



走在農業智慧化的路上， 美日先進國家之 發展構想與期望達到之效益

劉宥杉

農業由自動化走向智慧化的創新過程，台灣也參與其中，國際間科技先進國家推動智慧農業之發展構想及期望達到之效益，可作為我國推動智慧農業之借鏡。本文觀摩美日等先進國家的發展經驗，台灣農業智慧化發展脈絡與日本較為相近，而成效重視方向則亦大略與美、日一致，建議未來可加強永續、極端氣候之克服，及對在校生、農民、業者於智慧農業相關課題之研修、訓練或綱要計畫成果之觀摩或推廣，為台灣農業種下智慧、永續的種子。

智慧農業是近年農業很夯的議題也是重要的發展趨勢，面對從農人力老化、糧缺危機、食品安全、極端氣候等挑戰，如何在生產與永續間找到平衡，也許在農業產銷運作上導入科技之應用可以成為不錯的解方。究竟什麼是智慧農業？農業如何智慧化？其大略是運用感測技術(Sensing Technology)、資通訊技術(ICT)、物聯網(IoT)、大數據(Big Data)等技術及專家系統逐漸導入農務，以更有效率、更智慧

化的方式提升農業生產力並降低農業的不可預測性，而此一農業進化模式也就逐漸被定調為所謂的智慧農業。

在農業自自動化走向智慧化的創新過程，台灣也參與其中，而國際間科技先進國家如何積極以科技提升農業競爭力，其推動智慧農業之發展構想及期望達到之效益，可作為我國推動智慧農業之借鏡，本文將透過觀摩美日等先進國家之發展經驗，作為我國相關發展之參考。

美國智慧系統於糧食生產體系應用為：新科技開發、基因型與顯型篩選、大數據管理、育出多樣且理想作物品種、收穫與配送至消費端。日本智慧農業未來發展情境為：善用 ICT、機器人技術實現超省力、高品質生產的新型態農業。

美國智慧化系統協助糧食體系發展之構想

美國堪稱全球農業最發達之國家，特色為大農國家，擁有龐大之科研體系，運用機械化、資訊化、精準化助益美國之農業生產及出口居於國際間之主導地位，而隨著農業逐漸邁向智慧化發展趨勢，美國政府主要配合商業及農業發展需要，透過農業法案與強大之農業研究部門及經費投入，協助運用和整合 ICT、Big Data 等能量，提供助益美國農業永續發展所需之智慧化技術、設備或系統等相關支持。參考國家食品與農業研究院 (National Institute of Food and Agriculture, NIFA，注1) 前首長 Dr. Sonny Ramaswamy (2012/03~2018/05 在任) 之「21 世紀糧食體系之智慧化系統」公開演講資料，其中曾提及智慧農業生產概念及智慧系統於糧食生產體系之運用等相關說明；並於 2017 年之預算說明書中列示智慧農業系統 (Smart Farming Systems)、氣候智慧農業 (Climate-Smart Agriculture, CSA) 等為重點發展方向。

資料中提出之智慧農業生產概念，主要是期望透過：(1) 精準的感測、原因及回應；(2) 提

高各種規模之農業相關經營者之盈利能力、生產力／效率；(3) 惠及消費者與社會等之新或改進的工程設備、產品或系統項目之開發目標達成，以促成符合生產力需要、具經濟可行性、生活及環境品質之永續農業系統。

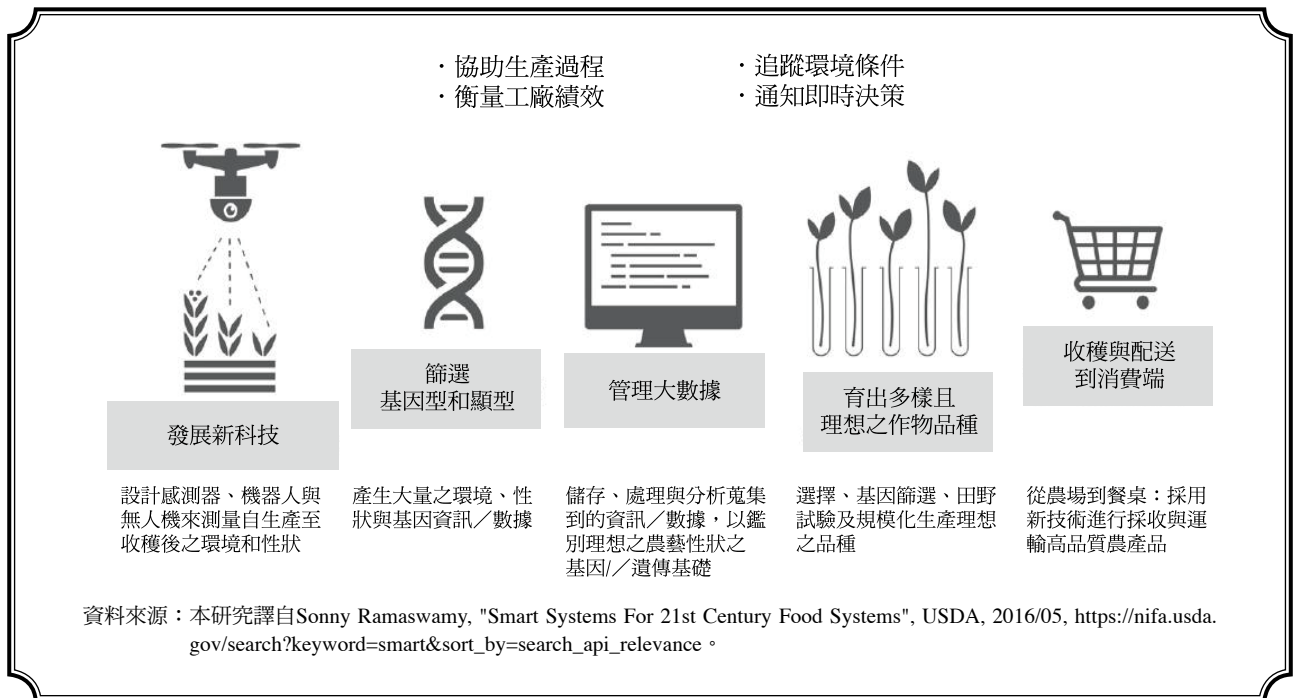
而智慧系統於糧食生產體系之應用，則主要由五大主軸展開：(1) 新科技開發：發展感測器、機器人與無人機來測量自生產至收穫後之環境和性狀；(2) 基因型與顯型篩選：發展大量之環境、性狀與基因資訊／數據；(3) 大數據管理：發展儲存、處理與分析蒐集到的資訊／數據，以鑑別理想之農藝性狀之基因／遺傳基礎；(4) 育出多樣且理想之作物品種：發展選擇、基因篩選、田野試驗及規模化生產理想之品種；(5) 收穫與配送至消費端：發展從農場到餐桌，採用新技術進行採收與運輸高品質農產品等。期望透過五大主軸發揮協助生產過程、衡量工廠績效、追蹤環境條件、通知即時決策等功能，即以整合科技和訊息來實現從農場到餐桌之智慧生產系統，助益糧食供需間之質量提升 (圖1)。

日本智慧農業之未來發展情境

而日本產業智慧化的之推動可溯自內閣府於 2000 年 11 月制定、2001 年 1 月施行之《IT 基本法》(高度情報通信ネットワーク社会形成基本法) 為開端，2013 年內閣府再發表「世界最先端 IT 國家創造宣言」(注2) 後，各重點領域全面向 IT 政策邁進，農業領域亦配合積極推動「智能農業」(スマート農業) 協助產業競爭



圖1 智慧系統協助21世紀糧食生產體系構想



力提升及發展。

參考日本農林水產省實現智能農業之研究會第五次會議議事資料，提出之「智慧農業的未來發展情境」（スマート農業の将来像）顯示，日本期望透過農業智慧化將農業帶入發展新境界，即善用ICT、機器人技術實現超省力、高品質生產的新型態農業，未來發展情境大略包含五大重點方向：(1)實現超省力&大規模生產：藉由GPS自動移動系統的導入，打破農耕機械夜間移動及多台農機同時自動於田間作業能力的界限；(2)在作物產出方面的能力能發揮最大的極限：基於感測(Sensing)技術或是過去的相關資料，來進行非常細緻的栽培（精密農業），可以將農作物的潛質做最大程度利用，

可實現多產&高品質的產出；(3)從很辛勞／危險的作業中得到紓解：農作物的堆放等勞力作業，除可藉由Assist Suit減輕勞力負擔外，亦可經由除草機器人等讓作業變得自動化；(4)任何人都可以輕鬆實現成為個人農家：經由農業機械的輔助裝置，即使是比較沒有經驗的操作者也可以進行高精度的作業，此外專家系統的建置（Know-how的資料庫化），也使得年輕一輩可以持續從事農業；(5)提供安心&信賴給消費者&實際需要者：實際需要者（後續加工業者之類的）或消費者，可以直接連結雲端系統，獲得詳細的生產訊息，得到安心&信賴等（圖2）。

此外，在加強ICT運用上，日本官方考量原

圖2 日本智慧農業之未來發展情境

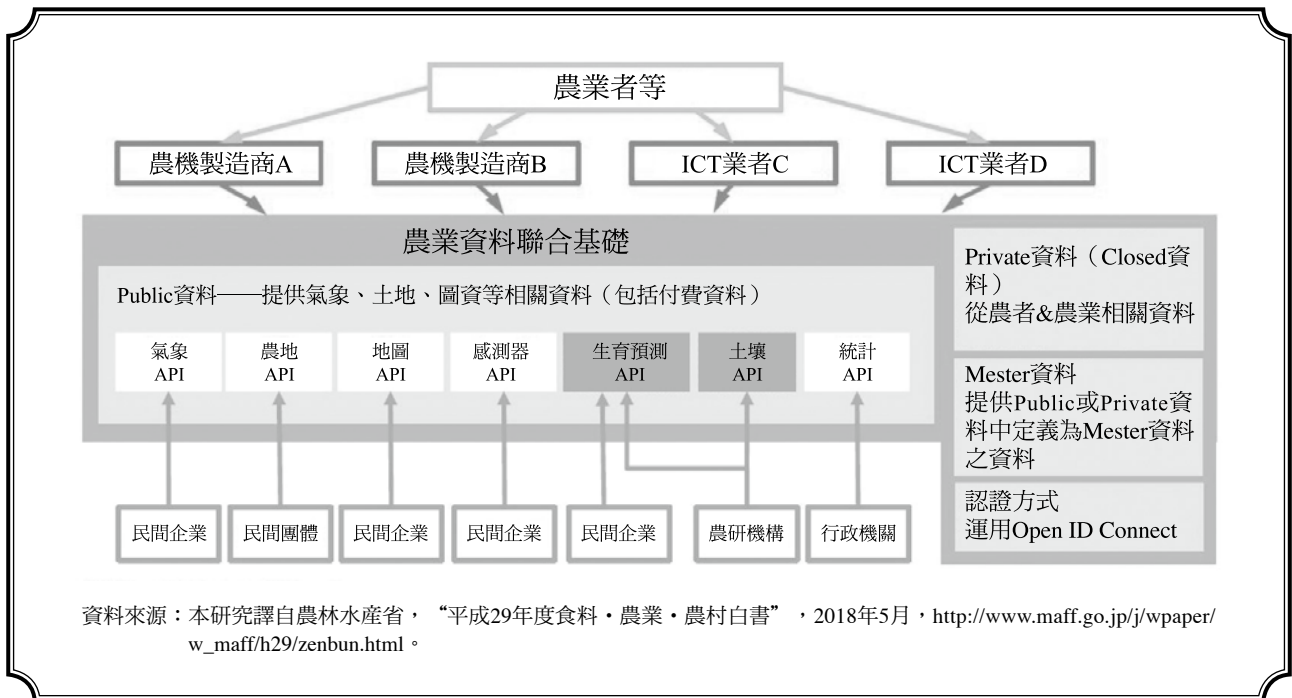


先農業大數據零散存在不同地方，同時資料亦缺乏橫向整合，因而提出了農業資料聯合基礎（「農業データ連携基盤」通稱WAGRI）構想，將對農業生產經營有幫助之農業用土地、氣象等重要之農業關聯資訊，整合入農業資料聯合基礎平台，並於2017年8月成立農業資料聯合基礎協會，2017年12月完成平台雛型，預計2019年4月正式提供服務（圖3）。

美日兩國對智慧農業可達成之成效看法，美國著重在助益美國農業永續發展，重視農業人才質量培育、業界經營環境改善等層面；日本則著重在對業界生產面、經營面等的直接實質助益，以及總體產業中長期層面之產值提升等。



圖3 日本農業資料聯合基礎架構圖



美國運用智慧科技協助農業發展關注之成效重點

就目前官方資料顯示，美、日兩國尚無以推動農業智慧化為主軸進行系統性成效說明之相關資料露出，在計畫層次之觀察亦無，且僅有部分計畫公布年度評核資料，內容則大多著重在共通評核標準下之評分方式及結果概要說明。因而為了解美、日運用智慧科技協助農業發展關注之成效重點，則分別自兩國各部會或相關單位露出之相關資訊進行觀察整理。美國主要是自美國農業部(USDA)及國家食品與農業研究院(NIFA)之首長發言、年度執行及預算報告、策略說明及相關簡報，以及農業與食品研

究計畫(Agriculture and Food Research Initiative, AFRI)等相關資料，進行績效相關資訊萃整及推論(表1)。

日本推動智慧農業關注之成效重點

而日本則就施政層次(如世界最先端IT國家創造宣言、日本再興戰略)列示之預定達成目標或KPI，以及重要相關調查結果資料(如IT利活用推進調查)，進行績效相關資訊萃整(表2)。

結論與建議

美、日兩國對科技應用在農業發展之構想，主要在協助提升效率、品質、助益永續等層

表1 美國運用智慧科技協助農業發展關注之成效方向

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 在校生培育、實習（含高等教育人力栽培）及培養區域性氣候變異因應專家以確保農業永續發展之人力資本 • 專利(patent) • 許可／證照(licence) • 新發明／技術（含作業程序）／生態調查之實驗或系統方法產出及發表 • 感測器、農業機器人、無人機等設備及智能設施 • 協助檢測特定動物疾病之實驗室 • 合作研究、共同開發協議 • 技術支援 • 鑑定／檢測服務 • 技術移轉 • 降低成本 • 提高產量 • 提升業界營收 | <ul style="list-style-type: none"> • 節省工時及減輕勞動負荷 • 經濟、環境或生活品質改善之農民／牧場主人數 • 新品種作物達到商業化之數量 • 降低病蟲害、疫病風險 • 減緩氣候影響 • 減少災害損失 • 加強糧食供給穩定 • 加強食品安全把關 • 強化糧食營養 • 農作決策支援系統（監控環境溫、濕度、水足跡、疾病、蟲害等） • 大數據運用之資訊服務建構及提供，含App、CPS虛實融合系統(Cyber Physical System)等 • 提升能資源利用效率 • 農產品出口貿易順差 |
|---|--|

資料來源：本研究整理(2018)。

表2 日本智慧農業推動之成效關注重點

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 經營力提升（經營策略、計畫訂定，經營可視化，財務體質強化等） • 提高客戶端的信賴度 • 強化風險應變能力（含減少病蟲害發生、氣候等風險） • 經營人才的育成&能力提升（含縮短成為個人農家所需的時間） • 交易必須的種植履歷或是農業生產工程管理(GAP)等對應也會變得簡單 • 農作業的可視化 • 單位收成量的增加 • 品質提升 • 生產量、品質的穩定 • 收穫時期的最適化 • 生產技術的傳承・高度化（生產人才的育成・能力提升） • 業務效率化 • 降低成本 • 營業力・銷售力的強化 • 最佳化出貨時間 • 智慧財產 • 產業競爭力、國際競爭力 • 農業IT市場規模 | <ul style="list-style-type: none"> • 農業周邊產業中服務業的部門的銷售／營業額比例 • 日式農業服務解決方案海外展開狀況 • 2020年的農林水產品出口額突破一兆日圓 • 活用農業資料聯合基礎的服務提供件數 • 氣象廳主頁上提供的資料數 • 對氣象廳主頁資料的觸達人數 • 為公布資訊之標準化涉及的個別方針數 • 基於標準化的提供服務數 • 活用農業資料聯合基礎的廠家數 • 農業用土地資訊公開系統的觸達人數 • 在全農業用土地面積上（裡）旗手利用之面積占比 • 為節省勞力化貢獻之機器人等的實用化數 • 隨著導入機器人而產生之效率化作業等 • 被研究開發的機器人數 • 無人駕駛系統的實現 • 對節省人力具有貢獻之新機器人數目 |
|--|--|

資料來源：本研究整理(2018)。

面，而實現的方式大略皆是透過感測器、智慧輔具、機器人、無人機、ICT、IoT、大數據等

途徑來達成。

在對農業透過智慧化期望可達成之成效看法



方面，兩國的成效關注方向大致與其發展構想及總體目標相呼應，美國著重在助益美國農業永續發展，重視農業人才質量培育（美國對農業人力資本栽培至為重視）、業界經營環境改善、極端氣候議題克服、糧食安全提升（供給穩定、重視營養、食品安全等）等層面；日本則著重在對業界生產面、經營面等的直接實質助益（生產量與品質之穩定、作業效率提升、節省成本等），以及總體產業中長期層面之產值、新創產業發展、出口值提升等。

台灣農業智慧化發展脈絡與日本較為相近，行政院農委會自2017年起推動「智慧農業4.0綱要計畫」，以安全、效率、低風險為願景目標，智慧生產、數位服務為主軸，戮力以政府資源之力量，協助農業透過智能生產與智慧化管理，示範場域推動及聯盟運作突破小農單打獨鬥之困境，並由官方規劃整合發展農業大數據共通平台，推動台灣農業加速朝智慧化發展。過程中同美、日兩國一樣重視效率、品質之提升，強調農業生活、生產、生態三生功能，友善環境透過水資源、農藥用量減省來努力。成效重視方向則亦大略與美、日一致，惟建議未來可再多加強永續、極端氣候之克服，及對在校生、農民、業者於智慧農業相關課題之研修、訓練或綱要計畫成果之觀摩或推廣，為台灣農業種下智慧、永續的種子。☞

（作者為台灣經濟研究院副研究員）

■ 注釋

1. 國家食品與農業研究院依據2008年《食品，

養護和能源法案》第7511(f)(2)條(Section 7511(f)(2) of the Food, Conservation, and Energy Act of 2008)，創立於2009年10月1日，NIFA的使命是投資促進農業研究、教育與推廣，透過競爭性補助計畫，激勵與挹注農業研究與技術創新，解決社會挑戰。

2. 根據2017年6月日本首相官邸公告的訊息，「世界最先端IT國家創造宣言」已正式廢止，繼而代之的是「世界最先端IT國家創造宣言・官民資訊利用推動基本計畫（世界最先端IT國家創造宣言・官民データ活用推進基本計画）2017年5月30日」，續由「IT綜合策略本部」（IT綜合戰略本部，高度情報通信ネットワーク社会推進戰略本部）負責整合推動，請參考：<http://www.kantei.go.jp>。

■ 參考文獻

1. 余祁暉、魏于翔、楊舒涵，“國際智慧農業發展策略”，農業生技產業季刊，第48期，頁1~18，2016年12月。
2. 行政院農業委員會，“日本將成為世界最先進的IT國家（擷取農業部分）”，農業科技決策支援資訊平台，2014年10月，<http://agritech-foresight.atri.org.tw/News/Viewer?sid=563>。
3. 農林水產省大臣官房政策課技術政策室技術企画班課長補佐角張徹，“スマート農業の実現に向けた取り組みの現状と今後の展望”，砂糖類・でん粉情報，農畜産業振興機構，2018年7月，<https://www.alic.go.jp/>

- starch/japan/wadai/wadai.html。
- 4.農林水産省，”平成29年度食料・農業・農村白書”，農林水産省，2018年5月，http://www.maff.go.jp/j/wpaper/w_maff/h29/zenbun.html。
 - 5.日本農林水産省實現智能農業之研究會第五次會議議事資料，“スマート農業の将来像”，農林水産省，2016年11月，http://www.maff.go.jp/j/kanbo/kihyo03/gityo/g_smart_nougyo/kenkyu_kai05.html。
 - 6.USDA, "FY 2016 ANNUAL PERFORMANCE REPORT FY 2018 ANNUAL PERFORMANCE PLAN", 2017/05, <https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/usda-fy16-annual-performance-report-fy18-performance-plan.pdf>
 - 7.USDA, "Agriculture and Food Research Initiative (AFRI) FY 2015 Annual Review", 2017/04, <https://nifa.usda.gov/sites/default/files/resource/AFRI-2015-Annual-Review.pdf>
 - 8.NIFA, "NATIONAL INSTITUTE OF FOOD AND AGRICULTURE 2016 ANNUAL REPORT", 2017/03, <https://nifa.usda.gov/sites/default/files/resource/NIFA-2016-Annual-Report-Print-Version.pdf>
 - 9.NIFA, "2018 President's Budget National Institute of Food and Agriculture", USDA, 2017/02, <https://www.obpa.usda.gov/19nifaexnotes2018.pdf>
 - 10.USDA, "USDA Announces \$5 Million in Funds for Smart Technology Innovations in Agriculture", 2016/12, <https://nifa.usda.gov/announcement/usda-announces-funds-%E2%80%9C-internet-agricultural-things%E2%80%9D>
 - 11.Sonny Ramaswamy, "Smart Systems For 21st Century Food Systems", USDA, 2016/05, <https://cra.org/ccc/wp-content/uploads/sites/2/2016/05/Sonny-Ramaswamy-Symposium.pdf>
 - 12.NIFA, "National Institute of Food and Agriculture FY 2017 President's Budget Proposal", USDA, 2016/02, https://nifa.usda.gov/sites/default/files/resource/NIFA_FY2017_President%27s_Budget.pdf
 - 13.公務出國報告資訊網，<http://report.nat.gov.tw/ReportFront/index.jspx>。
 - 14.日本首相官邸，<http://www.kantei.go.jp>。
 - 15.美國白宮，<https://www.whitehouse.gov>。
 - 16.維基百科，<https://www.wikipedia.org/>。

銘謝誌

本文為執行「行政院農業委員會委辦計畫」智慧農業4.0計畫績效管理暨產業趨勢分析（106農科-18.2.3-科-a1）之計畫相關成果。