

出國報告（出國類別：開會）

「2024 年空中計程車世界大會會議」 出國報告書

服務機關：交通部民用航空局

姓名職稱：賴千華技士

派赴國家：英國

出國期間：113 年 11 月 24 日至 29 日

報告日期：114 年 2 月 26 日

目錄

壹、參加會議目的.....	2
貳、過程.....	3
參、會議內容摘要	
一、 空中計程車世界大會開場與專題討論：垂直起降場的現況發展.....	7
二、 專題討論：機場的未來展望.....	9
三、 簡報：人工智慧的角色與統合城市空中運輸之管理.....	12
四、 簡報：區域航空運輸發展的新契機.....	16
五、 專題討論：Regional Air Mobility (RAM) 與 Urban Air Mobility (UAM).....	20
六、 專題討論：無人機貨運與重型貨運市場.....	22
七、 專題討論：Regional Air Mobility vs Urban Air Mobility：第二回合.....	26
八、 簡報：AirTaxi Assessment Program－全球第一個消費者保護計畫.....	29
九、 簡報：先進空中運輸和垂直起降場的基礎設施－宏偉的抱負以及當前的發展狀態.....	32
肆、心得與建議.....	36

壹、 參加會議目的

隨著全球各國對先進空中運輸系統（Advanced Air Mobility, AAM）與空中計程車（AIRTAXI）的關注度逐漸提升，各國政府、航空產業、科技業者以及研究機構紛紛投入資源，期望能在未來的空中交通生態中佔有一席之地。為掌握目前世界的發展資訊、法規趨勢與潛在商機，參與本次於 2024 年 11 月 25 日至 28 日在倫敦舉行的空中計程車世界大會，瞭解目前發展趨勢，以做為日後制定本國政策之參考。

透過參與本次空中計程車世界大會，預期取得以下效益：

- 一、世界技術與市場情報掌握：會議期間所分享的技術與測試案例，協助我們即時掌握先進空中運輸系統產業的脈動。
- 二、瞭解航空領域合作與新商機：與會者涵蓋全球航空公司、航空器製造商、機場營運單位、都市規劃團隊與航空主管機關，提供了與會單位多元且具潛力的合作對象。
- 三、現況法規與檢定標準之參考：先進空中運輸系統產業仍在發展初期階段，各國法規、檢定標準與空域管理政策尚未完全明確，透過與相關單位與專家學者的互動，瞭解未來監管走向與重點挑戰，進而提早進行因應準備與調整。

先進空中運輸系統與空中計程車產業正處於市場萌芽階段，此次會議提供了跨國、跨領域的重要交流平台。參加本會議不僅能第一時間獲取相關資訊，也能透過多方互動掌握技術與市場變化，為本國空運的下一步與佈局掌握世界未來之趨勢。

貳、 過程

本次出國計畫至英國參加「2024 年空中計程車世界大會會議」，行程自 2024 年 11 月 24 日起至同年 11 月 29 日止，為期 6 天，主辦單位為 Global Travel Investments Ltd.，會議地點在英國倫敦市區的 Park Plaza Victoria London 飯店，會議除依表定議程進行外，同時也邀集廠商設立攤位進行展示，並透過簡報分享、座談會及圓桌會議等形式，為現場航空及相關產業人士提供一個交流、合作之機會，讓與會者可進一步認識相關產品或服務內容，本次行程及詳細議程如表 1 至表 5。

表 1 出國行程表

2024 年		活動行程	起訖或停駐地點
月	日		
11	24	前往英國	臺北→桃園機場→英國
11	25	會前晚宴	Park Plaza Victoria London 飯店
11	26-27	主要會議及攤位展覽	
11	28	動態展覽	The Bicester Aerodrome Company Ltd.
11	28-29	返回臺灣	英國→桃園機場→臺北



圖 1 會議現場



圖 2 會議實況

表 2 2024 年 11 月 25 日議程摘要

時間	議程
18:00 ~ 20:00	Welcome Reception

表 3 2024 年 11 月 26 日議程摘要

時間	議程
09:35 ~ 10:20	Opening & PANEL SESSION 1: Vertiports of Today Simon Whalley, Chief Regulatory Officer, Skyports Infrastructure John Drysdale, Business Development Manager, GA and Aviation Service Community, Shannon Airport Govind Ramachandran, Senior Director, Damac Properties Moderator - Ahmad Bakkar, AAM Advisor
10:40 ~ 12:00	PANEL SESSION 2: Airports of Tomorrow Saba Abashawl, Chief External Affairs Officer, City of Houston Airports Marie-Claire Nomikossof, AAM Strategy and Business Development Lead, Groupe ADP Harry Koh, General Manager, Korea Airports Corporation Moderator - Philip Butterworth-Hayes, Editorial Director, Unmanned Publications
12:00 ~ 12:40	KEYNOTE: Unified Air Mobility Management and Role of AI Amad Malik, Chief Technology Officer, Atos-Eurocontrol
12:40 ~ 13:10	KEYNOTE: Regional Air Mobility – A New Way to Fly Neil Cloughley, CEO and Founder, Faradair
13:15 ~ 14:30	NETWORKING BUFFET LUNCH
14:30 ~ 17:45	以圓桌會議形式，讓各參與者進行相關項目之交流討論

表 4 2024 年 11 月 27 日議程摘要

時間	議程
09:00 ~ 09:30	PANEL SESSION 3: Regional Air Mobility vs Urban Air Mobility Michael Cervenka, Chief Technology Officer, Vertical Aerospace Verity Richardson, Director, Business Development, Archer Aviation Bumdong (Loukas) Cho, Founder, Vspace Moderator- Mauro Berzovini, Head of Partnerships & Funding, Leonardo Helicopters

時間	議程
09:30 ~ 10:00	PANEL SESSION 4: Heavy Cargo Drones and Delivery Services as a New Market David Majoe, CEO, Inteliports Kirill Shilov, CEO, Sky-Drones Technologies Stephen Krajewski, Marketing Director, Windracers Moderator - Ibrahima Ba, Director, Aviation Regulatory Affairs, Zipline
10:30 ~ 11:00	PANEL SESSION 5: Regional Air Mobility vs Urban Air Mobility R.2 Jean-Christophe Drai, Sales Lead, EMEA, Volocopter Andreas Perotti, Chief Marketing Officer, Ehang Diana Siegel, Chief Financial Officer, Electra.aero Moderator- Marc-Henry de Jong, CCO & Co-Founder, Electron Aerospace
11:00 ~ 11:30	KEYNOTE: Air Taxi Assessment Programme - The World' s First Consumer Protection Programme Lukas Laarmann, Researcher, University of Applied Sciences Aachen
12:00 ~ 12:30	KEYNOTE: AAM & Vertiports Infrastructure - The Grand Ambitions and Current State of Play Curtis Grad, Partner, President & CEO, Modalis
12:35 ~ 14:30	NETWORKING BUFFET LUNCH
14:30 ~ 17:45	以圓桌會議形式，讓各參與者進行相關項目之交流討論

表 5 2024 年 11 月 28 日議程摘要

時間	議程
13:10 ~ 13:50	South Korean Market Showcase Presented by Korea Airports Corporation: VSpace's Vspeeder L eVTOL

參、 會議內容摘要

一、 空中計程車世界大會開場與專題討論：垂直起降場的現況發展

（一） 活動概述與主題背景

近年來，空中計程車及先進空中運輸系統在全球航空產業的焦點地位日益提升，尤其在都市化加劇、地面交通壅塞及旅客對於「時間」價值的重視度不斷提升之際，能夠提供快速、便捷且相對環保的空中移動方案則獲得高度關注。本次空中計程車世界大會在倫敦盛大舉行，並吸引各國政府代表、基礎建設業者、科技公司、投資人以及研究機構參與，共同探討先進空中運輸系統未來發展、面臨的挑戰及未來潛在商業模式。

（二） 產業現況與法規突破

世界各主要國家或地區的航空主管機關皆開始制訂對應的法規與審核標準，例如：歐盟 EASA 與美國 FAA 對於新型電動垂直起降航空器（eVTOL）的檢定正逐漸加速，而杜拜則宣佈於 2026 年正式營運商業航線，均顯示先進空中運輸系統的全球競爭已全面展開。

要實現空中計程車商業營運的關鍵之一是「垂直起降場（Vertiport）」的規劃與建設，目前許多開發商正與政府單位緊密合作，投入相當資金在城市或商業區域建置能容納電動垂直起降航空器的專屬起降設施。然而，各都市地區的高額成本與用地取得困難，將是設置的一大挑戰，而後續需進一步探討各種商業營運模式，包括公共與私人合資、BOT 或與其他建設投資案等模式，來建立垂直起降場的營運據點。

（三） 空中計程車對都市發展與房地產的潛在影響

1、 城市發展與交通運輸整合

杜拜等地已將空中計程車視為智慧城市的一環，藉由規劃大範圍的都市中心與人本交通策略，讓居民能在都市內外進行快速連結，也帶動城市

經濟發展。

2、房地產價值與投資潛力

特定社區或商業區成為先進空中運輸系統之交通樞紐，將會提升該區域的房地產價格，並吸引國際投資者在該地點置產，也進一步刺激都市更新。

3、緊急醫療運輸

空中計程車不僅利於一般旅客通勤，也可作為空中救護服務（EMS）、醫療物資運送等緊急救援服務，特別是在醫療旅遊盛行地區、或需要於短時間內跨城市轉院之情況下，先進空中運輸系統更能有效節省寶貴的「黃金時間」。

（四）電力基礎設施與能源需求的挑戰

1、電力基礎建設

高速充電設施與穩定的供電網路，是電動垂直起降航空器大規模運營的基礎，目前許多國家還在尋求如何擴充電網容量、確保穩定與環保之能源來源，以及檢討整體電費結構是否合理。

2、氫能技術發展

目前大多電動垂直起降航空器係以電池作為動力，但未來也可能轉向氫燃料電池技術；惟氫能基礎設施投資費用高且安全考量更為複雜，短期內仍不易全面普及，很可能未來先在貨運或部分航線做測試。

（五）全球發展現況

1、現況歐洲、英國及美國的發展步調

歐洲已建立初步法規，英國則預計在 2025-2026 年確立相關標準，而美國 FAA 已有初步的檢定指南已出爐，因此各業者對商業化進程抱有高

度期望。

2、 亞洲的發展步調

日本與韓國政府積極主導驗證及飛行之發展，中國因有龐大市場之需求也致力發展此一產業，各監管單位之檢定及政策仍在持續進行中；至澳洲則陸續釋出對先進空中運輸系統的關注與法規草案，顯示亞洲各地已陸續在佈局相關產業。

3、 未來關鍵成功的因素

政府、房地產開發商、能源供應商與科技產業需要互相協同合作，電力基礎設施與能源供應目前是短期需面臨之最大難題，而全球標準化、安全檢定及社會接受度，則決定了先進空中運輸系統是否可長期持續發展。

二、 專題討論：機場的未來展望

（一） 機場與先進空中運輸系統結合的價值

機場為傳統航空運輸的核心樞紐，而新一代電動垂直起降航空器若能與機場設施整合，將帶來下列優勢：

1、 運輸效率之提升

若未來旅客能在機場搭乘傳統航空降落后，可直接搭乘電動垂直起降航空器到市中心，將可大幅縮短地面轉乘時間，增加效率。

2、 機場營收及多元商業模式

機場可將各航廈頂樓或周邊建築改建為垂直起降場，並可針對商業包機、觀光飛行等商業模式進行服務。

3、 提升機場國際形象

於國際機場導入電動垂直起降航空器，可展現該國科技水準及創新形象，除作為各國模範之外，更可吸引商務及觀光乘客搭乘使用該項服務。

（二） 巴黎、韓國及休士頓推動進度與時間表

1、 巴黎（ADP 集團）

自 2020 年起開始積極布局，並與法國民航局合作，規劃在市區及機場周邊興建多個測試用垂直起降場，並希望在 2024-2025 年左右，於航空器通過檢定後實現商業化飛行，並配合巴黎奧運等國際盛會提升曝光。

2、 韓國（Korean Air Force Corporation）

政府主導制定先進空中運輸系統國家戰略，並積極推動示範飛行，為未來逐步發展完善的公共與商業應用模式做準備。樂觀預估五年內，韓國可逐步實現部分航線及載客之營運。

3、 休士頓（喬治布希洲際及霍比機場代表）之先進空中運輸系統規劃

現在正與航空器製造商、能源公司合作，並規劃分階段在機場做基礎設施升級，預計於 2027 年左右開始實施部分電動垂直起降航空器載客及營運，初期先專注於高端客群與機場接駁，再依據營運結果長期規劃與周邊城市區域連結之航線。

（三） 現況遭遇之問題

1、 航空器檢定

現況歐洲及美國 FAA、EASA 等機關在電動垂直起降航空器檢定上要求有極高的安全標準，因此在計畫實施之時程上，往往較原計畫之時程相比，延誤是常有之狀況。

2、 空域管理

先進空中運輸系統的低空經濟走廊、城市內空中交通管制及既有航路之整合，需建立適當的 UTM（Unmanned Traffic Management）系統或類似平臺，以建立適當之秩序來管理。

3、 民眾對安全的認知與噪音問題

一般來說，民眾最在乎的是航空器安全性及所帶來的噪音問題。因此，為爭取社會接受度，須在各地進行示範飛行，並公開資訊及開放民眾諮詢，尤其是都會區人口密集處最容易引發擔憂，更是必要採取之措施。

（四） 商業模式與應用場景

1、 初期：機場接駁與高端用戶

初期營運預計以大型航空公司、直升機業者之高端客群為對象並率先使用，以較高票價支撐初期成本。

2、 中、長期：成本下降與普及化

初期完成航線營運之模式後，隨時間進行，營運時可擴大機型規模，並提升載客量後，再根據成本逐漸降低票價，以爭取更廣大的旅客群眾。

3、 區域與特殊應用

估計未來韓國、日本或東南亞等國家可用於離島交通；而美國則可考慮城際間之短程往返，例如休士頓到奧斯汀、聖安東尼奧等地。此外，緊急醫療救援運輸也被視為可被活用且具前景的利基市場。

（五） 垂直起降場基礎設施之規劃及興建

1、 垂直起降場之場地位置

可利用停車場頂樓、直升機起降場或新大樓頂樓作為初步規劃之位置，惟需考慮起降安全半徑、與周邊環境之噪音干擾以及乘客之搭乘動線。

2、 能源供應方面

為利航空器迅速補充能源，高速充電樁或氫燃料基礎設施之建置，並與電網升級整合，是目前各機場關注的焦點及課題。

3、 維修後勤方面

電動垂直起降航空器設計與維修需求不同於傳統飛機，各業者需提前規劃專業人員訓練與後勤設備佈署，並與建置垂直起降場之單位合作，建置適宜及有效率之垂直起降場。

（六） 積極之社會溝通

先進空中運輸系統於城市間運作，噪音與安全是兩大最需注意之爭議問題，除藉由示範飛行及公開說明會外，搭配實際數據佐證，有助於提升社區與媒體的信任度，另在文化與歷史文物敏感區域（如巴黎的凡爾賽宮周邊），取得居民與文化團體單位的支持更為關鍵。

三、 簡報：人工智慧扮演的角色與統合城市空中運輸之管理

（一） Urban Air Mobility（UAM）的重要性：

UAM 的重要性在於可緩解城市交通壅塞，為大都市中心提供替代運具，以運送人員或緊急貨物。UAM 強調可融合多元運具，包括無人機貨運、電動垂直起降航空器等，並採遠端操控與全自動化系統之方式，共享同一整合式空域與管控平台，提升運輸效率與安全性。

在現況國際法規方面，各國監理機關如 FAA、EASA 及中國民用航空局等，皆積極制定未來空域規範，而國際民航組織（ICAO）亦多次舉辦研討會，深入探討低空飛行的安全管理，推動全球標準化發展。

（二） 現況面臨的挑戰

1、 技術層面：UAM 所涉及的技術高度複雜，涵蓋航空管制、導航與通訊、人工智慧與自動化等多個領域，而現有的技術尚未完全成熟以因應未來大規模低空交通的需求：

- （1） 空域管理與航空管制挑戰：傳統的航空管制系統並未設計用來應付大規模、低空且密集的自動飛行，隨著城市空中運輸的發展，如何有效管理多種飛行載具共存的空域，並確保其安全與效率，將成為

一大技術挑戰。

- (2) 城市環境下的技術難點：高樓林立的都市環境帶來更為複雜的飛行條件，如建築物對信號的阻擋、狹窄的飛行路線、以及強電磁波干擾影響導航與通訊系統。此外，如何確保航空器在複雜的環境中精準定位避免碰撞，仍需進一步技術突破。
- (3) 人工智慧與自動化系統：未來的 UAM 需要依賴 AI 來進行即時感測與動態調度，以適應突發狀況，並保障飛行安全。例如，AI 必須能夠即時辨識並避開空中障礙物、動態調整航線，以及根據天氣與交通狀況進行自動調度。然而，這些技術的發展與驗證仍然面臨技術與安全性挑戰。

2、法規與制度

UAM 的發展不僅需要技術創新，也需要相應的法律與監理框架來確保運行的合法性與安全性。然而，目前的法規體系主要針對傳統航空載具而制定，對於無人機與新型空中載具的適用性仍存在許多不確定性：

- (1) 現行法規的適用性問題：各國現有航空法規多以傳統載人飛機為基準，缺乏針對無人機或自主飛行載具的完整規範。因此，在適用法律的情境下，常會出現監管灰色地帶。例如，哪些空域可以合法飛行？UAM 的飛行許可如何取得？這些都需要重新制定規範。
- (2) 風險評估與責任歸屬：當 UAM 牽涉到自動駕駛技術時，若發生事故當下，責任應歸屬於飛機製造商、AI 開發商、操作單位，還是政府監管機構？此外，對於空中運輸可能造成的潛在風險，如機械故障、駭客攻擊、與鳥類或其他載具碰撞等，應如何進行風險評估與防範措施，仍需建立明確的標準。
- (3) 保險與賠償機制：傳統航空業已有完整的保險與賠償機制，而 UAM 的特殊性，如無人駕駛、共享運行等，則可能帶來全新的保險需求。如何針對不同的風險場景設計合適的保險方案，確保消費者、企業

與社會的保障，仍需進一步探討。

3、產業合作與市場接受度

UAM 的推動不僅需要技術與法規的支援，也需要整個產業生態系統的協助合作：

- (1) 跨領域的產業合作：UAM 涉及航空製造、無人機技術、通訊、城市規劃與基礎設施建設等多個領域，必須促進 OEM（原始設備製造商）、科技企業、政府機構、城市規劃單位及交通管理部門之間的合作，以建立完善的空中運輸生態系統。例如，如何設計適合城市環境的起降場站？如何確保空域與地面基礎設施能夠無縫整合？這些都需要跨領域的協調與規劃。
 - (2) 市場接受度與社會信任：目前大眾對於無人機、空中計程車等新型飛行載具仍存有疑慮，主要包括安全性、隱私問題與噪音影響等。例如，空中計程車在高樓間頻繁飛行，是否會帶來噪音污染？航空器是否會影響居民的隱私？此外，許多人對於無人駕駛技術仍抱持謹慎態度，因此如何提升社會對 UAM 的信任度，並透過有效的政策與公眾溝通來推動市場接受度，將是未來發展的關鍵。
- (三) 解決方式思考：統合城市空中運輸管理之框架
- 1、整合式研究平臺
- UAM 的發展不僅涉及航空科技，還牽涉到城市規劃、法規政策、營運管理、基礎設施建設等多個領域。因此，建立一個整合式研究平臺，能夠促進各領域專家的協同研究與實驗，加速技術與應用的落實：
- (1) 跨領域合作：聯合航空製造商、無人機技術公司、通訊產業、智慧城市規劃專家、政府監理機構，以及學術研究機構，進行系統性的研究，確保 UAM 在安全、效率、可持續性等方面取得平衡。
 - (2) 試驗與模擬環境：透過建立實驗城市、模擬飛行環境與數據分析平臺，測試 UAM 在不同場景下的可行性，例如高樓密集區、惡劣天

氣、緊急狀況等，並對未來大規模運營可能遇到的問題進行預測與最佳化。

2、 AI 與數位孿生（Digital Twin）

AI 與數位孿生技術（Digital Twin） 在 UAM 的發展中扮演關鍵角色，其可運用於飛行調度、風險管理與智慧營運：

- （1） AI 動態調度與風險預測：AI 可根據即時空域數據、天氣狀況、飛行需求與交通流量，進行動態飛行調度，確保航空器能夠安全、順暢地運行。此外，AI 還可用於風險預測，提前發現可能的安全隱患，例如即時避開惡劣天氣、避免空中壅塞，或最佳化緊急降落點的選擇。
- （2） 數位孿生技術的應用：數位孿生技術可用於建立虛擬城市模型，模擬不同條件下的空域運行模式。例如：透過模擬不同的飛行路線、氣象條件、空域管控方案，幫助城市規劃者與交通管理機構找到最佳解，減少意外與營運風險。

3、 開放式專案與資料共享

為加速 UAM 的發展，應鼓勵開放式專案合作與數據共享，以降低技術開發成本、提高系統兼容性，並促進業界標準化：

- （1） 開源模式與標準化平臺：採用開源模式共享 UAM 相關技術、通訊協議、空域管理規範，促進不同企業與機構之間的合作。例如：開放 API 讓不同的 UAM 服務提供者能夠無縫對接，確保未來的空中交通系統能夠互通互聯。
 - （2） 數據共享與合作生態系統：設立一個共享資料庫，讓產業、學界、政府與研究單位能夠共用飛行數據、安全分析結果與法規發展趨勢，以降低溝通成本、促進創新發展，並確保 UAM 系統能夠適應不同城市與場景需求。
- （四） 預期效益：推動統合城市空中運輸管理系統，將帶來多方面的社會與經濟

效益，包括交通接駁最佳化、緊急救援強化、產業創新以及法規與社會進步。

1、 UAM 能夠有效降低地面交通壅塞，提升運輸效率：

- (1) 提升物流配送能力，特別是在尖峰時段或偏遠地區，使用無人機與空中運輸可提供更快速的物流服務。
- (2) 最佳化城市客運交通，例如：短程空中計程車能夠減少地面交通壅塞，為大城市提供新型快速通勤方式。

2、 UAM 可在關鍵時刻提供更快的緊急救援：

- (1) 縮短救援到達時間，例如災害救援、醫療運輸、消防支援等，能夠迅速抵達現場並運送急需物資或人員。
- (2) 無人機可提升偏遠地區的醫療可及性，負責緊急藥品配送，而電動垂直起降航空器則可作為空中救護車，提供更快速的救援服務。

3、 UAM 將帶動新興產業鏈，創造更多就業機會：

- (1) 推動科技發展，如 AI、自動駕駛、智慧通訊與新能源技術，將催生創新技術應用。
- (2) 創造多元就業機會，包括飛行控制、城市空域管理、數據分析、系統維護等相關職位。

4、 透過制定新標準與規範，使未來世代更容易接受空中移動：

- (1) 建立全球標準，促進各國對 UAM 的法規協調，降低跨境營運的阻礙。
- (2) 透過技術展示與政策支持，提升社會接受度，逐步讓大眾適應並信任新型態之空中移動方式。

四、 簡報：區域航空運輸的新契機

(一) 區域航空運輸的市場前景

目前全球航空運輸市場仍然以大型商業航線和樞紐機場為主流，但許多區域機場資源尚未被充分利用。傳統的航空運輸模式以大型機場為核心，導致許

多中、小城市與鄉村地區的居民需要透過長途地面交通才能抵達主要航空樞紐，這種模式不僅增加了旅客的通勤時間，也限制了某些區域的經濟發展與商業機會。

若能運用新技術提供航線，並充分利用區域機場與小型飛機，將有望在通勤、觀光與貨運等領域發揮巨大潛力。例如：

- 1、 短程空中通勤：透過小型飛機或電動飛機，提供城市與城市間的快速通勤航線，減少旅客在機場與地面交通上的轉乘等待及旅行時間。
- 2、 觀光市場：對於熱門觀光景點，如偏遠海島、山區或野生動物保護區，小型飛機可作為新的運輸方式，提升旅遊便利性與體驗。
- 3、 區域貨運：透過無人機或小型貨機，加速電子商務、醫療物資或高價值貨品的配送，提高物流效率。

隨著機隊技術進步、飛行成本下降與政策支持，區域航空市場將迎來成長契機，並可能改變現有的航空運輸格局。

（二） 主要推動因素與挑戰

1、 技術是否持續進步

航空科技的進步，尤其是新一代節能飛機的發展，正在驅動區域航空市場的變革。例如：

- （1） A320neo、A220 等新型飛機，在油耗與排放控制方面較舊機型顯著改善，提升了航空公司的營運效率。
- （2） 電動與混合動力飛機技術發展，使小型區域航線有機會降低營運成本，尤其適合 500 公里以內的短程航線。

2、 研發與檢定的高成本

儘管新技術帶來創新機會，但航空業的研發與檢定成本高昂。例如：

- （1） 現 A220 等新型機開發投入需龐大之資源，導致部分公司在開發過程中遭遇財務壓力，甚至被併購或退出市場。
- （2） 電動與混合動力飛機的安全檢定挑戰，需耗費多年時間進行測試與

適航驗證，進一步增加市場風險。

3、 市場需求與經濟效益

區域航空的發展需符合票價、便利性、噪音與環保標準，才能吸引投資與客戶：

- (1) 票價競爭力：區域航空票價需與地面運輸（如高鐵、長途客運）競爭，以確保乘客可接受該票價。
- (2) 環保與噪音標準：部分社區對航空噪音與碳排放高度關注，若無法證明其優勢，可能面臨阻力。

4、 噪音與民眾接受度

許多區域機場鄰近住宅區，飛機的噪音問題可能引發居民抗議，例如：降噪技術的發展與環保標準，將成為新型區域航線發展的重要條件；而地方政府與航空公司需與居民合作，建立良好之社區溝通方式，降低對航空運輸的負面影響。

5、 機組員短缺

疫情後航空業面臨機組員短缺之問題，進而影響區域航線的營運，若區域航線飛行員薪資與待遇較低，難以吸引新飛行員加入，雖然自動化與遠端飛行技術或能成為解決方案，但仍需後續時間發展與驗證及檢定。

(三) 混合動力 vs 純電動航空器的比較

1、 混合動力的優勢

- (1) 航程與載重表現更優，能兼顧燃油與電池的優勢，適合長距離區域航線。
- (2) 因為混合動力仍然保留傳統引擎，較易通過檢定，適航驗證程序較純電動飛機更成熟。
- (3) 飛機落地時燃油已接近耗盡，減輕結構壓力，對飛機設計較為友善。

2、 純電動的局限

- (1) 電池重量不變：與燃油系統不同，電池無法隨著飛行減輕重量，影

響飛機的航程與性能。

(2) 快充技術與壽命問題：頻繁快充將影響電池壽命，導致維護成本增加。

(3) 基礎設施與檢定仍待突破：純電飛機需要新的充電站與機場基礎設施，目前發展仍然受限制。

(四) 低垂果實策略

為了降低風險並提升市場接受度，建議可採用「低垂果實」(Low-Hanging Fruit) 策略，先從現有機場與已經通過檢定之航空器入手，推動短程航線試營運，逐步引導市場適應新模式：

- 1、短程貨運與包機服務：在電商物流、醫療物資配送與高價值貨運領域，率先推動區域航空應用。例如使用無人機貨運在偏遠地區提供快遞服務，測試市場需求與營運模式。
- 2、商務通勤航線試營運：針對都市核心與商業區，設立短程點對點航線，提供高效率通勤方案。例如：紐約至波士頓、東京至大阪等短途商務航線。
- 3、逐步導入新技術：先以傳統渦輪螺旋槳之航空器營運，隨技術成熟逐步導入混合動力或電動機型。

(五) 未來的長遠願景

- 1、5~10 年之展望：預計混合動力區域客機與無人機貨運在偏遠地區興起，提升經濟與交通連結性；未來電池或氫能技術能進一步突破，可順勢推動更高比例的電動飛機，降低碳排放。
- 2、漸進式發展：航空業載具的檢定週期長、風險大，因此必須先兼顧經濟效益與市場接受度，逐步朝淨零碳排放目標發展。
- 3、活化區域機場：善用現有機場與基礎設施，透過技術與政策支持，讓區域航空成為未來交通運輸的重要支柱，並注重社區互動與環境友善，確保當地居民支持與參與，促進區域經濟發展。

透過策略性發展與技術創新，區域航空將成為未來航空市場的新興成長點，改變全球航空業的發展格局。

五、 專題討論：Regional Air Mobility (RAM) 與 Urban Air Mobility (UAM)

隨著航空技術的進步與市場需求的變化，區域空中運輸（Regional Air Mobility, RAM）和城市空中運輸（Urban Air Mobility, UAM）正逐漸成為未來航空運輸的重要發展方向。兩者雖然在應用場景、技術需求與市場策略上有所不同，但都涉及新型航空器、基礎設施建設、法規適用與社會接受度等關鍵要素。本次談論將從市場需求、經濟效益、營運策略與未來挑戰等面向進行比較與分析。

（一）電動垂直起降航空器與先進空中運輸系統之市場需求

1、物流與貨運方面：

- （1） 偏遠地區或低人口密度區域的物流需求，可使用電動垂直起降航空器先行導入貨運業務，驗證技術可行性與營運模式。
- （2） 無人機貨運可先作為 UAM 的先行示範案例，確保技術與安全標準成熟後，再進一步應用於載客服務。

2、城市載客方面：

- （1） 電動垂直起降航空器可作為城市內部短程載客工具，例如：市中心至機場，以縮短地面交通時間，提高通勤效率；或是都市與近郊區域接駁，連接商務中心與住宅區之間，補足現有交通網路未能滿足之區域。
- （2） 如先進空中運輸系統開始服務於城市中，預期可緩解都市交通壅塞問題，並提供高效率的點對點運輸服務。

3、漸進式導入之方式：初期先導入低風險的商業模式（如貨運、包機），逐步累積營運經驗，並等待法規與市場接受度成熟；後續再隨著基礎設施

建設與市場需求增長，擴展至大規模載客服務。

（二）經濟效益與成本結構

1、大幅降低營運成本

- （1） 電動垂直起降航空器相較傳統直升機維護成本更低，且由於電動化設計簡化了發動機結構，減少機械維修需求，長期來看有望將營運成本降至傳統直升機的 1/3。
- （2） 自動化與 AI 調度系統之發展可進一步最佳化營運，提升機隊使用率。

2、電池與技術演進

- （1） 高頻率起降將對電池技術形成挑戰，壽命、能量密度與更換成本將直接影響商業可行性。
- （2） 快速充電基礎設施需同步發展，避免電池充電時間過長，影響營運效率。

3、基礎設施與票價

- （1） 起降場地建設、能源設施與既有交通銜接都將影響電動垂直起降航空器的票價與市場定位。
- （2） 初期以高端商務客為主要市場，透過高端服務維持利潤，待技術與基礎設施完善後，再推動大眾化應用。

（三）營運商的策略

1、數位化與整合式平臺

- （1） 整合訂位、飛行調度、維修管理、乘客體驗等多項服務，打造完整的智慧航空運輸平臺。
- （2） 與地面既有交通系統整合，實現點到點的多種模式交通整合，提升旅客轉乘體驗。

2、漸進式導入新航空器

- (1) 先與傳統航空或直升機業者合作，以小規模試點方式，使用現今成熟發展之航空器累積營運經驗，降低市場風險。
- (2) 後續根據市場需求與技術成熟度，逐步引入更先進的電動垂直起降航空器與混合動力飛機。

3、人才培育：初期為利產業發展，相關產業需要熟悉電動垂直起降航空器技術與自動駕駛系統的飛行員與維修工程師，後續俟自動駕駛技術成熟後，將進一步影響人力需求與航空業的職業結構。

(四) 未來挑戰與發展建議

1、社會接受度與安全疑慮：透過大規模示範運行，提升社會接受度，並採取降噪技術降低居民反對聲音；另應加強安全宣傳，消除大眾對於電動垂直起降航空器與自動駕駛技術的疑慮。

2、法規之適用性

- (1) 電動垂直起降航空器屬於新興航空載具，因現行各國民航法規的審核嚴謹且複雜，未來發展需政府與產業共同協調發展方向及監理框架。

- (2) 空中之空域管理與 UTM 系統仍需進一步投入研究，以確保 UAM 與 RAM 可以安全運行。

3、吸引技術與資金的投入：目前研發與大規模生產需要龐大資金投資，需要政府補助與私人資本共同推動，且航空產業及其他相關產業跨領域合作是成功關鍵因素。

六、 專題討論：無人機貨運與重型貨運市場

(一) 市場背景與發展潛力

全球物流需求正在發生變革，無人機貨運提供了一種新型高效率運輸方

式，特別是在偏遠地區、緊急救援、與最後一哩配送方面，無人機具備獨特的優勢。

1、 偏遠地區需求

- (1) 在離島、山區、沙漠、極地研究站或道路受災毀損地區，傳統地面運輸方式（如卡車或船舶）往往成本高昂且運輸時間過長。
- (2) 無人機貨運可提供即時空運補給，縮短運輸時間並降低成本，特別適用於軍事補給、遠程建築工程、邊境地區供應鏈等場景。

2、 緊急與醫療物資需求

- (1) 在災害應變（如地震、洪水、戰爭地區）中，無人機可運送血液、疫苗、藥品、檢驗檢體等關鍵醫療用品，提升救援效率。
- (2) 因即時性與安全性是醫療物流的關鍵因素，無人機可透過精確航線規劃，迅速將物資送達醫療機構或災害現場，減少患者等待時間，提高生存率。

3、 電商與末端物流

- (1) 全球電商市場持續成長，消費者對於更快、更便利的配送服務需求持續增加。
- (2) 無人機能解決城市交通擁擠和偏遠地區物流困境，降低最後一哩配送成本，提升物流營運效率。
- (3) Amazon、UPS、DHL 等企業已開始無人機物流測試，未來預計無人機將廣泛應用於日常電商配送。

（二） 核心技術與營運模式

要實現無人機貨運的廣泛性應用，需克服飛行技術、導航避障、自主飛行控制、貨物承載能力等挑戰。而不同應用場景下，需選擇最適合的機型與營運模式。

1、 多旋翼 vs. 固定翼/混合動力

(1) 多旋翼無人機

- i. 具備垂直起降能力，可適應都市環境或狹窄場地，適合短距離、高機動性配送。
- ii. 續航力與載重重量有限，通常適用於 5-50 公斤的貨物運輸。

(2) 固定翼或混合動力無人機

- i. 適合中、長距離（100 公里以上）航線，有效負載較高，可運送 100 公斤以上的貨物。
- ii. 需要起降跑道或專用設施，但航程更長，適合區域性貨運與軍事應用。

2、自主飛行控制與感測

(1) 高精度導航與 AI 自主飛行控制

- i. 搭載光達(Lidar)、GPS、視覺感測器等偵測系統進行自動避障，確保飛行安全。
- ii. 透過 AI 航線最佳化，減少能源消耗，提升運輸效率。

(2) 全天候適應能力：需開發防風、防雨之耐候設計，提升無人機在惡劣環境（如暴風雨、霧氣、極端高溫或低溫）下的穩定性。

3、營運模式

(1) 直接配送：無人機直接從倉庫起飛，將貨物配送到消費者家門口，適合都市內快遞與醫療物資運輸。

(2) 中繼轉運：大型無人機承擔長距離運輸，再由小型無人機負責最後一哩配送，提高運輸效率並減少飛行風險。

(三) 法規與安全挑戰

1、空域管理

- (1) 無人機需與傳統航空（如民航客機、直升機）共用空域，因此需要建立 UTM 系統來即時監控飛行狀態，確保飛航安全。
- (2) ADS-B（廣播式自動回報監視）可用於監控無人機在空中的位置與飛行軌跡。

2、檢定與示範

各國政府逐步採用「漸進式檢定」之策略：先允許無人機在偏遠地區、低風險環境中測試運行，後續隨著技術與安全紀錄的成熟，再逐步擴大至城市與高流量區域。

3、社會接受度

- (1) 噪音問題：特別是在都市區域之影響，無人機所產生的噪音可能引發居民反對。
- (2) 隱私與安全：需確保無人機不會侵犯個人隱私，並防止網路駭客攻擊導致飛行風險。
- (3) 公開示範與溝通：透過透明的市場推廣與示範飛行，讓民眾理解無人機貨運的實際效益。

（四）商業應用與案例

- 1、醫療與救援：無人機可緊急配送疫苗、血液、藥品至醫院或偏遠地區，顯著提高醫療服務可及性。
- 2、工業檢測與運輸補給：用於海上石油平台、極地研究站、災區應變等場景，替代傳統直升機，降低成本與風險。
- 3、電商與物流：亞馬遜 Prime Air、UPS Flight Forward 等公司已開始無人機送貨測試，未來將推動更多商業應用。

（五）未來發展建議

- 1、聚焦高價值應用：先從醫療、災害應變、偏遠運輸補給開始，建立成功案例，後續再逐步推動商業模式，擴大發展。

- 2、法規與示範點：與政府合作爭取示範運行之機會，累積數據與安全紀錄後，與政府合作加快法規上之適用。
- 3、技術與成本控管：研發高效能電池、混合動力系統，並導入 AI 航線最佳化技術，降低營運成本，提高系統自動化程度。

七、 專題討論：Regional Air Mobility vs Urban Air Mobility：第二回合

本次討論的目標，再次聚焦於先進空中運輸系統的整體生態系統，探討技術發展、法規調整及適用、商業營運模式以及市場推廣等核心議題。面對快速成長的需求，各界代表共同探討「UAM」與「RAM」之間的互補與競合關係，以期在未來的航空運輸格局中找到平衡。

（一） 航空新創公司現況

1、 EHang

- （1） 產品：雙人座自主飛行載具 EH216，主打觀光與城市短程運輸。
- （2） 發展進度：已在中國取得型號合格證，但商業營運仍需更多法規核准及示範運作場域。
- （3） 挑戰：必須證明自主飛行的安全性與可靠度，同時穩定控制噪音，以爭取城市社區支持。

2、 Volocopter

- （1） 預計檢定時程：預計在歐洲完成檢定後，於 2024-2025 年投入商業營運。
- （2） 市場定位：鎖定 UAM，尤其是機場接駁、都市觀光等高端乘客有興趣之路線。
- （3） 主要障礙：需面對嚴格的噪音管制與政府對新型飛機營運模式的質疑。

3、 Electra

- (1) 技術特色：採用混合動力加電力雙動力系統的短場起降航空器設計，具備短場起降能力。
- (2) 目標航段：100~500 公里區間的區域航線，希望替代部分傳統短程支線飛機。
- (3) 優勢：能顯著縮短地面滑行與轉場時間，提升營運效率。

(二) 初期應用與商業模式

1、觀光旅遊

- (1) 由於技術與法規尚在發展初期，觀光飛行或許是最適合的示範與應用範圍。
- (2) 短程觀光飛行可在海島度假村、城市地標上空提供遊客獨特的飛行視角，並同時累積飛安數據、時數與市場客群等大數據。

2、機場接駁與城市空中運輸

- (1) 電動垂直起降航空器的核心願景之一，是將機場與都市中心，透過空中運具快速銜接，降低地面交通壅塞。
- (2) 在都市飛行的重要關鍵因素是須考量噪音影響、空域管理、都市建築密度等因素，而在城市中尋找適合的垂直起降場亦是在都市飛行不可缺少的一項條件。

3、區域運輸

- (1) 電動短場起降航空器與固定翼電動航空器可鎖定 100~500 公里區間的航線，例如：郊區與非樞紐機場。
- (2) 對地形複雜或交通不便的地區，電動航空器能提供便利且低排放的區域性航空服務。

(三) 主要面臨之挑戰

1、法規與檢定

- (1) 飛安標準：電動垂直起降航空器、新型固定翼電動航空器皆需符合相當於商用航空器的安全門檻。
- (2) 空域管理：城市空域使用需納入 UTM 系統或其他數位化監管機制。
- (3) 國際間標準之差異：目前歐洲、美國及亞洲的進度各異，亦無統一之標準，增加業者跨國營運的複雜度。

2、基礎設施的建設

- (1) 城市垂直起降場的興建：電動垂直起降航空器需要專用的起降設施，而此部分涉及都市土地規劃與建設成本。
- (2) 電動短場起降航空器所需跑道與充電設施：區域型機場必須升級現有跑道或興建新設施，以支援電動或混合動力航空器的運轉。
- (3) 電力供應設施：城市電力系統可能需要整體升級，以因應大規模充電之需求。

3、市場接受度

- (1) 大眾對電動航空器尚屬陌生，對其安全性與噪音可能存疑。
- (2) 需藉由大量示範與測試，透過公開測試活動與媒體宣傳，增加民眾對新型航空器的信心。

4、政府的支持

- (1) 政策與補助：軍方或政府採購計畫能促進此產業加速研發與應用。
- (2) 示範場域提供：政府若能提供法規支援與基礎建設資源，可促進縮短開發時程，吸引產業聚集。

(四) 發展策略與未來展望

- 1、跨產業合作：先進空中運輸系統需要航空製造、汽車、軟體、通訊、城市規劃等多領域專業領域整合，建立完整生態系，例如：OEM 與城市交通管理部門合作，共同打造安全、高效率的交通運輸網絡。

2、先示範、後擴張

- (1) 先在觀光飛行、高端乘客接駁等相對利基市場進行示範，吸引投資者目光與公眾關注。
- (2) 有實際成功案例與飛行安全紀錄後，再逐步導入至日常通勤或大眾運輸領域。

3、漸進式法規與基礎建設

- (1) 持續與政府及都市社區保持對話，確保城市規劃能納入新型空中運輸需求。
- (2) 加強數位化空域管理，並確保垂直起降場所與充電電力設施的規劃與擴充。

4、長期願景：空中移動逐漸普及

- (1) 待電池能量密度與自動化技術進一步突破，飛行成本大幅下降後，才能真正進入一般大眾市場。
- (2) 如同汽車工業的歷史演進，先進空中運輸系統從少數富人使用到成為普及交通工具，需要長期投資與技術成熟度的提升。

八、簡報：AirTaxi Assessment Program－全球第一個消費者保護計畫

近年來，隨著電動垂直起降航空器及空中計程車的概念越來越受矚目，許多研究機構、政府單位與產業投資者都在思考該如何建立完善的安全與監管架構。然而，目前市面上並無類似歐洲新車安全評鑑（Euro NCAP）之獨立、公正、可量化的評級機制，協助大眾判斷電動垂直起降航空器是否真正「安全可用」。因此，「AirTaxi Assessment Program」的核心目標便在於建立如汽車產業般的「五顆星」安全評等標準，透過此機制不僅讓消費者有清楚的安全指標，也給予製造商一個展現超越法規標準的激勵空間，引導整體產業朝更高的安全水準邁進。

（一）研究背景

1、 社會調查：根據研究調查，約 25%的人願意嘗試搭乘電動垂直起降航空器，另 25%則完全排斥，其餘 50% 則抱持觀望態度。因此，是否願意嘗試主要取決於他們對飛安資訊的認知。

2、 安全認知與現實需求：

- (1) 一般大眾對電動垂直起降航空器的基本期待是「至少不能比傳統飛機更危險」或甚至要比現有交通工具更安全。
- (2) 若能清楚說明電動垂直起降航空器的設計理念與安全保護機制，並透過公正評鑑結果展現高安全性能，將有助於提升其市場接受度。

(二) 安全評估計畫概述

1、 計畫目標

- (1) 建立透明且可量化的電動垂直起降航空器安全評等機制，協助製造商與消費者進行比較與改進。
- (2) 促使製造商主動強化安全設計，不僅滿足法規，更能追求超越最低門檻的優異表現。

2、 參考模式

- (1) 以歐洲新車安全評鑑 (Euro NCAP) 為主要藍本，採用五顆星安全評等，讓大眾能清楚判斷產品的安全級別。
- (2) 強調實際乘客保護，而不只是簡單的規格檢查，力求評等標準與結果能直接反映真實的飛安保障程度。

(三) 四大安全評估標準

1、 飛行安全

- (1) 透過自動避障、緊急降落機制等設計，預防事故發生。
- (2) 測試在多種氣候條件下的穩定性、導航系統的可靠度等。

2、 事故預防：航電系統故障保護機制，以降低系統失效或機械故障的可能

性。例如：使用多馬達或多螺旋槳設計，即使單個系統故障時仍能保持可控飛行。

3、碰撞與衝擊保護

- (1) 模擬不同墜毀情境，如高空自由落體、斜面撞擊、失控墜地等情境，測試座艙對乘員的防護能力。
- (2) 複合材料與吸收衝擊之結構設計 可減少衝擊力，降低受傷風險。

4、碰撞後安全

- (1) 檢視緊急逃生通道、消防系統與電池防護之設計，確保事故發生後仍有足夠時間與條件進行救援。
- (2) 電池溫度失控管理更是避免撞擊後的二次爆炸或燃燒。

(四) 研究與技術測試

1、碰撞測試與模擬

- (1) 以真實物理碰撞測試搭配數值模擬，檢驗航空器結構在各種衝擊場景下的反應。
- (2) 透過虛擬試驗平臺，能有效降低研發成本與測試風險，並快速最佳化設計細節。

2、製造技術的最佳化

- (1) 複合材料：高科技之材料可同時兼顧輕量化與高強度。
- (2) 蜂巢狀底盤：以類似汽車車體的結構概念吸收衝擊能量，減少艙內受力。
- (3) 強化起落架：確保在緊急迫降或輕度碰撞時能保護主要飛控系統與乘客艙體。

(五) 產業推動與未來發展

1、獨立安全檢定的價值

- (1) 提升消費者對電動垂直起降航空器的信任，縮短市場教育與溝通的時間。
- (2) 逼迫電動垂直起降航空器製造商加速迭代安全設計，形成良性競爭。
- (3) 為政府法規更新提供參考依據，促使監理單位與產業共同完善先進空中運輸系統生態環境。

2、目前進展

- (1) 目前部分新型機型已獲得「四星」初步評等，本計畫預訂在 2025 年進行更全面的測試，以挑戰「五星」安全門檻。
- (2) 多家電動垂直起降航空器製造商開始主動參與 AirTaxi Assessment Program，並視之為搶占市場領先地位的關鍵。

3、產業合作與後續規劃

- (1) 與更多製造商、基礎建設廠商、科學研究機構合作，持續擴充測試範疇，例如：
 - i. 與電池供應廠商攜手開發更安全的儲能系統。
 - ii. 與機場管理單位、城市規劃單位建立合作機制，演練實際營運狀況。
- (2) 長遠目標是將評鑑結果納入大眾熟知的標準，如同消費者在購車時參考 Euro NCAP 評等一樣，以客觀資訊讓大眾瞭解電動垂直起降航空器之安全性。

九、簡報：先進空中運輸系統和垂直起降場的基礎設施—宏偉的抱負以及當前的發展狀態

(一) 產業背景與發展趨勢

1、電動垂直起降航空器與 UAM 投資熱潮

- (1) 近年來，無論是新創公司（如 Joby、Volocopter）還是傳統航空大廠（如 Airbus、Boeing），均投入可觀資源於電動垂直起降航空器與 UAM 領域。
- (2) 金融與科技投資人也積極關注此市場，部分專案甚至獲得上億美元的融資。

2、仍有觀望與積極投入產業競賽行列之狀況：雖然新型技術與試驗飛行不斷推陳出新，但距離大規模商業應用仍有一段路要走。而早期投入相關產業者因研發風險、技術瓶頸或資金短缺而退出市場，而使欲加入者持觀望態度，然而，對於仍在場的業者來說，成功踏進電動垂直起降航空器項目將帶來巨大的產業先發優勢，因此現況產業間之競爭仍極為激烈。

3、產業角色多元

- (1) 航空器製造商、基礎建設業者、航空公司、城市規劃單位、政府機構等角色交織，形成複雜的生態系。
- (2) 未來若要大規模導入 UAM，需要各方協調配合，從安全法規、環境評估、基礎建設與營運模式，都須統整規劃。

（二）主要挑戰與考量

1、垂直起降場的建設成本

- (1) 與傳統機場相比，垂直起降場雖規模較小，但要符合安全標準、地面設施、乘客動線規劃等需求，仍可能花費數百萬至上千萬美元。
- (2) 採用政府補助、公共及私營合作，或私人企業自籌等投資模式，都需要試算與評估，選擇最適合及回收投資成本之方式。

2、用地選擇與彈性

- (1) 都市中心土地昂貴，若要因應未來更大型電動垂直起降航空器機型，需要預留足夠的拓展空間。

(2) 郊區或衛星場站可採模組化或快速搭建之設計，以便隨市場需求彈性調整規模。

(3) 需兼顧交通銜接與經濟效益，才可避免設施閒置或使用效率不彰。

3、空域管理與行政審查

(1) 在都市空域中營運電動垂直起降航空器，必須面對數個行政單位的法規管轄，並須同時考慮安全、噪音、環境評估等狀況。

(2) UTM 系統與航空管制（ATC）的整合亦是關鍵課題，因各國進度及標準不同，容易造成跨境合作的困難。

(三) 參考案例：加拿大水上飛機基地

以加拿大溫哥華與維多利亞的水上飛機基地為例，提供了目前可參考的發展經驗：

- 1、投資規模相對較小：浮動碼頭、簡易候機設施便可支撐基本的短程航線營運。
- 2、彈性與機動性：水上飛機可直接利用水域起降，減少陸地基礎設施的建設成本。
- 3、對未來垂直起降場所的啟發：若能採用模組化、可移動的基礎設施設計，將有利於降低投資成本與風險。

(四) 中東市場的潛力-杜拜案例

- 1、杜拜因其國際觀光與高資產客群，積極推動電動垂直起降航空器與直升機共用營運，以同時滿足高端旅遊與城市交通的需求。
- 2、若該模式成功落實，將能成為全球示範案例，吸引更多國際投資與觀光客加入。
- 3、這種高端市場切入策略能協助業者更快回收前期建設與研發成本，並累積飛安與營運經驗。

（五）未來展望與建議

1、預先規劃

- （1） 在建設垂直起降場所前，應事先考量更大型電動垂直起降航空器或不同機型的發展趨勢，預留未來的空間彈性。
- （2） 都市規劃單位與交通主管機關須將 UAM 基礎設施納入長期交通發展計畫。

2、與城市整體交通系統結合

- （1） 若與地面交通運輸轉乘不便或成本高昂，將使空中運具與該項設施轉乘優勢大打折扣。
- （2） 需確保垂直起降場所與地面大眾運輸、共享汽車、鐵路系統無縫銜接，形成完整的多樣化交通服務網。

3、多方合作機制

- （1） 政府、基礎建設公司、航空器製造商、營運商、社群團體等需共同合作，定義統一標準與運作規範。
- （2） 在噪音監控、安全評估、電力供應等方面，也需要民間企業與政府之間的深度溝通與公私合作。

4、國際監管與示範地點

- （1） 建議可先推出示範計畫，以規模有限、風險可控的方式進行試驗營運。
- （2） 透過示範營運累積實際數據（飛安、噪音、營運效率），作為與主管機關溝通與最佳化法規的依據。
- （3） 逐步向區域性或全球性擴大規模，讓 UAM 成為城市交通系統的重要一環。

肆、心得與建議

- 一、目前世界上致力於發展先進空中運輸系統的國家，已開始利用沙盒之方式，陸續規劃或實施測試，以搜集更多的數據，為未來營運做準備。依照目前航空器製造廠商設計的機型，可以區分為垂直起降航空器及短場起降航空器兩種，其中更以垂直起降航空器為大宗，另動力來源現可區分為電動或混合動力，未來則有可能以氫燃料電池作為新一代的能量來源。
- 二、我們可以預見先進空中運輸系統初期是以貨物運輸或鎖定高端客群的觀光導覽或商務接駁運輸為主要服務項目，如果發展順利，將有可能延伸到運送醫療物品或緊急醫療救援服務，甚至於離島的運輸服務等項目。
- 三、在本次會議中，已初步得知歐、美等先進國家已開始進行制定相關法規及航空器安全驗證、檢定等規則，更瞭解到要發展先進空中運輸系統，必須要讓電動垂直起降航空器的動力來源技術突破，無論是使用電池、氫燃料電池或是混合動力，只有將航空器續航力提升，才能有更完整覆蓋率的航空路網及營運效率。另外依據目前垂直起降航空器的發展，產生的噪音及隱私問題將使大眾的接受度降低，也進而影響垂直起降場的選址策略，這亦會是未來發展所需面臨的課題之一。因此，除了航空器的降噪技術提升及制定垂直起降場建設、管理、驗證、噪音管制等規範以外，在高度都市化的城市裡，垂直起降場的選址可能須搭配航路，設置在城市外圍及天然屏障等影響居民較小之區域，再以地面接駁之方式接駁乘客至目的地。
- 四、面對天空日益擁擠之狀況，先進空中運輸系統的加入，將使擁擠狀況雪上加霜。因此，大家期盼在垂直起降航空器加入載貨及載客服務前，就能建置 UTM 系統以協助管理天空的交通秩序；另因無人駕駛的垂直起降航空器現況仍處於技術面驗證階段中，目前美國、歐盟及日本均採先驗證有人駕駛，再推展至無人駕駛之漸進方式逐步推動，因此除了 UTM 系統的建置、通訊協定及技術須克服外，要以無人駕駛之方式服務，更是有一大段路要走。

五、由於 2024 年 6 月交通部於立法院交委會業務報告中，宣示於 2028 年試辦城市空中計程車飛行走廊計畫，考量臺灣的市場規模及技術發展，可根據當時國外已發展成熟或已通過驗證之航空器機型，挑選在臺灣適合的地區（例如：特定觀光景點或離島航線）進行小規模示範營運；如為自行研發之載具，亦可參考國際間常用的「沙盒」模式，於法規上給予有限度的彈性，讓有意參與的業者能進行技術與安全驗證外，政府相關單位也能累積監理及管理經驗。

六、在制定法規及認證檢定方面，臺灣可參考歐美國家、ICAO 等組織在完成監管法規、載具檢定與駕駛員資格的產生、訓練與證照制度等規範後，再依循其經驗與範本，適度修訂或套用在地法令，一方面確保可與國際接軌，另一方面也能降低制度研擬與技術驗證所需消耗的人力與時間成本。另外在保險方面，可參考國外對垂直起降航空器或大型無人機的保險要求與費率，屆時請金管會保險局協助保險或產物保險業者，共同制定符合本地條件的保險方案。

七、先進空中運輸系統在臺灣的未來發展，應可先朝貨運的服務開始，除山地或離島偏遠地區可使用無人機載貨之外，臺灣因科學園區大多設置於西部地區，已形成西部產業廊帶，如有無人機載貨服務的加入，亦能使產業廊帶間的貨物運送，更有效率。另為促進先進空中運輸系統產業的發展，除參考歐美國家經驗之外，可與國內大專院校及研究機構合作，開設相關課程或訓練計畫，培養具備航空工程、通訊、資訊管理、城市規劃等跨領域背景之專業人才，健全整體環境，以做好未來新型產業進入的準備。



圖 3 會議現場展示模型(1)



圖 4 會議現場展示模型(2)



圖 5 實地展示-電動垂直起降航空器