

高雄市政府衛生局委託研究計畫

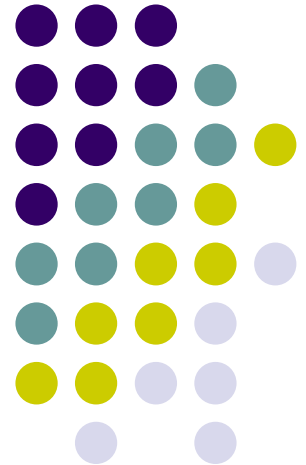
左楠仁大石化工業區居民 之健康風險評估研究架構

報告人： 洪玉珠 教授
美和科技大學 健康照護研究所 教授

研究單位： 美和科技大學
高雄醫學大學
高雄第一科技大學
高雄海洋科技大學

承辦單位： 美和科技大學

中華民國 101年1月17日～102年11月30日



北高雄石化工業區居民之健康風險評估(一)研究架構

計畫主持人：鍾蝶起 副校長(美和科大)

協同主持人：林啟燦 院長(高海科大)

何佩珊 副教授(高醫大)

李家偉 副教授(高第一科大)

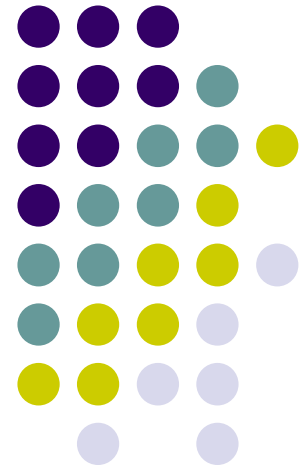
兼任研究人員：沈建全 教授(高海科大)

李昭憲 助理教授(美和科大)

薛夙君 講師(美和科大)

承辦單位：美和科技大學

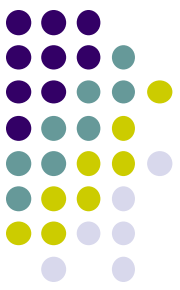
中華民國 101 年1月17 日～101年11月30日



計畫背景



- 政府針對環境危害物對居民之健康影響研究，長期以來都聚焦於前鎮、小港的南高雄。
- 北高雄於1994年潘碧珍的博論針對1971～1990年間「石油及石化工業社區居民癌症死亡率研究」結果指出，左楠、仁大工業區附近女性之癌症死亡率及兒童及青少年之骨、膀胱、腦癌亦有增高的趨勢。
- 新高雄市已成立，有必要打開藩籬，針對1991～2010年的近20年間該地區居民的健康危害風險進行追蹤評估，並比較前20年與後近20年居民的癌症死亡率的差異性，同時以環境實測資料進行居民健康風險評估，以提供政府在環境保護、健康保健施政上的參考。



研究主旨

- **追蹤1991~2010年間居民的癌症死亡情形**，利用評估左楠仁大石化工業區居民癌症標準死亡比，探討社區居民健康與工業污染物之關聯性，並與1971~1990年間比較前後約20年的差異性。
- **分析全民健保數據**，並進行**民眾問卷調查**，比較左楠仁大石化工業區居民、當地對照區、以及其他地區對照區居民之疾病別，探討環境與健康之相關性。
- **進行研究區域有害空氣污染物之環境監測** (如苯、1,3丁二烯、甲醛、乙醛、丙烯醛、含氯有機毒物、PAHs、重金屬及PM等)，含居民居家室內、室外採樣分析，研析有害空氣污染物時空分布特性，並結合問卷所得居民生活型態資料，完成北高雄居民有害空氣污染物**暴露及健康風險評估**。
- 進行當地居民**健康生活型態及健康檢查**之相關暴露評估比較。



101年度目標(1/2)

- 以左楠仁大等三個石化工業區附近居民為對象，完成個人屬性基本資料、生活型態等問卷調查、以及該三區居民健保資料之分析。
- 以左楠仁大等三個石化工業區所屬同一地區中，較未受工業污染地區(稱為當地對照區)、以及他地對照區之居民為對象，進行個人屬性基本資料、生活型態等問卷調查，以及該兩對照區居民健保資料之分析，探討環境與健康之相關性。
- 追蹤1991~2010年間居民的癌症死亡情形，利用評估左楠仁大石化工業區居民癌症標準死亡比，探討社區居民健康與工業污染物之關聯性，並與1971~1990年間比較前後約20年的差異性。
- 分析當地居民健康生活型態資料與健康檢查數據之相關性，比較三大石化工業區居民的健康暴露評估。



101年度目標 (2/2)

- 進行北高雄三大石化工業區域有害空氣污染物(如苯、1,3丁二烯、甲醛、乙醛、丙烯醛、含氯有機毒物、PAHs、重金屬及PM等)之環境監測，居民居家室內、室外採樣分析。研析有害空氣污染物時空分布特性，並結合居民問卷所得生活型態資料，完成北高雄三大石化工業區附近居民之有害空氣污染物暴露與健康風險評估。
- 研析上述有害空氣污染物時空分布特性，並結合居民問卷所得生活型態資料，完成兩處對照區域居民有害空氣污染物暴露及健康風險評估。
- 比較北高雄三大石化工業區附近居民、當地對照區以及他地對照區居民之健康生活型態之差異性、健保資料分析疾病差異性、以及評估五區居民危害物暴露與健康風險之差異性。

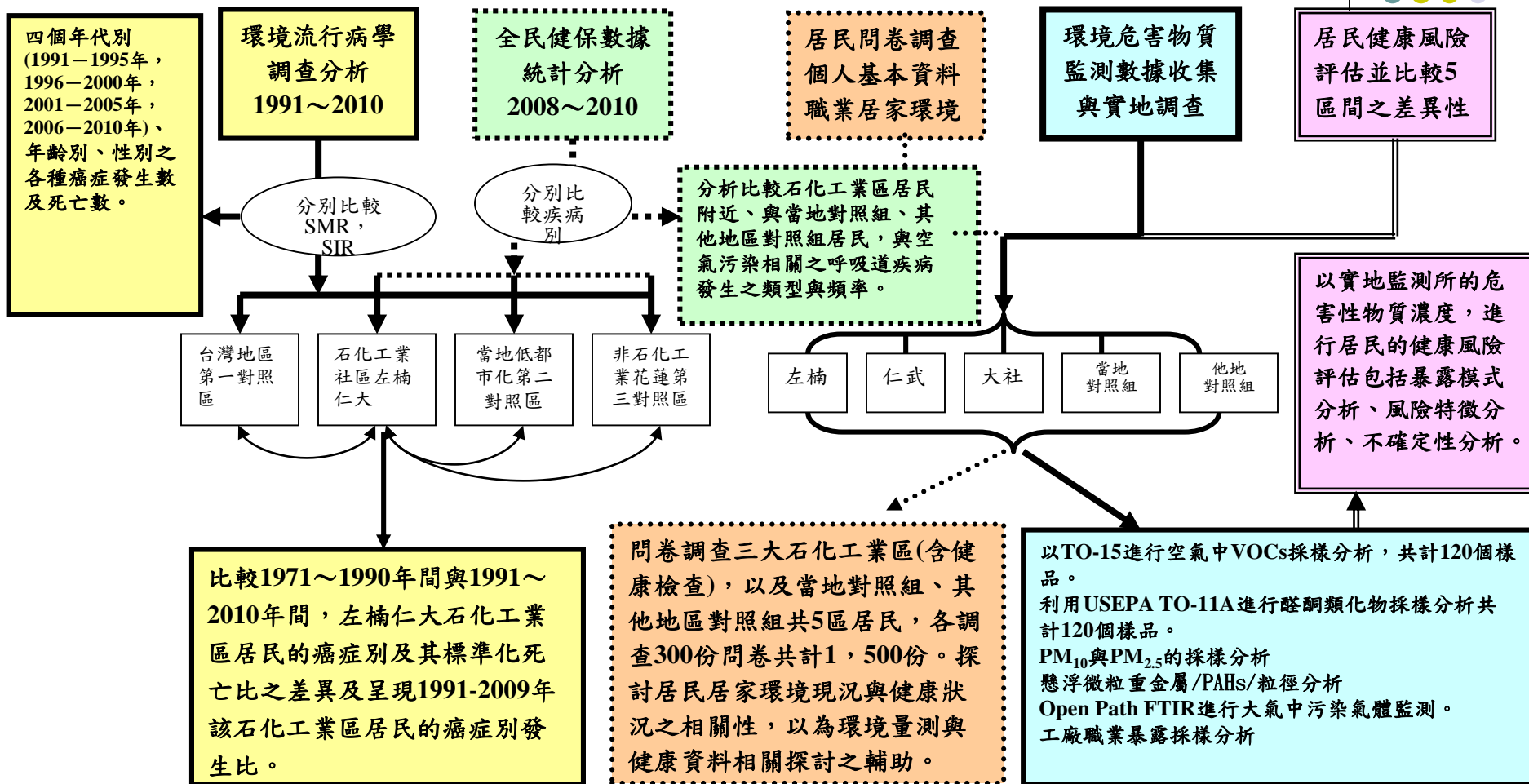


圖-1 北高雄石化工業區居民之健康風險評估研究架構

左楠仁大(原北高雄)石化工業區居民 之健康風險評估(二)研究架構

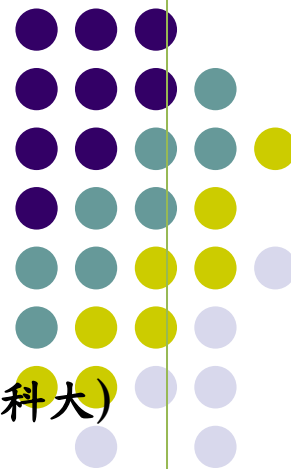
計畫主持人： 洪耀釗 教授(美和科大)

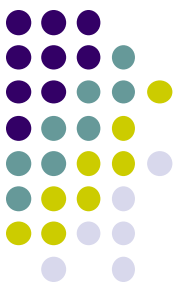
協同主持人： 林啟燦 教授(高海大) 何佩珊 副教授(高醫)
李家偉 副教授(第一科大) 蔡加正 教授(高海大)

協同研究人員： 沈建全 教授(高海大) 洪玉珠 教授(美和科大)
黃美鳳 助理教授(美和科大) 李偉綸 博士生(第一科大)
邱愛芳 助理教授(美和科大)

承辦單位： 美和科技大學

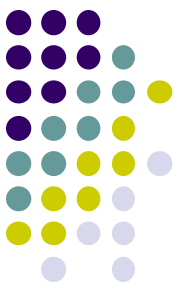
中華民國 102 年5月3 日～101年11月30日





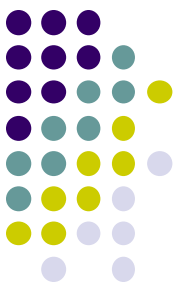
研究背景說明(1/3)

- 本計畫第一年(101年)即針對同一左楠仁大石化區居民進行追蹤評估，比較前20年(1971~1990)、後20年(1991~2010)之癌症死亡比；結果發現**女性全癌症有增加的現象**。相較於旗山美濃對照區，該區**男女性全癌症標準化死亡比、女性消化器官及腹膜癌症、男女性呼吸系統、及胸內器官癌症的標準死亡比，皆顯著較高**。
- 分析2008年~2010年之全民健保數據發現，**急性喉炎與氣管炎、急性上呼吸道感染之發病率**，不論是石化區或旗山美濃、花蓮兩對照區，皆呈現**女性顯著高於男性**；而**急性氣管炎與急性細支氣管炎之發病率**，於兩對照區依然是**女性顯著高於男性**，但石化區則相反，**男性顯著高於女性**。
- 支氣管擴張症與慢性阻塞肺疾病、支氣管炎與慢性支氣管炎、肺炎與支氣管性肺炎、肺氣腫與氣喘等，屬於**慢性疾病之發病率**，皆只有**石化區**呈現**男性顯著高於女性**。



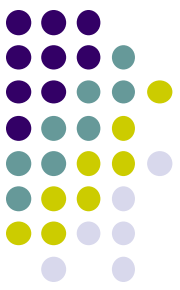
研究背景說明(2/3)

- 石化區健檢結果發現，麩胺酸草酸轉胺酶(**AST**)、麩丙胺酸轉胺酶(**ALT**)、丙麩胺酸胜肽轉化酶(**γGT**)以及**尿酸(UA)**過高的受檢者，**分別有9.0%、13.0%、26.2%和15.0%**，都可能與肝、腎功能有關，值得追蹤探討。
- **環境採樣**分析方面，無論是揮發性有機物、醛酮類、重金屬與PAHs，大致呈現**石化區高於對照區**，除粒狀物外，揮發性有機物、醛酮類的**室內濃度通常較高**，尤其是**含氯有機溶劑**。
- **健康風險評估**結果，呈現**左楠仁大石化區總致癌風險**，約高於旗山美濃的**1.8倍**、花蓮的**4.5倍**。**甲醛**為任一區域之致癌風險最大貢獻者，其餘如苯、1,3-丁二烯的貢獻次之。



研究背景說明(3/3)

- **非致癌健康風險**結果顯示，**丙烯醛**於任一區域**危害指數**皆遠高於1，**甲醛**於石化區**危害指數**皆高於1，**1,3-丁二烯**、**苯**及**含氯有機溶劑**於石化區之危害指數均高於對照區。
- 室內、室外空氣品質的檢測發現，**室內空氣品質劣於室外**。
- 從**問卷調查**發現，**石化區居民**不開窗者約佔20%，因為工廠廢氣排放臭味難忍之故。
- 不論是環境危害物質的室內室外檢測、癌症標準死亡比(SMR)、癌症標準發生比(SIR)、全民健保疾病別發生頻率、以及居民的健康風險評估等，皆有**必要以石化區為中心，分析不同時空的HAPs對流擴散模擬污染濃度分布、SMR分布、SIR分布、疾病別發生頻率分布、健康風險分布，探討其間之相關性**。



102年度目標

- 一. 針對設籍於左營、楠梓、仁武、大社等四區居民，利用癌症登記資料，**探討時空別與居民癌症發生率之分布**。
- 二. 針對設籍於左營、楠梓、仁武、大社等四區居民，利用健保數據分析，**探討時空別與疾病別發生頻率之分布**。
- 三. 以左楠仁大史等，**探討空間別居民之疾病相關因子**。
- 四. 以左楠仁大石化區接受問卷訪視之居民，**抽樣300名完成居民之健康檢查**。
- 五. 以左楠仁大石化區為中心石化區居民為對象，問卷調查其生活習慣與型態、居家環境、工作史、疾病，依距離石化區遠近區域別，利用**環境實測數據與對流擴散模式分析**，**模擬污染濃度之分布**。
- 六. 利用HAPs實測資料，評估石化區**時空別居民健康風險評估之風險分布**。
- 七. 探討上述**疾病發生頻率分布、癌症發生率分布、污染擴散模擬濃度分布**以及**健康風險分布**等四者間之相關性。

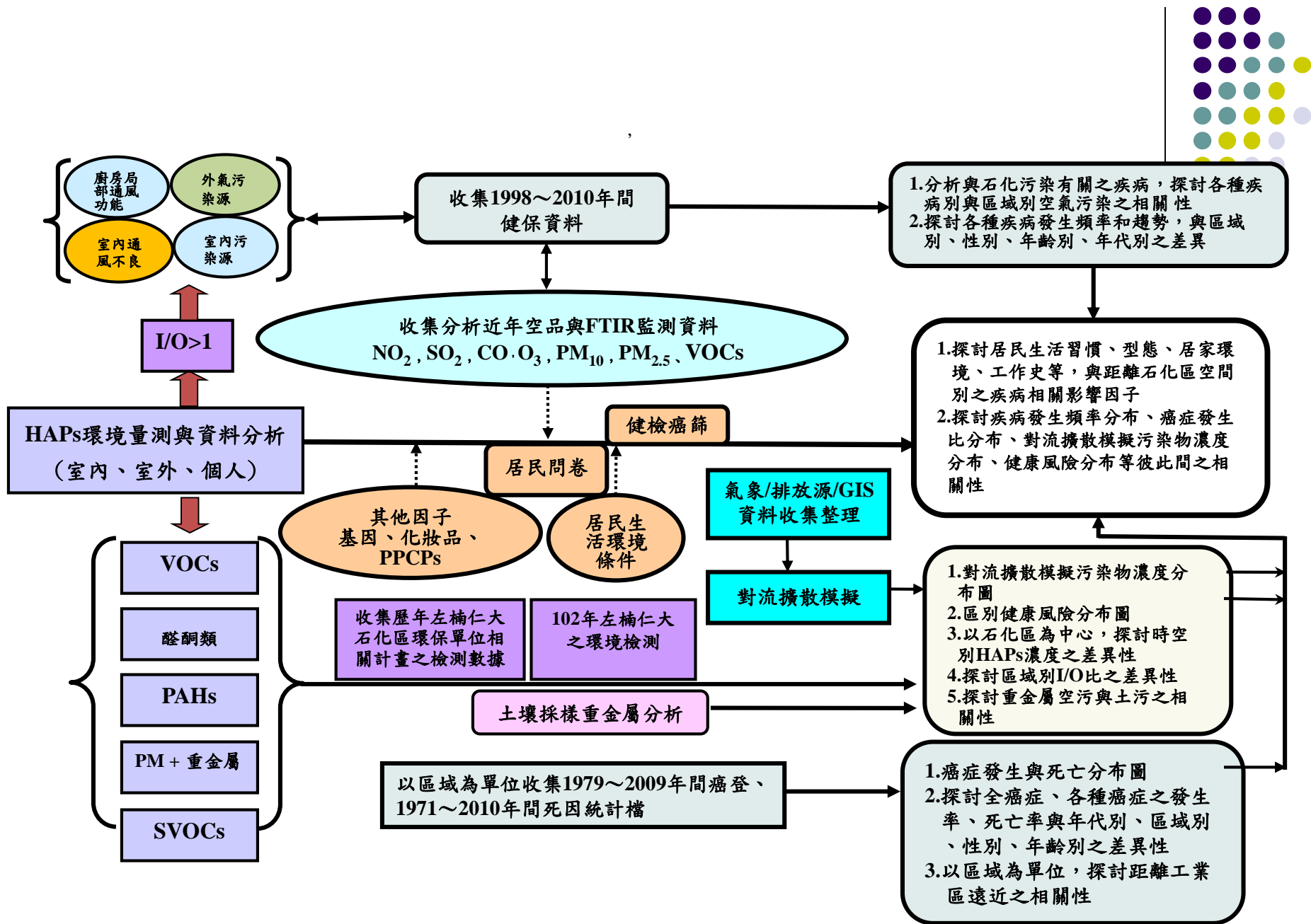
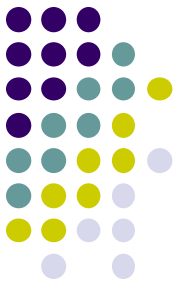


圖-2 左楠仁大(原北高雄)石化工業區居民之健康風險評估研究架構

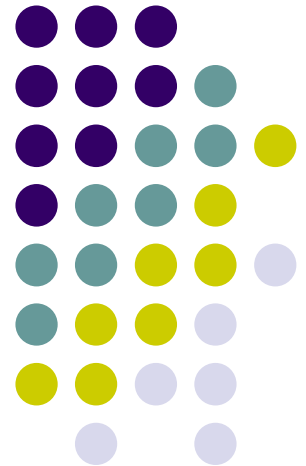


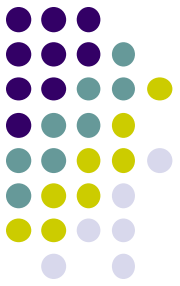
感謝聆聽
敬請指正

左楠仁大石化工業區之環境採樣分析

報告人：國立高雄第一科技大學
李偉綸 博士生

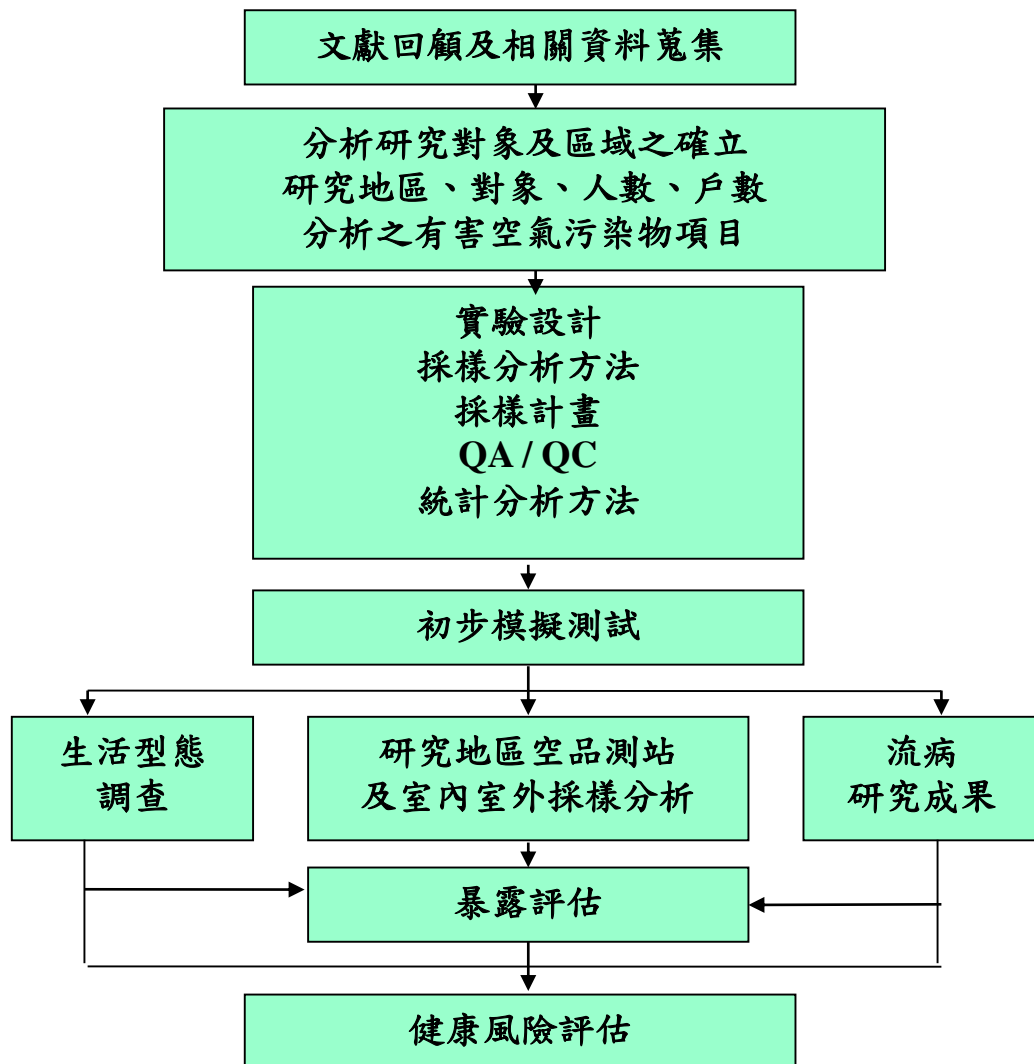
中 華 民 國 103 年 01 月 21 日





101年環境採樣規劃與分析結果

環境實測與健康風險評估



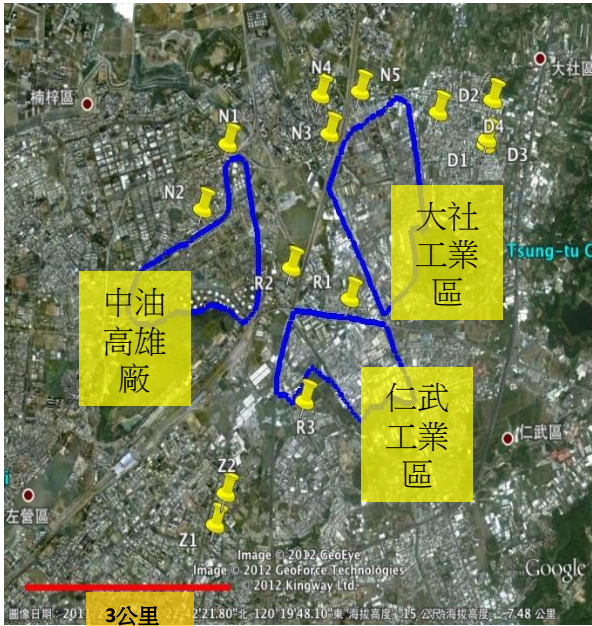
■ 利用環境實地量測、生活型態與流病調查結果，進行北高雄居民有害空氣污染物暴露及健康風險評估進行健康風險評估。

■ 健康風險評估：

- 毒性資料收集彙整
- 暴露模式分析
- 風險特徵分析
- 不確定性分析

空氣污染物環境實測採樣點選取

	地區	採樣點數 (處)	採樣點 編號
石化 工業區	左營	2	Z1， Z2
	楠梓	5	N1， N2， N3， N4， N5
	仁武	4	R1， R2， R3，
	大社	3	D1， D2， D3， D4
	旗山	1	C1
當地 對照組	美濃	2	M1， M2
他地 對照組	花蓮	3	H1， H2， H3



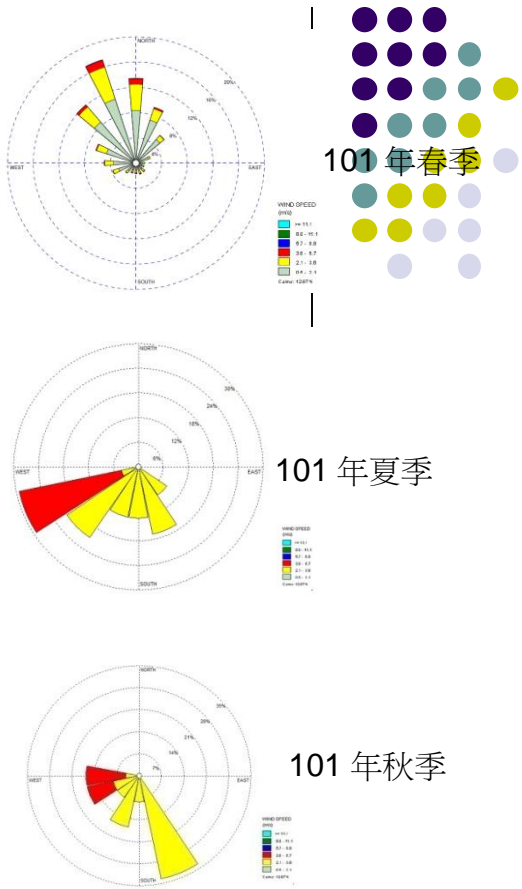
左營, 楠梓, 仁武, 大社



旗山, 美濃



花蓮



空氣污染物之樣本採集規劃

● 揮發性有機物

- 以不鏽鋼桶Canister進行採樣
- 每季1次，採3季，共3次
- 20處採樣點，分別採室內室外，40個樣本，3季共120個樣本



● 醛酮類

- 以DNPH吸附管進行採樣，進行8小時連續採樣
- 每季1次，採3季，共3次
- 20處採樣點，分別採室內室外，40個樣本，3季共120個樣本



● 懸浮微粒分徑採樣

- 以奈米微孔均勻沈積衝擊器(Nano-MOUDI)，進行粒徑分布採樣
- 3室內及室外處採樣點



● 懸浮微粒(PM₁₀，PM_{2.5})

- 以大氣懸浮微粒採樣器(Graseby 10μ inlet)，內置石英濾紙，進行24小時連續高流量採樣。
- 以個人式懸浮微粒採樣器(PEM)，內置石英濾紙，進行24小時室內與室外的連續採樣
- 每季1次，採3季，共3次
- 10處採樣點，分別採室內室外，20個樣本，3季共60個樣本



● 重金屬與PAHs

- 濾紙樣本中選取20個代表性樣品進行重金屬及PAHs分析

● OP-FTIR 大氣污染氣體監測(5天)。

● 工廠職業暴露採樣(家)



三大石化區工廠實地採樣

- 代表性之3家工廠進行 (A, B, C)
- VOCs (TO-15)
- 8 hrs (AM 8, 9 - PM4, 5)
- 本研究並於仁武某廠採樣當日，以OP - FTIR於廠內進行同步監測。
- 三間工廠採樣當週，以另一OP - FTIR 於楠梓區楠陽國小進行五日監測。



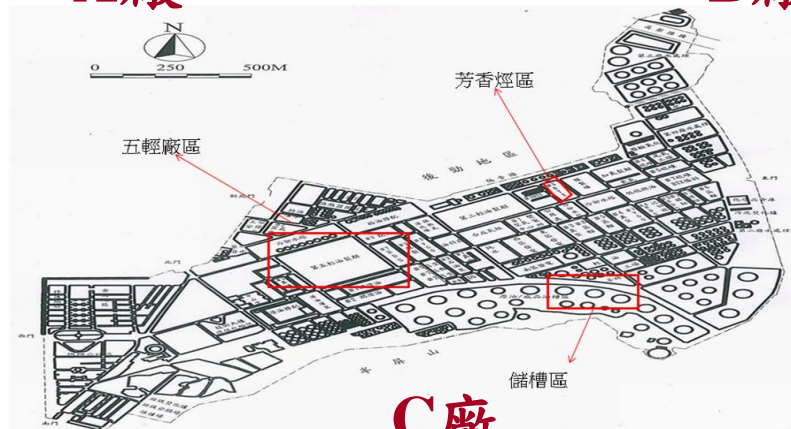
A廠



B廠



OP - FTIR

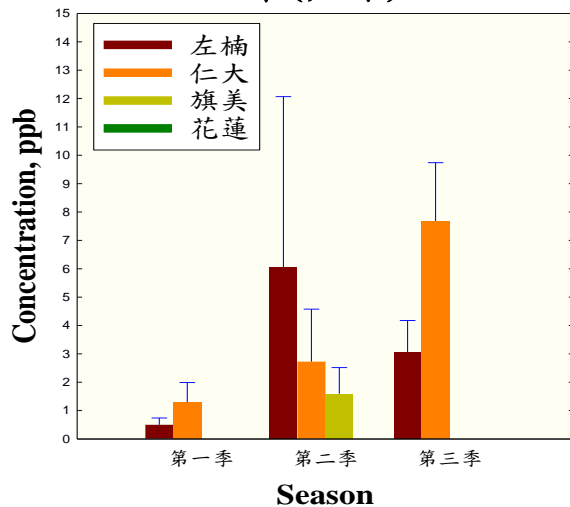


C廠

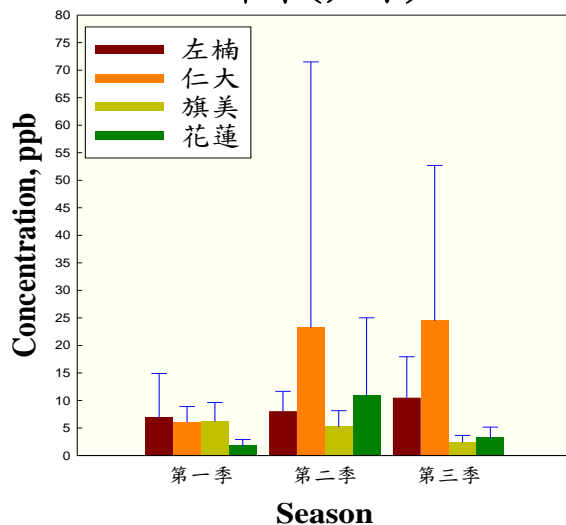
戶外VOCs (Outdoor Aromatics)



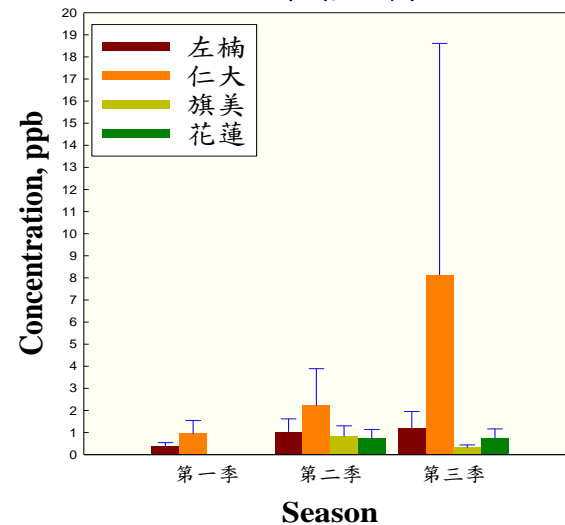
苯(戶外)



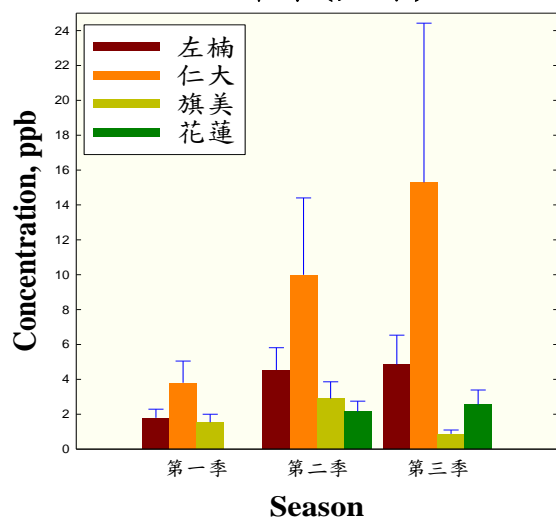
甲苯(戶外)



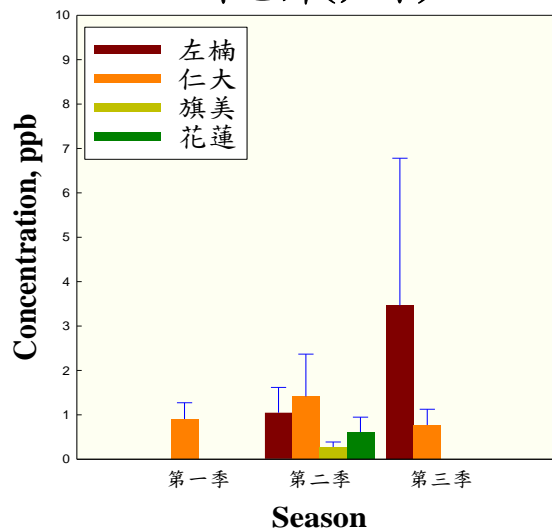
乙苯(戶外)



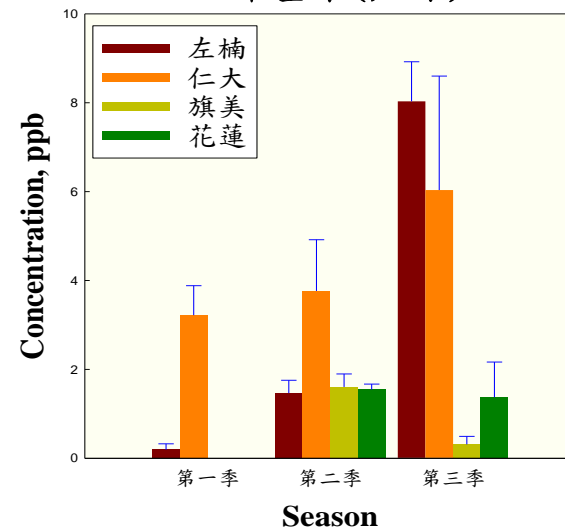
二甲苯(戶外)



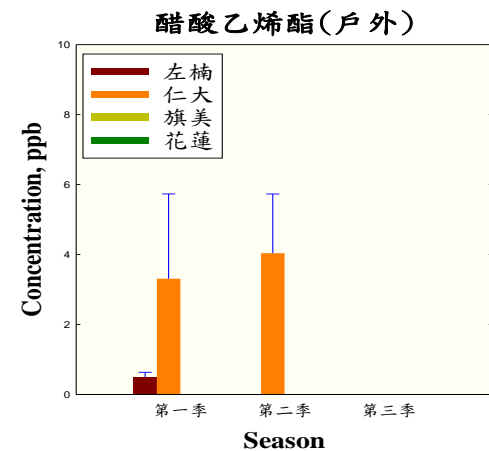
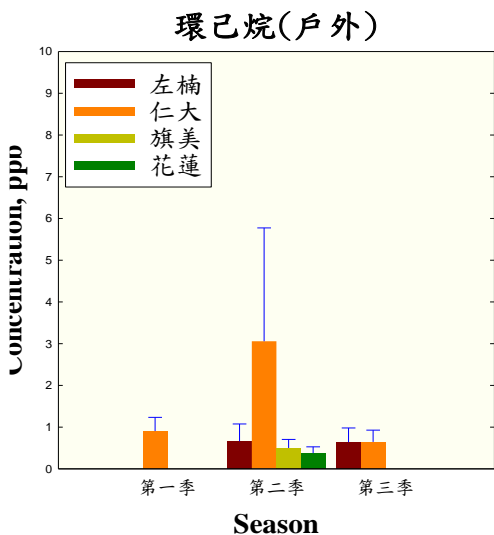
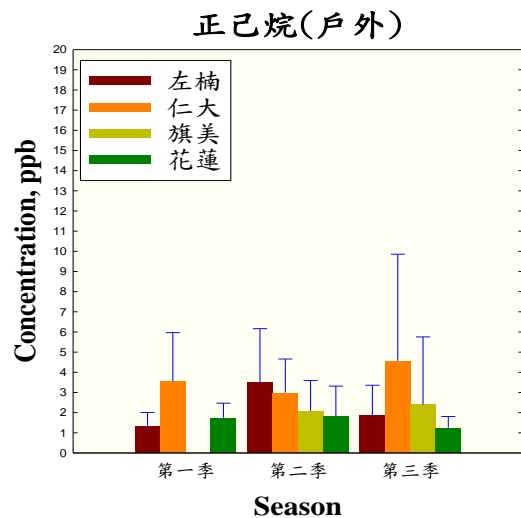
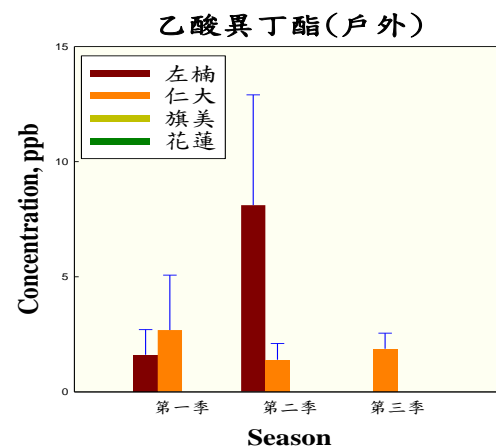
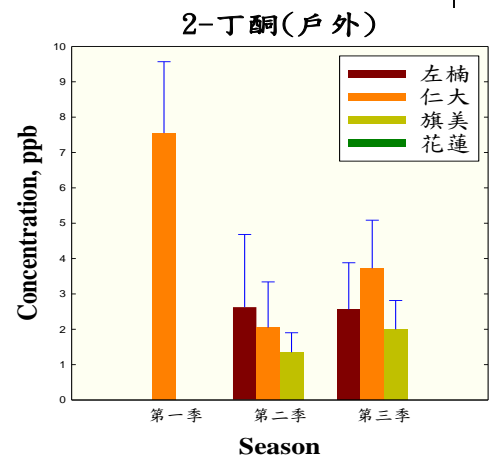
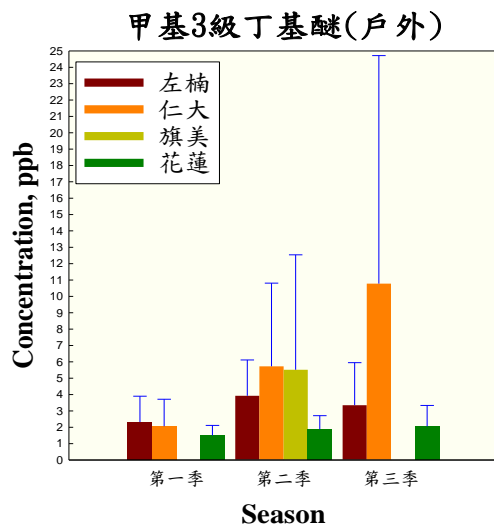
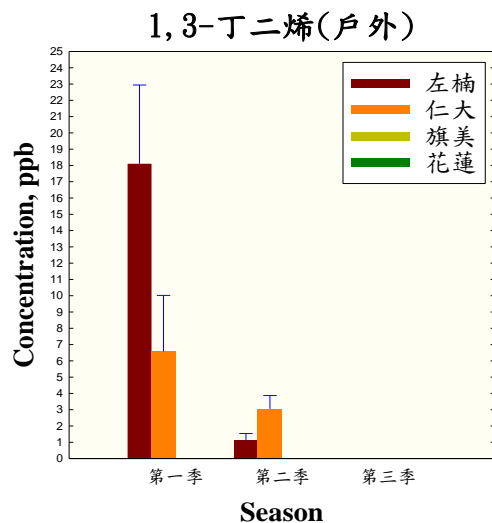
苯乙烯(戶外)



三甲基苯(戶外)



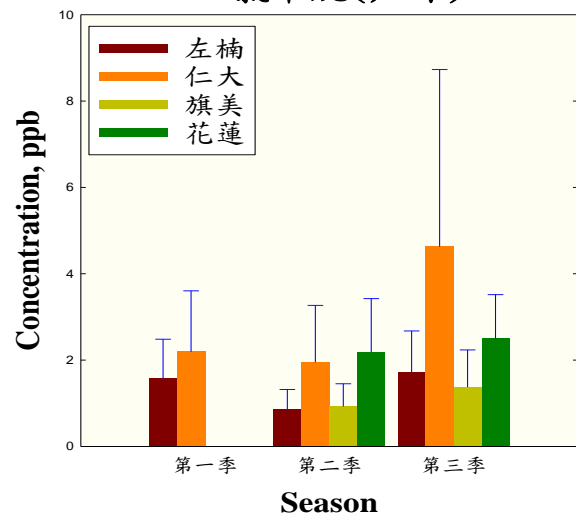
戶外 VOCs (Outdoor)



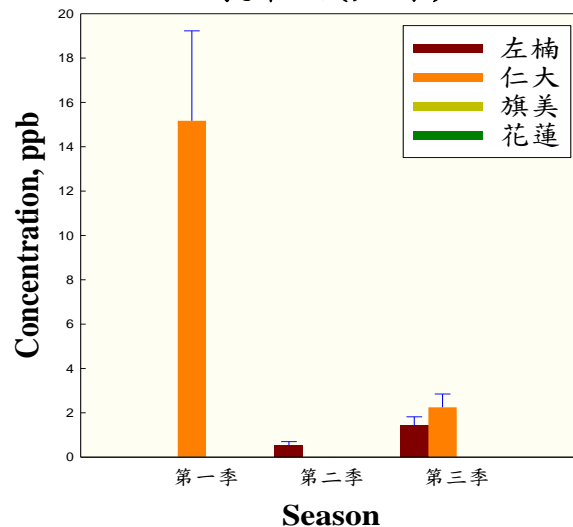
戶外VOCs (outdoor)



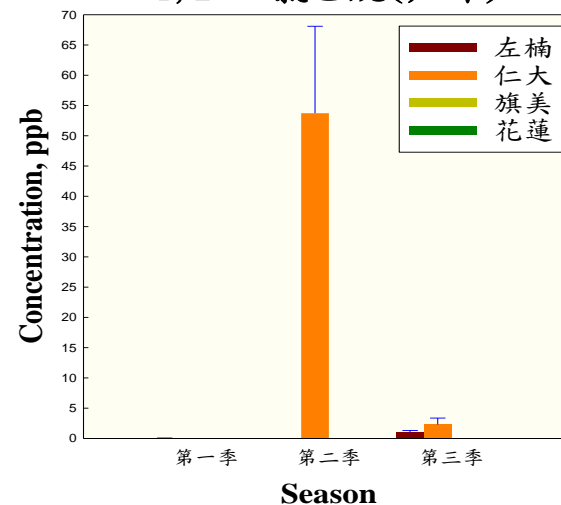
二氯甲烷(戶外)



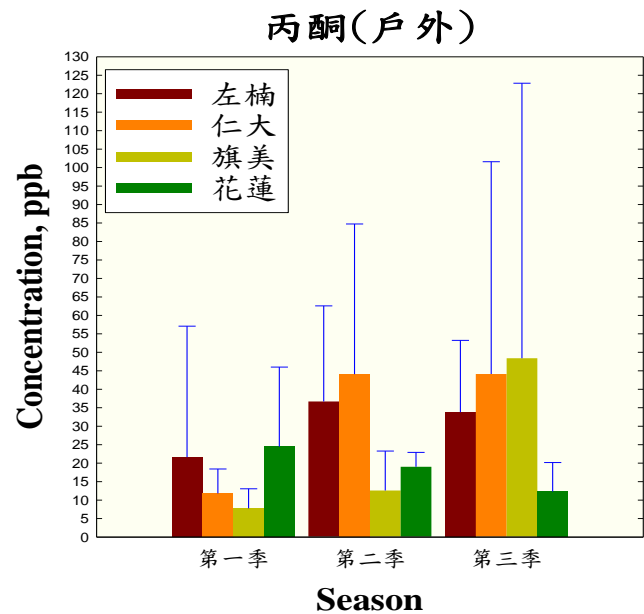
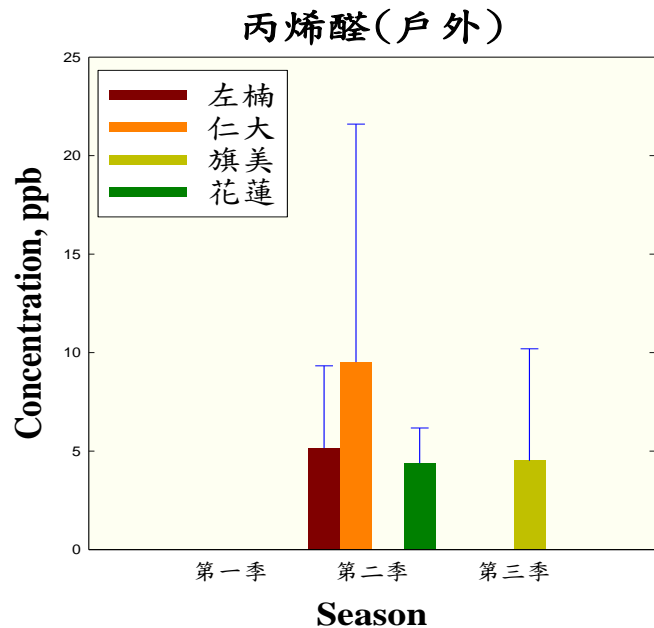
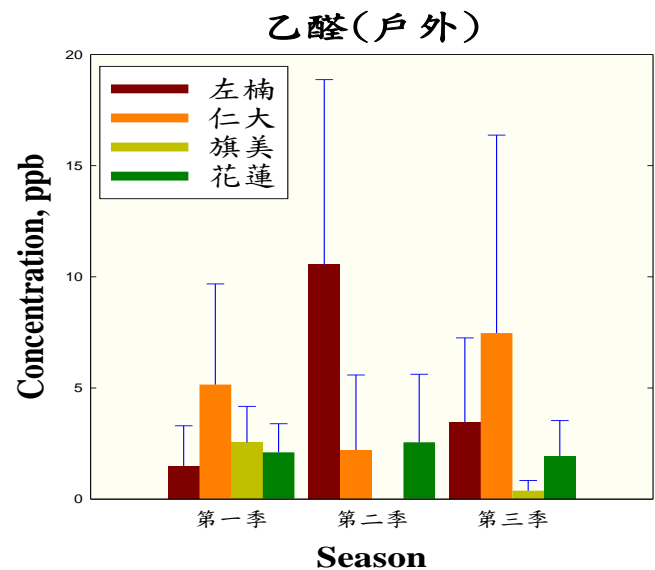
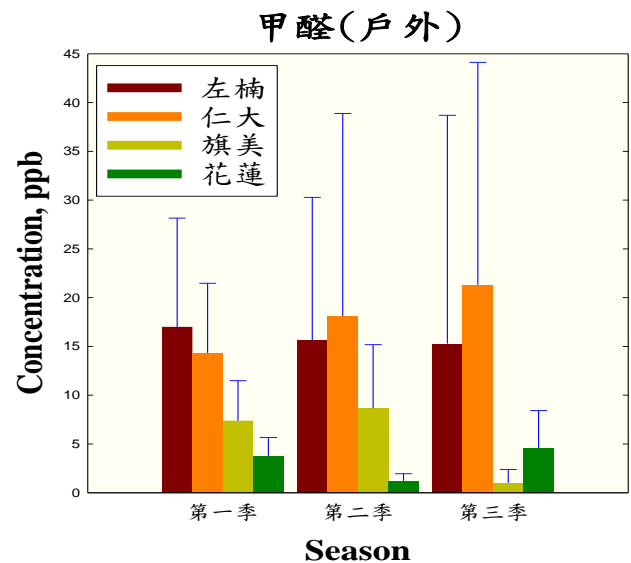
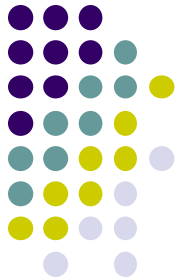
氯甲烷(戶外)



1, 2-二氯乙烷(戶外)



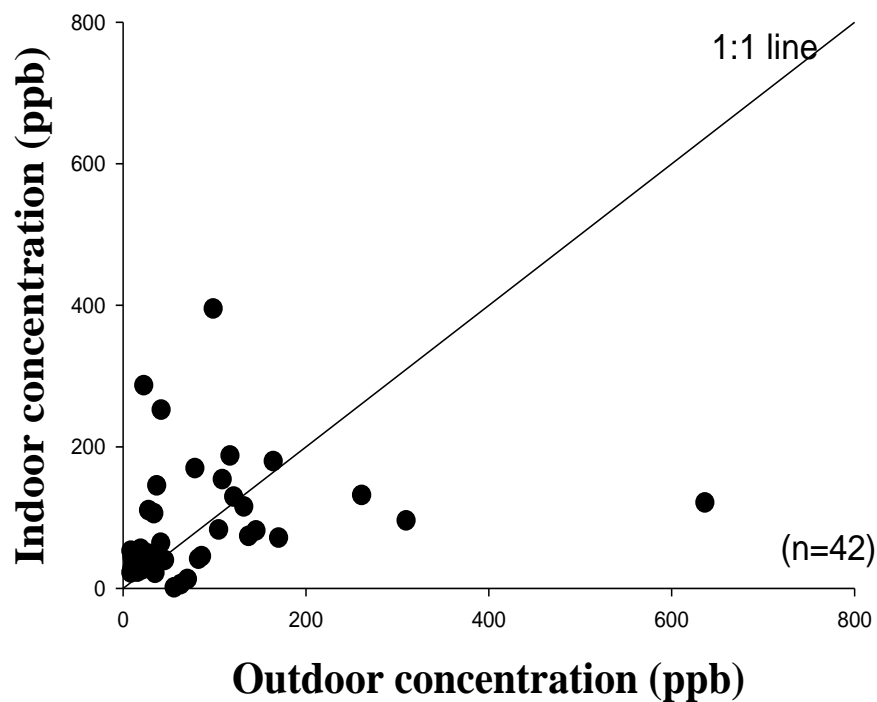
戶外醛酮類(Outdoor Carbonyls)



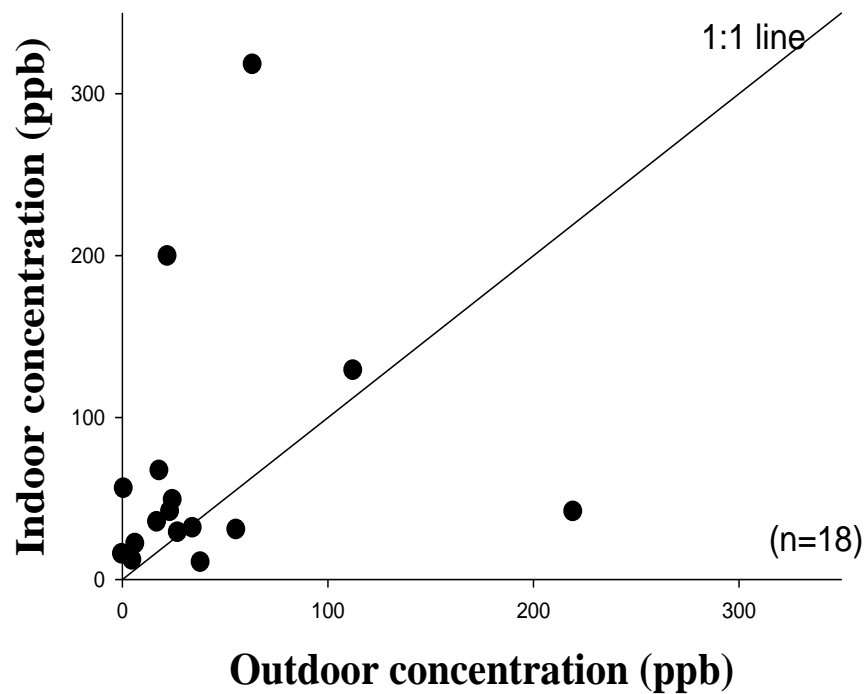
Indoor/Outdoor Ratio (TVOCs)



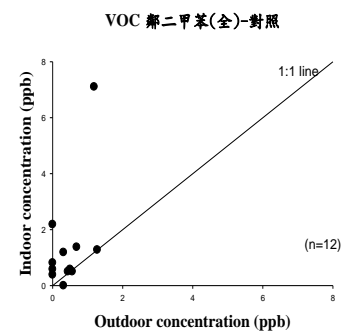
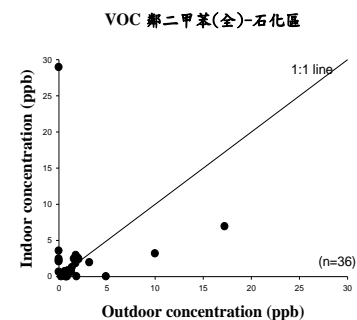
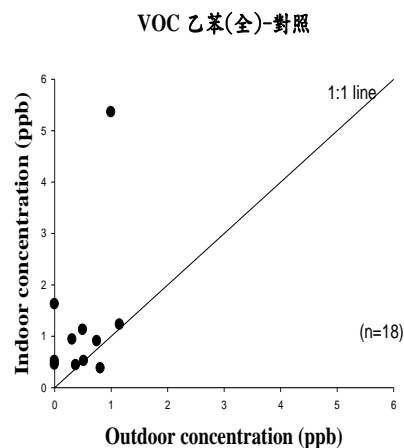
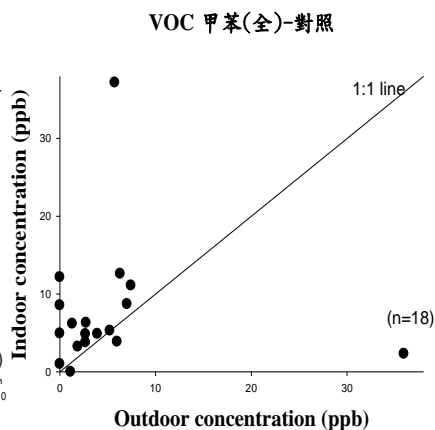
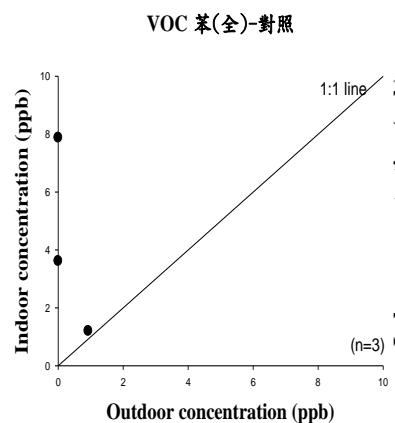
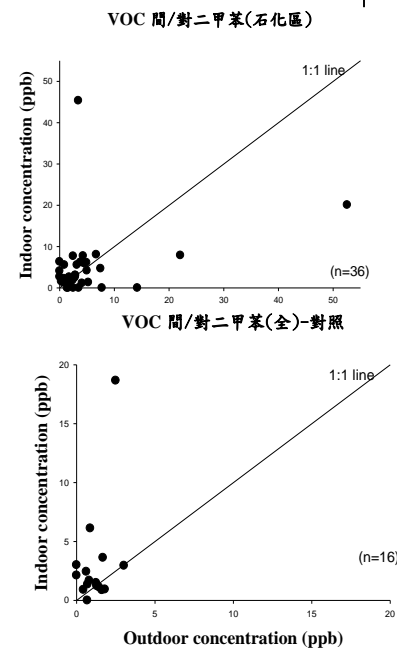
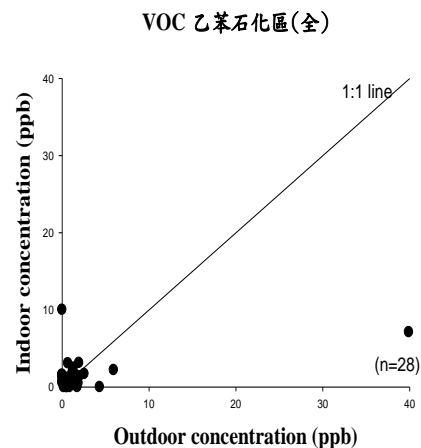
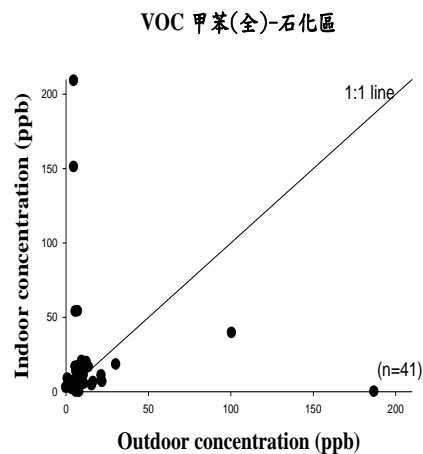
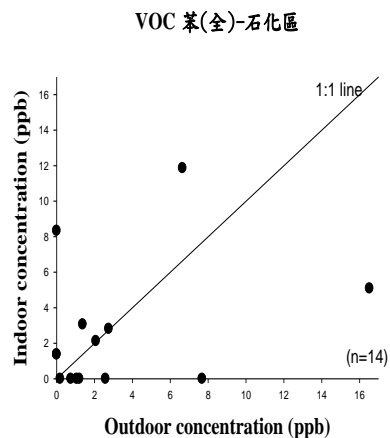
TVOC 石化區(全)



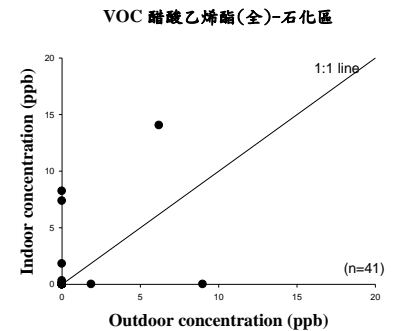
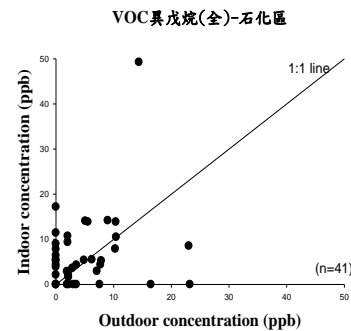
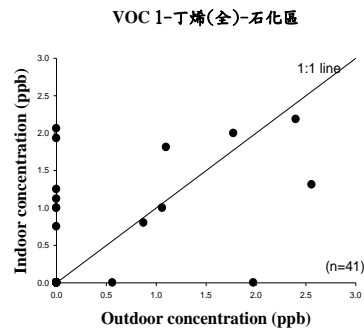
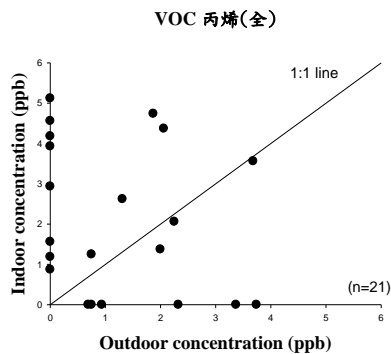
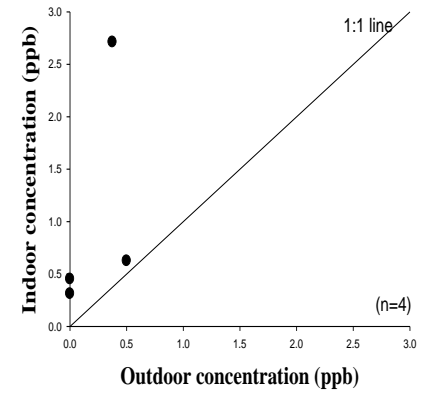
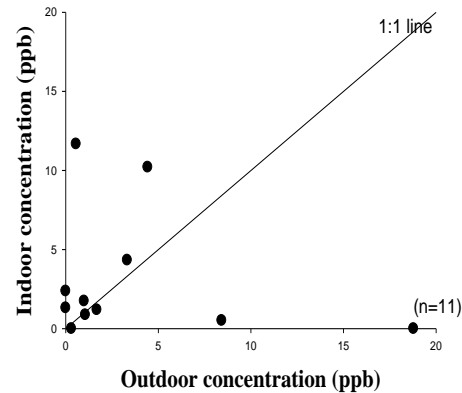
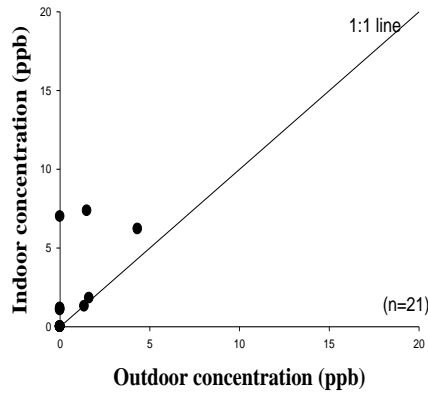
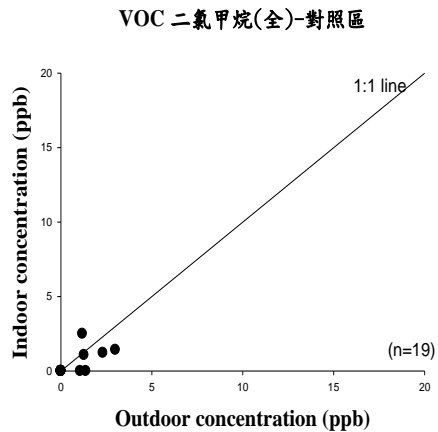
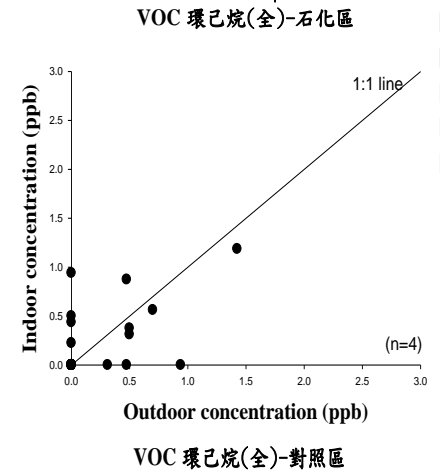
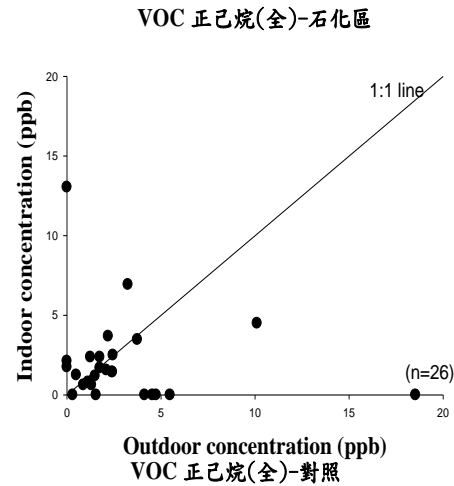
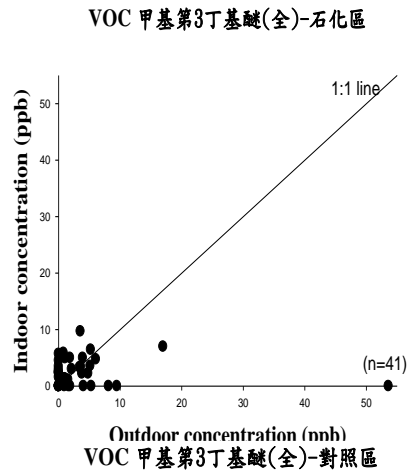
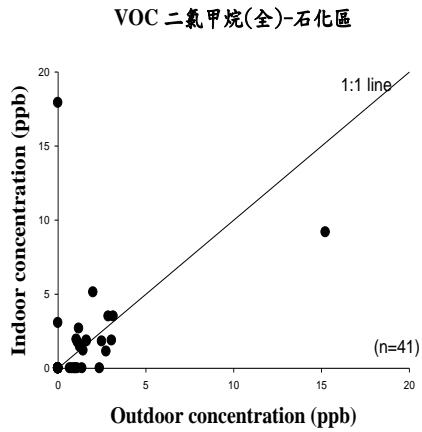
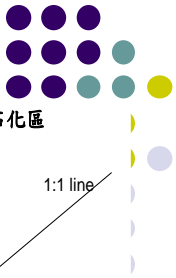
TVOC 對照區(全)



Indoor/Outdoor Ratio (BTEX)

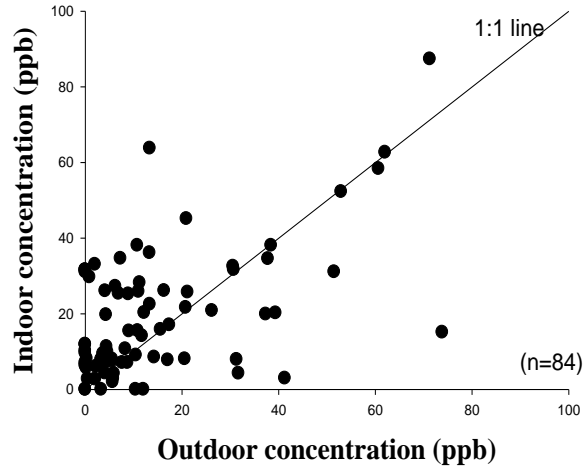


Indoor/Outdoor Ratio

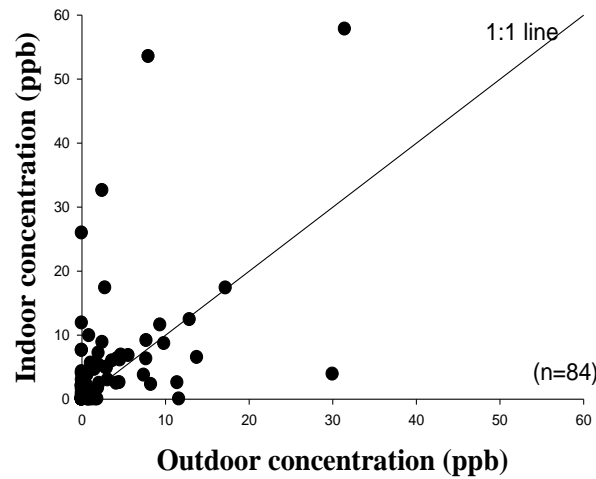


Indoor/Outdoor Ratio (Carbonyls)

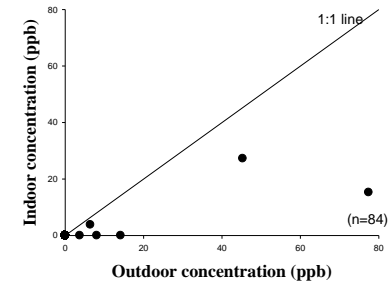
甲醛(全)-石化區



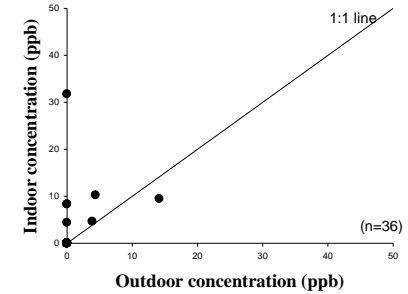
乙醛(全)-石化區



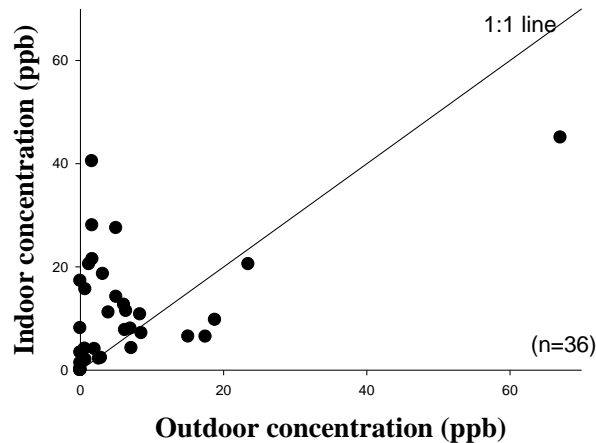
丙烯醛(全)-石化區



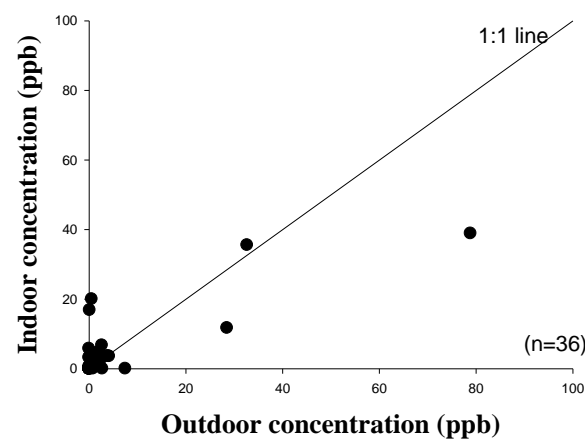
丙烯醛(全)-對照區



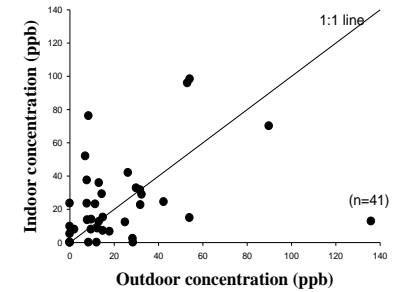
甲醛(全)-對照區



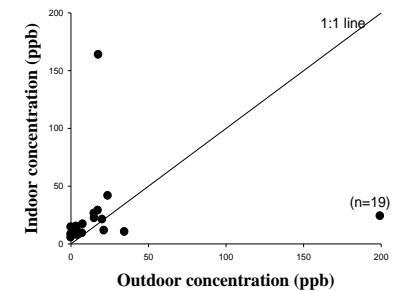
乙醛(全)-對照區



VOC 丙酮(全)-石化區



VOC 丙酮(全)-對照區

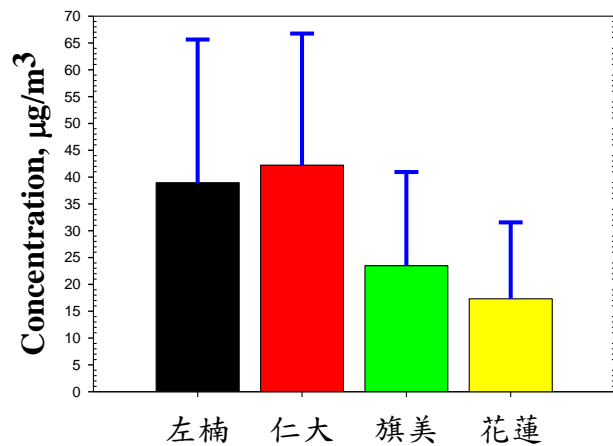


懸浮微粒 (PM)

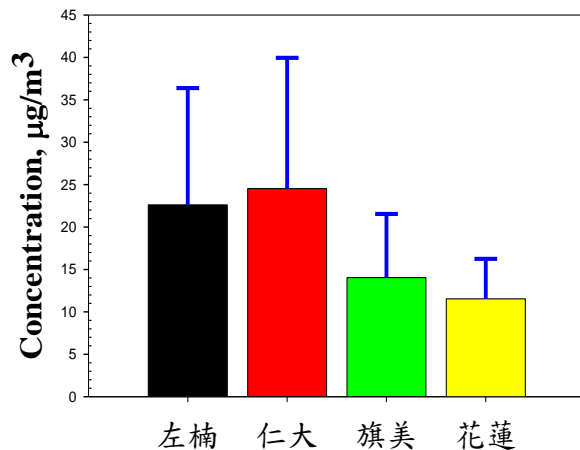


Hi-Vol

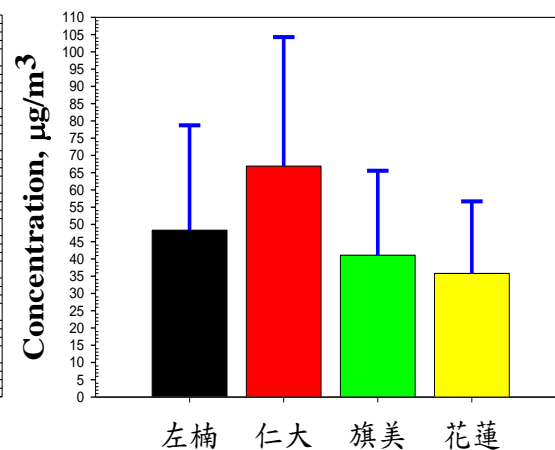
室外 PM_{2.5}



室外 PM_{2.5-10}

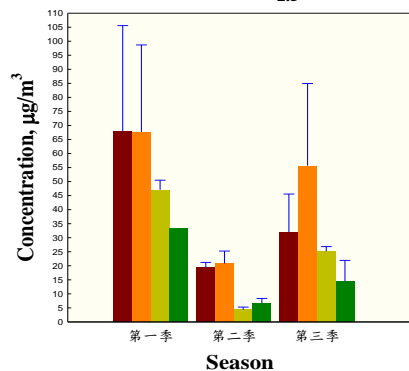


室外 PM₁₀

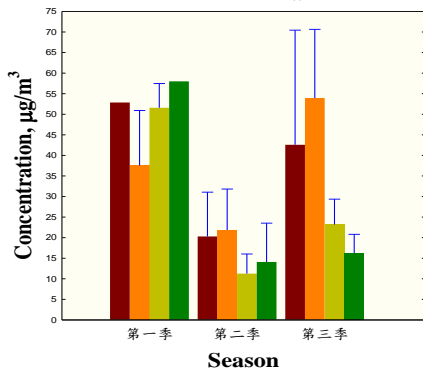


PEM

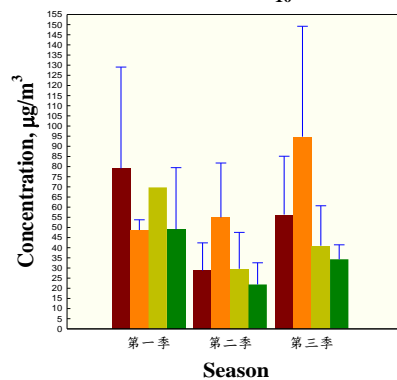
室內 PM_{2.5}



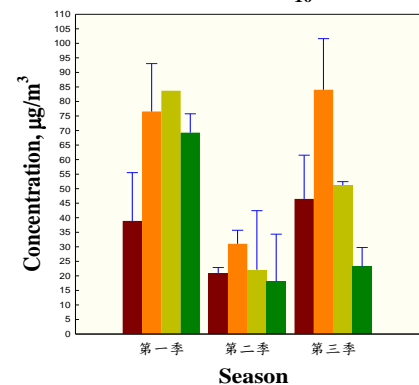
室外 PM_{2.5}



室外 PM₁₀



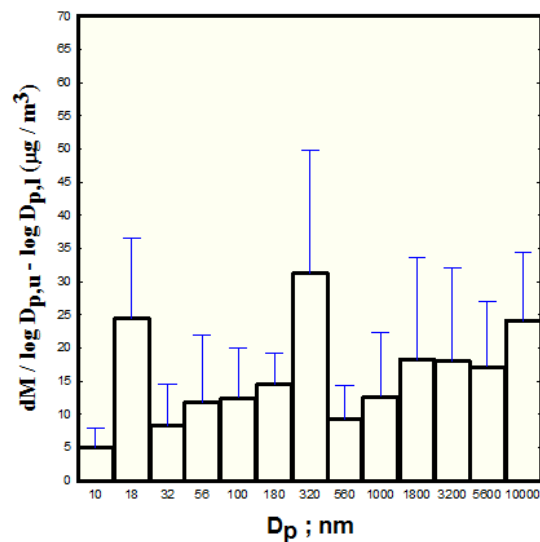
室內 PM₁₀



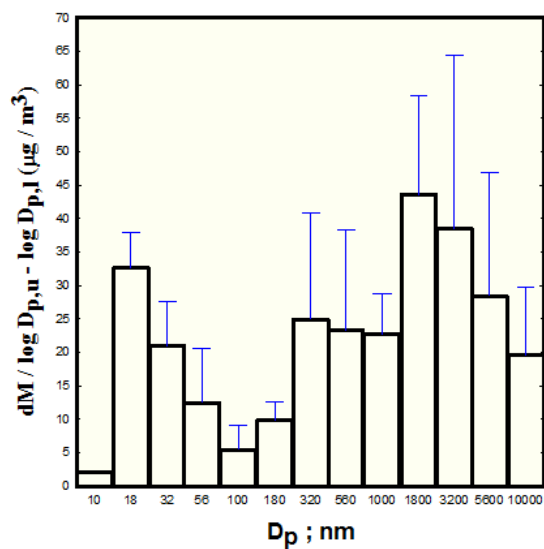
懸浮微粒粒徑分佈 (Nano-MOUDI)



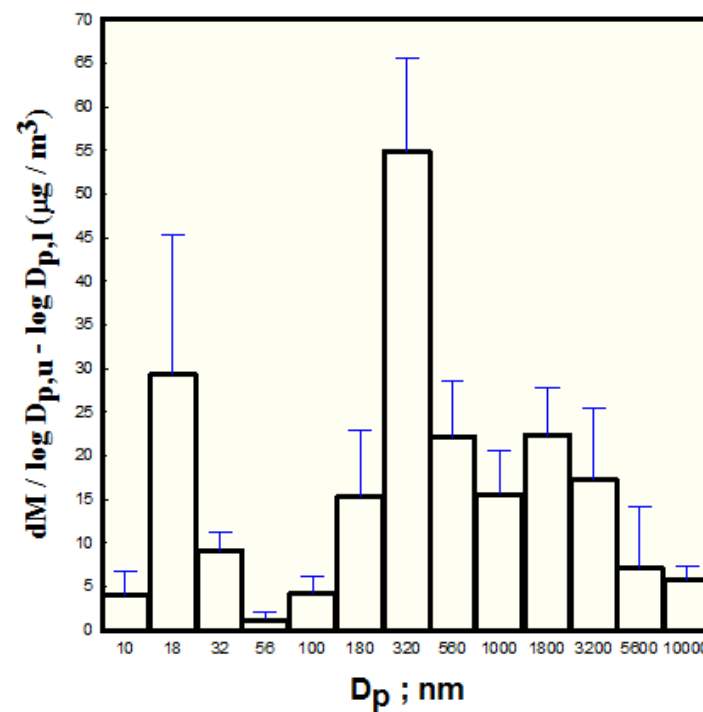
AVG(n=10)大社室外



AVG(n=4)大社室內



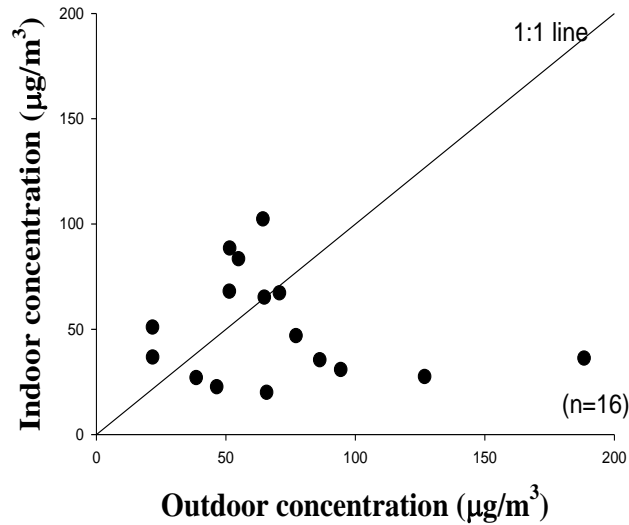
AVG(n=6)後勁室外



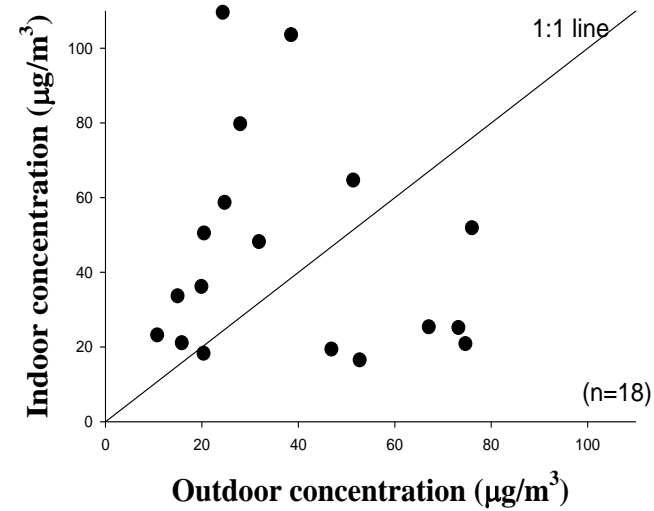
Indoor/Outdoor Ratio (PM)



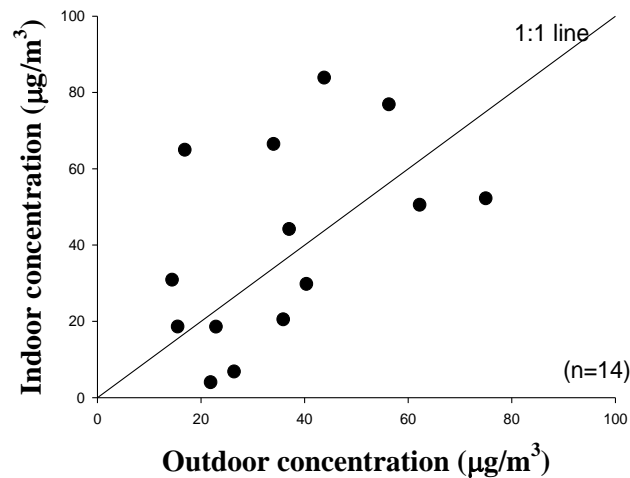
PM₁₀(全)-石化區



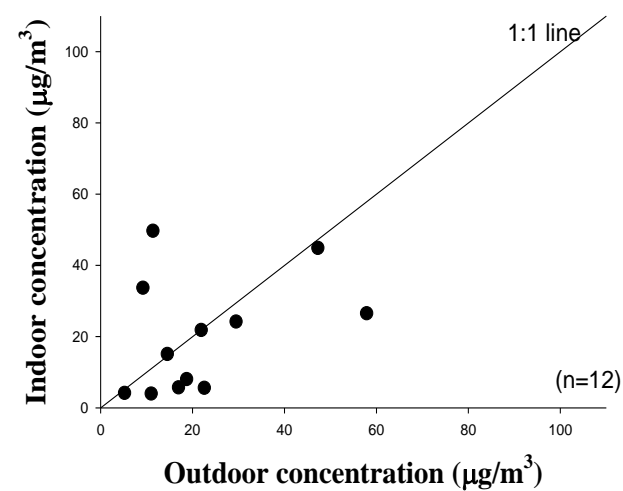
PM_{2.5}(全)-石化區



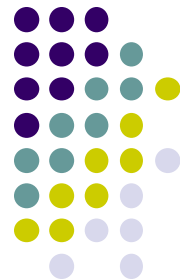
PM₁₀(全)-對照區



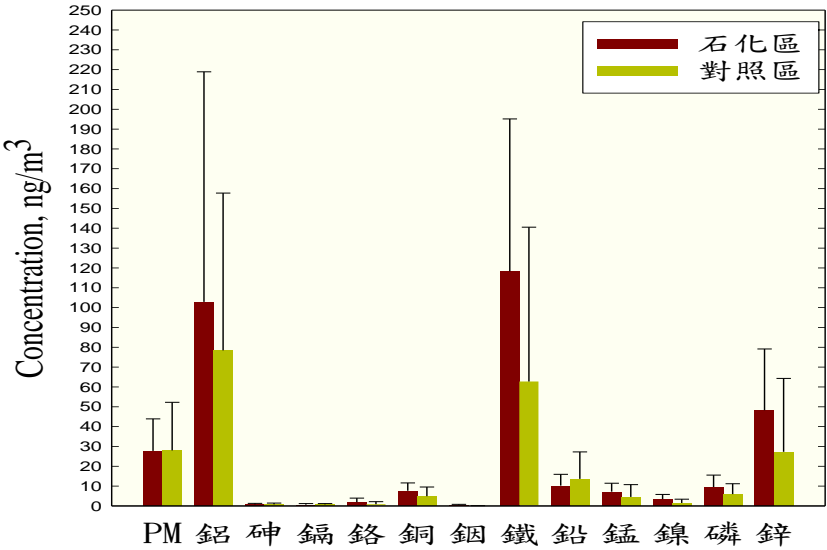
PM_{2.5}(全)-對照區



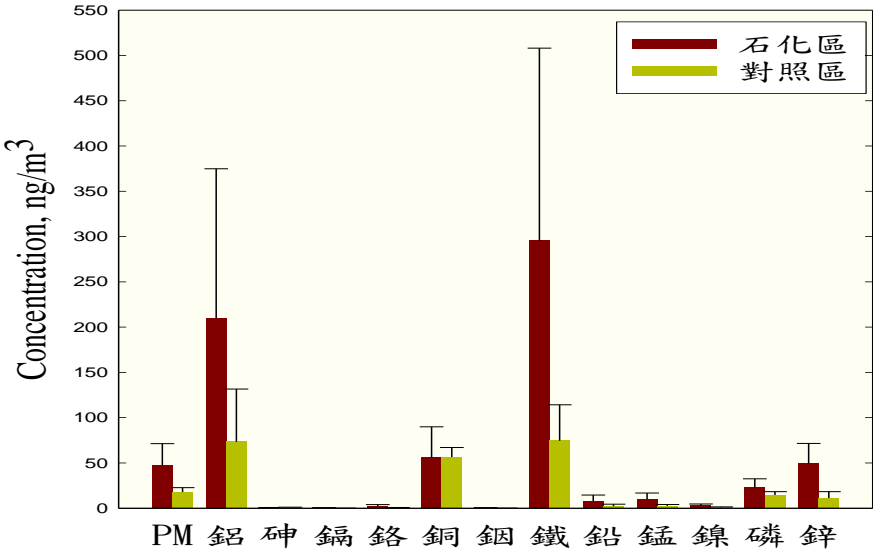
懸浮微粒重金屬 (Heavy metals)



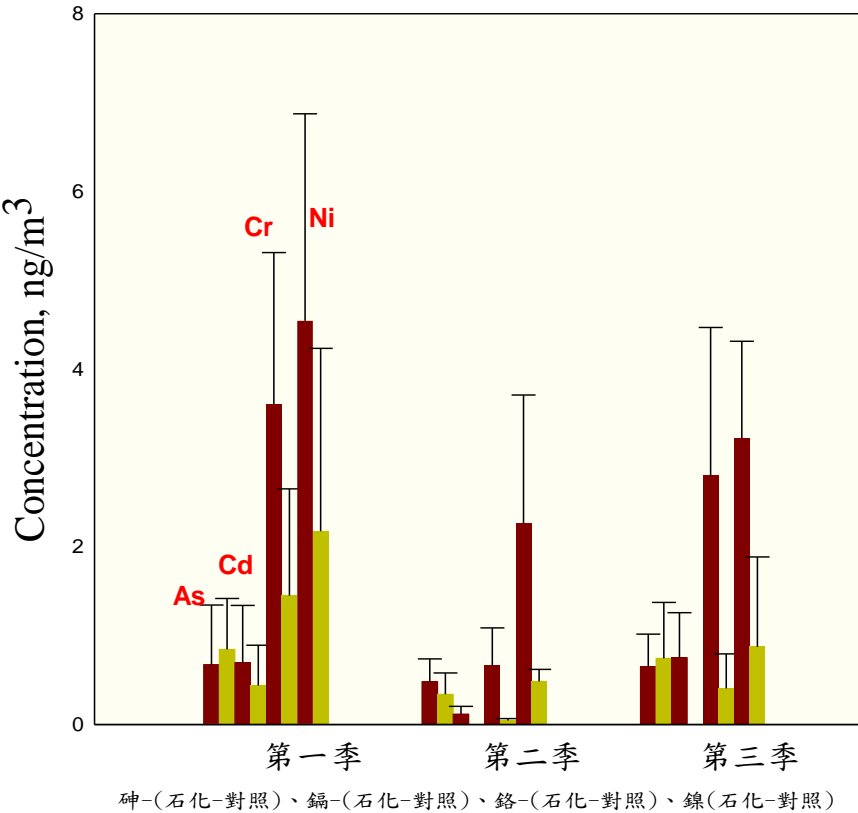
PM_{2.5}石化區與對照區分布



PM₁₀石化區與對照區分布



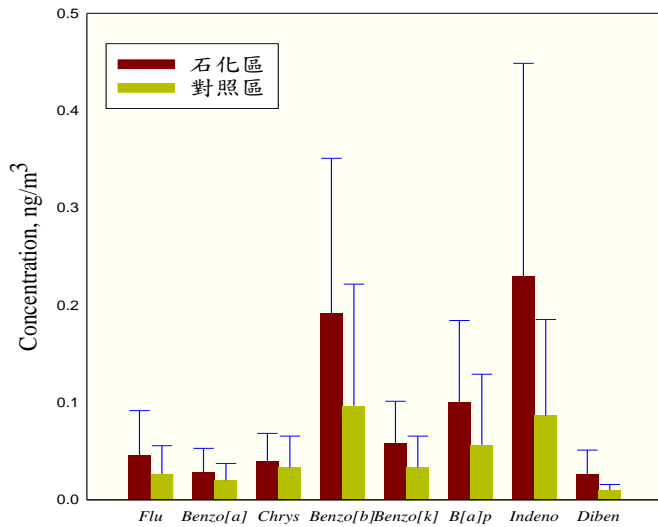
3季有害重金屬石化-對照區濃度分布



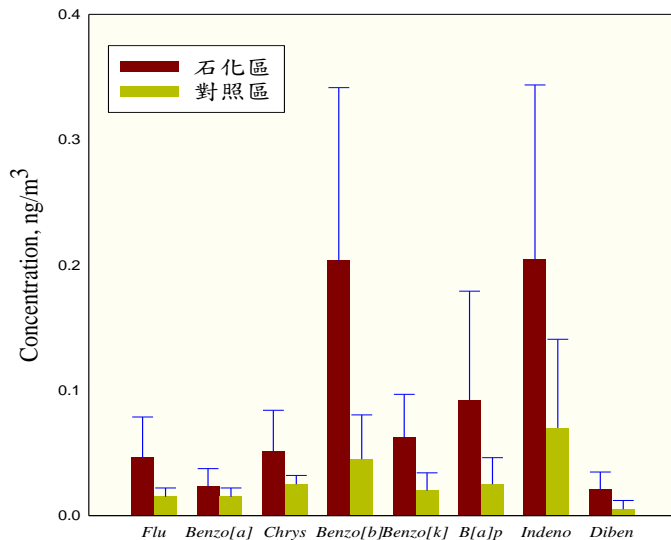
懸浮微粒PAHs



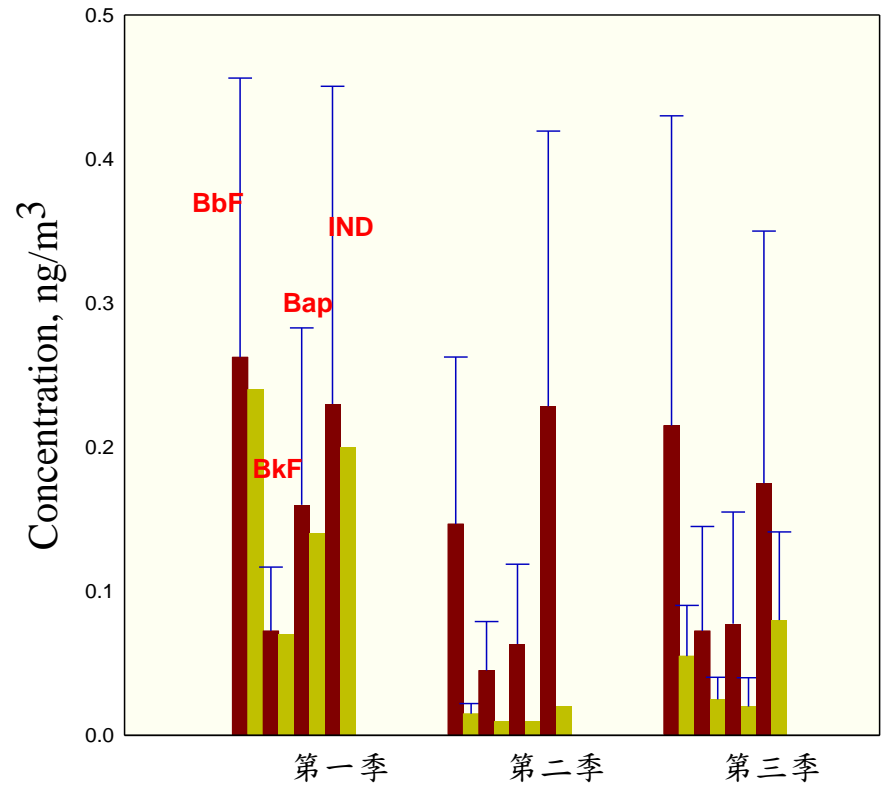
PM_{2.5}高致癌風險PAH石化區-對照區比較



PM₁₀高致癌風險PAH石化區-對照區比較

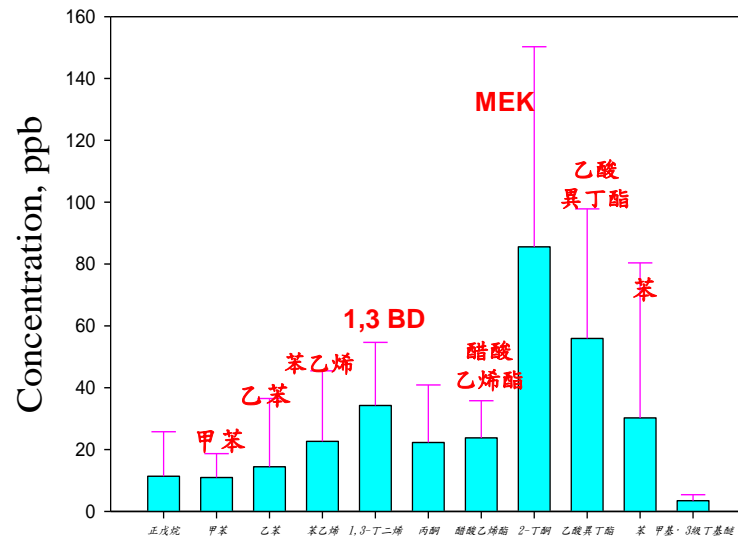


3季高致癌性PAH石化-對照區濃度分布

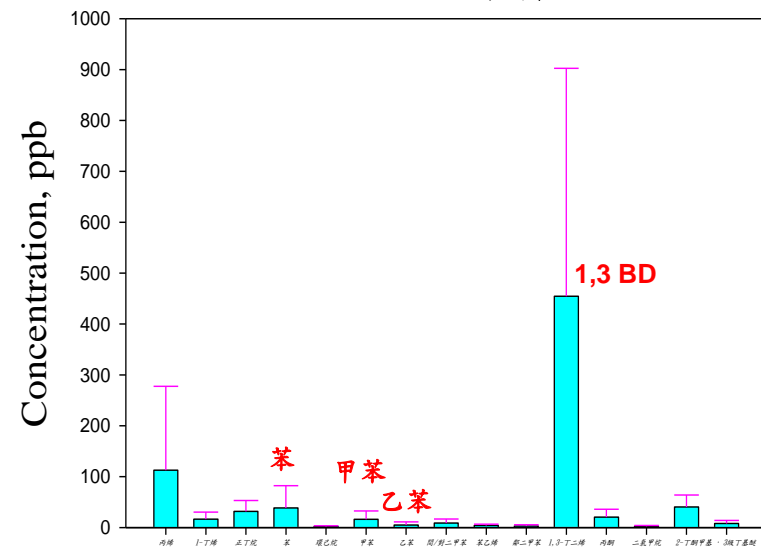


Benzo[b]fluoranthene-(石化-對照)、Benzo[k]fluoranthene-(石化-對照)、Benzo[a]pyrene-(石化-對照)、Indeno[1,2,3 cd]pyrene(石化-對照)

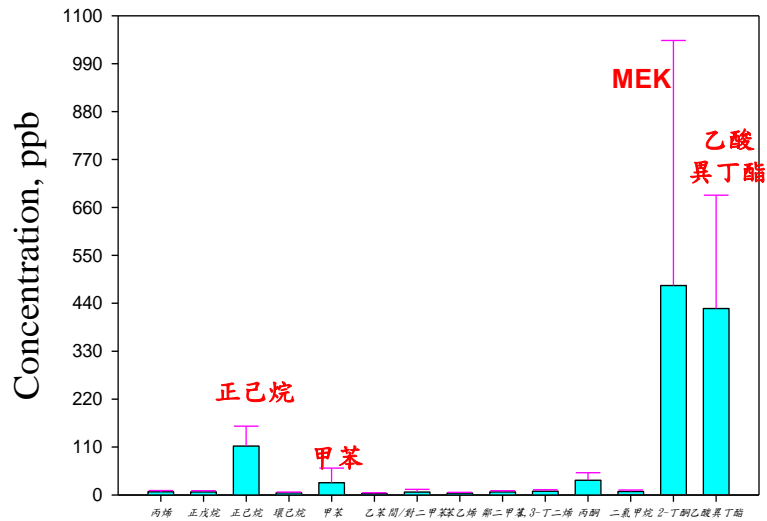
A工廠採樣



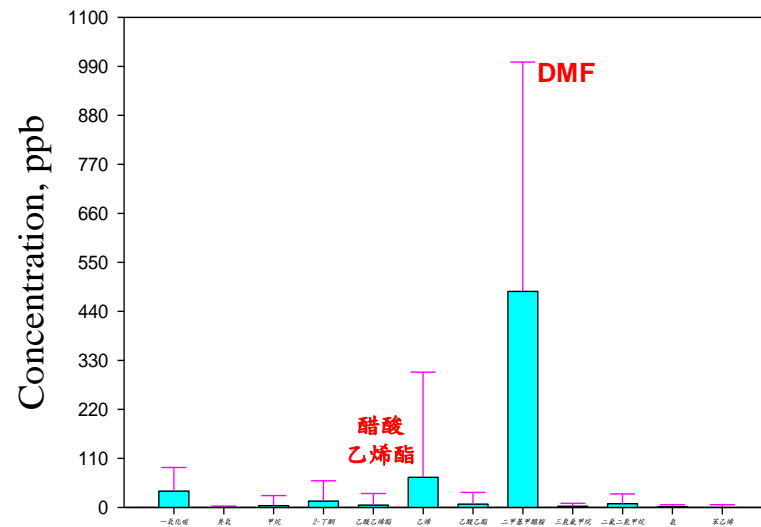
C工廠採樣



B工廠採樣

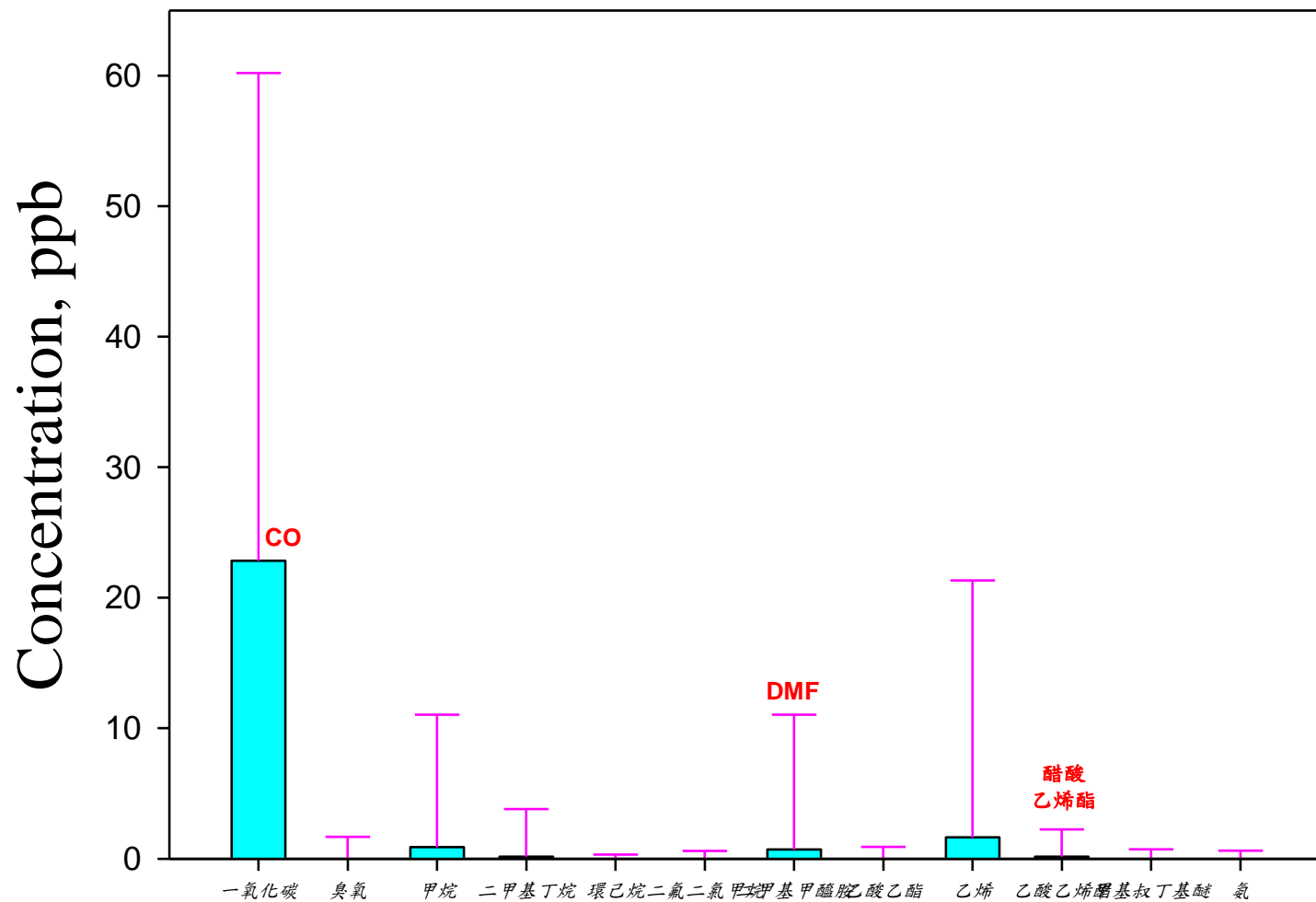


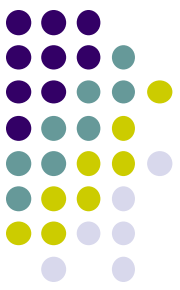
B工廠FTIR





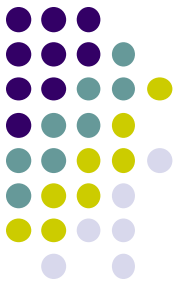
楠陽FTIR





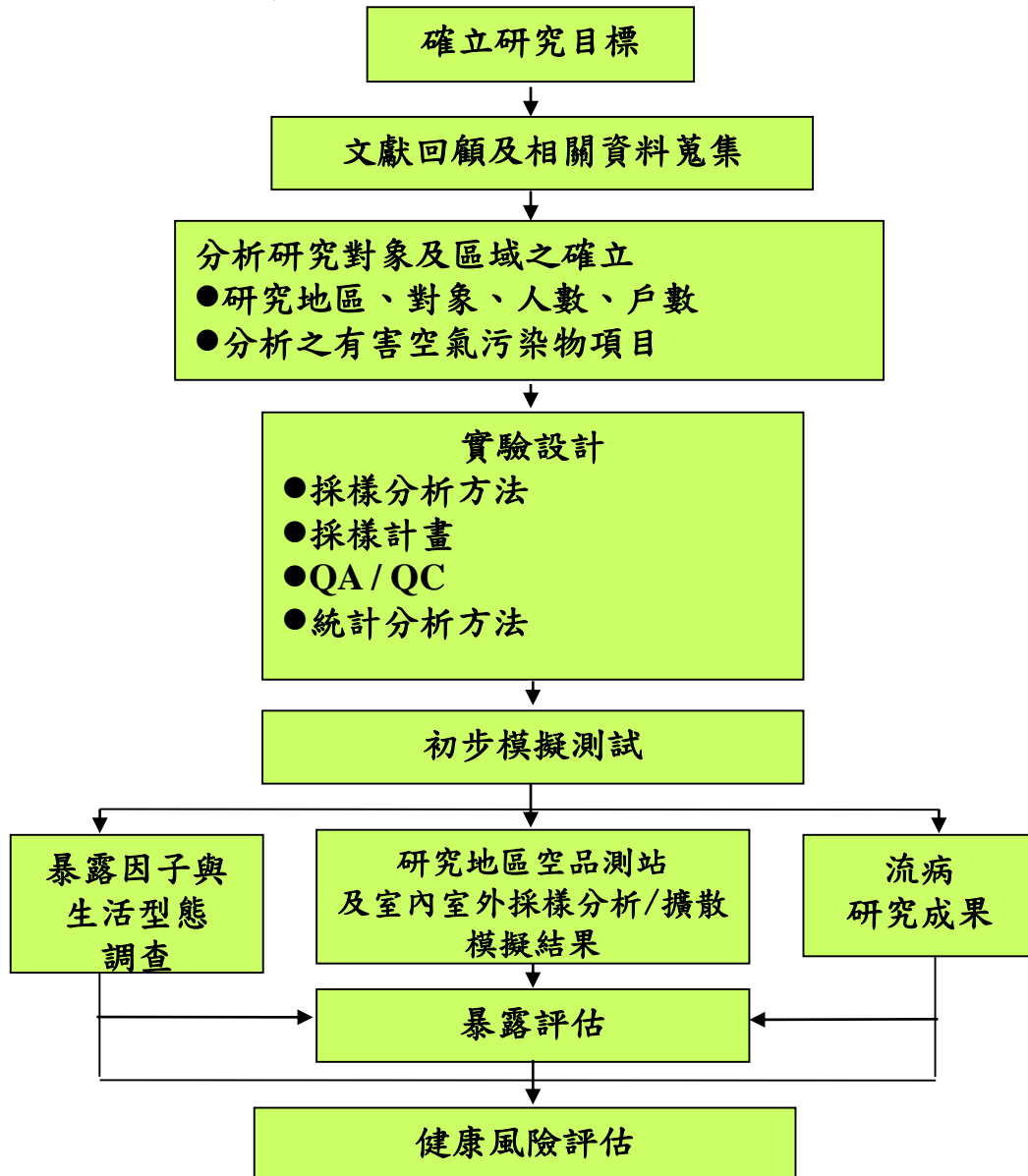
環境分析結果

- 石化工業區空氣含有較多種類VOCs，室外空氣方面，含鹵碳氫化合物僅於石化區樣本分析出，石化區之苯、甲苯、乙苯、MTBE、1,3-丁二烯、正己烷、二氯甲烷、1,2-二氯乙烷、氯仿及1,3-二氯苯等指標有害空氣污染物濃度均普遍高於對照區；醛酮類方面，石化區室外空氣有較高甲醛與乙醛濃度。
- 各區域室內甲醛、乙醛與大部分VOCs濃度大都高於室外。
- PM方面，石化區室外PM_{2.5}與PM₁₀高於對照區，石化區戶外PM₁₀平均高於室內，PM_{2.5}則差異不大；對照區戶外PM_{2.5}平均高於室內。
- 懸浮微粒有害金屬砷、鎘於石化區與對照組濃度接近，鉻、鎳則高於對照組。
- 懸浮微粒PAHs方面，石化區室外致癌性較高之PAHs高於對照區。
- 工廠採樣分析結果顯示職業暴露VOCs濃度高於廠外社區1-2個數量級。



102年環境採樣規劃與分析結果

環境實測與健康風險評估



■ 利用環境實地量測、個人採樣、擴散模擬、生活型態問卷與流病調查結果，進行北高雄居民有害空氣污染物暴露及健康風險評估。

■ 健康風險評估：

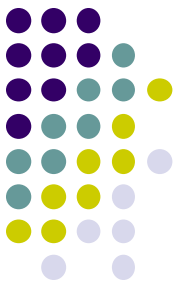
□ 毒性資料收集彙整

□ 暴露模式分析

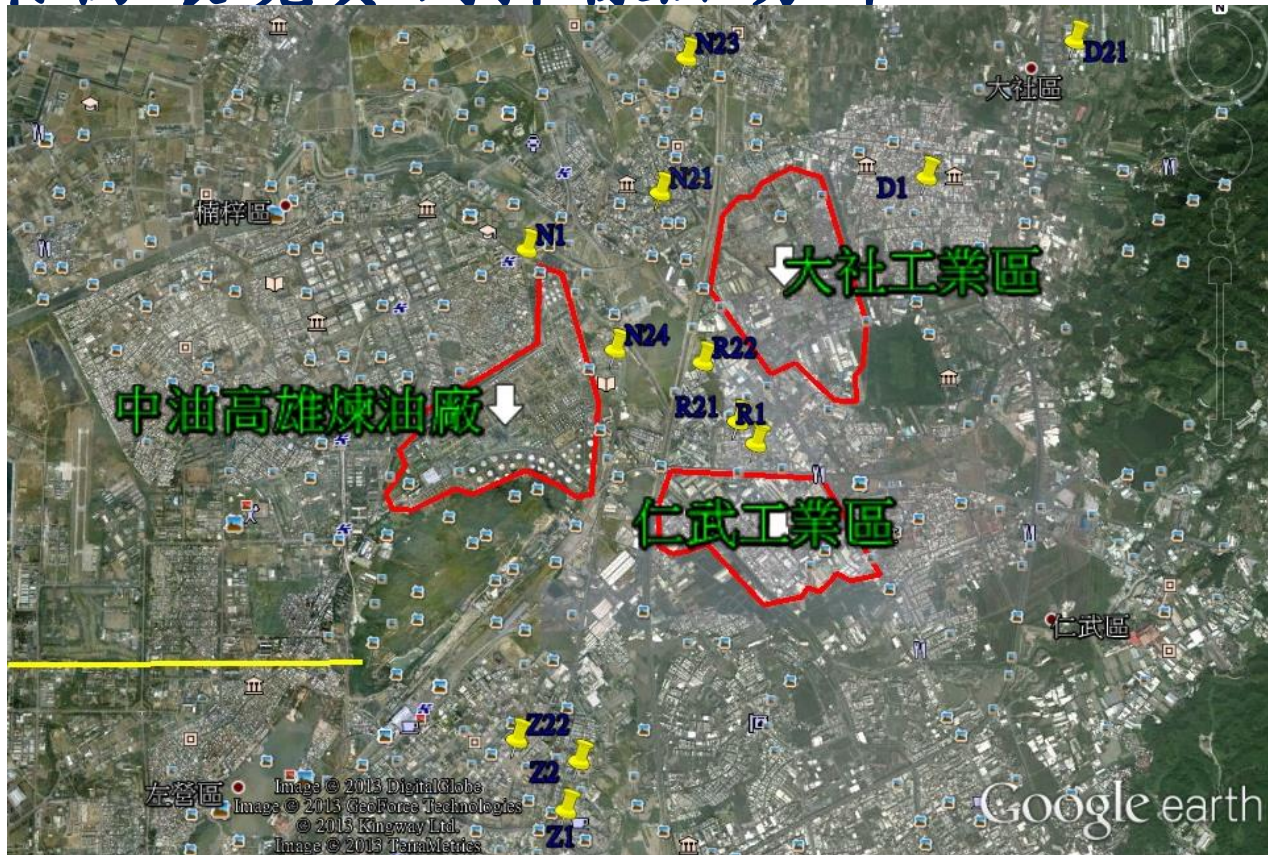
□ 風險特徵分析

□ 不確定性分析

□ 擴散模擬濃度



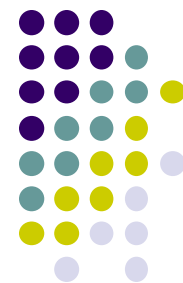
空氣污染物環境實測採樣點分布



	地區	採樣點數(處)	採樣點編號
石化工業區	左營	4	Z1, Z2, Z21, Z22
	楠梓	9	N1, N21, N22, N23, N24, N25, N26, N27, N28
	仁武	4	R1, R21, R22, R23
	大社	4	D1, D21, D22, D23

空氣污染物之樣本採集規劃 -

選取石化區內社區建築進行室內/室外/個人(IOP)空氣污染採樣分析，
並進行灰塵、室外表土樣本PAEs（與其他SVOCs）採樣分析



● 揮發性有機物

- 以Canister進行採樣，8處採樣點，室內室外共48個樣本



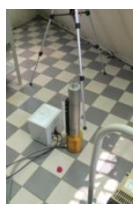
● 醛酮類

- 以DNPH吸附管進行採樣，進行8小時連續採樣，8處採樣點，室內室外共48個樣本



● 懸浮微粒分徑採樣

- 以奈米微孔均勻沈積衝擊器(Nano-MOUDI)，進行粒徑分布採樣，3處室內及室外採樣點，共10個樣本



● PAEs（與其他SVOCs）

- 以吸塵器及濾杯採集8處室內灰塵、室外表土樣本共48個



● 室內空氣交換率量測

- 8處室內共24點次

■ 懸浮微粒(PM₁₀，PM_{2.5})

- 8處採樣點以大氣懸浮微粒採樣器進行室外24小時採樣計48樣本
- 8處採樣點以PEM懸浮微粒採樣器進行24小時室內外採樣計48樣本



■ 重金屬與PAHs

- 濾紙樣本中各選取代表性樣品進行重金屬及PAHs分析，其中PAHs30樣本，重金屬50樣本

■ OP- FTIR 大氣污染氣體監測

- 以OP- FTIR 大氣污染氣體監測 (10天)

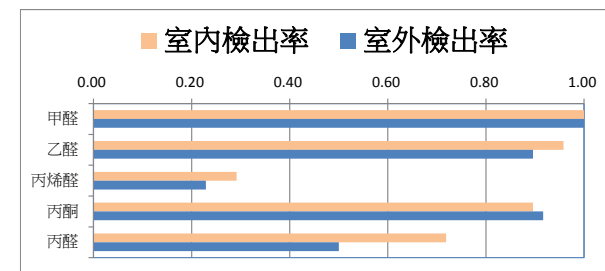
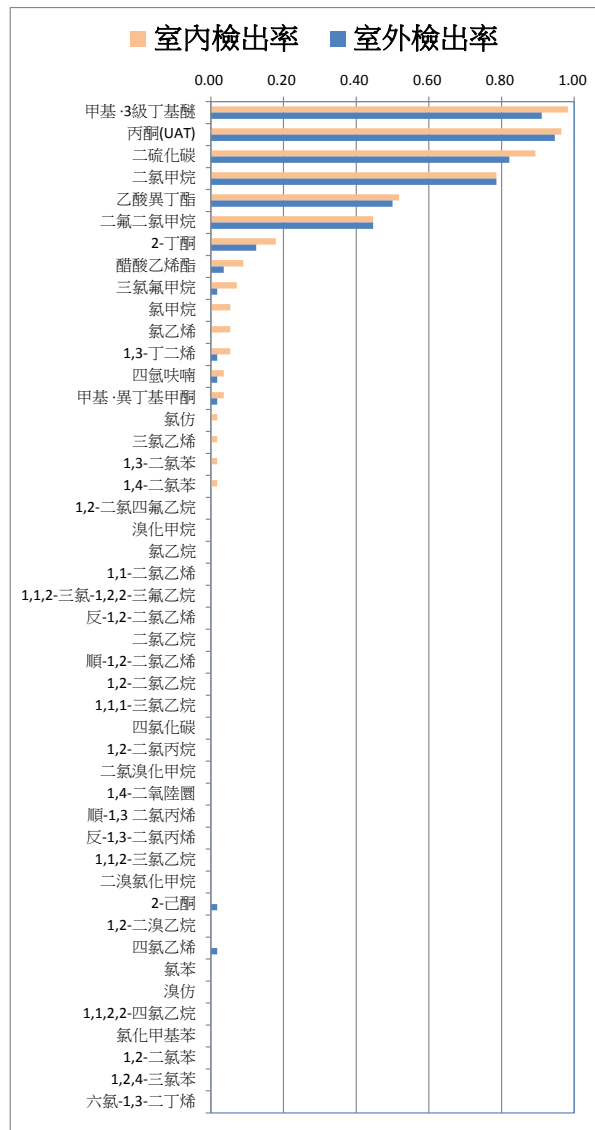
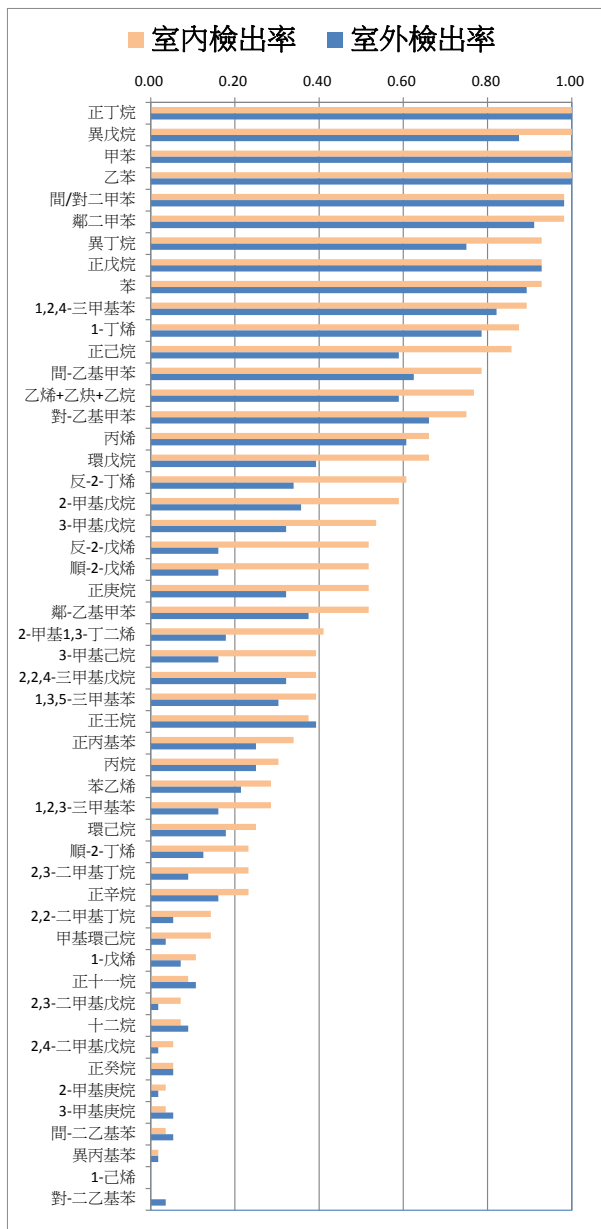


■ 個人暴露採樣分析

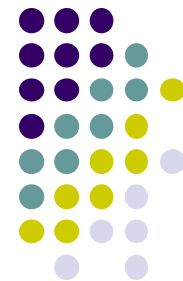
- 以個人採樣器進行30人次24小時採樣，分析VOCs、醛酮類、PM₁₀各30樣本，重金屬20樣本



VOCs 檢出率



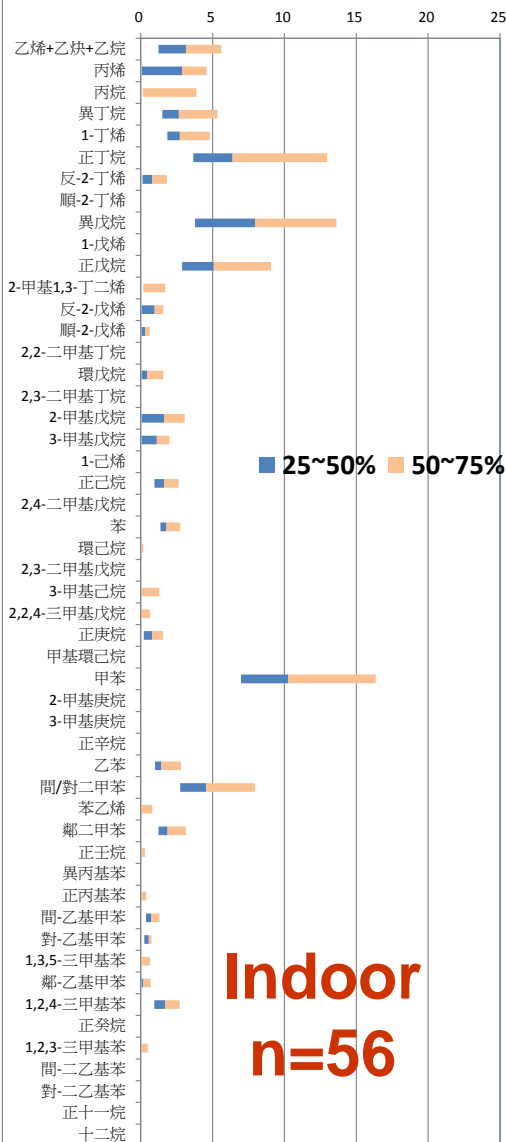
醛酮類



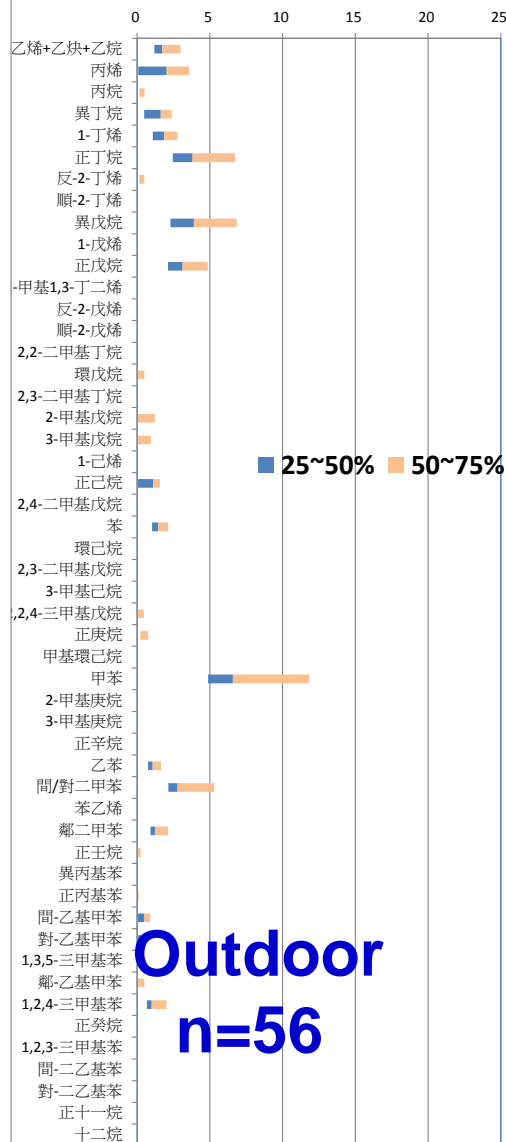
VOCs 濃度分布 25~75百分位(ppb)



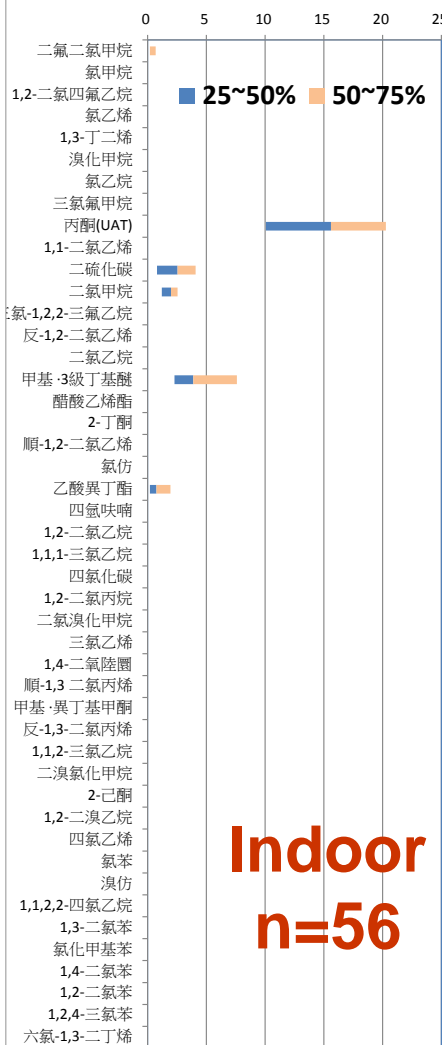
室內(PAMs)



室外(PAMs)



室內(UATs)



室外(UATs)



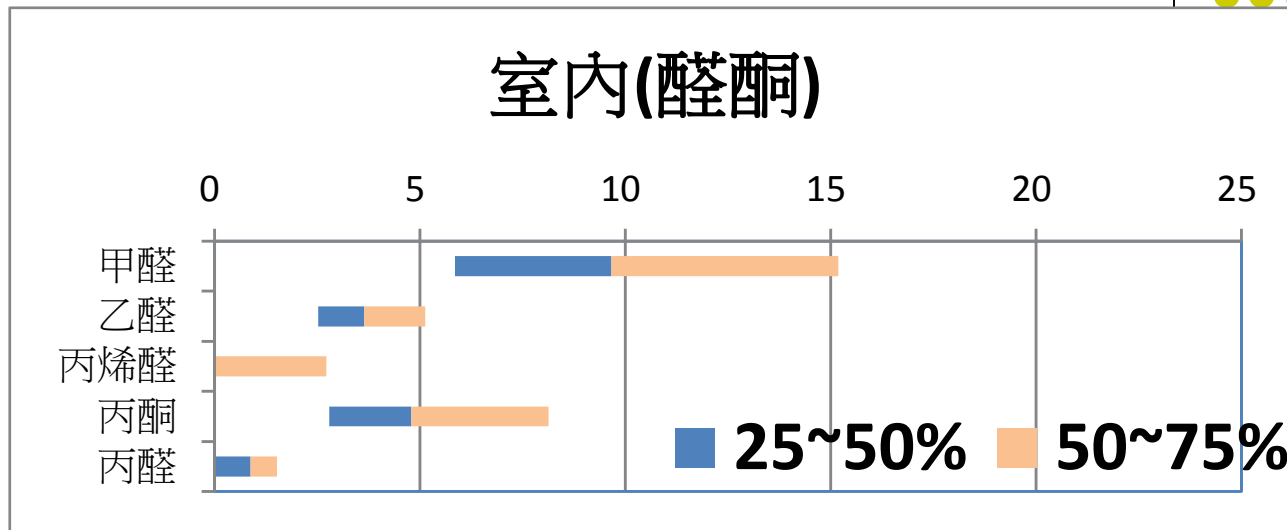
VOCs 濃度分布(醛酮類) (ppb)



Indoor

n=48

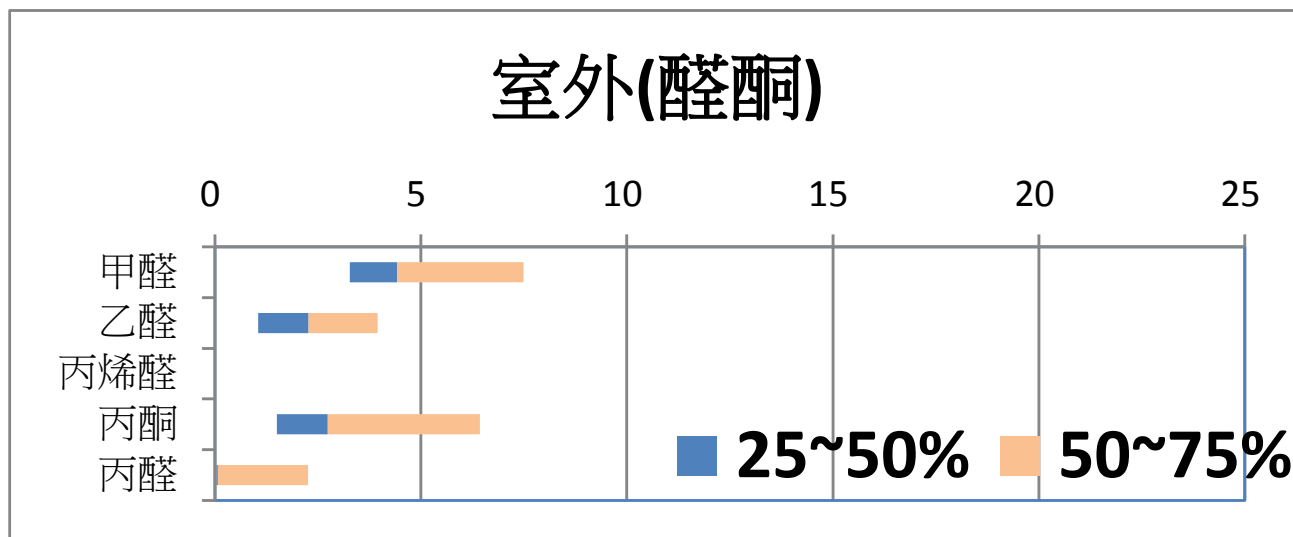
丙烯醛室內
檢出率**29%**



Outdoor

n=48

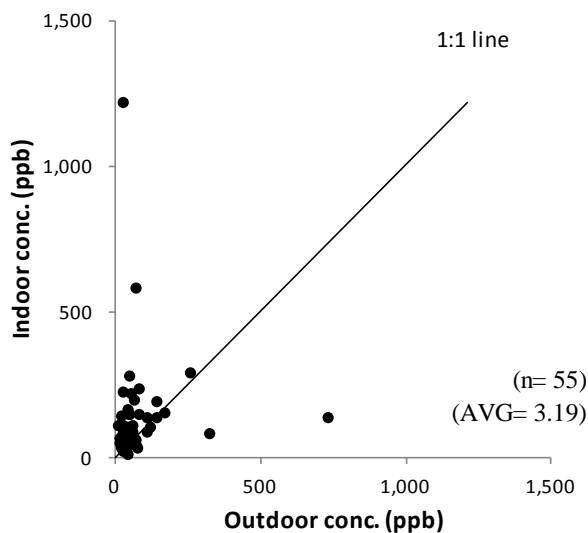
丙烯醛室外
檢出率**23%**



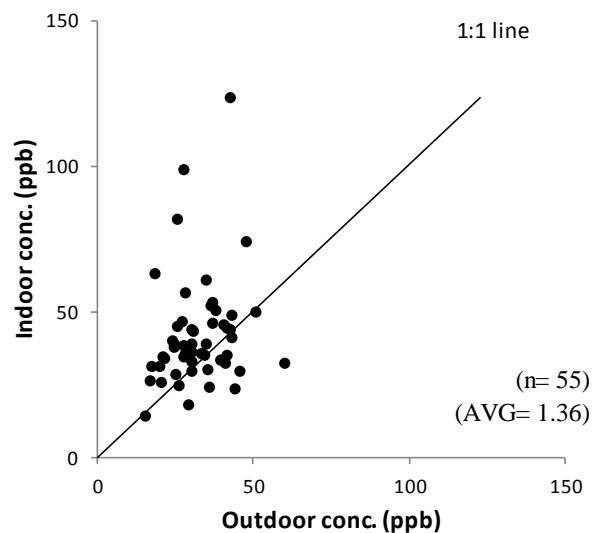
VOCs I/O 濃度



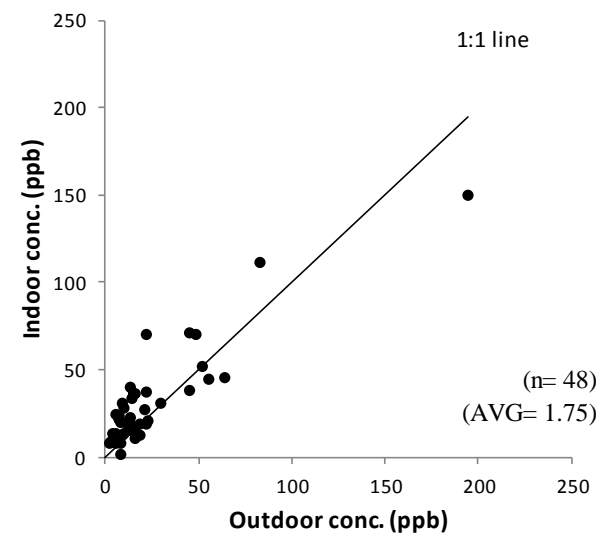
PAMS Total



UAT Total



醛酮 Total



VOCs(PAMs標準品)

n=55

I/O =3.19

VOCs(UAT標準品)

n=55

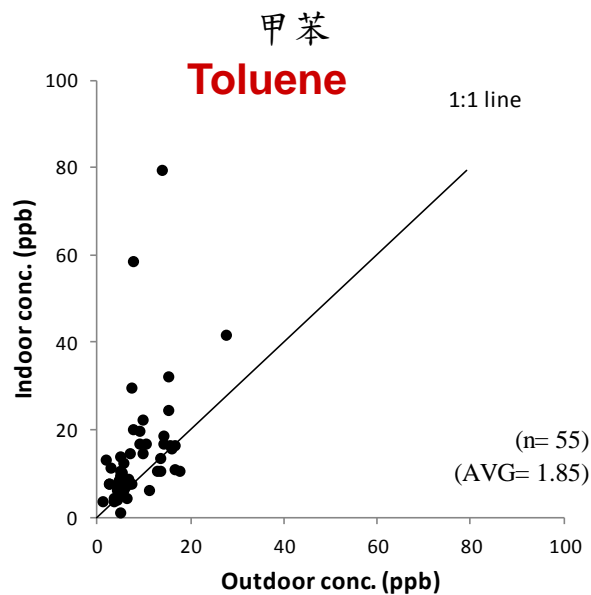
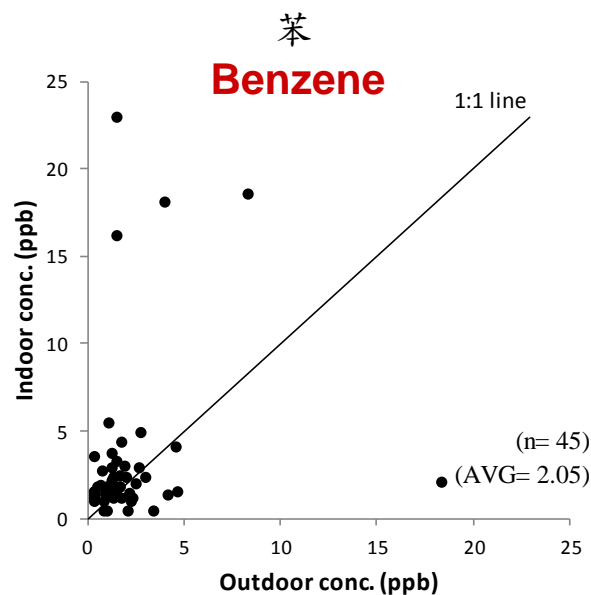
I/O =1.36

醛酮類

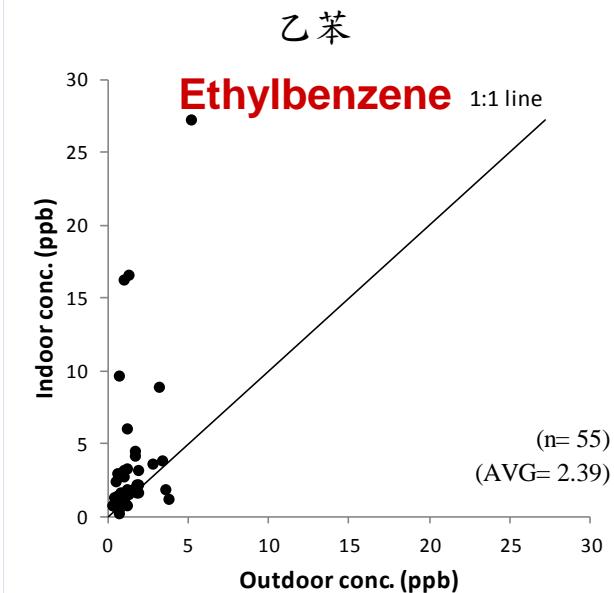
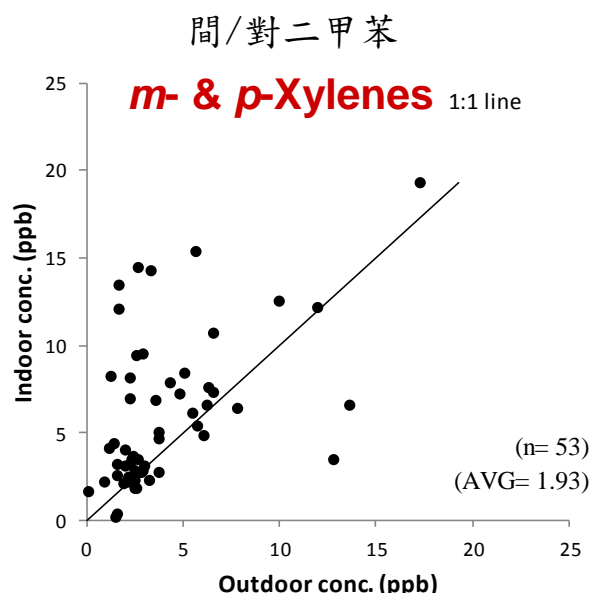
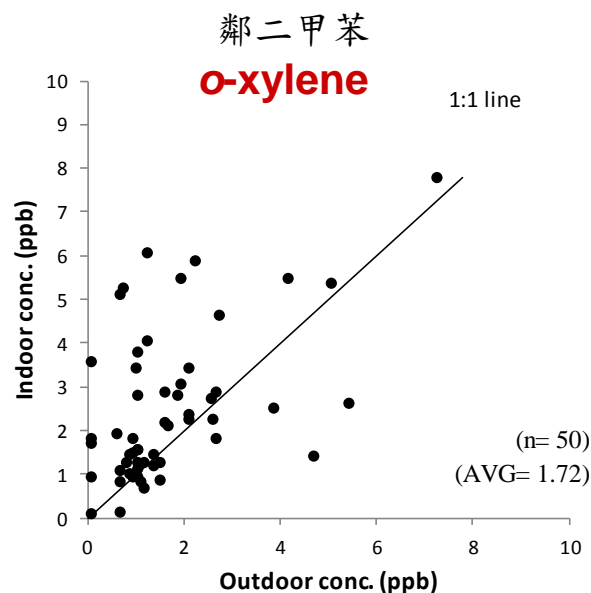
n=48

I/O =1.75

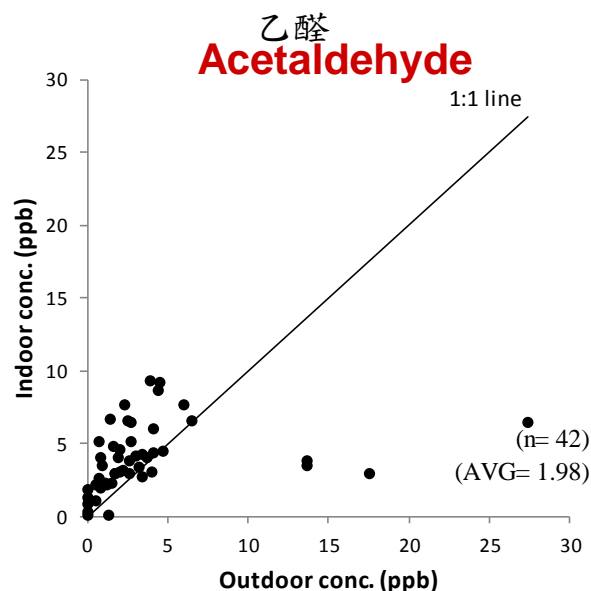
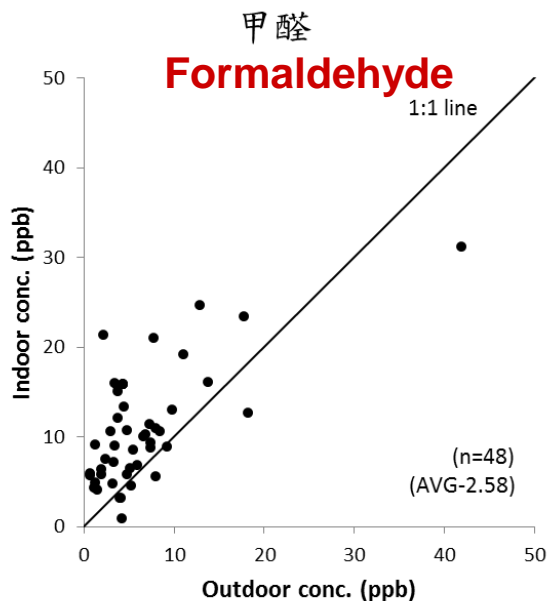
VOCs 室內外濃度比(BETX)



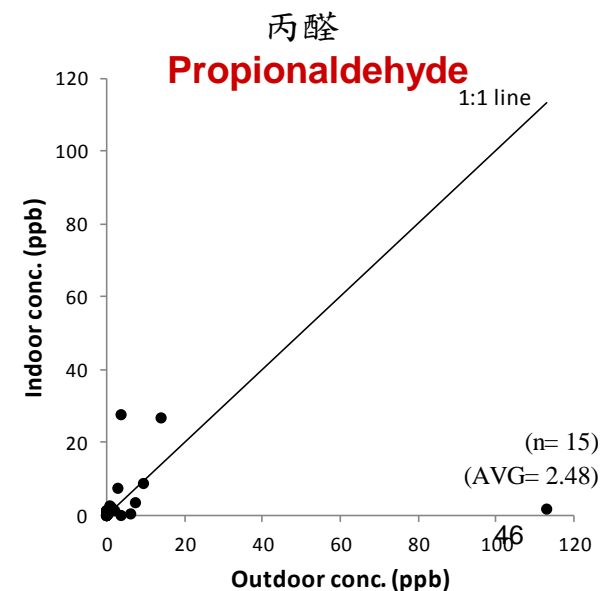
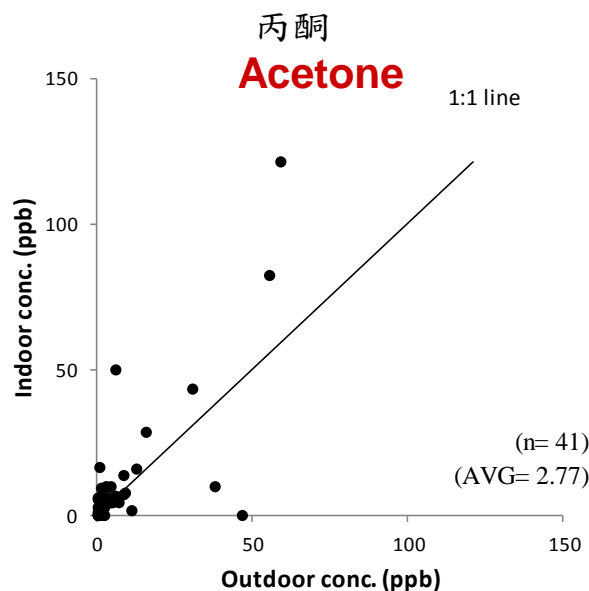
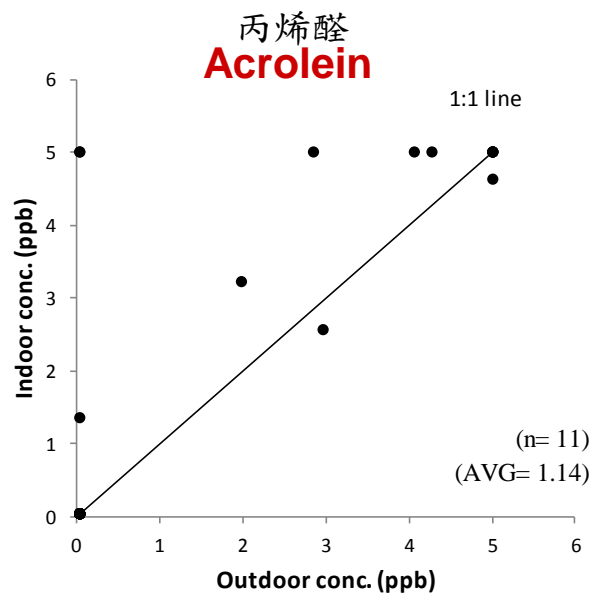
I/O 1.72~2.39 間



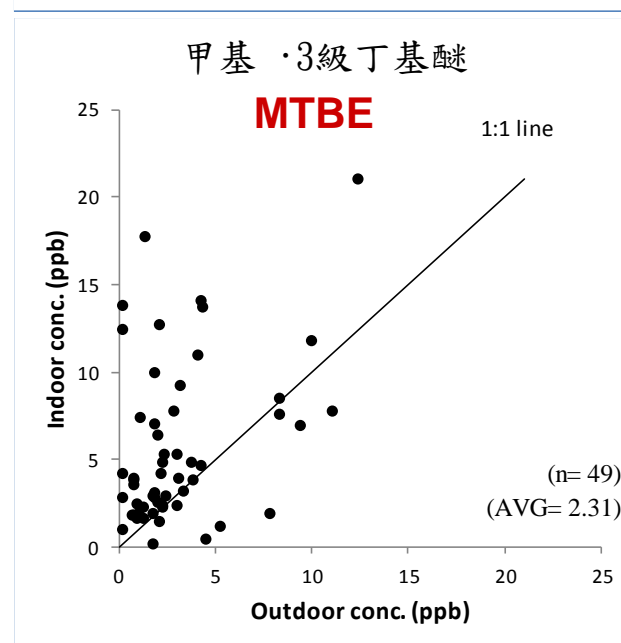
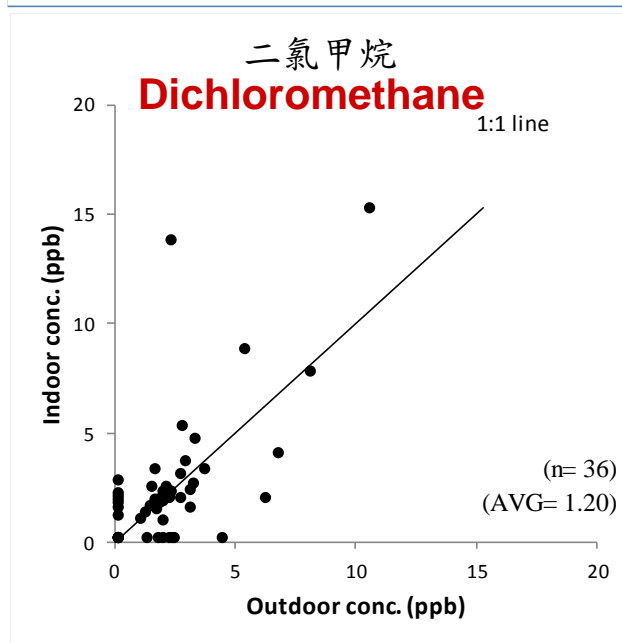
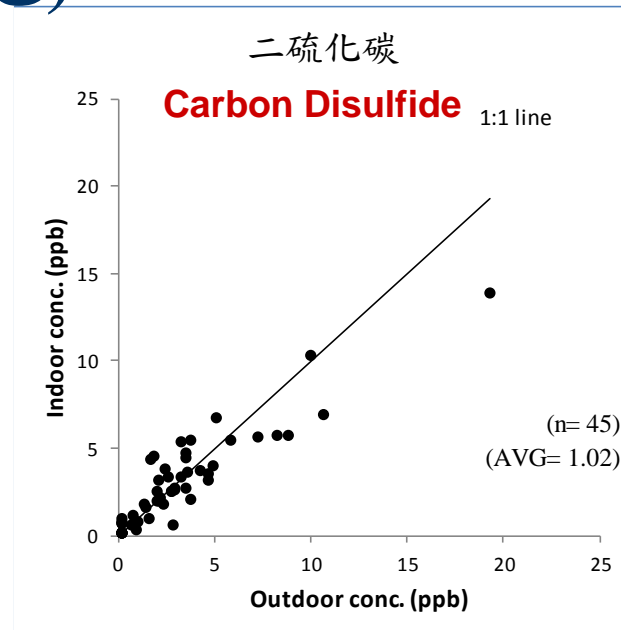
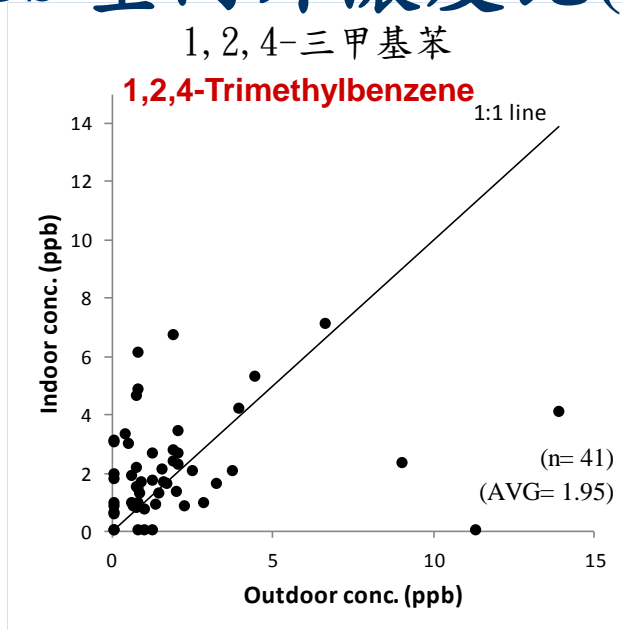
VOCs 室內外濃度比(醛酮類)



I/O 1.14~2.77



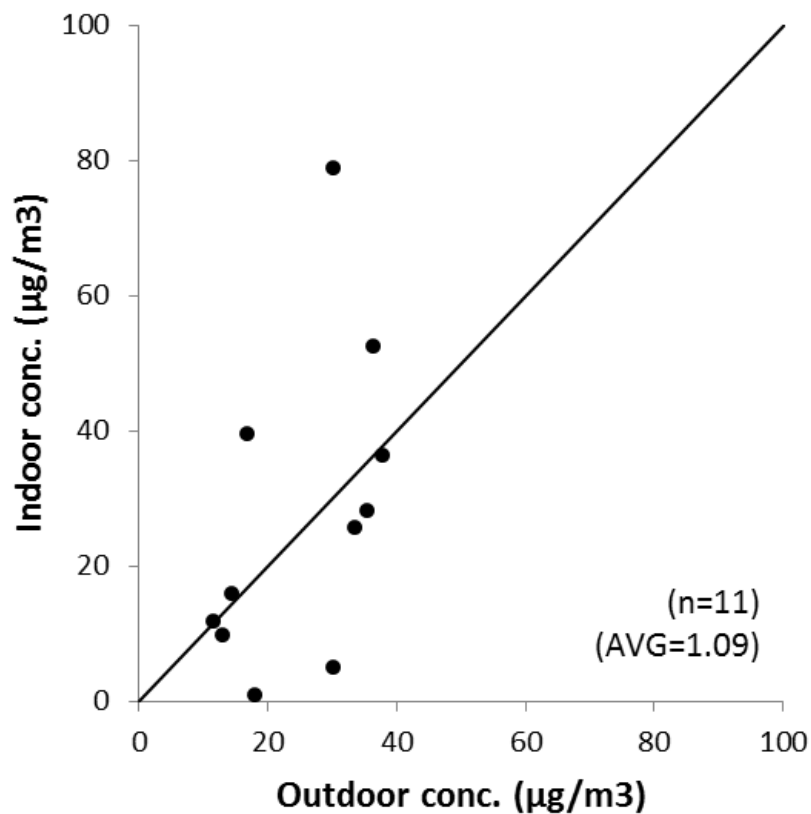
VOCs 室內外濃度比(其他)



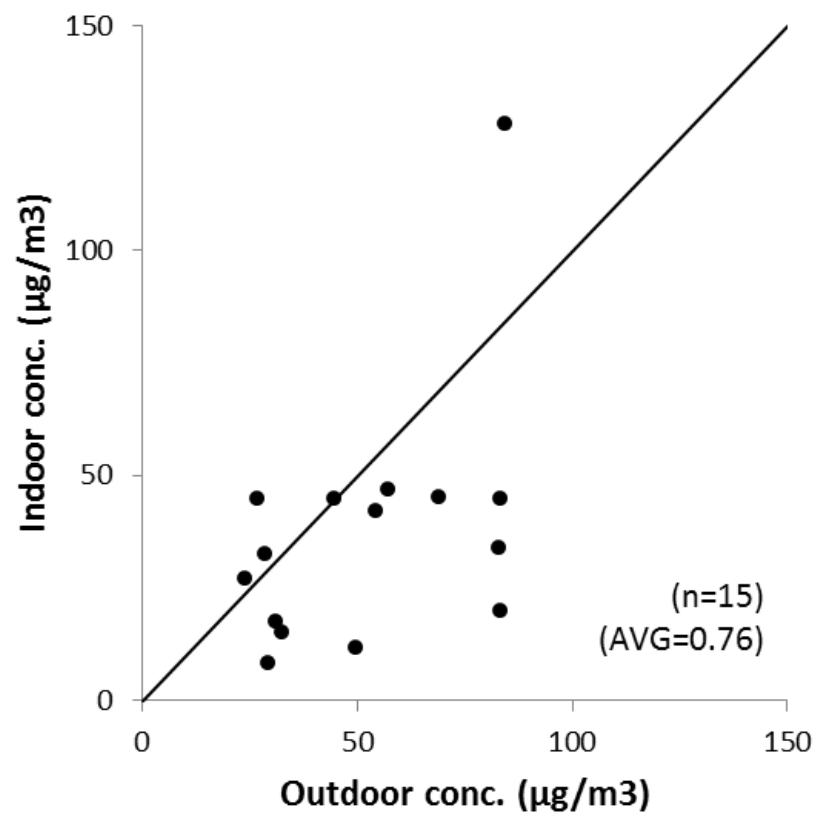
懸浮微粒濃度(PEM)



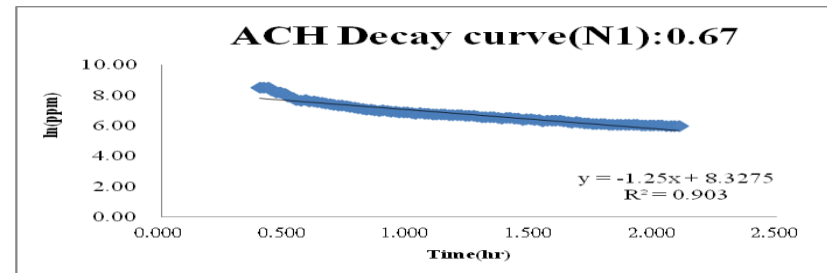
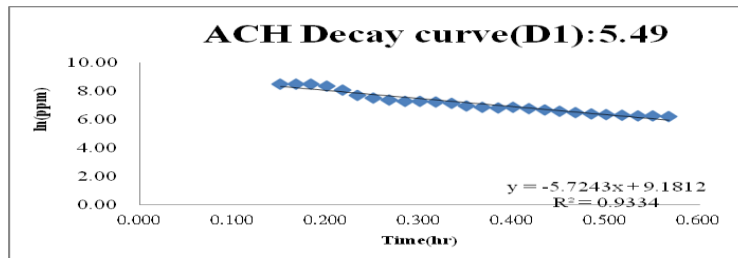
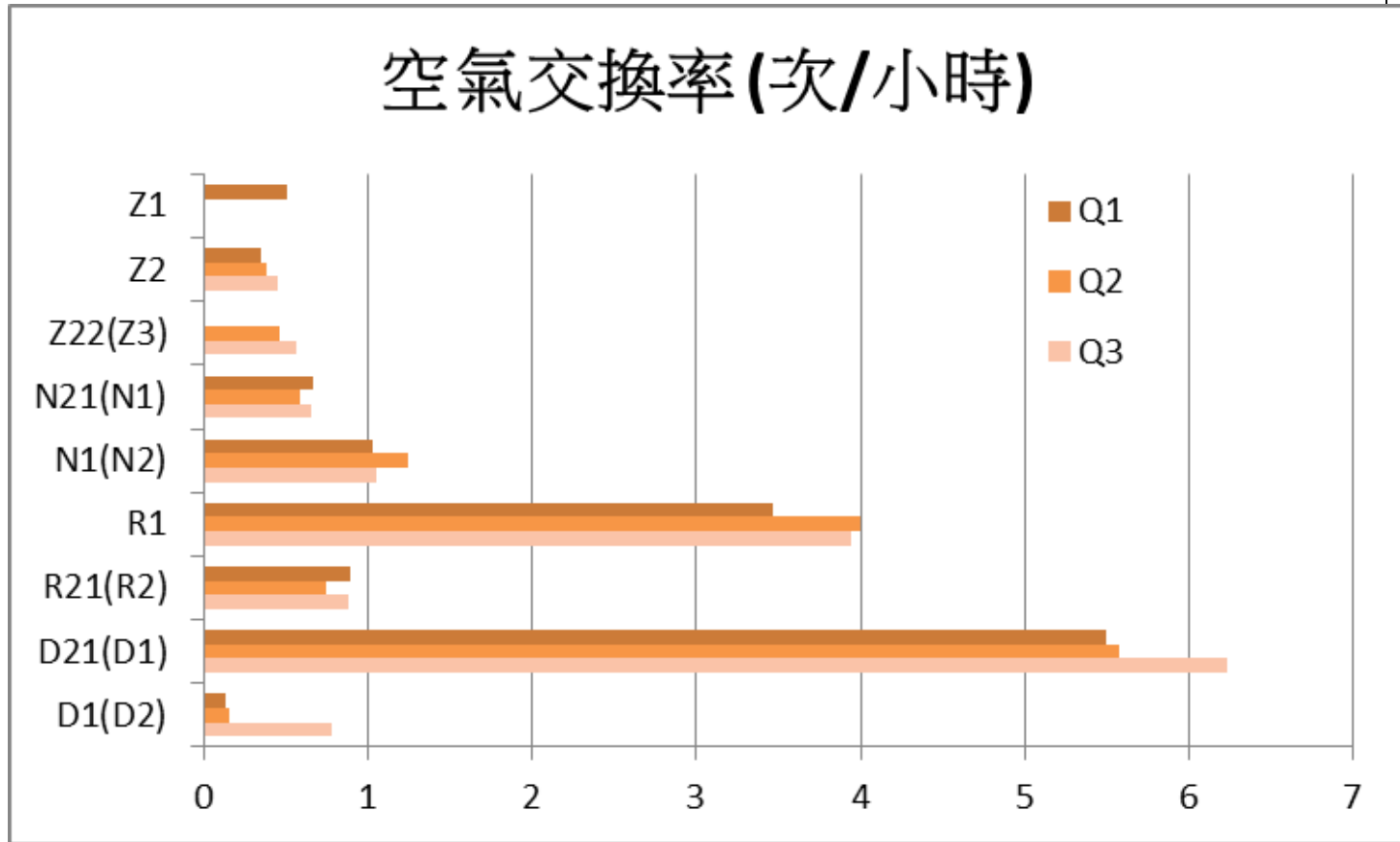
PM_{2.5} (PEM)



PM₁₀ (PEM)

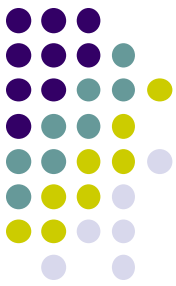


空氣交換率(ACH)



個人(IOP)採樣照片示意圖及採樣實景



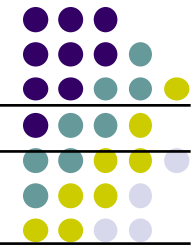


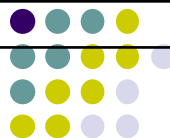
室內/室外/個人 (IOP)採樣結果說明

- 本研究進行個人採樣之主要目的為瞭解直接方法(個人採樣)與間接方法(室內外採樣、生活型態問卷調查、擴散模擬等)之差異。
- 比較同時間室內/室外/個人(IOP)三種採樣分析結果之異同。

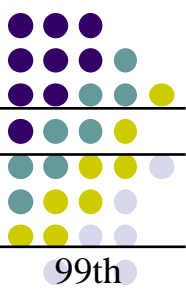
採樣點編號	IOP 24小時採樣 次數(次)	地點	TWD97(WGS84)經 緯度坐標值	職業
Z21	1	高雄市左營區	120.3114,22.6591	助理
Z22	6	高雄市左營區	120.3160,22.6852	餐飲勞安管理
N1	6	高雄市楠梓區	120.3172,22.7221	警衛
N21	2	高雄市楠梓區	120.3286,22.7275	飯店勞安管理
N22	1	高雄市楠梓區	120.3316,22.7238	學校職員
N23	6	高雄市楠梓區	120.3302,22.7382	學生
N25	2	高雄市楠梓區	120.3247,22.7144	警衛
R21	5	高雄市仁武區	120.3353,22.7088	自營木材工廠
D22	2	高雄市大社區	120.3583,22.7226	石化業勞安管理
Total(天次)	31			

IOP採樣室內(I)空氣濃度彙整(ppb)



彙整個人採樣室內空氣濃度(ppb)								
種類	N(人天次)	Mean	SD	Median	Persentile			99th
					1st	5th	95th	
Benzene	30	0.61	1.69	0.18	0.04	0.06	1.60	7.27
Toluene		5.24	4.71	4.28	0.74	1.16	9.70	22.35
Ethylbenzene		1.89	3.35	1.04	0.34	0.52	5.04	15.19
m-Xylene		3.29	3.17	2.79	0.49	1.23	5.28	15.15
p-Xylene		1.64	1.25	1.41	0.45	0.59	2.65	6.35
o-Xylene		2.17	1.62	1.96	0.42	0.93	3.71	8.15
Chloroform		1.65	3.33	0.33	0.01	0.03	9.84	12.26
1,2-Dichlorobenzene		0.10	0.09	0.08	0.02	0.02	0.28	0.42
1,4-Dichlorobenzene		0.18	0.22	0.09	0.04	0.06	0.60	0.94
Dichloromethane		2.53	7.16	0.33	0.01	0.04	5.59	29.75
Styrene		3.00	3.81	1.24	0.38	0.57	9.55	16.31
Tetrachloroethylene		0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.08	0.11
Naphthalene		12.34	11.08	9.54	0.38	1.18	35.67	46.87
甲醛		9.17	6.06	7.84	2.31	3.03	20.51	25.57
乙醛		3.73	2.81	2.75	0.78	1.15	8.90	10.63
丙烯醛		0.19	0.48	0.04	0.04	0.04	1.38	1.88
丙酮		8.82	9.22	5.70	0.79	2.07	27.76	38.91
丙醛		3.36	5.86	1.01	0.02	0.03	15.24	23.07
PM ₁₀		37.57	26.58	38.54	7.53	7.79	78.72	90.71

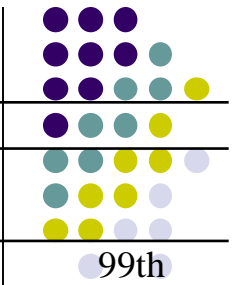
IOP採樣室外(O)空氣濃度彙整(ppb)



彙整個人採樣室外空氣濃度(ppb)							
種類	N(人天次)	Mean	SD	Median	Persentile		
					1st	5th	95th
Benzene	30	0.53	0.74	0.21	0.01	0.03	2.12
Toluene		3.22	2.48	2.42	0.14	0.49	7.02
Ethylbenzene		1.36	1.38	0.91	0.24	0.43	4.29
m-Xylene		2.97	3.69	1.81	0.43	0.51	6.58
p-Xylene		1.40	1.43	1.03	0.24	0.40	2.99
o-Xylene		1.77	1.87	1.30	0.27	0.34	3.66
Chloroform		1.68	2.70	0.45	0.01	0.01	6.51
1,2-Dichlorobenzene		0.11	0.10	0.09	0.02	0.02	0.33
1,4-Dichlorobenzene		0.13	0.13	0.09	0.02	0.04	0.40
Dichloromethane		2.49	6.02	0.29	0.02	0.03	7.18
Styrene		1.94	2.49	0.80	0.14	0.28	7.11
Tetrachloroethylene		0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Naphthalene		4.46	2.87	3.74	0.13	0.65	8.46
甲醛		5.11	3.15	5.19	0.52	1.07	10.30
乙醛		3.53	3.10	2.73	0.05	0.27	9.71
丙烯醛		0.24	1.01	0.04	0.04	0.04	0.44
丙酮		3.95	2.74	3.53	0.29	0.54	8.56
丙醛		4.30	10.96	0.48	0.01	0.03	28.63
PM ₁₀		68.88	43.18	60.00	22.95	25.14	139.71

IOP採樣個人(P)空氣濃度彙整(ppb)

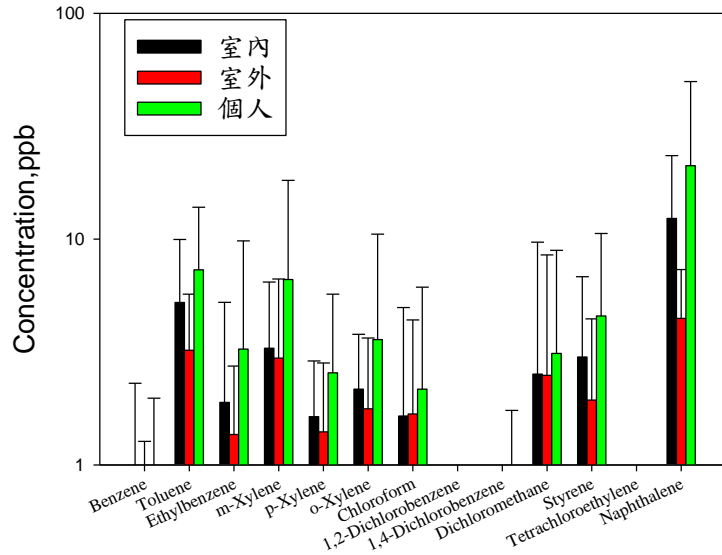
彙整個人採樣個人空氣濃度(ppb)



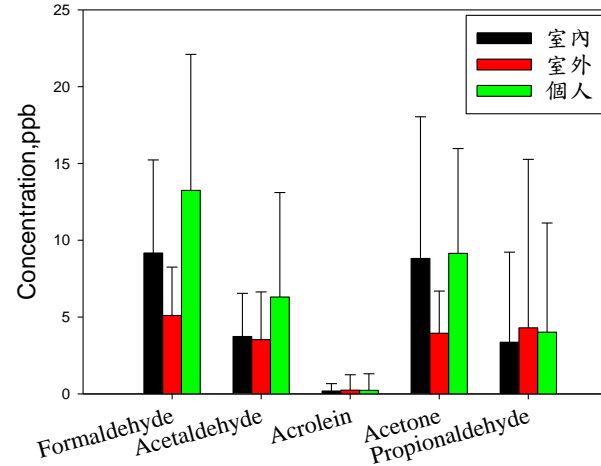
種類	N(人天次)	Mean	SD	Median	Persentile			
					1st	5th	95th	99th
Benzene	30	0.64	1.34	0.15	0.03	0.03	2.24	5.85
Toluene		7.31	6.53	5.51	0.96	1.76	17.79	29.52
Ethylbenzene		3.26	6.56	1.26	0.52	0.54	9.89	28.52
m-Xylene		6.62	11.59	3.08	1.68	1.88	26.47	51.18
p-Xylene		2.56	3.15	1.54	0.70	0.81	9.37	13.85
o-Xylene		3.59	6.93	2.01	1.15	1.22	7.14	30.27
Chloroform		2.17	3.96	0.51	0.01	0.02	8.86	15.54
1,2-Dichlorobenzene		0.10	0.09	0.08	0.02	0.02	0.15	0.45
1,4-Dichlorobenzene		0.51	1.23	0.14	0.03	0.05	2.30	5.36
Dichloromethane		3.12	5.80	0.44	0.03	0.04	17.68	20.84
Styrene		4.57	6.01	1.99	0.56	0.67	16.47	23.93
Tetrachloroethylene		1.07	4.94	0.01	0.01	0.01	2.54	20.39
Naphthalene		21.14	28.68	12.09	3.48	4.74	56.30	126.94
甲醛		13.25	8.86	11.34	3.16	3.87	29.83	37.17
乙醛		6.31	6.80	4.22	0.97	1.25	18.41	30.26
丙烯醛		0.23	1.08	0.04	0.04	0.04	0.04	4.22
丙酮		9.15	6.82	7.24	0.24	0.97	22.50	26.81
丙醛		4.02	7.10	0.95	0.04	0.04	15.46	24.37
PM10		43.85	22.50	33.93	15.75	19.83	79.70	81.38

Indoor/Outdoor/Personal (IOP) -VOCs & Carbonyls & PM₁₀

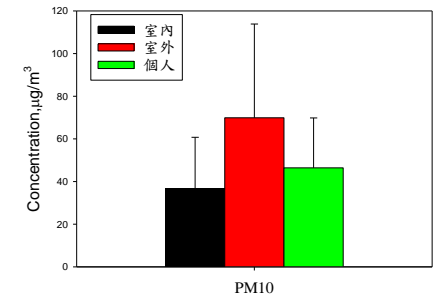
VOC-IOP採樣結果(n=30)



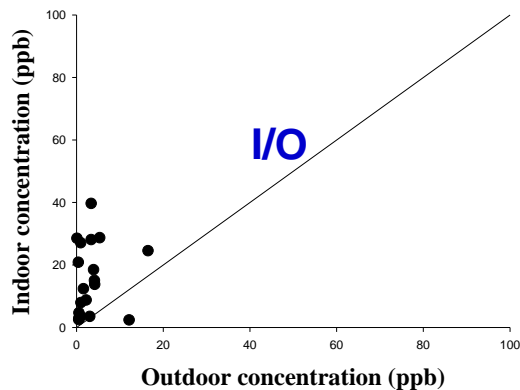
醛酮類個人採樣結果(n=30)



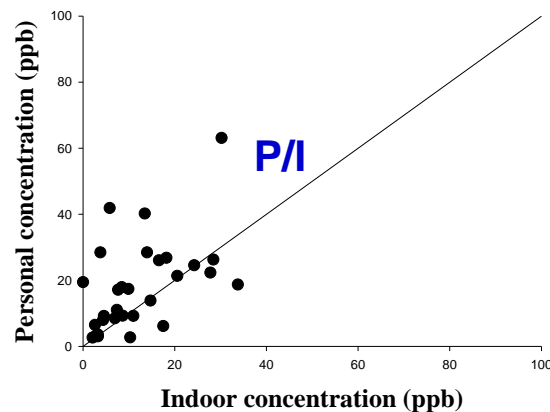
PM₁₀個人採樣結果



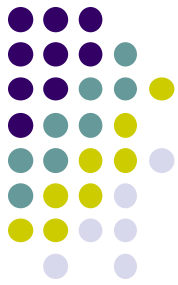
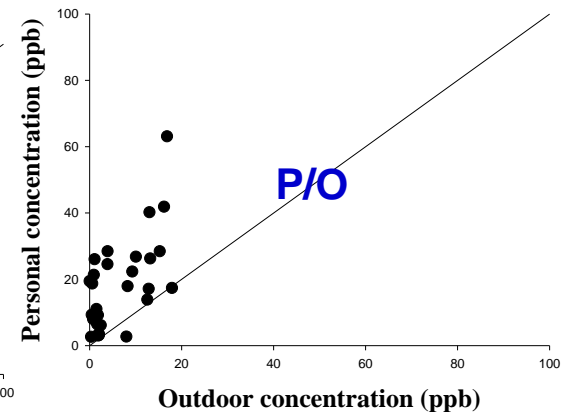
I-O-甲醛(n=30)



P-I-甲醛(n=30)

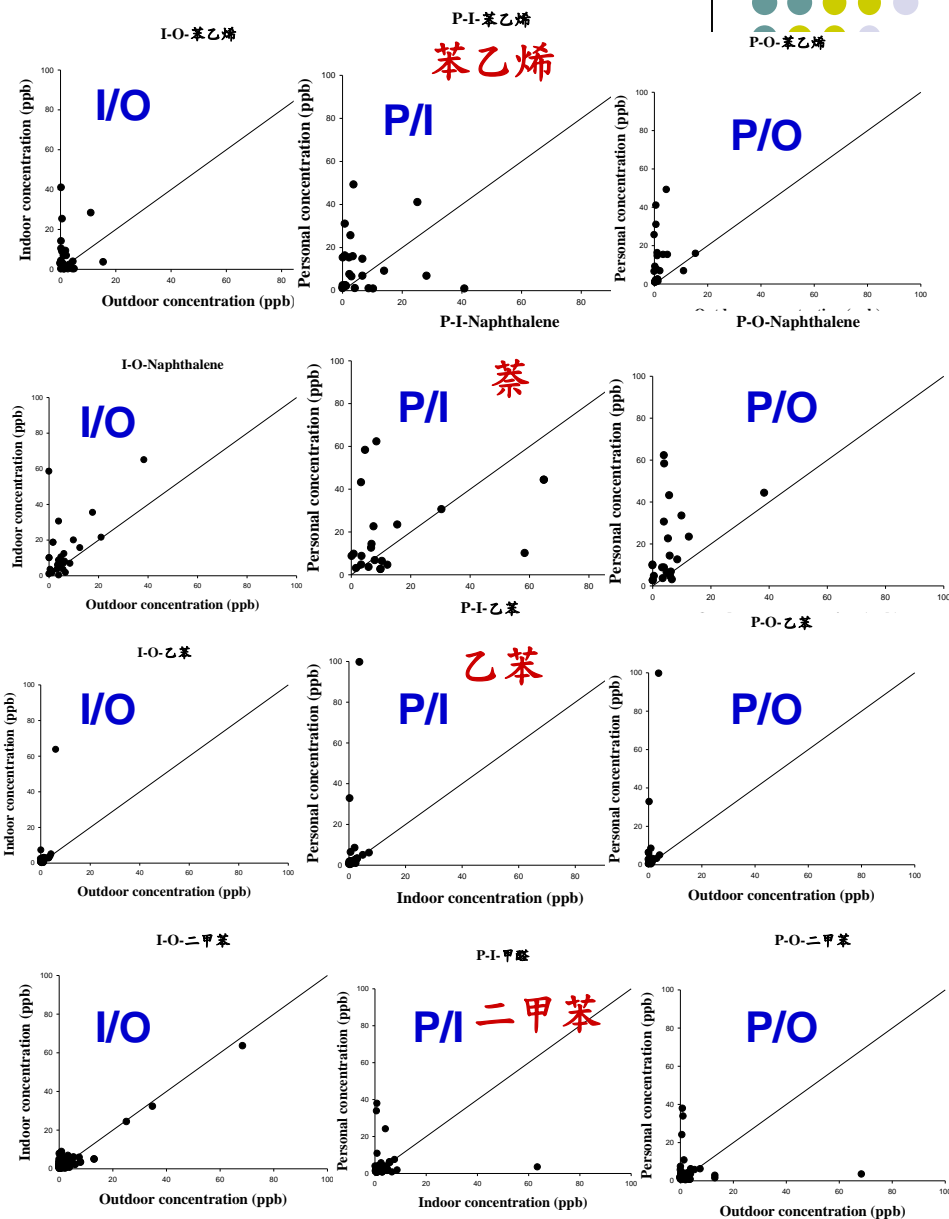
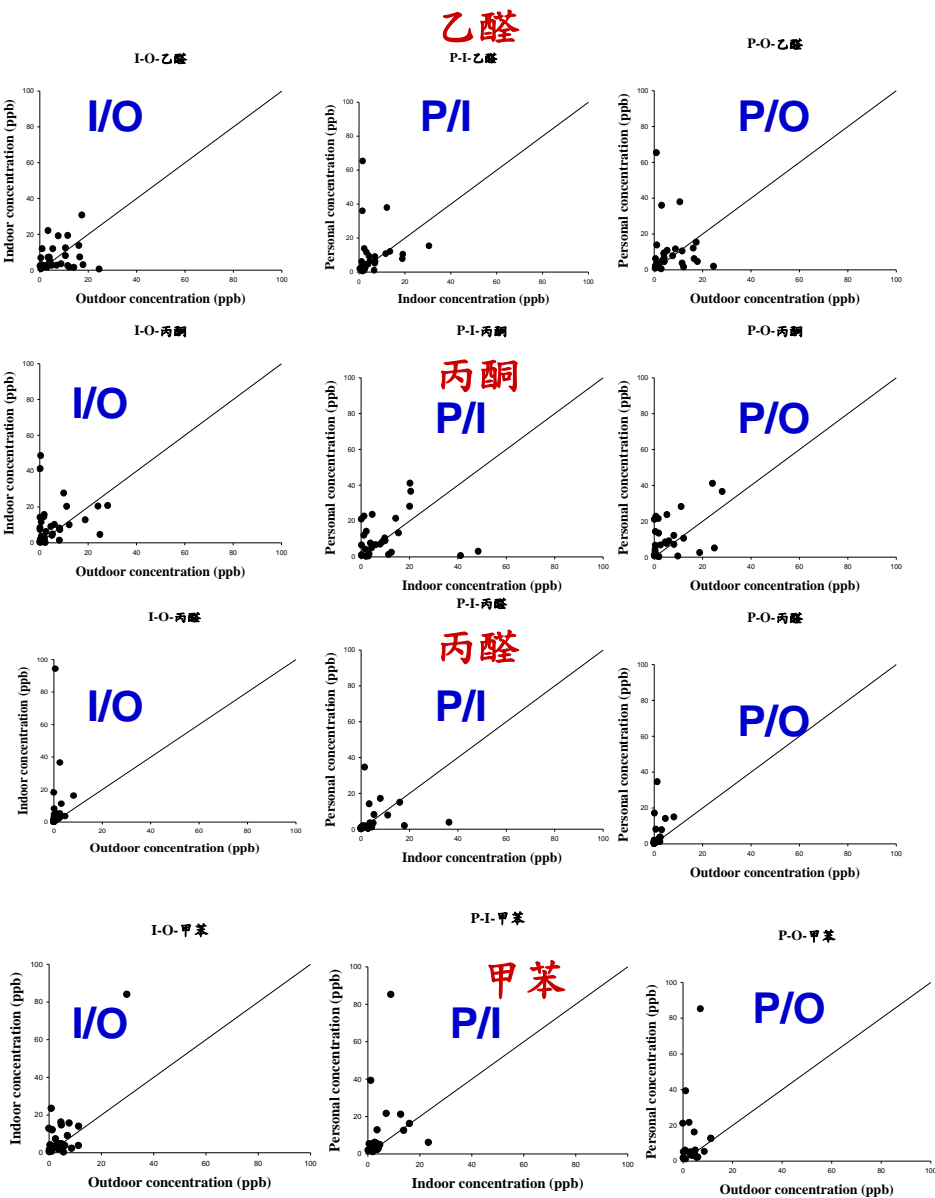


P-O-甲醛(n=30)



Indoor/Outdoor/Personal (IOP)

-VOC&Carbonyls



PAEs 採樣說明



室內灰塵及室外表土PAEs採集



室內灰塵實際採樣情形

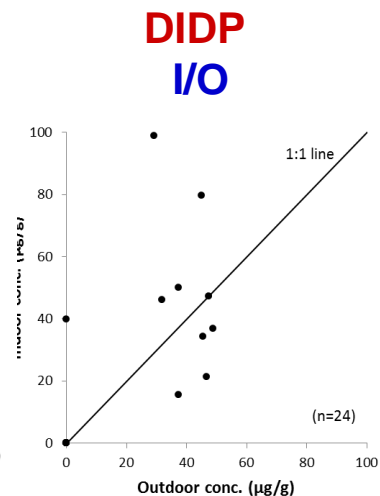
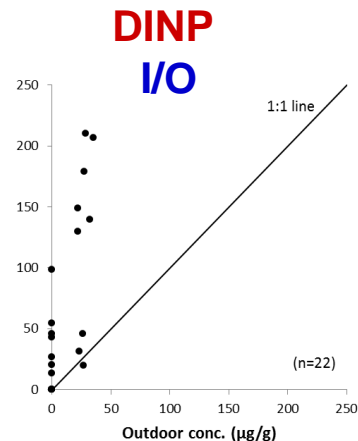
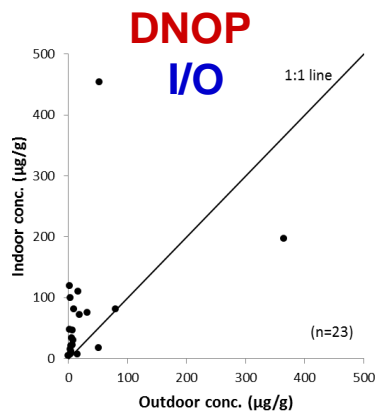
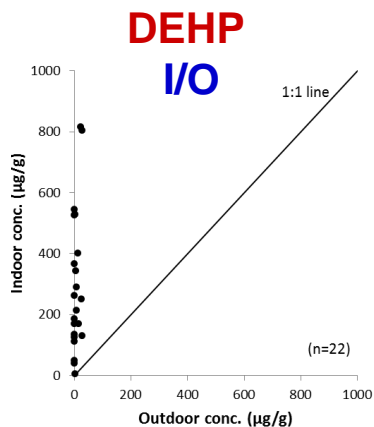
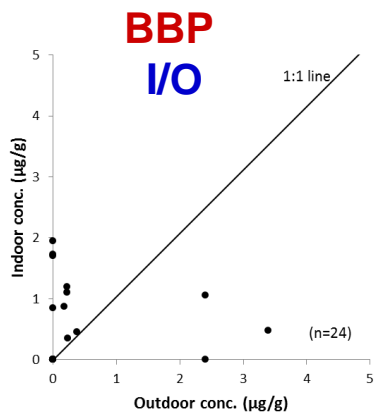
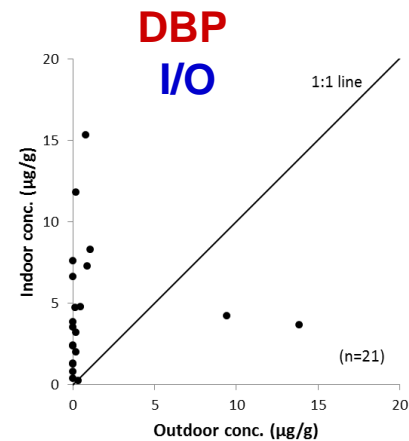
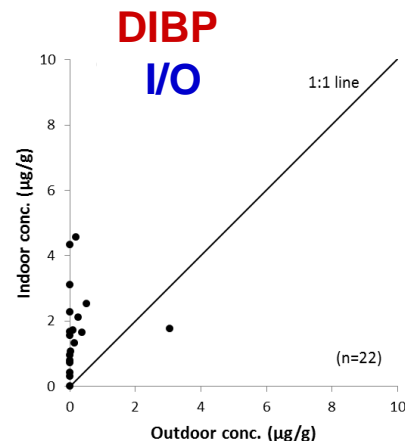
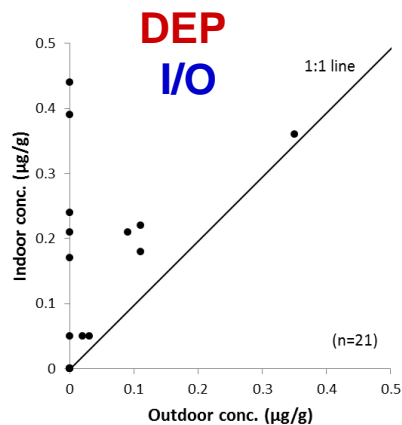
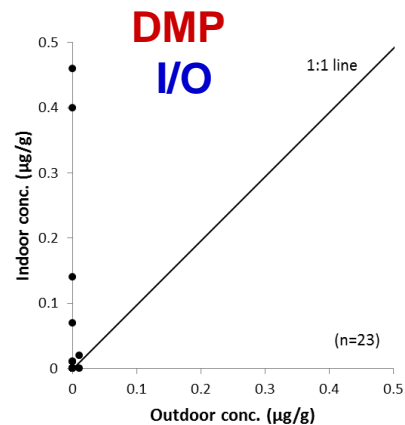
PAEs分析設備



室內灰塵採樣吸塵器

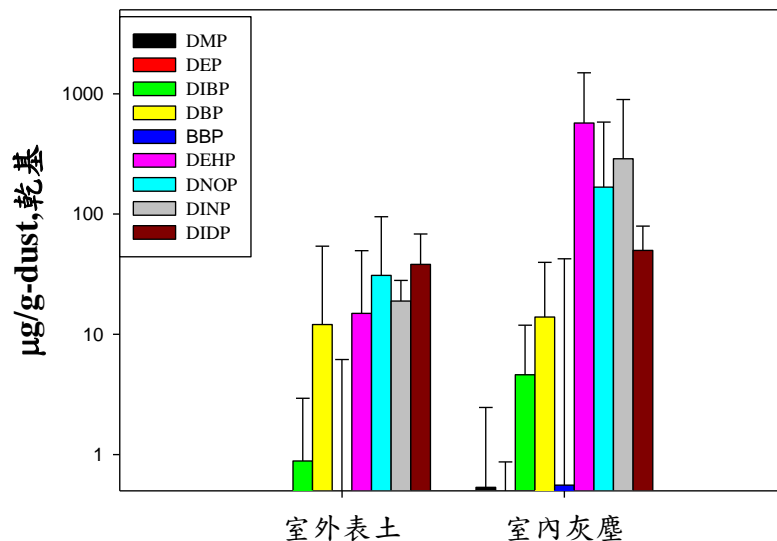
室內灰塵/外表土採樣設備

PAEs in Dust (室内/室外)



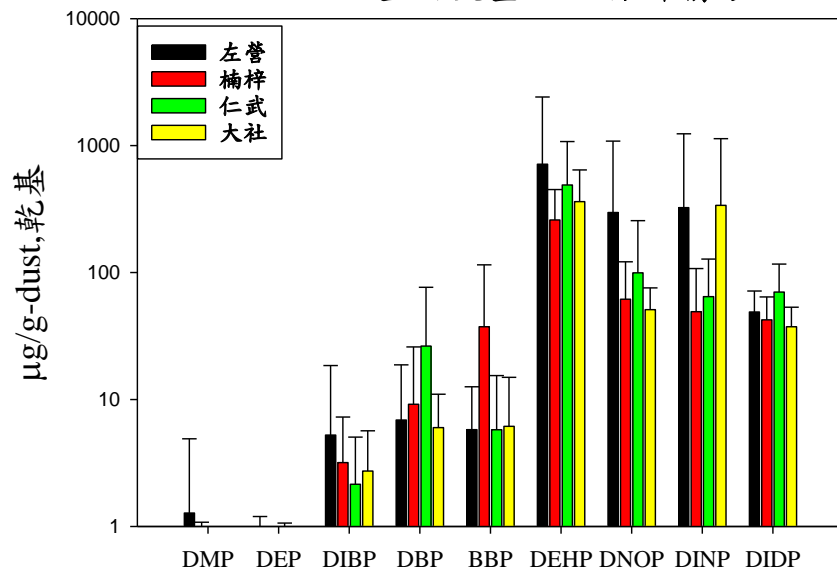
PAEs

石化區室外表土/室內灰塵中PAEs之分佈

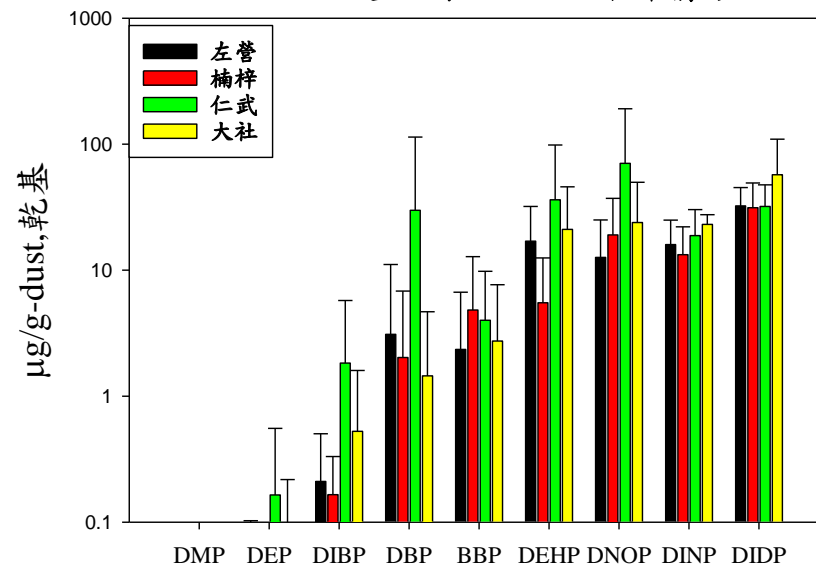


室內灰塵PAEs濃度>室外表土PAEs

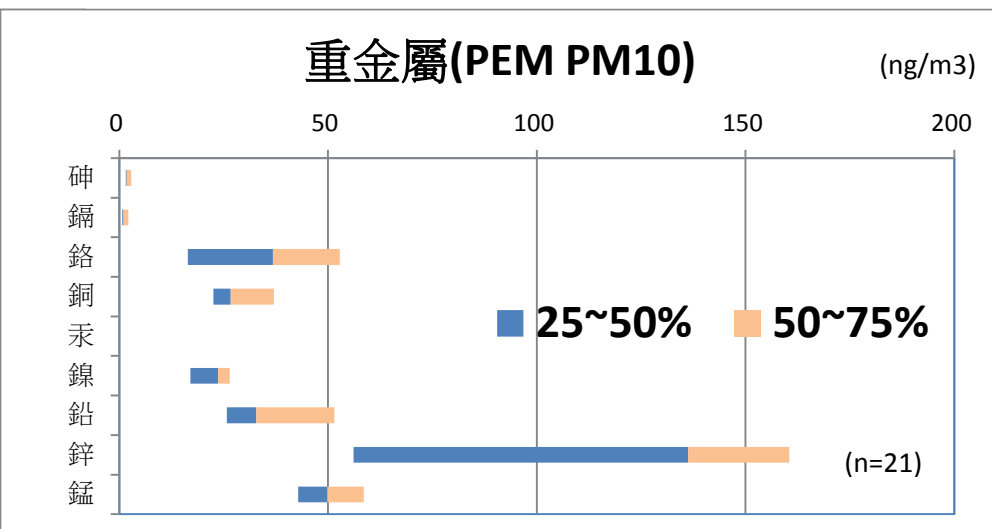
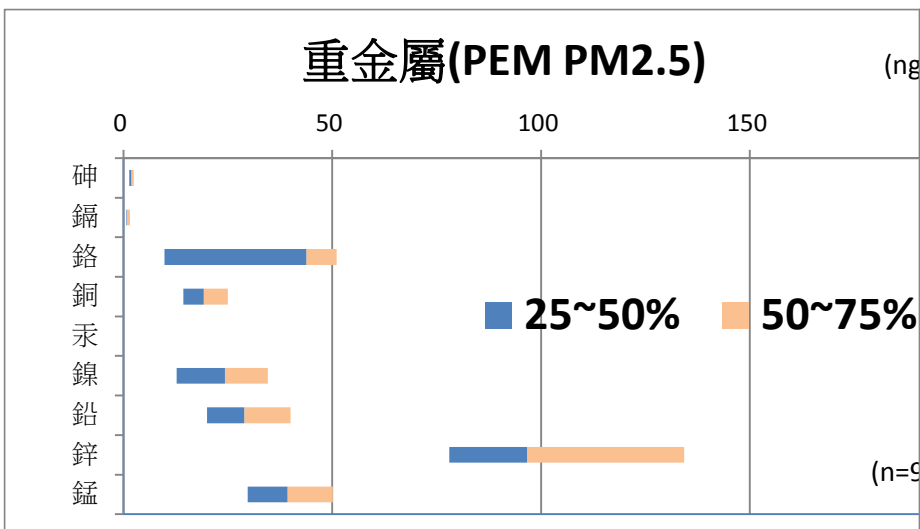
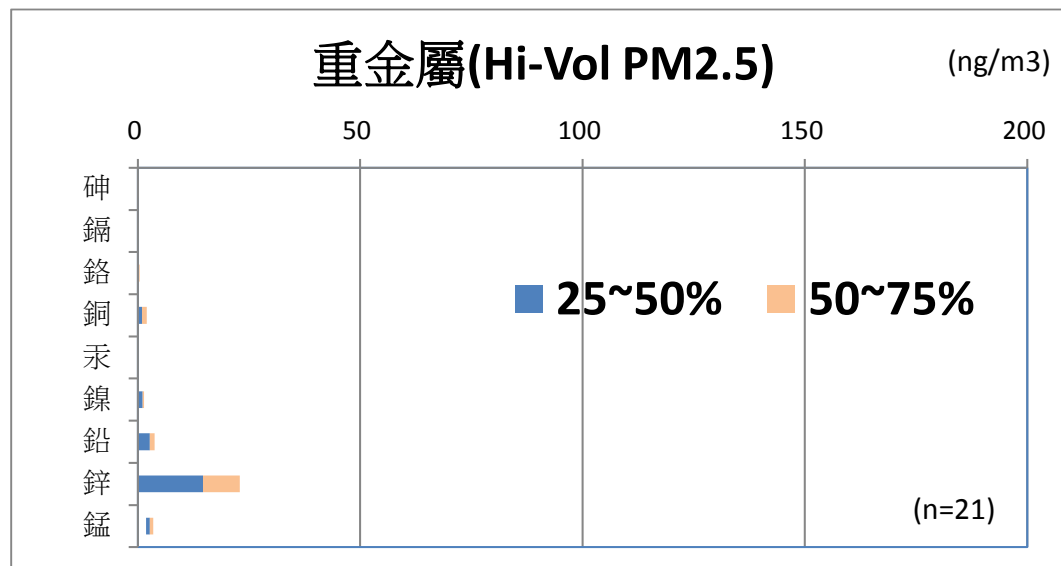
石化四區室內灰塵PAEs分佈情形



石化四區室內表土PAEs分佈情形

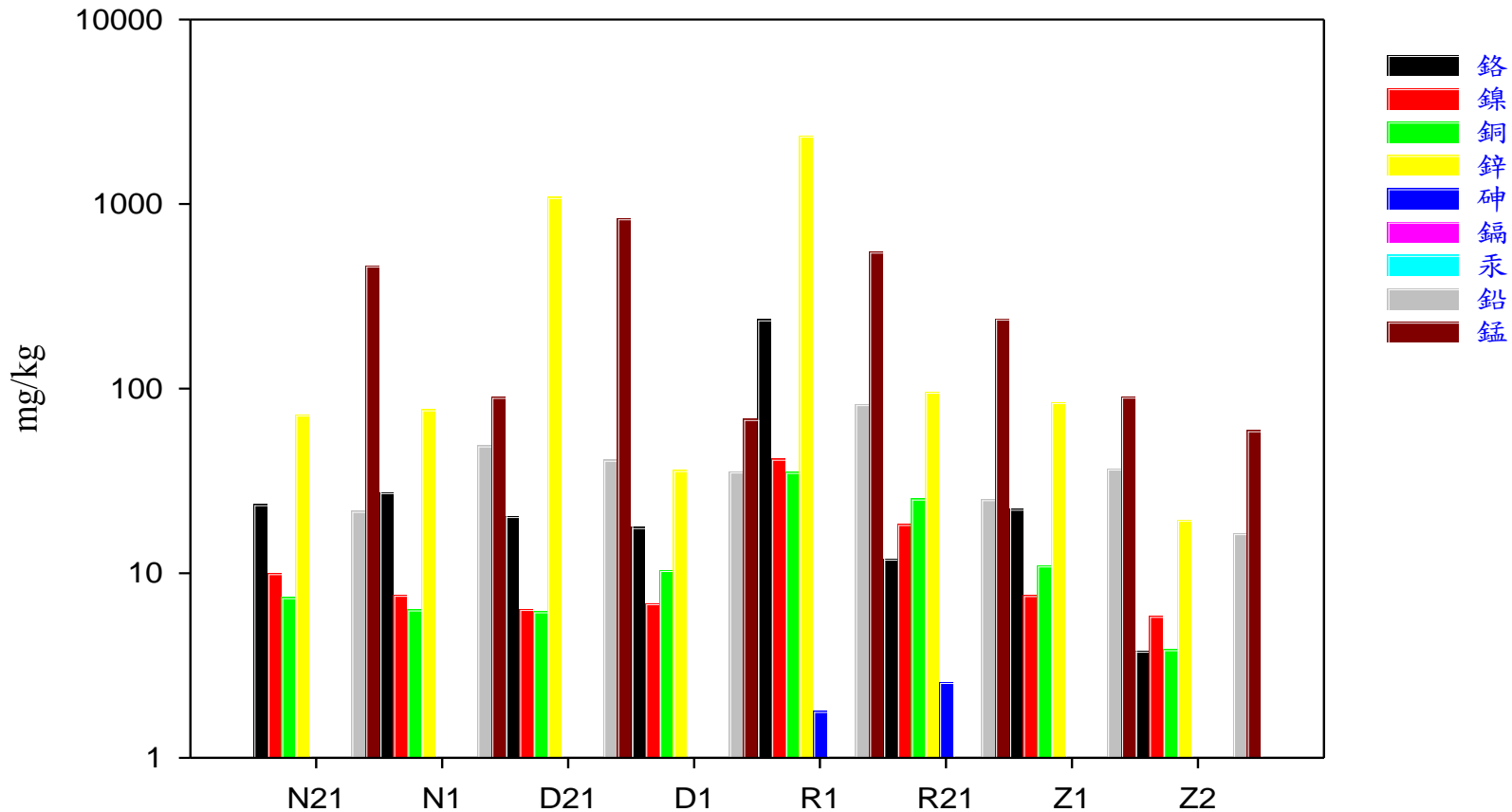


懸浮微粒重金屬分析



室外表土重金屬分析

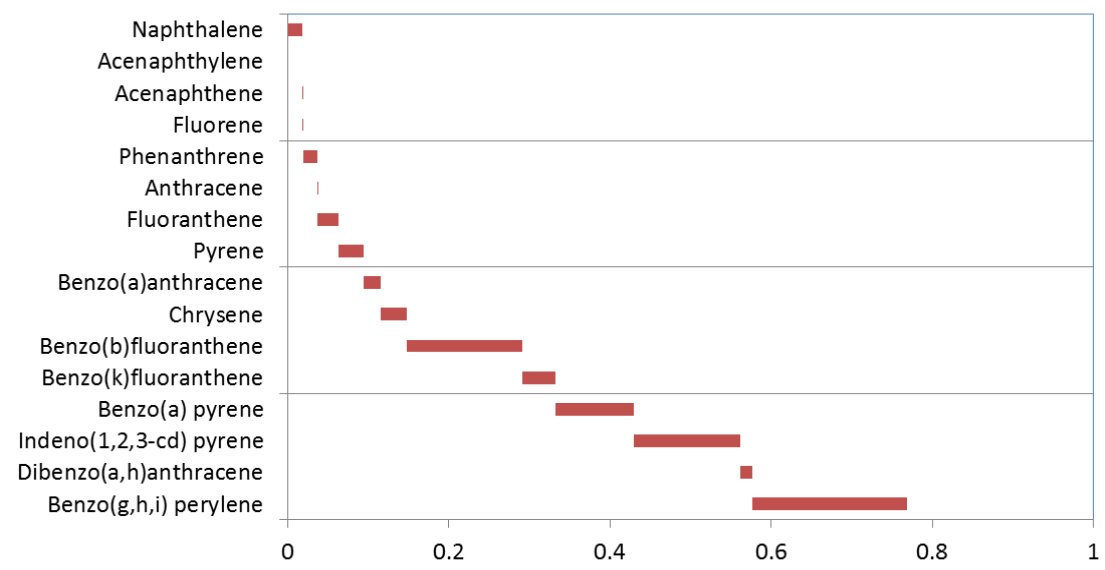
石化工業區外表土重金屬含量



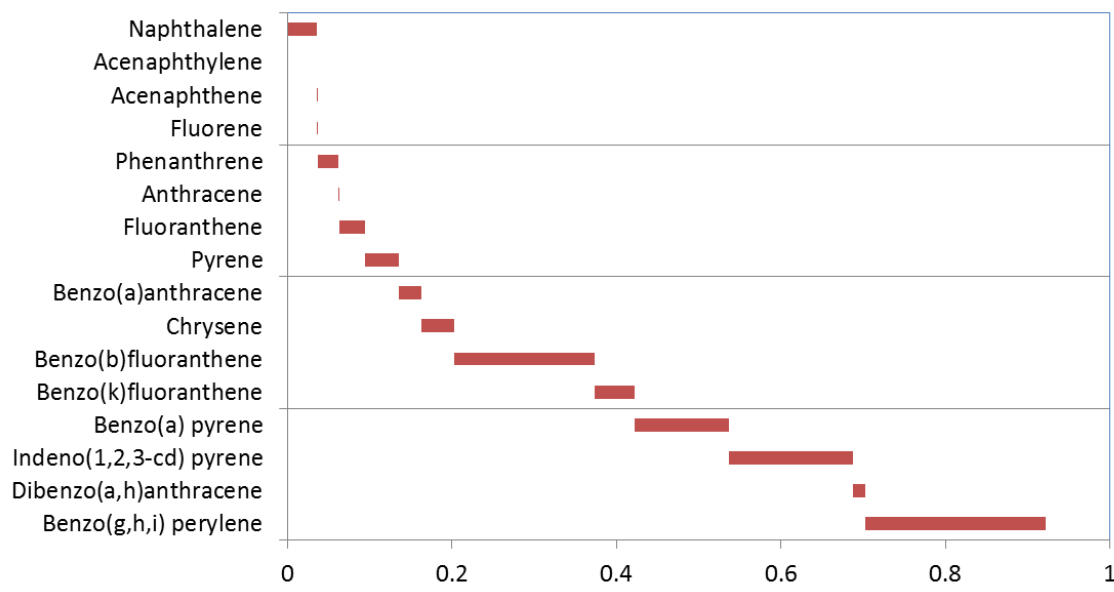
◆結果顯示石化各區中重金屬濃度皆合乎管制標準，與過去研究(王詠玲，2004，高雄市土壤中重金屬濃度分布)相仿，惟R1點中，鋅已超出管制標準，且大部分金屬濃度高於其他各處。



PAHs in PM_{2.5} (ng/m³)



PAHs in PM₁₀ (ng/m³)

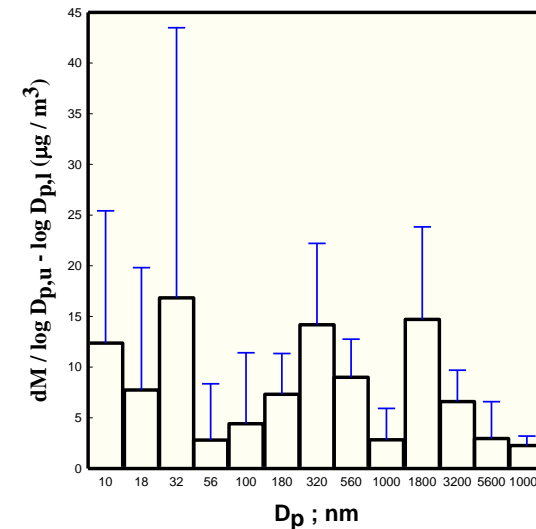


PM₁₀粒徑分布

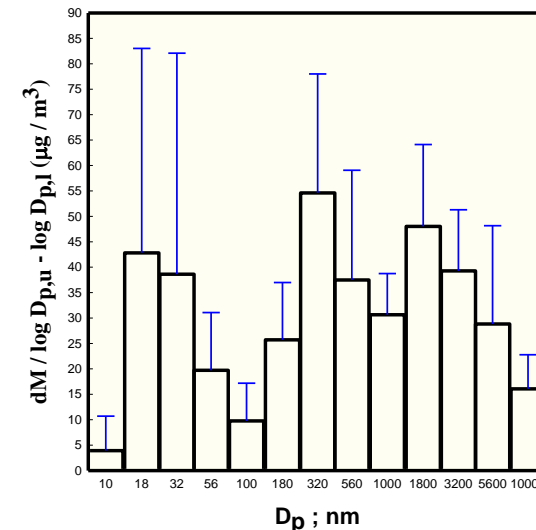
Nano Moudi

後勁室外(n=4)			大社半室內(n=9)		
粒徑範圍	歸一化平均質量濃度		粒徑範圍	歸一化平均質量濃度	
nm	dM/ log D _{p,u} -log D _{p,l}	error	nm	dM/ log D _{p,u} -log D _{p,l}	error
10	12.4	13.1	10	3.9	6.8
18	7.7	12.1	18	42.8	40.2
32	16.8	26.7	32	38.6	43.5
56	2.8	5.5	56	19.7	11.4
100	4.4	7.0	100	9.8	7.4
180	7.3	4.0	180	25.7	11.3
320	14.2	8.0	320	54.6	23.4
560	9.0	3.8	560	37.5	21.6
1000	2.8	3.1	1000	30.6	8.1
1800	14.7	9.1	1800	48.0	16.1
3200	6.6	3.1	3200	39.3	12.0
5600	3.0	3.6	5600	28.8	19.3
10000	2.3	0.9	10000	16.1	6.7
Total	104.0		Total	395.4	

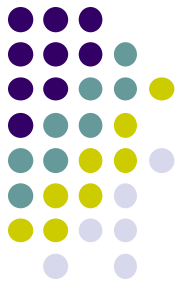
AVG(n=4)後勁室外



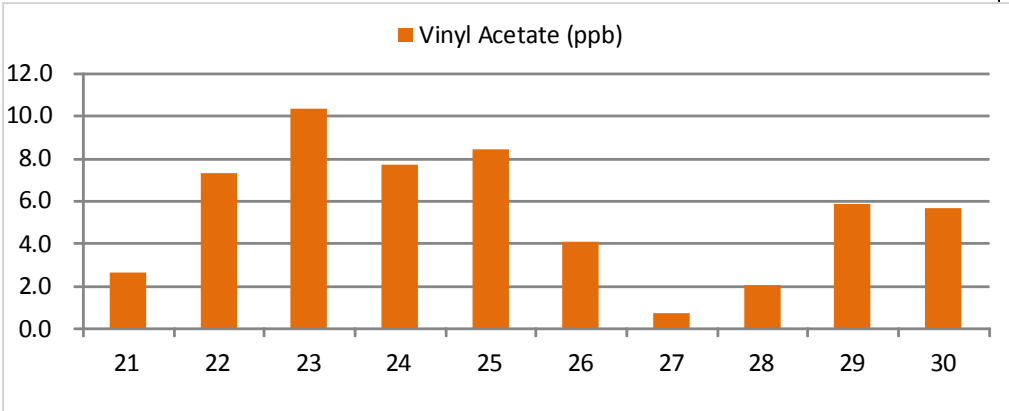
AVG(n=9)大社室內



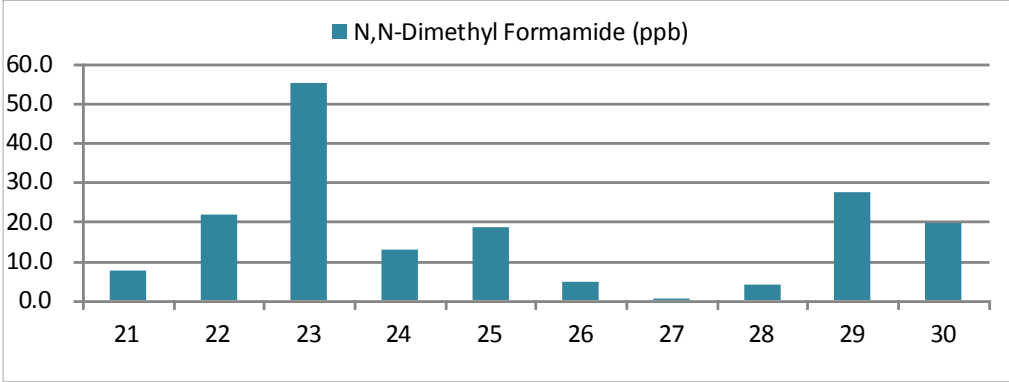
Open-Path FTIR(日平均濃度)



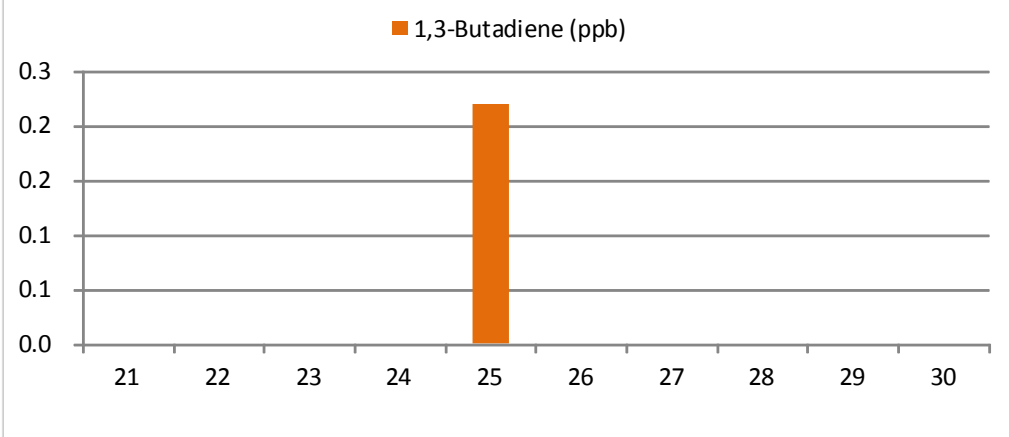
醋酸乙烯酯

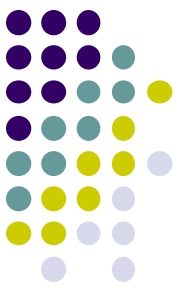


二甲基甲醯胺



1,3-丁二烯





結論：環境量測

1. VOCs中以石化業代表性之BTEX檢出率高，甲醛、乙醛部分來自光化作用產物亦具高檢出率。
2. 大部分VOCs與醛酮類污染物呈現室內濃度高於室外濃度
3. 懸浮微粒中PAHs隨其分子量增加而增加，以Benzo(b)fluoranthene、Benzo(a) pyrene、Indeno(1,2,3-cd) pyrene、Benzo(g,h,i) perylene檢出濃度較高。
4. PAEs量測中，室內灰塵濃度遠高於室外表土濃度，其中以DEHP與DNOP之濃度較高。
5. 石化各區中重金屬濃度皆合乎管制標準，與過去研究相仿，仁武少部份點鋅已超出管制標準，且大部分金屬濃度高於其他各處。
6. OP-FTIR10日量測結果顯示二甲基甲醯胺(DMF)為濃度較高之關切污染物。



結論：個人採樣

1. VOC、醛酮類、於室內/室外/個人中，大部分以個人所暴露之濃度較高，其次為室內及室外濃度。
2. 懸浮微粒大部分以室外濃度暴露濃度較高，其次為個人及室內。氣態苯暴露風險宜再深入研究。



感謝聆聽
敬請指正

高雄市政府衛生局委託研究計畫



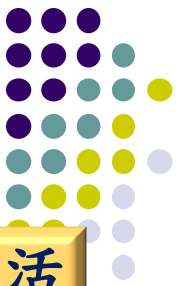
左楠仁大石化工業區居民之健康 風險評估--問卷調查與健康檢查

報告人：美和科技大學

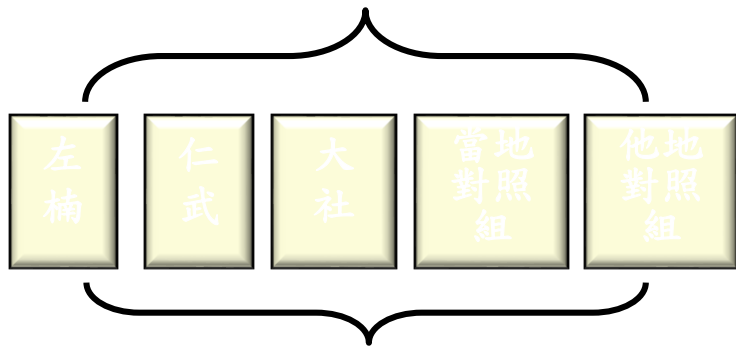
黃美凰 助理教授

中華民國 101年1月17日～102年11月30日

101年問卷調查與健康檢查(1/2)



問卷調查



每一研究區調查300份，
共計1500份。

1.問卷內容：基本資料、生活習慣、居家環境、個人及家族疾病史、通勤狀況、工作場所及職業暴露等。

2.專家效度

3.訪員訓練

調查地區：共五區

高污染地區--左楠仁大三個石化工業區

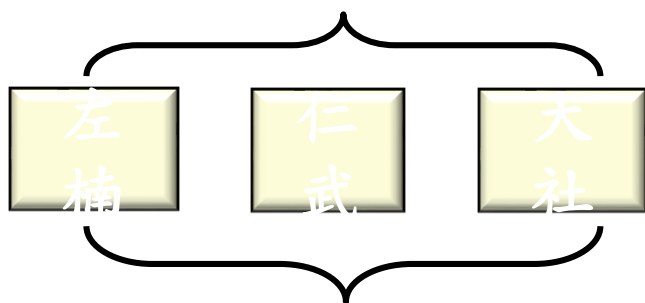
低污染地區--旗山美濃區（當地對照）

他地對照組--花蓮縣（他地對照）

訪視對象：年齡20-70歲，平日長時間在該區活動（排除當地汽機車修護廠、乾洗衣店、或長時間開放冷氣的商店等

101年問卷調查與健康檢查(2/2)

健康檢查-
癌症篩檢



每一研究區100人，
共計300人。

1. 篩檢項目以白血球、肝癌、大腸癌為主包括血液學檢查(白血球)、肝功能及胎兒蛋白(肝癌)等。

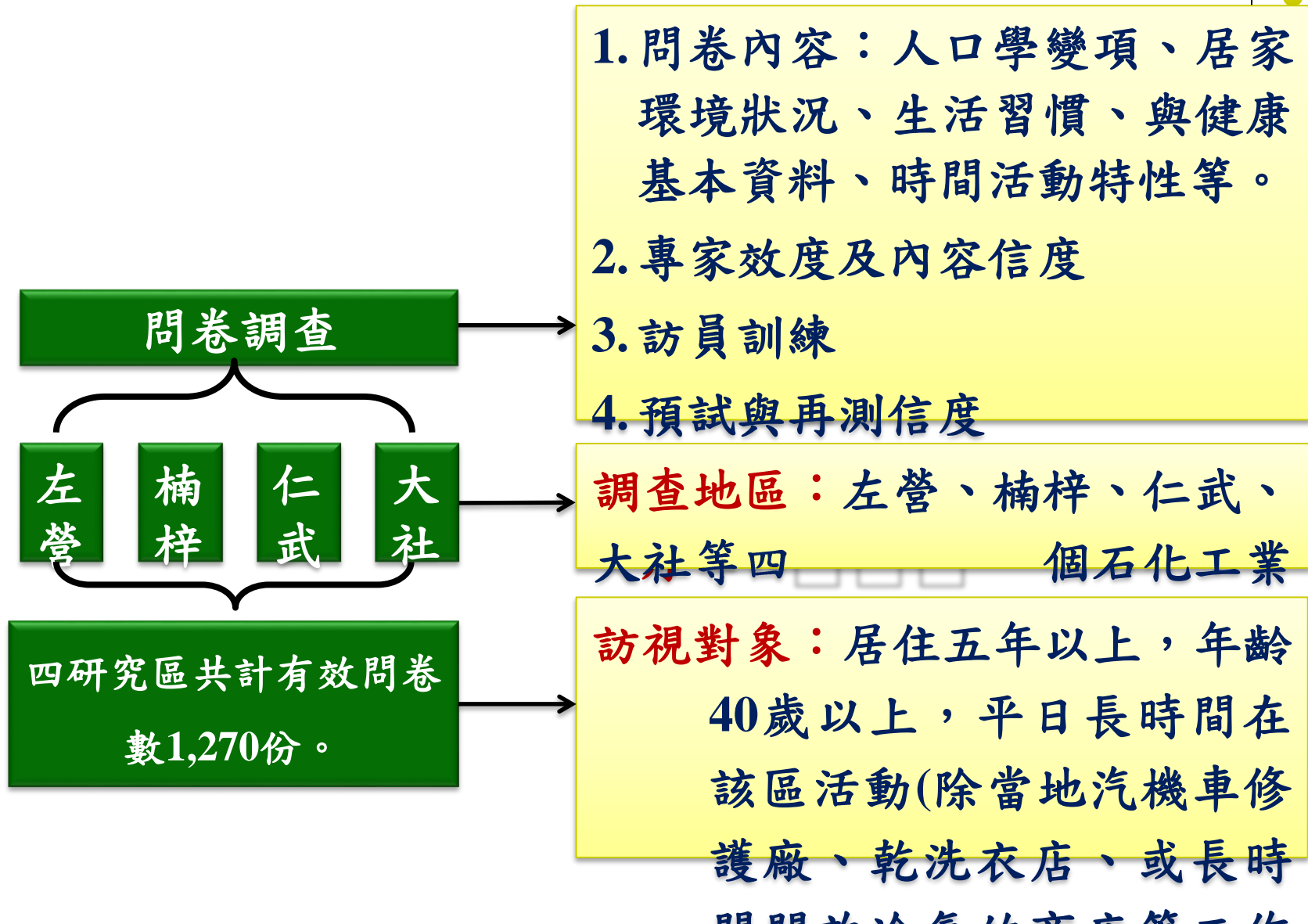
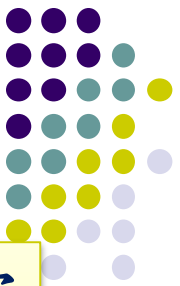
調查地區：左楠仁大等三個石化工業區

對象：40-70歲，居住在當地者
每區100名、男女各50名；
篩檢人數共計300名。

問卷資料、體檢資料建檔與統計分析：

a.描述性統計； b.相關性分析

102年問卷調查與健康檢查(1/2)



102年問卷調查與健康檢查(2/2)



健康檢查

1. 篩檢項目以白血病、肝癌、大腸癌為主包括血液學檢查(白血病)、空腹血糖、肝、腎功能及胎兒蛋白(肝癌)；

左營

楠梓

仁武

大社

調查地區：左營(102.07.06)、楠梓(102.06.20)、仁武(102.09.01)、大社(102.06.28)等四個石化工業區，共計

共計335人

四場次。由高雄醫學大學附設中和紀念醫院健康檢查中心承接。調查對象：係前述左營、楠梓、仁武與大社等石化工業區接受問卷調

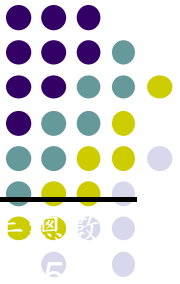
問卷資料、體檢資料建檔與統計分析：

a. 描述性統計 **b.** 相關性分析

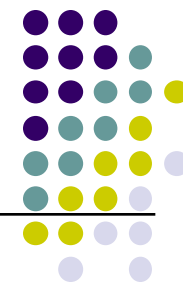
石化區研究問卷回收狀況

年度	問卷收集	左營 n (%)	楠梓 n (%)	仁武 n (%)	大社 n (%)	樣本數 N (%)
102	有效問卷	172 (95.0)	503 (94.9)	313 (98.7)	282 (98.6)	1,270 (96.7)
	無效問卷	9 (5.0)	27 (5.1)	4 (1.3)	4 (1.4)	44 (3.3)
	樣本數	181	530	317	286	1,323
101	有效問卷	292 (96.7)		289 (96.0)	324 (99.4)	905 (97.4)
	無效問卷	10(3.3)		12(4.0)	2(0.6)	24 (2.6)
	樣本數	302		301	326	929

問卷受訪對象基本資料



101年受訪者居家附近之異味



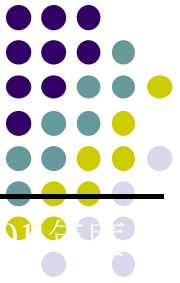
項目	石化區 N=905 n(%)	當地對照 N=314 n(%)	他地對照 N=300 n(%)	χ^2 值	P值
空氣品質				399.869***	0.000
良好	98(11.0)	124(39.7)	188(63.3)		
普通	481(53.9)	164(52.6)	96(32.3)		
不良	278(31.2)	21(6.7)	9(3.0)		
不知道	35(3.9)	3(1.0)	4(1.3)		
有異味				168.747***	0.000
是	498(55.6)	78(24.9)	56(19.1)		
否	397(44.4)	235(75.1)	237(80.9)		

➔ 空氣品質不良以石化區為最高31.2%，空氣品質良好以他地對照區63.3%最高，

經檢定後達統計上之顯著差異。

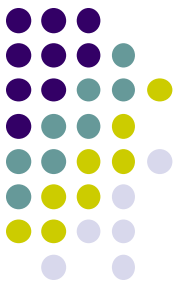
➔ 覺得居家附近有異味者，以石化區有55.6%，顯著高於當地

受訪者居家附近之異味



自覺空氣品質狀況





工廠、下水道或水溝、燃燒異味 與呼吸相關疾病之羅吉斯迴歸分析

變項	B 之估計值	Exp(B)	95% CI	p -value
工廠異味				
是/否	0.312	1.366	0.988–1.888	0.059
下水道異味				
是/否	0.283	1.327	0.896-1.965	0.158
燃燒異味(紙錢或垃圾)				
是/否	0.489	1.631	1.076-2.471	0.021*
Logistical regression controlled age, gender and study area was used.				

工廠異味與皮膚過敏性相關疾病史 之羅吉斯迴歸分析



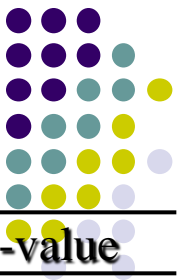
變項	B 之估計值	Exp(B)	95% CI	p -value
工廠異味				
是/否	0.612	1.843	1.298 - 2.618	0.001**

下水道或水溝				
是/否	0.170	1.185	0.774 - 1.814	0.434

燃燒(紙錢或垃圾)				
是/否	0.298	1.348	0.837 - 2.169	0.219

煮食味道(油煙味)				
是/否	0.185	1.203	0.778-1.861	0.406

Logistical regression controlled age, gender and study area was used.



室內污染源與慢性疾病史之羅吉斯迴歸分析

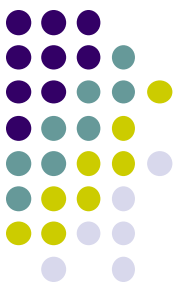
項目	B 之估計值	Exp(B)	95% CI	p-value
呼吸相關疾病方面				
半年內有新木製家具				
是/否	0.594	1.812	1.061-3.093	0.029*
看到蟑螂老鼠				
有/無	0.493	1.637	1.151-2.328	0.006**
肝胰相關疾病方面				
看到蟑螂老鼠				
有/無	1.128	3.090	1.778-5.371	<0.001*
新陳代謝相關疾病				
家中有毛動物				
有/無	0.382	1.465	1.093-1.963	0.011*
看到蟑螂老鼠				
有/無	0.695	2.003	1.530-2.622	<0.001**
定期到寺廟拜拜				
有/無	0.335	1.398	1.084-1.802	0.010*
Logistical regression controlled age, gender and study area was used in all analysis.				



室內空品相關因子與慢性疾病史之羅吉斯迴歸分析

項目	B 之估計值	Exp(B)	95% CI	p-value
呼吸相關疾病方面				
使用殺蟲劑習慣(噴霧殺蟲劑、蚊香或電蚊香)				
是/否	0.523	1.686	1.220-2.330	0.002**
肝胰相關疾病方面				
使用冷氣機或空調				
是/否	0.682	1.977	1.022-3.823	0.043*
新陳代謝相關疾病				
清掃頻率				
每天/>每天	0.052	1.053	0.812-1.367	0.696
使用殺蟲劑習慣(噴霧殺蟲劑、蚊香或電蚊香)				
是/否	0.537	1.710	1.322-2.213	<0.001**
使用冷氣機或空調				
是/否	0.338	1.403	1.021-1.928	0.037*
家中烹煮食物頻率				
每天/>每天	0.279	1.322	1.005-1.738	0.046*
皮膚相關疾病				
使用殺蟲劑習慣(噴霧殺蟲劑、蚊香或電蚊香)				
是/否	0.629	1.875	1.332-2.640	<0.001**

Logistical regression controlled age, gender and study area was used in all analysis.

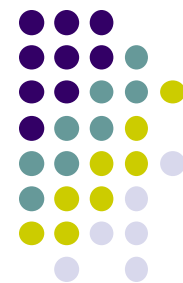


102年問卷調查小結 (1/2)

● 異味與慢性疾病史之關係

1. 燃燒 (垃圾或紙錢)異味是呼吸道疾病史之危險因子(OR:1.630, $p=0.021$)。
2. 工廠異味是肝胰相關疾病史之危險因子(OR: 1.681, $p=0.020$)
3. 工廠異味是皮膚過敏相關疾病史之危險因子 (OR: 1.843 , $p=0.001$)

問卷調查小結 (2/2)



- 室內環境因子與慢性疾病史之關係

1. 半年內有新木製家具、看到蟑螂老鼠之間是呼吸相關疾病史之危險因子(p值分別為0.029與0.006)
2. 看到蟑螂老鼠是肝胰相關疾病史之危險因子($p < 0.001$)
3. 使用殺蟲劑習慣是呼吸、皮膚相關疾病的危險因子

健康檢查之結果分析 (n=335)

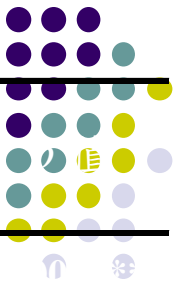
接受健康檢查者基本資料(1/2)



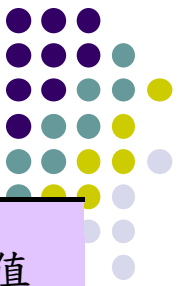


接受健康檢查者基本資料(2/2)

健康檢查與人口屬性分析 (1/2)



健康檢查與人口屬性分析 (2/2)



變項	地區	左營 n=39	楠梓 n=136	仁武 n=81	大社 n=79	χ^2 值	p 值
		n (%)	n (%)	n (%)	n (%)		
職業	農林漁業	1(2.6)	4(2.9)	3(3.7)	11(13.9)	52.001 ^a	.0000***
	商業	1(2.6)	2(1.5)	6(7.4)	10(12.7)		
	工業	3(7.7)	10(7.4)	5(6.2)	3(3.8)		
	服務業	10(25.6)	31(22.8)	12(14.8)	11(13.9)		
	軍公教	3(7.7)	24(17.6)	1(1.2)	8(10.1)		
	家管	14(35.9)	47(34.6)	46(56.8)	26(32.9)		
	待業或退休	7(17.9)	18(13.2)	8(9.9)	10(12.7)		
每月家中總收入	39,999 元以下	11(28.2)	34(26.4)	18(22.2)	19(24.4)	25.690 ^a	.041*
	40,000-59,999 元	10(25.6)	30(23.3)	20(24.7)	20(25.6)		
	60,000-79,999 元	6(15.4)	28(21.7)	10(12.3)	7(9.0)		
	80,000 元以上	6(15.4)	25(18.4)	11(13.6)	15(19.0)		
	不知道	6(15.4)	12(9.3)	22(27.2)	17(21.8)		
	未填答	0(0.0)	7(5.1)	0(0.0)	1(1.3)		



年齡與健康檢查結果之差異分析(1/2)

變項	正常 n (%)	異常 n (%)	χ^2 值	p 值
高血壓			26.400 ^a	.0000***
<40 歲	12(8.3)	1(0.5)		
40-49 歲	38(26.2)	32(16.8)		
50-59 歲	54(37.2)	63(33.2)		
60-69 歲	28(19.3)	71(37.4)		
≥70 歲	13(9.0)	23(12.1)		
空腹血糖			19.263 ^a	.001**
<40 歲	12(4.9)	1(1.1)		
40-49 歲	62(25.3)	8(8.9)		
50-59 歲	87(35.5)	30(33.3)		
60-69 歲	61(24.9)	38(42.2)		
≥70 歲	23(9.4)	13(14.4)		

年齡與健康檢查結果之差異分析(2/2)



變項	正常 n (%)	異常 n (%)	χ^2 值	p 值
脂肪肝			11.652 ^a	.020*
<40 歲	4(2.1)	9(6.2)		
40-49 歲	32(16.8)	38(26.2)		
50-59 歲	71(37.4)	46(31.7)		
60-69 歲	65(34.2)	34(23.4)		
≥70 歲	18(9.5)	18(12.4)		
肺部疾病			30.861 ^a	.0000***
<40 歲	13(3.9)	0(0.0)		
40-49 歲	42(15.9)	28(39.4)		
50-59 歲	98(37.1)	19(26.8)		
60-69 歲	88(33.3)	11(15.5)		
≥70 歲	23(8.7)	13(18.3)		
皮膚相關疾病			8.466 ^a	.076
<40 歲	8(61.5)	5(38.5)		
40-49 歲	59(84.3)	11(15.7)		
50-59 歲	102(87.2)	15(12.8)		
60-69 歲	89(89.9)	10(10.1)		
≥70 歲	32(88.9)	4(11.1)		



居住年數與健康檢查結果之差異分析

變項	正常 n (%)	異常 n (%)	χ^2 值	p 值
肺部疾病			12.547 ^a	.028*
≤10 年	36(13.6)	20(28.2)		
11-20 年	65(24.6)	22(31.0)		
21-30 年	68(25.8)	13(18.3)		
31-40 年	52(19.7)	8(11.3)		
41-50 年	20(7.6)	3(4.2)		
≥50 年	23(8.7)	5(7.0)		
皮膚相關疾病			21.226 ^a	.001**
≤10 年	38(13.1)	18(40.0)		
11-20 年	77(26.6)	10(22.2)		
21-30 年	75(25.9)	6(13.3)		
31-40 年	53(18.3)	7(15.6)		
41-50 年	21(7.2)	2(4.4)		
≥50 年	26(9.0)	2(4.4)		



胸腔X光、腹部超音波檢查結果之差異分析

地區 變項	左營 n=39		楠梓 n=136		仁武 n=81		大社 n=79		χ^2 值	p 值
	正常(%)	異常(%)	正常(%)	異常(%)	正常(%)	異常(%)	正常(%)	異常(%)		
肺部疾病	32(82.1)	7 (17.9)	126(92.6)	10(7.4)	40(49.4)	41(50.6)	66(83.5)	13(16.5)	58.892 ^a	.0000***
胸廓骨骼病變	20(51.3)	19(48.7)	48(35.3)	88(64.7)	19(23.5)	62(76.5)	28(35.4)	51(64.6)	9.319 ^a	.025*
心血管病變	31(79.5)	8(20.5)	77(56.6)	59(43.4)	33(40.7)	48(59.3)	39(49.4)	40(50.6)	16.966 ^a	.001**
脂肪肝	18(46.2)	21(53.8)	100(73.5)	36(26.5)	35(43.2)	46(56.8)	37(46.8)	42(53.2)	26.594 ^a	.0000***

新陳代謝相關指標之相關性分析





問卷訪視調查與健康檢查(1/3)

101年度(第一期)結果

一、問卷訪視調查之結果：

石化區居民31.2%認為空氣品質不良，而且55.6%認為附近有異味，而有吸菸習慣者雖17.5%，但皆顯著高於兩對照區($P < 0.001$)。

102年度(第二期)結果

一、問卷訪視調查之結果：

1. 有64.5%受訪者表示居家附近有異味，認為異味來自工廠平均佔44.6%，尤其是仁武區57.8%、大社區50.0%最為明顯。而且「工廠之異味」多發生在「晚間(20-23)至夜間(23-05)」佔最多共有66.9%。
2. 居家生活中影響著室內空氣品質。

蟑螂、老鼠	65.6%
燒香祭祖	45.2%
寺廟拜拜	30%
使用殺蟲劑習慣	30%



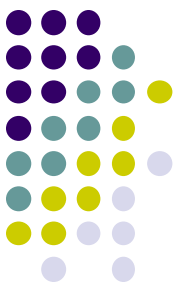
問卷訪視調查與健康檢查(2/3)

102年度(第二期)結果

一、問卷訪視調查之結果：

3. 有吸菸、喝酒或嚼檳榔習慣者，分別為8.6%、5.0%與1.4%；有有運動習慣者占73.4%；82.3%受訪者會定期或不定期參與健康檢查。有52.8%長期服用藥物，其中使用健康食品者有23.5%，服用維他命者有19.4%。
4. 受訪者與家人之疾病史中，空氣主要異味是呼吸及皮膚相關疾病的危險因子。

項目	受訪者	家人
呼吸及相關疾病	18.3%	25.3%
皮膚相關疾病	13.2%	10.9%



問卷訪視調查與健康檢查(3/3)

101年度(第一期)結果

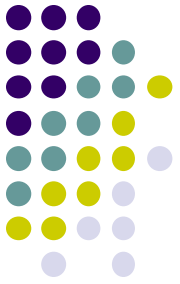
二、健康檢查之結果：

受檢者的麩氨酸草酸轉胺酶(GOT)、麩丙胺酸轉胺酶(GPT)、丙麩氨酸胜肽轉化酶(rGT)以及尿酸(UA)過高，依序為9.0%、13.0%、26.2%、15.0%，這些可能與肝、腎功能有關，值得追蹤探討。

102年度(第二期)結果

二、健康檢查之結果：

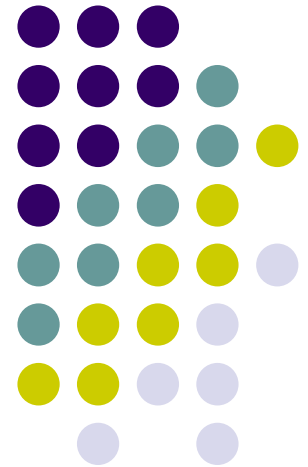
1. 接受健康檢查之居民共335名，受檢者男女性別占34%、66%。血液檢查發代謝症候群之受檢者相當多。
2. 胸部X光異常者高達77.9%，其中仁武87.7%、大社82.3%顯著偏高；腹部超音波發現異常者則有74.0%。
3. 高血壓、空腹血糖、脂肪肝、肺部疾病隨加齡而有顯著增加($p < .05$)。
4. 居住年數20年以下者於肺部疾病、皮膚相關疾病呈現顯著較高($p < .05$)。
5. 身體質量指數與腰圍、血壓、三酸甘油酯、血清尿酸彼此間皆成顯著正相關($p < .01$)。



感謝聆聽
敬請指正

左楠仁大(原北高雄)石化工業區居民之健康風險評估

流行病學調查



協同主持人：高雄醫學大學
何佩珊副教授

中 華 民 國 103 年 1 月 21 日



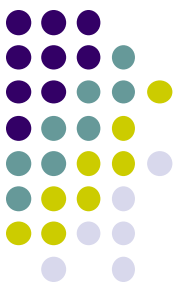
癌症流行病學調查

- ✚ 追蹤1991～2010年間居民的癌症死亡情形，利用評估左楠仁大石化工業區居民癌症標準死亡比，探討社區居民健康與工業污染物之關聯性。



研究方法概述

- ✚ 本計畫將以北高雄的左楠、仁武、大社等三大石化工業區附近居民為研究對象，
- ✚ 同時擬採三個對照組，
 - 台灣地區為第一個對照組
 - 當地對照: 大高雄市三十八個區中都市化程度低的旗山美濃為第二個對照組、
 - 整個高雄地區(縣市): 為第三個對照組



死亡率分析

- 標準化死亡比分析 (standardized mortality ratio, SMR)
為調整年代別及人口結構(年齡,性別)之影響

$$SMR = \frac{\sum Di}{\sum Pi \times Ri} = \frac{\text{石化工業社區實際觀察之癌症死亡數}}{\text{以各對照地區為對照估算出之預期癌症死亡數}}$$

- **Di:** 石化工業社區各分層癌症死亡總數
- **Pi:** 石化工業社區各年代別、年齡別、性別分層人口數。
- **Ri:** 各種癌症部位別(全癌症及各系統與部位癌症), 各分層(以年代別、年齡別、性別為分層)的死亡率。

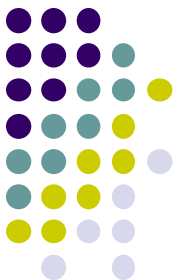
癌症標準化死亡比資料分析

1991-2010年研究地區標準化死亡比(全癌症死因)

年代	地區	期望值	觀察值	SMR	95%CI	期望值	觀察值	SMR	95%CI
		男性				女性			
1991-1995	台灣地區	1142.72	1132	1.0	0.9 - 1.1	506.63	554	1.1	1.0 - 1.2
1996-2000		1572.84	1612	1.0	1.0 - 1.1	725.49	791	1.1	1.0 - 1.2
2001-2005		1923.29	2069	1.1	1.0 - 1.1	907.18	1043	1.1	1.1 - 1.2
2006-2010		1697.65	1898	1.1	1.1 - 1.2	861.81	1034	1.2	1.1 - 1.3
1991-1995	旗山美濃地區	852.70	1132	1.3	1.3 - 1.4	423.88	554	1.3	1.2 - 1.4
1996-2000		1435.06	1612	1.1	1.1 - 1.2	693.11	791	1.1	1.1 - 1.2
2001-2005		1861.40	2069	1.1	1.1 - 1.2	775.96	1043	1.3	1.3 - 1.4
2006-2010		1700.60	1898	1.1	1.1 - 1.2	819.62	1034	1.3	1.2 - 1.3
1991-1995	高雄市地區	1147.30	1132	1.0	0.9 - 1.0	519.23	554	1.1	1.0 - 1.2
1996-2000		1642.17	1612	1.0	0.9 - 1.0	776.90	791	1.0	0.9 - 1.1
2001-2005		2055.44	2069	1.0	1.0 - 1.1	964.24	1043	1.1	1.0 - 1.1
2006-2010		1812.75	1898	1.0	1.0 - 1.1	944.03	1034	1.1	1.0 - 1.2

觀察值代表的是左楠大社仁武各年代所觀察到的實際死亡數

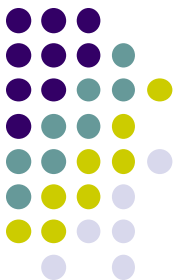
註：大高雄市係指原高雄縣市



1991-2010年研究地區標準化死亡比(消化器官及腹膜)

年代	地區別	期望值	觀察值	SMR	95%CI	期望值	觀察值	SMR	95%CI
		男性				女性			
1991-1995	台灣地區	597.56	576	1.0	0.9 - 1.0	195.58	226	1.2	1.0 - 1.3
1996-2000		808.19	799	1.0	0.9 - 1.1	293.37	322	1.1	1.0 - 1.2
2001-2005		1000.12	1037	1.0	1.0 - 1.1	389.95	457	1.2	1.1 - 1.3
2006-2010		888.89	922	1.0	1.0 - 1.1	377.57	422	1.1	1.0 - 1.2
1991-1995	旗山美濃地區	442.96	576	1.3	1.2 - 1.4	138.24	226	1.6	1.4 - 1.9
1996-2000		739.69	799	1.1	1.0 - 1.2	226.14	322	1.4	1.3 - 1.6
2001-2005		983.95	1037	1.1	1.0 - 1.1	312.50	457	1.5	1.3 - 1.6
2006-2010		920.53	922	1.0	0.9 - 1.1	415.98	422	1.0	0.9 - 1.1
1991-1995	高雄市地區	602.68	576	1.0	0.9 - 1.0	201.34	226	1.1	1.0 - 1.3
1996-2000		837.19	799	1.0	0.9 - 1.0	312.81	322	1.0	0.9 - 1.1
2001-2005		1068.68	1037	1.0	0.9 - 1.0	427.70	457	1.1	1.0 - 1.2
2006-2010		960.37	922	1.0	0.9 - 1.0	428.19	422	1.0	0.9 - 1.1

觀察值代表的是左楠大社仁武各年代所觀察到的實際死亡數
 註：大高雄市係指原高雄縣市



1991-2010年研究地區標準化死亡比(呼吸系統及胸內器官)

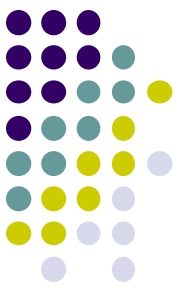
年代	地區別	期望值	觀察值	SMR	95%CI	期望值	觀察值	SMR	95%CI
		男性				女性			
1991-1995	台灣地區	261.46	249	1.0	0.8 - 1.1	78.05	91	1.2	0.9 - 1.4
1996-2000		378.80	370	1.0	0.9 - 1.1	120.46	134	1.1	0.9 - 1.3
2001-2005		462.06	434	0.9	0.9 - 1.0	162.65	178	1.1	0.9 - 1.3
2006-2010		410.63	413	1.0	0.9 - 1.1	168.01	190	1.1	1.0 - 1.3
1991-1995	旗山美濃地區	171.36	249	1.5	1.3 - 1.6	41.22	91	2.2	1.8 - 2.7
1996-2000		287.33	370	1.3	1.2 - 1.4	122.32	134	1.1	0.9 - 1.3
2001-2005		313.51	434	1.4	1.3 - 1.5	123.55	178	1.4	1.2 - 1.7
2006-2010		331.15	413	1.2	1.1 - 1.4	114.20	190	1.7	1.4 - 1.9
1991-1995	高雄市地區	248.74	249	1.0	0.9 - 1.1	80.36	91	1.1	0.9 - 1.4
1996-2000		368.89	370	1.0	0.9 - 1.1	130.22	134	1.0	0.9 - 1.2
2001-2005		444.06	434	1.0	0.9 - 1.1	168.02	178	1.1	0.9 - 1.2
2006-2010		389.56	413	1.1	1.0 - 1.2	178.94	190	1.1	0.9 - 1.2

觀察值代表的是左楠大社仁武各年代所觀察到的實際死亡數

註：大高雄市係指原高雄縣市

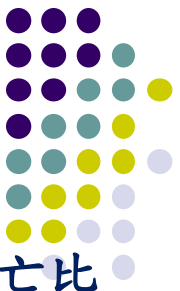


1971～2010年間之性別、年齡別 癌症死亡趨勢分析



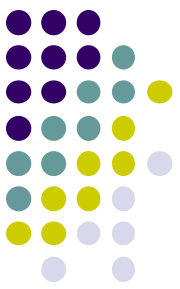
研究方法概述

- ✚ 1971～2010死因統計檔。
- ✚ 分析各年代各年齡層全癌症、各種癌症之**死亡率**，比較年代別、區域別之差異性，並探討性別、年齡別之差異性。
- ✚ 於本研究中進行石化與非石化研究地區，全癌症及癌症別、針對各年代別(1971-1980, 1981-1990, 1991-2000, 2001-2010)，比較各年齡層別(20-29歲、30-39歲、40-49歲、50-59歲、60-69歲)、性別的死亡率
- ✚ 本研究分別以台灣地區及非汙染高雄市**為對照組**，故**以對照組死亡率為1**，計算石化工業區與非石化工業區比較的各年代別，各年齡別及性別**相對死亡比**。



**表3-3-6-1 研究地區與台灣及高雄非石化暴露地區1971-2010年代癌症死亡比
(全癌症-男女性)**

年齡層	1971-2010年											
	男性						女性					
	台灣地區			高雄(非石化暴露)地區			台灣地區			高雄(非石化暴露)地區		
	95%CI			95%CI			95%CI			95%CI		
age0_9	1.06	(0.83 , 1.36)		1.09	(0.85 , 1.40)		1.07	(0.81 , 1.42)		1.05	(0.79 , 1.41)	
age10_19	1.09	(0.87 , 1.37)		1.12	(0.89 , 1.42)		1.02	(0.76 , 1.36)		1.13	(0.84 , 1.52)	
age20_29	0.77	(0.62 , 0.95)		0.79	(0.64 , 0.98)		1.08	(0.88 , 1.32)		1.22	(1.00 , 1.50)	
age30_39	1.01	(0.91 , 1.12)		0.98	(0.88 , 1.08)		0.98	(0.87 , 1.10)		1.10	(0.97 , 1.23)	
age40_49	1.07	(1.01 , 1.14)		1.01	(0.95 , 1.08)		0.95	(0.87 , 1.03)		1.02	(0.94 , 1.10)	
age50_59	0.97	(0.93 , 1.02)		1.03	(0.98 , 1.08)		1.02	(0.96 , 1.09)		1.13	(1.06 , 1.21)	
age60_69	0.94	(0.90 , 0.98)		1.08	(1.04 , 1.13)		1.02	(0.96 , 1.08)		1.09	(1.03 , 1.16)	
age70_79	1.00	(0.96 , 1.04)		1.19	(1.14 , 1.24)		1.10	(1.03 , 1.17)		1.18	(1.11 , 1.26)	
age80_	1.03	(0.97 , 1.10)		1.24	(1.16 , 1.32)		1.18	(1.07 , 1.29)		1.28	(1.17 , 1.41)	



男性40年來的全癌症死亡率

- 本研究暴露地區與台灣地區比較，大致上，除了40-49歲年齡層死亡比較高於其它年齡之外，其餘各年齡層的癌症死亡比皆不顯著。
- 與高雄非石化暴露地區相比，則在年齡層較高的族群(60-69、70-79、80歲以上)，有出現癌症死亡比較高之現象。

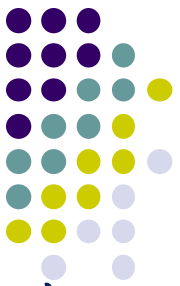
女性40年來的全癌症死亡率

- 暴露地區與台灣地區相比，在70-79、80歲以上族群有較高的趨勢
- 與高雄非石化暴露地區相比，則出現較多的年齡層(20-29、50-59、60-69、70-79、80歲以上)族群，全癌症死亡比皆呈現較高的趨勢。



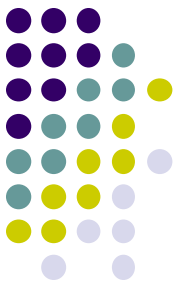
**表3-3-6-4 研究地區與台灣及高雄非石化暴露地區1971-2010年代死亡比
(消化器官及腹膜-男性)**

年齡層	研究地區死亡人數	研究地區死亡率	台灣地區死亡人數	台灣地區死亡率	高雄(非石化暴露)地區死亡人數	高雄(非石化暴露)地區死亡率	台灣地區			高雄(非石化暴露)地區		
							95%CI			95%CI		
age0_9	9	1.14	407	0.59	57	0.68	1.94	(	1.00 , 3.74)	1.67	(	0.84 , 3.32)
age10_19	13	1.60	690	0.92	103	1.12	1.75	(	1.01 , 3.02)	1.43	(	0.82 , 2.51)
age20_29	36	3.28	2522	3.45	334	3.73	0.95	(	0.69 , 1.32)	0.88	(	0.63 , 1.23)
age30_39	188	17.75	9999	16.01	1452	18.46	1.11	(	0.96 , 1.28)	0.96	(	0.83 , 1.11)
age40_49	541	62.68	27275	52.92	4043	62.80	1.18	(	1.09 , 1.29)	1.00	(	0.92 , 1.09)
age50_59	980	156.31	52420	138.81	7095	152.95	1.13	(	1.06 , 1.20)	1.02	(	0.96 , 1.09)
age60_69	1325	339.16	74781	306.94	8758	310.73	1.10	(	1.05 , 1.17)	1.09	(	1.03 , 1.15)
age70_79	1143	529.52	61104	462.97	6386	444.74	1.14	(	1.08 , 1.21)	1.19	(	1.12 , 1.26)
age80_	381	647.17	22921	646.13	2182	608.41	1.00	(	0.91 , 1.11)	1.06	(	0.96 , 1.18)
※ 死亡率以每10萬人口比例計算												



**表3-3-6-5 研究地區與台灣及高雄非石化暴露地區1971-2010年代死亡比
(消化器官及腹膜-女性)**

年齡層	研究地區 死亡人數	研究地區 死亡率	台灣地區 死亡人數	台灣地區 死亡率	高雄(非石化 暴露)地區 死亡人數	高雄(非石 化暴露)地 區死亡率	台灣地區			高雄(非石化暴露) 地區								
							95%CI			95%CI								
age0_9	2	0.41	239	0.37	38	0.49	1.10	(	0.27	,	4.42	)	0.83	(	0.20	,	3.51)
age10_19	1	0.44	355	0.50	34	0.39	0.87	(	0.12	,	6.24	)	1.11	(	0.15	,	8.38)
age20_29	29	2.63	1475	2.11	198	2.28	1.24	(	0.86	,	1.79	)	1.15	(	0.79	,	1.67)
age30_39	95	8.74	4125	6.84	542	7.10	1.28	(	1.04	,	1.56	)	1.23	(	1.00	,	1.51)
age40_49	171	20.91	9196	18.98	1209	19.95	1.10	(	0.95	,	1.28	)	1.05	(	0.90	,	1.22)
age50_59	365	68.50	18439	54.09	2384	57.18	1.27	(	1.14	,	1.40	)	1.20	(	1.08	,	1.33)
age60_69	525	176.83	31197	142.93	3795	153.90	1.24	(	1.14	,	1.35	)	1.15	(	1.05	,	1.25)
age70_79	483	327.72	31155	251.55	3482	270.88	1.30	(	1.19	,	1.42	)	1.21	(	1.11	,	1.32)
age80_	213	487.64	16006	411.17	1529	414.82	1.19	(	1.04	,	1.36	)	1.18	(	1.03	,	1.35)
※ 死亡率以每10萬人口比例計算																		

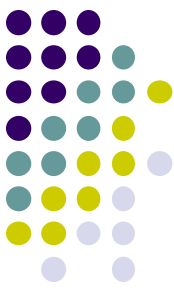


研究地區與台灣及高雄非石化暴露地區1971-2010年代死亡比 (呼吸系統及胸內器官-男性)

年齡層	研究地區死亡人數	研究地區死亡率	台灣地區死亡人數	台灣地區死亡率	高雄(非石化暴露)地區死亡人數	高雄(非石化暴露)地區死亡率	台灣地區	高雄(非石化暴露)地區
							95%CI	95%CI
age0_9			49	0.07	3	0.12	(,)	(,)
age10_19	2	0.35	152	0.20	21	0.23	1.73 (0.43 , 7.03)	1.53 (0.35 , 6.73)
age20_29	7	0.89	396	0.54	57	0.64	1.65 (0.78 , 3.48)	1.41 (0.65 , 3.05)
age30_39	30	2.83	1681	2.69	241	3.06	1.05 (0.74 , 1.51)	0.92 (0.64 , 1.33)
age40_49	102	11.82	5958	11.56	844	13.11	1.02 (0.84 , 1.24)	0.90 (0.74 , 1.10)
age50_59	296	47.21	16594	43.94	1974	42.55	1.07 (0.96 , 1.20)	1.11 (0.99 , 1.24)
age60_69	541	138.48	33132	135.99	3585	127.20	1.02 (0.94 , 1.11)	1.09 (1.00 , 1.19)
age70_79	674	312.25	35276	267.28	3557	247.72	1.17 (1.08 , 1.26)	1.26 (1.17 , 1.36)
age80_	276	468.81	13536	381.57	1166	325.12	1.23 (1.09 , 1.38)	1.44 (1.28 , 1.62)
※ 死亡率以每10萬人口比例計算								



※ 死亡率以每10萬人口比例計算



1971-2010年的40年來，在消化器官及腹膜癌症死亡率方面

- 左楠仁大暴露地區與全台灣地區比較，男性在40-49歲以上之各年齡層死亡比，皆顯著較高且達到統計意義。
- 女性則出現研究地區不論與台灣地區、高雄非石化暴露區對照比較，皆出現年齡層在30-39、50-59、60-69、70-79、80歲以上的族群，其癌症死亡率皆呈現顯著較高的趨勢且達統計意義。

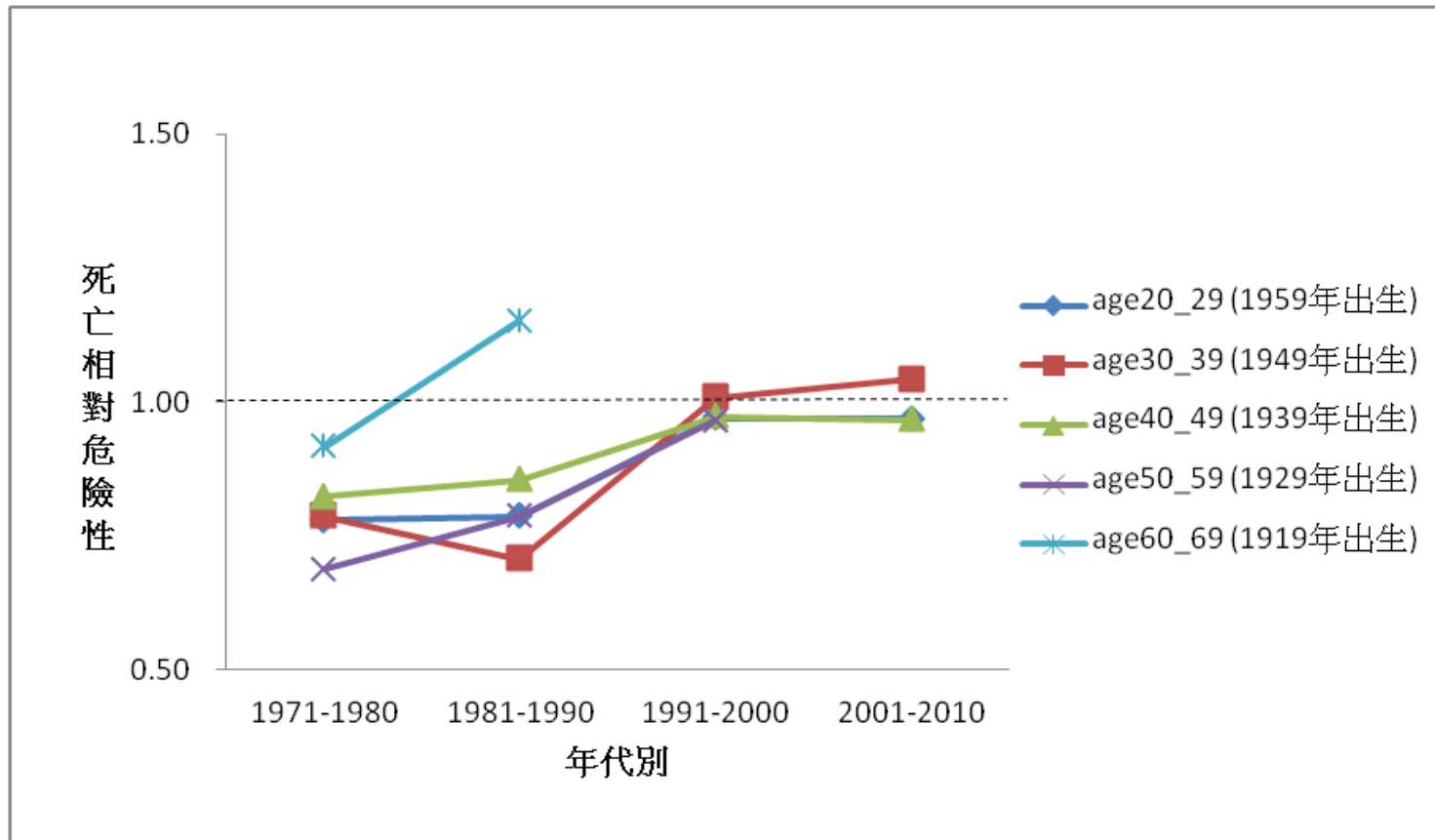
40年來呼吸系統及胸內器官癌症死亡比，不論男性或女性，研究地區不論與高雄非石化暴露地區或台灣地區相比，皆出現較年長的年齡層之癌症死亡率較高。



性別、年齡別癌症死亡趨勢分析

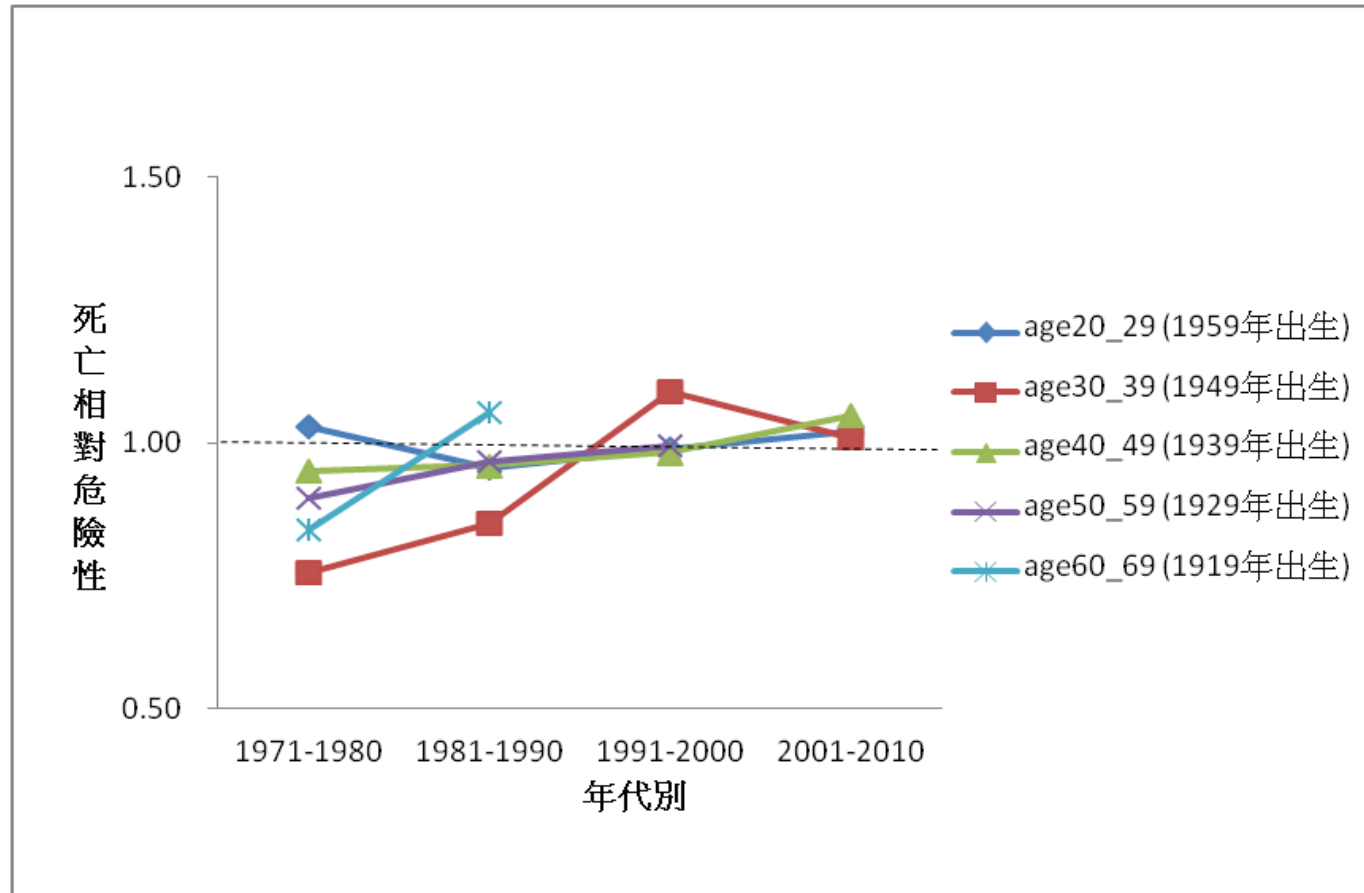


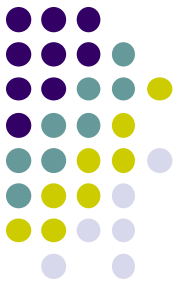
研究地區與高雄非石化暴露地區出生世代別死亡比 (全癌症-男性)



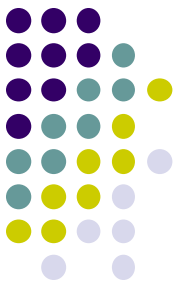


研究地區與高雄非石化暴露地區出生世代別死亡比 (全癌症-女性)

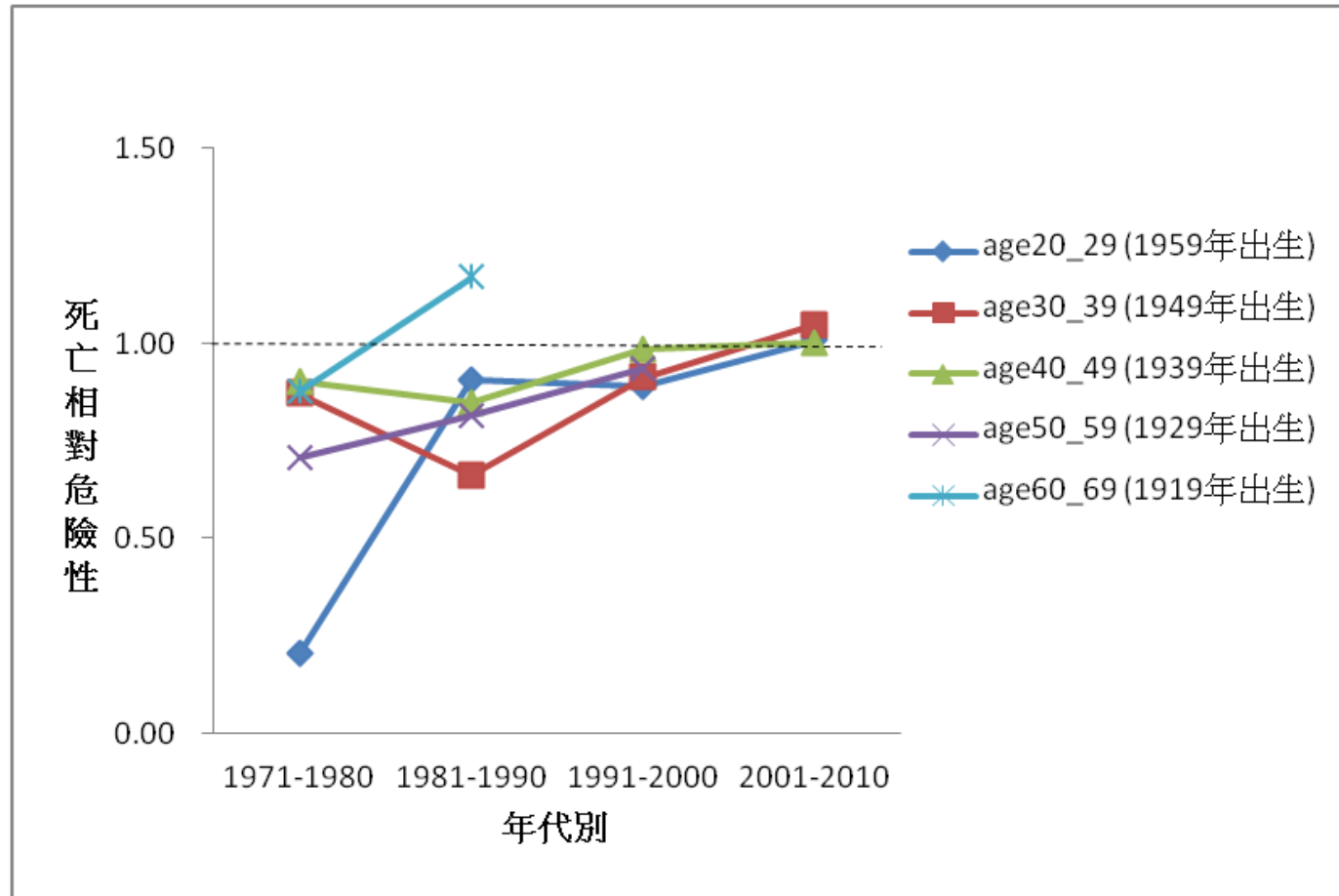




- ✚ 從世代效應的觀點來看
- ✚ 全癌症死亡率，不論男女性，各出生世代的癌症死亡比從1981-1990到1991-2000有上升的趨勢；不過，從1991-2000年至2001-2010年，該上昇趨勢則有趨緩的跡象。

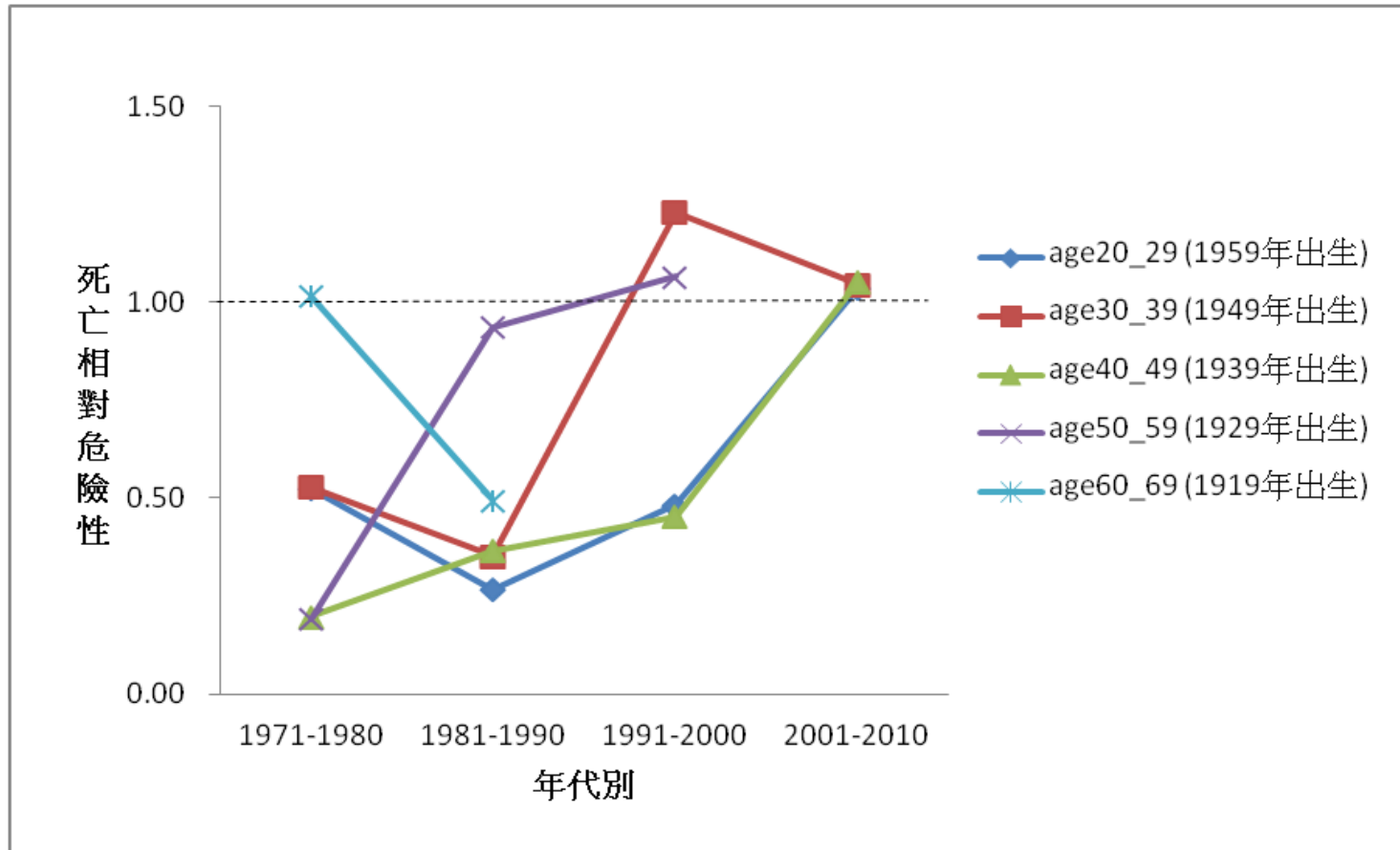


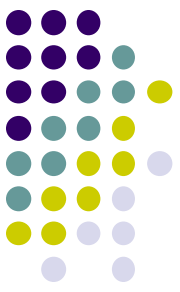
研究地區與高雄非石化暴露地區出生世代別死亡比 (消化器官及腹膜-男性)



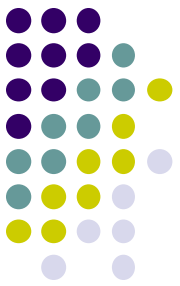


研究地區與高雄非石化暴露地區出生世代別死亡比 (消化器官及腹膜-女性)

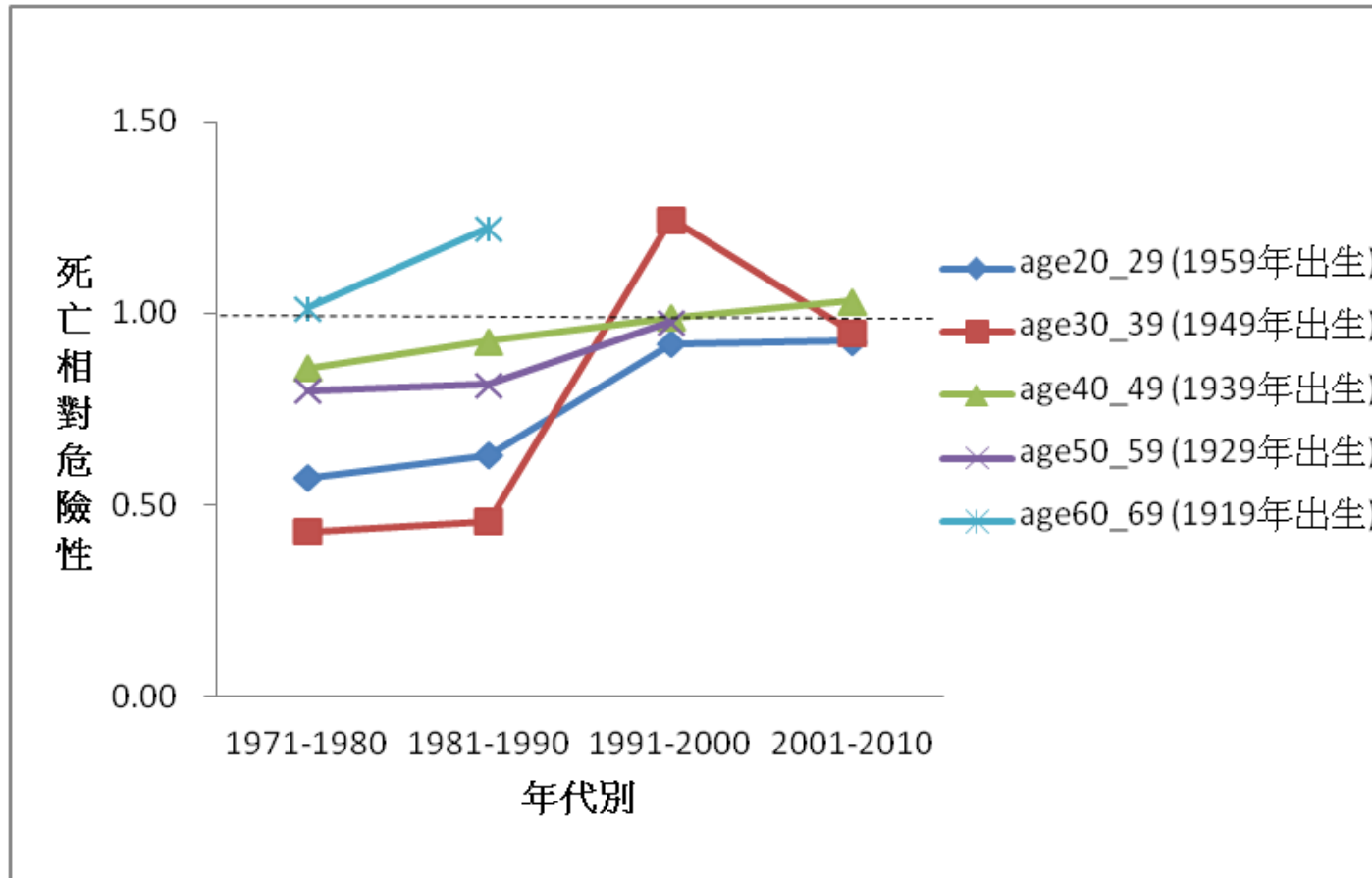


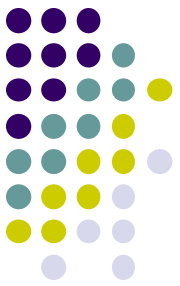


- ✚ 消化器官及腹膜癌症在世代效應的趨勢，於所有出生世代中，皆呈現死亡比有隨年代增加而有上升的趨勢。
- ✚ 換言之，於暴露地區中的不同年代出生族群，該部位癌症死亡比皆高於台灣地區，
- ✚ 且隨加齡而呈現風險提升的現象，尤其在年齡較輕及女性的族群該趨勢似乎更為明顯。

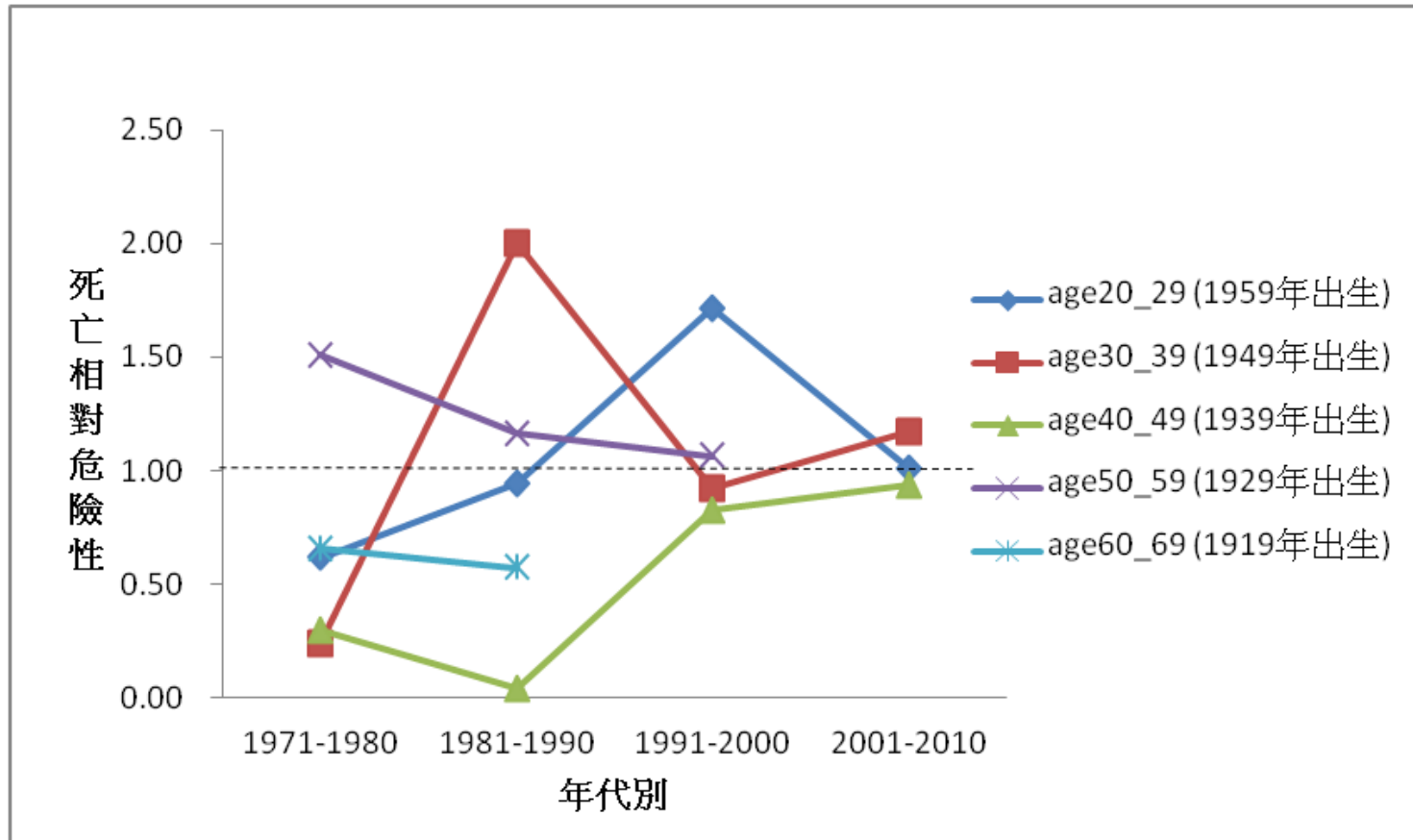


研究地區與高雄非石化暴露地區出生世代別死亡比 (呼吸系統及胸內器官-男性)





研究地區與高雄非石化暴露地區出生世代別死亡比 (呼吸系統及胸內器官-女性)



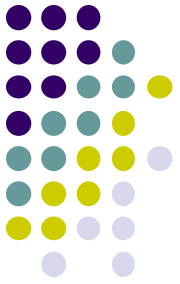


- ✚ 呼吸系統及胸內器官在世代效應的趨勢
- ✚ 在男性發現以年齡層(age30-39、age40-49)者皆發現1991-2000年的死亡比高於1981-1990年代的狀況，但於2001-2010則有趨緩的現象。

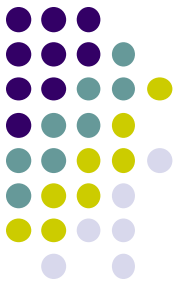


死亡率應用與限制

- ✚ 以公共衛生的觀點，死亡率可視為疾病嚴重程度的指標
 - 最易取得資料-死亡診斷書
- ✚ 但死亡率的解釋上有其限制，因死亡率除了受疾病發生率的影響外，尚受以下因素影響，包括死因診斷的正確性，醫療資源取得，人口學特質等.....
- ✚ 因此本研究為利用現存資料進行評估，結果解釋須採取較保守的態度



**Thank You For Your
Attention**



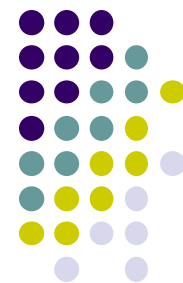
健康風險評估-2年結果

國立高雄第一科技大學
環境與安全衛生工程系
李家偉 副教授

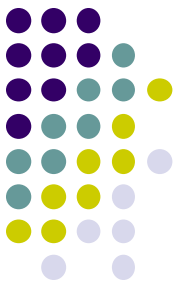


有害空氣污染物

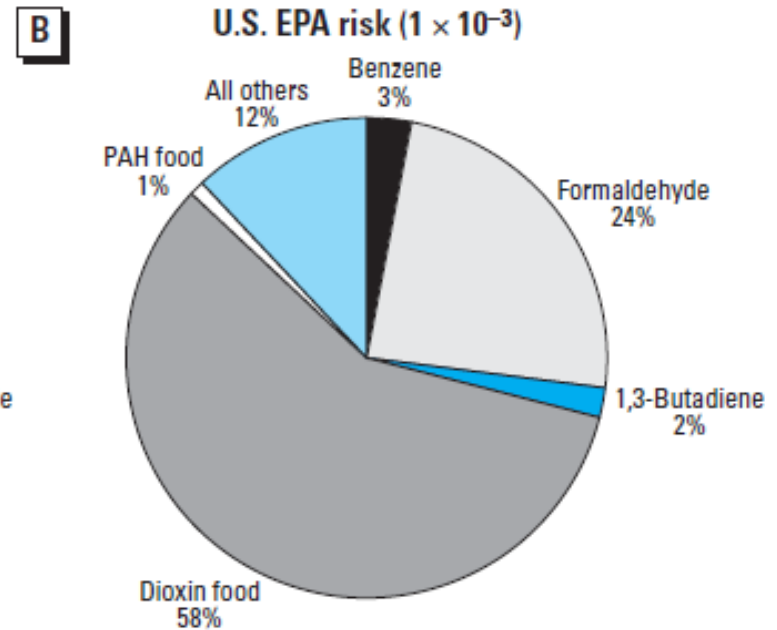
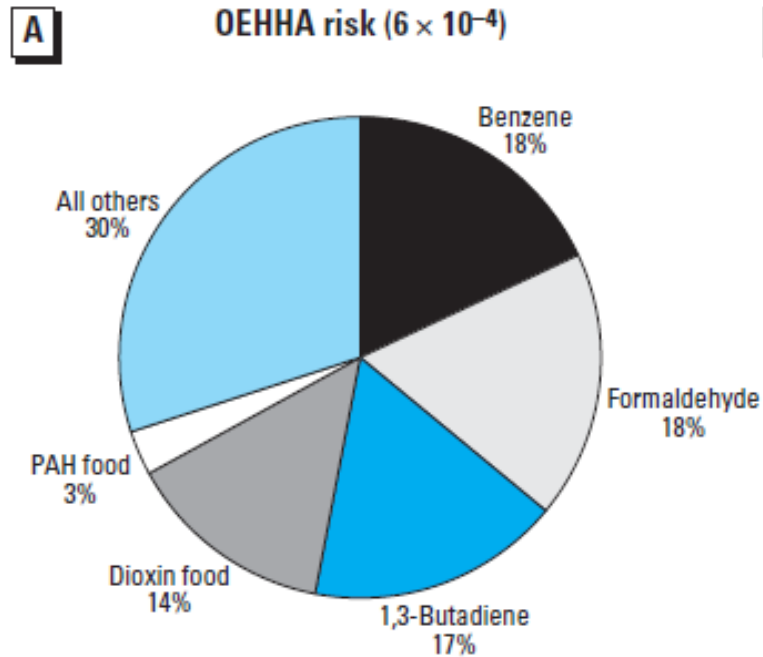
(Hazardous Air Pollutants, HAPs)

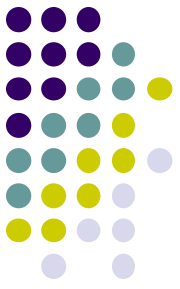


- 美國在1990年清淨空氣法案的修正條文(Clean Air Act Amendments, CAAA)中定義Hazardous Air Pollutants (HAPs)為「任何空氣污染物引起或導致死亡率增加，嚴重危害人體健康而不可回復，或造成喪失能力但能恢復之徵狀，稱為有害空氣污染物」，又美國於1996年公佈之「清潔空氣法修正案(Clean Air Act Amendments Title III)」列出之188種HAPs中，揮發性有機物(Volatile Organic Compounds，以下簡稱VOCs)即佔了132種。



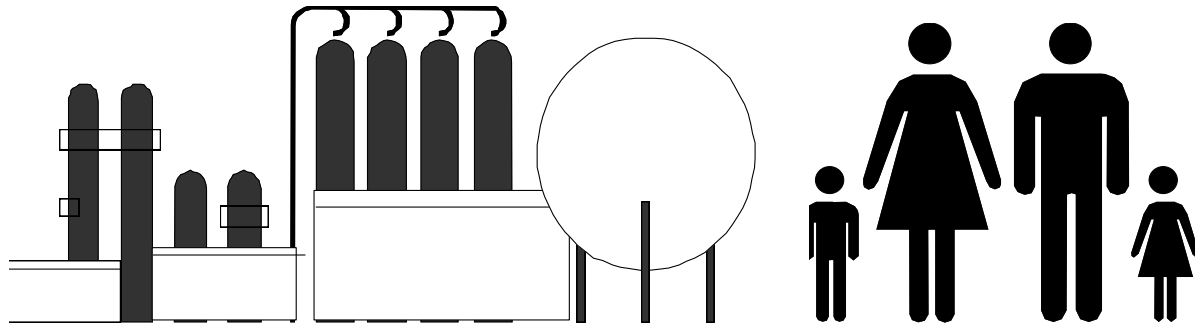
美國空氣中有機有害空氣污染物風險排序





風險之發生：

- 1) 危害因子必須存在
- 2) 暴露必須發生, 不同的暴露程度造成不同程度之健康風險





風險評估制度

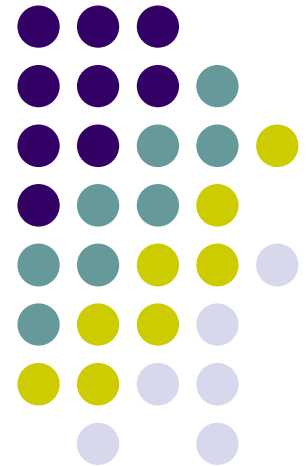
現行風險評估制度作業流程主要包含四個步驟：

1. 危害鑑定 (Hazard Identification)
2. 毒性評估 (Dose-Response Evaluation)
3. 暴露量評估 (Exposure Evaluation)
4. 風險判定推估 (Risk Characterization)

藉由整合毒性及實際暴露之評估，以估算某一健康危害事件發生之機率。

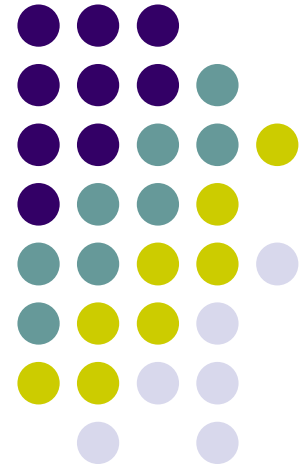
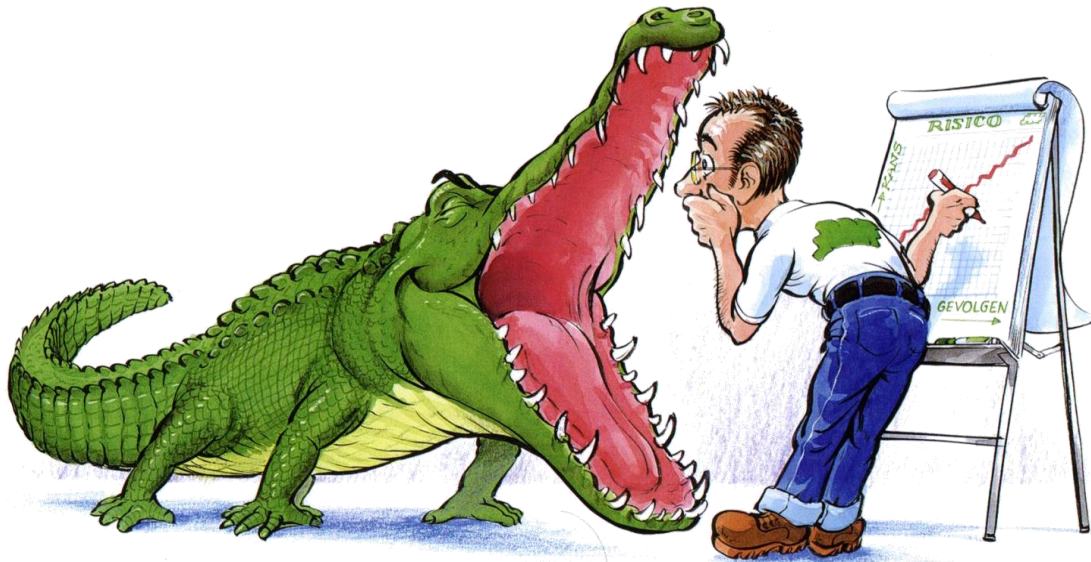
危害鑑定 (Hazard Identification)

--即探討某一特定危害性因子是否與人體健康有關。

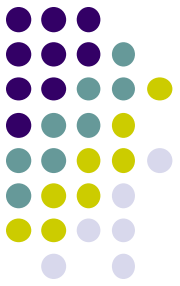


毒性評估 (Toxicity Assessment)

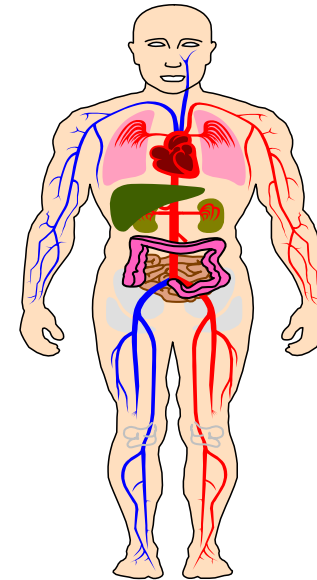
- 探討暴露程度之高低與其產生反應之機率，與嚴重程度之間有無關連。



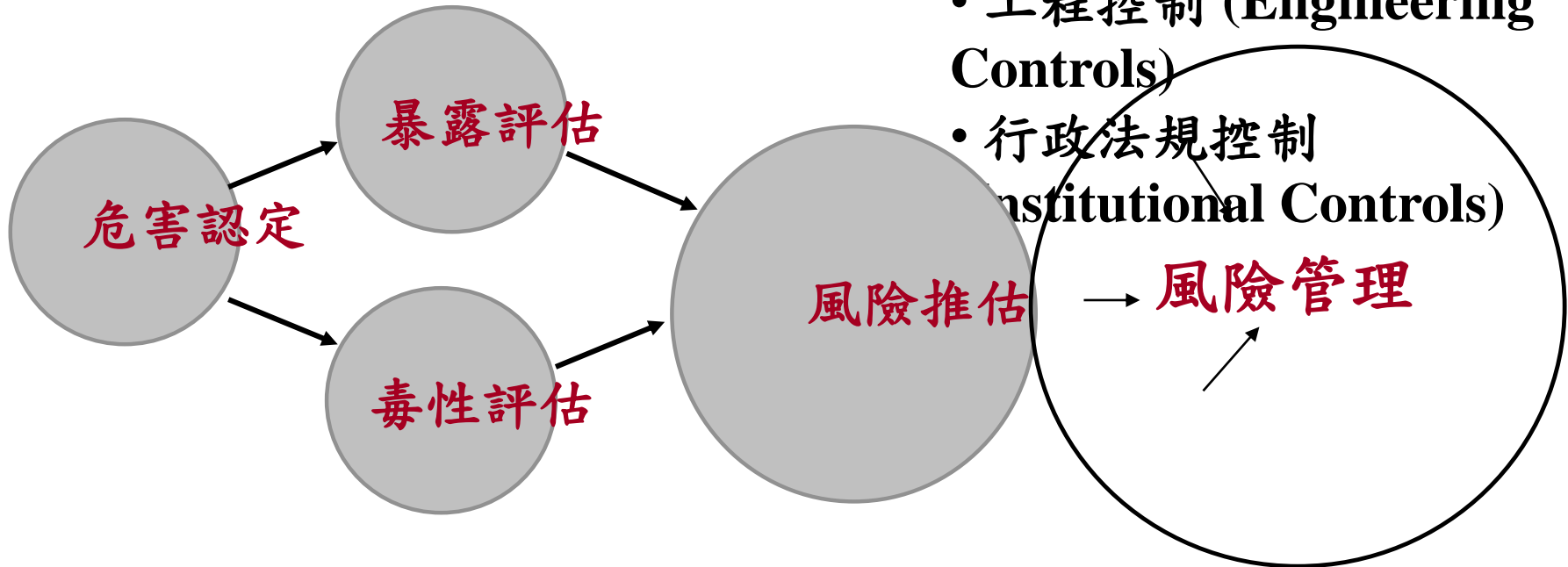
暴露評估 (Exposure Assessment)



- **誰**受到污染之暴露？
 - 成人, 兒童, 特殊族群
- **暴露途徑**為何？
 - 食入, 吸入, 皮膚接觸
- **暴露濃度**為何？
 - ppm , $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- **暴露頻率及時間**為何？
 - 天/年, 暴露年數



風險評估與風險管理



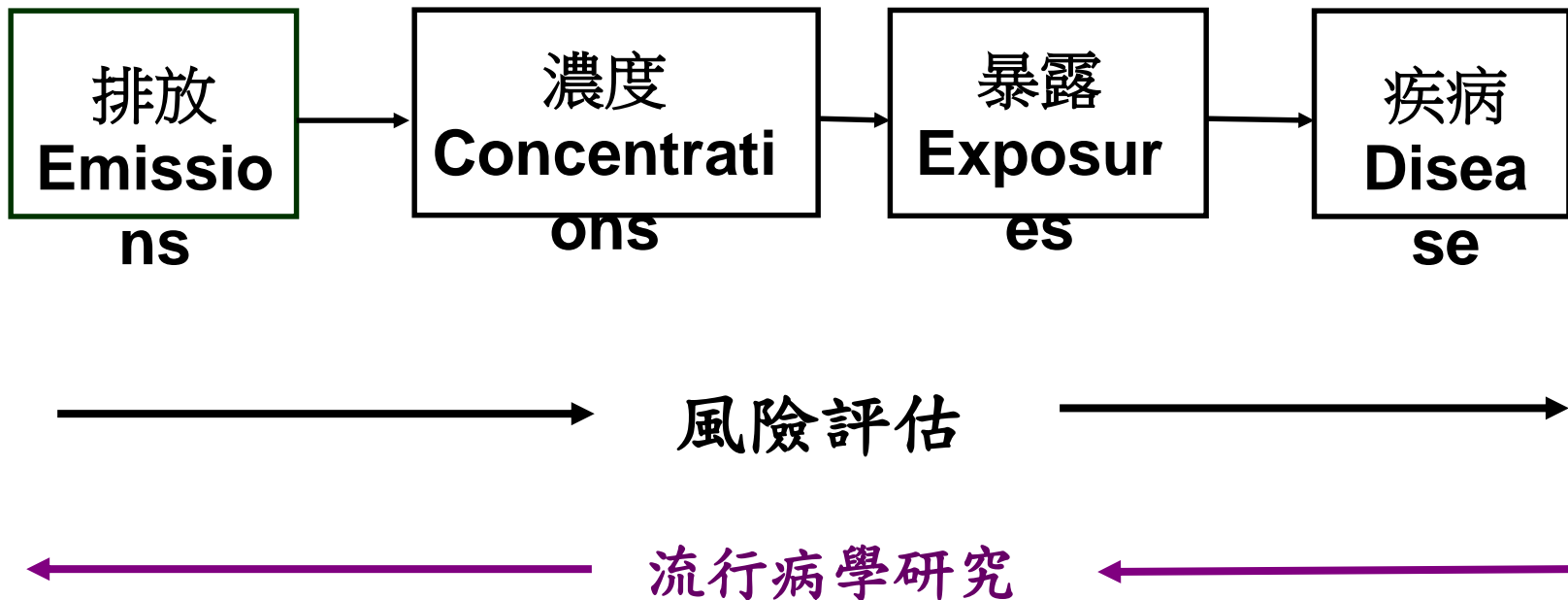
- 技術可行性 (Technical Feasibility)
- 工程控制 (Engineering Controls)
- 行政法規控制 (Institutional Controls)

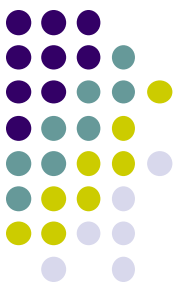
→ 風險管理

- 經濟因素 (Economic)
- 社會經濟因素 (Sociopolitical)
- 法規因素 (Legal)
- 環境正義與社會公平



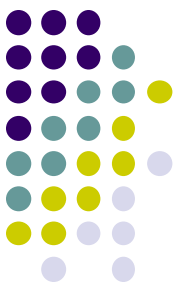
風險評估 vs. 流行病學研究





健康風險評估技術規範

- 健康風險評估技術規範
- 中華民國 100 年 7 月 20 日環署綜字第 1000060206 號令修正發布
- 「健康風險評估技術規範」係蒐集美國聯邦政府及加州、歐洲、英國、世界衛生組織及亞洲開發銀行等主要先進國家及組織之健康風險評估相關準則及研究報告，對可能產生環境污染之化學物質，進行健康風險評估之執行方法、內容與對健康風險評估之架構、程序及策略進行解析，並因應我國開發行為之實際需求而為調整
- 規範開發單位辦理健康風險評估作業時，應依營運階段可能運作之危害性化學物質，進行開發行為影響範圍內居民健康之增量風險評估。



毒性(Toxicity)基本觀念 - 致癌物

- 會引起癌症的化學物質稱為**致癌物**(Carcinogens)。
- **食入或皮膚接觸**: 化學物質引起癌症的可能性常以癌症斜率係數(Cancer Slope Factor ; CSF)表示。
- 癌症斜率係數的表示單位為**風險/劑量(Risk / Dose)**或**Risk/(mg/kg-day)**。
- **吸入暴露之致癌風險**: 長期暴露濃度×單位風險(unit risk)
- 致癌物質沒有**恕限值(Threshold)**。



毒性(Toxicity)基本觀念－非致癌物

- 化學物質中的**系統性毒物**(systemic toxicant)或非致癌物(noncarcinogen) 會引起**除了癌症以外的健康影響**。
- 參考劑量(Reference Dose ; RfD) 或參考濃度(Reference Concentrations, RfC): 在此劑量或濃度之暴露下不致對人體產生不利的影響。
- 參考劑量(RfD) 與參考濃度(RfC):的觀念包含了**恕限值**(threshold)



毒理資料庫-IRIS資料庫

- IRIS (Integrated Risk Information System, 整合性風險資料系統) 由美國環保署 (US EPA) 所製, 約有 400 種毒物及環保署之管制法規及人體健康危害資料庫, 為目前健康風險評估最常用之資料庫。
- 目前所提供的資訊包括吸入吸收(inhalation)或口服吸收(oral)之慢性毒性因子估計值。
-



毒理資料庫- OEHHA 資料庫

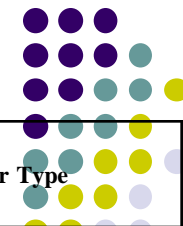
- OEHHA為加州環境健康危害評估辦公室 (Office of Environmental Health Hazard Assessment)簡稱。
- 加州OEHHA所建立之毒性因子多半比美國環保署更為嚴格，而項目也更多。
- OEHHA 資料庫其網址為
<http://www.oehha.ca.gov/risk/ChemicalDB/index.asp>

VOCs毒性參數



中文名稱	RfC (mg/m3)	RfC 來源	Unit Risk (risk/mg.m-3)	單位風 險來源	Inhal Tox Score	致癌性	Tumor Type	
苯	0.03	IRIS	Decreased lymphocyte count OEHHA: Hematologic & nervous systems; development	0.0078	IRIS	28000	Cancer	Tumor Type: Leukemia Test Species: Human Route: Inhalation
1，3-丁二烯	0.002	IRIS	Ovarian atrophy OEHHA: Reproductive system	0.03	IRIS	110000	Cancer	Tumor Type: Leukemia Test Species: Human Route: Inhalation
乙苯	1	IRIS	Developmental toxicity (skeletal variations) OEHHA: Alimentary system (liver); kidney; endocrine system	0.0025	CalEPA	890	Cancer	kidney tumors in rats and lung and liver tumors in mice
甲基3級丁基醚	3	IRIS	Increased absolute and relative liver and kidney weights and increased severity of spontaneous renal lesions (females) ， increased prostration (females) ， and swollen periocular tissue (males and females) OEHHA: Kidney; eyes; alimentary system (liver)	0.00026	CalEPA	93	Cancer	High levels of MTBE caused tumors of the kidneys ， liver ， testicles ， and some other organs.
環己烷	6	IRIS	Reduced pup weights in the F1 and F2 generations			0.58	Non- cancer	
二甲基甲醯胺	0.03	IRIS	Digestive disturbances and mininal hepatic changes suggestive of liver abnormalities OEHHA: Alimentary and respiratory systems			10	Non- cancer	
正己烷	0.7	IRIS	Peripheral neuropathy (decreased MCV at 12 weeks) OEHHA: Nervous system			5	Non- cancer	
2-丁酮	5	IRIS	Developmental toxicity (skeletal variations) OEHHA: Respiratory system; eyes			0.7	Non- cancer	
苯乙烯	1	IRIS	CNS effects ； OEHHA: Respiratory system; eyes; reproductive/development Nervous system			3.5	Non- cancer	
甲苯	5	IRIS	Neurological effects in occupationally-exposed workers OEHHA: Nervous system; respiratory system; development			0.7	Non- cancer	
三甲基苯	0.006	final derived				580	Non- cancer	
醋酸乙烯酯	0.2	IRIS	Nasal epithelial lesions OEHHA: Respiratory system			18	Non- cancer	
二甲苯	0.1	IRIS	Impaired motor coordination (decreased rotarod performance) OEHHA: Nervous & respiratory systems; eyes			35	Non- cancer	

VOCs毒性參數彙



中文名稱	RfC (mg/m ³)	RfC 來源	整 (II) RfC Critical Effect	Unit Risk (risk/mg.m ⁻³)	單位風 險來源	Inhal Tox Score	致癌性	Tumor Type
Carbonyls	(醛酮類)							
乙醛	0.009	IRIS	Degeneration of olfactory epithelium OEHHA: Sensory irritation; bronchi , eyes , nose , throat Respiratory system	0.0022	IRIS	7900	Cancer	Tumor Type: Nasal squamous cell carcinoma or adenocarcinoma Test Species: Rat/SPF Wistar , male Route: Inhalation
甲醛	0.009	CalEPA	OEHHA: Sensory irritation; eyes; Respiratory system	0.013	IRIS	46000	Cancer	Tumor Type: Squamous cell carcinoma上呼吸消化道表皮鱗狀 上皮細胞癌 Test Species: Rat/ F344 , males Route: Inhalation
丙烯醛	0.00002	IRIS	Nasal lesions OEHHA: Eyes , respiratory system (Sensory irritation)			180000	Non- cancer	
HVOCs	(含鹵VOCs)							
氯仿	0.3	CalEPA	OEHHA: Reproductive/ Developmental; respiratory system; nervous system	0.023	IRIS	82000	Cancer	Inhalation ExposureTumor Type — hepatocellular carcinoma Test Animals — mouse , B6C3F1 , female Route — oral , gavage
氯甲烷	0.09	IRIS	Cerebellar lesions Liver / Toxicity	0.0018	HEAST	640	Cancer	animal studies , kidney tumors
1,2-二氯乙 烷	0.4	CalEPA	OEHHA: Alimentary system (liver)	0.026	IRIS	93000	Cancer	Inhalation Exposure Tumor Type: Hemangiosarcomas 血管瘤 Test Species: Rat/ Osborne-Mendel , male Route: Oral , Gavage
二氯甲烷	1.04	ATSDR	OEHHA: Cardiovascular system; nervous system	0.00047	IRIS	1700	Cancer	Inhalation Exposure Tumor Type: Hepatocellular carcinomas or adenomas , bronchoalveolar carcinomas or adenomas
一氯二氟甲烷	50	IRIS	Increased kidney , adrenal and pituitary weights			0.07	Non- cancer	
氯乙烷	10	IRIS	Delayed fetal ossification OEHHA: Development; alimentary system			0.35	Non- cancer	
1,3-二氯苯	0.2	interim derived				18	Non- cancer	

重金屬毒性參數彙整



英文名稱	名稱	RfC (mg/m ³)	RfC 來源	Inhal Unit Risk (risk/mg.m ⁻³)	吸入單位風險來源	Inhal Tox Score	致癌性
Arsenic and arsenic compounds	砷	0.000015	CalEPA	4.3	IRIS	15000000	Cancer
Cadmium and cadmium compounds	鎘	0.00002	CalEPA	1.8	IRIS	6400000	Cancer
Chromium and chromium compounds	鉻	0.0001	IRIS	12	IRIS	43000000	Cancer
Nickel and nickel compounds	鎳	0.00009	ATSDR	0.26	CalEPA	930000	Cancer
Zinc and zinc compounds	鋅	0.035	CalEPA			100	Non-cancer
Copper and copper compounds	銅	0.0024	CalEPA			1500	Non-cancer
Manganese and manganese compounds	錳	0.00005	IRIS			70000	Non-cancer

PAHs毒性參數彙整

Compound	Source	Unit Risk (μg/m ⁻³)	US EPA Class	IARC Class
Benz[a]anthracene	TAC*	1.1 E-4	B2	2A
Benzo[a]pyrene	TAC	1.1 E-3	B2	2A
Benzo[b]fluoranthene	TAC	1.1 E-4	B2	2B
Benzo[j]fluoranthene	TAC	1.1 E-4	NC	2B
Benzo[k]fluoranthene	TAC	1.1 E-4	B2	2B
Chrysene	TAC	1.1 E-5	B2	3
Dibenzo[a , e]pyrene	TAC	1.1 E-3	NC	2B
Dibenzo[a , h]anthracene	RCHAS-E	1.2 E-3	B2	2A
Dibenzo[a , l]pyrene	TAC	1.1 E-2	NC	2B
Dibenzo[a , h]pyrene	TAC	1.1 E-2	NC	2B
Dibenzo[a , i]pyrene	TAC	1.1 E-2	NC	2B
Fluoranthene	Caldwell (1998)	1.1 E-5		
Indeno[1 , 2 , 3 , -cd]pyrene	TAC	1.1 E-4	B2	2B



健康風險評估

➤ 致癌風險評估

- 針對吸入性致癌風險(CR)評估之計算公式如下：

$$\text{Risk} = C \times \text{Unit Risk} \times (\text{每日呼吸通氣量}/20 \text{ m}^3) \times (70 \text{ Kg}/\text{平均體重})$$

式中 C：致癌物濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Unit Risk：單位風險度，暴露於每濃度單位致癌物質會導致癌症的風險

總致癌風險為所有暴露途徑與毒物致癌風險之總和，計算如下所示：
$$\text{Risk}_t = \sum_{i=1}^n \text{Risk}_i$$

Risk_i ：第i個毒物個別致癌風險



健康風險評估

➤ 非致癌風險評估

- ◆ 非致癌物質係以危害指數（HI）來計算，計算方式即以HI值一般以1為標準，小於1表示在此劑量之下不會有明顯危害風險，而大於1則可能產生危害。其計算公式如下：

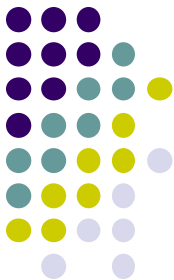
式 中 $HI = \frac{C}{RfC}$
HI：危害指數
C：污染物濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
RfC：參考濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

- ◆ 同時暴露於多種有害物質之非致癌危害指數之計算公式如下：

式 中 RfC_n ：第n種有害物質之參考濃度($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



101年健康風險評估結果



致癌風險推估

情境			
	區域	第50百分位 總致癌風險	第95百分位 總致癌風險
全戶外	楠梓/左營	1.05×10^{-4}	1.27×10^{-4}
	仁武/大社	1.04×10^{-4}	1.25×10^{-4}
	旗山/美濃	5.59×10^{-5}	5.97×10^{-5}
	花蓮	2.32×10^{-5}	2.48×10^{-5}

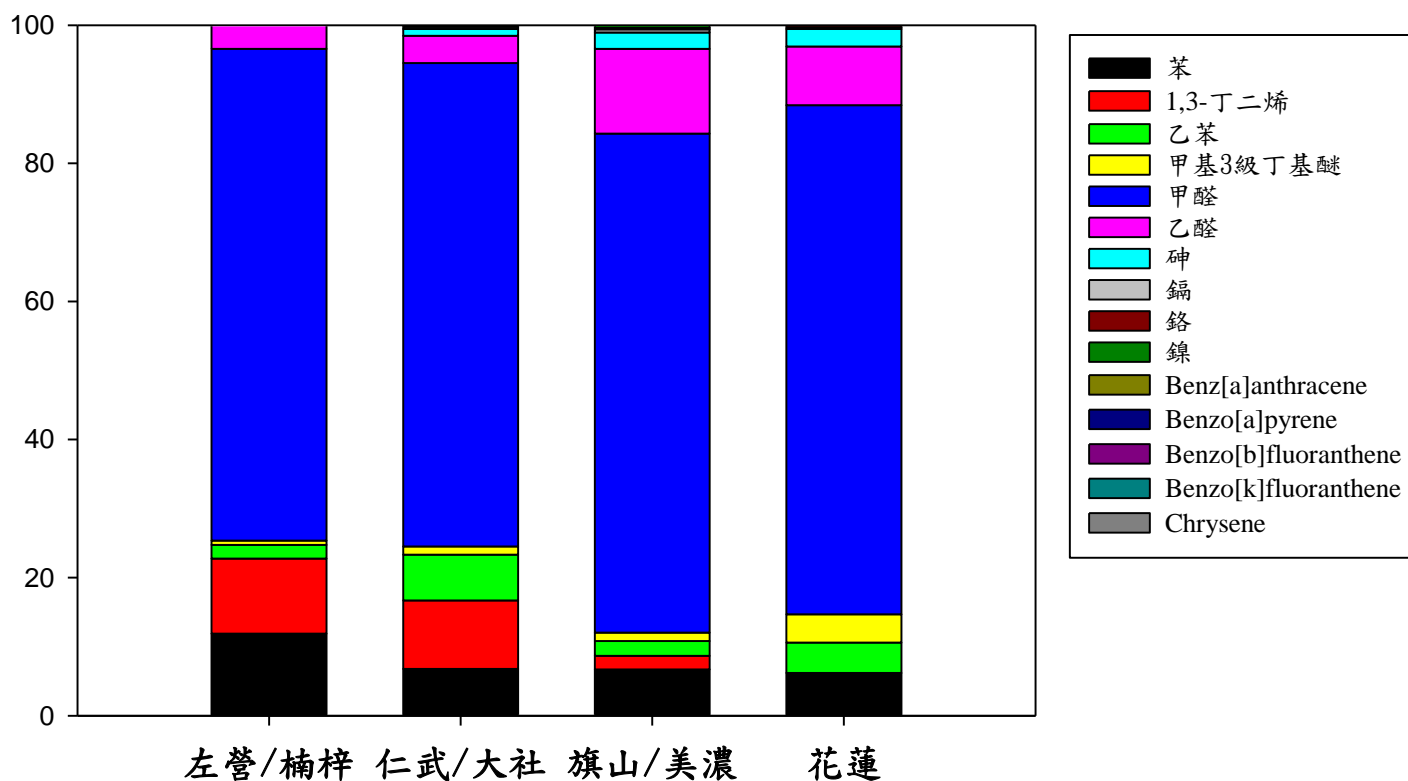
非致癌風險推估

情境	第50百分位	
	區域	HI (不含丙烯醛)
全戶外	楠梓/左營	3.4
	仁武/大社	3.6
	旗山/美濃	2.6
	花蓮	1.3

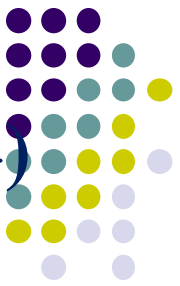
主要吸入致癌有害空氣污染物



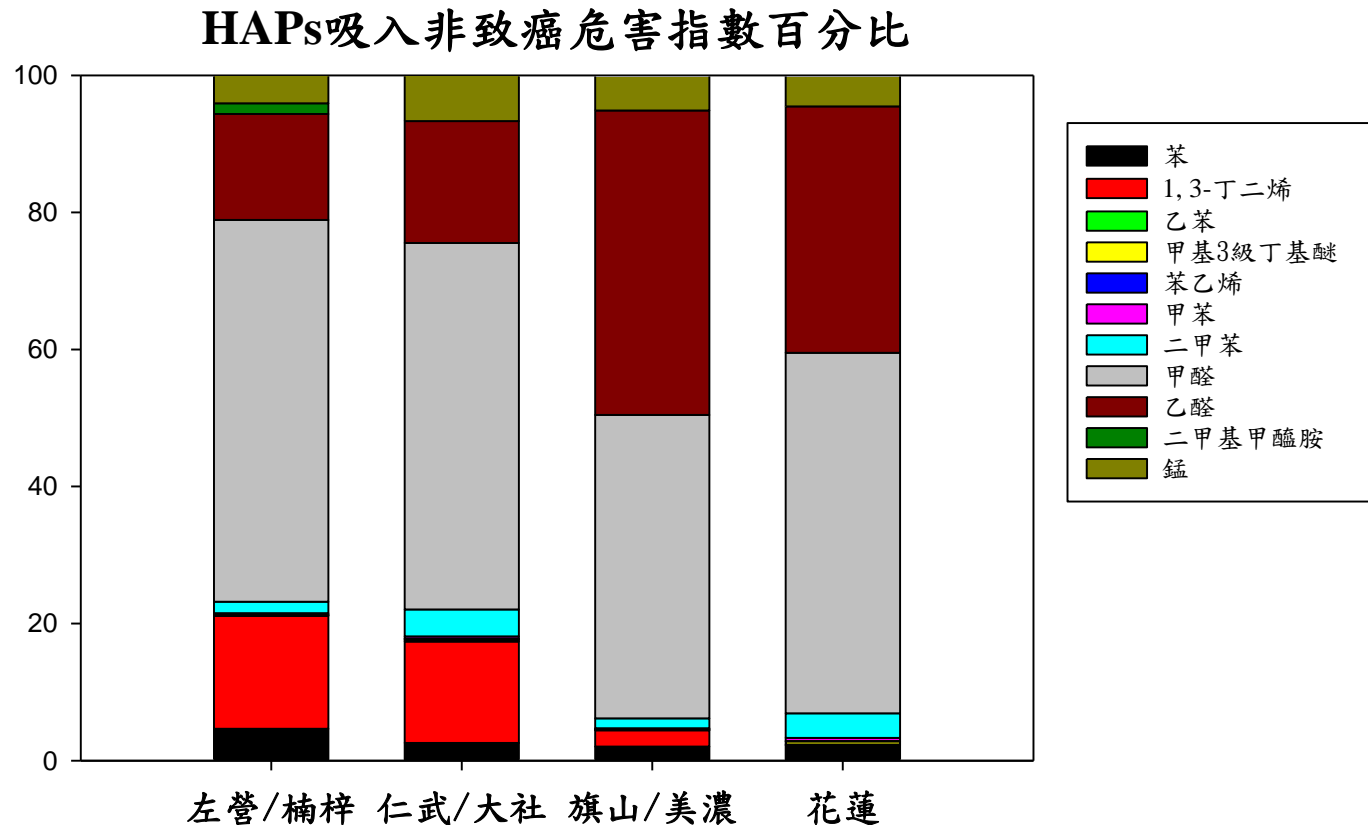
HAPs吸入致癌風險百分比例



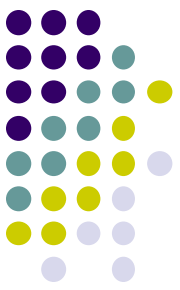
■ 苯、乙苯、1,3-丁二烯、甲醛、乙醛為主要致癌物質



主要吸入非致癌有害空氣污染物(排除丙烯醛)



- 丙烯醛之RfC極低
- 丙烯醛、苯、1,3-丁二烯、二甲苯、甲醛、乙醛、二甲基甲醯胺為主要非致癌健康危害物所



致癌風險推估

- 左營/楠梓與仁武/大社兩石化工業區總致癌風險相差不大，均稍大於可接受範圍(10^{-4} – 10^{-5})，約高於當地對照區1.8倍，高於他地對照區約4.5倍。甲醛於所有區域均為致癌風險之最大貢獻者，本研究空氣樣品中甲醛為偵出率最高之有害空氣污染物。

非致癌風險推估

- 非致癌健康風險結果顯示，於研究區域HAPs之總危害指數皆大於1，主要來自於醛酮類之貢獻，丙烯醛於所有區域危害指數都遠高於1，甲醛於石化工業區域危害指數皆高於1，乙醛於所有區域危害指數雖均小於1，但除花蓮外，危害指數均超過0.5。
- 1,3-丁二烯、苯及含氯有機溶劑於石化工業區之危害指數均高於對照區，顯示石化區污染特性，其造成之健康風險值得注意。在重金屬危害指數部份，除錳於石化工業區域及旗山/美濃區高於0.1外，其餘金屬之危害指數均不高。



102年健康風險評估結果



致癌風險評估

情境	第50百分位		
	區域	總致癌風險	第95百分位總致癌風險
全戶外	楠梓/左營	5.48×10^{-5}	1.48×10^{-4}
	仁武/大社	7.48×10^{-5}	1.60×10^{-4}
本計畫生活型態問卷 (戶外5.4小時)	楠梓/左營	9.60×10^{-5}	1.89×10^{-4}
	仁武/大社	1.08×10^{-4}	2.15×10^{-4}
台灣一般民眾暴露參數彙編 - 國民健康局(戶外4.4小時)	楠梓/左營	9.79×10^{-5}	1.94×10^{-4}
	仁武/大社	1.10×10^{-4}	2.20×10^{-4}

■本計畫生活型態問卷共:820份，40歲以上佔744份

■國健局暴露參數彙編參考:環境保護署/國科會.本土化生活型態及呼吸暴露係數資料庫之建置與評估.2005年

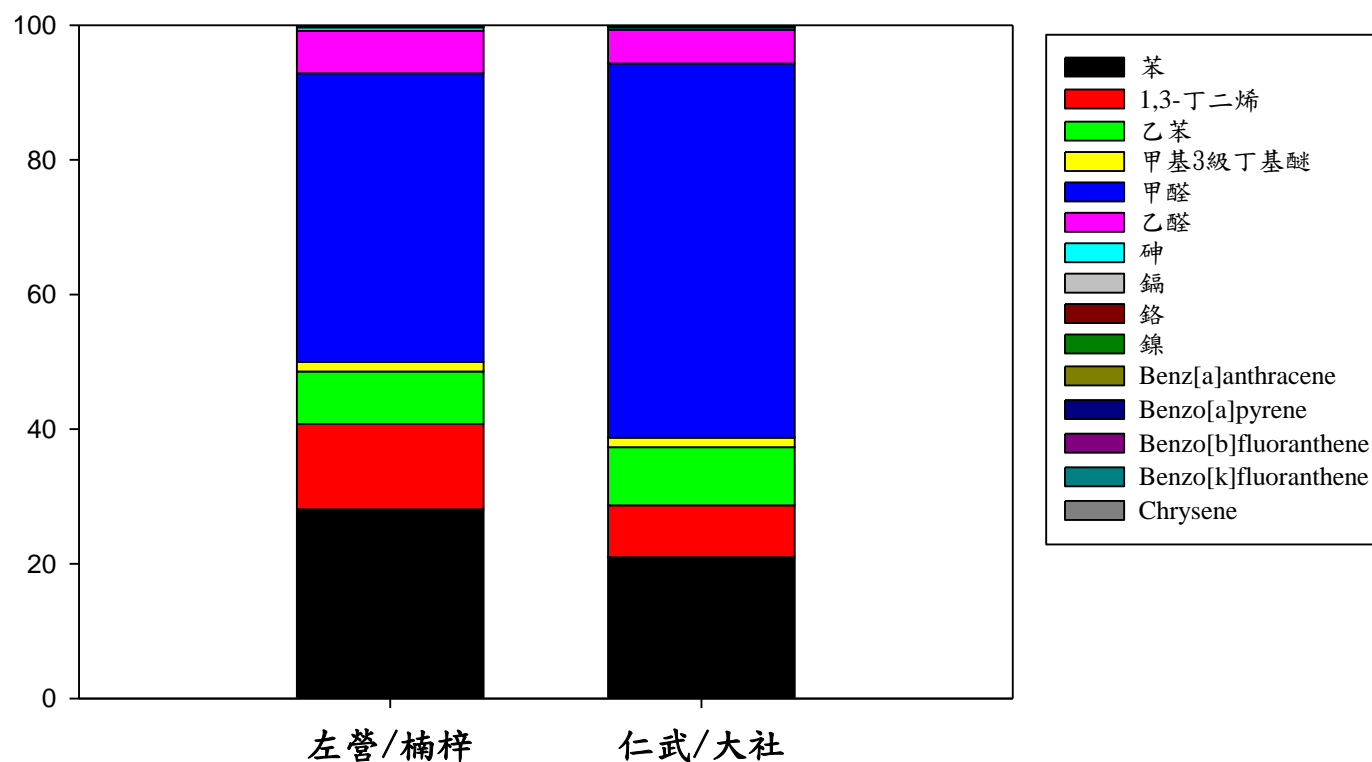
非致癌風險推估

情境	第50百分位	
	區域	HI (不含丙烯醛)
全戶外	楠梓/左營	2.36
	仁武/大社	2.10
本計畫問卷戶外5.4小時	楠梓/左營	3.32
	仁武/大社	2.78
環保署問卷戶外4.4小時	楠梓/左營	3.37
	仁武/大社	2.79

主要吸入致癌有害空氣污染物



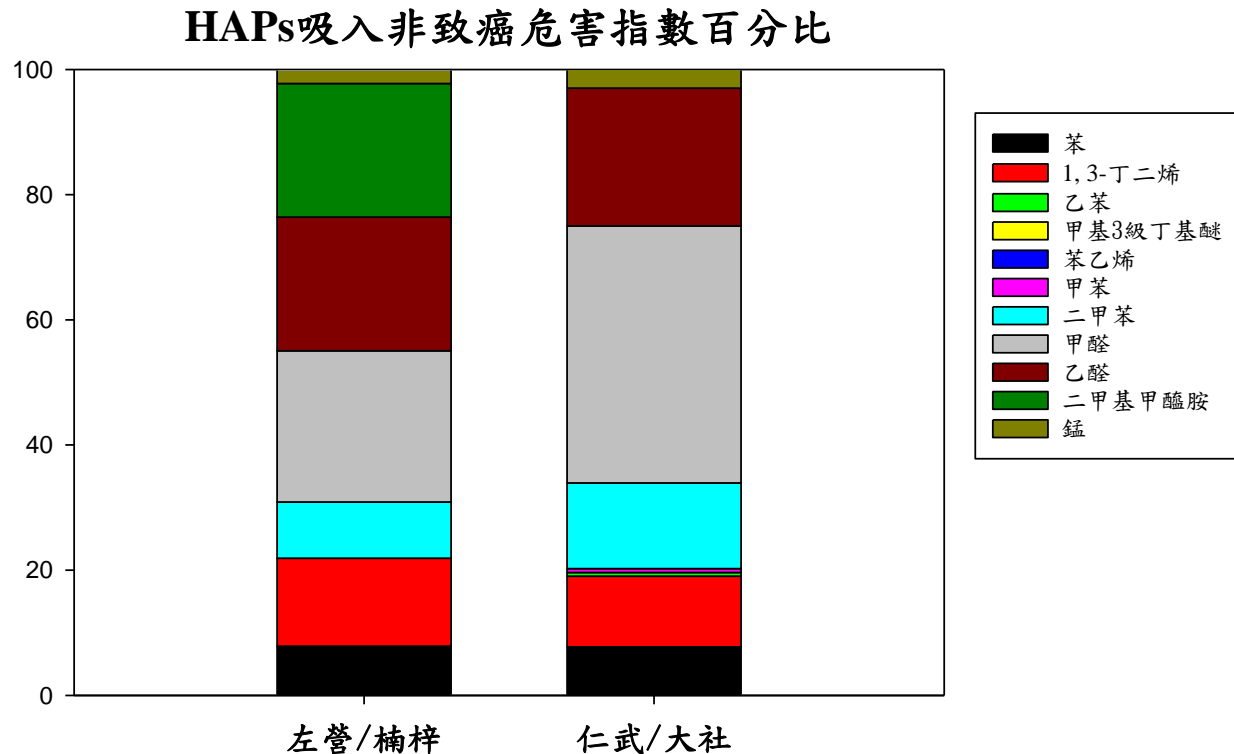
HAPs吸入致癌風險百分比例



- 苯、乙苯、1,3-丁二烯、甲醛、乙醛為主要致癌物質

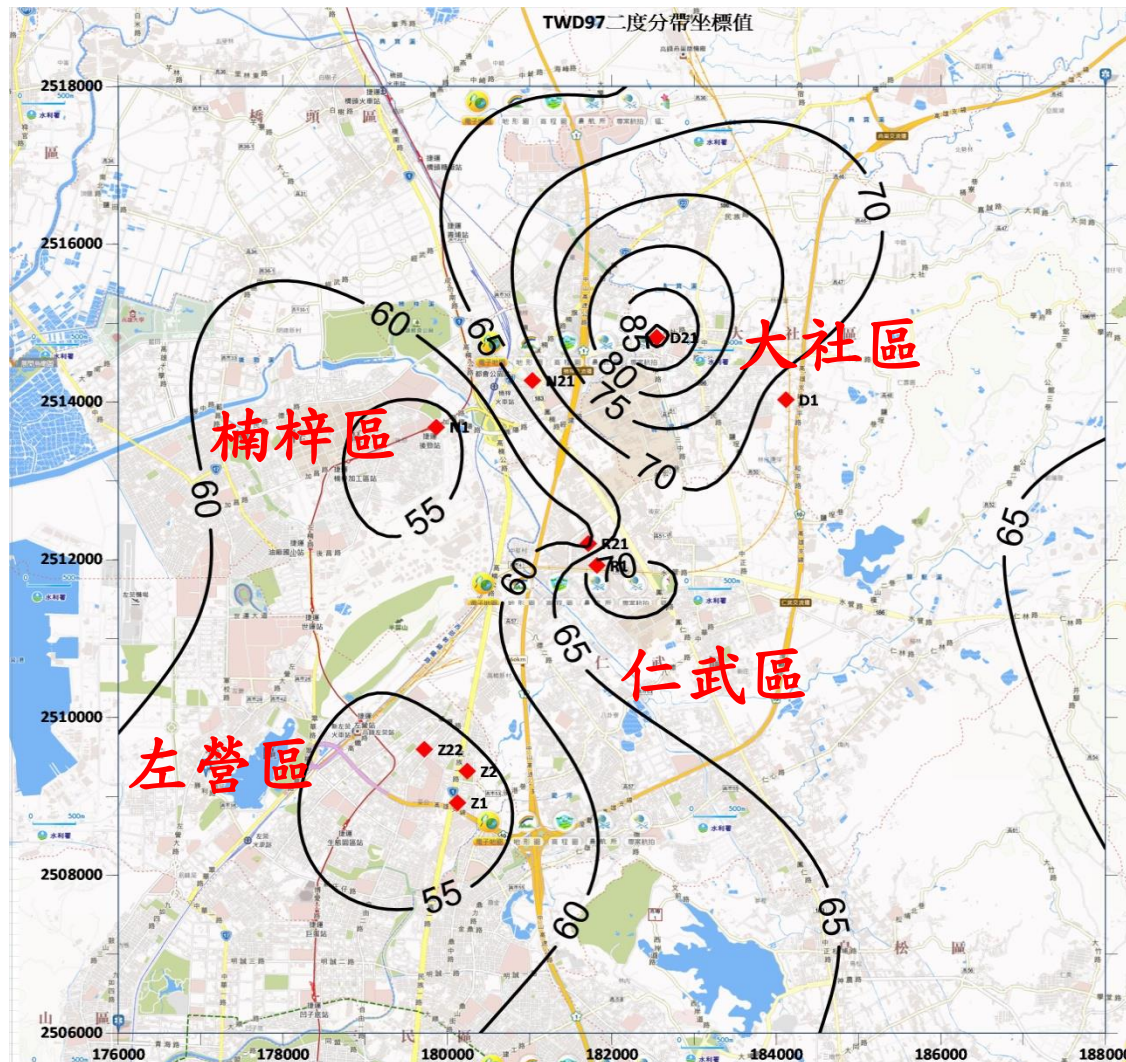


主要吸入非致癌有害空氣污染物(排除丙烯醛)



- 丙烯醛之RfC極低
- 丙烯醛、苯、1,3-丁二烯、二甲苯、甲醛、乙醛、二甲基甲醯胺為主要非致癌健康危害物所

吸入致癌風險(50百分位)等風險曲線(1×10^{-6})



- 以 $1 \sim 100 \times 10^{-6}$ 為可接受風險
- 主要貢獻物種有甲醛、苯、1,3-丁二烯、乙醛



-



結論：

1. 左營/楠梓與仁武/大社兩石化工業區總致癌風險相差不大，左楠區域50百分位致癌風險約在 10^{-5} 至 10^{-4} ，仁大區域50百分位致癌風險則接近 10^{-4} ，其中室內風險較室外稍高。致癌風險以甲醛、苯、乙醛、1,3-丁二烯較高。
2. 整體(室內及戶外)危害指數仍大於1。非致癌風險以甲醛、乙醛、苯、1,3-丁二烯、乙苯及丙烯醛為主要來源，部份區域二甲基甲醯胺(DMF)造成之非致癌健康風險值得注意。



感謝聆聽
敬請指正

高雄市政府衛生局委託研究計畫

左楠仁大石化工業區居民之健康風險評估

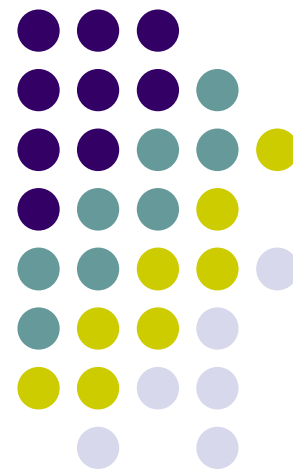
(第一期、第二期)結論

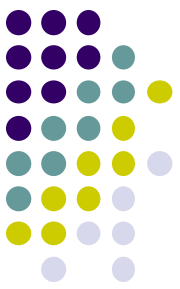
研究單位： 美和科技大學
高雄醫學大學
高雄第一科技大學
高雄海洋科技大學

承辦單位： 美和科技大學

報告人： 洪耀釗教授

中華民國 101年1月17日～102年11月30日





年度研究目標(1/3)

101年度(第一期)

1. 追蹤1991~2008年間居民的癌症死亡情形，利用評估左楠仁大石化工業區居民癌症標準死亡比，探討社區居民健康與工業污染物之關聯性，並與1971~1990年間比較前後約20年的差異性。
2. 進行北高雄三大石化工業區域有害空氣污染物(如苯、1,3丁二烯、甲醛、乙醛、丙烯醛、含氯有機毒物、PAHs、重金屬及PM等)之環境監測，居民居家室內、室外採樣分析。研析有害空氣污染物時空分布特性，並結合居民問卷所得生活型態資料，完成北高雄三大石化工業區附近居民之有害空氣污染物暴露與健康風險評估。

102年度(第二期)

1. 針對設籍於左營、楠梓、仁武、大社等四區居民，利用癌症登記資料，探討時空別與居民癌症發生比之分布。
2. 針對設籍於左營、楠梓、仁武、大社等四區居民，利用健保數據分析，探討時空別與疾病別發生頻率之分布。
3. 以左楠仁大石化區居民為對象，問卷調查其生活習慣與型態、居家環境、工作史、疾病史等，探討空間別之疾病相關因子。



年度研究目標(2/3)

101年度(第一期)

3. 以左楠仁大等三個石化工業區所屬同一地區中，較未受工業汙染地區(稱為當地對照區)、以及他地對照區之居民為對象，進行個人屬性基本資料、生活型態等問卷調查，以及該兩對照區居民健保資料之分析，探討環境與健康之相關性。

102年度(第二期)

4. 以左楠仁大石化區居民為對象，完成300名居民健康檢查。
5. 以左楠仁大石化區為中心，依距離石化區遠近區域別，利用環境實測數據與對流擴散模式分析，模擬污染濃度之分布。
6. 利用HAPs實測資料，評估石化區時空別居民健康風險評估之風險分布。



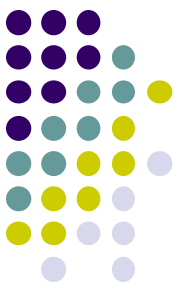
年度研究目標(3/3)

101年度(第一期)

4. 比較北高雄三大石化工業區附近居民、當地對照區以及他地對照區居民之健康生活型態之差異性、健保資料分析疾病差異性、以及評估五區居民危害物暴露與健康風險之差異性。
5. 研析上述有害空氣污染物時空分布特性，並結合居民居民問卷所得生活型態資料，完成兩處對照區域居民有害空氣污染物暴露及健康風險評估。

102年度(第二期)

7. 探討上述疾病發生頻率分布、癌症發生比分布、污染擴散模擬濃度分布以及健康風險分布等四者間之相關性。



流行病學調查分析結果(1/3)

101年度(第一期)結論

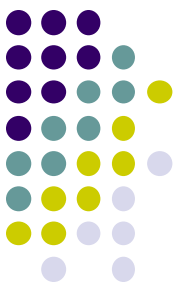
在環境流行病方面發現之結果：

1. 石化地區與旗山美濃地區對照比較發現全癌症標準化死亡比，不論男女性皆顯示研究地區高於當地對照地區。
2. 女性的消化器官及腹膜癌症，男女性的呼吸系統及胸內器官癌症出現研究地區顯著高於當地對照組的現象。
3. 相較於相同地區於1971-1990年的研究報告指出1981-1990年女性癌症死亡增高的結果，在本研究針對1991-2010年癌症死亡比之評估依然有類似的發現。

102年度(第二期)結論

在環境流行病方面發現之結果：

1. 全癌症死亡率方面，相較於高雄非石化暴露地區之本研究暴露地區方面，男性女性在年齡層較高的族群，皆出現癌症死亡比較高之現象。
2. 在消化器官及腹膜癌症死亡率方面，左楠仁大暴露地區與全台灣地區比較，男性在40歲以上之各年齡層死亡比，皆顯著較高。女性則不論與台灣地區、高雄非石化暴露區對照比較，皆出現年齡層50歲以上的族群，其癌症死亡率皆呈現顯著較高的趨勢。



流行病學調查分析結果(2/3)

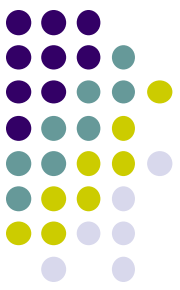
101年度(第一期)結論

健保資料庫分析之結果：

4. 2008年～2010年期間，整體而言，任何呼吸系統疾病皆呈現北高雄石化區居民發病頻率顯著高於旗山美濃地區與花蓮縣($P<0.001$)。
5. 性別上於「急性氣管炎與急性細支氣管炎」、「急性喉炎與氣管炎」、「急性上呼吸道感染」等，對照區的旗山美濃地區與花蓮縣都呈現女性顯著高於男性($P<0.001$)。

102年度(第二期)結論

3. 呼吸系統及胸內器官癌症死亡比，不論與高雄非石化暴露地區或台灣地區相比，研究地區男性、女性皆出現較年長的年齡層之癌症死亡率較高。
4. 暴露地區在特定族群1979-1980年代之30-39歲、40-49歲女性世代，相較於台灣地區之癌症發生比，有隨年代逐漸而上升的趨勢，尤其較明顯的上升傾向存在於1979-1990、1991-2000年代之間；至2001-2010年代，此趨勢即呈現較平緩的現象。



流行病學調查分析結果(3/3)

101年度(第一期)結論

健保資料庫分析之結果：

6. 其他「支氣管擴張症與慢性阻塞性肺疾病」、「支氣管炎與慢性支氣管炎」、「肺炎與支氣管性肺炎」、「肺氣腫與氣喘」等四項之發病頻率，則只有石化工業區居民呈現男性顯著高於女性($P<0.001$)。
7. 顯然石化區居民暴露於空氣汙染風險的危害已直接增加其呼吸道相關疾病發病的機會。

102年度(第二期)結論

5. 自體免疫疾病發生率，發現男性高齡者存在有較高發生率的現象，尤其暴露地區顯著高於台灣地區。
6. 慢性呼吸道疾病的住院發生率，男女性均以大社區的70-79歲具顯著意義，同時顯著高於左營區。
7. 若以各地區的住院率而論，都是男性大於女性，此與第一期的結論一致。
8. 門診發生率：楠梓區部論男女性，在30-39歲年齡層都顯著高於左營區。
9. 門診發生率：仁武區女性的門診發生率與男性比較是有年輕化的現象，與男性一樣都顯著高於左營區。



問卷訪視調查與健康檢查(1/3)

101年度(第一期)結論

A.問卷訪視調查之結果：

1. 石化區居民31.2%認為空氣品質不良，而且55.6%認為附近有異味，而有吸菸習慣者雖17.5%，但皆顯著高於兩對照區($P < 0.001$)。

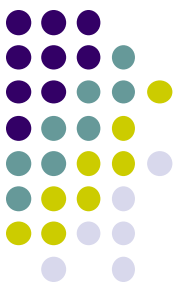
102年度(第二期)結論

A.問卷訪視調查之結果：

1. 有64.5%受訪者表示居家附近有異味，認為異味來自工廠平均佔44.6%，尤其是仁武區的57.8%、大社區50.0%最為明顯。而且「工廠之異味」多發生在「晚間(20 - 23)至夜間(23-05)」佔最多共有66.9%。

2.	蟑螂、老鼠	65.6%
	燒香祭祖	45.2%
	寺廟拜拜	30%
	使用殺蟲劑習慣	30%

民眾的居家生活中亦隱藏著室內空氣品質的殺手。



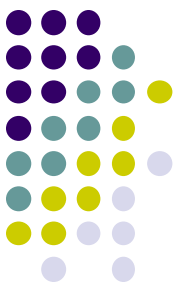
問卷訪視調查與健康檢查(2/3)

102年度(第二期)結論

A.問卷訪視調查之結果：

3. 有吸菸習慣、喝酒或嚼檳榔習慣者佔少數，分別為8.6%、5.0%與1.4%；相反的有73.4%表示有運動習慣；更有82.3%受訪者會定期或不定期參與健康檢查。但是長期服用藥物有52.8%，其中使用23.5%為健康食品、19.4%是維他命。
4. 受訪者與家人之疾病史，空氣中的各種主要異味是上述兩種相關疾病的危險因子。

項目	受訪者	家人
呼吸及相關疾病	18.3%	25.3%
皮膚相關疾病	13.2%	10.9%



問卷訪視調查與健康檢查(3/3)

101年度(第一期)結論

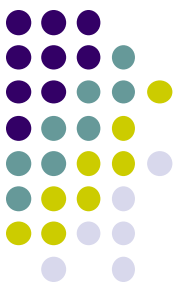
B.健康檢查之結果：

1. 受檢者的麩氨酸草酸轉胺酶(GOT)、麩丙胺酸轉胺酶(GPT)、丙麩氨酸胜肽轉化酶(rGT)以及尿酸均過高，分別為9.0%、13.0%、26.2%和15.0%，這些都可能與肝、腎功能有關，值得追蹤探討。

102年度(第二期)結論

B.健康檢查之結果：

1. 接受健康檢查之居民共335名，受檢者男女性別占34%、66%。血液檢查發代謝症候群之受檢者相當多。
2. **胸部X光異常者高達77.9%**，其中仁武87.7%、大社82.3%顯著偏高；腹部超音波發現異常者則有74.0%。
3. 高血壓、空腹血糖、脂肪肝、肺部疾病隨加齡而有顯著增加($p < .05$)。
4. 居住年數20年以下者於肺部疾病、皮膚相關疾病呈現顯著較高($p < .05$)。



環境量測分析結果(1/2)

101年度(第一期)結論

1. 無論是揮發性有機物、醛酮類、重金屬與PAHs，大致呈現石化工業區高於對照區的情形，除粒狀物外，揮發性有機物、醛酮類室內濃度通常較高，尤其是含氯有機溶劑。

102年度(第二期)結論

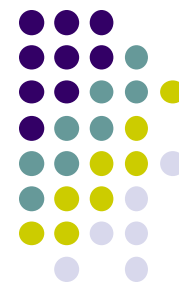
1. VOCs中以石化業代表性之**BTEX**檢出率高，**甲醛、乙醛**部分來自光化作用產物亦具高檢出率，**大部分VOCs與醛酮類**污染物呈現室內濃度高於室外濃度。
2. **PAEs量測**中，室內灰塵濃度遠高於室外表土濃度，其中以DEHP、DINP、DNOP與DIDP之濃度較高。
3. PAHs於大部分樣本中，**苯**普遍存在於氣固相中，微粒中四環以上普遍檢出。



環境量測分析結果(2/2)

102年度(第二期)結論

4. OP-FTIR量測結果顯示二甲基甲醯胺(DMF)為濃度較高之關切污染物。
5. PAEs量測中，室內灰塵濃度遠高於室外表土濃度。
6. 石化各區中重金屬濃度大都合乎管制標準。
7. VOC、醛酮類、於室內/室外/個人研究中，**大部分以個人所暴露之濃度較高**，其次為室內及室外濃度。
8. 懸浮微粒**大部分以室外濃度暴露濃度較高**，其次為個人及室內。
9. 氣態苯暴露風險宜再深入研究。



健康風險評估之結果

101年度(第一期)結論

1. 左營/楠梓與仁武/大社兩石化工業區總致癌風險相差不大，均稍大於可接受範圍(10^{-4} – 10^{-5})，約高於當地對照區1.8倍，高於他地對照區約4.5倍。
2. 甲醛於所有區域均為致癌風險之最大貢獻者，其餘如苯、1,3-丁二烯貢獻次之。
3. 非致癌健康風險結果顯示，丙烯醛於所有區域危害指數都遠高於1，甲醛於石化工業區域危害指數皆高於1，1,3-丁二烯、苯及含氯有機溶劑於石化工業區之危害指數均高於對照區。

102年度(第二期)結論

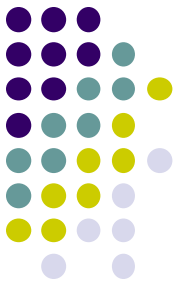
1. 健康風險評估非致癌健康風險結果顯示，於研究區域HAPs之總危害指數皆大於1，主要來自於醛酮類之貢獻。
2. 致癌風險評估結果顯示，左營/楠梓與仁武/大社兩石化工業區總致癌風險相差不大，左楠區域50百分位致癌風險約在 10^{-5} 至 10^{-4} ，仁大區域50百分位致癌風險則接近 10^{-4} 。致癌風險以甲醛、苯、乙醛、1,3-丁二烯較高。



ISCST擴散模式模擬結果

102年度新增的模擬結果

3. 根據行政院環保署「空氣品質模式支援中心」提供之2009與2011的風場，擴散模式模擬結果顯示在相同污染濃度條件下，各年度之平均擴散濃度場差異不大。
4. 模擬結果以苯最靠近採樣值，其他衍生性污染物(如甲醛)，受化學反應影響，結果誤差較高；故以WRF-Chem輔助模擬，其結果較接近採樣值。
5. 左楠區之年平均之盛行風風向為北風，因此北高雄石化工業區數種致癌性污染物之影響範圍，南方受到影響較為嚴重。若特別考慮二甲基甲醯胺在冬(2010年十二月至隔年二月)夏(2011年六至八月)之擴散情形，結果能有效反應出冬季東北季風與夏季西南季風之效應。



未來展望(1/2)

(第三期)

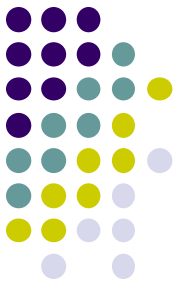
1. 上述各結論可知，40年的空氣污染所造成之癌症與疾病的傷害事實，環保相關單位務必繼續嚴格把關，尤其尚有出現夜間可聞到來自工廠的異味。
2. 由問卷可知民眾的衛生教育尚待加強，室內環境的清潔，如蟑螂、老鼠的出沒等有待教育宣導。
3. 健檢胸部X-ray異常者、腹部超音波異常者以及代謝症候群等民眾相當多，建議衛生單位宜繼續追蹤並鼓勵居民多做運動及休閒等相關健康促進活動，提升民眾對預防醫學之認識與付諸行動的重要性。



未來展望(2/2)

(第三期)

4. 因居住年數20年以下者於肺部疾病、皮膚相關疾病顯著偏高，建議針對暴露地區居住未滿20年之居民提供**更完善的健康檢查資源並持續進行健康檢查資料庫之建立**，期能儘早發現疾病及治療。
5. 實測值受限於計畫時程，僅能反應4月至11月之暴露實態，可能有代表性不足之限制，建議未來計畫若能延續，**可考慮規劃一年以上之計畫期程**，期能真正了解鄰近工業區居民完整的環境暴露風險。
6. 為能更了解本計畫各種研究方法間之關係，期望未來能**徹底落實石化區特定居民之個人採樣及個人暴露風險**，進行問卷、健康檢查、流行病學調查等各種研究，於計畫開始前，先行調查意願極高之受測人員，**以利進行特定居民之多年調查研究**，期使研究結果之呈現更具代表性。



感謝聆聽
敬請指正