

中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 生活與應用科學(二)科

團隊合作獎

082925

Mini 清新立大功

學校名稱：臺南市東區復興國民小學

作者：	指導老師：
小六 吳恩妤	黃千芳
小六 王紹綸	李孟娟
小六 洪沛綺	
小六 周長佑	
小六 王媛禎	

關鍵詞：PM2.5、濾材、小型空氣清淨

摘要

空氣汙染議題越來越受到重視，校園裡因空氣汙染紫爆而戴上口罩來上課的同學也大增，引發我們想多瞭解 PM2.5 被濾材過濾的效果並自行製作空氣清淨機。藉由撰寫 Webduino 與 Smart 開發板程式積木、PM2.5 微粒感測器、雷射木板及口罩濾材，組裝成一個可以監測 PM2.5 數值且具有清淨功效的桌上型空氣清淨機，成功的改寫程式讓 google 試算表可自動產生所測得的數據，並找出經濟且有效用的濾材。

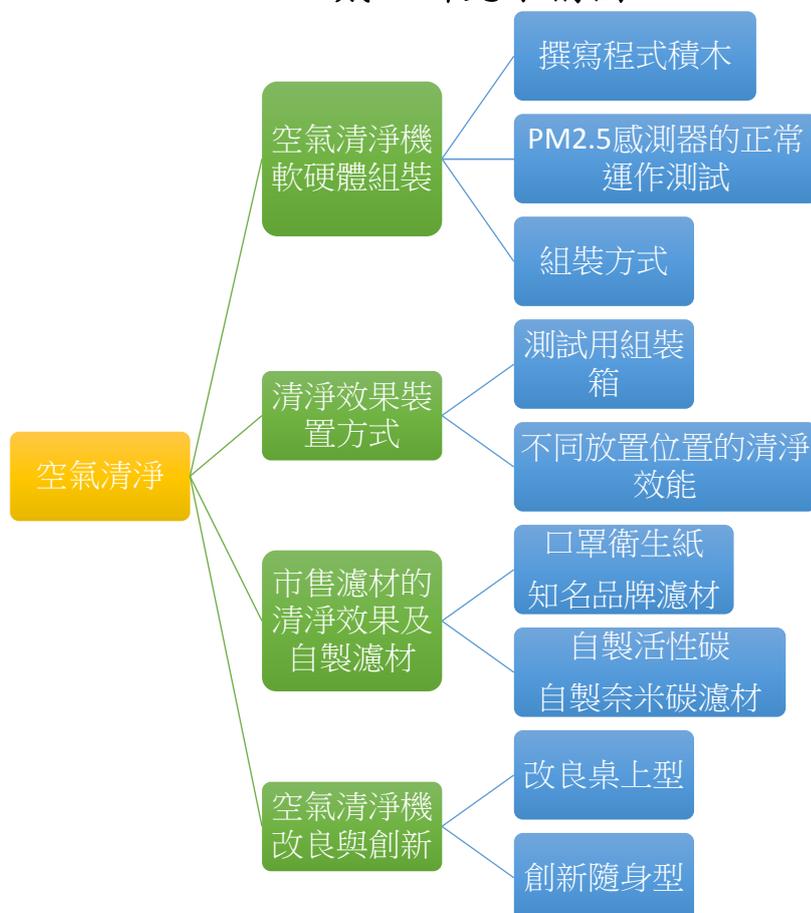
市售的 SHARP 清淨機 HEPA 濾網及 3M 立體靜電濾網經過測試其過濾效果佳但卻昂貴，我們因而想要自製活性炭與奈米碳塗層，自製的奈米碳塗層過濾效果比 SHARP 及 3M 的濾材還要好。

進一步改良桌上型空氣清淨機並創新製作迷你可攜式型，運用 3D 列印機印出外殼，設計了各種造型輕巧、方便攜帶且過濾效果佳的機型。

壹、研究動機

每當學務處前插著代表空氣不好的紅色旗子，就會有許多同學戴上口罩，而常常帶著口罩總覺得不方便也不舒適，因此想要瞭解 PM2.5 被濾材過濾的效果，並自製組合空氣清淨機，最好可以方便攜帶，隨時隨地都能帶來清新的好空氣。

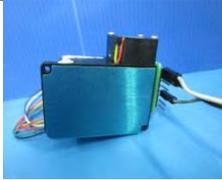
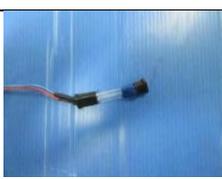
貳、研究架構圖



參、研究目的

- 一、研究自製組裝桌上空氣清淨機的硬體、軟體的方式
 - 一、(一)組裝空氣清淨機硬體的方式
 - 一、(二)撰寫 Webduino Smart 開發板程式積木
 - 一、(三) PM2.5 感測器初步測試
- 二、自製測試箱及探討空氣清淨機不同的放置位置之清淨效果
 - 二、(一)測試空氣清淨效果之自製組裝箱
 - 二、(二)探討空氣清淨機不同的放置位置之清淨效能實驗
- 三、研究市售不同樣式濾材對空氣清淨效果的影響及自製濾材的空氣清淨效果
 - 三、(一)探討市售不同樣式口罩對空氣清淨效果的影響
 - 三、(二)探討市售不同樣式衛生紙對空氣清淨效果的影響
 - 三、(三)探討市售知名品牌濾材對空氣清淨效果及重複使用的結果
 - 三、(四)探討自製衛生紙活性炭和自製奈米碳塗層對空氣清淨效果及重複使用的結果
- 四、創新自製小型空氣清淨機的實際應用
 - 四、(一)改良創新桌上型空氣清淨機
 - 四、(二)創新自製隨身型空氣清淨機

肆、研究設備與器材

				
Webduino Smart 板	PM2.5 感測器	各種濾網	鋰電池 (18560)	木頭機殼
				
電腦散熱風扇 (8X8)	麵包板(擴充電路用)	剪刀、馬克筆、尺等	線香	LCD 板
				
行動電源	實驗用大型水族箱	魔鬼氈、鬆緊帶	紫消燈	木板、白膠、熱熔膠

伍、研究過程與結果

研究一、研究自製組裝桌上空氣清淨機的硬體、軟體的方式

構思概念：

希望可以設計一個桌上型的空氣清淨機，同時可利用它來測試空氣品質的狀況。目標希望組裝出桌上型的空氣清淨機，所以設計方向以可以擺放在桌上為主，構思設計包含硬體和軟體兩個部分。

一、(一)組裝空氣清淨機硬體的方式

首先需要將所有相關的空氣清淨濾材、零件和測試空氣清淨效果裝置放入外殼硬體中，而在資訊課時老師剛好有教我們雷射切割機的應用方式，所以就以此進行外殼設計。

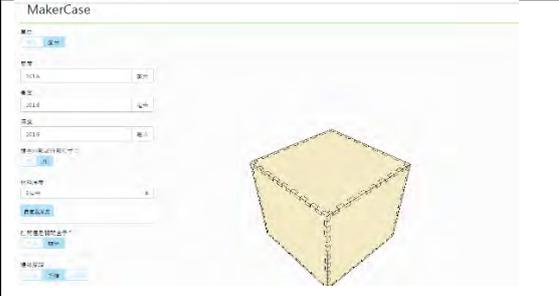
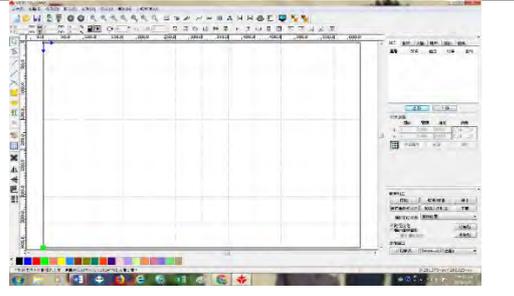
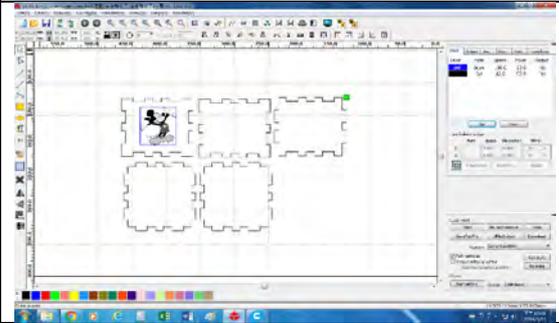
1、裝置材料與說明：

編號	裝置名稱	照片	說明
A	鋰電池		此圖是 18560 型號的鋰電池，左圖是負極，右圖是正極，它的功能是讓抽風機動轉動使空氣吸入。
B	麵包板		它的功能是擴充電路使空氣清淨機內部的零件可以持久運轉。
C	抽風機		將空氣吸入空氣清淨機中，加以濾化髒空氣。
D	PM2.5 感測器		感測 PM2.5，再藉由電路線的連接，在 LCD 板上顯示 PM2.5 值。
E	LCD 板		將它和 PM2.5 感測器的電路線連接，讓 PM2.5 值顯示在螢幕上方便觀察。
F	Webduino Smart 開發板		編寫 Webduino 程式，讓 Webduino Smart 板控制整個空氣清淨機的運轉。

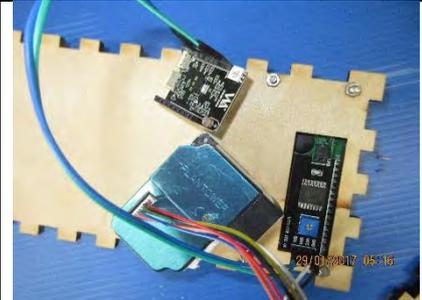
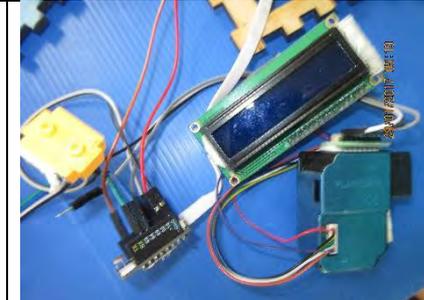
2、裝置方式：

A 外殼部分：

利用軟體(雷射盒子)設計外型，接著使用雷射切割機進行切割，最後組裝成外殼。

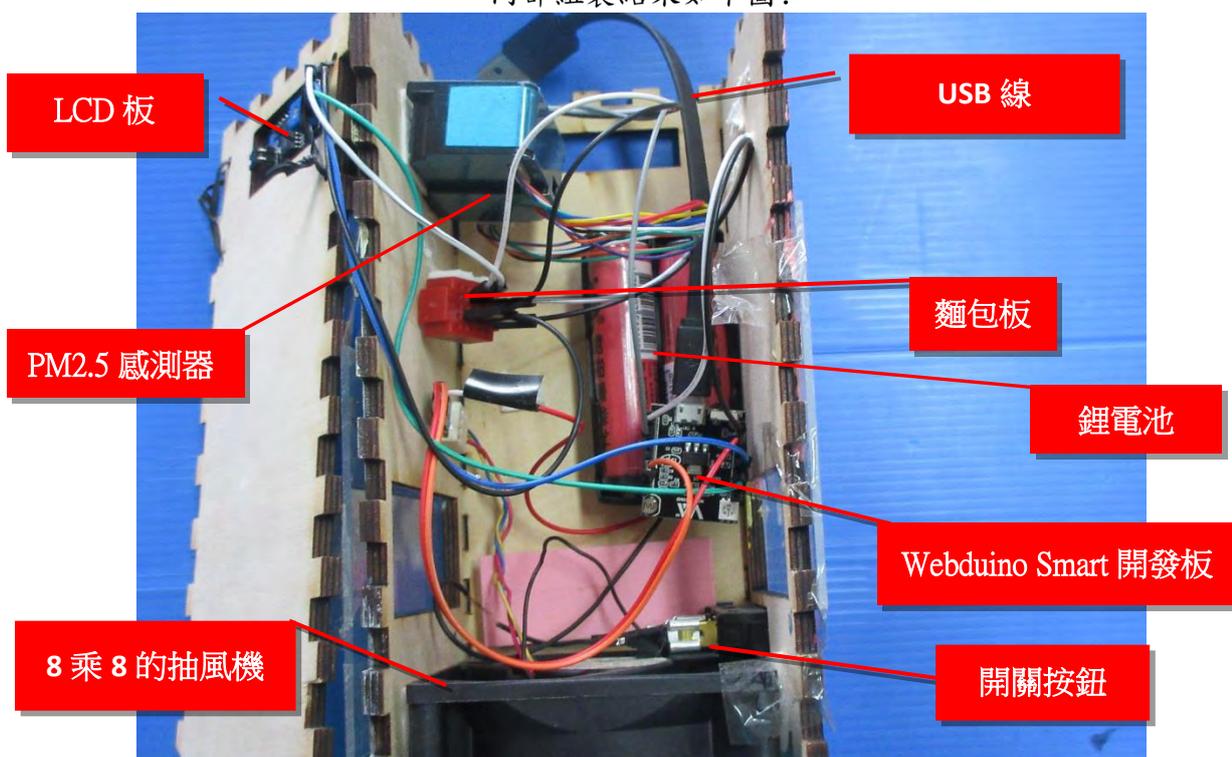
	
軟體名稱：雷射盒子	設計程式：RDWorksV8
	
設計完成圖	準備雷射切割
	
外殼組裝	成品

B 內部組裝方式：

		
步驟一：PM2.5 感測器和 LCD 板連接至 Webduino Smart 開發板上。	步驟二：將鋰電池座連接風扇。	步驟三：PM2.5 感測器和 LCD 板正負極連接至麵包板。

<p>步驟四：將風扇線路連接至開關。</p>	<p>步驟五：將 USB 線連接至 Webduino Smart 開發板</p>	<p>步驟六：將 USB 線連接至行動電源。</p>

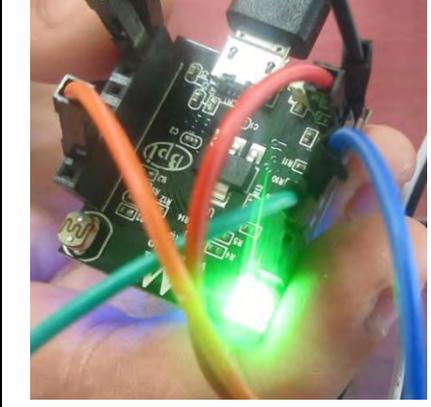
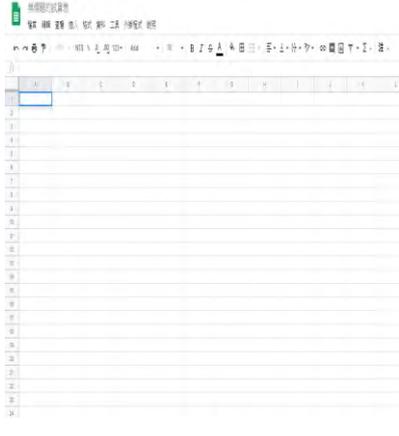
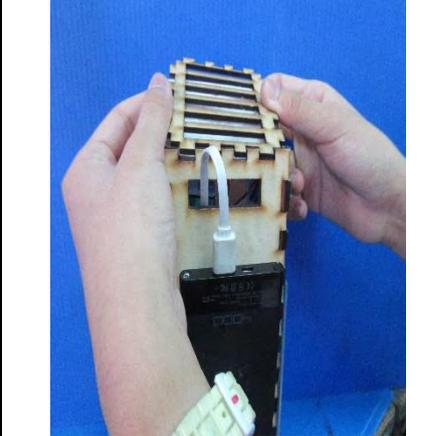
內部組裝結果如下圖：



測試空氣清淨效果裝置，如下：



3、操作方法：

		
<p>1. 開啟 Webduino 應用程式</p>	<p>2. 使用平板設定網路</p>	<p>3. 開啟清淨機與連接網路</p>
		
<p>4. 打開 Google 試算表</p>	<p>5. 點擊「執行程式」</p>	<p>6. 放濾網，開起開關運作</p>

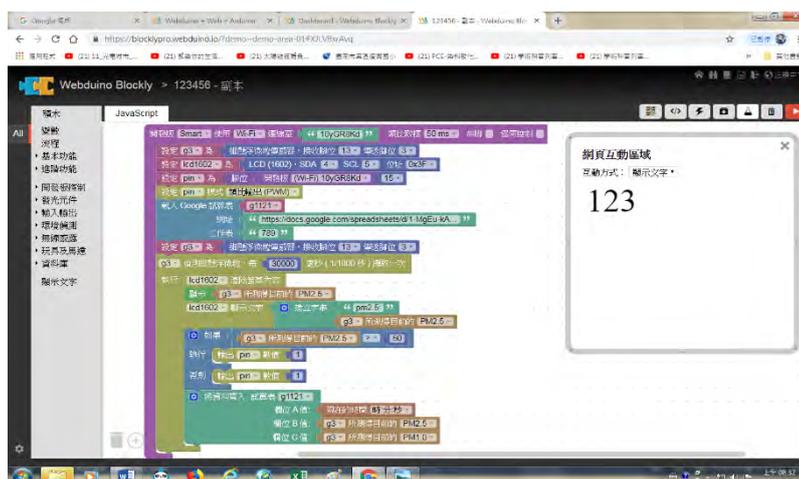
一、(二)撰寫開發板程式積木

為了撰寫空氣清淨機的軟體部分，我們利用免費的 Webduino Cloud 雲端平台

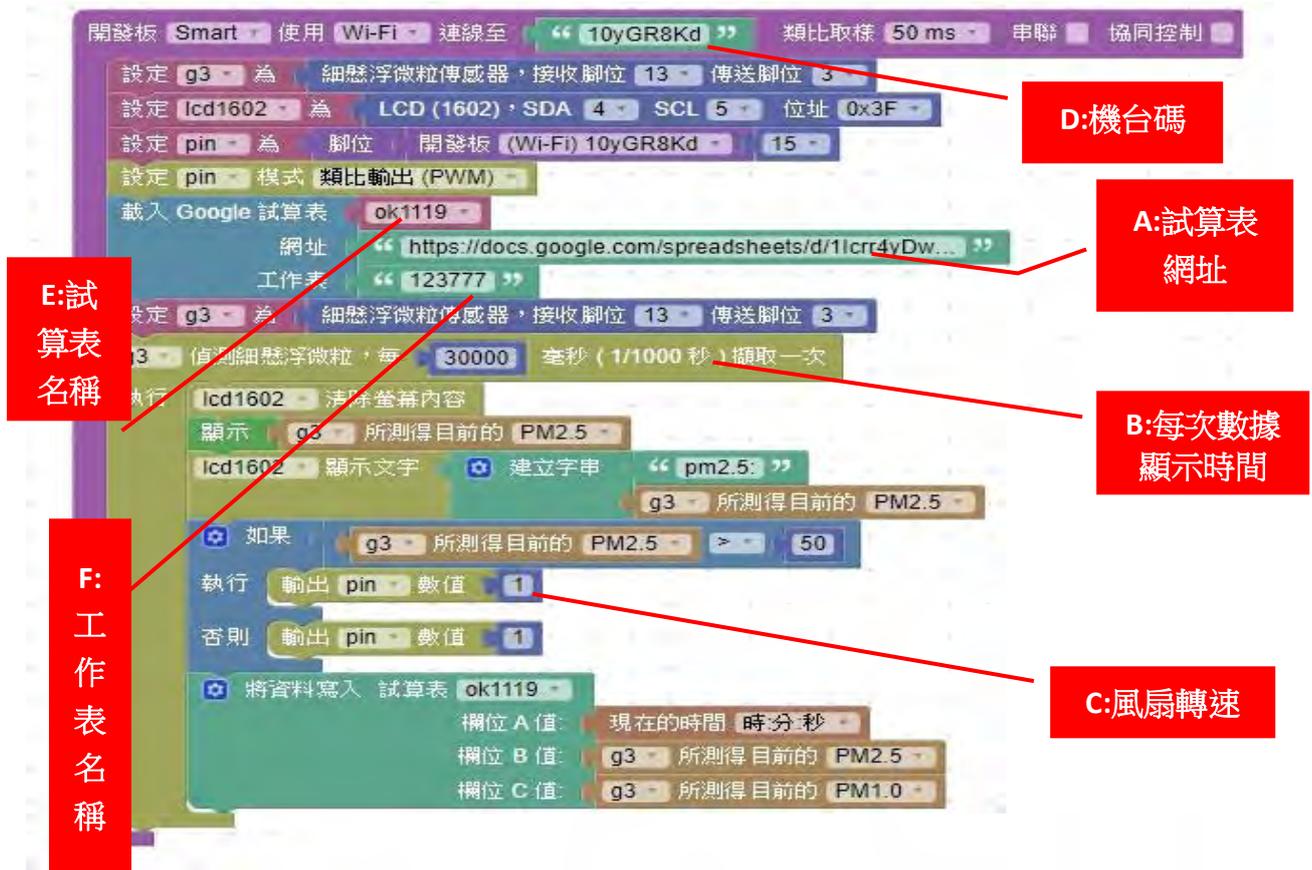
<https://webduino.io/>

以 google 帳號登入開啟 Webduino Blockly 程式編輯積木頁面，連結 Smart 開發板，撰寫程式積木，並反覆測試程式是否有錯誤，看能不能將 PM2.5 感測器數據順利呈現在 Blockly 頁面中的網頁互動區域。

1、下圖為 Webduino Blockly 網頁上的程式編寫畫面



2、Webduino Smart 開發板程式積木之說明：



編號	裝置名稱	照片(以上圖為例)	說明
A	試算表網址		在試算表複製址，再貼上程式積木中
B	每次數據顯示時間		每 30 秒顯示一次數值
C	風扇轉速		風扇轉速最快的速度
D	機台碼		Webduino Smart 板的型號
E	試算表名稱		和 Webduino Smart 板連線好的 Google 試算表名稱
F	工作表名稱		google 試算表工作表名稱

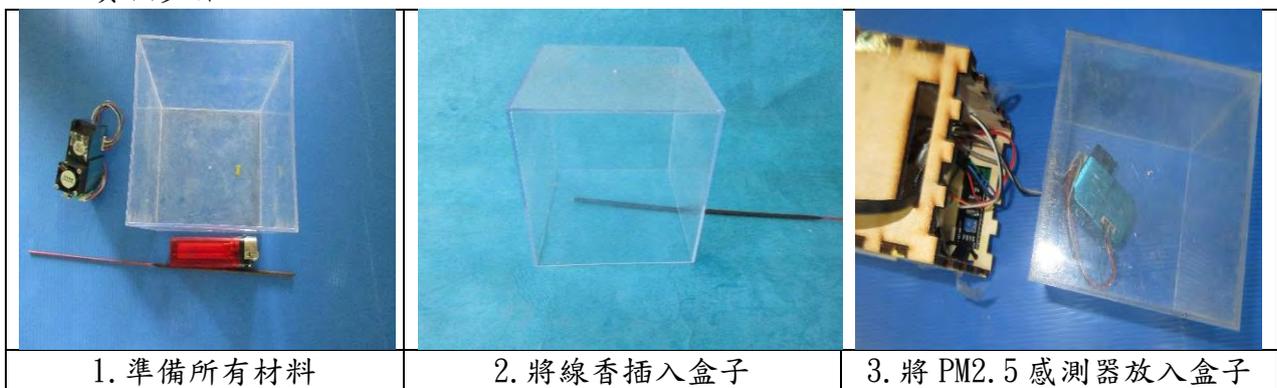
3、簡易的程式撰寫步驟及基本測試：

- (1)在 Webduino Blockly 程式積木的編輯頁面左側的工具列中，有許多的相關程式積木，將積木拉到右側空白頁面編輯。
- (2)先利用平板開通 Smart 開發板與 Webduino Blockly 網頁，在程式積木中務必設定好正確的 Smart 開發板機台碼，每個 Smart 開發板都有獨自的機台碼。
- (3)選擇 Webduino Blockly 工具列中的環境控制選項之細懸浮微粒傳感器的腳位的接收腳位為 13。
- (4)工具列選擇輸入輸出中的輸入 Google 試算表，輸入正確試算表網址與工作表名稱，設定每 30000 毫秒(30 秒)顯示一次數據。就是每 30 秒試算表會有一個 PM2.5 數據產生。
- (5)找出如果…執行…否則…的積木方塊設定風速值固定。
- (6)啟動右上角  play 鍵，觀察網頁互動區域是否順利出現數值，觀察 google 試算表是否順利產生數據。
- (7)數值若是無法順利呈現，就需暫停，拔掉 Smart 開發板的行動電源，檢查網頁程式積木中的各項設定值，然後再重新接上行動電源。

一、(三)PM2.5 感測器初步測試

為了測試 PM2.5 感測器能否運作，我們用線香製作出污染源、將 PM2.5 感測器放在小方盒裡並外接 Smart 開發板，開啟 google 試算表，看它能否能感測到髒空氣，將數據順利輸出輸出到 google 試算表。

1、實驗步驟：



2、實驗結果：

PM2.5 感測器在 Google 試算表的數據均能顯示正常，隨著線香點燃後其數值能漸漸增大，因此我們推論 PM2.5 感測器可以正常運作。

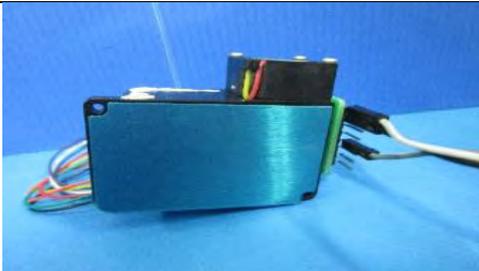
研究二、自製測試箱及探討空氣清淨機不同的放置位置之清淨效果

構思概念：

在一般的開放空間，細懸浮微粒很容易受到周遭環境變化影響而迅速改變測得數值，為了避免來自周圍環境的干擾而影響實驗數值的正確性，我們設計了一個固定空間的密閉玻璃箱，避免外界的異動干擾，也用燒線香固定秒數的方式來進行實驗，用固定污染源來產生相同數量的細懸浮微粒。

二、(一)測試空氣清淨效果之自製組裝箱

測試空氣清淨效果的測試裝置方式：

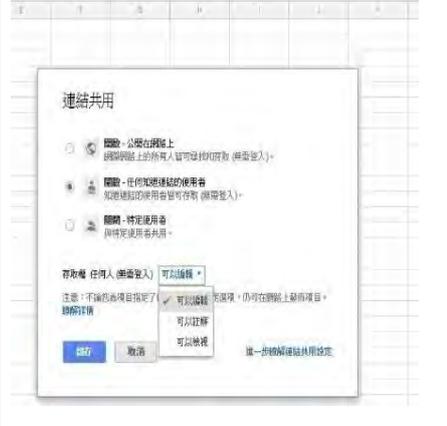
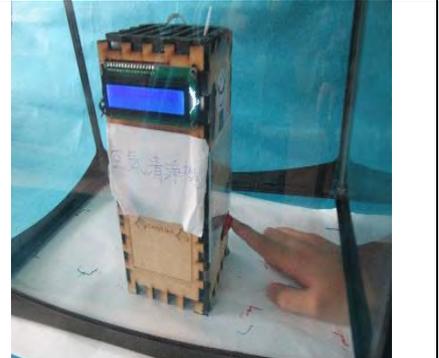
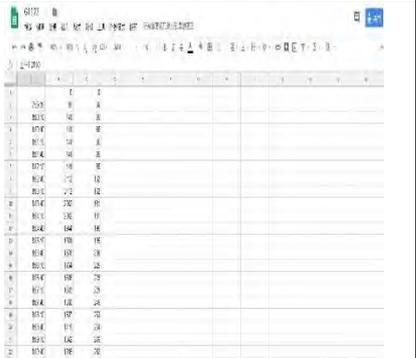
空間	測試裝置
水族箱(37CM*22CM*28CM=22792 立方公分)	PM2.5 感測器
	

試測結果比較：(以口罩的數值為例)

	過濾數值	說明
效果佳(藍口罩)	2113	在 20 分鐘內過濾量最多
效果差(灰口罩)	836	在 20 分鐘內過濾量最少
說明	過濾數值越高表示過濾效果越好	

二、(二)探討空氣清淨機不同的放置位置之清淨效能實驗：

1、實驗步驟：

		
1. 設定試算表的共用設定	2. 複製連結至程式積木，並檢查	3. 將機體置放在實驗位置
		
4. 線香燃燒 30 秒，收集在倒放的水族箱內	5. 開啟抽風機按鈕，啟動設備	6. 觀察試算表數據是否順利自動紀錄。

2、實驗結果：

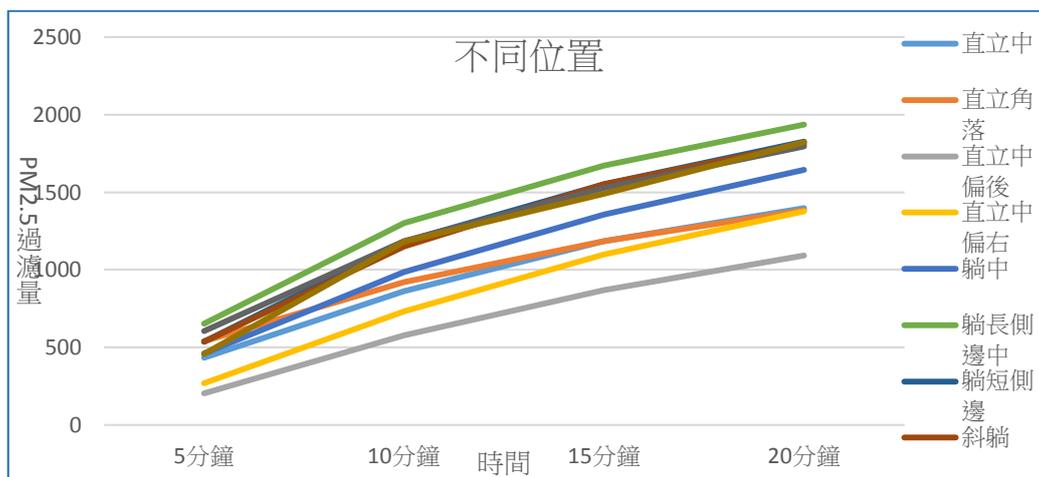
20min 所過濾的 PM2.5 單位：(微克/立方公尺($\mu\text{g}/\text{m}^3$))

名稱	直立中	直立角落	直立中偏後	直立中偏右	躺中	躺長側邊中	躺短側邊	斜躺	躺長側邊偏右	躺長側邊偏左
照片										
5 分鐘	432	538	202	270	459	653	537	537	605	457
10 分鐘	862	920	576	733	987	1302	1181	1150	1185	1180
15 分鐘	1185	1186	870	1098	1357	1673	1551	1551	1526	1489
20 分鐘	1396	1385	1092	1375	1646	1936	1825	1814	1795	1822

備註：產生的 5、10、15、20 分鐘的實驗數據是由最初的偵測數值減去過濾後每 5、10、15、20 分鐘時的數值。把最初的數值減去最後的數值也就是累積時間內的總過濾數值，過濾累積時間越久，過濾數值越高。

3、發現與討論：

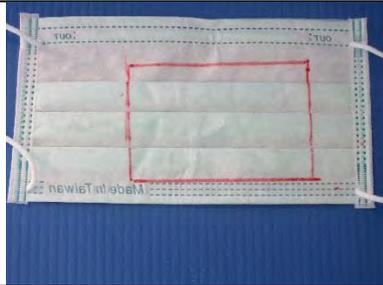
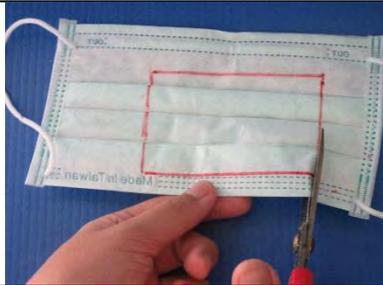
- (1) 發現位置在躺長側邊中過濾 PM2.5 的量在 20 分鐘內可過濾掉每立方公尺 1936 微克，過濾效果最好；而位置在直立中偏後在 20 分鐘內可過濾掉每立方公尺 1092 微克，但效果最差。
- (2) 躺長側邊中 > 躺短側邊 > 躺長側邊偏左 > 躺斜 > 躺長側邊偏右 > 躺中 > 直立中 > 直立角落 > 直立中偏右 > 直立中偏後。因此今後的實驗都是以空氣清淨機固定用躺長側邊中位置來做實驗。



研究三、研究市售不同樣式濾材對空氣清淨效果的影響及自製濾材的空氣清淨效果

三、(一) 探討不同樣式口罩對空氣清淨效果的影響

1、實驗步驟

		
步驟一：準備各種不同牌子的口罩。	步驟二：在口罩上劃出 9*6 大小的長方形。	步驟三：剪下 9*6 大小的口罩。

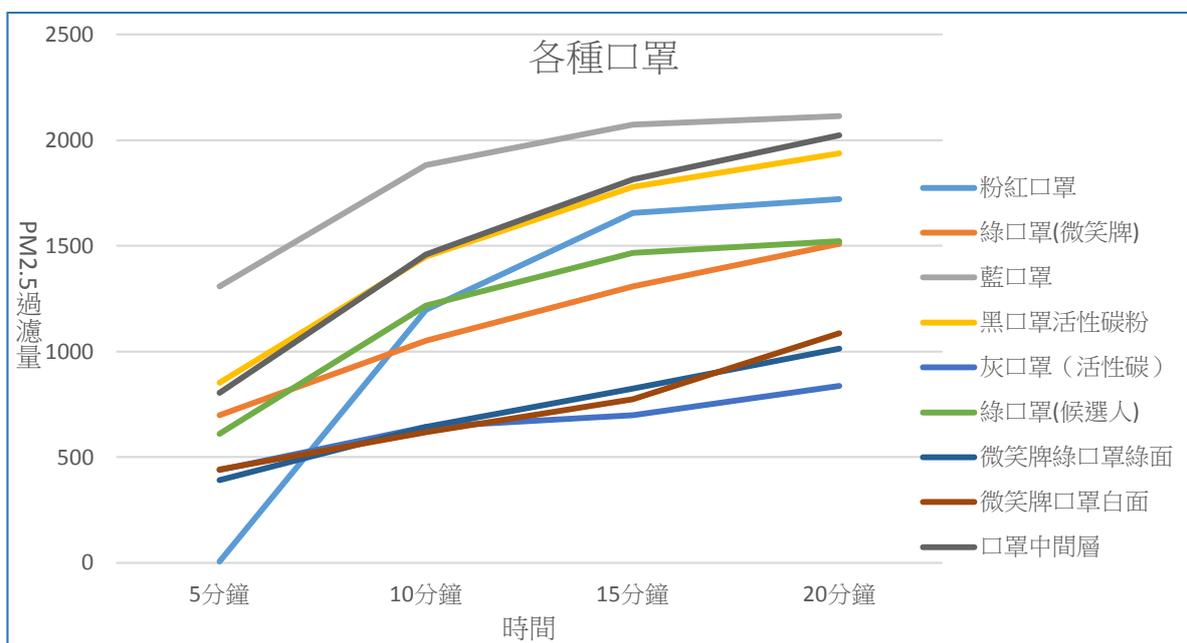
2、實驗結果：

不同口罩:20min 所過濾的 PM2.5 單位：(微克/立方公尺($\mu\text{g}/\text{m}^3$))

名稱	粉紅口罩	綠口罩 (微笑牌)	藍口罩	黑口罩	灰口罩 (活性炭)	綠口罩 (候選人)	綠口罩 綠面微笑 牌	口罩白 面微笑牌	口罩中 間層微 笑牌
照片									
5 分鐘	6	699	1307	851	439	610	391	442	804
10 分鐘	1196	1050	1882	1450	644	1217	643	617	1460
15 分鐘	1655	1308	2075	1779	697	1467	825	773	1815
20 分鐘	1720	1510	2113	1937	836	1522	1013	1086	2024

3、發現與討論：

- (1)一開始效果最佳的是藍口罩且比次佳的黑口罩活性炭效果高出許多，粉紅口罩則很明顯的比其它的口罩效果差。
- (2)粉紅口罩、綠口罩(微笑牌)、黑口罩活性炭、綠口罩(候選人)、可以發現這幾種口罩在 10 分鐘後效果明顯提高了。
- (3)藍口罩都可以保持不錯的過濾效果，灰口罩(活性炭)效果卻不佳。
- (4)實驗結果藍口罩的效果最好過濾每立方公尺 2113 微克，灰口罩的效果最差過濾每立方公尺 836 微克。
- (5)從實驗得知，有活性炭的口罩不一定比一般的口罩的過濾效果好。
- (6)最後過濾數值，由大到小為藍口罩>黑口罩>粉紅口罩>綠口罩>微笑牌綠口罩>微笑牌口罩白面>微笑牌口罩綠面>灰口罩。

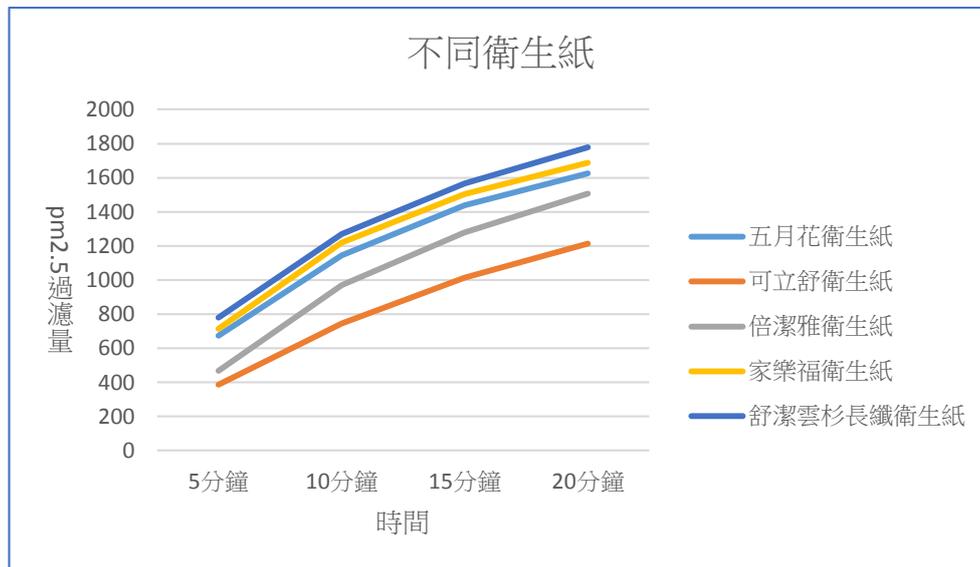


三、(二)探討市售不同樣式衛生紙對空氣清淨效果的影響

1、實驗結果

20min 所過濾的 PM2.5 單位：(微克/立方公尺($\mu\text{g}/\text{m}^3$))

名稱	五月花衛生紙	可立舒衛生紙	倍潔雅衛生紙	家樂福衛生紙	舒潔雲杉長纖衛生紙
照片					
5 分鐘	673	385	466	713	780
10 分鐘	1144	744	969	1220	1270
15 分鐘	1438	1013	1278	1502	1566
20 分鐘	1625	1212	1507	1688	1778



2、發現與討論：

- (1)剛開始的 5 分鐘過濾效果舒潔雲杉長纖衛生紙最好，家樂福衛生紙比五月花衛生紙好。
- (2)實驗結果一直是舒潔雲杉長纖衛生紙最好，可立舒衛生紙最差。
- (3)所有衛生紙在剛開始的過濾效果都很不錯，但時間過越久，過濾效果就越差。
- (4)過濾數值：舒潔雲杉長纖衛生紙 > 家樂福衛生紙 > 五月花衛生紙 > 倍潔雅衛生紙 > 可立舒衛生紙。

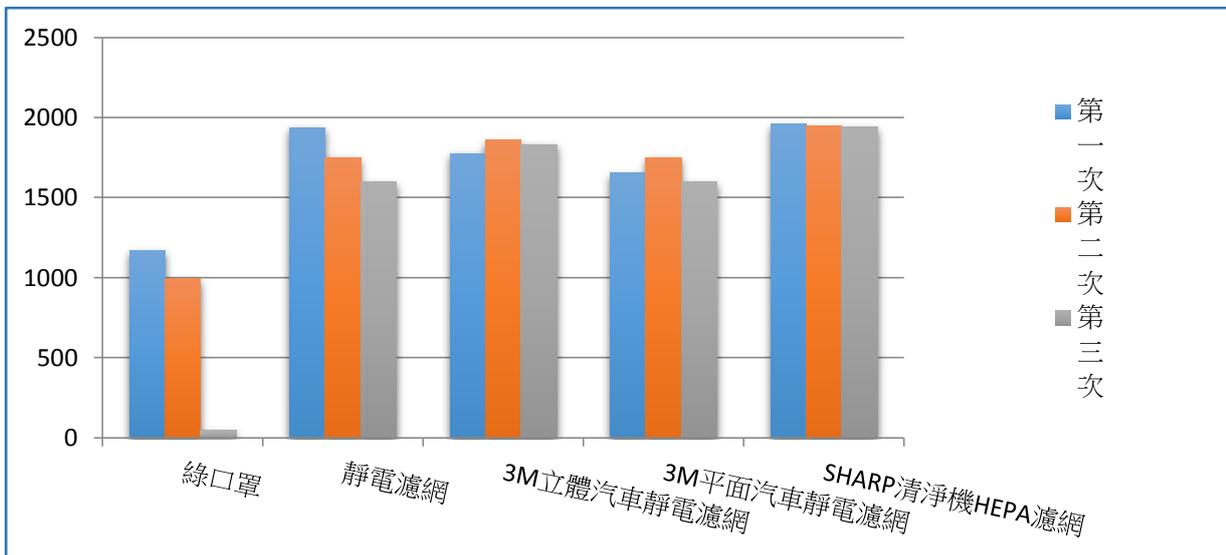
三、(三) 探討市售知名品牌濾材對空氣清淨效果及重複使用的結果

1、實驗步驟：

- (1)將前面研究中效果較佳的濾網裝置在測試空氣清淨效果的裝置中，包含綠口罩、怡悅牌靜電濾網、3M 立體汽車靜電濾網、3M 平面汽車靜電濾網以及日本原裝 SHARP 清淨機 HEPA 濾網。
- (2)線香收集 15 秒後過濾 20 分鐘，測試連續三次重複使用的效果。

2、實驗結果：

名稱	20min 所過濾的 PM2.5 單位：(微克/立方公尺($\mu\text{g}/\text{m}^3$))		
	第一次	第二次	第三次
1. 綠口罩	1166	990	43
2. 怡悅牌靜電濾網	1936	1748	1595
3. 3M 立體汽車靜電濾網	1774	1857	1831
4. 3M 平面汽車靜電濾網	1651	1748	1595
5. 日本原裝 SHARP 清淨機 HEPA 濾網	1958	1945	1939



3、研究發現與討論：

- (1) 綠口罩的耐用效果最差，第三次大降效果，怡悅牌靜電濾網第一次顯示極佳的過濾效果，但耐用效果不佳，其後兩次的過濾效果有明顯遞減。
- (2) 3M 立體汽車靜電濾網和 3M 平面汽車靜電濾網前二次的過濾效果都沒有下降。3M 立體汽車靜電濾網耐用效果較佳。
- (3) 日本原裝 SHARP 清淨機 HEPA 濾網第一次至第三次都顯示最佳的過濾及耐用效果。

三、(四) 探討自製衛生紙活性炭和自製奈米碳塗層對空氣清淨效果及重複使用的結果

1、自製衛生紙活性炭：

(1) 實驗步驟：



1. 準備衛生紙、瓦斯爐



2. 將衛生紙平鋪在鍋上並蓋上鍋蓋



3. 衛生紙黑掉後，立即關火，並悶 30 秒



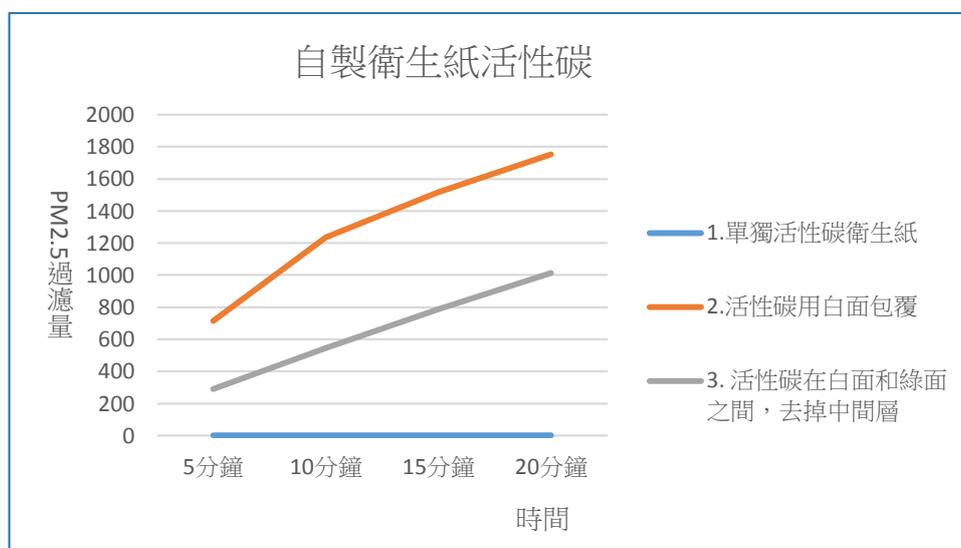
4. 拿出自製活性炭衛生紙，製作活性炭濾材



5. 放在空氣清淨機上並實驗

(2)實驗結果：

名稱	照片	20min所過濾的PM2.5單位：(微克/立方公尺($\mu\text{g}/\text{m}^3$))			
		5分鐘	10分鐘	15分鐘	20分鐘
單獨活性炭衛生紙		活性炭衛生紙極容易破損嚴重無法單獨測量			
活性炭用口罩白面包覆		716	1234	1516	1754
活性炭在白面和綠面之間，去掉中間層		291	545	786	1013



(3)研究發現與討論

我們發現自製活性炭衛生紙極容易破損，無法單獨測量，於是將活性炭用口罩白面包覆，得到不錯的清淨效果。

2、自製奈米碳塗層

構思概念：剪開不織布口罩，會發現口罩由三張不同的材質組成，我們將它分成白面、中間面、綠面，分別將自製的奈米碳塗層塗在其上。

(1)實驗步驟：



1. 將鋁盤內裝水，點蠟燭



2. 鋁盤放在三角架上，再把蠟燭推進三角架



3. 等待鋁盤底面變黑，並取下鋁盤將水倒出



4. 等待鋁盤變涼，方便取下奈米碳塗層

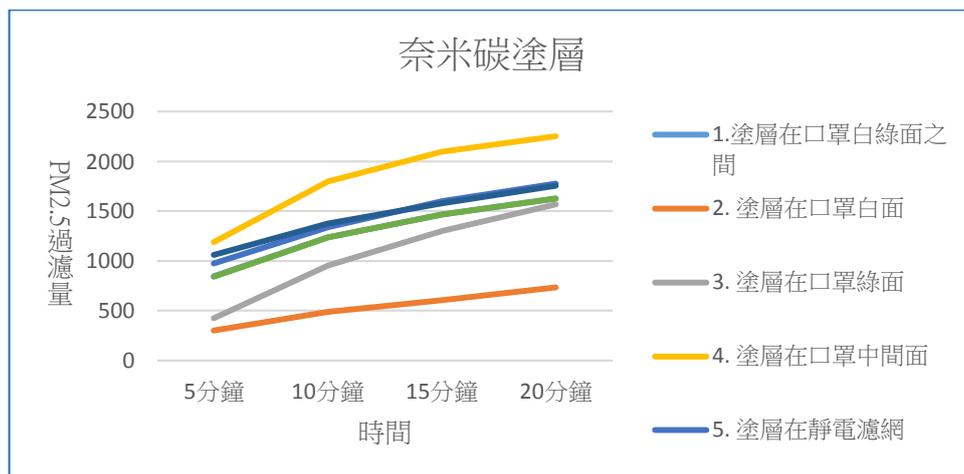


5. 將自製的奈米碳均勻的塗在濾材

(2)實驗結果:

20min所過濾的PM2.5單位：(微克/立方公尺($\mu\text{g}/\text{m}^3$))

名稱	塗層在口罩白綠面之間	塗層在口罩白面	塗層在口罩綠面	塗層在口罩中間面	塗層在靜電濾網	塗層在口罩	塗層在衛生紙
照片							
5分鐘	848	302	424	1191	974	841	1062
10分鐘	1236	489	952	1795	1338	1236	1375
15分鐘	1468	606	1299	2098	1598	1468	1578
20分鐘	1626	733	1568	2251	1775	1626	1757



將過濾效果最好的自製奈米碳塗層塗在口罩的中間面，進行線香收集 15 秒後過濾 20 分鐘，測試連續三次重複使用的結果如下。

名稱	20min 所過濾的 PM2.5 單位：(微克/立方公尺($\mu\text{g}/\text{m}^3$))		
	第一次	第二次	第三次
自製奈米碳塗層塗在口罩的中間面	2251	2018	2002

(3) 發現與討論

將自製的奈米碳塗層塗在口罩的中間面所得的過濾效果明顯最好，進一步測試連續三次重複使用的結果顯示耐用性佳；奈米碳塗層塗在口罩的白面效果最差。

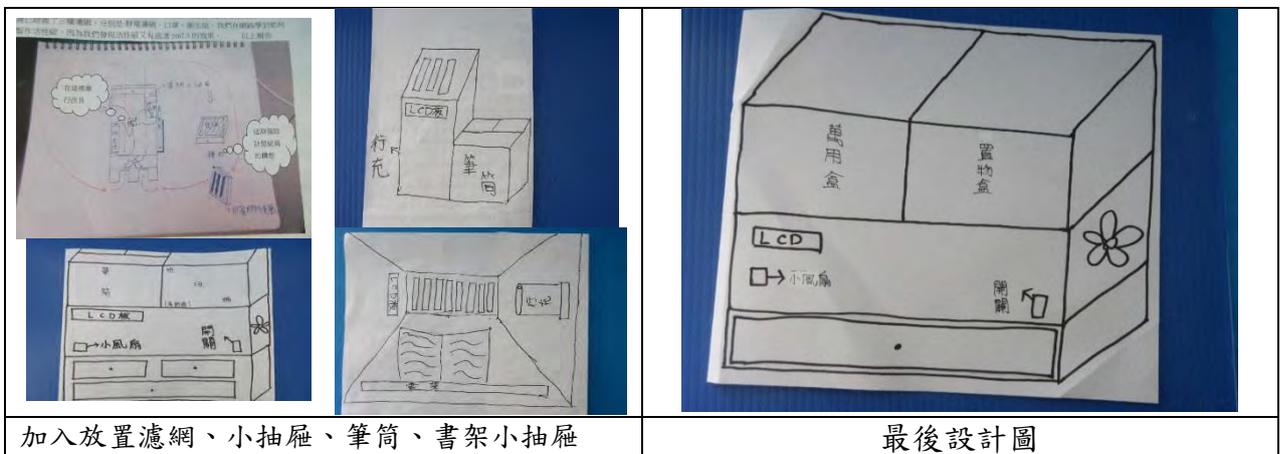
將上述研究三、(三)結果與自製的奈米碳塗層塗效果做實驗數據比對，結果顯示自製的奈米碳塗層在口罩的中間面的過濾效果，明顯比 3M 的濾材以及日本原裝 SHARP 清淨機 HEPA 濾網還要好。

研究四、創新自製小型空氣清淨機的實際應用

四、(一) 改良創新桌上型空氣清淨機

希望桌上型空氣清淨機可以有更多的功能應用。

1、天馬行空的設計想法大爆發：

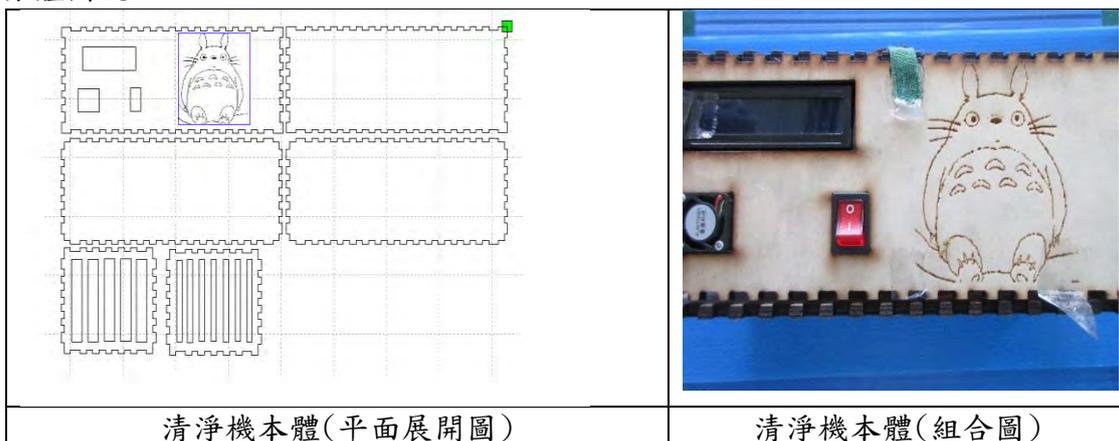


加入放置濾網、小抽屜、筆筒、書架小抽屜

最後設計圖

2、雷射雕刻機切割部分

分體圖說

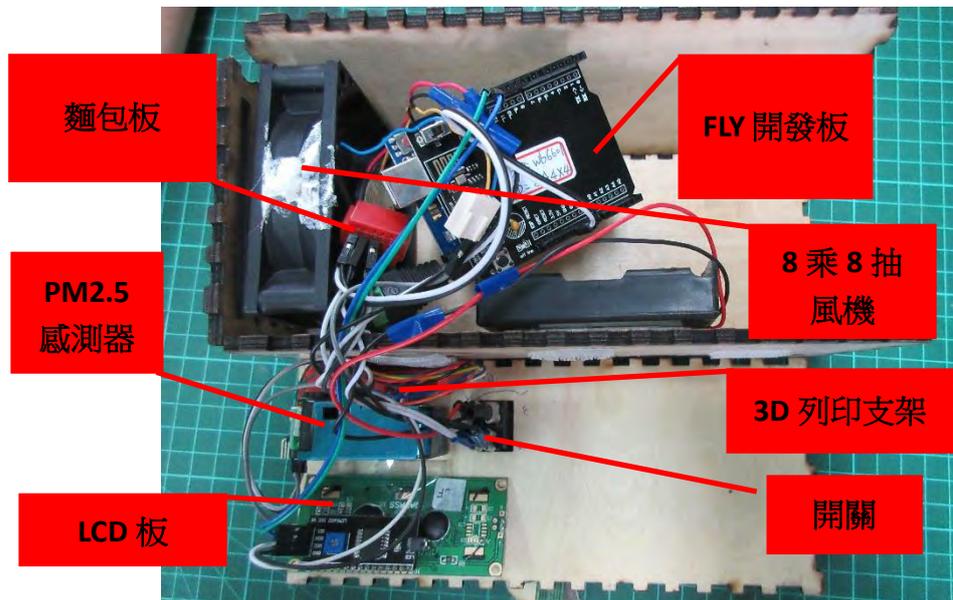


清淨機本體(平面展開圖)

清淨機本體(組合圖)

<p>維尼筆筒(平面展開圖)</p>	<p>維尼筆筒(組合圖)</p>
<p>皮卡丘筆筒(平面展開圖)</p>	<p>皮卡丘筆筒(組合圖)</p>
<p>抽屜外層(平面展開圖)</p>	<p>抽屜外層(組合圖)</p>
<p>抽屜內層(平面展開圖)</p>	<p>抽屜內層(組合圖)</p>

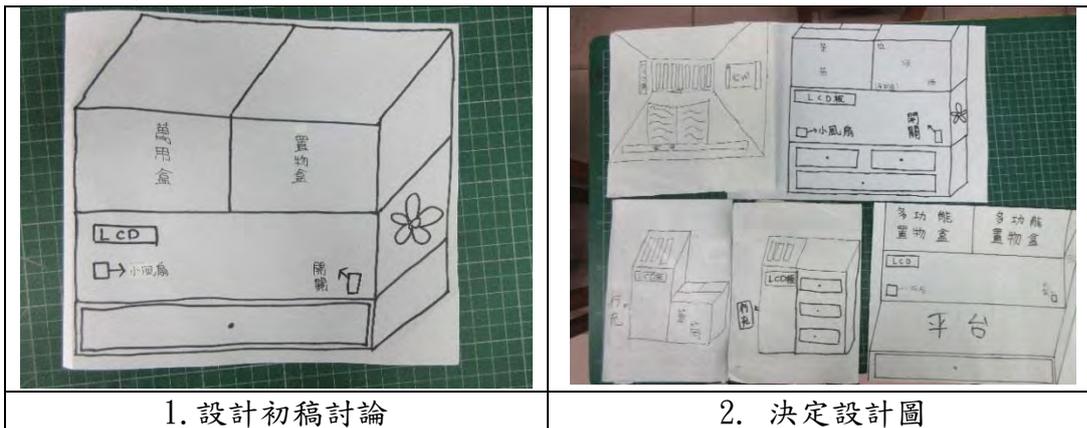
2、清淨機本體的機電組合圖說明：



3、大合體(完成圖)

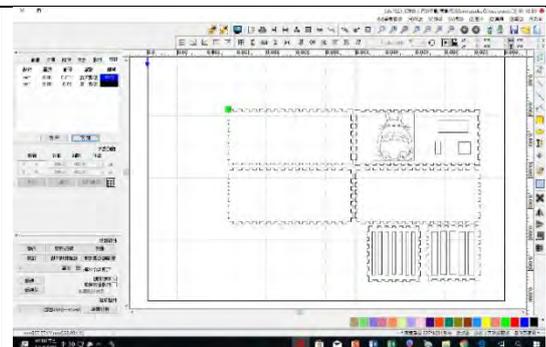


4、實驗步驟





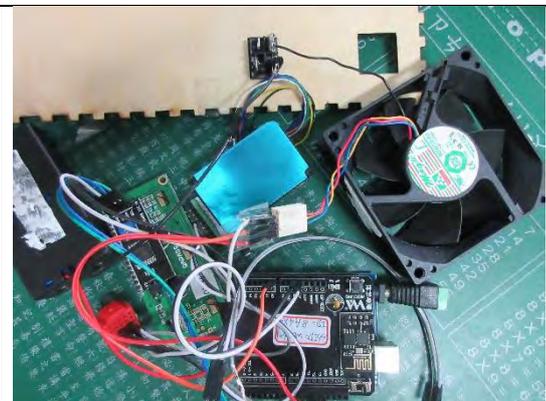
3. 設計想法大比拼，確認設計圖樣。



4. 圖樣平面化，雷射機切割製作。



5. 利用雷射切割機切出本體。



6. 安裝 FLY 開發板，組合各部分。



7. 裝上濾材。



8. 開始清淨空氣。

5、發現與討論：

- (1) 木板厚度有 3mm 和 5mm。使用 3mm 的木板，切割後的組裝容易鬆散，後續需用黏膠才能固定，使用 5mm 厚的木板組裝時較順利。
- (2) 在 RDWorksV8 工具列設定將電功率調成 93~95% 左右，速度 5，木板切割成功率較高。
- (3) 將主機上方那面中間黏貼魔鬼氈，龍貓圖案正面黏貼鬆緊帶，好方便打開維修。
- (4) 紫消燈連接在開發板上會影響風扇的轉速。
- (5) 嘗試簡化供電系統。利用 FLY 開發板與 Arduino 板取代 Smart 開發板，可以讓原本需要行動電源供應電力的開發板，不需要用行動電源，而改與風扇共用鋰電池的電力。

四、(二) 創新自製隨身型空氣清淨機

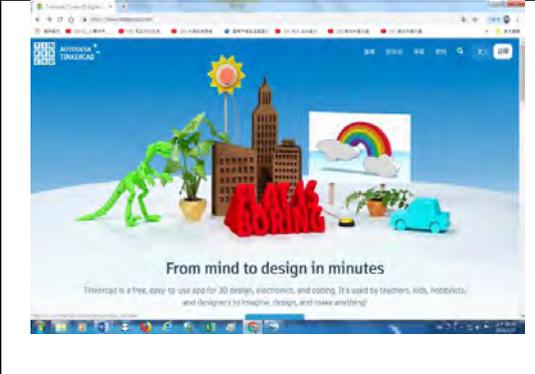
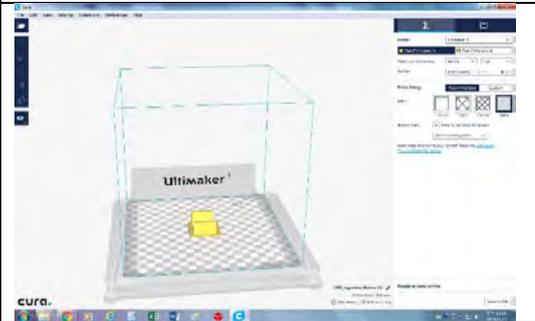
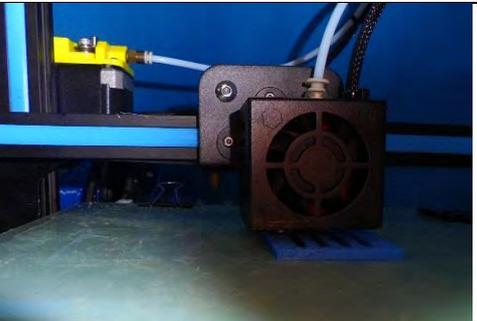
原本空氣清淨機的機體較大，只適合放在桌上，於是想設計一款可以隨身攜帶的迷你空氣清淨機，也方便無法或不愛戴口罩的人使用。我們將它命名為小Q。

1、裝置材料與組裝

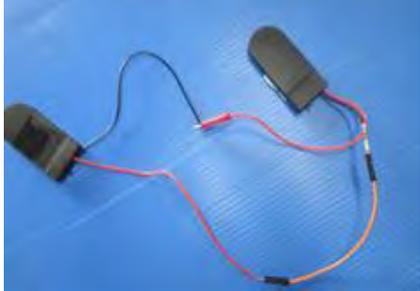
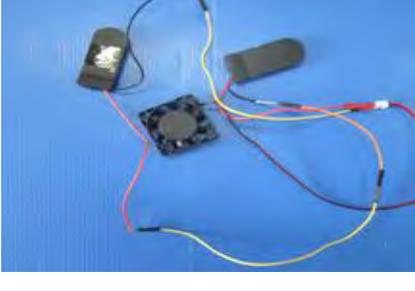
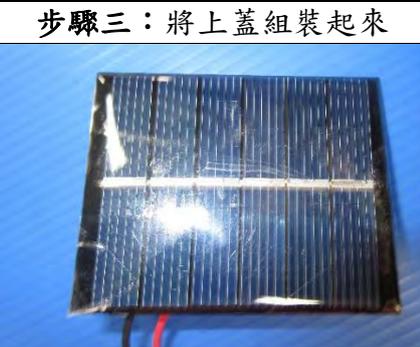
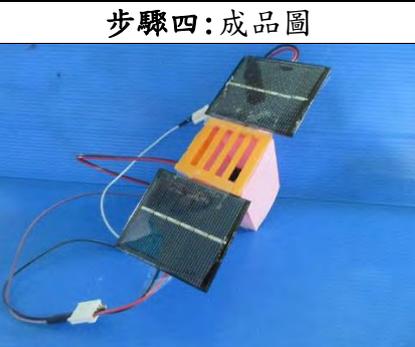
(1) 裝置材料與說明：

名稱	照片	說明	名稱	照片	說明
4*4 風扇		將空氣吸入空氣清淨機中，加以濾化髒空氣。	水銀電池		提供電力
別針		可別在胸口隨身攜帶	水銀電池座		放入水銀電池
各種濾網		將吸入的空氣過濾乾淨	外殼		可裝入線路和風扇

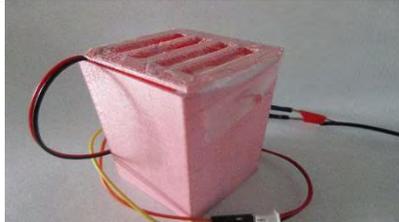
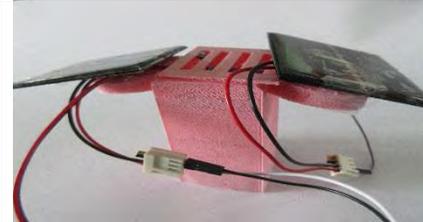
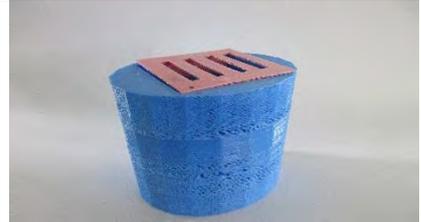
(2) 外殼組裝方式：

	
下載 Tinkercad	開啟 3D 列印機
	
繪製圖樣	開始列印

(3)內部組裝線路方式：

	
<p>步驟一：串聯兩個鈕扣電池座</p>	<p>步驟二：將電池座連接到風扇</p>
	
<p>步驟三：將上蓋組裝起來</p>	<p>步驟四：成品圖</p>
	
<p>步驟五：改變小Q的電力供應為太陽能板</p>	<p>步驟六：加入太陽能板成品圖</p>

(4)各式小Q：

		
<p>方形小Q</p>	<p>衛星小Q</p>	<p>橢圓小Q</p>

(5)擺放位置圖：



2、實驗結果：

小 Q 在小方盒內 20min 所過濾的 PM2.5 單位：(微克/立方公尺 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
照片	5 分鐘	10 分鐘	15 分鐘	20 分鐘
	2239	2242	2240	2242

3、發現與討論：

- (1)小 Q 版空氣清淨機 5 分鐘內水族箱的 PM2.5 幾乎清除乾淨，與桌上機型的過濾效果相近。
- (2)小 Q 版空氣清淨機方便且可隨身攜帶過濾髒空氣，不想戴口罩時，或對於戴口罩會過敏的人來說，是方便的好選擇。

陸、結論

- 一、利用雷切盒子軟體來設計空氣清淨機機殼外型，以雷切機進行切割，再組裝成外部機殼，機殼內部以風扇連接鋰電池及迴路開關，將 PM2.5 感測器與 LCD 面板連接至 Webduino Smart 軟體的開發板上，再經由 USB 線接到行動電源，再將清淨機的濾材安裝在風扇的外側，即可自組一台桌上型空氣清淨機。
- 二、利用免費的 Webduino 開發板程式積木，來自行撰寫編輯微粒感測器的軟體程式，輸入細懸浮微粒的接收腳位，設定風速及固定時間偵測讀取 PM2.5 數值，再連接到 google 試算表，即可產出環境微粒的偵測數值。
- 三、為了測試各種濾材過濾的效果，建立了一個固定尺寸的測試箱，針對測試箱不同的 10 個放置位置，探討過濾清淨效果，結果顯示位置在躺長側邊中過濾 PM2.5 的量，在固定時

間內得到的過濾效果最好。

- 四、探討不同樣式濾材的過濾效果比較，我們以市面上常見的 9 種口罩來做測試，結果發現有活性碳的口罩並沒有比較好的過濾效果，而是以常見且容易取得的藍口罩表現最佳。
- 五、探討市售 5 種不同樣式衛生紙做過濾效果試驗，結果發現舒潔雲杉長纖衛生紙最好。
- 六、探討市售較昂貴且口碑佳的濾材，在連續三次重複使用下的耐用性測試，比較了市面上 5 種濾材，結果顯示日本原裝 SHARP 清淨機 HEPA 濾網的耐用效果最佳，3M 立體汽車靜電濾網表現亦佳居次。市面上的 SHARP 清淨機 HEPA 濾網及 3M 濾網過濾效果好但卻昂貴，我們因而想要自製衛生紙活性碳和自製奈米碳塗層。
- 七、口罩白面包覆著自製活性碳，得到比市售的活性碳口罩還好的清淨效果。
- 八、將自製的奈米碳均勻的塗在濾材上，比較了 5 種的塗層方式，結果以將奈米碳塗層塗在口罩的中間面所得的過濾效果最好。它的結果明顯比 SHARP 清淨機 HEPA 濾網及 3M 濾網過濾效果都還要好。在相同的測試條件下，自製的奈米碳塗層所得的數據，在 20 分鐘約可過濾 2200 微克，而 SHARP 清淨機 HEPA 濾網及 3M 濾材分別能過濾約為 2000 及 1800 微克。
- 九、進一步創新改良了桌上型機型及迷你可攜帶型，運用 3D 列印機印出外殼，設計了各種造型輕巧方便攜帶、可以佩戴胸前且過濾效果佳的機型。把體積龐大的行動電源改用鈕扣水銀電池，最後我們也將原本小 Q 利用電池供電改為可利用太陽能板提供電力，比較環保，也改變了外型，讓小 Q 多樣化。對不想戴口罩或會皮膚過敏的人，在午休睡覺時使用，或搭乘汽車時使用，隨時帶來清新的好空氣。

柒、參考資料

1. 自製活性碳 <https://www.youtube.com/watch?v=SRFYjig05n8https>
2. 雷切盒子 http://maker.hhjh.tn.edu.tw/modules/tad_book3/html_all.php?tbsn=4
3. MakerCase <http://www.makercase.com/>
4. svg 檔轉成 ai 檔 <https://convertio.co/svg-ai/>

【評語】 082925

1. 藉由 Webduino 與 Smart 開發板程式積木，撰寫編輯微粒感測器的軟體程式，組裝成一個可以監測 PM2.5 數值的桌上型空氣清淨機，並用以探討不同樣式濾材的過濾效果，極有創意與實用性。宜強化 PM2.5 懸浮微粒偵測原理的理解及去除效果的合理呈現。
2. 自製奈米碳塗層應用的可行性宜再斟酌。

摘要

空氣汙染議題越來越受到重視，校園裡因空氣汙染紫爆而戴上口罩上課的同學也大增，引發我們想多瞭解PM2.5被濾材過濾的效果並自行製作空氣清淨機。藉由撰寫Webduino與Smart開發板程式積木、PM2.5微粒感測器、雷射切割木板及口罩濾材，組裝成一個可以監測PM2.5數值且具有清淨功效的桌上型空氣清淨機，成功的改寫程式讓google試算表可自動產生所測得的數據，並找出經濟且有效用的濾材。

市售的SHARP清淨機HEPA濾網及3M立體靜電濾網經過測試其過濾效果佳但卻昂貴，我們因而想要自製活性碳與奈米碳塗層，自製的奈米碳塗層過濾效果比SHARP及3M的濾材還要好。

進一步改良桌上型空氣清淨機成為迷你可攜式型，運用3D列印機印出外殼，設計了各種造型輕巧、方便攜帶且過濾效果佳的機型。

壹、研究動機

每當學務處前插著代表空氣不好的紅色旗子，就會有許多同學戴上口罩，常常帶著口罩總覺得不方便也不舒適，因此想要瞭解PM2.5被濾材過濾的效果，自製組合空氣清淨機，最好可以方便攜帶，隨時隨地都能帶來清新的好空氣。

貳、研究架構圖



參、研究目的

- 研究自製組裝桌上空氣清淨機的硬體、軟體的方式
 - (一)組裝空氣清淨機硬體的方式
 - (二)撰寫Webduino Smart開發板程式積木
 - (三)PM2.5感測器初步測試
- 自製測試箱及探討空氣清淨機不同的放置位置之清淨效果
 - (一)測試空氣清淨效果之自製組裝箱
 - (二)探討空氣清淨機不同的放置位置之清淨效能實驗
- 研究市售不同樣式濾材對空氣清淨效果的影響及自製濾材的空氣清淨效果
 - (一)探討市售不同樣式口罩對空氣清淨效果的影響
 - (二)探討市售不同樣式衛生紙對空氣清淨效果的影響
 - (三)探討市售知名品牌濾材對空氣清淨效果及重複使用的結果
 - (四)探討自製衛生紙活性碳和自製奈米碳塗層對空氣清淨效果及重複使用的結果
- 創新自製小型空氣清淨機的實際應用
 - (一)改良創新桌上型空氣清淨機
 - (二)創新自製隨身型空氣清淨機

肆、研究設備與器材

Webduino Smart板	PM2.5感測器	各種濾網	鋰電池 (18560)	木頭機殼
電腦散熱風扇 (8X8)	麵包板 (擴充電路用)	剪刀、馬克筆、尺等	線香	LCD板
行動電源	實驗用大型水族箱	魔鬼氈、鬆緊帶	紫消燈	木板、白膠、熱熔膠

伍、研究過程與結果

研究一 研究自製組裝桌上空氣清淨機的硬體、軟體的方式

構思概念：

希望可以設計一個桌上型的空氣清淨機，同時可利用它來測試空氣品質的狀況。目標希望組裝出桌上型的空氣清淨機，所以設計方向以可以擺放在桌上為主，構思設計包含硬體和軟體兩個部分。

一、(一)組裝空氣清淨機硬體的方式

首先需要將所有相關的空氣清淨濾材、零件和測試空氣清淨效果裝置放入外殼硬體中，而在資訊課時老師剛好有教我們雷射切割機的應用方式，所以就以此進行外殼設計。

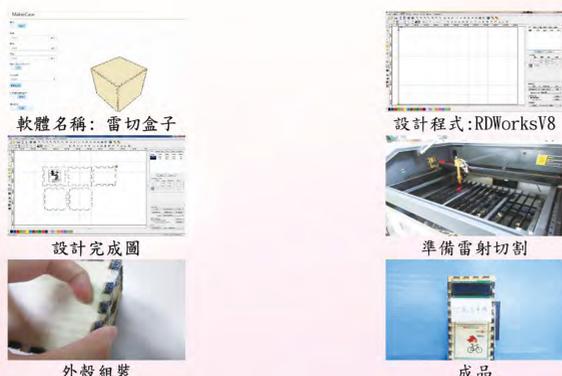
1、裝置材料與說明：

編號	裝置名稱	照片	說明
A	鋰電池		此圖是18560型號的鋰電池，左圖是負極，右圖是正極，它的功能可以讓抽風機動轉動使空氣吸入。
B	麵包板		它的功能是用擴充電路使空氣清淨機內部的零件可以持久運轉。
C	抽風機		將空氣吸入空氣清淨機中，加以濾化淨空氣。
D	PM2.5感測器		感測PM2.5，再經由電路線的連接，在LCD板上顯示PM2.5值。
E	LCD板		將它和PM2.5感測器的電路線連接，讓PM2.5值顯示在螢幕上方方便觀察。
F	Webduino Smart開發板		編寫Webduino程式，讓Webduino Smart板控制整個空氣清淨機的運轉。

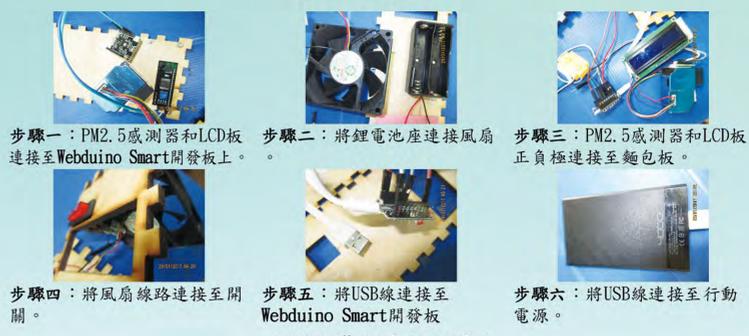
2、裝置方式：

A外殼部分：

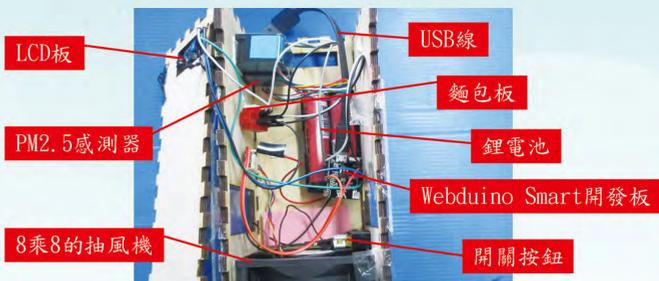
利用軟體(雷射切割盒子)設計外型，接著使用雷射切割機進行切割，最後組裝成外殼。



B內部組裝方式：



內部組裝結果如下圖：



測試空氣清淨效果裝置，如下：



3、操作方法：



一、(二)撰寫開發板程式積木

為了撰寫空氣清淨機的軟體部分，我們利用免費的Webduino Cloud 雲端平台 <https://webduino.io/>

以google帳號登入開啟Webduino Blockly程式編輯積木頁面，連結Smart開發板，撰寫程式積木，並反覆測試程式是否有錯誤，看能不能將PM2.5感測器數據順利呈現在Blockly頁面中的網頁互動區域。

1、下圖為Webduino Blockly網頁上的程式編寫畫面



2、Webduino Smart開發板程式積木之說明：



編號	裝置名稱	照片(以上圖為例)	說明
A	試算表網址		在試算表複製網址，再貼上程式積木中
B	每次數據顯示時間		每30秒顯示一次數值
C	風扇轉速		風扇轉速最快的速度
D	機台碼		Webduino Smart板的型號
E	試算表名稱		和Webduino Smart板連線好的google試算表名稱
F	工作表名稱		google試算表工作表名稱

3、簡易的程式撰寫步驟及基本測試：

- 在Webduino Blockly程式積木的編輯頁面左側的工具列中，有許多的相關程式積木，將積木拉到右側空白頁面編輯。
- 先利用平板開通Smart開發板與Webduino Blockly網頁，在程式積木中務必設定好正確的Smart開發板機台碼，每個Smart開發板都有獨自的機台碼。
- 選擇Webduino Blockly工具列中的環境控制選項之細懸浮微粒傳感器的腳位的接收腳位為13。
- 工具列選擇輸入輸出中的輸入google試算表，輸入正確試算表網址與工作表名稱，設定每30000毫秒(30秒)顯示一次數據。就是每30秒試算表會有一個PM2.5數據產生。
- 找出如果...執行...否則...的積木方塊設定風速值固定。
- 啟動右上角play鍵，觀察網頁互動區域是否順利出現數值，觀察google試算表是否順利產生數據。
- 數值若是無法順利呈現，就需暫停，拔掉Smart開發板的行動電源，檢查網頁程式積木中的各項設定值，然後再重新接上行動電源。

一、(三)PM2.5感測器初步測試

為了測試PM2.5感測器能否運作，我們用線香製作出污染源，將PM2.5感測器放在小方盒裡並外接Smart開發板，開啟google試算表，看它能不能感測到髒空氣，將數據順利輸出到google試算表。

1、實驗步驟：



2、實驗結果：

PM2.5感測器在google試算表的數據均能顯示正常，隨著線香點燃後其數值能漸漸增大，因此我們推論PM2.5感測器可以正常運作。

研究二 自製測試箱及探討空氣清淨機不同的放置位置之清淨效果

構思概念：

在一般的開放空間，細懸浮微粒很容易受到周遭環境變化影響而迅速改變測得數值，為了避免來自周圍環境的干擾而影響實驗數值的正確性，我們設計了一個固定空間的密閉玻璃箱，避免外界的異動干擾，也用燒線香固定秒數的方式來進行實驗，用固定污染源來產生相同數量的細懸浮微粒。

二、(一)測試空氣清淨效果之自製組裝箱

測試空氣清淨效果的測試裝置方式：

空間
水族箱(37CM*22CM*28CM=22792立方公分)



測試裝置
PM2.5感測器



試測結果比較：(以口罩的數值為例)

	過濾數值	說明
效果佳(藍口罩)	2113	在20分鐘內過濾量最多
效果差(灰口罩)	836	在20分鐘內過濾量最少
說明	過濾數值越高表示過濾效果越好	

二、(二)探討空氣清淨機不同的放置位置之清淨效能實驗：

1、實驗步驟：



2、實驗結果：

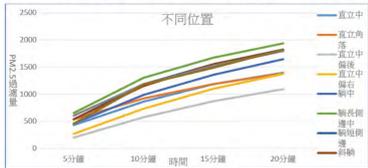
20min所過濾的PM2.5單位：(微克/立方公尺(μg/m³))

名稱	直立中	直立角落	直立中偏後	直立中偏右	躺中	躺長側邊中	躺短側邊	斜躺	躺長側邊偏右	躺長側邊偏左
照片										
5分鐘	432	538	202	270	459	653	537	537	605	457
10分鐘	862	920	576	733	987	1302	1181	1150	1185	1180
15分鐘	1185	1186	870	1098	1357	1673	1551	1551	1526	1489
20分鐘	1396	1385	1092	1375	1646	1936	1825	1814	1795	1822

備註：產生的5、10、15、20分鐘的實驗數據是由最初的偵測數值減去過濾後每5、10、15、20分鐘時的數值。把最初的數值減去最後的數值也就是累積時間內的總過濾數值，過濾累積時間越久，過濾數值越高。

3、發現與討論：

- 發現位置在躺長側邊中過濾PM2.5的量在20分鐘內可過濾掉每立方公尺1936微克，過濾效果最好；而位置在直立中偏後在20分鐘內可過濾掉每立方公尺1092微克，但效果最差。
- 躺長側邊中>躺短側邊>躺長側邊偏左>躺斜>躺長側邊偏右>躺中>直立中>直立角落>直立中偏右>直立中偏後。因此今後的實驗都是以空氣清淨機固定用躺長側邊中位置來做實驗。



研究三 研究市售不同樣式濾材對空氣清淨效果的影響及自製濾材的空氣清淨效果

三、(一)探討不同樣式口罩對空氣清淨效果的影響

1、實驗步驟



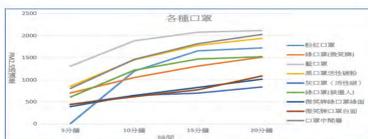
2、實驗結果：

不同口罩:20min所過濾的PM2.5單位：(微克/立方公尺(μg/m³))

名稱	粉紅口罩	綠口罩(微笑牌)	藍口罩	黑口罩	灰口罩(活性炭)	綠口罩(候選人)	綠口罩綠面微笑牌	口罩白面微笑牌	口罩中間層微笑牌
照片									
5分鐘	6	699	1307	851	439	610	391	442	804
10分鐘	1196	1050	1882	1450	644	1217	643	617	1460
15分鐘	1655	1308	2075	1779	697	1467	825	773	1815
20分鐘	1720	1510	2113	1937	836	1522	1013	1086	2024

3、發現與討論：

- 一開始效果最佳的是藍口罩且比次佳的粉紅口罩效果高出許多，粉紅口罩則明顯的比其他的口罩效果差。
- 粉紅口罩、綠口罩(微笑牌)、黑口罩活性炭、綠口罩(候選人)、可以發現這幾種口罩在10分鐘後效果明顯提高了。
- 藍口罩都可以保持不錯的過濾效果，灰口罩(活性炭)效果卻不佳。
- 實驗結果藍口罩的效果最好過濾每立方公尺2113微克，灰口罩的效果最差過濾每立方公尺836微克。
- 從實驗得知，有活性炭的口罩不一定比一般的口罩的過濾效果好。
- 最後過濾數值，由大到小為藍口罩>黑口罩>粉紅口罩>綠口罩>微笑牌綠口罩>微笑牌口罩白面>微笑牌口罩綠面>灰口罩。

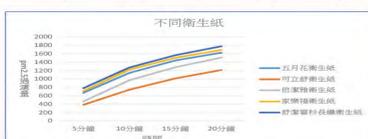


三、(二)探討市售不同樣式衛生紙對空氣清淨效果的影響

1、實驗結果

20min所過濾的PM2.5單位：(微克/立方公尺(μg/m³))

名稱	五月花衛生紙	可立舒衛生紙	倍潔雅衛生紙	家樂福衛生紙	舒潔雲杉長纖衛生紙
照片					
5分鐘	673	385	466	713	780
10分鐘	1144	744	969	1220	1270
15分鐘	1438	1013	1278	1502	1566
20分鐘	1625	1212	1507	1688	1778



2、發現與討論：

- 剛開始的5分鐘過濾效果舒潔雲杉長纖衛生紙最好，家樂福衛生紙比五月花衛生紙好。
- 實驗結果一直是舒潔雲杉長纖衛生紙最好，可立舒衛生紙最差。
- 所有衛生紙在剛開始的過濾效果都很不錯，但時間過越久，過濾效果就越差。
- 過濾數值：舒潔雲杉長纖衛生紙>家樂福衛生紙>五月花衛生紙>倍潔雅衛生紙>可立舒衛生紙。

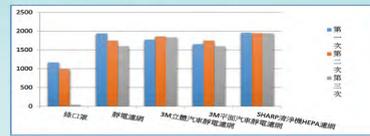
三、(三)探討市售知名品牌濾材對空氣清淨效果及重複使用的結果

1、實驗步驟：

- 將前面研究中效果較佳的濾網裝置在測試空氣清淨效果的裝置中，包含綠口罩、怡悅牌靜電濾網、3M立體汽車靜電濾網、3M平面汽車靜電濾網以及日本原裝SHARP清淨機HEPA濾網。
- 線香收集15秒後過濾20分鐘，測試連續三次重複使用的效果。

2、實驗結果：

名稱	20min所過濾的PM2.5單位：(微克/立方公尺(μg/m ³))		
	第一次	第二次	第三次
1. 綠口罩	1166	990	43
2. 怡悅牌靜電濾網	1936	1748	1595
3. 3M立體汽車靜電濾網	1774	1857	1831
4. 3M平面汽車靜電濾網	1651	1748	1595
5. 日本原裝SHARP清淨機HEPA濾網	1958	1945	1939



3、研究發現與討論：

- 綠口罩的耐用效果最差，第三次大降效果，怡悅牌靜電濾網第一次顯示極佳的過濾效果，但耐用效果不佳，其後兩次的過濾效果有明顯遞減。
- 3M立體汽車靜電濾網和3M平面汽車靜電濾網前二次的過濾效果都沒有下降。3M立體汽車靜電濾網耐用效果較佳。
- 日本原裝SHARP清淨機HEPA濾網第一次至第三次都顯示最佳的過濾及耐用效果。

三、(四)探討自製衛生紙活性炭和自製奈米碳塗層對空氣清淨效果及重複使用的結果

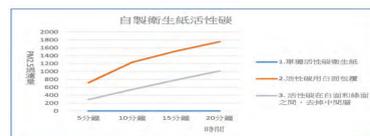
1、自製衛生紙活性炭：

(1)實驗步驟：



(2)實驗結果：

名稱	照片	20min所過濾的PM2.5單位：(微克/立方公尺(μg/m ³))			
		5分鐘	10分鐘	15分鐘	20分鐘
單獨活性炭衛生紙		活性炭衛生紙極容易破損嚴重無法單獨測量			
活性炭用口罩白面包覆		716	1234	1516	1754
活性炭在白面和綠面之間，去掉中間層		291	545	786	1013



(3)研究發現與討論

我們發現自製活性炭衛生紙極容易破損，無法單獨測量，於是將活性炭用口罩白面包覆，得到不錯的清淨效果。

2、自製奈米碳塗層

構思概念：剪開不織布口罩，會發現口罩由三張不同的材質組成，我們將它分成白面、中間面、綠面，分別將自製的奈米碳塗層塗在其上。

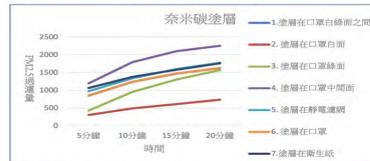
(1)實驗步驟：



(2)實驗結果：

20min所過濾的PM2.5單位：(微克/立方公尺(μg/m³))

名稱	塗層在口罩白綠面之間	塗層在口罩白面	塗層在口罩綠面	塗層在口罩中間面	塗層在靜電濾網	塗層在口罩	塗層在衛生紙
照片							
5分鐘	848	302	424	1191	974	841	1062
10分鐘	1236	489	952	1795	1338	1236	1375
15分鐘	1468	606	1299	2098	1598	1468	1578
20分鐘	1626	733	1568	2251	1775	1626	1757

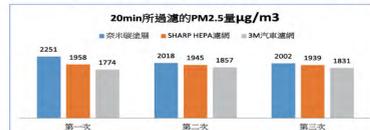


將以上過濾效果最好的自製奈米碳塗層塗在口罩的中間面，接續進行線香收集15秒後過濾20分鐘，測試連續三次重複使用的結果如下。

名稱	20min所過濾的PM2.5單位：(微克/立方公尺(μg/m ³))		
	第一次	第二次	第三次
自製奈米碳塗層塗在口罩的中間面	2251	2018	2002

將以上自製奈米碳塗層與市面上知名品牌的濾材過濾結果做數據比較如下表

名稱	20min所過濾的PM2.5單位：(微克/立方公尺(μg/m ³))		
	第一次	第二次	第三次
自製奈米碳塗層塗在口罩的中間面	2251	2018	2002
日本原裝SHARP清淨機HEPA濾網	1958	1945	1939
3M立體汽車靜電濾網	1774	1857	1831



(3)發現與討論

將自製的奈米碳塗層塗在口罩的中間面所得的過濾效果明顯最好，進一步測試連續三次重複使用的結果顯示耐用性佳；奈米碳塗層塗在口罩的白面效果最差。

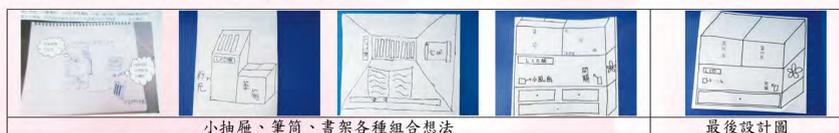
將上述研究三、(三)結果與自製的奈米碳塗層塗效果做實驗數據比較，結果顯示自製的奈米碳塗層塗在口罩的中間面的過濾效果，明顯比3M的濾材以及日本原裝SHARP清淨機HEPA濾網還要好。

研究四 自製小型空氣清淨機的實際應用

四、(一)改良創新桌上型空氣清淨機

希望桌上型空氣清淨機可以有更多的功能應用。

1、天馬行空的設計想法大爆發：



2、雷射雕刻機切割部分

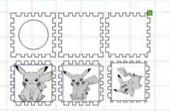
分體圖說



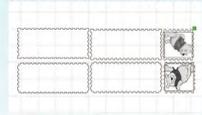
清淨機本體(平面展開圖)



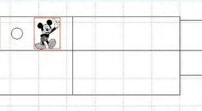
維尼筆筒(平面展開圖)



皮卡丘筆筒(平面展開圖)



抽屜外層(平面展開圖)



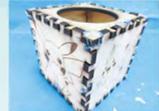
抽屜內層(平面展開圖)



清淨機本體(組合圖)



維尼筆筒(組合圖)



皮卡丘筆筒(組合圖)

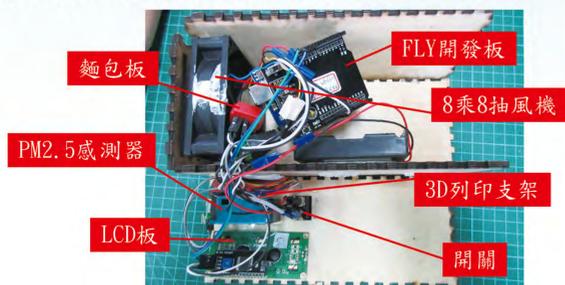


抽屜外層(組合圖)



抽屜內層(組合圖)

2、清淨機本體的機電組合圖說明：



3、大合體(完成圖)



4、實驗步驟



1. 設計初稿討論



3. 設計想法大比拼，確認設計圖樣。



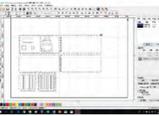
5. 利用雷射切割機切出本體。



7. 裝上濾材。



2. 決定設計圖



4. 圖樣平面化，雷射切割製作。



6. 安裝FLY開發板，組合各部分。



8. 開始清淨空氣。

5、發現與討論：

- 木板厚度有3mm和5mm。使用3mm的木板，切割後的組裝容易鬆散，後續需用黏膠才能固定，使用5mm厚的木板組裝時較順利。
- 在RDWorksV8工具列設定將電功率調成93~95%左右，速度5，木板切割成功率較高。
- 將主機上方那面中間黏貼魔鬼氈，龍貓圖案正面黏貼鬆緊帶，好方便打開維修。
- 紫消燈連接在開發板上會影響風扇的轉速。
- 嘗試簡化供電系統。利用FLY開發板與Arduino板取代Smart開發板，可以讓原本需要行動電源供應電力的開發板，不需要用行動電源，而改與風扇共用鋰電池的電力。

四、(二)創新自製隨身型空氣清淨機

原本空氣清淨機的機體較大，只適合放在桌上，於是想設計一款可以隨身攜帶的迷你空氣清淨機，也方便無法或不愛戴口罩的人使用。我們將它命名為小Q。

1、裝置材料與組裝：

(1)裝置材料與說明：

名稱	照片	說明
4x4風扇		將空氣吸入空氣清淨機中，加以濾化髒空氣
水銀電池		提供電力
別針		可別在胸口隨身攜帶
水銀電池座		放入水銀電池
各種濾網		將吸入的空氣過濾乾淨
外殼		可裝入線路和風扇

(2)外殼組裝方式：



下載Tinkercad



繪製圖樣



開啟3D列印機



開始列印

(3)內部組裝線路方式：



步驟一：串聯兩個鈕扣電池座



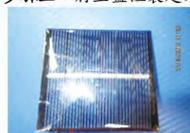
步驟二：將電池座連接到風扇



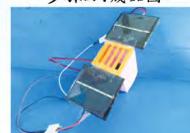
步驟三：將上蓋組裝起來



步驟四：成品圖



步驟五：改變小Q的電力供應為太陽能板

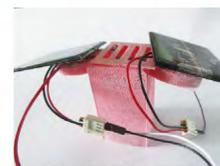


步驟六：加入太陽能板成品圖

(4)各式小Q：



方形小Q



衛星小Q



橢圓小Q

(5)擺放位置圖：



掛在胸前

2、實驗結果：

小Q在小方盒內20min所過濾的PM2.5 單位：(微克/立方公尺 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
照片	5分鐘	10分鐘	15分鐘	20分鐘
	2239	2242	2240	2242

3、發現與討論：

- 小Q版空氣清淨機5分鐘內水族箱的PM2.5幾乎清除乾淨，與桌上機型的過濾效果相近。
- 小Q版空氣清淨機方便且可隨身攜帶過濾髒空氣，不想戴口罩時，或對於戴口罩會過敏的人來說，是方便的好選擇。

陸、結論

- 利用雷射盒子軟體來設計空氣清淨機機殼外型，以雷射機進行切割，再組裝成外部機殼，機殼內部以風扇連接鋰電池及迴路開關，將PM2.5感測器與LCD面板連接至Webduino Smart軟體的開發板上，再經由USB線接到行動電源，再將清淨機的濾材安裝在風扇的外側，即可自組一台桌上型空氣清淨機。
- 利用免費的Webduino開發板程式積木，來自行撰寫編輯微粒感測器的軟體程式，輸入懸浮微粒的接收腳位，設定風速及固定時間偵測讀取PM2.5數值，再連接到google試算表，即可產出環境微粒的偵測數值。
- 為了測試各種濾材過濾的效果，建立了一個固定尺寸的測試箱，針對測試箱不同的10個放置位置，探討過濾清淨效果，結果顯示位置在躺長側邊中過濾PM2.5的量，在固定時間內得到的過濾效果最好。
- 探討不同樣式濾材的過濾效果比較，我們以市面上常見的9種口罩來做測試，結果發現有活性碳的口罩並沒有比較好的過濾效果，而是以常見且容易取得的藍口罩表現最佳。
- 探討市售5種不同樣式衛生紙做過濾效果試驗，結果發現舒潔雲杉長纖衛生紙最好。
- 探討市售較昂貴且口碑佳的濾材，在連續三次重複使用下的耐用性測試，比較了市面上5種濾材，結果顯示日本原裝SHARP清淨機HEPA濾網的耐用效果最佳，3M立體汽車靜電濾網表現亦佳居次。市面上的SHARP清淨機HEPA濾網及3M濾網過濾效果好但卻昂貴，我們因而想要自製衛生紙活性碳和自製奈米碳塗層。
- 口罩白面覆蓋著自製活性碳，得到比市售的活性碳口罩還好的清淨效果。
- 將自製的奈米碳均勻的塗在濾材上，比較了7種的塗層方式，結果以將奈米碳塗層塗在口罩的中間面所得的過濾效果最好。它的結果明顯比SHARP清淨機HEPA濾網及3M濾網過濾效果都還要好。在相同的測試條件下，自製的奈米碳塗層所得的數據，在20分鐘約可過濾2200微克，而SHARP清淨機HEPA濾網及3M濾材分別能過濾約為2000及1800微克。
- 進一步創新改良了桌上型機型及迷你可攜帶型，運用3D列印機印出外殼，設計了各種造型輕巧方便攜帶、可以佩戴胸前且過濾效果佳的機型。把體積龐大的行動電源改用鈕扣水銀電池，最後我們也將原本小Q利用電池供電改為可利用太陽能板提供電力，比較環保，也改變了外型，讓小Q多樣化。對不想戴口罩或會皮膚過敏的人，在午休睡覺時使用，或搭乘汽車時使用，隨時帶來清新的好空氣。

柒、參考資料

- 自製活性碳
<https://www.youtube.com/watch?v=SRFYjig05n8https>
- 雷射盒子
http://maker.hhjh.tn.edu.tw/modules/tad_book3/html_all.php?tbsn=4
- MakerCase
<http://www.makercase.com/>
- svg檔轉成ai檔
<https://convertio.co/svg-ai/>