


2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱： 結合資訊科技，在不同情境下，口罩對 pm2.5 過濾效果之研究
一、摘要 <p>本研究選擇了醫療型口罩、醫療型活性碳口罩及泡綿口罩這三種口罩，透過兩個寶特瓶模擬兩個不同空間，以口罩隔開的方式進行實驗，並使用 Arduino 感測器記錄在不同情境下，不同口罩對 pm2.5 的過濾效果，並用 Python 對於實驗結果進行視覺化。本研究發現無論在乾燥或潮濕的情境下，醫療型活性碳口罩均表現出最佳的過濾效果。</p>
二、探究題目與動機 <p>面對病毒的危害，許多研究認為口罩是保護呼吸健康的重要工具之一，如 (鄧清修，2024) 提到醫療型 (不織布) 口罩材料與病毒之間的關係，(王威傑等人，2004) 提到活性碳口罩對病毒的防護效率，(彭柏愷等人，2003) 則提到各種口罩的殺菌能力。雖然上述的研究對於口罩防護病毒有很好的想法，但針對空氣汙染的防護並未有太多的琢磨，pm2.5 為空氣汙染最重要的指標，因此，何種類型的口罩對 pm2.5 有較好的防護效果為值得探討的議題。市面上有各種不同種類和價格的口罩，依大眾的認知，醫療型活性碳口罩防護效果最好，事實上，真的是這樣嗎？也有許多的明星，戴著較昂貴美觀的泡綿口罩，出現在螢光幕，美觀的背後，是否也同樣具有良好的防護效果呢？基於此，本研究旨在探究不同口罩在乾燥與潮濕情境下對 pm2.5 的過濾效果，提供人們在選擇口罩時，進行參考。</p>
三、探究目的與假設 <p>本研究對不同類型的口罩在乾燥與潮濕的情境下，進行實驗，目的為探究在不同情境下，何種類型的口罩最為適合。限於成本與環境，本研究以擠壓寶特瓶模擬人的呼吸，並以噴瓶噴水模擬潮濕的情境。</p> <p>口罩承受噴瓶噴水的極限為 4 下，第 5 下口罩便會開始滴水，故本研究選擇分別噴水 4 下及 2 下，並假設口罩每次獲得的水量一致，且平均分布。</p>
四、探究方法與驗證步驟 <p>本研究探究方法的步驟為準備工作、實驗模式與執行、數據分析及後續的結論。</p> <p>一、準備工作</p> <p>1、實驗對象：以醫療型口罩、醫療型活性碳口罩及泡綿口罩為實驗對象，如圖 1。</p> <div style="text-align: center;"><p>醫療型活性碳口罩 醫療型口罩 泡綿口罩</p></div> <p>圖 1 口罩類型</p>

2、實驗工具：寶特瓶、美工刀、透明膠帶、線香、打火機、噴瓶、G5T PMS5003T PM2.5 粉塵濃度空氣品質溫濕度二合一感測器、Arduino 開發板(Uno r3)、Python jupyter notebook(3.9.13)，如圖 2。



圖 2 實驗工具

二、實驗模式與執行

1、實驗模式

- 將兩個切割後的寶特瓶透過口罩，將其間隔為口罩外層及口罩內層，並將感測器分別置於寶特瓶內，並以膠帶固定，如圖 3。
- 口罩外層為線香模擬 pm2.5 的環境，口罩內層為模擬呼吸作用。
- 感測器偵測 pm2.5 的極限濃度為 5000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)，大約為線香插入寶特瓶 5 秒。
- 口罩承受噴瓶極限為 4 下，第 5 下口罩會開始滴水，故本研究選擇噴水 4 下及 2 下。



圖 3 實驗模式

2、實驗執行

(一) 乾燥與潮濕的情境實驗

- 本研究分別模擬未將口罩噴水(乾燥)的實驗及噴水 2 下與 4 下(潮濕)的實驗。
- 將線香放在口罩外層的寶特瓶 5 秒使寶特瓶內充滿 pm 2.5。
- 等待 30 秒後，按壓口罩內層的寶特瓶，來模擬呼吸作用，重複 3 次。
- 將 Arduino 開發板連接到電腦，讀取感測器數值，將數值複製到 Excel，進行初步過濾數據，最後存成 csv 檔，列舉部分數據呈現，圖 4 至圖 6。

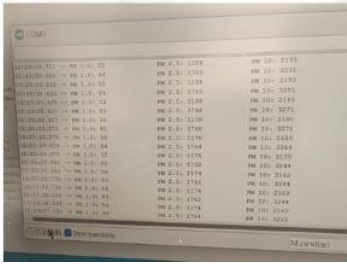


圖 4 讀取感測器數值

11:32:15.862 -> PM 1.0: 24	PM 2.5: 40
11:32:16.760 -> PM 1.0: 46	PM 2.5: 87
11:32:16.760 -> PM 1.0: 33	PM 2.5: 57
11:32:17.705 -> PM 1.0: 68	PM 2.5: 128
11:32:17.705 -> PM 1.0: 45	PM 2.5: 85
11:32:18.603 -> PM 1.0: 88	PM 2.5: 163
11:32:18.603 -> PM 1.0: 58	PM 2.5: 108
11:32:19.499 -> PM 1.0: 108	PM 2.5: 200
11:32:19.499 -> PM 1.0: 71	PM 2.5: 133
11:32:20.443 -> PM 1.0: 129	PM 2.5: 236
11:32:20.443 -> PM 1.0: 85	PM 2.5: 156

圖 5 感測器數值

0 PM 1.0	0 PM 2.5	0
1 PM 1.0	0 PM 2.5	1
2 PM 1.0	0 PM 2.5	1
3 PM 1.0	0 PM 2.5	1
4 PM 1.0	6 PM 2.5	166
5 PM 1.0	16 PM 2.5	340
6 PM 1.0	30 PM 2.5	488
7 PM 1.0	50 PM 2.5	958
8 PM 1.0	60 PM 2.5	1173

圖 6 過濾後的 csv 檔

(二) 數據分析

利用 Python 的 pandas 套件，讀取 csv 檔，利用 matplotlib 套件進行視覺化。

圖 7 為 3 種不同口罩 pm2.5 過濾前濃度關係圖。從圖 7，我們可以看到在不同口罩的實驗中，pm2.5 過濾前的濃度經歷 50 秒後，過濾前的環境皆處於相同的濃度中，並未出現不同口罩而導致過濾前濃度不同的情形。

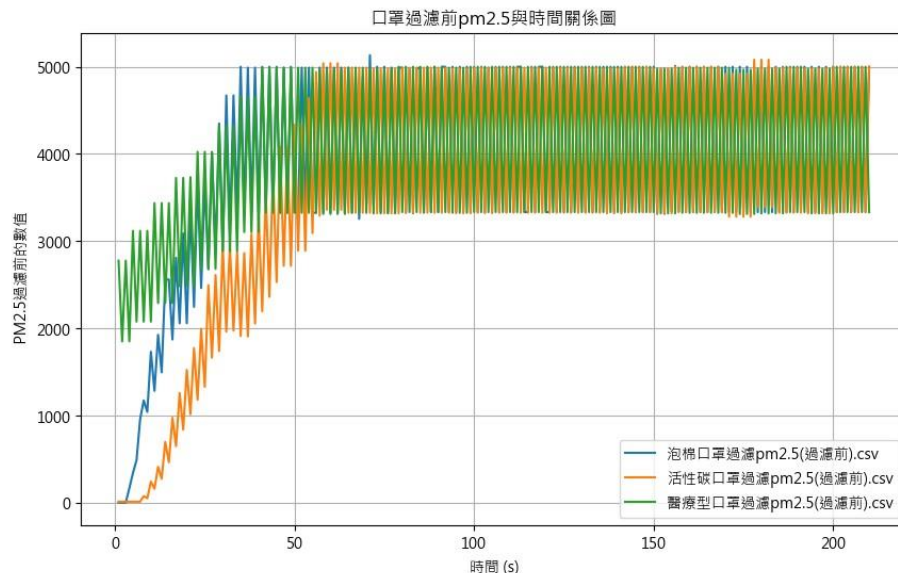


圖 7 不同口罩 pm2.5 過濾前濃度關係圖

圖 8 為 3 種不同口罩在乾燥環境下，pm2.5 過濾後濃度關係圖。從圖 8，可以發現在乾燥的情境下，泡綿口罩的過濾效果遠低於醫療型活性炭口罩及醫療型口罩，而醫療型口罩的過濾效果從始至終都略低於活性炭口罩，在乾燥環境下，醫療型活性炭口罩的過濾效果較佳，其次為醫療型口罩，而泡綿口罩過濾效果最差。

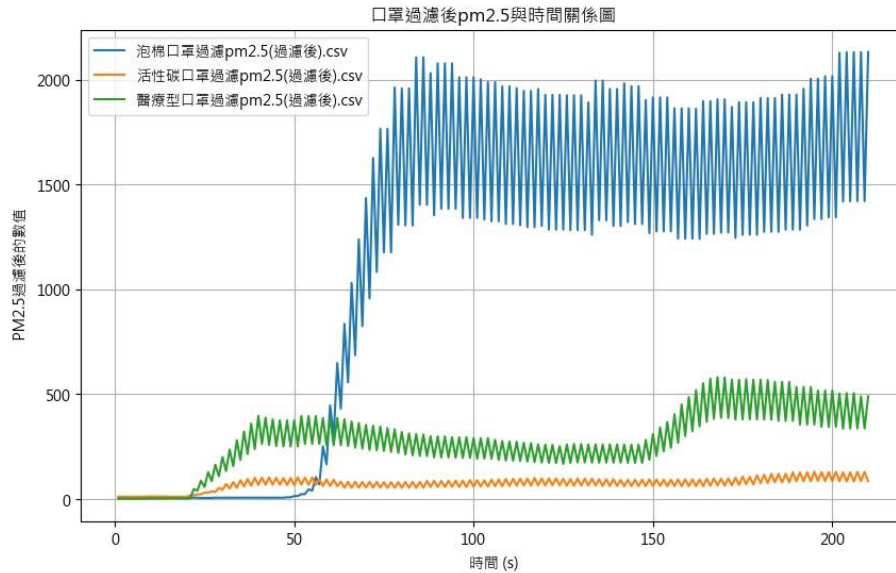


圖 8 不同口罩在乾燥情境下 pm2.5 過濾後濃度關係圖

圖 9 為 3 種不同口罩在噴水 2 下的環境下，pm2.5 過濾後濃度關係圖。從圖 9，我們可以發現在噴水 2 下的情境下，雖然泡綿口罩的過濾效果依然低於醫療型活性炭口罩及醫療型口罩，但三種口罩的過濾效果皆有提升，我們認為是因為水分子將口罩中的縫隙填滿，故過濾效果有所提升。

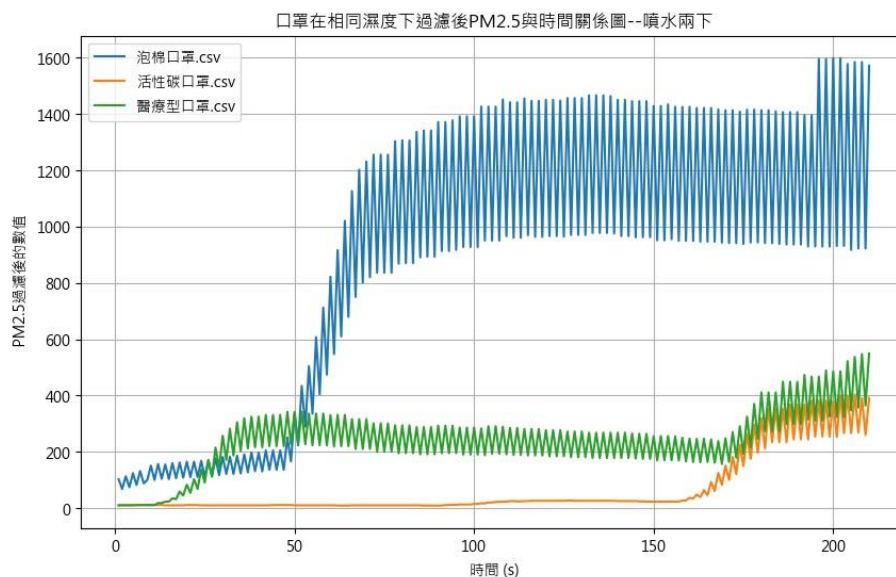


圖 9 噴水 2 下的情境下 pm2.5 過濾後濃度關係圖

圖 10 為 3 種不同口罩在噴水 4 下的環境下，pm2.5 過濾後濃度關係圖。從圖 10，我們可以發現在噴水 4 下的情境下，醫療型活性碳口罩和醫療型口罩的過濾效果皆有顯著的提升，唯獨泡棉口罩的過濾效果變差，我們認為噴水 4 下已經破壞泡棉口罩的內部結構。

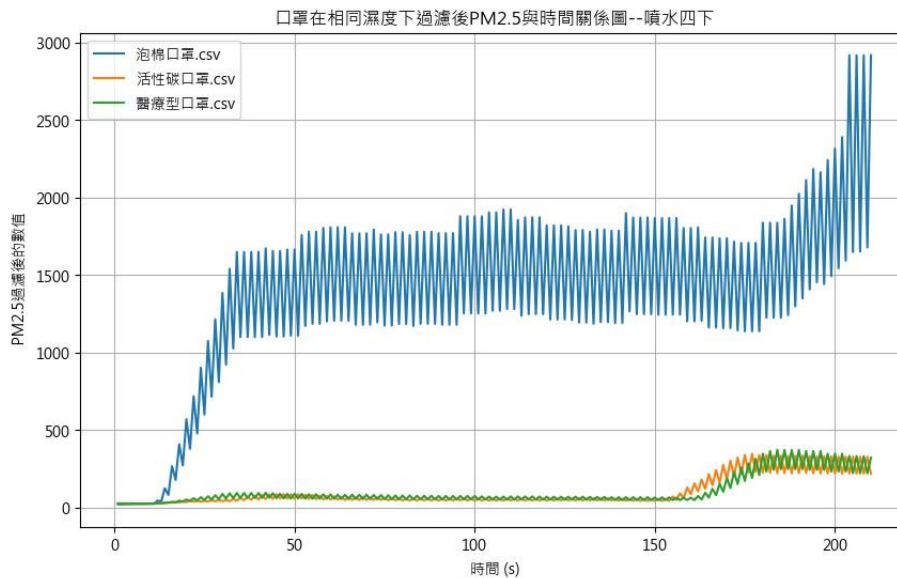


圖 10 噴水 4 下的情境下 pm2.5 過濾後濃度關係圖

圖 11 為 3 種不同口罩在不同環境下，pm2.5 過濾後濃度關係圖。從圖 11，我們可以發現無論在哪種環境中，醫療型活性碳口罩及醫療型口罩過濾後的 pm2.5 濃度較低，唯獨泡棉口罩過濾後的 pm2.5 濃度呈現較高的數值，從圖 11，我們得知泡棉口罩的過濾效果較差。

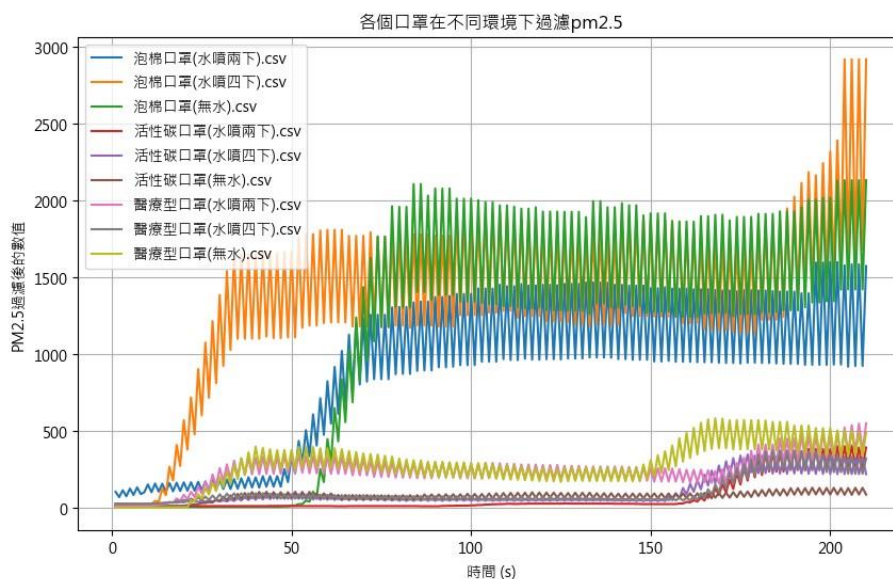


圖 11 3 種口罩在不同環境下 pm2.5 過濾後關係圖

五、結論與生活應用

經由三個實驗的結果，如表 1，本研究發現，無論在乾燥或是潮濕的環境下，醫療型活性碳口罩的過濾效果，與大眾的認知一致，而醫療型口罩次之，至於成本較高的泡棉口罩，雖然較美觀，但過濾效果較差，因此，價格越高的口罩，過濾效果未必比較好，此外，在潮濕環境下，藉由過濾後的數據，本研究發現醫療型活性碳口罩及醫療型口罩的過濾效果較乾燥環境佳，本研究推斷水分子會將口罩中的空隙填滿，故過濾效果會較佳，而泡棉口罩的過濾效果雖然在噴水二下的潮濕環境較乾燥環境較好，但在噴水四下更潮濕的環境，並未較乾燥環境還好，本研究推論是因為泡棉口罩的組成結構不同，導致它會因噴水而影響過濾效果。

表 1 3 種口罩在不同情況下過濾 pm2.5 效果

	乾燥	噴水 2 下	噴水 4 下
醫療型口罩	△	△	△
醫療型活性碳口罩	○	○	○
泡綿口罩	●	●	●
○ 較好 △ 好 ● 較差			

參考資料

鄧清修(2024)。我們與病毒的距離。國立自然科學博物館第 8 屆科學攝影展。

<https://www.nmns.edu.tw/ch/learn/museum-education/naturalist/scienceimages/detail/SciencePhotography-08065/>

王威傑等人(2004)。口罩中的精靈-活性碳 DIY。國立臺灣科學教育館。

<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=41&sid=1123>

彭柏愷等人(2003)。SARS 流行，您的口罩真的有用嗎？--各種口罩之性能探討。國立臺灣科學教育館。

<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=40&sid=851>