



# 無人飛行載具市場及觀察與投入評估建議

翔探科技股份有限公司總經理 / 高丈淵

關鍵字：無人飛行載具、UAV、AIOT

## 摘要

近年來，物聯網的概念興起，各種可自主移動的聯網設備開始出現，並掀起世界各國的研究單位無不競相投入開發相關的技術領域，無論是仿生及雙足機器人，輪式自走系統或是可在空中飛行的無人機系統，皆是熱門研發目標。而其中以可離地飛行的無人機系統更是具有相對其他載具更不受使用環境限制特性的物聯網載具平台。

在無人飛行載具產品的設計製造上，整合傳統航太及電子製造業所著重的技術開發要點即為在無人機產業勝出的關鍵。傳統航太工業所著重的基礎為複合材料及流體氣動力學，而電子行業所看重則是系統整合與電控技術研製。以上二者不論是航太科技或是電子製造均為我國近年來產業發展著墨的重點，因此，在日益競爭激烈的無人機產業中，以台灣既有的基礎輔以定向發展之策略，在未來的無人機市場上，我國必能占有重要的一席之地。

## 一、前言

在可在空中自動飛行的無人載具及電子元件與周邊相關技術日益進步及更新的同時，許多以無人飛行載具為主體的相關應用推陳出新，舉例來說，美國的亞馬遜公司（Amazon.com Inc.）自2013年起，醞釀著以無人機進行物流運送服務（圖1），計畫完成其電子商務的最後一哩路；在中國及亞洲各地的務農單位亦開始運用小型多旋翼無人機來進行自動化的藥劑噴灑散布，大幅度的降低人工作業成本；亦有世界各地的救災單位利用無人機進行救難物資投擲以及物業管理業者利用無人機來進行定點定時的保全巡邏服務。無人機相關應用市場產值的估算每年以30%以上成長率急速發展。在無人飛行載具的形態上，常見的有固定翼形式、多旋翼形式及混合固定翼及多旋翼的VTOL形式，當然以廣義的飛行載具來說，以輕於大氣的氣體所填充懸浮飛行的飛船也可視為無人飛行載具的一種型態。



圖 1 亞馬遜 (Amazon.com Inc.) 啟動無人物流服務試運行。來源 <https://www.dezeen.com/2019/06/06/amazon-prime-air-drone-news>

在無人飛行載具相關軟硬體產品及服務已形成一新興市場的同時，國內產業如何有效率地進入市場並取得一席之地，對於政府機關乃至於企業研發策略的制定來說，必然是一個重要的課題。

## 二、無人機系統組成簡述

在無人機系統產業的發展上，雖是由傳統的航空模型市場演變而來，然而在無人機應用的系統需求上，與航模的娛樂性質大異其趣。無人機應用系統首要的要求便是穩定性以及高度垂直整合，因此在日益擴張的無人機市場上，除了以無人機設計專業為基礎的新創公司外，傳統航模製造廠商亦是無人機應用市場不可或缺的參與者。臺灣與在無人機應用市場供應鏈的相關產業已有良好基礎，輔以各種無人機應用相關電子系統設計，必能滿足各種相關市場需求，以下為無人機應用系統產品的相關組件簡介：

### (一) 機體框架

無人機產品的開發設計上，機體框架為十分重要之產品設計基礎，原因在於無人機為飛行載具，與一般地面載具最大不同之處為對於荷重十分敏感，尤其是小型化的無人載具。在無人機產品設計之初，必須對於產品應用功能及所需搭載的設備或模組做一詳細重量量測及確認必須搭載之負重。

以室內消毒藥劑無人機產品為例(圖2)，由於必須額外搭載水霧化裝置及消毒藥劑容器，因此在機體框架設計上的挑戰十分嚴峻，額外的荷重使得既有框架無法直接應用，因此必須針對新的無人機應用產品皆必須重新設計，無法以舊有機體框架再利用，大幅提高了產品設計難度及成本。除了機構外型外，尚必須考量其機械強度及重量，因此一般會利用碳纖維材料的高強度低重量的特性來完成無人機產品的機體框架。



圖 2 室內無人機消毒系統之碳纖維框架及設計。來源：本文撰稿整理。

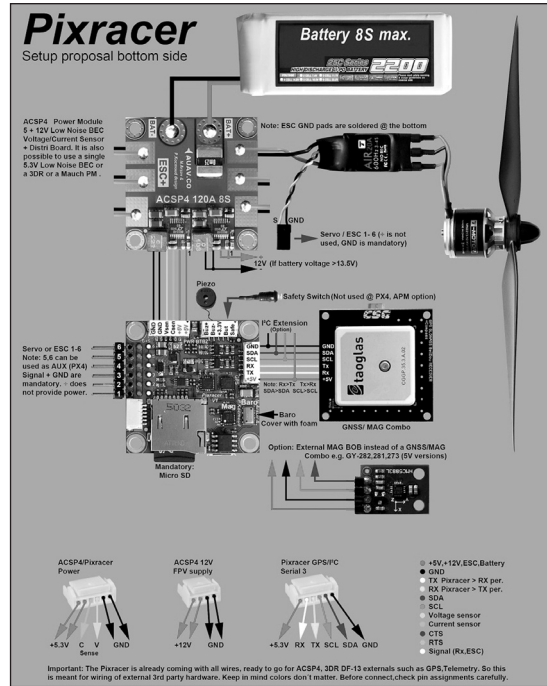


圖 3 Pixracer 開源飛控系統及周邊模組架構。來源：[https://docs.px4.io/master/en/assembly/quick\\_start\\_pixracer.html](https://docs.px4.io/master/en/assembly/quick_start_pixracer.html)

## (二) 運動航控系統

可商用的無人機載具與一般遙控航模最大之差異之特徵在於是否具備可進行任務規劃的航控系統。航控系統（亦稱為飛控系統）以微處理器與陀螺儀等姿態感測元件為核心，感測無人機機體本身的飛行姿態並提供推進系統控制信號以維持無人機保持平穩飛行。多旋翼型的無人機與傳統固定翼型及單軸直升機型的飛行載具相比，運動航控系統更為其能否升空的必要條件，因其飛行姿態必須以多個馬達所驅動之螺旋翼依姿態調整轉速方可維持飛行動力。

周邊具備GPS信號接收器的航控系統還

能提供自動返航的功能（圖3）。

## (三) 動力推進系統

在傳統的航空載具設計上，以燃燒燃料為動力的引擎發動機為主流，然而到了目前的多軸飛行載具及小型化的無人機體大部分以電動馬達驅動螺旋葉片為滯空動力來源。在航空載具的開發上，除了必須以最精簡的控制系統架構為輕量化目標外，還必須依目標載重起飛條件及滯空飛行時間為考量來選擇電動馬達與螺旋槳的匹配，以達最大能耗效率。以多軸無人載具使用的電動馬達來說，一般使用的是無刷外轉子馬達，除了馬達本身外，尚須匹配一驅動控制器



(Electronic Speed Controller, ESC)。在螺旋槳的匹配上，以參考原廠所提供之匹配馬達規格，拉力及耗電流來判斷是否適合目標產品規格需求。

#### (四) 通信系統

隨著無人機應用市場及功能日漸廣泛，無人機之通信系統亦從傳統的遙控類比電波信號逐漸轉換至可以傳送影像，遙測數據等等的數位信號，在一般空拍用的無人機產品上使用的為以2.4 Ghz或5.8 Ghz的軟體定義無線電信號 (Software Defination Radio，簡稱SDR)。

根據ITU-R M.2171報告給出的定義，無人機系統通信鏈路是指控制和無載荷鏈路，主要包括指揮與控制 (C&C)、空中交通管制 (ATC)、感知和規避 (S&A)三種鏈路。在無人機通信網路中兩個裝置或節點之間的信

號交換頻道稱為通信鏈路。控制站與無人機之間進行的即時信息交換便需要通過通信鏈路來實現。

操作人員以地面控制站將指揮、控制以及任務指令即時地傳輸到無人機上，同樣，無人機需要將自身狀態 (速度、高度、位置、設備狀態等) 以及相關任務數據傳送回地面控制站以供操作人員判斷飛行任務狀態。

#### (五) 地面站系統及人機介面

在地面無人機操作人員以地面電腦控制站，藉著各種無線通訊信號進行連線，確認連線才可在遠端執行機體起飛並進行任務，功能包含室內地圖建置，室內路徑規劃，噴灑裝置控制，飛行紀錄等四項核心功能 (圖4)，當使用者在平台端設定完任務後，亦可透過手持裝置與App的方式進行操作，在

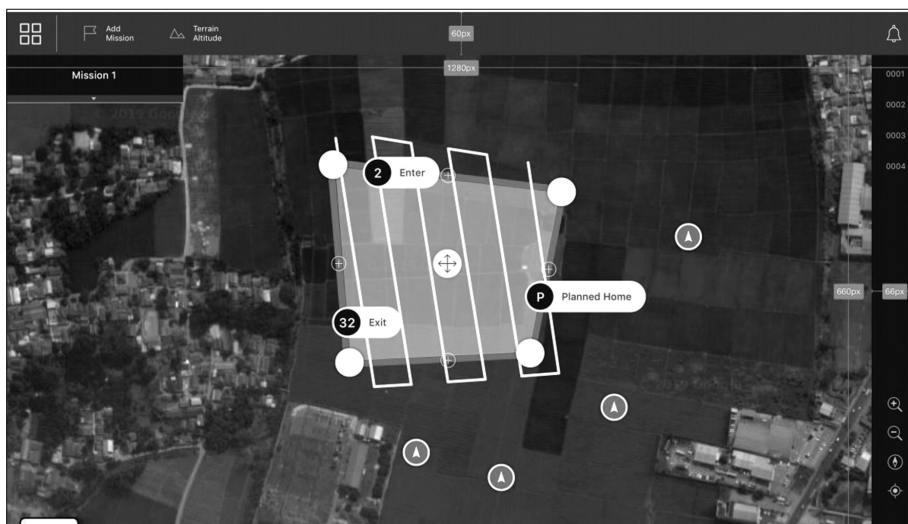


圖 4 無人機人機介面設計。來源：本文撰稿整理。



目前市場上的消費級無人機產品操作方式多半為現場執行者透過手持裝置操作為主，另外，除可在平台編輯飛行任務需求外，亦可透過傳統無線電遙控器（緊急情況）切換為人工操作以避免失誤發生。

### 三、市場現況

無人機（或無人飛行系統）的應用市場越來越受到關注，並將移動計算帶入了一個新時代。由於每天都有大量無人機相關應用開發廠商或業餘愛好者投資湧入這一有光明前景的行業，因此在相關應用上技術開發上亦是日新月異，有了廣大技術開發族群的參與，它們很快將無處不在，並隨著通信技術（如5G）時代的來臨，高頻寬且低延遲的無人機網絡可用於提供無人機服務，提高無人機服務在通訊及資料交換的便利性。此外，由於世界各地產業均有不盡相同的無人機應用需求，在國際無人機應用市場上，不論是技術研發上的聯盟，或是商業市場拓展的貿易夥伴，均為國內無人機應用科技業者不可或缺的一環（圖5）。

#### （一）相對成熟的無人飛行載具應用

無人機應用市場從敏感的軍事領域到一般民用及商用領域吸引全世界的無人機技術開發者投入，無人機技術在過去幾年中得到了發展和繁榮。不論是個人，公司法人和政府已經意識到無人機具有多種用途，目前較成熟且已具商業規模的一般民用無人機應用有：

##### 1. 農液噴灑及數據收集

無人機於農用噴灑的應用在近年來逐漸

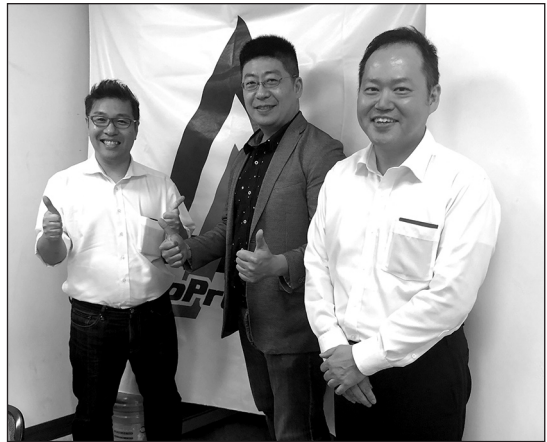


圖5 日本 Blue Innovation Co., Ltd 社長 熊田貴之（左1 來台訪問 AeroProbing Inc.）



圖6 無人機田野作業車。來源：本文撰稿整理。

成熟並快速普及中，其與傳統作業相比，優勢不外乎：自動化作業可節省人力及時間成本。其次是以無人機噴灑藥劑可大幅降低務農人員與化學藥劑的接觸，降低人員暴露在化學藥劑中中毒的風險（圖6）。除了智慧噴灑，搜集田野的大數據也是未來智慧精準農業不可或缺的一環。「無人機對智慧農業協助產量預測來說，是一項很好的載具。」原

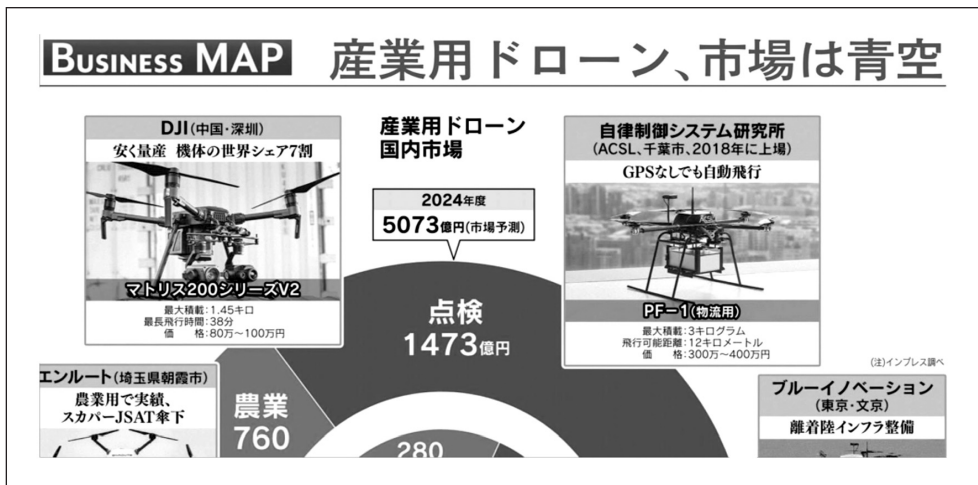


圖 7 日經產業報導日本巡檢用無人機市場規模。來源：日經產業新聞網。

先農民為了量測土壤的濕度、氣溫、病蟲害等數據，必須在田地裡放置很多感測器，如此一來，維護成本是個令人頭痛的大問題。固定裝置在田野間的感測器有著這些隱憂：被野生動物咬壞、電子裝置進水、電力不足等問題。此外，為了得到精準數據，必須大量建置於地面，成為管理上的負擔。以無人機執行資料感測除可解決這些問題外，亦可同時降低監控單位面積大量布置感測裝置的成本，裝載感測器的無人機在噴灑過程中，同時感測並收集田野數據，管理者可在遠端監看，除了可增加資料收集效率也可同時管理不同地區的田野數據作業。

## 2. 建物及公共設施巡檢

無人機巡檢應用的商業領域中，提供利用無人機技術於自動化服務的項目日新月異。特別是在產業基礎設施領域的設備巡檢上，無人機在巡檢作業之特性在於能迅速掌握待檢設備或建設的損耗狀況。且於防災、保全或監視等領域具有運行成本低，備勤時

間短等優勢。其次在電力供應鐵塔或其他不易以人力攀爬的設備、大型設施屋頂等產業基礎設施巡檢領域等可活用無人機設備巡檢的場域快速發展普及。在無人機的巡檢應用技術投入後可減少人力成本並降低人員工安意外風險的優勢，可說是產業的一大進步。因此，我國更必須加強國內工商產業相關檢測用的無人機技術開發。最近，在加速無人機巡檢實現上，已有無人機新創業者以自有技術開發相關整體解決方案（Total Solution）並輸出至鄰近他國市場。另外，在無人機巡檢技術實際操作和導入後的支援體制、適法性在內的產官學界討論和認證是更是加速此技術開發領域不可或缺的一部分。以鄰近的日本為參考，無人機巡檢技術發展上，特別是在電力、鋼鐵、石油、鐵路、建設等產業基礎設施領域應用，不論市政府或是產業，均以最優先資源投入相關研發，在日經產業報導亦提出單一市場的產值，於2025年將達5,073億日圓的規模（圖7）。其中目前該市場主要領導的本土廠商有日商Blue



圖 8 防疫噴灑無人機解決方案。來源：本文撰稿整理。

Innovation，及ACSL。另外中國的深圳大疆創新（DJI）亦也在該市場佔有一席之地。

### 3. 防疫相關應用

目前在室內環境清潔與消毒上，大多依照傳統人力進行施作，除人力成本高以外，亦難以做到環境空間徹底施作與24小時定時消毒的水準，目前亦國內無人機新創公司進行研發小型化的無人機結合消毒藥劑噴灑及自動導航技術的產品，並已有產品工程性能測試雛型樣品。其最終目標是發展出一套能依日常作業排在室內外空間進行消毒作業以降低疫情擴散風險。該公司透過電腦視覺技術結合室內外無線電定位技術，控制無人機沿著雲端自動路徑規畫軟體獲得之最佳化噴灑路徑來執行建築物室外內環境消毒作業。該設計所使用之消毒藥劑並可即時彈性變更符合各種作業環境需求（圖8）。

## （二）無人機市場探討

### 1. 消費型無人機市場現況

在中國的DJI（深圳大疆創新科技股份有

限公司）推出了掛載運動相機的無人機產品Phantom後，便成為歐美每年聖誕節最受歡迎的禮物，也為DJI奠定其在消費型無人機市場的領導地位。經數年演進，其產品線的完整性亦已可滿足各種航拍需求。Tractica的報告指出，未來幾年消費性（用於一般休閒和娛樂用途）無人機銷售數量仍將繼續攀高，全球年出貨量將從2015年的640萬台增長到2021年的6,790萬台。目前消費型無人機市場由DJI（大疆創新）所主宰，全球市占率高達76%，其次是Parrot市占率約21%。

### 2. 工業/利基型市場現況

截至本年度（2020），檢測用無人機市場在單一日本地區已成長至多於1500億日圓的規模，然而在各種不同的檢測應用中，除了無人飛行載具本身外，尚須依檢測目標的不同而必須對無人飛行載具做差異化設計以符合功能需求。

## 四、產品開發與投資

在中國大陸的深圳大疆創新以其消費型產品Phantom系列推出並於市場大放異彩，取得全世界近八成的市場占有率後，雖然目前的無人機消費級產品市場難與其競爭，但是消費型無人機在出貨量成長的同時，其平均銷售價格也將持續下降，根據Tractica與Teal Group的預測，數量較少但單價較高的商用無人機市場成長快速，將在2021~2022年超越消費型無人機市場。在蓬勃發展的工業及商用無人機系統的市場上，由於各種不同的應用所需要的無人機產品皆有高度特製化的需求特性，因此在投入無人機產品市場上，較有機會成功的方向應還是以商用無人機系統的



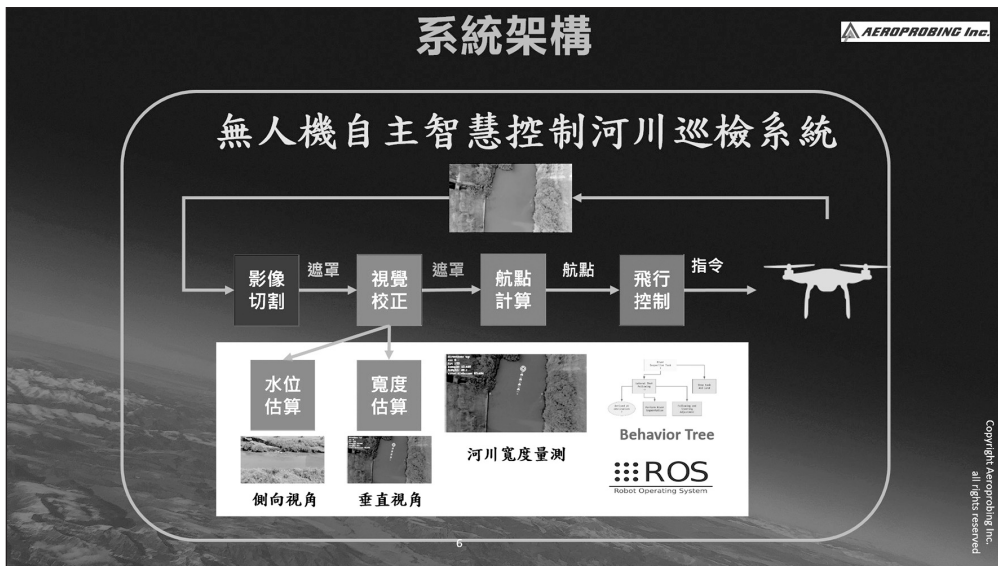


圖 9 具備邊緣運算能力的河川巡檢無人機系統架構

產品市場為藍海市場。在投入商用無人機市場的觀察，所需要的技術如下：

### （一）無人飛行載具技術整合

參考目前無人機應用技術的發展趨勢及市場需求，我們發現除了無人機系統的整合性，穩定性為垂直整合的關鍵外，在進入5G通信時代後，憑藉5G通信的大頻寬，低延遲特性，無人機與雲端管理平台數據交換技術更是獲得一大躍進。在未來我們可見的是各種針對特殊應用開發的無人機系統及雲端應用軟體的市場展現將會是少量多樣的形式尤其是在物流、基礎設施巡檢、防災、災害應對等廣泛領域，可以提供更加安全、高效率的完全自動化無人機解決方案。除了實現了無人機的自動飛行及自動起降外，還可以管理飛行中、飛行後的飛行紀錄、相機等感應器數據資料處理及運算。機等感應器數據

資料處理及運算。

### （二）人工智慧的導入

特別是提供了搭載圖像處理、AI邊緣計算科技的最先進自動控制技術和搭載此技術的產業用無人機，已經在基礎設施巡檢、郵政、物流、防災等領域開始被採用。目前常見的架構是網路傳輸所採集到的數據至雲端以後處理方式分析資訊。隨著技術的推陳出新，在更高度自動化的無人機系統趨勢發展上，以無人機搭載邊緣運算系統（圖9），大幅提升機載人工智慧的處理能力將會是主流方向；演算法將從功能導向轉變為情境導向，降低人為判斷導致操作失誤的可能性且能提升應用的可用性；而未來人工智慧依分析及應用流程將更透明化與自動化，使得人工智慧應用能更與時俱進，使用者亦可視需求自動化建模，極大化人工智慧應用的成





效。產業研究單位IDC預估，隨著人工智慧融合世代來臨，未來演算法將更為透明、人工智慧的使用將更為簡單，該進展亦將加速智慧型無人機產品的應用擴散與普及。

## 五、研究結論與未來展望

無人機的產品類型多元，除可取代人力執行高風險任務外，亦能提升工作效率降低人力資源的浪費，故近年來其整體市場發展迅速且產值年年以倍數成長。在以創新技術的無人機產品逐漸取代傳統工作器械及人力的同時，相關管理法規亦在日漸成熟中。我們期待在管理法規的研議同時，也能兼顧產業的發展需求。

另基於無人機應用市場發展的趨勢，以及我國資通訊產業優勢及科技業人才充沛的特性，在未來投入高價值的無人機應用系統服務，以應用服務來帶動無人機產業相關的軟/硬體系統整合發展是一個必然的產業趨勢。然而在無人機市場這樣的新興科技產業，新創無人機企業在國內也如雨後春筍般地出現在市場上以其獨到的創新優勢來佔有一席之地，在未來我們期望能充分發揮國內的產官學研研發能量，以國家隊的形式來提升我國在此新興產業與世界各國的競爭優勢。

### 參考文獻

1. <https://standards.globalspec.com/std/1404570/itu-r-report-m-2171> (1 December 2009)
2. 日經產業新聞編輯部，產業用ドローン市場は青空。經產業新聞，pp A1. (28 May 2019)