

## 2022 年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

<b>題目名稱：</b> 利用人工智慧分析高屏溪海洋藻華現象的可能影響
<b>一、摘要：</b> 海洋有害藻華預警已能用衛星遙測影響去判斷，我們蒐集 2018-2021 年的環境資料，利用地理資訊系統 ( QGIS ) 以人工智慧演算方法找出河川水質與其他環境因素對海洋藻華現象的影響原因。
<b>二、探究題目與動機</b> 2018 年 4 月高屏溪出海口發生了嚴重的藻華事件，我們從海洋保育網取得海域水質與河川水質資料，發現該次事件是屬於偶發事件，我們想探討這會不會和高屏溪河川水質(土地使用)有關？未來又要如何避免或減少這樣的事件發生？我們使用公開使用的福衛五號衛星影像資料、高屏溪水質採樣檢測資料、以地理資訊系統 ( QGIS ) 、人工智慧方法尋找答案。
<b>三、探究目的與假設</b> 探究目的：1.了解高屏溪水質的時空變化情形，找出河川水質改變的成因。 2.透過衛星影像圖與高屏溪水質資料找出河水導致出海口藻華現象的可能因素。 假設：1.高屏溪出海口一般來說並不容易有藻華現象。2.從衛星影像資料可知土地利用 ( 住宅、林地、果園等 ) 致使河川水質有所不同。3.水質資料庫的檢測數值可以充份代表該水域的整體狀況。4.高屏溪河川水質汙染是造成出海口藻華現象的重要原因。
<b>四、探究方法與驗證步驟</b> Ex.科學原理，透過觀察或進行實驗來蒐集新的訊息，驗證假設成立。 一、探究流程：我們的探究過程共設計 8 個步驟(圖 1)，步驟 1 是發現問題，步驟 2-3 是蒐集資料，步驟 4-6 是分析資料進行論證，步驟 7 是建立模型，步驟 8 是生活應用。
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="text-align: center;"><p>1. 調查西南海域環境</p></div><div style="text-align: center;"><p>2. 調查高屏溪水質</p></div><div style="text-align: center;"><p>3. 選取衛星影像</p></div><div style="text-align: center;"><p>4. 進行套疊圖層</p></div></div> <div style="background-color: #f08080; padding: 5px; margin: 10px 0;"><p>文獻：高屏海域陸海交互作用及永續經營與管理研究計畫、藻華相關衛星及光譜研究資料 資料：福衛五號影像、高屏溪水質採樣檢測分析、海洋保育網水質資料庫 工具：QGIS及相關套件、Arduino光譜儀、LabVIEW</p></div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"><div style="text-align: center;"><p>5. 分析藻華事件 (陸海交互作用)</p></div><div style="text-align: center;"><p>6. AI分析衛星影像 (土地利用狀況)</p></div><div style="text-align: center;"><p>7. AI訓練模型 (藻華事件函數)</p></div><div style="text-align: center;"><p>8. 以水體光譜推估 藻華現象</p></div></div>
圖 1 探究流程

1.調查西南海域環境：首先我們需了解高屏溪外海域的時空背景資料，從「政府研究資訊系統」可查詢到過去中山大學海洋科學學院有多個研究計畫<sup>1</sup>，例如浮游植物與基礎生產力、生地化作用與通量研究、水文季節變化對海域生態系統之影響等，有助於我們知道影響藻華現象的可能成因以及水域環境的季節變化資料，以作為後續資料驗證的判斷依據。彙整報告的結果如圖 2。

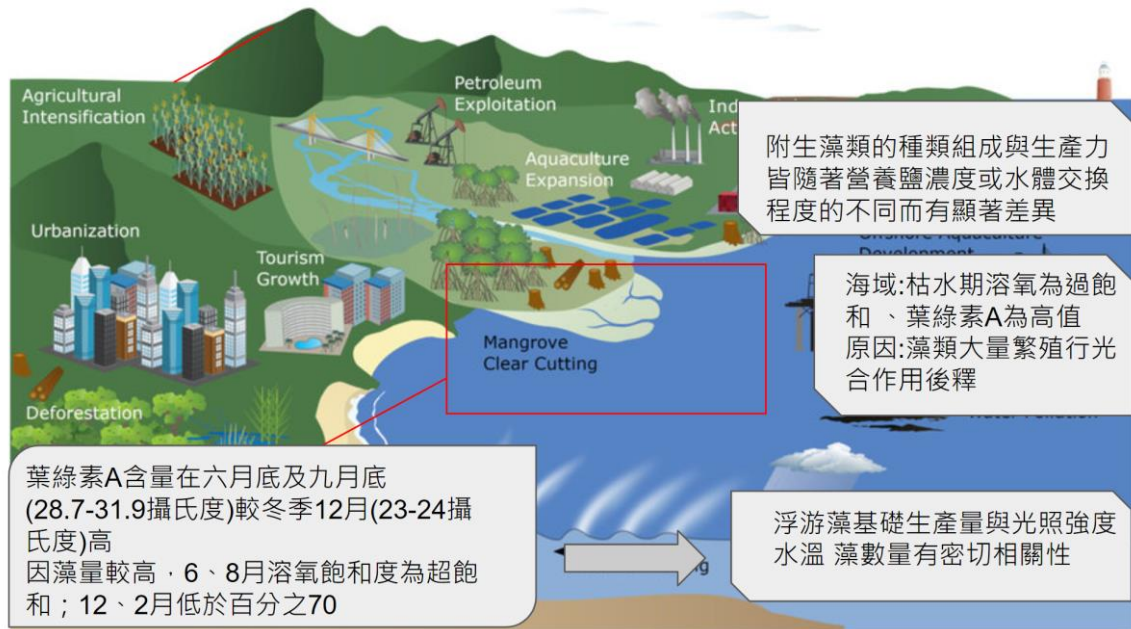


圖 2 西南海域環境水文季節變化對海域生態系統之影響  
(調查資料來源：高屏海域陸海交互作用研究計畫)

2.調查高屏溪水質：海域生產力同時受海洋及河川影響，河川排入之有機物及營養鹽可使海中浮游植物及大型藻生長，產生豐富的有機物質。從「經濟部水利署」圖書典藏及影音數位平台可查詢自民國 94 年起的高屏河流域河川水質採樣檢測分析資料<sup>2</sup>，沿高屏溪上游到下游每季一次及多次不定期的採樣資料。河川流域水質彙整報告的結果如圖 3。

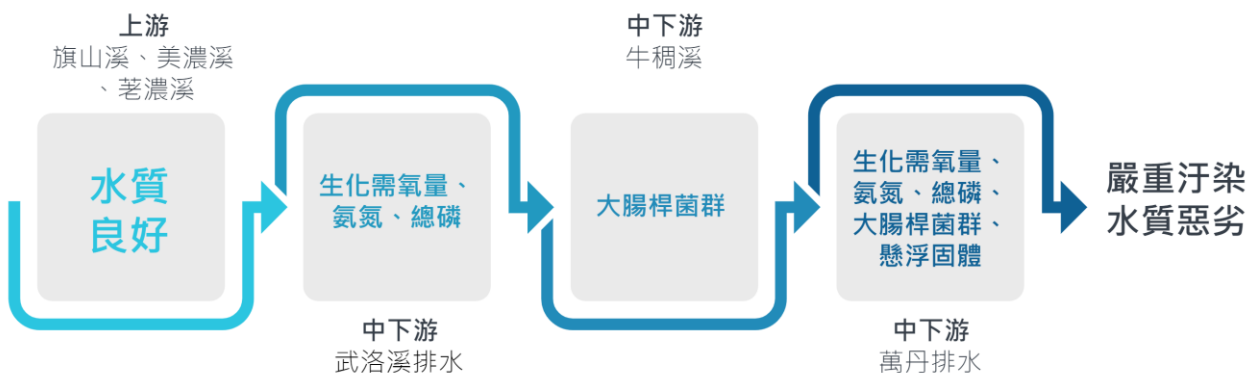


圖 3 高屏河流域上游至中下游河川水質變化  
(調查資料來源：高屏河流域河川水質採樣檢測分析工作計畫)

3. 選取衛星影像：河川水質除陸域生物碎屑、土壤岩層、降水、河川流量等自然因素影響外，還有家庭、農牧、工業廢水的影響。從「科技部資料市集」可以透過申請取得福衛五號的可見光與近紅外線衛星影像資料<sup>3</sup>，我們使用的資料是 2018-2021 年「福爾摩沙衛星五號 L4 屏東」影像資料。我們試著將河川水質影響因子以衛星影像進行量化。

4. 進行套疊圖層：將蒐集 2018-2021 年的環境資料，利用開源不需收費的地理資訊系統 ( QGIS · 3.4 版<sup>4</sup> ) 進行套疊圖層。( 步驟 1. 選取資料(福為五號影圖、cluster) → 2. 檔案類型選擇 ERDAS.gis(方便之後套疊 → 3. 存檔類型選擇 Thematic(\*.gis) → 4. 進行分類 Groups/Classes → 5. 在 QGIS 進行套疊(選擇與 Landsat-5 影像相同的坐標參考系統 → 6. 直接拖曳分類成果檔案(\*.gis)到 QGIS 介面空白處點選分類 )，圖層成果如圖 4。

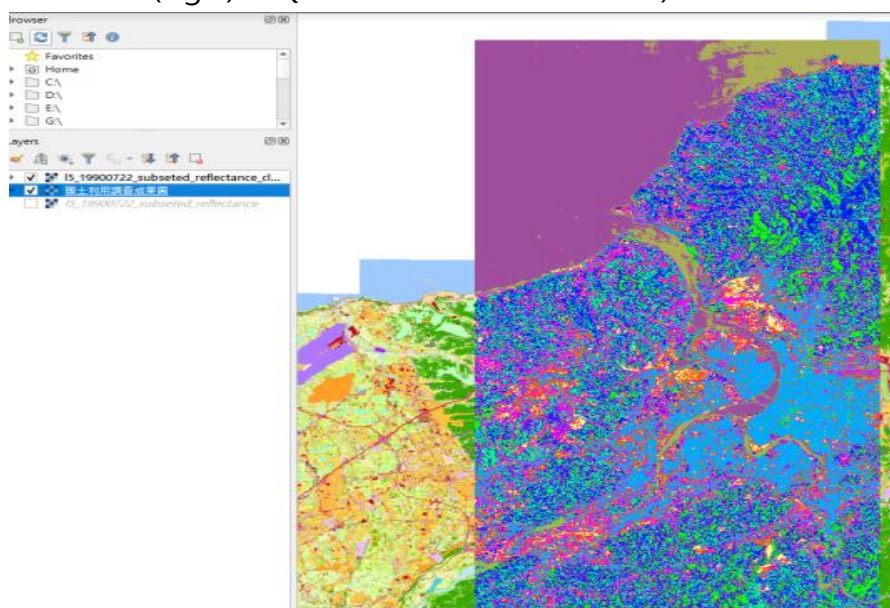


圖 4 套疊圖層示意圖

( 圖片資料來源：2022 福衛五號衛星影像應用研習營 )

5. 分析藻華事件(陸海交互作用)：水質已經生物地球化學研究十分熟悉的領域，我們參考 WASP7 ( The Water Quality Analysis Simulation Program ) 的優養化模組 ( Eutrophication Module, EUTRO ) 思考 8 個常態水質指標，即氨氮、硝酸鹽、無機磷、浮游植物、生化需氧量、溶氧、有機氮及有機磷對水質造成的影響<sup>5</sup>，如圖 5。我們也可以從「海洋保育網水質資料庫<sup>6</sup>」取得這些歷史水質資料，更方便我們進行後續的探究分析工作。調查 2012-2021 高屏溪出海口葉綠素 a 水質資料如圖 6，我們發現 2018 年 4 月的藻華事件不僅是 10 年來最高(56.3)且不具有週期特性，這更讓我們猜測這是不是與河川中排入之有機物及營養鹽所造成的結果。

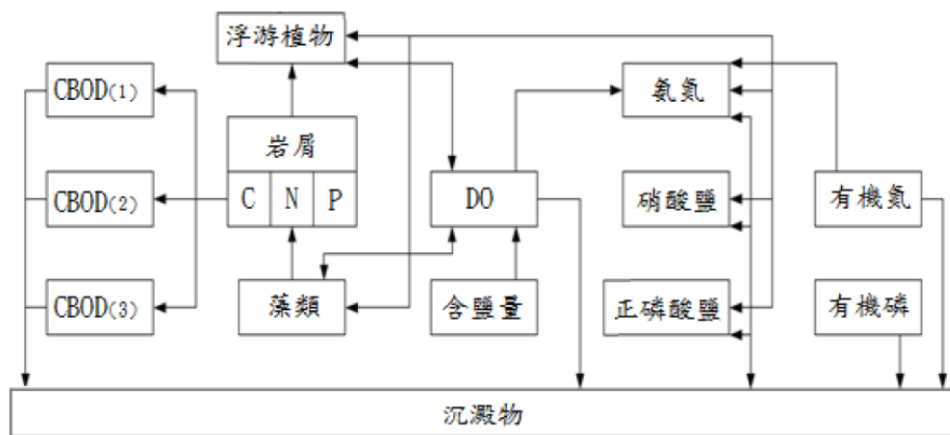


圖 5 環境影響評估河川水質評估模式，優養化模組  
( 圖片資料來源：環境影響評估河川水質評估模式技術規範 )

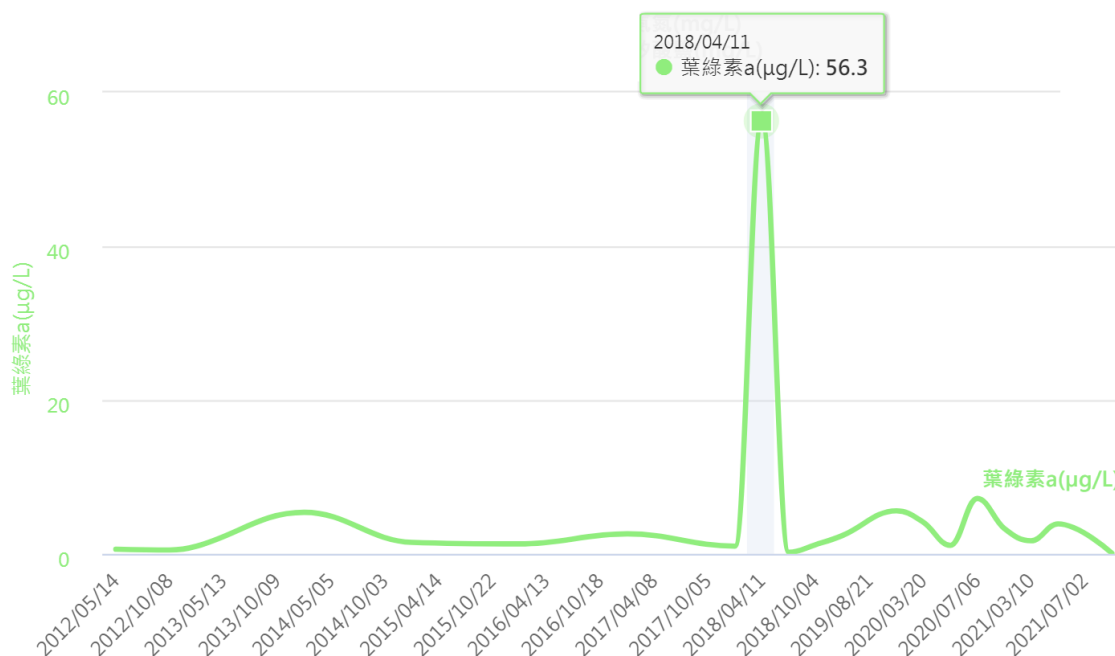


圖 6 2012-2021 高屏溪出海口葉綠素 a 水質資料  
( 調查資料來源：海洋保育網水質資料庫 )

6. AI 分析衛星影像(土地利用狀況)：河川中排入之有機物及營養鹽與當地土地使用有關，由於高屏溪流域的污染源(生化需氧量、氨氮、總磷、大腸桿菌群、懸浮固體)主要來自於中下游的武洛溪排水、牛稠溪、萬丹排水所造成。因此若能清楚污染物的來源與變化，必能對於藻華事件有更進一步的了解。我們從多維度國家空間資訊服務平臺<sup>7</sup>可以取得關於工商、嫌惡設施的資料，並比對衛星影像，使用 QGIS 進行監督式分類，如圖 7。

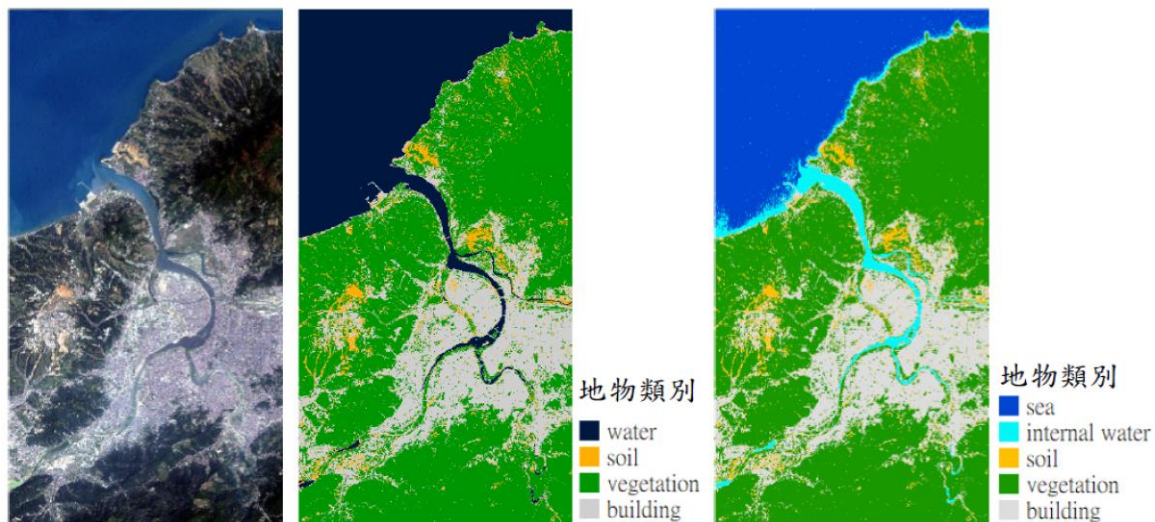


圖 7 監督式分類示意圖

( 圖片資料來源：2022 福衛五號衛星影像應用研習營 )

7.AI 訓練模型(藻華事件函數)：藻華事件為「水不流動、富營養化、日照量增大和水溫上升」等因素綜合作用的結果，傳統分析是將觀測資料以數值方法建立的高解析度模式系統，並得以在合理的計算時間內模擬其在時間及空間的變化情形。現今亦能將大量觀測資料以 AI 深度學習的方式(Baek 等人，2021)作預測，如圖 8。如此我們可以仿照該方式蒐集 2018-2021 年的環境資料，利用地理資訊系統 ( QGIS ) 以人工智慧演算方法找出中下游的武洛溪排水、牛稠溪、萬丹排水是否會對海洋藻華現象造成明顯的影響，從初步分析結果得知該次藻華與年初降水量增加造成大量陸源沉積物流入海洋有關，因此可以推論與土地利用狀況為主因。

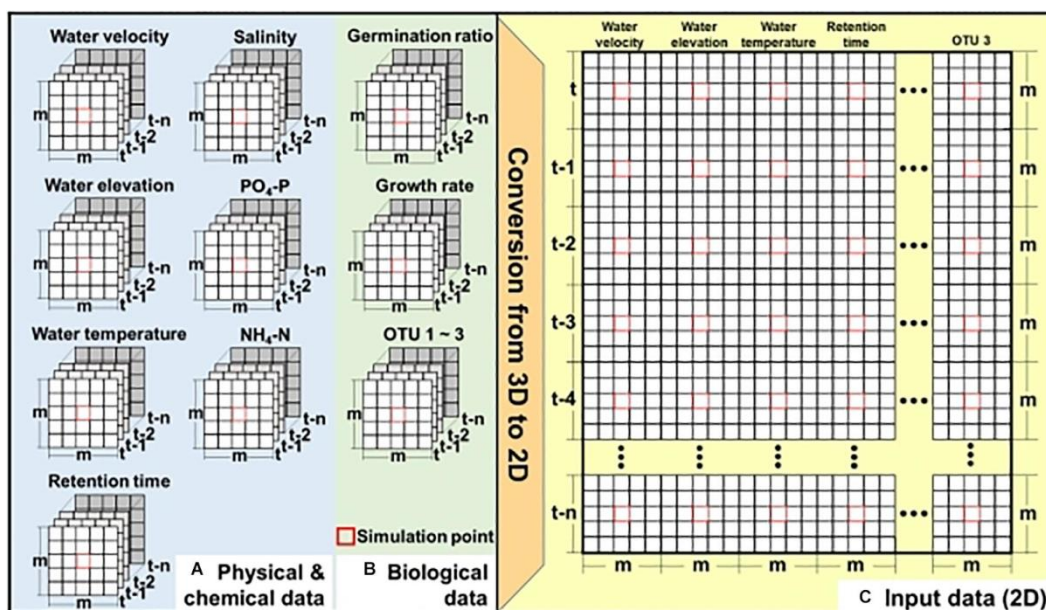


圖 8 海洋藻華 AI 深度學習的方式示意圖

( 圖片資料來源： Baek 等人 (2021) )

8.以水體光譜推估藻華現象:以 AI 深度學習方式推估藻華必須建立在有大量觀測資料的基礎上,但是我們得資料庫取得的時間資料一年僅有 4 筆資料,而且歷年僅一次的明顯藻華,故推估結果可能會有偏誤。現在科學家也建議可以使用水體光觀推估藻華現象<sup>8</sup>,我們未來可以使用 Arduino 光譜儀如圖 9、在高屏溪中下游的重點區域以 LabVIEW 程式檢測水質變化,找出河水導致出海口藻華現象的答案。

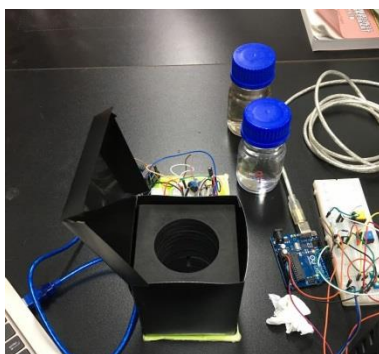


圖 9 Arduino 光譜儀

## 五、結論與生活應用

我們利用過去中山大學高屏海域陸海交互作用研究成果、經濟部高屏溪水質調查以及人工智慧區分福衛 5 號影像取得的河岸土地使用資料,探究河岸土地使用與海洋有害藻華之關連,探究結果顯示 2018 年 4 月該次藻華與年初降水量增加造成大量陸源沉積物流入海洋有關,因此可以推論與土地利用狀況為主因。同樣的方法也可以用於其他海域,未來公民可利用手邊 ICT 設備(QGIS + Arduino + LabVIEW)監測重點區域水質,人人皆可扮演現代蓋婭的角色,共同維護海洋生態。

## 參考資料

1. 高屏海域陸海交互作用研究計畫,中山大學海洋地質研究所,下載自[政府研究資訊系統](#)。
2. 高屏溪流流域河川水質採樣檢測分析, [經濟部水利署](#)。
3. 福衛五號 L4 影像資料, [科技部資料市集](#)。
4. 開源地理資訊系統, [QGIS 下載點](#)。
5. 環境影響評估河川水質評估模式技術規範, [行政院環境保護署](#)。
6. 海域水質、河川水質資料, [海洋保育網水質資料庫](#)。
7. 多維度國家空間資訊服務平臺, [內政部國土測繪中心](#)。
8. [Deep Learning for Simulating Harmful Algal Blooms Using Ocean Numerical Model](#), Sang-Soo Baek 等人, Frontiers in marine science。
9. 水體光譜反射模式推估藻華發生可行性評估,財團法人農業工程研究中心,下載自[政府研究資訊系統](#)。