

# 教育部107年度中小學科學教育計畫專案

## 期末報告大綱

計畫編號：078

計畫名稱：打敗烏煙瘴氣—綠色清淨機

主持人：陳勝哲

執行單位：嘉義縣和睦國小

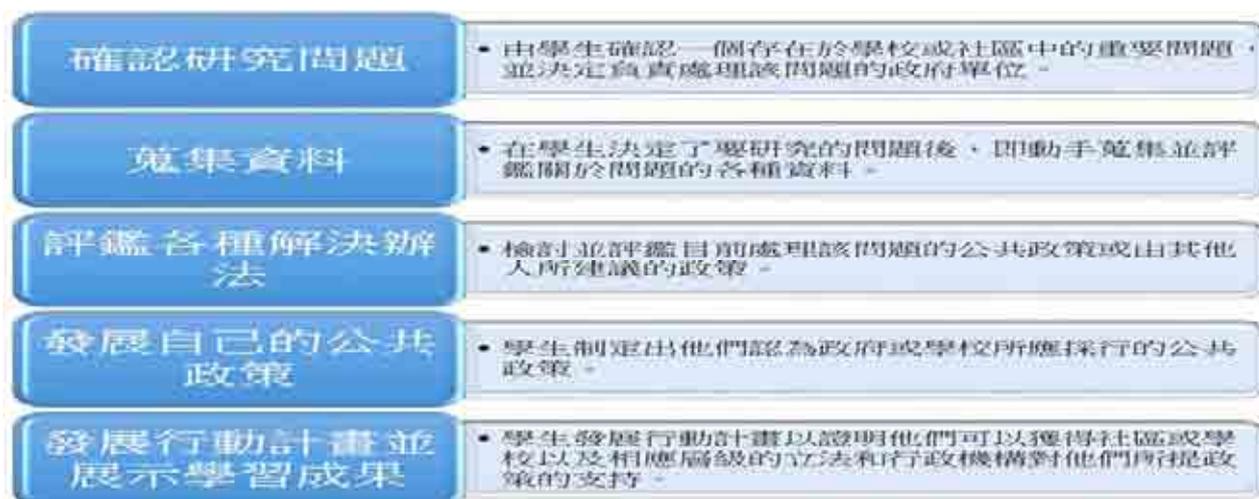
### 壹、計畫目的及內容：

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。

和睦國小「公民行動方案」環境科學 MAKER GO



參、目前研究成果：

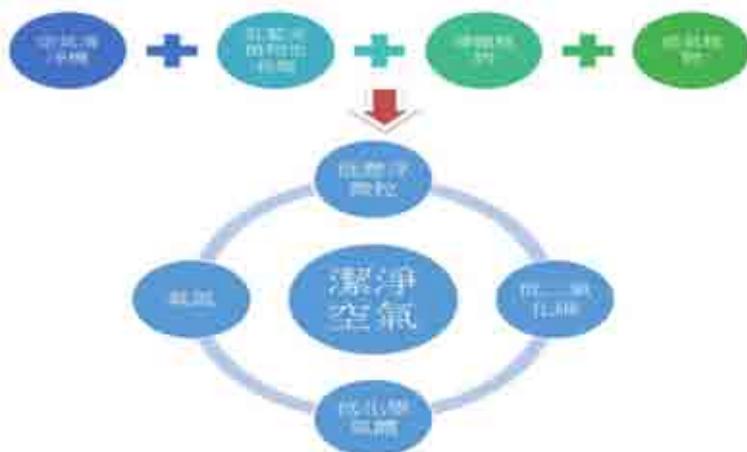
一、參加嘉義縣107學年度創客青少年發明展

20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5件、優等5件、甲等6件、佳作5件，得獎件數及獲獎成績連續6年蟬聯嘉義縣第一名

嘉義縣107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 | ★路跑用個人空氣清淨機     | 鐘煜翔 林宥呈 | 張素蓮  |
| 特優 | ★空氣清淨安全帽        | 李昀澤 鄧潔如 | 李宗憲  |
| 特優 | ★抽油煙機過濾系統       | 岳聖珉 賴佩柔 | 謝佩芳  |
| 特優 | ★綠色空氣清淨機        | 林芯仔 陳允凱 | 陳勝哲  |
| 特優 | ★災害偵測自動封閉橋梁系統   | 劉庭佑 溫佑靖 | 蘇儀真  |
| 優等 | 360度環景透視系統      | 劉又瑜 黃冠溥 | 籃曉翠  |
| 優等 | 手抖救星-防螺絲掉落之螺絲起子 | 曾品恩 范欽誠 | 曾輝銘  |
| 優等 | 各種燃香之安全保護罐      | 黃韋瑄 莊彥儒 | 陳佩瑩  |
| 優等 | 電動收納兩用馬桶座       | 羅靖雯 羅子語 | 張逸萱  |
| 優等 | 偵測火災、地震直接自動關瓦斯器 | 賴穎萱 賴秉洧 | 陳佩瑩  |
| 甲等 | 不阻塞的海綿道路        | 李軒丞 李宛諭 | 蘇儀真  |
| 甲等 | 節能環保盆栽          | 湯竣宇 羅子芸 | 王秀中  |
| 甲等 | 速食店番茄醬組合組       | 江欣儒 王鎰愷 | 呂名慧  |
| 甲等 | 健康腰帶            | 陳妍希 楊承憲 | 林益群  |
| 甲等 | 多功能衣架組          | 賴宜訢 邱子峻 | 李佩儒  |
| 佳作 | 自動冷熱食物袋         | 趙俊瑋 張愷倫 | 陳昆良  |
| 佳作 | 電動機車風力發電輔助系統    | 曾宇賢 何季穎 | 曾凱堂  |
| 佳作 | 環保烤肉架           | 張恩慈 黃健愷 | 吳永霖  |
| 佳作 | 雞尾酒式節能環保屋       | 顏佳婕 劉品萱 | 陳勝哲  |
| 佳作 | 隨身空壓器           | 郭品好 陳律宇 | 謝金燕  |

★特優作品代表嘉義縣參加全國賽



## 二、參加 IEYI 世界青少年發明展台灣區選拔賽

本校參加8件作品全部獲獎，獲得銀牌獎2組、銅牌獎6組，得獎件數及獲獎成績6年蟬聯嘉義縣市第一名

### 2019IEYI 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   |
|-----|--------------|-------------|--------|
| 銀牌獎 | 節能環保盆栽       | 黃韋瑄 羅靖雯 何季穎 | 謝佩芳曾凱堂 |
| 銀牌獎 | 綠色空氣清淨機      | 林芯仔 陳允凱     | 李宗憲李佩儒 |
| 銅牌獎 | 路跑用個人空氣清淨機   | 鐘煜翔 林宥呈     | 張素蓮蔡承芳 |
| 銅牌獎 | 空氣清淨安全帽      | 李昀澤 鄧潔如     | 蘇儀真劉怡真 |
| 銅牌獎 | 抽油煙機過濾系統     | 岳聖珉 賴佩柔     | 陳勝哲蘇儀真 |
| 銅牌獎 | 不阻塞的海綿道路     | 顏佳婕 郭品妤 曾宇賢 | 王秀中籃曉翠 |
| 銅牌獎 | 災害偵測自動封閉橋梁系統 | 劉庭佑 溫佑靖     | 陳勝哲張宏名 |
| 銅牌獎 | 大珠小珠落玉盤      | 賴柏學         | 謝金燕    |

## 三、參加108年度嘉義縣第59屆科學展覽會

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5組作品全部獲獎，共獲得 1組第一名、

2組第二名、1組第三名、1組佳作另外獲得2組最佳創意獎、1組最佳探究潛力獎。團體成績嘉義縣第二名。

### 108年度嘉義縣第59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<br>最佳創意獎   | 地球科學組  | 家鄉後花園<br>「皂」安「泥」好         | 蘇儀真<br>陳勝哲 |
| 第二名            | 機電與資訊組 | 風進來，電出去，空汙大掃除：風力發電空氣清淨安全帽 | 林益群<br>陳勝哲 |
| 第二名<br>最佳探究潛力獎 | 環保與民生組 | 「淨」如止水<br>探討以水淨化廢氣之研究     | 蔡承芳<br>陳勝哲 |
| 第三名            | 物理組    | 「鍋」「燃」厲害<br>火燒不毀水浸不破的紙鍋   | 陳佩瑩<br>吳永霖 |
| 佳作<br>最佳創意獎    | 環保與民生組 | 食在好玩！<br>製作台灣美食主題食玩       | 張逸萱<br>陳勝哲 |

## 四、參加教育部108年度國民中小學推動能源教育標竿學校選拔進入複審

以7年來執行教育部科學教育累積的成果與經驗代表嘉義縣參加教育部108年度國民中小學推動能源教育標竿學校選拔並且成功進入進入複審，將於7/1接受複審。

## 五、代表嘉義縣參加108年第7屆國家環境教育獎

以7年來執行教育部科學教育累積的成果與經驗代表嘉義縣參加108年第7

屆國家環境教育獎學校組，已送出接受審查中。

## 六、代表嘉義縣參加108年國家永續發展獎—教育類選拔

以7年來執行教育部科學教育累積的成果與經驗代表嘉義縣參加108年國家永續發展獎，已送出接受審查中。

(一) 原計畫執行研究：打敗烏煙瘴氣—綠色清淨機

- ※ 嘉義縣107年科展環保與民生組第三名
- ※ 嘉義縣107學年度创客青少年發明展特優
- ※ 2019IEYI 世界青少年發明展台灣區選拔賽銀牌獎
- ※ 嘉義縣107學年度環境教育教具製作比賽特優
- ※ 榮獲國語日報108年3月14日刊登

我們實地測量學校內浮微粒 PM 2.5 指數後發現，PM 2.5 隨著校園場域的區位差異略有高低。秋冬的空曠裸露地、車輛怠速密集的紅綠燈處、污染物的下風高樓較高，污染物高樓背面因為有高樓的攔截，PM 2.5 相對較低。人數與車輛越密集的地方如教室、火車站、夜市，CO2 二氧化碳、TVOC 濃度愈高。使用 PU 材質的操場 TVOC 化學物質最高。而綠地的 CO2 二氧化碳與 TVOC 化學物質最低，植物可以吸收 CO2 與 TVOC 化學物質。

環保署推薦的室內淨化空氣植物台灣山蘇花、馬拉巴栗、虎尾蘭、黃金葛、黃椰子、及吊蘭對於 CO2 二氧化碳與 TVOC 化學物質都有不錯的淨化效果，CO2 部分以台灣山蘇花與馬拉巴栗的效果最佳，吸收 TVOC 化學物質方面則以吊蘭與虎尾蘭最好。一般植物在夜間不但無法吸收 CO2 與 TVOC，甚至因為呼吸作用的關係，還會釋放出 CO2，景天科植物虎尾蘭在夜間仍然有比較明顯的吸收 CO2 與 TVOC 的能力。

藍光 LED 植物生長燈照射下，光合作用最明顯，搭配台灣山蘇花 CO2 變化量最佳，搭配吊蘭 TVOC 變化量最佳。一般常見使用空氣清淨機與冷氣機的方式，把機器裝在空氣密閉的空間中讓空氣循環過濾，僅能過濾 PM2.5 等懸浮微粒，對於 CO2 二氧化碳與 TVOC 化學物質，不但不能吸附，反而會上昇讓空氣指數惡化。將空氣清淨機裝置在密閉空間外，吸收室外的空氣過濾後送入室內，可以過濾過濾 PM2.5 等懸浮微粒，CO2 二氧化碳與 TVOC 化學物質也不會惡化。

採取雞尾酒方式將藍光 LED 植物生長燈+台灣山蘇花（降低 CO2）+吊蘭（降



低 TVOC) + 外接式正壓式空氣清淨機 (降低 PM2.5 懸浮微粒)，可以一次達成淨化空氣品質的目標。

## (二) 家鄉後花園-「皂」安「泥」好

※ 嘉義縣108年科展地球科學組第一名、最佳創意獎

我的家鄉中埔鄉的溫泉區有兩處 (中崙溫泉、鶯山溫泉) 離學校並不遠，與鄰近台南市的關子嶺溫泉區一樣擁有溫泉水及珍貴的溫泉泥。經過我們的實驗驗證在 TDS(溶解性固體總量)、PH 值、保濕作用與皮膚柔軟程度方面，中埔鄉的這兩處溫泉並不輸給關子嶺溫泉，甚至效果更佳。

而在下雨過後與地震過後我們原先以為會影響溫泉採樣的 TDS 值與 PH 值，結果經過測試後發現數據變化不大，所以溫泉水的品質優良穩定。另外我們以溫泉泥試種綠豆觀察發現綠豆的生長速率明顯較快，顯示溫泉中的礦物質成分確實會影響綠豆的生長速度。

另外我們以溫泉泥與溫泉水手工製造肥皂，實驗效果顯示溫泉皂較一般肥皂使用後的保濕度與膚質柔軟程度佳，可見溫泉皂有效加速肌膚更新代謝的作用，溫泉泥或是溫泉水可以作為天然的肥皂材料來源。

## (三) 風進來，電出去，空汙大掃除--風力發電空氣清淨安全帽

※ 嘉義縣108年科展機電與資訊組第二名

身為學生的我們在上下學途中，如何避免或降低空氣汙染的侵害，因此我們設計一款空氣清淨機結合安全帽的實驗樣品，用以檢驗是否對抗空汙的侵襲是否有良效？甚至也想探討不同的時節與地點，空氣清淨的效果有什麼變化？並設法探究其原因。

從本研究結果可以看出利用簡單易得的裝置可以將風力的能量轉換為可利用的電能，增加的裝置或許不一定經濟，但以較長的時間慢慢充電，可以使用免費且環保的能源，對地球環境保護盡一點心力。尤其推廣這樣的概念，人人動手做，除了樂趣與成就感之外，將使環境更美好。若有適當的發電機，就算只有微風也能如本研究般發電。像本研究取自錄簡易機械的發電機，只要感覺到風就會轉動，轉速不用很快就可以使安全帽的空氣清淨機發電，就算夏天的微風一樣可以利用風力發電，達到個人在交通上防制空氣汙染的效果。

## (四) 「淨」如止水--探討以水淨化廢氣之研究

※ 嘉義縣108年科展環保與民生組第二名、最佳探究潛力獎

我們從實驗中發現廚房的廢氣導入水中再排放至空氣中，甲醛及 TVOC 濃度會明顯下降，PM2.5 也因為通過水中而使其濃度變化較平緩，出現的最高濃度也較小。因此將廢氣透過導入水中排放，可以減少有害氣體的濃度。

廢氣導水中的深度對於減少甲醛及 TVOC 濃度的效果也成正比，不同排氣孔徑對於淨化效果的影響由結果比較大孔徑(5mm)與小孔徑(1mm)可以發現，排

氣孔徑縮小能幫助水淨化有害氣體，尤其甲醛的淨化效果最明顯，PM2.5與TVOC最大值的濃度也因為排氣孔徑縮小而減少。

我們比較聚脂棉、麥飯石、活性炭、麥飯石+活性炭、麥飯石+聚脂棉+活性炭之過濾效果。發現麥飯石+活性炭的過濾效果最穩定，甲醛、PM2.5、TVOC的濃度都有下降，並使其濃度變化平穩。實驗後發現聚脂棉的過濾效果最差，因此與麥飯石+活性炭結合，反而佔據空間無法發揮效用。

自來水、肥皂水、油水等不同液體的淨化效果，結果發現與我們預期油因為黏性能附著較多有害物質，油水的淨化效果較好結果相反，可能是因為在打氣機打氣進入油水的時候，打氣的衝擊力使油水混和，過程中產生的小油滴影響機器檢測的結果。

#### (五)「鍋」「燃」厲害--火燒不毀水浸不破的紙鍋

※ 嘉義縣108年科展物理組第三名

在課本裡我們學習到燃燒三要素是「可燃物、助燃物、溫度達到燃點」，紙火鍋之所以不會燒起來的原因是因為紙鍋裡盛裝著水，在加熱時水會變成水蒸氣，藉由水蒸氣蒸發，將熱帶走，就能降低紙鍋的溫度，讓溫度不至於到達紙鍋的燃點，紙鍋就燒不起來了。為了實作紙鍋的實驗，我們嘗試了8種紙，最後發現紙鍋要能成功最好要選「防水」和「耐熱」的紙張這樣也會比較安全。但我們也發現若紙鍋裡只有水，用酒精燈加熱很難達到水的沸點，這樣沒辦法真的煮食物來吃，所以我們又嘗試了不同的湯底，發現起司牛奶湯容易煮沸，也能久煮。有了紙鍋和可口的湯底，最後我們用卡式爐煮紙火鍋，發現這可以應用到登山的時候，大大減少攜帶野炊用具的困擾。

#### (六)食在好玩!製作台灣美食主題食玩

※ 嘉義縣108年科展環保與民生組佳作、最佳創意獎

我們受到日本食玩「知育菓子」的啟發，研究各類食玩的製作方法，解析其中的科學原理，並試著運用化學反應自己設計主題食玩。我們把台灣主題食玩設計當成一項商品開發的計劃來實行，從擬定欲製作的台灣小吃、到研究如何製作外觀相似並可以食用的每道小吃、親手試做每個實驗制定流程、自己製作矽膠模和翻糖、手繪流程圖和設計產品包裝……等，產品雛型也透過讓小朋友試玩試吃，並問卷調查做改良依據，最後探討食玩的減糖和增加營養的可行方法。

#### 肆、目前完成進度

| 進行活動                    | 說明  |
|-------------------------|---|
| 確認研究問題蒐集資料              | 已完成研究問題資料彙整   |
| 科學環保節能閱讀教學              | 分低、中、高年段於閱讀課時實施   |
| 發展空氣汙染特色課程              | 配合108新課綱實施納入學校本位課程彈性領域  |
| 全國中小學科學展覽會優良作品研討        | 配合科學社團實施中   |
| 評鑑各種解決辦法                | 已於學校行事課程中年段集會時達成師生共識  |
| 和睦國小空氣汙染防治競賽            | 已完成   |
| 學生科學環保空氣汙染防治簡報比賽        | 已完成   |
| 發展自己的公共政策               | 已完成   |
| 環保生活創意王                 | 已報名參加嘉義縣青少年發明展20件作品參加全部獲獎。並有7件作品將代表嘉義縣參加全國賽。特優5件、優等5件、甲等6件、佳作5件，得獎件數及獲獎成績連續6年蟬聯嘉義縣第一名 |
| 「學校內空氣品質調查」科學實驗         | 已完成   |
| 「學校外空氣品質調查」科學實驗         | 已完成   |
| 「不同植物對空氣品質影響」實驗         | 已完成   |
| 「不同光源植物對空氣品質影響」科學實驗     | 已完成   |
| 「空氣清淨機結合植物對空氣品質的影響」科學實驗 | 已完成   |
| 成果分享與宣導                 | 按期程分享於學校臉書與網頁   |

# 摘要

我的家鄉中埔鄉的溫泉區有兩處（中崙溫泉、鶯山溫泉）離學校並不遠，與鄰近台南市的關子嶺溫泉區一樣擁有溫泉水及珍貴的溫泉泥。經過我們的實驗驗證在TDS(溶解性固體總量)、PH值、保濕作用與皮膚柔軟程度方面，中埔鄉的這兩處溫泉並不輸給關子嶺溫泉，甚至效果更佳。

而在下雨過後與地震過後我們原先以為會影響溫泉採樣的TDS值與PH值，結果經過測試後發現數據變化不大，所以溫泉水的品質優良穩定。另外我們以溫泉泥試種綠豆觀察發現綠豆的生長速率明顯較快，顯示溫泉中的礦物質成分確實會影響綠豆的生長速度。

另外我們以溫泉泥與溫泉水手工製造肥皂，實驗效果顯示溫泉皂較一般肥皂使用後的保濕度與膚質柔軟程度佳，可見溫泉皂有效加速肌膚更新代謝的作用，溫泉泥或是溫泉水可以作為天然的肥皂材料來源。

## 一、研究動機

你來過嘉義泡過溫泉嗎？嘉義也有溫泉你知道嗎？我們在自然課上到到變動的大地這個單元，讓我們想在日常生活中尋找跟課程相關的知識，就和同學們討論關於溫泉產生的原因及療效以及我們的家鄉到底有沒有溫泉？

經過我們上網查詢文獻，發現台灣現有100多處溫泉，最著名的是陽明山溫泉、北投溫泉、關子嶺溫泉和四重溪溫泉，號稱台灣「四大溫泉」。我們熟知的關子嶺溫泉其實離我們不遠，班上同學們很多人都有去過，經過查詢資料後我們發現，嘉義其實也有溫泉，只是在開發上及溫泉飯店都沒有關子嶺溫泉來的盛行。這就吸引出我們的好奇心，想要探討我的家鄉溫泉區和關子嶺溫泉到底有什麼不一樣，並透過再生資源的利用。讓自然珍貴的溫泉資源可以發揮更大的效用。

與課程相關單元：

自然與生活科技三上第四單元溶解（康軒版）

自然與生活科技三下第一單元蔬菜的成長（康軒版）

自然與生活科技五下第二單元水溶液的性質（康軒版）

## 二、研究目的

本研究的主要目的是想要了解我們的家鄉溫泉（中崙溫泉、鶯山溫泉）與關子嶺溫泉的相關性，以及其地質地形的關係，並探討如何有效利用再生資源如溫泉裡的礦泥泉，應用在農業種植及醫療美容上，進行下列研究：

### 研究一、家鄉溫泉的了解

實驗一：「中崙溫泉、鶯山溫泉與關子嶺溫泉的水質」科學實驗

### 研究二、野外實地調查

實驗二：「雨水與中崙溫泉、鶯山溫泉及關子嶺溫泉其總溶解固體量(TDS)和酸鹼值(pH)之關係」科學實驗

### 研究三、實驗分析-探討再生資源的利用

實驗三：「地震後與中崙溫泉、鶯山溫泉及關子嶺溫泉其總溶解固體量(TDS)和酸鹼值(pH)之關係」科學實驗

### 研究四、結果與討論

實驗四：「以溫泉水及鄰近地區的水質來做檢測」科學實驗

實驗五：「利用中崙及關子嶺產出的溫泉泥來製作肥皂科學實驗

實驗六：「溫泉泥與農業之關係」科學實驗



## 一、家鄉溫泉的了解

1-1 家鄉溫泉的歷史與訪查

1-2 溫泉的性質

1-2-1 台灣溫泉的分布

1-2-2 台灣溫泉的種類

1-3 家鄉溫泉的了解

中崙溫泉、鶯山溫泉與關子嶺溫泉泉質， A總溶解固體量(TDS)、 B酸鹼值(PH值)



## 二、野外實地調查

2-1 實地探勘的狀況

2-2 中崙溫泉、鶯山溫泉與關子嶺溫泉的地理位置及地形地質



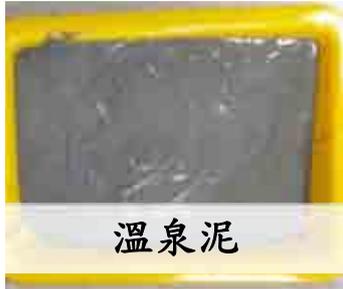
## 三、實驗分析-探討再生資源的利用

- 3-1 溫泉水及溫泉泥的檢測及再利用
- 3-2 溫泉皂的效用
- 3-3 了解土壤與溫泉泥混合之植物生長研究



## 四、結果與討論

## 參、研究設備及器材



溫泉泥



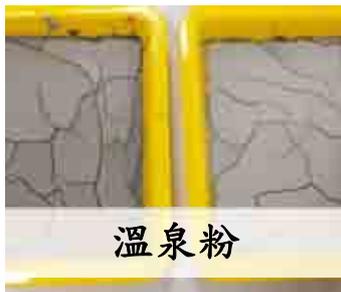
食用鹽



糖



氫氧化鈉



溫泉粉



TDS筆



膚質檢測儀



廢油



瓦斯爐



保麗龍盒



秋葵種子



磅秤



麵粉



綠豆種子



溫泉水

## 肆、研究過程與方法

### 研究一、家鄉溫泉的了解

實驗一：「中崙溫泉、鶯山溫泉與關子嶺溫泉的水質」科學實驗

實驗二：「雨水與中崙溫泉、鶯山溫泉及關子嶺溫泉其總溶解固體量(TDS)之關係」科學實驗

實驗三：「地震後與中崙溫泉、鶯山溫泉及關子嶺溫泉其總溶解固體量(TDS)之關係」科學實驗

### 1-1 家鄉溫泉的歷史與訪查

中崙溫泉及鶯山溫泉位在中埔鄉是嘉義縣的溫泉區，而關子嶺溫泉區則位於台南白河鎮東側，地處大凍山西北側的河階台地。文獻上指出兩區域同屬一泉脈，泉質為碳酸氫鈉泉。

**關仔嶺溫泉：** 日據時代由屯駐的日本士兵發現在關子嶺東北麓山谷發現溫泉，並自 1913 年開始興建，屬於特殊的灰色泥漿溫泉，關子嶺溫泉、義大利西西里島溫泉及日本鹿兒島溫泉並稱全世界三大泥漿溫泉。

**中崙溫泉：** 早期大、小濁水潭噴泥池是位於中崙國小東側約 100 公尺的邊坡上，直徑分別約為 25 與 10 公尺左右，均持續有泥火山的噴發行爲。在 2009 年八八風災後，中崙溫泉前的中崙國小被土石流沖毀，此區域當時被列入土石流潛勢溪流區，並於 2018 年整頓後又重新開幕。

**鶯山溫泉：** 早期農民耕作時，會用檳榔樹作為界線，而溫泉的主人想要挖井取灌溉，沒想到地底下忽然湧出顏色有點濁濁的還有味道的水，之後檢測才知道是「碳酸氫鈉泉」。

### 1-2 溫泉的性質

#### 1-2-1 台灣溫泉的分布及種類

台灣的溫泉在地理位置上分布大致分為兩大系統，一為北部的大屯火山區域(如北投溫泉)，此區溫泉泉質以硫酸泉與鹽酸泉為主，另一則為沿中央山脈兩側，多被發現於兩側山麓帶，北起宜蘭(如礁溪溫泉)縣境，南至屏東(如四重溫溫泉)縣境，屬變質岩和沉積岩，多為中性或鹼性的碳酸泉。

台灣溫泉泉水的來源主要是靠降雨滲透至地下，再經由地熱作用的加溫以及岩層發生化學作用在做循環，再經由地質變動最後挾帶豐富的礦物分子湧出

地表；溫泉的泉質依照這些隱藏在水中的分子所離析，而有著多種不同的面貌；依泉水中所富含的三種陰離子：硫酸根離子、氯離子、碳酸根離子，和其它成份來區別，約可分成硫酸泉鹽泉、氯化物泉、碳酸鹽泉、硫磺泉等四種類型。

### 1-3 家鄉溫泉的了解

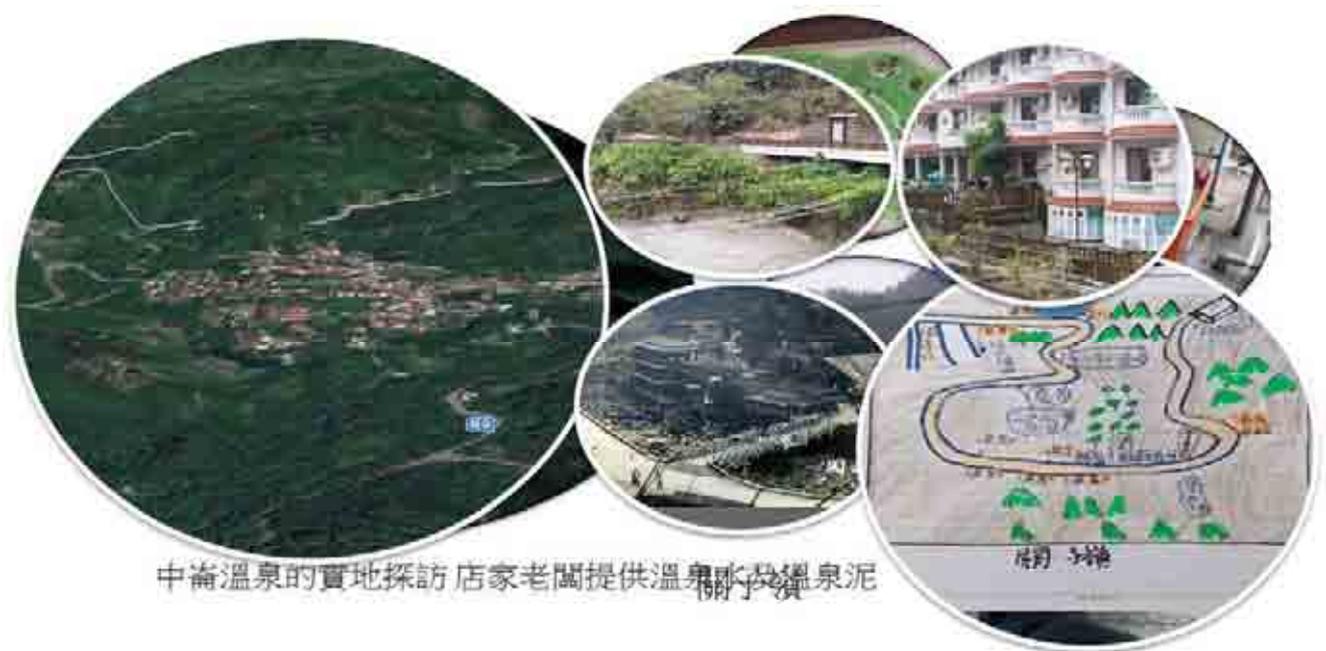
(一)中崙、鶯山與關子嶺溫泉泉質認識的研究方法：

#### 出發前的準備工作

1. 出發前會先利用 GOOGLE MAP 或是導航系統，清楚了解目的位置。
2. 請同學們幫忙收集乾淨的空瓶，以便後續可以裝溫泉水帶回學校實驗。
3. 清楚地找出可能有的採樣點，及列印採樣位置圖可以攜帶在身上。
4. 討論並檢查路況情形及天氣狀況。
5. 在網路上面及圖書館裡找尋相關資料等。

#### 實地野外採集溫泉及溫泉泥

1. 現場勘查可採集的地點及目的地，並分配工作及做記錄。
2. 採集溫泉水並帶回學校做分析量測。
3. 量測溫泉水水質的 TDS(總固體溶解量)、E 溫度、酸鹼值(PH 值)。
4. 拜訪店家時，除了記錄實地野外狀況亦或拍照外，也會諮詢當地人並了解



地方人文背景。

實驗一：「中崙溫泉、鶯山溫泉與關子嶺溫泉的水質」科學實驗

- (1) 了解地形分布狀況 (利用google map及學生手繪地圖做為引導)。

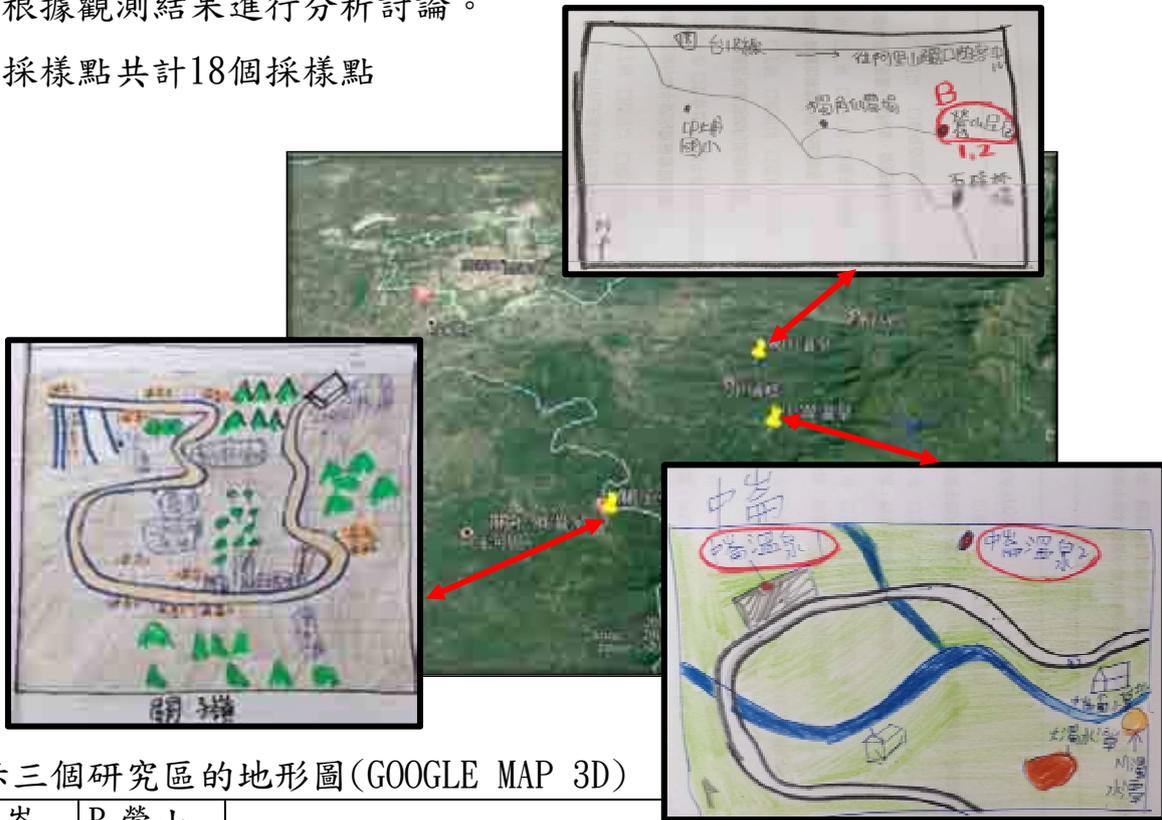
(2) 嘉義縣以兩個點(中崙溫泉及鶯山溫泉)進行採樣工作，台南地區以關子嶺溫泉

泉為採樣點 (收集溫泉水及溫泉泥)

(3) 並將採集回來的溫泉水及溫泉泥清楚標示位置地點。

(4) 根據觀測結果進行分析討論。

(5) 採樣點共計18個採樣點



標示三個研究區的地形圖(GOOGLE MAP 3D)

| A 中崙溫泉     |            | B 鶯山溫泉     |            | C 關子嶺溫泉 |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|------------|------------|------------|------------|---------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 中崙溫泉<br>01 | 中崙溫泉<br>02 | 鶯山溫泉<br>01 | 鶯山溫泉<br>02 | 關子嶺自來水  | 警光山莊<br>01 | 警光山莊<br>02 | 溫泉飯店<br>01 | 溫泉飯店<br>02 | 溫泉飯店<br>03 | 溫泉飯店<br>04 | 溫泉飯店<br>05 | 溫泉飯店<br>06 | 溫泉飯店<br>07 | 溫泉飯店<br>08 | 溫泉飯店<br>09 | 溫泉飯店<br>10 | 溫泉飯店<br>11 |

<<評估中崙、鶯山與關子嶺溫泉泉質 TDS(溶解性固體總量)及 PH 值>>

實驗二：「**雨水**與中崙溫泉、鶯山溫泉及關子嶺溫泉其總溶解固體量(TDS)和酸鹼值 (pH)之關係」科學實驗

(1) 到中央氣象局的雨量統計了解乾季及濕季的時間點。

(2) 將乾季與濕季的中崙溫泉、鶯山溫泉及關子嶺溫泉採樣回來的溫泉水及溫泉泥做比較。

- (3) 每一個點採集2-3罐的寶特瓶。
- (4) 回來後每一個點的水質都會做3-10次檢測，並除去第一次及最後一次的數據。
- (5) 數值資料再以圖表個別表現之。
- (6) 進而了解雨季是否會影響溫泉水的性質(TDS值)。
- (7) 根據觀測結果進行分析討論。

<<評估雨水與中崙、鶯山與關子嶺溫泉水質 TDS(溶解性固體總量)>>

實驗三：「地震後與中崙溫泉、鶯山溫泉及關子嶺溫泉其總溶解固體量(TDS)之關係」科學實驗

- (1) 到中央氣象局全球資訊網的地震報告資料找尋要的資料。
- (2) 每一個點採集2-3罐的寶特瓶。
- (3) 回來後每一個點的水質都會做5-10次檢測，並除去第一次及最後一次的數據。
- (4) 數值資料再以圖表個別表現之。
- (5) 進而了解地質活動(地震)是否會影響溫泉水的性質(TDS)。
- (6) 根據觀測結果進行分析討論。

<<評估地震與中崙、鶯山與關子嶺溫泉水質 TDS(溶解性固體總量)>>



研究二、野外實地調查

實驗四：「以溫泉水及鄰近地區的水質來做檢測」科學實驗

- 2-1 實地探勘的狀況



沿途採集鄰近溪流的水

- (1)在此三個區域分別找其鄰近水域。
- (2)實地探訪時，了解其位置關係並做記錄。
- (3)現有的20M高程資料做地形圖與地質地形資料做對比。
- (4)到鄰近水域各取一個水域樣品。
- (5)回來後每一個點的水質都會做5-10次檢測，並除去第一次及最後一次的數據。
- (6)數值資料再以圖表個別表現之。

### 研究三、實驗分析-探討再生資源的利用

實驗五：「利用中崙及關子嶺產出的溫泉泥來製作肥皂」科學實驗

實驗六：「利用溫泉泥與農業之關係」科學實驗

- (1)在中崙溫泉及關子嶺溫泉採集到的溫泉泥，先將溫泉泥放置到盤內自然晾乾。
- (2)曬乾後的溫泉泥塊在搗碎，變成溫泉粉末。
- (3)同學們討論如何配置這些原料並開始著手製作。
- (4)先將在中崙及關子嶺採集回來的溫泉泥放置在托盤上，各測50公克溫泉泥放置 在半陰處兩天，曬乾後作為製作溫泉皂的添加物。
- (5)製作皂化反應的材料如下
  - a. 1. 學校餐廳剩下的廢油250G、2. 氫氧化鈉80G、3. 水200CC  
4. 糖、麵粉及鹽各一大匙。
  - b. 添加物的部分作為實驗組分別有
    1. 中崙溫泉粉10G及20G，關子嶺溫泉粉10G及20G

2. 水的部分以200cc溫泉水的作為添加物。



中需野外採集溫泉水



鷲山民宿



檢測溫泉水水質狀況



場採集場紀錄



溫泉泥池



每個人帶著空瓶找尋溫泉水

(6) 在市面上買到的一般肥皂、手工肥皂，市售溫泉皂為對照組。以膚質檢測器來檢視其效果，包括其水份%、皮膚油份及皮膚柔軟程度作成紀錄及統計圖表。

<<1. 觀察成皂後對於皮膚的補水能力(保濕度)、控油能力(油性清潔)及皮膚柔軟狀況。

<<2. 觀察土壤添加溫泉泥後，其生長狀況>>



飯店業者正在處理淤積泥漿。



肥皂的製程



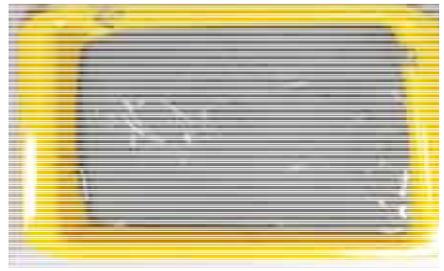
肥皂的製程



隔水加熱，加速皂化



添加溫泉粉

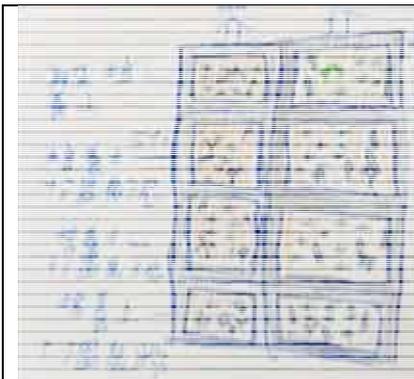


製成的溫泉皂



### 「利用溫泉泥與農業之關係」科學實驗

- (1) 先和老師同學們一起討論如何將培養土和溫泉泥做配置。
- (2) 了解溫泉泥有哪些為主要含量的礦物質。
- (3) 實驗的設計先以 10%、15%及 20%溫泉泥和培養土比例混合，分別試種植綠豆、秋葵兩種植物。以一般培養土為對照組。



設計的植物生長箱及植物生長情形

## 五、研究分析結果與討論

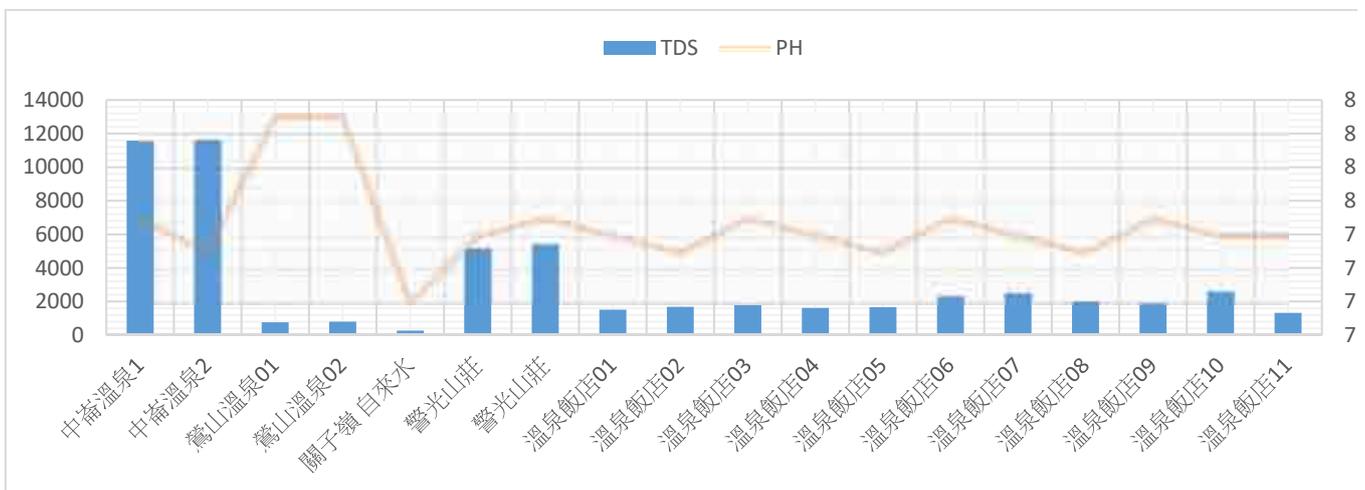
### 實驗一：「中崙溫泉、鶯山溫泉與關子嶺溫泉的水質」科學實驗

#### 一、家鄉溫泉的歷史與訪查

在文獻上可以了解關子嶺地區溫泉在日據時代就已經被開發至今，而中崙溫泉及鶯山溫泉相對時間比較晚。在探訪的過程中，雖然中崙溫泉及鶯山溫泉離學校比較近，但就路況來說，中埔鄉溫泉的中崙及鶯山的地點就不及關子嶺方便。



## 1、中崙溫泉、鶯山溫泉及關子嶺溫泉其總溶解固體量(TDS)和酸鹼值(pH)之關係



(1) 去年11月到今年1月陸續測量出來的溫泉水 TDS 和 PH 值。

(2) 中崙溫泉、鶯山溫泉及關子嶺溫泉的 TDS 值，以中崙溫泉採樣出來的最高，平均

均達 11512.8ppm，關子嶺溫泉次之，平均 2040.4 ppm，鶯山溫泉最低，平均

在812 ppm。

(3) 中崙溫泉、鶯山溫泉及關子嶺溫泉的 PH 值，則以鶯山溫泉最高，平均在 8.55

左右，關子嶺及中崙溫泉平均在8.01及7.97，屬弱鹼性溫泉。

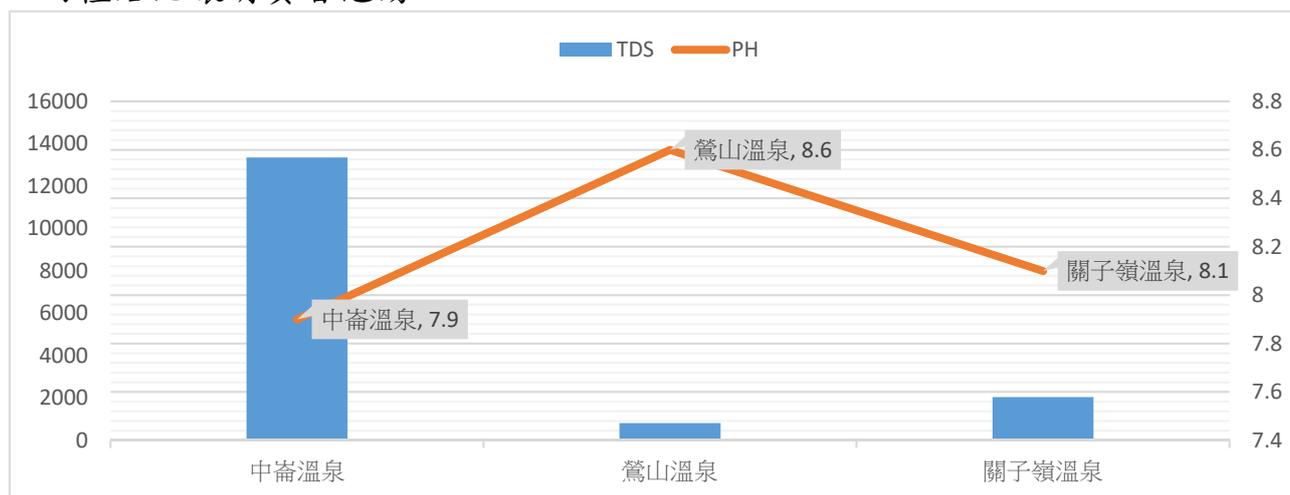
(4) 在 TDS 的變化上，以中崙溫泉數值最高，但就外觀顏色來看，與關子嶺溫泉取

樣回來的溫泉水及溫泉泥色澤相近，但 TDS 的含量卻是最高，是關子嶺溫泉

TDS 含量的五倍。三個區域的 PH 值變化不多，多落在 7.8-8.3 左右，俗稱的美人湯溫泉。

(5) 採樣點裡有一個是關子嶺自來水的部分，其實也是溫泉池的水。但業者會有左右

兩種浴池讓消費者泡湯。



實驗二：「雨水與中崙溫泉、鶯山溫泉及關子嶺溫泉其總溶解固體量(TDS)之關係」

### 科學實驗

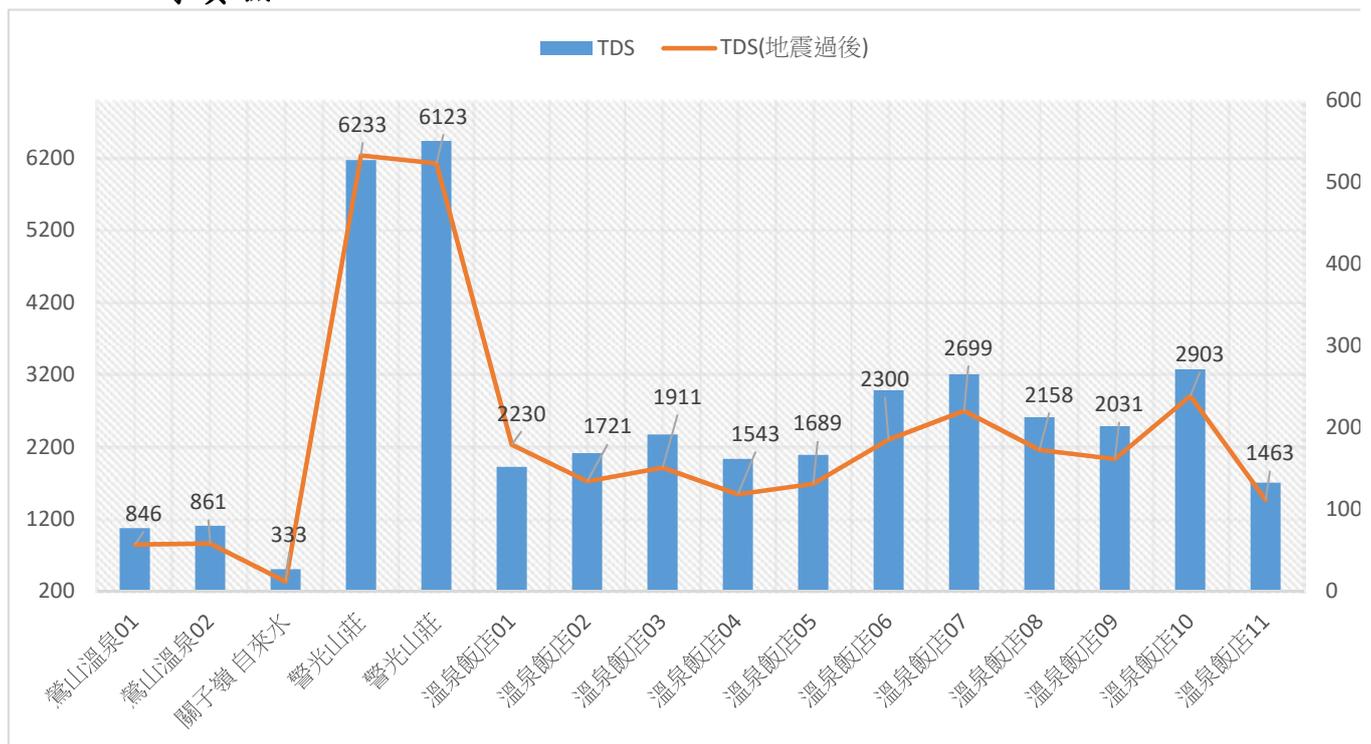


- (1) 暖冬的嘉義及台南在 3 月份陸續下了好幾天的雨，我們到氣象局去擷取數值，來比對乾季與雨後測量出來的溫泉水 TDS 是否有變化。
- (2) 發現在中崙溫泉區、鶯山溫泉區及關子嶺溫泉區域的 TDS 變化不大，顯示此區域的溫泉水來源可能來自地層水，是在巨厚泥岩層深埋地下的地區，由於強大

壓力作用下會將含在岩石內的水分擠出地面，這些地層水在上升過程中順便也將泥岩內的部份組成物質帶上，因而成為混濁的泥泉。所以，當下雨時，影響區域的 TDS 並不大。

- (3) 將圖表上去除中崙溫泉區域的數據主要是因為它的 TDS 值較高，為了數值資料變化看得比較清楚，。

### 實驗三：「地震後與中崙溫泉、鶯山溫泉及關子嶺溫泉其總溶解固體量(TDS)」科學實驗



- (4) 1月19日14時35分發生規模3.9的地震，震央恰巧發生在我們中埔鄉，我們立即在地震後前往中崙溫泉區、鶯山溫泉區及關子嶺溫泉進行採樣來比對平常與地震後測量出來的溫泉水 TDS 是否有變化。
- (5) 發現在中崙溫泉區、鶯山溫泉區及關子嶺溫泉區域的 TDS 變化不大
- (6) 為了數質資料變化看得比較清楚，將圖表上去除中崙溫泉區域的數據主要是因為它的 TDS 值較高

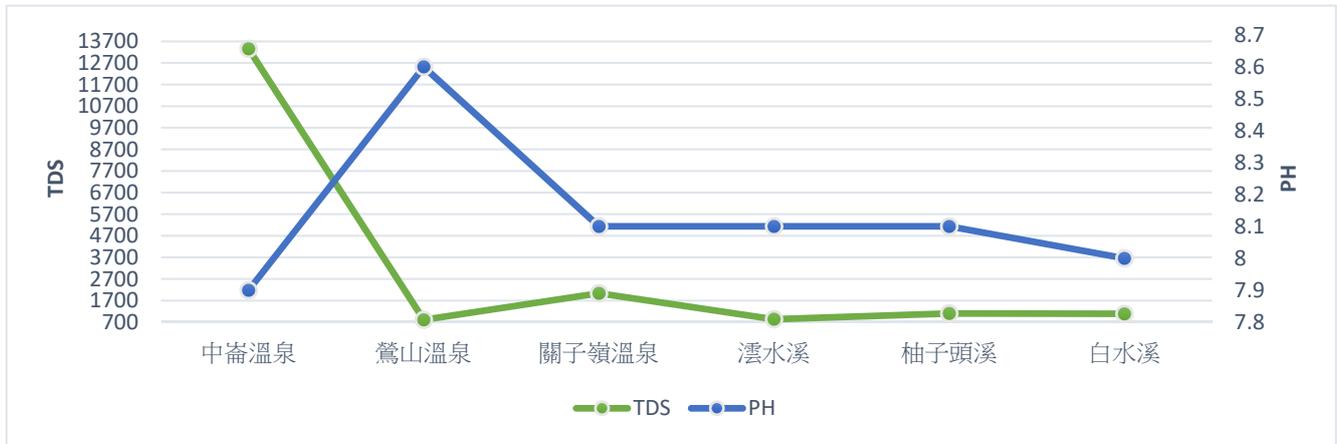


地震完後冒出的溫泉天然氣（中崙溫泉）

## 研究二、野外實地調查

### 實驗四：「以溫泉水及鄰近地區的水質來做檢測」科學實驗

鄰近溪流與中崙溫泉、鶯山溫泉及關子嶺溫泉其總溶解固體量(TDS)和酸鹼值(PH)



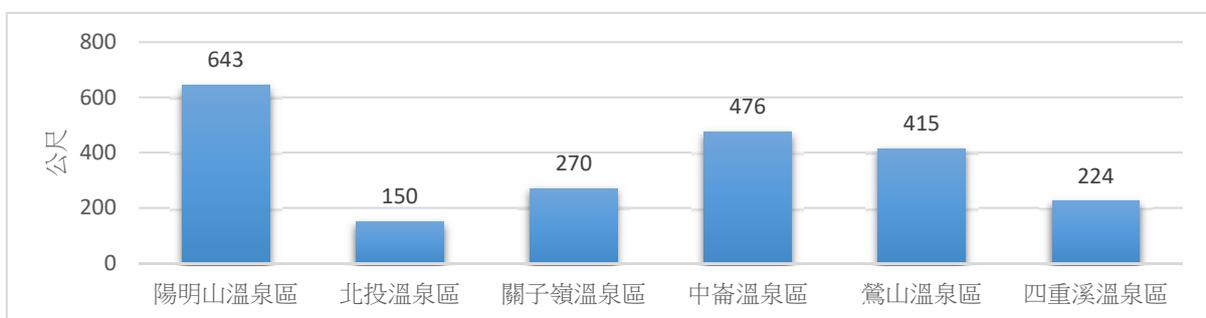
|     | 中崙溫泉  | 鶯山溫泉 | 關子嶺溫泉 | 澗水溪 | 柚子頭溪 | 白水溪  |
|-----|-------|------|-------|-----|------|------|
| TDS | 13356 | 812  | 2040  | 840 | 1105 | 1085 |
| PH  | 7.9   | 8.6  | 8.1   | 8.1 | 8    | 7.9  |

(1) 在收集溫泉水及溫泉泥時，沿路經過的溪流有澗水溪、柚子頭溪及白水溪並將周圍鄰近溪流的水採集回來。

(2) 採樣回來的溪水 TDS 值及 PH 值與溫泉水比對後，鶯山溫泉與澗水溪流域的 TDS 值較低，平均 TDS 值約在 800-850 之間，柚子頭溪及白水溪流域的 TDS 值較高。三個流域的平均 PH 值都落在 7.9-8.2 之間，屬於弱鹼性水質。

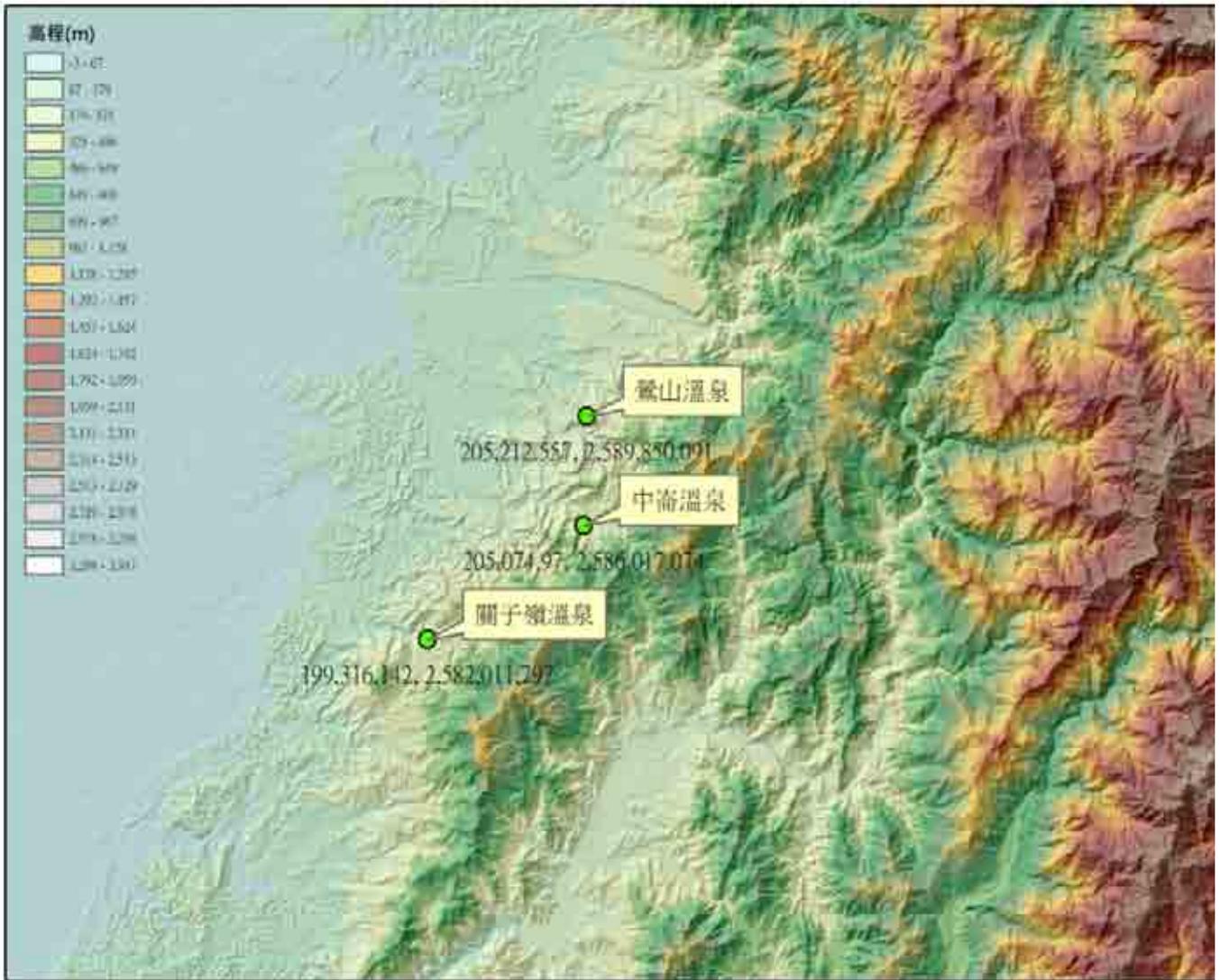
(3) 關子嶺溫泉流入柚子頭溪最後流入白水溪所以呈現 TDS 值及 PH 值逐步遞減的情形，中崙溫泉與鶯山溫泉則流入澗水溪 TDS 值及 PH 值差異不大，但是因為上游有溫泉流入河川的關係均屬於弱鹼性水質。

中崙溫泉、鶯山溫泉與關子嶺溫泉的高度與其他三大溫泉區區域圖的平均高度



調查區域與台灣四大溫泉區平均高度比較圖表

### 野外實地調查-1(室內地圖觀察)

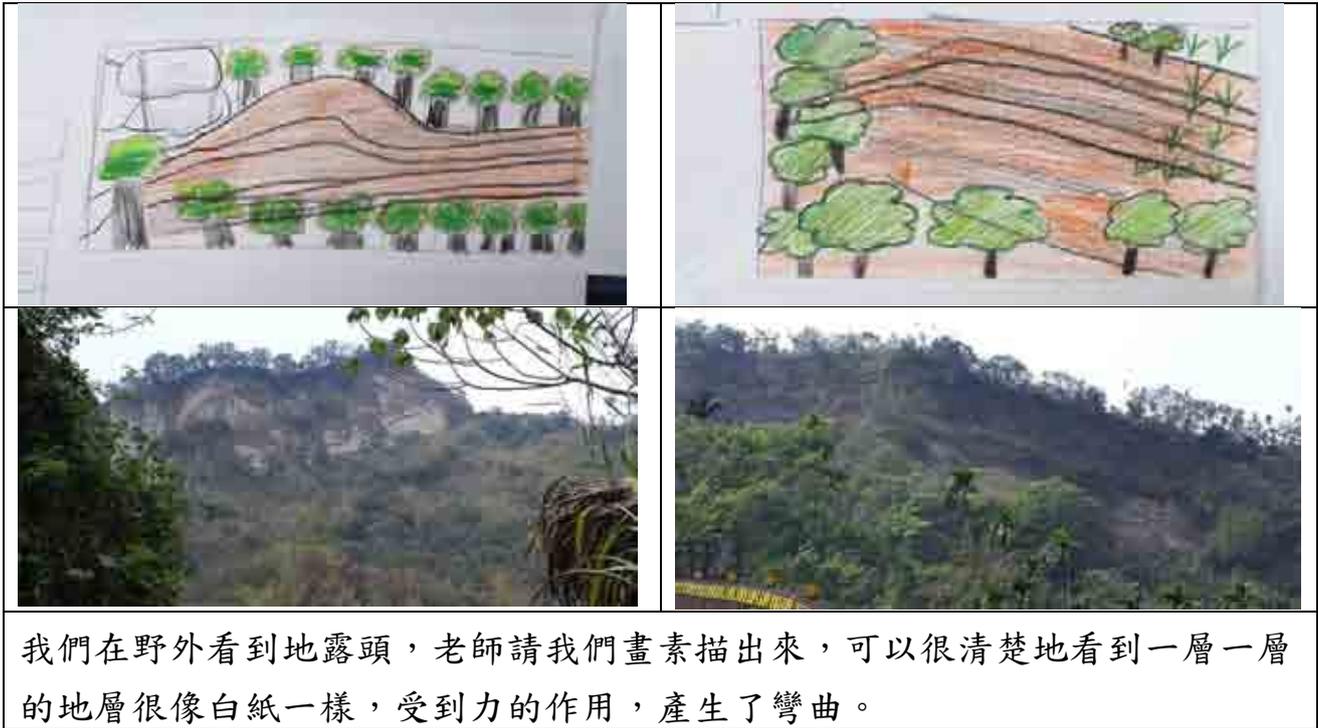


利用 ArcGIS 繪製精度20公尺的數值地形模型

- (1) 利用 ArcGIS 繪製精度 20 公尺的數值地形模型 Digital Terrain Model (DTM)。可以很清楚的看到三個溫泉的高度都落在高度都不超過 500 公尺高，與中央山脈地勢相對低很多。
- (2) 我們觀察地形模型的高度大概都落在 250~500 公尺之間，而陽明山溫泉區的地勢最高，平均高度在 643 公尺左右。由此可以知道台灣溫泉區域地形高度都在丘陵
- (3) 三個區域的地形走向大致呈現東北西南方向，西臨嘉南平原與右側中央山脈交界



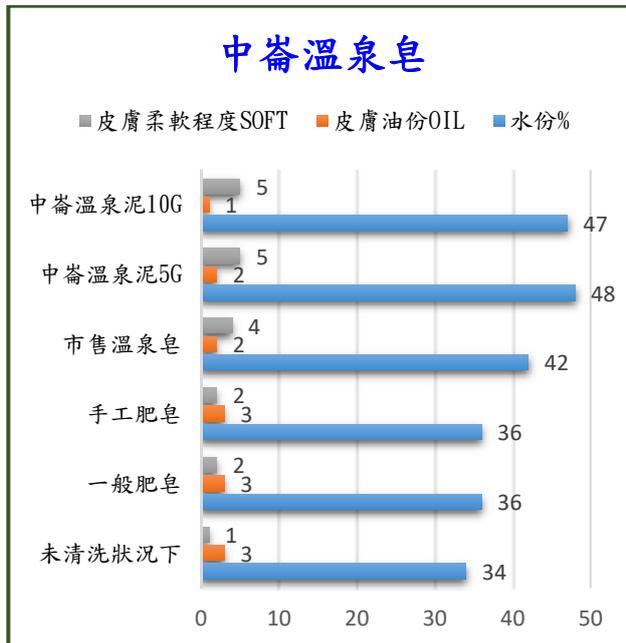
### 野外實地調查-3(室外地形觀察)



- (1) 我們在地形圖上面，看到此研究的地區比較重要的構造有關子嶺地區的六重溪斷層，為一逆斷層，中崙地區位於南部的一條逆衝斷層-觸口斷層上，造成左右兩側的破碎帶，與關子嶺地區的六重溪斷層皆呈現東北-西南走向，使地表下的地下水氣沿著地層裂縫上湧，沿途混合泥岩層與砂頁岩層，形成泥漿噴發而堆積於地表。地形上也都呈現東北西南走向，主要地質構造走向一致。
- (2) 露頭可以清楚地看到一層一層的地層很像白紙一樣，受到力的作用，產生了彎曲。也看到了很多岩層因為受到風化作用或侵蝕作用而崩落或是看不到岩層地變化。

### 研究三、實驗分析-探討再生資源的利用

#### 實驗五：「利用中崙及關子嶺產出的溫泉泥來製作肥皂」科學實驗



|        | 未清洗狀況 | 一般肥皂 | 手工肥皂 | 市售溫泉皂 | 中崙溫泉泥 5G | 中崙溫泉泥 10G |
|--------|-------|------|------|-------|----------|-----------|
| 水份%    | 34    | 36   | 36   | 42    | 48       | 47        |
| 皮膚油份   | 3     | 3    | 3    | 2     | 2        | 1         |
| 皮膚柔軟程度 | 1     | 2    | 2    | 4     | 5        | 5         |

|     | 未清洗狀況 | 一般肥皂 | 手工肥皂 | 市售溫泉皂 | 關子嶺溫泉泥5G | 關子嶺溫泉泥10G |
|-----|-------|------|------|-------|----------|-----------|
| 水份% | 36    | 43   | 44   | 43    | 42       | 48        |

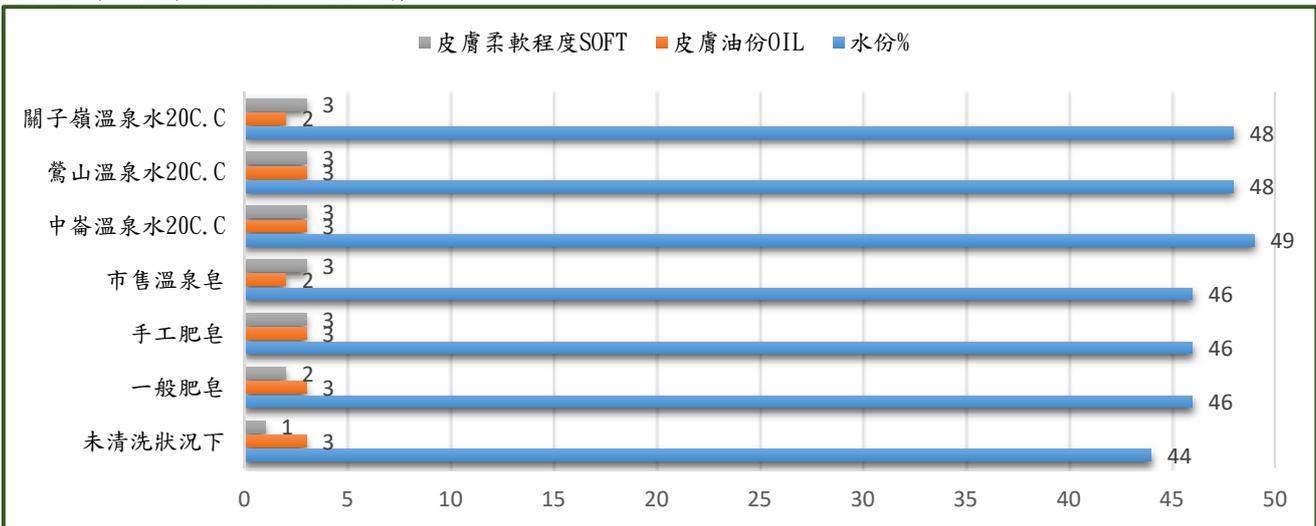
|        |   |   |   |   |   |   |
|--------|---|---|---|---|---|---|
| 皮膚水份   | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 皮膚柔軟程度 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 5 |

(1)我們分別取關子嶺溫泉泥與中崙溫泉泥5G與10G製作成30G的溫泉肥皂，並作清洗後的我們發現我們手工製作的溫泉肥皂在保濕作用與皮膚柔軟程度最佳，其次是市售溫泉皂，一般肥皂與手工肥皂，最低是未清洗狀況。

(2)我們發現在未清潔的狀況下的膚質，保濕度大概落在32-36%油質的含量約在3左右，柔軟度都是在最低。但如果經過清潔後，一般狀況的水分含量都會偏高，油脂變動較少，皮膚柔軟程度在使用溫泉皂後，效果最佳。

(3)溫泉皂會有這樣的效果應該是溫泉中含有豐富礦物質，其中所含的礦物質大多是

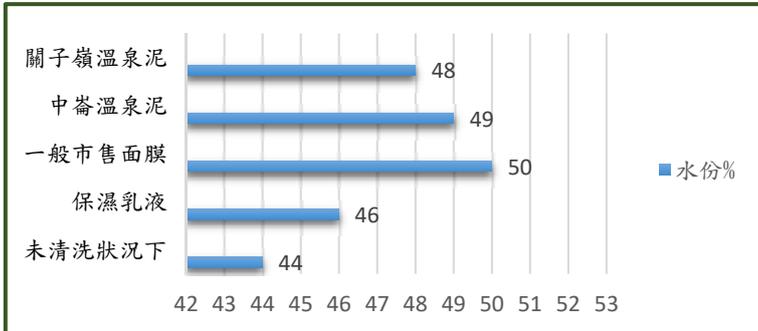
鈣、鉀、鐵、鎂、鈉、硫等元素，這些元素對於皮膚含水量、老化速度、抗氧化能力等都有相當大的影響。



|        | 未清洗狀況下 | 一般肥皂 | 手工肥皂 | 市售溫泉皂 | 中崙溫泉水200C.C | 鶯山溫泉水200C.C | 關子嶺溫泉水200C.C |
|--------|--------|------|------|-------|-------------|-------------|--------------|
| 水份%    | 44     | 46   | 46   | 46    | 49          | 48          | 48           |
| 皮膚水份   | 3      | 3    | 3    | 2     | 3           | 3           | 2            |
| 皮膚柔軟程度 | 1      | 2    | 3    | 3     | 3           | 3           | 3            |

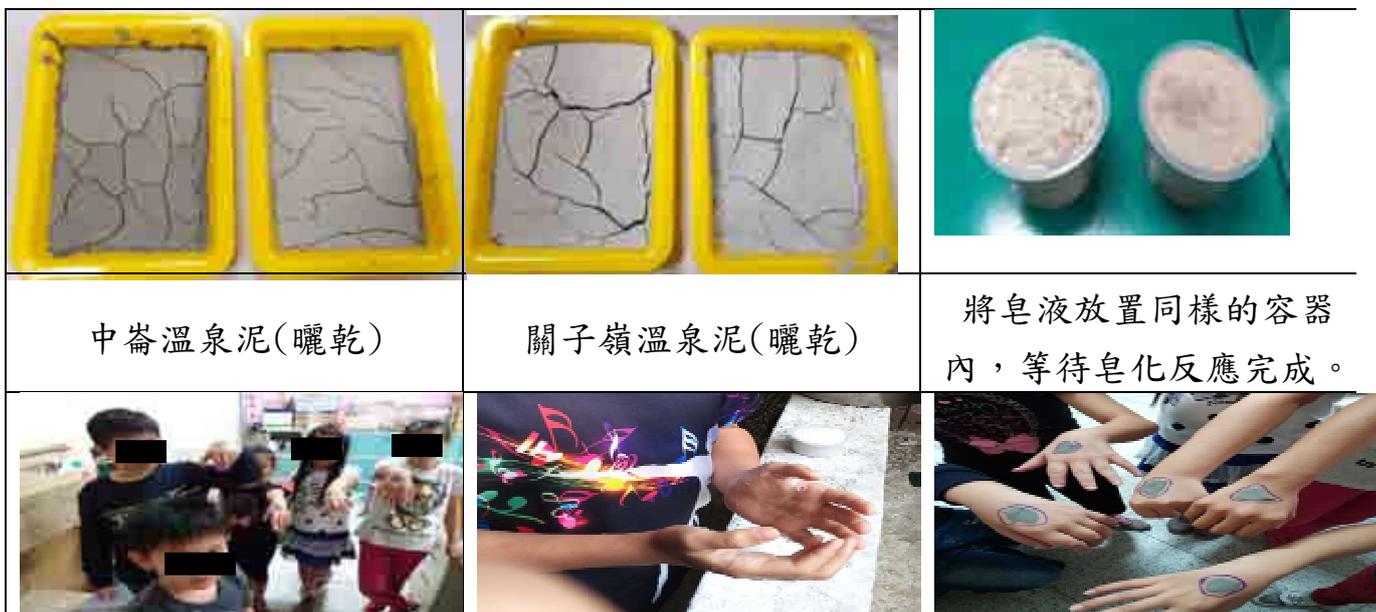
(1)我們分別取關子嶺溫泉與中崙溫泉、鶯山溫泉200 C.C，並作清洗後的比較結果發現溫泉水在保濕作用與皮膚柔軟程度最佳，其次是市售溫泉皂，一般肥皂與手工肥皂，最低是未清洗狀況。

(2) 溫泉水會有這樣的效果應該是溫泉中含有豐富礦物質，其中所含的礦物質大多是鈣、鉀、鐵、鎂、鈉、硫等元素，這些元素對於皮膚含水量、老化速度、抗氧化能力等都有相當大的幫助。



(1) 這段期間我們收集了很多溫泉泥，除了作成肥皂及使用在植物上，利用剩餘的溫泉泥漿敷在手上，在未清潔的狀況下平均是44%，測試對象是找皮膚狀況良好的人作測試。

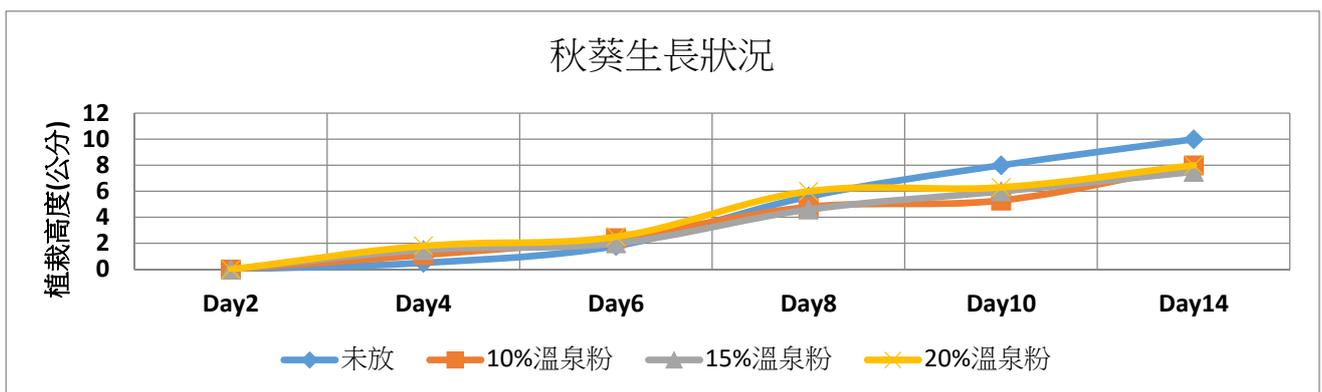
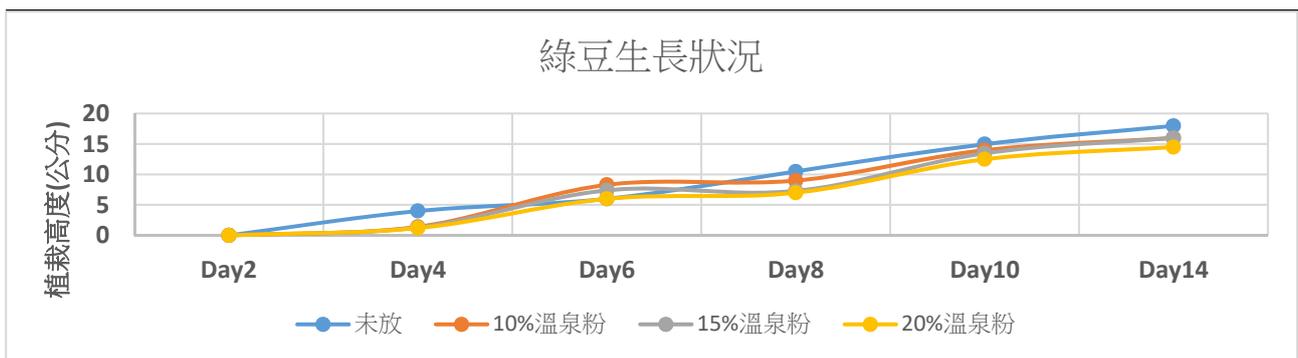
(2) 我們分別將關子嶺溫泉泥與中崙溫泉泥直接敷在手上，與市售面膜及一般保濕乳液及未清潔的狀況下來做比較，發現一般市售的面膜表現最好，但與溫泉泥的差距並不多。



## 實驗六：「利用溫泉泥與農業之關係」科學實驗

### 「利用溫泉泥與農業之關係」科學實驗

- (1) 研究以 10%、15%及 20%溫泉泥比例為實驗組，分別試種綠豆及秋葵兩种植物。
- (2) 實驗成果顯示兩周後的生長狀況，發現綠豆和秋葵在 20%溫泉粉的生長情況有比較明顯的不一樣。植物生長高度在 20%溫泉粉的狀況下，秋葵生長情形優於綠豆。
- (3) 綠豆觀察其生長狀況(高度)其生長好壞依序為：未放置溫泉粉末>加10%溫泉粉>加15%溫泉粉>加20%溫泉粉
- (4) 秋葵觀察其生長狀況(發芽速度)其生長好壞依序為：加20%溫泉粉>加15%溫泉粉>加10%溫泉粉>未放置溫泉粉末





| 綠豆生長狀況 day14   |  |   |  |
|--|--|---|--|
| 未施加溫泉粉   | 10%溫泉粉   | 15%溫泉粉  | 20%溫泉粉   |
|   |   |   |   |
| 秋葵生長狀況 day14   |  |   |  |
| 未施加溫泉粉   | 10%溫泉粉   | 15%溫泉粉  | 20%溫泉粉   |
|  |  |  |  |

## 五、結論與建議 (中埔美人湯是真的)

結論一：三個採樣點的溫泉泉質TDS(溶解性固體總量)及PH值，以中崙溫泉區的TDS較為不一樣。

- (1) 中崙溫泉區的開發時間較關子嶺溫泉區域晚，關子嶺溫泉區域過度開發資源是主要因素之一。
- (2) 鶯山溫泉區域可能採樣點不夠，溫泉水的監測數據不夠。

建議一：

- (1) 中崙溫泉區域的溫泉觀光發展業務可以更被完善，避免因開發過度而造成更大的環境風險。。
- (2) 過度開發的關子嶺區域，其TDS與中崙溫泉比較是偏低的。有可以是溫泉水不夠，冷水混溫泉水的狀況。

結論二：

- (1) 發現在中崙溫泉區、鶯山溫泉區及關子嶺溫泉區域的TDS變化不大，顯示此區域的溫泉水來源可能來自地層水，是在巨厚泥岩層深埋地下的地區，由於強大壓力作用下會將含在岩石內的水分擠出地面，這些地層水

在上升過程中順便也將泥岩內的部份組成物質帶上，因而成為混濁的泥泉。所以，當下雨時，影響區域的TDS並不大。

- (2) 雨水雖然對於溫泉區域TDS變化不大，但風災後地形地貌改變，例如莫拉克風災，還是需要持續觀測評估溫泉區適用性。

#### **建議二：**

- (1) 關子嶺水源問題，面對泉水不夠，平均湧出泉水的供應量不夠業者使用，可以自備儲水槽，讓資源使用達到最佳狀況。
- (2) 中崙溫泉因莫拉克風災後，重新整頓過，在溫泉監測上的可以多加利用。而監測基本資料完備後，可利用水位觀測等資料，推算出溫泉的流向和蘊藏泉水量，這樣才能有效進行總量管制等相關措施。另可輔助火山的活動性監測 和地震預報監測，可反應火山和地殼的力量變化。

**結論三：**地震影響後端的數據並不大，可能測得的數據不夠即時。

#### **建議三：**

- (1) 可以做為火山的活動性監測和地震預報監測，可以反映前後比較有連續性的變化。
- (2) 參考日本箱根溫泉的地震與溫泉的資料，研究顯示箱根火山爆發，僅水溫變高。

**結論四：**柚子頭溪、白水溪、澗水溪可能是因為上游有溫泉流入河川的關係均屬於弱鹼性水質。

**建議四：**檢測結果可以再比對其他上游沒有溫泉區的溪水水質、水量的變化來評估其狀況。

#### **結論五：**

- (1) 綠豆和秋葵兩種植物觀察其生長狀況，綠豆的生長速率表現出溫泉中礦物質成分確實會影響綠豆的生長速度。
- (2) 在秋葵的部分，則表現在第一周發芽期，溫泉粉末有某些礦物質能夠幫助秋葵發芽，只是在發芽期過後的成長，還是以未施加溫泉粉末的對照組生長速率較好。

**建議五：**結果顯示出溫泉中應該有某些礦物質能夠幫助植物成長發育，綠豆生長的狀況可以持續追蹤，時間拉長或許利用土壤的作用與溫泉的礦物質產生團粒結構。讓植物生長環境更好。

#### **結論六：**

- (1) 將泥漿溫泉或是溫泉水的沉澱物作為肥皂的添加劑，實驗效果較一般肥皂使用後的效果佳，可以作為天然的肥皂材料來源。
- (2) 溫泉皂在皮膚上的測試含水量(所謂的保濕度)表現度也較優。膚質柔軟程度表現出溫泉皂有效加速肌膚更新代謝。

**建議六：**由於溫泉多深藏於地底深處，當其湧出地面時便伴隨大量而多樣的礦物質，多數是有益的，無論是溫泉泥或溫泉水的礦物可以根據成分、濃度與溫度的不同具備多樣性，可以整合作為再生資源的利用。

**結論七：**在地形圖上面，看到此研究的地區比較重要的構造有關子嶺地區的六重溪斷層，為一逆斷層，中崙地區位於南部的一條逆衝斷層-觸口斷層上，造成左右兩側的破碎帶，與關子嶺地區的六重溪斷層皆呈現東北-西南走向，使地表下的地下水氣沿著地層裂縫上湧，沿途混合泥岩層與砂頁岩層，形成泥漿噴發而堆積於地表。地形上也都呈現東北西南走向，主要地質構造走向一致。

**建議七：**

- (1) 在野外觀察地形地貌視野的寬度及角度略顯不足，可以利用空拍機，將研究點更加詳盡的描繪出來。
- (2) 在中崙及鶯山區域看到的地貌有限，未來可以補強這一區塊的探訪及研究。

## 陸、參考資料

- 一、宋聖榮、劉佳玫2003 台灣的溫泉，遠足文化出版。
- 二、何春蓀，1975. 臺灣地質概論，經濟部中央地質調查所出版。
- 三、陳肇夏，1975. 「台灣溫泉成因與地質探勘之我見」，地質，第 1 卷，
- 四、工研院能資所，1994. 台灣地熱探勘資料編彙。

# 「淨」如止水－探討以水淨化廢氣之研究

## 摘要

我們從實驗中發現廚房的廢氣導入水中再排放至空氣中，甲醛及 TVOC 濃度會明顯下降，PM2.5也因為通過水中而使其濃度變化較平緩，出現的最高濃度也較小。因此將廢氣透過導入水中排放，可以減少有害氣體的濃度。

廢氣導水中的深度對於減少甲醛及 TVOC 濃度的效果也成正比，不同排氣孔徑對於淨化效果的影響由結果比較大孔徑(5mm)與小孔徑(1mm)可以發現，排氣孔徑縮小能幫助水淨化有害氣體，尤其甲醛的淨化效果最明顯，PM2.5與 TVOC 最大值的濃度也因為排氣孔徑縮小而減少。

我們比較聚脂棉、麥飯石、活性炭、麥飯石+活性炭、麥飯石+聚脂棉+活性炭之過濾效果。發現麥飯石+活性炭的過濾效果最穩定，甲醛、PM2.5、TVOC 的濃度都有下降，並使其濃度變化平穩。實驗後發現聚脂棉的過濾效果最差，因此與麥飯石+活性炭結合，反而佔據空間無法而發揮效用。

自來水、肥皂水、油水等不同液體的淨化效果，結果發現與我們預期油因為黏性能附著較多有害物質，油水的淨化效果較好結果相反，可能是因為在打氣機打氣進入油水的時候，打氣的衝擊力使油水混和，過程中產生的小油滴影響機器檢測的結果。

## 壹、研究動機

嘉義的空氣品質時常不佳，學校也時常宣導空汙、PM<sub>2.5</sub>等知識。有一天媽媽在廚房煮菜的時候，抽油煙機突然故障，家裡的空氣變得很難聞，才注意到烹飪的過程好像會產生一些不好的氣體，因此向學校老師請教，老師利用空氣檢測器實際帶我們檢測，發現這些烹飪的氣體含有 PM<sub>2.5</sub>、TVOC 等有害氣體，且用油量越多、烹調溫度越高產生的有害氣體量越大。

之後觀察自己家跟外面一些餐廳，都利用抽油煙機將油煙抽走，透過管子排放到室外，以保持室內空氣之清新。但如果家家戶戶都這樣排放油煙，雖然室內空氣清新了，室外的空氣品質反而會不好，因此想研究這些廢氣在排放到外面之前，如果先通進水裡，能不能透過水去溶解這些有害氣體，以減少油煙排放的汙染。

## 貳、研究目的

根據美國國家實驗室研究顯示，家庭烹飪時產生的油煙 PM2.5，約等同北京沙塵暴的4倍，可見家庭排放的油煙不容忽視，而一般家庭與營業餐廳排除油煙的方式卻只是把它排到屋外，有些則是把排氣管排入排水溝中，導至滋生老鼠、蟑螂等衛生問題，也可能造成水溝堵塞。因此我們想藉由以下實驗，找出以水來淨化廢氣之可能性，並且從各實驗結果，找出以水淨化廢氣的最佳條件。發展為處理油煙排放的簡易方法。

實驗一 探討廢氣排放至空中與水中之差異

實驗二 探討廢氣導入不同深度水中之淨化效果

實驗三 探討廢氣導入水中時，排氣孔大小影響淨化空氣之效果

實驗四 探討不同過濾材質的過濾效果

實驗五 探討廢氣導入不同液體中之淨化效果

## 參、研究設備及器材

實驗一 探討廢氣排放至空中與水中之差異

實驗二 探討廢氣導入不同深度水中之淨化效果



深水桶+量尺、計時器、空氣檢測器、線香、打火機、打氣機、集煙瓶

實驗三 探討廢氣導入水中時，排氣孔大小影響淨化空氣之效果



自製鑽孔罐(搭配 1mm、2.5mm、5mm 不同孔徑，可替換之上蓋)、深水桶+量尺、計時器、空氣檢測器、線香、打火機、打氣機、集煙瓶

實驗四 探討不同過濾材質的過濾效果



1. 聚脂棉
2. 麥飯石
3. 活性炭
4. 麥飯石+活性炭
5. 麥飯石+聚脂棉+活性炭

自製鑽孔罐、深水桶+量尺、計時器、空氣檢測器、線香、打火機、打氣機、集煙瓶

## 實驗五 探討廢氣導入不同液體中之淨化效果



1. 自來水
2. 肥皂水
3. 油水

深水桶+量尺、計時器、空氣檢測器、線香、打火機、打氣機、集煙瓶

## 肆、研究過程或方法

### 實驗一 探討廢氣排放至空中與水中之差異

點燃線香，放置集煙瓶中30秒收集煙霧。

1. 空氣檢測機放置瓶口約10公分距離，打開集煙瓶，計時1分半，每間隔15秒紀錄一次檢測數值。

點燃線香，放置集煙瓶中30秒收集煙霧。

2. 打氣機水管置入水中約20cm 深度，空氣檢測機放置於深水桶口處，啟動打氣機，將集煙瓶於打氣機之進風口處打開，計時1分半，每間隔15秒紀錄一次檢測數值。



點燃線香，放置集煙瓶中 30 秒收集煙霧



在空氣中與水中施放煙霧，收集數據

### 實驗二 探討廢氣導入不同深度水中之淨化效果

點燃線香，放置集煙瓶中30秒收集煙霧。

打氣機水管置入水中（10cm／15cm／20cm）深度，空氣檢測機放置於深水桶口處，啟動打氣機，將集煙瓶於打氣機之進風口處打開，計時1分半，每間隔15秒紀錄一次檢測數值。

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| <p>點燃線香，放置集煙瓶中 30 秒收集煙霧</p>   | <p>將煙霧打入不同深度的水中，收集數據</p>   |

實驗三 探討廢氣導入水中時，排氣孔大小影響淨化空氣之效果

點燃線香，放置集煙瓶中30秒收集煙霧。

打氣機水管連接自製鑽孔罐（孔徑1mm／2.5mm／5mm）置入水中約20cm 深度，空氣檢測機放置於深水桶口處，啟動打氣機，將集煙瓶於打氣機之進風口處打開，計時1分半，每間隔15秒紀錄一次檢測數值。

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| <p>將瓶蓋鑽上 5mm、2.5mm、1mm 等不同孔徑的孔洞</p>   | <p>檢測不同孔徑所打出的空氣成分</p>  |

#### 實驗四 探討不同過濾材質的過濾效果

點燃線香，放置集煙瓶中30秒收集煙霧。

打氣機水管連接（自製鑽孔罐(孔徑1mm) + 聚脂棉／麥飯石／活性炭／麥飯石 + 活性炭／麥飯石 + 聚脂棉 + 活性炭）置入水中約20cm 深度，空氣檢測機放置於深水桶口處，啟動打氣機，將集煙瓶於打氣機之進風口處打開，計時1分半，每間隔15秒紀錄一次檢測數值。



準備不同過濾材質之過濾罐，與打氣機出氣管連結



檢測不同過濾材質所過濾出的空氣

#### 實驗五 探討廢氣導入不同液體中之淨化效果

點燃線香，放置集煙瓶中30秒收集煙霧。

打氣機水管置入（肥皂水／油水）中約20cm 深度，空氣檢測機放置於深水桶口處，啟動打氣機，將集煙瓶於打氣機之進風口處打開，計時1分半，每間隔15秒紀錄一次檢測數值。

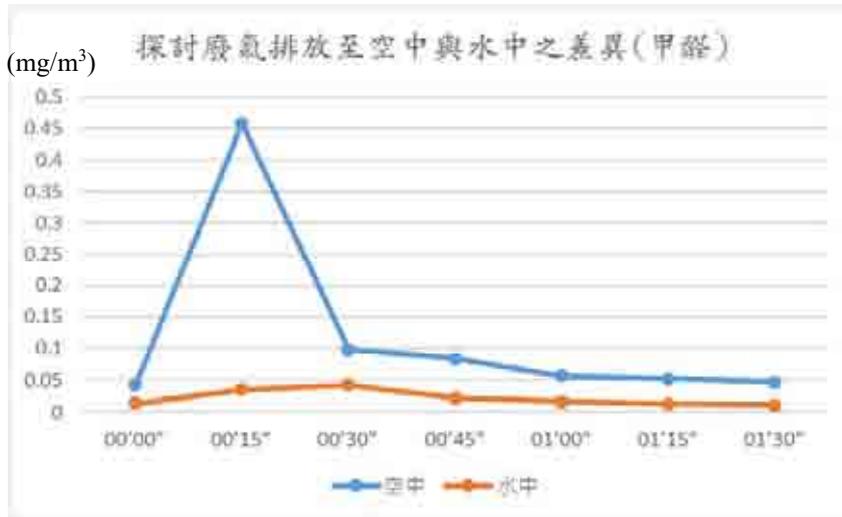


準備不同液體(肥皂水、油水)

將廢氣導入不同液體，記錄數據

## 伍、研究結果

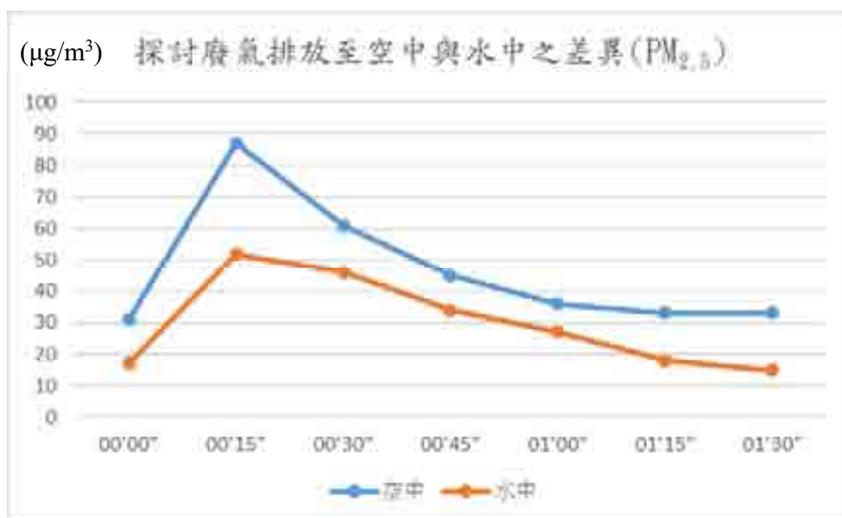
### 實驗一 探討廢氣排放至空中與水中之差異



圖一

探討廢氣排放至空中與水中之差異(甲醛)

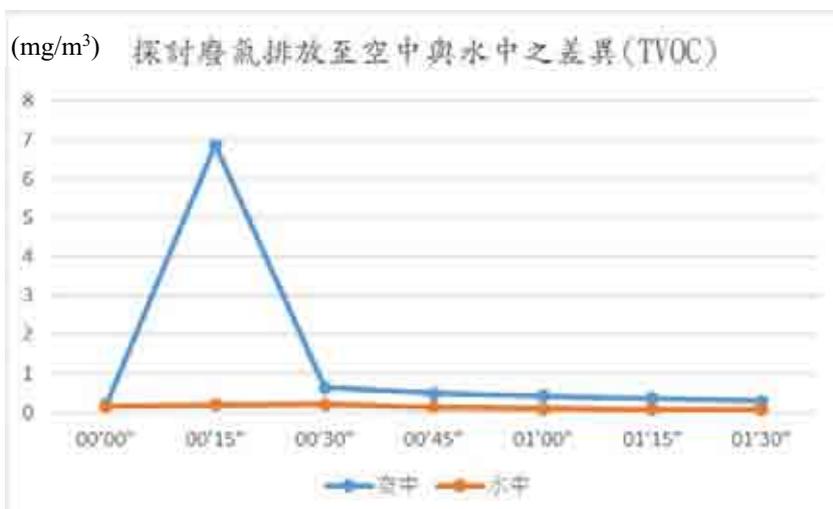
檢測時間於15秒處，排放至空氣中的甲醛數值升高，而後逸散到環境中，數值漸於趨緩



圖二

探討廢氣排放至空中與水中之差異(PM<sub>2.5</sub>)

檢測時間於15秒處，兩種做法PM<sub>2.5</sub>數值皆升高，而後逸散到環境中，數值漸於趨緩

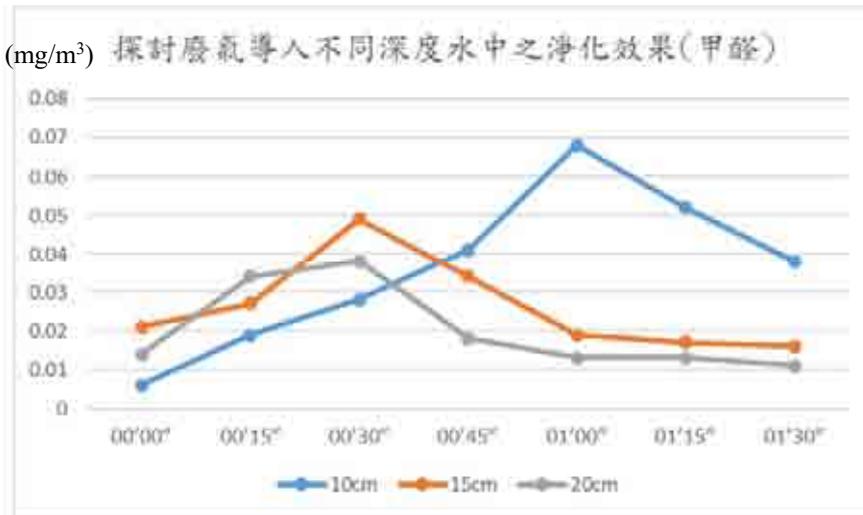


圖三

探討廢氣排放至空中與水中之差異(TVOC)

檢測時間於15秒處，排放至空氣中的TVOC數值升高，而後逸散到環境中，數值漸於趨緩

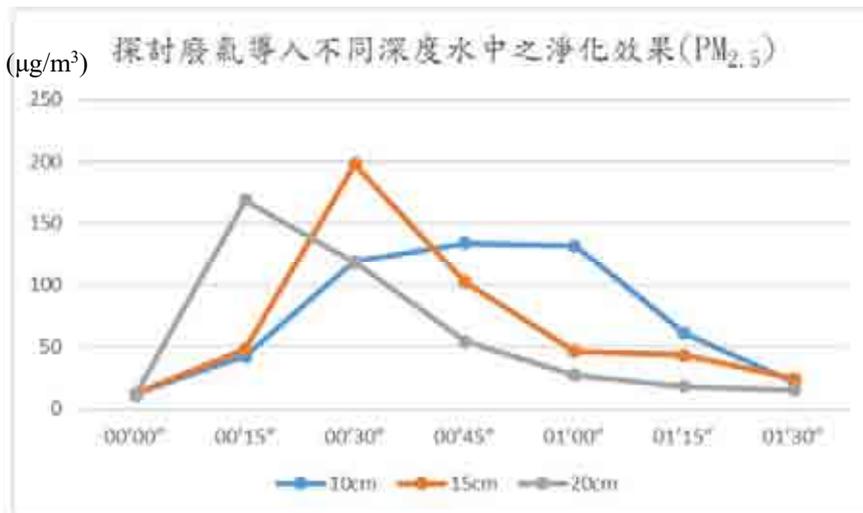
實驗二 探討廢氣導入不同深度水中之淨化效果



圖四

探討廢氣導入不同深度水中之淨化效果(甲醛)

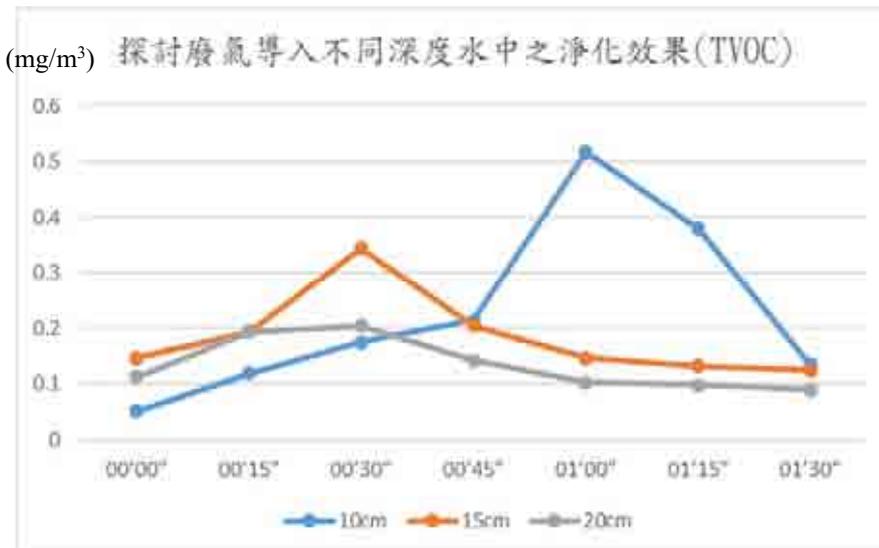
深度15、20cm 之甲醛數值皆在30秒時到最高濃度，而深度10cm 的在1分鐘時到最高濃度，之後逸散到環境中，數值漸於趨緩



圖五

探討廢氣導入不同深度水中之淨化效果(PM<sub>2.5</sub>)

深度20cm 的 PM<sub>2.5</sub>數值在15秒達到最高濃度、深度15cm 的 PM<sub>2.5</sub>數值在30秒達到最高濃度、深度10cm 的 PM<sub>2.5</sub>數值在45秒達到最高濃度，之後逸散到環境中，數值漸於趨緩

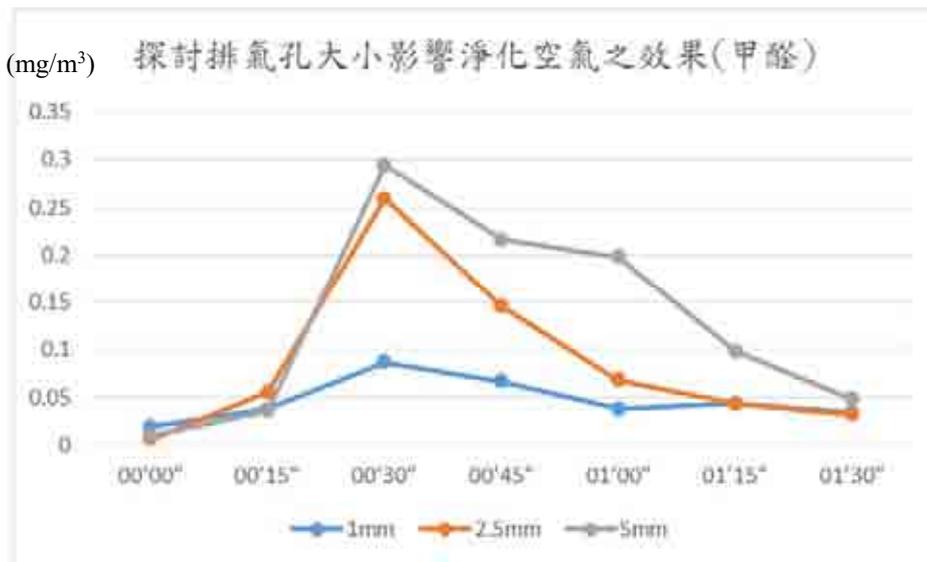


圖六

探討廢氣導入不同深度水中之淨化效果(TVOC)

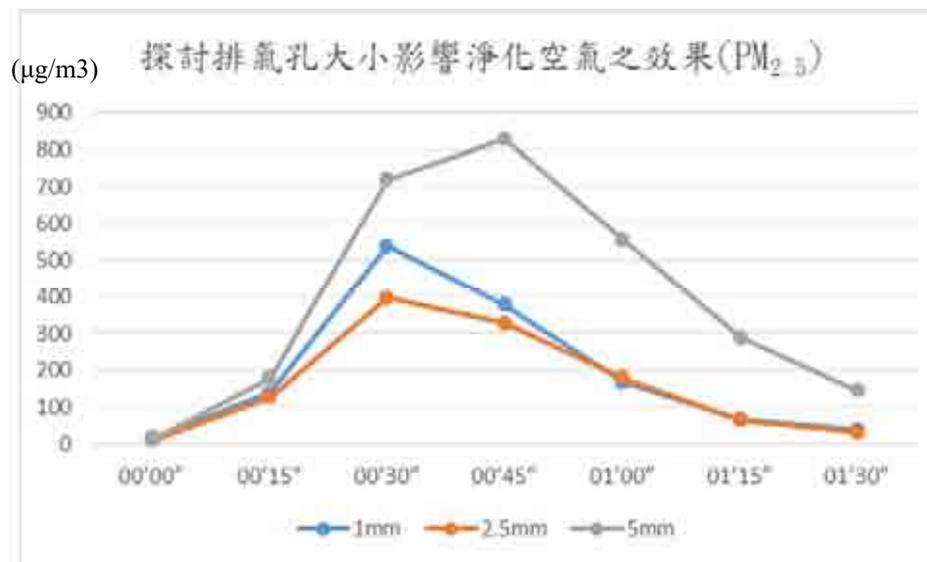
深度20cm、深度15cm 的 TVOC 數值在30秒達到最高濃度，而深度10cm 的在1分鐘時到最高濃度，之後逸散到環境中，數值漸於趨緩

實驗三 探討廢氣導入水中時，排氣孔大小影響淨化空氣之效果



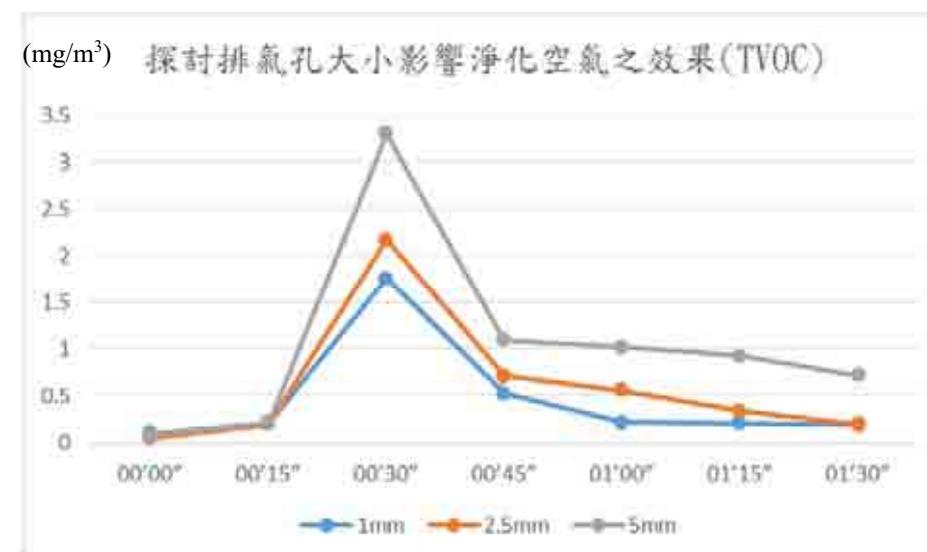
圖七

探討排氣孔大小影響淨化空氣之效果(甲醛)  
所有孔徑的甲醛數值皆在30秒時達最高濃度，其中5mm 的濃度最高，1mm 最低，之後逸散到環境中，數值漸於趨緩



圖八

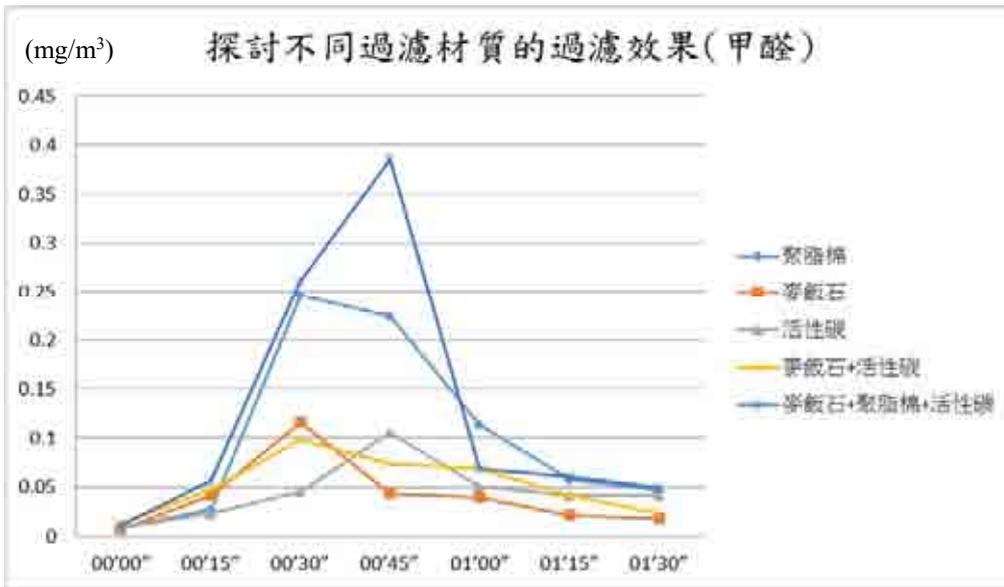
探討排氣孔大小影響淨化空氣之效果(PM<sub>2.5</sub>)  
1mm、2.5mm 孔徑的 PM<sub>2.5</sub>數值在30秒時達最高濃度，5mm 孔徑的 PM<sub>2.5</sub>數值在45秒時達最高濃度，之後逸散到環境中，數值漸於趨緩



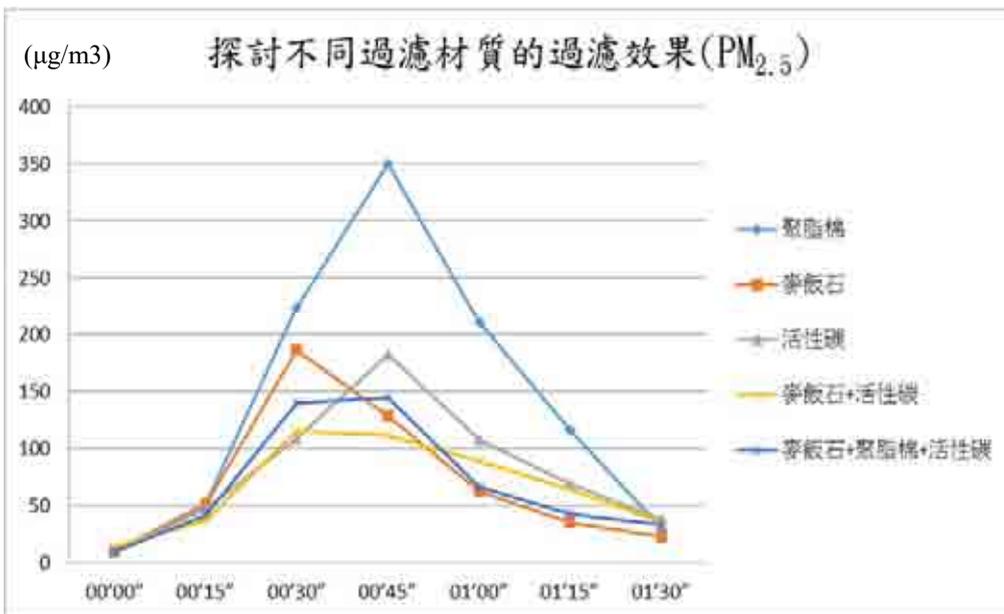
圖九

探討排氣孔大小影響淨化空氣之效果(TVOC)  
所有孔徑的 TVOC 數值皆在30秒時達最高濃度，其中5mm 的濃度最高，1mm 最低，之後逸散到環境中，數值漸於趨緩

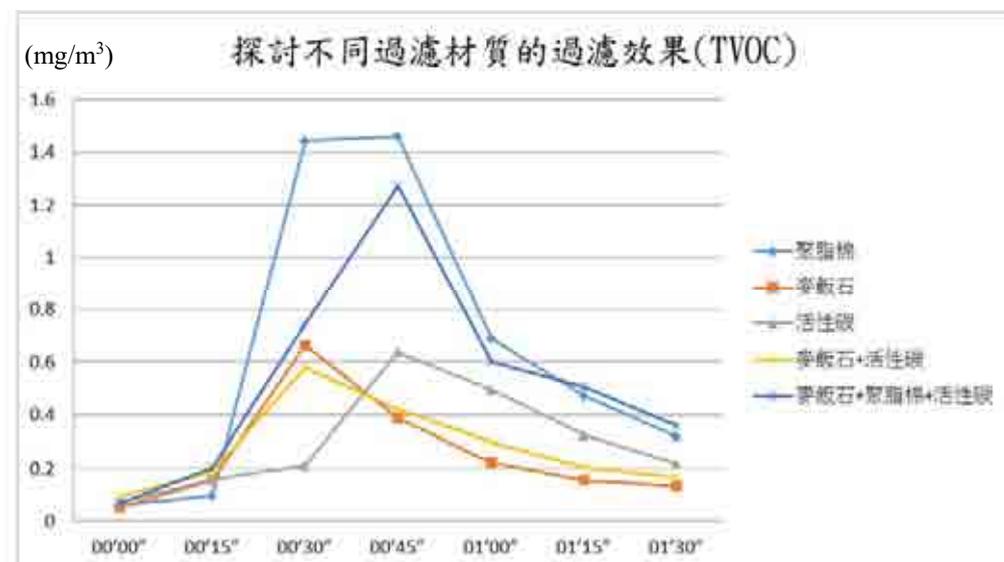
實驗四 探討不同過濾材質的過濾效果



圖十  
探討不同過濾材質的過濾效果(甲醛)  
麥飯石+聚脂棉+活性炭的過濾效果最差  
麥飯石+活性炭的過濾效果最好

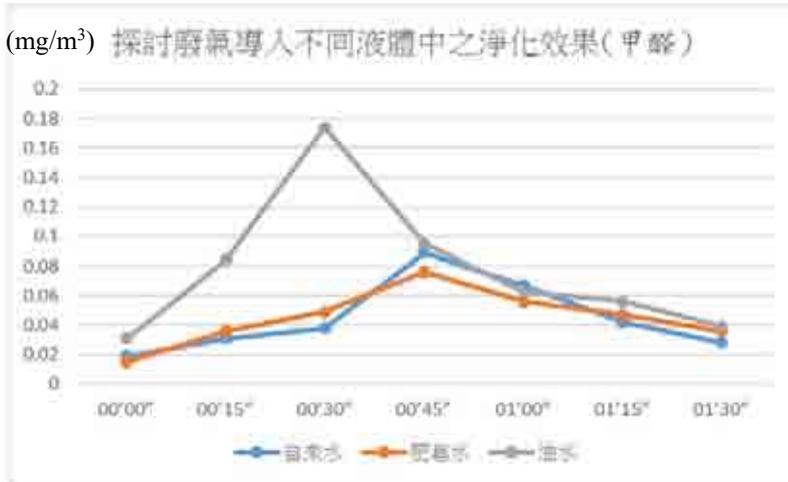


圖十一  
探討不同過濾材質的過濾效果(PM<sub>2.5</sub>)  
聚脂棉的過濾效果最差  
麥飯石+活性炭的過濾效果最好



圖十二  
探討不同過濾材質的過濾效果(TVOC)  
聚脂棉的過濾效果最差  
麥飯石+活性炭的過濾效果最好

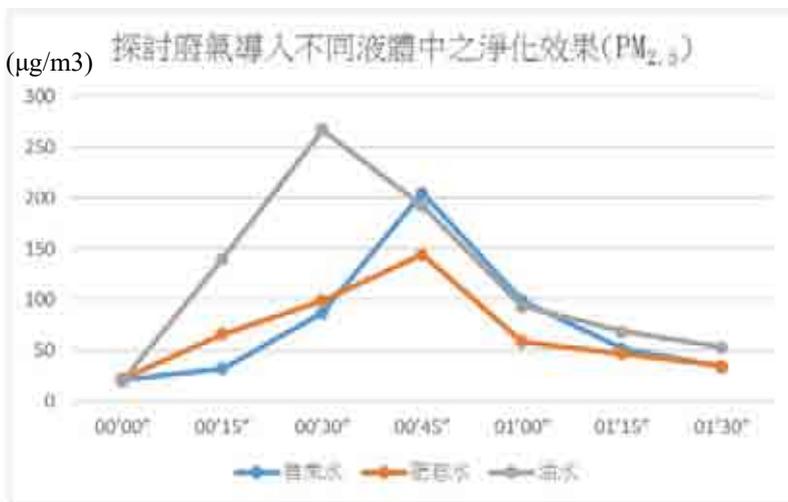
實驗五 探討廢氣導入不同液體中之淨化效果



圖十三

探討廢氣導入不同液體中之淨化效果 (甲醛)

油水在30秒時甲醛達最高濃度，自來水、肥皂水在45秒時達最高濃度，之後逸散到環境中，數值漸於趨緩。油水的最高濃度最高。



圖十四

探討廢氣導入不同液體中之淨化效果(PM<sub>2.5</sub>)

油水在30秒時 PM<sub>2.5</sub>達最高濃度，自來水、肥皂水在45秒時達最高濃度，之後逸散到環境中，數值漸於趨緩。油水的最高濃度最高。



圖十五

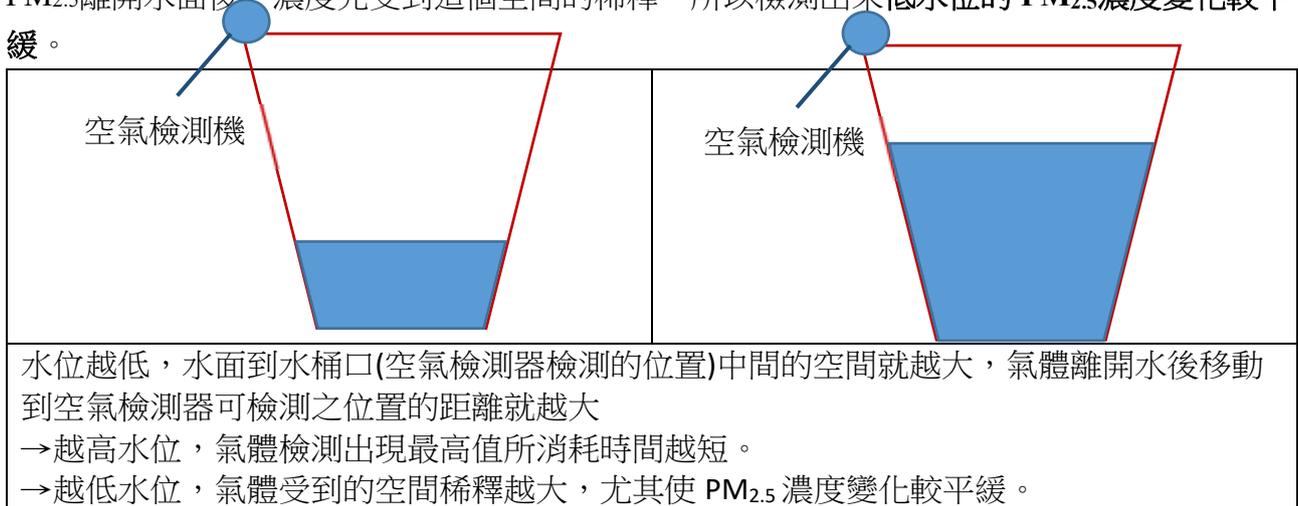
探討廢氣導入不同液體中之淨化效果 (TVOC)

油水在30秒時 TVOC 達最高濃度，自來水、肥皂水在45秒時達最高濃度，之後逸散到環境中，數值漸於趨緩。油水的最高濃度最高。

## 陸、結論

由實驗一，我們初步比較將廢氣排至空氣中與水中的差異，發現通過導入水中再排放至空氣中，甲醛及 TVOC 濃度會明顯下降，PM<sub>2.5</sub>也因為通過水中而使其濃度變化較平緩，出現的最高濃度也較小。因此將廢氣透過導入水中排放，是可以減少其有害氣體的濃度的。

在實驗二，我們預期將廢氣導入較深的水中，因氣泡在水裡上升移動的距離較長，使水淨化有害氣體的時間較長，淨化效果會比較好，因此我們比較水深10cm、15cm、20cm，淨化廢氣的情形。而水深對於減少甲醛及 TVOC 濃度的效果較明顯，其中檢測到水深10cm的甲醛及 TVOC 濃度最高值耗費時間較長，我們推測，因為我們使用同一個水桶倒入不同公分數的水，水位越低，水面到水桶口(空氣檢測器檢測的位置)中間的空間就越大，氣體離開水後移動到空氣檢測器可檢測之位置的距離就越大，水深10cm的甲醛及 TVOC 濃度最高值的發生時間較晚。這樣的推測也能解釋高水位的 PM<sub>2.5</sub>濃度比水位低的還要快出現最高值，因為氣體離開水後移動到空氣檢測器可檢測之位置的距離較短，所以一下子就能偵測到 PM<sub>2.5</sub>濃度的最高值，而水位低使得水面到水桶口(空氣檢測器檢測的位置)中間的空間大，PM<sub>2.5</sub>離開水面後，濃度先受到這個空間的稀釋，所以檢測出來低水位的 PM<sub>2.5</sub>濃度變化較平緩。



在實驗三，我們比較1mm、2.5mm、5mm不同排氣孔徑對於淨化效果的影響，並保持瓶蓋上排氣孔的總面積在117.75mm<sup>2</sup>(自製分別有150個1mm孔、24個2.5mm孔、6個5mm孔的瓶蓋)，使排出的氣體量相同，而氣泡受排氣孔徑縮小而變細密，與水接觸的面積增大，達到更好的淨化效果。由結果比較大孔徑(5mm)與小孔徑(1mm)可以發現，排氣孔徑縮小能幫助水淨化有害氣體，尤其甲醛的淨化效果最明顯，PM<sub>2.5</sub>與 TVOC 最大值的濃度也有因為排氣孔徑縮小而減少。

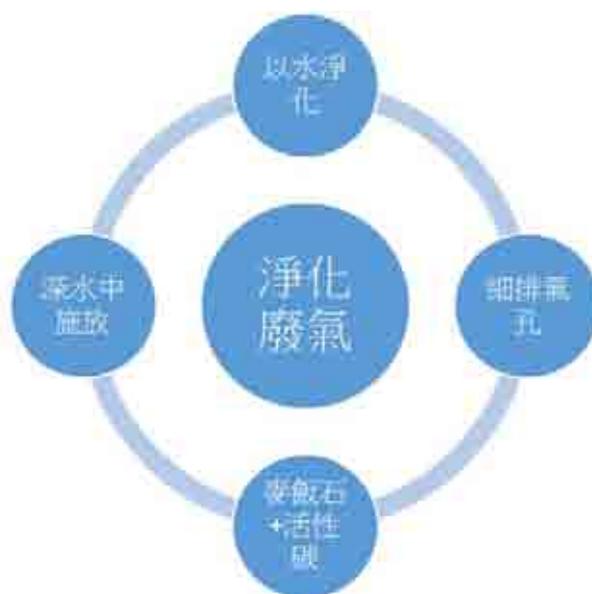
在前三個實驗中，我們發現將廢氣導入水中、水深及氣泡大小對於 PM<sub>2.5</sub>的淨化效果較有限，因 TVOC 中部份物質與甲醛易溶於水，所以以水來淨化可以得到較好的效果，而 PM<sub>2.5</sub>不溶於水，只能形成懸浮液，我們的實驗條件也許無法讓 PM<sub>2.5</sub>在水中形成懸浮液，使我們探討單純以水淨化廢氣的研究，在減少 PM<sub>2.5</sub>濃度的部分效果不明顯。因此我們在實驗四探討何種過濾材質在水中的過濾效果較好，並在實驗五嘗試使用不同液體，檢測其淨化效果。

在實驗四中，我們比較聚脂棉、麥飯石、活性炭、麥飯石+活性炭、麥飯石+聚脂棉+活性炭之過濾效果。發現**麥飯石+活性炭的過濾效果最穩定，甲醛、PM<sub>2.5</sub>、TVOC 的濃度都有下降，並使其濃度變化平穩**。原本我們預期麥飯石+聚脂棉+活性炭的組合對於廢氣過濾的效果會最好，但實驗後發現聚脂棉的過濾效果最差，因此與麥飯石+活性炭結合，反而佔據空間無法而發揮效用。

在實驗五中，我們比較自來水、肥皂水、油水等不同液體的淨化效果，結果發現與我們預期油能附著較多有害物質，油水的淨化效果較好相反，可能是因為在打氣機打氣進入油水的時候，打氣的衝擊力使油水混和，過程中產生的小油滴影響機器檢測的結果，使得油水所檢測得**甲醛、PM<sub>2.5</sub>、TVOC 的濃度都比自來水、肥皂水高**。而肥皂水與自來水的淨化效果差不多，肥皂水可能比自來水更能讓 PM<sub>2.5</sub>形成懸浮液，所以降低了 PM<sub>2.5</sub>的最高濃度。

由實驗一、二、五的結果，我們發現單純以自來水淨化廢氣是可行的，尤其因為**甲醛及TVOC 中的部分物質有易溶於水的特性**，可以得到好的淨化效果。而對於 PM<sub>2.5</sub>的淨化效果，也許是因為我們實驗器材的受限，實驗結果比較不明顯，但比起直接排放至空氣中，將廢氣導入水中是能讓其濃度變化較平緩，也能降低最大濃度。

在實驗三我們發現由打氣機打入水中的氣泡受排氣孔徑縮小而變細密，與水接觸的面積增大，能幫助水淨化有害氣體，達到更好的淨化效果。並可在自製的鑽孔罐中加入麥飯石與活性炭，提升淨化效果。



## 柒、參考資料及其他

- 一、室內空氣品質改善技術簡介，台灣清淨環境科技有限公司。
- 二、環境污染防治，復文書局，1988。。
- 三、我國抽(排)油煙機發展趨勢與性能提升可行性探討.冷凍空調 & 能源科技。
- 四、台灣因應氣候變化綱要公約資訊網 <http://www.tri.org.tw/unfccc/main02.htm>。
- 五、一個員工餐廳的靜電除油煙機的控制效率. 吳姿樺, 簡., 蔡春進. (1999).
- 六、防塵口罩防護效能探討.行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所.
- 七、經濟部標準檢驗局，1989年修訂，中國國家標準 CNS- 3805抽油煙機。
- 八、經濟部標準檢驗局，2005年公佈，中國國家標準 CNS- 3765-31家用和類似用途電器產品的安全-第2部：排油煙機的個別規定。

# 風進來，電出去，空汙大掃除：風力發電空氣清淨安全帽

## 摘要

本研究議題主要探究透過風力發電的巧思能否運用在空氣清淨機上，更何況這款空氣清淨機結合安全帽，可以讓騎士與乘客更加放心交通路途上的空氣品質。

本研究係探討兩大主題，一為空氣淨化效果的調查（實驗一：不同交通工具的空氣品質調查）與相關實驗（實驗二：不同口罩的空氣淨化效果實驗、實驗三：不同過濾棉的空氣淨化效果實驗、實驗四：小型空氣清淨機的空氣淨化效果實驗），其主要測量工具為PM<sub>2.5</sub>空氣檢測儀器；另外一項主題為風力發電的效果實驗（實驗五：不同小型風扇的發電效果實驗、實驗六：小型風扇的數量是否會影響發電效果實驗、實驗七：不同進器形狀的風力發電效果實驗。實驗八：風力發電清淨機導入安全帽位置的空氣淨化效果實驗），其主要測量工具為三用電表，計量單位為伏特電壓數值。

根據研究結果我們可以發現，搭乘機車於暴露空汙指數最高，呼應我們想要製作空氣淨機安全帽的主要動機。在自製小型空氣清淨機的問題上，透過後續的實驗研究，我們同時發現加裝裁剪有活性碳口罩與冷氣機過濾網的清淨效果最佳，在風力發電效果與最終成品設計考量面相上，當然為了安全帽的整體設計，我們依據其實驗結果，選擇兩個小型電腦散熱風扇(6cmx6cm)連接USB孔洞變壓轉接器至自製的空氣清淨機，完成我們的最終樣品：風力發電空氣清淨機安全帽。

最後，實驗九為安全帽的效果實驗，主要測量工具為PM<sub>2.5</sub>空氣檢測儀器，用以檢測不同的風力產生的清淨效果。此外，我們在安全帽的設計上另外結合太陽能板，希望創造出綠能產業的環保新趨勢。

## 壹、研究動機

嘉義市因為地形因素在2013年聯合國世界衛生組織WHO蒐集600個城市空氣懸浮微粒的排名，排行第七嚴重；其次我們台灣具有得天獨厚的地形，氣候上屬於多風。所以很多地方都開始設置大風車發電，像石門、澎湖台電、竹北春風造紙廠等，提供相當可觀的電力，這股風力發電的趨勢是不可擋的。面對上述這些問題，我們團隊決定自行製作風力發電空氣清淨安全帽，並研究各項因素變因下看看哪個效能較好，而且我們除了要解出這個謎題外，還希望在戶外交通的道路上，期許能達到降低空氣汙染的功效，打造出一個無煙、無污染的世界，並且對人們的科技以及生活上有很大的貢獻。

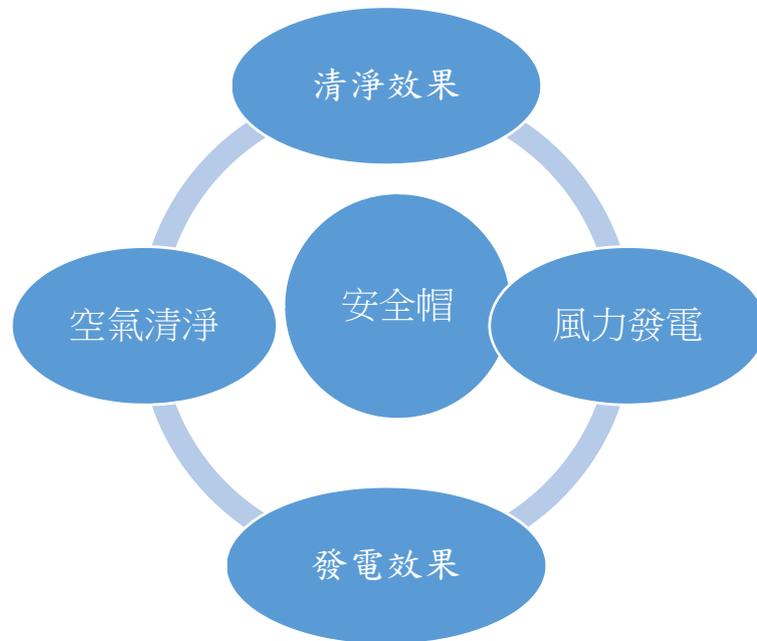
## 與課程相關單元：

自然與生活科技三上第三單元看不見的空氣（康軒版）

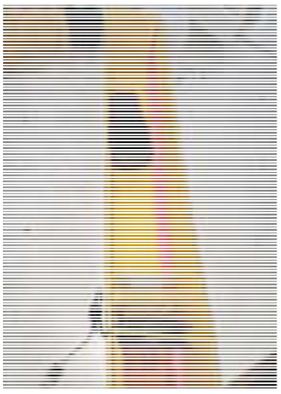
自然與生活科技五下第二單元燃燒和生鏽（康軒版）

## 貳、研究目的

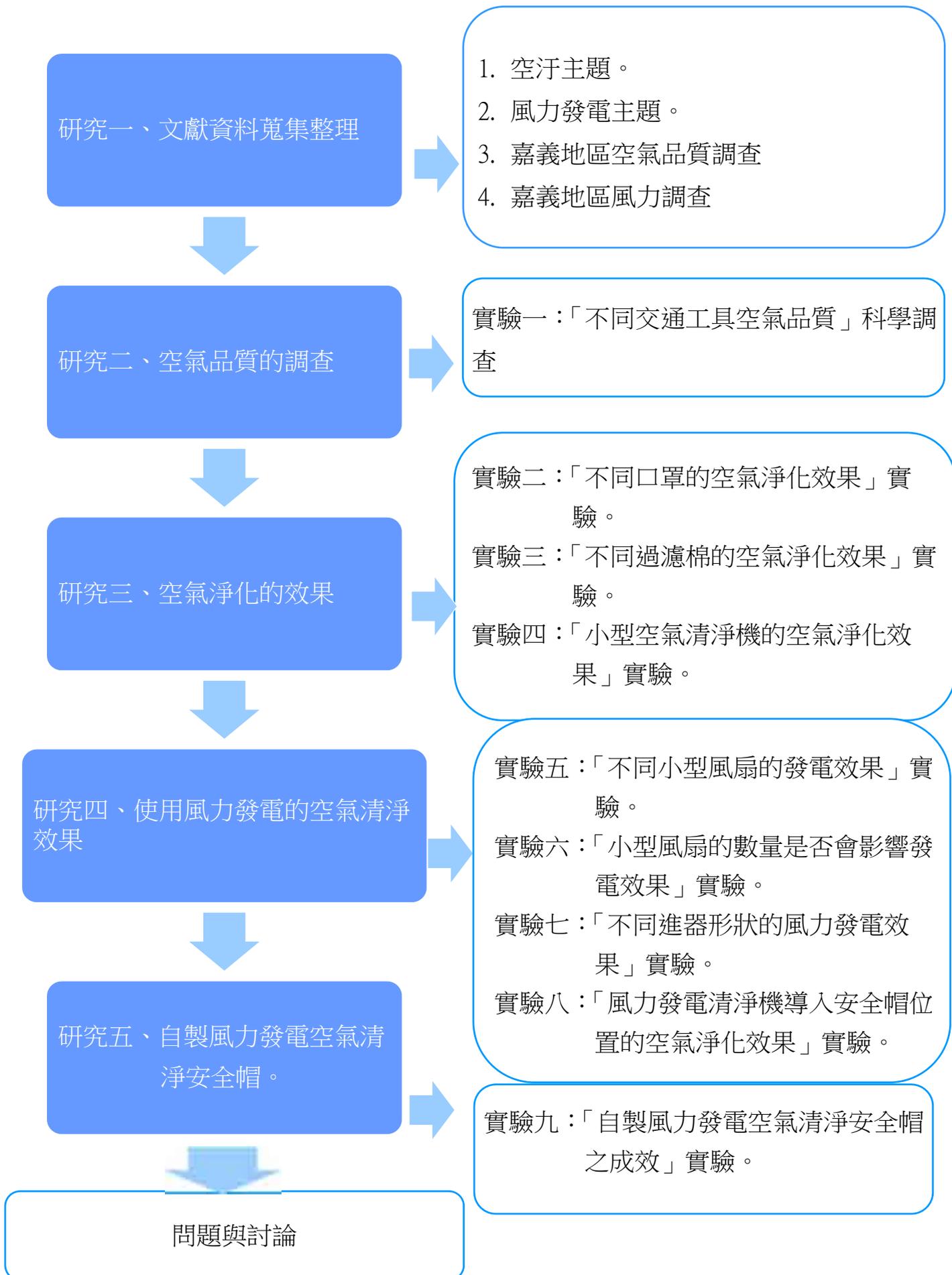
- 一、探討不同交通工具的空氣品質之差異。
- 二、探討不同口罩的淨化空氣品質之差異。
- 三、探討不同過濾棉的空氣淨化效果。
- 四、探討小型空氣清淨機的空氣淨化效果。
- 五、探討清淨空氣導入安全帽位置的空氣淨化效果。
- 六、探討不同小型風扇的發電效果。
- 七、探討小型風扇的數量是否會影響發電效果
- 八、探討不同進氣形狀的發電效果。
- 九、自製風力發電空氣清淨安全帽，探討其空氣清淨效果。



參、研究器材及設備

|                  |   |   |  |   |
|------------------|---|---|--|---|
| <p>檢測儀器與電器用品</p> |    |    |    |    |
|                  | <p>PM<sub>2.5</sub>空氣品質<br/>檢測儀器</p>  | <p>三用電表</p>   | <p>工業電風扇</p>   | <p>小型電腦<br/>散熱風扇</p>  |
| <p>實驗工具</p>      |   |   |   |   |
|                  | <p>各式市售口罩</p>   | <p>各式市售過濾棉</p>  | <p>PP塑膠材質珍珠<br/>板模與厚紙卡</p>   | <p>USB孔洞變壓<br/>轉接器</p>  |
| <p>自製工具</p>      |  |  |  |  |
|                  | <p>自製氣封式空氣實<br/>驗罐/箱組合</p>  | <p>自製小型空氣清<br/>淨檢測盒<br/>與加長盒</p>  | <p>自製小型<br/>空氣清淨機</p>  | <p>自製風力發電空<br/>氣清淨安全帽</p>   |

## 肆、研究架構與流程



## 伍、蒐集彙整研究資料

### 研究一、文獻資料蒐集整理

#### 一、嘉義地區空氣品質調查

\*網路搜尋調查記錄：

1. 目的：瞭解各地的 PM<sub>2.5</sub> (以嘉義地區為例)
2. 實驗方法：從 2019 年 2/15 至 2019 年 3/16 日，總計 30 天，我們上環保署網站查詢每日時嘉義地區下午兩點整點時刻的每小時濃度 PM<sub>2.5</sub> 的數值，登記下來。
3. 我們將觀察的 30 天時間所陳列的 PM<sub>2.5</sub> 值做平均後進行比較。

※小結：依據行政院環保署空氣品質調查記錄，從民國 108 年 2/15~3/16 日總共 30 天的下午兩點時平均 PM<sub>2.5</sub> 小時濃度的觀察紀錄平均值為 32.26，以環保署公布的空氣指標來衡量，本地區(嘉義地區)空氣品質於這段時間的紀錄來看大致良好。

#### 二、嘉義地區風力調查

\*網路搜尋調查記錄：

1. 目的：瞭解各地的 PM<sub>2.5</sub> (以嘉義地區為例)
2. 實驗方法：從 2019 年 2/15 至 2019 年 3/16 日，總計 30 天，我們上中央氣象局網站查詢每日時嘉義地區(以學校所在地中埔鄉為主)今日最大風速 (m/s)，登記下來。
3. 我們將觀察的 30 天時間所陳列的最大風速數值做平均後進行比較。

※小結：依據中央氣象局風速調查記錄，從民國 108 年 2/15~3/16 日總共 30 天的今日最大風速的觀察紀錄平均值為 2.23，以中央氣象所認定的風力及述標準，本地區(嘉義地區)風速風力於這段時間的紀錄來看多屬於 2 級輕風為主。

## 柒、研究過程與結果

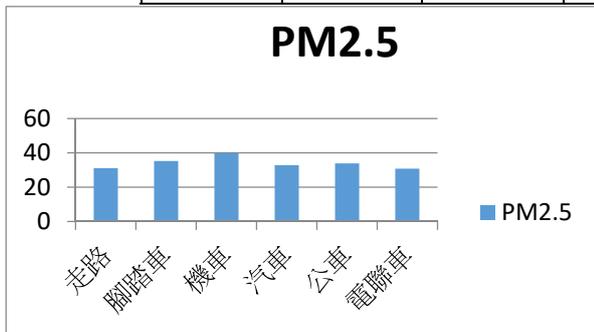
### 研究二、校園內外的空氣品質的調查

#### 實驗一：「不同交通工具空氣品質」科學調查

\*實驗結果紀錄：



|              | 走路 | 腳踏車  | 機車   | 汽車   | 公車   | 電聯車  |
|--------------|----|------|------|------|------|------|
| 第1次          | 28 | 32   | 42   | 29   | 32   | 30   |
| 第2次          | 29 | 35   | 37   | 31   | 33   | 33   |
| 第3次          | 33 | 37   | 39   | 34   | 36   | 29   |
| 第4次          | 34 | 38   | 41   | 34   | 31   | 30   |
| 第5次          | 31 | 34   | 40   | 36   | 37   | 32   |
| PM2.5<br>平均值 | 31 | 35.2 | 39.8 | 32.8 | 33.8 | 30.8 |



### \* 研究發現：

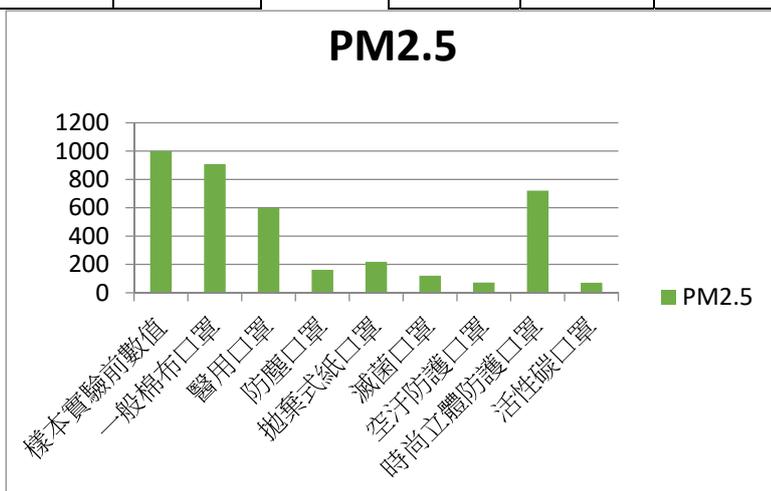
根據調查結果發現，騎乘腳踏車與機車所測得 PM<sub>2.5</sub> 空汙指數最高，推斷有可能是暴露在車體外於空氣中一定速度前進，加上馬路旁汽機車流量眾多，加之其排放廢氣汙煙會依定影響其空氣品質。

### 研究三、空氣淨化的效果

#### 實驗二：「不同口罩的空氣淨化效果」實驗。

#### \* 實驗結果紀錄：

| PM <sub>2.5</sub> | 樣本實驗前數值 | 一般棉布口罩 | 醫用口罩  | 防塵口罩  | 拋棄式紙口罩 | 滅菌口罩  | 空汙防護口罩 | 時尚立體防護口罩 | 活性炭口罩 |
|-------------------|---------|--------|-------|-------|--------|-------|--------|----------|-------|
| 第1次               | 999     | 938    | 646   | 172   | 230    | 130   | 77     | 734      | 75    |
| 第2次               |         | 922    | 608   | 165   | 224    | 122   | 73     | 728      | 72    |
| 第3次               |         | 908    | 599   | 162   | 216    | 121   | 71     | 722      | 70    |
| 第4次               |         | 906    | 575   | 159   | 213    | 116   | 69     | 712      | 68    |
| 第5次               |         | 892    | 568   | 155   | 208    | 112   | 67     | 707      | 67    |
| 平均值               |         | 907.4  | 599.2 | 162.2 | 218.2  | 120.2 | 71.4   | 720.6    | 70.4  |



**\*研究發現：**

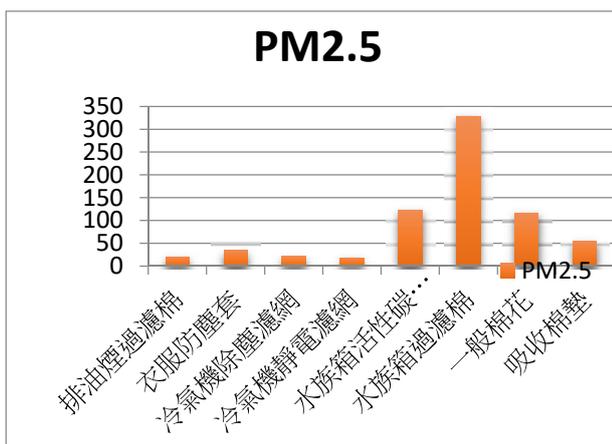
根據實驗結果，使用活性碳口罩較能過濾線香的煙霧氣體，其次是空汙防護口罩，然一般市面上販售的棉布口罩較無此項效果，實驗前後的數據依舊維持原數值，顯現出一般棉布口罩幾乎沒有過濾汙濁空氣的效果。



**實驗三：「不同過濾棉的空氣淨化效果」實驗**

**\*實驗結果紀錄：**

| PM <sub>2.5</sub> | 排油煙過濾棉 | 衣服防塵套 | 冷氣機除塵濾網 | 冷氣機靜電濾網 | 水族箱活性碳過濾棉 | 水族箱過濾棉 | 一般棉花  | 吸收棉墊 |
|-------------------|--------|-------|---------|---------|-----------|--------|-------|------|
| 第1次               | 25     | 39    | 27      | 21      | 129       | 337    | 122   | 61   |
| 第2次               | 23     | 35    | 23      | 20      | 127       | 331    | 120   | 58   |
| 第3次               | 20     | 34    | 20      | 18      | 122       | 329    | 119   | 55   |
| 第4次               | 17     | 31    | 19      | 17      | 117       | 326    | 115   | 52   |
| 第5次               | 16     | 30    | 18      | 15      | 115       | 318    | 108   | 50   |
| 平均值               | 20.2   | 33.8  | 21.4    | 18.2    | 122       | 328.2  | 116.8 | 55.2 |



**\*研究發現：**

根據實驗結果，使用冷氣機靜電濾網較能過濾線香的煙霧氣體，其次是排油煙機濾棉，然而水族箱過濾棉效果較差，顯現出聚脂纖維過濾汙濁空氣的效果較差。

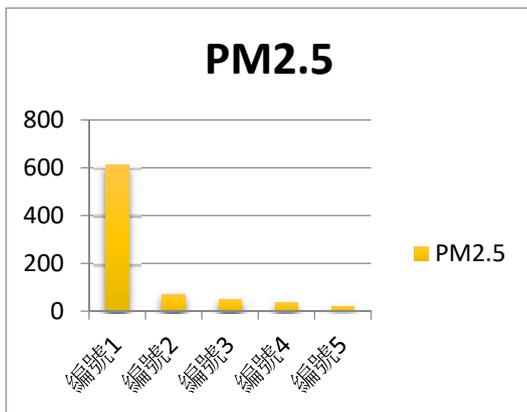
## 實驗四：「小型空氣清淨機的空氣淨化效果」實驗

### (一) 是否有安裝過濾棉或過濾網？

#### \* 實驗結果紀錄：

| PM <sub>2.5</sub> | 編號 1  | 編號 2 | 編號 3 | 編號 4 | 編號 5 |
|-------------------|-------|------|------|------|------|
| 第 1 次             | 616   | 77   | 55   | 41   | 23   |
| 第 2 次             | 613   | 76   | 54   | 39   | 20   |
| 第 3 次             | 610   | 72   | 50   | 36   | 17   |
| 第 4 次             | 609   | 68   | 47   | 34   | 14   |
| 第 5 次             | 599   | 63   | 45   | 29   | 13   |
| 平均值               | 609.4 | 71.2 | 50.2 | 35.8 | 17.4 |

※備註：編號 1：只有散熱風扇，沒有任何濾棉濾網。編號 2：只有濾棉濾網，沒有散熱風扇。編號 3：有散熱風扇與活性碳口罩濾棉，沒有冷氣機靜電濾網。編號 4：有散熱風扇與冷氣機靜電濾網，沒有活性碳口罩濾棉。編號 5：有散熱風扇、冷氣機靜電濾網與活性碳口罩濾棉。



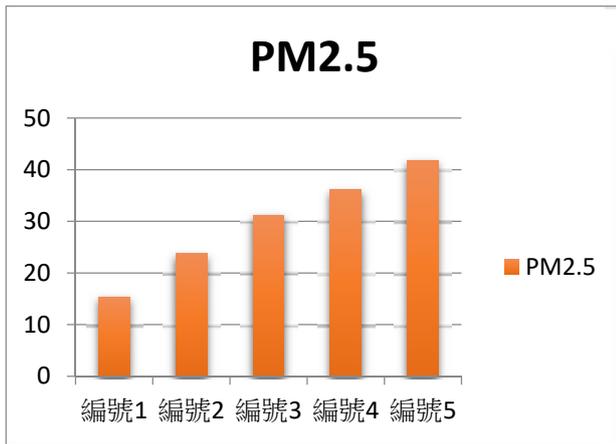
#### \* 研究發現：

根據實驗結果，編號 5：有散熱風扇、冷氣機靜電濾網與活性碳口罩濾棉三者皆有者效果最佳，其次是編號 4 有散熱風扇與冷氣機靜電濾網，沒有活性碳口罩濾棉，然而編號 1：只有散熱風扇，沒有任何濾棉濾網效果最差，顯現出濾棉濾網有清淨空氣的功效，單靠散熱風扇清淨空氣，其效果改善不良。

### (二) 過濾棉/過濾網與散熱風扇的距離是否會影響過濾效果？

| PM <sub>2.5</sub> | 編號 1 | 編號 2 | 編號 3 | 編號 4 | 編號 5 |
|-------------------|------|------|------|------|------|
| 第 1 次             | 19   | 29   | 35   | 42   | 47   |
| 第 2 次             | 17   | 26   | 34   | 39   | 45   |
| 第 3 次             | 16   | 25   | 32   | 35   | 42   |
| 第 4 次             | 14   | 22   | 29   | 34   | 38   |
| 第 5 次             | 11   | 17   | 26   | 31   | 37   |
| 平均值               | 15.4 | 23.8 | 31.2 | 36.2 | 41.8 |

※備註：編號 1：過濾棉/過濾網與散熱風扇的距離為緊密貼合。編號 2：過濾棉/過濾網與散熱風扇的距離為 10 公分。編號 3：過濾棉/過濾網與散熱風扇的距離為 20 公分。編號 4：過濾棉/過濾網與散熱風扇的距離為 30 公分。編號 5：過濾棉/過濾網與散熱風扇的距離為 40 公分。



**\*研究發現：**

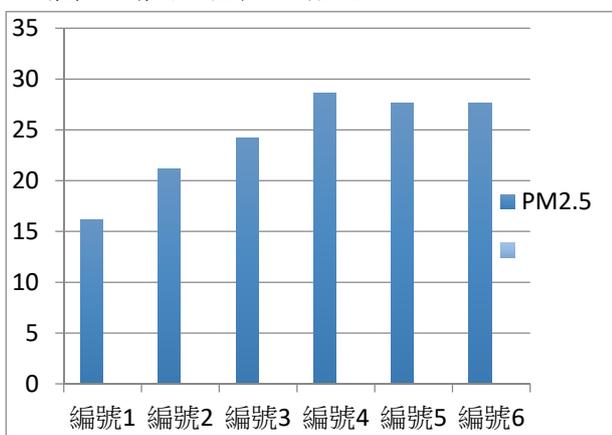
根據實驗結果，編號1：過濾棉/過濾網與散熱風扇的距離為緊密貼合效果最佳，其次是編號 2：過濾棉/過濾網與散熱風扇的距離為10公分，然而編號 5：過濾棉/過濾網與排熱風扇的距離為40公分最差，顯示出過濾棉/過濾網與散熱風扇的距離愈緊密，效果更好；距離愈遠，效果就略差。

**(三)散熱風扇的位置是否會影響過濾效果？**

**\*實驗結果紀錄：**

| PM <sub>2.5</sub> | 編號 1 | 編號 2 | 編號 3 | 編號 4 | 編號 5 | 編號 6 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|
| 第 1 次             | 19   | 25   | 29   | 31   | 32   | 33   |
| 第 2 次             | 18   | 24   | 27   | 30   | 29   | 28   |
| 第 3 次             | 16   | 21   | 23   | 29   | 27   | 28   |
| 第 4 次             | 15   | 19   | 22   | 27   | 26   | 26   |
| 第 5 次             | 13   | 17   | 20   | 26   | 24   | 23   |
| 平均值               | 16.2 | 21.2 | 24.2 | 28.6 | 27.6 | 27.6 |

※備註：編號 1：散熱風扇的位置在檢測盒前端。編號 2：散熱風扇的位置在檢測盒後端。編號 3：散熱風扇的位置在檢測盒上方。編號 4：散熱風扇的位置在檢測盒下方。編號 5：散熱風扇的位置在檢測盒左側。編號 6：散熱風扇的位置在檢測盒右側。



根據實驗結果，編號 1：散熱風扇的位置在檢測盒前端效果最佳，其次是編號 2：散熱風扇的位置在檢測盒後端。然而編號 4：散熱風扇的位置在檢測盒下方最差，顯示出散熱風扇放置的位置應該在檢測盒的前端。

#### 研究四、使用風力發電的空氣清靜效果

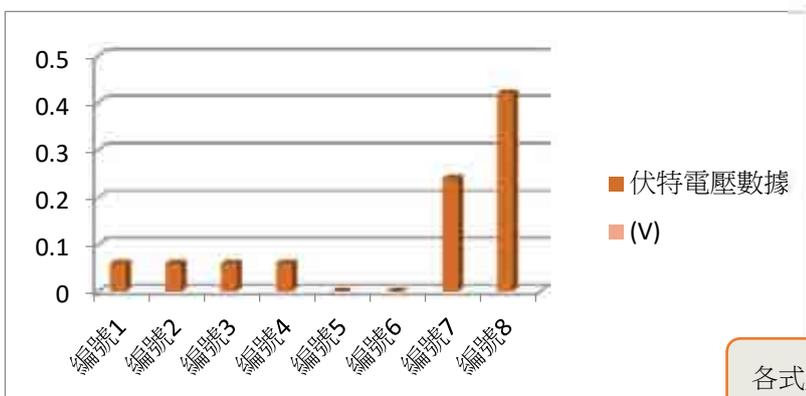
#### 實驗五：「不同小型風扇的發電效果」實驗

\* 實驗結果紀錄：



| (V)<br>伏特電壓<br>數據 | 編號 1 | 編號 2 | 編號 3 | 編號 4 | 編號 5 | 編號 6 | 編號 7 | 編號 8 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 第 1 次             | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0.2  | 0.3  |
| 第 2 次             | 0    | 0.1  | 0.1  | 0    | 0    | 0    | 0.2  | 0.3  |
| 第 3 次             | 0.1  | 0    | 0.1  | 0.1  | 0    | 0    | 0.3  | 0.4  |
| 第 4 次             | 0.1  | 0.1  | 0    | 0.1  | 0    | 0    | 0.2  | 0.6  |
| 第 5 次             | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 0    | 0    | 0.3  | 0.5  |
| 平均值               | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0    | 0    | 0.24 | 0.42 |

※備註：編號 1：垂直風力葉片（3葉片）。編號 2：垂直風力葉片（4葉片）。編號 3：水平風力葉片（3葉片）。編號 4：水平風力葉片（4葉片）。編號 5：纖維軟墊3葉片。編號6：塑膠材質3葉片。編號7：鐵製材質4葉片。編號8：電腦的排熱風扇6葉片。



各式風扇

#### \* 研究發現：

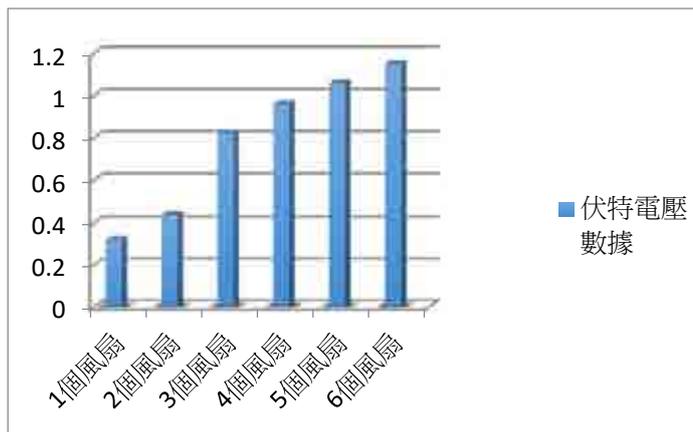
(1) 根據實驗結果，編號 8：電腦的排熱風扇 6 葉片效果最佳，其次是編號 7：鐵製材質 4 葉片。然而編號 5：纖維軟墊 3 葉片，以及編號 6：塑膠材質 3 葉片之效果最差，顯示出本研究所使用之電腦排熱風扇發電效果最佳。

連接三用電表做風力測試實驗。

## 實驗六：「小型風扇的數量是否會影響發電效果」實驗

### \* 實驗結果紀錄：

| 伏特電壓數據(V) | 1 個風扇 | 2 個風扇 | 3 個風扇 | 4 個風扇 | 5 個風扇 | 6 個風扇 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 第1次       | 0.3   | 0.3   | 0.7   | 0.9   | 1.1   | 1.1   |
| 第2次       | 0.2   | 0.4   | 0.9   | 1.1   | 1.0   | 1.2   |
| 第3次       | 0.3   | 0.4   | 0.7   | 0.8   | 0.9   | 1.0   |
| 第4次       | 0.4   | 0.5   | 0.9   | 1.0   | 1.1   | 1.3   |
| 第5次       | 0.4   | 0.6   | 0.9   | 1.0   | 1.2   | 1.3   |
| 平均值       | 0.32  | 0.44  | 0.82  | 0.96  | 1.06  | 1.15  |



連接三用電表做風力測試實驗。

### \* 研究發現：

根據實驗結果，編號6：數量6個時的小型電腦散熱風扇效果最佳，其次是編號5：數量6個時的小型電腦散熱風扇。然而本研究實驗結果並未如文獻預期增加的數量與電力呈現正相關結果，值得後續實驗進行探究其影響因素，不過依舊顯示出本研究所使用之電腦散熱風扇數量愈多，其發電效果愈佳。

## 實驗七：「不同進器形狀的風力發電效果」實驗

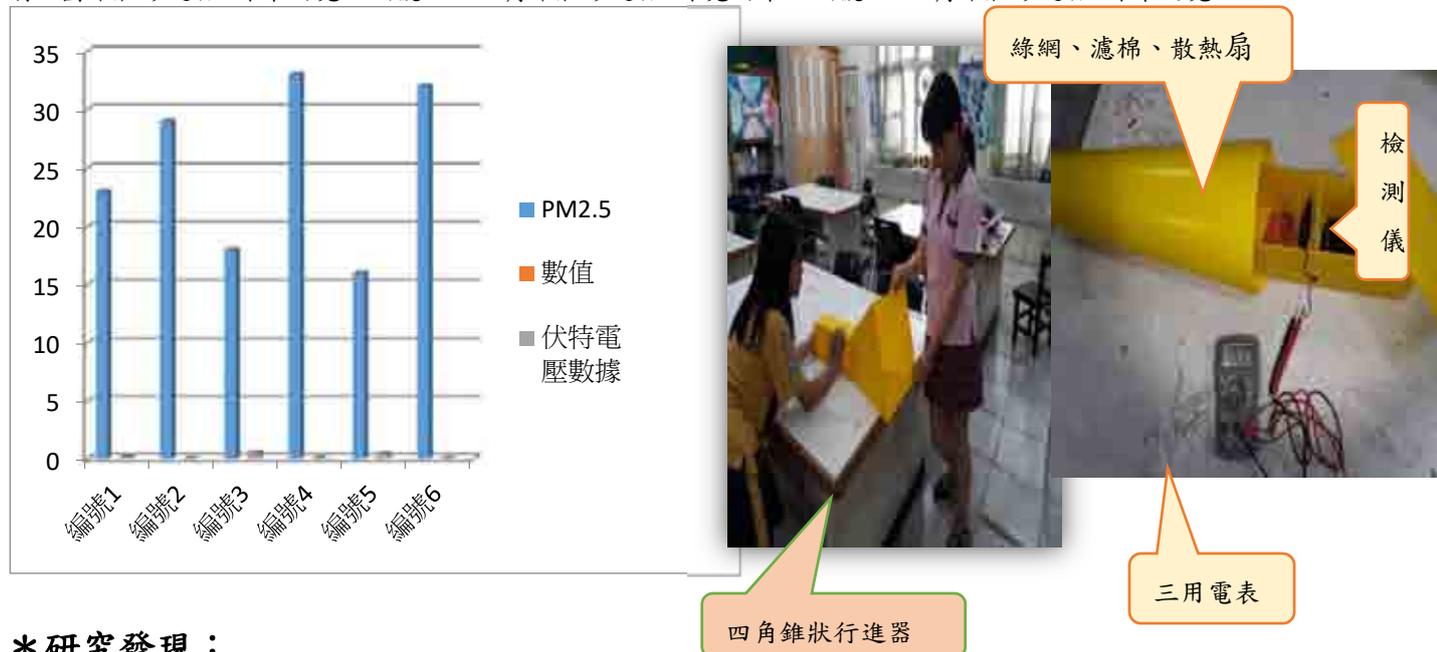
### \* 實驗結果紀錄：PM<sub>2.5</sub> 數值（直接採用最後顯示的指數）

|                      | 編號 1 | 編號 2 | 編號 3 | 編號 4 | 編號 5 | 編號 6 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| PM <sub>2.5</sub> 數值 | 23   | 29   | 18   | 33   | 16   | 32   |

### \* 實驗結果紀錄：風力發電伏特電壓數據

| 伏特電壓數據(V) | 編號 1 | 編號 2 | 編號 3 | 編號 4 | 編號 5 | 編號 6 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|
| 第 1 次     | 0.1  | 0    | 0.5  | 0    | 0.4  | 0    |
| 第 2 次     | 0.2  | 0    | 0.4  | 0    | 0.3  | 0    |
| 第 3 次     | 0.2  | 0.1  | 0.6  | 0    | 0.4  | 0    |
| 第 4 次     | 0.1  | 0    | 0.6  | 0.1  | 0.4  | 0.1  |
| 第 5 次     | 0.2  | 0    | 0.7  | 0.1  | 0.5  | 0    |
| 平均值       | 0.16 | 0.02 | 0.56 | 0.04 | 0.4  | 0.02 |

※備註：編號 1：無任何進器工具。編號 2：圓柱形進器。編號 3：喇叭圓錐狀形進器-外寬內窄。編號 4：喇叭圓錐狀形進器-外窄內寬。編號 5：四角錐狀形進器-外寬內窄。編號 6：四角錐狀形進器-外窄內寬。



### \* 研究發現：

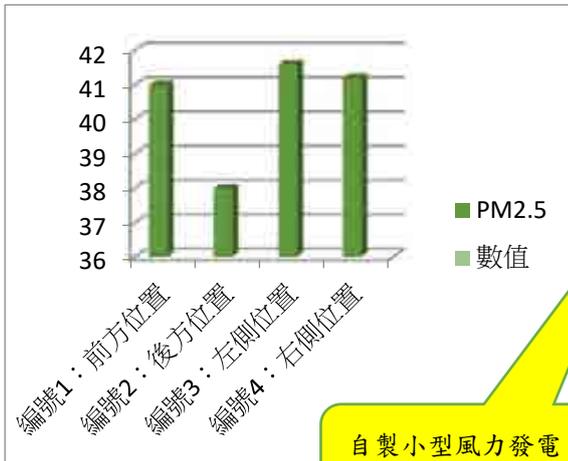
根據實驗結果，編號 5：四角錐狀形進器-外寬內窄檢測的 PM<sub>2.5</sub> 數值最低，編號 3：喇叭圓錐狀形進器-外寬內窄檢測的伏特電壓數據最高，顯示出無論是喇叭圓錐狀行進器與四角錐狀形進器，如果採用室外寬內窄的進器模式，可以集中風勢加強運轉能力，多少與空氣清淨效果還是有關聯。

## 實驗八：「風力發電清淨機導入安全帽位置的空氣淨化效果」實驗

### \* 實驗結果紀錄：

| PM <sub>2.5</sub> 數值 | 編號 1：<br>前方位置 | 編號 2：<br>後方位置 | 編號 3：<br>左側位置 | 編號 4：<br>右側位置 |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 第 1 次                | 45            | 41            | 45            | 46            |
| 第 2 次                | 42            | 40            | 44            | 43            |
| 第 3 次                | 40            | 37            | 41            | 41            |
| 第 4 次                | 40            | 37            | 39            | 38            |
| 第 5 次                | 38            | 35            | 39            | 38            |
| 平均值                  | 41            | 38            | 41.6          | 41.2          |

※備註：實驗前，安全帽內的 PM<sub>2.5</sub> 數值為 46。



自製小型風力發電  
空氣清淨機！



變壓轉接器

**\* 研究發現：**

根據實驗結果，編號3：自製小型空氣清淨機擺放後方位置，其空氣清淨效果較佳，左側與右側兩方位的位置似乎空氣品質改善不良，顯示小型空氣清淨機擺放在安全帽的位置，與空氣清淨效果多少是有關聯。

**研究五、自製風力發電空氣清淨安全帽**



開始進行風力實驗測試。

## 實驗九：「自製風力發電空氣清淨安全帽之成效」實驗

### \* 實驗結果紀錄：

| PM <sub>2.5</sub> 數值 | 編號 1：1 級風力 | 編號 2：2 級風力 | 編號 3：3 級風力 |
|----------------------|------------|------------|------------|
| 第 1 次                | 4 5        | 4 3        | 4 3        |
| 第 2 次                | 4 3        | 4 1        | 4 0        |
| 第 3 次                | 4 1        | 4 0        | 3 7        |
| 第 4 次                | 4 1        | 4 0        | 3 6        |
| 第 5 次                | 3 9        | 3 8        | 3 5        |
| 平均值                  | 4 1 · 8    | 4 0 · 4    | 3 8 · 2    |

※備註：實驗前（開啟工業電風扇之前），安全帽內的 PM<sub>2.5</sub> 數值為 4 5。



安全帽上端架設鐵架內，另有安裝兩個風力發電的小型



在進行安全帽實驗時，PM<sub>2.5</sub> 檢測儀器應放置在安全帽裡面，並測試所有的風力檢測。



另外加裝太陽能板，期望增加更多綠能效果！

為避免遮擋住安全帽的視線，另外設計改良型迫形狀進器。

### 策、後續研究微詞與建議

#### 研究一：「嘉義地區空氣品質與風力」網路調查

(1) 如果時間充裕，可以將觀測時間延長至半年或一年左右，畢竟所觀察的時間坐落在冬天與初春的交接時期，不太能窺探嘉義地區有關本研究項目的完整資料。

(2) 光只有網路調查尚稱不足，如果能親自使用 PM<sub>2.5</sub> 檢測儀器與測風儀器於嘉義地區多處定點實際觀測，所獲得的資訊較為確實、完整。

#### 實驗一：「不同交通工具空氣品質」科學調查

(1) 所調查的交通工具原先設定範圍為學校周邊附近，受限於學校周邊少有公車通行，再加上並非火車路線經過。再者，本校少有學生上下學通勤時搭乘公車與火車。

(2) 交通工具的路線、距離長遠與環境有差異，應尋求上述條件的一致標準化，用以避免影響實驗結果的客觀性。

#### 實驗二：「不同口罩的空氣淨化效果」實驗

本實驗所採用的口罩僅市面上隨機抽樣，礙於研究時間受限，無法仔細羅列所有口罩款式，若要深入探究，期待日後有專有研究主題詳盡探討。

### 實驗三：「不同過濾棉的空氣淨化效果」實驗

本實驗所採用的空氣濾棉項目有限，索性將其他用途的濾棉一併納入隨機樣本抽樣，礙於研究時間受限，無法仔細羅列所有口罩款式，若要深入探究，期待日後有專有研究主題詳盡探討。再者，專業的空氣空氣清淨機濾棉每種款式要價不斐，假若有更多充裕的費用，可以專注有關空氣清淨的濾棉，儘量少選用其他用途的過濾棉。

### 實驗四：「小型空氣清淨機的空氣淨化效果」實驗

#### (一)是否有安裝過濾棉或過濾網？

本實驗可以考慮多安裝幾塊濾棉或濾網的效果，或是濾棉或濾網的排列方式、剪裁的尺寸規格等因素是否影響空氣清淨效果，值得後日後研究做為考慮變因之選項。

#### (二)過濾棉/過濾網與散熱風扇的距離是否會影響過濾效果？

本實驗的距離變項受限於尚查無文獻資料可以參考，故稍嫌粗糙，應以每3~5公分為一距離單位，只是粗估每10公分為一距離單位似乎可以窺探其結果。

#### (三)散熱風扇的位置是否會影響過濾效果？

本實驗的電力來源原先應設定自主的風力發電，只是為了專注實驗小型空氣清淨機的檢測盒上，以及考慮到研究架構與流程之先後順序，僅以行動電源作為主要動力來源，似乎有些尚未考慮外部的風力發電之電能是否與行動電源的電能可以比擬。

### 實驗五：「不同小型風扇的風力發電效果」實驗

- (1) 小型風扇的選用以市面上隨機抽樣為主，尚未考慮所有廠牌的差異。
- (2) 實驗所使用的工業風扇其風力與一般戶外的風力之風速是否一致，值得考慮與深究，另外應考慮「風阻」等物理現象。

### 實驗六：「小型風扇的數量是否會影響發電效果」實驗

實驗結果雖然顯示出數量愈多，顯現的風力強度就愈強大，與所蒐集的文獻相符合，只是受限於最終成品安全帽的鐵架空間，僅能安裝兩個小型風扇為佳，是為了考量方便性與整體美觀。

※**延伸實驗**：實驗結果雖然亦顯示出小型風扇的尺寸愈大，顯現的電壓伏特數值就愈強大，與前項實驗因素雷同，受限於最終成品安全帽的鐵架空間，僅能安裝(6cm×6cm)尺寸的風扇為佳，這也是為了考量方便性與整體美觀。

### 實驗七：「不同進器形狀的風力發電效果」實驗

本實驗的進器形狀之尺寸與長度變項受限於尚查無文獻資料可以參考，故稍嫌粗糙，應考慮數學裡所有的幾何圖形來編造各種形狀的進器，只是深怕實驗之名目尺度可能逾20項變因以上，不符合研究進度與效率。雖然本實驗羅列變因選項不多，但似乎可以窺探其結果。

### 實驗八：「風力發電清淨機導入安全帽位置的空氣淨化效果」實驗

- (1) 本研究自行製作之風力發電清淨機所連結之塑膠管，可以考慮不同材質與大小口徑作為差異研究，值得後續探究。
- (2) 與實驗五問題相似，實驗所使用的工業風扇其風力與一般戶外的風力之風速是否一致，值得考慮與深究，另外應考慮「風阻」等物理現象。

### 實驗九：「自製風力發電空氣清淨安全帽之成效」實驗

本實驗最終成果產品為綜合前述實驗一至實驗八的結果，為一種綠色產能的研究標的工具，只是在設計時，額外添加了兩塊太陽能發電板，應另外主題探究太陽能發電與本研究主題：風力發電兩者間的差異。只是為專注風力發電的主題，太陽能發電的面相著墨不多，值得後續追蹤或另闢研究篇章加以研究實驗。

### 捌、參考資料

#### 一、先前的科展作品：

##### (一) 空氣汙染主題

| 科展題目               | 指導老師與學生作者                         |
|--------------------|-----------------------------------|
| 捍「味」戰士~製「罩」保健康     | 指導老師：莊婷嬪、施碧鳳<br>學生：黃峻輕、廖崇劭、李肇晏、林鼎 |
| 靜"殿"神來，與灰"臣"說拜拜！   | 指導老師：曾楨<br>學生：林琮曜、許菡真、賀梓皓、林子玲     |
| 無「葉」風扇—拒當人體「空氣清淨機」 | 未詳                                |

##### (二) 風力發電主題

| 科展題目             | 指導老師與學生作者                         |
|------------------|-----------------------------------|
| 捍「味」戰士~製「罩」保健康   | 指導老師：莊婷嬪、施碧鳳<br>學生：黃峻輕、廖崇劭、李肇晏、林鼎 |
| 靜"殿"神來，與灰"臣"說拜拜！ | 指導老師：曾楨<br>學生：林琮曜、許菡真、賀梓皓、林子玲     |

#### 二、網際網路或網頁資訊：

- 中央氣象局。風速觀測。  
[https://www.cwb.gov.tw/V8/C/W/WindSpeed/WindSpeed\\_All.html](https://www.cwb.gov.tw/V8/C/W/WindSpeed/WindSpeed_All.html)
- 行政院環境保護署。空氣品質監測網。  
<https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/AqiMapTGOS.aspx>
- 國科會網站科普知識。  
[http://www.nsc.gov.tw/\\_newfiles/](http://www.nsc.gov.tw/_newfiles/)
- PM2.5。維基百科。  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%87%B8%E6%B5%AE%E7%B2%92%E5%AD%90>
- 粉塵&空氣清淨機。維基百科。  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%B2%89%E5%B0%98%E7%88%86%E7%82%B8>
- 風力發電。維基百科。  
<https://zh.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:%E9%A6%96%E9%A1%B5>
- 羅國榮（無日期）。風能教育知識網。  
取自 <http://windenergy.cycu.edu.tw/>
- 余秀琴（2000）。風能原理應用網-風能原理應用。  
取自 [http://www.solari.com/solt-Yu/energy%20website/\\_html/teach\\_web/intro/intro.html](http://www.solari.com/solt-Yu/energy%20website/_html/teach_web/intro/intro.html)