



「臺中市空氣污染物PM_{2.5}環境調查及 健康風險評估作業」

三階段計畫成果報告

計畫執行期間：107/12/ ~ 109/03

執行單位：中山醫學大學健康科技中心、
景丰科技股份有限公司



一.前言

- 計畫緣由及執行架構
- 計畫執行重點

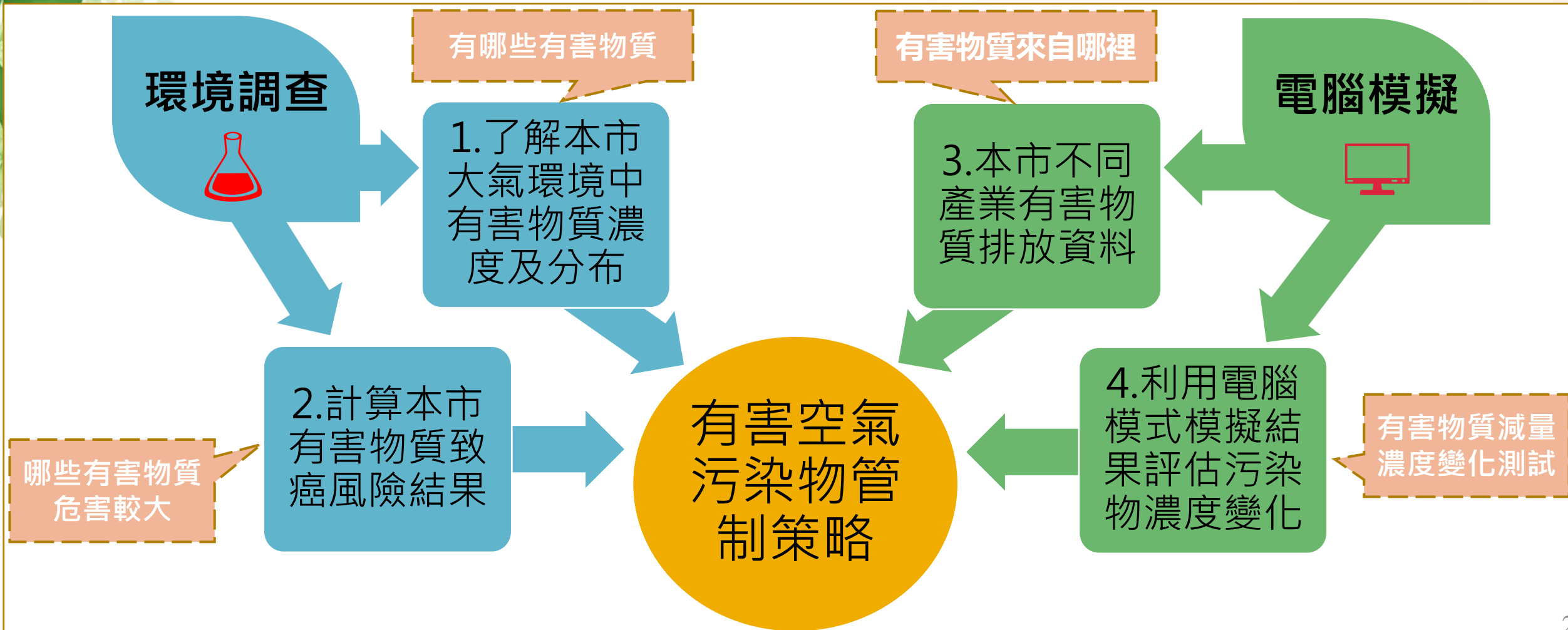
二.計畫工作項目

- 環境污染物調查及結果
- 健康風險評估
- 電腦模式模擬結果分析
- 管制策略建議

報告大綱

計畫緣由及執行架構

- 計畫緣由：因各界持續關心本市空氣品質之變化，市府及環保局與專家諮詢後，決議以**現址環境調查**及**電腦模式模擬**之方式，分2方向進行**健康風險評估**作業。



各階段計畫執行重點

環保局主辦
「PM_{2.5}空氣污染物健康風險評估作業」三階段計畫
(總經費：1億4,620萬)

第一階段：105年臺中市后里區、西屯區、大雅區及港區(大肚、清水、沙鹿、梧棲、龍井)居民空氣污染物暴露評估計畫
(總經費：950萬)

第一階段：105年臺中市后里區、西屯區、大雅區及港區環境污染物調查計畫
(總經費：3,670萬)

第二階段：106年臺中市后里、西屯、大雅及港區空氣污染物健康風險-環境污染調查計畫
(總經費：5,400萬)

第三階段：107年臺中市后里區、西屯區、大雅區及港區空氣污染物健康風險調查計畫
(總經費：4,600萬)

➤ 利用健保資料庫分析29行政區疾病癌症發生率趨勢與環境調查比對健康資料之相關性

➤ 本市29區大氣、管道及土壤PM_{2.5}及VOC採樣與分析

➤ 本市29區大氣PM_{2.5}及VOC採樣與分析

➤ 模式模擬評估空氣污染暴露量

➤ 本市29區大氣PM_{2.5}及VOC採樣與分析

➤ 彙整三階段採樣結果以提供背景濃度現況

➤ 致癌及非致癌健康風險計算


➤ 計算有害空氣污染物排放量

➤ 以模式評估大型污染源貢獻比例及減量效應

➤ 提供管制策略建議

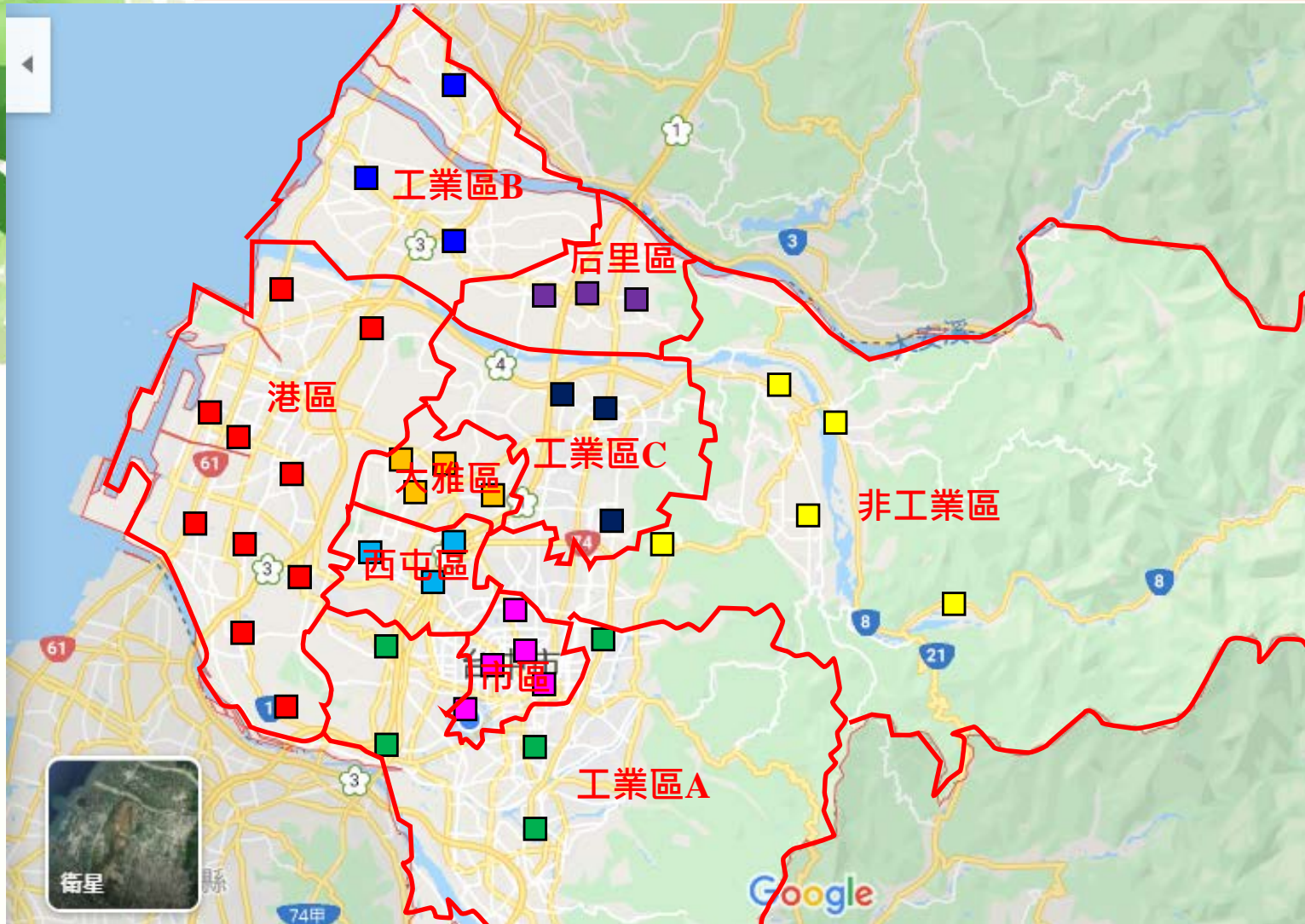


二、計畫工作項目

- 環境污染物調查及結果
健康風險評估
電腦模式模擬結果分析
管制策略建議
- 

採樣地點之選擇方式及空間分布

- 依據臺中市PM_{2.5}濃度分布(ISC3模擬)及工業區分布選定41個採樣點



- 採樣選點依據第一階段計畫專家學者諮詢會議(105/04/01)之建議名單選取。

- 九區41測點分布圖如左

- 港區 ■ 后里區 ■ 大雅區
- 西屯區 ■ 市區 ■ 工業區A
- 工業區B ■ 工業區C
- 非工業區

採樣頻率

- (1) **105至107年三階段**選定之41個採樣點進行**共6次**大氣環境污染物採樣
港區(10測點)、后里區(3測點)、大雅區(4測點)、西屯區(3測點)、市區 (5測點)、
工業區A-大里(5測點)、工業區B-大甲(3測點)、工業區C-豐原(3測點)及非工業區(5測點)
共41測點，共進行6次採樣。
- (2) **107年第三階段**由上述41個採樣點中，選取5個採樣點進行**5次高頻率採樣**
於第二階段計畫-第三次大氣採樣期程及107年採樣規劃專家學者諮詢會議」
(107/09/21)，選定計畫重點區及對照組共5個採樣點進行5次高頻率採樣，以增加樣本
數。

項次	區域	行政區	地點	測站	備註
1	港區	沙鹿區	北勢國中	沙鹿測站(署測站)	計畫重點區
2	園區	后里區	內埔國小	后里測站(局測站)	計畫重點區
3	園區	西屯區	西屯國小	校內無測站	計畫重點區
4	園區	大雅區	大明國小	校內無測站	計畫重點區
5	21區B	和平區	和平國小	校內無測站	和平國小 作為對照組

本計畫大氣採樣分析物種

本計畫採樣分析物種

空氣中的揮發性有機物

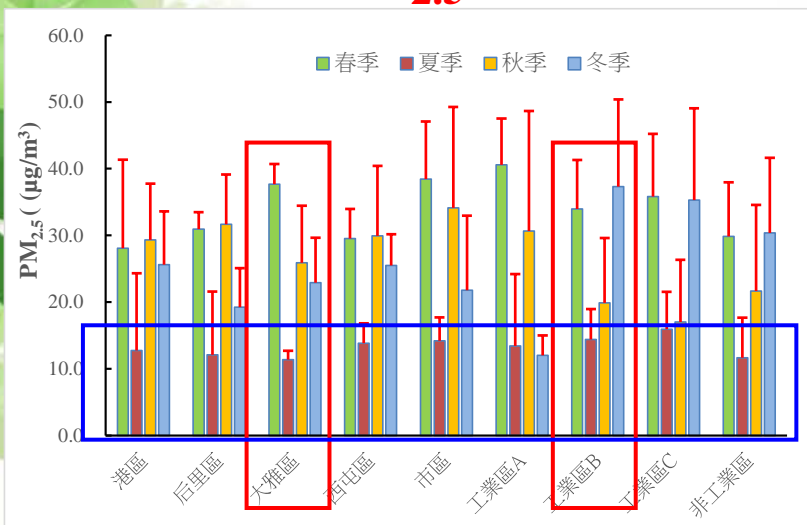
空氣中PM_{2.5}的金屬物質

空氣中PM_{2.5}的多環芳烴

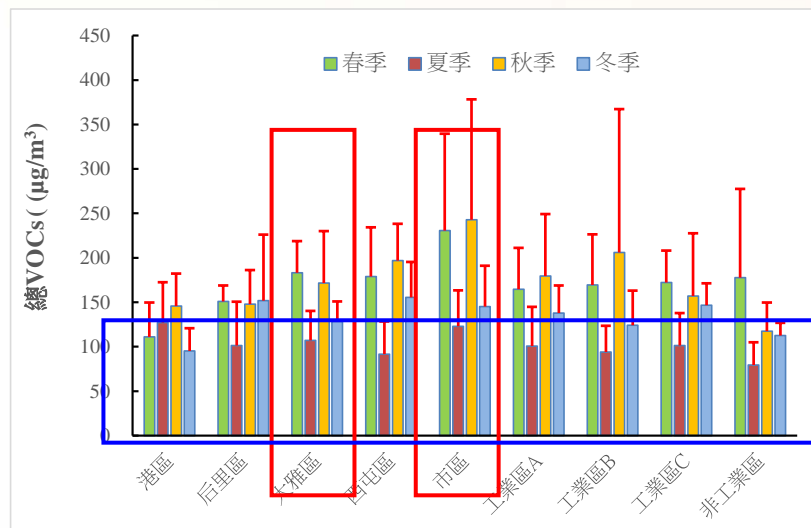
國際癌症研究署分類	說明	監測物種
Group 1 (確定為致癌因子)	流行病學證據充分	12種： <ul style="list-style-type: none"> 1,3-丁二烯、苯、三氯乙烯、氯乙烯、1,2-二氯丙烷、 BaP(苯(a)駢芘) 鎳、砷、鎘 三價砷、五價砷、六價鉻
Group 2A (極有可能為致癌因子)	流行病學證據有限或不足，但動物實驗證據充分。	5種： <ul style="list-style-type: none"> 二氯甲烷、四氯乙烯、1,2-二溴乙烷、 二苯駢(a,h)蔥、二苯駢(a,1)芘
Group 2B (可能為致癌因子)	流行病學證據有限且動物實驗證據有限或不足。	7種： <ul style="list-style-type: none"> 鉛、鈷 苯(a)駢蔥、蒽、苯(b)苯駢蔥、苯(a)苯駢蔥、(1,2,3-cd)芘
Group 3 (無法歸類為致癌因子)	流行病學證據不足且動物實驗證據亦不足或無法歸入其他類別。	7種： <ul style="list-style-type: none"> 硒、鉻、汞 苯(e)駢芘、芘、苯(g,h,i)駢芘、蒽

臺中市各區四季有害物質濃度之變化

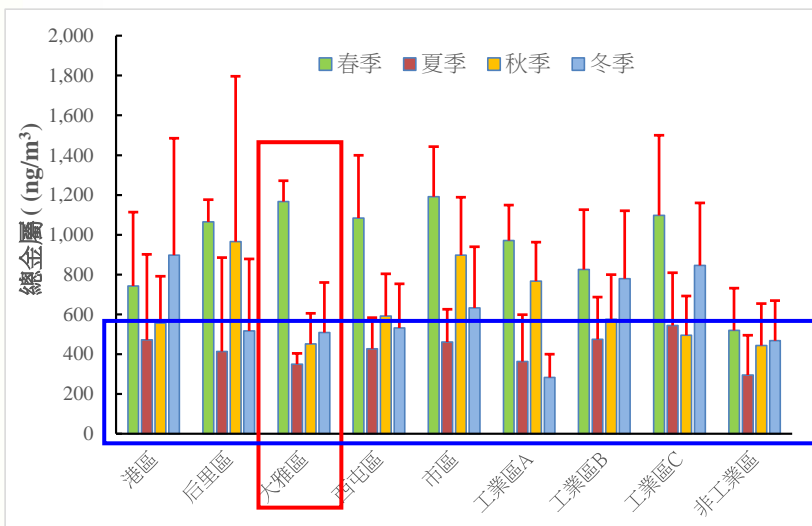
PM_{2.5}



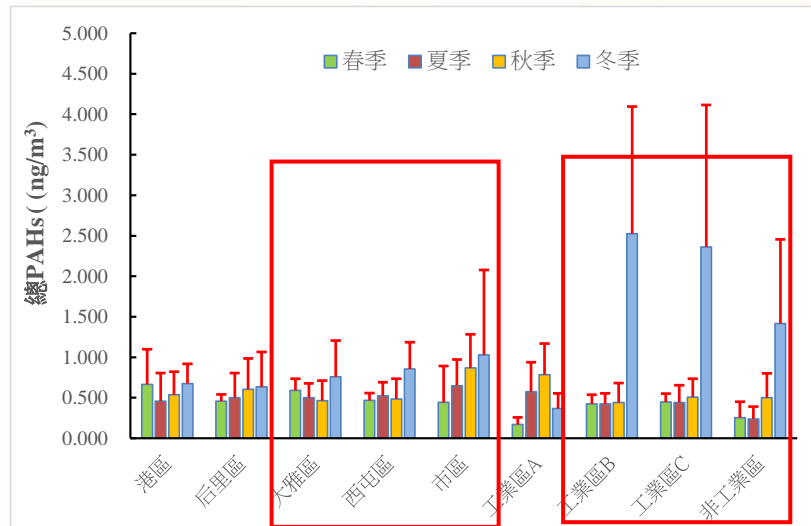
總VOCs



總金屬



總PAHs

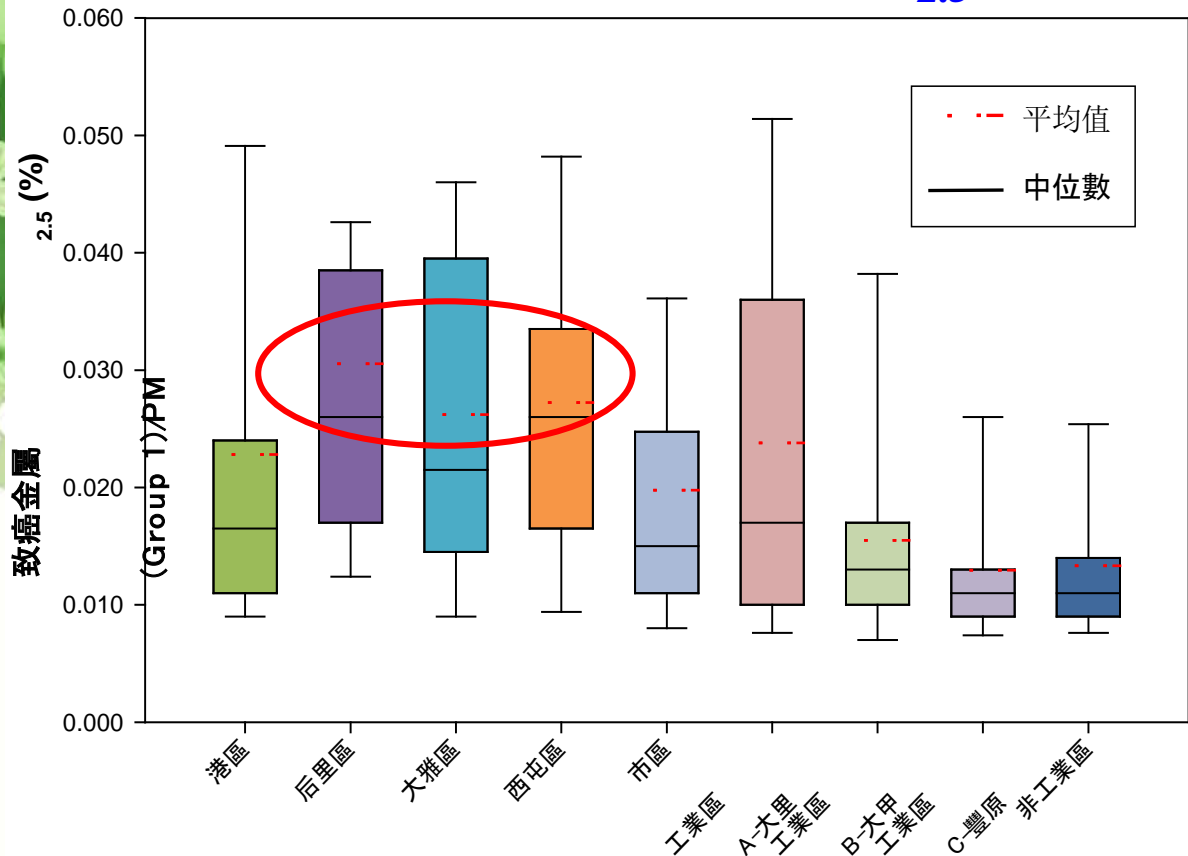


- 三階段採樣結果彙整
- 將本市以9區方式呈現
- 春季為3、4、5月；夏季為6、7、8月；秋季為9、10、11月；冬季為12、1、2月

- 1 在季節變化上，除PAHs外，各污染物之濃度大都以夏季為最低，各季節間之濃度差異幅度較大；
- 2 於區域分布上，各污染物整年平均皆以市區之濃度較高，以非工業區較低。

三階段計畫各區致癌金屬佔PM_{2.5}比例之比較

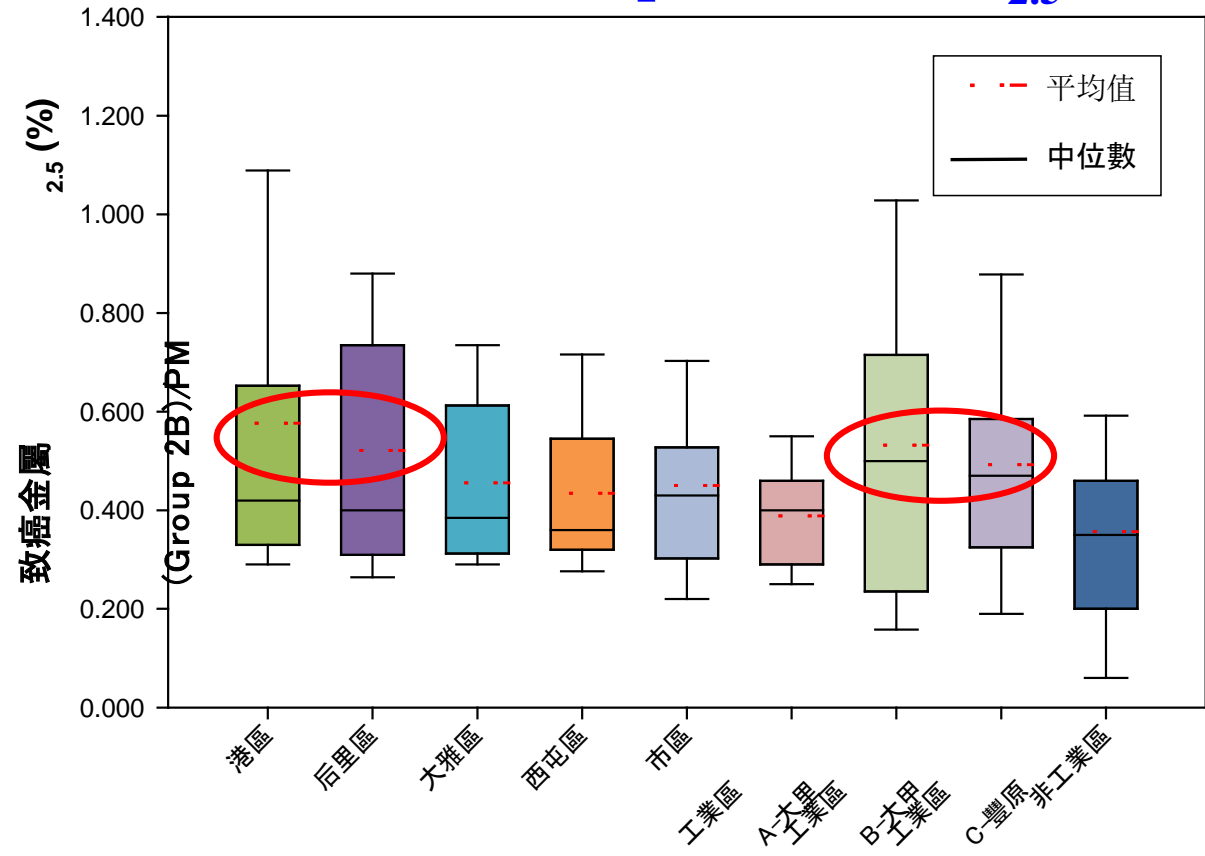
致癌Group 1金屬/PM_{2.5}



- 平均值較大區域

Group 1：后里區、大雅區、西屯區

致癌Group 2B金屬/PM_{2.5}

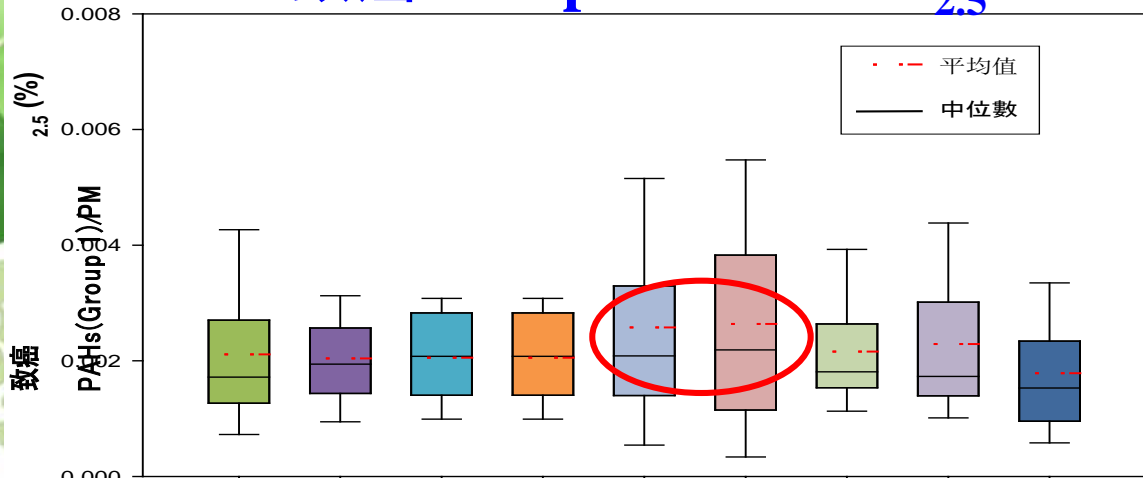


- 平均值較大區域

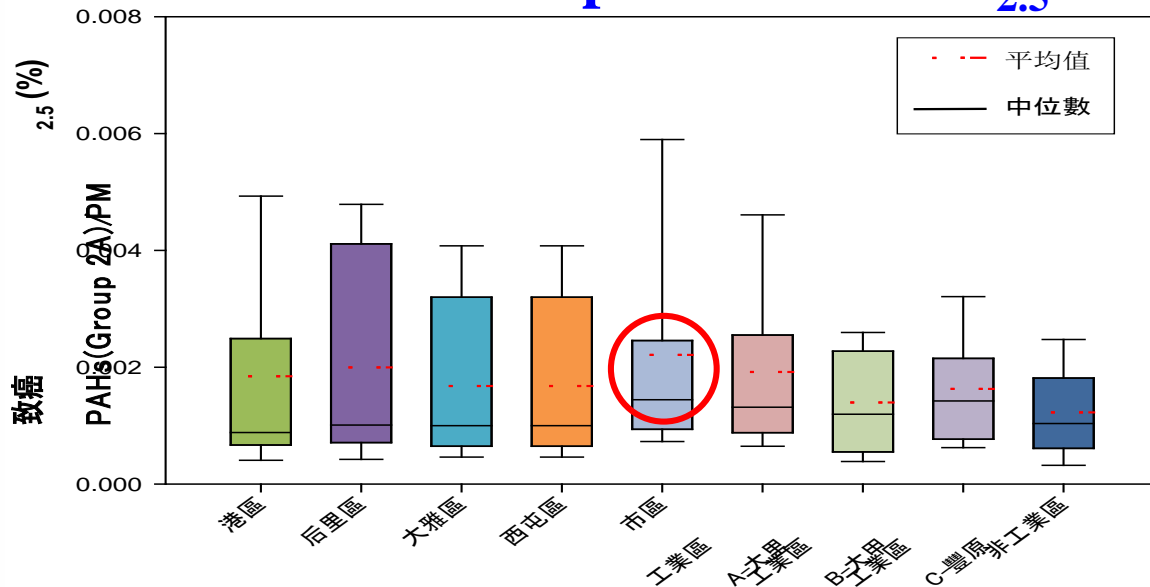
Group 2B：港區、工業區B、工業區C、后里區

三階段計畫各區致癌PAHs佔PM_{2.5}比例之比較

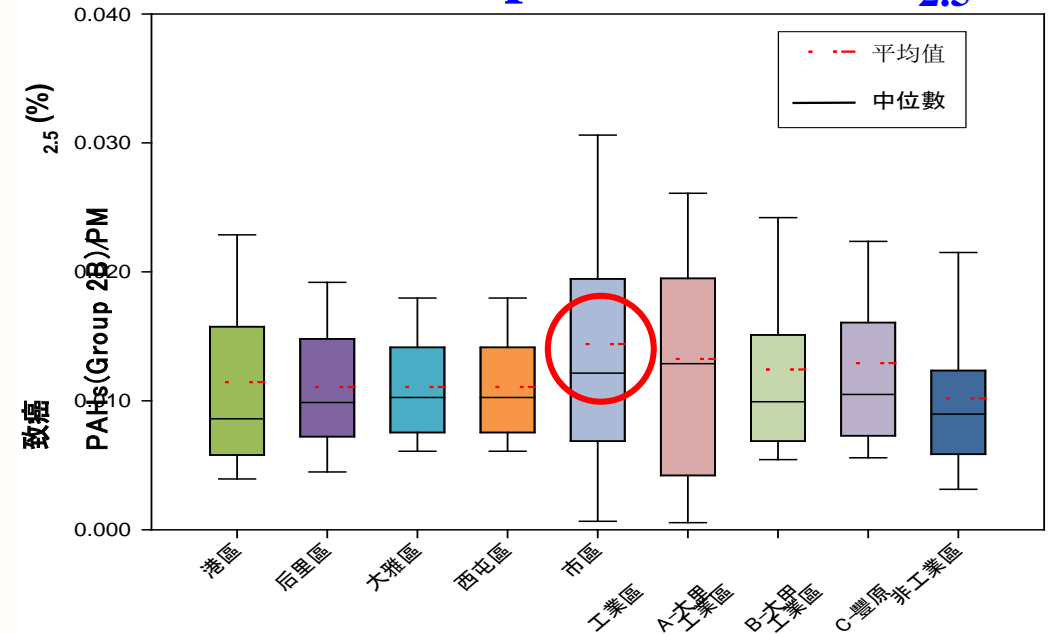
致癌Group 1 PAHs/PM_{2.5}



致癌Group 2A PAHs/PM_{2.5}



致癌Group 2B PAHs/PM_{2.5}



- 平均值較大區域
 Group 1：市區、工業區A
 Group 2A：市區
 Group 2B：市區
- 最低平均值均為非工業區

採樣結果-國內外文獻比較(PM_{2.5}中group 1 金屬)

文獻	年	地區	N (次數)	細懸浮微粒 PM _{2.5} μg/m ³	鎳 Ni ng/m ³	砷 As ng/m ³	鎘 Cd ng/m ³
本計畫	2016-2018	臺灣	440	23.3 ± 12.2	3.31 ± 3.53	1.24 ± 0.91	0.35 ± 0.34
Fang et al.	2003	臺灣	23	42.8	11.8 ± 29.9	-	4.3 ± 8.5
Gugamsetty et al.	2012	臺灣	-	21.82	5.10	3.20	0.40
Chen et al.	2013	臺灣	9	34.8 ± 10.1	5.65 ± 1.90	3.45 ± 1.04	1.04 ± 0.33
Gao et al.	2002	美國	62	-	4.00 ± 3.60	-	0.15 ± 0.11
Kulshrestha et al.	2006-2008	印度	78	104 ± 47.1	300 ± 30	-	-
Bari & Kindzierski et al.	2017	加拿大	205	-	0.57	0.28	0.07
Ledoux et al.	2017	法國	103	32.5 ± 17.8	2.91 ± 2.18	1.35 ± 1.28	0.51 ± 0.53
Deng et al.	2006	中國	30	62.1	7.19 ± 2.81	6.04 ± 3.91	7.26 ± 3.82
Vecchi et al.	2004	義大利	53	58.6 ± 29.5	9.00 ± 5.00	3.00 ± 2.00	-

- N.D.以1/2MDL值計算，介於ND與LOQ之間以外插法回推估計

採樣結果-國內外文獻比較(PM_{2.5}中group 1 PAHs)

文獻	年	地區	N (次數)	細懸浮微粒 PM _{2.5} μg/m ³	苯(a)駢芘 BaP ng/m ³
本計畫	2016-2018	臺灣	440	23.3 ± 12.2	0.046 ± 0.033
Yang et al.	2017	臺灣	37	22.3 ± 12.8	0.097 ± 0.106
Chen et al	2016	臺灣	56	28.4 ± 17.5	0.187 ± 0.113
			57	35.0 ± 22.3	0.198 ± 0.204
Li et al	2009	美國	12	-	0.135 ± 0.143
		葡萄牙	60	-	0.979
Alves et al.	2017	義大利	60	-	0.491
		希臘	60	-	0.208
Wu et al.	2014	中國	5	-	7.35 ± 3.01
Kong et al.	2015	中國	24	-	3.94 ± 3.71
Bari & Kindzierski et al.	2017	加拿大	205	-	0.060
Murillo et al.	2013	哥斯大黎加	44	29 ± 14	0.20 ± 0.08
Rajput et al.	2013	印度	41	91.0 ± 37.0	0.055 ± 0.028

• N.D.以1/2MDL值計算，介於ND與LOQ之間以外插法回推估計

採樣結果-國內外文獻比較(group 1 VOCs)

文獻	年	地區	N (次數)	氯乙烯 Vinyl chloride $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,3-丁二烯 1,3-Butadiene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	苯 Benzene $\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,2-二氯丙烷 1,2-Dichloropropane $\mu\text{g}/\text{m}^3$	三氯乙烯 Trichloroethylene $\mu\text{g}/\text{m}^3$
本計畫	2016-2018	臺灣	440	N.D.	N.D.	0.456 ± 0.345	N.D.	N.D.
Cheng et al.	2012	臺灣	-	-	-	1.02 ± 0.61	-	-
Lyu et al.	2013-2014	中國	-	-	0.44	5.43	-	-
Dumanoglu et al.	2013-2014	土耳其	160	-	-	8.63 ± 13.1	-	0.54 ± 1.61
Parra et al.	2009	西班牙	933	-	-	2.84 ± 0.87	-	-
Kim et al.	2008	韓國	43	-	-	3.16 ± 3.51	-	-
Gee et al.	1995-1996	委內瑞拉	-	-	-	14.2 ± 10.1	-	-
		厄瓜多	-	-	-	5.00 ± 3.10	-	-
		智利	-	-	-	14.8 ± 10.8	-	-
		巴西	-	-	-	16.7 ± 10.1	-	-
		泰國	-	-	-	18.2 ± 13.7	-	-
		菲律賓	-	-	-	12.6 ± 15.9	-	-
Pankow et al	1997-2000	美國	23191	2.91 ± 0.15	-	3.42 ± 0.89	4.20 ± 0.42	5.43 ± 1.13
Abeleira et al.	2017	美國	1341	-	-	0.639	-	-
Zhong et al.	2017	美國	35	-	-	0.500	-	-

• N.D.以1/2MDL值計算，介於ND與LOQ之間以外插法回推估計

調查及研析結果-國內外文獻比較

1. 臺中市九區間PM_{2.5}(金屬、PAHs) 及 VOCs之濃度與國、內外相關文獻濃度相較，並**無較高**的現象。
2. 國、內外文獻係針對排放源廠區及其週界進行調查，以瞭解特定排放源對於周邊環境之影響情況，本計畫主要在**評估台中市民在其長期居住環境之污染物濃度**下，其暴露之風險，所調查之測點為**代表大部份居民之居住環境**，而非針對特定排放源附近進行調查，故本計畫之平均測值相對於這些文獻之測值會有**較低**之現象。



二、計畫工作項目

環境污染物調查及結果

● 健康風險評估

電腦模式模擬結果分析

管制策略建議

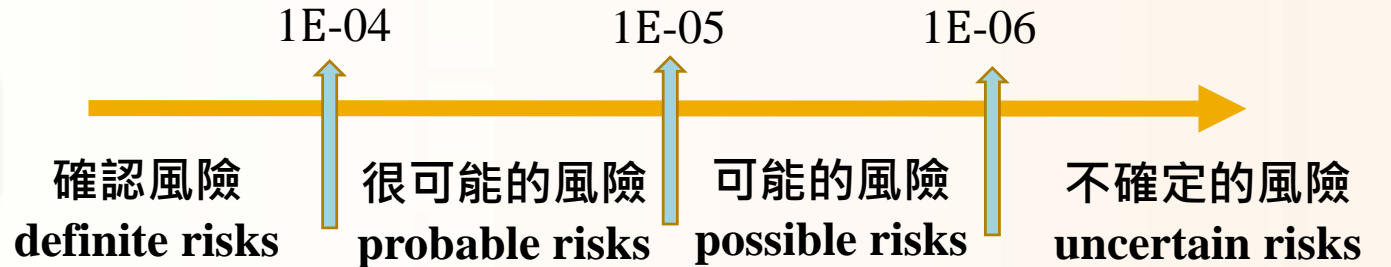


健康風險評估結果之呈現方式

❖ 評估每一項物質於各種暴露狀況下對人體健康可能產生之危害性。

1E-06：每一百萬人中，會有1人因暴露於這樣的污染環境而得到癌症

總致癌風險



致癌風險越小越好

風險特徵
描述

非致癌風險-危害指標

單一物質之健康危害



- ✓ $HQ = \text{「暴露量」} / \text{「參考劑量」}$
- ✓ 所有物質之HQ相加(HI)不得 > 1

健康風險評估

▶ 致癌性健康風險評估

▶ Risk = LADD × SF

▶ LADD: 終生平均每日暴露劑量 (mg/kg-day)

▶ SF: 斜率因子(mg/kg-day)⁻¹

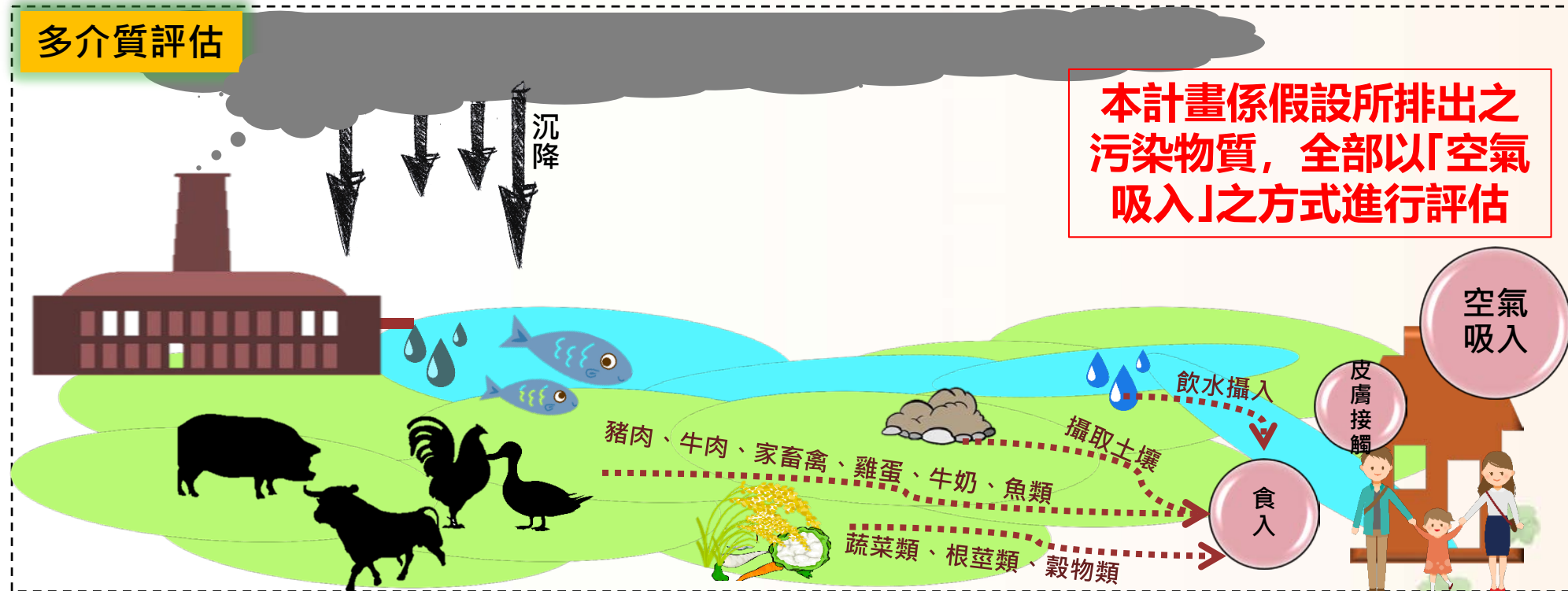
• 非致癌性健康風險評估

• HQ = C / RfC

• C: 有害空氣污染物濃度(μg/m³)

• RfC: 參考濃度 (μg/m³)

多介質評估

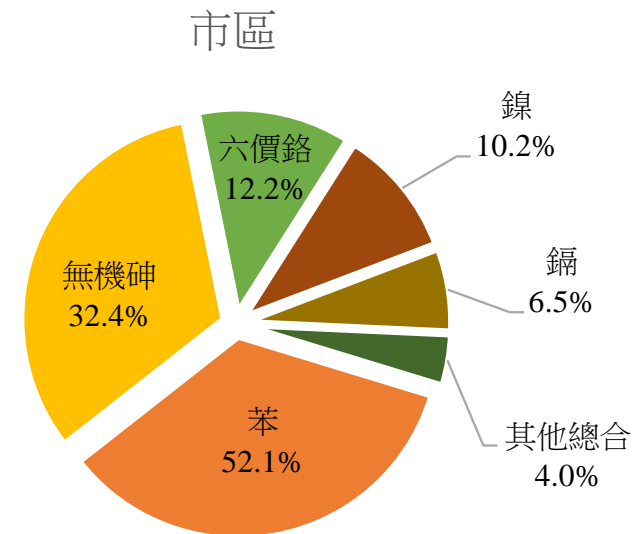
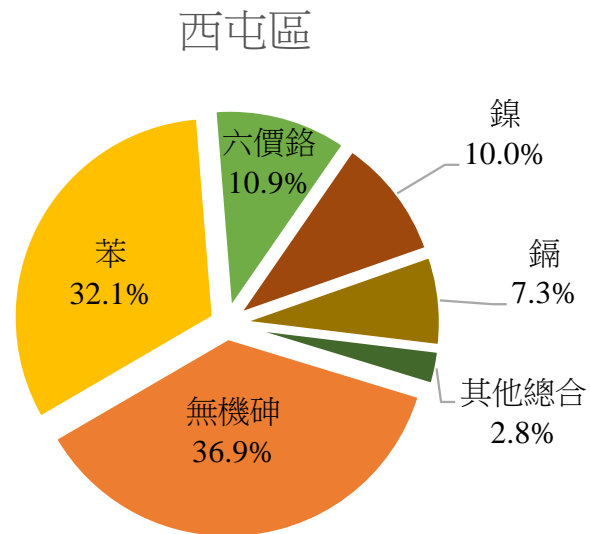
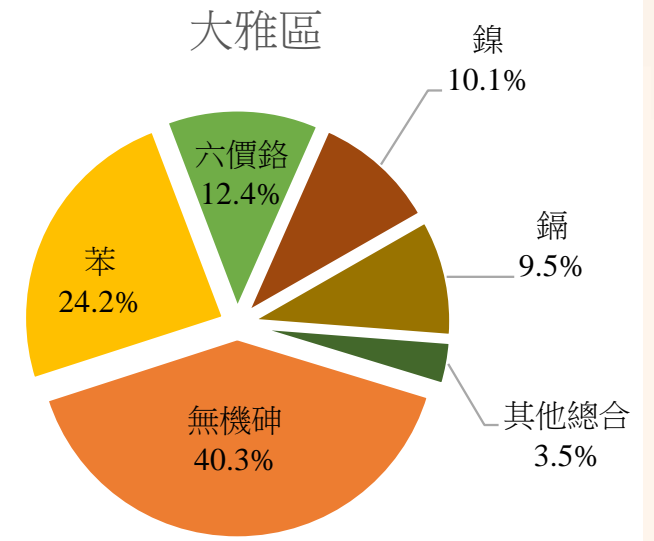
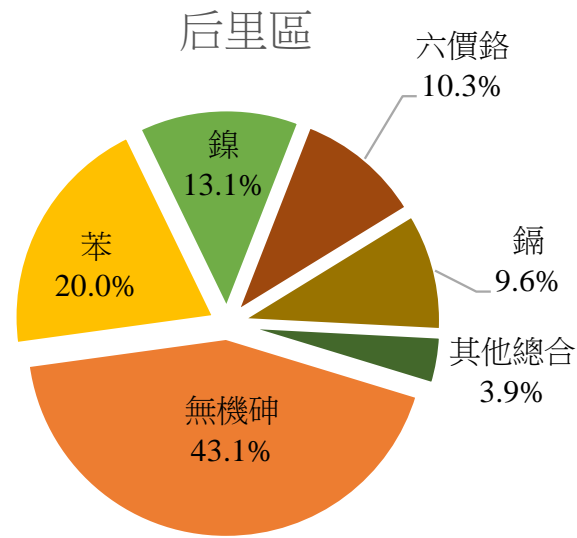
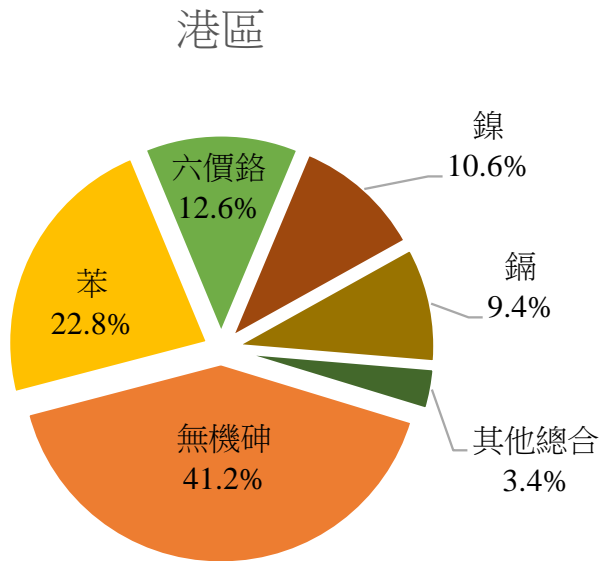


現址採樣評估物質之致癌風險

本市主要 致癌物種	無機砷	苯	六價鉻	鎳	銅	總致癌風險 (95%上限)
港區	3.20E-6	1.77E-6	9.78E-7	8.25E-7	7.35E-7	1.30E-5
后里區	3.71E-6	1.72E-6	8.84E-7	1.13E-6	8.31E-7	1.42E-5
大雅區	3.36E-6	2.02E-6	1.04E-6	8.44E-7	7.93E-7	1.47E-5
西屯區	3.44E-6	2.99E-6	1.02E-6	9.30E-7	6.81E-7	1.53E-5
市區	2.67E-6	2.86E-6	1.01E-6	8.38E-7	5.40E-7	1.43E-5
工業區 A-大里	2.02E-6	2.22E-6	1.00E-6	9.47E-7	4.65E-7	1.07E-5
工業區 B-大甲	3.94E-6	2.10E-6	8.52E-7	4.40E-7	8.07E-7	1.55E-5
工業區 C-豐原	3.84E-6	2.07E-6	9.33E-7	3.92E-7	6.28E-7	1.62E-5
非工業區	3.33E-6	1.68E-6	7.98E-7	4.61E-7	5.25E-7	1.36E-5
臺中市全區	3.22E-6	2.10E-6	9.51E-7	7.80E-7	6.68E-7	1.39E-5

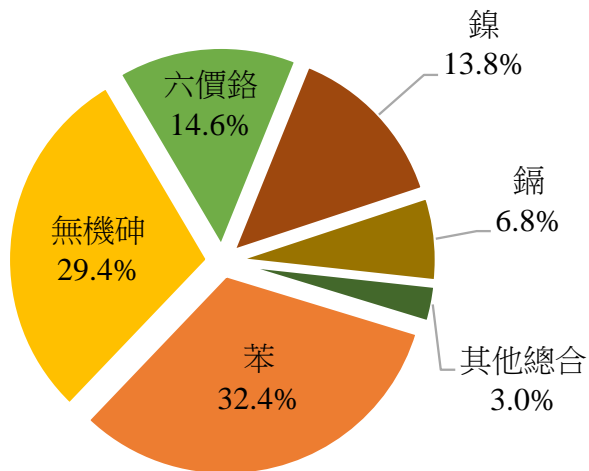
- 1.經由實際採樣結果得知，本市以無機砷、苯、六價鉻及鎳的平均致癌風險較高。
- 2.各區及臺中市之總致癌健康風險95%上限值:1.07E-05 ~1.62E-05。

各區致癌風險排序前五名之污染物

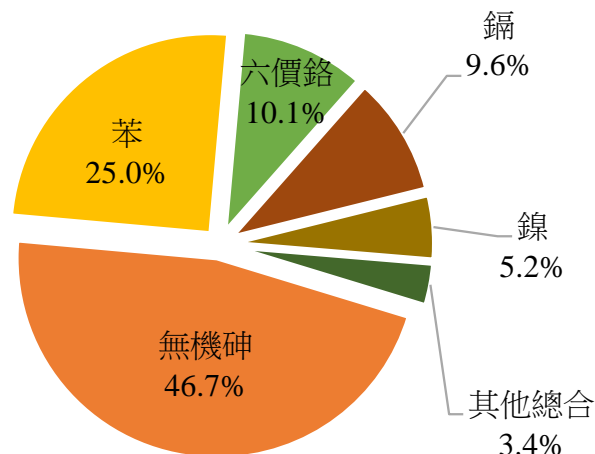


各區致癌風險排序前五名之污染物

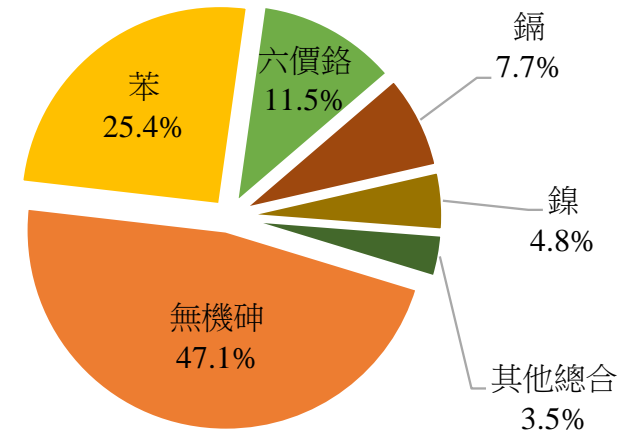
工業區A-大里



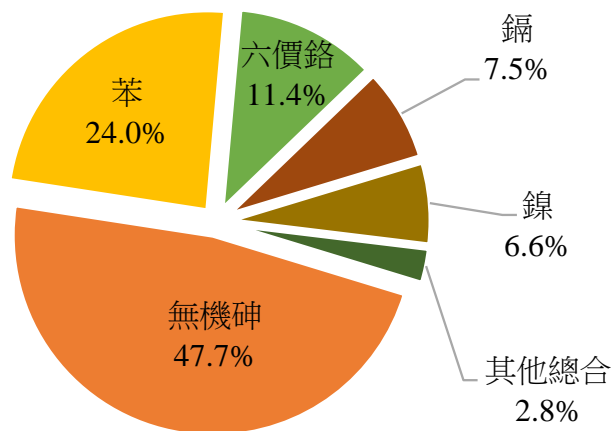
工業區B-大甲



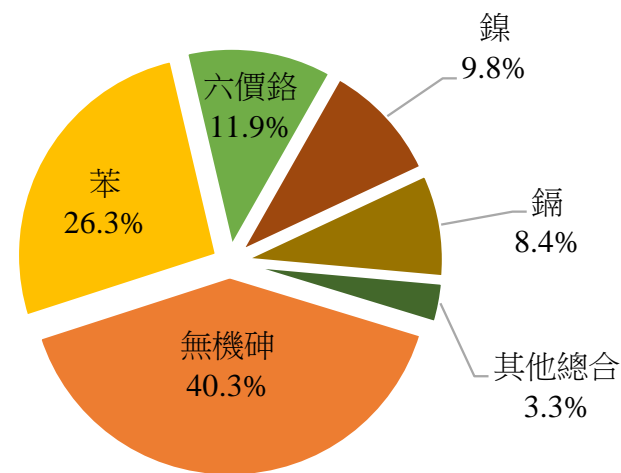
工業區C-豐原



非工業區



臺中市全區



現址採樣評估物質總非致癌風險 > 1

✓ 僅呈現各區、各標的器官的**非致癌**風險危害指數上限值 > 1 的情況

• 后里區之**生長發育、血液系統、生殖系統及呼吸系統**之非致癌風險危害指數上限值 > 1，主要影響因素是**鎳**，影響程度達**90%**以上。

• 港區、后里區及工業區 C-豐原之**神經系統**非致癌風險危害指數上限值 > 1，主要影響因素是**錳**，影響程度達**80%**以上。

系統	HI上限值 > 1 之區域	有害物種及影響程度
生長發育	后里區 1.100	鎳 89.9%
神經系統	后里區 1.337	錳 88.3%
	工業區 C-豐原 1.251	錳 92.5%
生殖系統	港區 1.131	錳 93.9%
	后里區 1.098	鎳 89.9%
呼吸系統	后里區 1.113	鎳 89.5%

現址檢測評估臺中市致癌性/非致癌性健康風險

• 致癌性健康風險

- 各區及臺中市全區之總致癌性健康風險上限值: $1.07 \times 10^{-5} \sim 1.62 \times 10^{-5}$
- 影響臺中市全區之總致癌性健康風險變異之前五大因子依序為:
 - 無機砷、苯、六價鉻、鎳、鎘，其中無機砷與苯合計>80%。

• 非致癌性健康風險

- 后里區之生長發育、血液系統、生殖系統及呼吸系統之非致癌風險危害指數上限值>1，其主要影響因素是鎳，影響程度達90%以上。
- 港區、后里區及工業區 C之神經系統非致癌風險危害指數上限值>1，其主要影響因素是錳，影響程度達80%以上。

• 小結

- 綜合上述風險評估成果，主要影響臺中市居民健康風險之空氣污染物為PM_{2.5}中無機砷、鎳、錳及VOCs中苯。可作為後續追蹤調查之重要參考指標。



二、計畫工作項目

環境污染物調查及結果

健康風險評估

- 電腦模式模擬結果分析
- 管制策略建議

電腦模式模擬作業流程說明

有害物質排
放量資料



挑選有害空
氣污染物以
進行後續排
放量資料整
理及電腦模
擬相關工作

網格模式設
定與測試



設定電腦模
式環境參數
並將模擬值
與測站觀測
值進行比較
以通過檢核

挑選本市污
染源評估



挑選本市大
型污染源以
進行後續電
腦模擬相關
工作

有害物質貢
獻比例計算



計算各污染
源有害污染
物排放量對
本市大氣有
害污染物濃
度貢獻比例

污染貢獻比
例削減程度



依據不同排
放減量情境
檢視污染源
對大氣有害
污染物濃度
減量效應

有害空氣污染物種類挑選

▶ 作法

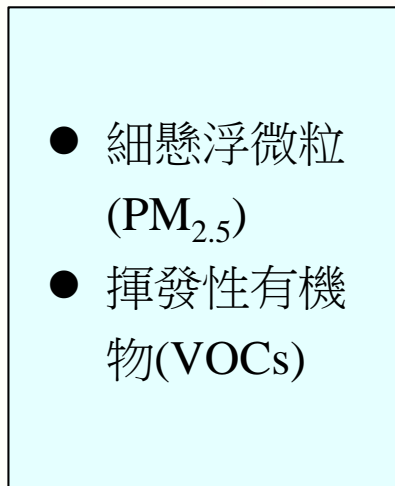
依據本計畫前二階段採樣分析之結果，進行致癌、非致癌風險初步簡易計算並彙整影響人體健康之資料以為挑選依據。



▶ 專家諮詢會議決議(108/07/19)

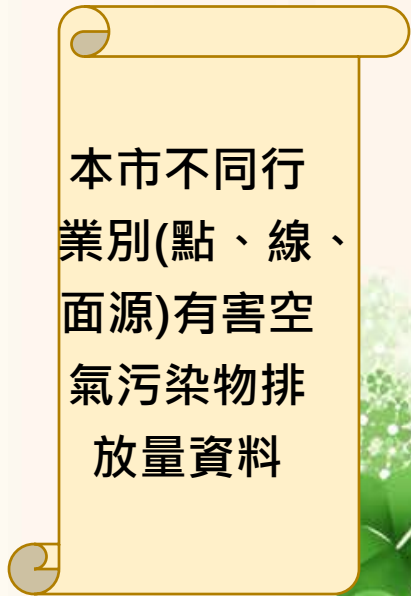
經會議討論後挑選**砷、苯、鎳、六價鉻、鎘、多環芳香烴(PAHs)、二氯甲烷、戴奧辛、鉛**(上述物種為世界衛生組織國際癌症研究機構物質分類 **group 2B**以上)、**錳、汞、甲苯**等**12個物種**為本計畫後續相關工作之物質。

有害空氣污染物排放量彙整過程



如電力業的煙道排放微粒中
有砷、鎳、鉛等

- ✓ 本市工廠檢測資料
- ✓ 國內相關檢測資料
- ✓ 國外相關研究資料
- ✓ 美國環保署 SPECIATE 資料庫

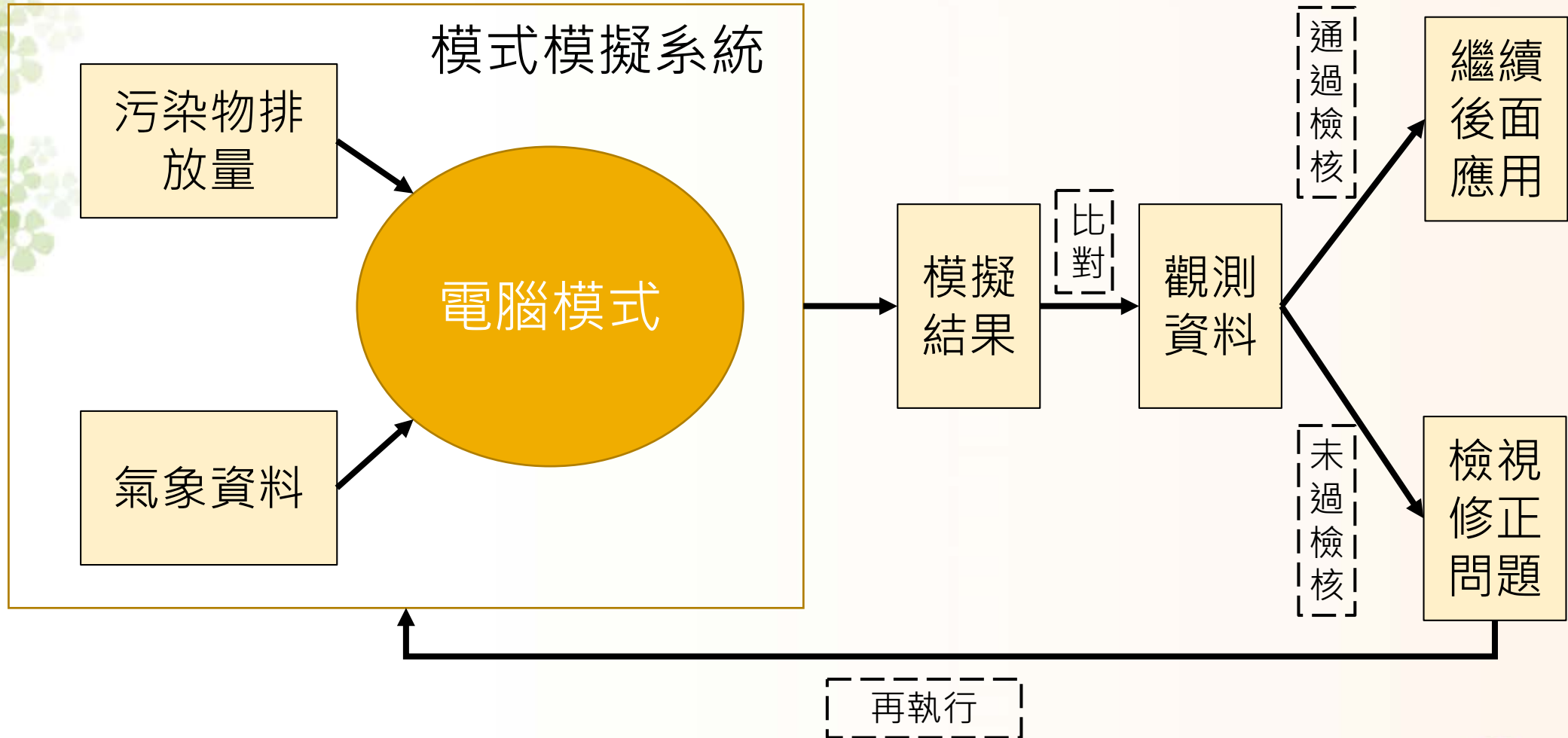


來源：行政院環保署

本市有害污染物排放量及來源

物質名稱	臺中市排放量及來源比例				主要來源
	總量(噸/年)	點源(%)	線源(%)	面源(%)	
砷	0.988	93.72	1.32	4.96	基本金屬製造業、電力及燃氣供應業、非金屬礦物製品製造業等
苯	383.484	23.75	66.46	9.79	四行程機車、汽油小客車或小貨車、印刷及資料儲存業
鎳	5.246	75.10	2.84	22.05	基本金屬製造業、船舶燃燒燃料排放、電力及燃氣供應業等
六價鉻	0.014	71.43	1.11	25.50	基本金屬製造業、船舶燃燒燃料排放、電力及燃氣供應業等
鎘	0.743	92.73	4.71	2.56	基本金屬製造業、電力及燃氣供應業等
PAHs	0.070	11.20	48.57	40.0	餐飲業油煙排放、燃燒金紙、汽柴油小客車、小貨車及機車等
二氯甲烷	85.184	20.38	-	79.62	一般消費用品、表面塗裝、船舶燃燒燃料排放等
鉛	11.871	92.13	2.31	5.56	基本金屬製造業、用水供應及污染整治業、金屬製品製造業等
錳	14.981	91.60	1.17	7.24	基本金屬製造業、金屬製品製造業、非金屬礦物製品製造業等
汞	0.359	45.40	19.50	35.10	燃燒金紙、電力及燃氣供應業、基本金屬製造業、柴油車等
甲苯	6481.356	12.60	9.86	77.54	塑膠製品製造業、一般消費用品、表面塗裝等
戴奧辛	9.07E-06	85.23	5.62	9.10	電力及燃氣供應業、基本金屬製造業、燃燒金紙等

電腦模式模擬流程概述



網格模式環境設定及操作流程

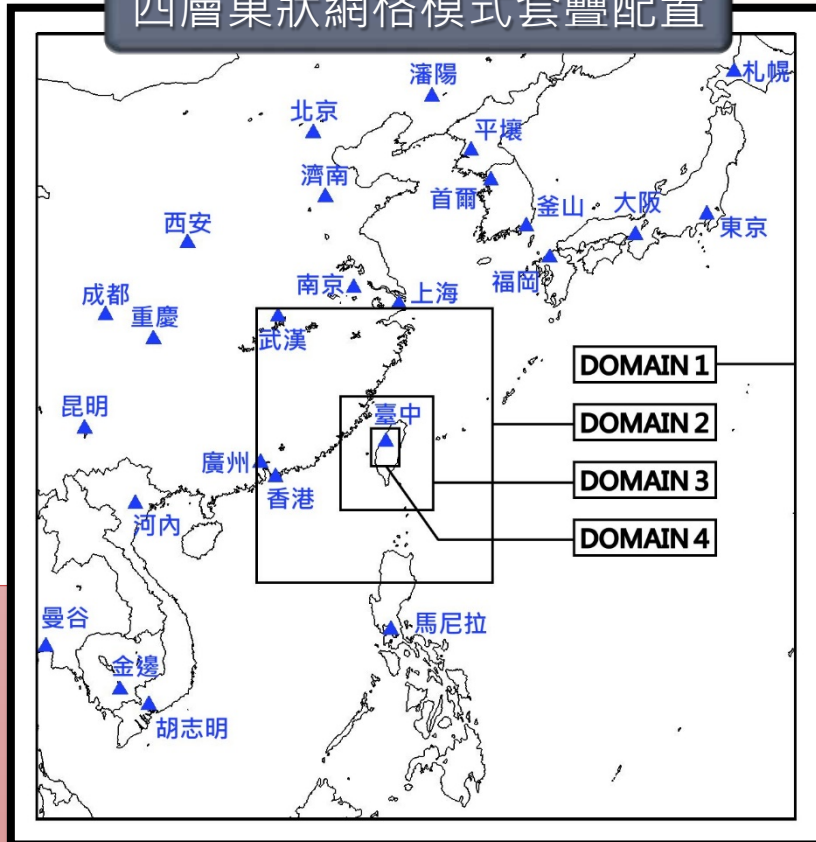
空氣污染物模擬
(O_3 、 NO_2 、 SO_2 、
 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 、
NMHC)

模擬期程
挑選105年各季月份
5月、7月、10月、12月

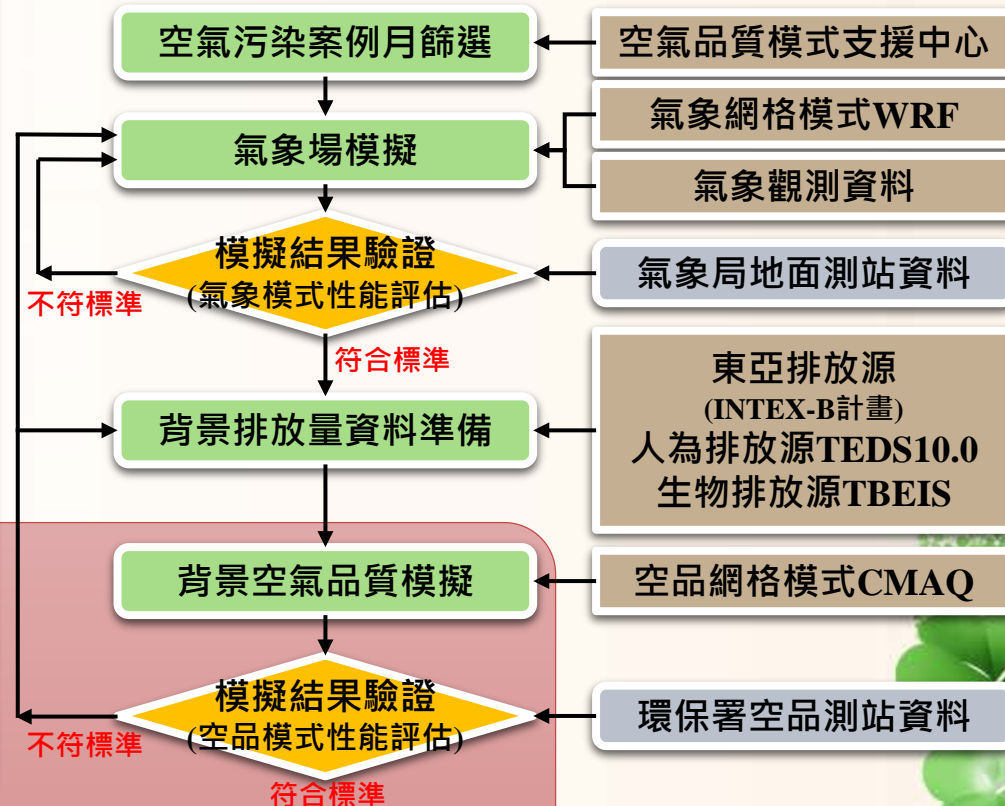
網格模式參數設定

- 模擬範圍：中部地區
- 四層巢狀網格解析度：
D1 – 81公里 X 81公里；D2 – 27公里 X 27公里；D3 – 9公里 X 9公里；D4 – 3公里 X 3公里
- 國內背景排放源資料：TEDS 10.0版 (環保署最新資料庫，以民國105年為基準年)

四層巢狀網格模式套疊配置



網格模式操作流程



網格模式檢核-氣象及空品模擬性能評估

◆與觀測值比較，各項指標均符合環保署「空氣品質模式模擬規範」之規定。

105年 評估月份		風向(%)		風速(m/s)		氣溫(°C)	
		WNMB	WNME	MBE	RMSE	MBE	MAGE
5月	合格率	100%	100%	87.5%	100%	62.5%	87.5%
7月	合格率	100%	100%	100%	87.5%	87.5%	100%
10月	合格率	100%	100%	87.5%	87.5%	75.0%	100%
12月	合格率	87.5%	100%	100%	100%	87.5%	100%
目標值		± 10	≤ 30	± 1.5	≤ 3.0	± 1.5	≤ 3.0

電腦模擬結果有相當程度的代表性

105年 評估月份		NO ₂			NMHC			O ₃				PM ₁₀			PM _{2.5}			SO ₂		
		MNB	MNE	R	MNB	MNE	R	MB	MNB	MNE	R	MFB	MFE	R	MFB	MFE	R	MFB	MFE	R
15月	合格率	93%	96%	74%	80%	87%	73%	63%	96%	100%	85%	93%	100%	89%	81%	100%	100%	93%	100%	67%
7月	合格率	73%	73%	60%	89%	85%	93%	74%	100%	100%	85%	85%	96%	85%	85%	93%	96%	96%	100%	78%
10月	合格率	96%	85%	85%	87%	73%	87%	81%	96%	96%	78%	81%	93%	89%	89%	96%	100%	100%	100%	81%
12月	合格率	67%	81%	78%	73%	67%	67%	78%	93%	100%	70%	89%	100%	85%	67%	78%	100%	100%	100%	67%
目標值		-0.4 ~ 0.5	≤ 0.8	> 0.35	-0.4 ~ 0.5	≤ 0.8	> 0.35	± 0.10	± 0.15	≤ 0.35	> 0.45	± 0.35	≤ 0.55	> 0.5	± 0.35	≤ 0.55	> 0.5	± 0.65	≤ 0.85	> 0.45

本市大型污染源相關說明

■本市大型污染源挑選原則

- PM_{2.5}或VOCs排放量大者
 - 有害污染物排放量占比大者
 - 民眾關注或位於人口密集處者
- ✓ 污染源為：電力業、焚化廠、製造業A、製造業B、製造業C、園區A及園區B

名稱	數量	PM _{2.5} (噸/年)
本市工廠數量 (以管編計)	2076家	2,760
大型污染源	5家2區	1,290
大型污染點源加總/本市工廠	2%	46.74 %

	砷	苯	鎳	六價鉻	鎘	PAHs
大型污染源加總占 本市點源之比例	71.03%	13.83%	36.42%	91.26%	81.97%	70.36%
	二氯甲烷	鉛	錳	汞	甲苯	戴奧辛
	1.05%	74.46%	21.10%	97.95%	6.80%	90.74%

本市大型污染源解析-電力業

105年估算之排放量

污染源類別/物種名稱	砷	苯	鎳	六價鉻	鎘	鉛	錳	汞	戴奧辛
排放量(噸/年)	0.326	7.9E-5	0.673	1.0E-3	0.194	0.292	0.625	0.080	5.2E-6
占臺中市點源比例(%)	35.20	<0.01	17.08	9.68	28.18	2.67	4.56	49.03	67.29

105年有害空氣污染物之貢獻評估

污染源類別/物種名稱	砷	苯	鎳	六價鉻	鎘	鉛	錳	汞	戴奧辛
區最大貢獻比(%)	3.02	0.24	1.58	1.39	5.27	0.79	0.35	1.60	7.00
本市平均貢獻比(%)	1.82	0.1	0.98	0.93	2.71	0.39	0.22	1.36	5.27

➤ 排放量結果顯示：

1. 排放多種影響本市致癌風險之物質且比例大。以砷為例，本市點源排放砷超過200家，電力業即占點源砷總排放量之35.2%。

➤ 模擬結果顯示：

1. 於本市有害污染物之濃度貢獻具有一定之程度。
2. 對於鄰近地區影響較大，尤其是氣象條件不利污染物擴散時。
3. 高煙囪讓污染物擴散距離較遠，影響可及本市境內各處。

貢獻比計算方式：
本廠之模擬濃度
/全部污染源之
模擬濃度

本市大型污染源解析-製造業A

105年估算之排放量

物種名稱	砷	苯	鎳	六價鉻	鎘	鉛	錳	汞	戴奧辛
排放量(噸/年)	0.313	0.149	0.582	2.8E-3	0.355	7.285	1.879	0.074	1.5E-6
占臺中市點源比例(%)	33.80	0.16	14.78	25.65	51.57	66.62	13.72	45.07	19.51

105年有害空氣污染物之貢獻評估

物種名稱	砷	苯	鎳	六價鉻	鎘	鉛	錳	汞	戴奧辛
9區中最大貢獻比(%)	54.70	0.14	10.9	60.6	77.5	85.4	16.0	39.0	12.7
本市平均貢獻比(%)	17.80	0.06	3.71	22.30	33.80	43.10	4.53	12.0	5.59

➤ 排放量結果顯示：

1. 排放多種影響本市致癌風險之物質且比例大。

➤ 模擬結果顯示：

1. 於本市有害污染物之濃度貢獻具有一定之程度。

2. 對於鄰近地區影響明顯，尤其是氣象條件不利污染物擴散時。

3. 因為低煙囪排放高度較低，相較其他高煙囪其對鄰近區域影響更為明顯。

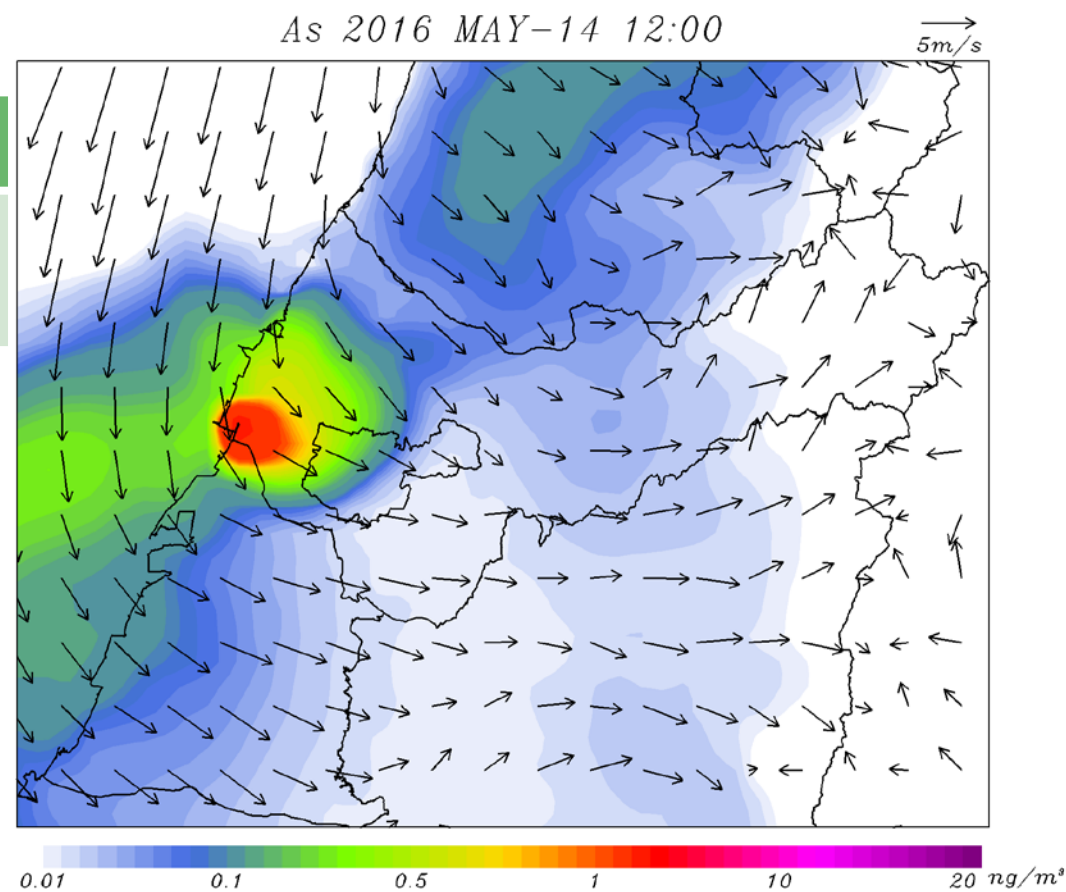
4. 不僅影響鄰近區域，也擴及本市境內其他區域。

大型污染源貢獻模擬說明

其餘大型污染源105年有害空氣污染物之貢獻評估

物種名稱	砷	苯	鎳	六價鉻	鎘	鉛	汞	戴奧辛
本市平均貢獻比(%)	1.44	3.42	4.69	7.03	2.24	5.61	1.40	4.37

- 主要排放之有害污染物為重金屬
因為產業製程及燃料特性，其排放之有害物質以重金屬為主。
- 各重大污染源較明顯影響區域為其所在及鄰近區域
- 排放煙囪相對較高及排放量相對較大之排放源於全市各區有較明顯之影響



模式模擬固定源排放影響本市全境的動態示意圖



二、計畫工作項目

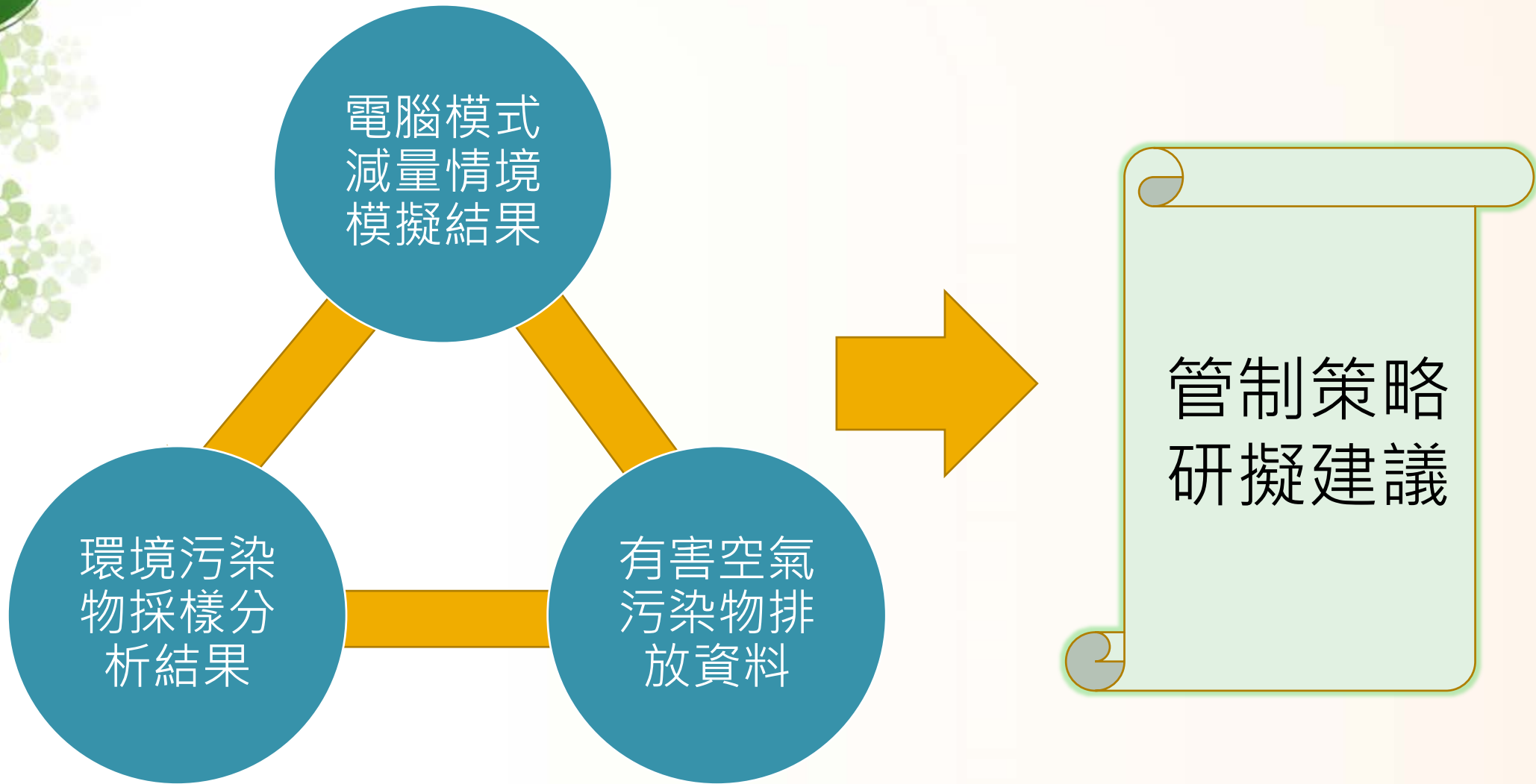
環境污染物調查及結果

健康風險評估

電腦模式模擬結果分析

● 本計畫管制策略建議

管制策略研擬架構



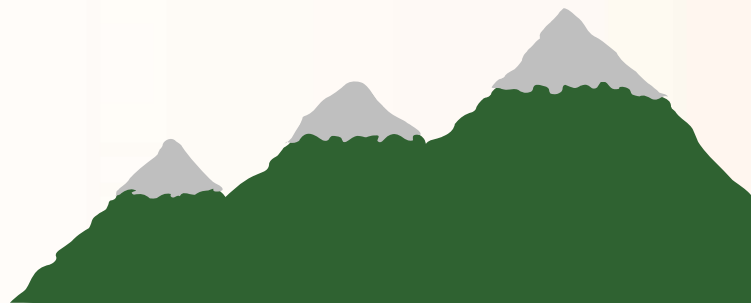
建議優先管控之物種及產業

污染物採樣分析結果

- 致癌風險
 - 九區之致癌風險上限值介於 $1.07E-05$ 至 $1.62E-05$ 之間，臺中市全區則為 $1.39E-05$
 - 本市主要貢獻物種為無機砷、苯、六價鉻、鎳、鎘等，其中無機砷及苯合計貢獻 $>80\%$
- 非致癌風險
 - 在HI上限值 >1 的區域，主要影響物種為重金屬的鎳和錳

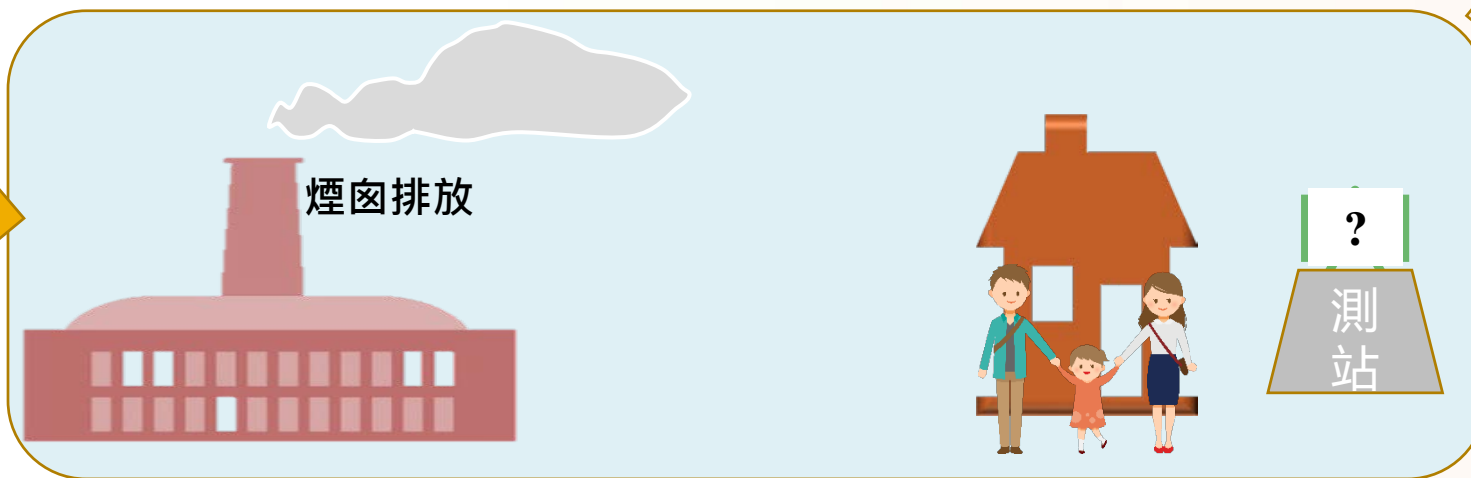
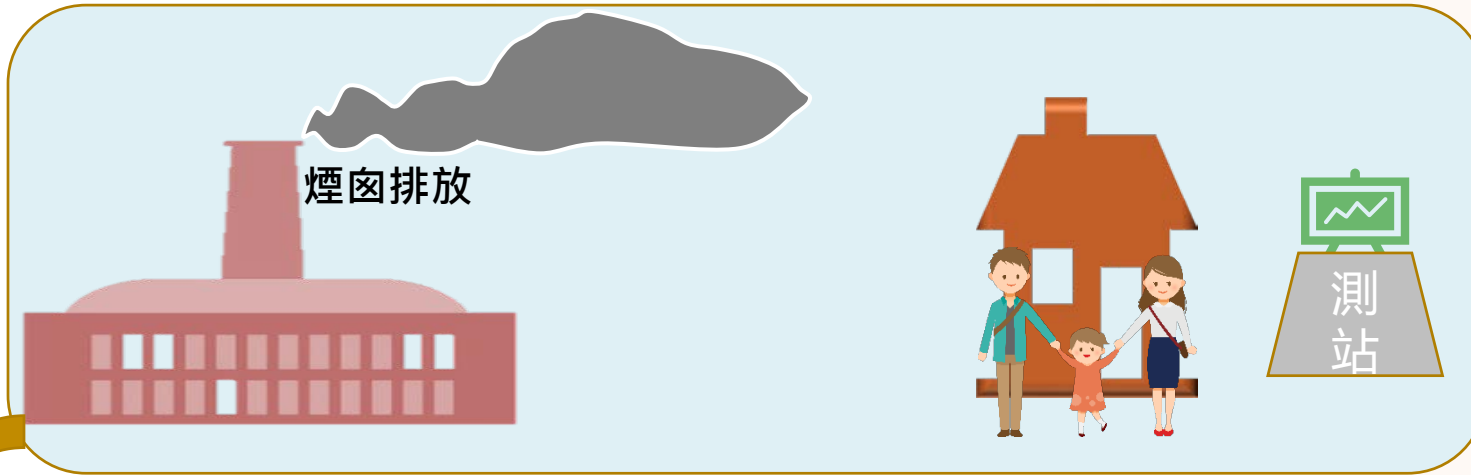
有害空氣污染物來源

- 重金屬類及戴奧辛
 - 點源為主要排放來源
 - 基本金屬製造業及電力業為主要排放來源產業之一
- VOCs類
 - 苯主要來自線源燃料的使用。
 - 二氯甲烷及PAHs主要來自於面源及線源。



電腦模擬不同情境減量評估(一)

□ 減少污染排放量可以降低大氣中污染物多少濃度呢？



減少
排放量



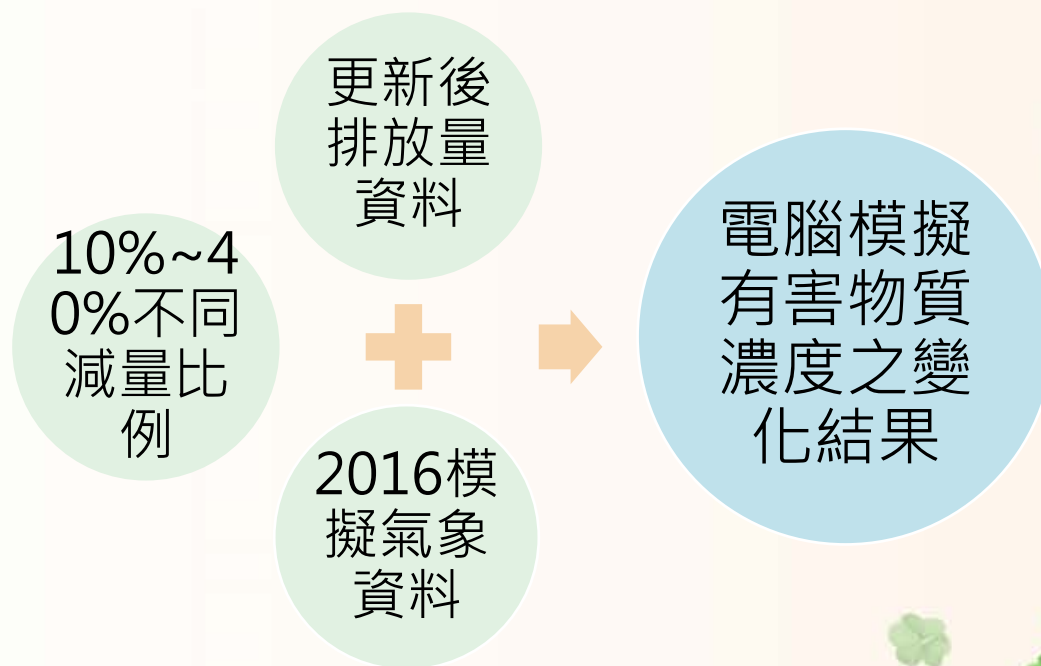
- ◆ 管制對象
- ◆ 管制策略
- ◆ 管制程度
- ⋮

電腦模擬不同情境減量評估(二)

□ 針對前述污染源，假想排放量經過削減後，有害物質濃度減少之情況

- 排放量：以基準年(TEDS 10.0)推估之排放量為基礎，收集最新可得(2019年)資料進行排放量更新。
- 氣象資料：採用通過性能評估檢核之2016年網格模式模擬之氣象結果
- 減量情境：

污染源	排放量減少比例
電力業	削減40%
焚化廠	削減10%
製造業A	削減20%
製造業B	削減10%
製造業C	削減10%
柴線A	削減20%



電腦模擬不同情境減量評估(三)

參照不同排放源減量情境模擬評估

行業類別	排放量減量情境	全市大氣濃度平均減量				
		砷	苯	六價鉻	鎳	鎘
電力業	減量40%	2.87%	0.04%	0.43%	0.47%	4.95%
製造業A	減量20%	0.83%	0.01%	4.31%	0.83%	1.41%
製造業B	減量10%	0.14%	0.07%	0.18%	0.19%	0.54%
製造業C	減量10%	0.03%	0.01%	0.03%	0.04%	0.06%
焚化廠	減量10%	0.09%	0.02%	0.08%	0.07%	0.07%
線源A	減量20%	0.04%	0.06%	0.04%	0.07%	0.08%

電腦計算結果提供給相關機關以為管制策略研擬之參考

本計畫管制策略之建議(一)

- 建議針對**本市大型污染點源**減少其有害污染物排放量並新增管控物種，以減少重金屬及戴奧辛之危害，如：
 1. 針對本市基本金屬製造業等相關產業研擬管制策略、加嚴本市「臺中市鋼鐵業空氣污染物排放標準」中各項標準並新增管制物種。
 2. 針對本市電力業研擬管制策略、加嚴本市「臺中市電力設施空氣污染物排放標準」中各項標準並新增管制物種。
 3. 針對本市固定源研擬管制策略，加嚴本市「臺中市固定污染源六價鉻排放標準」

- 建議針對**本市線源**減少其有害污染物排放量及影響，以減少VOCs之危害，如：
 1. 持續老舊車輛汰換補助措施、加強政策宣導以強化成效。
 2. 限制老舊車輛行駛路線及時間，避開學校、醫院敏感族群地點及避開尖峰交通時段以避免擁塞怠速增加有害物質排放。

- 建議針對**本市面源**減少其有害污染物排放量及影響，以減少VOCs之危害，如：
 1. 針對部份逸散行為之製造業進行管制研議，如訂定周界標準加以限制。
 2. 宣導減少含有相關毒性物質之有機溶劑的使用。

本計畫管制策略之建議(二)

- 主要影響臺中市居民健康風險之空氣污染物為PM_{2.5}中**無機砷**、**鎳**、**錳**及VOCs中**苯**，可作為後續追蹤調查之**重要參考指標**。
- 參照美國TCEQ及MATES有害空氣污染物管制計畫持續調查確認管制策略之**有效性**
 - **大氣有害物質監測**

選定本市代表性測點，收集本市大氣有害物質，除可審視管制策略成效、即時發現異常事件並建立長期背景資料。
 - **應用模式工具進行評估**

配合環保署排放清冊資料更新，每3年應用模式工具追溯本市有害物質之主要貢獻來源，並提供減量情境效應評估，並研擬相關管制策略。
 - **定期展現管理成效**

定期以新聞稿等方式展現成果，收集相關建議並研議污染物減量及防制措施以為後續管制策略之參考。



感謝聆聽及指教

