



臺灣農機產業新商業模式 - 後疫情時代 ，如何提升農機產業發展及經營效益



行政院農業委員會

農業試驗所

副所長 蔡致榮

jrtsay@tari.gov.tw

2022.12.2

1



大綱



▶ 農機產業新商業模式

▶ 後疫情農機產業數位化

▶ 農業機械相關發展趨勢

▶ 台灣智慧省工(近10年)及智慧
農機研發概況

▶ 因應淨零碳排的機會

▶ 農機研發計畫作業思維

▶ 結語與建議



2



▶ 農機產業新商業模式



商業模式(Kampker et al., 2019)

- ☞ 業務模式描述公司實現既定目標的不同業務過程，從整體上考慮企業的過程，降低其複雜性，即**企業如何在市場上長期創造、銷售和保持價值**。
- ☞ 任何商業模式的**三個基本要素**是**服務交付模式、服務提供模式和收入模式**。這些要素描述公司如何提供服務，如何向市場或客戶提供該服務，以及最終如何透過該服務產生回報

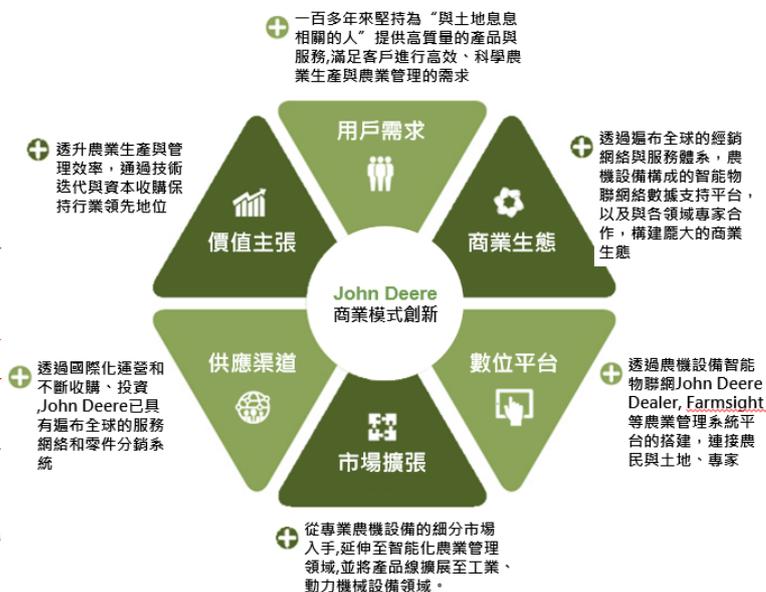


John Deere(Since 1837)商業模式創新

農機切入-全方位農管解方-農產業服務生態(瑞雲智銳, 2016)

John Deere的商業模式創新始終圍繞**提升農業生產與管理效率**

- ✓ 透過**自主研發、收購**等方式發展工業機械、動力設備等拓寬產業鏈，構建核心競爭力，並逐步向其他細分市場滲透
- ✓ 透過**跨國併購、合資建企**等方式，進行**全球服務網絡和銷售體系**布局，整合專家及合作夥伴等多方資源構建網際網路平台，成功連接農民、土地與專家服務，形成**高效、健康、整體的商業服務生態**



John Deere商業模式全景圖

(瑞雲智銳, 2016)

- ✎ 商業模式的成功構建，離不開其對連接整個農業價值鏈的中間商所能創造的商業價值的深度挖掘
- ✎ John Deere與全球卓越的設備、技術及系統供應商合作，為提升整體土地生產運行及管理效率，構建以農業數據為基礎的**John Deere Farmsight**農業生產管理解決方案系統。
 - ✓ 透過對農機機械安裝無線通訊、智能感測、遠端支持等設備，實現與數據系統連結，利用感測技術不斷優化產品設備。同時形成氣象觀測、土地與設備監測、數據分析、金融等**一體化服務方案**





東林割草機二代，工廠數位轉型品牌電商自己來！外銷版圖 跨境日本，靠複製 O2O (Online to Offline) 空戰成功模式

- 傳產工廠或企業若能跳脫窠臼，接納嘗試多元營運形式，並「活在趨勢中」，打造一個符合市場需求的自有品牌，則有機會透過網路行銷，創造一個長遠高價值與高利潤的商業模式，再透過跨境電商來擴張營運版圖
 - 東林割草機在臺灣成功以「線上教育、行銷，線下體驗、導購」的方式，突破傳統農機具只能在農機行購買的限制，並與地區五金行老闆達成新的經銷共識
 - 藉由社群經營、網路廣告投放與品牌電商官網，讓難以進入日本實體通路販售的割草機，依然打開市場知名度



<https://transbiz.com.tw/cross-border-ecommerce-brand-comlink/>

<http://www.tari.gov.tw/>

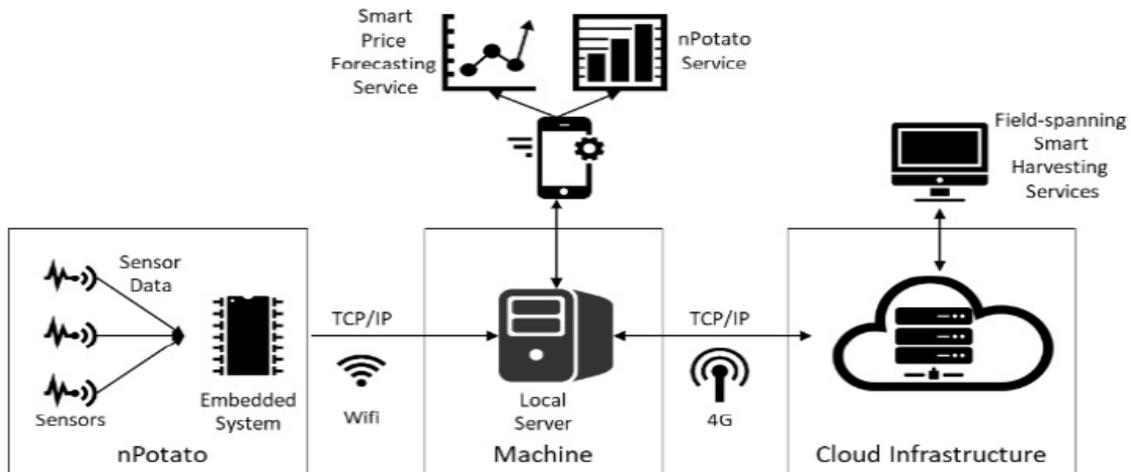


馬鈴薯收穫數位分身 (Kampker et al., 2019)

- 在收穫期間透過更好的機器設置最容易避免衝擊而減低最大的經濟影響或損害潛力
- 為了在收穫期間為操作員提供支持，“數位馬鈴薯”被用作真實馬鈴薯的數位分身或產品記憶-一種塑料物體，重量和大小與真正的馬鈴薯相當，配備感測器以檢測撞擊和旋轉
- 數據在農業機器上進行實時分析，並將獲得的知識顯示給農民或駕駛。使用機械學習方法評估數據(包括根據種植的馬鈴薯類型及其特徵對收穫進行分類和連續計算田間作物損害分佈)。
- 數位馬鈴薯代表收穫期間真實馬鈴薯的數位分身，並為現有產品服務系統的智能服務提供巨大附加值

馬鈴薯收穫數位分身的技術架構

(Kampker et al., 2019)



為了減少收穫期間受損馬鈴薯的數量，數位分身被種植在真正馬鈴薯旁邊的田地中，並由收穫機拾取。該分身在收穫過程中與真正的馬鈴薯經歷相同的過程階段，並使用各種內置感測器實時顯示相鄰馬鈴薯的狀況。

9

<http://www.tari.gov.tw/>

產業智能服務商業模式形態框架

(Kampker et al., 2019)

Value Proposition	Provision of data	Provision of information/knowledge	Physical service	
			Service provider	External provider
Focus of service provision	Object oriented	Value chain oriented		Ecosystem oriented
Key activity	Data aggregation	Data analytics		
		Descriptive	Predictive	Prescriptive
Customer focus	Focus on industry		Cross-industry	
Customer interaction	Semi automated		Fully automated	
Revenue model	Own channel	Partner channel	Own channel	Partner channel
	Service as a free add-on	Single settlement	Performance based payment	
Data sources	Internal data	External data	Internal and external data	
Usage of application data	No usage		Usage in development	
Level of cooperation	Low	Strategic alliance with no competitors	Coopetition	Joint Venture

形態學框架分為兩組：成分(constituent)參數(價值主張、服務提供的焦點和關鍵活動)和細節(detailing)參數(其他)。

10

<http://www.tari.gov.tw/>



形態學框架的成分參數

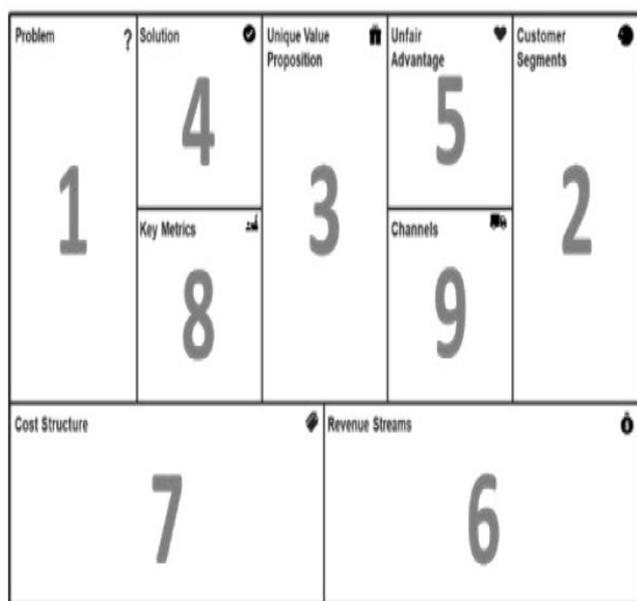
(Kampker et al., 2019)

- ☞ **價值主張**：公司要識別和分析客戶的願望和期望，以提供合適的服務
- ☞ **服務提供焦點**：對象導向、價值鏈導向與生態系導向
- ☞ **關鍵活動**：集中在**數據收集和聚合與數據分析**。數據分析分為**描述性**、**預測性**和**規範性(prescriptive)**的子變量，有助於優化流程和決策
 - ✓ 數據的**描述性**分析專門用於描述，顯示過去發生的事情或當前正發生的事情
 - ✓ **預測性**數據分析處理未來並包括預測。分析結果是一個預報(prognostic)陳述
 - ✓ **規範性**數據分析更進一步增加評估視角。根據對未來情況的了解，給出**行動建議**



使用精益商業模式畫布(九宮格)說明六種商業模式

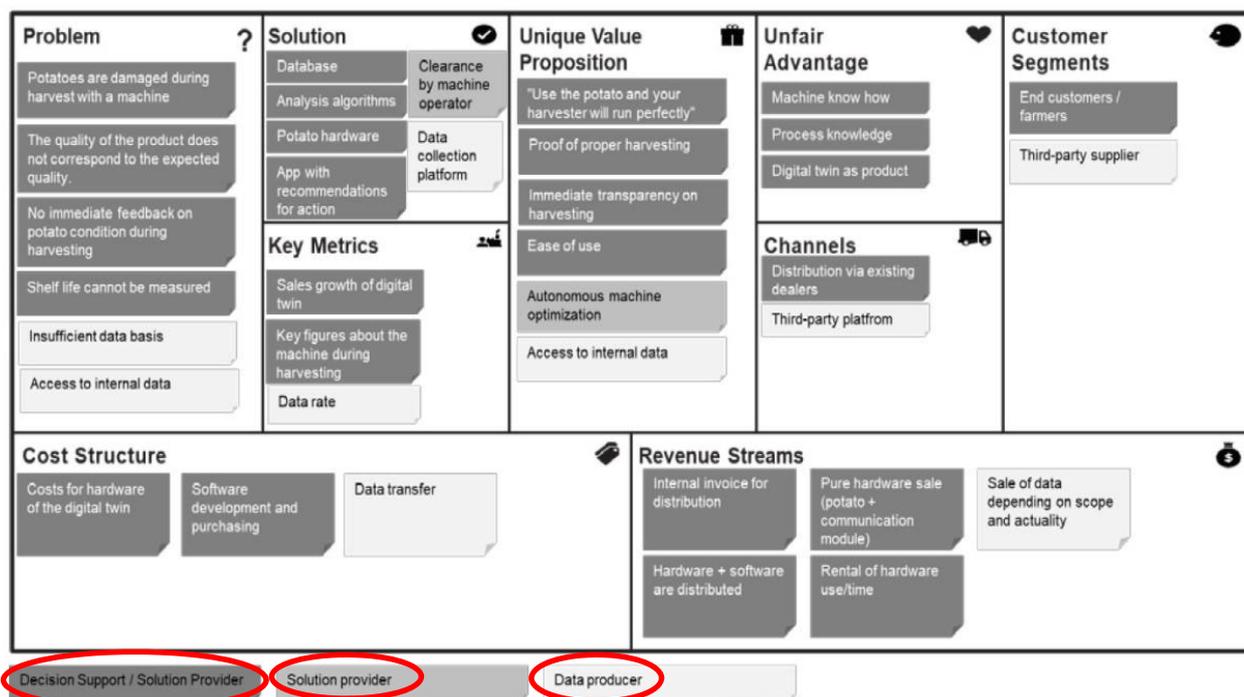
(Kampker et al., 2019)



- **數據生產者**使用感測器收集實物數據
- **數據代理者**從整個價值鏈或生態系的外部機器收集數據
- **決策支持者**不僅關注數據的聚合，也關注知識創造，為用戶提供有價值的過程知識
- **附加值提供者**更強調調整個價值鏈甚至整個生態系的機器
- **解決方案提供者**為客戶提供完整的產品服務體系
- **編排協調者(Orchestrator)**為客戶提供一個產品服務系統作為一個完整的解決方案



所有數位分身精益業務模式畫布的綜合展示 (Kampker et al., 2019)



13



產業智能服務的商業模式—馬鈴薯收穫產品 服務系統的數位分身示例 (Kampker et al., 2019)

- 現代農業機械製造商開發越來越多的**智能服務**(智能服務是一種新型的產品服務體系，它以前所未有的方式將實體產品、實體服務和數位服務結合起來，形成一個整體系統)。然而這種組合還相對較新，**缺乏合適的商業模式**
- 本研究提出一個基於文獻回顧和專家訪談的形態學框架，用於開發產品服務系統的商業模式-基於產品服務系統數位分身智能服務的**成功商業模式是什麼樣的？**
- 三種已開發的商業模式中有兩種顯示數位分身**在收穫過程中的巨大潛力**，甚至它們對宏觀經濟的影響。特別是與農民和機器操作員的驗證顯示使用數位分身的其他機會。
- 回顧表明，許多基於**自主機器和設置的商業模式**仍然受到很大的懷疑，因此這些模式目前仍然無法找到應用

14



▶後疫情農機產業數位化



COVID-19影響世界的新實境

新挑戰

- ① 凡事不可預測- 考量所有可用資訊的愈來愈快決策
- ② 隨處操作- 連結總是在線的人物
- ③ 數位優先、遠端優先- 連結公私多設備多源數據

轉型新機會

- ① 企業更彈性/機敏
- ② 重新思考後疫情世界的工作
- ③ 新客戶體驗：無接觸服務、遠端診斷/訓練/展示

產業創新突破

- 醫療保健
- 製造與供應鏈
- 食物遞送
- 無接觸服務



食品的未來：疫情下糧食和農業已發生可能改變行業進程的重大結構性變化 (Krishnan, 2021)

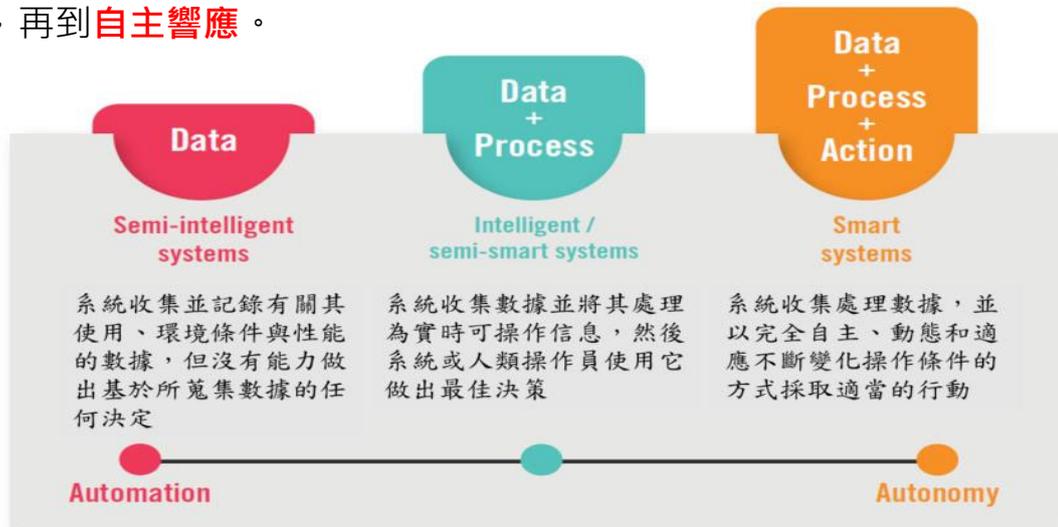


整個食品系統的結構改變將創造一個更具韌性、去中心化及消費者驅動的未來



數位轉型核心

- Cambridge Consultants (2021)提供有關如何成功導引**自動化**(使用機器和流程複製一系列手動任務)至**自主**(autonomy，使用機器智慧自動化一系列複雜的活動以完成手頭的任務，亦可稱**自我管理self-governance**)之路的實用指南，旨在幫助提升自動化，進行**超越競爭對手的突破性創新**。該白皮書指出從自動化至自主的三個級別分別從**原始數據收集**到**洞察決策**，再到**自主響應**。





數位轉型要素 (Cambridge Consultants, 2021)

感測器融合

- 將來自不同感測器來源的數據組合起來，以提供比單來源更能確定洞察力

用於洞察的數據聚合

- 從感測器獲取的數據可於設備本身以邊緣人工智慧計算、快速處理解釋並當地採取行動

通信技術

- 無線網絡(5G)、衛星通信網絡、蜂窩網絡等

加速發展的模擬環境

- 模擬環境提供那些可能過度導致重大故障的塵土飛揚、陽光不足、寒冷等條件，並確定感測器套組組合以應對此類可能性

數位安全

- 成功自動化策略的重要組成部分，以應對日益增加的風險。任何基於自動化或自主的開發從開始就建立安全要求

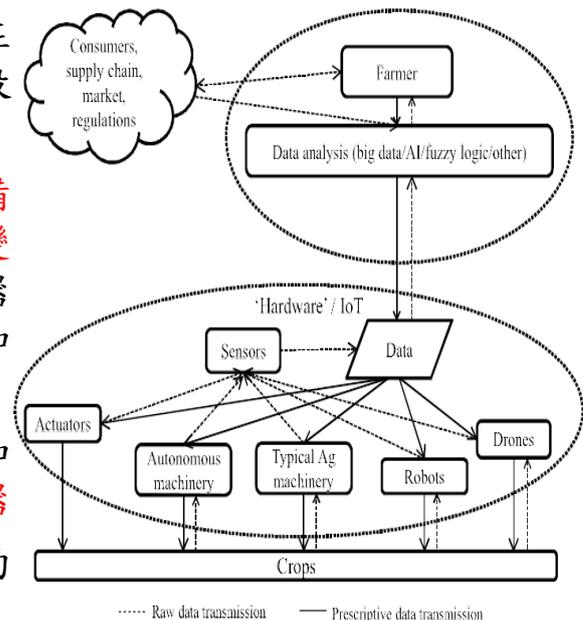
19

<http://www.tari.gov.tw/>



數位農業技術趨勢及其對農機開發實踐的影響 (dos Reis et al., 2022)

- 概述農業機械中的數位系統及其在發展中的數位農業場景中對設備設計過程的影響
- 數位設備已存在於多種類型的設備中，執行或支持諸如自動轉向和變率施用等任務。此外，大量感測器實時監控作物、環境、生產損失和運行參數
- 技術突破是採用新興替代品，例如物聯網、電動車輛和小型自主機器
- 除了通常的力學之外，農業機械的開發過程現在涉及多個專業領域，迫使公司在相同的設計情況和時刻採用多個專業的橫向並行工程



農機相關的數位農業

20

<http://www.tari.gov.tw/>



數位致能農業技術已存在於田間，執行或支持任務 (dos Reis et al., 2022)

- ☞ 在種植、施噴、除草、施肥和收穫過程中藉助 RTK-GPS 系統的**自動操縱**
- ☞ 在施肥和種植中使用產量圖、土壤數據和處方播種率的**變率施用技術**
- ☞ 農藥施用和機械除草中的**實時雜草識別**

安裝在這些機器中並與 RTK-GPS 系統一起工作的大量感測器被用於實時監測作物、環境、生產損失和運行參數，以**提供數據供將來使用或自動優化機器性能，無需操作員干預即可調整系統設定**

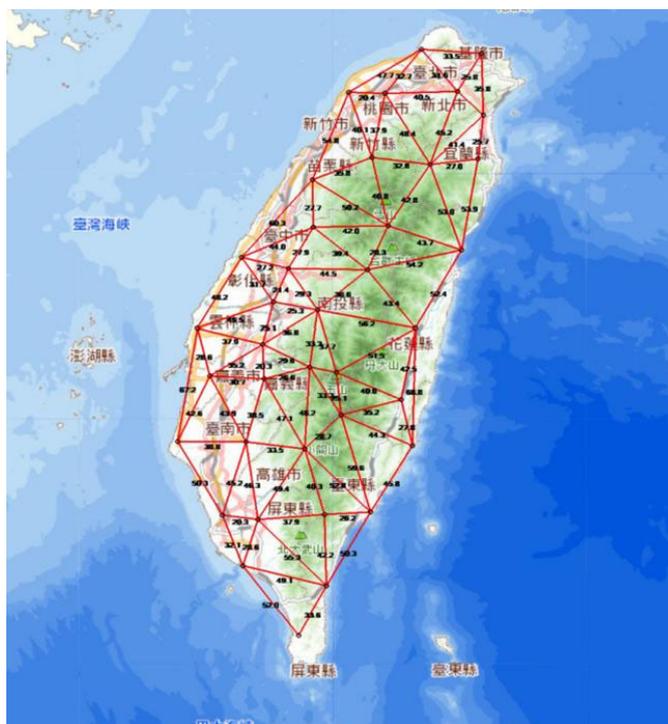
- ✓ 一些典型示例包括收穫機收穫頭高度、根據作物參數控制機器速度、捲筒速度控制、卸料口相對於貨車的位置、產量圖化、種植機和噴霧機中的自動分段控制以及整體性能監測

21



農業RTK精密定位網絡基站架構

1. 35個基站，大多數位於農委會各單位。
2. 提供平地精度誤差約2公分、垂直精度誤差約3公分(最長基線為南投林管處水里站至花蓮林管處萬榮站)。



外部天線盤支架型態



電力系統



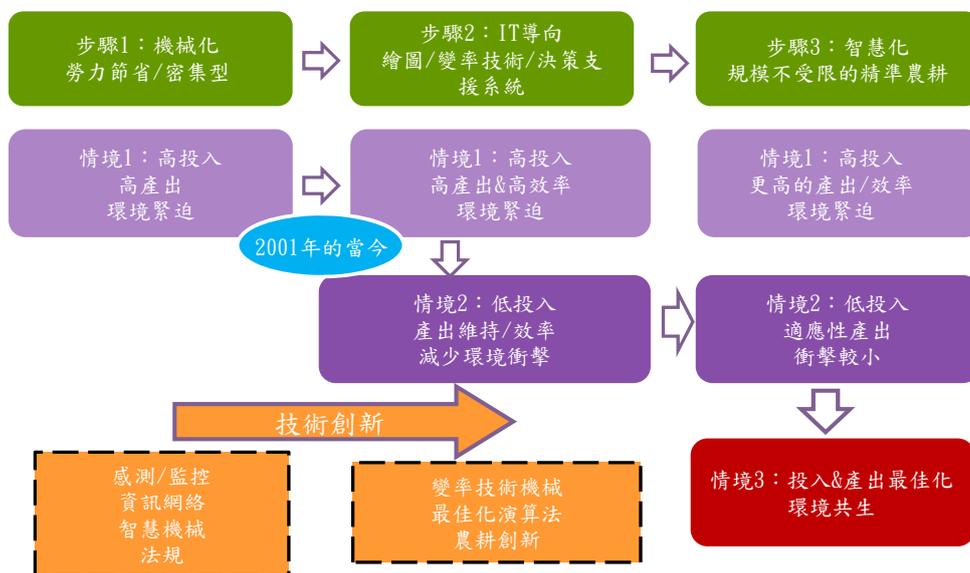
壁掛機櫃或室外機櫃



22

小型農場精準農耕方法的可能實踐

- ▶ 在國內農業**RTK**精密定位網絡基站建立完成後，值得再次開發進一步應用。



技術水平(3步驟)和農耕策略(3情境)的發展(重繪自Shibusawa, 2001)

23

<http://www.tari.gov.tw/>

設計和開發實踐產生重大典範轉變-普遍的協作 (dos Reis et al., 2022)

- 被迫在相同的設計情況和時刻於多個專業間採用**橫向並行工程**，例如機械、電子、機電、遠程信息處理、流體動力、演算法、軟體、用戶界面和虛擬協作，以及其他感興趣的領域
- 也需要改變**組織整合關係**，迫使從**供應商到買方**轉變為**合作夥伴到合作夥伴**的方法，在這種方法中，命令和控制讓位於具有互補知識和資產的自願合作夥伴間協作，以實施在連結性和智能方面具有知識經濟的有益解決方案
- 專業領域間的橫向對話**需要設計工具**以彌合明顯不同知識領域間的知識差異，**需要系統視角**以實現在一個共同知識框架中從事數位農業系統不同功能的多個專業間的參與，這也推動**將知識整合學科應用於設計和開發過程**的需求。**系統工程**支持基於多個專業的解決方案架構，以評估數位農業解決方案的元素如何協同工作，並為基於功能定義及其控制方程式所支持的模擬虛擬化系統元素的開發提供基礎

24

<http://www.tari.gov.tw/>



新趨勢影響農業機械設計

(dos Reis et al., 2022)

牽涉問題：

- ☞ 開發流程客制化
- ☞ 規模經濟效應
- ☞ 設計影響因素
- ☞ 團隊合作
- ☞ 決策
- ☞ 研發生態系統的產學合作夥伴關係
- ☞ 設計要求和產品開發數據收集

25

<http://www.tari.gov.tw/>



農業機械發展計劃向數位農業的融合是有益的

(dos Reis et al., 2022)

做法考量：

- ☞ 在綜合創新試驗平台計劃中的長期學術界-產業夥伴關係
- ☞ 改進設計和開發過程的技術和程序模式舉措
- ☞ 針對小農場、園藝和果園應用的系統和技術開發專案項目
- ☞ 雖然製造商和系統供應商考慮使用新的專用數位化機器，但當前服務中的傳統機器也可以由智能農耕設備監督-改造現有農業設備是合理導入數位功能的一種方式，這將減少購買具有嵌入式數位功能新設備對農民的經濟影響

26

<http://www.tari.gov.tw/>



改造現有系統導入數位功能的要求 (dos Reis et al., 2022)

- ❧ 確保整合到整個農場管理系統中
- ❧ 獨立於製造商和機器使用年限
- ❧ 與運行數據和工作規範的合理聯結
- ❧ 單個農場管理系統內的智能分析和解釋
- ❧ 能夠與農場的其他部分聯網
- ❧ 與其他應用程式的**兼容性**
- ❧ 在與其他農場應用程式兼容的平台/程式上有針對性地捕獲相關數據（機器、位置、人員、時間）
- ❧ 確保數據保護和數據安全
- ❧ 為用戶提供支持/服務
- ❧ **國際可用性**-使用以前的技術設計與農業機械配合使用的系統需要特定的設計專業知識，包括方法和團隊，這可能與從頭開始開發產品所需的內容大不相同

27



機器硬體和生成的數據間的兼容性要求是 一個基本問題 (dos Reis et al., 2022)

- ❧ **ISO 11783標準**很好地解決設備兼容性問題
- ❧ **數據格式**是一個尚未在設計過程中解決的挑戰，因為它需要不同的數據傳輸介面，這既複雜又需要昂貴的維護
- ❧ 農機**應用物聯網設備**時，設計團隊也應了解其他要求，最相關的是**成本、通信問題**（範圍、無線品質、延遲、吞吐量和速率）和**功耗**
- ❧ 農業機械通用標準下附加精確感測器和數據傳輸的存在也將允許**為產品開發和技術研究目的收集數據**。雖然曳引機是一個主要的數據來源，可透過**ISOBUS**系統獲得，但其他機械的設計也可以從此種方法中受益

28



實踐數位農業機器的設計和開發

(dos Reis et al., 2022)

- ☞ 多個模擬工具需要在透過參數關係而連結追溯性/實施鏈中協同工作-農業機械供應鏈各個位置的公司都需要投資以改善他們的開發流程和投入的資源
- ☞ 可以透過獲取協作和可互操作數位設計工具以實施多維並行工程方法，以及透過整合和贊助大學以教育新工程師而實現
- ☞ 專業農業機械公司需要利用標準通信協議和開放軟體平台等其他數位化經濟以加強其新型農業機械的開發實踐

29

<http://www.tari.gov.tw/>



農機製造企業服務創新數位化與生態系統相關能力的關係 (Smania et al., 2022)

確定農機行業製造商在尋求數位服務化並提供智能產品服務系統所需的數位化和生態系統相關能力

- ☞ 數位服務化(Digital servitization，定義為工業公司及其相關生態系統內流程、能力和產品的轉變，以逐步創造、交付和獲取由廣泛的致能數位技術所帶來增加的服務價值)是指從提供純產品和補充服務轉向提供基於產品和服務整合的智能PSS(Product Support Services)或解決方案，數位化和生態系統方法是數位服務化策略的核心
 - ✓ 數位化能力：公司基於數位技術實施解決方案和改進流程的能力
 - ✓ 公司間合作和生態系統方法被認為是製造商服務創新的重要來源
- ☞ 數位化與生態系統方法的融合關係
 - ✓ 如果沒有其他生態系統參與者的合作，焦點公司可能無法進行數位化轉型，因為創新解決方案和為客戶提供的高級服務的複雜性，可能需要更多的參與者進行互動
 - ✓ 數位化利用不同生態系統參與者協作和整合產生越來越多可用資源

30

<http://www.tari.gov.tw/>



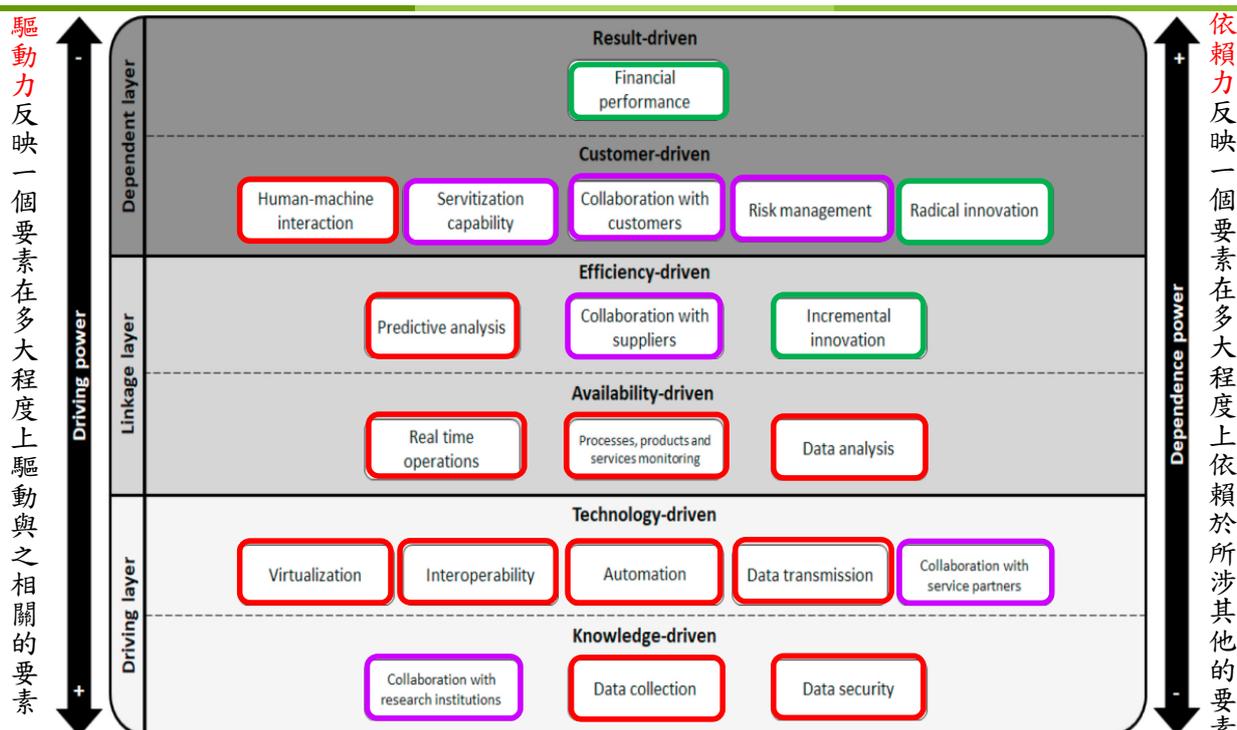
推動農業機械製造商走向數位服務化的兩個主要因素 (Smania et al., 2022)

- ☞ **精準農業（農業4.0）**：應用新技術在作物生產管理中的決策和營運提供、處理和分析高時空解析度的多源數據
- ☞ **農民需求的變化**：由於技術推動(push)和需求拉力(pull)因素，農業機械製造商正為農民提供新的先進解決方案，根據他們的特定需求量身定制
 - ✓ 提高生產力以與立法限制較少且成本較低的國家競爭
 - ✓ 持續投資設施以保持高效
 - ✓ 遵守新的環境標準
 - ✓ 減少農業活動的不確定性



包西農機製造企業服務創新數位化與生態系相關能力的關係 (Smania et al., 2022)

✕ Collaboration with Governments





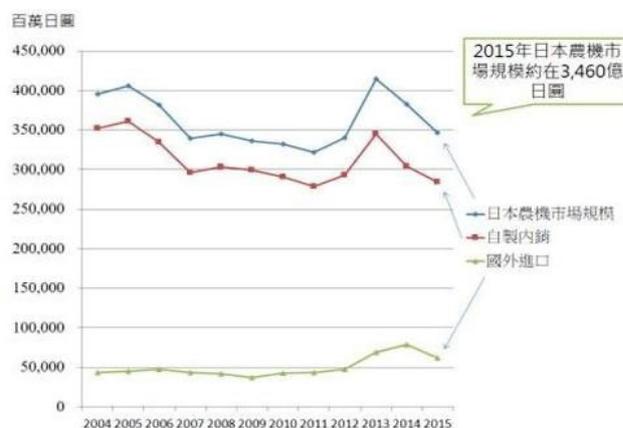
▶ 農業機械相關發展趨勢



台灣農業機械高C/P值具出口優勢，IEK建議運用優質平價策略發揮產品特性，爭取日本農戶的青睞

台灣在農機產品的技術開發，運用農機優勢，擅長降低製程成本與製造耐用性產品，同時台灣的人工成本約為日本的三分之二，可因應日本農戶的選擇要件：「選擇使用壽命長的農機」、「供應商專長的品項(品質)」與「價格便宜」等項目。

在產品項目的定位，台灣的農機產品，正可順應高C/P值策略，即運用優質平價策略，發揮產品耐操耐用特性，以爭取日本農戶的青睞



進口比例已達15%以上，具高C/P值的農機產品進口金額正逐漸增加中



特種作物生產需要節省勞動力的技術

- ▶ 針對特種作物生產，未來如果不開發節省勞動力的技術，可能會有更多的種植者不得不放棄特色作物種植(Karkee & Zhang, 2012)，以鳳梨為例，國內各方正完善鳳梨生產採前機械化就是最好的努力實例
- ▶ 自動除草設備不斷改進並變得更加有效。由於開發智能除草技術的公司規模相對較小，並且不像農藥公司因擁有和必須捍衛傳統除草劑的限制，小型新創公司有可能成為未來新雜草管理技術的主要來源(Fennimore等，2016)

鳳梨生產栽培作業過程



鳳梨生產採前機械化概況

整地作業機械	包含植株粉碎、翻耕及築畦，目前機械作業效率高且已廣泛普及
種植作業機械	附掛式鳳梨種植機械(國立嘉義大學研製)、乘坐式機械種植機(國立臺灣大學/農委會桃園區農業改良場/高雄區農業改良場共同研製)
栽培管理機械	包含防治及施肥，無人機防治作業已普及化。鳳梨多功能管理機及附掛式施肥機(國立嘉義大學研製)
採收作業機械	鳳梨採收輔助機械(高雄區農業改良場研製)、乘坐式鳳梨採收平台(國立嘉義大學研製)
運搬作業機械	包含獨輪機搬運、高架式果園多用途管理機械搬運、高架式履帶搬運機械作業

35

註：本資料由農試所農工組徐武煥副研究員提供

<http://www.tari.gov.tw/>



Key Technologies for Agriculture 4.0

Technology	Capability	Effect
Artificial Intelligence and Machine Learning [16-18] ¹	Provide intelligent software applications and systems that can perform knowledge work operations involving subtle judgments and unstructured commands	<ul style="list-style-type: none"> - Reduce prediction costs on decision making - Enable efficient risk management - Improve agricultural accuracy and increase productivity
Big Data and Analytics [19-21] ¹	Enable the acquisition and comprehensive evaluation of large amounts of heterogeneous data from numerous sources	<ul style="list-style-type: none"> - Promote real-time decision support - Enhance efficient resources administration - Optimize production quality
Cloud Computing [22-24] ¹	Provides hardware, software, and storage computing resources delivered as a service over a network or the Internet	<ul style="list-style-type: none"> - Negates the need for costly computing resources - Facilitates information management and dissemination - Supports decision making
Cyber-Physical Systems (CPS) [25-27] ¹	Enable the connection of the physical world agricultural operations with computing and Information Communication Technologies (ICT) infrastructures by integrating innovative applications via networking	<ul style="list-style-type: none"> - Modify workforce performance - Promote safety, flexibility and reliability of field activities - Produce higher quality yield at a lower cost
Internet of Things (IoT) [28-30] ¹	Benefits field devices with sensory and computational support for communicating and interacting with each other via a highly distributed public network based on standard protocols	<ul style="list-style-type: none"> - Decentralizes analytics enabling decision support for real-time responses - Optimizes assets management - Enhances production process performance
Autonomous Machinery [31-33]¹	Perform various field tasks such as sowing, pruning, phenotyping, targeted fertilization, harvesting, and sorting in automated or near-automated mode	<ul style="list-style-type: none"> - Ease the workload on farmers - Increase production rates - Optimize the management of resources - Advance soil health and yield quality

36

<http://www.tari.gov.tw/>



農業部門經營的顛覆性技術類型 (Spanaki et al., 2022)

對過去幾十年快速發展的研究進展進行回顧（基於技術背景的破壞性潛力）

- ❧ **實體農業技術應用類型**，強調使用機械和工具進行農業作業，不僅可以取代人工任務（例如機器人機械、灌溉系統等），而且可以將實體特徵呈現為農業科技的“硬體”
- ❧ **網絡農業技術作為應用程式**，其主要與平台軟體相關，與農業經營的數據分析和決策支持系統有很強的聯結
- ❧ **網絡實體(虛實整合)應用領域**，主要是指智能農業機械和/或機器人技術在農場的使用，包括用於數據分析和預測/規範性定制決策、建議和推薦的硬體和軟體

37

<http://www.tari.gov.tw/>



未來農業發展趨勢

- ▶ **未來農業系統將依賴機器人、感測器和大數據分析**，使主要經營者能夠在空間和時間尺度上以更高的精度管理他們的田地。透過讓低於最低工資的工作自動化，農業將在經濟上更具永續性並擴大影響
 - ▶ 收穫機器人、無人駕駛曳引機、噴霧無人機、管理化學品和肥料施用的人工智慧以及精準乳牛養殖等是尚未被廣泛採用的農業技術進步且是未來努力方向(Gallardo & Sauer, 2018)
 - ▶ 針對**機器人崛起**，技術和自動化進步的主要影響不一定是發展中國家的大規模裁員和技術性失業，而是朝向**去工業化和農業化**的壓力越來越大(Schlog等，2018)
- ▶ **小型農場機器人興起**將處理錯綜複雜**多元農場**(不是巨大單一栽培)的**勞力短缺**，並於田間同時進行**選擇性收穫**，可以是未來著力的利基所在
 - ▶ 預期中小型農場在採用自動化方面處於**領先地位**。因為較小的農場需要更換的替代系統較少，並且願意嘗試鮮為人知新創公司提供的機器人即服務解決方案(Anderson, 2015)

38

<http://www.tari.gov.tw/>



潛力發展技術 (Dunlap, 2021)

► 自2020年起未來五年增長潛力最大的一些農業技術子行業包括：

1. 耕犁、除草和種植**機器人**
2. 用於評估作物和計劃施肥時程且裝有感測器的**無人機**
3. 溫室和苗圃**自動化技術**
4. **計算機視覺系統**，用於識別植物和土壤中的作物健康、雜草、氮和水位準
5. 作物運輸、選別和包裝**機器人**
6. 用於預測產量規劃的**AI軟體**

39

<http://www.tari.gov.tw/>



機器視覺廣泛應用於農業領域 (MVTec Software GmbH, 2021)



- 自動化農業機械和收穫過程
- 溫室過程的自動化、數位化（溫室農耕）
- 有針對性、場址特定的耕地種植（精準農耕）
- 種子和農產品的自動分類和檢驗
- 優化畜牧業（畜牧養）

創新技術包括嵌入式視覺(Embedded vision)、基於規則的機器視覺系統、深度學習、基於規則的系統和人工智慧系統結合、雲技術、多光譜成像與3D視覺等

40

<http://www.tari.gov.tw/>



智能農機及田間機器人 (Han et al., 2016)

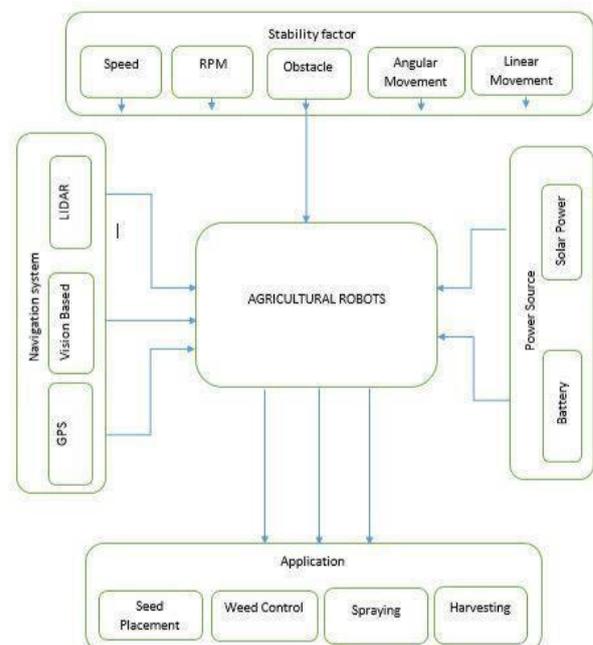
- 自2000年以來，在自動導引、變率施用、分段控制、機器協調和後勤支持方面取得重大進展。自動化技術在農業中的迅速採用和影響不容小覷。但機器人農耕還有很長的路要走。
- 開發智能農業機械所需的許多技術仍處於早期開發階段。最具挑戰性的技術是機器健康意識和保護、任務規劃和監控實施。讓研究團隊能在彼此工作的基礎上進行構建的系統架構也非常需要
- 未來用於生產農業的智能機械可能採用多個小型自主機器人的形式。但由於工作速率慢，與傳統機器相比具有競爭劣勢
- 市場仍需整理合適的自動化水平。未來的智能機械可能仍需人工操作員進行一些監督控制，以應對現場可能出現的意外情況，儘管大部分機器功能將實現自動化
- 農業機器人成功商業化的例子很少。商業化緩慢的主因是技術和經濟

41



農業機器人技術的現狀和範圍 (Kushwaha et al., 2016)

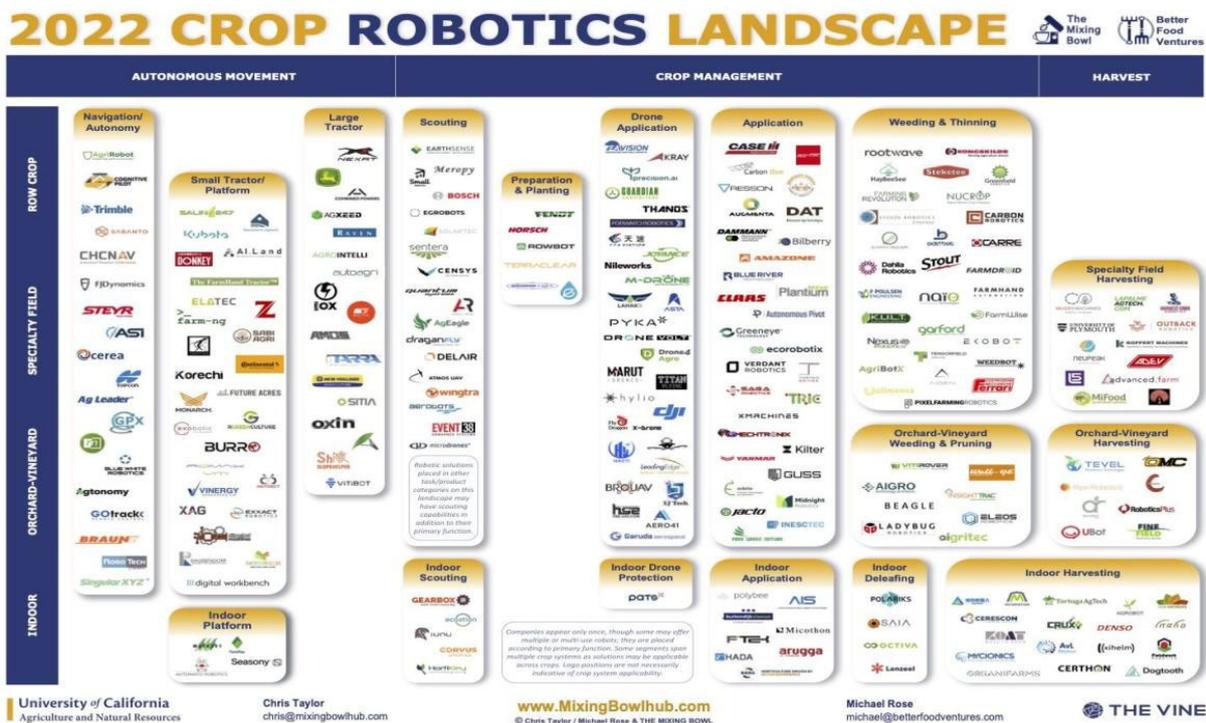
- 迄今為止，農業機器人的研究和開發主要用於收穫、化學施噴、採摘水果和農作物監測
- 開發自主和智能農業機器人的主要好處是提高可重複的精度、功效、可靠性和最小化土壤壓實和苦差事
- 農業機器人系統的研究採用模式結構設計與不同的精密農耕機械相結合
- 農業機器人採用不同的定位技術設計，包括視覺、GPS、雷射和基於感測器的導航控制系統



42

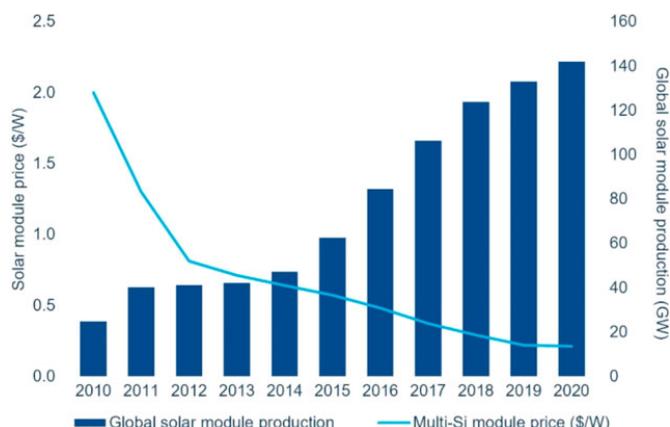


農場機器人市場地圖：250家新創公司在室內和室外實現作物生產自動化 (Burwood-Taylor, 2022)



現代太陽能電動農業機械的出現：永續農場經營的解決方案 (Gorjian yet al., 2021)

- 現代太陽能電動農業機械的廣泛部署面臨兩個主要挑戰是高昂的初始成本(主要與光伏模組和電池存儲單元相關)，以及電力存儲技術的缺陷
- 由於在室外條件下運行，也應考慮環境參數對農業機械整合光伏模組性能的影響，包括表面溫度、灰塵積聚、陰影和空氣濕度。
- 進一步的技術改進、成本降低和確保政府激勵措施可以促進這些永續機器的實際部署



全球太陽能製造能力與組件價格 (2010-2020)



台灣智慧省工(近10年)及智慧農機研發概況



借鏡國外，考量國內產業需求

- 台灣近10年智慧省工相關技術研發已由省工高效技術，邁向農業數位化，但仍需積極推廣才能使其進一步普及於國內
- 就技術智能化程度面向而言，已由「原始數據收集」，逐步走向「洞察決策」應用，然而「自主響應」方面則仍有待發展，為確保農業技術的競爭力，未來仍應持續投資智慧省工

智慧省工研發技術	田間栽培管理			設施生產			菇類			家禽、家畜						養殖漁業			花卉			外銷主力			茶園		
	省工	數位	普及	省工	數位	普及	省工	數位	普及	省工	數位	普及	省工	數位	普及	省工	數位	普及	省工	數位	普及	省工	數位	普及	省工	數位	普及
發展歷程	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
普及	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
原始數據收集	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
數據洞察決策				√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√
自主適應																											



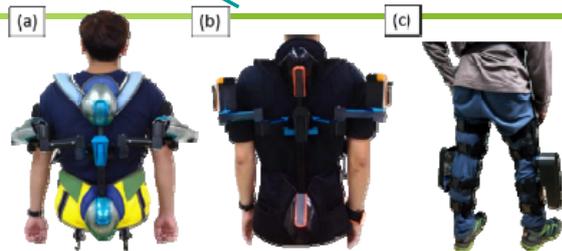
省力穿戴式輔具

JUMP

田間栽培管理

研發單位 | 國立中山大學

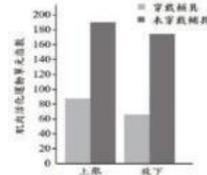
- 針對採摘與搬運兩大常見農事作業，開發樹種不同形式的**省力穿戴式輔具**。
- **穿戴調整性與靈活性高**
 - 調整性佳，身高介於150-180cm 間皆可使用。輔助支撐力的工作角度介於水平上下正負45度。
 - 三種輔助力道可供選擇，輔助力量分別為3kg、6kg、9kg。
- 已於果園完成實測，證明輔具可**減少肌力使用53%**，以及降低長期職業傷害。



▲穿戴式省力輔具。圖(a)為機構式採收搬運輔具；圖(b)為電控式採摘輔具；圖(c)為電動式搬運輔具



▲實地場域採收測試。圖(a)為木瓜園採摘實測圖；圖(b)為芒果園採摘實測採收



▲檸檬園採收省力功效實測結果



水稻秧苗盤機械手臂取卸系統

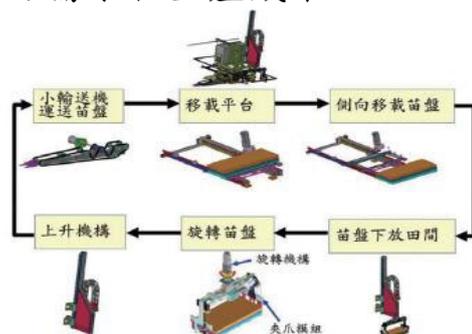
田間栽培管理

研發單位 | 農業試驗所/苗栗區農業改良場/工業技術研究院

- 一次抓取3盤一疊之秧苗盤，水平輕放於地面，盤面保持水平，振動小，盤內土方均勻不傾斜。3盤一疊排放地面，再由農民橫向移動2盤至田間，秧苗盤方向與輸送機垂直，符合農民習慣。出苗時由人工捲苗，捲3捆秧苗於同一盤，再由機械手臂夾取秧苗盤放置於輸送機上。
- 預估**可節省2~3名人力**，減少職業傷害，增加作業效率與穩定度，改善田間作業辛勞度，降低勞力需求和生產成本。



▲智慧輕量化之機械手臂



▲機械手臂各機構循環作業程序

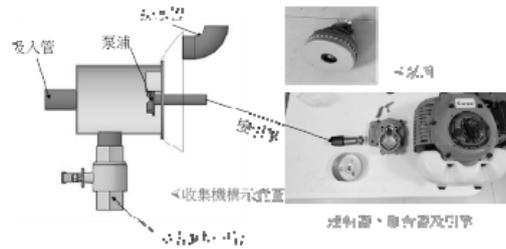


田間福壽智能清除機具

田間栽培管理

研發單位 | 農業試驗所/苗栗區農業改良場/國立屏東科技大學

- 以小型引擎為吸取動力源，清除田間福壽螺以濾網收集，可調整管徑大小控制吸取能力，自由移動吸取口，精準清除福壽螺。
- 以本機具清除福壽螺，避免防治資材對環境之影響，降低拾檢人力需求，兼顧農業生產與生態永續發展。



▲田間福壽智能清除機具



▲田間福壽智能清除機具操作情形

49

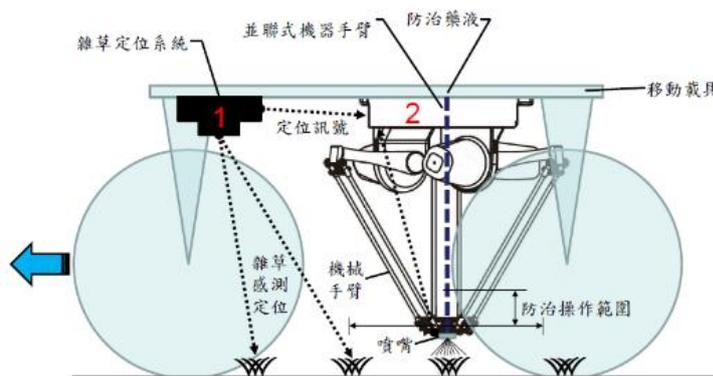


田間即時雜草感測及其施藥模組

田間栽培管理

研發單位 | 農業試驗所

- 以智慧感測判別的方式確認雜草位置，以精準的方式噴藥，節省藥液之使用與降低施藥之環境污染，可以適當之防治管理策略減低環境的負擔。
- 精準施藥降低雜草的入侵與散佈的機會，符合省時省工之經濟效益、生態平衡、及環境保護的要求。



▲田間即時雜草感測及其施藥模組架構



▲田間即時雜草感測及其施藥機

50



附掛雙行式芋苗種植機

田間栽培管理

研發單位 | 臺中區農業改良場

- 以曳引機承載 2 組種植機構與承苗架，1人駕駛曳引機、2人負責取苗、供苗，機械進行破土、開溝、夾放苗、鎮壓與覆土等動作，再搭配種植前後之作畦與整畦，即完成機械作畦兼種植流程。
- 機械作業效率較人工**提高23.1%**，農民不需忍受長時間彎腰作業的勞苦。
- 人工種植每天8小時/2,000元計，機械種植每公頃**節省12小時**，約可減省3,000元。



▲傳統人工俯身彎腰逐株定植，倍感辛勞



▲附掛雙行式芋苗種植機田間操作情形

51

<http://www.tari.gov.tw/>



附掛式大蒜種植機

田間栽培管理

研發單位 | 臺南區農業改良場

- 以1畦3行為主模式，以夾取式取蒜種，可大幅提高單粒播種精確度，減少缺播率，改裝浮動式接地輪可調整種植深度，且可配合不同地區種植深度要求，
- 本機一次完成開溝、種植、覆土及鎮壓，每小時可播種0.07~0.12公頃，對照人工播種**提升18倍**種植效率，節省大量人力並提升農事效率。



▲附掛式大蒜種植機



▲附掛式大蒜種植機種植情形

52

<http://www.tari.gov.tw/>



遙控跟隨履帶式農地搬運機

田間栽培管理

研發單位 | 高雄區農業改良場

- 本機械機構設計簡單，操作及維護容易。操作時可依作業型態跟隨或遙控模式自行選擇，不會產生有害廢氣，為省工、省力兼綠能的機械。
- 作業**效率提高15%**，降低廢氣污染排放量，避免重覆抬起搬運作業所造成的腰椎疲勞等工作傷害。



▲遙控跟隨履帶式農地搬運機



▲遙控跟隨履帶式農地搬運機搬運情形

53

<http://www.tari.gov.tw/>



自走式鳳梨智能噴注催花劑機械

田間栽培管理

研發單位 | 高雄區農業改良場

- 鳳梨催花目前以人工方式作業，導致生產成本，市場競爭力低。
- 本機催花作業效率達3~4人工/時/公頃，每公頃可**節省約9~12人工時的人力**，提高作業效率，增加農民收入。



▲人工催花作業情形



▲田間鳳梨噴注催花劑操作情形

54

<http://www.tari.gov.tw/>



履帶式自動噴藥車

田間栽培管理

研發單位 | 高雄區農業改良場/工研院

- 本機使用引擎式噴霧機，掛載150公升水桶，且具遙控裝置，透過手持遙控器操控，即可讓噴藥車靈活的在田間行走，於短時間內完成大面積噴藥作業。
- **節省1/2人力及60%作業時間**、減少1成水(藥)量，且降低農民接觸農藥風險。



▲履帶式自動噴藥車



▲履帶式自動噴藥車噴藥情形

55

<http://www.tari.gov.tw/>



附掛式畦間中耕除草機

田間栽培管理

研發單位 | 花蓮區農業改良場

- 採用破土犁、圓碟犁和彈性除草爪的組合，設計兩種除草器模組進行雜草防除。
- 機械完整涵蓋畦面、畦側及畦底的空間，能避開植株，達到細膩的、立體化的中耕除草效果。
- 可**減輕農友辛勞、降低人力成本**，同時達到有機、友善、農藥減半及永續農業等農業政策。



▲附掛式畦間中耕除草機



▲雜草防除率平均達90%

+-	人力除草	附掛式畦間中耕除草機
作業能力 (公頃/人日)	0.1	2.5
雜草防除率 (%)	95%	90.1%
植株損傷率 (%)	0.32%	4.2%
栽種規格	自由	作畦栽培(機械可微調)
操作成本* (元/公頃*2次)	36,000	< 1,800

56

<http://www.tari.gov.tw/>



雜糧智能太陽能無人自動化播種機

田間栽培管理

研發單位 | 臺東區農業改良場

- 雜糧種類繁多且種子尺寸變化大，附掛式雜糧播種裝置，對不同粒徑大小之種子皆可適用，具有輕量、可適用不同粒徑及不易破裂等特點。
- 使用RTK之定位系統，配合路線規劃軟體，於田區定義範圍即可自動編程行走路徑，可於田間自動播種。作業效率為**每小時0.25公頃**，為**人工作業的7倍**，且不需人員於車上操作機械。



▲取得專利之附掛式雜糧播種裝置，輕量、可適用不同粒徑及不易破裂等特點



▲雜糧智能太陽能無人自動化播種機

57

<http://www.tari.gov.tw/>



電動蔬果箱盛裝運送機

設施生產

研發單位 | 農業試驗所

- 自動化機械取代目前的手推式及駕駛式的搬運機及搬運車的作業模式，減少搬運、堆疊、卸料及輸送作業人力的需求和依賴。
- 達成省時省力省工及提高作業效率目的，降低生產成本與解決缺工問題。



▲電動蔬果箱盛裝運送機



▲電動蔬果箱盛裝運送機撿拾盛裝箱情形

58

<http://www.tari.gov.tw/>



電動葉菜散裝收穫機

設施生產

研發單位 | 桃園區農業改良場

- ☞ 本機採用履帶便於田間行走，運用電力為動力源，避免機械產生廢氣聚積及油氣附著葉菜表面的問題。
- ☞ 與人工收穫相較，每分地大約可以**節省65%成本**。另每分地使用機械採收可**節省66.6%時間**，葉菜**損傷率也只有5-7%**。



▲ 電動葉菜散裝收穫機收穫情形



▲ 使用電動葉菜散裝收穫機收穫後甘藷葉無受損情形

59

<http://www.tari.gov.tw/>



可變行株距葉菜移植機

設施生產

研發單位 | 桃園區農業改良場

- ☞ 適用各種葉菜移植，一次可移植**6行**，可視不同蔬菜移植的間距需求，調整為**2或3行**移植。
- ☞ 傳統人工移植約需**91小時/公頃**，使用本機每公頃僅需**24小時**，作業**效率提升3.8倍**，且菜苗移植**成功率達95%**。
- ☞ 1人駕駛，2人以坐式進行供苗作業，農民「坐著」作業不必蹲，省工又省力。



▲ 電動葉菜移植機



▲ 電動葉菜移植機田間作業情形

60

<http://www.tari.gov.tw/>



文心蘭智能補光技術

設施生產

研發單位 | 臺中區農業改良場

- 透過自動環境參數收集、演算控制及LED燈具應用，達到降低電費支出、提升切花品質及精準控制產期調整，提高農民收益。
- 較傳統定時電照**節能達65%**，A級花量提升達**50%**，與產期調節延後採收**1個月以上**，達到生產高價文心蘭切花之目的。



▲設施內日照不足時，即時自動啟動燈具補光



▲智能補光設備

61

<http://www.tari.gov.tw/>



自動化摺箱機

設施生產

研發單位 | 臺中區農業改良場

- 傳統人工摺箱因為重複性的動作，容易造成肩頸、手指、手腕等處疲勞受傷，非常費時、耗工。
- 自動化摺箱作業**速率達每小時200只**，節省原有摺箱人力1-2人，提升包裝效率達1倍以上，省去長期反覆性摺箱等農務活動，降低農民肌肉骨骼的傷害比例達**20%以上**。



▲傳統人工俯身摺箱費時且容易受傷



▲自動化摺箱機

62

<http://www.tari.gov.tw/>



蝴蝶蘭換盆機

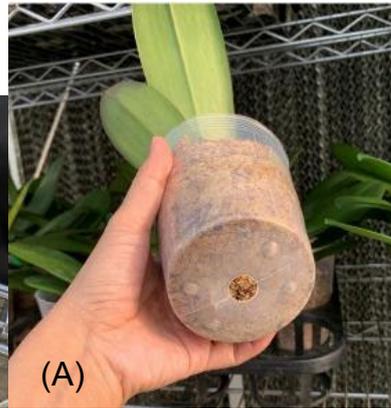
設施生產

研發單位 | 臺中區農業改良場

- 蝴蝶蘭在栽培過程中需定期換盆，目前換盆仍採人工作業。因換盆擠壓塞填的作業工序，常造成操作者在手指、手腕、肩頸等處職業傷害。
- 本機換盆所需時間約20秒/株，避免人工長期作業造成勞動傷害。



▲蝴蝶蘭換盆機



(A)



(B)

▲換盆機實際裝盆：(A)杯底部扎實(B)8分滿杯紮實

63

<http://www.tari.gov.tw/>

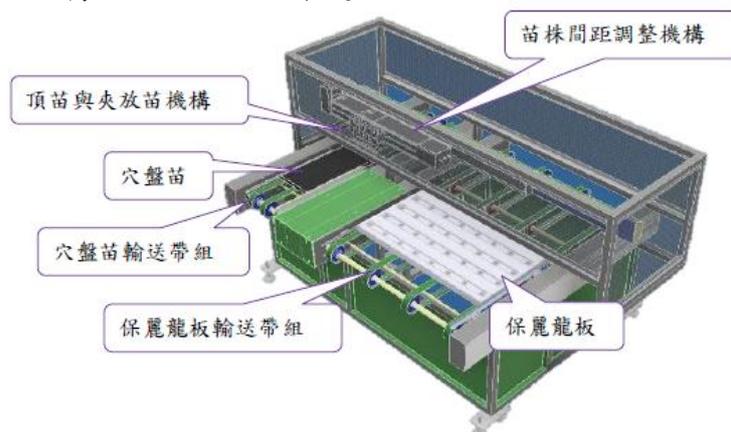


洋桔梗穴盤苗移苗機

設施生產

研發單位 | 臺中區農業改良場

- 自動移苗機以氣壓驅動、電氣控制方式，將水耕栽培洋桔梗從穴盤苗自動頂起與夾持至保麗龍承苗杯內，取代人工移苗作業。
- 較人工作業可**節省工時15%以上**，協助花農解決高齡化及勞動力短缺問題。



▲洋桔梗穴盤苗移苗機裝置說明



▲移苗機夾取情形

64

<http://www.tari.gov.tw/>



蝴蝶蘭全自動澆水機

設施生產

研發單位 | 臺南區農業改良場

- 傳統澆水機需手工調整出水口方向，且需人工補充澆水不足部份，換床需人工推移。
- 為減輕蝴蝶蘭澆水人力之負擔並節省水資源，開發偵測植株位置來澆水，以控制器根據馬達旁邊雷射反射高低，依演算法判別盆花位置，再傳訊給馬達出水。
- 本機達到全自動性能，比人工澆水**效率提高8倍**，並減少水資源浪費。



▲全自動澆水機



▲偵測植株位置來澆水

65

<http://www.tari.gov.tw/>

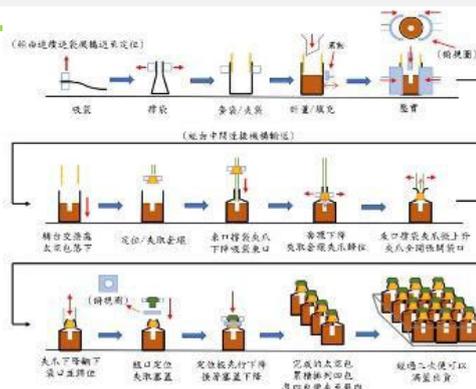


菇類太空包國產全自動化製包機

菇類

研發單位 | 國立虎尾科技大學/翔元自動化機械有限公司/農業試驗所

- 本機為國內首套國產化且已經上線生產，經生產測試，穩定生產速度可達**26~30包/分**。
- 主要功能模組
 - 套袋模組：採用連續卷袋式設計，提高套袋速度
 - 計量充填模組：新增重量控制方法，確保重量誤差60g
 - 翻袋模組：改良翻袋機構，提高緊度與壓包後之硬度，並能防止內孔塌陷
- 全自動化生產模式，人力需求僅需1-2人，較傳統製包生產模式可以省工3-4人，效率非常高。



▲全自動化製包機之機構流程分析



▲國產自動化製包機設備實體圖

66

<http://www.tari.gov.tw/>



液態菌種自動接種機

菇類

研發單位 | 農業試驗所

- 一般菌種培養利用麥粒、裸麥、高粱等穀類種子或木屑為主配方製作固態菌種，再接種至培養基質中擴大培養，缺點為耗時費力、易受雜菌污染、菌種穩定性差。
- 一般培養固態菌種需25至50天，培養一批液態菌種只需6至12天。從母種到栽培種，固態菌種需時100天，而**液態菌種只需20-42天**，菌種接種後至金針菇子實體(菇體)約45天，大幅減少生產週期，配合接種機進行接種，可達自動化及標準化的要求。



▲使用金針菇固態菌種與液態菌種於出菇初期之差異



▲液態菌種自動接種機

67

<http://www.tari.gov.tw/>



金針菇塑形護膜自動脫模裝置

菇類

研發單位 | 農業試驗所

- 金針菇採收前需進行栽植瓶上生長塑形護膜之拆除作業，需大量且快速地進行塑形膠膜的抓取與拆下，極度耗費人力。
- 自動脫膜裝置包含控制模組、傳送模組、旋轉模組與撥離模組。控制模組控制脫膜作業時序，可降低依賴人力需求、降低生產成本、提高產業競爭力。



▲人工進行塑形護膜的拆卸作業



▲金針菇塑形護膜自動脫模裝置作業情形

68

<http://www.tari.gov.tw/>



鳳梨果實水選清潔系統

外銷主力作物

研發單位 | 農業試驗所嘉義分所

- 在選果水槽內簡單、快速並有效的區分鼓聲果與肉聲果，並依品質差異分流至鮮食或加工用途。加工用或鮮食鳳梨果實快速選別
- 本系統處理效率高，平均最快出果速度約0.3秒，較單一人工每果選別及清潔需6-9秒，**快約20-30倍**



▲▼鳳梨果實水選清潔系統



▼水選後果梗處理



69

<http://www.tari.gov.tw/>



結球葉菜採收機

外銷主力作物

研發單位 | 臺南區農業改良場

- 因應農村人口老化及採收人事成本高等困境，運用省工機具解決產業問題。
- 本機人力需求僅人工採收的1/4，每公頃節省8作業人天，大幅節省人工成本與時間。



▲結球葉菜採收機田間作業情形

70

<http://www.tari.gov.tw/>



毛豆採收機

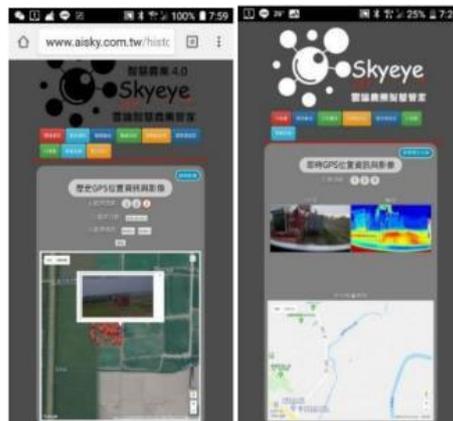
外銷主力作物

研發單位 | 高雄區農業改良場

- 毛豆採收機加裝GPS車載影像監測系統計，可雲端即時掌握毛豆田機械採收情形，減少豆莢在採後因運輸發熱品質劣變情形
- 原料到加工**品質提升5-10%**，加工選別的**成本降低15%**，提升毛豆產品外銷品質。



▲安裝GPS車載與影像監測系統之毛豆採收機於田間採收情形



▲透過手機即時接收採收機GPS位置與影像資訊

71

<http://www.tari.gov.tw/>



乘坐式採茶機之施肥及除草附掛機

茶園

研發單位 | 茶業改良場

- 本機開發施肥附掛機及除草附掛機，減少作業人力並提高效率。
- 相較於人力作業，機械施肥可提高2倍效率、機械修邊可提高2.5倍效率。



▲乘坐式採茶機之施肥附掛機



▲茶乘坐式採茶機之除草附掛機

72

<http://www.tari.gov.tw/>



曳引機附掛式植茶機

茶園

研發單位 | 茶業改良場

- 過去人工種植茶樹需蹲在地上掘土，1天種植500-800株，作業相當辛苦。為減輕茶樹種植負擔，開發植茶機，附掛於曳引機上作業。
- 2人駕駛曳引機，2人在植茶機上投茶苗，1天可種植6千-1萬株茶苗，**種植效率為傳統人工種植的6倍**。
- 可預先投料，減輕投料工作負擔。



▲植茶機投苗情形



▲茶苗預先放置投苗機構情形

73

ri.gov.tw

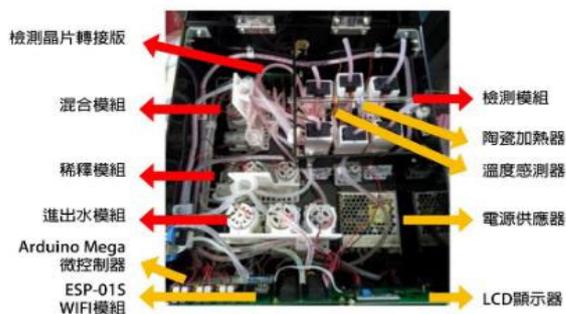


自動化可攜式即時總生菌數檢測系統

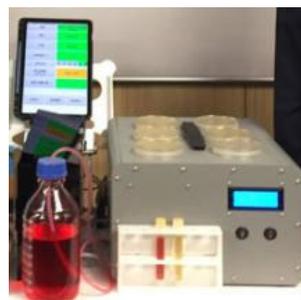
養殖魚類

研發單位 | 水產試驗所

- 本系統自動、可攜、快速且準確，搭配檢測試劑即可一鍵操作，自動完成採樣與檢測，不需專業人員上機，可供相關檢測需求的產業(如水產養殖業、溫泉、泳池、冰品及餐飲等)自主管理之用。
- 以往送樣檢測往返作業時間需5-7個工作天，本系統可一站式完成採樣檢驗，最快**2小時就可得知結果**，亦可由APP查詢，快速且方便。



▲系統內部與各檢測模組



▲自動化可攜式即時總生菌數檢測系統

74

ri.gov.tw



可攜式光學數位病原量辨識系統

養殖魚類

研發單位 | 水產試驗所

- 本系統透過多波段光源光學檢測與可記錄測試結果之功能模組設計，結合數位化病原量辨識技術，建置一個通用型病原檢測自動化裝置，手持式造型輕巧，提供即時性病原監測。
- 養殖水質病原檢測從傳統方式所需要的3-4天，大幅縮短到只要**3-4個小時**，避免病原延滯，造成產業損失。



▲可攜式光學數位病原量辨識系統

75



智慧型LED集魚燈具

養殖魚業

研發單位 | 國立成功大學

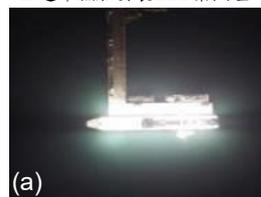
- 推展「MIT」LED集魚燈具形成產業聚落，翻轉臺灣漁業集魚燈具的使用習性。
- 成功導入智慧型LED集魚燈具技術，省能、省油，預估將**為臺灣漁業每年減少約新臺幣4~5億元的燃油支出**。
- 採用「智慧型LED集魚燈」在誘集魚群作業時，可使急速冷凍設備全力運轉，全面提升漁獲的鮮度，大幅增加漁獲利潤。



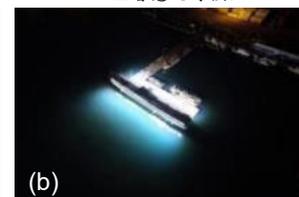
▲遠洋漁船安裝LED集魚燈



▲智慧記錄模組

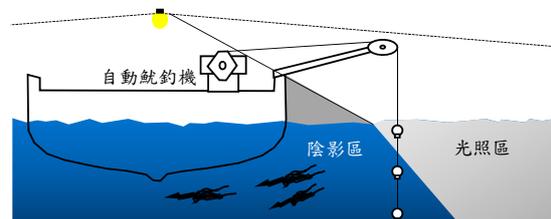


(a)



(b)

▲(a)傳統魷釣集魚燈光線四散多數逸散至空中；
(b)LED魷釣集魚燈誘魚照明光場範圍



▲漁船安裝LED集魚燈海上示意圖

76



秋刀魚分級及排整系統

養殖魚業

研發單位 | 雲林科技大學

- 應用機械及智能感應方式，將秋刀魚依大小分級並藉方向感測驅動，將不同大小及排列整齊之魚體送至裝箱，減少人力作業。
- 主要應用於秋刀魚漁船，並於漁船進行實船測試，證明分級機選別較人工精確，另排整系統經過實驗室測試判別速度約1秒/尾。



▲分級機於漁船甲板情形



▲魚體自動化分級系統測試情形

77



擠牛乳機器人

禽畜

研發單位 | 畜產試驗所

- 導入擠乳機器人設備後，取代擠乳動線的2個人力需求，每日可取代12小時的擠乳工時。
- 擠乳優先的動線規劃模式，讓牛群自由進出擠乳機器人，擠乳次數從每日2次提升至3次，整群產乳量提升約1成。



▲擠乳機器人專屬之牛隻辨識偵測項圈



▲擠乳動線設計規劃



▲擠乳機器人機械手臂進行自動套杯、自動乳頭清洗等取代人力工作

78



推草料餵牛天眼機器人

禽畜

研發單位 | 畜產試驗所

- 整合現行WebCam(網路攝影機)，透過APP隨時監視牛隻餵養情形及畜舍現況。
- 有效取代每日3到4小時的人力需求，可增加牛隻的進食次數及進食量，**乳量增加3到8%**。



▲推草料餵牛機器人農場操作情形



▲機器人整合視訊監控設備

79

<http://www.tari.gov.tw/>



推料餵精料機器人

禽畜

研發單位 | 畜產試驗所

- 本機具備2個70公升的不鏽鋼精料桶，可放入粉料或顆粒狀精料，依需求進行設定，在精料香氣誘因下，吸引牛隻增加進食次數及採食量，使**乳量增加3~8%**。
- 有效取代每日每2小時人員需到現場推料15~20分鐘的工作量，並省下採用鏟裝車推料的燃油費用，達到節能減碳效果。



▲推料餵精料機器人農場操作情形



▲可手動設定自行移動

80

<http://www.tari.gov.tw/>



3D量測種豬體型機

禽畜

研發單位 | 畜產試驗所/工業技術研究院

- 我國自行研發製造的智慧養豬機具，可單人操作，**15秒完成量測**，**降低30%人力成本**。
- 運用本機量測數據將種用率提升至53%，增加20%種豬留做純種繁殖，間接改善肉豬屠體品質，**提升肉品加工產業8,000萬元**年產值。



▲量測機實際操作



7項體型特徵

- 15秒內自動取像運算
- 豬自由站立不緊迫
- 不用套豬鼻可以省力
- 體型量測作業全自動化
- 可以單人操作機台

▲量測機量測種豬體型自動化



資料處理中心，收集體型數據



▲量測機外觀與量測數據運用

81



仔牛舍高床清潔消毒機器人

禽畜

研發單位 | 畜產試驗所/工業技術研究院

- 仔牛舍清潔機器人搭載45公升容量水箱，可裝填消毒液，機器前方設計2個灑水孔，在行駛過程可將前方地面上的糞便噴溼軟化，另消毒液可減少牛舍內的生菌數，減少仔牛因環境衛生問題產生下痢疾病。
- 取代人工每日仔牛畜舍清掃工作**1.5~2小時**的工時，可專心投注仔牛飼養及健康照顧。



▲仔牛舍高床清潔消毒機器人



▲內部機構包含工業用控制電腦、管線及水箱

82



禽舍巡航機器人

禽畜

研發單位 | 國立宜蘭大學

- 透過禽舍巡航機器人，可克服墊料造成地板起伏不平，避開飼料線及水線，完成雞舍內部自主移動及巡邏功能，激發雞群走動避免肉雞因長期未走動生病，節省擾動雞隻人力。
- 機器人安裝高度不同的光達(LiDAR)、超音波、雷射等測距儀，搭載攝影機觀察車體附近的禽舍環境與雞隻狀況。亦可搭載其他感測器，即時回傳環境與雞群健康狀態，協助禽舍管理庶務。



▲ 禽舍巡航機器人運用情形



▲ 巡航機器人與雞隻互動情形

83

www.tari.gov.tw/



雞蛋包裝廠彈性搬運系統

禽畜

研發單位 | 國立宜蘭大學

- 利用超高頻無線射頻，進行辨識與記錄產品的生產資訊(例如：產品種類、包裝時間、重量等)。
- 可依據棧板大小或顧客需求有不同堆疊方式的設定，取代勞工於廠內重複做枯燥且有工作傷害的動作。
- 節省約25%的作業時間，並且因本設備之導入，一年約可提升2.19億元產值。



▲ 箱籃共用之夾具，機械手臂搬運不同類型的產品

▲ 檢測區可自動辨識產品種類並檢測重量

84

<http://www.tari.gov.tw/>



半自動化龍眼乾剝肉機

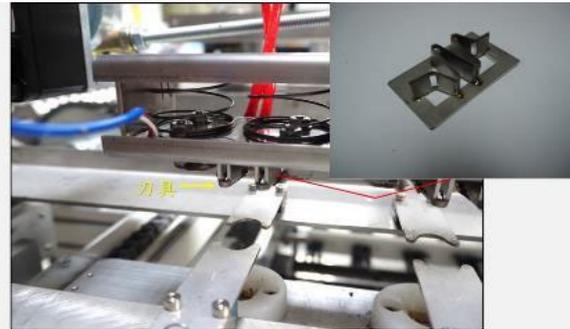
加工處理

研發單位 | 國立臺中科技大學

- 龍眼乾剝肉機主要應用於生鮮龍眼加工後的龍眼乾。
- 本機台主要目的是對龍眼乾進行剝肉作業，在作業期間，完全由機台自行工作，可大量降低人員與果肉的接觸，減少食安衛生問題。
- 龍眼乾剝肉機一次可以處理10顆去殼龍眼乾，進行1次動作僅需10秒，電控箱上有簡單易懂的人機介面，可以輕鬆的設定與控制機台各區動作。



▲半自動化龍眼乾剝肉機



▲龍眼乾剝肉機切割工具

85

<http://www.tari.gov.tw/>



▶ 因應淨零碳排的機會

86

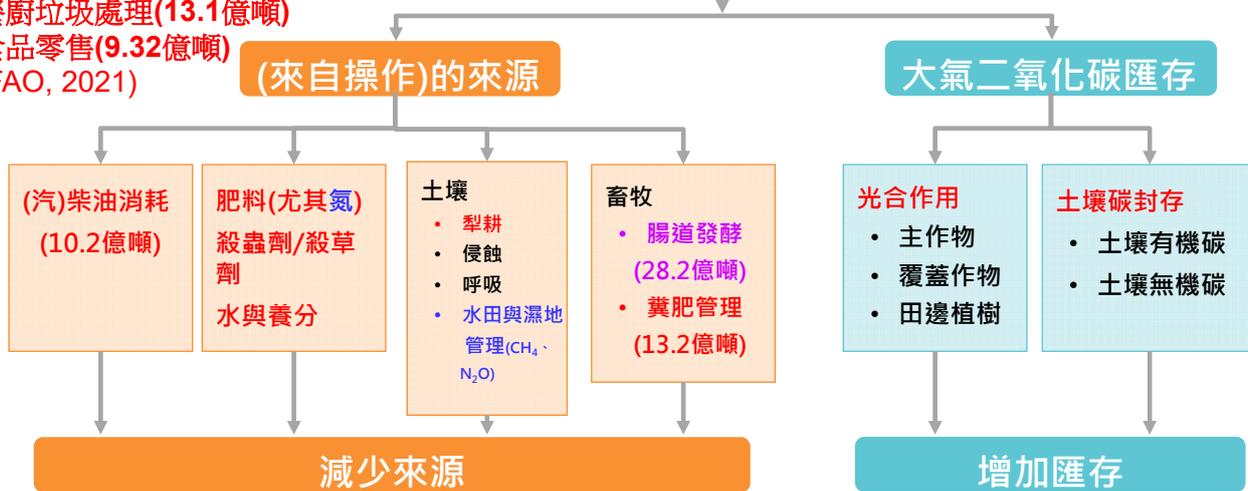
<http://www.tari.gov.tw/>



農業中大氣二氧化碳的重要來源與匯存 (Lal, 2021)

森林砍伐(30.6億噸)
家庭消費(13.1億噸)
餐廚垃圾處理(13.1億噸)
食品零售(9.32億噸)
(FAO, 2021)

農業生產系統



➤ 負排放農耕(Negative emission farming)意謂增加匯存和減少來源，以便有大氣中二氧化碳的顯著縮減，遠比僅抵消從農場操作的排放為多，因此，伴隨土壤的碳封存，提高農作物的光合作用是主要匯存。

87



減低(汽)柴油消耗-電動農機(含機器人)躍上檯面



Monarch 電動曳引機



Dino 電池供電除草機器人(Naio-technologies)



Ecorobotics 自主除草機(Ecorobotics)

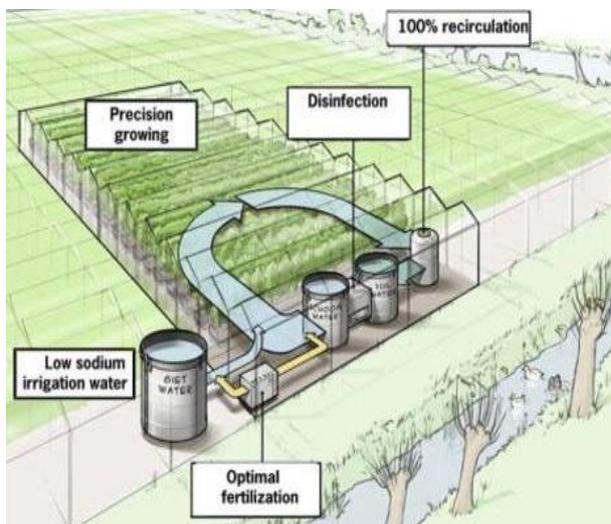


RIPPA 除草機器人(UoS)

88

零排放(zero-emission)栽培 (Beerling et al., 2017)(1/2)

- ▶ 荷蘭種植者必須在2027年之前實現零排放，為減少營養物質與農藥排放量的法規已迫使園藝產業採用水資源管理的新方法，其中瓦格寧根大學研究中心測試零排放溫室栽培，所有排放水被循環再使用。
- ▶ 在該參考溫室中，按照目前的實際作業與該國2015年氮的排放標準偶爾排放會發生，所排放的水也被處理以除去農藥。

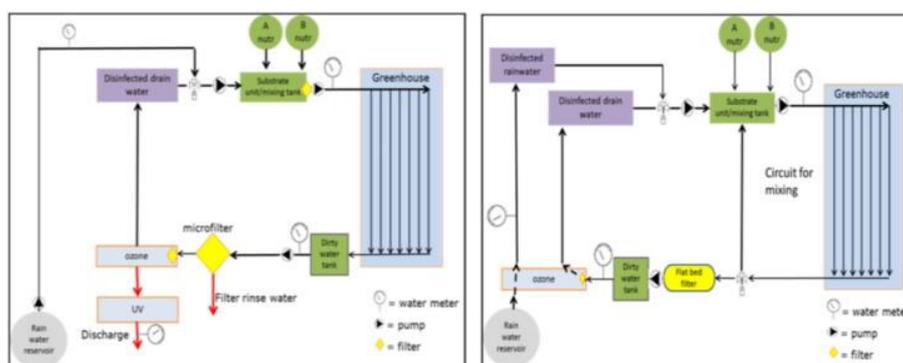


89

<http://www.tari.gov.tw/>

零排放(zero-emission)栽培 (Beerling et al., 2017)(2/2)

- ▶ 該計畫在2014年7至11月成功啟動零排放的黃瓜種植，並自該年12月種植甜椒。零排放溫室的所有水從開始就被完全再循環，而在參考溫室中所有排放水在前8週期間被排出，而且在春季排放也發生。直到第二個試驗中期評估點（甜椒：2015年7月7日）結果指出，沒有遭遇循環所造成的問題。此外，零排放與參考溫室間在生產或品質上並沒有差異。



參考栽培與零排放栽培

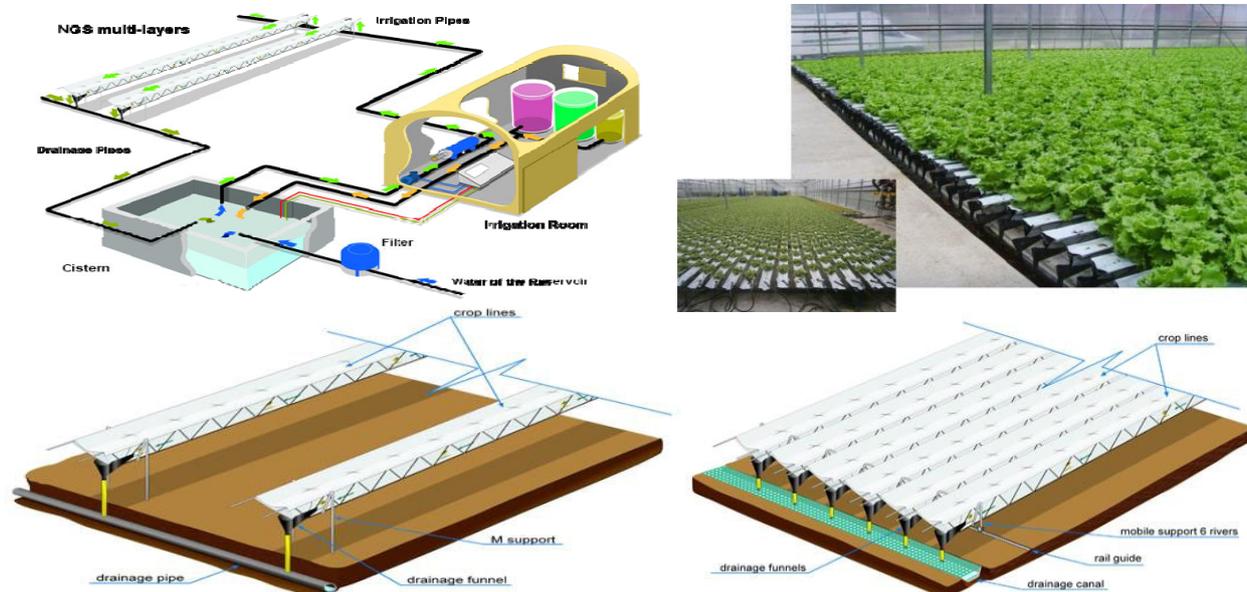
90

<http://www.tari.gov.tw/>



循環水耕栽培可節省肥灌與人力

- ▶ New Growing Systems (NGS)的系統將水耕栽培技術與排放物回收及再利用相結合，因而提高用水效率(節省50%至80%的水與肥料)。



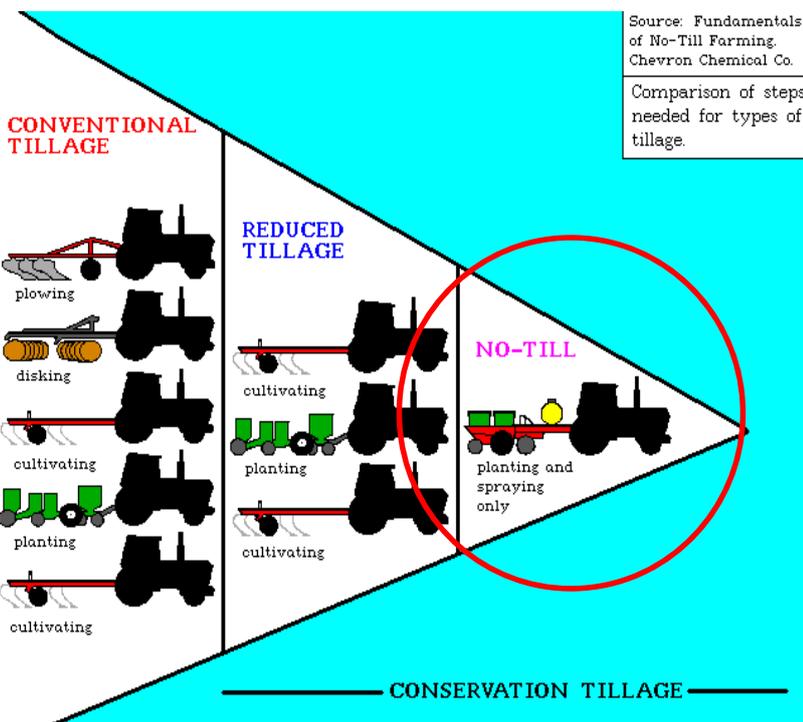
<https://www.hortidaily.com/article/9221019/recirculating-hydroponics-and-robotic-technology-to-save-on-fertigation-and-labour/>

<http://www.tari.gov.tw/>



保護性耕犁(Conservation Tillage)

(<http://corn.agronomy.wisc.edu/Management/images/L007/till.gif>)



Source: Fundamentals of No-Till Farming, Chevron Chemical Co.

Comparison of steps needed for types of tillage.

Conventional tillage systems: <15% residue

Reduced tillage systems: 15-30% residue

Conservation tillage systems: > 30% residue

Residue remaining on soil surface after first tillage operation:

Moldboard plow <10%

Chisel plow 25-75%

Disking 25-75%

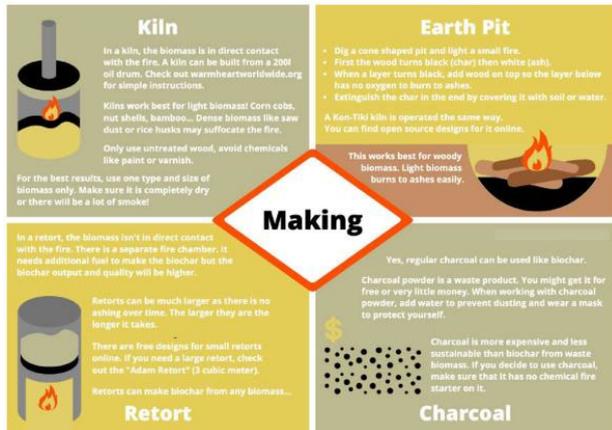
Ridge-planting and Till planting 40-60%

No-till >90%

<http://www.tari.gov.tw/>

有機資材收集與循環利用—生物炭

生物炭製造與施用，我們已有工具了嗎？



四種簡單的生物炭生產方法
(Thierley, 2020)



商業級生物炭撒佈機
(Page-Dumroese, 2016)

93

<http://www.tari.gov.tw/>

轉變廢棄物成為肥料與能源的設備

- 具電氣輸出的高度固體有機廢棄回收系統(High-solids Organic-waste Recycling System with Electrical Output, HORSE)
 - 攜帶式厭氧消化系統，能夠接受各種有機廢棄物(廚房垃圾與堆場廢物至紙製品)，以沼氣與電的形式同時生成液體肥料與能量
 - 每單元(約4.33萬美元，占地15m²，儲氣5 m³)每天投入61.2公斤有機廢棄物可產生高達36萬BTU的能量與4千瓦小時的電力輸出



<http://www.hortibiz.com/hortibiz/nieuws/device-turns-waste-into-fertilizer-and-energy/>

94

<http://www.tari.gov.tw/>



▶ 農機研發計畫作業思維

95

<http://www.tari.gov.tw/>



成立農機研發計畫的必要作業

- ❏ 應用對象作物產業分析
- ❏ 國內外類似或可以援引應用機械評析
- ❏ 國內外相關專利評析與布局
- ❏ 與農機產業鏈結的規劃
- ❏ 預擬研發標的 **IPOOI (Input投入 - Plan方案 - Output產出 - Outcome成效 - Impact影響)分析**



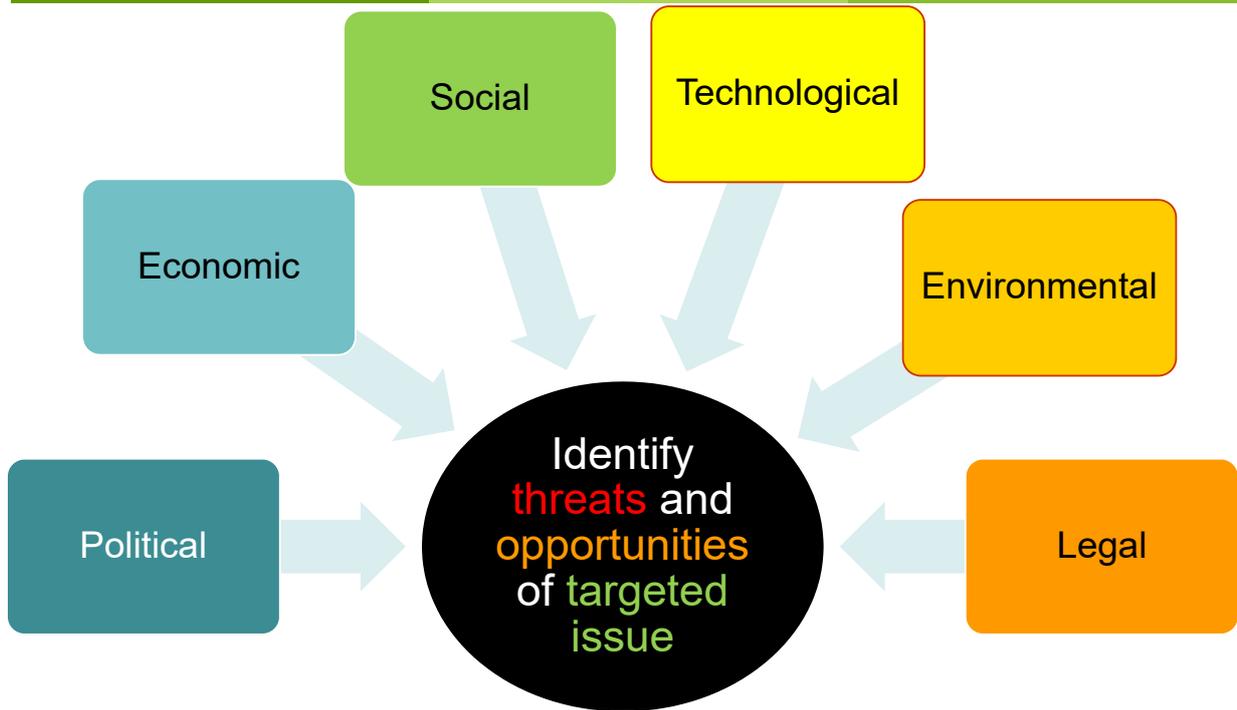
我們不缺計畫，缺的是有執行能力的計畫，要能「步步到位、刀刀見骨，留下不可抹滅的痕跡，做為下一計畫推動的基礎」

96

<http://www.tari.gov.tw/>

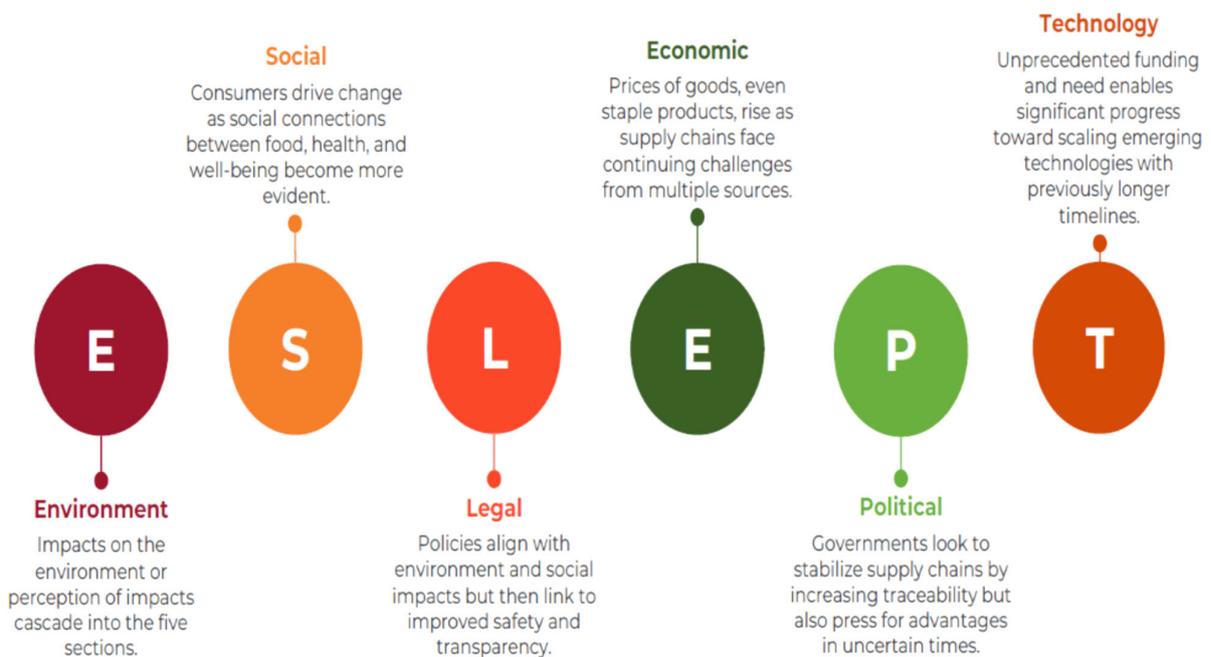


PESTEL Analysis of Change



Mix Up Version of PESTEL Analysis

(Lux Research, 2022)

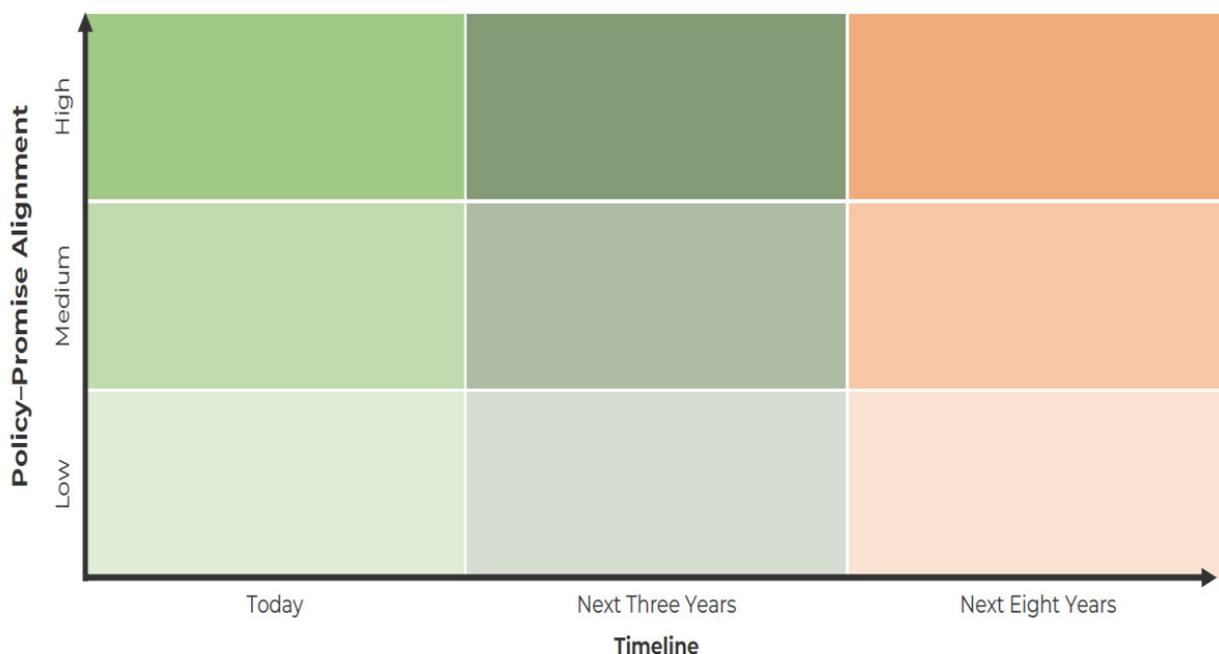




ESLEPT Analysis of Change in Agriculture (Lux Research, 2022)

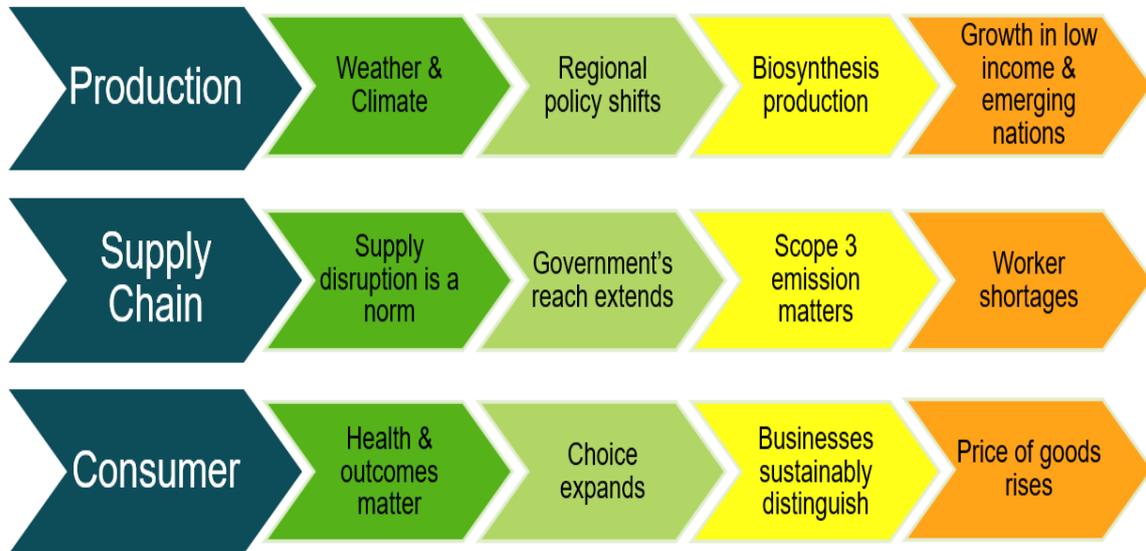


推薦整體策略路徑 (策略承諾瞄定或優先順序/時間軸)

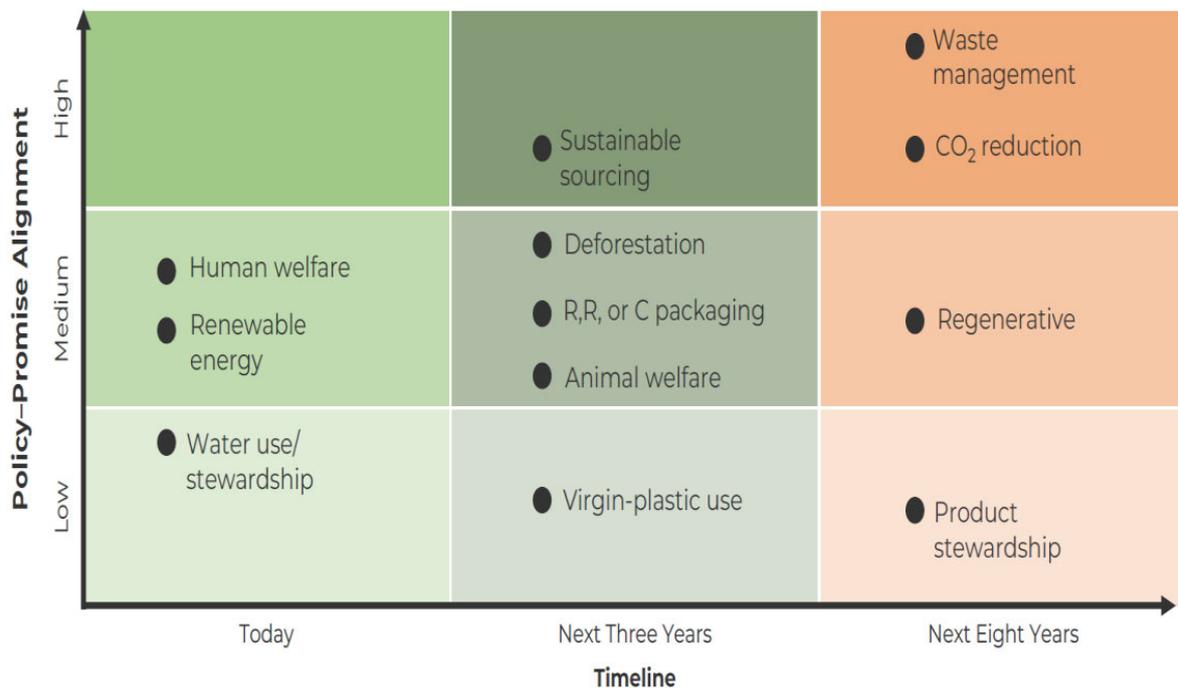




Agrifood Innovation Accelerates, Driven by Sustainability (Lux Research, 2022)



供應鏈策略路徑例 (Lux Research, 2022)





▶ 結語



農機的參與，可精進並完備 臺灣農業未來的競爭實力

- ❧ 農業精實的關鍵在農機，大夥責無旁貸，莫忘發展智慧農機，重新定位農業品牌。
- ❧ 勞工問題除缺人外，部分原因是老齡化的勞動力。如果不走上輕鬆的機械化、自動化與智慧化農耕，未來的農業是有限的。
- ❧ 別忘精準農耕、小型農場機器人與機器視覺應用是我們可以著力的強項與利基所在。
- ❧ 農機專業融合深度農業技術的洞見操作，是未來次世代農耕效率與永續性提升的不二法門，也是因應智慧農業精進、後疫情新常態、氣候變遷及淨零碳排等迫切議題的最佳武器，雖有諸多挑戰但也同時帶來眾多機會，期望大夥一起努力。



▶ 建議



1. 系統性與目標導向式因應趨勢

- ☞ 就目標導向式作為而言，建議以特定創新技術需要突破機械化、自動化與智慧化的規模限制，以在技術上更上一層且勞動力有效地於現場發揮(哪裡需要改進而不是規模大小問題)
- ☞ 研發策略上除自主研發外，引進加上適應改善(策略性me too)亦可併進，以加速成果展現效率



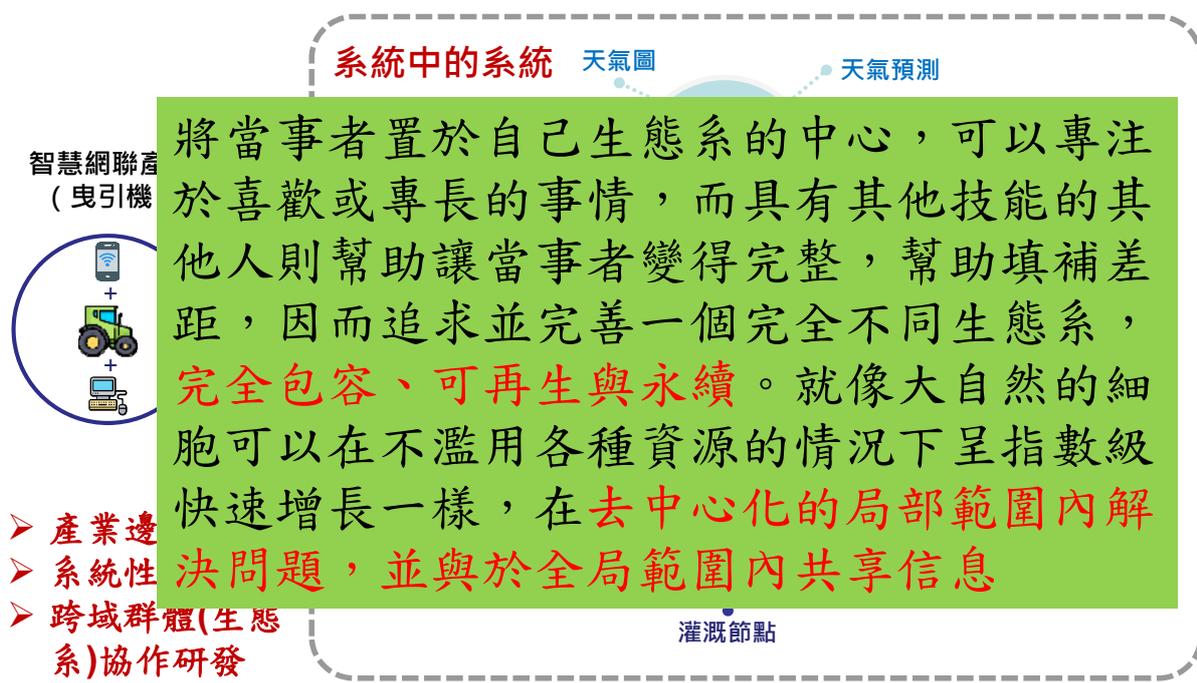
系統性盤點機械作業缺口 (主要作物待推廣(綠色)與研發中(紅色)農機)

品項	整地/除草	育苗/插秧/播種/植栽/噴霧/施肥	收穫機械	選別機/分級/包裝設備	乾燥/存放/保鮮冷藏	農產品加工處理
鳳梨		種植機、催花	採收機	網袋包裝		削皮機
茶葉	植茶機		採茶機			
大蒜			收穫機			磨根機
小葉菜		種植機	採收機 排列式			
結球蔬菜			採收機			
玉米(筍)						剝葉機
蘆筍			採收機			
野蓮		種植機	收穫機			
青蔥		種植機				
香菇						去柄機

註：本表由科技處黃明雅技正提供。



2.融合系統中的系統概念建構群體協作





我們總有聰明的研發創新者焚膏繼晷工作，但更好的做法是，創造一個完善的生態環境，讓大夥為目標耕耘，尤其智慧農業落地茁壯的關鍵下一步是讓各方利害關係者(尤其是非農業的各方)進入智慧農業大生態系，互補、共生地精進，共創台灣美好智農未來。

謝謝聆聽

產品安全、農民安家、顧客安心、環境安養



入口網