

臺中區農業改良場  
農業省工機械化研發應用研討會



智慧農業機器人的  
技術現況與展望

蔡清池

國立中興大學電機系終身特聘教授  
國立中興大學副研發長  
台灣機器人學會理事長  
國際模糊系統學會當選理事長



行政院農業委員會臺中區農業改良場  
TAICHUNG DISTRICT AGRICULTURAL RESEARCH AND EXTENSION STATION  
COUNCIL OF AGRICULTURE, EXECUTIVE YUAN



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

大綱

- 臺灣農業發展概況
- 農業生產力4.0：智慧農業
- 智動化農機（智慧型農業機器人）發展現況
- 國外發展趨勢
- 智動化農機未來發展方向
- 實現案例
- 總結



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

2/4

## 臺灣農業發展概況 (發展環境)

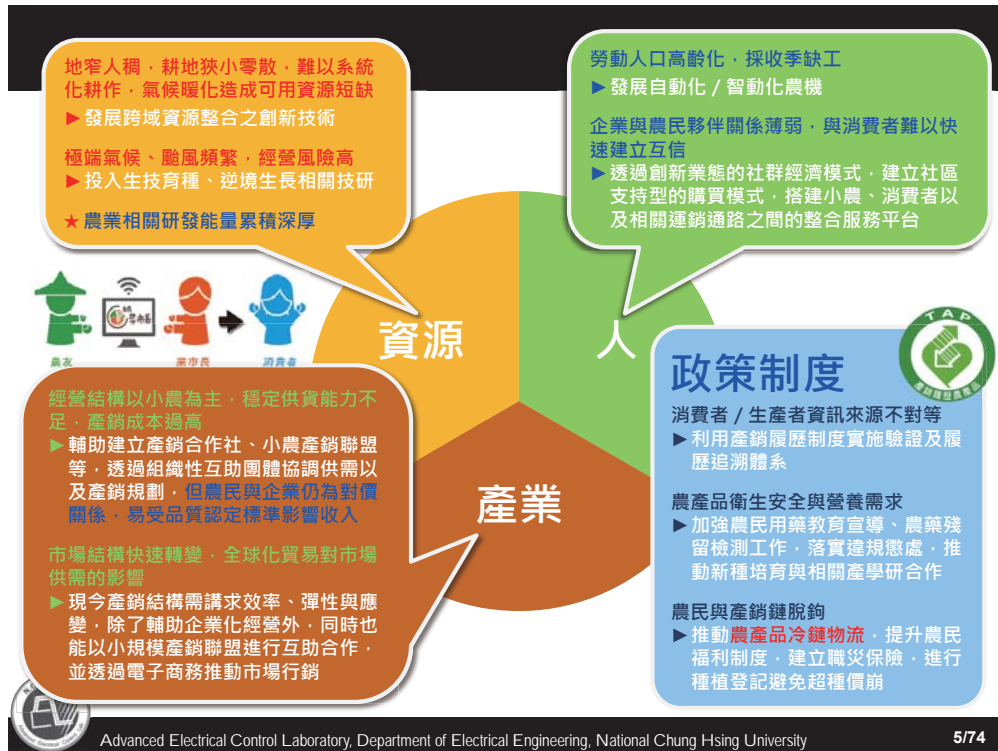
- 臺灣地處亞熱帶，氣候溫暖、雨水豐沛，適合作物生長，但也因此易發生病蟲害；再加上颱風、豪雨及地震的發生都較為頻繁，對於農業發展的限制以及風險都很大
- 臺灣為多山島嶼，地狹人稠，農戶平均耕地規模僅1.02公頃，屬於小農經營形態，也因此農業經營主體多屬兼職，生產成本偏高，供應量也難以穩定
- 為因應經貿國際化、自由化趨勢及世界環保潮流，農業政策不再僅只有著重生產面的提升
- 未來將以提高農業價值、確保農民福祉及收益、提升農村多元產業文化及生活，同時兼顧消費者安全、資源循環利用及生態永續，發展全民共享的新農業為目標



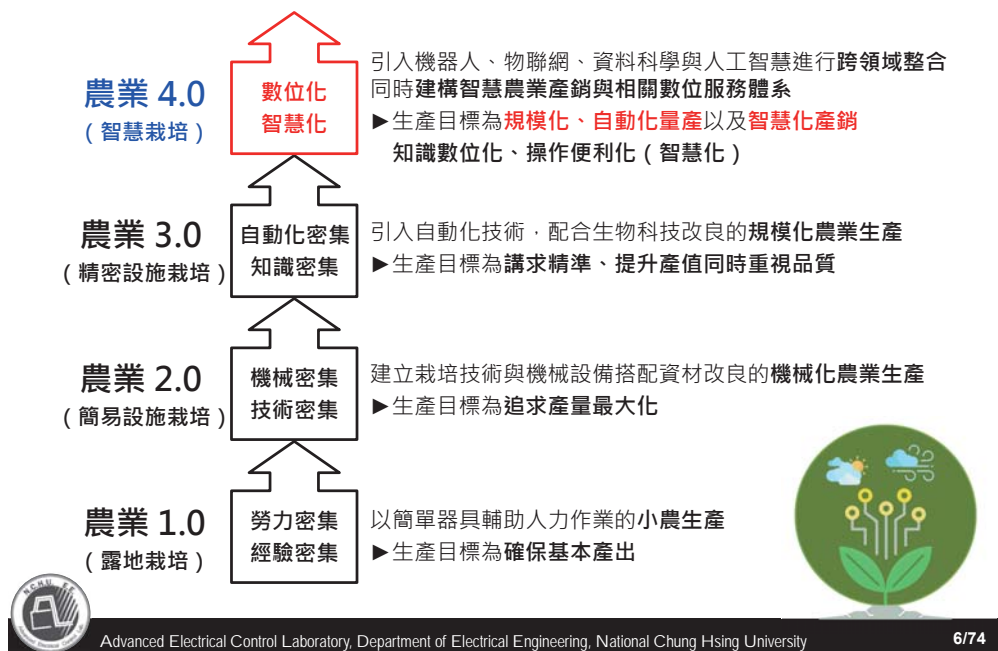
## 臺灣農業發展概況 (國家政策面)

- 鑒於全球性氣候劇變、國際情勢更迭、經濟模式轉變、產業結構變遷及科技迅速發展等大環境因素，我國農委會以「**創新、就業、分配及永續**」之原則，依循**三大主軸與十大重點政策**推動「**新農業創新推動方案**」
- 三大主軸分別為
  - 建立農業新典範
  - 建構農業安全體系
  - 提升農業行銷能力
- 十大重點政策包括
  - 推動對地綠色給付
  - 穩定農民收益
  - 提升畜禽產業競爭力
  - 推廣友善環境耕作
  - 農業資源永續利用
  - 科技創新農業
  - 提升糧食安全
  - 確保農產品安全
  - 提高農業附加價值
  - 增加農產品之內外銷多元通路
- 此外更進一步推動包括有：發展農業知識經濟、促進農糧產業升級、發展高經濟價值產業、推行畜牧業統合經營、建立效率與服務之農產運銷體系、強化農業防疫檢疫網、強化農漁民團體功能、加強山坡地水土保持、保育自然資源、加強農田水利建設、促進水土資源永續利用、加強對外農業合作以及營造健康活力的鄉村風貌等十三項重要農業施政措施

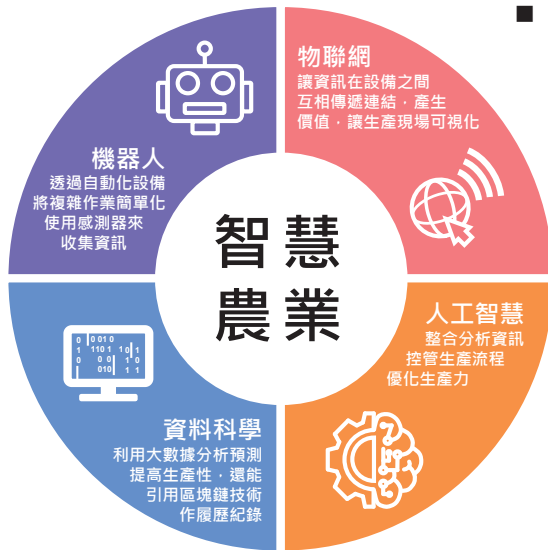




## 農業生產力4.0：智慧農業



## 甚麼是智慧農業？



■ 智慧農業主要是將傳統農業結合機器人、物聯網、資料科學與人工智慧進行跨領域整合應用的新興產業

- 以跨領域之物聯網(IoT)、資通訊技術(ICT)、大數據分析(Big Data)、區塊鏈(Block Chain)等前瞻技術的導入來提升自動化程度與管理效率
- 以感測器監控環境資訊，再視感測結果由自動化生產設備進行管理動作，如灑水、施肥等，除了降低農業生產的人力需求，同時也能有效提升生產效益
- 以現行生產模式為基礎，因應市場需求進行產銷規劃，提供農民更有效率的經營管理模式，生產符合市場與消費者需求，衛生安全、履歷透明的各種農產品

(Internet of Things, IoT)

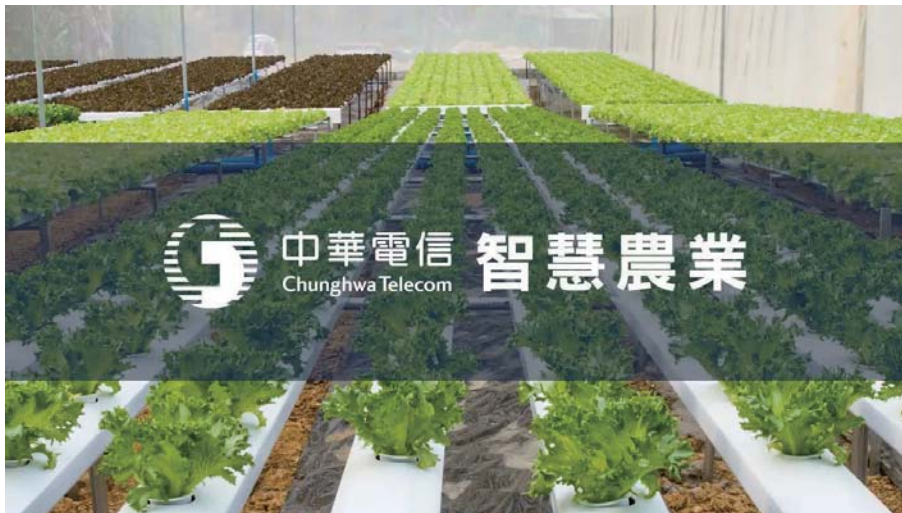
- ◆ 物聯網：生產環境與自動化設備監控 (Information and Communication Technology, ICT)
- ◆ 資通訊技術：遠端管理與資料雲端化
- ◆ 大數據分析：分析並預測生產狀況
- ◆ 區塊鏈：生產履歷紀錄、運銷紀錄



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

7/74

## 中華電信 智慧農業



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

8/74

## 智慧農業的概念與核心技術



感測元件、資通訊技術、物聯網、共通資訊平台(大數據)、智慧機具、人機輔具



Ref. from SMART AGRI資訊網站「智農是什麼」(行政院農業委員會農業試驗所)

Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

9/74

## 智慧農業的概念與核心技術

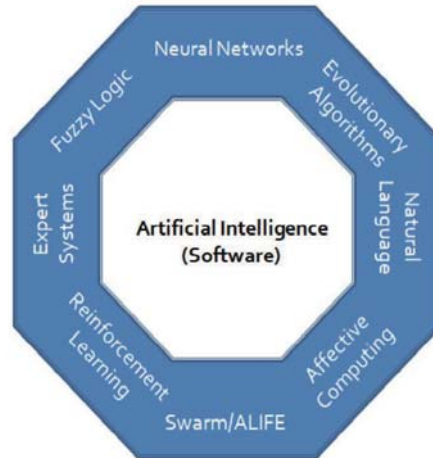
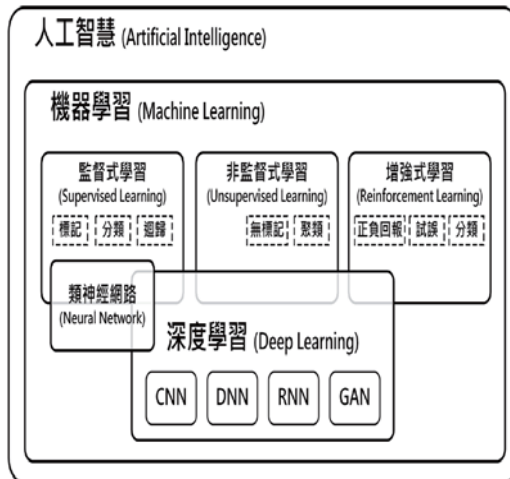
- 對於智慧農業，最關鍵的基礎硬體便是資料收集用的各種感測器節點與環境監控設備(如無人飛行機、小型氣象站等)，以及協助農作用的自動化農機，甚至是增加了連網、分析、可收集農民的耕作資訊以及可遠端操作等能力的智動化農機
- 在完成各式資料的收集後，透過將農業專家的知識參數化、數位化，建立出決策輔助系統，便可透過所蒐集來的資料分析出目前的作物生長狀況以及基於環境資訊的耕作預報或是病害蟲害的預警警報，提醒並供農民作為耕作時精準施肥與用藥的參考指標，滿足最佳的作物生長條件，讓生產量最大化
- 還可另外使用人工智慧同步針對農民的耕作資料進行學習，透過分析農民選擇的動作與耕作預報以及最後生產結果之間的關聯性，修正並建立更加精準的耕作預報與病蟲害警報
- 當可靠度達標後，可更進一步的深入應用，直接與智動化農機互動實現全自動化農機，自主進行農作；而農民僅需定期監看系統是否有回報異狀即可，藉此實現更高效率的自動化生產

Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

10/74



## 什麼是人工智慧？



### 狹義的人工智慧

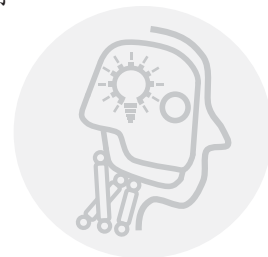
Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

### 廣義的人工智慧

13/74

## 什麼是人工智慧？

- 人工智慧，又稱機器智慧、計算智慧，乃指由人製造出來的機器所表現出來的智慧，也就是透過電腦程式來觀察周遭環境並作出行動以達成目標的系統的技術
- 由於硬體技術成熟，追上開發人工智慧的需求，以及巨量資料 (Big Data) 的應用及其統計方法與相關研究的崛起，以致近年人工智慧與機器學習的相關技術呈爆炸性成長
- 現階段的人工智慧的發展，仍處於逐漸發展成熟的階段，應用較廣泛的是其中的機器學習或是深度學習架構
- 智慧農業當中主要會使用到的人工智慧技術如深度前饋式網路 (DCNN)，卷積或折疊類神經網路 (CNN) 等，其中如 Faster R-CNN, Mask R-CNN, MobileNet, AlexNet 等深度學習網路，已被學者專家用來分析與預測作物成長、雜草位置與病蟲害情況



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

14/74

## 人工智慧於農業之應用：雜草辨識與除草

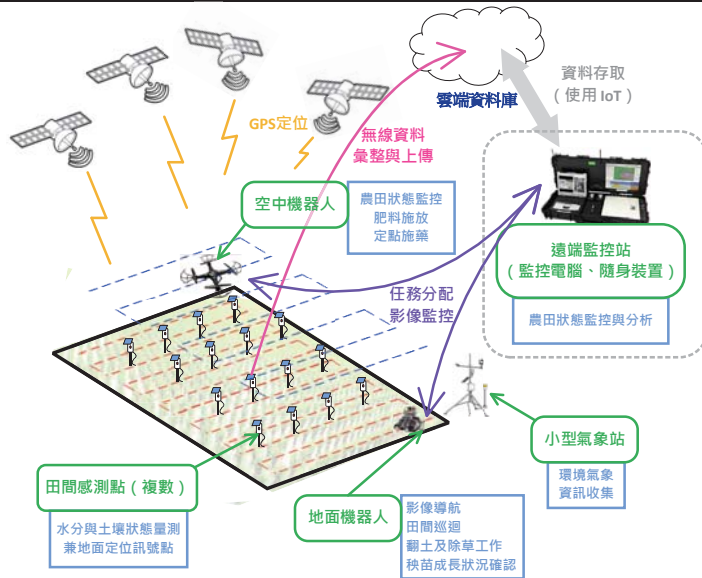


## 智慧化農業的發展





## 戶外經濟作物之智慧農業發展架構



- 左圖為多陸空協作機器人與智慧監控系統示意
- 該架構可依據經濟作物的生長環境因子進行收穫預期評估，也能透過田間感測點實現病蟲害偵測預警

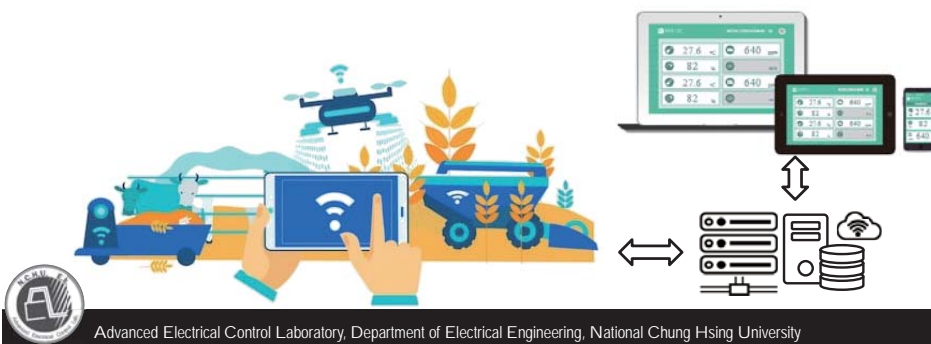


Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

17/74

## 智慧農業實現情境

- 攜有多種不同功能攝影機器的智慧無人機穿梭於農田或農場上空，一邊監控作物或漁畜生長狀況，一邊將資料上傳至雲端
- 在雲端伺服器端可透過邊緣與雲端運算，進行符合成本與對環境傷害最少的農藥與化肥施用分析及對水資源最有效的管理，或對漁畜生長提出最佳的飼養策略與繁殖環境
- 未來農民只要透過手機或平板電腦等行動終端連上雲端，便能輕鬆完成「巡田」、「農作」或「飼養」等任務

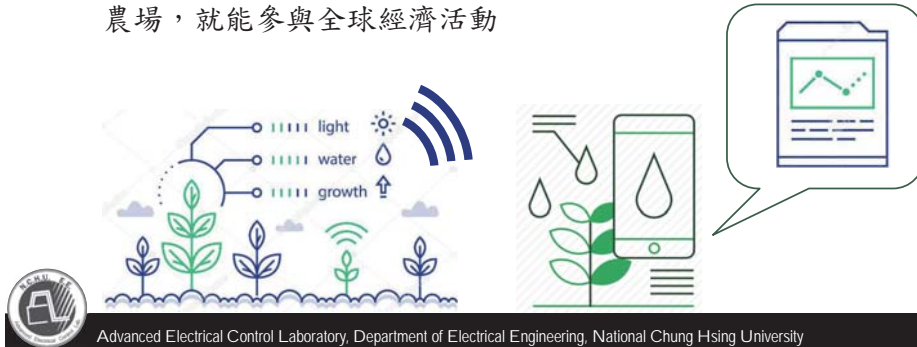


Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

18/74

## 智慧農業實現情境 (續)

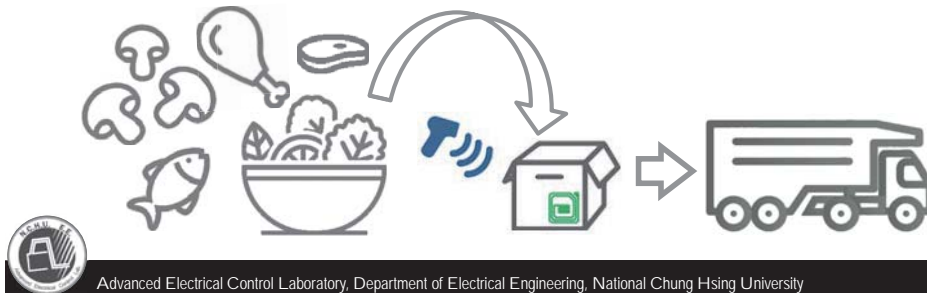
- 農民可利用大數據與人工智慧系統的分析，可瞭解作物特性，以適時調整土壤類型微量元素與養分、灌溉行程、作物輪作以及其他生長條件
- 使用各式感應器測量植物含水量、水位變化、土壤濕度、碳量及土壤溫度或密實度，藉此優化灌溉工作，避免作物受損
- 農民更可拍攝作物，然後上傳資料庫，提供每日參考價格，作物售出時系統即時提供資訊，讓農民不需離開農場，就能參與全球經濟活動



19/74

## 智慧農業實現情境 (續)

- 在消費端，消費者能經由掃描包裝上的條碼或 QR Code 取得透過區塊鏈技術建立的生產履歷，甚至可在家輕鬆看到作物與漁畜生長生長的自動化環控廠房生長採收與飼養及採收過程
- 而國外的通路商則可藉由供應鏈系統將臺灣外銷的農產品迅速在國際連鎖超市鋪貨，或是提前下單訂購數個月後的農作訂單
- 同時農場工作人員可能正藉由以 RFID 標籤建立的物流管理系統來確認剛採收並包裝完畢的農作、菌種、種苗或漁畜要如何進行運銷，同時作出貨前最後的確認



20/74

## 智慧農業 - 遠程控制系統



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

21/74

## 智慧化農業產銷

- 未來將以跨域關鍵技術建構智慧生產與數位服務產業應用架構為目標，從設施設計、場域經營、產銷調配及消費服務四大部分，進行感測→監測→決策→回饋的可自我修正的控制架構
  - 在資訊共通平台與大數據分析的支援下，從環境感測器與作物生理感測器累積大量資料，透過物聯網整合控制模組，結合智動化農機進行雙向資訊彙集
  - 經過農業技術參數管理模組的專家系統演算比對，進行作物品質控管、病蟲害安全防治、外部風險預警、設施環境調和、栽培營養管理、產量產期預估等數位服務
  - 另外結合運銷通路，建構產銷物聯網，以達成產銷策劃、彈性供銷、冷鏈物流及跨通路履歷等內容
  - 如此一來，才能結合小農集合而成的生產班，由農企業進行產銷調配，並打通完整的行銷通路來實現整個完整的智慧化農業產銷供應鏈以及相關服務體系



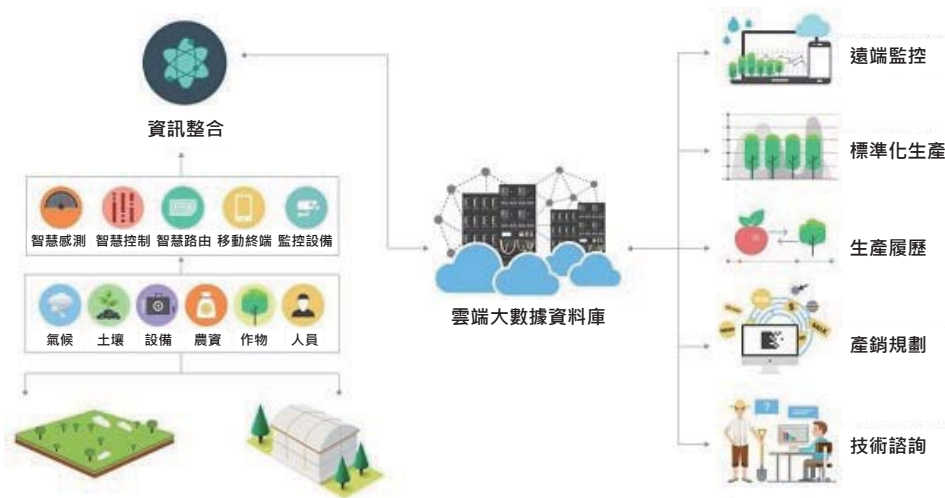
Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

22/74

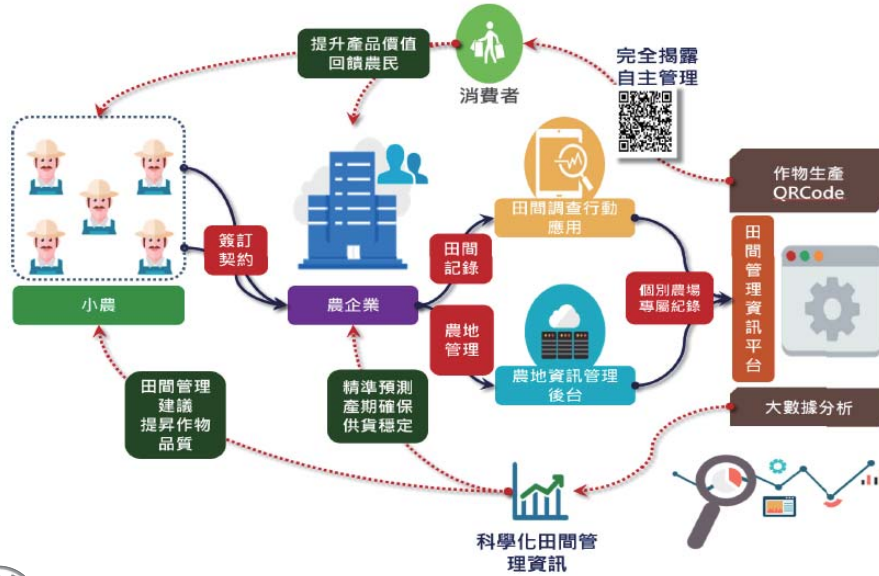
## 設施化栽培：短期菜葉自動化生產設備



## 智慧化農業產銷架構（場域端）



### 智慧化農業產銷架構 (整體)

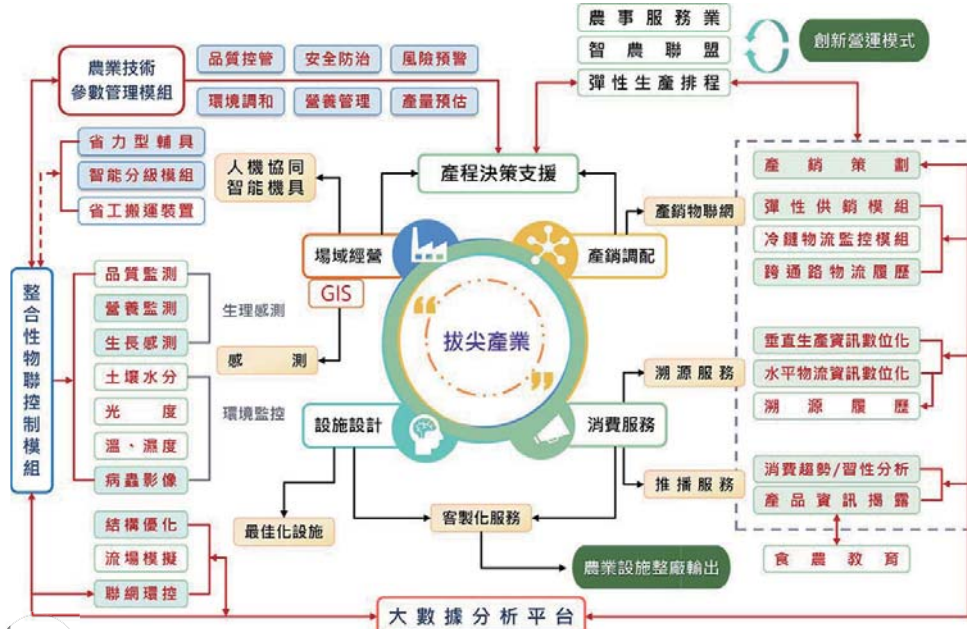


Ref. from 國土與公共治理季刊『推動智慧農業 - 翻轉臺灣農業』

Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

25/74

### 智慧生產與數位服務產業共通跨域關鍵技術應用架構



Ref. from SMART AGRICULTURE INFORMATION NETWORK 『智農是什麼』 (行政院農業委員會農業試驗所)

Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

26/74

## 農機發展現況

- 農、林、漁、牧業涵蓋內容甚廣，視不同場域不同階段都會有不同的勞力密集需求。各場域長期勞力負擔較重的部分包括：
  - 作物栽種：農田巡視、驅鳥驅蟲、鋤草、施肥與噴藥
  - 禽畜飼育：飼料補充、禽畜舍環境清潔與管理、疾病管理
  - 水產養殖：飼料投放、魚池清潔、水質監控、疾病管理
  - 海產捕撈：漁點尋找、誘魚、捕撈、(漁獲)選別與排整
  - 伐木與採集：採伐、整料、運輸
- 智動化農機除了輔助進行勞動外，設備聯網並引入人工智慧進行分析與判斷後，更是能有效降低作業時間與人力成本
  - 發展不再侷限於硬體設備的自動化／無人化，而是更進一步的整合應用，讓設備間進行互動，使生產流程更為順暢
  - 臺灣因地狹人稠，耕地畸零，因此以小型農機為主要發展方向
  - 大型農機設備主要針對海外市場進行外銷



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

27/74

## 臺灣農機發展

- 農業機具的發展，大抵都是依循下方影片中的發展（以施肥為例）
  - 近年因為多軸飛行器技術蓬勃發展，其高機動性與配置方便的特性，無論是施肥、灑藥、農田監控都能節省相當的人力開銷，讓農業用多軸飛行器（植保機）市場開始蓬勃發展
- 人力
    - 簡易隨身設備（工具輔助）
    - 農業機具（農業機械化）
    - 複合農機
    - 大型複合農機



影片資料來源：youtube頻道《務農夫婦》·【務農夫婦】第62篇【農業機械進化史】



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

28/74

## 植保機與智慧農業：概觀 (經緯航太)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

29/74

## 植保機與智慧農業：實際運作 (大疆農業)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

30/74

## 智動化農機發展現況 (智慧生產)

- 智慧農業所使用的自動化環境控制裝置與過去農業自動化與精準農業所使用的自動化技術大致相同
  - 如種苗生產自動化，自動化栽培設施，農藥及肥料施用自動化，田間作業（巡視、除草、驅蟲）自動化，作物採收自動化，農產品收穫後處理與儲運自動化以及農產品廢棄物處理自動化等
- 智動化農機及農業感測器與既有自動化設備最大的不同點在於設備聯網以及與大量感測器所組成的感測器網路的配合
  - 透過物聯網技術實現設備聯網，除了方便進行環境與耕作資料的收集回傳外，更讓設備能以遠端方式進行監看與控制
  - 農用感測器涵蓋範圍廣泛，可用於農作微氣候、量測的土壤中微量元素與養分、土壤濕度、碳及土壤溫度或密實度，（水田）灌溉水高度，病蟲害病徵，蒸散作用、光合作用、葉片含水量的壓力，熱影像、多光頻譜，作物生長性狀、作物生理感測等
  - 所使用的感測器在農作或漁畜環境的耐用性與可靠度都需與工業用感測器同等甚至要求更高，而且因使用環境還會有省電、低功耗的需求（缺乏外部電源且需要長時間進行監控）



## 智動化農機發展現況 (數位服務)

- 而在收集到資料後，透過雲端伺服器所提供的各種線上數位服務可更輕鬆的實現耕作管理，包含環境與耕作資料匯整、資料可視化、耕作決策分析與病蟲害預警等，還能透過同質或異質共通資訊平台進行多元化應用，更進一步還能配合人工智慧的應用協助進行判斷與分析決策
  - 智慧農業所使用的人工智慧，不僅涵蓋狹義的深度學習與機器學習技術，更涵蓋廣義的專家系統、類神經網路、模糊邏輯、進化演算法、人造生命系統、群體智慧等技術
  - 通常於雲端系統內執行，也能引入**邊緣計算**技術，讓終端節點協助進行分析運算，同時共享整體運算資源以增快分析效率
  - 透過**共通資訊平台**的建立，可以匯集多方感測資料並進行資料共享，可透過大數據分析讓決策分析更加的精準
  - 同時可匯整包括產銷資料、相關單位的農事研究資料等進行更廣泛的產銷分析規劃，藉此實現多元化數位農業應用平台
  - 平台提供易用的介接 API，讓跨域數據的溝通整合更為方便，也能增進資料價值與可利用性，利於跨產業協同合作與服務創新





## 臺灣目前自動化農機的使用與發展

- 由於目前臺灣仍以兼職小農為主，通常無法負擔太過高昂的設備成本，因此使用上大多以協助日常農務的小型輔助農機為主
  - 施藥、灑肥、搬運用小型設備，如噴霧機、搬運車、中耕機等
  - 抑或是收穫後會用上的小型處理設備，如脫穀機、包裝機等
- 若是非每天都需要用到的高單價設備，會以多個農戶共同負擔一臺一起共用，或是向農會、合作社或其他持有的農戶租用
  - 耕耘播種機、插秧機、嫁接機、移苗機等
- 其中還有些設備需要專業人力以及相關農機證照才能操作，單價又十分高昂，因此會存在設備連同專業操作人員一同以短期雇用形式到現場處理
  - 各式收割機／收穫設備
  - 也因此產生了逐稻而居的專業割稻人這種職業



## 臺灣目前自動化農機的使用與發展 (續)

- 總上所述，因仍以小農為主，大型生產班規模有限，整體市場不大，因此我國目前發展的農機有一定程度是以海外市場為主要目標（例如開始大規模發展的中國大陸、印度、巴西等正在推動農業機械化的開發中國家）
  - 農業規模與發展模式與我們相近的日本的自動化機械製造實力帶來強大的競爭力，尤其是農用引擎的部分。臺灣廠商開拓市場時，經常會受限於引擎需要進口，成品又常只能以低價換取訂單
  - 此外，近年來中國大陸也開始大量投入自動化農機的生產研發當中，目前已佔全球農機市場1/4的產值
  - 歐美以及中國大陸主要生產曳引機與附掛式機械、聯合收穫機、農用搬運車、中耕管理機引擎以及其他農機相關零件
  - 然而目前技術研發投入以大型農機為主，使得中小型農機廠商缺乏關鍵技術及大量資金，競爭不易
  - 國內廠商對於在行銷規劃與產品服務方面也有待改善，急需提高可見度並打出全球知名品牌進行行銷



## 創新科技 智慧農機



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

35/74

## 小型農機 (運輸設備)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

36/74

小型農機 (電動噴霧車 | 噴藥機)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

37/74

小型農機 (電動噴霧車 | 噴藥機)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

38/74

## 小型農機 (搬運車 | 改裝施肥車)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

39/74

## 小型農機 (自走式昇降作業機 | 手推式施肥機 | 適時灌溉系統)

省工栽培機械化研發應用



行政院農業委員會臺中區農業改良場  
Taichung District Agricultural Research and Extension Station,  
Council of Agriculture, Executive Yuan Changhua, Taiwan



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

40/74

## 小型農機 (中耕管理機)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

41/74

## 收穫用複合農機 (聯合收割機 for 稻穀類)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

42/74

## 收穫用複合農機 (果實)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

43/74

## 收穫用複合農機 (果實)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

44/74

### 收穫用複合農機 (果實)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

45/74

### 收穫用複合農機 (胡麻)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

46/74

## 收穫用複合農機 (染料用花)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

47/74

## 收穫用複合農機 (菜葉類)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

48/74



## 收割用大型農機 (稻穀類：小麥)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

49/74

## 收割用大型農機 (根莖類：玉米)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

50/74

## 收割用大型農機 (根莖類：胡蘿蔔)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

51/74

## 收割用大型農機 (根莖類：花生)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

52/74

## 自動化農耕與智動化農耕

- 在全球農業人力急速萎縮的環境下，以少數人力使用上述自動化農機輔助進行大面積的耕作已成為必然的趨勢
  - 隨著現場應用不斷的改進，目前的農業生產在不同階段幾乎都會有對應的自動化農機可使用，甚至能透過模組化設計進行替換達到一機多用的效果，或是可投入不同的相似作物的生產當中
  - 有了自動化設備的協助，人力負擔部分逐漸變為在管理方面較為吃重，由工業4.0引入物聯網技術以及自動化與智慧化管理的各種內容，讓農戶可以透過終端行動設備進行現場的監控與管理
  - 耕作階段將變成選用不同農機投入不同現場的應用方式，現場則可透過各種不同的感測器回傳的資料，經由雲端伺服器上不同的數位服務將其轉變為可視化的資訊，藉此讓農民不用時時親抵現場也能掌握狀況，只需在必要時開動農機進入現場，甚至是使用遙控方式指揮智動化農機運作即可，這便是智動化農耕，也就是智慧農業4.0的未來目標



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

53/74

## 自動化農耕 (稻穀類：水稻)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

54/74

## 自動化農耕 (菜葉類：結球萵苣)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

55/74

## 自動化農耕 (藤本果實：釀酒用葡萄)



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

56/74

## 國外發展趨勢

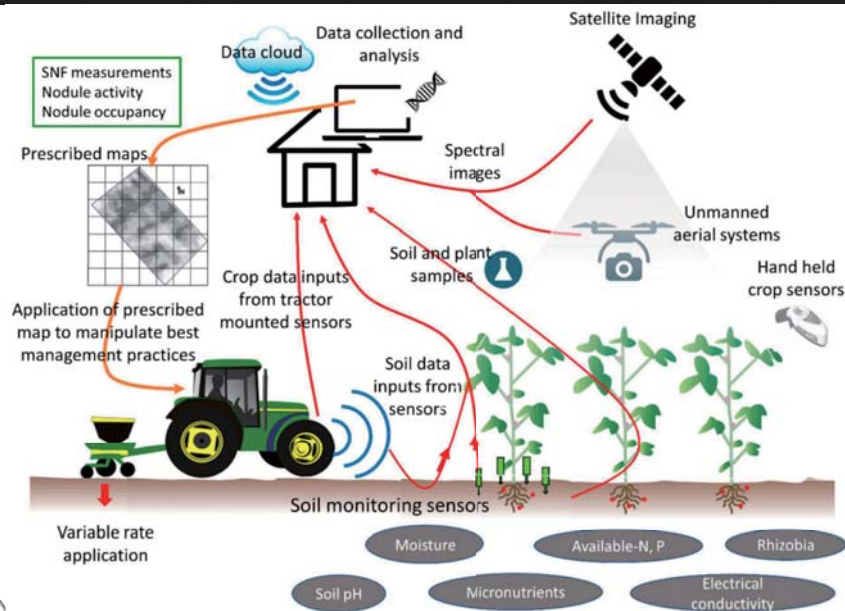
- 目前國外大多以大規模農耕設備，尤其是播種與收割設備為對象進行發展，搭配無人機或是衛星導航來設定耕作範圍或參考行進路線，以最少的人工進行大規模的農業生產
- 然而目前的自動化農機無法應付一些需要大量人力進行的複雜環境中的精細採摘作業，因此使用機械手臂配合特製終端操作器件進行採摘的相關研發成為近年熱門主題
- 此外，更有隨著永續經營與循環經濟意識抬頭，發展使用更環保的能源的電動農機，甚至是使用太陽能作為動力的自動化設備
- 而與我們相鄰的日本則因為同樣有著耕地相對狹小的問題，所以朝向自動化農機遙控化、甚至是無人化的目標進行發展



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

57/74

## 國外發展概況



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

58/74

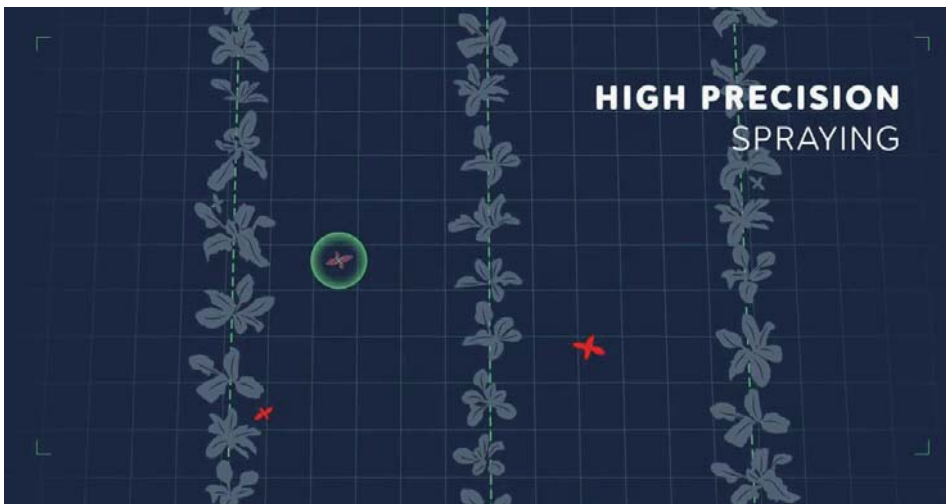
## 草莓採摘機器人



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

59/74

## 自動施藥除草機器人：ecoRobotix



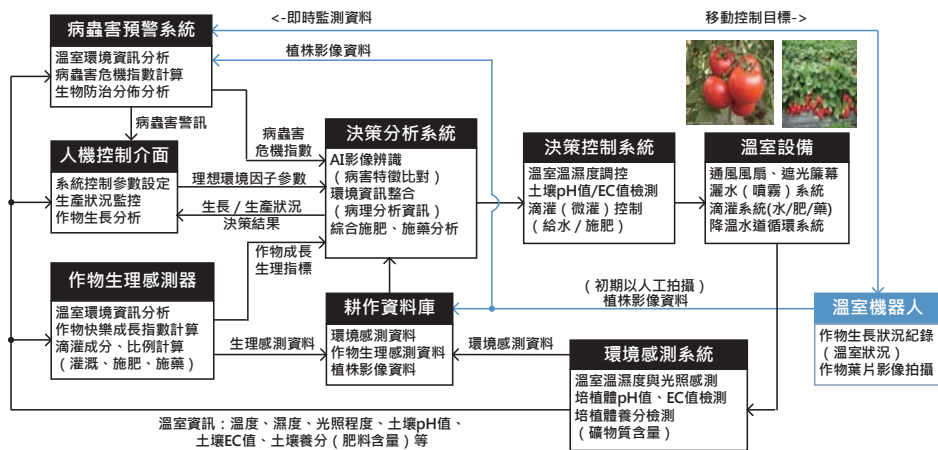
Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

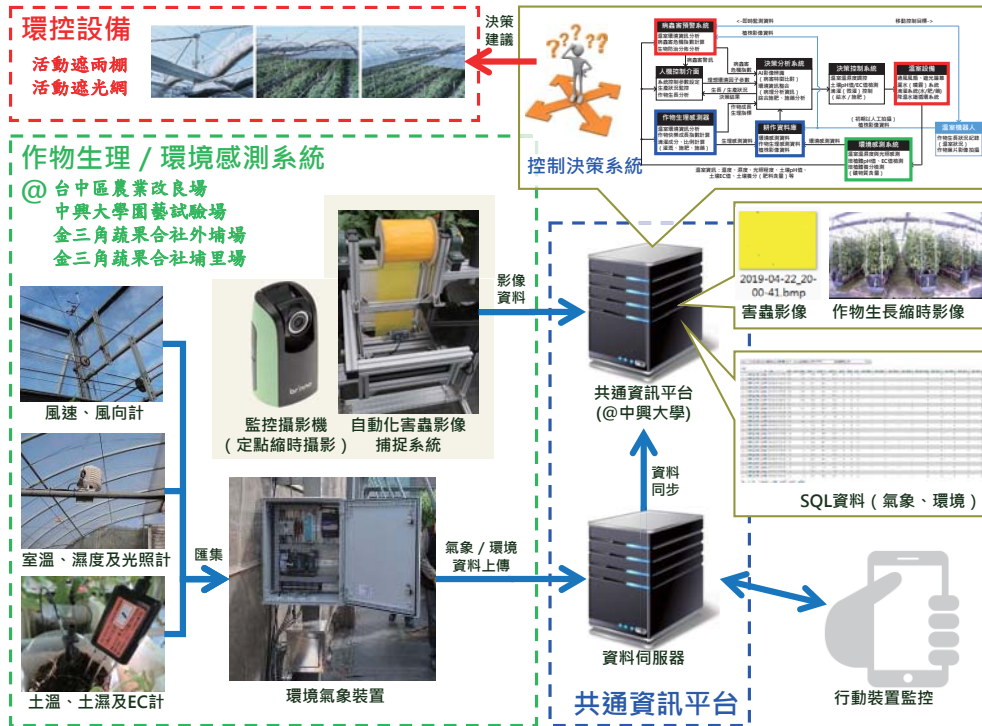
60/74

## 日本的自動化無人農機

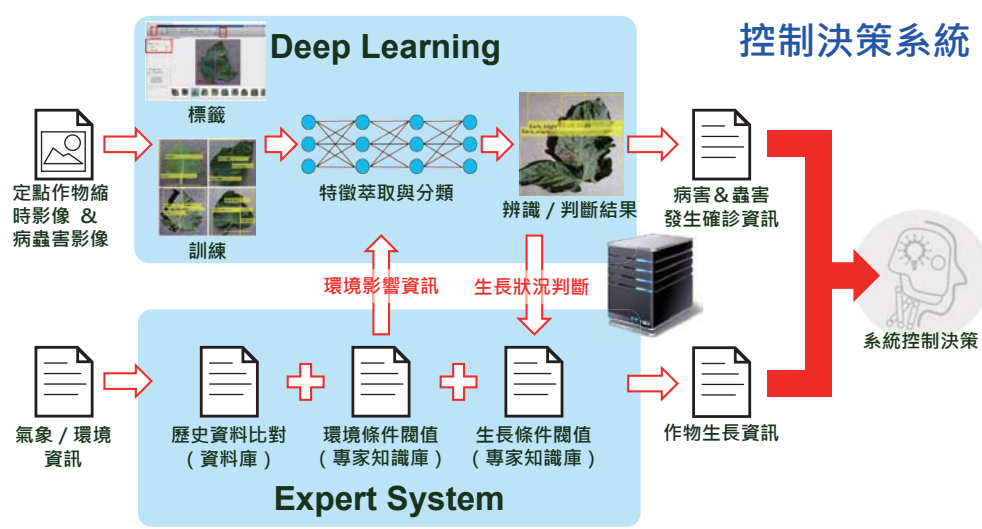


## 設施栽培案例：牛蕃茄於熱逆環境之生長



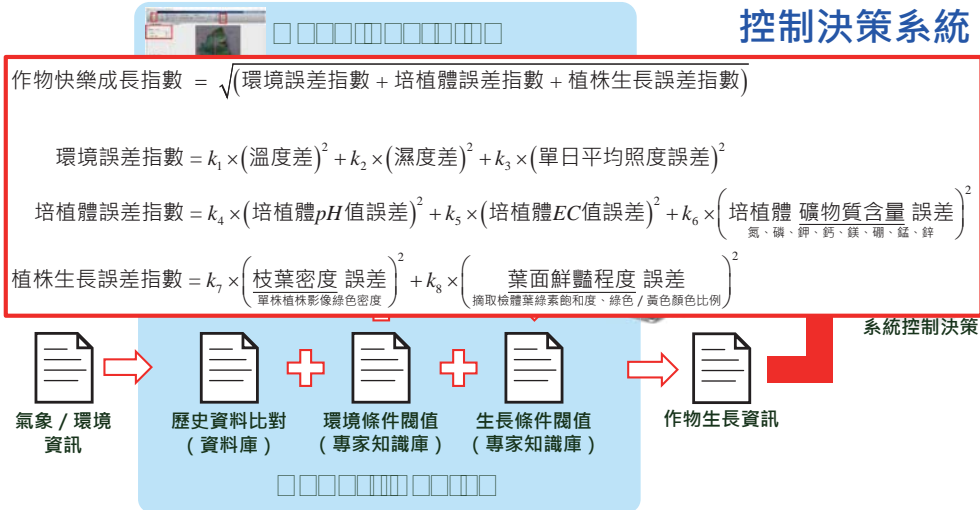


設施栽培案例：牛蕃茄於熱逆環境之生長(續)



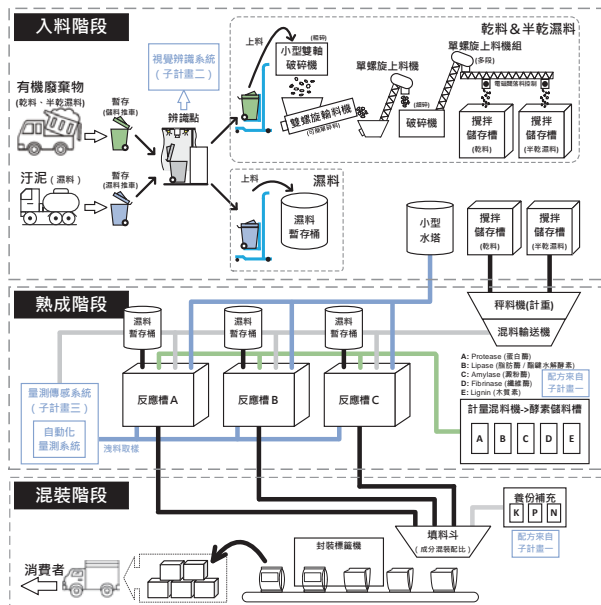


## 設施栽培案例：牛蕃茄於熱逆環境之生長(續)



## 循環經濟案例：有機廢棄物處理

- 使用國立中興大學土環系楊秋中院士所開發的基於酵素進行有機肥基底之快速熟成技術進行有機廢棄物的自動化處理，可於三小時內快速進行熟成反應
- 將有機廢棄物處理後導入生產使用，以實現智慧農業循環經濟，並達到農業永續經營之目標



## 智動化農機未來發展方向

- 目前的自動化農機引入物聯網技術後，軟體以及應用服務層面的發展較為不足，尤其是對於所收集到的資料的分析與應用
- 政府雖積極推動農業資訊共通平台，但多數廠商仍偏好使用自家開發的資訊平台，較不願意投入與政府的資訊共通平台的介接設計內容
  - 主要問題在於平台上尚缺乏足以吸引廠商大量投入、功能完整的關鍵性服務（如耕作分析、病蟲害分析預警等）
  - 此外，資訊平台當中的資料去識別化以及配合區塊鏈技術將資料工開共享的技術基礎仍有所不足，降低使用者提供資料的意願
- 除了大規模農業的自動化農機，精緻化、能進行細膩操作以應付較嬌弱的作物的終端操作設備，正不斷吸收工業機器人的機械手臂開發經驗發展當中，當低成本、高效率、改良完成的終端操作設備推出後，各式以無人自走車為基礎的採摘機器人想必會陸續推出



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

67/74

## 智動化農機未來發展方向 (續)

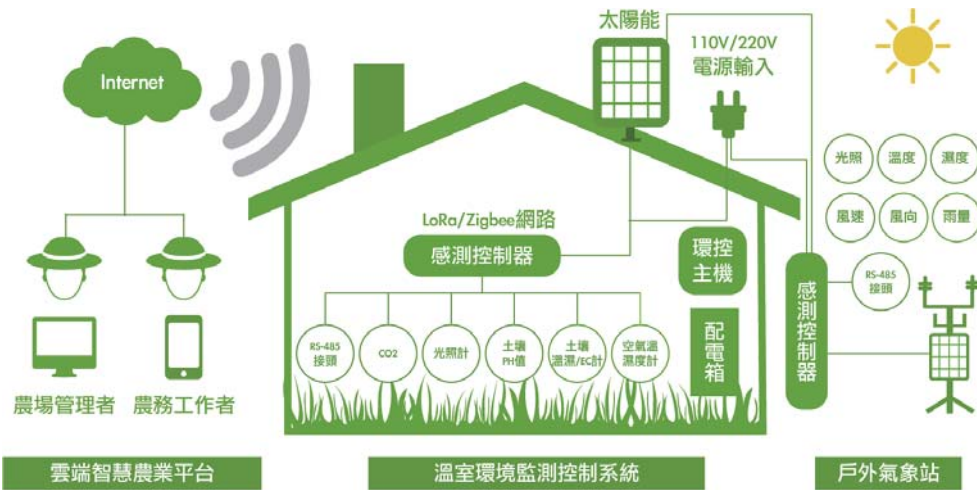
- 智動化農機也因為無需載人得以小型化，未來將可能將工作內容細分後，以多機田間機器人隊伍的方式投入現場
- 除了採摘工作，採收後的產品分級包裝與儲運也是智動化設備的重要發展方向
  - 目前的自動化分級包裝管理系統還是以秤重式進行初步自動化分類，最後透過人工目測驗證後進行包裝的方式進行
  - 已有廠商開始利用影像為基礎的深度學習分析系統來進行瑕疵檢測，並以抽樣方式進行糖度、果形、大小、著色率、瑕疵率和重量等品質指標的檢測
  - 未來若能實現準確的非破壞式檢測，將有望透過自動化設備進行更準確的分級與品管，維持固定的判斷條件並有效降低仰賴人力的人工判斷的需求
- 此外，以環境可控的系統溫室作為培植場域，透過完整的環境感測器與影響環境因子的致動設備與控制器，實現全智動化的智慧栽培設施：植物工廠與其相關應用



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

68/74

## 智慧化設施栽培架構



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

6 / 74

## 小規模智慧化栽培設施：家庭植物工廠



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

7 / 74

## 智慧農業4.0：室內植物工廠



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

7 / 74

## 智慧農業機器人的技術展望

綜觀以上的智慧農業發展需求，短中期的農用智慧系統，智慧農用裝備或機器人之可能努力的發展方案有6案

- 以深(寬)度學習為基礎的病蟲害辨識系統與早期預警以及相關配合措施
- 結合深度學習與專家系統所得的可解釋人工智慧系統(XAI)
- 結合機器人與人工智慧為基礎的智慧環控技術
- 異質多台農用機器人合作或協作
- 含有力控制與人機協作的智慧農作或漁畜飼養機器人
- 具有邊緣運算與工人智慧的農作物聯網與雲端運算系統。



Advanced Electrical Control Laboratory, Department of Electrical Engineering, National Chung Hsing University

7 / 74

## 總結

- 從科技部與農委會所提的智慧農業目標與策略，以及上述對現今台灣智慧農業生產技術的討論，目前對於智慧農業的發展，需致力於智動化農作設備的發展，透過整合IoT技術來有效掌握生產環境與設備情況，並透過大量耕作資料與人工智慧，發展低人力需求、全智動的作物生長管理系統將會是為來主要發展的目標。
- 發展不對環境造成負擔，有效實現**循環經濟的相關產業**也將成為重要的發展目標。
- 未來隨著技術的發展，農業機器人的效率將會不斷提升、成本下降，管理系統也將隨著耕作與氣象資料的累積，能夠提供更準確地耕作建議，最後全智動化農業在產量和可持續性上超過傳統耕作方式，相信並不會需要太久的時間。



感謝您的聆聽，還請惠與賜教  
Q & A



