

2025仰望盃全國科學HomeRun實作大賽

決賽成果報告書

隊伍名稱: 開心開肺開火車

作品名稱: 我吃塑，救水質

科學概念1: 硝化菌

硝化菌透過亞硝化作用及硝化作用的氧化反應，將有毒的氨（ NH_3 ）轉化為較無害的硝酸鹽（ NO_3^- ），硝化菌能持續移除水中毒性物質，維持水中含氮物質的平衡，藉此來穩定水質。在本作品中，由陶瓷環來培養硝化菌，運用在過濾系統中，提升淨水效率。

科學概念2: 吸附作用

吸附作用是指當水通過濾材時，濾材上的孔隙能吸引水中的污染物並附著在上，並且根據吸附方式不同，分成化學吸附與物理吸附。

麥飯石：利用化學吸附，能利用離子交換原理吸附重金屬。

活性炭：利用物理吸附，利用表面孔隙與靜電吸附污染物。

吸油棉：利用物理吸附，並透過親油疏水的纖維吸附油脂。

決賽成果報告書內文

壹.發想動機：

水資源不僅是人類生存所需，也是生態系統中不可或缺的一環。隨著工業迅速發展，環境污染問題也日益嚴重，尤其對水域生態造成了巨大的衝擊，一但這些水資源受到污染，若未及時處理，將可能引發難以挽回的後果。

在河川中，污染的問題日漸嚴重，如果沒有及時的發現處理，甚至會對水生生物及整體生態系統造成不可逆的破壞，不僅僅是水生生物死亡，也會間接影響人體健康。

不僅是河川，海洋同樣也面臨污染的危機。塑膠廢棄物、漁業廢棄物與油污都逐漸進入到海洋中，造成生態的危害。其中塑膠製的廢棄物會進一步分解成塑膠微粒，一旦遭到海洋生物吃進去，將進入到人類的食物鏈之中，對生態和健康造成了威脅。而油污若進入海洋，並未及時的清理，將會導致油污一點一滴累積，並對於海洋生物與海洋環境造成威脅。

圖一和圖二為臺東富岡漁港海岸邊的情況，可以明顯看出當地的海岸已經受到受到人為垃圾與漁業廢棄物的汙染，此情況並非個案，而是台灣許多水域皆面臨的環境危機。

為了能即時監測水質和減緩水域污染，我們希望設計一個同時能監測水質指標並且清除塑膠微粒的浮球，不只能儘早的發現水域的污染問題以便及時應變，也能夠清理水域的塑膠微粒污染，盡可能地避免對環境的破壞。



圖一 | 圖二 （拍攝時間：2025年4月，拍攝地點：臺東富岡漁港防波堤）

貳、作品創意性：

一.可拆式模組化濾心

過濾模組都採用模組化的可拆式設計，不僅能夠快速的進行更換，還能夠根據需要淨化的水域環境需求，選擇適合的濾材，使裝置有更大的環境通用性以及未來的擴充性。

二.即時回報水質數據

收集到的水質數據(例如:TDS、濁度、水溫)可透過通訊模組傳送到伺服器上，提供使用者從裝置上得知即時的數據狀況，當有水質數值異常或大幅度的變動時，能讓使用者快速的發現問題並即時做出相對應的應對措施，有效提早處理的時間，最小化的減少污染的危害。

三.使用回收浮球

本浮球是使用遭到丟棄的漁業浮球製作，能使用環境中的塑膠廢棄物，讓資源再次利用，與此同時也降低了製作裝置的成本，讓整體裝置的生產更加環保，資源最大化利用，達到環保永續的精神。

參.硬體及電路架構圖：

一.系統架構：

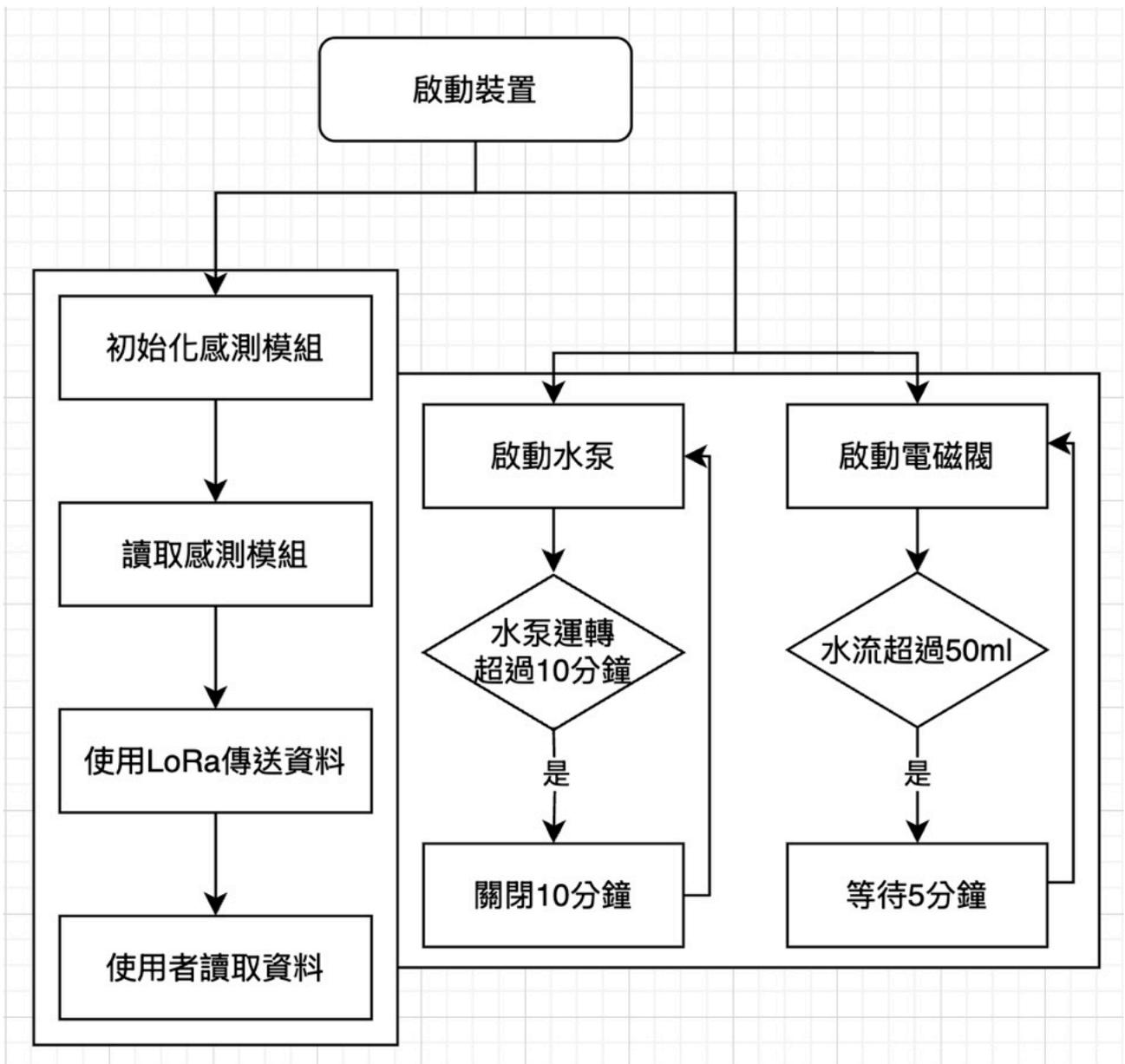
為確保系統運作穩定，本裝置採用模組化的分工設計，使各個模組之間互不干擾，並能有效的提升裝置穩定性與資料準確性。

● 感測模組

負責讀取當前水域的水質資料，並由 LoRa 模組將資料傳送至伺服器，讓裝置端可以及時地得到當前水質。

● 過濾模組

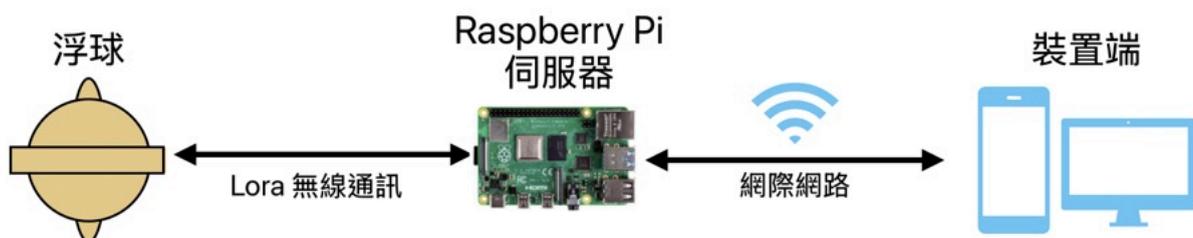
包含水質淨化模組和塑膠微粒過濾模組：當水泵每啟動10分鐘，繼電器會控制水泵暫停10分鐘，避免過熱；而電磁閥則在塑膠微粒過濾模組進入水量達50mL後關閉並等待5分鐘，等當前模組內的水過濾完成後再次打開，避免因過濾不及而導致水回流。



圖三、系統流程圖

二.硬體架構：

本次裝置分成了三個部分，浮球、伺服器與裝置端。（圖四）



圖四、系統架構圖

◎浮球：

1.控制板（圖五）

由於本裝置需同時連接多個感測器，為確保系統在執行控制時不受硬體及腳位限制，本專案選用 Arduino Mega 2560 搭配感測器擴充板。

2.水質淨化模組（圖六）

使用可拆式的模組化設計，可填充多種不同的濾材，並根據當前環境需求替換。銜接處只需轉開便可以進行維護以及更新濾材。進水口及出水口使用紗網阻隔，避免小型濾材(如:活性炭、過濾砂等)進入水管中造成堵塞。

目前有製作成以下模組：

- 通用淨水模組：陶瓷環+麥飯石+活性炭
- 油污淨水模組：吸油棉+活性炭+過濾砂

當如果有其他特殊過濾的需求，可以根據選擇需要的濾材裝置在模組內。



圖五 | 圖六

3.塑膠微粒過濾模組（圖七）

使用不同大小的濾網進行過濾，能夠蒐集不同大小的塑膠微粒，而後將濾芯取出並分析後，就能了解當前地區的塑膠污染狀況。

4.感測模組

(1).水質感測：（圖八）

由TDS、濁度以及水溫感測器所組成，裝置在入水口附近，能夠及時的監測當前的水質及水域的情況，並將數據回傳到伺服器。

(2).天氣感測：

由**溫度**、**濕度**（圖九）、**氣壓與降雨感測器**所組成，放置於上方位置，用於偵測當前環境的天氣相關數據，在分析過濾的水質時可以作為參考，也能夠得知浮球所在地當前的天氣狀況。



圖七、塑膠微粒過濾模組 | 圖八、水質感測模組 | 圖九、DHT22 溫濕度感測器

5.機電系統

電池：（圖十）

裝置使用18650模組化電池並且用DC接頭進行裝置的供電。具有方便更換電池和穩定連接的特性，在需要更換更大的電池時，也能方便的進行更換。

水泵：（圖十一）

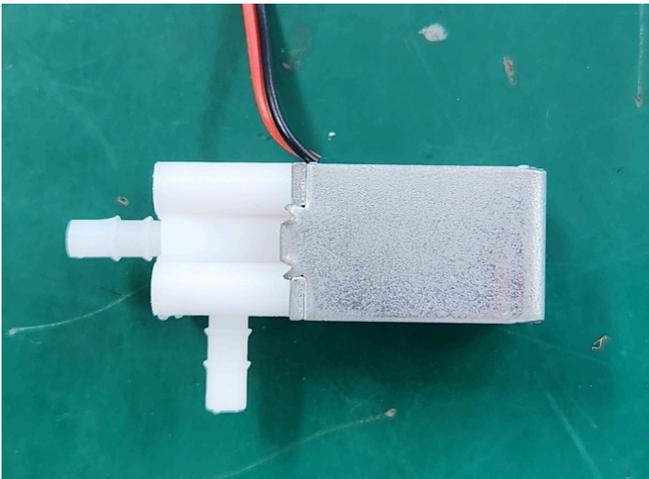
使用繼電器與電池連接，並且由控制板控制。水泵部分使用385微型抽水馬達，具有體積小，使用方便的優點。

電磁閥：（圖十二）

由於塑膠微粒過濾模組過濾較慢，因次在塑膠微粒過濾模組前面加裝電磁閥，能夠控制過濾模組的進水情況，避免一次進入過多水流導致水流回流。

LoRa通訊模組：(圖十三)

LoRa模組具有低功耗、長距離與抗干擾能力強的特色，即使裝置與伺服器距離較遠，也能確保資料即時回傳，使裝置具有高穩定性。



圖十、電池組 | 圖十一、385水泵

圖十二、電磁閥 | 圖十三、LoRa通訊模組

◎伺服器：

為方便取得水域圖表資料，我們建立了伺服器，能接收各個感測器讀到的水域資訊並上傳到網頁。伺服器端使用**Raspberry Pi 4**，接收LoRa傳出的感測器資料，同時也利用 **Socket.IO** 作為伺服器與網頁端的連結工具，即時將TDS、濁度、水溫...等水域資訊顯示在**HTML**網頁上，觀察水質變化。

```

402 const oneE = document.getElementById( 'one' );
403 const twoE = document.getElementById( 'two' );
404 //const rainFlow = document.getElementById( 'rainflow' );
405 socket.on( 'arduino-data', data => {
406   const dat = data.trim();
407   // 降雨 TDS WaterTemp Turbidity
408   if( dat.startsWith( '[' ) && dat.endsWith( ']' ) ){
409     const datrem = dat.slice( 1, -1 );
410     const datarr = datrem.split( ',' );
411     const raining = datarr[ 0 ].trim().toLowerCase();
412     const filter1status = datarr[ 8 ].trim().toLowerCase();
413     const filter2status = datarr[ 10 ].trim().toLowerCase();
414
415     TDS.data.datasets[ 0 ].data.push( { x: new Date(), y: datarr[ 1 ].trim() } );
416     TDS.options.plugins.title.text = 'TDS數據值 (' + datarr[ 1 ].trim() + ' ppm)';
417     TDS.update();
418     TempC.data.datasets[ 0 ].data.push( { x: new Date(), y: datarr[ 2 ].trim() } );
419     TempC.options.plugins.title.text = '水域溫度 (' + datarr[ 2 ].trim() + ' °C)';
420     TempC.update();
421     TurC.data.datasets[ 0 ].data.push( { x: new Date(), y: datarr[ 3 ].trim() } );
422     TurC.options.plugins.title.text = '水域濁度 (' + datarr[ 3 ].trim() + ' ntU)';
423     TurC.update();
424
425     tempE.textContent = datarr[ 4 ].trim();
426     humE.textContent = datarr[ 5 ].trim();
427     presE.textContent = datarr[ 6 ].trim();
428     //rainFlow.textContent = datarr[ 7 ].trim();
429     oneC.data.datasets[ 0 ].data.push( { x: new Date(), y: datarr[ 9 ].trim() } );

```

```

2 const http = require( 'http' );
3 const socketIo = require( 'socket.io' );
4 const { SerialPort } = require( 'serialport' );
5 const { ReadlineParser } = require( '@serialport/parser-readline' );
6
7 const app = express();
8 const server = http.createServer( app );
9 const io = socketIo( server );
10
11 app.use( express.static( __dirname ) );
12
13 //Port和速率
14 const port = new SerialPort( { path: 'COM20', baudRate: 9600 } );
15 const parser = port.pipe( new ReadlineParser( { delimiter: '\n' } ) );
16
17 //從Arduino讀取資料再傳到HTML
18 parser.on( 'data', data => {
19   console.log( 'Received from Arduino:', data );
20   io.emit( 'arduino-data', data );
21 } );
22
23 const PORT = 3010;
24 server.listen( PORT, '0.0.0.0', () => {
25   console.log( 'Server listening on port ${PORT}' );
26 } );

```

圖十四、HTML程式節錄 | 圖十五、Socket.IO程式節錄

肆. 作品成果報告：

一. 系統整合與運作

成功整合各個模組，確保系統能夠穩定運行，驗證了裝置的可行性。

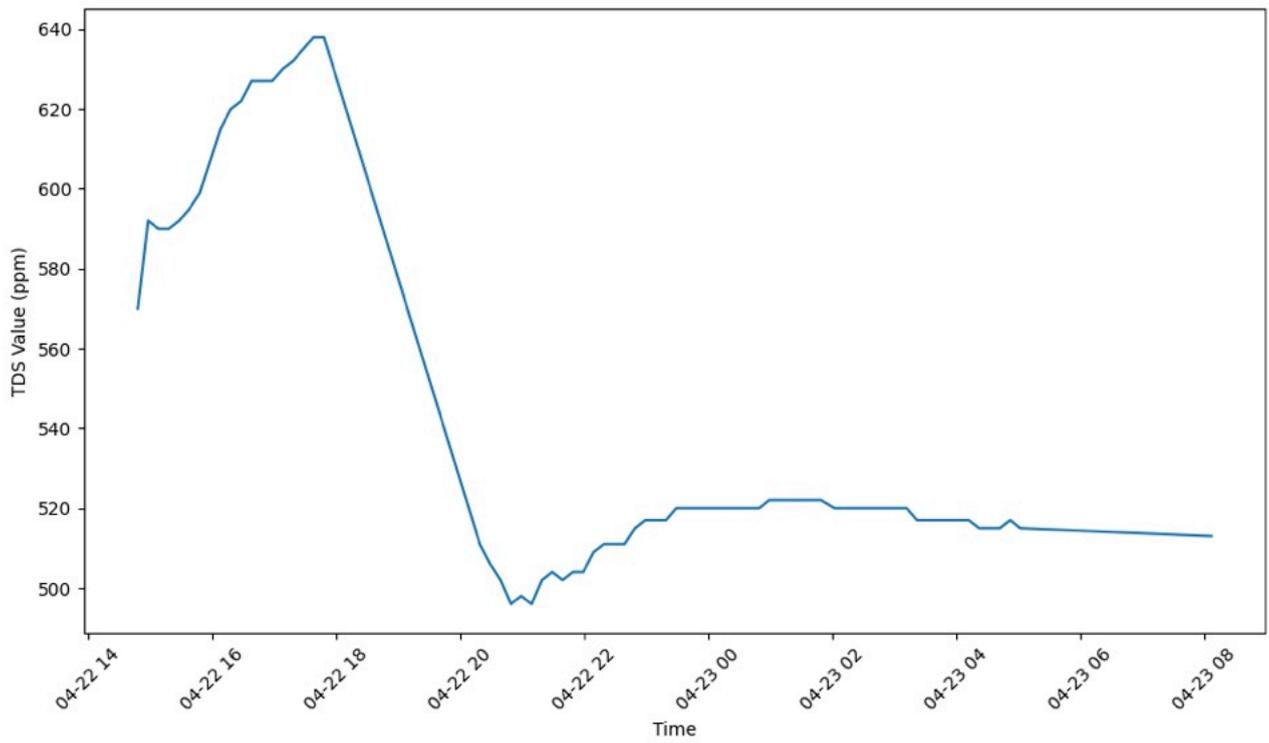
- 浮球穩定性：浮球能穩定漂浮於水面，確保設備運行的穩定性。（圖十六）
- 模組整合：各模組能夠順利運作，並且能連接控制板。



圖十六 運行示意圖 | 圖十七 浮球近距離照

二. 過濾系統

由於TDS（總溶解固體，Total dissolved solids）可以直接反映污染物影響，我們選用TDS作為主要的水質判斷指標，在我們模擬的有機污染物中（包含落葉、茶渣與麵包屑。模擬包含植物分解物、生活有機廢棄物與食物殘渣的混合污染型態），水質過濾模組在約600ml的封閉水體實驗中，成功將污染物溶解造成的峰值TDS（約640 ppm）顯著降低約20%，並使水質穩定維持在約515 ppm，驗證了過濾模組其在有限空間內的淨化能力。



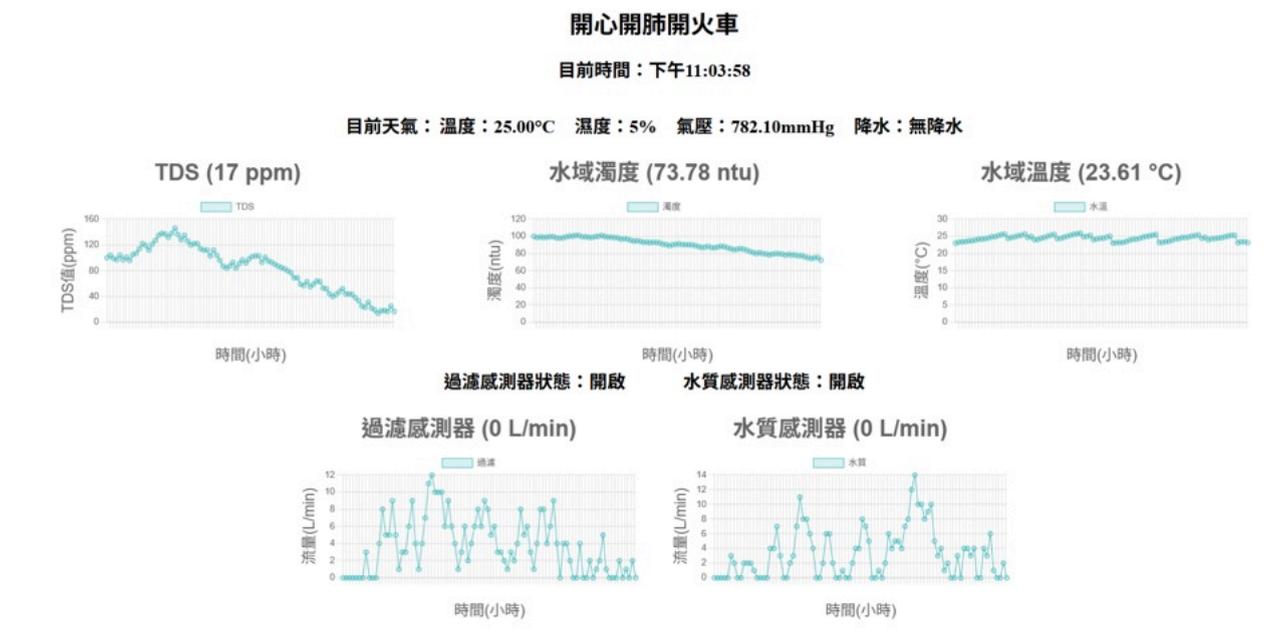
圖十八、TDS值曲線圖



圖十九、實驗裝置 | 圖二十、有機汙染水瓶

三.即時監測網頁

浮球所蒐集到的水質數據即時傳送到伺服器，並在網頁端以圖表和數據形式呈現，提供使用者清楚了解當前水質狀況。網頁包含了目前時間，以及天氣和水質的各項數據。天氣數據是用文字呈現，以了解當日天氣資訊；水域資訊則以圖表呈現，能更直觀看出其水質變化，同時也會呈現出當前數據值。



圖二十一、數據網頁截圖

伍.參考文獻：

- 1.地球守望者，《看見台灣之「水」-AI 水質即時監測系統》，2024仰望盃全國科學HomeRun實作大賽，國立新竹科學園區實驗高級中等學校

<https://phys5.ncue.edu.tw/2024science/word/202403.pdf>

- 2.環境部全國環境水質監測資訊網 水質小百科 名詞解釋

<https://wq.moenv.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/EncyclopediaList.aspx> (03.27.2025)

3.環境部全國環境水質監測資訊網 水質小百科 名詞解釋 濁度(Turbidity)

https://wq.moenv.gov.tw/EWQP/zh/Encyclopedia/NounDefinition/Pedia_07.aspx(01.02.2025)

4.臺大醫院健康電子報 認識生活中一絲半「塑」的汙染－塑膠微粒

https://epaper.ntuh.gov.tw/health/202005/project_1.html(01.03.2025)

5.痞客邦 各式水族培菌濾材概述(04.11.2025)

<https://mizugamenoshishi.pixnet.net/blog/post/118233294>

6.農業藥物試驗所 空氣及水污染對植物之影響(04.12.2025)

<https://www.acri.gov.tw/Uploads/Item/05ba660d-e527-43ae-9c65-e8b0a553eeda.pdf>