

農工跨域研發實踐 與 AI 賦能共創

撰文 | 工業技術研究院中分院 李士畦、農業科技司 黃明雅

前言

農工跨領域合作模式，核心在於將工業端先進技術（如晶片、AI、精密機械）直接對應農業生產現場，讓工業與農業深度融合。其發展初衷立基於農工合作解決創新方案（Agri-Industrial Total Solution），並以智慧生產協作系統、智慧工具及農工機器人作為「以終為始」之發展目標。

傳統農林漁牧產業技術傳承，正是AI賦能重要方向。在提問能力、思維能力與創造力日益關鍵的時代，重點並非以AI取代農民思考，而是善用AI的農民，未來將更具競爭力。因此，科技農工所需要的，是一種以軟體驅動硬體之破壞性創新組合，讓鍵盤與鋤頭之結合，成為現代科技農夫不可或缺的生產工具。簡而言之，農業生產從自動化邁向智慧化的過程中，人工智慧將成為核心關鍵，尤其在面對韌性生產需求時，更是不可或缺的系統性解方。

從物聯網（Internet of Things, IoT）到人工智慧物聯網（Artificial Intelligence of Things, AIoT），從無人機（Unmanned Aerial Vehicle, UAV）到農工協作機器人（Agri-bots），以及通訊系統由Wi-Fi、5G延伸至低軌衛星，其背後所需的核心技術，都仰賴AI與晶片（Chip）的高度協作。其中，「跨域研發」是軟硬成功整合之關鍵，「優質平價」是拓展全球市場之重要利器，而「有感、易維修」則是推動國產化發展之重要目標。

跨域研發實踐的過程與目標

農工合作具體實踐跨領域研發，奠基於2018年由農業部農業科技司與經濟部產業技術司共同推動之「農工合作機制」，此機制促成雙方所屬研究機構整合各自核心量能，逐步建立穩健之研發夥伴關係。自2023年起，配合第二期智慧農業「精準、協作、普及」目標，農工合作進一步明確定位，以「平價優

質」為發展核心，運用工規、車規之國產零組件，開發低成本、易維修之三電系統及電動農機具，提升智慧農業設備的實用性與普及性。自2024年起，亦配合行政院推動之「晶創臺灣方案」，將國產晶片與 AI 算力轉為農工協作關鍵動能，逐步建立包括如邊緣運算（Edge Computing）、電力控制與邏輯計算晶片、新能源、印刷電路板（Printed Circuit Board, PCB）設計、驅動器控制等應用於農漁畜領域的整合支援基礎，並廣泛應用於農、漁、畜等產業領域，強化智慧農業跨域整合與自主供應鏈能量。

近3年來，農工雙方持續整合既有核心控制晶片技術，並導入跨領域產業生態系供應鏈的發展概念，逐步推動無人化科技成為「次世代智慧農業」之重要發展方向。這些核心能量之建立，已進一步支援中小型農業場域之智慧化應用，包括畜禽舍、設施養殖場、破碎化農地及亞熱帶溫室等環境，並帶動先進設備、具備3D通訊與聯合控制能力的農機、無人機，以及農工協作機器人之研發應用。同時，也延伸至生物質（Biomass）循環材料與農業剩餘資材再利用之低碳智慧製造設備開發，逐步形成兼具永續與智慧化之新型農業生產模式。此一發展方向，亦明確展現臺灣在中小型、高彈性與高適應性智慧農業系統上之特色定位，與歐美以大型智慧機具及大型化系統為主之市場發展路

徑，形成具差異化與互補性之競爭優勢。

韌性生產思維與AI賦能共創案例

「韌性生產」是近年為因應極端氣候、農業缺工、地緣政治等國際情勢下發展出來之重要思維。智慧協作方面，其核心目標在於運用數據平臺串接預警系統、協作機器人與自主移動載具，建立具前瞻性與穩定性的農業生產支援體系。這也呼應經濟部所屬工研院與農業部各試驗改良場所近年積極推動科技農工跨域合作的實踐方向。具體而言，透過感測（Sensing）、監測（Monitoring）、決策（Decision Making）與預測（Prediction）等核心功能的整合，並搭配具共通性與模組化特性的智電化（Smart Electric）機械組合，以及農工協作機器人（Agri-bots），可進一步建構AI韌性協作農業的重要基礎。此一發展方向已納入工研院於2025年發布之「2035技術領域發展策略藍圖」，成為未來十年技術發展與產業化推動的重要指引。

跨域實踐方面，目前已透過農業試驗改良場所、學研機構及業界所提供之概念驗證（Proof of Concept, PoC）場域，逐步展開新型態設備與系統於實際田間及生產環境中之可行性測試，應用場域涵蓋農場、養雞場、乳牛場及水產養殖場等。後續並可結合MVP（Minimum Viable Product，最小可行

性產品）與產業生態系推動概念，持續進行市場驗證，作為關鍵賦能技術落地與產業化發展之重要接續目標。

以軟體帶動硬體

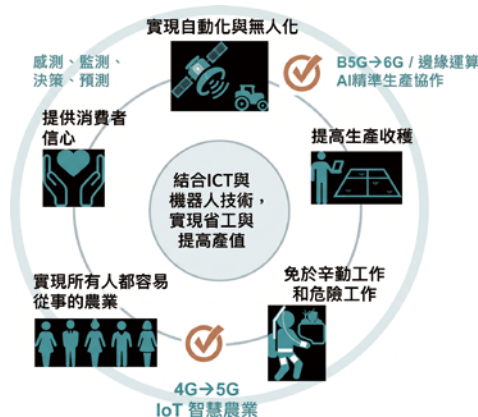
發展國產零組件之核心思維

以國產零組件組裝之控制系統為例，透過自主設計與在地化整合，已逐步達成技術自主、市場導向及維修便利等目標，並可針對穩態量產及災害防救需求，如天災應變、病蟲害監測與預警等，提供即時且有效的協作支持；智慧控制與軟硬整合方面，則可透過邊緣運算結合通訊整合、電力輸出控制及關鍵晶片模組，建構具指揮調度功能之智慧控制系統。此系統除可串聯農工協作機器人、通用型自主載具、無人機及M2M（Machine to Machine，機器對機器）通訊功能外，亦能進一步提升人工智慧於科技農業場域中的整合、協作與應用效能，強化農業生產系統之韌性與智慧化程度。。

農工合作架構下的AI賦能

共創協作案例

工研院近年在農工合作框架下，已逐步擬定由「數位轉型」邁向「智慧協作」之核心戰略推動架構，涵蓋農業從業人員健康安全、勞動環境改善與農村人力不足等關鍵議題，並以實現省工化、高效率與高產值之農業生產模式為整體目標。其中，「生命情境之農業生



農工合作框架下之數位轉型戰略推動。（資料來源：工研院）

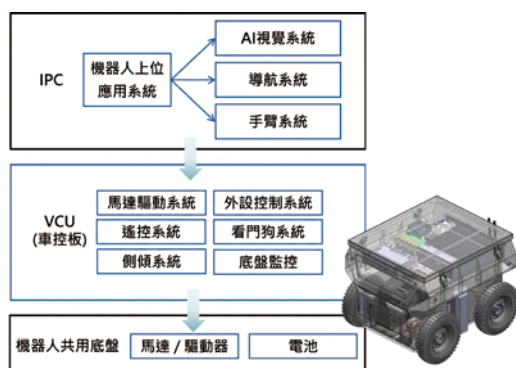
產」結合「精準協作之工程組合」，可視為農工跨域合作實踐的重要核心價值。

以人工智慧結合作物整合管理系統（Integrated Crop Management, ICM）為例，該技術係由高雄區農改場與工研院合作研發，透過「預防勝於治療」之理念，建構「AI決策代理人系統」，用以支援韌性生產管理。此系統並可整合「綠色防治資材」與「土壤生態消毒」等服務，將過去智慧農業中較成熟之「環境監控」業務，進一步提升為結合智慧聯網（AI + IoT, AIoT）之「病害預警與防治」綜合性服務。目前相關系統已於海外市場展現初步應用成果，後續並將推動成立農業服務新創企業，且已獲2026年工研院投審會通過。

在「智電共用底盤建構無人化協作體系」方面，則可以臺中區農業改良場與工研院合作開發之「自主移動底盤」為例。該底盤具備高度地形適應性，並



作物整合管理系統（ICM）與自走無人載具已進入智慧化賦能與技術移轉階段。（圖片來源：工研院）



農用AMR（Autonomous Mobile Robot）的架構。（圖片來源：工研院）

透過AI邊緣運算邏輯晶片組，搭配精準動力控制系統，逐步建立低碳排、自動導航與智慧感知所需之穩定數位控制基礎。透過「人機分離」之作業模式，過去具有較高健康風險的田間噴藥作業，可轉由自主移動之智慧載具執行，降低農民暴露於農藥環境中的風險；同時，亦可延伸發展為具備即時病徵偵測能力之「智慧型田間植物病害巡檢員」，進一步強化田間管理之即時性、精準性與安全性。

由於自主移動載具需即時感知周遭環境並執行指定任務，其上位應用系統與底盤控制架構通常須整合多種感測器與系統模組，因此數據通訊與系統整合能力扮演關鍵角色。透過建立適用於農業特殊環境之AMR（Autonomous Mobile Robot，自主移動機器人）驅控中樞VCU（Vehicle Control Unit，車輛控制單元）整合能力，將有助於掌握農業自主載具產品之核心技術與市場主導權。

以工研院與畜產試驗所合作開發之清糞與禽舍管理機器人為例，即導入此一整合型架構概念，透過具耐候性防護設計之晶片組與AI控制程式組，滿足全程智慧導航與避障作業需求。當污穢物滿載或電力不足時，機器人可自動返回母站進行卸載與充電，實現不中斷連續運行之目標。此系統除可大幅降低人力需求外，亦有助於改善畜舍環境，進而提升動物福祉。

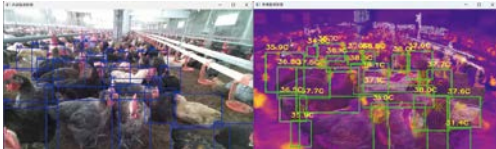
此外，該系統亦可搭配AI聲紋辨識技術，解析乳牛叫聲所傳達之訊息，例



PCB 電路板、功能晶片組、耐候型優質感測器與AI智慧控制等自主軟硬整合能力的建立，讓臺灣的科技農工展現了國際競爭力。（圖片來源：工研院）

如情緒變化、異常狀況及母牛分娩預警等，作為輔助畜牧管理者進行即時判斷與決策之工具。整體系統採用臺灣製造之晶片、共通底盤模組及周邊設備，成本相較國外同級產品可降低約3成，並展現快速客製化、品質穩定與價格優勢等國際競爭力。

前述發展方向，反映出人工智慧輔助下次世代韌性生產與智慧協作之趨勢。以禽舍管理為例，面對缺工、環境維護與全天候健康監控等需求，具備墊料翻攪、24小時健康監測及病斃家禽移除等功能之AI多工協作機器人，已成為產業高度關注之重要發展方向。在這些「無人化」應用推進過程中，均需結合國產邊緣運算邏輯晶片、電力管理晶片、次世代M2M（Machine to Machine，機器對機器）通訊技術，以及作動控制晶片等關鍵模



24 小時巡場的禽舍管理機器人，搭配邊緣運算可取代 30% ~ 50% 人力需求，也適用國際規格家禽養殖場輸出。（圖片來源：工研院）



日本青森縣與臺灣高雄場域同時進行 POC 場域驗證（溫/熱帶）的 AI 噴藥、授粉與採摘機器人。（圖片來源：工研院）

組，形成可擴充、可維修且可快速客製化之技術組合。工研院在農工跨域合作基礎上，參考既有產業標準，期盼進一步成為多元協作機器人共通模組與智電化技術發展之支援團隊。

未來，包括蔬果採摘機器人、授粉機器人，以及類似《WALL-E》進階概念之AI禽舍管理機器人，均可延伸至清淤、巡場、餵飼等畜產與養殖作業支援系統。透過晶片創新、機電整合與共通底盤模組之發展，將有助於打造無人化農業之核心技術基礎，推動農業生產朝向更智慧、更安全且更具韌性的方向發展。

工研院在產官學各界支持下，於 2023 年成立「臺灣農機電動化產業策略聯盟」，促使三電、製造與機械等領域業者有機會進一步投入電動農機供應鏈，共同推動農業機械朝向電動化、智慧化及無人化發展。在此一發展進程中，產業公協會成員間的跨領域互助合作亦是關鍵，包括協作體系之標準共享、生產鏈互利與技術模組共用等，均

◎提升產業競爭力◎降低營運風險◎強化市場信任◎加速協作機器人發展進程



跨領域公協會與學研合作是加速產業化之關鍵。(圖片來源：工研院)

可作為形塑新興產業生態系的重要韌性解方。

此外，農業部與經濟部為持續深化農工合作，業於2025年11月舉辦「農工合作推升智農2.0」跨域研發成果展示暨技術交流活動，邀集跨部會農工領域專家共同參與，聚焦新興科技於農業場域之跨域應用，並透過成果展示與技術交流，促進農業與工業領域研究人員持續投入農業AI技術及智慧化設備研發。

未來，期能藉由此一農工協作平臺，協助農民降低生產成本與作業風險，提升農產品品質與生產效率，並強化我國農產品於全球市場之競爭力，引領臺灣農業智慧化發展邁向下一個重要里程碑。

結語

當AI逐漸成為次世代智慧農業重要

賦能工具，掌握「以軟體帶動硬體」之客製化整合能力，將成為未來產業發展之關鍵。農工合作計畫透過「標準模組、智慧控制核心、通用型硬體及跨領域產業鏈」等核心推動要素，無論是朝向「優質平價」或「優質獨特」之發展路徑，均可在智慧製造與農業生產融合過程中，以農、漁、畜產業知識為主導，快速整合AI、VCU、自主移動載具(AMR)、次世代通訊技術及國產零組件等跨域供應鏈資源。

未來，隨著農工協作體系逐步成熟，農業從業者將可進一步享受到「以工輔農」所帶來之高效協作效益，包括降低作業負擔、提升生產效率、強化場域應變能力及提高產業韌性等。為持續推動智慧農業技術落地與產業化發展，政策資源之穩定投入與跨域協作機制之深化，亦具有高度必要性。🌱