

112-076-0303

出國報告(出國類別:開會)

參加空中計程車世界大會

服務機關:交通部運輸研究所

姓名職稱:黃于哲副研究員

派赴國家:美國

出國期間:112年10月1日至112年10月7日

報告日期:112年12月11日

行政院及所屬各機關出國報告提要

頁數：26 含附件：無

報告名稱：參加空中計程車世界大會

主辦機關：交通部運輸研究所

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

交通部運輸研究所/孟慶玉/02-23496755

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

黃于哲/交通部運輸研究所/運輸資訊組/副研究員/02-23496883

出國類別：1.考察2.進修3.研究4.實習5.視察6.訪問7.開會
8.談判9.其他

出國期間：112 年 10 月 1 日至 10 月 7 日

出國地區：美國

報告日期：112 年 12 月 15 日

分類號/目：HO／綜合類（交通類）

關鍵詞：無人機、智慧運輸、航空運輸

內容摘要：

城市空中交通(Urban Air Mobility, 簡稱 UAM)，係指運用整合人工智慧、電動推進及垂直起降等新興科技之新型飛行載具，於城市中及城際執行載人、載貨及緊急醫療等作業，其中又以載人之空中計程車(Air Taxi)服務最受矚目。城市空中交通議題近年來已成為國際間交通運輸及航空領域重要議題之一，2021 交通科技產業政策白皮書已將推動 UAM 列為重要議題。本出國報告首先就城市空中交通之背景與概念進行簡要說明，接續介紹本次會議專題座談與展覽內容，並分享與各國與會代表交流獲得資訊，最後依據本次行程內容，提出心得與建議。

本文電子檔已上傳至公務出國報告資訊網

目錄

壹、	前言	1
一、	目的	1
二、	行程紀要	2
貳、	行程內容	6
一、	背景說明	6
二、	論壇及展覽內容	8
三、	與會交流情形	19
參、	心得與建議	23
一、	心得	23
二、	建議	23
	參考資料	24

表目錄

表 1 行程紀要表	2
表 2 會議議程	3

圖目錄

圖 1 UAM 發展面向及對應議題	7
圖 2 開幕典禮致詞	8
圖 3 開幕典禮專題演講	9
圖 4 Archer Midnight 機型	10
圖 5 論壇進行情況一	13
圖 6 論壇進行情況二	13
圖 7 Rolls Royce UAM 馬達縮尺模型	14
圖 8 CAE UAM 模擬訓練系統	15
圖 9 Quantum 3D 訓練系統	15
圖 9 L3 Harris 產品介紹	16
圖 10 瑪麗娜市市長致詞	17
圖 11 BlackFly 實機展示	17
圖 12 BlackFly 飛行展示	18
圖 13 物流無人機實機展示	18
圖 14 與 Skydrive 執行長福澤知浩先生合影	19
圖 15 Skydrive SC-05 概念圖	20
圖 16 本田混合動力模組示意圖	20
圖 17 K-UAM 計畫 2024 年示範航線示意圖-仁川機場至首爾	21
圖 18 亞洲航空空中計程車服務概念圖	22

壹、前言

一、目的

城市空中交通(Urban Air Mobility, 以下簡稱 UAM)，係指運用整合人工智慧、電動推進及垂直起降等新興科技之新型飛行載具，於城市中及城際執行載人、載貨及緊急醫療等作業。2018 年美國航空太空總署(National Aeronautics and Space Administration, 以下簡稱 NASA)委託麥肯錫顧問公司(McKinsey & Company)等公司辦理 UAM 市場調查，將 UAM 分為三大作業類型，包括最後一哩貨物運送(Last-Mile Delivery)、載客服務分為空中捷運(Air Metro)，以及空中計程車(Air Taxi)，其主要差別為起降場站規模、密度及服務頻率。該項調查報告結論指出，於 2030 年最後一哩運送及空中捷運將具有商業可行市場，而空中計程車將主要服務高收入族群。

美國聯邦航空總署(Federal Aviation Administration, 以下簡稱 FAA)及歐洲航空安全總署(European Union Aviation Safety Agency, 以下簡稱 EASA)已分別提出 UAM 之作業概念(Concept of Operations, 以下簡稱 ConOps)。亞洲鄰近國家，南韓目標於 2025 年實現商業化營運，日本目標於 2025 年大阪世界博覽會引進空中計程車服務。顯見城市空中交通議題為未來交通運輸及航空領域之重要議題之一，2021 交通科技產業政策白皮書已將推動 UAM 列為重要議題；本次會議邀請各國航空及機場管理單位、空中計程車相關領域新創業者參與，有助於研擬我國推動城市空中交通相關推動策略。

本出國報告首先就 UAM 與空中計程車發展背景與概念進行簡要說明，接續介紹本次會議專題座談與展覽內容，並分享與各國與會代表交流獲得資訊，最後依據本次行程內容，提出心得與建議。

二、 行程紀要

本次會議舉辦地點為美國加州舊金山，出國期間為 112 年 10 月 1 日(日)至 112 年 10 月 7 日(六)，共計 7 日，會議地點為舊金山 Grand Hyatt SFO 飯店，並於蒙特瑞郡(Monterey County)之 Marina Municipal Airport 舉辦飛行展示，行程如下：

表 1 行程紀要表

日期	地點	行程	備註
10/1(日)	臺北-舊金山	搭機	
10/2(一)	舊金山	辦理大會報到及參加歡迎晚會	
10/3(二)		會議第一天	
10/4(三)		會議第二天	
10/5(四)		飛行展示	Marina Municipal Airport
10/6(五)		舊金山-臺北	返國
10/7(六)			

表 2 會議議程

10/3 議程	
主題	講者/與談人
開幕致詞	<ul style="list-style-type: none"> ● 美國舊金山國際機場公司(IATA: SFO)執行長 Kevin Bumen ● Archer Aviation 執行長 Adam Goldstein
Air Taxi & Partner Airline / Operator	<ul style="list-style-type: none"> ● Lilium 商務長 Sebastien Borel & 沙烏地阿拉伯航空執行長 Ibrahim S Koshy ● Archer Aviation 產品長 Adam Warmoth & Mesa airlines 執行長 Jonathan Ornstein ● BETA technologies 商務長 Skye Carepetyan & Bristow Group AAM 經理 Bryan Willows ● EVE Air mobility 專員 Liza Josias & Fahari Aviation 總經理 Hawkins Wambua
Prepare your airport for Air Taxis , eVTOL, eCTOL, Delivery Drones	<ul style="list-style-type: none"> ● Groupe ADP 副總監 Joyce Abou Moussa ● 德國慕尼黑機場(IATA: MUC)專案經理 Oliver Schultes ● 美國辛辛那提機場(IATA: CVG)創新長 Brian Cobb ● 義大利羅馬機場(IATA: FCO)資深顧問 Marco Pellegrino
Workshop: Air Taxi & Modular eVTOL Design for Diverse Applications	<ul style="list-style-type: none"> ● Limosa Inc
Workshop: Vibration, Force, Torque Measurement for Air Taxi	<ul style="list-style-type: none"> ● Kistler Group
Countdown to Air Taxi Certification: Regulation & Operational Alignment	<ul style="list-style-type: none"> ● Ferrovial 副總經理 Caryn M. Lund ● 加州運輸部(Caltrans)航空規劃總監 Matthew Friedman ● AECOM 副總經理 Suzanne Murtha ● 北卡州運輸部航空處處長 Rebecca Gallas
Interviews with Key investors	<ul style="list-style-type: none"> ● Starburst Aerospace 總經理 Elizabeth Reynolds ● JetBlue Ventures, Jim Lockheed

	<ul style="list-style-type: none"> ● Etho Capital 執行長 Ian Monroe ● DiamondStream 執行長 William Dean Donovan
Workshop: AIR TAXI & Waterfront Vertiports	<ul style="list-style-type: none"> ● Skyportz
Workshop: AIR TAXI & Batteries	<ul style="list-style-type: none"> ● SES AI Corporation
Workshop: Vibration, Force, Torque Measurement for Air Taxi	<ul style="list-style-type: none"> ● Kistler Group
Keynote Speech	<ul style="list-style-type: none"> ● Vertical Aerospace 技術長 Michael Cervenka
10/4 議程	
主題	講者/與談人
AIR TAXI Progress, Forecast & Vertical Integration	<ul style="list-style-type: none"> ● Ehang 行銷長 Andreas Perotti ● Lilium 商務長 Sebastien Borel ● Skydrive 執行長福澤知浩 ● Overair 商務長 Gonzalo Ramos ● Volocopter 資深商務經理 Rohit Wariyar
Urban Aerial Ridesharing Across Most Congested Cities	<ul style="list-style-type: none"> ● 美國運輸部技術專家 Sarasina Tuchen ● 美國佛州坦帕機場(IATA: TPA)總監 Brett Fay ● Supernal Head of City Activation, Adrienne Lindgren
Workshop: AIR TAXI Incorporating Human Factors & Industrial Design into eVTOL Aircraft Development	<ul style="list-style-type: none"> ● Gilmore Group
Workshop: AIR TAXI & Urban Airspace Integration	<ul style="list-style-type: none"> ● EVE Air Mobility
AIR TAXI as New Hub Feeders	<ul style="list-style-type: none"> ● 亞洲航空(Air Asia)首席安全官 Liong Tien Ling ● 肯亞航空(Kenya Airways)總經理 Hawkins Wambua ● IAG Network 策略經理 Megan Wulff ● SMG Consulting, Sergio Cecutta,

	<ul style="list-style-type: none"> ● EAMaven, Darrell Swanson, Jarek Zych
Engineering AIR TAXI: What is still to be done?	<ul style="list-style-type: none"> ● Rolls Royce 商務總監 Matheu Parr ● BETA Technologies Head of Charging, Chip Palombini ● WSP 副總經理 Jared Esselman ● L3 Harris AAM 總工程師 Brian Spinks
AIR TAXI: RAM vs UAM	<ul style="list-style-type: none"> ● Electra.aero 財務長 Diana Siegel ● Limosa Inc, Hamid Hamidi ● Odys Aviation 執行長 James Dorris ● Eviation Aircraft 執行長 Gregory Davis
Workshop: Simulations for AIR TAXI Market Development	<ul style="list-style-type: none"> ● Citydata.AI
Workshop: AIR TAXI & Collision Avoidance Systems	<ul style="list-style-type: none"> ● L3 Harris
Vertiports and Regional Airport Readiness	<ul style="list-style-type: none"> ● Skyports, Steven Spinello ● Skyscape 執行長 Asa Quesenberry ● amd.sigma 資深經理 Olaf Bunck

貳、 行程內容

一、 背景說明

(一) AAM、UAM 與空中計程車

依據 NASA 定義，先進空中交通(Advanced Air Mobility, AAM)係指運用新型飛機、新興科技與作業模式，在傳統航空器或航空業者未能服務或低度服務之城市、郊區或鄉村地區，進行區域、城際及城市內之貨運及客運服務。FAA 將城市空中交通(Urban Air Mobility, UAM)視為 AAM 在都會區及城市內的服務模式，此外尚有區域空中交通(Regional Air Mobility, RAM)。空中計程車(Air Taxi)一詞尚無法規或學術嚴謹定義，2019 年 NASA 辦理 UAM 市場調查，將 UAM 分為三大作業類型，包括最後一哩貨物運送(Last-Mile Delivery)、載客服務分為空中捷運(Air Metro)，以及空中計程車(Air Taxi)，兩者載客人數均以 3 至 5 座(含駕駛員)為主，其差異在於空中計程車無固定路線及班次、起降場站分布更為密集，可達成接近個人化之隨叫隨到(On-Demand)、及門(Door to Door)服務，如同現有計程車服務。該項調查報告結論指出，於 2030 年最後一哩運送及空中捷運將具有商業可行市場，而空中計程車將主要服務高收入族群。另一方面，NASA2019 年另一委託研究報告指出，機場接駁(Airport shuttle)、空中緊急救援服務(Air Ambulance)亦為可能服務型態之一。

EASA 定義 UAM 是一種新型航空運輸系統，適用於人口稠密和建築環境及其周圍的乘客和貨物，透過配備增強型電池技術和電力推進等新技術的垂直起降電動飛機 (Electric Vertical Take-off and Landing, 以下簡稱 eVTOL) 實現。這些飛機將配備一名飛行員或進行遠端駕駛。

由前述定義可知，UAM 之定義為都市密集環境進行之空中交通服務，包括載客與載或貨；而空中計程車係指個人化、服務密集、不特定班次之載客航空服務，而 UAM 及空中計程車並未限於無人駕駛飛機，兩者初期均以機載駕駛員為主，長期目標為遠端駕駛員，最終達到自動化飛行。

(二) 發展背景

UAM 被預期可進入過去航空運輸服務未能普及之密集都市地區，其背景可概分為以下層面：

1. 科技面:過去都市直升機服務無法普及之原因包括噪音及價格過高，一班民眾難以負擔。近年來因電池、馬達、分散式電動推進系統(Distributed Electric Propulsion)等技術進步，帶動 eVTOL 飛機發展，eVTOL 飛機可在有限空間中垂直起降，而電力推進可解決噪音問題；此外，在成本方面，電動載具維修成本較低及人工智慧發展帶動之自動化也被認為可降低營運成本。
2. 環境面:國際間大型都市地面交通壅塞日趨嚴重，因牽涉都市規劃議題短期難以改善，故城市空中交通被視為解決方案之一；此外，淨零轉型議題亦是 eVTOL 運具發展推力。
3. 市場面:近年包括 Uber、Grab 等網路叫車服務蓬勃發展，更可擴大為交通行動服務 MaaS 概念，涵蓋運輸、購物、食宿服務，因此目前投入空中計程車服務之業者包括電信業者、傳統航空或汽車業者，憑藉各自優勢發展商業模式；以航空業者為例，可整合地面計程車接駁、空中計程車機場接駁，再銜接中長程航空服務，提供完整的及門運輸服務。

(三) 發展面向

NASA 將 AAM 發展分為五大面向及對應議題，包括載具設計、載具管理、空域設計、社區整合及空域與機隊管理，所牽涉層面廣泛，除了飛行載具研發外，尚涉及法規調適、垂直起降場站(Vertiport)等基礎設施規劃設計、飛航管理、公眾接受度及人才培訓等議題。以飛航管理為例，因預期未來空中計程車之發展將超過現有航管單位能量，目前歐美發展中作業概念係規劃空中計程車專屬廊道，交通管制獨立於有人機 ATC 之外，僅在有必要時與 ATC 溝通(如進出機場範圍時)。

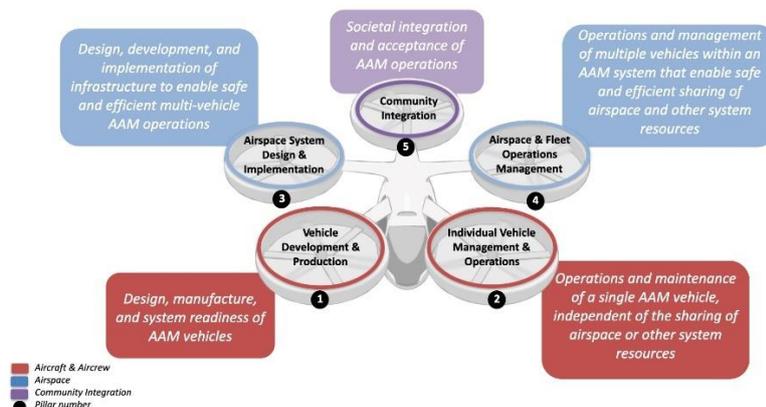


圖 1 UAM 發展面向及對應議題
資料來源: NASA Advanced Air Mobility 網站

二、論壇及展覽內容

本次會議全稱為 Air Taxi World Congress 2023，係由英國 Global Travel Investment Limited (GTI) 公司主辦，以 UAM／空中計程車為主題的會展活動。自 2019 年首次舉辦，之前分別在英國倫敦、土耳其伊斯坦堡等地舉辦。本年度議題涵蓋空中計程車之載具、起降場站、營運與商業模式等層面，共有來自日本、韓國、馬來西亞、歐美等地超過 16 個國家之代表參與，以下簡要說明本次論壇及展覽內容。

(一) 論壇

1. 開幕典禮

(1) 致詞

由舊金山機場公司執行長 Kevin Burmen 致歡迎詞，重點如下:舊金山國際機場已有 96 年歷史，自 1927 年進行首次人類商業飛行以來，致力於不斷追求新的變革，同時，機場也結合矽谷當地的創新精神，包括 Joby、Archer 等 UAM 新創公司均位於舊金山灣區，因此舊金山機場積極推動 AAM、UAM 等新興航空服務。舊金山機場是聯合航空的樞紐機場，該公司規劃於 2026 年與 EVE Air mobility 公司合作，推出從舊金山連接灣區聖荷西等地的空中計程車飛行服務，並計劃擴大至其他城市如紐約、洛杉磯、芝加哥等地。為了迎接這一新航空服務，舊金山機場也積極展開基礎建設工程，包括興建獨立的候機室、登機口和安全檢查設施，以因應未來新型空中交通服務。



圖 2 開幕典禮致詞

(2) 專題演講

開幕典禮由 Archer Aviation 執行長及營運長發表專題演講，重點如下:Archer 公司不僅來自舊金山灣區，與以舊金山為樞紐機場的聯合航空亦有密切合作關係，目前已獲得聯合航空 200 架飛機的訂單；聯合航空最初於 2021 年投資 Archer 2,500 萬美金，作為十億美金採購合約的首付款，2022 年再次投資了 1,000 萬美金，作為前一百架飛機的首付款。此外，Archer 與 Joby Aviation 共同參與美國空軍 Agility Prime 計畫，交付原型機用於評估以 UAM 協助基地間的運輸任務。

此外，Archer 在創立初期吸引了新創投資業的資金挹注，並獲得來自傳統航空業者波音(該公司亦另投資 Wisk 公司)、汽車業者 Stellantis 等公司的投資，Archer 機型 Midnight 在 2023 年八月獲得 FAA 的特殊適航認證(Special Airworthiness Certificate)，預計於 2024 年開始試飛作業。

Archer 之目標市場為取代車程 60-90 分鐘範圍，以電動空中計程車飛行僅需 10-20 分鐘，並在安全性、永續性、低噪音之前提下，保持與陸地交通相比有競爭力之成本；Archer 之 Midnight 機型為傾轉旋翼(Tiltrotor)電動垂直起降機型，續航最高 100 英里，是一款可搭載四名乘客的有人駕駛飛機。



圖 3 開幕典禮專題演講



圖 4 Archer Midnight 機型

資料來源：Archer Aviation 網站

2. 專題討論

本次論壇主題圍繞空中計程車之營運、商業模式、載具驗證及基礎設施整備等層面，摘要說明以下。

(1) 議題一：空中計程車與合作航空公司/營運商

Air Taxi and Partner airline/Operator: Setting the Scene

目前已有多家國際大型航空業者投入 UAM 領域，包括美國三大航空公司均已與 UAM 開發商合作，聯合航空與 Archer、美國航空與 Vertical Aerospace、達美航空與 Joby Aviation；航空公司投入 UAM 領域之目標著眼於機場接駁服務，以擴大其服務範圍。以本次論壇而言，沙烏地阿拉伯航空即著眼於中東地區高端市場，而肯亞航空則是非洲地區首家投入 UAM 領域之航空業者，該公司將以子公司法哈利航空（Fahari Aviation）與巴西航太工業(Embraer)轉投資之 Eve Air Mobility 合作，發展非洲地區 UAM 營運服務與都會區飛航管理系統 (Urban-ATM)。有與會者提問如何使非洲地區民眾可負擔未來 UAM 服務，而不僅限於高端市場，業者表示，將持續透過技術研發與創新服務模式較低服務進入門檻。

(2) 議題二：機場如何準備迎接新型電動飛行載具服務

How to prepare your Airport for Air Taxi, eVTOL, eCTOL. Delivery Drone

本次會議邀請來自歐美之大型機場營運單位分享其在 UAM 之準備工作與發展。巴黎機場與德國 Volocopter 公司合作，計畫於 2024 年的巴黎奧運運送選手和裁判至比賽場地，參與團隊包括 Group ADP 和 Skyports 共同進行機場基礎設施的整建和規劃，並獲得巴黎市政府支持。羅馬機場計畫於 2024 年起開始飛往鄰近城市直昇機起降場之試飛測試，每趟旅程約 20 分鐘；同時進行機場規劃和整備工作，本項計畫同樣使用德國 Volocopter 飛機，目標於 2025 年梵諦岡禧年慶典時營運。慕尼黑機場目標市場則是在巴伐利亞省各城市和機場之間提供短程交通，同時目標擴展至鄰近國家，目前該機場已與空中巴士集團展開合作，預期使用該公司開發之飛機進行試飛。機場單位因應空中計程車服務之挑戰包括旅客服務設施更新，以及充電、維修等基礎設施設置及營運。

(3) 議題三：迎接空中計程車時代來臨之法規與營運準備

Countdown to Air Taxi certification: Regulation & operational Alignment

本場次聚焦於基礎設施，尤其是垂直起降場站(Vertiport)如何對應空中計程車服務發展。Ferrovia 集團是西班牙的跨國交通建設規劃管理公司，主要業務包括開發和營運公路、機場設施等，該公司與德國 Lilium 公司和 EVE Air Mobility 合作，目標在佛羅里達州建立至少十個起降場，並在選址、導航、通訊及充電設施等方面與各地政府緊密合作。加州運輸部目前規劃利用現有鐵路場站空地建立直昇機起降場，便利乘客轉乘。AECOM 集團為全球最具規模工程顧問公司之一，近年開始關注在垂直起降場站領域。該公司建議場站規劃之配合設施包括停車場、公共運輸轉乘，以及充電設施。北卡羅萊那州運輸部與 BETA technologies 公司合作，在州內投資建立充電站，並更新充電站認證流程和法規，以應對未來 eVTOL 電力需求。

(4) 議題四：空中計程車進展、預測與垂直整合

Air Taxi Progress, Forecast & Vertical integration

本場次邀請來自美國、德國、日本及中國之 UAM 開發商分享各公司開發進度與理念。Overair 是從美國飛機製造商 Karem Aircraft 衍生公

司，在 2023 年中獲得韓國漢華公司投資，另與日本東麗合成材料展開合作，未來將由東麗提供高張力的碳纖維材料，用於機身、機翼與螺旋槳。德國 Volocopter 從 2013 年在德國試飛成功後，2017 年獲得戴姆勒集團投資，目前已在法國巴黎、義大利羅馬、杜拜和新加坡、南韓等地展開測試計畫或展示飛行，該公司 2 人座(含 1 名飛行員) Volocopter 2X 機型目前正在與 EASA 進行認證作業。Lilium 公司亦來自德國，其特色為採用分散式涵道風扇式推進器(Ducted Fans)，該公司標榜前述技術可達成更高速度並兼顧低噪音。中國億航 Ehang 於 2023 年取得中國民航局型式認證(Type Certificate)，為全球首家通過取得型式認證之無人機駕駛空中計程車廠商。

(5) 議題五：密集都市的空中共享運輸服務

Urban Aerial Ridesharing across Most Congested Cities

本場次主題為未來新型態共享運輸服務的發展願景與課題。美國運輸部代表說明，空中計程車等共享運輸服務可否普及之前提，是在安全、可靠之前提下，提供一般民眾可負擔的飛行服務模式。坦帕國際機場代表表示，現階段空中計程車服務尚有載具開發、機場軟硬體基礎設施及飛航管制等課題待解決。Supernal 公司表示，由於目前 UAM 業者百家爭鳴，各家設計理念不一，未來駕駛員及維修人員培訓將是一大課題。

(6) 議題六：區域空中交通與城市空中交通

Air Taxi: Regional Air Mobility VS. Urban Air Mobility

Regional Air Mobility(RAM)係由 NASA 提出之概念，有別於 UAM 關注於都市地區，RAM 服務型態係較長程之區域間運輸服務，其目標係運用美國境內眾多低度利用之中小型地方機場，目前商業航空服務因營運成本考量多未進入此類地區。RAM 希望透過科技進步，營運成本降低，提升此類機場之使用率，並增進偏遠或人口稀少地區交通便捷性。此類服務因航程較長，屬於中間哩服務(Middle-mile)，在載具設計上以高酬載、高航程為考量，且因使用既有機場，無需考量垂直起降功能。



圖 5 論壇進行情況一



圖 6 論壇進行情況二

(二) 靜態展覽

(1) Rolls Royce

Rolls Royce 為英國知名航空發動機製造商，其生產之發動機廣泛被應用於波音及空中巴士等民航機，該公司注意到電動飛機發展趨勢，與英國 UAM 開發商 Vertical Aerospace 合作開發 UAM 專用馬達，本次展出其縮尺模型。Vertical Aerospace 與 Rolls Royce 有著長期的合作夥伴關係，於 2021 年開始合作設計電動推進系統，並已獲得英國政府 Aerospace Technology Institute (ATI) 計畫約 1.1 億英鎊的投資。該計畫分為兩部分，第一部分由 Vertical Aerospace 主導，開發一個航太等及地推進電池系統用於該公司研發中機型；該公司正在研發一款可容

納四名乘客的有人駕駛電動飛行載具，預計最大續航里程為 100 英里（約 160 公里），最高時速達 200 英里（約 322 公里）。其餘經費將由 Rolls Royce 開發零排放的液態氫燃燒(Hydrogen Combusting)噴射發動機。



圖 7 Rolls Royce UAM 馬達縮尺模型

(2) CAE

CAE 係專注於開發飛行模擬訓練系統的加拿大公司，該公司認為未來 UAM 飛行員訓練將是重要的新興市場。其針對 UAM 訓練系統之特色為於飛行載具開發階段即與開發商合作進行訓練軟硬體開發，隨著機型開發進度修正，並徵詢專業飛行員實測意見。該系統並整合混合實境(Mixed-Reality, MR)技術，增進訓練擬真效果。



圖 8 CAE UAM 模擬訓練系統

資料來源: CAE 網站

(3) Quantum 3D

Quantum 3D 是一家位於加州之飛行模擬軟體開發公司，其歷史源於知名的 3Dfx 公司；Quantum 3D 展示該公司在 3D 地景以及 VR/AR 相關技術整合方面之專長。該公司針對 eVTOL 開發之模擬訓練系統，係基於直昇機飛行員的訓練要求為基礎，並搭配 VR 眼鏡增加受訓學員對於飛行空間感掌握，同時也提高了訓練的擬真感。該公司標榜其系統無需高階硬體系統即可實現複雜逼真的視覺呈現效果，控制訓練成本，並兼顧訓練效果。



圖 9 Quantum 3D 訓練系統

(4) 其他參展廠商

其他參展廠商包括知名軍武系統商 L3 Harris，開發 UAM 專用機載感測避讓設備；以及瑞士 SITA 集團，其著眼於未來 UAM 空中交通管制之資訊交換機制，Kistler 公司為專業電子量測設備公司，提供 UAM 電池、結構、推進系統之量測與資料管理服務。Citydata 公司發表其結合地理資訊空間分析之 UAM 市場評估軟體

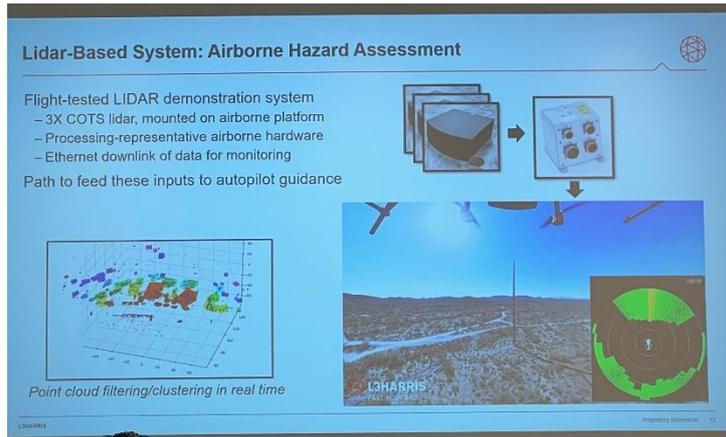


圖 10 L3 Harris 產品介紹

(三) 飛行展示

本次會議飛行展示於並於蒙特瑞郡(Monterey County)之瑪麗娜市(Marina City)舉辦，人口約 2 萬人，距離聖荷西約 70 公里。該市擁有瑪麗娜公有機場(Marina Municipal Airport)，目前無定期航班，主要供小型私人飛機及娛樂跳傘(Skydive)業者使用。該市過去產業以農業為主，自 2021 年起，UAM 業者 Joby Aviation 將飛行測試及生產設施設置於此機場內，本次試飛由瑪麗娜市市長及多位市議員出席，可見其對於 UAM 產業的重視，期望吸引更多相關產業進駐。

本次飛行展示參與廠商包括 Pivotal.aero (原 Opener), Limosa, Aerialoop 等公司參與，其中 Pivotal.aero Blackfly 機型為有人駕駛之單人電動飛行載具，其餘為縮尺模型或小型物流無人機。

BlackFly 是由加拿大工程師 Marcus Leng 設計的電動垂直起降個人飛行器，其機身採用碳纖維材質，全電動推進，具有兩片懸臂式串聯翼，每片共有 4 具馬達及旋翼。其起降機制特色為並非採用傾斜機翼(tiltwing)或傾斜旋翼(tiltrotor)設計，而是透過改變機身角度，達成垂

直起降及巡航目的。本機型係依循 FAA 的超輕型飛行載具(ultralight) Part 103 規範，無需型式認證及操作者執照；BlackFly 最大酬載重量約 104 公斤，飛行距離約 20 英里(32 公里)，最高時速約 55 節(100 公里)。本次飛行展示該機型示範垂直起飛行後，轉換巡航姿態後，沿五邊飛行，最後垂直降落，飛行過程尚稱順稱；惟因其性能限制，現階段市場侷限於個人娛樂用途。



圖 11 瑪麗娜市市長致詞



圖 12 BlackFly 實機展示



圖 13 BlackFly 飛行展示



圖 14 物流無人機實機展示

三、與會交流情形

藉由參加本次會議，與亞洲鄰近國家，包括日本、韓國、馬來西亞等國與會人員交流，了解各國發展現況與未來規劃，以下簡要說明。

(一) 日本

1. Skydrive

Skydrive 為日本 UAM 新創廠商，其產品包括高酬載物流無人機及 3 人座空中計程車，該公司為 2025 年大阪世博會合作夥伴，預計於世博會期間進行空中計程車實際營運。Skydrive 已獲得包括鈴木汽車、NEC、三井住友銀行等日本大型企業之經費挹注，並獲得日本經濟產業省”Next-generation Air Mobility”計畫約 8 千萬美元經費補助。本次會議與 Skydrive 執行長福澤知浩先生交流，福澤先生表示該公司目前積極與日本國土交通省合作進行飛機型式檢驗工作，以達成於 2025 年大阪世博會營運之目標，該公司亦於本(2023)年開始與鈴木汽車合作，借重鈴木汽車之生產製造專業及馬達開發經驗。福澤先生認為臺日雙方文化與地理位置相近，有機會成為該公司潛在合作對象及市場，樂意進一步洽談。



圖 15 與 Skydrive 執行長福澤知浩先生合影



圖 16 Skydrive SC-05 概念圖

資料來源:Skydrive 網站

2. 本田汽車

日本本田汽車航空部門曾成功開發小型 7-8 人座噴射客機 Honda Jet，並獲得 FAA、EASA 型式認證，目前也投入電動垂直起降飛行載具開發。本次會議與曾擔任 Honda Jet 總工程司師之川邊俊先生交流該公司目前推動方向，川邊先生表示本田與歐美廠商策略差異之處在於採用混合動力技術，因該公司認為 AAM、UAM 之潛在市場應為 250 英里以內之城際運輸，前述飛行距離已超過現階段電池技術能力，且旋翼機噪音主要來自於旋翼本身，故混合動力發動機所產生噪音應於可接受範圍內。此外，依據本田公司過去花費超過 10 年取得 FAA 型式認證之經驗，UAM 為完全新型之飛行載具，現階段部分廠商宣稱 2025 年商業運轉之時程過於樂觀。

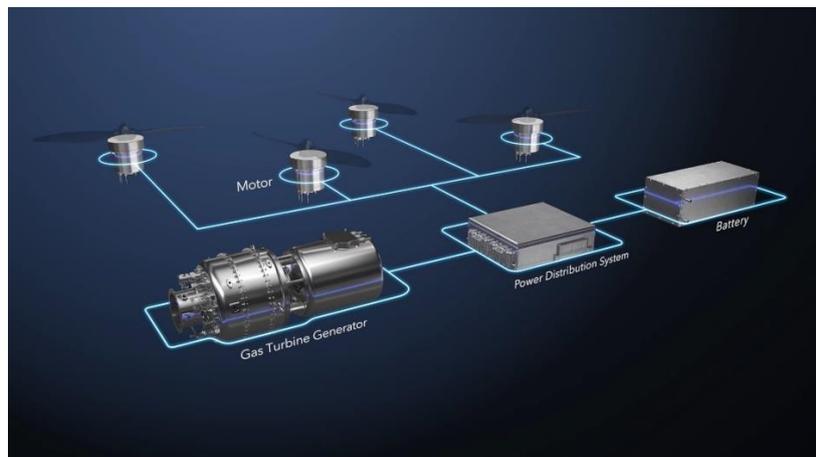


圖 17 本田混合動力模組示意圖

資料來源:本田公司網站

(二) 韓國

1. 現代汽車

韓國現代汽車集團積極推動 UAM 開發，參加韓國國土交通部舉辦之 K-UAM Grand Challenge，目標於 2025 年開始進行示範營運，2030 於韓國實現空中計程車商業營運，該計畫目前分為兩大團隊，電信業者 SK Telecom 為首聯盟，成員包括韓華、韓國機場公司，以及美國 Joby Aviation；另一電信業者 KT 則與現代汽車、大韓航空、韓國航太研究院 (Korea Aerospace Research Institute, KARI) 組成聯盟。本次會議與該公司 Lee Jae Myung 先生交流，Lee 先生表示韓國政府全力推動 UAM，不僅由韓國航太研究院自主開發飛行載具，也與美國 Joby Aviation 公司合作，導入該公司飛機，預定於 2024 年起於韓國當地進行試飛；現代汽車亦於美國成立全資公司 Supernal，專注於 UAM 飛機開發，經詢問於美國成立公司，除市場、人才等因素外，因航太產業屬於高度管制行業，於美國成立公司且聘僱美籍人士，較易獲得美國相關技術。



圖 18 K-UAM 計畫 2024 年示範航線示意圖-仁川機場至首爾

資料來源: K-UAM Grand challenge ConOps

2. 大韓航空

大韓航空本次派出多達 10 餘人團隊參加本次會議，該公司亦為 K-UAM Grand Challenge 團隊之一，其主要參與工作包括營運及商業模式發展，以及空中交通管制系統開發，該公司認為空中交通管制為 UAM 發展重點之一，已投入相當資源發展。

(三) 馬來西亞

馬來西亞亞洲航空(Air Asia)為亞洲最大之低成本航空(Low-Cost Carrier)，

本次會議與該公司先進空中交通部門主管 Krishan Raj Selvarajoo 先生交流，該公司已與英國 Vertical Aerospace 公司達成 100 架飛機之初步訂單 (Soft Order)，取決於飛機是否通過認證，鑒於 UAM 開發風險較高，航空公司現階段多選擇超過一家 UAM 開發商做為合作對象，該公司目前亦在尋求第二家飛機開發商做為合作夥伴。Selvarajoo 先生表示該公司初步目標市場為馬來西亞與新加坡之旅遊及機場接駁市場，並與該公司現有 Air Asia SuperApp 整合，該 app 現已可提供航班、住宿、購物、叫車等服務，打造整合商業模式。



圖 19 亞洲航空空中計程車服務概念圖

參、心得與建議

一、心得

- (一) 歐美 UAM 市場發展蓬勃，不僅目前已有原型機及初始訂單之開發商，如 Joby、Archer 等公司，尚有許多中小型新創業者積極募資。此外，許多傳統航空業者，如波音、空中巴士，航空公司如美國達美航空、聯合航空、亞洲航空等，以及汽車製造商包括現代、鈴木、本田、豐田及 Stellantis，均希望藉由各自優勢，加入此一新興市場。
- (二) 本次觀察加州瑪麗娜市積極推動無人機、UAM 等新興產業進駐，引進產業聚落，增加就業機會，我國亦有嘉義縣亞洲無人機 AI 創新應用園區，如可結合當地大專院校及研究機構，將可發揮更大綜效，相關國際推動案例值得我國借鏡。
- (三) UAM 所涉及層面廣泛，已不僅限於飛機載具本身，尚包括起降場站規劃，充電及維修等基礎設施，駕駛、航務及機務人才培育等多元層面，起降場站設置更牽涉地面交通與城市規劃配套措施，我國可參考國際經驗，啟動相關討論。

二、建議

- (一) 加強國際交流合作:城市空中交通 UAM 已不侷限於現有無人機領域，屬於航太工業範疇，進入門檻高、投資成本高、開發期長且須經國際認證；建議可藉由國際業者來台交流，推廣並增進國內產官學研單位對於 UAM 之認識，藉此啟動我國 UAM 發展與後續實質合作。
- (二) 推動城市空中交通相關人才培育:包括空中計程車在內之 UAM 服務，已成為國際航空業發展重點之一，所需各類研發、營運人才廣泛，建議可加強國內相關人才培育，包括大專院校及研究法人單位接觸此一新興領域，增進我國產業實力，增加高附加價值產業就業機會。
- (三) 啟動 UAM 發展策略規劃:歐美日韓等國均以國家力量推動 UAM 發展，我國空域有限、地面交通發達，惟參考各國經驗，空中計程車服務仍有觀光休閒、機場接駁等特殊市場，建議可啟動 UAM 發展討論，研議適合我國之 UAM 營運模式以及產業發展策略。

參考資料

1. “Urban Air Mobility (UAM) Concept of Operations 2.0” ， Federal Aviation Administration ， 2023
2. “U-space ConOps and architecture (edition 4)” ， Single European Sky ATM Research 3 Joint Undertaking ， 2023
3. K-UAM Concept of Operations 1.0 ， UAM Team Korea ， 2022
4. “UAM Vision Concept of Operations (ConOps) UAM Maturity Level (UML) 4” ， National Aeronautics and Space Administration ， 2021
5. “Urban Air Mobility Operational Concept (OpsCon) Passenger-Carrying Operations” ， National Aeronautics and Space Administration ， 2020
6. “空中計程車發展趨勢初探” ， 交通部運輸研究所 ， 2019
7. “Urban Air Mobility (UAM) Market Study” ， National Aeronautics and Space Administration ， 2019