

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
提案計劃書

提案單位：國立嘉義大學

中華民國 114 年 5 月 6日

提案表（本表置於封面頁後首頁）

提案單位	國立嘉義大學				
提案名稱	智慧化白蝦養殖管理系統之開發與場域實證：整合自動餵食、水質即時監測與 AI 影像分析技術				
配合單位	（未來協同業者進行試作、實證之主要局處、單位）				
◆ 提案概要 （具體並簡要說明實證背景、主題）	本機關長期進行白蝦養殖試驗與研究，現行作業多仰賴人工進行餵食、水質監控與健康觀察，常面臨人力不足、資料中斷與管理差異等問題，影響實驗精確性與養殖成效。為提升效率與數據可靠性，計畫設計一套整合自動餵食、水質監測與 AI 影像分析的智慧養殖系統，能實時蒐集 DO、pH、ORP、WT 與硫化氫（H₂S）等水質參數，並結合震波式自動清潔，提供異常預測與決策輔助。硫化氫為高密度養殖中常見且具毒性的水質指標，透過連續監測有助於即早預警與風險控管。傳統養殖依賴經驗傳承，青年返鄉者因缺乏科學工具而面臨管理瓶頸，系統將簡化操作介面，提升直覺性與可用性，使不同背景的養殖者能輕鬆掌握場域狀況。 期望透過此研究成果，提升學術試驗效率與數據可靠性，並建立具擴充性模組化的智慧養殖模式，未來可推廣至實際養殖現場，協助漁民減輕人工作業負擔、穩定養殖表現，降低風險，並使科學研究有效回應產業需求，改善養殖管理現況。				
◆ 預計期程	依本計畫補助契約所定契約期間（以4個月為原則）				
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	國立嘉義大學 水生生物科學系	淡怡蓓	專案經理	eggebay@icloud.com	05-2717848 0988-124-226
主管	國立嘉義大學 水生生物科學系	賴弘智	教授且兼任生命科學學院院長	htlai@mail.ncyu.edu.tw	05-2717848 0928-778-051

申請提案即同意經濟部中小及新創企業署為採購案蒐集、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)。

114年度新創採購發展計畫「場域實證・共創解題」

提案審查委員建議

壹、 提案單位：國立嘉義大學

貳、 計畫名稱：智慧化白蝦養殖管理系統之開發與場域實證：整合自動
餵食、水質即時監測與 AI 影像分析技術

參、 審查意見及回覆說明：

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	請針對本計畫所提之 AI 影像分析、自動餵食、水質即時監測等功能，提供更具體的技術規格與預期效能指標。	預期感測器規格：DO/pH/ORP/WT 採用四合一模組，並考量感測器後續穩定性能，預期 PH、ORP 為電極式、DO 為光學式、WT 為 NTC 電阻感測，且參數提供頻率為每20分鐘內更新一次。…… (詳述於修正頁碼)	v、vi、vii
2	請加強論述本案如何透過新創研發能量解決白蝦養殖之核心問題，並說明其相較於國外解決方案、現有市場技術等之獨特性與優勢。	本計畫欲解決白蝦養殖核心問題與國內外現有技術差異：1.根據養殖現場與學術試驗長期田野觀察，白蝦養殖所面臨問題：(1).過度依賴人工養殖經驗，且技術斷層難傳承，青年返鄉養殖者無法複製資深者經驗，導致管理斷層：看料經驗影響後續餵食量與時機無法量化…… (詳述於修正頁碼)	iv
3	請規劃詳細的系統驗證精準性評估方法及具體的驗收程序與標準。	具體以實際人工養殖經驗標註影像為標準，後續可用以比對 AI 辨識結果，提供擷取≥60張實際白蝦行為照片影像，以人工標註白蝦活動力與攝食行為…… (詳述於修正頁碼)	ix、x
4	請評估並說明本系統技術未來在其他養殖種類或場域的可擴展性與潛在應用。	6.本系統技術未來在其他養殖種類、規模等，可擴展性與潛在應用，其發展主軸技術採用模組化、分層架構設計，實際可依養殖種類與場域需求調整套用，具備良好擴展彈性，說明如下…… (詳述於修正頁碼)	xi

目錄

壹、問題背景.....	i
貳、解題構想.....	iii
參、預期功能或規格.....	iii
肆、試作或實證場域及範圍.....	vii
伍、提供行政協處內容.....	vii
陸、預計期程.....	ix
柒、預期效益.....	x

壹、問題背景

目前白蝦養殖多數作業仍倚賴大量人力與過往經驗進行，尤其在蝦群活動及攝食情況觀察與判斷、餵食量調整與策略、水質監測需仰賴人工採樣及量測、底污泥及餌料殘渣沉積處理時機等。此類流程不僅無法標準化，也易受人員經驗與值班影響而導致餵食與水質管理不穩定，進而影響蝦群健康與養殖效益。整體而言，養殖現場缺乏即時監測數據與標準化機制，導致管理困難並增加養殖風險。

白蝦養殖多數作業仰賴人工進行，研究人員需每日定時巡查，依據經驗觀察白蝦活動與進食反應以判斷餵食量，並手動調整餵食策略。水質監測則需定時取樣，手動量測各項水質指標，並以紙本或電腦紀錄資料。此類作業流程未能標準化，易受人員經驗、值班狀況與主觀判斷影響，常導致餵食量不穩、水質紀錄缺漏或健康變化未及時掌握等問題，影響實驗條件一致性與資料可信度。在長期監測過程中，也常發生感測器受水中污垢覆蓋嚴重影響電極精準度，需額外安排人力定期清洗及校正。尤其在例假日或人力不足時，更易產生管理空窗，增加實驗中斷與養殖風險，亦加重養殖及研究人員負擔與管理壓力。池底底泥累積問題也是實務操作中常見的困擾之一。飼料殘渣與白蝦排泄物沉積於池底後，若未能有效清除，將逐漸產生有機物分解反應，可能釋放氨氣及硫化物等具毒性的水中毒物。這些氣體難以以肉眼察覺，卻可能造成白蝦健康惡化甚至死亡，亦會干擾水質監測數據的準確性，進一步增加異常偵測的難度，對養殖管理與研究穩定性構成挑戰。

產業面臨農漁民缺工與技術傳承困難的挑戰。許多老一輩養殖業者雖擁有豐富經驗，但多以經驗直覺進行判斷，常能說明現象卻難以具體說出原因，使得返鄉青年難以系統性學習。即使現場配備水質監控設備，若缺乏直觀的數據呈現與異常預警機制，也難以有效應用於日常管理。

目前養殖過程中常見的問題是，當魚蝦出現異常行為時，往往已是病害或環境惡化的結果，錯失了最佳的預防與處理時機。若能在水質變化與魚蝦行為異常之初期，即透過感測設備與 AI 影像分析進行即時監控與預警，將有助於養殖戶提前發現並應對潛在風險，提升養殖成功率與生產效率。

另外，為提升經濟競爭力，與進口蝦競爭，未來水產養殖需要逐步走向大面積經營，以降低養殖成本。此外，在逐年增加的漁電共生場域中，養蝦操作也必須走向企業化及科技管理化模式。因此養殖流程，諸如水質管理、養殖生物管理、操作管理等皆需要整合各類監控系統，並結合自動化操作及專家系統，才能使養殖更上一層樓，也才能吸引更多年輕新血投入。

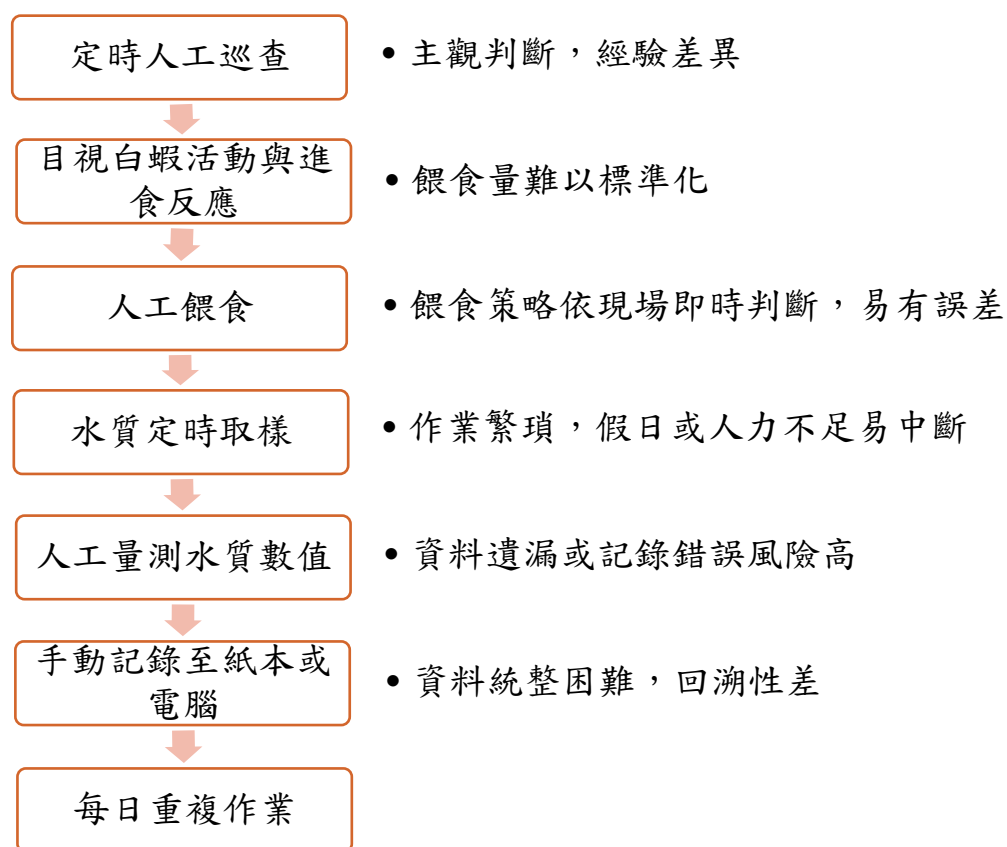


圖1 目前作業與問題流程圖

資料來源:本計畫繪製

貳、解題構想

本提案計畫擬於國立嘉義大學蘭潭校區溫室，建置一套自動智慧白蝦養殖實驗管理系統。初步規劃整合自動餵食裝置、水質數據記錄模組與 AI 影像分析機制，解決目前以人力進行水質監測、餵食與紀錄作業時，降低人力負擔重、觀察判斷不夠客觀與資料中斷等問題。

系統核心將以自動化與標準化作業流程為目標，提升實驗操作的即時性、資料紀錄的完整性與可追溯性。水質監測模組將納入溶氧（DO）、氧化還原電位（ORP）、酸鹼值（pH）與水溫（WT）與硫化氫（H₂S）等關鍵參數，搭配震波式自動清潔傳感器設計，確保長期運作下的感測準確性與穩定性，降低人工維護頻率。硫化氫為水中硫化物的氣態指標，透過其濃度變化可反推水體中潛在有害硫化物的累積情形，有助於提早預警水質惡化風險，降低對白蝦生理造成的衝擊。

系統將搭配 AI 影像分析模組，進行白蝦行為模式判讀（如攝食狀態、活動力變化），以強化健康監測效能，並可與水質數據進行關聯性分析，提升異常識別的敏感度與準確性。未來所有感測與影像紀錄資料將同步上傳至雲端平台，供研究人員遠端查閱與進一步分析，提升試驗數據的連續性與應用價值。



圖2 自動化智慧白蝦養殖管理系統

資料來源:本計畫繪製

本計畫欲解決白蝦養殖核心問題與國內外現有技術差異：

1. 根據養殖現場與學術試驗長期田野觀察，白蝦養殖所面臨問題：

(1). 過度依賴人工養殖經驗，且技術斷層難傳承，青年返鄉養殖者無法複製資深者經驗，導致管理斷層：看料經驗影響後續餵食量與時機無法量化，白蝦攝食與健康觀察主觀，導致操作不穩定。藉由自動化看料台與 AI 影像分析模型的辨識導入，將此作業科學標準化，落實經驗數位化研發亮點。

(2). 水質變異預警不足：硫化氫等關鍵毒性氣體現況無法透過水質檢測得知參數濃度，導致異常發生時常已太遲。因此特別於水質感測設備中增加硫化氫連續監測模組，並開發預警演算法，透過震波方式將水中硫化氫揮發至氣體，得以感測。

(3). 資料紀錄不連續：人工抄寫、水質採樣方式無法滿足長期研究與管理需求。即時資料與影像數據將支援本地儲存與雲端雙備份，既使資料因斷網、斷電中斷，本地仍持續儲存每筆場域數據，可供復網時重新持續建立完整資料庫。

2. 現有市售方案之國內外現有技術差異：

面向	國外/現有解法	本案研發系統的獨特性及優勢
<u>H₂S 感測應用</u>	硫化氫為氣體參數之一，於農業應用場域多為養豬場、養雞場環境，且多數未全面涵蓋，或僅做斷點採樣，尚無養殖漁業針對水體實施感測。	本案創新結合水質主機連續監測且具預警系統，預期透過震波技術揮發水體中 H ₂ S，進行即時參數感測，得推斷池底底泥硫化氫濃度。
<u>影像分析目標</u>	國外市售農業商用系統多聚焦魚群密度辨識，蝦類之異常行為僅學術研究文獻。	本計畫影像分析核心聚焦於白蝦活動力、攝食行為、生物健康管控等目標，實踐產業數位化。
<u>設備整合度</u>	現行設備方案多為單一功能，如自動餵料器或水質感測器，較難支援互連整合性。	本案整合水質感測、行為影像、投餌餵食、數據通訊與雲端資料庫建立，提升實用性與系統完整性。
<u>資料主權與彈性</u>	國外多以全雲端為主，資料上傳國外伺服器，其數據資料因非公開，難以取得。	設計支援本地及雲端儲存雙備援，提高數據資料庫安全與彈性管理可控性，減少丟失風險。
<u>技術在地化適應性</u>	國外系統難以配合台灣高密度養殖、池型多樣情境，且地理氣候級距差異甚大，物種養殖先天條件大不相同。	本案由國立嘉義大學水生生物科學系所主導，深耕在地實驗與業界需求，具備豐厚在地養殖實務經驗。

參、預期功能或規格

理想中的管理系統應該要能夠整合感測器、水質監測模組、自動餵食控制、AI 影像分析與雲端平台，且具備以下功能與初步技術規格，監測養殖場域實測結果，且能持續優化：

1. 水質感測與數據即時化:整合 DO、pH、ORP、WT 四合一感測模組，每20分鐘內更新一次，提供連續數據趨勢判讀與異常變化追蹤。預期感測器規格：DO/pH/ORP/WT 採用四合一模組，並考量感測器後續穩定性能，預期 PH、ORP 為電極式、DO 為光學式、WT 為 NTC 電阻感測，且參數提供頻率為每20分鐘內更新一次。
2. 硫化氫濃度偵測與硫化物推估機制：新增 H₂S 感測模組，定期量測水中硫化氫濃度，並透過演算法反推出潛在總硫化物累積狀況。硫化氫作為底泥惡化與毒性累積的重要指標，具前瞻性預警功能，可協助提早發現白蝦養殖水體中的潛在危害，並即時調整管理對策。預期感測器規格：H₂S 採用氣態單一模組，預期 H₂S 為電化學式，並與水質感測參數提供頻率相同。
3. 智能異常偵測與即時通報機制:透過 AI 演算法與自訂門檻值進行異常偵測，偵測準確度達75%以上。異常發生後20分鐘內即透過 LINE、Email 或平台推播通知使用者，並自動建檔留存事件資訊（異常類型、數值、處理紀錄等）。預期異常偵測通報規格：根據傳統邏輯門檻及 ML 模型（如 Isolation Forest、LSTM），建立事件紀錄含異常類型、異常參數與數值、偵測時間、建議處理方式與處理紀錄等，並於異常後20分鐘內完成自動通知與紀錄。
4. 自動餵食控制穩定性:餵食量誤差小於±16%。支援依時間、水

質或行為參數動態調整餵食策略，餵食日誌自動同步至平台。
自動餵食模組預期規格：控制方式為 PLC 或微控制器控制藉由
電動馬達驅動餵料器，且具備支援依攝食行為、時間及水質數
據等，調節餵食量，並將其餵食資料自動記錄同步於本地平台
或雲端資料庫。

5. 震波式自動清潔模組: 設置震波裝置定時清潔傳感器，可每日自動啟動2~4次清潔週期，減少生物膜附著，提高感測準確性。預期震動規格：需符合精密或微結構晶片清潔標準，以不損害感測器為原則。
6. 模組化裝置設計: 系統架構包含水質感測模組、餵食控制模組、通訊模組與影像辨識模組，可依場域需求獨立安裝與維護，模組間以標準通訊介面互連。預期規格：個硬體設備具備模組化，就水質感測、餵食控制、影像模組等，可獨立或互連網運作。
7. AI 影像辨識與行為監控: 透過攝影機蒐集白蝦活動與進食影像，並由 AI 模型辨識活性、攝食行為與密度異常，分析結果自動回饋至餵食決策與健康警示機制。預期攝影機與分析模型規格：提供 IP66 以上並具備紅外夜視功能的 Full HD 攝影鏡頭，且可具分析模型 CNN 架構或 YOLOv8 以上、EfficientDet 演算法作為前端辨識模型，應用分析白蝦活動量及攝食狀態與密度分佈及聚集或離群行為。
8. 雲端資料同步與圖像化查詢: 所有感測與餵食資料自動上傳至雲端平台，支援即時查詢、趨勢圖分析與資料導出，提供研究與管理依據。資料同步預期設計架構：每筆感測參數與影像畫面支持實時傳輸，並藉同步確認機制，進一步驗證資料成功同步，雲端平台則使用 AWS、Azure 結合本地端 NAS 及 Web UI 架

構(依管理者需求切換)，並於傳輸過程採用 TLS/SSL 加密，保障資料不被竊取或竄改。

9. 資料儲存與備份機制:本地與雲端雙備份機制，保證資料(包含影像資料)保存期至少一年，支援自動備份排程與手動匯出，確保資料不遺失並可供溯源查詢。資料儲存與備份預期方式：提供本地端與雲端備份兩種機制，本地端應寫入工業 IPC 並具備 SSD 及 UPS 不斷電系統，以支持網路中斷時也可於本地儲存至少7日數據資料，其於物聯網時資料同步至雲端資料庫保存，且提供匯出支援格式 CSV、Excel，考量影像資料容量，活動影像保留30天，分析關鍵片段則保留至少一年以上。
10. 使用者介面與現場操作終端:提供工業級 IPC 主機作為現場操作與顯示介面，具觸控功能與簡易操作導引，可直接監看水質數據、異常事件與設備狀態。
11. 設備安裝與維運彈性:感測與控制模組具備 IP65防水等級，可應用於室內外潮濕環境，支援太陽能供電或110V/220V 電源，適應多種場域部署需求。
12. 擴充性與跨系統整合能力:支援 RS-485、Modbus、MQTT 等常用通訊協定，便於與其他監控系統或平台整合，具備長期擴充應用潛力。

肆、試作或實證場域及範圍

本提案將於國立嘉義大學蘭潭校區溫室進行實證，場域地址為嘉義市學府路300號。於該場域中執行自動化餵食與水質監測系統以及網路攝影設備建置，並進行相關設備之整合測試與數據蒐集。透過此實驗場域可驗證系統於實際農業環境中的穩定性與可行性，並

蒐集高完整性數據，作為後續功能優化與擴充應用的基礎。



圖3 國立嘉義大學蘭潭校區實證場域



圖4 國立嘉義大學蘭潭校區場地照片實證場域

伍、提供行政協處內容

為確保試作順利推進，計畫將依賴本校提供多項行政與場務協助。首先，協調可使用之模擬水槽場域與相關設施，並支援水槽空間規劃、電力供應與網路連線建置。其次，於系統建置期間，協助感測器裝設、設備調試與現場測試作業。另將安排定期會議，協助研究團隊檢視試作進度、進行技術問題討論與必要之資源協調，確保試作流程順利完成。

陸、預計期程

（補助合約生效後 4 個月內完成，最晚不超過 114 年 11 月 30 日）

總時程：補助合約生效日至 114 年 11 月 30 日。

主要里程碑：

1. 114/07/31前：完成使用者需求訪談、系統功能規格書撰寫，確認實證場域與現地環境條件。具體以實際人工養殖經驗標註影像為標準，後續可用以比對 AI 辨識結果，提供擷取 ≥ 60 張實際白蝦行為照片影像，以人工標註白蝦活動力與攝食行為。
2. 114/09/30前：完成水質感測模組、震波式自動清潔模組、自動餵食控制模組與 IPC 工業電腦設備安裝，完成資料串接與通訊測試。於安裝完成後實行作動測試，具體包括驗收實體設備清單、現場測試作動錄影、軟體介面操作驗收等，相關場域實證。
3. 114/10/20前：完成雲端平台整合作業，包含水質數據即時顯示、異常預警、餵食紀錄與影像分析功能模組，並進行系統穩定性測試。其感測參數值與校內實驗室化驗值(或檢測儀器)進行誤差分析，容許誤差範圍應於 $\pm 8\%$ 內，並加以模擬異常情境觀察，實際系統反應與通報時間，反應時間需於 ≤ 20 分鐘。自動餵食模組由場域操作人員驗證系統秤重，以連續5日設定餵食量，與實際落料量進行重量比對

紀錄，確保落料作動精度穩定，確保餵食誤差值於±16%內，並產出效能驗證誤差分析報告。

4. 114/11/20前：完成使用者端操作說明撰寫與教育訓練，依場域使用情形優化系統功能與介面，並完成最終整合測試。

5. 114/11/30前：完成成果報告與佐證資料彙整，配合進行期末結案驗收作業。先前提供擷取之≥60張實際白蝦行為照片影像，以人工標註與 AI 影像模型標記加以分析比較，驗證判讀白蝦活動辨識、攝食行為結果，準確率需達≥75%以上。

柒、預期效益

透過本計畫開發之白蝦養殖管理系統，將整合水質感測、自動餵食、雲端管理及介面操作等功能，強化養殖過程中各項環節的即時掌握與科學化管理。結合一對多水質感測設計、震波式自動清潔功能與操作介面，提升整體系統的穩定性與易用性。新增硫化氫（H₂S）濃度感測功能，透過監測水中 H₂S 含量，反推潛在硫化物濃度累積，作為底泥惡化與毒性風險的重要指標。未來亦可透過資料積累，進一步推動 AI 預測與智慧化養殖應用。

本計畫預期可帶來以下效益：

1. 優化養殖作業流程：整合水質監測與餵食控制，簡化養殖日常作業流程，減少人工負擔並提高操作準確性與穩定性。
2. 提升異常狀況應變能力：透過即時監測與主動通報機制，協助使用者即早掌握養殖異常並採取對應措施，有助於風險控管與損失降低。
3. 強化資料管理與系統擴充性：系統具備雲端備份、圖像化查詢與模組化擴充能力，提升資料保存完整性與應用彈性，未來可因應不同場域需求進行調整。
4. 奠定智慧化養殖發展基礎：藉由建立異常資料紀錄與環境監測基礎資料庫，為後續 AI 應用開發提供依據，逐步邁向智慧養

殖與精準管理。

5. 推動產業數位轉型與技術升級：本系統可作為智慧化管理應用示範，促進科技導入農漁業場域，提升整體產業技術水準與管理效率。

6. 本系統技術未來在其他養殖種類、規模等，可擴展性與潛在應用，預期發展主軸技術採用模組化、分層架構設計，實際可依養殖種類與場域需求調整套用，具備良好擴展彈性，說明如下：

模組	核心功能	具備獨立 部署與否	可調整性 與否
<u>水質感測模組</u>	<u>DO、PH、ORP、WT、超聲波清潔</u>	<u>是</u>	<u>是</u>
<u>硫化氫感測模組</u>	<u>H₂S、超聲波揮發</u>	<u>是</u>	<u>是</u>
<u>AI 影像辨識模組</u>	<u>生物活動行為、攝食反應</u>	<u>是</u>	<u>是</u>
<u>自動餵食模組</u>	<u>投餵時機與量控制、日誌紀錄</u>	<u>是</u>	<u>是</u>
<u>雲端監控與預警模組</u>	<u>資料同步、線性圖分析、異常通報</u>	<u>是</u>	<u>是</u>

其他水生生物養殖應用潛力分析：

養殖物種	可應用模組	說明應用潛力
<u>淡/海水魚類</u>	<u>水質模組、影像模組、餵食模組、雲端 監控與預警模組</u>	<u>魚類游動行為與攝食辨識 邏輯相似，餵食量與頻率 同樣重要</u>
<u>其他蝦類</u>	<u>全模組整合</u>	<u>與本計畫物種白蝦養殖方 法學相近，其相關活動量 與食餌數據，可作微調 後，迅速套用。</u>
<u>蚵/貽貝等貝類</u>	<u>全模組整合</u>	<u>同為底棲性物種，就水質 變異與底泥毒性物質是育 成關鍵，即時警示與精準 投餵量對作物收成影響重 大。</u>
<u>水產育苗場</u>	<u>水質感測模組、硫化氫感測模組、雲 端監控與預警模組</u>	<u>魚蝦苗期密度極高，易受 毒物或缺氧影響，可導入 水質感測與判別警示。</u>
<u>RAS 室內循環水養殖</u>	<u>水質感測模組、AI 影像辨識模組、自 動餵食模組、雲端監控與預警模組</u>	<u>因場域水體循環，水質即 時變化與殘餌呈現閉環狀 態，需嚴格控管。</u>