

國立臺灣大學進修推廣學院生物科技管理碩士在職學位學程

碩士論文

Professional Master's Program of Biotechnology Management

School of Professional Education and Continuing Studies

National Taiwan University

Master Thesis

台灣青農之精準農業物聯網採用分析

An Analysis of Taiwanese Young Farmers' Adoption of
Precision Agriculture

吳忠山

Chung-Shan Wu

指導教授：潘令妍 博士、黃恆獎 博士

Advisor: Ling-Yen Pan, Ph.D.

Heng-Chiang Huang, Ph.D.

中華民國 112 年 6 月

June 2023

國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審定書



台灣青農之精準農業物聯網採用分析

An analysis of Taiwanese Young Farmers Adoption of
Precision Agriculture

本論文係吳忠山君 (P10E43006) 在國立臺灣大學生物科技管理
碩士在職學位學程完成之碩士學位論文，於民國 112 年 06 月 21 日承
下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明。

口試委員：

黃恒燿

(指導教授)

譚令妍

(指導教授)

沈仁茹

胡凱煥

所長：

何佳文

中華民國 112 年 6 月 21 日

誌謝



這兩年學程期間，我要非常感謝我的指導老師，黃恆獎老師和潘令妍老師，他們給予了我指導和支持。在量化研究課程期間，我開始了研究主題的發想和討論，從研究架構到提案討論，再到問卷調查設計和深入訪談，最終完成了論文定稿。期間我們舉行了無數次的論文會議和討論，潘老師的會議總能啟發我，幫助我找到下一個章節的方向。然而，有一件事讓我非常困惑，那就是潘老師檢視論文時連標點符號的錯誤都能明確指出並標註，後來我才得知她也經歷過嚴格的論文寫作訓練，對於學術的堅持已經融入她的 DNA 中。我向這兩位老師表示最誠摯的謝意。

當然，在這個 PMBM 學程中，同學間的互動和幫助也非常重要。我要感謝班代陳思羽，她貼心且細心地安排了各項活動，不論是課程還是餐會活動，甚至讀書會的報告討論，都讓我能按部就班地完成這兩年的學程。余學林同學的醫學和藥學專業分享以及對生物科技專業科目的重點分析，讓我順利度過了這些課程。芳綺學姊對於課業、讀書報告和論文寫作的高標準要求深深地影響了我。還有我的神隊友組員們以及 PMBA、PMLBA 的同學們，他們的互動激發了我的創造力。我向他們表示衷心的感謝。

對我來說，碩士論文是一生一次的經歷，這個系統性的研究過程讓我從無到有地學習。完成碩士論文對我來說是人生中值得紀念和驕傲的里程碑，我很幸運能夠參與這個學習的過程，這都歸功於前人知識的累積。

台大 PMBM 吳忠山

摘要



精準農業是利用現代化技術收集和分析土壤、氣候、植物等數據，以科學精準的方式進行農業生產。對於青農而言，精準農業可以幫助他們應對氣候變化所帶來的挑戰。然而，青農在應用精準農業和通訊技術總面臨著挑戰，包括缺乏資金和技術能力，以及對技術問題和風險的保守態度，以致於對相關科技的接受度仍不普遍。面對農業物聯網技術（Internet of Things for Precision Agriculture, IoT4Ag）採用之使用者族群所涉及的知識和資源差距、技術要求和財務限制等挑戰，本研究試圖透過深度訪談了解青農對於 IoT4Ag 技術的想法和接受度，以及不同種使用者族群所面臨的瓶頸點。而在研究結果中發現，部分使用者對於 IoT4Ag 技術的必要性持懷疑態度，認為傳統方法已足夠滿足他們的需求；其次，IoT4Ag 技術的複雜性涉及多個領域，也帶來了技術要求令人生畏的挑戰，影響了使用者對這些技術的了解和應用；再者，財務限制是另一個障礙，因為實施 IoT4Ag 技術需要大量投資，這超出了一些使用者的財務能力；此外，IoT4Ag 技術的適用性需要考慮作物特性、種植規模和經濟價值等因素。整體來看，為了克服這些挑戰，IoT4Ag 系統供應商應重視教育訓練、支持解決方案、建立信任、客製化支持、提供安全保護、促進合作、推廣成功案例和開發生態系統。這些方面對於幫助農業領域的使用者實現 IoT4Ag 技術的成功應用至關重要。

在本研究中亦發現，技術知識不足是決策應用使用者族群和猶豫不決的使用者所面臨的重要障礙，而不明確的應用場景也增加了選擇的困難。另外，高投資成本和缺乏可靠的技術支持和售後服務可能影響使用者的信心和採用意願。對於忠誠使用者團體，數據隱私和安全性是主要關切之重點，而技術更新和升級的挑戰需要不斷的學習和適應。為了解決這些挑戰，IoT4Ag 系統供應商應提供對應的訓練和教育項目，建立專業諮詢團隊，促進合作和知識共享。最後，本研究亦強調了 IoT4Ag 技術在農業領域的重要性和應用價值，它可以幫助農業使用者實現智慧化和精準化管理，提高生產效率、減少資源浪費，並提供市場資訊和銷售支持，從而使他們更具競爭力。

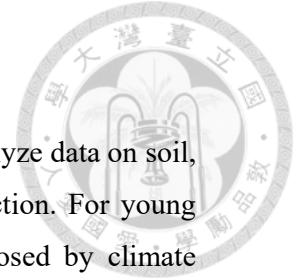
目前的研究在 IoT4Ag 技術在農業領域的了解上仍有些許限制和遺漏之處，包括樣本數不足、質性研究的普遍性有限以及對不同人口、情境和其他變項之了解、變項的考慮不足等問題，但對於此議題之理解已有初步的累積，未來的延伸研究可

持續透過擴大樣本範疇、考慮不同作物類型和產業，並採納多元研究方法、以及關注新興科技模型和相關理論和變項之發展，以利對於此一研究方向有更深入的理解和應用。



關鍵字：精準農業、青農、物聯網技術、質性研究、新科技接受、UTAUT

ABSTRACT



Precision agriculture utilizes modern technology to collect and analyze data on soil, climate, and plants, enabling scientific and precise agricultural production. For young farmers, precision agriculture can help them tackle the challenges posed by climate change. However, young farmers often face challenges in adopting precision agriculture and communication technologies, including a lack of funding and technical capabilities, as well as a conservative attitude towards technology issues and risks, leading to a lack of widespread acceptance of relevant technologies. The adoption of Internet of Things for Precision Agriculture (IoT4Ag) involves challenges such as knowledge and resource gaps, technical requirements, and financial constraints. This study aims to explore young farmers' thoughts and acceptance of IoT4Ag technology, as well as the bottlenecks they encounter at different stages, through in-depth interviews. The research findings reveal that some users hold a skeptical attitude towards the necessity of IoT4Ag technology, believing that traditional methods are sufficient to meet their needs. Furthermore, the complexity of IoT4Ag technology spans multiple domains, presenting daunting technical challenges that affect users' understanding and application of these technologies. Additionally, financial constraints pose another barrier, as implementing IoT4Ag technology requires substantial investment that exceeds the financial capabilities of some users. Moreover, the applicability of IoT4Ag technology needs to consider factors such as crop characteristics, cultivation scale, and economic value. Overall, to overcome these challenges, IoT4Ag system suppliers should prioritize education and training, support solutions, establish trust, provide customized support, ensure security protection, foster collaboration, promote successful cases, and develop an ecosystem. These aspects are crucial in helping users in the agricultural field achieve successful applications of IoT4Ag technology.

In this study, it was also found that insufficient technical knowledge is a significant barrier for decision-making and hesitant users during the application phase, while unclear application scenarios increase the difficulty of choice. Additionally, high investment costs and a lack of reliable technical support and after-sales service may affect users' confidence and adoption willingness. For loyal user groups, data privacy and security are major concerns, and the challenges of technological updates and upgrades require continuous learning and adaptation. To address these challenges, IoT4Ag system

providers should offer corresponding training and educational programs, establish professional consulting teams, promote collaboration, and knowledge sharing. Finally, this study also emphasizes the importance and application value of IoT4Ag technology in the agricultural sector. It can help agricultural users achieve intelligent and precision management, improve production efficiency, reduce resource waste, and provide market information and sales support, making them more competitive.

Currently, there are still some limitations and omissions in understanding IoT4Ag technology in the agricultural field, including insufficient sample size, limited generalizability of qualitative research, and inadequate understanding of different populations, contexts, and other variables. However, there has been preliminary accumulation of understanding on this issue, and future extended research can continue to expand the scope of samples, consider different crop types and industries, adopt diverse research methods, and focus on the development of emerging technological models, relevant theories, and variables to facilitate a deeper understanding and application of this research direction.

Keywords: precision agriculture, young farmers, IoT technology, qualitative research, new technology acceptance, UTAUT

目 錄



國立台灣大學碩士學位論文 口試委員會審定書.....	i
誌 謝.....	ii
摘 要.....	iii
ABSTRACT.....	v
目 錄.....	vii
圖 目 錄.....	ix
表 目 錄.....	x
第一章 緒論.....	1
第一節 研究背景與動機.....	1
第二節 研究目的及問題.....	3
第三節 研究流程.....	4
第二章 文獻回顧.....	6
第一節 精準農業與物聯網技術.....	6
第二節 新科技接受與UTAUT理論.....	13
第三章 研究方法.....	18
第一節 質性研究方法.....	18
第二節 研究範疇.....	22
第三節 資料蒐集流程.....	23
第四章 研究結果.....	28
第一節 回應UTAUT之IoT4Ag採用三種使用者族群類型.....	28
第二節 三種使用者族群之想法和行為分析.....	55
第三節 三種使用者族群所面臨的瓶頸點與待解議題.....	70
第五章 結論與討論.....	77
第一節 主要研究發現與討論.....	77
第二節 研究貢獻與實務意涵.....	79
第三節 研究限制與未來研究方向.....	82
參考文獻.....	84
中文參考文獻.....	84

英文參考文獻.....84



圖目錄



圖 1-1 研究流程圖.....	5
圖 2-1 M2M 系統網路架構.....	10
圖 2-2 TAM 模型.....	13
圖 2-3 UTAUT 研究模型.....	15
圖 3-1 研究對象.....	23
圖 3-2 研究資料蒐集與分析流程.....	24
圖 4-1 UTAUT 架構中不適用此研究之變項.....	50
圖 4-2 UTAUT 增加變項.....	51
圖 4-3 青農進入精準農業之使用者族群類型.....	56

表 目 錄



表 3-1 沒使用過IoT4Ag之受訪者訪談大綱.....	25
表 3-2 有使用過IoT4Ag之受訪者訪談大綱.....	26
表 3-3 受訪者背景資料.....	27
表 4-1 IoT4Ag訪談分析內容之彙整.....	54




第一章 緒論

第一節 研究背景與動機

由於工業發展快速和人類商業活動範圍的不斷擴大，人們必須消耗更多的石化燃料來滿足工商業發展的需求。這導致全球碳排放不斷增加，全球氣候變得劇烈多變。極端天氣事件的頻率增加，局部地區經歷強降雨，海平面上升且海洋溫度上升，這些現象導致颱風的數量和強度增加。這些異常高溫 and 天氣變化直接影響到依賴農業生計的從業人員。他們面臨的具體影響包括播種時間的變動、為了防止風害而加強果樹支撐、農作物成熟時間更加難以預測。而對於台灣這樣的海島型氣候，有效運用和儲存水資源更是直接影響到農業從業人員的辛勞能否得到豐收的關鍵因素。由於氣候劇變，農業從業人員必須投入更多的人力和資金來預防災害，但他們的收入只能勉強維持。在這樣的氣候變化背景下，精準農業 (precision agriculture) 成為了一個重要的概念。

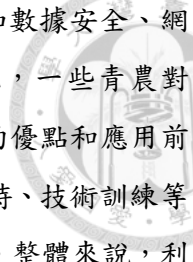
精準農業利用現代化技術，如全球定位系統 (GPS)、遠端遙控技術和無人機等，收集和分析土壤、氣候、植物等各種數據，以更科學精準的方式進行農業生產。精準農業，或稱精準耕作，對於幫助年輕農民有效應對氣候變化所帶來的挑戰至關重要。它利用現代技術和數據驅動方法來優化農業生產。通過利用氣象數據和遙感技術，精準農業實現更準確的天氣預測，並能夠主動應對極端天氣事件，有助於保護作物的生長和產量。此外，精準農業利用土壤數據，可以精確調節土壤中的養分和水分含量，提高農作物的生產力和品質。此外，精準農業促進環境友好和可持續的農業生產方式。通過減少化肥、農藥等農業化學品的使用，減少對環境的負面影響，並促進生態平衡。精準農業還強調高效資源管理，包括節水和優化灌溉技術，在水資源有限的地區尤其重要。而對於年輕的農業從業人員來說，精準農業可以幫助他們更好地應對氣候變化帶來的挑戰，例如利用氣象數據和遠端遙控技術，可以更準確地預測和應對極端天氣，保護農作物的生長和收成。而通過利用土壤數據，可以更精確地調節土壤中的養分和水分含量，以提高農作物的產量和品質。此外，精準農業還可以幫助青農採用更加環保、可持續的農業生產方式，例如減少化肥、



農藥等對環境的影響。精準農業是一個非常重要的概念，可以幫助青農更加有效地應對氣候變化所帶來的挑戰。通過利用現代化技術，他們可以更加科學精準地進行農業生產，提高農作物產量和品質，同時還能夠實現環境保護和可持續發展。

隨著通訊傳輸技術的日新月異，將青農納入現代科技的懷抱，可以使得青農更有效率地進行工作，同時保護珍貴的水資源。現今的有線網路（如 Ethernet）、無線網路（如 2G、4G、5G、Bluetooth、WiFi、Zigbee）以及各項通訊協定的普及，使得人們可以輕鬆地透過手機、電腦以及其它電子裝置，隨時隨地連上網路進行資料查詢、網頁瀏覽或收發郵件。加上 IoT（Internet of Things）的概念，任何裝置皆可連線，讓人們有更多的機會，透過不同面向及不同觀察角度，收集各項氣候及地理資訊。透過網路連結雲端系統、App 或資料庫的資訊分析，即可進行遠端控制。遠端控制是一種運用現代科技和智慧化的農業生產方式，這種方式可以讓青農在不同的地點使用網路技術和智慧設備進行遠程控制和管理。這種方式可以提高青農對農場的實時監控和控制能力，同時也可以減少青農對傳統農業生產模式的依賴。例如，將溫度/濕度感測器建置於農場各個角落，使人們可以即時因應氣溫及濕度的轉變，以決定是否需要啟動水霧/灌溉系統進行即時降溫及灌溉作物。利用土壤檢測除了可以得知土壤酸鹼度外，亦可由此判斷土壤肥沃程度，以避免過度施肥造成浪費（Pathak, AmazUddin, Abedin, Andersson, Mustafa, & Hossain, 2019）。以上的技術和應用，都為青農帶來了更多的可能性和便利，也能更好地保障農業資源。另外，遠端控制技術還可以實現智慧化農業生產，例如，利用無人機、機器人和自動化設備進行農業生產和管理。這種方式可以使農業生產更加自動化、智慧化和高效率化，從而減少工作成本，提高產品品質和產量，同時還可以降低對環境的污染和浪費。

通過 IoT4Ag 技術取代傳統農業的耕種方法，可以獲得更高的產量來解決糧食不足的問題（Mekala, 2017），儘管各項研究都表明使用 IoT4Ag 技術取代傳統栽種方法，能節省人力提高產出，但青農使用 IoT4Ag 的比例依然偏低。這主要是由於以下幾個原因：首先，IoT4Ag 技術需要較高的投入成本，對於一些經濟水準較低的青農來說，難以負擔。其次，IoT4Ag 技術需要具備對應的技術能力和專業知識，需要一定的學習和訓練成本。對於缺乏這方面知識的青農來說，採用這種技術



比較困難。另外，IoT4Ag 技術還存在著一些技術問題和風險，例如數據安全、網路穩定性等問題，這些問題可能對農業生產產生負面影響。因此，一些青農對 IoT4Ag 技術存在擔憂和疑慮。總之，儘管 IoT4Ag 技術有著很多的優點和應用前景，但青農使用這種技術的比例仍然偏低，需要通過對應的政策支持、技術訓練等方式加以推廣，使更多的青農能夠享受到 IoT4Ag 技術帶來的好處。整體來說，利用無線通訊、IoT4Ag 裝置、遠端控制等新科技之互相搭配，必能使傳統農作於栽種作物的整個過程中更有效率，更節省資源，減少耗損也能使人力更為節省，然而，大部分之青農使用 IoT4Ag 於農業生產的比例依然偏低，IoT4Ag 系統的好處及所能衍生的價值與青農的期望及需求顯然有明顯的差異。也因此本研究希望透過探究此一現象背後之原因來進一步理解青農的科技使用與傳統農耕整合需求，也有助於更好地將 IoT4Ag 技術融入到傳統農耕中，提高農業生產效率和降低成本，進而實現農業現代化和可以持續發展。

第二節 研究目的及問題

地球暖化問題造成極端氣候發生，極端氣候問題影響到農業生產，糧食生產成為一個重要課題，以一種具有長期競爭力和生產力的方式招募年輕人從事農業。但農業畢竟是看天吃飯的傳統行業，如何讓青農能夠更快速的掌握天候變化對農作物帶來的影響，及能更快速累積務農經驗使青農能夠更願意投入農業，青農面臨各式樣的需求和挑戰，並且根據獲取管道、農場規模和可用資源的不同而有所不同，難以設計全面有效的政策來支持每位青農的不同問題及需求(Wang, 2015)。因此，科學家們經由各類的感測器收集農場中的各種環境參數，將其參數轉換成可供調控及可分析的資訊後，透由自動灌溉系統、水質檢測、驅蟲裝置、監控系統等組成 IoT4Ag 系統著手，為的就是提高農作物產量及產值，藉由了解青農對於 IoT4Ag 技術的看法及接受度，期望未來能有方法引導青農，如何利用新的 IoT4Ag 科技協助這個傳統行業，讓它能由傳統的高人力需求，及無法預期收穫成果，轉而成為高效率可預期成果。

本研究的核心目標為了解青農對 IoT4Ag 技術的看法及接受度，以期望能有方法引導青農如何利用新的 IoT4Ag 科技協助這個傳統行業，提高農作物產量及產值，轉化為高效率可預期成果。本研究所欲探討的問題如下：



1. IoT4Ag 技術的採用三種使用者族群類型為何？
2. 不同使用者族群中使用者想法和行為的差異？
3. 不同使用者族群面臨的瓶頸點有待解決的事情？

因此，進一步探討如何整合與應用 IoT4Ag 技術，以及如何提升青農對於新科技的接受度和應用能力，以期望能更有效地協助農業行業提高生產力及競爭力是本研究的目的。

第三節 研究流程

本研究的流程首先要明確研究主題和動機，並確定研究範圍。接下來，進行相關文獻的搜集，並定義年齡範圍來界定青農。然後，設計深度訪談的問題大綱，以準備進行訪談。接著，尋找符合條件的訪談對象並制定訪談計劃。之後，對研究對象的訪談資料進行分析，以獲得研究結果和建議。最後，將研究成果進行綜合歸納，提出對應的建議。根據本研究的步驟所繪製的研究流程如圖 1-1 所示。

- 一、確立研究主題：明確研究主題和動機，確定研究所涵蓋的領域和對象；
- 二、文獻回顧與探討：蒐集和閱讀相關文獻，瞭解目前對於研究主題的已有知識，並分析和評估前人的研究成果；
- 三、定義研究範疇：試圖釐清本研究所欲觸及的範圍，並針對研究對象「青農」的年齡範圍，提供一個清晰的定義；
- 四、深度訪談訪綱設計：制定一個有系統且結構化的訪談指南，包括需要討論的主題和問題；
- 五、找尋訪談對象並安排訪談：選擇符合研究要求的受訪者，並安排訪談時間和地點；

六、訪談資料分析：對訪談資料進行整理、分析和解釋，提取關鍵資訊和主題，並探索研究結果；

七、研究結果與建議：根據資料分析的結果，得出研究結果，並提出對應的建議；

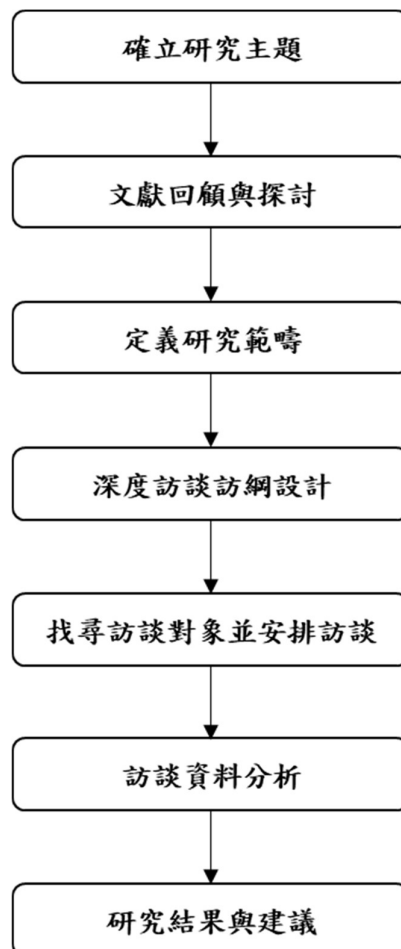


圖 1-1 研究流程圖

來源：本研究整理

第二章 文獻回顧



第一節 精準農業與物聯網技術

精準農業是利用現代科技對農業生產進行有效管理和優化，從而提高農業產量和品質的一種農業生產方式。而物聯網技術是一種根據互聯網的技術，通過無線感測器和其他設備互相連接，實現設備之間的數據交換和共享，實現資訊化的管理和營運。將物聯網技術應用到精準農業中，可以實現更加智慧化的農業生產管理和營運。例如，可以通過感測器監測土壤濕度、溫度、酸鹼度等數據，進而精準地控制灌溉量和施肥量，從而提高農作物的產量和品質。同時，還可以通過無人機、機器人等自動化設備實現農業生產的機械化和智慧化，減少工作人力，提高生產效率和品質。此外，物聯網技術還可以實現農業生產過程的資訊化管理，例如，通過智慧手機等行動裝置實時監測農作物生長狀態和田間作業進度，隨時了解農業生產的實時情況，進而做出更加科學和有效的決策。近年來，精準農業越來越受到人們的關注。精準農業提供了一種整體的系統方案，可以有系統的幫助青農管理和統計田間作物和土壤的時空變化，透過優化農產品生產量和產品品質並且有效的降低成本和環境影響，因而幫助青農提高獲利能力。儘管精準農業在農業界的地位越來越高。眾多的 IoT4Ag 工程公司正在開發設計生產越來越複雜的物聯網設備，儘管已經付出了相當大的研究努力，以實現精準農業。然而只有少數農民實際使用了這個新的概念 (Stafford, 2000)。精準農業能夠大幅度地幫助了需要優化資源的農民。然而，直到今日為止，其精準農業的採用率仍然低於預期 (McConnell, 2019; Pathak et al, 2019; Higgins et al, 2017)。

精準農業使用率低的其中一個原因是實施精準農業技術和程序所需的前期投資金額非常可觀，並且這是一項長期的規劃及投資。另外，精準農業中使用的新型 IT 技術的複雜性這意味著使用者需要更高程度的學習技能才能更正確的選用和管理它們 (Pathak et al., 2019)，當然這些條件都是因人而異的，所以會大大影響正式實施精準農業時的效果。精準農業與 IoT4Ag 技術的結合可以實現農業生產的智慧化、自動化和資訊化，提高農業生產效率和品質，並且亦為可實現持續發展的農業之生產方式。一般而言，作物保護、作物管理、精準施肥、智慧灌溉、數據收集

和分析等技術手法是精準農業中常用的工具，下面將對這些技術手法進行更詳盡的介紹。



一、作物保護：

作物保護是精準農業中的一個重要領域。傳統的農業生產方式中，為了防治病蟲害，青農通常會大量使用農藥。這樣做的結果是，農藥的殘留物可能會對環境造成嚴重的污染，對人類和動物的健康產生不利影響。此外，過量使用農藥還可能導致農產品的品質下降，進而影響市場銷售。現代的作物保護技術可以幫助青農更好地防治病蟲害，同時減少農藥使用量。例如，利用無人機和衛星圖像技術可以幫助青農快速、精準地識別和監測作物病蟲害。同時，利用數據分析和人工智慧技術，可以幫助青農選擇適當的防治方法和時機，減少農藥的使用量，同時降低對環境的影響。此外，還可以利用生物防治技術，即利用天敵、寄生蜂等自然控制因子來控制害蟲的數量，從而減少農藥使用量。作物保護它可以幫助青農更好地管理作物生產、疾病控制和品質管理。利用現代的技術和方法，可以更有效地防治病蟲害，同時減少農藥的使用量，降低對環境的影響，從而實現可持續的農業生產。

二、作物管理：

作物管理是指針對不同作物進行精準化的管理措施，包括施肥、灌溉、植物保護等多方面。透過作物管理，可以提高作物的產量和品質，減少浪費和污染，實現經濟效益和生態效益的雙贏。首先，作物管理需要根據作物的品種、生長期和生長環境等因素，選擇適當的施肥方案。通過精準的施肥，可以提高土壤肥力和作物的營養水準，增加作物的產量和品質。同時，選擇適當的施肥方式和用量，可以減少施肥造成的污染和浪費。其次，灌溉是作物管理的另一個重要方面。不同作物的灌溉需求不同，需要根據土壤環境、氣候條件和作物生長狀況等因素選擇適當的灌溉方式和灌溉量。透過精準的灌溉，可以維持土壤水分狀態，促進作物的生長和發育，同時也可以減少浪費和污染。作物管理是一個系統性的工作，需要綜合考慮多方面因素，針對不同作物進行個別管理，實現精準化管理和可持續發展。透過科技的進步和監測系統的建立，作物管理的效果將不斷提高，促進農業生產的現代化和智慧化。

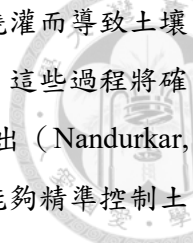


三、精準施肥：

精準農業可以透過多種先進技術和方法來實現精準施肥。進行土壤檢測可以協助青農確定土壤中的養分含量，以及哪些養分缺乏，進而確定應施肥的種類和量。使用遠端遙控技術可以快速而準確地測量農田中的作物和土地狀況，例如植被生長狀況、土壤濕度、pH 值等，這些資訊可以用來決定應該施肥的種類和量。全球定位系統（GPS）和地理資訊系統（GIS）技術可以幫助青農準確測量土地和作物，並將數據整合到一個可視化的地圖中，以便確定施肥量和種類，以及哪些區域需要更多或更少的肥料。智慧農機可以使用帶有感測器和控制系統的機器人，以精準的時間和地點施肥，從而減少浪費和過量施肥的問題。還有一些先進的精準施肥技術可以幫助青農實現精準施肥，例如根據氮素感測器的施肥技術、氮素含量測試技術、根據植物反應來確定肥料量等。精準農業是一種多領域的方法，通過應用現代技術和方法，可提高農作物產量和品質，同時減少浪費和對環境的影響。

四、智慧灌溉：

灌溉是農業中最基本的問題之一，因為水資源是農業生產的基礎。儘管氣候條件在農業生產中也非常重要，但人們仍無法透過改變或控制天氣來取得足夠的水資源來幫助種植。缺乏降雨對水資源供應造成了巨大的影響，使得一些無法被灌溉的區域逐漸變得貧瘠，無法生產作物。此外，缺乏計劃性的用水也會導致大量珍貴的水資源被浪費。幸運的是，現代灌溉系統的最大優勢是可以通過管道引導水至植物根部，每次供應適量的水，從而大大節省用水量。透過感測技術和數據分析，精準農業可以實現智慧化的灌溉管理，根據土壤濕度、氣象條件和作物需求等因素，精準地調節灌溉量和時間，節省用水的同時提高產量和品質。青農可以使用現代化的自動滴灌系統來解決浪費水資源和灌溉不及時的問題。這種自動滴灌系統只有在作物需要水時才會進行灌溉，使用電磁閥門控制灌溉系統。這些電磁閥門可以通過微處理器編輯控制程序來實現自動化，使得灌溉管理更加智慧化和高效率。如果青農能夠採用這種現代化的自動滴灌系統，不僅可以節省水資源，還可以提高作物產量和品質，從而實現農業生產的可持續發展。農場或苗圃灌溉自動化將更輕易地使青農能夠在正確的時間點實施更正確的用水量，而且不需要透過人力來打開和



關閉閥門。另外，使用自動滴灌系統設備的青農能夠減少因為過度澆灌而導致土壤飽和而造成土壤的流失，更可以避免在一天中錯誤的時間進行灌溉，這些過程將確保在作物需要時，能夠即時且供應足夠的水和養分來提高作物產出（Nandurkar, Thool, & Thool, 2014）。自動滴灌系統是精準農業化生產過程中，能夠精準控制土壤濕度的寶貴工具，它是一種非常簡單、又非常精準的灌溉方法。它還能夠有效的幫助青農節省時間，降低調整土壤濕度控制的人為錯誤，並使其生產的淨利潤最大化。整個自動滴灌系統可分為兩大部分，即田間工作站和中央工作站。它的工作原理是通過溫度感測器及濕度感測器產生的電流傳導特性，從而得知現在土壤的溫度及濕度變化來決定自動滴灌系統是否啟動，澆灌的水量及澆灌的最佳時機，當然這些程序都是由微處理器及程式編輯所控制完成。由於溫度感測器及濕度感測器的探頭與土壤直接接觸，所以能夠最直接的檢測土壤當下的真實狀態。再者，利用無線傳輸網路傳遞土壤溫度和濕度監測數值，讓系統可以即時追蹤農地的土壤溫度和濕度，從而在土壤溫度高於或土壤濕度低於設定的限度時，根據土壤種植作物的生長性質，將水滴入田地中。感測器主要接收水分和溫度等參數的輸入，並將這些輸入的參數提供給微處理器。微處理器將這些輸入參數轉換成它所需要的電子訊號形式，並且根據目前的輸入參數條件，以調節水流及水量的方式給予輸出電子訊號。

五、數據收集和分析：

M2M (Machine-to-Machine) 技術在精準農業中的應用可以實現對作物生長環境的實時監測和管理。M2M 技術可以應用在各種感測器和設備上，如氣象站、土壤濕度感測器、氣象雷達等，從而實現對作物生長環境的監測和分析。M2M 數據收集和分析是指通過 M2M 網路收集到的數據進行分析，從而獲得有價值的資訊。M2M 網路通常涉及大量的感測器和設備，這些感測器和設備收集到的數據需要進行收集和分析，以便對系統進行更好的管理和控制，或者對產品進行改進。機器對機器通信是一種以自動化的方式在兩個或更多個以電子組件實現通信的系統，也可以是機器或裝置之間來進行通訊。M2M 點對點或單點對多點連線中的機器或裝置，其連結的對象可以是感測器、嵌入式系統，致動器、或是其他連接的要件。M2M 是一種新的技術架構，日常使用的許多機器都有相關的運用如：冰箱、烤箱、筆記

型電腦、平板電腦、智慧手機、電錶、水錶、瓦斯錶等裝置都可以互相通信，並且通過 M2M 的區域網路例如：感測器、RFID、藍牙與核心網路例如 WLAN、Zigbee、WiMAX 等通訊系統發送接收到的相關數據到 M2M 中央伺服器或雲端系統。因此能夠使農地中的檢測設備和應用相互連接傳輸，以一個大規模的 M2M 工作架構。圖 2-1 說明了 M2M 系統網路架構。機械類型通訊 (Machine Type Communication, MTC) 設備 (Karim, Anpalagan, Nasser, & Almhana, 2013)。

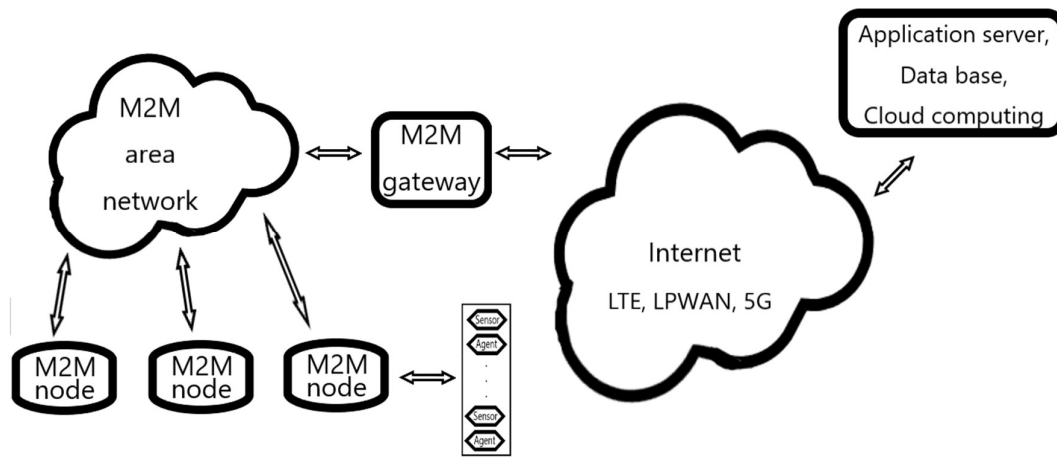


圖 2-1 M2M 系統網路架構

來源：本研究整理

MTC 和閘道器 (Gateway) 設備之間的互相通信，並且通過多跳路由 (Multi-hop routing) 功能將數據發送到 M2M 區域網路的 MTC 閘道器，意思就是系統中的任何一個無線設備的節點都可以同時作為 AP 和路由器來使用，網路中的每一個節點都可以作為發送和接收信號的功能，每個節點都可以與一個或者是多個相對等的節點進行直接通信傳輸，MTC 閘道器將經由具有更大通信範圍的 MTC 路由器，藉此將收集到的數據傳輸到後端控制決策系統，M2M 在網路上的結構可以分割為三塊，分別是 M2M 節點、網路傳送載體、後端控制決策系統等。各式各樣的無線感測器節點大多時候被用來當作 M2M 區域網路的 MTC 閘道器設備，因為無線感測器不需要連接網路線就可以經由無線通訊協定傳輸所需要的資料，因此它在農田裡的架設上更加容易並且更具彈性，並且具有自動控制和遠程監控的好處。另外。網路通訊協定和演算法，IoT4Ag 系統，雲端運算/中央控制單元和核心網路 (例如、LTE、LPWAN、5G) 而感測器則包括低功率無線電單元和電源管理功能，因此

能夠達到節省能源，促使網路能夠持續運作的時間將更長。因此，感測器被用作 M2M 通信網路的組成的一部分，它能夠用於不同的農業監測用途。農業監測系統的主要用途在於監測農作物的生長狀況，水源及養份灌溉系統的開啟和關閉及養份水分的調節，如果用於畜牧業則主要用來監測動物的體溫，重量，姿態和動物位置的定位 (Karim, 2013)。

無線感測網路技術 (Wireless sensor network, WSN) 經過多年來快速發展及演進，現在可以經由感測器節點的設備作為監測廣闊區域種種生態的工具。WSN 通常由 2 個以上的感測器、處理器和射頻 (Radio frequency) 模組所組成並且大多是使用電池供電方式。無線感測器節點可以通過無線通信鏈結以達成各個節點之間的無線通信，並通過與網路閘道器通信將其接收到的數據傳輸到各個基地台或節點。各個感測器節點之間的通信架構有非常多種的組合型態，由最簡單的測量濕度、溫度，到比較複雜的型態如：定位、追蹤、小型雷達和圖像檢測的各種感測器的組合，如此多樣化的感測器類型使得 WSN 能夠用來監測廣泛的周圍環境狀態，使人員能夠處於遠端站台，也能夠輕易地獲得來自現場的精準狀態。相對地，感測器節點的感測器精準度、儲存容量、微處理器的能力和通信網路的接收能力也不斷地日益提升 (Jawhar, 2014)。無線網路感測器已被廣泛的被運用於不同的場合，例如軍事、農業、體育、醫療和工業。而其中農業上的運用無線網路感測器可以說是最有使用效益的設施之一，於農業中使用無線網路感測器可以大幅度的提高農作物的產出，並且能夠大大的減少青農於農業耕種時的支出。無線網路感測器被用來增進農作物產量的成本效益。因此，無線網路感測器已被廣泛的運用於不同的農業應用，例如用於監測氣候狀態和使用於檢測土壤中的養分數據來預估農作物的健康狀態和提升未來農產品的生產品質。經由觀察即時的天氣狀態，例如空氣中的溫度，濕度和土壤中的濕度，利用檢測出的這幾種參數，就可以運用於利用無線網路感測器預測灌溉系統的規劃。當然還有其它各種類型無線網路感測器節點可以被輕易地增加到現有的無線網路感測器當中，可以進一步的增加農業監測系統的參數精準度，並使無線網路具有可擴充性。但是，有一些挑戰阻礙了無線網路感測器在農業上的應用，例如由於每塊農地的大小，型態及地理位置及土壤組成及成分都完全不同，所以沒有辦法訂立一個標準，來確定哪一種無線網路感測器裝置的佈局是最好的方案、測量週期的長短、路由器的通訊協定、能源效率的計算、投入成本

的計算、無線網路感測器的通信範圍、整個系統的可擴充性（Ojha, Misra & Raghuwanshi, 2015）。

M2M數據收集和分析在精準農業中可以發揮重要作用。M2M數據收集可以幫助青農收集各種數據，如氣象數據、土壤濕度、溫度和光照強度等。這些數據可以通過各種感測器和其他裝置收集。然後，這些數據可以與其他數據源（如田間觀察、土壤樣本等）進行整合，以得出更全面的分析結果。接下來，M2M數據分析可以幫助青農識別各種問題和機會。例如，可以分析土壤濕度和溫度數據來決定何時進行灌溉，以最大程度地提高作物產量。另外，可以通過分析氣象數據來預測天氣，從而幫助青農選擇最佳的播種時機。除此之外，M2M數據收集和分析還可以幫助青農進行精準的化肥和農藥施用。通過收集土壤樣本和其他數據，可以了解植物所需的營養和藥物。然後，可以使用機器學習和其他技術來開發客製化的化肥和農藥施用計劃，以最大程度地提高作物產量，同時減少對環境的影響。M2M數據收集和分析在精準農業中可以幫助青農實現更高效率、更經濟和更環保的生產方式。通過應用先進的技術和數據分析，青農可以最大限度地提高農業生產效率和產量，同時減少對環境的影響。

台灣是一個被世界公認電子產業鏈非常完整的科技島，所有想像的到的感測器，通訊技術，雲端演算法，邊緣演算法或者是自動控制系統等等相關技術，都能夠非常容易的在台灣找到IoT4Ag系統供應商或技術團隊來協助，並且依照農地類型，灌溉類型作物特性及需求，加以量身訂做專屬的整套IoT4Ag系統以達成精準農業的目標，如此便能使廣大的青農朋友們不必花費大量的時間成本就能夠盡快的累積種植經驗，並種植出符合市場期待或符合客戶需求的農作物，儘管大部分的人都知道IoT4Ag的好處，並且相關研究也證實IoT4Ag能夠有效的運用於精準農業當中，但是IoT4Ag的使用率還是相當低的，因此接下來的章節將探討關於青農們對於IoT4Ag的新科技接受度。

第二節 新科技接受與 UTAUT 理論

為了預測使用者面對一個新科技在使用上的實際情況，和進一步確認新技術上有可能會發生的種種問題，必須有一個衡量使用者對新科技的接受程度之方式。在電腦和資訊科技領域，若系統不被使用，就無法幫忙提升效率，因此過往已經有各式各樣的模型來協助試圖了解使用者的接受度。可是有一個非常矛盾的現象是，高階經理人以及專業人士對終端使用者系統的抵制是一個非常普遍的問題。為了能夠更好地預測、了解和提高使用者對新科技的接受度，需要一個明確的架構與方法來深入瞭解人們為了什麼原因或理由接受或者是拒絕新科技，必須經由內部變項，關於他們的態度 (attitudes)、想法 (beliefs) 及意圖 (intentions) 等、以及外部變項的感知的有用性 (perceived usefulness)、感知的易用性 (perceived ease of use) 等等相關變項來分析並且據以解釋他們的意圖。科技接受模型 (TAM) 是由 Davis 在 1986 年首次提出，並且在 1989 年被重新定義。科技接受模型 (TAM) 的目的是預測使用者的行為，如同圖 2-2 所見，模型中包含了外部變項、感知有用性、感知易用性、使用態度、行為意向、以及系統使用等變項，而這些變項之關聯性詳如圖中所繪製之路徑得 (Davis, Bagozzi, & Warshaw, 1989)。

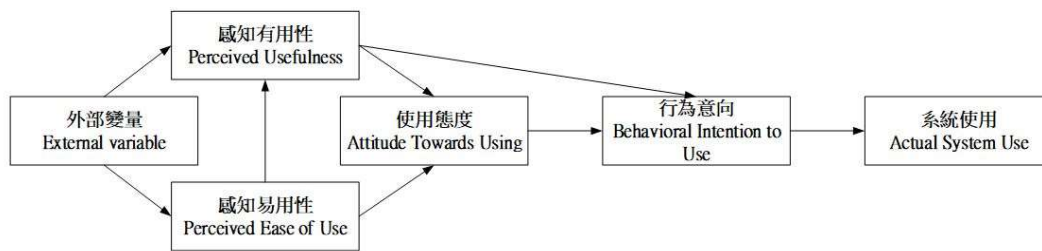



圖 2-2 TAM 模型

來源：Davis, Bagozzi, & Warshaw (1989)

然而，後續的一些學者認為科技接受模型 (TAM) 大致上會有以下三個缺點：(1) 沒有提供足夠的洞察力來了解個人對這個新系統的看法；(2) 忽略了模型的標準，反而直接研究感知的有用性和感知的易用性這些外部變項；(3) 忽略了使用態度和使用意圖之間的關係 (Tsai, Chao, Lin, Cheng – Quality, & Quantity, 2018)。因此，為提高 TAM 之解釋能力，此模型被延伸，並增加了特定情境的外部變項，



這個模型從社會影響和認知工具過程的這些角度解釋了知覺有用性和使用意圖，這就是 ATM2 的研究模型 (Venkatesh, & Davis, 2000)。最後，Viswanath Venkatesh and Hillol Balam 於 2008 年的時候，進一步將所有會影響知覺易用性的重要因素與其相關研究結果整合進原本的 TAM2 研究模型當中，並且在社會影響和認知工具過程之外，增加了定錨 (Anchor) 和調整 (Adjustment) 這兩種變項，因此於此時期再次提出了 TAM3 這個研究模型 (Venkatesh, & Bala, 2008)。與最初的科技接受模型對比，TAM2 研究模型以及後來所提出的 TAM3 研究模型，這兩個研究模型，它們並不衡量使用者對使用某種新技術的態度。基本上，它們直接衡量使用者使用某項新技術的行為意圖，而且 TAM2 研究模型及 TAM3 研究模型也都使用感知的易用性和感知的有用性來做為主要變項；然而，TAM2 研究模型增加了感知有用性的關鍵子變項及後來所提出的 TAM3 研究模型增加了感知易用性的關鍵子變項，這三個版本的 TAM 研究模型都將感知的易用性及感知的有用性作為主要的預測變項。TAM2 研究模型和 TAM3 研究模型是比較近期才發表的研究模型，另外，這些研究模型和新的理論已經被開發出來，並且能夠更好的用來解釋使用者對於新的科技接受行為。然而，這些模型依然有一些限制。其中一項限制是關於研究模型的解釋能力。大多數現有研究的解釋能力低於 60%，特別是那些召集專業人員的實地研究項目。雖然還有許多其他的因素是研究者所不能夠觸及的，但是實驗室中的研究和實地研究之間就存在明顯的差距例如：實驗室的學生和召集專業人員的研究之間都會存在對於特定現象解釋能力的差距，這個現象也代表著現實世界中其實依然存在一些複雜的背景因素應該被考慮進去，例如，組織因素的影響。這些研究模型的另一個限制是這些研究模型之間的結構不一致，使得這些研究人員會有所質疑這些研究模型在不同的背景下的普遍性 (Sun, & Zhang, 2006)。

整合科技模型 (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT) 是根據 TAM 模型中的重點所延伸而來，比原來的 TAM 涵蓋更多層面之影響變項 (Venkatesh, Morris, Davis & Davis, 2003)。它總共整合了八個模型中的元素，而這八個模型分別是理性行動理論 (Theory of Reasoned Action, TRA)、科技接受模型 (TAM)、動機模型 (Motivational Model)、計劃行為理論 (Theory of Planning Behavior, TPB)、結合技術接受模型和計劃行為理論的模型 (Combined TAM & TPB)、PC 使

用模型 (Model of PC Utilization)、創新擴散理論 (Innovation Diffusion Theory) 以及社會認知理論 (Social Cognitive Theory)。完整的 UTAUT 模型詳如圖 2-3 呈現。

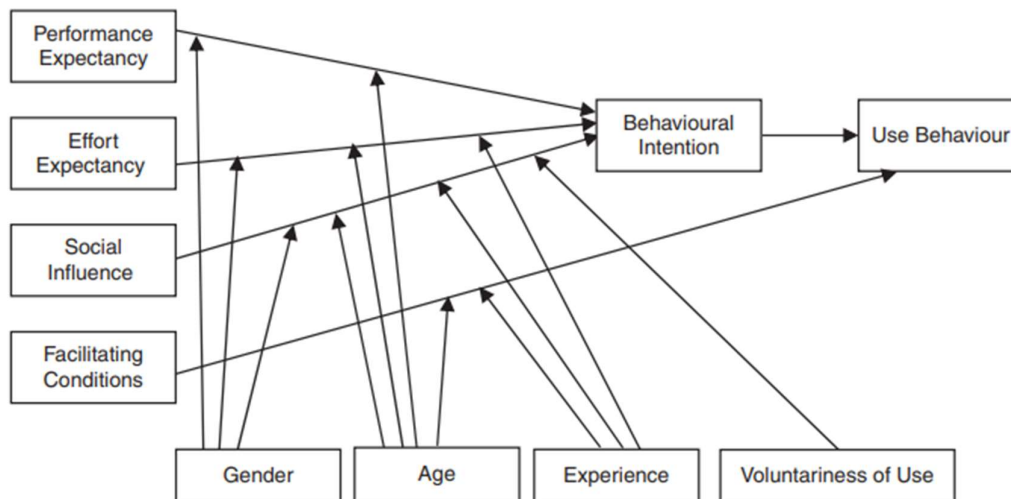
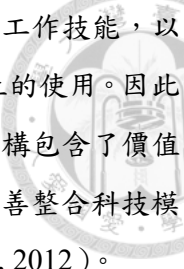


圖 2-3 UTAUT 研究模型

來源：Venkatesh, Morris, Davis, & Davis (2003)

圖 2-3 顯示整合科技模型的四個主要核心變項，分別是績效預期 (Performance Expectancy)、努力預期 (Effort Expectancy)、社交影響 (Social Influence) 和便利條件 (Facilitating Conditions)，並且這四個變項是行為意圖和最終行為的直接決定因素。而這四個變項，又受到了性別、年齡、經驗和自願使用性這四個調節變項的影響。在一個現實的環境中研究這些架構的存在，研究學者和相關的從業人員則將能夠針對這些架構進行調整。也因此能夠評估一個人使用一個新的特定系統的意圖，進而可以確定在任何特定的環境下對其接受的關鍵影響 (Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003)。

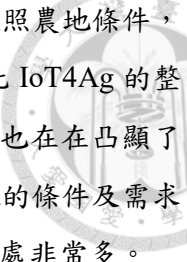
整合科技模型 2 (UTAUT2)，它延續使用 UTAUT 模型的四個主要預測因素，也因此能夠更進一步的提高了這四個主要預測因素的重要性。對於像 UTAUT 這樣重要的工具，其工具中的量表有必要，並且必須表現出高度的心理測量特性和其測量不變性。UTAUT 架構的量表 UTAUT 構面的量表已經在許多研究中被評估過了。研究中對其心理測量特性進行了評估，包括各種類型的可靠性和有效性，並且它展現出了令人滿意的測量特性 (Parameswaran, Kishore, & Li, 2015)。UTAUT 主要



重視的重點是在於組織背景方面，而 UTAUT2 則主要偏重消費者的工作技能，以及能夠影響他們使用新科技的決定性因素，對新技術的意向和實際上的使用。因此，UTAUT2 對 UTAUT 進行了進一步的修正，增加了另外三個新的結構包含了價值、享樂動機和使用新技術的習慣這三個結構。這三個額外的變項來改善整合科技模型 (UTAUT) 的缺點，因此形成 UTAUT2 (Venkatesh, Thong, & Xu, 2012)。

在之前的研究和實際驗證的調查中，已經明確和間接地承認了 UTAUT 的侷限性。根據他們透過統合分析及結構方程模型的，重新檢視了 UTAUT 来解决其中的一些侷限性 (Dwivedi, Rana, Jeyaraj, Clement, & Williams, 2019)。TAM 以及 UTAUT 經過多年的研究及演進它已經被非常廣泛的運用於許多場合例如：擴增實境結合虛擬實境、數位學習、智慧停車場分析、數位導覽、平台式餐廳 app 分析、智慧型手機行動支付研究等，其運用的場景包羅萬象。UTAUT 在一系列新科技中被拿出來討論。並且有各種不同的控制變項例如：年齡、性別、經驗、自願使用性、收入和程度並且關注各種不同的使用者群，例如。在學的學生、專業領域的人士和一般的普通使用者。儘管上面所條列出的各項變項對於研究預測有顯著的影響，但是直到目前為止還沒有任何研究對 UTAUT 的性能進行研究或審查 (Williams, Rana, & Dwivedi, 2015)。TAM 以及 UTAUT 眾多的相關研究結果都強調並且證明行為意圖對於農民使用 IoT4Ag 或使用新技術意願的高度影響然而於最終的研究結果顯示了，水資源和可耕種的農地是兩種極其寶貴的經濟資源 (Ronaghi, Forouharfar, 2020)。

對於新科技討論的文章非常多，而且能夠適用的產業及場景包羅萬象，但是卻沒辦法直接用來探討青農朋友們，對於 IoT4Ag 接受度的主要原因是，因為每位青農們所擁有的農地條件完全不盡相同，儘管農地可能位於同一地區，但是最基本的土壤組成成分 (土壤，沙子或石頭比例) 或者是農地的坡度、座向、高度、種植面積大小、農地地形、灌溉水源的距離、灌溉的便利性、排水溝設施遠近等都不盡相同，也在在影響了耕種的便利性，因此對於青農來說更是決定這塊農地該種植何種作物及使用何種耕種方式的關鍵因數。因此每一位青農朋友們對於所需要的 IoT4Ag 系統及架構也完全不同，而農作物的生長速率、外觀、色澤及大小，也都沒有辦法像工業產品大量生產一般，能夠做到完全一致，所以一般用於工業用的物



聯網系統，無法直接套用於農業生產上，IoT4Ag 技術供應商必須依照農地條件，灌溉水源及作物的種類等參數針對不同農戶進行高度的客製化，因此 IoT4Ag 的整個規劃設計施工成本必定也會比一般工業物聯網系統來的更高，這也在在凸顯了農業的獨特性所以，除非 IoT4Ag 技術的功能能夠完全符合這塊農地的條件及需求，否則青農將不會選擇 IoT4Ag 技術來進行耕種，儘管 IoT4Ag 的好處非常多。

由於 TAM 及 UTAUT 研究模型在國際上許多的研究都使用這兩個研究模型來適用於新科技的接受模式上的研究，但是台灣的農業模式相對傳統，所以有文化上的適用性或侷限性存在，所以幾經考量，TAM 及 UTAUT 研究模型沒辦法使用於臺灣的農業研究上，因此研究者決定使用深度訪談法，透由與研究對象面對面的訪談及半結構式訪綱，以質性研究法去挖掘更豐富的資訊，而不是只用量化研究法來測這些 IoT4Ag 的青農，此次的研究主軸和訪談問題將包含：農場中的主要作物、農地範圍大小及規模、耕種人力、農業方面的收入、每年提升農作收入的目標及方法、IoT4Ag 的耕種效率及提升收入的想法、補助政策及青農基本資料。

第三章 研究方法



第一節 質性研究方法

在探究問題時，利用科學研究方法的研究者所獲得的成果具有分享價值，因為他們遵循了相關的規則、倫理和技術標準（潘淑滿，2022）。科學研究方法在現代社會扮演著關鍵角色，有助於發掘問題、驗證觀點、顛覆既有認知、控制與預測事物發展，並完善理論。研究方法的目的是在於促進知識的發展。然而，沒有單一研究方法能滿足所有需求，質性研究方法在研究目標上具有獨特且重要的貢獻。質性研究方法可協助研究者了解現實情境，描述和詮釋社會與世界，並在此基礎上發展新的解釋模型和理論（Morse & Field, 1996）。質性研究和量化研究是兩種不同的研究方法，它們在研究設計、資料蒐集、資料分析和研究成果報告方面存在如下的差異：

一、研究設計：

質性研究的研究設計通常是彈性和開放的，研究者可以隨著研究進展不斷調整研究問題和方法。而量化研究的研究設計通常是較為嚴格和預測性的，研究者必須在研究開始前就確定好研究問題、假設和研究方法。

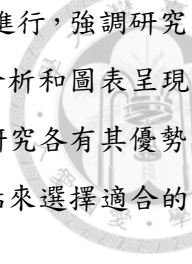
二、資料蒐集：

質性研究的資料蒐集通常是透過深入訪談、觀察和文本分析等方法進行，強調研究對象的主觀經驗和情境描述。而量化研究的資料蒐集通常是透過問卷調查、實驗和測量等方法進行，強調樣本的客觀數據和統計分析。

三、資料分析：

質性研究的資料分析通常是透過內容分析、主題分析和對話分析等方法進行，強調研究對象的意義和脈絡。而量化研究的資料分析通常是透過統計分析和數字模型進行，強調數據的普遍性和關係。

四、研究成果報告：



質性研究的研究成果報告通常是透過敘述、描述和詮釋等方式進行，強調研究對象的經驗和情境。而量化研究的研究成果報告通常是透過統計分析和圖表呈現等方式進行，強調數據的結果和趨勢。如上所述，質性研究和量化研究各有其優勢和侷限性，在研究設計和方法上應根據研究目的和研究對象的特點來選擇適合的方法。以下將介紹質性研究法。

質性研究方法作為一種有效的研究手段，常用技術包括記錄、田野筆記、訪談、攝影、對話和備忘錄等（Denzin & Lincoln, 2011）。通過個人訪談或小組座談，研究者努力發現受訪者所經歷的真實內涵，並在討論、探討與分析相關問題時，充分考慮質性研究方法的可靠性和倫理因素。質性研究方法為人們探索人類生活經驗中的新知識提供了便利途徑（Grossoehme, 2014），且可運用於多種不同的學術與實務領域，像是人類學、社會學、心理學、教育學、傳播學、以及商業與管理等。

而質性研究的資料蒐集方式非常多樣化，像是焦點團體討論（Focus Group Discuss, FGD），這是一種以團體為單位進行深入交流的方式，其面對面會議過程會根據項目的特點、規模、布局和訪談程序制定對應規定（Mishra, 2016）。再者，質性研究資料也可以來自直接的實地觀察、深入開放式的訪談或相關書面資料等。此外，質性研究者亦可透過田野調查，對現實世界中的環境進行歸納，從而產生豐富的敘事，並以此建立案例研究。對各個案例進行歸納分析，提煉出模式和主題，這正是質性研究的成果所在（Pyett, 2003）。

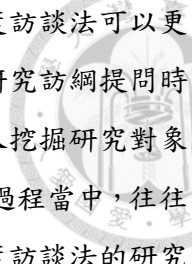
在質性研究中，豐富描述（Thick description）是其中非常重要的概念。實際上，於過去的三十年期間出版的關於在質性研究方法的教科書中的主題目錄中，都有豐富描述。豐富描述這一個術語在質性研究中被廣泛使用和被接受，但是人們對於這一個概念的真正意義好像有點混淆（Ponterotto, 2006）。豐富描述指的是在研究文化現象時，不僅要考慮到表面現象，還要深入分析其文化背景、社會環境、象徵意義等方面，以獲得更豐富的了解。具體來說，豐富描述是一種詳細解釋人們在特定文化背景下所做行為、使用物品、進行交流等現象的方法。透過豐富描述，研究者可以了解這些行為與物品的文化含義，從而深入探究不同文化間的差異、變遷和共通點。豐富描述在人類學、社會學、民族學等多個領域得到廣泛應用，可以用於研究不同社會階層、族群和文化背景下的行為、信仰、價值觀等。它有助於破除對

他者的刻板印象和偏見，增進人們對不同文化間的了解和尊重。

在質性研究中，研究者通常為了研究題目必須蒐集相關資料以做為研究上分析之標的，此資料可分為初級資料（primary data）及次級資料（secondary data）。一般而言，選擇次級資料的主要優點就是經濟，主要原因是前人已經為了研究而花費時間及資源蒐集相關研究資料，所以研究者可節省不少蒐集初級資料之研究資源。即使我們因為研究而必須購買次級資料數據，它的成本也必定低於從頭開始蒐集和處理類似資料庫所必須花費的工資、交通費用，加上次級資料通常已經被蒐集好了，且數據多數都已經過處理，並以電子化的格式做儲存，因此選用次級資料的研究者可以把大部分的時間花在分析數據上，而非蒐集數據。另外，還有一個關鍵的影響因素是優先權的影響，對於那些喜歡把工作時間花在思考問題上的研究者來說，次級資料分析是一個非常理想的重點。喜歡把工作時間花在思考和測試假設上的研究者他們更加願意把工作時間花在不斷思考和測試假說上面，而不是花費時間在撰寫專案報告從而獲取政府的補助經費來投資於數據蒐集的過程（Boslaugh, 2007）。

除了次級資料蒐集之外，訪談法（Interviewing）也是質性研究中常用的方法，利用對談的方式蒐集資訊，進而對研究的對象分析之後，而取得全面性的了解。在訪談中，研究者會與被訪者進行對話，探討其經驗、觀點、看法、想法等，以獲得深入的資料。質性訪談有許多種分類，許多的文獻將質性訪談大略的區分為非結構式（unstructured）訪談法、半結構式（semi-structured）訪談法和結構式（Structured Interview）訪談法（Bloom, & Crabtree, 2006）。結構式訪談通常採用固定問題，以確保每個被訪者都被問到相同的問題，方便比較和分析；而半結構化訪談則允許研究者在問題指引下自由探討被訪者的回答；此外，非結構化訪談則更加自由，並且可能更容易發現意想不到的觀點和經驗。訪談法的優點包括能夠提供豐富的資訊和深入的了解，並且能夠捕捉到被訪者的情感和觀點。然而，訪談也有其侷限性，例如可能受到訪者回答不真實、存取時間不足或者研究者主觀判斷等問題的影響。在研究中，訪談法通常與其他方法一起使用，例如觀察和文件分析，以獲得更全面的資訊和深入的了解。

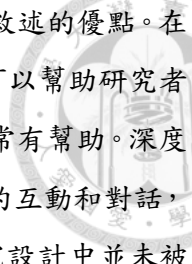
深度訪談法（in-depth interview）是質性研究法當中的一種，它也是蒐集研究



資料的關鍵方法，我們可以藉由與研究對象面對面的方式，進行深度訪談法可以更明確及近距離的感受，或者是察覺到研究對象，對於我們所設計的研究訪綱提問時的第一反應，及可以依當時的存取情境隨機調整存取順序，或更深入挖掘研究對象心中更深層的看法與實際感受，所以在深度訪談法的對話與互動的過程當中，往往能夠以此獲得比問卷調查法更廣泛、更深入的面向及資料蒐集。深度訪談法的研究主要集中在了解人們的想法、感受、信念和價值觀，從而幫助研究者更好地了解和解釋一個現象的原因和影響因素。這種方法對於社會科學和人文科學領域的研究非常重要，可以幫助研究者更全面地了解人們的行為和社會現象，進而提出更有效的解決方案。

深度訪談法通常採用開放式問題，這使得受訪者能夠更自由地表達自己的觀點和經驗。在訪談過程中，研究者需要具備良好的溝通技巧和耐心，以建立一個互信和開放的氛圍。此外，研究者需要對訪談過程中產生的資料進行分析和解釋，從而得出有意義的結論。深度訪談法也有其限制。首先，由於深度訪談法通常採用小樣本，因此其結果無法推廣到整個人口組成。基本上，訪談者和受訪者之間的互動可能會影響訪談內容，因此需要注意訪談過程中的主觀性和偏見。同時，深度訪談法也需要投入大量的時間和人力資源，因此成本相對較高。總之，深度訪談法是一種有效的研究方法，可以幫助研究者更全面地了解人們的行為和社會現象，從而提出更有效的解決方案。在實施深度訪談時，需要注意主觀性和偏見的問題，並確保訪談過程中建立良好的溝通氛圍，以提高資料的可信度和有效性。

台灣青農使用IoT4Ag技術的比例不高，台灣主要農業經營作物為稻作與雜糧，在生產、倉儲、後勤及銷售四個環節的科技應用現況與需求中，生產作業階段，僅有 12.1%已導入智慧應用輔助農作物生產，顯示已採用智慧應用的比例仍屬少數（李家如，2019）。因此對於需要蒐集大量問卷調查資料的量化研究，可能存在困難。然而，深度訪談法可以彌補此限制。與量化研究相比，深度訪談法可以提供更深入及細緻的資訊和細節，並且不受問卷回收率等限制。因此，對於青農的研究而言，深度訪談法是一個極其重要的質性研究方法。深度訪談法的優點在於可以探究研究對象的真實想法、經驗和觀點。在深度訪談中，受訪者可以自由發揮，表達他們的看法和想法。研究者也可以提問更深層次的問題來探究受訪者的觀點和經驗。此外，深度訪談法還可以幫助研究者了解受訪者的教育背景和文化背景，這對於研



究結果的解釋和應用都是有益的。深度訪談法具有提供具體和詳盡敘述的優點。在深度訪談中，受訪者可以自由發揮，並深入講述其想法和經驗。這可以幫助研究者更好地了解受訪者的觀點和經驗，並且對研究結果的分析和解釋非常有幫助。深度訪談法還可以幫助研究者發現新的主題和研究問題。通過與受訪者的互動和對話，研究者可以發現一些新的主題和研究問題，這些可能在前期的研究設計中並未被考慮到。因此，深度訪談法可以幫助研究者擴大研究的範圍和視野，從而得到更全面和深入的研究結果。

第二節 研究範疇

隨著科技不斷進步，各種新的農業科技產品和服務也不斷推陳出新。青農對於精準農業科技的接受度和使用率普遍較低。其中的原因可能包括缺乏相關的技術知識、資金、人力和時間，以及對新科技的懷疑和不信任。此外，由於精準農業需要高度的技術和數據分析能力，這也增加了青農接受和使用新科技的門檻。因此，這些新科技是否能被青農廣泛接受和使用，是一個值得探討的問題。在這個新科技不斷進步的時代，青農的新科技接受度和應用能力，已經成為提高農業生產效率和競爭力的重要因素之一。因此，研究青農對於新科技的接受度和使用情況，可以幫助我們更好地了解農業生產的現狀和未來發展趨勢，進而提出對應的政策和措施來支持和促進農業的可持續發展。

此研究首先必須先定義出研究對象青農的年齡層。根據2022台灣網路報告的研究調查結果，此報告所調查的四項AI產品或服務使用者，多為50歲以下、教育程度在專科及以上，對數位科技的接受度、使用率皆高(財團法人台灣網路資訊中心，2019)。因此對於青農而言，他們更容易接受新科技並且願意嘗試應用於農業生產當中。另外，研究也發現，青農具有較強的新科技應用和創新能力，他們更懂得如何運用新科技來提高農業生產效率。所以根據此次級資料我們知道超過50歲的族群對於學習新科技的意願將非常低落，所以我們將研究對象青農的年齡設定為低於50歲的族群。此外，參考過去的學者看法以及相關的文獻整理後，發現目前對於青農族群此種研究對象可以大致區分成四群人：「有聽過IoT4Ag，也有用過IoT4Ag」、「有聽過IoT4Ag，但沒用過IoT4Ag」、「沒聽過IoT4Ag，也沒用過IoT4Ag」、以及

「沒聽過IoT4Ag，但有用過IoT4Ag」（如圖3-1所示）。其中，「沒聽過IoT4Ag，但有用過IoT4Ag」的這群人可以直接被排除，因為現實中不會有這種現象存在。

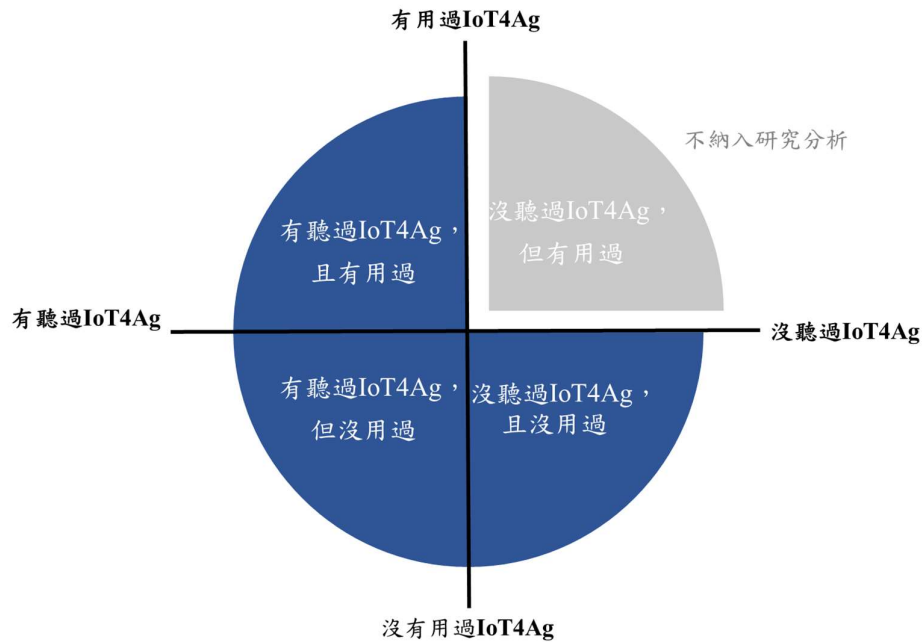


圖 3-1 研究對象

來源：本研究整理

第三節 資料蒐集流程

本研究所欲探討之主題為青農對於IoT4Ag的接受度，這是一個相當新的議題，若是直接使用TAM或者是UTAUT研究架構套用於IoT4Ag的接受度的情境中，可能還有一些變項必須納入考量、或恐怕會遺漏某些關鍵變項，因此本研究經由深度訪談法，直接與青農對話，並試著釐清這些青農們為什麼接受與不願意接受新科技，希望得出新的觀點以補足現存之理論與研究缺口。此研究首先必須先定義出研究對象青農的年齡層。根據2022台灣網路報告的研究調查結果，此報告所調查的四項AI產品或服務使用者，多為50歲以下、教育程度在專科及以上，對數位科技的接受度、使用率皆高（財團法人台灣網路資訊中心，2019）。因此對於青農而言，他們更容易接受新科技並且願意嘗試應用於農業生產當中。另外，研究也發現，青農具

有較強的新科技應用和創新能力，他們更懂得如何運用新科技來提高農業生產效率。所以根據此次級資料我們知道超過50歲的族群對於學習新科技的意願將非常低落，所以我們將研究對象青農的年齡設定為低50歲的族群。據此，在這些與新科技接受相關、現有的研究架構與變項之外，研究者試著釐清有哪些變項是TAM或是UTAUT沒有考慮進去的變項？而本研究亦分別為「有用過IoT4Ag」及「沒有用過IoT4Ag」的青農規劃及設計不同之深度訪談大綱，在完成訪談內容後，再透過分析訪談內容以歸納出相關結論。完整之研究資料蒐集與分析流程如圖3-2所示，其中包含：定義樣本範疇、進行深度訪談、以及研究分析與綜整。

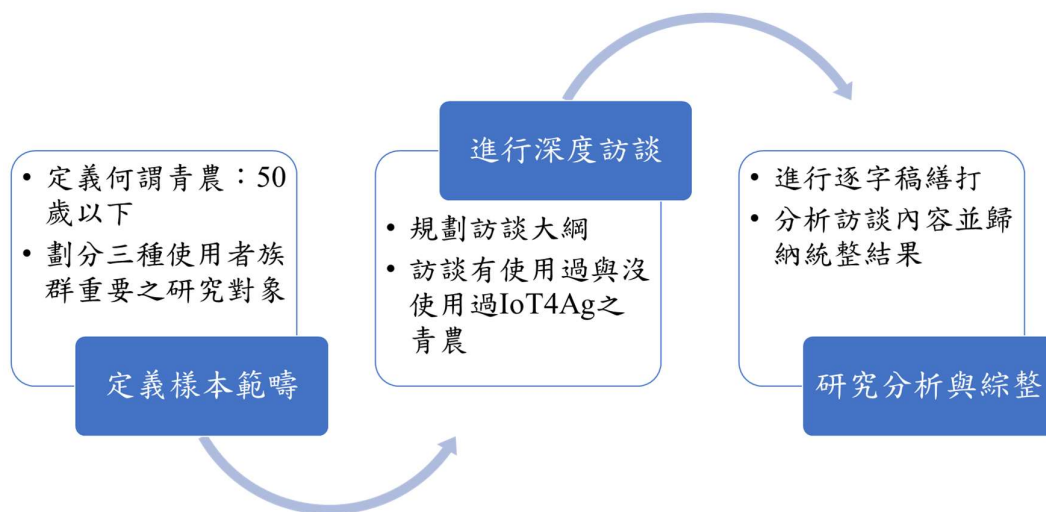


圖 3-2 研究資料蒐集與分析流程

來源：本研究整理

本研究為能更實際瞭解50歲以下青農對於IoT4Ag的接受度及看法，針對不同使用經驗的青農族群分別設計半結構式的訪談大綱，首先是「沒使用過IoT4Ag的青農族群」，所詢問的研究主軸包括：農地規模、IoT4Ag的了解及接受度、補助政策及基本資料(訪談內容與實際問題詳如表3-1所示);另外，本研究也為「有使用過IoT4Ag的青農族群」設計另一份訪談大綱，詢問之研究主軸包括：農地規模、IoT4Ag的使用情形、IoT4Ag的需求及成效、補助政策及基本資料(表3-2)。透過訪談大綱，本研究深入訪談不同族群，並期望能夠歸納出青農們心中對於IoT4Ag的真實想法。



表 3-1 沒使用過IoT4Ag之受訪者訪談大綱

訪談主軸	IoT4Ag訪談大綱之題目內容
農地規模	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在您的農場中，主要作物有哪些？ 2. 您的農地範圍多大？以這些作物來說，規模算大嗎？ 3. 您通常是自己耕種或有多少人幫忙？
IoT4Ag的了解及接受度	<ol style="list-style-type: none"> 1. 您在農業方面的收入大概多少？（每年:NT\$） 2. 您會為每年提升農作收入設立目標嗎？用什麼方法？ 3. 相關報導及研究都證實使用IoT4Ag可以增加耕種效率及提升農作收入。您有聽過IoT4Ag嗎？ 4. 若您有機會採用IoT4Ag，您最需要它提供哪些資訊？ 5. 您認為導入IoT4Ag可能產生的好處及壞處有哪些？ 6. 您的周遭友人有在使用IoT4Ag嗎？若有，他們在使用上是否有給您什麼樣的建議或幫助？
補助政策	<ol style="list-style-type: none"> 1. 您知道農委會有任何關於IoT4Ag的補助嗎？ 2. 如果農委會有IoT4Ag補助方案，功能也符合你的場域使用，補助多少的金額您會希望申請設置？（15%、30%、50%、或更高） 3. 依小地主大專業農農機設備補助基準，通常有申請身分限定，您覺得合理嗎？
基本資料	<ol style="list-style-type: none"> 1. 性別 2. 年齡 3. 務農資歷 4. 教育程度

來源：本研究整理

表 3-2 有使用過IoT4Ag之受訪者訪談大綱

訪談主軸	IoT4Ag訪談大綱之題目內容
農地規模	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在您的農場中，主要作物有哪些？ 2. 您的農地範圍多大？以這些作物來說，規模算大嗎？ 3. 您通常是自己耕種或有多少人幫忙？
IoT4Ag 的使用情形	<ol style="list-style-type: none"> 1. 請問您使用IoT4Ag栽種哪些作物？ 2. 為什麼您當時會選擇這些作物採用IoT4Ag進行栽種？ 3. 您認為，為什麼這些作物適合使用IoT4Ag技術？為什麼其他作物不適合使用IoT4Ag技術？ 4. 您認為導入IoT4Ag的好處及壞處？ 5. 您的周遭友人有在使用IoT4Ag嗎？若有，他們在使用上是否有給您什麼樣的建議或幫助？
IoT4Ag 的需求及成效	<ol style="list-style-type: none"> 1. 您在耕種時，最需要IoT4Ag提供哪些資訊？ 2. 您目前的IoT4Ag架構包含哪些功能？建置成本大約為何？ 3. 如果「IoT4Ag」的硬體可以進行適度的客製化調整，對您來說重要嗎？您最需要及想要納入的功能為何？ 4. 您在農業方面的收入大概多少？（每年: NT\$） 5. 您會為每年提升農作收入設立目標嗎？用什麼方法提升耕種效率、增加產出？ 6. 相關報導及研究都證實使用IoT4Ag可以增加耕種效率及提升農作收入。您採用了IoT4Ag之後，有達到增加耕種效率或提升農作收入嗎？
補助政策	<ol style="list-style-type: none"> 1. 您知道農委會有任何關於IoT4Ag的補助嗎？ 2. 依小地主大專業農農機設備補助基準，通常有申請身分限定，您覺得合理嗎？
基本資料	<ol style="list-style-type: none"> 1. 性別 2. 年齡 3. 務農資歷 4. 教育程度

來源：本研究整理

本研究主題之訪談大綱於民國111年10月擬訂，實際訪談日期在民國111年11月至民國112年1月進行。接受存取的研究對象共有五位，並且依照「有聽過IoT4Ag且有用過」、「有聽過IoT4Ag但沒用過IoT4Ag」、以及「沒聽過且沒用過IoT4Ag」之順序，將其分成A，B，C等受訪者編碼（如表3-3所示）。而受訪者之存取次序分別為A1（植物工廠）、B1（橄欖農夫）、A2（檸檬農夫智慧灌溉系統）、A3（科

技農業)、B2(檸檬農夫),而詳細之受訪者相關背景資料亦分述於表3-3中。

表 3-3 受訪者背景資料

受訪者編碼	是否有使用過IoT4Ag	作物屬性	年紀	務農資歷	訪問時間地點	學歷
A1	Yes	植物工廠	40	5年	2022/11 新竹	碩士, 留美經濟學
A2	Yes	檸檬農夫 智慧灌溉系統	50	7年	2022/12 台北	大學, 商管系
A3	Yes	科技農業	46	8年	2022/12 新竹	Ph. D, 生物科技
B1	No	橄欖農夫	45	10年	2022/11 新竹	大學, 工業工程
B2	No	檸檬農夫	43	6年	2023/1 花蓮	專科, 資訊系

註：受訪者編碼A=有聽過IoT4Ag，也有用過IoT4Ag。

受訪者編碼B=有聽過IoT4Ag，但沒用過IoT4Ag。

受訪者編碼C=沒聽過IoT4Ag，也沒用過IoT4Ag。

來源：本研究整理

第四章 研究結果



第一節 回應UTAUT之IoT4Ag採用三種使用者族群類型

一、青農接受IoT4Ag的原因

隨著科技的不斷發展，IoT4Ag技術已經被廣泛應用於農業生產中。本研究探討了IoT4Ag技術的採用三種使用者族群類型，分析了青農接受IoT4Ag的原因。從訪談結果中可以發現，受訪者的教育背景、能力、資源、效益、務農經驗及3C自我效能等方面都對IoT4Ag技術的採用產生了影響。本研究共有五名受訪者，他們都是青農，就其對IoT4Ag技術的使用和認知接受訪問。其中三名受訪者A1、A2和A3已使用IoT4Ag技術，對IoT4Ag技術有認識和使用經驗。另外兩名受訪者B1和B2雖然知道IoT4Ag技術，但並未使用過。本節旨在分析這五位受訪者的教育背景、能力、資源、效益、務農經驗及3C自我效能等變項方面的訪談結果。

(一) 教育背景

從教育背景方面看，大多數使用IoT4Ag技術的青農即A1、A2和A3都具有較高的學歷，其中包括美國經濟學碩士學位、工商管理學士學位和生物技術博士學位。他們對精準農業有著豐富的知識，並對這項技術的未來進行了規劃和預測。因此，他們選擇種植高價值的作物，如西式生菜、丹參和白色草莓，並大力投資IoT4Ag技術，以滿足大規模農業的人力需求。這樣一來，他們可以簡化農業勞動力，同時保持效率和生產力。

只有一個人耕種，沒有其他人幫忙，因為每天花費太多時間在澆水這件事，所以當時選用智慧澆灌系統，可以解決人力的問題，而且可遠端遙控，不用每天跑到現場減少交通上的風險問題。（受訪者A2）

相反，沒有使用IoT4Ag技術的受訪者B1和B2，分別擁有工業工程和資訊技術背景。其中，B1對精準農業有基本的了解，但他們沒有完全了解IoT4Ag技術的潛力，所以他覺得他的作物橄欖並不需要運用IoT4Ag系統來幫忙耕種就能夠成長的



很好。而B2則由於資訊科系背景，對IoT4Ag技術有較全面的了解，但是由於IoT4Ag必須高度客製化，以符合農地規模及作物特性因此投入資金常龐大，並且他的檸檬園規模不大，自己耕種既可，且作物經濟價值不高，因此他認為不需要投入資金建設IoT4Ag系統。

就是覺得物聯網的功能還是沒有辦法符合我的需求。（受訪者B1）

我知道物聯網有很多功能，但是我檸檬一斤才賣不到40元我要種多少檸檬才賺的回來？況且我如果改天又種蔬菜了那這投資怎麼辦？颱風來了果樹倒了，我可以自己扶起來或再種新的，但設備被吹壞我又要花錢修理？（受訪者B2）

由訪談可知，決定是否使用IoT4Ag技術的決策，往往受到各種因素的影響，包括教育背景、對精準農業的了解、作物選擇和經濟價值等等。

在探討教育背景對作物選擇能力的影響方面，本研究發現青農的教育背景可能會影響他們對於作物特性、生長需求和市場需求的認識和了解程度，進而影響他們對於IoT4Ag技術的知覺有用性和知覺易用性。如果青農在教育背景中接受了相關的農業知識和訓練，他們可能更能夠了解和應用IoT4Ag技術，並更有信心在作物選擇方面做出明智的決策。此外，教育背景還可能影響到他們對於市場行情和作物品種的了解程度，進而影響他們對於主觀規範的認知。以下就兩點分述：

1. 作物選擇的能力：青農需要具備作物選擇的能力，即了解不同作物的特性、種植需求以及市場需求。這樣可以根據自身的農地條件和市場需求，選擇合適的作物種植，並應用IoT4Ag技術進行管理和監控。
2. 經濟規模的考量：青農需要考慮經濟規模，包括資金和資源的投入以及市場經營和銷售管道的建立。農業生產需要大量的資金和資源，如土地、勞動力、種子、化肥、農藥、農機具等。青農應該有計劃地考慮這些因素，以確保在經濟上可行且可持續的情況下進行農業生產。同時，青農也需要具備一定的市場敏感度和營運銷售技巧，以確保產品能夠順利銷售出去。

總括而言，教育背景在青農選擇使用IoT4Ag技術時的作物選擇能力和經濟規模考量方面起到關鍵作用。擁有相關的農業知識和訓練可以提升青農對於作物特

性、生長需求和市場需求的了解，進而影響他們對於IoT4Ag技術的認知和接受程度。同時，教育背景中的商業管理知識和技能可以幫助青農評估經濟規模，制定適合的經營計劃，並在市場營運銷售方面具備競爭優勢。因此，在青農選擇使用IoT4Ag技術時，教育背景是一個重要的因素，可以增加他們成功應用IoT4Ag技術的機會，提高作物產量和經濟效益。

(白草莓及丹麥屬於) 高經濟價值，當時導入AI技術管理容易，因為團隊核心能力強，因此所有作物都能採用IoT4Ag技術栽種。(受訪者A3)

(二) 能力

近年來，IoT4Ag系統的應用引起了青農和農業公司的越來越多關注，因為它們可以幫助提高作物產量和品質，同時節省勞力和資源。但是，在使用IoT4Ag系統之前，青農需要考慮許多因素，包括地形、氣候、作物類型、預算和可行性。首先，青農需要清楚地了解自己的種植需求和目標，以選擇適當的IoT4Ag系統。例如，他們需要考慮哪些作物需要監測，哪些區域需要自動化控制，以及需要哪些類型的感測器和控制器。農田的大小和地形也需要考慮，因為這將影響系統的配置和通訊。其次，不同的氣候和地形需要不同的IoT4Ag系統，以確保作物的健康和生長。例如，在炎熱和乾燥的地區，需要更多的監測和控制設備來維持作物的健康和生長。在山區地區，需要更強大的通訊和電力支持。因此，青農需要考慮當地氣候和地形特徵，以確定哪些系統和設備最適合他們的種植環境。第三，青農需要考慮預算和可行性，以確定哪些IoT4Ag內容最符合他們的需求和預算。對於初學者來說，一些簡單的監測和控制設備可能更適合，而更複雜的系統可能需要更多的技能和成本。因此，青農需要考慮他們的預算和可行性，以確定他們需要哪些設備和系統。最後，青農需要具備足夠的技能和知識來選擇、安裝和維護IoT4Ag內容。

如果青農缺乏這些技能和知識，他們可以考慮參加相關訓練課程或尋求專業人士的幫助。這可以確保IoT4Ag系統的正常運作和有效使用。總之，IoT4Ag系統對青農和農業公司來說這是一種有前途的技術。然而，在使用這些IoT4Ag系統之前，青農需要考慮各種因素，包括種植需求和目標、當地氣候和地形、預算和可行性。只有通過了解這些因素，青農才能選擇適當的IoT4Ag系統，並確保其正常運作和有效使用。

因為其實台灣還沒有整套的植物工廠方案，(台灣植物工廠規格大多來自臺大方教授)，所以(IoT4Ag系統)都需要依功能自己調整規劃。(受訪者A1)

因為這個智慧澆灌系統有儲水塔，因此能夠將酵素及肥料依比例混合於水中，達到於澆灌同時施肥的功能。(受訪者A2)

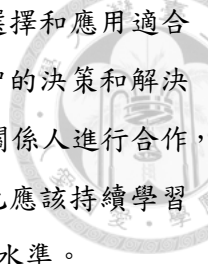
因為(IoT4Ag系統)平台設計完善，所以可依作物的特性及農地的環境調整，(IoT4Ag系統)都可以客製化。(受訪者A3)

必須投入資金架設系統，(IoT4Ag系統)施工團隊專業度很難評估阿，畢竟我也沒那麼懂(IoT4Ag系統)，他們都說(IoT4Ag系統)很好用很厲害，但是(IoT4Ag系統)也很貴阿。(受訪者B2)

整體來看，青農在應對IoT4Ag系統的需求和目標時，需要具備以下能力：

1. 技術能力：青農需要擁有足夠的技能和知識，以選擇和應用適合的IoT4Ag系統。這包括對感測器、監控系統、自動化設備等的了解和運用能力。他們應該瞭解不同技術的優點和侷限性，並能根據自身的農田大小、地形特徵和預算限制做出明智的技術選擇。
2. 資訊能力：青農需要具備處理和分析IoT4Ag系統所產生的大量資訊的能力。他們應該能夠有效地收集、儲存和整理感測器和監控系統所提供的數據，並從中獲取有價值的洞察和資訊。這樣的能力可以幫助他們做出明智的決策，例如在灌溉、施肥和害蟲防治等方面的優化。
3. 解決問題的能力：青農應該具備解決IoT4Ag系統相關問題的能力。當遇到技術故障、數據解讀困難或系統不穩定等問題時，他們需要能夠快速而有效地找到解決方案。這需要他們具備良好的問題解決能力、技術疑難排解的能力和創新思維。
4. 合作能力：青農需要具備良好的合作和溝通能力，與技術專家、農業顧問和其他相關利害關係人合作。他們應該能夠有效地傾聽他人的建議和意見，並能夠有效地將技術需求和農業目標轉化為具體的行動計劃。這樣的能力可以促進跨領域團隊合作，實現更好的IoT4Ag系統應用效果。

綜上所述，青農需要具備技術能力、資訊能力、解決問題的能力和合作能力，



以應對IoT4Ag系統的需求和目標。這些能力將使他們能夠更好地選擇和應用適合的IoT4Ag系統內容，並有效地處理和分析相關資訊，從而做出明智的決策和解決問題。此外，良好的合作和溝通能力將有助於他們與其他相關利害關係人進行合作，實現更好的IoT4Ag系統應用效果。青農在培養這些能力的同時，也應該持續學習和更新知識，以跟上農業科技的發展趨勢，並不斷提升自身的專業水準。

(三) 資源

建立IoT4Ag系統需要仔細考慮各種因素，包括系統的功能要求、規模、複雜度和投入成本。首先，有必要確定系統的具體功能要求。不同的IoT4Ag系統需要不同的功能和性能標準。例如，智慧灌溉系統需要土壤濕度、溫度、光強度等數據，而高度自動化的植物工廠則需要更複雜的儀器設備和控制系統。因此，根據農場的具體需求確定所需的功能和性能標準是關鍵的一步。其次，有必要制定系統開發的標準和規範，以確保穩定性和可靠性。這包括硬體和軟體規格、確保資料安全和隱私，以及進行系統維護和更新。第三，需要根據農場的規模和要求確定系統的規模和範圍。這包括確定需要安裝的感測器、控制器、通信設備、網路基礎設施和電力設施。隨著系統的複雜度增加，人力和時間的投入成本也會增加，因此需要考慮系統開發和維護的成本。最後，需要評估建立IoT4Ag系統的投資回報。在添加或計劃IoT4Ag系統時，必須仔細考慮系統的規模，因為系統的複雜度直接關係到投資成本的水準。實施簡單的智慧灌溉系統可以有效節省人力成本，提高農業效率，但系統開發成本高達新台幣40萬至50萬元。另一方面，投資於高度自動化植物工廠可能需要數千萬台幣的投資。因此，對IoT4Ag系統進行規劃和資本投資至關重要。除了上述所提到的因素外，青農資金的限制也是建立IoT4Ag系統的一個重要考慮因素之一。青農可能沒有足夠的資金進行IoT4Ag系統的開發和投資，因此政府和其他機構可以考慮提供資金支持和補助。這些補助可以降低青農IoT4Ag系統的成本，鼓勵他們投入更多時間和精力來發展IoT4Ag技術。此外，政府和其他機構還可以提供相關的訓練和教育，幫助青農了解和掌握IoT4Ag技術，並建議他們如何使用和維護系統。這些措施可以幫助青農更好地利用IoT4Ag技術，提高農業生產效率，減少浪費和環境影響，並為農村發展做出貢獻。

目前植物工廠的產出大概可達到1千萬元的營業額，加上台灣又不像新加坡



政府有一系列針對植物工廠的補助及扶持計畫，由於進入門檻高，因此她周遭朋友沒有人投入IoT4Ag系統，因（IoT4Ag系統）投入成本高，回收期長。（受訪者A1）

（投入IoT4Ag系統需要）花費建置成本，水利署有補助相關（水利）設施一分地2萬元，6分地補助12萬，但整個（水利設施的）建置成本40~50萬元所以都是投資。（受訪者A2）

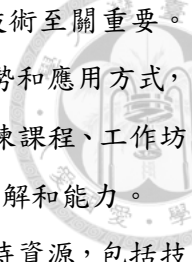
溫室1.5分地（293.4坪）的建置成本大概25萬（控制器及監視器）。（IoT4Ag系統）標準化及可模組化都有，因為平台設計完善，所以（IoT4Ag系統）可依作物的特性及農地的環境調整，（IoT4Ag系統）都可以客製化。（受訪者A3）

在我看來，就是我們農友還是要出一些錢（建置IoT4Ag系統），但是這些錢，我覺得看不到回收所以其實農友的配合機會是低的，（因為投入IoT4Ag系統成本高）配合的慾望是低的。（受訪者B1）

投入金錢（建置IoT4Ag系統）又不知道有沒有效果，（IoT4Ag）系統它的規格又不像電腦都是標準的，而且都是要訂製，我下次種其它作物好像這些（IoT4Ag技術設備）都不能用了。（受訪者B2）

當青農考慮選用IoT4Ag技術時，研究發現，以下四個主要資源對青農選用IoT4Ag技術具有重要影響：技術資源、資金資源、知識資源和支持資源。

1. 技術資源：IoT4Ag需要相關的技術資源支持，包括感測器、無線通信技術、資料儲存和處理技術等。如果青農擁有這些技術資源，將更容易實施IoT4Ag技術。因此，他們可以尋找適合的IoT4Ag技術供應商或合作夥伴，確保能夠獲得所需的技術支持。
2. 資金資源：實施IoT4Ag需要一定的資金投入，包括購買設備、建立基礎設施、維護和更新等。如果青農擁有足夠的資金資源，將更輕鬆地進行IoT4Ag的選用。他們可以尋找資金來源，如農業科技投資基金、政府補助計劃或貸款機構，以支持他們在IoT4Ag工程上的資金需求。

- 
3. 知識資源：了解和掌握IoT4Ag的相關知識對於選用這項技術至關重要。青農如果具備相關知識資源，將能更好地了解IoT4Ag的優勢和應用方式，並能更有效地應用於自己的農業生產中。他們可以參加訓練課程、工作坊或研討會，與專家學習並交流經驗，以增加對IoT4Ag的了解和能力。
 4. 支持資源：在選用IoT4Ag時，青農可能需要依賴相關的支持資源，包括技術支持、訓練、維護和更新等。如果青農能夠獲得充分的支持資源，將能更順利地選用和應用IoT4Ag技術。

綜上所述，青農在考慮選用IoT4Ag技術時，需要重視技術資源、資金資源、知識資源和支持資源的影響。青農可以利用這些資源來增強他們在農業生產中的效率和可持續性，並為農業現代化和數位化轉型作出貢獻。

（四）效益

青農是農業生產中的重要力量，他們對於新技術和新模式的接受度比較高，因此，IoT4Ag的應用對於青農有著巨大的吸引力和實用價值。IoT4Ag技術的應用，能夠幫助青農實現更高效率、更智慧、更可持續的農業生產。首先，IoT4Ag技術的應用能夠使青農更加方便地掌握農田的條件變化，並且更快地作出對應的調整。青農在經營農田的過程中，常常需要根據農田的情況，作出決策，例如何時進行灌溉、何時施肥等。透過IoT4Ag技術的應用，青農可以收集到更多的資料，例如土壤濕度、氣溫、降雨量等等，這些資料能夠幫助他們更好地了解農田的情況，進而作出更加準確的決策。其次，IoT4Ag技術的應用還能夠實現精準農業管理，這對於青農來說非常有益。傳統的農業管理方式需要耗費大量的人力和物力，而且管理效率比較低。透過IoT4Ag技術的應用，青農可以實現自動化、智慧化的農業管理，例如利用無人機進行農田巡查、利用智慧灌溉系統進行自動化灌溉等等。這不僅可以減少人力成本，提高管理效率，同時還能夠避免人為因素對農業生產的影響。此外，IoT4Ag技術的應用還能夠幫助青農獲取更多的農業和市場資訊。現在，越來越多的消費者開始關注食品的安全和健康，因此，對於農產品的品質和安全要求也越來越高。透過IoT4Ag還可以幫助青農實現可持續發展目標。農業是一個資源密集型行業，需要大量的土地、水、肥料等資源。然而，這些資源都是有限的，通過IoT4Ag的應用，青農可以更好地掌握這些資源的使用情況，進行科學的管理和資源的節省。

同時，IoT4Ag還可以幫助青農實現環境保護目標，如減少農藥和肥料的使用量，減少對環境的污染，保護生態環境。

植物工廠產出穩定、省水，且可隨意擴充產能，因此可用目前產能去推測客戶未來產品需求量。（受訪者A1）

因為節省了澆灌時間，農友可以投入其他更有產值的活動，如花費更多時間參加農業市集推廣自家作物，以提高收益。（受訪者A2）

實際上幫忙節省人力（3個人管理3公頃農地），100%相信IoT4Ag，滿意度100%，因為所有作物都是依靠IoT4Ag栽種（用盡一切方法使用IoT4Ag栽種）。（受訪者A3）

整體而論，青農在選擇 IoT4Ag 時，通常會考慮以下幾個方面的效益：

1. 提高生產效率：IoT4Ag 可以實現智慧化管理和監控，通過感測器、物聯網技術等手段，實時收集和分析農田、作物、養殖環境等資料，幫助青農更好地監測和管理農業生產過程。這有助於提高生產效率，減少資源浪費，優化農作物生長和動物養殖環境。
2. 決策支持：IoT4Ag 技術可以為青農提供實時、準確的資料，包括天氣資訊、土壤水分、氮肥施用量等，這些資料可以為青農提供科學決策的根據。青農可以根據資料調整種植計劃、施肥方案等，提高農作物的產量和品質。
3. 資源管理和節省：通過 IoT4Ag，青農可以更好地管理和利用農業資源。例如，農田灌溉系統可以通過感測器和自動控制，根據土壤水分狀況調整灌溉量，避免過度灌溉。這有助於節省水資源，降低灌溉成本。類似地，青農還可以利用 IoT4Ag 技術監測農作物的健康狀態，及早發現病蟲害等問題，減少農藥的使用量。
4. 市場與銷售管道：IoT4Ag 可以為青農提供更多的市場資訊和銷售管道。通過 IoT4Ag 平台，青農可以了解市場需求、價格走勢等資訊，有針對性地調整種植或養殖策略。此外，青農還可以直接與買家或農產品加工企業進行聯繫，建立更直接的銷售管道，提高銷售效益。
5. 知識與經驗分享：通過 IoT4Ag 平台，青農可以與其他青農、專家、技術

人員進行交流和分享經驗。這有助於青農獲取更多的農業知識和技術，提升自身的專業水準，改進農業生產方式，提高農業效益。

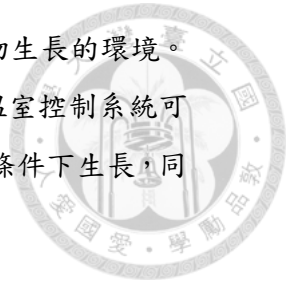


(五) 務農經驗

透由觀察和監測作物、土壤和氣候等因素可以發現哪些農業工作需要更多的自動化和智慧控制。例如，通過長期觀察和監測，青農可以發現在特定氣候條件下，某些作物可能需要更頻繁的灌溉或施肥。這種情況下，自動化灌溉系統和智慧肥料分配系統可以提供更準確和高效率的資源管理，減少浪費並提高農作物的產量。務農經驗還包括觀察和評估作物的生長和病蟲害發生情況。青農經過長期的經驗累積，能夠辨識出不同病蟲害的特徵和作物的生長狀態。然而，手動監測和處理病蟲害可能效率低且容易出錯。因此，自動化的病蟲害監測系統和智慧控制方法可以提供更及時、準確的資訊，幫助青農迅速應對病蟲害問題，減少損失並保護作物的健康。此外，務農經驗還教會青農如何有效利用資源並保護環境。青農需要合理利用水資源、土壤和肥料，以確保作物的生長和發展。通過觀察土壤的質地、養分含量和排水情況，青農可以制定適當的灌溉和施肥計劃，減少資源浪費。同時，務農經驗也包括環境保護的知識，例如如何避免土壤侵蝕和水源污染等問題，以確保農業活動的可持續性。

綜上所述，務農經驗的觀察和監測可以發現農業工作中需要更多自動化和智慧控制的領域，並教會青農如何有效利用資源並保護環境。這些方面的改進可以提高農業生產的效率和可持續性，同時減少青農的工作負擔，使農業更加現代化和智慧化。例如，在務農經驗中，青農可能會觀察到某些重複性和繁瑣的工作，如除草、施肥和收穫。這些工作通常需要大量的人力和時間，並且容易出現疏漏。因此，農業機械化和自動化技術的應用可以有效地減輕青農的工作負擔。自動化的農業機械和機器人可以完成一些重複性的工作，如自動除草機和收割機。這些機械可以根據預先設定的參數，自動地執行農業任務，提高工作效率並節省時間和成本。同時，IoT4Ag和人工智慧 (Artificial Intelligence) 可以收集和分析大量的資料，提供即時的農業管理建議。例如，根據土壤濕度和氣候資料的智慧灌溉系統可以自動調節灌溉量，確保作物得到適當的水分，同時避免浪費。

務農經驗還可以發現農業中需要更多智慧控制的領域，例如溫室管理。在溫室



種植中，青農需要控制溫度、濕度、光照等因素，以營造最適合作物生長的環境。傳統上，這需要青農不斷地監測和調節這些因素。然而，自動化的溫室控制系統可以根據預設的參數和感測器資料自調節環境條件，確保作物在最佳條件下生長，同時節省能源和資源。

自來水的話，我們過濾（系統）除掉雜質之後會除氯，檢驗生菌數，酸鹼度控制，檢測循環流水裡面的營養素含量，以符合種植所需的酸鹼質，不符合（水質）標準，我們就是把它換掉，但是就整個total（用水量）來講，我們還算很省水（只有5%用水量，對比傳統農業）。（受訪者A1）

在辦公室的中控電腦，透過攝影機看育苗室及產線的植物生長狀態。……在辦公室的中控電腦，透過攝影機你就可以看到每一區的狀況，哪一區的作物有狀況，可能是漏水或是缺水。……它等於是取代太陽光，我全部的來源都是得靠這個人工光源，芬蘭廠商技術比台灣在先進一點且壽命較長，我們的（植物工廠）廠五年了，用他們的燈好幾千支，期間只壞過個位數。（受訪者A1）

智慧澆灌系統能提供氣候資訊，而且檸檬園只需要氣候資訊就已足夠，且可根據氣象資訊自動調整澆灌程序。（受訪者A2）

（各項檢測資訊）都有，氣候資訊，土壤酸鹼值，土壤濕度資訊，病蟲害檢測，作物成熟度檢測。（受訪者A3）

就分析結果來看，青農在選擇 IoT4Ag 時，會考慮以下幾個方面的務農經驗：

1. 降低工作強度：IoT4Ag 可以幫助青農減輕農業工作強度。例如，自動化的感測器和監控系統可以實時監測土壤濕度、溫度和養分含量等環境標準，提供精準的農業資料。這使得青農能夠更好地管理農田和作物，減少人工巡查和工作投入。
2. 提高農業生產效率：IoT4Ag 可以提高農業生產效率，青農可以更好地利用資源。例如，智慧灌溉系統可以根據土壤濕度和氣象條件自動調整灌溉水量，確保植物得到適量的水分，減少水資源的浪費。智慧化的噴灑系統



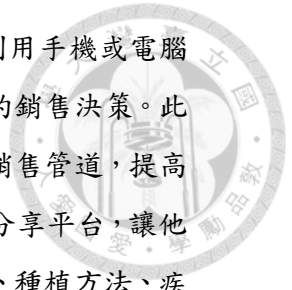
可以根據作物需求進行精準施肥和噴藥，減少化學物質的使用，提高農產品的品質。

3. 農業資料管理：IoT4Ag 可以幫助青農更好地管理和分析農業資料。通過感測器和 IoT4Ag 平台收集的資料可以用於監測作物生長、預測病蟲害發生和優化農業生產計劃。青農可以利用這些資料做出更明智的決策，優化農業經營和管理，提高農產品的產量和品質。
4. 降低風險：IoT4Ag 技術可以提供實時監測和預警功能，幫助青農及時發現並應對潛在的災害和病蟲害。感測器和監控系統可以監測氣象變化、病蟲害情況等，及早發現問題並採取對應的措施，降低農作物的損失風險。
5. 提供市場競爭力：IoT4Ag 技術可以為青農提供市場競爭力。通過 IoT4Ag 平台，青農可以實時了解市場需求和價格走勢，調整生產計劃和銷售策略。此外，IoT4Ag 技術還可以提供產品溯源和品質認證等功能，增加產品的信任度和附加值，提高市場競爭力。

總之，務農經驗的觀察和評估可以指出農業工作中需要更多自動化和智慧控制的領域，並教會青農如何有效利用資源並保護環境。透過引入自動化機械、精準農業技術和智慧控制系統，可以提高農業生產的效率、品質和可持續性，同時減輕青農的工作強度。

(六) 3C自我效能

電腦、通信和消費類電子產品及其外圍設備的利用在農業領域發揮著重要作用，對農業產業有著重要影響。電腦和外圍設備，如農業管理軟體、資料記錄和分析工具，幫助青農管理作物種植和畜牧業。青農可以利用電腦追蹤種植和養殖活動的進展，記錄相關資訊，如天氣狀況、肥料使用和疾病控制。這些資料可以被分析和優化，以加強農業生產過程，最終提高作物和牲畜的產量和品質。消費電子和通信設備在精準農業技術中發揮著關鍵作用。例如，感測器技術與IoT4Ag的整合實現了對農田的實時監測，包括土壤濕度、溫度和光照強度等參數的測量。這些資料通過通信技術傳輸到青農的手機或電腦上，使青農能夠根據這些資訊調整灌溉、施肥、病蟲害防治和其他操作。這導致了資源利用效率的提高和成本的節省。通信設



備的普及使青農能夠輕鬆獲得市場資訊，並與買家溝通。青農可以利用手機或電腦上的通信應用來瀏覽市場價格、產品需求和其他資訊，以做出明智的銷售決策。此外，青農可以通過網路平台直接將產品賣給消費者，繞過了傳統的銷售管道，提高了效率和收益。電腦和互聯網的普及為青農提供了農業教育和知識分享平台，讓他們學習和分享知識。青農可以通過電腦和互聯網獲得有關農業技術、種植方法、疾病預防等方面的資訊和訓練資源。他們可以參加講座、研討會和農業社區，與其他青農和專家交流經驗和知識。這有助於提高青農的專業知識和技能，推動農業產業的發展。電腦和通信技術可以協助農業市場和供應鏈管理。通過電子商務平台，青農可以與批發商、零售商和消費者進行直接交易，促進高效率的產品銷售和後勤管理。此外，通過利用電腦和通信技術，可以建立供應鏈可追溯系統，追蹤農產品的生產和銷售過程，確保食品安全和品質可追溯性。

用智慧澆灌系統，可以解決人力的問題，而且可遠端遙控，不用每天跑到現場減少交通上的風險問題。（受訪者A2）

（白草莓及丹麥屬於）高經濟價值，當時導入AI技術管理容易。．．．．．都有（使用IoT4Ag種植），（可提供）氣候資訊，土壤酸鹼值，土壤濕度資訊，病蟲害檢測，作物成熟度檢測。（受訪者A3）

當青農從業者選擇IoT4Ag時，他們需要熟悉一些基本的電子設備操作。以下是一些可能涉及的常見設備和其操作方法：

1. 連接設備：IoT4Ag通常需要使用感測器、監視器、控制器等設備。操作這些設備之前，青農需要先了解它們的連接方式，例如通過Wi-Fi、藍牙或其他無線通信技術。青農可能需要設置和管理網路連接，例如設定Wi-Fi密碼、設定網路連接等。
2. 感測器設置：IoT4Ag使用各種感測器來監測土壤濕度、氣象條件、水質等資料。青農需要知道如何安裝這些感測器，例如固定在土壤中、掛在作物上或安裝在建築物上。他們可能需要校準感測器，以確保準確度。
3. 設備配置和維護：IoT4Ag系統通常包含一個中央控制器，用於管理和監控所有設備。青農需要學習如何配置控制器，例如設置警報閾值、設定自動化程序

- 等。此外，他們還需要定期維護設備，例如更換電池、處理故障等。
4. 資料分析：IoT4Ag產生大量資料，青農需要學習如何分析和解讀這些資料。這可能涉及使用特定軟體或平台來處理資料，例如農業管理軟體或資料分析工具。青農可以學習如何提取有用的資訊，例如預測作物生長、識別病蟲害等。
 5. 安全性考慮：IoT4Ag涉及到許多資料的收集和傳輸，青農需要注意保護系統的安全性。這可能包括使用安全的網路連接、加密資料傳輸、定期更新設備軟體等。

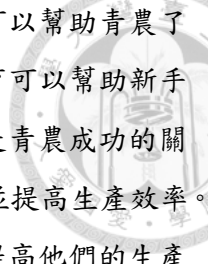
總之，電腦、通信和消費電子產品在農業中的應用對於提高農業生產力、資源利用效率和市場競爭力至關重要。這些技術和設備提供的功能包括：改善農業管理和監測、精準農業技術、市場准入和營運銷售、農業教育和知識共享，以及農業市場和供應鏈管理。它們有助於現代農業的可持續發展和創新。

二、對於UTAUT理論之回應與延伸

此研究以整合科技模型（UTAUT）為主要研究架構，從而探討那些變項能夠影響到青農對於精準農業系統的行為意圖，因此我們決定其使用行為的四個主要核心結構，分別是績效預期、努力預期、社交影響和便利條件，並且這四個變項是行為意圖和最終行為的直接決定因素。而這四個變項，又受到了性別、年齡、經驗和自願使用性這四個調節變項的影響。在一個現實的環境中研究這些架構的存在，研究學者和相關的從業人員者將能夠針對這些架構進行調整。也因此能夠評估一個人使用一個新的特定系統的意圖，進而可以確定在任何特定的環境下對其接受的關鍵影響（Venkatesh, Morris, Davis, & Davis, 2003）。因此我們將針對整合科技模型（UTAUT）如下四個主要核心結構，探討影響青農對於 IoT4Ag 接受度的因素。

（一）績效預期（Performance Expectancy）

根據UTAUT模型，績效預期是影響個人採用新技術的重要因素之一，因為使用者的期望會直接影響他們的採用行為。當使用者認為使用IoT4Ag系統可以提高工作效率並幫助作物產出，他們可能會更願意採用這項技術。根據此次的研究對象A1，A2及A3於訪談中，他們三位都明確的表示選用IoT4Ag系統，確實能夠增進耕種效率及幫助作物產出的目的，因此績效預期對三位受訪者是重要的。提供技術和



資金支持、建立合作社和青農組織，以及推廣科技創新。這些措施可以幫助青農了解新的技術和方法，並提高他們的生產效率和績效預期。訓練和教育可以幫助新手青農瞭解農業技能和管理，並持續跟上市場趨勢和需求。技術支持是青農成功的關鍵因素之一，可以幫助青農減少經驗不足和技術瑕疵帶來的風險，並提高生產效率。資金支持可以幫助青農投資更好的技術、設備和基礎設施，進一步提高他們的生產效率和績效預期。建立合作社和青農組織可以幫助青農獲得更多的市場資訊和管道，增加與買家的聯繫和談判能力，提高生產和銷售效率，減少市場風險，進而提高績效預期。推廣科技創新是提高青農生產力和績效的重要手段，可以幫助青農應用最新的科技和技術，提高生產效率和績效預期。青農的績效預期與使用新技術的採用行為密切相關。通過提供多方面的支持和措施，可以幫助青農提高績效預期，進而促進新技術的採用，提高農業生產效率和產值。


植物工廠產出穩定、省水，且 (IoT4Ag 系統) 可隨意擴充產能，因此可用目前產能去推測客戶未來產品需求量。(受訪者A1)

因為 (使用智慧澆灌系統) 節省了澆灌時間，農友可以投入其他更有產值的活動，如花費更多時間參加農業市集推廣自家作物，以提高收益。(受訪者A2)

實際上 (IoT4A 系統) 幫忙節省人力 (3 個人管理3 公頃農地)，100% 相信 IoT4Ag，滿意度100%，因為所有作物都是依靠IoT4Ag 栽種 (用盡一切方法使用IoT4Ag 栽種)。(受訪者A3)

IoT4Ag 是指將感測器、設備和互聯網技術應用於農業領域，以實現農業生產過程的監控、自動化和資料收集。IoT4Ag 在多個方面有潛力提升青農的績效預期。以下研究結果突顯了潛在影響：

1. 監控與智慧化管理：IoT4Ag 技術能實時監測土壤濕度、溫度、光照等環境條件，以及作物生長狀態。這使青農能準確了解作物需求，並及時調整澆灌、施肥和環境控制等因素，從而最大程度提高生產效率。

- 
2. 預測性分析：通過收集和分析大量農業資料，IoT4Ag 能提供預測性分析，幫助青農預測病蟲害爆發、作物生長週期和天氣變化等因素。這使青農能更好地制定種植計劃和管理策略，降低風險，提高產量。
 3. 精準農業：IoT4Ag 技術促進精準施肥、灌溉和施藥等精準農業操作。通過使用感測器和資料分析，青農能根據不同地塊和作物的需求，精準應用農藥、肥料和水資源，節省成本，減少對環境的影響，同時提高作物的品質和產量。
 4. 自動化作業：IoT4Ag 技術實現了多種自動化作業，例如使用無人機進行遠端遙控監測、自動化濃縮飼料系統和自動化收割機等。這減輕了青農的工作強度，同時提高了工作效率和準確性。
 5. 資料共享和合作：IoT4Ag 可以促進青農之間的資料共享和合作。

（二）努力預期（Effort Expectancy）

根據UTAUT模型，努力預期是指個人認為使用某項科技產品或系統所需付出的努力程度，包括學習使用、習慣適應、操作困難程度等等。在IoT4Ag系統的應用上，由於每個農場的環境和需求都不盡相同，因此需要客製化的設計，讓青農能夠更容易地學習和使用。這也就意味著青農必須付出更多的努力去了解 and 學習這些系統的設計和操作，以便更好地應用在他們的耕作中。因此，這次的研究對象A1、A2和A3訪談中他們都提到了IoT4Ag必須客製化的這件事，因為如此才能夠比較貼近實際耕種者的需求，並且同一套IoT4Ag系統無法滿足另一個青農的需求，因此IoT4Ag使用者必須具有機電系統規劃能力或透過農學院之進修學習，才能夠更明確知道哪些系統或那些參數是符合自己耕種時有實際的幫助，客製化需求和學習成本，都直接影響到他們對於努力預期的看法。如果系統過於複雜或操作不便，青農就必須付出更多的努力來學習和使用，這對於他們來說是一種負擔，反之，如果系統設計得足夠客製化且易於使用，他們的努力預期就會降低，並且能夠更好地應用系統。因此，在IoT4Ag系統的開發過程中，需要注重客製化的設計和易於使用。這可以通過與青農的溝通和了解他們的需求來實現。同時，也需要提供對應的訓練和支持，以幫助青農更快地學習和掌握系統的使用方法。這樣可以降低青農的努力預期，提高系統的接受度和使用率，進而提高農業生產效率和效益。除了客製化和

易於使用之外，還有其他方法可以降低青農的努力預期，以提高IoT4Ag系統的使用率。其中之一是提供智慧化的解決方案，例如使用人工智慧和大資料分析來自動化部分操作，以減輕青農的工作負擔。例如，使用感測器和人工智慧技術來監測土壤溫度、濕度和營養水準等標準，以幫助青農更好地掌握作物的生長情況，從而更好地進行管理和決策。

因為其實台灣還沒有整套的植物工廠方案（台灣植物工廠規格大多來自臺大教授），所以都需要依功能自己調整規劃。（受訪者A1）

因為這個智慧澆灌系統有儲水塔，因此能夠將酵素及肥料依比例混和於水中，達到於澆灌同時施肥的功能。（受訪者A2）

因為平台設計完善，所以可依作物的特性及農地的環境調整，(IoT4Ag系統)都可以客製化。（受訪者A3）

本研究探討了IoT4Ag系統如何提升青農的努力預期。根據UTAUT模型，努力預期指的是個人認為使用某項科技產品或系統所需付出的努力程度，包括學習使用、習慣適應、操作困難程度等等。研究結果提出了幾點建議，以改善IoT4Ag系統對於青農的努力預期。

1. 客製化設計：IoT4Ag系統應該針對不同的青農需求進行客製化設計，以提供符合他們實際耕種需求的功能和參數。這樣可以降低青農學習和操作的困難程度，使他們更容易適應和使用系統。
2. 簡化操作：IoT4Ag系統應該設計簡單易用的界面和操作流程，降低青農學習和使用的門檻。提供清晰的準則和教育資源，幫助青農快速上手，並解決他們在使用過程中遇到的問題。
3. 教育訓練：青農缺乏科技知識或經驗可能會對IoT4Ag系統感到陌生和不安。為了降低他們的努力預期，需要進行相關的宣傳和教育，向青農介紹系統的優點和應用價值，並提供對應的訓練和支持，幫助他們了解和信任新的科技產品和系統。
4. 強調實用價值和安全性：IoT4Ag系統應該強調其對於農業生產的實用性和價

值，讓青農能夠清楚看到使用系統所帶來的效益和效果。同時，系統的安全性和隱私保護也是青農關注的重要因素，需要確保系統的可靠性和安全性，減少青農對於使用系統的疑慮和抵觸情緒。

綜上所述，IoT4Ag系統可以通過客製化設計、簡化操作、教育訓練以及強調實用價值和安全性等方式提升青農的努力預期。這些措施可以減低青農的學習和使用門檻，增加他們對於系統的接受度和使用率，從而提高農業生產的效率和效益。

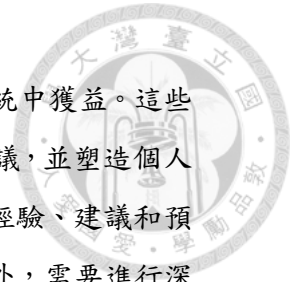
(三) 社交影響 (Social Influence)

根據UTAUT理論，社交影響是一個重要的因素，影響個人對於IoT4Ag系統的接受度和使用行為。此次的訪談中有一題就是您的週遭友人是否有在使用IoT4Ag嗎？若有，他們在使用上是否有給您什麼樣的建議或幫助？而研究對象A1表示週遭友人沒有人投入植物工廠的建置，因為投入成本動輒千萬元，而A2表示週遭農友覺得智慧灌溉系統非常好用，且會主動推薦給友人，A3他們身邊友人都有投入IoT4Ag的設施來幫忙耕種，並且農友回應IoT4Ag系統需要專人解讀分析IoT4Ag收集之相關資料，及人機介面有時不夠友善（未考慮到青農耕種時的操作便利性）的回應，從受訪者的回答中可以看出，周圍的農友或朋友是否使用IoT4Ag系統對於受訪者是否願意接受並使用此技術具有一定的影響。因此，從UTAUT的角度來看，對於青農而言，社交影響可能會來自於周圍的農友或朋友，而了解週遭人的使用經驗和建議，以及對於使用上的問題有所預先準備，可能會幫助青農更好地接受和使用IoT4Ag技術。同時，對於IoT4Ag技術的成本問題，也需要進行更深入的研究和討論，以找到更好的解決方案，進一步推動IoT4Ag技術的普及和應用。

沒有（其他朋友在使用），因投入成本高，回收期長。（受訪者A1）

附近蠻多場地都有使用智慧澆灌系統且農友回應這個智慧澆灌系統，真的能夠節省很多時間，並且主動推廣給週邊農戶，但40~50萬的投資農民是會考慮蠻久的。（受訪者A2）

有（農友提到），需要專人解讀分析IoT4Ag收集之相關資料…人機介面有時不夠友善（未考慮到青農耕種時的操作便利性）、成本高。（受訪者A3）



青農可以從分享經驗、參觀示範農場、接受訓練和使用支援系統中獲益。這些研究結果強調社交影響的重要性，該影響源於青農同儕的經驗和建議，並塑造個人對 IoT4Ag 系統的接受度和使用行為。通過了解社交圈子中的使用經驗、建議和預期挑戰，青農可以更好地準備自己來採用和利用 IoT4Ag 技術。此外，需要進行深入的研究和討論，解決與成本相關的問題，以找到更好的解決方案，進一步推廣和應用 IoT4Ag 技術。本研究發現並提出了幾項策略以增加社交影響：

1. 社群分享和溝通：建立針對 IoT4Ag 使用者的社群平台或網路，促進青農之間的經驗分享、問題解決和意見提供。這樣的平台可以促進青農之間的互動和社交，提供實際解決方案和支持。
2. 實地示範和示範農場：組織 IoT4Ag 技術的示範活動和實地參觀，讓青農能夠親身體驗和觀察技術的應用效果和好處。這些活動可以增加青農對 IoT4Ag 技術的信心和興趣，並提供實際操作教學。
3. 知識和技術訓練：提供 IoT4Ag 技術的訓練課程和工作坊，幫助青農了解技術的原理、使用方法和維護技巧。這樣的訓練可以提高青農的技術能力，增加他們對 IoT4Ag 技術的接受度和使用意願。
4. 提供支持和輔助服務：建立專門的技術支援團隊或線上平台，即時解決青農在使用 IoT4Ag 技術時可能遇到的各種問題，提供技術支援。可靠的支援系統提供解決方案，增加青農使用技術的信心。
5. 降低成本和提高易用性：需要進一步研究和討論 IoT4Ag 技術的成本問題，找到具有競爭力和負擔得起的解決方案。此外，開發使用者友好且直覺的人機介面，簡化青農對 IoT4Ag 系統的使用和操作，從而增加青農對該技術的接受度和使用意願。

實施上述措施可以提升 IoT4Ag 技術的社交影響力。

(四) 便利條件 (Facilitating Conditions)

根據 UTAUT 模型，便利條件是影響個人使用特定技術的重要因素之一。個人使用 IoT4Ag 時所感受到組織在技術、設備相關各方面對系統使用的支援程度。當使用技術的過程變得更容易、更方便時，個人對技術的接受和使用就會更高。此次訪

談中有一題就是，如果「IoT4Ag」的硬體可以進行適度的客製化調整，對您來說重要嗎？您最需要及想要納入的功能為何？三位受訪者對於IoT4Ag可客製化的部分都是表示贊同並且是重要的，因為每位青農對於所種植的作物及所需要經由IoT4Ag收集的資訊都不相同，青農需要根據自己所種植的作物和需求收集不同的資訊，因此，IoT4Ag的硬體需要能夠客製化調整以滿足其需求。例如，如果青農種植的是水果，他們可能需要更多的溫度和濕度資訊，而如果他們種植的是蔬菜，他們可能需要更多的光照和養分資訊。因此，客製化調整的功能可以讓青農更容易地獲取他們需要的資訊。便利條件對於IoT4Ag的使用是至關重要的，因為這可以使青農更容易地收集他們需要的資訊。這也符合UTAUT模型的預測，因為便利條件是影響個人接受和使用技術的重要因素之一。


（便利條件）重要，因為其實台灣還沒有整套的植物工廠方案（台灣植物工廠規格大多來自臺大方教授），所以都需要依功能自己調整規劃。（受訪者A1）

對農民來說可模組化比較適合，因為每個農友對每個作物耕種方式在意的重點都不一樣，且以自動控制方面必須根據不同作物做調整，如土壤酸鹼度，或溫室花卉之一氧化碳，二氧化碳濃度，施肥後土壤內之氮磷假濃度等等。（受訪者A2）


標準化及可模組化都有，因為平台設計完善，所以可依作物的特性及農地的環境調整，都可以客製化。（受訪者A3）

IoT4Ag系統的客製化調整功能對於提升青農的便利條件至關重要。根據研究結果和訪談的青農回應，以下是幾個方面可以進行客製化調整以提升青農的使用便利性：

1. 資訊收集：青農根據自己種植的作物和需求收集不同的資訊。IoT4Ag系統可以根據青農的需求，提供特定作物的相關資訊，如土壤酸鹼度、溫室花卉的一氧化碳和二氧化碳濃度、施肥後土壤中的氮磷含量等。這樣的客製化調整可以幫助青農更有效地管理作物，提高產量和品質。

- 
2. 監控與控制：IoT4Ag系統可以提供遠程監控和控制功能，青農可以透過手機或電腦隨時監測和控制作物生長環境。系統應該允許青農根據需要調整環境參數，例如溫度、濕度、光照強度等，以滿足不同作物的需求。這種可調整性可以幫助青農根據具體的情況進行管理，提供更好的生長條件。
 3. 資料分析與預測：IoT4Ag系統應該能夠分析收集到的資料並提供預測性的建議。透過資料分析，系統可以提供作物生長的趨勢、病蟲害預防措施等建議，幫助青農做出更明智的決策。同時，系統也可以根據過去的資料和經驗，提供個別青農的建議，因為每個農場和青農的情況都可能不同。
 4. 系統整合和互用性：IoT4Ag系統應該具有整合不同設備和感測器的能力，並確保它們可以互相配合和溝通。這樣的系統整合和互用性可以讓青農使用不同IoT4Ag系統供應商提供的設備和感測器，並將它們整合到一個統一的平台中。這樣一來，青農就可以輕鬆地管理和監控所有的設備，不需要處理不同設備之間的不相容性問題。
 5. 使用界面和操作簡便性：IoT4Ag系統的使用界面應該設計得簡單直覺，使得青農可以輕鬆了解和操作。系統應該提供清晰的指示和提示，以幫助青農完成各項操作。此外，系統還可以提供使用教育和訓練資源，以幫助青農更好地了解和使用系統。
 6. 技術支持和維護：IoT4Ag系統的供應商應該提供良好的技術支持和維護服務。青農可能遇到系統故障、操作問題或其他技術困難，他們需要有可靠的途徑與IoT4Ag系統供應商聯繫，獲得即時的支援和解決方案。

總結來說，IoT4Ag系統可以通過客製化調整的功能提供便利條件，以滿足不同青農的需求。這樣的系統可以幫助青農收集作物相關資訊、監控和控制生長環境、進行資料分析和預測，並提供系統整合和互用性、使用界面的簡便性，以及技術支持和維護等方面的支援。未來，相關單位可以根據這些需求進行系統開發和改進，以提高青農對IoT4Ag系統的接受程度和使用效益。總結以上四個自變項，研究結果顯示，績效預期、努力預期、社交影響和便利條件與青農採用IoT4Ag技術的意圖之間存在顯著正向關係。這些結果強調了青農對IoT4Ag技術的期望和需求。具體而言，青農認為IoT4Ag技術可以提高農業生產力，改善品質控制，降低成本，增強



經濟回報，因此更傾向於採用這些技術來改善農業管理和營運。研究還發現，努力預期是影響青農對IoT4Ag技術採用意圖的重要因素。研究結果顯示，定製設計、簡化操作、教育和訓練以及強調實際價值是增加努力預期的有效策略。

IoT4Ag系統應根據青農的特定需求進行設計，提供與他們實際農業需求相符的功能和參數，同時提供使用者友好的界面和簡化的操作流程。教育和訓練活動有助於減少青農對技術的陌生感和擔憂，並提供對應的支持和教學。此外，社交影響對青農的意圖和行為也起著重要的作用。研究發現，社交網路和農業社區內的同伴互動可以塑造青農的態度和行為意向。通過分享經驗、示範活動、訓練和支持系統等方式，青農可以獲得有關IoT4Ag技術的知識和技能，並做好準備來採用和利用這些技術。最後，該研究指出了加強IoT4Ag系統對青農的便利條件的可調整方向。以增強IoT4Ag系統對青農的便利條件。首先，在資訊收集方面，IoT4Ag系統有潛力提供特定作物相關的資訊，以滿足青農的需求。這包括土壤酸鹼度、溫室中的一氧化碳和二氧化碳水準、施肥後的營養含量等數據。定製系統以滿足青農的具體要求可以促進更有效的作物管理，增加產量和品質。其次，IoT4Ag系統可以提供遠程監控和控制功能，使青農能夠通過行動裝置或電腦監控和調節作物生長環境。該系統應該允許青農根據不同作物的具體需求調整環境參數，例如溫度、濕度和光強度。這種適應性使青農能夠根據精準的條件管理作物，從而優化生長條件。此外，IoT4Ag系統應具備數據分析能力，根據收集的數據提供預測性洞察。通過分析數據，系統可以提供有關作物生長趨勢和青農對即時和準確數據的需求的建議。

因此，應該開發更多的感測器和監測設備，以收集土壤濕度、溫度、酸鹼度等數據，並提供相關建議和警報，幫助青農採取適當的措施。同時，降低數據傳輸和儲存的成本，並確保數據的安全性和隱私性，以增強青農對系統的信任。對於青農來說都是重要的也因為他們對於農業這個產業是有願景的，所以他們願意學習新的技術及探詢各種促使栽種更有效率的方法，因此他們得以透過學習，進而更清楚自己耕種時需要的系統及所需要收集的參數，當他們找到適合的技術團隊時，他們可以更具體的參與討論及參與系統規劃，並且依照自己作物的特性，栽種規模做一個整體的IoT4Ag設計，當然越客製化越自動化的系統能夠使栽種更有效率也可以更節省人力，但相對的投入成本也越高，因此青農自己本身的資源、財力及對於農業的願景及政策輔導等變項也都必須一併納入考量，當然政策輔導只是短期的並

非長期補助，其用意，只是讓青農能夠於導入IoT4Ag初期有一定的輔導，協助他們能夠補足相關IoT4Ag知識，或者協助媒合專業施工團隊與其合作，讓青農能夠有其能力往精準農業靠近，否則大家都知道IoT4Ag的好處很多，但卻無法真正投入建置IoT4Ag系統於農業耕種。

在這份研究中，我們採用了 UTAUT 模型，以探討青農對 IoT4Ag 技術的採用因素。UTAUT 模型包括四個主要構面：績效預期、努力預期、社交影響和便利條件。然而，我們也考慮了四個額外的干擾變項作為潛在的干擾變項：性別、年齡、自願使用和經驗。關於性別變項，值得一提的是，由於我們很難找到已經有 IoT4Ag 經驗的女性青農，因此在這個特定情境中，性別因素的探討受到了一定的困難。因此，鑒於參與者中女性人數有限，我們決定不將性別作為研究中的差異化因素。雖然性別在不同領域的科技採用行為中可能起到一定作用，但在青農對 IoT4Ag 的技術採用方面的影響無法在本研究中得到徹底的探討。

因此，在 UTAUT 模型中，我們在本次研究中排除了性別、自願使用和年齡（在指定範圍內）作為潛在的干擾變項。然而，我們認識到經驗作為一個重要的變項對我們的研究具有關鍵性的作用。為了捕捉務農經驗對技術採用的影響，我們進行了調查和訪談，收集了參與者的農業年限數據，以研究務農經驗在青農對 IoT4Ag 技術的採用中的角色。通過專注於相關因素並不考慮無關變項，我們的研究旨在為青農對 IoT4Ag 技術的採用提供有價值的見解。從這項研究中獲得的結果將有助於現有農業領域科技採用的文獻，並促進制定針對性策略，促進青農有效實施 IoT4Ag 技術。因此不考慮性別、自願使用和年齡這三項干擾變項後架構如圖 4-1。

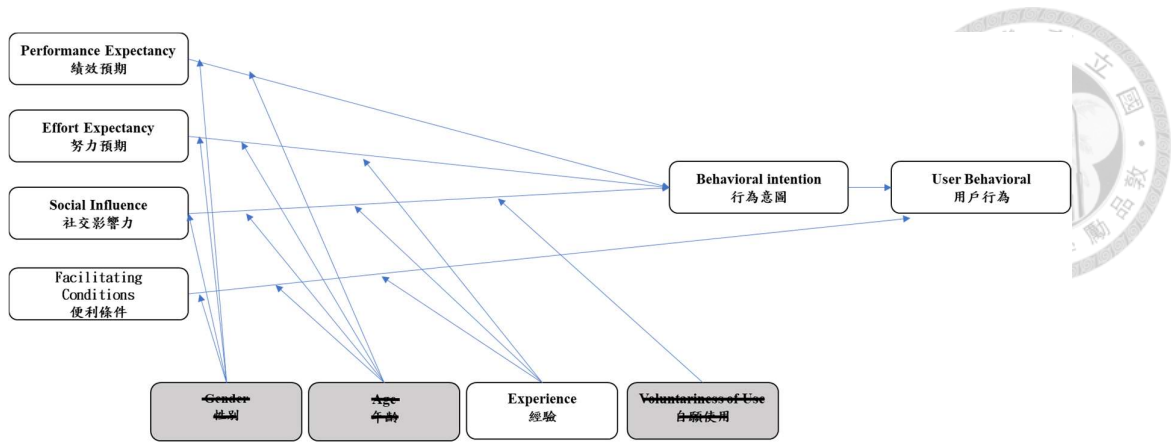


圖 4-1 UTAUT架構中不適用此研究之變項

來源：本研究整理

不考慮性別、自願使用和年齡這三項干擾變項後，我們認為青農在考慮選用IoT4Ag時，必須考慮如：教育背景、能力、資源、效益、務農經驗及3C自我效能等變項，青農需要綜合考慮多個變項。以下是一些青農在選擇使用IoT4Ag時需要考慮的變項：

青農在選擇採用IoT4Ag技術時，會考慮一系列因素，以期降低工作強度、提高生產效率、優化農業經營與管理、降低風險並增強市場競爭力。他們會綜合考慮IoT4Ag技術對農業生產的實際效益和投資回報，並根據自身的務農經驗、資源狀況和經濟實力做出明智的決策。IoT4Ag技術在農業業務中帶來了多重效益。首先，它可以提高生產效率。通過利用感測器、監控設備和自動化系統，青農能夠實時監測和控制農作物的生長狀況、土壤濕度、氣候變化等關鍵數據，以便更好地管理作物生產過程。這不僅節省了工作量，還減少了農業操作的錯誤和損失，從而提高了整體產量和品質。其次，IoT4Ag技術還能支持青農的決策制定。通過大數據分析和人工智慧演算法，青農可以根據實時數據和歷史資料做出更明智的決策，例如適當的灌溉時間、施肥量、病蟲害防治策略等。這使得青農能夠更準確地預測和應對潛在的問題，從而最大程度地提高農作物的生長效果。此外，IoT4Ag技術還有助於資源管理與節省。青農可以利用IoT4Ag技術監測土壤中的養分含量和水分狀況，精準調控灌溉和施肥系統，達到節省資源的效果。同時，通過精準施肥和防治病蟲害的手段，青農能夠減少對農藥和化肥的使用，減少對環境的負擔，實現可持續發展。

IoT4Ag技術還可以改善青農的市場競爭力。透過IoT4Ag連接的農業設備和系統，青農能夠追蹤產品的生產過程和品質資訊，實現產品的可追溯性，增強市場信

任度。同時，IoT4Ag還能夠提供市場價格、需求趨勢和消費者回應等寶貴的市場資訊，幫助青農做出準確的市場預測和定價策略，從而更好地滿足市場需求。IoT4Ag技術還能促進知識與經驗的分享。青農可以通過IoT4Ag平台與其他青農、專家和研究機構進行交流和合作，分享種植技術、管理經驗和創新想法。這種知識共享和合作可以促進農業行業的進步和創新，幫助青農更好地應對挑戰並提高自身的競爭力。總結而言，IoT4Ag技術在多個方面為青農帶來效益。它不僅提高生產效率，支持決策制定，實現資源管理與節省，還增強了市場競爭力和知識共享。青農在考慮採用IoT4Ag技術時應綜合考慮各種因素，包括實際效益、投資回報、務農經驗、資源狀況和經濟實力，以做出明智的決策，從而為自身的農業業務帶來更大的發展和成功。綜合以上結果我們增加了六項變項：教育背景、能力、資源、效益、務農經驗及3C自我效能變項，如圖4-2所示。

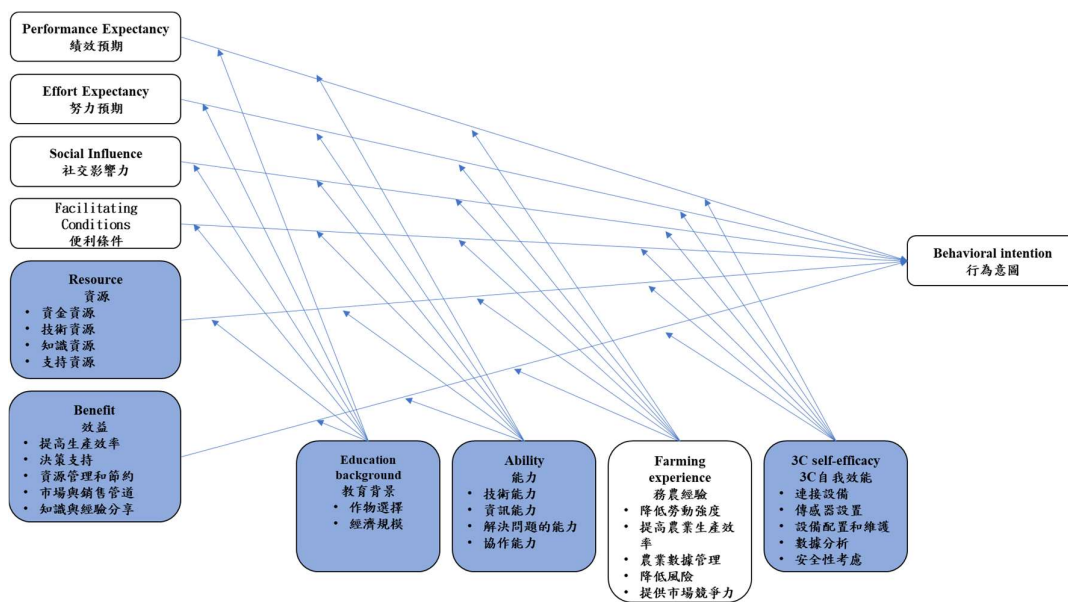


圖 4-2 UTAUT增加變項

來源：本研究整理

由研究所得到的上列六個變項教育背景、能力、資源、效益、務農經驗及3C自我效能等，我們可以套用於UTAUT框架來分析青農在考慮採用IoT4Ag技術時的因素和決策過程。UTAUT中的績效預期 (Performance Expectancy)、努力預期 (Effort

Expectancy)、社交影響 (Social Influence) 和便利條件 (Facilitating Conditions) 之關聯：

1. 績效預期：青農在考慮採用IoT4Ag技術時會評估其對農業企業發展和成功的實際好處。如果他們認為IoT4Ag技術可以降低工作強度、提高生產效率、優化管理方式、降低風險和增強市場競爭力等方面帶來的效益很高，他們對IoT4Ag技術的績效預期就會更高。
2. 努力預期：青農的感知易用性與他們對使用IoT4Ag技術所需努力的預期相關。如果他們認為自己擁有足夠的能力和技術知識來使用這項技術，他們可能會預期使用IoT4Ag技術的努力較低，從而提高其感知易用性。
3. 社交影響：青農的教育水準、經驗和技術背景可能會影響他們對IoT4Ag技術的感知易用性和感知行為控制。社交影響因素可能包括其他農民、專業人士、同行或家人對IoT4Ag技術的認可和支持程度。如果青農受到積極的社交影響，他們可能更有可能認可和接受IoT4Ag技術，從而提高其感知行為控制。
4. 便利條件：資源和能力是影響青農對IoT4Ag技術的感知有用性和感知行為控制的重要因素。青農的資金、技術基礎設施和支持資源的可用性將影響他們採用和操作IoT4Ag技術的便利程度。如果他們有足夠的資源來投資和操作IoT4Ag技術，便利條件將提高他們對IoT4Ag技術的感知有用性和感知行為控制。

綜上所述，青農在考慮採用IoT4Ag技術時會綜合評估其教育背景、能力、資源、效益、務農經驗和3C自我效能等因素對感知有用性、感知易用性、主觀規範和感知行為控制的影響。這些因素將對他們最終是否採用IoT4Ag技術以及採用的程度產生影響。如果青農在教育背景方面具有較高的教育水準、經驗和技術背景，擁有足夠的能力和資源來應用IoT4Ag技術，同時對技術的效益和潛在好處有較高的認知，並且對自己使用技術的能力有信心，那麼他們更有可能對IoT4Ag技術表現出較高的績效預期、努力預期、社交影響和便利條件。然而，每個青農的情況都可能不同，他們的感知和決策可能受到其他因素的影響。因此，在推廣和應用IoT4Ag技術時，需要考慮到這些因素，並提供相關的支持和訓練，以增強青農對該技術的認知和能力，降低使用的難度，並促進社交影響和便利條件的形

成，從而提高他們對IoT4Ag技術的接受度和採用程度。最終，青農將根據自身的評估和判斷，綜合考慮這些因素，以及其他可能的影響因素，做出明智的決策，選擇是否採用IoT4Ag技術，並在實際操作中調整和優化其使用方式，以促進其農業企業的發展和成功。

根據上述五位訪談個案A1、A2、A3、B1及B2，並將其訪談結果根據有用過IoT4Ag系統及沒用過IoT4Ag系統之訪談分析內容彙整於表4-1。

表 4-1 IoT4Ag訪談分析內容之彙整

訪綱	有用過IoT4Ag系統	沒用過IoT4Ag系統
主要作物	高經濟作物，需要精準控制。	一般作物，不需要特別照料。
耕種人力	同樣作物相對慣行農法，可大幅縮減人力。	通常自行耕種，因為作物產值不高。
週遭友人使用IoT4Ag嗎？	<ul style="list-style-type: none"> ● 知道IoT4Ag的優點，因此會推薦給附近的農友。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 有聽過IoT4Ag，但是害怕投入成本難以回收。 ● 害怕天災損失。
會為每年提升農作收入設立目標嗎？	<p>會：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 植物工廠產能可以再擴充，用產能跟目前客戶的結構去推測未來的需求 ● 因為節省了澆灌時間，農友可以投入其他更有產值的活動，如花費更多時間參加農業市集推廣自家作物，以提高收益。 ● IoT4Ag裝置已經模組化，所以產出已可估計及量化 	<p>不會：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 因為最大成本就是人工，自己種植很便宜。
用了IoT4Ag之後，有達到增加耕種效率或提升農作收入嗎？	有的。	N/A
依小地主大專業農農機設備補助基準，通常有申請身分限定，您覺得合理嗎？	<ul style="list-style-type: none"> ● 不公平，新加坡最近這幾年，政府大力的在資助這些植物工廠業者，然後我們看了好羨慕 ● 不公平，而且每年補助金額不多，投資下去要好幾年才能回本。 ● 合理，農委會制定政策就是引導產業的走向。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 在公平性來說的話，應該也要包含小農在內。 ● 合理阿，我們附近也有種花的，他應該也不希望他的補助被其它作物的人搶走。
您認為導入IoT4Ag可能產生的好處有哪些？	<ul style="list-style-type: none"> ● 植物工廠產出穩定，省水，且可隨意擴充產能。 ● 可用目前產能去推測客戶未來產品需求量。 ● 節省人力，節省時間，可遠端管理，避免交通往返的風險。 ● 提升產出。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 提供很多資訊（但是資訊也要精準，使用的人要會判讀，不然過多資訊也是無用）。 ● 可聯網，因此可以遠端遙控，（這是可以節省人力，但有時候這就像開關燈一樣只需要手指頭按下去而已，反而覺得沒必要又浪費我的種植面積）。
您認為導入IoT4Ag可能產生的壞處有哪些？	<ul style="list-style-type: none"> ● 投入成本高，回收期長。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 必須投入資金架設系統，施工團隊專業度很難評估。 ● 投入金錢又不知道有沒有效果，它的規格又不像電腦都是標準的，而且都是要訂製，我下次種其它作物好像這些都不能用了。

來源：本研究整理



第二節 三種使用者族群之想法和行為分析

本研究透過研究分析進一步提出IoT4Ag採用之三種使用者族群類型，可用以識別青農進入精準農業所需的條件、以及三種使用者族群當中的瓶頸點，並確保一條可行的成功採用IoT4Ag技術的路徑。本研究將使用者族群類型分為下列三種：

第一種使用者族群：意識建構之潛在使用者。在這個使用者族群，青農對IoT4Ag的存在和潛在好處開始有意識。他們可能已經聽說過IoT4Ag技術在農業中的應用，但對其具體細節和優勢尚不太了解。在這個使用者族群，關鍵是引起他們的興趣並提高他們的意識。

第二種使用者族群：決策使用之游移使用者。在這個使用者族群，青農已經決定採用IoT4Ag技術，並開始實際應用它。關鍵是確保他們能夠持續使用，並成為忠誠的使用者。在這個使用者族群，關鍵是提供持續的價值和支持，以確保他們對IoT4Ag技術的信心和滿意度。

第三種使用者族群：持續使用之忠誠使用者。在這個使用者族群，青農已經決定採用IoT4Ag技術，並開始實際應用它。關鍵是確保他們能夠持續使用，並成為忠誠的使用者。在這個使用者族群，關鍵是提供持續的價值和支持，以確保他們對IoT4Ag技術的信心和滿意度。

基本上，青農必須克服這三使用者族群中的瓶頸點，一路過關斬將，循序漸進才有可能一路由第一使用者族群、第二使用者族群，最終才能有機會達到第三使用者族群，成為成功採用IoT4Ag技術的「忠誠使用者」；然而，需要注意的是，每個青農可能在不同使用者族群有不同的需求和挑戰，因此個別的支持和客製化的解決方案對於確保其成功接受IoT4Ag技術至關重要，如圖4-3所示。以下將就三個使用者族群影響使用者的各個變項分別進行討論。

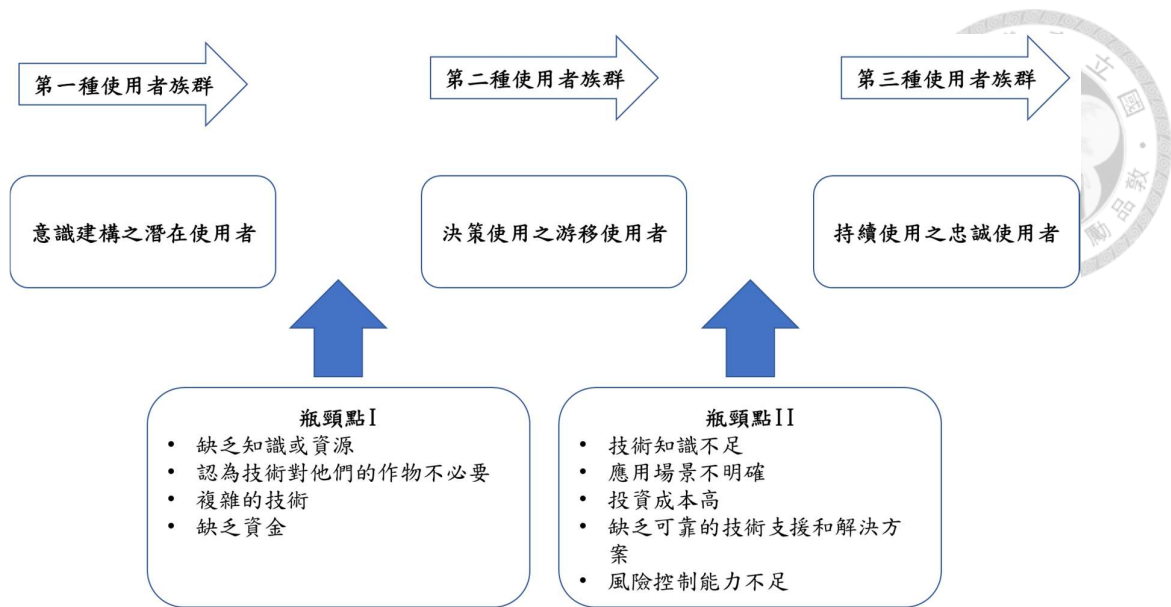


圖 4-3 青農進入精準農業之使用者族群類型

來源：本研究整理

一、第一種使用者族群：意識建構之潛在使用者

精準農業是一個新興的領域，利用最新的技術進步優化農業生產過程。IoT4Ag 技術與精準農業的整合為青農帶來了顯著的好處，包括增加作物產量、降低成本和減少環境影響。然而，這些技術的採用並不普及，還需要解決重大的挑戰。根據 IoT4Ag 的精準農業框架的接受涉及三種使用者族群。第一種使用者族群是針對潛在使用者的意識建立。在這個使用者族群，重點是讓青農了解 IoT4Ag 技術的好處及其潛在應用。這需要廣泛的教育和訓練計劃，為青農提供必要的知識和技能，以操作和利用 IoT4Ag 技術。這些計劃必須設計成易於了解和接受的方式，以適應不同技術能力水準的青農。在第一種使用者族群的意識建立中，有幾個關鍵要素需要考慮，包括績效預期、努力預期、社交影響、便利條件、教育背景、能力、資源、效益、務農經驗及 3C 自我效能變項。以下是這些要素與潛在使用者的動態關係的解釋：

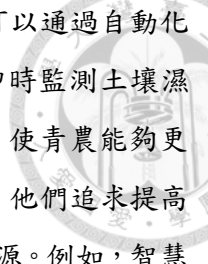
- (一) 績效預期：潛在使用者對於使用 IoT4Ag 技術後可能獲得的績效或好處的期望。這可以包括增加農產品產量、提高品質、節省時間和資源等。在意識建立使用者族群，需要強調和展示 IoT4Ag 技術對於農業生產的潛在優勢，以增加潛在使用者對其效益的預期。



- (二) 努力預期：潛在使用者認為採用IoT4Ag技術所需付出的努力程度和難度的預期。這可能涉及學習新的技術、安裝和維護感測器、數據分析等。在意識建立使用者族群，需要提供具體的訓練和支持計劃，以減輕潛在使用者對於學習和應用新技術的擔憂。
- (三) 社交影響：潛在使用者受到他人（例如同行、專家或領導者）對IoT4Ag技術的看法和採用行為的影響。這可能包括同行的成功案例、專家的推薦或領導者的支持。在意識建立使用者族群，需要提供相關的社交證據，以增加潛在使用者對於IoT4Ag技術的認可和接受度。
- (四) 便利條件：潛在使用者認為使用IoT4Ag技術的相對優勢和方便程度。這包括技術的可用性、成本效益、資源可及性等。在意識建立使用者族群，需要解釋IoT4Ag技術的可行性和實施的便利性，並提供相關的資源和支持，以促進潛在使用者對於技術的積極態度。
- (五) 教育背景：在第一種使用者族群的意識建構中，青農的教育背景對他們對作物選擇能力和對IoT4Ag技術的認識有一定的影響。如果青農在教育背景中接受了相關的農業知識和訓練，他們可能更能夠了解和應用IoT4Ag技術，並在作物選擇方面做出明智的決策。這是因為他們對作物特性、生長需求和市場需求有更深入的認識和了解。青農的教育背景還可能影響他們對市場行情和作物品種的了解程度，這對於他們對主觀規範的認知也有影響。教育背景可以提供他們在農業領域中的相關知識和經驗，使他們更能夠掌握市場趨勢和作物品種的變化。這樣的了解程度可能影響他們對於使用IoT4Ag技術的態度和接受程度，因為他們可能更能夠看到這些技術在提高生產效率和獲取市場優勢方面的潛力。
- (六) 能力：在第一種使用者族群的意識建構中，青農對IoT4Ag的存在和潛在好處開始有意識，但對其具體細節和優勢尚不太了解。因此，在這個使用者族群，重要的是引起他們的興趣並提高他們的意識。技術能力、資訊能力、解決問題的能力和合作能力被證明是青農應對IoT4Ag需求和目標的關鍵要素。這些能力使他們能夠更好地選擇和應用適合的IoT4Ag內容，並有效地處理和分析相關資訊，從而做出明智的決策和

解決問題。此外，良好的合作和溝通能力將有助於他們與其他相關利害關係人進行合作，實現更好的IoT4Ag應用效果。因此，青農在培養這些能力的同時，也應該持續學習和更新知識，以跟上農業科技的發展趨勢，並不斷提升自身的專業水準。

- (七) 資源：在第一種使用者族群的意識建構中，青農在面臨現代農業生產的挑戰時，開始考慮選用IoT4Ag技術在這個使用者族群，青農對IoT4Ag的存在和潛在好處開始有意識。他們可能已經聽說過IoT4Ag技術在資源需求方面，技術資源是青農在意識建構使用者族群所需的重要資源。他們需要獲取有關IoT4Ag技術的基礎知識，了解其在農業生產中的應用領域，以及如何將其應用於自己的農場。此外，青農也需要資金資源來開展相關的技術研究和設備購置。知識資源和支持資源對於青農在意識建構使用者族群的決策過程中也起著重要作用。青農需要透過各種資源，如專業的顧問、技術支援和訓練課程，來獲取有關IoT4Ag技術的深入知識。這些資源可以幫助青農更好地了解技術的潛在優勢和適用性，從而增強他們在農業生產中的效率和可持續性。綜上所述，青農在考慮選用IoT4Ag技術時，需要重視技術資源、資金資源、知識資源和支持資源的影響。這些資源的有效利用可以幫助青農促進農業現代化。
- (八) 效益：在第一種使用者族群的意識建構中，青農對IoT4Ag的存在和潛在好處開始有意識，但對其具體細節和優勢尚不太了解。青農在選擇IoT4Ag技術時通常會考慮生產效率提升、決策支持、資源管理和節省、市場與銷售管道的擴充，以及知識與經驗的分享等方面的效益。IoT4Ag可以顯著提高青農的生產效率。透過IoT4Ag，青農能夠實現智慧化管理和監控，利用感測器和IoT4Ag技術等手段實時收集和分析農田、作物、養殖環境等數據，以改善農業生產過程，減少資源浪費，並優化農作物生長和動物養殖環境。IoT4Ag可以顯著提高青農的生產效率。
- (九) 務農經驗：在這個使用者族群，潛在的青農開始意識到IoT4Ag的存在和潛在好處。他們或許已經聽說過IoT4Ag技術在農業中的應用，但對於具體細節和優勢還不太瞭解。在這個使用者族群，關鍵是引起他們的興趣並提高他們的意識。青農在選擇IoT4Ag時會考慮以下幾個方面的



務農經驗。首先，他們希望降低工作強度，IoT4Ag技術可以通過自動化的感測器和監控系統來實現這一目標。這些系統可以即時監測土壤濕度、溫度、養分含量等環境標準，提供精準的農業數據，使青農能夠更好地管理農田和作物，減少人工巡查和工作投入。其次，他們追求提高農業生產效率，IoT4Ag技術可以幫助他們更好地利用資源。例如，智慧灌溉系統可以根據土壤濕度和氣象條件自動調整灌溉水量，確保植物得到適量的水分，減少水資源的浪費。同樣地，智慧化的噴灑系統可以根據作物需求進行精準施肥和噴藥，減少化學物質的使用，提高農產品的品質。此外，農業數據管理也是青農考慮的重點。IoT4Ag技術可以幫助他們更好地收集、管理和分析農業數據。透過感測器和IoT4Ag平台收集的數據可以用於監測作物生長、預測病蟲害發生和優化農業生產計劃。青農可以利用這些數據做出更明智的決策，優化農業經營和管理，提高農產品的產量和品質。

- (十) 3C自我效能：當青農選擇採用IoT4Ag技術時，在第一種使用者族群的意識建構，在這個過程中，他們需要掌握一些基本的電子設備操作知識。首先，了解設備的連接方式是關鍵。IoT4Ag系統通常需要使用感測器、監視器和控制器等設備。在使用這些設備之前，青農需要瞭解它們如何通過Wi-Fi、藍牙或其他無線通信技術進行連接。此外，他們還需要學會設置和管理網路連接，例如設定Wi-Fi密碼和處理網路連接問題等。其次，感測器的設置也是重要的一環。IoT4Ag利用各種感測器來監測土壤濕度、氣象條件、水質等數據。因此，青農需要學會如何正確安裝這些感測器。這可能涉及到將感測器固定在土壤中、掛在作物上或安裝在建築物上等操作。同時，他們還需要了解如何校準感測器，以確保數據的準確性。此外，設備的配置和維護也不可忽視。IoT4Ag系統通常包含一個中央控制器，用於管理和監控所有設備。因此，青農需要學習如何配置這個控制器，例如設定警報閾值和建立自動化程序等。此外，他們還需要定期維護設備，例如更換電池和處理故障等。在IoT4Ag的應用中，數據分析是一個關鍵的部分。青農需要學會如何分析和解讀由IoT4Ag系統產生的大量數據。這可能需要他們使用特定的軟體或平台

來處理數據，例如農業管理軟體或數據分析工具。通過這些工具，他們可以提取有用的資訊，例如預測作物生長狀況和識別病蟲害。

在第一種使用者族群的意識建立中，隨著潛在使用者對IoT4Ag技術的深入認識，他們對於技術的績效預期可能提高，期望獲得更多收益和優勢。同時，他們對於努力預期的感知可能會隨著訓練和教育的知識和技能獲得而改變，他們可能感覺到使用這些技術的努力程度降低。這強調了教育和訓練的重要性，以幫助潛在使用者獲得更多有關IoT4Ag技術的知識和技能，從而提高他們對技術的接受度和應用能力。社交影響在意識建立使用者族群中也可能發揮作用。當潛在使用者看到其他青農成功應用IoT4Ag技術並取得好成果時，他們的社交影響可能增強，對技術的接受度和認可度也會提高。這可以通過舉辦經驗交流會、青農示範工程以及分享成功案例等方式實現。這樣的社交證據可以激勵潛在使用者嘗試使用IoT4Ag技術，並相信IoT4Ag技術可以為他們帶來實際的好處。便利條件的改善也可能影響潛在使用者對IoT4Ag技術的態度和接受度。如果技術的可用性提高，相關設備和資源更容易獲得，並且成本效益更加明顯，潛在使用者可能更傾向於接受和採用這些技術。

綜合考慮增加政策支持、務農經驗和3C產品使用能力等要素，以促進潛在使用者對於IoT4Ag技術的正面態度和積極接受度的形成是相當重要的。政策支持可以提供政策保障和經濟支持，降低青農採用IoT4Ag技術的風險和成本。政府可以制定對應的政策，例如提供稅收優惠、補助或貸款等形式的支持，鼓勵青農使用IoT4Ag技術進行農業生產。務農經驗對於青農來說是寶貴的資產，因為他們更了解農業生產的實際需求和挑戰。通過提供訓練和教育，青農可以瞭解IoT4Ag技術在農業中的應用價值，以及如何有效地使用這些技術解決問題。農業專家和技術人員可以與青農合作，分享他們的專業知識和經驗，幫助青農更好地了解和應用IoT4Ag技術。提升青農的3C產品使用能力也是重要的一環。3C產品（電腦、通訊和消費電子產品）已經成為農業領域的重要工具，能夠協助青農收集和分析數據，控制設備和監測農田狀況等。提供相關的訓練和支持，使青農能夠熟練地操作和運用3C產品，將有助於他們更好地應用IoT4Ag技術，提高農業生產效率和產量。因此，在第一種使用者族群的意識建立中，需要綜合考慮這些動態關係。通過提供相關的教育、訓練、社交證據和資源支持，可以促進潛在使用者對IoT4Ag技術的正面

態度和積極接受度的形成。這些措施將有助於青農更好地了解和應用IoT4Ag技術。



二、第二種使用者族群：決策使用之游移使用者

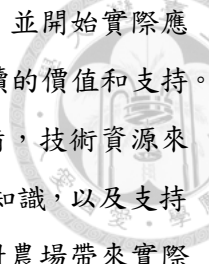
在第二種使用者族群中，猶豫不決的青農考慮IoT4Ag的重點是確保持續的價值和支持，以確保他們對IoT4Ag技術的信心和滿意度。首先，他們希望看到IoT4Ag技術在實際應用中帶來的效益。這可能包括提高生產效率、減少資源浪費、降低成本和增加農作物產量等方面的優勢。透過提供可量化的數據和統計資訊，以展示IoT4Ag技術的價值，能夠建立青農對其的信心和滿意度。其次，技術支持和訓練也是考慮的重點。青農需要確保能夠獲得適當的技術支持和訓練，以確保他們能夠正確地使用和應用IoT4Ag技術。提供清晰的使用指南、教育資源和線上支援平台，有助於解決可能出現的問題和困難，使青農能夠順利使用IoT4Ag技術。

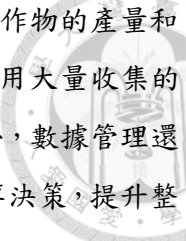
此外，建立良好的客戶關係管理機制也是重要的。與青農建立緊密的合作關係，定期與他們溝通，了解他們的需求和回應，並及時回應他們的問題和疑慮，有助於建立青農對IoT4Ag技術的滿意度。提供客製化的解決方案，根據青農的特定需求調整和改進IoT4Ag技術，能夠滿足他們的需求。同時，持續創新和升級也是考慮的關鍵。IoT4Ag技術是不斷發展和演進的領域，因此青農需要確保他們使用的技術保持最新和具有競爭力。持續關注市場上的新技術和解決方案，並考慮升級現有的系統和設備，以提高效能和效果。最後，安全和隱私保護是不可忽視的。IoT4Ag技術涉及大量數據的收集和共享，因此保障安全和隱私是非常重要的考慮因素。青農需要確保採取適當的安全措施，以保護他們的數據和隱私。這可以包括使用加密技術來保護數據傳輸和儲存，限制數據的存取權限，以及建立堅固的防火牆和安全監控系統來防範潛在的威脅。總之，在第二種使用者族群中，猶豫不決的青農考慮IoT4Ag的重點是確保持續的價值和支持。他們希望看到實際效益，並需要適當的技術支持和訓練來正確應用技術。建立良好的客戶關係管理機制，持續創新和升級技術，以及保障安全和隱私，都是確保青農對IoT4Ag技術信心和滿意度的重要步驟。第二種使用者族群中，猶豫不決的使用者需要考慮以下幾個關鍵因素，以評估採用IoT4Ag技術的利益和成本：

（一）績效預期：使用者需要評估IoT4Ag技術在農業系統中可能帶來的績效

改善。這可能包括提高農作物產量、節省資源（如水和能源）、降低生產成本、改善農業管理效率等。使用者應該研究相關的案例和實際應用情況，以了解IoT4Ag技術對農業的實際影響。


- (二) 努力預期：使用者需要評估實施IoT4Ag技術所需的努力和資源投入。這包括學習和訓練時間、技術支援、系統配置和設置等。使用者應該評估他們自身的能力和資源，以確定是否能夠有效地採用和管理IoT4Ag技術。
- (三) 社交影響：使用者可能會受到他人的意見和回應影響，尤其是來自同行和專家的建議。他們可以參考其他青農、業界組織、IoT4Ag系統供應商或顧問的看法，以獲得有關IoT4Ag技術在農業中的潛在價值和可行性方面的資訊。
- (四) 便利條件：使用者應評估實施IoT4Ag技術所需的相關條件和基礎設施。這可能包括適當的網路連接、數據儲存和處理能力、感測器和設備的可用性等。使用者需要確定這些便利條件是否可以得到滿足，以實現預期的效益。
- (五) 教育背景：青農的教育背景可能對其在IoT4Ag技術的決策使用之使用者族群產生影響。具備農業相關學科知識和資訊科技知識的青農可能在了解和應用IoT4Ag技術方面更具優勢。同時，參與相關訓練和課程也有助於青農提升對該技術的了解和應用能力。在游移使用者之決策使用種使用者族群，青農需要持續提供價值和支持，以確保他們對IoT4Ag技術的信心和滿意度。其中，持續提供價值包括提供準確的監測和預測資訊、改善作物管理和生產效率、減少資源浪費等。青農需要看到技術的實際效果，以維持對其的信任和忠誠度。
- (六) 能力：在游移使用者之決策使用第二種使用者族群，青農需要具備技術能力、資訊能力、解決問題的能力和合作能力。這些能力將有助於他們有效地應用IoT4Ag技術並提供持續的價值和支持給使用者。青農可以透過提供訓練、技術支援、維護服務和定期回應來確保使用者對技術的信心和滿意度。這將有助於建立忠誠的使用者基礎，並推動IoT4Ag技術的持續發展和改進。

- 
- (七) 資源：於第二種使用者族群，青農決定採用IoT4Ag技術，並開始實際應用。為了保持使用者的持續使用和忠誠度，青農需要持續的價值和支持。為此，他們需要獲取資金資源來購買和維護IoT4Ag設備，技術資源來應用和管理這些技術，知識資源來不斷學習和更新相關知識，以及支持資源來解決問題和提供服務。青農應確保IoT4Ag技術對農場帶來實際經濟和生產效益，並根據IoT4Ag技術的回應進行改進。IoT4Ag技術的供應商持續的技術支持、訓練和教學，幫助青農解決問題和克服挑戰，是保持使用者忠誠度的關鍵。IoT4Ag技術的供應商還應主動收集使用者回應，並根據回應進行技術改進和升級，以滿足青農的需求和期望。總之，在第二種使用者族群，IoT4Ag技術的供應商需要綜合利用資金、技術、知識和支持資源，以及根據青農的需求和回應進行決策和行動，以確保IoT4Ag技術的成功應用和青農的持續滿意度。
- (八) 效益：在青農的第二種使用者族群游移使用者之決策使用，確保持續的價值和支持是至關重要的。這包括提供更新和改進的軟體和硬體系統，建立使用者社群以促進知識共享，提供訓練和教育資源，以及提供監測和分析工具來幫助青農做出明智的決策。此外，數據整合和決策支持工具可以幫助青農整合多種數據來源並提供洞察和建議。同時，提供市場和銷售管道的資訊可以幫助青農了解市場需求和調整種植計劃。這些措施將有助於提高青農的生產效率，支持決策制定，有效管理和節省資源，並擴充市場和銷售管道。同時，建立知識共享和經驗分享的平台，將有助於青農之間的互動和學習，提高對IoT4Ag技術的信心和滿意度。
- (九) 務農經驗：在游移使用者之決策使用之使用者族群，青農已經決定採用IoT4Ag技術，並開始實際應用它。這一種使用者族群的關鍵在於確保他們能夠持續使用該技術，並成為忠誠的使用者。為了確保青農對IoT4Ag技術的信心和滿意度，持續提供價值和支持至關重要。首先，IoT4Ag技術降低了工作強度。通過自動化和遠程監控，感測器和自動化設備可以執行諸如澆水、施肥和噴灑農藥等任務，減輕了青農的工作負擔。其次，該技術提高了農業生產效率。青農可以藉助IoT4Ag技術獲取實時數據和決策支持，以做出更準確的農業管理決策。通過監測土壤



濕度、養分水準等參數，優化灌溉和施肥方案，從而提高作物的產量和品質。IoT4Ag技術還有助於農業數據管理。青農可以利用大量收集的數據進行分析和決策支持，從而優化農業生產過程。此外，數據管理還可以幫助青農進行農作物追溯、資源管理和供應鏈優化等決策，提升整體效率。該技術還能夠降低風險。通過實時監測農田和農作物的狀態，及早發現病蟲害、枯萎等問題，並採取適當的措施進行防治。預警系統的使用使得青農能夠在面臨風險時迅速做出反應，減少損失。最後，IoT4Ag技術為青農提供了市場競爭力。通過實時獲取市場資訊和需求，青農可以更好地了解消費者偏好和市場趨勢。這使得他們能夠調整生產策略，提供符合市場需求的產品，增強競爭力並擴大市場占有率。綜上所述，游移使用者之決策使用之使用者族群的關鍵是通過持續提供價值和支持，確保青農對IoT4Ag技術的信心和滿意度。通過降低工作強度、提高生產效率、數據管理、降低風險和提供市場競爭力，IoT4Ag技術為青農帶來了許多好處。

- (十) 3C自我效能：在第二種使用者族群游移使用者之決策使用，青農致力於提供持續的價值和支持，以確保IoT4Ag技術的信心和滿意度。首先，他們重視使用者的自我效能，透過訓練和支援，協助使用者掌握技術操作和功能，從而增強他們的自信心。此外，青農也確保IoT4Ag設備能夠穩定連接並與使用者的系統進行通信，透過定期的維護和監控，確保連接的穩定性和可靠性。同時，青農關注感測器設置的準確性，提供相關的教學和訓練，以幫助使用者適當地配置和使用感測器，確保獲取準確的數據。此外，青農提供設備配置和維護的支持，包括軟體更新、故障排除和硬體維護，以確保使用者的設備能夠持續運作並提供準確的數據和功能。數據分析也是青農關注的重點，IoT4Ag技術提供數據分析和報告工具，幫助青農解讀和應用從IoT4Ag技術收集到的數據。這有助於青農做出更明智的決策並優化農業生產過程。在整個過程中，青農對安全性考慮給予高度重視。他們確保數據的加密和隱私保護，並實施系統的防護措施，以保障使用者的數據和系統不受未經授權的存取和損害。青農與IoT4Ag技術供應商建立良好的溝通和回應機制，以了解



他們的需求和問題。他們提供技術支持和即時的客戶服務，以解答青農的疑問並解決問題。透過這些努力，IoT4Ag技術供應商致力於成為青農信賴和忠誠的夥伴，並確保他們能夠持續使用IoT4Ag技術。


在IoT4Ag技術的游移使用者之決策使用之使用者族群，青農需要考慮多個因素來確保持續的價值和支持，並提高青農的信心和滿意度。首先，他們應評估技術在農業系統中的績效改善，包括提高產量、節省資源、降低成本和提高管理效率等。其次，青農需要評估實施技術所需的努力和資源投入，並考慮教育背景對技術應用的影響。此外，社交影響和便利條件也需要納入考慮，以確保技術的可行性和可用性。在這一種使用者族群，青農還需要具備技術能力、解決問題的能力和合作能力，並綜合利用資金、技術、知識和支持資源。持續提供價值和支持是保持使用者忠誠度的關鍵，並應根據青農的需求和回應進行改進和升級。此外，青農應確保IoT4Ag技術對農場帶來實際經濟和生產效益，並建立使用者社群來促進知識共享和學習。最後，青農需要獲取資金、技術、知識和支持資源來維持持續的價值和支持，並根據青農的需求和回應進行決策和行動。IoT4Ag技術為青農帶來了許多好處，包括降低工作強度、提高生產效率、數據管理、降低風險和提供市場競爭力。綜上所述，青農在這一種使用者族群需要全面考慮各方面因素，以確保IoT4Ag技術的成功應用和青農的持續滿意度。

最終的決策應該根據以上評估因素的綜合考慮。如果績效預期高、努力預期相對較低、社交影響積極、便利條件滿足，並且風險可控，那麼青農可能傾向於採用IoT4Ag技術。然而，如果績效預期不明確或相對較低、努力預期過高、社交影響較小、便利條件不足，或風險無法有效管理，那麼青農可能會猶豫不決或暫時延遲採用IoT4Ag技術。在做出最終決策之前，青農可以進一步進行試驗和實地測試，以驗證IoT4Ag技術在他們特定農業系統中的效益。此外，他們還可以尋求專業意見和建議，尤其是來自農業和IoT4Ag領域的專家，以幫助他們更好地了解 and 評估採用IoT4Ag技術的潛在價值。最終，決策是個人化的，青農需要權衡各種因素並根據自身的需求、資源和風險承受能力做出適合自己的選擇。他們應該考慮以上因素，並制定明確的計劃和策略，以確保成功地採用IoT4Ag技術並實現可持續的經濟效益。

三、第三種使用者族群：持續使用之忠誠使用者


在針對第三種使用者族群忠誠使用者之持續使用，除了提供持續的支持和維護以確保青農能夠繼續使用IoT4Ag技術，還需要關注以下幾個關鍵方面：

- (一) 績效預期：為了確保青農能夠持續使用技術，他們需要看到技術帶來的實際效益和價值。這可能包括提供使用案例、成功故事和數據，展示技術對生產力、效率和收益的影響。
- (二) 努力預期：青農需要明確了解他們需要投入多少時間、資源和努力來學習和使用IoT4Ag技術。這可以透過提供訓練計劃、教育資源和教學材料來實現。
- (三) 社交影響：社交影響是指青農在他們的社交網路中觀察到其他青農使用IoT4Ag技術所帶來的好處和成功故事。這種影響可以通過建立社群平台、舉辦研討會和分享活動來促進。
- (四) 便利條件動態關係：確保青農能夠輕鬆使用IoT4Ag技術也是關鍵。這可能涉及提供易於使用的介面和工具，簡化安裝和設置過程，並確保技術與現有農業基礎設施和設備的相容性。
- (五) 教育背景：在青農進入第三種使用者族群時，他們可能已經獲得相關的教育背景，使他們能夠了解和應用IoT4Ag技術。青農可能具有農業科學或農業工程的學士或碩士學位，這些學位涵蓋了農業生產、作物種植、土壤管理等方面的知識。這些學科的教育背景能夠幫助他們了解IoT4Ag技術在現實農業中的應用和效益。由於IoT4Ag技術涉及到IoT4Ag設備、感測器、數據分析等方面，因此青農可能具備資訊科學或電子工程相關的學士或碩士學位。這些學科的教育背景使他們能夠了解和應用IoT4Ag技術在農業中的應用。青農可能通過參加IoT4Ag相關的專業訓練課程或獲得相關的認證，以提升他們對IoT4Ag技術的了解和應用能力。這些訓練和認證可以來自農業技術供應商、農業研究機構或相關的專業組織。青農需要確保他們能夠持續使用IoT4Ag技術並從中獲得價值，這可以通過提供穩定的技術支持、定期的更新和升級、教育訓練等方式實現。同時，建立良好的溝通和回應機制，以了解使用者的需求和回應，並及時做出對應的改進和優化，這有助於提高青農對IoT4Ag技術的信心和滿意度。



(六) 能力：在第三種使用者族群，青農需要具備相關的技術知識和技能，以有效地使用IoT4Ag技術。他們應該了解如何操作和管理IoT4Ag設備、感測器、監測系統等，並能夠解讀和分析收集到的數據。此外，他們還需要了解相關的軟體應用程式和平台，以便更好地運用IoT4Ag技術。青農需要具備良好的資訊蒐集和處理能力。他們應該能夠獲取IoT4Ag技術的最新資訊和趨勢，並了解如何應用這些資訊來改進自己的農業實際運用。他們可以通過閱讀專業文獻、參加相關的訓練課程和工作坊等方式來增強他們的資訊能力。青農應該能夠有效地解決在使用IoT4Ag技術中遇到的問題和挑戰。他們需要具備分析問題、找出解決方案、實施改進措施的能力。這可能涉及到硬體故障的修復、軟體程式的調整、數據分析的優化等。在第三種使用者族群中，青農可能需要與其他農業專業人士、IoT4Ag系統供應商或技術專家合作。他們應該能夠有效地與其他人合作，共同解決問題、分享經驗和知識。合作能力也包括良好的溝通技巧，能夠清晰地表達自己的需求和想法，並了解他人的意見和建議。總的來說，忠誠使用者之持續使用的使用者族群要求青農在技術、資訊、解決問題和合作等方面具備一定的能力，以確保他們能夠持續使用IoT4Ag技術並滿意地應用它。

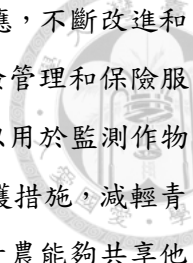
(七) 資源：在第三種使用者族群，青農需要確保他們擁有足夠的資金資源、技術資源、知識資源和支持資源，以確保他們能夠持續使用IoT4Ag技術並成為忠誠的使用者，青農需要足夠的財務支持，以確保他們能夠持續營運和使用IoT4Ag技術。這包括資金用於購買和維護IoT4Ag設備、支付相關的營運費用，以及進行技術升級和擴充等。青農需要確保他們擁有足夠的技術資源，包括IoT4Ag設備、感測器、監控系統等，以實施和維護IoT4Ag技術。此外，他們也需要確保設備的穩定性和可靠性，並及時進行維修和升級。青農需要不斷學習和獲取關於IoT4Ag技術的知識，以提高他們在實際的應用水準。這包括了解IoT4Ag設備的操作和維護，了解數據分析和應用，以及了解相關的農業領域知識。他們可以通過訓練課程、研討會、網路資源等途徑來獲取這些知識資源。青農需要得到持續的支持，以確保他們能夠解決在使用IoT4Ag技術中遇到的



問題和挑戰。這包括技術支援、維修服務、遠程監控和故障排除等。此外，他們還可以從IoT4Ag系統供應商、農業專家和同行業者等方面獲得專業的支持和建議。綜上所述，在第三種使用者族群，青農需要確保資金、技術、知識和支持等資源。

(八) 效益：在第三種使用者族群，青農的目標是持續提高生產效率、決策支持、資源管理和節省、市場與銷售管道，以及知識與經驗分享。可確保青農成為忠誠的IoT4Ag技術使用者，確保IoT4Ag技術為青農帶來持續的好處和價值。這可以包括進一步提高生產效率、減少資源浪費、提供準確的決策支持等。IoT4Ag技術供應商應該持續關注並改進其產品或服務，以滿足青農的需求。建立一個支持系統，讓青農能夠解決技術使用中可能出現的問題。這可以包括提供技術支援、線上或現場訓練、常見問題解答等。IoT4Ag技術供應商應該確保青農能夠及時獲得幫助，以解決任何可能阻礙他們持續使用IoT4Ag技術的問題。隨著技術的進步和青農需求的變化，定期提供更新和升級是非常重要的。這可以包括軟體更新、新功能的添加、改進的硬體設備等。透過提供更新和升級，IoT4Ag技術供應商能夠確保其產品或服務始終能夠滿足青農的需求。建立一個社群平台或合作網路，讓青農能夠互相交流、分享知識和經驗。這可以促進合作和學習，並提供一個互相支持的環境。IoT4Ag技術供應商可以組織線上或線下的活動，例如工作坊、研討會或農業展覽會，讓青農有機會交流和建立聯繫。定期收集青農回應，並根據回應來改進產品或服務。

(九) 務農經驗：在第三種使用者族群，為了確保青農持續使用IoT4Ag技術並成為忠誠的使用者，持續提供價值和效益，確保IoT4Ag技術能夠降低工作強度、提高生產效率，為青農帶來實質的好處。通過監測土壤濕度和氣候條件等IoT4Ag感測器，提供準確的農業數據和分析，幫助他們做出明智的決策。其次，提供持續的技術支持和訓練，確保青農能夠熟練地應用IoT4Ag技術。定期舉辦訓練課程，建立線上支持平台，並提供專家諮詢服務，以解決他們的問題和回答疑問。關注青農的回應意見，積極收集和關注他們的需求和建議。這些回應意見可以通過定期的青



農調查、問卷調查或直接的交流來獲得。根據他們的回應，不斷改進和升級IoT4Ag技術，以滿足他們的期望。同時，提供風險管理和保險服務，幫助青農應對可能的災害或損失。IoT4Ag技術可以用於監測作物健康狀況、預測天氣和災害風險等，提供早期警示和保護措施，減輕青農的風險。最後，建立一個支持和交流的社區環境，讓青農能夠共享他們的經驗、最佳實際和技術創新。這可以通過線上論壇、農業網路社交平台或定期的交流會議來實現。這樣的社區建設促進了青農之間的合作。

- (十) 3C自我效能:在第三種使用者族群，青農需要相信自己有能力運用IoT4Ag技術，並從中獲得效益。提供訓練和支持，幫助青農熟悉和了解技術的使用方法，增強他們的自信心。確保IoT4Ag設備之間的順利連接。提供易於使用的介面和設定工具，使青農能夠輕鬆地配置和管理他們的設備連接。幫助青農選擇和配置合適的感測器，以收集關鍵的農業數據。提供教學和建議，確保感測器的正確安裝和運作，以獲取準確和可靠的數據。提供支持 and 教學，幫助青農配置和維護他們的IoT4Ag設備。這包括設定參數、更新軟體、定期檢查和維修設備，以確保其正常運作和可靠性。提供易於使用的數據分析工具，幫助青農從收集到的數據中獲取有價值的洞察和決策支持。這些工具可以幫助他們監測作物生長狀況、預測病害發生、優化灌溉和施肥等。確保IoT4Ag系統的安全性，防止未經授權的存取和數據洩露。採取安全措施，如身份驗證、數據加密和防火牆等，保護青農的數據和隱私。

通過提供持續的價值、支持和信心，青農可以成為IoT4Ag技術的忠誠使用者，並繼續從中受益。總之，第三個種使用者族群的目標是確保青農對IoT4Ag技術的持續使用，這需要提供支持、維護和訓練，並關注績效預期、努力預期、社交影響和便利條件動態關係。在這個使用者族群，青農已成功採用IoT4Ag技術，並正在受益。然而，在這個使用者族群的挑戰是確保青農以可持續的方式繼續使用技術。這需要提供持續的支持、維護和訓練，以確保青農了解該領域的最新發展和最佳實際應用。此外，保持青農IoT4Ag技術供應商之間的開放溝通管道對於解決可能出現的任何問題至關重要。另一個挑戰是解決技術標準和操作性問題。目前，IoT4Ag技

術有許多標準和協議，不同的IoT4Ag解決方案可能使用不同的標準和協議。這可能會導致系統之間的互用性問題，限制技術的應用。因此，有必要建立統一的標準和協議，以確保IoT4Ag解決方案之間的互用性。



第三節 三種使用者族群所面臨的瓶頸點與待解議題

根據本研究之三種使用者族群模型框架，在第一種使用者族群，潛在的使用者可能會面臨一些進入障礙。其中一個障礙即是他們缺乏對IoT4Ag技術的知識或資源，或者他們認為IoT4Ag技術對他們種植的作物是不必要的。對於依賴自然條件的作物來說，它們對環境變化不敏感且不容易受到害蟲的影響，因此只要在收穫期到來時進行正確的管理，作物就能夠豐收。此外，這些作物可能經濟價值較低，售價便宜，或者種植的土地面積不大，所以現有的人力資源已經足夠滿足種植的需求。因此，根本不需要使用複雜的IoT4Ag技術來維護這些作物。另一個阻礙是，實施IoT4Ag技術需要投資相關的硬體、軟體、通訊架構和感測器設備。這些設備和設施還需要根據青農種植的作物類型和土地面積進行定製，以實現精準農業。然而，隨著IoT4Ag系統的定製化和自動化程度越高，建設成本就越高。這也考驗著青農是否擁有足夠的資本來投資這項新技術。

使用IoT4Ag技術，青農可以利用數據分析來做出決策。例如，他們可以根據特定土地或作物的需求來施肥、灌溉或防治害蟲等。然而，這些決策必須根據數據的準確性和可靠性，需要一定程度的專業知識和經驗。此外，IoT4Ag系統還可以與其他系統，如後勤管理系統和市場趨勢分析系統相整合，進一步提高農業生產效率和產品品質。使用IoT4Ag系統，青農可以收集各種資訊，包括天氣、土壤狀況、水質和植物狀態等，並透過相關應用程式進行數據分析，獲得有用的農業生產資訊。然而，這些數據的分析需要相當程度的技術和專業知識，並不是每個青農都能了解和應用。此外，進行數據分析時可能會遇到大量的噪音和無效資訊，需要進一步過濾和處理，這需要相關的技能 and 經驗。


IoT4Ag技術對農業生產的效率和品質具有重要影響，然而應用這項技術需要一定的成本 and 技術投資，青農需要擁有對應的專業知識和技能。在實際應用中，青農需要根據自身情況評估是否有必要引入IoT4Ag技術，並選擇合適的硬體、軟體

和設備。他們需要考慮投資成本、技術訓練、數據分析能力以及系統維護等因素。IoT4Ag技術有助於提高生產效率、降低風險、節省資源和改善產品品質，但實施時必須謹慎評估其可行性和效益，並確保能夠適應青農的需求和限制。總結而言，第一種使用者族群的潛在使用者在考慮應用IoT4Ag技術時可能會遇到多個進入障礙，包括對技術的認知不足、相對較低的經濟價值和土地面積、高昂的建設成本以及數據分析所需的技術和專業知識。然而，如果青農能夠克服這些障礙，IoT4Ag技術有潛力提升農業生產效率和品質，並帶來更多的益處。

對 (IoT4Ag 技術)，基本上在樹的這方面不需要，對還有另外一點我們發現給他 (橄欖) 多的照顧，反而會讓它蟲害變多，比如說，你講的有機肥給它加進去，加進去之後呢，(橄欖) 樹等於就變好吃了，果實呢也許就變好吃了，那這個時候呢，它的病蟲害反而會變多。 (政策補助的) 重點不是它補助的不夠，就是覺得IoT4Ag的功能還是沒有辦法符合我的需求。(受訪者B1)

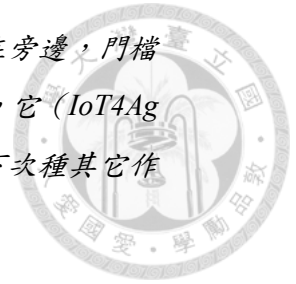
- 由以上分析可知，第一種使用者族群潛在使用者可能會碰到的挑戰如下所述：
- 一、缺乏知識或資源：對IoT4Ag技術缺乏相關知識，可能需要額外的學習和資源才能開始應用，例如需要熟悉感測器、數據收集、分析和處理等方面的知識。
 - 二、認為IoT4Ag技術對他們的作物不必要：一些使用者可能對IoT4Ag技術的應用價值持懷疑態度，認為使用這些技術不會帶來實質性的好處。
 - 三、複雜的技術：由於IoT4Ag技術本身的複雜性，對使用者的技術要求比較高，有些使用者可能會認為這些技術太複雜而放棄使用。
 - 四、缺乏資金：IoT4Ag技術的應用需要對應的硬體設備和軟體支持，這些都需要成本投入，這可能對部分使用者來說是一個負擔。

在第二種使用者族群中，青農可能屬於游移性使用者類型。他們對IoT4Ag技術的興趣日益增加，可能進行相關研究並對該技術表現出濃厚的興趣。他們也可能計劃投入這一新技術。然而，在台灣，IoT4Ag系統的使用率並不高，青農周圍的農戶實際運用IoT4Ag的機會也相對有限。因此，他們很難透過與周圍農戶的交流獲



得有關IoT4Ag實際使用評價的資訊，也難以了解使用IoT4Ag後對農業收益和耕作效率提升的實際效果。這使得青農缺乏對IoT4Ag技術的全面了解，難以進行有效的評估和選擇。此外，IoT4Ag的初期設計、評估和資金投入規模等資訊也會因青農所擁有的農地類型和種植作物的差異而有所不同。青農難以獲得有價值的建議，這可能對他們的農業生產產生不利影響。因此，青農需要更多的專業教學和技術支援，以充分利用IoT4Ag技術，提高農業生產效率和農作收益。為了解決這些問題，政府和相關機構需要加強IoT4Ag技術的推廣。此外，青農可能面臨技術門檻問題。儘管IoT4Ag技術為青農提供了更多的工具和解決方案，但對於沒有相關技術知識的青農來說，學習和應用這些技術可能是一大挑戰。此外，IoT4Ag技術還需要對應的設施和設備才能實現，例如感測器、數據收集器和無線網路等。購買和安裝這些設備需要相當的資金投入，對於初創的青農而言可能是一個不小的負擔。總的來說，雖然IoT4Ag技術為青農提供了更多的工具和解決方案，但在應用這些技術時，他們仍然面臨各種挑戰和障礙。首先，缺乏經驗和實際操作的機會是一個主要障礙。由於IoT4Ag技術在農業領域的應用相對較新，青農可能缺乏實際操作和經驗積累的機會。這使得他們在應用IoT4Ag技術時感到不安，可能擔心技術操作和應用的正確性。此外，缺乏專業教學和支持也是一個問題。青農可能缺乏與IoT4Ag技術專家進行溝通和諮詢的機會。缺乏專業教學和支持會增加他們在技術選擇、系統配置和故障排除方面的困難，並且可能導致他們無法充分利用IoT4Ag技術的潛力。為了克服這些挑戰，政府和相關機構可以採取多種措施。首先，提供針對青農的訓練和教育計劃，幫助他們了解IoT4Ag技術的基本原理和應用方法。這樣的訓練計劃可以包括實際操作和示範，讓青農有機會獲得實際的使用經驗。其次，建立專業教學團隊，為青農提供技術諮詢和支持，幫助他們解決技術操作和故障排除方面的問題。這些團隊可以由農業專家和技術人員組成，與青農密切合作，提供專業教學和解決方案。

*有聽過(IoT4Ag)但要花很多錢，而且颱風來了可能就全部壞掉了。……
我知道IoT4Ag有很多功能，但是我檸檬一斤才賣不到40元我要種多少檸檬才賺的回來？況且我如果改天又種蔬菜了那這投資怎麼辦？颱風來了果樹倒了，我可以自己扶起來或再種新的，但設備被吹壞我又要花錢修理？(受訪者B2)*



自己一個人管理就可以了，平常就除草跟放水，灌溉水源就在旁邊，門檔打開水就進來了。．．．．．投入金錢又不知道有沒有效果，它（IoT4Ag系統）的規格又不像電腦都是標準的，而且都是要訂製，我下次種其它作物好像這些都不能用了。（受訪者B2）

因為其實台灣還沒有整套的植物工廠方案（台灣植物工廠規格大多來自臺大方教授），所以都需要依功能自己調整規劃。（受訪者A1）

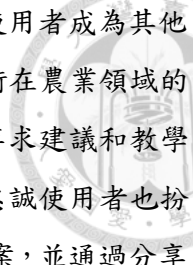
對農民來說（IoT4Ag系統）可模組化比較適合，因為每個農友對每個作物耕種方式在意的重點都不一樣，且以自動控制方面必須根據不同作物做調整，如土壤酸鹼度，或溫室花卉之一氧化碳，二氧化碳濃度，施肥後土壤內之氮磷鉀濃度等等。（受訪者A2）

（IoT4Ag系統）標準化及可模組化都有，因為（IoT4Ag技術）平台設計完善，所以可依作物的特性及農地的環境調整，都可以客製化。（受訪者A3）

由以上分析可知，第二種使用者族群游移使用者可能會碰到的挑戰：

- 一、技術知識不足：游移使用者對IoT4Ag技術可能只有基本的認識，對於具體的運用和實施可能缺乏相關知識。
- 二、應用場景不明確：游移性使用者可能還沒有明確的應用場景或是不確定哪些場景適合使用IoT4Ag技術。
- 三、投資成本高：IoT4Ag技術需要一定的投資成本，游移性使用者可能不知道如何評估投資回報率以及如何在預算內進行選擇和投資。
- 四、缺乏可靠的技術支援和解決方案：在使用IoT4Ag技術的過程中，游移性使用者可能會遇到技術問題，但可能無法及時得到解決方案和支援。
- 五、風險控制能力不足：IoT4Ag技術的運用可能涉及到一些風險，如數據安全、系統故障等，游移性使用者可能無法很好地控制和應對這些風險。

最後，第三種使用者族群的忠誠使用者之持續使用是那些已經成功克服了採用障礙，將IoT4Ag技術整合到農場中以提高生產力和效率的使用者。他們已經深深體會到IoT4Ag技術所帶來的好處，並將其視為不可或缺的工具。這些使用者在



實際運用中獲得了成功，並能夠展示他們的成果和經驗。這些忠誠使用者成為其他人考慮採用IoT4Ag技術的榜樣。他們的成功案例證明了IoT4Ag技術在農業領域的實用性和效益。其他青農或業界從業人員可以向這些忠誠使用者尋求建議和教學指引，了解如何將IoT4Ag技術應用於自己的農場或業務中。這些忠誠使用者也扮演著建立創新和實驗文化的角色。他們願意嘗試新的技術和解決方案，並通過分享他們的經驗和知識來推動整個農業行業的進步。他們鼓勵其他人開展試驗和創新，以探索更多適合IoT4Ag技術應用的領域。這種知識和經驗共享的文化有助於建立一個支持和促進IoT4Ag技術在農業中發展的環境。

本研究建構三種使用者族群模型框架的目的是檢視IoT4Ag技術在農業中的應用，並概述青農進入這一領域所需的條件，以確保他們有一條可能可行的成功路徑。此框架的三種使用者族群包括：第一種使用者族群是意識建構，即讓潛在使用者了解IoT4Ag技術的優勢和應用；第二種使用者族群是決策使用，即幫助游移使用者做出採用IoT4Ag技術的決策並提供支持；最後，第三種使用者族群是持續使用，指的是忠誠使用者穩定地應用IoT4Ag技術並成為引領行業發展的力量。而透過訪談結果得知，在第三種使用者族群，忠誠使用者之持續使用進一步表現出以下想法和行為：

- 一、穩定信任和依賴：忠誠使用者對IoT4Ag技術的信任程度非常高，他們相信這項技術可以持續為他們的農場提供價值和優勢。他們已經經歷了成功的應用案例，並從中獲得了實際的收益。因此，他們對IoT4Ag技術的依賴是穩定和持續的。
- 二、積極參與和分享經驗：忠誠使用者願意積極參與社群和行業交流活動，分享他們在IoT4Ag技術應用方面的經驗和知識。他們經常參加農業科技展覽、研討會或網上論壇，與其他青農和業界專家進行交流和討論。他們不僅願意分享成功的案例，還會討論挑戰和解決方案，從而促進整個社群的學習和成長。
- 三、推動創新和改進：忠誠使用者俱有創新和改進的精神，他們不斷尋找更好的解決方案和應用場景。他們可能會參與測試新的IoT4Ag裝置或軟體，並提供回應和建議以改進產品的性能和功能。他們可能與IoT4Ag系統供應商或技術提供商合作，共同開發新的解決方案，以滿足特定的農場需求。



他們的目標是不斷提高生產力和效率，並將農業行業帶入更先進的技術時代。

四、影響他人和行業：作為忠誠使用者，他們的成功故事和實際成果對其他人產生了積極影響。其他青農或業界從業人員可能會將他們視為模範或榜樣，並尋求他們的建議和引導。忠誠使用者通常願意分享最佳實際運用和行業趨勢，並在推動整個行業向前發展方面發揮著重要的影響力。

其實台灣未來需要有比較多乾淨的蔬菜，因為蔬菜每天的需求量其實很大，所以我們當初是覺得說我們要做這件事情，用植物工廠來生產我們每天吃的乾淨蔬菜。．．．．．因為有看到植物工廠的技術比較成熟及覺得長遠規劃來看這是一個好的方向。．．．．．植物工廠產出穩定，省水，且可隨意擴充產能（由原本1000平方米，擴增到目前3000平方米），因此可用目前產能去推測客戶未來產品需求量。．．．．．投入成本高，回收期長。（受訪者A1）

因為每天花費太多時間在澆水這件事，所以當時選用智慧澆灌系統，可以解決人力的問題，而且可遠端遙控，不用每天跑到現場減少交通上的風險問題。．．．．．因為這個智慧澆灌系統有儲水塔，因此能夠將酵素及肥料依比例混和於水中，達到於澆灌同時施肥的功能。．．．．．花費建置成本，水利署有補助相關（澆灌系統）設施一分地2萬元，6分地補助12萬，但整個建置成本40~50萬元所以都是投資。（受訪者A2）

高經濟價值，當時導入AI技術管理容易。．．．．．因為團隊核心能力強，因此所有作物都能採用IoT4Ag技術栽種。．．．．．節省人力，提升產出。（IoT4Ag技術栽種）成本高。（受訪者A3）

由上述分析可知，第三種使用者族群忠誠使用者可能會碰到的挑戰如下：

- 一、提供資源支援：政府和非政府組織可以提供資金支援、技術支援和訓練，幫助青農購買、安裝、整合和維護IoT4Ag設備。這可以減輕青農的負擔，幫助他們更輕鬆地採用升級這些技術。
- 二、發展共享平台：發展共享平台可以幫助青農更輕鬆地存取和共享IoT4Ag

數據。這可以幫助他們更好地了解他們的作物和土壤的狀態，並對其進行管理，從而提高生產力和效率。

- 三、加強安全措施：為了保護數據隱私和安全，青農需要實施適當的安全協議，包括加密、防火牆和網路安全監控等措施。此外，青農需要定期更新設備，以防止漏洞被利用。
- 四、擴大技術使用範圍：青農可以逐步擴大技術使用範圍，從最基本的應用開始，逐漸將IoT4Ag技術應用到更多的方面。這可以幫助他們更好地了解IoT4Ag技術的好處，並逐漸熟悉和適應這些新技術。
- 五、建立社區支持：建立社區支持可以幫助青農共同解決採用IoT4Ag技術時面臨的挑戰。社區支持可以提供資源、知識和經驗，並幫助青農更好地了解 and 應對各種問題。

第五章 結論與討論




第一節 主要研究發現與討論

本研究提出了青農進入精準農業、並成功採用IoT4Ag技術的三種可能的使用者族群類型與想法行為模式，包括：潛在使用者之意識建構、游移使用者之決策使用和忠誠使用者之持續使用。其中，在意識建構的潛在使用者族群，重要的是提高青農對IoT4Ag技術的認知和興趣；在決策使用的游移使用者族群，需要確保青農能夠持續使用技術並在後續成為忠誠的使用者；而在持續使用的忠誠使用者族群，關鍵是提供持續的價值和支持，以維持青農對技術的信心和滿意度。

然而，每個使用者族群亦可能會面臨到不同的需求和挑戰。因此，個別支持和客製化的解決方案對於確保他們成功地接受和應用IoT4Ag技術至關重要。由分析結果可知，政策支持、務農經驗和3C產品使用能力等因素對於培養正面態度和積極接受度非常重要，而政府可制定對應的政策支持措施，並提供訓練和教育來提升青農的技術應用能力。本研究的分析結果點出在青農採用IoT4Ag技術過程中不同使用者族群的關鍵因素和挑戰，而透過通盤考量教育、社交影響、便利條件改善、政策支持、務農經驗和3C產品使用能力等方面的措施，可促進青農對IoT4Ag技術的接受和應用，從而提高農業的生產效率和產量。

而延伸本研究之結果，本研究關注不同使用者之心態轉變。於意識建構的潛在使用者族群中，研究發現他們對技術的預期效能可能隨著對IoT4Ag技術的認識深入而提高，且期望獲得更多收益和優勢。同時，隨著訓練和教育的知識和技能獲得，潛在使用者可能感覺到使用這些技術的努力程度降低，對努力預期的感知也可能改變。其次，深入挖掘決策使用的游移使用者族群的心態，研究結果發現其中幾個重要因素對於使用者的決策將有所影響，像是政府提供政策支持和經濟支持，會降低青農採用IoT4Ag技術的風險和成本；青農透過訓練和教育了解IoT4Ag技術的應用價值，專業農業人員也分享知識和經驗，這些務農經驗對於青農的決策也起著重要作用；而同時，提升青農對於電腦、通訊和消費電子產品的使用能力，將有助於更好地應用IoT4Ag技術。再者，針對持續使用的忠誠使用者族群的理解可知：持續的價值、支持和維護對於確保青農持續使用IoT4Ag技術至關重要，因此，解決技術標準和操作性問題，建立統一的標準和協議，確保不同系統之間的互用性，將是持續使用的關鍵。



此外，根據訪談之研究結果，我們總結出三種使用者族群類型可能會面臨到的之瓶頸點如下：首先，青農在意識構建和潛在使用者的初期使用者族群，我們發現了幾個挑戰。知識和資源差距是一個重要挑戰，使用者缺乏對IoT4Ag技術及其應用的全面了解，需要額外的學習和資源獲取來掌握感測器操作、數據收集和分析方法等技術細節。此外，一些使用者對於IoT4Ag技術的必要性持懷疑態度，認為傳統方法已足夠滿足他們的需求。IoT4Ag技術的複雜性跨越多個領域，這也帶來了挑戰，使用者覺得技術要求令人生畏，影響了他們對這些技術的了解和應用。財務限制是另一個障礙，實施IoT4Ag技術需要大量投資，包括硬體、軟體、通信和感測器設備等，這超出了一些使用者的財務能力。此外，IoT4Ag技術對於不同農業場景的適用性是一個重要考慮因素，因為某些作物種植方式可能不需要使用這些技術。需要考慮作物特性、種植規模和經濟價值等因素。

進入決策應用使用者族群和猶豫不決使用者，我們觀察到了幾個挑戰。對於這些使用者來說，技術知識不足是一個重要障礙，他們只具備基本的IoT4Ag技術了解，缺乏具體的實施和應用知識。這種知識差距可能導致在選擇、配置和操作IoT4Ag系統時產生困惑。不明確的應用場景也是一個問題，猶豫不決的使用者難以確定哪些情境適合使用IoT4Ag技術。他們需要更多的教學和建議，以確定如何有效地在農業生產中應用IoT4Ag技術。高投資成本是另一個重要挑戰，猶豫不決的使用者在評估投資回報和在預算限制內做出選擇時面臨困難。他們擔心在昂貴設備和系統投資後是否能獲得預期回報。此外，在使用IoT4Ag技術期間，缺乏可靠的技術支持和售後服務也是一個重要問題，這影響了使用者對這些技術的信心和採用意願。

在忠誠使用者團體中，我們觀察到了一些挑戰。這些使用者通常擁有良好的技術知識和應用經驗，但仍然面臨一些障礙。數據隱私和安全性是忠誠使用者的主要關切之一，他們擔心在使用IoT4Ag技術時數據被盜、洩露或濫用。使用者需要在技術系統和數據處理中採取適當的安全措施，以保護農業數據的機密性和完整性。此外，IoT4Ag技術的快速發展也帶來了技術更新和升級的挑戰，使用者需要不斷學習和適應新的技術發展，以保持其競爭力和可持續性。此外，使用者之間的經驗交流和合作也被認為是推動IoT4Ag技術在農業領域不斷發展的重要因素。

總之，研究發現突顯了農業領域使用者在採用IoT4Ag技術過程中所面臨的障

礙和挑戰。研究強調了解決知識和資源差距、提供訓練和教育項目、建立專業諮詢團隊、推動示範工程和促進行業合作與知識共享的重要性。通過克服這些障礙和挑戰，可以實現IoT4Ag技術在農業中的可持續應用，提高生產力和效率。



第二節 研究貢獻與實務意涵

本研究所提出的三種使用者族群類型與想法行為，試圖回應過往經常用於探討新科技接受之UTAUT理論，而本研究之貢獻在於試圖將UTAUT理論應用到IoT4Ag的採用過程中，了解此情境中相似與相異之變項，並且提供相對動態的觀點，以考慮不同種使用者族群的採納與使用之影響因素。整體而言，過去的研究主要仍著重於靜態觀點以探討使用者採用新技術之意願採用，然而，本研究進一步試圖了解不同使用者族群對於新技術採用的轉換心態，並且透過研究來區辨已採用與未採用IoT4Ag此一新技術的動機差異。雖然在本研究中，受訪者並未表達出明顯的採納IoT4Ag歷程時序，但是在分析結果中，仍可以明顯看出處於不同使用者族群的人，的確有不同的關注焦點和優先在意的事項，而這樣的觀點對於了解IoT4Ag的採用過程，以及制定對應的政策和策略面向上皆具參考價值和重要意義。整體來看，本研究於學術上的貢獻可歸納如下：

- 一、提出了青農進入精準農業並成功採用IoT4Ag技術的框架：這個框架包括意識建構、決策使用和持續使用三個使用者族群，提供了一個系統性的指引，幫助青農進行技術的接受和應用。
- 二、應用UTAUT理論於IoT4Ag技術的採用過程：這項研究將UTAUT理論應用於IoT4Ag技術的採用過程中，並提供了動態觀點，考慮了不同種使用者族群的影響因素。這擴充了UTAUT理論的應用範疇。
- 三、填補了青農採用IoT4Ag技術過程中的研究空白：過去的研究主要著重於靜態觀點，忽略了採用過程的動態性。這項研究通過訪談青農，從他們的觀點研究了採用過程中的心態變化，填補了這一研究空白。
- 四、提供了個別支持和客製化解決方案的重要性：研究結果強調了每個青農在不同使用者族群可能面臨的不同需求和挑戰，並指出個別支持和客製化解決方案對於確保他們成功地接受和應用IoT4Ag技術的重要性。



五、提供了政策和策略制定的方向：研究結果指出政策支持、務農經驗和3C產品使用能力等因素對於培養青農的正面態度和積極接受度非常重要。這為政府和相關機構制定對應的政策和策略提供了建議方向。

再者，本研究於實務上的貢獻，對提供 IoT4Ag 技術的供應商可延伸以下實際應用的方向和啟發：

- 一、提供教育和訓練：在意識建構使用者族群，重要的是提高潛在使用者對 IoT4Ag 技術的認知和興趣。供應商可以扮演一個角色，提供教育和訓練課程，幫助青農了解技術的價值和應用方法。這有助於減少知識差距並激發他們對技術的興趣。
- 二、提供支持和解決方案：在決策使用者族群，IoT4Ag 系統供應商可以提供技術支持和解決方案，以幫助使用者克服技術知識不足和應用場景不明確等挑戰。這可以包括提供操作指南、示範工程和專業諮詢服務，幫助使用者更好地配置和操作 IoT4Ag 系統。
- 三、建立信任和提供價值：在持續使用者族群，IoT4Ag 系統供應商需要提供持續的價值和支持，以維持青農對技術的信心和滿意度。這可以包括解決技術問題、提供定期更新和升級，以及建立良好的售後服務體系。通過建立信任關係並持續提供價值，IoT4Ag 系統供應商可以確保使用者持續使用他們的 IoT4Ag 技術。
- 四、考慮不同種使用者族群的需求和挑戰：每個青農在不同的使用者族群可能面臨不同的需求和挑戰。IoT4Ag 系統供應商應該意識到這一點，提供個別支持和客製化的解決方案，以確保他們成功地接受和應用 IoT4Ag 技術。這可以通過了解使用者的特定需求並提供對應的產品和服務來實現。
提供安全和隱私保護：使用者對於數據隱私和安全性的關注是一個重要問題。IoT4Ag 系統供應商應該致力於提供安全可靠的技術和系統，並確保使用者的數據受到保護。這可以通過實施安全措施、提供數據加密和隱私政策等方式實現。IoT4Ag 系統供應商應該將數據隱私和安全性作為一個核心價值，並為使用者提供透明的數據管理和儲存控制選項。
- 五、促進合作和共享知識：IoT4Ag 技術的發展需要 IoT4Ag 系統供應商之間的

合作和共享知識。IoT4Ag系統供應商可以建立合作夥伴關係，共同解決技術和應用挑戰，並分享最佳實際運用和經驗。這有助於加速IoT4Ag技術的發展和應用，並為青農提供更好的解決方案。

六、推廣成功案例和應用價值：IoT4Ag系統供應商可以通過推廣成功的案例和應用價值來提高對IoT4Ag技術的認識和認可。他們可以舉辦展覽、發布使用案例報告等，展示IoT4Ag技術在農業領域的實際效果和收益。這有助於激發青農的興趣並增加對技術的信心。

七、開發精準農業生態系統：IoT4Ag系統供應商可以努力建立精準農業生態系統，集成不同的IoT4Ag技術和解決方案，以提供全面的服務和支持。這可以包括整合感測技術、數據分析平台、決策支持系統和自動化控制等，以實現更高效率、可持續的農業生產。

總而言之，IoT4Ag系統供應商在提供IoT4Ag技術時應該重視教育訓練、支持解決方案、建立信任、個別化支持、提供安全保護、促進合作、推廣成功案例和開發生態系統。這些措施將有助於青農更好地應用IoT4Ag技術，提高農業生產效率和可持續發展。IoT4Ag技術對青農的幫助是實實在在的。首先，它提高了農業生產效率。通過感測器、數據分析和自動化控制，青農可以實現智慧化的農業管理。自動灌溉系統、智慧監測系統和精準施肥等技術能夠實時監測作物生長狀態、土壤濕度和營養需求，並針對性地調整管理措施，以提高生產效率和產量。其次，IoT4Ag技術減少了資源浪費。透過精準的感測和數據分析，青農可以精準計算和控制灌溉水量、施肥量，從而減少資源的過度使用。同時，IoT4Ag技術還能夠幫助青農預測和應對病蟲害等災害，從而減少損失。第三，IoT4Ag技術優化了決策和管理。透過大數據分析和機器學習演算法，青農可以根據科學依據做出更明智的決策。例如，根據氣象數據和作物生長模型的預測，可以優化種植計劃和作物管理策略，提高產量和品質。最後，IoT4Ag技術提供了市場資訊和銷售支持。通過數據分析和人工智慧演算法，青農可以獲取市場趨勢、價格預測、銷售管道等資訊，從而幫助其做出明智的市場選擇和定價策略。同時，IoT4Ag技術還能夠實現智慧後勤和供應鏈管理，提高產品運輸和分銷效率。總而言之，IoT4Ag技術為青農帶來了農業的智慧化和精準化管理，提高了生產效率、減少了資源浪費，並提供了市場資訊和銷售支持，使青農更具競爭力。這些實際的幫助也他們能夠更好地經營和發展他們

的農業業務。



第三節 研究限制與未來研究方向

在這篇論文中，研究者必須承認研究依然存在一些限制和遺漏之處。首先，樣本數可能不足，且於現實中，實際採用的參與者人數仍有限。因此在性別比例上可能存在不太合適的情況。未來的研究可以擴大樣本範圍，包括不同地區、性別、務農經驗和年齡層等人口變項，以更全面地了解IoT4Ag技術對不同團體的影響。第二個限制是質性研究本身的侷限性。由於樣本數有限，無法確定所有人是否都具有相似的想法和觀點，因此無法確認研究結果的通用性 (generalizability)。未來的研究可以試著採用量化研究方法，將使用者族群類型、想法和行為等內涵轉化為相關變項和問項，以相對大規模調查的方式來了解IoT4Ag技術的普遍性和適用性，並探討其在不同情境和樣本中的情形是否與本研究所發現之觀點一致。

此外，目前的研究主要聚焦在特定農業領域的接受程度，但其他不同類型的農作物可能存在差異。此次研究無法涵蓋所有可能的作物種類，甚至其他行業（如動物或水產電共生等），這些產業是否也廣泛應用了IoT4Ag技術？此部分也需要再進一步地延伸探討。未來的研究可以考慮不同作物類型和產業的使用情況，以深入了解IoT4Ag技術在不同領域中的適用性和效益。除此之外，雖然在研究中回應並延伸UTAUT模型，以做為本研究之思考脈絡和框架，但由於新興科技不斷發展，可能會出現更多元的新科技採用模型和相關變項。因此，未來的研究需要關注是否有其他變項需要納入考量，以跟隨科技發展的步伐。

總結來說，這篇文章所提到的研究限制和缺憾，包括樣本數不足、質性研究的通用性有限、以及對不同人口、情境和變項的考量不足等。未來的研究可以擴大樣本範圍、採用量化研究方法、考慮不同作物類型和產業，並關注新興科技模型和相關變項的發展，以填補這些研究的限制和提供更全面的了解。此外，還有一些其他可能存在的研究限制和未來研究方向需要考慮：

- 一、時間限制：由於研究時間有限，無法觀察到長期的效果和變化。未來的研究應該擴大時間跨度，進行長期追蹤和觀察，以深入瞭解IoT4Ag技術的持續影響和發展。

二、地域限制：現有研究可能僅限於特定地區或國家，導致研究結果的地域特定性。未來的研究應該擴大範圍，包括不同地區和國家的農業社群，以獲得更廣泛和多樣化的觀點和經驗，提高研究結果的普遍性和適用性。

三、技術發展的變化：IoT4Ag技術正在快速發展，可能存在新的技術和應用尚未被納入考慮。未來的研究需要關注技術的發展，納入新興的IoT4Ag應用，以探索其對農業的影響和效益。

四、資源限制：研究資源包括時間、預算、設備等，可能限制研究的規模和範圍。未來的研究可以尋求更多的資源支持，擴大研究的規模和深度，進行更多元化的探索和分析。

總而言之，這些限制和未來研究方向需要持續發展和完善。透過克服現有的限制、擴大研究範圍、關注技術發展並獲取更多資源支持，可以逐步提高研究的可靠性、普遍性和實用性，以更好地瞭解IoT4Ag技術對農業的實際幫助和未來的潛力。

參考文獻

中文參考文獻

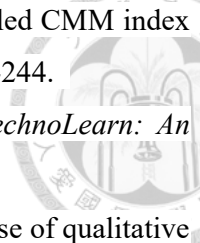
李家如。(2019)。台灣智慧農業現況與需求：稻作與雜糧篇。

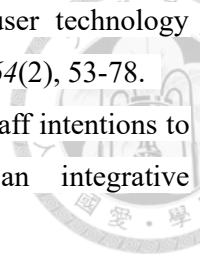
財團法人台灣網路資訊中心。(2022)。2022 台灣網路報告。
潘淑滿。(2022)。質性研究：理論與應用。心理。



英文參考文獻

- Boslaugh, S. (2007). An introduction to secondary data analysis. *Secondary Data Sources for Public Health: A Practical Guide*, 2-10.
- Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35(8), 982-1003.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (Eds.). (2011). *The Sage Handbook of Qualitative Research*. Sage.
- DiCicco-Bloom, B., & Crabtree, B. F. (2006). The qualitative research interview. *Medical Education*, 40(4), 314-321.
- Dwivedi, Y. K., Rana, N. P., Jeyaraj, A., Clement, M., & Williams, M. D. (2019). Re-examining the unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT): Towards a revised theoretical model. *Information Systems Frontiers*, 21, 719-734.
- Grossoehme, D. H. (2014). Overview of qualitative research. *Journal of Health Care Chaplaincy*, 20(3), 109-122.
- Higgins, V., Bryant, M., Howell, A., & Battersby, J. (2017). Ordering adoption: Materiality, knowledge and farmer engagement with precision agriculture technologies. *Journal of Rural Studies*, 55, 193-202.
- Jawhar, I., Mohamed, N., Al-Jaroodi, J., & Zhang, S. (2014). A framework for using unmanned aerial vehicles for data collection in linear wireless sensor networks. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 74, 437-453.
- Karim, L., Anpalagan, A., Nasser, N., & Almhana, J. (2013). Sensor-based M2M Agriculture Monitoring Systems for Developing Countries: State and Challenges. *Netw. Protoc. Algorithms*, 5(3), 68-86.
- McConnell, M. D. (2019). Bridging the gap between conservation delivery and economics with precision agriculture. *Wildlife Society Bulletin*, 43(3), 391-397.
- Mekala, M. S., & Viswanathan, P. (2017, February). A novel technology for smart agriculture based on IoT with cloud computing. In *2017 International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud)(I-SMAC)*.

- 
- Mekala, M. S., & Viswanathan, P. (2019). CLAY-MIST: IoT-cloud enabled CMM index for smart agriculture monitoring system. *Measurement*, *134*, 236-244.
- Mishra, L. (2016). Focus group discussion in qualitative research. *TechnoLearn: An International Journal of Educational Technology*, *6*(1), 1-5.
- Morse, J. M., Field, P. A., Morse, J. M., & Field, P. A. (1996). The purpose of qualitative research. *Nursing Research: The Application of Qualitative Approaches*, 1-17.
- Nandurkar, S. R., Thool, V. R., & Thool, R. C. (2014, February). Design and development of precision agriculture system using wireless sensor network. In *2014 First International Conference on Automation, Control, Energy and Systems (ACES)*.
- Ojha, T., Misra, S., & Raghuwanshi, N. S. (2015). Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges. *Computers and Electronics in Agriculture*, *118*, 66-84.
- Parameswaran, S., Kishore, R., & Li, P. (2015). Within-study measurement invariance of the UTAUT instrument: An assessment with user technology engagement variables. *Information & Management*, *52*(3), 317-336.
- Pathak, A., AmazUddin, M., Abedin, M. J., Andersson, K., Mustafa, R., & Hossain, M. S. (2019). IoT based smart system to support agricultural parameters: A case study. *Procedia Computer Science*, *155*, 648-653.
- Pathak, H. S., Brown, P., & Best, T. (2019). A systematic literature review of the factors affecting the precision agriculture adoption process. *Precision Agriculture*, *20*, 1292-1316.
- Ponterotto, J. G. (2006). Brief note on the origins, evolution, and meaning of the qualitative research concept thick description. *The Qualitative Report*, *11*(3), 538-549.
- Pyett, P. M. (2003). Validation of qualitative research in the “real world”. *Qualitative Health Research*, *13*(8), 1170-1179.
- Ronaghi, M. H., & Forouharfar, A. (2020). A contextualized study of the usage of the Internet of things (IoTs) in smart farming in a typical Middle Eastern country within the context of Unified Theory of Acceptance and Use of Technology model (UTAUT). *Technology in Society*, *63*, 101415.
- Stafford, J. V. (2000). Implementing precision agriculture in the 21st century. *Journal of Agricultural Engineering Research*, *76*(3), 267-275.

- 
- Sun, H., & Zhang, P. (2006). The role of moderating factors in user technology acceptance. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64(2), 53-78.
- Tsai, Y. Y., Chao, C. M., Lin, H. M., & Cheng, B. W. (2018). Nursing staff intentions to continuously use a blended e-learning system from an integrative perspective. *Quality & Quantity*, 52, 2495-2513.
- Venkatesh, V., & Bala, H. (2008). Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision Sciences*, 39(2), 273-315.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186-204.
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 425-478.
- Venkatesh, V., Thong, J. Y., & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, 157-178.
- Wang, J. H. (2015). Recruiting Young Farmers to Join Small-Scale Farming in EU: A Structural Policy Perspective. *台灣農學會報*, 16(1), 1-17.
- Williams, M. D., Rana, N. P., & Dwivedi, Y. K. (2015). The unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT): a literature review. *Journal of Enterprise Information Management*, 28(3), 443-488.