

2022年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

海洋科學組 成果報告表單

題目名稱：河水變餿水—搶救河川大作戰

一、摘要：

每天都會經過的南崁溪傳來惡臭，讓我們疑惑是什麼原因造成南崁溪被污染。蒐集資料後發現水污染的原因有很多種，而跟每個人相關的就是廚餘污染。台北市環保局指出，台北市的河川污染95%來自家庭廢水，或許南崁溪也是如此。但就算知道家庭廢水會汙染我們環境，但許多商家小販仍習慣直接倒入水溝，並難以監測。為了能及時監測是否有將廚餘排放至河川或水溝的情形，我們以廚餘溶於水會增加導電率這點，嘗試設計了多種檢測方法，最終我們使用ESP32微處理器，製作一款物聯網廚餘監測器。

二、探究題目與動機

- 原來水汙染離我們這麼近-南崁溪

從小，只要心情不好時，就喜歡到附近的南崁溪走走看看，當時的河水雖說不上非常的乾淨清澈，不過只要在那裏聽著潺潺溪水聲，蟲鳴鳥叫，煩惱彷彿一瞬間全都煙消雲散，一到夏天，附近的孩童都會下去玩水，當然我也不例外，水面上波光粼粼，魚兒在水中悠游自在，彷彿來到了世外桃源，但是，好景不常，近年來附近的攤販、工廠、人口逐漸聚集增多，把原本屬於我們的河川，變得混濁不清，惡臭味不斷，因為他們的自私，把工廠廢水、家庭廚餘等汙染都排放到水中，剝奪我們當時的快樂，也造成了生態的破壞，從那時候開始我就想要為這條溪水發聲，如今的我重新走到河濱步道上，看著這條曾經陪伴我長大的河川一天天被人類破壞，心裡很不是滋味。我們已經都長大了，希望我們有足夠的知識可以拯救這條河川，讓小時候的桃花源再次浮現我眼前。

- 思考如何能改善環境-搶救河川大作戰

其實南崁溪最大的汙染源就是家庭跟攤販排出的廢水，再者才是工廠所排出的廢水汙染，其中除了最常見的界面活性劑外，就是家庭及攤販的廚餘汙染。政府除了要監督工廠的廢水排放標準外，工廠本身也需設置汙水處理廠，將廢水處理完後才能排放回河水中，且台灣已有不少環保團體在作河水監測。但很可惜的是，對於小店、攤販，隨意排放

餵水到水溝與下水道，非常難以監測，但會實實在在的影響我們居住環境、我們的街道。因為在學校有學過arduino與物聯網的知識，有修過依我們現在的知識來說，我們可以製作一款可遠端監控的水質檢測機，當有廚餘被倒入水中，就能夠及時回報，以在第一時間作出應對。

三、探究目的與假設

- 為什麼河水會發臭

英國生物學家Marjory Stephenson在1931年解答了這個問題，她發現有種細菌(學名:Desulphivibro desulphuricans)在缺氧環境能將有機硫轉化為硫化氫，從水中溢出的硫化氫就成了臭味的主要來源，這種細菌容易在土壤含有硫和豐富有機物的水域中找到。而在因為人類汙染發生優養化的水域中，植物性浮游生物大量繁殖，死亡的藻類與它們新陳代謝的產物在被細菌分解的過程中需要消耗大量氧氣，棲息在附近的魚蝦等生物就會窒息死亡並被分解，進而產生臭味。



優養化, 圖片來源:

<http://en.wikipedia.org/wiki/Eutrophication>

- 為什麼廚餘會發臭

臭味主要由細菌分解蛋白質產生有機胺、三甲胺、甲硫醇、糞臭素等所致

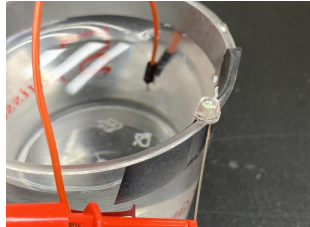
- 為什麼人類會隨意丟垃圾到河中

人會將垃圾丟入河川主要就是因為方便，有些人在丟垃圾的同時多少會想到環保相關的事，又或是受自身道德觀影響產生罪惡感，那為何他們還是丟了，我們猜測是因為破窗效應-往乾淨的河川中丟垃圾會更容易產生罪惡感，但在面對髒亂的河川時，就會有類似「反正已經髒了，不差我一個」的想法，也就是說只要能讓河川保持乾淨就會出現：「讓河川保持乾淨→亂丟垃圾的人減少→更容易保持河川整潔」的良性循環，而我們的研究正是為此而設計的。

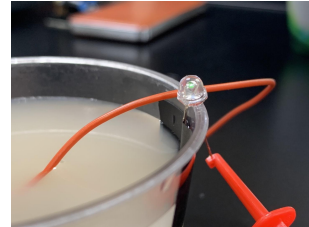
四、探究方法與驗證步驟

自製檢測器1:使用電池+燈泡

實驗:因廚餘含有豐富的有機物與電解質,能增加導電度與**TDS(Total Dissolved Solids、水溶性總固體含量)**。因此想透過燈泡組成的電路,來檢測是否為廚餘



自來水導電,燈泡微亮

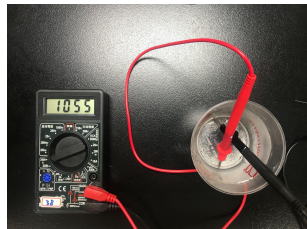


加了廚餘,燈泡變更亮

結論:雖然可以簡單分辨廚餘和自來水。但水溝或下水道的水並不會是自來水。需要改良實驗,以「量化導電度」的角度出發。

自製檢測器2:使用三用電表

實驗:使用三用電表中的**2000k**歐姆檔,並固定偵測棒的距離,即可量測電阻。因為有量化的數值,可觀察到廚餘在倒入瞬間電阻都會下降。



自來水的電阻值



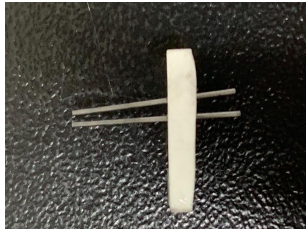
加入廚餘的瞬間,電阻變小

結論:雖然可以辨別加入廚餘的瞬間,但三用電表內使用**9V**電池,會使微量水電解,產生氯氣,反而會破壞水源。需要改良實驗,控制電壓不能超過**1.23V**(因水電解至少需要**1.23V**)^註

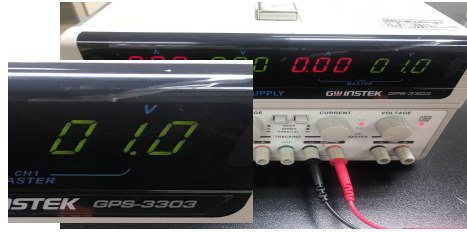
自製檢測器3:使用定電壓電源供應器+三用電表+碳棒

實驗:使用電源供應器,定壓穩定調整**1V**輸出,並使用自製的電極,成功測得數

據且避免水被電解，與電極極化等問題。



使用自動筆的筆芯當作電極



使用電源供應器，穩定輸出1V

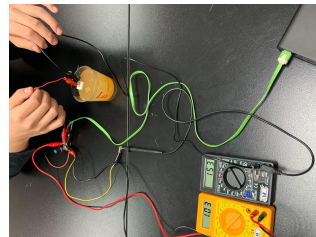
結論：成功解決電解與偵測棒極化的問題。但器材龐大搬移不易，且需要插電。導致每次偵測，都需要去取樣品來檢測。因此需要改良實驗器材，縮小體積，成為行動監測器。

自製檢測器4：使用行動電源+可變電阻+三用電表+碳棒

實驗：利用行動電源、可變電阻與自制的USB電源線，組成一個簡單的分壓電路，穩定輸出1V直流電。



自製USB電源線



使用可變電阻，輸出1V

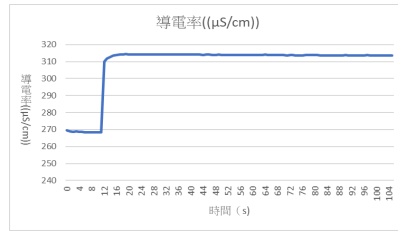
結論：改進後器材可裝進小盒子或背包內。但考慮監控仍需「人工監測」。因此想到可利用物連網技術，將資料上傳雲端，便可實時監控。

自製檢測器5：使用Vernier電導計

實驗：我們利用Vernier電導計，測量水是否遭受廚餘汙染。它是可以精準測量水的導電率的儀器，事先校正後，將探針插在容器內，慢慢倒入廚餘，我們發現當廚餘倒入容器的瞬間(11~12秒)，導電率上升，這是因為鹽類會在水中解離，過了一段時間後，電導率就會變為穩定。(圖表中橫軸是時間 縱軸是電導率)



Vernier電導計裝置

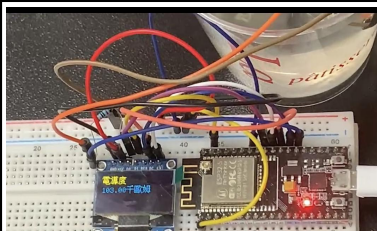


廚餘一倒入，電導率瞬間上升

結論：使用Vernier電導計，不但輕巧，也可簡單使用手機雲端監控。但一台機器要價3萬~6萬元，很難推廣，因此希望能自製一台千元以下的「平民監測器」。

自製檢測器6：餿水警報器

實驗：我們利用ESP32自製一台餿水警報器，利用PWM技術，實現輸出1V，使用18650鋰電池供電實現其行動，並透過監測導電率，可獲得「導電度變化量」。只要變化量在1秒內超過5%，就會透過WIFI傳送提醒簡訊到手機中。為了測試準確度，我們蒐集了5種不同的餿水300cc，並倒入一湯匙15cc吃不完的泡麵，發現雖然倒入的餿水種類不同，原始的導電率也不同，但只要一湯匙的量，導電率都會瞬間上升(上升15%~30%)，也就是電阻瞬間下降，(圖表的縱座標是電阻(kΩ)，橫軸是時間(s))



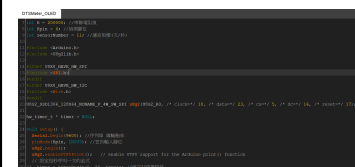
實驗裝置側視圖



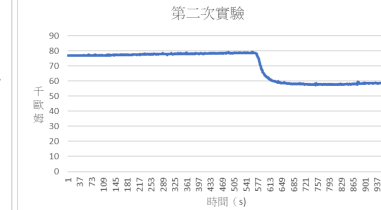
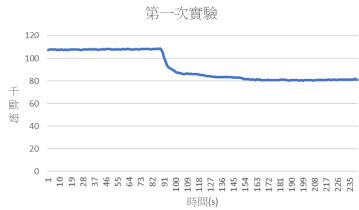
裝置可放入水溝監測

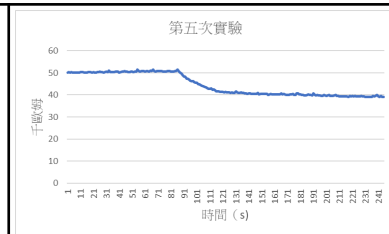
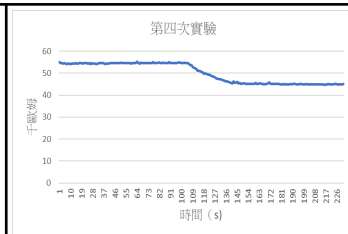
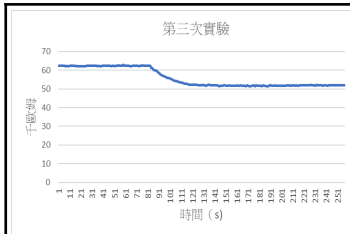


偷倒餿水簡訊通知



使用arduino平台開發





結論:使用鋰電池與休眠技術,可監控1個月。將裝置放入防水殼中,就可置入水溝內,若有餿水倒入會立即簡訊通知。

五、結論與生活應用

透過我們所研發的「餿水警報器」,當附近的攤販業者或民眾隨意丟廚餘至河川或水溝,我們就能及時發現。它的體積小,造價相對低廉,僅需台幣**500**元。因此人人都可以擁有一台,可以隨時檢測自家附近的水源是否被汙染,若大家能夠付出微薄的心力,就能讓河川環境持續改善,同時我們也會繼續改進這台機器,升級更多其他功能,持續為保護環境作出貢獻。

參考資料

- (一) [行政院環境保護署, 水污染防治措施及檢測申報管理辦法](#) 中華民國105年。
- (二) [行政院環境保護署, 水中導電度測定方法－導電度計法](#) NIEA W203.51B, 中華民國89年。
- (三) [全球第3大碳排國竟然是它! 減緩氣候變遷, 從不浪費食物開始做起! - Greenpeace 綠色和平 | 臺灣](#)
- (四) [食品安全 | 食物的腐敗變質從這5個切入點認知 - M頭條 \(mttmp.com\)](#)
- (五) [解開污水會發臭之謎 \(ntu.edu.tw\)](#)
- (六) [微生物的世界--微生物知識 \(scu.edu.tw\)](#)
- (七) [優養化水中生物被悶死啦 \(merit-times.com\)](#)

註: <https://zh.m.wikipedia.org/wiki/水電解>