

提案計畫書格式

114年度經濟部中小及新創企業署 新創採購-場域實證·共創解題 提案書

AI Lar 原水急毒性快速偵測

提案單位：台灣自來水公司第十二區管理處

中華民國114年6月4日

審查意見及回覆說明

編號	計畫審查綜合意見	修正回覆說明	修正頁碼
1	請說明為確保 AI Lar 原水急毒性快速偵測系統的長期穩定性與準確性，將如何應對生物個體差異、疲乏及維持一致性的挑戰。	綜合本出題計畫書所做先期實驗，蜆對水質急毒性有一致的閉合反應，沒有出現個體差異的行為，穩定的對急毒性做出反應。	p.10
2	請提出一套具科學依據的急毒性檢測指標，並說明本 AI 偵測方案包含硬體設備、軟體分析及操作流程，以利新創團隊朝向商品化與實現產品化。	建議解題新創團隊以 AI 影像處理方式偵測蜆的開闔動作，以一般攝影機與算力主機作為觀測蜆開闔的感測工具，驗證可靠度後，未來使其成為水質檢測產品。	p.11
3	請明確化系統偵測到水樣有毒反應所需的前置時間（從取樣到結果產出），以利評估其實際應用效益。	預期功能規格： 對急毒性水質變化反應時間在2分鐘以內。	p.11
4	請比較本方案與現有進口檢測方案在成本、效率、準確度等方面的優勢，並說明其進口替代的潛力。	發展生物毒性測定儀的本土技術，達到低成本，低誤報，高準確，好維護，容易養，符合台灣的水土環境，才能滿足水公司的理想需求，未來擴展全台，滿足國人健康乾淨用水需求。	p.13

提案表（本表置於封面頁後首頁）

提案單位	台灣自來水公司第十二區管理處				
提案名稱	AI Lar 原水急毒性快速偵測				
配合單位					
◆ 提案概要 （具體並簡要說明實證背景、主題）	水公司水源主要來自地面水（河川、水庫）及地下水（鑿井抽取），其中地面水佔比逾85%，卻也最易受污染。現行進口生物毒性測定儀雖能即時監測水中生物對毒性物質的反應，但其高昂的成本及維護難度，限制了廣泛應用。為滿足原水急毒性檢測需求，水公司亟需一套低成本、低誤報、高準確、易維護且符合在地環境的解決方案。國內外研究顯示，淡水蜆對水質變化極為敏感，當水質正常時，蜆殼張開；受污染或出現急毒性時，蜆殼緊閉，此特性使其成為理想的水質監測生物指標（附件）。因此，以淡水蜆為基礎，開發自動化、智能化、小型化的原水檢測系統，將是符合台灣水公司需求的解決方案。此系統可作為原水第一道檢測防線，未來更可擴展至全台，確保國人飲用水安全。				
◆ 預計期程	依本署補助契約所定契約期間。				
申請單位聯絡窗口及主管	單位名稱	姓名	職稱	電子信箱	聯絡電話及手機
聯絡窗口	台水12區水質課	張伯祥	技術士	li-bra77101@mail.water.gov.tw	02-26723542
聯絡窗口	台水12區板新廠	鍾明彰	股長	u79522@mail.water.gov.tw	0916-087335
主管	台水12區板新廠	陳政賢	廠長	shien5168@mail.water.gov.tw	0920-214911

申請提案即同意經濟部中小及新創企業署為執行採購案蒐集、處理或利用個人資料及檔案（指自然人之姓名、身分證統一編號、職業、聯絡方式、社會活動、其他得以直接或間接方式識別該個人之資料等個人資料保護法所指之個人資料）所涉個人資料(詳推動作業手冊附件1)。

目錄

壹、問題背景.....	1
貳、解題構想.....	2
參、預期功能或規格	11
肆、試作或實證場域及範圍	12
伍、提供行政協處內容	12
陸、預期期程.....	12
柒、預期效益.....	13

壹、問題背景

台灣的工業發展以製造業為主，特別是電子業、半導體業、石化業等，這些產業在生產過程中會產生大量的工業廢水。若廢水未經妥善處理就排放至河川或海洋，將會對水體造成嚴重的污染。

農業活動也是台灣水質污染的重要來源之一。台灣的農業以密集式耕作為主，大量使用農藥、化學肥料和畜牧廢水。若這些農業廢水未經處理就排放至水體，將會導致水體優養化，農藥和化學肥料也會污染地下水，影響飲用水品質。

隨著都市化進程加速，都市生活污水也成為台灣水質污染的重要來源。台灣的下水道普及率仍有待提升，許多家庭污水未經處理就排放至河川或海洋。此外，人口密集也增加了垃圾和廢棄物的產生，若處理不當，也會對水體造成污染。

因此，水公司水源主要區分為地面水和地下水兩種，所謂地面水是指河川或水庫水，地下水是指鑿井抽取地層中水層的水。其中地面水佔比超過85%，而地表水是最容易遭收污染的水源，過去曾發生過取水上游被偷倒工業廢水、偷倒廢棄物、上游毒魚、管線洩漏，造成民生用水極大危險。

水公司有引入國外生物毒性測定儀(魚類、水蚤與藻類)，以電腦影像即時監測分析水中生物對毒性物質反應，作為污染指標，消除人因風險與不可靠性。但進口設備成本高，維護成本高，維修待料耗時，不易採用。



魚類毒性測定儀



水蚤毒性測定儀



藻類毒性測定儀

圖(一) 生物毒性測定儀

水公司在各水源取水口及淨水場均設置「養魚觀測箱」作為原水水質檢測機制，藉由人工觀察小型魚隻(常見為朱文錦)魚體行為異常、存活與死亡，做為判定原水水質是否遭受毒性污染。後續有精進以 AI 影像觀測小型魚隻游動行為，輔助人工觀察，而小型魚隻游動有其不確定因素，可能群聚在某一角落，類似避難現象，而常引發誤警報，造成系統使用上的不確定性。

因此，從過去經驗得知，對生物毒性測定儀的要求，是低成本，低誤報，高準確，好維護，容易養，符合當地的水土環境，才能滿足水公司的原水急毒性檢測需求。

貳、解題構想

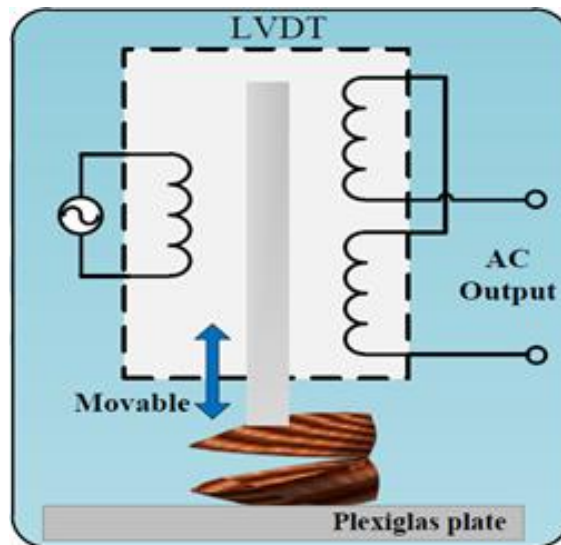
在國內外的學術研究，以淡水蜆作為水質監測的生物指標(附件)，當水質正常時蜆的殼會打開，當水質受到污染或出現急毒性，蜆的殼會緊閉，以此特性作為水質檢測指標。

目前常見蜆殼的開關偵測，是以感測器裝在蜆殼上，偵測開合

狀態，方法如下：

- 線性位移感測器型式

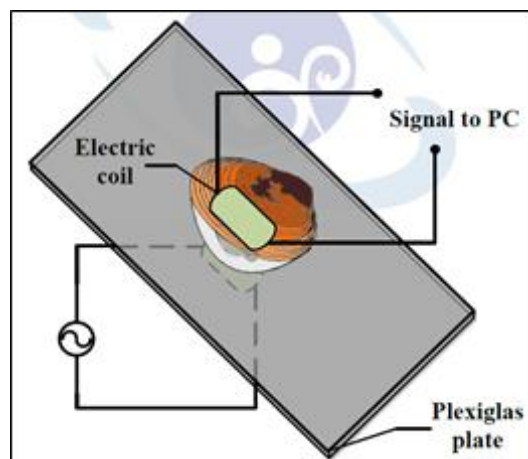
利用線性可變差動變壓器(LVDT)技術，將一側殼體固定，另一側連接 LVDT，透過開合帶動鐵芯移動，轉換為電訊號，監測貝殼開合行為。



圖(二) 線性位移感測器型式

- 電磁感應線圈型式

利用電磁感應線黏在蜆殼二側，一側以塑膠面板固定，通以固定頻率電流，透過電壓變化互感兩線圈相對距離。



圖(三) 電磁感應線圈型式

- 微型電感線圈型式

將兩電感線圈固定於蜆殼二側，利用互感原理，將兩線圈間的距離變化轉化為電訊號，測量蜆殼開合距離。



圖(四) 微型電感線圈型式

國外亦有廠商開發以蜆感測水質的儀器，用於供水的水源偵測，如下所示：

- 波蘭-抽水站生物監測裝置

華沙市胖凱西(Gruba Kaska)抽水站使用八隻蜆來監測水質，在殼上安裝傳感器，水質惡化蜆會閉合，並觸發傳感器向控制系統發出警報。



圖(五) 波蘭-抽水站生物監測裝置

- 荷蘭- MOSSELMONITOR

此產品利用安裝於蜆殼上的兩個線圈測量間距，通過高頻電壓產生磁場誘導訊號，分析開合情形。



圖(六) 荷蘭- MOSSELMONITOR

本機關以水族箱搭配簡易的循環系統(非流動水)，在半室內環境(水溫易受氣溫影響)養殖數顆台灣蜆(黃金蜆)，觀察其生活習性，與蜆殼的打開與關閉，發現水族箱換新水，蜆會大量打開殼，經過十

個小時後，蜆殼會逐漸閉合。

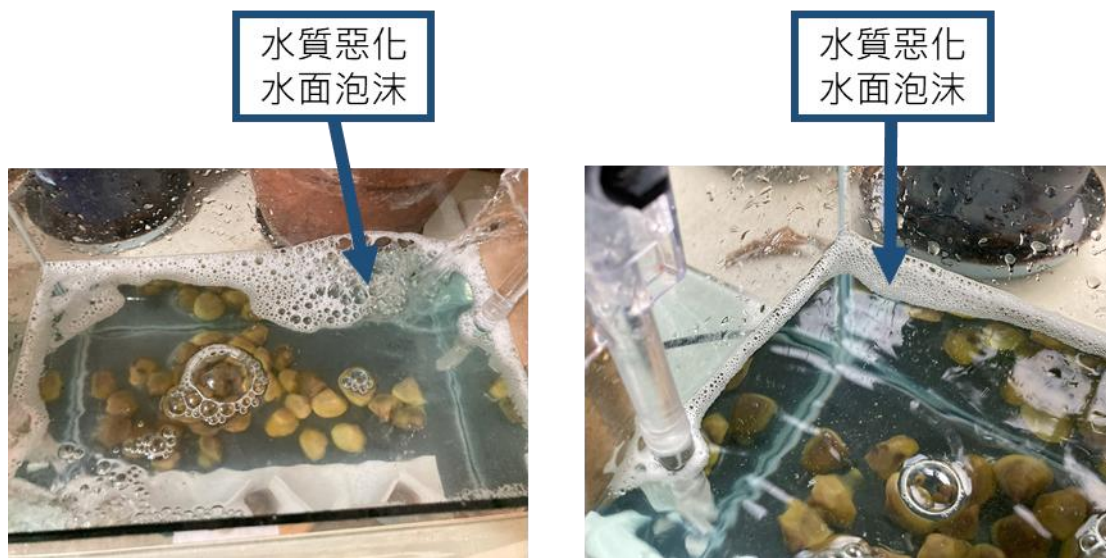
閉合原因，經觀察，是因為蜆的排泄物，持續在水族箱中累積，造成水質逐漸惡化，造成蜆殼逐漸閉合。當換好新水時，在換好水後，約半小時後，蜆殼又會重新打開，證實蜆對水質的敏感程度。在此期間，曾以麵粉作為飼料，加入水中餵食蜆，後因發現水質惡化嚴重，後遂不對蜆進行餵食，發現蜆可從水中自己取得食物，存活狀況良好。

在經過兩星期的實驗觀察，每24小時更換水族箱全部水，發現新換好水，蜆殼會有八成打開，後水質逐漸惡化，蜆殼會逐漸閉合，如是重複循環。由此可見以蜆殼的開合行為檢測水質具備可行性，也符合研究文獻上的紀錄。



半室外環境，受自然天氣影響

圖(七) 水族箱搭配簡易的循環系統養蜆

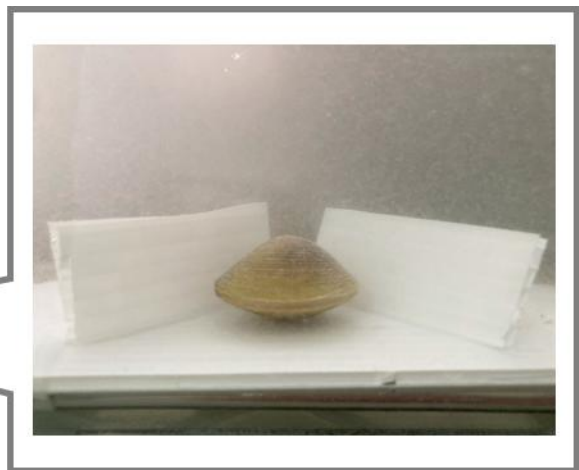
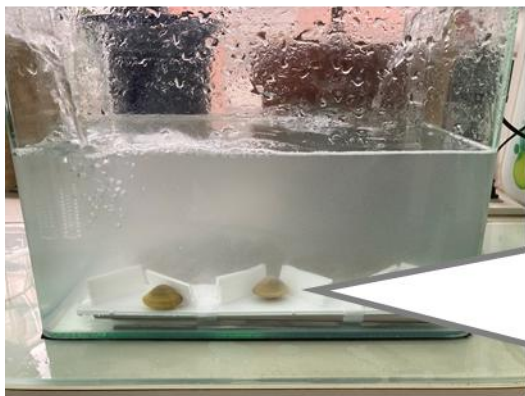


圖(八) 水族箱水質惡化

為方便觀察，將蜆以塑膠片做固定，固定於靠近觀察面位置，方便隨時觀察蜆殼開合狀況，並在蜆的狀況穩定後，投入麵粉餌食，投入麵粉後，蜆並未閉合，但水濁狀況，影響觀察，後遂不再投餌。

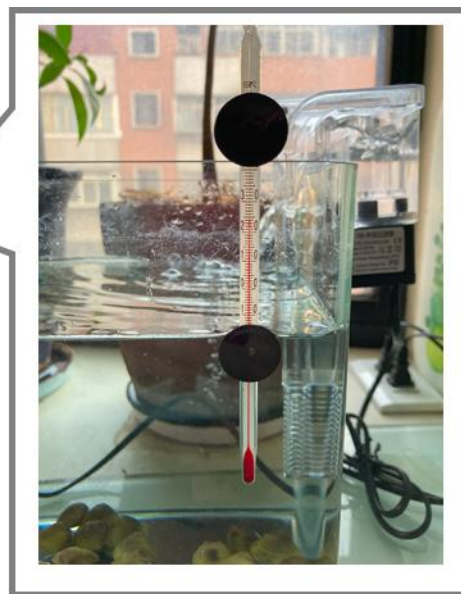


圖(九) 蜆固定與觀測設計



圖(十) 投餵麵粉影響觀測

實驗蛭對溫度變化反應，在水族箱中投入冰塊，水溫從約攝氏23至24度，投入冰塊後水溫降至攝氏12度，在投入冰塊前後，觀察蛭殼的開合狀況並未改變，也就是說，自然界的水溫變化，並不會改變蛭的狀態，因此誤報水質狀況，可將溫度因素排除在外。

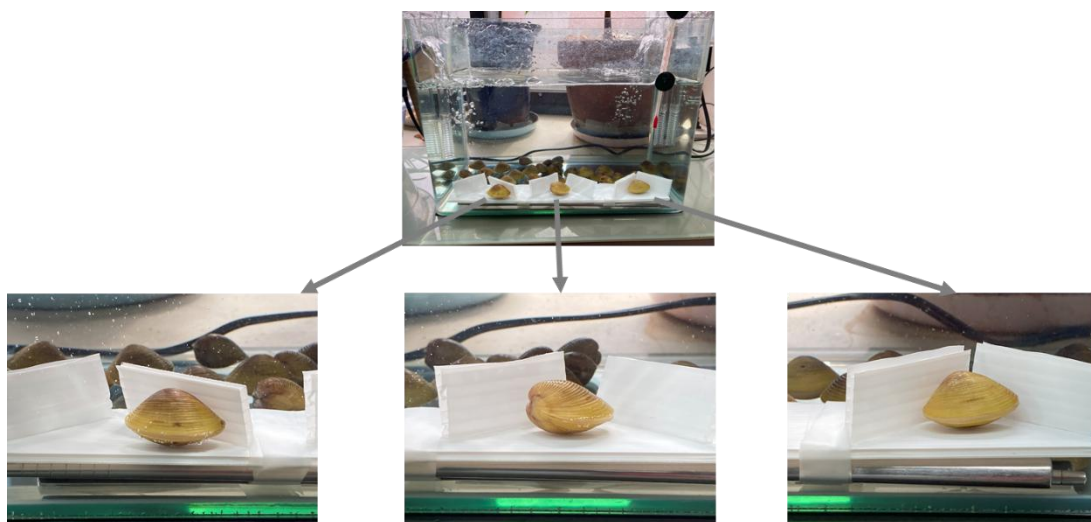


圖(十一) 投入冰塊前水溫24度

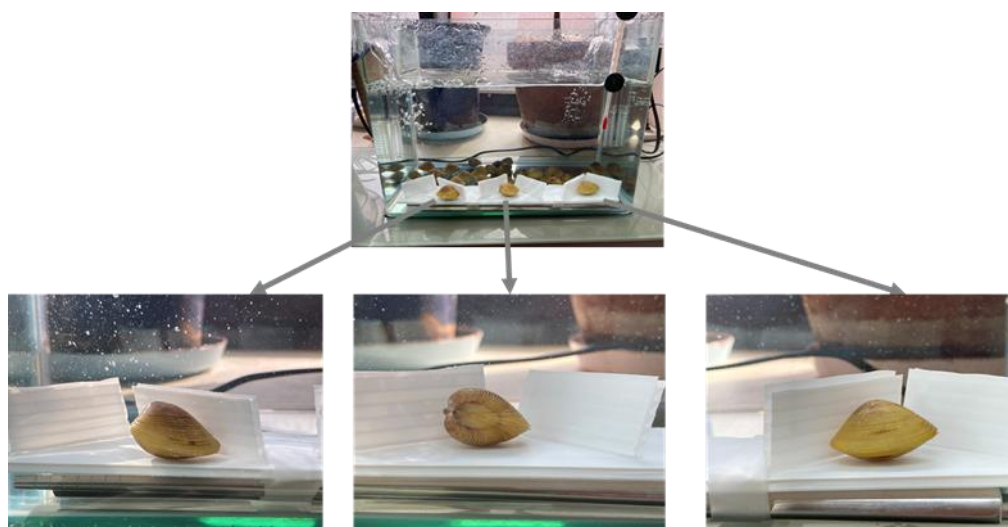


圖(十二) 投入冰塊後水溫12度

後續實驗，投入20cc 家用漂白水觀測蜆對毒物反應，投入前，前面三隻蜆殼都為張開。投入後在20秒之內，蜆殼全部緊閉。

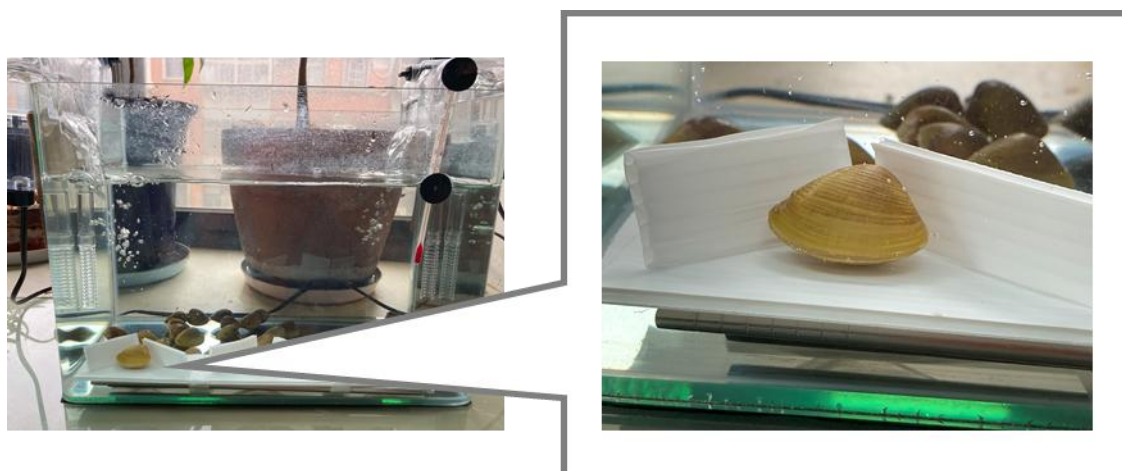


圖(十三) 投入漂白水前



圖(十四) 投入漂白水後

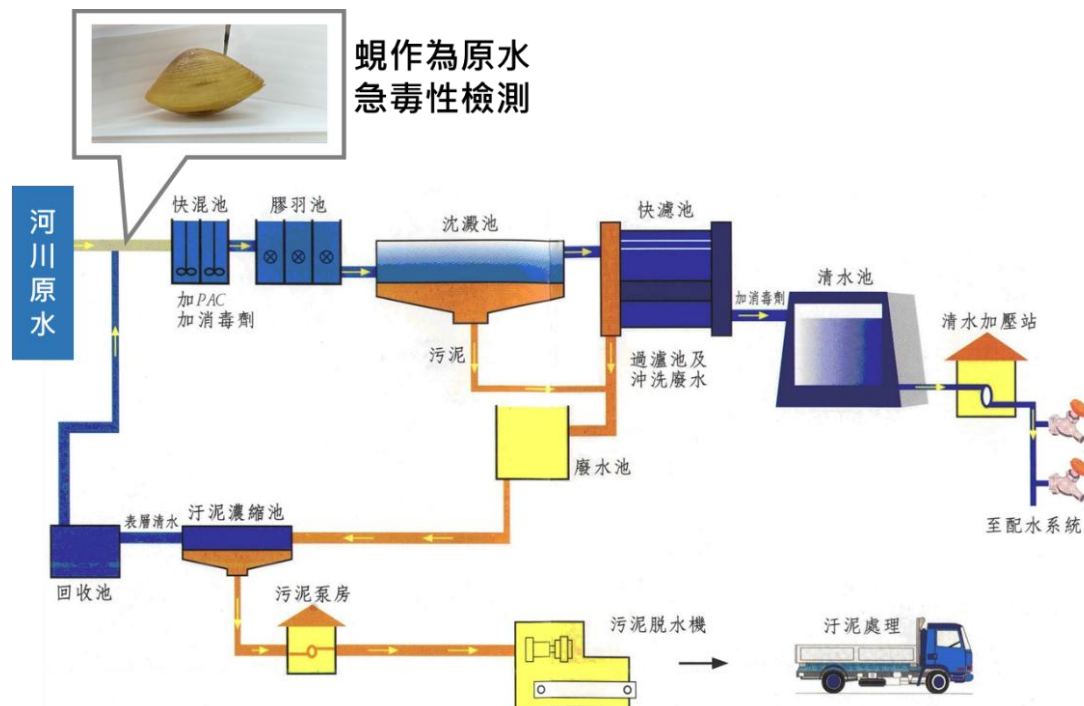
後續繼續實驗鹽水，與肥皂水，發現蜆殼開合狀況並未改變，可得知蜆對生物無毒性的水質變化，並無反應。



圖(十五) 投入鹽水後

上述實驗皆以二重複形式施作，重複相同實驗，得到相同結果，驗證以蜆作為水質檢測指標具備可行性。綜合本出題計畫書所做先期實驗，蜆對水質急毒性有一致的閉合反應，沒有出現個體差異的行為，穩定的對急毒性做出反應。

目前以人工觀察，在水公司的實際場域可行性不高，應該以自動化智能化小型化為目標，發展適合水公司使用的解決方案，作為原水進入水公司廠/場內的第一道檢測機制。上述以感測器加裝在蜆殼上，以偵測蜆的開闔動作，加裝感測器對現場操作人員的眼力手指精細操作有很大的要求，目前實行有較大難度，建議解題新創團隊以 AI 影像處理方式偵測蜆的開闔動作，以一般攝影機與算力主機作為觀測蜆開闔的感測工具，驗證可靠度後，未來使其成為水質檢測產品。



圖(十六) 蜆作為原水檢測機制

參、預期功能或規格

- 1.對急毒性水質變化反應時間在2分鐘以內。
- 2.水箱體長寬高在40公 x40公分 x60公分以內。
- 3.蜆殼開合狀態，以無安裝感測器方式感測。

- 4.在水質濁度15NTU 以內，可清晰辨識蜆的影像。
- 5.日常清潔保養可以在10分鐘內完成。
- 6.可記錄箱體內的每一顆蜆的開合狀況。
- 7.計畫期間於實證場域完成5種污染物的污染源水二重覆測試，污染物質項目由出題單位定義並提供。
- 8.在本次提案過程實驗中，箱體內投入有毒污染物，箱體內所有的蜆都會很快閉合，但箱體內蜆要放置幾隻效果最佳？解題廠商須提供實驗證據，去證明箱體內的蜆須放置幾隻，可達到最好的效果。
- 9.準確判斷箱體內所有的蜆閉合，箱內所有的蜆閉合，是重要事件，需通知人員介入處理。從發現所有的蜆閉合，到發出警告，在一分鐘內完成。
- 10.日常維護工作，不得誤觸發警告。

肆、試作或實證場域及範圍

台灣自來水公司第十二區管理處板新給水廠

伍、提供行政協處內容

協調板新給水廠可利用的場域與相關資訊等協助，並定期與板新給水廠開立工作進度會議討論。

陸、預期期程

總時程：補助合約生效至114年11月30日

主要里程碑：

- 一、 114/07/31前：需求訪談完成，確認規格。
- 二、 114/09/30前：完成硬體安裝與測試。
- 三、 114/10/30前：完成軟體安裝與測試。
- 四、 114/11/20前：完成系統整合與使用測試。
- 五、 114/11/30前：完成驗收與教育訓練。

柒、預期效益

發展生物毒性測定儀的本土技術，達到低成本，低誤報，高準確，好維護，容易養，符合台灣的水土環境，才能滿足水公司的理想需求，未來擴展全台，滿足國人健康乾淨用水需求。

附件

- 麥瑋恩。2016。開發蜆殼律動行為之監測模式判別水域水質之視窗介面技術。宜蘭大學生物機電工程學系碩士論文。
- 陳詩欣。2011。結合生物可獲取率與淡水蜆之行為反應即時評估水域中銅濃度。宜蘭大學生物機電學系碩士論文。
- 林聖傑。2009。以雙殼貝開合行為即時監測系統進行銅污染下淡水蜆之劑量反應分析。宜蘭大學生物機電工程學系碩士論文。
- Gnyubkin, V.F. 2009 . An early warning system for aquatic environment state monitoring based on an analysis of mussel valve movement. Russ. J. Mar. Biol.
- 趙聖峰。2008。淡水蜆暴露於砷之殼律動毒性反應及生物動力。台灣大學生物環境系統工程學系碩士論文。
- 林玠明。2007。結合銅可獲取率與淡水蜆之電生理反應模擬鰓膜介面交互作用。台灣大學生物環境系統工程學系碩士論文。
- Tran D, Fournier E, Durrieu G, Massabuan JC. 2007. Inorganic mercury detection by valve closure responds in the freshwater clam *Corbicula fluminea*. Environmental Toxicology and Chemistry 26.