

# 智慧化農機與設施之技術發展新趨勢

楊智凱、徐武煥、李育賢

農業部農業試驗所

## 摘要

氣候變遷導致高溫、乾旱、暴雨與颱風頻繁發生，造成水稻與雜糧作物生育期縮短、產量不穩與勞動環境惡化。為提升生產穩定性與管理效率，結合人工智慧(AI)與機器學習、物聯網(IoT)與先進感測技術的智慧農機與智慧溫室技術的導入成為重要解方。智慧農機結合IoT感測器、RTK定位、AI影像分析與自動控制技術，形成AI驅動型決策與場域客製化管理系統，可即時監測田間環境與作物狀況，輔助農民在極端氣候條件下維持穩定生產。例如，搭載濕度與水位感測器的智慧灌溉系統，能根據即時資料自動調節水量，在乾旱季節維持作物需水平衡，同時達到節能與減碳的永續目標。近年我國及日本推廣的自動插秧機與GPS導航曳引機，也能在極端氣候後快速完成補植與整地，提升勞動效率與農業韌性。在田間管理方面，結合AI影像辨識與機器人自動化技術的無人機與自走載具可協助進行病蟲害偵測、雜草辨識與精準施肥。例如國立中興大學團隊開發的稻田影像分析模型，能利用航拍影像自動判別病斑區域並生成防治建議，大幅降低巡田勞力與誤判風險。印度與東南亞地區的試驗也顯示，採用智慧化農機管理的稻作與豆科作物田區，其平均生產效率提升約10%至15%，同時改善水肥利用率與收穫品質。智慧溫室方面，透過高科技環境控制系統與永續能源解決方案(如太陽能供電與節能通風設備)，可在高溫乾旱或強降雨期間維持作物生長環境。利用感測器監測溫濕度、光照與二氧化碳濃度，以AI演算法據以自動調整通風、灌溉與遮光設備，實現自動化種植與精準環境控制。例如臺中區農業改良場的智慧溫室管理系統，能根據天氣預報自動調整通風與灌溉策略，確保豆類及雜糧作物穩定生長。整體而言，以AIoT與永續技術的智慧農機與智慧溫室，能降低能源消耗與環境衝擊，促進生產自動化與管理精準化，強化農業體系面對氣候變遷的適應力。

關鍵字：智慧農機、智慧溫室、人工智慧、物聯網、感測技術



## (II) 智慧化與 AI 提升農糧作物因應氣候變遷新技術

# 智慧化農機與設施之 技術發展新趨勢

楊智凱、徐武煥、李育賢  
農業部農業試驗所 農業工程組

2025.11.26

深耕農業百州載 創新科研耀新篇  
Taiwan Agricultural Research Institute



2

## 水稻與雜糧面對氣候變遷的挑戰

### 極端氣候

- 高溫熱浪、霸王級寒流
- 強降雨與乾旱
- 颱風與強風

### 主要風險

- 產量與品質不穩定
- 作業延誤與田間管理難度提高
- 病蟲害上升

### 因應方向

- 智慧農機與智慧溫室
- 導入AIoT監測技術
- 精準決策與自動化控制



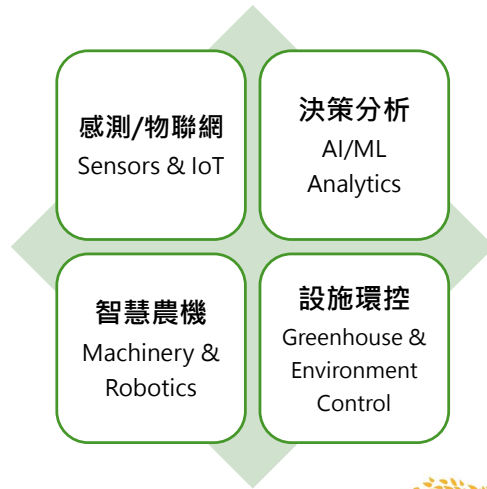
深耕農業百州載 創新科研耀新篇  
Taiwan Agricultural Research Institute



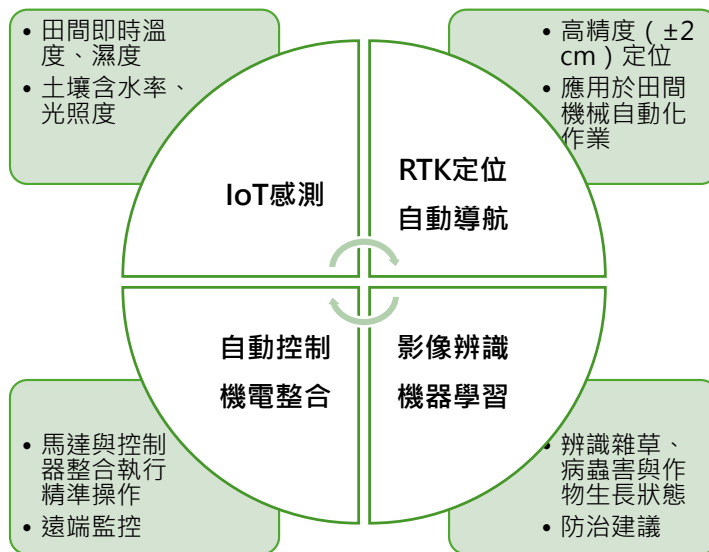


## 導入先進技術

- 氣候變遷導致傳統農業風險增加，**智慧農機**與**智慧溫室**成為穩定產能的關鍵技術之一
- 基於AIoT的智慧農業生態系，實現智慧、精準、永續、韌性的農業模式

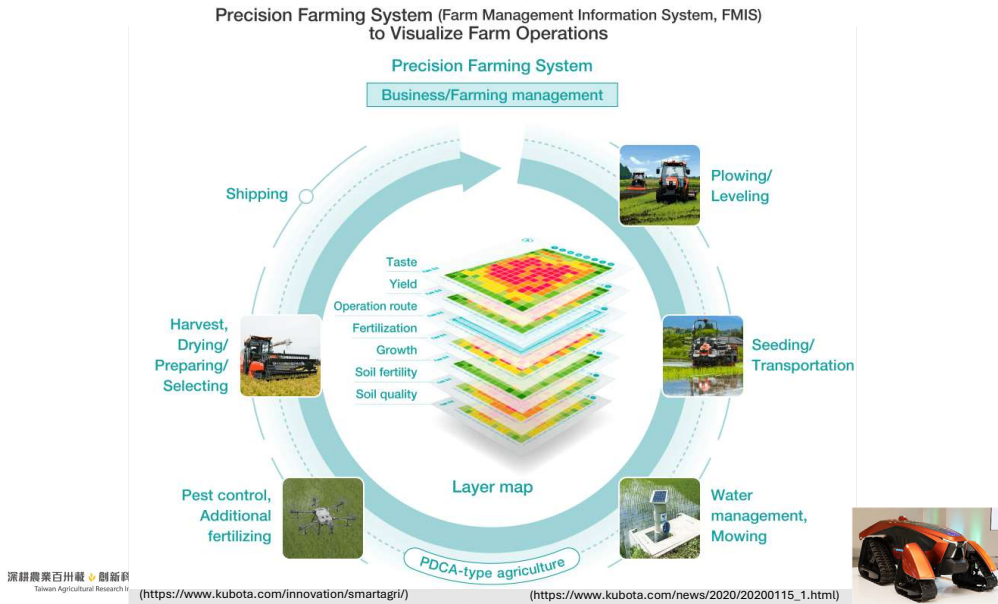


## 智慧農機的核心技術





## 以日本久保田(Kubota為例)



## 實例：智慧農機應用

- 智慧化農機（準天頂QZSS 衛星、RTK導航曳引機、自動插秧機）可快速完成整地與補植作業，提高作業穩定性
- 北海道大學野口伸教授開發多台無人曳引機的協同作業技術，使其能夠共同完成農田作業

✓ RTK定位技術：  
提供±2 cm高精度路徑控制





## 南亞地區智慧化農機應用成效

- 智慧化農機整合：
  - ✓ GreenSeeker (作物感測器)：用於即時監測作物氮素需求，協助精準施肥，減少肥料浪費並提升作物產量與品質
  - ✓ 張力計：監測土壤水分狀態，指導灌溉時機，提升水分利用效率，減少過度灌溉
  - ✓ 雷射整地：確保田區平整，有助於均勻灌溉與減少水分流失
  - ✓ 通訊應用：透過手機向農民即時推播天氣預報、施肥與灌溉建議、病蟲害預警等農業諮詢，提升決策效率與風險管理能力
- 產能提升10.5%
- 灌溉水節省39.3%
- 農場獲利提升29.4%



**GreenSeeker**  
評估作物的健康狀況  
客觀的施肥量決策

深耕農業百州載 創新科研耀新華  
Tainan Agricultural Research Institute

Bijarniya et al. (2020), "Portfolios of Climate Smart Agriculture Practices in Smallholder Rice-Wheat System of Eastern Indo-Gangetic Plains—Crop Productivity, Resource Use Efficiency and Environmental Foot Prints"



## 人工智慧應用於農業

- 由「經驗導向」轉為「資料驅動 ( data-driven )」的管理模式，輔助農民快速決策、降低極端氣候風險
- 實例：AI與機器視覺可實現作物與雜草辨識、定位與精準除草



作物監測與預測

資源管理最佳化

品質檢測與分級

人工智慧主要應用

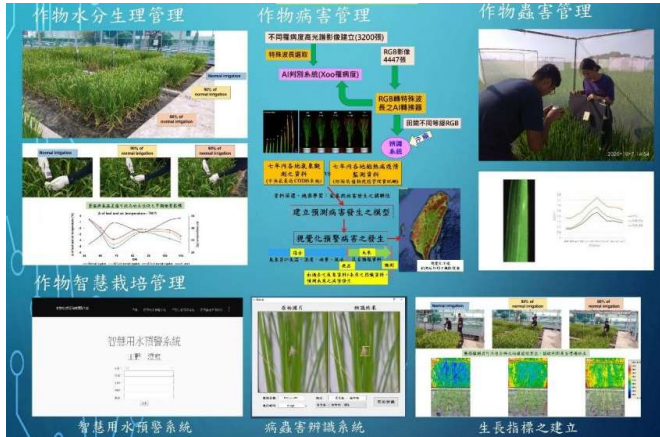
深耕農業百州載 創新科研耀新華  
Tainan Agricultural Research Institute

Pretto et al. (2019), "Building an Aerial-Ground Robotics System for Precision Farming: An Adaptable Solution"



## 作物健康超前預警平台 未卜先知水稻的未來

- 國立中興大學團隊結合AI、空拍影像與高解析度光譜技術，開發水稻健康預警系統。透過選取最關鍵的水稻生理指標（如葉溫、葉綠素、株高、水分等），並整合高光譜、多光譜影像與類神經網路，可在病蟲害尚未發生前進行預警，其中害蟲預警率最高可達 92-100%。

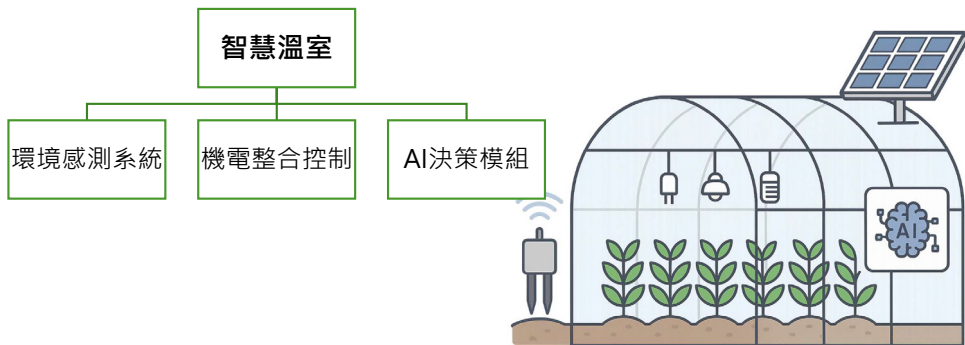


深耕農業百州載，創新科研耀新篇 朱彥輝 et al. (2023). "【媒體報導】作物健康超前預警平台 未卜先知水稻的未來" <https://www.nchu.edu.tw/news-detail.php?id=55069>



## 智慧溫室

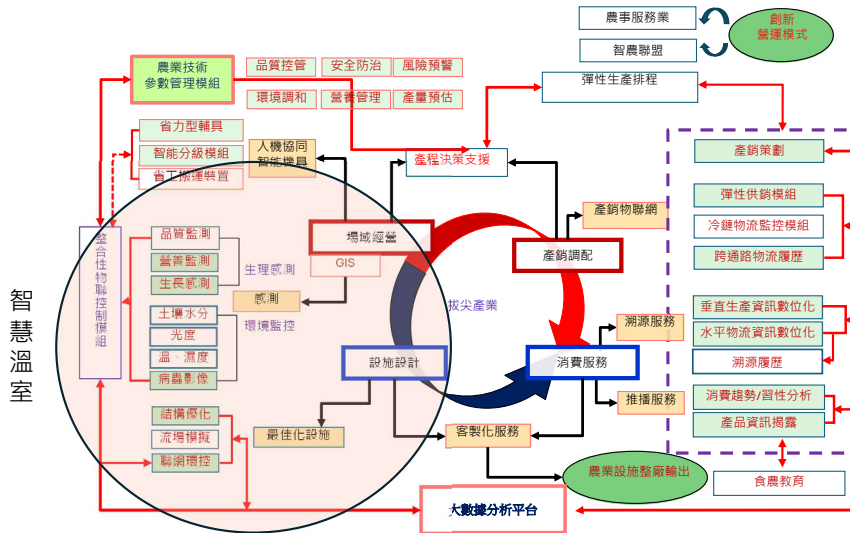
- 面對高溫、乾旱與強降雨，智慧溫室可提供可控環境以維持作物穩定生長
- 結合AI、IoT與感測器技術，實現自動化管理與節能運作



深耕農業百州載，創新科研耀新篇  
Taiwan Agricultural Research Institute



## 智慧農業計畫推動 智慧生產與數位服務產業應用架構



深耕農業百州載 創新科研耀新篇  
Taiwan Agricultural Research Institute

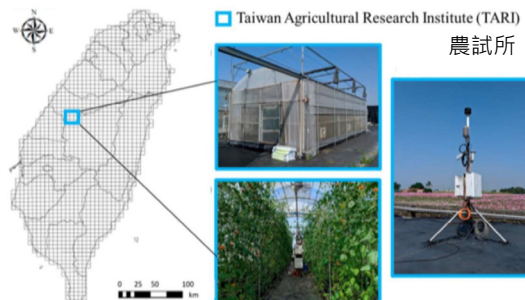


## 實例：AI智慧環境控制系統

- 結合氣象資料預報、微氣候預測、作物生理模型與自動化控制模組，達成預測導向的溫室環境管理

四大模組：

- ✓ 天氣預報模組：逐時預報氣象資料
- ✓ 微氣候預測模組：融合深度學習與物理模型，預測溫度、濕度與光照
- ✓ 光合作用生理模型模組：以葉片光合速率作為最佳環控目標
- ✓ AI決策控制模組：根據預測結果，自動控制通風、遮光與冷卻設備



深耕農業百州載 創新科研耀新篇  
Taiwan Agricultural Research Institute

Lee et al. (2024), "An Artificial Intelligence-Powered Environmental Control System for Resilient and Efficient Greenhouse Farming"



## 數據驅動於溫室智慧管理

- **臺中區農業改良場**建立智慧溫室採用資料驅動的管理方式，以蒸氣壓差、露點與蒸散模型推算作物實際需求。系統可自動啟動通風、灌溉與遮蔭設備，減少人工判斷的不確定性，維持作物穩定生長。
- **數據來源**
  - ✓ 地上部：光照、空氣溫度、濕度、風速、風向、CO<sub>2</sub>
  - ✓ 地下部：土壤溫度、含水率、pH、EC
- **智慧控制核心**
  - ✓ 蒸氣壓差：反映作物蒸散潛力，提供通風 / 冷卻的啟閉依據
  - ✓ 露點溫度：幫助判斷是否易發生結露，主動通風降低病害風險
  - ✓ 光積值：估算蒸散量，適時適量灌溉，減少人力監測需求

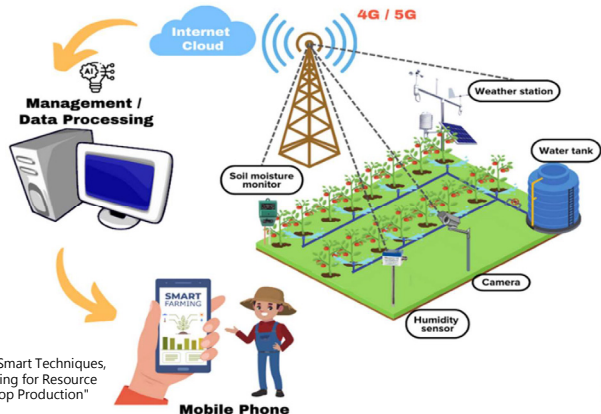
深耕農業百州載，創新科研耀新篇  
Tainan Agricultural Research Institute  
陳令錦, (2022), "數據驅動於溫室智慧管理"



## 實例：智慧灌溉系統

- 透過土壤濕度感測器、氣象監測與AI決策支援系統，自動控制灌溉時機與水量
- 節水約20-40%；能源消耗降低約8%

- ✓ **感測層**：蒐集土壤濕度、溫度與蒸散量
- ✓ **決策層**：AI/機器學習演算法預測用水需求
- ✓ **執行層**：自動閥門與滴灌系統，依即時資料進行灌溉控制



深耕農業百州載，創新科研耀新篇  
Tainan Agricultural Research Institute

Ali et al. (2023), "Application of Smart Techniques, Internet of Things and Data Mining for Resource Use Efficient and Sustainable Crop Production"



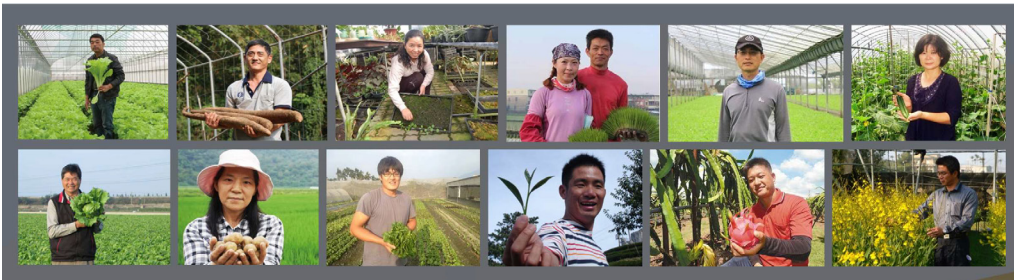
## 結論與展望

- 智慧化農機與設施的關鍵技術與價值：
  - ✓ 結合 AI、IoT感測與自動控制技術
  - ✓ 提升生產**精準度**、作業**效率**與環境**調適力**
- 智慧農機與智慧溫室等系統將逐步形成AIoT生態系，以**支援即時決策**、**遠端監控**與**精準控制**
- 未來技術發展與研究將聚焦於：
  - ✓ 智慧農機間的**資料互通**與**模組化整合**
  - ✓ 作物AI預測模型與微氣候模擬的結合
  - ✓ 強化在地化應用與小農導入機制

深耕農業百州載 創新科研耀新篇  
Taiwan Agricultural Research Institute



ckyang@tari.gov.tw



深耕農業百州載 創新科研耀新篇  
Taiwan Agricultural Research Institute

