日期	$PM_{2.5}$ ($\mu g\ m^{-3}$)	CO (ppm)	NO_x (ppb)	SO_2 (ppb)	$O_{3,\ max}$ (ppb)	風向	風速 ($m\ s^{-1}$)	溫度 (^oC)	RH (%)	雨量 (mm)
	10-Jan-20	34	0.5	22	2	83	北北西 (21%)	1.2	19 (16~24)	79	NR
	13-Jan-20	25	0.5	18	3	60	北北東 (29%)	1.4	17 (14~23)	72	NR
	16-Jan-20	29	0.5	20	2	73	北 (38%)	1.5	19 (15~25)	74	NR
	22-Jan-20	51	0.6	21	2	80	東 (17%)	1.2	21 (16~27)	69	NR
	28-Jan-20	9	0.3	10	0	35	北北西 (38%)	1.8	15 (14~17)	77	0.2
	03-Feb-20	22	0.3	15	1	67	北北西 (29%)	1.7	18 (14~23)	70	NR
	09-Feb-20	22	0.4	13	1	60	北北西 (38%)	1.7	16 (14~21)	70	NR
	15-Feb-20	25	0.3	18	3	65	東南東 (29%)	1.4	24 (20~29)	78	NR
	21-Feb-20	39	0.4	19	2	64	北北西 (42%)	1.5	18 (15~23)	79	NR
	27-Feb-20	30	0.3	14	2	85	北 (38%)	1.7	21 (19~26)	76	NR
	04-Mar-20	24	0.4	17	3	63	北北西 (46%)	2.1	21 (16~25)	73	0.2
	10-Mar-20	11	0.3	12	2	64	北北西 (42%)	2.1	21 (18~24)	79	12.2
	16-Mar-20	27	0.4	14	1	87	東南東 (21%)	1.2	21 (16~25)	62	NR
	22-Mar-20	28	0.3	10	2	67	西南 (21%)	1.3	25 (22~28)	78	NR
	25-Mar-20	43	0.4	19	3	72	西北 (25%)	1.6	24 (21~27)	81	NR
	28-Mar-20	11	0.2	9	1	57	北 (38%)	2.3	21 (16~26)	81	25.4
	03-Apr-20	28	0.3	13	2	67	北北西 (42%)	1.7	21 (19~26)	83	NR
	09-Apr-20	26	0.3	17	2	92	北北西 (38%)	1.7	22 (18~27)	74	NR
	15-Apr-20	28	0.3	13	1	99	東 (21%)	1.5	22 (19~27)	60	NR
	21-Apr-20	29	0.4	10	2	81	北北西 (50%)	1.7	25 (22~28)	80	NR
	27-Apr-20	28	0.4	18	4	81	北北西 (21%)	1.2	24 (21~27)	73	NR
	03-May-20	12	0.2	11	1	36	西 (25%)	1.7	28 (25~31)	75	NR
	09-May-20	8	0.2	9	2	34	西南 (29%)	1.9	29 (26~32)	70	NR
	15-May-20	19	0.3	11	3	86	東南東 (25%)	1.6	29 (25~33)	70	NR
	21-May-20	5	0.3	9	1	39	東南東 (25%)	1.5	25 (24~28)	84	17.2
	27-May-20	6	0.2	12	2	47	東 (13%)	1.1	26 (24~29)	91	11
	02-Jun-20	5	0.2	8	1	37	東南 (21%)	1.7	29 (27~33)	73	NR
	08-Jun-20	4	0.2	11	1	36	東南東 (38%)	1.1	26 (24~29)	81	36.6
	14-Jun-20	8	0.2	8	0	54	東南東 (21%)	1.6	29 (26~33)	76	5.6
	20-Jun-20	7	0.2	9	2	35	東南 (17%)	1.8	30 (26~34)	69	NR
	26-Jun-20	6	0.2	8	3	39	東南東 (21%)	1.7	30 (27~35)	69	2.2
	02-Jul-20	4	0.2	11	2	44	東南東 (29%)	1.8	29 (27~35)	74	3.4
	08-Jul-20	3	0.2	8	1	51	西南 (29%)	2.1	31 (27~35)	68	NR
	14-Jul-20	8	0.2	7	2	67	南 (21%)	1.5	31 (28~35)	66	NR
	20-Jul-20	4	0.2	7	1	48	東南東 (38%)	1.7	29 (25~35)	69	27.6
	26-Jul-20	5	0.2	7	2	49	東南東 (46%)	1.9	30 (27~33)	72	NR
	01-Aug-20	11	0.2	8	2	85	東南 (17%)	1.3	29 (25~34)	77	49
	07-Aug-20	14	0.2	8	2	78	北 (25%)	1.8	30 (27~33)	76	NR
	13-Aug-20	5	0.2	4	2	65	北北西 (25%)	1.8	29 (25~32)	74	NR
	19-Aug-20	-	0.2	6	4	66	東南東 (42%)	1.5	29 (26~34)	75	0.2
	25-Aug-20	9	0.2	4	2	63	南 (29%)	2.0	30 (27~33)	73	NR
	31-Aug-20	13	0.2	6	4	68	北北西 (33%)	1.7	28 (26~32)	77	NR
	06-Sep-20	23	0.4	8	4	102	北北西 (33%)	2.1	27 (24~32)	59	NR
	12-Sep-20	11	0.2	6	2	56	東南東 (25%)	1.5	28 (25~31)	80	22
	18-Sep-20	27	0.4	9	4	115	東南東 (21%)	1.6	29 (25~34)	74	4.6
	24-Sep-20	23	0.4	11	4	119	北北西 (38%)	1.9	27 (25~32)	75	NR

測站	日期	$PM_{2.5}$ ($\mu g\ m^{-3}$)	CO (ppm)	NO_x (ppb)	SO_2 (ppb)	$O_{3,\ max}$ (ppb)	風向	風速 ($m\ s^{-1}$)	溫度 (°C)	RH (%)	雨量 (mm)
嘉義	30-Sep-20	21	0.4	17	3	97	北北西 (33%)	1.8	26 (24~30)	71	NR
	06-Oct-20	14	0.3	7	2	77	北 (42%)	2.3	26 (23~31)	67	NR
	12-Oct-20	20	0.3	10	3	74	北北西 (29%)	1.5	27 (24~31)	78	NR
	15-Oct-20	28	0.4	14	3	88	北北西 (21%)	1.3	27 (24~32)	74	NR
	18-Oct-20	15	0.3	5	2	76	北北西 (50%)	2.0	25 (22~30)	74	NR
	24-Oct-20	21	0.3	11	3	80	北北西 (42%)	1.5	23 (21~28)	68	NR
	30-Oct-20	21	0.3	13	3	-	北北西 (46%)	2.2	25 (22~29)	65	NR
	02-Nov-20	24	0.3	14	2	81	北北西 (29%)	1.6	25 (21~30)	69	NR
	05-Nov-20	24	0.3	19	3	94	北北西 (33%)	1.4	24 (21~30)	66	NR
	11-Nov-20	17	0.3	24	2	70	北北西 (42%)	1.5	23 (18~29)	70	NR
	17-Nov-20	36	0.3	19	3	65	東南東 (29%)	1.1	26 (23~31)	74	NR
	23-Nov-20	22	0.4	14	3	65	北北西 (29%)	1.6	25 (22~29)	74	NR
	26-Nov-20	33	0.4	12	3	88	北北西 (21%)	1.3	25 (22~30)	76	NR
	29-Nov-20	19	0.3	8	2	70	北 (38%)	1.7	21 (18~27)	71	NR
	05-Dec-19	12	0.4	18	2	33	北 (54%)	2.7	17 (15~18)	84	12.6
	11-Dec-19	28	0.4	22	3	53	北 (33%)	1.8	20 (16~26)	70	NR
	14-Dec-19	31	0.5	24	3	62	北 (46%)	1.5	21 (17~29)	71	NR
	17-Dec-19	26	0.4	21	4	64	北北東 (29%)	1.6	24 (20~31)	67	NR
	20-Dec-19	14	0.4	22	2	24	北 (32%)	1.9	20 (19~23)	82	2.8
	23-Dec-19	27	0.5	23	4	48	北 (42%)	1.9	22 (19~28)	78	NR
	04-Jan-20	49	0.5	17	2	72	北 (21%)	1.4	21 (18~25)	81	NR
	07-Jan-20	38	0.6	22	2	69	東南東 (25%)	1.4	22 (18~28)	74	NR
	10-Jan-20	34	0.7	23	4	80	北 (33%)	1.6	21 (17~26)	77	NR
	13-Jan-20	24	0.6	19	3	50	北 (29%)	2.0	19 (16~24)	69	NR
	16-Jan-20	30	0.5	20	3	63	北 (29%)	2.0	21 (16~27)	73	NR
	22-Jan-20	50	0.7	24	3	80	西北 (17%)	1.6	22 (17~29)	68	NR
	28-Jan-20	11	0.4	13	1	29	北 (42%)	2.2	16 (15~18)	77	0.4
	03-Feb-20	23	0.4	17	3	60	北 (33%)	2.1	19 (14~25)	70	NR
	09-Feb-20	22	0.5	14	2	57	北 (50%)	2.1	18 (15~23)	67	NR
	15-Feb-20	23	0.4	17	2	48	東北東 (21%)	1.6	26 (21~30)	78	NR
	21-Feb-20	44	0.5	17	2	57	北北西 (29%)	2.0	20 (17~25)	79	NR
	27-Feb-20	34	0.4	17	3	70	北 (42%)	2.2	23 (20~29)	74	NR
	04-Mar-20	25	0.5	19	3	54	北 (50%)	2.8	23 (19~28)	69	NR
	10-Mar-20	11	0.4	14	2	52	北 (46%)	2.5	23 (20~27)	77	17
	16-Mar-20	24	0.4	13	2	72	北 (17%)	1.5	23 (19~28)	58	NR
	22-Mar-20	25	0.4	9	1	54	西南西 (21%)	1.6	28 (24~34)	65	NR
	25-Mar-20	40	0.4	16	3	61	北 (33%)	1.8	27 (24~34)	68	NR
	28-Mar-20	11	0.3	12	2	49	北 (33%)	2.5	23 (18~28)	74	33.8
	03-Apr-20	30	0.4	14	2	64	北 (33%)	2.2	23 (20~28)	75	NR
	09-Apr-20	30	0.5	21	4	79	北 (38%)	2.2	23 (20~28)	67	NR
	15-Apr-20	22	0.4	12	2	77	東南東 (25%)	1.8	23 (20~28)	52	NR
	21-Apr-20	27	0.5	12	2	60	北 (38%)	2.1	26 (24~30)	71	NR
	27-Apr-20	24	0.4	18	4	64	北 (21%)	1.7	25 (22~30)	63	NR
	03-May-20	8	0.2	7	1	33	西南西 (29%)	2.0	28 (26~31)	70	NR
	09-May-20	5	0.2	8	2	26	西南西 (38%)	2.2	30 (28~33)	64	NR
	15-May-20	16	0.4	9	2	63	東南東 (29%)	1.8	30 (27~34)	63	NR

測站	日期	$PM_{2.5}$ ($\mu g\ m^{-3}$)	CO (ppm)	NO_x (ppb)	SO_2 (ppb)	$O_{3,\ max}$ (ppb)	風向	風速 ($m\ s^{-1}$)	溫度 (°C)	RH (%)	雨量 (mm)
小港	21-May-20	5	0.3	11	1	29	東南東 (38%)	1.6	26 (25~29)	79	24
	27-May-20	3	0.3	9	1	41	西南 (29%)	1.6	27 (25~31)	81	17.8
	02-Jun-20	3	0.2	8	2	38	東南東 (29%)	1.8	30 (28~33)	67	NR
	08-Jun-20	3	0.3	13	1	32	東南東 (33%)	1.3	27 (25~31)	75	30.4
	14-Jun-20	5	0.2	7	2	48	西南 (46%)	2.3	31 (27~34)	67	NR
	20-Jun-20	5	0.2	7	2	34	西南西 (33%)	2.1	31 (28~34)	63	NR
	26-Jun-20	4	0.2	8	2	42	東南東 (50%)	2.0	30 (27~36)	68	52.2
	02-Jul-20	3	0.2	9	1	37	西南 (25%)	1.8	30 (27~35)	71	7
	08-Jul-20	3	0.1	7	1	51	西南 (33%)	2.3	31 (28~35)	64	NR
	14-Jul-20	6	0.1	7	1	48	東南東 (29%)	1.8	32 (30~35)	61	NR
	20-Jul-20	2	0.1	6	2	38	東南東 (50%)	1.9	30 (27~35)	62	3
	26-Jul-20	2	0.1	4	1	35	東南東 (42%)	2.1	30 (28~34)	64	0.4
	01-Aug-20	10	0.2	8	2	54	東南東 (50%)	1.7	30 (27~34)	73	15.4
	07-Aug-20	15	0.2	9	2	62	東南東 (33%)	1.7	31 (28~35)	68	NR
	13-Aug-20	6	0.2	8	2	57	東南東 (29%)	2.4	30 (27~34)	66	NR
	19-Aug-20	9	0.3	10	2	58	東南東 (50%)	1.6	29 (26~34)	71	4.6
	25-Aug-20	10	0.2	7	1	52	東南東 (29%)	1.8	30 (28~33)	71	2.4
	31-Aug-20	11	0.3	9	1	59	東南東 (25%)	1.6	29 (27~34)	72	NR
	06-Sep-20	22	0.4	11	2	89	北 (38%)	2.2	29 (25~34)	54	NR
	12-Sep-20	9	0.3	9	2	41	東南東 (42%)	1.4	29 (27~32)	72	0.6
	18-Sep-20	28	0.3	9	2	82	東南東 (33%)	1.7	30 (27~35)	69	3
	24-Sep-20	21	0.4	14	2	87	北 (33%)	2.2	29 (26~33)	67	NR
	30-Sep-20	21	0.4	19	3	84	北 (25%)	1.9	27 (25~32)	65	NR
	06-Oct-20	15	0.3	14	2	78	北 (54%)	2.5	27 (25~32)	60	NR
	12-Oct-20	20	0.4	16	3	61	北 (29%)	1.8	28 (26~32)	73	NR
	15-Oct-20	27	0.4	17	4	70	西南 (17%)	1.7	29 (26~33)	67	NR
	18-Oct-20	18	0.3	11	3	68	北 (38%)	2.3	26 (24~31)	67	NR
	24-Oct-20	26	0.4	21	3	71	北 (46%)	1.9	24 (22~29)	63	NR
	30-Oct-20	25	0.4	18	3	72	北 (42%)	2.5	25 (23~29)	61	NR
	02-Nov-20	25	0.4	14	3	73	北 (38%)	1.8	26 (23~30)	66	NR
	05-Nov-20	26	0.4	23	5	78	北 (38%)	1.8	25 (22~29)	61	NR
	11-Nov-20	22	0.4	23	4	67	北 (67%)	1.9	23 (19~29)	66	NR
	17-Nov-20	24	0.3	14	1	58	東南東 (33%)	1.4	26 (23~31)	71	NR
	23-Nov-20	26	0.5	18	3	48	北 (33%)	1.9	26 (23~29)	70	NR
	26-Nov-20	29	0.4	17	4	75	西北 (17%)	1.4	26 (23~30)	73	NR
	29-Nov-20	18	0.4	14	3	63	北 (54%)	2.2	22 (20~27)	66	NR
	05-Dec-19	21	0.4	27	1	22	北 (57%)	2.2	18 (16~20)	80	1.2
	11-Dec-19	31	0.6	38	3	65	北 (42%)	1.6	21 (17~24)	66	NR
	14-Dec-19	28	0.5	33	3	76	西北西 (33%)	1.4	23 (19~27)	64	NR
	17-Dec-19	28	0.5	34	2	72	東北 (33%)	1.5	25 (21~29)	66	NR
	20-Dec-19	24	0.6	37	3	21	北 (42%)	1.8	21 (19~24)	76	NR
	23-Dec-19	33	0.6	42	4	55	北 (42%)	1.5	23 (20~26)	74	NR
	04-Jan-20	36	0.5	32	2	71	西 (38%)	1.5	21 (19~24)	76	NR
	07-Jan-20	33	0.6	33	3	63	西北 (21%)	1.4	23 (19~27)	71	NR
	10-Jan-20	39	0.7	41	3	91	北 (29%)	1.6	22 (19~25)	74	NR
	13-Jan-20	25	0.6	29	3	65	西北西 (21%)	2.2	20 (16~23)	67	NR

測站	日期	$PM_{2.5}$ ($\mu g\ m^{-3}$)	CO (ppm)	NO_x (ppb)	SO_2 (ppb)	$O_{3,\ max}$ (ppb)	風向	風速 ($m\ s^{-1}$)	溫度 (^oC)	RH (%)	雨量 (mm)
	16-Jan-20	29	0.6	41	3	95	北 (50%)	1.7	21 (18~26)	69	NR
	22-Jan-20	32	0.7	30	5	63	東北 (17%)	2.0	24 (19~27)	68	NR
	28-Jan-20	14	0.4	20	3	27	北 (50%)	1.9	17 (16~18)	82	5.8
	03-Feb-20	24	0.4	27	3	69	北 (29%)	1.8	20 (16~24)	65	NR
	09-Feb-20	30	0.5	22	3	70	西北 (25%)	2.0	19 (17~23)	69	NR
	15-Feb-20	11	0.3	18	7	26	南南東 (42%)	2.5	27 (23~30)	73	NR
	21-Feb-20	31	0.5	27	2	70	西北西 (29%)	1.7	21 (18~25)	71	NR
	27-Feb-20	36	0.5	26	3	56	西 (29%)	1.7	24 (22~27)	75	NR
	04-Mar-20	30	0.5	25	3	80	北 (29%)	1.8	24 (20~28)	67	NR
	10-Mar-20	16	0.4	25	2	57	北 (25%)	1.7	24 (21~27)	76	14.8
	16-Mar-20	24	0.4	18	4	84	北北東 (21%)	1.8	22 (18~25)	64	NR
	22-Mar-20	27	0.4	14	2	55	西北西 (29%)	2.1	26 (23~29)	72	NR
	25-Mar-20	34	0.5	26	5	108	西 (29%)	1.5	26 (23~29)	73	NR
	28-Mar-20	15	0.3	15	1	66	西北 (29%)	2.3	26 (21~31)	71	3
	03-Apr-20	30	0.5	23	2	80	北 (25%)	1.9	24 (22~28)	72	NR
	09-Apr-20	30	0.5	28	2	85	北 (25%)	1.8	25 (21~28)	65	NR
	15-Apr-20	27	0.4	18	2	79	西北 (23%)	2.1	24 (20~27)	58	NR
	21-Apr-20	23	0.4	17	2	65	西 (21%)	1.9	27 (25~30)	71	NR
	27-Apr-20	23	0.5	27	3	72	西 (42%)	1.5	27 (24~29)	63	NR
	03-May-20	8	0.1	10	2	34	西 (46%)	2.0	28 (27~30)	74	NR
	09-May-20	7	0.2	14	2	29	西 (46%)	2.2	29 (28~31)	74	NR
	15-May-20	11	0.4	13	4	47	南 (25%)	1.9	30 (27~35)	65	NR
	21-May-20	13	0.5	32	4	18	東 (25%)	0.5	26 (25~27)	88	74
	27-May-20	9	0.5	27	5	42	東南東 (21%)	0.7	26 (24~29)	88	284
	02-Jun-20	5	0.2	14	1	26	西南西 (38%)	1.6	30 (28~33)	71	NR
	08-Jun-20	7	0.4	22	7	24	東北 (25%)	1.1	28 (25~32)	75	17.4
	14-Jun-20	6	0.4	12	4	37	南南東 (63%)	1.7	31 (27~33)	70	12.4
	20-Jun-20	4	0.1	13	2	25	西 (58%)	1.8	31 (29~34)	68	NR
	26-Jun-20	6	0.2	11	3	28	西南西 (33%)	1.0	31 (29~34)	69	NR
	02-Jul-20	9	0.3	17	4	23	南南東 (21%)	1.0	30 (28~33)	72	0.2
	08-Jul-20	6	0.2	14	-	27	西 (25%)	1.2	31 (28~34)	69	0.6
	14-Jul-20	7	0.1	19	2	36	東北 (21%)	1.7	31 (28~34)	70	13.4
	20-Jul-20	6	0.2	23	3	18	南南東 (29%)	1.7	31 (28~34)	69	0.4
	26-Jul-20	7	0.2	13	3	23	東北東 (38%)	1.7	31 (28~34)	71	0.8
	01-Aug-20	16	0.3	17	2	66	東北 (29%)	1.6	31 (28~34)	71	NR
	07-Aug-20	-	0.3	17	2	64	東北東 (25%)	1.9	30 (27~34)	69	NR
	13-Aug-20	8	0.3	17	1	55	東北東 (38%)	1.7	29 (26~33)	73	7
	19-Aug-20	14	0.3	18	3	67	東北東 (33%)	1.2	30 (28~34)	71	NR
	25-Aug-20	8	0.2	22	3	47	西 (21%)	1.3	29 (26~32)	82	25.2
	31-Aug-20	9	0.4	21	1	35	東北東 (46%)	1.4	29 (26~33)	78	14.6
	06-Sep-20	23	0.4	14	3	92	西北 (33%)	2.3	30 (27~34)	56	NR
	12-Sep-20	12	0.3	16	2	34	東北東 (33%)	1.6	30 (28~33)	74	0.4
	18-Sep-20	15	0.3	20	3	48	東北東 (33%)	1.6	31 (29~35)	68	NR
	24-Sep-20	20	0.4	19	4	101	北 (17%)	1.7	30 (28~33)	70	3.8
	30-Sep-20	15	0.3	20	3	103	西 (54%)	1.8	29 (26~32)	64	NR
	06-Oct-20	26	0.4	25	3	72	西 (35%)	1.8	29 (27~32)	65	NR

測站	日期	$PM_{2.5}$ ($\mu g\ m^{-3}$)	CO (ppm)	NO_x (ppb)	SO_2 (ppb)	$O_{3,\ max}$ (ppb)	風向	風速 ($m\ s^{-1}$)	溫度 (ºC)	RH (%)	雨量 (mm)
	12-Oct-20	21	0.4	21	3	70	西 (33%)	2.2	29 (27~31)	71	NR
	15-Oct-20	20	0.3	18	2	74	西 (57%)	2.5	28 (23~31)	70	NR
	18-Oct-20	24	0.4	21	3	79	西 (33%)	1.5	27 (25~30)	72	NR
	24-Oct-20	29	0.5	26	6	81	西 (42%)	1.4	26 (23~29)	76	NR
	30-Oct-20	28	0.5	29	4	78	西 (25%)	1.6	27 (25~29)	67	NR
	02-Nov-20	26	0.4	23	2	78	西北西 (29%)	1.8	26 (23~29)	67	NR
	05-Nov-20	23	0.4	23	4	69	西 (33%)	2.1	26 (24~28)	64	NR
	11-Nov-20	25	0.5	38	4	71	西 (29%)	1.8	24 (21~27)	71	NR
	17-Nov-20	26	0.4	26	3	57	東北 (25%)	1.8	26 (25~29)	72	NR
	23-Nov-20	30	0.4	25	4	57	西 (38%)	1.9	26 (25~28)	75	NR
	26-Nov-20	24	0.4	23	3	76	西 (42%)	1.8	26 (23~29)	73	NR
	29-Nov-20	27	0.5	21	4	81	西北 (29%)	1.9	24 (21~26)	69	NR

臺灣大道環境因子

時段	日期	$PM_{2.5}$ ($\mu g\ m^{-3}$)	CO (ppm)	NO_x (ppb)	SO_2 (ppb)	$O_{3,\ max}$ (ppb)	風向	風速 ($m\ s^{-1}$)	溫度 (ºC)	RH (%)	雨量 (mm)
早	08-Feb-20	10	0.4	18	0.60	25	北北西 (100%)	2.9	14 (14~15)	71	NR
早	09-Feb-20	12	0.4	18	0.77	25	北北西 (100%)	1.8	14 (14~14)	68	NR
早	10-Feb-20	22	1.6	99	1.60	5	北北東 (33%)	0.5	13 (12~15)	74	NR
早	11-Feb-20	48	1.9	111	1.93	4	北 (33%)	0.9	17 (17~17)	78	NR
早	12-Feb-20	47	2.4	141	2.13	6	東南東 (67%)	0.8	18 (17~20)	75	NR
早	15-Feb-20	38	2.4	142	2.10	3	東 (33%)	0.6	21 (20~23)	75	NR
早	28-Mar-20	11	0.7	34	0.20	24	北 (67%)	1.1	23 (23~23)	85	2.0
早	03-Apr-20	22	0.8	35	0.63	21	西 (33%)	1.0	20 (20~21)	85	NR
晚	03-Apr-20	25	0.5	23	0.33	37	北北西 (100%)	2.2	21 (20~21)	83	NR
早	09-Apr-20	23	0.8	36	1.37	35	北北西 (100%)	1.6	20 (20~21)	76	NR
晚	09-Apr-20	23	0.8	42	0.65	51	北北西 (100%)	1.5	24 (24~25)	61	NR
早	15-Apr-20	47	1.8	89	1.80	25	北北東 (33%)	0.8	22 (21~23)	60	NR
晚	15-Apr-20	24	1.1	50	1.47	40	北 (33%)	1.2	24 (23~25)	58	NR
早	21-Apr-20	30	1.6	57	1.77	31	東南 (67%)	1.2	26 (25~27)	75	NR
晚	21-Apr-20	15	0.8	34	0.67	39	北北西 (67%)	1.6	24 (23~25)	79	NR
早	27-Apr-20	22	1.8	96	1.60	9	北北東 (33%)	0.4	23 (22~24)	73	NR
晚	27-Apr-20	25	1.7	79	1.33	3	北北東 (67%)	0.8	27 (26~28)	62	NR
早	03-May-20	17	0.5	22	0.60	18	東 (67%)	0.9	28 (27~29)	72	NR

晩	03-May-20	15	0.6	32	1.23	20	北 (33%)	1.1	30 (29~31)	64	NR
早	20-Jun-20	7	0.7	31	0.63	23	北北東 (50%)	1.4	31 (30~33)	68	NR
晩	20-Jun-20	13	0.7	40	1.14	12	北北東 (40%)	1.3	33 (31~34)	61	NR
早	26-Jun-20	6	0.5	29	0.52	24	東 (60%)	1.1	32 (30~35)	62	NR
晩	26-Jun-20	6	0.8	51	0.40	16	東 (60%)	0.9	28 (27~30)	76	6.4
早	02-Jul-20	7	1.1	53	0.96	31	東南東 (20%)	1.1	32 (29~34)	63	NR
晩	02-Jul-20	9	1.4	71	0.94	12	東南東 (60%)	0.8	28 (28~28)	83	6.2
早	08-Jul-20	6	0.8	39	1.04	31	東北東 (20%)	1.2	32 (30~34)	65	NR
晩	08-Jul-20	7	0.7	35	0.95	15	東北東 (40%)	1.4	32 (31~33)	65	NR
整日	18-Sep-20	24	0.8	41	0.87	64	北北西 (42%)	0.2	32 (29~35)	65	NR
整日	24-Sep-20	17	0.7	38	0.90	64	北北西 (38%)	0.2	29 (26~32)	69	NR
整日	30-Sep-20	13	0.6	37	1.07	40	北北西 (63%)	0.2	26 (24~29)	68	NR
整日	06-Oct-20	12	0.4	21	0.51	47	北北西 (88%)	0.3	27 (24~30)	63	NR
整日	12-Oct-20	14	0.7	39	0.75	44	北北西 (42%)	0.2	29 (26~33)	74	NR
整日	18-Oct-20	15	0.4	23	0.57	54	北北西 (92%)	0.2	26 (24~30)	69	NR
整日	24-Oct-20	18	0.5	38	0.85	46	北北西 (58%)	0.2	24 (22~29)	61	0.2
早	30-Oct-20	16	0.5	28	-	39	北北西 (100%)	-	24 (24~25)	66	NR
晩	30-Oct-20	22	0.6	35	1.00	36	北北西 (100%)	-	24 (23~25)	58	NR
早	05-Nov-20	23	1.4	103	1.70	9	東北東 (33%)	-	23 (22~25)	67	NR
晩	05-Nov-20	27	1.0	51	1.37	24	北北西 (67%)	-	25 (25~26)	66	NR
早	11-Nov-20	12	1.1	68	1.35	20	北北西 (67%)	-	22 (20~23)	65	NR
晩	11-Nov-20	17	0.7	46	1.15	24	北北西 (67%)	-	23 (23~24)	61	NR
早	17-Nov-20	44	1.9	97	1.33	19	東 (67%)	-	25 (25~27)	76	NR
晩	17-Nov-20	37	1.6	88	2.73	29	北 (100%)	-	27 (27~28)	65	NR

附錄六 監測地區 $PM_{2.5}$ 質量及化學成分濃度與占比

(一) 化學成分濃度資料彙整

本計畫化學成分濃度計算方法說明：

1. $PM_{2.5}$ 修正後濃度=$PM_{2.5}$ 未修正濃度+揮發離子+揮發 OC。未修正濃度是由鐵氟龍濾紙採集獲得，鐵氟龍濾紙不會吸附 VOCs。
2. $PM_{2.5}$ 修正(%)=(揮發離子+揮發 OC)/$PM_{2.5}$ 修正濃度。
3. 已解析成分(%)=[金屬元素濃度(不含水溶性成分已分析者)+修正後離子濃度+修正後 OC+EC]/$PM_{2.5}$ 修正後濃度。
4. 修正後離子占比(%)=(揮發離子+原始離子)/$PM_{2.5}$ 修正後濃度。
5. 修正後碳成分占比(%)=(揮發 OC+未修正 OC+EC)/$PM_{2.5}$ 修正後濃度。
6. 金屬元素占比(%)=金屬元素濃度(扣除離子成分已分析者)/$PM_{2.5}$ 修正後濃度。
7. 金屬元素濃度=包含水溶性離子解析成分
8. 揮發離子修正(%)=揮發離子/修正離子濃度。
9. 揮發 OC 占比(%)=揮發 OC/修正後 OC。
10. 被動吸附 VOCs 占比=被動吸附 VOCs/修正後 OC。
11. OC 揮發與吸附修正(%)=(修正後 OC-未修正 OC)/修正後 OC

花蓮站 2019 年 12 月-2020 年 2 月

濾紙類型及項目 \ Date		05Dec19	11Dec19	20Dec19	23Dec19	04Jan20	10Jan20	13Jan20	16Jan20	22Jan20	28Jan20	09Feb20	09Feb20	15Feb20	21Feb20	27Feb20
濃度及占比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	5	10	5	5	8	10	5	8	13	4	9	9	9	10	11
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	5	10	5	6	9	11	6	9	14	4	9	10	10	10	11
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	6	4	10	12	6	9	3	5	4	5	4	2	6	5	4
	已解析成分 [3] (%)	73	53	75	81	74	69	80	70	67	64	51	58	63	69	60
	修正後離子占比 [4] (%)	32	33	27	39	46	42	33	43	44	31	24	41	45	32	32
	修正後碳成分占比 [5] (%)	40	20	47	42	28	26	45	26	23	32	26	16	17	36	27
	金屬元素占比 [6] (%)	1	1	0	0	1	1	2	1	1	1	1	1	0	1	1
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.06	0.21	0.10	0.11	0.08	0.21	0.12	0.18	0.11	0.09	0.08	0.18	0.29	0.17	0.29
	NH_4^+ (μg m^{-3})	0.22	0.62	0.17	0.36	0.88	0.85	0.31	0.71	1.17	0.15	0.51	0.82	0.79	0.63	0.70
	K^+ (μg m^{-3})	0.02	0.02	0.02	0.03	0.06	0.07	0.03	0.03	0.11	0.07	0.05	0.19	0.05	0.14	0.09
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.01	0.01	0.01	0.01	0.10	0.01	0.01	0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.03
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.05	0.04	0.04	0.05	0.02	0.04	0.06	0.02	0.03	0.01	0.07	0.06	0.06	0.10	0.13
	Cl^- (μg m^{-3})	0.14	0.04	0.15	0.11	0.03	0.17	0.05	0.08	0.13	0.10	0.04	0.30	0.15	0.13	0.16
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.56	0.35	0.62	0.47	0.21	0.46	0.39	0.41	0.43	0.27	0.18	0.55	0.42	0.34	0.50
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	0.51	1.91	0.27	0.82	2.50	2.32	0.78	1.94	3.64	0.42	1.09	1.68	2.16	1.52	1.42
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	1.57	3.20	1.38	1.94	3.90	4.13	1.76	3.47	5.62	1.13	2.03	3.77	3.95	3.04	3.32
	未修正 OC (μg m^{-3})	1.74	1.69	1.84	2.02	2.01	2.06	2.05	1.67	2.30	1.59	2.14	1.77	1.67	2.83	2.57
	EC (μg m^{-3})	0.32	0.36	0.27	0.38	0.24	0.45	0.50	0.54	1.09	0.20	0.28	0.25	0.12	0.78	0.48
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	2.06	2.06	2.11	2.40	2.25	2.51	2.55	2.20	3.40	1.79	2.42	2.02	1.79	3.61	3.05
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.42	0.61	0.24	0.18	0.29	0.67	0.30	0.49	0.52	0.33	0.49	0.35	0.33	0.67	1.02
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.01	0.04	0.01	0.08	0.04	0.13	0.02	0.06	0.13	0.06	0.05	0.05	0.11	0.08	0.08
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.03	0.05	0.01	0.12	0.06	0.11	0.06	0.09	0.19	0.08	0.05	0.08	0.19	0.12	0.08
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.01	0.04	0.01	0.08	0.04	0.19	0.01	0.07	0.14	0.06	0.06	0.06	0.11	0.08	0.11
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.23	0.66	0.18	0.44	0.92	0.98	0.34	0.78	1.30	0.21	0.56	0.87	0.90	0.71	0.78
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.59	0.40	0.63	0.59	0.27	0.58	0.45	0.50	0.61	0.36	0.23	0.63	0.61	0.46	0.58
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.15	0.08	0.16	0.19	0.07	0.36	0.06	0.15	0.26	0.17	0.10	0.35	0.26	0.21	0.27
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	1.62	3.33	1.42	2.23	4.03	4.57	1.86	3.70	6.07	1.34	2.20	3.96	4.36	3.31	3.59
	揮發離子修正 [8] (%)	3	4	2	13	3	10	5	6	7	15	7	5	9	8	7
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.56	0.51	0.66	0.72	0.57	0.74	0.21	0.40	0.57	0.52	0.47	0.49	0.55	0.49	0.37
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.26	0.25	0.49	0.38	0.39	0.54	0.09	0.23	0.17	0.00	0.22	0.03	0.19	0.28	0.17
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.30	0.26	0.17	0.34	0.18	0.19	0.13	0.18	0.40	0.52	0.25	0.46	0.35	0.21	0.20
	修正後 OC (μg m^{-3})	1.70	1.68	2.17	2.06	2.21	2.41	2.01	1.72	2.08	1.22	2.11	1.34	1.51	2.89	2.54
	揮發 OC 占比 [9] (%)	15	15	23	19	17	23	4	13	8	0	11	2	13	10	7
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	17	16	8	17	8	8	6	10	19	43	12	34	24	7	8
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-2	-1	15	2	9	15	-2	3	-11	-31	-1	-32	-11	2	-1

花蓮站 2020 年 3 月-2020 年 5 月

濾紙類型及項目 \ Date	04Mar20	16Mar20	22Mar20	25Mar20	28Mar20	03Apr20	09Apr20	15Apr20	21Apr20	27Apr20	03May20	09May20	15May20	21May20	27May20
濃度及比															
$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	5	15	13	11	6	6	10	19	8	7	8	8	10	6	5
$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	6	15	13	12	7	6	11	20	9	7	8	8	11	6	6
$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	8	4	4	6	8	10	5	5	12	8	4	6	7	12	3
已解析成分 [3] (%)	58	73	68	70	63	69	70	64	69	61	63	76	78	74	60
修正後離子占比 [4] (%)	40	41	30	43	37	34	40	36	49	41	36	52	56	35	42
修正後碳成分占比 [5] (%)	17	29	37	26	25	34	29	27	19	20	26	24	20	38	18
金屬元素占比 [6] (%)	0	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1
單張濾紙															
Na^+(μg m^{-3})	0.19	0.12	0.11	0.22	0.29	0.09	0.19	0.17	0.16	0.16	0.33	0.24	0.21	0.04	0.19
NH_4^+ (μg m^{-3})	0.25	1.31	0.69	0.82	0.08	0.31	0.89	1.53	0.76	0.49	0.42	0.64	1.21	0.28	0.32
K^+ (μg m^{-3})	0.05	0.08	0.17	0.08	0.03	0.03	0.07	0.24	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.01	0.01
Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.01	0.02	0.01	0.01	0.27	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.06	0.14	0.08	0.18	0.04	0.04	0.12	0.10	0.06	0.11	0.11	0.07	0.10	0.14	0.05
Cl^- (μg m^{-3})	0.09	0.01	0.05	0.07	0.25	0.03	0.06	0.05	0.07	0.05	0.21	0.13	0.07	0.01	0.13
NO_3^- (μg m^{-3})	0.25	0.44	0.27	0.43	0.32	0.23	0.44	0.65	0.45	0.44	0.42	0.43	0.32	0.48	0.37
SO_4^{2-} (μg m^{-3})	0.99	3.72	2.45	2.85	0.78	0.96	2.34	3.87	1.82	1.36	1.32	2.46	3.52	0.80	1.18
未修正離子濃度(μg m^{-3})	1.89	5.85	3.81	4.66	2.06	1.70	4.11	6.62	3.36	2.64	2.87	4.01	5.48	1.77	2.25
未修正 OC (μg m^{-3})	1.24	3.55	4.25	2.69	1.58	1.74	2.72	4.57	1.95	1.51	1.94	1.85	2.06	1.99	1.19
EC (μg m^{-3})	0.26	0.81	0.72	0.34	0.21	0.33	0.56	0.61	0.33	0.19	0.34	0.27	0.32	0.40	0.13
未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	1.51	4.36	4.97	3.03	1.79	2.07	3.27	5.19	2.28	1.70	2.28	2.12	2.39	2.38	1.32
金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.29	1.11	0.65	0.67	0.53	0.43	0.53	0.77	0.32	0.26	0.62	0.43	0.71	0.17	0.26
多張濾紙															
揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.11	0.09	0.07	0.08	0.10	0.11	0.06	0.14	0.28	0.09	0.04	0.06	0.15	0.12	0.02
揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.21	0.19	0.11	0.14	0.19	0.23	0.10	0.22	0.60	0.17	0.03	0.09	0.29	0.25	0.03
揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.10	0.07	0.07	0.08	0.09	0.08	0.07	0.14	0.19	0.08	0.06	0.05	0.13	0.08	0.03
修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.36	1.41	0.76	0.90	0.18	0.41	0.95	1.66	1.04	0.58	0.46	0.70	1.36	0.40	0.34
修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.46	0.64	0.38	0.57	0.51	0.46	0.54	0.87	1.05	0.61	0.45	0.53	0.60	0.73	0.41
修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.19	0.08	0.11	0.14	0.34	0.11	0.12	0.19	0.26	0.12	0.27	0.18	0.20	0.09	0.16
修正後離子濃度(μg m^{-3})	2.32	6.20	4.07	4.96	2.44	2.11	4.34	7.11	4.44	2.97	3.01	4.21	6.04	2.22	2.33
揮發離子修正 [8] (%)	18	6	6	6	16	20	5	7	24	11	5	5	9	20	4
第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.55	0.42	0.67	0.73	0.40	0.38	0.69	0.68	0.60	0.70	0.62	0.72	0.69	0.55	0.52
揮發 OC (μg m^{-3})	0.03	0.21	0.32	0.37	0.12	0.22	0.30	0.45	0.05	0.23	0.20	0.25	0.19	0.29	0.09
被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.52	0.21	0.36	0.36	0.28	0.16	0.39	0.23	0.55	0.47	0.42	0.47	0.50	0.27	0.43
修正後 OC (μg m^{-3})	0.75	3.55	4.21	2.69	1.42	1.80	2.62	4.79	1.45	1.27	1.82	1.69	1.87	2.01	0.86
揮發 OC 占比 [9] (%)	4	6	7	14	9	12	11	9	3	18	11	15	10	14	11
被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	70	6	9	14	19	9	15	5	38	37	23	28	27	13	50
OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-66	0	-1	0	-11	3	-4	5	-35	-19	-7	-9	-10	1	-39

花蓮站 2020 年 6 月-2020 年 8 月

濾紙類型及項目	Date	02Jun20	08Jun20	14Jun20	20Jun20	26Jun20	02Jul20	08Jul20	14Jul20	20Jul20	26Jul20	01Aug20	07Aug20	13Aug20	19Aug20	25Aug20	31Aug20
比濃度及比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	6	4	5	7	8	5	8	4	4	4	4	12	4	14	7	6
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	7	5	5	7	8	5	8	4	4	5	5	12	4	15	7	6
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	8	9	4	4	7	5	3	1	3	7	17	2	7	2	7	2
	已解析成分 [3] (%)	79	60	62	74	79	66	69	66	54	69	71	69	70	63	60	62
	修正後離子占比 [4] (%)	42	34	35	39	38	23	38	36	24	22	19	54	23	49	31	41
	修正後碳成分占比 [5] (%)	36	26	26	35	40	42	31	30	29	45	52	13	46	10	28	20
	金屬元素占比 [6] (%)	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	2	1	4	1	1
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.04	0.03	0.21	0.12	0.15	0.16	0.23	0.19	0.14	0.09	0.01	0.02	0.02	0.02	0.23	0.31
	NH_4^+ (μg m^{-3})	0.73	0.22	0.18	0.63	0.62	0.17	0.54	0.18	0.10	0.19	0.05	1.89	0.11	1.92	0.40	0.47
	K^+ (μg m^{-3})	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.05	0.09	0.07	0.07	0.10	0.07	0.08	0.06	0.05	0.06	0.03	0.04	0.04	0.07	0.06	0.07
	Cl^- (μg m^{-3})	0.06	0.06	0.25	0.05	0.11	0.01	0.05	0.15	0.10	0.03	0.19	0.07	0.07	0.02	0.10	0.24
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.22	0.31	0.29	0.32	0.35	0.23	0.38	0.23	0.15	0.12	0.27	0.24	0.28	0.19	0.30	0.35
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	1.64	0.59	0.55	1.53	1.56	0.51	1.56	0.54	0.36	0.50	0.32	4.41	0.34	4.78	0.79	1.08
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	2.76	1.33	1.59	2.74	2.93	1.17	2.86	1.38	0.93	1.01	0.89	6.68	0.88	7.02	1.89	2.54
	未修正 OC (μg m^{-3})	2.17	1.62	1.58	2.57	2.83	2.20	2.45	1.77	1.58	1.95	2.01	1.77	2.30	1.58	2.06	1.47
	EC (μg m^{-3})	0.16	0.11	0.06	0.33	0.45	0.20	0.38	0.05	0.08	0.12	0.05	0.20	0.23	0.23	0.30	0.20
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	2.33	1.73	1.65	2.90	3.28	2.40	2.84	1.83	1.65	2.07	2.06	1.97	2.53	1.81	2.36	1.67
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.21	0.19	0.24	0.32	0.35	0.23	0.26	0.38	0.33	0.25	0.45	0.69	0.29	1.29	0.55	0.72
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.04	0.08	0.02	0.04	0.06	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.03	0.04	0.14	0.02
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.06	0.14	0.05	0.07	0.08	0.01	0.08	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.06	0.01
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.03	0.07	0.01	0.04	0.07	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.05	0.04	0.04	0.05	0.23	0.03
	修正後的 NH_4^+(μg m^{-3})	0.77	0.30	0.20	0.67	0.67	0.18	0.58	0.19	0.11	0.20	0.08	1.91	0.14	1.96	0.53	0.48
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.29	0.45	0.35	0.39	0.43	0.24	0.46	0.25	0.16	0.14	0.28	0.25	0.31	0.22	0.36	0.37
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.09	0.13	0.26	0.09	0.18	0.02	0.09	0.16	0.11	0.04	0.24	0.11	0.12	0.07	0.33	0.26
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	2.89	1.61	1.68	2.89	3.14	1.20	3.04	1.41	0.96	1.05	0.98	6.76	0.98	7.13	2.31	2.61
	揮發離子修正 [8] (%)	5	17	5	5	7	3	6	2	4	3	10	1	11	2	18	2
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.70	0.75	0.61	0.66	0.66	0.64	0.48	0.65	0.62	0.55	0.99	0.77	0.98	0.71	0.55	0.59
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.43	0.14	0.11	0.17	0.36	0.24	0.06	0.00	0.09	0.30	0.79	0.21	0.21	0.18	0.13	0.08
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.27	0.61	0.50	0.49	0.30	0.41	0.42	0.65	0.54	0.25	0.20	0.56	0.77	0.53	0.42	0.51
	修正後 OC (μg m^{-3})	2.33	1.15	1.19	2.26	2.89	2.03	2.09	1.12	1.13	2.00	2.61	1.42	1.74	1.23	1.77	1.03
	揮發 OC 占比 [9] (%)	19	12	9	8	12	12	3	0	8	15	30	15	12	15	7	7
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	12	53	42	21	10	20	20	58	48	13	8	40	44	43	24	50
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	7	-41	-33	-14	2	-8	-18	-58	-40	2	23	-25	-32	-28	-16	-42

花蓮站 2020 年 9 月-2020 年 11 月

濾紙類型及項目 \ Date		06Sep20	12Sep20	18Sep20	24Sep20	30Sep20	06Oct20	12Oct20	18Oct20	24Oct20	30Oct20	05Nov20	11Nov20	17Nov20	23Nov20	29Nov20
濃度及比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	16	6	4	7	7	6	4	3	11	12	8	8	6	3	3
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	16	6	5	8	7	6	4	3	11	12	8	8	6	4	3
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	4	6	5	8	8	2	13	6	3	5	3	1	5	12	8
	已解析成分 [3] (%)	69	59	65	69	69	61	81	82	64	69	76	70	68	81	81
	修正後離子占比 [4] (%)	49	34	31	46	41	51	45	43	46	55	55	61	45	52	49
	修正後碳成分占比 [5] (%)	19	24	34	22	26	9	36	38	14	13	20	8	23	28	31
	金屬元素占比 [6] (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	1	1
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.48	0.07	0.21	0.23	0.20	0.51	0.18	0.13	0.46	0.48	0.36	0.49	0.44	0.28	0.18
	NH_4^+ (μg m^{-3})	1.38	0.41	0.13	0.64	0.41	0.36	0.28	0.13	0.77	1.02	0.61	0.62	0.19	0.05	0.07
	K^+ (μg m^{-3})	0.01	0.01	0.01	0.06	0.09	0.01	0.06	0.06	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.08	0.07
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.05	0.01	0.01	0.02	0.02	0.06	0.01	0.01	0.06	0.06	0.04	0.06	0.05	0.03	0.01
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.08	0.05	0.07	0.07	0.07	0.15	0.11	0.09	0.14	0.14	0.08	0.08	0.06	0.06	0.03
	Cl^- (μg m^{-3})	0.24	0.15	0.13	0.27	0.25	0.85	0.20	0.26	0.63	0.49	0.20	0.53	0.48	0.34	0.25
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.64	0.10	0.28	0.41	0.40	0.33	0.25	0.19	0.61	0.78	0.39	0.36	0.31	0.26	0.14
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	4.78	1.01	0.51	1.64	1.11	0.94	0.62	0.38	2.22	3.15	2.49	2.66	0.95	0.42	0.47
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	7.66	1.80	1.36	3.33	2.54	3.21	1.70	1.25	4.97	6.21	4.27	4.89	2.55	1.51	1.22
	未修正 OC (μg m^{-3})	2.72	1.61	1.65	1.68	2.07	0.88	1.31	1.30	1.42	1.48	1.62	1.01	1.20	1.40	1.06
	EC (μg m^{-3})	0.37	0.23	0.10	0.33	0.17	0.03	0.05	0.21	0.30	0.14	0.28	0.16	0.19	0.10	0.04
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	3.09	1.84	1.74	2.01	2.24	0.90	1.36	1.51	1.71	1.62	1.91	1.16	1.39	1.50	1.10
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	1.23	0.18	0.39	0.42	0.45	0.95	0.30	0.23	1.31	1.31	0.85	0.96	0.93	0.64	0.42
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.09	0.09	0.01	0.10	0.13	0.03	0.05	0.04	0.04	0.13	0.01	0.02	0.02	0.13	0.03
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.12	0.01	0.01	0.18	0.16	0.01	0.13	0.08	0.06	0.19	0.01	0.01	0.04	0.17	0.10
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.10	0.17	0.01	0.09	0.16	0.05	0.01	0.03	0.05	0.15	0.01	0.03	0.01	0.15	0.01
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	1.47	0.50	0.14	0.74	0.54	0.39	0.32	0.18	0.81	1.16	0.62	0.64	0.21	0.18	0.10
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.76	0.11	0.29	0.59	0.56	0.34	0.38	0.27	0.66	0.97	0.41	0.37	0.34	0.43	0.24
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.34	0.32	0.14	0.36	0.41	0.90	0.21	0.29	0.68	0.64	0.21	0.57	0.49	0.49	0.26
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	7.97	2.08	1.40	3.71	3.00	3.30	1.89	1.41	5.12	6.68	4.31	4.96	2.61	1.95	1.37
	揮發離子修正 [8] (%)	4	13	2	10	15	3	10	11	3	7	1	1	2	23	11
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.68	0.49	0.57	0.71	0.61	0.45	0.57	0.37	0.50	0.44	0.68	0.47	0.47	0.49	0.37
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.32	0.08	0.19	0.25	0.14	0.05	0.36	0.03	0.20	0.18	0.19	0.00	0.20	0.01	0.08
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.36	0.41	0.39	0.46	0.46	0.40	0.21	0.33	0.30	0.26	0.49	0.47	0.27	0.48	0.29
	修正後 OC (μg m^{-3})	2.68	1.28	1.45	1.47	1.76	0.53	1.45	1.00	1.31	1.41	1.32	0.53	1.13	0.93	0.84
	揮發 OC 占比 [9] (%)	12	6	13	17	8	10	25	3	15	13	14	0	18	1	9
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	13	32	27	31	26	74	15	33	23	18	37	89	24	51	35
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-1	-26	-14	-14	-18	-65	10	-30	-8	-5	-23	-89	-6	-50	-26

板橋站 2019 年 12 月-2020 年 2 月

濾紙類型及項目	Date	05Dec19	11Dec19	17Dec19	23Dec19	04Jan20	07Jan20	10Jan20	16Jan20	22Jan20	28Jan20	03Feb20	09Feb20	15Feb20	21Feb20	27Feb20
濃度及占比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	11	16	21	7	11	30	19	11	37	8	13	18	14	19	12
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	11	18	25	8	12	34	20	12	40	9	14	19	17	20	13
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	3	10	18	8	8	13	5	8	8	6	8	3	16	7	3
	已解析成分 [3] (%)	65	77	82	76	87	76	72	70	76	74	75	77	84	79	64
	修正後離子占比 [4] (%)	40	46	35	42	41	41	41	46	45	45	37	46	44	49	42
	修正後碳成分占比 [5] (%)	23	29	44	33	44	33	29	24	31	28	37	29	38	29	20
	金屬元素占比 [6] (%)	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.11	0.23	0.14	0.22	0.11	0.20	0.39	0.22	0.19	0.20	0.16	0.38	0.20	0.44	0.47
	NH_4^+ (μg m^{-3})	0.99	1.37	1.09	0.54	0.93	2.16	1.47	1.03	3.98	0.66	0.96	1.80	1.36	1.83	0.85
	K^+ (μg m^{-3})	0.05	0.10	0.12	0.02	0.06	0.15	0.08	0.03	0.26	0.11	0.11	0.27	0.12	0.14	0.10
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05	0.01	0.04	0.06
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.04	0.11	0.11	0.04	0.03	0.06	0.09	0.07	0.09	0.06	0.09	0.05	0.05	0.09	0.15
	Cl^- (μg m^{-3})	0.25	0.06	0.07	0.19	0.01	0.18	0.18	0.11	0.30	0.30	0.10	0.28	0.12	0.40	0.37
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.74	0.90	0.86	0.58	0.24	3.10	1.86	0.91	5.08	0.85	1.10	1.09	0.99	2.79	0.72
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	2.15	4.27	2.98	1.39	2.75	4.99	3.83	2.54	5.63	1.55	1.97	4.34	2.86	3.18	2.34
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	4.33	7.07	5.39	3.00	4.13	10.87	7.94	4.93	15.55	3.74	4.49	8.28	5.70	8.91	5.07
	未修正 OC (μg m^{-3})	2.07	4.16	8.33	2.19	4.78	7.72	4.88	2.34	8.61	1.73	4.10	4.83	4.98	4.21	2.03
	EC (μg m^{-3})	0.63	1.08	1.83	0.40	0.91	2.54	1.01	0.64	3.92	0.38	0.85	0.43	1.10	1.32	0.62
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	2.70	5.24	10.16	2.60	5.69	10.26	5.89	2.99	12.53	2.11	4.95	5.27	6.08	5.54	2.66
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.78	1.66	1.63	0.50	0.47	1.13	1.03	0.58	1.35	0.35	0.45	0.81	0.72	1.02	1.09
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.05	0.33	0.85	0.08	0.22	0.91	0.14	0.19	0.63	0.05	0.16	0.08	0.47	0.26	0.09
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.08	0.61	2.23	0.11	0.51	1.46	0.18	0.36	1.54	0.08	0.32	0.11	1.27	0.48	0.11
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.06	0.29	0.34	0.09	0.13	0.91	0.16	0.16	0.32	0.05	0.13	0.09	0.16	0.23	0.10
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	1.04	1.70	1.94	0.62	1.15	3.07	1.61	1.23	4.61	0.71	1.12	1.89	1.82	2.09	0.94
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.81	1.51	3.10	0.69	0.75	4.56	2.04	1.27	6.62	0.93	1.42	1.20	2.26	3.27	0.83
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.31	0.35	0.42	0.28	0.14	1.09	0.35	0.27	0.62	0.35	0.23	0.37	0.29	0.63	0.47
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	4.52	8.30	8.82	3.28	4.98	14.15	8.42	5.64	18.04	3.92	5.10	8.56	7.60	9.88	5.36
	揮發離子修正 [8] (%)	4	15	39	9	17	23	6	13	14	5	12	3	25	10	6
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.47	0.99	1.23	0.65	0.61	1.33	0.84	0.53	1.62	0.42	0.85	0.53	1.08	0.58	0.44
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.18	0.52	1.12	0.33	0.14	1.15	0.44	0.24	0.73	0.34	0.48	0.35	0.78	0.41	0.14
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.29	0.47	0.11	0.32	0.47	0.18	0.40	0.29	0.89	0.07	0.37	0.18	0.31	0.17	0.31
	修正後 OC (μg m^{-3})	1.96	4.22	9.34	2.21	4.46	8.69	4.92	2.29	8.45	2.01	4.21	5.01	5.44	4.45	1.86
	揮發 OC 占比 [9] (%)	9	12	12	15	3	13	9	10	9	17	12	7	14	9	7
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	15	11	1	14	11	2	8	13	11	4	9	4	6	4	16
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-5	1	11	1	-7	11	1	-2	-2	14	3	3	9	5	-9

板橋站 2020 年 3 月-2020 年 5 月

濾紙類型及項目 \ Date	04Mar20	10Mar20	16Mar20	22Mar20	28Mar20	03Apr20	09Apr20	15Apr20	21Apr20	27Apr20	03May20	09May20	15May20	21May20	27May20
濃度及比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	7	8	14	24	4	15	13	30	13	9	19	11	22	6	6
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	8	8	15	28	5	16	14	34	14	10	21	12	24	7	7
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	8	7	6	12	12	5	6	11	10	7	8	9	9	13	11
	已解析成分 [3] (%)	76	80	67	72	72	63	69	71	77	67	72	83	85	80	81
	修正後離子占比 [4] (%)	47	38	44	44	33	44	45	36	43	31	45	42	54	28	39
	修正後碳成分占比 [5] (%)	27	40	18	26	38	17	22	33	33	35	26	41	30	50	41
	金屬元素占比 [6] (%)	2	2	4	1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.22	0.18	0.18	0.32	0.21	0.35	0.29	0.19	0.18	0.23	0.31	0.19	0.22	0.12	0.19
	NH_4^+ (μg m^{-3})	0.53	0.53	1.12	2.01	0.19	1.31	1.15	1.93	1.14	0.40	1.56	0.74	2.71	0.25	0.35
	K^+ (μg m^{-3})	0.06	0.04	0.10	0.24	0.01	0.09	0.09	0.24	0.04	0.03	0.07	0.02	0.06	0.01	0.01
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.01	0.01	0.03	0.03	0.01	0.04	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.13	0.06	0.20	0.12	0.05	0.08	0.13	0.11	0.15	0.09	0.14	0.08	0.12	0.10	0.04
	Cl^- (μg m^{-3})	0.11	0.09	0.01	0.04	0.09	0.16	0.04	0.06	0.07	0.08	0.06	0.01	0.01	0.01	0.06
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.45	0.58	0.62	1.13	0.28	1.07	0.59	1.23	0.77	0.49	0.53	0.31	0.56	0.41	0.39
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	1.69	1.44	4.01	5.59	0.61	3.46	3.50	5.30	2.81	1.26	5.38	2.91	7.38	0.84	1.34
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	3.20	2.93	6.27	9.47	1.44	6.56	5.82	9.07	5.18	2.61	8.07	4.27	11.07	1.74	2.40
	未修正 OC (μg m^{-3})	1.73	3.11	2.23	5.89	1.55	2.92	2.18	8.22	3.42	2.34	4.66	3.98	5.53	2.67	2.13
	EC (μg m^{-3})	0.40	0.55	0.38	1.05	0.07	0.39	0.72	2.63	1.06	1.02	0.86	0.62	1.41	0.68	0.40
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	2.13	3.65	2.61	6.93	1.62	3.31	2.90	10.85	4.48	3.36	5.52	4.61	6.94	3.35	2.53
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.59	0.47	1.49	1.36	0.28	1.41	0.95	1.53	0.38	0.49	0.53	0.35	0.81	0.28	0.28
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.08	0.07	0.14	0.69	0.05	0.16	0.15	0.81	0.22	0.10	0.31	0.13	0.40	0.09	0.06
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.18	0.13	0.31	1.88	0.08	0.16	0.22	1.56	0.48	0.13	0.73	0.31	1.12	0.22	0.11
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.06	0.06	0.09	0.24	0.04	0.22	0.16	0.66	0.16	0.11	0.17	0.08	0.12	0.05	0.04
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.61	0.60	1.26	2.70	0.23	1.47	1.30	2.74	1.37	0.50	1.87	0.87	3.11	0.34	0.40
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.63	0.71	0.93	3.01	0.35	1.23	0.82	2.79	1.24	0.62	1.26	0.62	1.68	0.63	0.50
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.17	0.15	0.10	0.28	0.13	0.38	0.20	0.72	0.23	0.19	0.23	0.09	0.13	0.06	0.11
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	3.52	3.20	6.81	12.27	1.60	7.11	6.35	12.10	6.03	2.95	9.29	4.79	12.70	2.11	2.61
	揮發離子修正 [8] (%)	9	8	8	23	10	8	8	25	14	12	13	11	13	17	8
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.61	0.94	0.67	0.75	0.61	1.15	0.45	1.06	0.97	0.62	0.94	0.81	0.95	0.81	0.85
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.27	0.33	0.42	0.54	0.41	0.27	0.33	0.70	0.55	0.30	0.41	0.47	0.54	0.57	0.54
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.35	0.60	0.25	0.22	0.20	0.88	0.12	0.35	0.42	0.32	0.53	0.35	0.40	0.24	0.31
	修正後 OC (μg m^{-3})	1.65	2.84	2.41	6.21	1.77	2.31	2.39	8.56	3.55	2.32	4.54	4.10	5.67	3.00	2.36
	揮發 OC 占比 [9] (%)	16	12	18	9	23	12	14	8	16	13	9	11	10	19	23
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	21	21	10	3	11	38	5	4	12	14	12	8	7	8	13
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-5	-9	7	5	12	-26	9	4	4	-1	-3	3	2	11	10

板橋站 2020 年 6 月-2020 年 8 月

濾紙類型及項目 \ Date		02Jun20	08Jun20	14Jun20	20Jun20	26Jun20	02Jul20	08Jul20	14Jul20	20Jul20	26Jul20	01Aug20	07Aug20	13Aug20	19Aug20	25Aug20	31Aug20
濃度及比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	10	7	14	12	10	8	9	16	12	10	6	11	12	19	12	10
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	11	8	15	12	11	9	9	17	12	11	7	12	13	19	13	11
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	9	14	6	7	6	7	6	7	6	9	8	5	9	3	7	4
	已解析成分 [3] (%)	81	78	67	73	75	70	73	72	65	76	59	70	71	67	65	68
	修正後離子占比 [4] (%)	38	24	37	29	24	21	25	31	30	25	25	34	27	51	34	51
	修正後碳成分占比 [5] (%)	42	52	30	43	50	48	47	40	34	50	32	33	43	13	29	17
	金屬元素占比 [6] (%)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	3	2	1
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.06	0.01	0.07	0.09	0.04	0.09	0.13	0.12	0.08	0.08	0.01	0.01	0.01	0.02	0.23	0.32
	NH_4^+ (μg m^{-3})	1.00	0.37	1.19	0.77	0.58	0.33	0.46	0.98	0.75	0.53	0.31	0.87	0.81	2.52	0.92	1.07
	K^+ (μg m^{-3})	0.01	0.03	0.04	0.04	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.01
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.07	0.06	0.08	0.11	0.08	0.07	0.09	0.06	0.07	0.06	0.05	0.06	0.04	0.10	0.12	0.07
	Cl^- (μg m^{-3})	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.07	0.01	0.01	0.01	0.03	0.16
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.26	0.27	0.36	0.30	0.21	0.18	0.21	0.16	0.18	0.15	0.34	0.28	0.29	0.20	0.37	0.33
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	2.40	0.78	2.94	1.96	1.37	0.84	1.27	3.15	2.24	1.43	0.84	2.58	1.96	6.63	2.24	3.24
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	3.83	1.54	4.72	3.31	2.33	1.54	2.17	4.50	3.36	2.27	1.63	3.84	3.14	9.50	3.96	5.23
	未修正 OC (μg m^{-3})	3.86	3.45	4.03	4.29	4.39	3.49	3.39	5.71	3.79	4.16	2.13	3.55	4.08	1.91	3.41	1.71
	EC (μg m^{-3})	0.64	0.93	0.68	0.89	1.15	0.74	0.78	1.01	0.56	1.01	0.20	0.65	1.07	0.97	0.70	0.35
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	4.50	4.38	4.71	5.18	5.54	4.23	4.17	6.72	4.35	5.17	2.33	4.20	5.15	2.87	4.11	2.06
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.43	0.24	0.25	0.41	0.29	0.16	0.36	0.41	0.18	0.35	0.55	0.60	0.45	1.21	0.85	0.59
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.11	0.12	0.15	0.08	0.07	0.07	0.03	0.17	0.09	0.12	0.03	0.08	0.10	0.10	0.18	0.07
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.36	0.33	0.50	0.16	0.19	0.19	0.09	0.49	0.18	0.16	0.05	0.16	0.24	0.25	0.24	0.05
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.01	0.04	0.01	0.06	0.03	0.03	0.01	0.05	0.08	0.13	0.03	0.06	0.06	0.05	0.20	0.10
	修正後的 NH_4^+(μg m^{-3})	1.12	0.48	1.35	0.85	0.65	0.40	0.49	1.15	0.84	0.65	0.34	0.95	0.91	2.62	1.10	1.14
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.62	0.60	0.86	0.46	0.40	0.38	0.29	0.65	0.37	0.31	0.39	0.44	0.53	0.45	0.61	0.39
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.04	0.06	0.03	0.08	0.04	0.04	0.02	0.06	0.09	0.14	0.10	0.06	0.07	0.06	0.23	0.26
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	4.32	2.03	5.38	3.61	2.63	1.84	2.30	5.21	3.71	2.68	1.74	4.13	3.54	9.91	4.58	5.45
	揮發離子修正 [8] (%)	11	24	12	8	11	16	5	14	10	16	6	7	11	4	14	4
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.87	1.32	0.69	0.95	0.92	0.66	0.74	0.94	0.98	0.75	1.00	0.87	1.10	0.68	0.92	0.66
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.55	0.67	0.18	0.53	0.38	0.34	0.47	0.48	0.42	0.50	0.41	0.33	0.76	0.19	0.31	0.20
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.32	0.64	0.51	0.42	0.54	0.32	0.27	0.46	0.56	0.25	0.59	0.54	0.35	0.49	0.61	0.46
	修正後 OC (μg m^{-3})	4.09	3.49	3.70	4.40	4.22	3.50	3.58	5.73	3.66	4.42	1.95	3.35	4.49	1.61	3.11	1.46
	揮發 OC 占比 [9] (%)	13	19	5	12	9	10	13	8	12	11	21	10	17	12	10	14
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	8	18	14	9	13	9	8	8	15	6	30	16	8	30	20	31
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	6	1	-9	3	-4	0	5	0	-4	6	-9	-6	9	-18	-10	-17

板橋站 2020 年 9 月-2020 年 11 月

濾紙類型及項目 \ Date	06Sep20	12Sep20	18Sep20	24Sep20	30Sep20	06Oct20	12Oct20	18Oct20	24Oct20	30Oct20	05Nov20	11Nov20	17Nov20	23Nov20	29Nov20
濃度及比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	16	12	16	7	9	10	5	12	14	14	10	11	7	7	6
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	16	13	17	7	10	11	5	12	15	15	10	11	7	8	6
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	4	8	6	8	9	6	6	3	3	3	1	2	4	9	5
	已解析成分 [3] (%)	68	82	72	87	83	68	79	78	69	72	75	73	80	77	76
	修正後離子占比 [4] (%)	43	42	35	44	42	47	49	57	48	52	51	55	45	54	48
	修正後碳成分占比 [5] (%)	24	38	35	41	40	19	28	19	19	17	21	17	32	21	27
	金屬元素占比 [6] (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	2	1	2
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.26	0.13	0.36	0.22	0.20	0.79	0.25	0.62	0.55	0.62	0.49	0.55	0.59	0.47	0.25
	NH_4^+ (μg m^{-3})	1.34	1.08	1.06	0.51	0.71	0.55	0.40	1.04	0.92	1.05	0.71	0.73	0.21	0.41	0.33
	K^+ (μg m^{-3})	0.01	0.01	0.02	0.06	0.06	0.01	0.05	0.11	0.13	0.09	0.08	0.09	0.08	0.08	0.07
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.02	0.01	0.03	0.02	0.01	0.11	0.03	0.08	0.07	0.09	0.05	0.07	0.08	0.05	0.02
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.11	0.08	0.09	0.11	0.07	0.10	0.07	0.11	0.19	0.19	0.10	0.10	0.08	0.08	0.06
	Cl^- (μg m^{-3})	0.01	0.17	0.04	0.29	0.32	1.23	0.39	0.80	0.37	0.60	0.44	0.49	0.71	0.72	0.30
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.52	0.25	0.52	0.54	0.68	0.61	0.25	0.63	0.60	0.98	0.36	0.44	0.39	0.34	0.24
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	4.27	3.10	3.29	1.17	1.52	1.51	0.98	3.05	4.02	3.54	2.94	3.36	1.11	1.69	1.36
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	6.55	4.83	5.41	2.93	3.57	4.91	2.43	6.44	6.84	7.16	5.17	5.83	3.25	3.84	2.64
	未修正 OC (μg m^{-3})	3.65	4.13	4.99	2.44	3.35	1.63	1.22	2.06	2.07	2.35	2.08	1.78	2.02	1.51	1.48
	EC (μg m^{-3})	0.60	1.08	1.01	0.64	0.61	0.21	0.24	0.52	0.78	0.36	0.40	0.32	0.32	0.26	0.33
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	4.25	5.21	6.00	3.07	3.95	1.84	1.46	2.59	2.85	2.72	2.48	2.10	2.33	1.77	1.81
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	1.02	0.56	1.10	0.51	0.52	1.28	0.51	1.15	1.40	1.70	1.32	1.30	1.42	0.96	0.69
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.13	0.20	0.15	0.10	0.15	0.05	0.02	0.08	0.06	0.14	0.02	0.04	0.01	0.14	0.06
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.30	0.40	0.50	0.13	0.26	0.10	0.06	0.10	0.08	0.14	0.01	0.01	0.01	0.19	0.12
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.07	0.15	0.01	0.11	0.14	0.05	0.01	0.10	0.07	0.18	0.02	0.07	0.01	0.16	0.05
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	1.46	1.28	1.21	0.61	0.86	0.61	0.43	1.11	0.98	1.19	0.73	0.77	0.22	0.55	0.39
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.82	0.66	1.02	0.67	0.95	0.70	0.31	0.73	0.68	1.13	0.37	0.45	0.41	0.53	0.36
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.08	0.31	0.05	0.40	0.46	1.27	0.40	0.90	0.44	0.78	0.46	0.56	0.72	0.88	0.35
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	7.05	5.58	6.07	3.26	4.12	5.10	2.52	6.71	7.05	7.62	5.22	5.95	3.28	4.33	2.87
	揮發離子修正 [8] (%)	7	13	11	10	13	4	4	4	3	6	1	2	1	11	8
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.64	0.66	0.77	0.49	0.80	0.74	0.44	0.35	0.41	0.34	0.45	0.37	0.50	0.58	0.38
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.13	0.30	0.44	0.22	0.38	0.48	0.22	0.04	0.16	0.02	0.04	0.06	0.24	0.24	0.09
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.51	0.36	0.33	0.27	0.42	0.26	0.22	0.31	0.25	0.32	0.41	0.30	0.26	0.34	0.29
	修正後 OC (μg m^{-3})	3.27	4.07	5.09	2.39	3.30	1.84	1.23	1.79	1.99	2.06	1.71	1.55	2.00	1.41	1.28
	揮發 OC 占比 [9] (%)	4	7	9	9	11	26	18	2	8	1	2	4	12	17	7
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	16	9	7	11	13	14	18	17	13	16	24	20	13	24	22
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-12	-2	2	-2	-1	12	1	-15	-4	-14	-22	-15	-1	-7	-15

忠明站 2019 年 12 月-2020 年 2 月

濾紙類型及項目 \ Date		05Dec19	11Dec19	17Dec19	23Dec19	04Jan20	07Jan20	10Jan20	16Jan20	22Jan20	28Jan20	03Feb20	09Feb20	15Feb20	21Feb20	27Feb20
濃度及占比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	8	18	20	12	70	47	28	18	50	8	15	15	20	26	16
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	8	20	24	14	72	51	30	20	53	8	17	15	25	28	18
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	2	10	18	9	3	8	7	10	6	5	9	3	18	4	11
	已解析成分 [3] (%)	57	82	81	78	83	84	79	78	83	75	77	75	89	79	82
	修正後離子占比 [4] (%)	33	47	34	50	66	57	47	54	57	55	48	47	62	52	55
	修正後碳成分占比 [5] (%)	23	33	44	26	16	25	31	22	24	19	28	26	26	26	26
	金屬元素占比 [6] (%)	1	2	3	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.05	0.21	0.13	0.11	0.27	0.19	0.43	0.18	0.28	0.18	0.27	0.21	0.35	0.42	0.50
	NH_4^+ (μg m^{-3})	0.60	1.56	0.99	1.18	9.12	6.12	2.21	1.82	6.40	0.72	1.60	1.60	2.41	2.61	1.72
	K^+ (μg m^{-3})	0.02	0.11	0.15	0.05	0.14	0.17	0.14	0.09	0.37	0.19	0.14	0.20	0.13	0.22	0.10
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01	0.05	0.01	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.02	0.07	0.09	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.08	0.10	0.04	0.07	0.15	0.08
	Cl^- (μg m^{-3})	0.01	0.07	0.12	0.18	1.03	0.35	0.49	0.25	0.60	0.13	0.17	0.15	0.21	0.67	0.24
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.50	1.41	0.71	1.74	28.83	11.62	5.00	3.03	12.88	1.26	1.85	0.91	3.35	5.97	2.20
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	1.40	4.49	2.53	2.28	7.34	7.58	4.31	3.73	7.59	1.60	2.93	3.56	4.96	3.41	3.56
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	2.63	7.94	4.72	5.63	46.80	26.11	12.71	9.19	28.25	4.18	7.10	6.70	11.52	13.49	8.45
	未修正 OC (μg m^{-3})	1.61	5.24	7.69	3.27	9.02	9.13	6.71	3.43	8.26	1.44	3.33	3.62	5.23	5.25	3.80
	EC (μg m^{-3})	0.42	1.20	2.33	0.63	2.27	2.67	1.88	1.25	4.03	0.38	1.09	0.60	0.97	1.97	0.70
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	2.03	6.43	10.02	3.90	11.29	11.80	8.59	4.68	12.28	1.81	4.42	4.22	6.20	7.23	4.51
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.28	1.43	1.67	0.74	1.40	1.49	1.33	0.80	1.91	0.63	0.77	1.00	1.14	1.20	1.00
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.03	0.39	0.92	0.30	0.29	0.83	0.36	0.46	0.61	0.10	0.26	0.10	1.00	0.24	0.48
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.06	0.94	2.05	0.72	0.62	1.54	0.53	1.23	1.16	0.17	0.56	0.14	2.51	0.36	0.74
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.03	0.20	0.58	0.16	0.19	0.70	0.38	0.17	0.51	0.09	0.18	0.12	0.47	0.25	0.49
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.63	1.94	1.91	1.48	9.40	6.95	2.57	2.28	7.02	0.81	1.86	1.71	3.41	2.84	2.20
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.56	2.35	2.76	2.46	29.45	13.16	5.53	4.26	14.04	1.42	2.41	1.04	5.86	6.33	2.95
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.04	0.27	0.70	0.34	1.22	1.04	0.88	0.42	1.11	0.22	0.35	0.27	0.68	0.92	0.73
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	2.74	9.47	8.27	6.81	47.90	29.18	13.98	11.05	30.53	4.53	8.11	7.07	15.50	14.33	10.16
	揮發離子修正 [8] (%)	4	16	43	17	2	11	9	17	7	8	12	5	26	6	17
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.31	0.78	1.07	0.55	1.53	1.46	0.84	0.60	1.25	0.42	0.72	0.54	0.94	0.62	0.44
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.08	0.52	0.80	0.09	0.92	1.24	0.72	0.25	0.88	0.08	0.55	0.10	0.61	0.34	0.31
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.23	0.26	0.27	0.46	0.61	0.21	0.12	0.35	0.37	0.35	0.17	0.44	0.33	0.28	0.13
	修正後 OC (μg m^{-3})	1.46	5.50	8.23	2.91	9.34	10.16	7.31	3.33	8.78	1.17	3.71	3.29	5.51	5.32	3.99
	揮發 OC 占比 [9] (%)	6	9	10	3	10	12	10	8	10	7	15	3	11	6	8
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	16	5	3	16	7	2	2	10	4	30	5	13	6	5	3
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-10	5	7	-12	3	10	8	-3	6	-23	10	-10	5	1	5

忠明站 2020 年 3 月-2020 年 5 月

濾紙類型及項目 \ Date		04Mar20	10Mar20	16Mar20	22Mar20	28Mar20	03Apr20	09Apr20	15Apr20	21Apr20	27Apr20	03May20	09May20	15May20	21May20	27May20
濃度及占比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	15	7	26	26	7	19	15	25	22	18	13	7	16	10	7
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	17	8	28	30	8	21	17	32	25	21	15	8	18	12	8
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	12	11	10	12	11	9	10	20	13	14	11	11	9	13	13
	已解析成分 [3] (%)	83	77	79	78	71	78	81	80	80	80	70	83	82	74	73
	修正後離子占比 [4] (%)	53	43	52	54	40	59	44	52	59	41	48	42	57	38	30
	修正後碳成分占比 [5] (%)	28	33	25	24	29	18	36	27	20	37	22	40	23	34	41
	金屬元素占比 [6] (%)	1	1	3	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	2
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.23	0.12	0.19	0.21	0.11	0.26	0.22	0.19	0.32	0.10	0.22	0.16	0.26	0.08	0.05
	NH_4^+ (μg m^{-3})	1.37	0.60	2.81	2.81	0.54	2.15	1.19	2.25	2.32	1.37	1.23	0.55	2.14	0.61	0.34
	K^+ (μg m^{-3})	0.08	0.04	0.18	0.30	0.04	0.11	0.11	0.21	0.10	0.08	0.09	0.04	0.06	0.03	0.01
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.02	0.01	0.05	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.15	0.06	0.27	0.08	0.05	0.05	0.12	0.09	0.08	0.10	0.07	0.05	0.11	0.08	0.08
	Cl^- (μg m^{-3})	0.09	0.03	0.09	0.26	0.04	0.25	0.05	0.08	0.06	0.03	0.08	0.01	0.06	0.01	0.03
	NO_3^- (μg m^{-3})	2.27	0.44	3.46	4.16	0.38	3.64	0.75	2.74	3.38	1.77	0.61	0.29	1.04	0.61	0.49
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	3.21	1.64	5.14	5.34	1.24	4.36	3.29	5.48	5.59	2.62	3.52	2.01	5.33	1.73	0.94
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	7.42	2.94	12.19	13.19	2.40	10.84	5.74	11.03	11.87	6.09	5.84	3.12	9.00	3.15	1.95
	未修正 OC (μg m^{-3})	3.43	2.02	6.23	6.18	1.90	3.55	4.99	6.63	4.11	6.13	2.82	2.76	3.48	3.03	2.38
	EC (μg m^{-3})	0.78	0.48	1.09	1.04	0.50	0.66	1.28	1.27	1.05	1.58	0.42	0.45	0.62	1.10	0.50
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	4.21	2.51	7.32	7.22	2.40	4.21	6.27	7.90	5.16	7.71	3.24	3.21	4.10	4.13	2.88
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.81	0.21	1.71	1.37	0.33	0.62	0.96	0.47	0.81	0.55	0.58	0.28	1.17	0.50	0.28
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.36	0.17	0.64	0.75	0.17	0.46	0.37	1.33	0.76	0.58	0.27	0.10	0.31	0.31	0.12
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.85	0.32	1.48	1.62	0.30	1.09	0.95	3.91	1.75	1.69	0.67	0.21	0.81	0.87	0.21
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.21	0.14	0.39	0.52	0.15	0.25	0.16	0.30	0.45	0.14	0.13	0.08	0.13	0.09	0.10
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	1.74	0.77	3.45	3.57	0.70	2.61	1.56	3.57	3.08	1.96	1.50	0.65	2.45	0.92	0.46
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	3.12	0.77	4.94	5.77	0.67	4.74	1.69	6.64	5.13	3.47	1.29	0.50	1.84	1.47	0.70
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.30	0.17	0.48	0.78	0.19	0.51	0.21	0.38	0.51	0.17	0.21	0.09	0.19	0.10	0.13
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	8.84	3.57	14.70	16.08	3.01	12.64	7.21	16.57	14.83	8.50	6.91	3.50	10.25	4.42	2.38
	揮發離子修正 [8] (%)	16	18	17	18	20	14	20	33	20	28	16	11	12	29	18
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.78	0.39	0.91	1.54	0.65	0.69	0.76	0.94	0.84	0.87	0.98	0.99	0.96	0.64	0.82
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.65	0.29	0.37	0.69	0.22	0.15	0.19	0.82	0.33	0.42	0.47	0.56	0.45	0.27	0.56
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.14	0.10	0.55	0.86	0.43	0.54	0.58	0.12	0.51	0.45	0.52	0.43	0.51	0.37	0.26
	修正後 OC (μg m^{-3})	3.94	2.21	6.05	6.00	1.70	3.17	4.60	7.33	3.94	6.10	2.77	2.88	3.41	2.93	2.67
	揮發 OC 占比 [9] (%)	16	13	6	11	13	5	4	11	9	7	17	19	13	9	21
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	3	5	9	14	25	17	13	2	13	7	19	15	15	13	10
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	13	8	-3	-3	-12	-12	-8	10	-4	-1	-2	4	-2	-3	11

忠明站 2020 年 6 月-2020 年 8 月

濾紙類型及項目 \ Date		02Jun20	08Jun20	14Jun20	20Jun20	26Jun20	02Jul20	08Jul20	14Jul20	20Jul20	26Jul20	01Aug20	07Aug20	13Aug20	19Aug20	25Aug20	31Aug20
濃度及比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	7	5	7	9	6	6	6	10	6	6	12	11	6	15	11	12
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	7	6	7	9	6	6	6	10	6	6	13	11	6	16	12	14
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	4	11	11	5	5	6	7	9	5	7	8	7	10	7	9	14
	已解析成分 [3] (%)	67	81	63	74	75	70	65	72	68	67	66	64	82	68	66	67
	修正後離子占比 [4] (%)	35	16	25	33	29	22	27	40	30	32	33	38	26	41	35	47
	修正後碳成分占比 [5] (%)	30	63	37	41	45	47	37	30	36	34	32	26	54	26	29	19
	金屬元素占比 [6] (%)	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.02	0.03	0.07	0.05	0.01	0.11	0.11	0.10	0.06	0.05	0.01	0.01	0.01	0.01	0.21	0.22
	NH_4^+ (μg m^{-3})	0.61	0.11	0.34	0.65	0.39	0.22	0.25	0.75	0.35	0.39	0.85	0.87	0.26	1.24	0.85	1.09
	K^+ (μg m^{-3})	0.03	0.02	0.03	0.07	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.06
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.07	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.07	0.05	0.08	0.04	0.05	0.05	0.03	0.11	0.05	0.07
	Cl^- (μg m^{-3})	0.04	0.03	0.06	0.02	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.03
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.18	0.14	0.31	0.30	0.18	0.23	0.21	0.20	0.15	0.10	0.43	0.38	0.30	0.57	0.37	0.32
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	1.38	0.38	0.75	1.55	0.93	0.59	0.74	2.38	0.97	1.05	2.25	2.45	0.64	3.51	1.88	3.15
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	2.33	0.78	1.63	2.71	1.61	1.22	1.43	3.51	1.64	1.65	3.65	3.79	1.26	5.49	3.44	4.95
	未修正 OC (μg m^{-3})	2.23	2.87	2.32	3.32	2.62	2.68	2.02	2.80	1.87	2.28	4.07	2.72	2.90	3.35	2.89	2.51
	EC (μg m^{-3})	0.29	0.60	0.27	0.46	0.30	0.50	0.34	0.50	0.26	0.32	0.64	0.45	0.79	1.01	0.49	0.38
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	2.52	3.47	2.59	3.78	2.93	3.18	2.36	3.30	2.13	2.61	4.71	3.17	3.70	4.36	3.38	2.89
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.26	0.33	0.31	0.35	0.19	0.31	0.25	0.52	0.27	0.26	0.68	0.30	0.38	0.62	0.36	0.53
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.07	0.04	0.05	0.07	0.04	0.04	0.05	0.17	0.03	0.11	0.19	0.13	0.09	0.20	0.20	0.46
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.16	0.10	0.16	0.18	0.12	0.08	0.10	0.40	0.09	0.15	0.51	0.30	0.17	0.48	0.22	1.09
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.03	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.03	0.09	0.01	0.13	0.07	0.07	0.08	0.11	0.26	0.25
	修正後的 NH_4^+(μg m^{-3})	0.67	0.15	0.39	0.72	0.43	0.26	0.30	0.92	0.38	0.50	1.04	1.00	0.35	1.45	1.05	1.55
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.34	0.24	0.47	0.48	0.30	0.31	0.31	0.60	0.24	0.25	0.95	0.68	0.46	1.05	0.59	1.41
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.08	0.04	0.07	0.05	0.02	0.03	0.07	0.10	0.02	0.14	0.08	0.08	0.09	0.14	0.29	0.29
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	2.60	0.92	1.85	2.98	1.78	1.36	1.61	4.17	1.76	2.05	4.42	4.29	1.60	6.29	4.12	6.75
	揮發離子修正 [8] (%)	10	16	12	9	9	10	11	16	7	19	18	12	22	13	17	27
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.37	0.89	1.04	0.38	0.53	0.74	0.57	0.61	0.36	0.50	0.94	0.72	0.93	0.77	0.77	0.59
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.04	0.49	0.58	0.16	0.16	0.23	0.24	0.24	0.17	0.02	0.25	0.25	0.29	0.21	0.40	0.23
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.33	0.39	0.47	0.23	0.37	0.51	0.33	0.37	0.19	0.47	0.68	0.46	0.64	0.56	0.37	0.36
	修正後 OC (μg m^{-3})	1.95	2.97	2.43	3.25	2.40	2.40	1.92	2.67	1.86	1.83	3.64	2.51	2.55	3.01	2.92	2.37
	揮發 OC 占比 [9] (%)	2	17	24	5	6	10	12	9	9	1	7	10	11	7	14	10
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	17	13	19	7	16	21	17	14	10	26	19	18	25	18	13	15
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-15	3	5	-2	-9	-12	-5	-5	-1	-24	-12	-8	-14	-11	1	-6

忠明站 2020 年 9 月-2020 年 11 月

濾紙類型及項目 \ Date		06Sep20	12Sep20	18Sep20	24Sep20	06Oct20	12Oct20	15Oct20	18Oct20	24Oct20	30Oct20	05Nov20	17Nov20	23Nov20	26Nov20	29Nov20
濃度及比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	15	11	19	13	8	10	16	7	13	13	15	32	9	23	5
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	16	12	20	15	8	11	18	7	13	14	16	35	9	25	6
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	5	10	9	12	3	6	11	4	3	6	5	9	8	11	8
	已解析成分 [3] (%)	72	79	72	68	69	80	78	79	65	75	79	89	74	80	79
	修正後離子占比 [4] (%)	44	43	37	30	48	45	44	51	41	50	44	57	40	45	39
	修正後碳成分占比 [5] (%)	26	35	33	36	19	33	32	26	20	21	33	31	32	33	38
	金屬元素占比 [6] (%)	1	1	1	2	2	2	2	2	5	3	3	1	2	2	2
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.26	0.08	0.18	0.16	0.45	0.47	0.60	0.24	0.42	0.43	0.47	0.49	0.26	0.57	0.13
	NH_4^+ (μg m^{-3})	1.35	1.02	1.38	0.67	0.52	0.74	1.09	0.67	0.83	1.08	0.94	3.74	0.41	1.36	0.27
	K^+ (μg m^{-3})	0.01	0.03	0.04	0.09	0.01	0.08	0.10	0.08	0.14	0.09	0.14	0.28	0.09	0.17	0.09
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.03	0.01	0.01	0.01	0.06	0.05	0.08	0.03	0.06	0.06	0.06	0.06	0.03	0.08	0.01
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.09	0.07	0.06	0.07	0.10	0.11	0.12	0.06	0.16	0.13	0.08	0.09	0.08	0.19	0.03
	Cl^- (μg m^{-3})	0.01	0.16	0.05	0.22	0.52	0.30	0.17	0.21	0.33	0.32	0.10	0.33	0.24	0.31	0.14
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.63	0.30	0.42	0.35	0.62	0.85	1.15	0.47	0.84	0.78	0.82	4.06	0.52	1.80	0.28
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	4.30	2.74	4.22	1.58	1.33	1.86	3.13	1.73	2.43	3.51	3.93	8.26	1.53	4.92	1.03
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	6.68	4.42	6.35	3.16	3.61	4.46	6.44	3.49	5.20	6.40	6.54	17.31	3.16	9.39	1.98
	未修正 OC (μg m^{-3})	3.71	3.44	5.44	3.96	1.72	3.43	4.42	2.12	2.44	2.49	4.42	8.43	2.76	6.47	1.78
	EC (μg m^{-3})	0.45	0.78	1.02	1.30	0.27	0.46	1.39	0.28	0.54	0.46	0.80	2.31	0.65	1.48	0.37
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	4.16	4.23	6.47	5.26	1.99	3.89	5.81	2.40	2.98	2.95	5.21	10.74	3.40	7.95	2.15
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.91	0.29	0.82	0.76	1.00	1.06	1.64	0.54	1.79	1.63	1.65	1.77	0.58	1.82	0.35
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.12	0.20	0.30	0.32	0.05	0.12	0.41	0.07	0.07	0.15	0.11	0.67	0.16	0.53	0.05
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.25	0.43	0.98	0.80	0.07	0.33	1.08	0.16	0.10	0.24	0.21	1.57	0.26	0.96	0.13
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.08	0.14	0.01	0.15	0.06	0.04	0.18	0.05	0.07	0.15	0.10	0.39	0.15	0.46	0.02
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	1.47	1.23	1.68	0.99	0.58	0.86	1.50	0.75	0.90	1.23	1.05	4.42	0.57	1.88	0.32
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.88	0.74	1.40	1.15	0.69	1.17	2.23	0.63	0.94	1.02	1.02	5.63	0.79	2.75	0.41
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.09	0.30	0.06	0.37	0.58	0.34	0.34	0.26	0.40	0.47	0.20	0.72	0.39	0.77	0.16
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	7.14	5.20	7.64	4.43	3.80	4.94	8.11	3.77	5.44	6.94	6.96	19.94	3.73	11.33	2.19
	揮發離子修正 [8] (%)	6	15	17	29	5	10	21	7	4	8	6	13	15	17	9
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.56	0.94	0.84	0.77	0.55	0.70	0.76	0.45	0.53	0.59	0.81	0.95	0.72	1.16	0.50
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.32	0.44	0.57	0.45	0.05	0.21	0.41	0.00	0.10	0.26	0.39	0.57	0.16	0.75	0.25
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.24	0.50	0.28	0.32	0.50	0.49	0.35	0.45	0.44	0.33	0.42	0.38	0.57	0.41	0.25
	修正後 OC (μg m^{-3})	3.80	3.39	5.74	4.09	1.28	3.16	4.48	1.68	2.10	2.42	4.38	8.61	2.35	6.82	1.78
	揮發 OC 占比 [9] (%)	9	13	10	11	4	7	9	0	5	11	9	7	7	11	14
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	6	15	5	8	39	15	8	27	21	14	10	4	24	6	14
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	2	-2	5	3	-35	-9	1	-26	-16	-3	-1	2	-17	5	0

斗六站 2019 年 12 月-2020 年 2 月

濾紙類型及項目 \ Date		11Dec19	14Dec19	17Dec19	23Dec19	04Jan20	07Jan20	10Jan20	16Jan20	22Jan20	28Jan20	03Feb20	09Feb20	15Feb20	21Feb20	27Feb20
七濃度及占比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	25	35	23	25	72	43	43	32	60	13	22	23	26	47	34
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	26	37	26	26	74	45	44	34	63	13	23	23	28	47	35
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	4	6	13	5	2	6	3	6	5	2	4	3	7	2	4
	已解析成分 [3] (%)	75	73	75	81	78	77	78	78	74	63	70	71	78	78	74
	修正後離子占比 [4] (%)	45	37	40	54	61	56	55	53	52	43	41	45	55	60	54
	修正後碳成分占比 [5] (%)	28	34	34	26	16	20	22	25	21	19	28	25	22	17	19
	金屬元素占比 [6] (%)	2	2	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.23	0.26	0.10	0.17	0.19	0.16	0.43	0.20	0.20	0.13	0.25	0.24	0.34	0.51	0.51
	NH_4^+ (μg m^{-3})	2.11	2.14	1.58	2.38	9.09	5.79	5.45	4.20	6.85	1.11	1.96	2.21	2.90	6.47	3.28
	K^+ (μg m^{-3})	0.19	0.57	0.20	0.13	0.23	0.18	0.20	0.18	0.44	0.11	0.21	0.31	0.19	0.23	0.16
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.03	0.04	0.01	0.03	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.05	0.05
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.07	0.06	0.06	0.11	0.05	0.03	0.07	0.06	0.07	0.04	0.08	0.09	0.05	0.10	0.11
	Cl^- (μg m^{-3})	0.40	0.94	0.12	0.48	1.58	0.28	1.20	0.55	1.20	0.30	0.33	0.40	0.69	1.46	0.79
	NO_3^- (μg m^{-3})	3.67	4.76	2.48	6.50	26.07	10.37	11.20	7.97	15.47	2.41	3.16	3.38	5.85	13.48	8.28
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	4.16	3.73	2.75	3.13	7.41	6.72	5.20	3.66	6.39	1.33	2.78	3.55	4.08	5.67	4.77
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	10.86	12.51	7.30	12.93	44.64	23.53	23.79	16.84	30.64	5.44	8.79	10.20	14.12	27.97	17.97
	未修正 OC (μg m^{-3})	6.65	10.46	7.64	6.07	9.32	7.22	7.25	5.70	9.13	2.18	4.45	5.23	5.19	5.60	4.71
	EC (μg m^{-3})	0.95	1.35	1.15	0.99	1.80	1.51	1.86	2.29	4.04	0.48	1.55	0.64	0.88	2.41	1.79
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	7.60	11.81	8.80	7.06	11.11	8.73	9.11	7.99	13.17	2.66	6.00	5.86	6.07	8.01	6.50
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	1.69	2.78	1.13	1.00	1.08	1.03	1.68	0.76	1.33	0.73	0.64	1.16	1.24	2.10	1.96
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.23	0.34	0.76	0.29	0.18	0.54	0.13	0.32	0.61	0.06	0.14	0.13	0.40	0.09	0.26
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.44	0.72	1.89	0.50	0.29	1.00	0.17	0.64	1.16	0.07	0.21	0.16	0.65	0.14	0.32
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.18	0.25	0.37	0.27	0.18	0.46	0.14	0.24	0.49	0.07	0.15	0.17	0.39	0.10	0.31
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	2.33	2.48	2.34	2.67	9.27	6.33	5.58	4.51	7.46	1.17	2.10	2.35	3.30	6.57	3.54
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	4.11	5.49	4.37	7.00	26.36	11.36	11.38	8.61	16.63	2.48	3.37	3.54	6.50	13.62	8.60
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.58	1.19	0.49	0.75	1.76	0.74	1.34	0.79	1.69	0.37	0.48	0.56	1.09	1.56	1.10
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	11.70	13.82	10.32	13.99	45.30	25.53	24.24	18.03	32.89	5.64	9.30	10.66	15.57	28.31	18.86
	揮發離子修正 [8] (%)	7	9	29	8	1	8	2	7	7	3	5	4	9	1	5
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.78	0.96	1.00	0.83	0.78	0.83	0.85	1.00	0.94	0.31	0.62	0.61	0.90	0.67	0.70
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.19	0.84	0.47	0.32	0.60	0.70	0.67	0.73	0.60	0.04	0.46	0.32	0.51	0.44	0.36
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.59	0.12	0.54	0.50	0.19	0.13	0.18	0.28	0.35	0.26	0.16	0.30	0.40	0.23	0.33
	修正後 OC (μg m^{-3})	6.26	11.17	7.57	5.89	9.72	7.79	7.74	6.16	9.38	1.96	4.75	5.25	5.30	5.81	4.74
	揮發 OC 占比 [9] (%)	3	7	6	6	6	9	9	12	6	2	10	6	10	8	8
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	9	1	7	9	2	2	2	4	4	13	3	6	7	4	7
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-6	6	-1	-3	4	7	6	7	3	-11	6	0	2	4	1

斗六站 2020 年 3 月-2020 年 5 月

濾紙類型及項目 \ Date	04Mar20	10Mar20	16Mar20	22Mar20	28Mar20	03Apr20	09Apr20	15Apr20	21Apr20	27Apr20	03May20	09May20	15May20	21May20	27May20
七 濃度及占比															
$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	25	12	26	26	10	30	24	24	31	28	10	7	19	6	6
$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	26	12	28	28	10	31	27	27	34	31	12	8	21	6	6
$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	4	7	8	7	6	3	11	10	10	9	9	8	12	7	6
已解析成分 [3] (%)	81	69	75	79	72	84	80	71	84	83	81	85	84	64	65
修正後離子占比 [4] (%)	59	44	51	54	35	62	51	47	66	55	46	47	58	32	34
修正後碳成分占比 [5] (%)	21	24	22	24	35	21	28	23	17	28	34	37	25	31	29
金屬元素占比 [6] (%)	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
單張濾紙															
Na^+(μg m^{-3})	0.26	0.14	0.14	0.26	0.10	0.30	0.27	0.16	0.40	0.13	0.25	0.19	0.25	0.07	0.07
NH_4^+ (μg m^{-3})	3.56	1.01	3.05	2.68	0.67	4.21	2.18	2.00	4.39	2.72	0.93	0.53	2.43	0.32	0.35
K^+ (μg m^{-3})	0.14	0.06	0.18	0.37	0.07	0.13	0.16	0.55	0.17	0.19	0.08	0.06	0.11	0.03	0.03
Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.03	0.01	0.03	0.03	0.01	0.03	0.02	0.03	0.04	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.13	0.06	0.17	0.10	0.09	0.08	0.10	0.06	0.11	0.07	0.07	0.08	0.09	0.07	0.04
Cl^- (μg m^{-3})	0.23	0.12	0.08	0.18	0.06	0.60	0.24	0.14	0.44	0.23	0.07	0.05	0.06	0.03	0.03
NO_3^- (μg m^{-3})	6.88	2.04	3.89	4.38	0.99	8.49	4.93	1.84	7.83	7.82	0.60	0.42	1.26	0.17	0.50
SO_4^{2-} (μg m^{-3})	3.35	1.62	4.96	5.37	1.31	4.74	3.52	5.25	6.22	3.17	2.57	2.00	5.94	1.03	0.95
未修正離子濃度(μg m^{-3})	14.58	5.07	12.51	13.36	3.29	18.59	11.42	10.03	19.60	14.34	4.58	3.34	10.16	1.72	1.98
未修正 OC (μg m^{-3})	4.91	2.57	5.22	6.00	2.96	5.69	5.91	5.82	4.44	7.03	3.61	2.71	4.65	2.08	1.71
EC (μg m^{-3})	0.62	0.30	0.88	1.06	0.50	1.10	1.27	0.75	1.36	1.48	0.63	0.23	0.69	0.32	0.18
未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	5.52	2.86	6.10	7.06	3.46	6.79	7.18	6.57	5.80	8.51	4.24	2.94	5.35	2.40	1.89
金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.94	0.44	1.57	1.04	0.46	1.19	0.76	1.77	1.46	0.70	0.60	0.34	0.69	0.20	0.35
多張濾紙															
揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.21	0.10	0.44	0.41	0.09	0.20	0.57	0.66	0.80	0.61	0.20	0.07	0.54	0.08	0.05
揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.46	0.20	1.06	0.79	0.13	0.37	1.47	1.71	1.47	1.45	0.40	0.14	1.40	0.17	0.09
揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.15	0.07	0.24	0.34	0.09	0.16	0.24	0.28	0.68	0.33	0.14	0.06	0.22	0.04	0.05
修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	3.77	1.11	3.50	3.09	0.75	4.41	2.75	2.65	5.19	3.33	1.13	0.60	2.97	0.39	0.40
修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	7.34	2.24	4.95	5.16	1.12	8.86	6.40	3.54	9.29	9.28	1.00	0.57	2.67	0.34	0.59
修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.38	0.19	0.32	0.52	0.14	0.77	0.49	0.42	1.12	0.56	0.21	0.11	0.29	0.07	0.08
修正後離子濃度(μg m^{-3})	15.40	5.44	14.25	14.90	3.60	19.32	13.70	12.68	22.55	16.73	5.32	3.62	12.33	2.01	2.17
揮發離子修正 [8] (%)	5	7	12	10	8	4	17	21	13	14	14	8	18	15	9
第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.45	0.81	0.91	1.02	0.41	0.78	0.91	0.69	0.90	0.99	0.98	0.82	0.94	0.77	0.44
揮發 OC (μg m^{-3})	0.19	0.44	0.51	0.36	0.28	0.29	0.67	0.15	0.40	0.49	0.35	0.34	0.46	0.15	0.20
被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.25	0.36	0.40	0.66	0.13	0.49	0.24	0.55	0.50	0.50	0.63	0.48	0.49	0.62	0.23
修正後 OC (μg m^{-3})	4.85	2.65	5.32	5.69	3.11	5.49	6.34	5.42	4.34	7.02	3.33	2.57	4.62	1.62	1.68
揮發 OC 占比 [9] (%)	4	17	10	6	9	5	11	3	9	7	10	13	10	9	12
被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	5	14	8	12	4	9	4	10	12	7	19	19	11	38	14
OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-1	3	2	-5	5	-4	7	-7	-2	0	-8	-5	-1	-29	-2

斗六站 2020 年 6 月-2020 年 8 月

濾紙類型及項目 \ Date		02Jun20	08Jun20	14Jun20	20Jun20	26Jun20	02Jul20	08Jul20	14Jul20	20Jul20	26Jul20	01Aug20	07Aug20	13Aug20	19Aug20	25Aug20	31Aug20
濃度及比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	5	4	8	7	6	5	5	8	5	6	11	14	6	12	10	13
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	5	5	9	8	7	5	5	9	5	6	13	15	7	12	11	14
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	4	12	7	7	8	5	6	5	4	4	11	10	10	5	7	8
	已解析成分 [3] (%)	76	83	56	73	74	73	72	70	65	67	58	67	69	60	64	69
	修正後離子占比 [4] (%)	42	26	28	32	31	25	28	40	28	33	34	44	27	36	40	36
	修正後碳成分占比 [5] (%)	33	54	28	40	43	46	43	29	36	33	23	21	41	23	22	32
	金屬元素占比 [6] (%)	1	2	0	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.02	0.01	0.11	0.03	0.01	0.14	0.11	0.11	0.06	0.06	0.01	0.01	0.01	0.01	0.22	0.19
	NH_4^+ (μg m^{-3})	0.55	0.18	0.49	0.60	0.50	0.19	0.27	0.67	0.29	0.39	0.88	1.21	0.36	0.95	0.85	0.95
	K^+ (μg m^{-3})	0.03	0.03	0.05	0.06	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.05	0.07	0.05	0.05	0.05	0.06	0.04	0.04	0.06	0.09	0.04	0.05	0.06	0.07	0.05	0.05
	Cl^- (μg m^{-3})	0.02	0.08	0.07	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.10	0.04	0.06	0.03	0.08
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.19	0.19	0.32	0.23	0.17	0.23	0.17	0.18	0.14	0.12	0.48	1.21	0.33	0.64	0.35	0.48
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	1.22	0.51	1.10	1.39	1.18	0.60	0.72	2.03	0.80	1.09	2.15	2.72	0.75	2.22	2.17	2.34
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	2.09	1.08	2.20	2.37	1.95	1.25	1.37	3.06	1.39	1.77	3.61	5.31	1.56	3.96	3.71	4.11
	未修正 OC (μg m^{-3})	1.96	2.36	2.22	2.90	2.50	2.48	2.30	2.85	1.89	2.07	2.51	2.97	2.36	2.90	2.29	3.77
	EC (μg m^{-3})	0.35	0.31	0.26	0.30	0.37	0.39	0.24	0.36	0.33	0.32	0.17	0.42	0.41	0.45	0.24	0.60
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	2.30	2.67	2.48	3.20	2.87	2.87	2.54	3.21	2.22	2.39	2.69	3.38	2.77	3.35	2.53	4.37
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.31	0.27	0.26	0.32	0.23	0.31	0.21	0.41	0.12	0.20	0.51	0.51	0.32	0.56	0.75	0.77
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.04	0.04	0.08	0.04	0.03	0.03	0.03	0.12	0.02	0.06	0.17	0.33	0.08	0.15	0.16	0.20
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.13	0.12	0.17	0.13	0.08	0.04	0.05	0.31	0.04	0.14	0.52	0.91	0.16	0.27	0.15	0.44
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.01	0.01	0.05	0.01	0.01	0.03	0.04	0.04	0.01	0.04	0.03	0.10	0.07	0.12	0.21	0.14
	修正後的 NH_4^+(μg m^{-3})	0.60	0.22	0.57	0.65	0.53	0.22	0.30	0.79	0.31	0.45	1.05	1.54	0.44	1.09	1.01	1.15
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.32	0.31	0.49	0.36	0.25	0.27	0.22	0.49	0.18	0.25	1.00	2.12	0.49	0.91	0.50	0.92
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.03	0.09	0.13	0.02	0.02	0.04	0.07	0.05	0.02	0.05	0.07	0.21	0.10	0.18	0.25	0.21
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	2.28	1.25	2.50	2.56	2.06	1.34	1.49	3.53	1.45	2.01	4.34	6.65	1.88	4.50	4.23	4.88
	揮發離子修正 [8] (%)	8	14	12	7	6	7	8	13	4	12	17	20	17	12	12	16
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.54	0.82	0.70	0.82	0.84	0.77	0.71	0.67	0.59	0.41	1.15	0.56	0.78	0.69	0.50	0.76
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.02	0.38	0.37	0.39	0.41	0.19	0.21	0.00	0.12	0.00	0.70	0.20	0.41	0.12	0.18	0.37
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.51	0.44	0.33	0.43	0.43	0.58	0.50	0.67	0.47	0.41	0.45	0.36	0.38	0.57	0.32	0.39
	修正後 OC (μg m^{-3})	1.47	2.30	2.26	2.86	2.49	2.09	2.01	2.18	1.53	1.66	2.77	2.80	2.40	2.44	2.15	3.74
	揮發 OC 占比 [9] (%)	2	17	16	14	17	9	10	0	8	0	25	7	17	5	8	10
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	35	19	15	15	17	28	25	30	31	25	16	13	16	23	15	10
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-33	-3	2	-1	-1	-18	-14	-30	-23	-25	9	-6	1	-19	-7	-1

斗六站 2020 年 9 月-2020 年 11 月

濾紙類型及項目 \ Date		06Sep20	12Sep20	18Sep20	24Sep20	30Sep20	06Oct20	12Oct20	18Oct20	24Oct20	30Oct20	05Nov20	11Nov20	17Nov20	23Nov20	29Nov20
濃度及比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	19	12	24	18	15	11	17	13	20	18	21	14	36	19	16
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	21	13	27	22	19	11	19	15	22	20	24	15	38	21	18
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	10	7	12	17	19	7	11	13	9	8	9	8	6	10	7
	已解析成分 [3] (%)	71	67	69	73	85	80	77	73	73	75	75	72	79	83	71
	修正後離子占比 [4] (%)	43	41	45	47	43	42	46	44	37	46	42	40	53	49	31
	修正後碳成分占比 [5] (%)	27	25	23	25	40	36	30	27	34	26	31	30	26	32	39
	金屬元素占比 [6] (%)	2	1	1	1	2	2	2	1	2	3	2	2	1	2	2
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.22	0.07	0.12	0.21	0.24	0.41	0.61	0.35	0.39	0.43	0.60	0.34	0.49	0.34	0.26
	NH_4^+ (μg m^{-3})	1.43	1.10	1.88	1.51	1.01	0.68	1.16	0.95	1.10	1.33	1.29	0.84	3.90	1.46	0.73
	K^+ (μg m^{-3})	0.03	0.03	0.05	0.13	0.17	0.03	0.16	0.16	0.32	0.21	0.30	0.16	0.68	0.24	0.30
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.02	0.01	0.01	0.03	0.02	0.05	0.08	0.04	0.05	0.06	0.07	0.04	0.05	0.04	0.03
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.11	0.06	0.08	0.09	0.07	0.20	0.10	0.11	0.14	0.14	0.11	0.08	0.07	0.08	0.10
	Cl^- (μg m^{-3})	0.05	0.15	0.06	0.36	0.29	0.31	0.49	0.29	0.36	0.36	0.27	0.27	0.72	0.32	0.33
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.64	0.72	0.66	1.11	1.77	0.98	1.82	1.00	2.28	1.39	1.56	1.14	5.53	2.22	1.22
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	4.73	2.53	6.02	3.49	1.65	1.55	2.73	2.30	2.28	3.92	4.66	2.32	6.86	3.86	1.68
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	7.22	4.66	8.88	6.92	5.23	4.21	7.16	5.21	6.91	7.83	8.85	5.19	18.31	8.56	4.64
	未修正 OC (μg m^{-3})	5.41	2.73	5.72	4.93	6.51	3.76	4.99	3.29	5.94	4.62	5.79	4.00	8.16	5.59	5.96
	EC (μg m^{-3})	0.70	0.39	0.99	0.79	1.02	0.54	0.75	0.30	1.09	0.73	0.80	0.67	1.26	0.66	0.73
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	6.11	3.12	6.71	5.73	7.53	4.30	5.74	3.59	7.03	5.35	6.59	4.68	9.43	6.25	6.70
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	1.12	0.45	0.73	0.85	1.14	1.03	1.66	1.08	1.32	1.92	2.11	1.10	2.14	1.41	1.35
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.47	0.15	0.73	0.84	0.77	0.16	0.45	0.32	0.33	0.34	0.29	0.25	0.44	0.41	0.22
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	1.24	0.27	2.42	2.28	1.90	0.21	0.97	0.82	0.74	0.65	0.54	0.49	0.75	0.73	0.35
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.19	0.13	0.01	0.30	0.38	0.19	0.31	0.14	0.21	0.29	0.25	0.20	0.40	0.36	0.22
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	1.90	1.25	2.61	2.35	1.78	0.84	1.61	1.27	1.43	1.67	1.58	1.10	4.34	1.87	0.95
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	1.88	0.99	3.09	3.38	3.67	1.19	2.79	1.82	3.02	2.04	2.10	1.62	6.29	2.95	1.57
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.24	0.27	0.07	0.66	0.67	0.50	0.80	0.43	0.57	0.65	0.51	0.47	1.12	0.68	0.54
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	9.12	5.21	12.04	10.34	8.28	4.76	8.89	6.49	8.19	9.12	9.92	6.14	19.90	10.05	5.42
	揮發離子修正 [8] (%)	21	11	26	33	37	12	19	20	16	14	11	15	8	15	14
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.69	0.70	0.82	0.77	1.02	0.62	0.89	0.84	1.11	0.84	1.27	0.73	0.99	0.59	0.70
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.15	0.33	0.16	0.29	0.57	0.21	0.47	0.64	0.75	0.35	0.97	0.34	0.63	0.52	0.43
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.54	0.37	0.66	0.48	0.45	0.41	0.42	0.20	0.37	0.49	0.30	0.39	0.36	0.07	0.27
	修正後 OC (μg m^{-3})	5.02	2.70	5.22	4.75	6.62	3.55	5.04	3.73	6.32	4.48	6.47	3.95	8.43	6.05	6.12
	揮發 OC 占比 [9] (%)	3	12	3	6	9	6	9	17	12	8	15	9	7	9	7
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	11	14	13	10	7	12	8	5	6	11	5	10	4	1	4
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-8	-1	-10	-4	2	-6	1	12	6	-3	10	-1	3	8	3

嘉義站 2019 年 12 月-2020 年 2 月

濾紙類型及項目	Date	05Dec19	11Dec19	17Dec19	23Dec19	04Jan20	07Jan20	10Jan20	16Jan20	22Jan20	28Jan20	03Feb20	09Feb20	15Feb20	21Feb20	27Feb20
濃度及占比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	16	30	24	33	75	48	44	37	60	15	25	25	23	52	38
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	16	32	26	33	77	51	45	38	63	15	26	25	25	53	40
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	2	5	10	3	2	6	3	3	4	2	5	3	9	1	4
	已解析成分 [3] (%)	71	81	77	81	74	79	78	82	76	70	76	72	81	78	71
	修正後離子占比 [4] (%)	52	53	39	61	61	60	55	60	57	45	48	49	54	63	55
	修正後碳成分占比 [5] (%)	17	26	36	20	12	18	21	20	19	25	26	22	25	15	15
	金屬元素占比 [6] (%)	2	2	2	1	1	1	1	2	0	1	2	1	2	1	1
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.06	0.31	0.13	0.17	0.18	0.20	0.45	0.27	0.26	0.15	0.30	0.29	0.42	0.46	0.53
	NH_4^+ (μg m^{-3})	1.74	2.81	1.72	4.01	9.38	6.50	5.09	5.11	7.33	1.28	2.39	2.45	2.30	7.29	3.80
	K^+ (μg m^{-3})	0.13	0.31	0.28	0.17	0.16	0.28	0.30	0.34	0.45	0.12	0.27	0.38	0.17	0.26	0.18
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.01	0.05	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	0.04	0.01	0.05
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.05	0.09	0.05	0.11	0.06	0.08	0.07	0.06	0.07	0.02	0.07	0.11	0.08	0.08	0.10
	Cl^- (μg m^{-3})	0.43	0.54	0.11	0.83	1.20	0.34	1.13	0.84	0.70	0.34	0.56	0.62	0.48	1.81	0.93
	NO_3^- (μg m^{-3})	3.28	6.92	2.75	9.46	27.47	13.80	11.97	11.27	18.11	3.18	4.71	4.18	4.71	15.62	10.13
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	2.56	5.01	3.08	4.67	7.64	7.27	5.21	4.37	7.20	1.44	3.31	3.88	3.51	7.34	5.50
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	8.25	16.02	8.13	19.46	46.10	28.49	24.27	22.26	34.16	6.55	11.64	11.95	11.71	32.86	21.23
	未修正 OC (μg m^{-3})	2.24	6.82	8.10	6.04	7.68	7.24	7.49	5.54	7.87	3.13	4.85	5.06	5.63	5.78	4.12
	EC (μg m^{-3})	0.53	1.11	1.12	1.03	1.50	1.37	1.68	2.06	3.74	0.89	1.73	0.63	0.89	1.81	1.49
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	2.77	7.92	9.21	7.07	9.18	8.61	9.16	7.60	11.61	4.01	6.58	5.69	6.52	7.59	5.61
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.87	2.47	1.49	0.97	1.24	1.08	1.83	1.69	1.03	0.59	1.61	1.14	1.52	1.86	1.99
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.02	0.25	0.54	0.24	0.20	0.60	0.20	0.20	0.51	0.05	0.20	0.13	0.54	0.06	0.22
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.06	0.38	1.27	0.36	0.39	1.14	0.31	0.32	0.77	0.11	0.33	0.16	0.93	0.09	0.29
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.01	0.26	0.31	0.25	0.15	0.49	0.21	0.20	0.53	0.04	0.19	0.15	0.49	0.06	0.26
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	1.77	3.06	2.26	4.25	9.58	7.10	5.30	5.30	7.84	1.33	2.59	2.58	2.84	7.34	4.03
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	3.34	7.30	4.03	9.82	27.87	14.94	12.29	11.59	18.89	3.29	5.04	4.34	5.64	15.70	10.42
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.44	0.80	0.42	1.08	1.35	0.83	1.34	1.04	1.23	0.38	0.75	0.77	0.97	1.87	1.19
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	8.34	16.91	10.25	20.31	46.84	30.71	25.00	22.98	35.97	6.75	12.36	12.38	13.68	33.06	22.01
	揮發離子修正 [8] (%)	1	5	21	4	2	7	3	3	5	3	6	3	14	1	4
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.55	1.26	0.89	0.74	0.82	0.88	0.80	0.73	0.80	0.47	0.68	0.63	0.83	0.53	0.87
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.29	0.74	0.60	0.14	0.60	0.75	0.61	0.38	0.46	0.11	0.45	0.21	0.39	0.33	0.62
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.26	0.51	0.30	0.60	0.22	0.13	0.19	0.35	0.34	0.36	0.23	0.42	0.45	0.20	0.24
	修正後 OC (μg m^{-3})	2.27	7.04	8.40	5.57	8.06	7.86	7.90	5.57	7.98	2.87	5.08	4.84	5.57	5.90	4.50
	揮發 OC 占比 [9] (%)	13	11	7	2	7	10	8	7	6	4	9	4	7	6	14
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	11	7	4	11	3	2	2	6	4	13	4	9	8	3	5
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	2	3	4	-8	5	8	5	1	1	-9	4	-4	-1	2	8

嘉義站 2020 年 3 月-2020 年 5 月

濾紙類型及項目 \ Date	04Mar20	10Mar20	16Mar20	22Mar20	28Mar20	03Apr20	09Apr20	15Apr20	21Apr20	27Apr20	03May20	09May20	15May20	21May20	27May20
濃度及比															
$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	27	12	21	23	10	31	28	20	29	22	9	7	17	5	6
$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	29	13	23	25	11	33	31	22	32	26	10	7	19	6	6
$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	4	4	8	10	8	5	9	10	10	16	8	5	9	6	6
已解析成分 [3] (%)	79	79	70	79	81	81	78	69	77	86	70	77	81	69	80
修正後離子占比 [4] (%)	60	47	46	51	46	63	55	44	65	57	47	47	58	30	40
修正後碳成分占比 [5] (%)	17	30	22	27	34	17	22	24	12	28	22	29	21	39	39
金屬元素占比 [6] (%)	2	1	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
單張濾紙															
Na^+(μg m^{-3})	0.31	0.15	0.17	0.24	0.14	0.34	0.37	0.21	0.31	0.15	0.27	0.17	0.27	0.09	0.07
NH_4^+ (μg m^{-3})	3.56	1.05	1.72	2.24	0.75	4.39	2.54	1.73	4.13	2.28	0.83	0.51	2.29	0.22	0.42
K^+ (μg m^{-3})	0.15	0.08	0.17	0.30	0.10	0.14	0.28	0.26	0.15	0.13	0.06	0.04	0.09	0.03	0.03
Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.03	0.01	0.03	0.02	0.01	0.04	0.05	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01
Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.10	0.06	0.17	0.07	0.09	0.09	0.11	0.10	0.08	0.06	0.06	0.09	0.08	0.03	0.05
Cl^- (μg m^{-3})	0.46	0.14	0.03	0.10	0.10	0.58	0.35	0.05	0.27	0.18	0.08	0.04	0.05	0.02	0.12
NO_3^- (μg m^{-3})	7.87	2.31	1.79	2.30	1.42	8.84	7.01	0.80	5.58	5.28	0.66	0.34	0.87	0.16	0.67
SO_4^{2-} (μg m^{-3})	3.98	1.94	4.96	5.10	1.69	4.84	3.69	4.81	7.03	3.07	2.26	1.86	5.96	0.84	0.97
未修正離子濃度(μg m^{-3})	16.46	5.74	9.03	10.38	4.30	19.26	14.41	7.96	17.59	11.15	4.22	3.06	9.63	1.41	2.33
未修正 OC (μg m^{-3})	4.08	3.52	4.46	5.68	3.53	4.59	5.63	4.26	3.77	6.08	2.16	2.30	3.28	2.05	2.15
EC (μg m^{-3})	0.60	0.50	0.64	0.99	0.85	0.83	1.35	0.76	0.74	1.36	0.26	0.22	0.66	0.38	0.27
未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	4.68	4.02	5.10	6.67	4.38	5.42	6.98	5.02	4.51	7.44	2.42	2.52	3.94	2.44	2.42
金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	1.63	0.44	1.47	1.45	0.61	1.37	1.14	1.08	0.88	0.90	0.38	0.33	0.84	0.16	0.26
多張濾紙															
揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.21	0.10	0.40	0.59	0.23	0.37	0.68	0.42	0.83	0.89	0.13	0.08	0.30	0.07	0.04
揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.38	0.19	0.98	1.36	0.35	0.76	1.33	1.13	1.66	2.33	0.21	0.12	0.81	0.15	0.08
揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.19	0.09	0.20	0.35	0.24	0.27	0.54	0.15	0.65	0.37	0.13	0.08	0.11	0.05	0.03
修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	3.77	1.15	2.12	2.84	0.98	4.76	3.22	2.14	4.97	3.17	0.96	0.59	2.59	0.30	0.46
修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	8.25	2.49	2.77	3.66	1.77	9.60	8.34	1.93	7.24	7.62	0.86	0.45	1.68	0.31	0.75
修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.65	0.23	0.23	0.46	0.34	0.86	0.88	0.20	0.92	0.55	0.22	0.11	0.16	0.07	0.15
修正後離子濃度(μg m^{-3})	17.25	6.12	10.61	12.69	5.12	20.66	16.95	9.66	20.73	14.75	4.69	3.33	10.85	1.68	2.48
揮發離子修正 [8] (%)	5	6	15	18	16	7	15	18	15	24	10	8	11	16	6
第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.70	0.43	0.56	0.53	0.79	0.55	0.85	0.68	0.93	1.21	0.88	0.64	0.87	0.33	0.44
揮發 OC (μg m^{-3})	0.49	0.18	0.28	0.26	0.09	0.35	0.24	0.42	0.11	0.56	0.33	0.07	0.46	0.04	0.22
被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.21	0.25	0.28	0.27	0.70	0.21	0.61	0.26	0.82	0.65	0.54	0.57	0.41	0.29	0.22
修正後 OC (μg m^{-3})	4.36	3.44	4.46	5.66	2.92	4.73	5.27	4.41	3.06	5.99	1.95	1.80	3.34	1.81	2.15
揮發 OC 占比 [9] (%)	11	5	6	5	3	7	5	9	4	9	17	4	14	2	10
被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	5	7	6	5	24	4	11	6	27	11	28	32	12	16	10
OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	6	-2	0	0	-21	3	-7	4	-23	-1	-11	-28	2	-14	0

嘉義站 2020 年 6 月-2020 年 8 月

濾紙類型及項目	Date	02Jun20	08Jun20	14Jun20	20Jun20	26Jun20	02Jul20	08Jul20	14Jul20	20Jul20	26Jul20	01Aug20	07Aug20	13Aug20	19Aug20	25Aug20	31Aug20
濃度及比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	5	5	7	6	6	5	5	7	5	5	11	14	7	10	11	12
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	6	5	8	7	6	5	5	8	5	5	12	16	8	10	11	13
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	7	8	11	5	3	7	5	5	4	2	5	8	9	5	6	4
	已解析成分 [3] (%)	66	80	62	63	77	63	65	72	61	64	60	66	68	61	68	58
	修正後離子占比 [4] (%)	38	29	33	38	35	25	32	41	31	31	34	39	31	32	39	36
	修正後碳成分占比 [5] (%)	27	49	29	24	42	37	32	30	29	31	26	26	35	28	28	21
	金屬元素占比 [6] (%)	1	2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.01	0.01	0.16	0.04	0.01	0.16	0.12	0.12	0.11	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	0.20	0.12
	NH_4^+ (μg m^{-3})	0.53	0.19	0.38	0.59	0.51	0.20	0.28	0.65	0.29	0.29	0.80	1.17	0.49	0.72	0.91	1.01
	K^+ (μg m^{-3})	0.01	0.06	0.06	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.04	0.03	0.01	0.02	0.02
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.06	0.08	0.23	0.03	0.04	0.04	0.07	0.03	0.06	0.05	0.07	0.04	0.03	0.05	0.05	0.08
	Cl^- (μg m^{-3})	0.01	0.13	0.09	0.02	0.01	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06	0.08	0.01	0.10	0.06
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.15	0.21	0.41	0.24	0.20	0.19	0.19	0.17	0.21	0.13	0.43	0.62	0.51	0.34	0.38	0.39
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	1.17	0.56	0.97	1.41	1.18	0.62	0.75	1.89	0.86	0.82	2.00	2.95	0.95	1.83	2.17	2.49
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	1.94	1.24	2.30	2.39	1.99	1.24	1.46	2.89	1.55	1.39	3.37	4.89	2.11	2.98	3.86	4.18
	未修正 OC (μg m^{-3})	1.54	2.34	1.83	1.42	2.41	1.75	1.64	2.19	1.79	1.66	3.14	3.98	2.38	2.55	2.87	2.73
	EC (μg m^{-3})	0.18	0.50	0.15	0.22	0.46	0.23	0.14	0.55	0.15	0.16	0.21	0.60	0.32	0.56	0.49	0.46
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	1.71	2.84	1.98	1.64	2.87	1.99	1.77	2.74	1.94	1.82	3.36	4.58	2.70	3.11	3.36	3.19
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.20	0.32	0.19	0.27	0.15	0.15	0.22	0.22	0.28	0.25	0.47	0.57	0.41	0.44	0.68	0.54
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.04	0.08	0.08	0.04	0.02	0.02	0.03	0.07	0.02	0.02	0.13	0.28	0.07	0.08	0.15	0.14
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.12	0.08	0.14	0.10	0.06	0.05	0.08	0.18	0.06	0.05	0.33	0.80	0.15	0.18	0.13	0.20
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.01	0.11	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.06	0.08	0.06	0.04	0.20	0.14
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.57	0.27	0.45	0.63	0.53	0.22	0.31	0.72	0.31	0.31	0.93	1.46	0.56	0.79	1.06	1.14
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.27	0.29	0.55	0.34	0.26	0.24	0.27	0.35	0.27	0.18	0.75	1.42	0.66	0.52	0.52	0.59
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.02	0.23	0.15	0.03	0.02	0.02	0.05	0.04	0.02	0.02	0.10	0.14	0.13	0.05	0.30	0.20
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	2.12	1.51	2.59	2.54	2.08	1.32	1.58	3.17	1.64	1.47	3.89	6.05	2.38	3.27	4.34	4.66
	揮發離子修正 [8] (%)	8	18	11	6	4	6	8	9	6	6	13	19	12	9	11	10
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.61	0.60	0.94	0.38	0.60	0.68	0.45	0.64	0.69	0.35	0.52	0.59	0.82	0.68	0.62	0.66
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.20	0.15	0.59	0.18	0.12	0.30	0.12	0.13	0.12	0.00	0.05	0.04	0.42	0.25	0.22	0.08
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.41	0.45	0.35	0.20	0.48	0.39	0.33	0.51	0.56	0.35	0.47	0.54	0.40	0.43	0.40	0.58
	修正後 OC (μg m^{-3})	1.33	2.03	2.06	1.39	2.05	1.67	1.43	1.81	1.35	1.31	2.73	3.48	2.40	2.38	2.69	2.23
	揮發 OC 占比 [9] (%)	15	7	28	13	6	18	8	7	9	0	2	1	18	11	8	4
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	31	22	17	15	23	23	23	28	41	27	17	16	17	18	15	26
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-16	-15	11	-2	-17	-5	-15	-21	-32	-27	-15	-14	1	-7	-7	-22

嘉義站 2020 年 9 月-2020 年 11 月

濾紙類型及項目 \ Date	06Sep20	12Sep20	18Sep20	24Sep20	30Sep20	06Oct20	12Oct20	18Oct20	30Oct20	02Nov20	05Nov20	11Nov20	17Nov20	23Nov20	29Nov20
濃度及占比															
$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	19	10	24	18	16	13	19	15	20	21	23	17	20	25	16
$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	22	11	28	21	20	14	21	17	23	23	25	19	22	27	17
$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	14	5	14	16	20	9	11	9	11	8	6	11	10	8	7
已解析成分 [3] (%)	73	78	70	76	81	70	73	81	77	79	74	80	82	79	78
修正後離子占比 [4] (%)	46	42	46	48	43	41	51	51	48	52	46	49	53	51	39
修正後碳成分占比 [5] (%)	26	35	23	27	37	27	21	28	26	25	25	28	27	27	37
金屬元素占比 [6] (%)	1	1	1	1	2	2	2	2	3	2	3	3	1	1	2
單張濾紙															
Na^+(μg m^{-3})	0.22	0.07	0.11	0.25	0.24	0.48	0.79	0.47	0.51	0.54	0.68	0.51	0.55	0.45	0.37
NH_4^+ (μg m^{-3})	1.46	0.93	1.98	1.51	0.93	0.64	1.26	1.19	1.38	1.50	1.35	0.97	1.41	1.97	0.93
K^+ (μg m^{-3})	0.04	0.01	0.04	0.13	0.18	0.10	0.22	0.24	0.31	0.24	0.51	0.50	0.36	0.37	0.34
Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.10	0.07	0.07	0.07	0.08	0.06	0.06	0.05	0.04
Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.09	0.07	0.09	0.08	0.09	0.09	0.13	0.09	0.15	0.12	0.12	0.13	0.08	0.09	0.07
Cl^- (μg m^{-3})	0.02	0.18	0.03	0.25	0.30	0.18	0.57	0.37	0.38	0.31	0.33	0.37	0.22	0.42	0.33
NO_3^- (μg m^{-3})	0.66	0.45	0.73	1.08	1.32	0.87	2.39	1.30	1.75	1.53	1.90	1.82	1.96	3.53	1.60
SO_4^{2-} (μg m^{-3})	4.76	2.32	6.32	3.86	1.73	2.44	2.96	3.20	4.26	5.87	5.16	3.10	5.19	5.18	2.30
未修正離子濃度(μg m^{-3})	7.28	4.05	9.32	7.18	4.82	4.84	8.43	6.94	8.80	10.18	10.13	7.46	9.84	12.06	5.96
未修正 OC (μg m^{-3})	5.03	3.14	5.10	4.89	6.20	3.22	3.91	4.26	5.12	5.49	6.25	4.72	5.59	5.74	5.53
EC (μg m^{-3})	0.75	0.69	1.24	0.87	1.09	0.51	0.62	0.65	0.91	0.67	0.77	0.60	0.81	1.07	0.81
未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	5.78	3.83	6.34	5.76	7.29	3.74	4.54	4.91	6.03	6.16	7.01	5.32	6.40	6.82	6.34
金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	1.11	0.40	0.64	0.85	1.13	1.30	2.00	1.41	2.47	1.94	2.97	2.38	1.93	1.77	1.63
多張濾紙															
揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.72	0.11	0.80	0.75	0.91	0.26	0.56	0.38	0.58	0.44	0.42	0.50	0.53	0.46	0.24
揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	1.60	0.13	2.66	2.09	2.33	0.38	1.03	0.88	1.13	0.70	0.53	0.36	0.99	0.77	0.37
揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.46	0.14	0.01	0.24	0.41	0.28	0.49	0.22	0.46	0.45	0.50	0.76	0.45	0.44	0.25
修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	2.18	1.04	2.78	2.26	1.85	0.90	1.82	1.57	1.95	1.94	1.77	1.47	1.94	2.43	1.17
修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	2.26	0.58	3.38	3.17	3.65	1.24	3.41	2.18	2.88	2.23	2.44	2.18	2.95	4.30	1.97
修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.48	0.32	0.04	0.49	0.71	0.45	1.06	0.59	0.84	0.76	0.83	1.13	0.67	0.86	0.58
修正後離子濃度(μg m^{-3})	10.05	4.43	12.78	10.26	8.47	5.75	10.51	8.41	10.97	11.77	11.59	9.07	11.80	13.73	6.83
揮發離子修正 [8] (%)	28	9	27	30	43	16	20	18	20	14	13	18	17	12	13
第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.79	0.31	0.76	0.78	0.80	0.66	0.57	0.38	0.78	0.79	1.04	0.81	0.61	0.66	0.75
揮發 OC (μg m^{-3})	0.34	0.10	0.42	0.33	0.41	0.31	0.17	0.09	0.35	0.16	0.11	0.38	0.14	0.54	0.40
被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.45	0.22	0.34	0.45	0.38	0.35	0.40	0.29	0.43	0.63	0.93	0.43	0.47	0.12	0.35
修正後 OC (μg m^{-3})	4.92	3.02	5.18	4.78	6.23	3.18	3.68	4.07	5.04	5.02	5.43	4.67	5.27	6.17	5.58
揮發 OC 占比 [9] (%)	7	3	8	7	7	10	5	2	7	3	2	8	3	9	7
被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	9	7	7	9	6	11	11	7	8	13	17	9	9	2	6
OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-2	-4	1	-2	1	-1	-6	-5	-2	-9	-15	-1	-6	7	1

小港站 2019 年 12 月-2020 年 2 月

濾紙類型及項目 \ Date		05Dec19	11Dec19	14Dec19	17Dec19	23Dec19	04Jan20	07Jan20	10Jan20	16Jan20	22Jan20	28Jan20	03Feb20	09Feb20	15Feb20	21Feb20	27Feb20
濃度及占比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	26	35	28	26	38	50	39	50	32	34	19	25	33	11	36	45
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	26	37	32	32	40	53	43	54	36	39	20	27	35	11	39	48
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	2	7	14	17	7	7	10	6	10	12	3	8	5	5	8	5
	已解析成分 [3] (%)	76	80	80	83	85	80	82	76	81	75	67	78	70	65	75	71
	修正後離子占比 [4] (%)	56	57	47	49	61	63	60	54	56	55	46	48	51	41	53	55
	修正後碳成分占比 [5] (%)	18	20	31	32	22	17	20	22	24	19	21	28	18	21	21	14
	金屬元素占比 [6] (%)	1	2	1	2	1	0	1	1	1	2	1	2	1	4	1	1
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.08	0.35	0.33	0.15	0.23	0.28	0.19	0.50	0.29	0.27	0.17	0.29	0.48	0.84	0.64	0.38
	NH_4^+ (μg m^{-3})	3.12	3.68	2.23	2.23	4.45	6.27	5.47	5.40	4.16	4.18	1.64	2.32	2.97	0.39	3.27	5.22
	K^+ (μg m^{-3})	0.15	0.15	0.24	0.14	0.20	0.11	0.16	0.20	0.14	0.20	0.12	0.29	0.46	0.08	0.26	0.14
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.01	0.04	0.05	0.01	0.04	0.02	0.01	0.05	0.07	0.03	0.03	0.03	0.08	0.10	0.07	0.09
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.07	0.11	0.11	0.09	0.13	0.06	0.08	0.11	0.07	0.10	0.06	0.09	0.11	0.10	0.09	0.13
	Cl^- (μg m^{-3})	0.46	0.43	0.23	0.13	0.55	0.48	0.20	0.66	0.22	0.21	0.42	0.28	0.53	1.07	0.66	0.67
	NO_3^- (μg m^{-3})	7.14	8.48	5.35	4.18	10.53	16.87	10.05	13.69	7.89	8.23	4.91	3.44	6.95	0.46	7.98	11.00
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	3.49	5.72	3.84	3.99	6.18	6.68	6.17	5.88	4.44	4.19	1.45	4.13	4.78	1.20	4.88	6.79
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	14.52	18.97	12.38	10.91	22.30	30.79	22.33	26.49	17.28	17.40	8.82	10.88	16.36	4.25	17.86	24.42
	未修正 OC (μg m^{-3})	3.95	6.32	7.53	7.69	7.56	6.83	6.97	8.65	5.79	4.80	3.18	6.30	5.70	1.98	5.80	4.60
	EC (μg m^{-3})	0.77	1.44	1.34	1.71	1.51	1.31	1.79	2.15	2.23	2.16	1.04	1.47	0.68	0.51	2.12	1.73
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	4.72	7.76	8.86	9.41	9.07	8.14	8.76	10.80	8.02	6.96	4.22	7.77	6.39	2.49	7.92	6.33
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	1.03	2.44	2.04	1.52	1.56	0.75	1.41	1.54	1.18	1.44	0.77	1.51	1.82	1.82	1.62	2.12
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.07	0.60	0.78	1.06	0.64	0.69	0.91	0.63	0.77	1.03	0.08	0.46	0.42	0.12	0.64	0.54
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.11	1.26	1.78	3.14	1.17	1.66	2.33	1.25	1.73	2.68	0.14	1.17	0.57	0.10	1.41	0.96
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.07	0.43	0.47	0.23	0.55	0.36	0.41	0.50	0.49	0.43	0.06	0.20	0.47	0.18	0.41	0.48
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	3.19	4.28	3.01	3.29	5.09	6.96	6.38	6.04	4.93	5.21	1.72	2.78	3.39	0.52	3.91	5.75
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	7.25	9.74	7.13	7.32	11.70	18.53	12.38	14.94	9.62	10.92	5.05	4.61	7.53	0.56	9.39	11.96
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.53	0.86	0.70	0.36	1.11	0.84	0.61	1.16	0.71	0.63	0.49	0.48	1.00	1.25	1.07	1.15
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	14.77	21.25	15.41	15.34	24.66	33.49	25.99	28.87	20.28	21.54	9.10	12.70	17.81	4.65	20.31	26.40
	揮發離子修正 [8] (%)	2	11	20	29	10	8	14	8	15	19	3	14	8	9	12	7
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.62	0.77	1.55	1.26	0.83	0.89	0.95	1.16	0.99	1.00	0.66	0.62	0.64	0.44	0.72	0.71
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.36	0.30	1.45	1.01	0.42	0.81	0.51	1.00	0.73	0.72	0.30	0.21	0.18	0.16	0.50	0.48
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.26	0.47	0.10	0.25	0.42	0.08	0.44	0.16	0.26	0.29	0.36	0.41	0.45	0.28	0.21	0.22
	修正後 OC (μg m^{-3})	4.04	6.16	8.87	8.45	7.56	7.56	7.04	9.48	6.26	5.23	3.11	6.11	5.43	1.86	6.09	4.86
	揮發 OC 占比 [9] (%)	9	5	16	12	6	11	7	11	12	14	10	3	3	8	8	10
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	6	8	1	3	6	1	6	2	4	6	12	7	8	15	4	5
	OC 揮發與吸附修正 [11](%)	2	-3	15	9	0	10	1	9	8	8	-2	-3	-5	-7	5	5

小港站 2020 年 3 月-2020 年 5 月

濾紙類型及項目	Date	04Mar20	10Mar20	16Mar20	22Mar20	28Mar20	03Apr20	09Apr20	15Apr20	21Apr20	27Apr20	03May20	09May20	15May20	21May20	27May20
濃度及占比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	31	19	21	23	15	29	26	22	22	17	7	8	15	13	9
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	34	20	23	28	15	33	33	26	24	24	8	8	18	14	10
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	9	4	10	19	6	12	19	14	8	27	7	8	20	7	8
	已解析成分 [3] (%)	81	76	70	78	71	87	80	71	70	82	63	79	80	64	79
	修正後離子占比 [4] (%)	57	46	49	55	43	65	52	45	51	54	43	54	54	35	39
	修正後碳成分占比 [5] (%)	21	28	18	23	26	20	27	23	18	27	19	25	23	25	31
	金屬元素占比 [6] (%)	2	2	3	1	2	2	1	2	1	1	1	1	3	4	8
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.36	0.20	0.23	0.26	0.32	0.39	0.32	0.21	0.28	0.30	0.36	0.19	0.40	0.26	0.22
	NH_4^+ (μg m^{-3})	3.92	1.46	2.13	2.14	0.98	4.10	2.21	1.75	2.05	1.41	0.49	0.62	0.94	0.53	0.39
	K^+ (μg m^{-3})	0.19	0.09	0.12	0.26	0.10	0.16	0.14	0.21	0.18	0.12	0.03	0.04	0.07	0.12	0.05
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.08	0.01	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.13	0.03	0.03	0.03	0.07	0.04	0.03	0.01
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.12	0.10	0.19	0.10	0.11	0.10	0.12	0.14	0.11	0.11	0.17	0.11	0.16	0.10	0.08
	Cl^- (μg m^{-3})	0.23	0.14	0.04	0.04	0.08	0.28	0.05	0.01	0.07	0.01	0.21	0.03	0.11	0.95	0.34
	NO_3^- (μg m^{-3})	7.06	4.26	0.96	1.79	1.63	7.94	4.52	0.60	1.60	1.10	0.48	0.35	0.55	0.67	0.52
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	4.89	2.20	5.47	5.79	2.56	5.42	4.45	5.25	5.96	3.91	1.53	2.54	4.48	1.78	1.74
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	16.85	8.45	9.18	10.41	5.82	18.44	11.84	8.31	10.30	6.99	3.30	3.95	6.76	4.44	3.35
	未修正 OC (μg m^{-3})	6.11	4.75	3.59	5.22	3.88	5.38	6.49	4.82	4.09	5.27	1.33	1.98	3.54	2.55	2.21
	EC (μg m^{-3})	1.10	1.10	0.60	1.07	0.67	0.95	1.71	1.10	0.88	1.18	0.39	0.53	0.80	0.70	0.91
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	7.21	5.85	4.19	6.29	4.55	6.33	8.20	5.91	4.96	6.45	1.71	2.51	4.34	3.25	3.12
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	1.94	1.07	1.95	1.33	1.12	1.85	0.53	1.44	1.01	0.88	0.72	0.23	1.44	0.86	1.40
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.64	0.16	0.54	1.21	0.23	0.85	1.29	0.82	0.47	1.42	0.03	0.12	0.81	0.13	0.17
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	1.49	0.26	1.34	3.12	0.37	2.11	3.61	2.32	1.26	4.05	0.03	0.26	2.17	0.10	0.14
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.36	0.15	0.27	0.54	0.23	0.41	0.40	0.24	0.18	0.39	0.03	0.09	0.31	0.19	0.25
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	4.55	1.62	2.68	3.36	1.22	4.95	3.50	2.58	2.53	2.83	0.52	0.74	1.76	0.66	0.57
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	8.56	4.53	2.29	4.91	2.00	10.05	8.13	2.92	2.86	5.15	0.52	0.61	2.73	0.76	0.66
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.60	0.29	0.32	0.57	0.31	0.69	0.45	0.25	0.26	0.40	0.24	0.12	0.41	1.14	0.59
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	19.35	9.02	11.33	15.29	6.66	21.80	17.13	11.69	12.22	12.84	3.40	4.42	10.05	4.85	3.91
	揮發離子修正 [8] (%)	13	6	19	32	13	15	31	29	16	46	3	11	33	8	14
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	1.00	0.96	0.54	0.83	0.68	0.81	1.28	0.55	0.83	1.32	1.09	0.74	0.75	1.05	0.55
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.50	0.29	0.21	0.43	0.07	0.60	1.04	0.34	0.08	0.65	0.44	0.16	0.37	0.59	0.28
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.50	0.67	0.33	0.39	0.61	0.21	0.25	0.21	0.75	0.67	0.65	0.59	0.38	0.46	0.27
	修正後 OC (μg m^{-3})	6.11	4.37	3.47	5.26	3.34	5.78	7.27	4.95	3.41	5.24	1.13	1.55	3.52	2.68	2.21
	揮發 OC 占比 [9] (%)	8	7	6	8	2	10	14	7	2	12	40	10	10	22	12
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	8	15	9	8	18	4	3	4	22	13	58	38	11	17	12
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	0	-9	-4	1	-16	7	11	3	-20	-1	-18	-28	0	5	0

小港站 2020 年 6 月-2020 年 8 月

濾紙類型及項目	Date	02Jun20	08Jun20	14Jun20	20Jun20	26Jun20	02Jul20	08Jul20	14Jul20	20Jul20	26Jul20	01Aug20	07Aug20	13Aug20	19Aug20	25Aug20	31Aug20
濃度及比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	6	7	7	6	7	9	7	8	7	9	14	14	8	13	10	9
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	6	7	7	6	8	10	7	8	7	9	18	15	8	14	10	9
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	6	6	4	6	7	2	6	6	5	5	23	7	5	9	6	9
	已解析成分 [3] (%)	73	66	57	63	71	62	70	70	61	68	69	70	70	71	66	69
	修正後離子占比 [4] (%)	37	31	40	41	43	34	30	36	23	23	39	39	25	35	30	28
	修正後碳成分占比 [5] (%)	35	29	13	20	27	25	37	32	34	43	27	29	43	33	33	39
	金屬元素占比 [6] (%)	1	7	3	1	1	3	2	2	4	3	3	2	2	3	2	2
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.02	0.13	0.36	0.05	0.03	0.47	0.20	0.14	0.21	0.13	0.01	0.01	0.01	0.01	0.36	0.17
	NH_4^+ (μg m^{-3})	0.58	0.25	0.30	0.57	0.74	0.28	0.29	0.56	0.14	0.34	0.68	1.12	0.39	0.86	0.53	0.36
	K^+ (μg m^{-3})	0.01	0.07	0.05	0.02	0.03	0.04	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.01	0.01	0.03	0.01	0.01	0.06	0.03	0.01	0.03	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.08	0.11	0.13	0.06	0.07	0.13	0.11	0.06	0.11	0.07	0.08	0.06	0.05	0.07	0.06	0.06
	Cl^- (μg m^{-3})	0.04	0.37	0.52	0.01	0.05	0.70	0.11	0.03	0.20	0.08	0.17	0.01	0.07	0.03	0.29	0.10
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.20	0.28	0.34	0.22	0.21	0.35	0.28	0.29	0.25	0.27	0.40	0.45	0.33	0.37	0.35	0.42
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	1.34	0.78	0.94	1.33	1.91	1.04	0.94	1.60	0.60	0.97	2.17	3.31	0.94	2.51	1.08	0.87
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	2.27	2.00	2.66	2.28	3.06	3.07	1.96	2.70	1.54	1.89	3.57	4.99	1.81	3.87	2.72	1.99
	未修正 OC (μg m^{-3})	2.00	1.98	1.18	1.27	1.60	2.32	2.33	1.84	1.95	3.33	3.58	3.63	3.02	3.54	2.50	2.67
	EC (μg m^{-3})	0.63	0.41	0.13	0.48	0.44	0.52	0.79	0.94	0.55	0.74	0.87	0.86	0.86	1.24	1.31	1.10
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	2.64	2.39	1.31	1.76	2.04	2.84	3.12	2.78	2.50	4.08	4.45	4.49	3.88	4.78	3.82	3.77
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.19	1.04	0.72	0.36	0.24	0.79	0.49	0.48	0.55	0.62	1.32	0.66	0.47	0.98	1.15	0.54
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.03	0.08	0.06	0.10	0.06	0.04	0.08	0.07	0.04	0.05	0.83	0.18	0.08	0.27	0.15	0.16
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.08	0.09	0.07	0.13	0.09	0.03	0.11	0.16	0.04	0.16	2.04	0.54	0.17	0.70	0.06	0.30
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.01	0.10	0.07	0.12	0.07	0.06	0.09	0.04	0.06	0.01	0.42	0.05	0.06	0.11	0.24	0.14
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.60	0.33	0.35	0.68	0.81	0.32	0.37	0.62	0.18	0.39	1.51	1.30	0.48	1.13	0.68	0.52
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.28	0.37	0.41	0.35	0.30	0.38	0.39	0.46	0.28	0.42	2.44	0.99	0.51	1.07	0.41	0.73
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.05	0.46	0.59	0.13	0.12	0.76	0.20	0.07	0.25	0.09	0.58	0.06	0.12	0.14	0.53	0.24
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	2.39	2.27	2.85	2.63	3.27	3.20	2.24	2.96	1.68	2.11	6.86	5.76	2.12	4.94	3.17	2.59
	揮發離子修正 [8] (%)	5	12	7	14	7	4	13	9	8	10	48	13	15	22	14	23
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.95	0.63	0.56	0.49	0.60	0.64	0.63	0.56	0.51	0.63	1.11	0.82	0.58	0.54	0.69	0.59
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.30	0.19	0.10	0.01	0.33	0.10	0.13	0.20	0.23	0.28	0.69	0.34	0.13	0.17	0.18	0.26
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.65	0.44	0.46	0.48	0.27	0.54	0.50	0.36	0.28	0.35	0.42	0.48	0.45	0.37	0.50	0.33
	修正後 OC (μg m^{-3})	1.66	1.73	0.81	0.80	1.66	1.88	1.96	1.68	1.90	3.26	3.85	3.49	2.71	3.34	2.18	2.60
	揮發 OC 占比 [9] (%)	18	11	12	1	20	5	7	12	12	8	18	10	5	5	8	10
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	39	26	57	60	16	29	25	21	15	11	11	14	17	11	23	13
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-21	-15	-45	-59	4	-23	-19	-9	-2	-2	7	-4	-12	-6	-15	-3

小港站 2020 年 9 月-2020 年 11 月

濾紙類型及項目 \ Date	06Sep20	12Sep20	18Sep20	24Sep20	30Sep20	06Oct20	12Oct20	18Oct20	24Oct20	30Oct20	05Nov20	11Nov20	17Nov20	23Nov20	29Nov20
濃度及比															
$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	20	12	14	20	14	22	20	21	30	27	20	24	23	35	28
$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	23	13	16	23	17	25	24	25	36	31	23	27	27	37	29
$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	12	10	12	13	18	14	14	15	16	14	12	11	14	8	6
已解析成分 [3] (%)	73	81	70	78	77	78	73	77	85	78	84	75	83	82	72
修正後離子占比 [4] (%)	47	40	45	52	46	49	52	53	62	54	53	47	55	59	42
修正後碳成分占比 [5] (%)	24	39	23	24	29	27	20	23	21	21	28	26	26	22	29
金屬元素占比 [6] (%)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	1	2	1	2
單張濾紙															
Na^+(μg m^{-3})	0.31	0.11	0.18	0.28	0.37	0.56	0.87	0.53	0.26	0.64	0.54	0.50	0.72	0.53	0.51
NH_4^+ (μg m^{-3})	1.58	0.90	1.12	1.81	0.98	1.61	1.38	1.68	3.77	1.87	1.85	1.51	1.64	4.10	1.78
K^+ (μg m^{-3})	0.04	0.05	0.02	0.10	0.11	0.11	0.16	0.20	0.30	0.23	0.20	0.22	0.18	0.42	0.37
Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.03	0.01	0.01	0.03	0.03	0.08	0.12	0.09	0.05	0.09	0.07	0.07	0.09	0.06	0.06
Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.11	0.07	0.12	0.15	0.13	0.15	0.13	0.12	0.13	0.19	0.11	0.16	0.12	0.12	0.10
Cl^- (μg m^{-3})	0.06	0.22	0.03	0.26	0.25	0.23	0.39	0.33	0.47	0.35	0.12	0.32	0.16	0.41	0.45
NO_3^- (μg m^{-3})	0.61	0.60	0.30	1.12	0.55	1.01	1.93	2.27	8.34	3.86	1.21	3.26	2.48	5.61	3.87
SO_4^{2-} (μg m^{-3})	5.68	2.22	3.39	5.56	2.75	5.39	4.33	4.38	4.44	5.30	5.76	4.20	6.20	8.54	3.73
未修正離子濃度(μg m^{-3})	8.42	4.17	5.17	9.33	5.17	9.13	9.30	9.61	17.76	12.53	9.87	10.24	11.59	19.79	10.88
未修正 OC (μg m^{-3})	4.93	3.95	3.26	4.54	4.22	5.71	3.74	5.12	5.34	5.69	5.02	5.42	5.67	5.63	7.05
EC (μg m^{-3})	0.61	1.14	0.78	1.03	0.80	1.21	0.99	0.84	1.28	1.06	1.15	1.73	1.28	2.23	1.51
未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	5.55	5.08	4.04	5.58	5.02	6.92	4.73	5.96	6.62	6.75	6.17	7.15	6.95	7.86	8.56
金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	1.45	0.58	0.95	1.28	1.21	1.81	2.24	1.65	2.04	2.98	2.09	1.42	2.10	2.29	2.48
多張濾紙															
揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.60	0.29	0.42	0.64	0.67	0.81	0.77	0.90	1.07	1.07	0.54	0.70	0.80	0.64	0.37
揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	1.79	0.28	1.38	1.65	1.79	2.01	1.75	1.99	3.04	2.47	1.26	1.30	1.81	1.05	0.61
揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.11	0.41	0.01	0.29	0.26	0.40	0.47	0.58	0.29	0.62	0.31	0.61	0.49	0.63	0.35
修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	2.18	1.19	1.54	2.45	1.66	2.42	2.15	2.58	4.83	2.94	2.39	2.22	2.44	4.74	2.15
修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	2.40	0.87	1.68	2.77	2.34	3.02	3.68	4.26	11.39	6.33	2.47	4.55	4.29	6.65	4.48
修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.17	0.62	0.04	0.55	0.51	0.63	0.86	0.92	0.76	0.97	0.44	0.92	0.65	1.04	0.80
修正後離子濃度(μg m^{-3})	10.92	5.15	6.98	11.90	7.89	12.36	12.30	13.09	22.16	16.69	11.99	12.85	14.69	22.10	12.21
揮發離子修正 [8] (%)	23	19	26	22	35	26	24	27	20	25	18	20	21	10	11
第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.64	0.79	0.67	0.78	0.83	0.67	0.53	0.67	1.59	0.68	0.93	0.95	1.10	0.79	0.72
揮發 OC (μg m^{-3})	0.30	0.37	0.12	0.37	0.34	0.34	0.25	0.17	1.23	0.25	0.62	0.42	0.61	0.56	0.28
被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.34	0.43	0.55	0.42	0.49	0.33	0.28	0.50	0.36	0.43	0.32	0.53	0.49	0.23	0.44
修正後 OC (μg m^{-3})	4.89	3.88	2.84	4.49	4.07	5.73	3.71	4.79	6.21	5.52	5.32	5.30	5.79	5.96	6.88
揮發 OC 占比 [9] (%)	6	9	4	8	8	6	7	4	20	5	12	8	10	9	4
被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	7	11	19	9	12	6	8	10	6	8	6	10	8	4	6
OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-1	-2	-15	-1	-4	0	-1	-7	14	-3	6	-2	2	5	-2

臺灣大道 (晨(M)、暮(E))

濾紙類型及項目	Date	08Feb20 M	09Feb20 M	10Feb20 M	11Feb20 M	12Feb20 M	15Feb20 M	28Mar20 M	03Apr20 M	03Apr20 E	09Apr20 M	09Apr20 E	15Apr20 M	15Apr20 E	21Apr20 M	21Apr20 E
濃度及占比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	12	17	30	62	50	46	10	30	25	10	20	53	18	38	15
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	14	20	31	66	53	52	11	32	26	11	21	55	18	41	19
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	11	12	4	5	6	12	13	5	3	11	5	4	4	9	20
	已解析成分 [3] (%)	77	48	57	82	82	88	90	55	51	110	64	79	61	60	66
	修正後離子占比 [4] (%)	36	19	30	54	41	48	53	35	34	69	31	47	40	47	34
	修正後碳成分占比 [5] (%)	39	26	24	26	39	39	35	19	12	36	31	32	18	11	28
	金屬元素占比 [6] (%)	3	4	3	2	2	2	2	1	5	5	2	1	2	2	4
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.45	0.06	0.18	0.72	0.24	0.22	0.23	0.06	0.46	0.18	0.40	0.06	0.19	0.27	0.06
	NH_4^+ (μg m^{-3})	0.67	0.70	2.16	8.41	5.67	4.43	0.45	1.93	1.61	1.42	0.87	6.15	1.38	3.31	0.48
	K^+ (μg m^{-3})	0.08	0.08	0.08	0.16	0.08	0.27	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.28	0.08
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.28	0.08	0.23	0.21	0.08	0.44	0.64	0.44	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.31	0.30
	Cl^- (μg m^{-3})	0.25	0.08	0.22	1.05	0.68	0.51	0.21	0.19	0.26	0.08	0.08	0.08	0.08	0.22	0.08
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.80	0.46	2.40	16.00	9.89	8.57	0.77	4.13	1.98	1.58	0.96	12.36	0.66	5.19	1.33
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	1.52	1.32	3.10	7.54	4.65	5.70	2.03	3.50	3.46	3.32	3.17	5.25	4.03	6.01	2.02
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	4.13	2.86	8.44	34.17	21.36	20.22	4.49	10.41	8.01	6.83	5.71	24.13	6.58	15.68	4.43
	未修正 OC (μg m^{-3})	5.79	3.65	8.03	11.33	14.74	16.37	7.53	7.96	6.42	5.13	7.97	17.03	7.09	9.27	6.57
	EC (μg m^{-3})	0.82	0.08	1.69	4.33	4.01	6.38	0.00	0.08	0.15	0.00	0.00	3.23	0.50	0.44	0.06
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	6.61	3.73	9.72	15.66	18.74	22.75	7.53	8.05	6.57	5.13	7.97	20.27	7.59	9.70	6.63
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	1.03	1.27	1.60	2.10	1.53	1.67	0.79	0.85	4.20	1.04	0.93	1.21	1.10	1.49	1.62
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.62	0.62	0.62	0.91	0.62	3.81	0.95	0.62	0.62	0.62	0.62	0.98	0.63	2.69	1.61
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.12	0.12	0.12	0.24	0.12	0.12	0.26	0.12	0.12	0.12	0.12	0.27	0.12	0.72	0.34
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.84	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.23	0.19
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	1.30	1.32	2.78	9.32	6.29	8.24	1.40	2.55	2.23	2.04	1.48	7.13	2.00	6.01	2.10
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	0.92	0.58	2.52	16.25	10.01	8.69	1.03	4.25	2.10	1.70	1.08	12.63	0.78	5.91	1.67
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.33	0.16	0.30	1.13	0.76	1.35	0.29	0.27	0.34	0.16	0.16	0.16	0.16	0.45	0.27
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	4.95	3.68	9.26	35.41	22.18	24.99	5.78	11.23	8.83	7.65	6.53	25.46	7.40	19.32	6.57
	揮發離子修正 [8] (%)	17	22	9	3	4	19	22	7	9	11	12	5	11	19	33
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	2.68	1.84	3.06	3.32	2.42	5.49	3.91	3.57	3.34	1.91	2.03	4.53	4.27	5.21	4.73
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.68	1.62	0.31	2.31	2.18	1.53	0.07	0.83	0.00	0.41	0.25	0.77	0.00	0.11	1.70
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	2.00	0.22	2.75	1.01	0.24	3.96	3.84	2.74	3.34	1.50	1.79	3.76	4.27	5.11	3.03
	修正後 OC (μg m^{-3})	4.47	5.05	5.58	12.63	16.67	13.94	3.77	6.05	3.09	4.05	6.43	14.04	2.82	4.26	5.24
	揮發 OC 占比 [9] (%)	15	32	5	18	13	11	2	14	0	10	4	5	0	2	33
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	45	4	49	8	1	28	102	45	108	37	28	27	151	120	58
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-29	28	-44	10	12	-17	-100	-32	-108	-27	-24	-21	-151	-117	-25

臺灣大道 (晨(M)、暮(E))

濾紙類型及項目	Date	27Apr20 M	27Apr20 E	03May20 M	20Jun20 M	20Jun20 E	26Jun20 M	26Jun20 E	02Jul20 M	02Jul20 E	08Jul20 M	08Jul20 E	18Sep20	24Sep20	30Sep20	06Oct20
濃度及占比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	27	25	17	7	11	7	7	17	9	13	8	21	14	9	9
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	29	31	18	8	13	8	7	19	10	13	9	23	16	10	10
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	7	18	8	18	19	8	5	13	12	3	10	9	9	12	5
	已解析成分 [3] (%)	71	64	75	97	75	105	62	43	59	32	63	71	81	78	74
	修正後離子占比 [4] (%)	37	21	42	37	27	26	29	16	27	13	19	35	37	32	38
	修正後碳成分占比 [5] (%)	32	41	32	59	47	76	31	26	31	18	40	34	43	44	34
	金屬元素占比 [6] (%)	1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	5	2	2	3	2
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.06	0.06	0.45	0.14	0.12	0.04	0.04	0.12	0.17	0.04	0.13	0.19	0.22	0.16	0.40
	NH_4^+ (μg m^{-3})	1.91	0.24	1.36	0.36	0.52	0.23	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	1.40	0.95	0.51	0.53
	K^+ (μg m^{-3})	0.08	0.08	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.09	0.05	0.01
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.08	0.08	0.08	0.05	0.21	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.16	0.01	0.08
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.68	0.21	0.22	0.17	0.20	0.05	0.36	0.05	0.20	0.05	0.05	0.10	0.07	0.08	0.07
	Cl^- (μg m^{-3})	0.20	0.08	0.08	0.05	0.05	0.05	0.13	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.22	0.26	0.46
	NO_3^- (μg m^{-3})	3.03	1.04	0.28	0.29	0.41	0.17	0.20	0.27	0.25	0.21	0.27	0.48	0.43	0.33	0.56
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	2.92	1.30	3.56	0.82	1.17	1.04	0.78	0.73	0.70	0.93	0.72	4.39	2.48	1.27	1.33
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	8.96	3.09	6.11	1.93	2.72	1.67	1.67	1.39	1.53	1.44	1.38	6.68	4.64	2.68	3.43
	未修正 OC (μg m^{-3})	12.67	13.29	8.31	6.05	5.74	6.89	4.56	6.80	5.18	5.99	6.19	5.38	5.60	3.34	2.57
	EC (μg m^{-3})	2.11	1.18	0.71	0.38	0.43	0.00	0.00	0.39	0.58	0.08	0.25	1.84	1.52	0.84	0.63
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	14.78	14.47	9.02	6.43	6.17	6.89	4.56	7.19	5.76	6.07	6.44	7.22	7.12	4.19	3.20
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	0.76	0.83	0.85	0.31	0.48	0.46	0.33	0.89	0.67	0.32	1.26	1.01	0.61	0.66	0.77
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	1.48	2.57	1.02	0.71	0.58	0.23	0.22	1.06	0.73	0.22	0.22	0.31	0.31	0.15	0.06
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.24	0.70	0.12	0.07	0.18	0.07	0.07	0.45	0.43	0.07	0.07	1.01	0.84	0.30	0.06
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.22	0.21	0.18	0.24	0.13	0.05	0.05	0.16	0.05	0.05	0.05	0.01	0.11	0.11	0.08
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	3.39	2.82	2.37	1.07	1.11	0.45	0.30	1.13	0.80	0.30	0.29	1.71	1.27	0.67	0.59
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	3.27	1.74	0.40	0.36	0.59	0.24	0.27	0.72	0.67	0.28	0.34	1.49	1.27	0.63	0.62
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.41	0.29	0.26	0.29	0.18	0.10	0.18	0.21	0.10	0.10	0.10	0.05	0.34	0.38	0.53
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	10.89	6.58	7.42	2.95	3.61	2.01	2.01	3.06	2.73	1.78	1.72	8.01	5.91	3.26	3.62
	揮發離子修正 [8] (%)	18	53	18	35	25	17	17	55	44	19	20	17	21	18	5
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	5.54	5.98	3.35	2.57	3.12	1.50	2.42	3.81	2.68	3.74	3.89	1.17	0.71	1.06	0.49
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.00	2.07	0.05	0.43	1.60	0.28	0.00	0.73	0.02	0.02	0.56	0.79	0.20	0.69	0.29
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	5.54	3.91	3.30	2.14	1.51	1.21	2.42	3.08	2.66	3.72	3.33	0.38	0.52	0.38	0.20
	修正後 OC (μg m^{-3})	7.13	11.45	5.06	4.34	5.83	5.96	2.15	4.45	2.54	2.30	3.42	5.78	5.28	3.65	2.66
	揮發 OC 占比 [9] (%)	0	18	1	10	28	5	0	16	1	1	16	14	4	19	11
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	78	34	65	49	26	20	113	69	105	162	97	7	10	10	8
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	-78	-16	-64	-40	2	-16	-113	-53	-104	-161	-81	7	-6	8	3

臺灣大道 (晨(M)、暮(E))

濾紙類型及項目 \ Date		12Oct20	15Oct20	18Oct20	24Oct20	30Oct20 M	30Oct20 E	05Novt20 M	05Novt20 E	11Novt20 M	11Novt20 E	17Novt20 M	17Novt20 E		
濃度及占比	$PM_{2.5}$ 未修正濃度(μg m^{-3})	12	18	9	15	19	18	23	22	12	17	56	35		
	$PM_{2.5}$ 修正後濃度 [1](μg m^{-3})	13	20	9	15	24	25	27	25	14	20	57	37		
	$PM_{2.5}$ 濃度修正 [2] (%)	8	12	3	5	21	27	12	12	18	12	2	6		
	已解析成分 [3] (%)	79	78	80	69	43	58	74	74	75	66	54	73		
	修正後離子占比 [4] (%)	38	41	42	35	30	42	32	48	42	40	37	43		
	修正後碳成分占比 [5] (%)	38	34	32	29	12	13	40	24	30	24	16	29		
	金屬元素占比 [6] (%)	3	2	6	4	2	2	2	1	3	1	1	1		
單張濾紙	Na^+(μg m^{-3})	0.41	0.52	0.24	0.38	0.06	0.06	0.40	0.54	0.27	0.67	0.45	0.57		
	NH_4^+ (μg m^{-3})	0.75	1.13	0.63	0.83	0.12	0.12	0.60	1.23	0.12	0.12	4.31	1.08		
	K^+ (μg m^{-3})	0.09	0.14	0.21	0.13	0.57	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.58	0.58		
	Mg^{2+} (μg m^{-3})	0.05	0.18	0.05	0.06	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08	1.30		
	Ca^{2+} (μg m^{-3})	0.09	0.10	0.12	0.14	0.46	0.50	0.76	0.22	0.21	0.30	0.31	0.43		
	Cl^- (μg m^{-3})	0.33	0.26	0.24	0.33	1.00	1.04	0.08	0.16	1.05	1.16	1.18	1.05		
	NO_3^- (μg m^{-3})	0.84	1.07	0.45	0.81	0.82	0.95	1.89	1.33	0.90	1.07	6.29	3.16		
	SO_4^{2-} (μg m^{-3})	1.86	3.41	1.82	2.36	0.24	0.62	2.56	5.49	1.50	2.58	6.99	6.66		
	未修正離子濃度(μg m^{-3})	4.42	6.81	3.77	5.03	3.35	3.95	6.97	9.63	4.72	6.56	20.19	14.83		
	未修正 OC (μg m^{-3})	3.78	4.82	2.78	3.26	4.35	6.31	8.82	8.14	4.98	5.22	9.88	11.15		
	EC (μg m^{-3})	1.25	1.82	0.56	1.20	0.00	0.00	1.06	0.80	0.00	0.00	2.21	2.70		
	未修正碳成分濃度(μg m^{-3})	5.02	6.64	3.34	4.46	4.35	6.31	9.88	8.94	4.98	5.22	12.08	13.85		
	金屬元素濃度 [7] (μg m^{-3})	1.08	1.44	1.23	1.54	1.41	1.47	1.21	1.06	1.49	0.91	1.78	1.87		
多張濾紙	揮發 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.18	0.41	0.06	0.09	2.79	5.23	1.16	1.65	0.97	1.02	0.63	0.95		
	揮發 NO_3^- (μg m^{-3})	0.47	1.11	0.11	0.18	0.47	0.66	0.34	0.38	0.26	0.12	0.12	0.26		
	揮發 Cl^- (μg m^{-3})	0.08	0.14	0.06	0.07	0.40	0.87	0.08	0.18	0.08	0.18	0.08	0.08		
	修正後的 NH_4^+ (μg m^{-3})	0.93	1.54	0.70	0.92	2.91	5.35	1.76	2.87	1.09	1.14	4.93	2.03		
	修正後的 NO_3^- (μg m^{-3})	1.32	2.18	0.56	0.99	1.29	1.62	2.24	1.71	1.16	1.19	6.41	3.42		
	修正後的 Cl^- (μg m^{-3})	0.40	0.40	0.30	0.40	1.40	1.91	0.16	0.34	1.13	1.33	1.26	1.13		
	修正後離子濃度(μg m^{-3})	5.15	8.47	4.00	5.37	7.00	10.72	8.55	11.84	6.03	7.88	21.02	16.12		
	揮發離子修正 [8] (%)	14	20	6	6	52	63	19	19	22	17	4	8		
	第二張濾紙 OC (μg m^{-3})	0.53	1.14	0.46	0.71	4.32	3.26	2.83	4.40	3.26	2.42	3.32	4.64		
	揮發 OC (μg m^{-3})	0.30	0.75	0.06	0.37	1.37	0.16	1.72	0.73	1.28	0.96	0.25	0.82		
	被動吸附 VOCs (μg m^{-3})	0.22	0.39	0.40	0.35	2.95	3.09	1.10	3.67	1.99	1.47	3.07	3.82		
	修正後 OC (μg m^{-3})	3.85	5.18	2.43	3.28	2.78	3.39	9.44	5.20	4.27	4.71	7.05	8.15		
	揮發 OC 占比 [9] (%)	8	14	2	11	49	5	18	14	30	20	4	10		
	被動吸附 VOCs 占比 [10](%)	6	8	17	11	106	91	12	71	47	31	44	47		
	OC 揮發與吸附修正 [11] (%)	2	7	-14	1	-57	-86	7	-56	-17	-11	-40	-37		

(二) 元素成分濃度資料彙整

各站採樣期間 2017 冬季(2017 年 1、2 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
17年S1	花蓮	conc.	23.4	39.1	210.3	30.4	134.3	54.9	17.6	3.6	3.5	2.0	2.6	3.7	0.1	4.2	1.7	1.1	1.7	0.0	0.1	0.4	0.3	0.1	0.9	0.0	1.1	0.2	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.4	1.4	0.7	1.4	0.7	2.9	1.5	0.2	0.9	2.1	2.4	2.5	3.1	1.6	1.6	1.2	0.7	3.4	2.8	3.8	2.7	3.2	-0.1	4.9	0.5	2.0	1.0	1.5	1.6	0.6	0.4	0.3
		占比	2.0	3.4	18.3	2.7	11.7	4.8	1.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.3	0.0	0.4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	50.2	103.5	332.5	46.9	179.5	57.0	30.4	5.7	5.1	6.5	4.2	7.4	0.4	12.0	3.9	1.5	1.7	0.1	0.3	1.9	1.1	0.1	1.1	0.0	1.1	0.6	0.1	0.4	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.5	1.3	0.5	1.1	0.4	2.9	1.3	0.1	1.0	2.0	2.3	2.6	3.2	1.7	1.4	0.9	0.8	3.4	3.2	3.9	2.4	3.0	0.0	4.5	0.7	1.9	0.9	1.4	1.6	0.8	0.5	0.4
		占比	2.8	5.8	18.7	2.6	10.1	3.2	1.7	0.3	0.3	0.4	0.2	0.4	0.0	0.7	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	60.0	139.2	380.5	60.6	351.5	76.8	61.0	6.8	7.5	12.9	3.9	10.1	0.6	12.5	4.8	2.6	2.4	0.1	0.5	2.6	1.5	0.1	1.4	0.0	1.7	0.9	0.2	0.6	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.5	1.3	0.6	1.4	0.4	3.1	1.3	0.1	1.3	1.9	2.4	2.7	3.1	1.7	1.6	0.9	0.8	3.6	3.3	4.0	2.4	3.0	0.0	4.7	0.9	2.2	1.0	1.3	1.6	0.7	0.4	0.3
		占比	2.2	5.0	13.7	2.2	12.7	2.8	2.2	0.2	0.3	0.5	0.1	0.4	0.0	0.5	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	81.9	145.0	416.5	58.8	379.5	67.3	72.3	6.4	7.6	9.9	3.0	9.2	0.5	14.8	5.1	2.7	2.1	0.1	0.6	3.7	1.7	0.1	1.5	0.0	1.6	0.7	0.1	0.7	0.1	0.4	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.2	0.4	1.3	0.2	3.0	1.2	0.0	1.0	1.6	2.2	2.5	3.1	1.6	1.4	0.8	0.8	3.5	3.3	3.9	2.3	2.9	0.0	4.5	0.6	1.9	0.9	1.3	1.4	0.6	0.3	0.2
		占比	2.1	3.8	10.9	1.5	9.9	1.8	1.9	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.0	0.4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	99.7	150.2	514.2	80.5	451.3	87.9	74.3	14.2	9.1	10.4	4.0	9.8	0.6	29.1	5.5	2.8	3.3	0.1	0.6	3.1	1.7	0.1	1.5	0.0	1.5	0.6	0.1	0.8	0.1	0.7	0.1	0.2	0.1
		EF	0.0	0.3	1.2	0.5	1.3	0.2	2.9	1.4	0.0	1.0	1.6	2.2	2.5	3.3	1.5	1.4	0.9	0.7	3.4	3.1	3.9	2.2	2.9	-0.1	4.4	0.5	1.9	0.9	1.3	1.6	0.6	0.3	0.2
		占比	2.4	3.6	12.3	1.9	10.8	2.1	1.8	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.0	0.7	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	171.4	294.6	609.9	103.9	487.2	136.8	155.8	13.1	15.1	19.7	7.4	13.3	3.0	24.1	12.5	11.7	4.4	0.4	0.9	10.0	2.2	0.1	1.7	0.1	2.3	0.9	0.2	1.0	0.1	0.7	0.2	0.2	0.1
		EF	0.0	0.4	1.0	0.3	1.0	0.2	3.0	1.2	0.0	1.0	1.7	2.1	3.0	3.0	1.6	1.8	0.7	0.9	3.3	3.4	3.7	2.0	2.6	0.0	4.4	0.4	1.8	0.7	1.1	1.4	0.5	0.3	0.2
		占比	3.3	5.7	11.7	2.0	9.4	2.6	3.0	0.3	0.3	0.4	0.1	0.3	0.1	0.5	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	81.1	145.3	410.7	63.5	330.6	80.1	68.6	8.3	8.0	10.2	4.2	8.9	0.9	16.1	5.6	3.7	2.6	0.2	0.5	3.6	1.4	0.1	1.3	0.0	1.6	0.6	0.1	0.6	0.1	0.5	0.1	0.1	0.1
		EF	0.0	0.4	1.2	0.4	1.2	0.3	3.0	1.3	0.0	1.0	1.8	2.2	2.8	3.1	1.6	1.6	0.8	0.8	3.4	3.3	3.9	2.3	2.9	0.0	4.5	0.6	1.9	0.9	1.3	1.5	0.6	0.3	0.3
		占比	2.6	4.6	13.0	2.0	10.5	2.5	2.2	0.3	0.3	0.3	0.1	0.3	0.0	0.5	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2018 冬季(2017 年 12 月~2018 年 2 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
18年S1	花蓮	conc.	48.2	41.5	140.4	32.5	114.0	55.0	8.5	1.8	3.2	1.8	1.0	1.8	0.1	3.9	1.6	3.2	0.7	0.1	0.1	0.5	0.3	0.1	0.4	0.0	0.4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.1	1.0	0.4	1.0	0.4	2.3	0.9	-0.1	0.5	1.4	1.7	2.2	2.7	1.3	1.7	0.5	0.8	2.8	2.6	3.4	2.5	2.6	-0.2	4.2	0.3	1.6	0.6	1.0	1.1	0.3	0.1	0.1
		占比	5.2	4.5	15.3	3.5	12.4	6.0	0.9	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.0	0.4	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	80.8	100.8	168.7	47.0	285.0	52.7	22.8	9.1	4.9	5.4	2.7	9.2	0.4	19.8	4.8	2.9	3.5	0.1	0.2	1.6	0.6	0.1	0.7	0.0	0.6	0.4	0.1	0.4	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.3	0.8	0.3	1.1	0.1	2.5	1.3	-0.2	0.8	1.6	2.2	2.4	3.2	1.6	1.5	1.0	0.5	3.0	2.9	3.5	2.2	2.6	-0.3	4.1	0.4	1.6	0.7	1.1	1.5	0.4	0.2	0.0
		占比	5.0	6.3	10.5	2.9	17.7	3.3	1.4	0.6	0.3	0.3	0.2	0.6	0.0	1.2	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	119.8	197.3	225.6	57.7	269.6	86.8	54.6	5.4	9.7	15.5	3.3	11.2	1.0	18.4	4.4	4.6	1.6	0.2	0.4	3.3	2.3	0.1	1.1	0.0	1.0	1.3	0.2	0.7	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1
		EF	0.0	0.4	0.8	0.2	0.9	0.2	2.7	0.9	-0.1	1.0	1.5	2.1	2.7	3.0	1.4	1.5	0.5	0.8	3.2	3.1	3.9	2.2	2.6	-0.1	4.1	0.7	2.0	0.7	1.1	1.2	0.4	0.2	0.1
		占比	5.0	8.2	9.3	2.4	11.2	3.6	2.3	0.2	0.4	0.6	0.1	0.5	0.0	0.8	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	148.0	179.3	250.0	64.2	374.6	80.4	57.1	4.6	9.3	11.5	5.3	9.5	0.8	17.5	5.0	4.9	1.5	0.2	0.5	3.1	1.4	0.1	1.2	0.0	1.2	0.7	0.1	0.8	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1
		EF	0.0	0.2	0.7	0.2	1.0	0.0	2.7	0.8	-0.2	0.8	1.6	2.0	2.5	2.9	1.3	1.4	0.4	0.6	3.1	2.9	3.6	2.2	2.6	-0.1	4.1	0.4	1.7	0.7	1.1	1.1	0.3	0.1	0.1
		占比	4.4	5.3	7.4	1.9	11.0	2.4	1.7	0.1	0.3	0.3	0.2	0.3	0.0	0.5	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	173.5	203.2	325.2	84.8	479.2	103.7	61.5	14.1	9.3	13.8	4.9	10.4	0.8	33.5	5.0	4.7	1.8	0.2	0.5	3.8	1.7	0.2	1.3	0.0	1.3	0.7	0.1	1.0	0.1	0.7	0.1	0.2	0.1
		EF	0.0	0.2	0.8	0.2	1.0	0.1	2.6	1.2	-0.2	0.8	1.5	2.0	2.4	3.1	1.2	1.3	0.4	0.6	3.1	3.0	3.6	2.2	2.5	-0.2	4.1	0.3	1.7	0.7	1.1	1.4	0.4	0.2	0.1
		占比	4.8	5.6	9.0	2.3	13.2	2.9	1.7	0.4	0.3	0.4	0.1	0.3	0.0	0.9	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	182.0	272.3	359.8	88.7	415.1	137.7	96.3	7.0	13.6	19.2	9.5	11.4	3.2	26.1	11.9	13.3	1.8	0.4	0.6	7.6	1.8	0.2	1.2	0.1	1.6	0.9	0.2	0.9	0.1	0.5	0.2	0.2	0.1
		EF	0.0	0.3	0.8	0.2	1.0	0.2	2.8	0.9	-0.1	1.0	1.8	2.0	3.0	3.0	1.6	1.8	0.3	0.9	3.1	3.2	3.6	2.2	2.5	-0.1	4.2	0.4	1.7	0.7	1.1	1.2	0.5	0.2	0.1
		占比	4.5	6.7	8.9	2.2	10.3	3.4	2.4	0.2	0.3	0.5	0.2	0.3	0.1	0.6	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	125.4	165.7	244.9	62.5	322.9	86.0	50.2	7.0	8.3	11.2	4.5	8.9	1.1	19.9	5.5	5.6	1.8	0.2	0.4	3.3	1.4	0.1	1.0	0.0	1.0	0.7	0.1	0.7	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1
		EF	0.0	0.3	0.8	0.2	1.0	0.1	2.7	1.0	-0.1	0.9	1.6	2.0	2.7	3.0	1.4	1.6	0.5	0.7	3.1	3.0	3.7	2.2	2.6	-0.2	4.1	0.4	1.8	0.7	1.1	1.3	0.4	0.2	0.1
		占比	4.7	6.2	9.2	2.3	12.1	3.2	1.9	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.0	0.7	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2019 冬季(2018 年 12 月~2019 年 2 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
19年S1	花蓮	conc.	17.5	22.8	151.5	21.3	69.2	49.3	4.3	1.7	1.9	1.3	1.0	1.3	0.1	2.2	2.0	1.2	0.8	0.0	0.1	0.6	0.2	0.1	0.4	0.0	0.3	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.3	1.4	0.6	1.2	0.7	2.5	1.3	0.1	0.8	1.8	2.0	2.6	2.9	1.8	1.7	1.0	0.7	3.2	3.1	3.7	2.8	3.0	0.0	4.4	0.4	1.9	0.9	1.2	1.3	0.5	0.4	0.2
		占比	2.0	2.6	17.4	2.5	8.0	5.7	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	49.1	97.4	265.1	37.5	136.3	56.8	22.9	3.6	5.3	7.3	1.7	5.1	0.4	7.2	4.4	2.4	1.0	0.1	0.2	1.9	0.6	0.0	0.6	0.0	0.4	0.3	0.1	0.3	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.5	1.2	0.4	1.0	0.4	2.7	1.1	0.1	1.1	1.6	2.2	2.7	3.0	1.7	1.6	0.7	0.6	3.1	3.2	3.7	2.2	2.7	-0.1	4.1	0.5	1.9	0.8	1.1	1.3	0.5	0.3	0.2
		占比	3.0	6.0	16.4	2.3	8.4	3.5	1.4	0.2	0.3	0.4	0.1	0.3	0.0	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	49.9	129.4	365.8	47.4	225.0	68.8	29.1	4.0	7.7	13.0	2.4	7.5	0.7	8.9	5.4	4.0	1.3	0.1	0.3	3.9	1.1	0.0	0.8	0.0	0.6	0.6	0.2	0.5	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.6	1.4	0.5	1.2	0.4	2.8	1.2	0.2	1.4	1.7	2.4	2.9	3.1	1.8	1.8	0.8	0.8	3.4	3.5	4.0	2.2	2.9	0.0	4.3	0.8	2.3	0.9	1.2	1.4	0.6	0.4	0.3
		占比	2.1	5.5	15.5	2.0	9.5	2.9	1.2	0.2	0.3	0.5	0.1	0.3	0.0	0.4	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	80.6	150.2	468.9	64.2	331.0	73.2	39.6	4.6	8.0	10.4	4.2	7.4	1.1	10.9	5.4	5.0	1.5	0.1	0.3	3.6	1.1	0.1	1.0	0.0	1.1	0.5	0.1	0.6	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.3	0.4	1.2	0.3	2.8	1.0	0.0	1.0	1.8	2.1	2.9	2.9	1.6	1.7	0.6	0.8	3.2	3.3	3.7	2.2	2.8	0.0	4.4	0.5	2.0	0.9	1.1	1.2	0.5	0.2	0.2
		占比	2.4	4.4	13.7	1.9	9.7	2.1	1.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	0.0	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	64.7	119.5	536.4	65.2	440.9	64.6	40.1	22.2	6.7	12.0	3.4	8.3	0.9	20.3	5.4	3.8	1.6	0.1	0.6	3.2	1.1	0.1	1.0	0.0	1.1	0.4	0.1	0.8	0.0	0.8	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.4	0.6	1.4	0.3	2.9	1.8	0.1	1.2	1.8	2.3	2.9	3.3	1.7	1.7	0.7	0.9	3.6	3.3	3.8	2.3	2.8	0.0	4.4	0.5	2.1	1.0	1.2	1.8	0.5	0.3	0.2
		占比	1.8	3.3	14.6	1.8	12.0	1.8	1.1	0.6	0.2	0.3	0.1	0.2	0.0	0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	117.4	217.7	535.3	72.5	362.5	126.7	53.1	7.0	11.3	17.3	5.5	10.2	3.5	13.1	7.7	9.0	1.8	0.3	0.4	7.5	1.2	0.1	0.9	0.1	1.1	0.5	0.2	0.8	0.1	0.4	0.1	0.2	0.1
		EF	0.0	0.4	1.2	0.3	1.1	0.3	2.7	1.1	0.0	1.1	1.7	2.1	3.2	2.9	1.6	1.8	0.5	0.9	3.2	3.4	3.6	2.0	2.5	0.3	4.2	0.4	1.9	0.8	1.2	1.2	0.5	0.3	0.2
		占比	2.8	5.2	12.7	1.7	8.6	3.0	1.3	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.1	0.3	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	63.2	122.8	387.2	51.4	260.8	73.2	31.5	7.2	6.8	10.2	3.0	6.6	1.1	10.4	5.0	4.2	1.3	0.1	0.3	3.4	0.9	0.1	0.8	0.0	0.8	0.4	0.1	0.5	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.5	1.3	0.5	1.2	0.4	2.8	1.3	0.1	1.1	1.7	2.2	3.0	3.0	1.7	1.7	0.7	0.8	3.3	3.3	3.8	2.2	2.7	0.1	4.3	0.5	2.0	0.9	1.2	1.4	0.5	0.3	0.2
		占比	2.3	4.6	14.4	1.9	9.7	2.7	1.2	0.3	0.3	0.4	0.1	0.2	0.0	0.4	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2020 冬季(2019 年 12 月~2020 年 2 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
20年S1	花蓮	conc.	28.4	26.9	206.5	26.9	96.3	56.2	5.0	1.5	2.2	1.4	1.2	1.5	0.1	2.9	0.6	1.9	0.8	0.0	0.1	0.4	0.4	0.0	0.4	0.0	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.1	1.4	0.5	1.1	0.6	2.3	1.0	-0.1	0.6	1.6	1.9	2.3	2.8	1.1	1.7	0.8	0.6	3.1	2.7	3.8	2.3	2.8	-0.2	4.1	0.5	1.5	0.8	1.0	1.1	0.3	0.2	0.1
		占比	3.3	3.1	24.1	3.1	11.3	6.6	0.6	0.2	0.3	0.2	0.1	0.2	0.0	0.3	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	52.5	134.7	344.4	44.3	172.4	67.0	25.8	4.1	9.0	20.1	2.2	8.0	0.5	7.5	1.5	3.2	1.0	0.1	0.3	2.6	1.0	0.0	0.6	0.0	0.4	1.3	0.1	0.5	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.6	1.3	0.5	1.1	0.4	2.8	1.2	0.3	1.5	1.7	2.4	2.7	3.0	1.2	1.7	0.6	0.8	3.3	3.3	3.9	2.1	2.7	0.3	4.1	1.1	1.8	0.9	1.2	1.4	0.7	0.5	0.3
		占比	2.9	7.4	18.9	2.4	9.5	3.7	1.4	0.2	0.5	1.1	0.1	0.4	0.0	0.4	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	67.8	197.7	384.5	49.9	234.0	74.9	38.4	5.6	8.9	16.5	3.1	9.5	0.9	10.2	1.5	3.9	1.3	0.1	0.3	3.2	1.1	0.0	0.8	0.0	0.7	2.0	0.2	0.5	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.6	1.2	0.4	1.1	0.3	2.8	1.2	0.2	1.3	1.7	2.3	2.9	3.0	1.1	1.7	0.6	0.8	3.3	3.3	3.8	1.9	2.7	0.1	4.2	1.2	2.2	0.8	1.0	1.4	0.5	0.4	0.3
		占比	2.5	7.3	14.3	1.8	8.7	2.8	1.4	0.2	0.3	0.6	0.1	0.4	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	113.4	160.1	446.3	61.0	394.3	72.6	40.8	6.7	8.3	11.1	3.1	8.2	0.8	9.8	1.6	4.6	1.8	0.1	0.3	2.9	1.1	0.0	1.0	0.0	0.7	1.3	0.1	0.6	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.3	1.1	0.3	1.1	0.1	2.6	1.1	-0.1	0.9	1.5	2.0	2.6	2.8	0.9	1.5	0.6	0.6	3.1	3.0	3.6	1.7	2.6	0.0	4.0	0.8	1.7	0.7	0.8	1.2	0.3	0.2	0.1
		占比	3.1	4.4	12.3	1.7	10.9	2.0	1.1	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	117.8	141.3	483.7	57.7	394.8	75.5	37.8	46.9	7.8	12.6	2.8	7.2	0.8	19.9	1.7	3.8	2.1	0.1	0.3	2.8	1.0	0.0	0.9	0.0	0.7	1.0	0.1	0.8	0.0	1.5	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.2	1.1	0.2	1.1	0.1	2.6	1.9	-0.1	1.0	1.4	2.0	2.6	3.0	0.9	1.4	0.6	0.6	3.0	3.0	3.5	1.7	2.5	-0.1	4.0	0.6	1.7	0.8	0.8	1.8	0.3	0.2	0.0
		占比	3.1	3.7	12.8	1.5	10.5	2.0	1.0	1.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.0	0.5	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	117.4	213.9	547.3	74.4	315.3	119.5	57.8	5.8	10.6	19.2	3.6	9.3	2.7	15.4	2.3	7.7	1.8	0.2	0.4	5.1	1.1	0.0	0.8	0.1	0.7	1.1	0.1	0.7	0.0	0.3	0.1	0.2	0.1
		EF	0.0	0.4	1.2	0.4	1.0	0.3	2.8	1.0	0.0	1.2	1.5	2.1	3.1	2.9	1.1	1.7	0.5	0.7	3.2	3.3	3.6	1.7	2.5	0.3	4.0	0.7	1.8	0.7	1.0	1.2	0.5	0.3	0.2
		占比	3.3	6.0	15.3	2.1	8.8	3.3	1.6	0.2	0.3	0.5	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	82.9	145.8	402.1	52.4	267.8	77.6	34.3	11.8	7.8	13.5	2.7	7.3	1.0	10.9	1.5	4.2	1.5	0.1	0.3	2.8	1.0	0.0	0.7	0.0	0.6	1.2	0.1	0.6	0.0	0.5	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.2	0.3	1.1	0.3	2.7	1.4	0.0	1.1	1.5	2.1	2.8	2.9	1.1	1.6	0.6	0.7	3.1	3.2	3.7	1.9	2.6	0.1	4.0	0.8	1.8	0.8	0.9	1.5	0.5	0.3	0.2
		占比	3.0	5.3	14.8	1.9	9.8	2.8	1.3	0.4	0.3	0.5	0.1	0.3	0.0	0.4	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2017 春季(2017 年 3~5 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
17年S2	花蓮	conc.	59.1	76.4	196.6	32.8	120.2	73.3	13.0	1.8	5.4	4.0	1.2	2.0	0.2	3.6	2.9	1.6	0.7	0.1	0.2	0.7	0.4	0.1	0.9	0.0	0.8	0.3	0.0	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.3	1.0	0.3	0.9	0.4	2.4	0.8	0.0	0.8	1.3	1.7	2.2	2.6	1.5	1.3	0.4	0.6	3.0	2.7	3.5	2.2	2.8	-0.1	4.4	0.3	1.7	0.7	1.2	1.2	0.5	0.3	0.2
		占比	4.0	5.2	13.4	2.2	8.2	5.0	0.9	0.1	0.4	0.3	0.1	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	100.1	177.2	276.5	48.2	192.2	136.1	46.2	6.0	11.9	12.5	4.3	7.3	0.6	8.7	6.4	3.6	1.1	0.2	0.4	2.8	1.5	0.1	1.6	0.0	1.2	0.9	0.1	0.6	0.1	0.4	0.2	0.2	0.1
		EF	0.0	0.4	0.9	0.2	0.9	0.4	2.7	1.1	0.1	1.0	1.7	2.0	2.5	2.8	1.6	1.5	0.4	0.7	3.2	3.1	3.8	2.2	2.9	0.0	4.3	0.7	1.7	0.8	1.2	1.4	0.7	0.4	0.4
		占比	3.7	6.5	10.2	1.8	7.1	5.0	1.7	0.2	0.4	0.5	0.2	0.3	0.0	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	68.1	175.8	197.5	32.9	190.3	67.8	52.5	3.9	9.7	13.9	3.8	7.1	0.8	8.1	5.9	4.0	0.9	0.2	0.4	2.2	1.0	0.1	1.5	0.0	1.1	0.9	0.2	0.5	0.0	0.3	0.1	0.1	0.1
		EF	0.0	0.6	1.0	0.2	1.0	0.3	3.0	1.0	0.2	1.2	1.8	2.2	2.8	2.9	1.7	1.7	0.5	0.9	3.3	3.1	3.8	2.2	3.0	0.1	4.4	0.8	2.1	0.9	1.3	1.4	0.7	0.5	0.4
		占比	2.4	6.2	7.0	1.2	6.7	2.4	1.9	0.1	0.3	0.5	0.1	0.3	0.0	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	95.3	155.9	210.2	38.7	262.5	70.1	50.8	5.8	9.1	9.2	3.8	7.0	0.7	9.9	5.6	4.0	1.4	0.2	0.4	3.5	1.1	0.1	1.2	0.0	1.2	0.6	0.1	0.6	0.0	0.4	0.1	0.1	0.1
		EF	0.0	0.4	0.8	0.2	1.0	0.2	2.8	1.1	0.0	0.9	1.6	2.0	2.6	2.8	1.6	1.5	0.5	0.8	3.2	3.2	3.7	2.1	2.8	0.0	4.3	0.5	1.8	0.8	1.1	1.3	0.6	0.3	0.3
		占比	2.6	4.3	5.8	1.1	7.3	1.9	1.4	0.2	0.3	0.3	0.1	0.2	0.0	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	94.6	158.1	232.1	39.8	250.8	96.1	57.8	14.1	9.7	10.6	3.6	6.3	0.9	11.0	5.5	3.5	1.3	0.2	0.4	3.0	1.0	0.1	1.2	0.0	1.2	0.6	0.1	0.7	0.1	0.7	0.1	0.2	0.1
		EF	0.0	0.4	0.9	0.2	1.0	0.3	2.9	1.5	0.1	1.0	1.6	2.0	2.7	2.9	1.6	1.5	0.5	0.8	3.2	3.1	3.7	2.1	2.8	0.0	4.3	0.5	1.8	0.8	1.2	1.6	0.6	0.4	0.3
		占比	2.7	4.4	6.5	1.1	7.0	2.7	1.6	0.4	0.3	0.3	0.1	0.2	0.0	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	101.6	211.6	277.8	47.2	204.4	98.4	92.5	4.4	10.2	15.2	9.0	6.2	1.6	10.9	18.8	8.5	1.1	0.3	0.4	2.8	1.2	0.1	1.0	0.0	1.4	0.6	0.1	0.6	0.0	0.3	0.2	0.2	0.1
		EF	0.0	0.5	0.9	0.2	0.9	0.3	3.0	0.9	0.0	1.1	2.0	2.0	2.9	2.8	2.1	1.8	0.4	1.0	3.2	3.0	3.7	2.0	2.7	0.1	4.3	0.5	1.8	0.7	1.1	1.2	0.8	0.3	0.3
		占比	3.3	6.9	9.0	1.5	6.6	3.2	3.0	0.1	0.3	0.5	0.3	0.2	0.1	0.4	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	86.5	159.2	231.8	39.9	203.4	90.3	52.1	6.0	9.3	10.9	4.3	6.0	0.8	8.7	7.5	4.2	1.1	0.2	0.4	2.5	1.1	0.1	1.2	0.0	1.2	0.6	0.1	0.6	0.0	0.4	0.1	0.1	0.1
		EF	0.0	0.4	0.9	0.2	1.0	0.3	2.9	1.1	0.1	1.0	1.7	2.0	2.7	2.8	1.7	1.6	0.4	0.8	3.2	3.1	3.7	2.1	2.8	0.0	4.3	0.6	1.8	0.8	1.2	1.4	0.7	0.4	0.3
		占比	3.0	5.5	8.1	1.4	7.1	3.1	1.8	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2	0.0	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2018 春季(2018 年 3~5 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
18年S2	花蓮	conc.	97.8	82.6	210.7	80.3	91.3	75.5	6.7	5.0	7.4	2.9	3.7	1.6	0.2	3.2	3.9	4.4	0.8	0.2	0.1	0.3	0.4	0.0	0.4	0.0	0.2	0.2	0.0	0.3	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.1	0.8	0.5	0.6	0.2	1.9	1.0	-0.1	0.4	1.6	1.4	2.0	2.3	1.4	1.6	0.3	0.7	2.5	2.1	3.2	1.9	2.3	-0.2	3.5	0.0	1.3	0.5	0.8	1.1	0.2	0.0	0.0
		占比	6.7	5.7	14.5	5.5	6.3	5.2	0.5	0.3	0.5	0.2	0.3	0.1	0.0	0.2	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	138.0	153.2	229.3	94.5	172.8	96.9	30.5	5.7	11.9	8.1	4.3	8.1	0.6	11.1	8.4	4.4	1.6	0.2	0.3	2.1	1.2	0.1	0.7	0.0	0.5	0.6	0.1	0.5	0.0	0.3	0.1	0.2	0.1
		EF	0.0	0.2	0.7	0.4	0.7	0.1	2.4	0.9	0.0	0.7	1.5	1.9	2.4	2.7	1.6	1.4	0.4	0.6	2.9	2.8	3.5	2.1	2.4	-0.1	3.8	0.3	1.6	0.5	1.0	1.1	0.5	0.2	0.1
		占比	5.3	5.9	8.8	3.6	6.6	3.7	1.2	0.2	0.5	0.3	0.2	0.3	0.0	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	161.7	196.1	199.9	95.7	194.3	82.3	34.8	7.4	11.9	12.7	7.7	7.0	0.9	11.2	8.5	9.9	1.4	0.2	0.2	1.9	1.0	0.1	0.7	0.0	0.6	0.6	0.1	0.5	0.0	0.4	0.1	0.1	0.1
		EF	0.0	0.2	0.6	0.3	0.7	0.0	2.4	0.9	-0.1	0.8	1.7	1.8	2.5	2.7	1.5	1.7	0.3	0.6	2.8	2.7	3.4	1.9	2.3	-0.2	3.8	0.3	1.7	0.5	0.8	1.1	0.3	0.1	0.0
		占比	6.1	7.4	7.6	3.6	7.3	3.1	1.3	0.3	0.5	0.5	0.3	0.3	0.0	0.4	0.3	0.4	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	135.5	120.1	187.9	75.8	263.7	64.8	27.3	4.1	5.9	7.2	4.6	5.5	0.8	8.4	7.7	5.3	1.7	0.2	0.2	1.4	1.1	0.1	0.7	0.0	0.5	0.4	0.1	0.5	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.1	0.6	0.3	0.9	0.0	2.4	0.8	-0.3	0.7	1.6	1.8	2.5	2.6	1.5	1.5	0.4	0.6	2.8	2.6	3.5	2.0	2.4	-0.3	3.8	0.2	1.5	0.5	0.9	1.0	0.2	0.0	0.0
		占比	4.8	4.3	6.7	2.7	9.4	2.3	1.0	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.0	0.3	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	122.5	130.3	215.2	79.1	304.5	69.3	27.3	19.2	7.3	8.9	4.5	5.8	1.0	12.8	7.6	5.1	2.1	0.2	0.2	1.5	1.0	0.1	0.7	0.0	0.5	0.4	0.1	0.6	0.0	0.8	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.2	0.7	0.4	1.0	0.1	2.4	1.5	-0.2	0.8	1.6	1.9	2.6	2.8	1.6	1.5	0.6	0.6	2.9	2.7	3.5	2.0	2.4	-0.2	3.8	0.2	1.6	0.7	0.9	1.6	0.3	0.1	0.1
		占比	4.6	4.9	8.1	3.0	11.5	2.6	1.0	0.7	0.3	0.3	0.2	0.2	0.0	0.5	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	128.8	133.6	230.6	65.4	145.4	75.2	41.0	2.1	6.1	10.2	6.5	4.7	1.2	10.7	22.8	6.3	0.9	0.2	0.2	1.6	0.8	0.1	0.6	0.0	0.5	0.4	0.1	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.2	0.7	0.3	0.6	0.1	2.6	0.5	-0.3	0.8	1.7	1.7	2.7	2.7	2.0	1.6	0.2	0.7	2.8	2.7	3.4	2.0	2.3	-0.3	3.8	0.1	1.6	0.5	0.9	0.9	0.4	0.1	0.0
		占比	5.4	5.6	9.7	2.8	6.1	3.2	1.7	0.1	0.3	0.4	0.3	0.2	0.1	0.5	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	130.7	136.0	212.3	81.8	195.3	77.4	27.9	7.2	8.4	8.3	5.2	5.5	0.8	9.6	9.8	5.9	1.4	0.2	0.2	1.5	0.9	0.1	0.6	0.0	0.5	0.4	0.1	0.5	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.2	0.7	0.3	0.8	0.1	2.4	1.0	-0.2	0.7	1.6	1.8	2.5	2.7	1.7	1.6	0.4	0.6	2.8	2.7	3.5	2.0	2.3	-0.2	3.8	0.2	1.6	0.5	0.9	1.2	0.3	0.1	0.0
		占比	5.4	5.6	8.8	3.4	8.1	3.2	1.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.0	0.4	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2019 春季(2019 年 3~5 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
19年S2	花蓮	conc.	32.1	31.0	176.4	25.3	56.8	47.5	4.1	0.6	4.3	1.7	0.9	0.9	0.2	1.6	3.3	1.0	0.4	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	0.3	0.0	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.1	1.2	0.4	0.8	0.5	2.2	0.6	0.2	0.7	1.5	1.6	2.5	2.5	1.8	1.4	0.4	0.6	2.8	2.6	3.3	2.3	2.7	-0.1	4.1	0.5	1.6	0.7	1.0	0.9	0.3	0.2	0.1
		占比	2.5	2.4	13.5	1.9	4.3	3.6	0.3	0.0	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	48.9	83.0	227.7	31.8	99.2	40.7	13.7	1.8	6.6	5.6	1.3	3.6	0.4	3.4	5.2	1.9	0.5	0.1	0.1	1.9	0.6	0.0	0.6	0.0	0.4	0.6	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.2	0.4	0.9	0.2	2.5	0.9	0.2	1.0	1.5	2.0	2.7	2.7	1.8	1.5	0.4	0.7	3.1	3.2	3.7	2.1	2.7	0.0	4.1	0.8	1.8	0.8	1.2	1.1	0.4	0.3	0.3
		占比	2.6	4.4	12.0	1.7	5.2	2.2	0.7	0.1	0.3	0.3	0.1	0.2	0.0	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	35.4	80.4	220.3	27.4	93.3	39.7	19.0	1.6	5.5	7.8	1.9	3.9	0.6	3.7	5.1	2.5	0.5	0.1	0.1	1.7	0.6	0.0	0.6	0.0	0.4	0.6	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
		EF	0.0	0.5	1.3	0.4	1.0	0.3	2.8	1.0	0.2	1.3	1.8	2.2	2.9	2.8	1.9	1.8	0.5	0.9	3.2	3.3	3.8	2.0	2.9	0.0	4.3	0.9	2.3	0.8	1.1	1.3	0.4	0.3	0.2
		占比	1.7	3.9	10.6	1.3	4.5	1.9	0.9	0.1	0.3	0.4	0.1	0.2	0.0	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	46.4	73.7	220.8	27.5	144.6	35.3	20.7	1.9	5.1	5.9	2.0	4.1	0.6	4.8	4.6	3.6	0.6	0.1	0.1	1.6	0.5	0.0	0.6	0.0	0.6	0.4	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.2	0.3	1.1	0.2	2.7	0.9	0.1	1.0	1.7	2.1	2.9	2.8	1.8	1.8	0.4	0.8	3.1	3.2	3.7	2.0	2.8	-0.1	4.3	0.6	2.0	0.8	1.1	1.1	0.3	0.3	0.2
		占比	1.8	2.9	8.8	1.1	5.8	1.4	0.8	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.0	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	41.7	76.4	247.6	28.4	156.0	28.9	22.8	6.6	5.2	7.0	2.1	4.0	1.0	9.2	4.6	2.8	0.8	0.1	0.2	1.9	0.6	0.0	0.7	0.0	0.6	0.4	0.1	0.4	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.3	0.4	1.2	0.1	2.8	1.5	0.1	1.2	1.7	2.2	3.1	3.2	1.8	1.7	0.6	0.9	3.3	3.3	3.8	2.1	2.9	-0.1	4.3	0.7	2.0	0.9	1.2	1.5	0.3	0.3	0.2
		占比	1.6	2.9	9.5	1.1	6.0	1.1	0.9	0.3	0.2	0.3	0.1	0.2	0.0	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	54.1	88.7	312.4	40.8	125.2	76.5	25.7	1.8	6.9	7.8	2.6	4.8	1.1	6.3	6.7	3.7	0.8	0.1	0.2	2.4	0.5	0.0	0.5	0.0	0.5	0.4	0.1	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.3	0.4	1.0	0.4	2.7	0.8	0.1	1.1	1.7	2.1	3.0	2.9	1.9	1.8	0.5	0.8	3.1	3.3	3.6	1.9	2.6	0.2	4.2	0.5	1.9	0.8	1.1	1.1	0.5	0.3	0.3
		占比	2.6	4.3	15.2	2.0	6.1	3.7	1.3	0.1	0.3	0.4	0.1	0.2	0.1	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	43.1	72.2	234.2	30.2	112.5	44.8	17.7	2.4	5.6	6.0	1.8	3.5	0.7	4.8	4.9	2.6	0.6	0.1	0.1	1.6	0.5	0.0	0.6	0.0	0.4	0.4	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.2	0.4	1.0	0.3	2.7	1.0	0.2	1.1	1.7	2.1	2.9	2.9	1.8	1.7	0.5	0.8	3.1	3.2	3.7	2.1	2.8	0.0	4.2	0.7	2.0	0.8	1.1	1.2	0.4	0.3	0.2
		占比	2.1	3.5	11.3	1.5	5.4	2.2	0.9	0.1	0.3	0.3	0.1	0.2	0.0	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2020 春季(2020 年 3~5 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
20年S2	花蓮	conc.	45.2	42.3	195.3	34.4	105.0	76.1	4.4	0.9	3.5	2.0	0.7	1.0	0.1	1.9	0.5	0.9	0.6	0.1	0.1	0.4	0.2	0.0	0.4	0.0	0.2	0.2	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
		EF	0.0	0.1	1.1	0.4	1.0	0.5	2.1	0.6	-0.1	0.6	1.2	1.5	2.2	2.4	0.8	1.2	0.5	0.6	2.8	2.5	3.2	2.2	2.6	-0.1	3.9	0.3	1.3	0.7	0.9	0.9	0.3	0.2	0.2
		占比	4.7	4.4	20.2	3.6	10.9	7.9	0.5	0.1	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	68.1	115.0	244.1	44.1	142.6	71.8	18.9	2.5	7.3	11.5	1.5	4.5	0.4	5.1	1.0	1.8	0.7	0.1	0.2	2.2	0.6	0.0	0.5	0.0	0.3	0.8	0.0	0.4	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.0	0.4	0.9	0.3	2.5	0.8	0.1	1.2	1.4	2.0	2.5	2.7	1.0	1.3	0.4	0.6	3.0	3.1	3.5	1.9	2.5	0.0	3.9	0.8	1.6	0.7	0.9	1.1	0.5	0.4	0.3
		占比	4.6	7.8	16.6	3.0	9.7	4.9	1.3	0.2	0.5	0.8	0.1	0.3	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	64.5	115.5	201.1	37.4	163.9	66.9	20.3	2.5	6.8	9.4	1.6	4.9	0.5	5.2	0.9	2.3	0.7	0.1	0.2	1.6	0.5	0.0	0.5	0.0	0.4	0.9	0.1	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.0	0.3	1.0	0.3	2.6	0.9	0.1	1.1	1.4	2.1	2.7	2.7	0.9	1.5	0.4	0.7	3.1	3.0	3.5	1.9	2.5	0.1	4.0	0.9	1.9	0.7	0.9	1.2	0.5	0.3	0.2
		占比	3.6	6.5	11.3	2.1	9.2	3.8	1.1	0.1	0.4	0.5	0.1	0.3	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	82.0	100.2	236.0	43.3	241.7	68.7	21.5	4.0	6.6	6.3	1.5	5.2	0.5	6.6	1.0	2.4	1.4	0.1	0.2	1.6	0.6	0.0	0.8	0.0	0.4	0.7	0.1	0.5	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.3	1.0	0.3	1.1	0.2	2.5	1.0	-0.1	0.8	1.3	2.0	2.5	2.7	0.9	1.4	0.6	0.5	3.0	2.9	3.4	1.9	2.6	0.1	3.9	0.6	1.6	0.7	0.9	1.1	0.4	0.2	0.1
		占比	4.0	4.9	11.5	2.1	11.8	3.4	1.0	0.2	0.3	0.3	0.1	0.3	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	88.1	101.5	265.7	46.4	214.1	73.2	19.8	8.4	6.7	7.1	1.6	4.1	0.6	15.5	1.0	2.2	1.0	0.1	0.2	1.8	0.6	0.0	0.5	0.0	0.4	0.6	0.1	0.5	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.2	1.0	0.3	1.0	0.2	2.4	1.3	-0.1	0.8	1.3	1.8	2.6	3.1	0.8	1.3	0.4	0.6	3.0	2.9	3.4	1.8	2.5	0.1	3.9	0.6	1.6	0.7	0.9	1.3	0.3	0.2	0.1
		占比	4.5	5.2	13.6	2.4	11.0	3.8	1.0	0.4	0.3	0.4	0.1	0.2	0.0	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	108.1	193.5	365.3	67.1	227.2	110.9	43.6	2.6	8.6	15.7	3.7	5.7	2.1	14.7	2.3	5.1	1.2	0.2	0.3	2.1	0.7	0.1	0.6	0.1	0.6	0.6	0.1	0.6	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1
		EF	0.0	0.4	1.0	0.3	0.9	0.3	2.7	0.7	-0.1	1.1	1.6	1.9	3.0	3.0	1.1	1.6	0.4	0.8	3.1	2.9	3.4	2.0	2.4	0.3	4.0	0.4	1.8	0.7	1.0	1.0	0.4	0.2	0.2
		占比	5.1	9.1	17.3	3.2	10.7	5.2	2.1	0.1	0.4	0.7	0.2	0.3	0.1	0.7	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	76.0	111.3	251.2	45.4	182.4	78.0	21.4	3.5	6.6	8.7	1.7	4.2	0.7	8.2	1.1	2.5	0.9	0.1	0.2	1.6	0.5	0.0	0.6	0.0	0.4	0.6	0.1	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.3	1.0	0.3	1.0	0.3	2.5	0.9	0.0	1.0	1.4	1.9	2.7	2.8	0.9	1.4	0.4	0.7	3.0	2.9	3.4	2.0	2.5	0.1	3.9	0.6	1.7	0.7	0.9	1.1	0.4	0.3	0.2
		占比	4.4	6.5	14.6	2.6	10.6	4.5	1.2	0.2	0.4	0.5	0.1	0.2	0.0	0.5	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2017 夏季(2017 年 6~8 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
17年S3	花蓮	conc.	64.1	41.0	224.0	36.6	72.5	79.5	11.2	1.6	3.6	1.6	2.2	0.9	0.1	2.0	4.3	1.6	0.8	0.1	0.1	0.3	0.4	0.0	0.5	0.0	0.3	0.3	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.0	1.0	0.3	0.6	0.4	2.3	0.7	-0.2	0.3	1.6	1.3	1.9	2.3	1.6	1.3	0.4	0.7	2.7	2.2	3.4	1.9	2.6	-0.1	3.9	0.4	1.0	0.3	0.4	0.9	0.2	-0.1	-0.2
		占比	7.6	4.8	26.4	4.3	8.6	9.4	1.3	0.2	0.4	0.2	0.3	0.1	0.0	0.2	0.5	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	72.5	124.3	279.9	45.6	117.5	85.7	39.5	4.1	8.5	8.7	4.5	7.7	0.5	7.0	6.8	3.0	0.8	0.1	0.3	3.4	1.2	0.0	0.7	0.0	0.8	1.2	0.1	0.3	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.1	0.3	0.8	0.4	2.8	1.0	0.1	1.0	1.8	2.2	2.6	2.8	1.8	1.5	0.4	0.8	3.2	3.3	3.8	2.0	2.6	0.0	4.3	0.9	1.7	0.6	1.0	1.4	0.7	0.4	0.2
		占比	4.2	7.1	16.1	2.6	6.7	4.9	2.3	0.2	0.5	0.5	0.3	0.4	0.0	0.4	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	58.7	121.7	229.0	43.7	112.9	78.3	53.7	3.7	7.4	8.3	3.6	4.8	0.6	5.8	6.0	3.5	0.6	0.1	0.2	1.8	1.5	0.0	0.7	0.0	1.5	0.8	0.1	0.3	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.5	1.1	0.4	0.9	0.4	3.0	1.1	0.1	1.1	1.8	2.1	2.7	2.8	1.8	1.7	0.4	0.8	3.1	3.1	4.0	1.7	2.8	-0.1	4.6	0.8	1.9	0.6	0.8	1.3	0.5	0.3	0.3
		占比	4.1	8.6	16.2	3.1	8.0	5.5	3.8	0.3	0.5	0.6	0.3	0.3	0.0	0.4	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	58.0	77.8	213.8	39.3	111.5	91.2	15.9	2.4	5.6	3.6	3.2	2.8	0.5	3.0	5.0	3.4	0.6	0.1	0.1	1.4	0.4	0.0	0.5	0.0	0.6	0.4	0.0	0.2	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.3	1.1	0.4	0.9	0.5	2.5	0.9	0.0	0.7	1.8	1.9	2.6	2.5	1.7	1.7	0.4	0.7	2.9	3.0	3.4	1.6	2.6	0.0	4.2	0.5	1.5	0.6	0.8	1.2	0.4	0.2	0.1
		占比	4.4	5.9	16.1	3.0	8.4	6.9	1.2	0.2	0.4	0.3	0.2	0.2	0.0	0.2	0.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	39.7	59.5	210.4	31.2	105.5	60.7	13.6	6.0	4.8	3.5	2.5	1.7	0.5	3.7	5.0	2.0	0.6	0.1	0.1	0.9	0.3	0.0	0.5	0.0	0.5	0.4	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0
		EF	0.0	0.3	1.2	0.4	1.0	0.5	2.6	1.5	0.1	0.9	1.8	1.8	2.8	2.8	1.9	1.6	0.5	0.7	2.9	3.0	3.5	1.6	2.8	-0.1	4.3	0.7	1.6	0.7	0.8	1.6	0.5	0.2	0.2
		占比	3.3	4.9	17.5	2.6	8.8	5.0	1.1	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.3	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	101.1	205.4	352.5	71.7	107.8	119.5	137.3	3.8	6.0	16.6	16.0	18.6	1.1	24.2	24.9	8.6	0.8	0.3	0.8	2.2	1.0	0.1	1.0	0.0	1.7	0.8	0.1	0.4	0.0	0.2	0.3	0.1	0.0
		EF	0.0	0.5	1.0	0.4	0.6	0.4	3.2	0.9	-0.2	1.2	2.2	2.4	2.8	3.2	2.2	1.8	0.2	1.0	3.5	3.0	3.6	2.1	2.6	-0.2	4.4	0.6	1.7	0.5	1.0	1.1	0.9	0.1	0.0
		占比	7.1	14.4	24.7	5.0	7.6	8.4	9.6	0.3	0.4	1.2	1.1	1.3	0.1	1.7	1.7	0.6	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	65.7	105.0	251.6	44.7	104.6	85.8	45.2	3.6	6.0	7.0	5.3	6.1	0.5	7.6	8.7	3.7	0.7	0.1	0.2	1.7	0.8	0.0	0.7	0.0	0.9	0.6	0.1	0.3	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.1	0.4	0.8	0.4	2.9	1.0	0.0	1.0	1.9	2.1	2.7	2.9	1.9	1.7	0.4	0.8	3.2	3.0	3.7	1.9	2.7	-0.1	4.4	0.7	1.6	0.6	0.9	1.3	0.7	0.2	0.1
		占比	5.0	7.9	19.0	3.4	7.9	6.5	3.4	0.3	0.5	0.5	0.4	0.5	0.0	0.6	0.7	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2018 夏季(2018 年 6~8 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
18年S3	花蓮	conc.	12.6	21.9	164.6	8.5	35.6	25.3	3.3	0.2	1.3	0.9	2.6	0.9	0.1	1.1	3.3	2.9	0.3	0.1	0.0	0.4	0.5	0.0	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.4	1.6	0.4	1.0	0.6	2.5	0.5	0.0	0.8	2.4	2.0	2.7	2.8	2.2	2.3	0.7	1.2	3.0	3.1	4.2	2.5	2.9	0.1	4.1	0.6	1.8	0.9	1.1	0.9	0.6	0.4	0.3
		占比	1.3	2.2	16.4	0.8	3.5	2.5	0.3	0.0	0.1	0.1	0.3	0.1	0.0	0.1	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	23.4	43.7	113.3	4.7	45.0	16.5	9.7	0.9	0.8	3.1	3.1	3.1	0.4	2.2	4.2	2.5	0.3	0.1	0.1	2.0	0.7	0.0	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.4	1.2	-0.2	0.9	0.1	2.7	0.9	-0.4	1.1	2.2	2.3	3.0	2.8	2.0	1.9	0.5	1.0	3.1	3.5	4.1	2.3	2.6	0.1	4.0	0.5	2.0	0.8	1.1	1.2	0.6	0.3	0.3
		占比	1.7	3.2	8.2	0.3	3.3	1.2	0.7	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	26.4	51.8	127.1	11.3	56.5	23.8	13.8	1.2	4.4	4.4	2.8	2.5	0.6	2.4	5.5	2.7	0.3	0.1	0.1	1.1	0.6	0.0	0.4	0.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.5	1.2	0.2	0.9	0.3	2.8	1.0	0.3	1.2	2.1	2.1	3.1	2.8	2.1	1.9	0.4	0.9	3.1	3.2	4.0	2.1	2.8	-0.1	4.1	0.5	2.2	0.7	1.0	1.2	0.6	0.4	0.2
		占比	1.8	3.6	8.9	0.8	3.9	1.7	1.0	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2	0.0	0.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	15.8	35.6	111.4	8.1	70.0	23.7	9.4	1.1	3.4	2.5	2.6	1.5	0.5	2.0	4.2	3.4	0.3	0.1	0.1	0.7	0.5	0.0	0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.5	1.3	0.3	1.2	0.5	2.8	1.1	0.4	1.1	2.3	2.1	3.2	2.9	2.2	2.3	0.6	1.2	3.2	3.3	4.1	2.2	3.0	0.0	4.3	0.6	2.1	1.0	1.2	1.3	0.6	0.4	0.4
		占比	1.1	2.5	7.7	0.6	4.9	1.6	0.7	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1	0.0	0.1	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	25.5	37.6	114.2	9.1	65.5	33.0	9.7	2.5	1.6	2.4	3.4	1.4	0.5	2.4	5.1	2.3	0.3	0.1	0.1	1.1	0.5	0.0	0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.3	1.1	0.1	1.0	0.4	2.6	1.3	-0.2	0.9	2.2	1.9	3.1	2.8	2.1	1.9	0.5	0.9	3.2	3.3	3.9	2.0	2.7	0.0	4.1	0.4	1.8	0.8	1.0	1.3	0.5	0.3	0.2
		占比	1.9	2.8	8.5	0.7	4.9	2.5	0.7	0.2	0.1	0.2	0.3	0.1	0.0	0.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	38.3	172.1	202.9	23.8	62.6	61.5	42.9	1.1	2.4	12.6	4.4	4.1	3.6	8.3	14.4	5.3	0.4	0.2	0.2	2.1	0.8	0.0	0.5	0.0	0.5	0.2	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
		EF	0.0	0.8	1.2	0.3	0.8	0.5	3.1	0.8	-0.2	1.5	2.1	2.2	3.7	3.2	2.4	2.1	0.4	1.2	3.3	3.4	3.9	2.2	2.8	-0.1	4.4	0.4	2.3	0.8	1.3	1.2	0.8	0.2	0.2
		占比	2.7	12.2	14.4	1.7	4.4	4.4	3.0	0.1	0.2	0.9	0.3	0.3	0.3	0.6	1.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	23.7	60.4	138.9	10.9	55.9	30.6	14.8	1.2	2.3	4.3	3.2	2.2	1.0	3.1	6.1	3.2	0.3	0.1	0.1	1.3	0.6	0.0	0.3	0.0	0.2	0.1	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.6	1.3	0.2	1.0	0.4	2.9	1.0	0.0	1.2	2.2	2.2	3.3	2.9	2.2	2.0	0.5	1.1	3.2	3.3	4.0	2.2	2.8	0.0	4.2	0.5	2.1	0.8	1.1	1.2	0.7	0.3	0.2
		占比	1.8	4.5	10.4	0.8	4.2	2.3	1.1	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.2	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2019 夏季(2019 年 6~8 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
19年S3	花蓮	conc.	13.2	13.7	220.1	24.8	41.0	37.2	3.5	0.4	1.4	0.8	0.7	1.0	0.1	1.2	3.3	0.8	0.3	0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.2	1.7	0.8	1.1	0.7	2.5	0.8	0.1	0.7	1.7	2.1	2.8	2.8	2.2	1.7	0.7	1.3	3.1	2.8	3.6	2.8	3.0	-0.1	4.4	0.6	1.6	0.8	1.2	1.0	0.4	0.2	0.2
		占比	1.5	1.6	25.8	2.9	4.8	4.4	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	21.8	43.1	172.5	21.2	43.2	42.8	6.6	1.0	3.0	3.7	2.9	2.3	0.3	1.2	2.8	1.7	0.3	0.1	0.1	0.6	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.4	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
		EF	0.0	0.5	1.4	0.5	0.9	0.6	2.5	1.0	0.2	1.2	2.2	2.2	2.9	2.6	1.9	1.8	0.5	1.3	3.0	3.1	3.6	2.1	2.7	0.1	4.2	0.9	2.0	0.7	0.9	1.2	0.6	0.3	0.2
		占比	2.0	4.0	16.0	2.0	4.0	4.0	0.6	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.0	0.1	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	21.7	55.7	142.3	19.1	62.9	30.7	13.1	1.4	3.2	4.0	1.2	2.7	0.5	2.0	4.4	1.9	0.3	0.1	0.1	0.8	0.4	0.0	0.4	0.0	0.3	0.5	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
		EF	0.0	0.6	1.3	0.5	1.1	0.4	2.9	1.1	0.2	1.2	1.8	2.3	3.1	2.8	2.1	1.9	0.5	1.3	3.2	3.2	3.9	2.0	3.0	0.0	4.3	1.0	2.1	0.8	0.9	1.3	0.5	0.3	0.2
		占比	1.9	5.0	12.7	1.7	5.6	2.8	1.2	0.1	0.3	0.4	0.1	0.2	0.0	0.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	30.2	41.7	143.8	31.9	78.5	29.9	8.4	1.7	2.8	2.6	1.3	1.6	0.4	1.9	4.5	1.6	0.4	0.1	0.1	0.7	0.3	0.0	0.4	0.0	0.2	0.3	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0
		EF	0.0	0.3	1.2	0.6	1.0	0.3	2.5	1.0	0.0	0.9	1.7	1.9	2.8	2.6	2.0	1.6	0.4	1.1	3.0	3.0	3.6	2.0	2.8	0.0	4.1	0.7	1.7	0.7	0.9	1.2	0.5	0.2	0.1
		占比	2.2	3.1	10.7	2.4	5.8	2.2	0.6	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	21.7	32.3	103.4	15.1	58.5	24.0	5.9	8.2	2.1	2.1	1.2	1.4	0.8	1.7	4.4	1.8	0.4	0.1	0.1	0.6	0.2	0.0	0.4	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.3	0.0	0.0
		EF	0.0	0.3	1.2	0.4	1.0	0.3	2.5	1.9	0.0	0.9	1.8	2.0	3.3	2.7	2.1	1.8	0.6	1.2	3.1	3.0	3.5	1.8	2.9	-0.1	4.2	0.7	1.8	0.7	0.8	1.9	0.5	0.3	0.2
		占比	2.1	3.1	9.9	1.5	5.6	2.3	0.6	0.8	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	26.1	92.7	225.9	29.5	70.3	40.9	34.4	1.1	3.3	10.7	1.9	3.9	0.7	6.3	7.0	4.5	0.4	0.1	0.2	1.6	0.4	0.0	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
		EF	0.0	0.7	1.4	0.6	1.0	0.5	3.2	0.9	0.1	1.5	1.9	2.4	3.2	3.2	2.2	2.1	0.5	1.3	3.4	3.4	3.8	2.4	2.7	0.7	4.5	0.7	2.3	0.8	1.2	1.3	0.9	0.3	0.2
		占比	2.3	8.0	19.5	2.5	6.1	3.5	3.0	0.1	0.3	0.9	0.2	0.3	0.1	0.5	0.6	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	22.5	46.5	168.0	23.6	59.1	34.3	12.0	2.3	2.6	4.0	1.5	2.2	0.5	2.4	4.4	2.1	0.4	0.1	0.1	0.8	0.3	0.0	0.3	0.0	0.3	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0
		EF	0.0	0.5	1.4	0.6	1.0	0.5	2.8	1.3	0.1	1.2	1.9	2.2	3.1	2.8	2.1	1.9	0.5	1.2	3.1	3.1	3.7	2.2	2.8	0.2	4.3	0.8	2.0	0.8	1.0	1.4	0.6	0.3	0.2
		占比	2.0	4.2	15.3	2.1	5.4	3.1	1.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2	0.0	0.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2020 夏季(2020 年 6~8 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
20年S3	花蓮	conc.	37.7	33.7	204.0	32.1	38.2	65.8	1.9	0.5	2.7	0.9	0.4	0.8	0.1	0.7	0.5	0.6	0.4	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.1	1.2	0.5	0.6	0.5	1.8	0.4	-0.1	0.3	1.0	1.5	2.0	2.1	0.9	1.1	0.4	0.6	2.5	2.5	3.0	1.8	2.1	-0.1	3.6	0.1	0.8	0.3	0.4	0.6	0.3	0.2	0.0
		占比	5.6	5.0	30.1	4.7	5.6	9.7	0.3	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	43.1	76.8	156.6	24.9	63.8	56.2	11.2	2.0	5.0	4.0	0.8	5.2	0.3	2.5	0.7	1.3	0.4	0.1	0.1	1.8	0.4	0.0	0.2	0.0	0.2	0.7	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.1	0.3	0.8	0.4	2.5	0.9	0.1	0.9	1.3	2.3	2.6	2.6	1.0	1.4	0.3	0.7	3.0	3.2	3.6	2.0	2.4	0.2	3.9	0.9	1.9	0.6	1.0	1.1	0.3	0.2	0.1
		占比	3.6	6.4	13.1	2.1	5.3	4.7	0.9	0.2	0.4	0.3	0.1	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	25.6	58.2	120.1	19.8	68.5	44.3	11.7	1.9	3.0	3.8	0.9	2.8	0.3	2.9	0.7	1.5	0.5	0.1	0.1	0.9	0.3	0.0	0.2	0.0	0.2	0.5	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.5	1.2	0.4	1.0	0.5	2.7	1.1	0.1	1.1	1.6	2.2	2.9	2.9	1.2	1.7	0.6	0.9	3.0	3.1	3.6	1.7	2.6	0.2	4.1	0.9	2.0	0.6	0.8	1.2	0.4	0.3	0.2
		占比	2.9	6.5	13.4	2.2	7.7	5.0	1.3	0.2	0.3	0.4	0.1	0.3	0.0	0.3	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	27.2	45.0	140.4	21.6	79.9	41.8	6.6	2.2	2.3	2.3	0.8	1.7	0.4	2.2	0.7	1.7	0.4	0.0	0.1	0.6	0.2	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.4	1.2	0.4	1.1	0.5	2.5	1.2	0.0	0.9	1.5	2.0	2.9	2.7	1.2	1.7	0.5	0.8	2.9	3.0	3.5	1.8	2.6	0.2	4.0	0.6	1.6	0.7	0.8	1.3	0.3	0.2	0.1
		占比	3.2	5.3	16.5	2.5	9.4	4.9	0.8	0.3	0.3	0.3	0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	25.9	35.8	120.2	19.8	70.9	37.3	7.6	1.8	2.5	2.2	0.8	1.7	0.5	3.4	0.6	1.1	0.4	0.0	0.1	0.7	0.1	0.0	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.3	1.2	0.4	1.0	0.5	2.5	1.1	0.0	0.9	1.5	2.0	3.0	2.9	1.2	1.5	0.6	0.8	3.0	3.0	3.3	1.7	2.6	0.2	4.0	0.6	1.6	0.7	0.8	1.2	0.4	0.2	0.1
		占比	3.2	4.5	15.0	2.5	8.8	4.7	1.0	0.2	0.3	0.3	0.1	0.2	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	38.8	115.3	231.1	36.6	83.0	72.4	43.0	1.6	3.7	10.1	2.1	4.0	0.5	10.7	2.3	3.0	0.7	0.1	0.2	2.1	0.5	0.0	0.2	0.0	0.3	0.3	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.6	1.3	0.5	0.9	0.6	3.1	0.9	0.0	1.4	1.8	2.2	2.8	3.3	1.6	1.8	0.6	1.0	3.4	3.3	3.7	2.1	2.4	0.5	4.2	0.5	1.9	0.7	1.2	1.2	0.4	0.2	0.1
		占比	4.1	12.2	24.4	3.9	8.8	7.7	4.5	0.2	0.4	1.1	0.2	0.4	0.1	1.1	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	33.0	60.8	162.1	25.8	67.4	53.0	13.7	1.7	3.2	3.9	1.0	2.7	0.3	3.7	0.9	1.5	0.5	0.1	0.1	1.1	0.3	0.0	0.2	0.0	0.2	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.4	1.2	0.4	0.9	0.5	2.7	1.0	0.0	1.0	1.5	2.1	2.8	2.9	1.2	1.6	0.5	0.8	3.1	3.1	3.5	1.9	2.4	0.2	4.0	0.7	1.8	0.6	0.9	1.1	0.4	0.2	0.1
		占比	3.7	6.8	18.1	2.9	7.5	5.9	1.5	0.2	0.4	0.4	0.1	0.3	0.0	0.4	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2017 秋季(2017 年 9~11 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
17年S4	花蓮	conc.	30.0	35.4	201.2	42.5	58.1	48.1	10.2	1.4	2.5	1.8	1.4	1.2	0.2	3.3	3.6	1.8	0.4	0.1	0.1	0.3	0.2	0.1	0.6	0.0	0.5	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.2	1.3	0.7	0.9	0.5	2.6	1.0	0.0	0.7	1.7	1.8	2.5	2.9	1.9	1.7	0.4	0.9	3.0	2.6	3.5	2.5	3.0	-0.1	4.5	0.4	1.6	0.6	1.0	1.1	0.6	0.2	0.1
		占比	3.4	4.0	22.9	4.8	6.6	5.5	1.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	0.4	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	61.5	110.9	253.4	58.1	102.9	56.8	35.8	2.7	6.0	7.1	3.2	6.6	0.5	7.7	7.0	2.5	0.7	0.1	0.2	2.2	0.8	0.1	1.6	0.0	1.1	0.5	0.1	0.3	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.1	0.5	0.8	0.3	2.8	0.9	0.0	1.0	1.8	2.2	2.7	2.9	1.8	1.5	0.4	0.8	3.2	3.2	3.7	2.2	3.1	-0.1	4.5	0.6	1.8	0.7	1.2	1.2	0.6	0.4	0.3
		占比	3.7	6.6	15.1	3.5	6.1	3.4	2.1	0.2	0.4	0.4	0.2	0.4	0.0	0.5	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	63.6	118.2	255.5	46.5	155.2	111.3	45.2	2.7	7.5	9.3	3.5	5.9	0.6	7.6	6.7	3.4	0.6	0.1	0.2	1.9	0.9	0.0	1.3	0.0	1.3	0.7	0.1	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.1	0.4	1.0	0.5	2.9	0.9	0.1	1.1	1.8	2.1	2.7	2.9	1.8	1.6	0.3	0.8	3.2	3.1	3.8	2.1	3.0	-0.1	4.5	0.8	2.0	0.7	1.1	1.2	0.5	0.3	0.2
		占比	3.0	5.7	12.2	2.2	7.4	5.3	2.2	0.1	0.4	0.4	0.2	0.3	0.0	0.4	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	66.0	105.3	210.3	44.9	214.9	59.5	41.8	2.9	5.0	6.4	3.9	5.2	0.5	8.3	6.5	3.8	0.9	0.1	0.3	1.8	0.8	0.0	1.6	0.0	1.2	0.4	0.1	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.0	0.4	1.1	0.3	2.9	0.9	-0.1	0.9	1.8	2.1	2.7	2.9	1.8	1.7	0.5	0.9	3.3	3.1	3.7	2.0	3.0	-0.1	4.5	0.5	1.9	0.8	1.1	1.2	0.5	0.2	0.1
		占比	2.5	4.1	8.1	1.7	8.3	2.3	1.6	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.0	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	81.8	127.6	274.0	54.4	255.9	68.4	47.2	4.3	6.7	9.1	5.3	6.3	1.1	21.0	8.2	4.8	1.0	0.2	0.4	2.1	1.0	0.0	1.7	0.0	1.2	0.4	0.1	0.5	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.0	0.4	1.1	0.2	2.8	1.0	0.0	1.0	1.8	2.1	2.9	3.2	1.8	1.7	0.4	0.8	3.3	3.0	3.7	2.0	3.0	-0.1	4.4	0.4	1.8	0.7	1.1	1.2	0.4	0.2	0.1
		占比	3.2	4.9	10.6	2.1	9.9	2.7	1.8	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2	0.0	0.8	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	86.8	141.9	328.0	66.9	192.3	73.4	62.9	3.8	7.2	9.9	10.2	6.7	1.5	14.1	25.4	8.6	1.1	0.4	0.5	5.0	1.1	0.1	2.5	0.0	1.4	0.9	0.1	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.1	0.4	0.9	0.2	2.9	0.9	0.0	1.0	2.1	2.1	3.0	3.0	2.3	1.9	0.4	1.2	3.4	3.4	3.7	2.1	3.1	-0.1	4.4	0.7	1.8	0.7	1.0	1.2	0.6	0.2	0.1
		占比	3.2	5.2	12.1	2.5	7.1	2.7	2.3	0.1	0.3	0.4	0.4	0.2	0.1	0.5	0.9	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	64.9	106.5	253.7	52.2	163.2	69.6	40.5	3.0	5.8	7.3	4.6	5.3	0.7	10.3	9.6	4.2	0.8	0.2	0.3	2.2	0.8	0.0	1.6	0.0	1.1	0.5	0.1	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.1	0.5	1.0	0.3	2.9	0.9	0.0	1.0	1.9	2.1	2.8	3.0	2.0	1.7	0.4	0.9	3.3	3.1	3.7	2.1	3.0	-0.1	4.5	0.6	1.8	0.7	1.1	1.2	0.5	0.2	0.2
		占比	3.1	5.1	12.2	2.5	7.8	3.3	1.9	0.1	0.3	0.3	0.2	0.3	0.0	0.5	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2018 秋季(2018 年 9~11 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
18年S4	花蓮	conc.	17.0	16.9	215.2	26.2	41.8	31.1	3.0	0.7	6.0	0.9	1.6	0.5	0.1	1.5	2.5	1.1	0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.3	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		EF	0.0	0.2	1.6	0.7	1.0	0.6	2.3	0.9	0.6	0.7	2.0	1.7	2.5	2.8	1.9	1.7	0.6	0.8	3.0	2.7	3.6	2.5	2.9	-0.1	4.3	0.5	1.7	0.8	1.0	1.1	0.5	0.3	0.2
		占比	1.9	1.9	23.8	2.9	4.6	3.4	0.3	0.1	0.7	0.1	0.2	0.1	0.0	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	23.2	68.6	216.2	27.9	61.7	34.8	16.9	2.1	11.0	3.9	4.7	3.6	0.4	3.5	4.1	2.5	0.4	0.1	0.1	1.2	0.5	0.0	0.4	0.0	0.4	0.2	0.1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
		EF	0.0	0.6	1.5	0.6	1.0	0.5	2.9	1.2	0.7	1.2	2.3	2.4	3.0	3.0	2.0	2.0	0.6	1.2	3.4	3.3	4.0	2.4	2.9	0.0	4.4	0.6	2.1	0.9	1.2	1.4	0.7	0.5	0.5
		占比	1.7	4.9	15.5	2.0	4.4	2.5	1.2	0.1	0.8	0.3	0.3	0.3	0.0	0.2	0.3	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	56.3	102.7	229.1	35.3	151.4	37.9	28.2	3.2	11.6	10.7	4.9	5.2	0.6	6.4	4.8	3.3	1.3	0.2	0.3	1.7	0.8	0.0	0.7	0.0	0.5	0.3	0.1	0.3	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.1	0.3	1.0	0.1	2.8	1.0	0.4	1.2	2.0	2.1	2.7	2.9	1.7	1.7	0.7	1.0	3.3	3.1	3.8	2.1	2.7	-0.2	4.2	0.4	2.2	0.7	0.9	1.3	0.4	0.2	0.2
		占比	2.9	5.3	11.7	1.8	7.8	1.9	1.4	0.2	0.6	0.5	0.3	0.3	0.0	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	51.4	117.0	241.1	35.7	255.1	37.7	26.2	3.8	29.9	6.7	6.2	5.3	0.5	7.3	4.5	3.9	1.4	0.2	0.3	1.8	0.9	0.0	0.9	0.0	0.6	0.2	0.1	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.5	1.2	0.4	1.3	0.2	2.8	1.2	0.8	1.1	2.1	2.2	2.8	3.0	1.7	1.8	0.8	1.2	3.3	3.1	3.8	2.2	2.9	0.0	4.3	0.3	2.0	0.9	1.1	1.3	0.5	0.3	0.3
		占比	2.1	4.7	9.7	1.4	10.3	1.5	1.1	0.2	1.2	0.3	0.2	0.2	0.0	0.3	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	53.1	92.3	281.0	42.8	289.7	40.9	26.5	12.4	27.8	7.2	4.9	5.7	0.5	24.0	4.7	3.2	1.6	0.1	0.3	1.8	0.9	0.0	0.8	0.0	0.7	0.2	0.1	0.4	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.2	0.5	1.3	0.2	2.8	1.7	0.8	1.1	2.0	2.2	2.8	3.5	1.7	1.7	0.8	0.9	3.3	3.1	3.8	2.2	2.8	0.0	4.3	0.2	1.9	0.9	1.1	1.7	0.4	0.3	0.3
		占比	2.1	3.6	11.0	1.7	11.3	1.6	1.0	0.5	1.1	0.3	0.2	0.2	0.0	0.9	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	97.2	169.4	367.0	54.6	225.3	73.6	48.1	4.8	8.1	11.9	6.7	6.4	1.6	10.6	13.8	7.3	1.8	0.2	0.4	3.5	0.9	0.1	0.7	0.1	0.9	0.3	0.1	0.5	0.0	0.3	0.1	0.1	0.1
		EF	0.0	0.4	1.1	0.3	1.0	0.2	2.8	1.0	0.0	1.0	1.9	2.0	3.0	2.9	1.9	1.8	0.6	0.8	3.2	3.2	3.6	2.0	2.5	0.1	4.2	0.1	1.8	0.7	1.0	1.2	0.6	0.3	0.3
		占比	3.4	6.0	13.0	1.9	8.0	2.6	1.7	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2	0.1	0.4	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	49.7	94.5	258.2	37.1	170.8	42.7	24.8	4.5	15.7	6.9	4.8	4.5	0.6	8.9	5.7	3.6	1.1	0.1	0.2	1.7	0.7	0.0	0.6	0.0	0.5	0.2	0.1	0.3	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.2	0.4	1.1	0.2	2.8	1.2	0.5	1.1	2.0	2.1	2.8	3.1	1.8	1.8	0.7	1.0	3.3	3.2	3.8	2.2	2.8	0.0	4.2	0.3	2.0	0.8	1.0	1.4	0.5	0.3	0.3
		占比	2.5	4.7	12.8	1.8	8.5	2.1	1.2	0.2	0.8	0.3	0.2	0.2	0.0	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2019 秋季(2019 年 9~11 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
19年S4	花蓮	conc.	53.2	54.1	525.9	64.9	124.8	85.0	8.8	1.5	4.4	3.3	1.2	2.0	0.3	3.7	3.4	1.4	1.2	0.1	0.1	0.5	0.3	0.1	0.8	0.0	0.4	0.3	0.0	0.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
		EF	0.0	0.2	1.5	0.6	1.0	0.5	2.3	0.7	0.0	0.7	1.4	1.7	2.4	2.7	1.6	1.3	0.7	0.8	3.0	2.6	3.4	2.5	2.8	-0.1	4.0	0.4	1.5	0.7	1.1	1.1	0.3	0.3	0.2
		占比	4.6	4.7	45.6	5.6	10.8	7.4	0.8	0.1	0.4	0.3	0.1	0.2	0.0	0.3	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	183.6	177.2	649.8	121.4	218.9	141.5	21.1	3.7	14.7	12.1	1.8	5.4	0.5	6.2	5.0	2.5	1.5	0.1	0.2	1.5	0.7	0.1	1.1	0.1	0.5	1.1	0.1	0.7	0.0	0.3	0.1	0.2	0.1
		EF	0.0	0.1	1.0	0.4	0.7	0.2	2.1	0.6	-0.1	0.8	1.0	1.6	2.2	2.3	1.2	1.0	0.2	0.3	2.7	2.5	3.2	1.8	2.4	-0.1	3.6	0.5	1.3	0.5	0.9	0.9	0.2	0.2	0.1
		占比	10.9	10.6	38.7	7.2	13.0	8.4	1.3	0.2	0.9	0.7	0.1	0.3	0.0	0.4	0.3	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	121.0	149.3	462.9	75.2	275.9	93.2	33.8	3.5	10.4	11.8	2.5	7.6	0.8	7.6	5.5	3.1	1.3	0.1	0.3	1.9	0.9	0.1	1.0	0.0	0.6	1.1	0.2	0.6	0.0	0.3	0.1	0.1	0.1
		EF	0.0	0.3	1.1	0.3	1.0	0.2	2.5	0.8	0.0	0.9	1.3	2.0	2.6	2.6	1.4	1.3	0.4	0.6	3.0	2.8	3.5	2.0	2.6	-0.1	3.9	0.7	1.9	0.7	0.9	1.1	0.3	0.2	0.2
		占比	5.4	6.6	20.6	3.3	12.3	4.1	1.5	0.2	0.5	0.5	0.1	0.3	0.0	0.3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	158.9	187.1	578.7	92.7	460.0	108.2	49.2	5.0	12.4	13.7	3.0	8.0	1.0	10.7	5.8	3.8	1.6	0.2	0.3	2.1	1.1	0.1	1.3	0.1	0.7	1.2	0.1	0.8	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1
		EF	0.0	0.2	1.1	0.3	1.1	0.1	2.6	0.8	-0.1	0.9	1.3	1.9	2.5	2.6	1.3	1.3	0.3	0.5	2.9	2.7	3.4	2.0	2.6	-0.1	3.9	0.6	1.6	0.7	0.9	1.1	0.3	0.2	0.1
		占比	5.6	6.6	20.5	3.3	16.3	3.8	1.7	0.2	0.4	0.5	0.1	0.3	0.0	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	172.5	191.0	642.1	98.3	594.6	115.7	40.7	31.3	14.5	15.1	3.5	8.3	1.1	24.9	6.5	4.0	2.2	0.2	0.4	2.6	1.2	0.1	1.3	0.1	0.8	1.1	0.1	1.1	0.1	1.2	0.1	0.2	0.1
		EF	0.0	0.2	1.1	0.3	1.1	0.1	2.4	1.5	0.0	0.9	1.4	1.9	2.5	3.0	1.4	1.3	0.5	0.6	3.0	2.8	3.5	1.9	2.5	-0.1	3.9	0.5	1.6	0.8	1.0	1.6	0.3	0.2	0.1
		占比	5.8	6.4	21.5	3.3	19.9	3.9	1.4	1.0	0.5	0.5	0.1	0.3	0.0	0.8	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	175.9	212.1	695.6	106.3	352.6	136.2	68.1	4.6	14.0	17.5	4.5	9.0	1.7	18.0	10.4	6.0	1.7	0.2	0.4	3.1	1.2	0.1	1.2	0.1	0.9	0.9	0.1	0.8	0.1	0.3	0.2	0.2	0.1
		EF	0.0	0.2	1.1	0.3	0.9	0.2	2.7	0.7	-0.1	0.9	1.5	1.9	2.7	2.8	1.6	1.4	0.3	0.7	2.9	2.9	3.4	2.0	2.5	-0.1	3.9	0.4	1.6	0.6	1.0	1.0	0.5	0.3	0.2
		占比	6.2	7.5	24.6	3.8	12.5	4.8	2.4	0.2	0.5	0.6	0.2	0.3	0.1	0.6	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	144.2	161.8	592.5	93.1	337.8	113.3	36.9	8.3	11.7	12.2	2.8	6.7	0.9	11.9	6.1	3.5	1.6	0.2	0.3	2.0	0.9	0.1	1.1	0.0	0.6	1.0	0.1	0.7	0.0	0.4	0.1	0.2	0.1
		EF	0.0	0.2	1.1	0.4	1.0	0.2	2.5	1.0	0.0	0.9	1.3	1.8	2.5	2.7	1.4	1.3	0.4	0.6	2.9	2.7	3.4	2.0	2.6	-0.1	3.9	0.5	1.6	0.7	1.0	1.2	0.3	0.2	0.1
		占比	6.3	7.1	25.9	4.1	14.8	5.0	1.6	0.4	0.5	0.5	0.1	0.3	0.0	0.5	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

各站採樣期間 2020 秋季(2020 年 9~11 月)金屬元素濃度平均值 (ng m^{-3})、EF=log_{10} (富集因子)與元素濃度占比(‰)

			Al	Fe	Na	Mg	K	Ca	Zn	Ba	Ti	Mn	Ni	Cu	Mo	Pb	V	Cr	Sr	Co	Cd	Sn	Sb	Tl	As	Y	Se	Zr	Ge	Rb	Cs	Ga	La	Ce	Nd
20年S4	花蓮	conc.	42.6	38.5	403.0	58.7	66.2	78.8	4.0	0.9	3.3	1.7	0.5	1.0	0.1	1.8	0.5	0.5	0.6	0.1	0.1	0.4	0.2	0.1	0.4	0.0	0.2	0.2	0.0	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
		EF	0.0	0.1	1.5	0.7	0.8	0.6	2.0	0.6	-0.1	0.5	1.1	1.6	2.1	2.5	0.8	1.0	0.5	0.6	2.7	2.5	3.2	2.5	2.6	0.0	3.8	0.4	1.2	0.6	0.9	0.9	0.4	0.2	0.2
		占比	5.9	5.4	56.0	8.2	9.2	10.9	0.6	0.1	0.5	0.2	0.1	0.1	0.0	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	板橋	conc.	63.4	109.5	536.4	77.9	99.1	97.7	14.2	2.6	6.3	7.1	0.9	4.0	0.3	3.3	0.8	1.1	0.9	0.1	0.1	1.0	0.4	0.0	0.5	0.0	0.3	1.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.4	0.6	0.8	0.5	2.4	0.9	0.0	1.0	1.2	2.0	2.4	2.5	0.9	1.1	0.5	0.6	2.8	2.8	3.4	2.0	2.5	0.1	3.8	0.9	1.4	0.6	0.9	1.1	0.4	0.3	0.2
		占比	5.8	10.0	49.1	7.1	9.1	8.9	1.3	0.2	0.6	0.6	0.1	0.4	0.0	0.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	忠明	conc.	79.7	147.1	459.9	71.2	180.8	94.3	25.5	3.1	8.8	11.4	1.2	5.9	0.6	6.2	0.9	1.8	1.0	0.1	0.2	2.0	1.1	0.0	0.6	0.0	0.4	1.2	0.1	0.4	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.3	0.5	1.0	0.4	2.6	0.9	0.1	1.1	1.2	2.0	2.6	2.7	0.9	1.3	0.4	0.6	3.0	3.0	3.8	1.9	2.5	0.1	3.9	0.9	2.0	0.7	0.9	1.2	0.4	0.3	0.2
		占比	5.3	9.7	30.4	4.7	12.0	6.2	1.7	0.2	0.6	0.8	0.1	0.4	0.0	0.4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	斗六	conc.	97.1	138.6	469.8	72.4	339.9	95.1	31.0	3.5	8.0	9.6	1.6	6.5	0.6	8.8	1.1	2.4	1.3	0.1	0.2	2.0	1.0	0.1	0.7	0.0	0.5	0.9	0.1	0.5	0.0	0.2	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.3	1.2	0.4	1.1	0.3	2.6	0.8	0.0	0.9	1.3	2.0	2.5	2.8	0.8	1.3	0.5	0.6	2.9	2.9	3.6	2.0	2.5	0.1	3.9	0.7	1.7	0.7	0.9	1.1	0.3	0.2	0.2
		占比	4.8	6.8	23.2	3.6	16.8	4.7	1.5	0.2	0.4	0.5	0.1	0.3	0.0	0.4	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	嘉義	conc.	97.6	146.2	607.9	90.4	423.5	108.9	32.5	22.9	8.5	12.5	1.5	6.5	0.8	23.0	1.2	2.0	2.1	0.1	0.3	2.8	0.7	0.1	0.8	0.1	0.6	0.9	0.1	0.7	0.0	0.7	0.1	0.1	0.1
		EF	0.0	0.3	1.3	0.5	1.2	0.3	2.6	1.7	0.0	1.0	1.2	2.0	2.7	3.2	0.9	1.2	0.7	0.6	3.1	3.1	3.5	2.0	2.6	0.1	4.0	0.6	1.7	0.8	1.0	1.6	0.4	0.3	0.2
		占比	4.8	7.1	29.6	4.4	20.6	5.3	1.6	1.1	0.4	0.6	0.1	0.3	0.0	1.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	小港	conc.	141.1	228.3	664.1	107.3	337.3	144.1	56.6	5.1	11.7	18.2	4.4	9.8	2.0	16.8	2.7	8.0	2.0	0.4	0.4	4.3	2.0	0.1	0.8	0.2	0.7	0.9	0.1	0.7	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1
		EF	0.0	0.4	1.2	0.4	1.0	0.3	2.7	0.8	0.0	1.0	1.5	2.0	2.9	2.9	1.1	1.7	0.5	1.0	3.1	3.1	3.8	1.9	2.4	0.6	3.9	0.5	1.7	0.6	1.0	1.1	0.4	0.2	0.2
		占比	5.6	9.1	26.5	4.3	13.5	5.7	2.3	0.2	0.5	0.7	0.2	0.4	0.1	0.7	0.1	0.3	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	六站	conc.	86.9	134.7	523.5	79.6	241.1	103.1	27.3	6.4	7.7	10.1	1.7	5.6	0.7	10.0	1.2	2.6	1.3	0.2	0.2	2.1	0.9	0.1	0.6	0.1	0.4	0.8	0.1	0.5	0.0	0.3	0.1	0.1	0.0
		EF	0.0	0.4	1.3	0.5	1.0	0.4	2.6	1.2	0.0	1.0	1.3	2.0	2.7	2.9	0.9	1.4	0.5	0.8	3.0	3.0	3.6	2.0	2.5	0.3	3.9	0.7	1.7	0.7	0.9	1.2	0.4	0.2	0.2
		占比	5.3	8.2	31.7	4.8	14.6	6.2	1.7	0.4	0.5	0.6	0.1	0.3	0.0	0.6	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

塑化劑成分濃度資料彙整

ng m^{-3}	花蓮							板橋							忠明							斗六							嘉義							小港						
	DMP	DEP	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DnOP	DMP	DEP	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DnOP	DMP	DEP	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DnOP	DMP	DEP	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DnOP	DMP	DEP	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DnOP	DMP	DEP	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DnOP
04-Jan-20	0.19	1.28	1.53	5.33	4.06	5.74	2.47	0.15	1.79	2.14	5.01	3.49	7.31	2.58	0.71	8.38	6.50	13.21	0.00	39.23	7.48	0.07	1.12	1.75	8.22	3.33	14.31	3.15	0.17	0.63	1.56	6.95	3.71	9.62	2.88	0.07	0.69	0.71	3.09	3.26	6.94	2.53
07-Jan-20								0.38	3.08	4.23	7.08	0.00	10.18	2.53	1.09	4.31	5.16	11.98	0.00	26.54	2.68	0.46	4.83	3.66	11.57	0.00	14.41	3.30	0.34	1.75	2.84	7.06	0.00	10.24	3.99	0.53	4.69	4.69	10.89	0.00	11.99	4.37
10-Jan-20	0.04	1.45	0.47	0.98	0.00	5.87	0.71	0.04	0.46	0.44	1.50	0.00	1.25	0.55	0.02	0.30	1.16	4.25	0.17	11.80	1.84	0.03	0.26	0.99	3.81	0.25	6.57	2.38	0.07	0.09	1.13	3.81	0.14	10.35	1.52	0.06	0.31	1.71	5.39	0.03	7.98	1.56
13-Jan-20	0.04	1.09	0.61	0.62	0.00	1.85	0.00																																			
16-Jan-20	0.18	0.43	0.71	3.39	0.00	16.96	2.87	1.45	0.62	1.08	4.56	0.00	12.90	3.02	1.43	0.24	0.85	4.50	3.12	14.29	3.47	1.20	0.31	0.88	5.22	3.14	18.75	3.66	1.74	0.53	1.73	8.14	3.20	29.61	4.84	1.30	0.27	1.44	7.36	3.04	13.68	3.58
22-Jan-20	0.02	0.39	1.29	1.49	0.10	8.93	1.00	0.08	0.94	5.17	9.62	0.00	17.32	2.48	0.03	0.19	1.97	4.88	0.00	10.22	2.40	0.07	0.00	2.01	6.26	0.00	14.15	2.49	0.04	0.07	1.25	4.07	0.07	5.01	0.92	0.00	0.00	1.29	3.57	0.07	4.24	0.85
28-Jan-20	0.01	3.32	2.69	3.31	0.00	0.00	0.00	0.28	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.03	2.67	2.88	0.00	2.38	0.00	0.19	1.15	2.43	2.82	0.00	0.00	0.00	0.14	1.21	2.48	2.91	0.00	2.43	0.00	0.28	1.50	2.51	2.82	0.00	0.00	0.00
03-Feb-20	1.37	1.97	1.52	2.56	5.42	14.97	7.45	2.19	0.98	5.37	9.02	0.00	0.00	0.00	2.08	0.49	1.93	4.93	0.00	12.07	6.07	3.98	0.51	2.43	6.79	5.15	16.09	5.85	3.86	0.50	4.22	8.72	5.04	16.38	5.82	2.32	0.12	2.95	8.26	5.48	24.04	7.73
09-Feb-20	0.02	0.26	1.56	2.18	0.00	9.58	0.00	1.19	0.00	3.38	6.55	5.29	9.71	5.41	0.66	0.00	1.25	3.77	0.00	9.17	5.03	0.76	0.00	1.36	3.34	5.24	7.29	5.18	1.24	0.00	2.10	5.28	4.98	11.02	5.52	1.17	0.00	2.30	5.84	5.16	13.72	5.67
15-Feb-20	2.17	0.00	4.29	7.88	0.00	45.21	0.00	0.99	0.36	9.42	14.49	5.41	21.12	6.21	2.12	0.07	8.65	22.89	5.33	63.06	10.84	2.16	0.34	8.48	19.27	5.19	43.62	11.73	1.48	0.38	6.64	19.24	4.87	29.21	9.35	1.04	0.70	5.05	14.44	0.00	19.20	5.89
21-Feb-20	0.12	3.93	2.45	13.83	0.00	12.13	5.09	2.71	5.79	4.90	16.42	7.12	12.35	10.93	0.66	4.26	3.72	21.66	6.86	22.85	9.12	2.77	3.29	3.40	23.31	6.17	15.81	15.76	0.64	8.22	5.89	29.63	5.87	23.76	13.03	0.37	4.47	5.19	24.12	5.95	17.13	9.02
27-Feb-20	0.02	3.10	1.62	5.31	0.00	4.98	0.88	0.08	5.13	7.57	40.42	6.82	14.87	8.95	0.17	2.78	2.92	19.65	5.94	22.70	5.32	0.39	1.99	3.74	24.17	6.07	14.09	8.91	0.10	0.90	1.21	3.96	5.64	6.87	0.89	0.31	1.75	6.13	31.94	6.26	32.00	9.04
04-Mar-20	1.74	1.54	1.26	10.41	0.00	5.35	0.31	1.76	2.98	1.74	9.25	0.00	2.00	0.70	1.83	1.17	1.76	15.58	5.90	9.04	5.06	1.95	0.98	1.19	10.20	0.00	10.37	1.26	1.93	1.28	2.36	11.18	5.92	12.82	5.33	1.93	1.05	3.49	18.26	6.06	22.98	7.09
10-Mar-20								1.77	2.38	3.16	15.12	6.19	1.62	4.14	1.70	2.97	0.96	5.79	0.00	3.51	4.01	2.07	1.03	1.29	12.52	0.00	3.97	4.44	2.09	1.37	2.21	14.60	0.00	4.08	4.50	1.99	1.22	3.23	22.98	6.14	9.46	4.62
16-Mar-20	2.92	1.74	1.42	12.66	0.00	4.74	3.92	1.78	2.21	1.41	14.21	0.00	5.17	3.84	2.09	1.01	1.89	12.19	0.00	9.49	5.31	1.95	1.10	1.59	14.22	0.00	8.48	4.56	1.80	1.04	2.21	14.10	0.00	16.19	4.53	1.75	1.08	1.60	23.15	0.00	8.81	4.09
22-Mar-20	1.77	1.45	2.66	21.54	0.00	69.44	4.34	1.85	0.36	8.67	32.16	6.10	33.97	9.80	1.77	0.52	2.53	23.03	5.85	28.78	4.48	1.78	0.44	2.61	21.16	5.89	16.18	6.09	1.77	0.36	3.21	30.99	6.04	18.91	7.24	1.77	0.52	3.88	30.45	5.99	19.66	7.22
25-Mar-20	1.74	0.70	2.92	19.84	0.00	95.86	5.03																																			
03-Apr-20	0.00	0.00	2.36	6.13	0.00	25.38	0.00	1.99	0.00	5.34	20.80	0.00	0.08	0.00	0.00	20.04	6.70	11.79	0.00	6.63	11.92	0.37	9.49	2.02	12.58	0.00	0.00	16.66	1.69	18.44	4.65	25.28	0.00	1.25	16.65	1.63	14.77	7.47	31.41	0.00	21.47	0.00
09-Apr-20	0.34	0.00	18.49	4.48	0.00	9.56	0.00	1.00	0.00	3.97	4.39	0.00	13.95	6.36	0.24	0.00	4.43	0.00	0.00	2.65	2.18	0.96	8.57	7.02	7.94	0.00	17.78	0.00	0.45	2.71	8.66	15.33	0.00	12.97	0.00	0.34	8.34	5.37	8.06	0.00	10.42	0.00
15-Apr-20	0.20	18.80	5.30	24.59	0.00	24.07	0.00	0.35	8.96	8.45	11.13	0.00	20.46	0.00	2.24	20.60	3.99	11.22	0.00	34.14	1.08	0.38	0.00	2.27	6.76	0.00	5.24	0.00	0.41	13.67	9.25	39.08	0.00	22.82	0.00	0.02	17.81	5.41	13.65	0.00	10.84	0.00
21-Apr-20	0.00	0.00	23.12	20.86	0.00	47.07	0.00	0.13	0.00	12.64	14.13	0.00	6.69	3.80	0.78	16.18	11.23	28.84	0.00	41.75	0.27	0.00	0.00	29.01	10.98	0.00	6.77	0.00	0.35	13.85	43.35	18.58	0.00	11.65	3.58	0.00	0.00	11.72	17.99	0.00	9.46	6.97
27-Apr-20	0.00	0.00	2.45	8.83	0.00	4.18	0.00	0.00	0.00	5.30	14.04	0.00	3.08	0.00	2.24	0.00	5.58	15.96	0.00	19.23	0.00	0.66	0.00	5.17	13.53	0.00	14.24	0.00	0.52	7.65	7.06	39.33	0.00	7.67	0.00	0.12	0.00	10.74	46.73	0.00	15.72	0.00
03-May-20	0.00	0.00	5.13	13.62	0.00	298.68	0.00	3.31	17.31	32.28	65.98	0.00	53.64	1.10	0.00	0.00	3.77	14.81	0.00	35.16	0.00	0.00	0.00	25.06	18.31	0.00	13.75	0.00	0.00	0.00	18.41	13.36	0.00	4.54	0.00	0.00	0.00	7.08	26.31	0.00	4.44	0.00
09-May-20	0.00	0.00	3.97	10.10	0.00	103.50	0.00	0.00	0.00	22.09	28.94	0.00	25.36	0.82	0.00	0.00	3.30	10.23	0.00	4.91	0.00	0.00	0.00	6.05	15.35	0.00	20.69	0.00	0.00	0.00	4.27	30.53	0.00	1.09	0.00	0.00	7.94	5.08	18.15	0.00	1.72	0.00
15-May-20	0.00	0.00	5.39	13.95	0.00	200.27	0.00	0.22	0.00	10.59	19.68	0.00	14.72	0.00	0.00	0.00	6.46	18.87	0.00	12.36	0.00	0.00	0.00	16.00	17.86	0.00	17.71	0.04	0.00	0.00	14.13	14.55	0.00	9.32	0.00	0.14	0.00	7.87	25.87	0.00	8.24	0.00
21-May-20	0.00	0.00	5.84	15.28	0.00	23.01	0.00	0.00	0.00	12.76	21.50	0.00	3.94	0.00	0.00	0.00	8.09	21.85	0.00	14.10	0.00	0.00	0.00	4.24	13.21	0.00	4.48	0.00	0.00	0.00	3.45	7.25	0.00	0.00	2.58	0.00	0.00	7.02	22.36	0.00	5.75	4.08
27-May-20	0.00	0.00	10.37	11.23	0.00	19.18	0.00	0.00	0.00	15.66	24.10	0.00	5.84	0.00	0.00	0.00	5.90	15.32	0.00	12.19	1.64	0.00	0.00	4.09	9.99	0.00	3.50	0.00	0.00	0.00	6.00	10.28	0.00	1.89	0.00	0.00	0.00	2.63	7.84	0.00	0.00	2.71
02-Jun-20	3.80	9.13	9.16	14.12	0.00	279.46	0.00	3.86	2.73	6.10	5.39	0.00	34.59	21.40	3.75	6.10	8.97	12.46	0.00	48.66	22.62	0.00	1.67	4.14	3.76	0.00	35.86	21.63	3.45	1.71	5.10	4.37	0.00	26.98	0.00	3.37	3.26	5.31	6.91	0.00	27.15	0.00
08-Jun-20	0.00	2.33	6.46	5.89	0.00	44.23	0.00	0.00	7.95	7.53	14.46	0.00	38.42	0.00	0.00	4.40	5.45	10.65	0.00	37.68	0.00	0.00	7.25	6.74	13.01	0.00	38.01	20.77	0.00	5.34	6.62	7.83	0.00	36.06	20.76	0.00	2.43	3.64	8.45	0.00	35.10	0.00
14-Jun-20	0.00	4.13	3.05	9.16	0.00	202.72	0.00	4.45	4.14	4.00	6.89	0.00	44.49	0.00	0.00	3.99	4.30	9.83	0.00	45.16	0.00	0.00	3.21	2.85	7.76	0.00	45.38	0.00	0.00	1.65	1.75	4.93	0.00	42.52	0.00	0.00	0.43	0.80	2.40	0.00	41.40	0.00
20-Jun-20	3.54	0.00	4.10	5.05	0.00	145.01	0.00	3.63	1.30	5.86	7.95	0.00	38.70	21.07	0.00	1.81	2.48	8.64	0.00	43.35	0.00	0.00	0.90	3.23	6.31	0.00	38.49	20.51	0.00	2.26	4.74	8.17	0.00	35.80	21.22	0.00	0.86	2.28	5.09	0.00	35.76	0.00
26-Jun-20	0.00	1.95	5.39	5.90	0.00	94.99	0.00	3.63	4.20	10.80	16.36	0.00	38.39	22.19	0.00	2.86	3.61	9.78	0.00	43.52	22.00	3.50	3.72	3.20	9.72	0.00	39.31	20.51	3.46	3.43	3.85	7.90	0.00	35.35	20.97	0.00	4.20	3.68	9.82	0.00	36.42	0.00
02-Jul-20	0.00	1.21	25.88	10.80	0.00	103.87	0.00	0.00	4.56	10.27	13.52	0.00	37.38	0.00	0.00	1.23	5.93	5.28	0.00	36.13	0.00	0.00	1.62	15.98	7.38	0.00	37.86	0.00	0.00	2.51	12.62	5.05	0.00	35.37	0.00	0.00	2.49	7.11	11.64	0.00	37.67	0.00
08-Jul-20	0.00	3.07	15.72	7.99	0.00	82.46	0.00	0.00	2.13	8.44	10.46	0.00	38.16	21.17	0.00	1.70	10.38	6.36	0.00	37.91	20.02	0.00	1.64	5.10	4.46	0.00	37.78	20.99	0.00	1.49	5.19	25.54	0.00	36.35	22.23	0.00	1.78	5.36	6.33	0.00	36.61	20.68
14-Jul-20	0.00	0.00	12.83	6.55	0.00	163.17	0.00	4.54	1.28	9.51	13.37	0.00	39.25	21.00	3.61	1.10	4.34	5.60	0.00	35.09	0.00	3.66	1.05	5.51	6.92	0.00	37.40	20.17	3.48	0.91	5.38	5.32	0.00	35.40	20.47	3.49	1.17	7.14	13.41	0.00	38.53	21.09
20-Jul-20	0.00	0.00	9.68	3.27	0.00	128.04	0.00	4.82	3.84	9.62	18.59	0.00	39.94	24.55	0.00	1.88	6.29	5.21	0.00	36.26	0.00	3.76	2.04	4.18	7.17	0.00	38.40	24.09	0.00	1.84	4.69	14.15	0.00	40.77	25.19	0.00	2.45	6.95	5.33	0.00	36.15	22.44
26-Jul-20	0.00	0.85	4.55	4.52	0.00	98.77	0.00	0.00	5.32	11.48	17.39	0.00	38.68	22.25	0.00	1.92	5.09	6.63	0.00	36.94	22.33	0.00	1.64	4.37	6.55	0.00	37.75	21.69	0.00	1.62	4.90	5.87	0.00	37.90	0.00	0.00	2.43	6.02	9.23	0.00	36.79	0.00
01-Aug-20	0.00	0.00	45.63	4.72	0.00	116.20	0.00	0.00	0.00	19.52	6.20	0.00	20.01	0.00	0.00	0.00	18.70	5.59	0.00	28.69	20.26	0.00	0.00	17.94	5.14	0.00	21.23	20.79	0.00	0.00	40.41	4.22	0.00	20.69	20.46	0.00	0.00	40.31	4.50	0.00	18.98	19.96
07-Aug-20	0.00	0.00	17.72	2.22	0.00	110.82	0.00	0.00	18.39	19.09	4.10	0.00	22.87	19.88	0.00	17.83	20.12	3.82	0.00	20.10	19.89	0.00	18.16	20.29	5.37	0.00	22.38	20.80	0.00	17.57	18.25	1.28	0.00	15.09	20.92	0.00	17.76	17.94	2.06	0.00	15.52	21.02
13-Aug-20	0.00	0.00	21.87	2.95	0.00	142.61	0.00	0.00	19.24	20.55	8.09	0.00	20.93	0.00	0.00	18.29	18.98	4.22	0.00	19.50	19.78	0.00	18.35	18.39	3.22	0.00	17.78	20.42	0.00	17.28	17.88	2.28	0.00	15.55	19.42	0.00	18.53	18.57	3.18	0.00	16.38	20.94
19-Aug-20	0.00	0.00	18.11	2.51	0.00	113.91	0.00	0.00	18.88	19.39	5.09	0.00	25.02	20.10	0.00	18.00	18.05	3.56	0.00	20.74	19.76	0.00	18.23	20.18	2.98	0.00	38.10	20.37	0.00	17.90	17.79	1.90	0.00	17.44	19.61	0.00	17.84	18.19	3.62	0.00	20.13	20.17
25-Aug-20	0.00	17.95	21.03	3.42	0.00	109.52	0.00	0.00	18.11	18.93	4.55	0.00	18.76	19.56	0.00	17.29	17.28	2.12	0.00	17.79	19.31	0.00	18.23	18.31	3.80	0.00	20.58	21.03	0.00	17.56	17.82	1.87	0.00	16.82	19.55	0.00	18.12	18.01	2.98	0.00	16.08	0.00
31-Aug-20	0.00	0.00	17.19	19.93	0.00	62.85	0.00	0.00	0.00	18.27	22.47	0.00	18.48	0.00	0.00	0.00	17.05	19.81	0.00	14.60	19.05	0.00	0.00	18.52	21.35	0.00	16.35	20.39	0.00	0.00	17.35	20.61	0.00	15.10	19.80	0.00	0.00	17.72	28.41	0.00	15.14	0.00
06-Sep-20	1.86	1.74	9.63	9.03	0.00	36.21	0.00	0.79	5.02	6.88	11.07	0.00	6.69	0.00	0.40	2.18	5.29	5.54	0.00	4.70	0.00	0.29	3.16	5.42	12.76	0.00	7.24	0.00	0.25	2.01	6.85	13.29	0.00	6.65	0.00	0.28	3.76	7.33	17.93	0.00	8.03	0.00
12-Sep-20	0.00	1.32	7.38	6.71	0.00	29.09	0.00	0.00	2.33	8.05	11.94	0.00	6.93	0.00	0.00	1.92	5.81	6.96	0.00	4.17	3.55	0.00	1.86	7.38	5.93	0.00	3.88	4.05	0.00	1.64	5.06	5.96	0.00	3.32	4.51	0.00	1.92	5.73	9.19	0.00	4.18	0.00
18-Sep-20	0.00	1.70	13.41	9.25	0.00	60.99	0.00	0.00	2.17	8.05	13.01	0.00	7.83	0.00	0.00	1.52	6.04	8.26	0.00	8.09	4.50	0.00	2.47	5.00	7.20	0.00	8.22	5.21	0.00	1.32	6.48	9.76	0.00	6.28	5.28	0.00	2.54	6.85	13.00	0.00	5.51	0.00
24-Sep-20	0.00	1.31	6.52	8.41	0.00	23.66	3.63	0.00	4.92	6.72	9.91	0.00	5.30	0.00	0.00	1.64	5.62	9.03	0.00	8.36	0.00	0.41	1.49	12.23	13.38	0.00	7.66	4.72	0.39	1.53	5.85	10.06	0.00	5.28	4.98	0.00	1.54	6.47	14.22	0.00	7.11	0.00
30-Sep-20	0.00	3.00	5.81	5.24	0.00	5.86	0.00	0.00	5.01	5.90	6.02	0.00	0.60	4.33								0.37	2.47	5.41	8.30	0.00	3.90	4.51	0.50	1.72	7.14	9.34	0.00	2.68	4.67	0.00	2.37	7.71	7.48	0.00	1.88	0.00

塑化劑成分濃度資料彙整

ng m^{-3}	花蓮							板橋							忠明							斗六							嘉義							小港						
	DMP	DEP	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DnOP	DMP	DEP	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DnOP	DMP	DEP	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DnOP	DMP	DEP	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DnOP	DMP	DEP	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DnOP	DMP	DEP	DIBP	DBP	BBP	DEHP	DnOP
06-Oct-20	0.00	3.39	6.86	7.67	0.00	56.56	0.00	0.00	5.28	6.02	3.30	0.00	46.47	0.00	0.00	3.87	5.78	5.57	0.00	48.44	0.00	0.00	0.00	14.36	7.48	0.00	44.13	0.00	4.22	2.89	8.50	10.32	0.00	43.39	0.00	4.60	2.69	9.36	19.51	0.00	45.01	0.00
12-Oct-20	0.00	1.40	10.42	13.56	0.00	276.99	0.00	0.00	1.63	7.99	9.17	0.00	60.28	0.00	0.00	0.86	7.79	13.44	0.00	68.75	0.00	0.00	1.35	8.15	15.51	0.00	40.87	0.00	0.00	0.25	8.60	10.91	0.00	24.37	0.00	0.00	0.57	12.11	17.39	0.00	31.68	0.00
15-Oct-20															0.02	0.00	8.30	14.13	0.00	31.58	0.00																					
18-Oct-20	0.00	0.24	5.38	9.12	0.00	32.63	0.00	0.00	1.49	6.08	19.00	0.00	6.28	0.00	0.00	0.61	5.94	9.62	0.00	12.33	0.00	0.00	0.31	5.15	11.59	0.00	10.20	0.00	0.11	0.23	5.73	12.36	0.00	10.76	0.00	0.68	0.17	7.46	18.05	0.00	31.01	0.00
24-Oct-20	0.00	0.11	4.36	4.52	0.00	4.50	0.00	0.00	0.42	4.18	4.69	0.00	4.09	0.00	0.00	0.39	4.38	6.01	0.00	8.11	0.00	0.00	0.67	4.63	5.97	0.00	4.04	0.00								0.00	0.35	5.15	19.30	0.00	17.91	0.00
30-Oct-20	0.00	1.35	4.19	4.42	0.00	4.63	0.00	0.00	1.01	4.40	5.04	0.00	7.15	0.00	0.00	1.07	4.34	5.90	0.00	4.80	0.00	0.00	1.11	4.66	6.41	0.00	4.89	0.00	0.00	1.25	4.80	5.85	0.00	5.54	0.00	0.00	1.33	5.27	7.38	0.00	8.86	0.00
02-Nov-20																													0.00	0.34	8.20	6.46	0.00	6.08	0.00							
05-Nov-20	0.00	7.37	12.71	25.33	0.00	31.43	0.00	0.00	9.84	13.74	32.71	0.00	16.54	0.00	0.18	5.88	13.66	27.96	0.00	23.01	0.00	0.42	7.59	21.88	37.48	0.00	23.64	0.00	0.00	6.16	19.94	48.66	0.00	33.63	6.29	0.38	8.50	16.87	59.81	0.00	37.67	0.00
11-Nov-20	0.00	3.86	2.79	3.84	0.00	12.67	0.00	0.00	7.15	6.72	17.02	0.00	11.56	0.00								2.85	4.63	6.74	20.47	0.00	21.25	0.00	0.51	4.83	8.15	22.00	0.00	25.23	0.00	0.02	3.48	5.32	13.48	0.00	16.39	0.00
17-Nov-20	0.00	6.57	6.56	14.58	0.00	39.71	0.00	0.00	8.40	15.37	51.14	0.00	24.60	0.00	0.84	6.11	22.75	65.27	0.00	89.58	12.22	0.18	6.55	15.42	63.25	0.00	48.99	7.92	0.00	4.45	12.68	37.09	0.00	35.85	6.25	0.00	5.45	23.53	64.34	0.00	48.16	0.00
23-Nov-20	0.00	0.00	5.36	21.29	0.00	36.82	0.00	0.00	5.91	12.27	37.01	0.00	18.92	0.00	1.07	4.52	7.09	34.08	0.00	32.23	0.00	0.35	3.87	8.07	39.42	0.00	30.30	4.96	0.22	0.00	13.85	41.77	0.00	36.08	7.64	0.09	3.18	13.08	47.45	0.00	38.02	0.00
26-Nov-20															2.08	8.04	21.41	59.81	0.00	65.56	9.82																					
29-Nov-20	0.00	3.05	5.68	26.64	0.00	19.38	0.00	0.00	2.51	7.31	22.63	0.00	12.63	0.00	0.28	3.42	5.48	30.23	0.00	11.79	0.00	0.00	2.71	5.42	29.39	0.00	12.30	0.00	0.00	2.45	4.18	15.79	0.00	8.17	0.00	0.00	2.52	7.51	21.02	0.00	10.97	0.00
29-Nov-20	0.00	3.39	6.86	7.67	0.00	56.56	0.00	0.00	5.28	6.02	3.30	0.00	46.47	0.00	0.00	3.87	5.78	5.57	0.00	48.44	0.00	0.00	0.00	14.36	7.48	0.00	44.13	0.00	4.22	2.89	8.50	10.32	0.00	43.39	0.00	4.60	2.69	9.36	19.51	0.00	45.01	0.00

(四) 半揮發性成分濃度資料彙整

冬季採樣期間各測站 $PM_{2.5}$ 水溶性離子揮發與修正

季節	測站	原始 NH_4^+ ($\mu g\ m^{-3}$)	原始 NO_3^- ($\mu g\ m^{-3}$)	原始 Cl^- ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 NH_4^+ ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 NO_3^- ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 Cl^- ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 NH_4^+ (%)	揮發 NO_3^- (%)	揮發 Cl^- (%)
2017 S1	花蓮	1.26 (1.30)	0.62 (0.31)	0.19 (0.11)	0.08 (0.08)	0.08 (0.06)	0.12 (0.15)	12 (18)	12 (7)	35 (29)
	板橋	2.05 (1.57)	1.46 (1.87)	0.30 (0.16)	0.19 (0.22)	0.32 (0.51)	0.17 (0.17)	6 (4)	16 (9)	31 (25)
	忠明	2.86 (2.01)	4.29 (4.25)	0.57 (0.59)	0.34 (0.24)	0.48 (0.41)	0.37 (0.28)	12 (7)	15 (11)	42 (22)
	斗六	4.32 (2.05)	8.22 (4.95)	1.13 (0.83)	0.22 (0.14)	0.26 (0.14)	0.27 (0.19)	6 (4)	4 (3)	21 (14)
	嘉義	4.90 (2.91)	10.12 (5.71)	1.41 (0.68)	0.20 (0.09)	0.22 (0.12)	0.26 (0.12)	5 (3)	2 (1)	16 (9)
	小港	5.67 (1.34)	12.65 (2.71)	0.86 (0.36)	0.66 (0.19)	1.18 (0.49)	0.60 (0.14)	11 (3)	9 (5)	42 (10)
	六站	3.49 (2.43)	6.16 (5.74)	0.73 (0.66)	0.28 (0.25)	0.43 (0.49)	0.30 (0.24)	9 (9)	10 (8)	32 (21)
2018 S1	花蓮	0.82 (0.62)	0.58 (0.39)	0.18 (0.12)	0.07 (0.04)	0.12 (0.06)	0.06 (0.06)	13 (12)	20 (11)	29 (28)
	板橋	1.55 (1.16)	1.35 (1.64)	0.27 (0.32)	0.11 (0.14)	0.20 (0.22)	0.10 (0.15)	10 (8)	21 (14)	28 (27)
	忠明	2.45 (1.57)	3.53 (2.54)	0.41 (0.29)	0.25 (0.20)	0.42 (0.29)	0.24 (0.23)	10 (7)	16 (13)	36 (24)
	斗六	3.63 (1.81)	7.07 (3.62)	0.89 (0.56)	0.20 (0.15)	0.30 (0.23)	0.22 (0.18)	7 (6)	6 (6)	23 (20)
	嘉義	4.19 (2.30)	8.27 (4.33)	1.07 (0.79)	0.23 (0.16)	0.35 (0.24)	0.24 (0.19)	7 (6)	6 (4)	25 (19)
	小港	4.23 (1.91)	8.85 (4.33)	0.73 (0.57)	0.53 (0.30)	1.07 (0.77)	0.41 (0.24)	14 (12)	15 (16)	46 (30)
	六站	2.81 (2.08)	4.94 (4.51)	0.59 (0.58)	0.23 (0.23)	0.41 (0.48)	0.21 (0.21)	10 (9)	14 (13)	31 (26)
2019 S1	花蓮	0.68 (0.66)	0.50 (0.29)	0.13 (0.11)	0.08 (0.07)	0.11 (0.12)	0.08 (0.08)	11 (9)	18 (14)	39 (27)
	板橋	1.42 (1.18)	1.29 (1.36)	0.20 (0.14)	0.21 (0.23)	0.39 (0.54)	0.18 (0.14)	13 (7)	19 (13)	44 (26)
	忠明	2.52 (1.86)	3.65 (3.42)	0.39 (0.37)	0.31 (0.21)	0.58 (0.44)	0.26 (0.19)	12 (10)	17 (15)	42 (17)
	斗六	3.78 (2.30)	7.71 (5.42)	0.83 (0.63)	0.21 (0.11)	0.26 (0.17)	0.25 (0.15)	8 (7)	6 (9)	28 (20)
	嘉義	4.24 (2.14)	8.70 (5.11)	1.02 (0.70)	0.20 (0.09)	0.24 (0.17)	0.25 (0.12)	6 (6)	5 (11)	24 (16)
	小港	4.49 (1.72)	9.52 (4.45)	0.54 (0.41)	0.57 (0.25)	1.08 (0.73)	0.47 (0.16)	13 (10)	15 (18)	52 (20)
	六站	2.88 (2.23)	5.31 (5.22)	0.53 (0.55)	0.27 (0.23)	0.45 (0.53)	0.25 (0.18)	11 (9)	13 (14)	38 (23)
2020 S1	花蓮	0.59 (0.30)	0.41 (0.13)	0.12 (0.07)	0.06 (0.04)	0.09 (0.05)	0.07 (0.05)	10 (6)	18 (8)	38 (18)
	板橋	1.40 (0.85)	1.45 (1.28)	0.19 (0.12)	0.30 (0.29)	0.63 (0.67)	0.22 (0.21)	16 (10)	28 (22)	51 (26)
	忠明	2.71 (2.48)	5.42 (7.51)	0.31 (0.28)	0.42 (0.30)	0.89 (0.71)	0.30 (0.20)	16 (11)	22 (19)	53 (19)
	斗六	3.84 (2.36)	8.34 (6.38)	0.72 (0.46)	0.30 (0.20)	0.56 (0.49)	0.25 (0.13)	9 (7)	9 (10)	30 (18)
	嘉義	4.21 (2.48)	9.84 (6.90)	0.72 (0.43)	0.26 (0.19)	0.46 (0.38)	0.24 (0.16)	7 (6)	6 (8)	27 (21)
	小港	3.56 (1.59)	7.95 (4.01)	0.45 (0.24)	0.59 (0.31)	1.34 (0.89)	0.36 (0.16)	15 (8)	15 (10)	46 (19)
	六站	2.73 (2.25)	5.59 (6.17)	0.42 (0.38)	0.33 (0.28)	0.67 (0.70)	0.24 (0.18)	12 (9)	17 (16)	41 (22)

被註:

1.各成分括弧內數字為各季節樣本濃度的標準偏差。

2.揮發(%)= 每日揮發成分 ÷ 每日修正後成分(原始+揮發)。

春季採樣期間各測站 $PM_{2.5}$ 水溶性離子揮發與修正

季節	測站	原始 NH_4^+ ($\mu g\ m^{-3}$)	原始 NO_3^- ($\mu g\ m^{-3}$)	原始 Cl^- ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 NH_4^+ ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 NO_3^- ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 Cl^- ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 NH_4^+ (%)	揮發 NO_3^- (%)	揮發 Cl^- (%)
2017 S2	花蓮	1.47 (0.82)	1.15 (1.23)	0.23 (0.27)	0.08 (0.08)	0.12 (0.12)	0.09 (0.09)	6 (4)	14 (14)	32 (19)
	板橋	2.66 (1.18)	2.57 (1.91)	0.18 (0.15)	0.27 (0.22)	0.60 (0.54)	0.18 (0.14)	10 (6)	22 (19)	51 (22)
	忠明	2.92 (1.67)	3.73 (4.01)	0.20 (0.22)	0.47 (0.38)	1.21 (1.10)	0.20 (0.15)	15 (9)	36 (27)	57 (29)
	斗六	4.02 (2.37)	7.65 (7.50)	0.43 (0.38)	0.41 (0.37)	0.99 (1.01)	0.23 (0.17)	11 (10)	21 (22)	41 (30)
	嘉義	4.06 (2.45)	7.91 (7.77)	0.46 (0.40)	0.35 (0.34)	0.82 (0.94)	0.19 (0.15)	9 (7)	19 (20)	39 (27)
	小港	2.91 (1.55)	5.01 (5.26)	0.29 (0.36)	0.57 (0.49)	1.43 (1.42)	0.26 (0.16)	16 (9)	34 (30)	57 (27)
	六站	3.01 (1.94)	4.67 (5.69)	0.30 (0.32)	0.36 (0.36)	0.86 (1.02)	0.19 (0.15)	11 (8)	24 (23)	46 (27)
2018 S2	花蓮	1.26 (0.66)	0.38 (0.43)	0.12 (0.13)	0.08 (0.08)	0.09 (0.12)	0.10 (0.10)	6 (5)	22 (14)	47 (25)
	板橋	2.74 (2.31)	2.04 (4.57)	0.11 (0.23)	0.27 (0.20)	0.56 (0.40)	0.19 (0.20)	9 (5)	43 (32)	70 (23)
	忠明	2.81 (1.84)	2.58 (3.52)	0.12 (0.21)	0.50 (0.43)	1.05 (0.99)	0.36 (0.44)	15 (6)	45 (25)	79 (15)
	斗六	3.05 (2.04)	4.26 (4.60)	0.24 (0.26)	0.31 (0.24)	0.61 (0.58)	0.25 (0.21)	10 (6)	25 (24)	57 (23)
	嘉義	2.71 (1.86)	4.11 (4.75)	0.21 (0.22)	0.30 (0.25)	0.56 (0.48)	0.25 (0.28)	10 (7)	27 (25)	60 (21)
	小港	2.33 (1.72)	2.13 (3.58)	0.12 (0.15)	0.36 (0.31)	0.85 (0.88)	0.20 (0.15)	13 (11)	42 (28)	66 (27)
	六站	2.48 (1.86)	2.58 (3.99)	0.15 (0.21)	0.30 (0.29)	0.62 (0.69)	0.23 (0.26)	11 (7)	34 (27)	63 (24)
2019 S2	花蓮	1.17 (0.61)	0.49 (0.25)	0.14 (0.10)	0.08 (0.06)	0.12 (0.10)	0.09 (0.07)	7 (5)	19 (10)	40 (23)
	板橋	1.73 (0.97)	0.90 (0.78)	0.13 (0.14)	0.25 (0.25)	0.57 (0.75)	0.14 (0.09)	11 (6)	33 (24)	57 (22)
	忠明	2.06 (1.23)	2.10 (2.85)	0.16 (0.17)	0.45 (0.29)	1.05 (0.80)	0.26 (0.20)	19 (10)	39 (25)	64 (21)
	斗六	2.89 (1.17)	4.68 (3.30)	0.34 (0.24)	0.31 (0.17)	0.68 (0.47)	0.21 (0.11)	12 (9)	21 (23)	45 (25)
	嘉義	3.02 (1.27)	5.14 (4.05)	0.36 (0.24)	0.28 (0.11)	0.58 (0.33)	0.21 (0.09)	10 (6)	21 (23)	43 (19)
	小港	1.80 (1.00)	1.59 (1.56)	0.10 (0.07)	0.55 (0.43)	1.33 (1.20)	0.28 (0.17)	21 (10)	44 (19)	72 (15)
	六站	2.11 (1.23)	2.48 (3.05)	0.20 (0.19)	0.32 (0.28)	0.72 (0.79)	0.20 (0.14)	13 (9)	30 (23)	53 (24)
2020 S2	花蓮	0.67 (0.43)	0.40 (0.11)	0.08 (0.07)	0.10 (0.06)	0.19 (0.14)	0.09 (0.04)	17 (14)	31 (15)	56 (23)
	板橋	1.06 (0.74)	0.63 (0.30)	0.06 (0.04)	0.23 (0.23)	0.51 (0.57)	0.15 (0.15)	17 (6)	37 (17)	68 (22)
	忠明	1.49 (0.87)	1.73 (1.40)	0.08 (0.08)	0.45 (0.33)	1.11 (0.94)	0.22 (0.14)	23 (7)	41 (12)	76 (11)
	斗六	2.07 (1.39)	3.47 (3.06)	0.17 (0.16)	0.33 (0.25)	0.75 (0.61)	0.21 (0.17)	14 (6)	24 (16)	57 (15)
	嘉義	1.91 (1.34)	3.06 (3.00)	0.17 (0.17)	0.36 (0.28)	0.79 (0.67)	0.23 (0.18)	16 (7)	27 (17)	60 (20)
	小港	1.68 (1.15)	2.27 (2.49)	0.17 (0.24)	0.59 (0.46)	1.51 (1.35)	0.27 (0.13)	25 (13)	40 (27)	67 (26)
	六站	1.48 (1.12)	1.93 (2.35)	0.12 (0.15)	0.34 (0.33)	0.81 (0.89)	0.19 (0.15)	19 (10)	33 (19)	64 (21)

被註:

1.各成分括弧內數字為各季節樣本濃度的標準偏差。

2.揮發(%)= 每日揮發成分 ÷ 每日修正後成分(原始+揮發)。

夏季採樣期間各測站 $PM_{2.5}$ 水溶性離子揮發與修正

季節	測站	原始 NH_4^+ ($\mu g\ m^{-3}$)	原始 NO_3^- ($\mu g\ m^{-3}$)	原始 Cl^- ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 NH_4^+ ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 NO_3^- ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 Cl^- ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 NH_4^+ (%)	揮發 NO_3^- (%)	揮發 Cl^- (%)
2017 S3	花蓮	0.77 (0.60)	0.26 (0.17)	0.09 (0.09)	0.03 (0.03)	0.05 (0.05)	0.03 (0.02)	5 (3)	16 (13)	28 (19)
	板橋	1.36 (0.86)	0.40 (0.32)	0.05 (0.03)	0.18 (0.13)	0.46 (0.33)	0.09 (0.06)	11 (4)	50 (19)	59 (24)
	忠明	1.04 (0.55)	0.35 (0.20)	0.06 (0.04)	0.25 (0.21)	0.65 (0.63)	0.10 (0.06)	16 (11)	52 (29)	58 (24)
	斗六	1.07 (0.62)	0.33 (0.12)	0.05 (0.04)	0.18 (0.20)	0.48 (0.59)	0.07 (0.05)	12 (6)	47 (25)	56 (22)
	嘉義	1.01 (0.50)	0.28 (0.12)	0.06 (0.05)	0.14 (0.14)	0.35 (0.41)	0.06 (0.04)	10 (7)	44 (27)	51 (20)
	小港	1.10 (0.50)	0.27 (0.09)	0.25 (0.31)	0.18 (0.22)	0.40 (0.66)	0.11 (0.07)	13 (9)	42 (30)	49 (29)
	六站	1.06 (0.62)	0.32 (0.19)	0.10 (0.15)	0.16 (0.17)	0.40 (0.51)	0.08 (0.06)	11 (8)	42 (27)	50 (25)
2018 S3	花蓮	1.04 (0.80)	0.26 (0.18)	0.12 (0.12)	0.05 (0.04)	0.06 (0.07)	0.06 (0.04)	7 (9)	18 (14)	41 (27)
	板橋	1.37 (1.19)	0.28 (0.15)	0.07 (0.09)	0.12 (0.09)	0.28 (0.24)	0.07 (0.04)	10 (9)	44 (21)	58 (31)
	忠明	1.43 (1.26)	0.43 (0.29)	0.05 (0.04)	0.24 (0.24)	0.52 (0.61)	0.15 (0.19)	17 (14)	42 (26)	72 (20)
	斗六	1.46 (1.36)	0.60 (0.56)	0.04 (0.03)	0.25 (0.28)	0.62 (0.75)	0.12 (0.11)	15 (11)	37 (23)	66 (21)
	嘉義	1.45 (1.26)	0.46 (0.43)	0.03 (0.02)	0.17 (0.20)	0.43 (0.55)	0.09 (0.09)	10 (9)	32 (26)	63 (22)
	小港	1.22 (0.63)	0.38 (0.24)	0.17 (0.19)	0.14 (0.11)	0.24 (0.32)	0.13 (0.07)	10 (4)	29 (23)	56 (25)
	六站	1.33 (1.10)	0.40 (0.35)	0.08 (0.11)	0.16 (0.19)	0.36 (0.51)	0.10 (0.11)	11 (10)	34 (24)	59 (26)
2019 S3	花蓮	0.81 (0.68)	0.35 (0.21)	0.17 (0.23)	0.04 (0.03)	0.06 (0.04)	0.04 (0.04)	8 (9)	16 (9)	31 (23)
	板橋	0.87 (0.41)	0.31 (0.16)	0.09 (0.15)	0.07 (0.03)	0.12 (0.06)	0.05 (0.03)	8 (4)	29 (15)	51 (28)
	忠明	1.09 (0.91)	0.42 (0.49)	0.04 (0.04)	0.16 (0.24)	0.37 (0.67)	0.08 (0.08)	10 (6)	38 (18)	60 (22)
	斗六	1.56 (1.54)	1.17 (2.43)	0.08 (0.09)	0.21 (0.33)	0.50 (0.87)	0.12 (0.15)	9 (5)	33 (23)	60 (28)
	嘉義	1.11 (1.06)	0.58 (0.92)	0.07 (0.06)	0.15 (0.30)	0.33 (0.78)	0.09 (0.13)	9 (6)	29 (16)	57 (24)
	小港	1.08 (0.75)	0.45 (0.33)	0.18 (0.25)	0.13 (0.19)	0.27 (0.52)	0.10 (0.08)	10 (6)	26 (23)	42 (31)
	六站	1.08 (0.96)	0.54 (1.10)	0.11 (0.16)	0.13 (0.22)	0.27 (0.59)	0.08 (0.10)	9 (6)	29 (19)	50 (28)
2020 S3	花蓮	0.52 (0.58)	0.26 (0.07)	0.10 (0.07)	0.04 (0.03)	0.04 (0.04)	0.05 (0.05)	11 (11)	13 (7)	35 (21)
	板橋	0.84 (0.53)	0.26 (0.07)	0.03 (0.04)	0.10 (0.04)	0.23 (0.13)	0.06 (0.05)	12 (5)	45 (17)	67 (24)
	忠明	0.58 (0.34)	0.27 (0.12)	0.02 (0.02)	0.12 (0.11)	0.27 (0.26)	0.08 (0.08)	17 (7)	45 (14)	66 (25)
	斗六	0.58 (0.31)	0.34 (0.27)	0.04 (0.03)	0.10 (0.08)	0.23 (0.23)	0.06 (0.06)	13 (5)	37 (13)	57 (19)
	嘉義	0.56 (0.30)	0.30 (0.14)	0.04 (0.04)	0.08 (0.07)	0.17 (0.18)	0.05 (0.06)	12 (6)	33 (11)	53 (16)
	小港	0.50 (0.26)	0.31 (0.08)	0.17 (0.20)	0.14 (0.19)	0.30 (0.50)	0.10 (0.10)	20 (12)	35 (20)	45 (27)
	六站	0.60 (0.41)	0.29 (0.14)	0.07 (0.10)	0.10 (0.11)	0.21 (0.27)	0.07 (0.07)	14 (8)	35 (17)	54 (25)

被註:

1.各成分括弧內數字為各季節樣本濃度的標準偏差。

2.揮發(%)= 每日揮發成分 ÷ 每日修正後成分(原始+揮發)。

秋季採樣期間各測站 $PM_{2.5}$ 水溶性離子揮發與修正

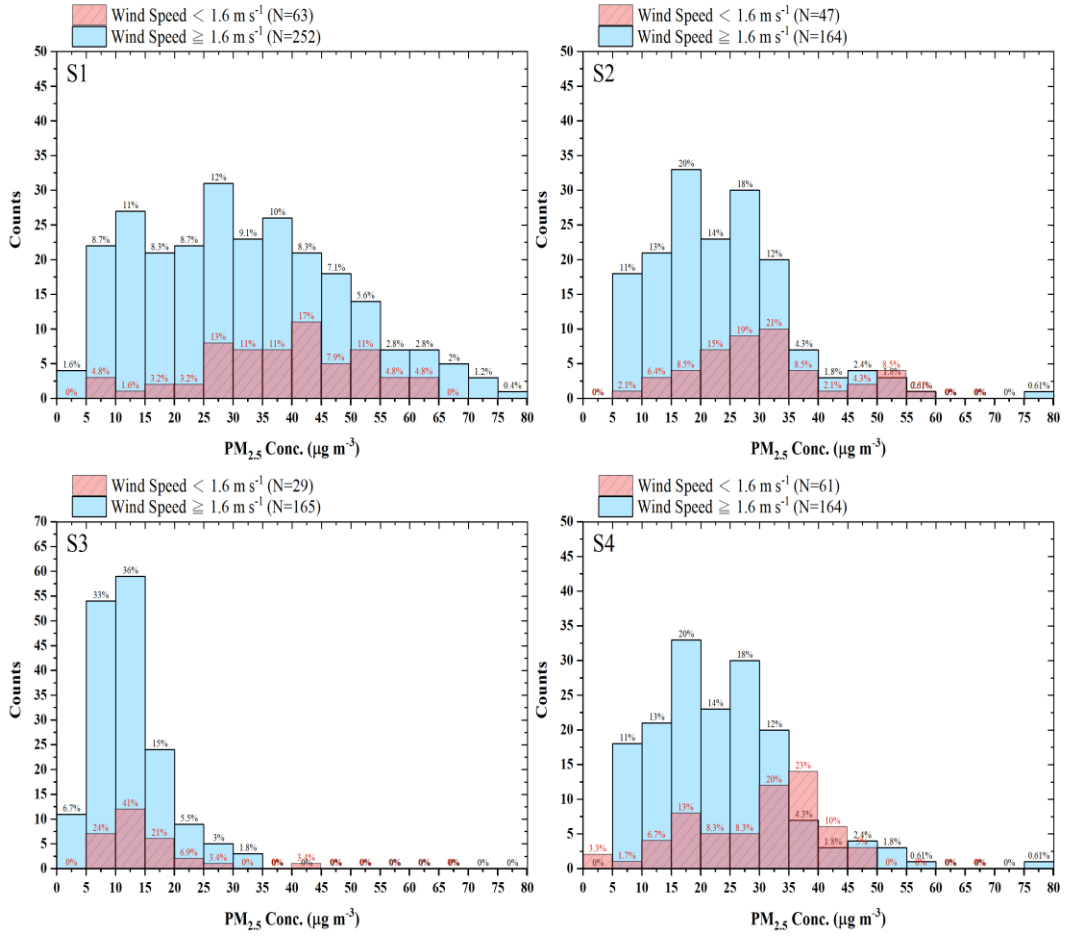
季節	測站	原始 NH_4^+ ($\mu g\ m^{-3}$)	原始 NO_3^- ($\mu g\ m^{-3}$)	原始 Cl^- ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 NH_4^+ ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 NO_3^- ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 Cl^- ($\mu g\ m^{-3}$)	揮發 NH_4^+ (%)	揮發 NO_3^- (%)	揮發 Cl^- (%)
2017 S4	花蓮	0.76 (0.57)	0.65 (0.69)	0.16 (0.20)	0.03 (0.02)	0.06 (0.05)	0.02 (0.02)	5 (5)	17 (16)	26 (23)
	板橋	1.51 (1.07)	0.62 (0.67)	0.16 (0.18)	0.17 (0.18)	0.47 (0.60)	0.05 (0.05)	9 (7)	43 (32)	41 (32)
	忠明	1.74 (0.92)	1.20 (1.20)	0.07 (0.08)	0.41 (0.27)	1.21 (0.92)	0.10 (0.08)	19 (8)	56 (25)	65 (28)
	斗六	2.34 (1.07)	2.78 (2.00)	0.28 (0.28)	0.43 (0.31)	1.17 (1.01)	0.16 (0.16)	14 (7)	35 (21)	44 (25)
	嘉義	2.39 (1.07)	2.85 (2.14)	0.29 (0.31)	0.45 (0.37)	1.17 (1.21)	0.18 (0.21)	14 (8)	34 (22)	44 (24)
	小港	2.42 (1.10)	2.53 (2.31)	0.12 (0.12)	0.64 (0.43)	1.70 (1.17)	0.25 (0.26)	19 (11)	48 (21)	66 (22)
	六站	1.86 (1.13)	1.77 (1.88)	0.18 (0.22)	0.35 (0.35)	0.97 (1.05)	0.13 (0.17)	14 (9)	39 (26)	48 (29)
2018 S4	花蓮	0.80 (0.43)	0.42 (0.22)	0.20 (0.21)	0.05 (0.04)	0.07 (0.07)	0.06 (0.05)	7 (4)	13 (9)	34 (24)
	板橋	1.12 (0.47)	0.62 (0.50)	0.11 (0.11)	0.09 (0.04)	0.16 (0.12)	0.09 (0.05)	8 (4)	24 (16)	57 (20)
	忠明	1.72 (1.01)	1.48 (1.85)	0.10 (0.11)	0.30 (0.29)	0.71 (0.78)	0.18 (0.12)	14 (8)	33 (22)	69 (20)
	斗六	2.26 (1.16)	3.38 (3.12)	0.26 (0.23)	0.34 (0.22)	0.72 (0.57)	0.24 (0.12)	14 (8)	23 (19)	53 (20)
	嘉義	2.61 (1.32)	3.89 (3.65)	0.26 (0.26)	0.33 (0.21)	0.65 (0.54)	0.26 (0.13)	12 (7)	21 (17)	60 (21)
	小港	2.59 (1.15)	3.56 (3.17)	0.14 (0.09)	0.60 (0.44)	1.41 (1.24)	0.34 (0.20)	17 (9)	31 (20)	69 (16)
	六站	1.84 (1.18)	2.20 (2.78)	0.17 (0.19)	0.29 (0.30)	0.62 (0.80)	0.19 (0.15)	12 (8)	24 (18)	57 (23)
2019 S4	花蓮	1.04 (0.67)	0.54 (0.27)	0.26 (0.24)	0.06 (0.04)	0.08 (0.07)	0.08 (0.05)	8 (7)	12 (10)	29 (17)
	板橋	1.44 (0.73)	0.88 (0.75)	0.25 (0.28)	0.15 (0.14)	0.25 (0.37)	0.13 (0.08)	9 (5)	19 (11)	45 (22)
	忠明	2.01 (1.39)	1.30 (1.03)	0.12 (0.10)	0.48 (0.56)	1.27 (1.72)	0.19 (0.12)	16 (8)	35 (22)	62 (23)
	斗六	2.67 (1.31)	2.90 (1.93)	0.25 (0.22)	0.52 (0.26)	1.21 (0.79)	0.29 (0.10)	17 (6)	32 (15)	59 (15)
	嘉義	2.91 (1.18)	3.52 (2.41)	0.30 (0.27)	0.58 (0.26)	1.32 (0.78)	0.35 (0.16)	17 (6)	31 (17)	58 (15)
	小港	2.62 (1.04)	2.23 (2.05)	0.12 (0.08)	0.79 (0.39)	1.96 (1.15)	0.38 (0.13)	22 (7)	49 (17)	77 (17)
	六站	2.11 (1.26)	1.89 (1.90)	0.22 (0.22)	0.43 (0.40)	1.02 (1.15)	0.24 (0.16)	15 (8)	30 (19)	55 (23)
2020 S4	花蓮	0.55 (0.40)	0.40 (0.22)	0.35 (0.23)	0.07 (0.04)	0.10 (0.07)	0.08 (0.06)	13 (7)	19 (11)	21 (17)
	板橋	0.87 (0.31)	0.58 (0.22)	0.44 (0.37)	0.11 (0.05)	0.21 (0.15)	0.09 (0.06)	11 (4)	26 (17)	27 (25)
	忠明	0.94 (0.29)	0.64 (0.27)	0.23 (0.15)	0.18 (0.12)	0.44 (0.37)	0.09 (0.06)	15 (8)	37 (23)	34 (25)
	斗六	1.21 (0.34)	1.24 (0.56)	0.27 (0.14)	0.46 (0.25)	1.15 (0.79)	0.21 (0.11)	26 (9)	45 (21)	43 (17)
	嘉義	1.26 (0.38)	1.20 (0.59)	0.26 (0.17)	0.56 (0.27)	1.36 (0.87)	0.30 (0.17)	30 (10)	48 (21)	51 (19)
	小港	1.67 (0.81)	2.06 (2.46)	0.26 (0.14)	0.72 (0.25)	1.82 (0.72)	0.34 (0.19)	31 (6)	55 (20)	55 (13)
	六站	1.08 (0.57)	1.02 (1.18)	0.30 (0.22)	0.35 (0.31)	0.84 (0.85)	0.19 (0.16)	21 (11)	38 (22)	38 (23)

被註:

1.各成分括弧內數字為各季節樣本濃度的標準偏差。

2.揮發(%)= 每日揮發成分 ÷ 每日修正後成分(原始+揮發)。

附錄七 季節風速與修正後質量濃度比對分析



附錄八 高濃度日污染特徵

2020 年 1 月 4 日						
測站	花蓮	板橋	忠明	斗六	嘉義	小港
$PM_{2.5}$	9 (0.05)	12 (-0.26)	72 (1.17)	74 (0.99)	77 (1.02)	53 (0.68)
SO_4^{2-}	0.52	-0.03	0.78	0.80	0.76	0.69
NO_3^-	-0.62	-0.77	1.61	1.36	1.36	1.07
Cl^-	-0.95	-0.88	0.90	0.94	0.64	0.21
NH_4^+	0.38	-0.22	1.31	1.12	1.15	0.93
Na^+	-0.57	-0.79	0.16	-0.08	-0.27	-0.19
K^+	-0.02	-0.54	0.07	0.18	-0.35	-0.59
Mg^{2+}	1.40	-0.73	-0.94	-0.73	-0.85	-0.66
Ca^{2+}	-0.65	-0.86	-0.20	-0.23	-0.23	-0.38
OC	0.14	0.06	0.73	0.57	0.43	0.33
EC	-0.55	0.03	0.65	0.47	0.41	0.20
Al	-0.36	-0.24	0.60	0.03	0.62	-0.58
Fe	-0.25	-0.40	0.94	0.26	0.32	-0.65
Na	-0.58	-0.88	-0.25	-0.28	-0.38	-0.61
Mg	-0.43	-0.79	-0.11	-0.24	-0.19	-0.71
K	-0.06	-0.33	0.27	0.19	-0.15	-0.83
Ca	-0.78	-0.26	0.22	-0.07	-0.12	-0.83
Sr	-0.92	-0.60	-0.13	-0.89	-0.89	-1.25
Ba	-0.67	-0.22	0.58	0.67	-1.15	-0.83
Ti	-0.17	-0.60	0.47	0.20	0.20	-0.54
Mn	0.18	-1.26	0.67	0.45	0.37	-0.27
Co	-0.43	-1.11	0.49	-0.02	0.31	-0.22
Ni	-0.98	-1.68	-0.21	-0.59	0.42	-0.20
Cu	-0.46	-0.34	0.59	0.03	0.18	-0.52
Zn	-0.06	-0.59	0.86	0.37	0.41	-0.48
Mo	-0.36	-0.42	0.67	0.21	0.36	-0.35
Cd	0.26	-0.20	0.97	0.75	0.70	-0.39
Sn	-0.16	-0.63	0.99	0.84	1.05	-0.63
Sb	-0.60	-0.11	0.81	0.96	0.51	-0.15
Pb	0.21	-0.12	0.64	0.57	0.41	-0.52
V	0.02	-0.94	-0.13	-0.28	-0.19	-0.06
Cr	-0.17	-1.52	0.44	-0.49	0.45	-0.34
As	0.76	0.56	0.89	0.64	0.71	0.21
Se	-0.16	-0.26	1.17	0.68	0.70	-0.07
Rb	0.16	-0.11	0.58	0.50	0.10	-0.47

備註：Difference (%) = { (案例日濃度−當季非高濃度日平均值)÷[0.5*(案例日濃度＋當季非高濃度日平均值)]}*100%

2020 年 1 月 7 日					
測站	板橋	忠明	斗六	嘉義	小港
$PM_{2.5}$	34 (0.74)	51 (0.91)	45 (0.58)	51 (0.69)	43 (0.49)
SO_4^{2-}	0.56	0.81	0.71	0.72	0.61
NO_3^-	0.92	1.22	0.78	0.95	0.75
Cl^-	1.03	0.77	0.14	0.17	-0.11
NH_4^+	0.73	1.12	0.84	0.93	0.86
Na^+	-0.18	-0.19	-0.25	-0.15	-0.53
K^+	0.36	0.26	-0.08	0.21	-0.29
Mg^{2+}	-0.73	-0.94	-0.73	-0.86	-1.27
Ca^{2+}	-0.15	-0.11	-0.69	0.13	-0.17
OC	0.70	0.80	0.36	0.41	0.26
EC	0.97	0.79	0.30	0.32	0.50
Al	0.53	0.37	-0.25	-0.13	0.34
Fe	0.59	0.93	0.51	0.13	0.30
Na	-0.33	-0.30	-0.44	-0.61	-0.52
Mg	-0.22	-0.01	-0.20	-0.57	-0.24
K	0.43	0.44	0.02	-0.01	-0.20
Ca	0.50	0.50	0.37	0.01	0.22
Sr	-0.02	0.13	-0.92	-0.96	-0.92
Ba	0.50	0.89	0.52	-0.90	0.00
Ti	0.60	0.83	0.25	-0.12	0.25
Mn	-0.13	0.87	0.33	0.21	0.35
Co	0.62	0.81	0.46	0.09	0.21
Ni	0.27	0.36	0.52	0.11	0.42
Cu	0.82	0.65	-0.08	-0.13	-0.09
Zn	1.23	1.08	0.27	0.24	0.51
Mo	0.85	1.02	0.90	1.24	0.20
Cd	1.11	0.93	0.34	0.25	0.36
Sn	1.32	0.54	0.08	0.03	-0.37
Sb	1.29	0.82	0.45	0.16	0.44
Pb	1.15	0.80	0.43	0.15	1.03
V	-0.17	0.33	-0.11	-0.32	-0.03
Cr	0.52	0.63	0.96	0.25	0.08
As	1.00	0.96	0.67	0.54	0.67
Se	0.93	1.01	0.51	0.27	0.46
Rb	0.66	0.65	0.40	0.30	0.28

備註：Difference (%) = { (案例日濃度−當季非高濃度日平均值)÷[0.5*(案例日濃度＋當季非高濃度日平均值)]}*100%

2020 年 2 月 27 日						
測站	花蓮	板橋	忠明	斗六	嘉義	小港
$PM_{2.5}$	11 (0.29)	13 (-0.21)	18 (-0.03)	35 (0.34)	40 (0.46)	48 (0.58)
SO_4^{2-}	-0.03	-0.19	0.11	0.40	0.46	0.70
NO_3^-	0.12	-0.68	-0.08	0.53	0.64	0.72
Cl^-	0.32	0.30	0.45	0.53	0.52	0.50
NH_4^+	0.22	-0.42	0.12	0.31	0.44	0.77
Na^+	0.66	0.64	0.74	0.85	0.80	0.12
K^+	0.33	-0.11	-0.31	-0.15	-0.25	-0.39
Mg^{2+}	0.32	0.91	0.61	0.86	0.71	0.67
Ca^{2+}	0.92	0.72	0.07	0.44	0.33	0.37
OC	0.28	-0.77	-0.09	-0.13	-0.14	-0.11
EC	0.12	-0.34	-0.48	0.46	0.41	0.47
Al	0.44	0.20	-0.23	0.85	0.59	0.79
Fe	0.57	0.09	-0.51	0.44	0.31	0.43
Na	1.01	0.32	0.36	0.84	0.71	0.28
Mg	0.97	0.51	0.29	0.88	0.65	0.53
K	0.60	0.00	-0.34	0.11	-0.12	0.04
Ca	0.50	0.47	-0.19	0.77	0.52	0.65
Sr	0.53	0.15	-0.46	-0.36	-0.34	-0.20
Ba	0.21	-0.73	-1.00	-0.40	-0.64	-0.07
Ti	0.89	0.26	-0.24	0.67	0.44	0.57
Mn	0.51	0.68	-0.81	0.14	0.19	0.19
Co	0.46	-0.58	-0.20	0.45	0.45	0.70
Ni	-0.08	-0.24	-0.76	0.24	0.35	1.03
Cu	1.09	-1.17	-0.49	0.19	0.14	-0.05
Zn	0.57	-0.88	-0.58	0.24	0.18	0.19
Mo	0.35	-0.62	-0.70	-0.23	0.07	0.47
Cd	0.66	-0.65	-0.09	0.37	0.34	-0.03
Sn	0.46	-0.94	-0.02	0.55	0.65	-0.31
Sb	0.00	-0.87	-0.48	0.24	0.10	0.17
Pb	0.32	-0.81	-0.79	0.11	-0.77	0.10
V	0.19	-0.78	-0.46	-0.02	-0.03	0.60
Cr	-0.25	0.19	-0.53	0.18	0.17	0.37
As	0.63	-0.23	-0.29	0.11	0.03	0.16
Se	0.38	-0.27	0.11	0.34	0.52	0.41
Rb	0.74	0.16	-0.19	0.46	0.17	0.36

備註：Difference (%) = { (案例日濃度−當季非高濃度日平均值)÷[0.5*(案例日濃度＋當季非高濃度日平均值)]}*100%

2020 年 4 月 15 日						
測站	花蓮	板橋	忠明	斗六	嘉義	小港
$PM_{2.5}$	20 (0.76)	34 (0.86)	32 (0.62)	27 (0.30)	22 (0.13)	26 (0.21)
SO_4^{2-}	0.68	0.55	0.50	0.44	0.33	0.33
NO_3^-	0.42	0.93	0.88	-0.19	-0.70	-0.27
Cl^-	0.09	1.22	0.27	0.12	-0.69	-0.58
NH_4^+	0.81	0.79	0.65	0.11	-0.06	0.14
Na^+	-0.07	-0.16	0.03	-0.20	-0.05	-0.32
K^+	1.33	1.17	0.80	1.25	0.71	0.55
Mg^{2+}	-1.03	-0.57	-0.51	0.51	-0.70	1.14
Ca^{2+}	0.11	0.04	-0.09	-0.34	0.18	0.17
OC	0.82	0.91	0.65	0.26	0.19	0.22
EC	0.49	1.17	0.43	-0.01	0.10	0.20
Al	0.51	0.89	-0.26	0.72	0.30	0.46
Fe	0.55	0.92	-0.56	0.63	0.23	0.09
Na	-0.12	0.07	-0.64	0.10	-0.06	-0.10
Mg	-0.02	0.34	-0.77	0.76	0.08	0.09
K	0.92	1.09	-0.17	1.23	0.51	0.57
Ca	0.49	0.60	-0.47	0.55	0.46	0.30
Sr	0.57	0.74	-0.20	1.73	0.73	1.00
Ba	0.42	0.98	-0.70	1.65	0.37	0.91
Ti	0.54	0.78	-0.63	0.66	0.35	0.37
Mn	0.84	0.46	-0.45	0.50	0.16	-0.11
Co	-0.08	0.82	-0.38	0.56	-0.02	-0.11
Ni	0.20	0.52	-0.81	0.40	-0.22	-0.20
Cu	0.72	1.31	-0.51	1.02	0.05	0.28
Zn	0.83	1.61	-0.01	0.17	-0.06	-0.18
Mo	0.83	0.94	-0.11	0.70	-0.05	0.19
Cd	0.92	1.42	-0.30	0.46	0.39	0.57
Sn	0.93	1.39	-1.00	-0.16	0.43	1.22
Sb	0.67	1.50	-0.16	0.54	0.81	0.44
Pb	1.05	1.63	-0.18	0.33	-0.60	-0.08
V	0.59	0.42	-0.38	0.23	-0.01	-0.32
Cr	0.77	0.87	-0.10	0.91	0.11	-0.09
As	1.30	1.37	0.09	0.53	0.69	0.92
Se	0.56	0.97	0.01	0.42	0.19	0.22
Rb	0.78	1.12	-0.18	0.74	0.46	0.45

備註：Difference (%) = { (案例日濃度−當季非高濃度日平均值)÷[0.5*(案例日濃度＋當季非高濃度日平均值)]}*100%

附錄九 境外傳輸日污染特徵

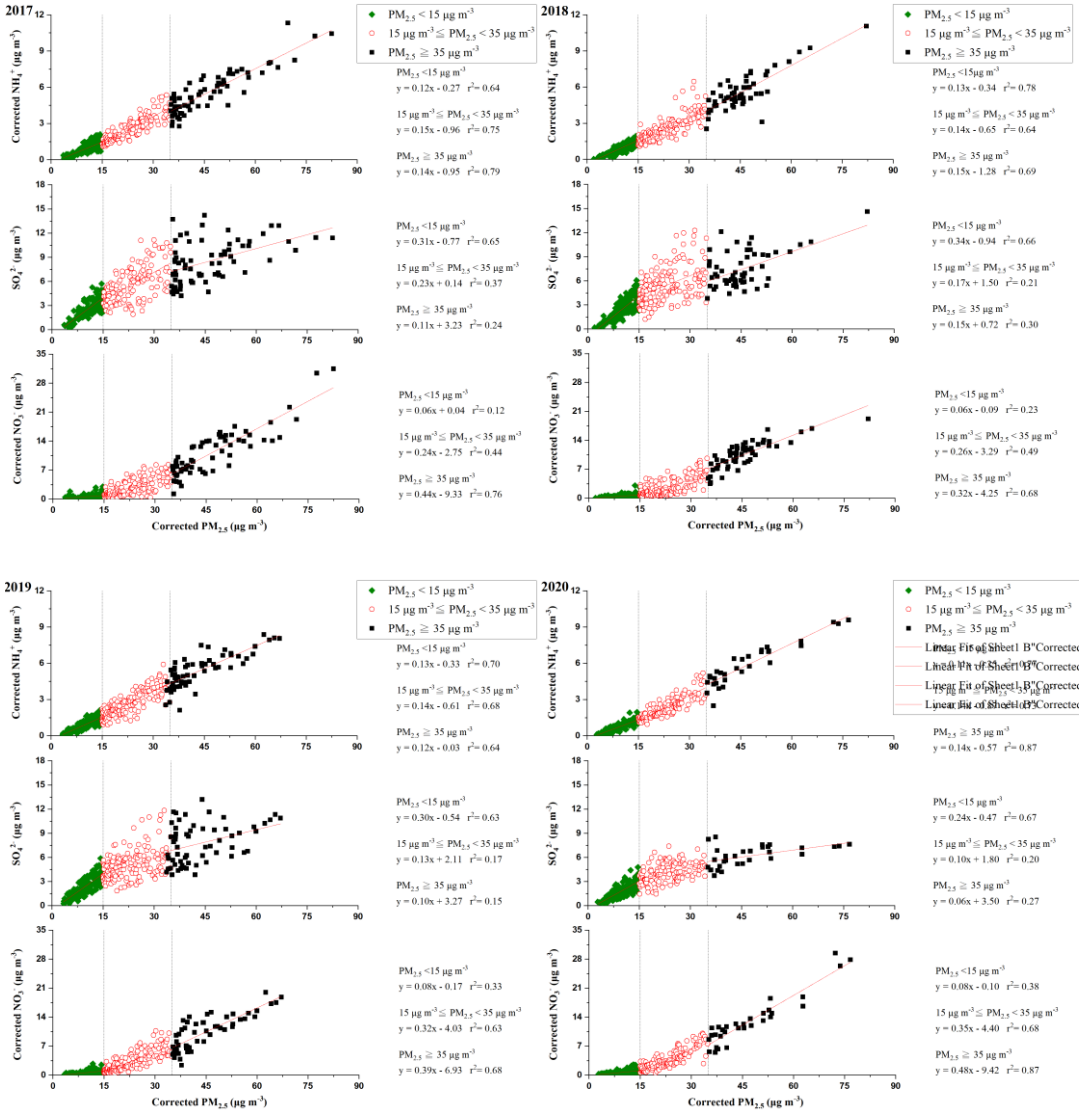
2017~ 2019 年篩選境外傳輸事件日化學成分濃度比值與標準差

成分	板橋站	花蓮站	成分	板橋站	花蓮站	成分	板橋站	花蓮站
$PM_{2.5}$	1.43 ± 0.27	1.65 ± 0.43	**K**	1.54 ± 0.92	1.57 ± 0.69	**Pb**	2.03 ± 1.54	2.10 ± 0.87
SO_4^{2-}	1.65 ± 0.60	1.99 ± 0.89	**Ca**	0.63 ± 0.43	1.47 ± 0.66	**V**	0.82 ± 0.35	0.96 ± 0.43
NO_3^-	1.85 ± 1.14	2.58 ± 1.80	**Sr**	1.03 ± 0.84	0.94 ± 0.43	**Cr**	1.03 ± 0.44	2.05 ± 2.42
Cl^-	1.60 ± 1.28	1.47 ± 1.08	**Ba**	1.12 ± 1.07	1.30 ± 1.04	**As**	2.09 ± 1.18	2.61 ± 1.35
NH_4^+	1.75 ± 0.55	2.46 ± 1.01	**Ti**	0.61 ± 0.28	1.29 ± 0.83	**Y**	0.76 ± 0.40	1.19 ± 1.04
Na^+	0.98 ± 0.52	1.01 ± 0.59	**Mn**	1.43 ± 0.76	2.55 ± 1.21	**Se**	1.90 ± 1.02	3.24 ± 2.05
K^+	1.70 ± 0.87	1.71 ± 0.78	**Co**	1.04 ± 0.27	1.43 ± 0.81	**Zr**	0.78 ± 0.54	1.18 ± 0.61
Mg^{2+}	0.88 ± 0.77	1.48 ± 1.17	**Ni**	1.13 ± 1.11	1.52 ± 1.43	**Ge**	1.76 ± 0.65	4.33 ± 1.14
Ca^{2+}	0.81 ± 0.53	0.94 ± 0.53	**Cu**	1.08 ± 0.58	1.60 ± 0.67	**Rb**	1.67 ± 0.81	2.04 ± 0.88
OC	1.14 ± 0.23	1.47 ± 0.48	**Zn**	1.12 ± 0.56	2.49 ± 1.76	**Cs**	2.14 ± 0.96	3.30 ± 1.41
EC	0.92 ± 0.30	1.56 ± 0.30	**Mo**	1.39 ± 0.81	2.73 ± 1.09	**Ga**	1.46 ± 1.03	2.08 ± 1.46
Al	0.79 ± 0.35	0.88 ± 0.78	**Cd**	2.01 ± 1.25	2.57 ± 1.40	**La**	1.15 ± 0.70	1.34 ± 0.70
Fe	1.04 ± 0.49	1.50 ± 0.80	**Sn**	1.22 ± 0.94	1.30 ± 0.44	**Ce**	0.95 ± 0.44	1.35 ± 0.80
Na	0.99 ± 0.67	1.07 ± 0.50	**Sb**	1.34 ± 0.66	2.13 ± 1.31			
Mg	0.87 ± 0.50	0.95 ± 0.94	**Tl**	2.32 ± 0.99	3.43 ± 2.12			

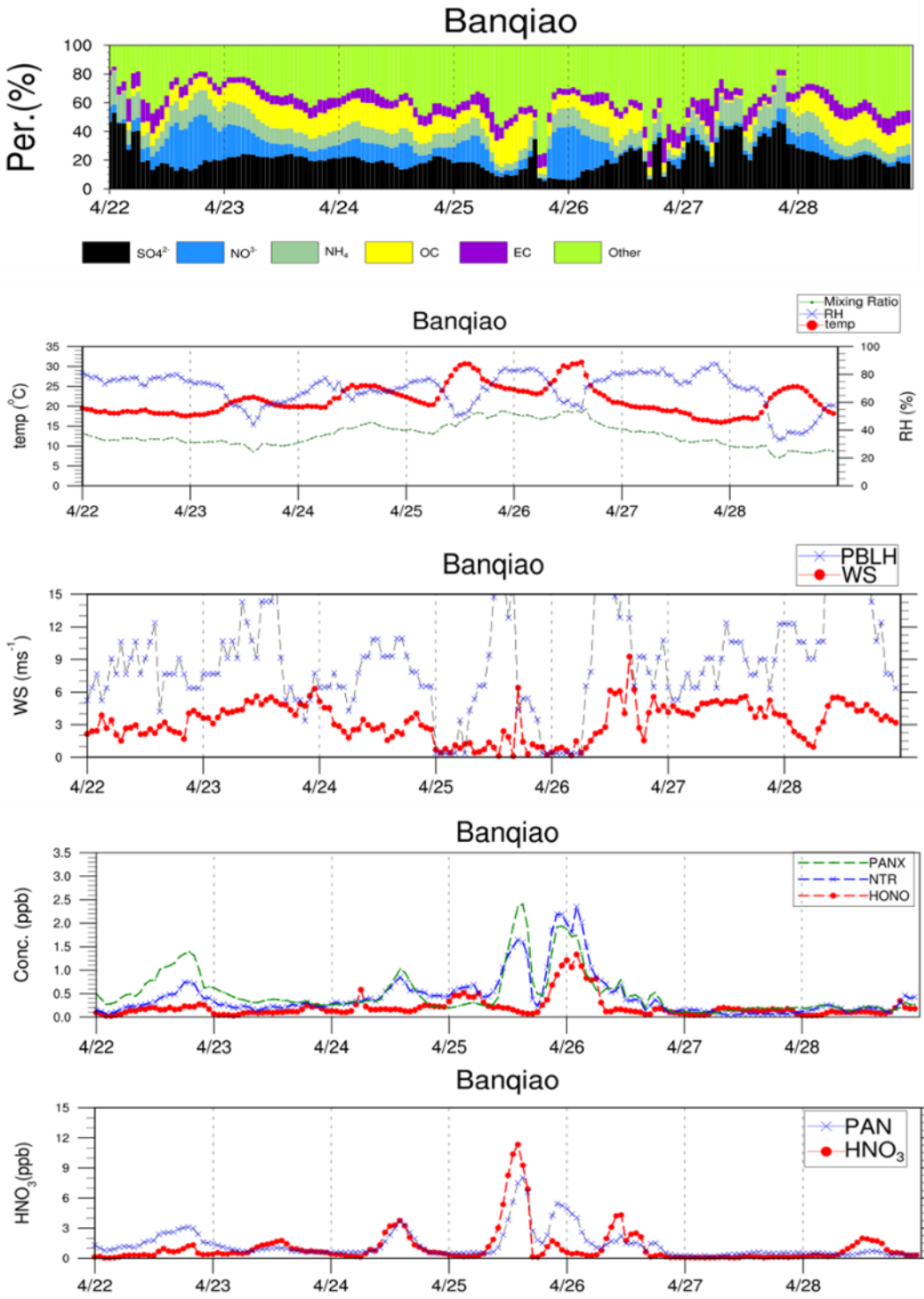
2017~ 2019 年篩選境外傳輸事件日化學成分濃度比值與標準差

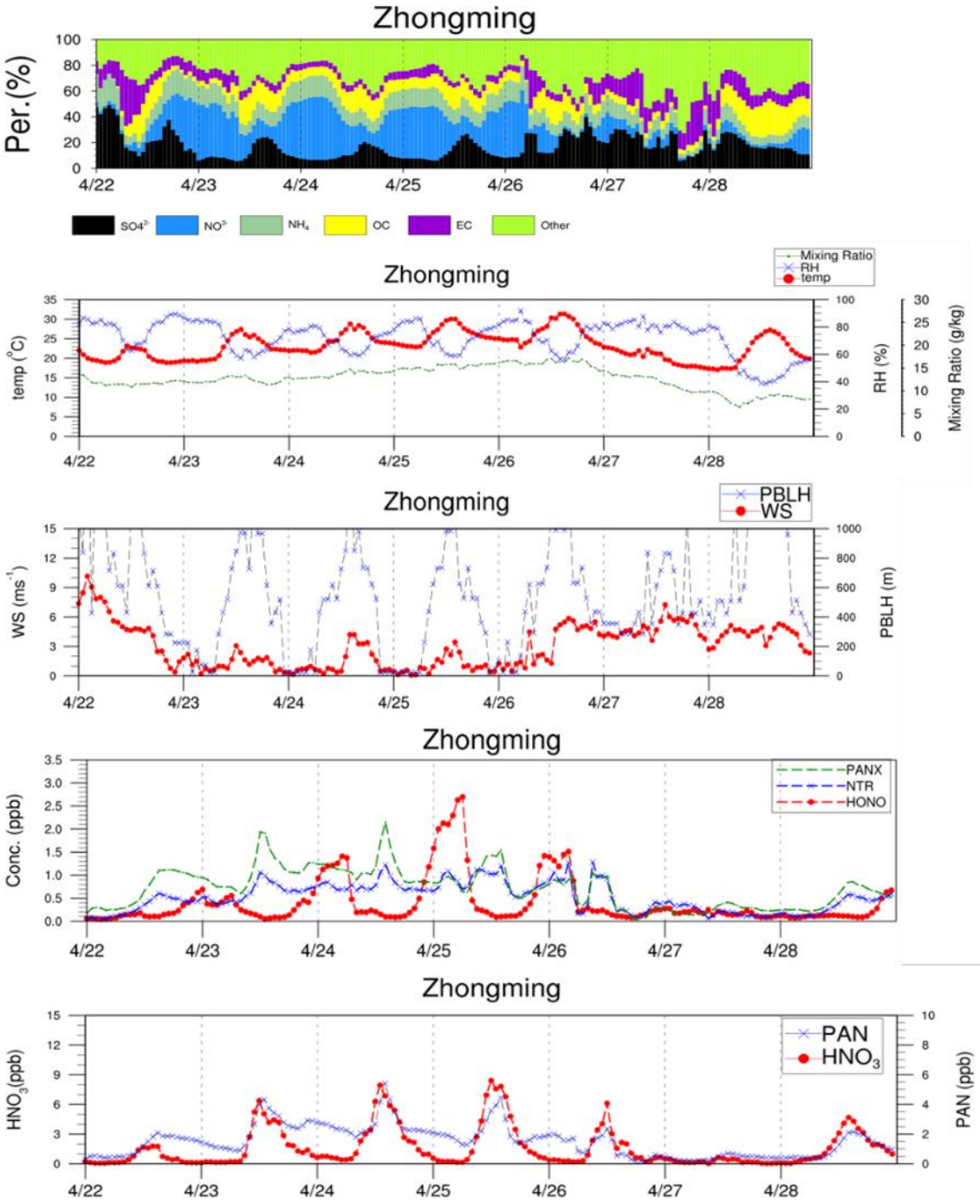
測站		板橋站							花蓮站						
單位	成分	2017			2018			2019	2017			2018			2019
		2/6	2/18	4/1	2/1	3/9	4/8	1/24	2/6	2/18	4/1	2/1	3/9	4/8	1/24
$\mu g\ m^{-3}$	$PM_{2.5}$	36	34	36	33	30	19	28	26	24	24	9	22	21	23
	SO_4^{2-}	13.72	10.78	11.08	6.30	8.38	5.57	5.55	11.10	8.68	6.15	1.64	6.67	5.71	5.70
	NO_3^-	1.26	3.01	5.66	6.04	3.06	0.78	2.84	0.57	0.89	3.32	0.90	2.10	0.64	1.62
	Cl^-	0.56	0.78	0.40	1.35	0.16	0.14	0.33	0.25	0.53	1.18	0.40	0.40	0.19	0.26
	NH_4^+	5.08	4.34	5.05	3.57	4.07	1.54	3.32	4.17	3.08	2.53	0.90	3.11	1.58	2.94
	Na^+	0.44	0.47	0.06	0.25	0.29	0.26	0.15	0.52	0.54	0.12	0.27	0.23	0.19	0.17
	K^+	0.27	0.20	0.17	0.29	0.02	0.11	0.21	0.21	0.21	0.19	0.21	0.01	0.14	0.15
	Mg^{2+}	0.08	0.06	0.01	0.01	0.11	0.03	0.01	0.06	0.06	0.01	0.01	0.11	0.04	0.02
	Ca^{2+}	0.11	0.10	0.01	0.04	0.05	0.17	0.07	0.11	0.13	0.05	0.01	0.07	0.16	0.11
	OC	4.32	5.55	5.37	5.06	4.99	2.95	5.93	2.79	3.24	2.96	2.00	3.13	3.72	5.51
	EC	0.86	1.25	0.99	1.10	0.64	0.41	0.86	0.61	0.73	0.65	0.41	0.56	0.76	0.73
$ng\ m^{-3}$	Al	166.14	131.39	58.57	65.36	83.15	137.26	199.80	42.32	41.48	51.73	26.98	66.34	219.50	75.00
	Fe	155.15	198.60	146.51	209.05	126.33	85.36	350.66	58.13	68.86	94.21	27.09	78.94	172.45	129.21
	Na	580.22	726.39	218.88	215.76	251.82	74.92	296.75	465.00	466.18	281.92	153.22	189.51	204.52	209.55
	Mg	109.03	103.05	28.89	44.19	60.31	175.48	80.99	58.61	52.83	42.97	19.31	48.85	223.50	41.85
	K	531.28	385.41	232.78	304.15	160.21	78.33	621.77	287.47	209.15	188.48	74.43	108.12	178.72	302.95
	Ca	123.81	96.09	102.83	82.33	42.43	9.15	214.85	30.58	75.02	102.30	53.10	47.46	70.53	124.11
	Sr	4.44	2.68	1.14	0.70	0.69	0.43	2.55	1.55	1.16	1.06	0.21	0.57	1.16	1.14
	Ba	13.90	8.31	20.84	2.42	0.11	1.52	7.50	2.77	2.83	5.30	0.11	0.11	2.17	2.25
	Ti	7.86	8.78	8.81	7.42	6.71	4.43	17.37	4.00	10.57	6.25	0.91	4.84	14.54	7.75
	Mn	11.56	12.97	10.84	17.26	8.27	3.44	24.76	3.89	4.62	6.08	1.36	5.22	6.99	9.52
	Co	0.15	0.20	0.12	0.20	0.09	0.14	0.17	0.07	0.06	0.11	0.15	0.06	0.23	0.09
	Ni	13.83	3.74	2.14	3.80	1.66	2.19	3.03	7.20	0.62	1.85	1.27	1.09	4.32	1.40
	Cu	13.08	11.60	5.88	8.89	4.25	1.23	9.21	4.01	4.54	3.33	1.18	2.21	2.01	4.27
	Zn	32.71	61.66	40.14	55.89	29.50	3.91	53.46	5.15	36.04	22.97	4.62	15.65	8.26	20.57
	Mo	0.41	0.68	0.57	1.43	0.51	0.24	1.06	0.18	0.26	0.27	0.19	0.32	0.31	0.54
	Cd	0.51	1.07	0.46	0.74	0.23	0.06	0.77	0.23	0.37	0.27	0.04	0.15	0.15	0.36
	Sn	1.26	4.98	1.52	3.65	0.91	0.21	3.13	0.43	0.83	0.76	0.52	0.60	0.55	1.11
	Sb	1.31	2.41	1.15	1.63	0.63	0.50	1.66	0.59	0.79	0.51	0.11	0.39	0.65	1.36
	Tl	0.20	0.18	0.18	0.28	0.15	0.04	0.26	0.10	0.08	0.11	0.04	0.16	0.07	0.26
	Pb	51.49	18.03	13.26	24.71	9.71	2.48	25.94	9.05	6.05	8.15	1.49	6.98	6.55	10.75
	V	3.76	7.24	3.04	3.94	3.05	2.28	6.12	3.07	4.36	1.77	0.82	2.38	2.88	3.99
	Cr	1.11	2.95	3.36	5.52	3.15	5.50	5.07	1.11	1.11	1.13	15.60	3.17	8.77	2.01
	As	2.56	3.43	1.51	2.12	0.89	0.30	2.49	1.40	2.01	0.99	0.27	0.65	1.29	1.83
	Y	0.04	0.05	0.03	0.02	0.02	0.03	0.07	0.01	0.02	0.02	0.00	0.02	0.06	0.03
	Se	2.72	1.82	1.41	1.49	0.87	0.23	1.63	1.91	1.36	0.81	0.33	0.60	0.32	1.15
	Zr	0.73	0.81	0.92	0.26	0.11	0.08	0.86	0.11	0.24	0.36	0.11	0.11	0.18	0.30
	Ge	0.17	0.15	0.14	0.23	0.12	0.05	0.19	0.13	0.08	0.07	0.10	0.12	0.07	0.13
	Rb	1.26	1.16	0.86	1.01	0.62	0.26	1.75	0.65	0.58	0.65	0.09	0.43	0.66	0.87
	Cs	0.17	0.13	0.12	0.11	0.07	0.02	0.13	0.08	0.06	0.07	0.01	0.05	0.05	0.07
	Ga	0.99	0.67	1.07	0.43	0.05	0.10	0.61	0.34	0.24	0.36	0.02	0.00	0.20	0.23
	La	0.24	0.32	0.17	0.11	0.07	0.04	0.20	0.04	0.07	0.12	0.01	0.07	0.09	0.07
	Ce	0.22	0.28	0.17	0.13	0.11	0.08	0.29	0.06	0.07	0.13	0.01	0.09	0.18	0.11

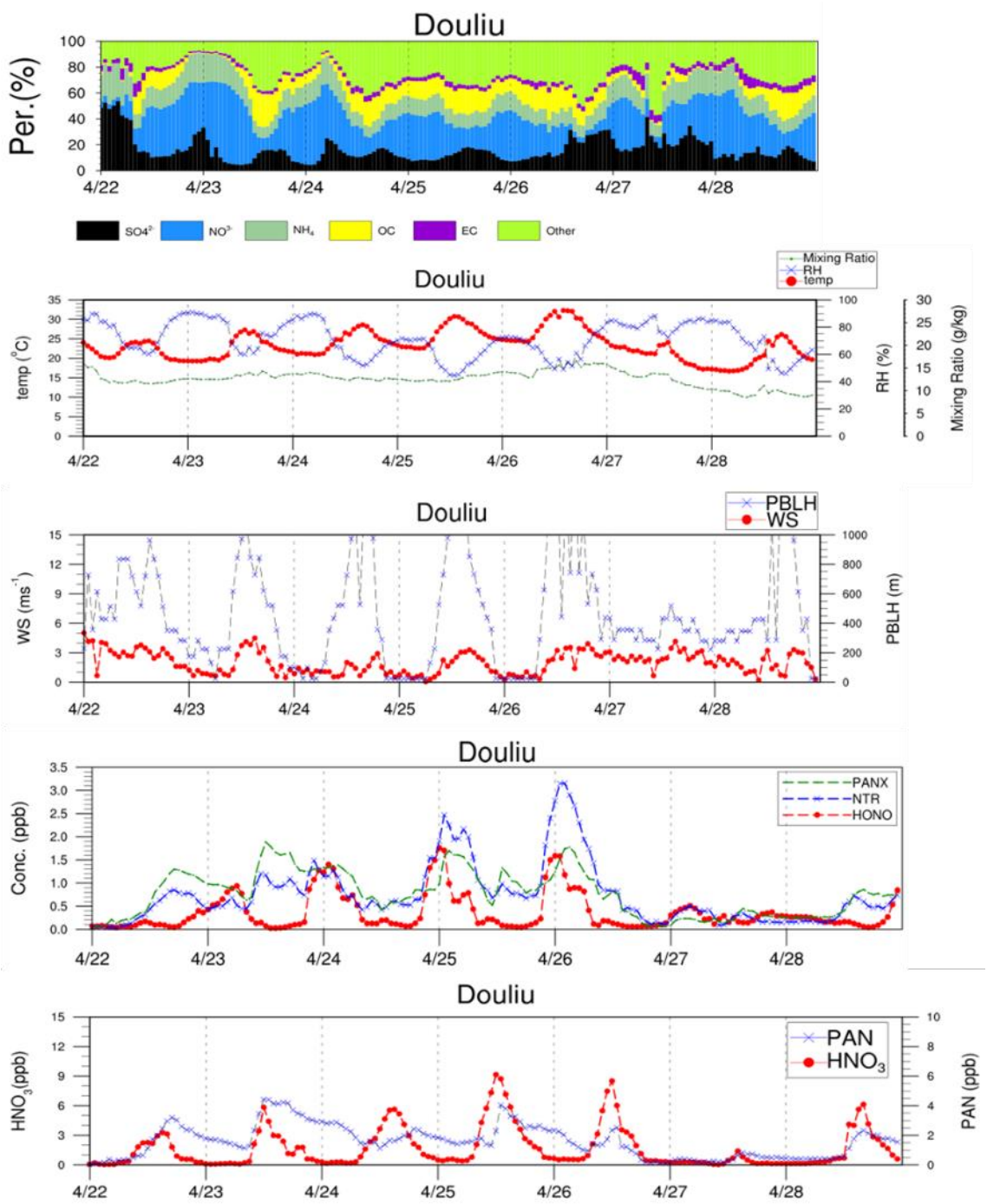
附錄十 2017 年至 2020 年 $PM_{2.5}$ 高、中、低濃度採樣日補充資料

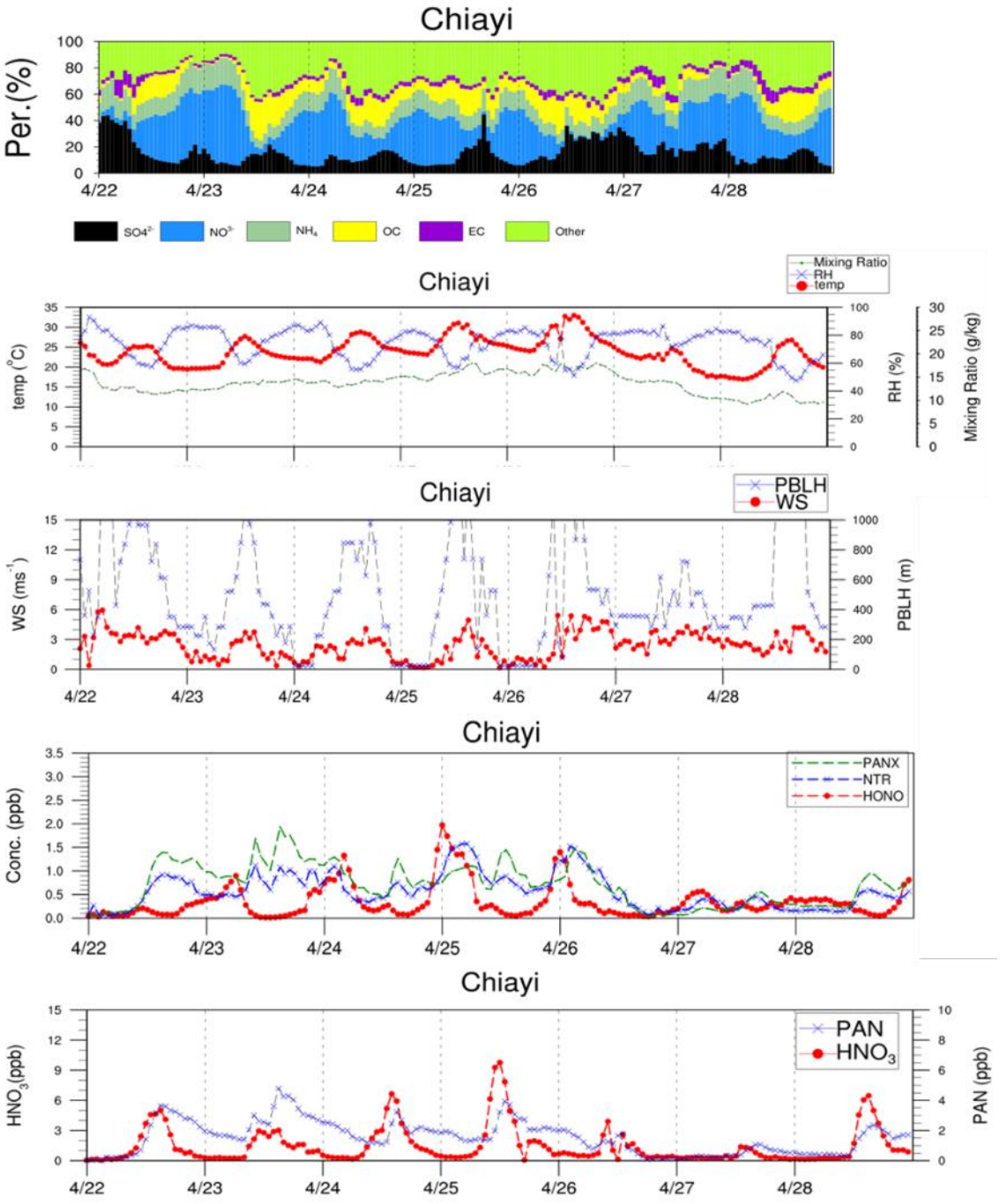


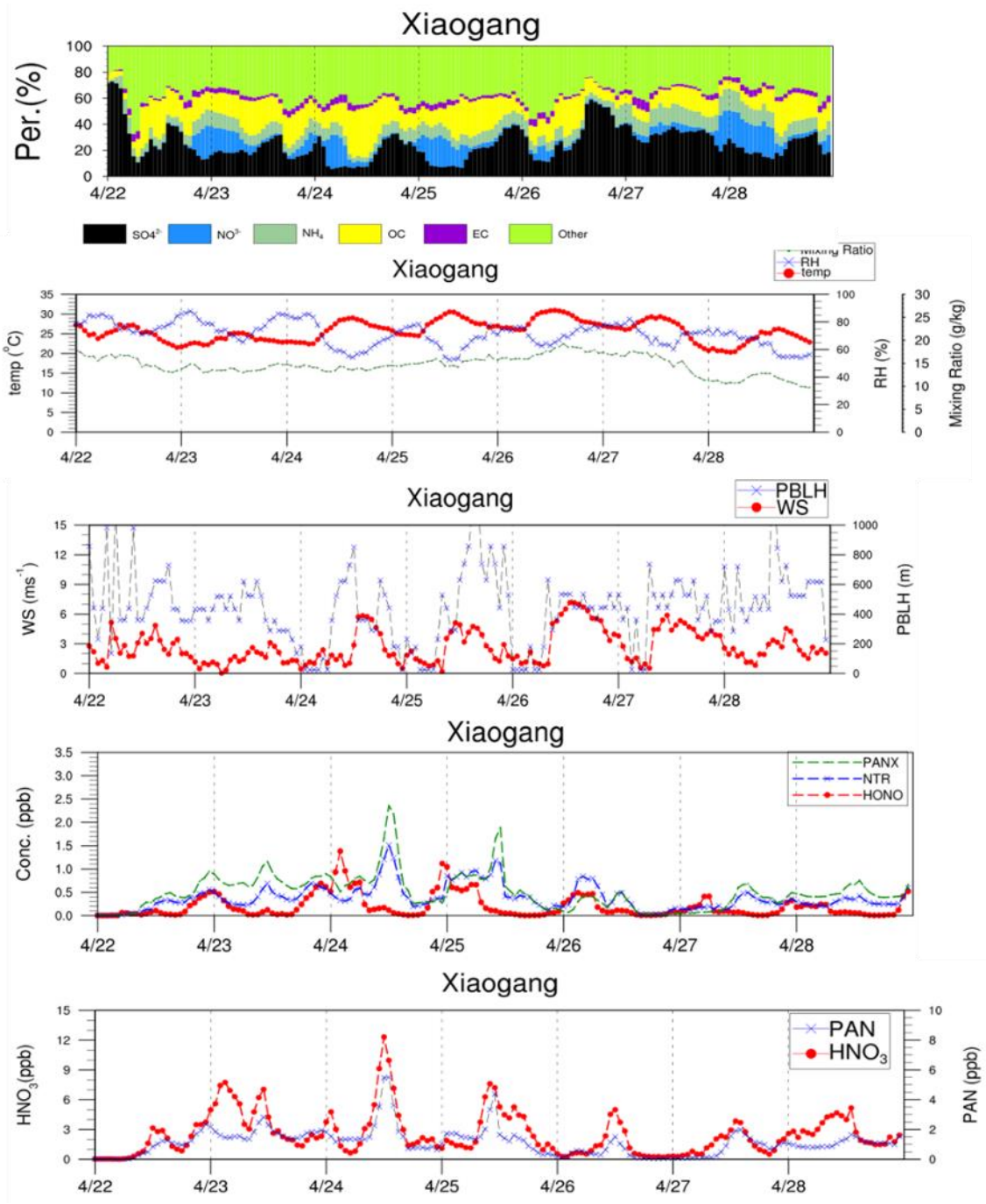
附錄十一 六站模式模擬 4 月 25 日環境因子補充資料

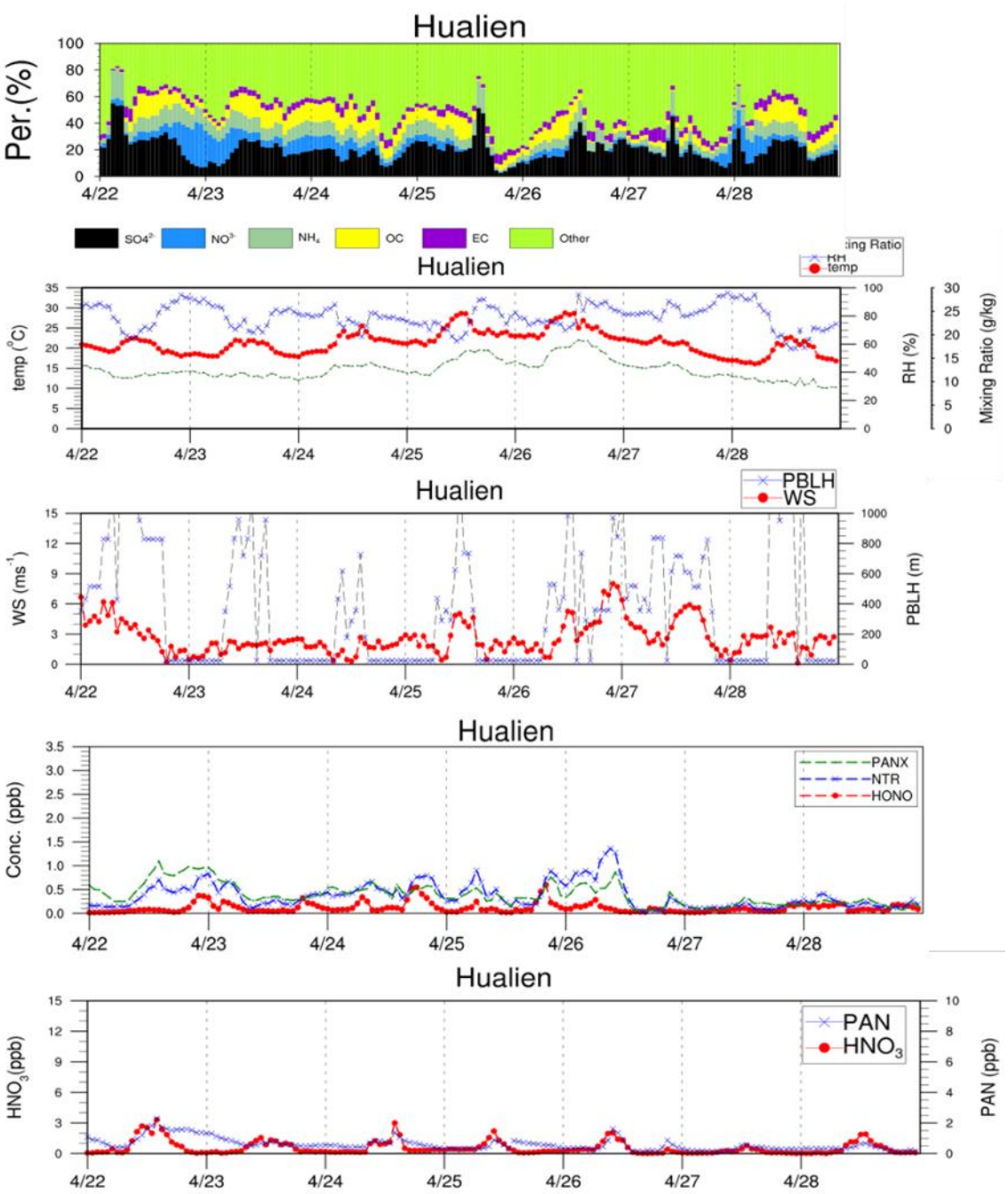



Zhongming
Per.(%)
100
80
60
40
20
0
4/22
4/23
4/24
4/25
4/26
4/27
4/28
SO4²⁻
NO³⁻
NH₄
OC
EC
Other
Zhongming
Mixing Ratio
RH
temp
temp (°C)
RH (%)
Mixing Ratio (g/kg)
Zhongming
PBLH
WS
WS (ms⁻¹)
PBLH (m)
Zhongming
PANX
NTR
HONO
Conc. (ppb)
Zhongming
PAN
HNO3
HNO3(ppb)
PAN (ppb)


Douliu
Per.(%)
SO4²⁻
NO³⁻
NH₄
OC
EC
Other
Douliu
Mixing Ratio
RH
temp
temp (°C)
RH (%)
Mixing Ratio (g/kg)
Douliu
PBLH
WS
WS (ms⁻¹)
PBLH (m)
Douliu
PANX
NTR
HONO
Conc. (ppb)
Douliu
PAN
HNO3
HNO3 (ppb)
PAN (ppb)
4/22
4/23
4/24
4/25
4/26
4/27
4/28

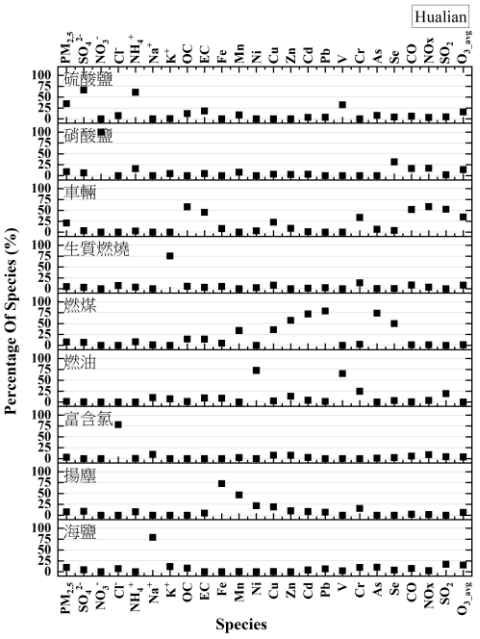

Chiayi
Per.(%)
100
80
60
40
20
0
4/22
4/23
4/24
4/25
4/26
4/27
4/28
SO4²⁻
NO³⁻
NH₄
OC
EC
Other
Chiayi
Mixing Ratio
RH
temp
temp (°C)
RH (%)
Mixing Ratio (g/kg)
Chiayi
PBLH
WS
WS (ms⁻¹)
PBLH (m)
Chiayi
PANX
NTR
HONO
Conc. (ppb)
Chiayi
PAN
HNO₃
HNO₃(ppb)
PAN (ppb)

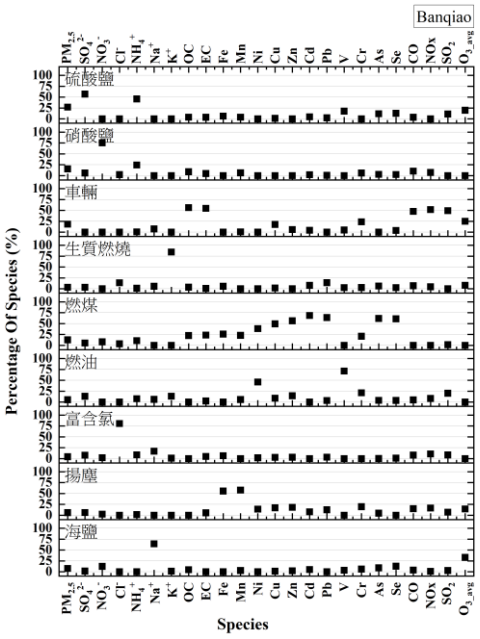

Xiaogang
Per.(%)
SO4 2-
NO3-
NH4
OC
EC
Other
Xiaogang
RH
temp
Mixing Ratio
temp (°C)
RH (%)
Mixing Ratio (g/kg)
Xiaogang
PBLH
WS
WS (ms-1)
PBLH (m)
Xiaogang
PANX
NTR
HONO
Conc. (ppb)
Xiaogang
PAN
HNO3
HNO3(ppb)
PAN (ppb)
4/22
4/23
4/24
4/25
4/26
4/27
4/28

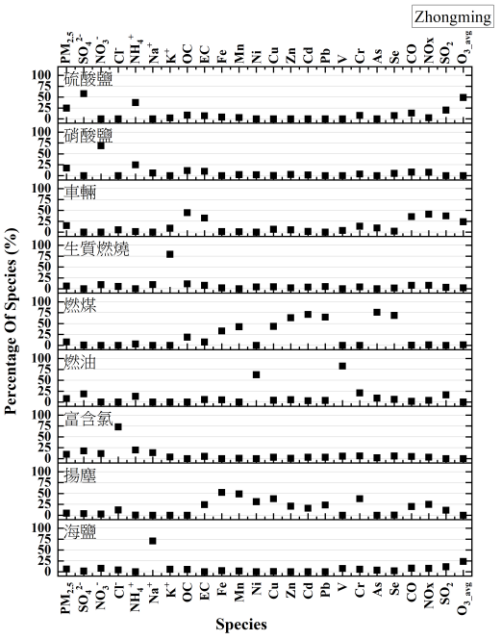

Hualien
Per.(%)
SO4²⁻
NO³⁻
NH₄
OC
EC
Other
Hualien
temp (°C)
RH (%)
Mixing Ratio (g/kg)
RH
temp
Hualien
WS (ms⁻¹)
PBLH (m)
PBLH
WS
Hualien
Conc. (ppb)
PANX
NTR
HONO
Hualien
HNO₃(ppb)
PAN (ppb)
PAN
HNO₃
4/22
4/23
4/24
4/25
4/26
4/27
4/28

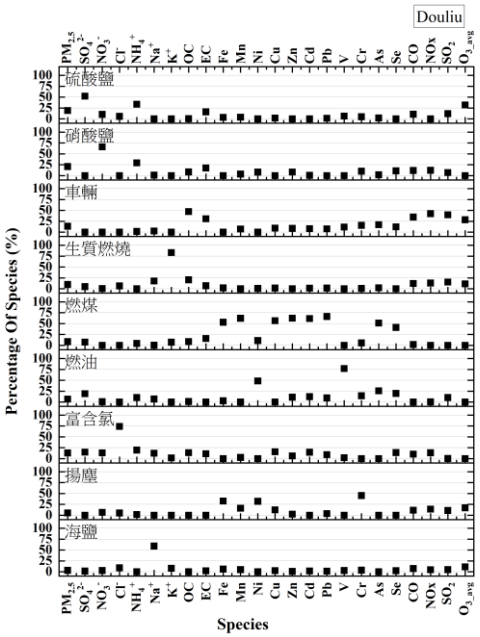
附錄十二 受體模式補充資料

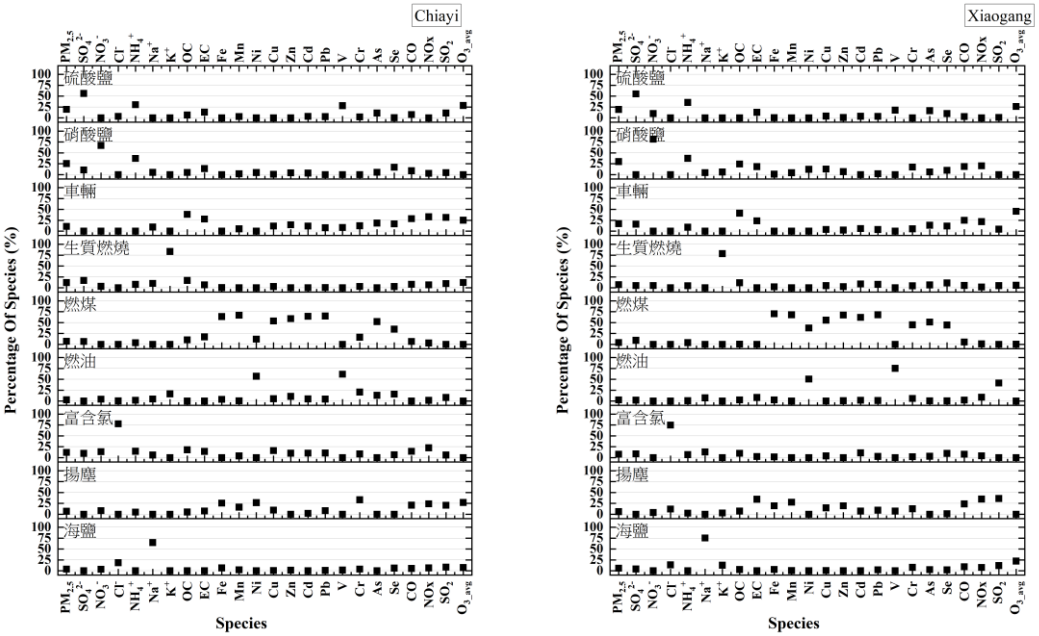
各站推估因子指紋











歷年推估因子濃度與占比

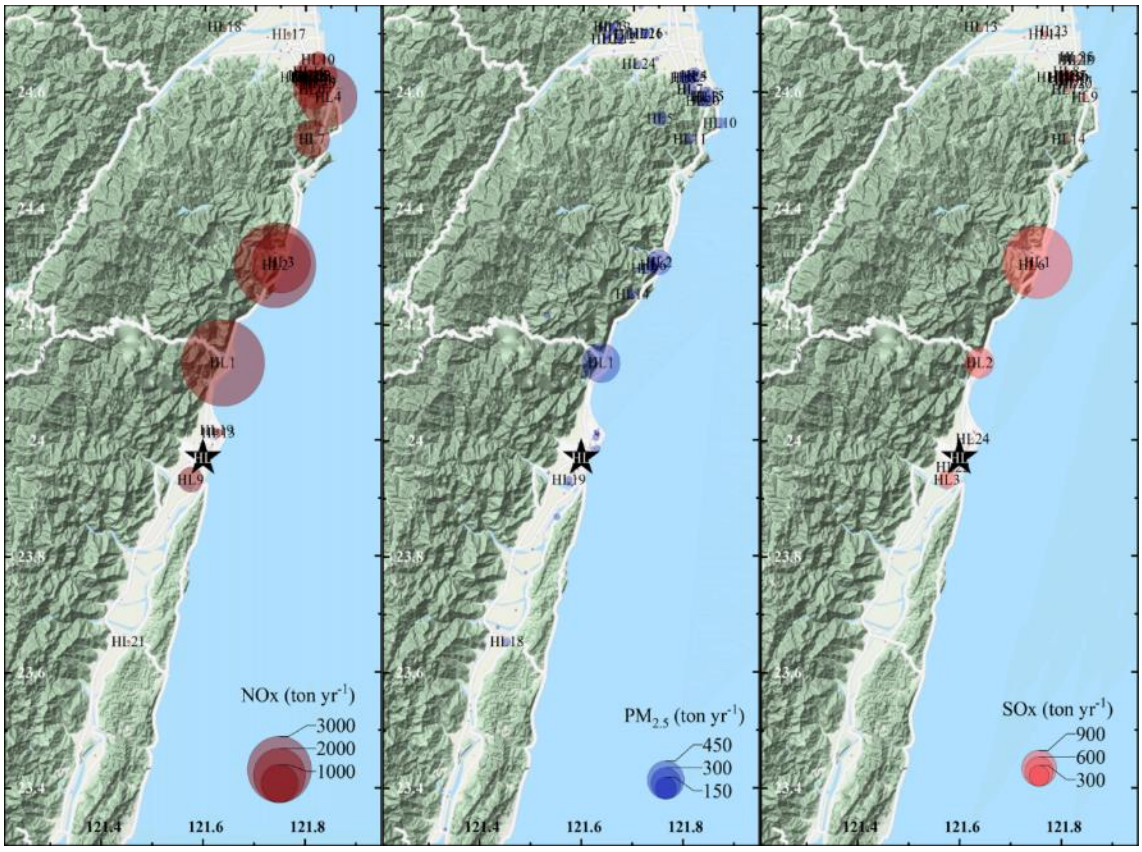
因子 測站	硫酸鹽	硝酸鹽	車輛排放	生質燃燒	燃煤	燃油	富含氯	揚塵	海鹽
HL	**3.1 (33)**	**0.9 (9)**	**2.2 (23)**	**0.5 (5)**	**0.7 (7)**	**0.2 (1)**	**0.4 (3)**	**0.8 (8)**	**1 (11)**
2017	3.2 (33)	1.1 (11)	2.2 (22)	0.4 (4)	1 (10)	0.3 (2)	0.3 (3)	0.9 (9)	0.7 (7)
2018	3.8 (37)	0.8 (8)	2.1 (20)	0.7 (6)	0.6 (6)	0.2 (2)	0.3 (3)	0.9 (8)	1.1 (10)
2019	3.8 (39)	0.9 (9)	2.2 (22)	0.4 (4)	0.5 (5)	0.2 (1)	0.4 (3)	0.5 (5)	1.3 (12)
2020	1.8 (22)	0.8 (9)	2.3 (29)	0.5 (6)	0.6 (7)	0.1 (0)	0.4 (4)	0.8 (10)	1 (12)
BQ	**4.4 (27)**	**2.3 (14)**	**3.1 (19)**	**0.6 (3)**	**2 (12)**	**0.9 (5)**	**0.7 (4)**	**1 (6)**	**1.3 (8)**
2017	4.9 (25)	3.6 (18)	2.8 (14)	0.6 (3)	3.7 (18)	1.7 (8)	0.7 (4)	1.2 (6)	1.1 (5)
2018	5.1 (32)	2.1 (13)	3.3 (20)	0.8 (5)	1.6 (9)	1 (6)	0.6 (3)	0.8 (4)	1.1 (7)
2019	4.4 (29)	2 (13)	3.2 (21)	0.5 (3)	1.3 (9)	0.8 (5)	0.8 (5)	0.9 (5)	1.6 (10)
2020	3.1 (23)	1.8 (13)	3 (22)	0.6 (4)	1.6 (11)	0.2 (1)	0.8 (6)	1.3 (9)	1.5 (11)
ZM	**4.7 (25)**	**2.9 (15)**	**3.1 (16)**	**1.3 (7)**	**1.5 (8)**	**1.6 (8)**	**1.9 (10)**	**1 (5)**	**1.3 (7)**
2017	5.6 (26)	3.2 (15)	2.6 (12)	1.8 (8)	1.9 (9)	2.6 (12)	1.7 (8)	1 (4)	1.2 (6)
2018	4.7 (24)	2.8 (14)	3.3 (16)	1.4 (7)	1.7 (8)	2.1 (10)	2 (10)	1 (5)	1.2 (6)
2019	4.6 (25)	2.9 (15)	3.1 (16)	1.1 (6)	1.4 (7)	1.5 (8)	2.2 (12)	0.7 (4)	1.6 (8)
2020	3.9 (24)	2.8 (17)	3.2 (20)	1 (6)	1.2 (7)	0.3 (1)	1.6 (10)	1.2 (7)	1.3 (8)
DL	**4.6 (19)**	**4.8 (20)**	**3.4 (14)**	**2.4 (10)**	**2.1 (8)**	**1.6 (6)**	**3.1 (13)**	**1.4 (6)**	**0.9 (3)**
2017	5.1 (20)	5.3 (21)	3 (12)	2.7 (11)	2.2 (9)	2.3 (9)	3.3 (13)	1.3 (5)	0.7 (3)
2018	4.4 (18)	4.6 (19)	3.5 (14)	2.6 (10)	1.9 (8)	2.1 (9)	3.3 (13)	1.5 (6)	0.7 (3)
2019	5 (19)	5.3 (20)	3.9 (15)	2.2 (9)	2.1 (8)	1.8 (7)	3.5 (13)	1.3 (5)	1.1 (4)
2020	3.8 (19)	4 (20)	3.3 (16)	2.1 (10)	2 (10)	0.3 (1)	2.5 (12)	1.4 (7)	1 (5)
CY	**4.7 (19)**	**5.9 (24)**	**2.8 (11)**	**2.9 (12)**	**1.8 (7)**	**0.7 (3)**	**3 (12)**	**1.8 (7)**	**1 (4)**
2017	5.9 (23)	6.2 (24)	2.8 (11)	2.6 (10)	2 (8)	1.2 (4)	3.1 (12)	1.6 (6)	0.9 (3)
2018	5.1 (20)	5.9 (23)	2.8 (11)	2.9 (11)	1.8 (7)	0.8 (3)	3.1 (12)	2 (8)	0.9 (3)
2019	5.1 (19)	6.6 (25)	3.1 (12)	3.2 (12)	1.7 (6)	0.8 (3)	3.3 (13)	1.5 (6)	1.2 (4)
2020	2.8 (14)	5 (24)	2.5 (12)	3.1 (15)	1.7 (8)	0.1 (0)	2.4 (12)	2 (10)	1.1 (5)
XG	**4.9 (19)**	**7.7 (30)**	**4.6 (18)**	**1.9 (7)**	**1.1 (4)**	**0.7 (3)**	**2.1 (8)**	**1.6 (6)**	**1.6 (6)**
2017	6.2 (22)	8.5 (30)	3.7 (13)	2.2 (8)	1.3 (4)	1.5 (5)	2.4 (8)	1.5 (5)	1.4 (5)
2018	5.1 (19)	7.5 (28)	4.8 (18)	2.2 (8)	1.2 (4)	1 (3)	2.1 (8)	1.6 (6)	1.5 (5)
2019	5.3 (20)	7.5 (29)	5.3 (20)	1.7 (6)	0.9 (3)	0.4 (1)	2 (7)	1.6 (6)	1.8 (7)
2020	3 (13)	7.4 (33)	4.3 (19)	1.6 (7)	1.2 (5)	0.1 (0)	1.9 (8)	1.7 (7)	1.7 (7)

備註：站名列為四年平均

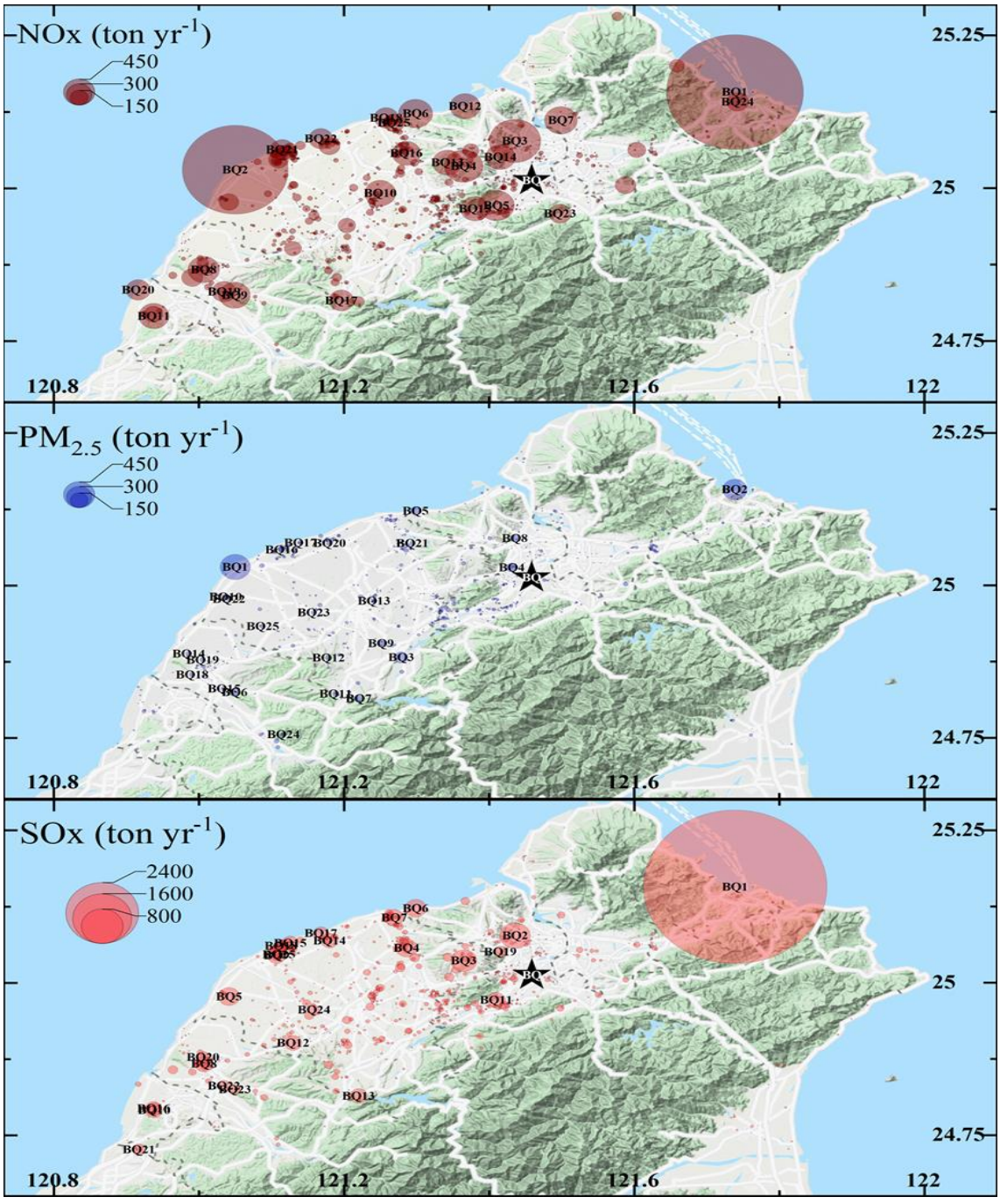
附錄十三 檢測站鄰近固定污染源各污染物前二十五大排放源排放量資料彙整

各檢測站鄰近固定污染源氣、粒狀污染年排放濃度(公噸 年$^{-1}$)，圓形覆蓋面積越大代表排放濃度越高，色塊濃度越深代表周遭污染源越多，星號則代表測站位置。資料來源為 TEDS 10.0 版固定排放源排放資料。

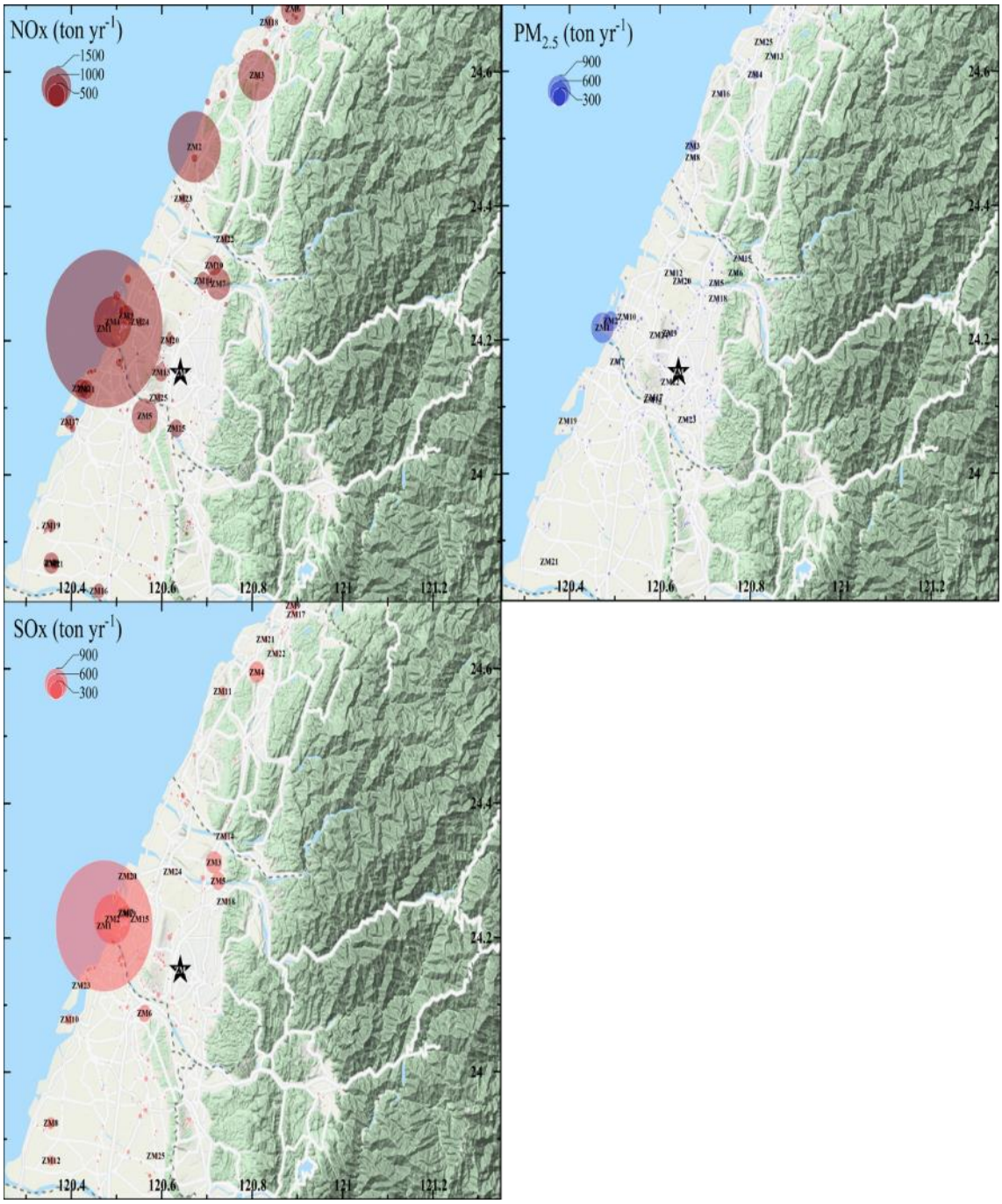
花蓮測站鄰近固定污染源各污染物前二十五大排放源排放量 (公噸 年$^{-1}$)



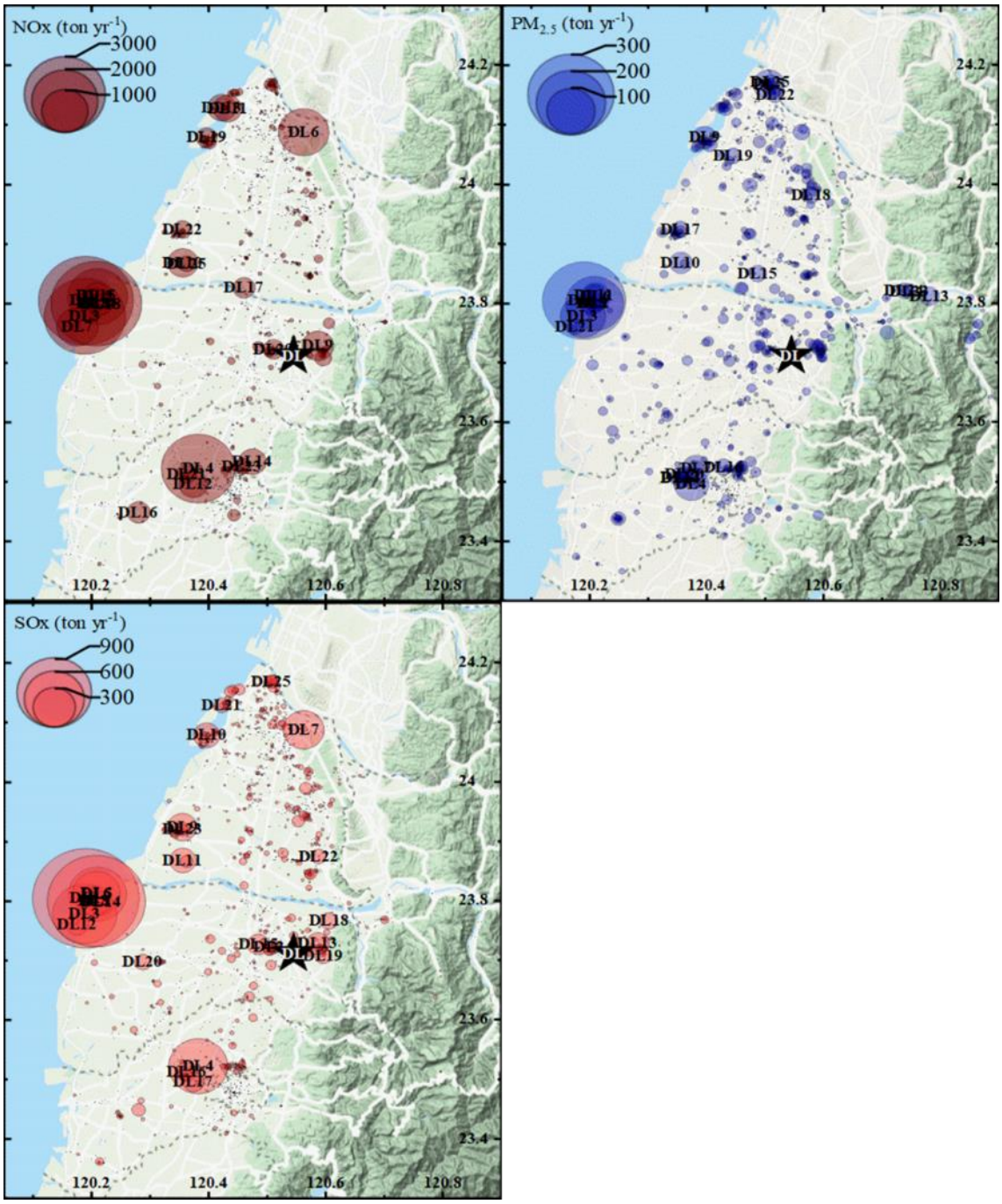
板橋測站鄰近固定污染源各污染物前二十五大排放源排放量 (公噸 年$^{-1}$)



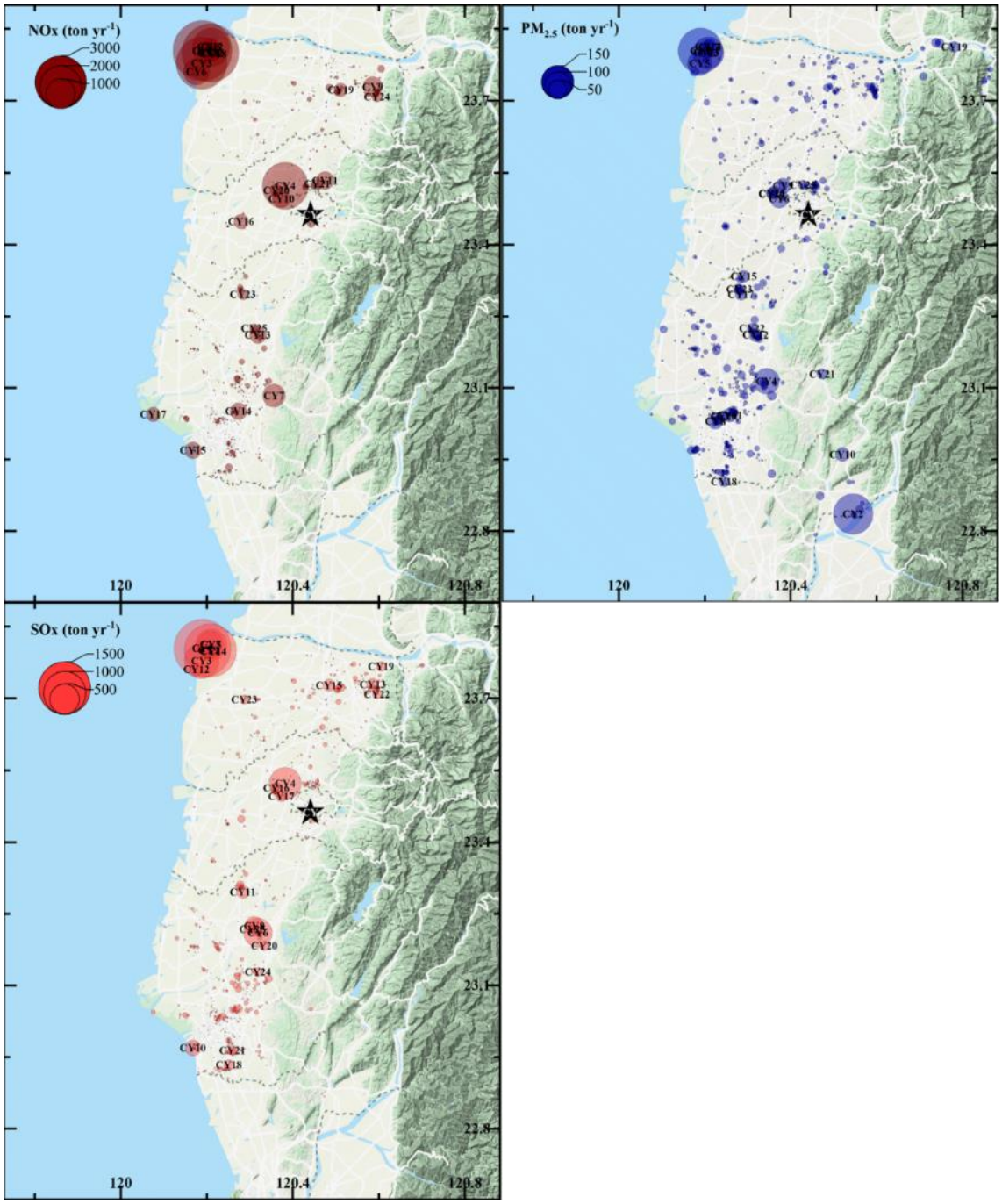
忠明測站鄰近固定污染源各污染物前二十五大排放源排放量 (公噸 年$^{-1}$)



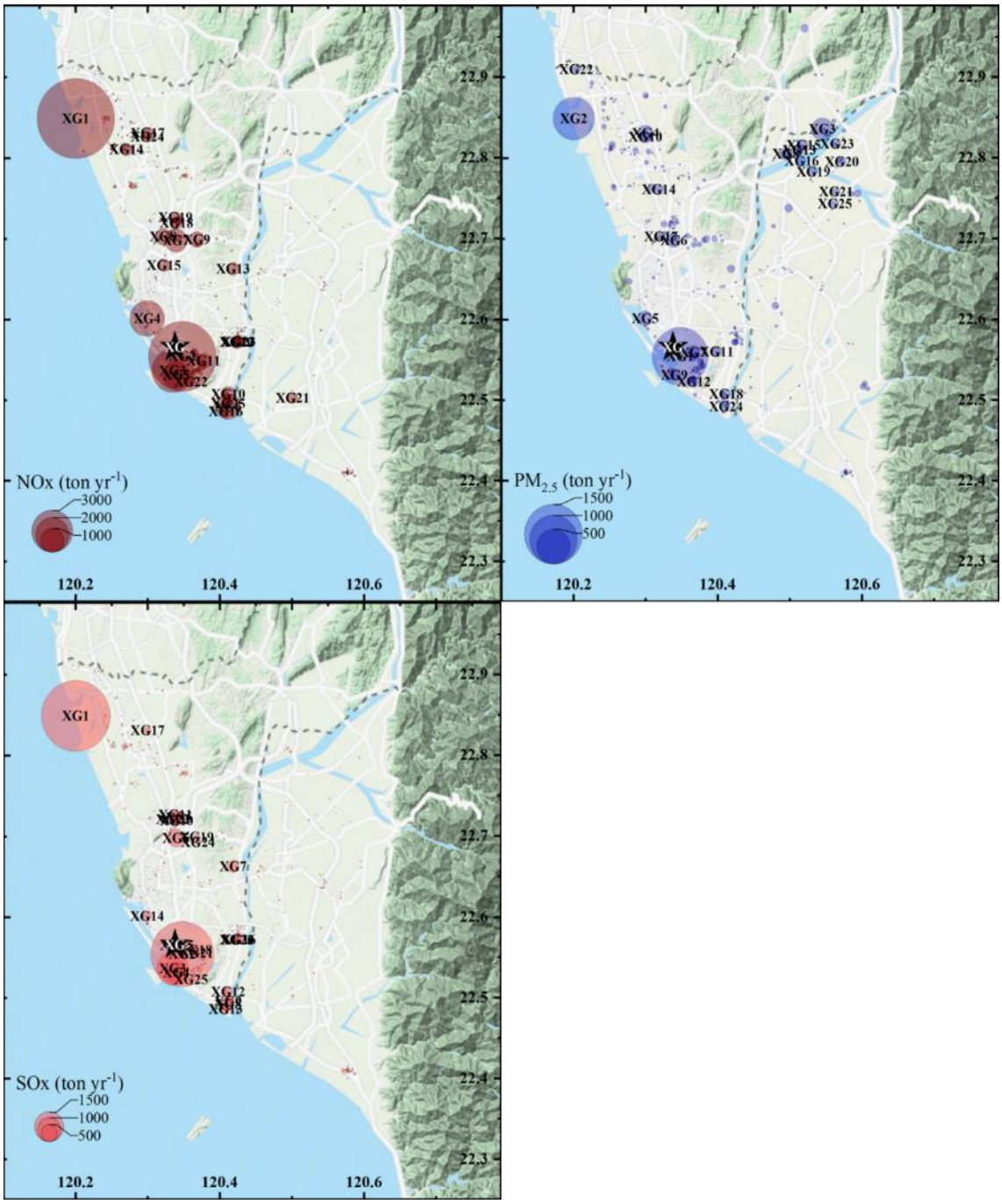
斗六測站鄰近固定污染源各污染物前二十五大排放源排放量 (公噸 年$^{-1}$)



嘉義測站鄰近固定污染源各污染物前二十五大排放源排放量 (公噸 年$^{-1}$)



小港測站鄰近固定污染源各污染物前二十五大排放源排放量 (公噸 年$^{-1}$)



附錄光碟 目錄

1. 採樣儀器查核

1.1 儀器年度查核及維護

1.2 儀器月查核表

2. 分析儀器查核

2.1 離子層析儀查核表(水溶性離子)

2.2 碳成分分析儀查核表

2.3 氣相層析質譜儀查核表(塑化劑)

2.4 感應耦合電漿質譜儀(金屬元素)

3. 採樣紀錄表

3.1 例行性採樣-E-FRM

3.2 例行性採樣-SASS

3.3 臺灣大道早 SASS

3.4 臺灣大道晚 SASS

3.5 台灣大道整日 SASS

4. 例行性採樣-樣本簽收單

4.1 樣本轉移紀錄紙(樣本濾紙)

4.2 樣本轉移紀錄紙(空白濾紙)

4.3 臺灣大道（交通源）

5. 樣本移交簽收單

5.1 金屬元素分析

5.2 塑化劑分析

5.3 碳成分查核樣本移交簽收單

6. 軌跡圖

7. 採樣監測分析品保作業

8. 測站鄰近固定污染源各污染物前二十五大排放源排放量一覽表