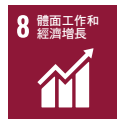


智慧農力提升 產業永續發展

第一期智慧農業綱要計畫亮點專輯





新農業革命 農工跨域合作，攜手推動智慧轉型

農工跨域與創新服務執行團隊

種豬評鑑場常見工作人員忙著趕豬、量豬和記錄的場景，不但費工費時，還有不準確的情形發生；現在只要一臺「3D自動量測種豬體型機」，15秒就能完成豬隻體型指標量測，省時省力又準確！土壤肥力與作物生長息息相關，現行檢測方式繁複又耗時，現在有一種本土化的土壤快篩試劑，只要30分鐘就能完成檢測，準確率達七成以上，而且非常便宜！這些情形或場景都不是夢，因為先進科技的介入，讓過去無法想像的工具與技術，進入農業生產管理現場。農工跨域合作彷彿是一場新的農業革命，不但節省能源、人力，提升作業效率，也帶動臺灣農業智慧轉型。

「農工合作的目標，是在尊重與互信的基礎上，開發互惠雙方的技術設備。農方需要的是耐候性高、農民負擔得起的技術產品，工方則需要將工業技術拓展更多領域應用。」農委會科技處科長湯惟真一席話道盡平臺互動互助的重要性。觀諸國外智農發展即是跨領域，像是智慧機械、人工智慧、感測器等設備或技術的引入，對農業都非常有幫助；然而，農工各有專業，領域不同、語言不同，要談合作常常雞同鴨講。有鑑於以往農工之間多是委辦性質的單打獨鬥，雙方難有交流，農委會科技處從2019年起和經濟部技術處合作，搭建農工平臺

進行跨域溝通與合作，將長期以來農業專家在各場域發現的問題，透過平臺交流尋求工研院的技術支持。

工業技術設備軟硬兼施 助攻農業智慧轉型

在平臺建立之前，農方不易了解工方的技術，且各部會執行預算各有各的架構，成果智權如何管理也是問題，使得過去農方人員在投入智慧農業研究時，僅能以現成感測設備研究，卻往往遇到場域不合用、維修困難、不耐高溫高濕、不適用等問題，需要曠日廢時地一一排除，這也凸顯「硬體設備供應鏈的建構」與「軟性知識跨領域的合作」整合的重要性。平臺建立之後，農工就可以互相交流微調彼此的認知，而「軟硬兼施」便是農工跨領域合作重點之一，創新的工業技術落實農業場域，並且在種豬性能檢定站拍賣場及農作物補光中等農業現場實踐，不但省時、省力、省工，還能提升效率與產值，符合聯合國SDGs第9項「工業化、創新及基礎建設」，以及第8項「合適的工作及經濟成長」之目標。

一、電腦也會挑種豬 種豬體型自動量測

根據農委會統計，養豬產業是我國農業單項產值最高項目，每年高達近新臺幣710億元，占年度畜牧產值43.55%、農業產值13.91%。農委會畜產試驗所（畜試所）助理研究員朱家德表示，目前種豬一年拍賣收入總計為4,000萬元，影響我國下游養豬產值甚至可達30億元。由此可見，種豬體型挑選關係著後代豬隻屠體肉量及養豬戶的直接收益，一旦有精準育種科技的導入，就可測量種豬成長期的體型變化，進而預測種豬各部位肉量資訊。但目前種豬檢定站的挑選方式，完全依賴人工量



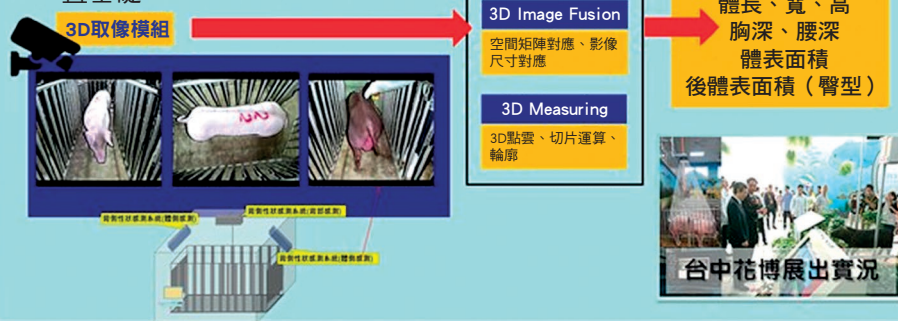
❖ 3D豬隻體型量測機，單人操作完全自動化。

測，以及專家經驗知識的判斷；專家固然很厲害，經驗傳承卻青黃不接，因此畜試所和工研院合作思考，是否可藉由設備將專家的經驗數據記錄下來，以種豬檢定站需求項目為基礎，開發全球第一組「3D自動量測種豬體型」系統。

這套非接觸式量測系統是以工研院3D光學量測技術為基礎，整合上游硬體業者的硬體設計製造，與下游軟體業者的UI介面，兩年內就完成3D豬隻量測系統的整合開發；最厲害的是，只要短短15秒內就可完成7項體型性狀量測，包含體長、後寬、體高、背體表面積、胸深、腰深及側體表面積，系統辨識率高達95%，不用套豬鼻、可以單人操作機臺、量測作業完全自動化，比傳統人工量測降低30%人力成本，同時節省約75%的量測作業時間。值得一提的是，系統前後都是自動門，豬隻可自由活動站立不緊迫，免去傳統趕豬、量豬及記錄所需的人力。此外，量測體型機還可以移動，量測空間具有升降功能，不受場域及豬臺高度的限制，可彈性移動到其他豬場使用，幫助掌握優良種原。這是臺灣發展智慧養豬的領

3D體型感測系統

- 多角度（背部+體側）3D影像融合量測，提供七項成長數據資料
- 降低1/3的檢測人力投入，單系統標準化量測，提供體型優良資料庫建置基礎



❖ 3D豬隻體型量測系統，15秒完成7項體型性狀量測。

航新機器，使用人工智慧挑選高大型種豬，協助養豬產業從源頭便開始掌握關鍵成功基礎。

二、農作物智慧補光 生長及節能效率UP

每當冬季光照不足，如在溫／網室內，或因應產期調整，農作物常常得用高壓鈉燈或水銀燈具（投射燈或天井燈）及螺旋燈具等進行補光。然而作物所需的光照強度不一，不同生長階段對光的需求也不同，但受限於傳統燈具的發光結構與固定光譜，不但用電成本高，還會影響作物的生長品質。「作物心裡的苦只有農業專家才知道！」工研院中分院經理吳信茂認為，臺灣LED相對省電，生產技術成熟，成本也比較低，可搭配人工智慧，依照不同作物的補光需求，來進行最適化的調整與控制。因此，2019年農工平臺集結臺中區農業改良場、農業試驗所鳳山分所、臺東區農業改良場，以及工研院中分院等四個單位專家組成跨域團隊，針對洋桔梗、印度棗與釋迦，設計3款LED

補光燈具，可搭配作物生長期及開花期，給予不同波長、頻率或強度的光。藉由LED的省電特性及可調性等優勢，讓每一度電都不浪費！

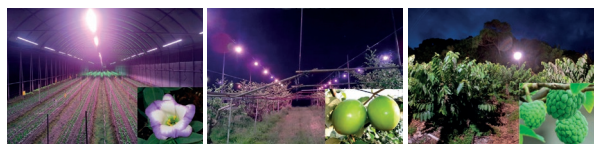
同時，為了掌握數據和規則，研發團隊還在彰化、高雄與臺東的溫網室和果園驗證測試，3年下來，最後建立前述三種作物的智慧補光專家規則庫，讓燈具可以依照作物的生長變化自動調整補光模式，達到省電20%以上、產值提升10%以上的效果。臺中區農業改良場副研究員蔡宛育說明成效，洋桔梗秋冬季栽培使用智能補光技術，可提早開花、促進開花率、盛花期也比較集中、提高切花品質和採收率、增加切花長度19%及單枝總花數81.6%，商品的價格也跟著水漲船高。經過進一步計算，只要3~5年內就可以回收相關建置成本，不但農作物長得好，農民也能安心在家，省錢、省時又省工。目前農工團隊已將先期技術授權給2家工業廠商，並逐步建立新型設備供應鏈，可以說是農民的一大福音。

特色&效益

- 減少補光耗電量20%以上。
- 相較既有栽培提升10%以上產值。



實品展示圖



洋桔梗、印度棗、釋迦實驗場域



❖ LED智慧補光，一度電都不浪費，作物長大開花結果。

農工專家智慧結晶 土壤檢測、農噴作業省時又省力

一、土壤肥力快篩

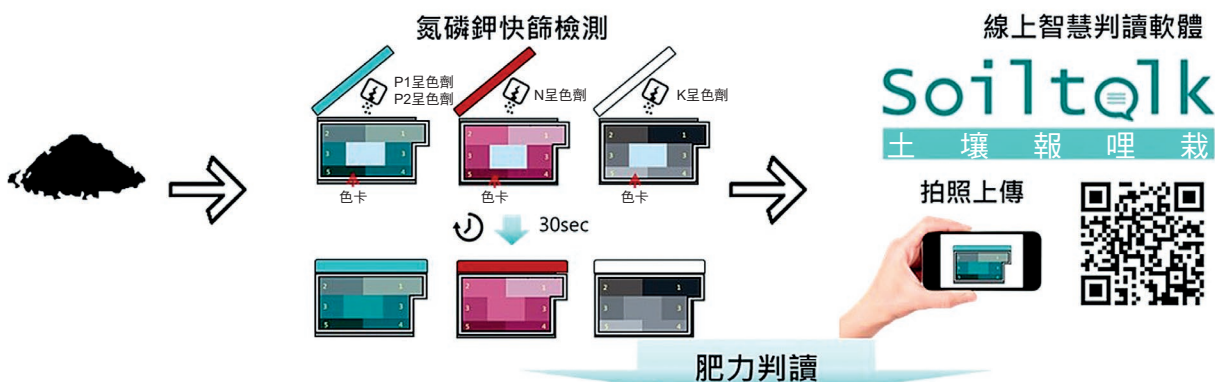
本土試劑便宜快又準

土壤肥力就像人體營養，太肥或太瘦都會影響健康。氮、磷、鉀是植物生長所需的重要養分，各家土壤肥力不同，作物需求各異，何時施肥？施什麼肥？比例如何？農委會每年受理檢測的案件高達3萬件，然而，現行檢測方式繁複耗時，而且常得耗時半個月以上，等到檢

測報告出爐後，早已失去施肥良機。國外雖早已有土壤肥力快篩試劑，但是數值指標並不適用於臺灣土壤。工研院材料與化工研究所經理黃靜萍認為，快篩試劑是很好的工具，但如果沒有搭配地域特性，對農夫的效益不大。農試所副研究員林毓雯也強調，唯有開發本土化的快篩試劑，才能協助推動「合理化施肥」這個重大目標。這樣的想法因專業領域不同，一直苦無機會投入，直到2017年遇到黃靜萍與資深研究員蘇秋瑋，雙方一拍即合。

2019年工研院與農試所展開合作，投入本

簡單&快速獲得土壤肥力資訊



磷肥極高

快篩結果

磷肥快篩
判讀**成功**

色階	相似度	肥力/參考建議
5	98%	極高/減肥

氮肥極低

快篩結果

氮肥快篩
判讀**成功**

色階	相似度	肥力/參考建議
1	94%	極低/增肥

鉀肥適中

鉀肥快篩
判讀**成功**

色階	相似度	肥力/參考建議
3	94%	適中

❖ 土壤肥力報你知，精準施肥，省錢省工疼惜土地。

土化的土壤肥力快篩檢測。3年合作以來，工研院以國內土壤特徵成份分析資料庫及廣效萃取液的開發為基礎，開發土壤營養源快速檢測套組。套組包含萃取試劑、營養源試劑、呈色盒及色卡等配件，透過取土、萃取、反應、呈色、比色等步驟，就可獲知土壤所含植物營養三要素—氮、磷、鉀成分含量。操作方法很簡單，將田地土壤放入萃取瓶中加水，再加入萃取試劑，搖晃1分鐘然後靜置30秒後，可得到融出氮、磷、鉀的澄清液體，再放入呈色盒，放入呈色試劑，觀察顏色的深淺變化，只要30分鐘，就能知道土壤的氮、磷、鉀濃度。更貼心的是，農工團隊除了設計專利呈色盒與調配特殊呈色試劑，還考量到農民是否能夠用得起且操作方便。未來量產後每批次（氮磷鉀各一次）快篩成本可望控制在50元上下，檢驗時間更只需要15~30分鐘就可完成，準確率達70%以上；對比國外套組售價1,000元，可檢測10次，平均每次價格100元，可以說是更便宜、快速又準確，而且未來量產還有望再壓低成本。據估計，土壤快篩試劑如供應國內30萬公頃旱田耕作農地全面使用，每年將至少可以節省3億元的肥料成本。

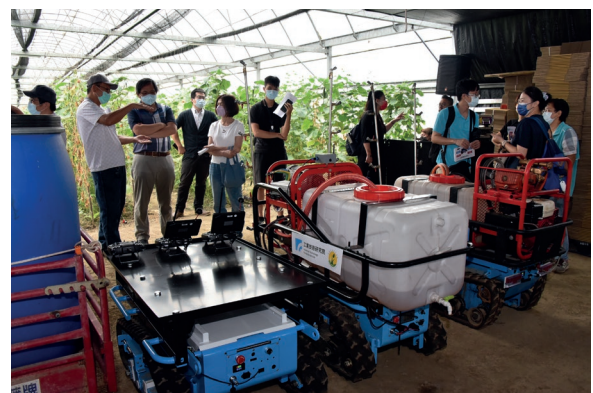
目前工研院已經開發完成線上智慧判讀軟體，農民只要將呈色拍照上傳，系統即可自動判讀，避免肉眼比色可能產生的辨識錯誤，提高快篩檢測準確度。蘇秋瑋補充，系統結合影像AI辨識技術與雲端專家資料庫，用手機拍照上傳雲端就可獲得土壤肥力的分析結果，「農民不用肉眼比對到脫窗！」有了這款本土化的土壤快篩判讀系統，未來只要用手機輸入作物種類，搭配拍攝取得的快篩結果，就可以馬上獲得補肥或減肥的回饋建議。以精準投入肥

料，避免過度施肥造成不必要的浪費、汙染及作物肥傷、土壤酸化、排碳增加等問題，符合聯合國SDGs第12項「責任消費及生產」，落實愛護土地與永續發展的目標。

二、農務好累招嚟人 平價噴藥車省時又省力

豔陽高照下，農民扛起農藥噴霧器，一邊注意農藥有無均勻灑布，一邊還要注意安全、避免中毒，這是過去人們印象中的噴藥場景。農業人口老化，使用人工噴藥方式，1天只能噴1甲多的農地，造成人力相當大的負擔。2021年工研院與高雄區農業改良場合作開發一款「智慧化複合式巡場噴藥移動裝置」，以傳統農機底盤與噴藥方式，搭配嵌入式系統，只要使用手機、電腦或遙控器遙控，就能輕鬆上手。「原本作業1分地的田大概要花2個小時，我們使用這臺裝置實際測起來大概15分鐘就噴完了，而且人也不用進去」，工研院中分院經理柯文清強調：「價格不會高於現有農機的50%！」

這臺平價的複合巡場噴藥車，車體可載重250公斤以上，空載爬坡可大於15度，只需手持遙控器，就可讓載具前後左右移動，如



❖ 複合巡場噴藥車，操作簡單，一支手機就搞定。

同操作遙控玩具車般容易上手，而且操作人員農藥霧滴接觸風險幾乎是零。高雄區農業改良場場長戴順發表示，噴藥車可同時雙邊噴藥，噴霧壓力夠大而且能噴到葉背，相較於傳統的牽管噴藥設備，毋須來回走動，減少降低一半人力、節省6成時間及1成水（藥）量。更實用的是，為了提升田間使用性，車體採模組化設計，可快速更換電池和維修；農噴作業結束後，噴藥模組卸除還可作為搬運車使用，結合多功能於一臺車。

同時，考量臺灣多以小農經濟為主，工研院中分院副執行長李士畦堅持，力求提供農民負擔得起的設備，車體零組件大量採用國內成熟產品，落實維修在地化與價格普及化的目標。現在，透過工研院研發的複合巡場噴藥車，農民只要在100公尺外遠端遙控，就能輕鬆完成噴藥工作，裝置還能載重超過250公斤，不但解決從農人口老化及人力不足的問題，還可提升農民的噴藥安全；就代噴業者來說，更可在短時間內完成大面積噴藥。除了節時省工外，也提供農民更多噴藥器械的選擇，大幅提升農事作業的安全性與從農意願，可說是農工跨部會合作的心血結晶。

打造跨領域應用基礎 創造農工合作之產業價值

近年來臺灣農業人口不但大幅減少，平均年齡也超過65歲，加上氣候變遷影響，未來農業的形貌與現在勢必大不相同，要如何跨越氣候變遷、缺農、缺工、缺人等重重關卡，很重要的元素是「科技」！農工跨域合作就是將經濟部工業技術跨領域到農業來，因此，每個計畫都是由一個農業團隊搭配一個工業團隊，農



✦ 遙控噴藥好輕鬆，病害防治免煩惱。

工雙方除了需要調和共通語言，跨領域合作智權管理模式更是重中之重！由於農工合作計畫樣態多元，兩部會研發成果管理制度各異，如何讓研究人員在各自制度規範下安心合作，分享知識與共創新科技，是跨域合作的重要基礎。

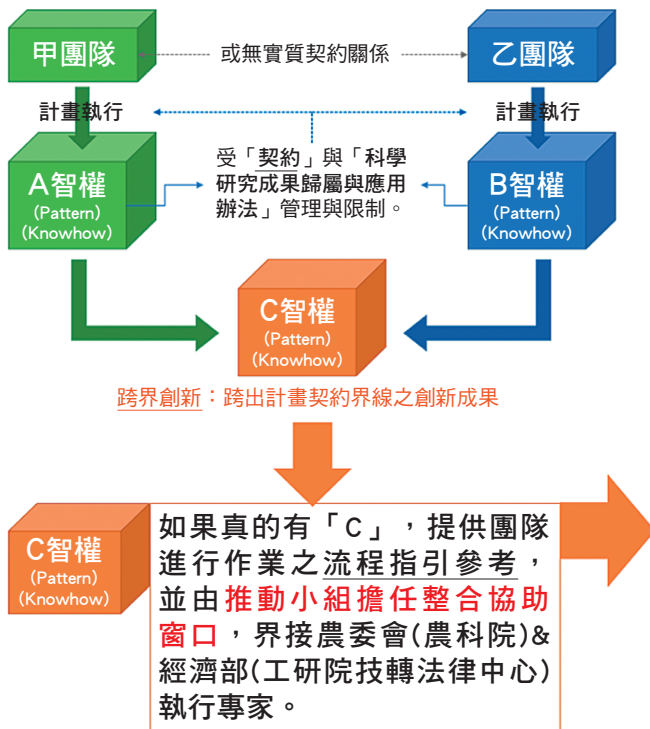
工研院中分院副執行長李士畦回憶，2019年初雙邊部會正式開始投入資源，大力推動農工跨域合作研發，每一個研究案都是one by one（一對一），有農業專家也有工業專家，一方面導入各自優勢，另一方面則是針對共同題目，進行雙邊共同合作，最終才能創造新成果。當時農委會就特別提醒：「要有一套跨領域成果智權管理制度，雙方合作才能長長久久！」在這樣的共識下，農工合作平臺就由工研院中分院扮演Hub（樞紐）角色，擔任跨部會服務窗口，結合農方與工方智權管理專家（農科院產業發展中心與工研院技轉法律中心），建立一套智權管理建議流程指引，提供農工研發團隊參考；同時，考量不同研究成果有不同的情境，因此服務窗口也等於是輔導顧問，貼心陪伴團隊釐清相關細節，簽定合作契約等相關文件，讓團隊沒有後顧之憂，專心解決場域使用課題。

農工跨域加速創新 串連產業建立生態系商業模式

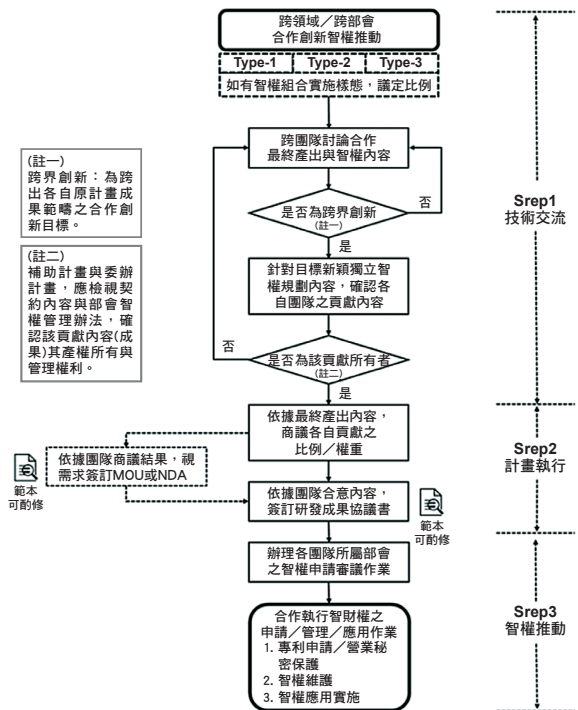
農工合作從2019年運作至今不到4年，結合系統、設備、材料等專業，以及光電技術、機電技術的整合，已經看見豐碩的成果；技術研發也橫跨農、林、漁、牧等應用，這可說是雙方研究人員「以終為始」思考核心下的初步成績單。因為在研究創新之初就納入未來應用情境與商業模式的思維，近年來開發出許多感測相關的技術，無論是針對環境、病蟲害，乃至於土壤的檢測技術，都已經達到足以量產的技術水準，獲利的不只農民，還有相關產業鏈。也正因為建立智權和商業模式等重要基礎，農工合作（跨領域）與軟硬整合（農業知識+科技/設備/元件）方式，才得以加速創

新科技的跨域應用。

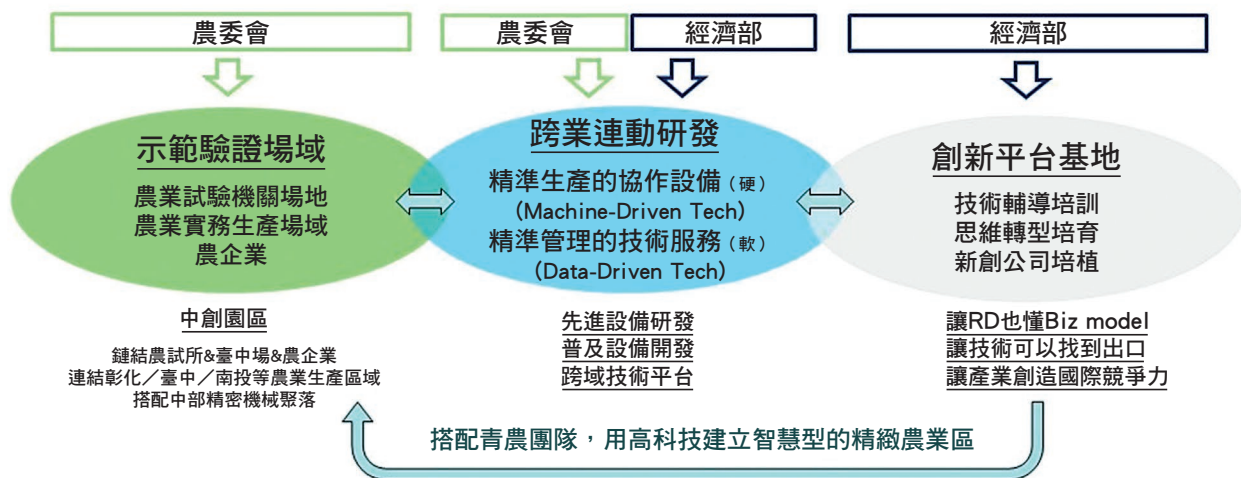
創新科技帶動新農業價值提升，與更多面向的產業跨域合作發展，建立產業生態體系，透過打造智慧感測、人機協作和循環永續等技術，推動臺灣智慧農工的發展。像是農工合作開發的「友善&循環利用之防治資材生產設備」與「田間病害診斷預測系統」，就是為了因應氣候變遷，田間環境真菌型關鍵病害（如炭疽病）日趨嚴重，農產作物一旦遇到了可能損失慘重的狀況。將智慧物聯網（AIoT）、材料化學以及預警系統整合，經AI人工智慧統計運算與分析，透過田間作物微環境的變化，預測作物的發病機率，提醒農民及早做好防治施藥，避免病害實際發生造成損失。農工團隊從技術研發到生態系商業模式，串聯產業鏈創造



農工跨域合作智權管理建議流程指引



❖ 農工跨域合作成果智權管理流程指引，是創新重要基石。



❖ 農工跨域串聯產業，成立新創發展科技服務。

互利合作，同時因應運作關鍵角色缺口－預診斷及防治性系統數位服務商，推動投資成立新創公司－智諦科農，連結跨領域合作業者，發展未來科技服務的產業整合模式，為臺灣智慧農業開創勇敢嘗試的第一步。這種跨領域的產業合作生態系，符合聯合國SDGs第17項「多元夥伴關係」之目標。

農工平臺扮演溝通橋梁，致力導入數位新科技，打造跨域產業生態系，探索農業數位

轉型的新策略與新價值。對內促使雙邊團隊相互學習，理解彼此關鍵需求與知識能量，對外則是協助農民團體與工業廠商相互認同，「有感」體會科技工業導入農業的好處。展望未來，農工平臺也將持續秉持資源共享、互利共生概念，鏈結更多產業能量，創造更深或更廣的合作契機，透過農工跨域、公私協力、軟硬整合，促使農業與工業共存共榮，帶動農業加速轉型，更將臺灣科研能量向外擴散推廣。

智慧農力提升 產業永續發展

第一期智慧農業綱要計畫亮點專輯

發行人：行政院農業委員會 Council of Agriculture, Executive Yuan

出版者：行政院農業委員會 Council of Agriculture, Executive Yuan

策劃：王仕賢、陳瑞榮、湯惟真、游舒婷

地址：100 臺北市中正區南海路37號

No. 37, Nanhai Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City 100, Taiwan (R.O.C.)

電話：(02) 2381-2991

網址：<https://www.coa.gov.tw>

執行單位：財團法人台灣經濟研究院 Taiwan Institute of Economic Research

編輯小組：周霞麗、劉一萍、廖茹、黃慧真、林維君、沈嘉育

地址：104 臺北市中山區德惠街16-8號7樓

7F., No. 16-8, Dehui St., Zhongshan Dist., Taipei City 104, Taiwan (R.O.C.)

電話：(02) 2586-5000

網址：<https://www.tier.org.tw>

美術設計：財團法人豐年社

印刷：豐盈美術印刷有限公司

出版年月：2023年2月

ISBN：9786267110744

GPN：4911200015

電子書播放資訊

作業系統：不限

檔案格式：PDF

檔案內容：文字

使用載具：不限

行政院農業委員會保留所有權利。欲利用本專輯全部或部分內容者，須徵求行政院農業委員會同意或書面授權。聯絡資訊：(02) 2381-2991

出版單位： 行政院農業委員會
COUNCIL OF AGRICULTURE, EXECUTIVE YUAN

執行單位： 台灣經濟研究院
Taiwan Institute of Economic Research