



# 探討某醫學大學校內特定場域之室內空氣汙染物分布

陳季興、林睿群、呂知穎、陳毓杰、吳紹宇、林玉珊、沈玢

指導老師：彭瓊瑜 老師



## Introductions

室內空氣汙染物包含CO<sub>x</sub>、TVOC、甲醛、懸浮微粒、真細菌、臭氧等多種空氣汙染物，在研究中指出，室內空氣汙染物與工作效率有關聯，甚至對健康有不良的影響。而高醫學生們經常長時間待在校內的特定場域，因此有必要對高醫特定場域之室內空氣汙染物含量進行探討。

## Aims

本研究為探討高醫校內特定場域之空氣汙染物（CO<sub>2</sub>、TVOC、PM<sub>1</sub>、PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>Total</sub>）濃度分布以及推估空氣汙染物之來源。

## Instrument



二氧化碳採樣儀器  
(ST-501)  
測量範圍：0~9999 ppm



揮發性有機物採樣儀器  
(NEO MP184)  
測量範圍：0.001~15000ppm



粒狀物採樣儀器  
(Fidas® Frog)  
測量範圍：0.18~18 µm

圖1. 採樣儀器

## Methods

### 採樣時間

期中考前(2022/10/25~27)與期中考後(2022/11/7、9、10)  
下午3點至5點間採樣。

採樣前 到達地點後 各點有六個採樣點 三個場域  
儀器暖機5min 儀器穩定5min 每個採樣點採5min 採樣共計1hr50min

### 採樣地點

學餐、圖書館四樓、宿舍自修室，分別在其室內採五點，室外採一點。

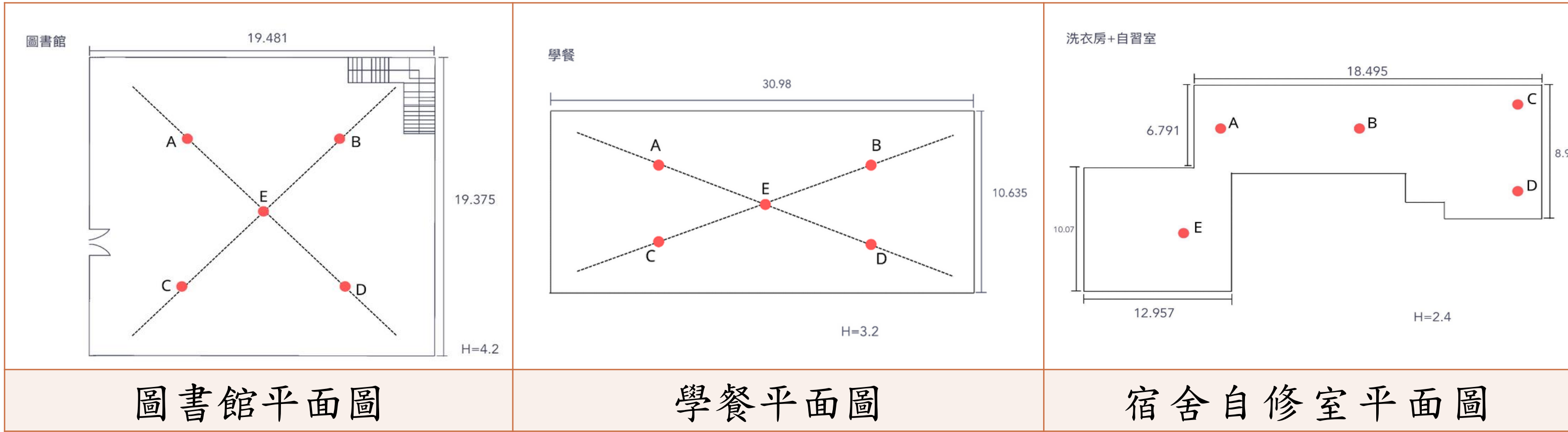
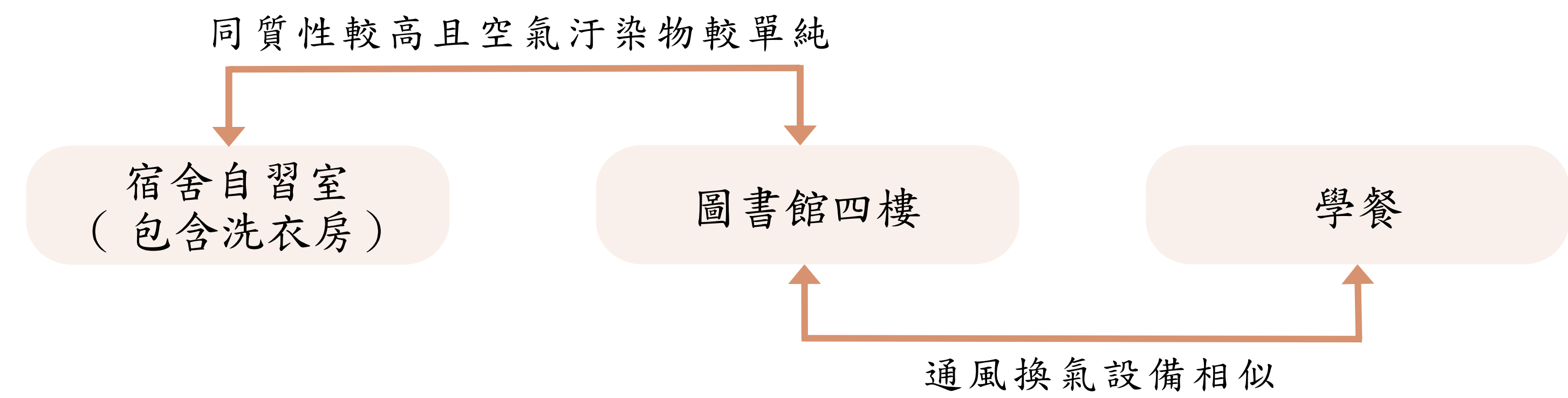


圖2. 各場域採樣平面圖

場域選擇校內人潮較多處，透過考前與考後人潮變化觀察濃度上是否有差異。



### 統計和研究方法

- 本研究使用SAS 9.4進行無母數分析(Wilcoxon rank sum test)比較不同場域間之數據，與考前與考後數據之差異。
- 透過描述性與分析性統計討論高醫校內特定場域中之室內空氣汙染分布情形，並與空氣品質測站資料比較，推估可能的汙染源。

## Limitations

- 本研究未收集相關資料，以推估氣體交換率，如開關窗、空調的外氣補充量，導致室內空氣可能受到當日室外空氣汙染程度的影響。
- 人為室內汙染源之一，然而每個地點的人潮出入情況無法精準計算，僅能粗略判斷採樣時的人潮情況。
- 空調設備型號或是運作模式不同，對室內空氣汙染物分布有不同程度影響。
- 沒有問卷的輔助，無法進一步確認每個場域是否有其他干擾因素存在。例如：人為習慣的影響、停留時間、顯著汙染源(烹調、洗衣)運作方式與時間。
- 本研究僅觀察PM、CO<sub>2</sub>、TVOC三者濃度的變化，無法確定其他空氣汙染物對人體所產生的危害可能性。

## Results

表1. 高醫校內特定場域室內空氣汙染物之濃度

	Indoor							
	學餐		自修室		洗衣房		圖書館	
	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)
Midterm period								
CO <sub>2</sub> (ppm)	150	577 (30.03)	120	1028 (111.74)	30	1124 (8.59)	100	1081 (50.76)
TVOC (ppm)	75	0.34 (0.07)	60	0.3 (0.09)	15	1 (0.52)	75	0.38 (0.07)
PM <sub>1</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	450	3.6 (2.1)	360	1.9 (0.5)	90	3.9 (1.7)	450	1.9 (0.4)
PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	450	6 (2.9)	360	2.7 (0.7)	90	8.5 (4.8)	450	2.4 (0.4)
PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	450	18.8 (11.6)	360	6.7 (4.2)	90	43.6 (40.7)	450	6.1 (3.8)
PM <sub>T</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	450	71.9 (56.2)	360	41.7 (67.2)	90	136.6 (40.7)	450	41.1 (43.9)
Post-midterm period								
CO <sub>2</sub> (ppm)	150	594 (50.45)	120	730 (73.06)	30	925 (110.48)	150	810 (21.70)
TVOC (ppm)	75	0.33 (0.11)	60	0.19 (0.09)	15	0.84 (0.31)	75	0.27 (0.06)
PM <sub>1</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	450	4.9 (1.5)	360	3.1 (1)	90	3.3 (0.8)	450	4.2 (1.8)
PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	450	8.5 (1.7)	360	3.9 (1.3)	90	4.8 (1)	450	5.2 (1.9)
PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	450	21.6 (8.3)	360	6.4 (4.4)	90	7.3 (3.1)	450	9.6 (5.9)
PM <sub>T</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	450	99.2 (102)	360	27 (35.6)	90	43.4 (43)	450	41.9 (65.2)

表2. 高醫校內特定場域室外空氣汙染物之濃度

	Outdoor					
	學餐		自修室		圖書館	
	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)	N	Mean (SD)
Midterm period						
CO <sub>2</sub> (ppm)	30	457 (11.49)	20	447 (4.48)	20	451 (10.63)
TVOC (ppm)	15	0.31 (0.06)	15	0.24 (0.09)	15	0.22 (0.1)
PM <sub>1</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	90	5.3 (3.4)	90	4.4 (2.3)	90	3.1 (0.7)
PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	90	9.5 (4.6)	90	8.6 (3.5)	90	6.5 (1)
PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	90	20.7 (14.6)	90	21.4 (14.1)	90	16.5 (6.7)
PM <sub>T</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	90	35.1 (37)	90	42.7 (42.1)	90	31.2 (33.1)
Post-midterm period						
CO <sub>2</sub> (ppm)	30	465 (20.71)	30	467 (6.85)	30	472 (22.01)
TVOC (ppm)	15	0.38 (0.19)	15	0.28 (0.15)	15	0.37 (0.13)
PM <sub>1</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	90	7.2 (2.4)	90	7.6 (2.2)	90	10.4 (4.9)
PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	90	13.9 (2.9)	90	14.6 (2.3)	90	19.4 (6.1)
PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	90	30.4 (10.3)	90	38.4 (10.3)	90	40.6 (15.3)
PM <sub>T</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	90	49.2 (28.9)	90	89.8 (54.2)	90	89.4 (64.1)

- CO<sub>2</sub>：考前與考後學餐濃度無顯著差異，反之圖書館和宿舍自修室濃度有顯著差異，推估其為人潮所致之影響。
- TVOC：洗衣房平均濃度均高於我國室內空氣品質標準(每小時值：0.56ppm)。各場域之比較大多具有顯著差異，推測可能受到樣本數、人潮多寡、人為活動、是否進行烹調以及通風情形影響。
- PM：小粒徑PM含量室外大於室內，隨著粒徑增加，室內會超過室外，顯示小粒徑PM與室外濃度相關，大粒徑則與人為活動相關；排除洗衣房後各室內點比較，學餐含量最高，圖書館與自修室次之；考後的室內PM較考前高，且考後的室外濃度也較考前高，推估室內PM濃度易受當天室外狀況的影響。

表3. 高醫校內特定場域空氣汙染物之I/O比值

Indoor/Outdoor				
	學餐	自修室	洗衣房	圖書館
Midterm period				
CO <sub>2</sub>	--	--	--	--
TVOC	1.07	1.41	4.28	2.15
PM <sub>1</sub>	0.70	0.51	1.10	0.59
PM <sub>2.5</sub>	0.64	0.35	1.05	0.37
PM <sub>10</sub>	1.17	0.44	2.01	0.38
PM <sub>T</sub>	3.87	2.12	5.43	1.82
Post-midterm period				
CO <sub>2</sub>	--	--	--	--
TVOC	0.96	0.85	5.20	0.85
PM <sub>1</sub>	0.71	0.41	0.45	0.42
PM <sub>2.5</sub>	0.62	0.26	0.33	0.27
PM <sub>10</sub>	0.77	0.17	0.19	0.24
PM <sub>T</sub>	2.53	0.33	0.47	0.49

- 藉由I/O ratio推估室內與室外來源對於各場域室內濃度的貢獻程度。
- TVOC：人潮多寡與否造成自修室與圖書館TVOC濃度在考前與考後兩週之差異；洗衣房之IO值於考前與考後兩週無顯著差異，推測為兩週之運轉機檯與時間相仿(洗衣精使用情形)，另其通風程度差，其濃度為四場域中最高。
- PM：洗衣房濃度受到環境、機台使用情形、人潮等狀況而有很大的變化；排除洗衣房後發現IO值大於1的皆為大粒徑PM，說明大粒徑PM與人流流動、烹煮有關，而考後圖書館、自修室人潮減少，IO值也下降至1以下。

## Conclusions

- 本研究結果顯示人流變化確實與室內空氣汙染物有相關性存在，人越多越容易累積室內空氣汙染物。
- 同時，室內空氣汙染物也容易受到場地性質的影響，例如學餐因使用烹調設備亦使空氣汙染物累積。
- 造成室內PM含量增加的原因，會因其粒徑大小而有所不同，例如粒徑小的易受到室外揚塵焚燒影響，粒徑大的與室內人為活動有關。
- 除了洗衣房外，其餘地點的空氣汙染物濃度值皆未超過我國的室內空氣品質標準，可以安心在該場域學習和進行活動。