

生物感測器布建天羅地網 農民輕鬆樂當神農氏

生物感監測技術、產銷服務系統執行團隊

臺灣雖然成功推動「以農業培養工業，以工業發展農業」，國內生產毛額排名全球第21大經濟體，擁有獨步全球的農業技術與3C科技產業，半導體晶圓代工「矽田產業」揚名世界，但傳統農業還是無法擺脫看天吃飯的宿命，更隨著農村人口老化、年輕人口外流與嚴

重缺工，面臨考驗日益嚴峻。農業委員會農業試驗所盤點國內農業發展困境，透過物聯網整合3C科技與智慧感測系統，串聯產學研天羅地網布建智慧農業感測系統，穩定農漁畜產能並提升品質，讓農民輕輕鬆鬆達到事半功倍，成為快樂務農的現代神農氏。



✦ 於智慧農工科技發展論壇展區展示研發成果。

研究團隊首先鎖定時下超夯的無人機，發展農業監測與噴灑農藥專用的智能化無人機。

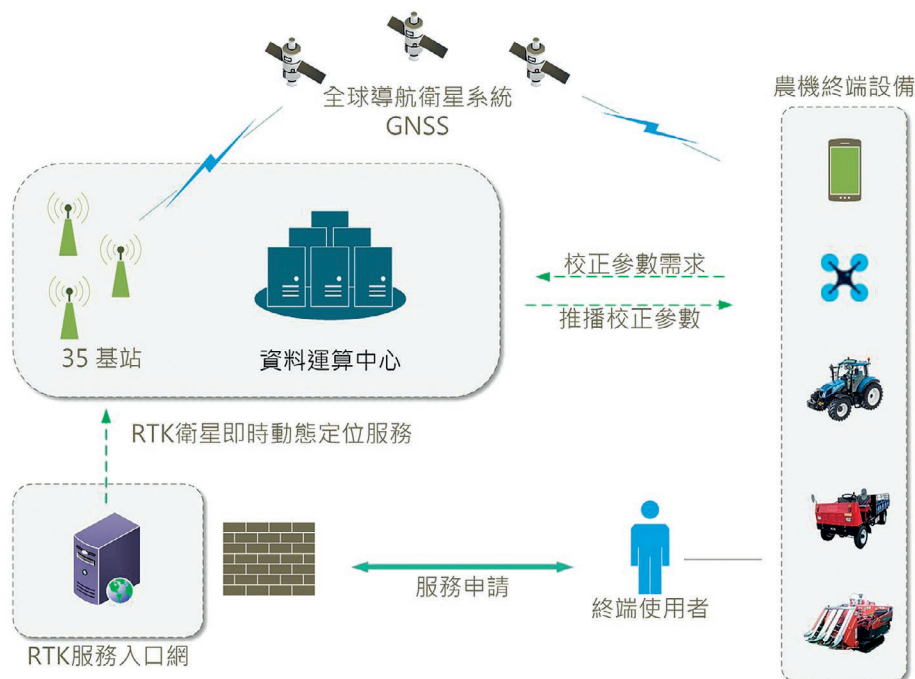
「農業人口老化、缺工嚴重，使得廣泛運用於軍事、場地探勘、偵察與休閒娛樂等用途，近年也逐漸被應用在農業用途。」農試所農業化學組長劉滄琴表示，目前已有水稻、玉米、高粱和甘蔗等作物逐漸使用無人農噴機，大面積栽種的水稻，直立型葉片、植株低、生長整齊，天生就適合無人機噴灑作業。玉米、高粱和甘蔗等雖然植株較高，但同樣是直立型作物，使用無人機噴灑，上半部或開花部位都很容易接觸到藥劑；結穗位置因無人機飛行產生的下沉氣流「助攻」，也可以均勻到接觸藥劑。

無人機噴灑農藥 省時省錢 落實友善農耕

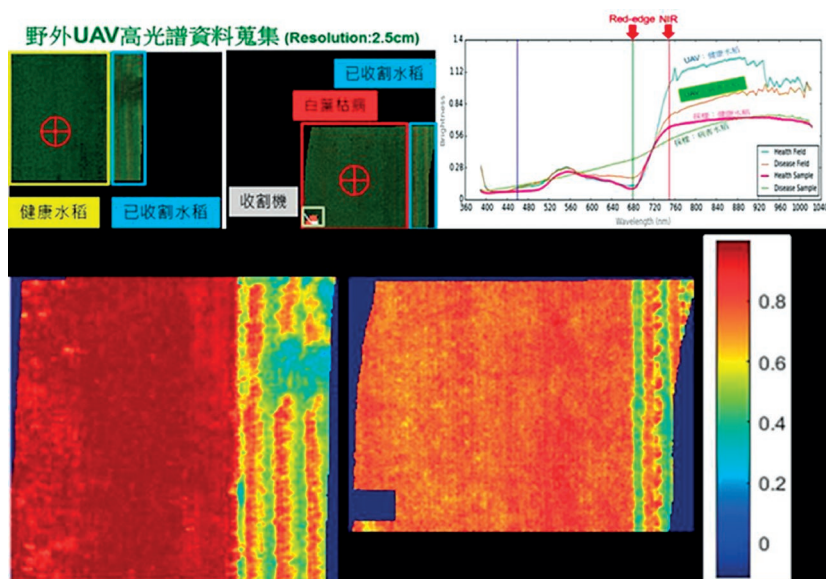
不過臺灣農作物百百款，像蔬菜類葉片型

態很多，有包葉跟不包葉之分，還有葡萄和瓜類等藤架型作物，因農作物植株型態跟耕作方式不同，影響到田間狀態，運用無人機噴灑農藥的方法也要跟著調整，針對葉片型態的共通性歸納整理出不同的噴灑策略。農試所從2017年開始嘗試利用無人機取代人工噴灑農藥，減少地面噴灑對農民或噴藥業者造成人體危害，建立無人機噴藥最佳化操作試驗，提供農民噴藥作為參考準則。經過10種作物數百次的田間試驗，發現無人機噴灑不但防治效果好、效率高，更能夠減少農藥噴灑量。以紅龍果為例，無人機噴藥使用量僅需人工的1/15~1/10；作業時間縮短至原本的1/4，噴藥效率提升到4倍。

農委會於2020年起在全臺建置35個GNSS全球導航衛星系統參考站接收儀，目前進行測試中，後續即將正式啟用全國性RTK網路，讓擁有RTK精準定位功能的噴藥無人機，得以更



❖ 採用高精度定位方法，提供定位精度（水平及高程誤差為5cm以內）做為未來精準農業之所需。



❖ 利用無人機搭載高光譜相機進行水稻健康評估。

方便應用公分級精準度的RTK定位進行更精準的自動化農藥噴灑，向精準農業的發展更進一步。

水稻田佔全臺灣60%農田面積，如果解決水稻田農藥噴灑問題，就等於解決全臺六成的問題。」劉滄琴強調，農藥施用必須非常謹慎，不管是對噴藥操作者，或是農藥殘留對消費者健康危害，抑或用藥不足造成農民損失，都需要更嚴謹收集更多數據，針對不同作物訂定施用規範，達到防治效果並落實友善農耕，確保安全用藥改善食安問題。

智能無人機 幫作物量體溫兼健檢 控管出貨品質

除了省時省工協助農藥噴灑，無人機也可以監測天然災害農損，最厲害的是還能幫農作物「量體溫」！研究團隊已成功利用無人機整合影像技術，在梅雨季或颱風季暴雨過後空拍調查農業災損，在執行飛航任務的同時即時回傳影像分析結果，協助防救災單位在第一時間

掌握作物倒伏情況與農損面積比例，科學化偵測蒐集農業資料，改善傳統派員現勘的曠日費時。研究團隊更利用無人機監測農作物健康，農試所助理研究員張翊庭表示，透過紅外線可以監測出農作物溫度是否異常上升，原理如同人類體溫異常可能是生病的徵兆，幫農作物量體溫就能夠知道農作物是不是生病了。

這項技術已在鳳梨產業田間展開監測，利用無人機監測鳳梨數量、氮肥與催花成效。農試所副研究員陳柱中說，農民過去都是用肉眼看鳳梨葉片色澤變化，再用手觸摸並根據葉片的厚度，判斷是否要加更多肥料，把植物的營養「顧好」。現在只要派遣無人機從空中發射紅外線偵測，因鳳梨葉綠素含量會隨著氮肥濃度改變，反射不同波段的紅外線光譜，根據鳳梨反射的「特殊訊號」就可以分析氮肥的濃度。研究團隊還利用這項技術協助鳳梨農民監測分析藥劑人工催花成效，調節產期、預測產量。

隨著精緻農業蔚為風潮，科技化品質管

控成為近年重要議題，為改善傳統農業多數依賴人工抽樣，不只耗時且增加人力成本，而化學檢驗程序繁複、耗費時間冗長，無法及時得到檢驗結果；從國外進口檢測設備建置費用高昂，且不見得符合國內產業需求，農民或農產企業即使有心引進，卻常苦尋不著合適設備。中興大學研發團隊開發出高光譜即時農產品品質監測技術及可變更波段的手持式光譜儀器，協助農民早期篩檢蝴蝶蘭黃葉病，也可用於檢測杏鮑菇採收後的品質管控並且減少設備成本，建立出貨前品質檢測標準程序。

中興大學電機工程學系教授歐陽彥杰指出，過去蝴蝶蘭外銷因船期因素，停留在貨櫃時間較長，增加感染黃葉病風險。傳統作法是在出貨前由人工篩檢，但還是會有20%蝴蝶蘭染病，在送抵目的地後被買家退貨；利用高光譜儀可掃描蝴蝶蘭莖部，透過影像辨識技術

結合AI演算法挑選出有染病風險的蘭花，準確率超過90%，有效提升檢測的效率，也降低了農民所可能面臨到的虧損。除了應用在蝴蝶蘭上，也可用於保持杏鮑菇的品質，杏鮑菇出貨時都很新鮮，但送到集貨場包裝後，可能在經過冷藏再配送到超市的過程中，造成肉眼所看不出來的水傷，用高光譜儀掃描便可讓水傷無所遁形，還可以檢測杏鮑菇的新鮮度與含水量並且將資料傳至雲端儲存分析，再透過演算法推算保鮮賞味期限，確保出貨品質「鮮採鮮吃」。

農試所更把這項技術應用到偵測外銷鳳梨經過低溫儲運後發生的寒害、採收搬運時造成的壓傷（圖）、辨識鳳梨是肉聲果（水分多、即將過熟、不適合久放，要趁早吃完）或鼓聲果（水分少、不易過熟，可以久放），落實品質管控並降低運送過程腐損，建立臺灣鳳梨優質形象。但高光譜儀雖然用途廣泛且精準，卻



❖ 無人飛機監測鳳梨數量、氮肥與催花成效。

是要價不菲，每台動輒上百萬，研究團隊正進一步研發出多光譜相機，希望能降低成本，讓農民或農產企業「心動馬上行動」。

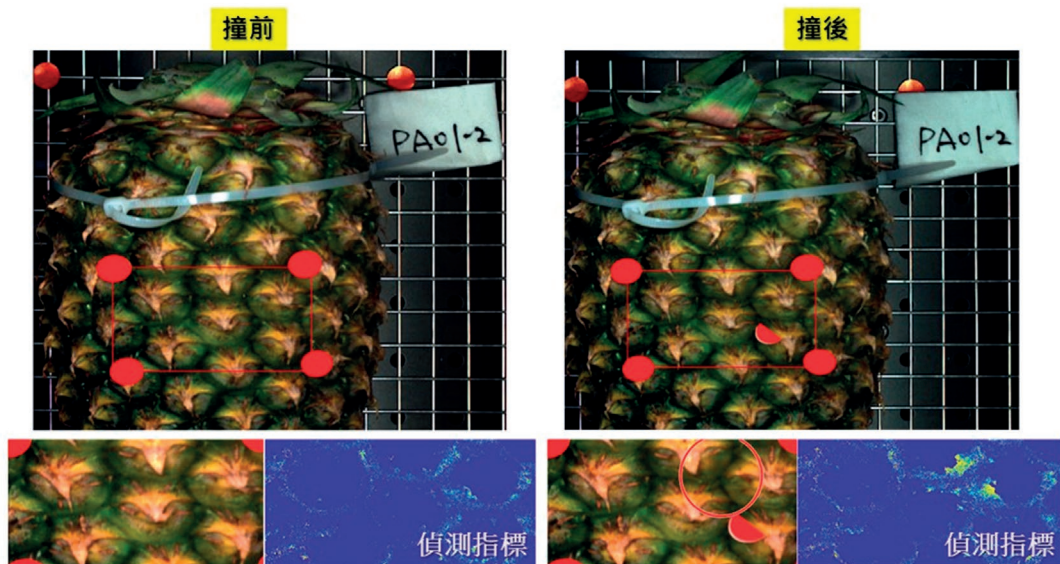
感測器掀起田間快篩風潮 智慧照妖鏡洞見蟲蟲危機

擺脫過去必須在實驗室操作設備的限制，展現田間病蟲害檢測正逐步邁向快狠準的「快篩」潮流。苗栗區農業改良場與工業研究院團隊合作，針對植物病害早期診斷研發行動式田間快篩檢測技術與系統。工研院中分院工程師洪文濱指出，透過「等溫PCR」檢驗技術，不需要反覆升溫、降溫，就可以進行核酸擴增檢驗，甚至在室溫環境就可以檢測。例如炭疽病是草莓常見病害，在田間採樣萃取後，透過等溫PCR擴增技術搭配指示染劑可達成現地分析與可視化判讀之目的，準確診斷植株是否感染炭疽病，在沒有出現病徵前提早預防。

「目前已將快篩檢驗成本控制在100元以

下，檢驗時間僅需短短30分鐘，加上採樣跟萃取核酸時間，只要1個小時內就可以搞定。」洪文濱透露，除了草莓炭疽病，也做過柑橘黃龍病檢測，楊桃、葡萄、木瓜、蓮霧、紅藜也飽受炭疽病菌攻擊，研究團隊未來將建立快速篩檢機制，把前端核酸萃取到後端樣本處理或核酸擴增，全部整合在系統晶片裡面，協助農民在田間設立行動工作站，提個檢測箱就可以在現地採樣、萃取與擴增核酸，快速篩檢各種疫病及時防治。

農作物栽培環境的病蟲害問題，常讓農民在農產品生產過程中傷透腦筋，稍有不慎因為害蟲入侵或病害蔓延，整年辛勞全化為烏有。國立臺灣大學生物機電工程學系林達德教授帶領研究團隊開發「智慧型害蟲自動影像偵測與辨識系統」，宛如害蟲的「照妖鏡」，任何害蟲入侵溫室或網室都難逃法眼。研究團隊研發了一套由小型嵌入式系統、相機與各式感測器組成的AIoT系統，在農民的溫室或網室即時記



❖ 高光譜技術應用於鳳梨壓擦傷檢測。

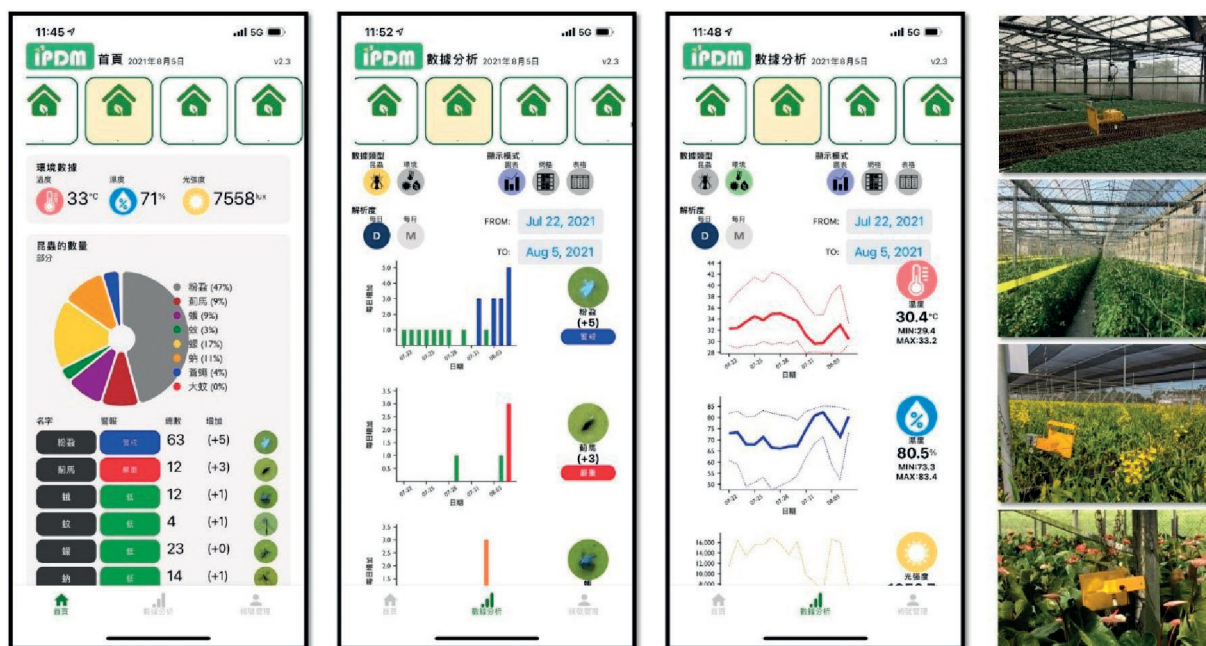
錄黏蟲紙影像、溫濕度、光照，利用AI影像處理技術監測分析黏蟲紙上的害蟲數量跟種類，即時透過APP通知農民，掌握溫／網室環境資訊與害蟲入侵動態。林達德強調，這套系統平均每30分鐘到1小時就能傳送1張影像，並隨時更新資料。目前所研發的系統已經完成技術轉移到達商品化的階段，於蕃茄、芒果、文心蘭、火鶴、茶園等30個多種作物生產場域實際安裝使用，省時省工協助農民掌握蟲蟲危機，未來更可逐步達成農藥減量與環境保護的目標。

在作物栽培過程發生病蟲害，農民最困擾的是無法正確判斷種類及如何有效進行防治。農試所整合70位病蟲害專家研究成果，建立「農業病蟲害智能管理系統」。這套系統已蒐集及彙整專家資訊，完成重要作物之320種病蟲害資料，農民只要輸入搜尋作物或病蟲害名

稱，即能快速取得完整病蟲害及防治資訊。自2018年4月上線後，已有超過24萬人使用，累計66萬次瀏覽量。加入LINE病蟲害諮詢小幫手為好友，能使以往需30小時以上之送件及諮詢時間，縮短為5分鐘之內，宛如有24小時全年無休的病蟲害專家伴隨，提供瀏覽者最佳的植物病蟲害諮詢服務。

環境監測預警系統即時通 制敵機先防範動植物病害

偏偏病蟲害經常伴隨氣象災害發生，讓「看天吃飯」的農民心裡苦上加苦，卻總是逆來順受。農委會高雄區農業改良場副研究員張耀聰為協助農民掌握「天機」，研發出「田間作物微環境感測病害預警系統」，透過紅、黃、綠燈3種燈號詮釋老天爺的臉色可能引發



❖ 智慧型害蟲自動影像偵測與辨識系統與APP提供農民即時的作物病蟲害管理資訊，目前已經廣泛應用多種作物生產場域。

的病蟲害威脅。研究團隊在田間佈置溫濕度與雨量等環境感測器，透過物聯網串聯成預警系統，正常天氣時系統顯示綠燈；偵測到土壤溼溫度與降雨量發生明顯變化時，燈號就會轉為黃燈警戒；如果持續多天，系統就會提升到紅燈警戒，並透過APP發送簡訊提醒農民「是否需要施用防治藥劑」。

張耀聰舉洋蔥為例，連續多天降雨很容易引發洋蔥病蟲害，如果沒有在第一時間投藥，等到發病後再投藥就藥石罔效，稍有不慎心血全化為烏有。「系統收集的資料越多，判斷準確率也會越來越高！」張耀聰分析，不同作物的環境耐受性不同，燈號轉換參數跟標準必須跟著作物種類微調，第1年以臺灣藜田間試驗為主，第2年擴大到紅豆和毛豆等作物，明年計畫推廣到洋蔥栽培，融合團隊開發的生物資材系

統展開田間管理試驗。

中興大學團隊開發智慧型平飼肉雞舍熱影像監測系統，與「田間作物微環境感測病害預警系統」則有異曲同工之妙。研究團隊利用紅外線熱像儀協助飼主即時監控家禽體溫與養殖場域環境溫度變化，連結警系統即時監控分析家禽健康狀態，避免家禽發生熱緊迫現象，改善家禽養殖環境提升品質與產能，已有多家業者跟研究團隊洽談並在養殖場域做實驗試測。

「我們連結農業場域前端感測器的即時監測到後端的應用服務！」臺灣大學生物機電工程學系副教授陳世芳表示，各個團隊可能使用不同的感測模組或蒐集資料的格式，導致不同團隊的觀測資料和數據無法做後續整合應用，「我們就建構適用多種農業生產環境生物



❖ LINE病蟲害諮詢小幫手宛如24小時專家不斷線守護農友。



❖ 智慧生物感測共通平臺串聯場域端原始資料監測到後端數據分析回饋。

監測的智慧生物感測共通技術平臺，幫他們做資料和數據同化處理，除了各團隊不必費心自己建構伺服器，也讓不同團隊的資料可以進一步整合，複製推廣到不同的場域應用，或者是延伸開發更多可以應用在農漁牧產業的系統技術。」透過這套系統延伸開發的創新技術，業已應用於全臺數家育苗場、動物禽舍、果園及茶園等多元場域。

智慧農業計畫利用臺灣蓄積的資通訊與環境永續科技能量，透過智慧生產監測系統與產銷數位服務，天羅地網穩定農漁畜產能並提升品質，除了擴大與中國大陸與東南亞國家市

場區隔，減低先進農業國家產品競爭壓力，更加強農業生產科技化、提高良率與降低設施成本，吸引青壯年人口回鄉，逐步解決農業缺工與老齡化問題，進而提升臺灣產品品牌價值，推廣我國優良農產品外銷全球，同時落實聯合國SDGs「促進充分的生產性就業和人人獲得適當工作」和「確保永續的消費和生產模式」永續發展目標。