



探討空氣清淨機在不同通風條件下 的淨化效果及最佳使用時長

一、研究動機

市面上大部分的空氣清淨機沒有空氣品質監測的面板，而且有些機型的標示與環保署公告的不同，實在讓人一頭霧水。

因此，我們想確認空氣清淨機的功能及使用時機，以達到「確保室內空氣品質」及「節能減碳」的雙重效果。



二、研究問題

- 1.了解空氣品質指標（AQI）與PM2.5對人體的影響。
- 2.了解室內空氣汙染物對人體的影響。
- 3.了解室內空氣品質標準。
- 4.學習如何使用Arduino UNO板與空氣品質感測器。
- 5.利用Arduino UNO板操控「空氣品質感測器」，
監控及確認空氣清淨機的功能。



三、相關文獻

(一) 空氣中的懸浮微粒

直徑 $\leq 2.5\mu\text{m}$ 的稱為PM2.5，

直徑 $\leq 10\mu\text{m}$ 的稱為PM10，

非常細微，容易深入肺部，

引起呼吸系統與心血管的病變。



圖3-1：懸浮微粒對呼吸系統的影響（資料來源：康健雜誌（2017））。

三、相關文獻

(二) 空氣品質指標 (AQI)

表3-2：污染物濃度與污染副指標值對照表

AQI指標	O ₃ (ppm) 8 小時平均值	PM _{2.5} (μg/m ³) 24 小時平均值	PM ₁₀ (μg/m ³) 24 小時平均值
良好	0.000 - 0.054	0.0 - 12.4	0-30
普通	0.055 - 0.070	12.5 - 30.4	31-75
對敏感族群不健康	0.071 - 0.085	30.5-50.4	76-190
對所有族群不健康	0.086 - 0.105	50.5 - 125.4	191-354
非常不健康	0.106 - 0.200	125.5 - 225.4	355 - 424

(表3-2資料來源：行政院環境保護署。空氣品質監測網。)

三、相關文獻

(三) 室內空氣品質標準規定：

根據《室內空氣品質管理法》。若超過以下的「標準值」，就會有相關罰則。

表3-4：各項室內空氣污染物之室內空氣品質標準規定

項目	標準值		單位
二氧化碳 (CO ₂)	1000	8小時值	ppm
一氧化碳 (CO)	9	8小時值	ppm
甲醛 (HCHO)	0.08	1小時值	ppm
PM10	75	24小時值	μg/m ³
PM2.5	35	24小時值	μg/m ³
臭氧 (O ₃)	0.06	8小時值	ppm

(表3-4資料來源：全國法規資料庫《室內空氣品質管理法》)



四、資料分析

(一) 文獻資料分析

比較表3-2及表3-4：室內達到罰則時的數值比室外AQI「良好」還高，尤其是PM 2.5達到 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 時，已經對敏感族群有害。

表4-1：室內與室外空氣品質標準比較表

空氣品質標準	室內 (達到罰則的數值)	室外 (AQI指標「良好」)
PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	35 (對敏感族群不健康)	0 ~ 12.4
PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	75 (普通與敏感的臨界值)	0 ~ 30

四、資料分析

(二) 研究設備及器材

1. 空氣清淨機與濾網：

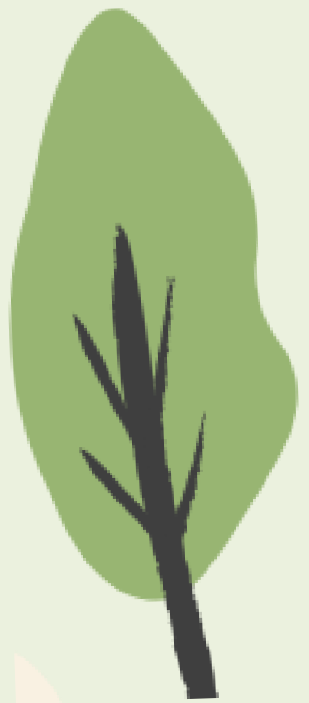
使用「佳醫超淨抗過敏清淨機AIR-15W」，包含4種濾網：

活性炭濾網、HEPA濾網、大和紡濾網以及除甲醛除臭濾心。

2. 空氣品質感測器：

使用攀藤科技「PMS5003T G5T粉塵濃度 + 溫濕度感測器」，

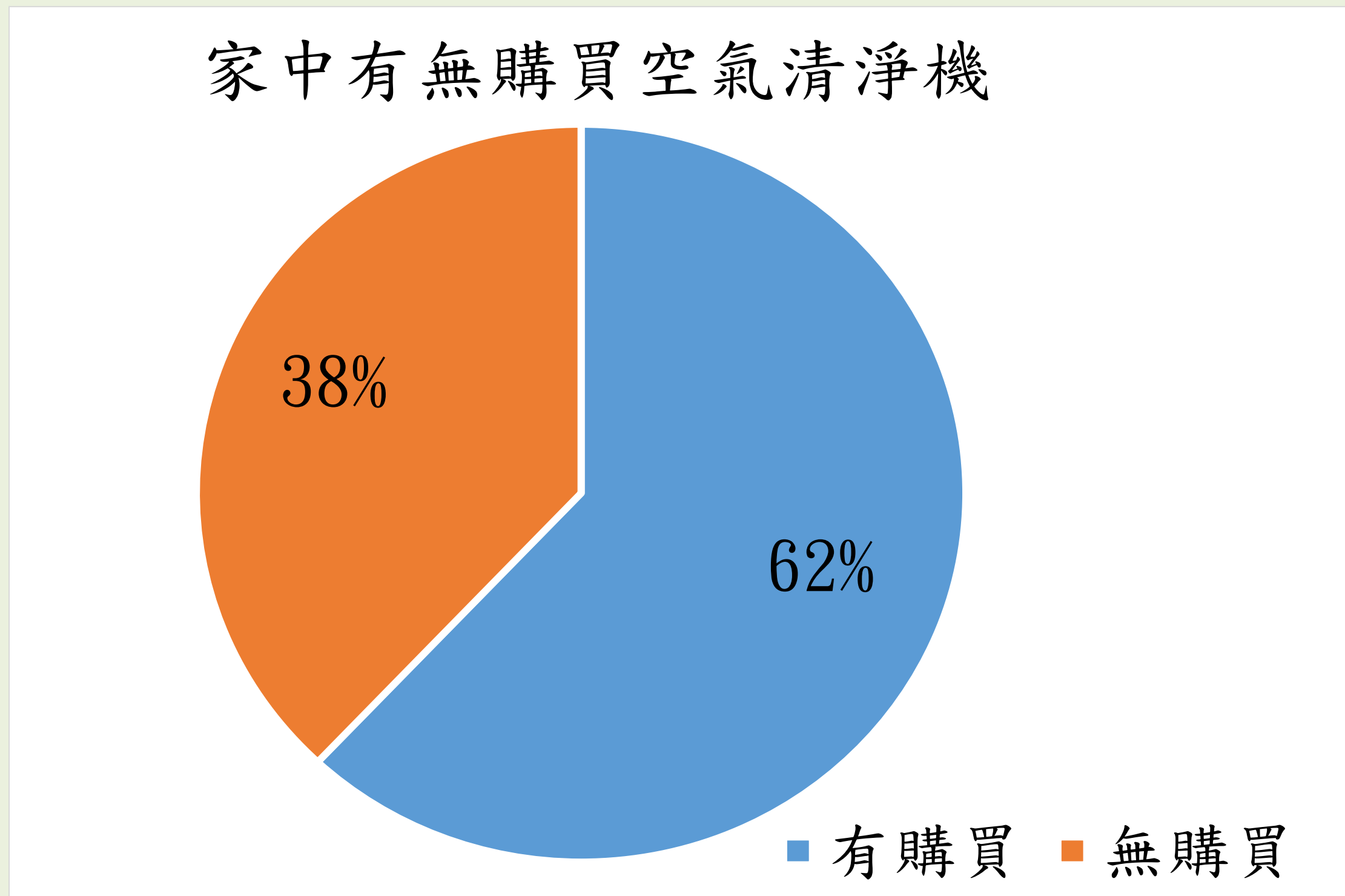
可量測：PM1.0、2.5、10 的濃度，並可同時輸出溫度與濕度。



五、研究結果與討論

(一) 問卷調查：

1.訪問50位同學，家中有購買空氣清淨機者有31人，有購買者占大多數。

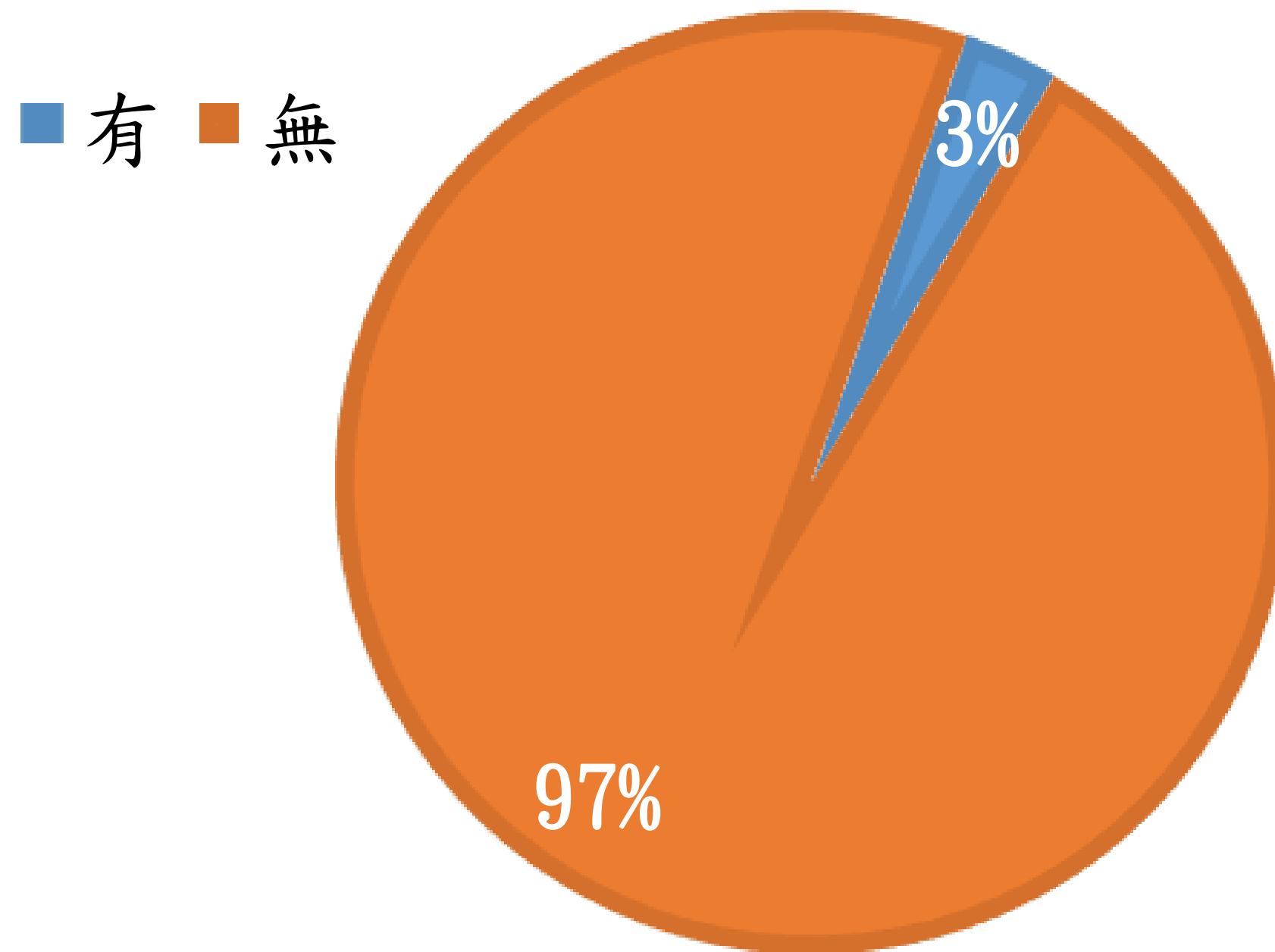


五、研究結果與討論

(一) 問卷調查：

2.空氣清淨機上有「空氣品質顯示面板」的共1人，沒有的有30人。

空氣清淨機有無空氣品質顯示面板



五、研究結果與討論

(一) 問卷調查：

3.上述空氣清淨機上有「空氣品質顯示面板」的人，家中使用的是飛利浦C0850/81空氣清淨機。與AQI指標顏色不同。

表5-1 飛利浦C0850/81空氣清淨機指示燈號與空氣品質

指示燈號	空氣品質
藍色	良好
藍紫色	普通
紅紫色	有害健康
紅色	非常有害健康

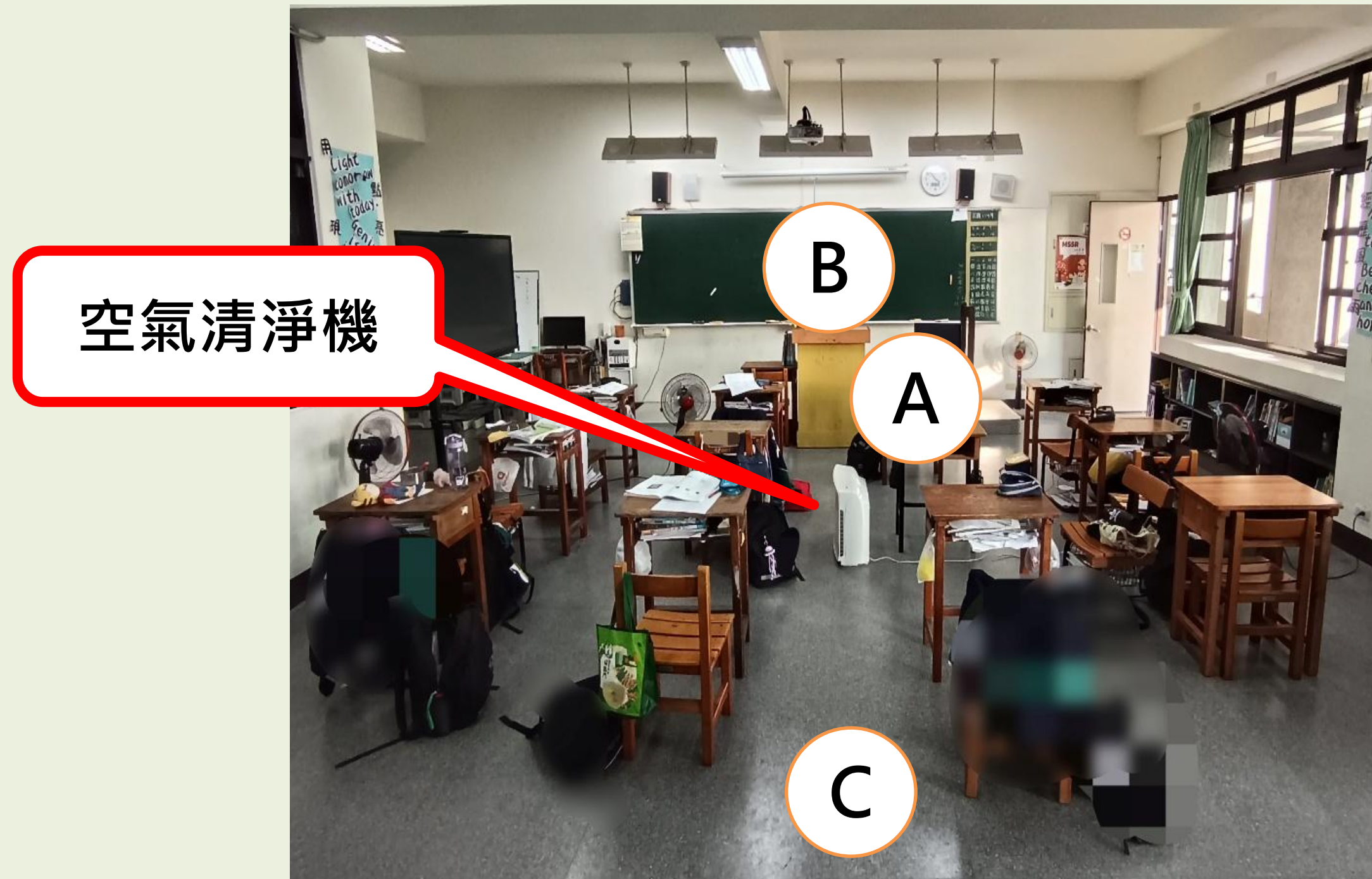
(表5-1資料來源：取自飛利浦官網。)



五、研究結果與討論

(二) 本研究將空氣清淨機放置於教室中央，測量教室中3個位置的數據。

感測器的量測高度為離地130cm。



測量點位置圖



五、研究結果與討論

空氣品質感測器

筆記型電腦

空氣清淨機



實驗裝置圖

五、研究結果與討論

1. 當門窗打開時，開啟空氣清淨機，PM2.5、PM10數據只有下降一些。

亦即使用空氣清淨機時，將門窗打開無法有效達到淨化效果。

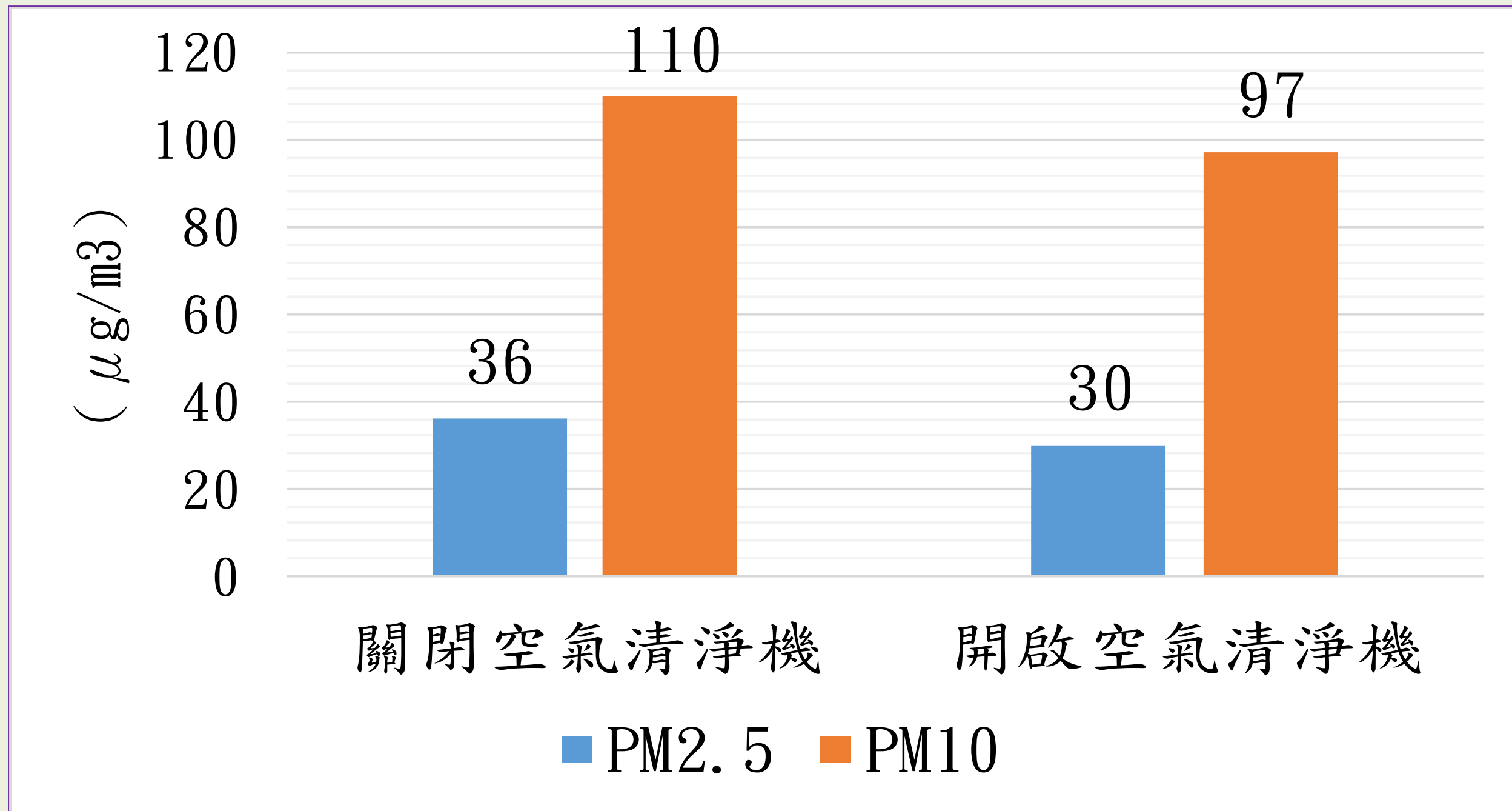


圖5-3：門窗「打開」時，有無開啟空氣清淨機的PM2.5、PM10數值

五、研究結果與討論

2.門窗「緊閉」時，開啟空氣清淨機30分鐘後，PM2.5、PM10的數值明顯有下降，
可見空氣清淨機確實有達到降低室內懸浮微粒的作用。

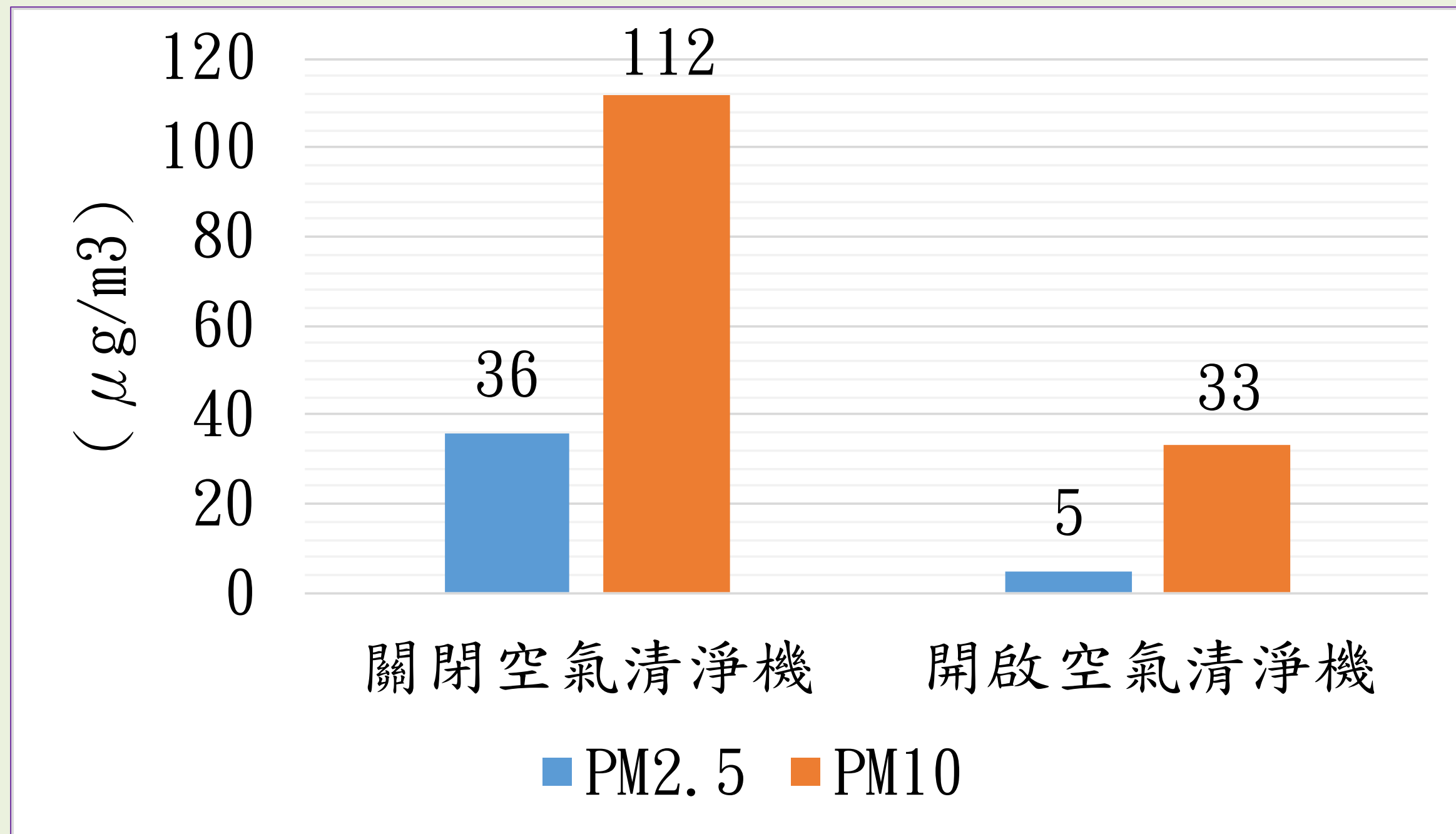


圖5-4：門窗「緊閉」時，有無開啟空氣清淨機的PM2.5、PM10數值

五、研究結果與討論

(三) 我們進一步研究：「開機後要多久才能達到淨化室內空氣的效果？」，
因此先將門窗打開30分鐘後，再緊閉門窗，開啟空氣清淨機並開始測量數據。

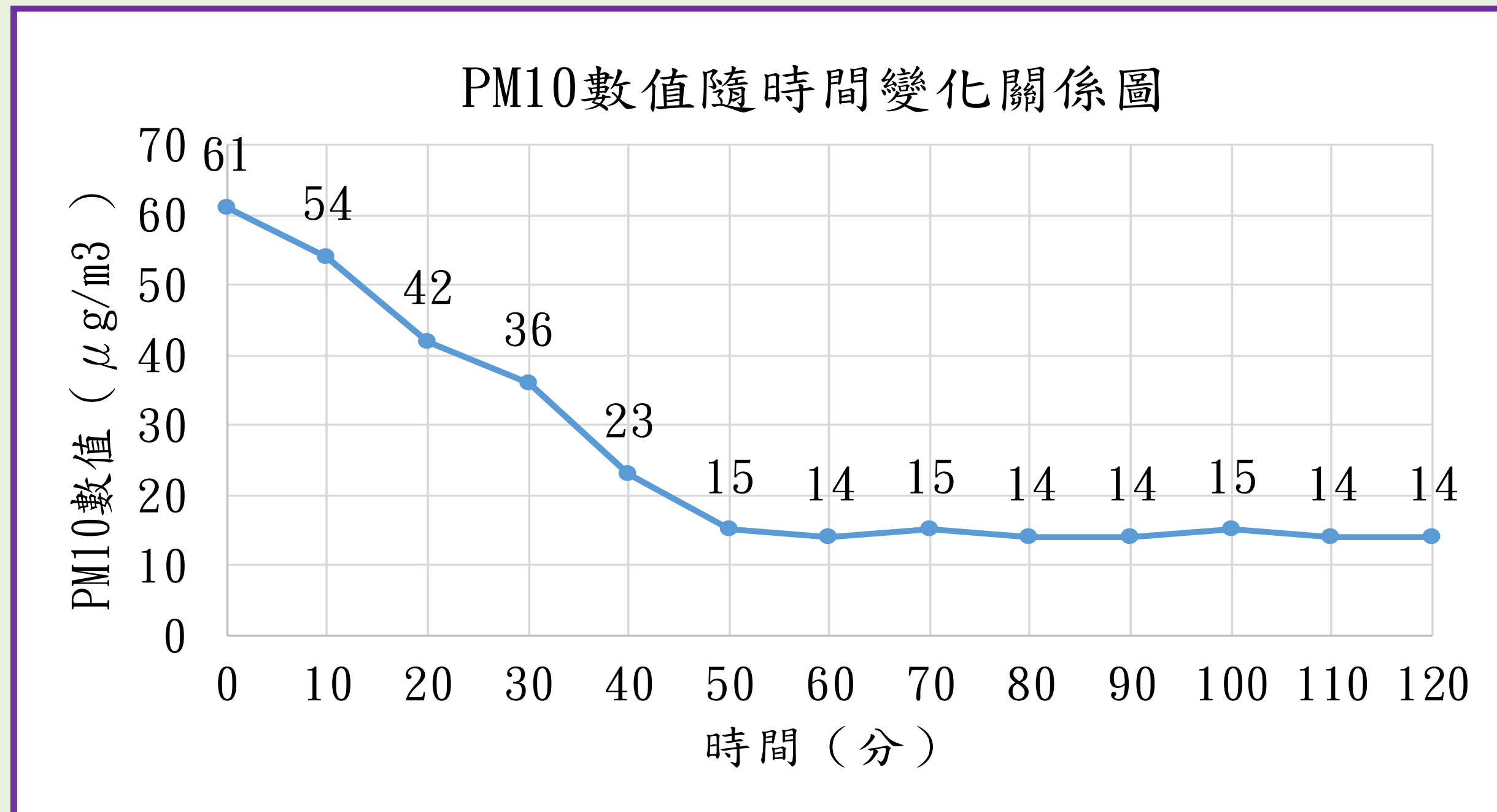


圖5-5：門窗「緊閉」時，開啟空氣清淨機PM10隨時間變化關係圖

五、研究結果與討論

(三) 由圖5-5、圖5-6可知：

50分鐘後，PM2.5及PM10數值都已無明顯變化，而且都降至AQI「良好」以下了。

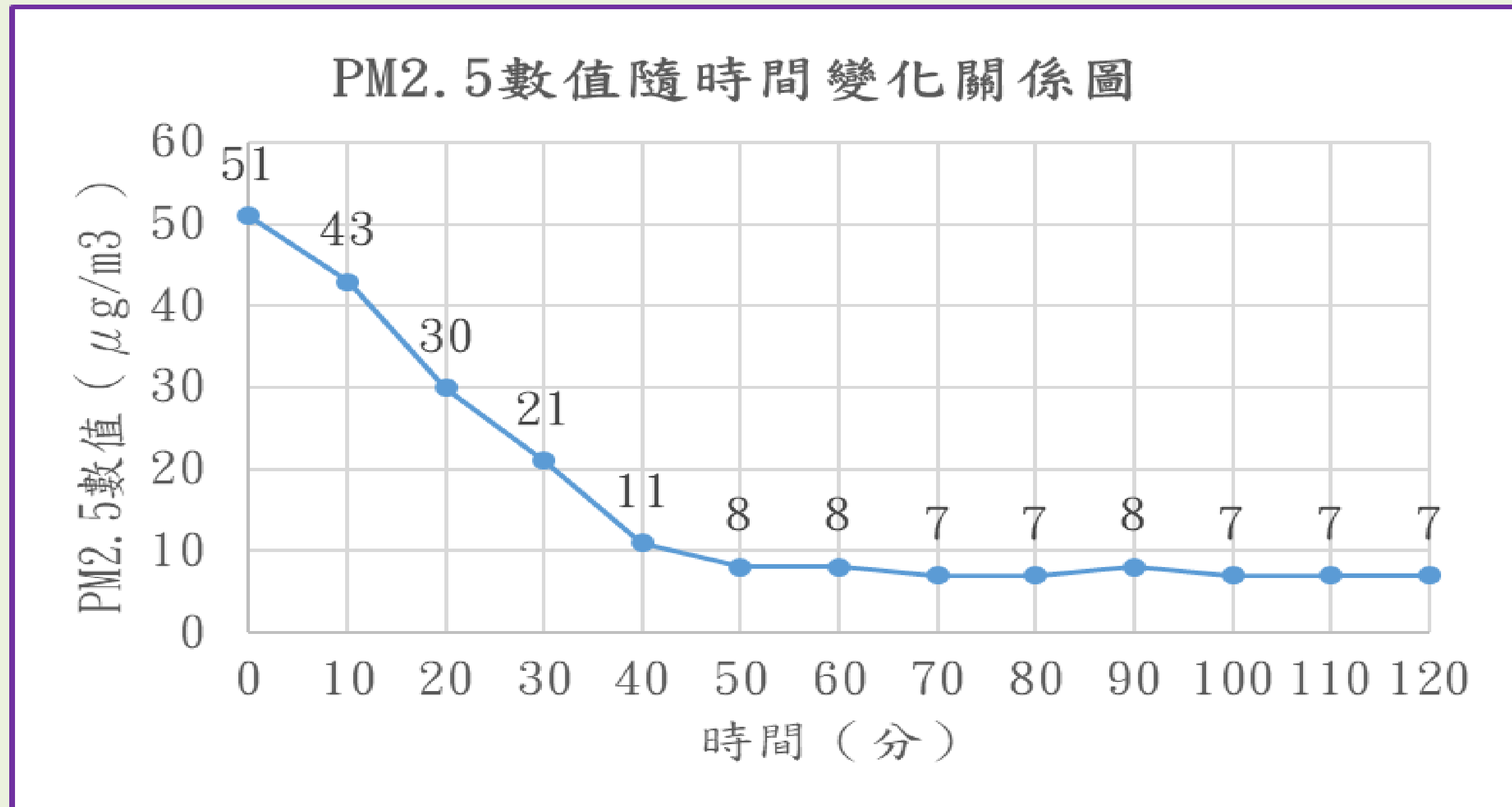


圖5-6：門窗「緊閉」時，開啟空氣清淨機PM2.5隨時間變化關係圖

五、研究結果與討論

2.接著我們進行「門窗緊閉且開啟空氣清淨機1小時後，再將清淨機關閉，測量PM2.5、PM10隨時間的變化」。在此期間除了進行測量外，無其他人為活動。

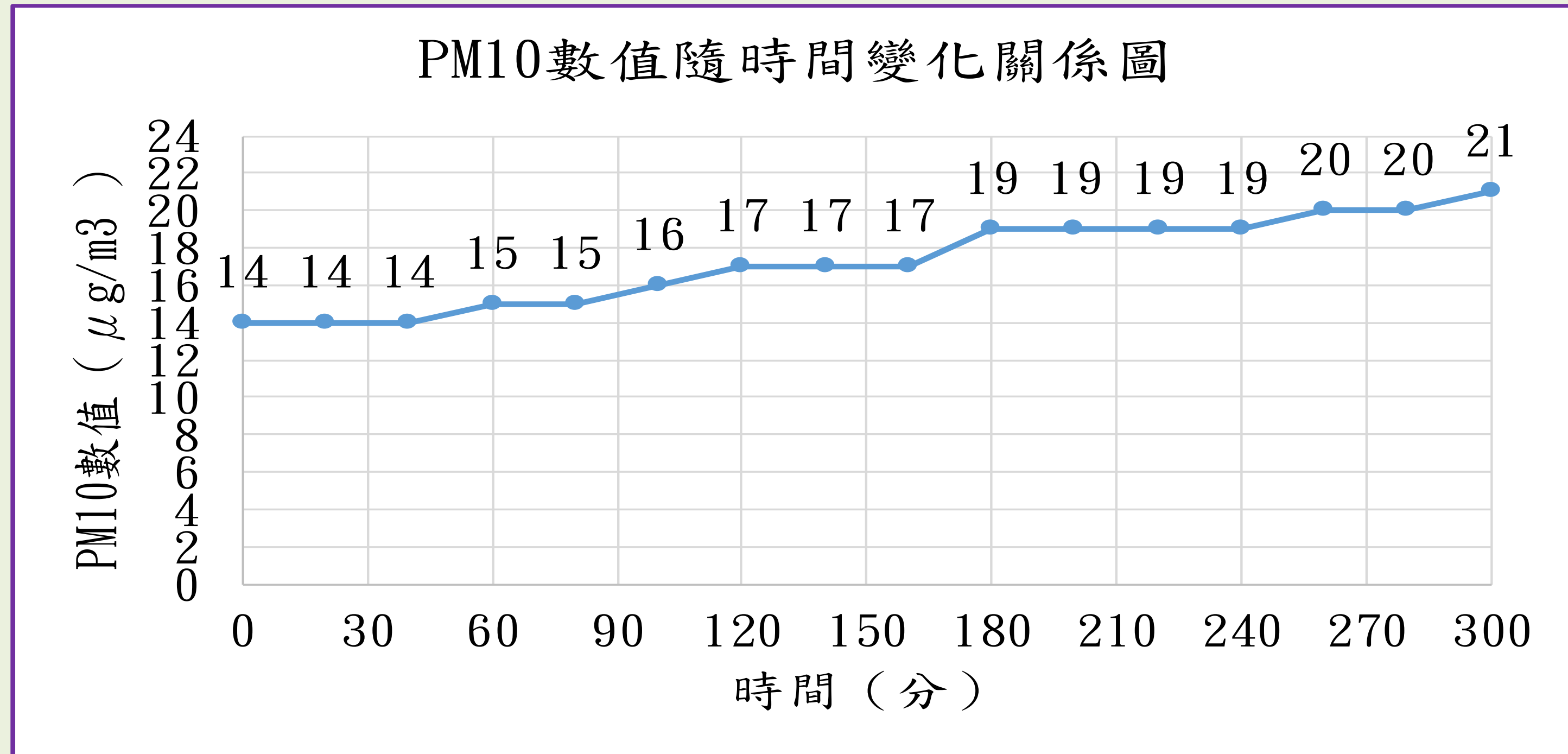


圖5-7：門窗緊閉且開啟空氣清淨機1小時後，再將清淨機關閉，室內空氣中的PM10隨時間變化關係圖

五、研究結果與討論

2.由圖5-7、.圖5-8可看出：經過5小時，室內的PM2.5、PM10的值雖有增加，但仍維持在AQI指標「良好」的數值以下。

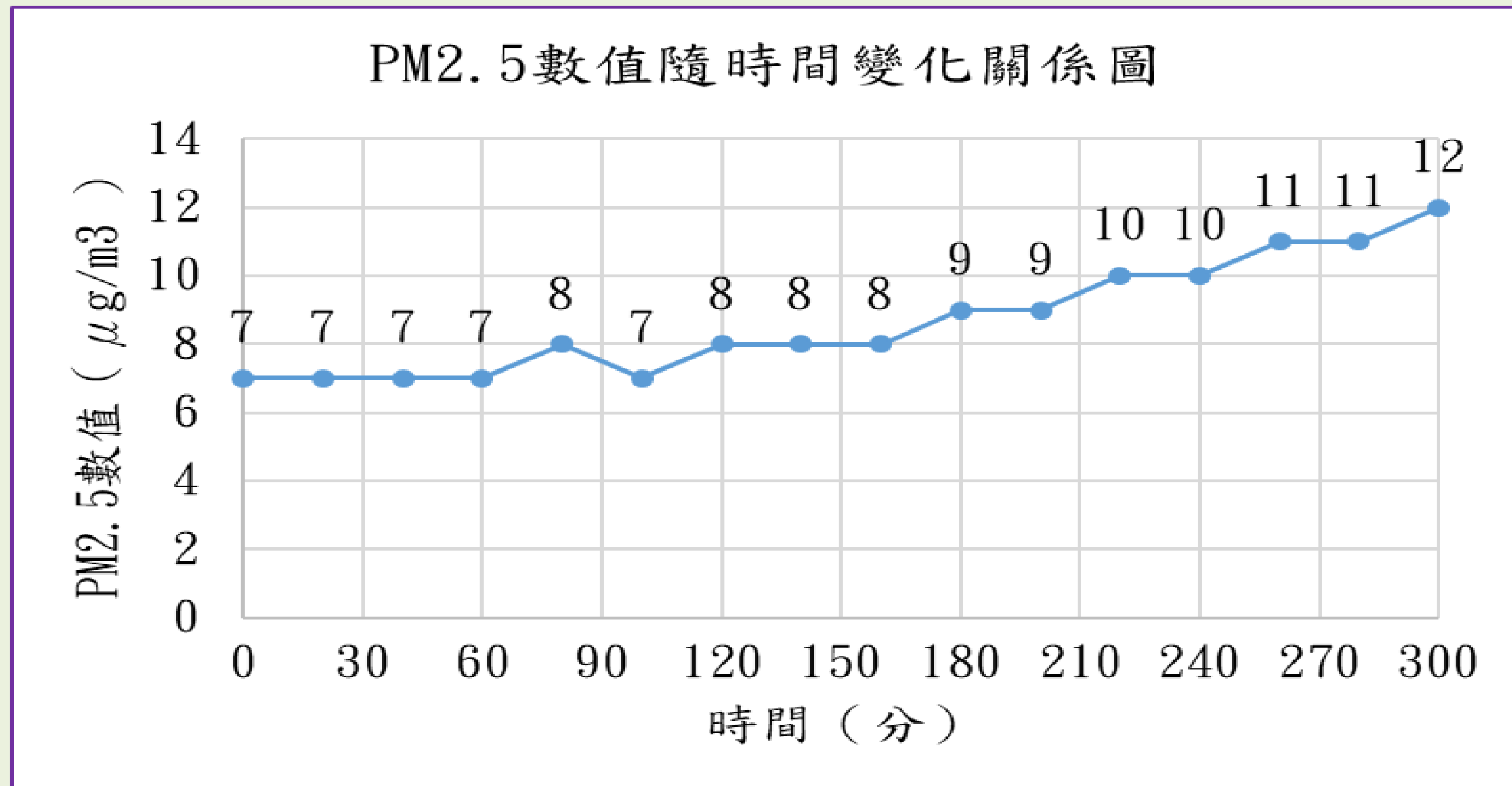


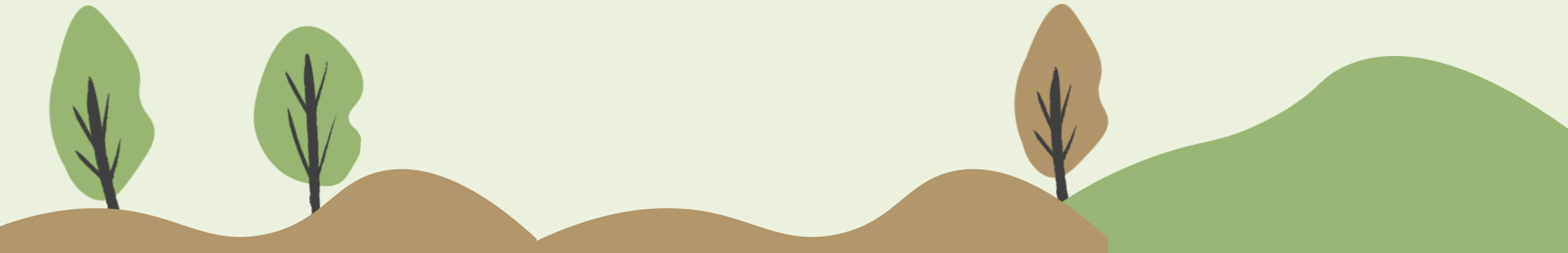
圖5-8：門窗緊閉且開啟空氣清淨機1小時後，再將清淨機關閉，室內空氣中的PM2.5隨時間變化關係圖

五、研究結果與討論

3.綜合圖5-5～圖5-8的數據：

使用空氣清淨機50分鐘後，懸浮微粒數值已降至最低，若能維持門窗緊閉且無製造煙霧，經過5小時室內空氣品質仍然良好。

因此長時間開著清淨機對於提升空氣品質的效用不大。



五、研究結果與討論

(四) 空氣清淨機效率之探討

1.本研究使用的空氣清淨機功率為95W。

一小時消耗的電能為：

$$0.095 \text{ (千瓦) } \times 1 \text{ (小時) } = 0.095 \text{ (度) }$$

以1度電約為3元來估算，所需電費為：0.285元。

若每天使用1小時，一個月所需電費只需8.55元。



五、研究結果與討論

(四) 空氣清淨機效率之探討

2.本研究使用的空氣清淨機CADR值（潔淨空氣輸出率）為：194 m³/h，
室內空氣體積約96 m³。

ACH（換氣次數）是指每小時室內空氣被過濾的次數。

$$\text{ACH} = \text{CADR} / \text{室內體積} = 194 / 96 \approx 2.02 \text{ 次/小時}$$

因此我們建議的1小時已遠遠足夠達到「淨化空氣」的目的。

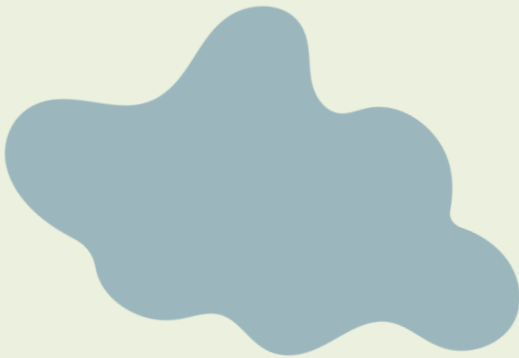
(五) 研究結果與討論

1. 本研究採用功率95W 的「佳醫超淨抗過敏清淨機」使用於9.8坪的教室內，使用約50分鐘可使PM 2.5和PM10的數值達到AQI「良好」。
2. 使用空氣清淨機時，應關閉門窗才能達到較好的效果。
3. 門窗緊閉且無製造煙霧，空氣清淨機使用一小時後關機，仍可使空氣品質維持在「良好」約5小時。



六、評鑑與檢討

- (一) 因為每天PM 2.5和PM10的數值都不一樣，導致每次實驗的起始狀態不同。不過連續測量幾次，數據變化趨勢大致相同，所以我們的研究結果還是很有參考價值。
- (二) 未來我們想要朝更定量、定性的方面去研究，讓實驗結果更有說服力。
- (三) 未來我們會朝「人為活動對室內空氣品質的影響」進行研究。
- (四) 我們想研發能根據偵測到的空氣品質自行開關機的空氣清淨機，以兼顧「淨化空氣」及「節能減碳」。



探討空氣清淨機在不同通風條件下 的淨化效果及最佳使用時長

謝謝聆聽

