

科技部工程司 110 年度學門主題式計畫 「無人飛行載具技術研發及場域應用驗證」規劃說明

壹、前言

為加速產業轉型升級，政府已擇定「亞洲矽谷」、「智慧機械」、「綠能科技」、「生技醫藥」及「國防」等五大創新產業，作為驅動台灣下世代產業成長的核心。依據政府提出之五大創新產業，將無人機納入智慧機械之『建構智慧機械產業生態體系』及國防產業之航太工業發展『無人飛行載具』。經濟部於 2019 年推出「無人載具科技發展與創新實驗條例」，交通部也提出無人機產業發展藍圖，積極促成無人機應用之落地。因此在需求成長及政府鼓勵之下，無人飛機系統（UAS, Unmanned Aircraft System）的產業與應用都將有快速的成長。無人飛機系統包含自動控制、遠距無線通信、電子酬載、操控裝置、機械結構、複合材料等先進技術，相當適合我國電資通訊、精密加工、複合材料製造業者參與。無人機是智慧科技時代的新興載具，具有跨領域的特色議題，因此也適合學界與科研單位，針對無人機之研製與應用，進行深入的探討與研發。利用無人機進行新冠肺炎防疫，包括測體溫、消毒、監控、宣導、送貨等，已在歐洲、美洲、亞洲的多座城市實施！而近年來無人機產業的蓬勃發展，最大價值在於其產業的應用性。台灣的無人機應用主要在公用市場方面，包括橋樑巡檢、公共設施巡檢、農作物勘查、安防及警政維安等。目前國內廠商在硬體零組件相關技術已臻成熟，甚至領先全球，但無人機產業最大的問題在於各個供應鏈尚未進行有效的串聯，因此如能進一步鏈結無人機產業上中下游廠商，整合台灣軟硬體實力，必能成為爭取國際市場商機。

貳、國內外發展現況

隨著工業 4.0 浪潮來襲，機器人時代再度降臨，而物流、醫療、無人機則可視為未來與機器人相關的三大行業。工業 4.0 最核心的部分就是設備自動化，而在自動化設備和智慧型機器人有個分支，就是無人機。近年來無人飛行載具 UAV 或飛行機器人的設計與發展迅速，各國在這方面投入的經費都非常的可觀。根據 DRONEIL.Com 報告，全球無人機市場從 2018 年 140 億美元躍升到 2024 年 430 億美元。根據 Tractica 的一份報告，無人機的商業應用將推動商用級無人機從 2015 年的 8 萬架到 2025 年超過 260 萬架，而商用無人機硬體銷售的年收入將達到近 40 億美元。然而，更大的獲利機會將在商業無人機的服務（DaaS, Drone as a Service），預測將到 2025 年將增長到每年 87 億美元。商用服務主要領域包含拍攝、娛樂、測繪與空中作業等多種服務，小部分為勘救災、預警系統、資料蒐集與分析、環境監測等。美國國防部自 2001 年 911 事件後，每年投入經費平均成長幅度在 55%，UAV 產業

目前是在求過於供的市場狀況下急速發展。根據美國環球智庫公司預測，美國多旋翼飛行器產業將於 2025 年到達 10 兆日圓，創造 10 萬個就業機會。在中國方面，『中國製造 2025』將無人機納入航空航天裝備重點發展領域及技術，預計分成三個五年達成。而南韓方面，於 2016 年 3 月宣布將扶植八種無人機應用產業領域。此外，杜拜於 2017 年打造無人機製造中心。

無人機又稱為無人飛行載具，是一種無人員搭乘的載具，一般可將其分為兩大主要類別，分別為多旋翼無人機及固定翼無人機。多旋翼無人機是依靠多組相互對稱的螺旋槳透過旋轉產生升力，其中四旋翼無人機在多旋翼無人機中有最高的占比。四旋翼無人機的優點在於可以垂直起降、懸停與橫向飛行，具有很強的機動性且操作難度較低，但是飛行高度低、飛行速度較慢、飛行距離較短、續航時間也不長，故四旋翼無人機適合用於較小範圍的勤務使用。固定翼無人機主要是由前向空速和機翼產生升力，起飛時不能像四旋翼無人機進行垂直攀升，需要具有一定的相對速度才能提供升力以進行飛航，故操作難度較高。但其飛行高度高、飛行速度較快、飛行距離較長、續航力也較佳，由於無法垂直起降與懸停，故機動性較低，較適合長距離的勤務使用。

目前無人機在臺灣的應用領域相當多元，市場日漸普及、產值增長快速、服務逐漸成熟。未來無人機除了性能提升，酬載能力與續航力增加，應用日趨廣泛之外，也將與諸多新興科技進行更緊密的整合，其中包括人工智慧、物聯網、感測技術、大數據應用、精準農業（Precision Agriculture）、行動裝置與邊緣運算（Edge Computing）及物流系統等服務。在國外方面，較廣為人知的無人機開發公司有中國大疆創新 DJI、法國 Parrot 公司與美國 Google 母公司旗下的 Wing Aviation LLC 公司。大疆創新為專門研發民用四旋翼無人機和航空攝影系統的科技公司，是市占率最高且全世界最大的民用四旋翼無人機製造商，亦開發專門用於農作物監測的四旋翼無人機，並搭載 NDVI 分析系統，可對農作物生長情形進行分析與紀錄。法國的 Parrot 公司為專門研發四旋翼無人機以及固定翼無人機的科技公司，與 DJI 相比市占率低了許多，但其固定翼無人機在市場上仍有一定的占有率，並開發了世界上第一架手拋即飛的固定翼無人機。Parrot 公司亦開發四旋翼無人機，例如搭載熱成像攝影機專門應用於消防救災與救火用途，或是搭載多光譜感應器的無人機，利用四種不同光譜，記錄農作物生長，專門應用於農作物監測。Google 母公司旗下的 Wing 為應用無人機進行商用外送服務的公司，該公司研發多旋翼無人機進行外送服務，是第一家獲得美國 FAA 航空運輸業認證的無人機運輸公司，也是全美第一家使用無人機送貨的公司。

全世界多旋翼無人機市場 70% 以上為中國大疆創新 DJI 所佔有，目前國內製造商的無人機種架構，許多是以直升機架構為主，例如經緯航太、雷虎科技、亞拓電

器、田屋科技、擎壤科技等。然而台灣公司所研製的多軸無人機也有一些特殊的設計，如中光電能機器人發展四軸八槳架構的多旋翼機與無人機充電平台，或是田屋科技所研製的可變螺距多旋翼機等。但構型較為普遍的六軸無人機，如蒼芎科技所設計的 TCT Hexacopter，採用無人機混合動力推進系統。天空科技公司也製造出 200kg 級，載重可達 50kg，續航時間可達 8-10 小時之定翼型無人機。而碳基科技更是投入於研發手拋式定翼型無人機。

以目前國內無人機產業而言，市佔最高的仍以零組件之研發銷售與系統的開發整合為主。舉凡飛控系統之軟體研發相關公司如：致茂電子、聯華電子、日續科技等；而飛控硬體相關公司有：矽立科技、盛群半導體、豪威科技、新唐科技等。無線通訊系統設計則有：佳邦科技、文興電子、廣營電子、茂訊電子、全波科技、太盟光電科技、智捷科技等；GPS 晶片設計有嘉矽電子、鼎天國際、亞全科技、長茂科技與長天科技等；另有寰波科技所設計之天線等各種零組件與系統。視覺系統方面有綠冠能源的視覺辨識智能系統；合盈科技光電與大立光的視覺傳輸系統；酷設工坊也將其智慧型頭戴裝置應用於無人機產業。反偵查方面有永亮有限公司的偵查反制系統、峻安科技和澄森國際的無人機干擾器。無人機應用晶片方面，有聯詠科技的影像處理晶片、盛群半導體與聯發科技研發無人機微控制晶片（MCU），先發光電研發的紅外光磊晶片的生產，與鈺立微電子研發的三維影像擷取攝影機單晶片。在無人機上的硬體方面，捷普集團綠點科技為國際上知名的無人機外殼製造商，而雙鴻科技則製造散熱模組；晨星電子也提供無人載具上訊號與電源配線的服務。航拍攝影設備方面亦有群光電能科技製造搭載於無人機上之攝影設備，同時群光電能科技、長園科技亦投入無人機上鋰電池的生產製造。

目前國內學界無人機相關技術之研發，若以學校劃分其發展項目如下。臺灣大學：智慧農業無人機、偵測型無人機；清華大學：無人機編隊技術、無人機通訊技術、路徑規劃無人機；交通大學：基地台無人機、協作型無人機、路徑規劃無人機、車輛監控無人機、倉儲盤點無人機、無人機人物識別；中央大學：偵測型無人機、基地台無人機；海洋大學：海域觀測無人機；淡江大學：無人機編隊技術；臺灣科技大學：路徑規劃無人機、監控型無人機；臺北科技大學：無人機編隊技術、智慧農業無人機、定位與建圖無人機、監控無人機；臺灣師範大學：汙染源搜尋無人機；中正大學：汙染源搜尋無人機、無人機混合動力系統技術、無人機智慧型控制技術、辨識型無人機；中興大學：無人機深度學習技術、智慧農業無人機；逢甲大學：違建偵測無人機；虎尾科技大學：無人機載重技術、無人機監控系統技術、汙染源搜尋無人機；雲林科技大學：巡檢無人機、農藥噴灑無人機；成功大學：遠端取樣無人機、網路整合定位無人機、無人機通訊技術、路徑規劃無人機、軍用無人機；中山大學：汙染源搜尋無人機群、無人機整合通訊系統；高雄科技大學：無人機機電

整合；屏東科技大學：智慧農業無人機。而可進行之無人機技術開發，依其應用領域則包括農業應用、建築應用、人員救治、能源監控、物流快遞、科學研究、警方執法等。

參、計畫目標

無人飛行載具之應用及系統整合開發仍處高度成長期，其相關之關鍵技術開發、系統整合運用、各項標準制定、特定場域應用等，皆具備學術研究價值以及結合產業界研發的空間。無人飛行載具為各式高科技如自動控制、AI、5G、3D 列印等技術整合應用之平台，計畫之具體規格與指標得依計畫屬性設定。本計畫目標將以學界現有的控制、資通訊、機械等研發能量為基礎，建立具有國際競爭力之本土團隊，結合國內業界硬體零組件供應鏈，進行關鍵技術研發與系統整合應用。本計畫強調解決實務問題的達成度與產業應用之實務需求，同時培育相關人才從事無人飛行載具之研究，以凸顯研究成果對於台灣/全球的實質影響力。

肆、推動議題

無人飛行載具為近年控制學門規畫之重點研究項目，目前國內學界約二十多所大學從事無人機相關技術開發，研究與應用領域包括飛控、通訊、編隊、監控、智慧農業、偵測、巡檢、倉儲、協作等。在深化無人飛行載具或飛行機器人之研發與應用上，本專案建議之研究議題與場域應用情境如下：

■ 飛航控制系統研發

無人機之自動飛行控制技術為發展無人機產業之核心關鍵，可以使用的控制演算法非常多，例如 PID 控制、模糊控制、類神經網路控制、LQR 控制，非線性 H_∞ 控制、TLC 軌跡線性化控制等。因此，如何利用類神經網路、模糊邏輯、仿生進化演算法等人工智慧，開發創新自動飛行控制技術為近年來重要研究課題。例如開發無人機之智慧型飛行軌跡追蹤技術、無人機之最佳智慧飛行路徑規劃、無人機面臨亂流之 H_∞ 智慧飛行控制、或是容忍無人機元件老化之強健智慧飛控技術、可執行飛行軌跡追蹤、編隊飛航功能，並可抑制飛航亂流擾動，以及解決加速度計和陀螺儀等 MEMS 元件的溫控、振動等問題等，均為具前瞻性的無人機自動飛行控制研究。本議題所規劃之技術開發應用情境包括：

- 送貨物流系統：開發無人飛行載具之空運系統，與物流業者合作發展適合台灣複雜車流交通的運輸技術。
- 多機編隊展演：著重無人機群之多機協同合作、編隊、安全防護，並以採用自有技術進行大型活動展演為目標。

■ 具人工智慧之無人機系統研發

為了要能夠解決變化多端的工作需求，將人工智慧應用於無人機是重要的發展關

鍵，透過超音波、紅外線與飛行測距，讓無人機能夠在簡單的环境下有自我飛行的能力，然而若是在複雜的环境下，勢必就要透過路徑規畫、視覺辨識等技術來使無人機有更良善的避障導航系統。首先透過感測裝置讓無人機接收外部環境資訊，將收集的數據利用人工智慧演算法進行分析，判斷周遭物體與周邊環境，並將整理完的數據繪製成環境 3D 圖，再透過人工智慧演算法反覆的修正路徑，讓無人機就算在晚上、光線不足的環境和充滿障礙物的情況下也能夠達到自我避障的能力，並實現特定場域應用。本議題所規劃之技術開發應用情境包括：

- 智慧巡檢：台灣的橋樑、道路、風機電塔等，具危險性或不易接近之區域，透過無人機定期巡檢。選定特定目標，與無人機製作業者合作開發具人工智慧的特定功能無人機，增加國民旅遊安全。
- 精準農業：配合國家 5+2 產業創新計畫「新農業」方向，選定高經濟農作物為試驗平台，開發智慧農作物辨識、栽種，穩定飛航控制平台。

伍、計畫撰寫說明與審查重點

（一）計畫撰寫說明

1. 計畫書應敘述國內外研究與技術發展現況、每年度預計達成之技術指標，並應以補強關鍵技術缺口、具有具體可行的應用情境、明確之產業需求為目的。
2. 計畫書必須逐年陳述執行內容，以應用情境導引規劃多年期的技術發展藍圖，並具體說明階段性成果、研發成效、查核點與評量指標等。
3. 預期完成之工作項目與預期成果之妥適性，除一般性學術成果指標外，應提供具體技術指標，尤其是解決實務問題的達成度與產業應用之實務需求。
4. 本計畫僅接受三年期單一整合型研究計畫之申請，計畫核定採分年核定多年期計畫，每一年度之技術指標及目標需陳述進步性或應用連貫性。計畫經核定補助後，僅由總計畫主持人列入本部專題研究計畫件數計算。
5. 視計畫三年的執行狀況，若三年期整合型計畫執行完畢之後，可以藉由產學合作計畫，銜接到產業應用，並將技術移轉產業界（含合作衍生之專利），經審查後得擇優再核給第二期之兩年期計畫。

（二）計畫審查重點：

1. 計畫規劃應設定明確技術與應用目標，研究主題須具有前瞻性、創新性及應用性，並結合學界研發能量及現有產業供應鏈。
2. 著重預定開發之技術是否為業界所需，計畫是否有業界參與為重要審查指標，故須於計畫申請時提供「業界合作意願書」。第二年起導入實際場域應用，結合產業界共同開發。第一年合作企業無須投入經費，但須承諾第二與第三年

合作企業將各投入科技部補助研究經費之 20 %(含)以上。該承諾須明載於「業界合作意願書」中，由合作企業背書。

3. 計畫主持人在提案時，須一併檢附合作企業簽署之合作意願書，承諾要投入的經費、設備、研發人力、測試及應用驗證場域...等等。因本案係分年核定之多年期計畫，在第一年計畫結束前，合作業界投入經費須撥入學校帳戶，並與學校簽署產學合作合約書，科技部方可將第二年度計畫經費核給計畫主持人；第二年度計畫結束前，合作業界投入經費須撥入學校帳戶，科技部方可將第三年度計畫經費核給計畫主持人。此外，依「科技部研究計畫產學加值鼓勵方案(達陣方案)」相關規定，若合作企業投入經費高於 60 萬元，計畫主持人可檢附相關資料向科技部申請追加合作企業投入經費的 10%。
4. 對執行計畫進行期中與期末成果追蹤及查核，必要時進行實地訪視，各執行團隊須能實體展示所開發之技術與系統成果，並出席年度成果審查會議。
5. 計畫執行團隊每年需配合本部進行成果追蹤、查核及考評，以確認年度經費補助額度，計畫執行期程屆滿時，將進行全程成果審查。補助三年期之研究計畫，第三年需在應用場域進行實體展示，驗證開發技術可導入產品應用。
6. 年度計畫執行績效未達預期目標，得動態調整或停止補助次年度計畫經費。計畫執行期間得視業務需要，請主持人提供研究成果或配合參與專案計畫推動之相關活動。