

# 教育部108年度中小學科學教育計畫專案

## 期末報告

計畫編號：009

計畫名稱：風進來，電出去，機車騎士好空氣

主持人：陳勝哲

執行單位：嘉義縣和睦國小

### 壹、計畫目的及內容：

1. 配合九年一貫課程，深化創意課程轉化與教學創新。
2. 培養學生主動探索科學原理，發揮創意之興趣。
3. 提供機會使學生將所習得的科學知識應用於科學操作。
4. 培育學生創造力，激發學生想像能力豐富校園創意文化。
5. 落實以研究精神，建構科學環保節能校園。

### 貳、研究方法及步驟：

美國公民教育中心研發的「公民行動方案」，在全世界超過四十個國家中使用，是一頗具國際吸引力的公民教育課程。「公民行動方案」鼓勵學生檢視與他們息息相關的學校或社區裡的重要問題。在教師或志工的指導下，「公民行動方案」提供學生積極地參與一系列有組織、合作的學習活動的機會。藉由下列五個有組織的步驟，學生在合作小組裡積極參與，學習如何有效影響政府的公共政策。

### 參、和睦國小「公民行動方案」環境科學 MAKER GO

確認研究問題	• 由學生確認一個存在於學校或社區中的重要問題，並決定負責處理該問題的政府單位。
蒐集資料	• 在學生決定了要研究的問題後，即動手蒐集並評鑑關於問題的各種資料。
評鑑各種解決辦法	• 檢討並評鑑目前處理該問題的公共政策或由其他人所建議的政策。
發展自己的公共政策	• 學生制定出他們認為政府或學校所應採行的公共政策。
發展行動計畫並展示學習成果	• 學生發展行動計畫以證明他們可以獲得社區或學校以及相應層級的立法和行政機構對他們所提政策的支援。

## 參、 目前研究成果：

### 一、 參加嘉義縣108學年度創客青少年發明展-連續7年蟬聯嘉義縣第一名

16件作品參加全部獲獎。並有5件作品代表嘉義縣參加全國賽（佔嘉義縣全國賽組數一半以上）。特優6件、優等6件、甲等3件、佳作1件，得獎件數及獲獎成績連續7年蟬聯嘉義縣第一名

嘉義縣108學年度創客青少年發明展和睦國小獲獎作品

獎項	作品	參賽者	指導老師
★特優	環保太空包	岳聖珉 鄭羽廷 劉明哲	陳勝哲
★特優	汽車自動安全裝置	黃韋瑄 彭致賢 黃冠溥	陳勝哲
★特優	安全感測逃生門	吳盈盈 羅淵雅 王佳韋	吳永霖
★特優	偵測、運輸、蒐情遙控電動車	張友福 林雨柔 莊鎬璘	蘇儀真
特優	捕蚊盆栽	李家興 郭品妤 林樺芸	籃曉翠
特優	智慧型空氣清淨安全帽	鐘煜翔 何季穎 蔡丞睿	曾輝銘
優等	不鏽鋼伸縮吸管便利組	鄧潔如 李品德 廖茹楦	蔡承芳
優等	曬衣安啦--防掉落曬衣組	范欽誠 孫婕馨 鄭叡澤	謝金燕
優等	公共安全座椅	林宥呈 張恩慈 鄭亮澤	陳昆良
優等	多功能萬用鍋	陳允凱 翁芷嫻 郭峯誠	李佩儒
優等	健康舒眠掛枕	郭冠頡 林育正 羅益鵬	王秀中
優等	智慧型防雨防塵曬衣架	曾宇賢 劉議鎂 韓育碩	林益群
甲等	太陽能行動殺菌鉛筆盒	劉又瑜 張博勛 羅子睿	林益群
甲等	汽車節能安全裝置	賴柏學 許芷晴 何家錡	林晴澄
甲等	土石流自動偵測及封閉系統	姜藹矜 劉佳盈 王士誠	曾凱堂
佳作	吸濕排汗涼鞋	張馨云 游佩璇 葉芷綺	陳勝哲

★特優作品代表嘉義縣參加全國賽



## 二、參加2020IEYI 世界青少年發明展台灣區選拔賽-連續7年蟬聯嘉義縣第一名

本校共參加6件作品全部獲獎，獲得金牌獎1組、銀牌獎2組、銅牌獎3組，得獎件數及獲獎成績7年蟬聯嘉義縣第一名，並有一組作品獲得大會推薦代表台灣參加世界賽。

### 2020IEYI 世界青少年發明展台灣區選拔賽和睦國小獲獎作品

獎項	作品	參賽者	指導老師
金牌獎	環保太空包	岳聖珉 鄭羽廷 劉明哲	陳勝哲 籃曉翠
銀牌獎	智慧型防雨防塵曬衣架	曾宇賢 劉議鎂 張博勛	曾凱堂 謝佩芳
銀牌獎	捕蚊盆栽	鄧潔如 賴柏學 孫婕馨	林益群 蔡承芳
銅牌獎	汽車自動安全裝置	黃韋瑄 彭致賢 黃冠溥	蘇儀真 李佩儒
銅牌獎	救災遙控電動車	張友福 林雨柔 莊鎬璘	謝金燕 王伯安
銅牌獎	智慧型空氣清淨安全帽	鐘煜翔 何季穎 蔡丞睿	王秀中 曾輝銘

## 三、參加109年度嘉義縣第60屆科學展覽會-團體成績嘉義縣第一名

感謝彰師大教授期中報告建議，將發明展據研究潛力作品進行數據化科學研究分析，本年度和睦國小參加6組作品全部獲獎，共獲得 1組第一名、1組第二名、2組第三名、1組佳作、1組入選另外獲得1組最佳鄉土教材獎、1組最佳團隊合作獎。團體成績嘉義縣第一名。

### 109年度嘉義縣第60屆科學展覽會和睦國小獲獎作品

獎項	組別	作品	指導教師
第一名	數學組	找出多變的鬼腳印	張逸萱 陳勝哲
第二名 最佳團隊合作獎	機電與資訊組	罩亮安全與舒適	陳勝哲 曾凱堂
第三名 最佳鄉土教材獎	機電與資訊組	多功能捕蚊盆栽	林益群 陳勝哲
第三名	環保與民生組	「枳仔」味「豆腐」心-愛玉豆腐結凍之探討	陳佩瑩 吳永霖
佳作	化學組	「灰」飛「醃」滅千年蛋-皮蛋製作過程之探討	陳佩瑩 王于倩
入選	生物組	藏在手中的秘密-洗手重要性之探討	蘇儀真 蔡承芳

### (一) 找出多變的鬼腳印

※ 嘉義縣109年科展數學組第一名

從分析鬼腳圖 阿彌陀籤 在固定的直線數與轉彎次數產生的不同畫法，分析直線與轉彎次數，以及不同位置組合的規律，找出兩者的關聯，並利用觀察到的規則和技巧，思考經由自己安排的轉彎位置和次數，可以巧妙的使各起點 走到目標終點的訣竅。利用以上元素與英文拼字結合，設計一套數學與英文並用的拼字遊戲。

### (二) 罩亮安全與舒適-自製無線充電動力清淨面罩

※ 嘉義縣109年科展資訊機電組第二名、最佳團隊合作獎

因為這次肺炎疫情嚴重，全世界的醫療資源有限，尤其是口罩。所以我們想要研究出主動進氣式濾毒防護罩可以讓大家不用排隊買口罩，而且解決戴口罩呼吸不順暢的感覺。但是電動式清淨系統效能要強且持久，電池的重量無可避免，所以我們設計出無線充電的防護罩。重量輕又可以隨著出入場合更換不同濾網，呼吸順暢只需要濾網，不用排隊買口罩。而且經由紫外線消毒可以重複使用。

各種口罩組成結構和功能都不相同紙口罩、布口罩、海綿口罩組成結構單一，均無法隔絕病菌。防塵口罩、活性碳口罩、醫療口罩都至少有三層結構，但是醫療口罩因為熔噴不織布的等級靜電效果優異，所以才有隔絕病菌病毒的功能。N95口罩隔絕病菌病毒的效果最佳，活性碳口罩可吸附有機氣體及毒性粉塵。配戴 N95 口罩最不舒服但是效果最好，所以我們要製造出呼吸比任何口罩更舒適，而且功能比 N95 口罩有效的防護罩。

從實驗中發現無線充電是可行的，但是電流與發射器和接收器的距離成反比，但是達到侷限值後，就無法無線充電了。我們會利用這個現象來製作防毒面罩，安全防護、降低醫療資源使用、而且使用方便呼吸順暢，為這次疫情做出貢獻。

### (三) 多功能捕蚊盆栽

※ 嘉義縣109年科展資訊機電組第三名、最佳鄉土教學獎

探究透過太陽能發電的巧思能否運用在捕蚊盆栽上，希望透過這款捕蚊盆栽，可以降低或減緩居家周圍的病媒蚊孳生問題。本研究係探討兩大主題，為前導實驗與實體成果實驗。前導實驗包括有實驗一：吸引蚊蟲的因素研究、實驗二：蚊蟲喜好顏色與燈光光色研究、實驗三：盆栽底部過濾水質研究、實驗四：盆栽底部水管毛細作用研究、實驗五：不同規格風扇的發電研究(風力發電)、實驗六：太陽能板之供電能力研究、實驗七：盆栽底盤水位偵測器研究；實體成果實驗則是綜合上述實驗，總結歸納要點設計成果產品，實驗八：捕蚊盆栽的捕蚊效率實驗。

根據自製環保捕蚊器與 LED 燈座實驗裡，我們可以發現有產生二氧化碳(CO<sub>2</sub>)的物質，也喜歡親近暗色系列的色紙或燈光(如黑、藍、紫色等)；從盆栽底部的實驗操作裡，最終選用過濾水質數據較高的活性碳+麥飯石+聚脂棉(綜合)用材，亦選用橘色、管徑2.4cm 的粗水管裝置毛細作用的底部水管；從風力發電的實驗裡，我們選用(6cm×6cm)的小型散熱風扇當作風速警示燈；從太陽能板發電的實驗裡，我們選用長條形(200mm×35mm、5.5V)的太陽能板連接5V 電壓的蓄電池供電；另外，我們設計

水位感測器面板，透過 Arduino 開發板設定花盆底部水位警示。

最後，綜合前七項實驗結果製作自製的多功能捕蚊盆栽，隨後在實驗裡如期達到捕蚊效果。有鑑於環保綠能的新觀念創新，我們在多功能捕蚊盆栽的設計上結合風力發電與太陽能板供電，希望創造出綠能產業的環保新趨勢。

#### (四)「枳仔」味「豆腐」心－愛玉豆腐結凍之探討

##### ※ 嘉義縣109年科展環保與民生組第三名

一般做豆腐的過程中，都需要有添加物 來讓豆腐成形，我們想找一個方法只加入天然的食物，讓豆腐結凍。愛玉又稱為「枳仔」 可以洗出愛玉凍，但不能久放，容易化成水。我們嘗試 用愛玉來讓豆腐結凍，這樣就能製作出美味又天然的豆腐。在過程中我們除了成功做出的愛玉豆腐，還找到了很適合的乾豆 水的比例，還有愛玉籽的比例，做出來的豆腐口感不輸市面上的嫩豆腐，還有濃郁的黃豆香氣。另外，我們還用了 黑豆、綠豆、紅豆 本來綠豆、紅豆是不容易做成豆腐的，但 有了愛玉籽之後，也能夠做成愛玉豆腐。 最後 我們還開發了波霸粉圓口味、紅茶口味的愛玉豆腐，波霸粉圓口味的愛玉豆腐大受好評，使用愛玉籽來讓豆腐結凍，真的讓豆腐口味有更多的可能性。

#### (五)「灰」飛「醃」滅千年蛋-皮蛋製作過程之探討

##### ※ 嘉義縣109年科展化學組佳作

皮蛋，因為有特殊氣味，又稱「千年蛋」，上課時知道皮蛋是將鴨蛋浸泡在鹼性水溶液中變化而來 我們這組剛好都愛吃皮蛋， 就決定自己做皮蛋。在蒐集資料時中知道皮蛋也可以用草木灰來醃它，學校有很多落葉，還有我們打掃校長室的茶葉、咖啡渣，所以我們就用這些來做敷料。另外，因為知道將雞蛋冷凍可以比較容易製作成鹹蛋黃，我們也把雞蛋冷凍過再拿來做皮蛋。

### 三、教育部109年第二屆學校環境教育實作競賽

將歷年科學專案作品擇優兩件參加教育部109年第二屆學校環境教育實作競賽，全國唯一一間學校入選兩件作品，最後獲得 1組第二名、1組佳作成績



**「IEYI 世界青少年創客發明展暨臺灣選拔賽」作品完整說明表（複審）**

作品名稱	環保太空包			隊伍編號	TWEG19089
學籍分組	<input checked="" type="checkbox"/> 國小組 <input type="checkbox"/> 國中組 <input type="checkbox"/> 高中職組				
作品規格	寬： 70 cm	高： 70 cm	深： 25 cm	重量： 8 kg	
作品規格長、寬、高上限為1公尺，重量上限為10公斤					
作品用電	是否用電	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	用電項目		

**作 品 說 明**

**1.作品名稱：環保太空包**

**2.作品設計/創作動機與目的**

我們家住在中埔鄉，同學家中很多人種植木耳或是香菇，學校上學期校外教學配合食農教育老師帶我們去參觀種植木耳的過程，雖然老師說多吃菇菌類有益身體健康，但是我們看到裝好木屑的太空包要經過高溫蒸汽消毒於是我們懷疑太空包不是塑膠袋嗎？經過高溫是否會產生塑化劑，這樣子生產出來的木耳或是香菇健康嗎？另外木耳寮外面也堆滿了使用過後廢棄的太空包。回家後收看公共電視新聞，也出現了「種菇太空包年產上億，乏人回收衝擊環境」這個主題報導，於是我們想要發揮創意來解決這個健康與環保問題



● 校外教學參觀木耳寮



● 新聞報導太空包回收問題



### 3.作品效用與操作方法

本作品主要效能就是以蜂窩塑膠製太空包，可以減少單位面積生產量。

- 以不銹鋼材質的蜂窩結構取代傳統的塑膠製太空包

結構的不銹鋼材質來取代傳統的膠垃圾及健康生長並節能及提高

### 4.作品的傑出特性與創意特質

#### (1) 健康生長履歷

香菇或是木耳都是蕈類大型、高等的真菌，喜歡生長在潮濕陰暗的環境中，因此也是其他黴菌等有害菌類的環境，為了只生長出對人類有用的蕈類所以裝好太空包後必須要先以蒸汽殺菌，傳統的太空包就是塑膠袋雖然號稱耐熱，但是塑膠加熱後或多或少都會產生塑化劑並釋放出至木屑中，菌菇吸收木屑中的養分，人類再食用可能會不健康，我們的作品以不鏽鋼來取代可以生長出健康無毒的菌菇。

#### (2) 永續使用環保

種植木耳所使用的太空包，採收完成後就直接丟棄，日積月累造成不能回收的塑膠垃圾，使用不鏽鋼來種植木耳可以大量解決垃圾問題。

#### (3) 不鏽鋼材質導熱快速節能



- 不銹鋼材質導熱快速節能且環保永續使用

傳統太空包裝置木屑完成後必須要高溫蒸汽殺菌，而使用不鏽鋼容器殺菌時間可以縮短，因為不鏽鋼的熱傳導效應大於塑膠太空包，所以使用我們的作品可以節約能源。

(4) 六角蜂窩結構提高產量

傳統太空包充填完後形狀為圓柱體，因為這樣可以讓木屑中的養分被充分吸收，我們的作品使用蜂巢式的六角形，中心點到柱體邊緣六角柱接近圓柱所以可以有圓柱養分充足的優點但是可以避免圓柱體與圓柱體之間的夾角縫隙浪費空間。以蜂窩狀的種植方式可以提高單位面積的產量。



(5) 節省人力成本

傳統式的太空包充填必須要人工一次填充一個，因為圓柱體之間中間有縫隙，我們的作品可以一次填充多個種植單位，所以可以節省人力成本。

● 六角蜂窩結構提高單位面積產量

5.其他考量因素

不鏽鋼必須使用無毒的材質，以16個種植單位為一個模組方便填充木屑及更換木屑，模組之間可以連結，讓噴霧可以有效噴灑，組合完成的作品也可以設計抗震效果避免地震時損害。



種植木耳或香菇太空包要經過高溫蒸汽消毒會產生塑化劑，另外木耳寮外面也堆滿了使用過後廢棄的太空包。於是我們想要發揮創意來解決這個健康與環保問題	不鏽鋼六角形蜂窩狀容器			金屬色
1. 菌菇類生產過程更健康 2. 節能環保無塑膠 3. 提高產量並減少人力成本	問題	形狀	顏色	不鏽鋼
	特性	環保太空包	材料	
	延伸	功能	市場	



不鏽鋼必須使用無毒的材質，以16個種植單位為一個模組方便填充木屑及更換木屑，模組之間可以連結，讓噴霧可以有效噴灑，組合完成的作品也可以設計抗震效果避免地震時損害。

以蜂窩結構的不銹鋼材質來取代傳統的塑膠製太空包，可以減少塑膠垃圾及健康生長並節能及提高單位面積生產量。

現代人愈來愈重視養身所以菌菇類需求量大，我們的作品可以節能又提高產量所以深具市場性

## 7. 作品製作歷程說明



學生到木耳工廠將成品實地直接養成木耳。

「IEYI 世界青少年創客發明展暨臺灣選拔賽」作品完整說明表（複審）

作品名稱	智慧型空氣清淨安全帽		隊伍編號	TWEG19090
學籍分組	<input checked="" type="checkbox"/> 國小組 <input type="checkbox"/> 國中組 <input type="checkbox"/> 高中職組			
作品規格	寬： 32 cm	高： 27 cm	深： 25 cm	重量： 2 kg
作品規格長、寬、高上限為1公尺，重量上限為10公斤				
作品用電	是否用電	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	用電項目	
<b>作 品 說 明</b>				
<p><b>1.作品名稱：智慧型空氣清淨安全帽</b></p> <p><b>2.作品設計/創作動機與目的</b></p> <p>去年發明展，學長姐們發明了有空氣淨化功能的安全帽，想要解決機車騎士在路上面臨空氣污染的危機。我覺得這是一個很棒的發明，深入向學長姐請教後，我發現全罩式安全帽上安裝的小型空氣清淨機必須手動開關，但有時候回家太疲累，會忘記開關機器，這樣除了會浪費電能、損耗機器，如果出門太匆忙，忘記開機，就失去安裝小型空氣清淨機的用意了。</p> <p>所以我們想利用電腦課學的arduino板加上粉塵偵測器來控制小型空氣清淨機的開關，讓有空氣淨化功能的安全帽能空氣不良時自動運作，空氣良好時則不需使用可以儲電來讓手機或是平板電腦充電。</p> <p><b>3.作品效用與操作方法</b></p> <p>(6) 第一代空氣清淨安全帽，在全罩式安全帽上安裝小型空氣清淨機，並利用風力及太陽能發電，讓小型空氣清淨機能在機車騎士騎車時過濾空氣。</p> <p>(7) 我們的第二代空氣清淨安全帽，加裝arduino板與粉塵偵測器來控制小型空氣清淨機的開關，在空氣品質不好的時候再啟動小型空氣清淨機，以延長機器的壽命並儲存電能。</p> <p>(8) 加裝小型行動電源，在小型空氣清淨機不用運作的時候，可以儲存風力及太陽能發電的電力。</p> <p><b>4.作品的傑出特性與創意特質</b></p> <p>(1) 比第一代空氣清淨安全帽更有效利用空氣清淨機。</p> <p>(2) 機車騎士能透過粉塵偵測器了解現在的空氣品質。</p> <p>(3) 加裝行動電源，儲存更多電力。</p> <p>(4) 藉由加裝粉塵感測器全自動空氣不佳時自動啟動空氣清淨機。</p> <p><b>5.其他考量因素</b></p> <p>考量粉塵偵測器控制小型空氣清淨機開關的精準度，保留手動開關，讓機車騎士也可以手動控制空氣清淨機。</p>				

騎車戴我們的  
安全  
帽就不用  
戴口罩

## 第二代空氣清淨安全帽

行動電源：  
電力儲存

空氣檢測器：  
智能開關

空氣清淨機：  
改善空氣

## 第一代空氣清淨安全帽

結合風力發電再  
生能源不需額外  
浪費電力。

結合太陽能板發電  
再生能源不需額外  
浪費電力。

利用靜電空氣濾  
網過濾髒空氣。

第一代空氣清淨安全帽



縮小並增加風力發電  
扇的數量，讓安全帽  
更美觀且降低風阻。



利用空氣檢測器來控制  
空氣清淨機開關，節省  
電能、延長機器壽命



加裝小型行動電源，儲  
存風力及太陽能發電之  
電能

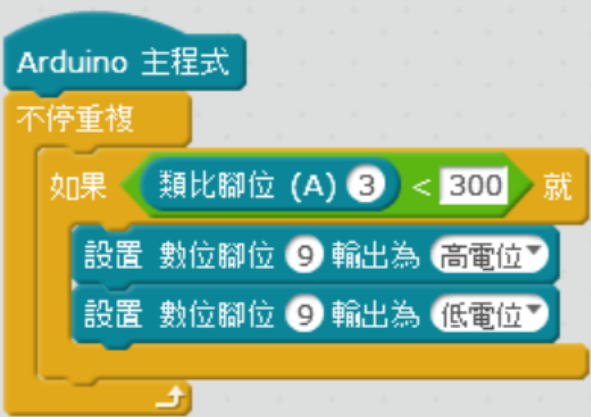


第二代空氣清淨安全帽



測試得到的數據和空氣質量對照：

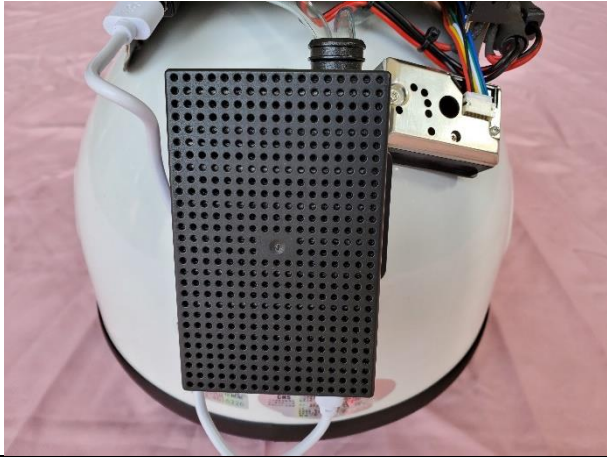
- 3000 + = 很差
- 1050-3000 = 差
- 300-1050 = 一般
- 150-300 = 好
- 75-150 = 很好
- 0-75 = 非常好



第一代的風力發電安全帽使用的風扇太大，影響行車安全且不美觀，而且發出的電力直接使用在空氣清淨機上無法儲存電力。	一般安全帽形狀，上方裝置太陽能板與風力發電機			各種顏色都可以
1. 降低風阻，以多個小型風扇取代大風扇。 2. 加裝行動電源，儲存更多電力。 3. 粉塵感測器智慧型判讀空氣品質並自動啟動空氣清淨機。	問題	形狀	顏色	安全帽
	特性	智慧型空氣清淨安全帽	材料	風力發電風扇 太陽能板 行動電源
	延伸	功能	市場	arduino 板與粉塵偵測器
	戴上我們的安全帽就無需配戴口罩，外出時還可以替我們的手機充電，最重要的是環保風力及太陽能發電。			台灣地區機車眾多而且空氣品質不佳，我們的作品深具市場性。

7.作品製作歷程說明





加裝小型空氣清淨機不用運作的時候，可以儲存風力及太陽能發電的電力。



上方裝置太陽能板與風力發電機



學生製作過程中01.



學生製作過程中02.

「IEYI 世界青少年創客發明展暨臺灣選拔賽」作品完整說明表（複審）

作品名稱	救災遙控電動車		隊伍編號	TWED19053	
學籍分組	<input checked="" type="checkbox"/> 國小組 <input type="checkbox"/> 國中組 <input type="checkbox"/> 高中職組				
作品規格	寬：60 cm	高：40 cm	深：75 cm	重量：9.99 kg	
作品規格長、寬、高上限為1公尺，重量上限為10公斤					
作品用電	是否用電	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	用電項目		
作品說明					
摘要說明					
<p>1.作品名稱：救災遙控電動車</p> <p>2.作品設計/創作動機與目的</p> <p>每當發生火災(最近台中市農田工廠，兩名消防員因救火死亡)、地震、化學工廠、沼氣等毒害因素災害時候、或人質被歹徒挾持在內，似乎第一時間有時受於環境等因素，無法進入現場處理，於是有了發明此作品的動機與目的。讓遙控無人車解決人們無法進入現場處理之危險因素，而有這多功能實用設計發明之長距離遙控無人車。</p> <p>3.作品效用與操作方法</p> <p>作品效用：</p> <p>(9) 以可坐一個小孩空間，設計成遙控無人車。</p> <p>(10)可應用於偵查、運輸、搜尋救援等多功能。</p> <p>操作方法：</p> <p>(1) 啟動UPS不斷電系統電源。</p> <p>(2) 以長距離遙控器控制無人車前進、後退、左、右轉方向操作。</p> <p>(3) 打開手機的LINE，可看到無人車前方及左右轉右方轉向狀況。</p> <p>4.作品的傑出特性與創意特質</p> <p>(5) 完全以無人駕駛，利用長距離300公尺無線電，遙控無人車，達到偵查、運輸、蒐情、救援等多功能。</p> <p>(6) 偵查方面：在無人車後方放有一台手機，可透過直播了解無人車行駛路況。</p> <p>(7) 運輸方面：可運輸相當一個小孩的重量及物品。</p> <p>(8) 搜情方面：若遇歹徒挾持人質，可派此車前往搜尋、交涉、談判。</p> <p>(9) 救援方面：可帶消防水帶，進入火場，剛起小火濃煙狀況，進行滅火。</p> <p>(10)由於無人車放有一台手機可以與被救難人員對話，充份了解當時救難現場狀況及應變處理。</p> <p>(11)這台無人車，與一般遙控車最大不同，就是設計做出實體化、實用化、運輸化、救援化，可長距離遙控300公尺範圍。</p>					

(12)採用UPS不斷電系統、DC轉AC電壓器、提供AC110V電壓，控制扭力極強變速馬達前進、後退，及兩個的旋轉馬達控制方向盤左右轉，時速可達20到30公里。

## 5.其他考量因素

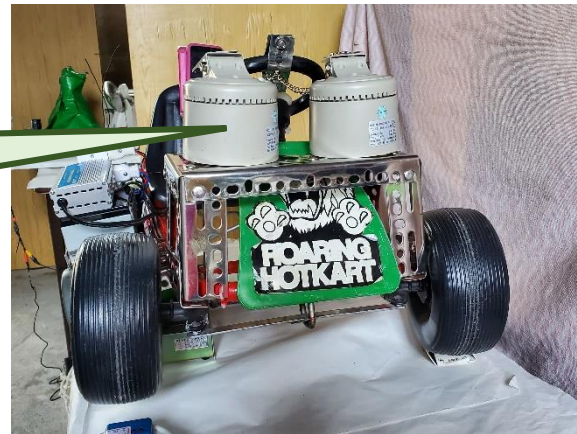
(1)可應用救難、商業、工業，甚至民防、國防、軍事等方面用途。



以可坐一個小孩空間，設計成遙控無人車。

可應用於偵查、巡邏

控制扭力極強變速馬達前進、後退，時速可達20到30公里。




採用 UPS 不斷電系統、DC 轉化 AC 電壓器、提供 AC110V 電壓

利用長距離300公尺遙控器，控制扭力極強變速馬達前進、後退





「IEYI 世界青少年創客發明展暨臺灣選拔賽」作品完整說明表（複審）

作品名稱	汽車自動安全裝置		隊伍編號	TWED19052			
學籍分組	<input checked="" type="checkbox"/> 國小組 <input type="checkbox"/> 國中組 <input type="checkbox"/> 高中職組						
作品規格	寬：85 cm	高：30 cm	深：30 cm	重量：4.8 kg			
作品規格長、寬、高上限為1公尺，重量上限為10公斤							
作品用電	是否用電	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	用電項目				
<b>作品說明</b>							
<p><b>1.作品名稱：</b>汽車自動安全裝置</p> <p><b>2.作品設計/創作動機與目的</b></p> <p><b>作品設計：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 分別於汽車 A 柱、B 柱外裝置汽車外部的安全氣囊裝置</li> <li>(2) 於汽車上方架設電子式感測器  超音波距離檢測</li> <li>(3) 當與前方障礙物小於 10 公尺，車速又大於 50km/h 時，自動啟動前方安全氣囊，減少車輛受損。</li> <li>(4) 車輛產生撞擊後，安全氣囊由預先設計的氣囊上、下、左、右排氣點洩出抵銷反作用力，保持車輛與乘客的安全。</li> </ol> <p><b>創作動機與目的：</b>放暑假時，晚上和爸媽一起看新聞報導時，很常看到的就是車輛事故的新聞。所以，就想到車子內部有所謂的安全氣囊，是為了防止汽車碰撞時車內的人和車內部間產生碰撞而造成的傷害，那是不是也可以將這個東西應用在汽車的外部裝置，來減輕意外的災害。現在汽車的設計車禍發生時前面的引擎室是預設的潰縮區，內部安全氣囊作動保護乘客的安全，可是車輛往往受損嚴重，應該有更好的方法。</p> <p><b>3.作品效用與操作方法</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 將車體外裝置安全氣囊於車側及前方，當車輛在行駛的過程中，如果接近前方的車輛且車速過快時，兩側的氣囊就會啟動並形成一個保護緩衝的區域。</li> <li>(2) 氣囊啟動後，可以先降低撞擊力，減少車禍的傷害。</li> <li>(3) 充氣後的氣囊，安置在車外的安全氣囊在被啟動充氣後，會有一個自動洩氣功能，主要是降低撞擊後的反作用力產生。</li> </ol> <p><b>4.作品的傑出特性與創意特質</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 現行的車子本身大多都有車內的安全氣囊，其保護作用是當撞擊時，用來保護乘車者與車身撞擊產生的傷害。而設計這個被動式安全裝置主要的特點是利用電子感測器在快要發生撞擊前，先降低撞擊力道。第一時間先做減緩撞擊的動作，可以減少車輛前方引擎室的潰縮損害與人員撞擊力。</li> </ol>							

(2) 安置在車外的安全氣囊在被啟動充氣後，會有一個自動洩氣功能，主要是降低撞擊後的反作用力產生。

5.其他考量因素

無。

即時性

安全性

減低傷害



利用超音波傳感器，作為控制氣囊的啟動裝置。



橘色點為安全氣囊的洩氣設置位置點。



二氧化碳鋼瓶與腳踏車內胎模擬安全氣囊

現在汽車的設計車禍發生時前面的引擎室是預設的潰縮區，內部安全氣囊作動保護乘客的安全，可是車輛往往受損嚴重，應該有更好的方法。	1. 內置於前方保險桿內，不影響汽車外觀 2. 汽車上方裝置超音波電子式感測器距離。			搭配車子顏色。
	問題	形狀	顏色	
充氣後的氣囊，會有安置在車外的安全氣囊在被啟動充氣後，會有一個自動洩氣功能，主要是降低撞擊後的反作用力產生。	特性	汽車自動安全裝置	材料	超音波電子式感測器 繼電器 Arduino 模組
	延伸	功能	市場	
車禍發生時，一般安全氣囊作動如果未綁安全帶常常造成乘客傷亡，使用我們的概念，預先在安全氣囊上預設較薄材質排氣孔，可以緩衝又減少撞擊力。	將車體外裝置安全氣囊於車側及前方，當車輛在行駛的過程中，如果接近前方的車輛且車速過快時，兩側的氣囊就會啟動並形成一個保護緩衝的區域。			市場性極大，因為具有安全性而且材料便宜，萬一發生車禍可以降低人員傷亡與汽車損傷。

## 7.作品製作歷程說明



討論整體車身的狀況



利用創客教室裡的材料，將車體  
外裝置安全氣囊於車側及前方，

「IEYI 世界青少年創客發明展暨臺灣選拔賽」作品完整說明表（複審）

作品名稱	智慧型防雨防塵曬衣架		隊伍編號	TWEG19077	
學籍分組	<input checked="" type="checkbox"/> 國小組 <input type="checkbox"/> 國中組 <input type="checkbox"/> 高中職組				
作品規格	寬： 60 cm	高： 60 cm	深： 90 cm	重量： 7.5 kg	
作品規格長、寬、高上限為1公尺，重量上限為10公斤					
作品用電	是否用電	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	用電項目		
<b>作品說明</b>					

1. 作品名稱：智慧型防雨防塵曬衣架

2. 作品內容與參賽類別(綠能科技)的關聯：

結合程式設計，智能感應灰塵、雨滴，使曬衣架能依戶外氣候、空氣品質自動防護曬在室外的衣服，避免淋濕及沾染灰塵，整組裝置使用太陽能作為動力來源。

3. 作品設計/創作動機與目的

嘉義地區春天和夏天常常下雨，秋冬季節則是空氣汙染的重災區，我每天都要幫媽媽曬衣服，下雨天時因為媽媽要上班我要上學根本無法回家收衣服，曬在室內又無法接受太陽光紫外線的消毒，而且常常紫爆的空氣品質，潮濕的衣服曬在屋外一天必定附著許多的灰塵，於是我們想要設計一款平常可以接收太陽光日照消毒而且節能的曬衣架，下雨天或是空汙嚴重時又能夠自動封閉避免淋濕及沾塵。

4. 作品效用與操作方法

- (1) 使用免螺絲角架組合曬衣架。在曬衣架的兩側、上方及後方鋪設透明博士膜。
- (2) 在曬衣架的前方裝置電動捲簾，上面裝置太陽能板並連結行動電源。
- (3) 在曬衣架的右側上方裝置排風扇，左側下方裝置吸風扇，並加裝濾網。
- (4) 裝設 Arduino 大面積雨滴板感測器及粉塵感測器、繼電器並且連結至行動電源
- (5) 編寫 Arduino 主程式設置高低電位。

5. 作品的傑出特性與創意特質

- (1) 節能：因為是露天曬衣架所以可以裝置太陽能板提供風扇及電動捲簾電力來源。
- (2) 健康：天氣及空氣好時衣服直接照射陽光紫外線殺菌健康。
- (3) 便利：配合 Arduino 模組自動感應控制電源，不需手動上班時可以安心不用擔心下雨時衣服會被淋濕。

6.其他考量因素

封閉式的曬衣架曬衣服會讓內部濕度過高，衣服不容易乾，所以在曬衣架的右側上方裝置排風扇讓潮濕空氣排出，曬衣架的左側下方裝置進氣扇讓乾燥空氣進入同時進行過濾讓空汙季節一樣可以曬衣服而且不沾灰塵。



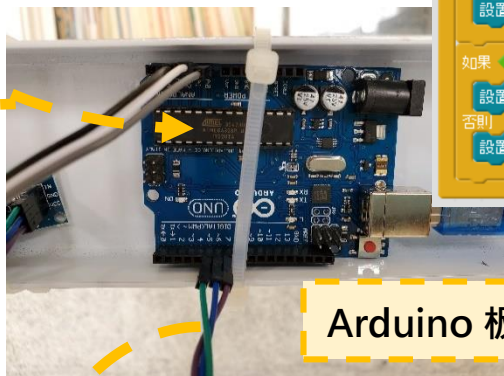
<p>下雨天或是空氣汙染季節因為要上班或是上學根本無法回家收衣服，曬在室內又無法接受太陽光紫外線的消毒，而且常常紫爆的空氣品質，潮濕的衣服曬在屋外一天必定附著許多的灰塵。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 長方體外框曬衣架。</li> <li>2. 兩側、上方及後方鋪設透明博士膜。</li> <li>3. 前方裝置電動捲簾。</li> </ol>			皆可，白色較佳
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 沒有下雨時衣物可以接受太陽紫外線殺菌。</li> <li>2. 下雨或是空汙時，自動控制繼續曬衣服。</li> </ol>	問題	形狀	顏色	免螺絲角架、電動捲簾、太陽能板、行動電源、排風扇、Arduino 板、雨滴板感測器及粉塵感測器、繼電器
	特性	智慧型防雨防塵曬衣架	材料	
	延伸	功能	市場	
<p>封閉式的曬衣架曬衣服會讓內部濕度過高，衣服不容易乾，所以在曬衣架的右側上方裝置排風扇讓潮濕空氣排出，曬衣架的左側下方裝置進氣扇讓乾燥空氣進入同時進行過濾讓空汙季節一樣可以曬衣服而且不沾灰塵。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 環保節能：因為是露天曬衣架所以可以裝置太陽能板提供風扇及電動捲簾電力來源。</li> <li>(2) 健康：天氣及空氣好時衣服直接照射陽光紫外線殺菌健康。</li> <li>(3) 便利：配合Arduino模組自動感應控制電源，不需手動上班時可以安心不用擔心下雨時衣服會被淋濕。</li> </ol>			<p>下雨天曬衣服和空氣粉塵是現在常見的問題，我們的作品可以解決這個問題，因此市場性極大。</p>



雨滴偵測器

灰塵偵測器

傳送偵測訊號



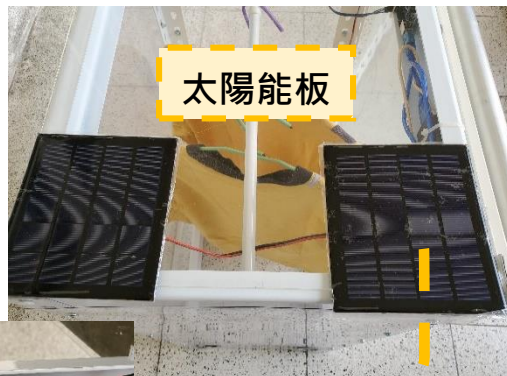
Arduino 板與控制程式



繼電器

程式控制啟動

透過繼電器控制電源



太陽能板



行動電源

電力來自太陽能

啟動捲簾遮蔽

啟動進、排風扇保持空氣流通



進氣風扇

過濾棉



排風扇



電動捲簾



使用免螺絲角架組合曬衣架。在曬衣架的兩側、上方及後方鋪設透明博士膜。



在曬衣架的前方裝置電動捲簾，上面裝置太陽能板並連結行動電源。



裝設 Arduino 大面積雨滴板感測器及粉塵感測器、繼電器並且連結至行動電源。

# 罩亮安全與舒適-自製無線充電動力清淨面罩

## 摘要

因為這次肺炎疫情嚴重，全世界的醫療資源有限，尤其是口罩。所以我們想要研究出主動進氣式濾毒防護罩可以讓大家不用排隊買口罩，而且解決戴口罩呼吸不順暢的感覺。但是電動式清淨系統效能要強且持久，電池的重量無可避免，所以我們設計出無線充電的防護罩。重量輕又可以隨著出入場合更換不同濾網，呼吸順暢只需要濾網，不用排隊買口罩。而且經由紫外線消毒可以重複使用。

各種口罩組成結構和功能都不相同紙口罩、布口罩、海綿口罩組成結構單一，均無法無法隔絕病菌。防塵口罩、活性炭口罩、醫療口罩都至少有三層結構，但是醫療口罩因為熔噴不織布的等級靜電效果優異，所以才有隔絕病菌病毒的功能。N95口罩隔絕病菌病毒的效果最佳，活性炭口罩可吸附有機氣體及毒性粉塵。配戴N95口罩最不舒服但是效果最好，所以我們要製造出呼吸比任何口罩更舒適，而且功能比N95口罩有效的防護罩。

我們從實驗中發現N95口罩對空氣中的懸浮粒子PM10、PM2.5過濾效果最佳、其次是醫療口罩，對於阻擋化學氣體TVOC以活性炭口罩效果最好，經過我們研究熔噴不織布有阻擋細菌的效果。另外酒精消毒口罩會破壞口罩的阻擋效果。使用二氧化氯、酒精和茶樹精油消毒殘留物會傷害呼吸道，熱消毒則會讓塑膠變形，所以我們自製的面罩因為使用塑膠要避免熱消毒，所以將採用紫外線來消毒面罩。我們從實驗中發現雙層熔噴不織布加上活性炭濾網過濾功能最強，所以我們將雙層熔噴不織布加上活性炭濾網使用來作為防護面罩的濾材。

我們從實驗中發現無線充電是可行的，但是電流與發射器和接收器的距離成反比，但是達到侷限值後，就無法無線充電了。我們會利用這個現象來製作防毒面罩，安全防護、降低醫療資源使用、而且使用方便呼吸順暢，為這次疫情做出貢獻。

## 壹、研究動機

以前口罩到處買得到，今年的新冠肺炎疫情嚴重，幾乎全世界全部淪陷大家都在搶口罩，過年後爸爸每天去便利商店買口罩但是經常買不到，後來每週可以買3個口罩但是還是看到路邊的藥局每天一大早都大排長龍買口罩。另外熱愛運動的我戴著口罩爬山騎腳踏車總會覺得悶悶的覺得不好呼吸。後來又聽到要預防肺炎病毒要保護好眼睛、嘴巴和鼻子，可是通常一般口罩只有保護嘴巴和鼻子，從電視上看到武漢包機的隨機醫師王必勝，表示醫護團隊隔離衣一穿就是9小時，另外南韓雨中人潮擠爆民眾撐傘排隊，等待購買口罩。



這兩個新聞都讓我們覺得很感傷，為了解決這個問題我們決定自製主動進氣的濾毒面罩只要更換濾材。一舉解決口罩製作不足及不舒適的問題，另外為了避免重複使用感染，電視上出現了電鍋乾燒、紫外線殺菌、銀離子等方式，我們也想找出可以幫我們濾毒面罩消毒持續使用的方法，另外為了減少面罩的重量我們希望採取無線充電的方式來提供過濾風扇電源測試出可以取代現有口罩的方法。



武漢包機的隨機醫師王必勝  
表示醫護團隊隔離衣一穿就是9小時



南韓雨中人潮擠爆民眾撐傘排隊，等待購買口罩

與課程相關單元：

自然與生活科技三上第三單元看不見的空氣（康軒版）

自然與生活科技三上第四單元廚房裡的科學（康軒版）

自然與生活科技六下第二單元微生物與食品保存（康軒版）

自然與生活科技六下第三單元生物與環境（康軒版）

貳、研究目的

一、探討各種口罩的材質、組成結構及配戴的舒適度。

二、探討各種口罩對空氣的過濾效果。

三、探究各種口罩對細菌的過濾效果。

四、探究口罩使用後以紫外光照射、加熱

優碘、酒精、精油的滅菌效果。

五、探究 PC 材質面罩滅菌方式。

六、探究無線充電原理

七、設計主動進氣的濾毒面罩。



## 參、研究器材及設備

### 檢測儀器



空氣品質檢測機



顯微鏡



照度計

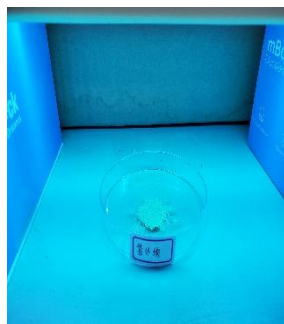
### 實驗工具



自製空氣清淨機



優格機



紫外線燈



烘碗機

### 自製工具



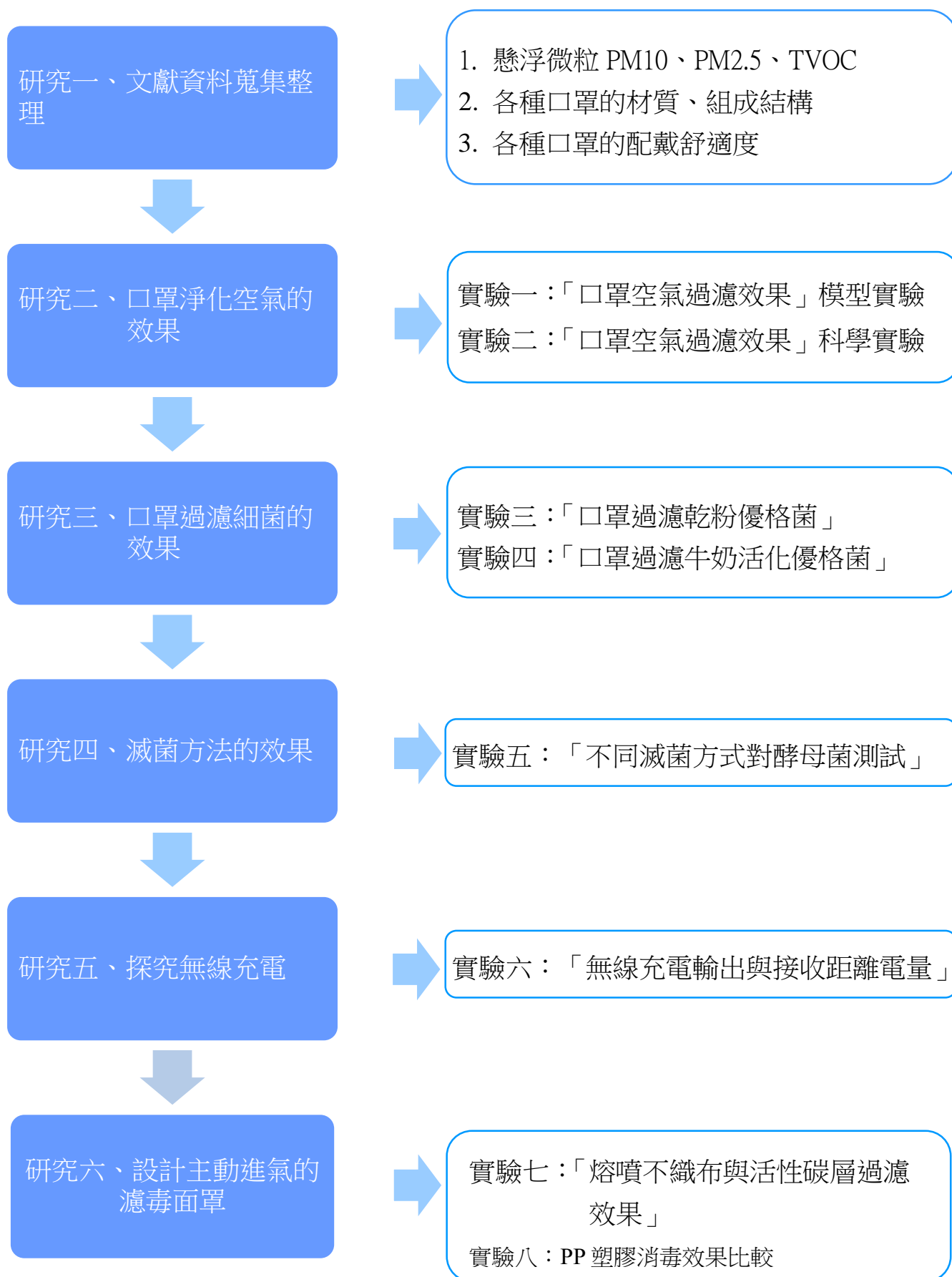
自製主動進氣模擬呼吸空氣組



自製主動進氣的濾毒面罩

## 肆、研究方法及過程

### 一、 研究流程





## 二、蒐集彙整研究資料：

我們實驗的目的主要在於解決嘉義地區，秋冬季節懸浮微粒 PM10、PM2.5 過高外出必須使用口罩。還有面對病毒侵擾的口罩舒適與防護問題。於是老師指導我們從網路上搜尋相關資料，彙整後獲得以下知識：

### （一）懸浮顆粒

懸浮在空氣中的固體顆粒，它的顆粒微小甚至肉眼難以辨識，可能造成生物體不適。小於或等於10微米的懸浮微粒稱為懸浮微粒（PM10）；直徑小於或等於2.5微米的懸浮微粒稱為細懸浮微粒（PM2.5），懸浮微粒能夠在大氣中停留很長時間，並可隨呼吸進入體內，影響身體健康。PM2.5 細小顆粒，比病毒大，比細菌小。

### （二）TVOC（總揮發性有機化合物）

室內常見的揮發性有機化合物包括甲醛、甲苯、三氯乙烯等，其中甲醛已經被 WHO 世界衛生組織列為致癌物長期接觸可以引起鼻咽癌與結腸癌，家具、窗簾、油漆都是潛在污染源。1小時的平均值不宜超過0.56ppm。

### （三）口罩

口罩種類	外觀	功能	組成結構
紙口罩		可阻擋70%以上的5微米顆粒 無法隔絕病菌	木漿紙
布口罩		只過濾較大顆粒 無法隔絕病菌	棉布或是紗布
防塵口罩		阻擋大型灰塵及異物 無法隔絕病菌	不織布
海綿口罩		阻擋大型灰塵及異物 無法隔絕病菌	聚氨酯
活性炭口罩		可吸附有機氣體及毒性粉塵 無法隔絕病菌	防潑水 PP 不織布 活性炭不織布 親水親膚不織布
外科口罩		可阻擋90%以上5微米顆粒 可以隔絕病菌	防潑水 PP 不織布 熔噴不織布 親水親膚不織布
N95口罩		可阻擋95%以上0.3微米顆粒 可以隔絕病菌	防潑水 PP 不織布 雙層熔噴不織布 親水親膚不織布



## 市面上常見口罩舒適度調查

口罩種類	配戴情形	靜止時的配戴舒適度	活動時的配戴舒適度
紙口罩		很薄，感覺容易破	紙容易卡住
布口罩		比較厚，上下很鬆	講話比較悶
防塵口罩		還好	講話時口罩會移動
活性炭口罩		太大	空氣會從四周流進來
醫療口罩		剛剛好	講話時口罩會移動
N95口罩		上下左右都很緊	呼吸較不容易且很緊

## 市面上常見口罩透氣度測試

	紙口罩	布口罩	防塵口罩	活性炭	醫療	N95
上方		✓				
下方		✓				
左方	✓	✓	✓	✓	✓	
右方	✓	✓	✓	✓	✓	
中央	✓	✓	✓	✓	✓	✓

### 實驗步驟

1. 在各式口罩外側上、下、左、右、中五個位置以熱融膠黏上羽毛。
2. 由學生配戴後呼吸，觀察羽毛飄動情形，並記錄。
3. 又以迴紋針及長尾夾黏上羽毛，以夾住的方式再一次進行實驗。

### 實驗結果

1. 布口罩四周較不緊密，可能是沒有鬆緊帶或壓條造成，羽毛上、下、左、右飄動明顯。
2. 大部分口罩在呼吸時仍透過中央及左右兩側進氣出氣。
3. N95 口罩圓球狀的設計與臉最為密合，羽毛幾乎沒有飄動。
4. 學生臉形較小，較有不密合情形。

### 三、實驗步驟

#### 實驗一：「不同口罩空氣過濾效果」模型實驗

自製主動進氣模擬呼吸空氣組。



以電腦風扇與壓克力組合模型



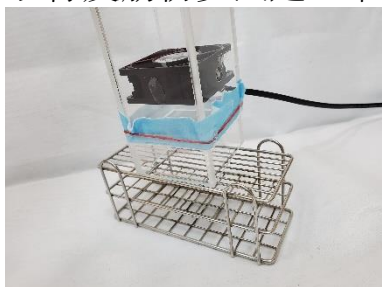
將測試口罩裁剪至適合尺寸



以橡皮筋初步固定口罩



上方增加一節壓克力並固定



完成進行測試



完成進行測試

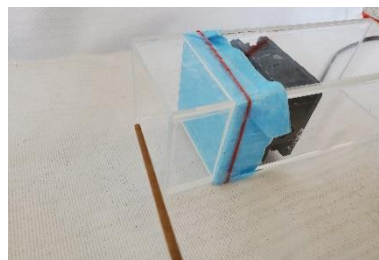
進一步測試



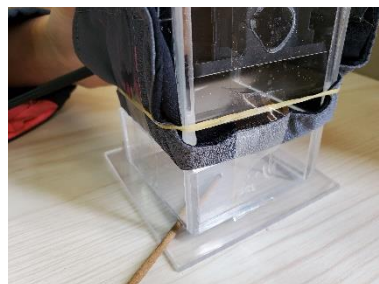
增加主動側風測試（減少線香汙染物）  
最佳方法



模型上下先封閉



傾斜測試（減少線香汙染物）



線香停留1分鐘後抽出進行測試

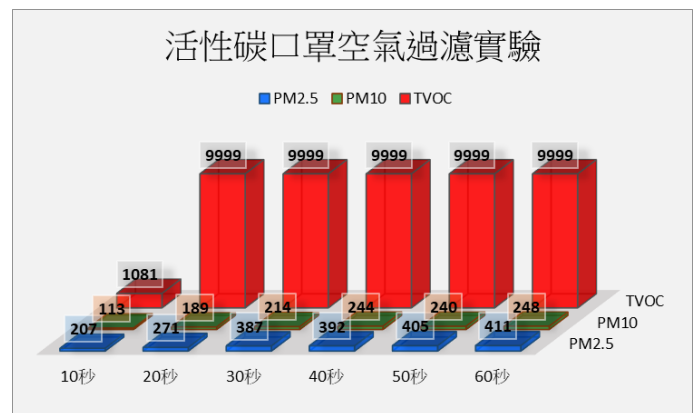
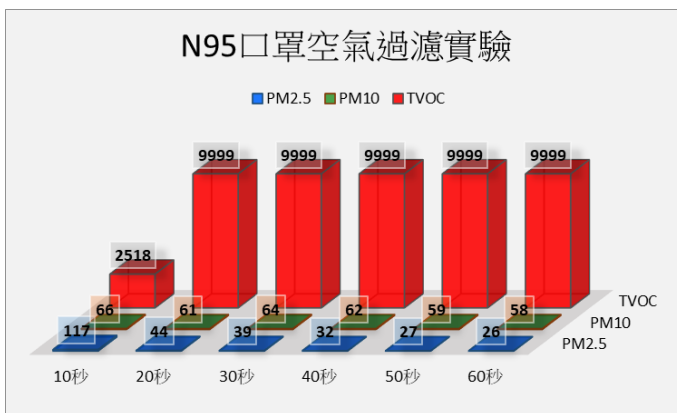
## 伍、實驗探究

### 實驗一：「不同口罩空氣過濾效果」模型實驗

我們從市面上找出常見的口罩，分別測試它的過濾效果，為了實驗精準能夠控制實驗變因所以我們先自製主動進氣模擬呼吸空氣組。步驟如下

1. 以電腦降溫風扇與透明壓克力組合成空氣過濾模型。
2. 分別將紙口罩、布口罩、防塵口罩、活性碳口罩、醫療口罩、N95 口罩以剪刀裁剪至適合尺寸。
3. 以橡皮筋初步固定口罩於壓克力入風口（特別注意風扇方向）。
4. 上方增加一節壓克力並以透明膠帶固定（這一節壓克力可以穩定出入風流量）
5. 安裝完成於進氣孔下方點燃線香進行測試。
6. 測試時同時開啟風扇電源並將空氣品質檢測機置放於出風口。
7. 每隔 10 秒紀錄 1 次 PM10、PM2.5、TVOC 值。

### 實驗結果



從實驗結果中我們發現 N95口罩比其他口罩過濾空氣顆粒不論是 PM2.5或是 PM10都有不錯的效果，活性碳口罩則前10秒過濾 TVOC 化學物質的效果大於其他口罩，但是所有的口罩都在10秒過後 TVOC 值都衝高至空氣品質檢測機最高值，可見線香的毒性，但是也讓我們的實驗結果不容易觀察。

所以我們決定設計新的實驗方式，我們分別以傾斜測試（因為煙會先往上方流動所以側傾可以減少線香污染物）及增加主動側風測試（模組線香入風口先以固定風扇側吹減少上升線香污染物），但是效果都不好。最後我們測試出將線香點燃1分鐘後吹熄，再啟動模組風扇獲得不錯的效果，我們將用這個方法來進行實驗二的步驟。



另外我們發現在測試口罩過濾實驗時，空氣品質檢測機的初始值下降不易，我們每次都要等很久空氣品質檢測機的數值才會下降至原始刻度，所以我們使用兩種方法來使空氣微粒刻度與 TVOC 值下降

1. 因為空氣品質檢測機檢測空氣微粒的原理，是利用紅外線檢測空氣微粒在空氣中的密度，所以我們使用透明塑膠水族箱蓋上空氣品質檢測機使空氣中的微粒因為空氣沒有流動而快速降低。
2. 雖然使用塑膠水族箱蓋上可以下降空氣微粒指數，但是 TVOC 值則不會下降反而因為使用塑膠反而上升，所以我們以管道風扇加上活性碳濾網來自製空氣清淨機，因為活性碳主要過濾的就是 TVOC，所以空氣品質檢測機的 TVOC 值可以快速回復至環境刻度，方便我們進行下個實驗。



塑膠水族箱蓋上降低空氣微粒指數



自製空氣清淨機活性碳濾網降低 TVOC

## 實驗二：「不同口罩空氣過濾效果」科學實驗

從實驗一中我們得到線香點燃1分鐘後吹熄，再啟動模組風扇獲得不錯的效果，所以我們決定使用這個方式來測量不同口罩的空氣過濾效果，步驟如下：

1. 以電腦降溫風扇與透明壓克力組合成空氣過濾模型。分別將紙口罩、布口罩、防塵口罩、活性碳口罩、醫療口罩、N95 口罩以剪刀裁剪至適合尺寸。
2. 以橡皮筋初步固定口罩於壓克力入風口（特別注意風扇方向）。
3. 上方增加一節壓克力並以透明膠帶固定（這一節壓克力可以穩定出入風流量）
4. 安裝完成於進氣孔下方點燃線香 1 分鐘後快速熄滅進行測試。
5. 測試時同時開啟風扇電源並將空氣品質檢測機置放於出風口。
6. 每隔 10 秒紀錄 1 次 PM10、PM2.5、TVOC 值
7. 更換口罩時，另一組同學使用透明水族箱及自製空氣清淨機使空氣品質檢測機快速恢復環境值。



## 實驗結果

### N95口罩空氣過濾實驗



### 布口罩空氣過濾實驗



### 防塵口罩空氣過濾實驗



## 活性炭口罩空氣過濾實驗



## 紙口罩空氣過濾實驗



## 醫療口罩空氣過濾實驗

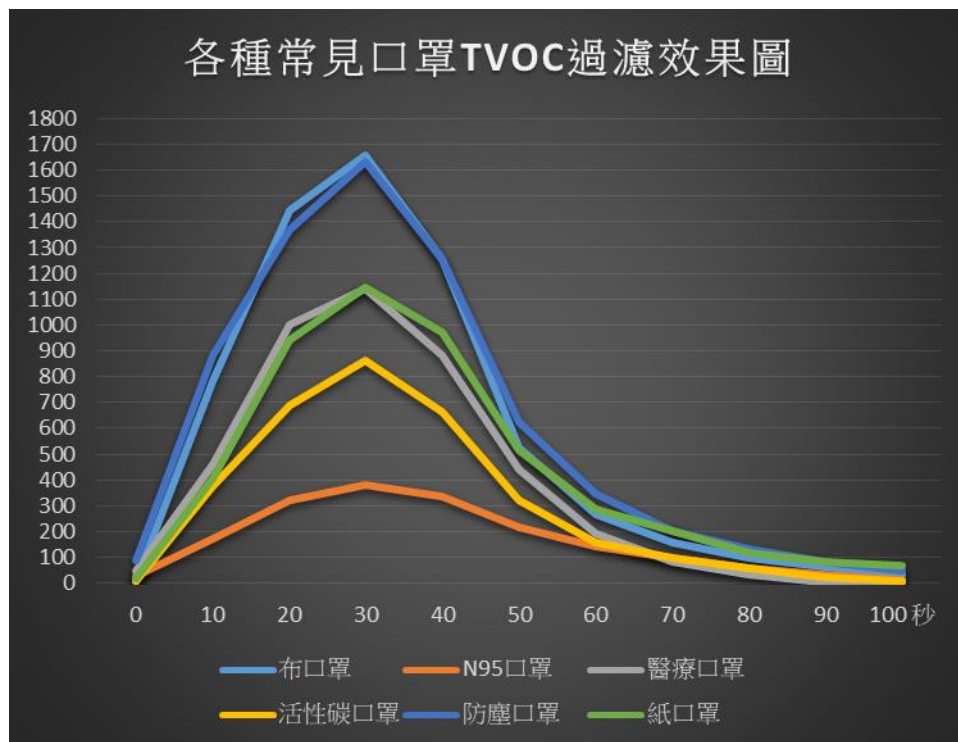




各種常見口罩 TVOC 過濾效果表

秒 \ ppb	布口罩	N95口罩	醫療口罩	活性碳口罩	防塵口罩	紙口罩
0	11	27	47	10	87	19
10	782	175	460	375	882	405
20	1445	323	1002	691	1369	942
30	1658	379	1141	863	1631	1147
40	1257	336	885	663	1254	975
50	527	219	440	321	626	514
60	266	142	192	157	348	288
70	256	97	84	97	204	203
80	100	58	35	58	132	117
90	61	33	5	26	83	85
100	34	13	5	8	47	66

ppb (濃度單位十億分之一)



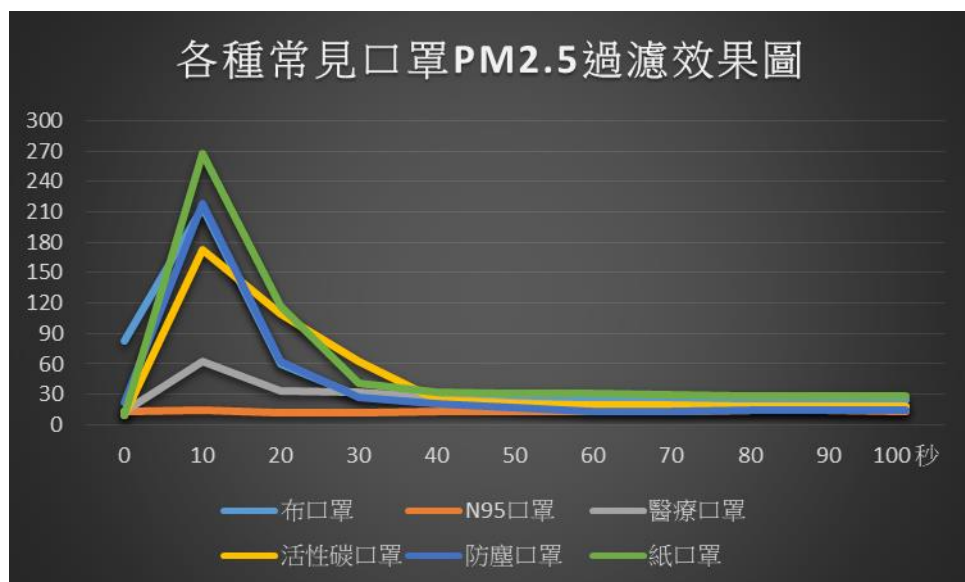
小結：從實驗結果中我們發現，所有材質的口罩在30秒時測到最大值，而後逐漸趨緩，我們發現在30秒時 N95口罩的 TVOC 防護效果最佳、其次是活性碳口罩，其他口罩的效果不佳。

我們認為原因應該是 N95口罩的氣密性最佳，所以可以過濾最多的 TVOC 值，另外活性碳口罩中含有活性碳層，因為活性碳的孔隙原本就可以過濾化學氣體。其他口罩效果則不佳

各種常見口罩 PM2.5過濾效果表

秒 \ Ug/m <sup>3</sup>	布口罩	N95口罩	醫療口罩	活性碳口罩	防塵口罩	紙口罩
0	83	13	13	9	22	9
10	214	14	63	172	218	268
20	60	12	33	109	62	117
30	28	12	32	63	27	41
40	27	13	27	24	21	32
50	25	13	22	21	17	31
60	24	13	18	20	13	31
70	24	13	17	20	13	29
80	22	14	17	18	14	28
90	24	14	17	18	14	28
100	24	13	17	18	14	28

Ug/m<sup>3</sup>（微克/立方公尺）百萬分之一公尺。PM2.5大約只有頭髮直徑的1/28



小結：從實驗結果中我們發現，所有材質的口罩在10秒時測到最大值，而後逐漸趨緩，我們發現在10秒時 N95口罩的 PM2.5過濾效果最佳、其次是醫療口罩，其他口罩的效果不佳。而且 N95口罩從0秒至100秒都沒有太大變化，過濾效果最好，醫療口罩過濾效果其次，布口罩和紙口罩效果最差。我們認為原因應該是 N95口罩的氣密性最佳，所以可以過濾最多的 PM2.5，另外醫療口罩因為中間的熔噴不織布靜電效果較佳的緣故。紙口罩則是太輕薄和布口罩孔隙較大所以效果都不良。防塵口罩效果也不良並沒有達到預期中的防塵效果，雖然號稱結構也是三層不織布與醫療口罩相同，但是因為沒有醫療效果，應該是中間的熔噴不織布等級不良的原因。

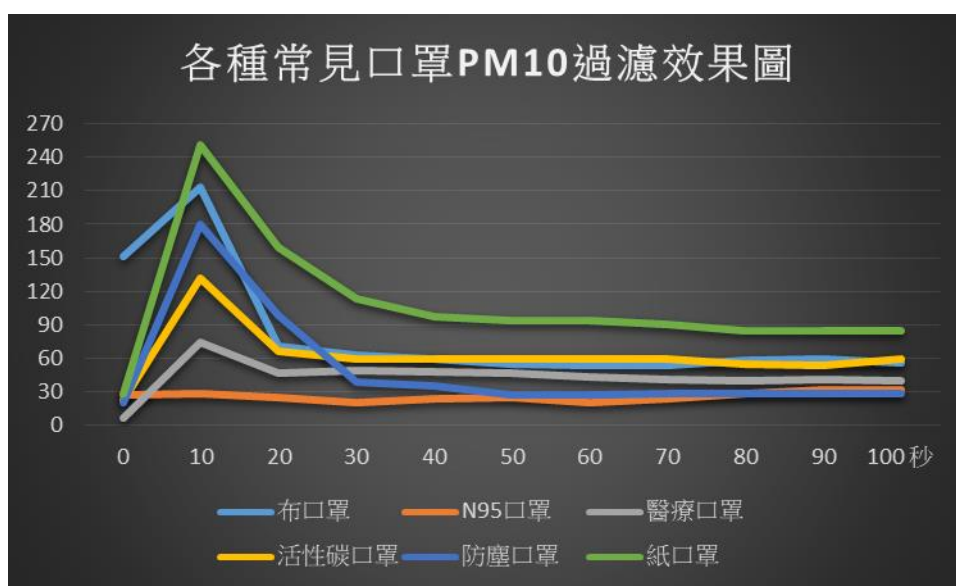
各種常見口罩 PM10過濾效果表

Ug/m <sup>3</sup>	布口罩	N95口罩	醫療口罩	活性碳口罩	防塵口罩	紙口罩
-------------------	-----	-------	------	-------	------	-----



秒						
0	151	27	7	23	21	29
10	213	29	74	132	180	251
20	71	25	47	67	98	159
30	63	21	49	59	39	114
40	59	24	48	60	35	97
50	55	25	47	60	28	94
60	54	21	44	59	27	94
70	54	24	41	59	29	91
80	58	29	40	55	29	85
90	59	32	41	54	29	85
100	56	32	40	59	29	85

Ug/m3（微克/立方公尺）百萬分之一公尺。



小結：從實驗結果中我們發現，所有材質的口罩在10秒時測到最大值，而後逐漸趨緩，我們發現在10秒時 N95口罩的 PM10過濾效果最佳、其次是醫療口罩，其他口罩的效果不佳。而且 N95口罩從0秒至100秒都沒有太大變化，過濾效果最好，醫療口罩過濾效果其次，布口罩和紙口罩效果最差。我們認為原因應該是 N95口罩的氣密性最佳，所以可以過濾最多的 PM10，另外醫療口罩因為中間的熔噴不織布靜電效果較佳的緣故。紙口罩則是太輕薄和布口罩孔隙較大所以效果都不良。防塵口罩效果也不良並沒有達到預期中的防塵效果，雖然號稱結構也是三層不織布與醫療口罩相同，但是因為沒有醫療效果，應該是中間的熔噴不織布等級不良的原因。

實驗三：「口罩過濾乾粉優格菌」科學實驗

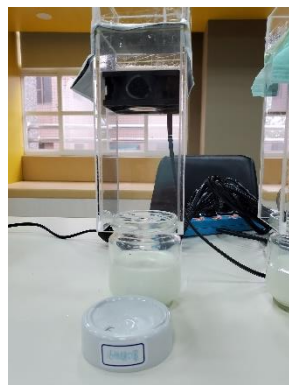
口罩除了過濾空氣微粒之外，在疫情嚴重的時刻，能夠有效阻擋病毒與細菌更是重要，我們決定要測試市面上常見的口罩阻擋細菌的效果，但是因為一般病毒與細菌對我們來說太危險，所以我們決定要使用優格菌，利用優格菌來測試通過各種口罩的情形。我們以最後優格的凝結情形和酸鹼值來測試口罩阻擋細菌的效果。

步驟如下：

1. 以電腦降溫風扇與透明壓克力組合成空氣過濾模型。分別將紙口罩、布口罩、防塵口罩、活性碳口罩、醫療口罩、N95 口罩以剪刀裁剪至適合尺寸。
2. 以橡皮筋初步固定口罩於壓克力入風口（特別注意風扇方向）。
3. 上方增加一節壓克力並以透明膠帶固定（這一節壓克力可以穩定出入風流量）
4. 安裝完成於進氣孔上方放入優格菌進行測試。
5. 測試時開啟風扇電源 2 分鐘並將煮沸靜置冷卻的牛奶置放於出風口。
6. 將測試完牛奶放入優格機中保溫 8 小時
7. 取出優格機中的牛奶，輕輕搖動測試凝固程度。
8. 以 PH 酸鹼試紙進行測試。



醫療口罩



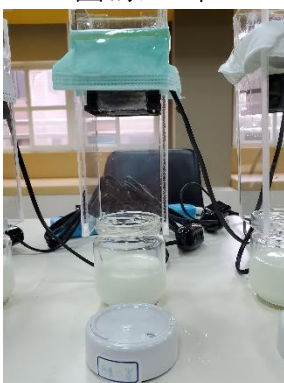
活性碳口罩



N95口罩



紙口罩



防塵口罩



布口罩



放入優格機



測試酸鹼值

實驗結果

## 1. 以冷凍優格粉進行測試，結果失敗



經過優格機定溫8小時後，我們觀察測試結果，我們發現除了對照組有凝固成優格外，其他的牛奶都沒有變化，另外以 PH 酸鹼試紙進行測試也只有對照組偏酸性，我們認為應該是使用冷凍優格粉在實驗過程中回潮沾黏在口罩上的關係。

## 2. 以室溫優格粉進行測試



實驗對照組



布口罩



紙口罩



活性炭口罩



防塵口罩



醫療口罩



N95口罩



優格粉實驗

	凝結情形	PH 酸鹼值
實驗對照組	已經凝結	4
布口罩	已經凝結	5
紙口罩	已經凝結	5.5
活性炭口罩	沒有凝結	7
防塵口罩	沒有凝結	7
醫療口罩	沒有凝結	7
N95口罩	沒有凝結	7

小結：從實驗結果中我們發現，實驗對照組、布口罩和紙口罩都凝固製作出優格。經



過濾情形	紙口罩 快	布口罩 最快	防塵口罩 無法過濾	活性炭 無法過濾	醫療 無法過濾	N95 無法過濾
------	----------	-----------	--------------	-------------	------------	-------------

過以酸鹼試紙測試後也發現，實驗對照組 PH 值為4、以布口罩過濾後製成的優格 PH 值為5、以紙口罩過濾後製成的優格 PH 值為5.5，其他的口罩實驗中牛奶沒有發生變化。我們認為原因應該是這些口罩中間都含有熔噴不織布，會對優格粉產生靜電阻擋作用，可見熔噴不織布有阻擋細菌的效果。

#### 實驗四：「口罩過濾牛奶活化優格菌」科學實驗

從實驗三中我們發現熔噴不織布有阻擋細菌的效果，但是我們擔心有可能口罩只是過濾粉塵而不是細菌，所以我們又做了口罩過濾牛奶活化優格菌的實驗來進行雙重確認。

步驟如下：

1. 將鮮奶煮沸靜置，降溫後放入一包優格粉，攪拌溶解。
2. 將不同口罩反折，置於玻璃瓶上方，以量筒倒入 30ml 鮮奶過濾。
3. 收集之鮮奶以瓶蓋鎖緊，放入優格機，製作優格。
4. 將測試完牛奶放入優格機中保溫 8 小時
5. 取出優格機中的牛奶，輕輕搖動測試凝固程度。
6. 以 PH 酸鹼試紙進行測試。



紙口罩



防塵口罩



布口罩



醫療口罩



N95口罩



活性炭口罩



固定倒入30ml 鮮奶



固定倒入30ml 鮮奶

#### 實驗結果

1. 布口罩過濾牛奶速度最快，紙口罩其次。
2. 防塵口罩、活性炭口罩、醫療口罩及 N95 口罩經過一小時仍有防水效果，無法過濾牛奶。

因為口罩在疫情嚴重下購買不易，所以新聞上有些人會以酒精消毒重複使用，所以



我們再以上實驗中加入攪拌棒接觸酒精碰觸口罩下端的測試，結果發現口罩的防水效果被破壞。獲得以下結果

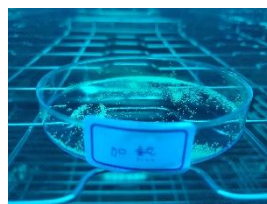
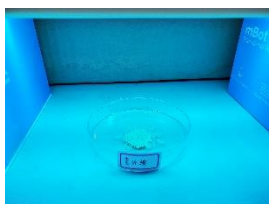


	凝結情形	PH 酸鹼值
實驗對照組	已經凝結	4
布口罩	已經凝結	4
紙口罩	已經凝結	4.5
活性炭口罩	已經凝結	4.5
防塵口罩	已經凝結	4.5
醫療口罩	已經凝結	4
N95口罩	半凝結	6

小結：從實驗結果中我們發現，牛奶都能通過布口罩和紙口罩，其他口罩則無法過濾，我們認為原因應該是這些口罩表層都含有防水不織布，會對液體阻擋，可見防水不織布有阻擋霧狀細菌的效果。另外當口罩噴灑酒精後明顯破壞原來防水不織布，最後每一種口罩都無法過濾優格菌牛奶，8小時後都變成固體優格只有 N95 口罩是半凝結狀態，酸鹼值也都呈現酸性，但是 N95 口罩酸化程度較不明顯。可見以酒精消毒口罩會破壞口罩的阻擋效果。

我們從實驗四中獲得酒精會破壞口罩原有效果的結論，但是因為口罩實在購買不易所以我們想測試，還有哪一些方式可以滅菌消毒，我們前面使用優格菌，但是優格菌實在太貴了而且保存也不容易，所以我們決定使用製作發酵麵點常用的酵母菌。我們的實驗過程如下

1. 將洋菜粉混合白糖加熱融化成培養基
2. 培養皿加入酵母粉後分別以紫外線、二氧化氯、酒精、烘碗機、茶樹精油進行消毒
3. 將培養基倒入培養皿
4. 每天進行觀察培養皿變化



紫外線殺菌

二氧化氯殺菌

酒精殺菌

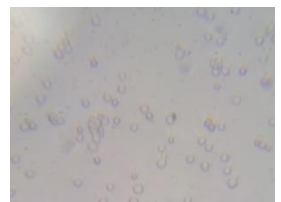
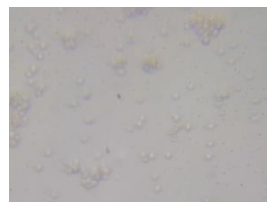
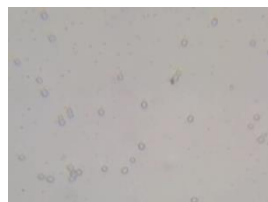
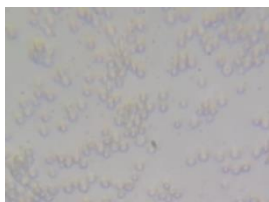
加熱殺菌

茶樹精油殺菌

實驗結果：

隔天觀察發現培養皿全部發出惡臭，而且外觀相差不明顯，應該是殺菌完成後，培養皿被其他菌種侵入的問題。所以我們重新設計實驗

我們將以各種消毒方式消毒完酵母菌改以顯微鏡觀察



紫外線殺菌

二氧化氯殺菌

酒精殺菌

加熱殺菌

茶樹精油殺菌



小結：我們觀察放大1500倍的顯微鏡中發現，只有加熱殺菌的酵母菌還存活、另外

以紫外線、二氧化氯、酒精、茶樹精油消毒的酵母菌都已經死亡不動了，我們認為應該是我們熱水的溫度不足以殺菌反而活化酵母菌的結果。

#### 實驗六：「無線充電輸出與接收距離電量」科學實驗

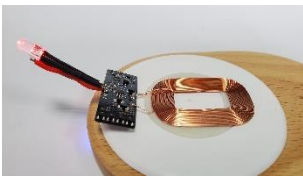
現在正值疫情緊張的時期，搶口罩蔚為風潮，為了解決這個問題我們想要設計一組利用鼓風機作為空氣清淨機結合潛水面罩來解決防疫及空汙的空氣問題，但是鼓風機需要使用電池，如果電池太小一下子就沒電了，電池太大或是使用電線會讓戴口罩的人不舒適。所以我們決定使用無線充電來解決這個問題。

##### 一、初步實驗過程：

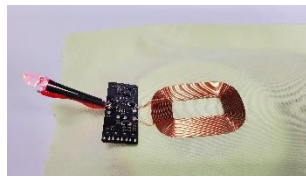
1. 將接收模組連結 LED 燈泡
2. 使用無線充電電源耦合收發模組初步進行測試

##### 實驗結果

無線充電不論間隔布或是信封還有膠片 LED 燈泡均發亮，驗證無線充電真的可行



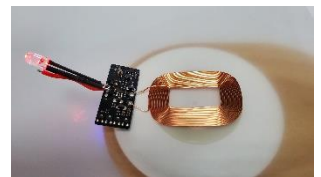
沒有間隔燈泡發亮



間隔眼鏡布發亮



間隔信封發亮



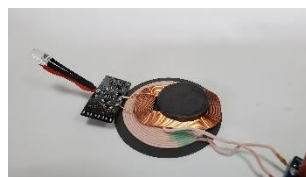
間隔塑膠片發亮

##### 二、進階實驗：

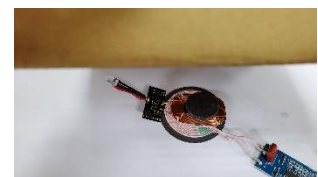
雖然上述實驗已經證明可以無線充電但是我們想要將無線充電的結果量化，所以我們決定使用測量光度的光度計來測量 LED 燈泡的光度差異。過程



將光度計裝置於紙箱上方



無線充電收發模組連結



電源關閉蓋上紙箱



黑膠帶密封孔隙預防走光



沒有開啟電源時光度11



啟動電源後光度12

##### 實驗結果

我們將無線充電收發模組裝置於我們預設的紙箱暗房，沒有開電時光度計顯示11Lux

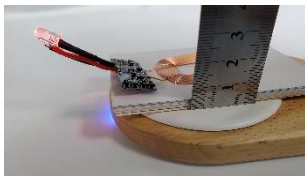


啟動電源開關後光度計改顯示12 Lux，讓亮度改變驗證無線的確可以充電。

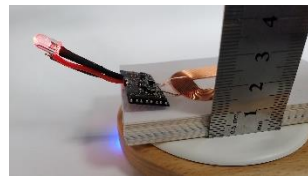
（照度 Lux 是指每單位面積所接收到的光通量）

### 三、延伸實驗

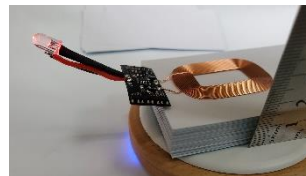
我們驗證無線可以充電後，我們思考如果我們面罩過濾器使用的電源可以分離，戴上我們的面罩就可以減輕電池的重量也避免電線連接頭部的危險，所以我們想要測試無線發電的使用限制，也就是發射器與接收器的距離



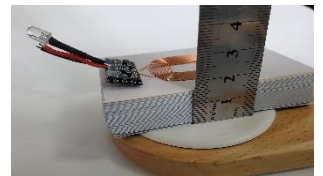
間隔5mm 發亮



間隔10mm 發亮



間隔15mm 發亮



間隔16mm 不發亮

### 實驗結果

我們以名片紙疊層測試發射器與接收器的距離，發現購買的無線充電組最大充電距離是15mm，而且距離越近亮度越高。

### 小結：

發現無線充電是可行的，但是電流與發射器和接收器的距離成反比，達到侷限值後，就無法無線充電了，所以我們會利用這個發現來製作空氣過濾面罩。

### 實驗七：「熔噴不織布與活性炭層過濾效果」科學實驗

從實驗二中我們發現 N95口罩和醫療口罩的防塵與隔離病毒的效果最佳，另外阻擋化學氣體 TVOC 以 N95口罩和活性炭口罩最好，但是我們要製造的是面罩而不是口罩，所以我們並不需要防水不織布與親膚不織布，於是我們將測試 N95口罩和醫療口罩中的熔噴不織布，也測試活性炭口罩的活性炭層。

### 實驗過程：

與實驗二過程相同，我們利用自製的主動進氣模擬呼吸空氣組，但是將不同口罩改為測試熔噴不織布與活性炭層，分別測試 PM10、PM2.5和 TVOC 數值，我們希望找出最佳過濾細菌和空氣懸浮粒子和化學氣體的材料，作為我們自製空氣過濾面罩的過濾層。





剪裁熔噴不織布



單層熔噴不織布



雙層熔噴不織布



活性炭層

### 熔噴不織布單層



### 熔噴不織布雙層



### 活性炭濾網



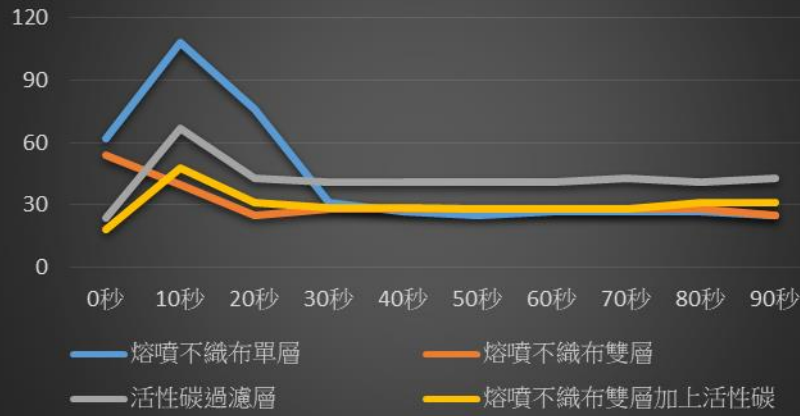
### 熔噴不織布雙層加活性炭濾網



各種濾材PM2.5過濾效果表

秒 \ Ug/m3	熔噴不織布單層	熔噴不織布雙層	活性炭過濾層	熔噴不織布雙層加上活性炭
0	62	54	24	18
10	108	40	67	48
20	76	25	43	31
30	31	28	41	29
40	27	28	41	29
50	25	28	41	28
60	27	28	41	28
70	27	28	43	28
80	27	28	41	31
90	25	25	43	31

各種濾材PM2.5過濾效果圖



小結：從實驗  
現，所有濾材  
PM2.5最大值，

結果中我們發  
在10秒時測到  
而後逐漸趨

緩，我們發現在雙層熔噴不織布和雙層熔噴不織布加上活性碳兩種效果最好，其次是活性碳過濾層這是因為我們使用空氣清淨機的活性碳過濾層較厚的關係，所以我們自製的面罩將使用雙層熔噴不織布作為濾材。

各種濾材PM10過濾效果表

秒 \ Ug/m3	熔噴不織布單層	熔噴不織布雙層	活性碳過濾層	熔噴不織布雙層加上活性碳
0	75	52	70	29
10	101	58	176	66
20	74	48	95	54
30	66	48	97	54
40	45	59	97	59
50	44	60	98	58
60	43	60	94	56
70	41	60	99	59
80	40	58	97	60
90	37	51	94	56

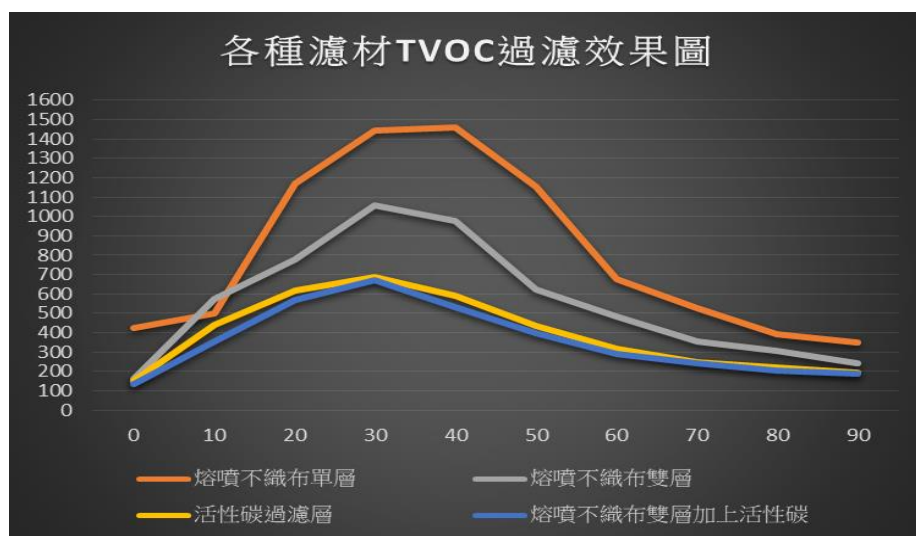
各種濾材PM10過濾效果圖



小結：從實驗結果中我們發現，濾材在10秒時測到 PM10最大值，而後逐漸趨緩，我們發現在雙層熔噴不織布和雙層熔噴不織布加上活性炭兩種效果最好，活性炭過濾 PM10的效果最差，所以我們自製的面罩將使用雙層熔噴不織布作為濾材。

各種口罩濾材 TVOC 過濾效果表

秒 \ ppb	熔噴不織布單層	熔噴不織布雙層	活性炭過濾層	熔噴不織布雙層加上活性炭
0	424	161	152	135
10	499	573	440	356
20	1168	777	619	572
30	1443	1056	685	672
40	1461	976	591	534
50	1156	625	433	396
60	678	481	319	293
70	529	353	245	244
80	395	309	221	204
90	350	243	192	188



小結：從實驗結果中我們發現，濾材30~40秒時測到最大值，而後逐漸趨緩，我們發現在30秒時雙層熔噴不織布和雙層熔噴不織布加上活性炭兩種效果最好。熔噴不織布不論單層或是雙層對 TVOC 值的過濾效果都不好。所以我們自製的面罩將使用活性炭濾網作為濾材

## 實驗七：「PP 塑膠消毒效果比較」科學實驗

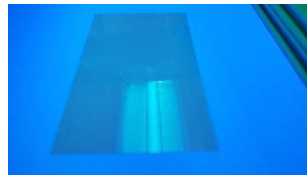
我們想要使用電動過濾面罩來取代口罩，我們都會面對一樣的問題，我們想要永續重複使用，所以我們要測試以 PP 塑膠製作的面罩消毒情形，從實驗五的實驗中我們已經發現酒精、二氧化氯、加熱、紫外線、柑橘類精油都有殺菌效果，所以我們想要知道適不適合運用在 PP 塑膠面罩上。

實驗過程：

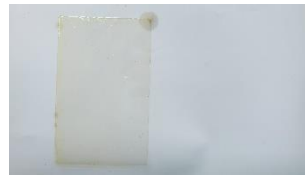
1. 裁剪相同大小的 PP 塑膠片
2. 分別噴上酒精、二氧化氯、和柑橘類精油
3. 分別加熱與照射紫外線燈 10 分鐘



塑膠加熱  
塑膠變形



照射紫外線燈  
沒有改變



噴柑橘精油  
改變顏色



噴酒精  
剩一滴水

討論：

我們從實驗結果中發現塑膠加熱會變形且發出惡臭，噴柑橘類精油雖然沒有變形，但是會改變面罩原來的顏色，所以這兩種方式都不適合做為消毒面罩的方法。噴酒精和二氧化氯雖然不會改變塑膠但是我們上網搜尋中發現「精油，不建議噴在口罩上」，由於精油分子本身帶有正電性及負電性，會破壞口罩的防水層和靜電過濾層，導致外科口罩失去作用。再者，若將精油滴在口罩上，精油接觸皮膚後，久了容易引發刺激性皮膚炎。長時間、近距離嗅聞高濃度精油，容易造成神經鈍化。若將「漂白水、次氯酸水、酒精」直接噴在口罩上，不僅會破壞口罩防水結構，長期吸入過量的「三種毒藥水」，形同跟自己的呼吸氣管過意不去，對人體造成傷害。上面四種消毒方式雖然都可以消毒細菌，但是只有紫外線殺菌不會破壞面罩本體也不會有傷害人體的副作用。所以我們決定使用紫外線殺菌，作為我們的面罩使用後消毒方法。

小結：雖然使用酒精、二氧化氯、加熱、紫外線、柑橘類精油都有殺菌效果，但是熱會讓塑膠變形，使用酒精、二氧化氯、柑橘類精油則會有殘留物質傷害人體，所以我們決定以牙科醫師消毒器具最常見的紫外線殺菌，消毒我們使用過後的面罩。



## 研究六、設計主動進氣的濾毒面罩

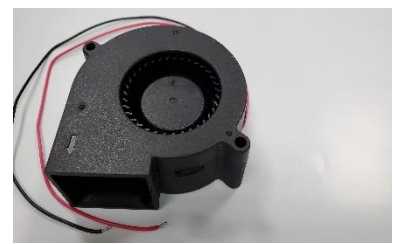
### 材料



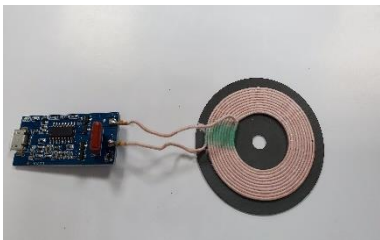
潛水面罩



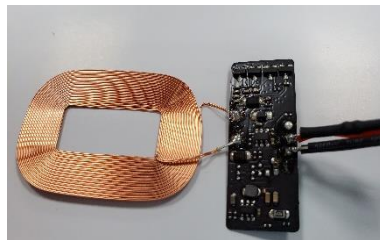
12v 電池



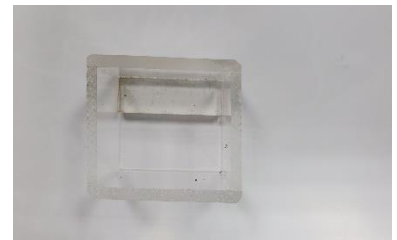
12v 鼓風機



無線充電發射器



無線充電接收器



壓克力



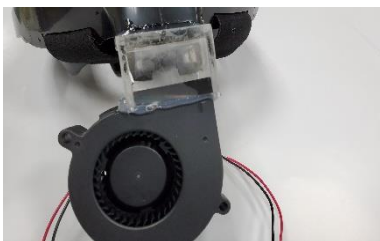
塑膠罐蓋



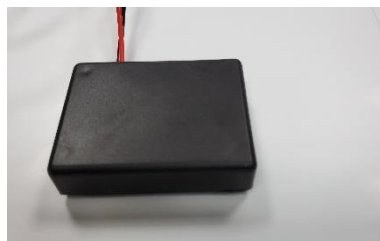
活性炭濾網



熔噴不織布



鼓風機連結潛水面罩



無線充電接收器塑膠殼



無線充電發射器塑膠殼

### 製作過程

1. 將潛水面罩進氣孔與鼓風機藉由壓克力連結
2. 以熱熔膠加強連結並氣封
3. 鼓風機進氣孔連接切割塑膠罐
4. 塑膠罐蓋子打孔
5. 將無線充電發射器裝於塑膠殼內連結 12v 電池
6. 將無線充電接收器裝於塑膠殼連結鼓風機
7. 塑膠罐內裝置兩層熔噴不織布一層活性炭濾網
8. 完成進行測試



完成作品



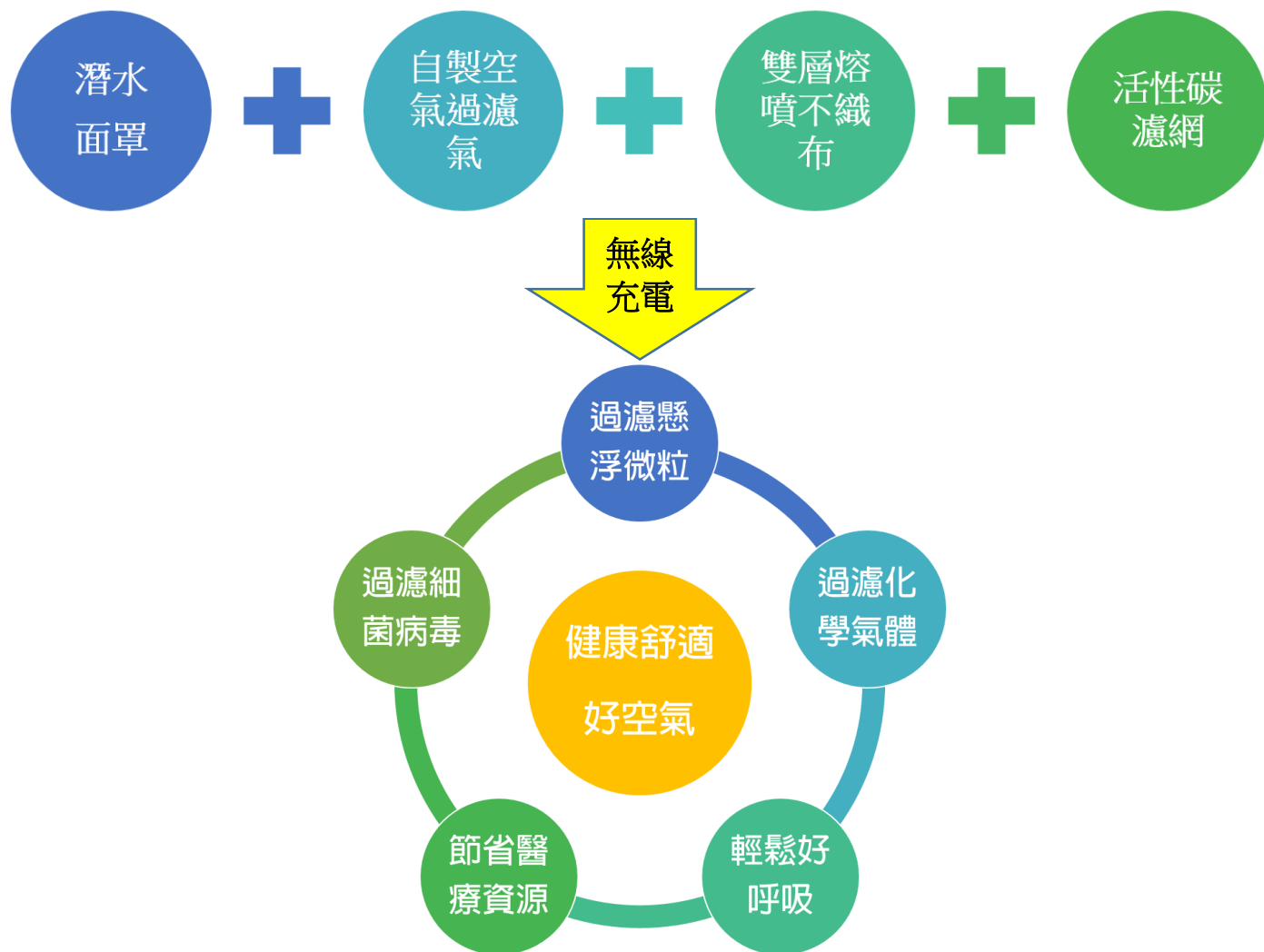
試戴面罩



充電發射器與接收器距離約1公尺



過濾風扇仍然正常運作



## 陸、結論與建議

### 結論一：各種口罩組成結構和功能都不相同

- (1) 紙口罩、布口罩、海綿口罩組成結構單一，均無法無法隔絕病菌。
- (2) 防塵口罩、活性炭口罩、醫療口罩都至少有三層結構，但是醫療口罩因為熔噴不織布的等級靜電效果優異，所以才有隔絕病菌病毒的功能。
- (3) N95口罩隔絕病菌病毒的效果最佳。
- (4) 活性炭口罩可吸附有機氣體及毒性粉塵。

### 建議一：

- (1) 一般無疫情發生可以使用簡單紙口罩、布口罩、海綿口罩。
- (2) 要防止傳染病傳播必須使用醫療口罩或是 N95 口罩。
- (3) 進入充滿化學氣體場所時須配戴活性炭口罩。

### 結論二：口罩舒適度調查

- (1) 布口罩最厚感覺有些悶，但是配戴 N95 口罩最不舒服。
- (2) 紙口罩最薄容易破裂。
- (3) 防塵口罩、活性炭口罩、醫療口罩呼吸較其他口罩順暢，但是戴上口罩運動還是不舒服。

### 建議二：

- (1) 購買不到醫療口罩又處於安全地方時再配戴布口罩。
- (2) 高危險地區最好配戴醫療口罩或是 N95 口罩。
- (3) 最好發明一種運動時也可以使用的口罩

### 結論三：

- (1) 阻擋化學氣體 TVOC 以 N95 口罩和活性炭口罩效果最好。
- (2) 防塵口罩、醫療口罩、紙口罩、布口罩阻擋化學氣體 TVOC 效果不良。

### 建議三：

進入充滿化學氣體場所時須配戴活性炭口罩。

### 結論四：

- (1) N95 口罩的 PM2.5 和 PM10 過濾效果最佳、其次是醫療口罩，其他口罩的 PM2.5 和 PM10 過濾效果不佳。
- (2) 布口罩和紙口罩過濾 PM2.5 和 PM10 的效果最差

### 建議四：空汙季節時最好還是配戴醫療口罩



## 結論五：

- (1) 熔噴不織布有阻擋細菌的效果。
- (2) 酒精消毒口罩會破壞口罩的阻擋效果。
- (3) 紫外線、二氧化氯、酒精和茶樹精油都有殺菌的效果。
- (4) 使用二氧化氯、酒精和茶樹精油消毒殘留物會傷害呼吸道
- (5) 熱會讓塑膠變形

## 建議五：

- (1) 可以延伸使用熔噴不織布來製作空氣清靜機濾材。
- (2) 避免使用二氧化氯、酒精和茶樹精油消毒口罩。
- (3) 我們自製的面罩因為使用塑膠所以要比免熱消毒。
- (4) 紫外線是一種穩定較無副作用的消毒方式。

## 結論六：

- (1) 無線充電是可行的，但是電流與發射器和接收器的距離成反比，但是達到侷限值後，就無法無線充電了。
- (2) 雙層熔噴不織布和雙層熔噴不織布加上活性炭過濾 PM2.5和 PM10效果最好。

## 建議六：

- (1) 我們可以使用無線充電來製作主動型空氣過濾面罩。解決配戴口罩重量過重不舒適的問題。
- (2) 空氣清淨面罩濾材將使用雙層熔噴不織布加上活性炭進行過濾。

## 柒、參考資料

### 一、康健雜誌



# 防病毒，你選對口罩了嗎？

 <p><b>醫用/外科口罩</b></p> <p>三層不織布</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 過濾 8~9 成病毒微粒</li><li>✓ 防細菌、病毒污染</li><li>✓ 防飛沫</li><li>✗ 抗空污</li></ul> <p>適用：發燒、感冒、流感病人，醫護人員</p>	 <p><b>活性炭口罩</b></p> <p>添加活性炭層，有多孔隙結構</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 吸附臭味、去異味</li><li>✓ 吸附有機溶劑與空氣中的雜質</li><li>✗ 阻隔病毒細菌</li><li>✗ 嚴重空污</li></ul> <p>適用：刷油漆、噴灑有機溶劑、騎機車</p>	 <p><b>N95口罩</b></p> <p>不織布、活性炭、過濾層</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 可阻擋 95% 懸浮微粒</li><li>✓ 防止飛沫傳染病毒、細菌</li><li>✗ 不適久戴，尤其肺功能不佳的人</li></ul> <p>適用：空汙、飛沫傳染病毒流行期，醫護人員</p>	 <p><b>棉布口罩</b></p> <p>棉布</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ 過濾大顆粒物質</li><li>✓ 保暖</li><li>✗ 防病毒</li></ul> <p>適用：打掃、保暖防寒</p>
--	--	---	---

二、 行政院衛生福利部食品醫藥管理署

<https://www.fda.gov.tw/TC/siteContent.aspx?sid=11139>

三、 Cool3c

外科口罩、N95 口罩、PM2.5 口罩種類怎麼分？各類口罩功用、適用場合、檢測標準整理 <https://www.cool3c.com/article/151427>

四、 科技大觀園

無線充電技術李宗勳 | 南臺科技大學電機工程系

<https://scitechvista.nat.gov.tw/c/sf7J.htm>