

無人機於智慧農業計畫 之應用與展望

撰文 | 農業科技司 游舒婷、智慧農業專案推動小組 林育靖
農業試驗所 楊智凱、農業藥物試驗所 楊尚唯

前言

因應農業勞動力短缺、高齡化與氣候變遷等挑戰，農業部自106年起推動智慧農業計畫，期以「效率、安全、低風險」為目標，導入物聯網（IoT）、感測器、自動化設備與人工智慧（AI）等技術，強化田間作業之自動化與省力化，補足勞動力缺口，提升農業生產效率與作業安全。亦結合數位化產銷系統與農業資料平台，推動產業智慧化轉型。第二期計畫（112至115年）進一步以「精準、協作、普及」為訴求，著重技術整合與成果擴散，降低應用門檻與成本，促進產業鏈上下游協同發展，逐步建構具韌性與永續性之智慧農業生態系。

在智慧農業發展中，無人機（UAV, Unmanned Aerial Vehicle）為重要載具平台，為提升農業效率與精準管理之關鍵利器，本文將針對無人基於智慧農業計畫執行期間發展之作物生長監測、農藥噴灑、災害損害評估、病害監測及空中播種等應用研發進行簡介。



無人機於智慧農業應用範疇

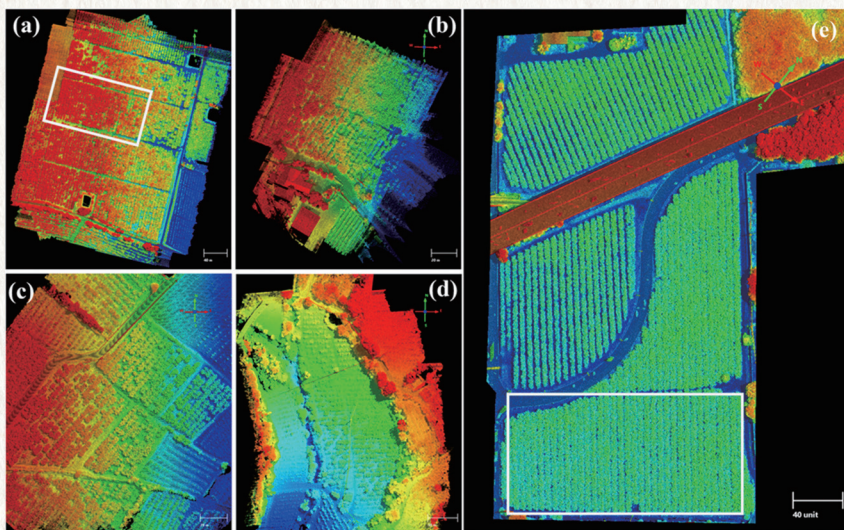


無人機相關應用簡要說明

一、作物生長監測

無人機除搭載高解析度之攝影機之外，亦可搭載熱像儀、多光譜儀及高光譜儀等影像感測系統，透過光譜分析可估算農作物數量、葉綠素含量及含氮量等植生指標，以掌握農作物健康狀態。目前無人機作物生長監測已應用於青花菜、稻作、鳳梨、鳳梨釋迦、香蕉及結球萵苣等作物，相關說明如下：

- ① **青花菜智能栽培管理模組**：運用無人機光譜植生指數與動態模型分析，將產量預測準確率提升至94%，並結合SaaS平臺推動產業落地應用。
- ② **無人機影像分析結球萵苣生育狀態技術**：以無人機與AI影像技術即時判讀農作物生長狀態，進行動態修正與模擬，精準預估產量與產期，提升萵苣生產風險管控能力與排程效率。
- ③ **水稻智能栽培體系之研發與驗證**：透過智慧水位感測與無人機水稻營養狀態判釋，建立適應不同肥力條件之管理模式，提升栽培效率與穩定性。



無人機光達掃描圖資
(a、b、c、d為釋迦田，e為香蕉田。
顏色依據點雲相對高度值進行分類，高（紅、橙、黃）：代表較高作物特徵或地形，如樹冠或坡地高處；中（綠色）：代表中等高度，如作物植被；低（藍色至深藍）：代表較低地形，如農田地面）。

- ④ **應用RTK與無人機建構果樹精準農耕體系：**結合RTK技術與無人機光達進行三維農作物測繪，並搭配地面自走式光達及多光譜感測器，進一步提升定位精度，有效用於鳳梨釋迦與香蕉等果樹之精準管理與資訊蒐集。
- ⑤ **無人機鳳梨影像即時監測：**以影像即時監測技術結合邊緣運算，於無人機取得影像後立即分析植株狀態，透過無線傳輸即時提供決策依據，取代傳統人力盤點，大幅提升資料掌握速度與精準度。

二、農藥噴灑

無人機具備循跡定速、定量與定高之作業能力，應用於農藥噴灑可降低藥劑與用水量，節省成本並減輕農村人力短缺問題，同時減少施藥人員暴露於藥劑環境風險。目前無人機農藥噴灑已應用於水稻、香蕉、水蓮（龍骨瓣苔菜）、鳳梨、芒果、茶葉等作物，相關說明如下：

- ① **無人機精準施藥技術：**透過導入無人機精準施藥參數於香蕉及水蓮作物，促進農藥業者與無人機業者合作，並於大型契作戶擴大應用，確保無人機施藥品質並提升無人機產業應用價值。

無人機具備循跡定速、定量與定高之作業能力，應用於農藥噴灑可降低藥劑與用水量，節省成本，並減輕人力短缺問題，同時減少施藥人員暴露藥劑環境風險。

② **果樹無人機精準施藥**：於芒果園中，依樹冠面積調整藥水用量並規劃智慧飛行路徑，減少農藥使用，並大幅提升作業效率。

③ **茶園無人機施藥技術**：透過無人機茶園施噴試驗，提供適用之單位面積用水量與施藥參數，並驗證離心噴頭可提升葉背與下位葉覆蓋率，強化防治效果。

三、災害損害評估

無人機空拍具高機動性、快速性，可取得歷程影像與區域影像，藉以評估天然災害損害程度，有效提升勘災作業時效性。目前無人機災害損害評估技術已應用於農糧作物（水稻、香蕉、玉米等作物）及養殖漁產業，相關說明如下：

① **農糧作物**：目前已運用無人機於水稻、香蕉、玉米等高莖作物之天然災害倒伏情形勘災調查，使用作物多光譜影像結合判釋技術，可進一步計算出農損範圍。無人機勘災於108年試辦並做為現金災害救助依據，針對豪大雨造成旗山、美濃等地區水稻倒伏損害，採用無人機拍攝影像進行災損比例認定，申報作業流程時間由以往實地勘災排程約1個月，縮短為約15天，不僅節省農民等候勘災時間，也有助於及早復耕、提高人員安全與作業效率。

② **養殖漁產業**：魚塭於寒流期間常因低溫導致大量魚群凍斃，造成損失，透過無人機空拍與AI影像處理，可針對魚體堆疊區域進行識別與標定，加速災損影像處理速度。該技術成功應用於110年臺南七股輕微寒害現場，改善以往水產勘災缺乏完整數據化與自動化之問題，有效提升勘災時效性。



無人機精準施藥（香蕉）。



四、病害監測

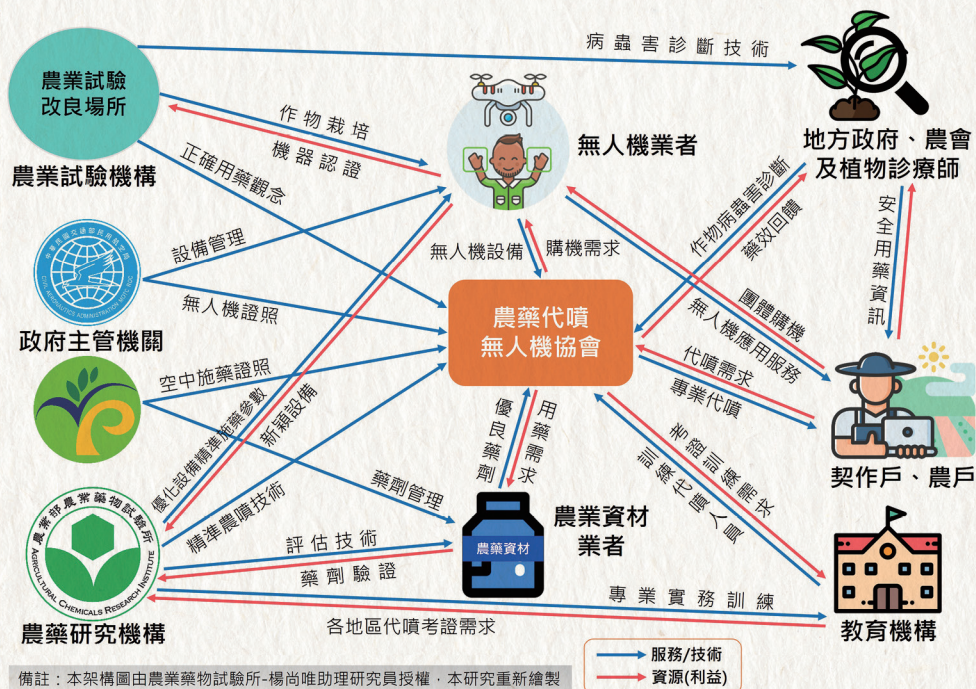
透過無人機搭載影像辨識系統拍攝大面積農田或果園，可提早發現人眼難以察覺之初期病徵。目前無人機病害監測已應用於稻作及葡萄栽培作物，相關說明如下：

- ① **稻作病害偵測與預防**：針對稻作常見之稻熱病，透過無人機搭載多光譜相機，拍攝後進行光譜參數分析判讀，經田間實際驗證準確率超過80%，可於病徵尚未明顯時，及早辨識出潛在病株，即時進行精準噴藥處理，降低病害蔓延風險並減少損失。
- ② **果樹病害辨識技術應用**：針對葡萄栽培面臨之露菌病問題，開發病害影像蒐集與辨識流程，利用無人機搭載高解析度相機進行棚架下空拍，應用早期病徵辨識之核心技術，將影像分析時程縮短超過一半。所開發之葡萄智慧精準病害監測系統，成功優化葡萄露菌病發生預警模型，整合新增特徵（如產孢溫濕度、修剪時間等），模型準確率達98.92%，場域驗證顯示可有效提前6天預測露菌病發生，並依風險等級擬制定初步防治策略。

五、空中播種

傳統水稻耕種方式需經過育苗後，再以手插秧或機械插秧，常發生人力缺乏與秧苗不足問題。智農執行團隊由日本引進水稻直播技術，利用鐵粉批覆稻穀，除能增加稻穀重量及播種深度，亦能降低鳥類取食，再搭配無人機承載稻種進行空中撒播。相較傳統插秧機作業，每次至少需要3人、2車，透過無人機空中播種每分地僅需2分鐘，可讓水稻直播操作更省時，解決農忙時期勞力不足之問題，並可節省50%之育苗成本。

無人機農業代噴產業生態系



無人機農業代噴產業生態系運作模式。

無人機農業代噴產業生態系推廣情形

為強化智慧農業成果之落地應用與普及，智慧農業第二期計畫以建構「產業生態系」為技術落地之策略，藉由整合產業鏈各角色資源，導入智慧農業技術，再以產業帶動產業之方式，促進智慧農業生態系之發展。有關「無人機農業代噴產業生態系」運作模式，將以農業藥物試驗所串聯商業生態系之案例說明如下：

案例

透過辦理說明會或觀摩會形式，與各地不同作物產區之農戶或契作戶進行溝通，促成大型契作戶導入無人機農噴模式，串聯研究機構、地方政府、契作農戶、農業資材業者、植物診療師及農噴無人機代噴服務業者等，以提升管理效率並降低作物栽培管理成本，近年已在水蓮、香蕉及鳳梨建立無人機噴藥示範場域。

無人機應用技術在智慧農業中扮演關鍵角色，且已成為推動農業轉型之重要工具，農業部持續透過技術研發、制度建立與產業整合，將無人載具應用持續深化。



案例

2

與無人機業者合作研究無人機之最適施藥參數，建立無人機精準施藥參數，並針對不同國內廠牌之無人機設備，進行精準施藥評估（包含噴霧粒徑分布、均勻性及飄散等評估），並建立無人機校準流程（流量測試、噴頭壓力及噴灑均勻度測試），確保不同機型應用在各種作物之作業品質與安全性，並以提升整體農噴無人機產業施藥技術。



案例

3

與政府管理單位（動植物防疫檢疫署、交通部民用航空局）積極溝通，研議最適合之無人機農噴之管理方式，並探討不同作物及農藥類型（粒劑及液劑）適合之施藥參數進行精準用藥，以達最佳施藥效果。



案例

4

與在地無人機農藥代噴協會建立外銷作物之無人機農噴團隊，串聯包含研究單位、契作戶、農業資材業者、無人機業者、地方政府、植物診療師及無人機農業代噴團體等，藉由無人機農藥代噴協會作為商業生態系核心，將研究單位之無人機精準噴藥試驗成果落地應用，並使用優良之農藥資材，完善之農噴無人機，最後將應用最佳之無人機施藥參數，協助契作戶進行作物栽培管理，達到省工、省時及省水之功效。

結語

無人機應用技術在智慧農業中扮演關鍵角色，且已成為推動農業轉型之重要工具，本部未來除將朝取代農事作業人力、小範圍監測管理、大範圍監測探勘及難抵達區域巡檢及救災等方向，並納入陸地與水下無人載具進行發展，持續透過技術研發、制度建立與產業整合，將無人載具應用持續深化。🌱