

嘉義市第 38 屆中小學科學展覽會

作品說明書

科 別:地球科學科

組 別:國中組

作品名稱:校園細懸浮微粒觀測與探討

關 鍵 詞:校園空氣品質、懸浮微粒、空氣盒子

編 號

摘要

本研究分為三部分:1.製作空氣盒子且瞭解其原理 2.利用自製的空氣盒子了解校園內之空氣品質狀況 3.比較最近校園新建置的水擦黑板和傳統黑板對教室的空氣的影響有何差異，利用自製空氣盒子監測結果發現校園內有遮蔽的涼亭和樹下空氣微粒品質較佳，無遮蔽的操場空氣品質較差；在水擦黑板教室內所測得的空氣微粒明顯比在傳統黑板低，水擦黑板的建置對同學老師的健康是正向的。

壹、研究動機

近年來空氣品質每況愈下，紅旗或紫爆已經是常態了，而我們又在好讀週報台北 101 串丸子奇觀中發現整個天空是霧濛濛的，使我們更在意空氣品質，因為某些人體質的原因，甚至會產生過敏的現象，每天時常打噴嚏，在學校的空氣品質也讓人擔憂，促使我們想自己做空氣盒子來監測校園各處、教室裡的空氣狀態，了解校園的空氣品質。

貳、研究目的

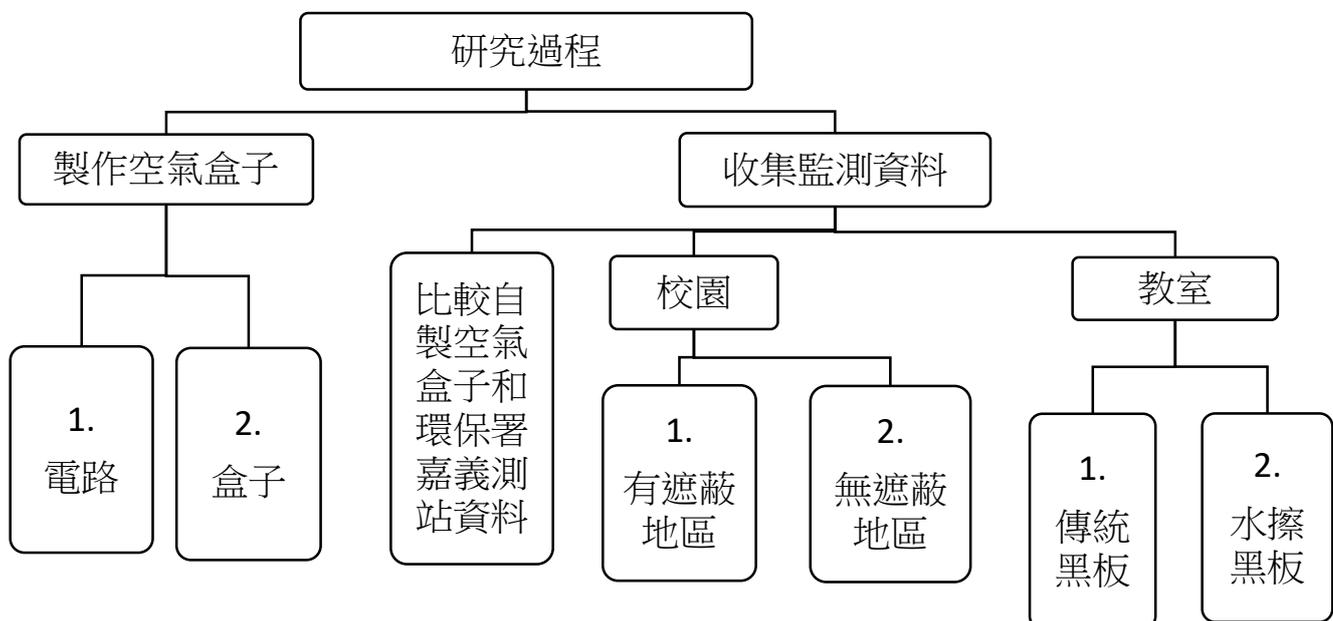
- 一、自製空氣檢測計並應用
- 二、了解學校不同地區空氣品質差異
- 三、不同黑板材質對教室內空氣品質差影響

參、研究設備及器材

ESP32 開發板、arduino 開發板、PMS5003ST 攀藤科技(空氣檢測計)、arduino 軟體(1.8.6)、123D Design 軟體、Skyware 軟體、電腦、照相機、手機、USB 線、無線網路分享器、thingspeak 網路監測頻道、麵包板、鉗槍、焊錫、熱縮套管、熱風槍、3D 列印機、行動充電器

肆、研究過程及方法

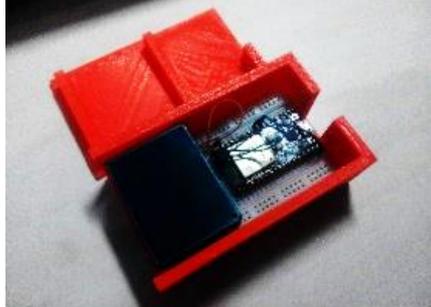
一、研究架構



實驗一：自製空氣盒子

(一)製作空氣盒子分三個部分，空氣盒子偵測主體製作、外殼製作、軟體寫程式

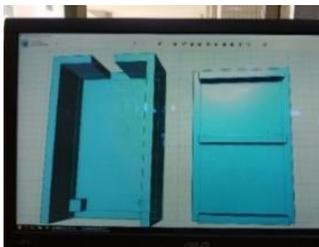
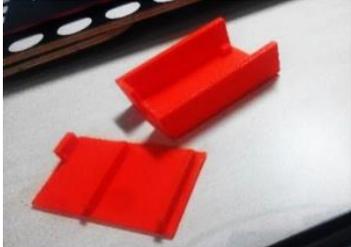
1.空氣盒子主體製作：將 ESP32 開發板與 PMS5003ST 攀藤科技(空氣檢測計)利用工具組裝好線路。

ESP32 開發板	MS5003ST 攀藤科技(空氣檢測計)	將 ESP32 開發板與 PMS5003ST 攀藤科技(空氣檢測計)接好線路
		

2.利用軟體寫程式：分為監測空氣軟體的設定，一為電腦讀取資料之設定，寫好兩種程式設定，需網路之程式與無需網路之程式，因應監測環境有無網路的狀況。

接電腦讀數據之程式	線上監測之程式
<pre> #include "BLINKER_PMSX003ST.h" #if defined(ESP32) HardwareSerial pmsSerial(2);// UART1/Serial1 pins 16,17 #else #include <SoftwareSerial.h> SoftwareSerial pmsSerial(4,5); #endif BLINKER_PMSX003ST pms; void setup() { Serial.begin(115200); Serial.println("\nStart"); } </pre>	<pre> #include <WiFi.h> #include <WiFiMulti.h> #include <HTTPClient.h> #include "BLINKER_PMSX003ST.h" #if defined(ESP32) HardwareSerial pmsSerial(2);// UART1/Serial1 pins 16,17 #else #include <SoftwareSerial.h> SoftwareSerial pmsSerial(4,5); #endif char SSID[] = "ASUS"; char PASSWORD[] = "12345678"; </pre>

3.製作外殼：用 123D 繪圖軟體繪出空氣檢測計的外殼，利用 SKYMAKER 軟體把畫好的 3 D 圖轉成 3D 列印機可讀的檔案並存到 S D 卡，最後用 3D 列印機製作出外殼。

1.123D 繪圖軟體繪出空氣檢測計的外殼	2. SKYMAKER 軟體把畫好的 3 D 圖轉成 3D 列印機可讀的檔案並存到 S D 卡	4.3D 列印機製作外殼	5.成品
			

(二)將 ESP32 開發板、PMS5003ST 攀藤科技(空氣檢測計)與無線網路分享器連線(如果在無網路環境下用無需網路之程式，在有網路環境下則用需網路之程式)，並使用 arduino 軟體(1.8.6)上傳到 ESP32 開發板。

(三)將 ESP32 開發板用 Type A 和 Type B 的線接上行動充電器持續供電(行動充電器)。

(四)打開 thingspeak 網路監測頻道開始監測。

(五)監測完後，thingspeak 網路監測頻道匯出 Excel 檔案。

實驗二:針對學校大門，利用自製空氣盒子監測空氣懸浮微粒 PM2.5、PM10 資料，並上網收集同時間環保署嘉義測站之空氣資料來進行比較。

實驗三:了解校內空氣品質差異

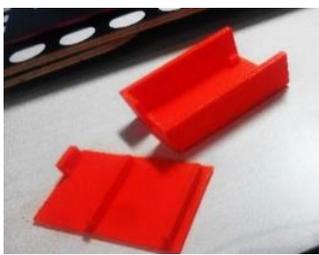
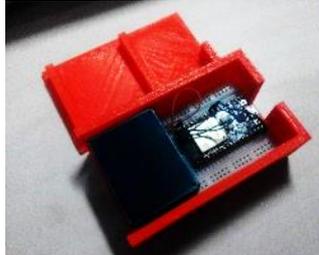
利用自製空氣盒子，選定校園內的戶外空間(1)操場(2)中庭(四腳亭) (3)專科大樓後方(3)機車停車場等四處針對 PM1、PM2.5 和 PM10 進行空氣微粒監測，並同步收集資料，再將所收集整理成表並繪製成圖進行分析。

實驗四: 了解不同黑板材質對教室內空氣狀態的影響

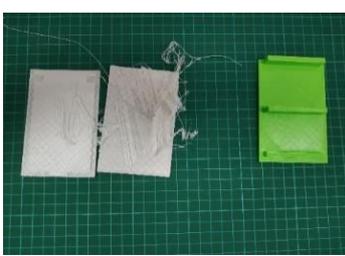
利用自製空氣盒子，各選定一間水擦黑板教室和傳統黑板教室針對 PM1、PM2.5 和 PM10 進行空氣微粒監測，再將所收集整理成表並繪製成圖進行分析，分別用相機記錄老師在上課哪時候用板書，兩種教室前後空氣懸浮微粒分布狀態。

伍、結果與討論

一、自製空氣盒子

外殼	成品
	

1. 在製作外殼時會遇到變形狀況和錯位失敗的作品時，變形我們會用熱風機使其呈半固態再用木條壓平調整，外殼錯位則是校正 3D 列印機座標再重新列印。

失敗(變形)	失敗(錯位)
	

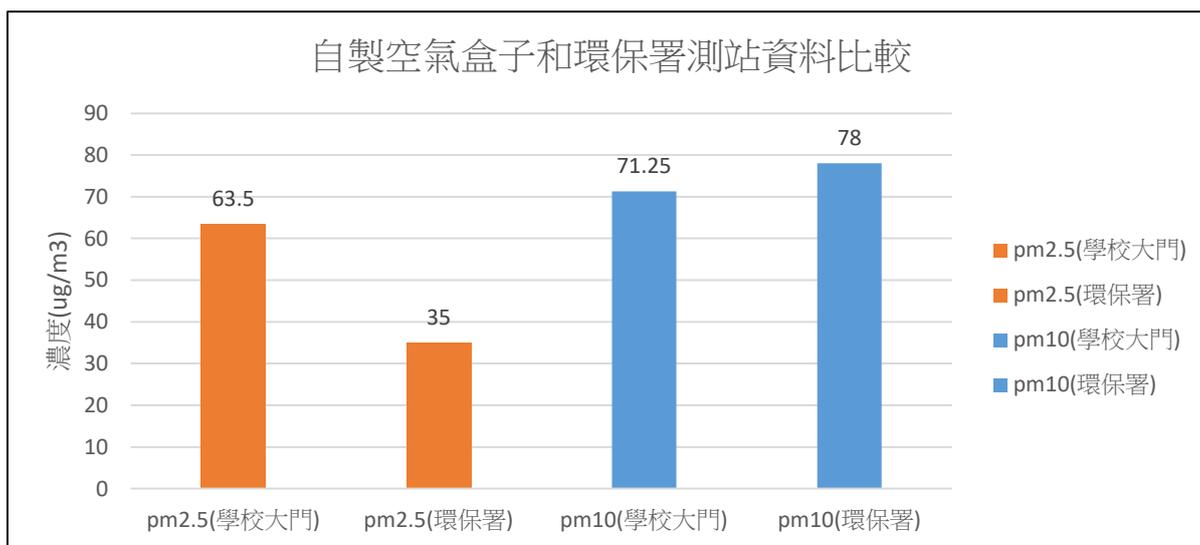
- 2.接線路用鉗槍將焊錫預焊在排針一端上並與電線連接，為了怕線路脫落我們使用熱縮套管包住電線再用熱風機加熱使它緊縮。
- 3.開網路監測平台，老師提供我們 thingspeak 網站，在網站上開設公共頻道，程式要與頻道之 API key 相連接。

4.因為無線網路不夠普及，所以我們在建立不需要無線網路也可以監測空氣品質的程式，但是需要透過 USB 線連接電腦。

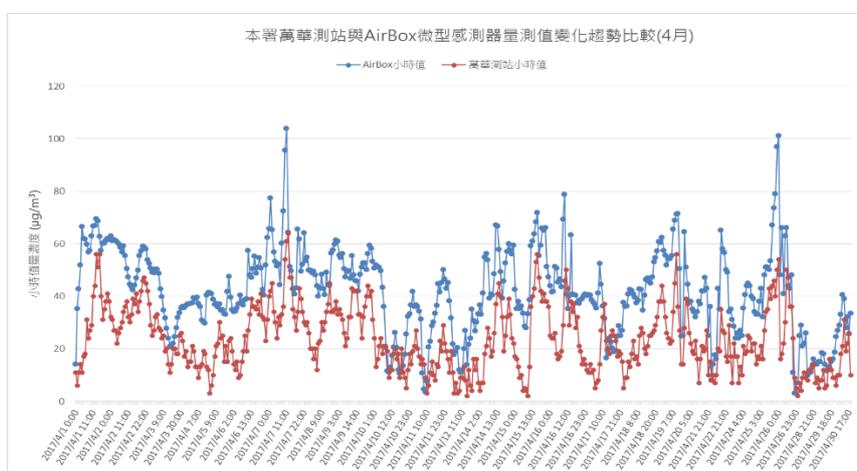
二、自製空氣盒子和環保署嘉義測站資料之比較

(一)學校大門(2020/1/7)

		12:50:00	12:51:00	12:52:00	12:53:00	平均
學校大門	pm2.5(ug/m3)	62	65	63	64	63.5
嘉義測站	pm2.5 (ug/m3)	35	35	35	35	35
學校大門	pm10 (ug/m3)	68	71	71	75	71.25
嘉義測站	pm10 (ug/m3)	78	78	78	78	78



2020年1月7日中午時段在學校大門的測量結果與環保署同時間測得的資料的比較發現，學校所測得的PM_{2.5}數據明顯比環保署嘉義測站高，pm₁₀的數據則是環保署高於學校大門，但落差較小。環保署將空氣盒子架設於標準測站，在相同的氣象、污染時空條件，比較感測器與標準測站數據的差異。經過比對，空氣盒子與環保署測站的監測數據，濃度變化趨勢類似，感測器數據常為標準測站的2倍以上；我們自製的空氣盒子所測出來的PM_{2.5}數據和嘉義測站做比較也有類似的現象。



三、校園空氣品質差異

(一)2019/12/26

(1) 操場

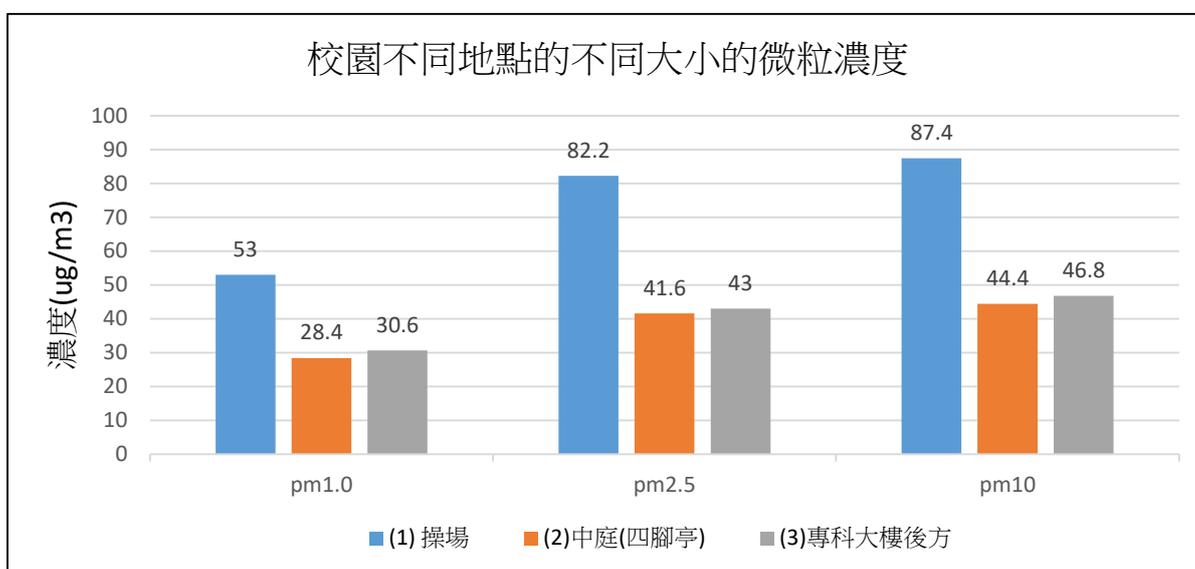
類別/時間	12:54	12:55	12:56	12:57	12:58	平均	單位
pm1.0	51	53	52	54	55	53	ug/m3
pm2.5	81	91	79	79	81	82.2	ug/m3
pm10	89	95	85	82	86	87.4	ug/m3

(2)中庭(四腳亭)

類別/時間	12:54	12:55	12:56	12:57	12:58	平均	單位
pm1.0	25	28	26	31	32	28.4	ug/m3
pm2.5	35	41	40	45	47	41.6	ug/m3
pm10	40	42	43	48	49	44.4	ug/m3

(3)專科大樓旁的樹下

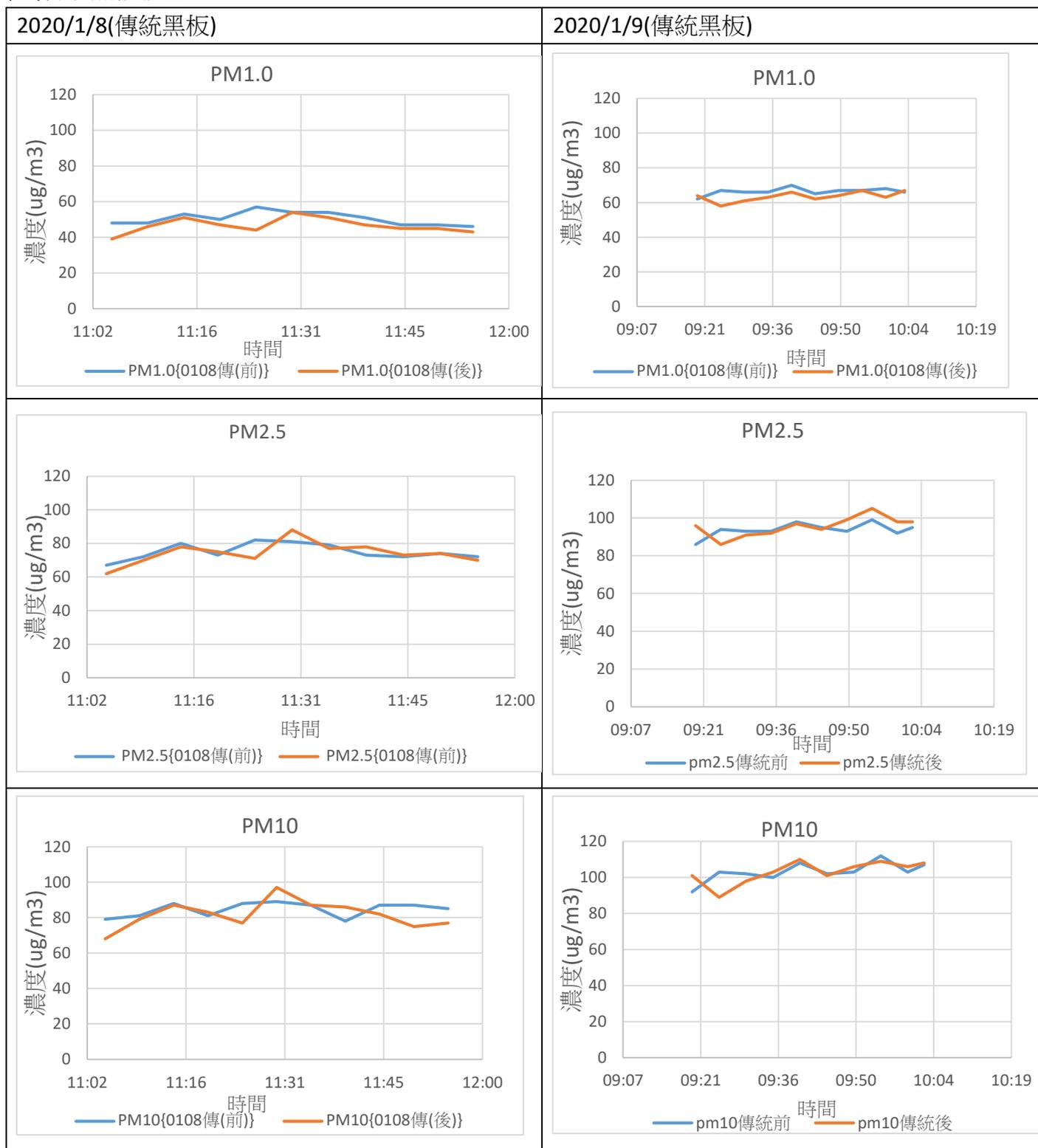
類別/時間	12:54	12:56	12:57	12:58	平均	單位
pm1.0	26	30	32	33	30.6	ug/m3
pm2.5	40	43	46	44	43	ug/m3
pm10	43	47	49	48	46.8	ug/m3



由實驗結果可知 PM1.0、PM2.5、PM10，校這三種微粒濃度高低順序以操場所測得之平均濃度最高，過來是專科大樓旁的樹下、四腳亭下則最低，中庭和大樹下所測得數據較低且相近；按照所監測的地點分析，操場是一個沒有遮蔽物空曠的地方，而四腳亭是一個亭子，上有遮蔽物，專科大樓旁大樹上有樹葉遮蔽，由結果可推知不管是人工的建築或樹木形成的遮蔽下的地點空氣微粒濃度較低，這些遮蔽能有效阻擋掉一些空氣微粒降低濃度，在沒有遮蔽的地點空氣微粒濃度會偏高，建議學生若要在室外運動可選擇在學校的風雨球場或樹下比操場理想。

四、不同黑板材質對教室內空氣品質的影響

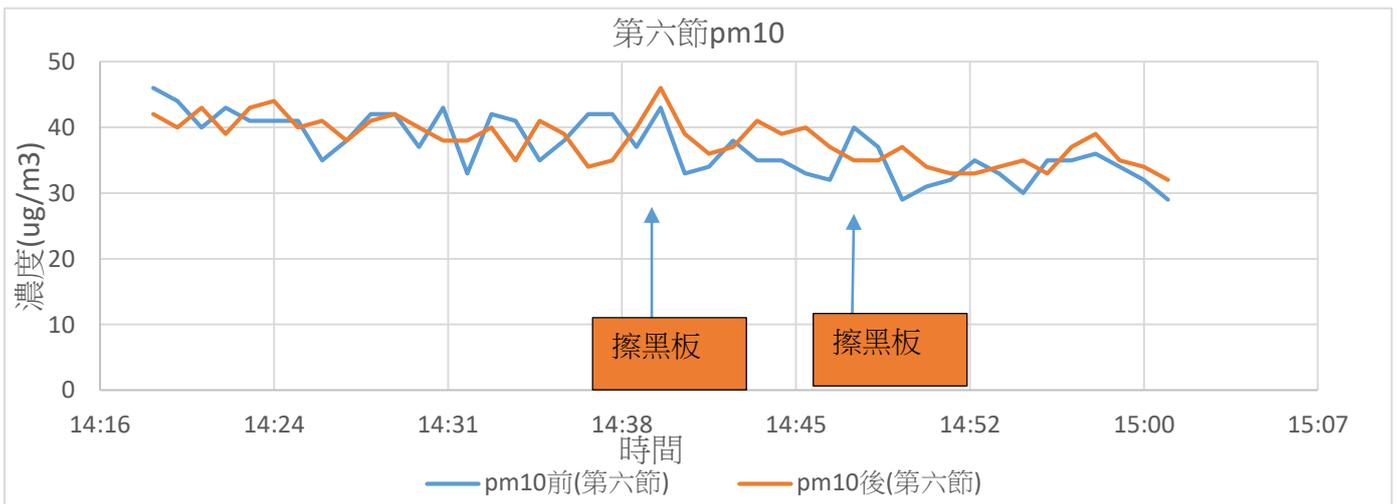
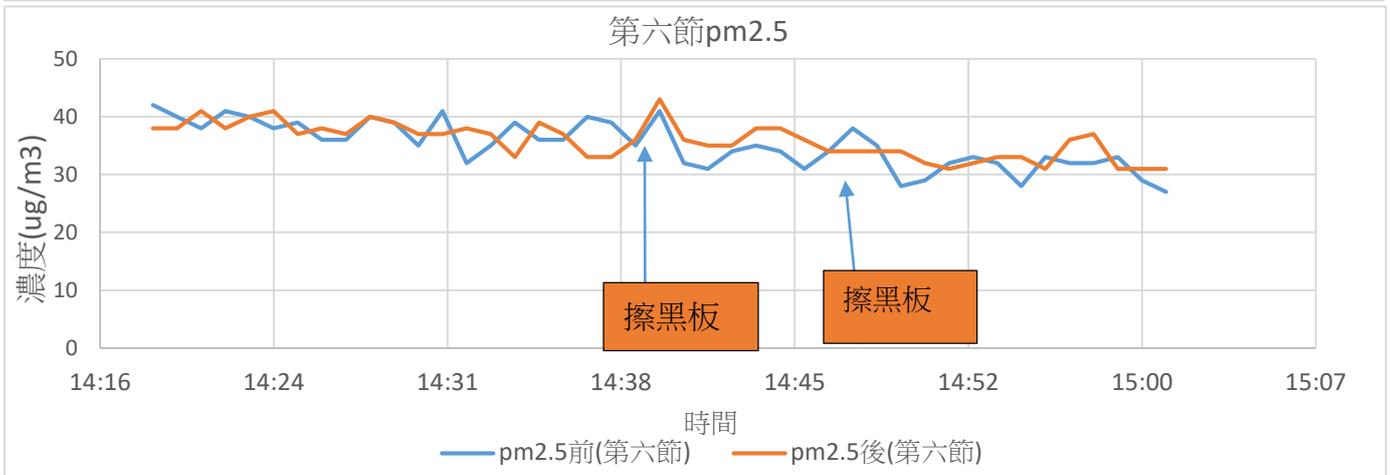
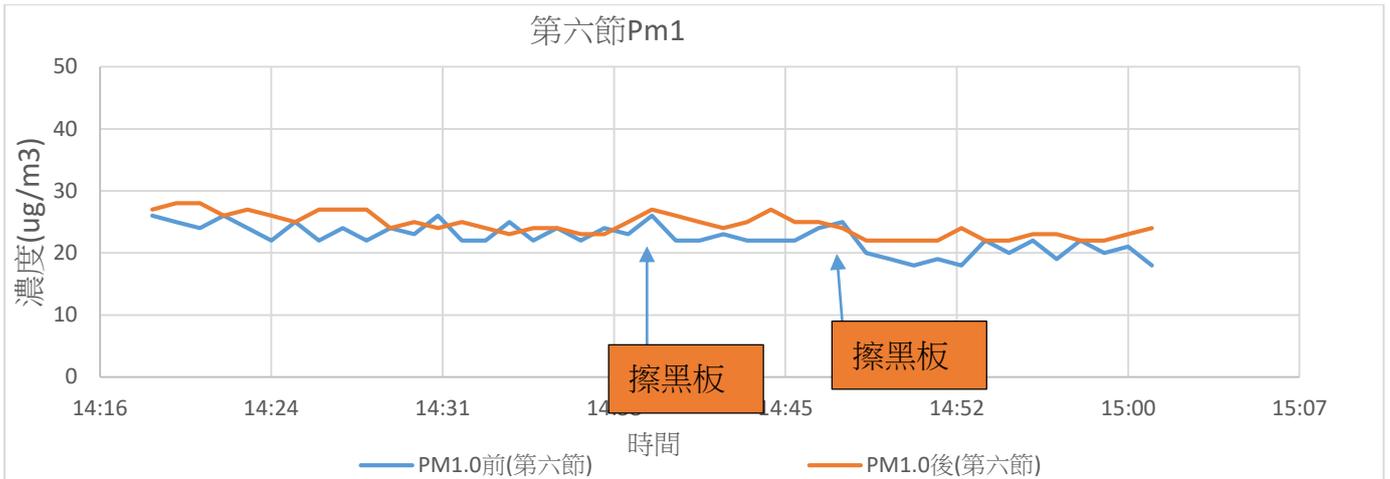
(一)傳統黑板教室



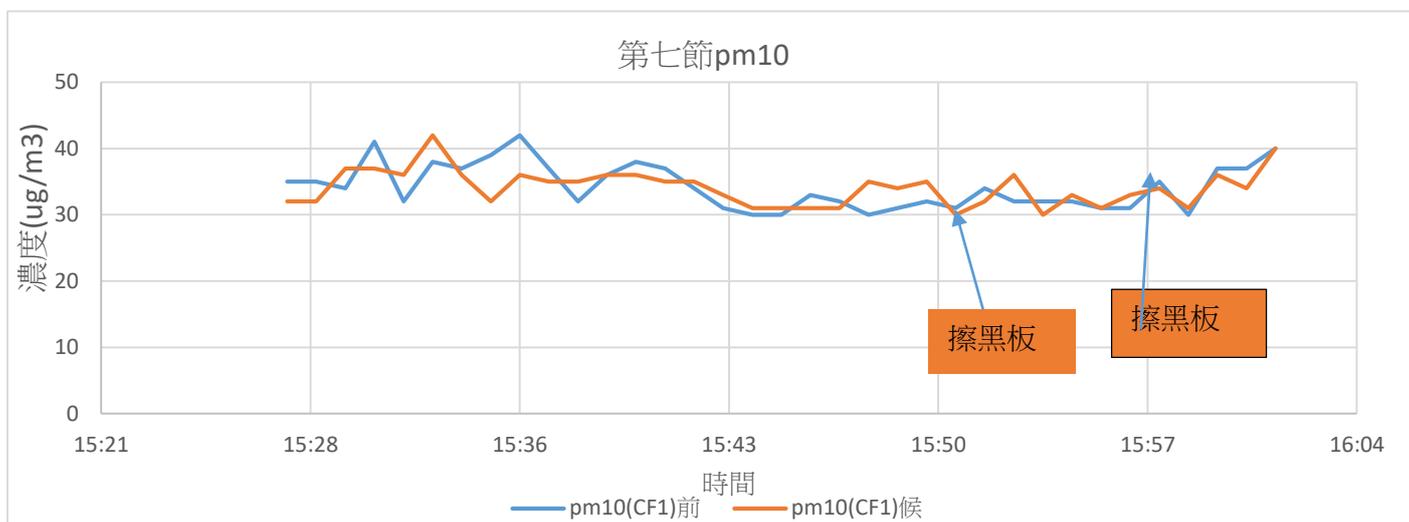
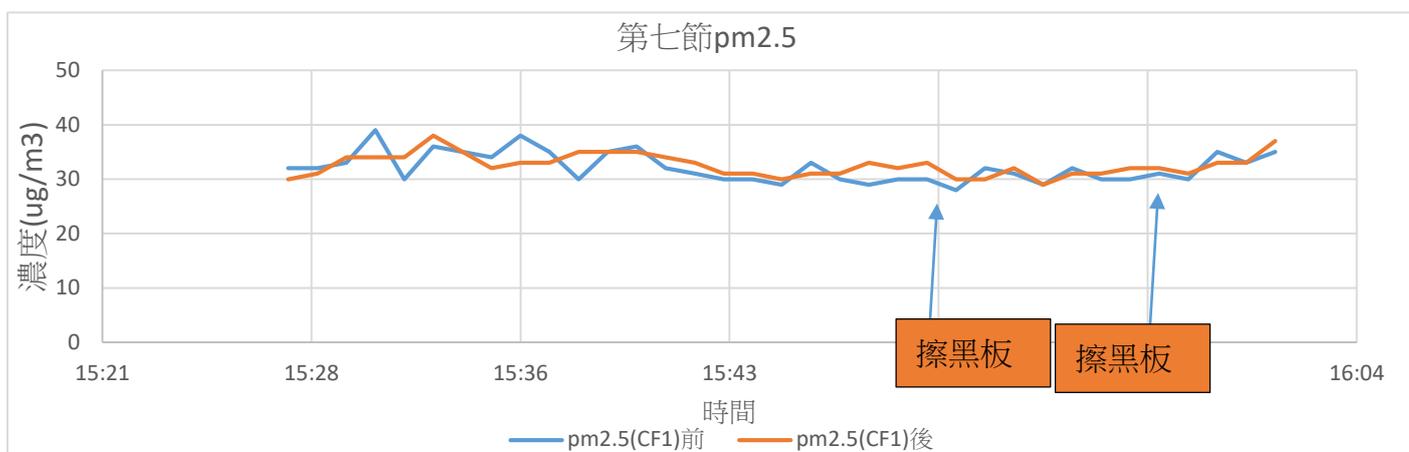
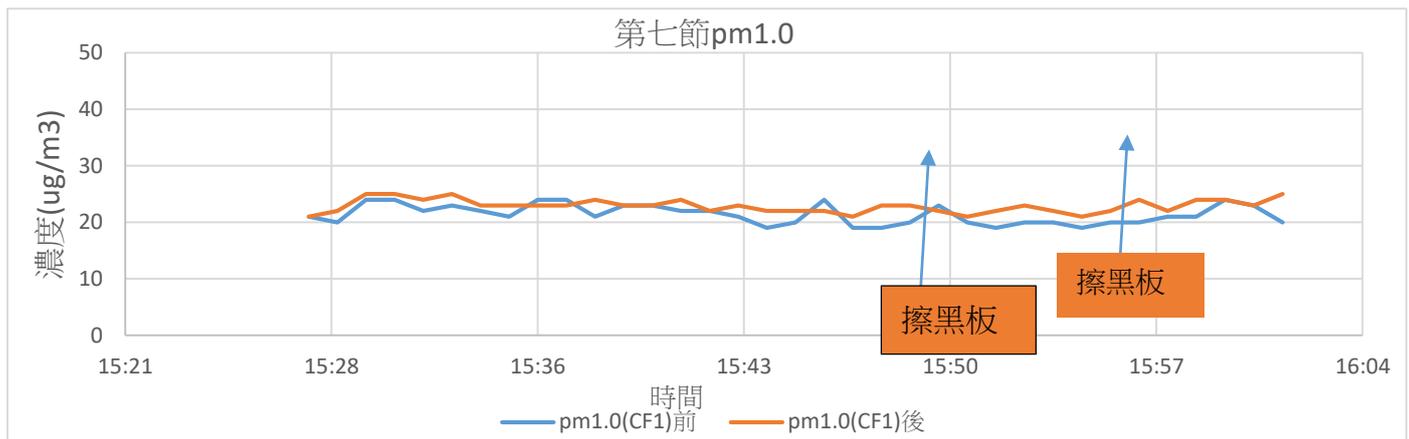
由兩節課的傳統黑板教室空氣微粒監測結果可知，傳統黑板在老師使用粉筆書寫板書下，

- 1.比較教室內教室內 PM10、PM2.5、PM1 濃度，PM1 濃度 PM10 濃度會略高於 PM2.5 濃度，PM1 濃度則較低
- 2.教室前後 PM10、PM2.5、PM1 濃度的變化趨勢大致一致。
- 3.剛開始上課教室前面的 PM2.5 和 PM10 濃度會略高於教室後面，但上課的後半段教室後面 PM2.5 和 PM10 濃度則會高於教室前面，剛書寫板書時微塵前面較高，隨著老師板書量增加和擦黑板的因素空氣微塵往後半部移動，PM1 濃度則皆是教室前面高於教室後面，可能是粉筆所造成的 PM1 含

量較少
 (二)水擦黑板教室
 1.2020/3/3 第六節



2.2020/3/3 第七節

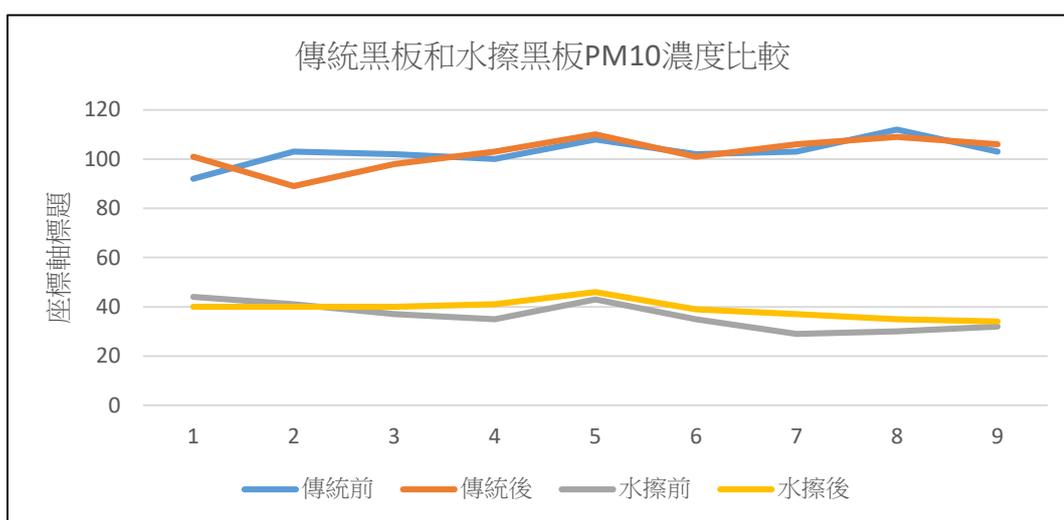
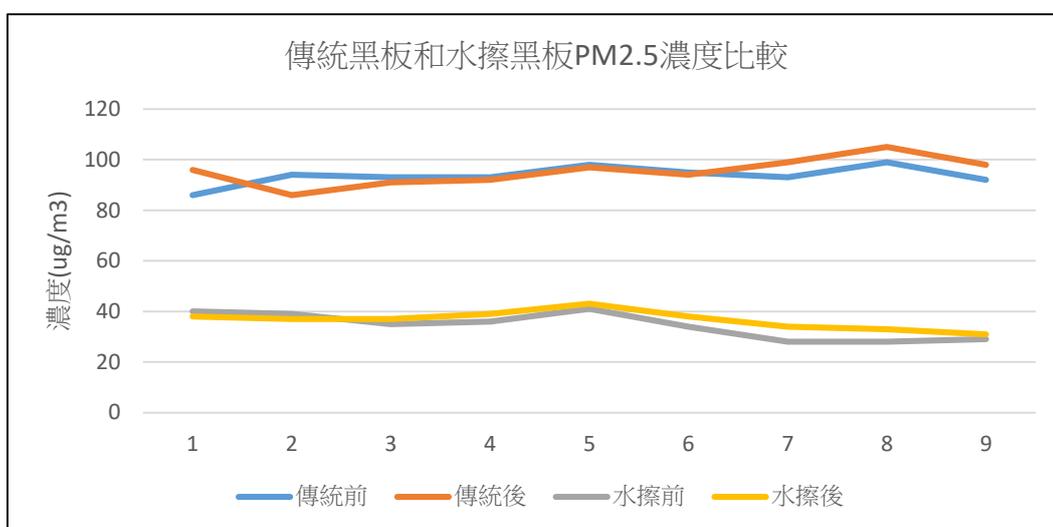
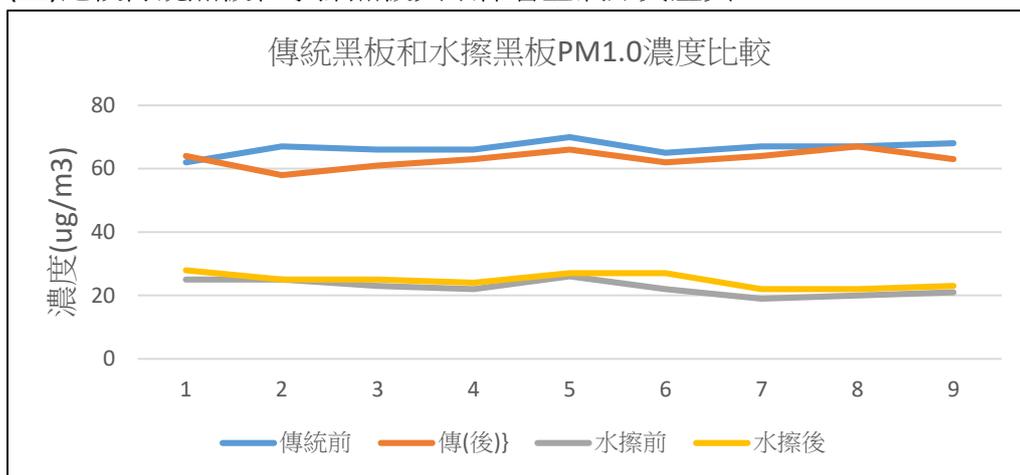


由兩節課的水擦黑板教室空氣微粒監測結果可知，水擦黑板在老師使用特殊粉筆書寫板書下，

- 1.比較教室內 PM10、PM2.5、PM1 濃度，PM10 濃度和 PM2.5 濃度大致分布相同，PM1 濃度則較低
- 2.教室前後 PM10、PM2.5、PM1 濃度的變化趨勢大致一致。
- 3.上課前半段教室前面和後面的 PM2.5 和 PM10 濃度相差不多，但上課的後半段教室後面 PM2.5 和 PM10 濃度則會略高於教室前面，教室後面 PM1.0 的濃度皆略大於教室前面的濃度，沒有因特殊粉筆的書寫而有改變，代表特殊粉筆的書寫應較不會產生 PM1.0 的微粒。

由實驗結果可知在 2020/3/3(水擦黑板)前方和後方在擦黑板時 pm1.0、pm2.5、pm10 數值都會明顯變高且變高趨勢教室後方都會略慢於教室前方，並且我們知道儘管是水擦黑板，在有無擦黑板時粉塵還是會有空氣品質高低差別。

(三)比較傳統黑板和水擦黑板與環保署空氣品質差異



比較傳統黑板教室和水擦黑板教室空氣品質，由結果可知使用特殊粉筆和水擦黑板的教室內的PM1.0、PM2.5、PM10濃度明顯比使用傳統粉筆和黑板的教室低很多，傳統教室當老師書寫板書和擦黑板時常會製造很多特殊粉筆灰，書寫時使用特殊較不會產生粉筆灰且用水擦拭黑板時也較不會有揚塵，對教室空氣品質的改善有很大的幫助

陸、結論

- 一、自製的空氣檢測計確實可以方便且即時的監測空氣。
- 二、自製的空氣檢測計所測出的 PM2.5 的濃度會高於環保署嘉義測站的 PM2.5 濃度
- 三、校園裡不管是人工的建築或樹木形成的遮蔽下的地點空氣微粒濃度較低，沒有遮蔽的地點空氣微粒濃度會偏高，建議學生若要在室外運動可選擇在學校的風雨球場或樹下比操場理想
- 四、傳統教室所測的 pm1.0、pm2.5、pm10 均明顯高於水擦黑板，證明水擦黑板對教室空氣品質有明顯改善。

柒、參考資料及其他

<https://udn.com/news/story/7323/4356323?fbclid=IwAR3yXY6zEmo4RmRv00YTyYHNlswiL8a7kRDR9RN5FGzEGplCSc-bpBpaNc> 好讀周報:汐止獨有美景 「台北 101 串丸子」一年僅 2 個月可看到

<https://taqm.epa.gov.tw/pm25/tw/HourlyData.aspx>

行政院環保署系懸浮微粒監測網

<https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/AqiForecast.aspx>

行政院環保署空氣檢測網

<https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/AqiNews.aspx?id=22>

行政院環保署－空氣品質監測網－特報消息

<https://thingspeak.com/channels>

ThingSpeak 上傳數據網站

「紫爆」不助我！--環境中細懸浮微粒（PM2.5）的偵測研究，中華民國第 56 屆中小學科學展覽會