

110 年 AI 原水生物檢測計畫

新創採購-政府出題・新創解題

台灣自來水公司第一區管理處新山給水廠提案書

申請機關：台灣自來水公司第一區管理處新山給水廠

中華民國 110 年 3 月 1 日

申請機關	台灣自來水公司一區處新山給水廠
提案名稱	AI 原水生物檢測計畫
配合單位	台灣自來水公司一區處新山淨水場與八堵抽水站
提案概要	<p>受全球氣候變遷影響，今年台灣面臨 56 年來罕見大旱，多個重要水庫見底，以水庫做為供水的單一來源受到影響，多元化水源供應已成為重要解決方案，取用伏流水、井水、人工湖、再生水、海水淡化等，提供民生用水需求。除了以多種來源供應足夠的水源，還需檢測水源的原水確保水質安全，原水才可進入淨水場提供使用。</p> <p>原水水質檢測的理想功能是檢測項目多，檢測時間快，可連續檢測，可即時作出應變措施。目前以儀器設備連續檢測原水水質，反應時間快，但是檢測項目有限。以人工採樣原水於實驗室檢驗，檢測項目多，即時性卻不足。再加上，在多元水源供應條件下，取水口數量增加，取水口原水水質檢測點位也會增加，在增加檢測點位的需求下，設備成本與維護成本，會成為重要考量。</p> <p>台灣自來水公司在各水源取水口及淨水場均設置「原水水質監測養魚試驗箱」作為原水水質檢測機制，將原水引入養殖小魚之養魚箱內，藉由檢測小魚存活與死亡，做為判定原水水質是否遭受毒性污染，此檢測機制幾乎包含所有對人體有害的毒性污染，檢測時間快，設備成本低，維護成本低，幾乎滿足理想需求。目前養魚箱內的小魚存活情形是以人工定時觀察，存在人因風險。再者，養魚箱內流場滯留效應所產生避難區現象，導致水質受污染時，小魚因生物避險特性，暫避於該避難區而無死亡情況(注)，造成養魚箱檢測機制的不可靠性。</p> <p>以生物指標作為水質毒性檢測在歐美國家已廣泛應用，國外廠商已有開發生物指標之水質污污染預警監測器，如：水蚤毒性監測儀 (Daphnia Toximeter)、生物毒性監測儀(Fish Activity Monitoring Technology, FAMS)等，是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。</p> <p>本案提出「AI 原水生物檢測計畫」針對養魚箱的人因檢測風險與其本身不可靠性，提出具體改善。利用既有原水養魚箱，增加一般的攝影機與個人電腦設備，以人工智慧(Artificial Intelligence, AI)搭配影像辨識，辨識小魚存活與暫避於避難區的情況，以判定原水是否遭受污染，強化原水養魚箱系統檢測功能，消除人因風險與不可靠性。打造國內生物毒性監測技術，達到檢測項目多，檢測時間快，建置維護成本低，可規模建置的目的。</p> <p>台水第一區管理處新山給水廠(以下簡稱給水廠)轄下新山淨水場(以下簡稱淨水場)每日供水 20 萬噸，提供 20 萬戶用水，供水人口</p>

	<p>約 50 萬人。淨水場之原水 80%來自八堵抽水站(以下簡稱抽水站)抽取基隆河水供應。然而抽水站上游流經許多人口聚集區，沿岸的工業區和民生汙水管線有可能會汙染基隆河，致使抽水站所截取之原水水質受到影響，若汙染流入淨水場，後續的處清理，需要大量資源。</p> <p>因此，本案提出「AI 原水生物檢測計畫」在抽水站水源取水口所設置原水養魚箱，以人工智慧搭配影像辨識小魚活動情況檢測原水是否遭受汙染，為 50 萬民眾用水安全把關。</p> <p>隨著經濟發展，工業和民生用水量與汙水量與日俱增，在多元水源供應條件下，汙染原水的風險也提高，本案面對日後可能發生的公共衛生風險，提出超前部署的檢測機制。未來本案計畫實行成功，更可複製到台灣自來水公司十二個區處，為全台人民用水安全把關。</p>				
提供之行政協處內容	協調八堵抽水站與新山淨水場可利用的場域與資訊等相關協助。				
計畫期程	民國____年__月__日至 ____年__月__日（期程依本處另案公告）依經濟部中小企業處補助契約所定契約期間。（以6個月為原則）				
申請機關 聯絡窗口	單位	姓名	職稱	電子信箱	聯絡電話
	台水一區 新山給水廠	陳春泉	廠長	ch35026@gmail.com	02-24319680 分機 10 0922-317-404

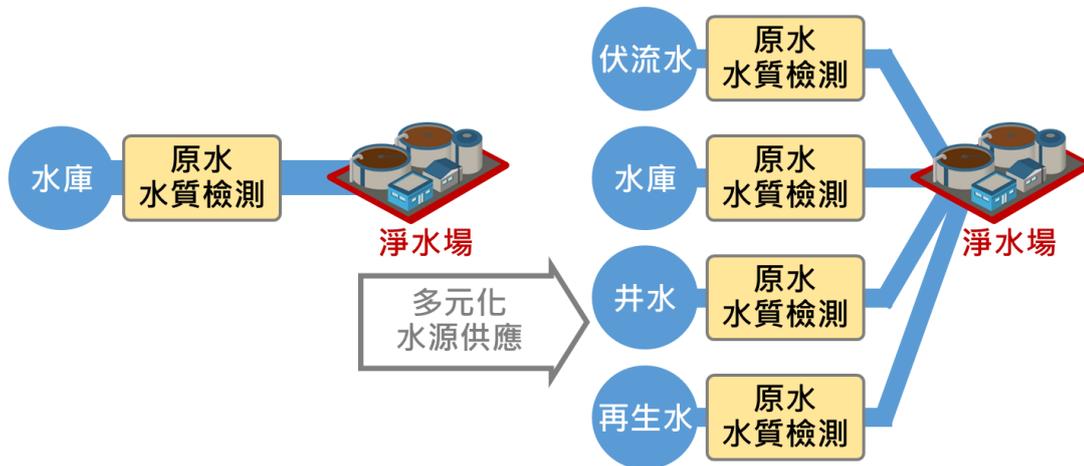
注：劉貞材，”生物指標於水質毒性物質監測之相關研究分析”，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文，民國九十三年。

## 一、 問題背景

台灣去年沒有颱風登陸缺乏降雨，今年遭遇 56 年來最大旱象，多座重要水庫相繼見底，受到氣候變遷影響，海水溫度升高效應，颱風強度變強，路徑偏北走的傾向，由北邊掠過台灣的機率增加，無法為台灣帶來降雨量，乾旱發生將愈來愈頻繁。世界每人平均分配的水庫蓄水空間為 1,500 立方公尺，台灣每人分到的水庫蓄水空間只有 83 立方公尺，為世界平均 1/18。在此先天地理環境受限，後天氣候不利的趨勢下，多個重要水庫見底，以水庫做為供水的單一來源受到影響，以多元化水源供應已成為重要解決方案，取用伏流水、井水、人工湖、再生水、海水淡化等，提供民生用水需求。除了採用多種來源供應足夠的水源，還需檢測水源的原水確保水質安全，原水才可進入淨水場處理提供使用。

原水水質檢測的理想功能是檢測項目多，檢測時間快，可連續檢測，可即時作出應變措施。目前以儀器設備連續檢測原水水質，反應時間快，但是檢測項目有限，目前為濁度、導電度、pH 值等。重金屬污染和其他有毒物質，都在這個可快速反應系統的檢測範圍之外。以人工採樣原水於實驗室檢驗，檢測項目多，包含大腸桿菌數與重金屬含量等多種項目，因受限於微生物培養與化學反應時間，需較長時間得知檢驗結果，即時性不足。

再加上，在多元水源供應條件下，取水口數量增加，取水口原水水質檢測點位也會增加，在增加檢測點位的需求下，設備成本與維護成本，也會成為重要考量。

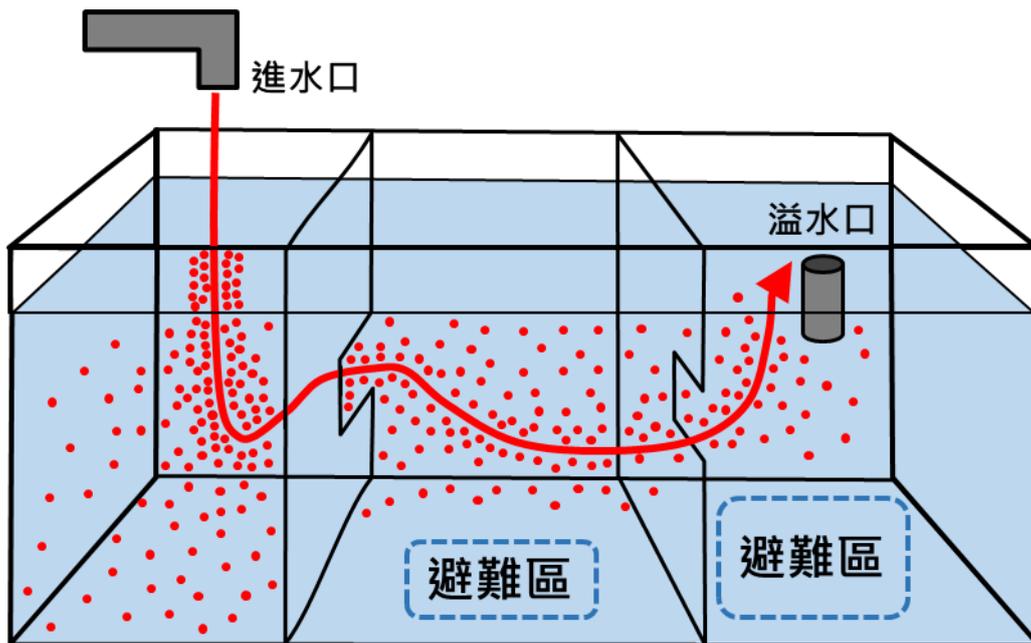


圖(一) 多元水源供應檢測點位增加

鑑於魚類對水質異常狀況能立即反應，有助於水源遭受汙染之即時發現，長期以來台灣自來水公司在各水源取水口及淨水場均設置「原水水質監測養魚試驗箱」(以下簡稱養魚箱)作原水水質檢測機制，將原水引入養殖小魚之養魚箱內，藉由檢測小魚存活與死亡數量，做為判定原水水質是否遭受毒性汙染，對引取之原水水質採連續性 24 小時監測，此檢測機制幾乎包含所有毒性汙染，檢測時間快，設備成本低，維護成本低，幾乎滿足理想需求。

藉由定時觀察及記錄魚箱內小魚是否活動異常及出現病變、死亡情況，來判斷原水水質是否受汙染。目前養魚箱內的小魚存活情形是以人工定時觀察判斷，存在人因風險。

其次，根據劉貞材先生研究發現，養魚箱因流場滯留效應產生避難區，當受污染之原水進入魚箱時，小魚基於生物避險之本能暫避於避難區而無死亡，因此無法對水質異常時產生立即之反應及警示作用，造成養魚箱檢測機制的不可靠性。



圖(二) 養魚箱因流場滯留效應產生避難區

水中生物是最好的河川水質指標，以生物指標作為水質毒性檢測在歐美國家已廣泛應用，國外廠商已有開發生物指標之水質污染預警監測器，如：水蚤毒性監測儀 (Daphnia Toximeter)、生物毒性監測儀 (Fish Activity Monitoring Technology, FAMS)，是以電腦影像即時監測分析水中生物對毒性物質反應，檢測水質安全，消除人因風險，提高可靠度。但進口設備成本高，維護成本高，維修待料耗時，難以大規模建置。

## 二、 實證主題

為能夠即時檢驗水質，並且檢測項目要能足夠涵蓋對生物有害的物質，本案提出「AI 原水生物檢測計畫」針對養魚箱的人因檢測風險與其本身不可靠性，提出具體改善。以人工智慧(Artificial Intelligence, AI)搭配影像辨識，辨識小魚存活情況，與小魚暫避於避難區的情況，以判定原水是否遭受污染，強化原水養魚箱系統檢測功能，建立全天 24 小時的原水水質連續檢測，在抽水站取水口所設置原水養魚箱，對原水水質檢測，若發現污染，立即自動通知抽水站操作人員進行水質異常之反應程序，為民眾用水安全把關。

台水第一區管理處新山給水廠(以下簡稱給水廠)轄下新山淨水場每日供水 20 萬噸，供水人口約 50 萬人。淨水場之原水 80%來自八堵抽水站抽取基隆河水供應。抽水站上游流經許多人口聚集區，沿岸的工業區和民生污水管線有可能會污染基隆河，致使抽水站所截取之原水水質受到影響，若污染流入淨水場，後續處理，需要投入大量資源。

因此，本案提出「AI 原水生物檢測計畫」在抽水站水源取水口所設置原水養魚箱，以人工智慧搭配影像辨識小魚活動情況進行原水檢測是否遭受污染，若發現污染，即採取應變措施，為 50 萬民眾用水安全把關。

隨著經濟發展，工業和民生汙水量與日俱增，汙染原水的風險也提高。受全球氣候變遷影響，多元化水源供應已成為重要趨勢，本案面對日後可能發生的旱災與公共衛生風險，提出超前部署的防範機制。未來本案計畫實行成功，更可複製到台灣自來水公司十二個區處，為全台人民用水安全把關。

### 三、 解題構想

本案並不限制可行技術的種類範圍。在抽水站取水口及淨水場原本所設置原水養魚箱機制，利用既有養魚箱，增加一般的攝影機與個人電腦設備，以人工智慧(Artificial Intelligence, AI)搭配影像辨識，辨識小魚存活情況，與小魚暫避於避難區的情況，判定原水是否遭受汙染。建立全天 24 小時的原水水質檢測，檢測原水中是否遭受汙染，若發現汙染，需立即自動通知工作人員，做立即的反應措施，作進一步的原水水質毒性檢驗，停止該水源進入淨水廠。

### 四、 預期功能或規格

在抽水站取水口及淨水場原本所設置原水養魚箱，以人工智慧(Artificial Intelligence, AI)搭配影像辨識，辨識小魚存活情況，與監測小魚避險於避難區的情況，檢測原水是否遭受汙染。依給水廠「原水毒物汙染監視養魚試驗作業要點」，規定試驗箱監測養魚數量為 10~20 尾，系統須能夠滿足辨識 20 尾以內小魚(包含 20 尾)的偵測需求。

辨識 20 尾魚並框起物件需在 3 秒鐘內，魚群總數量辨識之誤差在 20% 以內，以人眼辨識結果做為比較基礎。

以攝影設備連續 24 小時監測並記錄水中魚群活動，解析度 640×480 或以上(30 frames/秒)，留存影像紀錄三個月以上，顯示魚群活動變化情形，可計算上述養魚箱中小魚數量，具有自動追蹤活魚及死魚數目。當發生死魚情況，辨識死魚並框起物件需在 15 秒鐘內，死魚總數量辨識之誤差在 30% 以內，以人眼辨識結果做為比較基礎。當辨識到死魚情況發生，在 10 秒鐘內需能夠主動告知現場人員，並以通訊軟體告知管理人員。

追蹤養魚箱中小魚游動路徑，辨別小魚活動區域位置，當小魚超過半數暫避於避難區情況發生，在 10 秒鐘內需能夠主動告知現場監測人員，並以通訊軟體告知管理人員。影像檢測設備異常與故障在 10 秒鐘內需能夠主動告知現場監測人員，並以通訊軟體告知管理人員。

系統連續檢測養魚箱小魚活動資訊，當出現異常狀況時，系統要能夠擷取養魚箱當時異常的影像紀錄(死魚、暫避於避難區)，並將所擷取影像與原水儀器檢測的數值，包含溫度、ph 值、濁度等項目，以通訊軟體告知管理人員，以利後續人員介入判斷，以符合自來水公司作業流程。

整合養魚箱異常狀況影像紀錄與原水儀器檢測數值累積數據資料，提供給水廠、淨水場工作人員手機遠端瀏覽，可視化儀表板顯示即時檢測數據、告警與歷史查詢功能。檢測紀錄值應保留三年以上，在已儲存一千萬筆資料的狀態下，搜尋其中一筆資料的反應時間，必須在 200ms 以內。

#### 五、 試作或實證場域及範圍

台灣自來水公司一區處新山淨水場與基隆河八堵抽水站。

#### 六、 查核依據

1. 在實驗室環境建立與給水廠相同養魚箱環境，以大肚魚為飼養魚種，養魚箱維護需符合給水廠「原水毒物污染監視養魚試驗作業要點」，以攝影設備連續 24 小時監測並記錄水中魚群活動，解析度 640×480 或以上(30 frames/秒)，留存影像紀錄三個月以上，顯示魚群活動變化情形。
2. 以可再實現的十二烷基硫酸鈉(S.D.S)毒性實驗，確認養魚箱內小魚因生物避險特性，暫避於避難區的行為狀況，界定養魚箱內流場滯留效應所產生避難區位置，以 3 次實驗紀錄影片紀錄佐證。
3. 以可再實現的實驗用鹽(NaCl)毒性實驗，確認養魚箱內小魚因生物避險特性，暫避於避難區的行為狀況，界定養魚箱內流場

滯留效應所產生避難區位置，以 3 次實驗紀錄影片紀錄佐證。

4. 以人工智慧(Artificial Intelligence, AI)搭配影像辨識，辨識小魚數量，實驗結果以 3 次實驗紀錄影片紀錄佐證。系統須能夠滿足辨識 20 尾以內小魚(包含 20 尾)的偵測需求。辨識 20 尾魚並框起物件需在 3 秒鐘內，魚群總數量辨識之誤差在 20%以內。依人眼辨識結果做為比較基礎，以三位人員觀看上述 3 次實驗紀錄影片辨識小魚數量，做為比較標準，對比以人工智慧所辨識小魚數量，總數量辨識之誤差在 20%以內。
5. 以人工智慧(Artificial Intelligence, AI)搭配影像辨識，辨識死魚數量，實驗結果以 3 次實驗紀錄影片紀錄佐證。當發生死魚情況，系統須能辨識死魚並框起物件，需在 15 秒鐘內(從死魚發生到發現框起物件)，死魚總數量辨識之誤差在 30%以內，以人眼辨識結果做為比較基礎。依人眼辨識結果做為比較基礎，以三位人員觀看上述 3 次實驗紀錄影片辨識死魚數量，做為比較標準，對比以人工智慧所辨識死魚數量，總數量辨識之誤差在 30%以內。當辨識到死魚情況，在 10 秒鐘內需能夠主動以聲音或光線警示告知現場人員，並以通訊軟體告知管理人員。
6. 以人工智慧(Artificial Intelligence, AI)搭配影像辨識，辨識小魚暫避於避難區情況，實驗結果以 3 次實驗紀錄影片紀錄佐證。

追蹤養魚箱中小魚游動路徑，辨別小魚活動區域位置，當小魚超過半數暫避於避難區情況發生，系統需再 10 秒鐘內辨識出此異常狀況，並在 10 秒鐘內主動以聲音或光線警示告知現場人員，並以通訊軟體告知管理人員。小魚半數於避難區情況，依人眼辨識結果做為比較基礎，以三位人員觀看上述 3 次實驗紀錄影片，辨識小魚半數於避難區，做為比較標準，對比以人工智慧所辨識小魚半數於避難區，狀況判斷需要一致，時間誤差在 10 秒鐘內。

7. 攝影設備異常與故障(無畫面或黑屏)，在 10 秒鐘內主動以聲音或光線警示告知現場人員，並以通訊軟體告知管理人員，實驗結果以 3 次實驗紀錄影片紀錄佐證。
8. 建立 AI 原水生物檢測系統及雲端管理平台，以響應式網頁，提供管理人員手機查看即時影像與數據。
9. 配合給水廠、淨水場與抽水站的工作人員舉辦一場「AI 原水生物檢測系統」使用說明會，包含日常維護、操作說明與功能解說之教育訓練課程。

## 七、 提供行政協處內容

協調新山淨水場與八堵抽水站可利用的場域與相關資訊等協助，並定期與新山給水廠開立工作進度會議討論。

## 八、 預計期程

1. 110 年 4 月送審提案書
2. 5 月公告結果
3. 6 月於實驗室環境建立與自來水公司相同養魚箱環境，完成避難區位置確認，並完成影片錄製
4. 7 月於實驗室環境完成毒性實驗，確認養魚箱內小魚因生物避險特性，並完成影片錄製
5. 9 月完成人工智慧(Artificial Intelligence, AI)影像辨識技術，辨識小魚存活情況與避難情況，並完成影片錄製
6. 10 月第一次工作會議檢討
7. 10 月前完成設立 AI 原水生物檢測系統及雲端管理平台。
8. 11 月完成系統測試及第二次工作會議檢討。
9. 12 月完成全部相關內容並驗收。

## 九、 預期效益

1. 建立全天 24 小時的原水生物連續檢測，連續檢測抽水站原水污染資訊，累積數據資料，作為日後環境整建計畫擬定的參考依據，並提供給水場、淨水場與抽水站管理者手機遠端即時檢測數據查詢。
2. 以 AI 原水生物檢測連續檢測抽水站水質資訊，若發現污染，立

即以通訊軟體告知工作人員，以確保汙染不會進入淨水場內，  
為安全把關，提高 50 萬民眾用水安全與品質。

3. 本案面對日後可能發生的公共衛生風險，提出超前部署的防範  
機制。未來本案計畫實行成功，更可複製到台灣自來水公司十  
二個區處。