

112-036-5510
MOTC-IOT-110-IDB038

交通部無人機科技產業發展策略 規劃與執行



交通部運輸研究所

中華民國 112 年 4 月

112-036-5510
MOTC-IOT-110-IDB038

交通部無人機科技產業發展策略 規劃與執行

著者：李宗益、陳柏君、李佩芬、紀秉宏、吳東凌、王瑋瑤、黃于哲

交通部運輸研究所

中華民國 112 年 4 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

交通部無人機科技產業發展策略規劃與執行/李宗益,
陳柏君, 李佩芬, 紀秉宏, 吳東凌, 王瑋瑤, 黃于哲
著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究所, 民
112.04

面 ; 公分

ISBN 978-986-531-496-5(平裝)

1. CST: 飛行器 2. CST: 遙控飛機 3. CST: 技術發展
4. CST: 產業發展

447.7

112005866

交通部無人機科技產業發展策略規劃與執行

著 者：李宗益、陳柏君、李佩芬、紀秉宏、吳東凌、王瑋瑤、黃于哲

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 112 年 4 月

印 刷 者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 62 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：400 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組 • 電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號 • 電話：(02)2518-0207

五南文化廣場：400002 臺中市區中山路 6 號 • 電話：(04)2226-0330

GPN：1011200408 ISBN：978-986-531-496-5 (平裝)

著作財產權人：中華民國 (代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：交通部無人機科技產業發展策略規劃與執行			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-496-5 (平裝)	政府出版品統一編號 1011200408	運輸研究所出版品編號 112-036-5510	計畫編號 110-IDB038
本所主辦單位：運輸資訊組 主管：吳東凌 計畫主持人：吳東凌 研究人員：王瑋瑤、黃于哲 聯絡電話：02-2349-6883 傳真號碼：02-2545-0426	合作研究單位：鼎漢國際工程顧問股份有限公司 計畫主持人：李宗益 研究人員：李宗益、陳柏君、李佩芬、紀秉宏 地址：臺北市信義區松山路 130 號 5 樓 聯絡電話：02-2748-8822 分機 205	研究期間 自 110 年 12 月 至 111 年 12 月	
關鍵詞：無人機、智慧型運輸系統、交通運輸、資通訊科技、航太			
<p>摘要：</p> <p>交通部為推動無人機在交通領域之創新應用與產業發展，成立無人機科技產業小組，由交通部運輸研究所擔任幕僚，並於「2021 交通科技產業政策白皮書」中提出我國無人機科技產業發展策略及路徑圖 2.0 版。</p> <p>本計畫銜接民國 109 年 7 月至民國 110 年 6 月「推動我國無人機科技產業發展先期研究規劃」之成果，工作重點包括：（一）籌組並協助臺灣無人機大聯盟(UAS-Taiwan)運作、（二）研析我國無人機科技產業發展重點、（三）促進無人機科技產業之國際合作交流，以及（四）擬定交通部無人機科技產業小組後續發展規劃。</p> <p>本期計畫成果包括：（一）推動臺灣無人機大聯盟於 111 年 3 月正式成立、（二）研析我國無人機在橋梁檢測、物流運送等應用項目之發展重點與推動策略、（三）辦理國際論壇並協助臺灣無人機大聯盟與日本無人機產業交流、（四）檢討修訂我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 版，並就產業面、技術面、市場面及法規面研提後續推動策略。</p> <p>本計畫成果可提供交通部無人機科技產業小組、交通部部屬機關（構）辦理無人機管理及無人機於交通領域應用，以及相關部會推動無人機科技產業研發之評估參考。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
112 年 4 月	324	400	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
備註：1.本研究之結論與建議不代表交通部之意見。 2.本研究係使用交通部經費辦理。			

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
 INSTITUTE OF TRANSPORTATION
 MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Planning and Implementation of the Development Strategy of the Unmanned Aircraft System Technology Industry by MOTC			
ISBN (OR ISSN) ISBN 978-986-531-496-5 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011200408	IOT SERIAL NUMBER 112-036-5510	PROJECT NUMBER 110-IDB038
DIVISION: Information System Division DIVISION DIRECTOR: Tung-Ling Wu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Tung-Ling Wu PROJECT STAFF: Wei-Yao Wang, Yu-Che Huang PHONE: 886-2-2349-6883 FAX: 886-2-2545-0426			PROJECT PERIOD FROM December 2021 TO December 2022
RESEARCH AGENCY: THI Consultants Inc. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Tsung-Yi Lee PROJECT STAFF: Tsung-Yi Lee, Po-Chun Chen, Pei-Fen Lee, Ping-Hung Chi ADDRESS: 5F., No. 130, Songshan Rd., Xinyi Dist., Taipei City PHONE: 886-2-27488822			
KEY WORDS: Unmanned Aircraft Systems (UAS), Intelligent Transportation System (ITS), Transportation, Information Technology, Aerospace			
ABSTRACT: In order to promote transportation related innovative applications and industrial developments of Unmanned Aircraft Systems (UAS), the Ministry of Transportation and Communications formed the UAS Technology Task Force. The Institute of Transportation of MOTC served as the secretariat of the team, which presented drone technology industry development strategies and the roadmap 2.0 within the 2021 Whitepaper on Transportation Technology Industry Policy. This project continues the effort of “Advanced Research Planning on the Industrial Promotion of Unmanned Aerial Vehicles Technology Development in Taiwan” from July 2020 to June 2021. The focuses of this project include: organizing and assisting the operation of the UAS Technology Industry Alliance (UAS-Taiwan), research development focuses of the UAS technology industry of Taiwan, facilitating international collaboration and communication of the UAS technology industry, planning consecutive development of the UAS technology industry task force of MOTC. The results of this project include: (1) organizing and assisting the operation of the Taiwan Unmanned Aerial Systems Alliance (UAS-Taiwan), (2) analyzing the key points of Taiwan's drone technology industry development, (3) promoting international cooperation and exchange in the drone technology industry, and (4) reviewing and revising version 2.0 of Taiwan's UAS technology industry roadmap, and proposing follow-up promotion strategies in the areas of industry, technology, market, and regulations. The result of this project can be provided to the UAS technology industry task force of MOTC and MOTC's subordinate agencies to conduct UAS management and UAS related applications. Related Ministries can also reference this project to evaluate promotions of UAS technology industry-related research and development.			
DATE OF PUBLICATION April 2023		NUMBER OF PAGES 324	PRICE 400
1. The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications. 2. The budget of this research project is contributed by the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

第一章 緒論	1-1
1.1 研究背景與目的.....	1-1
1.2 研究範圍與對象.....	1-1
1.3 研究內容與工作項目.....	1-2
1.4 研究流程.....	1-3
1.5 重要會議與活動事記.....	1-4
第二章 文獻回顧	2-1
2.1 無人機科技產業發展現況與趨勢.....	2-1
2.1.1 國際應用發展趨勢.....	2-1
2.1.2 國內應用發展趨勢.....	2-9
2.2 無人機服務模式及相關技術發展探討.....	2-12
2.2.1 無人機服務模式探討.....	2-12
2.2.2 無人機相關技術發展趨勢.....	2-17
2.2.3 無人機標竿案例探討.....	2-38
2.2.4 整體發展趨勢評估.....	2-60
2.3 無人機科技產業政策推動.....	2-64
2.3.1 國際政策推動走向.....	2-64
2.3.2 國內交通領域推動政策.....	2-84
第三章 我國無人機科技產業發展重點	3-1
3.1 推動無人機科技產業發展整體構想.....	3-1
3.2 橋梁巡檢發展重點.....	3-2
3.2.1 橋梁巡檢現況需求探討.....	3-2
3.2.2 橋梁巡檢關鍵技術研析.....	3-10
3.3 物流運送發展重點.....	3-13
3.3.1 物流運送現況需求探討.....	3-13
3.3.2 物流運送關鍵技術研析.....	3-20
3.4 無人機科技產業發展利基評估.....	3-24
3.5 關鍵技術及服務應用推動策略與效益評估指標.....	3-35
3.5.1 無人機導入橋梁巡檢推動策略.....	3-35

3.5.2 無人機導入物流運送推動策略.....	3-39
3.5.3 市場規模與產值推估.....	3-44
3.5.4 效益評估指標.....	3-47
第四章 臺灣無人機大聯盟籌組及運作輔導.....	4-1
4.1 國內外相關組織案例借鏡.....	4-1
4.2 聯盟組織方式修訂.....	4-6
4.3 聯盟組織成員召集.....	4-10
4.4 聯盟運作推動成果說明.....	4-14
第五章 無人機科技產業國際與國內交流合作.....	5-1
5.1 國際論壇辦理成果說明.....	5-1
5.2 國際參訪辦理成果說明.....	5-14
第六章 交通部無人機科技產業小組後續發展規劃.....	6-1
6.1 我國無人機交通領域發展方向修訂.....	6-1
6.2 交通科技產業政策白皮書推動策略檢討與修訂.....	6-4
6.3 跨域推動工作及分工合作機制研擬.....	6-16
6.4 臺灣無人機大聯盟中長期發展策略規劃.....	6-22
第七章 結論與建議.....	7-1
7.1 研究結論.....	7-1
7.2 後續建議.....	7-4
參考文獻.....	參-1

附件一、期中報告審查意見回覆表
附件二、期末報告審查意見回覆表
附件三、期末報告審查會議簡報

表目錄

表 2.1-1 無人機促進永續發展面向案例彙整表	2-8
表 2.2-1 無人機系統類型彙整表	2-18
表 2.2-2 無人機相關附屬設施或系統彙整表	2-19
表 2.2-3 無人機各機型優缺點及常見應用領域彙整表	2-20
表 2.2-4 鋰電池與燃料電池技術比較表	2-22
表 2.2-5 常見飛行偵測技術彙整表	2-25
表 2.2-6 定位系統技術趨勢彙整表	2-29
表 2.2-7 無人機飛航管理項目與目的彙整表	2-32
表 2.2-8 國際無人機起降場相關廠商盤點彙整表	2-35
表 2.2-9 橋梁巡檢標竿案例彙整表	2-43
表 2.2-10 橋梁巡檢標竿案例性能對照表	2-44
表 2.2-11 物流運送標竿案例彙整表	2-57
表 2.2-12 物流運送標竿案例性能對照表	2-58
表 2.3-1 BEYOND 計畫建議社會與經濟評估指標	2-70
表 2.3-2 日本無人機操作規範與制度彙整表	2-76
表 2.3-3 國際間無人機法規彙整表	2-83
表 2.3-4 國內無人機測驗術科考場列表	2-85
表 3.2-1 國內橋梁檢測構件項目彙整表	3-7
表 3.2-2 國內無人機應用於橋梁巡檢之課題與性能需求對照表	3-10
表 3.3-1 近年國內公務單位無人機物流運送測試及驗證案例彙整表	3-15
表 3.3-2 國內無人機應用於物流運送之課題與性能需求對照表	3-20
表 3.4-1 臺灣通訊產業鏈及代表廠商彙整表	3-27
表 3.4-2 臺灣半導體產業鏈及國內代表廠商彙整表	3-28
表 3.4-3 臺灣晶片類型之國內主要廠商分布彙整表	3-28
表 3.4-4 臺灣無人機相關產業廠商列表	3-31
表 3.4-5 臺灣無人機產業 SWOT 分析表	3-34
表 3.5-1 國內橋梁檢測無人機合適規格建議表	3-37
表 3.5-2 國內偏鄉、離島無人機物流運送商業化推動時程及重點彙整表	3-39
表 3.5-3 國內物流無人機合適規格建議表	3-43
表 3.5-4 國內車行橋梁數量統計表	3-45

表 3.5-5 我國橋梁巡檢與物流運送應用總產值推估表	3-47
表 3.5-6 橋梁巡檢政策目標達成之效益評估指標建議表	3-48
表 3.5-7 物流運送政策目標達成之效益評估指標建議表	3-49
表 4.1-1 國內無人機民間產業學協會彙整表	4-4
表 4.2-1 籌組無人機科技產業聯盟相關會議辦理情形彙整表	4-6
表 4.3-1 臺灣無人機大聯盟現況組織成員一覽表	4-11
表 4.4-1 橋檢構件安全關鍵性及無人機可檢測檢度評估表	4-24
表 5.1-1 臺灣無人機大聯盟成立大會暨科技產業發展國際論壇議程表	5-2
表 5.1-2 產業媒合交流參與廠商一覽表	5-5
表 5.1-3 無人機產業媒合交流成果彙整表	5-10
表 5.1-4 臺灣無人機大聯盟成立大會暨科技產業發展國際論壇相關報導	5-13
表 5.2-1 日本拜會業者與組織名單	5-18
表 6.2-1 我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 版檢討彙整表	6-5
表 6.2-2 我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 修訂版修正對照表	6-12
表 6.3-1 各部會執行無人機相關業務與計畫列表	6-16
表 6.3-2 我國無人機發展路徑圖 2.0 修訂版對應各部會分工檢討彙整表	6-17

圖目錄

圖 1.4-1 本研究流程圖	1-3
圖 1.5-1 本研究重要會議與活動事記圖	1-6
圖 2.1-1 2026 年全球無人機市場產值圖	2-2
圖 2.1-2 全球無人機市場分布與市值圖	2-2
圖 2.1-3 2025 年日本無人機市場價值預估圖	2-3
圖 2.1-4 PWC 公布之無人機應用領域產生收益分布圖	2-4
圖 2.1-5 MARKETS AND MARKETS 公布之無人機應用於交通運輸業產生收益圖	2-4
圖 2.1-6 2021 年全球無人機於各產業領域應用情形圖	2-5
圖 2.1-7 日本無人機應用趨勢預測圖	2-5
圖 2.1-8 國內申請無人機操作限制排除應用比例分布圖	2-9
圖 2.1-9 測繪用定翼機及多旋翼機	2-10
圖 2.1-10 黑客松橋檢檢測區域與整合示範計畫橋檢辦理情形	2-11
圖 2.1-11 偏鄉無人機物流測試計畫與整合示範計畫物流運送辦理情形	2-11
圖 2.2-1 無人機應用於橋梁巡檢之服務模式流程圖	2-14
圖 2.2-2 無人機提供零售商品運送服務圖	2-15
圖 2.2-3 無人機提供食物運送服務圖	2-16
圖 2.2-4 無人機提供醫療用品運送服務圖	2-16
圖 2.2-5 2022 年無人機廠商一覽圖	2-17
圖 2.2-6 主動式酬載圖	2-21
圖 2.2-7 被動式酬載圖	2-21
圖 2.2-8 飛行控制技術發展趨勢示意圖	2-24
圖 2.2-9 飛行偵測技術發展趨勢示意圖	2-25
圖 2.2-10 美國軍事無人機通訊及控制手法示意圖	2-27
圖 2.2-11 無人機控制系統示意圖	2-28
圖 2.2-12 定位系統技術發展趨勢示意圖	2-30
圖 2.2-13 飛行廊道與空域管理概念圖	2-34
圖 2.2-14 飛行廊道組成示意圖	2-34
圖 2.2-15 垂直起降場地類型示意圖	2-35
圖 2.2-16 圖像處理與分析技術趨勢示意圖	2-37
圖 2.2-17 FALCON 8 PLUS 示意圖	2-39

圖 2.2-18 ELIOS3 示意圖	2-39
圖 2.2-19 AERTOS 130IR 示意圖	2-40
圖 2.2-20 ACSL MINI 示意圖	2-40
圖 2.2-21 SKYDIO 2+ 示意圖	2-41
圖 2.2-22 ANAFI AI 示意圖	2-42
圖 2.2-23 WING 無人機執行物流運送過程圖	2-47
圖 2.2-24 WING 研發之機隊管理系統圖	2-47
圖 2.2-25 WING 無人機之物流運送 APP 圖	2-48
圖 2.2-26 ZIPLINE 無人機執行物流運送投降包裹過程圖	2-49
圖 2.2-27 ZIPLINE 無人機執行物流運送的起飛與降落過程圖	2-50
圖 2.2-28 2022 年 MATTERNET 在阿布達比的無人機物流網絡藍圖	2-51
圖 2.2-29 MATTERNET 的無人機物流接收站	2-52
圖 2.2-30 WINGCOPTER 的三重交付系統示意圖	2-53
圖 2.2-31 WINGCOPTER 的機隊管理系統示意圖	2-53
圖 2.2-32 樂天物流無人機	2-54
圖 2.2-33 VOLOCOPTER 高載重物流無人機	2-55
圖 2.2-34 ACSL 物流無人機	2-56
圖 2.2-35 無人機 HUB-TO-DOOR 物流服務模式案例	2-62
圖 2.2-36 無人機 HUB-TO-FACILITY 物流服務模式案例	2-62
圖 2.2-37 無人機 HUB-TO-HUB 物流服務模式案例	2-63
圖 2.3-1 FAA 對於未來遠端識別之規範示意圖	2-65
圖 2.3-2 美國空域管理概念圖	2-68
圖 2.3-3 UTM 系統架構概念圖	2-68
圖 2.3-4 IPP 計畫於美國各州驗證地區分布圖	2-70
圖 2.3-5 BEYOND 計畫於美國各州驗證地區分布圖	2-70
圖 2.3-6 歐盟 U-SPACE 發展藍圖	2-72
圖 2.3-7 歐盟 DRONE 2.0 無人機策略推動進程圖	2-73
圖 2.3-8 歐盟人工智慧應用於飛航與核准計畫推動進程圖	2-74
圖 2.3-9 日本無人機飛行等級分類圖	2-76
圖 2.3-10 日本空中產業革命發展規劃 2022 年版	2-79
圖 2.3-11 日本物流運送測試驗證場域分布圖	2-79
圖 2.3-12 UAM TEAM KOREA 組織架構圖	2-80

圖 2.3-13 UAM 營運概念 1.0 版	2-82
圖 2.3-14 韓國 AAM 技術線上研討會內容	2-82
圖 2.3-15 國內交通領域推動政策進度圖	2-84
圖 2.3-16 我國無人機在交通領域發展之路徑圖 1.0 版.....	2-87
圖 2.3-17 我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 版.....	2-88
圖 2.3-18 我國無人機在交通領域應用 2025 年里程碑.....	2-89
圖 3.1-1 無人機科技產業發展路徑 GPS 定位圖	3-2
圖 3.2-1 國內無人機應用於橋梁巡檢之現況課題圖	3-6
圖 3.2-2 無人機應用於橋梁巡檢關鍵技術圖	3-12
圖 3.3-1 阿里山偏鄉無人機物流測試成果展示圖	3-14
圖 3.3-2 國內無人機物流情境地區分布圖	3-16
圖 3.3-3 國內偏鄉無人機物流情境分類圖	3-17
圖 3.3-4 國內離島無人機物流情境分類圖	3-18
圖 3.3-5 無人機應用於物流運送關鍵技術圖	3-23
圖 3.4-1 臺灣產業戰略布局圖	3-25
圖 3.4-2 經濟部科技施政方向圖	3-26
圖 3.4-3 全球半導體市場規模發展趨勢圖	3-28
圖 3.4-4 臺灣無人機產業鏈及廠商能量分布圖	3-31
圖 3.4-5 無人機橋梁巡檢之國內關鍵技術相關專利分布圖	3-32
圖 3.4-6 無人機物流運送之國內關鍵技術相關專利分布圖	3-33
圖 3.5-1 國內無人機導入橋梁巡檢關鍵技術推動策略圖	3-38
圖 3.5-2 國內無人機導入物流運送關鍵技術推動策略圖	3-41
圖 3.5-3 我國本島港口至離島距離與離島物流市場規模	3-46
圖 4.1-1 福島機器人測試場簡介圖	4-2
圖 4.1-2 JUAV 組織架構圖	4-2
圖 4.1-3 UAM TEAM KOREA 組織架構圖	4-4
圖 4.1-4 國內相關聯盟運作特性借鏡圖	4-6
圖 4.2-1 臺灣無人機大聯盟組織架構圖	4-9
圖 4.4-1 臺灣無人機大聯盟執委會第一次委員會議合影	4-15
圖 4.4-2 臺灣無人機大聯盟第一次會員大會會議辦理情形	4-16
圖 4.4-3 臺灣港務公司公私協力洽談辦理情形	4-17
圖 4.4-4 亞洲無人機 AI 創新應用研發中心參訪情形	4-19

圖 4.4-5 日本參訪成果暨產業發展座談會辦理情形	4-20
圖 4.4-6 橋檢工作小組第一次討論會議辦理情形	4-21
圖 4.4-7 UTM 工作小組第一次討論會議辦理情形	4-22
圖 4.4-8 美國無人機產業發展交流暨專題分享會辦理情形	4-23
圖 4.4-9 橋檢工作小組第二次討論會議辦理情形	4-25
圖 5.1-1 無人機科技產業發展國際論壇活動花絮	5-8
圖 5.1-2 臺灣無人機大聯盟成立大會活動花絮	5-9
圖 5.1-3 無人機產業媒合交流活動花絮	5-12
圖 5.2-1 日本無人機 2025 年市場規模預測圖	5-15
圖 5.2-2 日本無人機推動藍圖	5-16
圖 5.2-3 臺灣無人機大聯盟與 JUIDA[53] 簽署 MOU	5-22
圖 5.2-4 交通部無人機科技產業小組與臺灣無人機大聯盟與日本交流座談會 ...	5-26
圖 5.2-5 臺日無人機產業技術交流暨商機合作會議合影	5-27
圖 6.1-1 國內交通領域推動政策方向圖	6-1
圖 6.1-2 國際無人機交通領域發展方向圖	6-3
圖 6.1-3 我國無人機在交通領域應用中長期里程碑	6-4
圖 6.3-1 我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 修訂版(技術面)	6-19
圖 6.3-2 我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 修訂版(產業面)	6-20
圖 6.3-3 我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 修訂版(環境面)	6-21
圖 6.4-1 JUIDA 組織工作推動內容	6-22
圖 6.4-2 臺灣無人機大聯盟中長期發展策略規劃圖	6-24

第一章 緒論

1.1 研究背景與目的

交通部為推動無人機在交通領域之創新應用與產業發展，於交通科技產業會報中成立無人機科技產業小組，由本所擔任幕僚，並於交通科技產業政策白皮書中提出我國無人機科技產業發展之三項重要議題：結合國內無人機之應用需求與廠商技術發展、強化國際合作與國內產業發展環境以及加速國內相關管理制度訂定及人才培育作業，基此提出對應之八項發展策略及路徑圖。

針對此三項重要議題，經本計畫蒐集國內外概況，可知先進國家如日本早已於 2017 年提出空中產業革命，為無人機科技產業提供相關環境整備及技術開發之藍圖；美國則與民間廠商合作，針對無人機科技產業應用需求性高之操作項目，透過辦理整合示範計畫協助研擬相關操作規範、擴增使用範疇；韓國則是於 2020 年公布城市空中交通(Urban Air Mobility, 以下簡稱 UAM)藍圖，強調建立無人機科技產業生態系統、創造研發環境、健全設施與環境，並由國土交通省與 40 家公司、學研機構、國家機關合作發展，成立 UAM Team Korea；而檢視國內相關發展，相較先進國家仍有需迫切推動相關規劃與執行之處。

因此，本計畫銜接本所民國 109 年至 110 年「推動我國無人機科技產業發展先期研究規劃」(以下簡稱前期研究)之成果，基於前期研究盤點國際無人機應用趨勢及國內產業能量，本計畫之工作重點包括：(一)協助無人機科技產業聯盟運作、(二)研析我國無人機科技產業發展重點，並提出交通領域標竿應用案例及推動策略、(三)促進無人機科技產業之國際合作交流，以及(四)擬定交通部無人機科技產業小組後續發展規劃。

本計畫之成果可提供交通部無人機科技產業小組、交通部部屬機關(構)辦理無人機管理及無人機於交通領域應用，以及相關部會推動無人機科技產業研發之評估參考。

1.2 研究範圍與對象

一、研究範圍

本計畫範圍為協助無人機科技產業聯盟運作、研析我國無人機科技產業發展重點、促進無人機科技產業之國際合作交流，以及擬定交通部無人機科技產業小組後續發展規劃。

二、研究對象

本計畫對象之屬性包含國內外無人機科技產業內相關無人飛行載具製造商、關鍵零組件廠商、應用端業者及國內外政府單位、學研機構等類別。

1.3 研究內容與工作項目

本計畫預期完成的工作項目說明如下：

一、協助無人機科技產業聯盟運作

1. 協助無人機科技產業聯盟依循交通部政策指導推動相關工作：依循我國無人機在交通領域之發展路徑圖（Roadmap）及策略之指導推動相關工作，包括彙整無人機科技產業聯盟成員相關意見與需求、跨部會無人機發展策略及資源整合待協調議題等相關事項。
2. 協助無人機科技產業聯盟組織運作：包括協助召開會員大會、幹部選任、組織章程新修訂、無人機科技產業聯盟與交通部無人機科技產業小組行政協調，以及其他行政事項。
3. 協助無人機科技產業聯盟相關國際事務，如主辦或參加相關國際線上會談、研討會等。

二、研析我國無人機科技產業發展重點

1. 蒐集及調查國內外無人機科技產業於交通領域之標竿應用案例及市場發展趨勢，研析我國無人機科技產業之發展利基，並評估國內導入相關應用之可行性。
2. 規劃國內導入前揭相關應用之推動策略。
3. 針對上述標竿應用案例及推動策略，辦理技術研討會，交流國際無人機發展趨勢，協助無人機科技產業聯盟及學研單位研擬後續工作重點。

三、促進無人機科技產業國際/國內合作交流

1. 辦理國際論壇，邀請國際無人機業者與組織來臺交流，爭取無人機科技產業聯盟與國際交流合作機會。
2. 參訪國際無人機產官學研機構。
3. 規劃辦理應用需求與產業之媒合活動。

四、擬定交通部無人機科技產業小組後續發展規劃

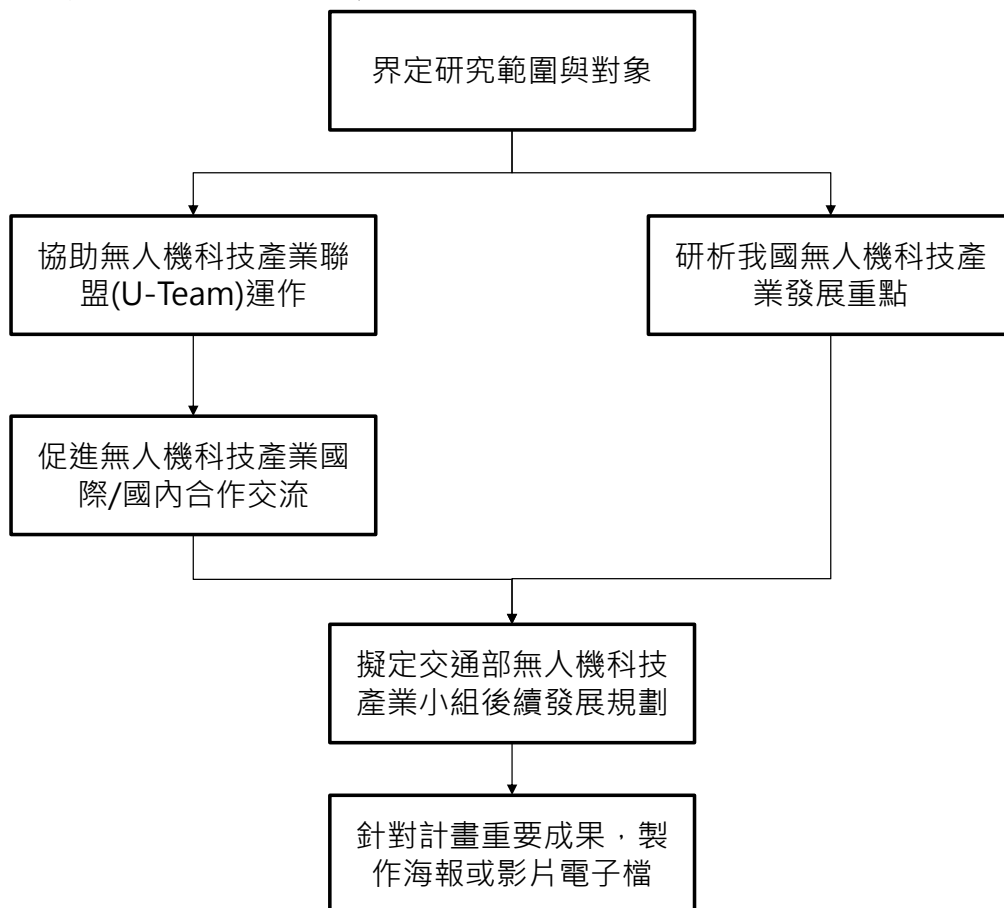
1. 研提交通部無人機科技產業小組後續重點工作規劃，修訂交通科技產業政策白皮書相關內容。
2. 提出無人機科技產業聯盟中長期發展規劃，包括研擬組織發展以及產業策略。
3. 研提產官學研推動工作及分工合作機制。
4. 研提本所無人機後續相關計畫研究主題與重點。

五、針對計畫重要成果，製作海報或影片電子檔。

將本期計畫成果投稿運輸計劃季刊、國內外期刊、學術研討會。

1.4 研究流程

依據前述工作項目，本計畫流程如圖 1.4-1 所示。



註：本圖為符合研究公告之工作內容，無人機科技產業聯盟仍以 U-Team 為縮寫，然透過本計畫辦理(如第四章所述)，我國無人機科技產業聯盟名稱已訂定為「臺灣無人機大聯盟」，英文名稱為「Unmanned Aircraft Systems Team of Taiwan」，簡稱為 UAS-TAIWAN，故本計畫後續章節相關用語皆以臺灣無人機大聯盟或 UAS-TAIWAN 說明之。

資料來源：本計畫繪製。

圖 1.4-1 本計畫流程圖

1.5 重要會議與活動事記

本計畫共計完成 34 場重要會議與活動(圖 1.5-1)，相關內容如下所述：

一、無人機科技產業聯盟運作會議

本計畫自民國 110 年 12 月 30 日起展開相關籌備討論會議，並於民國 111 年 3 月 23 日辦理我國無人機科技產業聯盟成立大會，聯盟名稱正式訂定為「臺灣無人機大聯盟」，英文名稱為「Unmanned Aircraft Systems Team of Taiwan」，簡稱為「UAS-TAIWAN」，而後接續辦理會員大會、專題研討會議、組織工作小組會議等，邀請臺灣無人機大聯盟會員參與聚焦探討產業課題、目標、策略等議題；本計畫期間共計辦理 13 場會議，詳 4.4 節說明。

二、交通科技產業會報無人機科技產業小組諮詢委員會議

本計畫於民國 111 年 3 月 7 日協助辦理於本所舉行的交通科技產業會報無人機科技產業小組第五次諮詢委員會議，探討臺灣無人機大聯盟籌組規劃；並於民國 111 年 7 月 26 日協助辦理於亞洲無人機 AI 創新應用研發中心舉行的交通科技產業會報無人機科技產業小組第六次諮詢委員會議，探討本計畫赴日考察成果；本計畫期間共計辦理 2 場會議。

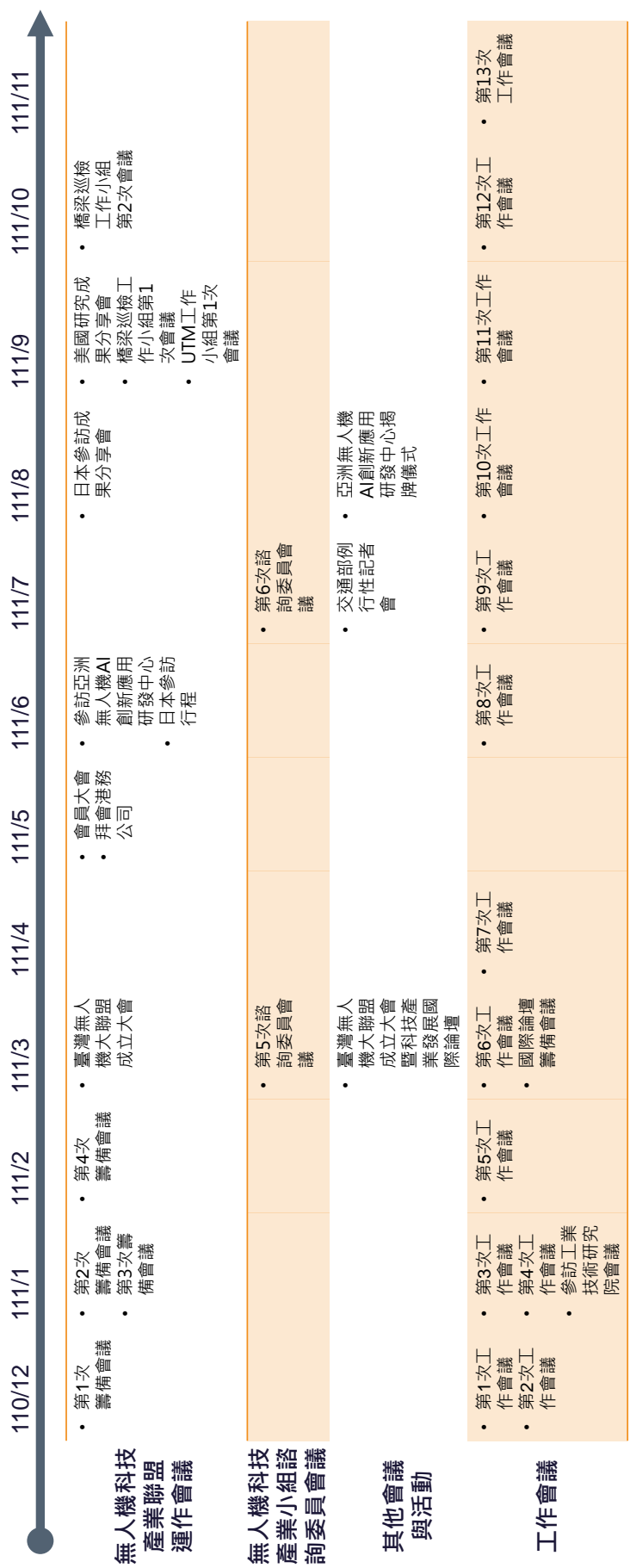
三、國內外合作交流

本計畫於民國 111 年 6 月 19 日至 6 月 24 日期間，辦理日本參訪行程，包含參訪「JAPAN DRONE 2022」國際無人機博覽會、拜訪日本無人機 8 間重要廠商與機構、安排臺灣無人機大聯盟與日本 UAS 產業振興協會(JUIDA)進行合作備忘錄(Memorandum of Understanding, 以下簡稱 MOU)簽署儀式，詳 5.2 節與附件八說明。

四、國際論壇、記者會、亞洲無人機 AI 創新應用研發中心揭牌儀式

1. 民國 111 年 3 月 23 日辦理臺灣無人機大聯盟成立大會暨科技產業發展國際論壇，詳 5.1 節說明。
 2. 民國 111 年 7 月 19 日辦理交通部例行性記者會，說明臺灣無人機科技產業發展階段推動成果。
 3. 民國 111 年 8 月 13 日協助辦理亞洲無人機 AI 創新應用研發中心無人機科技產業小組辦公室揭牌儀式之相關展示成果。
- 五、工作會議

本計畫執行期間共計召開 13 場工作會議、1 場國際論壇籌備會議、1 場參訪工業技術研究院會議。



資料來源：本計畫繪製。

圖 1.5-1 本計畫重要會議與活動事記圖

第二章 文獻回顧

近年人工智慧(Artificial Intelligence, 簡稱AI^[1])、半導體晶片等技術突破，無人機科技產業不論於休閒娛樂、公共行政、營建開發、軍事競爭等應用領域皆在全球掀起風潮，意即無人機之應用領域不再僅著重於消費型無人機發展，商用型無人機及軍事型無人機的導入在國際間亦已受到重視。本計畫為聚焦國內無人機科技產業於交通領域發展之重點，將先探討現階段國內外無人機科技產業應用發展現況與趨勢，以掌握國際間無人機在交通領域發展的趨勢；而後並依循交通部以發展橋梁巡檢與物流運送為國內無人機科技產業交通領域主要發展目標，著重於相關無人機技術發展探討，以作為國內未來發展之借鏡；最後再藉由國內外無人機科技產業政策的蒐集，以掌握國內外相關政策推動的進程，有利於後續國內無人機科技產業的執行策略之研擬。

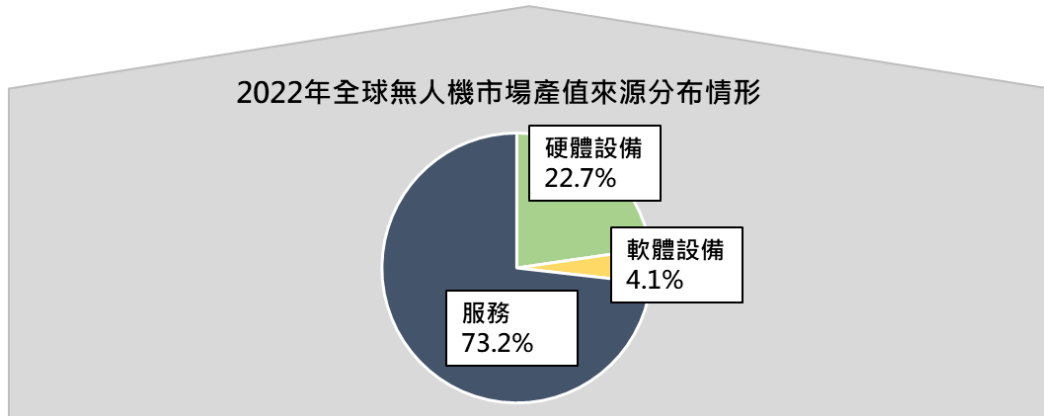
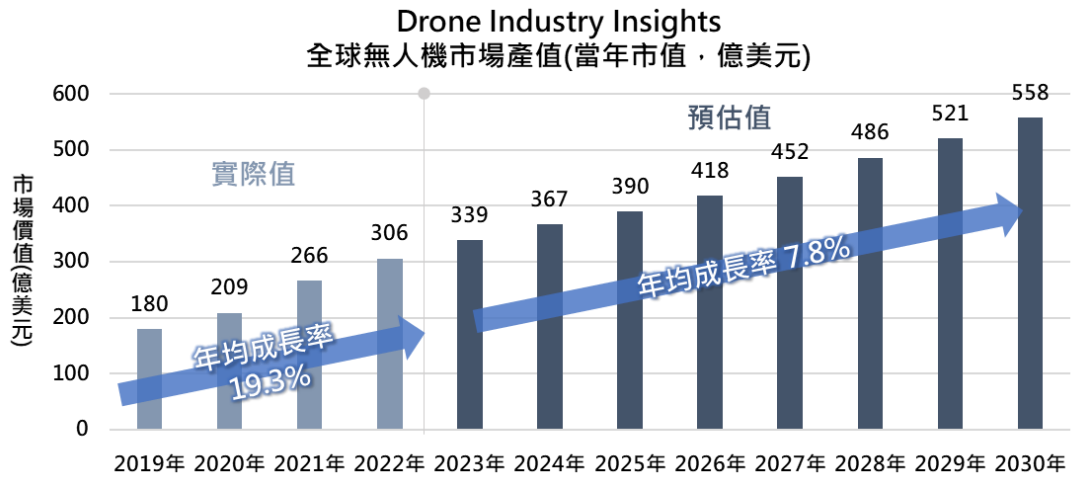
2.1 無人機科技產業發展現況與趨勢

2.1.1 國際應用發展趨勢

一、無人機整體市場產值

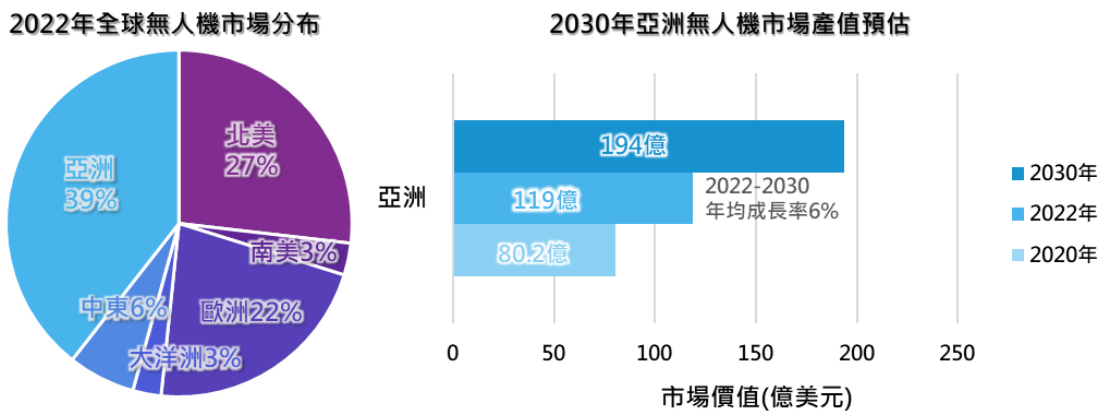
從無人機市場產值面觀察，許多金融投顧機構及市場調查諮詢單位提出相關現況發展趨勢與預估結果。綜觀整體數據而言，目前商用無人機市場價值逐年提升，且 COVID-19 疫情加快無人機發展與應用以致無人機市場可望持續快速成長。德國無人機市場調查公司 Drone Industry Insights 數據顯示，2019 年至 2022 年之商用無人機市值已成長 19.3%，以服務應用 (Drone as a Service) 為主，並預期 2030 年無人機市值可達 558 億美元，2022 年至 2030 年成長近 8% (如圖 2.1-1 所示)。其中，亞洲地區現已為無人機主要市場，占全球 39%，至 2030 年亞洲無人機市場價值可望從 119 億美元成長至 194 億美元，年均成長約 6% (如圖 2.1-2 所示)。

同時比對與我國民情相近之日本，日本亦在服務應用面成長快速，並預期未來無人機市場將持續急速成長，於 2025 年市場產值將超過 6,500 億日元，2021 年至 2025 年之年均成長率為 12.4%，如圖 2.1-3 所示。



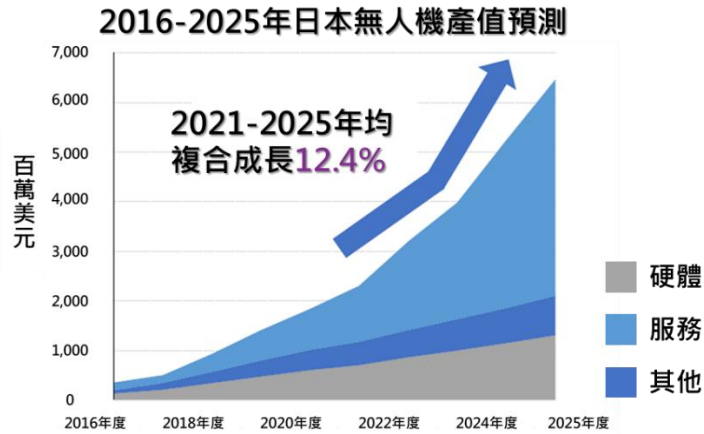
資料來源：Drone Industry Insights (2022)；本計畫繪製。

圖 2.1-1 2026 年全球無人機市場產值圖



資料來源：Drone Industry Insights (2022)；本計畫繪製。

圖 2.1-2 全球無人機市場分布與市值圖



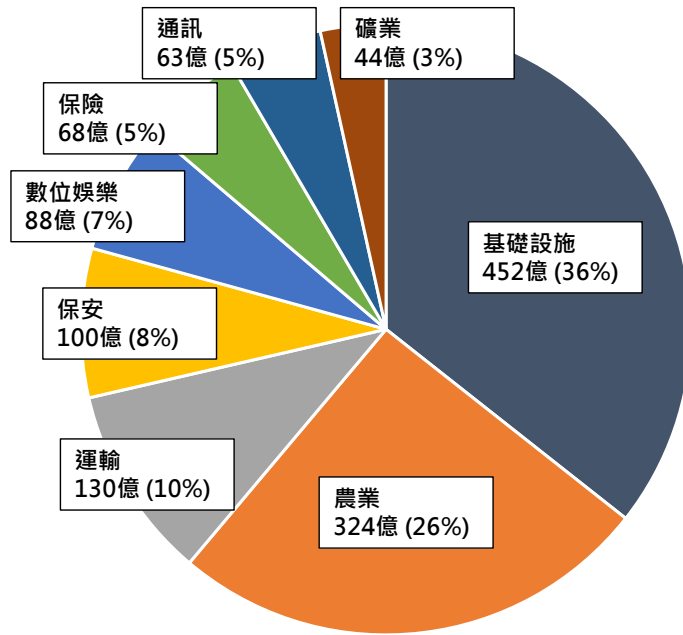
資料來源：Impress Research Institute (2022), Drone Business Research Report 2021；本計畫繪製。

圖 2.1-3 2025 年日本無人機市場價值預估圖

二、無人機應用領域

無人機於交通運輸產業具高度發展潛力，依據普華永道會計師事務所 (PricewaterhouseCoopers, PwC) 於 2022 年所公布之市場調查數據(如圖 2.1-4 所示)，無人機應用於交通運輸所產生收益為 130 億美元，僅次於基礎設施與農業應用之收益。另從市場調查公司 Markets and Markets 所公布之市場調查與預測數值，2030 年無人機於交通領域應用之產業收益將可從 2022 年之 53.4 億美元成長至 178.8 億美元，年均成長約 55.1% (如圖 2.1-5 所示)。

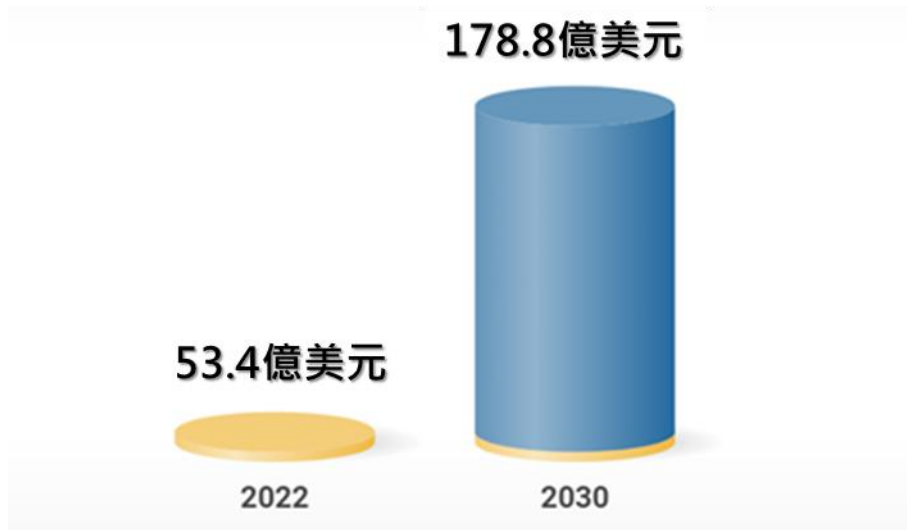
若從無人機應用項目面向來觀察，依據德國無人機市場調查公司 Drone Industry Insights 每年針對全球無人機科技產業應用調查報告，並從各產業領域所導入應用項目分析(如圖 2.1-6 所示)，可知測繪、巡檢、物流運送為當前全球無人機在交通領域的主要應用。而未來無人機物流運送應用預期將快速成長，日本即預期至 2025 年無人機物流運送將從現況 2% 市占率成長至約 10%，巡檢則仍為主要應用項目，將可達約 35% 市占率(如圖 2.1-7 所示)。



資料來源：EDI (2022), Drone use by business set to explode, worth \$127B by 2020；本計畫繪製。

圖 2.1-4 PWC 公布之無人機應用領域產生收益分布圖

無人機於交通運輸產業收益

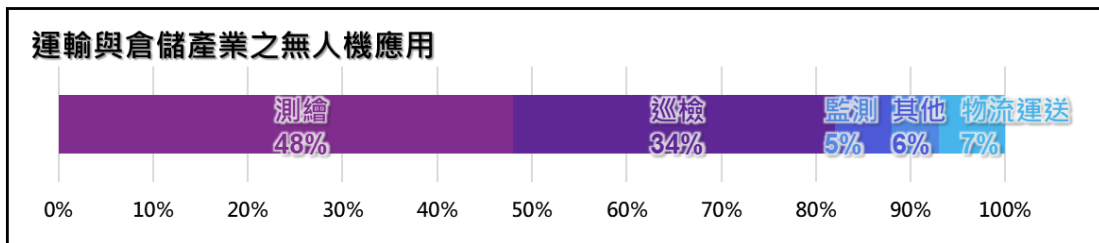


資料來源：www.researchandmarkets.com/reports/4542228；本計畫編製。

圖 2.1-5 Markets and Markets 公布之無人機應用於交通運輸業產生收益圖

2021年全球無人機於各產業領域應用情形

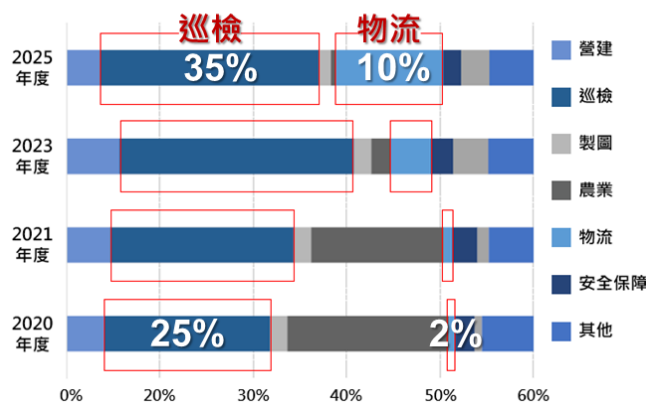
產業領域	測繪	巡檢	攝錄影	監測	其他	物流運送	噴灑及播種
能源	14%	83%	0%	1%	1%	0%	0%
營建	80%	15%	0%	0%	2%	2%	0%
運輸與倉儲	48%	34%	0%	6%	5%	7%	0%
農業	59%	3%	0%	8%	0%	0%	30%
採礦、採石和油氣提取	55%	38%	0%	0%	6%	0%	2%
公共行政	28%	5%	15%	32%	14%	0%	6%
資訊	3%	6%	74%	0%	16%	0%	0%
房地產、租賃和工業廠房	16%	67%	17%	0%	0%	0%	0%
藝術及休閒娛樂	5%	0%	60%	0%	30%	5%	0%
保險	46%	10%	22%	14%	8%	0%	0%
衛生保健與社會救助	35%	0%	2%	17%	8%	38%	0%
專業、科學和技術服務	51%	6%	2%	15%	24%	2%	0%
安全保障	11%	0%	0%	69%	20%	0%	0%
教育	53%	18%	0%	12%	17%	0%	0%
廢棄物管理及再處理	34%	14%	5%	17%	30%	0%	0%



資料來源：Drone Industry Insights (2022), Publications；本計畫繪製。

圖 2.1-6 2021 年全球無人機於各產業領域應用情形圖

日本無人機應用趨勢預測



資料來源：Impress Research Institute (2022), Drone Business Research Report 2021；本計畫繪製。

圖 2.1-7 日本無人機應用趨勢預測圖

三、無人機導入後預期效益

近年聯合國 ESG (Environment 環境保護、Social 社會責任、Governance 公司治理)、永續發展目標(Sustainable Development Goals, 簡稱 SDGs^[2])

等永續觀念崛起，碳中和、淨零碳排為許多國家及企業之目標政策，連帶影響全球各產業發展。無人機作為科技產業一環，在全球永續浪潮的推波助瀾下，伴隨著資訊與通訊科技(Information and Communication Technology, 簡稱 ICT^[3])、半導體元件等技術的更加精進與成熟。各國藉由掌握無人機所帶來優勢，設法透過不同的創意應用來解決其當前面臨之社會課題，同時推動及落實聯合國之 SDG^[2] 永續發展目標，並提供實現減少碳足跡的助力。在此同時，不同的需求促使無人機性能及規模更加快速發展，無人機所賦予的優點可促進永續發展的面向包含：

1. 擴大可及範圍

無人機飛行靈活且機動性高，使其較不受地形限制，易前往難以到達地區進行無人機航拍測繪、執行緊急救難等應用。如 UNICEF 聯合國兒童基金會(The United Nations Children's Fund)於 2017 年 7 月與非洲馬拉威政府合作設立無人機空中測試走廊，提供空拍監察災情、充當空中發射塔、空運醫療物資等人道救援及發展服務；2021 年 5 月 UNFPA 聯合國人口基金(United Nations Population Fund)與非洲波札那政府、波札那國際科技大學聯手啟動無人機運送計畫(Drones For Health)，以期縮短當地用於分娩的輸血血液和急救用品的遞送時間。

2. 提升作業人員安全性

針對當前營造工地、橋梁、發電廠、離岸風機、儲槽、下水道等作業人員不易到達或作業程序風險性高之地點，可藉由無人機來突破既有場域空間與高度限制，利用攝像判讀來代替傳統人力進行場域多角度環繞巡檢，有利於工程作業之安全管理，保護作業人員安全，進而達到降災、提升績效等目標。如丹麥風力機械承包商 Wind Power LAB 與 Ørsted A/S 電力公司合作研發、測試及驗證將無人機應用於風力渦輪機葉片之檢測，免除檢查員進入葉片的需要，進而減輕檢查人員的安全風險。

3. 強化資源整合

利用無人機進行監測作業有助於有效且準確的判別可利用的資源數量或資源如何作最佳利用，進而使未來環境監測及資源整合更加容易。如 2018 年加州大學利用無人機來進行一項乾淨水資源計畫(California Heartbeat Initiative-Freshwater)來蒐集天氣、土壤溼度等可影響水環境的資訊，並預測未來當地水資源會如何變化；巴西農業研究公司 Embrapa、美國愛達荷大學(University of Idaho)皆利用無人機進行農作物調查，透過結合機器視覺(Computing Vision)和深度學習來進行每

個種植區域完整盤點，並提高蒐集有關農作物的詳細資訊的速度，進而優化施肥與病蟲害防治及農地管理，強化當地農民之可持續性及競爭力。

4. 提升作業效率

無人機可突破距離限制、可大範圍佈署之特性，可有效縮短農藥噴灑、大範圍檢測或測繪作業、警政巡邏等作業時間及提升作業效率，有利於替代緩慢、費力且容易有誤差的傳統人力目視檢查或作業程序。如田納西流域管理局(Tennessee Valley Authority, TVA)經比對有無利用無人機進行家電廠的洗滌器檢測之作業時間後，發現採用無人機可使檢測時間從原先 280 工作小時降低成 10 小時，總工時數減少 98%。

5. 降低作業成本

採用無人機進行大範圍檢測(如工業廠區檢測、魚群探勘、巡田等)除可提升作業效率外，亦有助於降低作業時間及人力成本。如澳洲機械承包商 Marine Inspection Services 利用無人機進行石油貨艙檢測節省約 200 萬美元之作業成本；阿根廷能源公司 Pampa Energia 透過利用無人機檢查工業鍋爐後節省作業成本約 32 萬美元；2021 年 3 月我國經濟部技術處推廣利用無人機來替代直升機探勘魚群將有助於降低國內漁民進行遠洋作業的風險、節省 10%作業時間與每年每艘漁船千萬元的作業成本。

6. 提升作業一致性

透過無人機來遠端監測自然環境(如海岸線、冰川、植被變化等)有助於維持數據一致性並提高監測品質。如英國無人機製造商 QuestUAV 自 2012 年起協助監測北海之東北海岸線後退程度，利用無人機攝像判讀與測繪來取得詳細相關環境資訊，後續將歷年資訊比對、分析以及 3D 模型建置，以確保數據準確性與一致性，進而協助當地海灘及海岸復育工作；另 2020 年我國行政院環境保護署委託成功大學，研發無人機輔助高雄澄清湖水庫的水質採樣，使管理單位快速取得水樣，並能正確評估水質狀態與污染熱區。

7. 縮短應變時間

無人機可搭載多模組鏡頭和 4G 無線通訊，具備可高空拍攝、協助定位、短時間搜索大面積區域等優點，能夠迅速進入災區並即時回傳現場影像資訊，提供救災單位行動的參考依據，進而有助應用於緊急災害應變、搜救服務。如非洲赫盧赫盧韋印姆弗魯茲公園(Hluhluwe-iMfolozi

Park)及馬拉威利翁代國家公園(Liwonde National Park)於2016年起利用無人機監測園區，以即時阻止侵略者違法獵捕園區內野生動物；2018年澳洲新南威爾斯省之一村莊 Lennox Head 透過控制無人機即時救援受困於湧浪的民眾；2021年初德國杜伊斯堡動物園(Zoo Duisburg)成功利用無人機協助定位園內的走失的瀕臨絕種小熊猫。

8. 減少碳足跡 (Carbon Footprint)

無人機不僅可協助煉油、化學等製造廠之檢測運作效率及成本外，亦有助於減輕工廠運作時所產生的溫室氣體排放足跡。例如，2019年新巴布亞新畿內亞的員工在全球的埃克森美孚機構間率先達成創舉，使用配備聲學共振技術的無人機檢測管道內部，其原理類似於聲納音波，是一種非破壞性的程序。原本需要動用多名人工和多件裝備的任務，如今皆可交由無人機以高效率的方式完成。

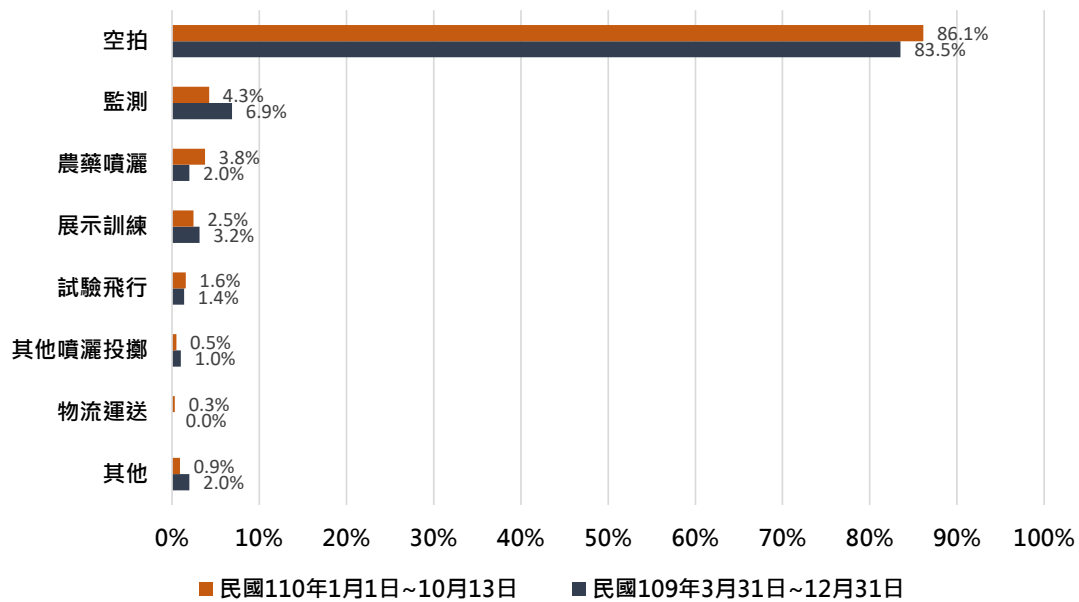
表 2.1-1 無人機促進永續發展面向案例彙整表

永續發展面向	無人機相關永續案例
擴大可及範圍	(1)非洲馬拉威無人機空中測試走廊，提供人道救援服務。 (2)非洲波札那無人機運送分娩的輸血血液和急救用品。
提升作業人員安全性	丹麥 Wind Power LAB 與 Ørsted A/S 電力公司合作研發風力渦輪機葉片之檢測。
強化資源整合	(1)加州大學利用無人機蒐集天氣、土壤溼度等可影響水環境的資訊。 (2)巴西農業研究公司 Embrapa、美國愛達荷大學利用無人機做農作物調查。
提升作業效率	田納西流域管理局利用無人機檢測家電廠的洗滌器。
降低作業成本	(1)澳洲機械承包商 Marine Inspection Services 利用無人機進行石油貨艙檢測。 (2)阿根廷能源公司 Pampa Energia 透過利用無人機檢查工業鍋爐。 (3)臺灣經濟部技術處利用無人機探勘魚群。
提升作業一致性	(1)英國無人機製造商 QuestUAV 監測北海之東北海岸線後退程度。 (2)臺灣行政院環境保護署委託成功大學，研發無人機輔助高雄澄清湖水庫的水質採樣。
縮短應變時間	(1)非洲赫盧赫盧韋印姆弗魯茲公園及馬拉威利翁代國家公園利用無人機監測園區，以即時阻止侵略者違法獵捕園區內野生動物。 (2)澳洲新南威爾斯省利用無人機即時救援受困於湧浪的民眾。 (3)德國杜伊斯堡動物園利用無人機協助定位園內走失的瀕臨絕種小熊猫。

資料來源：本計畫彙整。

2.1.2 國內應用發展趨勢

自民國 109 年 3 月遙控無人機專章公布施行之後，民航局針對黃區及紅區要求操作申請，透過截至民國 110 年 10 月 13 日之申請資料統計(如圖 2.1-8 所示)可略知國內無人機的應用狀況係以空拍佔大多數，達 8 成以上，其次為測繪、巡檢及物流、監測等。



註：資料係針對各領域應用之已排除操作限制的申請件數統計，故應用領域若無涉及黃區及紅區之操作限制，申請件數將不在此統計範疇內。

資料來源：本所 (2021)，推動無人機科技產業發展先期研究規劃；本計畫繪製。

圖 2.1-8 國內申請無人機操作限制排除應用比例分布圖

一、空拍

空拍為國內發展興盛的無人機應用，主要服務項目包含風景攝影、活動攝影、廣告攝影、電影拍攝等，使用之無人機機型主要為 25 公斤以下消費型無人機。

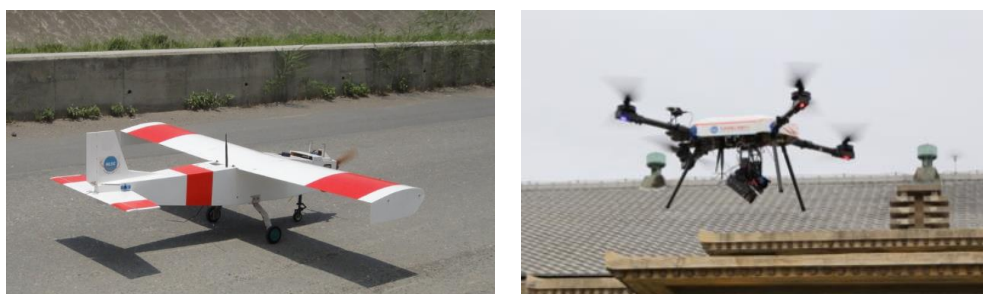
二、公共行政

近年許多中央部會與地方政府已從國際趨勢觀察到無人機對於公共行政應用將有助於行政效能提升，故逐漸接觸無人機服務並著手推動相關試辦計畫，如交通部民國 110 年發布 2021 年交通科技產業政策白皮書中，宣告我國無人機於交通領域應用將以物流運送、橋梁巡檢作為 2025 年里程碑，並以無人機整合示範計畫、無人機創意應用競賽作為優先推動項目。

1. 國土測繪

內政部執行國土測繪任務傳統上會運用有人駕駛的飛機進行拍攝，然而這種方式具有一定的風險，運用無人機取代傳統飛機除了能避免人員傷亡意外之外，無人機的機動性高成本低的特性也使得任務能夠執行的更有效率，品質也更好。

目前內政部國土測繪中心採用之無人機包含一型定翼機和一型多旋翼機(圖 2.1-9)，定翼機可以抗 7 級強風且配備燃油引擎滯空可達 4 小時；多旋翼機配備電池馬達動力可進行垂直起降，執行 20 分鐘任務。兩種機型分別針對不同任務需求彈性應用。



資料來源：內政部國土測繪中心。

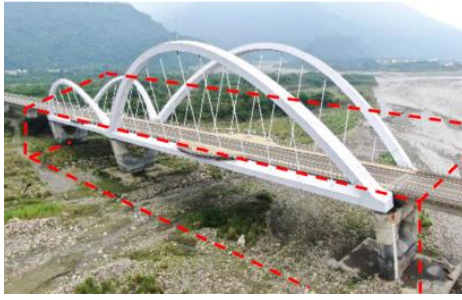
圖 2.1-9 測繪用定翼機及多旋翼機

2. 橋梁及邊坡巡檢

交通部各主管機關(如公路總局、臺灣鐵道管理局等)掌握無人機在設施巡檢可帶來低人力需求、低檢測範圍(含長度與高度)限制、快速資料蒐集和容易重複執行檢測等的優勢，近年來逐漸投入橋梁或邊坡巡檢概念驗證測試計畫。

以橋梁巡檢為例，相關檢測自南方澳大橋事件後受到國內很大的關注。橋梁巡檢依據法規每兩年需進行一次，確保結構穩定無破損或裂隙，我國橋梁數量多，以傳統人工方式進行效率低且可靠度不穩定，執行上亦有人員安全的風險存在，因此以無人機取代或協助傳統人工巡檢已是非常重要的應用課題。

國內在因應上，為了驗證廠商的執行能力，經濟部南部科學園區及本所先後分別執行「無人機創新應用自造專案暨黑客松競賽」及「無人機整合示範計畫」針對橋梁巡檢課題結合廠商進行解決方案開發(如圖 2.1-10 所示)。



資料來源：南科 AI Robot 自造基地；本計畫彙整。

圖 2.1-10 黑客松橋檢檢測區域與整合示範計畫橋檢辦理情形

3. 物流運送

物流運送為公務部門十分關注的應用，我國山多、離島多特性使得物資運送以傳統車輛或船隻運送時間太長，成本也高。在緊急物資運送上更常因為路況、天候因素等無法及時送遞至需求地區，造成更嚴重的損害。有鑑於此，交通部於民國 108 年舉辦「偏鄉無人機物流測試計畫」（如圖 2.1-11 所示），測試從阿里山鄉進行山區血清運送。以無人機運送能將原本 1 小時的運送時間縮減至 10 分鐘，大幅增加救援時間。此外，本所在民國 110 年舉辦的無人機整合示範計畫除針對橋梁巡檢進行驗證外，物流也納入驗證項目，主要目的為針對離島物流進行技術測試。



資料來源：衛服部疾管署；本計畫彙整。

圖 2.1-11 偏鄉無人機物流測試計畫與整合示範計畫物流運送辦理情形

4. 交通監測

有鑑於無人機不受地形限制，所拍攝影像較定點路側監測設備更廣，機動性更高並可透過移動觀察路段交通狀況及各路段相互產生的影響，國內公部門已著手進行無人機輔助交通監測作業的研究與測試。例如，本所於民國 107 年起即開始進行一系列使用無人機輔助監測人車流動情形的相關研究，以期持續優化無人機空拍道路交通流動資訊，供國內後續推動應用。另交通部公路總局則以宜蘭縣蘇澳地區之省道台 9 線作為實測場域，利用無人機空拍於宜蘭縣蘇澳地區之省道台 9 線監看南下往蘇

花改車流長度，以輔助過往單一 CCTV 監看無法得知等候車隊最上游處，減少管理人員須同時調閱數個設備資訊並以片段的交通資訊拼湊出整體路網資訊的繁複且費時之操作程序。

5. 其他

近年來國內公部門亦逐漸使用無人機進行氣象觀測、消防監控等。例如，交通部中央氣象局自主研發多旋翼無人機載具搭載氣象感測器，建置無人機氣象觀測系統來進行大氣垂直剖面觀測，以收集地表上不同高度的氣溫、濕度、氣壓、風向風速及 PM 2.5 等資料。臺南市政府消防局則嘗試利用多懸翼無人機可長時間停懸於空中的優勢，並於機體上搭載可見光鏡頭、紅外線熱顯像鏡頭、擴音機等不同功能的酬載，應用於火場、山域、水域或防疫宣導廣播。

2.2 無人機服務模式及相關技術發展探討

透過前述國內外應用發展趨勢可知，國際無人機科技產業對於交通領域應用之發展趨勢可期，國內有關交通領域之應用則仍多於測試驗證階段，主要著重於監測與巡檢、物流運送之領域，與我國政策主導走向有關。

而交通部公布在 2025 年我國無人機在交通領域應用的里程碑，可分為橋梁檢測及物流運送兩大方向；本計畫依循此兩大方向，探討相關無人機應用服務模式及相關技術發展趨勢，以期後續可作為國內未來發展之借鏡。

2.2.1 無人機服務模式探討

一、橋梁巡檢

橋梁係為運輸系統跨越山河溪谷、維繫民生需求及經濟發展之重要關鍵設施；該設施除會因長期使用而疲勞劣化外，亦會因洪水沖刷或地震搖晃而損壞劣化，故需定期巡檢，並籌編足額經費適時改善。

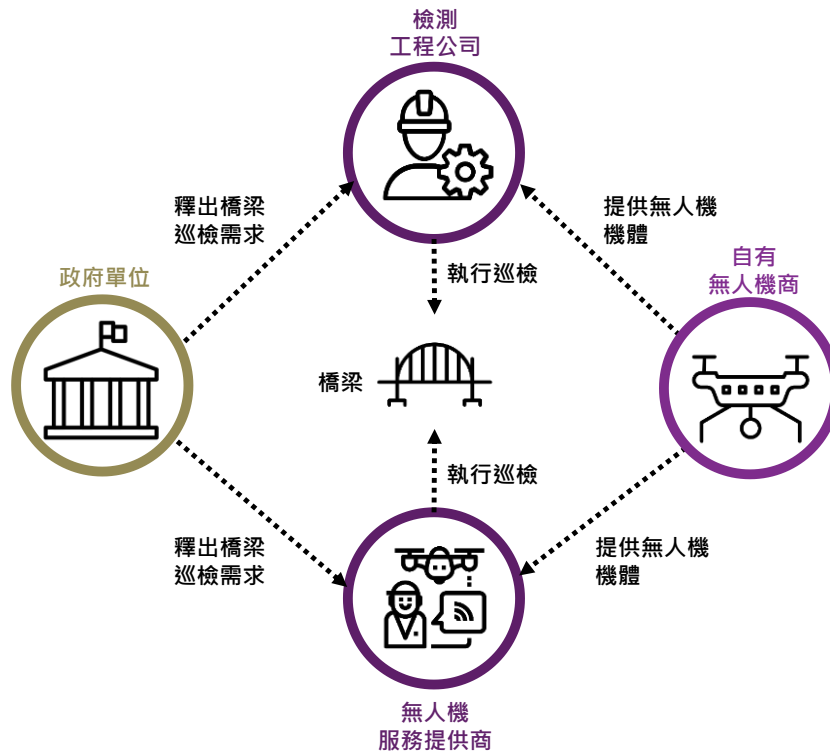
整體而言，一般進行橋梁巡檢作業時，多仰賴肉眼或者輔助工具(如橋梁檢測車、高空作業車、望遠鏡等)來檢測橋梁主要構件是否出現裂縫、鏽蝕、露筋等病害。由於橋梁巡檢以傳統人工方式進行，恐曠日廢時且執行檢測人員具安全風險，檢測資料亦較有準確性疑慮，故在國際上逐漸朝以無人機協助或取代傳統人工巡檢來發展，藉此協助提升橋梁巡檢作業之品質及效率。

從無人機應用於橋梁巡檢的市場來看，全球目前可提供無人機橋梁檢測服務之廠商大致可分為檢測工程公司(如美國 Collins Engineers、Michael Baker International、Stantec、Volert、ARE 等)、無人機服務提供商

(如美國 Skyward、Apex Drone、Equinox' s Drones、Mile High Drones、加拿大 Recon Aerial、義大利 AiviewGroup 等)兩種。當中央或地方政府釋出橋梁巡檢需求時，由橋梁檢測公司或無人機服務提供商執行相關巡檢任務。

其中，橋梁檢測公司及無人機服務提供商多向自有無人機商(如美國 Intel 及 Digital Aerolus、瑞士 Flyability、法國 Parrot、日本 ACSL 等)購買無人機種；自有無人機商多以設計機體與整合自家研發技術進行機體生產製造，並自行購買零組件進行組裝；少部分自有無人機商同時具備提供相關系統整合及應用服務(如美國 Skydio 公司)。無人機應用橋梁巡檢之服務流程如圖 2.2-1 所示。

舉例來說，在美國方面，俄亥俄州、明尼蘇達州、肯達基州等州交通局從 2016 至 2017 年起即開始與檢測工程公司、無人機服務提供商進行無人機應用於橋梁巡檢之相關研究及測試。美國檢測工程公司 Collins Engineers 曾向瑞士 Flyability 公司購買無人機 Elios 機型進行明尼蘇達州的轄內多座橋梁；肯達基州交通局與 Michael Baker International 公司合作使用 Intel 公司所開發的 Falcon8 進行橫跨橫跨肯達基州與俄亥俄州間的 Daniel Carter Beard Bridge 巡檢；俄亥俄州交通局向大疆及 Skydio 購買無人機並採用 Skyward 所研發的飛控管理系統進行橋梁巡檢。另日本 ACSL 公司分別向臺灣、丹麥 Phase One 公司購買電池、相機等零組件組裝成無人機後，再提供其他橋梁檢測公司進行相關巡檢服務。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.2-1 無人機應用於橋梁巡檢之服務模式流程圖

二、物流運送

相較於地面運輸，無人機具有方便高效、節約土地資源和基礎設施等優勢，因此無人機應用於物流運送之潛在市場大。在交通癱瘓路段、城市擁堵區域，以及偏鄉、離島等交通不便地區，透過一般陸路運輸與海路運輸進行物品或包裹的投遞耗時更長且運送成本更高，無人機運輸能提高這些地區的可達性，快速將貨物送達目的地，提升物流網點與終端之間的流轉效率。近年新冠肺炎疫情的衝擊致使世界各地施行封城，一般民眾採買受到影響，若以無人機進行戶到戶運送可解決民眾外出之風險，此亦增加無人機應用於物流運送之市場性。

運用無人機作為物流領域的最後一哩運送(Last Mile Delivery)是近年來全球各大公司鎖定的發展模式，綜合飛行時間、成本及安全性考量，最後一哩路運送為最具商業可行性之營運模式，包含物流廠商 UPS、Amazon、DHL 等都以此為發展方向。

營運模式透過目前案例可知多數公司以成立機隊及集中管理方式進行物品運送，例如 UPS 成立無人機航空公司，優先提供醫療品快遞；Zipline 建設出營運網，協助偏鄉緊急醫療物資運送。

無人機在物流服務中，可輸送的物品包括商品、食物、醫療用品、工業用品等。運送不同的物品皆需搭配不同的技術，以確保將物品安全無損地送到目的地。一般零售商品規劃透過網路平台販售後經由無人機運送(如圖 2.2-2 所示)；食物運送服務由於有時效性由餐廳或超市直接提供(如圖 2.2-3 所示)；醫療用品包括血液、疫苗、醫療物資、藥物，甚至移植之器官等除有時間急迫性外，多數亦需冷藏或冷凍，需研發特定機型或盛裝箱(如圖 2.2-4 所示)。偏遠地區由於一般交通難以到達，利用無人機運輸物品顯得更有其價值，也因環境較單純適合作為初期服務測試場域。



資料來源：<https://tw.news.yahoo.com/alphabets-wing-drone-delivery-service-comes-to-texas-on-april-7th-010032774.html>。

圖 2.2-2 無人機提供零售商品運送服務圖



資料來源：<https://lifestyle.livemint.com/smart-living/innovation/your-food-delivery-drone-is-on-its-way-111634475312546.html>。

圖 2.2-3 無人機提供食物運送服務圖



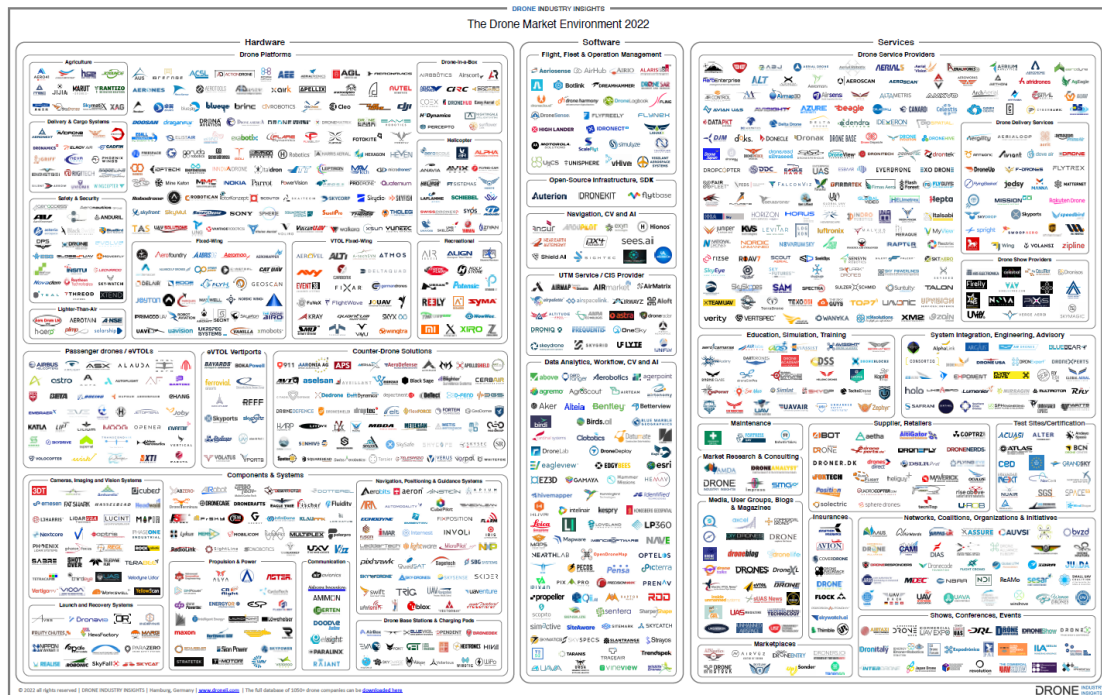
資料來源：<https://www.pharmaceutical-technology.com/news/zipline-ghana-medical-supplies-drones/>。

圖 2.2-4 無人機提供醫療用品運送服務圖

若就全球目前提供無人機物流服務之廠商的層面來看，可分為無人機服務提供商(Drone Service Providers)與自有無人機商(Business Internal Services)兩種，如圖 2.2-5 所示；前者提供無人機服務給其他需求商，包括 Wing、Zipline、Flytrex 等，目前主要進行醫療物資運送；後者則是廠

商利用無人機精進本身之作業流程，包括 DHL、Amazon、Walmart、SF Express 等，以零售商品運送為發展方向。

美國自有無人機商 UPS、Alphabet 及 Amazon 透過與聯邦航空總署(Federal Aviation Administration, 簡稱 FAA^[4]) 合作無人機整合測試計畫(Integration Pilot Program, 簡稱 IPP^[5])計畫驗證技術能量，已獲得 FAA^[4] Part 135「航空運輸工具及營運商許可證」(Air Carrier and Operator Certification)，可執行特許範圍之小型無人飛行載具超越視距飛行執行貨物運送



資料來源： Drone Industry Insights，<https://droneii.com/project/drone-market-environment-map>。

圖 2.2-5 2022 年無人機廠商一覽圖

2.2.2 無人機相關技術發展趨勢

一套功能完整的無人機，包含機體載具、動力(源)、飛行控制、遙導航、通訊、偵測、交通管理等次系統，稱為無人機系統(Unmanned Aircraft System, 簡稱 UAS^[6])。而為因應無人機各種應用的服務，無人機相關飛行廊道及基礎設施的規劃與設置、資料處理分析與管理等無人機相關附屬設施或系統皆受到重視。

表 2.2-1 無人機系統類型彙整表

無人機系統類型	內容
機體載具	即無人機的機體結構、起落架、螺旋槳/旋翼、酬載設備。
動力(源)系統	即無人機提供飛行動力的元件。
飛行控制系統	即無人機整個飛行過程的核心系統，對無人機實現全權控制與管理。
偵測與避讓系統	飛行控制器透過無人機上搭載的感測器獲得周圍環境資訊(如障礙物位置)，測量距離從而做出相對應的動作指令。
資料鏈/通訊系統	為無人機經有線或無線方式遠端操控載具的站台(通稱為地面遙導控站)之間資料通訊。透過無人機裝置上的發射器，將無人機所搭載的攝影機拍攝到的圖像傳輸至遠距離接收器的裝置；而遙控器上的接收器，在接收到無人機的發射訊號後，即可於螢幕上呈現無人機所拍攝的畫面，使操作者了解無人機目前所在位置與周邊環境。就功能而言，可區分傳送無人機操控命令與各式酬載操控命令之上傳資料鏈(通訊及控制信號鏈路)，以及接收載具主體各項資料、狀態與各式酬載下傳資訊包括影像、情搜資料等之下傳資料鏈(數據或圖像傳輸鏈路)。
遙導控系統	包含導航定位及遙控系統。導航定位系統即向無人機提供相對於所選定的參考座標的位置、速度、飛行姿態，引導無人機沿指定航線安全、準時及準確地飛行。遙控系統即用於實現對無人機和任務設備進行遠距離操作，主要由遙控器、接收器、解碼器、伺服系統組成。遙控器係為操作平台，接收器接到遙控器信號進行解碼，分離出動作信號傳輸給伺服系統，伺服系統則根據信號，做出相應的動作。遙導控系統與通訊及控制信號鏈路(資料鏈系統)有關。
交通管理系統	即用於無人機的飛航與任務管理，包括無人機執行任務的航線規劃、管制單位能監控無人機飛航的位置與身分、提供無人機飛行安全保障、無人機隊營運狀態顯示等。

資料來源：本計畫彙整。

表 2.2-2 無人機相關附屬設施或系統彙整表

相關附屬設施或系統	內容
飛行廊道與基礎設施	包含無人機起降場或起降點、中繼站、基地台等硬體設備，以及資料管理平台等軟體設施。
資料處理、分析與管理系統	包含經無人機回收之圖像處理、分析與管理技術。

資料來源：本計畫彙整。

一、機體載具

1. 機型設計

依據無人機機型設計主要分為旋翼型、固定翼型及混合翼三種，其中旋翼型又分為單軸旋翼與多軸旋翼，混合翼則透過垂直起降 (Vertical Takeoff and Landing, 簡稱 VTOL^[7]) 科技應用於 UAV 無人機為主要趨勢，具有無需跑道起降的優點。以下四種機型依據其優缺點及常見應用領域分類，整理如表 2.2-3。

(1) 單軸旋翼型

單軸旋翼型在臺灣民航局「遙控無人機管理規則」第三條分類稱作「無人直升機」，其飛行原理同直升機，需要有尾旋翼協助穩定及方向控制。

(2) 多軸旋翼型

多軸旋翼型在臺灣民航局分類稱作「無人多旋翼機」，飛行靠多個旋翼提供抬升力道並運用不同轉速來進行方向控制。多軸旋翼型一般能源消耗較單軸旋翼型高，然而其具備飛行穩定及低噪音之特性，兩者依據其優缺點進行不同任務。

(3) 固定翼型

固定翼型在臺灣民航局分類稱作「無人飛機」。此型由於動力可靠穩定速度產生空氣抬升力道輔助，通常不需配備過於笨重的動力馬達，因此減輕重量、延長滯空時間。但也由於其原理，通常需要跑道或彈射架進行起飛及降落，操作技術門檻也較高。

(4) 混合翼型

混合翼型顧名思義包含了固定翼型及旋翼型之設計，設計在起飛及降落時運用旋翼轉動動力進行垂直起降，中間飛行過程則由固定翼及旋

翼共同推動飛行。此機型之優點結合定翼型之高航時及旋翼型之垂直起降，擴展無人機之應用範疇。

表 2.2-3 無人機各機型優缺點及常見應用領域彙整表

機型	優點	缺點	應用領域
單軸旋翼	<ul style="list-style-type: none"> 可懸停 旋翼自旋機制 	<ul style="list-style-type: none"> 可動機構多 大扇葉風險高 噪音大 	<ul style="list-style-type: none"> 農業噴灑 監控
多軸旋翼	<ul style="list-style-type: none"> 可懸停 維護需求低 飛行穩定 	<ul style="list-style-type: none"> 多數無冗餘設計(一般大於6軸才配備) 短滯空 	<ul style="list-style-type: none"> 拍攝影片 監測 3D製圖
固定翼	<ul style="list-style-type: none"> 長滯空/大範圍 續航能力佳 	<ul style="list-style-type: none"> 無法懸停 需要空間起飛降落 普通抗風性 	<ul style="list-style-type: none"> 製圖 農業 軍事 監控
混合翼	<ul style="list-style-type: none"> 可懸停 維護需求低 冗餘 續航能力佳 	<ul style="list-style-type: none"> 複雜轉換機制 再起飛及轉換動力時易受風影響 	<ul style="list-style-type: none"> 製圖 物流

資料來源：Drone Industry Insights。

2. 酬載

酬載是無人機應用最重要的技術發展之一，可以分為主動式酬載(Active Payload)與被動式酬載(Passive Payload)，如圖 2.2-6 與圖 2.2-7。

主動式酬載主要為提供無人機進行任務需求之感測器，依據實際應用需求裝設，主要可能有光學相機、熱像儀、多光譜相機、光達、粒子傳感器等；而被動式籌載主要為貨品，貨品就包羅萬象，從物流的包裹、醫療物資、到緊急救護的救生圈、滅火土，再到農業用的播種、農藥，以及餐飲零售業的食物糖果等。酬載的強弱主要影響因子為機體及動力設計，如何讓機體平穩運行且載運重物，而其營運速度如何提升，皆需要經過精密的計算及設計。



資料來源：<https://geospatial.phaseone.com/drone-payload/m600-payload/>。

圖 2.2-6 主動式酬載圖



資料來源：<https://qz.com/1712200/google-wing-launching-us-drone-deliveries-with-fedex-walgreens/>。

圖 2.2-7 被動式酬載圖

二、動力(源)系統

推動無人機之能源形式目前主要包含燃油、鋰電池、複合能源及燃料電池，其中又以鋰電池為動力來源的電動垂直起降(Electrical Takeoff and Landing, 簡稱 eVTOL^[8])為發展趨勢，符合全球淨零排發展方向，兩者之間的技術比較如表 2.2-4。電池、馬達、引擎、螺旋槳與驅動控制器等五大主要動力組件相互匹配程度，影響無人機飛行效率與穩定性。

(1) 燃油

傳統的遙控飛機由於電池技術較不發達，且設備昂貴，多數遙控飛機裝載燃油引擎，其所製造之外部成本包含高噪音、高空污為人詬病。儘管現今推行綠能，無人機因任務需求仍保有燃油設計，其低成本及高能量密度特性為其優勢。長航時、高耐用特性使得中大型定翼型無

人機未來在非都市區域的應用在短期仍將以燃油行動力為主。然而未來趨勢為綠能，民眾對於空氣品質、噪音敏感度較高，燃油型無人機較難於此發展。

(2) 複合能源

油電複合動力(Hybrid)為較乾淨的能源替代方式，飛行滯空時間也較純電力長，且目前技術上成熟，然而攜帶兩種動力能源設計上較複雜、建置空間需求大、成本較高，小型無人機無法搭配、維護費用也較高。

(3) 鋰電池

近年來隨著電池技術進步，鋰離子聚合物電池(Lithium polymer battery)被廣泛應用在手機、電動車上，體積減少但提供的電力卻更多，壽命也更長。在無人機應用上，由於穩定、技術門檻低、價格低、維修容易、低使用汙染、低噪音等特性，使鋰電池在無人機發展上大受歡迎。惟現有鋰電池普遍主要問題為其能量密度不足，續航力不夠，且充電時間長，因此提升能量密度與充電速度是當前趨勢。

(4) 燃料電池

目前燃料電池(fuel cell)在無人機領域的使用研發也漸漸成熟，多使用氫氣當作燃料，其能源密度高於鋰電池。然而組件體積大、重量重、價格高昂、氫氣取得困難及安全問題，雖其生命週期長，但是初期建置成本高。且充電的設備建置與充電過程的安全性也是一大考量，對於未來無人機停靠站的相關建築法規亦為一課題。

表 2.2-4 鋰電池與燃料電池技術比較表

類別		鋰電池	燃料電池
技術比較	充電設施	充電方便	充電設施建置成本高
	充電速度	充電速度較慢	充電速度快
	能量密度 (Wh/kg)	(1) 能量密度低，可支持飛行距離較短 (2) 普遍落在 150-180 Wh/kg (3) 臺灣有廠商研發至 250Wh/kg (4) 國際團隊研發至 360 Wh/kg	(1) 能量密度高，可支持高酬載與長航程 (2) 工研院研發至 486 Wh/kg (3) 美國 HyPoint 公司最新發表電池能量密度為 530Wh/kg

類別		鋰電池	燃料電池
	生命週期	生命週期短	生命週期長
	輸出功率	輸出功率較高，有利於發展 eVTOL ^[8]	輸出功率較低，不利於發展 eVTOL ^[8]

資料來源：本計畫彙整。

三、飛行控制系統

主要朝第一人稱視角(First Person View, 簡稱 FPV^[9])與自動控制飛行(Autonomous Flight Control)等兩個方向來發展。

1. 第一人稱視角

第一人稱視角提供給操作者直覺的飛行體驗，透過無人機機身上的鏡頭及操作者的目鏡，能夠即時連結影像及資訊而進行場景巡檢。隨著飛行控制模組和地面站系統的配合使用，第一人稱視角系統已可實現全自動、定點定時定高巡航、自動駕駛、人工控制與電腦駕駛混合模式，數據實時傳輸等功能。

2. 自動控制飛行

雖現今國際上大多數國家因安全上的考量，無人機法令仍規定無人機的飛行要在操控者之視距以內。然因應無人機自動化飛行之需求趨勢，國際上飛行控制應用技術主要朝超越視距飛行(Beyond Visual Line of Sight, 簡稱 BVLOS^[10])方向發展。要能夠安全地執行超越視距飛行，無人機可透過結合 AI^[11]人工智慧，進行智慧感測(物件辨識、距離估測)、智慧控制(飛控策略學習、路徑規劃)，以及智慧模擬(三維建模、擴增實境或虛擬實境輔助操控)等技術來完成無人機自主避障、精準降落、完成飛行任務並安全降落。



Parrot FPV 目鏡顯示



DNV GL 自動化飛行巡檢

資料來源：<https://www.parrot.com/>；<https://www.dnv.com/>。

圖 2.2-8 飛行控制技術發展趨勢示意圖

四、偵測與避讓系統

飛行偵測與避讓(Detect and Avoid, 簡稱DAA^[11])技術係用於無人機在飛行過程中，透過機身所搭載的感知器來收集周邊環境的資訊(如障礙物位置)，並測量距離從而做出相對應的動作指令。功能類似於有人機航空器的航情警示與空中避讓系統(Traffic and Collision Avoid System)和保持警覺的要求，以發現和避免潛在的碰撞危機，包含對有人機及無人機和其他危害，例如：障礙物、地型和惡劣天氣的偵測並進行避免發生衝突的操控，同時保持警覺，確定有效的避讓動作，執行該動作並安全返回原始路徑的規劃能力。這些功能必須可提供遠端飛行操作員使用，以便能夠做出適當的決策和行動以確保安全飛行。然倘若發生故障，例如：失去C2^[12](Command and Control)鏈路(Data Link)，DAA^[11]系統可能需要自動回應以確保採取適當的措施。

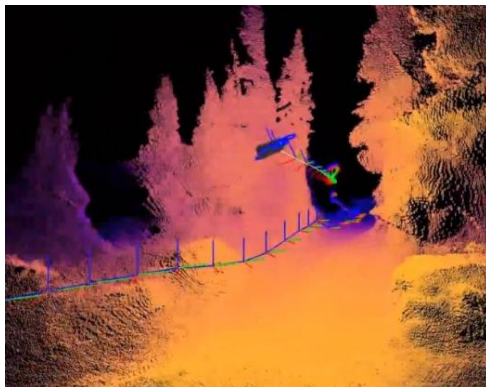
若單就偵測技術而言，從國際上發展趨勢來看，該技術已從二維平面的影像辨識走向結合深度偵測的三維感測。其中，除了可透過飛時測距(Time-Of-Flight, 簡稱TOF^[13])，即無人機透過發射雷射、紅外線或超音波方法來計算電波反射到感知器的時差，估算障礙物與無人機的距離方法外，考量上述技術易受到感知範圍與距離限制，且開發成本較高，使偵測技術亦朝立體視覺(Stereo Vision)、結構光(Structured Light)來發展。但就橋梁巡檢應用面來看，因成本性考量，仍多採用立體視覺之感測技術，透過視覺慣性里程計(Visual-Inertial Odometry)，利用單個或多個相機的輸入訊息估算無人機之位置與定位。目前國際上常見飛行偵測技術之內容彙整於表 2.2-5。

考量各偵測技術各具優缺點，無人機廠商現多以搭載不同性能的感測器，以彌補彼此的缺陷，擴大其適用的環境範圍。另藉由人工智慧技術的導入，使無人機具備自主感知的功能，協助自動化飛行。

表 2.2-5 常見飛行偵測技術彙整表

偵測技術		感測器	原理	優點	缺點
TOF ^[13] 飛時測距	超音波	回聲定位感測器	超音波反射時間	不受光線、粉塵、煙霧干擾	環境條件易影響距離量測的準確度和穩定性
	紅外線	紅外線熱像儀	紅外線反射時間	適合昏暗環境	不適合強光環境、易受到各種熱源光源的干擾
	光學電達	光學電達相機	光線反射時間	探測距離遠、掃描速度快、抗光干擾性佳	不適合強光環境、成本較高
立體視覺		RGB 相機或立體相機	圖形成像分析	省電、明亮環境表現佳、低成本	軟體演算法複雜、延遲性高、不適合昏暗環境
結構光		紅外線熱像儀或光學電達相機	光線反射時間	深度準確高	易受自然光照影響，較適合短距離測量

資料來源：本計畫彙整。



Skydio 立體視覺感測技術原理及範圍

資料來源：<https://www.skydio.com/>。

圖 2.2-9 飛行偵測技術發展趨勢示意圖

五、資料鏈/通訊系統

無人機資料鏈(Data Link)係為由通訊終端及連接電路組成的系統。透過資料鏈系統，無人機可將收集的資料傳輸到至遠距離接收器的裝置，使接收

端了解無人機目前所在位置與周邊環境，遙控器上的接收器亦可藉此傳送操控命令至無人機。

依資料鏈的傳輸方向及功能，可區分為上傳資料鏈與下傳資料鏈。上傳資料鏈的功能為遙控設備傳送無人機操控命令與各式酬載操控命令，即通訊及控制信號鏈路；下傳資料鏈的功能為接收載具主體各項資料、狀態與各式酬載下傳資訊包括影像、情搜資料等，即數據或圖像傳輸鏈路。

1. 通訊及控制信號鏈路

以命令(Command)與控制(Control)所組成的C2^[12]鏈路(C2 Link)作為無人機飛行操作的主要方式，係為遠程駕駛飛機與遠程地面站之間的數據鏈路。C2鏈路的設計架構、安全與管理，存在多種可能的體系結構及注意事項。C2鏈路的維護可包含視距內(Visual Line-of-Sight, 簡稱VLOS^[14])及BVLOS^[10]視距外二種。

(1) 命令

可分成射頻調變(Modulation)、行動通訊及衛星通訊等三種方式來對於無人機進行命令。

A. 射頻調變

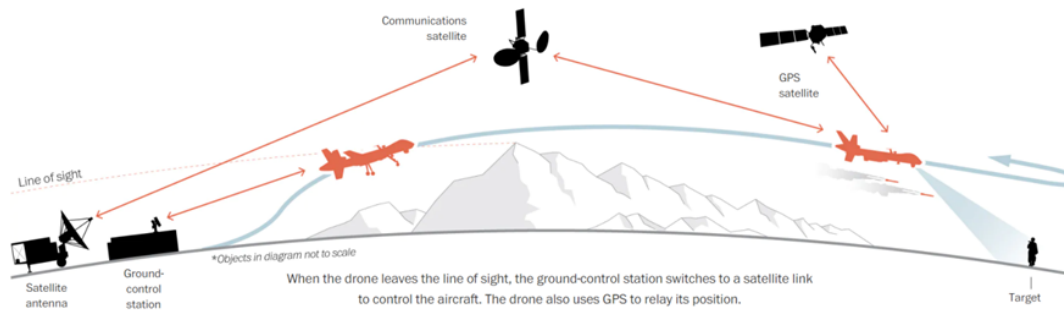
射頻調變是無人機命令控制的主要方式之一，其距離受限於發射器及接收器的電波強度。受各國規範限制，目前大多使用 2.4GHz 及 5.8GHz 的頻段，無人機受限於大約 1.5 公里的遙控範圍，最遠不超過 10 公里。

B. 行動通訊技術

利用行動通訊技術(如 4G、5G)，無人機只要有服務涵蓋範圍的區域都可以控制，突破傳統無線電波的距離限制。未來隨 5G 技術成熟，無人機在控制及操作上會更迅速，不僅延誤降低、飛行速度對傳輸影響也會大大降低，以致遠端操作無人機可望實現，促使無人機操作朝向可擴展、經濟可行的方向發展。

C. 衛星通訊

透過衛星通訊執行命令控制，由於衛星訊號的特性，運用成本及機敏性高，資訊傳輸上也有較高延遲，通常搭配無線電波傳輸。目前在應用上較限縮於能夠控制大規模衛星之國家，且多運用於軍事，如圖 2.1-7 所示。

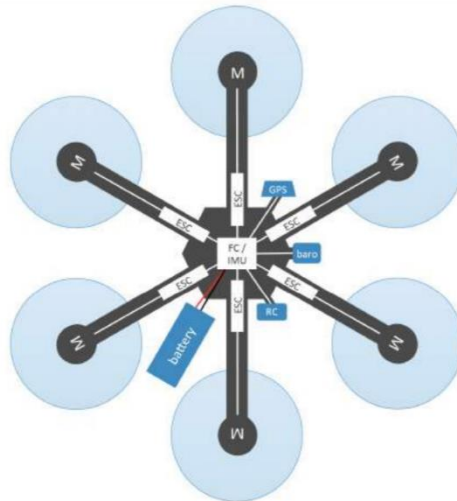


資料來源：The Washington Post，<https://www.washingtonpost.com/wp-srv/special/national/drone-crashes/how-drones-work/>。

圖 2.2-10 美國軍事無人機通訊及控制手法示意圖

(2) 控制

現代的無人機跟傳統的遙控飛機很大的不同在於，無人機有裝設微電腦進行運算及調校，透過機載感測器(Sensor)使無人機順利運行。主要必備元件為飛控電腦(Flight Controller)含慣性測量單元(IMU, 簡稱 Inertial Measurement Unit^[15])，接收遠端控制(Remote Control)指令、並藉由氣壓計及定位系統調整飛機，如圖 2.1-11 所示。其他感測器還包括維持平衡的陀螺儀(Gyroscope)、與陀螺儀一起作用判定機體位置與移動的加速規(Accelerometer)、判斷方位的磁力計(Magnetometer)、以及判斷與地面之間距離的測距儀(Rangefinder)，通常使用紅外線、雷達、可見光及超音波。這些感測器的資訊經電腦運算後可以調控機體平衡、調整高度並自動巡航、返航等。失效安全(Failsafe)的防護措施也漸漸在無人機商品上出現，在失去控制時或電量低時能夠安全降落。多旋翼無人機在部分旋翼失靈時電腦的平衡及動力控制手段也讓無人機多了一層防護。



資料來源：Drone Industry Insights。

圖 2.2-11 無人機控制系統示意圖

2. 數據或圖像傳輸鏈路

有鑑於以 2.4GHz 和 5.8GHz 作為數據或圖像傳輸方式易受無人機與目的地之距離與地形限制，近年來國際上無人機開始轉換使用長期演進技術 (Long Term Evolution, 簡稱 LTE^[16])，進行數據或圖像傳輸與遙控訊號接收。因 LTE 技術具備傳輸距離遠、傳輸穩定、圖像清晰流暢、抗干擾、抗遮擋、低延時等特性，無人機可飛行過程中所拍攝的畫面，即時穩定的傳送給地面圖傳遙控接收設備。

近年來資料傳輸過程的安全性逐漸受到重視。透過傳輸層安全標準 (Transport Layer Security, TLS) 與網際網路安全協定 (Internet Protocol Security, IPSec) 的機制，以認證與加密的方法為所有儲存區域網路 (Storage Area Network, SAN)、網路附屬存儲 (Network Attached Storage, NAS) 及和物件工作負載保持資料的機密性與完整性。

六、遙導控系統

遙導控系統與通訊及控制信號鏈路 (資料鏈系統) 有關，包含導航定位及遙控系統，並透過地面遙導控站經有線或無線方式遠端操控無人機。

1. 地面遙導控系統

地面遙導控站係為無人載具的遙導操控制中心與任務指揮中心，地面遙導控系統是負責無人載具及載具端酬載之操控、監視，指令上傳及載具端遙測資料、即時影像下傳之接收處理，以便掌握載具之動向，即時蒐集情資供相關單位研判分析參考。當無人載具系統執行任務時，除發射起動及回收階段外，所有與無人載具間之資訊交換均經由地面遙導控系

統完成，其中包含載具之運作遙控及監測與檢查、酬載之控制、情資下傳與傳送、任務之管制、規劃及通訊與協調等。

2. 導航定位

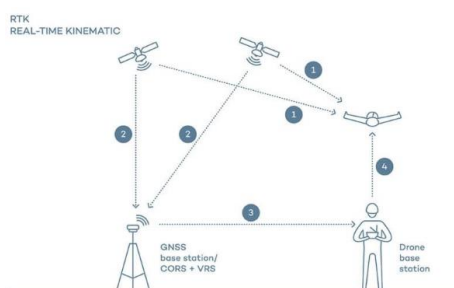
無人機系統的定位導航，普遍採用衛星導航系統(Global Navigation Satellite System, 以下簡稱 GNSS^[17])模式，卻易受到地形、天氣等客觀條件影響產生信號受干擾、精度穩定性不足等問題。為克服電磁干擾所導致的定位問題，國際上許多無人機廠商開始採用即時動態定位技術(Real Time Kinematic, 簡稱 RTK^[18])或事後差分定位技術(Post-Processing Kinematic, 簡稱 PPK^[19])，以提升無人機定位定姿系統(Position and Orientation System)，使其定位誤差縮減到釐米級。另針對 GNSS^[17]或 GPS 訊號不穩環境(如橋梁下方空間)則透過結合感測器來發展同步定位與地圖構建技術(Simultaneous Localization and Mapping, 簡稱 SLAM^[20])，以取得對周遭環境資訊的擷取得到環境特徵，並藉由此特徵與無人機間關係得到定位結果；亦或是掌握擴頻(Ultra Wideband, 簡稱 UWB^[21])之 500MHz 超大寬頻、低發射功率、脈衝時間寬度極短、電磁相容性強等特性，來提高既有導航無線定位的精度至釐米級。相關定位系統技術趨勢彙整於表 2.2-6。

表 2.2-6 定位系統技術趨勢彙整表

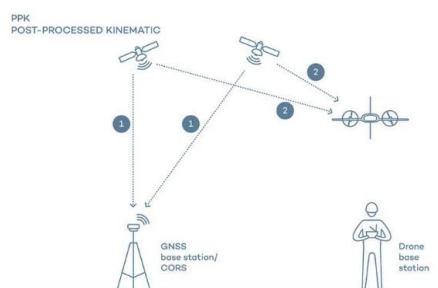
定位系統技術	原理	優點	缺點
RTK 即時動態定位	在無人機飛行過程中進行 GNSS 數據位置校正	即時校正現場數據且高精度定位、時間效益較高	依賴 GNSS 訊號穩定程度、障礙物遮蔽容易導致數據失準、不適合長距離作業
PPK 事後差分定位	在無人機飛行後進行 GNSS 數據位置校正	不依賴於信號強度或無人機和基地站點之間的 GPS 通訊連結，即可達到高精度定位；不易受地形限制，適合超視距飛行	無法即時接收校正數據、事後數據處理較花時間
SLAM 同步定位與地圖構建	使用光學雷達或視覺等感知器針對無人機自身定位與周遭環境進行測距	不依賴於 GNSS 訊號強度；光達 SLAM 定位與地圖構建精度高；視覺 SLAM 應用場景較多	光達 SLAM 易受探測範圍限制；視覺 SLAM 不適合昏暗環境且運算負荷大

定位系統技術	原理	優點	缺點
		元、無受感知探測距離限制及成本低	
UWB 擴頻定位	利用 500MHz 高頻寬、小於 1 奈秒之時間間隔極短的脈衝進行通訊測距	抗多徑通訊干擾能力強，適合用於通訊複雜的環境；實現高速、遠距離及安全性高之數據傳輸；利用超短脈衝定位器來實現高精度定位	所需佈設訊號接收器較多，衍生較高成本

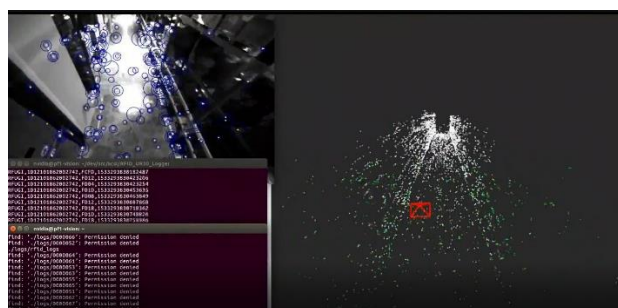
資料來源：本計畫彙整。



RTK 即時動態定位原理示意



PPK 事後差分定位原理示意



日本 ACSL 公司研發之視覺 SLAM 技術

資料來源：<https://www.acsl.co.jp/en/>；<https://wingtra.com/ppk-drones-vs-rtk-drones>。

圖 2.2-12 定位系統技術發展趨勢示意圖

3. 抗電磁干擾及信號反制

無人機在飛行過程中，勢必面臨自然電磁、人為電磁所組成的複雜電磁環境。近年來無人機遙控信號、導航信號面臨惡意干擾或攻擊等疑慮，因此如何進行無人機電磁干擾(Electromagnetic Interference, 簡稱 EMI^[22])防護及反制信號攻擊在國際間已逐漸受到重視。

(1) 自然電磁干擾

雷電、靜電及自然輻射係為主要影響無人機的自然電磁干擾因素，而由於無人機係為大量電子元件所組成，設備間形成一複雜電磁系統，故上述電磁干擾因素將對無人機系統造成影響。

(2) 人為電磁干擾

目前人為電磁干擾可透過發射處於無人機通訊與導航信號頻段的電磁干擾波，以干擾無人機的電子系統。無人機通訊及導航系統受到干擾之下，則將產生通訊系統失靈以致遙控信號受到壓制、導航系統受到欺騙使得無人機無法精準定位，進而造成無人機在空中懸停、返航或是迫降。

面對複雜電磁干擾環境，無人機則可採用振幅與到達角檢核技術來減少輻射干擾，或是擴頻抗干擾、通訊編碼加密、自適應選頻干擾等技術來提高射頻幅射，以降低或防止電磁環境對於無人機的干擾。

七、無人機飛航管理系統

當前國際間依飛行運具涵蓋範疇、飛行區域及範圍將空中飛行運具區分為三大類，分別為先進空中運輸(Advanced Air Mobility, 簡稱 AAM^[23])、區域空中運輸(Regional Air Mobility, 簡稱 RAM^[24])、都市空中運輸(Urban Air Mobility, 簡稱 UAM^[25])。依據美國國家航空暨太空總署(National Aeronautics and Space Administration, 簡稱 NASA^[26]) 對於 AAM^[23] 之定義，係為利用小型無人機、電動飛行器及自動空中交通管制與其他技術來執行客貨運任務。因此，RAM^[24] 及 UAM^[25] 皆在 AAM^[23] 所涵蓋範疇內。其中，相較於 UAM^[25] 都市空中運輸的服務範圍，RAM^[24] 區域空中運輸更具市場擴展性，故無人機相關廠商持續進行無人機動力系統的精進，使未來區域空中運輸之短距離、長距離的運送服務皆可滿足。

另針對空中交通運輸的管理，亦可依飛行運具涵蓋範疇來區分空中交通管理(Air Traffic Management, 簡稱 ATM^[27])及無人機飛航管理 (Unmanned Aircraft System Traffic Management, 簡稱 UTM^[28])。ATM^[27] 空中交通管理包含所有空中交通服務、空中交通流量及空域管理；UTM^[28] 無人機飛航管理則針對小型無人機於低空域的交通管理。無人機交通管理系統即係為用於執行無人機在飛航前、飛航中、飛航後的管理，以利於進行飛航風險評估、防制及公共安全評估 (如表 2.2-7 所示)。

無人機飛航管理系統需仰賴融入遠端識別(Remote Identification, 簡稱 Remote ID^[29])、機隊管理(Unmanned Aerial Vehicle Fleet Management), 以及通訊、導航、偵測與避障、數據交換等技術而建構出來。

表 2.2-7 無人機交通管理項目與目的彙整表

飛航進程	項目	目的
飛航前	航線規劃、電子圍籬、安全評估	風險評估
飛航中	通信系統、UTM ^[28] 監測、DAA ^[11] 避障	風險防制
飛航後	飛航效益、運營品質、保險	公共安全評估

資料來源：本計畫彙整。

1. 遠端識別 (Remote ID)

遠端識別係於無人機裝載識別碼發報器的一項技術，為推展交通管理的一項重要指標。傳統有人機透過國際協定，要求機體上裝載ADS-B^[31]廣播式自動相關監視設備，使得飛行器能夠在全球被辨識及定位，以便執行機關隨時監控飛行安全。為確保無人機對於空域的安全性，對於無人機相關資訊(例如，無人機識別碼、經緯度位置、高度、速度、控制站與控制員位置、時間、緊急狀況資訊等資訊)之回報監視協定已在國際上推動，對於此技術之相關研究及開發亦已進行中。

遠端識別可依據通訊回報方式，區分為廣播形式的遠端識別(Broadcast-based Remote ID, 簡稱 Broadcast RID^[32])、網路形式的遠端識別(Network-based Remote ID, 簡稱 Network RID^[33])等兩種類型。廣播形式的遠端識別為利用 Wi-Fi 或藍芽通訊來定位與辨識無人機資訊，且受限於該通訊作業距離，適合用於無人機短距離之飛行。網路形式的遠端識別係為利用 4G、5G 等行動通訊網路來分享無人機的位置與辨識資訊，有利於視距外飛行的無人機之監視。

2. 機隊管理

無人機之機隊管理系統可利於無人機運營商監控其無人機機隊。無人機運營商可藉由整合無人機地面監控站，進行其無人機影像實況的即時監控，並能即時或定時規劃與執行飛行任務、管理及存取飛行數據、故障冗餘安全狀態警告等，藉此操作與管理無人機。

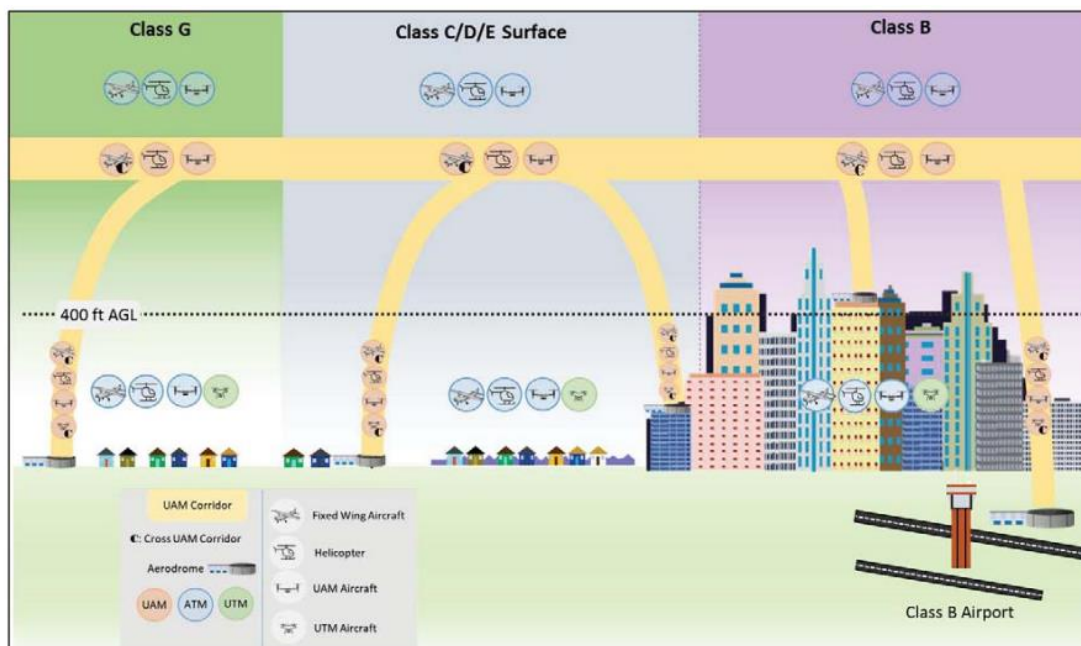
八、飛行廊道與基礎設施

因應無人機應用於客貨運送的發展趨勢，無人機空中飛行廊道(Air Corrdior)與相關基礎設施之規劃與設置已在國際間許多討論，藉此利於無人機飛航規劃及確保空域安全。

飛行廊道作用在於區隔其他空中交通運具，以利於UTM^[28]無人機飛航管理及ATM^[27]空中交通管理的進行(如圖 2.2-13 所示)。而飛行廊道又可由多個軌道(track)所組成，用於確保多個無人機之飛行安全(如圖 2.2-14 所示)。

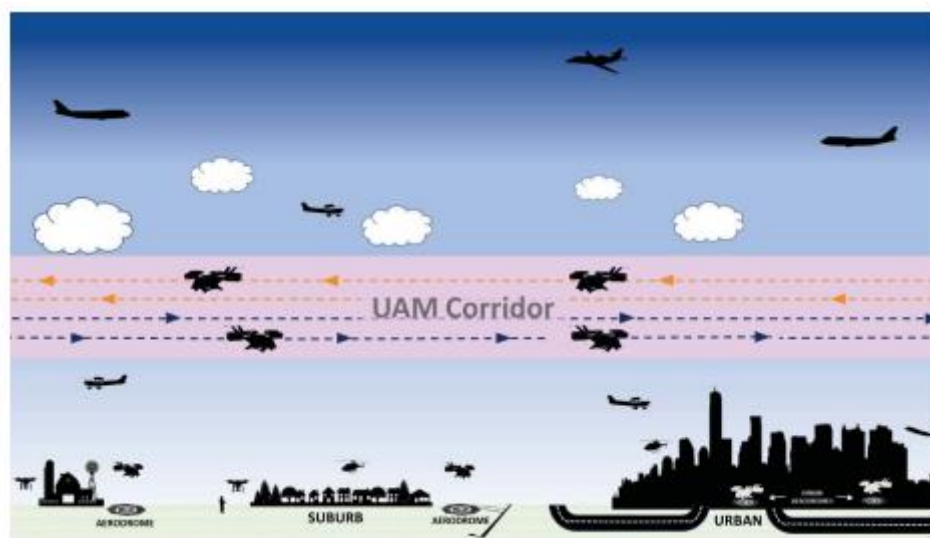
無人機基礎設施可概分軟、硬體等兩大設備。軟體設備包含無人機交通管理系統、機隊管理及物流管理等應用程式；硬體設備則包含地面站、倉庫、垂直起降場地、後勤基地、中繼站，以及通訊基站。其中，依據美國材料和試驗協會(American Society for Testing and Materials International, 簡稱ASTM^[40])於2022年7月發布垂直起降場規範F3423之定義，VTOL^[7]垂直起降場地可分成垂直起降場(Vertiport)、垂直起降點(Vertistop)兩類，差別在於垂直起降點不包含加油或洩油、維修、航空器存放等服務(但包括緊急修護作業)。而垂直起降場地在未來可於都市中結合既有停車場、大眾運輸轉運站等設施或大樓屋頂，設置自動化空中載具之起降場站，供未來無人機物流及空中計程車使用(如圖 2.2-15 所示)。另有關垂直起降場選址、相關設備的技術突破(例如充電站與倉庫布設結合飛行路徑最佳化)等議題在學術界已有相關研究進行中。

目前全球已有部分航空製造商著手進行垂直起降場規劃，並與無人機製造或服務商合作安排相關場域測試，預計於2024年起開始營運(如表 2.2-8 所示)，另美國及歐盟針對垂直起降場皆已制定相關設計標準及規範指引，相關內容詳 2.3.1 節國際政策推動走向。



資料來源：UTM Concept of Operations Version 1.0, Federal Aviation Administration, 2018 年。

圖 2.2-13 飛行廊道與空域管理概念圖



資料來源：UTM Concept of Operations Version 1.0, Federal Aviation Administration, 2018 年。

圖 2.2-14 飛行廊道組成示意圖



資料來源：Deloitte Insights；本計畫編製。

圖 2.2-15 垂直起降場地類型示意圖

表 2.2-8 國際無人機起降場相關廠商盤點彙整表

航空製造商	合作無人機製造或服務商	服務類型	營運地	預計起降場雛形完成年度	預計營運年度
美商 Beta Technologies	Beta Technologies	區域運輸、物流	美國南伯靈頓、普拉茨堡	2019 年	2022 年
英商 Skyports	Volocopter, Eve Holding, Wisk, Joby Aviation	空中計程車、物流	新加坡、法國巴黎	2019 年	2024 年
法商 Groupe ADP	Volocopter	空中計程車	法國巴黎	2022 年	2024 年
英商 Urban-Air Port	Supernal	空中計程車、物流	美國洛杉磯、加拿大史蒂芬維爾	2022 年	2024 年
義大利商 UrbanV	Volocopter	觀光、空中計程車、物流	羅馬、法國蔚藍海岸、義大利威尼斯	2022 年	2024 年

航空製造商	合作無人機製造或服務商	服務類型	營運地	預計起降場雛形完成年度	預計營運年度
澳商 Skyportz	Electra, Dufour Aerospace	區域運輸、空中計程車	澳洲雪梨、墨爾本、布里斯本	-	2024 年
西班牙商 Ferrovial	Lilium, Vertical Aerospace	區域運輸、空中計程車	美國西棕櫚灘、奧蘭多	-	2024 年
美商 Skyway	-	區域運輸、空中計程車、物流	-	-	2024 年
西班牙商 BlueNest	Ehang, Eve Holding	觀光、空中計程車	西班牙海岸、哥斯大黎加	2023 年	2024 年
美商 Volatus Infrastructure	SkyDrive	空中計程車、物流	美國奧什科什	2023 年	2024 年

註：最新資料更新至民國 111 年 10 月。

資料來源：AAM Infrastructure Index (<https://aamrealityindex.com/aam-infrastructure-index-1>)；本計畫彙整。

九、資料處理及管理系統

1. 資料處理與分析

(1) 影像辨識

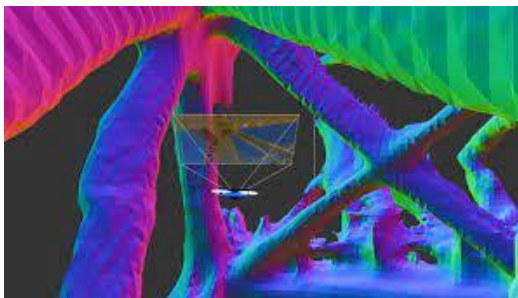
當無人機應用於測繪、巡檢等領域時，拍攝取得的影像資料將進行影像辨識處理。影像辨識的工作原理為當檢測目標構件物影像由影像擷取裝置轉換為數位影像資料後，去除影像中的雜訊、加強對比與分離影像中的檢測目標物與背景，藉以改善影像的清晰度並同時提升影像分析時的準確度。近年來由於感知器所拍攝影像的解晰度提升，使導入人工智慧技術更容易，協助圖像辨識、邊緣計算，以降低人為判斷導致操作失誤的可能性且能提升應用的可用性。透過人工智慧之深度學習網路(Deep Neural Network, 簡稱 DNN^[34])，不斷針對影像辨識進行訓練、修正錯誤與回饋，進而判別橋梁不同構件的情形，縮減人工判別的時間與效率。

(2) 三維實景建模

將影像辨識結果匹配至三維模型，可使檢測人員方便查閱影像之相對位置，亦利於進行檢測路線規劃以安排自動化飛行路線，甚至是易於後續作設施變化狀況的長時間追蹤。

國際上利用建築資訊模型(Building Information Modeling，簡稱 BIM^[35])技術將設施作三維度模擬已相當普遍。而近年來配合無人機傾斜攝影(Oblique Photogrammetry)、多視立體視覺(Multi-View Stereo)等技術的演進，檢測設施與周邊環境的三維實景模型可更真實呈現。

此外，為使檢測人員在無人機飛行過程可多維度地動態監看檢測設施狀態，國際上已可透過影像感測、光學雷達等控制設備，快速完成檢測設施的三維實景建模，實現三維度動態巡檢。檢測人員可就此透過該模型來測算設施的外在結構，藉此分析設施狀態，有利於減輕維護人員的工作強度與提高檢測維護效率。



Skydio 三維度巡檢



Skydio 三維建模



Elios3 三維度巡檢

資料來源：<https://www.skydio.com/>；<https://www.flyability.com/elios-3>。

圖 2.2-16 圖像處理與分析技術趨勢示意圖

2. 資訊管理與防護

針對無人機在巡檢或測繪過程中拍攝取得之巨量圖像資料管理與保護，國際上無人機相關廠商多採用單一資料管理平台方式來進行管理與監控。透過即時雲端分層化資料自動化處理與存取、運算資源的分配與調整，並利用加密金鑰管理以及導入資料備份、快照、複寫等功能，使資料避免因突發因素而損毀或外洩。其中，考量 DES 加密法(Data Encryption Standard)因採用相對短的金鑰長度等因素，近年來資料加密方法已改採用高級加密標準(Advanced Encryption Standard, 簡稱 AES^[36])，金鑰長度基本設定為 AES-128，但可升級至 AES-256。

2.2.3 無人機標竿案例探討

以下針對國際間無人機應用於橋梁巡檢及物流運送的標竿案例進行探討，藉此掌握在應用領域中，無人機相關技術及服務發展趨勢。

一、橋梁巡檢

導入無人機於橋梁巡檢上可提升橋梁巡檢作業之品質及效率，卻亦意味著無人機在應用上所面臨的挑戰，例如，橋梁下易有訊號不穩或遮蔽的情形、能否拍攝橋梁的有限狹窄空間，亦或是否因應構件高之橋梁檢測、耐碰撞、耐強風等挑戰。

因此，在橋梁巡檢的標竿案例的選定上，本計畫以橋梁巡檢需求之相關技術突破作為選定基準，挑選出 Falcon 8 Plus、Elios3、Digital Aerolus Aertos 130IR、ACSL Mini、Skydio 2+、ANAFI Ai 之無人機機種作為本計畫在橋梁巡檢的標竿案例並進行深入探討，藉此剖析在國際上無人機應用於橋梁巡檢的技術能量。

1. Intel 《Falcon 8 Plus》：耐強風與抗磁場干擾之設計

Falcon 8 Plus 為美國 Intel 公司專為監測或航測應用而設計。該機型採用 V 形旋翼結構，並搭載 AscTec Trinity 自主飛控系統、自動化空域感知系統、三重 IMU 慣性測量單元，讓使用正射法和 3D 重建繪圖所呈現的地面解析度(Groud Sample Distance, 簡稱 GSD^[37])達到細至公釐的精準度，並達到抗磁場干擾及強風。另配備 Intel Cockpit 遙控器，利用 2.4GHz+5.1GHz 雙頻無線傳輸，使可遙控距離達 1 公里。

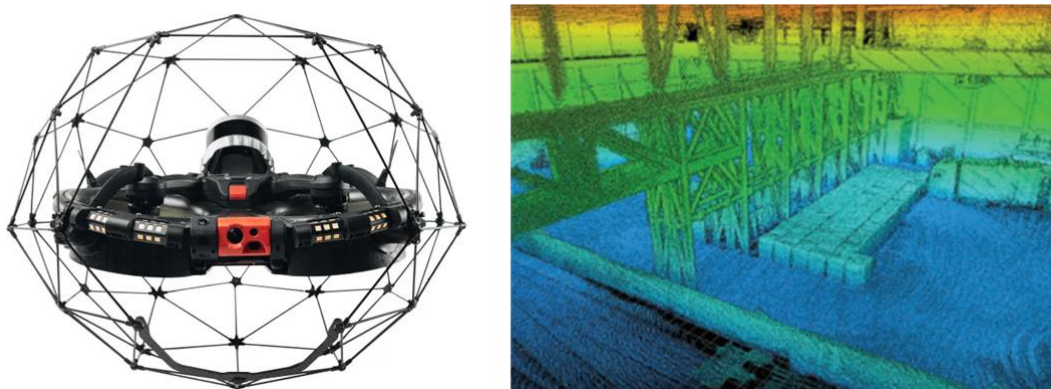


資料來源：Intel 官網 (<https://www.intel.com.tw/content/www/tw/zh/drones/falcon-8-drone-brief.html>)

圖 2.2-17 Falcon 8 Plus 示意圖

2. Flyability 《Elios3》：球體機身、耐碰撞之設計、結合 3D 建模

Elios3 係為瑞士 Flyability 公司所開發出的工業巡檢無人機，專為狹窄、受限制的空間而設計。該產品特色在於機身為球形罩外觀設計，可保護螺旋槳葉片受碰撞，以維持穩定飛行且容易進入任何需查檢測的狹窄密閉空間；機體搭載 IMU^[15] 慣性測量單元、電子指南針、氣壓高度計、光學雷達感測、視覺感測、TOF^[13] 測距感測等多種飛控感測器，使其在無 GPS 訊號的環境下穩定飛行，並可鎖定物體的一定距離進行縱向元件檢測。為實現於夜間或光線不足環境進行檢測，搭載 16,000 流明的機載照明系統，可支援斜角與防塵照明。另外，結合光學雷達技術，將檢測數據結果數位化並進行 3D 實時地圖與建模，以補足視覺感測的檢測死角，提升檢測環境覆蓋率及檢測項目的地理定位的準確性。



資料來源：Flyability 官方網站，<https://www.flyability.com/>。

圖 2.2-18 Elios3 示意圖

3. Digital Aerolus 《Aertos 130IR》：耐碰撞之設計

Aertos 130IR 為美國無人機廠商 Digital Aerolus 所開發之可碰撞工業檢測無人機。該機型於美國設計與製造；採用 3D 列印零件技術，配備碳纖維複合材料框架、膠質提手、以及四個螺旋槳周圍的防護罩，強調堅固耐用。於機身內安裝 9 組感知器(包括 LiDAR 雷達和深度感測單元)，可滿足於在密閉空間或無 GPS 訊號的環境下進行三維多角度路線規劃與避障；搭載紅外線熱感應相機及 LED 聚光燈，因應夜間或光線不足環境下的檢測需求；配備基本高階加密標準 AES-128，並可簡易升級，以提升在數據資安保護性。



資料來源：Digital Aerolus 官方網站，<https://digitalaerolus.com/>。

圖 2.2-19 Aertos 130IR 示意圖

4. ACSL 《ACSL Mini》：視覺避障與自動化飛行之設計

ACSL Mini 係為日本無人機開發與組裝商 ACSL(Autonomous Control Systems Laboratory Ltd.)所開發，該公司以研究與開發自動化無人機聞名。ACSL Mini 強調使用視覺 SLAM 技術及人工智慧技術，透過機身相機和 6 支感知器，觀測到地形特徵、定位自身位置和姿態，並自動迴避障礙物，及同時輸出周圍環境的高質量 3D 地圖，達到沒有 GPS 訊號引導情況下能夠準確飛行，並利於 AI 圖像辨識分析及 3D 建模。



資料來源：ACSL 官方網站，<https://www.acsl.co.jp/>。

圖 2.2-20 ACSL Mini 示意圖

5. Skydio 《Skydio 2+》：視覺避障與自動化飛行之設計

Skydio 2+ 係為美國 AI 無人機製造商 Skydio 所開發之供企業使用無人機。該公司主要藉由人工智慧技術，創建在美國設計、製造與組裝之智慧無人機，提供消費者、企業和政府使用。為因應建築物、橋梁、發電廠、電纜等基礎設施的檢測需求，Skydio 2+ 透過加大電池容量及控制航電功耗，使飛行時間可長達 27 分鐘；將人工智慧技術結合 6 支導航視覺感知器及導入飛行引擎，達到 360 度自主避障與自動化飛行的功能。在槳臂設計上，因設計為摺疊臂使其便於攜帶。在酬載系統上，搭載可達 100 倍混合變焦相機且使鏡頭上下仰角可作最大 200 度的移動，以便高架基礎設施的檢測。該機型配備 Skydio 開發之控制面板結合 4G LTE^[16] 技術，使其最大遙控航程延長至 6 公里，並能突破視線範圍限制的偵測，以及將拍攝完的數據資料加密加輸至 Skydio Cloud 雲端進行整合運算。



資料來源：Skydio 官方網站，<https://www.skydio.com/>。

圖 2.2-21 Skydio 2+ 示意圖

6. Parrot 《ANAFI Ai》：視覺避障與自動化飛行之設計

Parrot ANAFI Ai 係為法國無線產品製造商公司 Parrot 所開發，產品核心在於將避障感知器以仿造生物界的視覺感知系統來設計，可偵測到位於 30 公尺的障礙物，藉此達到自主避障效果。在機身結構設計上，以碳纖維及空心玻璃微珠結合為主，使國際防護等級認證(International Protection Marking, 簡稱 IP^[38])防護達 53 級；搭載可變螺距螺旋槳，使可抗六級風速與最高爬升海拔高度達 5,000 公尺。另外，在遙導控距離上，結合 4G LTE^[16] 技術下，能夠實現不受遮蔽物干擾操作、視距外的自主飛行規劃，以及將數據加密即時傳輸(300 毫秒低延遲)至第三方 Pix4DCloud 等雲端伺服器。



資料來源：Parrot 官方網站，<https://www.parrot.com/us/drones>。

圖 2.2-22 ANAFI Ai 示意圖

表 2.2-9 橋梁巡檢標竿案例彙整表

產品名稱	開發商	開發國別	產品推出年期	機型	空機重量	產品主要特色	服務國家	合作企業/單位	價格
Falcon 8 Plus	Intel	美國	2018	多軸旋翼 (8 旋翼)	2.8 公斤	耐強風、抗磁場 干擾	美國、 韓國	俄亥俄州交 通局、肯塔 基州交通 局、明尼蘇 達州交通局	9,269 美 元
Elios3	Flyability	瑞士	2022	多軸旋翼 (4 旋翼)	2.35 公斤	球形機身、耐碰 撞、無 GPS 訊號 的環境下穩定飛 行、3D 建模	美國、 俄羅斯	明尼蘇達州 交通局	33,230 美 元
Aertos 130IR	Digital Aerolus	美國	2020	多軸旋翼 (4 旋翼)	2.7 公斤	耐碰撞、無 GPS 訊號的環境下穩 定飛行、數據加 密傳輸	美國	-	-
ACSL Mini	ACSL	日本	2020	多軸旋翼 (4 旋翼)	3.15 公斤	視覺避障、自動 化飛行	日本	-	80 萬日圓
Skydio 2+	Skydio	美國	2021	多軸旋翼 (4 旋翼)	0.8 公斤	視覺避障、自動 化飛行、數據加 密傳輸	美國、 澳洲、 紐西蘭	北卡羅萊納 州交通局、 俄亥俄州交 通局、BNSF 鐵路公司	12,998 美 元
ANAFI Ai	Parrot	法國	2021	多軸旋翼 (4 旋翼)	0.898 公斤	視覺避障、自動 化飛行、數據加 密傳輸	法國、 美國	北卡羅萊納 州交通局	4,000 美 元

資料來源：本計畫彙整。

表 2.2-10 橋梁巡檢標準竿案例性能對照表

橋梁巡檢需求	無人機機型	Falcon8+	Elios3	Aertos 130IR	ACSL Mini	Skydio2+	ANAFI Ai
性能	開發公司	Intel	Flyability	Digital Aerolus	ACSL	Skydio	Parrot
展開機體尺寸	76.8 x 81.7 x 16 公分	球體, 48 x38 公分	53.34 公尺直線距離	70.4 x 70.4 x 30.0 公分	22.9 x 27.4 x 12.6 公分	32 x 44 x 11.8 公分	
夜間/光線照明	-	LED 聚光燈	LED 聚光燈	LED 聚光燈	LED 聚光燈	LED 聚光燈	-
最大影像解析度	4,000 x 3,000 (搭載 Panasonic Lumix DMC-ZS50)	3840 x 2160	4800 x 3200 (搭載 Sony DSC- RX0 II)	3840 x 2160、1920 x 1080	4,056 x 3,040 (搭載 Sony IMX577)	8000x6000、4000x3000	
	640 x 512(搭載 FLIR Tau 2 640)	160 x 120 (搭載 Lepton 3.5 FLIR)	320x256 (搭載 FLIR Boson 320x256 LWIR)	160 x 120 (搭載 Lepton 3.5 FLIR)	-	-	
最大影像變焦倍數	30 倍	30 倍	2 倍	30 倍	16 倍	6 倍	
最大單次續航力(含酬載)	26 分鐘	9.2 分鐘	10 分鐘	33 分鐘	27 分鐘	32 分鐘	
電池容量	4,000 mAh	4,350 mAh	4,500 mAh	10,000 mAh	4,800 mAh	6,800 mAh	
單次充電時間	-	1 小時	-	-	2 小時	-	
攝像鏡頭上下可調整角度	180°	180°	-	-	200°	180°	

橋梁巡檢需求	無人機機型	Falcon8+	Elios3	Aertos 130IR	ACSL Mini	Skydio2+	ANAFI Ai
性能	開發公司	Intel	Flyability	Digital Aerolus	ACSL	Skydio	Parrot
橋梁下訊號穩定	定位訊號傳輸系統穩定性	-	Lidar SLAM	Lidar SLAM		Visual SLAM	Visual SLAM
	耐高低溫	-5 至 40 °C	10 至 40 °C	-	0 至 50 °C	-5 至 40 °C	-10 至 40 °C
	耐風速	抗 6~7 級陣風 (12 ~16 公尺/秒)	-	抗 5 級陣風 (10 公尺/秒)	抗 2~3 級陣風 (3~5 公尺/秒)	抗 5 級陣風 (10 公尺/秒)	抗 7 級陣風 (14 公尺/秒)
	防水防塵	-	IP44	IP43	-	-	IP53
因應位於不同區位橋梁檢測	最高可爬升海拔高度	4,000 公尺	-	-	-	4,572 公尺	5,000 公尺
	避障技術	視覺避障	雷達避障	雷達避障	視覺避障	視覺避障	視覺避障
	遙導控距離技術	2.4GHz+5.1GHz 雙頻無線傳輸	2.4 GHz 無線傳輸	2.4 ~ 5 GHz 無線傳輸	2.4 ~ 5 GHz 無線傳輸	4G LTE/5GHz 無線傳輸	4G LTE/2.4 ~ 5 GHz 無線傳輸
自動化飛行	可遙控距離	1 公里	500 公尺	-	-	6 公里 (5GHz) 10 公里 (1.8GHz)	-
	圖傳影格率	30 幀/秒	30 幀/秒	30 幀/秒	-	60 幀/秒	60 幀/秒
	資安防護	-	-	高級加密標準 AES-128	-	高級加密標準 AES-256	符合 FIPS 140-2 聯邦資 訊處理標準
資料自動化傳輸及處理	雲端整合運算	Inspector 4.0	-	-	Skydio Cloud	Pix4DCloud	

二、物流運送

目前國際上諸多廠商針對無人機的物流運送進行業務開發，然而部分業者的無人機物流運送業務尚處於研發階段，部分業者已經將無人機投入物流運送測試，更有少部分業者已能成熟使用無人機進行物流運送，並展開其商業營運。

本計畫初步盤點國際上已經具有商業營運能力、有多次測試經驗的廠商作為標竿案例，包括 Wing、Zipline、Matternet、Wingcopter、ACSL、樂天、Volocopter，針對標竿案例的無人機物流發展情境、服務模式、技術規格進行深入探討，藉此研析在國際上無人機應用於物流運送服務的技術能量。

1. Wing：全球營運服務次數超過 22 萬次

(1) 案例特點

Google 母公司 Alphabet 旗下的無人機公司 Wing 在 2019 年取得美國無人機送貨飛行許可，目前成功在美國、澳洲、芬蘭等國家進行無人機物流營運，合作廠商包括物流業者 FedEx、連鎖藥妝 Walgreens 等公司，運送零售物品、保健產品等品項。在 2022 年 8 月 Wing 已經達成 22 萬件訂單的里程碑。

Wing 所生產的無人機應用於物流運送(如圖 2.2-23 所示)，機型採混合翼，乘載能力約 2.25 公斤，營運範圍半徑達 20 公里，飛行速度最快可達時速 104 公里，Wing 所研發的機隊管理系統(如圖 2.2-23 所示)會依據天氣、地形、空域地圖、其他無人機位置進行分析，規劃最佳航線讓無人機自動化飛行(如圖 2.2-24)，同時地面飛行員利用機隊管理系統監測無人機，避免與其他無人機或障礙物碰撞而影響飛行安全。消費者透過下載 Wing 所推出的 APP(如圖 2.2-25 所示)，即可選購商品並確認取貨地址，貨物遞送抵達指定地點後，無人機在大約離地 7 公尺的高度盤旋，使用繩索垂降的技術將包裹放置地面。由於卸貨過程採繩索垂降，因此無人機不會與消費者有所接觸，確保人身安全，且無人機機身採泡沫材料，重量輕，故障墜落也不易對地面造成嚴重衝擊。

(2) 服務模式

Wing 無人機物流運送營運服務模式主要有兩種，第一種服務模式是以各零售商為出發點，當各零售商接獲顧客的需求後出動貨車將包裹送至配有無人機起飛基地的物流中心，再由無人機完成終端配送；由於

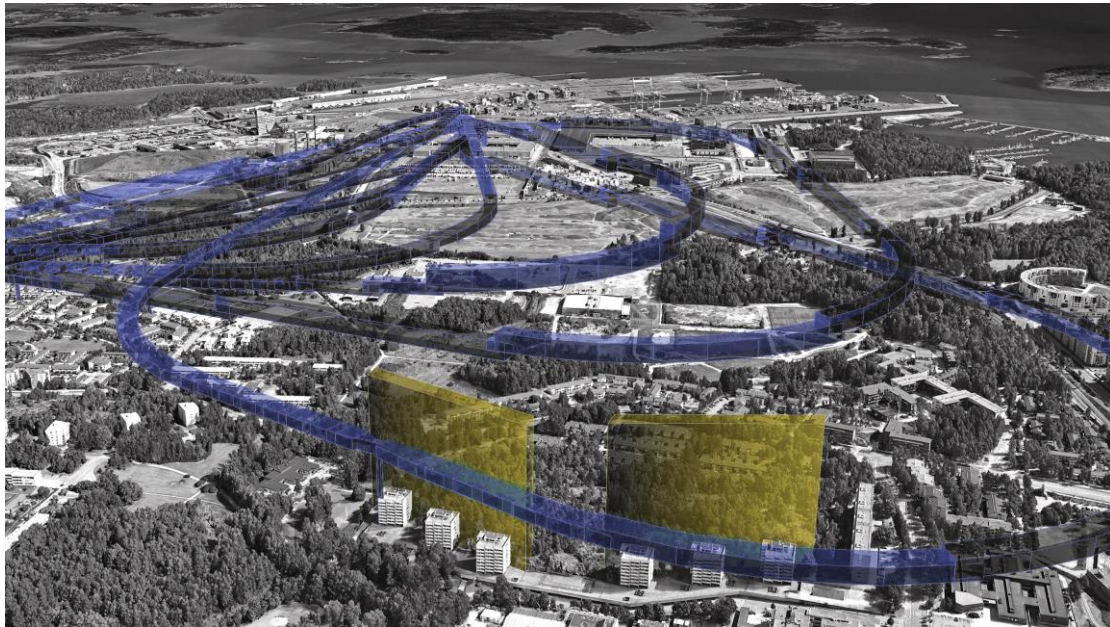
第一種服務模式受限於各零售商規模小，腹地不足以在其店家周邊設置無人機配送中心，因此整個服務模式仍需要使用到貨車運送。

第二種營運服務為改良模式，是建立在若貨物供給者的規模較大，例如購物中心、百貨公司、超市等等，大型商家擁有足夠面積的屋頂或停車場空間作為無人機配送基地，如此包裹能直接從販售地點包裝後依靠無人機完成最後的運送，避免使用貨車運送的流程，節省更多的時間、運送成本。



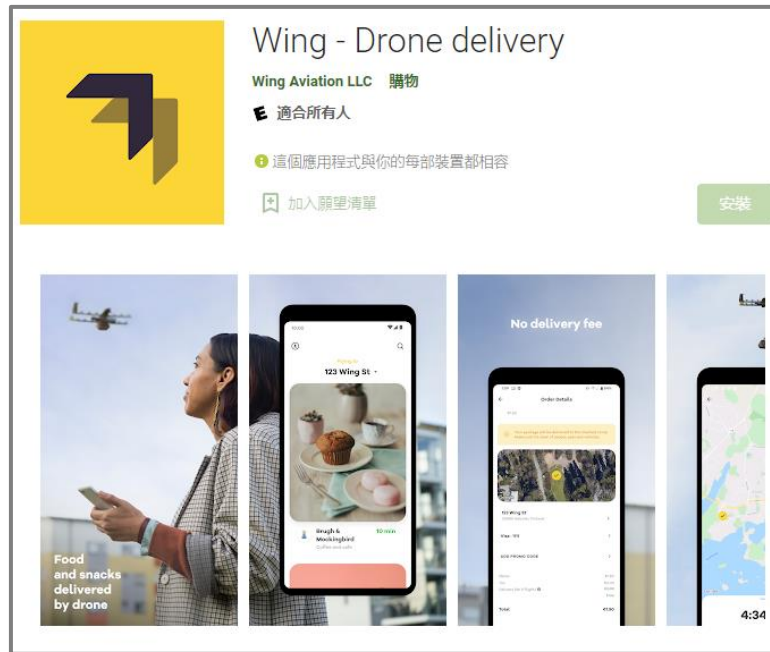
資料來源：<https://www.engadget.com/2019-04-09-alphabet-wing-drone-delivery-service-australia.html>。

圖 2.2-23 Wing 無人機執行物流運送過程圖



資料來源：<https://wing.com/how-it-works/>。

圖 2.2-24 Wing 研發之機隊管理系統圖



資料來源：https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.wing.marketplace&hl=zh_TW&gl=US。

圖 2.2-25 Wing 無人機之物流運送 APP 圖

2. Zipline：全球營運服務次數超過 40 萬次

(1) 案例特點

Zipline 為總部位於美國的醫療產品物流公司，在 2016 年已在盧安達使用無人機進行醫療用品的配送，目前已在盧安達、迦納、美國等國家成立無人機配送中心，並以郊區、偏鄉為主要營運地區，在 2020 年新冠肺炎盛行期間，獲得 FAA^[4] 豁免得以在北卡羅萊納州使用無人機進行醫療用品、防護設備的運送。除了醫療用品的運送，Zipline 亦有與連鎖超市 Walmart 合作，運送零售商品。在 2022 年 Zipline 已完成超過 400,000 次商業交付。

Zipline 所生產的無人機應用於物流運送，機型採定翼型，乘載能力約 1.8 公斤，營運範圍半徑達 80 公里，飛行速度最快可達時速 110 公里。無人機運送過程中採自動化飛行，由其開發出之機隊管理系統規劃航線並且能預測低空飛行的風速預測系統，Zipline 在無人機嵌入特製的導航系統，在三維空間中的精度可以達到 1 厘米，飛行路徑同步顯示於國家空中交通管制單位，配送中心的飛行員亦進行監控避免障礙物，以此達到在 BVLOS^[10] 下安全自動化飛行。貨物遞送抵達指定地點後，無人機在大約離地 20 至 35 公尺的高度將包裹投下(如圖 2.2-26 所示)，使用降落傘讓包裹順利降落至地面，降落位置精準度控制

在直徑 5 公尺內。Zipline 無人機的起飛與降落有別於其他混合翼、多軸旋翼無人機，起飛藉由發射推進器將無人機射至空中，待無人機完成任務後返航，降落採用類似現代航空母艦的運作，在基地架設回收系統，當返航的無人機經過會立即被該系統捕捉，無人機在一秒內減速至零(如圖 2.2-27 所示)。Zipline 的安全措施主要來自該無人機材質受撞擊易碎，能以較小撞擊力道碰撞地面，同時無人機配有降落傘，故障時能慢慢降落至地面。

(2) 服務模式

Zipline 無人機物流運送營運服務模式主要為搭建無人機配送中心在鄰近供貨商處，由供貨商的工作人員將商品包裝完成後，交給 Zipline 工作人員，最後將包裹置入無人機內，由無人機完成運送至需求地點的任務。



資料來源：<https://flyzipline.com/technology/>。

圖 2.2-26 Zipline 無人機執行物流運送投降包裹過程圖



資料來源：<https://www.cnet.com/pictures/take-a-look-at-ziplines-new-drone-delivery-system/6/>。

圖 2.2-27 Zipline 無人機執行物流運送的起飛與降落過程圖

3. Matternet：投入都市情境進行無人機物流運送

(1) 案例特點

Matternet 為總部位於美國的無人機製造商，近年來已在瑞士、美國、日本等國家進行無人機物流營運或測試，主要進行醫療用品、疫苗的配送，亦與 UPS、JAL、瑞士郵政等單位合作。Matternet 在 2017 年獲得瑞士航空允許能在城市上空展開物流業務，2019 年與 UPS 合作在美國北卡羅來納州 WakeMed 醫療系統提供無人機送貨服務，Matternet 在 2022 年已完成超過 2 萬次商業交付。2022 年預計在阿拉伯聯合大公國阿布達比與衛生部(Department of Health)、民航總局(General Civil Aviation Authority)、SkyGo 合作，建設 40 個無人機接收站並部署無人機物流網絡進行醫療用品配送(如圖 2.2-28 所示)，提升該地區衛生部的效率。

Matternet 所生產的無人機應用於物流運送，機型採多軸旋翼，乘載能力約 2 公斤，營運範圍單程達 20 公里，飛行速度最快可達時速 70 公里，可抵抗每秒 12 公尺的風速，能於攝氏-10 至 40°C 的環境飛行，貨物遞送抵達指定地點後，將會降落在距離地面約 3 公尺高的無人機接收站(如圖 2.2-29 所示)，無人機降落於接收站內而不會與地面人員有直接接觸，確保雙方安全，該接收站除了提供裝、卸貨功能，亦有溫控儲存、電池更換與充電功能，該站體使用身分驗證系統，僅允許授權人員持相關身分驗證通過後才能取貨，提高貨物安全性。整個物流運送網絡都由 Matternet 的雲端平台進行管理，該雲端平台整合顧客端的需求指令、航線規劃、監測、命令、控制等。

(2) 服務模式

Matternet 無人機物流運送營運服務模式主要有兩種，第一種為透過架設無人機接收站的方式，打造無人機物流網絡，將要遞送的貨物放入至無人機接收站，貨物就能被無人機裝載，並藉由無人機運送至目的地的無人機接收站，持有相對應身分驗證的人才可以從接收站拿出包裹，提升安全性；第二種服務模式則是與電商、車廠合作，將電商貨物集散中心的貨物以無人機運送至貨車，再由貨車將貨物送達至市區的家戶，此服務模式透過無人機越過交通壅擠的市區道路、地面屏障，提升運送效率，且最後將包裹送給消費者仍採用貨車運送的方式，由司機員將貨物遞給消費者，確保深入住宅區的運送過程處於安全的情境，避免無人機深入市區可能造成的風險或是與顧客接觸可能造成的意外。



資料來源：<https://www.prnewswire.com/news-releases/matternet-and-skygo-partner-with-abu-dhabi-doh-for-worlds-first-city-wide-medical-drone-network-301382865.html>。

圖 2.2-28 2022 年 Matternet 在阿布達比的無人機物流網絡藍圖



資料來源：<https://www.suasnews.com/2021/09/matternet-announces-commercial-deployment-of-the-matternet-station/>。

圖 2.2-29 Matternet 的無人機物流接收站

4. Wingcopter：耐候性佳，能在強風大雨的情境下進行物流運送

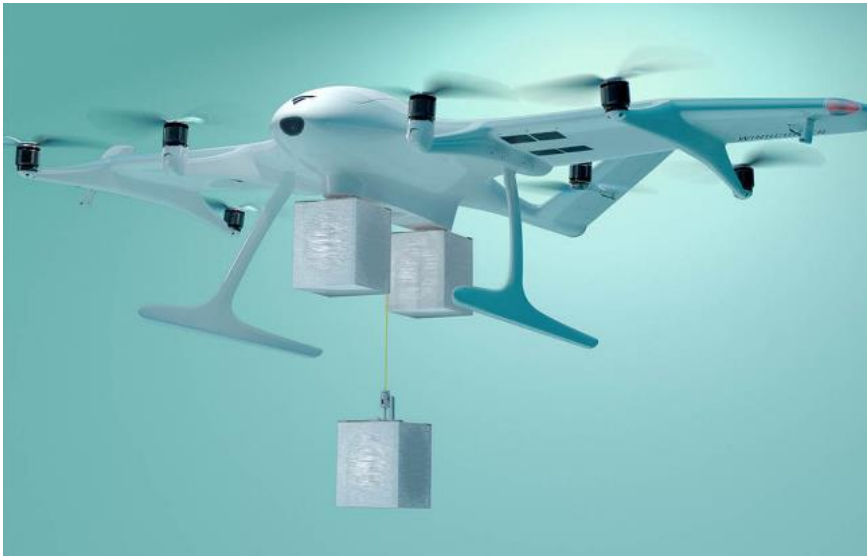
(1) 案例特點

Wingcopter 為總部位於德國的無人機製造商，至 2017 年成立以來已在萬那杜、馬拉威、愛爾蘭、德國等國家進行無人機物流的營運或測試，主要進行醫療用品、工業品的運送，同時也與物流業者 DHL、物流業者 UPS、航空公司 ANA 等單位合作。Wingcopter 正與 Zeitfracht 合作，將以羅斯托克機場 Rostock Airport 作為發展合作與測試場域，目標在 2024 年執行離岸風力發電設施的設備零件運送。

Wingcopter 所生產的無人機應用於物流運送，機型採混合翼，乘載能力約 5 公斤，載重 1 公斤的飛行距離單程達 95 公里，飛行速度最快可達時速 144 公里，可抵抗每秒 20 公尺的風速，能於攝氏 0 至 45 °C 的環境飛行，搭載 ADS-B^[31]、FLARM 防碰撞系統、Remote ID^[29] 等酬載並配有光學感測器與 AI^[1] 運算，達到防碰撞、避障等功能，貨物遞送抵達指定地點後，採懸停降下繩索的方式卸貨，藉由其獨特的三重交付系統(triple-drop system)能同時裝載三件貨物(如圖 2.2-30)，降下單一包裹時能繼續運送另外兩件貨物，提升單趟運輸的效率。其安全措施為該無人機有 8 個馬達與兩顆電池，避免部分故障就會墜落，地面控制站亦同時監控無人機的飛航狀態，並可以根據情況傳送指令給無人機進行航線改變，如圖 2.2-31 所示。

(2) 服務模式

Wingcopter 無人機物流運送服務係以測試驗證為主，服務模式主要有兩種，第一種服務模式係利用無人機將貨品由較具規模的中心運送至規模較小的區域。例如，以萬那杜總醫院為出發點，運送疫苗至全島 18 個村落；以馬拉威機場為中心運送醫療用品至三個衛生醫療中心。第二種服務模式則為無人機站至無人機站的點對點運送服務，例如從德國蓋恩斯海姆之一處工廠將工廠零件送至城鎮外圍之工廠，實現在郊區進行無人機物流運送服務。



資料來源：<https://www.suasnews.com/2021/09/matternet-announces-commercial-deployment-of-the-matternet-station/>。

圖 2.2-30 Wingcopter 的三重交付系統示意圖



資料來源：<https://wingcopter.com/wingcopter-198>。

圖 2.2-31 Wingcopter 的機隊管理系統示意圖

6. 樂天(Rakuten)：日本較具物流運送經驗的代表業者，情境包括山區偏鄉、離島

(1) 案例特點

樂天為總部位於日本的大型電商，近年來執行多項自行推動的無人機物流驗證計畫，最早於 2016 年執行第一項計畫，2019 年更在神奈川縣橫須市與猿島展開為期三個月的無人機送貨服務。至今樂天一共執行五項計畫，場域包括山區、離島，主要進行零售商品、醫療物資等運送。

樂天無人機與 ACSL 共同合作開發物流無人機，機型採多軸旋翼(如圖 2.2-32)，乘載能力可達 7 公斤，飛行速度最快可達時速 50 公里，續航能力至少達半徑 10 公里，可以採全自動飛行，並於機身裝載降落傘，確保即便故障墜落也能保持安全，同時開發無人機儀表板程式，類似 UTM^[28] 能夠監控無人機的飛行狀態。

(2) 服務模式

樂天營運服務係以測試驗證為主，第一種服務模式以鄰近物流中心的停車場作為無人機起降基地，將包裹運送至公寓的頂樓，第二種服務模式是採本島商店運送零售用品至離島的空曠處。



資料來源：<https://drone.rakuten.co.jp/en/#product>。

圖 2.2-32 樂天物流無人機

7. Volocopter：高載重且於都市區域運送

Volocopter 為總部位於德國的公司，目前在無人機產業上主要開發高載重無人機，同時打造 UAM^[25] 系統，更是目前唯一獲得歐盟航空安全局 (European Aviation Safety Agency, 以下簡稱 EASA^[39]) 批准的電動空中計程車開發商，Volocopter 主要進行大型貨物、乘客等高載重運送，預計在 2024 年於新加坡與巴黎展開商業營運。

Volocopter 製造的 VoloDrone 應用於高載重物流運送(如圖 2.2-33)，機型採多軸旋翼，載重能力約 200 公斤，營運範圍單程約 40 公里，續航力約 30 分鐘，飛行速度最快可達時速 110 公里，卸貨方式可以採落地或繫繩卸貨兩種模式。其安全措施在於使用分布式電力推進(Distributed Electric Propulsion,)，有複數螺旋槳、馬達，因此有部分故障仍能保持飛行並安全著陸。



資料來源：<https://www.volocopter.com/solutions/volodrone/>。

圖 2.2-33 Volocopter 高載重物流無人機

5. ACSL：日本無人機生產、銷售、服務的領先群

ACSL 為日本無人機開發與組裝商 ACSL(Autonomous Control Systems Laboratory Ltd.)，該公司以研究與開發自動化無人機聞名。近年來執行多項日本國內的無人機物流測試與驗證計畫，主要進行醫療用品、零售商品、郵局包裹的運送，同時也與日本郵政、航空公司 ANA 等單位合作。日本郵政與 ACSL 合作於 2023 年展開無人機配送，旨在解決日本郵局配送人員不足及偏遠地區配送不易的問題。

ACSL 製造的商業級無人機應用於物流運送，機型採多軸旋翼(如圖 2.2-34)，乘載能力約 2.75 公斤，續航力在無載重時達 29 分鐘，飛行速度最快可達時速 36 公里，可抵抗每秒 10 公尺的風速。



資料來源：<https://www.acsl.co.jp/en/solutions/delivery-logistics-mail/>。

圖 2.2-34 ACSL 物流無人機

表 2.2-11 物流運送標準竿案例彙整表

公司名稱	服務國家	機型	應用情境	主要載運	合作企業/單位
Wing	澳洲、美國、芬蘭	混合翼	郊區	零售物品	Fedex
Zipline	盧安達、迦納、塔尚尼亞、日本、美國	定翼型	偏鄉、郊區	醫療相關用品、零售物品	Walmart、Walgreens
Matternet	瑞士、美國、日本、阿拉伯聯合大公國	多軸旋翼	市區、郊區	醫療相關用品、郵件	Swiss Post、UPS、JAL
Wingcopter	萬那杜、馬拉威、愛爾蘭、蘇格蘭、德國	混合翼	偏鄉、離島、郊區	醫療相關用品、工業零件	DHL、UPS、ANA
ACSL	日本	多軸旋翼	偏鄉	零售物品	日本郵政、ANA
樂天	日本	多軸旋翼	山區、離島	零售物品	ACSL
Volocopter	德國、新加坡、巴黎	多軸旋翼	山區、工地	大型貨品	DE Shenker

資料來源：本計畫彙整。

表 2.2-12 物流運送標準竿案例性能對照表

性能	公司	Wing	Zipline	Matternet	Wingcopter	ACSL	樂天	Volocopter
機體尺寸	130 x 100 公分(長/寬)	183 x 305 公分(長/寬)	128 x 128 x 26 公分(長/寬/高)	152 x 198 x 65 公分(長/寬/高)	117 x 107 x 65 公分(長/寬/高)	-	-	920 x 920 x 230 公分(長/寬/高)
耐高低溫	-	-	-10 至 40 °C	0 至 45° C	-	-	-	-
耐風速	-	-	可抗 6 級陣風 (12 公尺/秒)	可抗 8 級陣風 (20 公尺/秒)	可抗 5 級陣風 (10 公尺/秒)	-	-	-
防水	-	-	-	-	IPx4	-	-	-
載重能力	2.25 公斤	1.8 公斤	2 公斤	5 公斤	2.75 公斤	7 公斤	200 公斤	
投貨方式	繫繩	降落傘	落地(接收站)	繫繩	落地	落地	落地/繫繩	
營運範圍	半徑 20 公里	半徑 80 公里	單程 20 公里	單程 95 公里	單程 18 公里 (本計畫推估)	半徑 10 公里	單程 40 公里	
自動化飛行	可	可	可	可	可	可	可	-

註：受限於各標準竿案例之各廠商資料公開的程度不一，使部分資料難以取得，故以「-」註記。
資料來源：本計畫彙整。

表 2.2-12 物流運送標準竿案例性能對照表(續)

性能 公司	Wing	Zipline	Matternet	Wingcopter	ACSL	樂天	Volocopter
定位精度	-	1 公分(GNSS 全球導航衛星系統、INS 慣性導航系統)	-	-	-	-	-
機隊管理	有	-	有	有	-	有	有
安全防護機制	機身採泡沫材料	機身受撞擊易碎、配有降落傘	無人機降落於接收站，不與地面人員有直接接觸，確保雙方安全	機身酬載有 8 個馬達與 2 顆電池，避免部分故障就會墜落	-	機身裝載降落傘	複數螺旋槳、馬達，因此有部分故障仍能保持飛行並安全著陸

註：受限於各標準竿案例之各廠商資料公開的程度不一，使部分資料難以取得，故以「-」註記。
資料來源：本計畫彙整。

2.2.4 整體發展趨勢評估

一、橋梁巡檢

國際上無人機應用於橋梁巡檢的發展趨勢可從技術面及政府計畫推動面來切入分析。

1. 技術面

資料採集、資料傳輸、資料處理等三個層面來解析，且各層面皆朝向智慧化與自動化方向發展。

(1) 資料採集

強調無人機自動化飛行與檢測。標竿案例Elios3、Skydio2+、Parrot ANAFI Ai、Aertos 130IR、ACSL Mini 顯示，透過結合人工智慧技術，飛行控制、DAA^[11]偵測與避讓、定位技術的精進，以及結合三維實景動態建模技術，實現無人機三維多角度自主路線規劃與避障。

(2) 資料傳輸

雲端串流、自動化傳輸及強化網路安全已為發展趨勢。標竿案例Skydio2+、Parrot ANAFI Ai 皆透過結合 4G LTE 長期演進技術，使圖像傳輸系統不再受限於無人機與目的地之距離與地形，實現資料傳輸穩定、圖像清晰流暢等目標。另透過採用高級加密標準作為資料加密方法，以提高資料加密安全性。

(3) 資料處理

朝向圖像自動化處理與分析、雲端平台管理來發展。從各標竿案例可看出，透過提升拍攝影像的解晰度，並結合機器學習、邊緣計算等方式，可實現影像自動化辨識。另 Skydio2+、Parrot ANAFI Ai 皆透過將巨量圖像資料上傳至雲端平台進行整合運算，以打破巨量資料儲存容量的限制，並可彈性擴展資料運算速度、並可保障儲存的資料安全性。

2. 政府計畫推動面

近年來美國聯邦公路管理局(Federal Highway Administration, 簡稱FHWA^[51])為推動地理空間資訊系統導入交通管理，鼓勵將無人機導入橋梁巡檢作業，促使各地方州政府單位(如俄亥俄州交通局、明尼蘇達州交通局等)進行相關計畫。美國無人機 IPP^[5]整合示範計畫則提供地方政府能向 FAA^[4]聯邦航空總署申請免除現有法令限制來執行無人機應用於橋梁巡

檢作業的機會。例如，北卡羅來納州交通局即取得視距外飛行限制的許可，與無人機廠商 Skydio 合作完成州境內橋梁巡檢的測試驗證。

二、 物流運送

國際上無人機應用於物流運送以美國為先驅且亦占最大市場，但由於無人機物流運送所涉及之監管規範複雜(如視距外飛行、交通管理等)、技術挑戰多(如偵測避障、自動化導航、克服氣候等)，且噪音、公共安全、隱私與資安等外部公眾疑慮多，故大規模運行仍需要時間進行整備。然就整體而言，其發展趨勢可從載運貨物種類、服務地區、服務模式、技術發展趨勢、政府計畫支持等五個層面來解析。

1. 載運貨物

盤點標竿案例，物流運送的貨物主要分成兩大類，第一類為醫療單位之間的醫療相關用品運補，第二類為零售商的零售物品送至消費者端，詳細彙整於表 2.2-7。

2. 服務地區

受限於當前對於無人機通訊、偵測與避讓等技術的突破，無人機物流運送營運地區主要分布於郊區、偏鄉、山區、離島等人群不稠密區。偏鄉、山區及離島的運送旨在提升公共公平性，以改善既有道路基礎建設不足、道路崎嶇、交通不便等造成物資運送不便的情形。郊區則被視為較具有商業營運價值的地區，持續吸引廠商投入進行相關服務測試及驗證。

3. 服務模式

可概分為樞紐至門戶(Hub-to-Door)、樞紐至設施(Hub-to-Facility)、樞紐至樞紐(Hub-to-Hub)等三種物流服務模式。

(1) 樞紐至門戶(Hub-to-Door)運送

為提供最後一哩路運送服務，美國為主流市場，以外送市郊零售、食物或藥品為主，運送重量小於 7 公斤，服務範圍介於半徑 5 至 20 公里內，以 Wing 及 Matternet 作為指標廠商。

A. 在服務測試驗證階段，廠商多擇環境不複雜的場域，並於小型超市屋頂、停車場或空地設立簡易無人機起降點，來進行短距離物資運送的測試，以確保服務模式的安全性及可行性。

B. 在商業驗證階段，廠商利用大型購物商場屋頂作為無人機基地，由無人機完成終端配送零售商品或醫療用品，亦或是將送零售商品集中送至配有無人機基地之物流中心，再由無人機完成終端配送。



資料來源：<https://www.businessinsider.com/drone-delivery-company-partners-walgreens-store-door-air-delivery-service-2021-10>；
<https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-09-07/first-delivery-drone-granted-design-approval-by-us-regulators>。

圖 2.2-35 無人機 Hub-to-Door 物流服務模式案例

(2) 樞紐至設施(Hub-to-Facility)運送

為日本產業政策所推動，主要為偏鄉、高山或離島物資補給的運送應用，運送貨品以藥品、零售商品、工廠零件及郵件為主，故運送重量小於20公斤，服務範圍介於半徑5至30公里內，以Zipline、樂天、WingCopter 作為指標廠商。



資料來源：<https://www.flyzipline.com/>；<https://wingcopter.com/>；
<https://global.rakuten.com/corp/>。

圖 2.2-36 無人機 Hub-to-Facility 物流服務模式案例

(3) 樞紐至樞紐(Hub-to-Hub)運送

為跨城市間的物流運送，無人機載重能力高，且可服務範圍也較廣。以 Volocopter 作為指標廠商。廠商以大型物流中心為無人機起飛基地，將貨品運送至鄰近城市之物流中心。



資料來源：<https://www.volocopter.com/solutions/volodrone/>。

圖 2.2-37 無人機 Hub-to-Hub 物流服務模式案例

4. 技術發展趨勢

為促使物流運送服務範圍提升，國際間主要針對飛航、通訊功能及交通管理等三大技術進行精進。

- (1) 飛航技術：包含提高無人機耐候性、提升續航與載重能力、改善偵測與避讓能力、確保飛航穩定及安全、追求自動化飛行等。
- (2) 通訊技術：包含提高通訊穩定性、擴大通訊範圍、加強通訊安全防護機制等。
- (3) 交通管理技術：加強無人機識別與回報監視機制、強化機隊管理、飛航風險評估、飛行廊道管理及基礎設施規劃等。

5. 政府計畫支持

政府計畫指引、支持與相關監管規範配合，作為無人機能否成功導入之關鍵之一。

- (1) Wing 藉由與維吉尼亞州研究中心 Center for Innovation Technology 合作，進行美國無人機 IPP^[5] 整合示範計畫。透過向 FAA^[4] 聯邦航空總署申請執行現有法令限制之業務與無人機營運許可證，以及利用 FAA^[4] 於維吉尼亞理工學院暨州立大學研究中心 Mid-Atlantic Aviation partnership 指定之無人機測試場，來進行物流場域與服務測試驗證。有關美國 IPP^[5] 整合示範計畫內容，請詳報告書 2.3 節。
- (2) 北卡羅來納州交通局透過美國無人機 IPP^[5] 整合示範計畫，與 Matternet、UPS、Zipline 等廠商合作，以專案方式申請現有法令限制，完成境內醫療檢體、郵件等運送。
- (3) 樂天與日本郵政、物流業務合資，聚焦高山山屋之物流補給，並經向地方政府提出相關計畫經審核通過後而執行。
- (4) Wingcopter 與日本企業 ANA 合作，配合五島市當地診所、冷鏈包裝等系統整合，進行地區離島間醫療配送。

2.3 無人機科技產業政策推動

2.3.1 國際政策推動走向

以下就近年國際間無人機科技產業政策推動積極的美國、歐洲、日本、韓國等來進行國際相關政策推動走向的探討，藉此掌握各國中央政策推動的重點、方向及進程，以利本計畫後續國內無人機科技產業的執行策略之研擬。

一、美國：技術驗證、環境整備及社會推廣

美國為全球無人機發展領先國，由於民間積極投入各領域無人機研發，政府在相對應之技術驗證及環境整備上投注相當多精力，以循序漸進之方式將安全無虞之無人機各種商業應用整合至國家空域管理體系。

1. 法規管理

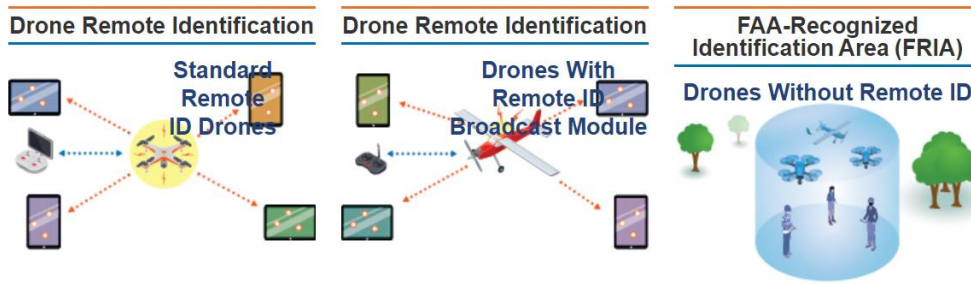
(1) 無人機操作控管及認證

美國的無人機法規制定與安全管理機關為 FAA^[4] 聯邦航空總署，於近年完成無人機相關機體認證、操作限制制定，例如，聯辦法規(Code of Federal Regulations, 簡稱 CFR^[41]) 第 14 章 Part 107 即規範及管理 55 磅(25 公斤)以下小型無人機，Part 135 則為無人機營運許可證相關規範，亦為推動無人機認證，在現行 Part 21 規範下，將無人機定位為特別分類 (special class)，並訂定進階作業無人機系統型試認證 (Certification for Advanced Operations Unmanned Aircraft Systems) 相關規範及認證程序。另有關無人機噪音監測與防制則在 Part 36 規範中，以降低無人機飛行於臨近社區時所帶來的衝擊。

(2) 遠端識別規範

為排除無人機對於空域的潛在安全威脅，FAA^[4] 亦將遠端識別 (Remote ID^[29]) 納入 Part 89 規範，使執行機關可在地面上辨識無人身份、所在地訊息及控制台。依據 FAA^[4] 於 2021 年初頒布之遠端識別規範，未來在美國境內運行之無人機將裝載廣播形式 (Broadcasting) 之遠端識別設備，並要求製造商在 18 個月後完成變更，操作員規範則在 30 個月後實施。未來除在 FAA^[4] 認可的空域中免裝設 Remote ID^[29] 設備之外，其他地方皆須以內嵌式或外掛式方式裝載 (如圖 2.3-1 所示)。針對遠端識別，FAA^[4] 要求未來運行無人機需要提供無人機識別碼、經緯度位置、高度、速度、控制站與控制員位置、時間、緊急狀況資訊 (內建遠端識別無人機須提供) 等資訊。

3 WAYS DRONE PILOTS CAN MEET REMOTE ID RULE



資料來源：Remote ID Toolkit, Federal Aviation Administration。

圖 2.3-1 FAA 對於未來遠端識別之規範示意圖

(2) 空陸域風險管理

由於無人機的多元應用，在美國操作無人機的空域及陸域之風險管理已陸續進行相關法規研議或規範指引。例如，FAA^[4]已於 2022 年 3 月發布「無人機系統之視距外飛行建議報告」(Unmanned Aircraft Systems Beyond Visual Line Of Sight Aviation Rulemaking Committee)，建議無人機視距外飛行操作應先架構出以風險為據 (Risk-Based) 的監管框架，為 UAS 設定一套可接受的風險級別 (Acceptable Level of Risk)，以提供作為無人機可通用的規範與指引。另 FAA^[4]亦於 2022 年 9 月發布垂直起降場之設計標準 Engineering Brief No. 105, Vertiport Design，針對目視飛航 (Visual Flight Rules, 簡稱 VFR^[42]) 提供起降場運行條件，係為歐美第一份正式版之垂直起降場規範建議。規範項目包含起降場的尺寸、周邊安全防護區的大小、附屬設施(如標線、照明、導引標誌等)的尺寸等，提供作為無人機起降基礎設施之明確指引。

此外，為因應新世代的 UAM^[25] 及 AAM^[23] 載具大量使用數位化科技飛航系統中，FAA^[4] 及 NASA^[26] 合作開始研擬數位飛航規則 (Digital Flight Rule, 簡稱 DFR^[43])，以弭平 VFR^[42] 目視飛航及儀器飛航 (Instrumental Flight Rule, 簡稱 IFR^[44])，可預期對於未來 UAM^[25] 及 AAM^[23] 實際營運飛航的管理將有很大的影響性。

2. 推動計畫或政策

美國相關計畫著重於 AAM^[23] 先進空中運輸發展，分述如下：

(1) NextGen^[45] 計畫 (Next Generation Air Transportation System)

為解決地面交通壅堵及延誤問題，FAA^[4]、NASA^[26]及其他相關單位自 2014 年起合作研發下一代空中運輸系統 NextGen^[45]計畫，將既有國家空域系統(National Airspace System, 簡稱 NAS^[46])的飛航管制架構進行改良與現代化。NextGen^[45]項目包含各種改進通訊、導航、監控及 ATM^[27]空中交通管理自動化系統的工作，旨在擴大空域系統的交通容量、提高飛行效率、增加系統可預測性、增強通訊能力、提高航空運輸的安全性等。NextGen^[45]將改變傳統的飛航空域分配及管理方式，納入非傳統飛行器進行創新評估及設計，預計會大幅提升空域的彈性及容量，推升新興無人機之發展。

在 NextGen 計畫的推動下，NASA^[26]於 2011 至 2020 年 9 月完成「無人機系統融入國家空域系統」(UAS^[61]-NAS^[46])，透過識別、開發及試驗使無人機融入國家空域系統。

(2) 先進空中運輸國家計畫倡議

為加速將空中計程車、貨運與其他先進飛機概念整合至美國既有國家空域體系，並提高民眾對先進空中運輸的信心，NASA^[26]於 2022 年起發起先進空中運輸國家計畫倡議(Advanced Air Mobility Project National Campaign)，藉由提供資助、小企業創新研究(Small Business Innovation Research)及技術移轉(Small Business Technology Transfer)後續合約等方式，與 FAA^[4]、州政府交通單位、飛機製造商、基礎設施提供商、飛航服務提供商等相關廠商共同合作來進行相關移動載具、系統及技術開發測試。希望透過該計畫的推動，將空中交通運輸擴大既有都市、地方、區域及跨區域之服務範圍，提供載人與載物的服務。

該計畫分成兩階段，第一階段(NC-1)著重於低人口或建築密度、非複雜場域的飛航操作安全技術測試，第二階段(NC-2)將透過於全國各地進行測試整合自動化飛行能力及架構，並共享移動載具、流程、飛航管理系統、基礎設施等相關資訊，成為國家計畫數據成果，以作為 FAA 監管合規之用。

(3) 先進空中運輸作業概念

FAA^[4]在 2018 年提出都市空中運輸 UAM^[25]的作業概念(Concept of Operations, 簡稱 ConOps^[47])，將研發的系統概念聚焦在低空域 400 呎高度以下飛行的大型無人機能安全進入至高空融合空域(Integrated Airspace)，並於 2020 年提出無人機交通管理 UTM^[28]作

業概念的 2.0 版(ConOps V2.0)，將視距外飛行、人群上空飛行等作業類型納入（如圖 2.3-2 所示）。

依據作業概念 2.0 版，FAA^[4]、無人機服務提供商、營運商及其他相關單位建構出無人機交通管理生態圈（ecosystem），並具備各自權責任務（如圖 2.3-3 所示）：

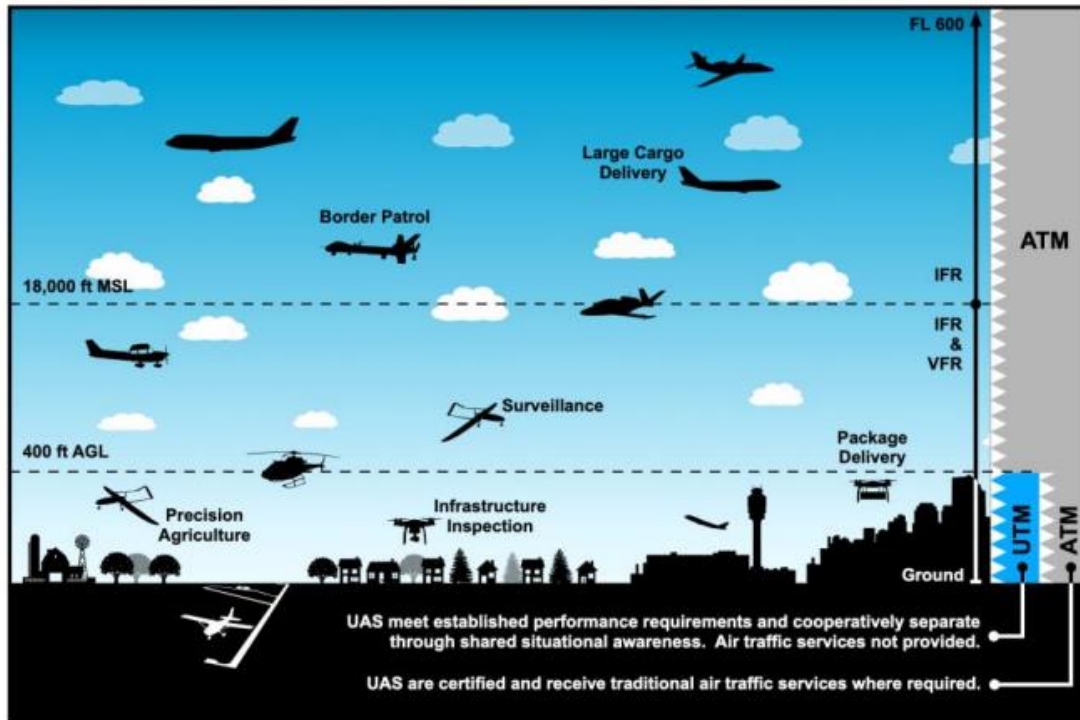
A. 航班資訊管理（Flight Information Management System, 簡稱 FIMS^[48]）：由 FAA^[4] 建置，提供監管及營運框架。

B. 無人機運營商（UAS^[6] Operator）：進行飛行監管、飛航規劃、飛航安全通報。

C. 輔助資訊供應商（Supplement Data Service Provider）：提供地形、天氣、地區監控、飛航效益等資訊。

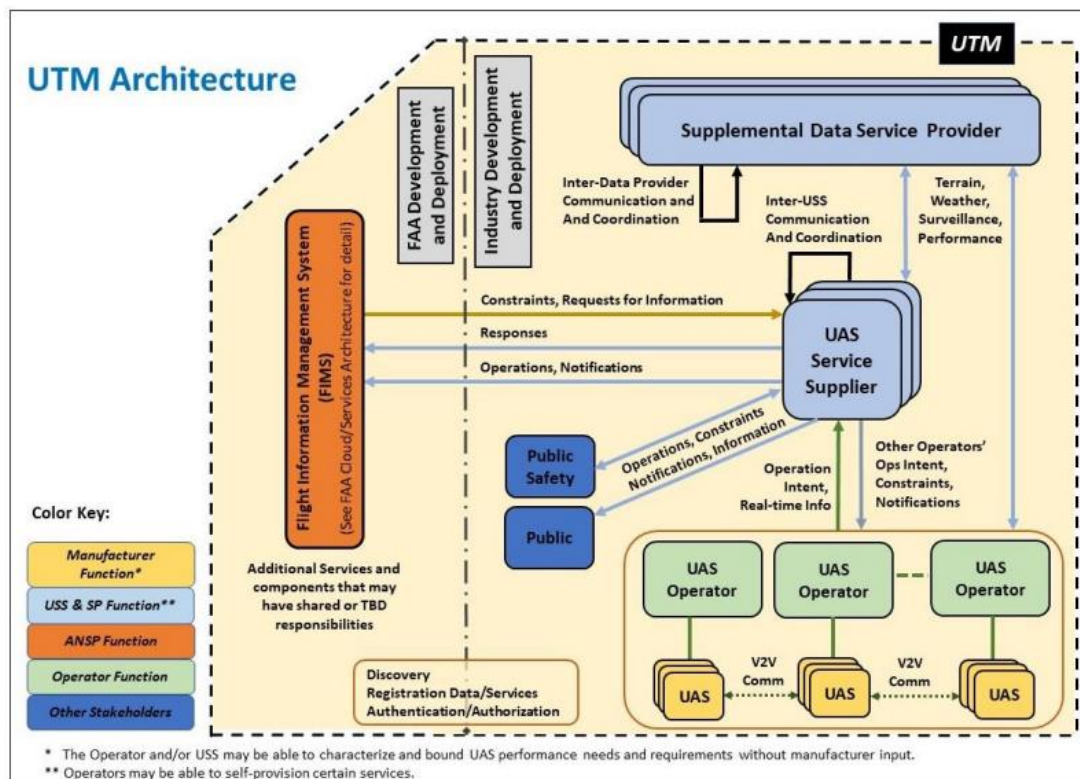
D. 無人機服務供應商（UAS^[6] Service Supplier）：作為 FAA^[4] 及無人機運營商的溝通橋梁，藉由飛行資訊共享，以確保無人機運營商之飛航安全並以便 FAA^[4] 進行監管。

上述架構係基於 FAA^[4] 的低空授權及通知系統（Low Altitude Authorization and Notification, 簡稱 LAANC^[49]），取得 FAA^[4] 的 UAS^[6] 空域圖（Facility Map）所提供的無人機管制空域數據及其他相關資訊，並經由 FAA^[4] UAS^[6] Data Exchange 資料傳輸系統提供 UAS^[6] 服務供應商相關數據；同時，UAS^[6] 服務供應商可利用該資料傳輸系統將無人機運營商請求空域授權的訊息發送給 FAA^[4] 進行批准或拒絕。該作業程序旨在將無人機管制空域運行的批准自動化，為大規模向無人機開放美國 NAS^[46] 國家空域做準備。



資料來源：UTM Concept of Operations Version 2.0, Federal Aviation Administration, 2020 年。

圖 2.3-2 美國空域管理概念圖



資料來源：UTM Concept of Operations Version 2.0, Federal Aviation Administration, 2020 年。

圖 2.3-3 UTM 系統架構概念圖

(4) IPP 及 BEYOND 計畫

FAA^[4]於 2017 年至 2020 年間透過辦理 IPP^[5]整合示範計畫，將美國部分的州、郡、地方政府與民間廠商(如 UAS^[6]營運商或製造商)集結，共同測試不同的應用技術及空域管理方式(如圖 2.3-4 所示)，以加速無人機的安全整合。該計畫有助於美國運輸部(United States Department of Transportation, 簡稱 USDOT^[50])和 FAA^[4]制定無人機新規則，以支持更複雜的低空域作業，並達成下列目標：

- A. 加速無人機整合國家空域系統
- B. 協助聯邦及各州、地方政府單位推動無人機應用及調適管理方式。
- C. 探討無人機在安全和隱私的風險
- D. 推動無人機產業創新發展

該計畫為美國無人機產業帶來應用的機會，其應用領域包含商業攝影、緊急事務管理、農業及基礎設施巡檢，亦促使美國權責機關進行相關規則制定，如美國聯邦公路管理局 FHWA^[51]現正與美國國家公路與運輸官員協會 (American Association of State Highway and Transportation Officials, 簡稱 AASHTO^[52])合作進行無人機應用於橋梁巡檢相關研究計畫，預期將於 2023 年下半年完成無人機可協助評估橋梁構件項目。

IPP^[5]計畫最終集結各項應用經驗反饋於無人機空域管理策略制定、法規調適、技術驗證等重要發展項目，並已於 2020 年 10 月完成任務，累積共計完成超過 21,000 場域飛行測試。

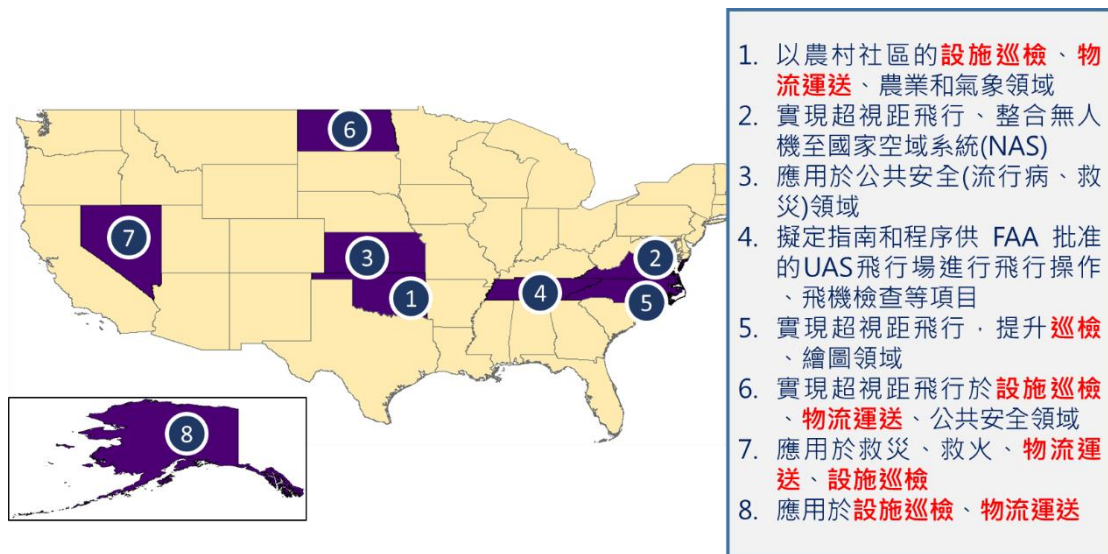
在 2020 年 IPP^[5]計畫結果後，FAA^[4]同時開啟 BEYOND 計畫銜接，以延續 IPP 累積的經驗與成果進行下階段的整合驗證工作，著重於視距外飛行課題的突破、既有法規調適，並提出三個主要目標。第一個是將應用於設施巡檢、公共營運、小型包裹運送的 BVLOS^[10]視距外飛行技術達到可複製性(repeatable)、可擴展性(scalable)與經濟可行性(economically viable)；第二個是量化分析無人機對社會及經濟所產生的效益，以利於後續比對導入無人機前後的成本與效益差異，相關建議指標如表 2.3-1 所示；第三個是促進社會參與，收集與分析民眾的需求，提升無人機應用符合民眾期待並滿足需求及解決民眾對無

人機的顧慮。從以上目標可看出，美國已從單純的技術驗證邁向更高階的社會議題探討。



資料來源：Federal Aviation Administration UAS Integration Pilot Program；本計畫繪製。

圖 2.3-4 IPP 計畫於美國各州驗證地區分布圖



資料來源：Federal Aviation Administration BEYOND；本計畫繪製。

圖 2.3-5 BEYOND 計畫於美國各州驗證地區分布圖

表 2.3-1 BEYOND 計畫建議社會與經濟評估指標

應用領域 指標面向	包裹運送	公共安全	設施檢測
資源投入成本 (Resource Costs)	<ul style="list-style-type: none"> 運送時間 服務人數 運送距離 燃料成本 	<ul style="list-style-type: none"> 救援時間 救援人數 飛行距離 燃料成本 	<ul style="list-style-type: none"> 檢測時間 燃料成本 設施維護成本

應用領域 指標面向	包裹運送	公共安全	設施檢測
	<ul style="list-style-type: none"> • 運具維護成本 • 人力投入時間 • 設備投入成本 	<ul style="list-style-type: none"> • 人力投入時間 • 設備投入成本 	<ul style="list-style-type: none"> • 人力投入時間 • 設備投入成本
民眾健康與安全 (Human Health & Safety)	<ul style="list-style-type: none"> • 作業人員傷亡人數 • 影響民眾傷亡人數 • 高危險活動次數 		
環境 (Enviroment)	<ul style="list-style-type: none"> • 每次飛行碳排放量 • 每次飛行產生噪音程度 		

資料來源：From IPP to BEYOND, ICAO NACC UASRPAS Workshop；本計畫彙整。

二、歐盟：無人機逐步整合進歐洲單一天空

歐洲除了各國在無人機的研發不遺餘力外，歐盟開放天空下的空域重新整合及管理為歐盟著力研究之重點，藉此推動無人機發展必須儘速解決的問題。

1. 法規管理

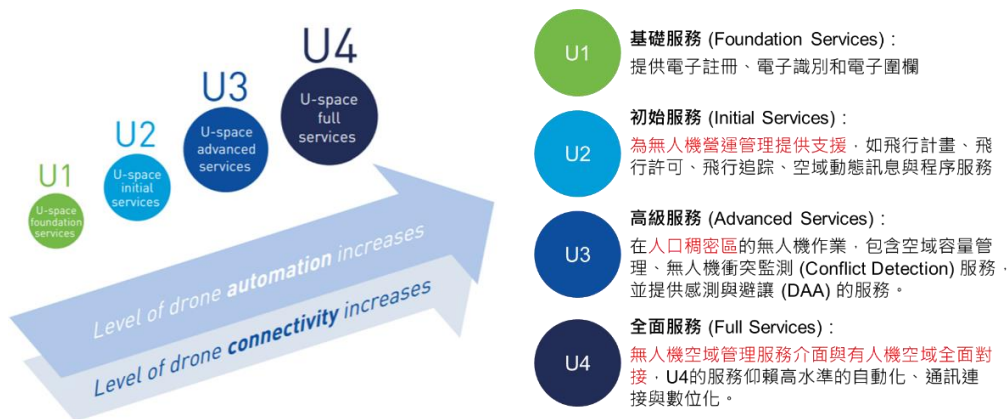
(1) 無人機操作管理

EASA^[39] 歐盟航空安全局為了能在確保無人機在歐盟內的自由流通和公平的競爭環境，促進無人機的投資與創新發展下，對於無人機進行基礎監管，於 2019 年 5 月頒布了歐洲通用無人機法規，以取代歐盟成員國各自的現行法規，於 2020 年底生效。法規在基於對無人機操作風險的評估下，將無人機區分為「開放」、「特定」、「認證」三個等級，並在各等級下規範無人機重量、飛行高度、運送貨種，以及事先許可的操作類型、經過認證的飛機與操作員的所有操作類型，以及最低限度的遠程飛行員培訓要求等無人機飛行需要具備的條件，藉此保障無人機安全、可靠、可持續運行。

(2) U-Space 空域管理

EUROCONTROL 歐洲空中航行安全組織 (European Organisation for the Safety of Air Navigation) 成立於 1960 年，負責歐盟成員國及其他簽約夥伴之 ATM^[27] 空中交通管理，無人機之空域整合亦由其主導。2017 年 6 月 EUROCONTROL 與 EASA^[39] 及歐洲單一天空飛航管理研究

(Single European Sky ATM Research, SESAR) 與歐洲執行體(Joint Undertaking)提出 U-Space 空域藍圖(U-Space Blueprint)，研究商用無人機之運行空域並設計新的管理架構(如圖 2.3-6 所示)，以建構出一個商用無人機安全飛行規範，並規劃在所有類型的環境實現高度複雜的無人機操作。U-Space 訂定出四個無人機發展階段，從 U1 到 U4，無人機服務將逐步由偏遠地區往人口稠密區推動，並將出現更高高度自動化的服務。透過無人機與無人機間、有人機與無人機空域環境與介面間等數據與訊息的交換，高度自動化或自主無人機將可實現安全飛行且避免障礙物或發生碰撞。U-Space 空域無人機安全飛行規範(Implementing Regulation (EU) 2021/664 on a regulatory framework for the U-Space) 已於 2021 年 4 月正式施行，對於無人機營運商、U-Space 空域服務提供商及通訊服務商進行相關規範。



資料來源：European Union Aviation Safety Agency U-space；本計畫編製。

圖 2.3-6 歐盟 U-Space 發展藍圖

(3) 其他相關規範

為因應無人機時代的來臨所帶來對於產業及環境影響，EASA^[39]陸續研議相關規範，例如 EASA^[39]於 2022 年 3 月發布垂直起降場規範之草案 (PTS-VPT-DSN)，並於同年 10 月公布 600 公斤以下無人機的噪音量測標準。

2. 推動計畫或政策

(1) Drone 2.0 無人機策略

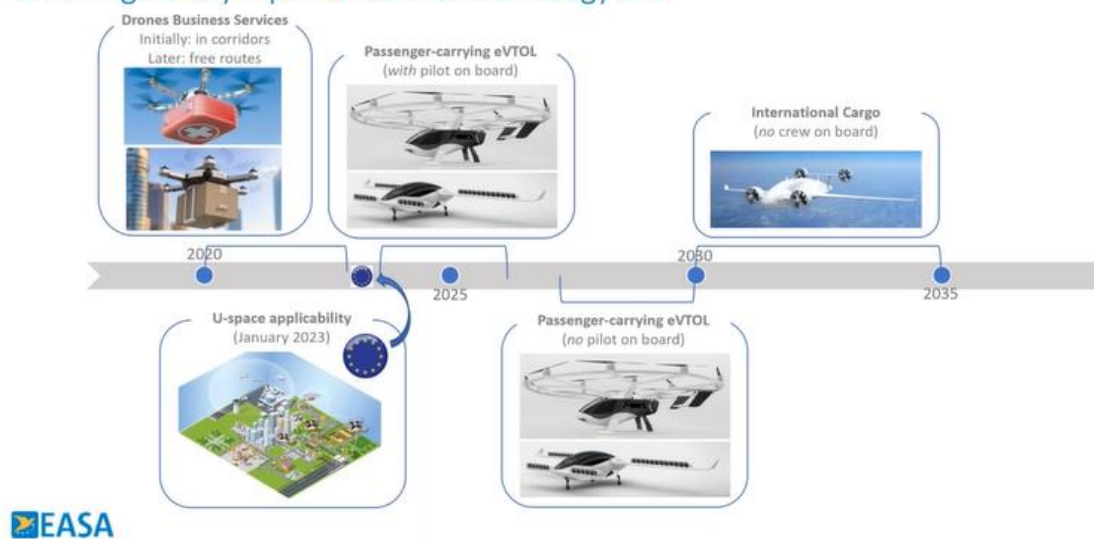
為確保歐盟之無人機產業及應用生態系能安全與有效發展，歐洲聯盟委員會 (European Commission) 透過蒐集相關利害關係人的意見，制定 Drone 2.0 無人機策略 (Drone Strategy 2.0)，以期提供促進歐盟無人機發展下的法規或政策指導，並同時呼應「歐洲綠色政綱

(European Green Deal) 」之氣候目標、「永續及智慧運輸策略 (Strategy for Sustainable and Smart Mobility)」之運輸策略、「數位策略 (Digital Strategy)」。該策略於 2022 年 11 月底發布，並在建立歐盟無人機服務市場、強化歐盟民生、資安與國防之能力與整合之兩大目標下，提出於 2030 年無人機生態系將成為歐盟公民生活的一環，提供民生及國防上服務；無人機將作為物聯網平台，應用於緊急救災、巡檢、監測、物流等領域；空中與陸地基礎設施將廣泛設置並整合，促使 UAM^[25] 都市空中交通成為整體智慧運輸系統之一。

該策略指出，歐盟無人機生態系代表著創新空中服務 (Innovative Aerial Services) 及 U-Space 的整合，其中創新空中服務涵蓋著創新空中運輸 (Innovative Air Mobility)，即國際、區域及都市間的空中交通運輸，以及空中營運應用 (如監測、製圖與巡檢等)。完整的無人機生態系的建置將有賴技術突破、空域風險管理制度、社會接受度、教育訓練、經費、場域測試、標準制定等面向結合才能達成。

Expected industry developments

EASA regulatory input to EC Drone Strategy 2.0



資料來源：European Union Aviation Safety Agency；Urban Air Mobility News (<https://www.urbanairmobilitynews.com/emerging-regulations/how-new-standards-will-pave-the-way-to-autonomous-passenger-flights-aw-drones-programme/>)。

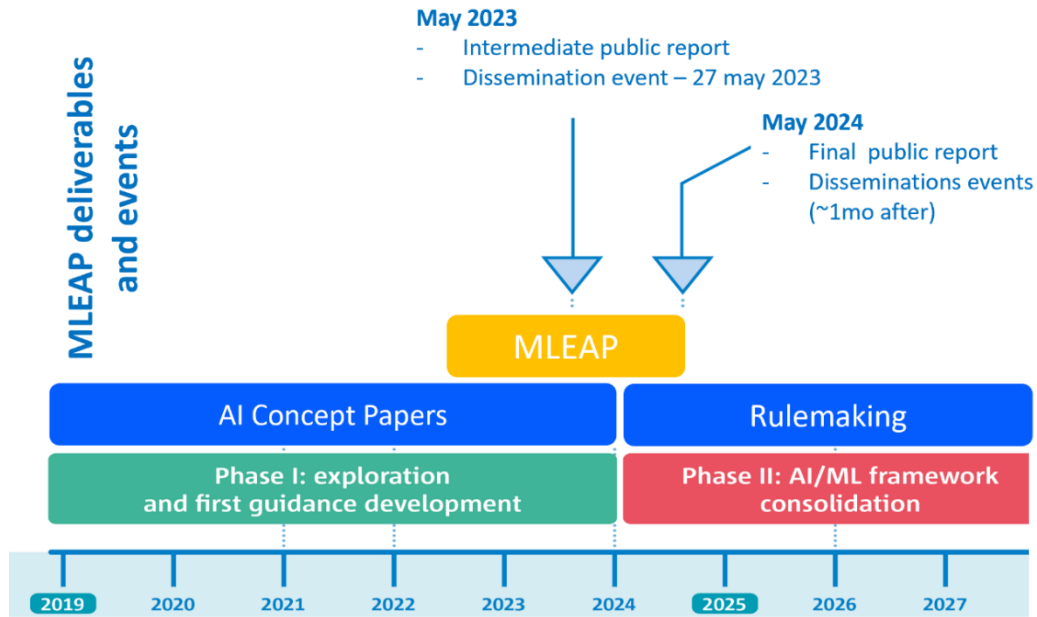
圖 2.3-7 歐盟 Drone 2.0 無人機策略推動進程圖

(2) 人工智慧應用於飛航與核准計畫

有鑑於人工智慧技術已對於航空產業發展產生的巨變，為確保機器學習與深度學習應用於飛航的可靠性與安全性，EASA^[39] 分別於 2020 年、2021 年發布人工智慧路徑圖、機器學習概念報告，明確訂出未來機器

學習應用於飛航的核准規劃指南與提出未來應深入研究的方向。為促使機器學習於飛安檢定與既有法規有所對接，EASA^[39]現正進行機器學習之應用與核准 (Machine Learning Application Approval, MLEAP) 計畫，預計於 2024 年中旬完成，以利後續相關法規驗證之立法工作進行。計畫相關推動進程如圖 2.3-8 所示。

MLEAP and EASA AI Roadmap timelines



資料來源：European Union Aviation Safety Agency (<https://www.easa.europa.eu/en/research-projects/machine-learning-application-approval>)。

圖 2.3-8 歐盟人工智慧應用於飛航與核准計畫推動進程圖

三、日本：國家型政策推動無人機科技產業多元發展

日本政府自 2015 年將無人機列入國家發展重點之一，並跨部會結合民間力量成立「整建小型無人機相關環境之官民協議會」，每年由技術、法規等各層面進行協議，促進無人機的飛行技術及產業發展。日本在無人機科技產業推動上，官方由內閣府統籌管理，相關省廳分工上經濟產業省負責場域驗證、機體資訊安全、UAM^[25]等業務、國土交通省負責航空法、飛行安全等業務、農林水產省負責智慧農業業務、總務省負責管理電波與無線電使用業務。

1. 法規管理

(1) 無人機操作規範及管制

日本的無人機法規制定與安全管理機關為國土交通省，自 2015 年施行修改的航空法，針對無人機之機體及操作(例如，無人機分級、註冊規範、載運物品限制、飛行高度及區域限制、操作時間限制等)、操作人員皆制定相關規範。

為促使日本無人機應用與科技發展，日本於 2016 年公告 4 個無人機飛行發展等級及進程，由視距內外飛行、人口密集程度來劃分(如圖 2.3.9 所示)。而為推動該發展進程，促使 2022 年能正式進行 Level 4 目視外自動飛行的時代，2021 年 6 月日本國土交通省已完成航空法的修訂，包含合理化及簡化相關飛行許可與批准程序，說明如下：

A. 修法前制度

於機場周邊、地表高度 150 公尺以上、人口密集度高的區域上空，以及夜間飛行、目視外飛行等，每次飛行皆需取得國土交通省許可。

B. 修法後制度

「在第三者上空」可以飛行，但每次飛行皆需取得國土交通省許可；而若非「在第三者上空」飛行，原則上不需取得國土交通省許可。

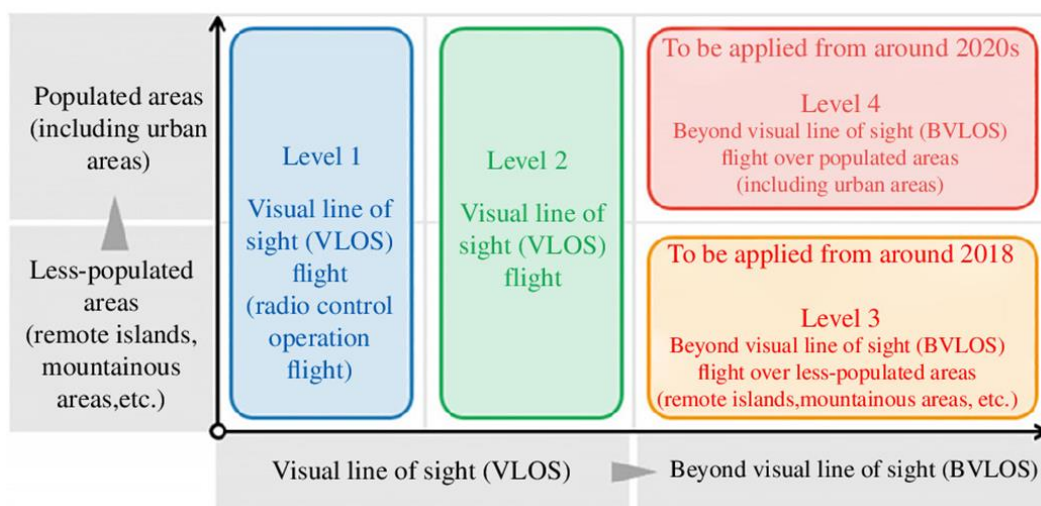
上述飛行型態將區分三部分說明，即獲得機體認證的機體(新增制度)、由擁有操控執照的人員操作(新增制度)，並遵從飛航規定(擴充制度)，相關內容如表 2.3-2 所示。

另為因應 Level 4 飛行時代的來臨，國土交通省後續將提出在不同飛行型態實施相應的風險評估指引，作為交通管理安全之對策。

(2) 無人機操控執照制度

日本政府擬於 2022 年引入證照制度，在視線範圍外、人口密集區等環境施放無人機，需要證照才能操作。在此同時，日本政府現正與日本無人機產業振興協會(Japan UAS Industrial Development Association, 簡稱 JUIDA^[53])合作制定操控執照制度相關的講習機構之相關制度，而無人機操作者將可於講習機構進行學習。有操控執照制度相關的講習機構制度之相關內容如表 2.3-1 所示。

證照有年齡和時效限制，需要進行考核，證照續期也要再考。而且當操作人員違反無人機法例時，除了面臨罰則，其證照也會被取消，同時亦不獲續訂。



資料來源：Roadmap for the Application and Technology Development of UAVs in Japan (28th Apr. 2016 The Public-Private Sector Conference on Improving the Environment for UAVs) <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/pdf/shiryou6.pdf>。

圖 2.3-9 日本無人機飛行等級分類圖

表 2.3-2 日本無人機操作規範與制度彙整表

制度類型	制度內容
機體認證制度	(1) 無人機於設計、製造過程、現況階段是否皆符合安全標準。 (2) 受型式認證的機體(以量產機為主)，可省略全部或部分機體認證檢查項目。 (3) 機體認證、型式認證分為第一類(相當於 Level 4)與第二類，第一類機體認證的有效期間為 1 年、第二類機體認證的有效期間為 3 年。 (4) 2022 年度內，目標在促進取得第一類機體認證，2022 年 7 月前將制定機體安全基準。 (5) 2022 年 7 月前，目標在促進取得第二類機體認證。
操控執照制度	(1) 建立無人機操控執照制度，又稱為「技能證明」，取得執照必須具備相關知識與能力。 (2) 技能證明考試由國家指定機構執行。在國家登錄的講習機構研修完畢，可免除實際操作實驗。 (3) 技能證明分為一等、二等，有效期限為 3 年。 (4) 2022 年 7 月之前將制定講習機構登錄基準、以及無人機操控人員的指導、考題等。 (5) 2022 年 7 月之前將制定擁有民間技能保有者等有經驗人員的講習要件，促進二等操控執照的取得。
交通管理制度	(1) 共通規則包含通報飛行計畫、撰寫飛行日記、提供報告事故的義務、救護義務等。

制度類型	制度內容
	(2) 後續將提出在不同飛行型態實施相應的風險評估指引。
操控執照制度 相關講習機構	(1) 根據講習內容，存在三種不同的機構，「到一等(Level 4)皆可講習」、「只有二等相關講習」、「技能證明更新所需的講習」。 (2) 制定登錄講習機構必要條件 (3) 透過提供教材、實施研修、外部監察等，促進更多無人機學校的登錄。

資料來源：本計畫彙整。

2. 推動計畫或政策

日本經濟產業省與國土交通省於 2017 年提出「空中產業革命」，針對垂直技術發展、產業整合及法規進行通盤性規劃及更新，並設定六個重點領域，包括物流、災害對應、基礎建設維護管理、測量、農林水產業，並於 2019 年新增保全業之發展領域，希望藉由政府政策來帶動無人機相關產業發展，推進方向則將無人機運作由郊區推往市區，由載物到載人。

2021 年日本發布新的空中產業革命，對於無人機產業的推動藍圖分為環境整備面、技術開發面、社會應用面，並於 2022 年再次提出修訂之空中交通產業革命路徑圖（如圖 2.3-10 所示）。2022 年空中交通產業革命路徑圖以 2025 年大阪萬國博覽會為目標，在各年期訂定策略，並將產業策略分為環境整備面、技術研發面、測試應用面。以測試應用面的發展策略來看，首先在短期 2025 年之前建立示範場域進行飛行測試，2025 至 2030 年逐步將離島、山區的物流運送營運經驗複製到城市與城市之間，甚至擴大為運輸網概念，最終目標是民眾可在日常生活中實現自由的空中移動，也就是達成 UAM^[25] 城市空中交通。

為配合空中產業革命發展，並於 2022 年底實現 Level 4 飛行能力，日本近兩年致力發展 UTM^[28] 無人機飛航管理系統之開發，以及自動避障技術，政府單位亦進行相關協助，藉以加速推動物流運送、安全維護、農噴及其他視距外應用之重點發展領域，刻正於全國共計 13 個地區進行實證試驗（如圖 2.3-11 所示）。上述政府對於重點發展領域之協助說明如下：

(1) 物流運送

日本物流業者目前面臨「購物難民」現象（係指實體店鋪減少、高齡者與偏遠地區居民無法到實體店鋪購物之現象）、宅經濟需求，以及

司機人力不足之情形，面對進入高齡化社會後，該如何滿足高齡者生活基本需求成為未來重要課題。

目前國土交通省補助支援物流業者，並協同部分地方自治團體以無人機進行配送服務的實證實驗。具體包括偏鄉地區物流、醫藥品物流、農作物物流等。

此外，日本政府提出物流應用導入指引，詳細說明導入無人機的方法與申請實證實驗補助的程序；2022年3月亦製作實例手冊，供業者參考，並特別針對醫藥品運送過程如何保持品質等，提出詳細指示。

(2) 安全檢查及保安

使用無人機檢測包含瓦斯管線、電力設備等，可檢測到以往無法拍攝到的影像，以提升安全性，同時彌補技術人員短缺問題。

為此，經濟產業省亦放寬相關法規，於2022年6月通過高壓氣體保安法、瓦斯事業法、電氣事業法等修訂案，增設高度保安技術業者認定制度，只要業者具備無人機與AI^[1]的技術並提出申請，即可實施相關檢查等。

(3) 農噴

農林水產省亦放寬相關規定，支援相關實證實驗，透過無人機先進數據的收集與活用，運用在噴灑農藥及肥料等。

	2022年度	2023年度	2024年	2025年度	2020年代後半	2030年代以後	
活用	人員移動	飛行測試・示範測試等			擴大商務飛行	擴大服務領域、路線・航班	
	物體移動	飛行測試・示範測試等			都市：複合式交通運輸→市內・跨縣市間的交通→擴大至都市圈（網路化） 地方：觀光・複合式交通運輸→地方交通、離島交通→擴大至地方縣市的交通	開始私人飛行 急救：派遣醫師→運送患者	
	商業領域	航空相關事業			離島・山區的貨物運輸→縣市間的貨物運輸→擴大運輸網	建設、經營航站、不動產、保險、觀光、MaaS、醫療等新型態事業	
環境整頓	機身安全性的基礎整頓	基礎整頓(座位數9名以下、有、無操控人員)	因應需求，針對各種機身進行基礎整頓(自主飛行等)		因應飛航率的增加機身多	因應技術發展而修訂制度	
	術前認證的基礎整頓	操控人員、準備人員的基礎整頓(包含遠端操控)	針對各種機身進行制度整頓		因應飛航率的增加機身多	因應技術發展而修訂制度	
	空域、飛航	針對低空下的安全、平滑飛航交通進行體制整頓(臺灣的空中飛行汽車空域管理)	因應擴大飛航的體制整頓		因應飛航率的增加機身多	因應多元活用而修訂制度	
	商務事業的制度整頓	飛航安全標準的指導方針(貨物運輸、離島旅客運輸等假設狀況)	因應高水準的飛航，修訂指導方針(因應自主飛行、高密度化等)		因應飛航率的增加機身多	因應技術發展而修訂制度	
		航空運輸事業的基礎整頓(貨物運輸、離島旅客運輸等假設狀況)	因應高水準的商務事業，進行基礎、制度整頓(在機上無操控人員的狀況下運送旅客等)		因應飛航率的增加機身多	因應多元活用而修訂制度	
	起降場地	制度整頓	統整現有機場、場外起降場地的條件	基於現有制度，利用機場、場外起降場地			
		以融入社會為目標的環境整頓	課題統整 • 設置於建築物屋頂 • 統整活用屋頂緊急起降場地的條件 • 設置於都市地區等	環境整頓 • 設置於建築物屋頂的基礎整頓 • 統整環境評估的方式等	反映於建築物的建設計劃、都市計劃、地方計劃等	設置於建築物屋頂(利用現有的建築物屋頂→新建設、設置)	實際擴大至都市地區
	社會認可	獲得示範地區居民的理解	透過萬博提升知名度		增加獲益者、藉由解決社會課題來獲得認同		
	測試環境	將離島機器人試驗場作為飛行測試的據點加以活用、整頓、擴大研究、人才培育等功能					
	技術研發	安全性・可靠性	確保安全性、可靠性、研發機身、零件的性能評估方式			進一步提升安全性、可靠性、降低成本	
飛航管理		研發發行者、無人機、空中飛行汽車的空域共享技術			研發飛航管理技術以實現空中飛行汽車的高水準飛航		
電力推進等		研發馬達、電池、油電混合、氫燃料電池、降噪等必要技術					

在日常生活中實現自由的空中移動，提供新的價值，並解決社會的課題。

資料來源：經濟部產業省，空の移動革命に向けた官民協議会 (https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/air_mobility/index.html)；本計畫編製。

圖 2.3-10 日本空中產業革命發展規劃 2022 年版

過疎地域等における無人航空機を活用した物流実用化事業（全国13地域）



資料來源：ドローンの利活用の促進・社会実装に向けた取組 (https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinkikanminkyugi_dai16/siryous.pdf)。

圖 2.3-11 日本物流運送測試驗證場域分布圖

四、韓國：集中國家資源積極推動無人機人員運送服務發展

韓國為全球第一個建立公共及私營部門參與以實現 UAM^[25] 城市空中交通的政策共同體的國家，近年 UAM^[25] 已選為該國未來重點產業之一。韓國自 2017 年成立無人機專責機構，並開始規劃長期發展架構，希冀於 2025 年開始於市中心進行 UAM^[25] 商業化服務，2035 年達成完全自主的 UAM^[25] 營運。除政府方在產業領域方面針對最具未來性之人員運送服務投入大量資源支持，各領域的企業亦加快投入城市空中運輸服務的努力，希冀將首爾市中心的運輸時間縮短三分之二。

另為確保未來城市空中交通達到安全、便利及經濟可行性，2020 年 6 月韓國國土交通部與 40 家公司、學研機構、國家機關共同簽署合作備忘錄，成立 UAM Team Korea (如圖 2.3-12 所示)，並提出 K-UAM 發展藍圖，及訂定出 6 項發展策略，包括修訂安全規範、建立穩固 UAM^[25] 生態系、加速 UAM^[25] 服務與民眾接受度、建立基礎設施與連結其他交通系統、創造一個公平永續與健康的產業體系、擴展國際合作與全球標準等。為了有效管理及推動，成立 Mirae Drone Transportation Office 技術委員會，負責統籌解決 UAM^[25] 相關阻礙及挑戰，此組織由產業界、學研界及相關專家組成。



資料來源：韓國國土交通部。

圖 2.3-12 UAM Team Korea 組織架構圖

1. 法規管理

為確保無人機空域飛行安全，韓國國土交通部(Ministry of Land, Infrastructure and Transport)於2017年3月修訂航空安全法、機場設施法管制無人機之飛行操作限制、許可及批准等，例如要求無人機150公尺之飛行限高、12公斤以上之無人機須具有操作證照、無人機禁止夜間及人群上空飛行等，並預計於2022年公布空中計程車法，以確保都市空中運輸之安全。

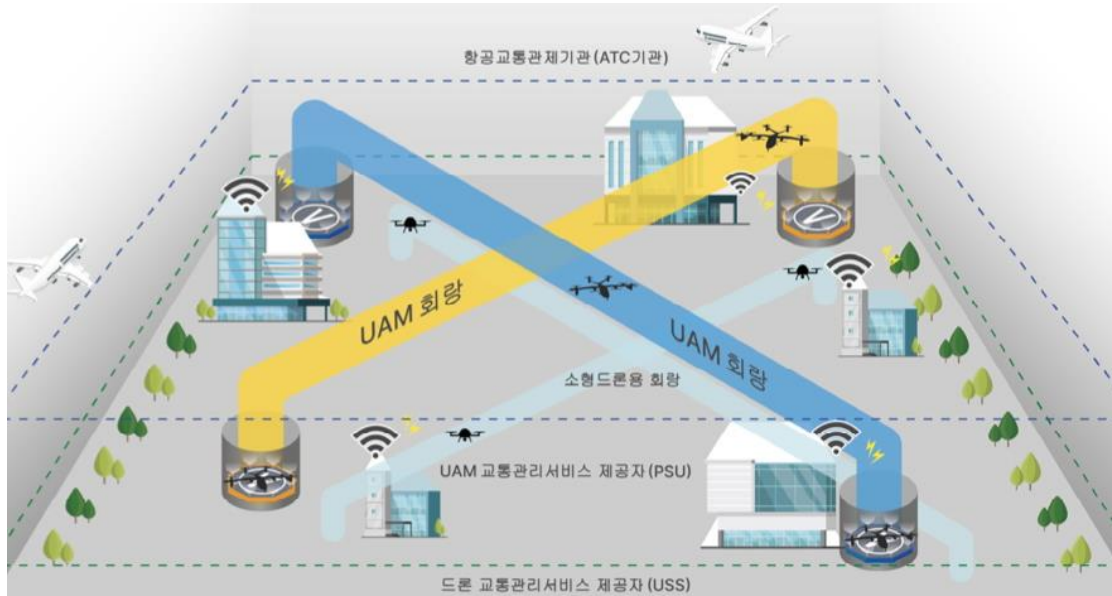
2. 推動計畫或政策

(1) UAM 運營概念

韓國國土交通部於2021年10月發布UAM^[25]都市空中交通運營概念1.0版，除定調初期以固定廊道運作服務外(如圖2.3-13所示)，亦探討2025年在首爾開始營運城市空中交通，實現城市空中計程車商業化。飛控技術上亦逐步推展，構想於2029年以前以有人駕駛，2034年之前達到遠端有人駕駛，目標為2035年實現完全自主的UAM^[25]營運。

(2) K-UAM 大挑戰計畫 (K-UAM Grand Challenge)

為推動2025年UAM^[25]的商業化，韓國以K-UAM大挑戰作為階段性示範計畫，並由韓國國土交通部主導，與國內外之航空(如大韓航空)、無人機(如德商Volocopter、美商Joby Aviation)、電信(如SK Telecom及KT)等相關業者共同針對整合和運作適合城市條件和環境的UAM^[25]移動載具安全和飛航管理功能進行測試，如2020年在首爾進行空中計程車試飛、2021年在世宗市使用無人機外送披薩、2022年濟州島測試空中計程車之觀光服務等。韓國國土交通部及航空安全技術中心(Korea Institute of Aviation Safety Technology)更於2022年2月舉辦AAM^[23]先進空中交通技術線上研討會，探討目前亞洲乃至於國際上AAM^[23]發展趨勢、研發試驗計畫、法規擬定、UAM^[25]發展趨勢等，如圖2.3-14所示。



資料來源：UAM Team Korea, K-UAM Concept of Operations 1.0。

圖 2.3-13 UAM 營運概念 1.0 版

SESSION 1	SESSION 2	SESSION 3	SESSION 4
亞洲AAM發展趨勢	AAM技術研發與試驗計畫	法規突破與規格擬定	UAM產業發展趨勢
<ul style="list-style-type: none"> ✓ 韓國、中國、新加坡AAM商業化 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ eVTOL技術 ✓ 場域挑選與測試 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ UAS認證程序 ✓ 場域規格設計 ✓ eVTOL認證 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 朝穩定、安全、零汙染、低干擾、自動化發展

資料來源：本計畫繪製。

圖 2.3-14 韓國 AAM 技術線上研討會內容

五、小結

綜整上述美、歐、日、韓等各國所推動的政策方向，可作為我國相關政策推動上的參酌方向：

1. 空陸域風險管理

雖各國對無人機的管理作業不盡相同(相關法規制度彙整如表 2.3-3 所示)，但對於無人機在低空域飛航安全的發展，先進國家皆以無人機飛航

管理作為必須達成的階段性目標，希冀可於人口較密集之地方進行中短距離的物流運送、智慧運輸等服務。而為確保無人機飛行安全及實現UAM^[25]都市空中交通，各國政府皆陸續開始研擬相關基本技術標準或法規，以及制定飛行路徑、廊道基礎設施、空陸域監管框架等的指導方針，甚至是後續跨越區際整合所有空中交通運具進行AAM^[23]先進空中運輸的管理，以勾勒出清晰的空域安全藍圖，並提供無人機相關產業發展的明確指引。

2. 場域實證

為加速無人機的空域安全整合、相關技術突破，各國政府皆透過開放測試場域以供無人機相關服務或技術業者進行無人機飛行安全、飛航管理系統整合之測試與驗證。透過場域實證之方式，提供產、官、學、研等單位共同合作以促進無人機產業之發展。

3. 產官學研合作

縱使各國推動無人機產業的方法有所差異，但並不跳脫強調產、官、學、研等單位共同合作。無論是美國各州的 IPP^[5]及 BEYOND 計畫、日本官民協議會，亦或是韓國的 UAM Team Korea 組織及 K-UAM 大挑戰計畫，皆可看出透過政府計畫在技術驗證、場域開放與環境整備等面向的支持與協助，並結合鼓勵與吸引產業、學研單位參與無人機產業實際運作經驗之產官合作模式 (Public Private Partnership, 簡稱 PPP)，將使整個無人機科技產業產生正向循環之效果。

表 2.3-3 國際間無人機法規彙整表

項目	美國	歐洲 (歐盟)	日本	韓國
主責單位	FAA	EASA	國土交通省	國土交通部
空域風險管理制度	依空陸域影響程度分三等級	EU 2019/947 分「開放」、「特 定」、「認 證」三等級	依人群聚集、視距內外飛行分四 等級	-
最大飛行高度限制	400 呎 (120 公尺)	400 呎 (120 公尺)	150 公尺	150 公尺
無人機註冊	CFR Part 107	EU 2019/947	>100 公克需註冊	>250 公克需註冊

項目	美國	歐洲 (歐盟)	日本	韓國
	>0.55 磅 (250 公克) 需註冊	>250 公克需註冊		
無人機操作證	必要 (CFR Part 107、CFR Part 135)	強制	無強制，但建議具備	>2 公斤強制
無人機檢驗	CFR Part 21	「認證」等級必要	-	-
無人機保險	無強制，依州/地方政府規定	>20 公斤強制	無強制	強制
無人機遠端識別	2023/9/16 前完成所有變更 (Broadcast-ID)	2024/1/1 前完成所有變更 (Broadcast-ID)	2022/6/6 起強制具備	-
視距外飛行	需經申請許可	需經申請許可	需經申請許可	需經申請許可

資料來源：本計畫彙整。

2.3.2 國內交通領域推動政策

我國政府推動無人機科技產業策略，除制定法規確保無人機操作安全外，於交通領域亦成立推動小組、發布產業推動藍圖，並執行相關測試驗證計畫等，相關交通領域政策推動進度如圖 2.3-15 所示，說明如下：



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.3-15 國內交通領域推動政策進度圖

一、成立無人機科技產業小組

隨著資通訊產業的進步，遙控無人機技術及相關應用服務發展成國際趨勢。政府期許透過建構出跨部會及跨領域之平台，整合產官學研資源，以創新治理、積極調適法規、提供驗證場域等積極作為，加速無人機科技產品落地應用。因此交通部於民國 108 年 9 月成立交通科技產業會報，包含 10 個科技產業小組分別針對各領域議題進行整合，其中無人機科技產業小組是第一個成立的小組，由本所擔任幕僚單位，推動我國未來交通運輸各項工作之無人機導入應用，帶動無人機相關產業發展與串聯。

二、施行民航法遙控無人機專章

遙控無人機專章修正草案於民國 107 年 4 月 3 日經立法院三讀通過、民國 107 年 4 月 25 日經總統公布。行政院已於民國 108 年 6 月 10 日核定「民用航空法」第 99 條之 9 至第 99 條之 19 及第 118 條之 1 至第 118 條之 3，自民國 109 年 3 月 31 日施行。內容包含限制無人機使用場域、操作限制、人員管理包括明列使用規範及合格駕駛條件、器材管理以及懲處方式等。人員管理部分，民航局於全國各地設置術科考場(表 2.3-4)，提供民眾方便的考照環境。無人機法規施行與否為國際重視的發展指標，而與國際有一致的無人機規範使得我國未來發展的準備程度獲得國際認可。

表 2.3-4 國內無人機測驗術科考場列表

地區	名稱
北部	臺北市民航局行政大樓術科考場
	臺北市中國科大術科考場
	新北市東南科技大學術科考場
	新北市大新店飛行場術科考場
	新北市華梵大學術科考場
	桃園市銘傳大學桃園校區術科考場
	新竹縣中華無人機教育發展交流協會術科考場
	苗栗縣經國飛行場術科考場
	苗栗縣育達科技大學術科考場
	宜蘭市宜蘭大學城南校區術科考場

地區	名稱
中部	雲林縣台灣福爾摩沙無人飛行器協會場地術科考場
一	臺中市農業藥物毒物試驗所試驗田術科考場
	臺中市逢甲大學術科考場
南部	嘉義市嘉義大學術科考場
	臺南市遠東科技大學術科考場
	高雄市高苑科技大學術科考場
	高雄市實踐大學高雄校區術科考場
	屏東縣竹田飛行場術科考場
東部	花蓮縣東華大學壽豐校區術科考場
	臺東縣鹿鳴術科考場
離島	金門縣銘傳大學金門分部術科考場

資料來源：交通部民用航空局，民國 111 年 7 月。

三、公布無人機產業發展藍圖 8 大推動策略

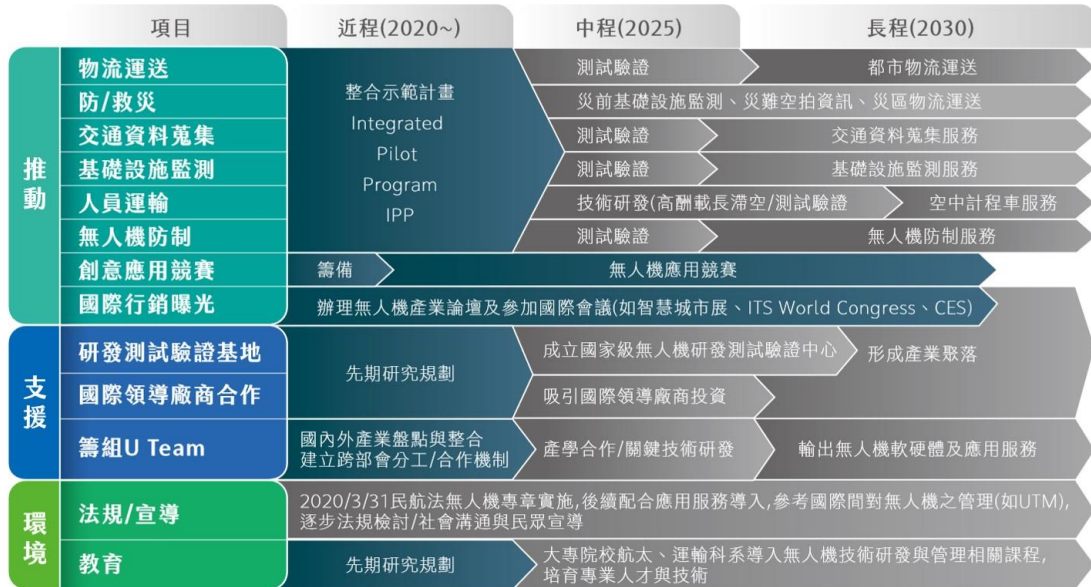
交通部於民國 108 年全國交通科技產業會議公布 2020 年交通科技產業政策白皮書，其中專章探討無人機科技產業政策、公布我國無人機在交通領域發展之路徑圖 1.0 版(圖 2.3-16)及 8 大推動策略。

在推動項目中，近程優先推動整合示範計畫及無人機應用競賽。中程階段 2025 年開始測試驗證各種應用，包括物流運送、交通資訊蒐集、基礎設施監測及高酬載且長滯空之技術驗證，並預計在長程 2030 年開始推動以上各項服務。在支援項目中，包含測試驗證基地之建置、國際合作及無人機國家隊(U-Team)之籌組等。環境面則以檢討法規、社會宣導及教育面著手。

8 大推動策略：

1. 推動無人機整合示範計畫擴展無人機應用
2. 跨部會合辦「無人機創意應用競賽」
3. 籌組我國 U-Team
4. 強化國際行銷
5. 成立國家級無人機研發測試驗證中心
6. 吸引國際領導廠商投資

7. 健全無人機相關法規與管理及社會溝通與民眾宣導
8. 培育無人機研發及管理人才



資料來源：交通部，2020 交通科技產業政策白皮書，民國 109 年。

圖 2.3-16 我國無人機在交通領域發展之路徑圖 1.0 版

四、推動交通領域相關計畫

本所於民國 109 年針對無人機同時開辦 3 項計畫，包括「推動我國無人機科技產業發展先期研究規劃」、「無人機在交通領域之創意應用競賽」及「無人機整合示範計畫推動及管理服務計畫」，三項計畫皆契合我國無人機在交通領域發展之路徑圖 1.0 版之推動方向及 8 大推動策略，說明如下：

1. 推動我國無人機科技產業發展先期研究規劃

該計畫之工作成果包含以下：

- (1) 分析國際無人機發展趨勢
- (2) 盤點國內無人機發展能量
- (3) 更新我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 版(如圖 2.3-17)
- (4) 初步籌組 U-Team

共召集 8 場會議與國內相關廠商共同確立 U-Team 之成立目的、功能定位、組織架構等，並推舉台灣車聯網產業協會理事長吳盟分先生為召集人。

2. 無人機在交通領域之創意應用競賽

透過競賽形式掌握目前交通單位已導入之無人機實務應用，並鼓勵國內大專院校師生投入無人機發展領域，激發更多創新設計。競賽同時結合實務經驗增加產學互動機會，加速無人機於各領域應用導入。

3. 無人機整合示範計畫推動及管理服務

針對橋梁巡檢及物流邀請廠商實地進行試驗，透過場域實際驗證廠商可進一步了解技術需要解決的課題，政府方面也更加了解國內的能量，有助於後續無人機相關政策推展。

面向	目標	策略	主導部會	短期措施2021~2025 (聚焦研發)	中期措施2026~2030 (累積能量)	長期措施2031~ (推廣普及)	
技術	提供安全可靠 的交通服務	推動無人機多元應用服務測試	交通部 經濟部	辦理無人機整合示範計畫 (橋梁巡檢及物流)	推動物流與UAM場域測試驗證計畫		
		投入無人機關鍵技術研發	交通部	推動無人機防制	持續推動無人機防制發展		
		補助無人機基礎技術研究	經濟部 交通部	推動無人機沙盒驗證計畫 (橋梁巡檢、物流)	推動城市物流與郊區 UAM之沙盒驗證計畫	推動城市UAM沙 盒驗證計畫	
		推動無人機空中交通管理	科技部	以科技計畫補助無人機相關基礎研究			
		建立無人機測試場域	交通部	發展無人機追蹤識別技術 及空中交通管理規則	發展無人機空中交通管理相關機制		
產業	建立公平永續 的產業生態	加速導入無人機於 公務應用	科技部 經濟部 地方政府	測試場域設備規劃及建置	各層級測試場域規劃 及建置	各層級測試場域 營運	
		籌組 U-Team	科經交 三部會	推動整合示範計畫(IPP)汰 換中國製無人機	常態化導入無人機於公務應用		
		規劃無人機創新應 用營運服務體系	科經交 三部會	建立跨部會合作機制並籌 組U-Team	擴大U-Team組織規模	U-Team技術能力 輸出國際	
		強化國際行銷	交通部 經濟部	規劃無人機營運、服務、 權責、保險、資訊安全	擴大無人機創新應用領域體系規劃		
環境	健全適合 導入的發展 環境	法規與管理方式調 合	交通部	辦理國內外研討會與展覽	辦理國際博覽會，吸引國際廠商合作投資		
		培育無人機研發及 管理人才	交通部 教育部	法規與管理方式調合	參考國際通用管理方式，逐步進行法規與 管理方式調合		
		社會溝通與民眾宣 傳	交通部	辦理無人機檢驗	參考國際無人機通用技術規範發展，逐步 調合檢驗基準		
			交通部	研擬無人機課程與教材	與相關部會合作，配合產業人才供需趨勢 擴大無人機專業人才培育		
		交通部	舉辦無人機應用創意競賽	依據產業與應用需求，持續推動無人機產 學合作相關工作			
		交通部	無人機相關法令宣導、舉 辦無人機應用創意競賽	持續辦理社會溝通與民眾宣導相關活動			

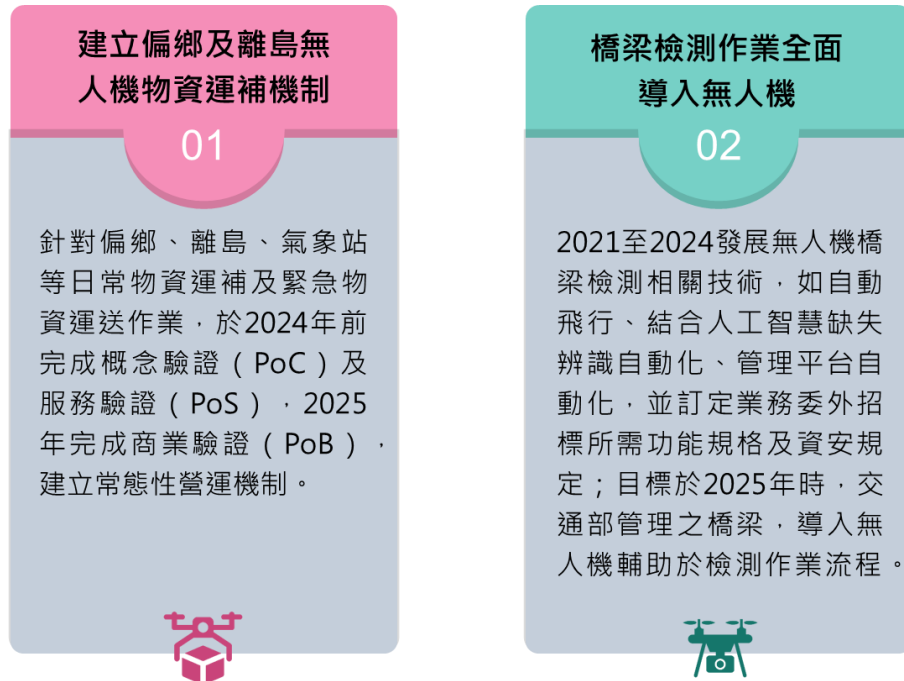
資料來源：交通部，2021 交通科技產業政策白皮書，民國 110 年。本計畫編製。

圖 2.3-17 我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 版

五、公布 2021 年交通科技產業政策白皮書

以 2020 年白皮書內容為基礎，透過辦理前述「推動我國無人機科技產業發展先期研究規劃」，修正我國無人機在交通領域產業發展藍圖(Roadmap 2.0)(如圖 2.3-16)，並於民國 110 年 3 月 31 日交通科技產業會報無人機科技產業小組第 4 次諮詢委員會議中提出，經徵詢委員意見後修訂完成 2021 年交通科技產業政策白皮書有關無人機科技產業政策章節，其中公布 2025

年我國無人機在交通領域應用的里程碑，可分為物流運送及橋梁檢測兩大方向，如圖 2.3-18 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.3-18 我國無人機在交通領域應用 2025 年里程碑

七、持續推動本年度交通領域相關計畫

延續前述本所 3 項計畫，本所於民國 110 年至 111 年，陸續推動 4 項計畫，包含「交通部無人機科技產業發展策略規劃與執行」（即本計畫）、「無人機在交通領域之創意應用競賽(II)」、「無人機整合示範計畫(II)-物流運送之深化應用」、「無人機搭配 AI 影像辨識應用於橋梁檢測之研究(1/2)-橋梁劣化構件 AI 影像辨識之技術開發」等，顯示國內無人機科技產業於交通領域之政策仍延續開展。同時，配合亞洲無人機 AI 創新應用研發中心於民國 111 年 8 月 13 日揭牌啟用，交通部亦於中心內設置專案辦公室。

第三章 我國無人機科技產業發展重點

3.1 推動無人機科技產業發展整體構想

我國發展無人機科技產業需要確認定位以勾勒發展路徑，而交通部已於 2021 年交通科技產業政策白皮書中公布以物流運送、橋梁檢測作為無人機在交通應用的兩大發展重點，並訂定 2025 年里程碑。依據第二章重要文獻回顧歸納可知，國內無人機科技產業在交通發展上，相較國際發展趨勢仍有其落差，故本計畫針對研究主題，提出以「推動無人機科技產業發展」作為戰略目標 (Goal)；而就發展方向上，依交通部提出之物流運送、橋梁檢測等兩大無人機應用領域，分別就政策面、產業面、技術面三大點(Point)予以探討，政策面建議創造環境、產業面建議整合資源、技術面建議重點研發；最後，針對各面向提出策略步驟(Step)，如圖 3.1-1 所示。

以下針對發展方向與策略步驟進行說明，並於 3.2 節~3.4 節說明研究構想：

一、政策面：創造環境

由文獻回顧可知，政府角色在推動無人機科技產業發展上，需提出一整體性、延續性之政策，便於產業發展有所依循。

前期研究已修訂國內交通領域無人機科技產業政策，然本期研究建議應持續滾動修訂政策，研提重點工作規劃，並研提短中長期發展政策及跨部會分工合作機制，以提供持續性的政策與計畫，建立輔導產業發展之環境。

二、產業面：整合資源

臺灣無人機大聯盟之功能定位，經前期研究擬定應是作為政府與產業溝通的橋梁，將產業的需求、市場的趨勢傳遞給政府端，並且協助政府在政策與法規進行調適回饋；同時整合產業能量，促進資源整合與產業的合作。

因此，本計畫建議臺灣無人機大聯盟盡速完成籌組推動與組織運作，除依循交通部政策指導推動相關工作以外，更透過產、官、學、研界資源整合，與政府端進行公私協力；同時作為國際交流的媒介，強化國內外合作交流，進而吸引國際廠商投資國內無人機相關產業。

三、技術面：重點研發

除了透過上述政策面與產業面策略發展亮點計畫以外，尚需探討國內無人機應用於橋梁巡檢及物流運送時面臨的需求與課題。透過結合國內外相關應用之標竿案例的研析，以釐清國內可發展重點、無人機關鍵技術發展方

向與國內產業發展利基，並就此作為國內可投入研發項目，以及擬定相關技術推動策略。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.1-1 無人機科技產業發展路徑 GPS 定位圖

3.2 橋梁巡檢發展重點

3.2.1 橋梁巡檢現況需求探討

一、國內橋梁巡檢發展現況

全臺灣橋梁數量超過兩萬九千多座，主要由交通部高速公路局、交通部公路總局、內政部營建署、交通部臺灣鐵路管理局及各縣市政府負責管養；另高鐵橋梁則由臺灣高鐵公司負責。

對於橋梁管理單位而言，橋梁養護首重檢測，除應適時針對所轄橋梁實施各項橋梁安全檢測作業外，並應針對損壞部分採取適當維修對策，方能確保橋梁及用路人行車安全。

然臺灣橋梁所處環境受人為外力及天然災害頻繁所致，且橋梁管養單位人力普遍不足、維修補強經費有限，故在受到人力不足、經費有限和大量資料普遍仍以傳統方式保存等限制下，如何利用有限的經濟資源，對橋梁進

行完善的維護與管理，以確保橋梁之安全性並發揮其最大效益，便成為國內橋梁管理單位最重要的課題之一。

1. 國內橋梁檢測規定與方法

從法規層面來看，我國依據「公路養護規範」、「公路橋梁檢測及補強規範」、「鐵路鋼結構橋梁之檢測及補強規範」、「高速公路養護手冊」等規定，橋梁檢測作業可分成「定期檢測」、「特別檢測」及「詳細檢測」三類。

- (1) 「定期檢測」規定橋梁檢測須每 2 年檢測 1 次，檢測方法則主要透過人員步行與攀爬、作業車輛或船隻等方式，儘可能接近橋梁構件後，以目視搭配便於攜帶之工具來檢查橋梁狀況。
- (2) 「特別檢測」係指重大事故或災害發生後，為瞭解橋梁損壞程度而實施之特殊檢查，亦以目視方法進行檢測為主。
- (3) 「詳細檢測」則以儀器或相關設備進行局部破壞或非破壞檢測等之檢測；或對跨河橋梁所在河道狀況、基礎沖刷情形之檢測。

其中，針對目視檢測上，係為對於橋梁重要部位、破裂部位、缺陷或異常現象部位需進行拍攝照片，以此作為分析參考；並另透過 D. E. R. &U 評估方法(Degree, Extent, Relevancy, Urgency, 簡稱 D. E. R. &U)，針對橋梁構件的劣化程度、劣化範圍、使用性及用路人安全性影響及處置急迫性以數量化方式對各個構件進行評估，以建立橋梁現況的基本管理資料，最後得到綜合評估結果。

依據行政院「橋梁維護管理作業要點」，橋梁依性質可分為車行橋梁、鐵道橋梁及人行天橋。其中，車行橋又可分為版橋、梁式橋、箱型橋、拱橋、桁架橋、斜張橋、剛架橋、 π 橋及吊橋等。車行橋以混凝土橋為主，且又以版橋、梁式橋、箱型橋占最大宗。鐵道橋則可下分為版橋、梁式橋、箱型橋、拱橋、桁架橋及剛架橋等類型。

整體而言，國內橋梁巡檢普遍以目視為主，儀器為輔，並以人工方式記錄。一般進行檢測作業時，多係以徒步及攀爬方式儘可能接近橋梁結構物後，再以目視判定橋梁狀況。如遇高橋墩或跨河橋梁時，雖可利用橋梁檢測車、高空作業車或小型船艇輔助趨近並輔以望遠鏡或長桿攝影機來進行檢測，然操作風險高、耗時、花費成本高且較無法拍攝影像紀錄。另對於車流量大或偏遠山區橋梁而言，由於檢測車械體積較大，故操作亦費時且成本高。

在檢測記錄面，雖近年來檢測單位已透過導入平板記錄的方式，將傳統使用紙本記錄改成數位化，節省人工手動輸入資料時間，但因該方法仍需仰賴人力，使當前橋梁巡檢效率仍無法大幅提升、檢測資料亦存在人為判讀失誤等問題。

2. 橋梁資訊管理

為利各層級之橋梁管理機關進行整體性之橋梁管理、預算分配及災害防救等業務，交通部等單位於民國 88 年開發 TBMS 臺灣地區橋梁管理資訊系統(Taiwan Bridge Management System)供全國各橋梁管理機關使用，並於民國 102 年開發第二代 TBMS 系統，使現場橋梁檢測結果能即時上傳該系統，並將橋梁構件以圖像模型呈現，以及強化系統的客製化之綜合瀏覽及多維分析功能。

雖 TBMS 橋梁管理系統的功能已發展更為強大，然該系統仍與既有省道橋梁系統無法順利對接，且需仰賴橋檢人員繳交檢測紀錄才能達到有效的橋梁管理目的。倘若能藉由橋梁檢測設備的提升，使檢測完的資訊能夠迅速上傳至橋梁管理系統的資料庫，並以強化檢測資料的準確性及提升檢測效率，將可確保 TBMS 系統中所記錄之資料更加完整與詳實，進而使系統更具實用性。

二、無人機相關先行計畫與測試

民國 106 年本所「橋梁檢測工具效能提升計畫」指出，國內當前橋梁檢測設備應具備「確保檢測人員之工作安全性」、「確保橋梁檢測之合理效益性」、「確保橋梁檢測之紀錄詳實性」等三項主要功能。著眼於無人機應用於橋梁巡檢可帶來的優勢，包含無人機具備低人力需求、低檢測範圍(含長度與高度)限制、高可攜性、高安全性、快速資料蒐集和容易重複執行檢測等特性，近年來中央部會已逐漸將無人機視為提升橋梁檢測現場作業效率、安全與橋梁檢測資料準確性的輔助工具之一。在實際應用面上，為避免類似於民國 108 年 10 月 1 日發生的南方澳大橋斷裂之事故重演，近年交通部臺灣鐵道管理局及公路總局皆已先行利用無人機來輔助橋梁檢測。

另為有效導入無人機於我國交通運輸領域的應用以及促進相關產業的發展，本所於 109 至 110 年間透過「無人機整合示範計畫推動及管理服務示範計畫」進行無人機概念驗證測試，期能藉由盤點各機關(構)在交通運輸領域之創新應用需求，以及可供開放之試驗場域，進行無人機概念驗證測試，其中即包括應用無人機於輔助橋梁檢測作業。

1. 臺灣鐵道管理局

配合國道鐵道科技產業政策逐漸走向智慧化發展，臺灣鐵道管理局自民國 108 年起購置遙控無人機撥交於各轄區工務段執行橋梁、邊坡檢測、工程檢查及災害勘查等作業。在配合交通部於民國 109 年 3 月 31 日起實施「遙控無人機管理規則」下，協助各段培訓操作人員及證照取得教育訓練，以利用無人機於橋梁設施結構、跨河橋行水區、遭障礙物遮蔽或無法通行等不便及無法到達之構建位置來執行檢測，藉此提升橋梁檢測的安全性、精準性與可溯性。

2. 公路總局

公路總局於民國 105 年即參與本所開發的無人機自動飛行檢測模組的測試。而近年國內為驗證廠商應用無人機於橋梁巡檢上的執行能力，國科會南部科學園區管理局及本所已先後分別於民國 109 年、110 年執行「無人機創新應用自造專案暨黑客松競賽」及「無人機整合示範計畫」針對橋梁巡檢課題結合廠商進行解決方案開發。其中，公路總局第二區養護工程處與黎明工程顧問股份有限公司及工研院資通所合作，於民國 110 年試辦以智慧無人機辦理省道橋梁檢測作業，透過國產通訊模組加入 AES^[36] 高階加密標準開發，並結合自動規劃路線、人工智慧技術分析與影像量測技術，成功完成針對桃園大溪省道台 3 線武嶺橋進行巡檢作業。

三、無人機導入橋梁巡檢之優勢

綜整上述國內既有測試驗證計畫及上節國外相關案例，可知無人機導入橋梁巡檢可具備四大優勢：

1. 提升橋梁檢測安全性

針對橋梁處於位置險峻區位的巡檢，無人機因機動性高之特性，可降低檢測人員作業時的風險性。

2. 提升橋梁檢測客觀與準確性

透過結合 AI^[1] 人工智慧影像辨識技術，利用無人機進行橋梁巡檢可輔助檢測人員作客觀判定巡檢結果，並降低人工判讀錯誤的可能性。

3. 提升橋梁檢測可溯性

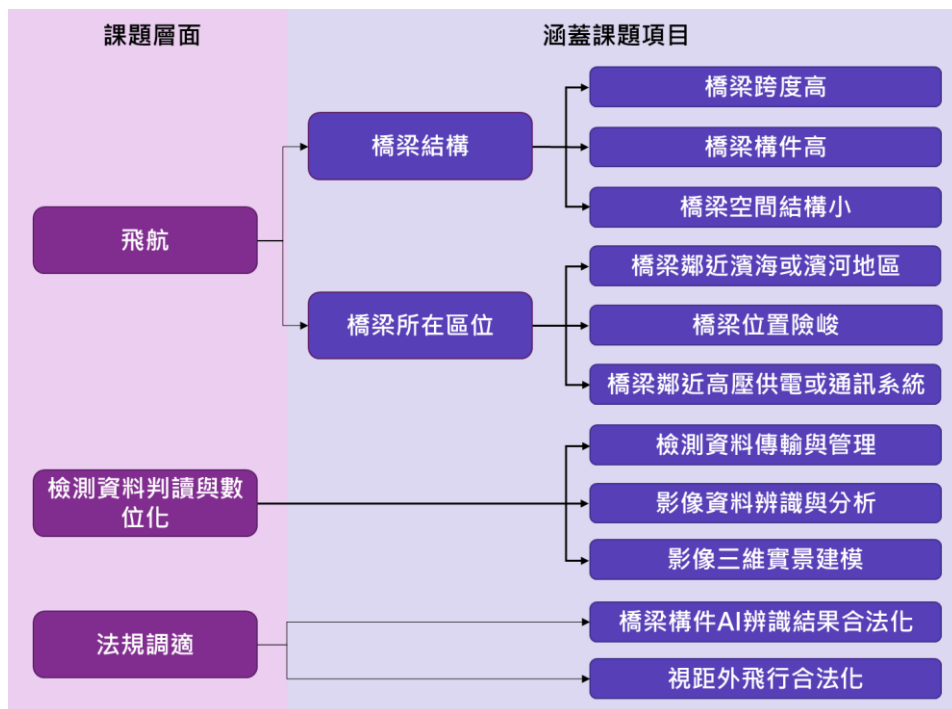
利用無人機進行橋梁巡檢有利於推行橋梁構件作數位化檢測，使檢測資料可追蹤，易於後續作橋梁構件劣化情形之長期觀察及評估。

4. 降低橋梁巡檢成本

針對利用既有檢測作業投入時間及金錢成本較高之橋梁（如跨河橋、高跨度橋等），無人機可作為較好的目視檢測輔助工具。尤其當無人機可進行自動化巡檢及構件影像資料可達成自動化辨識時，因作業流程可重複執行檢測，進而可使整體橋梁巡檢的投入成本降低。

四、無人機應用於橋梁巡檢之課題分析

雖將無人機導入於橋梁巡檢可使國內橋梁管理機關能快速、安全且有效的進行相關檢測，卻衍生出國內當前無人機相關技術所需克服的困境。本計畫參考本所於民國 106 年「橋梁檢測工具效能提升計畫」與民國 110 年「無人機整合示範計畫推動及管理服務示範計畫成效報告書」計畫成果，並透過訪談橋梁巡檢應用相關單位，歸納出當前無人機應用於國內橋梁巡檢可區分為飛航、檢測資料判讀與數位化、法規調適等三大層面課題。其中飛航層面課題與橋梁結構、橋梁所在區位有關，檢測資料判讀與數位化則與 AI^[1] 人工智慧辨識相關(如圖 3.2-1 所示)。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-1 國內無人機應用於橋梁巡檢之現況課題圖

1. 飛航層面課題

國內橋梁檢測構件項目可分成 24 項，其中 21 項為一般橋梁檢測構件項目(如表 3.2-1 所示)。現況國內無人機導入橋梁檢測因受到國內橋梁結構、橋梁所在區位等影響，使得檢測項目的覆蓋率受限。

表 3.2-1 國內橋梁檢測構件項目彙整表

一般橋梁檢測構件項目 (包含板梁橋、I 型梁、T 型梁、U 型梁、箱型梁與剛架橋等)			
橋面系統	上部結構	下部結構	河道及相關設施
(1)橋面板 (2)伸縮縫 (3)橋護欄 (4)橋梁排水設施	(5)主構件(大梁) (6)副構件(橫隔梁) (7)支承/支承墊/阻尼裝置 (8)防落設施*	(9)橋台 (10)橋台基礎 (11)橋墩墩體/帽梁 (12)橋墩基礎 (13)翼牆/擋土牆	(14)河道 (15)引道路堤 (16)引道路堤保護措施 (17)引道護欄 (18)橋墩/橋基保護措施** (19)緣石及人行道 (20)摩擦層 (21)其他
特殊橋梁檢測構件項目 (如斜張橋、脊背橋、拱橋、混合梁橋、複合梁橋、吊橋等)			
(22)橋塔或拱肋(拱圈)	(23)鋼纜	(24)吊材或立柱	

註：*包含止震塊、拉桿、防落托架、剪刀鋼棒等相關減震及防落措施；**包含標誌設施、照明設施、隔音牆、維修走道等橋梁附屬設施

資料來源：本計畫彙整。

(1) 橋梁結構面課題

A. 橋梁跨度高

橋梁下方 GPS 訊號多受遮蔽，若橋梁跨度高或橋面寬度過寬(大於 60 公尺或超過四車道寬)恐使 GPS 訊號過於微弱或斷訊而使無人機墜毀，或造成無人機無法自動化依照航線飛行。尤其當橋墩為多柱排列時(例如省道台 61 線)，無人機更因 GPS 訊號難以定位使其繞行拍攝困難度提升。

B. 橋梁構件高

當橋梁頂部或橋墩柱高度較高時，橋梁頂部構件檢測恐不易執行，故在錄影拍照上，鏡頭角度需能配合調整且可近距離貼近橋梁拍攝支承等橋梁結構；另無人機之續航力亦需具備一定水準。

C. 橋梁空間結構狹小

當橋梁構件間的間距過於狹窄、橋梁下空間淨高過低或橋跨長度過短時，無人機恐不易進入拍攝，或容易受撞擊而毀壞；另狹小空間亦較有光線不足問題，以致拍攝位於帽梁與主梁間的支承墊等的相片品質恐不佳。

(2) 橋梁所在區位面課題

A. 橋梁鄰近濱海或濱河地區

當橋梁鄰近濱海或濱河地區時(即跨河橋、感潮河段橋)，因易受環境風力干擾，使無人機恐有墜落以致落水的風險。

B. 橋梁位置險峻

當橋梁位於高海拔地區、地勢起伏落差較大或地形較複雜地區時，因受無線通訊系統較弱影響，使無法隨時監控無人機；且因氣流不穩定、空氣密度低，使無人機爬升時容易耗電，故無人機的抗環境性能、續航力需具備一定水準，且鏡頭角度亦需能配合調整且可近距離貼近橋梁拍攝支承等橋梁結構。

C. 橋梁鄰近高壓供電或通訊系統

當橋梁鄰近高壓供電(如鐵道橋)或通訊系統(如位於市區之橋梁)，無人機之導航、通信及遙控系統皆易受到干擾，而使無人機墜毀，或造成無人機無法自動化依照航線飛行。

2. 檢測資料判讀與數位化層面課題

國內橋梁目視檢測評估多為依循 D. E. R. &U 評估準則，針對橋梁構件進行劣化程度(Degree)、劣化範圍(Extend)、使用性及用路人安全性影響(Relevancy)及處置急迫性(Urgency)進行評等。無人機拍攝回的影像資料可藉由 AI 人工智慧技術來進行橋梁構件劣化辨識，並將檢測資料數位化作後續三維實景模型建置，藉此方便查閱橋梁構件之相對位置，進而實現橋梁數位化管理。

(1) 影像資料辨識與分析

人工智慧技術可協助影像辨識與分析，然當無人機巡檢拍攝中，由於某些因素如光線不佳或對焦不理想等造成失真，恐使得影像資料參差不齊；再者，資料當中通常有很大的比重屬於非感興趣的範圍(Region of Interest)，故在進行影像分析前需要進行適當處理，意

即蒐集大量構件劣化影像之正負樣本，例如白化、滲水等構件劣化樣本，以及陰影、灰塵等非劣化樣本影像，以便機器學習的訓練，並提升最終的辨識效率及精確度，讓最終的資料是有效的。惟臺灣橋梁因受天候影響，以致每座橋梁構件所遇到的劣化情形不同，以致在訓練劣化影像困難度提高。

在影像分析上，因該階段與應用場景具有高度的關聯性，需仰賴具有強大影像運算能力的晶片，使影像資料在經過適當模組化處理後，最終可根據應用的需求進行比對或辨識。

(2) 影像三維實景建模

當使用無人機完成採集多張橋梁影像後，可利用航路編程檢測、影像縫合處理技術，並結合 BIM^[35] 建築資訊模型，將檢測之橋梁建置成三維可視化模型，以方便查閱橋梁構件之相對位置與實現橋梁自動化巡檢。然若光影變化嚴重或空中三角測量有誤時，恐使影像匹配過程不易，以致建置三維模型的困難性提高。此外，國內現階段橋梁三維模型仍需仰賴檢測人員進行建置，且三維模型自動化生成技術仍尚待精進，故模型建置所花時間成本較長，模型建置軟體的金錢成本亦須納入考量。

(3) 檢測資料傳輸與管理

倘無人機應用於橋梁巡檢有即時資料傳輸的需求時，當橋梁位於通訊系統較弱的地區，無人機巡檢拍攝後資料恐提高在傳輸時的延遲時間，影響照片或影片質量和傳輸穩定性；而拍攝後資料若有傳輸與巨量影像資料管理需求，亦應考量資料傳輸與儲存的安全性與有系統的管理。

3. 法規調適層面課題

(1) 橋梁構件影像辨識結果認可

依據國內「公路橋梁檢測及補強規範」、「公路養護規範」、「鐵路鋼結構橋梁之檢測及補強規範」、「高速公路養護手冊」等既有規範皆可看出，目前國內橋梁構件劣化評估係以橋梁檢測員的人工判定作為構件檢測之評斷結果，以影像辨識作為橋梁構件劣化判斷結果尚待相關規則的認可。

(2) 視距外飛行

在現行民用航空法之框架下，目視範圍外之橋梁巡檢作業需先向民航局申請核准而排除操除限制。

表 3.2-2 國內無人機應用於橋梁巡檢之課題與性能需求對照表

課題層面	涵蓋課題項目		無人機及後端資料處理配備性能需求
飛航	橋梁結構	橋梁跨度高	<ul style="list-style-type: none"> 定位訊號傳輸系統穩定高 續航力高
		橋梁構件高	<ul style="list-style-type: none"> 攝像鏡頭角度調整性高 近距離拍攝影像解析度高 續航力高
		橋梁空間結構小	<ul style="list-style-type: none"> 機體可進入狹小空間 近距離拍攝影像解析度高 抗碰撞 防塵 具避障功能 夜間/光線照明
	橋梁所在區位	橋梁鄰近濱海或濱河地區	<ul style="list-style-type: none"> 抗強風 防水
		橋梁位置險峻	<ul style="list-style-type: none"> 定位訊號傳輸系統穩定高 續航力高 攝像鏡頭角度調整性高 近距離拍攝影像解析度高
		橋梁鄰近高壓供電或通訊系統	<ul style="list-style-type: none"> 抗電磁干擾 定位訊號傳輸系統穩定高
檢測資料判讀與數位化	影像資料辨識與分析		<ul style="list-style-type: none"> 影像辨識準確性高 影像幾何校正
	影像三維實景建模		<ul style="list-style-type: none"> 影像匹配度高 傾斜攝影測量 模型自動化生成
	檢測資料傳輸與管理		<ul style="list-style-type: none"> 圖傳系統穩定 巨量影像資料系統性管理 資安防護
法規調適	橋梁構件影像辨識結果認可		-
	視距外飛行合法化		-

資料來源：本計畫彙整。

3.2.2 橋梁巡檢關鍵技術研析

從 3.2.1 節之國內無人機應用於橋梁巡檢之現況課題中，可得知既有課題對於無人機的性能需求。為掌握上述各無人機之性能需求所對應之無人機所需發展的關鍵技術，本計畫進一步與國內多位專家學者、廠商進行訪談，並彙整本所民國 110 年「無人機整合示範計畫推動及管理服務示範計畫成效報告書」針對鐵路管理局、高速公路局、公路總局等單位訪談，盤點出國內無人機應用於橋梁巡檢上的五大關鍵技術（如圖 3.2-2 所示），說明如下：

一、發展小型機身，突破構件間狹小空間的檢測限制

考量無人機在執行橋梁巡檢作業時，若橋梁構件間的間距過於狹窄、橋梁下空間淨高過低或橋跨長度過短時，無人機恐不易進入執行拍攝檢測作業，或容易受撞擊而毀壞，故建議無人機的機體宜朝微型化發展。

二、提升機體抗風性與續航力，服務不同區位橋梁之巡檢

臺灣屬於海島地形，海岸沿線多有橋梁設置；因橋梁多位於出海口開闊處，若以無人機進行相關橋梁的巡檢，恐因受風洞效應影響，使其有墜落以致落水的風險。例如，淡江大橋橋址位於臺灣北海岸淡水河出海口開闊處，橋梁周邊之年平均風速約每秒 7 公尺，等同於蒲氏風力 4 級強度。由此可見，無人機應用於臺灣橋梁巡檢上，抗風程度需達到一定程度，使在大風環境下，無人機足以保持飛行時的穩定性。因此，建議可藉由整合多方技術，如強化槳葉穩定性、提升飛行控制系統的穩定性等，來促使無人機抗風性進行提升。

另當橋梁位於高海拔地區、地勢起伏落差較大或地形較複雜地區時，無人機之續航力宜具備一定水準，以減少無人機換電次數，避免降低檢測作業的效率性。

二、提升飛控、偵測與避讓系統，實現橋梁自動化巡檢

要實現無人機於橋梁自動化巡檢，提升飛行控制系統、達成自主避障等為重要元素。建議可藉由結合感測器並導入人工智慧技術，實現強化無人機飛行偵測與避讓能力；另透過整合自動控制、遠距無線通訊、微機電系統整合、機械結構、遙感探測、空間資訊加值處理等技術，促使飛控系統能快速且準確的整合相關系統所接收、判斷的資訊與數據。

三、提升通訊及定位能力，執行橋梁下方巡檢

無人機雖可透過搭載硬體 GPS 以達到衛星精準定位，但因橋梁下方的 GPS 訊號普遍不佳，如何突破在無 GPS 訊號的環境下採用無人機進行巡檢是國際上發展方向。因此，建議可藉由搭載各類感測器，透過 UWB^[21] 擴頻、SLAM^[20] 同步定位與地圖構建等技術，強化橋梁下方定位的穩定性，以利執行橋梁安全構件的檢測。

四、提升影像辨識能力及發展三維實景建模，提高巡檢效率及實現自動化

人工智慧影像辨識在無人機於橋梁巡檢應用上已為現階段國際各相關廠商之精進方向，並主要著重於邊緣運算影像分析的完整解決方案，包含晶片

設計、高運算效能、省電架構、軌體分析等，使在依據情境應用的需求下進行的影像資料比對或辨識之速度及精準度更加精進。因此，建議透過精進影像辨識技術，使巡檢過程中的拍攝影像作更快速且準確的判讀，藉此取代人工目視判斷，以利提升橋梁檢測作業之品質及效率。同時更應精進影像幾何校正技術，以解決影像拍攝過程中因對焦不理想而產生影像幾何變形問題。

此外，為規劃無人機飛航路線以實現橋梁自動化巡檢，以及方便查閱橋梁劣化構件之相對位置、長期追蹤構件劣化情形，則需仰賴橋梁及其周邊環境之影像三維實景模型的建置。模型精細程度將視軟體及投入人力建置的成本費用高低、拍攝影像的品質等因素來決定。倘若可將模型自動化生成，將可縮短模型建置時間，亦使檢測人員作多維度地動態監看檢測設施狀態。

橋梁巡檢關鍵技術



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-2 無人機應用於橋梁巡檢關鍵技術圖

3.3 物流運送發展重點

3.3.1 物流運送現況需求探討

一、國內偏鄉及離島物流運送發展現況

因陸路運輸具機動性及可及性高之優點，故當前國內偏鄉貨品運送係以陸運為主。以東部農作物運送為例，東部農產品多透過協同農會、農產品運

銷合作社將貨品集結後，以貨車運送至臺北果菜批發市場。另以偏鄉送件為例，既有偏遠地區的郵件運送模式是透過郵局與代辦所間相互配合的方式進行，流程為中華郵政之郵務車從郵局出發，透過陸路運輸後將郵件包裹送至代辦所，再由代辦所人員完成最後一理路的運送工作。然上述仰賴陸運作為物流服務模式之困境在於，偏鄉地區多位於山區使道路多崎嶇，易受風災、水災、土石流等因素造成坍方中斷，以致貨品無法及時送遞至目的地，運輸穩定性欠佳，進而造成當地居民生活不便或影響當地產業發展。

在離島貨物運送方面，則以陸運及海運之聯合運輸方式為主。以東港至小琉球之物流運送模式為例，貨物先以陸路運輸方式送至東港碼頭，再利用定期往返小琉球的貨運船運送至小琉球白沙或大福漁港，而後再以貨車方式輸送至送貨點。該運送方式因在起、迄端點上必須透過公路進行接駁轉運，衍生裝卸及轉運的費用。另因亦受海象不佳影響、需配合客船的定期班表，以致現階段離島的物流服務模式面臨花費時間成本較高、便利性低、時間較不彈性等問題。

國內偏鄉與離島物流運送不便，除影響當地居民生活外，亦影響因公務需求而常駐於偏鄉與離島的作業人員。以氣象站為例，國內氣象站多位於偏鄉及離島地區，故既有氣象站工作人員之物資補給時間較長。以玉山氣象站為例，工作人員所需生活用品、房舍維修及山上觀測設備所需器材，係先由平地經公路送到塔塔加，再經由直升機將物資送到玉山氣象站。

二、無人機相關先行計畫與測試

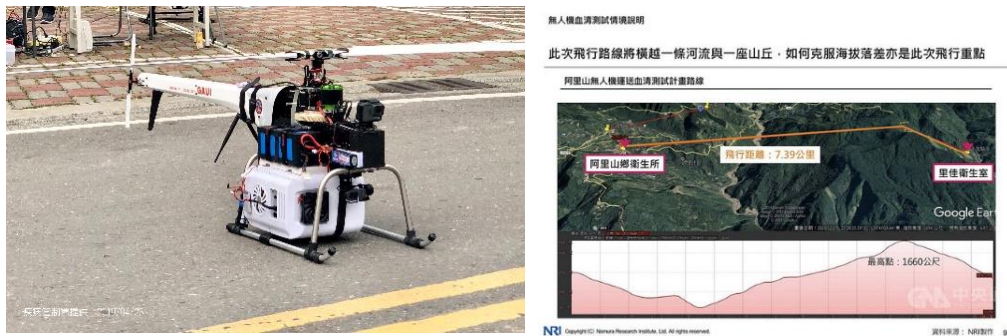
有鑑於我國因山多、多離島特性使得偏鄉、離島物資運送以傳統陸運與海運運送時間及金錢成本高之問題，近年來無人機應用於物流運送係為公務部門十分關注的應用方向，並以交通部為主要推動單位。例如，交通部為推行地方創生、偏鄉物流計畫，於民國 107 年試辦偏鄉無人機物流短程配送的技術驗證，完成無人機裝載約 5 公斤的包裹從臺南左鎮晨曦山莊送往左鎮郵局的測試，路途約 3 公里，運送時間從原 90 分鐘縮短至 15 分鐘；於民國 108 年與衛福部、嘉義縣政府合作，在阿里山鄉舉辦「偏鄉無人機物流測試計畫」（如圖 3.3-1），測試從阿里山鄉衛生所進行山區血清運送至里佳部落，並顯示相較於原先物流需要 1 小時的運送時間，以無人機運送能將時間縮短至 10 至 15 分鐘，大幅縮短救援時間。

本所於民國 109 至 110 年所舉辦的「無人機整合示範計畫」則聚焦於離島及偏鄉的物流運送，開始進行無人機物流運送之測試與驗證，目標實現

2025 年設立的完成商業驗證里程碑。民國 109 年度計畫之驗證主題，為測試將郵件從屏東東港郵局至琉球郵局，其成果顯示，國內廠商已可將約 10 公斤的包裹成功送往目的地，並使原先兩地郵局間需仰賴陸運與海運結合的運送模式，可將運送時間從 1 小時大幅縮短至約 17 分鐘。民國 110 年計畫以道路或橋梁中斷後維持郵務運送為主題，測試將郵件從桃園市復興郵局送往至華陵里，並提升酬載貨物重量。

此外，對於改善偏鄉後勤補給運送，經濟部工業局亦透過行政院「前瞻基礎建設計畫-普及智慧城鄉生活應用計畫」之補助機制，與中華郵政、中光電合作於民國 110 年 8 月完成將郵件從新竹縣尖石郵局送往新光部落，載送距離約 21.2 公里，運送時間可從原先 100 多鐘縮短至約 45 分鐘。

除政府單位的推廣外，國內零售商亦逐漸掌握及開發無人機於偏鄉物流運送的商機。例如，有鑑於現況偏鄉地區的外送服務仍屬不便，故統一集團現正與中光電智能機器人合作，透過 foodomo 外送外帶行動美食平台選購 7-ELEVEN 與康是美的商品，成功下單後再藉由黑貓宅急便的物流車隊集運物資抵達商店周邊無人機停機坪，再由中光電智能機器人將物資安全配達指定收貨據點。



資料來源：<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/201904280147.aspx>。

圖 3.3-1 阿里山偏鄉無人機物流測試成果展示圖

表 3.3-1 近年國內公務單位無人機物流運送測試及驗證案例彙整表

辦理單位	辦理計畫	測試場域	測試載重	飛行距離
交通部	無人機整合示範計畫推動及管理服務(2020年)	屏東縣東港郵局至琉球郵局	5 kg 以上	約 16 公里

	無人機整合示範計畫 II-物流運送之深化應用(2021 年)	桃園市復興郵局(介壽國中舊址操場)至華陵里(拉拉山遊客中心停車場)	區分 25 kg 以下及以上兩類	約 22 公里
經濟部	建立無人機偏鄉後勤補給運送機制(2022 年)	新竹縣尖石郵局至新光部落(新光國小)	25 kg 以上	約 21.2 公里

資料來源：本計畫彙整。

三、無人機導入偏鄉及離島物流運送之優勢

綜整上述國內既有測試驗證計畫及上節國外相關案例分析，若將無人機導入至國內偏鄉或離島的物流運送模式，可具備三大共通優勢：

1. 增加運送可達性

無人機具備飛行靈活且機動性高的優點，可促使偏鄉、離島間或離島與本島間的物資運送將不受地形或道路條件限制而使運送可及範圍擴大。

2. 縮短運送時間

既有以陸運為主的偏鄉物流運送模式易受山區道路崎嶇或天候致使道路坍方中斷的影響，導致貨品運送時間增加。而由於無人機可突破距離限制，將有利於既有運輸模式的便捷性提升與節省時間成本；另對於在離島物資運送上，亦可協助減少多次疊貨的必要性及降低既有船班班次的仰賴性，可望縮短物流運送時間。

3. 提升物流作業人員的安全性

偏鄉地勢較險峻且地質多脆弱，促使偏鄉物流運送作業風險性高；離島船舶運行之穩定性則易受海象影響，以致人員的安全風險增加。無人機的導入將有利於偏鄉、離島物流運送人員的安全管理，保護作業人員安全。

四、無人機應用於物流運送之情境與課題分析

本計畫考量國內偏鄉與離島的位置及人口分布，並參考本所於民國 109 年及 110 年無人機整合示範計畫計畫成果、國內無人機相關廠商訪談結果，

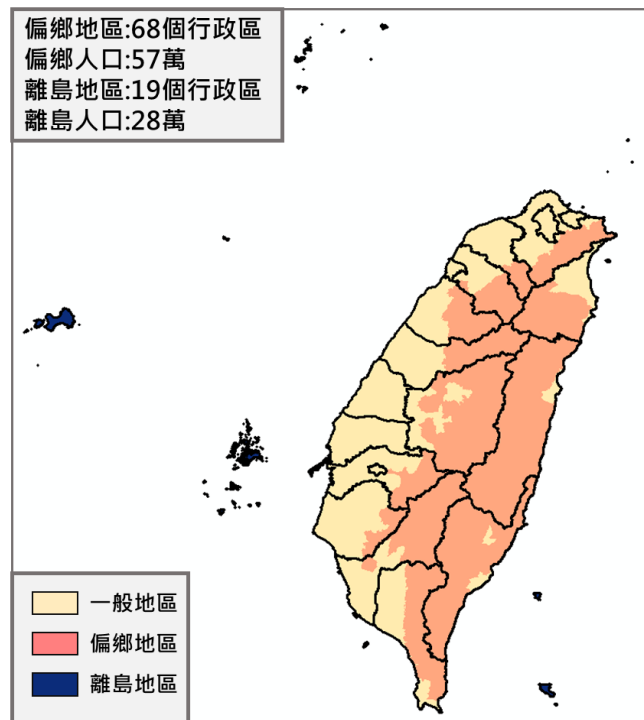
綜整出國內無人機物流運送至偏鄉、離島之發展情境，以及各情境中可能面臨的困境與需要克服的技術，藉此釐清相關技術需求。

1. 國內偏鄉與離島地區分布

臺灣離島包括澎湖、金門、連江、蘭嶼、綠島、小琉球等島嶼，全臺共計有 19 個行政區屬於離島地區，離島地區之戶籍人口達 28 萬人。其中，澎湖、金門、連江皆又由多個島嶼所組成。

在國內偏鄉方面，根據內政部定義屬「偏遠地區」鄉鎮地區，全臺共計有 65 個偏遠鄉鎮，扣除蘭嶼鄉已歸納為離島以外，屬於偏鄉地區的行政區共有 64 個，主要分布於中央山脈及臺灣東部一帶，橫跨新北市、桃園縣、新竹縣、苗栗縣、臺中市、南投縣、嘉義縣、臺南市、高雄市、屏東縣、宜蘭縣、花蓮縣、臺東縣等 13 個縣市，偏鄉地區之戶籍人口達 68 萬人。

綜上所述，國內無人機物流運送於偏鄉與離島情境的各行政區位置如圖 3.3-2，這些行政區若都能接受無人機物流運送的服務，總服務人口可達百萬人。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.3-2 國內無人機物流情境地區分布圖

2. 偏鄉及離島物流運送發展情境

(1) 偏鄉物流運送情境

受限於當前無人機通訊、偵測與避讓等技術尚待精進，而都市飛行環境複雜，故都市與偏鄉間之無人機物流運送仍尚在測試階段。依

國內已完成測試驗證之偏鄉無人機物流模式，可概分為二類服務模式情境，如圖 3.3-3 所示：

A. 偏鄉據點至據點間之物流運送

將物資由偏鄉重要據點(如郵局、學校等)利用無人機送至其他交通運具不易到達之地區據點 (如深山部落等)。無人機起降點皆設置在空曠地，以確保人群安全。視無人機續航能力，飛行路徑間可能設置單個或多點中繼站，且在物流第一哩、最後一哩路仍需結合陸運或其他交通運具來完成整體物流配送。運送物品以醫療、緊急民生、郵件、零售商品等為主。

B. 偏鄉據點至門戶之偏鄉物流運送

利用無人機將物資由偏鄉重要據點直送至門戶，運送物品以醫療、緊急民生、郵件、零售商品等為主。惟物流第一哩路仍需結合陸運或其他交通運具來完成整體物流配送，可透過與零售商、物流業者、無人機服務商合作而達成。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.3-3 國內偏鄉無人機物流情境分類圖

(2) 離島物流運送情境

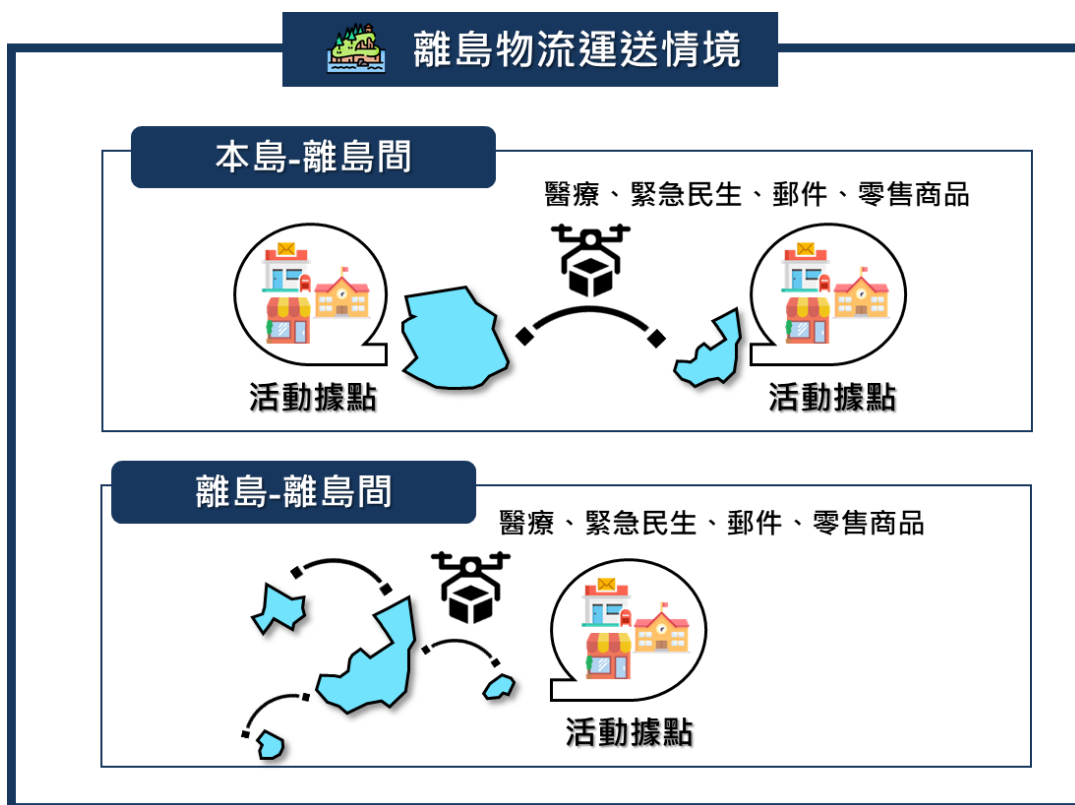
可區分為本島至離島間、離島至離島間物流運送等二類服務模式情境，如圖 3.3-4 所示。其中，從民國 109 年無人機整合示範計畫之東港至小琉球飛行測試可知，國內已有本島送往至離島之物流運送已有相關測試經驗。

A. 本島至離島間之物流運送

即臺灣本島至小琉球、澎湖、綠島、蘭嶼等離島的物資運送。起端及終端之無人機起降點或起降場可設置於地方重要據點(如郵局、學校等)或商店。運送貨品以醫療、緊急民生、郵件或零售商品等為主。

B. 離島至離島間之物流運送

即主島與其周邊群島間（如澎湖本島至望安島等）的物資運送。起端及終端之無人機起降點或起降場可設置於地方重要據點(如郵局、學校等)或商店。運送貨品以醫療、緊急民生、郵件或零售商品等為主。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.3-4 國內離島無人機物流情境分類圖

3. 偏鄉及離島物流運送課題分析

無人機不論應用於偏鄉或是離島的物流運送，皆面臨飛航、通訊及交通管理等三大層面課題，綜整如表 3.3-2 所示，分析如下：

(1) 飛航層面課題

A. 無人機耐候性

臺灣偏鄉多位於山區一帶，天氣狀況多變，離島海上亦常發展強風、降雨、起霧等狀況，因此無人機需具備較佳的耐候能力。

B. 無人機續航力

當前國內與國際間對於無人機續航力與載重能力的同步提升仍有進步空間，故現階段無人機適合進行短距離的物送運送服務，亦或需仰賴於航程中設置單個或多個中繼站來滿足長程物資運送的需求。而在無人機應用於離島物流運送模式中，因飛行跨越海域時缺乏可作為無人機中繼站或緊急迫降點之天然腹地，以致無人機需具備高續航能力，所需遙導控距離亦較長。

C. 無人機視距外飛行

不論在偏鄉或離島物流運送中，無人機航程將超過視線可及範圍，故對於無人機之自主偵測與避讓能力、導航定位精度等皆需有所提升。

(2) 通訊層面課題

臺灣偏鄉山區的 GPS 衛星訊號容易受到地形阻隔而受阻，離島海上訊號亦較不穩，促使地面控制站與無人機之間的遙導控不易，無人機亦需要有好的訊號接收能力，方能滿足偏鄉及離島之無人機物流運送需求。

(3) 交通管理層面課題

不論在偏鄉或離島物流運送的情境中，無人機飛航安全除需確保機體本身飛控系統穩定性外，亦需進行無人機飛航前的航線規劃，以及飛航期間對於無人機的監控，以確保無人機與其他無人機間、無人機與有人機間的飛航安全。因此，對於物流無人機之識別、機隊管理與資安防護的技術需有所提升。

表 3.3-2 國內無人機應用於物流運送之課題與性能需求對照表

情境	課題層面	涵蓋課題項目	無人機性能需求
偏鄉	飛航	天氣狀況多變	高耐候性
		航程超過視線可及範圍	視距外飛行/自動化飛行
		飛行路徑有障礙物	偵測與避讓能力強
		傳統 GPS 定位精度不足	高定位精度
	通訊	山區訊號易受阻隔	訊號接收能力強
		易受自然電波干擾	抗電磁干擾
	交通管理	無人機間、有人機與無人機間的飛航安全	無人機遠端識別、機隊管理、資安防護
離島	飛航	飛行距離較遠	高續航力
		海象狀況多變	高耐候性
		航程超過視線可及範圍	視距外飛行/自動化飛行
		飛行路徑有障礙物	偵測與避讓能力強
		傳統 GPS 定位精度不足	高定位精度
	通訊	距離訊號發射源遠	遙導控距離長
		易受自然電波干擾	抗電磁干擾
	交通管理	無人機間、有人機與無人機間的飛航安全	無人機遠端識別、機隊管理、資安防護

資料來源：本計畫彙整。

3.3.2 物流運送關鍵技術研析

從 3.3.1 節的歸納整理，得知無人機進行物流運送所應具備的技術需求，甚至在面對不同情境下，所要求的無人機性能與規格亦有所不同。為掌握上述各無人機之性能需求所對應之無人機所需發展的關鍵技術，本計畫以前述所設定之發展情境為基礎，進一步與國內多位專家學者、廠商進行訪談，並彙整本所於民國 110 年出版之「無人機整合示範計畫推動及管理服務示範計畫成效報告書」中針對中華郵政等單位訪談，盤點出國內無人機應用於物流運送應當掌握的五大關鍵技術（如圖 3.3-5 所示），說明如下：

一、提升機體耐候性，因應偏鄉及離島多變氣候

我國針對無人機物流運送的情境設定為偏鄉與離島，偏鄉所在的山區其天氣變化快速，常遇溫度驟降或突發的降雨、起霧、強風等情形；同樣地，離島位處海上，物流運送途中行經海面，容易受到海象變化的影響，而有強風、降雨的現象。因此，不論是在偏鄉或離島進行物流運送，對於無人機的耐候性需求皆較高。

因此，本計畫建議機體可透過強化槳葉穩定性、提升機殼材質及調整機身結構，以提升機體耐候性。

二、依服務應用及營運需求，權衡載重與續航能力的提升及噪音音量的控管

發展無人機進行物流運送，載重能力與續航能力扮演著重的角色。續航能力高代表可以飛行的距離越遠，因此可供服務的範圍越廣，提升各地區的服務可及性；載重能力越高代表可以運送的貨物越重，可以裝載多樣重量較輕的物品或單一較重的物件，提升可供運送貨物類型的彈性。另隨著無人機服務範圍擴大，相關噪音防制應有所重視，可於機體設計階段透過槳葉、馬達匹配等方式來降低機體飛行時所產生的音量。

然而續航與載重能力表現呈現反比，因此未來的技術發展上，建議可根據營運需求，分別發展低載重與高載重無人機：針對運送食物、零售商品的營運服務模式，是以發展低載重技術項目，應透過加強動力系統，以提升續航能力，進而擴大服務範圍；針對運送大型貨物的營運模式，或是未來拓展載人應用，則以發展高載重技術項目，在確保續航能力達到基本要求的服務範圍的情況下，加強載重能力。

三、提升飛控、偵測與避讓系統，實現自動化與視距外飛行

物流運送的路途動輒數公里，已超出地面控制站人員視野能及的範圍。另實際運送途中可能會有其他障礙物的出現，特別是在降落卸貨的時候，由於與地面距離較近，更多固定或是會移動的障礙物會影響無人機，因此避障技術對於無人機、民眾的安全非常重要。

因此未來我國發展無人機物流運送的業務，自動化與視距外飛行技術乃不可或缺，其中飛行控制系統又是掌握整個無人機控制的核心系統。建議可透過提升無人機定位及定姿系統，並整合自動控制、遠距無線通訊、微機電系統整合、機械結構、遙感探測、空間資訊加值處理等技術，促使飛控系統能快速且準確的整合相關系統所接收、判斷的資訊與數據，以及搭載感測器偵測障礙物，透過地面控制站傳送指令而使無人機即時進行避讓，進而促使無人機在視距外能安全自動化飛行。

四、提升通訊及定位能力，以確保遙導控系統的穩定性及擴大飛行服務範圍

為確保飛行穩定性，並擴大飛行服務範圍的可能性，應藉由確保飛行時的通訊穩定、提升導航定位精度，以及結合抗電磁干擾技術，促進無人機的遙導控的穩定性，進而使無人機可沿指定航線安全、準時及準確地飛行。

1. 提升通訊與定位服務範圍

我國針對無人機物流運送的情境設定為偏鄉與離島，這些地點往往較為偏僻且距離遙遠，飛行途中如果地面控制站臨時有指令上的變更，必須要能隨時傳遞給無人機，因此遙導控距離必須夠長，方能使無人機即便在遠方亦能接收到地面控制站所發送之命令。

有鑑於無線 Wi-Fi 通訊操控距離有限，難以實現視距外飛行，故建議可改以著重於採用第四代行動通訊技術(4G)，甚至是第五代行動通訊技術(5G)網路通訊，藉此提升通訊穩定性，進而提升營運服務的範圍。

2. 達成精準定位

定位精度的高低將直接影響管控單位掌握無人機位置的準確度，若定位精度不夠，很可能造成安全問題，包括無人機誤入禁航區、偏離航線、撞上障礙物等等。

因此基於安全考量，無人機所使用的導航系統應當具有高定位精度的技術。建議可採用 RTK^[18]即時動態定位、PPK^[19]事後差分定位或 SLAM^[20]同步定位與地圖構建等技術，提升無人機定位定姿系統，以將定位誤差縮減。

3. 抗電磁干擾

無人機執行物流運送任務中，必須保持無人機與衛星之間的定位訊號能穩定傳輸，才能確保無人機的正確位置；同樣地，地面控制站與無人機之間的通訊也必須保持連線不中斷，以此確保突發狀況發生時，地面控制站能立刻傳送指定控制無人機進行相對應的反應。

然而電磁干擾可能導致以上傳輸通訊出現問題，特別是在都市區域或高建築物較多的區域，會產生電磁干擾的來源更多；另一般雷電、靜電及自然輻射等自然電磁干擾因素，亦會對無人機系統造成影響。因此建議可透過減少輻射干擾或提高射頻輻射等抗干擾能力，來避免遙控受到壓制或導航定位不精準，以致無人機在空中懸停、返航或是迫降。

五、發展無人機飛航管理系統及提升資安防護能力

無人機應用於物流運送達商業營運程度後，將有大量無人機同時在天空執行任務，需要有一套完整的無人機交通管理系統來針對無人機飛航前、飛航中及飛航後進行管理，方能保證空域安全。以此概念下，機隊管理、遠端識別、資訊安全防護是重要的關鍵技術。

1. 遠端識別

在無人機上安裝遠端識別的相關裝置，能讓無人機被辨識與定位，並作安全回報，以利執行單位持續追蹤及監視。

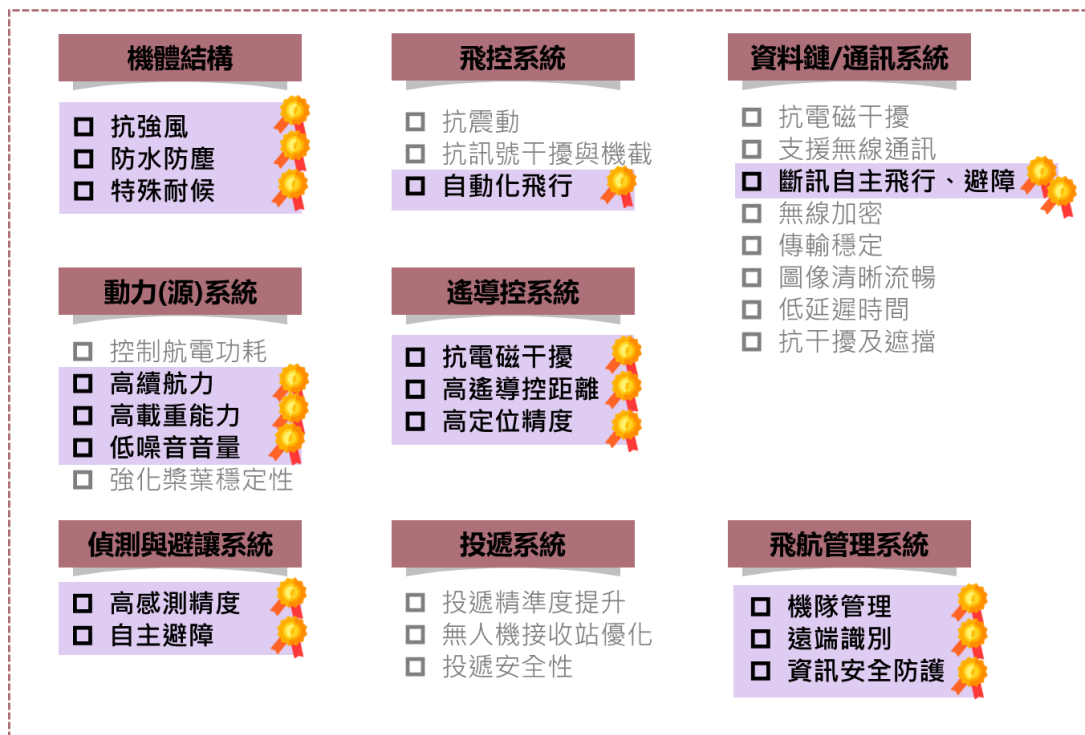
2. 機隊管理

有效的機隊管理可以讓管制人員掌握無人機的動態資訊，進行無人機最佳航線規劃及即時監控、操作，並管理及存取飛行數據，以確保飛航安全。

3. 資安防護

加強資訊安全防護技術，則是能有效防止資料外洩、避免遭受駭客入侵進而操控無人機。

物流運送關鍵技術



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.3-5 無人機應用於物流運送關鍵技術圖

3.4 無人機科技產業發展利基評估

本計畫已於 3.2 節、3.3 節掌握國內無人機應用於橋梁巡檢與物流運送分別可擴展之關鍵技術，以滿足國內既有之需求與解決痛點。而為了解各關鍵技術是否可作為國內無人機科技產業之重要發展利基，本計畫進行國內相關產業型態、國內無人機產業鏈及專利分析，從既有相關產業競爭力、無人機產業生態系及發明專利產業化等三個面向，來評估在國內無人機科技產業導入橋梁巡檢與物流運送發展下，作為朝向國際市場發展的利基。

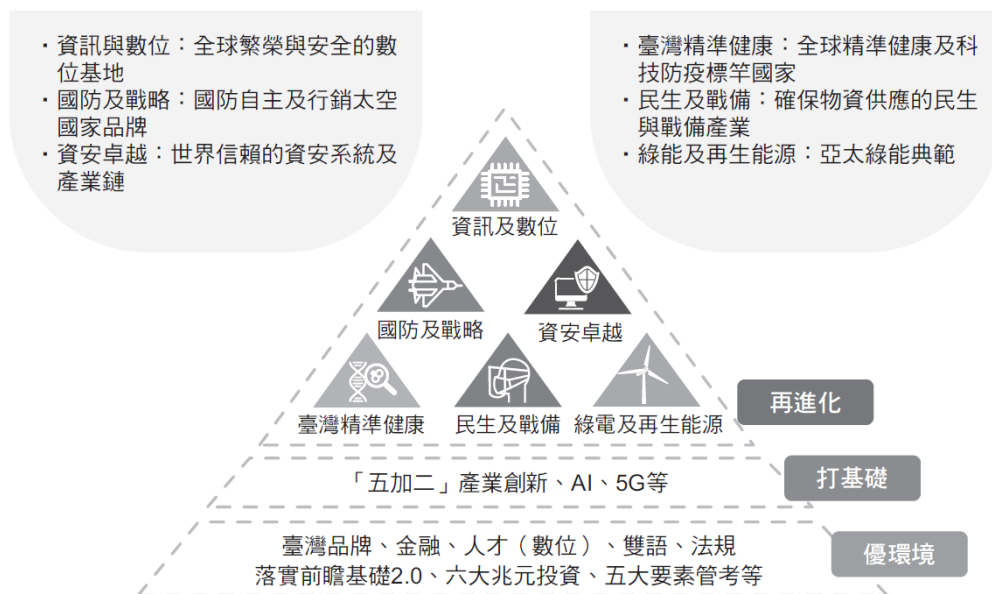
一、國內相關產業型態分析

1. 臺灣產業發展進程

從臺灣產業發展脈絡來看，1950 至 1960 年代以製造業為導向的臺灣，已逐漸走向以創新為導向，發展技術、知識密集之相關產業。在 1980 至 2000 年代政府政策引導下，臺灣 ICT^[3]資通訊科技、半導體、光電等高科技產業歷經萌芽、奠基、起飛後，現今技術已發展成熟，其觸角廣伸入各領域。

近年伴隨著全球 ICT^[3]市場朝向數位化、無人科技、未來商業(Future of Commerce)、雲端服務、人工智慧、資安、物聯網等技術驅動下，為使臺灣邁向數位轉型階段，經濟部已陸續推動「5+2」產業創新 2.0、六大核心戰略產業、高科技研發/製造中心、產業發展新型式等政策，以重新布局臺灣產業戰略(如圖 3.4-1 所示)，並以強化產業創新研發價值、引導產業創新轉型與發展模式、健全產業環境永續基盤作為三大科技施政重點，來推動臺灣產業科技發展(如圖 3.4-2 所示)。

若就整個無人機應用於交通領域之相關技術發展來看，臺灣資訊和數位、資安等技術皆已納入國內推動的六大核心戰略產業之一。資訊和數位產業係以研發新世代半導體技術、擴大人工智慧物聯網(Artificial Intelligence of Things, 簡稱 AIoT^[59])應用場域，與整合國產 5G 開放性無線接入網路(Open Radio Access Network, O-RAN^[60])方案作為主要策略，藉此維持我國資通訊技術領先，並輸出 AIoT^[59]解決方案打入國際電信設備及系統。資安產業之策略做法則在於研發 5G、半導體等防護技術、開發 AIoT^[59]等領域解決方案。以上兩產業之推動皆顯示通訊及半導體技術為發展關鍵。



資料來源：國發會及行政院網站；中經院國際所整理，2022年5月。

資料來源：2022/2023 產業技術白皮書，經濟部技術處，110年9月。

圖 3.4-1 臺灣產業戰略布局圖



資料來源：經濟部技術處；中經院國際所整理，2022年5月。

資料來源：2022/2023 產業技術白皮書，經濟部技術處，110年9月。

圖 3.4-2 經濟部科技施政方向圖

2. 臺灣通訊產業發展

近年來臺灣通訊產業占全球比重持續上升，MIC 資策會產業情報研究所 (Market Intelligence & Consulting Institute) 預估至 2022 年已可達 18%，平均每 4 年市占成長 2%，並以行動通訊與無線通訊作為成長動能：

- (1) 因應美中貿易戰促使消費端對於通訊零組件的需求提升、5G 商用發展，行動通訊快速成長，資策會即預估 2022 年臺灣 5G 產業成長 20.3%，達 2.4 兆新臺幣，占臺灣整體通訊產業達 55%。
- (2) 疫情驅動居家上班，而提升對於 Wi-Fi 無線寬頻裝置的需求。雖主要廠商受產業上游零組件漲價、備料存貨增加、海空運成本提升而使其毛利率略為衰退，但預估 2022 年臺灣產業仍占全球比重 16.8%，年成長 7.5%，達 9,525 新臺幣。

近年來受惠於 5G、AI、物聯網等持續成熟化，O-RAN^[60]開放性無線接入網路、行動邊緣運算(Mobile Edge Computing)軟硬體及通訊專網為臺灣通訊產業的新動能，帶動對於交換器、通訊周邊零組件與相關處理晶片(Integrated Circuit, 簡稱 IC^[61])等的需求，給予臺灣通訊產業上、下游廠商新的發展利基。臺灣通訊產業鏈及代表廠商綜整於表 3.4-1。

表 3.4-1 臺灣通訊產業鏈及代表廠商彙整表

產業鏈	產品	國內外相關廠商數量 (截至 2022 年 10 月底)	國內代表廠商	
上游	通訊終端零組件	塑膠及金屬機殼	國內 12 家、國外 3 家	可成科技、鉅祥
		印刷電路板	國內 5 家、國外 3 家	聯茂
		主/被動元件	國內 24 家、國外 4 家	台達電、禾伸堂
		記憶體	國內 10 家、國外 3 家	華邦電
		微處理器	國內 3 家、國外 3 家	宇智、擘亞科技
		網路晶片	國內 5 家、國外 7 家	台達電
		線材	國內 18 家、國外 3 家	大山、榮興電線、正歲
		其他零組件 (如衛星定位與感測器晶片、射頻晶片、散熱片等)	國內 21 家、國外 1 家	台達電
下游	網路通	網路設備 (如數據機、網路卡、閘道)	國內 60 家、國外 4 家	台達電、鴻海、華碩、台聯電

產業鏈	產品	國內外相關廠商數量 (截至 2022 年 10 月 底)	國內代表廠 商
訊 終 端 應 用	器、路由器、機上 盒等)		
	光通訊設備 (如 光纖電纜、光主被 動元件、光傳輸終 端設備等)	國內 30 家、國外 4 家	台達電、華 榮、台聯電
	無線通訊設備 (如 行動電話、衛星導 航系統、衛星與微 波通訊設備)	國內 58 家、國外 4 家	台達電、光 寶科、東訊
	有線通訊設備 (如 類比與網路電話 機、傳真機、網路 攝影機)	國內 13 家、國外 3 家	台達電、三 洋電、東訊
	電信服務	國內 9 家、國外 3 家	中華電、遠 傳、台灣大 哥大

資料來源：產業價值鏈資訊平台 (<https://ic.tpex.org.tw/introduce.php?ic=I000>)；本計畫彙整。

3. 臺灣半導體產業發展

依據資策會產業情報研究所的分析，近年臺灣半導體產業的市場規模持續成長，IC 設計、IC 製造、IC 封測等次產業皆蓬勃發展，並以 IC 製造為成長幅度最大。雖 2022 年受通膨及戰爭衝擊、疫情紅利所形成的電子終端需求反轉等影響，半導體市場成長幅度不如 2011 年成長顯著，但市場規模仍達 6,056 億美元，明年預期可達 6,086 億美元（如圖 3.4-3 所示）。

- (1) IC 製造年營收逐季成長 2.3 兆新臺幣，全年營收成長 33%，主要為受全球半導體長期需求與產能供不應求影響，有利於晶圓代工價格。
- (2) IC 設計產業因對於記憶體晶片 (Memory Integrated Circuit)、微元件晶片 (Micro Component Integrated Circuit)、數位/邏輯晶片 (Logic Integrated Circuit)、類比晶片 (Analog Integrated Circuit) 等各類型晶片需求高，預估產值可達 1.27 兆新臺幣。

(3) 雖第一季受到終端消費性電子需求減弱影響，IC 封測需求降低，但預期後續產值將回歸正成長，預估產值將達 6,765 億新臺幣。臺灣半導體產業鏈及主要相關廠商相關資訊彙整如表 3.4-2 及表 3.4-3 所示。



資料來源：資策會產業情報研究所，110年10月。

圖 3.4-3 全球半導體市場規模發展趨勢圖

表 3.4-2 臺灣半導體產業鏈及國內代表廠商彙整表

產業鏈	製造階段	國內代表廠商
上游	矽晶圓製造	環球晶、合晶
	IC 設計	聯發科、聯詠、瑞昱
中游	IC 製造	臺積電、聯電、旺宏
下游	IC 封測	日月光、矽品、欣銓

資料來源：本計畫彙整。

表 3.4-3 臺灣晶片類型之國內主要廠商分布彙整表

晶片類型	功能	IC 設計代表廠商	IC 製造代表廠商	IC 封測代表廠商
記憶體晶片	儲存資料。	晶豪科、愛普、鈺創	記憶體製造：旺宏、華邦電、南亞科	晶片封裝：日月光投控、力成、碩邦、華東、南茂
微元件晶片	特殊資料處理，可分為微處理器(MPU, Micro Processor Unit)、微控制器(MCU, Micro Controller Unit)、數位訊號處理器(DSP,	聯發科、威盛、凌陽、盛群	晶圓代工：臺積電、穩懋、聯電、力積電、世界、元隆、宏捷科、茂	晶片測試：日月光投控、京元電子、力

晶片類型	功能	IC 設計代表廠商	IC 製造代表廠商	IC 封測代表廠商
	Digital Signal Processor)、微周邊 (MPR, Micro Peripheral)等四類。		矽、新唐、漢磊、敦南	成、欣銓、矽格
數位/邏輯晶片	邏輯運算。	聯發科、聯詠、義隆、矽創、群聯、瑞昱、瑞鼎、敦泰、揚智、祥碩、譜瑞-KY、矽力-KY、奇景		
類比晶片	處理類比訊號。包含訊號轉換晶片 (Signal Conversion)、放大器 (Amplifiers/Comparators; Signal Conditioning)、接口晶片 (Interface)、通用型電源管理晶片 (Power Management; General Purpose)。	茂達、致新、聯發科、類比科、富鼎		

資料來源：本計畫彙整。

二、國內無人機產業鏈與相關專利分析

國內無人機產業鏈依上游至下游可大致分為技術開發、零組件製造、零組件認證、系統整合、整機檢驗等 5 大階段。其中，國內廠商以零組件製造為主，其次為系統整合，再者為技術開發（如圖 3.4-4、表 3.4-4 所示），分析如下：

1. 零組件製造

以生產動力、飛控與機體材料等所需零組件為主。

- (1) 動力系統以生產電池、馬達為主。其中，臺灣在鋰電池產業布局近乎完整，上游為原材料機殼製造，中游為電池芯製造，下為電源控制板製造。上游因專利卡位與技術材料不足而掌握度較低，發展速度較國際緩慢，需仰賴國外進口，然而廠商正致力改良材料，研發鋰電池正極材料與電解液，未來可望能夠突破障礙。
- (2) 飛控系統主要由 IMU 慣性測量單元、GPS、指南針與氣壓針等組件所組成，而國內以飛控晶片、衛星定位晶片、微處理晶片等為主要生產項目。
- (3) 機體材料可分成塑膠、鋁及複合材料。因複合材料具備輕量、結構強及抗腐蝕之優點，商用無人機多選用該材料設計。常見的複合材料包含碳纖維、玻璃纖維、硼纖維及紡綸纖維等，國內製造材料的公司多為傳統航太工業相關廠商。

2. 系統整合

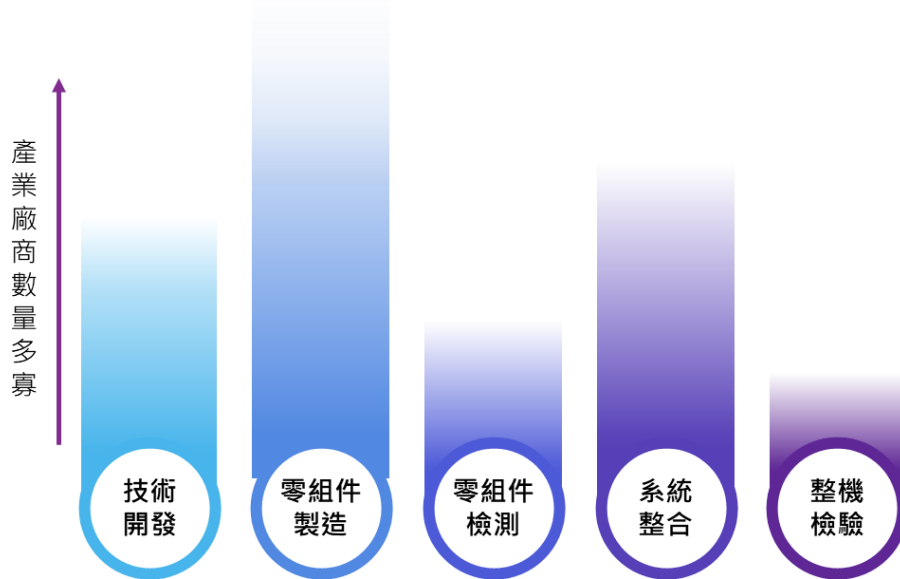
無人機系統整合係將選定及評測無人機零組件後，組裝為無人機並進行飛行測試來確保飛行穩定性。由於系統整合技術仰賴對於整體無人機系統的了解、技術經驗累積，故國內系統整合商以航空模型起家公司、立基已久之無人機廠商、以及國家研究機構為主。上述廠商多屬中小企業，國內仍較缺乏較具規模的系統整合商，進行無人機整機生產製造與整合。

3. 技術開發

隨消費與商用無人機之誕生，驅動無人機產業快速發展，這也使得國內業者，開始投入無人機專利之研發與布局。由於無人機技術開發主要係由應用項目而帶動研發需求，故國內相關技術開發單位主要由國家研究機構、民間廠商等所組成。國家研究機構，主要包含國家中山科學研究院(簡稱中科院)、經濟部管轄之工業技術研究院(簡稱工研院)及金屬工業研究發展中心(簡稱金屬中心)。民間廠商則視其業務需求而進行相關技術研發。

為掌握國內無人機相關技術研發能量，本計畫透過「中華民國專利資訊檢索系統」搜尋關鍵詞方式，搜索橋梁巡檢及物流運送對應各關鍵技術之相關專利的標題、摘明及權利說明，並予以分類與統計其專利數，以取得專利技術領域專中度。而由圖 3.4-5 及圖 3.4-6 可知，國內既有關鍵技術相關專利以通訊抗干擾、資安防護及 AI 人工智慧應用於影像辨

識最為主要集中，可看出國內專利技術與我國資通訊與半導體產業發達有關，係為我國自身具有的優勢。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.4-4 臺灣無人機產業鏈及廠商能量分布圖

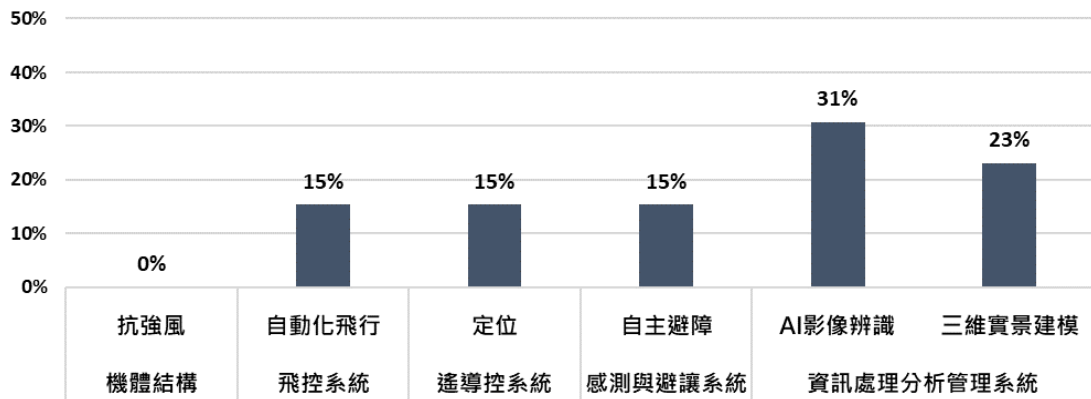
表 3.4-4 臺灣無人機相關產業廠商列表

產品開發流程	廠商彙整	
技術開發	法人/業者：漢翔航空、經緯航太、中光電智能機器人、臺灣希望創新、田屋科技、雷虎科技、智飛科技、璿元科技、翔隆航太、奧榮科技、通天國際、翔探科技、天空飛行科技、蒼穹科技、泰世科技等	
	學研機構：中科院、工研院、金屬中心、經濟部航太產業發展推動小組、臺灣大學、長榮大學、陽明交通大學、成功大學、虎尾科技大學、淡江大學、屏東科技大學、中華科技大學、逢甲大學、臺北科技大學、萬能科技大學、中信金融管理學院	
零組件製造	電池相關研製	中碳、喬信、群光、能元、中國電器、赫強、長園、尚智等
	馬達相關研製	六俊、富田、東元、廣營、千附、泓記、亞拓、應能等
	導控與感測模組研製（導控、感測、飛控、通訊、圖傳）	經緯、中光電、亞拓、田屋、碳基、敏通、原資、凌華、航見、翔探、臺灣希望創新、群光、新唐、佳邦、寰波、杰西迪、台灣數位光訊、英諾飛、智飛等

	機體系統研製 (機身、基座、旋翼、起落架)	雷虎、經緯、中光電、碳基、亞拓、田屋、臺灣希望創新、泰世、璿元、航見、尚皇、永塑、德大、六星、威翔、千附、天空飛行、樂飛、超毅航太、建昌、忠正、亞太精英等
零組件檢測	廠商自行測試檢驗或部分業者(如璿元科技)/學研機構(如金屬中心)提供檢驗服務	
系統整合	法人/業者：經緯航太、中光電智能機器人、臺灣希望創新、田屋科技、雷虎科技、智飛科技、璿元科技、翔隆航太、奧榮科技、通天國際、翔探科技、天空飛行科技、蒼穹科技、泰世科技等	
	學研機構：中科院、工研院、金屬中心	
整機檢驗	整機檢驗業務由民航局主管執行，並由中科院協助辦理無人機檢驗，確保廠商提供之文件符合實際運作安全要求	

註：本表僅摘要列出我國無人機產業相關廠商單位。

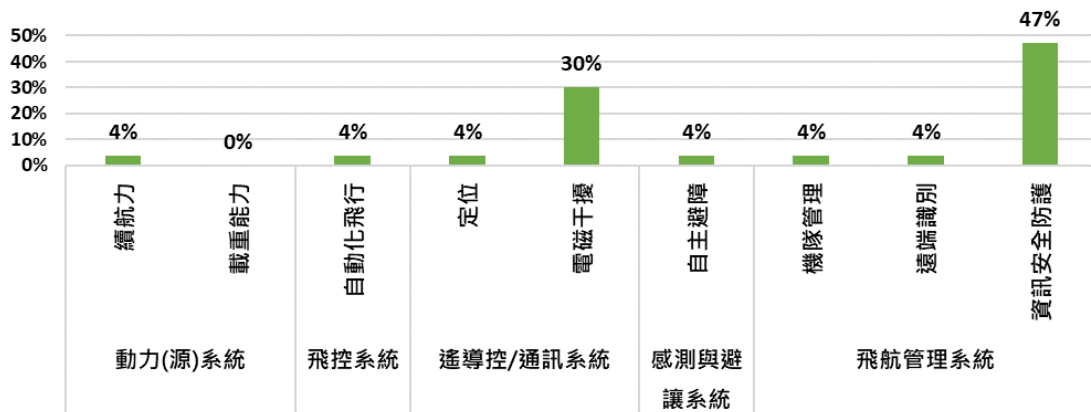
資料來源：本所，推動無人機科技產業發展先期研究規劃，民國 110 年；本計畫彙整。



註：資料統計至民國 111 年 10 月底。

資料來源：中華民國專利資訊檢索系統；本計畫繪製。

圖 3.4-5 無人機橋梁巡檢之國內關鍵技術相關專利分布圖



註：資料統計至民國 111 年 10 月底。

資料來源：中華民國專利資訊檢索系統；本計畫繪製。

圖 3.4-6 無人機物流運送之國內關鍵技術相關專利分布圖

三、發展利基評估

就國際整體無人機產業發展來看，我國發展無人機產業仍處於在胚胎期，而近年我國政府已逐漸投入大量資源，以促進國內相關產業蓬勃發展。為打入國際無人機產業市場，我國應掌握既有國內產業優勢作為發展利基，以利在國際市場上找到定位。

著眼於國內產業、技術及政策環境與全球經濟，本計畫從優勢(Strengths)、劣勢(Weaknesses)、機會(Opportunities)、威脅(Threats)等四大面向來評估未來國內無人機產業發展利基（如表 3.4-5 所示），說明如下：

1. 優勢

- (1) 我國資通訊產業鏈完整，無人機零組件製造能力強，具降低製造成本優勢。
- (2) 國內政府投入資源於無人機研發技術，亞洲無人機 AI 創新應用研發中心的設置促成產業聚落形成。
- (3) 國內政府推動無人機於公務應用。

2. 劣勢

- (1) 國內無人機市場尚未成形，限制廠商研發意願。
- (2) 國內公務應用、學研機構與產業界連結緊密度不足，限縮產業界研發速度，技術人才培育亦仍無法完整銜接。
- (3) 國內部分無人機關鍵零組件技術（如飛控、動力及感測元件等）尚待突破。
- (4) 國內無人機廠商多屬中小企業，缺乏較具規模的系統整合商進行整機生產與整合。
- (5) 國內最低價標採購規範限制業者研發意願。
- (6) 國內資安、空域整合等規範尚待制定，業者較無明確指引。

3. 機會

- (1) 亞太地區無人機市場成長快速，可出口佈局
- (2) 中美貿易戰促使我國量產能力可進入國際無人機市場。

(3) 我國禁用陸製無人機，開創國內無人機自主研製商機。

4. 威脅

(1) 亞太地區無人機市場面臨多國競爭局勢，對國內產業進入既有市場產生威脅。

(2) 陸製無人機具有價格優勢，使國內技術在成本上難以抗衡。

依據上述整體評估，本計畫提出未來以下三大國內無人機產業發展方向建議：

1. 我國通訊及半導體產業鏈具完整性且發展成熟，若投入無人機關鍵零組件的研製，可扮演原廠委託設計 ODM (Original Design Manufacturer) 或整合元件製造 IDM (Integrated Deviced Manufacturer) 的角色，並可透過採取成本優勢 (Cost Advantage) 策略，以創造最大價值。
2. 針對部分仍待突破的關鍵技術 (如動力及感測技術等)，應朝向共同開發 JDM (Joint Design Manufacturer) 方向發展，尋求與國外廠商進行技術移轉之合作模式，以節省自行研發的大量人力、時間與金錢成本，加快國內技術到位的速度及避免延誤商機。
3. 針對涉及資安疑慮之關鍵技術 (如飛控系統整合、後端資料處理、交通管理系統等) 仍宜由國內廠商進行研發與製造，應強化相關技術的垂直整合，以確保上述關鍵技術的穩定性。

表 3.4-5 臺灣無人機產業 SWOT 分析表

優勢	
產業環境	<ul style="list-style-type: none"> · 我國資通訊產業鏈完整，無人機零組件製造能力強，具降低製造成本優勢。
政策環境	<ul style="list-style-type: none"> · 國內政府投入資源於無人機研發技術，促成產業聚落形成 (亞洲無人機 AI 創新應用研發中心)。 · 國內政府推動無人機於公務應用。
劣勢	
產業環境	<ul style="list-style-type: none"> · 國內無人機市場尚未成形，限制廠商研發意願。
技術環境	<ul style="list-style-type: none"> · 國內公務應用、學研機構與產業界連結緊密度不足，限縮產業界研發速度，技術人才培育亦仍無法完整銜接。 · 國內部分無人機關鍵零組件技術 (如飛控、動力及感測元件等) 尚待突破。

	<ul style="list-style-type: none"> 國內無人機廠商多屬中小企業，缺乏較具規模的系統整合商進行整機生產與整合。
政策環境	<ul style="list-style-type: none"> 國內最低價標採購規範限制業者研發意願。 國內資安、空域整合等規範尚待制定，業者較無明確指引。
機會	
經濟環境	<ul style="list-style-type: none"> 亞太地區無人機市場成長快速，可出口佈局。 中美貿易戰促使我國量產能力可進入國際無人機市場。
政策環境	<ul style="list-style-type: none"> 我國禁用陸製無人機，開創國內無人機自主研製商機。
威脅	
經濟環境	<ul style="list-style-type: none"> 亞太地區無人機市場面臨多國競爭局勢，對國內產業進入既有市場產生威脅。 陸製無人機具有價格優勢，使國內技術在成本上難以抗衡。

資料來源：本計畫彙整。

3.5 關鍵技術及服務應用推動策略與效益評估指標

推動我國無人機於橋梁巡檢及物流運送應用的產業發展，需仰賴無人機關鍵技術、場域及規範等三大面向的相互搭配及支援，以滿足國內相關產業發展需求、達成政策目標。以下分別就無人機導入橋梁巡檢、物流運送的推動策略提出建議：

3.5.1 無人機導入橋梁巡檢推動策略

為實現臺灣橋梁巡檢智慧化，並提升橋梁檢測現場作業效率、安全與橋梁檢測資料準確性，在 2025 年導入無人機於交通部管理之橋梁檢測作業流程前，無人機飛航及資料數位化技術皆需有所突破，並輔以既有橋梁檢測相關規則的修訂、無人機應用於橋梁巡檢作業流程之制定，方能實現無人機應用於橋梁巡檢的目標。

在上述推動方向的架構下，本計畫針對上述建議之關鍵技術、場域、法規策略及短、中、長期之推動進程(如圖 3.5-1 所示)，說明如後：

一、關鍵技術推動策略

1. 飛航技術精進

建議於 2024 年前應提升橋梁檢測項目之覆蓋率，相關基本技術的突破包含無人機在橋梁下方的定位精度、防碰撞及續航力提升、機體微型化發展，以及發展無人機在抗風、自主避障的能力，以促使橋梁巡檢實現自

動化。上述相關技術並應於 2025 年無人機開始導入橋梁巡檢應用後持續進行優化。

2. 資料數位化

(1) 影像辨識技術精進

橋梁構件的影像辨識率在 2024 年前亦應有所提升。考量橋梁構件多樣，建議應以影響橋梁安全的構件作為首要對象，並確定無人機技術可協助的構件項目，以利於機器學習訓練的進行。

(2) 三維實景模型建置

為實現橋梁巡檢自動化，以及方便查閱橋梁構件之相對位置，應於 2025 年將無人機導入橋梁檢測作業流程前，開始建置橋梁及其周邊環境三維實景模型，初期以完成橋梁外觀離形為重，以利無人機自動化飛行之路線規劃；而後發展模型動態生成技術，藉此降低人工建置模型衍生的時間與金錢成本。後續並應持續優化模型精細度及自動化生成技術。

二、場域推動策略

混凝土橋占全臺橋梁之大宗，建議作為無人機主要導入橋梁檢測的對象，以達規模經濟之效。此外，無人機的導入旨在輔助既有橋梁檢測作業，掌握無人機之靈活機動性強的特點，應優先針對當前檢測作業費時、操作風險高且花費成本高等檢測不易的橋梁(例如跨河橋、高跨度橋與山區橋梁等)進行相關作業技術的突破，以達公共安全之目標。在 2025 年後亦應陸續視其他橋梁管養單位的需求，協助將無人機技術導入至其他橋梁檢測應用上。

三、相關規範推動策略

1. 既有橋梁檢測規則修訂

配合關鍵技術推動進程，釐清無人機可協助國內橋梁巡檢作業的程度，而後視作業流程需求與必要性，修訂「公路養護規範」、「公路橋梁檢測及補強規範」、「鐵路鋼結構橋梁之檢測及補強規範」、「高速公路養護手冊」等既有橋梁檢測規則。

2. 無人機硬體規格及相關資料格式制定

建議於 2023 年開始針對關鍵技術之相關硬體規格、後端資料處理格式、影像辨識精度、三維實景模型建置標準皆應有所制定，以利 2025 年無人

機在橋梁檢測的導入。本計畫參考 2.2 節國際相關標竿案例，提供國內發展橋梁檢測之無人機規格建議，如表 3.5-1 所示。

3. 無人機應用於橋梁檢測作業流程制定

為確保無人機應用於橋梁檢測上的效率性，並減少作業過程中的錯誤產生，建議 2025 年將無人機導入橋梁檢測作業流程前，針對無人機應用於橋梁檢測作業流程進行制定。

表 3.5-1 國內橋梁檢測無人機合適規格建議表

關鍵技術推動策略	關鍵技術項目	國內規格建議	國際標竿案例參考	
飛航技術精進	抗風	抗 5 級風以上	Aertos 130IR、Skydio2+	達抗 5 級風
			ANAFI Ai	達抗 7 級風
	機體微型化	視檢測需求而定	Skydio2+ 可達 22.9 x 27.4 x 12.6 公分	
	續航力	至少 30 分鐘	Elios3、Aertos 130IR	10 分鐘以內
			Skydio2+、Falcon8+	10~30 分鐘
			ANAFI Ai、ACSL Mini	30 分鐘以上
	自動化飛行/ 自主避障	視檢測需求而定	Elios3、Skydio2+、ANAFI Ai 已具備自動化飛行能力	
定位精度	釐米級	-		
資料數位化	影像辨識	-	-	
	三維實景建模	-	-	

註：影像辨識與三維實景建模屬於後端處理，與無人機規格無關，故不予納入。

資料來源：本計畫彙整。

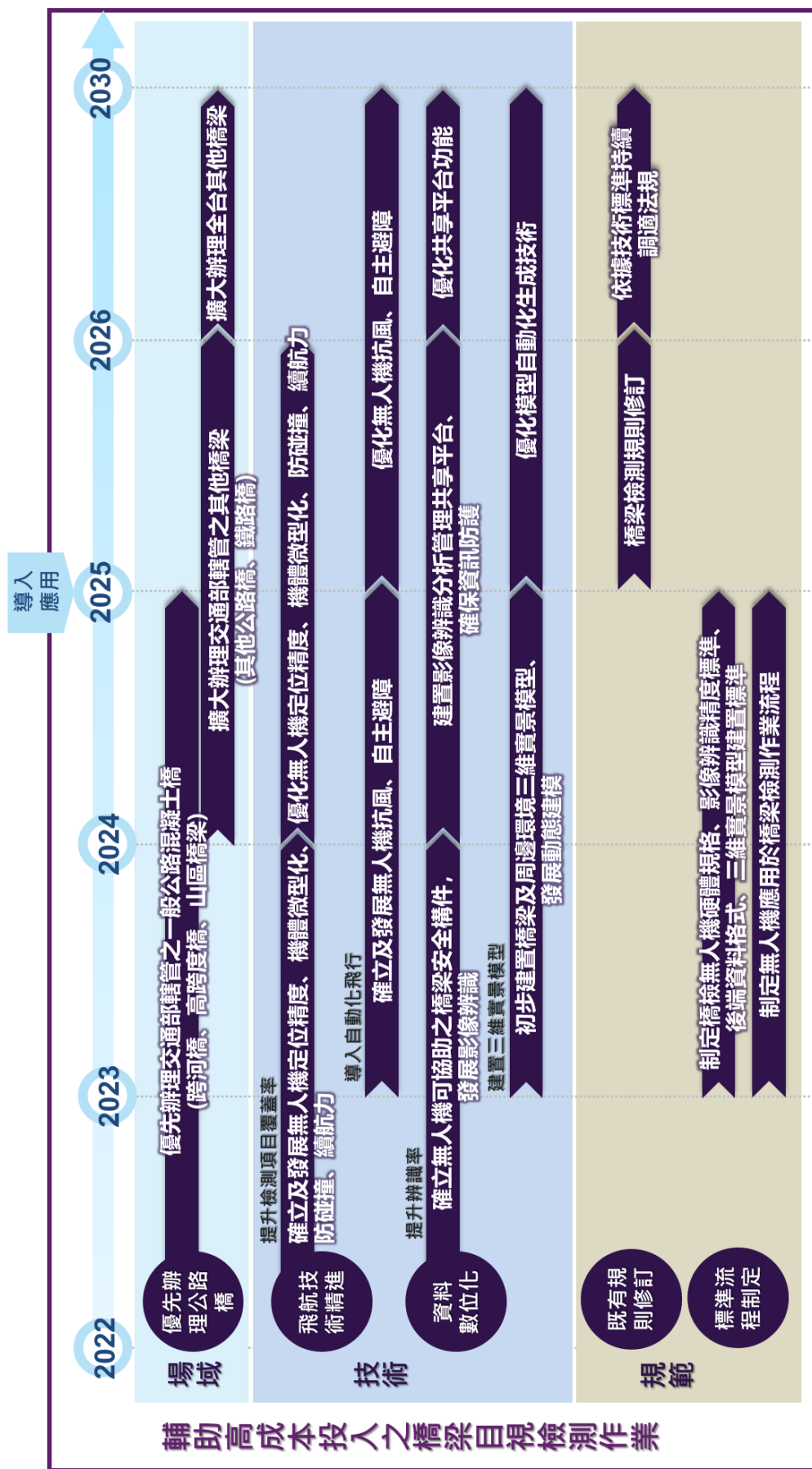


圖 3.5-1 國內無人機導入橋梁巡檢關鍵技術推動策略圖

資料來源：本計畫繪製。

3.5.2 無人機導入物流運送推動策略

為於 2025 年完成商業驗證(Proof of Business, 以下簡稱 PoB^[56])階段，以建立完成偏鄉、離島等物資運送的常態性營運機制，應於 2024 年完成服務驗證(Proof of Service, 以下簡稱 PoS^[57])。其中，建議 2023 年著重於確立無人機於偏鄉及離島的物流服務模式，工作項目包含整合無人機物流服務、評估飛行測試廊道、整頓無人機性能規格等；2024 年則朝向降低相關零組件、系統等研發及製造成本，並擴大驗證物流服務多條廊道，確保服務模式具備可複製性與擴展性，以穩定物流服務發展；2025 年後除持續優化無人機性能外，透過確立營運收費機制、國內外商轉投資等財源方向，促使營運規劃具備經濟可行性（如表 3.5-2 所示）。

另外依循國外發展經驗，PoB^[56]服務驗證階段應以累積飛行時數及次數為發展目標，透過多次飛行驗證來確保服務模式具可行性，故建議於飛行環境不複雜，且距離較短的飛行場域進行相關服務驗證。在 PoB^[56]商業驗證階段則應以長距離之線狀或面狀的雙向物流模式作為測試重點，藉此提升服務模式之規模經濟。

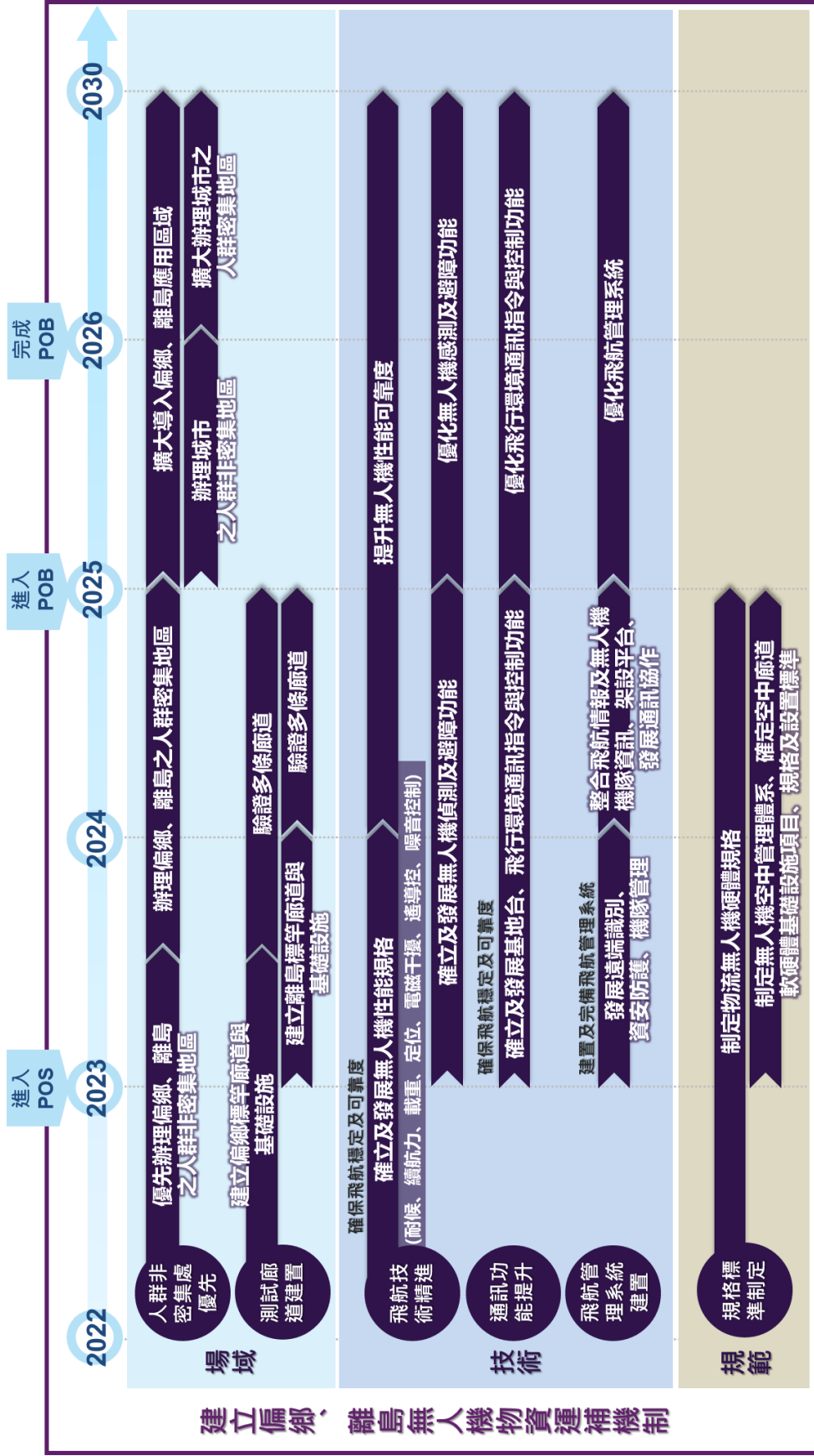
在上述推動方向的架構下，本計畫針對關鍵技術、場域、法規提出相關策略建議及短、中、長期之推動進程（如圖 3.5-2 所示），說明如後：

表 3.5-2 國內偏鄉、離島無人機物流運送商業化推動時程及重點彙整表

階段	PoC ^[58] 概念驗證	PoS ^[57] 服務驗證	PoB ^[56] 商業驗證
完成時間	2022 年底	2024 年底	2025 年底
核心理念	運用相關核心技術，提供無人機物流運送概念雛形之驗證	測試無人機物流運送服務模式，以驗證其具可複製性與擴展性	測試無人機物流運送服務進入市場商轉，以實證服務具經濟可行性
發展重點	<ul style="list-style-type: none"> 克服技術不確定性，達到技術可行性 	<ul style="list-style-type: none"> 鎖定服務營運商，承接 PoC 規劃構想 整合技術，驗證商轉服務模式 導入場域，完備法規與配套措施 	<ul style="list-style-type: none"> 標準化從服務轉營運之解決方案 優化維運系統 規劃商轉投資、收費機制、財務自足來源
內容規劃	<ul style="list-style-type: none"> 藉由整合應用概念測試，確立無 	<ul style="list-style-type: none"> 2023 年完成整合物流服務、評估 	<ul style="list-style-type: none"> 確立收費機制 國內外財源方向

階段	PoC ^[58] 概念驗證	Pos ^[57] 服務驗證	PoB ^[56] 商業驗證
	人機關鍵技術之性能規格	測試廊道、整頓性能規格，藉以確立服務模式 · 2024 年朝向降低研發及生產成本方向發展，擴大驗證物流服務多條廊道，穩定服務模式	
場域 測試 尺度	短距離之線狀飛行場域	短距離之線狀飛行場域	長距離線狀或面狀雙向飛行場域

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.5-2 國內無人機導入物流運送關鍵技術推動策略圖

一、關鍵技術推動策略

1. 飛航技術精進

進入 PoB^[56] 商業驗證階段前，建議需確保無人機之飛航穩定及可靠度，包含提升機體耐候性、續航力與載重能力、通訊遙控能力與導航定位、噪音控制等基礎關鍵技術；同時，因應國際案例皆具備自動化飛行功能，故建議可於 2023 年後投入發展偵測避讓技術，以使無人機具備自主避障、視距外飛行能力。

2024 年以後除了持續精進上述五大關鍵技術以外，建議可朝向降低相關零組件、系統等研發與生產製造成本，以促進產業發展具市場性。

2. 通訊功能提升

為促使偏鄉及離島之無人機物資運補機制常態化，相關通訊功能需於 PoB^[56] 服務驗證階段期間予以提升。建議於 2023 年後投入相關通訊發展，包含建立通訊基地台、飛行通訊控制功能等，而後持續優化其功能，以實現視距外穩定飛行。

3. 交通管理系統建置

由於國內無人機目前尚未建立識別機制，因此建議於 2023 年開始發展，同時導入資安防護、發展機隊管理系統。於 2024 年開始透過架設交通管理系統之平台建置，進行飛航情報、無人機機隊等資訊整合及發展各無人機間、無人機與有人機間的通訊協作與飛安監控。進入 PoB^[56] 商業驗證階段後，應持續優化交通管理系統的功能。

二、場域推動策略

1. 場域規劃以人群非密集處優先

為確保無人機物流運送時的陸域安全性，優先辦理偏鄉、離島之人群非密集地區，並於 2024 年前完成偏鄉、離島之人群密集地區的物流運送服務模式驗證。2025 年後持續將服務擴大到國內其他地區。

2. 測試廊道建置

優先推動偏鄉場域測試，以維持國內政策延續性。廊道規劃以短距離、飛行環境不複雜為主，結合相關基礎設施之設置，從單條廊道驗證逐漸擴充至多條廊道驗證，以期進入 PoB^[56] 商業驗證階段前，累積足夠無人機的飛行時數與次數，確保飛航安全性。

三、相關規範推動策略

1. 無人機關鍵技術之規格制定

配合物流運送服務模式的測試與驗證，在進入 PoB^[56] 商業驗證階段前完成物流無人機關鍵技術之相關硬體規格的制定。本計畫參考 2.2 節國際物流標竿案例，以及國內無人機整合示範計畫成果，提供國內發展偏鄉及離島物流之無人機規格建議，如表 3.5-3 所示。

表 3.5-3 國內物流無人機合適規格建議表

關鍵技術策略	關鍵技術項目	國內規格建議	國際標竿案例參考	
飛航技術精進	抗風耐候	抗 5 級風以上	Matternet	達抗 6 級風
			Wingcopter	達抗 8 級風
			ACSL	達抗 5 級風
	載重能力	初期 5~10 公斤，逐步朝 25 公斤以上發展	Wing、Zipline、Matternet、ACSL、	酬載重量 5 公斤以下(不含 5 公斤)
			Wingcopter、樂天	酬載重量 5~10 公斤
			Volocopter	酬載重量大於 10 公斤
	續航力	視酬載及飛行距離而定	-	
	自動化飛行	自動化飛行程度視需求而定	Wing、Zipline、Matternet、ACSL、Wingcopter、樂天、Volocopter 皆已自備自動化飛行能力	
	抗電磁干擾	符合國內 EMC 標準	-	
定位精度	釐米級	Zipline	精度達 1 公分	
通訊功能提升	遙導控距離	視飛行距離而定	-	

交通管理系統建置	飛航空域管理	-	-
	機隊管理	裝載識別器	Wing、Zipline、Matternet、ACSL、Wingcopter、樂天、Volocopter 皆已自備自動化飛行能力
	平台資安防護	-	

註：飛航空域管理、平台資安防護與無人機規格無關，故不予納入；受限於各標準案例之各廠商資料公開的程度不一，使部分資料難以取得，故以「-」註記。

資料來源：本計畫彙整。

2. 無人機空域及基礎設施體系

為確保無人機物流運送商業化後的空域安全，在進入 PoB^[56] 商業驗證階段前應完成我國無人機空中管理體系的制定，透過國內空域進行分層管理來強化各無人機間、無人機與有人機間的飛航安全。

同時，建議亦應針對無人機飛行廊道相關基礎設施的項目、規格及設置標準進行制定。硬體設施如地面站、倉庫、垂直起降場地、後勤基地、中繼站，以及通訊基站等；軟體設施如無人機交通管理、機隊管理及物流管理等應用程式。

3.5.3 市場規模與產值推估

本計畫參考本所民國 110 年「推動我國無人機科技產業發展先期研究規劃」定稿報告書有關無人機科技產業應用於交通領域之市場規模與產值推估，並就本計畫探討之橋梁巡檢與物流運送，收斂其市場規模與產值推估說明如下：

1. 以無人機代替現有的服務應用作業方式，從應用端進行其市場規模與產值推估。
2. 以 2050 年為目標年進行產值預估。
3. 橋梁巡檢為短期內即可進行試辦計畫與投入應用服務，因此以 2025 年為產值推估起始年；物流運送則須待 2030 年之前逐步擴大應用服務範圍，故以 2030 年為產值推估起始年。

一、橋梁巡檢

橋梁巡檢分為公路橋梁與鐵路橋梁，因公路與鐵路橋梁的現有巡檢細項不同，且能使用無人機巡檢的構件也不同，因此以下將公路與鐵路橋梁巡檢產值予以區分計算。

1. 公路橋梁巡檢

參考本所「第二代臺灣地區橋梁管理資訊系統」截至民國 111 年統計資料，國內車行橋梁共計 22,645 座(統計橋梁總長度大於 6 米之數量)，轄管機關包含高速公路局、公路總局、縣市政府等，統計如表 3.5-4 所示，針對 22,645 座車行橋梁檢測經驗，每年定期檢測金額約 5 億元。

表 3.5-4 國內車行橋梁數量統計表

轄管機關	橋梁總長度大於 6 米之數量
交通部高速公路局	2,445
交通部公路總局	3,378
縣市政府	16,564
臺灣港務股份有限公司	24
交通部觀光局	6
內政部(國家公園)	15
教育部	15
經濟部	88
科技部	54
民航局	5
桃園國際機場股份有限公司	6
行政院農業委員會	34
國軍退除役官兵輔導委員會	11
總計	22,645

資料來源：本計畫彙整。

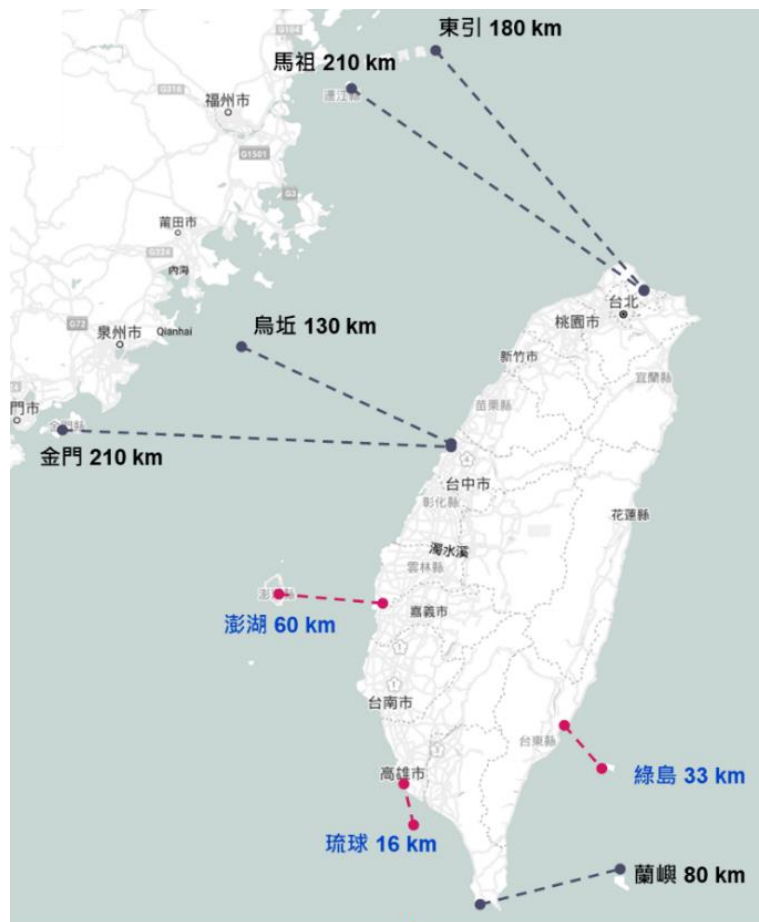
2. 鐵路橋梁巡檢

臺灣軌道運輸發達，根據鐵路管理局之「108 年臺灣鐵路統計年報」，其大橋(20 公尺以上)總長度約為 121 公里。根據鐵路管理局之工作執行案例，其跨水與高度較高橋梁約 500 座，目前委外檢測每年費用約為 2,000 萬元，亦即每公里巡檢費用約為 165,000 元。

二、偏鄉與離島物流

目前我國離島運送地區包括澎湖地區、金門地區、馬祖地區、東引地區、烏坵地區、綠島地區、蘭嶼地區與琉球地區等八處。若離島運送區域可用無人機替代，以中華郵政東港運送物品至小琉球的成本費用約為每年 100 萬為基準，平均每公里成本費用為 6.25 萬，無人機在離島物流的產值約為每年 5,700 萬元。

另偏鄉地區的物流運送，根據內政部定義臺灣有 65 個偏鄉地區，若以每月物流人員薪資 36,000 計算成本，假設每個偏鄉地區每個月需一物流人員一半的時間成本，每年約產值約為 1,400 萬元。



資料來源：本所，推動我國無人機科技產業發展先期研究規劃，民國 110 年。

圖 3.5-3 我國本島港口至離島距離與離島物流市場規模

三、產值分析彙整

無人機應用於橋梁巡檢與物流運送，為目前我國皆有在進行試驗計畫或朝向該方面的技術研發，可預期未來以無人機作為主要工具進行上述工作將逐漸朝向固定模式與常規化；綜合以上分析推估，2025 至 2050 年之我國橋梁巡檢與物流運送應用總產值約為 154.5 億元，如表 3.5-5 所示。

表 3.5-5 我國橋梁巡檢與物流運送應用總產值推估表

項目		規模	單價	年產值(元)	評估年期	總價(元)
橋梁巡檢	公路橋梁巡檢	國內車行橋梁 共計 22,645 座	-	5 億	2025 至 2050 年	125 億
	鐵路橋梁巡檢	臺鐵大橋約為 121 公里 高鐵高架長度 約 250 公里	165,000 元/ 公里	6,100 萬		15.3 億
離島物流		澎湖地區、金門地區、馬祖地區、東引地區、烏坵地區、綠島地區、蘭嶼地區與琉球地區等八處	100 萬/16 公里/年 (以中華郵政東港運送物品至小琉球的成本費為例)	5,700 萬	2030 至 2050 年	11.4 億
偏鄉物流		65 個偏鄉地區	18,000 元/ 半個月物流 人員薪資	1,400 萬	2030 至 2050 年	2.8 億
2025 至 2050 年之國內交通領域應用總產值						154.5 億

資料來源：本計畫彙整。

3.5.4 效益評估指標

政策目標達成的評估有賴於相關指標的設立；本計畫參考 FAA^[4]之 BEYOND 計畫相關內容，針對橋梁巡檢、物流運送等兩大應用面向來設定效益評估指標。

一、橋梁巡檢應用之效益評估指標

無人機導入橋梁巡檢將可改善既有投入檢測人員成本、提升作業安全與效益，故選定以政策帶來之安全性、效率性及成本投入等三項作為效益評估因子，評估指標參見表 3.5-6。茲分項說明如下：

1. 安全性

以「提升檢測人員安全性」為評估準則，評估指標分別以每次檢測人員傷亡數（傷亡人數/每次檢測）為單位，主要在評估導入無人機前後之檢測人員傷亡率。

2. 效率性

以「降低檢測人員作業時間」、「提升檢測速度」為評估準則，評估指標係以每次檢測所投入之人力時間與花費時間為單位(投入人力時間/每次檢測、分鐘/每次檢測)，主要在評估導入無人機前後之投入檢測人力時間與檢測作業時間。

3. 成本投入

以「降低檢測作業成本」為評估準則，評估指標係以每次檢測所投入的金錢及檢測人力為單位(元/每次檢測、人/每次檢測)，主要在評估導入無人機前後之所投入的金錢與人力成本。

表 3.5-6 橋梁巡檢政策目標達成之效益評估指標建議表

評估因子	準則	指標	單位
安全	提升檢測人員安全性	每次檢測之作業人員傷亡人數	傷亡人數/每次檢測
效率	降低檢測人員作業時間	每次檢測之投入人力時間	投入人力時間/每次檢測
	提升檢測速度	每次檢測花費時間	分鐘/每次檢測
成本投入	降低檢測作業成本	每次檢測之金錢成本	元/每次檢測
		每次檢測之人力成本	人/每次檢測

資料來源：本計畫彙整。

二、物流運送應用之效益評估指標

無人機導入物流運送將可有利於改善既有運送人員及運輸工具之投入所帶來的議題，故選定以政策帶來之安全性、可及性、便捷性、環境友善性及成本投入等五項作為效益評估因子，評估指標參見表 3.5-7。茲分項說明如下：

1. 安全性

以「提升運送人員安全性」為評估準則，評估指標係以每年運送人員交通肇事數為單位(交通肇事數/每年)，主要在評估導入無人機前後之運送人員交通肇事率。

2. 可及性

以「提升可服務的偏鄉或離島村里數」為評估準則，評估指標係以每趟運送之服務偏鄉或離島村里數為單位(村里數/每趟運送)，主要在評估導入無人機前後之運送可服務村里範圍。

3. 便捷性

以「提升運送服務速度」、「提升運送頻率」為評估準則，評估指標分別以每趟運送之花費時間為單位(分鐘/每趟運送)、全年可運送次數(運送次數/年)，主要在評估導入無人機前後之運送作業時間及貨品運送頻率。

4. 環境友善性

以「降低對環境負擔」為評估準則，評估指標係以每趟運送之碳排放量為單位(溫室氣體排放係數(kg CO₂e/kWh)/每趟運送)，主要在評估導入無人機前後之運輸工具在運送過程所排放的碳排放量。

5. 成本投入

以「降低運送成本」為評估準則，評估指標以每趟運送之金錢與運送人力成本為單位(元/每趟運送、人/每趟運送)，主要在評估導入無人機前後之所花費用金錢與人力成本。

表 3.5-7 物流運送政策目標達成之效益評估指標建議表

評估因子	準則	指標	單位
安全	提升運送人員安全性	每年運送人員交通肇事數	交通肇事數/年
可及	提升可服務的偏鄉或離島村里數	每趟運送之服務偏鄉或離島村里數	村里數/每趟運送
便捷	提升運送服務速度	每趟運送花費時間	分鐘/每趟運送
	提升運送頻率	全年可運送次數	運送次數/年
環境友善	降低對環境負擔	每趟運送碳排放量	溫室氣體排放係數(千克溫室氣體/每千瓦特)/每趟運送
成本投入	降低運送成本	每趟運送之金錢成本	元/每趟運送
		每趟運送之人力成本	人/每趟運送

資料來源：本計畫彙整。

第四章 臺灣無人機大聯盟 (UAS-TAIWAN)籌組及運作輔導

4.1 國內外相關組織案例借鏡

一、國際組織案例

透過第二章重要文獻回顧得知，鄰近我國之日本與韓國皆以國家政策為導向推動無人機科技產業發展，與我國目前發展方向相似，又此二者皆為無人機發展領先且積極的國家，故本節以日本及韓國作說明，以兩國之無人機組織組成及作業方式作為國內發展借鏡。

1. 日本：協會扮演重要產業推動及縱橫聯繫角色

日本無人機民間產業協會為無人機科技產業之重要推手，主要包括日本無人機產業發展協會 (Japan UAS Industrial Development Association, 以下簡稱 JUIDA)、日本工業無人機工業協會 (Japan UAV Association, 以下簡稱 JUAV) 及日本無人機運行管理協會 (Japan Unmanned System Traffic & Radio Management Consortium, 以下簡稱 JUTM)，三協會針對不同產業領域執行業務，除協助政府與產業聯繫及完成相關研究或推廣之外，也建構出會員之間交流之產業平台。政府端則針對載人應用成立「次世代航空移動辦公室」加速技術及服務推動。

(1) 日本無人機產業發展協會 (JUIDA^[53])

JUIDA^[53]屬社團法人，旨在協助推廣無人機在日本的發展。該組織自2016年起，每年舉辦日本無人機世博會，推廣產業並與國際間交流。JUIDA^[53]在無人機安全推動面扮演重要角色，出版了安全說明書外，亦負責審核無人機訓練學校。場域部分，JUIDA^[53]在四個行政府建置了無人機測試飛行場域，支持研究開發與教育，全日本最完整的機器人研發中心「福島機器人測試場」亦由 JUIDA^[53]協助管理，如圖 4.1-1 所示。

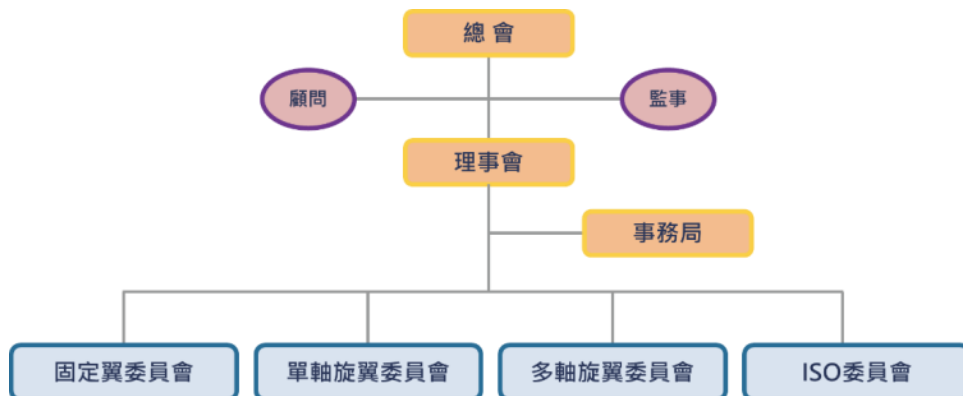


註：淺藍色編號為與無人機測試相關設施。
資料來源：福島機器人測試場，<https://www.fipo.or.jp/robot/overview>。

圖 4.1-1 福島機器人測試場簡介圖

(2) 日本產業用無人航空機工業會 (JUAV^[62])

JUAV^[62] 屬社團法人，源於 2004 年的無人機產業協會，針對農用及監測用大型無人直升機進行安全規範。2017 年擴大組織內容，將小型多旋翼無人機等納入協會，主要針對無人機製造產業安全標準建立。透過協會，日本政府可針對無人機安全、法規、國際標準等進行研究及規範制定。該協會亦協助進行產業調查並與國外相關機構進行鏈結交換意見及情報。



資料來源：JUAV，<http://www.juav.org/about/committe.html>。

圖 4.1-2 JUAV 組織架構圖

(3) 日本無人機運行管理協會 (JUTM^[63])

JUTM^[63] 屬民間自發性籌組協會，目標為推動無人機安全的運行，除透過協會本身成立之國際標準、電波調整及社會實裝 3 個小組進行研究

外，亦與美國及歐洲交流，同步訂定出符合國際標準之管理規定。參與單位包括政府、法人機構、學校、航空公司、電信商等。

(4) 次世代航空移動辦公室

為加速推動無人機載人應用於 2023 年開始提供商業服務以及超越視距自動化飛行技術成熟，2021 年 4 月國土交通省於航空局安全部下成立編制 22 員之次世代航空移動辦公室。

2. 韓國：政府主導成立辦公室及國家隊推動 UAM^[25]

由 2.1 節可知，韓國積極推動無人機人員運輸應用，除政策面支持外，官方以成立辦公室及協助民間成立國家隊方式全面加速推動。

(1) 未來無人機運輸辦公室

韓國國土交通部 2019 年 8 月成立未來無人機運輸辦公室，並直接受副部長管理。該單位主要目標為推動無人機運輸，包括於 2023 年完成空中計程車初步技術驗證測試、2025 年開始提供服務等，因此在無人機空中飛航管理、安全認證及基礎建設上該單位能夠整合資源並加速推動。

(2) UAM^[25] Team Korea

韓國為全球第一個建立公共和私營部門參與以實現 UAM^[25] 的政策共同體的國家。於 2020 年 6 月韓國國土交通部與 40 家民間企業、學研機構、國家機關共同簽署合作備忘錄，並以國土交通部副部長為主委，成立 UAM^[25] Team Korea (圖 4.1-3)，並訂立 2025 年為 UAM^[25] 目標商轉年，更確立期間各種指標及產業發展藍圖。為了有效管理及推動，成立 Mirae Drone Transportation Office 技術委員會，負責統籌解決 UAM^[25] 相關阻礙及挑戰，此組織由產業界、學研界及相關專家組成。



資料來源：韓國國土交通部。

圖 4.1-3 UAM Team Korea 組織架構圖

三、國內組織盤點

國內無人機科技產業民間廠商間已有諸多共同籌組之協會，如表 4.1-1 所示，皆為民間自行籌組之社會團體，主要活動為共同整合資源及分享資訊，部分協會透過開設無人機考照專班，協助民眾考取操作證，協助推廣無人機。

表 4.1-1 國內無人機民間產業學協會彙整表

協會名稱	協會類型
台灣無人機應用發展協會	社會團體
中華國際無人機旅遊協會	社會團體
中華無人機產業發展協會	社會團體
中華 AI 無人機協會	社會團體
台灣無人機育才發展協會	社會團體
中華無人機教育發展交流協會	社會團體
大愛無人機救災運用發展協會	社會團體
台灣無人機協會	社會團體
中華民國無人機協進會	社會團體
中華民國無人載具協會	社會團體
中華無人系統應用發展協會	社會團體

協會名稱	協會類型
台灣福爾摩沙無人飛行器協會	社會團體
台灣無人系統聯盟協會	社會團體
無人遙控載具應用與安全管理學會	社會團體

資料來源：內政部合作及人民團體司籌備處。

然而考量無人機科技產業聯盟作為政府與產業溝通的橋梁，須整合產業資源與合作，同時亦須協助關鍵技術研發，以及推動國際交流與合作等，故本計畫同時參考國內相似聯盟籌組情形，作為發展借鏡，說明如下：

1. 「Open Data 聯盟」(Organization for Data-driven Application, ODA)主要成員為產業界，屬於民間自行籌組之社會團體，主要作為產業交流與合作平台，促進應用服務發展，並彙整產業需求，提供政府施政參考。分組機制主要是根據不同應用設定工作小組，並由工作小組召集人訂定小組目標，如開發合作、標準制定、參與政府計畫、推廣工作成果等。
2. 「台灣車輛移動研發聯盟」(Mobility Taiwan Auto Research Consortium, mTARC)為經濟部技術處於 2005 年集結相關研發法人單位推動成立之社會團體。創始成員包括車輛研究測試中心、工研院機械與機電系統研究所、金屬工業研究發展中心、中山科學研究院、工研院材料與化工研究所、華創車電、工研院資訊與通訊研究所、資策會智慧系統研究所等。依據發展技術藍圖，訂定共通性的議題後，再指派各單位分工研究，避免重複投入資源。經費來源以各單位申請科專計畫研發為主，每年均會舉辦展覽，呈現關鍵技術研發成果。
3. 鐵道科技產業聯盟(R-Team)由交通部主導成立，結合 62 家產官學研單位，屬於民間之社會團體，以整合國內產業技術能量，投入國內外建設，擴大產業規模及產值效益。從市場需求、研發能量、關鍵價值等面向評估國產化項目，並協助法人廠商研發、產製及檢測驗證，建立國內檢測驗證標準及程序。

參考上述聯盟的組織架構與特點，並因應無人機科技產業聯盟的特性分別參考可借鏡之運作方式，如圖 4.1-4 所示。如 Open Data 聯盟因應不同應用設定工作小組，且各工作小組召集人訂定小組目標；mTARC 依據發展藍圖各組織分工避免資源重覆投入；R-Team 協助法人與廠商研發、檢測驗證等。

Open Data 聯盟

產業界為主要成員，形成產業交流與合作平台，促進應用服務發展，並彙整產業需求，提供政府施政參考

- 根據不同應用設定工作小組
- 由工作小組召集人訂定小組目標，如開發合作、標準制定、參與政府計畫、推廣工作成果



台灣車輛移動研發 聯盟 (mTARC)

研究單位為主要成員，由經濟部技術處成立法人機構，建立研發整合平台、學術及技術交流平台、產業研究創新計畫平台

- 依據發展技術藍圖，訂定共通性的議題後，再指派各單位分工研究，避免重複投入資源
- 各單位申請科專計畫研發為主
- 每年均會舉辦展覽，呈現關鍵技術研發成果



鐵道科技產業聯盟 (R-TEAM)

交通部主導成立，結合62家產官學研單位，以整合國內產業技術能量，投入國內外建設，擴大產業規模及產值效益

- 從市場需求、研發能量、關鍵價值等面向評估國產化項目
- 協助法人/廠商研發、產製及檢測驗證
- 建立國內檢測驗證標準及程序



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1-4 國內相關聯盟運作特性借鏡圖

4.2 聯盟組織方式修訂

前期研究針對無人機科技產業聯盟籌組共計召開 8 場工作會議，已確立籌組目標與功能定位，同時在彙整國內產業相關需求與課題後，研擬出聯盟籌組方向，並由台灣車聯網產業協會吳盟分理事長作為聯盟籌組召集人。

本計畫以前期成果為基礎，於本計畫期中階段共辦理 2 場產業籌組共識會議，聚焦討論聯盟組織名稱、架構、執掌、發展目標與策略等，經彙整共識並擇定聯盟籌組共同召集人後，透過辦理 1 場交通科技產業會報無人機科技產業小組委員會議，經委員提供修正意見後，修訂組織方式，相關修訂內容說明如後，會議辦理情形彙整如表 4.2-1 所示。

表 4.2-1 籌組無人機科技產業聯盟相關會議辦理情形彙整表

會議名稱	參與單位名單	
籌組會議 會前會 (民國 111 年 1 月 25 日)	台灣車聯網產業協會	
	工業技術研究院資訊與通訊研究所	
	經緯航太科技股份有限公司	
	中光電智能機器人股份有限公司	
	雷虎科技股份有限公司	
	神通資訊科技股份有限公司	
	臺灣希望創新股份有限公司	
	國立臺灣大學無人載具研發設計中心	
	國家中山科學研究院	
	景翊科技股份有限公司	
鼎漢國際工程顧問股份有限公司		

會議名稱	參與單位名單	
籌組會議 (民國 111年2 月18日)	台北市電腦公會	
	台灣車聯網產業協會	
	工業技術研究院機械所	
	經緯航太科技股份有限公司	
	中光電智能機器人股份有限公司	
	雷虎科技股份有限公司	
	神通資訊科技股份有限公司	
	臺灣希望創新股份有限公司	
	國家中山科學研究院	
	景翊科技股份有限公司	
	台灣經濟研究院	
	臺灣大學電機系	
	鼎漢國際工程顧問股份有限公司	
	台北市電腦公會	
	本所	
經濟部技術處		
交通科技 產業會報 無人機科 技產業小 組第5次 諮詢委員 會議(民 國111年 3月7 日)	本所 林繼國 召集人	
	漢翔航空工業公司 胡開宏 委員兼共同召集人(洪士峰組長代)	
	國家中山科學研究院 齊立平 委員兼共同召集人	
	嘉義縣政府 江振瑋 委員兼副召集人	
	經緯航太科技公司 羅正方 委員兼副召集人	採線上視訊會議辦理 
	國家中山科學研究院 陳俊宏 副執行秘書	
	中華科技大學 石大明 委員	
	臺灣希望創新股份有限公司 李志清 委員	
	長榮大學 林清一 委員	
	TaiwanAILabs 源智慧公司 林雅萍 委員	
	逢甲大學 陳宗正 委員	
	亞拓電器公司 黃文麗 委員	
	虎尾科技大學 鄒杰炯 委員	
	成功大學 賴維祥 委員	
	台灣數位光訊科技公司 廖紫岑 委員 (羅文龍副執行長代)	
	交通部民用航空局 陳玉成 技正	
	交通部航政司 邱子揚 技正	
本所		
鼎漢國際工程顧問股份有限公司		
台北市電腦公會		

資料來源：本計畫彙整。

一、組織名稱

我國無人機科技產業聯盟名稱訂定為「臺灣無人機大聯盟」，英文名稱為「Unmanned Aircraft Systems Team of Taiwan」，簡稱為 UAS-TAIWAN(本計畫以下相關用語皆以臺灣無人機大聯盟或 UAS-TAIWAN 說明之)。

二、組織宗旨與目標

1. 以結合無人機技術研究及產業應用之產、官、學、研共同提升無人機科技產業能量及國際競爭力，促進產、官、學、研協力合作，協助政府推動無人機科技產業發展為宗旨。
2. 組織目標為連結業界需求與政府資源，彙整無人機科技產業需求與應用趨勢，提供政府施政計畫與法規管理參考；同時透過情報分享、資源整合與產業合作，促進無人機科技、技術、產業及人才培育之發展與交流；以及促進臺灣無人機科技產業國際化，推動國際交流與合作。

三、組織架構(如圖 4.2-1 所示)

1. 設有執委會，由會長一人、副會長三人，及共同召集人共同組成。
2. 執委會依產業及技術發展需求設置三個應用大組，由會員組成，各組相關分工說明如下：

(1) 應用服務與技術研發組

透過情報分享、資源整合與產業合作，促進無人機科技產業各領域之增值應用服務發展。除了整合產業能量、制訂目標與計畫，決定每年研發項目、訂定具體目標，並協助政府推動計畫等功能以外，亦可定期召開產官學研技術討論，探討產業發展問題與挑戰。

(2) 環境整備及人才培育組

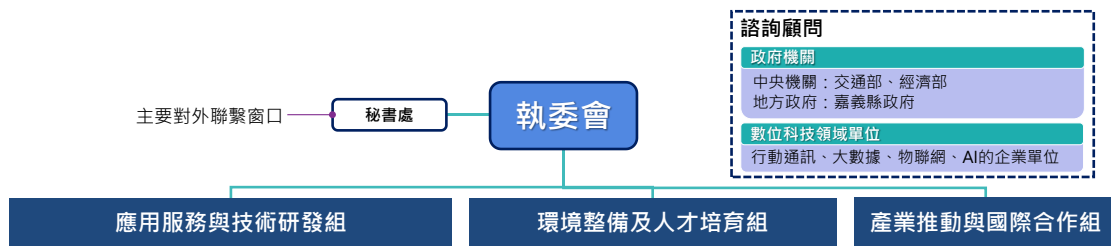
將切合產業發展需求，透過產官學研界多方之對話，提出及凝聚合適之法規修正共識，加速政策法規落實的進程與無人機科技產業推動穩定發展；另外協助各地方政府或學校單位徵詢合適場域，規劃測試場域，支持研究開發與教育，並導入相關教育課程，培育我國無人機科技產業發展專業人才與技術；而因無人機應用涉及多項資訊安全領域，有關資安的零組件以及通訊等方面的相關規範與營運模式，亦納入整體環境規劃中。

(3) 產業推動與國際合作組

透過定期舉辦國際與國內應用研討會、示範研討會、博覽會等規劃與籌備，邀請產官學研界一同參與進行意見交流，分享與交流創新技術研發與應用成果，發揮產業技術化與產業化之綜效；而亦可透過聯盟進行國際合作與行銷活動，達到國際交流與國內社會溝通。

三個應用大組可視推動方向提出設立不同小組，由共同召集人視推動方向提出設立不同小組之需求，並於執委會決議後實施；會員可跨組參與不同小組，每一小組會員可選任共同召集人，不限名額，但會員僅可擔任一應用小組之共同召集人，共同召集人選任後即組成執委會。

3. 設有秘書處，擔任對外聯絡窗口，協助組織運作之各項工作開展。
4. 設有諮詢顧問，提供政府機關、數位科技領域單位參與(如行動通訊、大數據、物聯網、AI 的企業單位)，原因係考量政府機關為政策執行方，故以顧問身分參與相關會議討論；而數位科技領域單位則可能通用性提供各應用組別協助，故以顧問身分參與相關會議討論，若針對應用組別領域有意願參與討論合作，亦可加入相關組別。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2-1 臺灣無人機大聯盟組織架構圖

三、組織職掌

1. 會長

- (1) 由執委會遴選產生，對內協調整合各工作小組及全體會員之多數意見。
- (2) 對外代表本聯盟，參加政府、產業、國際相關交流活動。
- (3) 負責督導執委會、會員大會等相關會議決議事項。

2. 副會長

- (1) 會長之代理人，由會長提名，執委會過半數同意後擔任，其職責為襄助會長處理聯盟之相關事務。

- (2) 情報分享、資源整合與產業合作，並針對該組事務及成員需求進行整合協調工作。

3. 執行委員會

- (1) 共同擬定或變更聯盟相關章程。
- (2) 情報分享、資源整合與產業合作，並協助聯盟爭取商機。
- (3) 審定各應用小組共同召集人資格。
- (4) 議決年度目標與工作計畫。
- (5) 議決委員相關權利義務之重大事項。
- (6) 執委會為審議年度工作計畫及其執行狀況與臨時提案等，得定期召開會議，由會長或副會長主持，參加人員為各共同召集人暨秘書處相關人員。

4. 秘書處

- (1) 設有執行秘書及副執行秘書各一人，負責統籌執行執委會之工作及議決事項。
- (2) 擔任對外聯絡窗口，協助聯盟之各項工作開展。
- (3) 保管聯盟之相關印信，辦理對內外之公文收發。
- (4) 經會長簽核，以聯盟與會長名義發行公文。
- (5) 協助執委會彙整年度目標與工作計畫，經執委會同意後，由聯盟會員共同執行。

4.3 聯盟組織成員召集

本計畫透過民國 111 年 3 月 23 日於臺北南港展覽館辦理「臺灣無人機大聯盟成立大會暨科技產業發展國際論壇」，邀請國內無人機科技、技術、產業及人才培育相關單位加入，自籌組階段統計至民國 111 年 11 月 10 日止，如表 4.3-1 所示，說明如下：

- 一、產官學研共計有 75 個單位加入臺灣無人機大聯盟。
- 二、各單位在參與組別分類上，應用服務與技術研發組計有 63 個單位、環境整備及人才培育組計有 29 個單位、產業推動與國際合作組計有 25 個單位分別投入。
- 三、諮詢顧問計有本所、經濟部技術處、嘉義縣政府加入。

四、共同召集人計有 14 個單位，組成執委會。

表 4.3-1 臺灣無人機大聯盟現況組織成員一覽表

單位性質	會員廠商與單位名稱	應用服務與技術研發組	環境整備與人才培育組	產業推動與國際合作組	備註
產	台灣車聯網產業協會	○	-	-	共同召集人
產	經緯航太科技	○	-	-	共同召集人
產	中光電智能機器人	○	-	○	共同召集人
產	雷虎科技	○	○	-	共同召集人
產	臺灣希望創新	○	-	-	共同召集人
產	神通資訊科技	○	-	-	共同召集人
產	景翊科技	○	-	○	共同召集人
產	台北市電腦公會	-	○	○	共同召集人
產	鼎漢國際工程顧問	○	○	-	共同召集人
產	台灣數位光訊科技股份有限公司	○	○	-	-
產	黎明工程顧問股份有限公司	○	-	-	-
產	藏識科技	○	○	○	-
產	原資系統整合股份有限公司	○	-	-	-
產	大新店無人機飛行考場	-	○	-	-
產	卓恩智能	○	○	○	-
產	墨客會社有限公司	○	○	○	-
產	凱易資訊股份有限公司	○	-	-	-
產	明台產物保險股份有限公司	-	-	○	-
產	穎漢科技股份有限公司	○	○	○	-
產	融程電訊股份有限公司	○	○	○	-
產	香港商智動航科有限公司	○	-	○	-

單位性質	會員廠商與單位名稱	應用服務與技術研發組	環境整備與人才培育組	產業推動與國際合作組	備註
產	彥宣智能科技股份有限公司	○	○	○	-
產	翔隆航太股份有限公司	○	-	-	-
產	綠合農業發展有限公司	○	○	-	-
產	艾知科技股份有限公司	○	-	-	-
產	佐翼科技有限公司	○	-	○	-
產	永塑企業股份有限公司	-	-	○	-
產	台電宜蘭區營業處	○	○	-	-
產	民間救難隊	○	○	-	-
產	日月影視有限公司	-	○	○	-
產	全球觀管理顧問股份有限公司	-	○	○	-
產	卡柏特科技有限公司	○	-	○	-
產	極現科技股份有限公司	○	○	-	-
產	智飛科技股份有限公司	○	-	-	-
產	萊河股份有限公司	○	-	-	-
產	昊和精工有限公司	○	-	-	-
產	速創智慧科技股份有限公司	○	-	-	-
產	航見科技股份有限公司	○	-	○	-
產	安傑優科技股份有限公司	○	-	-	-
產	泰世科技股份有限公司	○	-	-	-
產	超毅航太科技有限公司	○	-	-	-
產	璿元科技有限公司	○	○	-	-
產	泰翔科技有限公司	○	-	-	-
產	應科聯有限公司	○	-	-	-
產	中華無人系統應用發展協會	○	○	-	-

單位性質	會員廠商與單位名稱	應用服務與技術研發組	環境整備與人才培育組	產業推動與國際合作組	備註
產	翔探科技股份有限公司	○	-	○	-
產	法拉蒂綠能股份有限公司	○	-	○	-
產	台灣大哥大-台灣固網	○	-	-	-
產	振禾有限公司	○	-	○	-
產	樂飛創新國際	○	-	-	-
產	台達電子工業股份有限公司	○	-	○	-
產	台灣達利思股份有限公司	○	○	-	-
產	林同棧工程顧問股份有限公司	○	-	-	-
產	台灣世曦工程顧問股份有限公司	○	-	-	-
產	中興工程顧問股份有限公司	○	-	-	-
產	尚皇科技有限公司	○	-	-	-
產	天下長榮科技有限公司	○	-	-	-
產	橙森國際有限公司	○	-	○	-
產	八達國際物流股份有限公司	○	-	-	-
產	國巨律師事務所	-	○	-	-
研	國家中山科學研究院	○	○	-	共同召集人
研	工業技術研究院	○	○	○	共同召集人
研	金屬工業研究發展中心	○	-	-	共同召集人
研	台灣經濟研究院	-	○	○	共同召集人
研	財團法人資訊工業策進會-科技法律研究所	○	○	-	-
研	財團法人臺灣營建研究院	○	-	-	-
學	臺大無人載具研發設計中心	○	○	-	共同召集人

單位性質	會員廠商與單位名稱	應用服務與技術研發組	環境整備與人才培育組	產業推動與國際合作組	備註
學	吳鳳科大車輛科技與經營管理系	○	○	○	-
學	世新大學廣播電視電影學系	○	○	-	-
學	國立屏東科技大學/客家文化產業研究所	-	○	-	-
學	國立臺北科技大學/土木工程系	○	-	-	-
學	國立臺灣大學/土木工程系	○	-	-	-
官	本所	-	-	-	諮詢顧問
官	經濟部技術處	-	-	-	諮詢顧問
官	嘉義縣政府	-	-	-	諮詢顧問

資料來源：本計畫彙整。

4.4 聯盟運作推動成果說明

一、分期推動策略

本計畫為協助臺灣無人機大聯盟成立初期運作，研擬短中長期推動策略作為組織推動方向參考，其中短期運作策略為本年度重點工作事項，故以月份為單位擬定相關策略與本節說明；而中長期推動策略則將依循我國無人機交通領域發展方向研擬，故於本計畫 6.4 節說明。

短期運作策略(本年度)以顧及推動公私協力合作、協助交通部相關計畫、推動國際交流與合作等三大面向進行研擬。

1. 一~三月為臺灣無人機大聯盟籌組期，如前述說明。
2. 四~五月著重於推動公私協力合作，透過拜會政府機關掌握無人機推動需求與課題，同時提出產業解決方案構想，共同討論未來合作方式，已拜訪機關如公路總局、港務公司，未來相關單位將透過聯盟會員持續蒐集需求。
3. 六月結合本計畫工作項目參訪國際無人機產官學研機構，辦理參訪日本無人機博覽會行程，並與 JUIDA^[53] 交流。
4. 七~八月透過臺灣無人機大聯盟協助本計畫研擬交通領域(如橋梁巡檢、物流運送)關鍵技術研發策略。

5. 九~十月持續擴大臺灣無人機大聯盟產業生態，透過成立應用工作小組（橋梁巡檢小組、UTM^[28]小組）聚焦探討產業需求與合作，同時增加組織成員多元性，將應用端使用單位及科技領域廠商等納入會員中。

二、組織運作方式

1. 執委會委員會議

本計畫協助辦理臺灣無人機大聯盟召開執委會委員會議，協助委員遴選會長，且協助會長選任副會長，完成組織幹部選任，會議辦理情形如圖 4.4-1 所示。

- (1) 辦理時間：民國 111 年 5 月 7 日
- (2) 辦理地點：因應疫情影響，採線上視訊會議辦理
- (3) 參與單位：臺灣無人機大聯盟聯盟共同召集人(詳表 4.3-1)
- (4) 會議結論：

A.經執委會委員半數同意後，由吳盟分召集人擔任第一屆會長。

B.經會長提名經緯航太科技羅正方董事長、國家中山科學研究院邱祖湘督導長、台北市電腦公會張永美副總幹事分別擔任「應用服務與技術研發組」、「環境整備與人才培育組」及「產業推動與國際合作組」副會長，並經委員半數同意後擔任。



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.4-1 臺灣無人機大聯盟執委會第一次委員會議合影

2. 第一次會員大會

本計畫同時於執委會委員會議之後，協助辦理會員大會，邀請臺灣無人機大聯盟會員參與，宣布聯盟成立之運作方向及各應用組推動目標，同時促進會員交流，讓產業界更了解國際技術發展及安全規範，以收斂國內發展之方向，聯盟亦可收集產業界需求以反映給政府機關，會議辦理情形如圖 4.4-2 所示。

(1) 辦理時間：民國 111 年 5 月 7 日

(2) 辦理地點：因應疫情影響，採線上視訊會議辦理

(3) 參與對象：聯盟會員

(4) 大會議程：

A. 聯盟發展目標與本年度推動計畫。

B. 日本參訪規劃介紹與交流。

C. 專題講座：新型態城市空中交通(UAM^[25])及先進空中交通(AAM^[23])技術發展及安全規範。



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.4-2 臺灣無人機大聯盟第一次會員大會會議辦理情形

3. 臺灣港務公司公私協力洽談

為瞭解臺灣港務公司對無人機應用服務相關需求，並使臺灣港務公司瞭解國內產業能量，串聯供需以促成公私協力及場域開放，由聯盟吳盟分會長率隊拜訪臺灣港務公司。會議辦理情形如圖 4.4-3 所示。

(1) 辦理時間：民國 111 年 5 月 7 日

(2) 辦理地點：因應疫情影響，採虛實整合方式辦理

(3) 參與對象：聯盟會員、臺灣港務公司代表

(4) 會議結論：

A. 臺灣港務公司需求為巡檢港口及防波堤等地點，藉以完成問題辨識及資產盤點等工作，如透過無人機發現港灣坡道的坑洞，再通知後端監視人員進行後續處理，或是於夜間以無人機偵測海面油污及空污等。

B. 臺灣無人機大聯盟與會代表回應無人機可搭載各種特殊設備，如光達或其它精密測量所需感測儀器，所蒐集資料亦可結合 AI 技術進行辨識。但在規劃解決方案上需要臺灣港務公司詳細說明各種應用情境所需之技術需求，如：飛行距離、飛行頻率、影像所需解析度及 AI 辨識規則等。

C. 後續由臺灣港務公司確認內部需求技術規格及優先順序，再與聯盟溝通討論。



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.4-3 臺灣港務公司公私協力洽談辦理情形

4. 亞洲無人機 AI 創新應用研發中心參訪

為了解嘉義縣亞洲無人機 AI 創新應用研發中心及後續無人機驗證測試場域規劃，由聯盟吳盟分會長率隊參訪，並與嘉義縣政府進行交流。參訪情形如圖 4.4-4 所示。

(1) 辦理時間：民國 111 年 6 月 10 日

(2) 辦理地點：亞洲無人機 AI 創新應用研發中心(嘉義縣朴子市學府路二段 52 之 16 號)

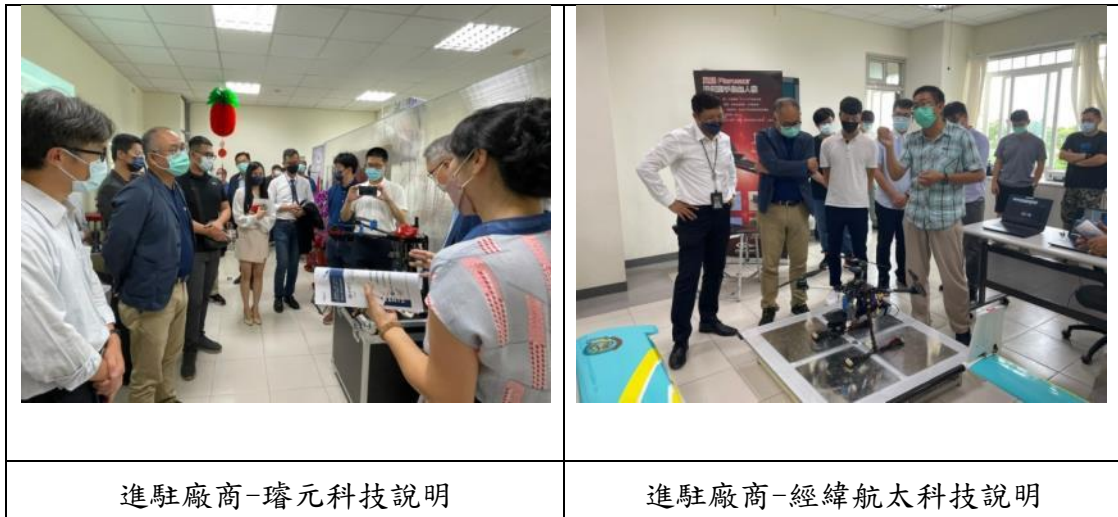
(3) 參與對象：聯盟會員、交通部無人機科技產業小組代表

(4) 參訪議程：

A. 亞洲無人機 AI 創新應用研發中心介紹與參觀

B. 綜合交流

	
綜合交流	進駐廠商-樂飛創新國際說明
	
進駐廠商-雷虎科技說明	進駐廠商-臺灣希望創新說明



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.4-4 亞洲無人機 AI 創新應用研發中心參訪情形

5. 日本參訪成果暨產業發展座談會

為展現聯盟與交通部無人機科技產業小組日本參訪成果，並說明日本無人機產業發展現況、方向及臺日合作機會等，辦理日本參訪成果暨產業發展交流會，辦理情形如圖 4.4-5 所示。

- (1) 辦理時間：民國 111 年 8 月 15 日
- (2) 辦理地點：本所 5 樓會議室(臺北市松山區敦化北路 240 號 5 樓)
- (3) 參與對象：聯盟會員、交通部無人機科技產業小組代表
- (4) 會議結論：
 - A. 物流運送可朝 2025 年建立臺灣 U Express，於偏鄉建立物流網，初期以緊急救災及社會照顧為主，2030 年建立都市及偏鄉物流網。
 - B. UTM^[28]發展可參考 FAA^[4]推動模式，由國內建立無人機服務供應商 UAV Service Supplier 平台，與民航局管理系統及無人機對接。
 - C. 自動化飛行須制訂安全標準，可參考國內需求及國際經驗。
 - D. 產業可尋找願意合作的地方政府，向民航局申請空域進行產業對接，並可與國際廠商合作達到技術互補。
 - E. 國際無人機發展相對迅速，國內需盡快安排與技術領先且合適的國際廠商學習合作。
 - F. 政府應提供場域吸引國際廠商進行測試，臺灣廠商可同時提供研發生產與製造服務。

G.國內市場需透過政府計畫與補助支持研發。

H.透過與國際交流經驗，更新及修訂我國政策路徑圖。



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.4-5 日本參訪成果暨產業發展座談會辦理情形

6. 橋梁檢測工作小組討論會議

為符合我國在 2025 年在交通領域應用里程碑，擴大導入無人機輔助橋梁檢測作業，並彙集無人機橋檢服務發展需求，故邀集產學研代表成立橋梁檢測工作小組，討論相關技術、環境及人培等相關議題，並提出建言，辦理情形如圖 4.4-6 所示。

(1) 辦理時間：民國 111 年 9 月 5 日

(2) 辦理地點：台北市電腦公會 B102 會議室（台北市八德路三段 2 號）

(3) 參與對象：橋檢工作小組成員

(4) 會議結論：

A.由於橋梁安全的檢查項目繁多且要求精細，美國目前由「無人機可以達到什麼樣的橋梁檢測程度」來制定提供服務的標準。未來可評估參考美國推動經驗進行深入研究，如：無人機適合檢查構件及橋梁形式、應用情境及無人機橋梁檢測服務分工等。

B.評估參考日本推動專業飛手認證制度。

C.評估制訂無人機橋梁檢測服務自動化程度。



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.4-6 橋檢工作小組第一次討論會議辦理情形

7. UTM^[28]工作小組第一次討論會議

UTM^[28]為健全我國無人機應用服務發展環境重要環節之一，聯盟由日本參訪經驗中瞭解日本因由民間自行發展，導致後續與相關主責單位介接花費許多成本溝通及調適。有鑑於此，聯盟邀集產官學研代表成立 UTM^[28]工作小組，討論相關技術、規範及商業模式等相關議題，並提出建言，辦理情形如圖 4.4-7 所示。

(1) 辦理時間：民國 111 年 9 月 12 日

(2) 辦理地點：台北市電腦公會 B102 會議室（台北市八德路三段 2 號）

(3) 參與對象：UTM^[28]工作小組成員

(4) 會議結論：

A.UTM^[28]的運行管理主要是參照有人機的管理架構來設計，全球尚未有國際標準釋出，僅美國 FAA^[4]率先提出並落地試用，目前仍需各國自行驗證其應用可行性。

B.現今無人機商用服務發展日漸多元，業界皆須要瞭解 UTM^[28]範圍、管理架構及標準，以利業界研發相關技術及發展相關業務等，故期待民航局可發布 UTM^[28]範圍、管理架構、標準及法規等，讓業者可加以參照，建議民航局可評估參考 FAA^[4]已提出之三個版本中擇一來施行。

C.因應 UTM^[28]驗證需求，建議政府可針對 UTM^[28]設計沙盒試驗方案，並可納入未來物流應用、UAM^[25]及空中廊道等服務情境，讓臺灣有場域

可供多家業者多機飛行來驗證 UTM^[28] 管理作法，驗證過程及結果亦可回饋民航局作為調適法規之用。

D.建議可評估加入 Global UTM^[28] Association，參與國際組織討論相關協定。

E.建議評估研析 UTM^[28] 商機及商業模式，以利臺灣業者參考並瞭解 UTM^[28] 發展趨勢及市場價值。

F.建議評估以工作小組聯合相關業者討論管理草案，以利業者可以在沒有正式管理辦法時進行商模驗證用，未來亦可提供給民航局或主責機關作為參考。

G.建議民航局可以參考其它國家推動方式，提出關於我國 UTM^[28] 的發展構想或指引或是推動白皮書，以利業界投入及進行驗證。



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.4-7 UTM 工作小組第一次討論會議辦理情形

8. 美國無人機產業發展交流暨專題分享會

為展現交通部無人機科技產業小組美國參訪成果，並說明美國無人機產業發展現況、方向及臺美合作機會等，辦理美國無人機產業發展交流暨專題分享會，辦理情形如圖 4.4-8 所示。

(1) 辦理時間：民國 111 年 9 月 28 日

(2) 辦理地點：本所 5 樓會議室(臺北市松山區敦化北路 240 號 5 樓)

(3) 參與對象：聯盟會員、交通部無人機科技產業小組代表

(4) 會議結論：

- A.交通部無人機科技產業小組吸取本次美國參訪經驗，預計於明年執行無人機物流計畫，加入新的概念及技術，如起降場、Remote ID 及空中廊道等，與國際標準介接，以協助國內無人機物流相關廠商邁向國際化為主要目標。
- B.UTM^[28]為推動無人機物流服務的關鍵之一，美國已有制訂相關政策指引，建議相關主責單位可參考其指引內容及發展經驗，制訂符合我國產業需求的政策。
- C.無人機服務牽涉通訊資安，如：圖像傳輸、定位及 UTM^[28]等，目前國內外資安認證皆偏向硬體面，後續需推動無人機服務相關資安認證，以確認服務穩定性及安全性。

	
綜合交流	與會人員合影
	
交通部無人機科技產業小組吳東凌執行秘書與會	交通部無人機科技產業小組黃于哲副研究員專題分享

資料來源：本計畫彙整。

圖 4.4-8 美國無人機產業發展交流暨專題分享會辦理情形

9. 橋梁檢測工作小組第二次討論會議

延續橋梁檢測工作小組第一次討論會議結論，針對待討論議題進行深入探討，以提出相關建議，辦理情形如圖 4.4-9 所示。

- (1) 辦理時間：民國 111 年 10 月 19 日
- (2) 辦理地點：本次會議採虛實整合形式辦理
- (3) 參與對象：橋檢工作小組成員
- (4) 會議結論：
 - A. 鑑於臺灣橋梁以混凝土橋為多數，在評估無人機橋梁檢測項目時，建議以混凝土橋為主要目標。
 - B. 針對一般橋梁檢測構件項目的安全關鍵項目及無人機可進行檢測的評估，經小組成員討論後提出初版如下：

表 4.4-1 橋梁檢測構件安全關鍵性及無人機可檢測檢度評估表

橋檢構件	安全關鍵	無人機可進行檢測	無人機可進行檢測但技術待精進	不適以無人機進行檢測
橋面板	V	V		
主構件（大梁）	V	V		
副構件（橫隔梁）	V		V	
支承/支承墊/阻尼裝置	V		V	
防落設施	V	V		
橋台	V	V		
橋台基礎	V			V
橋墩墩體/帽梁	V	V		
橋墩基礎	V			V
河道	V	V		
橋墩/橋基保證措施	V		V	
伸縮縫		V		
橋護欄		V		
橋梁排水設施		V		
翼牆/擋土牆		V		

橋檢構件	安全關鍵	無人機可進行檢測	無人機可進行檢測但技術待精進	不適以無人機進行檢測
引道路提		V		
引道路提保護措施		V		
引道護欄		V		
緣石及人行道		V		
摩擦層		V		
其它		V		

資料來源：本計畫彙整。

C.待精進之無人機檢測技術主要有橋下定位、照明、避障及抗風等四類。

D.後續持續透過工作小組確認無人機可進行之安全關鍵構件，以利制訂無人機橋檢服務技術程度，以識別個別廠商服務水準。

E.無人機橋檢服務技術程度可評估的面向有：風險管理（如人群聚集或石化廠等位置）、視距內外及檢測構件（如橋面上構件或橋面下構件）等。



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.4-9 橋梁檢測工作小組第二次討論會議辦理情形

三、小結

本年度聯盟相關活動皆依據「推動公私協力合作」及「協助交通部相關計畫」兩項短期推動策略執行，主要執行成果說明如下：

1. 串聯供給需求

由於無人機科技產業尚在萌芽階段，需求方不了解無人機技術能量及導入效益，供給方無法掌握實際需求進行解決方案開發，需辦理交流活動讓供需雙方增進對彼此的了解，才有機會讓需求方開放需求或場域等，藉由拜訪臺灣港務公司（需求方）讓聯盟會員（供給方）能了解其實際需求，進而提供解決方案建議，促成產業商機。

2. 掌握國際動向

由於無人機科技產業目標市場主要仍在國際，各國亦正在發展相關規範、創新服務及商業模式，瞭解各國產業動向及發展經驗對我國無人機科技產業發展至關重要，藉由辦理國際參訪分享會能讓相關主責單位及廠商思考切入角度及合作機會，借力使力搭上發展國際產業潮流，加速產業發展。

3. 提供政策建言

由於無人機科技產業發展環境涉及政策及法規等面向，業界希望政策推動方向及法規制定能滿足產業發展需求，聯盟藉由成立工作小組，針對特定領域深入探討，適時邀請相關主責單位加入，以共識政策推動與法規調適建言，才能事半功倍引導產官學研量能補足產業發展缺口，優化產業基礎。

第五章 無人機科技產業國際與國內 合作交流

5.1 國際論壇辦理成果說明

一、辦理目的

透過辦理論壇之目的，除考量可積極整合產業能量，促進資源整合與產業的合作外，更可關注國際市場的主流技術與業者走向，與國際重要廠商進行交流與合作，開拓國際市場。

二、執行策略

1. 與智慧城市展結合以提高國內無人機科技產業國際能見度

智慧城市展是臺灣唯一以整體解決方案為主要特色的專業展覽，也是亞洲最大的智慧城市專業展會，歷年來皆邀請英國、荷蘭、美國、法國等各國數十個主要城市代表參與，各大企業及政府單位皆藉由此展會呈現其最新的智慧交通、智慧建築及智慧醫療等解決方案與導入成效。

2022 年智慧城市展主題為數位轉型再創智慧城市新高峰(Digital Transformation Takes Smart Cities to New Heights)，無人機的相關應用可有效改變現有大量應用人力之工作，如橋梁檢測、物流運送，以及圖資測繪等，除符合展會主題外，亦可以此國際性展會達到提高國內產業國際能見度之目的。

2. 同步宣告臺灣無人機大聯盟成立以廣納各界加入

臺灣無人機大聯盟成立初始，需要號召無人機科技產業相關產、官、學、研代表加入，藉由於國際論壇辦理成立大會，可有效提高新聞能見度，增加各界參與意願及會員數，同步也讓參與者了解國際無人機科技產業趨勢及推動經驗，刺激國內無人機科技產業發展。

3. 同步辦理供需交流媒合活動以促進各界合作

藉由國際論壇邀請之產、官、學、研代表，對其展示及宣傳目前國內無人機代表業者之解決方案及導入成效，可促進供需雙方溝通彼此需求及能量，故規劃同步辦理交流媒合活動以促進合作。

三、辦理方式

1. 論壇名稱：臺灣無人機大聯盟成立大會暨科技產業發展國際論壇

2. 辦理時間：民國 111 年 3 月 23 日

3. 辦理地點：2022 智慧城市展，臺北南港展覽 2 館

4. 議程

表 5.1-1 臺灣無人機大聯盟成立大會暨科技產業發展國際論壇議程表

時間	主題	主持人/講者
14:00-14:45	報到 / 自由參觀 (無人機展示)	
14:45-14:50	歡迎詞	林繼國 本所 所長
14:50-14:55	貴賓致詞	王國材 交通部 部長 Yasuhiro Senda, Executive Vice President, JUIDA ^[53]
14:55-15:00	臺灣無人機大聯盟推動願景	吳盟分 臺灣無人機大聯盟召集人
15:00-15:15	臺灣無人機大聯盟成立計畫徵件開跑	
15:15-15:45	國際趨勢—無人機產業之國際發展趨勢及挑戰	Kay Wackwitz (Germany) CEO & Founder, Drone Industry Insights
	場域合作—開放無人機場域與地方政府合作經驗	Masayuki Kumada (Japan) Senior Managing Director & CTO, Blue innovation Co., Ltd / JUIDA ^[53]
	未來發展—推動無人機空中計程車之新加坡經驗	Hon Lung Chu (Singapore) Head of Singapore and BD Southeast Asia, Volocopter
15:45-16:05	與談交流—從全球無人機產業的發展看臺灣的機會與挑戰	主持人 ● 吳盟分 臺灣無人機大聯盟召集人 與談人 ● 吳東凌 本所 運輸資訊組組長 ● 林顯易 經濟部技術處 科技專家 ● 江振瑋 嘉義縣政府 處長 ● 邱祖湘 國家中山科學研究院航空所 前瞻計畫督導長 ● 羅正方 經緯航太 董事長
16:05-16:35	產業媒合交流—業者/團隊簡報分享	● 工業技術研究院 ● 領航盃團隊：臺灣未來展

時間	主題	主持人/講者
		望 廣域遠端控制系統 空 中快速物流股份有限公司 ● 領航盃團隊：國立虎尾科 技 大學飛機工程系 飛行 實驗室 ● 領航盃團隊：經濟部水利 署 南區水資源局、中光 電智能 機器人 ● 無人機整合示範計畫團 隊：航見科技股份有限公司 ● 無人機整合示範計畫團 隊：黎明工程顧問股份有 限公司、工業技術研究院

資料來源：本計畫彙整。

四、辦理內容

1. 臺灣無人機大聯盟成立大會

為宣告臺灣無人機大聯盟成立，介紹成立目標、聯盟功能及組織架構，以號召國內產、官、學、研各界共同參與，邀請對象如下：

- (1) 交通部相關單位：如航政司、科技顧問室、民用航空局、中華郵政、桃園國際機場股份有限公司、臺灣港務股份有限公司等。
- (2) 交通部無人機科技產業小組成員：如 Taiwan AI Labs 源智慧公司林雅萍執行長及國立虎尾科技大學飛機工程系暨航空與電子科技研究所鄒杰炯教授等。
- (3) 共同推動無人機產業之公部門：如經濟部技術處、科技部及嘉義縣政府等。
- (4) 無人機產業相關公協會：如無人機應用發展協會、中華多旋翼遙控安全發展協會及臺灣智慧城市發展協會等。
- (5) 產業代表：如經緯航太、神通資訊、中光電智能機器人、電虎科技、翔隆航太、臺灣希望創新等。
- (6) 學研單位：如國家中山科學研究院航空所、工業技術研究院、金屬工業研究發展中心、長榮大學無人機中心、淡江大學無人機中心及國立臺灣大學無人載具研發設計中心等。

2. 國際論壇

為促進無人機科技產業國際交流，邀請國際產業代表進行專題分享，並安排國內專家就國際產業代表以座談型式進行回饋。以下說明專題設計及邀請對象：

(1) 專題設計

- A. 掌握目前「國際趨勢」，如國際無人機市場規模、主流應用及關鍵技術發展趨勢等，藉以發掘國內產業可著力區域及方向。
- B. 得知國外「場域合作」推動方式及成果，藉以構思國內推動場域可行配套作法。
- C. 吸取未來 UAM^[25]發展經驗，藉以了解國內後續推動 UAM^[25]相關基礎建設、載人無人機規格、管理方式等。

(2) 國際產業代表邀請

- A. 德國無人機研究單位 Drone Industry Insight 分享「國際趨勢」
Drone Industry Insight 於 2015 年成立，主要研究領域為商用無人機。藉由提供市場情報及市場趨勢分析，協助無人機製造商、軟體開發商及服務提供商增加其業務價值。
- B. 日本 UAS 產業振興協會(JUIDA^[53])分享「場域合作」
JUIDA^[53]於 2014 年成立，由多達 200 個團體及超個 50 個縣市、教育機構及公共機關人士組成，積極與日本政府合作推展無人機商業應用領域，提供產業交流媒合平台，定時舉辦研討會、展會，完善無人機產業環境。
- C. 德國載人無人機製造商 Volocopter 分享「未來 UAM^[25]發展」
Volocopter 於 2011 年成立，專門設計 eVTOL^[8]無人機，致力推動城市空中交通。目前已成功於杜拜進行載人無人機試飛，預計將擴及亞洲等地。

(3) 國內座談交流專家邀請

- A. 公部門代表：除交通部外，邀請經濟部及嘉義縣政府共同參與，分享公部門目前推動規劃及資源。
- B. 產業代表：邀請臺灣無人機大聯盟及無人機研發製造廠商經緯航太分享目前產業發展趨勢及需求。

C. 學研代表：邀請國內無人機研究單位中山科學研究院分享目前技術發展方向。

3. 產業媒合交流

為推展無人機科技產業，辦理產業媒合交流以展示、分享及合作洽談方式，鏈結國內無人機科技產業上下游業者能量及公部門單位需求。

為宣傳過往交通部推動無人機產業發展成果，並展現國內技術研發能量，參與對象邀請領航盃無人機創意競賽獲獎團隊、無人機整合示範計畫獲獎團隊及研究法人單位，參與本次活動之廠商如下：

表 5.1-2 產業媒合交流參與廠商一覽表

研究法人單位	財團法人工業技術研究院
	金屬工業研究發展中心
領航盃團隊	臺灣未來展望廣域遠端控制系統 空中快速物流股份有限公司
	國立虎尾科技大學飛機工程系 飛行實驗室
	經濟部水利署南區水資源局、中光電智能機器人
無人機整合示範計畫團隊	航見科技股份有限公司
	黎明工程顧問股份有限公司、財團法人工業技術研究院

資料來源：本計畫彙整。

五、辦理成效

1. 近 500 人次參與無人機科技產業發展國際論壇共同了解國內外產業發展

本次論壇採虛實整合方式辦理，現場共計 223 位貴賓出席(含政府單位 28 人、學術單位 33 人、研究單位 46 人、產業單位 116 人等)，線上瀏覽人次共 239 人次(截至民國 111 年 10 月 31 日止)。

在專題分享及與談交流邀集德國無人機研究單位 Drone Industry Insight、日本 UAS 產業振興協會(JUIDA^[53])、德國載人無人機製造商 Volocopter，以及國內重要產、官、學、研代表(如經濟部技術處、嘉義縣政府、國家中山科學研究院航空所，以及經緯航太等)，從國際趨勢、場域合作、未來發展等角度，探討「從全球無人機產業的發展看臺灣的機會與挑戰」，以下整理重點摘要：

- (1) 無人機產業迎接十年來最大投資潮，並積極尋求「視距外飛行」相關解決方案

Drone Industry Insights 創辦人 Kay Wackwit 表示，因 COVID-19 疫情，無人機產業迎接十年來最大投資潮，約 70 億美金投入，推估無人機產業已脫離炒作，進入實際需求推動，其中又以視距外飛行 BVLOS^[10] 相關解決方案為主，但尚有法律限制、通訊技術、及資安等挑戰。

- (2) 日本政府正積極與民間合作推動視距外飛行及城市空中交通

日本 UAS 產業振興協會 (JUIDA^[53]) 成員 Blue Innovation CTO Masayuki Kumada 表示，日本政府期望在 2022 年達到 Level 4 (於有人區域進行視距外飛行)，同時期望在 2023 年能夠發展 UAM^[25]，故產官學研都在討論相關議題，如規範、授權、飛控系統及 Remote ID 等。

- (3) Volocopter 與新加坡政府合作，預計 2024 提供 UAM^[25] 服務

Volocopter 新加坡及東南亞事業拓展負責人 Hon Lung Chu 表示，至 2016 年起，已與世界各城市合作進行超過千次的試飛，包含布魯塞爾、杜拜、拉斯維加斯、首爾等。目前與新加坡政府合作積極推展 UAM^[25]，除將提出新加坡 UAM^[25] 發展藍圖外，亦在進行無人機當地採購、當地製造及營運的可行性研究，預計 2024 年可開始提供服務。

- (4) 臺灣具資安等技術優勢有機會成為視距外飛行技術領航者

經濟部技術處林顯易科技專家、國家中山科學研究院航空所邱祖湘前瞻計畫督導長表示，無人機要達到可視距外飛行 BVLOS^[10] 的關鍵技術為三電系統：電機(如高效率發電機、直驅式馬達等)、電控(如自主導航飛行、避開障礙等)及電池系統(如高密度燃料電池等)，同時，應強化資安與加密，而臺灣正具備此技術優勢，有機會成為無人機產業領航者。

- (5) 交通部與各公部門共同提供資源打造適合產業發展環境

本所運輸資訊組吳東凌組長表示，世界主要國家都正積極發展無人機產業，交通部從 2019 年即透過交通科技產業會報，邀集產官學研代表成立無人機科技產業小組，協助交通部制訂相關推動政策，由政府來打造適合產業發展的環境，也希望產業能踴躍響應，讓國內無人機產業能蓬勃發展。

嘉義縣政府江振瑋處長表示，目前嘉義縣政府正在打造無人機 AI 創新應用研發中心，包括無人機新創園區、無人機研發檢測基地、臺灣無人機學校、無人機國家競技場、無人機考照場等，將與臺灣無人機產官學研共創無人機場域生態圈。



專題演講：Kay Wackwitz (Germany), CEO & Founder, Drone Industry Insights



專題演講：Masayuki Kumada (Japan), Senior Managing Director & CTO, Blue innovation Co.,Ltd / JUIDA^[+]



專題演講：Hon Lung Chu (Singapore), Head of Singapore and BD Southeast Asia, Volocopter



與談交流：從全球無人機產業的發展看臺灣的機會與挑戰



論壇主持人：
臺灣無人機大聯盟 吳盟分 召集人



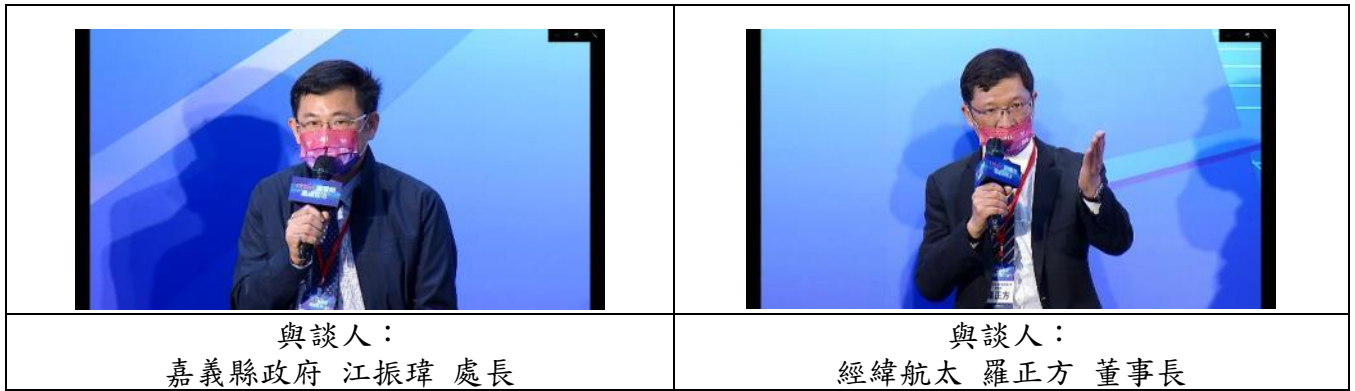
與談人：本所運輸資訊組 吳東凌 組長



與談人：
經濟部技術處 林顯易 科技專家



與談人：國家中山科學研究院航空所邱祖湘
前瞻計畫督導長



資料來源：本計畫彙整。

圖 5.1-1 無人機科技產業發展國際論壇活動花絮

2. 成功吸引近 40 名產官學研代表響應申請加入臺灣無人機大聯盟

臺灣無人機大聯盟期盼扮演政府與產業溝通的橋梁、促進資源整合與產業合作、推動國際交流，以及協助公部門落實無人機科技產業發展策略，希望國內無人機相關供應鏈業者共同加入，以發揮最大的產業能量，爭取我國無人機科技產業與國際交流合作，共同開拓國際商機。

成立大會亦邀請到交通部王國材部長、經濟部技術處及嘉義縣政府代表等貴賓見證，同時亦獲日本 UAS 產業振興協會(JUIDA^[53])以線上方式致賀詞，更吸引到近 40 名產官學研代表響應申請加入，顯示臺灣無人機大聯盟成立深獲各界支持，未來也將持續協助交通部推動無人機產業發展。

	
<p>交通部王國材部長致詞</p>	<p>本所林繼國所長致詞</p>
	
<p>臺灣無人機大聯盟吳盟分召集人致詞</p>	<p>日本 UAS 產業振興協會(JUIDA^[53]) 千田泰宏 副理事長 致詞</p>
	
<p>臺灣無人機大聯盟成立儀式</p>	<p>大合照</p>

資料來源：本計畫彙整。

圖 5.1-2 臺灣無人機大聯盟成立大會活動花絮

3. 推廣國內無人機物流及巡檢解決方案，促成近 70 次供需媒合交流

本次產業媒合交流到國內研發法人單位、領航盃無人機創意應用大賽獲獎團隊及無人機整合示範計畫獲獎團隊展示「物流」及「巡檢」領域解決方案，共收到 67 家次的媒合交流需求，洽談方向包含技術交流(燃料電池、馬達驅動、晶片等)、無人機應用開發(物流、巡檢等)等，追蹤媒合成果後有航見科技與虎尾科技大學共同討論 25 公斤以上物流無人機研發合作。

表 5.1-3 無人機產業媒合交流成果彙整表

序	單位名稱	媒合家次	洽談方向
1	工業技術研究院	6 家，包含 Google、東友科技、凱易資訊等。	無人機智取站應用、遠距運輸貨運、建物外牆安檢等。
2	金屬工業研究發展中心	-	-
3	領航盃團隊—臺灣未來展望廣域遠端控制系統空中快速物流股份有限公司	17 家，包含上海移遠通信技術(股)公司、東友科技(股)公司、臺灣港務(股)公司、工業技術研究院、台達電子、東元電機、鴻海科技集團等。	包含巡檢、商用、燃料電池、馬達驅動、晶片等。
4	領航盃團隊—國立虎尾科技大學飛機工程系飛行實驗室	10 家，包含昊和精工、GS、中華無人系統應用發展協會、威航科技 Skytraq、璿元科技有限公司等。	洽談無人機地面控制車，導控介面操作、UAS 教育發展與檢測、UAS 開發、RTK / TrueHeading 精準定位/精準航向等
5	領航盃團隊—經濟部水利署南區水資源局、中光電智能機器人	20 家，包含台達電、MemryX、全達國際(股)公司、邁維思國際貿易有限公司	洽談包含系統應用開發、檢測、通訊等
6	無人機整合示範計畫團隊—航見科技股份有限公司	11 家	物流領域
7	無人機整合示範計畫團隊—黎明工程顧問股份有限公司、財團法人工業技術研究院	3 家，包含東元、中華國際無人機旅遊協會、自強工程顧問有限公司等	洽談無人機旅遊結合等。
小計		67 家	-

資料來源：本計畫彙整。



產業媒合交流：工業技術研究院

產業媒合交流：領航盃團隊
臺灣未來展望 廣域遠端控制系統空中快速物流股份有限公司



產業媒合交流：領航盃團隊
國立虎尾科技大學飛機工程系飛行實驗室

產業媒合交流：領航盃團隊
經濟部水利署南區水資源局、中光電智能機器人



產業媒合交流：無人機整合示範計畫團隊
航見科技股份有限公司

產業媒合交流：無人機整合示範計畫團隊
黎明工程顧問股份有限公司、工業技術研究院



工業技術研究院：高酬載運補無人機

工業技術研究院：無人機物流與智取站整合系統

	
<p>金屬中心：精準漁業無人機應用</p>	<p>領航盃團隊：臺灣未來展望廣域遠端控制系統 空中快速物流股份有限公司 混合式三傾轉動力 eVtol^[十五]</p>
	
<p>領航盃團隊：國立虎尾科技大學飛機工程系飛行實驗室 鯨鯊</p>	<p>領航盃團隊：經濟部水利署南區水資源局、中光電智能機器人 全自主無人機方案</p>
	
<p>無人機整合示範計畫團隊：航見科技股份有限公司 HJX9E 單軸直升機</p>	<p>無人機整合示範計畫團隊：黎明工程顧問股份有限公司、工業技術研究院 AI 橋檢無人機系統</p>

資料來源：本計畫彙整。

圖 5.1-3 無人機產業媒合交流活動花絮

4. 15 篇媒體報導交通部推動無人機產業成果，提高無人機產業聲量

本次活動邀集無人機產業鏈產、官、學、研代表參與，包含重要交通部官員及臺灣無人機重量級貴賓皆親自到場支持，引發各方媒體關注，吸引共 14 家媒體 15 篇報導，除藉此展現交通部無人機產業推動及產業能

量外，亦將吸引更多產官學研代表加入臺灣無人機大聯盟，匯集能量促進無人機產業共好及接軌國際。

表 5.1-4 臺灣無人機大聯盟成立大會暨科技產業發展國際論壇相關報導

編號	訊息來源	標題	網址
1	工商時報	智慧城市展 交通部推無人機大聯盟	https://ctee.com.tw/news/tech/609032.html
2	中央社	交通部攜手臺灣無人機大聯盟 共創無人機產業國際商機	https://www.cna.com.tw/Postwrite/Chi/312039
3	風傳媒	臺灣無人機大聯盟 23 日成立 引領國內科技產業發展	https://www.storm.mg/local/article/4255352
4	INSIDE	【2022 智慧城市展】「無人機大聯盟」成立 工研院首公開物流無人機智取站	https://www.inside.com.tw/article/27124-2022smartcitytaipei-drone-itri
5	新唐人亞太台	空中物流載運成趨勢！「臺灣無人機大聯盟」成軍	https://reurl.cc/MbqX8m
6	工商時報	無人機大聯盟成立 交通部促進產業發展	https://reurl.cc/e61Wd7
7	臺灣好報	交通部攜手臺灣無人機大聯盟 共創無人機產業國際商機	https://reurl.cc/KpNXvy
8	民眾網	無人機大聯盟成軍 盼建立群聚效應 媒合國內外商機	https://reurl.cc/yQzm4a
9	經濟日報	交通部搭橋 促無人機產業發展	https://money.udn.com/money/story/5640/6181135
10	中時 Featured	交通部攜手臺灣無人機大聯盟共創無人機產業國際商機	https://turnnewsapp.com/ct-featured/257594.html
11	旅食樂	交通部攜手臺灣無人機大聯盟 共創無人機產業國際商機	https://playnews.news/archives/354131
12	新唐人亞太台	亞洲最大智慧城市展！「臺灣無人機大聯盟」成軍！特斯拉德國超級工廠交付電動車！鴻海平價電動休旅要來了！	https://www.youtube.com/watch?v=DN1ijh3og5A
13	非凡財經新聞	交通部攜手臺灣無人機大聯盟共拓國際商機 發展"巡檢型.運補型" 台無人機產業鏈運用廣泛	https://www.youtube.com/watch?v=0yCoZF4BvFk
14	DIGITIMES	智慧交通創新 4 趨勢：無人化、聯盟化、智慧化、效率化	https://reurl.cc/oeN7gD

編號	訊息來源	標題	網址
15	科技新報	臺灣無人機大聯盟成立，助台廠把握後疫情時代商機	https://technews.tw/2022/04/12/taiwan-drone-alliance/

資料來源：本計畫彙整。

5.2 國際參訪辦理成果說明

一、辦理目的

綜觀國內無人機科技產業尚在起步發展階段，但我國產業具有極佳的發展利基(如第三章所述)，應善用其優勢，透過持續瞭解國際無人機產業發展趨勢與現況，進而促進國內外合作交流，積極爭取我國無人機科技產業與國際領導廠商合作機會，以吸引國際領導廠商來臺投資，因此本計畫辦理國際參訪以拓展我國無人機產業國際能見度。

二、執行策略

為落實執行國際參訪事務，考量市場面、技術面、產業推動作法與經驗及參訪綜效面，選擇以日本作為本次參訪目的地，以下進一步說明：

1. 日本政府推動無人機科技產業方向與我國一致

觀察亞洲各國無人機科技產業推動作法，日本、韓國及新加坡皆由政府引導規劃相關推動作法及法規調適，其中日本於 2017 年即以「物流」及「基礎建設維護管理」設為無人機科技產業推動重點領域應用。

而根據 2020 年日刊工業新聞報導 Impress Corporation 媒體暨出版公司資料，日本無人機市場整體規模於 2025 年預估達到 6,427 億日圓，為 2019 年的 4.56 倍。由於大型無人機可廣泛用於貨物搬運、檢查設備等商業用途，推測市場需求較高，預估 2025 年無人機應用服務市場規模為 4,426 億日圓，其中又以「基礎設施巡檢」、「農業」及「物流」為主，也與我國發展方向一致。綜上所述，可知日本在市場面及政策面具有指標性及參考價值。



資料來源：インプレス総合研究所(Impress 総合研究所)《ドローンビジネス調査報告書2019》。

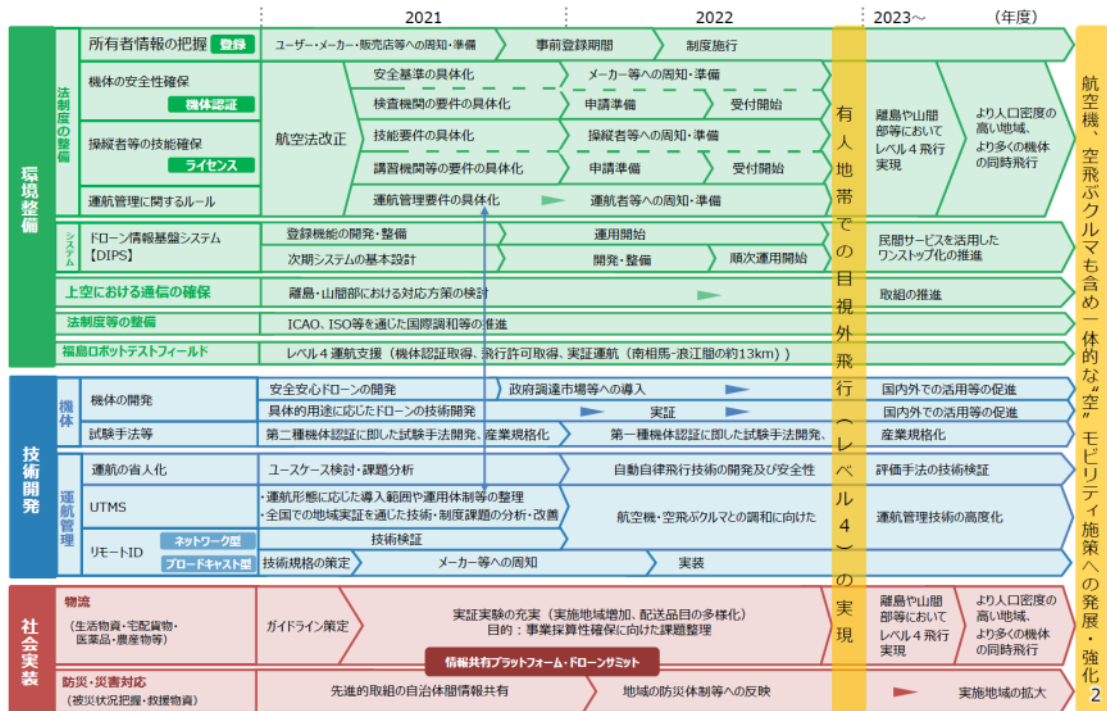
圖 5.2-1 日本無人機 2025 年市場規模預測圖

2. 日本無人機解決方案在技術需求與臺灣有高度相關

臺灣身處海島型國家，地理環境山高河多且地形複雜，尤其位處地震帶及颱風生成路徑上，常遇各種自然災害影響行駛安全；同樣日本與臺灣地理環境相似，不只有颱風與東北季風，還有各種地形風，加上山地或隧道橋梁干擾衛星導航與通訊，需要更先進的 AI 控制、其他先進技術來穩定無人機，因此在無人機相關解決方案所需之研發技術，有許多可供臺灣無人機產業參考之處，亦有合作可能。

3. 日本政府推動無人機國產國造作法可供臺灣參考

日本政府從 2015 年起，逐步放寬無人機飛航管制，訂下 4 個等級的無人機適航標準：人員視線內遙控的等級 1(Level 1)，視線內自律飛行的等級 2(Level 2)，無人區視線外自律飛行的等級 3(Level 3)，人口密集區視線外自律飛行的等級 4(Level 4)。回顧 2017 年，日本提出「空中產業革命」，針對垂直技術發展、產業整合及法規進行通盤性規劃及更新。至 2021 年 10 月，日本國土交通省首次接受空中飛車型式證明申請，並成立編制次世代航空移動辦公室加速推動載人服務，為日本無人機載人應用重要里程碑。同年公布的日本無人機產業推動藍圖，分為「環境整備面」、「技術開發面」及「社會應用面」，由國土交通省、經濟產業省及內閣府共同執行，並且訂下 2022 年完成 Level 4 解禁，日本無人機業者因此投入全力研發、試驗各類應用服務的可能性。



資料來源：小型無人機に係る環境整備に向けた官民協議会，2021年6月。

圖 5.2-2 日本無人機推動藍圖

此外，日本政府鑑於全球無人機製造商以中國大陸業者為主流，考量使用外國無人機可能涉及國家及資訊安全等疑慮，鼓勵企業排除使用外國產品，並以補助方式加速廠商研製國產無人機，惟當前尚無法比照美國全面禁用中國大陸製產品，但就日本無人機品牌 ACSL 由日本經濟產業省扶植籌組契機及發展成效，已可顯見日本政府全力推動無人機國產國造之決心。同時，日本預計在 2022 年底前推動日本航空法修法，最快可在 2023 年提供郵件配送服務，發展方向與產業環境與我國雷同。

在城市空中交通發展上，日本地狹人稠，為解決都市交通議題，飛行車為受矚目之新世代移動解決方案，其具垂直起降且不需跑道之優點，適用在都市區行駛，可望解決塞車等交通問題。因此，日本經濟產業省為因應未來飛行車之實用化，將研發準確分隔小型無人機、直升機等飛行路徑之航運管理技術來落實推動飛行車實用化，以防止無人航空器間之衝撞事故。於 2021 年度開始調查可供飛行車運用之飛行航路，預計將於 2022 年度推動企業與研究單位共同開發航運管理技術，並編列 38 億日圓預算支應相關研發計畫。綜上所述，在推動無人機國產國造作法及相關配套措施上有可供我國借鏡處。

4. 參訪國際級無人機展會擴大可交流對象

為擴大國際參訪綜效，安排參訪國際級無人機展會以擴大可交流對象，在亞洲相關無人機展中，JUIDA^[53]辦理之「JAPAN DRONE 2022」展覽為知名國際無人機博覽會，更是日本規模最大的無人機技術及應用展會。其自 2016 年開始辦理迄今第 7 屆，2022 年主題為「即將實現 Level 4 無人機飛行和載人飛行」，其展示超過百臺以上之無人機，並結合無人機相關國際論壇，計有 250 個單位參展，參與人次約 18,000 人次，顯見本展覽為日本無人機產業最具有曝光度及展售標的之指標性角色，同時亦切合交通部研析 UAM^[23]機制及其他前瞻策略所需。

三、執行成果

1. 參訪重點規劃

(1) 掌握無人機最新技術與應用

為掌握國際無人機科技發展及產業趨勢，此展由 JUIDA^[53]主辦，展場內容包含無人機飛行演示及結合第一屆先進空中交通國際研討會 (International Advanced Air Mobility Expo2022) 等活動。

(2) 促成臺日無人機產業合作

藉由拜訪日本無人機關鍵技術及應用開發等業者、研究機構、產業組織等，洽談技術或商業合作或更積極的簽訂 MOU^[64]，如：飛控系統、先進電力系統或資安等關鍵技術合作，或無人機服務代理或無人機代工製造等。

(3) 瞭解日本推動無人機產業之政策資源

藉由拜訪 JUIDA^[53]及無人機企業瞭解日本政府推動無人機在交通領域應用(如：物流及城市空中交通)之政策藍圖與資源，以及公部門與私部門合作誘因及方式，作為交通部未來推動策略規劃與執行之參考。

2. 參訪行程說明

(1) 拜會無人機相關業者與組織

本計畫挑選具代表性之無人機產、官、學、研機構安排拜會，以進一步瞭解日本推動現況與企業應用情形，更方便後續探討日本技術研發、應用服務、環境整備與人才培育等面向之發展議題。

表 5.2-1 日本拜會業者與組織名單

編號	單位名稱	單位屬性	說明	拜訪重點	領域
1	JUIDA ^[53]	公協會	日本 UAS 產業振興協會 JUIDA ^[53] 於 2014 年 7 月成立，以教育、市場創造、安全/標準和國際為主要營運方向，訂定及管理安全準則、操作者培訓與認證、應用技術開發、調查及研究、規劃及辦理研討會及活動，以及辦理國際交流。2018 年發表「JUIDA ^[53] 物流指南草案」，2021 年以促進下一代移動系統（無人機和飛行汽車）創造新的市場，促進工業的健康發展為發展目標；截至 2022 年 3 月共計有 21,074 個會員，類型包括物流公司、電信公司、律師、非壽險公司、國家研究機構、飛機製造商、電力公司和無人機服務提供者，以及相關政府機構作為觀察員。	<ul style="list-style-type: none"> ● 確認市場創造、教育、安全/標準和國際為營運目標及方向 ● 與 JUIDA^[53] 簽署 MOU^[64]，促成臺日無人機廠商技術及商業交流 ● 瞭解臺日無人機合作可能 	-
2	Autonomous Control Systems Laboratory Ltd. (ACSL)	公司 (研發製造)	ACSL 主要為從事生產、銷售和服務各種應用的全自動工業無人機公司；2020 年與山葉發動機 (YAMAHA) 及 NTT DoCoMo 等公司共同受經濟產業省委託開發日產無人機，積極強化無人機巡檢功能，2020 年與丹麥相機公司 Phase One 合作，用作基礎設施巡檢無人機；2021 年日本郵政投資 30 億日元，目標是在 2023 年實現無人機商業郵件投	<ul style="list-style-type: none"> ● 瞭解經濟產業省對於日產無人機方向及提供的資源 ● 瞭解日本技術研發趨勢與發展規劃 	設施巡檢 物流應用 救災應用

編號	單位名稱	單位屬性	說明	拜訪重點	領域
			遞。		
3	Blue Innovation Co., Ltd.	公司 (服務開發)	Blue Innovation 是日本無人機服務開發商，發展無人機管理平台(雲端系統 BEP)，同時控制和整合複數無人機和機器人系統；該系統提供五個不同領域的專業無人機服務：工業巡檢、保防安全、物流應用、教育和娛樂用途，與日本著名建設及物業管理公司 Taisei Co., Ltd. 和 NTT 東日本合作開發“T-FRIEND”室內安全無人機巡檢服務。(使用印刷標記和無線電波自動飛行)“BI AMY”室內無人機飛行應用平台，應用於在倉儲管理服務的小型化無人機服務載具，可提供自主盤點庫存數據；2023 年預計發布無人機起降的國際標準化服務。	<ul style="list-style-type: none"> ● 瞭解無人機管理平台)雲端系統 BEP) ● 瞭解無人機在各領域應用的現況與趨勢 	設施巡檢 物流應用
4	Aero Development Japan (ADJ)	公司 (研發製造)	ADJ 為動力系統研發及製造公司，主要為大型和遠程無人機開發出將渦輪機動力和發電機相結合的混合動力系統，開發出 Hybrid 發電機，可使 150 kg 的大型無人機飛行 1 小時。	<ul style="list-style-type: none"> ● 瞭解日本無人機動力技術發展現況及趨勢 ● 瞭解臺日無人機合作可能 	混合動力系統
5	New Energy and Industrial Technology Development Organization (NEDO)	行政法人	1980 年成立，2003 年 10 月 1 日改組為法人行政機構，由經濟產業省所管轄，主要業務為技術開發(交通管理系統、自動避障系統)、國家政策推動及國際化標準。	瞭解日本政府扶植產業作法及提供資源	政府推動作法

編號	單位名稱	單位屬性	說明	拜訪重點	領域
6	SkyDrive (日本新創公司)	公司 (服務開發) (研發製造)	2018年成立，為提供飛行汽車和貨運無人機的先進空中交通解決方案公司，已受到 NEC、Panasonic 等 100 家業者贊助，並獲伊藤忠科技、Drone Fund、Strive 等投資 15 億日圓開發飛天計程車；該公司於 2021/10 已獲得國土交通省批准飛行汽車型號證書	<ul style="list-style-type: none"> ●瞭解 UAM^[25] 推動關鍵及經驗 ●瞭解日本政府推動 UAM^[25] 作法及提供資源 ●瞭解臺日無人機合作可能 	UAM ^[25] 城市空中交通
7	KDDI Drone	公司 (服務開發) (研發製造)	KDDI 為日本大型通信電器企業，1984 年成立，1996 年展開無人機業務，於 2022 年 4 月甫另設立 KDDI 無人機子公司。自 2020 年起開始驗證緊急物資運送服務，2022 年則公開完成東京都內的無人機醫藥品運輸試驗。	<ul style="list-style-type: none"> ●瞭解無人機在各領域應用的現況與趨勢 ●瞭解無人機通訊服務商業模式 	設備巡檢 物流應用 通訊系統
8	Terra Drone	公司 (服務開發)	Terra Drone 主要開發 Terra UTM 交通管理平台，以 Level 5 自動飛行能力為目標而設計。擅長提供地形測量、熱檢測、3D 雷射掃描、航空圖像應用等建築工程所需的測繪和分析服務，另外亦活躍於精準農業、搶險救災等應用領域。	<ul style="list-style-type: none"> ●瞭解無人機在各領域應用的現況與趨勢 ●瞭解無人機管理平台 	UTM ^[28] 設備巡檢

資料來源：本計畫彙整。

(2) 參訪 Japan Drone 2022

Japan Drone 2022 本次展覽主題為展現日本發展 LEVEL 4 高度自主飛行與載人飛行之目標，同時與「2022 年第一屆下一代空中交通博覽會 / 2022 年第一屆國際先進空中交通博覽會(第 1 回次世代エアモビリティ EXPO 2022/ 1st International Advanced Air Mobility Expo 2022)」，以下簡稱空中交通博覽會」同步開展。

以下說明本次參訪交流廠商：

A. NTT DOCOMO

NTT DOCOMO 於 2022 年 2 月啟用空中機動通訊中繼站，以無人機作為基地台，以作為災害緊急通訊需求及應付容易干擾通訊的地形，並針對超視距無人機提供通訊連接。

NTT DOCOMO 下轄無人機事業 DOCOMO SKY 有兩個主要領域，分別為醫藥品運送服務及區域災害應變服務，同時正與 7-11 超商及全日空 (ANA) 合作物流服務實驗，另有 Docomo sky Cellular Drone Partner Program，提供無人機業者開發事業所需網路與控制技術的協助服務，壓低無人機業者與 7-11 等零售業者合作服務門檻。

B. SONY

SONY 自 2021 年發布專業空拍無人機 Airpeak S1，其通信傳輸和高階影像處理技術達 8K 畫質，Airpeak S1 使用了 Sony 自行開發推進裝置和飛行控制系統，在機身的前、後、左、右、下位置各安裝了一路立體攝像頭採集視覺資訊，還有 2 個紅外測距感測器收集定位數據，透過原創演算法實現無人機的實施定位和 3D 空間感知，即使在 GPS 可能受阻的區域，IMU 和氣壓等關鍵感測器資訊有助於優化控制系統。

SONY 在日本宇宙航空研究開發機構(JAXA)中進行風洞測試，測試結果在每秒 19.5 公尺的風速(約 8 級風力)干擾下仍有穩定的懸浮能力。

C. 株式会社テララボ Terra Labo

Terra Labo 於 2018 年發表可連續飛行 1,000 公里 10 小時的定翼無人機，酬載達 10 公斤，在無人機上搭載可見光相機、紅外相機、激光掃描儀、輻射測量儀、多光譜相機等設備，於災區可持續收集信息。

Terra Labo 開發之無人機可與裝載在車輛中的地面控制系統進行通訊，人員可藉此監控無人機並接收無人機上影像資料，進行 3D 建模。

D. 福島試驗場

日本斥資 43 億新臺幣，打造了福島機器人試驗場，廣達 55 公頃，大約是臺北松山機場的三分之二大，提供海、陸、空各種機器人實驗。目前已先行啟用無人機試驗場，用於日本核能研究機構以無人

直升機監測福島的輻射值，以及與日立製作所(HITACHI)合作建置福島機器人試驗場內的 UTM^[28] 系統。

E. 翔探科技(股)公司

翔探科技(股)公司為一間具備自主開發飛航控制系統軟硬體的無人機系統開發業者，成功案例包括農業施作噴灑、巡檢探勘與急難救援等專業應用，並成功導入日本與東南亞市場。

曾參與科技部 AI 研究中心中的 PairLab 與大專院校合作開發人工智慧無人機專案，已有多項先進無人機影像辨識及人工智慧控制技術產出；並與宏茂光電(股)公司合作，在無人機上搭載影像視覺組件，提供國防工業等級的 AI 影像檢測服務。

目前翔探科技(股)公司亦與日本無人機領導大廠 Blue Innovation 合作，完成多種工業型小型無人機產品並獲得市場採用。

(3) 簽署 MOU^[64] 規劃

為強化臺日無人機國際交流關係，本次參訪由臺灣無人機大聯盟與 JUIDA^[53] 各以無人機產業協會身分簽署合作 MOU^[64]，促進雙邊未來產業聯盟互利合作的可能性，雙方合作項目為：

- A. 建立國際產業培訓計畫
- B. 促進產業技術發展
- C. 促進產業訊息交流
- D. 促進具有共同利益之技術應用
- E. 促進國際研討會/展會/聯誼等活動交流



資料來源：本計畫彙整。

圖 5.2-3 臺灣無人機大聯盟與 JUIDA^[53] 簽署 MOU

3. 參訪心得與政策建言

(1) 日本推動做法借鏡

- A. 由日本經驗可看出政府帶頭制定發展目標，如 2025 年大阪萬國博覽會，讓產業有所目標即願意投入，且在國際場合展現讓世界看到機會，進而合作交流，此推動方式可作為我國參考。
- B. 參考日本產業發展，國內各單位應積極推廣無人機的應用領域，盤點與國防、防災，及工程等相關領域之需求，建立起降場、通訊站等基礎設施，及飛行紀錄應用資料庫，以健全無人機使用環境，因應災害發生時能順利讓民間參與軍方之救災任務。
- C. 本次參訪 Japan Drone 2022 已有看到整合無人機與無人船的海洋巡檢解決方案。臺灣四面環海，海岸線很長，必須要同時發展 3D 空域及水域探測的技術，水域探測要靠無人船在水域上及水域下同時探測，而空中則需要靠長滯空的偵查型無人機相互補足，建議把無人機及無人船同時納入發展推動的項目。
- D. 參考日本發展 UTM^[28] 經驗，因由民間主導，致使後續在與政府整合衍生許多相關作業程序。建議政府應扮演整合角色，與企業共同合作，健全臺灣 UTM^[28]。且與民航局共同規劃整合到有人機管理系統。

(2) 我國產業推動與技術研發可切入處

- A. 日本研發的角度廣泛，惟非每個案例都成功且獲利，建議可從中選擇成功且臺灣可以使用的技術合作。臺灣擅長的是資通訊，而目前發展中的智慧無人機仍仰賴機載微型電腦(耗電)如何以智慧化晶片取代，即是臺日可互補合作，並共同建立以全球為市場的無人機乾淨供應鏈，以因應陸製無人機及相關零組件之資安疑慮。
- B. 日本研發與製造無人機成本較高，臺灣可善用國內以往建立供應鏈 Cost Down 能力，加快與日本或其他國家進行技術研發、製造等合作。
- C. 國內欲加速無人機產業之發展，亦可考慮建立國內無人機共通資料平台，制訂 SOP 及資安規範，以利 AI 影像辨視及各項應用快速導入與整合。

- D. 臺灣的無人機的技术需掌控關鍵技术的發展，其中由於目前 FAA^[4]規定都需要有避障功能，且蒐集橋梁/環境科技/地震等航拍資料提供 AI 辨識等。另臺灣亦擅長半導體晶片製造，因此無人機專用的先進飛行輔助晶片，可透過臺日技術互補合作，共同開發全球無人機市場。
- E. 目前國內無人機產業尚在摸索具有誘因的商業模式，應先透過公部門需求釋出應用服務採購案，讓廠商有初步服務量能、獲利模式，進而尋求多元發展。
- F. 透過本次國際參訪經驗，未來應鼓勵國內廠商技術研發、國際合作及交流，且以整體競爭力及融合的角度來規劃各相關產業發展，而非惡性競爭。
- G. 本次參訪可知日本政府以 2025 年大阪萬國博覽會為目標，帶動無人機科技產業發展。我國亦可參考日本政府之經驗，將無人機科技產業以 2026 年訂定相關發展目標如下，以宣示臺灣無人機科技產業之蓬勃發展。

(3) 我國產業後續推動建議：應用面

- A. 實現臺灣智慧化 3D 交通設施管理，建立橋梁及河域環境三維數位模型與 AI 分析技術，達到自動化橋檢能力。
- B. 發展以智慧化交通設施維護管理之環境，針對全國現況高成本投入之橋梁包含河域環境，以無人機進行 3D 資料構建及 AI 化分析管理，並針對所需技術、場域、人培、法規等建立分年階段目標。

(4) 我國產業後續推動建議：商業模式面

- A. 建立專屬臺灣物流的完整服務及商業模式，並符合 FAA^[4]、EASA^[39]的標準。
- B. 發展臺灣專屬的偏鄉或離島的物流服務模式，規劃航線實現商業模式，並依 SOP 訂定技術、場域、人培、法規分年階段目標。

(5) 我國產業後續推動建議：國際合作面

- A. 以 UAM^[25]為目標建立國際合作模式，扶植無人機的獨角獸，或鼓勵於臺灣設立研發中心。

- B. UAM^[25]的發展應取得國際領導廠商的技術合作，導引政府及國內外創投，在臺灣共同成立 UAM^[25]新創公司，目標 2026 年生產出一台臺製 UAM^[25]（或是扶植出臺灣 UAM^[25]獨角獸公司）。
- C. 並編列預算邀請國際領導廠商來臺展示與交流，同時展現臺灣市場與供應鏈，吸引國際廠商投資，並於臺灣設立研發中心，形成合作的商業模式。

(6) 我國產業後續推動建議：法規面

為加速國內技術發展，可參考日本為達到 LEVEL 4 的法規調適，並建議評估直接承認先進國家之無人機認證，如 FAA^[4] Part 135 等。

四、回饋交流

透過本次組團訪日，與日本無人機產業代表交流收獲頗豐，為延續國際交流熱度，本計畫透過本所於同年 10 月邀請日本無人機產業代表訪臺交流之際，協助臺灣無人機大聯盟與日本無人機產業代表形成策略聯盟。

本次日本無人機產業代表來訪成員為 Aero Development Japan 田邊敏憲社長、Aero Development Japan 清水泰之海外業務開發經理、SkyDrive 村井宏行業務策略長共 3 人。而於訪臺行程期間，本計畫安排與交通部無人機科技產業小組及臺灣無人機大聯盟等產、官、學、研單位進行交流，說明如下：

1. 交通部無人機科技產業小組與臺灣無人機大聯盟與日本交流座談會

- (1) 辦理時間：民國 111 年 11 月 1 日 10:00~12:30 會議。
- (2) 辦理地點：本所 5 樓會議室。
- (3) 參與貴賓

日本無人機產業代表(SkyDrive、Aero Development Japan)、本所、臺灣無人機大聯盟(經緯航太、景翊科技、彥宣智能科技、速創智慧科技、鼎漢國際工程顧問、台北市電腦公會)。

(4) 成果摘要

A. 臺日攜手有望使產業技術再加值，共同打造乾淨供應鏈

在本場交流活動中，臺灣無人機大聯盟表示將扮演媒合平台的角色，建立與日本在零件、系統等各專業領域合作，而若臺日成立合作供應鏈，未來將有望一同突破當前無人機續航力、酬載能力及動力系統等

關鍵技術，共同排除紅色供應鏈，並為無人機產業建立乾淨供應鏈，以因應陸製無人機及相關零組件之資安疑慮。

B. 期待未來臺日共同拓展海外無人機新藍海

日本無人機產業代表表示期待串聯臺灣半導體、電子零件及資訊等高科技技術，共同開發無人機，並擴展推廣至東南亞、澳洲、紐西蘭等國家，合作開闢無人機新藍海。



資料來源：本計畫彙整。

圖 5.2-4 交通部無人機科技產業小組與臺灣無人機大聯盟與日本交流座談會

2. 臺日無人機產業技術交流暨商機合作會議

- (1) 辦理時間：民國 111 年 11 月 3 日 14:00~16:30 會議。
- (2) 辦理地點：台北市電腦公會 501 會議室。
- (3) 參與貴賓

日本無人機產業代表(SkyDrive、Aero Development Japan)、本所、臺灣無人機大聯盟(奧榮科技、中光電智能機器人、台灣經濟研究院、橙森國際、艾知科技、鼎漢國際工程顧問、台北市電腦公會)。

(4) 成果摘要

日本無人機產業代表對於臺灣產學合作緊密度亦有給予相當回饋，因日方協會多由產業所組成，學研單位較無角色，因此期望參考臺灣無人機相關聯盟、協會方式，廣納學研單位加入，亦期盼未來有更多合作契機。



資料來源：本計畫彙整。

圖 5.2-5 臺日無人機產業技術交流暨商機合作會議合影

第六章 交通部無人機科技產業小組 後續發展規劃

6.1 我國無人機交通領域發展方向修訂

一、我國無人機交通領域發展方向回顧

1. 為了順利將無人機導入我國交通領域之應用，藉由交通領域之需求帶動無人機產業發展，根據本所於民國 110 年「推動我國無人機科技產業發展先期研究規劃」提出建立無人機交通環境、健全產業發展生態為我國無人機交通領域發展願景；而無人機發展目標方向則從載物到載人，各期程安排上，短期解決交通應用技術瓶頸，包括監測、巡檢、載物等，中長期以發展 UAM^[25] 為目標，如圖 6.1-1 所示。



資料來源：本所，推動我國無人機科技產業發展先期研究規劃，民國 109 年。

圖 6.1-1 國內交通領域推動政策方向圖

2. 交通部亦於民國 110 年「交通科技產業政策白皮書」提出我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 版，並劃分三階段任務，其中短期措施 2021 年至 2025 年為聚焦研發階段，中期措施 2026 年至 2030 年為累積能量階段，長期措施 2031 年之後為推廣普及階段，詳細如圖 2.3-16 所示。
3. 其中白皮書亦公布我國無人機 2025 年在交通領域應用里程碑，第一個為建立偏鄉及離島無人機物資運補機制，時程上，2024 年以前完成概念驗證與服務驗證，2025 年完成商業驗證並建立常態性運補機制；第二個為擴大導入無人機輔助橋梁檢測作業，時程上，2021 年至 2024 年發展無人機橋梁檢測相關技術，2025 年針對交通部管理之橋梁，擴

大應用無人機於輔助橋梁檢測作業流程，詳細如圖 2.3-17 所示。

二、國際無人機交通領域發展方向探討

本節蒐集國際無人機交通領域發展方向，以英國、日本、韓國為例，盤點各國在交通領域發展方向，以及各年期目標及措施，最後說明各國之發展里程碑，以下整理各國發展方向。

1. 英國：發展航空運輸創新營運

英國研究與創新總署(UK Research and Innovation, 簡稱 UKRI^[65]) 在 2021 年公布英國在未來飛行願景及路徑圖，提出 2035 年全球在無人機、AAM^[23] 及支援服務的市場價值達 740 億英鎊。

因此，英國研究與創新總署提出以發展航空運輸創新營運為方向，制定 2030 年以前的發展路徑圖；提出之路徑圖以 2024 年為示範階段，以具有社會經濟價值之示範飛行為主；2026 年為工業化階段，以降低成本，使服務具有商業可行性為目標；2028 年為規模化階段，開始擴大服務規模；2030 年為基於服務階段，實現以服務為本，提供具備無縫、可持續性、快速的交通服務。

英國在未來飛行願景的里程碑係以 2024 年實現 AAM^[23] 示範飛行，2030 年實現 AAM^[23] 成為以服務為本之交通服務為兩大階段里程碑。

2. 日本：發展並實現 AAM^[23] 於大阪萬博會

日本經濟產業省、國土交通省在 2021 年公布日本 AAM^[23] 的發展路徑圖，提出 AAM^[23] 能有效解決區域性的交通問題，並以此新形態的運輸方式豐富民眾的生活。

因此，日本以發展 AAM^[23] 作為方向，提出 2025 年以前要建立營運環境及監管架構，並且進行載物、載人之示範飛行；2026 年至 2030 年要擴大載物、載人服務，啟動空中救護車示範飛行；2030 年以後全面普及各區域之 AAM^[23]。

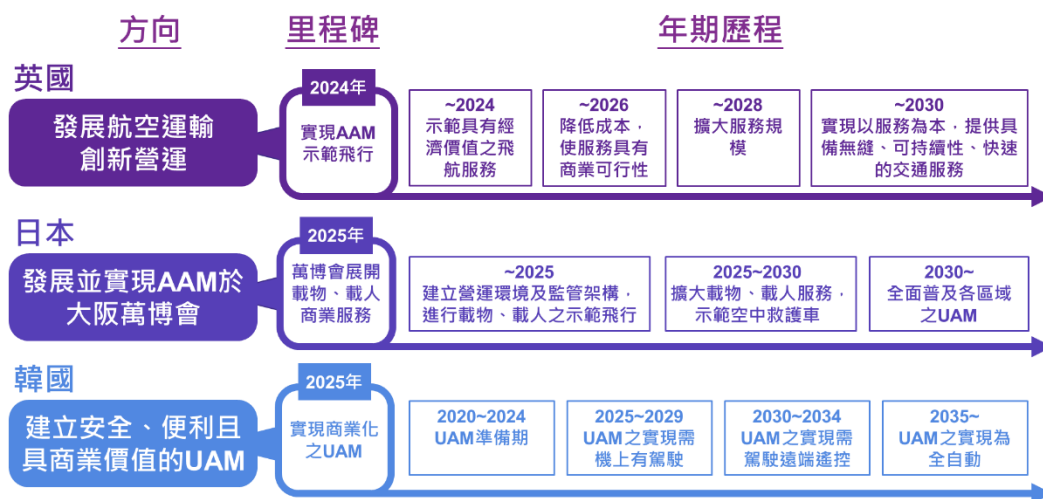
日本在發展 AAM^[23] 的重要里程碑係以 2025 年在大阪舉辦的萬博會要展開載物、載人的商業服務。

3. 韓國：建立安全、便利且具商業價值的 UAM^[25]

UAM Team Korea 在 2022 年公布韓國 UAM^[25] 發展路徑圖，提出 UAM^[25] 除了成為民眾的運輸工具，應達到安全性、便利性以及經濟可行性。

因此，韓國以 UAM^[25] 為發展方向，提出 2025 年至 2029 年為萌芽階段，實現之 UAM^[25] 尚需有駕駛於無人機上，並飛航於線性之固定廊道；2030 年至 2034 年為成長階段，實現之 UAM^[25] 採駕駛遠端遙控，飛航於網狀之固定廊道；2035 年以後為成熟階段，實現之 UAM^[25] 為自動駕駛，同時飛航於動態之網狀廊道。

韓國在發展 AAM^[23] 的重要里程碑係 2025 年實現商業化之 UAM^[25]。



資料來源：本計畫繪製。

圖 6.1-2 國際無人機交通領域發展方向圖

三、我國無人機交通領域發展方向檢討

1. 透過前節回顧，我國無人機交通領域中長期係朝向發展 UAM^[25]，然而根據國際無人機交通領域發展方向探討，多以 AAM^[23] 為發展目標，對於未來空中運輸發展之面向範圍更加廣闊。因此，針對我國無人機交通領域發展方向之檢討，本計畫建議中長期調整修訂朝向發展 AAM^[23]。
2. 前期研究尚未探討中長期發展方向之內涵項目，故本計畫研擬我國中長期發展 AAM^[23] 之里程碑目標，說明如下：
 - (1) 透過 2.3.2 節可知，我國將發展啟用之亞洲無人機 AI 創新應用研發中心為基地，帶動國內無人機科技產業研發測試能量。
 - (2) 我國刻正規劃預計 2026 年完工之民雄無人機與航太產業園區，將作為國內無人機科技產業生產製造基地，且依據前述第三章提到我國發展利基評估，我國資通訊產業鏈完整，無人機相關零組件生態製造能力強，以此產業優勢作為利基，吸引與國際廠商合作之機會。

(3) 我國擁有多元地形優勢，可建立具有平原、丘陵、山區、離島等環境之服務應用情境，並藉由我國人口密度高之優勢，成為具有發展 AAM^[23] 多元性與市場價值高的利基優勢。

綜合以上觀點，本計畫研擬我國中長期發展 AAM^[23] 之里程碑目標，將以研發測試、生產製造、服務應用之三大利基主軸，吸引積極發展 AAM^[23] 的國家、國際企業來臺投資，並於我國設立研發中心，與國內廠商進行關鍵零組件合作生產製造，使我國得以「實現亞太 AAM^[23] 開發應用中心」，如圖 6.1-3 所示。



實現亞太AAM 開發應用中心

03

2024年前建立國際標準之廊道並發展太保亞洲無人機AI創新應用研發中心，作為研發測試基地；並善用我國多元地形優勢發展不同模式之服務應用。配合民雄無人機與航太產業園區啟用，於2026年以前發展以服務應用、研發測試、生產製造三大利基主軸，吸引國際廠商投資，並於我國設立AAM研發中心，與我國廠商合作生產製造。目標於2026年至2030年實現我國成為亞太AAM開發應用中心。

資料來源：本計畫繪製。

圖 6.1-3 我國無人機在交通領域應用中長期里程碑

6.2 交通科技產業政策白皮書推動策略檢討與修訂

一、交通科技產業政策白皮書推動策略檢討

透過前述我國無人機交通領域發展方向之檢討，本計畫已修訂發展方向並新增里程碑為我國將「實現亞太 AAM^[23] 開發應用中心」，以此目標作為我國無人機產業的發展願景，並針對交通部於民國 110 年提出我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 版進行檢討，作為我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 修訂版之依據，詳見表 6.2-1。

1. 針對無人機科技產業近期於交通領域應用的發展進程，以及依據「實現亞太 AAM^[23]開發應用中心」之里程碑，檢討路徑圖 2.0 版有無時程須提前辦理的項目。
2. 因應「實現亞太 AAM^[23]開發應用中心」之里程碑，需研擬新增實現該項里程碑所需推動之策略項目。
3. 原先路徑圖 2.0 版係以短期策略進行聚焦研發、中期策略進行累積量、長期策略進行推廣普及作為三大時程規劃內容項目，然而短期策略推動在即，不宜過於粗略地規劃，故本計畫針對部分短期策略予以細化時程、修正項目內容。
4. 根據本計畫透過訪談專家學者、公部門，以及蒐集更新相關資料等因素，修訂主導部會、策略項目、策略內容等。

表 6.2-1 我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 版檢討彙整表

面項	策略	本計畫策略內容檢討
技術	推動無人機多元應用服務測試	因應 2025 年物流運送與橋梁檢測之里程碑推動在即，將 2023~2025 年的內容項目進行細化。
	投入無人機關鍵技術研發	因應經濟部與交通部刻正共同辦理之「無人機自主通用關鍵技術開發計畫」，納入無人機關鍵技術研發策略項目。
	補助無人機基礎技術研究	因應部會架構調整，主導部會科技部修正為國科會，另蒐集專家學者、公部門訪談建議，以及蒐集更新相關資料等因素，加入國防部為主導部會之一，並新增工業合作項目。
	推動無人機空中交通管理	蒐集專家學者、公部門訪談建議，以及蒐集更新相關資料等因素，此策略內容區分技術面的無人機遠端識別技術與 UTM ^[28] 項目、法規面的空中交通管理規則項目、環境面的建立與營運符合國際標準之空中廊道項目。
產業	加速導入無人機於公務應用	因應無人機關鍵模組國產化，各部會應逐年提高國產無人機使用之比例。
	維運 UAS-TAIWAN	因應臺灣無人機大聯盟 UAS-TAIWAN 已成立並逐步展開相關業務，針對 2023-2025 年的工作項目進行修正。

面項	策略	本計畫策略內容檢討
	規劃無人機創新應用營運服務體系	蒐集專家學者、公部門訪談建議，將此策略移至納入法規與管理方式調合。
	強化國際行銷	配合我國為「實現亞太 AAM ^[23] 開發應用中心」之里程碑，加速定期舉辦國際博覽會吸引國際廠商合作投資。
環境	法規與管理方式調合	配合我國為「實現亞太 AAM ^[23] 開發應用中心」之里程碑，應加速參考國際通用標準，調和法規與檢驗方式；同時因應行政院提出排除陸製無人機之目標，建立無人機資安檢測制度。
	培育無人機研發及管理人才	配合我國為「實現亞太 AAM ^[23] 開發應用中心」之里程碑，推動大專院校開辦無人機相關學程與科系以利人才培育；同時因應無人機服務應用項目增加，依據各類應用需求研擬人員認證制度，並持續推動與精進人員認證制度。
	社會溝通與民眾宣傳	蒐集專家學者、公部門訪談建議，除了法令宣導以外，應納入辦理國內外研討會、展覽、國際博覽會進行推廣。
	建立無人機測試場域	配合我國為「實現亞太 AAM ^[23] 開發應用中心」之里程碑，新增「建立無人機測試場域」作為策略項目。

資料來源：本計畫彙整。

二、我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 修訂版之研擬

依照前述檢討內容，本計畫提出我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 修訂版，內容仍維持區分三大面向(技術面、產業面、環境面)。各面向分別有不同的策略，又依據短、中、長期將策略內容進行不同時程之安排。以下說明我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 修訂版的內容，與 2.0 版差異詳見於表 6.2-2。

(一) 技術面：提供安全可靠的交通服務

1. 推動無人機多元應用服務測試

「推動無人機多元應用服務測試」的中長期目標為實現都市、郊區之物流運送與 AAM，因此，所推動之相關措施與「投入無人機關鍵技術研發」之策略可搭配執行。

(1) 短期

- A. 根據我國提出無人機在物流運送之里程碑在 2024 年要達到 POS^[57]、2025 年達到 POB^[56]，因此在時程推動上，2023 年至 2024 年藉由辦理無人機物流運送服務測試，達成物流 POS^[57]，2025 年則辦理無人機物流運送商業測試，達成物流 POB^[56]。
- B. 根據我國提出無人機在橋梁檢測之里程碑在 2025 年將交通部管理之橋梁，導入無人機輔助於檢測作業流程，因此 2023 年辦理無人機搭配 AI 影像辨識應用於橋梁檢測之研究，並於 2024 年至 2025 年協助交通部管理之橋梁導入無人機進行橋檢服務測試。
- C. 根據行政院在 2019 年核定要求國內機場建置無人機防制體系，我國在短期內應規劃與建置國內主要機場之無人機防制系統。

(2) 中長期

- A. 根據短期達成物流運送之 POB^[56]，以及我國提出中長期發展 AAM^[23]之目標，中長期 2026 年至 2030 年應推動物流與 AAM^[23]場域測試驗證計畫，並實現郊區 AAM^[23]，2031 至 2035 年持續推動物流與 AAM^[23]場域測試驗證計畫，並實現都市 AAM^[23]。
- B. 藉由短期達成協助交通部管理之橋梁導入無人機進行橋檢服務測試，中長期應持續推廣、擴大導入無人機於國內橋梁檢測，進一步提升我國所有橋梁之安全。
- C. 藉由短期完成規劃與建置國內主要機場之無人機防制系統，中長期應持續推動國內各機場無人機防制發展，以此提升飛安乃至於國安。

2. 投入無人機關鍵技術研發

「投入無人機關鍵技術研發」的中長期措施為推動都市、郊區之物流運送與 AAM 驗證計畫，因此，所執行的相關措施與「推動無人機多元應用服務測試」可搭配執行。

(1) 短期

- A. 為因應未來我國發展 AAM^[23]及其他各領域之新興應用，我國應推動無人機新技術、載具的開發與驗證計畫。

- B. 為掌握與發展無人機關鍵技術，透過辦理無人機自主通用關鍵技術開發計畫、發展無人機關鍵模組，提升我國產出高信賴度無人機整機之能量。

(2) 中長期

- A. 藉由短期已達成無人機新技術、載具的開發與驗證計畫，中長期 2026 年至 2030 年應推動城市物流與郊區 AAM[23]驗證計畫，2031 年至 2035 年更進一步推動城市 AAM[23]驗證計畫。
- B. 中長期持續辦理無人機自主通用關鍵技術開發計畫、發展無人機關鍵模組，藉由短中長期所累積之能量，除了提升我國高信賴度無人機整機，更助於達成關鍵模組國產化之目標。

3. 補助無人機基礎技術研究

無人機在我國屬新興產業，需要政府提供資源予以茁壯，因此透過以公部門相關計畫補助無人機相關基礎技術研究，有助於強化新興產業之發展，同時政府亦須推動國際工業合作，以此提升國際廠商在臺研發比例，同時也能透過技術移轉之方式提升國內廠商之研發技術。

4. 推動無人機空中交通管理

(1) 短期

- A. 因應國際上無人機發展先進之國家已開始導入無人機遠端識別技術於無人機，並參考國際間推動無人機遠端識別技術，自立法治生效約有 3 年的時間給予緩衝，因此，我國應於短期 2023 年至 2025 年發展無人機遠端識別技術。
- B. 因應未來無人機應用於各項產業時，空中將同時有多架無人機執行任務，因此政府於短期 2023 年應建立空中交通管理規則，並於 2024 年至 2025 年初步發展建立國家空中交通管理系統，包括建立空域的分層、跨區制度與規則。
- C. 因應未來我國與國際接軌，短期 2023 年至 2024 年政府應建立與營運符合國際標準之空中廊道，並於 2025 年開始嘗試擴大建立與營運符合國際標準之空中廊道，以此建立安全可靠之空中交通，並吸引國際廠商進駐國內進行飛行測試。

(2) 中長期

- A. 藉由短期已發展無人機遠端識別技術，中長期 2026 年至 2030 年開始導入無人機遠端識別技術，同時逐年開放 UTM[28]相關功能，2031 年至 2035 年因應國際技術趨勢，我國應持續優化無人機遠端識別技術，並加以導入於無人機，確保空中管理單位能夠有效並即時掌握無人機的飛航資訊。
- B. 透過短期 2025 年以前已有初步建立國家空中交通管理系統，中長期應強化國家空中交通管理系統，因應無人機的實際應用需求持續調整與優化。
- C. 透過短期 2025 年以前已有建立與營運符合國際標準之空中廊道之經驗，中長期應針對我國之多樣地形環境、服務情境，持續擴大建立與營運符合國際標準之空中廊道。

(二) 產業面：建立公平永續的產業生態

1. 加速導入無人機於公務應用

(1) 短期

透過公部門體系對於無人機的應用需求，加強我國無人機產業的需求面，因此政府應盤點各部會需求，導入無人機於公務應用，同時因應行政院提出無人機之使用應排除陸製無人機，因此各部會應替換有資安、國安疑慮之陸製無人機，後續除了採購非陸製供應鏈之無人機，更可導入國產無人機於公務應用，提高國產無人機使用之比例。

(2) 中長期

各部會每年持續因應既有業務及新興業務之需求，常態化導入無人機於公務應用，確保我國無人機產業的需求面維持穩定。

2. 維運臺灣無人機大聯盟 UAS-TAIWAN

(1) 短期

臺灣無人機大聯盟 UAS-TAIWAN 已於 2022 年成立，除了持續擴大聯盟組織以外，短期 2023 年至 2025 年應根據無人機在實務面的任務需求，協助技術研發與制定標準、協助法規與人培建立認證機制，並作為國內無人機廠商與國內政府、國外政府及廠商之橋梁，推動公私協力合作，協助產業進行國際交流與合作。

(2) 中長期

透過我國無人機產業已於短期措施持續發展無人機之載具、關鍵技術等研發，所累積之產業能量可藉由臺灣無人機大聯盟 UAS-TAIWAN 協助產業技術能力輸出國際。

3. 強化國際行銷

「強化國際行銷」的短期措施為定期辦理國內外研討會與展覽、參與與辦理國際博覽會，所執行的相關措施與「社會溝通與民眾宣傳」的短期措施有所重疊，建議兩項策略之間可搭配執行。

(1) 短期

透過定期辦理國內外研討會與展覽，並積極參與與辦理國際博覽會，凝聚我國無人機產業能量，並透過以上活動讓世界看見我國在無人機領域的發展，藉此吸引國際廠商合作投資。

(2) 中長期

藉由無人機產業所累積之能量以及過去辦理研討會、展覽、博覽會等活動之經驗，我國應持續辦理國際行銷，更進一步爭取無人機科技相關國際年會在臺舉辦。

(三) 環境面：健全適合導入的發展環境

1. 法規與管理方式調合

(1) 短期

A. 近年國際上已有諸多國家針對無人機訂定相關法規與管理方式，同時因應無人機之使用產生各種創新應用營運服務，因此我國應參考國際通用標準，並因應無人機創新應用營運服務，調和法規與管理方式。

B. 因應行政院提出無人機之使用應排除陸製無人機，我國應汰換有資安疑慮之無人機，更藉由建立無人機資安檢測標準與機制，建立我國打造安全無疑慮之無人機產業生態。

(2) 中長期

A. 由於我國中長期目標為發展 AAM[23]，因此，因應城市物流、郊區 AAM[23]之發展，持續調和法規與管理方式。

- B. 短期雖然國際上尚未有國際無人機資安認證標準，然預期中長期國際上應已發展無人機資安認證之通用標準，因此我國應參考國際通用標準，持續調和無人機資安檢測項目與標準。

2. 培育無人機研發及管理人才

(1) 短期

- A. 國內大學無人機相關學程與科系甚少，為健全未來無人機產業之發展，我國應研擬無人機課程與教材，並且推動大學開辦無人機相關學程與科系，以此培育無人機研發及管理人才。
- B. 因應無人機的應用面甚廣，以農噴應用為例，已有建立並實施無人機相關執照。因此我國短期 2023 年至 2024 年應因應各類應用需求研擬人員認證制度，至 2025 年可實施各類應用需求之人員認證制度。

(2) 中長期

- A. 因應未來無人機之新興應用需求，政府應配合產業人才供需趨勢，擴大無人機專業人才培育，促進我國成為健全之無人機發展環境。
- B. 因應各類應用需求，持續精進人員認證制度。

3. 社會溝通與民眾宣傳

「社會溝通與民眾宣傳」的短期措施包括辦理國內外研討會、展覽、國際博覽會，所執行的相關措施與「強化國際行銷」的短期措施有所重疊，建議兩項策略之間可搭配執行。

(1) 短期

導入無人機於各項應用的同時，社會的接受度也是政府需要注重之環節，因此，我國應辦理國內外研討會、展覽、國際博覽會、教育推廣活動，促進民眾認識與理解無人機對於生活環境的影響與改變為何，也可透過舉辦無人機應用創意競賽以及進行無人機相關法令宣導，達到社會溝通與民眾宣傳之果。

(2) 中長期

因應中長期有愈多導入無人機於各項應用之情形，政府應注重持續辦理社會溝通與民眾宣導相關活動。

4. 建立無人機測試場域

(1) 短期

配合我國為「實現亞太 AAM^[23]開發應用中心」之里程碑，短期除了發展已於 2022 年正式啟用之亞洲無人機 AI 創新應用研發中心作為中小型無人機測試研發基地，刻正規劃的義竹飛行場未來建置完成後能作為大型無人機測試場域，並因應 AAM 之發展，我國應著手進行規劃與建置無人機垂直起降場及其基礎設施，作為後續發展 AAM 的基礎，以及刻正規劃的民雄無人機與航太產業園區未來建置完成後能作為無人機相關零組件之生產製造基地。

以上場域已初步涵蓋各類型無人機的測試需求，後續可持續擴大各層級測試場域規劃及建置，建立更多據點，健全我國成為適合導入無人機發展的環境，成為亞太 AAM^[23]開發應用中心的利基。

(2) 中長期

短期已擴大各層級測試場域規劃及建置，中長期應以持續發展各層級測試場域營運，同時利用已建置完成之民雄無人機與航太產業園區，進行推動園區發展無人機測試檢驗中心，透過上述措施滿足廠商研發、測試、生產、驗證需求，打造健全之無人機發展環境，吸引無人機產業群聚，形成無人機產業聚落。

表 6.2-2 我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 修訂版修正對照表

面項	策略	2.0 版的短中長期措施	2.0 版修正的短中長期措施
技術	推動無人機多元應用服務測試	<ol style="list-style-type: none">短期措施辦理無人機整合示範計畫（橋梁巡檢及物流）。中長期措施推動物流與 UAM 場域測試驗證計畫。短期措施推動無人機防制。中長期措施持續推動無人機防制發展。	<ol style="list-style-type: none">短期措施於 2023 年至 2024 年，辦理無人機物流運送服務測試，達成物流 POS，2025 年辦理無人機物流運送商業測試，達成物流 POB。中期措施推動物流與 AAM 場域測試驗證計畫，實現郊區 AAM。長期措施推動物流與 AAM 場域測試驗證計畫，實現都市 AAM。短期措施於 2023 年辦理無人機搭配 AI 影像辨識應用於橋梁檢測之研究，2024 年至 2025 年協助交通部管理之橋梁導入無人機進行橋檢服務測試。中長期措施朝向推廣乃至於擴大無人機導入於國內橋梁檢測。

面 項	策略	2.0 版的短中長期措施	2.0 版修正的短中長期措施
			3. 短期措施規劃與建置國內主要機場之無人機防制系統。中長期措施持續推動國內各機場無人機防制發展。
	投入無人機關鍵技術研發	短期措施推動無人機沙盒驗證計畫(橋梁巡檢、物流)。中期措施推動城市物流與郊區 UAM 之沙盒驗證計畫。長期措施推動城市 UAM 沙盒驗證計畫。	1. 短期措施推動無人機新技術、載具的開發與驗證計畫。中期措施推動都市物流與郊區 AAM 驗證計畫。長期措施推動都市 AAM 驗證計畫。 2. 短期措施於 2023 年至 2024 年辦理無人機自主通用關鍵技術開發計畫、發展無人機關鍵模組。2025 年至中長期措施持續辦理無人機自主通用關鍵技術開發計畫、發展無人機關鍵模組、產出高信賴度無人機整機(關鍵模組國產化)。
	補助無人機基礎技術研究	短中長期措施以科技計畫補助無人機相關基礎研究。	短中長期措施以公部門相關計畫補助無人機相關基礎技術研究、推動國際工業合作，提升在臺研發比例。
	推動無人機空中交通管理	短期措施發展無人機追蹤識別技術及空中交通管理規則。中長期措施發展無人機空中交通管理相關機制。	1. 短期措施於 2023 年至 2025 年發展無人機遠端識別技術，中期措施導入無人機遠端識別技術、逐年開放 UTM 相關功能。長期措施因應國際技術趨勢，優化無人機遠端識別技術。 2. 短期措施於 2023 年建立空中交通管理規則。2024 年至中長期措施強化國家空中交通管理系統(建立空域的分層、跨區制度與規則)。 3. 短期措施於 2023 年至 2024 年建立與營運符合國際標準之空中廊道。2025 年至中長期措施擴大建立與營運符合國際標準之空中廊道。
產 業	加速導入無人機於公務應用	短期措施推動整合示範計畫(IPP)，汰換中國製無人機。中長期措施推動常態化導入無人機於公務應用。	短期措施盤點各部會需求，導入無人機於公務應用，提高國產無人機使用之比例。中長期措施推動常態化導入無人機於公務應用。
	維運 UAS-	短期措施建立跨部會合	短期措施協助技術研發與制定標準、協助

面 項	策略	2.0 版的短中長期措施	2.0 版修正的短中長期措施
	TAIWAN	作機制並籌組 UAS-TAIWAN。中期措施擴大 UAS-TAIWAN 組織規模。長期措施推動 UAS-TAIWAN 技術能力輸出國際。	法規與人培建立認證機制、推動公私協力合作、協助產業進行國際交流與合作。中長期措施協助產業技術能力輸出國際。
	規劃無人機創新應用營運服務體系	短期措施規劃無人機營運、服務、權責、保險、資訊安全。中長期措施擴大無人機創新應用領域體系規劃。	「規劃無人機創新應用營運服務體系」調整合併至「法規與管理方式調合」。
	強化國際行銷	短期措施辦理國內外研討會與展覽。中長期措施辦理國際博覽會，吸引國際廠商合作投資。	短期措施定期辦理國內外研討會與展覽、參與與辦理國際博覽會、吸引國際廠商合作投資。中長期措施持續辦理國際行銷、爭取無人機科技相關國際年會在臺舉辦。
環 境	法規與管理方式調合	<ol style="list-style-type: none"> 短期措施辦辦法規與管理方式調合。中長期措施參考國際通用管理方式，逐步進行法規與管理方式調合。 短期措施辦理無人機檢驗。中長期措施參考國際無人機通用技術規範發展，逐步調合檢驗基準。 	<ol style="list-style-type: none"> 短期措施參考國際通用標準，因應無人機創新應用營運服務，調和法規與管理方式。中長期措施因應城市物流、郊區 AAM 發展，持續調和法規與管理方式。 短期措施建立無人機資安檢測。中長期措施參考國際通用標準，持續調和無人機資安檢測項目與標準。
	培育無人機研發及管理人才	<ol style="list-style-type: none"> 短期措施研擬無人機課程與教材。中長期措施與相關部會合作，配合產業人才供需趨勢，擴大無人機專業人才培育。 短期措施舉辦無人 	<ol style="list-style-type: none"> 短期措施研擬無人機課程與教材、推動大學開辦無人機相關學程與科系。中長期措施與相關部會合作，配合產業人才供需趨勢，擴大無人機專業人才培育。 短期措施於 2023 年至 2024 年因應各類應用需求研擬人員認證制度，2025 年實施各類應用需求之人員認證制

面 項	策略	2.0 版的短中長期措施	2.0 版修正的短中長期措施
		機應用創意競賽。中長期措施依據產業與應用需求，持續推動無人機產學合作相關工作。。	度。中長期措施依據各類應用需求，持續精進人員認證制度。
	社會溝通與民眾宣傳	短期措施辦理國內外研討會與展覽。中長期措施辦理國際博覽會，吸引國際廠商合作投資。	短期措施辦理國內外研討會、展覽、國際博覽會、教育推廣活動、舉辦無人機應用創意競賽、進行無人機相關法令宣導。中長期措施持續辦理社會溝通與民眾宣導相關活動。
	建立無人機測試場域	短期措施進行無人機相關法令宣導、舉辦無人機應用創意競賽。中期措施持續辦理社會溝通與民眾宣導相關活動。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 短期措施於 2023 年至 2024 年發展太保亞洲無人機 AI 創新應用研發中心作為中小型無人機測試研發基地，2025 年擴大各層級測試場域規劃及建置。中長期措施各層級測試場域營運。 2. 短期措施於 2023 年至 2024 年規劃與建置義竹飛行場作為大型無人機測試場域，2025 年擴大各層級測試場域規劃及建置。中長期措施各層級測試場域營運。 3. 短期措施於 2023 年至 2024 年規劃與建置無人機垂直起降場及其基礎設施，2025 年擴大各層級測試場域規劃及建置。中長期措施各層級測試場域營運。 4. 短期措施於 2023 年至 2026 年規劃與建置民雄無人機與航太產業園區。中長期措施推動園區發展無人機測試檢驗中心。

資料來源：本計畫彙整。

6.3 跨域推動工作及分工合作機制研擬

一、各部會功能定位規劃

1. 交通部：以應用服務帶動技術與產業發展，執行測試驗證與法規管理。
2. 經濟部：提供研發能量，輔導產業發展，驗證計畫支持。
3. 國科會：研發創新科技，以研究計畫提升科技發展。
4. 數位發展部：推動數位經濟發展，促進產業數位轉型，發展無人機資通安全。
5. 教育部：人才培育、協助學生創意競賽計畫、規劃短中長期教育計畫。
6. 國防部：發展軍用無人機，利用軍民合作機制將軍事科技應用至民間。
7. 地方政府：執行在地環境調查、盤點合適場域，以利順利推展。

二、各部會執行無人機相關業務或計畫

因應近年無人機科技產業發展，以及應用於軍事、民用領域多元發展，因此各部會已執行諸多無人機相關業務或計畫，包括交通部制定無人機法規、執行整合示範計畫等應用實例，經濟部推動相關計畫補助無人機產業發展關鍵技術等，以下盤點各部會執行無人機相關業務或計畫如表 6.3-1。

表 6.3-1 各部會執行無人機相關業務與計畫列表

部會單位	無人機相關業務與計畫
交通部	無人機法規執行與修訂、推動我國無人機科技產業發展先期研究規劃、整合示範計畫、創意應用競賽、無人機搭配 AI 影像辨識應用於橋梁檢測之研究、無人機科技產業發展策略規劃與執行(本計畫)，協助籌組臺灣無人機大聯盟
經濟部	無人載具科技創新實驗計畫、無人載具科技實證運行補助計畫、無人機自主通用關鍵技術開發計畫
國科會(含前身科技部)	綠能無人機創新大獎賽、補助產學進行無人機相關應用研究
數位發展部	普及智慧城鄉生活應用計畫、無人機資安檢測
教育部	大學產業創新研發計畫補助無人機相關研究應用、利用國教署均質化方案辦理無人機營隊
國防部	軍用無人機、軍用空域管制、軍用商規無人機發展方案

資料來源：本計畫彙整。

三、各部會分工機制研擬

本節將以我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 修訂版為基礎，針對所提及的策略內容進行各部會分工，藉此有助於凝聚各部會執行計畫與協調執行方向，同時整合部會分工與分配預算。以下進行列表說明，如表 6.3-2。

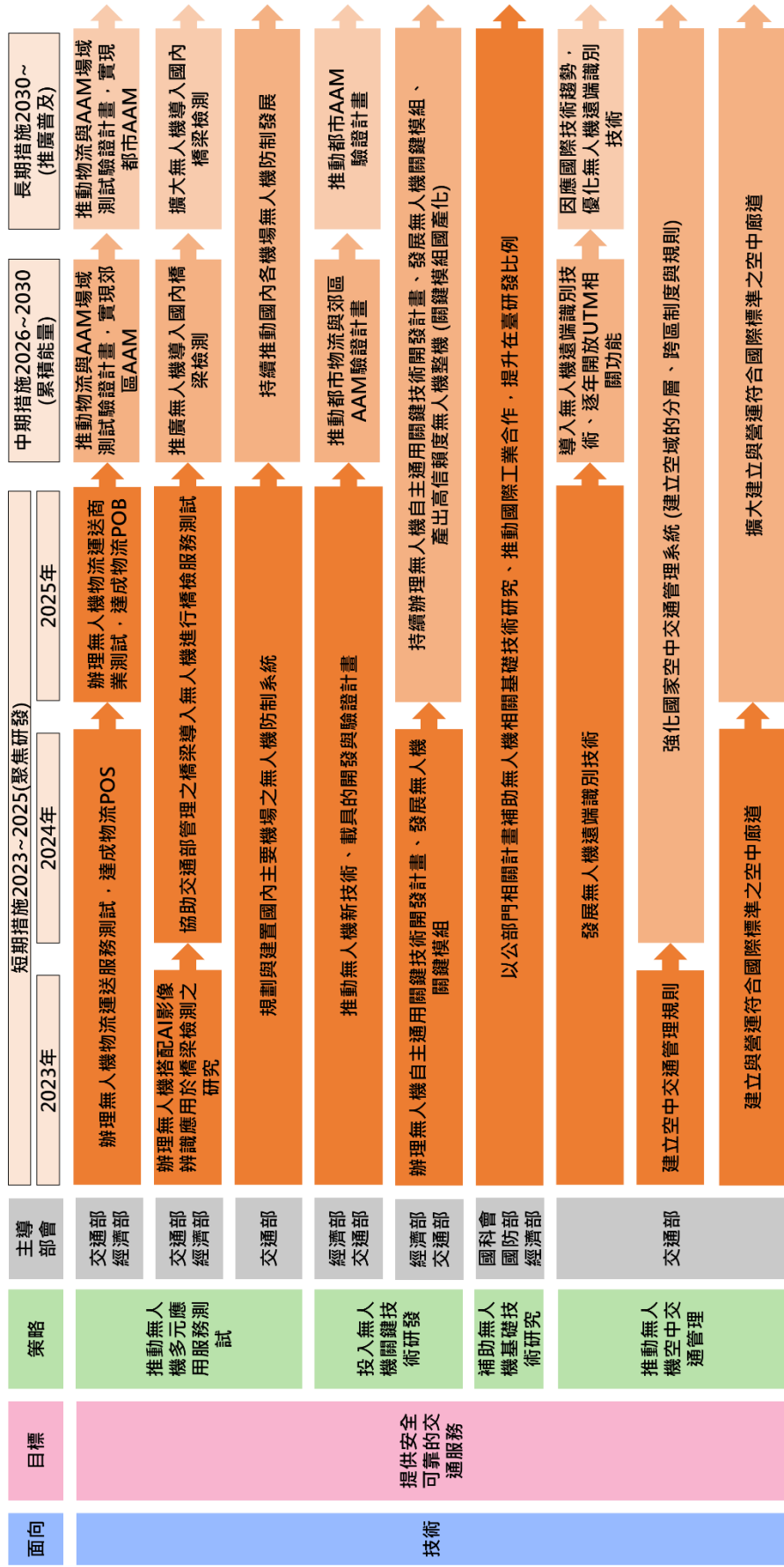
表 6.3-2 我國無人機發展路徑圖 2.0 修訂版對應各部會分工檢討彙整表

面項	策略	主導部會與分工機制
技術	推動無人機多元應用服務測試	交通部：推動物流運送及橋梁檢測之測試驗證計畫、提供場域、規劃與建置無人機防制系統 經濟部：協助物流運送及橋梁檢測之測試驗證計畫之技術研發合作與支援
	投入無人機關鍵技術研發	經濟部：推動無人機技術、載具之開發，發展無人機關鍵模組、推動驗證計畫 交通部：協助無人機技術、載具之驗證，協助驗證計畫
	補助無人機基礎技術研究	國科會：辦理科技計畫補助無人機基礎技術研究 經濟部：辦理科專計畫補助無人機基礎技術研究、推動工業合作 國防部：協助推動工業合作
	推動無人機空中交通管理	交通部：發展無人機遠端識別技術、建立空中交通管理規則、建立與營運空中廊道
產業	加速導入無人機於公務應用	經濟部：盤點各部會需求，推動導入無人機於公務應用 交通部：協助推動導入無人機於公務應用 國科會：協助推動導入無人機於公務應用
	維運臺灣無人機大聯盟 UAS-TAIWAN	經濟部：協同產業界合作技術研發計畫、協助產業技術能力輸出國際、積極參與聯盟，促進多方溝通 交通部：協同產業界建立法規、制定標準、建立人培認證機制、協助產業技術能力輸出國際，積極參與聯盟，促進多方溝通 國科會：補助產業界進行技術研發、積極參與聯盟，促進多方溝通

面項	策略	主導部會與分工機制
	強化國際行銷	交通部：辦理國內外研討會與展覽、參與與辦理國際博覽會、辦理國際行銷、爭取無人機科技相關國際年會在臺舉辦 經濟部：推動吸引國際廠商合作投資
環境	法規與管理方式調合	交通部：調和法規與管理方式 國科會：協助無人機資安檢測 數發部：執行無人機資安檢測
	培育無人機研發及管理人才	教育部：研擬無人機課程與教材 推動大學開辦無人機相關學程與科系 交通部：研擬人員認證制度
	社會溝通與民眾宣傳	交通部：辦理國內外研討會、展覽、國際博覽會、教育推廣活動、舉辦無人機應用創意競賽、進行無人機相關法令宣導
	建立無人機測試場域	地方政府：盤點當地合適土地做為場域 各部會：協調分工各場域功能，經濟部與國科會負責投入資源輔導發展，交通部負責提供相關協助，

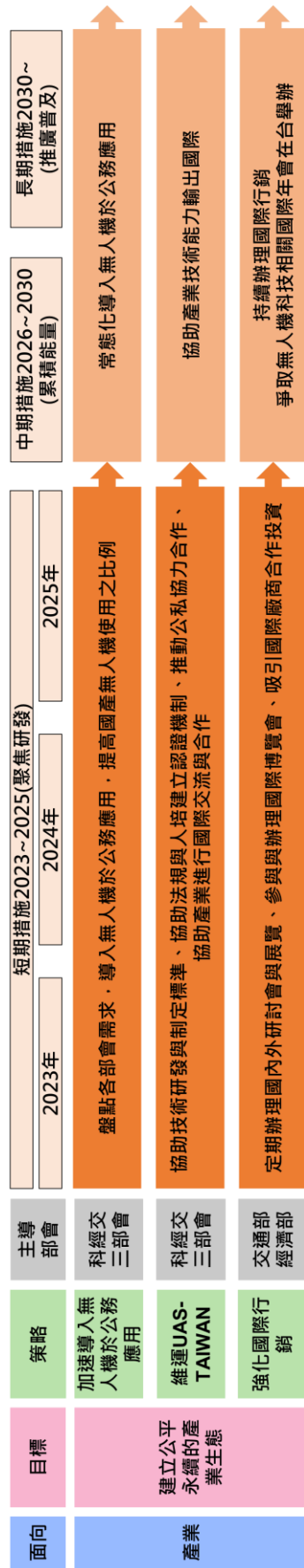
資料來源：本計畫彙整。

透過前述各節的討論，本計畫進行我國無人機交通領域發展方向修訂，並針對我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 版進行檢討，提出我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 修訂版的策略、時程、工作項目，再經由本節釐清各部會在我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 修訂版的分工機制，綜整以上資訊，最終提出我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 修訂版，並以技術面、產業面、環境面的分類呈現於圖 6.3-1、圖 6.3-2、圖 6.3-3。



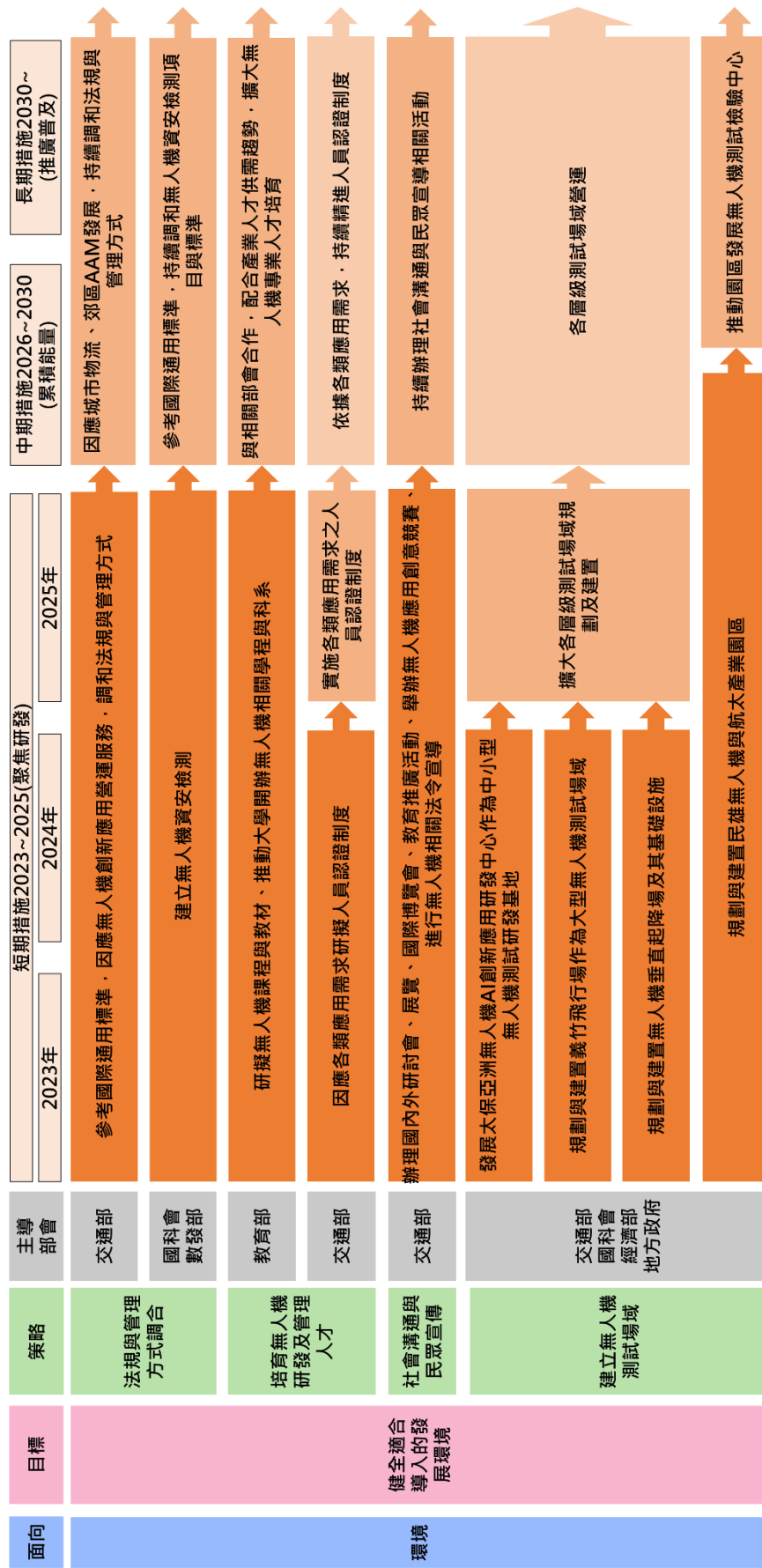
資料來源：本計畫繪製。

圖 6.3-1 我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 修訂版(技術面)



資料來源：本計畫繪製。

圖 6.3-2 我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 修訂版 (產業面)



資料來源：本計畫繪製。

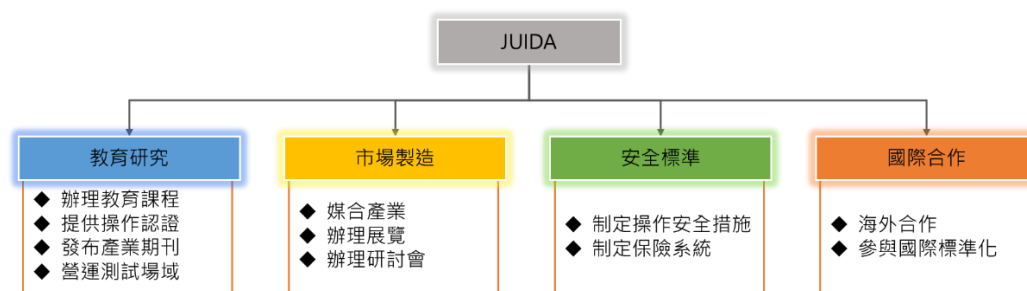
圖 6.3-3 我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 修訂版(環境面)

6.4 臺灣無人機大聯盟中長期發展策略規劃

臺灣無人機大聯盟具有三大功能，分別為擔任政府與產業之溝通橋梁，其內涵為連結業界需求與政府資源，提供政府施政計畫與法規管理參考；其次為為整合產業資源，其內涵為資源整合與產業合作，促進無人機科技、技術、產業及人才培育之發展與交流；以及推動國際交流。

本計畫參考日本的 JUIDA^[53] 組織工作推動內容如圖 6.4-1 所示，JUIDA^[53] 的工作項目主要分成四大面向，分別是教育研究、市場製造、安全標準、國際合作，與臺灣無人機大聯盟組織發展方向相近，故探究 JUIDA^[53] 組織工作推動內容如下，可作為臺灣無人機大聯盟中長期發展策略規劃參考。

1. 教育研究：辦理教育課程、提供操作認證、發布產業期刊、營運測試場域。
2. 市場創造：辦理展覽與研討會、媒合產業。
3. 安全標準：制定操作安全措施、建立保險系統。
4. 國際合作：海外合作、參與國際標準化。



資料來源：本計畫繪製。

圖 6.4-1 JUIDA 組織工作推動內容

將臺灣無人機大聯盟的三大功能對應 JUIDA^[53] 的組織工作內容，臺灣無人機大聯盟在政府與產業之溝通橋梁的功能上，可以朝向匯集產業需求，提出政策建言等方向規劃；在整合產業資源的功能上，可以朝向成立服務應用與核心技術工作小組、制定產業共通性技術平台、制訂服務應用操作指南、辦理教育課程、提供操作認證等方向規劃；在推動國際交流的功能上，則可以朝向辦理展覽與研討會、媒合產業、推動海外合作、加入國際相關組織參與國際標準化等方向規劃。

以下彙整臺灣無人機大聯盟本年度已執行之工作項目：

1. 政府與產業之溝通橋梁

- (1) 辦理產業專題分享會(UAM^[25]國際發展趨勢、日本無人機產業推動趨勢、美國無人機產業推動趨勢)，邀請政府機關單位參與。
- (2) 匯集產業需求與課題，向政府提出政策建言。

2. 整合產業資源

成立橋檢、物流、UTM 等應用工作小組。

3. 推動國際交流

- (1) 赴日參訪 Japan Drone 2022，並與 JUIDA^[53]簽署合作備忘錄(Memorandum of Understanding, 簡稱 MOU^[64])。
- (2) 邀請日本廠商來臺交流。

因此，以本年度已執行之工作項目為基礎，結合前述組織工作內容推動方向，規劃臺灣無人機大聯盟在三大功能之中長期發展策略如下：

一、中期策略

1. 政府與產業之溝通橋梁

- (1) 持續匯集產業需求，提出政策建言。
- (2) 促使政府擴大編列預算與開放更多測試與服務場域。

2. 整合產業資源

- (1) 持續成立服務應用與核心技術工作小組(如飛控)。
- (2) 制訂應用服務操作指南，如橋檢小組制訂標準與發布檢測操作指南；物流小組發布物流服務指南(設施需求標準、風險評估、安全操作對策等)；UTM^[28]小組制訂 UTM^[28]管理與功能草案。

3. 推動國際交流

- (1) 辦理國際研討會、論壇、展覽，邀請國外廠商來臺交流合作。
- (2) 辦理國內外曝光與交流，加入國際相關組織參與國際標準化。
- (3) 參與研討會蒐集國際相關資訊，對內發布國際趨勢與資訊。

二、長期策略

1. 政府與產業之溝通橋梁

- (1) 持續匯集產業需求，提出政策建言。
- (2) 促使政府擴大編列預算與開放更多測試與服務場域。

2. 整合產業資源

- (1) 制定產業共通性技術平台，降低廠商自行開發成本。
- (2) 辦理應用服務操作教育課程，提供認證。

3. 推動國際交流

- (1) 與國際組織或廠商形成長期合作策略聯盟。
- (2) 媒合國內外產業合作。

	2022年	中期策略	長期策略
政府與產業之溝通橋梁	<ul style="list-style-type: none"> 辦理產業專題分享會，邀請政府機關單位參與 匯集產業需求與課題，向政府提出政策建言 	<ul style="list-style-type: none"> 持續匯集產業需求，提出政策建言 促使政府擴大編列預算與開放更多測試與服務場域 	
整合產業資源	<ul style="list-style-type: none"> 成立橋檢、物流、UTM等應用工作小組 	<ul style="list-style-type: none"> 持續成立服務應用與核心技術工作小組(如飛控) 制訂應用服務操作指南 	<ul style="list-style-type: none"> 制定產業共通性技術平台，降低廠商自行開發成本 辦理應用服務操作教育課程，提供認證
推動國際交流	<ul style="list-style-type: none"> 赴日參訪，與JUIDA簽署合作備忘錄 邀請日本廠商來臺交流 	<ul style="list-style-type: none"> 參與及辦理國際研討會、論壇、展覽，與國外廠商交流 加入國際相關組織 對內發布國際趨勢與資訊 	<ul style="list-style-type: none"> 與國際組織或廠商形成長期合作策略聯盟 媒合國內外產業合作

資料來源：本計畫繪製。

圖 6.4-2 臺灣無人機大聯盟中長期發展策略規劃圖

第七章 結論與建議

本計畫銜接民國 109 年 7 月至民國 110 年 6 月「推動我國無人機科技產業發展先期研究規劃」之成果，持續推動無人機在交通領域之創新應用與產業發展。計畫目標包括籌組我國無人機產業聯盟、研析我國無人機科技產業發展重點，促進無人機科技產業之國際合作交流，並擬定交通部無人機科技產業小組後續發展規劃。本期計畫之成果，包括協助臺灣無人機大聯盟於 111 年 3 月正式成立；並提出我國無人機在橋梁檢測、物流運送等應用項目之發展重點與推動策略；在國際交流方面，辦理國際論壇並協助臺灣無人機大聯盟與日本無人機產業交流；在後續發展規劃方面，檢討修訂我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 版，並就產業面、技術面、市場面及法規面研提後續推動策略。本計畫成果可提供交通部無人機科技產業小組、交通部部屬機關（構）辦理無人機管理及無人機於交通領域應用，以及相關部會推動無人機產業發展之參據。

7.1 研究結論

一、探討無人機科技產業發展現況與趨勢

1. 國際商用無人機市場價值逐年提升，德國無人機市場調查公司 Drone Industry Insights 數據顯示，2019 年至 2022 年之商用無人機市值已成長 19.3%，以服務應用(Drone as a Service)為主，並預期 2030 年無人機市值可達 558 億美元，2022 年至 2030 年成長近 8%。其中，亞洲地區現已為無人機主要市場，占全球 39%，至 2030 年亞洲無人機市場價值可望從 119 億美元成長至 194 億美元，年均成長約 6%。
2. 從無人機應用領域市值占比分析，依據普華永道會計師事務所 (PricewaterhouseCoopers, PwC) 於 2022 年所公布之市場調查數據，無人機應用於交通運輸所產生收益為 130 億美元，次為基礎設施與農業應用之收益。另從市場調查公司 Markets and Markets 所公布之市場調查與預測數值，2030 年無人機於交通領域應用之產業收益將可從 2022 年之 53.4 億美元成長至 178.8 億美元，年均成長約 55.1%
3. 我國目前無人機應用申請排除操作限制之狀況雖仍以空拍佔大多數，達 8 成以上，但近年政府已從國際趨勢觀察到無人機科技產業之應用潛力，故逐漸推動無人機相關試辦計畫與公布相關政策，如交通部民國 110 年發布 2021 年交通科技產業政策白皮書中，宣告我國無人機於交通領域應用將以物流運送、橋梁巡檢作為 2025 年里程碑，並以無人機整合示範計畫、無人機創意應用競賽作為優先推動項目。

二、探討無人機服務模式及相關技術發展

1. 國際上無人機應用於物流運送的發展趨勢可從載運貨物種類、服務地區、服務模式、技術發展趨勢等四個層面來解析。

(1) 載運貨物主要分成醫療相關用品運補及零售物品。

(2) 服務地區受限於當前對於無人機通訊、偵測與避讓等技術的突破，主要分布於郊區、偏鄉、山區、離島等人群不稠密區。

(3) 服務模式概分三大類，一為樞紐至門戶(Hub-to-Door)運送，二為樞紐至設施(Hub-to-Facility)運送、三為樞紐至樞紐(Hub-to-Hub)運送。

(4) 技術發展趨勢朝向飛航、通訊功能及交通管理等三大技術進行精進。

2. 國際上無人機應用於橋梁巡檢的發展趨勢可從資料採集、資料傳輸、資料處理等三個層面來解析，且朝向智慧化與自動化方向發展。

(1) 資料採集層面強調無人機自動化飛行與檢測。

(2) 資料傳輸層面強調雲端串流、自動化傳輸，以及強化網路安全。

(3) 資料處理層面強調圖像自動化處理與分析、雲端平台管理來發展。

三、回顧無人機科技產業政策推動

1. 綜整美、歐、日、韓等各國所推動的政策方向，主要朝向推動空陸域風險管理、場域實證、產官學研合作等方向進行。

2. 我國政府目前推動無人機科技產業策略，除制定法規確保無人機操作安全外，於交通領域亦成立推動小組、發布產業推動藍圖與里程碑，並執行相關測試驗證計畫等。

四、研析我國無人機科技產業發展重點

(一) 橋梁巡檢發展重點

1. 現況無人機導入橋梁巡檢因受到橋梁結構與區位影響，使得檢測項目的覆蓋率受限。同時亦須持續精進 AI^[1]進行橋梁構件劣化辨識，並將檢測資料數位化作後續三維模型建置，進而實現橋梁數位化管理。

2. 透過釐清現況課題與需求，歸納無人機導入橋梁巡檢，須強調發展小型機身、提升機體抗風性與續航力、提升飛控系統、提升偵測與避讓系統、提升通訊及定位能力、提升影像辨識能力及發展三維實景建模等重點。

(二) 物流運送發展重點

1. 無人機不論應用於偏鄉或是離島的物流運送，皆面臨飛航穩定性、通訊穩定性，以及無人機交通管理等課題。
2. 透過釐清現況課題與需求，歸納無人機導入物流運送，須強調提升機體耐候性、提升載種與續航能力、控管噪音音量、提升飛控系統、提升偵測與避讓系統、提升通訊及定位能力、發展無人機交通管理系統等重點。

(三) 無人機科技產業發展利基評估

本計畫從優勢(Strengths)、劣勢(Weaknesses)、機會(Opportunities)、威脅(Threats)等四大面向評估我國無人機科技產業發展利基。

1. 優勢：我國資通訊產業鏈完整，無人機相關零組件生態製造能力強，具有降低製造成本的優勢；且近年政府陸續推動無人機於公務應用，提供相關產業扶植機會。
2. 劣勢：我國無人機市場尚未形成規模，影響國內廠商研發意願；且國內對於部分無人機關鍵零組件技術(如飛控、動力及感測元件等)仍尚待突破；以及國內資安規範、空域整合等規範尚待制定。
3. 機會：無人機科技產業於亞太地區成長快速，亞太地區已為無人機最大市場；且中美貿易戰促使各國對於陸製商品產生資安疑慮，我國量產能力可作為打入國際無人機市場的企機。
4. 威脅：然而亞太地區無人機市場已面臨多國競爭局勢，對國內相關產業打入既有市場產生威脅。

(四) 關鍵技術及服務應用推動策略

1. 橋梁巡檢朝向飛航技術精進、資料數位化等方向研擬推動策略。
2. 物流運送朝向飛航技術精進、通訊功能提升、交通管理系統建置等方向研擬推動策略。

五、協助臺灣無人機大聯盟(UAS-TAIWAN)運作

1. 參考國際案例與國內既有組織內容，據以籌組我國無人機科技產業聯盟，其組織名稱訂定為「臺灣無人機大聯盟」，英文名稱為「Unmanned Aircraft Systems Team of Taiwan」，簡稱為 UAS-TAIWAN。

2. 透過民國 111 年 3 月 23 日於臺北南港展覽館辦理「臺灣無人機大聯盟成立大會暨科技產業發展國際論壇」，邀請國內無人機科技、技術、產業及人才培育相關單位加入，自籌組階段統計至民國 111 年 11 月 10 日止，共計有 75 個單位加入臺灣無人機大聯盟。
3. 本年度協助臺灣無人機大聯盟相關 13 場活動，皆依據「推動公私協力合作」及「協助交通部相關計畫」兩項短期推動策略執行，包含安排拜訪臺灣港務公司、辦理國際參訪與國際趨勢專題分享會，以及協助成立應用工作小組，針對各領域深入探討，以提出共識政策建言。

六、促進無人機科技產業國際與國內合作交流

1. 辦理 1 場國際論壇，吸引近 500 人次參與無人機科技產業發展國際論壇共同了解國內外產業發展；推廣國內無人機物流及巡檢解決方案，促成近 70 次供需媒合交流；共計 15 篇媒體報導交通部推動無人機產業成果，提高無人機科技產業聲量。
2. 辦理 1 次日本國際參訪，掌握無人機最新技術與應用、瞭解國際產業政策及資源、促成國際技術與商業合作，並共計與 8 間關鍵廠商進行交流，與日本 UAS 產業振興協會(JUIDA^[53])簽署合作備忘錄(MOU^[64])；同時透過本所於同年邀請日本無人機產業代表訪臺交流之際，協助臺灣無人機大聯盟與日本無人機產業代表形成策略聯盟。

七、擬定交通部無人機科技產業小組後續發展規劃

1. 研擬我國中長期發展 AAM^[23]之里程碑目標，將以研發測試、生產製造、服務應用之三大利基主軸，吸引積極發展 AAM^[23]的國家、國際企業來臺投資，並於我國設立研發中心，與國內廠商合作生產製造，使我國得以「實現亞太 AAM^[23]開發應用中心」。
2. 依據我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 版，提出 21 項策略建議，並針對所提及的策略內容進行各部會分工。

7.2 後續建議

一、產業面

1. 本計畫於今年辦理國際交流成果豐碩，並透過臺灣無人機大聯盟辦理國際交流成果分享會，以汲取國際發展趨勢、展現國內推動成果、匯聚國內產業需求、提供政府政策建言。因此，建議未來可持續支持無人機科技產業國際與國內合作交流，以促進我國無人機科技產業加速發展。

2. 考量無人機科技產業是以服務應用為主，在產業推動上，建議政府能以採購無人機服務取代採購無人機機型；同時考量產業推動的成本與時間，可積極與國際合作交流導入最先進技術與服務，促進我國產業發展。另一方面，針對我國具有利基或涉及國安之關鍵技術進行自主化研發與製造，則需要有一完整系統整合之產業供應鏈，故建議政府未來可持續投入資源輔導產業聚落的形成。
3. 本計畫於今年透過交通部給予資源輔以成立臺灣無人機大聯盟，初期匯聚產業需求以交通運輸領域為主，然透過國際與我國無人機應用領域發展可知，無人機科技產業涉及應用範圍甚廣(如我國經濟部之設施巡檢、海巡署之設施巡檢、災害防救、國防部之各種應用等皆為產業市場擴增的機會)。因此，為使臺灣無人機大聯盟可持續促進無人機科技產業之推動，建議未來臺灣無人機大聯盟可進行跨部會、跨領域發展，同時除透過交通部持續支持以外，亦可藉由後續組織運作，尋求穩定財源支持持續發展。

二、技術面

1. 本計畫先行針對交通領域橋梁巡檢及物流運送規劃提出無人機導入情境，以利達成 2025 年里程碑；而針對中長期逐步發展至 AAM^[23]之推動方向，我國目前尚缺乏條件與環境發展，故建議加速相關驗證場域之規劃。
2. 我國無人機科技產業之技術利基為資通訊產業與零組件製造優勢，建議參考國際標準，加速相關驗證場域之規劃與開放，並積極與國際先進廠商合作，引進技術進入我國場域內，促進產業結構優化與關鍵技術能量自主化，進而朝向國內無人機服務應用透過服務驗證與商業驗證後之技術輸出國際。

三、市場面

1. 我國無人機科技產業發展，其市場需求尚須透過政府輔導投入相關資源，促進市場成形；而本計畫已研擬我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 2.0 修訂版，此路徑圖後續將與相關部會配合及討論，納入政府投入產業推動參考；另考量無人機科技產業涉及應用範圍甚廣，對於政府機關即須進行跨域推動及分工合作。因此，建議後續國內政府能協調主管機關統籌與跨部會分工機制。

2. 參考國際無人機科技產業發展，各國陸續都已訂定發展 AAM^[23]之目標，我國則尚未有明確政策。因此，建議政府未來能提出明確發展之政策、計畫、經費，以帶動我國市場開放，產業亦能依循政府政策研擬推動策略，進而尋找與國際合作機會。

四、法規面

1. 本計畫所提橋梁巡檢及物流運送之服務應用與關鍵技術發展，涉及國內關聯產業多，對於未來無人機應用申請、相關管制、場域開放、法規調適等，皆須持續透過匯聚產業痛點與需求，故建議臺灣無人機大聯盟可與政府之間持續溝通調和法規與管理方式，以兼顧安全與市場開發，找到市場進行循序漸進的擴增。
2. 我國無人機科技產業市場需求尚須透過政府輔導投入相關資源，促進市場成形，本計畫建議初期應用推動尚須透過公部門導入無人機應用為示範案例，持續輔導與推廣產業發展與應用，並搭配法規管理方式的調合、無人機研發及管理人才培育、社會溝通與宣傳等方式，以加速提升國內對於無人機應用之需求。
3. 國際無人機應用逐漸朝向物流運送與 AAM^[23]趨勢發展，建議我國需盡快建構符合國際標準之測試驗證環境，透過辦理相關驗證計畫，累積執行經驗與安全實證案例，據以逐步調和法規與管理方式。

參考文獻

國內參考文獻

- 交通部，2022 交通科技產業政策白皮書，民國 109 年。
- 交通部，2021 交通科技產業政策白皮書，民國 110 年。
- 本所，推動無人機科技產業發展先期研究規劃，民國 110 年。
- 本所，「無人機整合示範計畫推動及管理服務」示範計畫成效報告書，民國 110 年。
- 本所，橋梁檢測工具效能提升計畫，民國 106 年。
- 本所，第二代臺灣地區橋梁管理資訊系統建置規劃，民國 107 年。
- 財團法人台灣營建研究院，高速公路橋梁延壽評估及案例分析委託研究計畫，民國 103 年。
- 邵佩琪、林清一、吳東凌，「無人機於交通運輸領域應用與政策推動之探討」，運輸計劃季刊，第 49 卷，第 3 期，民國 109 年，頁 201-204。
- 林清一、邵佩琪、葉雲兆，「無人機飛航管理 (UTM) 系統」，中國工程學會季刊，第 92 卷，第 4 期，民國 108 年，頁 85-101。
- 高丈淵，「無人飛行載具市場及觀察與投入評估建議」，中國工程學會季刊，第 93 卷，第 4 期，民國 109 年，頁 28-36。
- 張東琳，「商用無人機視距外飛行 (BVLOS) 的應用發展」，中國工程學會季刊，第 93 卷，第 4 期，民國 109 年，頁 54-63。
- 林昱甫、馬鈞文、陳力諺、彭智冠，「無人機酬載與應用趨勢分析」，中國工程學會季刊，第 93 卷，第 4 期，民國 109 年，頁 64-80。
- 臺灣鐵路管理局，「應用智慧化科技 保障設施安全」，https://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=14&parentpath=0,2&mcustomize=news_view.jsp&ataserno=202001150001&toolsflag=Y，民國 109 年。
- 國家發展委員會，「載貨無人機創造地方活力，推動地方創生」，https://www.ndc.gov.tw/nc_27_30742，民國 107 年。

- MIC. 產業情報研究所，<https://mic.iii.org.tw/news.aspx?id=624>，民國 111 年。
- 產業價值鏈資訊平台，「通信網路產業鏈簡介」，<https://ic.tpex.org.tw/introduce.php?ic=I000>，民國 111 年。
- 聯合新聞網，「2022 全球及台灣通訊產業：5G 成長速度成觀察重點」，<https://udn.com/news/story/6871/6460087>，民國 111 年。
- 中央通訊社，「遠端監測、採樣澄清湖水質 無人機取代船載」，<https://www.cna.com.tw/news/ahel/202010210337.aspx>，民國 109 年。

國外參考文獻

- Intel Falcon 8+, website: <https://www.intel.com/content/www/us/en/drones/falcon-8-plus-brochure.html>.
- Flyability Elios3, website: <https://www.flyability.com/elios-3>.
- Digital Aerolus Aertos 130IR Autonomous UAV, website: <https://digitalaerolus.com/aertos-130-ir/>.
- Autonomous Control Systems Laboratory, website: <https://www.acsl.co.jp/en/solutions/>.
- Skydio, website: <https://www.skydio.com/>.
- Parrot ANAFI Ai, website: <https://www.parrot.com/us/drones/anafi-ai>.
- Wing, website: <https://wing.com/how-it-works/>.
- Zipline, website: <https://flyzipline.com/>.
- Matternet, website: <https://mtrr.net/product>.
- Wingcopter, website: <https://wingcopter.com/wingcopter-198>.
- Volocopter, website: <https://www.volocopter.com/solutions/volodrone/>.

- Skopljak, N., Offshore WIND, Wind Power LAB Adds Drones to Offshore Wind Blade Inspections, website: <https://www.offshorewind.biz/2020/08/28/wind-power-lab-adds-drones-to-offshore-wind-blade-inspections/>.
- Wong, K., Natural Reserve System University of California, California Heartbeat Initiative soars ahead , website: <https://ucnrs.org/california-heartbeat-initiative-soars-ahead/>.
- Canal Rural, Embrapa: drone improves control of brown stink bugs and false-bearing caterpillars, website: <https://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/embrapa-drone-melhora-controle-de-percevejo-marrom-e-lagarta-falsa-medideira/>.
- Fisk, S. V., Soil Science Society of America, Drones Effective Tools for Fruit Farmers, website: <https://www.soils.org/news/science-news/drones-effective-tools-fruit-farmers-0/>.
- Spires. Josh, The Sphere Drones Blog, Flyability Elios 2 helps TVA improve safety and reduces costs, website: <https://spheredrones.com.au/blogs/news/flyability-elios-2-helps-tva-improve-safety-and-reduces-costs>.
- Flyability, \$2 Million Saved Using Elios 2 for Oil Tanker Cargo Inspection, website: <https://www.flyability.com/casestudies/oil-tanker-drone-inspection>.
- Flyability and Pampa Energia, \$420,000 Saved in Elios 1 Test by Argentinian Energy Company, Invests in Elios 2, website: https://cdn2.hubspot.net/hubfs/2602167/Case_Studies/Pampa%20Energia%20Case%20Study/Elios%202_Pampa%20Energia%20Case%20Study.pdf?__hstc=&__hssc=

&hsCtaTracking=ab2fd162-6cd3-4dab-a9c7-c3649b906189%7C8d103b04-1fd4-4f2d-9f5c-3af42d23f982.

- King, N., QuestUAV Ltd, QuestUAV Drones - Reliable and Accurate Tools for Coastal Monitoring, website: <https://www.linkedin.com/pulse/questuav-drones-reliable-accurate-tools-coastal-monitoring-king>.
- Torchia, C., Portland Press Herald, Anti-poaching potential seen in drones, website: https://www.google.com/search?q=Hluhluwe-iMfolozi+Park+drone&rlz=1C1GCEA_enTW998TW998&oq=Hluhluwe-iMfolozi+Park+drone&aqs=chrome..69i57.2063j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8.
- Nuwer, R. The New York Times, High Above, Drones Keep Watchful Eyes on Wildlife in Africa, website: <https://www.nytimes.com/2017/03/13/science/drones-africa-poachers-wildlife.html>.
- Farrow-Smith, E., ABC North Coast, Drone helps rescue teens just hours after being unveiled for trial at Lennox Head, website: <https://www.abc.net.au/news/2018-01-18/drone-rescues-boys-from-surf-lennox-head/9340784>.
- Singh, I., Drone DJ, German zoo finds missing red panda 'Jang' with thermal drone, website: <https://dronedj.com/2021/07/06/zoo-finds-missing-red-panda-with-drone/>.
- Drone Industry Insights, website: <https://droneii.com/drone-publications>.
- EDI, Drone use by business set to explode, worth \$127B by 2020, website: <https://droneii.com/drone-publications>.
- 經濟部産業省, 空の移動革命に向けた官民協議会, website: https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/air_mobility/index.html.

- European Union Aviation Safety Agency, Vertiports Prototype Technical Specifications for the Design of VFR Vertiports for Operation with Manned VTOL-Capable Aircraft Certified in the Enhanced Category (PTS-VPT-DSN), March 2022.
- FAA Aviation Rulemaking Committee, Unmanned Aircraft Systems Beyond Visual Line of Sight Final Report, March 2022.
- Federal Aviation Administration, FAA Unmanned Aircraft Systems Integration Pilot Program Final Report, July 2021.
- U.S. Department of Transportation Office of Inspector General, Report AV2022027, FAA Made Progress Through Its UAS Integration Pilot Program, but FAA and Industry Challenges Remain To Achieve Full UAS Integration, April 2022.
- Jones C., From IPP to BEYOND, ICAO NACC UASRPAS Workshop, August 2022.
- National Aeronautics and Space Administration, Digital Flight: A New Cooperative Operating Mode to Complement VFR and IFR, September 2022.
- National Aeronautics and Space Administration, New Flight Rules to Enable the Era of Aerial Mobility in the National Airspace System, November 2020.
- ASTM International, ASTM International publishes standards for vertiport development, August 2022.
- European Commission, A Drone Strategy 2.0 for Europe, 2021.
- European Union Aviation Safety Agency, Artificial Intelligence Roadmap - A human-centric approach to AI in aviation, February 2020.

- European Union Aviation Safety Agency, EASA Concept Paper: First usable guidance for Level 1 machine learning applications - A deliverable of the EASA AI Roadmap, December 2021.
- European Union Aviation Safety Agency, Notice of Proposed Amendment 2021-14, Development of acceptable means of compliance and guidance material to support the U-space regulation.
- Lineberger R., Hussain A., Metcalfe M., Rutgers V., Infrastructure barriers to the elevated future of mobility, Deloitte Insights.
- Beechener J., How new standards will pave the way to autonomous passenger flights - AW Drones programme, Urban Air Mobility News, website: <https://www.urbanairmobilitynews.com/emerging-regulations/how-new-standards-will-pave-the-way-to-autonomous-passenger-flights-aw-drones-programme/>.
- ドローンの利活用の促進・社会実装に向けた取組, website: https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kogatamujinki/kanminkyougi_dail6/siryous3.pdf.
- UAM Team Korea, U-UAM Concept of Operations 1.0, February 2022.
- 経済産業省與国土交通省, Advanced Air Mobility in JAPAN 2021, May 2021.
- UK Research and Innovation, Future Flight Vision and Roadmap, August 2021.
- Wingtra, What's the difference between PPK and RTK drones, and which one is better?, website: <https://wingtra.com/ppk-drones-vs-rtk-drones>.
- European Commission, Report of the Drone Leaders' Group in support of the preparation of 'A Drone Strategy 2.0 for a Smart and Sustainable Unmanned Aircraft Eco-System in Europe', April 2022.

英文頭字語縮寫摘要彙整

依本計畫內文出現順序編排如下：

1. AI : Artificial Intelligence
2. SDGs : Sustainable Development Goals
3. ICT : Information and Communication Technology
4. FAA : Federal Aviation Administration
5. IPP : Integration Pilot Program
6. UAS : Unmanned Aircraft System
7. VTOL : Vertical Takeoff and Landing
8. eVTOL : Electrical Vertical Takeoff and Landing
9. FPV : First Person View
10. BVLOS : Beyond Visual Line-of-Sight
11. DAA : Detect and Avoid
12. C2 : Command and Control
13. TOF : Time-Of-Flight
14. VLOS : Visual Line-of-Sight
15. IMU : Inertial Measurement Unit
16. LTE : Long Term Evolution
17. GNSS : Global Navigation Satellite System
18. RTK : Real Time Kinematic
19. PPK : Post-Processing Kinematic
20. SLAM : Simultaneous Localization and Mapping
21. UWB : Ultra Wideband
22. EMI : Electromagnetic Interference
23. AAM : Advanced Air Mobility

24. RAM : Regional Air Mobility
25. UAM : Urban Air Mobility
26. NASA : National Aeronautics and Space Administration
27. ATM : Air Traffic Management
28. UTM : Unmanned Aircraft System Traffic Management
29. Remote ID : Remote Identification
30. ATC : Air Traffic Control
31. ADS-B : Automatic Dependent Surveillance - Broadcast
32. Broadcast RID : Broadcast-based Remote ID
33. Network RID : Network-based Remote ID
34. DNN : Deep Neural Network
35. BIM : Building Information Modeling
36. AES : Advanced Encryption Standard
37. GSD : Ground Sample Distance
38. IP : International Protection Marking
39. EASA : European Union Aviation Safety Agency
40. ASTM : American Society for Testing and Materials International
41. CFR : Code of Federal Regulations
42. VFR : Visual Flight Rules
43. DFR : Digital Flight Rules
44. IFR : Instrumental Flight Rules
45. NextGen : Next Generation Air Transportation System
46. NAS : National Airspace System
47. ConOps : Concept of Operations
48. FIMS : Flight Information Management System
49. LAANC : Low Altitude Authorization and Notification

50. USDOT : United States Department of Transportation
51. FHWA : Federal Highway Administration
52. AASHTO : American Association of State Highway and Transportation
Officials
53. JUIDA : Japan UAS Industrial Development Association
54. PPP : Public-Private Partnership
55. D. E. R. &U : Degree, Extent, Relevancy, Urgency
56. POB : Proof of Business
57. POS : Proof of Service
58. POC : Proof of Concept
59. AIoT : Artificial Intelligence of Things
60. O-RAN : Open Radio Access Network
61. IC : Integrated Circuit
62. JUAV : Japan UAV Association
63. JUTM : Japan Unmanned System Traffic & Radio Management Consortium
64. MOU : Memorandum of Understanding
65. UKRI : UK Research and Innovation

附件一 期中報告審查意見回覆表

MOTC-IOT-110-IDB038 交通部無人機科技產業發展策略規劃與執行

期中報告審查意見回覆表

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
臺灣希望 創新股份 有限公司 李志清執 行長	1. 簡報第 28 頁，組織職掌中三個副會長分別位於什麼組別，組織職掌對應應寫清楚。	有關臺灣無人機大聯盟組織職掌，將在期末報告書 4.4 節補充說明副會長對應職掌之應用組別。	同意研究單位處理情形。
	2. 簡報第 18 頁，投入關鍵技術研發是否為臺灣無人機大聯盟之工作內容建請再研究。	臺灣無人機大聯盟本年度推動工作內容之一，為協助政府機關研擬關鍵技術研發策略，相關文字修正已納入期末報告書 4.4 節補充說明。	同意研究單位處理情形。
	3. 規劃報告中，對於國內廠商技術盤點建議再做更深入與精確之探討。	國內資通訊產業發達且產業鏈完整，廠商量能可承接無人機關鍵技術的研發，惟國內無人機市場尚未成形，仍需仰賴明確政策目標指引與資源投入，方能提升國內廠商投入研發技術的意願。 本研究另已於期末報告書 3.5 節補充說明，依據與國內無人機產業相關廠商及轄管單位之訪談結果，以及國外無人機技術發展趨勢，從產業應用需求角度提出無人機關鍵技術之硬體規格建議，以供交通部後續制定相關規格參考，進而作為國內廠商技術研發的發展方向。	同意研究單位處理情形。
財團法人 資訊工業 策進會李 高銘研究	1. 推動無人機科技產業發展的具體策略如何做，建議要有實際的作法與內容。	本研究已於期末報告書 3.5 節、6.2 節補充說明國內無人機科技產業於交通領域之關鍵技術推動策略，以及交通科技產業政策白皮書推動策略檢討與修訂成果。	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
總監	2. 去年的計畫已經有寫出 2020 年~2025 年的完整發展路徑圖，至今相關內容細項尚未完整，這部分的策略與規劃要更加系統性的內容論述。	本研究已於期末報告書 6.2 節補充說明細項之交通科技產業政策白皮書推動策略檢討與修訂成果。	同意研究單位處理情形。
	3. 臺灣在發展實務上遭遇的痛點為何，建請團隊再提出更具體可行的策略與方法，並與相關政府部會討論。	本研究已透過訪談、蒐集臺灣無人機大聯盟產業訴求，同時透過拜會公部門，掌握國內需求痛點，已於期末報告書 3.2 節、3.3 節補充說明。	同意研究單位處理情形。
	4. 6 月份的日本參訪，除了目前安排的幾家公司與參展外，建議可洽詢 2025 年在大阪舉辦的博覽會，該博覽會所提的相關發展藍圖目標不只有無人機，還包括次世代的移動系統，像是載人無人機、自駕電動巴士、都市的 MaaS 整合，關於智慧性交通的整合性規劃，是團隊可以參考的項目。	有關本次日本參訪說明如下： 1. 參訪單位類型有行政法人、產業公協會、無人機製造商及無人機應用服務商等，其中 SkyDrive 預計於 2025 大阪萬博會營運展覽會場至機場及大阪市區的觀光飛行，因此本次參訪已就 UAM 部份進行交流討論，從中了解相關研發及推動經驗，作為未來政策規劃參考； 2. 參加展覽為 Japan Drone 2022，今年特別同步辦理「第一屆國際先進空中交通博覽會」，本次參訪已蒐集相關會議資訊，並於會場與相關單位進行交流。	同意研究單位處理情形。
	5. 跨部會之間的資源整合非常重要，然而要七月份下旬才展開拜訪與跨部會溝通，以時程上來說可能太晚。因此，建議團隊先擬定各項討論議題，並且在會	本研究協助籌辦臺灣無人機大聯盟，已於今年舉辦日本參訪成果分享會、美國參訪成果分享會，同時聯盟的執委會暨委員大會也有進行 AAM 分享會；此外，在聯盟組織下的各工作小組亦有舉辦多次工作會議，上	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	<p>議上要以討論出結論為主，而非還只是在討論方向。</p>	<p>述會議參與者包括無人機科技產業廠商、嘉義縣政府、交通部、交通部運輸研究所、交通部無人機科技產業小組、交通部民用航空局、經濟部技術處等部會，會議過程中各部會已針對各項產業推動議題進行討論。</p>	
<p>財團法人金屬工業研究發展中心江進豐副處長</p>	<p>1. 建議將無人機產業分成載重與巡檢，並分別制定短、中、長期的技術與應用，擬定產業發展藍圖。</p>	<p>本研究已於期末報告書 3.5 節補充說明國內無人機科技產業於交通領域之關鍵技術推動分期策略。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
	<p>2. 無人機產業要發展，無人機的關鍵次系統亦非常重要，包括動力、機體、飛控等產業，建議團隊盤點這些產業的國內技術能量，以利推動國產化。</p>	<p>因應交通部於 2025 年導入無人機於橋梁巡檢及物流運送的里程碑，本研究已盤點出無人機相關關鍵技術，並透過國內無人機相關產業及相關專利分析，得出上述關鍵技術多以資通訊與半導體產業有關。國內資通訊與半導體產業發達且技術發展成熟，國內廠商若投入無人機關鍵技術之研發與製造，潛力與量能皆充足，有利於後續國內推動無人機國產化之目標。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
	<p>3. 無人機的應用上，資安相當重要，因此要將資安規範導入產業運作中，爰建議要有完整的資安規劃。</p>	<p>本研究已於期末報告書 6.2 節納入資安規劃推動策略。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
	<p>4. 若經費許可，建議每年定期舉辦一次國際論壇，以展現年度成果，吸引國外業者來臺投</p>	<p>感謝委員建議，將納入本研究後續辦理建議。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	<p>資。</p> <p>5. 無人機初期應用推動上，以公部門導入無人機應用為示範案例是相當好的規劃，希望能夠持續推廣這方面的應用，由公部門需求帶動產業發展。</p>	<p>感謝委員建議，將納入本研究後續辦理建議。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
<p>臺灣無人機協會吳修廉理事長</p>	<p>1. 無人機產業推動的大方向已經有擬訂，方向也很正確，然而細部的實際運作、痛點為何，這部分還需要撰寫更為清楚。</p>	<p>本研究已透過訪談、蒐集臺灣無人機大聯盟產業訴求，同時透過拜會公部門，掌握國內需求痛點，已於期末報告書 3.2 節、3.3 節補充說明。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
	<p>2. 臺灣無人機大聯盟的成立，仍有許多相關從業人員不知道有這件事，建議廣為宣傳。</p>	<p>有關臺灣無人機大聯盟宣傳說明如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 已於社群平台成立粉絲團以利後續推動宣傳，網址為 https://reurl.cc/ploeWe； 2. 粉絲團不定期提供無人機科技、產業動向及規範等新知，吸引對無人機產業有興趣的個人或單位加入聯盟； 3. 粉絲團亦將持續宣傳聯盟重要活動資訊，如拜會公部門（如公路總局或中華郵政等）洽談公私協力等，吸引其它無人機相關業者參加； 4. 除透過自有粉絲團宣傳外，亦將与其它社群媒體串聯，以利擴大聯盟資訊受眾。 	<p>同意研究單位處理情形。</p>
	<p>3. 無人機產業的重點是人與機，人就是人培，然而這些人才要經過民航局辦理的相關考試，從培訓到取得操作</p>	<p>本研究已透過與交通部民航局進行訪談，將人才培育相關建議補充說明於我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖 3.0 版之中，詳 6.2 節。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	<p>證，過程中有許多限制，建議日後能透過臺灣無人機大聯盟與民航局有更多的溝通；機的一部分，當前 25 公斤以上的檢驗認證，要準備的資料以及所需流程時間太長，消耗過多人力資源與時間成本，對於發展商機較為不利。</p>		
<p>經濟部技術處林顯易科技專家</p>	<p>1. 透過盤點國外目前在執行相關計畫包括物流、橋檢的技術規格程度，與國內業者、法人技術能力之差距，而這些差距就是國內要去突破的技術缺口，並且從中找尋最重要需要投入的關鍵技術。</p>	<p>本研究已於於期末報告書 3.2 節、3.3 節補充說明關鍵技術發展重點，亦已於 3.5 節透過與國際標竿案例之比較，說明國內關鍵技術發展規格。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
	<p>2. 目前成果驗證，誰要訂定哪一年完成 POC、POS、POB，哪些對象要完成 POC、POS、POB，然後是國產化的情境下，供應鏈中哪些零件誰能提供，這些建議都要明確。</p>	<p>1. 針對交通部現正推動之無人機應用於橋梁巡檢及物流運送之應用，皆已在測試驗證階段。其中，橋梁巡檢作業應於 2023 至 2024 年完成場域測試、既有橋梁檢測相關規則的修訂及無人機應用於橋梁巡檢作業流程之制定，並於 2025 年導入無人機作為輔助。在偏鄉及離島物流運送方面，透過無人機關鍵技術突破、場域開放及規範制定，應於 2024 年完成服務驗證，2025 年完成商業驗證。相關內容請詳報告書 3.5 節。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
		2. 本研究透過國內無人機產業鏈分析，已盤點出國內廠商係以零組件製造為主，詳報告書 3.4 節。目前經濟部技術處與交通部運輸研究所將共同推動「無人機自主通用關鍵技術開發計畫」科專計畫以本研究為基礎，進一步提供相關零件供應項目的指引，以落實無人機國產化。	
	3. 回應江委員提的資安問題，在技術處辦公室會負責要求廠商做到一定程度的資安，甚至是軍規的資安規格已經開始導入至商業民間應用；建議生產零組件的廠商，也要跟上相關資安規格，技術處也需要先訂清楚我國的資安規格。	本研究已於期末報告書 6.2 節納入資安規劃推動策略。	同意研究單位處理情形。
經緯航太 科技股份 有限公司 羅正方董 事長	1. 本研究案的重點在於扮演連結者、對話的角色，而非技術研發，因此目前執行單位已有掌握相關重點，成功推動成立臺灣無人機大聯盟，促進多方互動與會談。	感謝委員肯定。	—
	2. 臺灣無人機大聯盟成立之後，建議後續要持續積極辦理更多活動，吸引各方學界、業界加入。	有關本研究期末階段聯盟活動說明如下： 1. 安排拜會公部門爭取公私協力合作機會，如港務公司；	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
		2. 規劃拜會地方政府爭取無人機產業發展資源，如亞洲無人機 AI 創新應用研發中心； 3. 同時與業務單位其它無人機計畫合作，如領航盃無人機創意競賽及無人機整合示範計畫，透過媒合會或座談會等活動吸引各界加入聯盟。	
	3. 對於國內各項技術、產能的盤點，以及需求方的技術規格應予以釐清，建議透過下半年持續辦理各項訪談，有益於釐清產業發展應朝什麼方向、技術來精進與努力。	本研究期末階段已透過訪談、蒐集臺灣無人機大聯盟產業訴求，同時透過拜會公部門，釐清產業發展方向，並已補充說明於期末報告書 3.5 節、6.2 節。	同意研究單位處理情形。
	4. 透過 5 月份臺灣無人機大聯盟與港務公司的拜會，了解到並非只有無人機，包括 AI 也是發展重點，因此建議團隊可以積極招攬更多光譜的業者，包括 AI、資安等領域產業進入臺灣無人機大聯盟。	有關聯盟招募說明如下： 1. 已於社群平台成立粉絲團宣傳臺灣無人機大聯盟，以利招募各界參與； 2. 已擴大邀請各界與無人機應用相關業者加入，如資安、通訊及系統整合商者等。	同意研究單位處理情形。
	5. 針對規劃團隊辦理國際交流表示肯定，但在交流前內部建議應先辦理相關籌備會議，討論相關參訪重點事項，擬定明確的議題進行討論。	有關籌備會議說明如下： 1. 已於民國 111 年 5 月 30 日辦理日本參訪預備會議，邀請聯盟吳盟分會長、李志清執委、陳奕廷執委、吳東凌顧問、江振瑋顧問及其它聯盟會員等，介紹本次參訪目的及受訪單位，同時討論與聚焦日本受訪單位交流議題；	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	<p>6. 除了想辦法讓國內業者趕上國外領先群外，建議可以透過國際合作 ICP 的這種工業合作機制，將技術移轉到國內業者身上，補足某些技術缺口。</p> <p>7. 目前希望透過公部門需求來帶動國內無人機產業發展，但每年公部門的預算會在第三季定案，因此建議公部門訪談的時程需要注意並儘快溝通，促使明年能有實際的計畫產生。</p>	<p>2. 已於日本參訪前辦理日本參訪工作會議，說明行程及相關注意與配合事項等。</p> <p>本研究已於期末報告書 6.2 節納入工業合作規劃推動策略。</p> <p>本研究已於期末階段加速安排公部門訪談，以促使來年相關計畫之推動。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>
經濟部技術處	<p>1. 針對產業發展推動，最重要的在於產業推動發展路徑，並提出如何與國內產業發展需求與業者能量做串接，建議計畫應有更具邏輯性的論述及明確之目標，並藉此提出短中長期之策略。</p>	<p>本研究已於期末報告書第六章補充說明交通科技產業政策白皮書推動策略檢討與修訂成果。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
交通部科技顧問室	<p>1. 感謝交通部針對交通科技產業會報的協助、國內無人機產業之耕耘，期待臺灣無人機大聯盟能有效運作，成功打造國內無人機產業之生態系。</p>	<p>感謝委員肯定。</p>	<p>—</p>

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	<p>2. 今年歐盟正在制定歐洲智慧及永續無人機生態系統之無人機策略 2.0，進而可促進民用、國防、航太等協同行動，並提出歐盟無人機技術旗鑑項目，以支持運輸脫碳及數位化；今年已提出 2030 年之願景及目標，整份無人機藍圖預計將於今年第四季完成，建議計畫團隊持續關注該項發展。</p>	<p>本研究已將歐盟之歐洲智慧及永續無人機生態系統之無人機策略 2.0 納入期末報告書，相關內容請詳 2.3 節。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
	<p>3. 無人機對於碳中和、淨零有助益，建議該效益納入計畫之政策論述中，並加強蒐集無人機淨零排放之技術及案例，以利未來廠商向科專申請補助上，可加強與國內已發布之淨零路徑藍圖有所連接。</p>	<p>本研究已將無人機之碳中和、淨零效益納入期末報告書，相關內容請詳 2.1 節。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
	<p>4. 期中報告書 2-20 頁「交通部在 2025 年公布無人機在交通領域上之應用里程盃」應修正為「交通部公布在 2025 年無人機在交通領域上之應用里程碑」。</p>	<p>已修正期中報告書 2-20 頁。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
交通部民用航空局	1. 計畫內針對技術盤點多著重於國外技術能量，建議加強論述如何落實國內技術及產業、國內產業有哪些技術能力可支持橋梁巡檢與物流運送，並明確指出相關技術能量之程度。	本研究已於於期末報告書 3.2 節、3.3 節補充說明關鍵技術發展重點，亦已於 3.5 節透過與國際標竿案例之比較，說明國內關鍵技術發展規格。	同意研究單位處理情形。
	2. 民航局將繼承現有無人機檢驗、中科院行政協助的基礎下持續作發展，並期許交通部及民航局於嘉義共同設立之無人機檢驗辦公室能夠為無人機相關廠商提供更好的服務。	感謝委員協助。	—
	3. (書面意見)報告書 3.2.3 節 3-24-25 頁，利用專利集中度與技術能量差距作為利基評估因素可以識別產業過去技術軌跡與未來發展方向；臺灣無人機中小企業居多，產品以組裝為主，並未形成較大的產業規模與為數眾多且相互關聯的專利家族，以專利分析法進行利基評估在反應國內技術水準的解讀上宜注意其代表性。	依據本研究對於國內無人機產業鏈分析，可看出國內廠商以零組件製造為主，技術研發則因國內無人機市場尚未成形而使國內廠商研發意願受限。而國內資通訊技術已發展成熟，可承接無人機關鍵技術的研發。從無人機關鍵技術之專利分析即可看出，已申請之專利技術多與資通訊與半導體產業有關，顯示國內廠商研發潛力充足，故後續將有賴於國內產、官、學、研的共同合作，透過政府在技術驗證、場域開放與環境整備等面向的支持與協助，並結合鼓勵與吸引產業、學研單位參與無人機產業實際運作經驗，以促進國內無人機產業	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
		市場發展並產生正向循環之效。相關內容請詳報告書 3.5 節。	
	4. (書面意見)報告書 3.2.4 節 3-25-26 頁, 推動策略已擇定橋檢與物流兩種, 物流部分除以 PoC-PoS-PoB 作為階段劃分外, 建議將取得無人機檢驗證(臨時或正式)與取得能力審查這兩個節點納入內容。	完成無人機檢驗證與操作人員取得能力審查為無人機進入場域測試驗證的先決條件, 故在進行無人機物流運送 PoC、PoS、PoB 各階段的場域測試驗證, 測試單位應首要完成上述兩項檢驗證與審查, 方能進行相關場域測試。據此, 本研究擬定後續無人機物流運送 PoC、PoS、PoB 各階段的場域測試驗證之推動策略, 詳報告書 3.5 節。	同意研究單位處理情形。
臺灣無人機大聯盟 吳盟分會長	1. 無人機發展乃為跨部會工作, 對於交通部運研所從服務面的導引來帶動國內相關產業可能發展給予高度肯定。惟從各國發展無人機經驗來看, 最重要的是政府給予明確之市場擴增、產業協助等政策引導, 使市場可因應作相關技術精進, 故建議交通部向行政院報告本計畫, 促請其他機構給予支持並提出可執行的項目, 以做為國內無人機產業推動政策引領之關鍵力量, 促使產業可具體實踐。國內無人機發展仰賴政府及產業雙方一起努力。	感謝顧問建議。	—

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	2. 雖本計畫在巡檢方面著重於橋梁巡檢，但經濟部之設施巡檢、海巡署之設施巡檢及防救、國防部之各種應用等亦為可提供市場擴增的機會，故臺灣無人機大聯盟將會透過與跨部會協調來持續針對設施巡檢的訴求、需求痛點。	感謝顧問協助。	—
	3. 雖本計畫在物流方面著重於中華郵政，但考量國內物流業者多(如大榮、新竹等物流公司)，涉及無人機應用申請、相關管制、場域開放、法規調適，臺灣無人機大聯盟將給予協助與民航局溝通，以兼顧安全與市場開發，找到市場進行循序漸進的擴增。	感謝顧問協助。	—
	4. 國際合作可分成兩大部分。一為國內經 POB 後之技術國際輸出，另一為與國際上領先技術者(如 UAM)之技術合作，引進技術進入臺灣場域內。目前規劃今年 6 月至日本參訪簽署 MOU 後，後續幾年能夠產生什麼樣的影響及如何與日本持續合作？與其他國家又如	感謝顧問建議，已納入本研究後續辦理建議。	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	何持續合作？相關工作非幾年即可完成，而應是持續進行。2025 年大阪無人機博覽會，臺灣是否要展現國內產業規模及能力，建議日後推動相關計畫時應予思考。		
	5. 臺灣無人機大聯盟之會員應非僅限於無人機相關廠商，與 AI、軟體相關之廠商亦應廣邀入會，以促進跨部會的協作。	有關聯盟招募說明如下： 1. 已於社群平台成立粉絲團宣傳臺灣無人機大聯盟，以利招募各界參與； 2. 擴大邀請各界與無人機應用相關業者加入，如資安、通訊及系統整合商者等。	同意研究單位處理情形。
	6. 臺灣無人機大聯盟將會協助執行團隊進行每年國際論壇、產業痛點深入評估及項目需求。	感謝顧問協助。	—
教育部 (書面意見)	1. 期中報告書第 2-9 頁所提「大學產業創新研發計畫補助無人機相關研究應用」1 節，經查該計畫已結束。	已配合修正納入期末報告內容，詳報告書 2.3 節。	同意研究單位處理情形。
交通部運輸研究所 運輸資訊組	1. 針對國內技術盤點，建議邀集經濟部、金屬中心、工研院等聚集討論。	本研究將於期末階段邀集經濟部、金屬中心、工研院來聚集討論國內產業技術盤點，以利深化研究成果。	同意研究單位處理情形。
	2. 建議針對國外文獻應再深入探討，應將美國 NASA、EASA 等關鍵單位之相關最新資訊進行盤點，另針對上述關鍵單位所舉辦之 UAV 或	本研究已於期末報告書 2.2 節、2.3 節補充說明國際間關鍵單位如 NASA、FAA、EASA 等相關最新資訊。 本研究已於期末報告書 6.4 節說明臺灣無人機大聯盟在中長	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	UAM 相關研討會，亦建議團隊派人參加以蒐集最新資訊及關鍵議題並加以分析與產出，分享給臺灣無人機大聯盟會員。上述建議可作為臺灣無人機大聯盟工作項目之一。	期發展規劃的工作項目，針對參與國際交流的部分已納入工作項目中。	
	3. 建議臺灣無人機大聯盟將物流、橋梁巡檢放在探討核心，使相關關鍵技術更易於定義；建議計畫團隊或臺灣無人機大聯盟協助提出至 2025 年應達到何種水準及訂定目標相關。	本研究已於期末報告書 3.5 節補充說明國內無人機科技產業於交通領域之物流、橋梁巡檢關鍵技術推動策略。	同意研究單位處理情形。
	4. 建議在 6 月參訪日本前舉辦預備會議，召集臺灣無人機大聯盟成員先行了解及研究各辦會廠商之產品、特點、技術等，並研擬相關問題、請求及合作項目。	有關籌備會議說明如下： 1. 已於民國 111 年 5 月 30 日辦理日本參訪預備會議，邀請聯盟吳盟分會長、李志清執委、陳奕廷執委、吳東凌顧問、江振璋顧問及其它聯盟會員等，介紹本次參訪目的及受訪單位，同時討論與聚焦日本受訪單位交流議題； 2. 已於日本參訪前辦理日本參訪工作會議，說明行程及相關注意與配合事項等。	同意研究單位處理情形。
	5. (書面意見)第二章第二節文獻回顧，有關無人機科技產業發展現況與趨勢，部分內容與前期計畫雷同，建請加強國際無人機商業市場分析，並增加資料來源多元性。	本研究已於期末報告書 2.1 節、2.2 節、2.3 節補充說明國際間無人機發展最新資訊。	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	6. (書面意見)第三章發展策略規劃與執行，針對國內無人機橋梁檢測及物流運送，建議可增加產值預估，以及商業營運模式建議，以提供產業界參考。	本研究已於期末報告書 3.5.3 節補充說明橋梁檢測與物流運送市場規模與產值預估，另已於 3.5.1 節、3.5.2 節分別說明建議服務模式。	同意研究單位處理情形。
	7. (書面意見)3.3.2 節有關無人機物流運送服務之情境地區，建議可再做更為細緻之分析，例如考量地理環境、可及性等因素，以評估市場規模與需求。	有關無人機物流運送發展情境的設定，本研究考量國內偏鄉、離島之地理環境條件、涵蓋區域及戶籍人數、現況貨運運送方式而區分不同服務模式發展。偏鄉以服務目的來區分公共服務、商業服務等兩種服務情境，離島則分成本島至離島間、離島至離島間的兩種服務模式，並據此進一步分析偏鄉與離島的現況需求與課題。相關內容請詳報告書 3.3 節。	同意研究單位處理情形。
	8. (書面意見)第三章發展策略規劃與執行，請補充無人機大聯盟後續拜會國內各公私部門之規劃行程、討論議題或相關紀要。	無人機大聯盟拜會國內各公私部門之規劃行程、討論議題或相關紀要皆已納入期末報告書 4.4 節補充說明。	同意研究單位處理情形。
	9. (書面意見)請補充國內跨部會(如交通部及經濟部)、跨單位(如業界、法人)之合作策略與機制；並建請補充國外政府部門與產業界、法人之合作案例做為參據。	本研究已於期末報告書 6.3 節補充說明各部會功能定位規劃、分工機制；本研究於期末報告書 2.3 節提到關於日本的整建小型無人機相關環境之官民協議會、韓國的 UAM Team Korea 皆屬政府部門與產業界、法人之合作案例，同時本研究也參考國外案例，協助推動成立之臺灣無人機大聯盟亦屬政府、	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
		產業合作成立的組織。	
	10. (書面意見)無人機大聯盟英文名稱已定為UAS-Taiwan，報告書內容建請一併修正。	將於期末報告書統一將無人機大聯盟英文名稱修正為 UAS-Taiwan。	同意研究單位處理情形。
	11. (書面意見)有關日本參訪行程，請依據國內外疫情、相關隔離規定即時因應調整，並妥為與無人機大聯盟溝通協調。P. 3-68 交通部出席單位人員暫未確定，請予以修訂。	有關日本參訪行程說明如下： 1.執行單位已配合衛福部中央流行疫情指揮中心公佈之入出境管理規範，進行相關作業； 2.相關出席單位及人員亦同步更新。	同意研究單位處理情形。
主席結論	1. 雖計畫聚焦於橋梁巡檢及物流運送，但考量無人機應用廣泛，爰在無人機應用面之國外文獻蒐集範疇應再擴大。另針對 NASA、EASA、歐盟等相關文獻進行更深入之分析。	本研究已於期末報告書 2.2 節、2.3 節補充說明國際間關鍵單位如 NASA、FAA、EASA 等相關最新資訊。	同意研究單位處理情形。
	2. 請於盤點國內產業技術時，強化其系統性與架構性分析及論述，以找出國內需求痛點、國際上關鍵技術發展趨勢，以及國內研發能量，進而訂定關鍵技術發展的優先順序。另請研議透過公私部門合作，由公部門先釋出應用需求及資源投入之方式，帶動國內商機與後續發展，進而綜整擬定國內無人機科技產	本研究已於期末報告書 3.2 節、3.3 節補充說明關鍵技術發展重點，亦已於 3.5 節透過與國際標竿案例之比較，說明國內關鍵技術發展規格，以及研擬我國無人機科技產業交通領域關鍵技術推動策略。	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	業推動策略及具體實務作為。		
	3. 建議本計畫應加強無人機資安規劃，以及探討國際交流拓展至 ICP 工業合作等議題。	本研究已於期末報告書 6.2 節將資安規劃與工業合作等議題納入推動策略中。	同意研究單位處理情形。
	4. 本次審查會議各委員及各單位研提之口頭及書面意見，請鼎漢國際工程股份有限公司整理「審查意見處理情形表」，且逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正。	遵照辦理。	同意研究單位處理情形。
	5. 本計畫經徵詢審查委員意見，期中審查原則通過，請鼎漢國際工程股份有限公司後續依本所出版品印製相關規定撰寫報告，並納入每月工作會議查核事項進行追蹤。	遵照辦理。	同意研究單位處理情形。

附件二 期末報告審查意見回覆表

MOTC-IOT-110-IDB038 交通部無人機科技產業發展策略規劃與執行

期末報告審查意見回覆表

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
臺灣希望創新股份有限公司李志清執行長	1. 期末規劃內容完整，從橋梁巡檢、物流運送、UTM、UAM、AAM 等皆有探討，發展方向明確；建議針對臺灣要如何切入 UAM 部分能有更為具體的策略。	本研究研擬我國中長期發展 AAM 之里程碑目標，短期透過已啟用之亞洲無人機 AI 創新應用研發中心為基地，帶動國內無人機科技產業研發測試能量，同時藉由我國資通訊產業鏈完整，無人機相關零組件生態製造能力強，以此產業優勢作為利基，配合 2026 年以前預計完工之民雄無人機與航太產業園區，作為國內無人機科技產業生產製造基地，以上述發展利基，吸引積極發展 AAM 的國家、國際企業來臺合作、投資，並於我國設立研發中心，與國內廠商合作生產製造，以上作為發展策略，推動我國得以達成「實現亞太 AAM 開發應用中心」，以上說明詳 6.1 節。	同意研究單位處理情形。
財團法人金屬工業研究發展中心江進豐副處長	1. 建議後續持續針對我國無人機整機、關鍵零組件的發展進行討論，以國防部的需求為例，是以國產化為前提，然而國內關鍵零組件與整機部分，尚未有足夠能量的業者能夠支撐臺灣的無人機發展；此外也建議盤點國內學	1. 為掌握國內無人機現況產業發展，並評估國內朝向國際市場發展之利基，本研究針對國內無人機產業鏈進行相關分析，並點出國內對於部分無人機關鍵零組件技術仍尚待突破，且亦較缺乏較具	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	<p>校、法人單位的無人機發展能量，以供我國業者參考；另建議後續可針對公部門可能釋出的橋梁巡檢情境、物流運送情境，所需要的無人機應具備何種規格進行盤點說明，讓業者能有所依循，並針對不足之處進行研發。</p>	<p>規模的系統整合商進行整機生產製造與整合，相關內容詳3.4節。</p> <p>2. 有關國內學校、法人單位之無人機發展能量，已補充說明於3.4節。</p> <p>3. 已於3.2節及3.3節透過無人機導入橋梁巡檢與物流運送情境的角度，盤點關鍵技術項目，並參考2.2節國際相關標竿案例，於3.5.1節及3.5.2節分別提出無人機合適規格應用於橋梁巡檢與物流運送。</p>	
	<p>2. UAS-TAIWAN 是我國推動無人機發展的重要組織，不論是在推動國際交流、增進臺灣於國際曝光度、與公部門對話等，UAS-TAIWAN 皆扮演非常重要的角色，因此建議未來能有穩定的財源支持 UAS-TAIWAN 持續發展。</p>	<p>臺灣無人機大聯盟 UAS-TAIWAN 今年透過交通部給予資源輔以成立，建議未來除交通部持續支持以外，亦可透過組織運作尋求穩定財源支持持續發展，相關建議已補充納入7.2節。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
	<p>3. 本計畫研擬之 Roadmap 完整，建議亦可先行釐清2030年我國無人機產業的願景、發展情境與目標之後，再回頭來檢視與規劃 Roadmap。</p>	<p>本研究已修訂發展方向並新增里程碑為我國目標於2026年至2030年「實現亞太 AAM 開發應用中心」，確立此目標後，再針對我國無人機在交通領域發展之路徑圖2.0版進行檢討，進而提出我國無人機在交通領</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	<p>4. 資安在無人機的應用面非常重要，然而國內業者目前尚無法掌握相關規範制度，建議後續持續追蹤與掌握。</p>	<p>域發展之路徑圖 2.0 修訂版，以上說明詳 6.1 節、6.2 節。</p> <p>目前已由數位發展部主管財團法人電信技術中心召集成立無人機資安聯合驗測實驗室，並訂定驗測標準。相關執行規範刻正由交通部會同數位發展部等部會共同研擬；本研究先行針對我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 版進行檢討，對於「法規與管理方式調合」策略進行修訂，新增短期措施建立無人機資安檢測，中長期措施參考國際通用標準，持續調和無人機資安檢測項目與標準，新增於路徑圖 2.0 修訂版，詳圖 6.3-3。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
<p>財團法人資訊工業策進會李高銘研究總監</p>	<p>1. 俄烏戰爭對於近年國際無人機的技术研發趨勢、市場產生變化，建議規劃報告針對蒐集的資料進行持續更新。</p> <p>2. 針對協助產業發展的部分，建議 UAS-TAIWAN 可以與廠商、法人朝向共同開發、先期合作的模式，快速帶動產業切入商業模式、刺激國內無人機服務應用需求；以美國執行 IPP 為例，應用服務驗證的時程耗費太久，因此建議 UAS-TAIWAN 儘快與政</p>	<p>已將國際間無人機市場發展與技術研發趨勢更新至本研究，詳 2.1.1 節及 2.2.2 節。</p> <p>臺灣無人機大聯盟今年針對服務應用面已先行成立橋梁巡檢、物流運送，以及 UTM 工作小組，作為匯聚產業共識提供政府政策建言，後續將持續視應用成立其他工作小組；另未來將針對無人機產業關鍵核心技術成立工作小組，其目的即在</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p> <p>同意研究單位處理情形。</p>

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	府進行計畫、資源對接，以利加速我國無人機產業之推動。	匯聚產業需求並與政府資源對接，以開發共通性技術項目，快速帶動產業切入商業模式，已補充相關說明詳 6.4 節。	
	3. 規劃報告已針對市場規模、產值進行推估；然而產業人才也需要透過供需盤點，爰建議可補充說明未來市場人才銜接的課題。	已補充說明國內無人機產業鏈相關之法人、業者與學研單位(詳表 3.4-4)，並指出國內對於部分無人機關鍵零組件技術仍尚待突破，且亦較缺乏較具規模的系統整合商進行整機生產製造與整合；另國內學研機構與產業界結結緊密度不足，使產業界難以加速研發速度，相關技術人才培育亦仍無法完整銜接。因此，本研究建議未來國內應著重上述關鍵零組件研發與製造、整機相關技術的人才培育，並透過於大學開辦無人機相關學程與科系的推動、人員認證制度的研擬等方式，強化學研單位與產業界的連結性，以利國內無人機市場人才有效銜接至實務，詳 3.4 節、6.2 節。	同意研究單位處理情形。
	4. 建議後續可邀請國際大廠來臺設立研發中心、進行關鍵零組件合作；透過國際技術合作，加速我國無人機產業發展關鍵技術。	本研究研擬我國中長期發展 AAM 之里程碑目標，將以研發測試、生產製造、服務應用之三大利基主軸，吸引積極發展 AAM 的國家、國際企業來臺投資，並於我國設立研發中	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
		心，與國內廠商進行關鍵零組件合作生產製造，使我國得以「實現亞太 AAM 開發應用中心」，詳 6.1 節。	
國家中山科學研究院陳俊宏主任	1. 書面報告第 2-71 頁說明日本如何將政府跨部會組織與民間整合為官民協議會，促進無人機產業發展，我國也依循相關模式成立 UAS-TAIWAN；然而日本公部門是由內閣府統籌管理，相關省廳進行分工，我國在這方面尚未有明確的主管機關負責統籌，這部分未來可以加強。	因應俄烏戰爭對於無人機產業之變化，近期國內政府機關已注意到後續國內無人機發展；本研究除已針對跨域推動工作及分工合作機制進行研擬(詳 6.3 節)，另針對未來主管機關統籌與跨部會分工機制，相關建議已補充納入 7.2 節。	同意研究單位處理情形。
	2. 透過簡報第 20 頁呈現我國政府部門近年持續推動無人機相關計畫；建議可再補充列出國防部。國防部利用需求帶動我國無人機產業的發展，今年國防部提出五款軍用商規無人機，釋出共三千多架的需求量帶動產業投入。	已補充國防部所提出五款軍用商規無人機計畫於表 6.3-1。	同意研究單位處理情形。
	3. 未來進入 PoS 的驗證上，需注意臺灣目前沒有穩定的無人機需求量，若不具備經濟效益，則難以吸引廠商投入；而公部門需要協助規劃場域執行 PoS，並導入飛安監控，目前國內部分廠商在 PoC 的技術仍不足，未來如何補	1. 敬悉，我國政府單位已透過辦理無人機整合示範計畫、創意應用競賽等方式，希冀以導入無人機於公務應用為起頭，帶動後續市場需求；而本研究建議後續國內應積極推動公私協力合作，並搭配法	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	<p>足與加強？此外，現階段對於無人機之可靠度，仍有待透過相關測試驗證，再據以評估。</p>	<p>規管理方式的調合、無人機研發及管理人才培育、社會溝通與宣傳等方式，以加速提升國內對於無人機應用於交通領域的需求。</p> <p>2. 為推動國內無人機導入物流運送作業，本研究建議於PoS階段於偏鄉及離島地區應建置測試廊道，並配合飛航管理系統建置，進行飛航情報、無人機機隊等資訊整合及發展各無人機間、無人機與有人機間的通訊協作與飛安監控，相關內容詳3.5.2節。</p> <p>3. 於PoS階段，本研究建議無人機關鍵技術應持續進行突破與優化，以確保飛航穩定及可靠度，詳3.5.2節。</p>	
	<p>4. 規劃團隊於今年辦理國際論壇與國際參訪績效卓越，建議後續可規劃如何邀請國外廠商來臺展示、示範，將有助於促使我國產業、政府部門、市場產生刺激的作用。</p>	<p>本研究除了於民國111年6月赴日參訪以外，並透過交通部運研所於同年10月邀請日本無人機產業代表訪臺交流之際，協助臺灣無人機大聯盟與日本無人機產業代表形成策略聯盟，相關補充說明詳5.2節所述；同時亦已將未來持續促進無人機科技產業國際與國內合作交流之建議納入</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
經濟部技術處無人載具科技創新實際計畫辦公室雷震台主任	1. 2006 年經濟部與中科院合作，針對無人機發展提出兩大主軸，其一為無人機市場 90%是軍用市場，10%為民用市場，因此要如何以軍代民的方式來提振產業，進行策略規劃；其二為無人機涵蓋諸多系統，又以通訊系統與酬載系統是無人機最重要的部分，因此如何以各部會的公務需求，帶動整個產業投入發展關鍵技術，是過去一直努力的部分。呼應到運研所透過 IPP 計畫展開物流運送、橋梁巡檢，進一步帶動公務需求、產業投入，相信這是很好的開始與典範。	7.2 節補充說明。 敬悉，感謝委員指教。	—
	2. 從技術面向來看，各界投入關鍵系統、關鍵零組件，包括通訊系統、酬載系統、推進系統的研發；建議後續規劃團隊、各部會、法人單位都應釐清發展服務情境，確立相關規格，以利研發與製造這些關鍵系統。	本研究針對交通領域橋梁巡檢及物流運送已規劃提出無人機導入情境，以利達成 2025 年里程碑；同時透過國際標竿案例蒐集，歸納國內無人機導入相關規格，相關補充說明如表 3.5-1、表 3.5-3 所示。	同意研究單位處理情形。
	3. 無人機產業不單只是追求技術，場域與法規也是必備的重要條件，因此建立跨部會合作機制相當重要。	本研究提出我國無人機發展路徑圖 2.0 修訂版，其中各項策略牽涉跨部會合作，例如，「推動無人機多元應用服務測試」有賴交通部推動物流運送及橋梁檢測之測試驗	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
		證計畫、提供場域，經濟部則協助物流運送及橋梁檢測之測試驗證計畫之技術研發合作與支援，其餘跨部會合作分工機制詳表 6.3-2。	
	4. 書面報告第 3-10 頁提及「目前國內尚未開放無人機視距外飛行，以致操作無人機進行橋梁巡檢仍需在可目視環境下飛行，以致位於目視範圍外的部分橋梁構件無法進行合法性檢測」，這部分與現有民航局無人機專章的限制規範有所不同，請再釐清。	經查現行民用航空法之無人機專章，在既有法規框架下，無人機視距外飛行需先向民航局申請核准而排除操除限制，相關內容已修正於 3.2.1 節。	同意研究單位處理情形。
	5. 書面報告第 6-12 頁，教育部跟經濟部的計畫內容有重複，請再釐清。	感謝委員提醒，已修正教育部計畫內容，詳表 6.3-1。	同意研究單位處理情形。
	6. 書面報告第 7-4 頁，期末報告針對資訊蒐集、策略規劃的論述皆完整，但結論與建議的部分略為保守；建議針對產業、技術、市場、法規等面向提出具體建議，後續與相關部會配合及討論。	遵照辦理，已補充說明於 7.2 節。	同意研究單位處理情形。
臺灣無人機協會吳修廉理事長	1. 我國無人機發展於 2025 年即須有明確成果，現在已經是 2022 年底，時間有限，因此我們要做足準備加速進行。	敬悉，本研究已考量 2025 年在即，故針對我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖提出修訂建議，以作為策略執行之參考依循，詳 6.3 節所述。	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	2. 針對簡報第 12 頁，UAM 對於臺灣現況而言，目前沒有條件與環境發展 UAM，包括空域問題、檢驗問題，這些基礎條件若不具備則無法發展 UAM，因此後續要持續努力精進。	本研究提出 2026 年至 2030 年推動「實現亞太 AAM 開發應用中心」之里程碑，並以此目標研擬我國無人機發展路徑圖 2.0 修訂版，針對空中交通管理、法規與管理方式調合、建立無人機測試場域等策略規劃短、中、長期措施，以利發展 AAM，並作為政策推動參考。	同意研究單位處理情形。
	3. 書面報告第 2-5 頁圖表對應簡報第 9 頁，資料無法對照，還請規劃團隊釐清。	簡報第 9 頁圖表請對照書面報告圖 2.1-6 運輸與倉儲產業領域屬交通運輸業之範疇，如簡報所呈現，以測繪(48%)、巡檢(34%)、物流(7%)為主要應用。	同意研究單位處理情形。
	4. 簡報第 24 頁，空拍占比超過 80%，農業噴灑不到 5%，此數字代表何種意涵，還請規劃團隊說明。	簡報及報告書之圖 2.1-6 所呈現的國內無人機應用分布狀況，係針對國內各領域應用已排除操作限制的申請件數進行統計；由於農業噴灑多不涉及國內黃區與紅區之操作限制，故申請件數多不在此統計範疇內。	同意研究單位處理情形。
	5. 國內農用無人機發展相對成熟，其作業型態不分季節，且離地僅 2 公尺，還需面對嚴重的風砂、溫差、腐蝕等惡劣環境；透過農用無人機所累積之技術發展經驗，可做為日後進行物流、載人應用之參考。	感謝建議，本研究以交通領域應用及相關技術發展為研究主軸，並將持續追蹤各領域應用發展趨勢。	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	6. 期末報告書除了進行資料蒐集與盤點之外，應該更明確指引未來我國無人機產業推動方向，同時臺灣目前所面臨的問題並非是產製重要零組件，而是缺乏一個量能足夠龐大的系統整合商。	本研究已透過盤點產業利基，針對交通領域橋梁巡檢及物流運送提出產業推動策略詳 3.5 節所述；另針對政策推動提出方向與策略詳 6.2 節所述；而委員所提系統整合之供應鏈，已納入 7.2 節補充說明，建議政府未來可持續投入資源輔導產業聚落的形成。	同意研究單位處理情形。
	7. 書面報告第 1-3 頁出現 U-Team 這個字眼，請再釐清名稱。	本研究第一章 U-Team 為符合本研究公告之工作內容，然依據第四章所述，我國無人機科技產業聯盟名稱訂定為「臺灣無人機大聯盟」，英文名稱為「Unmanned Aircraft Systems Team of Taiwan」，簡稱為 UAS-TAIWAN，故本研究除第一章以外，其餘章節相關用語皆以臺灣無人機大聯盟或 UAS-TAIWAN 說明之。	同意研究單位處理情形。
	8. 建議擴充報告的廣度、深度，如簡報第 25 頁，除了既有大公司，其實還有許多新創公司的技術能量非常優異，可以納入補充。	感謝委員指教，期末審查為考量簡報時間與內容篇幅，相關廠商為摘要列出，而本研究已於表 3.4-4 節列出計畫執行過程已知產業相關廠商。	同意研究單位處理情形。
經緯航太科技股份有限公司謝岡副總經理	1. 報告中策略規劃(如路徑圖)與執行(如臺灣無人機大聯盟、IPP)面向之兩者連結性不高，建議宜從 PDCA 循環精神導入報告	1. 本研究依臺灣無人機大聯盟功能，研擬聯盟中長期發展策略，首先是扮演政府與產業之溝通橋梁	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	<p>整合性，將規劃與執行面兩者做較好融合，如可納入 IPP 參與廠商所提供的經濟成本效益。另有關國內現正推動無人機導入的橋梁巡檢與物流運送之兩大目標，建議參考國際標竿案例的模式，以利後續 PoS 及 PoB 的推動。</p>	<p>以及整合產業資源的功能，對應至路徑圖項目為協助技術研發與制定標準、協助法規與人培建立認證機制、推動公私協力合作；而聯盟推動國際交流的功能，則對應至路徑圖項目為協助產業進行國際交流與合作。另今年 IPP 計畫透過意見回饋，得知研究計畫建議政府未來需率先導入應用作為範例，以促進產業供需發展，對應至本研究研擬之路徑圖 2.0 修訂版策略項目，「補助無人機基礎技術研究」的項目提出以公部門相關計畫補助無人機相關基礎技術研究，「加速導入無人機於公務應用」的項目提出盤點各部會需求，導入無人機於公務應用，以上兩點呼應 IPP 計畫所提之產業意見回饋。</p> <p>2. 針對國內現正推動之無人機導入橋梁巡檢與物流運送，本研究參考國際標竿案例，從服務模式、服務地區、政府計畫支持等層面來歸納</p>	

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
		與分析上述兩者於後續 PoS 及 PoB 推動所需具備的條件，詳 2.2.4 節。	
	2. 針對跨部會整合，建議後續可辦理發表會，並邀請各部會次長以上層級來參與。另後續可邀請科會辦參與，希望可重新得到跨部會的整合性方案，並將預算納入考量。	本研究成果已納入民國 111 年 12 月 12 日交通部無人機推動成果發表會；另針對未來主管機關統籌與跨部會分工機制，相關建議已補充納入 7.2 節。	同意研究單位處理情形。
	3. 評估國內無人機現況發展情形，於 Roadmap 路徑圖 3.0 提出 UAM 與 AAM 似乎仍太早，且提出相關項目多非屬交通部權責內，需仰賴跨部會合作。	我國因無人機科技產業推動起步較晚，為順應國際推動趨勢，故路徑圖仍設定努力之目標，並透過關鍵技術之釐清以利我國產業聚焦發展；同時於 6.3 節亦已規劃跨部會分工機制，以作為無人機科技產業後續跨部會推動之參考建議。	同意研究單位處理情形。
交通部民用航空局陳玉成技正	1. 有關 150 以上公斤之大型無人機驗證基準，民航局將參考歐盟已發布之 VTOL special condition 做相關標準制定。	敬悉。	同意研究單位處理情形。
	2. 路徑圖宜從較大角度、考量國內外發展趨勢來制定，雖國內起步較晚，但路徑圖可作為國內自我努力的目標。惟在現行民航法的框架下，部分當前限制已可依民航法做排除，故建議路徑圖內關鍵技術驗證之沙盒改為驗證計畫較為妥當。	已修正路徑圖 2.0 修訂版中有關沙盒的相關字眼，統一改為驗證計畫，詳圖 6.3-1。	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	<p>3. 無人機物流之推動對於飛航管理系統重要性高，路徑圖內之 UTM 規劃是否等同於飛航管理系統？另現今美國、加拿大等各國已逐漸重視無人機所產生的噪音問題，考量公眾接受度，噪音將成為國內發展無人機物流重要考量因素，建議規劃團隊針對此議題納入補充，因噪音問題從機體設計階段(如葉片、馬達匹配)即需作考慮，故建議將噪音納入動力系統的關鍵技術子項目。</p>	<p>1. 路徑圖 2.0 修訂版內之 UTM 係指無人機飛航管理系統。</p> <p>2. 有關國際間無人機噪音控管之討論詳 2.3.1 節，另已將無人機噪音防制納入無人機應用於物流運送的動力系統關鍵技術之一，詳 3.3.2 節。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
	<p>4. 建議將無人機垂直起降場 vertiport 等基礎設施建置，納入路徑圖內。</p>	<p>已修正路徑圖 2.0 修訂版，針對無人機垂直起降場等基礎設施建置納入「建立無人機測試場域」策略之中，詳圖 6.3-3。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
<p>臺灣無人機大聯盟吳盟分會長</p>	<p>1. 目前國內僅有 UAM 關鍵次系統廠商，然而日本、韓國、新加坡都已訂定在 2025 年要發展 UAM，我國仍未明確，因此 UAS-TAIWAN 應該在政策溝通持續努力，政府方也應有明確的計畫，以利 UAS-TAIWAN 針對明確的計畫研擬推動策略，尋找國際大廠合作。而經費方面，同樣也需要政府願意提供資源吸引國際大廠來臺合作，建議可編列相關預算予以支持。</p>	<p>敬悉，已納入 7.2 節未來後續建議。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	2. 建議簡報第 20 頁之政府部門推動無人機相關計畫，納入國防部、經濟部等相關單位的計畫，以求資料完整性。	敬悉，已納入表 6.3-1 補充說明。	同意研究單位處理情形。
	3. 建議交通部應至行政院做報告，以引起各部會對無人機科技產業的重視，亦可促進跨部會溝通。國內應以採購服務而非採購無人機的角度來思考，考量成本、時間，若關鍵技術非涉及國安則宜向國外購買最好技術，而國內產業則聚焦於具有利基或涉及國安之關鍵技術，才能真正幫助國內無人機產業發展。	敬悉，已納入 7.2 節未來後續建議。	同意研究單位處理情形。
交通部航政司(書面意見)	1. 鑑於國際間推動 Remote ID，自立法至生效約有 3 年緩衝期，以利業者調適與研發裝置，爰就研究團隊所擬 RoadMap 內容，建議「發展無人機遠端識別技術」之期程應改列為 2023-2025(短期措施)，另「導入無人機遠端識別技術」等列為 2026-2030(中期措施)，至「因應國際技術趨勢，優化無人機遠端識別技術」則列為 2030 以後之長期措施。	已修正路徑圖 2.0 修訂版，針對「推動無人機空中交通管理」策略中的各項目期程，依照建議調整詳圖 6.3-3。	同意研究單位處理情形。
	2. 有關「建立空中交通管理規則」及「強化國家空中交通管理系統」等措施部分，基於民航局均持續掌	遵照辦理，已配合民航局審查意見所給予之建議進行調整，以利路徑圖之完成。	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	<p>握國際間無人機飛航管理具體作法與進程，爰建議本案研究團隊仍應參依民航局建議，務實調整RoadMa之相關推動時程。</p>		
<p>交通部運輸研究所運輸工程組</p>	<p>1. 無人機應用於橋梁巡檢之關鍵技術，光線照明屬於酬載設備，故建議予以修正。另考量無人機多應用於高橋墩橋梁的巡檢，為因應橋梁狹小空間的檢測，應將小型機身納入關鍵技術內，且多跨之高橋墩橋梁，整橋長度可能接近1,000公尺，若透過換電進行分段檢測，將影響檢測效率，故動力系統之高續航力亦宜納入關鍵技術。</p>	<p>已將無人機小型機身、高續航力等項目納入無人機應用於橋梁巡檢之關鍵技術，詳3.2.2節。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
	<p>2. 有關無人機導入橋梁巡檢作業流程，國內現行橋梁檢測規範需配合橋梁檢測人員的培訓，即檢測人員需先取得橋梁檢測證照方可進行檢測作業。另相關規範修訂內容，亦需視目前無人機AI影像辨識可達成檢測的狀況來作評估，故建議將橋梁檢測規範修訂期程往後延。</p>	<p>為釐清無人機可協助國內橋梁巡檢作業的程度，以評估既有相關橋梁檢測規範是否因應進行修正的必要性，原訂橋梁檢測規則修訂之期程，已延至2025年執行，詳3.5.1節。</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>
	<p>3. 建議將路徑圖內2024至2025年「擴大交通部管理之橋梁導入無人機進行橋檢服務測試」之擴大一詞改為協助。另建議2026</p>	<p>已修正路徑圖2.0修訂版，針對「推動無人機多元應用服務測試」策略中有關橋梁檢測的各項內容進行調整，詳圖</p>	<p>同意研究單位處理情形。</p>

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	至 2030 年之措施分為兩階段，中期為推廣無人機導入國內橋梁檢測，長期 2030 年之後則為擴大無人機導入。	6.3-1。	
交通部運輸研究所運輸資訊組	1. 今年交通部給予資源輔以成立臺灣無人機大聯盟，雖明年經費多數來自國科會，但未來 2 至 3 年交通部將持續支持聯盟，並協助確認聯盟後續之永續運作模式。	敬悉。	同意研究單位處理情形。
	2. 因應俄烏戰爭，行政院已注意到後續國內無人機發展，今年中旬沈副院長即召集各部會於行政院進行會議，並責成國防部及科會辦整體研提我國無人機發展方案，會議中以國防部之軍用無人機為主，交通部、內政部及農委會則為無人機應用。預期後續行政院將透過副院長層級召開類似會議，協調各部門發展無人機之狀況。	敬悉。	同意研究單位處理情形。
	3. 雖臺灣投入無人機起步較晚，但從技術層面來看，國內技術並非落後太多。雖時間有點趕，但希冀透過各部會共同努力，達成 2025 年里程碑。	敬悉。	同意研究單位處理情形。
	4. 第二章 2.3 節，請簡要補充美國及歐盟現階段推動先進空中運輸（Advanced Air	有關美國先進空中運輸之相關政策與計畫，本研究已納入 NextGen 計畫、先進空中運輸國家計畫	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	Mobility) 之相關政策與計畫。	倡議 (Advanced Air Mobility Project National Campaign)、先進空中運輸作業概念 (Concept of Operations) 等及更新相關計畫進度，並已補充歐盟 Drone2.0 無人機策略之最新內容，詳 2.3 節。	
	5. 第三章 3.5.2 節，有關無人機導入物流之推動策略，請補充服務驗證 PoS、商業驗證 PoB 之定義。	已補充無人機導入物流運送之服務驗證 PoS、商業驗證 PoB 的相關定義，詳 3.5.2 節。	同意研究單位處理情形。
	6. 第三章 3.5.4 節，有關橋梁檢測與物流運送之效益評估指標，建議加入傳統方式與導入無人機後之費用成本比較。	已將無人機導入橋梁檢測與物流運送所花費成本納入相關效益評估指標中，詳 3.5.4 節。	同意研究單位處理情形。
	7. 第三章 3.5.4 節，有關橋梁檢測之安全評估指標「每次檢測之作業人員傷亡人數」及「橋梁災害事故數」之合理性及代表性，請再檢討。	本研究提出橋梁檢測之安全評估指標，係參考美國 FAA 之 BEYOND 計畫(如表 2.3-1 所示)。	同意研究單位處理情形。
	8. 第六章 6.2 節，有關 Roadmap 內容，建議可加強各項策略及措施之跨域協力機制，例如「無人機多元應用服務測試」與「關鍵技術研發」之搭配合作建議。	本研究針對所研擬之我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 修訂版的各策略與措施有所重疊、相似之處進行檢討，並提出各項措施搭配做之建議，詳 6.2 節。	同意研究單位處理情形。
	9. 第六章 6.2 節，有關 Roadmap 中「推動無人機多元應用服務測試」之推動期程，建議提前於 2025 年先行完成我國 AAM 之發	依據 2026 年推動我國 AAM 發展之目標，於 2025 年以前將完成發展策略，關鍵技術部份在「投入無人機關鍵技術研發」策略	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	展策略，並自 2026 年起正式推動。	中，為因應未來我國發展 AAM，我國應推動無人機新技術、載具的開發與驗證計畫；而基礎設施部分，在「建立無人機測試場域」策略中，配合我國為「實現亞太 AAM 開發應用中心」之里程碑，興建測試場域涵蓋各類型無人機的測試需求，並持續擴大各層級測試場域規劃及建置，建立更多據點；最後空中交通管理部分，在「推動無人機空中交通管理」策略中，2025 年之前將發展無人機遠端識別技術、建立空中交通管理規則、建立與營運符合國際標準之空中廊道等項目，透過以上策略項目，有助於 2026 年正式推動 AAM。	
	10. 第六章 6.2 節有關 Roadmap 修訂建議，請研究團隊補充本次修訂建議重點，以及與前一版本之差異說明。	遵照辦理，關於本研究研擬之我國無人機在交通領域發展之路徑圖 2.0 修訂版重點詳 6.2 節，而路徑圖 2.0 修訂版與前一版本之差異已補充至表 6.2-2。	同意研究單位處理情形。
	11. 第六章 6.3 節，有關各部會功能定位規劃，建議可再行與經濟部等單位，研商分工事項及跨部會合作之具體內容與可行性。	本研究除針對跨域推動工作及分工合作機制進行研擬(詳 6.3 節)，另針對未來跨部會分工機制與研商，相關建議已補充納入 7.2 節。	同意研究單位處理情形。
	12. 第六章 6.4 節，請針對如	已補充說明臺灣無人機	同意研究單位

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
	何推動 UAS-Taiwan 組織持續成長，以及整合產業資源，提出具體策略。	大聯盟將透過持續參與及辦理國際研討會、論壇、展覽，與國外廠商交流，並加入國際相關組織，以增加組織曝光度，進而促進組織持續成長；同時透過成立工作小組匯聚產業共識，以整合產業資源，詳 6.4 節所述。	處理情形。
主席結論	1. 有關本期末報告初稿所提「我國無人機在交通領域應用之發展路徑圖 (Roadmap)」修訂內容，應定位為 Roadmap 之修訂建議，尚非屬更新版本，請修訂相關文字。	遵照辦理，已修訂本研究 Roadmap 定位，詳 6.2 節所述。	同意研究單位處理情形。
	2. 有關 Roadmap 各項推動策略及期程，建議以 2025 年做為分界；2025 年以前，應以務實達標之精神，研擬合理之目標及推動期程。2026 年起，應依據國際發展趨勢，研擬我國無人機之中長期發展共同願景。	遵照辦理，本研究以 2025 年以前以務實達標之精神規劃各個策略之推動項目，故針對我國無人機在交通領域發展方向之路徑圖提出分年修訂建議；而針對 2026 年以後之中、長期措施，則依據國際發展趨勢確立發展目標願景後，規劃相關策略之推動項目，詳 6.2 節所述。	同意研究單位處理情形。
	3. 有關國內無人機產業發展，國際大廠合作與關鍵零組件落地為關鍵，可透過國際工業合作之機制來達成，建議宜納入 Roadmap 中，另建議強化資安內容。	遵照辦理，本研究已修正路徑圖 2.0 修訂版，針對「補助無人機基礎技術研究」策略中，將推動國際工業合作；另針對資安部分，於路徑圖 2.0 修訂版中，列於「法規與管理方式調合」策略中，由國	同意研究單位處理情形。

審查委員	審查意見	審查意見回覆	本所主辦單位 審查意見
		科會與數位發展部主導，短期措施為建立無人機資安檢測，中長期措施為參考國際通用標準，持續調和無人機資安檢測項目與標準，詳圖 6.3-1、圖 6.3-3。	
	4. 審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，請鼎漢國際工程顧問股份有限公司研究團隊整理「審查意見處理情形表」，且逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正。	遵照辦理，詳附件二。	同意研究單位處理情形。
	5. 本計畫經徵詢審查委員意見，報告初稿審查通過，請鼎漢國際工程顧問股份有限公司研究合作團隊於 111 年 12 月 12 日前提送報告書修正定稿。	遵照辦理。	同意研究單位處理情形。

附件三 期末報告審查會議簡報



CONTENTS 大綱	01 研究背景
	<ul style="list-style-type: none">□ 研究目的與內容□ 研究重要事紀
	02 文獻回顧
	<ul style="list-style-type: none">□ 國際產業與政策推動趨勢□ 國內產業與政策發展
	03 策略規劃與執行
	<ul style="list-style-type: none">□ 協助臺灣無人機大聯盟運作□ 研析我國交通領域發展重點□ 研擬後續發展策略規劃

1

Chapter

研究背景

研究目的與內容

依循交通部政策推動

- 銜接前期「推動我國無人機科技產業發展先期研究規劃」成果，推動策略規劃與執行
- 提供無人機科技產業小組及相關部會機關辦理無人機管理與應用，以及推動產業研發評估參考

1 產業發展重點研析

- 蒐集國內外交通領域標竿應用案例
- 研析我國利基與可行性，規劃導入推動策略
- 辦理技術研討會，交流國內外發展趨勢

2 無人機科技產業聯盟運作

- 協助聯盟依循交通部政策推動工作
- 協助聯盟組織運作
- 協助聯盟相關國際事務

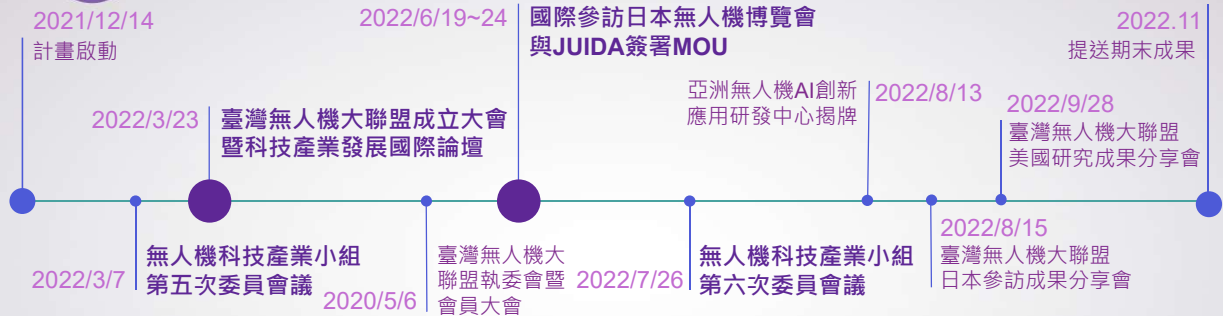
3 國際交流媒合

- 辦理國際性論壇，邀請業者與組織來臺交流
- 參訪國際無人機產官學研機構
- 規劃辦理應用需求與產業之媒合活動

4 政策檢討修訂

- 研提無人機科技產業小組後續重點工作規劃
- 提出聯盟中長期發展規劃
- 研提產官學研推動工作及分工合作機制
- 研提貴所無人機後續研究主題

研究重要事紀



13 場工作會議
每月召開工作會議
與業務單位確認執行方向

2 場無人機科技產業
小組諮詢委員會議
與諮詢委員探討聯盟籌
組規劃、赴日考察成果



本研究完成
重要會議與活動

合計 **34** 場



13 場聯盟運作會議
安排籌備運作及探討產業課題、
目標與策略相關會議

其他會議與活動
與國內外合作交流、安排國際論壇、
國際參訪活動、記者會等

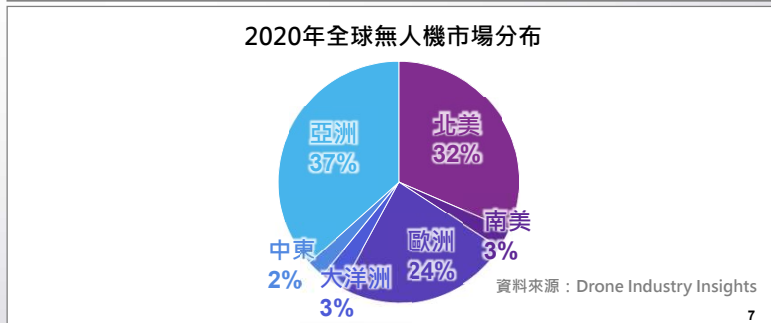
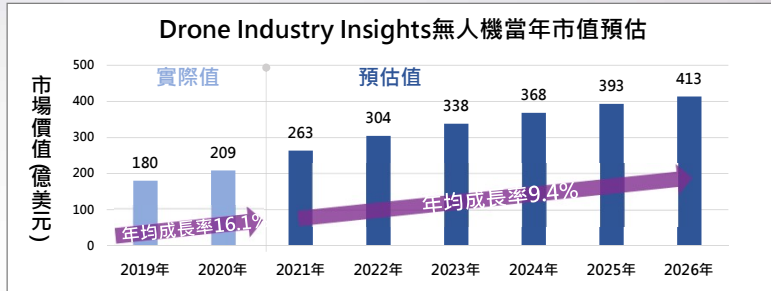
2-1 Chapter

文獻回顧

國際產業與政策推動趨勢

國際預期無人機科技產業發展快速

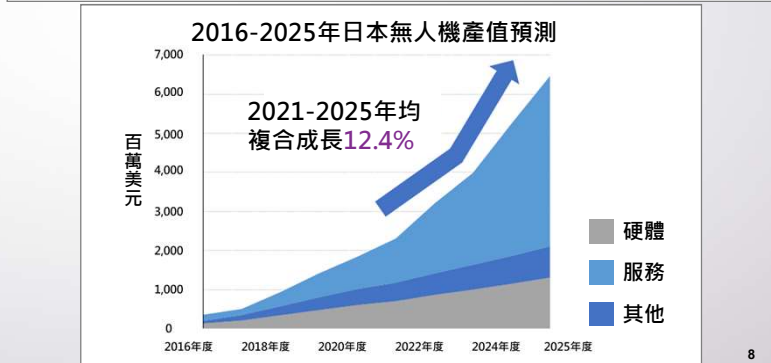
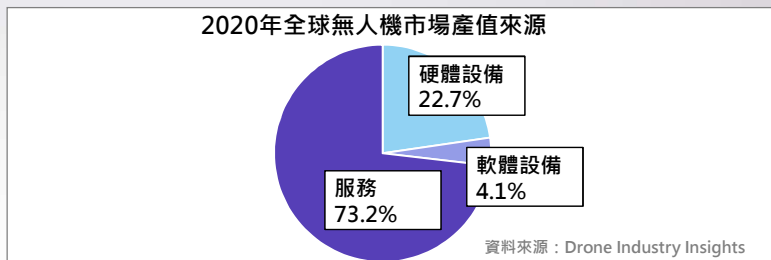
- 國際無人機市場產值成長快速，預測至2026年均成長9.4%
- 亞洲為最大無人機市場，占全球37%



7

國際無人機以服務應用為主要市場

- 全球市場以服務應用為主(Drone as a Service)，占整體73%
- 日本在服務應用面成長快速，預期至2025年均成長12%

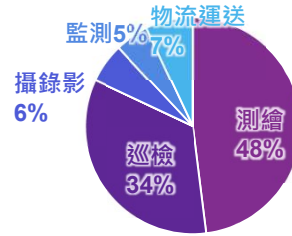


8

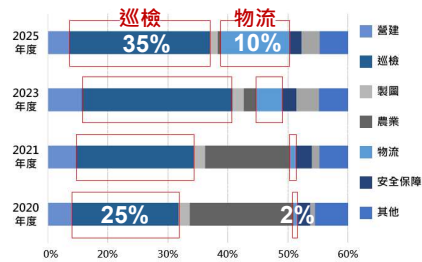
國際無人機交通運輸領域應用迅速發展

- 巡檢、物流、測繪為全球交通領域現況主要應用
- 未來物流運送應用成長最為快速，日本預測至2025年主要服務應用為巡檢、物流

2020年全球無人機在交通運輸業應用



日本無人機應用趨勢預測



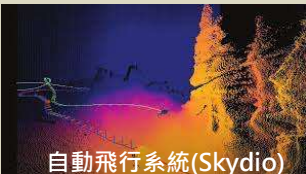
9

無人機巡檢技術著重偵測避障、自主定位、影像辨識

飛行控制



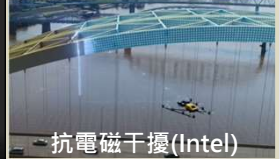
自動飛行系統(Skydio)



導航定位



國際巡檢標竿案例



偵測避障



多項感測器整合(Elios)



機體機身



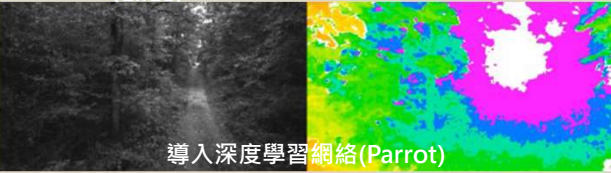
圖像傳輸



影像辨識分析



導入深度學習網絡(Parrot)



圖像管理



無人機物流技術著重酬載續航、通訊、機隊管理

投遞方式



導航定位

國際物流標竿案例



管理系統



續航力

Shana will cover 12m people

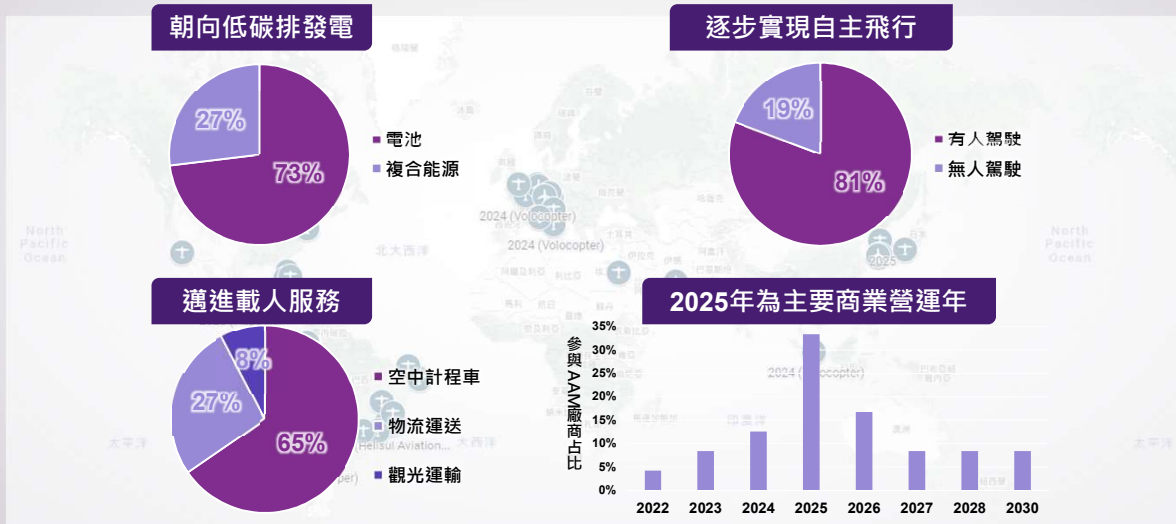


AAM先進空中運輸為國際無人機發展新未來

- 先進空中運輸(AAM)
突破空間尺度，以更
全面角度來檢視空域
發展應用



國際廠商於AAM發展趨勢，多以2025年實現商業營運



13

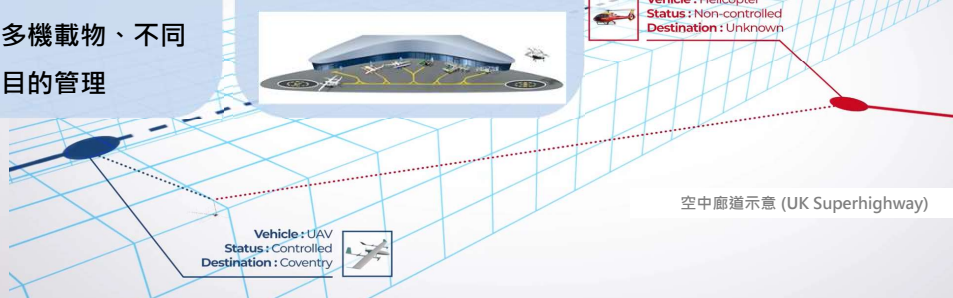
AAM著重空中交通管理與基礎設施之規劃

1 無人機空中廊道規劃 2 無人機基礎設施設置 3 無人機空中交通管理

- 以偵測與避讓 (DAA)、通訊命令與控制鏈路(C2)作為重點技術
- 利於多機載物、不同飛航目的管理

- 硬體：起降場、地面站、通訊基站等
- 軟體：機隊管理、飛航管理系統

- Remote ID遠端識別
- 飛航管理平台



14

美國從技術驗證、環境整備邁向社會推廣

推動計畫

執行單位

IPP

- FAA、9個地方政府、UAS廠商

BEYOND

- FAA、8個地方政府、UAS廠商

達成事項

- ✓ 改善地方之間的通訊
- ✓ 解決無人機安全和隱私的風險
- ✓ 批准當前需要特殊授權的無人機操作

- ✓ 應用BVLOS於各領域達到可複製性、可擴展性與經濟可行性
- ✓ 量化無人機對社會及經濟效益
- ✓ 促進社會參與

目標

應用經驗反饋於空域管理制度、法規調適、技術驗證

從單純的技術驗證邁向更高階的社會議題探討



15

歐盟逐步推動各國無人機空域整合

法規管理

執行單位

無人機操作管理

- 歐盟航空安全局

推動計畫

Drone 2.0無人機策略

- 歐洲聯盟委員會

達成事項

- ✓ 規範各等級無人機重量、飛行高度、運送貨種
- ✓ 規範飛機與操作員的操作類型
- ✓ 規範飛行員培訓需具備的條件

- ✓ 無人機將作為物聯網平台，應用於緊急救災、巡檢、監測、物流等領域

目標

取代歐盟各國的現行法規統一建立安全可靠之管理

2030年無人機成為歐盟公民生活的一環



27個國家合作

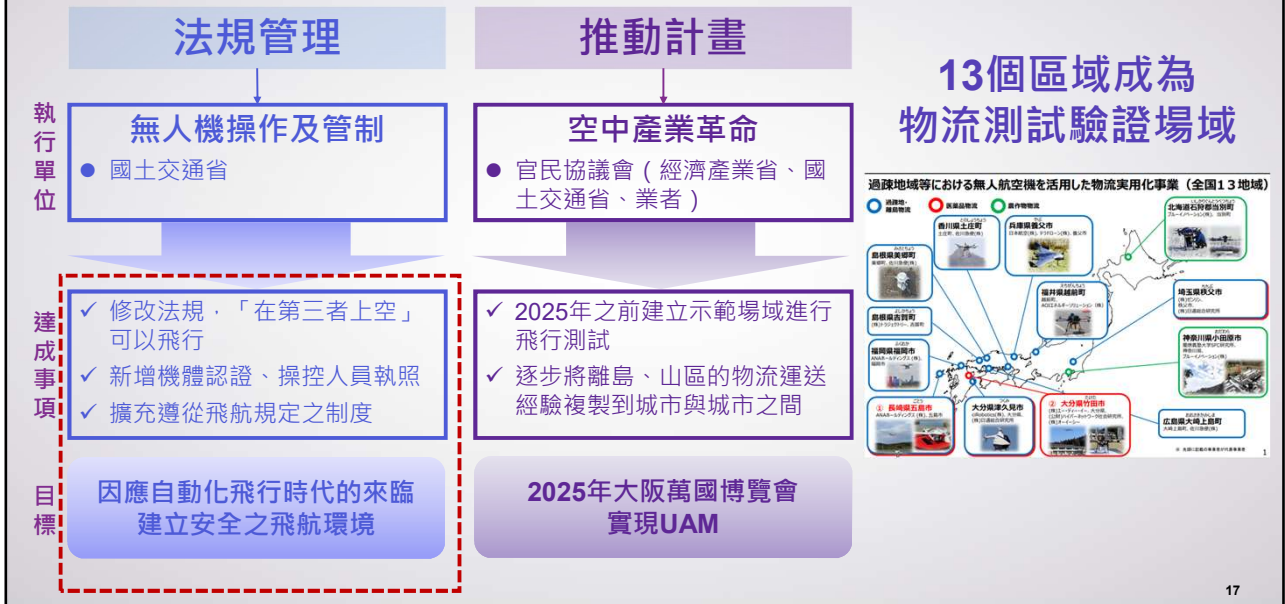
EU Drone Days

Launch of the European Drone Strategy 2.0
SESAR U-space Showcase
Brussels, 29-30 November 2022



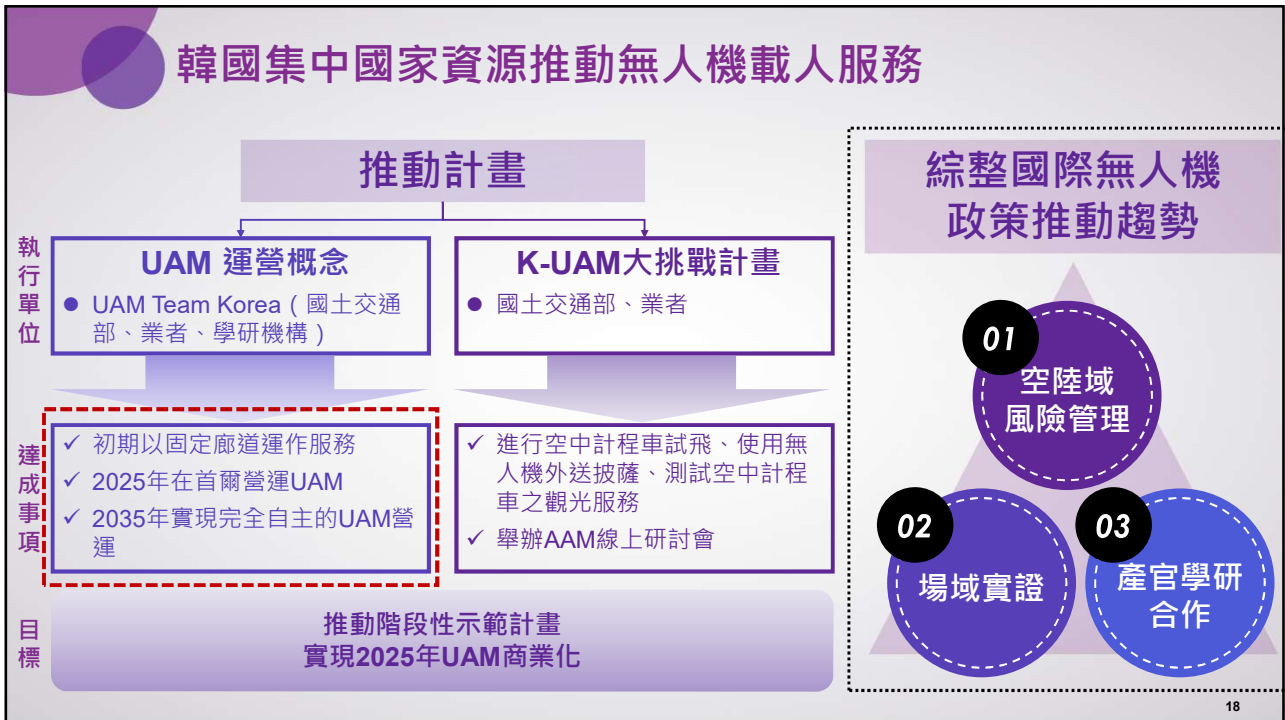
16

日本以國家政策帶動無人機產業多元發展



17

韓國集中國家資源推動無人機載人服務



18

2-2

Chapter

文獻回顧

國內產業與政策發展

政府部門近年持續推動無人機相關計畫



中華民國經濟部
Ministry of Economic Affairs, R.O.C.



NSTC 國家科學及技術委員會
National Science and Technology Council

moda 數位發展部
Ministry of Digital Affairs

執行測試驗證 與法規管理

- 整合示範計畫
- 無人機搭配AI影像辨識應用於橋梁檢測之研究
- 無人機產業發展策略規劃與執行
- 遙控無人機管理資訊系統精進案

提供研發能量 輔導產業發展

- 無人載具科技創新實驗計畫
- 無人載具科技實證運行補助計畫
- 無人機自主通用關鍵技術開發計畫

協助人才培育

- 無人載具科技創新實驗計畫
- 無人載具科技實證運行補助計畫
- 利用國教署均質化方案辦理無人機營隊

研發創新科技

- 補助產學進行無人機相關應用研究
- 綠能無人機創新大獎賽

促進產業數位轉型

- 數位產業署推動普及智慧城鄉生活應用計畫

內政部
國土測繪計畫



交通部
巡檢及物流計畫



經濟部
智慧城市物流計畫



科技部(現國科會)
綠能無人機競賽



環保署
水質採樣檢測計畫



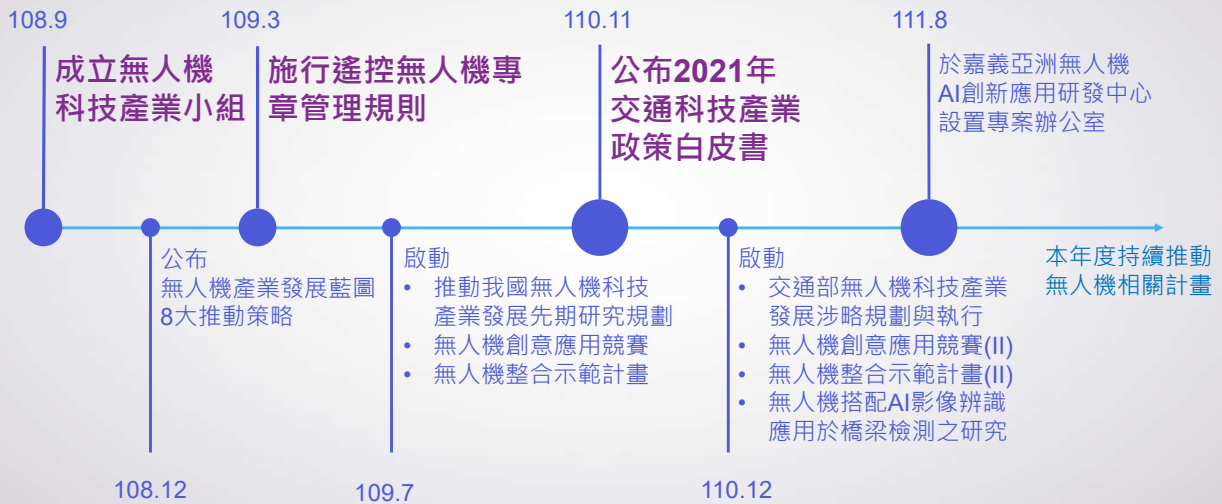
海巡署
偵測巡邏任務



農委會
農林監控噴灑任務



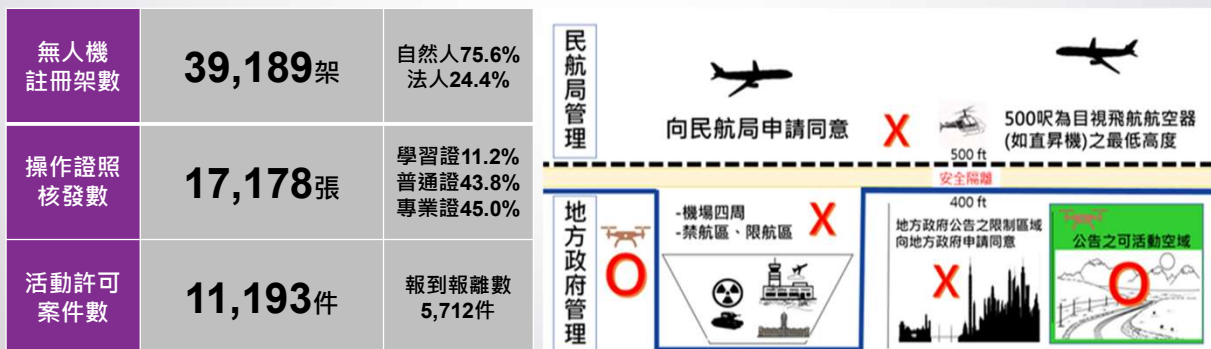
交通部推動測試驗證計畫與公布管理法規



21

交通部參考國際法規，頒布我國無人機法規與管理方式

- 2020年公布無人機操作法規，與國際發展趨勢同步
- 111年已逾3.9萬架無人機註冊、核發1.7萬張人員操作證
- 活動高度400呎以上，或400呎以下之限航區，皆須向民航局申請空域



資料來源：交通部民航局

22

交通部公布無人機政策路徑圖與目標里程碑

政策路徑圖2.0版

2025年目標里程碑

面向	目標	策略	主導部會	短期措施2021~2025 (聚焦研發)	中期措施2026~2030 (累積能量)	長期措施2031~ (推廣普及)
技術	提供安全可靠之交通服務	推動無人機多元應用服務測試	交通部 經濟部	辦理無人機整合示範計畫(橋梁巡檢及物流)	推動物流與UAM場域測試驗證計畫	
		投入無人機關鍵技術研發	交通部	推動無人機防制	持續推動無人機防制發展	
		補助無人機基礎技術研究	交通部 科技部	以科技計畫補助無人機相關基礎研究		
		推動無人機空中交通管理	交通部	發展無人機追蹤識別技術及空中交通管理規則	發展無人機空中交通管理相關機制	
		建立無人機測試場域	交通部 經濟部 地方政府	測試場域設備規劃及建置	各層級測試場域規劃及建置	各層級測試場域及建置
產業	建立公平永續之產業生態	加速導入無人機於公務應用	科經交三部會	推動整合示範計畫(IPP)汰換中國製無人機	常態化導入無人機於公務應用	
		籌組 U-Team	科經交三部會	建立跨部會合作機制並籌組U-Team	擴大U-Team組織規模	U-Team技術能力輸出國際
		規劃無人機創新應用營運服務體系	交通部	規劃無人機營運、服務、權責、保險、資訊安全	擴大無人機創新應用領域體系規劃	
		強化國際行銷	交通部 經濟部	辦理國內外研討會與展覽	辦理國際博覽會，吸引國際廠商合作投資	
環境	健全適合導入之發展環境	法規與管理方式調合	交通部	法規與管理方式調合	參考國際通用管理方式，逐步進行為法規與管理方式調合	
		培育無人機研發及管理人才	交通部 教育部	研擬無人機課程與教材	與相關部會合作，配合產業人才供需趨勢擴大無人機專業人才培育	
		社會溝通與民眾宣傳	交通部	舉辦無人機應用創意競賽	依據產業與應用需求，持續推動無人機產學合作相關工作	
		無人機相關法令宣導、舉辦無人機應用創意競賽	交通部	無人機相關法令宣導、舉辦無人機應用創意競賽	持續辦理社會溝通與民眾宣傳相關活動	

建立偏鄉及離島無人機物資運補機制

01

針對偏鄉、離島、氣象站等日常物資運補及緊急物資運送作業，於2024年前完成概念驗證 (PoC) 及服務驗證 (PoS)，2025年完成商業驗證 (PoB)，建立常態性營運機制。



橋梁檢測作業全面導入無人機

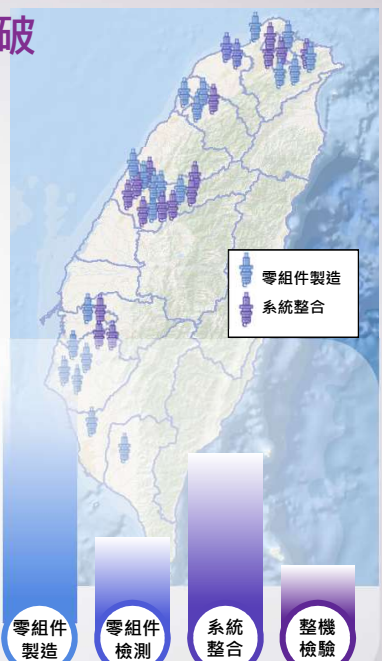
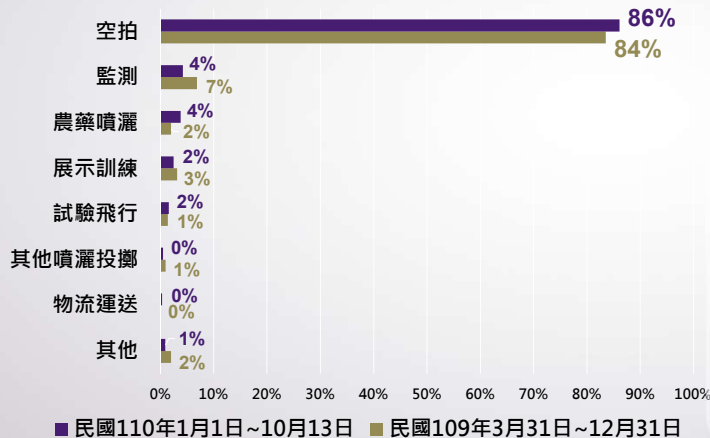
02

2021至2024發展無人機橋梁檢測相關技術，如自動飛行、結合人工智慧缺失辨識自動化、管理平台自動化，並訂定業務委外招標所需功能規格及資安規定；目標於2025年時，交通部管理之橋梁，全面導入無人機於檢測作業流程。

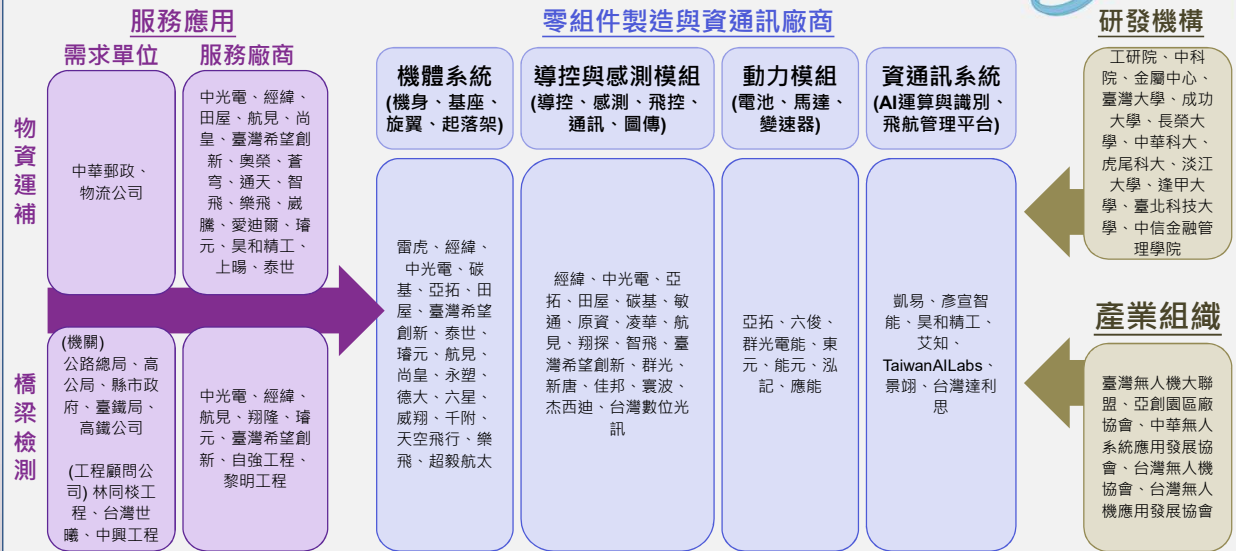


我國無人機產業需要透過政策引導突破

- 國內無人機的應用狀況仍以空拍佔大多數
- 無人機產業以零組件製造、系統整合為主



我國無人機交通領域關聯產業多元



我國無人機產業發展具備利基

分析面向	優勢	劣勢
產業環境	<ul style="list-style-type: none"> 資通訊與零組件製造強，具降低成本優勢 	<ul style="list-style-type: none"> 無人機市場未成形，限制業者研發意願
政策環境	<ul style="list-style-type: none"> 政府投入資源，已產生產業聚落 (亞洲無人機AI創新應用研發中心) 政府推動無人機於公務應用 	<ul style="list-style-type: none"> 最低價標採購規範限制業者研發意願 資安、空域整合等規範尚待制定，業者較無明確指引
技術環境	-	<ul style="list-style-type: none"> 公務應用與業界連結不足，限縮研發速度 無人機部分關鍵零組件技術 (如飛控、動力及感測元件等)尚待突破
分析面向	機會	威脅
政策環境	<ul style="list-style-type: none"> 禁用陸製無人機，開創無人機自主研製商機 	-
經濟環境	<ul style="list-style-type: none"> 亞太地區無人機市場成長快速，可出口佈局 中美貿易戰促使我國量產能力可進入國際無人機市場 	<ul style="list-style-type: none"> 亞太地區無人機市場多國競爭局勢，對國內產業進入既有市場具威脅 陸製無人機具價格優勢，使國內技術在成本上難以抗衡

3-1

Chapter

策略規劃與執行

協助臺灣無人機大聯盟運作

2022年3月輔導成立「臺灣無人機大聯盟」

- 111年3月成立至今，已吸引國內75間產官學研單位加入(截至11月10日統計)
- 產業界占8成，包含無人機、行動通訊、物聯網、AI等跨領域廠商

聯盟組織功能

政府與產業的橋梁

產業需求、應用趨勢，政策與法規回饋

資源整合與產業合作

促進協力合作與應用發展

推動國際交流與合作

促進臺灣無人機產業國際化



2022智慧城市展：交通部長主持聯盟成立大會

聯盟年度大事紀



29

6月辦理國際參訪與日本關鍵廠商交流，簽署MOU

硬體研發(4間)

服務應用(2間)

法人協會(2間)

ACSL

ADJ
New Development Japan

SKYDRIVE

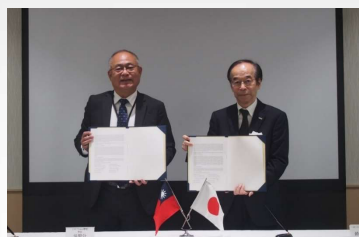
KDDI

TerraDrone

JUIDA

Blue innovation

NEDO



臺日技術互補，將共同創造乾淨產業鏈系統

- 共同擬定國內與國際間人才培訓課程
- 共同創造技術及產業合作專案
- 交流相關資訊
- 交流技術應用
- 互相參與國際活動

30

8~9月辦理日美交流成果分享會，提出產業需求建言

日本



- 日本參訪成果分享
- 專題討論：無人機物流服務及商業模式的機會與挑戰



邀請交通部祁文中次長出席聆聽聯盟赴日成果

美國



- 美國無人機產業發展觀察
- 大聯盟年度計畫進度報告



邀請運研所分享美國產業觀察

31

10月邀請日本無人機產業代表訪臺，形成策略聯盟



中大型無人機動力系統研發製造公司



飛天汽車與物流無人機研發製造公司



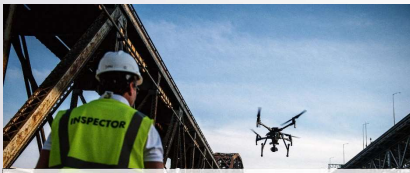
32

針對產業應用服務領域，成立工作小組

- 先行成立橋檢、物流、UTM小組，持續視應用成立小組
- 匯集產業共識、訂定目標、資源合作、推廣工作成果



橋檢小組



- 研析無人機橋檢關鍵項目
- 研析無人機橋檢服務自動化等級
- 推動橋檢證照考試及能力證明

物流小組



- 研析國際物流推動情境與策略
- 研析我國物流推動計畫
- 研析產業發展物流共通性項目

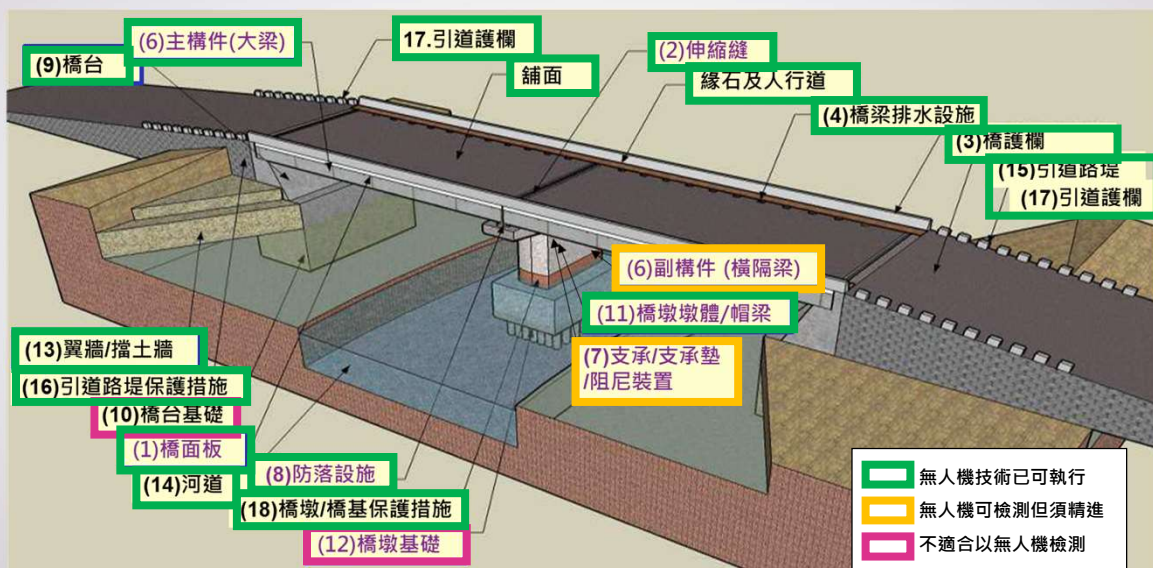
UTM小組



- 研析UTM管理架構
- 研析UTM法規政策及推動方式
- 研析UTM功能及技術框架

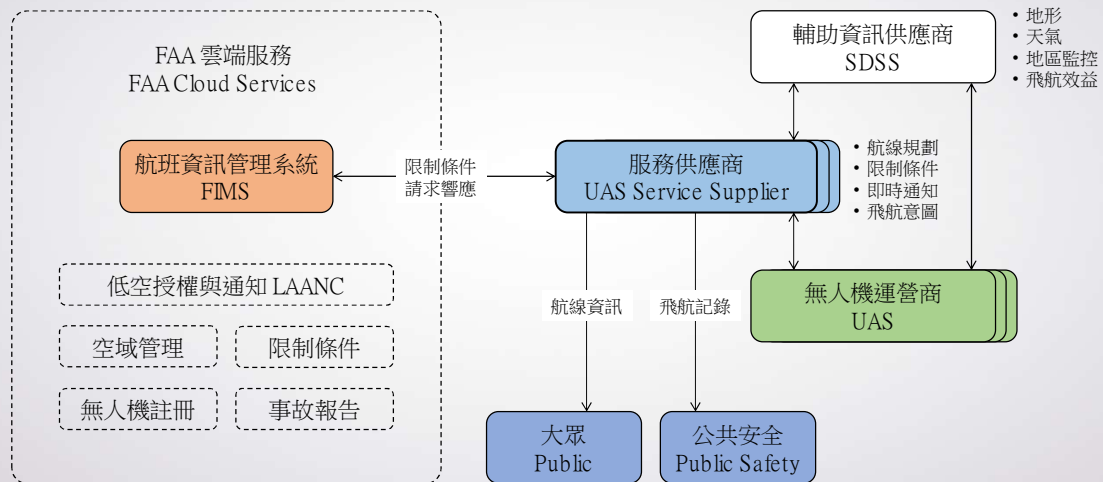
33

研析無人機可導入橋梁巡檢關鍵構件項目



34

研析UTM生態圈與資訊架構



35

研擬聯盟中長期發展策略

	2022年	中期策略	長期策略
政府與產業之溝通橋梁	<ul style="list-style-type: none"> • 辦理產業專題分享會，邀請政府機關單位參與 	<ul style="list-style-type: none"> • 持續匯集產業需求，提出政策建言 • 促使政府擴大編列預算與開放更多測試與服務場域 	
整合產業資源	<ul style="list-style-type: none"> • 成立橋檢、物流、UTM等應用工作小組 	<ul style="list-style-type: none"> • 持續成立服務應用與核心技術工作小組(如飛控) • 制訂應用服務標準、發布應用指南 	<ul style="list-style-type: none"> • 制定產業共通性技術平台，降低廠商自行開發成本 • 辦理應用服務操作教育課程、考試，提供認證
推動國際交流	<ul style="list-style-type: none"> • 赴日參訪，與JUIDA簽署合作備忘錄 • 邀請日本廠商來臺交流 	<ul style="list-style-type: none"> • 參與及辦理國際研討會、論壇、展覽，與國外廠商交流 • 加入國際相關組織 • 對內發布國際趨勢與資訊 	<ul style="list-style-type: none"> • 與國際組織或廠商形成長期合作策略聯盟 • 媒合國內外產業合作

36

3-2

Chapter

策略規劃與執行

研析我國交通領域發展重點

匯集無人機於橋梁巡檢需求痛點及推動關鍵技術



橋梁巡檢

需求課題

飛航

- 橋梁空間結構小
- 橋梁下方定位
- 橋梁位置險峻
- 橋梁鄰近高壓供電或通訊系統

資料數位化

- 影像資料辨識與分析
- 影像三維實景建模
- 檢測資料傳輸與管理

關鍵技術

機體結構

- 小型機身
- 抗強風
- 防水防塵
- 光線照明
- 防碰撞

遙導控系統

- 穩健自主定位系統
- 抗電磁干擾
- 高遙導控距離

酬載設備

- 攝像鏡頭角度調整性高
- 高圖像解析度
- 高近距離拍攝解析度
- 夜間或光線照明

動力(源)系統

- 高續航力
- 控制航電功耗

通訊系統

- 抗電磁干擾
- 支援無線通訊
- 斷訊自主飛行、避障
- 無線加密

圖像傳輸系統

- 傳輸穩定
- 圖像清晰流暢
- 低延遲時間
- 抗干擾及遮擋

飛控系統

- 抗震動
- 抗訊號干擾
- 自動化飛行

偵測與避讓系統

- 高感測精度
- 自主避障

資料處理分析管理

- 資料自動化處理
- 巨量影像資料管理平台
- AI影像辨識
- 橋檢資料分析與安全管理分析
- 三維實景建模

聚焦2025年以前導入橋梁巡檢的關鍵重點

- 克服飛航議題，提升檢測項目覆蓋率
- 提高影像辨識率，邁向資料數位化

確定優先導入橋梁類型

1

- 鎖定公路橋梁，滿足檢測近8成橋梁需求

2

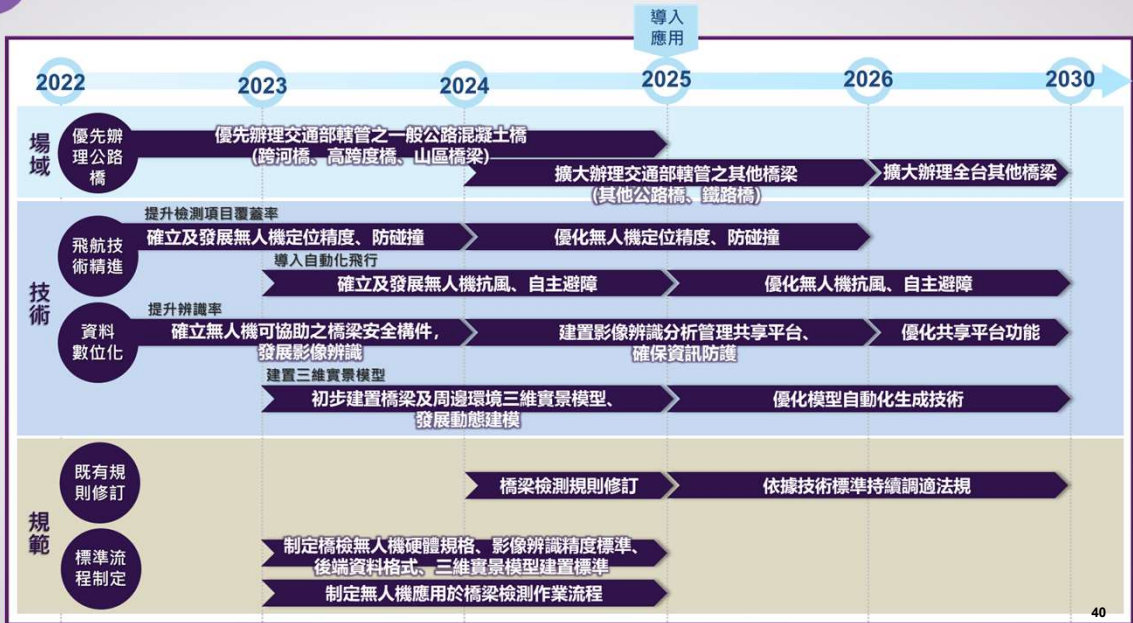
- 聚焦現況高成本投入之檢測構件，提升檢測效率與準確性

現況發展進度：

- 聚焦混凝土橋的構件，協助產業導入無人機執行

39

規劃2025年無人機導入橋梁巡檢作業流程



40

匯集無人機於物流運送需求痛點及推動關鍵技術



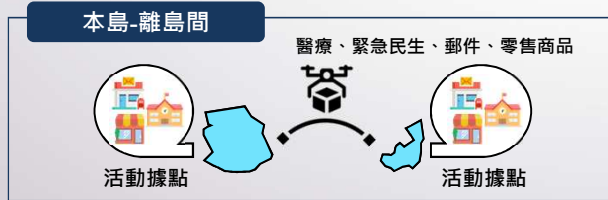
研擬國內物流運送可能情境



偏鄉物流運送情境

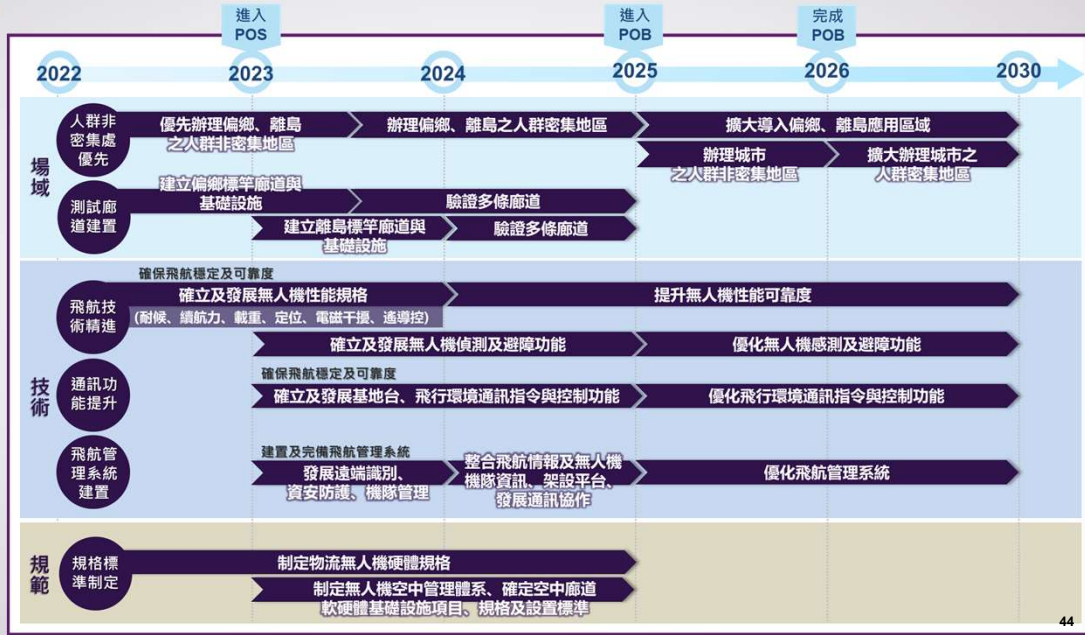


離島物流運送情境



43

促進2025年邁向偏鄉、離島無人機物流運送商業驗證



44

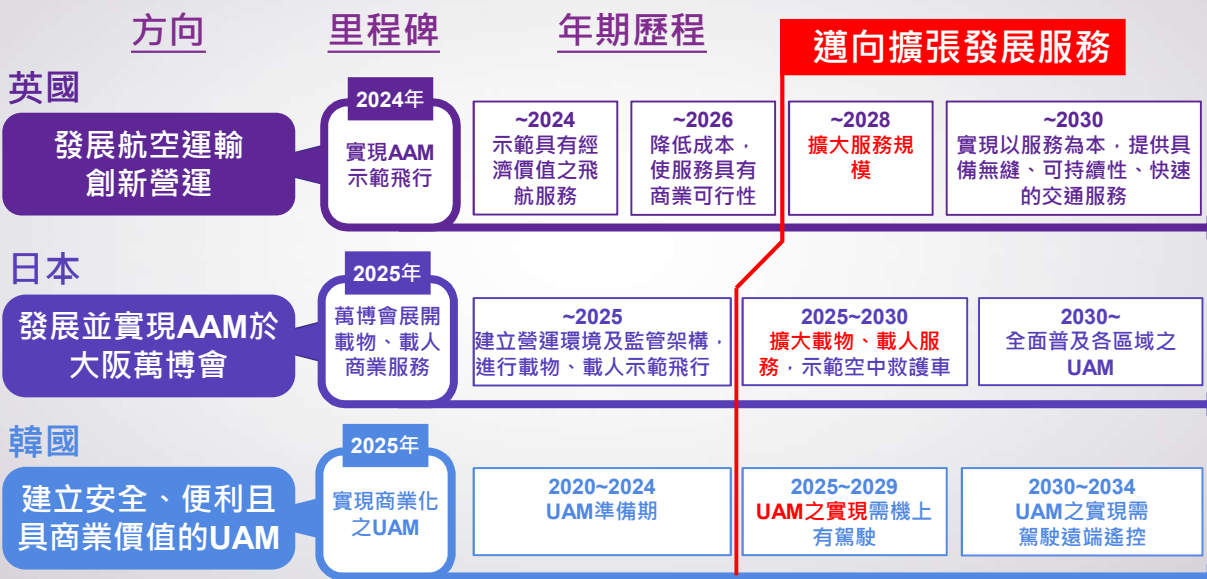
3-3

Chapter

策略規劃與執行

研擬後續發展策略規劃

國際無人機交通領域朝向AAM發展



依據國際趨勢與我國利基，檢討我國發展方向



47

修訂發展方向，實現「亞太AAM開發應用中心」



實現亞太AAM 開發應用中心

03

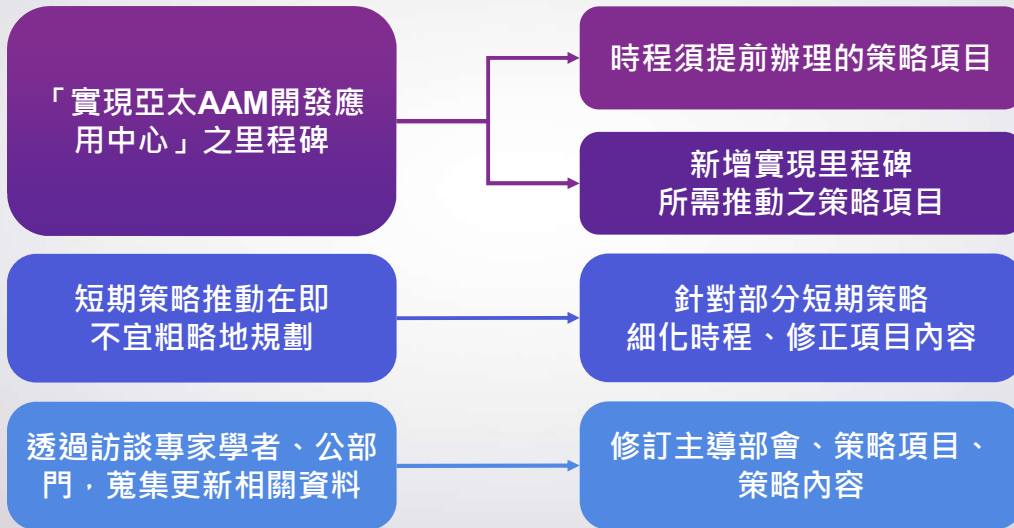
2024年前建立國際標準之廊道並發展太保亞洲無人機AI創新應用研發中心，作為研發測試基地；並善用我國多元地形優勢發展不同模式之服務應用。配合民雄無人機與航太產業園區啟用，於2026年以前發展以服務應用、研發測試、生產製造三大利基主軸，吸引國際廠商投資，並於我國設立AAM研發中心，與我國廠商合作生產製造。目標於2026年至2030年實現我國成為亞太AAM開發應用中心。

48

依據修訂方向、更新資訊、調整時程，檢討推動策略

原因

檢討Roadmap 2.0



49

研擬Roadmap 3.0 草案(技術面)

面向	目標	策略	主導部會	短期措施2023~2025(聚焦研發)			中期措施2026~2030 (累積能量)	長期措施2030~ (推廣普及)
				2023年	2024年	2025年		
技術	提供安全可靠的交通服務	推動無人機多元應用服務測試	交通部 經濟部	辦理無人機物流運送服務測試，達成物流POS	辦理無人機物流運送商業測試，達成物流POB	推動物流與AAM場域測試驗證計畫，實現郊區AAM	推動物流與AAM場域測試驗證計畫，實現都市AAM	
			交通部 經濟部	辦理無人機搭配AI影像辨識應用於橋梁檢測之研究	擴大交通部管理之橋梁導入無人機進行橋檢服務測試	常態化導入無人機於國內橋梁檢測		
			交通部	規劃與建置國內主要機場之無人機防制系統	持續推動國內各機場無人機防制發展			
		投入無人機關鍵技術研發	經濟部 交通部	推動無人機新技術、載具的開發與沙盒驗證計畫	推動都市物流與郊區AAM之沙盒驗證計畫	推動都市AAM沙盒驗證計畫		
		經濟部 交通部	辦理無人機自主通用關鍵技術開發計畫、發展無人機關鍵模組	持續辦理無人機自主通用關鍵技術開發計畫、發展無人機關鍵模組、產出高信賴度無人機整機(關鍵模組國產化)				
		補助無人機基礎技術研究	國科會 國防部 經濟部	以公部門相關計畫補助無人機相關基礎技術研究、推動工業合作，提升在臺研發比例				
		推動無人機空中交通管理	交通部	發展無人機遠端識別技術	導入無人機遠端識別技術、逐年開放UTM相關功能	因應國際技術趨勢，優化無人機遠端識別技術		
			交通部	建立空中交通管理規則	強化國家空中交通管理系統(建立空域的分層、跨區制度與規則)			
			交通部	建立與營運符合國際標準之空中廊道	擴大建立與營運符合國際標準之空中廊道			

50

研擬Roadmap 3.0 草案(產業面與環境面)

面向	目標	策略	主導部會	短期措施2023~2025(聚焦研發)			中期措施2026~2030(累積能量)	長期措施2030~(推廣普及)
				2023年	2024年	2025年		
產業	建立公平永續的產業生態	加速導入無人機於公務應用	科經交三部會	盤點各部會需求，導入無人機於公務應用，提高國產無人機使用之比例			常態化導入無人機於公務應用	
		維運UAS-TAIWAN	科經交三部會	協助技術研發與制定標準、協助法規與人培建立認證機制、推動公私協力合作、協助產業進行國際交流與合作			協助產業技術輸出國際	
		強化國際行銷	交通部 經濟部	定期辦理國內外研討會與展覽、參與與辦理國際博覽會、吸引國際廠商合作投資			持續辦理國際行銷 爭取無人機科技相關國際年會在台舉辦	
環境	健全適合導入的發展環境	法規與管理方式調合	交通部 國科會 數發部	參考國際通用標準，因應無人機創新應用營運服務、調和法規與管理方式			因應城市物流、郊區AAM發展，持續調和法規與管理方式	
		建立無人機資安檢測	國科會 數發部	建立無人機資安檢測			參考國際通用標準，持續調和無人機資安檢測項目與標準	
		培育無人機研發及管理人才	教育部 交通部	研擬無人機課程與教材、推動大學開辦無人機相關學程與科系			與相關部會合作，配合產業人才供需趨勢，擴大無人機專業人才培育	
		因應各類應用需求研擬人員認證制度	交通部	研擬各類應用需求研擬人員認證制度	實施各類應用需求之人員認證制度	依據各類應用需求，持續精進人員認證制度		
		辦理國內外研討會、展覽、國際博覽會、教育推廣活動、舉辦無人機應用創意競賽、進行無人機相關法令宣導	交通部	辦理國內外研討會、展覽、國際博覽會、教育推廣活動、舉辦無人機應用創意競賽、進行無人機相關法令宣導			持續辦理社會溝通與民眾宣導相關活動	
		發展大保亞洲無人機AI創新應用研發中心作為中小型無人機測試研發基地	交通部 國科會 經濟部 地方政府	發展大保亞洲無人機AI創新應用研發中心作為中小型無人機測試研發基地	擴大各層級測試場域規劃及建置	各層級測試場域營運		
		規劃與建置義竹飛行場作為大型無人機測試場域	交通部 國科會 經濟部 地方政府	規劃與建置義竹飛行場作為大型無人機測試場域	擴大各層級測試場域規劃及建置	各層級測試場域營運		
規劃與建置民雄無人機與航太產業園區	交通部 國科會 經濟部 地方政府	規劃與建置民雄無人機與航太產業園區		推動園區發展無人機測試檢驗中心				

51

研擬各部會分工機制，中央與地方合作建立場域



52



創造優質環境
連結美好生活

簡報結束·敬請指教

鼎漢 thi consultants inc.
國際工程顧問股份有限公司

ISBN 978-986-531-496-5



9 789865 314965

GPN : 1011200408

定價 400 元