

推動智慧農業—翻轉臺灣農業

陳駿季 行政院農業委員會農業試驗所所長
楊智凱 行政院農業委員會農業試驗所農業工程組組長

壹、前言

臺灣農業以「小農」為主，從個體來說很有競爭力，但若從產業、整體資源、勞動力等構面來看，正面臨著嚴峻的挑戰。

就產業面而言，臺灣每單位農戶的耕地面積不到一公頃，穩定供貨能力明顯不足，使得業者與農民曝露在銷售風險中，更不利於國際競爭。

以資源來說，臺灣農業研發能量優於其他領域，透過新品種、新技術的開發，可以有效改善農產品品質、減輕勞動強度，節約耗能和改善生態環境；然而面對臺灣每年 7 到 10 月颱風頻繁加上極端氣候影響，往往因颱風帶來狂風與超大豪雨導致農民農作物損失慘重，若遇到缺水季節，水資源也經常會以工業為首要分配對象，因而減少農業供水。

以勞動力來看，依據「臺灣農業整體從業人口與年齡分布」調查顯示，推估未來 10 年會有近 11 萬名農業從業人口因高齡化退場。但同

時青年從農的比例仍低，因此，每到採收季節總是呈現缺工的情況，以小農為主體的臺灣農業面臨永續發展的挑戰。

先看看國外標竿國家在面臨未來農業挑戰的前瞻規劃，以鄰近的日本為例，其積極開發與應用智慧型農業（Agriculture Informatics）技術，目標在於實現超省力與大規模生產、發揮作物最大潛能、安全且便利作業環境、使欲加入農業者可快速上手及增加消費者對食品安全感等。尤其富士通所開發之農業雲端服務系統，分為生產面、經營面與消費面的數位服務三大區塊，創新支援系統並將生產、流通到消費整體物流網絡進行整合，以支援農業經營決策。

再以德國農機產業為例，德國 CLAAS 農機公司以工業 4.0 為藍本，與 Deutsche Telekom 電信公司進行跨領域合作，應用先進感測、雲端計算、巨量資料與機對機協同作業等技術，發展 Farm 4.0 先導計畫，有效提升作業效率與快速調整流程。

看到這些先進國家以工程技術進行跨域整

合，讓農業邁向新世代，反觀台灣，為了讓農事生產智慧化，農業產銷服務數位化，透過雲端科技、大數據分析、物聯網、智能化機械、感測器應用在農業，促進國內農業創新升級與轉型，將農民在田間操作的經驗轉換成系統參數，及持續將達人經驗及轉化為系統之資料，並形成生產管理之大數據，將經驗傳承參數化，縮短無經驗的從農者學習時程，期能協助小農能降低因人口高齡化、勞動力不足、極端氣候對產業帶來的衝擊。

貳、邁向未來的智慧農業

「當無人飛機穿梭於農田上空，一面監控作物生長狀況，一面將資料傳送雲端，透過雲端運算，進行符合成本與對環境傷害最少的農藥

與化學肥料施用分析、及對水資源最有效的管理，而農民只要透過手機或平板電腦連上雲端，即能輕鬆完成「巡田」任務」。

農委會配合新農業政策推動智慧農業 4.0，智慧農業所採用的主要技術有遙感技術（RS）、全球定位系統（GPS）、地理資訊系統（GIS）、專家系統（ES）、智慧化決策知識系統、大數據分析等，即時與農業生產過程結合並運用這些技術，快速進行土壤、作物生長監測及與當時的氣候作結合分析，進而讓系統做出決策建議。運用大數據的分析，生產端的農民可瞭解作物特性，以適時調整土壤類型、微量元素與養分、灌溉行程、作物輪作以及其他生長條件；使用葉片感應器測量植物含水量的壓力（膨壓），用土壤感應器蒐集並追蹤土壤濕度及土壤溫度的改變，

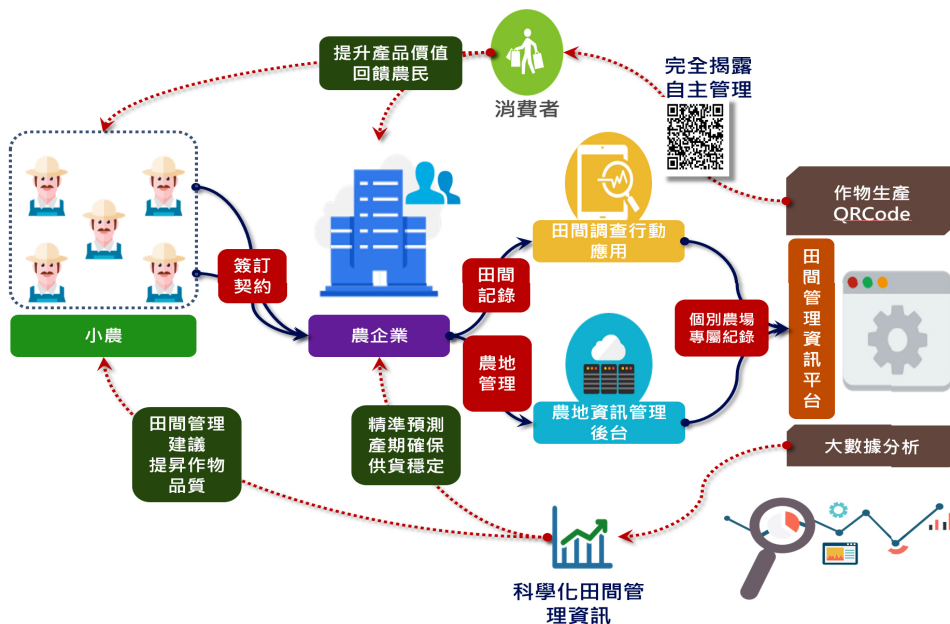


圖 1 智慧農業示意圖

資料來源：作者與 4.0 研究團隊自行繪製

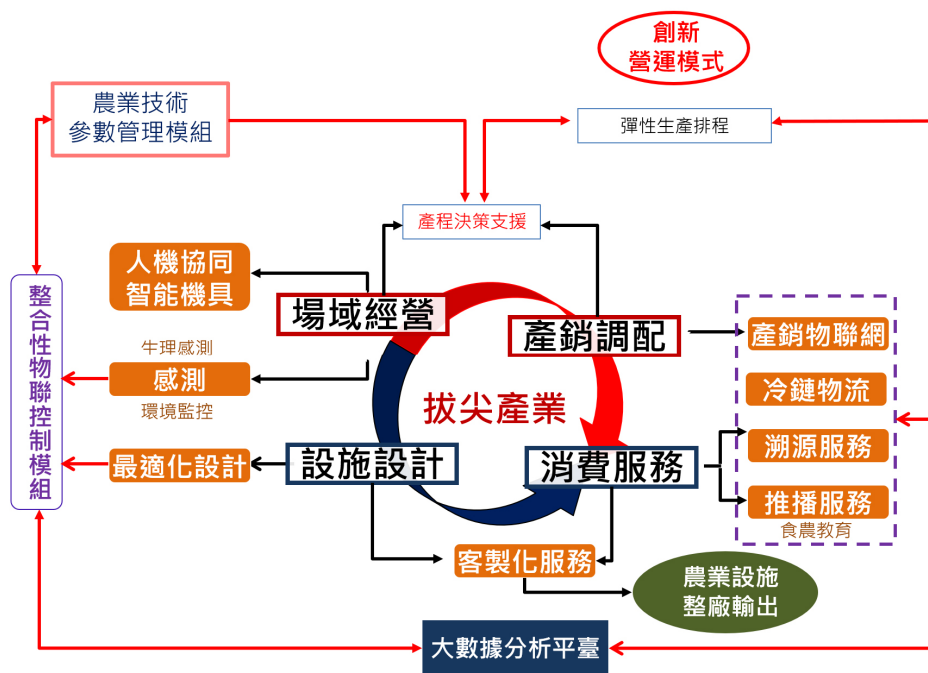


圖 2 智慧生產與數位服務產業共通跨域關鍵技術應用架構 (以設施型農作為例)

資料來源：作者與 4.0 研究團隊自行繪製

可優化灌溉工作，調整作物生長環境；拍攝作物後上傳資料庫，提供每日參考價格，作物售出時系統即時提供資訊，讓農民不需離開農場就能參與全球經濟活動。而在消費者端經由掃描包裝上的 QR Code，可在家看到植物工場內栽種的杏鮑菇於潔淨的自動化環控廠房生產及採收過程；遠在國外的通路商則可藉由農業雲供應鏈系統，將臺灣外銷的農產品迅速在國際連鎖超級市場鋪貨；而更可由雲端下單訂購 7 個月後的鮮香菇，農場工作人員同時正藉由 RFID 系統準備這批要外銷的香菇。凡此種種，將上述情境融入農業產銷活動中，是未來智慧農業的願景之一，這使得農產品之產銷供應鏈等資訊數位服務化（圖 1），亦是智慧農業定位在「智慧生產」及

「數位服務」二大主軸下，建構出智農產銷及數位服務體系。

90 年代精準農業應用資訊科技，將 GPS 衛星科技逐步發展農田遙感監測系統、農田地理資訊系統、智慧化農機具系統、環境監測系統、網路化管理系統等，實現對農作物精準自動調整噴水、施肥、噴藥一貫作業。以設施型農場為例（圖 2），經營者可利用感測器，再加上 GIS 定位系統輔助，監控作物生長情形及環境參數，從植株生理感測模組（營養、生長、品質監測等）或環境監測模組（土壤水分、光度、溫濕度及病蟲害監測等），可更即時與準確掌握關鍵數據，輔以專家系統進行判讀，更

有效全面維護糧食安全、食品安全及生態安全；研發人員開發各項省力或省工機具如機械手臂、無人機（UAV）等，協助生產者能利用人機協同智能機具，在耕作過程中，減少需要勞動的部份，並能改善農業作業環境，做好田間管理。在設施栽培上，亦可針對設施型式進行客製化設計，利用優化結構及流場模擬，配合環境參數，做到聯網環控。

以上這些參數收集後，形成所謂的農業技術參數管理模組，做到品質控管、安全防治、風險預警、環境調和、營養管理、產量預估等工作，這些模組參數資料能有助於產程決策支援，再結合產銷物聯網，不僅可以彈性調整生產排程，還可以達到產銷調配之功能。使消費者更輕易獲取農產品溯源資訊，提供溯源服務，並依消費趨勢及習性分析，針對目標客群進行主動推播，不斷改善生產至消費端的各個環節，使農產業的消費服務更貼近消費者需求，透過管理平台讓消費者更加信賴國內農產品安全。而這一連串的加值技術與服務，透過大數據共通資訊分析平臺，使農業達到講求效率、效能，強調安全、風險管理，追求更高品質及更便捷服務的願景，亦能解決目前消費者與生產者間資訊來源不對等、互信不足等問題（楊智凱等，2016）。

參、智慧農業推動策略

目前優先選定蝴蝶蘭、種苗、菇類、稻作、農業設施、養殖漁、家禽（水禽）、溯源農產業（外

銷農產品：茶、毛豆、鳳梨、結球萵苣等）、生乳、海洋漁等 10 項產業推動智慧農業，以 3 大推動策略進行技術研發及建置跨產業物聯網共通資訊平臺，作為領航產業資通訊巨量資料存放、解析與應用的大平臺。

策略一：以智農聯盟推動智慧農業生產關鍵技術開發及應用，建置智慧農業服務支援體系

- 一、建立生產場域之生物感知系統，強化農業用智慧感測元件及系統整合，開發具有人機協同省工輔具智能機具及感測技術，結合 GIS、氣象及水資源等大數據分析決策模組，推升高質化精準生產（圖 3）。
- 二、推動跨域創新智農聯盟，輔導設置智慧生產代耕中心，建立客製化產業人才培育服務團隊，培養種子成員以輔導農業從業人員職能升級，建構智慧農業服務支援體系。

策略二：整合資通訊技術打造多元化數位農業便捷服務與價值鏈整合應用模式

- 一、建置智慧農業共通資訊雲端平臺，發展農業大數據加值技術，提供智慧化產銷數位服務，支援生產決策應用，強化風險控管能力（圖 4）。

二、發展農業產銷物聯網，客製化配銷營運商業模式開發供需分析模型，掌握並建立供需即時預測及彈性配銷模組，降低產銷落差。

二、建構農產品互動資訊服務平臺，運用APP互動式行動裝置操作，連結雲端農業巨量資料庫，提供便捷消費資訊及主動式推播行銷，開創產消溝通新模式。

策略三：以人性化互動科技開創生產者及消費者溝通新模式

一、推動安全履歷自動化，發展快速準確串接橫向物流資訊，及縱向生產/製程資訊之技術，強化農產品溯源管理體系與運作機制，提供消費者透明之農產品資訊，提高安全管控能力及消費者食安信心。（圖5）。

透過以上三項推動策略，將農業從生產、行銷到消費市場系統化，亦即藉由感測、智能裝置、物聯網及巨量資料分析的導入，能使知識數位化、生產自動化、產品優質化、操作便利化及溯源雲端化，建構智農產銷及數位服務體系，這種智能生產及智慧化管理，可突破小農單打獨鬥的困境，提升農業整體生產效率及量能，再藉由巨量資訊解析產銷供需求，建構全方位農業消費與服務平臺，提高消費者對農產品安

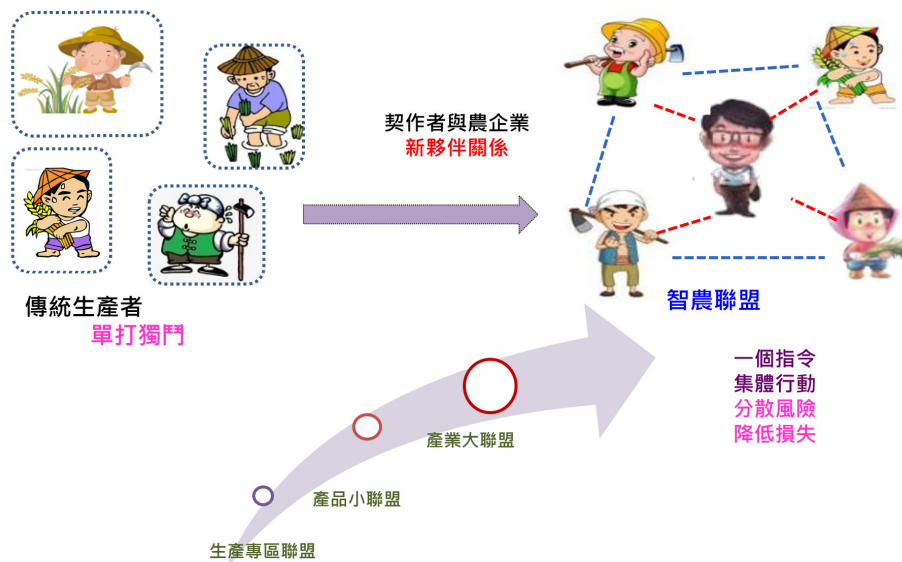


圖3 策略一：以智農聯盟推動智慧農業生產關鍵技術開發與應用，建置農業生產力知識與服務支援體系

資料來源：作者與 4.0 研究團隊自行繪製

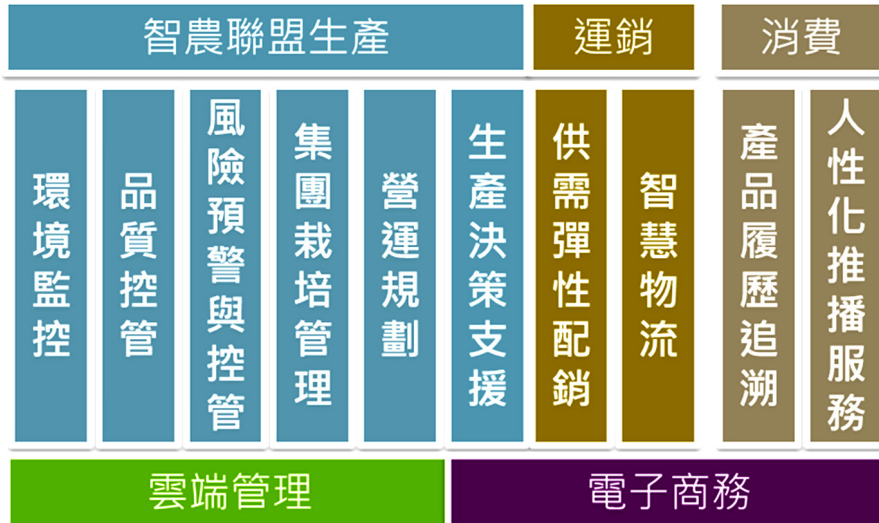


圖 4 策略二：整合資通訊技術打造多元化數位農業便捷服務與價值鏈整合應用模式。

資料來源：作者與 4.0 研究團隊自行繪製

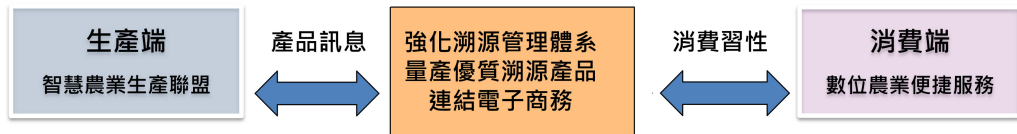


圖 5 策略三：以人性化互動科技開創生產者與消費者溝通新模式。

資料來源：作者與 4.0 研究團隊自行繪製

全的信賴感。此外，也透過策略性的行銷及商務模式輔導及推動產業國際化，將我國特有的智慧農業國產化技術及服務，建立國際品牌能見度，領航農產業技術整廠輸出，將優質農產品推向全球（楊智凱、楊舒涵，2016；陳駿季 2016，2017）。

肆、邁向效率、安全、低風險的智慧農業

一、以省工、省力為目標，提高農作效率 為因應人力短缺及高齡化的課題，提高農

業生產效率，導入人機協同的機械作為輔具，讓栽培者能夠省力省時的耕種。以蝴蝶蘭產業為例，以往澆水需耗費大量人力、時間，且無法精準穩定供水，透過改良後澆水機，可依植株位置自動調整出水方向，免去人為調整以減少作業負荷，並能節省人工、減少水資源浪費；菇類產業為例，依現行生產流程，如太空包製作與搬運、採收及分級包裝作業等，欠缺整合系統的設備與自動化升級，仍需仰賴大量的勞力，因此在品質與規格化管理上較為不易，在智慧農業中，開發太空包全自動化生產系統、菇類立體化多層次全自動化生產作業系統，未來將菇類

生產流程自動化，可節省人工作業勞力的投入、提升產能與品質；水稻產業，目前正進行改善育苗場人力操作育苗盤取放作業，開發機械手臂以分擔勞力；生乳產業導入智慧型推料餵牛機器人及櫥櫃型擠乳機器人，可替代人工養牛；海洋產業朝向智能管理及自動化技術研發，期能達到直接在漁船上將秋刀魚自動化選別、排整並裝箱的功效，節省漁工人力。透過數位服務結合物流產業，滿足客戶在供應鏈管理上的需求，促進農業產銷價值鏈不斷建構更高效益的全球運籌網路。

二、建立溯源制度，確保農產品安全

為了使消費者對農產品安心，若生產到銷售端的過程能夠透明化，有助於消費者建立信

心，而產品溯源正是瞭解整個過程的捷徑。以市面上有機農產品為例，其生產嚴謹且有安全品質認證，為了達到產品生產流程公開與透明，智慧農業計畫研究團隊正開發一個有效機制或資訊 APP 系統提供給供應端（或生產者），使得供應端簡便、迅速、有效並可公開建立其生產資訊，而且消費端可以簡易、準確、即時透過網路或手機 APP，查詢感興趣產品之生產資訊，以引起消費者對有機產品消費信心建立，進而建立消費者對品牌的忠誠度。另以結球萵苣建立溯源系統為例，以農業雲空間資料庫為基礎，建立全自動化且詳細的作物生產紀錄，並與產品品質建立關聯性，提供以施肥管理提升品質之建議，建構結球萵苣冷鏈可追溯性貯運紀錄模組，以利未來追溯系統之彙整建立。在遠洋漁產業方面，



圖 6 智慧農業的未來展望—效率、安全、低風險

資料來源：作者與 4.0 研究團隊自行繪製

捕撈之漁獲不易建立即時履歷是最大的關鍵，未來將開發符合我國國情之漁獲即時履歷資料溯源設計，於漁船海上作業時回傳即時漁獲資料至岸上管理端之資料庫系統，提供將來漁獲溯源使用。以消費者角度來說，可得到更多生產的資訊；以生產者角度來說，透過消費者習性可獲得更多消費者資訊，這些亦能回饋給生產者。

（一）提供預警及監測，降低農業生產風險

為了降低氣候變遷帶來農業生產的風險，著重於開發農業設施環境監測監控系統，利用無線感測系統，透過網路操作、無線傳輸及物聯網技術，建立雲端資料庫，於線上即時監測或監控溫室環境參數，提升栽培管理效率；而農作物害蟲為害潛勢之智能監測，則可透過自動影像辨識及計數系統監測害蟲，相關蒐集的資訊，可提供決策防治與否、預測未來密度與預警等用途；此外，建立 GIS 雲端資料庫，整合氣象及作物種植分布圖資料，由空間資訊標定各項災害之風險，也提供預警防災之參考，降低作物損害程度（圖 6）。透過掌握即時之氣候、土壤、水質、植物生長變化或禽畜畜養環境等資訊，藉著完整詳實的相關資料庫模擬及決策，連結自動化管理操作系統，精確的肥料、水分、飼料管理或進行病蟲害監測，提高農作物的品

質和產量。

伍、結語

創新科技是農業進步最重要的原動力為提高我國農業競爭力，農委會相關研究團隊順應工程技術以及資源跨域整合之創新農業技術發展趨勢，立基於原有深厚的農業技術研發與應用基礎，透過跨領域整合不同專業人才，運用感測技術、智能機器裝置、物聯網、大數據分析等前瞻技術於農業，創造高質化精準生產環境、建構產銷決策支援體系以及搭建生產端與消費端的互動平台。農委會藉由智慧農業 4.0 計畫之推動，除了借重 ICT 智慧化能量，及結合資深農民提出各種關鍵參數需求外，須強化政策引導及鼓勵跨領域之研發單位及業界合作，以提升業者投入智慧農業生產意願，並將資深農民經驗收集整理及參數化，且連結學研單位農業專家的 know-how 判讀數據，才能形成有商業價值的解決模式，發展成為智慧生產與數位服務之整體可行農業營運模式。期待智慧農業能開創高質、便捷及人性化的新典範農業，邁向效率、安全及風險控管的新農業時代。

參考文獻

1. 陳駿季。2016。以智慧科技邁向效率安全與低風險的未來。PPT 檔。
2. 陳駿季。2017。智慧農業是什麼？工業 4.0 又怎麼幫助臺灣農業？郭茵娜、黃麗秋採訪整理。
3. 能力雜誌 2017 年 4 月號。<<https://goo.gl/Rb8wf1>>。（檢索於 2017 年 8 月 4 日）
4. 陳駿季。2016。農業 4.0 — 以智慧科技邁向效率安全與低風險的未來。PPT 檔。
5. 楊智凱、施瑩艷、楊舒涵。2016。以智慧科技邁向臺灣農業 4.0 時代。農政與農情 289：6-11。