

行政院農業委員會農業試驗所

110 年度科技計畫

智慧農業技術促進、產業趨勢與
智農聯盟模式規劃評估(第一期)
智慧農業產業人才供需調查及分析報告

執行機構：財團法人台灣經濟研究院

計畫主持人：孫智麗

共同主持人：余祁暉

研究人員：譚中岳、楊玉婷、李政彥、

李盼、林彥宏、劉依蓁

研究助理：李佳玲、湯佑蓉、羅翠玲



財團法人台灣經濟研究院

生物科技產業研究中心

中華民國 110 年 12 月 27 日

目錄

壹、緒論.....	1
一、主題探討.....	1
二、前人研究.....	1
三、研究方向.....	3
貳、背景分析.....	4
一、智慧農業定義分析.....	4
(一) 各國智慧農業定義分析.....	4
(二) 臺灣智慧農業定義分析.....	5
二、智慧農業趨勢分析.....	6
(一) 全球智慧農業發展趨勢.....	6
(二) 各國智慧農業發展趨勢分析.....	8
(三) 臺灣農業現況及智慧農業發展.....	13
參、研究方法.....	19
一、調查範疇界定.....	19
二、調查方法.....	19
三、產業人才需求調查.....	20
肆、智慧農業人才需求調查.....	22
伍、智慧農業人才供給調查.....	24
陸、智慧農業人才培育及產業發展策略及建議.....	24
柒、參考文獻.....	26
附件一、110 年重點產業人才供需調查及推估結果填報表.....	28

圖目錄

圖 1、全球智慧農業市場規模	7
圖 2、日本 2016 年智慧農業國內市場項目別比例	13
圖 3、農業就業人口占全國總就業人口比例變遷	15
圖 4、農業就業人口中 65 歲以上所佔比例趨勢	17
圖 5、研究執行策略示意圖	20

表目錄

表 1、各組織及國家智慧型農業定義	4
表 2、臺灣地區主力農家各項農業指標（102 年 6 月底）	14
表 3、經常從農主力農家全年從事自家農牧業工作總人日數	16
表 4、智慧農業廠商對於今年景氣統計	22
表 5、智慧科技人才就業市場供給情形	25
表 6、產業調查範疇及趨勢	28
表 7、專業人才供需量化分析	29
表 8、專業人才質性需求分析	30
表 9、「5+2 產業」所需職務調查表	31

壹、緒論

一、主題探討

相應臺灣經濟隨著高科技產業的蓬勃發展，我國農業產業結構亦隨科技發展及社會變遷逐步轉型，惟產業轉型或擴充規模所需人才數量及樣貌，往往超越教職體系提供之人才之培育範疇，且農業相關產業人力資源較無完善之運用機制，使得關鍵人才的培育與引進，成為提升產業競爭力之重要課題。本研究聚焦於智慧農業機械產業，企圖藉由調查供給端及需求端的質化、量化需求，為政府擬定產業人才政策提出策略建言。

由於目前國內外缺乏智慧農業產業的明確定義及產業範疇，藉由我國農企業智慧農業發展現況調查，了解目前關鍵廠商進行人才需求，以建立需求端的產業現況、人才應用狀況，作為後續研擬產業發展策略及人才培育策略之基礎。

今日伴隨遙測、航測技術與資訊技術的發達，以及「智慧農業 4.0」的推動，而更具有現實意味。行政院農業委員會配合國家政策，推動智慧農業計畫，並將主軸定位為「智慧生產」與「數位服務」兩大面向（楊智凱、施瑩艷、楊舒涵，2016）。藉由感測技術、智能機械 / 人機輔具、資通訊技術、物聯網，與巨量資料分析技術的投入，透過智慧化生產管理，突破小農單打獨鬥之困境，提升農業整體生產效率與量能。並藉由物聯網與大數據分析技術，建構全方位農業消費服務平臺，提高消費者對農產品的信賴。

二、前人研究

本團隊於 107 年度進行智慧農業機械產業人才供需現況調查。透過次級資料彙整、專家會議、現地拜訪與問卷調查等方法，獲得產、

官、學、研各界的相關資訊，並推估 107-109 年的產業發展資訊及人力供需狀況。

107 年度進行智慧農業機械產業人才供需現況調查，將智慧農業機械產業定義為與資訊通訊技術結合的機械農業技術產業，區分為三種類型：(1) 以傳統農機為核心，將智慧農業機械視為應用 ICT、IoT 等技術的農機；(2) 以資工技術為核心，將智慧農業機械視為應用於農業監測設備及控制系統；(3) 結合農機、ICT，及 IoT 作為解決農業生產鏈上問題的手段，將智慧農業機械產業視為知識服務業。

總體而言，國內智慧農業機械產業研發端目前位於產品生命週期導入期，主要分為新創企業，與跨界企業二種類型。前者傾向以農業作為主要營業領域，並由於規模較小，研發人員比例較高，存在人員身兼數職的現象。另一方面，後者基本上是成立年數較長的企業，往往是總公司認知到農業潛力後，另外設立農業部門或指派人員承辦開發智慧農業之業務，初期傾向其他部門共用研發、製造等人員，銷售人員比例偏高。

再者，108 年度針對智慧農業人才供需調查，調查六間核心系所中，有、無意願投入智慧農業機械產業的比例約占各半，投入智慧農業機械產業之原因，以「產業前景」最受重視，而「對於產業不熟悉」則是不願意投入的主因。受訪學生最為偏好「以 ICT 設備為核心應用至智慧農業」此類型，畢業後較希望投入研發職務。

調查結果顯示農業結構限制、政策定位模糊、環境不利研發、技術認知不足、效益認知不足、缺乏市場資訊、人才來源受限、課程規劃限制是目前智慧農業機械產業發展及人才培育的主要問題。專家建議近期應積極投入下列議題：研提智慧農業產業白皮書、將智慧農業設備列入智慧農機貸款及補助對象，並研擬智慧農業機械品質規範。以及透過擴大規劃辦理智慧農業相關學程、設置產學合作中心或建立

產學合作計畫，強化業師的角色，以建立學生跨領域能力及對於產業的認識，提昇學生畢業後投入意願。

三、研究方向

以前述人才供需調查為基礎，本年度聚焦於智慧農業產業。由於智慧農業發展之人才需求研究除了運籌管理學會在 107 年針對智慧農業機械產業研發廠商人力需求調查外，其他面向之人才研究闕如。農企業為智慧農業發展之推動力，因此透過實際調查不同農企業之智慧農業應用廠商現況，了解目前智慧農業技術導入情形、人力需求以作為後續人才供需調查的基礎。

貳、背景分析

一、智慧農業定義分析

(一) 各國智慧農業定義分析

目前國際上如日本、韓國、中國、歐盟及以色列等國，各國將智慧農業定義為利用資通訊技術(ICT)、機器人、物聯網(IoT)等資通訊技術促進農業節省勞動力，達到精確化及提高生產量等目的的新型農業（表 1）。

表 1、各組織及國家智慧型農業定義

組織/國家	定義
FAO、World Bank	氣候智能（慧）型農業(Climate-smart Agriculture, CSA)為藉由土壤與營養管理、水分收集與使用、病蟲控管、生態系統恢復彈性、遺傳資源、收穫、加工與產品供應鏈等環境親和的調適之辦法來提高生產力、增強抵禦能力、減少排放等。
美國	利用智慧農業(precision agriculture)的概念進行栽培，智慧農業為技術支持的農業管理方法，藉由大數據(Big Data)、高級分析功能及機器人來達到以上效果。
日本	智慧農業（スマート農業）為利用機器人技術和 ICT 促進節省勞動力，精確化，高質量生產等的新型農業。
韓國	智慧農業（똑똑 해진 농업）為基於 ICT 的自動化/機器人化技術，減少勞動力並提高產量。
中國	智慧農業為物聯網技術與傳統農業的深度結合，掌握精確資訊和以軟體為中心的生產模式。
歐盟	智慧農業 (Smart Farming) 代表了現代 ICT 在農業中的應用，基於更精確和資源有效的方法提供更高效和可持續的農業生產。
以色列	智慧農業 (Smart Farming) 為包括傳感器，數據分析和人工智能，農場管理軟件，智能灌溉，害蟲管理和無人機。

資料來源：FAO、Smart AKIS、START-UP NATION CENTRAL、World Bank、농촌진흥청(韓國農村振興廳)、中國產業資訊研究網、日本農林水產省；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理。

我國智慧農業為以現行產業生產模式為基礎，因應消費市場需求進行產銷規劃，生產管理上輔以省工省力機械設備、輔具及感測元件的研發應用，並結合跨領域之資通訊技術、物聯網、大數據分析、區塊鏈(Blockchain) 等前瞻技術導入，減輕農場作業負擔降低勞動力需求，提供農民更有效率的農場經營管理模式，生產符合消費者需求，安全、安心及可追溯的農產品。

（二）臺灣智慧農業定義分析

2015 年農委會「生產力 4.0 科技發展策略會議：農業生產力推動策略」中，指出農村面臨勞動力缺乏及農民高齡化，欲藉由推動生產力 4.0 以「邁向效率/效能、安全與降低風險的農業新時代」。相應於德國、日本、紐西蘭、荷蘭，及以色列等標竿國家利用資通訊與工程科技，配合系統化管理提昇產業競爭力，農業 4.0 的目標乃是透過感測技術、智能機械裝置（IR）、物聯網（IoT）、巨量資料分析等技術，從農業 1.0 的「勞力密集+經驗密集」、農業 2.0 的「技術密集+機械密集」、農業 3.0 的「知識密集+自動化密集」，進入「智慧生產+數位服務」階段（行政院農業委員會，2015）。

以前述推動策略為基礎，隔年農委會「新農業創新推動方案」提出「扭轉過去消極補貼的舊思維，建立強本革新的新農業」之願景，十大重點政策中，「科技創新強勢出擊」強調：（1）提昇生產體系抗逆境能力；（2）強化省工、節能之自動／智慧化機械設備研發及應用，提升農業經營效能，穩定優質農產品產銷能力；（3）發展創新節能循環農業，提高資源再利用價值，開創農業永續經營模式。此三項重點分別回應我國農業所遭遇的三項問題：極端氣候、農業勞動力不足、產銷過程中的資源耗費。

循此，在農委會「智慧農業 4.0」計畫以「智慧生產」與「數位服務」二大面向，藉由感測技術、智能機械／人機輔具、資通訊技術、物聯網，與巨量資料分析技術的投入，以下列三項策略推動提升農業整體生產效率與量能，並建構主動式全方位農業消費／服務平臺，包括：（1）以智農聯盟推動智慧農業生產關鍵技術開發及應用，建置智慧農業服務支援體系；（2）整合資通訊技術打造多元化數位農業便捷服務與價值鏈整合應用模式；（3）以人性化互動科技開創生產者及消費者溝通新模式。並選擇以蝴蝶蘭產業、種苗產業、菇類產業、稻作產業、農業設施產業、養殖漁產業、家禽（水禽）產業、溯源農產品

產業、生乳產業、海洋漁產業共十項領航產業作為優先推動範疇（陳駿季、楊智凱，2017）。預期至 2020 年，這十項領航產業人均產值可由 145.1 萬元提昇 250 萬元，並增加設施農業產值至少 15%、減少生鮮農產品損耗至少 10%（行政院農業委員會，2015）。

對照農委會及前述國家對於智慧農業的討論，可發現日本較臺灣重視操作安全性，及對於機器人技術的應用，而臺灣則較日本重視循環應用，可發現不同國家因應農業、技術優勢及社會環境，而對於智慧農業的推動策略有所不同，但皆強調 ICT、IoT、AI 技術的應用。

二、智慧農業趨勢分析

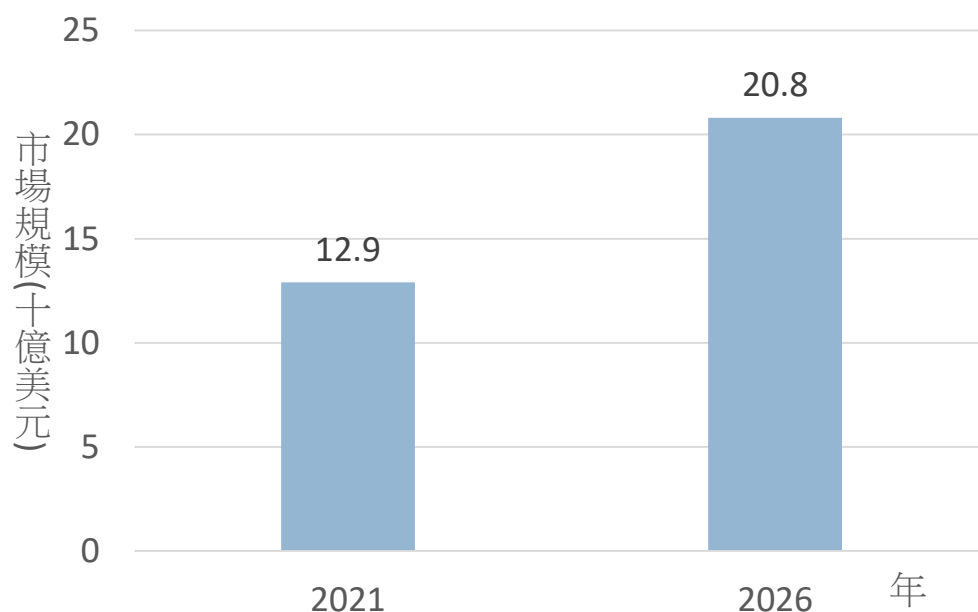
（一）全球智慧農業發展趨勢

由於地球持續變暖，氣候的變化與過去相比更為極端，深受氣候條件與土壤資源影響的農業生產，面臨莫大的威脅。此外，全球均面臨從農人口的流失與高齡化，對於日趨嚴峻的農業生產條件，使得農業更是雪上加霜。依據聯合國糧農組織（FAO）2020 年鑑統計，至 2019 年，全球從農人口數為 8.84 億，與 2000 年相比，在全球勞動力占比由 40%下降至 27%，其中又以亞洲下降幅度最為顯著。

透過農業科技的精進，加上資訊與經驗的基盤建置，帶領農業邁向智慧化生產方式。而下一步，則是要將人類的智慧與機器的動作結合，由智慧化邁向超級自動化發展。現階段的智慧農業結合資通訊技術(ICT)、物聯網(IoT)、大數據(Big Data)分析、區塊鏈(Block Chain)等跨領域前瞻技術，導入機械及感測元件，觀測環境溫度、濕度、光度、土壤水含量、營養成分、病蟲害，並將數據傳送至農民手機以判斷使用，讓農民可以不用隨時巡訪田地；配合機械播種、施肥、採收更能降低勞動力負擔。

依據 MarketsandMarkets 在 2020 年的預測統計報告中指出，智

慧農業的市場價值將以 9.8% 的年均複合增長率成長，預計到 2025 年將成長至 220 億美元。Gartner 在 2021 年十大重要戰略科技趨勢中提出「超級自動化」(hyperautomation) 的概念，預估直至 2025 年，全球 20% 以上的工業產品與農產品，終端消費者將成為第一手，也是唯一的接觸者。



資料來源：MarketsandMarkets(2021)；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心繪製

圖 1、全球智慧農業市場規模

從 IoT 進入到 AIoT 需要藉由感測元件收集的各項資訊，彙整並藉由專家分析、引導數據解析，結合電腦及 5G 網路能將訊息更快速的傳遞擴散。台灣的農民種植經驗豐富，對在地作物生長情形更是瞭若指掌；目前除了收集數據，更仰賴農民的種植經驗，若能結合數據與種植經驗，分析出作物在什麼樣的客觀條件下應執行如何的處置措施、並配合優秀大學的研究成果提供智慧的最優勢的生長條件，產學合作，在未來利用 AI 系統進行作物生長分析並做出決策將更便利。

為了解決受氣候極端變化、從農人口的流失與高齡化所造成的缺

工問題，各國投入智慧農業的發展，此外人口的快速增加，也造成城市地區的擴張，進而使農地面積縮小而且也愈發接近與人口密集地區，藉由科技的導入，可提高單位面積的生產，也針對作物和經濟動物病患的監測和預期，降低對民眾生活之影響。眾多的正向影響因子，帶動產業的增長，也帶動了智農產業人才的需求。然而農民仍對完整的智能農業耕作方式的操作和技術優勢沒有充分的認識與了解，使得智慧農業推廣上受到影響，而智慧設備的前期建置成本高，並非一般農民可負擔，成為市場成長的負向關鍵因素之一，加上農業收益穩定性與員工薪資不如其他資通訊行業，進而影響人才投入智慧農業的意願。

（二）各國智慧農業發展趨勢分析

下列分別以美國、歐洲，及日本為例，說明各國智慧農業發展趨勢。

1. 美國

美國農業部盤點國內農業及食品領域所面臨的問題，包括：農村長期貧窮、人口外流、土地健康、氣候變遷、糧食匱乏、食品安全等問題（黃仕嵩等，2016），如何達成永續且大量且有效的生產是長期以來的問題。根據美國農業部對智慧農業的定義：「是一種藉由在特定地點所獲取的下列一種或一種以上數據來源：土壤、作物、營養、害蟲、水分，或產量之資訊及技術的管理系統，以獲得最佳盈利效果，並達成生產可持續性及環境保護」（USDA, 2007）。

美國政府以法治健全農業資訊化的發展，於 1946 年農業市場法案（Agricultural Marketing Act）授權規定，凡取得政府補貼的農民及農業，皆有義務向政府提供農產品產銷資訊。歷經 1975 年建置世界最大的農業電腦網絡系統 AGNET，自 1990 年代起，將資通訊技術應

用至智慧農業，包括應用 GPS 衛星科技，逐步發展農田遙感監測系統 RS、農田地理資訊系統 GIS、農業專家系統、智慧化農機具系統、環境監測系統、網路化管理系統、培訓系統，以實現對農作物智慧自動調整噴水、施肥、灑藥（余祁暉，2017）。

既有常見的智慧農業資訊技術包括：GPS 導航系統、GIS 產量及土壤之分布圖，及可變速率技術（VRT），自動駕駛牽引車也已於 2012 年上市（Schimmelpfennig, 2016）。下表簡介美國智慧農業主要推動企業及相關事業內容。

2. 歐洲

根據歐洲 Smart Farming Thematic Network（Smart AKIS）¹ 的定義，智慧農業意味著將 IoT、感測器、地理定位系統、大數據、無人機、機器人等資通訊技術導入農業，促成更智慧且更省能源的農業生產方式，推動第三次綠色革命。對於農民而言，智慧農業可以提供他們更好的決策、操作，及管理環境，並包含三個密切關連的技術領域：（1）管理資訊系統：是用於蒐集、處理、儲存，及傳播數據的系統，協助農場經營管理。（2）地理定位系統：全球導航衛星系統、無人機的航拍影像，及由哨兵系列衛星提供最新高光譜影像。並可建立包含作物產業、地形特徵、有機物含量、濕度、氮含量等具多種感測性能的空間地圖。（3）農業自動化及機器人技術：在農業生產鏈中

¹ Smart Farming Thematic Network（Smart AKIS）是由歐盟 Horizon 2020 研究與創新計畫所支持的一個以智慧農業技術為主流的歐洲網絡，由來自八個國家的 13 個夥伴組成，涵蓋學術（希臘、荷蘭）、研發（德國、西班牙等）、農民協會與合作社（法國等）、農業設備產業（英國、比利時等），主要職能在收集現有 SFT 相關知識、技術及素材，使研究符合農民需求，實際被產業應用。

各層面應用機器人技術、自動控制，及人工智能。

在德國，根據應用目的可分為 2004-2008 年、2009-2013 年二階段。在第一階段（pre agro II）是以應用開發智慧農業為目的，藉由研發資訊技術以降低導入智慧農業的門檻；於第二階段（iGreen）則是以開發資訊決策系統為目的，入 IOSBUS，藉由設計資訊串流模型，整合農機設備商及管理顧問，以落實智慧農業（余祁暉，2017）。

3. 日本

日本內閣府於 2001 年以推動促進高度資通網路社會為目標，設置 IT 綜合策略本部，並於 2014 年提出農業情報創成、促進流通戰略，推動以 AI（Argi Information，農業資訊學）為核心的日本農業。農業資訊學著眼的是專家知識的擴散，透過監測、記錄農業專家 know how，以資訊科技進行資料探勘，藉以達成知識擴散的效果（余祁暉，2017）。

日本農林水產省將智慧農業定義為活用 ICT 或機器人技術，實現超省力、高品質生產的新農業。其盤點國內農業及食品產業所面臨的問題，包括：（1）有意從事農業及食品產業的人員減少及高齡化，導致勞動力不足；（2）在工作現場仍有大量依賴人力或熟練勞工的工作，有必要減輕負擔；（3）僅依賴既有的團體或企業難以出現突破性的創新，而需要推動跨領域新進者。對此，日本政府藉由投入機器人、AI、IoT，及農業數據合作平台等相關研發計畫，以推動智慧農業以解決前述問題。其所勾勒的智慧農業具有下列特徵：

1. 實現超省力及大規模生產：藉由 GPS 自動行走系統等設備的引進，使得農機可達成夜間運作、同時運作，及自動駕駛，或以監測設備同步管理分散農地，打破既有農業作業的限制。

例如：久保田的自動行走曳引機（KUBOTA, 2017）。

2. 發揮作物最大潛能：以監測及數據分析為基礎，透過智慧農業以最大限度發揮作物潛力，達成多產量、高品質生產。例如：富士通的食品·農業雲 Akisai（秋彩）（FUJITSU，無日期）、Vegetalia 及 NTT DOCOMO 的水田監測管理系統 Paddy Watch²、Routrek Networks 的養液土耕系統 ZeRo.agri³。
3. 安全且便利的作業環境：如利用輔具、除草機器人，減輕農民採收或除草等需要重勞力且伴隨危險性的作業負荷。例如：Nikkari 的農作輔助服⁴。
4. 使新加入農業者快速上手：藉由農業機械輔助裝置或專家系統，降低新進從農者的進入門檻。例如：久保田的曳引機的自動操作系統⁵、NEC 農業技術學習支援系統⁶。
5. 增加消費者對食品安全的信賴：透過溯源系統或食品足跡，提供可信賴的生產資訊，進而確保食品安全。

而根據矢野研究所的調查結果，2016 年日本智慧農業的國內市場規模為 104 億 2,000 萬日圓（前年度比 107.2%），當中栽培支援系統為 34 億 7,200 萬日圓（農業雲713 億 7,800 萬日圓、複合環境

² 官網：<https://field-server.jp/paddywatch/>

³ 官網：<http://www.zero-agri.jp/>

⁴ 官網：<https://www.nikkari.co.jp/product/assist/buddy>

⁵ 官網：<http://www.jnouki.kubota.co.jp/product/tractor/agrirobo/description.html>

⁶ 官網：<https://www.nec-solutioninnovators.co.jp/sl/nougaku/pdf/nougaku.pdf>

⁷ 在網路上管理農業生產相關資料，以提昇生產效益的系統。

控制裝置816 億 5,800 萬日圓、畜產生產支援94 億 3,600 萬日圓)、販賣支援系統¹⁰為 9 億 9,600 萬日圓、經營支援系統¹¹為 21 億日圓、智慧農業¹²為 36 億 5,600 萬日圓 (GPS 導航系統 10 億 3,500 萬元、自動操作裝置 26 億 2,000 萬日圓), 及農業用機器人¹³1 億 9,600 萬日圓。於 2017 年為止, 栽培支援系統推動市場成長, 2018 年以降, 伴隨販賣支援系統、經營支援系統, 及農機無人化的進展, 2023 年市場預期可達到 333 億 3,900 萬日圓 (矢野經濟研究所, 2017)。

⁸ 根據溫室內溫度、濕度、日照、CO₂ 濃度測量結果, 計算最佳狀況而自動至冷暖氣、水簾、換氣及遮光器材的系統。

⁹ 降低畜產生產成本而活用 ICT 以實現計畫性繁殖的系統。

¹⁰ 聯繫生產者及食品相關業者, 以達成穩定產量、穩定產期、穩定品質, 及穩定價格為目標之系統。

¹¹ 如會計軟體, 及以 ICT 支援農企業會計業務的支援系統。以及基於氣象數據或過去氣象資訊, 預測收穫時期及收穫量, 可事前預測病蟲害威脅的系統。

¹² 包括 GPS 導航系統、自動操縱裝置、車輛型機器系統。

¹³ 包括設備型機器人 (嫁接機器人等)、機械手臂型機器人 (收穫機器人等)、輔助機器人 (動力服等)。

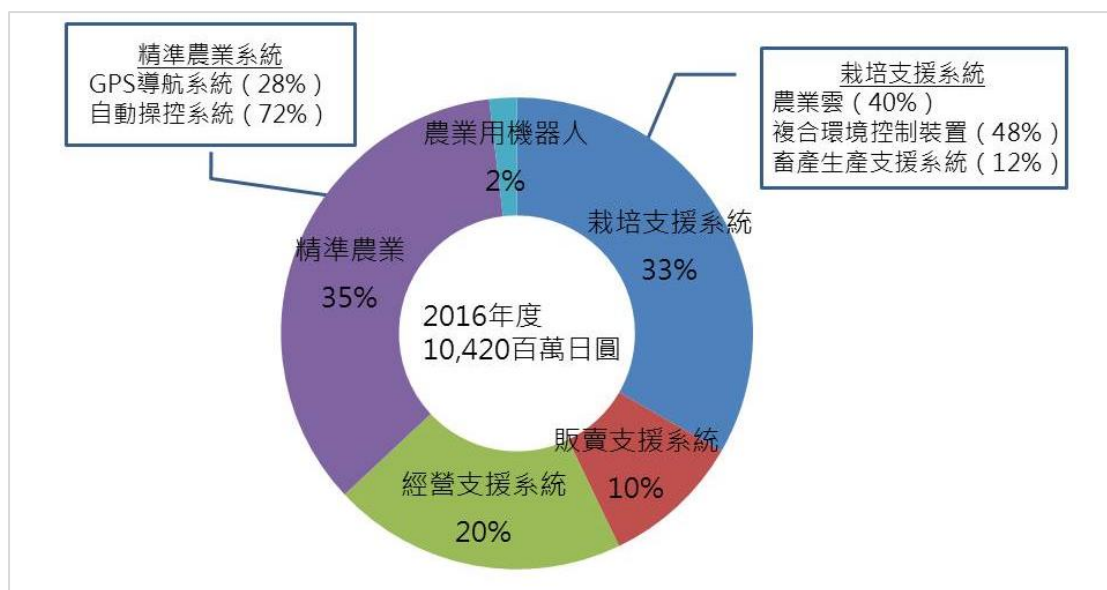


圖 2、日本 2016 年智慧農業國內市場項目別比例

(矢野研究所，2017)

(三) 臺灣農業現況及智慧農業發展

根據「102 年度主力農家經營概況調查」，臺灣地區主力農家(係指全年農牧業收入 20 萬元以上且戶內有 65 歲以下從農者)約 15 萬家，當中 71.4%為經常從農主力農家(係指戶內有 65 歲以下從農者，且其全年從事農牧業工作日數在 90 日以上)，其中有 7 成 6 收入來源主要為農業工作。

表 2、臺灣地區主力農家各項農業指標（102 年 6 月底）

	家數						
		可耕作地 面積	有可耕 作地者 平均每 家可耕 作地面 積	全年投入 自家農牧 業工作總 人日數	平 均 每 家 全 年 投 入 自 家 農 牧 業 工 作 總 人 日 數	全 年 農 牧 業 收 入	平 均 每 年 全 年 農 牧 業 收 入
	（家）	（公頃）	（公頃）		（人日）	（千元）	（千元）
總計	149064	208429.67	1.43	65599235	467	173361323	1150
經 常 從 農 主 力 農 家	106419	164826.51	1.60	62870535	591	157166781	1477
非 經 常 從 農 主 力 農 家	42645	43603.16	1.02	6728700	158	14194542	333

（行政院主計處 102 年主力農家經營概況調查，2015）

在經營投入狀況面向，經常從農主力農家可耕作地面積計 16 萬 4827 公頃，自有自用面積占 61.7%、非自有自用面積占 38.8%，較 99 年底有從事農業者之 18.9%，增加 19.4 個百分點，顯示經常從農主力農家除了自有資源外，利用近 4 成非自有自用可耕作地，擴大其經營規模。

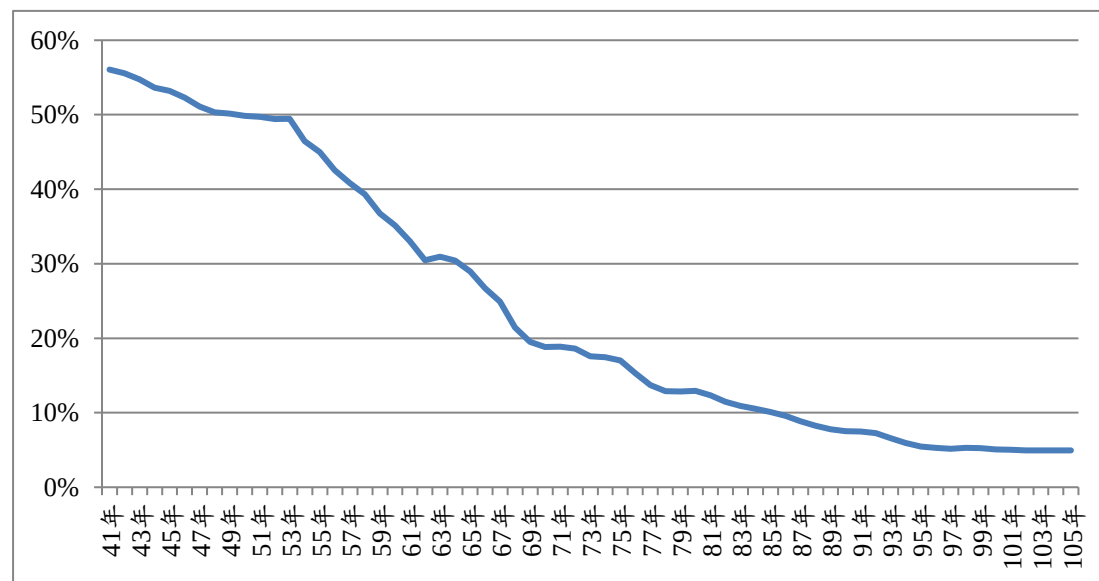


圖 3、農業就業人口占全國總就業人口比例變遷

（農委會農業統計視覺化查詢網，圖表由本研究製作）

再者，105 年農業就業人口為 55.7 萬人，占全國總就業人口的 5%。綜觀農業就業人口趨勢，41 年時農業就業人口占全國總就業人口的 56%，於 60 年以降跌破 30%，85 年以降更是跌破 10%，自 95 年以後則是穩定於 5%。相應於農業就業人口逐年下降，在勞動力來源面向，經常從農主力農家有雇用員工（含常僱員工及臨時員工）家數計 5 萬 5800 家（52.4%）。而從事自家農牧業工作總人日數中，外僱人日數占 16.4%，又以食用菇菌類、特用作物栽培業分占該業投入人日數之 38.4%及 30.9%較多（行政院主計處，2015）。

表 3、經常從農主力農家全年從事自家農牧業工作總人日數

101 年 7 月至 102 年 6 月								
	總計		自家人力		常僱員工		臨時員工	
	人日數 (人日)	百分比 (%)	人日數 (人日)	百分比 (%)	人日數 (人日)	百分比 (%)	人日數 (人日)	百分比 (%)
總計	62870535	100	52580935	86.63	3162155	5.03	7127445	11.34
男	35343830	100	32126040	90.90	1221570	3.45	1996220	5.65
女	27526705	100	20454895	74.31	1940585	7.05	5131225	18.64

(行政院主計處，2015)

就年齡面向而言，根據「102 年主力農家經營概況調查」，經常從農主力農家農牧業最重要的工作者平均年齡為 57.5 歲，其中以 45 至 64 歲者占 64.9% 為最多，其次為 65 歲以上占 23.3%，再次為 25 至 44 歲者占 11.8%。再者，就整體農業就業人口年齡比而言，105 年農業就業人口 55.7 萬人中，以 50 至 64 歲所占比例最高，男、女性各為 44% 及 48%。而 65 歲以上農業就業人口所占比率，自 77 年 4%，至 89 年時達到 10%，近年則在 17% 上下移動。

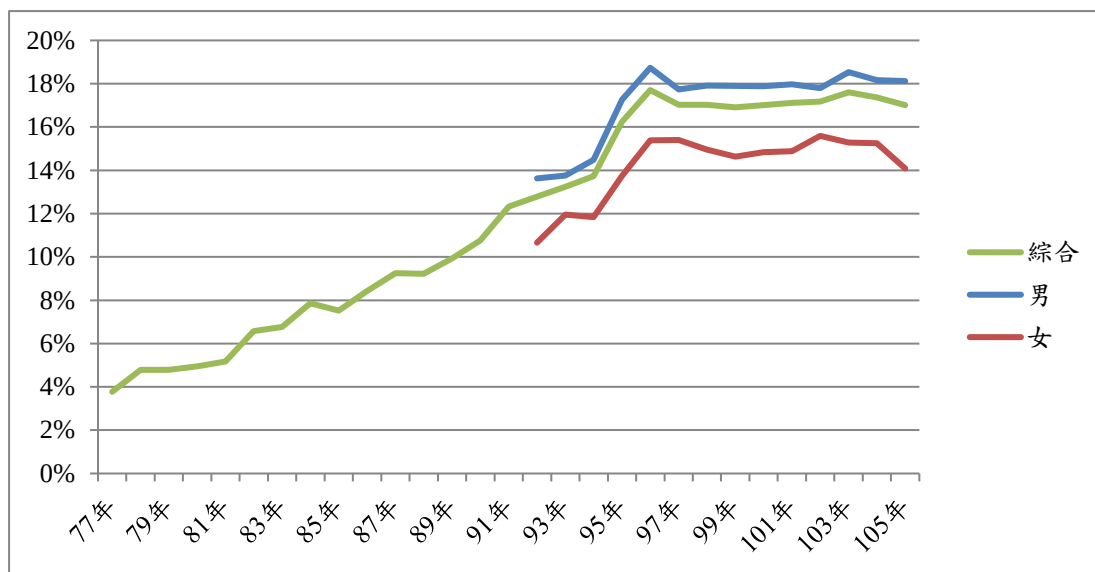


圖 4、農業就業人口中 65 歲以上所佔比例趨勢

(農委會農業統計視覺化查詢網，圖由本研究製作)

綜合前述可發現，相應於農業就業人口占全國總就業人口比例逐年下降，農業就業人口也呈現高齡化的趨勢，導致農村缺工問題日趨嚴重。解決缺工問題主要策略有二：引進農業勞動力、以機械節省人力。首先，在引進農業勞動面向，農委會林聰賢前主委多次強調目前不考慮開放農業外勞（中國時報，2017/10/16），政府在近年亦提出如「推動農業季節性缺工 2.0 措施」，招募並培訓農業師傅組成農業專業技術團，將經過農業培訓的一般民眾媒合至缺工農場，協助較具專業技術之農事工作。但由於推動上涉及農業重勞動的刻板印象、組團人數等制度問題，如何吸引持續性勞動力投入仍是問題（聯合新聞網，2017/6/2）。實際上，引進農業外勞容易受到社會因子影響，英國目前仰賴上萬名來自東歐的農業移工，預期脫歐後將可能流失這些勞動力（工商時報，2017/4/30）。對此，推動智慧農業，藉由將大數據、物聯網等工業 4.0 的概念帶入農業，以數據預測搭配機械、系統，藉以達成節省農業勞動力投入，被視為一大重要策略。

雖然前述農委會(2015)資料已推估十大領航產業落實應用智慧

農業技術後的人均產值，但目前國內尚未建立智慧農業產值之評估辦法及數據。

而綜合 RESEARCH & MARKETS 調查報告及日本智慧農業發展趨勢，栽培支援系統是目前進展較為快速的領域，而包括以氣象預測為基礎的經營支援系統、GPS 導航系統等皆是近期有機會快速成長的潛力項目。

參、研究方法

一、調查範疇界定

因智慧化資通技術為所有產業領域皆可應用之技術，所以產業範疇難以界定，本調查乃採美國商務部新興科技產業調查方式，由受調業者自行認定是否導入及應用此新興科技，因此勾選於農業領域發展新興科技之有效樣本即具母體代表性。

廠商調查母體包含上市櫃及興櫃生技相關公司、園區進駐廠商名單(全國各大學創新育成中心、經濟部中小企業處南港生技育成中心、科技部新竹科學工業園區管理局、科技部中部科學工業園區管理局、科技部南部科學工業園區管理局、屏東農業生物科技園區等)、及農委會輔導農企業名單(智慧農業 4.0 業界參與補助計畫、農業科專計畫推動暨績效管理、強化農業科技產學研合作研發推動暨科研成果產業應用效益分析、強化科技農企業體系運作及多元創新計畫、輔導科技農企業進入資本市場計畫、農業技術交易網等)，以擴大調查樣本，提升研究母體之完整性。

二、調查方法

此次調查分析資料的取得分為三部分，第一、問卷調查：藉由問卷調查題項的設計，取得投入智慧農業的廠商對於智慧科技人才就業情況、導入智慧科技之因難點及預期效益等資訊，以供後續分析。第二、實地訪查：藉由與廠商交流的過程中，詢問廠商目前在智慧科技導入及人才供需上的情況。第三、動態資料彙總：由人力銀行資料庫分析就業市場中農業相關產業針對智農科技人才之定期動態需求，以掌握職缺、類別、工作待遇、需求人數、工作經歷、學歷要求、科系

要求、工作技能等內容。彙整三項資料，並完成國發會重點產業人才供需調查及推估填報，包括產業調查範疇及趨勢表、專業人才供需量化分析表、專業人才質性需求分析表、人才問題及因應對策表、「5+2產業」所需職務調查表等。

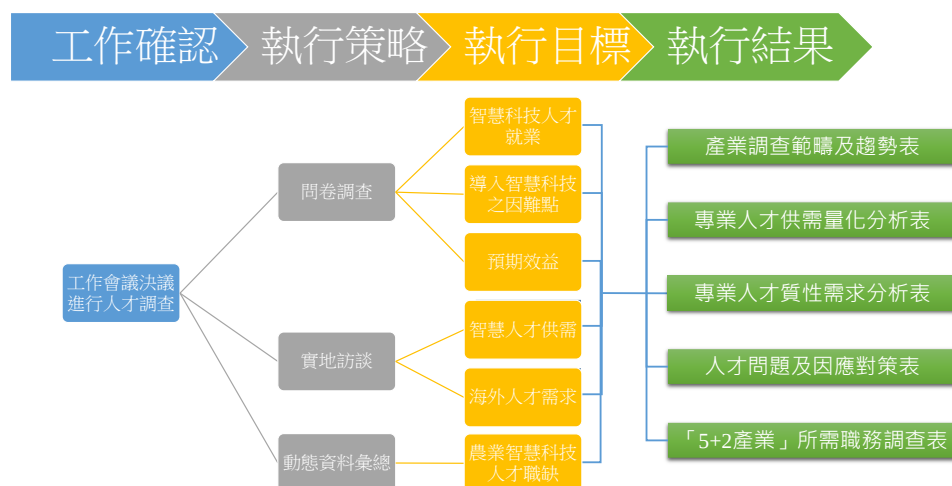


圖 5、研究執行策略示意圖

三、產業人才需求調查

在國內科技人力供需研究方面，行政院經濟建設委員會於 91 年針對臺灣所需的科技人力進行中長期的推估（92-100 年）。在人力供給的推估上，主要以學士與碩士程度的人力為主，以各年在學學生數為基礎，同時參照新生年成長率、升級率及畢業率等資訊，進行各年度畢業生人數的推測；在人力需求的推估上，主要以事業單位、教育機構、研究機構及行政機構四大部分的需求作為基礎。根據調查結果瞭解目前的總人力需求，同時扣除因故退出勞動市場的人數，即可知每年在科技人力上的需求。行政院經濟建設委員會在 95 年延續 91 年之研究方法，持續針對國家所需科技人力進行 94-104 年之推估，除了提供人力供給與需求面的推估結果之外，亦嘗試透過 SWOT 分析，針對目前政府在人力政策的情勢，同時根據研究結果，提出相對應的

政策建議，做為未來有關部門施政的重要參考，對於臺灣未來科技產業的發展具有顯著的貢獻。

在特定產業人力供需調查方面，經濟部工業局曾經透過問卷調查及深度訪談方式，進行未來重點產業科技人才供需調查與推估，同時持續每年滾動修正推估結果。推估方法主要利用各產業總產值與人均產值進行推估，透藉以計算各業就業人數。此研究除了透過量化推估之外，同時亦應用質化分析，針對人力缺口進行探討，諸如人力所需具備的經驗、學歷、科系、學校及國籍需求等，內容相當完整且具有參考價值。

肆、智慧農業人才需求調查

產業人才需求調查由人力銀行資料庫分析就業市場中農業相關產業針對智農科技人才之定期動態需求，以掌握職缺、類別、工作待遇、需求人數、工作經歷、學歷要求、科系要求、工作技能等內容進行資料收集。統計近一年內人力銀行所開出職缺數，扣除重覆招聘之職缺，一年新增的職缺為 489 名。

根據投入智慧農業之農企業對未來景氣看法之調查，超過 100 家的受訪回卷廠商中，大部分廠商對景氣看法大抵為持平略為保守，約 39.8% 的廠商認為景氣為持平，約有 33.1% 的廠商看法較為保守，只有 27.1% 的廠商認為景氣較為樂觀，主要是因為近年來受到 COVID-19 疫情和國際政治因素的影響，在原料成本和運國際運費的增加情況下，大致對景氣保持持平略偏保守。推估未來三年的人才需求如表 4 所示。

表 4、智慧農業廠商對於今年景氣統計

選項	選填家數	百分比
1 樂觀(較好)	49	27.1%
2 持平(差不多)	72	39.8%
3 保守(較壞)	60	33.1%
選填次數合計（單選）	181	100.0%

在智慧農業人才招募瓶頸及產業現況問題中，其主要遭遇問題如下：

1. 人才招募困境

生產面面臨缺工及人力老化問題，導入智慧化雖已大幅降低人力需求，但許多人員無法適應農業之工作環境，受限於地區偏遠，難以

吸引人才進入外，目前也缺乏有相關產業經歷之人員，雖具有相關學歷背景，但產學知識落差大，難以招收專業人才。智慧農業屬於較新興之領域，且需要跨領域之人才，例如資通訊專長也需有作物生產知識，農學背景並具有良好的數據分析能力，這些難以在就學期間進行訓練，需透過跨域之學程或是產學合作以進行人才培育。

2. 業者投入智慧農業意願偏低

台灣農戶普遍生產規模小，較少大面積栽種者，但是智慧農業投入設備成本需求高，若業者無法攤提成本，達到收支平衡，此外，溫室相關設備申請之作業流程較長，也會增加時間成本。目前仍尚未建立符合台灣溫室條件之完整智慧農業系統，監測系統、感測器、軟硬體設備等等尚未整合完全，使許多業者投入智慧農業意願低。

3. 農業資訊整合性低

台灣農業體系資訊較封閉，僅業者持有各自之生產概況，難以擴大農業資料蒐集的規模，來達到數據化分析及建立不同產業之最佳化產銷條件，需要透過國家單位推動資訊整合之政策，並建立公開資訊平台配合專家系統以協助農民調整生產模式，達到最大效益。

4. 缺乏企業化經營之概念

在小農為主的生產模式下，難以將農業生產朝向規模化、區域化、標準化、專業化及效益化之面向進行，透過企業化經營將各農戶進行生產整合，解決土地分散並透過分攤來降低生產成本，帳務透明以追蹤產業動態，檢視生產流程，尋求改進方向，但過去企業化經營易有利益上之糾紛，仍需透過政府協助整合理念相同之農戶、業者，使國內農業生產模式可朝向企業化經營轉變。

伍、智慧農業人才供給調查

參考教育部 109 年度「大專院校各校科系別學生數」四年級、三年級、二年級、一年級「農園藝系」及「生物機電學系」在校生人數作為人才總新增供給數。大四學生共 383 名，作為 110 年新增供給數，大三生約為 379 名，做為 111 年新增供給數，大二生為 450 名，作為 112 年新增供給數，大一生為 462 名，作為 113 年新增供給數。

陸、智慧農業人才培育及產業發展策略及建議

1、工作環境認知落差大

生產面面臨缺工及人力老化問題，具有資訊軟體之人才對於農業的工作環境認知上有落差，人員無法適應農業之工作環境。資通訊及工程領域背景的人才，對農業知識的不足，使得產學知識落差大，難以招收符合業界需求之專業人才。而傳統農業技術是以經驗為主，缺乏將經驗轉化成數據的關鍵步驟，需要建立產學合作中心或是相關產學合作計畫，以及根據不同職務面向提供培訓課程及相關證照之考核。

2、薪資結構

根據 110 年智慧農業廠商調查統計資料，調查受訪廠商智慧人才供需問題，找不到的廠商約 42.4%，找的到人才的約 41.2%，但找到人才卻因薪資結構問題而無法聘顧的廠商占 36%，也說明了智慧農業產業相較其他產業的智慧科技人才的薪資上的落差，也影響智慧農業人才的招募。此外，資通訊及工程領域背景較偏好工業領域且農業工作環境難吸引人才投入，具工程相關背景仍偏好原領域，就算業者

提供薪資達到同等水平也常受限於工作環境較屬鄉下難以攬才。

表 5、智慧科技人才就業市場供給情形

選項	選填家數	百分比
1 沒有/找不到	73	42.4%
2 可找到但薪資高或雇不起	62	36.0%
3 很容易找到	9	5.2%
4 其他(請說明)	28	16.3%
選填次數合計(單選)	172	100.0%

資料來源：台灣經濟研究院生物科技產業研究中心 2021 年 5 月至 9 月調查；台灣經濟研究院生物科技產業研究中心整理分析。

3、人才培育領域

智慧農業的推動，其重點著重於資訊分析與應用，如何對農民了解資訊如何使用，是智慧農業發展的關鍵環節，準確的了解需求，才能開發解決農民問題的設備，因此應培養能與農業和資訊產業雙向溝通之人才。隨著 5G 的發展，AR 技術與 AI 邊緣計算的結合，將帶動農業未來的走向，如 5G 4K 超高清晰攝影機用帶病害防治；5G 自走車用帶採果、套袋或授粉，因此相關技術產品開發人才也是未來的需求。

柒、參考文獻

一、期刊、報告、新聞

European Union、陳柏青摘譯（2014）〈Precision Agriculture 智慧農業〉，《科技發展觀測平台》。<https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/detail?id=1560>

RESEARCH & MARKETS （2018） Precision Farming Market by Technology（Guidance System, VRT, Remote Sensing）, Application（Crop Scouting, Field Mapping, Irrigation）, Offering（Hardware-Sensors, GPS/GNSS, Yield Monitors, Software, Services） & Geography - Global Forecast to 2023.

Schimmelpfennig, David （2016） Precision Agriculture Technologies and Factors Affecting Their Adoption.

<https://www.ers.usda.gov/amber-waves/2016/december/precision-agriculture-technologies-and-factors-affecting-their-adoption/>

USDA （2007） Precision Agriculture： NRCS Support for Emerging Technologies. https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1043474.pdf

工商時報（2017/4/30）〈英國脫歐後人力堪憂 催生農業機器人〉 <http://www.chinatimes.com/newspapers/20170430000123-260203>

<http://www.chinatimes.com/newspapers/20170430000123-260203>

中國時報（2017/10/16）〈林聰賢不開放農業外勞〉 <http://www.chinatimes.com/realtimenews/20171016004272-260405>

<http://www.chinatimes.com/realtimenews/20171016004272-260405>

余祁暉（2017）〈國際智慧農業發展策略〉，《臺灣經濟研究月刊》。40（3）：21-30。

黃靖嵐、李翎竹（2017）〈智慧農業-農業機械產業人才供需調查及分析工作計畫〉，財團法人中國生產力中心委託。

黃靖嵐、李翎竹（2018）〈智慧農業機械產業人才供需調查及分析工作計畫〉，財團法人中國生產力中心委託。

楊純明、林俊義（2003）〈水稻智慧農業體系之研究〉，《農政與農情》，136期。<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=5093>

農林水產省（2008）〈日本型精密農業を目指した技術開発〉 http://www.affrc.maff.go.jp/docs/report/report24/no24_p7.htm

劉天成（2000）〈我國智慧農業的發展方向與策略〉《農政與農情》，91 期。

<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2288>

聯合報（2018/3/1）〈農業也可以很 AI 清大開發「智慧智慧農業」〉<https://udn.com/news/story/7270/3006131>

<https://udn.com/news/story/7270/3006131>

聯合新聞網（2017/6/2）〈農業缺工！農事服務團湊不成 政府補助也飛了〉

<https://udn.com/news/story/7314/2498512>

資料庫、官網：

行政院主計處（2015）「102 年主力農家經營概況調查」<http://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=35595&ctNode=5011>

<http://www.dgbas.gov.tw/ct.asp?xItem=35595&ctNode=5011>

行政院農委會農民學院 <https://academy.coa.gov.tw/>

<https://academy.coa.gov.tw/>
http://140.116.154.92/aqsys_on/importantArgiGoal_lv3_1_6_3_1.html

附件一、110 年重點產業人才供需調查及推估結果填報表

產業別： 智慧農業產業

填報單位：

填報人：

電話：

表 6、產業調查範疇及趨勢

產業調查 範疇¹	本調查之智慧農業係指應用物聯網(IoT)、資通訊技術(ICT)或人工智慧(AI)的農業經營模式，針對農田及植栽環境的變異給予最適當的耕作決策與處理，以減少資源之耗費，增加收益及減輕環境衝擊的經營管理手段。本次智慧農業調查範疇跨領域相關產業，依據主計總處 110 年第 11 次修正「行業統計分類」屬「農作物栽培業」(011)，如 0111 稻作栽培業、0112 雜糧栽培業、0113 特用作物栽培業、0114 蔬菜栽培業、0115 果樹栽培業、0116 食用菇蕈栽培業、0117 花卉栽培業和 0119 其他農作物栽培業、「農用及林用機械設備製造業」(2921)、「電腦程式設計業」(6201)、「其他通訊傳播設備製造業」(2729)等。
產業發展 趨勢²	1. 依據 MarketsandMarkets 在2020年的預測統計報告中指出，智慧農業的市場價值將以9.8%的年均複合增長率成長，預計到2025年將成長至220億美元。 2. 影響產業的正面因素包含：全球社會趨勢、國內社會環境變遷、政府農業政策影響、國外技術引進或國內研發技術突破及氣候變遷；負面因素包含國際貿易競爭、農業資訊整合性低、智慧設備的前期建置成本高與農民仍對完整的智能農業耕作方式的操作和技術優勢沒有充分的認識與了解。 3. 現階段的智慧農業結合資通訊技術(ICT)、物聯網(IoT)、大數據(Big Data)分析、區塊鏈(Block Chain)等跨領域前瞻技術，導入機械及感測元件，觀測環境溫度、濕度、光度、土壤水含量、營養成分、病蟲害，並將數據傳送至農民手機以判斷使用，讓農民可以不用隨時巡訪田地；配合機械播種、施肥、採收更能降低勞動力負擔。

填表說明：

1. 產業調查範疇之標準分類，請參照行政院主計總處 110 年第 11 次修訂「行業統計分類」，儘可能填列至細類(4 碼)；上述細類說明如仍無法確定範疇，可參考財政部統計處 101 年第 7 次修訂「稅務行業標準分類」定義，並填列前 4 碼，上述分類標準請參照至下列網址；如產業屬跨領域、新興型產業，著實無法對應現行行業標準分類者，則可保留填寫彈性。
 - (1) 行政院主計總處首頁(<http://www.dgbas.gov.tw/>)/政府統計/統計標準分類/行業標準分類
 - (2) 財政部統計處首頁(<http://www.mof.gov.tw/>)/查詢服務/統計查詢/稅務行業分類
2. 請條列分析產業未來之發展趨勢。

表 7、專業人才供需量化分析

單位：人

推估調查結果	景氣情勢	111 年		112 年		113 年	
		新增需求 ¹	新增供給 ³	新增需求	新增供給	新增需求	新增供給
	樂觀	538	379	568	450	598	462
	持平	489		516		544	
	保守	440		464		490	
	景氣定義 ²	針對近三年景氣評估 (1) 樂觀=持平推估人數* 1.1 (2) 持平=依據人均產值計算 (3) 保守=持平推估人數* 0.9					
廠商目前人才供需現況 ³	表示人才充裕之廠商百分比： <u>5.2%</u> ；表示供需均衡之廠商百分比： <u>36%</u> ；表示人才不足之廠商百分比： <u>42.4%</u>						

填表說明：

表 8、專業人才質性需求分析

所欠缺之 專業人才 職類 ¹	人才需求條件										招募情形	
	工作內容簡述	最低教育程度 ⁴			學類 (代碼) ²	能力需求 ³	最低工作年資 ⁴				招募 ⁵ 難易	海外 攬才 需求
		高中 以下	大專	碩士 以上			無經 驗可	2年 以下	2-5 年	5年 以上		
MIS／網管類 人員	負責將原始資料轉化為可供分析的格式，熟悉資料儲存環境系統結構，協助蒐集、分類與處理資料。		V	V	軟體開發細學類、資訊技術細學類、電機與電子工程細學類	作業系統基本操作、資料備份與復原、電腦設備裝配、資訊設備環境設定、安裝與維護網路安全系統、規劃與管理防火牆	V	V	V		普通	無
軟體設計工 程師	專職與應用端的技術提供與對接，包括可行性評估、產品的實裝與問題排除、提供售後服務，以及對於客戶、其他部門或現場進行技術支援等		V	V	軟體開發細學類、資訊技術細學類、電機與電子工程細學類	網路資料傳輸、信號與系統設計、無線通訊技術開發、資料通訊與網路應用、韌體程式設計與整合、網路程式設計、軟體程式設計、網路程式設計、資料庫系統管理維護、網頁軟體操作、網頁語法撰寫、功能測試、使用者測試、問題追蹤處理、測試環境建置規劃、測試計劃及測試報告書撰寫	V	V	V		普通	無

表 9、「5+2 產業」所需職務調查表

5+2 產業	相關產業	資訊科技			工程研發					製造品管				建築營造		管理財經							行銷業務			門市客服		教育傳播				其他專業										跨領域需求		
		01 電腦硬體	02 資訊軟體	03 MI S 網管	04 光電光學	05 通訊電信	06 半導體工程	07 機械工程	08 化工材料	09 生技醫藥	10 生產管理	11 製程規劃	12 品管安規	13 環境衛生	14 營建規劃	15 營建施工	16 經營幕僚	17 行政總務	18 人力資源	19 專案管理	20 法務智財	21 會計稅務	22 金融保險	23 廣告行銷	24 業務銷售	25 貿易船務	26 門市管理	27 客戶服務	28 藝術設計	29 傳播藝術	30 文字編譯	31 學術研究	32 旅遊休閒	33 餐飲專業	34 操作技術	35 維修服務	36 採購倉管	37 運輸物流	38 醫療專業	39 醫療保健	40 農林漁牧		41 其他	
智慧機械產業																																												
綠能科技產業																																												
亞洲·矽谷																																												
生技醫藥產業																																												
國防科技產業																																												

