

# 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



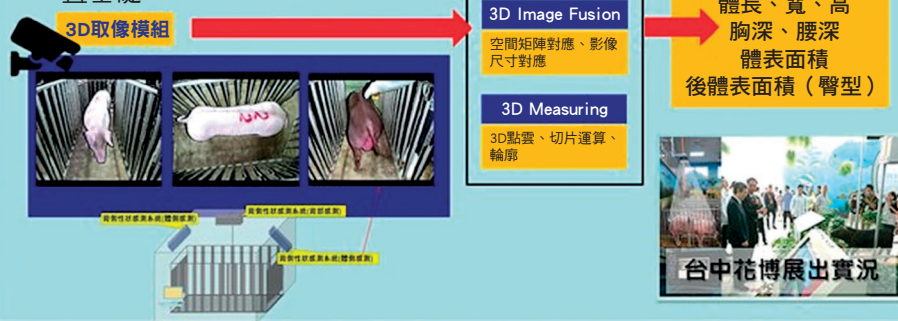
❖ 3D豬隻體型量測機，單人操作完全自動化。

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！

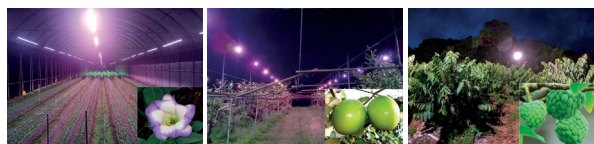
同時，為了掌握數據和規則，研發團隊還在彰化、高雄與臺東的溫網室和果園驗證測試，3年下來，最後建立前述三種作物的智慧補光專家規則庫，讓燈具可以依照作物的生長變化自動調整補光模式，達到省電20%以上、產值提升10%以上的效果。臺中區農業改良場副研究員蔡宛育說明成效，洋桔梗秋冬季栽培使用智能補光技術，可提早開花、促進開花率、盛花期也比較集中、提高切花品質和採收率、增加切花長度19%及單枝總花數81.6%，商品的價格也跟著水漲船高。經過進一步計算，只要3~5年內就可以回收相關建置成本，不但農作物長得好，農民也能安心在家，省錢、省時又省工。目前農工團隊已將先期技術授權給2家工業廠商，並逐步建立新型設備供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

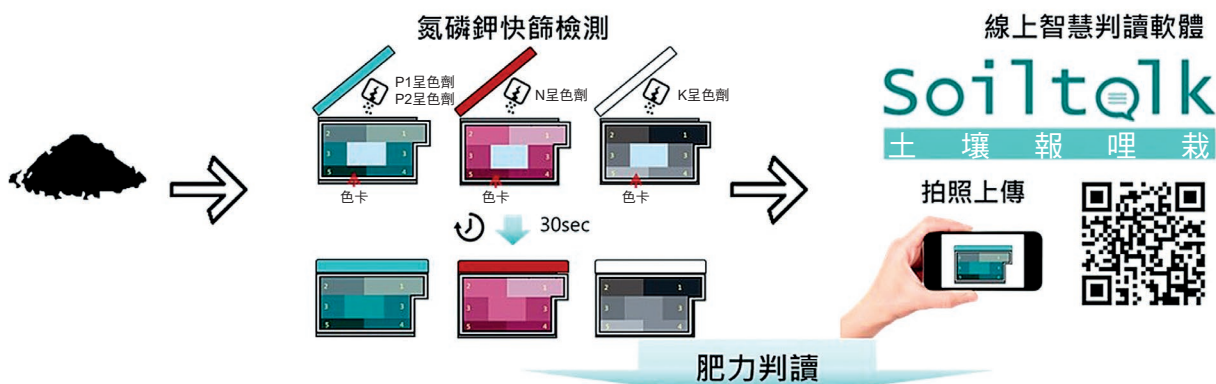
#### 本土試劑便宜快又準

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。

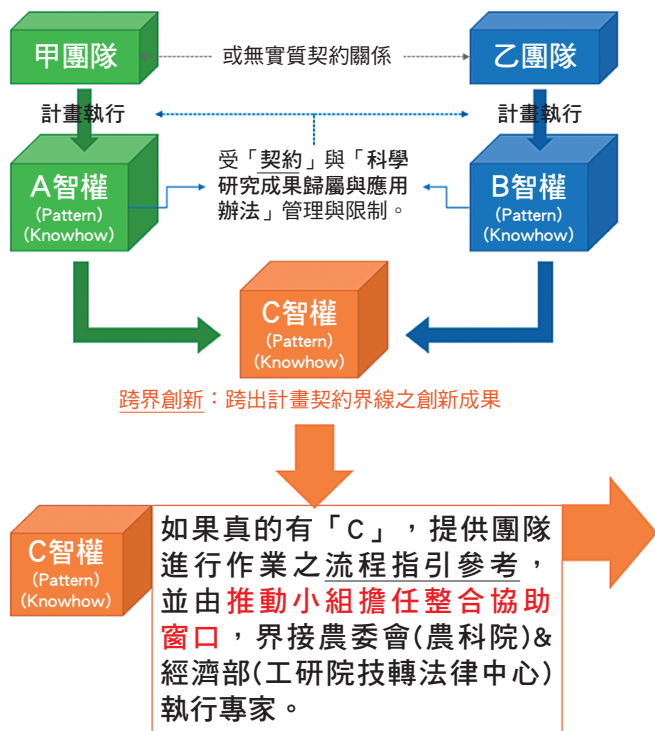
工研院中分院副執行長李士畦回憶，2019年初雙邊部會正式開始投入資源，大力推動農工跨域合作研發，每一個研究案都是one by one（一對一），有農業專家也有工業專家，一方面導入各自優勢，另一方面則是針對共同題目，進行雙邊共同合作，最終才能創造新成果。當時農委會就特別提醒：「要有一套跨領域成果智權管理制度，雙方合作才能長長久久！」在這樣的共識下，農工合作平臺就由工研院中分院扮演Hub（樞紐）角色，擔任跨部會服務窗口，結合農方與工方智權管理專家（農科院產業發展中心與工研院技轉法律中心），建立一套智權管理建議流程指引，提供農工研發團隊參考；同時，考量不同研究成果有不同的情境，因此服務窗口也等於是輔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

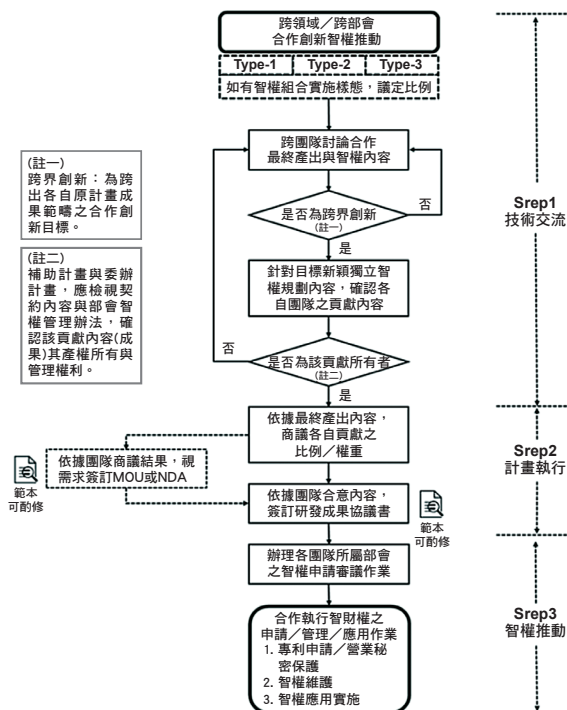
農工合作從2019年運作至今不到4年，結合系統、設備、材料等專業，以及光電技術、機電技術的整合，已經看見豐碩的成果；技術研發也橫跨農、林、漁、牧等應用，這可說是雙方研究人員「以終為始」思考核心下的初步成績單。因為在研究創新之初就納入未來應用情境與商業模式的思維，近年來開發出許多感測相關的技術，無論是針對環境、病蟲害，乃至於土壤的檢測技術，都已經達到足以量產的技術水準，獲利的不只農民，還有相關產業鏈。也正因為建立智權和商業模式等重要基礎，農工合作（跨領域）與軟硬整合（農業知識+科技/設備/元件）方式，才得以加速創

新科技的跨域應用。

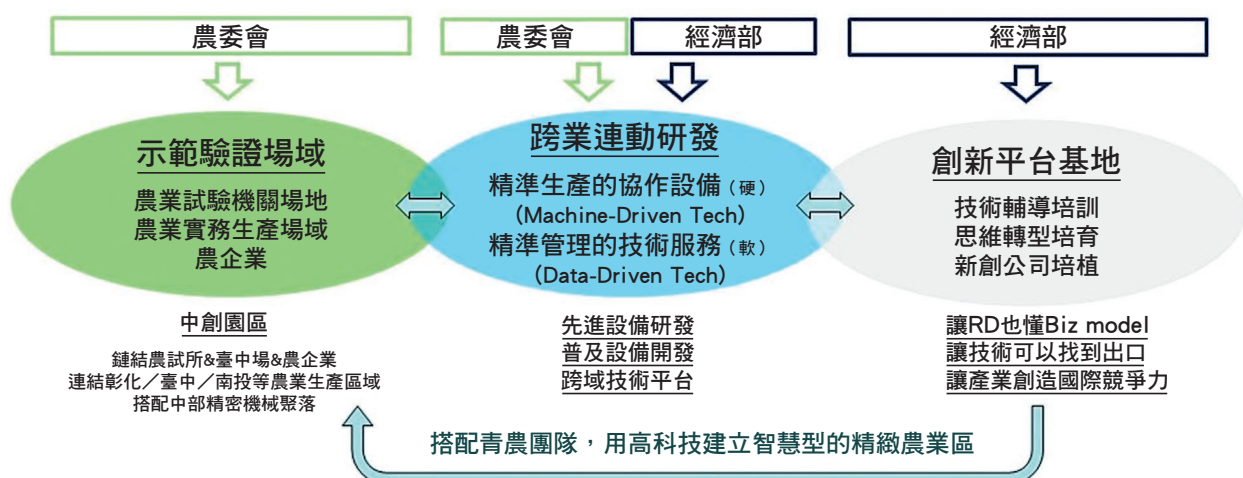
創新科技帶動新農業價值提升，與更多面向的產業跨域合作發展，建立產業生態體系，透過打造智慧感測、人機協作和循環永續等技術，推動臺灣智慧農工的發展。像是農工合作開發的「友善&循環利用之防治資材生產設備」與「田間病害診斷預測系統」，就是為了因應氣候變遷，田間環境真菌型關鍵病害（如炭疽病）日趨嚴重，農產作物一旦遇到了可能損失慘重的狀況。將智慧物聯網（AIoT）、材料化學以及預警系統整合，經AI人工智慧統計運算與分析，透過田間作物微環境的變化，預測作物的發病機率，提醒農民及早做好防治施藥，避免病害實際發生造成損失。農工團隊從技術研發到生態系商業模式，串聯產業鏈創造



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。