

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

中部科學園區空氣品質對附近居民之環境暴露及健康風險  
評估

研究成果報告(完整版)

計畫類別：個別型  
計畫編號：NSC 95-EPA-Z-039-003-  
執行期間：95年03月01日至95年12月31日  
執行單位：中國醫藥大學環境醫學研究所

計畫主持人：郭憲文  
共同主持人：蔡清讚、張大元  
計畫參與人員：碩士班學生：張舒婷、陳玟陵、劉勁麟、余佳璘、黃貴虹  
大學部學生：謝肇恩、陳志鵬、賴昱安、翁瑞昭、賴建丞

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96年01月30日

95 年度「環保署/國科會空污防制科研合作計畫」

成果完整報告

中部科學園區空氣品質對附近居民之環境暴露  
及健康風險評估

計畫類別：一般型研究計畫

計畫編號：NSC-95-EPA-Z-039-003

執行期間： 95 年 1 月 1 日至 95 年 12 月 31 日

總計畫主持人：郭憲文

計畫主持人：張大元、蔡清讚、賴俊雄

計畫參與人員：劉勁麟 謝瑞豪 翁瑞昭 賴建丞 張舒婷 陳玟陵

謝肇恩 陳志鵬 黃貴虹 賴昱安 余佳隣

執行單位：中國醫藥大學

中 華 民 國 96 年 1 月 24 日

## 中文摘要

**目的：**本研究主要是偵測中部科學工業園區週邊居民暴露空氣污染物揮發性有機物、無機酸及懸浮微粒之濃度，以進行中部科學工業園區週邊居民之整體暴露評估，並評估進一步附近居民之生物偵測與其呼吸道健康之狀況。

**材料方法：**本研究將以中部科學工業園區的四條聯外道路在園區外圍與其他道路之交接點作為揮發性有機物交通來源的採樣點；並且根據 ISC-ST3 所模擬出的最大著地點、園區周界、以及周邊臨近社區作為設置環境採樣的參考點，每季進行交通源 5 點、環境暴露 5 點的 VOCs 採樣代表民眾的環境暴露。本研究將根據美國 EPA 公告的不銹鋼筒採樣氣相層析質譜儀偵測之分析方法(TO-14, EPA-600/4-84 -04)，以不銹鋼筒(Canister)於在園區外圍進行 24 小時之揮發性有機物採樣，並且以氣相層析質譜儀進行定性與定量之分析， 新型固氣分離器( personal denuder/filter)對無機酸鹼進行採樣分析，再以 Dionex 公司之 Model 20 之離子層析儀分析 HF、HCl、HNO<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 及 NH<sub>3</sub> 與懸浮微粒則以 MOUDI 微粒衝擊器進行粒徑分佈，微粒中重金屬分析以感應耦合電漿質譜分析法分析，附近社區族群居民選自包括台中市的國安社區甲區、乙區、鄉林社區，及台中縣的秀山村與忠義村老年居民共計有二百九十八位。三所緊鄰於中科園區的國民小學，包括國安國小、位於秀山村之陽明國小及汝鑾國小。所有受測者均以問卷調查呼吸道症狀，社區族群居民同時以攜帶式的 Fukuda 型 HI-501 肺功能機測量其肺功能與尿中生物指標。

**初步結果：**本研究團隊目前已完成兩季採樣結果的分析。由兩季實際採樣濃度值發現，在中科園區下風處採樣點平均濃度高於上風處採樣點平均濃度，以及與交通排放有關揮發性有機物之甲苯平均濃度為最高，其次為間/對二甲苯及乙苯，與工業排放有關揮發性有機物之乙醇為最高，其次為丙酮及丁酮。從今年三月及六月顯示平均氣體硫酸根之濃度為 8.29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  及 6.45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，硫酸鹽濃度平均為 6.98  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  及 5.52  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，硝酸(HNO<sub>3</sub>)為 0.57ppb 及 1.27ppb，硝酸鹽(NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)3.16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  及 0.89  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，氫氯酸(HCl) 0.72 ppb 及 1.37ppb，氯鹽(Cl<sup>-</sup>)為 0.57  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  及 0.83  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，氫氟酸(HF) 1.48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  及 1.79  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，氟化物(F<sup>-</sup>)0.48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  及 0.50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，氨氣(NH<sub>3</sub>) 為 13.64 ppb 及 8.87ppb，銨鹽(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)2.79  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  及 0.97  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  依從去年三月份至今年六月份之長期觀察除氫氟酸有逐漸升高之趨勢，其餘月份之其他監測值皆維持持平之狀況且在檢測值皆遠低於週界濃度管制值。故目前中科無機酸鹼排放無法判定是否對居民有危害的現象。比較兩地區國小學童過去一年曾罹患感冒比例、氣喘盛行率及過去半年曾就醫比例，皆以中科地區學童較高，分別為 89.5%、10.5%、61.3%，且三者在地皆呈統計上之差異。中科附近居民呼吸系統症狀及疾病之盛行率，15.1%受訪者中有咳嗽症狀，有 6.2%罹患慢性支氣管炎，喘鳴的盛行率為 19.4%， 31.6%有呼吸短促症狀，6.2%有慢性支氣管炎。居民尿中 1-OHP 及 2-NAP 平均濃度分別為 0.058  $\mu\text{g}/\text{g cre.}$  及 3.43  $\mu\text{g}/\text{g cre.}$ ，與國內其他非職業暴露者之濃度十分相近，其中尿中 2-NAP 濃度在高濃度組與低濃度組的勝算比，在居住距離中科較近的民眾比較遠者高出 19.44 倍，有統計上的顯著性差異(p<0.01)。

**結論：**本研究將繼續偵測 VOCs、無機酸及懸浮微粒之濃度，以協助環保署建立中部科學園區週邊交通道路長期監測之最適固定監測點，並完成週邊居民空氣污染物揮發性有機物與無機酸及懸浮微粒之暴露與健康評估。

**關鍵字：**中部科學園區、空氣品質監測、居民健康風險評估

## Abstract

**Objective:** To investigate the air pollutants (volatile organic chemical, acid aerosol and particulate) and to conduct the health risk assessment of residents in the vicinity of Central Science Park.

**Methods:** Sampling points of air pollutants were based on the traffic condition and community in the around park. Predicted maximum pollutants from various points were simulated using ISC-ST3 model. VOCs and acid aerosols were respectively collected by canister and personal denuder/filter and then analyzed using GC/MS (TO-14, EPA-600/4-84 -04) and ion chromatography (Dionex Model 20). Particulates were collected using MOUDI impactor and heavy metals in particles were analyzed using ICP/MS. 298 residents in four communities and three elementary schools were enrolled from vicinity of Central Science Park. All participants in residents were assessed the respiratory symptoms and pulmonary function tests (Fukuda, HI-501). Urinary Biomarkers of I-OHP and 2-NAP in residents were measured by HPLC-Flu

**Results:** VOCs levels in downwind were significantly higher than upwind in different seasons. Toluene level was the highest and followed by o/p xylene from mobile sources but was found IPA levels was the highest and followed by acetone and ketone in industrial sources. In acid aerosols

was found  $8.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and  $6.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in sulfate ion,  $6.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$  及  $5.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for sulfate salt,  $0.57 \text{ppb}$  and  $1.27 \text{ppb}$  for  $\text{HNO}_3$ ,  $3.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and  $0.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for  $\text{NO}_3^-$ ,  $0.72 \text{ppb}$  and  $1.37 \text{ppb}$  for  $\text{HCl}$ ,  $0.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and  $0.83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for  $\text{Cl}^-$ ,  $1.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and  $1.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for  $\text{HF}$ ,  $0.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and  $0.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for  $\text{F}^-$ ,  $13.64 \text{ppb}$  and  $8.87 \text{ppb}$  for  $\text{NH}_3$ ,  $2.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$  and  $0.97 \mu\text{g}/\text{m}^3$  for  $\text{NH}_4^+$ . HF levels had a increase trend during this period, however, in the levels of all acid aerosols is lower regulation limits. In elementary schoolchildren, the prevalence rates of common cold in previous one year, asthma and medicine taking were  $89.5\%$ 、 $10.5\%$  and  $61.3\%$ , respectively, and found significantly higher than in the control area. Symptoms of Residents in vicinity of Central Science Park were  $15.1\%$  for cough,

6.2% for chronic bronchitis, wheeze for 19.4% , dyspnea for 31.6% . Urinary 1-OHP and 2-NAP levels in residents were found to be 0.058 $\mu\text{g/g}$  cre. and 3.43 $\mu\text{g/g}$  cre., which is similar with nonoccupation population from previous study. There is high likelihood of having 2-NAP levels in living area of nearby park compare to the living area of outside area ( $p < 0.01$ ).

Conclusion : Our findings will take a reference for assessing levels of the air pollutants and further understand the relationship between exposure of air pollutants and health risk assessment among residents in vicinity of Central Science Park.

Keywords: Central Science Park, health risk assessment, susceptible population, health and exposure baseline data

## 壹、前言

中部科學工業區之設立，對於國內中部產業之升級、區域均衡之發展、及國家整體經濟之提升而言，有相當大的貢獻。在環境保護及公共衛生逐漸受到民眾關切的趨勢下，如何在經濟開發與大眾健康之間取得平均，是刻不容緩的事。中部科學園區涵蓋光電、積體電路、航太、精密機械、電腦通訊及週邊設備、及生物技術等六大產業<sup>1</sup>。根據新竹科學園區的經驗(同樣包括上述六大產業的工廠)，園區內工廠所排放的空氣污染物主要是以揮發性有機物(volatile organic compounds, VOCs)及無機酸、鹼氣體(包括氫氟酸、鹽酸、硝酸、磷酸、硫酸、醋酸、氯氣及氟氣)為主<sup>2-3</sup>。而在中部科學園區台中基地環境影響說明書中，已通過環境影響評估審查之揮發性有機物管制排放總量為3694公噸/年，是總空氣污染物管制排放量的最大項目，佔總排放量的35%<sup>1</sup>。

揮發性有機物 (Volatile Organic Compounds, VOCs) 一般是指在正常狀態下(20°C, 760mm-Hg)，除了甲烷以外，其飽和蒸氣壓大於0.1 mm-Hg 之有機化合物。其種類包括多環芳香烴、含鹵素碳氫化合物、醛類及酮類等均屬之。在過去國內、外所發表的流行病學文獻中，並沒有針對涵蓋上述六大產業工業區週邊居民所進行的健康風險評估研究。因此，有必要透過長期追蹤的研究方式，瞭解中部科學園區之設立與營運對於周邊環境空氣污染物揮發性有機物濃度所造成之變化，並且釐清道路交通及工業來源的揮發性有機物排放，對於周邊居民揮發性有機物暴露可能產生之健康風險。

### 中科主要可能污染物

根據『台中縣科學工業園區空氣污染總量管制策略略研擬計畫』之調查及新竹科學園區之經驗，園區六大產業及各次產業廠商可能產生之主要空氣污染物特性如下表所示，園區產業的環境議題以半導體產業產生之污染問題最為嚴重，其次為光電產業。半導體工業常見之製程為晶圓被研製成積體晶片過程中，需依產品功能要求進行氧化多次反覆、化學氣相沉積(chemical vapor deposition)、磊晶沉積(exitaxial deposition)、離子植入(ion implantation)、以及濕式蝕刻(wet etching)等步驟，在晶圓被研製成晶片的過程中，依產品功能要求須多次反覆進行氧化、化學氣相沉積、磊晶沉積及濕式蝕刻製程。在氧化、光罩、顯影、蝕刻等製程中使用鹽酸、硝酸等進行蝕刻，而在光罩、顯影後光阻劑、顯影液、蝕刻液的清洗及後續晶圓清洗等過程則使用包括丙酮、丁酮、異丙醇、甲苯、二甲苯、乙基苯、氯仿、三氯乙烷等揮發性有機溶劑。而光電產業主要之光電製程為液晶顯示器(liquid crystal display, LCD)及發光二極體(light emitting diode, LED)之生產。光電製程所使用一連串之光蝕刻與顯影製造技術與半導體製程相近，該產業之 VOCs 廢氣數據分析為來自清洗與化學處理所使用之丙酮、異丙醇，以及曝光製程時所使用之二甲苯、醋酸乙酯等，而其材料原件系統產生之無機酸類亦是重要污染物。VOCs 由另一子計畫進行研究，而無機酸及懸浮微粒之環境監測為本研究主要對象。

新竹科學工業園區六大產業污染特性一覽表

產業別	次產業別	主要空氣污染物
積體電路產業	晶圓製造	酸性廢氣、鹼性廢氣、有機廢氣、粉塵
	光罩製造	有機廢氣(IPA、酮類)、酸性廢氣(硫酸液滴)
	週邊產業 (以導線架製作為例)	酸性廢氣(鹽酸)、鹼性廢氣(碳酸鈉)、氟系廢氣
	晶片製造	酸性廢氣、鹼性廢氣、有機溶劑廢氣、毒性氣體、燃燒性氣體
	封裝製造	酸鹼廢氣(電鍍區)、錫煙(浸錫區)、有機溶劑蒸氣(三氯乙烷、丙烷)、酸氣(清洗過程)
光電產業	光電材料元件系統	酸性廢氣、有機廢氣、毒性氣體(含氟化物)、可燃性氣體、含砷廢氣
	光學元件系統	無相關資料
	顯像管(以製造彩色映像管為例)	酸性廢氣(鹽酸)、鹼性廢氣(碳酸鈉)、氟系廢氣
	平面顯示器	毒性氣體、有機性氣體、酸氣
	電池	粉塵
電腦及週邊產業	微電腦系統	鋅錫煙(含錫鉛、松香)、臭味
	儲存設備	酸性廢氣(含硝酸、硫酸、硼酸)、有機廢氣(IPA)
	輸入設備	鋅錫煙(含鉛、錫)、有機廢氣(IPA、松香)
	電子零組件(以軟性銅箔基板為例)	有機廢氣(含丁酮、甲苯、溶劑蒸氣)
	網路設備	無相關資料
	連接器	無相關資料
	輸出設備	無相關資料
	局用交換設備	鋅錫煙(含鉛)、粒狀物、有機廢氣

通訊產業	局用交換設備	鉛錫煙(含鉛)、粒狀物、有機廢氣
	局端傳輸設備	有機廢氣(IPA、三氯乙烷)、鉛錫煙
	用戶終端設備	有機廢氣(IPA、三氯乙烷)、鉛錫煙
	無線通訊設備(有黃光、顯影、蝕刻、電鍍製程者)	酸性氣體、有機廢氣(三氯乙烷、丙酮、甲苯、乙酸丁酯、CN)
精密機械	精密機械設備	無相關資料
	製造 LD、CD-R、CD-RW、MO 等	粒狀物、硫氧化物、氮氧化物、有機廢氣、Ni
	生產碳化鎢素材及輓輪	粉塵(鈷、碳化鈦、碳化鎢)、有機廢氣(腊、正庚烷)
生物技術產業	疫苗製藥(以生產 cefazolin 及生物殺菌劑為例)	酸性廢氣(鹽酸)、有機廢氣(二氯甲烷、三氯甲氧氫、正己烷)
	檢驗試劑	有機溶劑(苯、丙酮)
	農業應用	無相關資料
	生醫檢驗服務	無相關資料
	農業應用	無相關資料
	生醫檢驗服務	無相關資料

## 貳、文獻探討

過去國內在新竹科學園區規劃成立之初，並未針對該園區開發及車輛污染源之VOCs作深度探討，使得現階段難以釐清工業源或交通源之VOCs暴露對週邊居民的健康影響。相對地，類似於中部科學園區，同樣具有大量VOCs 排放的石油化學工業區，則有許多國內外之流行病學研究探討VOCs 暴露對於附近居民的健康影響。在國外的研究方面，Blot 等人研究多環芳香烴暴露與美國石化工業區居民之癌症死亡率發現，男性白人的胃癌、直腸癌、鼻腔及副鼻竇癌、肺癌、睪丸癌、黑色素瘤與其他皮膚癌及全癌症皆具有較高的統計意義<sup>4</sup>。Gottlieb 等人研究多環芳香烴暴露與鄰近工業區居民之肺癌死亡率發現，肺癌標準化相對危險性隨著居住年數長短及附近工廠規模大小而顯著增加<sup>5</sup>。Sans 等人研究英國靠近南威爾斯某石化工廠的癌症發生率與死亡率發現，7.5 公里範圍內所有癌症發生率增加8%，喉癌增加24%；暴露組與對照組之多發性骨髓癌對比值在3 公里範圍內為2.15 倍，但癌症的死亡率沒有顯著的增加<sup>6</sup>。Lyons等人研究苯、乙烯、氯乙烯及乙醇的暴露對於居住靠近某石化工廠年輕人(0-24 歲)在血癌及淋巴瘤發生率的影響，並沒有發現有統計上顯著的意義<sup>7</sup>。Wilkinson 等人研究苯及1,3-丁二烯暴露與英國所有混和型工業(包含石油煉製與石化業)居民的惡性淋巴瘤的關係，發現兩者並無統計上的相關<sup>8</sup>。Harrison 等人分析苯暴露與居住靠近主要道路及石化工業區兒童癌症的關係，並沒有發現兒童居住靠近主要道路及石化工業區與血癌有顯著的關係<sup>9</sup>。

在國內研究方面，Pan 等人研究台灣石化工業區兒童及青少年癌症死亡率發現，石化工業區兒童及青少年之骨癌、膀胱癌及腦癌有增高的現象，骨癌及腦癌約為兩個對照區之2-3 倍<sup>10</sup>。Yang 等人研究多環芳香烴及氯乙烯暴露對於台灣石化工業區附近居民之癌症死亡率發現，以直接標準化年齡方式分析的結果，男性居民肝癌之危險性顯著高於對照族群<sup>11</sup>。Yang 等研究台灣石化工業區居住居民之呼吸道健康影響與刺激發現，石化工業區居民之急性刺激症狀(眼部刺激、噁心、喉嚨刺激、化學品氣味之刺激感)顯著高於對照區域<sup>12</sup>。Yang 等研究二氧化硫、氮氧化物、多環芳香烴及PM<sub>10</sub> 暴露對於居住石化工業區之國小兒童呼吸道症狀發現，暴露區兒童之上呼吸道症狀及氣喘明顯較對照組嚴重<sup>13</sup>。Yang 等研究台灣地區婦女肺癌及石化工業區空氣污染發現，中暴露組及高暴露組的肺癌對比值分別為對照組的1.5 及1.7 倍<sup>14</sup>。Yang 等研究某煉油廠附近婦女癌症死亡率及出生嬰兒之性別比顯示，在某煉油廠建廠30-37 年後女性肺癌死亡率顯著上升，但出生嬰兒之性別比並無顯著異常<sup>15</sup>。Yang 等人發現高雄石化工業區周邊居民早產兒的盛行率顯著地高於國內其他地區；在控制其他可能的干擾因子後(包括母親的年齡、季節、婚姻狀態、母親教育程度及嬰兒性別)，石化污染區的嬰兒早產率對比值為 1.18 (95%CI:1.04-1.34)<sup>16</sup>。

然而這些流行病學研究通常缺乏工業區附近居民實際的VOCs 暴露資料，而採用過去文獻引用<sup>4-5,9</sup>、依工廠使用原物料推估<sup>7-8</sup> 或者環境保護署監測資料來代表民眾的暴露<sup>11-13</sup>。而且這些研究沒有在工業區正式營運前之環境VOCs 的背景濃度，無法直接證實工業區營運所造成VOCs 濃度的增加與後續附近民眾健康效應的關聯性。可以

想見的，工業區通常是坐落在較為偏遠或人口密度較小的地方。這些地方民眾的社經地位相對地比其他地方的民眾為低。Jerrett 等人在加拿大之研究證實社經地位(低教育程度、以製造業為職業)會影響死亡率及某些疾病的發生率，可能的解釋包括低社經地位的人在職場接受較高的暴露、低社經地位的人較不容易遷移而減少暴露測量的誤差、以及低社經地位的人通常物質較為缺乏而對於空氣污染物的健康效應有較高的感受性<sup>17</sup>。Rodu 等人以回溯性研究設計評估伊利諾州某石化研究中心工人的死亡率發現，全死因死亡人數及全癌症死亡人數低於預期值；並且認為較低的死亡率可能與該中心工人相對於伊利諾州民眾有較高的社會經濟地位有關<sup>18</sup>。另一方面，伴隨著工業區內廠商的進駐與營運，大量的交通工具及勞力也進入到該區，除了使得該地區必須容納更多外來的人口外，也讓空氣污染物之VOCs 濃度隨著交通流量變大而增加，造成工業區附近居民有較高濃度的VOCs 暴露。Chan 等人在Boston 對於開車、搭地鐵、走路及騎單車等四種不同通勤者探討六種與汽油有關的VOCs(苯、甲苯、乙苯、間/對二甲苯、鄰二甲苯、甲醛)發現，四種通勤模式以開車者有最大的VOCs 暴露；且通勤所暴露的VOCs 約可代表10-20%的個人總VOCs 暴露量<sup>19</sup>。Chan 等人在1994年對於台北都會區通勤者進行不同時段及通勤模式的19種VOCs 暴露研究發現，騎機車所受到的VOCs 暴露最大，暴露量約為搭乘公車的2倍以上<sup>20</sup>。Kuo 等人亦曾於1998年對台中地區六個主要交通路線的汽、機車通勤者進行22種VOCs 之暴露評估，發現汽車通勤者在傍晚下班時段(17:00-18:00)有最大的暴露量，機車通勤者的VOCs 暴露則是在早晨尖峰時刻(7:30-8:30)達到最高；並且發現通勤者的VOCs 暴露量與道路交叉路口及加油站數目有正相關，與道路寬度及行車速度呈負相關<sup>21</sup>。

過去流行病學研究所發現到工業區附近居民增加的死亡率或疾病率，究竟是因為工業區各廠商所共同貢獻的空氣污染物，還是因為交通流量增加所引發的高濃度暴露，目前並沒有相關的研究證實。這些VOCs 濃度亦會隨著季節、地形、週遭建築物高度與數量、及不同的氣候條件因子而改變，在評估週邊民眾的環境暴露時，這些干擾因子必須納入考量。在中部科學工業園區內的廠商尚未正式營運之前，對於整個園區開發及營運的過程，空氣污染物VOCs 濃度變化可能對於週邊居民健康所產生之影響，需要進行長期的暴露與健康風險評估。因此，本研究預計以三年的規劃，來對於中部科學工業園區正式營運前後之空氣污染物揮發性有機物的濃度變化，進行長期的監測與評估，以瞭解該園之環境變化對於民眾在健康上的衝擊。

## 無機酸氣體對人體之危害

在無機酸之酸性氣體環境中，會使人類的呼吸道造成傷害，長期暴露更可能會提高人體致癌率與死亡率，這些病變包括一些呼吸系統相關的併發症，如長期咳嗽、支氣管炎、氣喘等<sup>(22,23)</sup>，例如氫氟酸屬丙類第一種特定化學物質，吸入時會刺激鼻、咽、眼睛及呼吸道，高濃度蒸氣會嚴重的灼傷唇、口、咽及肺，50ppm 濃度下暴露數分鐘可能致死。另外鹼性物質中的氨氣屬丁類特定化學物質，平時大量使用於各種不同製造程序的化學工廠中。無機的鹼性氨氣為無色具有刺激性之氣體，它會影響下呼吸道，破壞肺泡組織，長期慢性的作用，可能會增加呼吸道的過敏反應性。當人體暴露的濃度達數千 ppm 時，短時間即會死亡，無機酸/鹼 IARC 分類及慢性健康危害<sup>(22,23)</sup>如下表所示。

科學園區無機酸/鹼污染物 IARC 分類及慢性健康危害<sup>(22,23)</sup>

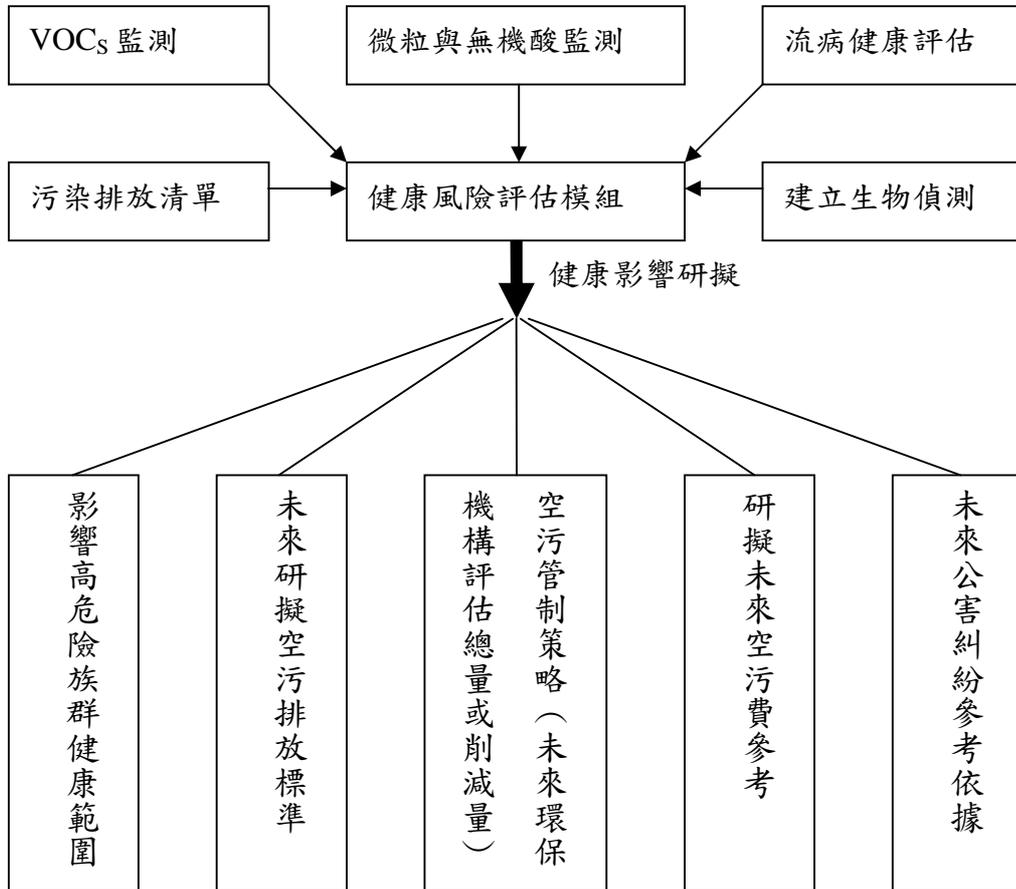
污染物	IARC 分類	慢毒性及長期毒性
鹽酸	Group3 <sup>c</sup>	低濃度可使牙齒變棕色、皮膚紅腫、疼動，並可能造成鼻及牙齦出血或慢性支氣管炎及胃炎。高濃度暴露可能造成牙齒腐爛
硫酸液滴	Group2B <sup>b</sup>	可使皮膚紅、癢及乾燥、長期暴露於其蒸氣及霧滴會造成腐爛及變色，可能導致呼吸道癌症
硝酸	未分類且無資料顯示致癌	可能使肺組織或氣管水腫，造成慢性肺炎及氣管炎，會破壞牙齒珐瑯質
磷酸	未分類且無資料顯示致癌	灼傷嘴和喉嚨、胃痛、呼吸困難、嘔吐、腹痛，嚴重狀況下會崩潰和死亡
氨	未分類且無資料顯示致癌	重覆暴露於其蒸氣可能刺激上呼吸道，眼睛及鼻。反覆暴露數週後可對氨的刺激產生耐受性
氫氟酸	Group3	過量可能造成氟中毒〈使骨質弱化及變性，及骨質硬化症〉及心臟、神經及腸的問題

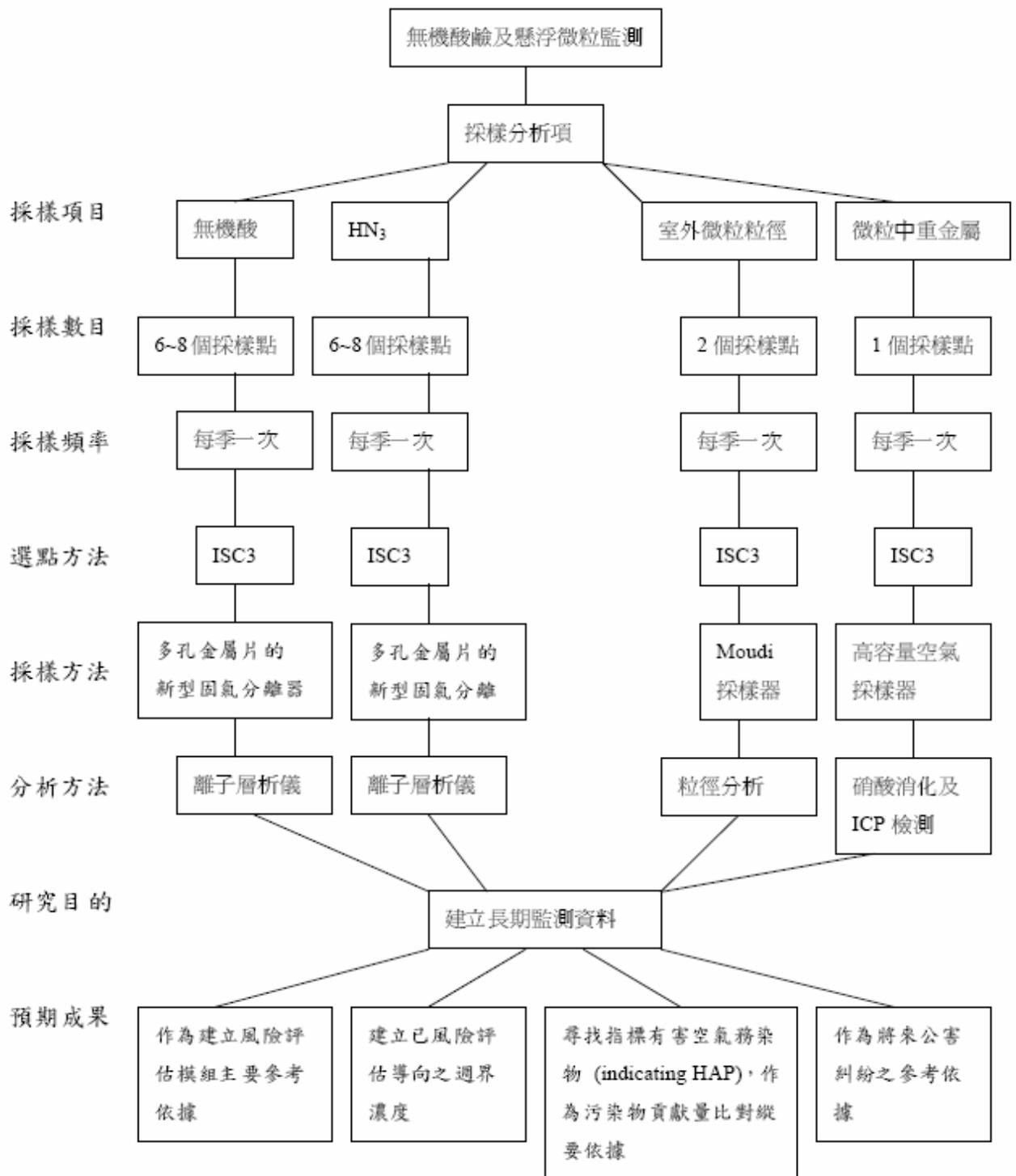
## 參、研究目的

1. 評估中部科學園區週邊居民空氣污染物揮發性有機物之暴露。
2. 釐清工業來源及交通來源之揮發性有機物對於週邊居民暴露之貢獻程度。
3. 針對無機酸及懸浮微粒進行李節性變化之採樣與分析，以了解中部科學園區無機酸及懸浮微粒之排放。
4. 評估中部科學工業園區週邊居民之暴露有害物質之評估。
5. 評估中部科學工業園區台中園區附近居民之肺部健康及相關影響因素。
6. 調查中科台中園區附近學童之肺部健康及相關影響因素，作為中科台中園區附近
7. 居民呼吸道健康及其住家粒狀物質之背景資料參考。
8. 建立中科附近地區易感世代族群可能暴露PAHs來源之背景資料。
9. 瞭解影響中科附近民眾 PAHs 之暴露生物指標及其可能影響因素。
10. 作為中科台中園區附近居民暴露環境危險因子之健康風險評估之背景資料參考。

## 肆、執行方法

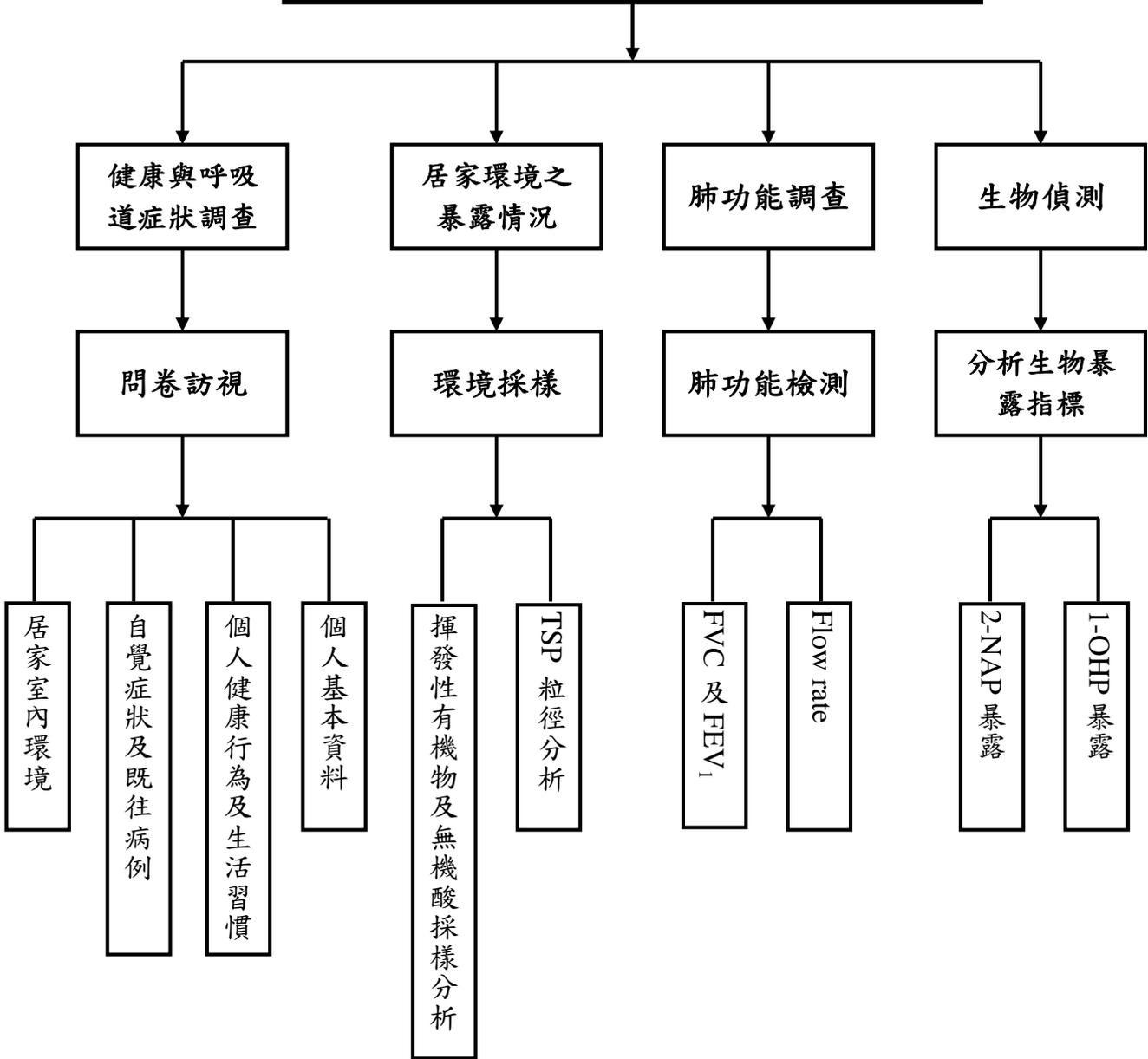
### 1、研究架構



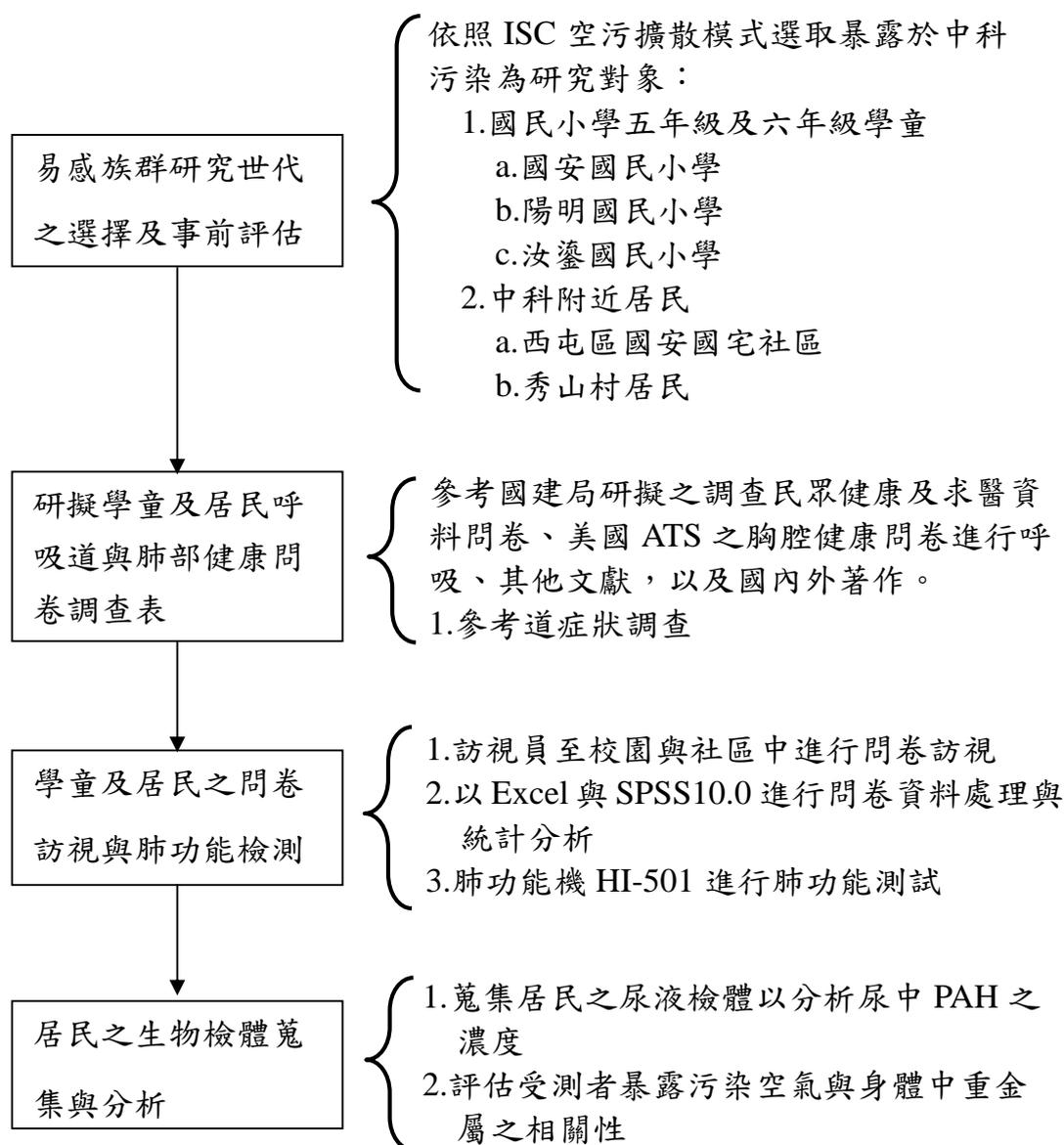


無機酸及懸浮微粒採樣之監測架構

計畫目標: 建立易感族群暴露及健康背景資料

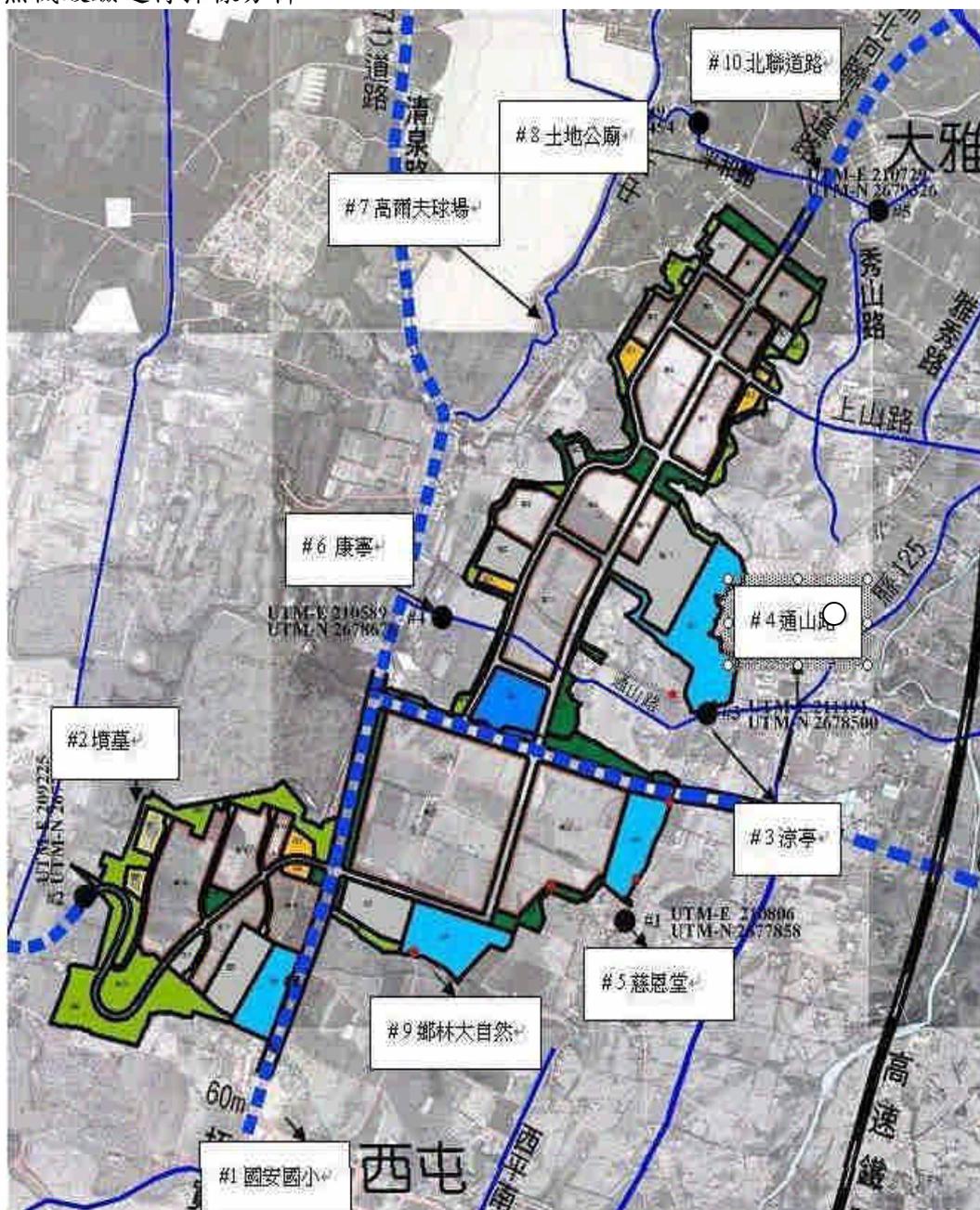


## 研究計畫執行流程



## 2 採樣點之選擇

本計畫在94年度之計畫中以ISC3對該區域每季或全年之氣象進行模式模擬，以最大濃度之著地點作為評估最適採樣點後在中部科學園區設置10個採樣點，進行無機酸檢之檢測，2個採樣點進行懸浮固體粒徑檢測，2個採樣點進行懸浮固體重金屬檢測分析。本研究今年度繼續以這十個採樣點進行VOC採樣與新型固氣分離器(personal denuder/filter)對無機酸鹼進行採樣分析。



中部科學園區無機酸鹼之採樣圖

## 3、車流量統計

研究依據美國環保署(EPA)的車輛苯排放係數以及台灣隧道內車輛排放VOCs之研究的車輛分類方式<sup>22</sup>，將車輛歸類為汽油車種、柴油車種兩大類。

(1) 汽油車種：a.房車(如計程車、小客車)

b.貨車（包含休旅車、3.49 噸以下貨車）

c.機車

(2) 柴油車種：d.大型貨車。(如曳引車、公車、垃圾車、消防車及 3.5 噸以上的貨車)

記錄人員以計數器計算所通過的車輛數，並且每小時將結果登記在記錄表上。車流量統計時間為當天 7:30 AM—7:30 PM（12 小時），每區塊內共有 3-4 名人員，每 2 名人員為一組每兩個小時輪替一次計數交通車流量，而一名人員左右手上各持有一個計數器計數該採樣點所通過的車輛（房車、貨車），另一名人員則計數（機車、大型貨車），且確實按捺手中的計數器，並將每小時所計數的交通車流量，登記在交通車流量紀錄表當中，當採樣完畢後，由資料處理人員統整將資料輸入電腦備份。

#### 4、風速、風向測量

由於不同風速、風向會影響各個採樣點的 VOCs 濃度值，因此本研究團隊在中科園區周界的國安國小（#1，國安）及土地公（#8，土地公）進行測量並記錄風速、風向，以瞭解該地點氣象條件的變化情形。整組氣象觀測系統 (Weather Monitor II) 是由大衛儀器公司 ([Davis Instruments Corp.](http://www.davisinstruments.com)) 所生產，另外也與中央氣象局台中地區的 2 個氣象監測站（台中站及梧棲站）資料作比較，以瞭解小區域（#1 及 #8）與大區域（台中地區）的風速、風向是否一致。透過這樣的比較，可以更進一步地瞭解氣象條件的差異，以利本研究團隊在後續討論各個採樣點濃度值時，釐清當天採樣的風速、風向及採樣點處於上風或下風處，作為後續模式推估時能夠更精確地使用氣象資料。

#### 5、慢性健康風險評估

為了量化空氣污染物 VOCs 引起的健康風險，本研究將採用美國加州環保署的方法，根據空氣污染物可能造成之健康效應，以危害指數(Hazard Index)作為非致癌性空氣污染物之健康風險評估指標；以致癌風險(cancer risk)作為致癌物質之健康風險評估指標<sup>24-25</sup>。危害指數又可根據暴露時間的長短，區分為急性健康危害指數(Acute Hazard Index, HI<sub>A</sub>)及慢性健康危害指數(Chronic Hazard Index, HI<sub>C</sub>)。由於本研究採樣時間為 12 小時以上，因此僅評估長時間暴露是否可能造成標的器官的不良健康效應，其計算方式如下所示。

$$HI_c = \frac{\bar{C}_1}{RELC_1} + \frac{\bar{C}_2}{RELC_2} + \dots + \frac{\bar{C}_i}{RELC_i}$$

HI<sub>c</sub>: 慢性健康危害指數

$\bar{C}_i$ : 污染物 24 小時採樣之平均濃度值，其單位為  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

REL<sub>c</sub><sub>i</sub>: 污染物之慢性健康風險參考暴露標準(Chronic Inhalation Reference Exposure Level)，其單位為  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

$\frac{\bar{C}_i}{REL_{c_i}}$ : 危害商數(Hazard Quotient)

慢性健康危害指數(HI<sub>c</sub>)為所有危害商數的累加，若 HI<sub>c</sub> < 1 則代表長期以吸入為途徑，連續暴露到大氣環境中的 VOCs，預期不會有慢性之不良健康效應發生。

至於致癌風險方面，本研究只考慮在美國環保署分類的 Class A 及 B1 或者國際癌

症研究中心(International Agency for Research on Cancer, IARC)所公布的 Group1 及 2A 等級的確定人類致癌物 (human carcinogen) 及疑似人類致癌物 (probable human carcinogen)，界定其為致癌物而進行評估。所計算的致癌風險是指終其一生暴露可能發生癌症的機率，一般是 70 年。終生致癌風險可由下列公式計算得知：

$$\text{Cancer Risk} = \sum_1^i IC_i \times URF_i$$

Cancer Risk: 終生致癌風險

$IC_i$ : 空氣中污染物之濃度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$URF_i$ : 污染物之單位致癌風險係數( $(\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ )

## 伍、重要發現與成果

### 一、氣象資料

本研究於三季進行中科上下風處之氣象監測，所得結果（詳見表三）所示，在風向方面，第一次採樣於#1所測得的氣象資料主要為西北風偏北，#8所測得的氣象資料主要為東北風偏北；第二次採樣於#1及#8所測得的氣象資料主要皆為西北風偏北。在風速方面，第一次採樣於#1及#8所測得平均風速分別為0.6m/s及0.4m/s，第二次採樣於#1及#8所測得平均風速分別為0.2m/s及0.6m/s，第三次採樣於#1及#8所測得平均風速分別為0.6m/s及0.8m/s。在溫度方面，第一次採樣於#1及#8所測得的平均溫度分別為19°C及21°C，第二次採樣於#1及#8所測得的平均溫度皆為30°C，第三次採樣於#1及#8所測得的平均溫度分別為27°C及26°C。在濕度方面，第一次採樣於#1及#8所測得的平均濕度分別為69%及64%，第二次採樣於#1及#8所測得的平均濕度分別為71%及65%，第三次採樣於#1及#8所測得的平均濕度分別為67%及68%。而本研究氣象資料也與中央氣象局台中地區的2個氣象監測站（台中站及梧棲站）資料作比較（詳見表四），風向方面顯示出第一次採樣於#8方向及第三次採樣於#1及#8不一致外，其餘皆與氣象監測站風向一致。在風速方面，#1及#8所測得的風速皆小於氣象監測站之風速。在溫度及濕度方面，#1及#8所測得的結果皆與氣象監測站一致。

### 二、中科於採樣期間營運狀態

2005年中部科學園區多數進駐產業以興建廠房及軟、硬體設備擴充階段為主，採樣期間內曾經試車或小部分量產之廠房，但如今2006年已有廠房正式量產且產能持續往上攀高，也使得中部科學園區營運狀態持續成長當中。

表五、表六為2005-2006年八月中部科學園區廠商逐月之營業額，如果將營業額之增加視為等同於園區內產業開始營運活動的證據，由表得知僅有光電面板類產業全年皆有試車或小規模量產等營運活動，光電面板產業營業額從2005年1月的3億元快速成長至12月達104億元，整年度總營業額約為607億，但在2006年營業額持續成長30%，於八月已達到138億元；另外在積體電路產業方面從2005年10月開始有營運活動，營業額從10月之4百萬至12月則成長為1億元，成長幅度依舊快速，整年度總營業額約1.5億，但在2006年八月營業額已高達36億，相較去年營業額有爆發性成長，成長力道實在驚人。精密機械產業方面從2006年三月開始有營運活動，營業額皆維持在200萬左右，而其他科技產業也於2006年一月開始有營運活動，營業額從1月的1億成長為12億，成長幅度慢慢持續增加。2005年至2006年八月光電面板類產業及積體電路產業總營業額佔中部科學園區之總營業額之99%，兩者為中部科學園區之主要產業，也是中科園區周邊環境VOCs可能之污染來源。

### 三、中科周邊道路交通流量分佈

中部科學園區周邊主要道路依照不同車種在不同採樣點及季節所紀錄之每小時平均車流量分佈如表七所示，所記錄之車輛種類包括大型車(Car1)、小貨車(Car2)、小客車(Car3)及機車(Car4)。若單就總車流量來看，五採樣點四季平均總車流量由高至低依序分別為#1(1253輛/小時)、#4(1182輛/小時)、#7(481輛/小時)、#10(442輛/小時)、#5(287輛/小時)，採樣點#1及#4平均總車流量最高，且明顯高於其他三採樣點，而採樣點#5每小時總車流量最少，其車流量則遠低於另外四採樣點。

以採樣月份來看，2005年三月、五月、九月、十一月及2006年六月平均總車流量由高至低依序為2005年三月(834輛/小時)、2006年六月(782輛/小時)、2005年九月(753輛/小時)、2005年十一月(714輛/小時)、2005年五月(671輛/小時)，車種平均流量由高

至低為小客車、機車、小貨車、大型車，與四季平均之車種流量排序相同。以車種來看，小客車平均車流量最高發現在三月之#1，平均車流量為 596 輛/小時；機車平均車流量最高發現在九月之#1，平均車流量為 526 輛/小時；小貨車平均車流量最高發現在 2006 年六月之#4，平均車流量同為 319 輛/小時；大型車平均車流量最高發現在九月之#1，平均車流量為 164 輛/小時。我們發現從 2005 年三月到 2006 年六月無論是在平均總車流量或者個別車種之平均車流量都沒有達到統計上顯著的差異。

#### 四、總揮發性有機物

本研究於兩季進行中科周邊揮發性有機物平均濃度之監測，所得結果（詳見表八）所示，顯示出春季平均濃度為  $50.3 \pm 3.3$ ppb，夏季平均濃度為  $44.6 \pm 4.1$ ppb，秋季平均濃度為  $57.7 \pm 3.6$ ppb 並且利用 t-test 檢定不同季節之總揮發性有機物平均值是否有顯著差異，結果顯示出夏、秋季的平均濃度有顯著差異 ( $P < 0.05$ )。本研究也將 2005-2006 年於每季各採樣點總揮發性有機物濃度繪製成直方圖，詳見圖一所示，結果顯示出在 2005 年除了#1、#5 及#6 採樣點外，其餘各點總揮發性有機物濃度皆有春高-夏低-秋高-冬低的趨勢。而在 2006 年於#2、#3、#6 及#7 之總揮發性有機物濃度有春高-夏低-秋高的趨勢。

#### 五、交通源揮發性有機物

中部科學園區周邊採樣點所監測到與移動性污染源排放相關的 VOCs 總計有七種（詳見圖二），包括苯(Benzene)、甲苯(Toluene)、乙苯(Ethylbenzene)、間/對-二甲苯(m/p-Xylene)、鄰-二甲苯(o-Xylene)、苯乙烯(Styrene)及甲基第三丁基醚(methyl tertiary-butyl ether，簡稱為 MTBE)。交通來源排放相關之 VOCs 平均濃度(十採樣點平均濃度)在四季的變化並不明顯，且沒有固定的增減趨勢，本研究只發現到 2005 年夏季(五月)及冬季(十一月)濃度低於 2005 年春季(三月)及秋季(九月)；而 2006 年春季(三月)低於 2006 年夏季(六月)，但秋季(九月)卻又高於春季(三月)，形成秋季 > 春季 > 夏季之濃度趨勢，但是甲苯於 2005 年秋季全採樣點平均濃度明顯高於其他採樣季節。

#### 六、工業源揮發性有機物

中部科學園區周邊採樣點所監測到與固定性污染源排放相關的 VOCs 總計有七種（詳見圖三），包括丙酮(Acetone)、丁酮(Methyl ethyl ketone，簡稱為 MEK)、環己酮(Cyclohexanone，本研究簡稱為 CycloH)、乙醇(Ethanol)、乙酸乙酯(Ethyl acetate，本研究簡稱為 EA)、異丙醇(Isopropyl alcohol，簡稱為 IPA)以及丙二醇單甲基醚酯(Propylene glycol monomethyl ether acetate，簡稱為 PGMEA)。工業來源排放相關之 VOCs 平均濃度四季變化趨勢則較為明顯，可以發現環己酮及乙醇於 2005 年有逐季上升之趨勢，而在 2006 年有春高-夏低-秋最高之趨勢；另外丙酮及異丙醇則發現於 2005 年春季至秋季全採樣點平均濃度逐季上升，但在冬季平均濃度則有趨緩之現象。

#### 七、交通及工業排放有關揮發性有機物濃度之比較

為了瞭解 2005-2006 年與交通及工業排放有關揮發性有機物濃度之差異，本研究團隊將 10 個採樣點根據表九與交通源六種揮發性有機物及工業源七種揮發性有機物做深度的探討。在交通源方面，甲苯於全採樣點的平均濃度為最高( $77.1 \pm 10.8$ ppb)，其次是二甲苯( $31.5 \pm 3.4$ ppb)及乙苯( $7.3 \pm 0.8$ ppb)。而苯在各採樣點的平均濃度位於#10 為最高( $10.7 \pm 3.2$ ppb)，於#2 為最低( $3.1 \pm 0.7$ ppb)。甲苯在各採樣點的平均濃度位於#1 為最高( $145.5 \pm 101.4$ ppb)，於#8 為最低( $43.0 \pm 11.5$ ppb)。乙苯在各採樣點的平均濃度位於#10

為最高 ( $11.0\pm 3.7\text{ppb}$ )，於#2 及#8 為最低 ( $3.9\pm 1.0\text{ppb}$ )。二甲苯在各採樣點的平均濃度位於#10 為最高 ( $51.7\pm 15.5\text{ppb}$ )，於#2 為最低 ( $15.2\pm 4.0\text{ppb}$ )。苯乙烯在各採樣點的平均濃度位於#1 為最高 ( $3.5\pm 1.5\text{ppb}$ )，於#8 為最低 ( $1.1\pm 0.3\text{ppb}$ )。甲基第三丁基醚在各採樣點的平均濃度位於#10 為最高 ( $4.6\pm 0.6\text{ppb}$ )，於#2 為最低 ( $0.5\pm 0.3\text{ppb}$ )。

在工業源方面，丙酮於全採樣點的平均濃度為最高 ( $14.8\pm 0.9\text{ppb}$ )，其次是乙醇 ( $13.8\pm 1.4\text{ppb}$ ) 及丁酮 ( $5.6\pm 0.9\text{ppb}$ )。而丙酮在各採樣點的平均濃度位於#6 為最高 ( $20.1\pm 4.2\text{ppb}$ )，於#8 為最低 ( $10.0\pm 1.8\text{ppb}$ )。丁酮在各採樣點的平均濃度位於#1 為最高 ( $12.4\pm 7.8\text{ppb}$ )，於#8 為最低 ( $3.2\pm 0.7\text{ppb}$ )。環己酮在各採樣點的平均濃度位於#5 為最高 ( $0.5\pm 0.2\text{ppb}$ )，於#8 為最低 ( $0.1\pm 0.1\text{ppb}$ )。乙醇在各採樣點的平均濃度位於#10 為最高 ( $22.9\pm 6.0\text{ppb}$ )，於#8 為最低 ( $8.0\pm 1.8\text{ppb}$ )。乙酸乙酯在各採樣點的平均濃度位於#1 為最高 ( $9.1\pm 7.2\text{ppb}$ )，於#8 為最低 ( $1.8\pm 0.6\text{ppb}$ )。異丙醇乙醇在各採樣點的平均濃度位於#1 為最高 ( $12.4\pm 11.3\text{ppb}$ )，於#2 及#3 為最低 ( $0.5\pm 0.3\text{ppb}$ )。丙二醇單甲基醚在各採樣點的平均濃度位於#9 為最高 ( $3.7\pm 3.1\text{ppb}$ )，於#1 到#6 則未偵測到此物質。

#### 八、上、下風處採樣點濃度比較

本研究團隊依據採樣期間所記錄之風向，將採樣點歸類為上、下風處點。主要風向隨著季節有所不同，2005 三月盛行風向為西南—南，上風點為#1、#2、#6、#7 及#9，下風點為#3、#4、#5、#8 及#10；2005 年五月盛行風向為西南—西，上風點為#1、#2、#7、#8 及#9，下風點為#3、#4、#5、#6 及#10；2006 年三月、五月、九月盛行風向同樣為西北—北，上風點為#3、#4、#7、#8 及#10，下風點為#1、#2、#5、#6 及#9。四次上、下風處採樣點 VOCs 平均濃度如表十、表十一所示。結果顯示出除了 2005 年春季之丁酮與丙二醇單甲基醚及 2006 年秋季於交通源揮發性有機物之平均濃度在上風處高於下風處外，其餘於 2005 夏季及 2006 春、夏季皆顯示出下風處的平均濃度於上風處。

#### 九、健康風險評估

本研究團隊根據文獻回顧及相關資料庫的收集，將以下列 12 種在環境採樣中常見的揮發性有機物作為評估的標的污染物，包括氯乙烯 (vinyl chloride)、苯 (benzene)、三氯乙烯 (trichloroethylene)、甲苯 (toluene)、四氯乙烯 (tetrachloroethylene)、1,2 二溴乙烯 (1,2-dibromoethane)、乙苯 (ethylbenzene)、間/對二甲苯 (o-,m-xylene) 及鄰二甲苯 (p-xylene)、苯乙烯 (styrene)、氯甲苯 (benzyl chloride)、甲基第三丁基醚 (methyl tert-butyl ether) 及異丙醇 (isopropyl alcohol)。根據國際癌症中心與美國環保署對於致癌物的分類，上述 12 種揮發性有機物僅苯是確定為人體致癌物，因此本研究團隊根據 2005-2006 年共七季採樣之平均濃度，對於苯作致癌性之風險評估；其餘 11 種揮發性有機物則進行慢性的非致癌性風險評估。

本研究團隊在中部科學園區周邊十個採樣點針對上述 12 種揮發性有機物所測得之 2005-2006 年七次採樣平均濃度如表十二所示。12 種揮發性有機物僅苯、甲苯、乙苯、二甲苯 (包括間/對二甲苯及鄰二甲苯)、苯乙烯、甲基第三丁基醚及異丙醇具有測量值，其他 5 種揮發性有機物則低於偵測下限而無法測得濃度。為了方便風險的估計，此 7 種揮發性有機物的濃度單位由 ppb 轉換為  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；這些揮發性有機物在十個採樣點的平均濃度範圍分別為  $3.1\text{-}10.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (苯)、 $43.0\text{-}145.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (甲苯)、 $3.9\text{-}11.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (乙苯)、 $15.2\text{-}51.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (二甲苯)、 $2.0\text{-}5.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (苯乙烯)、 $0.5\text{-}4.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (甲基第三丁基醚) 及  $0.5\text{-}12.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (異丙醇)。

本研究團隊將十個採樣點分為 5 個社區型態與 5 個非社區型態，並且僅考慮苯之暴露濃度，以評估中部科學園區周邊居民之致癌風險結果如表十二所示。以美國加州環保署的單位風險作估計，社區採樣點居民之致癌風險為  $2.0 \times 10^{-5} \sim 8.3 \times 10^{-4}$ 。在慢性危害指數方面，10 個採樣點的慢性危害指數經由苯、甲苯、乙苯、二甲苯及苯乙烯的慢性危害商數加總後，其值界於 0.01~0.74 之間，且皆小於 1；代表在中部科學園區營運之前以吸入為途徑，連續暴露大氣環境中的揮發性有機物質，不至於有慢性不良的健康效應（如表十三）。

## 十、無機酸／鹼採樣分析

本研究自 94 年 3 月底至 95 年 2 月份每月採 10 個點，共採一年十二個月，並本年度因經費的關係三月開始每季採一次，故於 3 月及 6 月各採一次亦採 10 個點之無機酸／鹼分析，結果如表十四為新型管狀固／氣採樣器及離子層析儀(IC)的分析無機酸鹼之物種，氣體採樣分析可分析出  $\text{HNO}_3$ ， $\text{HNO}_2$ ， $\text{SO}_2$ ，硫酸根，HF，HCL， $\text{NH}_3$ ，而固體採樣即可分析出硫酸鹽( $\text{SO}_4^{2-}$ )、氟鹽(F<sup>-</sup>)，氯鹽(Cl<sup>-</sup>)，硝酸鹽( $\text{NO}_3^-$ )，銨鹽( $\text{NH}_4^+$ )。由表十五至表三十四顯示三季之濃度平均氣體硫酸為  $8.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $6.45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  及  $10.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，硫酸鹽濃度平均為  $6.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $5.52 \mu\text{g}/\text{m}^3$  及  $3.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，硝酸( $\text{HNO}_3$ )為 0.57ppb、1.27ppb 及 1.02ppb，硝酸鹽( $\text{NO}_3^-$ ) $3.16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $0.89 \mu\text{g}/\text{m}^3$  及  $2.86 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，氫氯酸(HCl) 0.72 ppb、1.37ppb 及 1.43 ppb，氯鹽(Cl<sup>-</sup>)為  $0.57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $0.83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  及  $0.65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，氫氟酸(HF)  $1.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $1.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，及  $0.66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，氟化物(F<sup>-</sup>) $0.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$   $0.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  及  $1.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，氨氣( $\text{NH}_3$ ) 為 13.64ppb、8.87ppb 及 10.61ppb，銨鹽( $\text{NH}_4^+$ ) $2.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、 $0.97 \mu\text{g}/\text{m}^3$  及  $0.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$  依從去年三月份至今年六月份之長期觀察除氫氯酸有逐漸升高之趨勢，其餘月份之其他監測值皆維持持平之狀況且在檢測值皆遠低於週界濃度管制值。故目前中科無機酸鹼排放無法判定是否對居民有危害的現象。

**懸浮微粒粒徑分佈採樣分析結果：**95 年為中部科學園區大部分廠商已入駐，但 3 月仍有許多廠商仍在建設，而土木基礎建設(土地開挖)，由本研究兩個測站之 Moudi 採樣之氣動粒徑可看出三月份懸浮固體濃度較高，國安國小氣動粒徑大多分佈於  $5 \mu\text{m}$  及  $0.5 \mu\text{m}$  左右，土地公廟較進工程點分布  $8 \mu\text{m}$  及  $2 \mu\text{m}$  左右六月份懸浮微粒較低。

## 十一、影響尿中 1-OHP 與 2-NAP 濃度多項式羅吉斯複迴歸分析

表三十八為影響校正後尿中 1-OHP 濃度之多項式複迴歸分析比較，只有使用蚊香的變項達統計上顯著差異，高濃度組比低濃度組的危險性，使用蚊香較不使用者低了 0.4 倍，呈負相關。在社區別中，高濃度組比低濃度組的勝算比，在離中科較近比較遠者高出 1.05 倍，在高濃度組比低濃度組的危險性，有吸菸者比無吸菸者高出 2.60 倍，但無統計上顯著差異。

表三十九為校正後尿中 2-NAP 濃度之多項式羅吉斯複迴歸分析，在社區中，高濃度組比低濃度組的危險性，在離中科較近者比較遠者顯著高出 17.04 倍，達統計上顯著差異( $p < 0.01$ )，中濃度組比低濃度組的危險性則高出 3.49 倍，並無統計上明顯差異，吸菸習慣方面，高濃度組比低濃度組的危險性，吸菸者較不吸菸者低 0.11 倍( $p < 0.05$ )，呈負相關，其次在年齡變項中，高濃度組比低濃度組的勝算比，在 55 歲以上比小於 55 歲高 1.45 倍，在教育程度變項，高濃度組和低濃度組的勝算比，在學歷高中以下者比高中以上者高 1.34 倍，但皆無統計上顯著差異。

表四十為尿中生物指標濃度與住家距中科遠近距離之多項式羅吉斯迴歸分析，將不吸菸且沒有食用燒烤食物的研究對象的尿中 1-OHP 及 2-NAP 校正後濃度視為正常值，將所有受測者區分為正常及濃度較高兩個組別，其中在 2-NAP 校正後濃度，濃度較高

組比正常組的危險性，在居住離中科較近的民眾比較遠者高出 9.56 倍，有統計上顯著差異，而 1-OHP 則無統計上顯著差異。

## 十二、中科地區及對照地區學童呼吸系統症狀及疾病盛行率之比較

比較每所國民小學之呼吸系統及疾病之盛行率（圖十），咳嗽以 15.4% 的新社國小最高；汝鑾國小之咳痰盛行率最高(17.1%)；氣喘則是以中科地區學校中位於台中市的國安國小佔 11.7% 盛行率最高；喘鳴盛行率最高者為汝鑾國小(28.0%)；大南國小則為呼吸短促盛行率最高者為 24.1%；汝鑾國小過去一年有感冒的人最多，有 89.5%；陽明國小過去半年曾有 68.4% 的學童就醫；慢性支氣管炎在各校比例均相當低，以新社國小的 1.4% 為最高。

在兩地區之比較方面（圖十一，表四十一），咳嗽盛行率以對照地區學童 14.5% 稍高（中科地區為 13.2%），慢性支氣管炎之比例在兩地區皆相當低，中科地區學童有 5 位，對照地區學童有 3 位，但皆無統計上顯著差異。兩地區學童在其他症狀及疾病盛行率並無顯著的差異，但過去一年曾罹患感冒比例、氣喘盛行率及過去半年曾就醫比例，皆以中科地區學童較高，分別為 89.5%、10.5%、61.3%，且三者在地皆呈統計上之差異。

家中有鋪設地毯者在單變項分析中，其喘鳴症狀為無鋪設者之 1.53 倍，且有統計上顯著之相關。家中出現霉斑的影響因素對於學童之喘鳴症狀在單變項及複邏輯斯迴歸中皆有顯著之意義，其發生的風險為家中無霉斑者之 2.21 倍及 2.42 倍。家中有使用空氣清靜設備者，在單變項邏輯斯迴歸分析中，其咳嗽症狀的發生為沒有使用的 1.71 倍，氣喘疾病為 1.70 倍；在調整其他變項的複迴歸分析中，則有使用者其咳嗽症狀為沒有使用的 2.33 倍，且達統計上顯著意義（表四十二、表四十三）。整體而言，以拜香習慣為影響最大的變項，最大之影響可造成有拜香者胸部不適與感冒之症狀為無拜香者之 4.7 倍。

## 十三、中科附近居民呼吸系統症狀及疾病之盛行率

咳嗽症狀在所有受訪者中約為 15.1%，而六十五歲以上且有咳嗽症狀者約有 20 位（佔 16.8%），而有填答咳嗽症狀及今年是否有咳嗽症狀者中，有 83.3% 是咳嗽症狀者且今年度也有咳嗽。有 51 位填答者有咳痰症狀（盛行率為 17.4%），六十五歲以上之盛行率則為 18.5%。有 6.2% 的填答者有慢性支氣管炎，是所有症狀及疾病中盛行率最低的。在咳嗽及咳痰症狀方面，有 12.9% 的人曾持續達三星期之久。此外，受訪者中喘鳴的盛行率為 19.4%，而在六十五歲以上老人之盛行率則為 19.1%。呼吸短促症狀則有 31.6% 的受訪者有該症狀。所有填答者中，只有約 33.1% 過去一年沒有感冒（表四十四）。

## 十四、中科附近居民肺功能生理值與相關因素

FVC 及 FEV<sub>1</sub> 在單變項迴歸分析結果顯示國安國宅甲區及乙區居民之 FVC 及 FEV<sub>1</sub> 皆顯著高於秀山村居民，甲區之 FVC 高出 670.6mL，FEV<sub>1</sub> 則增加 547.9mL，乙區之 FVC 高出 1143.8mL，FEV<sub>1</sub> 則增加 1049.2mL。居家環境中沒有拜香及習慣以瓦斯泡茶者，其 FVC 與 FEV<sub>1</sub> 皆較有此習慣者高，無拜香者分別高出 356.0mL 及 392.7mL，而沒有習慣以瓦斯泡茶者則增加 298.3mL 及 380.1mL。然而，家中有出現霉斑者其 FVC 及 FEV<sub>1</sub> 則比沒有者高，分別為高出 309.7mL 及 277.0mL。在調整年齡因素的影響後（表四十五），則有顯著影響 FVC 的變項包括：男性較女性高 343.2mL、國安社區乙區居民比秀山村高 295.6mL、家中有霉斑者之 FVC 高出 157.7mL。

## 陸、 結論

1. 本研究團隊在綜合2005-2006年對中部科學園區周邊居民空氣污染物之揮發性有機物暴露及健康風險評估的結果，有以下三點的發現：
  - (1). 中部科學園區周邊居民之室外環境暴露之總揮發性有機物(TVOC)平均濃度在秋季顯著地高於其他季節；而且在下風處所測得的平均濃度明顯高於上風處(如表十及表十一所示)。
  - (2). 無論是平均總車流量或者個別車種的平均車流量在中部科學園區周邊並沒有統計上顯著的差異；但是中部科學園區各工廠的產值明顯地急劇增加(如表七)。
  - (3). 中部科學工業園區周邊居民暴露於室外環境揮發性有機物之非致癌慢性健康風險為可接受之等級，但可能有高於一般可接受程度之致癌健康風險(如表十二、表十三所示)。

本研究團隊在 2005-2006 年所執行之研究計畫成果可以瞭解中部科學園區附近民眾於戶外環境中揮發性有機物之暴露濃度，並且釐清工業源與交通源對戶外揮發性有機物的影響，對於中部科學園區營運所致周邊居民可能的健康風險進行初步評估。但是有一些問題該計畫並無法回答，仍需要進一步的研究。

2. 三月及六月之濃度平均氣體硫酸根為  $8.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  及  $6.45\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，硫酸鹽濃度平均為  $6.98 \mu\text{g}/\text{m}^3$  及  $5.52\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，硝酸( $\text{HNO}_3$ )為 0.57ppb 及 1.27ppb，硝酸鹽( $\text{NO}_3^-$ ) $3.16\mu\text{g}/\text{m}^3$  及  $0.89\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，氫氯酸(HCl) 0.72 ppb 及 1.37ppb，氯鹽( $\text{Cl}^-$ )為  $0.57\mu\text{g}/\text{m}^3$  及  $0.83\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，氫氟酸(HF)  $1.48\mu\text{g}/\text{m}^3$  及  $1.79\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，氟化物( $\text{F}^-$ ) $0.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  及  $0.50\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，氨氣( $\text{NH}_3$ ) 為 13.64ppb 及 8.87ppb，銨鹽( $\text{NH}_4^+$ ) $2.79 \mu\text{g}/\text{m}^3$  及  $0.97\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，從去年三月份至今年六月份之長期觀察除氫氟酸有逐漸升高之趨勢，其餘月份之其他監測值皆維持持平之狀況且在檢測值皆遠低於週界濃度管制值。故目前中科無機酸鹼排放無法判定是否對居民有危害的現象。
3. 影響中科附近居民肺功能生理值中 FVC 之因素主要為年齡、性別、身高、社區別及家中是否有霉斑。呼吸系統症狀及疾病中以呼吸短促之盛行率最高為 31.6%，氣喘盛行率 4.7% 最低；其他呼吸症狀及疾病則易受個人吸菸習慣影響最為顯著。學童呼吸系統症狀及疾病分佈，僅有過去一年曾感冒、氣喘及過去半年就醫，在兩地區有顯著上之差異，而居家環境除養寵物之外，其他室內環境皆有顯著之差異；呼吸症狀及疾病之影響因素以家中拜香之影響最大，其中對胸部不適與感冒症狀之影響最為顯著 (OR=4.7)。
4. 影響尿中 1-OHP 及 2-NAP 的因素包括吸菸習慣、燒烤食物、拜香習慣、職業暴露及居住環境，在本研究結果顯示居住距離中科較近者其暴露 PAHs 的濃度較高，有統計上顯著差異，其他影響因素則無差異。1-OHP 高濃度組比低濃度組的勝算比，在居住離中科園區較近比住較遠者高 1.14 倍，無統計上的差異，而在 2-NAP 高濃度組比起低濃度組的勝算比，居住較近者比較遠者顯著高出 19.44 倍，達統計上顯著差異，顯示中科鄰近居民其暴露 PAHs 濃度之情形與居家距離中科遠近有關係。

## 柒、意見及建議

本研究團隊在完成 2005-2006 年七次採樣及結果的分析後，有以下兩點主要的建議：

- 一、由於中科園區與附近的社區非常接近，廠房與居民的住宅最短僅有幾十公尺的距離；而且在下風處採樣點所測得的平均濃度明顯高於上風處採樣點。由於中科園區附近的風向變化頗大，建議環保署根據台中氣象站的風向資料，在屬於下風處的鄰近社區固定揮發性有機物監測站，成立預警通報系統；除了長期監測揮發性有機物的濃度變化外，未來若有重大氣體外洩事件發生時，能夠及時通知民眾撤離。
- 二、本研究建議應持續對於中部科學園區周邊環境之揮發性有機物進行採樣與監測，並且加強對揮發性有機物急性暴露的瞭解。除了瞭解居民在戶外環境之揮發性有機物的暴露濃度外，長期的追蹤與分析將有助於釐清因中科園區營運所增加的車流量及廠區營運所排放的揮發性有機物對於周遭居民可能所造成的健康風險。

## 捌、參考文獻

1. 台中縣環境保護局，「台中縣科學工業園區空氣污染總量管制策略研擬計畫」，台中，2004。
2. 科學工業園區管理局，「新竹科學工業園區環境白皮書」，新竹，1998。
3. 科學工業園區管理局，「新竹科學工業園區環境保護計畫」，新竹，1999。
4. Blot WJ, Briton LA, Fraumeni JF Jr, Stone BJ. Cancer mortality in U.S. counties with petroleum industries. *Science*. 198:51-3, 1977.
5. Gottlieb MS, Shear CL, Seale DB. Lung cancer mortality and residential proximity to industry. *Environmental Health Perspectives*. 45:157-64, 1982.
6. Sans S, Elliott P, Kleinschmidt I, et al. Cancer incidence and mortality near the Baglan Bay petrochemical works, South Wales. *Occupational and Environmental Medicine*. 52: 217-24, 1995.
7. Lyons RA, Monaghan SP, Heaven M, Littlepage BN, Vincent TJ, Draper GJ. Incidence of leukaemia nad lymphoma in young people in the vicinity of the petrochemical plant at Baglan Bay, South Wales, 1974-1991. *Occupational and Environmental Medicine*. 52: 225-8, 1995.
8. Wilkinson P, Thakrar B, Walls P, et al. Lymphohaematopoietic malignancy around all industrial complexes that include major oil refineries in Great Britain. *Occupational and Environmental Medicine*. 56: 577-80, 1999.
9. Harrison RM, Leung PL, Somerville LS, Ralph GE. Analysis of incidence of childhood cancer in the West Midlands of the United Kingdom in relation to proximity to main roads and petrol stations. *Occupational and Environmental Medicine*. 56: 774-80, 1999.
10. Pan BJ, Hong YJ, Chang GC, Want MT, Cinkotai FF, Ko YC. Excess cancer mortality among children and adolescents in residential districts polluted by petrochemical manufacturing plants in Taiwan. *Journal of Toxicology and Environmental Health*. 43:117-29, 1994.
11. Yang CY, Chiu HF, Chiu JF, Kao WY, Tsai SS, Lan SJ. Cancer mortality and residence near petrochemical industries in Taiwan. *Journal of Toxicology and Environmental Health*. 50:265-73, 1997.
12. Yang CY, Wang JD, Chan CC, Chen PC, Huang JS, Cheng MF. Respiratory and irritant health effects of a population living in a petrochemical-polluted area in Taiwan. *Environmental Research*. 74: 145-9, 1997.
13. Yang CY, Wang JD, Chan CC, Hwang JS, Chen PC. Respiratory symptoms of primary school children living in a petrochemical polluted area in Taiwan. *Pediatric Pulmonology*. 25(5): 299-303, 1998.
14. Yang CY, Cheng MF, Chiu JF, Tsai SS. Female lung cancer risk and petrochemical air pollution in Taiwan. *Archives of Environmental Health*, 54: 180-5, 1999.
15. Yang CY, Cheng BH, Hsu TY, Tsai SS, Hung CF, Wu TN. Female lung cancer mortality and sex ratios at birth near a petroleum refinery plant. *Environmental Research*. 83:33-40, 2000.
16. Yang CY, Chiu HF, Tsai SS, Chang CC, Chuang HY. Increased risk of preterm delivery in areas with cancer mortality problems from petrochemical complexes. *Environmental Research*. 89:195-200, 2002.
17. Jerrett M, Burnett RT, Brook J, et al. Do socioeconomic characteristics modify the short term association between air pollution and mortality? Evidence from a zonal time series in Hamilton, Canada. *Journal of Epidemiology & Community Health*. 58:31-40, 2004.
18. Rodu B, Delzell E, Beall C, Sathiakumar N. Mortality among employees at a petrochemical research facility. *American Journal of Industrial Medicine*. 39:29-41, 2001.

19. Chan CC, Spengler JD, Özkaynak H, Lefkopoulou M. Commuter exposures to VOCs in Boston, Massachusetts. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 41:1594-600, 1991.
20. Chan CC, Lin SH, Her GR. Officer worker's exposure to volatile organic compounds while commuting and working in Taipei city. *Atmospheric Environment*. 28: 2351-59, 1994.
21. Kuo HW, Wei HC, Liu CS, et al. Exposure to volatile organic compounds while commuting in Taichung, Taiwan. *Atmospheric Environment*. 34:3331-36, 2000.
22. Spengler, J.D., Brauer, M., and Koutrakis, P. Koutrakis, 1990, "Acid Air and Health," *Environ. Sci. Technol.*, 24: 946-956.
23. Suh, H.H., Spengler, J.D., and Koutrakis, P., 1992, "Personal Exposures to Acid Aerosols and Ammonia," *Environ. Sci. Technol.*, 26:2507-2517. 445-449

表一、採樣工作之品管/品保項目

作業程序	各項品管/品保要求動作	相對應品管/品保目的
採樣工作之品質管制		
現場量測儀器品管要求	乾式流量計校正後對流量之測量值	確保乾式流量計測量值的準確性
採樣工作之品質保證		
採樣前置作業	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 製定採樣控制表</li> <li>2. 濃度採樣管之準備與再生</li> <li>3. 製定採樣器材設備與樣品保存劑清點表</li> <li>4. 完成合格的採樣作業訓練與相關經驗</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 確保各類樣品合手分析時體積、保存規定與期限</li> <li>2. 提供完整、乾淨的樣品組</li> <li>3. 確保採樣器材設備與樣品保存劑</li> <li>4. 提供合格採樣人員與素質之要求</li> </ol>
現場採樣作業	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 採樣人員工作分配</li> <li>2. 取樣與樣品保存</li> <li>3. 填寫採樣記錄</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 確保品保/品管工作確實執行</li> <li>2. 確保取得具代表性空氣樣品</li> <li>3. 正確執行採樣作業</li> <li>4. 完整記錄採樣時之各項資料</li> </ol>
樣品運送與接受作業	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 當日採樣之樣品由專人送回實驗室</li> <li>2. 實驗室清點記錄收樣品狀況於樣品監控表</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 確保樣品均能於時效內送達實驗室</li> <li>2. 確保將樣品完整的接收進入實驗室</li> </ol>

表二、VOCs 分析之品質管制措施

項目	頻率	要求規格
儀器空白	每一批樣品	分析標準物總濃度 < 10 ppbv
系統起始校正	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 改變氣相層析儀操作條件</li> <li>2. 每日校正不符要求時</li> </ol>	對各分析物起始校正之相對標準差百分比(%RSD)不得大於 30%
查核樣品	每一批樣品	70 % < 回收率 < 130 %
重覆分析	每一批樣品	物種濃度偏差 < 25 %
系統調整	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 改變氣相層析系統操作條件。</li> <li>2. 系統變更。</li> <li>3. 每日校正查核化合物與內標準品之相對感應因子百分偏差超過要求標準時。</li> </ol>	

表三、中部科學園區於#1及#8在各季所測得之氣象資料

Month		Mar		June		Sep	
Sites		#1	#8	#1	#8	#1	#8
Temp (°C)	N	24	24	24	24	24	24
	Mean	19	21	30	30	27	26
	Range	14-25	14-33	26-35	26-36	21-37	20-37
Hum (%)	N	24	24	24	24	24	24
	Mean	69	64	71	65	67	68
	Range	44-90	31-87	54-85	33-86	27-88	28-88
Vel (m/s)	N	24	24	24	24	24	24
	Mean	0.6	0.4	0.2	0.6	0.6	0.8
	Range	0-2.7	0-1.3	0-0.9	0-2.7	0.4-0.9	0.4-1.3
Dir (%)	N	24	20	24	24	24	24
		NW-N(46)	NE-N(43)	NW-N(38)	NW-N(29)	NE-N(58)	NE-N(50)

表四、2006年梧棲及台中氣象站在各季所測得之氣象資料

Month	Sites	Mar		June		Sep	
		梧棲	台中	梧棲	台中	梧棲	台中
Temp (°C)	N	24	24	24	24	24	24
	Mean	19	20	30	30	27	26
	Range	17-22	15-26	28-32	26-34	23-31	22-29
Hum (%)	N	24	24	24	24	24	24
	Mean	69	71	78	74	71	69
	Range	56-80	49-89	67-83	55-86	50-86	58-78
Vel (m/s)	N	24	24	24	24	24	24
	Mean	4.2	1.4	2.4	1.5	5.0	1.4
	Range	0.4-9.8	0.3-3	0-6.1	0.2-3	1.9-10.5	0.1-3.9
Dir (%)	N	24	24	24	24	24	24
		NW-N(63)	NW-N(54)	NW-N(33)	NW-N(29)	NW-N(54)	NW-N(38)

表五、2005 年中部科學園區產業營業額

2005 年度	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	合計
積體電路	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$4	\$42	\$105	\$152
電腦及週邊	\$0	\$0	\$0	\$0	\$2	\$2	\$2	\$4	\$3	\$5	\$7	\$7	\$34
通訊	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
光電	\$300	\$585	\$2,573	\$3,012	\$3,196	\$4,142	\$4,792	\$5,716	\$7,039	\$8,762	\$10,097	\$10,482	\$60,703
精密機械	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
生物科技	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
其他	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
合計(月)	\$300	\$585	\$2,573	\$3,012	\$3,199	\$4,144	\$4,795	\$5,720	\$7,043	\$8,772	\$10,148	\$10,596	\$60,891

單位：百萬元

資料來源：中部科學工業園區網站統計資料

表六、2006 年中部科學園區產業營業額

2006 年度	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	合計
積體電路	\$175	\$174	\$317	\$896	\$1,279	\$1,376	\$1,726	\$3,606	ND	ND	ND	ND	\$9549
電腦及週邊	\$5	\$8	\$10	\$10	\$8	\$8	\$8	\$9	ND	ND	ND	ND	\$66
通訊	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	ND	ND	ND	ND	\$0
光電	\$11,495	\$11,112	\$11,926	\$11,264	\$10,516	\$9,391	\$11,287	\$13,862	ND	ND	ND	ND	\$90,853
精密機械	\$0	\$0	\$2	\$2	\$18	\$66	\$32	\$71	ND	ND	ND	ND	\$191
生物科技	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	ND	ND	ND	ND	\$0
其他	\$1	\$7	\$1	\$12	\$7	\$8	\$8	\$9	ND	ND	ND	ND	\$53
合計(月)	\$7,043	\$8,772	\$10,148	\$10,596	\$11,830	\$12,186	\$13,061	\$17,558	ND	ND	ND	ND	\$91,194

單位：百萬元

資料來源：中部科學工業園區網站統計資料

表七、2005及2006年採樣交通流量

單位:輛/時

	Mar					May					Sep					Nov					June				
	Car1	Car2	Car3	Car4	Tcar	Car1	Car2	Car3	Car4	Tcar	Car1	Car2	Car3	Car4	Tcar	Car1	Car2	Car3	Car4	Tcar	Car1	Car2	Car3	Car4	Tcar
#1	154	206	596	366	1322	118	145	562	330	856	164	196	525	526	1412	91	259	522	497	1369	108	231	508	458	130
#4	38	276	513	362	1189	33	205	567	505	1311	41	276	376	476	1168	47	233	368	404	1052	56	319	427	388	119
#7	68	76	229	112	485	80	77	261	137	555	38	76	229	120	462	37	75	161	115	388	61	76	238	141	516
#10	87	71	119	62	340	80	67	187	90	424	82	73	164	113	432	57	124	193	120	494	43	95	235	148	521
#5 <sup>a</sup>	NA	NA	NA	NA	NA	17	45	86	64	211	29	52	108	103	292	23	49	101	96	269	22	63	146	143	374
Average	87	157	364	226	834	66	108	333	225	671	71	135	280	268	753	51	148	269	246	714	58	157	311	256	782

Car1：大型車

Car2：小貨車

Car3：小客車

Car4：機車

Tcar：總車流量（四種車型數量總和）

a：#5於五月納入交通採樣點，三月採樣尚未計數車流量

表八、2006年在不同季節之總揮發性有機物(Total VOCs)平均濃度之比較

採樣時間 (代表季節)	樣本數	平均值±標準差 (ppb)	最大值 (ppb)	最小值 (ppb)	P值*
95/3/22 (春)	10	50.3±3.3	69.9	40.4	0.0213
95/6/26 (夏)	10	44.6±4.1	71.7	29.8	
95/9/27 (秋)	10	57.7±3.6	77.1	39.5	

\*P值為以t-test檢定不同季節之總揮發性有機物(Total VOCs)平均值是否有顯著差異的結果；結果顯示秋季的平均濃度顯著地高於夏季的平均濃度(P<0.05)。

表九、2005-2006 與交通或工業排放有關之 VOCs 於各採樣點的濃度

單位: ppbv

Chemical	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10	Total
	Mean±SD N=70	Mean±S, N=70	Mean±SD N=70								
Traffic-related emission											
Benzene	7.0±3.3	3.1±0.7	5.7±2.2	7.6±1.5	6.7±3.4	3.2±0.3	3.2±0.4	3.4±0.5	5.1±1.4	10.7±3.2	5.6±0.8
Toulene	145.5±101.4	55.7±24.3	62.6±21.3	73.8±15.5	73.4±21.3	47.9±8.3	48.1±13.1	43.0±11.5	104.3±50.3	116.5±42.6	77.1±10.8
Ethylbenzene	8.4±4.6	3.9±1.0	10.5±4.3	8.7±1.7	7.6±3.1	6.3±1.5	5.3±1.4	3.9±1.0	7.0±1.7	11.0±3.7	7.3±0.8
Xylene	39.7±24.1	15.2±4.0	32.7±17.5	38.8±10.4	34.0±17.4	28.6±10.3	25.9±10.0	17.2±5.8	31.5±9.6	51.7±15.5	31.5±3.4
Styrene	3.5±1.5	1.3±0.3	2.1±0.7	2.2±0.5	2.0±0.7	2.2±0.3	1.8±0.4	1.1±0.3	2.1±0.4	3.1±0.5	2.1±0.2
MTBE	1.6±1.1	0.5±0.3	2.5±2.1	3.4±2.1	3.6±3.4	0.5±0.5	0.5±0.5	0.5±0.5	1.6±0.6	4.6±0.6	1.9±0.5
Industry-related emission											
Acetone	15.8±5.2	10.6±2.0	14.3±4.1	15.7±3.0	17.6±2.7	20.1±4.2	15.1±3.8	10.0±1.8	14.0±3.0	15.2±3.3	14.8±0.9
2-Butanone	12.4±7.8	4.3±0.9	4.4±0.8	4.2±0.5	6.0±1.3	4.4±0.4	4.2±0.6	3.2±0.7	7.9±2.3	4.8±0.9	5.6±0.9
CycloH	0.4±0.2	0.2±0.1	0.4±0.2	0.3±0.1	0.5±0.2	0.4±0.2	0.2±0.1	0.1±0.1	0.2±0.1	0.2±0.1	0.3±0.0
Ethanol	10.8±4.0	10.9±4.0	12.6±3.3	11.7±2.7	17.0±3.2	19.0±5.4	14.3±3.9	8.0±1.8	10.4±2.4	22.9±6.0	13.8±1.4
Ethyl Acetate	9.1±7.2	2.2±0.9	2.7±0.8	2.4±0.3	3.6±1.0	2.4±0.5	2.0±0.5	1.8±0.6	5.1±2.1	2.1±0.5	3.3±0.7
IPA	12.4±11.3	0.5±0.3	0.5±0.3	1.4±0.9	7.5±3.6	8.8±5.3	1.4±0.8	1.0±0.5	5.4±3.7	1.3±0.6	4.0±1.3
PGMEA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.4±0.2	0.1±0.1	3.7±3.1	0.8±0.8	0.5±0.4

CycloH: Cyclohexanone (環己酮) IPA: Isopropyl Alcohol (異丙醇) PGMEA: 1-Methoxy-2-propyl acetate (丙二醇單甲基醚酯)

表十、2005 年各季上風處及下風處採樣點 VOCs 平均濃度

單位：ppbv；IDL：0.5ppbv

Chemicals	2005Mar		2005May		2005Sep	
	Upwind sites (Mean±SD, N=5)	Downwind sites (Mean±SD, N=5)	Upwind sites (Mean±SD, N=5)	Downwind sites (Mean±SD, N=5)	Upwind sites (Mean±SD, N=5)	Downwind sites (Mean±SD, N=5)
Benzene	1.2±0.2	4.9±2.5	0.5±0.3	1.3±0.7	3.1±3.4	3.2±3.1
Toluene	18.4±5.7	47.1±15.6	5.4±3.4	10.2±3.5	37.7±28.3	78.6±77.5
Ethylbenzene	1.7±1.3	4.2±1.6	0.3±0.2	0.8±0.2	2.0±2.2	3.0±3.2
m/p-Xylene	7.2±6.9	16.6±6.4	0.8±0.6	2.8±0.9	6.7±7.2	9.7±10.5
o-Xylene	2.5±2.5	6.1±2.6	0.3±0.2	0.9±0.3	3.3±4.9	5.0±6.6
Styrene	0.4±0.3	1.1±0.3	0.1±0.1	0.2±0.2	0.6±0.3	0.9±1.2
MTBE	0.8±0.2	3.9±2.0	0.2±0.2	0.7±0.6	0.7±1.0	0.7±0.9
Acetone	11.6±3.4	13.7±1.2	12.3±6.1	17.3±10.6	29.6±7.6	30.5±9.7
MEK	7.8±1.7	7.5±2.1	4.5±3.4	5.7±3.0	5.0±1.7	18.9±23.4
Cyclohexanone	ND	0.3±0.4	ND	ND	0.7±0.1	0.8±0.3
Ethanol	4.6±1.1	12.8±9.0	6.4±5.7	15.3±11.6	14.3±7.9	14.7±11.0
Ethyl Acetate	4.5±1.9	5.7±2.6	1.7±1.7	2.3±1.5	3.3±0.8	16.3±20.8
IPA	ND	1.4±3.1	ND	1.5±2.3	ND	8.8±14.2
PGMEA	4.7±9.8	1.2±2.5	ND	ND	0.3±0.6	0.5±1.1
CycloTSHM	ND	0.8±1.2	ND	ND	ND	ND
IBA	1.4±3.1	ND	ND	ND	ND	ND
Benzyl chloride	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Vinyl chloride	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dibromoethane	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trichloroethylene	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TVOC	66.8±4.8	127±8.7	32.5±3.1	39.9±4.2	107.3±7.8	191.6±11.2

表十一、2006年各季上風處及下風處採樣點 VOCs 平均濃度

單位：ppbv；IDL：0.5ppbv

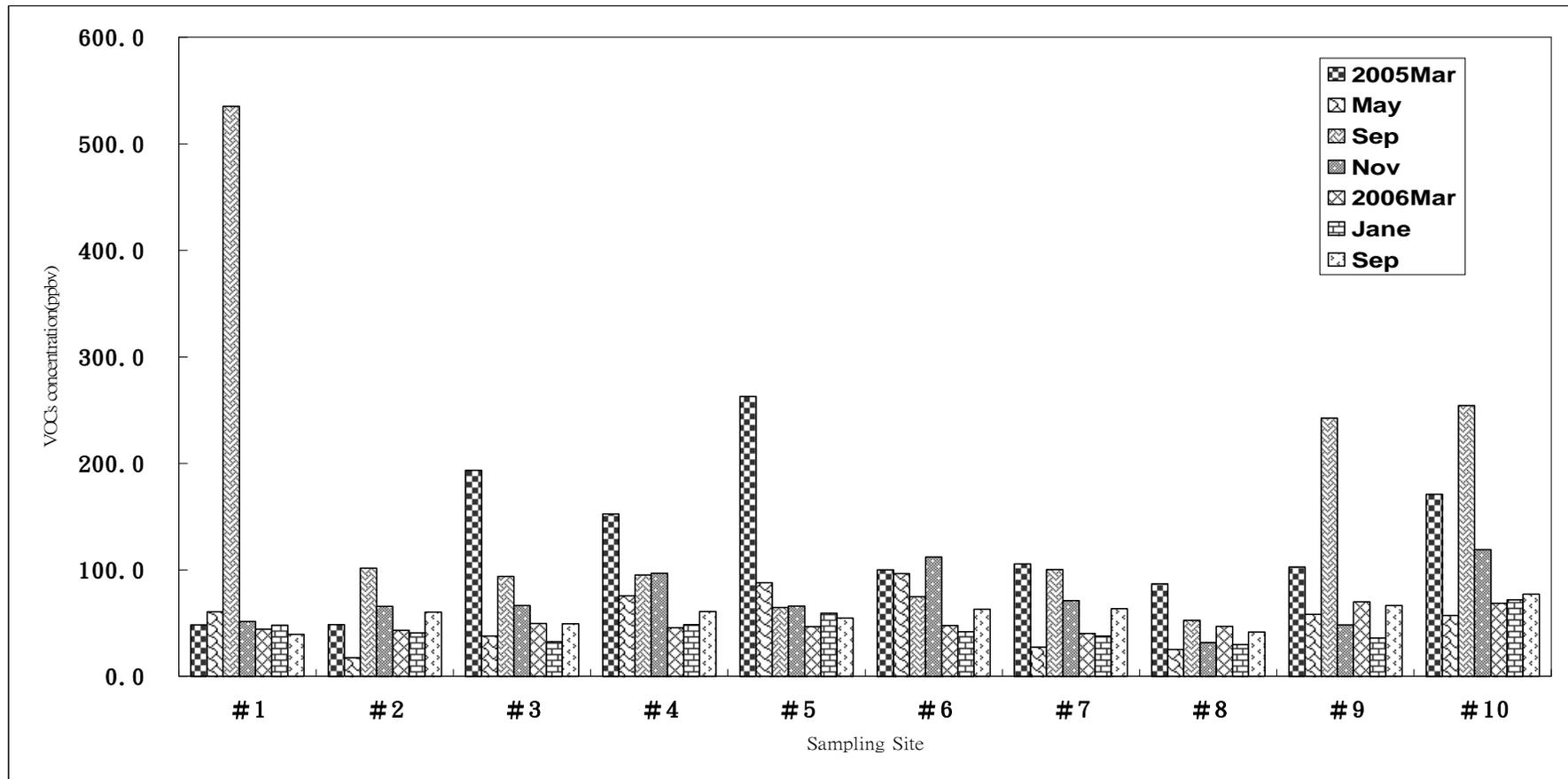
Chemicals	2006Mar		2006June		2006Sep	
	Upwind sites (Mean±SD, N=5)	Downwind sites (Mean±SD, N=5)	Upwind sites (Mean±SD, N=5)	Downwind sites (Mean±SD, N=5)	Upwind sites (Mean±SD, N=5)	Downwind sites (Mean±SD, N=5)
Benzene	1.1±0.1	1.2±0.1	1.3±0.4	1.5±0.5	0.9±0.2	1.0±0.2
Toluene	7.7±0.8	10.2±1.0	11.3±1.4	16.4±3.1	7.6±1.3	8.2±1.2
Ethylbenzene	1.2±0.1	1.3±0.1	1.5±0.2	1.3±0.3	0.9±0.2	1.1±0.2
m/p-Xylene	3.1±0.2	4.2±0.7	3.8±0.5	4.0±1.3	2.9±0.5	3.6±0.7
o-Xylene	1.0±0.1	1.2±0.1	1.5±0.2	1.0±0.4	2.9±0.5	3.6±0.7
Styrene	0.5±0.1	0.6±0.1	0.6±0.1	0.4±0.2	0.3±0.0	0.3±0.1
MTBE	ND	ND	ND	ND	0.8±0.0	0.7±0.0
Acetone	8.5±1.0	9.6±0.6	7.1±0.9	17.9±9.8	12.9±1.3	11.9±1.3
MEK	4.2±0.3	4.3±0.3	3.4±0.4	1.8±1.1	4.7±0.6	4.2±0.4
Cyclohexanone	0.1±0.0	0.2±0.1	0.1±0.0	0.9±0.5	0.1±0.0	0.3±0.1
Ethanol	11.0±2.1	15.8±1.6	4.5±0.9	20.9±14.1	22.3±3.7	15.2±2.5
Ethyl Acetate	1.8±0.1	1.9±0.1	1.1±0.3	1.2±0.8	2.1±0.6	2.2±0.3
IPA	1.1±0.1	1.2±0.2	0.7±0.1	1.1±0.3	1.7±0.3	1.6±0.3
PGMEA	0.1(n=1)	0.1(n=1)	ND	ND	ND	ND
CycloTSHM	0.1(n=2)	0.1(n=1)	0.1±0.0	0.1±0.0	ND	ND
IBA	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benzyl chloride	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Vinyl chloride	ND	ND	ND	ND	ND	ND
1,2-Dibromoethane	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Trichloroethylene	ND	ND	ND	ND	ND	ND
TVOC	49.4±5.0	51.2±4.8	44.4±7.1	44.8±4.7	61.2±6.0	54.2±4.7

表十二、2005-2006 年於 10 採樣點致癌風險範圍

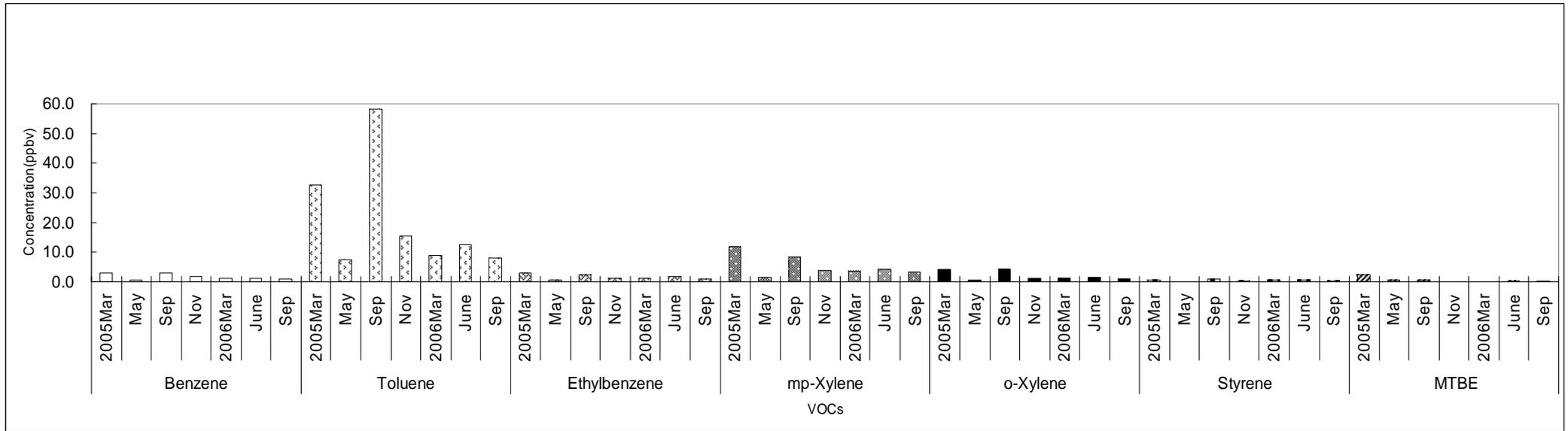
Type	Mean (ug/m <sup>3</sup> )	Concentration range(ug/m <sup>3</sup> )	Cancer risk <sup>a</sup> (Mean)	Cancer risk range <sup>a</sup>
Site located aside the resident area				
#1(n=7)	7.0	1.9-26.4	2.0E-04	5.5E-05—7.7E-04
#4(n=7)	7.6	3.8-14.7	2.2E-04	1.1E-04—4.3E-04
#8(n=7)	3.4	1.2-5.1	9.8E-05	3.5E-05—1.5E-04
#9(n=7)	5.1	2.9-13.4	1.5E-04	8.4E-05—3.9E-04
#10(n=7)	10.7	4.8-28.7	3.1E-04	1.4E-04—8.3E-04
Site located away the resident area				
#2(n=7)	3.1	0.7-5.7	9.0E-05	2.0E-05—1.7E-04
#3(n=7)	5.7	1.6-18.8	1.7E-04	4.6E-05—5.5E-04
#5(n=7)	6.7	2.2-26.8	1.9E-04	6.4E-05—7.8E-04
#6(n=7)	3.2	2.1-4.5	9.2E-05	6.1E-05—1.3E-04
#7(n=7)	3.2	1.5-4.5	9.3E-05	4.4E-05—1.3E-04
Total Sampling sites(N=70)	5.6	0.7-28.7	1.6E-04	2.0E-05—8.3E-04

表十三、2005-2006 年於 10 採樣點慢性危害指數範圍

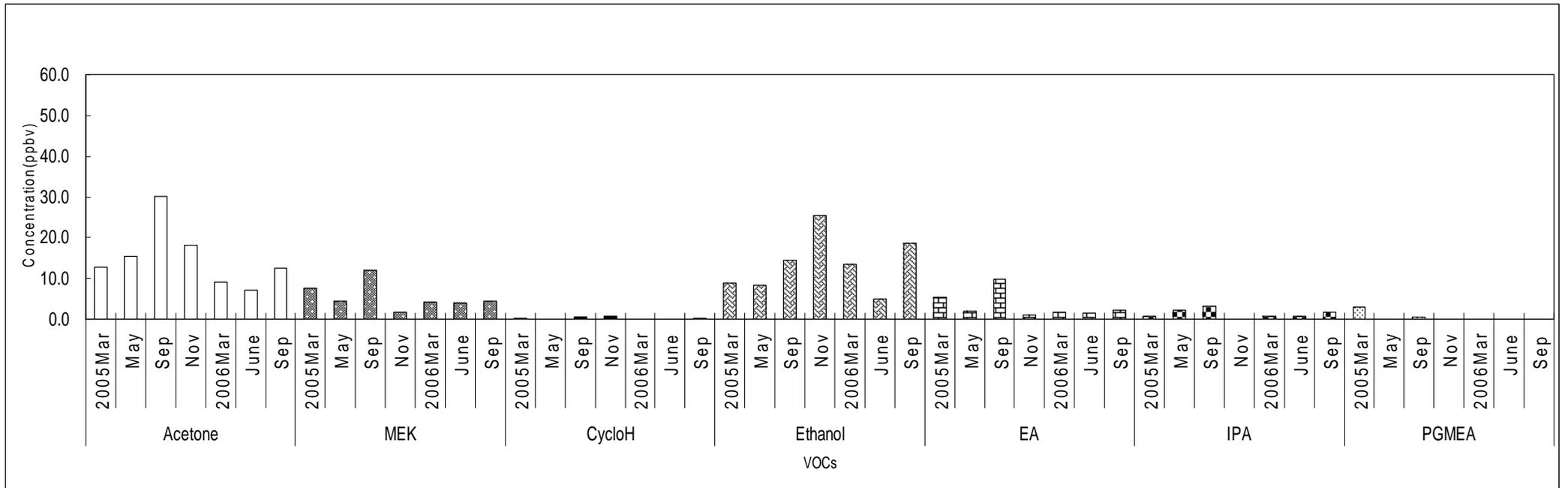
Chemicals	Chronic ReL( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Mean (L)	Mean (H)	Hlc range	Target organs or system
Benzene	60	3.1	10.7	0.05—0.18	Hematopoietic system; development; nervous system
Toluene	300	43.0	145.5	0.14—0.49	Development; nervous system; alimentary system
Ethylbenzene	3000	3.9	11.0	<0.01	Alimentary system (liver); kidney; development
Xylene	700	15.2	51.7	0.02—0.07	Nervous system; eye
Styrene	900	2.0	5.4	<0.01	Nervous system
MTBE	8000	0.5	4.6	<0.01	Alimentary system (liver); kidney; eye
IPA	7000	0.5	12.4	<0.01	Kidney
Benzene				0.05—0.18	Hematopoietic system
Benzene, Toluene, Xylene, and Styrene				0.21—0.74	Nervous system
Toluene, Ethylbenzene, and MTBE				0.14—0.49	Alimentary system
Benzene, Toluene, and Ethylbenzene				0.19—0.67	Development
Ethylbenzene, MTBE, and IPA				<0.01	Kidney
Xylene and MTBE				0.02—0.07	Eye



圖一、2005—2006 年於每季各採樣點總揮發性有機物濃度分析



圖二、2005—2006 年各季與交通排放有關之 VOCs 平均濃度的變化趨勢



圖三、2005-2006 年各季與工業排放有關之 VOCs 平均濃度的變化趨勢

表十四、新型管狀固／氣採樣器及離子層析儀(IC)的分析無機酸/鹼之物種

氣相濃度	固相氣膠	TOTAL
HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , HF , HCL , NH <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , F <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>-</sup>	總氟化物

表十五、本年度季採樣各採樣點之硫酸濃度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )分析

硫酸根	大墳墓	涼亭	康寧	通山路	鄉林大自然	土地公廟	高爾夫球場	北聯道路	國安國小	慈恩堂	平均
2006/3/29	8.99	6.92	7.52	10.8	8.08	6.49	7.32	9.77	7.89	9.15	8.29
2006/6/28	6.21	5.55		6.46	6.13	4.37	7.47	6.09	7.62	8.11	6.45
2006/9/27	5.31	1.65	6.23	8.14	5.74	6.83	16.14	7.52	39.24	6.21	10.30

表十六、中科各採樣點各月份硫酸平均濃度分析

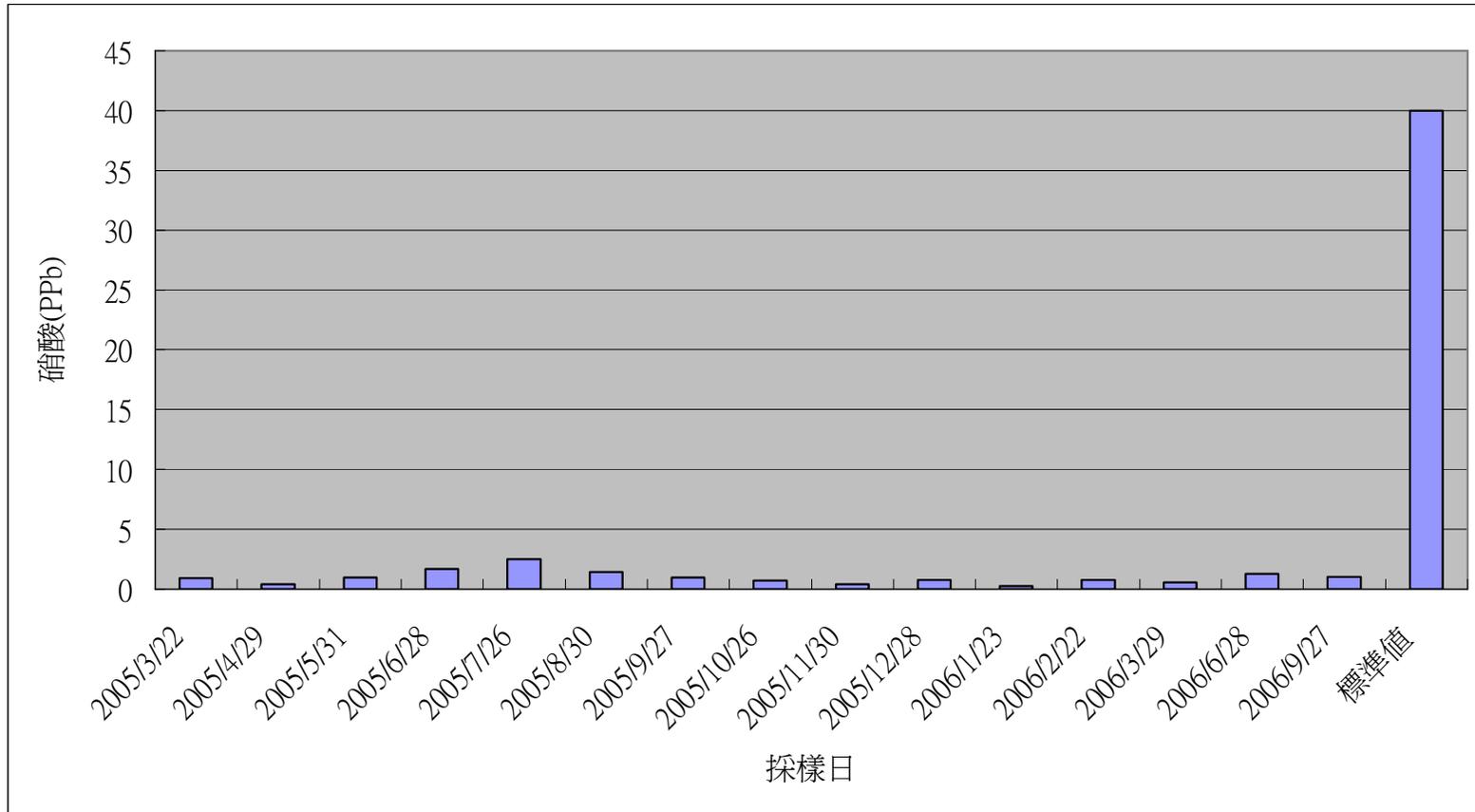
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	mean (μg/m <sup>3</sup> )	s. d.	c. v.
2005/3/22	16.07	2.73	0.17
2005/4/29	10.61	5.4	0.51
2005/5/31	11.26	3.9	0.35
2005/6/28	22.36	7.55	0.34
2005/7/26	19.85	8.46	0.43
2005/8/30	5.85	2.9	0.5
2005/9/27	6.49	2.5	0.38
2005/10/26	6.11	2.21	0.36
2005/11/30	12.13	6.21	0.51
2005/12/28	9.17	4.52	0.49
2006/1/23	5.37	1.17	0.22
2006/2/22	4.03	1.66	0.41
2006/3/29	8.29	1.36	0.16
2006/6/28	6.45	1.15	0.18
2006/9/27	10.30	10.80	1.05

表十七、本年度季採樣各採樣點之硝酸(HNO<sub>3</sub>)濃度(PPb)分析

HNO <sub>3</sub>	大墳墓	涼亭	康寧	通山路	鄉林大自然	土地公廟	高爾夫球場	北聯道路	國安國小	慈恩堂	平均
2006/3/29	0.58	0.51	0.55	0.61	0.63	0.46	0.5	0.65	0.53	0.67	0.57
2006/6/28	1.49	0.96		1.35	1.09	0.94	1.62	1.09	1.27	1.62	1.27
2006/9/27	0.69	0.23	1.23	1.37	0.23	2.47	1.62	1.02	0.29	1.02	1.02

表十八、中科各採樣點各月份硝酸(HNO<sub>3</sub>)平均濃度分析

HNO <sub>3</sub>	mean (PPb)	s. d.	c. v.
2005/3/22	0.92	0.11	0.12
2005/4/29	0.43	0.17	0.39
2005/5/31	0.98	0.17	0.18
2005/6/28	1.67	0.57	0.34
2005/7/26	2.52	0.97	0.39
2005/8/30	1.42	0.69	0.48
2005/9/27	0.99	0.32	0.32
2005/10/26	0.72	0.11	0.15
2005/11/30	0.39	0.07	0.19
2005/12/28	0.78	0.53	0.67
2006/1/23	0.25	0.05	0.2
2006/2/22	0.78	0.24	0.31
2006/3/29	0.57	0.07	0.12
2006/6/28	1.27	0.27	0.21
2006/9/27	1.02	0.71	0.70
標準值	40		



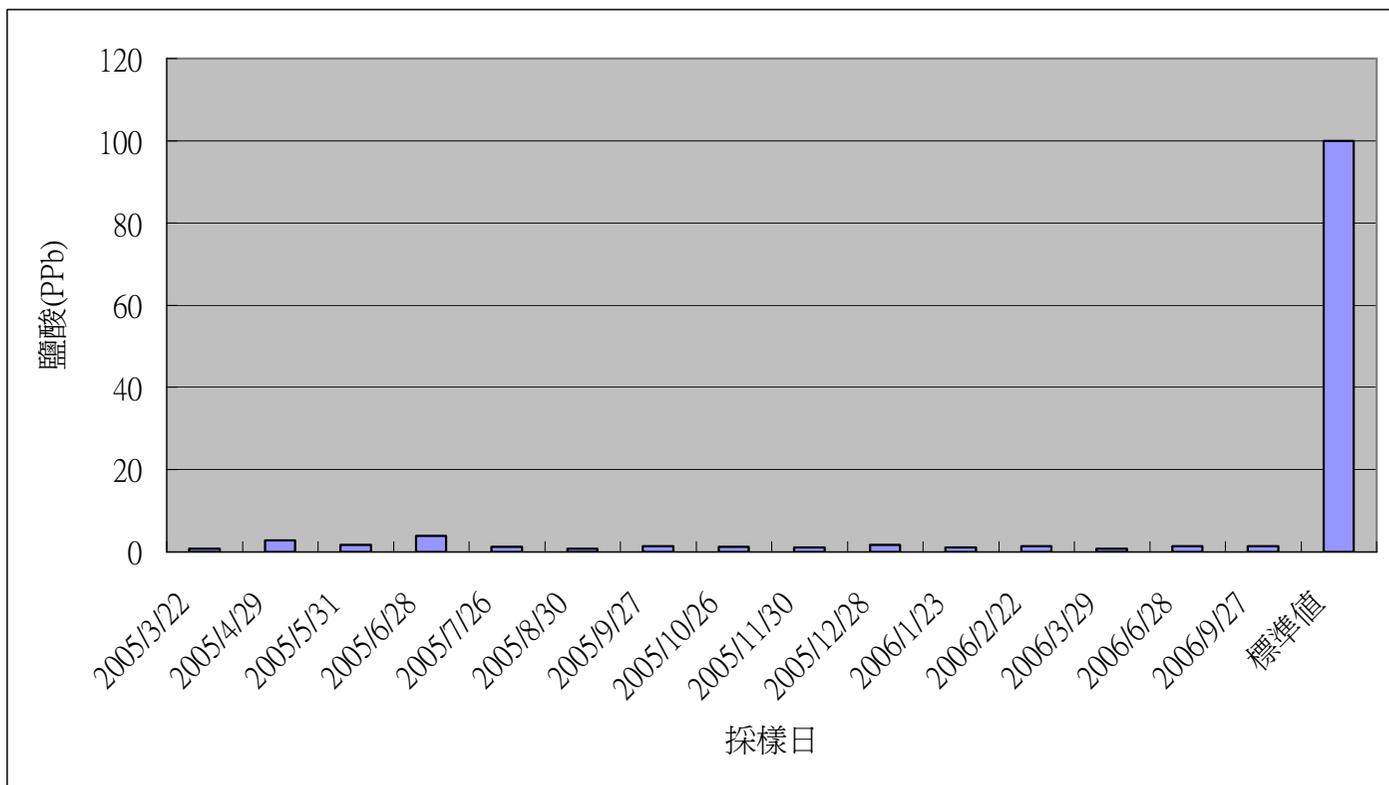
圖四、中科各採樣日各採樣之硝酸(HNO<sub>3</sub>)濃度平均值與標準值比較圖

表十九、本年度季採樣各採樣點之鹽酸(HCl)濃度(PPb)分析

HCL	大墳墓	涼亭	康寧	通山路	鄉林大自然	土地公廟	高爾夫球場	北聯道路	國安國小	慈恩堂	平均
2006/3/29	0.92	0.72	0.63	0.96	0.83	0.55	0.54	0.72	0.61	0.75	0.72
2006/6/28	1.5	1.4	0.91	1.41	1.31	1.22	1.64	1.22	1.55	1.56	1.37
2006/9/27	1.11	0.87	1.50	1.50	1.28	1.16	2.95	1.76	0.82	1.36	1.43

表二十、中科各採樣點各月份鹽酸(HCl)平均濃度分析

HCL	mean (PPb)	s. d.	c. v.
2005/3/22	0.79	0.39	0.5
2005/4/29	2.85	1.69	0.59
2005/5/31	1.75	0.34	0.19
2005/6/28	3.89	0.91	0.23
2005/7/26	1.2	0.48	0.4
2005/8/30	0.85	0.31	0.36
2005/9/27	1.37	0.19	0.14
2005/10/26	1.25	0.07	0.05
2005/11/30	1.17	0.22	0.19
2005/12/28	1.68	0.53	0.31
2006/1/23	1.04	0.38	0.37
2006/2/22	1.33	0.31	0.23
2006/3/29	0.72	0.15	0.2
2006/6/28	1.37	0.22	0.16
2006/9/27	1.43	0.61	0.42
標準值	100		



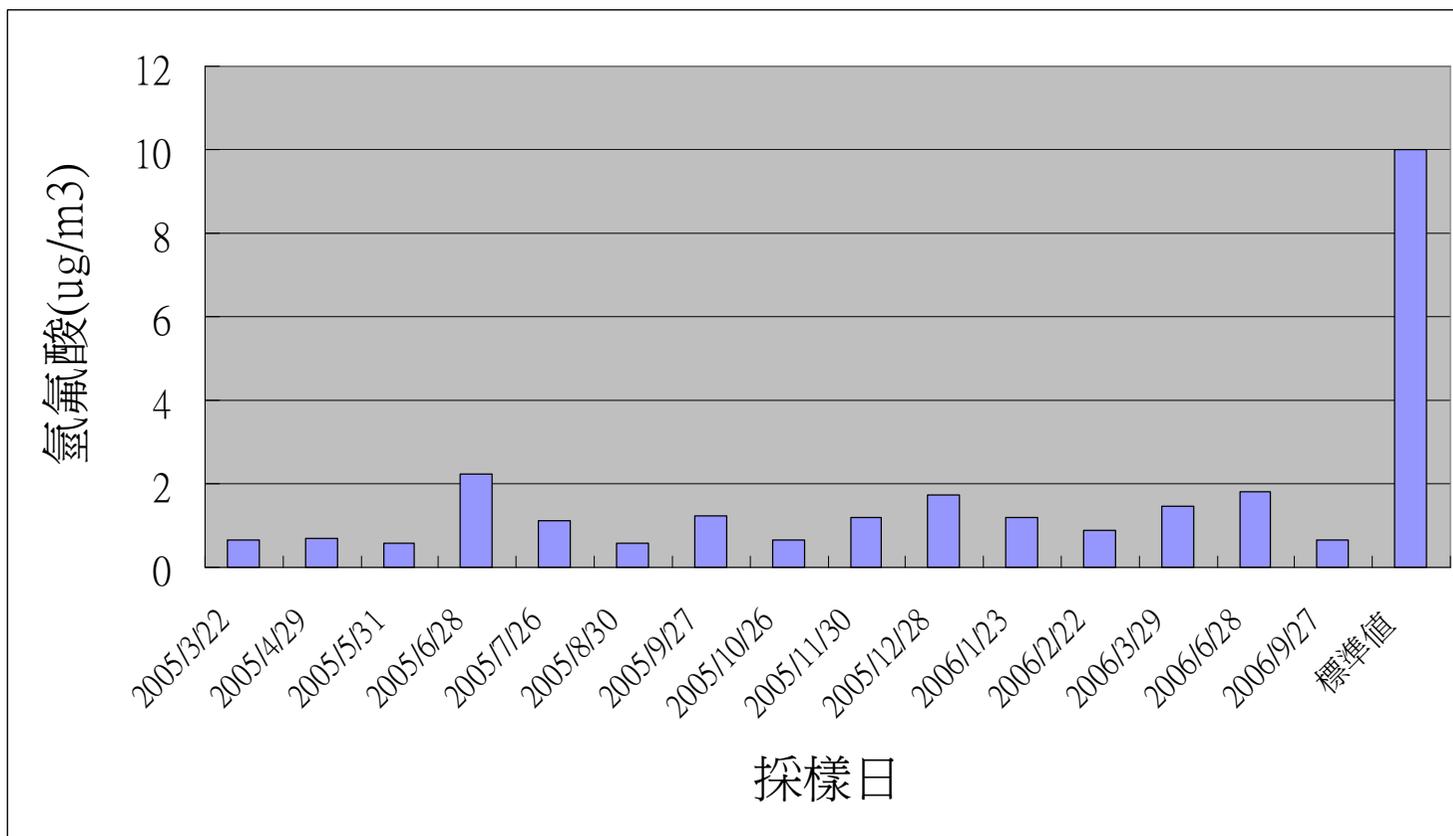
圖五、中科各採樣日各採樣之鹽酸(HCl)濃度平均值與標準值比較圖

表二十一、本年度季採樣各採樣點之氫氟酸(HF)濃度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )分析

HF	大墳墓	涼亭	康寧	通山路	鄉林大自然	土地公廟	高爾夫球場	北聯道路	國安國小	慈恩堂	平均
2006/3/29	1.37	1.43	1.29	1.8	1.49	1.3	1.39	1.91	1.35	1.48	1.48
2006/6/28	1.74	1.97	0.99	2.11	3.07	1.58	1.47	1.58	1.63	1.72	1.79
2006/9/27	0.59	0.59	0.59	0.59	0.60	0.58	1.22	0.60	0.61	0.60	0.66

表二十二、中科各採樣點各月份氫氟酸(HF)平均濃度分析

HF	mean ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	s. d.	c. v.
2005/3/22	0.65	0.06	0.1
2005/4/29	0.69	0.01	0.01
2005/5/31	0.58	0.03	0.04
2005/6/28	2.24	0.67	0.3
2005/7/26	1.1	0.37	0.33
2005/8/30	0.58	0.03	0.04
2005/9/27	1.24	0.68	0.55
2005/10/26	0.65	0.01	0.02
2005/11/30	1.21	0.55	0.45
2005/12/28	1.75	1	0.57
2006/1/23	1.19	0.46	0.39
2006/2/22	0.9	0.36	0.4
2006/3/29	1.48	0.21	0.14
2006/6/28	1.79	0.54	0.3
2006/9/27	0.66	0.20	0.30
標準值	10		



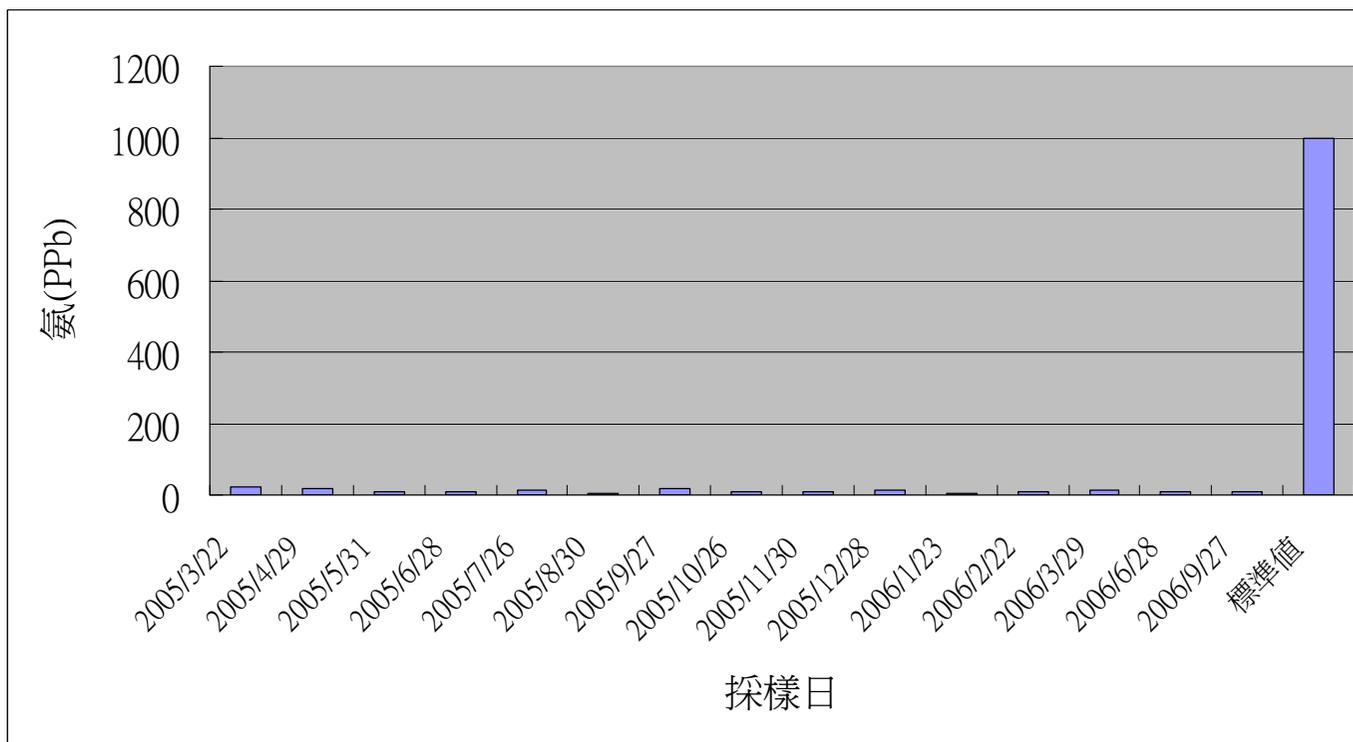
圖六、中科各採樣日各採樣之氫氟酸(HF)濃度平均值與標準值比較圖

表二十三、本年度季採樣各採樣點之氨(NH<sub>3</sub>)濃度(PPb)分析

NH <sub>3</sub>	大墳墓	涼亭	康寧	通山路	鄉林大自然	土地公廟	高爾夫球場	北聯道路	國安國小	慈恩堂	平均
2006/3/29	11.51	11.17	9.59	20.24	11.79	13.84	11.18	20.26	12.81	14.01	13.64
2006/6/28	4.58	9.1		5.73	5.49	17.91	12.59		5.5	10.03	8.87
2006/9/27	7.00	4.67	8.06	10.26	9.15	10.53	19.66	12.27	10.05	14.47	10.61

表二十四、中科各採樣點各月份氨(NH<sub>3</sub>)平均濃度分析

NH <sub>3</sub>	mean (PPb)	s. d.	c. v.
2005/3/22	20.41	6.76	0.33
2005/4/29	15.85	6.93	0.44
2005/5/31	9.64	3.06	0.32
2005/6/28	9.14	1.81	0.2
2005/7/26	12.14	4.56	0.38
2005/8/30	4.89	3.1	0.63
2005/9/27	16.35	4.75	0.29
2005/10/26	7.38	2.25	0.31
2005/11/30	9.47	2.14	0.23
2005/12/28	14.57	6.81	0.47
2006/1/23	6.71	2.41	0.36
2006/2/22	6.78	2.29	0.34
2006/3/29	13.64	3.72	0.27
2006/6/28	8.87	4.6	0.52
2006/9/27	10.61	4.18	0.39
標準值	1000		



圖七、中科各採樣日各採樣之氨(NH<sub>3</sub>)濃度平均值與標準值比較

表二十五、本年度季採樣各採樣點之硫酸鹽濃度  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  分析

硫酸鹽	大墳墓	涼亭	康寧	通山路	鄉林大自然	土地公廟	高爾夫球場	北聯道路	國安國小	慈恩堂	平均
2006/3/29	9.58	6.83	5.78	8.3	6.76	5.33	6	7.48	5.76	7.96	6.98
2006/6/28	5.96	3.11		16.99	2.89	3.64	3.67	3.46	3.16	4.08	5.22
2006/9/27	4.54	0.76	5.17	2.17	2.39	1.81	8.32	3.63	4.87	3.53	3.72

表二十六、中科各採樣點各月份硫酸鹽平均濃度分析

硫酸鹽	mean ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	s. d.	c. v.
2005/3/22	7	2.33	0.33
2005/4/29	5.4	1.14	0.21
2005/5/31	6.6	1.78	0.27
2005/6/28	3.31	0.85	0.26
2005/7/26	10.55	1.86	0.18
2005/8/30	10.89	5.3	0.49
2005/9/27	2.17	0.54	0.25
2005/10/26	2.41	0.87	0.36
2005/11/30	5.27	1.14	0.22
2005/12/28	2.26	0.74	0.33
2006/1/23	1.94	1.05	0.54
2006/2/22	7.5	3.57	0.48
2006/3/29	6.98	1.35	0.19
2006/6/28	5.22	4.51	0.86
2006/9/27	3.72	2.16	0.58

表二十七、本年度季採樣各採樣點之硝酸酸鹽濃度  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  分析

硝酸鹽	大墳墓	涼亭	康寧	通山路	鄉林大自然	土地公廟	高爾夫球場	北聯道路	國安國小	慈恩堂	平均
2006/3/29	3.44	2.59	3	4.72	3.28	2.69	2.65	2.77	3.11	3.36	3.16
2006/6/28	0.93	0.78	0.68	0.73	0.63	1	0.72	0.58	0.86	1.98	0.89
2006/9/27	1.93	0.64	3.47	3.86	0.65	6.94	4.55	2.87	0.81	2.87	2.86

表二十八、中科各採樣點各月份硝酸鹽平均濃度分析

硝酸鹽	mean ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	s. d.	c. v.
2005/3/22	8.46	1.94	0.23
2005/4/29	1.4	0.57	0.41
2005/5/31	2.48	0.33	0.13
2005/6/28	1.91	0.61	0.32
2005/7/26	5.16	1.5	0.29
2005/8/30	2.2	1.1	0.5
2005/9/27	2.39	1.14	0.48
2005/10/26	1.34	0.47	0.35
2005/11/30	2.54	0.62	0.24
2005/12/28	3.95	1.09	0.28
2006/1/23	1.35	0.45	0.34
2006/2/22	5.6	3.59	0.64
2006/3/29	3.16	0.63	0.2
2006/6/28	0.89	0.41	0.46
2006/9/27	2.86	1.99	0.70

表二十九、本年度季採樣各採樣點之氣鹽濃度  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  分析

氣鹽	大墳墓	涼亭	康寧	通山路	鄉林大自然	土地公廟	高爾夫球場	北聯道路	國安國小	慈恩堂	平均
2006/3/29	0.63	0.56	0.5	0.84	0.58	0.55	0.5	0.51	0.53	0.53	0.57
2006/6/28	0.82	0.72	0.67	1.45	0.72	0.76	0.67	0.71	0.95	0.86	0.84
2006/9/27	0.47	0.47	0.47	0.47	0.48	0.46	2.25	0.48	0.49	0.48	0.65

表三十、中科各採樣點各月份氣鹽平均濃度分析

氣鹽	mean ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	s. d.	c. v.
2005/3/22	1.14	1.05	0.92
2005/4/29	0.9	0.05	0.05
2005/5/31	1.34	0.6	0.45
2005/6/28	1.31	0.7	0.53
2005/7/26	0.68	0.44	0.65
2005/8/30	0.56	0.12	0.21
2005/9/27	0.84	0.11	0.13
2005/10/26	0.98	0.17	0.17
2005/11/30	1.37	0.24	0.17
2005/12/28	1.69	0.67	0.4
2006/1/23	2.05	0.37	0.18
2006/2/22	1.04	0.27	0.26
2006/3/29	0.57	0.1	0.18
2006/6/28	0.83	0.23	0.28
2006/9/27	0.65	0.56	0.86

表三十一、本年度季採樣各採樣點之氟鹽濃度  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  分析

氟鹽	大墳墓	涼亭	康寧	通山路	鄉林大自然	土地公廟	高爾夫球場	北聯道路	國安國小	慈恩堂	平均
2006/3/29	0.5	0.48	0.47	0.48	0.5	0.47	0.46	0.48	0.49	0.49	0.48
2006/6/28	0.5	0.49	0.49	0.5	0.49	0.49	0.49	0.49	0.54	0.49	0.5
2006/9/27	1.04	0.76	1.13	0.80	0.81	0.79	2.74	1.38	2.16	0.81	1.24

表三十二、中科各採樣點各月份氟鹽平均濃度分析

氟鹽	mean ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	s. d.	c. v.
2005/3/22	0.52	0.05	0.1
2005/4/29	0.6	0.07	0.12
2005/5/31	0.46	0.02	0.04
2005/6/28	0.64	0.13	0.21
2005/7/26	0.5	0.1	0.2
2005/8/30	0.47	0.03	0.06
2005/9/27	0.5	0.05	0.09
2005/10/26	0.52	0.01	0.02
2005/11/30	0.47	0.01	0.01
2005/12/28	0.71	0.06	0.09
2006/1/23	0.52	0.1	0.2
2006/2/22	0.55	0.15	0.28
2006/3/29	0.48	0.01	0.03
2006/6/28	0.5	0.02	0.03
2006/9/27	1.24	0.68	0.55

表三十三、本年度季採樣各採樣點之銨鹽濃度  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  分析

銨鹽	大墳墓	涼亭	康寧	通山路	鄉林大自然	土地公廟	高爾夫球場	北聯道路	國安國小	慈恩堂	平均
2006/3/29	3.92	2.69	2.78	3.4	2.65	2.06	2.16	2.96	2.31	2.98	2.79
2006/6/28	1.64	0.91	0.48	0.48	1	0.71	0.67	0.95	1.72	1.19	0.97
2006/9/27	1.96	0.55	0.50	1.00	0.51	0.64	2.39	1.06	0.52	0.71	0.98

表三十四、中科各採樣點各月份銨鹽平均濃度分析

銨鹽	mean ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	s. d.	c. v.
2005/3/22	5.16	1.42	0.27
2005/4/29	2.71	0.41	0.15
2005/5/31	2.51	0.76	0.3
2005/6/28	2.27	0.54	0.24
2005/7/26	6.13	1.35	0.22
2005/8/30	3.2	1.15	0.36
2005/9/27	2.08	0.83	0.4
2005/10/26	1.89	0.13	0.07
2005/11/30	3.53	0.53	0.15
2005/12/28	2.87	0.26	0.09
2006/1/23	1.14	0.13	0.11
2006/2/22	3.21	1.84	0.57
2006/3/29	2.79	0.57	0.2
2006/6/28	0.97	0.43	0.45
2006/9/27	0.98	0.67	0.68

表三十五、本年度季採樣時間點之氣象資料

時間(鐘點)	測項	7	8	9	10	11	12	13	14
2006/3/29	風速(m/s)	3.02	2.94	2.32	2.63	3.28	3.87	2.93	3.88
2006/3/29	風向	NNE	NNW	NNE	NNE	NE	NNW	NW	NW
2006/3/29	溫度(°C)	15.9	16.46	18.02	20.41	22.72	23.95	24.74	24.96
2006/3/29	溼度(%)	69.88	68.04	62.25	55.52	47.95	45.23	46.39	47.61
時間(鐘點)	測項	15	16	17	18	19	20	21	
2006/3/29	風速(m/s)	4.61	3.91	3.13	1.87	0.82	1.32	1.02	
2006/3/29	風向	NNW	NNW	NW	NNE	NW	NW	NNE	
2006/3/29	溫度(°C)	24.37	24.19	23.34	22.39	21.24	20.29	19.75	
2006/3/29	溼度(%)	50.92	52.89	57.8	60.7	64.06	68.22	70.33	
時間(鐘點)	測項	7	8	9	10	11	12	13	14
2006/6/28	風速(m/s)	0.49	0.71	1.41	1.54	3.35	4.06	3.13	4.3
2006/6/28	風向	N	SSW	N	NNW	NW	NW	NW	NW
2006/6/28	溫度(°C)	27.33	28.48	29.95	31.84	32.79	33.43	34.14	34.1
2006/6/28	溼度(%)	73.54	69.11	61.46	53.95	56.43	55.08	49.86	50.47
時間(鐘點)	測項	15	16	17	18	19	20	21	
2006/6/28	風速(m/s)	3.75	3.49	3.15	2.52	1.94	2.05	1.6	
2006/6/28	風向	NW	NW	NW	NW	NW	NW	NNE	
2006/6/28	溫度(°C)	33.3	32.17	32.16	31.68	30.89	30.06	29.83	
2006/6/28	溼度(%)	50.88	60.89	58.06	60.17	63.36	67.84	69.71	
時間(鐘點)	測項	7	8	9	10	11	12	13	14
2006/9/27	風速(m/s)	0.93	1.57	1.08	1.28	1.92	4.02	3.41	4.31
2006/9/27	風向	N	NNE	NE	E	ENE	NNE	NW	NW
2006/9/27	溫度(°C)	24.47	25.9	27.7	28.96	30.2	31.35	31.79	31.4
2006/9/27	溼度(%)	80.86	76.33	70.57	66.4	60.08	55.26	52.5	56.22

時間(鐘點)	測項	15	16	17	18	19	20	21
2006/9/27	風速(m/s)	4.22	3.91	4.6	2.14	2.74	2.74	1.68
2006/9/27	風向	NW	NW	NW	NNW	WNW	NE	NNE
2006/9/27	溫度(°C)	31.07	30.57	29.67	28.36	27.41	26.93	26.64
2006/9/27	溼度(%)	58	60.97	65.21	70.73	74.94	76.21	75.35

### 三月份數據品管執行情形

分析項目	精確性		準確性				備註
	重覆分析差異百分比 %		查核樣品回收率 %	樣品回收率 %	添加標準品回收率 %		
氫氟酸	1.9	0.5	90.0	91.5	104.5	95.5	
氯化氫	1.0	1.0	89.0	89.0	99.5	94.5	
硝酸	0.5	0.0	94.0	93.5	106.0	99.0	
硫酸	1.1	0.4	95.0	94.5	107.0	98.5	
氨	1.4	1.2	100.5	98.5	111.5	102.5	

### 六月份數據品管執行情形

分析項目	精確性		準確性				備註
	重覆分析差異百分比 %		查核樣品回收率 %	樣品回收率 %	添加標準品回收率 %		
氫氟酸	0.5	1.0	103.5	102.5	101.5	91.0	
氯化氫	1.9	4.1	97.5	97.5	99.5	91.0	
硫酸根	2.3	2.3	104.5	104.5	110.0	97.5	
硝酸	2.1	3.6	104.0	104.0	109.0	97.5	
氨	2.6	1.7	101.5	101.5	104.0	107.5	

### 九月份數據品管執行情形

分析項目	精確性		準確性		備註
	重覆分析差異百分比 %		查核樣品回收率 %	添加標準品回收率 %	
氫氟酸	5.3		94.5	96.5	
氯化氫	2.2		90.5	88.0	
硫酸根	0.5		92.5	92.5	

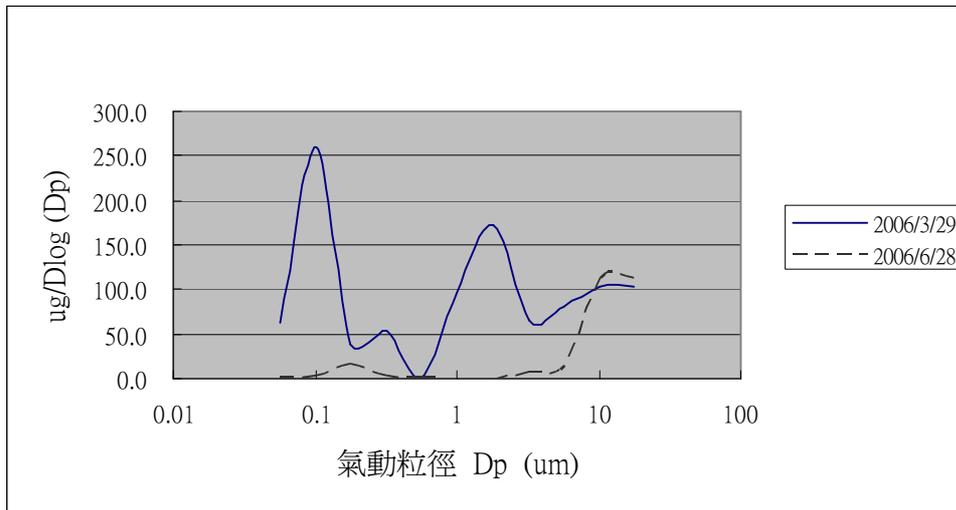
硝酸	0.5	88.5	92.0
氨	1.3	96.5	101.0

表三十六、本年度懸浮微粒及重金屬之濃度採樣結果(單位 ug/Nm<sup>3</sup>)

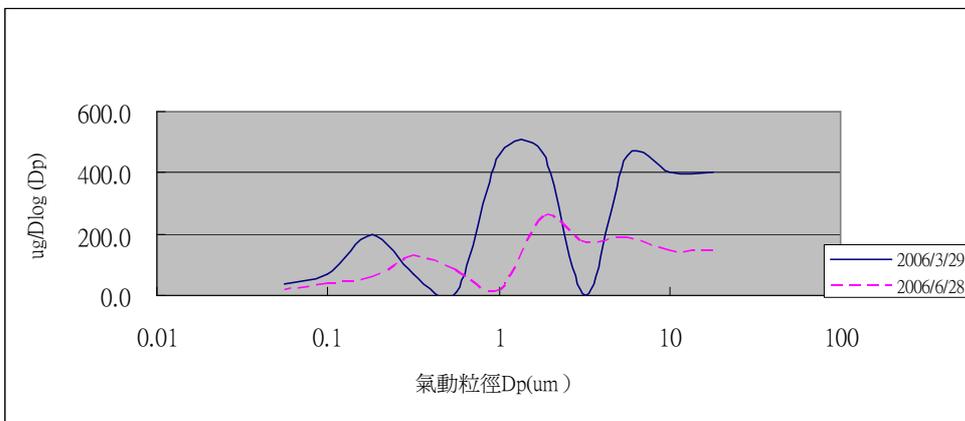
95.3.27	TSP ug/Nm <sup>3</sup>	Ag	Al	As	Ba	Be	Cd	Co
(土地公廟)	321.1	N.D	0.667	0.0004	0.0075	N.D	0.00012	0.00096
(國安國小)	175.4	N.D	0.5315	0.0005	0.0076	N.D	0.00008	0.00085
95.6.19								
(土地公廟)	188.5	N.D	0.564	0.0002	0.0025	N.D	0.00007	0.00016
(國安國小)	104.3	N.D	0.558	0.0001	0.0022	N.D	0.00004	0.0002
95.9.21								
國安國小	181.2	N.D	0.567	0.0005	0.0056	N.D	0.00004	0.00015
土地公廟	431.1	N.D	0.684	0.0004	0.0075	N.D	0.00004	0.00018
95.3.27	TSP	Cr	Cu	Cs	Fe	Ga	Ge	Hg
(土地公廟)	321.1	0.0024	0.0095	0.0001	2.1581	0.00023	N.D	N.D
(國安國小)	175.4	0.0029	0.0111	0.0001	0.9488	0.00024	N.D	N.D
95.6.19								
(土地公廟)	188.53	0.002	0.0085	0.00003	0.9637	0.00008	N.D	N.D
(國安國小)	104.3	0.0018	0.0078	0.00003	1.1105	0.00006	N.D	N.D
95.9.21								
國安國小	181.2	0.0056	0.0104	0.00002	1.1156	0.00005	N.D	N.D
土地公廟	431.1	0.0067	0.0184	0.00002	1.2412	0.00005	N.D	N.D
95.3.27	TSP	Li	Mn	Mo	Ni	Pb	Rb	Se
(土地公廟)	321.1	0.0008	0.0448	0.00023	0.0006	0.0082	0.0008	0.00002
(國安國小)	175.4	0.0007	0.0403	0.00032	0.0008	0.0087	0.0006	0.00006
95.6.19								
(土地公廟)	188.5u	0.001	0.0803	0.00022	0.0004	0.0182	0.00245	0.00001
(國安國小)	104.3	0.0012	0.0779	0.00026	0.0009	0.0228	0.00133	0.00001
95.9.21								
國安國小	181.2	0.0006	0.0798	0.00032	0.00085	0.0088	0.00187	0.00002
土地公廟	431.1	0.0007	0.0856	0.00038	0.00123	0.0092	0.00218	0.00002
95.3.27	TSP	Sr	Ti	U	V	W	Zn	
(土地公廟)	321.1	0.0043	1.2748	N.D	0.0015	0.00027	0.0405	
(國安國小)	175.4	0.0041	1.4298	N.D	0.0016	0.00026	0.0516	
95.6.19								
(土地公廟)	188.5	0.0168	2.0602	N.D	0.00057	0.00018	0.0411	
(國安國小)	104.3	0.0068	0.9205	N.D	0.00035	0.00016	0.0358	
95.9.21								
國安國小	181.2	0.0078	1.7635	N.D	0.00056	0.00006	0.0886	
土地公廟	431.1	0.0096	1.8954	N.D	0.00051	0.00005	0.0967	

	Al	AS	Cd	Cr	Fe	Ga	Hg	Pb	Ti
平均	0.58	0.0004	0.0004	0.0036	1.26	0.0001	N.D	0.013	1.56
標準差	0.07	0.0002	0.0002	0.0019	0.42	8.31E-05	N.D	0.006	0.39
最大值	0.68	0.0005	0.0005	0.0067	2.16	0.00024	N.D	0.023	2.06

表三十七、本年度懸浮微粒及重金屬之濃度採樣結果三記之平均值及最大值(單位 ug/Nm<sup>3</sup>)



圖八、國安國小季採樣點之氣動粒徑分布



圖九、土地公廟季採樣點之氣動粒徑分布

表三十八、影響尿中校正後 1-OHP 之多項式羅吉斯複迴歸分析\*

變項	中濃度/低濃度 OR (95%CI)	高濃度/低濃度 OR (95%CI)
社區別		
離中科較近	0.94 (0.35-2.582)	1.05 (0.34-3.26)
離中科較遠	1	1
吸菸習慣		
有	1.39 (0.48-3.96)	2.60 (0.87-7.80)
無	1	1
食用燒烤食物		
有	0.70 (0.30-1.65)	0.79 (0.30-2.05)
無	1	1
住大馬路旁		
是	0.71 (0.31-1.61)	1.24 (0.498-3.18)
否	1	1
拜香習慣		
有	1.12 (0.48-2.61)	0.64 (0.25-1.63)
無	1	1
使用蚊香		
有	0.52 (0.23-1.15)	0.40* (0.16-0.99)
無	1	1
瓦斯泡茶習慣		
有	0.86 (0.31-2.42)	0.84 (0.25-2.80)
無	1	1

\*：調整年齡、教育程度及職業變項

表三十九、影響尿中校正後 2-NAP 濃度之多項式羅吉斯複迴歸分析\*

變項	中濃度/低濃度 OR (95%CI)	高濃度/低濃度 OR (95%CI)
社區別		
離中科較近	3.49 (0.41-29.66)	17.04** (1.96-148.46)
離中科較遠	1	1
吸菸習慣		
有	0.87 (0.32-2.39)	0.11* (0.02-0.67)
無	1	1
食用燒烤食物		
有	0.98 (0.36-2.70)	0.76 (0.22-2.60)
無	1	1
住大馬路旁		
是	1.10 (0.41-2.93)	0.72 (0.23-2.24)
否	1	1
拜香習慣		
有	1.66 (0.64-4.31)	1.07 (0.34-3.36)
無	1	1
使用蚊香		
有	0.58 (0.23-1.50)	0.84 (0.28-2.58)
無	1	1
瓦斯泡茶習慣		
有	1.34 (0.33-5.49)	1.07 (0.22-5.11)
無	1	1

\*：調整年齡、教育程度及職業變項

表四十、尿中生物指標濃度與住家距中科遠近距離之多項式羅吉斯迴歸分析

變項	1-OHP 濃度 OR (95%CI)	2-NAP 濃度 OR (95%CI)
社區別		
離中科較近	0.41 (0.14-1.26)	9.56* (1.87-48.90)
離中科較遠	1	1

表四十一、中科地區及對照地區學童呼吸系統症狀及疾病盛行率之比較

變 項	中科地區 (%)	對照地區 (%)	P 值
咳嗽	72 (13.2)	62 (14.5)	0.551
咳痰	274 (50.0)	195 (49.9)	0.288
慢性支氣管炎	5 (0.9)	3 (0.7)	0.713
喘鳴	129 (23.8)	83 (19.6)	0.115
呼吸短促	105 (20.0)	96 (23.3)	0.228
胸部疾病與感冒	29 (5.3)	12 (2.8)	0.055
過去一年曾感冒	488 (89.5)	359 (85.3)	0.045
氣喘	57 (10.5)	27 (6.4)	0.024
過去半年是否就醫	322 (61.3)	199 (49.6)	<0.001

表四十二、學童呼吸系統症狀與相關因素之單變項邏輯斯迴歸分析

†: P 值 < 0.05

‡: P 值 < 0.01

b: 變項以無者為參考組

變 項	咳嗽		咳痰		氣喘		喘鳴		呼吸短促		胸部疾病	
	OR	(95%CI)										
組別												
對照	1		1		1		1		1		1	
中科	0.90	(0.62~1.30)	1.22	(0.84~1.78)	1.73	(1.07~2.78) <sup>†</sup>	1.28	(0.94~1.75)	0.83	(0.60~1.13)	1.94	(0.98~3.84)
性別												
男	1		1		1		1		1		1	
女	0.86	(0.60~1.25)	0.52	(0.36~0.77)	0.67	(0.42~1.06)	0.77	(0.56~1.05)	0.82	(0.60~1.12)	0.90	(0.48~1.70)
單親家庭 <sup>b</sup>	1.48	(0.87~2.54)	1.45	(0.85~2.49)	1.45	(0.75~2.78)	1.16	(0.72~1.88)	1.77	(1.12~2.78) <sup>†</sup>	0.64	(0.19~2.12)
家庭二手菸 <sup>b</sup>	1.40	(0.95~2.07)	1.55	(1.04~2.29) <sup>†</sup>	1.01	(0.62~1.60)	1.70	(0.78~1.46)	1.11	(0.80~1.53)	0.63	(0.34~1.19)
拜香 <sup>b</sup>	1.95	(1.16~3.29) <sup>†</sup>	1.44	(0.89~2.33)	1.23	(0.69~2.16)	1.34	(0.91~1.97)	1.73	(1.13~2.64) <sup>†</sup>	2.70	(0.95~7.68)
飼養寵物 <sup>b</sup>	1.33	(0.92~1.92)	1.52	(1.05~2.20) <sup>†</sup>	1.45	(0.92~2.29)	1.33	(0.98~1.81)	0.95	(0.70~1.30)	2.41	(1.21~4.77) <sup>†</sup>
鋪設地毯	1.10	(0.74~1.62)	1.38	(0.94~2.03)	1.17	(0.72~1.99)	1.53	(1.11~2.11) <sup>‡</sup>	1.26	(0.91~1.76)	1.50	(0.79~2.87)
霉斑 <sup>b</sup>	1.18	(0.66~2.12)	0.97	(0.52~1.83)	1.49	(0.77~2.87)	2.21	(1.42~3.46) <sup>‡</sup>	1.18	(0.71~1.96)	2.27	(0.96~5.36)
空氣清淨機 <sup>b</sup>	1.71	(1.17~2.50) <sup>‡</sup>	1.10	(0.75~1.62)	1.70	(1.08~2.70) <sup>†</sup>	1.31	(0.95~1.81)	1.17	(0.83~1.63)	1.73	(0.92~3.28)
使用瓦斯泡茶 <sup>b</sup>	1.48	(0.97~2.25)	1.10	(0.71~1.72)	0.92	(0.52~1.62)	1.11	(0.76~1.60)	1.38	(0.96~2.00)	1.87	(0.95~3.69)

表四十三、學童呼吸系統症狀及疾病與相關因素之邏輯斯複迴歸分析

†: P 值 < 0.05

變 項	咳嗽		咳痰		氣喘		喘鳴		呼吸短促		胸部疾病	
	OR	(95%CI)										
組別												
對照	1		1		1		1		1		1	
中 科	0.94	(0.55~1.60)	0.94	(0.55~1.60)	1.98	(1.01~3.91) <sup>†</sup>	1.13	(0.73~1.73)	0.75	(0.48~1.18)	2.49	(0.89~6.98)
單親家庭 <sup>b</sup>	1.30	(0.62~2.75)	1.75	(0.87~3.54)	1.38	(0.58~3.24)	1.24	(0.68~2.29)	1.79	(0.98~3.26)	1.24	(0.68~2.29)
家庭二手菸 <sup>b</sup>	2.00	(1.13~3.55) <sup>†</sup>	1.88	(1.07~3.32) <sup>†</sup>	0.75	(0.42~1.37)	1.01	(0.66~1.54)	1.11	(0.71~1.76)	1.01	(0.42~2.39)
拜香 <sup>b</sup>	2.20	(1.07~4.53) <sup>†</sup>	1.85	(0.93~3.71)	1.40	(0.69~2.85)	1.91	(1.14~3.21) <sup>†</sup>	1.84	(1.04~3.28) <sup>†</sup>	4.72	(1.07~20.8) <sup>†</sup>
飼養寵物 <sup>b</sup>	1.82	(1.08~3.04) <sup>†</sup>	1.67	(1.00~2.80) <sup>†</sup>	1.26	(0.71~2.26)	1.35	(0.90~2.02)	0.98	(0.63~1.51)	1.53	(0.66~3.56)
鋪設地毯 <sup>b</sup>	1.26	(0.74~2.15)	1.66	(0.98~2.81)	1.00	(0.54~1.86)	1.46	(0.96~2.22)	1.50	(0.96~2.36)	1.77	(0.76~4.12)
霉斑 <sup>b</sup>	1.44	(0.75~2.76)	0.74	(0.35~1.55)	1.29	(0.62~2.68)	2.42	(1.47~3.97) <sup>‡</sup>	1.14	(0.63~2.06)	2.16	(0.83~5.62)
空氣清淨機 <sup>b</sup>	2.33	(1.38~3.93) <sup>‡</sup>	1.40	(0.82~2.38)	1.43	(0.79~2.61)	1.23	(0.80~1.87)	1.47	(0.93~2.31)	1.72	(0.73~4.03)

‡: P 值 < 0.01

b: 變項以無者為參考組

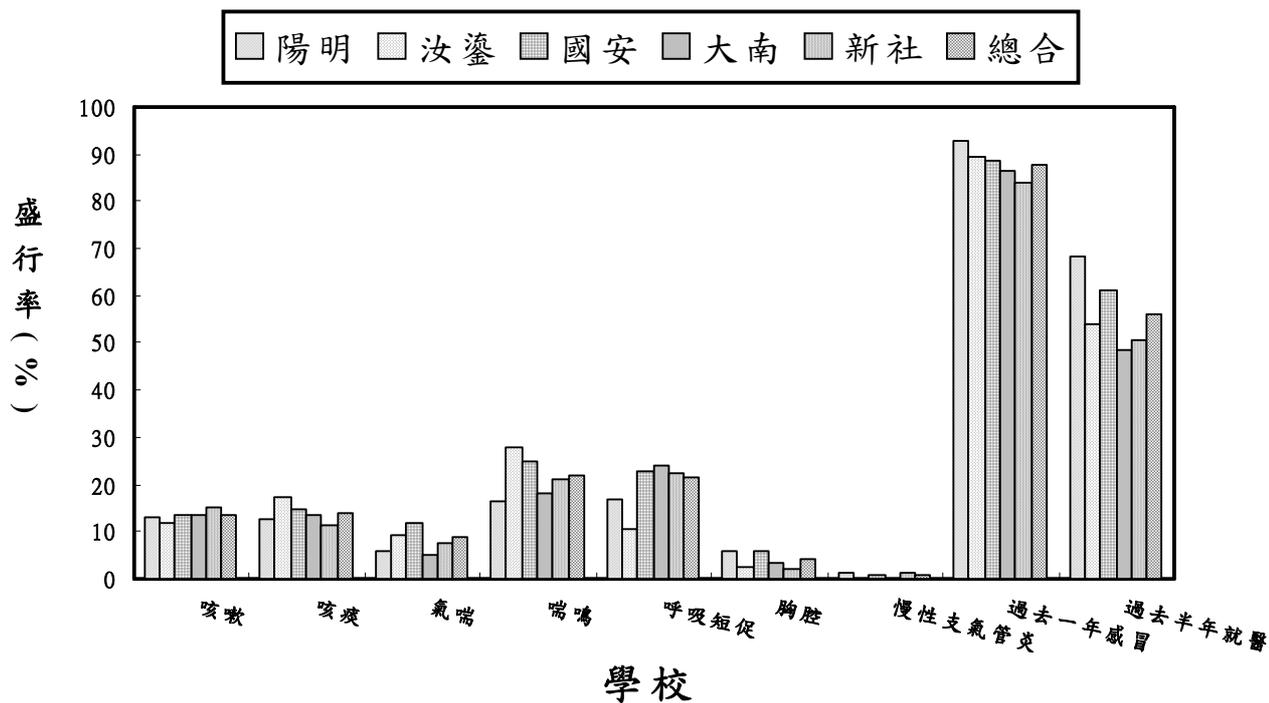
表四十四、中科附近居民呼吸系統自覺症盛行率

症 狀	全部個數	盛行率(%)	>65 歲個數	盛行率(%)
咳嗽症狀	44	15.1	20	16.8
今年度有咳嗽	30	83.3	16	94.1
咳痰症狀	51	17.4	22	18.5
今年度有咳痰	35	92.1	14	87.5
慢性支氣管炎	18	6.2	8	6.8
咳嗽及咳痰症狀達三星期	34	12.9	13	12.1
喘鳴症狀	54	19.4	22	19.1
呼吸短促症狀	83	31.6	32	30.5
過去一年曾感冒	194	66.9	72	60.0
胸部疾病	24	8.2	9	7.6

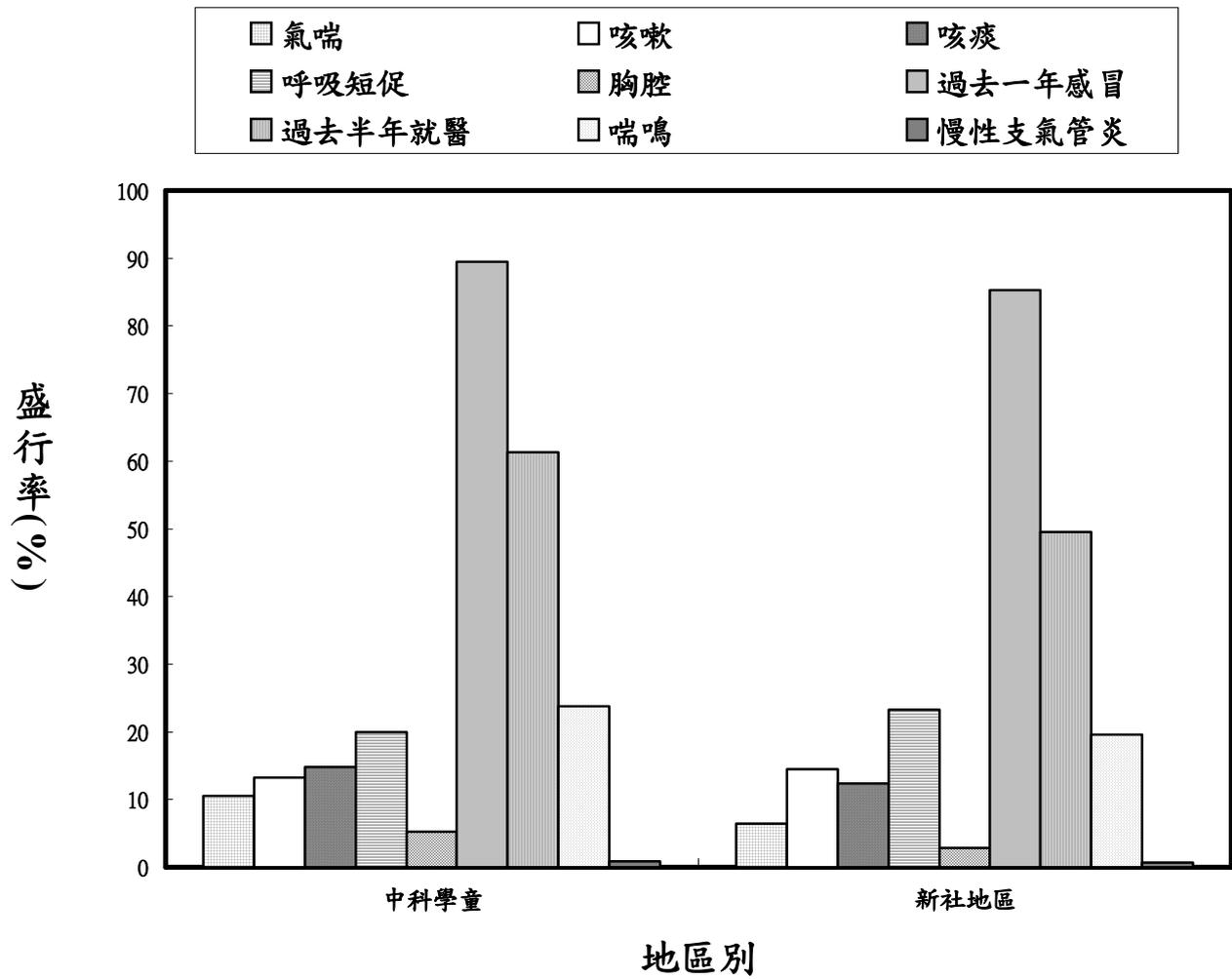
表四十五、中科附近居民之肺功能與其他變項之複迴歸分析\*

\*：調整年齡變項

變項	FVC		FEV <sub>1</sub>		FEV <sub>1</sub> %	
	b(SE)	P-值	b(SE)	P-值	b(SE)	P-值
身高 (公分)	35.8(6.2)	<0.001	36.9(6.4)	<0.001	0.41(0.2)	0.044
性別						
女	參考組		參考組		參考組	
男	343.2(108.5)	0.001	165.5(111.5)	0.139	-6.76(3.56)	0.059
社區別						
秀山村	參考組		參考組		參考組	
國安甲區	180.1(113.0)	0.112	20.6(116.2)	0.860	-4.48(3.71)	0.228
國安乙區	295.6(124.3)	0.018	153.9(127.7)	0.230	-2.34(4.08)	0.567
吸菸習慣						
有	參考組		參考組		參考組	
無	-28.8(88.0)	0.744	-64.0(90.5)	0.480	-0.43(2.89)	0.883
氣喘別						
有	參考組		參考組		參考組	
無	251.7(151.8)	0.099	303.0(156.0)	0.053	7.54(4.98)	0.131
拜香習慣						
有	參考組		參考組		參考組	
無	24.5(69.4)	0.724	112.8(71.4)	0.115	3.72(2.28)	0.103
霉斑						
有	參考組		參考組		參考組	
無	-157.7(75.6)	0.038	-68.3(77.7)	0.381	0.34(2.48)	0.892



圖十、所有國民小學之呼吸系統症狀及疾病盛行率比較直方圖



圖十一、兩地區國小學童呼吸系統症狀及疾病盛行率分佈之比較