

工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

長航時燃料電池無人機

-北極燕鷗的誕生與行旅

工業技術研究院
材料與化工研究所
蔡麗端

109.12.21

全球無人機市場概況

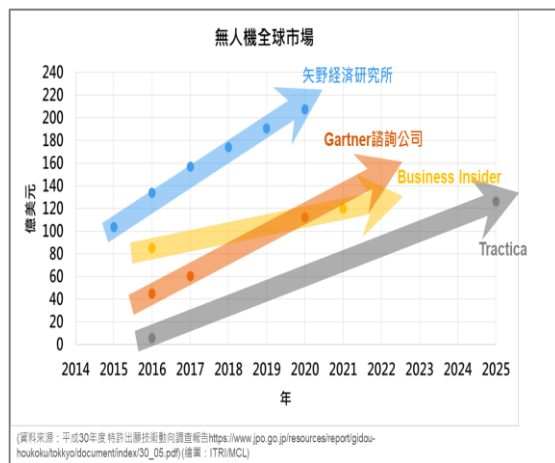
- 各大市場調查公司資料均顯示，無人機全球市場將持續成長，2022年後可望突破100億美元
- 到2025年，商業無人機服務收入將達到每年87億美元，將是商用無人機硬體銷售的2倍以上。商用無人機市場成長快速，將在2021-2022年超越消費性無人機市場。
- 目前消費型無人機市場由DJI(大疆)主宰，產量全球市占率約76.11%，其次是Parrot，市占率20.86%，其他無人機製造商僅占3.022%。
- 由於電子商務的普及化，便捷與環保造成物流無人機的需求。全球各大公司如Google、Amazon、Intel、Uber、Facebook及UPS等皆爭相開發無人機可能之未來應用。
- 無人機市場受到各國重視，依據Forecast International統計，**美國**是最大的投資與使用國家，投資金額高達**120億美元**，其後則是亞洲、歐洲等區域。

2018年主要地區投入UAV研發與採購金額

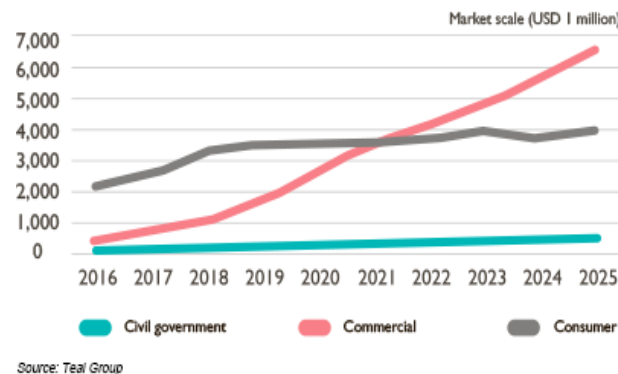
資料來源：Forecast International 2018

區域名稱	投資額 (十億美元)	比率 (%)
U.S.	12.18	37.0
Asia	9.1	27.6
Western Europe	5.9	17.9
Eastern Europe	2.9	8.8
Latin America	0.39	1.2
Total	32.89	100

各市調公司之全球無人機市場預測報告



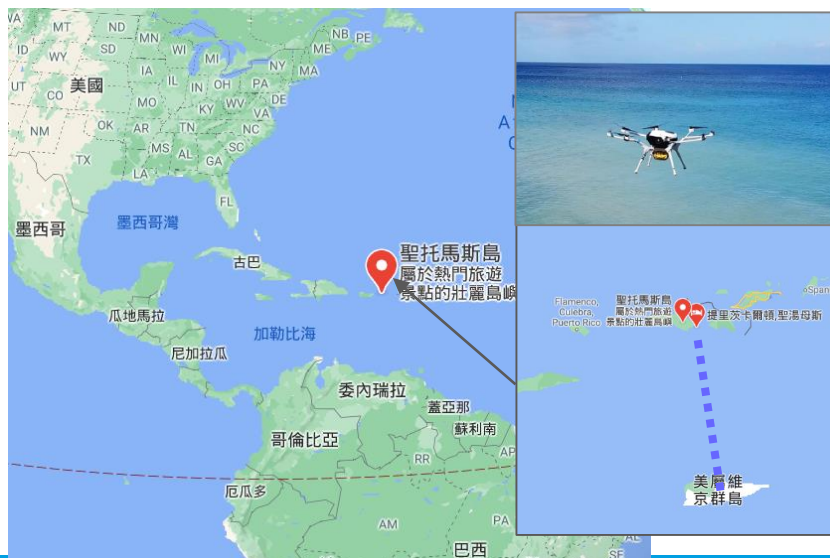
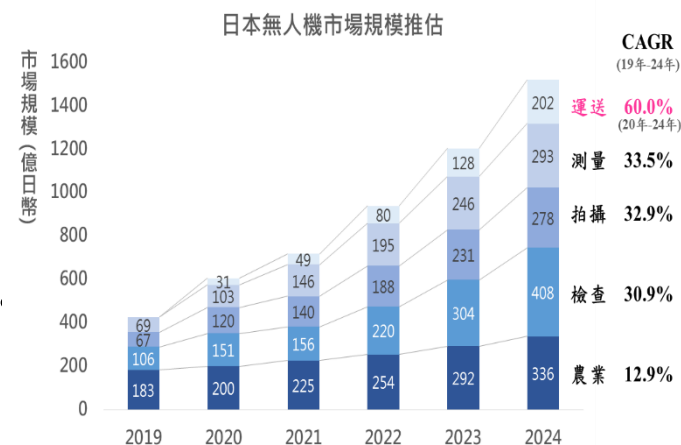
Teal Group's 2016 World Civil UAS Market Profile and Forecast



資料來源：2019無人機研發與產業發展趨勢論壇・“全球無人機發展現況及未來趨勢”經濟部航空產業發展推動小組 簡志維副主任

Drone Logistics and Transportation Market

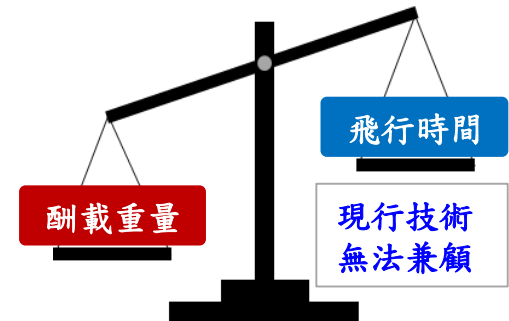
- 根據野村總合研究所推估，日本無人機運送應用將於2020年後快速成長，至2024年的複合年均成長率高達60%。
- 已有四家無人機業者取得FAA's Part 135 standard certification通過許可，分別是Google的Alphabet Wing、UPS、亞馬遜Prime Air與Aquila Drones。
- 2019/12韓國Doosan Mobility Innovation公司於美屬維京群島進行物流運送測試飛行，使用燃料電池多旋翼無人機酬載模擬醫療用品，飛行時間1小時43分鐘，飛行距離達43英里。
- 韓國Doosan Mobility Innovation公司與廣東珠海紫燕無人機公司合作，於2020/07公開燃料電池直升機相關訊息，最大起飛重量20公斤，最高酬載重量4.5公斤。



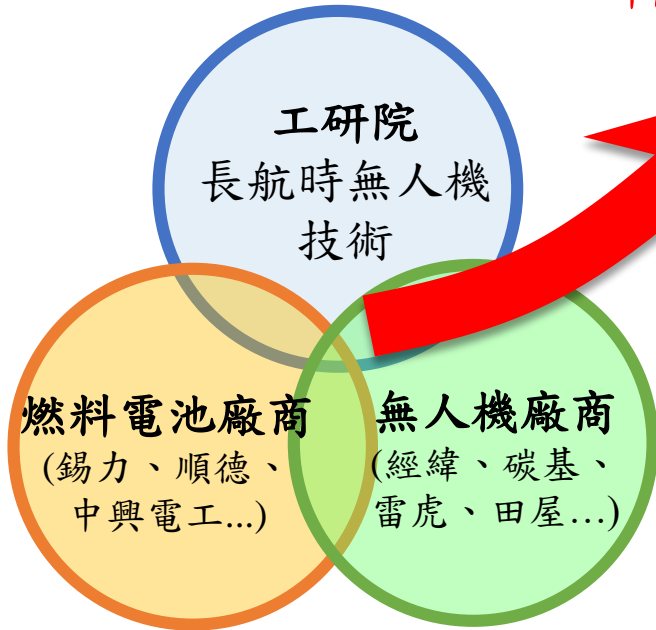
商業無人機產業的技術契機

應用	飛行時間	酬載重量
農噴植保	○○	○○○
巡檢監視	○○○	○
調查測繪	○○○	○
影像拍攝	○○○	○
通訊中繼	○○○	○○
緊急醫療	○○	○○
物流遞送	○○○	○○○

- 鋰電池能量密度過低，飛行時間與酬載重量均無法滿足。
- 各種商業應用中，物流遞送面對電力不足最嚴峻的挑戰。
- 中國製無人機面臨禁售問題，將是國內產業新契機



(2020年1月底美國政府宣布禁止使用中國製無人機)
(日經新聞報導，日本海上保安廳將從2020年度起停止採購中國製無人機)
(2020/10中央通訊社報導，日本明年4月執行的無人機新規範，可能會把中國排除在政府的無人機供應源之外)



- 燃料電池系統具有高能量密度優勢，將成為無人機商業應用的關鍵技術指標。可協助廠商在百家爭鳴的無人機市場中，創造出差異化優勢。

長航時無人機誕生背景

過去由飛控領導技術，現今由AI應用拓展市場，未來由長航時電源升級產業



Uber 飛行車希望的電池規格

Battery size: 150 kWh

Battery pack energy density: **400Wh/kg**

Battery life: 500 cycles (by 2023); 1,000 cycles (2028); 2,000 cycles (2032)

電動飛行器的電池重量能量密度必須達到400Wh/kg，Uber認為目前並不存在。

■ 飛行時間不足，嚴重限制無人機應用領域的擴展

(目前鋰電池能量密度僅150~180Wh/kg，多旋翼無人機酬載後飛行時間僅約15~30min.)

■ 全球商用物流無人機需求:

最後一哩路-飛行距離10-50公里，酬載大於10公斤

■ 氫氣燃料為潔淨能源，可大幅提升飛行時間

■ 開創商用無人機創新營運模式新商機

■ 雙贏策略-推廣台灣燃料電池，加值無人機產業

物流無人機規格需求

物流無人機分為： $<10\text{kg}$ (交付無人機，第一哩路及最後一哩路)和 $>10\text{kg}$ (貨運無人機)，因電子商務之崛起，現階段需求前者市場大於後者

法國郵政物流規劃

近距離

偏遠地區

飛行距離 20km

載重 10kg



中距離

城鎮之間運送

飛行距離 50km

載重 200kg

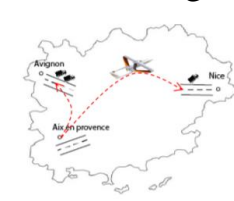


遠距離

城市之間運送

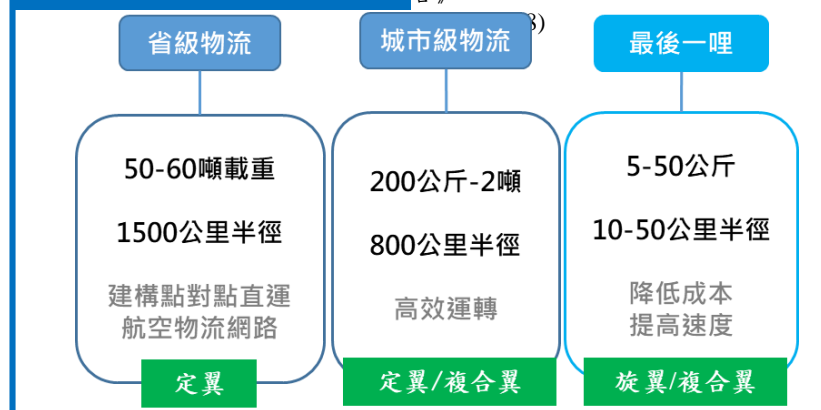
飛行距離 500km

載重數百 kg

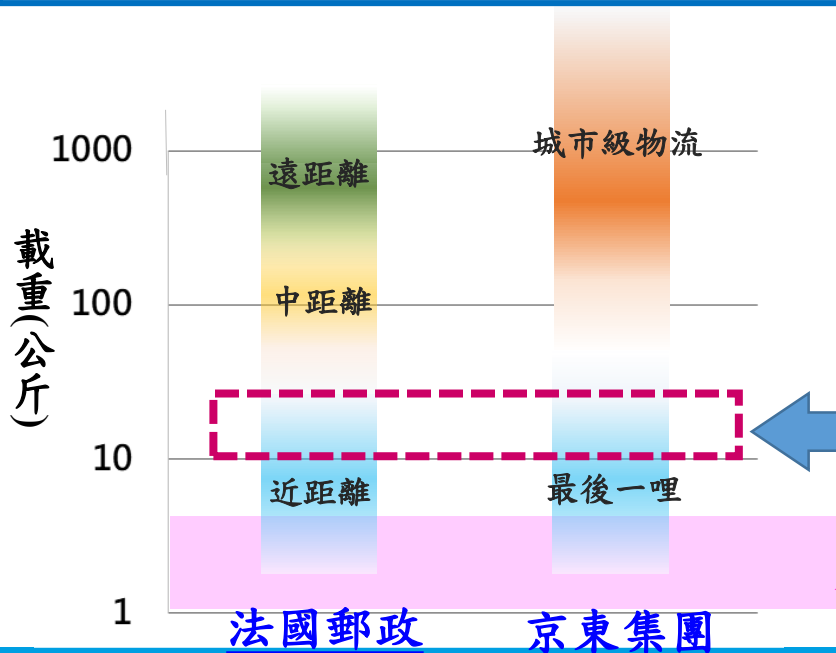


京東集團物流規劃

《世界物流無人機產業發展年度報告》



- 國際間規劃無人機物流應用，**近距離範圍之無人機載重規格均需 $\geq 10\text{kg}$** 。
- 但受限於電池能量不足，**目前電動無人機的載重範圍多為 $\leq 5\text{kg}$** 。
- 長航時無人機規格，**可填補此空缺**。

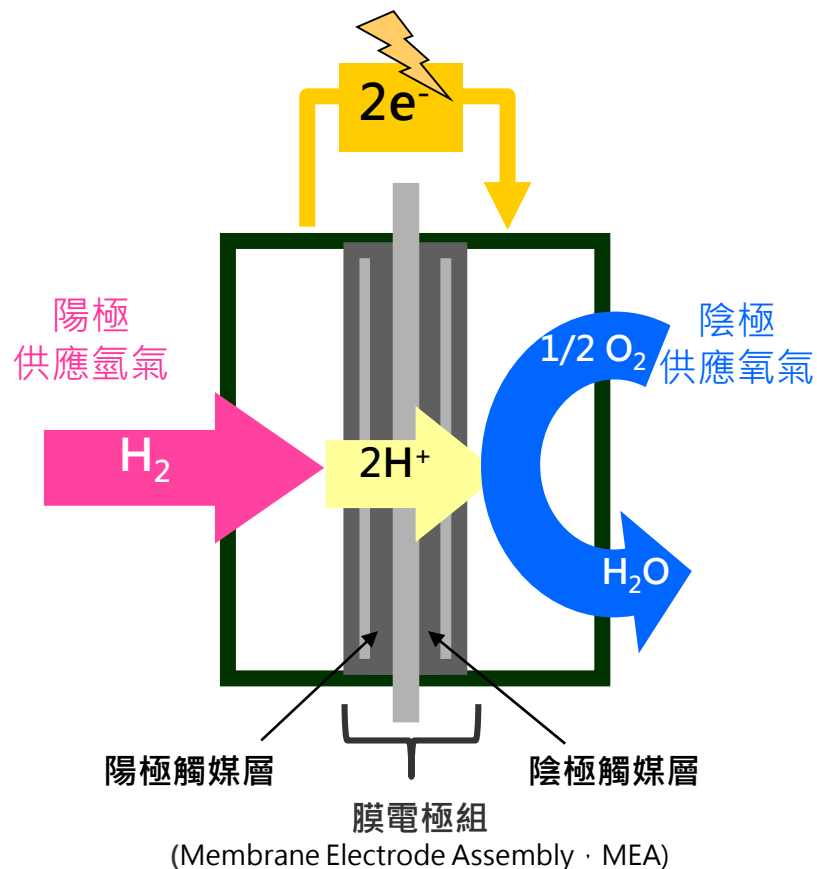


109	110	111	112
載重 10kg 飛行 1小時	載重 10kg 飛行 2小時	載重 15kg 飛行 1小時	載重 20kg 飛行 1小時

目前多數電動無人機載重範圍

燃料電池簡介

(Proton Exchange Membrane Fuel Cell · PEMFC)



1. 燃料電池 = 發電機

(不需充電，添加燃料→產生電力)

2. 低噪音

(僅些微風扇聲音)

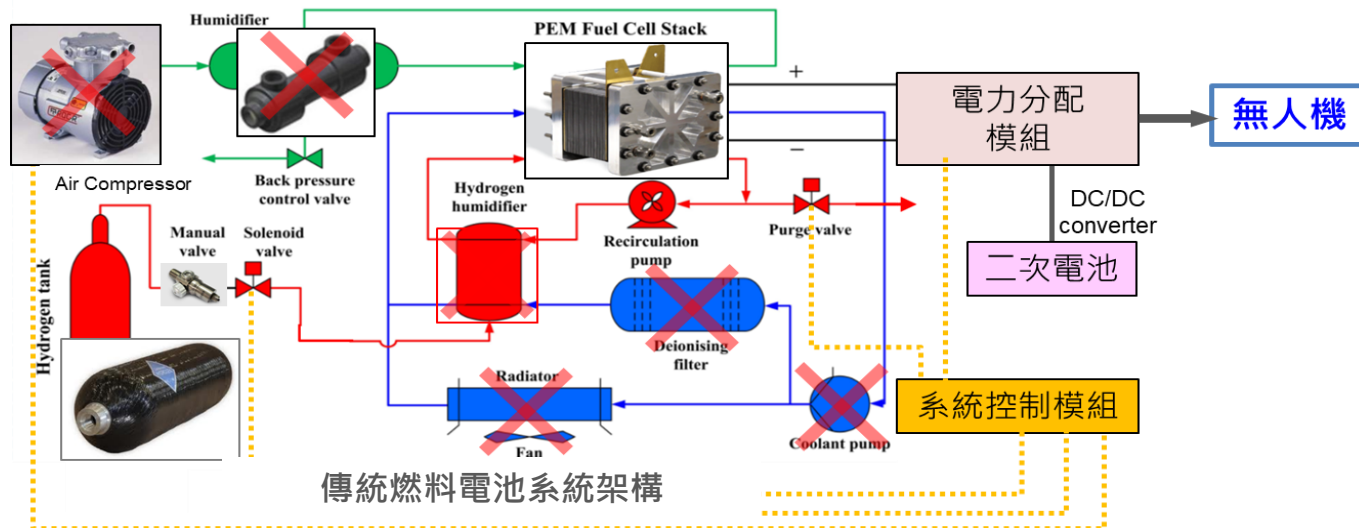
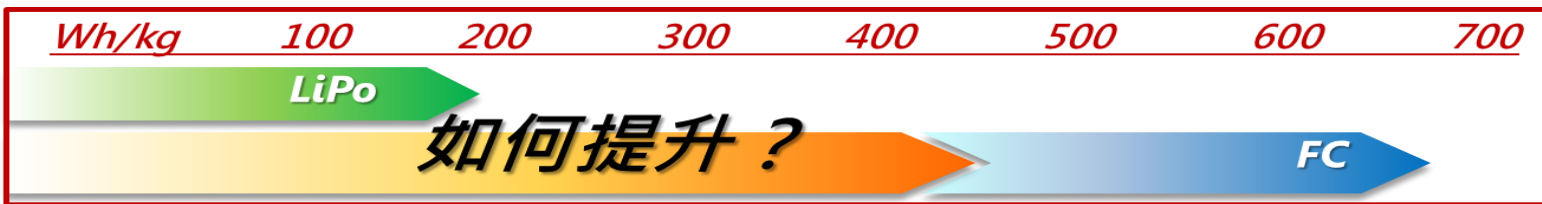
3. 快速補充電力

(儲氫罐交換)

4. 無汙染

(產出電、水與熱)

長航時燃料電池無人機技術突破點



長航時無人機技術突破重點：

- 減輕重量 (機身減重20%)
- 發展輕量化高功率專用電堆(提升50%，重量功率密度>1kw/kg)
- 混成電力控制優化 (電壓轉換效率提升至99%)
- 輕量化高壓儲氫罐 (>350Bar，儲氫量>9wt%)

四軸燃料電池無人機簡介



無人機最大起飛重量MTOW(規格) 35 公斤

項目		規格	說明
無人機機體		空機重量7.80公斤	
混成動力系統	燃料電池電堆模組	單一模組規格48V/ 1kW/1.70公斤(共四組)	混成動力系統總能量密度 486 Wh/kg , 總重量17.96 公斤, 氫氣總發電量 8738.72 wh
	混成電路控制模組	電源轉換器 48V/ 5kW / 1.28 公斤	
	固定機構	1.6 公斤	
	高壓氫氣瓶	19L/350 bar, (~550g H2)(含減壓閥6.53 公斤)	
	鋰電池組	6Ah/48V/12S (1.75 公斤)	
飛行驗證		酬載 4.60 公斤 滯空飛行135分鐘(總起飛重量30.36公斤)	
		酬載 5.01 公斤 滯空飛行130分鐘(總起飛重量30.77公斤)	

Fuel Cell Power 6-axis multi-rotor Drone

Axis distance	1650 mm
Height	700 mm
Max. Take-off Weight	24 kg
System Weight	19.5 kg (with 12L tank)
H2 Tank	9L/12L
Max. Payload	5 kg
Flight time	~ 130 min(without payload)





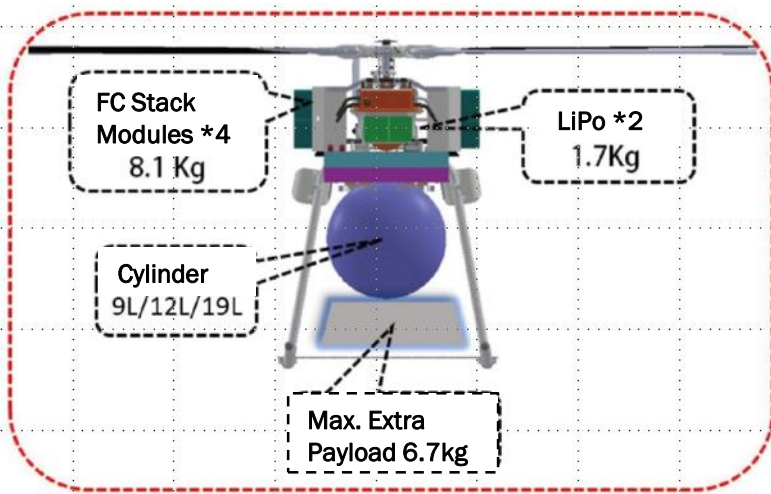
燃料電池無人直升機飛行測試

- 燃料電池直升機經多次測試，總飛行里程>300公里
- 取得國內首架特種實體檢驗合格證
- 完成烏石港-龜山島跨海來回飛行及馬公-望安跨島酬載來回飛行



ITRI
Industrial Technology
Research Institute

田屋科技



馬公至望安跨島來回飛行

烏石港至龜山島跨海飛行驗證



取得國內首架
特種實體檢驗合格證



中華民國交通部民用航空局 遙控無人機特種實體檢驗合格證		編號 NO. 1A2008050003-1
CIVIL AERONAUTICS ADMINISTRATION Ministry of Transportation and Communications Republic of China		
SPECIAL INSPECTION CERTIFICATE OF DRONE		
註冊號碼 Registration NO. B-TA109004	遙控無人機之製造者及型式 Maker and Maker's Designation 田屋科技 AXH-E230FC	遙控無人機序號 Serial Number B1-1005-20003
機種 Categories 無人直升機	目的 Purpose 試驗飛行	
限制及備註事項 Limitations/Remark: (1) 本合格證僅限工研院燃料電池無人機試驗飛行使用，不得進行其他飛航業務操作。 (2) 試驗作業須依據所提報之試驗計畫進行。 (3) 操作須依據「AXH-E230FC 燃料電池電動無人機操作手冊-202010」、「AXH-E230FC 多功能無人直升機系統地面導控站與飛行任務控制軟體操作手冊」、「燃料電池地面站設備操作手冊」。 (4) 最大起飛重量：30 kg		
發證日期 Date of Issue 2020/10/08	局長 Director General 林國顯	
本證有效期至 Valid Until 2020/11/23 止		

長航時商用無人機新里程

全球首創

涵蓋陸、海、空的無人載具創新實驗條例上路

挑戰澎湖海域飛行

馬公-望安海上飛行
(來回32公里)

離島緊急醫療物資遞送實驗運行

科發基金投入

長航時無人機技術

全球航時新紀錄

酬載5公斤，
滯空飛行時間130分



挑戰澎湖海域飛行

馬公-七美海上飛行
(單趟~42公里)
嘉義-馬公海上發行



2019/04

2019/07

2020/01

2021/01

2022/01

2022/07

於2020 Q3成功
挑戰澎湖海上飛行

預計於2022 Q2
澎湖離島海域緊急
醫療物資遞送實驗
運行

結 論

- 燃料電池之重量能量密度是鋰電池三倍，應用於無人機上可延長三倍之飛行時間，對需求長航時之應用深具潛力。
- 輕量化直接氣冷式電堆之開發與製作，單一模組功率達1400W，能量密度達1.05kW/kg。
- 建立燃料電池混成電力控制技術，以多模組控制技術，可依無人機時機需求調控燃料電池功率，電力轉換率達99%。
- 完成燃料電池烏石港-龜山島及馬公-望安(酬載6.7公斤)之跨島來回飛行，驗證長航時無人機之可行性。
- 將籌組長航時無人機之產業與物流應用聯盟，歡迎有興趣業界先進加入。