

115-040-5541
IOT-113-IC016

無人機偏鄉物流運送服務驗證 計畫(2/2)-服務模式實作與系統 驗證

著者：許新勝、林暉惠、童志文、許家源、邱莉婷、陳彥彰、
何則均、黃于哲、吳東凌、張益城

交通部運輸研究所

中華民國 115 年 9 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

題名/著者：無人機偏鄉物流運送服務驗證計畫。(2/2)：服務
模式實作與系統驗證 / 許新勝，林暉惠，童志文，許家源，
邱莉婷，陳彥彰，何則均，黃于哲，吳東凌，張益城著

版本：初版

出版：臺北市：交通部運輸研究所，民 115. 09

識別碼：ISBN 978-986-531-781-2（平裝）| CIP 115009760

主題詞：LCSTT：交通管理 | LCSTT：運輸系統 | LCSTT：物流
| LCSTT：遙控飛機

分類號：557.15029

無人機偏鄉物流運送服務驗證計畫(2/2)-服務模式實作與系統驗證

著者：許新勝、林暉惠、童志文、許家源、邱莉婷、陳彥彰、何則均、
黃于哲、吳東凌、張益城

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 115 年 9 月

印刷者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 53 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：200 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸科技及資訊組・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：403018 臺中市西區臺灣大道 2 段 85 號・電話：(04)2226-0330

GPN：1011500830 ISBN：978-986-531-781-2（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：無人機偏鄉物流運送服務驗證計畫(2/2)-服務模式實作與系統驗證				
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-781-2 (平裝)		政府出版品統一編號 1011500830	運輸研究所出版品編號 115-040-5541	計畫編號 113-IC016
本所主辦單位：運輸科技及資訊組 主管：張益城 計畫主持人：吳東凌(前主管)、張益城 研究人員：黃于哲 聯絡電話：02-2349-6883 傳真號碼：02-2545-0426		合作研究單位：新樂飛無人機股份有限公司 計畫主持人：許新勝 研究人員：許新勝、林暉惠、童志文、許家源、邱莉婷、陳彥彰、何則均 地址：嘉義縣朴子市學府路2段52之16號 聯絡電話：05-3620-325		研究期間 自 113 年 08 月 至 114 年 03 月
關鍵詞：無人機、無人機物流、服務驗證、營運模式、偏鄉、離島				
摘要： 因應我國推動先進空中交通（Advanced Air Mobility, AAM）與無人機創新應用之政策方向，無人機技術已由單點示範與概念驗證階段，逐步邁向實際服務運作之驗證需求。為銜接概念驗證（Proof of Concept, PoC）與後續商業驗證（Proof of Business, PoB），本計畫聚焦於「服務驗證（Proof of Service, PoS）」階段，以實際服務運作為核心，驗證無人機於物流應用情境中之可行性與穩定性，作為後續推動常態化與市場化的重要基礎。 本計畫以無人機物流服務為驗證標的，導入各型具不同載重能力、航程特性與任務定位之無人機，於山區及離島等實際場域中執行物流運轉作業。透過多型無人機共同參與服務流程，驗證物流任務於不同需求條件下之任務配置彈性、操作流程適應性及系統整合可行性，藉以檢視無人機物流服務在實際運作層面，是否具備可持續執行與擴充之基礎條件。 綜合研究成果，本計畫已驗證無人機於實際場域持續提供物流服務之可行性，並提供實務作業經驗回饋，作為後續商業驗證及產業化推動之參考基石。研究結果亦可協助主管機關釐清無人機物流服務由試驗走向實際運作所需之制度、營運與管理重點，降低後續擴大導入風險，並加速我國無人機創新服務之發展。				
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式	
115 年 9 月	174	200	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：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。				

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

TITLE: Proof-of-Service for UAS Delivery in Rural Areas (2/2) – Service Model Implementation and System Validation			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-781-2 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011500830	IOT SERIAL NUMBER 115-040-5541	PROJECT NUMBER 113-IC016
DIVISION: Transportation Technology and Information System Division DIVISION DIRECTOR: Yi-Cheng Chang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Tung-Ling Wu (former division director), Yi-Cheng Chang PROJECT STAFF: Yu-Che Huang PHONE: 886-2-2349-6883 FAX: 886-2-2545-0426			PROJECT PERIOD FROM August 2024 TO March 2025
RESEARCH AGENCY: 7A Drones Co., Ltd. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Hsin-Sheng Hsu PROJECT STAFF: PROJECT STAFF: Hsin-Sheng Hsu, Hui-Te Lin, Chih-Wen Tung, Chia-Yuan Hsu, Li-Ting Chiu, Yen-Chang Chen, Tse-Chun Ho ADDRESS: No. 52-16, Sec. 2, Xuefu Rd., Puzi City, Chiayi County 613016, Taiwan (R.O.C.) PHONE: 05-3620-325			
KEY WORDS: Unmanned Aircraft System, Drone Delivery, Proof of Service (PoS), Operating Model, Remote Areas, Outlying Islands			
ABSTRACT: In response to the national policy direction to promote Advanced Air Mobility (AAM) and innovative Unmanned Aircraft System (UAS) applications, UAS delivery has progressed beyond single-point demonstrations and Proof of Concept (PoC) to meet the verification needs of actual service operations. To bridge the gap between Proof of Concept (PoC) and subsequent Proof of Business (PoB), this project focuses on the "Proof of Service (PoS)" stage, centered on practical service operations to verify the feasibility and stability of UAS in logistics application scenarios, serving as an important foundation for subsequent routine operations and commercialization. This project uses UAS delivery services as the subject of verification, introducing various aircraft systems with different payload capacities, ranges, and mission roles to execute logistics operations in real-world environments such as mountainous areas and outlying islands. Through the collaborative deployment of multiple UAS types in the service process, the project verifies the mission configuration flexibility, operational process adaptability, and system integration feasibility of logistics missions under different demand conditions, thereby examining whether UAS delivery services can meet the basic requirements for sustainable execution and expansion in real-world operational settings. By synthesizing the research results, this project has verified the feasibility of UAS continuously providing logistics services in operational scenarios and has provided feedback based on practical operational experience to serve as a cornerstone for subsequent commercial validation and industrial development. The research results can also assist competent authorities in clarifying the institutional, operational, and management priorities required for UAS delivery services to transition from testing to actual operation, reducing the risks of subsequent large-scale deployment and accelerating the development of the nation's innovative UAS services.			
DATE OF PUBLICATION September 2026	NUMBER OF PAGES 174	PRICE 200	
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目錄

目 錄	III
圖目錄	IV
表目錄	VI
第一章 緒論	1
1.1 研究背景與目的	1
1.2 研究範圍及對象	2
1.3 研究內容與工作項目	3
1.4 計畫研究流程	7
第二章 國際發展趨勢及案例	9
2.1 國際領導無人機物流廠商	9
2.2 各國推動無人機物流計畫	20
第三章 服務模式及場域規劃	23
3.1 服務模式發展需求與挑戰	23
3.2 服務模式驗證執行之規劃方向	26
3.3 常態營運機制	32
第四章 系統開發與驗證	37
4.1 無人機系統	37
4.2 無人機交通管理系統	45
4.3 無人機物流服務軟體系統	56
第五章 場域實作驗證	59
5.1 航線規劃	59
5.2 試飛項目及飛行時數目標	68
5.3 場域驗證成果	70
5.4 飛行展示與交流座談	72
第六章 效益評估與後續推動方向	75
6.1 社會與環境效益評估	75
6.2 推動過程經驗回饋與精進建議	81
6.3 下階段商業營運之推動建議	82
6.4 下階段無人機交通管理之推動建議	89
第七章 結論與建議	91
7.1 結論	91
7.2 建議	92
附件一 期中報告審查意見處理情形表	95
附件二 期末報告審查意見處理情形表	101
附件三、物流服務軟體系統操作補充文件	115
附件四、期末報告審查會議簡報	147

圖目錄

圖 1.4- 1 本計畫流程圖.....	7
圖 2.2- 1 長野縣伊那市無人機配送示意圖.....	20
圖 2.2- 2 DDC 偏鄉運送無人機.....	21
圖 3.1- 1 偏鄉離島服務策略架構.....	25
圖 3.2- 1 偏鄉-太魯閣大禮大同部落場域評估.....	28
圖 3.2- 2 太魯閣大禮大同部落飛行策略擬訂.....	29
圖 3.2- 3 離島-澎湖場域評估.....	30
圖 3.3- 1 花蓮大禮大同部落常態偏鄉運補之航線規劃.....	33
圖 3.3- 2 花蓮大禮大同部落偏鄉日常運補之服務流程規劃.....	34
圖 3.3- 3 澎湖外垵村緊急醫療物資運送之航線規劃.....	35
圖 3.3- 4 澎湖離島緊急醫療物資運補之服務流程規劃.....	35
圖 3.3- 5 花蓮太魯閣台 8 線救運補之航線規劃.....	36
圖 3.3- 6 花蓮天祥太魯閣部救災運補之服務流程規劃.....	36
圖 4.1-1 空拍無人機規格示意圖.....	38
圖 4.1- 2 無人機續航性能測試圖.....	40
圖 4.1- 3 無人機抗風性能測試圖.....	41
圖 4.1- 4 無人機導控距離性能測試圖.....	41
圖 4.1- 5 無人機酬載性能測試圖.....	41
圖 4.1- 6 A650 機種特種實體檢驗證.....	43
圖 4.1- 7 SKYGIANT 2 機型特種實體檢驗證.....	43
圖 4.1- 8 無人機中階資安認證證書.....	44
圖 4.3- 1 無人機緊急派送需求系統架構圖.....	56
圖 4.3- 2 無人機派送運輸路線顯示畫面.....	57
圖 4.3- 3 無人機偏鄉物流運送服務網站示意圖.....	57
圖 5.1- 1 花蓮場域空域範圍示意圖.....	60
圖 5.1- 2 峽谷橋停車場起降點位置示意圖.....	61
圖 5.1- 3 飛行起降點(太魯閣遊客中心).....	62
圖 5.1- 4 飛行投遞點(大禮部落-大禮禮拜堂).....	62
圖 5.1- 5 澎湖醫院-外垵村試航示意.....	63
圖 5.1- 6 澎湖場域空域範圍示意圖.....	64
圖 5.1- 7 澎湖飛行航線示意圖.....	64
圖 5.1- 8 金龍頭青年活動中心.....	65
圖 5.1- 9 外垵村活動中心.....	65
圖 5.1- 10 嘉義場域空域範圍示意圖.....	66
圖 5.1- 11 亞創物流測試場域示意圖.....	67

圖 5.4- 1 飛行展示暨交流座談會辦理內容.....	72
圖 5.4- 2 無人機飛行展示航線示意圖.....	73
圖 5.4- 3 飛行展示暨交流座談會現場照片	74

表目錄

表 2.1- 1 ZIPLINE 商業模式架構表	9
表 2.1- 2 WINGCOPTER 商業模式架構表	11
表 2.1- 3 FLYTREX 商業模式架構表	13
表 2.1- 4 DRONEUP 商業模式架構表	14
表 2.1- 5 WING 商業模式架構表	16
表 2.1- 6 無人機物流成功商業模式特徵	18
表 3.1- 1 我國偏鄉地區分布	24
表 3.1- 2 以數位發展呈現鄉鎮市區發展比較	26
表 3.2- 1 偏鄉及離島無人機服務驗證規劃方向	26
表 3.2- 2 不同情境下無人機物流成本分析	31
表 4.1- 1 無人機基本性能需求	37
表 4.1- 2 無人機規格說明表	38
表 4.1- 3 計畫無人機開發進程表	39
表 4.1- 4 無人機檢驗期程表	40
表 4.1- 5 無人機性能測試結果	42
表 4.2- 1 A610 無人機飛行測試表	45
表 4.2- 2 A650 無人機飛行測試表	47
表 4.2- 3 SKYGIANT 2 無人機飛行測試表	50
表 4.2- 4 SKYVTOL 2 無人機測試飛行表	54
表 5.2- 1 各試飛階段飛行時數規劃	69
表 5.3- 1 各機型無人機場域驗證量化指標	71
表 5.4- 1 花蓮試飛展演活動議程	73
表 6.1- 1 社會接受度影響要素	75
表 6.1- 2 無人機偏鄉物流各界意見綜整	77
表 6.1- 3 各類運具之比較	78
表 6.1- 4 無人機整合示範計畫噪音測量值	79
表 6.1- 5 無人機偏鄉運送服務驗證第一期計畫噪音測量值	79
表 6.3- 5 內政部定義屬偏遠地區之鄉鎮彙整表	83
表 6.3- 6 110-113 年易成孤島地區數分佈情形表	83
表 6.3- 7 111-113 年以地區(鄉、鎮、市、區)排名易成孤島數情況 ..	84
表 6.3- 8 臺灣主要離島與本島的距離資訊	85
表 6.3- 9 風級與無人機操作限制對照	85
表 6.3- 10 全年平均風速與最強風速分析	86
表 6.3- 11 緊急物資運補運作要素	86
表 6.3- 12 日常運補營運模式	87

第一章 緒論

1.1 研究背景與目的

因應無人機科技發展趨勢，交通部責成運輸研究所（以下簡稱運研所）研析無人機於交通領域之創新應用，運研所嗣於「2021 交通科技產業白皮書」提出「我國無人機 2025 年在交通領域應用里程碑」，其中「建立偏鄉及離島無人機物資運補機制」，目標分階段完成偏鄉、離島地區之日常物資運補及緊急物資運送作業之概念驗證（Proof of Concept, 簡稱 PoC）及服務驗證（Proof of Service, 簡稱 PoS）與商業驗證（Proof of Business, 簡稱 PoB），進而建立常態運作機制。

運研所自 109 年至 111 年，分別辦理「無人機整合示範計畫」、「無人機整合示範計畫(II)-物流運送之深化應用」兩期計畫，完成無人機物流運送場域測試之概念驗證。本期計畫延續前述計畫成果，自 112 年執行至 114 年，聚焦於「偏鄉緊急運補」及「離島物流配送」兩類情境，建構我國無人機物流之服務模式，並透過場域實作測試，驗證服務模式及相關系統，做為推動下階段商業驗證之依據，並累積實際營運經驗及測試數據，提供主管機關及產業界推動相關工作參考及應用。

本期計畫為兩年期計畫之第 2 年期，延續前期(112 年)之執行成果，持續以「無人機物流服務之常態營運」為最終目標，研析國際間無人機物流服務模式與發展，透過建構無人機物流之服務模式，以及場域實作測試、驗證服務模式與相關系統之發展路徑，推動偏鄉及離島地區無人機物流之服務模式規劃、測試與驗證，以完成我國無人機物流之服務驗證，並做為推動下階段商業驗證(PoB)之依據，與累積實際營運經驗及測試數據，提供主管機關、公部門應用單位，以及產學研界推動相關工作參考及應用。

1.2 研究範圍及對象

本計畫研究範圍設定為以無人機執行「偏鄉緊急運補」與「離島物流配送」兩種應用情境之規劃及實作驗證。本計畫研究對象之屬性囊括政府機關、相關產業與學研單位，說明如下：

1. 政府機關

本計畫依循民用航空法及主管機關交通部民用航空局相關規定辦理相關實作驗證，並將場域測試累積數據與實務經驗，回饋主管機關做為後續政策推動參考；另訪談公路局、地方政府等公部門在偏鄉日常物流及緊急事件應變之運補需求，據以研析無人機物流應用於具公共利益性質相關服務之可行性與執行機制。

2. 物流、零售產業界

本計畫產業界研究對象包括物流、零售業者及無人機業者；在物流業方面，研析國內外物流業者之服務模式，並聚焦於無人機導入物流服務之特性與需求，據以規劃適合我國偏鄉與離島地區特性之服務模式並進行實證，做為相關業者後續導入無人機整合物流營運服務之參據。

3. 無人機業者

本計畫實證國內無人機業者自主開發之不同構型、酬載設計之物流無人機，據以評估不同場域環境與使用情境適合之機型；並就無人機交通管理、射頻識別裝置及物流服務軟體等相關系統進行整合測試，做為國內無人機相關技術之驗證平臺。

1.3 研究內容與工作項目

1.3.1 全程計畫工作項目

本計畫研究期程為 2 年，第 1 年期（112 年）進行無人機「偏鄉緊急運補」及「離島物流配送」2 類情境的服務模式規劃與系統發展，並辦理場域試飛；第 2 年期完成服務模式實作、系統開發與場域驗證工作。全程工作項目如下：

1. 服務模式發展、精進及驗證

- (1) 評估我國無人機「偏鄉緊急運補」及「離島物流配送」2 類情境之潛在應用場域。
- (2) 擇定無人機物流配送之驗證場域，完成服務模式、航線、系統需求規格及作業流程規劃。
- (3) 精進驗證場域及服務模式規劃。
- (4) 研提服務成本評估及計價機制、常態營運機制，以及下階段工作內容建議。

2. 系統整合

- (1) 辦理無人機系統整合與驗證。
- (2) 辦理物流服務資訊系統整合與驗證。
- (3) 辦理無人機交通管理系統整合與驗證。

3. 服務驗證

- (1) 完成物流無人機之視距內、視距外試飛及實際場域航線試飛。
- (2) 完成偏鄉緊急運補及離島物流運送之實際場域服務驗證。

4. 資料分析與效益評估

- (1) 保存場域測試之電磁紀錄並進行分析。
- (2) 提出無人機物流服務之社會、經濟及環境影響與效益評估。

1.3.2 第 1 年期已完成之工作項目

1. 服務模式發展

- (1) 以無人機「偏鄉緊急運補」及「離島物流配送」2 類情境為主

題，評估國內偏鄉及離島地區之潛在應用場域。

- (2) 擇定驗證場域，並依據中華郵政公司及國內物流業之實務需求，提出對應之服務模式。

2. 系統規劃與發展

(1) 無人機系統

- ① 導入 3 型無人機進行場域飛行測試與驗證。
- ② 依循「遙控無人機檢驗程序申請指南」相關規定，辦理無人機檢驗事項
- ③ 辦理中階等級之無人機資安檢測申請作業。

(2) 物流服務軟體系統

- ① 透過與中華郵政需求訪談，並以國內外物流服務軟體系統相關規範標準為基礎，規劃無人機物流軟體系統架構及機隊管理、貨件追蹤、寄取件管理等 3 大功能。
- ② 辦理無人機物流服務軟體系統離型設計與開發

(3) 無人機交通管理系統

導入通過美國聯邦航空總署（Federal Aviation Administration, FAA）符合宣告文件程序之供應商的外掛式產品及國內廠商自製內嵌式產品，並透過試飛測試廣播式及網路式模組的性能。

3. 場域試飛

- (1) 完成於嘉義亞洲無人機 AI 創新應用研發中心 25 小時視距內試飛，且完成 12 小時結合射頻識別功能及無人機交通管理系統測試。
- (2) 完成射頻識別功能及無人機交通管理系統之多機測試。
- (3) 辦理 2 場澎湖場勘及 4 場花蓮場勘，確認無人機飛行航線及起降點。
- (4) 3 型無人機於花蓮及澎湖完成各 1 次場域試飛及射頻識別功能及無人機交通管理系統測試；其中 1 型無人機於花蓮辦理視距外試飛。
- (5) 依據民航局訂定之無人機特種實體檢驗規範辦理相關機型檢驗及提送場域試飛計畫。

4. 資料紀錄、保存與分析

配合各無人機試飛，紀錄與保存每次飛行相關資料，包含飛行時數、包裹重量、卸載方式、噪音程度、風速等，並予以分析。

5. 成果行銷推廣活動及教育訓練

- (1) 完成專家學者座談會、花蓮交流座談會暨學童推廣活動。
- (2) 完成交通部無人機研發與應用成果發表會。
- (3) 完成辦理無人機組裝教育訓練。

6. 針對計畫重要成果投稿，並製作海報或影片電子檔

- (1) 研究成果投稿至 2024 智慧運輸世界大會 ITS World Congress 2024。
- (2) 完成辦理之交通部無人機研發與應用成果發表會製作海報及影片。
- (3) 完成成果影片 1 支。

1.3.3 第 2 年期已完成之工作項目

1. 文獻探討

- (1) 蒐集並分析國際無人機物流廠商案例。
- (2) 探討日本、加拿大等國推動無人機物流政策與案例。

2. 服務模式精進及驗證

- (1) 規劃花蓮縣秀林鄉太魯閣地區台 8 線中橫公路至大禮部落、澎湖縣馬公市至西嶼鄉等兩處物流運送廊道，並以嘉義亞洲無人機 AI 創新應用研發中心做為性能驗證測試基地。
- (2) 依據前述場域特性，精進「偏鄉日常配送與救災緊急物資運補」及「緊急醫療物資配送」服務模式與作業流程，並提出成本評估與計價機制。

3. 系統開發及驗證

- (1) 無人機系統：導入酬載型、續航型等兩類型共 4 款無人機進行場域飛行測試與驗證。

(2) 物流服務軟體系統：開發視覺化操作介面，包括需求端、監控端功能以及地理圖資平台。

(3) 無人機交通管理系統：針對各型無人機物流機種進行跨機種整合測試，驗證無人機、射頻識別裝置(Remote ID)及無人機交通管理系統(Unmanned Aircraft System Traffic Management, UTM)之協同運作能力，提供飛航資料紀錄保存與分析等功能，並提出下階段無人機交通管理之推動建議。

4. 場域驗證

(1) 性能驗證試飛：完成無人機視距內試飛及視距外試飛。

(2) 實際場域驗證：3 型無人機於花蓮、澎湖及嘉義等 3 處實際場域各累積 50 小時以上飛行時數。

5. 效益評估

依據本期計畫驗證結果，並訪談衛生福利部、花蓮地區民眾等潛在利害關係人，綜合分析無人機物流對於社會、環境之各面向影響。

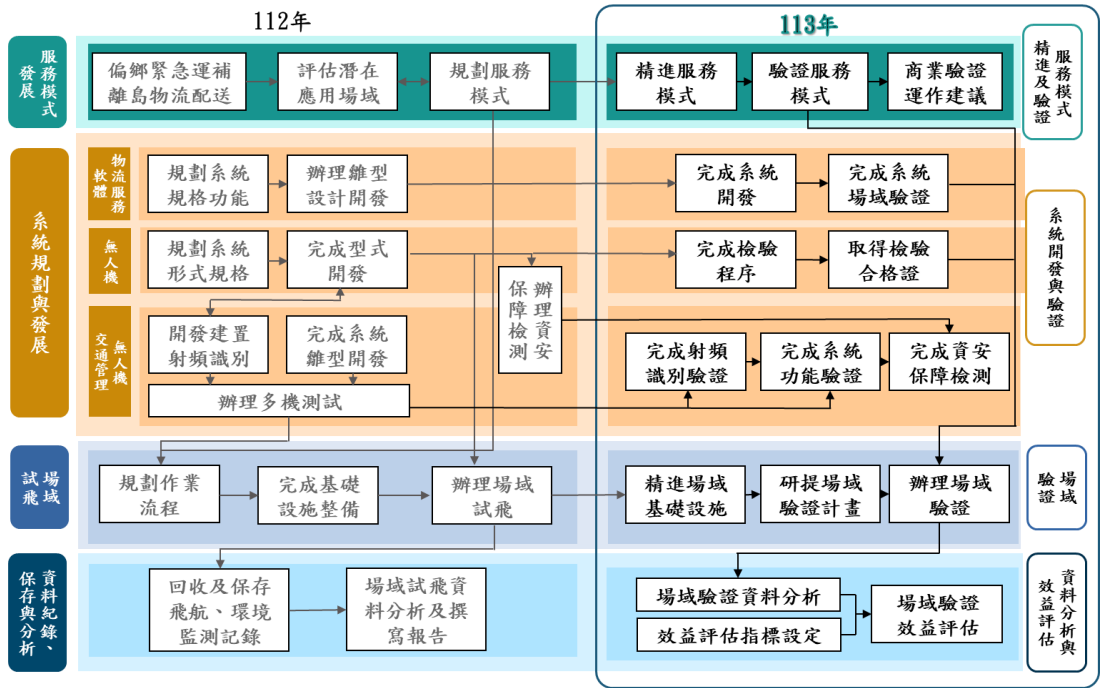
6. 其他事項

(1) 辦理無人機飛行展示及交流座談活動 1 場。

(2) 完成成果影片 1 支。

1.4 計畫研究流程

本計畫研究流程如圖 1.4-1 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 1.4- 1 本計畫流程圖

第二章 國際發展趨勢及案例

2.1 國際領導無人機物流廠商

本研究參考國際五家成功無人機廠商之模式，包含 Zipline、Wingcopter、Flytrex、DroneUp 和 Wing，這些公司緊急運補與日常運送領域中各具特色，以下先簡要介紹五家公司與其商業模式。

1. Zipline

Zipline 成立於 2014 年，是一家專注於無人機配送服務的美國公司，其公司宗旨為打造平等服務所有人的物流系統。該公司自 2016 年起與盧安達政府合作，開始在該國提供無人機醫療物資運送服務，使盧安達成為全球首個正式使用無人機運送醫療物資的國家，將原本一小時半的交通縮短至 15 分鐘，如今，盧安達 75% 的血液供應由 Zipline 運送到該國首都以外的地區；在盧安達成功營運後，Zipline 將業務擴展至其他國家。截至 2024 年，Zipline 已在包括迦納在內的 7 個國家開展業務，完成了超過 7,000 萬英里的配送。

2023 年，Zipline 推出了新一代自主系統，旨在實現快速、安靜且精確的家庭配送服務。該系統能夠在 10 分鐘內完成 16 公里範圍內的配送，並通過自動導航的「機器人」將包裹精確地送達收件人手中。

Zipline 透過「樞紐輻射式網絡」(Hub-and-Spoke)模式實現規模經濟，每個配送中心可服務 500 萬人，現已擴展至 7 國，每日處理 2,000 筆以上訂單。

表 2.1- 1 Zipline 商業模式架構表

商業模式元素	描述
價值主張	• 樞紐輻射式網絡
	• 快速醫療配送 (≤45 分鐘)
	• 160 公里/小時固定翼無人機，航程 75 英里
	• 全天候運營 (可應對雨、風、夜間情境)、99% 配送成功率
關鍵活動	• 自主無人機研發
	• 醫療冷鏈系統研發
	• 24/7 飛行操作
	• 建立政府合作夥伴關係發展
目標客戶	• 國家醫療系統

	• 鄉村診所/醫院
	• 製藥經銷商
	• 緊急應變團隊
收益流	• 按次配送服務費
	• 政府合約（盧旺達：每月 40 萬美元）
	• 商業物流合作
	• 技術授權
成本結構	• 無人機研發（每年 2500 萬美元以上）
	• 配送中心營運
	• 飛行控制基礎設施
	• 法規認證成本
關鍵資源	• 300 多架自主無人機
	• AI 驅動的物流平臺
	• 策略合作夥伴（UPS、蓋茨基金會）
通路	• 政府合約
	• 醫療服務提供者門戶
	• 手機訂單管理（SMS/WhatsApp）
	• 即時追蹤儀表板
客戶關係	• 服務水準協議（Service-Level Agreement，SLA）
	• 24/7 多語言支持
	• 社群培訓計劃
	• 透明的配送分析
關鍵合作夥伴	• 物流企業（DHL、UPS）
	• 政府機構（NASA、盧安達、加納、奈及利亞）
	• 非營利組織（艾爾頓·約翰愛滋病基金會、柯林頓健康倡議組織）
	• 技術伙伴（豐田通商、Pfizer）
	• 醫療機構（Mayo Clinic、赫爾曼紀念醫療、英國國民保健署）

2. Wingcopter

Wingcopter 是一家德國航空航太公司，專注於設計和製造用於配送服務的無人駕駛電動垂直起降（Electric Vertical Take-off and Landing, eVTOL）無人機，提供無人機即服務（drone-as-a-service）解決方案。其核心創新在於獨特的傾轉旋翼機制，能夠實現從垂直起飛到水準飛行的平穩過渡，結合多旋翼和固定翼飛行器的優勢；目前 Wingcopter 的無人機已在美國、日本和德國等多國進行測試。

Wingcopter 積極在美國擴展其業務，2020 年，Wingcopter 與 UPS 合作，開發新一代包裹遞送無人機，旨在建立多功能無人機遞送機隊；

此外，Wingcopter 還與 Air Methods 合作，部署其無人機技術來改善美國偏遠地區的醫療物資供應，利用 Wingcopter 198 無人機建立一個全國性的醫療物資配送網絡，覆蓋 48 個州的 300 多個基地，服務數百家偏鄉醫院。

Wingcopter 的無人機亦應用於人道主義救援，例如，與聯合國兒童基金會（UNICEF）合作，在偏遠地區運送疫苗、血清和胰島素等緊急醫療用品。

Wingcopter 商業模式為「硬體銷售+服務訂閱」，在德國 Weiterstadt 總部的工業 4.0 產線支援下，Wingcopter2024 年產能提升至年產 1,200 架，並透過與西門子的數位孿生技術，將新機型開發週期縮短 40%。

表 2.1- 2 Wingcopter 商業模式架構表

商業模式元素	描述
價值主張	• 硬體銷售+服務訂閱
	• 高速醫療物資配送（≤45 分鐘）
	• 高載重能力（13 磅/120 公里）
	• 全天候營運（耐雨/風/夜間）
目標客群	• 商業客戶：物流企業（佔營收 55%）、農業監測公司、影視製片
	• 人道機構：偏遠地區診所、災難應急團隊、聯合國專案
	• 政府採購：國家醫療系統、基礎設施巡查部門
通路	• 官方網站（佔營收 40%）
	• 國際航空展會（年獲 100 萬歐元潛在客戶）
	• 國際策略夥伴（如日本 ITOCHU）
	• 手機端訂單管理（SMS/WhatsApp）
客戶關係	• 服務水準協議（Service-Level Agreement，SLA）
	• 多語言 24/7 支援
	• 社區培訓計劃（非洲試點）
收益流	• 無人機銷售（基礎機型€150K+）
	• 按次服務費（醫療配送€50/次）
	• 政府合約（盧安達€40 萬/月）
	• 技術授權（物流平臺 IP）
關鍵資源	• Wingcopter 198 旗艦機型（預訂量佔產能 80%）
	• AI 物流管理平臺
	• 3D 列印模組化技術
	• 全球 BVLOS 飛行認證
關鍵活動	• 無人機研發（年投入超 2500 萬歐元）
	• 全球無人機生產（德國自動化工廠）

	• 24/7 物流網絡管理
	• 政府合作協議開發
關鍵合作夥伴	• 物流企業（DHL、UPS）
	• 政府機構（盧安達、加納）
	• 非營利組織（蓋茨基金會）
	• 策略投資者（ITOCHU）
	• 技術夥伴（ZAL GmbH、Siemens Healthineers）
成本結構	• 研發投入（佔成本 60%）
	• 生產基地營運（德國/美國）
	• 法規認證成本（FAA 認證耗時 2 年）
	• 國際市場拓展費用（年增 50%）

3. Flytrex

Flytrex 是一家總部位於以色列的無人機配送服務公司，成立於 2013 年，專注於為食品和零售行業提供按需無人機配送解決方案。Flytrex 提供端到端的無人機配送解決方案，包括自主飛行的無人機和自動管理飛行的雲平臺。其無人機可攜帶約 3 公斤的貨物，飛行距離約為 10 公里，能夠在 5 分鐘內將商品直接配送至客戶的後院。為了確保營運安全，Flytrex 推出了「Safe Skies」計劃，邀請用戶提供自家後院做為無人機的安全降落點。參與者每月可獲得 25 美元的信用額度，用於使用他們的服務，並在無人機實際降落時獲得額外的 15 美元信用額度。此外，Flytrex 積極參與美國聯邦航空總署（FAA）2017 年啟動了無人機系統整合示範計劃（Integration Pilot Program，IPP）以及 2020 年接續的 BEYOND 計畫，以推動無人機系統（UAS）的整合。Flytrex 於 2023 年 1 月獲得了 FAA 第 135 部（Part 135）航空承運人認證，使得 Flytrex 能夠擴大其營運範圍，並將無人機運送的貨物種類從食品和零售擴展到幾乎任何無人機可以攜帶的產品，其在北卡和德州的送貨半徑從 1 海裡擴大到 2 海裡，可服務潛在客戶數量從 4 萬增加到近 10 萬。

Flytrex 採用「郊區樞紐網絡」(Suburban Hub Network)模式，每個配送中心可服務半徑 5 英里範圍內的 10,000 戶家庭。

表 2.1- 3 Flytrex 商業模式架構表

商業模式元素	描述
價值主張	• 郊區樞紐網絡
	• 快速配送 (≤45 分鐘)
	• 專注於郊區最後一哩
	• 成本降低 30% (vs 傳統配送), 99% 配送成功率
目標客戶	• 郊區家庭 (覆蓋北卡州 10,000+ 戶)
	• 連鎖餐飲 (披薩/冰淇淋專賣店)
	• 社區藥局 (處方藥緊急配送)
	• 電商平台 (2 小時達服務)
通路	• 整合合作零售商官網
	• Flytrex 手機應用程式 (iOS/Android)
	• 郊區配送中心 (北卡羅來納州試點)
客戶關係	• 服務水準協議 (Service-Level Agreement, SLA), 含補送保證
	• 企業專屬客服團隊
	• 訂閱制優先配送權
	• 配送效能分析報告
收益流	• 按件計費 (\$3.99-\$6.99/件)
	• 企業訂閱制 (\$299/月無限次)
	• 技術授權費 (合作方營收抽成 15%)
	• 數據分析服務 (\$5000/年/企業)
關鍵資源	• 無人機機隊 (載重 13 磅/航程 75 英里)
	• AI 物流平台 FLYTE
	• FAA Part 135 認證
	• 即時追蹤系統
關鍵活動	• 無人機研發 (年投入超 2500 萬美元)
	• 全自動配送網絡管理
	• 即時路徑優化 (32 mph 巡航速度)
	• 法規認證申請
關鍵合作夥伴	• 物流企業: Walmart、UPS
	• 策略投資者: ITOCHU
	• 餐飲連鎖: Papa Johns、Little Caesars
成本結構	• 研發投入 (佔總成本 55%)
	• 無人機製造 (單機成本\$15 萬+)
	• 郊區基站營運 (月均\$8 萬/站)
	• 法規認證成本 (FAA 認證耗時 18-24 個月)

4. DroneUp

DroneUp 是一家總部位於美國維吉尼亞州的無人機新創公司，成立於 2016 年，專注於無人機物流解決方案。2021 年 DroneUp 與全球最大的零售商 Walmart 合作，在美國六個州的 34 個地點提供無人機配送服務，實現從下單到交付的全程自動化，平均耗時不到 30 分鐘。此外透過 DroneUp 為醫療機構提供安全、無接觸的配送服務，確保及時獲取關鍵醫療用品，

2024 年 12 月，DroneUp 獲得了美國聯邦航空總署（FAA）頒發的 Part 135 航空承運人認證。此認證允許 DroneUp 在超視距（BVLOS）範圍內運送協力廠商貨物，即使在人口稠密的地區也能運作，這使得 DroneUp 能夠將其送貨半徑擴大到五英里，服務範圍增加了 300%，並實現達到單日 500 次配送的新里程碑。

目前 DroneUp 推出首座無人機自主生態系統，結合自動化地面基礎設施、一套軟體操作系統和自主無人機平臺，改變了最後一英里物流的運作方式。新一代電池設計，結合 Amprius SiMaxx™矽陽極電池和專有的電池組配置，優化無人機飛行性能和配送範圍，目標實現每次 7 美元的配送成本。

DroneUp 採用「地面站網絡+AI 調度」模式，每個 DBX 地面站服務半徑 16 公里住宅區，DroneUp 透過模組化地面站設計，快速轉型切入都會區醫藥與餐飲即時配送市場。

表 2.1- 4 DroneUp 商業模式架構表

商業模式元素	描述
價值主張	• 地面站網絡+AI 調度
	• 快速配送（≤30 分鐘）
	• 最後一哩物流（郊區覆蓋率 68%）
	• 全氣候營運（雨/風/夜間）、99%配送成功率
目標客戶	• 零售巨頭：Walmart（34 個配送中心）
	• 醫療機構：偏遠地區藥局、緊急疫苗配送
	• 國防安全：邊境巡邏、基礎設施監控
	• 商業客戶：連鎖餐飲、影視製片
	• 人道組織：災難應急物資運輸
通路	• 線上任務平台（日均處理 500+ 訂單）
	• 策略夥伴銷售（如 Walmart 官網整合）
	• 政府採購管道

客戶關係	• 服務水準協議 (Service-Level Agreement, SLA), 含補送保證
	• 企業專屬支援團隊
	• 客製化解決方案
收益流	• 按件計費 (\$3.99-\$6.99/件)
	• 企業訂閱制 (\$299/月無限次)
	• 政府合約 (如 Walmart €40 萬/月)
	• 技術授權費 (合作方營收抽成 15%)
	• 數據分析服務 (\$5000/年/企業)
關鍵資源	• 無人機機隊
	• 專利 (DBX+Uncrew 體)
	• FAA Part 135 認證
	• 軍用級數據安全系統
關鍵活動	• 無人機研發
	• 全自動系統開發
	• 全球任務部署管理
	• 法規認證申請
	• 飛手培訓認證
關鍵合作夥伴	• 物流夥伴: Walmart、UPS
	• 技術夥伴: Elsieht、Blueflit、Volatus
	• 政府部門: 美國國防部、北約組織
	• 非營利組織: 蓋茨基金會
	• 策略夥伴: ITOCHU
成本結構	• 研發投入 (佔總成本 55%)
	• 無人機製造 (單機成本\$15 萬+)
	• DBX 地面站部署 (月均\$8 萬/站)
	• 法規認證成本
	• 全球市場拓展

5. Wing

隸屬於 Alphabet (Google 母公司), 專注於無人機配送服務。Wing 的無人機配送服務已在美國、歐洲和澳大利亞的多個城市開展。在美國, 以德州達拉斯-沃斯堡都會區(Dallas-Fort Worth Metropolitan Area)為例, Wing 與零售商 Walmart 合作, 服務區域覆蓋 60,000 個家庭, 規劃服務 800 萬人口, 提供雜貨等商品的無人機配送服務, 最快可在 30 分鐘內送達。此外, Wing 還與外送平台 DoorDash 合作, 擴大其配送網絡, 提升服務覆蓋範圍。Wing 開發了輕量化、電動且高度自動化的飛行器, 能夠直接從商家將小型包裹配送至消費者家中。

2023 年 12 月，Wing 獲得美國聯邦航空總署（FAA）的批准，允許其在無需目視觀察員的情況下，進行超視距（BVLOS）操作，使得 Wing 能夠在達拉斯等主要城市的空域內更有效地擴展其服務。

Wing 採用「雲端 AI+輕資產擴張」模式，每個配送中心面積僅需 200 平方公尺，卻能服務 10 萬人口區域，並與地方政府合作模式，透過「空域管理 API」即時協調飛行路徑，快速切入醫療冷鏈與災害應變等高端物流市場。

表 2.1- 5 Wing 商業模式架構表

商業模式元素	描述
價值主張	• 雲端 AI+輕資產擴張
	• 快速配送（≤30 分鐘）
	• 全氣候營運（雨/風/夜間）、零接觸配送（疫情安全方案）
	• 永續物流（碳排減少 75%）
目標客戶	• 連鎖零售：藥局/超市（佔營收 55%）
	• 餐飲業者：披薩/咖啡連鎖店
	• 醫療機構：緊急藥品配送
	• 郊區家庭（覆蓋美澳 10 萬+戶）
	• 政府單位：災難應急物資運輸
通路	• 整合零售商官網（如 Walgreens）
	• Wing 專屬 App（iOS/Android）
	• 郊區配送樞紐（北卡州試點）
客戶關係	• 服務水準協議（Service-Level Agreement，SLA），
	• 企業專屬客服
	• 即時追蹤系統
	• 訂閱制優先配送權
收入來源	• 按件計費（\$3.99-\$6.99/件）
	• 企業訂閱制（\$299/月無限次）
	• 技術授權費（合作方營收抽成 15%）
	• 空域數據服務（\$5000/城市/年）
關鍵資源	• 專利無人機機隊（載重 5 磅/航程 12 公里）
	• AI 物流平台（日均處理 1000+訂單）
	• FAA Part 135 認證
	• Autoloader 自動裝載站
關鍵活動	• 自主無人機研發
	• Wing Delivery Network 網絡管理
	• 即時路徑優化
	• 法規認證申請

關鍵合作夥伴	• 物流公司：UPS、Serve Robotics、DoorDash
	• 技術夥伴：AirMap、Blueflite、ZAL GmbH
	• 零售連鎖：Walmart、Domino's、Walgreens
成本結構	• 高研發投入（佔總成本 60%）
	• 無人機製造（單機成本\$8 萬）
	• Autoloader 部署（月均\$5 萬/站）
	• 法規認證成本

本研究進一步根據評估無人機物流表現常見的 10 個構面，包含即時性、彈性、透明度、客製化、核心技術、合作夥伴、服務多元化、目標市場、地理覆蓋、成本、採用的無人機機型、與酬載重量（詳見下表）；進一步針對上述五家國際標竿無人機物流廠商的 10 個構面進行分析，期望透過各構面數據與特性的比較，瞭解成為國際無人機物流領導廠商所需具備的商業關鍵特徵。

表 2.1-6 無人機物流成功商業模式特徵

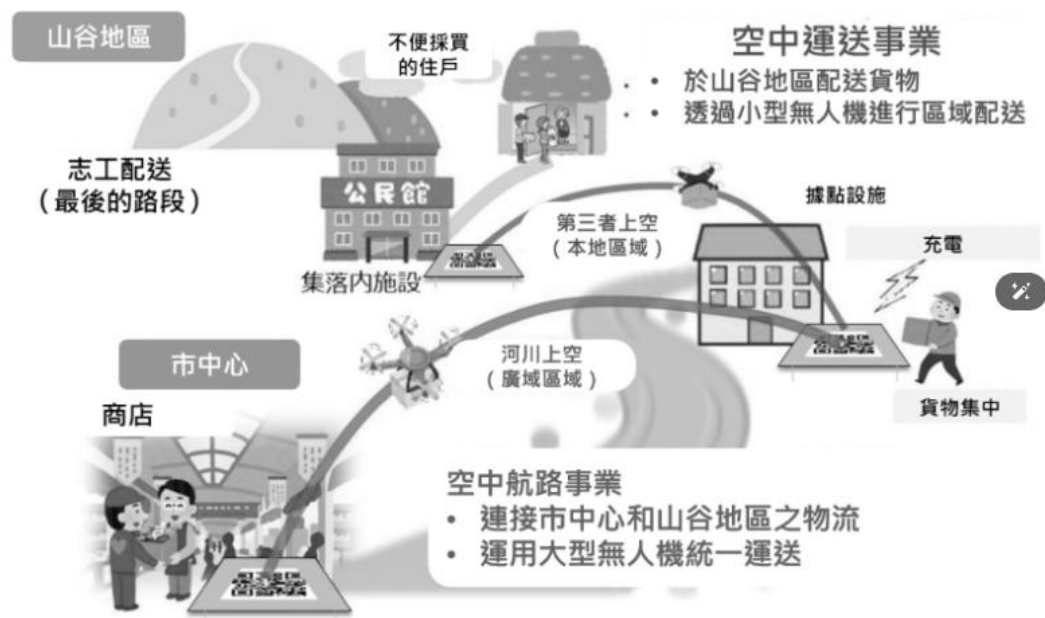
廠商	Zipline	Wingcopter	Flytrex	DroneUp	Wing
即時性	15 分鐘內完成配送	48 公里單程飛行最快 28 分鐘	約 5 分鐘內送達	30 分鐘內送達	精確到秒的預計到達 時間
彈性	多種下單方式（文字、WhatsApp、電話等）	線上訂購日用品	移動應用程式下單	線上網站訂購	合作夥伴網站或應用程式下單
透明度	提供即時追蹤和分析功能	未明確提及	提供即時訂單狀態更新	官方網站未提供詳細資訊	應用程式即時追蹤， 精確到秒
客製化	根據客戶需求客製化配送服務	配送多種物品（醫療用品、日用品等）	未明確提及	未明確提及	未明確提及
核心技術	自主電動配送無人機	eVTOL（電動垂直起降）無人機技術	未明確提及	自主生態系統	先進軟體路徑規劃與 UTM 系統
合作夥伴	政府（盧安達等）、醫療機構和物流商	航空公司（ANA 等）、國際組織（UNICEF）	電商（AHA）、餐廳	Walmart、醫療機構	Walmart、DoorDash 和 Serve Robotics 合作
服務類型	醫療（血液、疫苗）、食品、零售和農業	醫療用品、工業樣品和零售商品	餐點、日用品和處方藥品	零售商品、醫療配送	日用品和餐點配送
目標市場	醫療保健，特別是發展中國家	醫療保健、零售和工業	餐飲和零售	零售和醫療	零售和餐飲

地理覆蓋	多國營運，包括非洲、美國	日本、德國、美國、馬拉威	美國	美國	美國
成本	每單成本約\$20-\$30，但對於緊急醫療物資而言是必要的	成本依賴於營運規模，尚未公開數據	每單成本約\$5-\$10	每單成本約\$5-\$10	每單成本約\$3-\$7
採用的無人機機型	Zipline 無人機（具體型號尚未公開）	Wingcopter 198	Flytrex 無人機（具體型號尚未公開）	DroneUp 無人機（具體型號尚未公開）	Wing 無人機（具體型號尚未公開）
酬載重量	可運送最大約 1.75 公斤	最大負載 2.9 公斤	最大負載約 2 公斤	最大負載約 4.5 公斤	最大負載約 2.6 公斤

2.2 各國推動無人機物流計畫

2.2.1 日本偏鄉無人機物流推動

日本政府為了縮小城鄉差距與解決少子化與高齡化問題，2017 年推出「推動解決地方課題之智慧城市事業」，以部分補助提案所需經費的方式，推動日本全國智慧城市相關服務，以促進數位應用涵蓋防災安全、物流與生活用品採購等服務。該計畫重點推動城市操作系統，由總務省定期徵集民間提案補助。其中，長野縣伊那市因應交通物流衰退，與 KDDI、伊那有線、ZENRIN 合作推出無人機配送服務，針對老年人月付 1000 日圓，透過電視或電話訂購超市商品，專人集貨後由無人機配送到家，服務自 2021 年 11 月啟動並持續擴大。此模式展現日本用無人機改善偏鄉物流、縮小城鄉差距之嘗試。



資料來源：吳怡仲 (2024)。國際偏遠地區數位應用政策研析—以日本地方數位應用政策為例。臺灣經濟研究月刊，47(8)，29-36。

圖 2.2- 1 長野縣伊那市無人機配送示意圖

2.2.2 加拿大無人機物流推動

加拿大的不列顛哥倫比亞大學（University of British Columbia，以下簡稱 UBC）的偏遠社區無人機運輸計劃（Remote Communities Drone Transportation Initiative，DTI）是一項創新專案，旨在改善加拿大偏遠地區獲得基本物資的機會。該計劃由 UBC、加拿大無人機配送（Drone Delivery Canada，以下簡稱 DDC）和原住民社區合作，專門針對不列顛哥倫比亞省中北部的 Stellat'en 原住民和 Fraser Lake 村提供服務；DTI 使用 DDC 的 Sparrow 無人機和 DroneSpot®起降區進行定點配送（請參考下圖），最初專注於醫療用品和藥物，後來擴展到其他必需品，包括危險品等；所有飛行由 DDC 位於安大略省的控制中心遠程監控，確保符合加拿大航空法規。該計劃於 2021 年夏季開始部署基礎設施，下半年啟動為期一年的試點服務；DTI 的主要目標包括：改善偏遠社區獲得基本物資的機會，減少醫療保健不平等，提供比傳統運輸更具成本效益的物流解決方案，並確保原住民社區積極參與項目定義和領導。此外，該計劃還做為將無人機物流擴展到加拿大其他偏遠地區的模範。UBC 醫學院、DDC 和原住民衛生局是該計劃的主要合作夥伴，共同致力於實現健康公平和社區參與。



圖 2.2- 2 DDC 偏鄉運送無人機

第三章 服務模式及場域規劃

3.1 服務模式發展需求與挑戰

臺灣偏遠地區，係指人口密度低於全國平均人口密度 1/5 之鄉（鎮、市、區），或距直轄市、縣（市）政府所在地 7.5 公里以上的離島。依內政部 113 年 1 月 統計資料，全國人口密度為 647 人／平方公里，故各鄉（鎮、市、區）人口密度 129.4 人／平方公里，即為偏遠地區。本計畫依據衛福部所界定之原住民族地區、離島地區及長照偏遠地區之界定，全國偏鄉共計 93 個鄉鎮市區。形成臺灣偏鄉，主要是地理限制，山、海地域，讓該地域經濟不易發展，人口外流，加上臺灣人口老化、少子化危機，對偏鄉更是形成重大衝擊，依據國家發展委員會研究報告顯示，未來 20 年，偏鄉少子化、人口外流、地方產業消失的惡性循環，將面臨滅村危機。

表 3.1- 1 我國偏鄉地區分布

縣市別	區域別	鄉鎮市區	數量
新北市	原住民族地區	烏來區	1
	長照偏遠地區	石碇區、坪林區、平溪區、雙溪區、貢寮區	5
桃園市	原住民族地區	復興區	1
新竹縣	原住民族地區	五峰鄉、尖石鄉、關西鎮	3
	長照偏遠地區	峨眉鄉	1
苗栗縣	原住民族地區	泰安鄉、南庄鄉、獅潭鄉	3
	長照偏遠地區	三灣鄉	1
臺中市	原住民族地區	和平區	1
南投縣	原住民族地區	仁愛鄉、信義鄉、魚池鄉	3
	長照偏遠地區	中寮鄉、國姓鄉、鹿谷鄉	3
嘉義縣	原住民族地區	阿里山鄉	1
	長照偏遠地區	番路鄉、大埔鄉	2
臺南市	長照偏遠地區	楠西區、南化區、左鎮區、龍崎區	4
高雄市	原住民族地區	那瑪夏區、桃源區、茂林區	3
	長照偏遠地區	田寮區、六龜區、甲仙區、杉林區	4
屏東縣	原住民族地區	三地門鄉、霧台鄉、瑪家鄉、泰武鄉、來義鄉、春日鄉、獅子鄉、牡丹鄉、滿州鄉	9
	離島地區	琉球鄉	1
宜蘭縣	原住民族地區	大同鄉、南澳鄉	2
花蓮縣	原住民族地區	秀林鄉、萬榮鄉、卓溪鄉、花蓮市、吉安鄉、新城鄉、壽豐鄉、鳳林鎮、光復鄉、豐濱鄉、瑞穗鄉、玉里鎮、富里鄉	13
臺東縣	原住民族地區	海端鄉、延平鄉、金峰鄉、達仁鄉、蘭嶼鄉、臺東市、卑南鄉、大武鄉、太麻里鄉、東河鄉、鹿野鄉、池上鄉、成功鎮、關山鎮、長濱鄉	15
	離島地區	綠島鄉	1
澎湖縣	離島地區	馬公市、湖西鄉、白沙鄉、西嶼鄉、望安鄉、七美鄉	6
金門縣	離島地區	金城鎮、金寧鄉、金沙鎮、烈嶼鄉、金湖鎮、烏坵鄉	6
連江縣	離島地區	南竿鄉、北竿鄉、莒光鄉、東引鄉	4
總 計			93

資料來源: 衛生福利部 (112), 113 年度推展社會福利補助經費申請補助項目及基準

1. 偏鄉離島物流發展策略架構

依據前期計畫研究，臺灣地形多樣複雜，造就偏鄉及離島物流運輸不同於島內城市運輸之特性。偏鄉地區多位於山區，使得偏鄉聚落分散，但另一方面偏鄉易受天災影響，形成孤島現象，造成當地居民生活不便或影響當地產業發展；而離島地區因地理環境限制，以海陸

聯運做為主要物流運送方式，讓離島既有的物流服務模式之轉運成本高、便利性低與時間不彈性等問題，進而提出策略建議如圖 3.1-1。

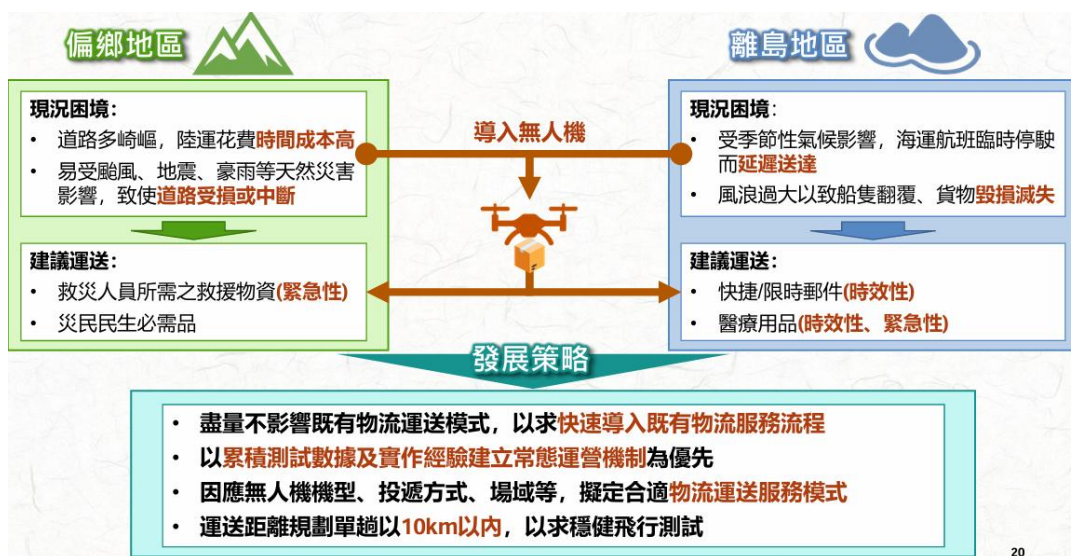


圖 3.1- 1 偏鄉離島服務策略架構

2. 我國離島偏鄉發展之思維

依據國發會委託聯合行銷研究進行的「鄉鎮市區數位發展分類報告」之定義，其第 4 類數位發展較落後地區，也等同於我國偏鄉分佈區，土地面積佔全國 6 成，但人口數只有 5.6%（見表 3.1- 2，偏鄉地廣人稀、高齡化並通常是環境脆弱帶的地理劣勢，造成需求破碎化，而在發展上形造成市場失靈、政府失靈與服務失靈的困境，造成無法人暢其流、貨暢其流。

偏鄉地區產業多屬於農漁業的一級產業發展，國發會雖推出地方創生政策，力求人口回流、均衡地方發展，但現實狀況是故若以市場導向思維推動當地產業，偏鄉承受不起擾動的風險，加上風災、地震等天災發生時，當地生態、社會組織動員時，地方產業更難調適。因此，考量偏鄉之新服務提供與發展，需優先考量是提升地方韌性。

表 3.1- 2 以數位發展呈現鄉鎮市區發展比較

區域	鄉鎮市區數 (個)	家戶數 (戶)	人口數 占比(%)	土地面積 占比(%)	沿海鄉鎮市區 占比(%)	原住民鄉鎮市區 占比(%) ²⁸
分群 1	79	5,410,473	58.8	7.6	20.3	0
分群 2	89	2,092,864	24.8	11.7	32.6	3.9
分群 3	97	909,872	10.8	20.1	26.8	9.7
分群 4	103	489,910	5.6	60.6	29.1	39.8

資料來源：聯合行銷研究股份有限公司（109），「鄉鎮市區數位發展分類報告」

3.2 服務模式驗證執行之規劃方向

前期計畫提出之偏鄉及離島無人機物流服務驗證規劃方向如表 3.2-1。

表 3.2- 1 偏鄉及離島無人機服務驗證規劃方向

規劃面向	規劃內容
服務對象	以公部門為主，優先擇定郵局、醫療單位、消防單位進行規劃
航線距離	單趟 10 公里
載運貨品型態	以重量小於 20 公斤之耐保存貨品為優先
載貨箱型	採中華郵政箱型，並以 Box3 便利箱或大型瓦楞紙箱為主
運送天候情形	以無強大風雨為主
無人機起降地	地方既定的緊急應變場地、直升機停機坪或其他空曠、人群非密集處之公有土地為優先
基礎硬體設備	於無人機起降地規劃無人機安全起降、通訊、維修、設備存放，以及運送包裹儲藏、工作人員整備等所需空間
無人機物流服務軟體系統	無人機物流服務業者可透過無人機物流服務軟體系統，追蹤貨件配送、管理寄取件，確保貨件運送的流暢度與完善性
無人機交通管理系統	無人機服務供應商可透過無人機交通管理系統，完成無人機任務規劃、飛航許可、追蹤識別、無人機間資訊分享等，以確保無人機飛航安全

本期計畫以前期計畫研提之方向做為基礎，並綜合考量前期計畫試飛經驗、營運可行性及本期計畫需求，研訂偏鄉緊急運補及離島物流配

送之服務模式，說明如下。

1. 施行場域評估

本期計畫原則延續第一年期驗證地點，離島場域選定澎湖、偏鄉以花蓮地區做為實作驗證場域，本期計畫因遭逢 0403 地震，凸顯太魯閣地區之緊急救災需求，因此花蓮測試場域調整為秀林鄉太魯閣地區大禮部落，由於該地區於計畫執行初期仍受 403 地震影響，經與內政部國家公園署太魯閣國家公園管理處、交通部公路局東區養護工程分局太魯閣公務段等單位研商，驗證地點考量場域安全性及交通可達性，並依照場域使用情境進行規劃，避免影響災後復原。

本期計畫已就偏鄉和離島各測試場域進行詳細資料蒐集、調查及評估，包括地形、氣候、當地交通狀況等因素，以確定無人機在這些地區的應用情況和飛行規劃。

(1) 花蓮場域

本年度偏鄉驗證場域，選定花蓮縣秀林鄉太魯閣地區大禮、大同部落，起降場地則位於大禮部落，以此場域進行模擬日常運輸與緊急運補情境之常態測試驗證。

大禮、大同部落位於太魯閣國家公園的高海拔台地，居民屬於太魯閣族，其祖先約在兩三百年前從台灣西部翻越中央山脈至立霧溪流域定居。大禮部落舊稱「赫赫斯」(Xoxos)，在太魯閣語意指「多蛇之地」或植物「黃杞」；大同部落舊稱「砂卡礑」(Skadang)，意為「白齒」，一說源於地形像白齒，一說為祖先在此挖掘到動物白齒。日治時期，多數族人被強制遷徙至山下平地（如富世村），但仍有部分族人留居或往返耕作。兩部落因地處深山，無公路直達，對外交通全賴陡峭的步道（如得卡倫步道、大禮步道）與流籠運送物資，早期更無電力供應，現今則仰賴太陽能或發電機；部落經濟活動以種植箭筍、高麗菜、馬告等農作物，以及經營接待山友的民宿為主。

2024 年 4 月 3 日花蓮強震對部落造成嚴重災情，連結部落對外的得卡倫步道與大禮步道嚴重坍方，而串連大同與大禮兩個部落間長達 6 公里的砂卡礑林道路基多處被掏空或遭土石掩埋。地

震發生時正值箭筍等農作物採收期，道路中斷導致農產無法運送下山，遊客也無法進入，族人生計瞬間停擺。震後歷經約一年的修復，聯外步道與林道於 2025 年 6 月陸續完工，部落已於暑假重新開放。

鑑於大禮、大同部落之地理特性及居民需求，經評估具有無人機物流之應用潛力，計畫團隊於地震災後復原初期即在交通部公路局、太魯閣國家公園管理處之協助下進入災區勘察，並訪談在地族人之物流運送需求，獲得公部門及族人之支持，因此選定本地點做為驗證場域，並在人員安全前提下啟動相關作業。

大禮大同部落 (常態偏鄉驗證場域)	
	
太魯閣峽谷橋停車場	大禮大同部落(教堂周圍)
物流需求	日常物資、農產品 / 緊急醫療物資
周邊風險	四周環樹、電纜等障礙物、海拔落差大(約1000m)
通訊品質	起始地收訊良好，部落地區則通訊差
飛行注意	該區域海爬落差大，過山則須注意通訊問題
評估結果	部落居民 非災害時也有物資運送需求，具備物流運輸及緊急運補情境 ，建議以大禮大同部落場域，試飛作為運研所本年度物流驗證場域。

圖 3.2- 1 偏鄉-太魯閣大禮大同部落場域評估

本計畫規劃以太魯閣峽谷橋停車場為起飛點，大禮部落教堂為投放點，平面直線距離 1.5 公里，此航線最大挑戰為海拔落差達 760 公尺以上，且因航線翻越山嶺，需考量通訊品質是否受影響、斷訊等情況。依據本場域航線之環境考量，設定 2 種飛行策略，後續實際因應安全考量採較為貼近地面之方案進行試飛。

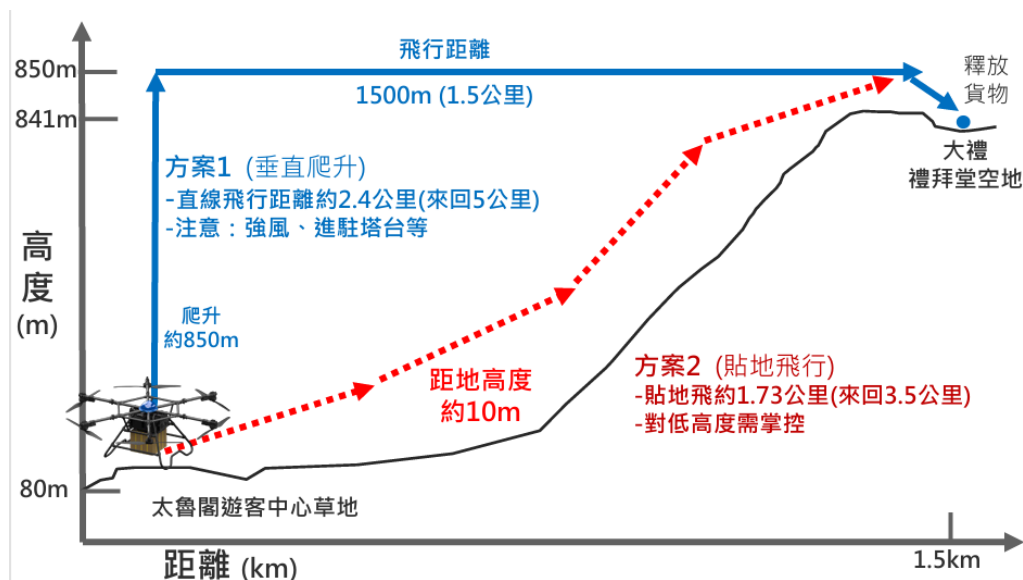


圖 3.2- 2 太魯閣大禮大同部落飛行策略擬訂

(2) 澎湖場域

離島測試場域經評估，選定澎湖縣西嶼鄉，起降場地設置於外垵漁港，馬公端以金龍頭青年活動中心起降點。

西嶼鄉古稱「漁翁島」，位於澎湖本島的西方，人口約八千餘人，是澎湖群島中三大島嶼之一。西嶼鄉的地形呈現狹長狀，地勢主要由玄武岩熔岩台地構成，著名的大葉柱狀玄武岩即位於此地。西嶼與馬公市之間隔著澎湖灣，雖然兩地之間有澎湖跨海大橋連接白沙鄉，自西嶼鄉南端陸路運輸必須沿著 203 縣道行駛，向北經過跨海大橋，穿越白沙鄉，再經中屯、湖西才能抵達馬公市區，約需 40 至 50 分鐘的車程

如同許多離島偏鄉，西嶼鄉面臨著人口高齡化問題。當地的醫療資源相對集中於馬公市區的衛生福利部澎湖醫院或三軍總醫院澎湖分院，對於西嶼的年長居民而言，獲取藥品、慢性病處方籤或緊急醫療物資，往往需要耗費大量的交通時間成本。無人機可以採取「直線跨海」的方式飛行。直接橫越澎湖內海，從西嶼飛至馬公市，飛行時間僅需 10 至 15 分鐘。此外，澎湖在每年的花火節與暑假期間，遊客眾多，203 縣道做為主要幹道容易發生擁塞，無人機物可用於流運送輕型高價值的貨物（如電商包裹、緊急文件、生鮮食品）避開地面的交通流量，確保物流服務的準點率與穩定性。因此，本年度擇定西嶼鄉與

馬公市之間之物流運輸做為示範場域與情境。

澎湖外垵村 (常態離島驗證場域)	
	
金龍頭青年活動中心	外垵村籃球場
物流需求	緊急醫療物資
周邊風險	周圍無樹遮蔽、電纜等障礙物
通訊品質	通訊品質良好，飛行路徑上皆有網路覆蓋
飛行注意	確認海面訊號狀況穩定性，海面氣候狀況變化大及強陣風
評估結果	離島緊急醫療物資需求因具交通及時間性，且該航線具跨島之強風情境，如能克服將有利於後續各島之間之運補，經過評估選定外垵村場域，作為本年度離島驗證場所

圖 3.2- 3 離島-澎湖場域評估

試飛情境設定為由澎湖醫院就近的空地金龍頭青年活動中心起飛，以將緊急醫療物資或物資由無人機飛抵外垵村再飛回起飛點，單向航程為 9 公里，考量醫藥相關法規規定，無人機裝載約 5 公斤物流箱體以模擬物流情境。

2. 成本評估及計價機制：

相關成本估價於第一次場域試飛後，蒐集實際的無人機運輸的成本結構，包含電池耗損、人員監控、飛行調度等後，並了解地方經濟發展與消費型態後，據以制定適合的計價機制。

(1) 成本評估

本計畫設定悲觀與樂觀二種情境的成本估算。

- ① 悲觀成本情境：以現行法規規定，每台無人機必須配置一位無人機飛手操作，故其服務地域有限，僅能服務單一部落或社區，且人員有其勞動服務時間限制，據此估

算，每張訂單成本約 1200 元。

- ② 持平成本情境：無人機運送半自動操作
- ③ 樂觀成本情境：無人機運送完全自動操作，僅需遠端監控，故可加無人機數量，擴大服務區域範圍，且可配合地方生活習慣與特性，延長配送時間（例如早上 6:00~下午 4:00，偏鄉早起，但傍晚氣候不佳），據此估算，每張訂單成本約 126 元。

表 3.2- 2 不同情境下無人機物流成本分析

項目	悲觀	持平	樂觀
成本統計			
載具數量（台）	2	30	30
載具每台 1 年費用	285,714.2857	100,000	100,000
每台載具貨艙 1 年成本	40,000	10,000	10,000
每台載具電池 1 年費用	16,666.67	6,666.67	6,666.67
每台載具年維護費	100,000	50,000	50,000
基站年維護費	50,000	20,000	20,000
飛手年薪資	700,000	1,400,000	0
地面站系統監控費	200,000	80,000	80,000
每台載具檢驗費	200,000	90,000	90,000
每型資安檢測費	200,000	180,000	180,000
每台載具 1 年保險費	50,000	50,000	50,000
每台載具年成本	1,842,380.952	1,286,666.7	586,666.7
每年總成本	7,119,523.81	69,260,000	27,620,000
服務訂單			
工作天數	250	250	365
每台一天服務訂單數	12	20	20
每台年服務訂單	3,000	5000	7,300
每年總服務訂單	6,000	15,000	219,000
每張訂單成本	1,186.59	741.7	126.12

(2) 計價機制

依據以上成本計算，本計畫提出之營運收益方式，包含日常運補、緊急運補與技術授權三大部分，日常運補採用按件計費或月訂閱制，緊急運補則依靠政府合約及緊急服務費用，而技術授權方面則向其他物流公司提供無人機配送解決方案。

3.3 常態營運機制

1. 常態營運機制設立之設定準則

從國際上之應用實例，無人機物流運送應用在不同產業上的優勢如下：

- (1) 縮短運送時間：相較於傳統的陸運或空運方式，無人機的配送時間明顯縮短，滿足了消費者對更快訂單履行的需求。
- (2) 節省成本：無人機運貨減少司機與相關勞動力成本，具有長期成本節約的效益。而且無人機可連續作業，不需休息，提高作業效率。
- (3) 提高可及性：無人機可到偏遠或難以抵達的地區，一般傳統的配送車難以抵達的地區，包括偏鄉與具挑戰地形的區域。
- (4) 品牌差異化：採用無人機送貨可讓公司脫穎而出，展示其創新性與前瞻性的競爭力。
- (5) 效率：自動化飛行無人機可繞過交通擁塞與物流挑戰條件區域，進而提高配送路線的效率與縮短運送時間。
- (6) 降低對環境的影響：電動無人機較傳統運具產生較少的排放量，使其成為最後一哩配送的更環保選擇，並有助於實現永續目標。
- (7) 改善客戶體驗：更多且更有效的交付，滿足客戶對快速與可靠服務的期待，進而提高客戶滿意度。
- (8) 多功能性：無人機可適應各種配送場景，適用於醫療、食物與物流配送以外的廣泛產業。

企業善用無人機優勢，以改善配送服務，並提升市場上的競爭力。隨著相關監管規範與科技進化，無人機配送的潛在應用和優勢將不斷擴大，並進一步改變物流產業的樣貌。

2. 常態營運機制規劃

依據無人機之優勢特色，做為無人機偏鄉運補機制之規劃，必需能最大限度地在無人機平台上發揮其最大限度的運用，必須包含以下的三種應用，並透過無人機平台操控，可自主與彈性因應不同情況，調整其任務：

- (1) 日常期：提供偏鄉居民的生活日常用品之運送需求，必須有其

固定的運補路線，以及固定配送時間。

- (2) 急救期：提供偏鄉住民單一事件之緊急醫療資源運補，依以上由特定運補路線，可立即調派日常運補的無人機進行緊急醫療資源之配送。
- (3) 救災期：針對偏鄉遭遇災難事件，如地震、風災…等形成偏鄉與外界隔離的孤島，日常運補任務大幅減低甚至停止，完全轉為救災資源運補之無人機，達到緊急救援極大化效益。

3. 常態營運機制 3 種服務模式

按上述分析，並結合本次花蓮與澎湖的 POS 驗證計畫，以中間哩無人機配送型態，設計以下 3 種服務機制：

(1) 偏鄉日常配送：示範區域設定在花蓮大禮大同部落

- ① 情境設定：大禮大同部落為臺灣原鄉部落，在地經濟以小農為主。當地未設有郵局或郵政代辦所，若有郵件包裹，部落居民必須到最近的市集自行收取包裹；若要販售農產品，也必須親自以人力運送下山到市集。原鄉通訊網路服務已具備，並且聚落通常有固定聚集地點（如教堂、雜貨店…等），可做為配送中間哩的投放點。
- ② 日常運補航線規劃：從太魯閣遊客中心到大禮大同部落做為二端投放點，航線距離約 1.7 公里，從 80 公尺的平地橫跨 841 公尺的高山，克服落差 761 公尺之地形與通訊品質的挑戰，該路段地面交通無道路可通行，只能以人工搬運，未來將可以無人機來執行包裹與農作物寄送業務。



圖 3.3- 1 花蓮大禮大同部落常態偏鄉運補之航線規劃

③日常運補服務機制與流程：本計畫規劃以無人機取代人力，做為常態運補之工具，且需要一套無人機物流操作平台，以及無人機起降點的收送貨聚集地。原民會刻正推動於原鄉設置文化健康站，中華郵政為全國普及度最廣的郵政網路系統，本機制理想設計為結合無人機搭配郵政公司既有的網路郵政公司，並以文化健康站做為送貨的中間哩之取貨點，據以規劃無人機物流運補的航線，執行該任務。

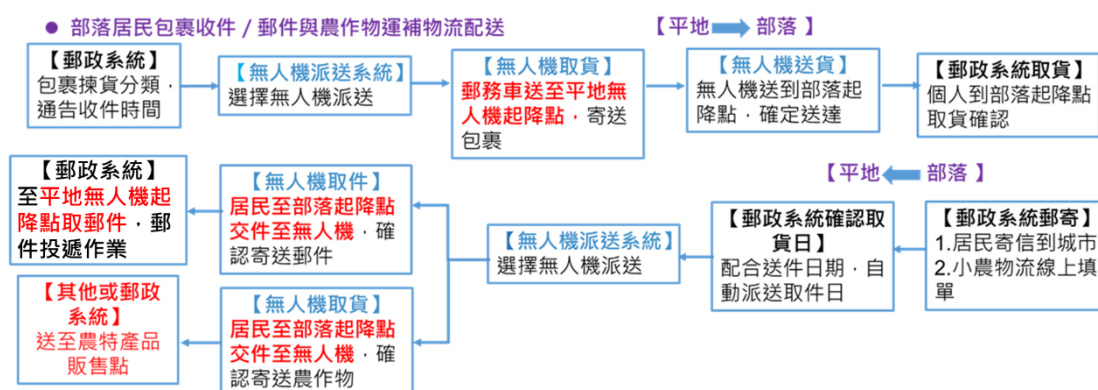


圖 3.3- 2 花蓮大禮大同部落偏鄉日常運補之服務流程規劃

(2) 緊急醫療物資配送：示範區域澎湖外垵村

①情境設定：臺灣偏遠離島地區，居民的健康主要仰賴衛生室，並以海運船為之要運送工具，若有外島有緊急醫療事件發生，備用醫療設備或藥品不足，或是檢體需送驗，船運交通工具又因天候等情形無法支援，若採行直昇機做為緊急醫療救援，因操作成本較高，適用於人員醫療後送任務，個案若僅需藥物或急救醫材，可由無人機執行運送任務。

②緊急醫療物資配送航線規劃：從金龍頭青年活動中心到外垵村做為二端投放點，航線距離約 7.7 公里，需解決海上航線的強風與通訊品質問題。



圖 3.3- 3 澎湖外垵村緊急醫療物資運送之航線規劃

- ③緊急醫療物資配送之服務機制與流程：本計畫規劃以無人機取代海運船隻，做為緊急醫療物資配送之工具。目前在相關法規限制下，醫療設備與藥品有其相關運送。儲存、驗收作業程序與專業醫護人員執行，故可以離島醫院為核心串連外島的衛生所，成為緊急醫療物資配送的中間端點，另再結合無人機搭配郵局既有的網路宅配系統，新增偏鄉醫療物資運送的另一個運送工具，增加離島配送的彈性。

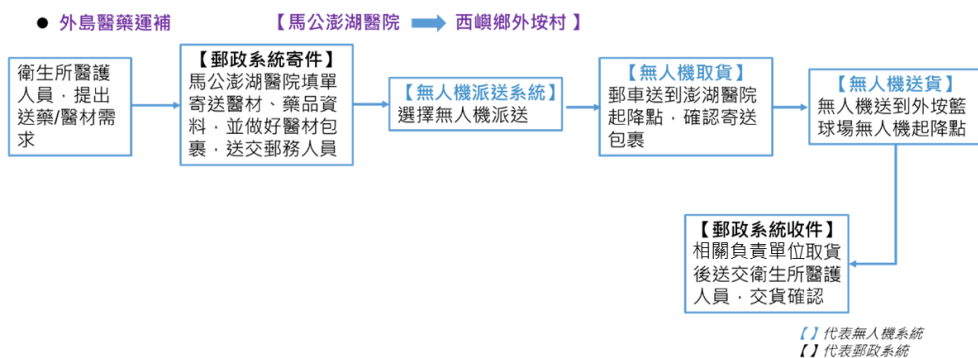


圖 3.3- 4 澎湖離島緊急醫療物資運補之服務流程規劃

(3)偏鄉救災物資運補：太魯閣台 8 線

- ①情境設定：花蓮大地震發生後，道路再度中斷，居民需要急救物資，目前採用救災人員進入災區運送物資，救災人員冒著人身安全的威脅，進入該區域。故設定改由無人機進行救災之緊急運補，將物資送到受災現場。

- ②日常運補航線規劃：403 大地震隧道／道路中斷，設定從太魯閣遊客中心，到台 8 線寧安橋做為二端投放點，航線距離約 3.2 公里，需克服山壁阻擋、線纜等障礙物，以及通訊中斷等情形，須布建中繼站，現場即時建立航線，以進行救災業務。



圖 3.3- 5 花蓮太魯閣台 8 線救運補之航線規劃

- ③救災物資運補服務機制與流程：模擬由公路局通知急救物資運補之需求，配合公路局路段受阻資訊，先以巡檢無人機機進行探勘，確認運補路段，再透過郵政的網絡系統，以郵務車先將物資運送到受阻路段前，再由無人機進行緊急空中運補，將物資送到受災現場。

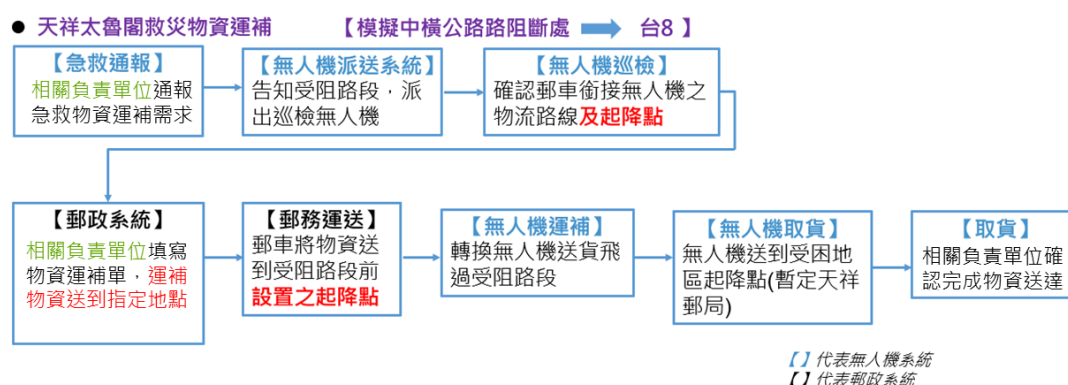


圖 3.3- 6 花蓮天祥太魯閣部救災運補之服務流程規劃

第四章 系統開發與驗證

4.1 無人機系統

1. 無人機需求及系統規格

導入至少 3 型無人機進行場域飛行測試與驗證，至少各 1 型機符合下表兩類型無人機基本性能需求（無人機型別之定義，以構造、動力系統、飛控系統及最大起飛重量其中至少一項不同者為一型）。

表 4.1- 1 無人機基本性能需求

類型	酬載型	續航型
最長飛行時間	20 分鐘	35 分鐘
導控距離	15 公里	20 公里
貨物酬載重量	10 公斤	5 公斤
抗風能力	6 級風	
動力系統	電力或燃油或混合動力	
貨物投遞機制	具備全自動卸載貨物能力	
自動飛行	具備全自動飛行能力	
射頻識別	具備射頻識別功能	

依據計畫需求，無人機共分為酬載型及續航型兩型，依需求採用 2 型酬載型、2 型續航型投入計畫，共 4 型無人機，並首次投入 eVTOL 機種。本次計畫之 4 型物流無人機種，其中兩型因最大起飛重超過 25 公斤故提送民航局做檢驗，未超過 25 公斤之機種不需辦理檢驗，但仍需申請能力審查方可進行物流作業，機種規格如表 4.1- 2。

本年度計畫為模擬前述緊急救災物流情境，導入 1 型國產空拍無人機，以協助本計畫進行場域探勘使用，其規格如圖 4.1-1 所示。

表 4.1- 2 無人機規格說明表

項目	需求		新樂飛A650 (酬載型多旋翼)	璿元SkyGiant 2 (酬載型多旋翼)	新樂飛A610 (續航型多旋翼)	璿元SkyVTOL 2 (續航型VTOL)
	酬載	續航	檢驗	檢驗		
最長飛行時間	20分鐘	35分鐘	20 min	20 min	35 min	35 min
導控距離	15公里	20公里	15 km	15km	20 km	20km
貨物酬載重量	10公斤	5公斤	50 Kg(或38.6Kg)	10 Kg	5 Kg	5 Kg
抗風能力	6級		6級	6級	6級	6級
動力系統	電力或燃油 /混合動力		電力	電力	電力	電力
最大起飛重	—		149Kg	55 Kg	24.9Kg	24.9 Kg
空重	—		50.1 Kg	17 Kg	12.6 Kg	14 Kg
長	—		4420mm	2750 mm	1600mm	1900 mm
寬	—		4000mm	2750 mm	1380mm	(翼展)3500 mm
高	—		920mm	800 mm	800mm	660 mm
最大速度	—		64.8 km/hr	48km/hr	64.8km/hr	120km/hr
巡航速度	—		30 km/hr	36km/hr	42km/hr	80km/hr
升限高度	—		2000m	4000m	2000m	4000m
飛行進程	-		亞創>澎湖 >花蓮>亞創	亞創>澎湖 >花蓮>亞創	澎湖>花蓮 >亞創	亞創>澎湖 >花蓮>亞創
裝卸功能	—		投擲系統	投擲系統 /垂掛系統	投擲系統	投擲系統
機型示意圖						



圖 4.1-1 空拍無人機規格示意圖

2. 無人機開發過程

本計畫試飛機種導入 4 型物流無人機機種，各機體之發展功能歷程說明如表 4.1-3；其中 A650 及 SkyGiant 2 兩型機最最大起飛重量達 25 公斤以上，須辦理特種實體檢驗，期程如表 4.1-4。

表 4.1-3 計畫無人機開發進程表

機型	構型完成度
新樂飛 A650	機體：113/7/31 完成 動力：113/8/05 完成 飛控：113/8/10 完成 遙控通訊：113/8/10 完成 完成日期：113/ 8/15 電力裝置：113/8/20 完成 飛航管理系統/地面站：113/8/20 完成
新樂飛 A610	機體：113/7/31 完成 動力：113/8/05 完成 飛控：113/8/10 完成 遙控通訊：113/8/15 完成 電力裝置：113/8/20 完成 飛航管理系統/地面站：113/8/20 完成
HYTech SkyGiant 2	機體：113/7/31 完成 動力：113/8/05 完成 飛控：113/8/10 完成 遙控通訊：113/8/15 完成 電力裝置：113/8/20 完成 飛航管理系統/地面站：113/8/20 完成 載貨機構（降落卸貨）：113/8/15 完成 載貨機構（垂吊卸貨）：113/8/20 完成
HYTech SkyVTOL 2	機體：113/8/20 完成 動力：113/8/25 完成 飛控：113/8/31 完成 遙控通訊：113/9/15 完成 電力裝置：113/9/20 完成 飛航管理系統/地面站：113/9/20 完成

表 4.1- 4 無人機檢驗期程表

檢驗機種	會前會	構型確認 DRR 1	查檢表 &試飛 規劃 提交	佐證文 件 提交	佐證文 件會議	佐證文 件 審查	原型機 ★	文審會 議 DRR 2	1st 試飛 計畫 (封閉場 域)
A650 SkyGiant 2	7/29	8/7	8/30	8/30	9/6		8/31	10/1	9/20
檢驗機種	TRR/FRR /地面檢驗	特種實 體檢驗 證核發	1st 封閉 場域 飛行測 試	驗證試 飛(1st)	2nd 試 飛計畫 (實際場 域)	實際場 域★ 澎湖飛 行測試	實際場 域★ 花蓮飛 行測試	驗證試 飛(2nd)	
A650 SkyGiant 2	10/7		10/7	10/31	12/15	114/ 02/18	114/ 01/05	114/ 01/21	

3. 無人機性能驗證

為檢驗該機符合計畫需求，針對四型無人機進行最長飛行時間、導控距離、貨物酬載重量、抗風能力測試，並產出相關功能報告以驗證是否符合，測試內容說明如下。

(1) 驗證飛行時間可達酬載型 20 分鐘/續航型 35 分鐘以上。

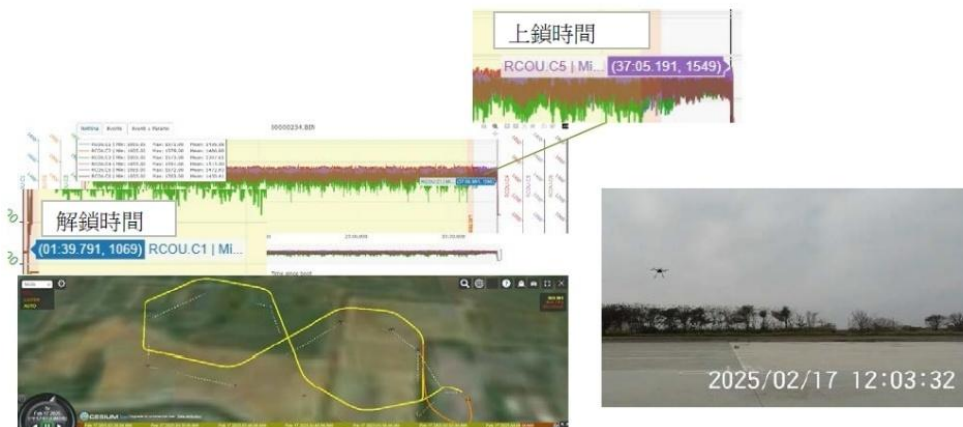


圖 4.1- 2 無人機續航性能測試圖

(2) 驗證無人機於蒲福風級 6 級風(10.8~13.8m/s)下受風，可維持穩定的飛行姿態。

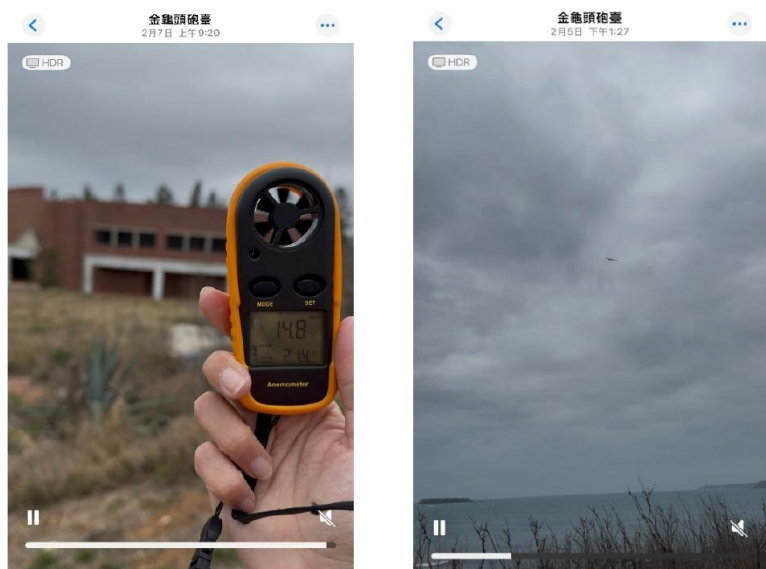


圖 4.1- 3 無人機抗風性能測試圖

(3) 無人機導控距離酬載型 15 公里/續航型 20 公里以上

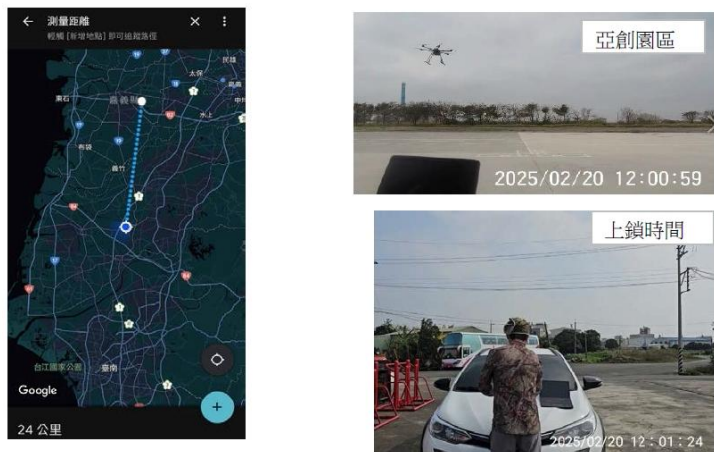


圖 4.1- 4 無人機導控距離性能測試圖

(4) 無人機酬載重量可達酬載型 5 公斤/續航型 10 公斤以上



圖 4.1- 5 無人機酬載性能測試圖

表 4.1- 5 無人機性能測試結果

測試項目	A650	A610	SkyGiant 2	SkyVTOL 2
飛行時間 20 分鐘/35 分鐘	符合	符合	符合	符合
抗風達蒲福風級 6 級風	符合	符合	符合	符合
導控距離 15 公里/20 公里	符合	符合	符合	符合
酬載重量 5 公斤/10 公斤	符合	符合	符合	符合

4. 無人機法規及認證

本計畫使用機種 A650 及 SkyGiant2 兩型機，最大起飛重量超過 25 公斤以上，依「遙控無人機管理規則」第十五條：「最大起飛重量二十五公斤以上之遙控無人機，為自行製造使用者，其所有人應檢附前項申請書，向民航局合併申請型式檢驗及實體檢驗。經檢驗合格後，發給特種實體檢驗合格證。」辦理特種實體檢驗，程序依據為「AC 107-002 遙控無人機檢驗程序申請指南 (發行日期:109.03.31)」，摘要如下：

“AC 107-002 遙控無人機檢驗程序申請指南 (發行日期:109.03.31)

四、需求說明：

(十三) 特種實體檢驗

1、申請

- (1) 最大起飛重量 25 公斤以上之遙控無人機，為自行製造、使用者,其所有人應檢附「遙控無人機檢驗申請書」，向民航局合併申請型式檢驗及實體檢驗。
- (2) 民航局或檢驗單位依照所有人針對「特種實體檢驗查檢表」，各需求項目提列之所有證明文件，進行符合性驗證與審查。

特別要求:物流無人機檢驗項目

14 CFR Part 21

[Docket No. FAA-2020-1086]

Airworthiness Criteria: Special Class
Airworthiness Criteria for the Amazon Logistics,
Inc. MK27”

本次特種實體檢驗申請，主要用於研發階段之機體開發，並於實際場域飛行驗證性能，以取得試飛許可，用於驗證原型機構性能符合計畫和任務使用需求，為因應上述需求，本次檢驗基準以「遙控無人

機重點系統審查表」及物流增訂條文「物流檢驗查檢表」做為驗證基礎。其中，「遙控無人機重點系統審查表」主要包含七大項系統，包含 1.結構安全、2.動力系統、3.電力系統、4.飛控系統、5.航電系統、6.GCS 系統、7.釋放/拋投系統，可全面性針對試驗型機種做完整考核，故以此為基礎，提出相關佐證合規文件。兩型機皆於 113 年 12 月取得檢驗核可證。

中華民國交通部民用航空局
遙控無人機特種實體檢驗合格證

編號
No. 1A2409260001-1

CIVIL AVIATION ADMINISTRATION
Ministry of Transportation and Communications
Republic of China

SPECIAL INSPECTION CERTIFICATE OF DRONE

註冊號碼 Registration NO. B-TA113004	遙控無人機之製造者及型式 Maker and Maker's Designation 新樂飛無人機股份有限公司 A650	遙控無人機序號 Serial Number A650TW0001
構造 Categories 無人多旋翼機 Unmanned Multi-Rotors		目的 Purpose 試驗飛行
限制及備註事項 Limitations/Remark： (1)本特種實體檢驗合格證僅適用於所述無人機之試驗飛行，不得用於其它飛航操作。 (2)試飛場地依本局所核准之試飛計畫為「亞創飛行測試場」，場地詳細資訊於試飛計畫中敘明。 (3)進行試飛時應確實符合民航局所核准之試飛計畫及相關操作限制、要求。 (4)最大起飛重量：149 公斤。 (5)依據民航法第九十九條之九第二項，遙控無人機所有人或操作人應負使用安全、風險管理及法規遵循等責任。		
發證日期 Date of Issue 中華民國 113 年 11 月 1 日		局長 Director General 何淑萍
本證有效期至 Valid Until 中華民國 114 年 10 月 31 日止		民航局遙控無人機檢驗合格

圖 4.1- 6 A650 機種特種實體檢驗證

中華民國交通部民用航空局
遙控無人機特種實體檢驗合格證

編號
No. 1A2409160002-1

CIVIL AVIATION ADMINISTRATION
Ministry of Transportation and Communications
Republic of China

SPECIAL INSPECTION CERTIFICATE OF DRONE

註冊號碼 Registration NO. B-TA113003	遙控無人機之製造者及型式 Maker and Maker's Designation 瑞元科技股份有限公司 SkyGiant 2	遙控無人機序號 Serial Number UG211001
構造 Categories 遙控無人多旋翼機 Unmanned Multi-Rotors		目的 Purpose 試驗飛行
限制及備註事項 Limitations/Remark： (1)本特種實體檢驗合格證僅適用於所述無人機之試驗飛行，不得用於其他飛航操作。 (2)試飛場地依本局所核准之試飛計畫，場地詳細資訊於試飛計畫中敘明。 (3)進行試飛時應確實符合民航局所核准之試飛計畫及相關操作限制、要求。 (4)最大起飛重量：55 公斤。 (5)依據民航法第九十九條之九第二項，遙控無人機所有人或操作人應負使用安全、風險管理及法規遵循等責任。		
發證日期 Date of Issue 2024/11/07		局長 Director General 何淑萍
本證有效期至 Valid Until 2025/11/06		民航局遙控無人機檢驗合格

圖 4.1- 7 SkyGiant2 機型特種實體檢驗合格證

5. 無人機資安認證

本計畫為確保進行無人機、地面控制站等產品無資安疑慮，本計畫四型機均取得中階資安檢測合格證書，檢測項目含系統安全、軟體安全、通訊安全、韌體安全等。

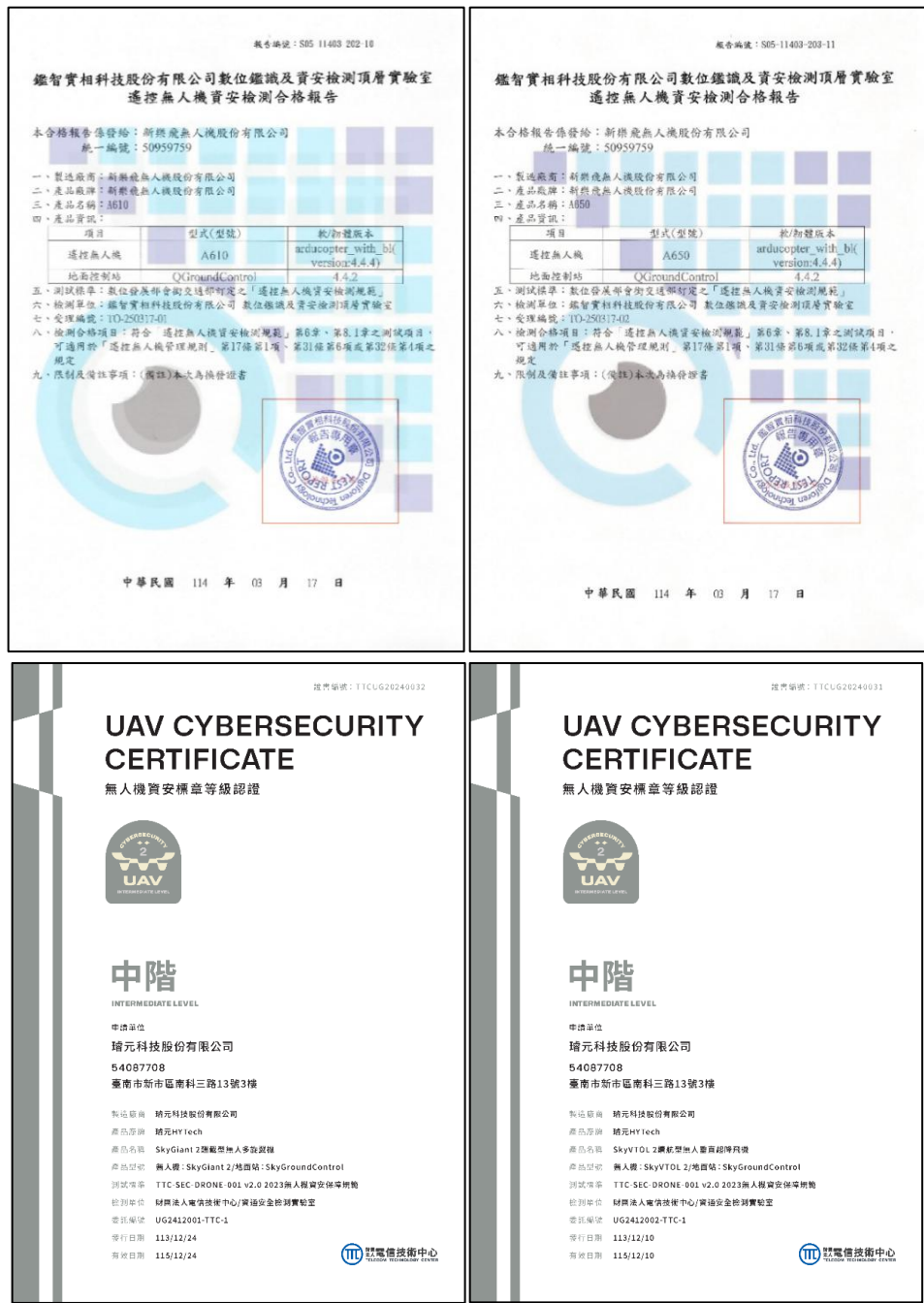


圖 4.1- 8 無人機中階資安認證證書

4.2 無人機交通管理系統

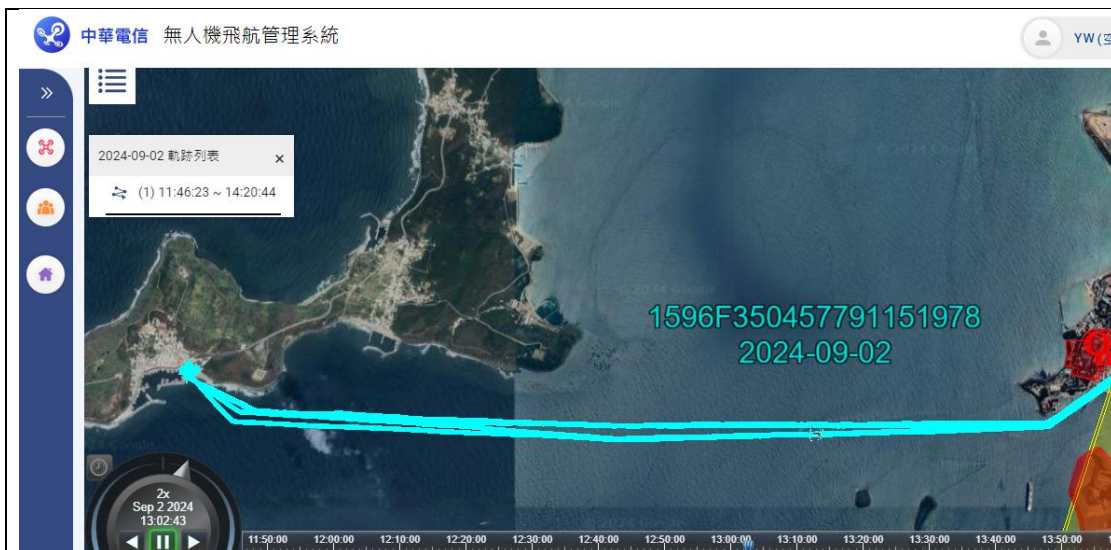
配合每型無人機於嘉義亞洲無人機 AI 創新應用研發中心視距內試飛相關活動，以及澎湖及花蓮辦理場域驗證試飛，測試網路式射頻識別 (Network Remote ID)功能及無人機交通管理系統(UTM)。本年度辦理新樂飛 A610、A650 及璿元科技 SkyGiant2、SkyVTOL2 共計 4 架機型結合前述 Remote ID 及 UTM 之驗證計畫，以下摘要說明測試成果。

1. 新樂飛無人機

(1) A610

表 4.2- 1 A610 無人機飛行測試表

無人機型號		A610		射頻識別編號	1596F35045779115 1978
序號	測試地點	測試日期	測試時間	配合於亞創測試連線累計時數	備註
1	澎湖西嶼	113. 09. 02	11:46-14:20	02:34	網路式
2	花蓮太魯閣	113. 10. 14	15:00-15:14	02:33	網路式
3		113. 10. 15	08:40-11:00		
			13:44-13:45		
			14:53-15:20		
4	澎湖馬公	114. 2. 13	09:53-13:29	3:36	網路式
測試紀錄					
1. 113 年 09 月 02 日 澎湖西嶼鄉外垵村至澎湖醫院測試軌跡					

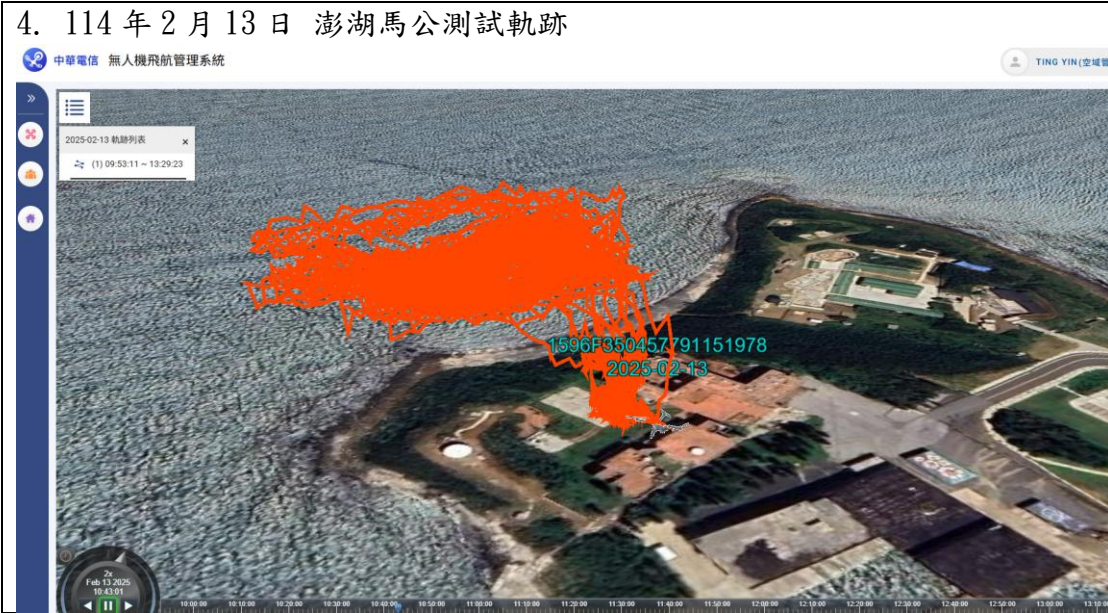


2. 113 年 10 月 14 日 花蓮太魯閣測試軌跡



3. 113 年 10 月 15 日 花蓮太魯閣測試軌跡





(2) A650

表 4.2- 2 A650 無人機飛行測試表

無人機型號		A650		射頻識別編號	1596F35045779133 1414
序號	測試地點	測試日期	測試時間	配合於亞創 測試連線累 計時數	備註
1	花蓮太魯閣	114. 1. 1 6	10:14- 11:48	3:19	網路式
			12:28- 14:13		
2		114. 1. 1 7	09:54- 11:40	2:24	網路式
			11:54- 12:32		
3		114. 1. 2 1	11:51- 12:28	1:15	網路式
			13:06- 13:27		
			15:25- 15:42		
4	嘉義亞創	114. 2. 6	11:10- 12:16	6:48	網路式
			13:54- 15:15		
			15:28- 16:10		

5		114.2.8	11:15-11:35	1:10	網路式
			13:14-13:26		
			13:54-14:07		
			14:37-14:47		
			15:50-16:05		

測試紀錄

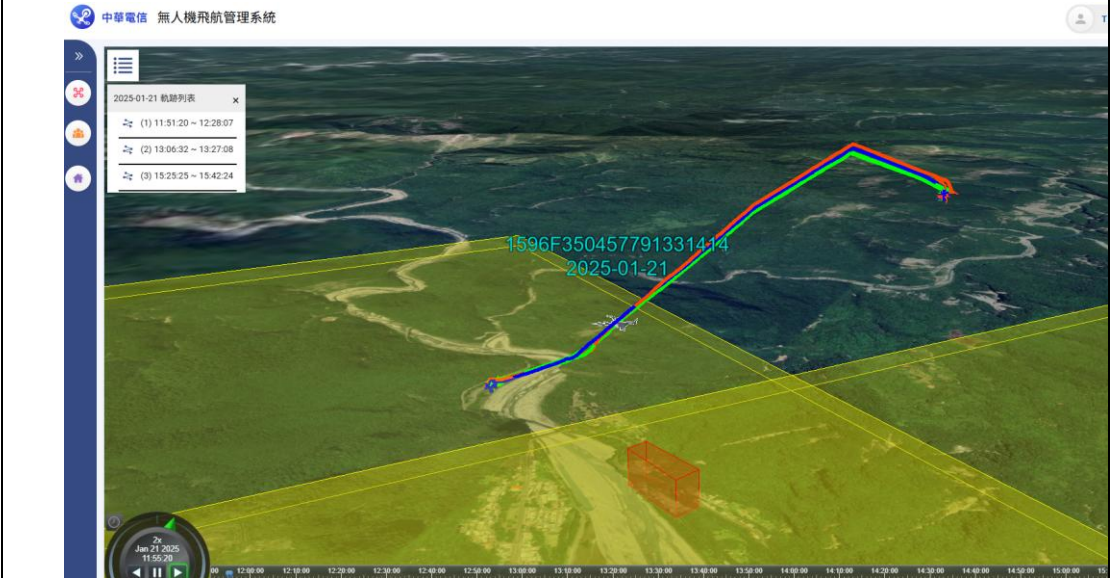
1. 114 年 1 月 16 日 花蓮太魯閣測試軌跡



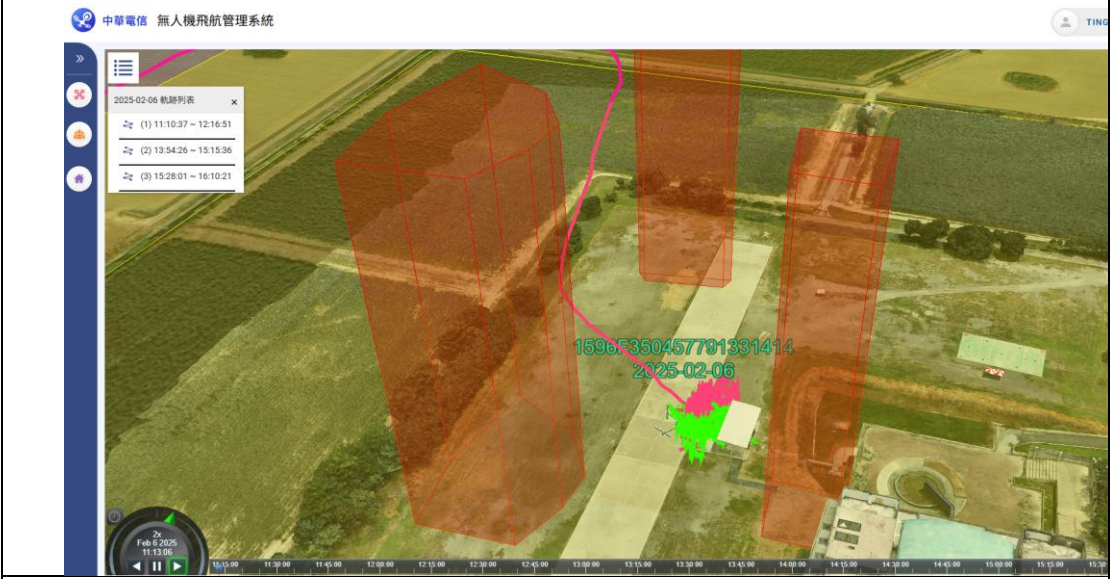
2. 114 年 1 月 17 日 花蓮太魯閣測試軌跡



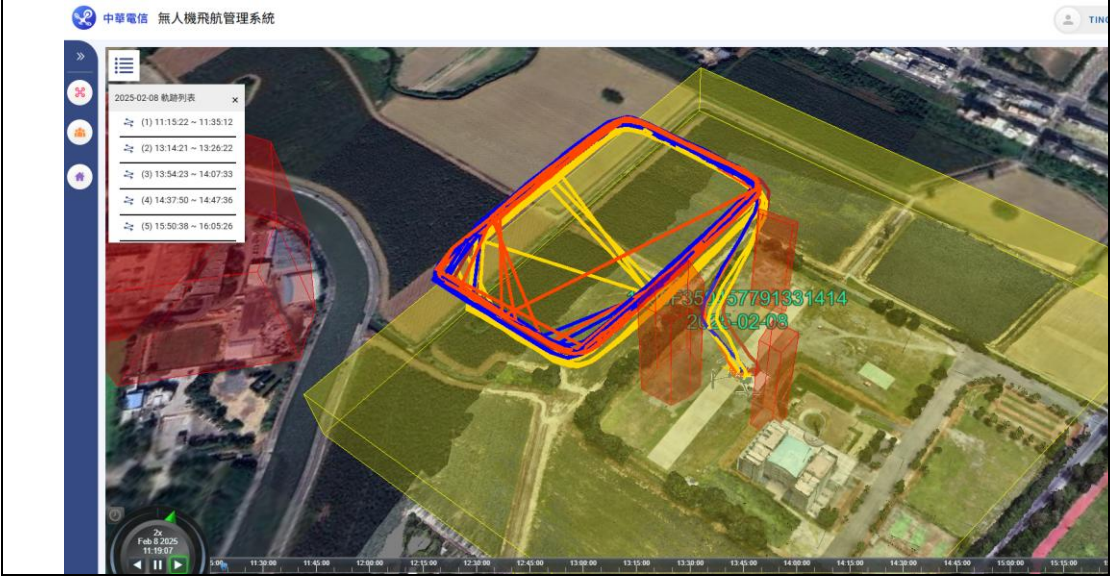
3. 114 年 1 月 21 日 花蓮太魯閣測試軌跡



4. 114 年 2 月 6 日 嘉義亞創中心測試軌跡



5. 114 年 2 月 8 日 嘉義亞創中心測試軌跡



2. 璿元科技

(1) SkyGiant 2

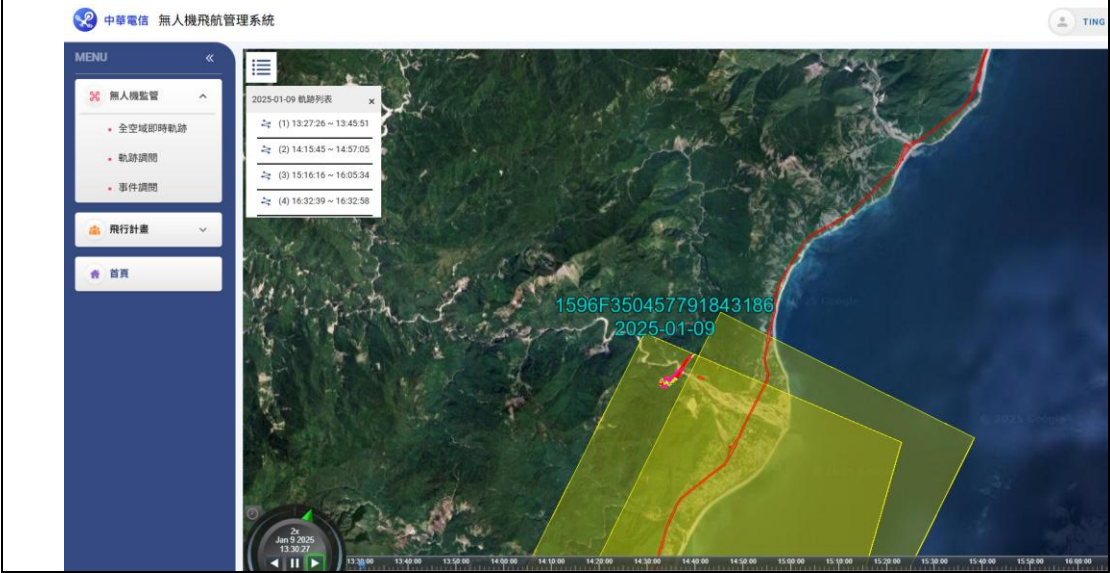
表 4.2- 3 SkyGiant 2 無人機飛行測試表

無人機型號		SkyGiant 2		射頻識別編號	1596F35045779184 3186
序號	測試地點	測試日期	測試時間	配合於亞創 測試連線累 計時數	備註
1	花蓮太魯閣	114. 1. 8	09:03- 10:46	3:04	網路式
			11:01- 11:13		
			13:18- 14:27		
2		114. 1. 9	13:27- 13:45	1:49	網路式
			14:15- 14:57		
			15:16- 16:05		
3		114. 1. 1 0	08:10- 08:47	2:26	網路式
			09:21- 10:07		
			10:21- 10:38		
			10:50- 11:20		
			11:37- 11:47		
			11:57- 12:03		
4		114. 1. 2 1	15:55- 17:43	1:48	網路式
5		114. 1. 2 2	10:05- 14:13	5:26	網路式
			15:09- 16:27		
6	澎湖馬公	114. 2. 7	10:14- 11:31	1:17	網路式
測試紀錄					

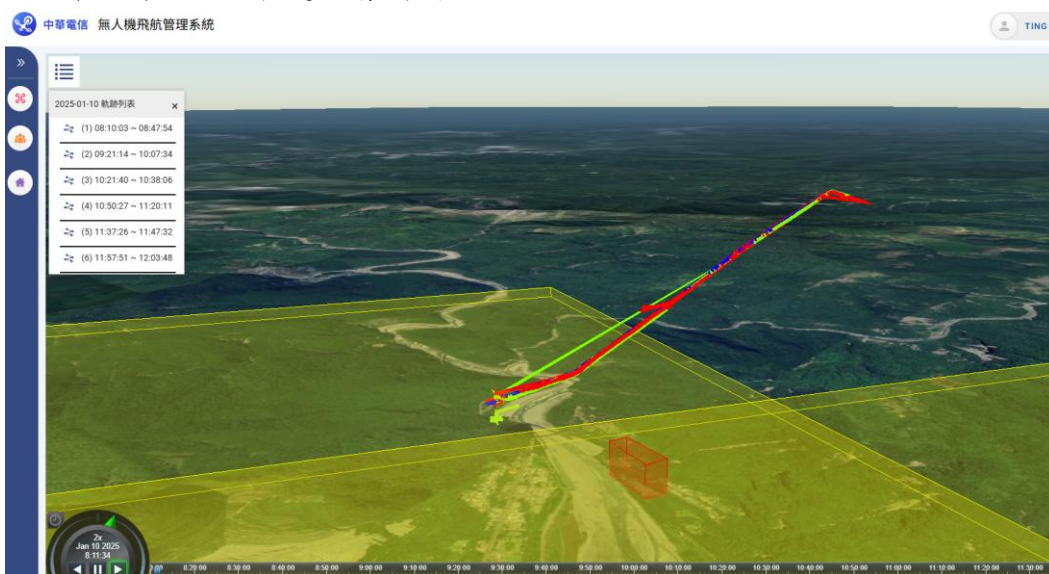
1. 114 年 1 月 8 日 花蓮太魯閣測試軌跡



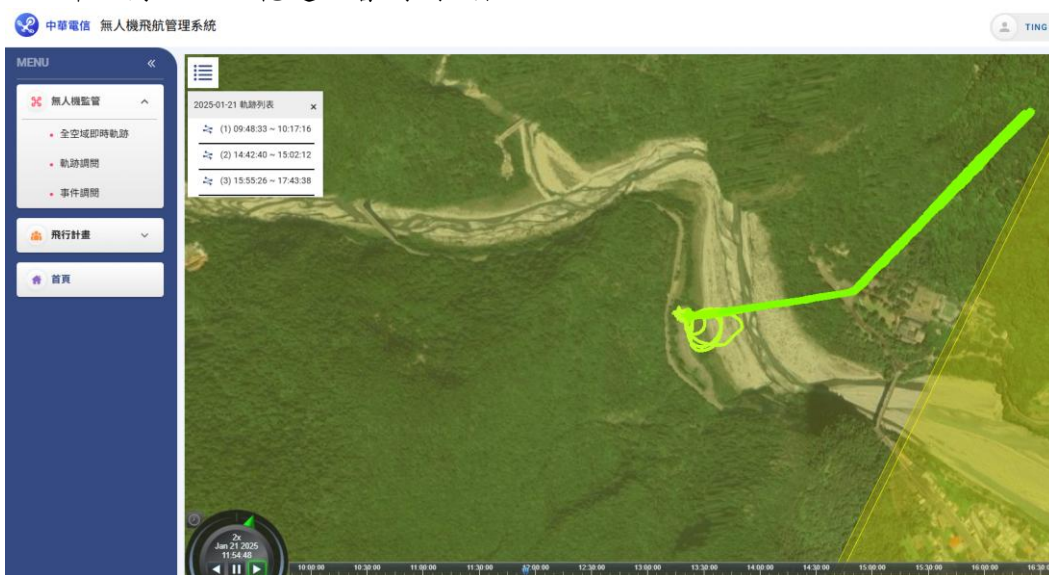
2. 114 年 1 月 9 日 花蓮太魯閣測試軌跡



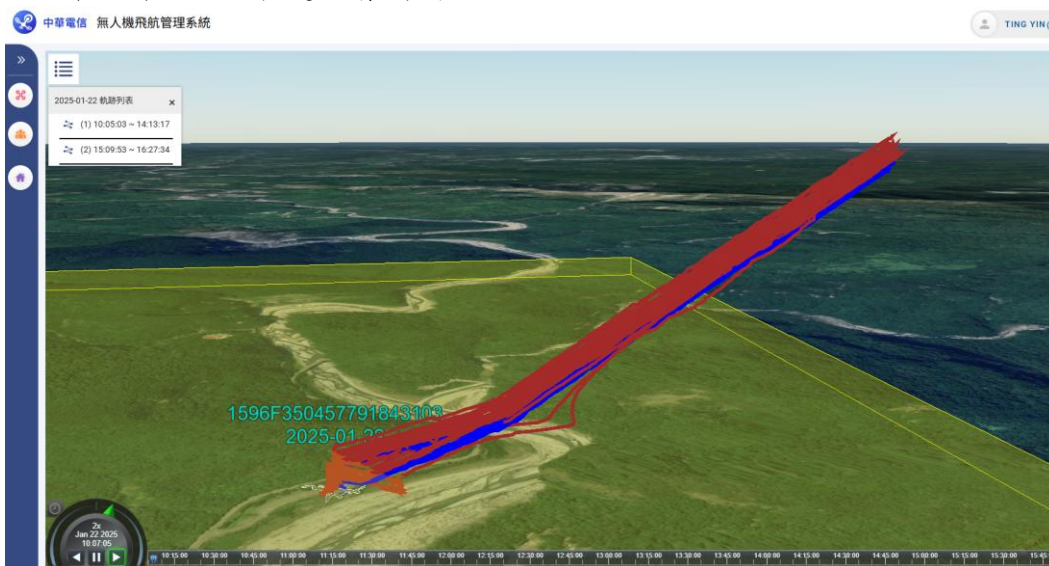
3. 114 年 1 月 10 日 花蓮太魯閣測試軌跡



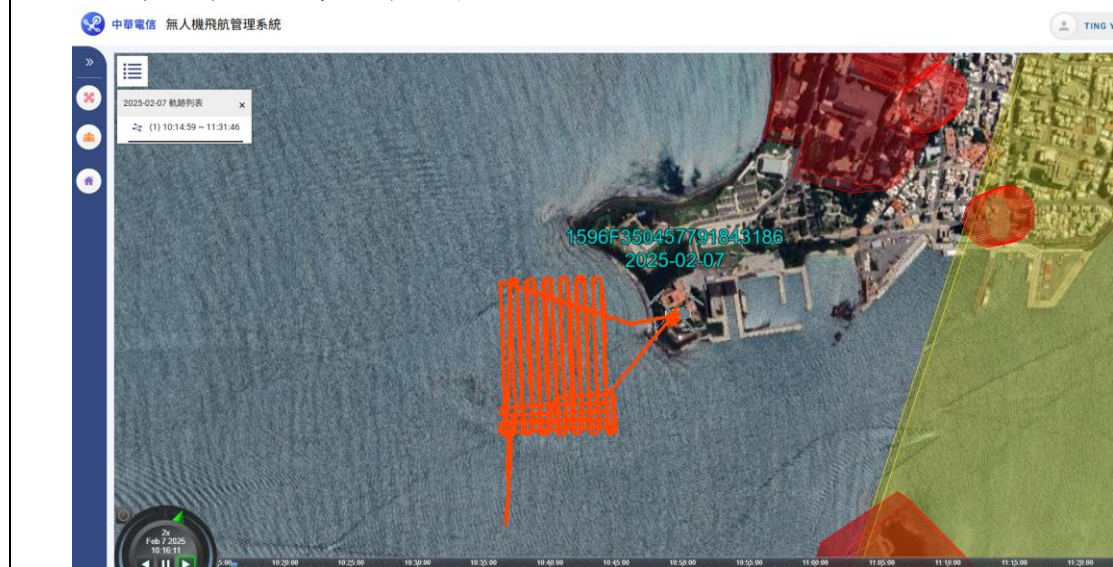
4. 114 年 1 月 21 日 花蓮太魯閣測試軌跡



5. 114 年 1 月 22 日 花蓮太魯閣測試軌跡



6. 114 年 2 月 7 日 澎湖馬公測試軌跡



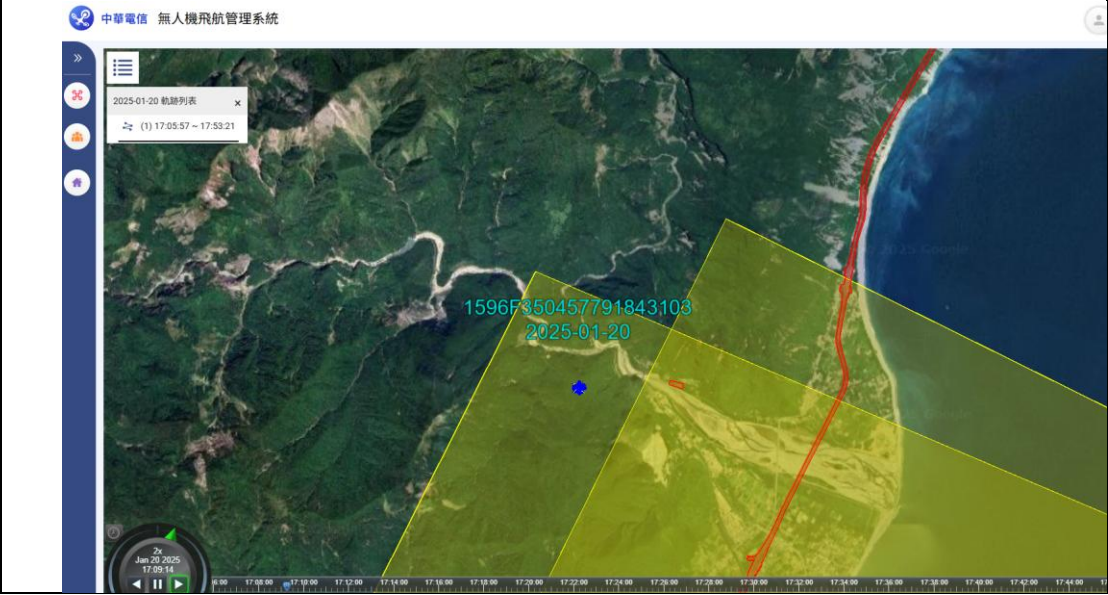
(2) SkyVTOL 2

表 4.2- 4 SkyVTOL 2 無人機測試飛行表

無人機型號		SkyVTOL 2		射頻識別編號	1596F350457791843103
序號	測試地點	測試日期	測試時間	配合於亞創測試連線累計時數	備註
1	花蓮太魯閣	114. 1. 20	17:05-17:53	0:48	網路式
2		114. 1. 21	09:48-10:17	0:49	網路式
			14:42-15:02		
3	澎湖馬公	114. 2. 5	11:29-12:09	3:05	網路式
			13:44-15:38		
			15:54-16:25		
4		114. 2. 6	09:23-11:06	2:35	網路式
			11:57-12:49		

測試紀錄

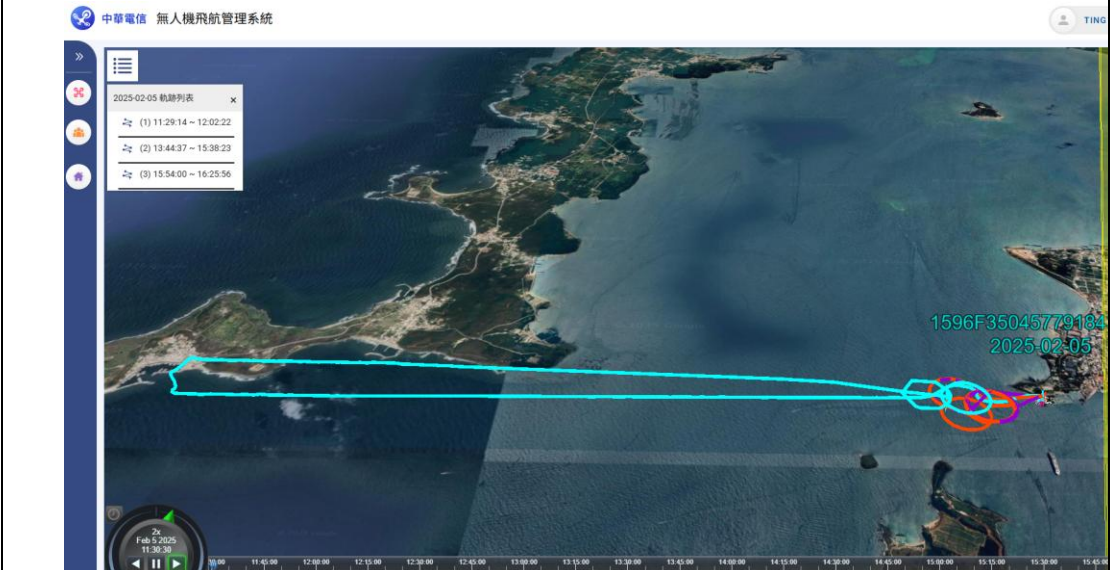
1. 114 年 1 月 20 日 花蓮太魯閣測試軌跡



2. 114 年 1 月 21 日 花蓮太魯閣測試軌跡



3. 114 年 2 月 5 日 澎湖馬公測試軌跡



4. 114 年 2 月 6 日 澎湖馬公測試軌跡



4.3 無人機物流服務軟體系統

本計畫探索無人機與傳統運輸方式的整合，包括船舶、車輛等，並進行相關測試和驗證，確保無人機在實際應用中能夠與其他運輸模式協同運作。本計畫並為使派送能有效分級和調配，開發無人機偏鄉物流運送服務系統，除可用於平時之運補外，緊急派送時可用於分級分流，整體系統架構如圖 4.3-1 所示，系統操作說明詳附件 3。

本系統之設計目標，係為便利物流作業人員可掌握緊急物流運輸時各地需求及無人機派遣規劃；使用者藉由 QR 掃描或網址進入，不論手機或平板皆可進行需求填寫，有利於未來物流運輸之應用情境，其功能介面可參考下圖 4.3-2 及 4.3-3 所示。

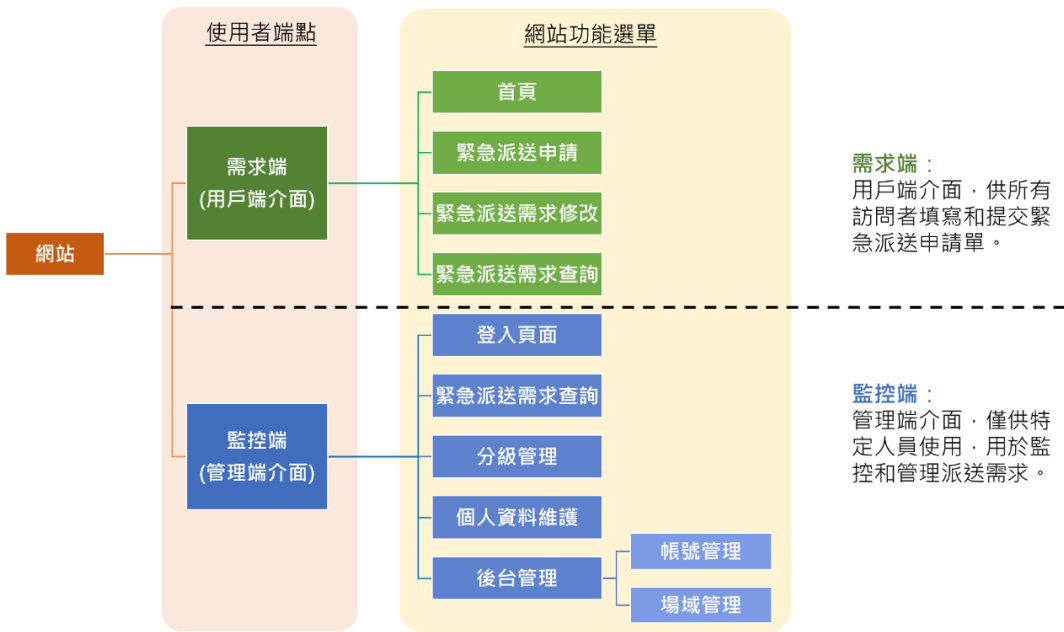


圖 4.3- 1 無人機緊急派送需求系統架構圖

無人機
緊急派送管理

縣市
嘉義 ▼
無人機場域
亞創中心 ▼

緊急派送需求查詢

分級管理

需求清單

個人資料維護

後台管理

帳號管理

場域管理



需求地點：東石鄉.....

直線距離：8.4 公里

物資：醫療紗布, 電池, 手電筒,

連絡人：林東石

連絡電話：0911-222-333

...列出所有明細

登 出

圖 4.3-2 無人機派送運輸路線顯示畫面

[illegible]

圖 4.3-3 無人機偏鄉物流運送服務網站示意圖

第五章 場域實作驗證

5.1 航線規劃

第三章已依據營運模式擇定驗證場域與模擬情境，本章節說明測試起降點、航線規劃與實際驗證情形。本計畫之航線規劃原則，以單趟距離 10 公里內、通訊品質佳且場地風險最低為優先考量。本計畫著重於驗證物流運作與操作之可行性，並建立標準化的物流流程與安全防護機制。由於 10 公里以上長距離航線受限於監控風險及相關安全法規，回顧前期計畫實際場域的飛行驗證經驗，實際場域作業常受限於安全性考量及合適飛行的天候時窗，進而增加整體物流操作的難度。因此，本次規劃將依循過往成果持續驗證並優化作業程序，以達成此次 POS 服務驗證目標。

針對離島及偏鄉航線，本計畫秉持務實角度進行規劃。有鑑於 113 年 0403 強震，造成橋樑斷裂與道路中斷等嚴峻災情，本期計畫將核心主題聚焦於「緊急運補」，並選定花蓮場域作為主要模擬場域，期能為後續的災後復原勘查及資源運補累積實務經驗。

1. 花蓮太魯閣大禮大同部落

本次偏鄉物流地點，由於經過這次花蓮強震災後評估，其中不乏出現許多斷橋或是河道兩端的運補狀況，故本次規劃以短程運補為本次偏鄉緊急運補之主軸，評估後選定「花蓮太魯閣大禮大同部落」，以模擬道路中斷或緊急物流運補情境。

(1) 空拍無人機協助場域探勘

由於花蓮測試場域屬於峽谷地形，本次導入空拍機進行場域探勘和各項降落點評估，藉由導入小型空拍機進行場域探勘，可利於大型無人機作業前先行評估場地狀況，再依評估結果採定物流機種和投放方式，以降低飛行風險，也可藉由空拍機即時影像回傳，將現場資訊即時掌握，整體而言測試效果良好，但由於位處峽谷之間，故在作業時仍需時刻掌握飛機位置與操作者位置，避免通訊中斷問題。

場域評估以分數最高 5 分，評估該區域通訊、衛星訊號、羅

盤、環境(如障礙物)狀況，以做為後續物流機進行物流投遞時，評估困難度和可行性之參據。本次評估台 8 線沿線共四個投放點，經評估均不適合無人機作業，以下為起降點評估結果。

- A. 砂卡礑步道停車場：道路封閉無法量測。
- B. 禪光寺：通訊-4 分-GPS-3 分、羅盤-4 分、環境-1 分
- C. 長春祠旁空地：通訊-3 分，GPS-2 分，羅盤-1 分、環境-4 分。
- D. 寧安橋：道路部分封閉，經評估因安全考量無法量測。

(2) 起降點及航線規劃

由於台 8 線沿線地點不適合起降作業，後續訪談交通部公路局東區養護工程分局太魯閣工務段、內政部國家公園署太魯閣國家公園管理處及大同大禮部落在地居民等在地相關單位後，擇定起降點則設立於太魯閣遊客中心附近之峽谷橋停車場，物資投放點位於大禮部落教堂旁空地，以飛過立霧溪及山脈進行常態性無人機物流作業測試。

測試期間太魯閣地區因進行地震災後復原及颱風影響，中橫公路採時段管制，部分園區亦為封閉狀態，過程中並獲得在地相關機關單位協助，故可在安全可控的範圍進行測試。經現勘後將本場域定位為偏遠地區之常態物流模擬作業，並於 114 年 1 月進行一個月之物流測試。



圖 5.1- 1 花蓮場域空域範圍示意圖

整個飛行區域以交通部民用航空局遙控無人機管理資訊系統查詢部分位於黃區，周圍無禁航區域，自然人或法人操作無人機時，限制在高度 120 公尺以下飛行，若超過 120 公尺則須另作申請。

部分位於黃區，為縣市政府限制區域，本區 200 呎以上禁止無人機飛航活動，因執行業務得經花蓮縣政府會商空軍第五戰術混合機聯隊同意後為之。



圖 5.1- 2 峡谷橋停車場起降點位置示意圖

區域座標位置：WGS84 24°10'15.86"北，121°37'35.73"東

WGS84 24°10'3.67"北，121°37'47.95"東

WGS84 24°9'23.58"北，121°37'1.40"東

WGS84 24°9'30.17"北，121°36'54.34"東



圖 5.1-3 飛行起降點(太魯閣遊客中心)

飛行起點(起點為峽谷橋停車場): 該處為大型遊覽車臨時停車處，但由於太魯閣國家公園因地震等因素封閉，無遊覽車進出，適合做為無人機起降場域 (GPS 位置: $24^{\circ} 9'29.01''$ 北, $121^{\circ} 37'1.97''$ 東)，起降點範圍 30 公尺。



圖 5.1-4 飛行投遞點(大禮部落-大禮禮拜堂)

飛行迄點(大禮部落教堂旁空地): 花蓮縣秀林鄉富世 358 號旁空地(GPS 位置: $24^{\circ} 10'7.57''$ 北, $121^{\circ} 37'45.94''$ 東)，附近及居民少，作業時請在地協助做場域管制，起降點範圍 30 公尺。

2. 澎湖縣馬公市、西嶼鄉

離島物流運補之情境選定驗證場域為澎湖地區，延續前期計畫經驗，考量離島地區特殊氣候，本次測試主要以針對離島風大之情境，進行自動物流飛行測試驗證，以掌握無人機性能規格是否能於強風下進行作業。

本計畫首先於 113 年 9 月以 A610 物流機種，對澎湖西嶼路線進行跨海試飛，評估飛機跨海物流之飛行可能，該次測試主要為試飛情境設定為澎湖醫院起飛，以人工更換電池及換貨後再飛回起飛點，該機裝載約 1 公斤物流箱體以模擬物流情境。

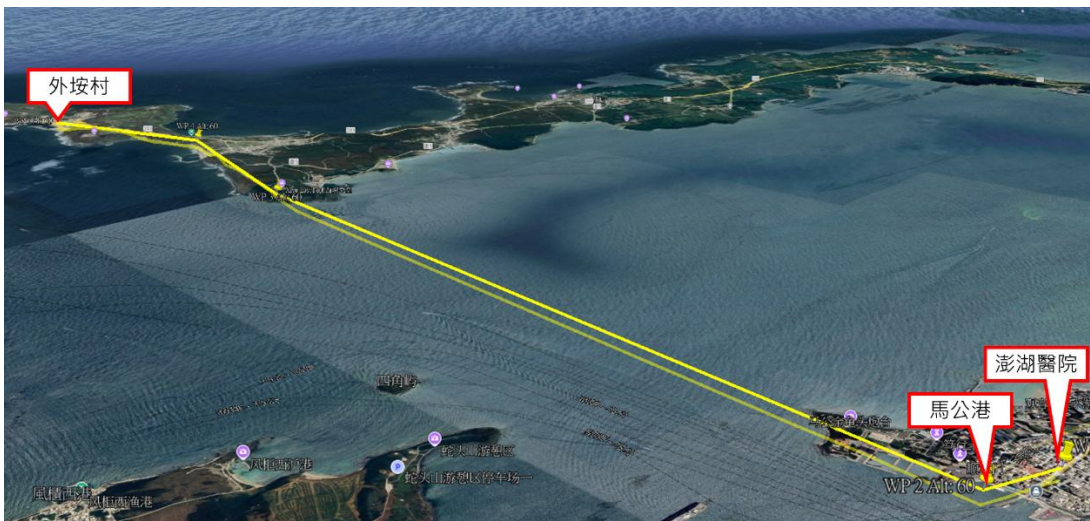


圖 5.1- 5 澎湖醫院-外垵村試航示意

後續測試，考量本次測試機種為中大型無人機且行經部分街道，基於風險控管考量，改為由金龍頭青年活動中心做為起飛點，投擲點為西嶼鄉外垵村活動中心外的籃球場，飛行距離約 8 公里，由於為離島且地勢平緩，無明顯地勢起伏或障礙物，飛行高度不超過 120 公尺。

後續定案該場域為(離島)之緊急物流投遞模擬，並於 114 年 2 月進行為期兩周的物流作業，主要模擬離島藥物或物資運輸，試飛場地規劃於金龍頭青年活動中心空地跨海飛抵西嶼鄉外垵村活動中心外的籃球場，以載貨或空載的方式進行物流作業，該航線為跨海作業，航線過程無經常性船班行經，故測試風險較低。

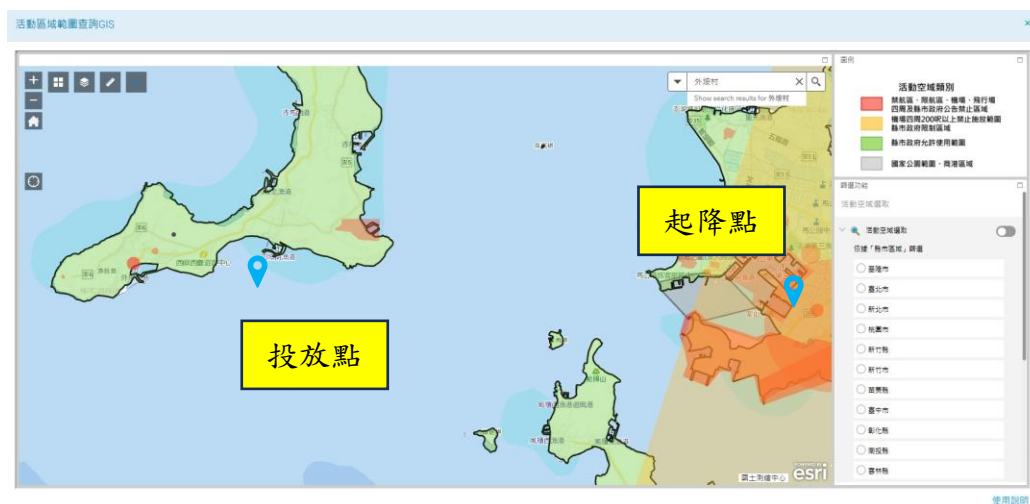


圖 5.1- 6 澎湖場域空域範圍示意圖

整個飛行區域以民航局遙控無人機管理資訊系統查詢位於灰區、綠區，除了起飛點金龍頭位在交通部航港局所管轄的灰區外，皆為綠區。四周無機場禁航區範圍，自然人或法人操作無人機時，限制在高度 120 公尺以下飛行，視天候狀況評估高度。



圖 5.1- 7 澎湖飛行航線示意圖

區域座標位置：WGS84 23°33'25.77"北，119°28'56.30"東
WGS84 23°33'58.02"北，119°29'1.59"東
WGS84 23°33'18.01"北，119°33'31.84"東
WGS84 23°33'57.75"北，119°33'32.53"東

飛行起點(起點為金龍頭青年活動中心):，該處平時為封閉狀態，過去於曾於該場域測試過，適合做為無人機起降場域 (GPS 位置: $23^{\circ}33'41.30''$ 北， $119^{\circ}33'30.90''$ 東)，起降點範圍 30 公尺。



圖 5.1- 8 金龍頭青年活動中心

飛行迄點(外垵村活動中心): 位在活動中心籃球場(GPS 位置: $23^{\circ}33'50.74''$ 北， $119^{\circ}29'0.24''$ 東)，測試時進行人員管制，起降點範圍 30 公尺。



圖 5.1- 9 外垵村活動中心

3. 嘉義縣亞洲無人機 AI 創新應用研發中心

為驗證本計畫 4 型物流無人機性能符合需求，於嘉義縣亞洲無人機 AI 創新應用研發中心飛行測試場進行測試，由於其屬不對外之封閉飛行場域，可以在安全的情況下進行相關功能及性能測試。以民航局遙控無人機管理資訊系統查詢位於黃區，是機場四週禁航區外範圍，自然人或法人操作無人機時，限制在高度 60 公尺以下飛行，因所有飛試均位於 60 公尺以下之高度，本試飛場地為合法的活動區域。

本次選定亞創園區做為實際場域之測試基地，主要做為優化物流運補流程並實現運補時數累積，由於實際場域受天候影響不利於頻繁飛行以測得作業問題，依 112 年經驗為優化並實驗運補情境模擬，若在妥善後勤運補範圍且可控安全狀況下可頻繁進行飛行測試並累積實數，模擬一般無人機物流作業，從高頻率物流作業中掌握作業風險及優化物流流程，做為物流作業精進之訓練基地。

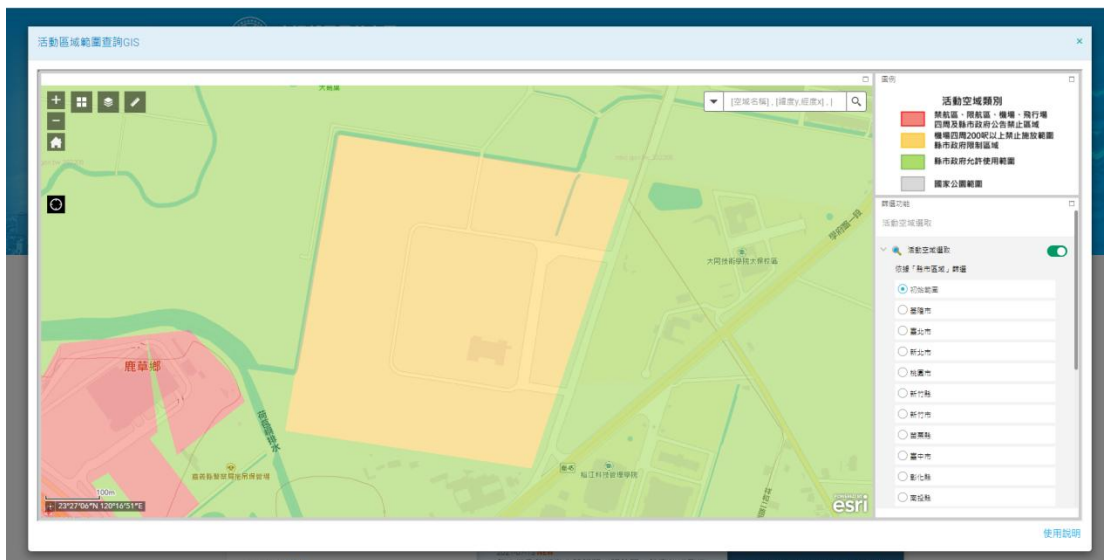


圖 5.1- 10 嘉義場域空域範圍示意圖

場域使用權已取得場地同意，與周遭建物有適當間距安全無虞。

區域座標位置：WGS84 N 23.45195°,E 120.28684°

WGS84 N 23.45213°,E 120.28566°

WGS84 N 23.44973°,E 120.28518°

WGS84 N 23.44954°,E 120.28634°

場地長 250 公尺、寬 120 公尺，符合 AC 107-003 理想的試飛場地

建議值：無人多旋翼機 25~150 公斤，場地至少長 45 公尺、寬 33 公尺。以下摘錄部分封閉場域測試科目：

- (1) PID 空載測試 (視距內)
- (2) 重量過載與結構及飛控極限操作測試 (視距內)
- (3) 重心偏移測試 (視距內)
- (4) 酬載貨物緊急釋放測試 (視距內)
- (5) C2 通信性能飛行測試 (視距內)
- (6) 數傳完全斷訊測試 (視距內)
- (7) 操作偏異飛行測試 (視距內)
- (8) 最大風速/陣風飛行測試 (視距內)
- (9) 酬載自動航行測試飛行累積 (10 小時)-(視距外)



圖 5.1- 11 亞創物流測試場域示意圖

5.2 試飛項目及飛行時數目標

本年度無人機物流運補服務驗證，主要分為三個階段進行，分別為視距內試飛、視距外試飛及實際場域驗證，藉由分階段試飛測試，以確認無人機已符合安全要求與任務需求，並藉由本計畫飛行時數累積，產出相關實務經驗，視距內場域選定具民航局認可合規場域亞創園區做為測試地，利於頻繁的安全測試，視距外則設定於亞創園區延伸至周邊綠區空域，進行試飛作業，實際場域部分則分別設定於花蓮、澎湖場域，藉由以上分階段驗證規劃，驗證無人機之性能及實際場域作業之安全與可行性。以下摘要說明實際場域試飛相關發現。

1. 花蓮場域試飛成果

本計畫於花蓮進行試飛，主要驗證山谷與峽谷地形下之飛行穩定度、通訊強度、GPS 遮蔽影響與物流流程可行性，飛行時數累積 38.16 小時，本計畫試飛之發現說明如下：

- (1). 多數航段出現通訊衰減與 GPS 訊號被山壁遮蔽之情況。
- (2). 峽谷內瞬間風速約 8 – 12 m/s。
- (3). 投遞任務於多次測試中成功完成，驗證山區航線、返航操作與物流能力皆具可行性。
- (4). 由於位於群山間，需設置中繼站以避免通訊遮蔽，故此情境須一定地面基建建設，方可暢通常態物流作業。

2. 澎湖場域試飛成果

澎湖場域以海島強側風、鹽害與 GPS 多路徑效應為主。試飛著重於飛行姿態、航跡偏移、通訊穩定性與實際投遞流程驗證。飛行時數累積 15.85 小時，本計畫試飛之發現說明如下：

- (1). 現場風速約 7–11 m/s，符合 6 級風環境。
- (2). 通訊穩定，未發生鏈路中斷。
- (3). 強側風環境下機體需進行較高姿態補償，但整體仍保持良好航姿。
- (4). 完成全航段航線、環場測試與返航流程，實現跨島飛行能力驗證。

表 5.2- 1 各試飛階段飛行時數規劃

序號	試飛項目	說明	地點(民航局核定)	飛行時數
1	視距內試飛	依據交通部民用航空局相關規定或本計畫要求，於嘉義亞洲無人機 AI 創新應用研發中心(以下簡稱：亞創園區)或其他經本所同意之場地進行視距內試飛	亞創園區	不低於20小時
2	視距外試飛	依據交通部民用航空局相關規定或本計畫要求，於經本所同意之場地進行視距外試飛	亞創園區或延伸至周邊綠區	不低於10小時
3	實際場域驗證	1. 偏鄉緊急運補	花蓮	各場所合計不低於50小時
		2. 離島物流配送	澎湖	
		3. 其他經本所同意之場域	亞創園區	
總計	-	-	-	1. 總投遞次數不低於200次 2. 總不低於80小時

5.3 場域驗證成果

1. 各機型累積狀況

本次試行共導入 4 型無人機，兩架酬載型、兩架續航型，其中由於 A650(酬載型)於 114 年 2 月初於亞創園區進行高頻率耐久測試中發生異常情況，故為安全考量全數停飛該機型，其餘 3 型機種皆完成 80 小時飛行及 200 次投遞。綜合數據整理，結果說明如下：

- (1). A610：於長時程航線與視距外任務中表現穩定，累積飛行時數最高(81.36 小時)，並於模擬物流情境中完成最高投遞量(143 次)。
- (2). SkyGiant 2：具備高重載能力，於視距外與場域航線表現良好，累積飛行 85.46 小時，完成 200 次投遞作業。
- (3). SkyVTOL 2：VTOL 機型於強風環境及跨區航線測試中展現續航優勢，累積飛行 84.52 小時並完成 202 次投遞。
- (4). A650：本計畫最大酬載機型，雖因安全考量提前停飛，仍完成初期測試並累積 22.38 小時飛行及 218 次投遞次數，對整體計畫之酬載型機種性能驗證具參考價值。

此外，部分實際場域任務中投遞次數顯示為 0，係因無人機作業手冊於 114 年 1 月方完成核定，為符合法規流程，多數機型採載貨抵達投遞場址後確認送達再載回之作業方式，故未於場域進行落物釋放。此情況無影響於載重、航行性能、場域可達性及任務可行性之驗證結果。

綜整而言，各型無人機於本次試行已充分展現其航程、續航、載重與任務執行能力，累積數據可支持後續在偏鄉及離島物流應用場景之 POB 可行性評估。

表 5.3- 1 各機型無人機場域驗證量化指標

序	飛行機體	飛行類型	量化指標	
			投遞次數 (次)	飛行累積 (小時)
1	A650 酬載型	視距內	191	7.5
2		視距外	21	10
3		實際場域	6	4.88
4			0	0
5			0	0
總計			218	22.38
序	飛行機體	飛行類型	量化指標	
			投遞次數 (次)	飛行累積 (小時)
1	A610 續航型	視距內	38	20.08
2		視距外	21	10.35
3		實際場域	12	21.33
4			0	3.3
5			143	26.3
總計			214	81.36
序	飛行機體	飛行類型	量化指標	
			投遞次數 (次)	飛行累積 (小時)
1	SkyGiant 2 酬載型	視距內	0	22.93
2		視距外	115	12.00
3		實際場域	0	11.78
4			0	2.12
5			85	36.63
總計			200	85.46
序	飛行機體	飛行類型	量化指標	
			投遞次數 (次)	飛行累積 (小時)
1	SkyVTOL 2 續航型	視距內	0	22.47
2		視距外	105	11.62
3		實際場域	0	0.17
4			0	10.43
5			97	39.83
總計			202	84.52

5.4 飛行展示與交流座談

為推廣無人機物流驗證成果並廣納各界建言，本計畫於114年1月21日於花蓮峽谷橋停車場及太魯閣國家公園管理處，舉辦「飛行展示暨交流座談會」，廣邀相關單位參與。本次活動成功模擬無人機自中橫公路至大禮部落的物資運送過程，實地驗證技術成熟度與應用效益。

本次活動邀請原民會、衛福部、太管處、民航局、公路局、中華郵政、花蓮縣消防局、秀林鄉公所、漢翔公司及同禮部落協會等單位共同參與。會議聚焦於偏鄉物資運補與緊急救災之潛力開發，所蒐集之專業意見將作為後續政策規劃與擴大應用場域之重要參考。

「無人機偏鄉物流運送服務驗證計畫」 飛行展示暨交流座談會

- 一、 辦理時間：114年1月21日(二)下午2時00分至4時00分。
- 二、 辦理地點：太魯閣國家公園管理處大會議室(花蓮縣秀林鄉富世村富世291號)、峽谷橋停車場
- 三、 辦理目的：
本計畫旨在利用無人機物流技術，提升台灣偏鄉地區的物流效率，解決因地理環境與基礎設施限制所造成的物資運送不便問題。透過建立國內無人機物流服務能量與運輸網絡，縮短偏鄉地區居民獲取日常生活必需品及其他急需物資的時間，進一步改善生活品質，縮小城鄉資源差距。為實現此目標，本計畫選定花蓮縣作為測試示範區域，針對當地地形挑戰及居民需求進行深入評估與測試。透過示範試飛與運輸模擬，展示無人機技術在實際應用中的效能。本次試飛展示活動特邀衛生福利部、原住民族委員會及內政部國家公園署太魯閣國家公園管理處、交通部公路局東區養護工程分局等單位，以及在地團體代表共同參與，期待能透過實際試飛展示以及座談會議討論收集各方需求與建議，確保無人機物流服務能確實滿足當地實際需求，並作為未來推廣至其他偏鄉地區的發展參考。
- 四、 主辦單位：交通部運輸研究所
- 五、 執行單位：新樂飛無人機股份有限公司、璿元科技股份有限公司。
- 六、 邀請單位：原住民族委員會、衛生福利部、內政部國家公園署太魯閣國家公園管理處、交通部民用航空局、交通部公路局東區養護工程分局、中華郵政股份有限公司、花蓮縣消防局、花蓮縣秀林鄉公所、漢翔航空工業股份有限公司、太魯閣同禮部落自然生態自治協進會。

圖 5.4- 1 飛行展示暨交流座談會辦理內容

表 5.4- 1 花蓮試飛展演活動議程

- 座談議題：無人機於偏鄉物資運送與緊急救災之應用潛力。
- 議程規劃：

時間	議程	地點
14:00-14:10	長官開場致詞 (林繼國所長)	峽谷橋停車場
14:10-14:40	無人機飛行展示 (中橫公路至大禮部落)	
14:40-14:50	交通接駁	
15:00-15:20	計畫簡報	太魯閣國家公園管 理處
15:20-16:00	綜合交流	
16:00	賦歸	-



圖 5.4- 2 無人機飛行展示航線示意圖



圖 5.4- 3 飛行展示暨交流座談會現場照片

第六章 效益評估與後續推動方向

6.1 社會與環境效益評估

本團隊彙整相關文獻以及參考歐洲 EASA 於 2020 年進行的 UAM 社會接受度調查結果，做為探討我國無人機運補影響評估之參考，並透過本次試驗機會，以建立的社會接受度影響要素，對相關產官學研單位之訪談或會議討論，據以評估偏鄉無人機物流應用之社會接受度；另外，針對社會接受度最高的無人機送藥服務發展，綜整我國當前相關法規之限制，以及提出共同推動之協同合作單位之建議。

1. 社會接受度影響評估要素

無人機的高機動性與克服地形障礙的能力，讓無人機的商用發展具有重大成長潛力。然而除了科技與經濟促進之考量外，由於無人機運補應用，涉及主要利害關係人群體，不可忽略「社會接受度」（Societal acceptance）的影響性。一般社會接受度考量的面向，涉及技術、營運、監管、經濟、外部環境與個人偏好等。

表 6.1- 1 社會接受度影響要素

面向	主題	內容
技術	自主程度	不可預測情況下的反應能力
	技術風險	技術故障、無人機墜毀、不可預測因素（天氣條件）的影響
	噪音	一般噪音污染、環境和健康影響、不同的噪音概況、噪音測量
	外觀設計	無人機設計之視覺特徵
營運	類型、目的與地點	使命目標、參與機構、應用地理位置
	多重用途與誤用	監視、恐怖攻擊、非法運輸
	透明度	科技可信度、合法性
監管	隱私	資料保護、資訊權
	安全	人身傷害、財產損失、貨物安全
	航域	監管空白、禁飛區
經濟	技術實用性	營運成本低、對地方實用性、多用途功能
	基礎設施與服務	易用性、即時性數位工具、大規模操作量
外部	媒體影響	媒體資訊之評論

	同儕與社會影響	社區群體的接受度
	技術術語	專業術語的理解性

資料來源：Societal acceptance of urban drones: A scoping literature review, 2023.11;

本團隊整理

國際案例研究顯示，無人機的社會接受度多以主導布署的機構為評估主體，目前研究多聚焦於「城市空中物流」與「公務應用」兩大核心，較缺乏針對「受服務大眾」的影響性評估，尤其偏鄉群眾的接受度更常被忽略。本計畫參考坦尚尼亞與馬拉威的國際發展經驗，分析大眾對無人機應用的評價：正面觀點肯定無人機具備易進入特定區域、協助政府救災應變、降低人力成本及同步蒐集氣象數據之效益；負面疑慮則集中於載重與尺寸限制，以及包裹投遞不完整或定位錯誤等技術落差。值得注意的是，大眾對落後地區無人機發展的評估，並不以「商業獲利」為核心，而更看重商業與公共服務結合的「多用途價值」，期許能以低成本、高效率的建置方式，實質提升在地居民的生活品質。依據 EASA 在 2020~2021 年於歐盟地區進行的 UAM 社會接受度調查研究，綜整其結果如下：

- (1) 大眾對 UAM 持以正面積極態度，並願意嚐試。
- (2) 大眾利益是 UAM 接受度的決定因素，大眾更傾向於可增進社會的福利，故對於偏遠地區醫藥緊急物資運送更勝於支持滿足個人需求的運輸服務。
- (3) UAM 的效益期待是更快速、更乾淨與可延伸連接性。
- (4) 對於 UAM 營運，民眾希望可有限控制以減少風險接觸，例如噪音、環境影響、人身安全、資安等
- (5) 人身安全為首要考量，大眾信賴既有的航空安全，期待 UAM 可提供相同的安全性。
- (6) 噪音是第二個考量，但對噪音的接受度主要與對聲音的熟悉度有關，另外聲音的距離、持續性與重覆性也是接受度的影響性。
- (7) UAM 可有效降低城市交通阻塞以改善地區空氣品質，而被視為可有效改善碳足跡的好方式，但另一方面，民眾也對 UAM 破壞自然生態影響的擔憂。
- (8) 因為對 UAM 的人身與資安安全的有限信賴度，故需要防制威脅的措施。

(9) UAM 與既有空域與地面基礎設施的整合，可能會影響住民生活品質或破壞城市的文化遺址。

(10) 地方政府與民眾的感受度直接受到 UAM 布署的影響，故希望可參與執行活動的角色。

2. 意見蒐集

參照國際案例，本計畫為評估我國無人機物流之社會接受度，與本計畫驗證場域花蓮同禮部落居民代表進行深度交流，探討偏鄉居民日常物流的困難點、對使用無人機進行偏鄉物流的需求及無人機偏鄉物流過程中顧慮之議題與可能造成的影響。此外，本計畫亦於 114 年 1 月 21 日辦理交流座談會，進一步探討相關議題，以廣泛蒐集意見。

本計畫彙整各界對於無人機偏鄉物流的需求、建議與社會接受度，以便全面了解無人機物流在不同情境下的應用潛力與挑戰，做為後續政策制定、技術應用及跨部會合作提供參考依據，以進一步推動無人機物流的發展方向與商業、合作模式。

表 6.1- 2 無人機偏鄉物流各界意見綜整

與會單位	困難點	需求	社會接受度
太魯閣同禮部落自然生態自治協進會李理事長惠蓮	1.當地經濟活動以種植馬告、陸蕎、劍筍等一年生作物為主，當交通中斷時農產品將無法運出，造成嚴重經濟危機。 2.當地做為登山中繼站及提供住宿，當道路中斷時造成遊客減少，更近一步減少當地居民收入。	1.緊急救難。 2.糧食及藥物等常態及緊急運補。	無人機物流可有效解決當地因道路中斷而導致農產品運輸困難及旅遊業收入衰退問題，並可在緊急狀況下提供糧食及藥物運補，對於提升社區韌性有明顯助益。
花蓮縣原住民部落永續發展協會蘇理事	1.當地物資因人力不足導致運送成本高，且運輸時間長也使農產品等貨物有變質情事。 2.民生用品不足。 3.當颱風來襲後民宅受損，當地建材不足。 4.遊客下山後遺留當地的垃圾需處理。	1.緊急物資運補。 2.協助垃圾處理。 3.協助農產品運輸。	無人機物流可有效解決人力不足、運輸成本高及運輸時間過長等問題，尤其在災害發生後能迅速提供物資支援。
中華郵政	-	-	當天災導致運輸中斷時，中華郵政願意以無人機負責運送。

原住民族委員會 參事	-	-	各單位應集思廣益增加使用目的、降低成本、應建立系統、法規鬆綁
衛服部盧科長	在天災發生時，當地居民往往因道路中斷或交通受阻，無法及時取得所需的醫療物資，影響急救與慢性病患者的用藥安全。	為確保災害發生後能迅速提供醫療支援，亟需建立無人機藥物運輸機制，以即時補給藥品，確保居民獲得必要的醫療照護。	衛生福利部刻正關注無人機在緊急醫療運輸上的應用，並於 113 年參與總統盃黑客松競賽，以「緊急醫療」為主題，探索無人機技術在災害應變中的可行性與實際應用。
交通部公路局東區養護工程分局	災後須盡快調查釐清道路受阻情形及是否有民眾受困。	-	無人機可迅速收集道路受損情況，提升災害應變效率。透過即時影像回傳與數據分析，無人機能協助判斷道路受阻程度及可能受困民眾的位置，加快搶修與救援行動。

3. 環境議題評估

依據國際案例及國內所蒐集意見，無人機作業時之噪音均為民眾重視議題，因此，本計畫針對環境影響議題做進一步探討。從國際實測資料顯示，無人機運輸相較於傳統的卡車與直升機運輸，在多個層面展現出更高的效益。首先，從環保角度來看，無人機的碳排放量遠低於直升機與柴油卡車。根據數據顯示，重型柴油卡車每公里排放 64-150 公克 CO₂，而貨運直升機每小時排放 235 公斤 CO₂，相當於每公里 11 公斤 CO₂，對比之下，中型物流無人機採用電力驅動，可實現零碳排放量。由此可見，無人機在短程物流運輸中，不僅降低了溫室氣體排放，還能促進更環保的貨物運輸方式，特別適用於需要低碳解決方案的都市物流或偏鄉物資配送。綜整歷年物流驗證計畫，採用電池方案的無人機，噪音值可控制在 80db 內，只有在懸停時噪音會較大。

表 6.1- 3 各類運具之比較

	無人機	卡車	直升機
碳排放(CO ₂)	0g/km	64-150g/km	11,740g/km
噪音(dB)	50-75dB	69-85dB	80-90dB
營運成本	電力	柴油	航空燃油
靈活度	不受道路影響	受道路影響	需大範圍起降場地及航管許可

適用場景	短程運輸、高頻配送、緊急醫療、偏鄉物流	大量貨物長途運送	緊急救援、大型貨物長距離運輸
------	---------------------	----------	----------------

資料來源：Airpelago (2024)

表 6.1- 4 無人機整合示範計畫噪音測量值

團隊名稱	經緯航太	泰世科技	田屋科技	樂飛創新
動力來源	電池	汽油	電池	電池
啟程電量/油量	電量 83%	油量 100%	電量 96%	電量 94%
剩餘電量/油量	剩餘 21%	剩餘 98%	無數據	剩餘 58.22% (中途換 3 次電池)
噪音值	73.8 dB	83.2 dB	75.2 dB	79.1 dB

表 6.1- 5 無人機偏鄉運送服務驗證第一期計畫噪音測量值

無人機廠商	奧榮科技	樂飛創新	經緯航太
動力來源	電池	電池	電池
包裹重量	5.0kg 以上	5.0kg 以上	5.0kg 以上
包裹卸載方式	懸停後採繩索垂降釋放	懸停後採拋投	懸停後採拋投
噪音(起飛時)	69~89db	70~75db	70~77db
噪音(懸停時)	63~88db	75~85db	56~83db
噪音(巡航時)	54~86db	78~85db	56~78db

4. 無人機物流效益分析

依據本計畫綜整國際研究與及利害關係人意見，對我國發展無人機物流運補之各面向評估如下：

- (1) 技術與監管面向：偏鄉地區希望透過科技來改進生活品質，並希望儘早施行。但希望儘早明確化空域監管，並有效解決禁航區的問題。
- (2) 營運與經濟面向：偏鄉地區的緊急運補為主軸，並輔以地區住民日常生活補給或是農產品銷售物流之商用功能，還可利用無人機的日常商業物流運輸，蒐集天氣、植物等數據，協助公共管理決策。但另一方面，應建立相關基礎設施，如充電站、系統平台等，以吸引無人機廠商願意在偏鄉進行物流營運。
- (3) 環境面向：無人機在實測上確實是符合 ESG 發展的新運輸工具，加上偏鄉地區人口少且分散，對於相關噪音與隱私等問題的擔憂度低。
- (4) 社會接受度：在地居民對於無人機技術的陌生性，容易受到與

論影響，也難以轉變既有行為與習慣，去使用新科技。臺灣偏鄉聚落具有「群聚」特性，可透過與在地的社區團體合作方式，來導入新科技，也可透過與原民會合作，培養地區年輕飛手，一方面創造在地新就業機會，另一方面也透過年輕族群將新科技帶入偏鄉社區的生活中。

6.2 推動過程經驗回饋與精進建議

以下整理本計畫執行過程，技術層面及行政層面之課題經驗回饋與後續精進建議，提供後續計畫及相關單位推動參考。

1. 實際場域通訊議題

在進行實際場域測試時，澎湖場域因地處空曠，較無通訊問題，但在花蓮場域，由於地勢高低起伏不定，且部分場域無設置網路基站，在執行物流作業時，部分路線或出現網路中斷狀況，雖仍可執行物流飛行作業，但斷訊的部分則會出現無法監控無人機動態情況，後續有採設置臨時中繼站等方案解決。未來若為緊急災害導致網路中斷情況，需要具有迅速布建通訊基站的能力，以減少飛行風險，本次驗證作業雖然有嘗試以小型無人機搭載中繼站提供網路訊號，但測試過程訊號回饋並不理想，未來計畫可評估開發中繼站無人機，用於緊急運補作業時使用。

2. 不同無人機構型適用性

本次物流作業，機種構型包括多旋翼及 VTOL 機型，經過花蓮及澎湖場域測試，如在花蓮場域由於屬於峽谷地形，多旋翼機可適合進行物流。至於 VTOL 機款，其垂直起降功能主要用於降落使用，若要飛至指定高度需要以固定翼模式盤旋上升及下降，但由於峽谷地形無法讓該機進行盤旋，需要至場域外海盤旋到指定高度才能飛往目標投遞，故後續該機型主要用於澎湖之開闊場域，並藉由適當風向加速盤旋飛至指定目標投遞，因此未來若進行物流作業，其機型的考量須納入其中，針對不同特性、條件之場域擇定適當機型。

3. 行政作業

由於無人機物流作業需循序完成各項法規申請程序，始得於實際場域進行物流投遞或飛行測試，實務上所需時程約達 2 至 3 個月。建議未來相關單位推動無人機物流驗證，應先行研析相關法規，並洽詢主管機關交通部民用航空局，建立聯繫管道，於申請過程密切溝通，以提升推動效率。

6.3 下階段商業營運之推動建議

1. 潛在場域分析

(1) 偏鄉及易成孤島地區

本期計畫於偏鄉地區之應用情境為災害緊急物資運送，前期計畫已彙整內政部定義，臺灣本島人口密度低於全國平均五分之一之偏遠地區，共涵蓋 65 個鄉鎮，主要分布於臺東縣、花蓮縣及屏東縣等縣市，如表 6.3- 1。偏鄉地區物流運輸服務水準不及都市地區，導入無人機物流可提供具時效性之郵件、包裹服務。惟偏鄉需求有限，現階段營運成本仍是未來推動常態營運之重要課題。

另就緊急物資運補應用，內政部於 107 年盤點全國災害發生時易成為孤島地區，盤點 15 縣市共 201 處曾經發生或可能因淹水、土石流及風災、道路橋梁中斷等災害，而導致主要聯外道路中斷且無替代道路之地區。內政部消防署持續更新孤島盤點，113 年共有 13 縣市、192 處。而主要形成孤島原因分類有三大項，包含（1）水災、淹水、（2）土石流（土石流潛勢區）、以及（3）道路、橋梁中斷，其中又以道路、橋梁中斷為主要影響，次為土石流。

在易成為孤島地區，由內政部消防署及各縣市政府提報整備資料，盤點重點項目計有避難收容所、儲備糧食及飲用水儲備、緊急通訊設備（衛星電話、偏鄉無線電或災害預警通報系統等）、道路搶修機具（挖土機、卡車、推土機等常設道路搶修機具或訂有開口合約）、直升機起降場、直升機空投點、災害防救自衛編組與辦理防救災訓練（如避難疏散演練、緊急通訊設備操作演練、災情查通報演練、防救災緊急通訊系統教育訓練等）等。

近三年易成孤島地區數以「鄉、鎮、市、區」為單位分析，可發現其主要發生地區亦變動不大，其主要成因為道路、橋梁中斷及土石流，前三地區易成孤島地區為花蓮縣卓溪鄉、台中市和平區及新竹縣五峰鄉。此類易成孤島地區多處於山區等偏遠地區，因此，擇定適當起降地點、通訊障礙及山區氣候變化等因素是後續推動重要課題。

表 6.3- 5 內政部定義屬偏遠地區之鄉鎮彙整表

縣市	偏遠地區之鄉鎮
新北市	石碇區、坪林區、平溪區、雙溪區、烏來區
桃園市	復興區
新竹縣	峨眉鄉、尖石鄉、五峰鄉
苗栗縣	南庄鄉、獅潭鄉、泰安鄉
臺中市	和平區
南投縣	中寮鄉、國姓鄉、信義鄉、仁愛鄉
嘉義縣	番路鄉、大埔鄉、阿里山鄉
臺南市	楠西區、南化區、左鎮區、龍崎區
高雄市	田寮區、六龜區、甲仙區、杉林區、茂林區、桃源區、那瑪夏區
屏東縣	滿洲鄉、三地門鄉、霧台鄉、瑪家鄉、泰武鄉、來義鄉、春日鄉、獅子鄉、牡丹鄉
宜蘭縣	大同鄉、南澳鄉
花蓮縣	鳳林鎮、玉里鎮、壽豐鄉、光復鄉、豐濱鄉、瑞穗鄉、富里鄉、秀林鄉、萬榮鄉、卓溪鄉
臺東縣	成功鎮、卑南鄉、大武鄉、太麻里鄉、東河鄉、長濱鄉、鹿野鄉、池上鄉、延平鄉、海端鄉、達仁鄉、金峰鄉、蘭嶼鄉

資料來源：內政部。

表 6.3- 6 110-113 年易成孤島地區數分佈情形表

年度	縣市數	易成孤島地區數	過去發生案例數	可能形成孤島原因 (同一地區可能有多種原因)			設直升機起降場	直升機空投點
				水災 (淹水)	土石流 (土石流潛勢區)	道路、 橋梁中斷		
113	14	193	128	25	145	171	164 (84.97%)	192 (99.48%)
112	14	188	124	25	129	163	162 (86.17%)	188 (100%)
111	14	191	126	29	138	168	162 (84.82%)	191 (100%)
110	14	191	126	31	138	166	161 (84.29%)	191 (100%)

資料來源：內政部消防署

表 6.3-7 111-113 年以地區(鄉、鎮、市、區)排名易成孤島數情況

113 年				112 年				111 年				
地區	易成孤島地區數	可能形成孤島原因 (同一地區可能有多種原因)			易成孤島地區數	可能形成孤島原因 (同一地區可能有多種原因)			易成孤島地區數	可能形成孤島原因 (同一地區可能有多種原因)		
		水災(淹水)	土石流 (土石流潛勢區)	道路、橋梁中斷		水災(淹水)	土石流 (土石流潛勢區)	道路、橋梁中斷		水災(淹水)	土石流 (土石流潛勢區)	道路、橋梁中斷
花蓮縣-卓溪鄉	14	0	14	10	13	5	13	13	13	5	13	13
台中市-和平區	13	5	13	13	12	0	0	12	12	0	0	12
新竹縣-五峰鄉	11	0	1	11	11	0	1	11	11	0	1	11
南投縣-信義鄉	11	0	11	11	10	0	10	10	10	0	10	10
苗栗縣-泰安鄉	10	0	9	9	9	0	9	9	9	0	9	9
桃園市-復興區	9	0	8	9	9	4	7	3	9	4	8	3
南投縣-仁愛鄉	9	9	9	9	9	8	9	9	9	8	9	9
花蓮縣-秀林鄉	9	9	9	9	9	0	9	9	9	0	9	9
高雄市-六龜區	9	4	8	3								

資料來源：內政部消防署

(2) 離島地區

根據歷年計畫驗證成果分析，離島運補可分為兩類型態：一為離島快捷郵件運送，郵件經分流後送至無人機起降點，由無人機遞送至外島，再由投遞人員完成派送；二為離島醫療用品運送，無人機負責與當地衛生所及藥局之間的醫療物資寄送與接收，並由無人機營運商執行相關營運。基於此，盤點臺灣各離島與本島的距離，以利後續規劃。此外，風力是關鍵的環境因素，直接影響飛行安全、操作穩定性和任務成效。離島多處於開闊海域，缺乏地形屏障，因此風力通常比臺灣本島強勁，也是進行無人機物流作業須注意之處。

表 6.3- 8 臺灣主要離島與本島的距離資訊

離島名稱	距離本島 (公里)
澎湖	50
金門	210
馬祖	190
綠島	33
蘭嶼	90
小琉球	15
東沙群島	438
南沙群島	1600

表 6.3- 9 風級與無人機操作限制對照

風級	風速範圍 (m/s)	操作規範
0-3 級 (0~5.4 m/s)	0~5.4	安全作業區 - 可執行精細任務（測繪、夜間攝影） - 農業噴灑容許範圍
4-5 級 (5.5~10.7 m/s)	5.5~10.7	限制作業區 - 需縮減飛行半徑至 500m 內 - 預留 50%返航電力 - 禁止延伸視距操作
6 級以上 (≥10.8 m/s)	≥10.8	禁飛區 - 暫停所有商規無人機作業

表 6.3- 10 全年平均風速與最強風速分析

離島名稱	年平均風速 (m/s)	最強風速時間
蘭嶼	9.0~10.0	冬季（11~12 月）
綠島	約 8.0	冬季（11~2 月）
澎湖	6.0~7.5	冬季（10~3 月）
金門	約 5.5~6.5	冬季（12~2 月）
馬祖	約 6.0	冬季（12~2 月）
小琉球	約 4.5~5.0	夏季颱風期間

2. 商業模式規劃方向

綜合本計畫驗證成果及國內外案例，分析緊急物資運補與日常物流運送兩種情境下的物流運作要素，並提出後續營運模式規劃方向建議。

(1) 緊急物資運補

緊急物資運補之情境特性為不定時、不定點且較難預測之需求，無人機需克服偏遠地區氣候及通訊課題，因此，執行此類離島、偏遠山區緊急運補之無人機廠商，需能結合高性能自主無人機與視距外作業能力，快速完成布署執行任務。同時需與欲合作的緊急運補點（如偏遠地區之醫療單位、災難應變團隊等）共同建立聯繫平臺協作。其費用可透過按次配送費或與長期合約等方式支應，此類模式不具商業可行性，因此經費來源應以政府投入為主。

表 6.3- 11 緊急物資運補運作要素

運作模式要素	內容
營運特性	• 緊急、不定時物資需求 • 需克服氣候、通訊等議題 • 可能為 BVLOS（視距外）飛行情境
目標客戶與合作夥伴	• 偏遠地區居民 • 偏遠地區診所、衛生室及醫院 • 災難應變團隊 • 地方政府組織
收益模式	• 按次緊急配送服務費（每架次計費） • 政府長期合約（如每月固定金額）
軟硬體需求	• 高性能無人機機隊 • 無人機交通管理平臺 • 緊急物流管理平臺

	• 通訊基站 • 起降場站
成本結構	• 人事成本 • 無人機系統開發、生產與維護 • 基礎設施建設和維護

(2) 日常物流運送

日常物流運送情境之特性，包括 30 至 45 分鐘內的快速中、末端配送，能彈性適應多元的貨件規格，例如餐飲、郵件、電商包裹等；在軟硬體需求方面，此類情境之營運密度及複雜度更勝於緊急物資運補，且地面人口活動密度較山區、海上為高，因此需仰賴高可靠度之無人機，並整合機隊、交通與訂單等三大管理平臺，以兼顧效率與安全。

收益模式涵蓋按件計費、長期訂閱及政府合約，藉此支撐涵蓋人事、無人機系統開發、基礎設施維護與既有營運網路，包括物流場站整合的成本。此類情境雖較緊急物資運補略具商業，為偏鄉地區仍不足以支撐商業營運，因此，公部門可與結合公民營物流業者合作，共同協力推動。

表 6.3- 12 日常運補營運模式

營運要素	內容
營運特性	• 快速配送（≤30-45 分鐘） • 最後一哩配送或中間哩配送 • 貨件規格多元
目標客戶與合作夥伴	• 偏鄉離島家庭：覆蓋 1 千~1 萬戶 • 連鎖零售：藥局/超市 • 物流企業：中華郵政、新竹貨運 • 零售連鎖：7-11、全家、全聯、在地超市 • 政府部門
通路	• 整合合作零售商、電商官網 • 手機應用程式 • 結合實體通路或物流據點
收益流	• 按件計費 • 長期訂閱制 • 政府合約

軟硬體需求	• 滿足物流商貨件規格需求之高性能無人機 • 機隊管理平臺 • 無人機交通管理平臺 • 物流訂單管理平臺
成本結構	• 人事成本 • 無人機系統開發、生產與維護 • 基礎設施建設和維護 • 結合既有營運網路成本

(3) 建立偏鄉地區無人機物流能量之持續營運模式

現階段考量無人機生產成本、技術成熟度及法規限制等因素，無論緊急物資運補或日常物流運送情境，在商業營運方面市場可行性較低。此外，偏鄉地區如有緊急災害，需從外地調派無人機及操作人力，無法及時因應需求；考量偏鄉地區交通平權及緊急物資運補之必要性，未來建議可評估由政府與民間企業合作，提供具公益性之無人機物流服務，平時提供日常物資運送，緊急時可立刻就近投入應變工作，惟相關具體執行機制，仍有待公私部門在行政面及技術面與民眾接受度等多個層面詳加研議，提供後續計畫推動參考。

6.4 下階段無人機交通管理之推動建議

無人機近年發展迅速，應用範圍從偏鄉物流、基礎設施檢測、農業監測、測繪到災害救援等皆有顯著成長。然而，隨著無人機數量及複雜作業情境的增加，如何有效整合管理低空空域並維持飛航安全，成為刻不容緩的課題。因此本計畫特別針對無人機交通管理(UAS Traffic Management, UTM)議題，依據實作經驗及各國案例，提出以下建議。

1. 持續推進 UTM 發展

參考國際 UTM、U-space 之進程，建議未來可將發展目標聚焦於風險評估、法規調適及技術服務整合。現有「遙控無人機管理資訊系統」已奠定基本管理基礎，未來可針對 UTM 服務提供者資格、空域分類原則、BVLOS 風險評估與資料交換介面等進行更細緻的法源補充及技術標準制定。中長期可朝向現行審核流程轉為自動化或半自動化，亦可因應日後在偏鄉物流、測繪巡檢及城市即時運輸的業務需求。

2. 完善 Remote ID 與國際接軌

美國、歐盟等國已陸續要求重量在 250 克以上的無人機需配備廣播型 Remote ID 設備。建議未來優先推動研訂 Remote ID 相關技術規範與法規機制；亦可協同經濟部、產業界多方協作，提供無人機製造商與使用者明確的推動時程與法規要求，俾利國內供應商開發符合國際標準之 Remote ID 產品，以形成產業升級與外銷契機，同時，也應研擬資安防護機制，以免飛行資訊被惡意截取或篡改。

3. 建立空中廊道試點

為提升無人機在城市與偏鄉等環境的安全運行，空中廊道（Air Corridor）與電子圍欄（Geo-fencing）技術亦是近年重要議題。透過分層空域及預先設定之管制航路，無人機可沿著特定走廊或管道飛行，避免與其他航空器及敏感區域發生衝突。歷次 IPP 物流運送測試時，亦有無人機廠商提出建議 5G 空中廊道試點的建議。未來可與各地方政府合作，在考量地形起伏、城市建物密度、噪音、天候風險以及緊急避讓機制後，選定適合之偏鄉場域，導入無人機空中廊道概念，持續推動區域性試驗，並以 UTM 管理無人機物流、救災等跨單位任務。在試驗過程

中同時記錄衝突偵測、飛行軌跡、緊急應變及對地面安全與環境噪音之影響，相關資料亦可做為協助未來落地化管理要點及修正法規依據，以兼顧無人機飛航的安全與實用性。

4. 強化無人機物流服務的整體效益

本次試驗與國際發展趨勢均顯示，UTM 對於無人機物流的推動具有關鍵效益。透過即時航跡監控、空域動態調度、衝突預警及任務審核標準化等核心功能，可有效提升物流飛行的安全性、時效性與可預測性；在多機隊同時運作、跨行政區路線及視距外飛行等情境中，UTM 更能提供必要的作業秩序與風險控管能力，降低因天候、空域衝突與資訊不對稱所造成的任務中止風險。此外，UTM 所建立的可追溯營運紀錄亦有助於保險、責任認定與營運稽核，形成商業化運補服務的重要制度基礎。綜整而言，UTM 不僅提升物流任務的安全與效率，更有助於我國後續在偏鄉與離島導入常態化無人機物流服務，並支撐更大規模之商業應用成長。

第七章 結論與建議

7.1 結論

本計畫延續前期計畫之概念驗證(PoC)成果，完成偏鄉與離島的服務驗證 (PoS)，為邁向下一階段的商業驗證 (PoB) 奠定基礎。綜合本計畫規劃與實作成果，提出以下結論。

1. 建構並驗證多元且務實之服務模式

本計畫深度研析國際標竿案例（如 Zipline、Wingcopter 等）與日本伊那市偏鄉經驗，並結合臺灣在地特性，聚焦於花蓮太魯閣與澎湖離島兩大場域。針對 2024 年花蓮 0403 地震後的實際災情，以及澎湖離島需求，成功建構並驗證了「偏鄉日常物流運送」、「偏鄉救災物資運補」及「離島物資配送」三種服務模式。同時，計畫亦務實推估了悲觀至樂觀情境下的無人機物流成本，為後續訂定計價機制與常態營運（日常期、急救期、救災期）提供具體量化基礎。

2. 完備軟硬體系統整合與嚴謹之法規遵循

本計畫開發具備需求端與監控端之無人機偏鄉物流運送服務系統，結合無人機交通管理系統，達成需求分級、飛行過程追蹤識別與機隊管理之目標。在無人機系統方面，導入了多旋翼與垂直起降（VTOL）共 4 款具備高酬載與長續航能力之機種（A610、A650、SkyGiant 2、SkyVTOL 2）；超過 25 公斤之大型機種更嚴格依循民航局規範，通過「特種實體檢驗」並取得合格證。

3. 克服嚴苛環境，達成場域實作與時數累積目標

本計畫於嘉義亞創園區完成基礎性能與封閉場域測試後，實際投入花蓮與澎湖進行無人機物流遞送服務驗證。在花蓮太魯閣大禮大同部落，無人機成功克服海拔落差達 760 公尺之峽谷地形與通訊遮蔽挑戰；在澎湖場域，VTOL 機型則順利克服 6 級以上之強陣風與跨海長距離飛行。各主力機型均達成累積飛行逾 80 小時、完成超過 200 次投遞之量化指標，驗證其航程、載重與任務執行能力。

4. 推廣無人機物流服務，提升社會接受度

參照歐洲 EASA 的 UAM 社會接受度調查，並實地訪談花蓮、澎湖在地居民與相關公部門單位，偏鄉與離島居民對於無人機能改善災後孤島、便捷物流運送與提升緊急醫療資源可及性之潛力給予高度期待。並且透過於花蓮太魯閣大禮部落舉辦實地飛行展示活動，邀請衛生福利部、原住民族委員會等中央、地方政府見證無人機物流之技術進展，以期共同擘劃無人機物流發展。

7.2 建議

無人機物流運送的高成長潛力下，同時需面對安全問題，技術限制、社會接受度以及需求產業之跨領域整合等課題，有賴技術面與政策面的持續精進，以下提供相關建議，以做為下一階段商業驗證發展之參考。

1. 法規與技術標準發展及調適

(1) 推動營運常態化

無人機物流屬於技術發展驗證期，現階段採專案申請試辦，建議運研所會同民航局與物流業者，將本次驗證的飛行累積實務經驗與數據轉化為後續政策參考，中長期以邁向常態營運為目標。

(2) 持續發展無人機交通管理與識別機制

建議主管機關參考本計畫驗證成果與國際案例，持續精進無人機交通管理與遠端識別機制。中長期目標將現行人工審核流程轉向半自動化或自動化，以應對未來高頻率、視距外等物流作業需求。

2. 下階段常態營運服務推動策略

(1) 初期應由政府投入資源

無人機物流的落地不僅依賴無人機飛行器本身，更需要起降場站、充電設施、通訊中繼站（針對山區訊號遮蔽）及既有物流場站與網絡之配合。此類前期基礎建設與維護成本較高，或需跨部門溝通協調，未來如發展常態營運服務，建議應由政府評估投入資源，以主導或補助方式建置基礎設施，並整合相關部門法令規定，降低業者進入門檻，促進營運服務發展。

(2) 發展公私協力營運模式

考量偏鄉日常物流需求有限，初期難以單靠商業獲利支撐。建議採用「平時與緊急結合」策略。由政府直接提供採購服務或補助等方式，協助輔導公民營物流業者投入；在此網路之上，開放物流業者與無人機廠商附加「日常民生用品及農產品」等較具有商業價值之服務，無人機平時於地方提供常態服務，緊急時投入災害應變。透過擴大應用場景，方能建立永續且具吸引力的無人機物流商業生態系，有賴後續計畫持續探討。

附件一 期中報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫期中報告

會議審查意見處理情形表

計畫名稱：IOT-113-IC016無人機偏鄉物流服務驗證計畫(2/2)—服務
模式實作與系統驗證

執行廠商：新樂飛無人機股份有限公司

審查委員/單位 之意見	執行廠商處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
(一)國家中山科學研究院航空研究所吳培欣計畫主持人		
1. 報告書第三-28頁請補上檢驗期程細節規劃圖。目前檢驗進度較預期落後，請加緊努力趕上進度。可利用25Kg以下之機型先多試飛，較能避免天候影響。	現行已安排 25 公斤級以下機種盡速進行測試，目前 A610 已在進行相關場域測試作業，惟璦元 Vtol 機款尚在進行試飛測試，後續安排於 10 月於封閉場域進行試飛作業。	同意研究單位處理情形。
2. 報告書第三-31頁表 3-3 的璦元 SkyGiant2 檢驗期程已和原先之規劃不一致，請更新。另因 SkyVTOL2 無需檢驗，可將表 3-4 刪除。	感謝委員指正，有關相關檢驗資料將進行更新，以期資料與現況相符，已更新於 4.1 節無人機系統中。	同意研究單位處理情形。
3. 報告書第四-38頁寫到已於 8 月底使用新樂飛 A610 針對澎湖西嶼路線做為跨海測試試飛，請將試飛結果或數據做較詳盡說明。	感謝委員建議，澎湖試航僅為驗證機體具跨海能力，並確認航線是否可行，故實際測試參數少，最終測試結果已補充於 5.3 節場域驗證成果。	同意研究單位處理情形。
4. 報告書第五章，請逐步建立資料庫以利後續分析評估。	感謝委員建議，將逐步建立資料庫，以做後續評估，已補充於「附件三、物流服務軟體系統操作補充文件」。	同意研究單位處理情形。

(二)龍華科技大學石大明副教授		
1. 審查會議之 PPT 內容有較多更新部分，建議將簡報新增內容宜納入期中報告。	感謝委員建議，由於部分資料近期才完成執行，已修訂於期末及定稿報告書中。	同意研究單位處理情形。
2. 本案預計執行至 114 年三月底，預期完成工作項目共計六項，宜在報告書中分項說明執行概況。	感謝委員建議，已在報告針對各項目說明執行成果，各分項狀況如報告書所示。	同意研究單位處理情形。
3. 報告書第三章，請說明新樂飛 A650 與 SkyGiant2 兩型飛機目前實體檢驗之審查情況。	現階段已於 10/16 完成 DRR2 會議，並排定 10/25 進行實體檢驗，預計於 10 月底取得試飛證，屆時將進行封閉場域試飛。	同意研究單位處理情形。
4. 報告書附件中僅見偏鄉場域規劃，未見離島物流配送規劃，請再補充。	感謝委員指導，偏鄉/離島皆已完成規劃，詳細航線測試可參照期末報告 5.1 節，針對偏鄉/離島服務模式則可參照第三章服務模式驗證執行之規劃方向所示。	同意研究單位處理情形。
5. 建議於報告書中針對時程規劃及配合營運商進行補充說明。	感謝委員建議，已於期末報告提出物流營運方案。	同意研究單位處理情形。
(三)中華民國物流協會理事長穰穎宣		
1. 建議多設計與未來商轉情境貼合之腳本(如: 夜間飛行、強風影響、多機同時飛行、最大載重飛行...等)，盡量針對特殊情境進行測試或評估。	感謝委員指導。已補充於期末報告第三章及第六章。	同意研究單位處理情形。
(四)東吳大學主任秘書賈凱傑副教授		
1. 本計畫進入期中審查階段，最大疑慮係進度落後，如研究團隊不加速辦理，恐多項	感謝委員建議，目前由於無人機檢驗進度落後，著重在加速檢驗之進程，針對其他非屬檢驗項目，已採同時並進進行規劃及撰寫，惟其作業皆需要	同意研究單位處理情形。

內容期末完成率堪憂。目前部分型號之檢驗尚未通過，可先著手本計畫中無需實驗數據之內容，以免期末進度不如預期。	點時間做研擬及評估，故後續將加速作業以期趕上進度。	
2. 報告書圖 2-2 和圖 2-3 的文字採日語敘述，建議適度中文化較便於閱讀及理解。	感謝委員指正，配合期末報告相關資料持續更新，一併將日文作中文翻譯，已修改期末報告 P.24 圖 2.2- 1 長野縣伊那市無人機配送示意圖。	同意研究單位處理情形。
3. 報告書第二章有關服務模型之部分尚無實際研究成果，建議加以補足。	感謝委員建議。實作驗證成果與相關建議已補充於期末報告第五章及第六章。	同意研究單位處理情形。
4. 報告書第三章所述之空域申請期間 9/30 已逾，請將申請結果及後續內容列入報告。	感謝委員建議，該項申請為澎湖之飛行測試，並於 9/2、9/3 完成飛行測試，因此該空域申請符合需求，後續待試飛時將另案作活動申請。	同意研究單位處理情形。
5. 可針對常態營運機制如價值定價、Hub 接駁模式作補充說明。	感謝委員建議。營運機制已補充期末報告第三章及第六章。	同意研究單位處理情形。
(五)本所運輸科技及資訊組		
1. 請研究團隊補充說明，澎湖及花蓮兩處場域規劃之使用情境、運送貨品類型、投遞機制及相關法規(如：操作限制排除、藥品運送等)。	根據兩者場域主要以物流運補及緊急運輸為主要使用情境，目前規劃澎湖主要以物流運補、花蓮則主要以緊急運輸為運補情境，但也將物流運補情境納入，並做為主要測試場域。以下概述規劃，後續實際運補物資及操作限制等將於報告中詳述： 1.物流運補(澎湖)：測試跨海飛行、抗風能力，以降落後釋放貨物，貨物類型主要以郵政信件/包裹、醫療物資為主(藥品運送待排除限制) 2.緊急運輸(花蓮)：測試跨山運補飛行、通訊問題、以垂掛釋放或降落釋放為主，危難時貨物類型以急難藥品、救難物資，平日物流則以民生用品、郵政信件/包裹、農產品等。	同意研究單位處理情形。

2. 第二章第二-17 頁表 2-4，請說明四型無人機構型開發進度。	感謝委員指導，目前 25 公斤級以下之兩架機種皆已完成原型機，惟 Vtol 屬於新款機型尚在進行飛行測試，A610 已達到於相關實際場域做試飛測試階段。 另，25 公斤級以上兩架機種，則尚在進行實體檢驗作業，預計最快於 10 月底取得試飛證，屆時將進行相關飛行作業，以完成飛行累積及測試。	同意研究單位處理情形。
3. 第三章所列各機型檢驗及開發期程，目前實際執行情形似已落後於原規劃期程，請說明執行狀況及策進作為。	現行由於屬特種實體檢驗，雖以飛行測試為優先，然相關佐證文件及安全作業仍嚴謹審查，故檢驗過程難以加速進行，但目前已與民航局商討，盡量簡化作業以飛行測定為優先，以做相關檢驗流程之加速作業。	同意研究單位處理情形。
4. 請說明 25 公斤以下無需辦理檢驗之機型 (A610、SkyVTOL)，針對本計畫需求說明書所列各項基本性能需求之測試驗證規劃。	兩架機型皆做為續航型之機種，其相關規格皆符合續航型之要求，其中酬載重量為 5 公斤，實際皆可完成相關測定，後續將於另兩架進行封閉場域試飛時，共同測定相關性能。	同意研究單位處理情形。
5. 第四章請補充說明實際場域驗證之試飛規劃，包括花蓮、澎湖及亞創園區之試飛時數飛配及期程。	現行規劃此四架機種，排定視距內 10 小時、視距外 20 小時、實際場域 50 小時(澎湖 2 小時、花蓮 20 小時、嘉義亞創 28 小時)，現行規劃花蓮及澎湖會於 12 月底完成相關測試累積，其餘項目則於明年 2 月 21 日前完成相關時數累積。	同意研究單位處理情形。
6. 研究團隊已於 9 月及 10 月分別完成澎湖及花蓮第一次試飛，請補充說明兩次試飛所發現之問題及對應措施。	澎湖測試結果，經確認需考量強陣風狀況，雖測試時風速約達 5~6 級，但仍可正常操作，未來運補需考驗強風、降雨等影響，實際測試若跨海物流，每次航行需視起降兩地風速評估是否起飛。 花蓮測試結果，經確認部分路線出現通訊中斷的問題，惟其是高山物流測試必經出現之原因，後續將評估將自動航線上設定對應反應機制，並與民	同意研究單位處理情形。

	航局商討其改善作法，以期物流運輸可更安全且規畫完備。	
(六)主席結論		
1. 本計畫目前仍處於實驗階段，請團隊加快進程，以達成本計畫需求，也能爭取早日邁向商業運轉。	感謝主席指導，目前已和民航局密切合作，將盡速加進檢驗進程，以期完成相關飛行累計。	同意研究單位處理情形。
2. 本計畫每次試飛後應於試飛結束後數天內整理飛行狀況及困難與主管機關共同召開線上檢討會議討論。	感謝主席指示，後續將與飛行團隊說明，於物流作業開始時以每天或幾日內進行視訊召開、說明當日物流狀況及困難點，以利找出原因並排除問題。	同意研究單位處理情形。
3. 本計畫之紀錄影片請不要採技術導向規劃腳本大綱，建議以人為本為需求導向，可適當搭配訪談拍攝紀錄片。	遵照辦理。計畫團隊將影片腳本，加入情境故事，針對偏鄉規劃郵務包裹與救災資源運補，針對離島之外島，設計一般醫材與緊急藥物或植體之運送情境與流程，新增在地訪談人員名單後，請專業影片拍攝公司在「以人為本」的主軸，拍出有溫度的影片，讓影片可達到向大眾溝通之成效。	同意研究單位處理情形。
4. 簡報 p.12 施行場域評估寫到花蓮空域申請已通過，實際試飛時請配合將天祥管理站納入驗證場地，以便應對緊急需求。	將遵循檢驗進程，將天祥管理站納入測試場地，以利做緊急物流運輸作業，後續也將民航局商討，針對緊急物流運輸，是否仍須採用能力審查解鎖，或另有其對應方案簡化檢驗提送流程。	同意研究單位處理情形。

附件二 期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫期末報告

會議審查意見處理情形表

計畫名稱：IOT-113-IC016無人機偏鄉物流服務驗證計畫(2/2)—服務
模式實作與系統驗證

執行廠商：新樂飛無人機股份有限公司

審查委員/單位 之意見	執行廠商處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
(一)國家中山科學研究院吳培欣計畫主持人		
1. 日本伊那市無人機物流應用已成功落實且持續運作，建議汲取其經驗，推動在國內建構一個團隊，驗證服務模式。	感謝委員指導，未來可汲取日本伊那市無人機物流應用經驗，結合地方政府與學研單位，選定特定場域進行服務模式的在地驗證，以場景導向的方式建構符合我國法規與環境條件的應用模式，以作為推動偏鄉智慧物流服務的示範案例。	同意研究單位處理情形。
2. 報告中針對無人機物流運補成本評估僅提供悲觀與樂觀二種情況的成本估算，差距甚大，應再提供一個折衷務實的成本估算，作為較合理的成本計算基礎。	感謝委員指導，已新增持平成本計算及計算基礎說明於期末報告 3.2 節。	同意研究單位處理情形。
3. A650 型無人機已獲得民航局特種實體檢驗合格且性能優異，但發生異常情況，導致後續退出試飛甚為可惜，其異常為何?是否可解決，若能解決，希望日後仍能投入服務行列。	1. 感謝委員指教，該機由於為大型酬載機體，內部線路較為複雜，雖通過特種實體檢驗之封閉測試及耐久測試，但在經過花蓮場域高濕環境後，疑似有受潮情況，導致在 114 年 2 月回到嘉義亞創(封閉場域)進行調整試飛時，因受潮原因導致起飛姿態不穩墜落，該機於事故後立即停飛，以確保飛行安全。 2. 後續經調查，如前述所提主要為線路受潮，導致內部控制出現異常，目前已進行硬體方面的檢修	同意研究單位處理情形。

	及優化，其主要作為：硬體方面，將飛控電路及動力電路分流供應，並優化線路；行為面，於高潮濕環境測試後，將打開內部線路進行檢查，並於地面進行整機運轉測試，確認線路狀況穩定再恢復飛行。後續也評估加強防潮密封處理。	
4. 有關 UTM 發展，Remote ID 和建立空中廊道試點，計畫團隊需加強與民航局溝通及合作。	感謝委員指導，目前團隊測試主要以無人機裝載 RID 做自主管理，後續若執行相關計畫，將評估與民航局合作讓 RID 納入 UTM 系統做強化管理，並嘗試於高頻率測試場域建立空中廊道，團隊已針對 UTM 及 RID 之相關規劃及建議，於 6.4 下階段無人機交通管理之推動建議提供參考。。	同意研究單位處理情形。
(二)東吳大學賈凱傑主任秘書		
1. 請補充報告中表 2-6 各無人機機型之發展功能。	感謝委員指教，已修正於期末報告 4.1 節。	同意研究單位處理情形。
2. 報告內容文字多有「將」、「期盼」等文字，請修改文字並明確表達已完成計畫內容。	感謝委員指教，已修正於期末報告。	同意研究單位處理情形。
3. 無人機物流運輸之成本分析有不合理之處，請補充各項分析內容依據及比較方法。	感謝委員指導，已新增持平成本計算及計算基礎說明於期末報告 3.2 節。	同意研究單位處理情形。
4. 請補充本研究進行之測試飛行目的為何及是否達成?例如： (1)跨海飛行希望了解海上風力、甚至於東北季風的影響，但是測試報告並未對測試時的風速、風向分析說明?	1. 本期計畫主要目的，除驗證機體性能外，更是測試性能能否滿足偏鄉、離島物流需求。因此在花蓮及澎湖場域，除進行時數累積外，也因應在地需求，實際運輸貨物以驗證物流能力。 2. 每趟飛行皆有記錄環境天氣、風速、風向等，並有紀錄機體電壓、作業影片和飛控紀錄等，惟因檔案較大，600 多趟次無法全	同意研究單位處理情形。

(2)晴天、雨天、白天、黑夜等情境以及天災後，如果停電、停止通訊是否有影響？應如何克服？完成POS 後是否能有定論？	數納入報告中，故以雲端空間進行存放，以利隨時可做資料盤點。 3. 針對跨海飛行遇強風影響狀況，由於飛行時段為 114 年 2 月期間，適逢東北季風及雨季，其作業過程如風速未達 7 級及雨勢無達到大雨狀況，在依不違反試飛計畫，依照飛手判斷可飛之情況下，皆完成飛行任務，以本次測試過程，多數為 6 級風速，且為小雨或多雲情況下，皆能完成飛行任務。 4. 原則上依照民航規定，夜間飛行、下雨等風險較高情況，會禁止進行飛行，以避免提高測試風險。針對停電狀態，對於無人機直接影響主要為網路中斷，該情境已於花蓮太魯閣場域有遇到類似情況，由於該區域海拔落差大，且網路基站位置少，通訊常出現中斷情況，本次測試有以遙控 RC 輔助(操控範圍 5 公里)與起降點設置飛手預防意外，實際上在網路通訊中斷後，飛機仍可按照自動航線進行物流運輸，惟降落時為避免降落點有人員進出，會由飛手介入降落，整體而言仍可完成任務。 5. 對於本次 POS 的執行成果，依照各家無人機業者探討解決方案，雖斷訊狀態仍可自動飛行，但因無法掌握飛機即時動態，會有盲飛的風險，因此在未來物流作業上，仍建議在物流的空中廊道中設置足夠網路基站，並演練網路中斷時，如果藉由起降兩端飛手，由 RC 適當介入飛行，以確保飛行安全。 6. 本次也有評估若於無網路狀態下，以小型無人機搭載基站，提供物流機之網路狀態，但測試過	
---	---	--

	程中尚有技術需要克服，未來該項議題將可納入緊急措施中。	
5. 報告中四-54表中，各型無人機在實際場域澎湖投遞次數均為零，請說明投遞次數為零對澎湖投遞之測試結果有無影響？	由於無人機作業手冊於 114 年 1 月才正式通過，因此多數無人機在進行物流測試時，為符合法規，採裝載貨物後抵達投放現場，經確認包裹已安全送達，及裝回貨物原路返回原點，但整體而言已驗證計畫機種皆具裝載貨物性能。詳細已於 5.3.1 各型累積狀況說明。	同意研究單位處理情形。
(三)龍華科技大學石大明副教授		
1. 有關無人機於偏鄉及離島進行運輸之成本估算宜依照實際需求預估，建議加入實際驗證情境，使成本評估更接近實際營運之情境。	感謝委員指導，已於原有樂觀及悲觀兩類情境外，增加持平成本情境分析計算，計算基礎說明於期末報告 3.2 節。	同意研究單位處理情形。
2. 有關 POB 商業驗證，請補充無人機物流運補流程之具體說明，如派遣無人機之主責機關。	感謝委員指導，已於報告第六章提出下階段商業營運之推動建議，提供後續計畫及相關單位參據。	同意研究單位處理情形。
3. 請補充說明有關 Remote ID 與 UTM 實際應用及現況。	感謝委員指導，現行 POS 第二期計畫機種，皆採用外掛裝載 RID 連線至 UTM 系統進行追蹤，可於 UTM 系統監控無人機及時飛行位置和飛行軌跡歷史，於本次計畫主要用於紀錄飛行軌跡，並掌握飛行空域狀態，並藉由 UTM 系統操作，累積系統監控時數，以了解 UTM 系統完備性，整體而言現行 UTM 主要用於監控空域狀況，未來可能會朝無人機機隊管理方向前進。	同意研究單位處理情形。
4. 請澄清 A650 型無人機於澎湖場域試飛次數為 0 之原因。	感謝委員指導，現行四架機型，遵循於嘉義亞創封閉場域測試完，再到實際場域花蓮太魯閣，最後再到澎湖場域，因此 A650 在於花蓮飛完後，於 114 年 2 月進入澎湖前因技術問題停飛，因此無累積時數。另各類構型無人機有不同適用場景，經評估高酬載	同意研究單位處理情形。

	之 A650 機型較適合花蓮情境，因此主要於花蓮進行試飛。	
5. 附件中請補充在地利害關係人至與會者名單中，以釐清在地利害關係人是否有參與會議及提供需求與建議。	感謝委員指導，本計畫在地居民主要訪談對象包括太魯閣同禮部落自然生態自治協進會李慧蓮理事長、太魯閣國家公園管理處、交通部公路局等單位，相關會議紀錄已納入定稿報告書。	同意研究單位處理情形。
6. 航線驗證結論，廊道、可靠性，目前 APP 成熟度(試用 POB、POS)如何派遣	現行派送系統，主要為將物流需求段進行分級，並可讓需求端由 UTM 系統監控飛機動態，該項系統主要用於控管物流需求，於日常物流或緊急運補時，可依照需求回報進行物流規劃，於 POS 已可驗證可做派送分級，未來若要到商業營運，尚需具備物流系統追蹤功能，以利需求端可知道該項物流預計飛行時間，故現階段由於該項功能尚待開發，只能追蹤到無人機飛行動態。	同意研究單位處理情形。
(四)中華郵政股份有限公司		
1. 綜整目前國際間對無人機物流運送的相關操作限制部分，有無規範無人機抗風能力級數？	依照美國 FAA 無明確設定風速限制，但通常會建議風速不超過 20 節（約 37 公里/小時）；歐洲 EASA 則有建議風速超過 15 節（約 28 公里/小時）時，無人機操作應謹慎操作；日本 JCAB 則是建議風速超過 10 米/秒時應避免飛行。 我國則是建議 7 級風速下不建議操作，故本計畫現行在實際場域上，皆採 6 級風速(10.8-13.8 公尺/秒)下仍可作業，並驗證無人機抗風能力至少要有六級以上。	同意研究單位處理情形。
2. 表 2-5 規劃面向：運送天候情形、規劃內容：以無強大風雨為主，請說明無強大風雨為主之標準，如 8 級以上。	感謝委員指導，現行操作上限制超過 7 級風速，即不建議進行物流飛行作業。	同意研究單位處理情形。

3. (1)本計畫提出之營運收益方式，有關日常運補採用案件計費（150-300 元/件）或月訂閱制（1 萬元/月），有低估之虞，如月訂閱制無件數限制，以 22 工作日計，$10,000/22/3=152$ 元，每日逾 3 件或每月總件數逾 67 件以上，營利將下降。 (2)另現行物流業者有無月訂閱制？	1. 考量無人機物流屬於新興科技，國內尚無商業營運案例，本計畫所提相關成本模式為初步估算，建議留待後續商業營運驗證階段探討。 2. 本計畫所提訂閱制主要參照國外無人機物流案例，我國實際推動細節仍待後續研議。	同意研究單位處理情形。
4. (1)日常運補服務機制與流程第 4 行，郵政總局請修正為郵政公司。 (2)圖 2-14 花蓮大禮大同部落偏鄉日常運補之服務流程規劃部分，目前中華郵政資訊系統尚無「無人機派送系統」，須研議商討資訊如何串接透過。 (3)平地至部落之【郵政系統郵寄】 1.居民寄信到城市部分，與【郵政系統】至平地無人機起降點取貨，一般包裹物流作業部分，建議修正為【郵政系統】至平地無人機起降點取郵件，郵件投遞作業。	1. 遵照辦理，已修正期末報告。 2. 本計畫所提出服務流程係初步規劃，提供相關單位參考；流程中包括資訊串接等細節，建議納入後續計畫研議。 3. 遵照辦理，已修正於期末報告 3.3 節。	同意研究單位處理情形。
5. 緊急醫療物資配送及救災物資運補服務皆有相關法規限制（如	遵照辦理，已修訂於期末報告圖 3.3-6；另本計畫所提出服務流程係初步	同意研究單位處理情形。

第五-67 頁-表五-2 無人機運送藥品相關法規及限制) 及相關的權責單位辦理，如救災物資運補部分，除內政部外、各地方政府社會局負責，中華郵政需透過採購案才能得標承辦，建議圖 2-16、圖 2-18 之服務規劃部分酌予修正為各該相關負責單位。	規劃，提供相關單位參考；流程中相關細節，建議納入後續計畫研議。	
6. 商業化模式發展：第 4 行…，以吸引廠商加入，而廠商可再新增平時日常用品的運補服務，以增加獲利性，才可具有吸引廠商投入…。建議明示「廠商」係指物流業者、無人機業者或其他業者。	遵照辦理，已於報告書 1.2 節說明本計畫產業界研究對象包括物流業者及無人機業者；並修正報告書中相關內容。	同意研究單位處理情形。
(五)臺灣無人機大聯盟吳盟分會長		
1. 樂見運研所持續推動無人機於交通領域之應用，並肯定本計畫研究團隊之努力。	感謝委員肯定。	同意研究單位處理情形。
2. 建議民航局應適度公告無人機物流運送之航路規劃及相關指引，以便業者發掘商機及開發潛在應用場景。	敬悉。	同意研究單位處理情形。

3. 2029 年智慧運輸世界大會將在臺灣舉行，建議可思考呈現無人機物流等創新應用，以展現台灣於無人機領域的量能。	敬悉。	同意研究單位處理情形。
(六)交通部航政司(書面意見)		
1. 查本案已完成「偏鄉緊急運補」、「離島物流配送」之服務驗證，其中二-26 頁已初步分析無人機物流成本，並提出營運收益方式包含日常運補、緊急運補與技術授權，其中日常運補每件 150-300 元或每月 10,000 元，考量未來推動方向尚包含商業驗證，建議可再與其他物流方式之成本進行比較，以確保其商業發展可行性；另亦建議可將執行中所遭遇之問題以及相關解決方案納入期末定稿報告。	1. 考量無人機物流屬於新興科技，國內尚無商業營運案例，本計畫所提相關成本模式為初步估算，建議留待後續商業營運驗證階段探討。 2. 有關計畫執行中遭遇之困難與經驗，已補充於報告書 6.2 節推動過程經驗回饋與精進建議，提供未來推動參考。	同意研究單位處理情形。
3. 本期末定稿報告中尚有部分錯字（二-20 太魯閣遊客「新」心、二-29 中間「哩」端點、三-46/49 酬載重量「噢」最大飛行時間、七-84 初「其」成本）、漏字（3-41 主	遵照辦理，已修正於期末報告書中。	同意研究單位處理情形。

【要】以)，以及不明空格（二-20），建議再予通盤檢視修正。		
(七)本所運輸科技及資訊組		
1. P 一-8 標號錯誤，請修正。	遵照辦理，已修正於定稿報告書中。	同意研究單位處理情形。
2. P 一-10 本(第二年)期計畫成果請再充實，納入具體完成事項及量化指標。	遵照辦理，已補充具體完成事項及量化指標於期末定稿報告第一章。	同意研究單位處理情形。
3. 本期計畫已屆期，內文及圖表有”暫定”、”預定”等用語請一併修正並標明實際執行日期。	遵照辦理，已修正於定稿報告書中。	同意研究單位處理情形。
4. 本期計畫澎湖飛行時數較少，係考量澎湖地區氣候特性，影響無人機任務執行，故請分別就技術層面補充說明適應當地氣候應精進之無人機性能與相關基礎設施，以及營運層面適合之服務模式。	1. 由於澎湖飛行場域為 114 年 2 月，適逢東北季風和雨季，該項對於多旋翼機種較不利，且與 VITO 機款空域重疊，由於 VTOL 機款適合開闊場域進行試飛，為考量飛行累積經驗及空域問題，優先將飛行時數以 VTOL 機款進行測試，以測得在離島場域狀況下，飛行的狀態及物流能力，整體而言飛行狀況良好，其 VTOL 固定翼和多旋翼的結構，適合於開闊場域做盤旋飛行，抗風能力佳。 2. 由於離島位置通常為強風狀態，且裝載貨物一般不多，以郵件或簡易物資做運補為主，故未來若針對離島澎湖場域，建議優先採用 VTOL 機款進行物流作業。	同意研究單位處理情形。
5. P 二-26 有關成本評估，人力成本僅計入飛手薪資，其餘工作	遵照辦理，已修正於期末報告 3.2 節，新增持平情境，並說明計算基礎。樂觀情境係指無人機採完全自動	同意研究單位處理情形。

人員是否應考量?，此外，樂觀情境飛手薪資為零，惟依照情境敘述，仍需人員遠端監控，是否合理，請再評估修正。	操作，僅需遠端監控，故未納入飛手薪資。	
6. 第三章及第七章結論提及無人機交通管理系統之推動建議，請再補充說明該系統對於推動無人機物流服務之效益。	遵照辦理，已針對交通管理系統之推動無人機物流服務效益進行說明，可參照 6.4 下階段無人機交通管理之推動建議所示。	同意研究單位處理情形。
7. 第七章篇名請更正為結論與建議，結論之內容請加強具體執行成果，並加以論述，而非僅條列內容；另請補充本計畫執行過程遭遇之困難，以做為後續推動之參考。	遵照辦理，第七章篇名已修正；另遭遇之困難與經驗，已補充於報告書 6.2 節推動過程經驗回饋與精進建議，提供未來推動參考。	同意研究單位處理情形。
8. 請計畫團隊補充計畫執行過程所遭遇實際困難以做為後續推動無人機物流運輸之參考。	遵照辦理，已補充於報告書 6.2 節推動過程經驗回饋與精進建議，提供未來推動參考。	同意研究單位處理情形。
(八)本所運輸安全組		
1. 有關澎湖場域選定之外垵村飛行路線，位於澎湖灣內，風速相對和緩之地區，若靠近外海地區，其環境風速將更為強烈，請建議補充說明無人機如遇七級以上風速之處理方式。	如遇 7 級風速則會暫緩進行物流投遞，主要考量為避免飛行安全，包裹或飛機會掉落海中造成危害，但未來若在封閉場域可驗證機體具可抗風達 7 級以上，將可向民航局申請，在安全且可控的情況下進行物流運輸。	同意研究單位處理情形。

2. 於花蓮場域運補模式，若按照目前規劃的服務模式，其營運的成本較高，請補充說明後續落地應用之構想。	遵照辦理，考量現階段無人機物流營運成本，建議未來可評估由政府與民間企業合作，平時提供日常物資運送，緊急時可投入應變工作；請參考期末報告 6.3 節提出下階段商業營運之推動建議。	同意研究單位處理情形。
3. 請補充說明無人機遭遇無手機訊號、停電等狀態，無人機物流服務之應對方式。	感謝委員指導，如遭遇此類情形，若非緊急狀態，則會停止飛行，但若為緊急物流狀態，會採自動航行搭配 RC 遙控器進行多方操作，並評估裝載無人機中繼站提供網路資源，以利監控飛機狀態。	同意研究單位處理情形。

(九)主席結論

1. 感謝新樂飛無人機股份有限公司以及相關團隊的努力，本計畫為兩年期計畫之第二期，請團隊加強兩年期計畫之各階段成果彙整、結論與後續研究建議，以做為後續計畫之參據。	遵照辦理。	同意研究單位處理情形。
2. 本期計畫目標為服務驗證(PoS)，並銜接下階段商業營運驗證(PoB)，請本所業務單位(運資組)於規劃下階段研究計畫時，依據本期計畫之成果，再次思考各階段 PoS、PoB 之定義與範疇，據以訂定後續計畫之研究目標與工作項目。	敬悉。	同意研究單位處理情形。
3. 審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，請新樂飛	遵照辦理。	同意研究單位處理情形。

無人機股份有限公司整理「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。		
4. 本計畫經徵詢審查委員意見，報告初稿審查通過，請新樂飛無人機股份有限公司於114年3月28日(五)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、物流服務軟體系統操作補充文件



無人機緊急派送系統

網站系統功能規格書

目錄

目錄.....	117
文件維護紀錄	118
第一章、專案概述	119
1. 專案編號_名稱.....	119
2. 目標與範圍.....	119
第二章、功能需求	120
1. 需求端	120
2. 監控端	120
第三章、系統架構設計	121
1. 系統規格 & 框架.....	121
2. 系統架構圖.....	122
3. 系統模組結構.....	122
第四章、資料庫設計	123
關聯資料庫(PostgreSQL).....	123
第五章、網頁設計	125
1. 網站地圖.....	125
2. 需求端	126
2.1. Home – 首頁	126
2.2. Apply – 緊急派送需求申請	127
2.3. Modify – 緊急派送需求修改.....	129
2.4. Query – 緊急派送需求查詢.....	130
3. 監控端	131
3.1. Login - 系統登入頁面.....	131
3.2. Home – 系統首面.....	132
3.3. RequestQuery – 需求查詢.....	133
3.4. UngradedList – 分級管理.....	135
3.5. Grading – 分級管理 – 分級設定.....	136
3.6. RequestList – 需求清冊.....	137
3.7. Personal - 個人資料維護.....	139
3.8. Management - 後台管理.....	140
第六章、部署設計	144
1. 基礎架構.....	144
2. 佈署過程	144

文件維護紀錄

v1.0	2024.10.04	許曉青	1. 初版。

第一章、專案概述

1.專案編號_名稱

IOT-113-IC016_無人機緊急派送系統

2.目標與範圍

目標

- **提供緊急物流需求的通報:**透過系統收集詳細需求、配送時間地點等資訊確保物資準確配送。
- **精準掌握災情需求分布:**地圖顯示無人機場域及需求位置，並算出直線距離，以利無人機派送。
- **提供需求分級:**利用系統做需求急迫性分級，優化無人機調度順序，提高物流派送效率。
- **確保系統安全與權限管理:**提供用戶管理與權限控制，確保不同角色的用戶能夠正確訪問系統功能。

● 範圍

1. **需求端：**用戶透過網頁端口填寫緊急物流派送需求，包括需求原因、物資的內容、投遞位置、及聯絡窗口等內容進行填報。用於收集緊急物流需求。

2. **監控端：**系統管理者可以通過網頁介面查看各地的需求投遞位置與無人機的相對距離，並

依據任務的急迫性進行分級管理。該端口同時提供即時地圖展示功能，幫助管理者掌控無人機的位置與任務分佈，從而進行有效的無人機派送。

第二章、功能需求

1.需求端

- **需求申請**：用戶可以透過此功能提交緊急派送需求單，填寫包括需求原因、物資內容、投遞位置、聯絡窗口等資訊。
- **需求修改**：用戶可以依據已提交的需求 ID 和 Email 修改尚未受理的需求單，便於用戶根據實際情況調整需求內容。
- **需求查詢**：用戶可依據提交後的需求 ID 和 Email 來查詢當前需求單的處理狀況。

2.監控端

- **需求查詢**：地圖會顯示各地的投遞位置, 選擇無人機場域後可快速帶到該場域地圖，用戶可以點選地圖上的需求圖示來查看各需求的詳細資訊等。
- **分級管理**：依據各任務的急迫性，進行分級管理，以便於優先處理緊急需求，提高無人機派送的效率。
- **需求清冊**：此功能提供查看所有已提交需求的列表，並支援下載需求清單的 Excel 檔案，以便於進行需求派送和資料分析。
- **用戶管理與權限控制**
 - 登入用戶可以查詢、分級需求。
 - 系統管理員可以為不同用戶分配角色。並控制其訪問和操作權限。
- **場域管理**：系統管理員可以設定場域，用於查詢需求時，快速定位無人機場域。

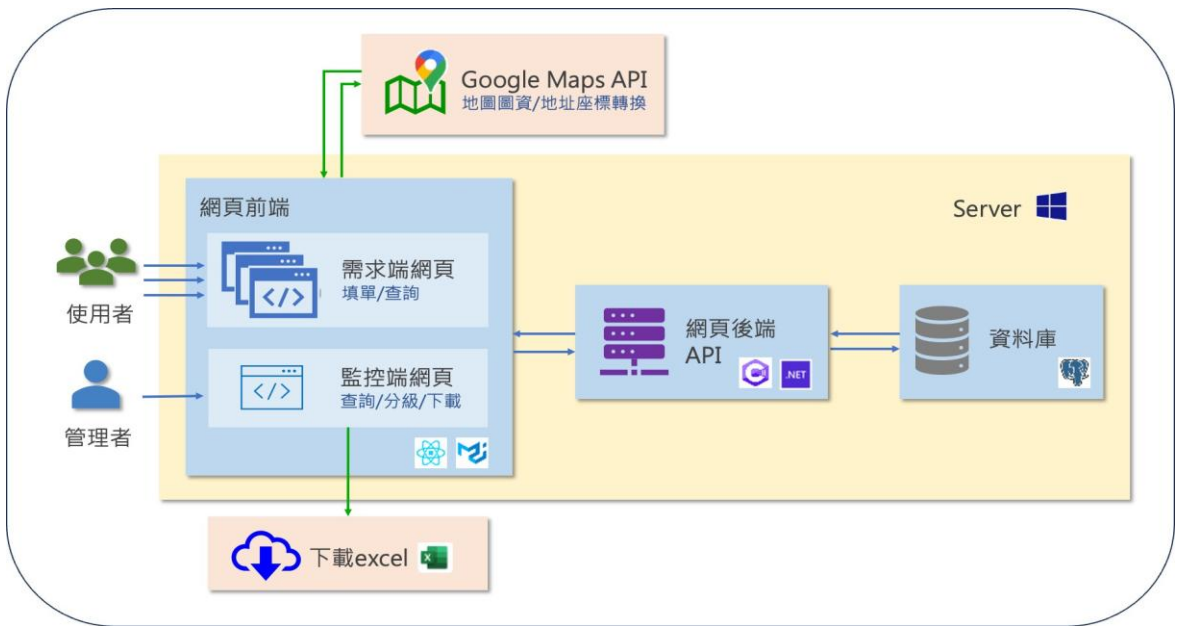
第三章、系統架構設計

1.系統規格 & 框架

- 硬體要求
 - CPU：至少 2 核心以上的 CPU，以應對高併發請求。
 - 記憶體：至少 8 GB 以上，以保障多個容器和數據庫的運行。
 - 硬碟容量：最小 40 GB 可用空間，以應對數據庫和日誌的儲存需求。
- 網路要求
 - 內部網絡：所有服務器必須在同一內網中，保障低延遲通訊和數據傳輸。
 - 外部訪問：Web 前端和 API 需開放相應的端口給外部訪問，通過 HTTPS 實現加密通信。
- 作業系統：  windows server 2022 (Azure VM)
- 資料庫：  PostgreSQL 14.12
- 網頁伺服器：  IIS 10.0
- 網頁前端 (Web Frontend)
 - 程式語言：  HTML、  Java Script、  CSS
 - 網頁框架：  React、  Material-UI
- 網頁後端 (Web Backend)
 - 程式語言：  C#
 - 系統框架：  .NET 8 ( ASP.NET Core)
- 第三方服務：  Google Maps Api
 - Maps JavaScript API
 - Geocoding API

2.系統架構圖

圖 1. 系統架構圖



3.系統模組結構

- **網頁前端**：這個模組與網頁後端 API 進行資料交互，以獲取並顯示數據。
 - **需求端網頁**：提供需求端填寫需求，負責收集需求詳細資訊。
 - **監控端網頁**：提供管理者察看需求明細及分佈、對需求做急迫性分級並能下載需求清冊。
- **網頁後端 API**：這個模組負責處理網頁的資料顯示需求及與用戶的資料交互操作，透過 API 將需求明細接收後寫入資料庫，或是將數據回傳至前端。
- **資料庫**：核心數據儲存模組，負責儲存需求明細、用戶數據等，並提供數據檢索功能。

第四章、資料庫設計

關聯資料庫(PostgreSQL)

- 資料庫結構設計

資料庫包含以下主要表格，用於支持系統的需求管理、用戶管理以及場域管理等功能。

- 表結構與關聯設計

- 代碼對照表 - `tb_system_code`

- 說明：儲存系統中使用的各種代碼及其描述，用於參數設置:網站功能、系統角色、需求分級類別等。

- 主要欄位：

- ◆ `code_group` (代碼群組)

- ◆ `code_id` (代碼_ID)

- ◆ `code_order` (代碼順序)

- ◆ `code_desc` (代碼名稱)

- ◆ `code_desc` (代碼描述)

- 使用者列表 - `tb_user`

說明：儲存系統用戶信息，包括用戶 ID、名稱、電子郵件、帳戶狀態等。

主要欄位：

- ◆ `user_id` (使用者_ID)

- ◆ `user_name` (使用者名稱)

- ◆ `user_email` (使用者電子信箱)

- ◆ `account_status` (帳戶狀態)

- ◆ `sign_account` (帳號)

- ◆ `sign_password` (密碼)

- ◆ `role_code` (角色代碼)

- 角色權限列表 - `tb_role_permission`

說明：儲存角色對應的權限，角色代碼 及 頁面功能代碼 存放在代碼對照表-
`tb_system_code`，依 `code_group` 區分。

主要欄位：

- ◆ `role_code` (角色代碼)

- ◆ `menu_code` (頁面功能代碼)

■ 需求單列表 – tb_request

說明：儲存需求單所有信息，包括需求 ID、需求內容、聯絡窗口及分級相關資訊等。

主要欄位：

- ◆ request_id (需求單號)
- ◆ priority_status (分級狀態)
- ◆ delivery_address (需求地址)
- ◆ address_desc (需求地址描述)
- ◆ delivery_coord (需求坐標)
- ◆ requester_unit (需求單位)
- ◆ contact_name (聯絡人)
- ◆ contact_position (聯絡人職位)
- ◆ contact_phone (聯絡電話)
- ◆ contact_email (聯絡 Email)
- ◆ request_reason (需求事由)
- ◆ request_time (需求時間)
- ◆ transport_method (運輸方式)
- ◆ request_content (物資)
- ◆ note (備註)
- ◆ cancel_reason (取消原因)
- ◆ create_time (建立日期時間)
- ◆ update_time (最後更新時間)
- ◆ grading_by (分級人員)
- ◆ grading_time (分級時間)

■ 無人機場域列表 - tb_field

說明：儲存無人機場域資訊。

主要欄位：

- ◆ field_id (場域 ID)
- ◆ city (縣市)
- ◆ field_name (無人機場域名稱)
- ◆ coordinates (場域座標)

第五章、網頁設計

1.網站地圖:

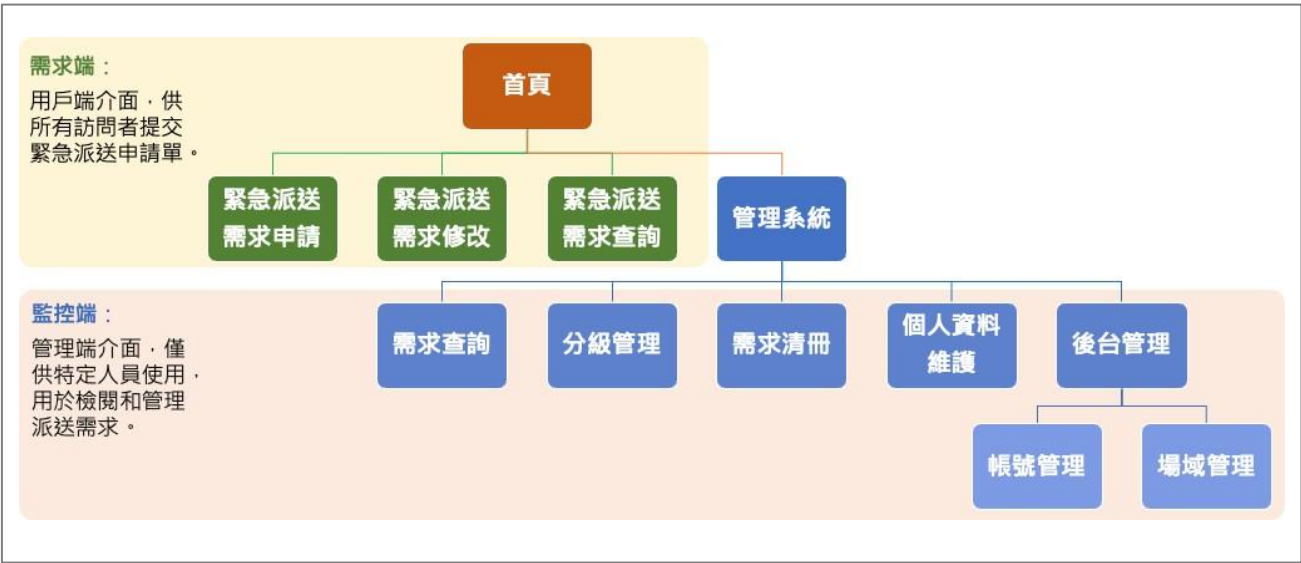


圖 2. 網站地圖

2.需求端:

2.1 Home –首頁

- 頁面畫面



圖 3. 首頁畫面

- 頁面描述

- 用戶進入該頁面後可以看到系統的名稱和主要目的，並且提供了一些基本的聯絡資訊。頁面上方包含導航欄，方便用戶進行其他操作，如提交緊急派送需求、修改已提交的需求單、查詢需求狀態等。

- 主要組件

- 標題區：
 - ◆ 「無人機偏鄉物流運送服務」，描述系統的主要功能。
 - ◆ 「緊急派送需求」，顯示系統的核心用途，強調緊急物資派送的目的。
- 聯絡資訊區域：用戶可以在此找到系統相關的聯絡人資訊。
- 導航欄：
 - ◆ 首頁：回到主頁。
 - ◆ 緊急派送需求申請：提交緊急物流派送需求。
 - ◆ 緊急派送需求修改：用戶可以修改已提交但尚未受理的需求單。
 - ◆ 緊急派送需求查詢：提供需求查詢功能。
 - ◆ 管理系統：為管理員提供登入按鈕，進入系統後台進行更深入的管理。

2.2 Apply – 緊急派送需求申請

● 頁面畫面

偏鄉物流運送服務申請系統

首頁

緊急派送需求申請

緊急派送需求修改

緊急派送需求查詢

管理系統

緊急派送需求申請

選擇縣市

南田市

羅岩市

泉州市

廈門市

漳州市

揭陽市

潮州市

汕頭市

臺南市

臺北市

新竹市

桃園市

臺中市

彰化市

南投市

嘉義市

屏東市

高雄市

花蓮市

台東市

澎湖市

金門市

馬祖市

台灣

澎湖群島

金門群島

馬祖群島

Google

地圖快速鍵 | 地圖資料 ©2024 Google | 條款

需求地址 *

需求地址描述

座標

需求單位 *

聯絡人 *

職位

聯絡電話 *

Email *

需求事由 *

需求日期

需求時間

運輸方式 *

物資 *

備註

送出

圖 4. 緊急派送需求申請畫面

● 頁面描述

- 用戶可由此頁面提交緊急派送需求單，提供地圖能直接選取帶入地址、座標。

● 主要組件

- ◆ 位於頁面上方，顯示台灣地圖。

- ◆ 左上「選擇縣市」下拉選單，選擇後地圖定位到該縣市，方便用戶快速查找位置。
- ◆ 用戶可以從地圖中選擇需求地址，或者從下方表單「需求地址」輸入後定位。地圖使用 Google Maps API，方便用戶精準選擇派送地點。
- 需求表單：
 - ◆ 位於地圖下方，用戶填寫需求內容及聯絡資訊等。
 - ◆ 「星號」為必填。
 - ◆ 「坐標」由地圖點選或輸入地址後自動帶入。
- 送出按鈕：
 - ◆ 位於頁面底部，點擊此按鈕後系統檢核必填欄位皆有填寫，才能送出。
 - ◆ 「送出」按鈕點選後，按鈕改為禁用，取得成功資訊後改為啟用，避免重覆送單。
 - ◆ 送出成功後，會有下面提示說明：



- ◆ Mail 通知內容如下圖，附有查詢及修改的連結：

需求單新增

您新增的需求單編號 20240926-003-7，內容如下：

需求單號:	20240926-003-7
需求地址:	613嘉義縣朴子市嘉16鄉道23號
需求地址描述:	
需求坐標:	23.4391079,120.2367906
需求單位:	朴子崁前保安宮
聯絡人:	張小安
聯絡人職位:	
聯絡電話:	0911123123
聯絡Email:	cynthia.hsu@7adrones.com
需求事由:	緊急派送
需求時間:	2024-09-28 08:00:00
運輸方式:	常溫運輸
物資:	物資
備註:	

您可以點擊以下連結查看需求單：

[查詢需求單](#)
[修改需求單](#)

*****請注意：此郵件是系統自動傳送，請勿直接回覆！*****

2.3 Modify – 緊急派送需求修改

- 頁面畫面

圖 5. 緊急派送需求修改畫面

- 頁面描述

- 用戶可由此頁面修改已提交且分級狀態為尚未受理的緊急派送需求單。
- 若分級狀態為“已受理”，則不能再修改。

- 主要組件

- **搜尋欄：**用戶輸入填單後取得的「需求單號」及「Email」，查詢需求單內容。
- **地圖選擇器：**顯示需求位置，可直接點選或由下方需求地址修改位置。
- **需求表單：**
 - ◆ 用戶填寫需求內容及聯絡資訊等。
 - ◆ 星號為必填。
 - ◆ 坐標由地圖自動帶入。
- **送出按鈕：**
 - ◆ 點擊此按鈕後，系統檢核必填欄位皆有填寫，才能送出。
 - ◆ 送出成功，用戶會再收到一封修改的 Email 通知。

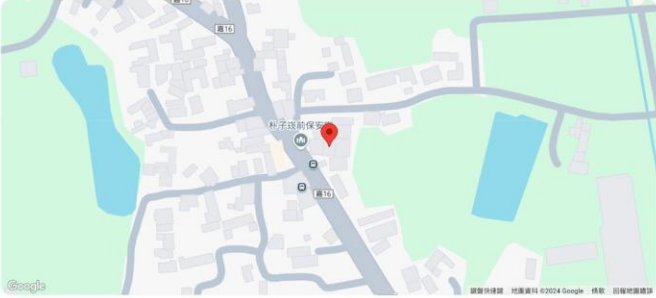
2.4 Query – 緊急派送需求查詢

- 頁面畫面

備辦物流運送服務申請系統

緊急派送需求查詢

需求單號 * 20240926-003-7 Email * cynthia.hsu@7adrones.com 查詢



需求狀態 * 已送出

需求地址 * 613嘉義縣朴子市嘉16鄉道23號

需求地址座標 廟旁 需求單位 * 朴子玻璃保安宮

聯絡人 * 張小安 職位

聯絡電話 * 0911123123 Email * cynthia.hsu@7adrones.com

需求事由 * 緊急派送

需求日期 2024/09/28 需求時間 08:00 AM

運輸方式 * 常溫運輸

物資 * 物資

備註

圖 6. 緊急派送需求查詢畫面

- 頁面描述
 - 用戶可由此頁面查詢緊急派送需求單內容及狀態。
- 主要組件
 - 搜尋欄：用戶輸入填單後取得的「需求單號」及「Email」，來查詢需求單內容。
 - 地圖選擇器：顯示需求位置。
 - 需求表單：用戶填寫需求內容及聯絡資訊等。

3. 監控端

3.1. Login - 系統登入頁面

- 頁面畫面



圖 7. 登入畫面

- 頁面描述

- 登錄頁面是用戶進入系統的第一步，要求用戶輸入「帳號」和「密碼」進行身份驗證。
- 登錄成功後，系統會重定向到需求查詢頁面。

- 主要組件

- 帳號輸入框：用戶可以在此輸入帳號。
- 密碼輸入框：用戶以在此輸入其帳號對應的密碼。
- 登入按鈕：驗證帳號和密碼的正確性，並登入系統。
- 返回申請系統連結：用戶可點選連結回到需求申請系統。

3.2. Home – 系統首頁

- 頁面畫面

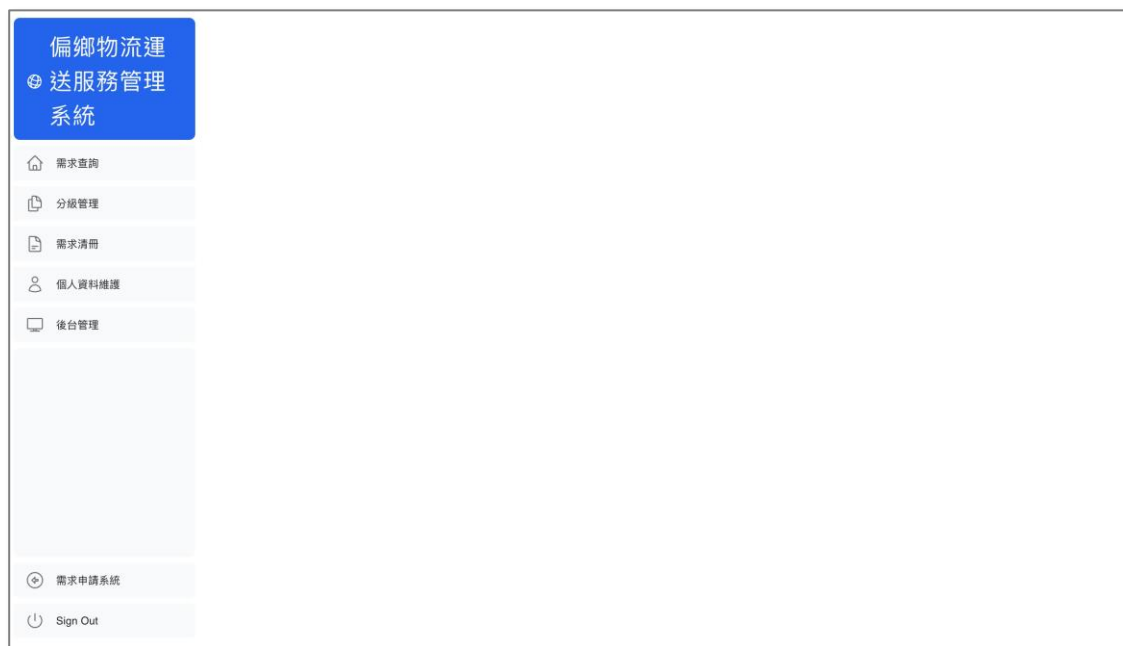


圖 8. 系統首頁畫面

- 頁面描述

- 主要提供左邊功能選單。

- 主要組件

- 系統名稱
- 功能選單：用戶點選後，右邊顯示功能內容。
- 返回申請系統選單：用戶可由此回到需求申請系統。
- 登出按鈕：離開管理系統。

3.3 RequestQuery – 需求查詢

- 頁面畫面

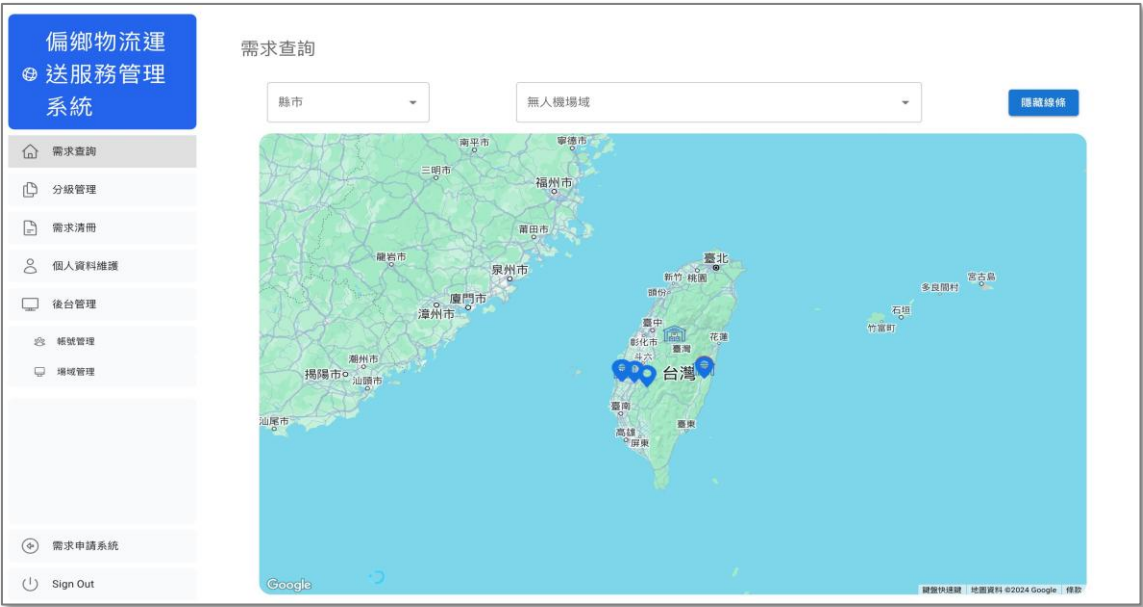


圖 9．需求查詢畫面

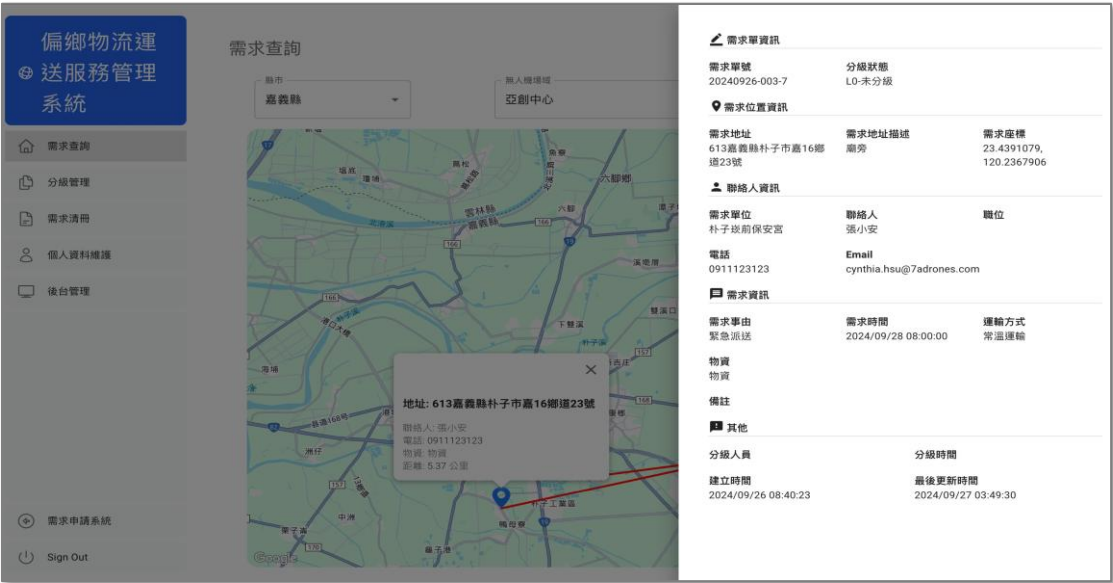


圖 10．需求查詢-需求單資訊畫面

- 頁面描述

- 此頁面提供用戶查詢目前需求分佈狀況及需求內容。
- 以地圖分佈方式提供需求單查詢，點選小圖示顯示需求明細(圖 9)。

- 點選地標圖示後，帶出詳細資訊(圖 10)。
- **主要組件**
 - **縣市下拉選單**：用戶可以選擇縣市後，帶出無人機場域選單。
 - **無人機場域下拉選單**：選擇後可以定位到該場域，並在地圖上畫出場域至需求地點的直線。
 - **隱藏線條按鈕**：顯示或隱藏線條。
 - **地圖選擇器**：
 - ◆ 預設帶出一年內，未分級和已分級需求。
 - ◆ 用戶可點選地標圖示彈出聯絡資訊、物資及直線距離，同時右邊拉出需求明細說明。
 - **右邊需求明細**：用抽屜方式拉出需求單詳細資訊。

3.4 UngradedList – 分級管理

- 頁面畫面

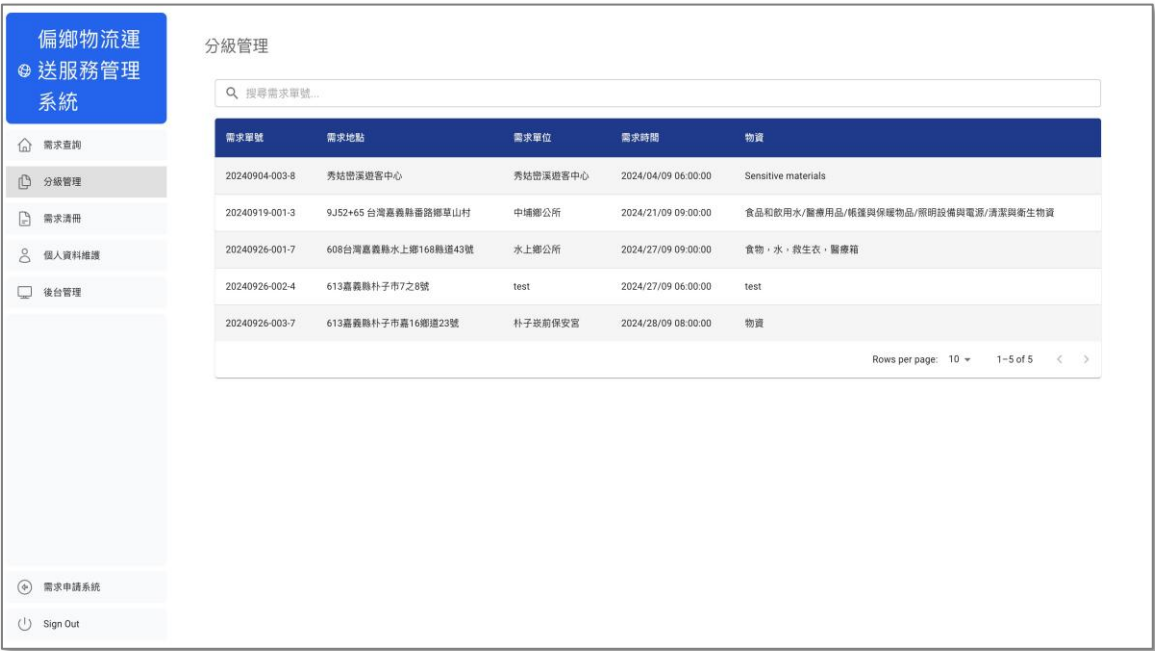


圖 11. 分級管理畫面

- 頁面描述：
 - 此頁面列出所有未分級的需求單。
- 主要組件
 - 搜尋欄：提供用戶根據需求單號進行搜索篩選。
 - 需求清單列表：列出所有未分級的需求單資訊部份，包括需求單號、需求地點、需求單位、需求時間及物資。

3.5 Grading – 分級管理 – 分級設定

- 頁面畫面

偏鄉物流運送服務管理系統

需求查詢

分級管理

需求清單

個人資料維護

後台管理

需求申請系統

Sign Out

分級管理 - 分級設定

需求單號
20240926-003-7

需求地址
613嘉義縣朴子市嘉16鄉道23號

需求地址編號
鄉旁

需求單位
朴子鎮府保安宮

聯絡人
張小安

聯絡電話
0911123123

職位
cynthia.hsu@7adrones.com

需求事由
緊急派送

需求日期
2024/09/28

需求時間
08:00

運送方式
常溫運輸

貨品
物資

備註

優先級

送出 返回

圖 12. 分級設定畫面

- 頁面描述：

- 用戶由分級管理頁面點選需求單號後，由此頁面查看緊急派送需求單詳細內容。
- 確認內容後指派需求等級，以利後續無人機分派順序。

- 主要組件

- **地圖選擇器**：帶出需求位置，讓用戶明確知道需求地點。
- **需求表單**：用戶可由此表單，了解需求內容。
- **優先級**：
 - ◆ 位於表單最下方，用戶了解需求內容後，指派需求等級。
 - ◆ **取消選項**：若用戶選擇取消此單，下方會再帶出“取消理由”欄位。提供用戶填寫取消原因。若選擇其它選項，則“取消理由”欄位將隱藏。
- **送出按鈕**：需求“優先級”欄位必填，若選項為“取消”，則“取消理由”也為必填。
- **返回按鈕**：回到分級管理頁面。

3.6 RequestList – 需求清冊

- 頁面畫面



圖 13. 需求清冊畫面



圖 14. 需求清冊-需求單資訊畫面

- 頁面描述：
 - 使用都可以根據時間範圍、訊息類型等條件進行查詢、下載。
 - 該頁面列出所有需求明細，包括需求內容、申請時間、最後更新時間及分級相關資訊。
- 主要組件

- **搜尋欄：**
 - ◆ **申請日期篩選器：**預設帶今天往前一個月日期。
 - ◆ **需求日期篩選器：**預設帶今天往前一個月~今天往後一個月日期。
 - ◆ **分級狀態下拉選單：**提供各種分級選項、取消及 ALL，讓用戶查找。
- **需求列表：**
 - ◆ 列出符合條件的需求單詳情。
 - ◆ 點選欄位標題可排序。
 - ◆ 點選資料列，右邊拉出需求單資訊。
- **匯出 Excel 按鈕：**提供用戶依照查詢條件下載 Excel 檔，以便於進行需求派送和資料分析。

3.7 Personal - 個人資料維護

- 頁面畫面

偏鄉物流運送服務管理系統

個人資料維護

帳號 system 姓名 系統管理者

Email system@7adrones.com

密碼 再次輸入密碼

修改

圖 15. 個人資料維護畫面

- 頁面描述

- 用戶可以在此頁面更新個人資料，修改姓名、電子郵件、密碼等基本信息。

- 主要組件

- 個人資料表單：列出個人資料，提供修改名稱、電子郵件和密碼。
- 提交按鈕
 - ◆ 用於提交和保存個人資料更改。
 - ◆ 若密碼有異動，再次輸入密碼必需和密碼一致。
 - ◆ 密碼有異動，才會進行密碼修改。若無異動則不修改。

3.8 Management - 後台管理

說明：此頁籤無頁面，包含以下子頁面：帳號管理、場域管理。

3.8.1 User – 帳號管理

● 頁面畫面

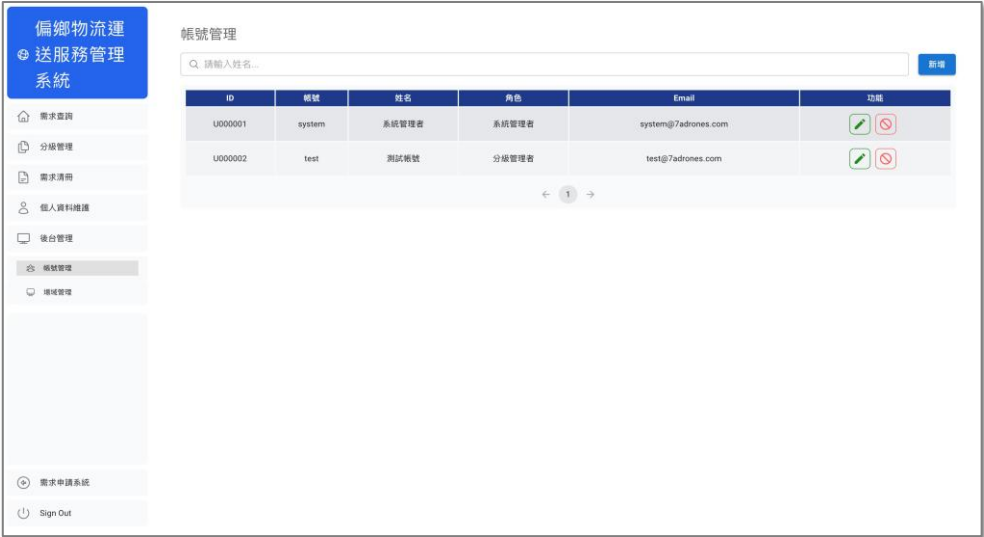


圖 16. 帳號管理畫面



圖 17. 帳號管理-編輯人員權限畫面

● 頁面描述

- 此頁面用於管理系統的用戶，提供新增、編輯及停用/啟用用戶帳號的功能，並設定用戶的角色。

- **主要組件**

- **搜尋欄**：提供系統管理員進行姓名查詢帳號。
- **使用者列表**：展示所有系統使用者的列表，包括 ID、帳號、姓名、角色及 Email 等資訊。
- **新增使用者按鈕**：允許系統管理員新增新使用者，並設定其角色。
- **編輯使用者**：提供編輯使用者信息和角色的功能。
- **停用/啟用用戶**：允許系統管理員停用/啟用用戶帳號。

3.8.2 Field – 場域管理

● 頁面畫面

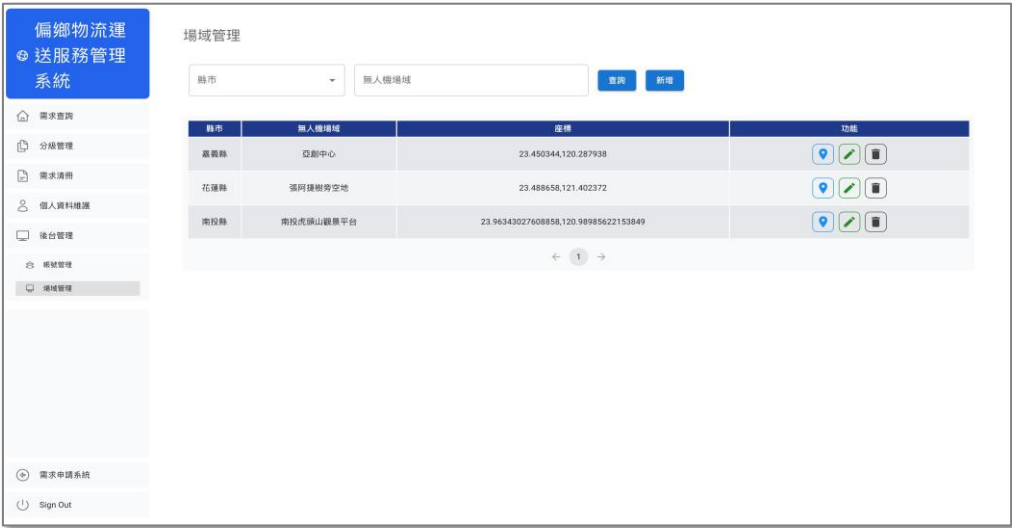


圖 18. 場域管理畫面

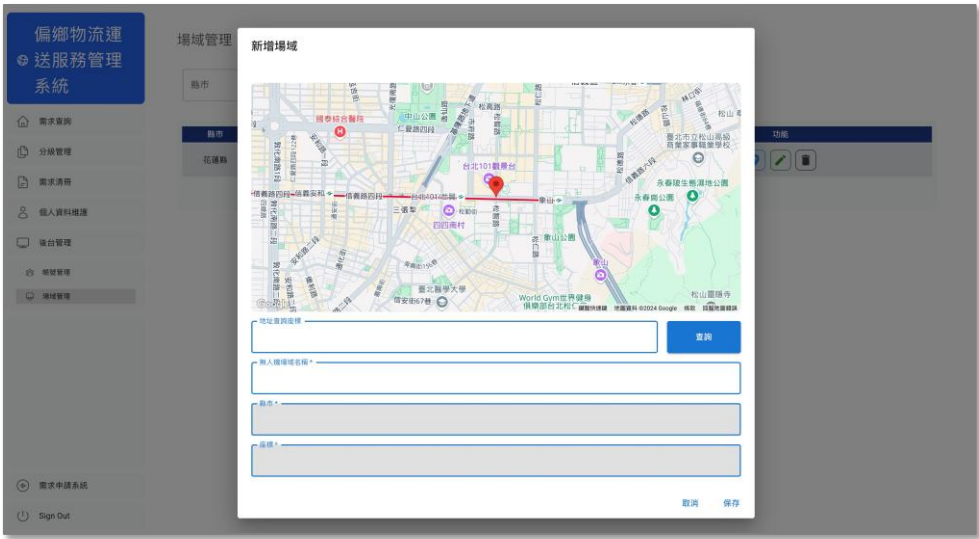


圖 19. 場域管理-新增場域畫面

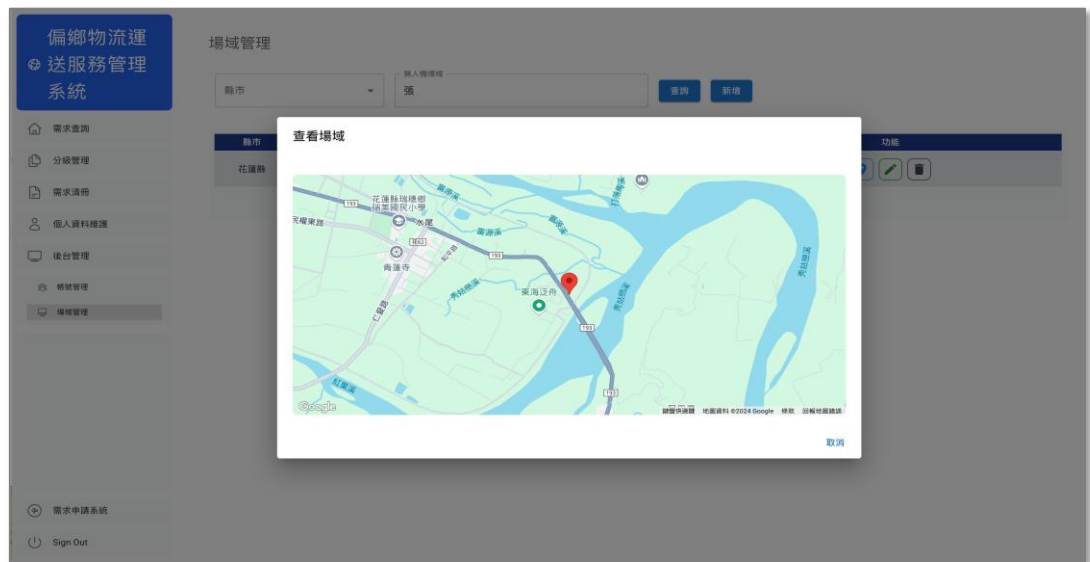


圖 20. 場域管理-查看地圖位置畫面

● 頁面描述

- 此頁面用於讓系統管理者維護場域資料，可做查詢、新增、編輯及刪除。

● 主要組件

■ 搜尋欄：

- ◆ **縣市篩選**：用戶可以下拉的方式選擇縣市做為查詢條件。
- ◆ **無人機場域篩選**：用戶可以在此輸入框輸入場域名稱關鍵字做模糊查詢。

■ 場域列表：展示篩選後的場域資料:縣市、無人教場域名稱、座標等。

- ◆ **查看地地位置按鈕**：帶出場域在地圖上的位置(圖 11)。
- ◆ **編輯按鈕**：提供用戶編輯場域位置資訊。

■ 新增按鈕：

■ 新增/編輯視窗：

- ◆ **地圖選擇器**：系統管理者可以由地圖點選帶出縣市及坐標。
- ◆ **地址查詢座標**：系統管理者除了用地圖選擇坐標，也能在此輸入地址帶出對應縣市及座標。
- ◆ **無人機場域名稱**：由系統管理者定義無人機場域名稱，方便系統用戶在需求查詢時快速帶到無人機場域位置。

第六章、部署設計

本節介紹緊急派送系統的部署設計，涵蓋前端和後端。該系統部署在 Azure 虛擬機 (VM)

上，並使用 Internet Information Services (IIS) 做為網頁伺服器。系統分為兩個部分：

- 前端：使用 React.js 開發 (IOT-113-IC016-Web)。
- 後端：使用 .NET Core C# API 開發 (IOT-113-IC016-API)。

1.基礎架構

- **Azure 虛擬機(VM)**：系統部署在 Azure VM 上，做為前端和後端服務的主要伺服器。
- **IIS**：IIS 被用來同時部署前端和後端網站。IIS 中配置了兩個獨立的站點。
 - **前端**：做為 React.js 應用程式部署 (IOT-113-IC016-Web)，提供用戶界面。
 - **後端 API**：做為 .NET Core API 部署 (IOT-113-IC016-API)，提供前端與後端邏輯互動的必要端點。
- **主要軟體**：
 - **SSL 憑證管理**：使用 win-acme 工具 (版本 2.2.9.1701) 為 IIS 取得 Let' s Encrypt 的 SSL 憑證，以提供 HTTPS 安全連線。
 - **.NET Core Hosting**：安裝了 dotnet-hosting-8.0.8，允許 IIS 主機運行 .NET Core 應用程式。
 - **.NET Core SDK**：安裝了 dotnet-sdk-8.0.401，支援系統的開發和部署。
 - **URL Rewrite**：安裝了 rewrite_msi，用於配置 IIS URL 重寫規則，以確保網址路徑的管理與路由控制。
 - **Node.js**：安裝了 Node.js v20.17.0，支援前端 React.js 應用的建置和開發。
 - **資料庫連接**：系統使用 PostgreSQL，連接端口為 5432，並依據需求書中的 IOT_113_IC016_Database/InitSQL 中的語法進行資料庫與資料表的設置。

2.佈署過程

- **編譯**：
 - **前端**：React.js 應用程式使用相應的編譯命令 (如 npm run build) 來生成靜態檔案，準備進行部署。
 - **後端**：.NET Core API 編譯為必要的 DLL 和可執行檔，準備在 IIS 上運行。

- **部署到 IIS：**
 - **前端：**將 React.js 編譯生成的靜態檔案複製到指定的 IIS 目錄 (IOT-113-IC016- Web) 中。
- **IIS 配置：**
 - **網站配置：**在 IIS 中配置兩個站點，一個對應前端，另一個對應後端，並分別綁定到不同的應用程式池和通訊埠。
 - **SSL/TLS 憑證：**安裝 SSL 憑證以確保用戶端與伺服器之間的安全通信。
 - **通訊埠配置：**前端與後端站點分別配置為使用不同的通訊埠 (前端目前使用 443，後端 API 使用 5076)。
- **查看網址確認建置完成。**

附件四、期末報告審查會議簡報



目錄

- 一、計畫說明
- 二、服務模式精進及驗證
- 三、系統開發及驗證
- 四、場域驗證
- 五、效益評估
- 六、其他事項
- 七、結論與建議





1.1 研究目的、範圍與對象

● 研究目的

以「無人機物流服務之常態營運」為最終目標，透過建構無人機物流之服務模式，以及場域實作測試、驗證服務模式與相關系統，做為推動下階段商業驗證（PoB）之依據，並累積實際營運經驗及測試數據。

● 研究範圍：偏鄉緊急運補 + 離島物流配送

● 研究對象

政府機關



針對我國民航法，依循「**遙控無人機作業手冊**」、「**遙控無人機檢驗程序申請指南**」、財團法人電信技術中心之「**無人機資安保障規範**」等，以符合法規為基礎與必要性。

產業



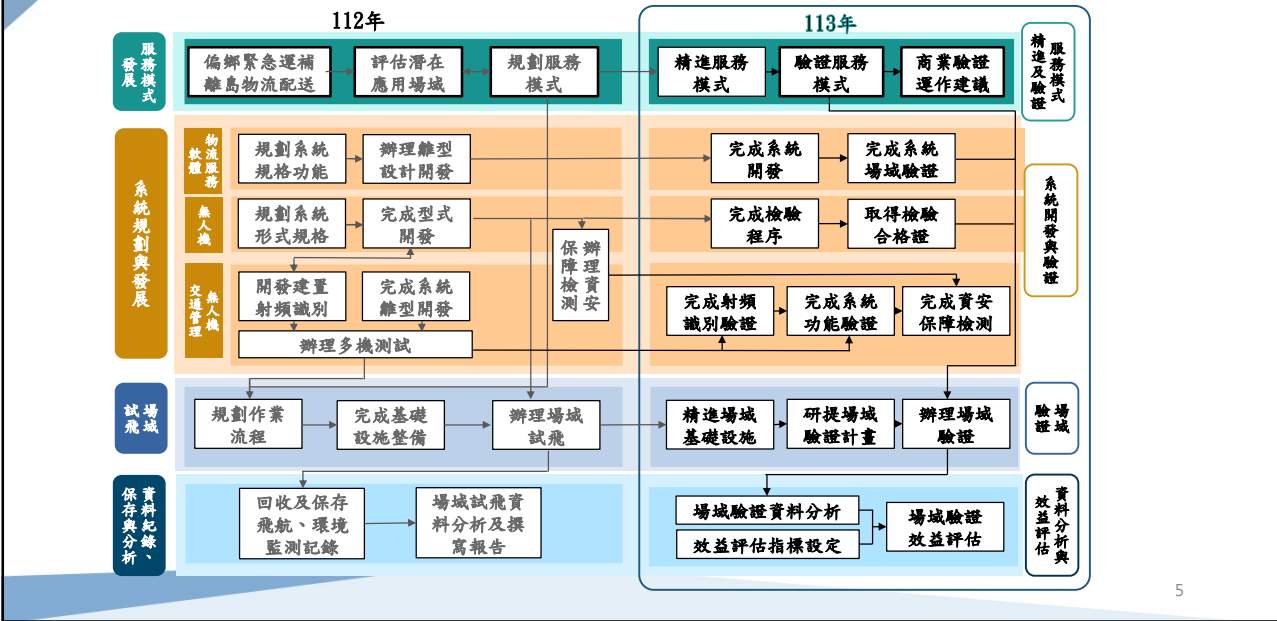
針對偏鄉與離島地區，蒐整物流業者所實施之**驗證計畫與服務模式規劃**；及基於無人機物流服務，所設計與開發之**軟硬體規格與功能**。

學研



可提供無人機物流服務之相關研究計畫、論文與期刊等學術報告，本計畫之**偏鄉與離島物流之實證數據與關鍵研究發現**，以提出更加完善與可行之服務驗證。

1.2研究流程與內容



1.3 113年期工作項目

項目類別	內容	
一、文獻探討	1.全球無人機物流運送市場發展概況	2.無人機物流模式 3.無人機物流應用領域
二、服務模式精進及驗證	1.提出日常期、急救期、救災期3種服務模式與常態營運機制規劃	2.完成服務模式驗證，提出POB發展建議
三、系統開發及驗證	1.無人機系統：導入4型無人機進行場域飛行測試與驗證	2.無人機交通管理系統：依無人機機種開發驗證結果，提供資料紀錄保存與分析等，以確認RID使用成果及UTM系統結合度
四、場域驗證	1.物流模式規劃：施行航線驗證。 2.試飛項目及飛行累積：完成視距內試飛、視距外試飛及實際場域驗證，以確認無人機已達民航 3.安全要求，並產出相關實務經驗	4.偏鄉緊急運補：包含偏鄉地點選定、航線及試飛規劃 5.離島物流運補：包含離島地點選定、離島航線及試飛規劃 6.其他場域：以亞創園區作為實際場域之測試基地，作為優化物流運補流程並實現運補時數累積，能力審查及無人機檢驗作業
五、效益評估	1.保存電磁紀錄 2.無人機運補影響評估	
六、其他事項	1.彙整本計畫績效成果，並投稿 2.辦理無人機展演與交流活動 3.完成成果影片剪輯	

6



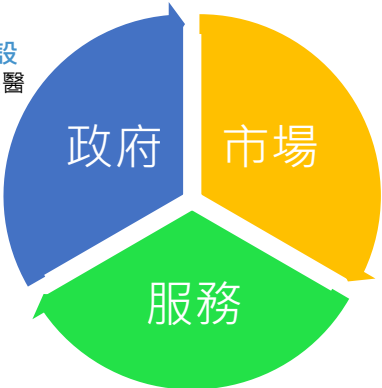
對應期末章節：
章節2.1(二-12~二-30)
對應附件：無 (本文中)

二、服務模式精進及驗證

2.1 偏鄉 / 離島之服務模式規劃—發展策略建議

借鏡日本無人機物流發展，臺灣偏鄉以無人機來解決地方民生用品採買與防災應用，有其發展的潛力，但為能**解決偏鄉市場、政府、服務三大失靈問題**，需考量以下策略發展：

以政府資源發展系統平台之基礎建設
建構一個**智慧城市操作系統平台**，提供醫療、防災、物流、金融等相關數據。



與地方合作掌握地方問題與需求
每個地方仍有其真正所屬問題與特性，必須結合**地方政府、在地社團、協會**等，以深入**挖掘在地所屬的問題**，據以**定義需求**

以地方創生政策募集民間力量以長期營運
地方服務要能長期維運，必須經濟、制度、組織三位一體，**營運模式必須落地於在地化組織**，才得以**永續維持**。

2.2服務模式驗證執行規劃架構

對應期末章節：
章節2.1(二-12~二-30)
對應附件：無 (本文中)

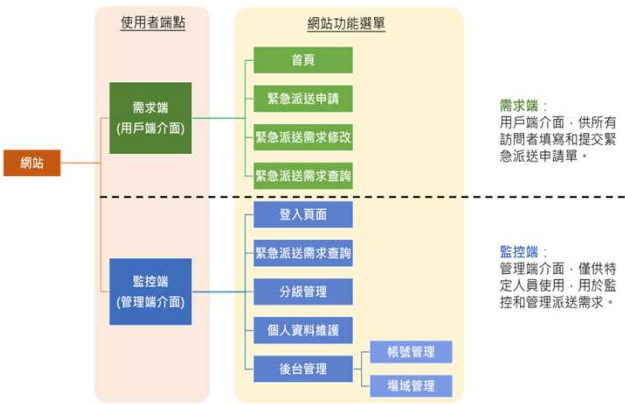
規劃面向	規劃內容
服務對象	以公部門為主，優先擇定郵局、醫療單位、消防單位進行規劃
航線距離	單趟10公里
載運貨品型態	以重量小於20公斤之耐保存貨品為優先
載貨箱型	採中華郵政箱型，並以Box3便利箱或大型瓦楞紙箱為主
運送天候情形	以無強大風雨為主
無人機起降地	地方既定的緊急應變場地、直升機停機坪或其他空曠、人群非密集處之公有土地為優先
基礎硬體設備	於無人機起降地規劃無人機安全起降、通訊、維修、設備存放，以及運送包裹儲藏、工作人員整備等所需空間
無人機物流服務軟體系統	無人機物流服務業者可透過無人機物流服務軟體系統，追蹤貨件 配送、管理寄取件，確保貨件運送的流暢度與完善性
無人機交通管理系統	無人機服務供應商可透過無人機交通管理系統，完成無人機任務規劃、飛航許可、追蹤識別、無人機間資訊分享等，以確保無人機飛航安全

9

2.2服務模式驗證執行規劃一物流派送系統

對應期末章節：
章節6.4(六-80~六-81)
對應附件：網站

無人機緊急派送需求系統架構



無人機緊急派送運輸路線畫面



系統連結：



10

2.2服務模式驗證執行規劃—成本評估與計價機制

● 情境設定一

- 悲觀：以現行法規規定，每台無人機須配置1位無人機飛手，故服務地域有限，僅能服務單一部落或社區，且人員有其勞動服務時間限制。每張訂單成本約**1,200元**。
- 樂觀：無人機運送**完全自動操作**，僅需遠端監控，故可增加無人機數量，擴大服務區域範圍，且可延長配送時間。每張訂單成本約**126元**。

● 成本關鍵要素—自動化操作

- 減少飛手人數，延長營運時間，**長期獲利佳**。
- **期初開發建置成本高**，若可以**政策支持**，降低初期投資成本，將可加速商業化發展。

● 3大類型交易計價機制一

日常運補	1.按件計費（150-300元/件） 2.月訂閱制（1萬元/月）
緊急運補	政府合約及緊急服務費用
技術授權	向其他物流公司提供無人機配送解決方案

項目	悲觀	樂觀
成本統計		
載具數量（台）	2	30
載具每台年製造維護費*	114,227	38,889
基站年維護費	50,000	20,000
飛手年薪資	700,000	0
地面站系統監控費	200,000	80,000
載具每台檢驗費	200,000	90,000
載具每型資安檢測費**	200,000	18,000
每台載具年成本	1,842,38	586,666.7
每年總成本	7,119,523.81	27,620,000
服務訂單		
工作天數	250	365
每台一天服務訂單數	12	20
每年總服務訂單	6,000	219,000
每張訂單成本	1,186.59	126.12

*包含每台無人機每年製造、貨艙、電池費與年維護費。
**悲觀情境為2台2種不同型態，樂觀情境為30台4種不同情境

11

2.2服務模式驗證執行規劃—常態營運機制概念

● 無人機偏鄉運補機制之規劃

需能**發揮其最大限度運用**，並透過**無人機平台操控**，可**自主與彈性因應不同情況**，調整其任務

1.日常期

提供偏鄉住民的**生活日常用品之運送需求**，必須有其**固定的運補路線**，以及**固定配送時間**

2.急救期

提供偏鄉住民**單一事件之緊急醫療資源運補**，**特定運補路線**，可立即調派**日常運補的無人機**進行**緊急醫療資源之配送**

3.救災期

偏鄉遭遇**災難事件形成孤島**，**日常運補任務大幅減低甚至到停止**，完全轉為**救災資源運補之無人機**，**達到緊急救援極大化效益**

● POS驗證計畫機制設計

以**中間哩**無人機配送型態，設計以下3種服務機制

日常運補服務機制

緊急醫療物資配送

救災物資運補

12

2.3 下一階段偏鄉物流商業驗證建議

對應期末章節：
章節2.2(二-31~二-32)

對應附件：附件七

● 目的

商業概念驗證，可在偏遠山區與離島同時滿足緊急運補與日常運補需求，提出以下策略建議：

1. 建立物流網絡

2. 專注高效能無人機技術

3. 多方協作與資源整合

4. 手機APP開發

5. 社區參與機制

6. AI調度系統

7. 營運收益

8. 法規與安全保障

13



三、系統開發及驗證

3.1無人機系統—技術研發與檢驗

對應期末章節：
章節3.1(三-33~三-49)
對應附件：附件十一、
附件十二、附件十三、
附件十四

項目	需求		新樂飛A650 (酬載型多旋翼)	瓊元SkyGiant 2 (酬載型多旋翼)	新樂飛A610 (續航型多旋翼)	瓊元SkyVTOL 2 (續航型VTOL)
	酬載	續航	檢驗	檢驗		
最長飛行時間	20分鐘	35分鐘	30 min	20 min	35 min	35 min
導控距離	15公里	20公里	15 km	15km	20 km	20km
貨物酬載重量	10公斤	5公斤	55.94 Kg	10 Kg	5 Kg	5 Kg
抗風能力	6級		6級	6級	6級	6級
動力系統	電力或燃油 /混合動力		電力	電力	電力	電力
最大起飛重	—		149Kg	55 Kg	24.9Kg	24.9 Kg
空重	—		53.16 Kg	17 Kg	12.6 Kg	14 Kg
長	—		3200mm	2750 mm	1600mm	1900 mm
寬	—		2800mm	2750 mm	1380mm	(翼展)3500 mm
高	—		940mm	800 mm	800mm	660 mm
最大速度	—		64.8 km/hr	48km/hr	64.8km/hr	120km/hr
巡航速度	—		30 km/hr	36km/hr	42km/hr	80km/hr
升限高度	—		2000m	4000m	2000m	4000m
飛行進程	-		亞創>澎湖 >花蓮>亞創	亞創>澎湖 >花蓮>亞創	澎湖>花蓮 >亞創	亞創>澎湖 >花蓮>亞創
裝卸功能	—		投擲系統	投擲系統 /垂掛系統	投擲系統	投擲系統
機型示意圖						

3.1無人機系統—A650、A610、SkyGiant2、SkyVTOL 2

針對最長飛行時間、導控距離、貨物酬載重量、抗風能力進行功能驗測測試並產出報告，相關驗證成果如附件十一~附件十四

功能驗測報告

特別項目/項目

最長續航時間

專案編號

A610 2-2-0001

測試地點

臺南市永康區(23°2'00.120°17'11")

測試日期/時間

2025/2/17
11:30-12:05

測試機型/型號

A610

測試人員

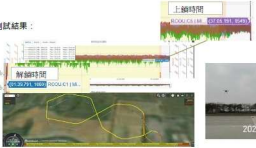
陳嘉豪

測試記錄

環境說明(天氣):
風速: 0.8~1.5 m/s
天氣: 晴

測試要求/標準:
驗證無人機之最長飛行時間可達35min以上。

測試方法/規格:
起飛前檢查，遙控器連接確認後解鎖，起飛離地3公尺以上，切斷或自動離地飛行，持續飛行至系統出現低電量警告後自動降落，以目視觀察飛機穩定性與操控性，試驗過程飛機應依指定航線飛行，且無發生人機碰撞的狀況，並以照片/影片/飛行記錄佐證。

測試結果:

飛機於指定航線穩定飛行35min，飛機降落後檢查無恙。

測試人員簽章: 陳嘉豪

主管簽核: 童志文

功能驗測報告

特別項目/項目

貨物酬載重量+最長飛行時間

專案編號

24032

測試地點

臺南市永康區(23°2'00.120°17'11")

測試日期/時間

2024/11/25
14:18-14:46

測試機型/型號

SkyGiant 2

測試人員

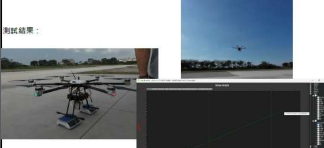
Chia

測試記錄

環境說明(天氣):
風速: 2~3 m/s
降雨機率: 1 %
GPS: 28 / 0.6
天氣: 晴

測試要求/標準:
驗證無人機之貨物酬載重量可達10kg以上，最長飛行時間可達20min以上。

測試方法/規格:
起飛前檢查，將10kg酬載物裝上無人機，遙控器連接確認後解鎖，起飛離地3公尺以上，切斷或自動離地飛行，持續飛行至系統出現低電量警告後自動降落，以目視觀察飛機穩定性與操控性，試驗過程飛機應依指定航線飛行，且無發生人機碰撞的狀況，並以照片/影片/飛行記錄佐證。

測試結果:

飛機於載重10kg酬載下，依指定航線穩定飛行20min，飛機降落後檢查無恙。

測試人員簽章:

主管簽核:

功能驗測報告

特別項目/項目

貨物酬載重量+最長飛行時間

專案編號

24032

測試地點

臺南市永康區(23°2'00.120°17'11")

測試日期/時間

2024/11/27
14:59-15:46

測試機型/型號

SkyVTOL 2

測試人員

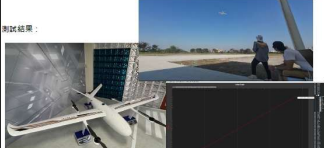
Hank

測試記錄

環境說明(天氣):
風速: 2~3 m/s
降雨機率: 1 %
GPS: 13 / 0.8
天氣: 晴

測試要求/標準:
驗證無人機之貨物酬載重量可達5kg以上，最長飛行時間可達35min以上。

測試方法/規格:
起飛前檢查，將5kg酬載物裝上無人機，遙控器連接確認後解鎖，起飛離地3公尺以上，切斷或自動離地飛行，持續飛行至系統出現低電量警告後自動降落，以目視觀察飛機穩定性與操控性，試驗過程飛機應依指定航線飛行，且無發生人機碰撞的狀況，並以照片/影片/飛行記錄佐證。

測試結果:

飛機於載重5kg酬載下，依指定航線穩定飛行107min，飛機降落後檢查無恙。

測試人員簽章:

主管簽核:

3.1無人機系統一檢驗期程規劃

113年 月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
可能天候	強風	強風	雨季	-	-	雨季	雨季	雨季	雨季	-	強風	強風
特種檢驗	-	-	-	-	-	準備資料	資料整備	DRR1會議 (申請前會議)	導讀會議 (提出申請)	DRR2會議 /封閉計畫 (一)	地面檢查 /封閉試飛 (一)	封閉試飛 /實場計畫 (二)
能力解鎖	-	-	-	-	-	-	-	能申準備	場域定案	能審申請	能審申請	能審申請
資安檢測	-	-	-	-	-	-	-	-	提送申請	資安報告	資安審查	發證
備註								花蓮現勘	澎湖現勘	-	亞創試飛	亞創試飛
114年 月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
可能天候	強風	強風	雨季	-	-	雨季	雨季	雨季	雨季	-	強風	強風
特種檢驗	實場計畫 (二)花蓮	實場計畫 (二)澎湖	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
能力解鎖	能審通過	試飛										
資安檢測	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
備註	花蓮試飛	澎湖試飛/ 亞創試飛										

17

3.1無人機系統一資安檢驗(中階資安)

對應期末章節：
章節3.1(三-36)

對應附件：附件十八

無人機資安聯合驗測實驗室秘書處 通知函
一、貴公司無人機資安驗測報告經無人機資安聯合驗測實驗室驗證工作組審查完成，相關資訊如下： (一) 申請者：新樂飛無人機股份有限公司 (二) 產品名稱：A650 無人機 (三) 產品廠牌：新樂飛無人機股份有限公司(TA Drones Co., Ltd.) (四) 產品型號：無人機：A650 / 地面站：QGroundControl (五) 安全等級：中階 (六) 測試報告發行單位：總智慧科技股份有限公司 (七) 測試報告編號：TO-241118-01 (八) 測試報告發行日期：1140206 (九) 測試報告有效期限：1160206
二、測試通過取得測試報告有效期間3年，中階2年，有效期間內廠商版本變更管理須由廠商自行完成風險評估紀錄，並保留變更管理紀錄，版本差異，評估結果及相關測試紀錄等。
三、有效期間屆滿前2個月或另有需求(含續展新版本)，須提交變更管理控制，版本差異，評估結果及相關測試紀錄等資料至無人機資安聯合驗測實驗室秘書處，以評估差異範圍以判斷是否再次驗測安全防護能力。
無人機資安聯合驗測實驗室 秘書處

新樂飛A650

無人機資安聯合驗測實驗室秘書處 通知函
一、貴公司無人機資安驗測報告經無人機資安聯合驗測實驗室驗證工作組審查完成，相關資訊如下： (一) 申請者：新樂飛無人機股份有限公司 (二) 產品名稱：A610 無人機 (三) 產品廠牌：新樂飛無人機股份有限公司(TA Drones Co., Ltd.) (四) 產品型號：無人機：A610 / 地面站：QGroundControl (五) 安全等級：中階 (六) 測試報告發行單位：總智慧科技股份有限公司 (七) 測試報告編號：TO-241118-01 (八) 測試報告發行日期：1140206 (九) 測試報告有效期限：1160206
二、測試通過取得測試報告有效期間3年，中階2年，有效期間內廠商版本變更管理須由廠商自行完成風險評估紀錄，並保留變更管理紀錄，版本差異，評估結果及相關測試紀錄等。
三、有效期間屆滿前2個月或另有需求(含續展新版本)，須提交變更管理控制，版本差異，評估結果及相關測試紀錄等資料至無人機資安聯合驗測實驗室秘書處，以評估差異範圍以判斷是否再次驗測安全防護能力。
無人機資安聯合驗測實驗室 秘書處

新樂飛A610

無人機資安聯合驗測實驗室秘書處 通知函
一、貴公司無人機資安驗測報告經無人機資安聯合驗測實驗室驗證工作組審查完成，相關資訊如下： (一) 申請者：璿元科技股份有限公司 (二) 產品名稱：SkyGiant 2 解鎖型無人多旋翼機 (三) 產品廠牌：璿元 HVTech (四) 產品型號：無人機：SkyGiant 2 / 地面站：SkyGroundControl (五) 安全等級：中階 (六) 測試報告發行單位：財團法人電信技術中心/資通安全驗測實驗室 (七) 測試報告編號：2409012-CEX-S-1-1 (八) 測試報告發行日期：1131224 (九) 測試報告有效期限：1151224
二、測試通過取得測試報告有效期間3年，中階2年，有效期間內廠商版本變更管理須由廠商自行完成風險評估紀錄，並保留變更管理紀錄，版本差異，評估結果及相關測試紀錄等。
三、有效期間屆滿前2個月或另有需求(含續展新版本)，須提交變更管理控制，版本差異，評估結果及相關測試紀錄等資料至無人機資安聯合驗測實驗室秘書處，以評估差異範圍以判斷是否再次驗測安全防護能力。
無人機資安聯合驗測實驗室 秘書處

璿元SkyGiant 2

無人機資安聯合驗測實驗室秘書處 通知函
一、貴公司無人機資安驗測報告經無人機資安聯合驗測實驗室驗證工作組審查完成，相關資訊如下： (一) 申請者：璿元科技股份有限公司 (二) 產品名稱：SkyVTOL 2 解鎖型無人垂直起降飛機 (三) 產品廠牌：璿元 HVTech (四) 產品型號：無人機：SkyVTOL 2 / 地面站：SkyGroundControl (五) 安全等級：中階 (六) 測試報告發行單位：財團法人電信技術中心/資通安全驗測實驗室 (七) 測試報告編號：2409012-CEX-S-2-1 (八) 測試報告發行日期：1131210 (九) 測試報告有效期限：1151210
二、測試通過取得測試報告有效期間3年，中階2年，有效期間內廠商版本變更管理須由廠商自行完成風險評估紀錄，並保留變更管理紀錄，版本差異，評估結果及相關測試紀錄等。
三、有效期間屆滿前2個月或另有需求(含續展新版本)，須提交變更管理控制，版本差異，評估結果及相關測試紀錄等資料至無人機資安聯合驗測實驗室秘書處，以評估差異範圍以判斷是否再次驗測安全防護能力。
無人機資安聯合驗測實驗室 秘書處

璿元SkyVTOL 2

18

3.1無人機系統一保險(機體、公共意外)

對應期末章節：
章節3.1(三-37~三-38)
對應附件：附件十七

第一產物保險股份有限公司
第一產物無人機責任保險要保書

要保書編號：KT188

要保人：新神農無人機保險股份有限公司
地址：臺北市內湖區洲子街12號2樓
負責人：林建宏
電話：(02)2758-1111

保險標的：無人機機體及公共意外責任保險

保險期間：自民國113年1月1日起至民國114年12月31日止

保險金額：每架無人機機體保險金額：NT\$1,000,000
每架無人機公共意外責任保險金額：NT\$1,000,000

保費：NT\$14,000/年

第一產物保險股份有限公司
無人機投保明細表

編號	機型/序號	註冊號碼	最大起飛重量	機齡
1	A610 / A610T0001	B-AA43400	2kg-25kg	1年

第一產物保險股份有限公司
無人機投保明細表

編號	機型/序號	註冊號碼	重量	機齡
1	A650 / A650T0001	B-TA11804	25kg 以上	未滿一年

無人機責任險

第一產物保險股份有限公司
當部產物公共意外責任保險單

保險單號碼：KT188

要保人：新神農無人機保險股份有限公司
地址：臺北市內湖區洲子街12號2樓
負責人：林建宏
電話：(02)2758-1111

保險標的：無人機機體及公共意外責任保險

保險期間：自民國113年1月1日起至民國114年12月31日止

保險金額：每架無人機機體保險金額：NT\$1,000,000
每架無人機公共意外責任保險金額：NT\$1,000,000

保費：NT\$14,000/年

公共意外險

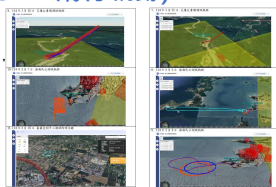
19

3.2無人機交通管理系統推動建議

對應期末章節：
章節3.2(三-50~三-52)
對應附件：附件九

● 交通管理系統(RID導入UTM飛行軌跡)

4型無人機新樂飛A610、A650及
瓊元科技SkyGiant2、SkyVTOL2
分別於嘉義亞洲無人機AI創新應用
研發中心試飛相關活動，以及澎湖
及花蓮辦理離島場域驗證試飛，測
試網路式射頻識別功能及無人機交
通管理系統



● 我國民航局規劃UTM3階段發展策略



● 推動策略建議

- 1.持續推進UTM發展：**可鼓勵多家無人機服務供應商加入空域管理服務，透過共同接人民航局「遙控無人機管理資訊系統」，將可逐漸將現行手動審核流程轉為自動化或半自動化
- 2.完善Remote ID與國際接軌：**應盡快確立Remote ID的技術規範、型式認證與法規條文，並制定清晰的遵循時程，協同經濟部、資安單位、地方政府等多方協作，提供無人機製造商與使用者明確時程與法規要求
- 3.建立空中廊道試點：**目前國際上正積極研訂UTM與Remote ID相關規範與技術標準，並希望空中廊道與動態電子圍籬等技術，讓無人機安全、高效率地融入國家空域系統

20



四、場域驗證

4.1 POS目標與驗證規劃

對應期末章節：
章節4.1~4.7(四-53~四-64)

對應附件：附件三、附件四、
附件五、附件六、附件十五、
附件十六、及雲端資料

- POS階段重點：
 - 著重物流運作及操作可行性，並建立相關物流流程及安全防護。
 - 以務實角度規劃：因應403花蓮大地震，橋梁斷裂道路不通等災後嚴峻事態，本計畫著重於**緊急運補**，並以花蓮場域作為驗證模擬情境，以期**因應後續緊急災害做災後復原勘查及資源運補之經驗累積**。
 - 無人機物流運，分為**視距內試飛**、**視距外試飛**及**實際場域驗證**等三個主軸，確認達民航安全要求，並產出相關實務經驗。

● 無人機物流運補服務驗證規劃

	試飛項目	說明	地點 (視民航局核定)	累積數量 (每型飛行時數)
1	視距內試飛	依據交通部民用航空局相關規定或本計畫要求，於嘉義亞洲無人機AI創新應用研發中心(以下簡稱：亞創園區)或其他經本所同意之場地進行視距內試飛	亞創園區	不低於20小時
2	視距外試飛	依據交通部民用航空局相關規定或本計畫要求，於經本所同意之場地進行視距外試飛	亞創園區或延伸至周邊綠區	不低於10小時
3	實際場域驗證	1. 偏鄉緊急運補 2. 離島物流配送 3. 其他經本所同意之場域	花蓮 澎湖 亞創園區	各場所合計不低於50小時
總計	-	-	-	1. 總投遞次數不低於200次 2. 不低於80小時

4.2偏鄉緊急運補

- 契約共計須完成3架機型，實際共導入4架機型分別為：A650、A610、SkyGiant 2、SkyVTOL 2
- 其中A650因高強度耐久測試，有技術問題停飛，但資料仍納入計畫參考，三架全數完成飛行累積：

- 契約要求三型：實際完成三型飛型累積
- 契約要求一型累積80小時：實際平均約83小時
- 契約要求總投遞次數200次：實際完成616次

一、A610、A650：<http://gofile.me/6XnFD/U00l2P9pe>
二、SkyGiant 2、SkyVTOL 2：<http://nas.uashytech.com:5000>
(帳號：CAA 及密碼：TWuav23496280)

序	飛行機體	飛行類型	地點	目標數量		累積數量	
				投遞次數 (次)	飛行累積 (小時)	投遞次數 (次)	飛行累積 (小時)
1	A650 (已退出計畫)	視距內	亞創園區	200	20	191	7.5
2		視距外	亞創園區		10	21	10
3		實際場域	花蓮		50	6	4.88
4			澎湖			0	0
5			亞創園區			0	0
總計						218	22.38

序	飛行機體	飛行類型	地點	目標數量		累積數量	
				投遞次數 (次)	飛行累積 (小時)	投遞次數 (次)	飛行累積 (小時)
1	A610	視距內	亞創園區	200	20	38	20.08
2		視距外	亞創園區		10	21	10.35
3		實際場域	花蓮	50	12	21.33	
4			澎湖		0	3.3	
5			亞創園區		143	26.3	
總計						214	81.36

序	飛行機體	飛行類型	地點	目標數量		累積數量		
				投遞次數 (次)	飛行累積 (小時)	投遞次數 (次)	飛行累積 (小時)	
1	SkyGiant 2	視距內	亞創園區	200	20	0	22.93	
2		視距外	亞創園區		10	115	12.00	
3		實際場域	花蓮		50		0	11.78
4			澎湖				0	2.12
5			亞創園區				85	36.63
總計						200	85.46	

序	飛行機體	飛行類型	地點	目標數量		累積數量	
				投遞次數 (次)	飛行累積 (小時)	投遞次數 (次)	飛行累積 (小時)
1	SkyVTOL 2	視距內	亞創園區	200	20	0	22.47
2		視距外	亞創園區		10	105	11.62
3		實際場域	花蓮		50	0	0.17
4			澎湖			0	10.43
5			亞創園區			97	39.83
總計					202	84.52	

4.3偏鄉運補地點選定—花蓮太魯閣(日常物流演練目標)

【偏鄉】日常物資運送及緊急物資運補-大禮大同部落

常態演練目標

情境：包裹與農作物寄送
單航程：1.7公里
航線狀況：山壁阻擋、通訊不佳
其他狀況：道路無法抵達，只能人工搬運

航線距離1.7公里

峽谷橋停車場
(起飛點)

大禮部落
(投放點)

峽谷橋停車場

大禮大同部落(教堂旁空地)

物流需求	日常物資、農產品 / 緊急醫療物資
周邊風險	四周環樹、電線等障礙物、海拔落差大
通訊品質	起始地收訊良好，部落地區則通訊差
飛行注意	該區域海拔落差大，過山則須注意通訊問題
評估結果	部落居民非災害時也有物資運送需求，具備物流運輸及緊急運補情境，試飛作為運研所本年度物流驗證場域，以作為本年度常態物流測試場域。

4.3 偏鄉運補地點選定—花蓮台八(次要測試目標)

優規項目：
導入1型航拍無人機



TTC
中國國家認證

7級
抗風能力

MTOM<25g
重量最佳



【偏鄉】緊急物資運補-台8線寧安橋

緊急演練目標



航線距離3.2公里

情境：隧道/道路中斷緊急運補
單航程：3.25公里
航線狀況：山壁阻擋、無通訊、
線纜等障礙物
其他狀況：通訊基站少，只能布
建中繼站

山壁

山壁

山壁

峽谷橋停車場

D.寧安橋



峽谷橋停車場



太魯閣寧安橋

物流需求	緊急日常物資、醫療物資
周邊風險	四周環山
飛行注意	四周環山，收訊不佳、無網路
說明	此處為觀光景點，但災後損毀嚴重，安全及後勤問題備受考驗， 可模擬地震、颱風後之道路中斷之緊急物資補給作業，鎖定靠 近天祥之台8路線上的四處場域進行模擬測試。

4.4 離島運補地點選定—澎湖西嶼(日常物流演練目標)

【離島】日常物資運送-西嶼鄉外垵村



外垵村活動中心
(投放點)

強風

航線距離7.7公里

情境：醫藥補給例行補給
單航程：7.7公里
航線狀況：跨海強風問題、通
訊不佳問題
其他狀況：只能船舶抵達，如
遇7級以上強風無
法飛行



澎湖醫院



外垵村

物流需求	緊急醫療物資
周邊風險	周圍無樹遮蔽、無線電等障礙物
通訊品質	通訊品質良好飛行路徑上皆有行動網路覆蓋
飛行注意	確認飛行訊號狀況是否有穩定、當天海面氣候狀況
評估結果	離島緊急醫療物資需求因具交通及時間性，建議外垵村場域，試 飛作為運研所本年度物流驗證場域

金龍頭青年活動中心
(起飛點)

金龍頭青年活動中心

Google Earth

4.5其他場域地點選定—嘉義亞創中心

- **選擇思維：**選定亞創園區作為實際場域之測試基地，主要作為優化物流運補流程並實現運補時數累積。
- **地域選擇：**亞創中心飛行測試場位於黃區，屬機場禁航區外範圍，自然人或法人操作無人機時，限制在高度 60 公尺以下飛行。因所有飛試均位於60公尺以下之高度，本試飛場地為合法的活動區域。

➤ 亞創物流測試場域



➤ 封閉場域測試項目(113年10月~12月)

九項飛行功能測定

1. 空載PID飛行測試科目
2. 重量過載與結構及飛控極限操作測試科目
3. 重心偏移測試科目
4. 操作偏異飛行測試
5. C2通信性能飛行測試科目
6. 數傳完全斷訊測試科目
7. 酬載貨物緊急釋放測試科目
8. 最大風速 / 陣風測試飛行測試
9. 酬載自動航行測試飛行累積 (10小時)-視距外

按民航局要求紀錄

1. 試飛紀錄文件
2. 全程飛行影片
3. 飛控LOG檔
4. RID紀錄 (導入中華電UTM系統展示飛行軌跡)

➤ 模擬物流情境自動航行 (114年1月~2月)

模擬物流情境：

1. 物流自動航行測試
2. 通訊測試
3. 投擲測試
4. 中繼站測試
5. 其他情境測試

詳細如雲端資料所示

27

4.6 能力審查及無人機檢驗作業

- 按交通部民用航空局「**遙控無人機作業手冊**」載貨運輸作業程序之規範，通過**能力審查作業**；並依循「**遙控無人機檢驗程序申請指南**」相關規定，完成辦理**無人機特種實體檢驗**事項。

中華民國交通部民用航空局
CIVIL AVIATION ADMINISTRATION
Ministry of Transportation and Communications
Republic of China

遙控無人機特種實體檢驗申請書

申請編號: A610-SkyVlto2
申請日期: 114年1月10日

申請人: 何政祥
申請人地址: 嘉義市...
申請人電話: ...

特種檢驗類別: A610-SkyVlto2
特種檢驗項目: ...

檢驗日期: 114年1月10日
檢驗地點: ...

檢驗結果: 通過

A650、SkyGiant2 通過特種實體檢驗

中華民國交通部民用航空局
CIVIL AVIATION ADMINISTRATION
Ministry of Transportation and Communications
Republic of China

遙控無人機特種實體檢驗申請書

申請編號: A650-SkyGiant2
申請日期: 114年1月10日

申請人: 何政祥
申請人地址: 嘉義市...
申請人電話: ...

特種檢驗類別: A650-SkyGiant2
特種檢驗項目: ...

檢驗日期: 114年1月10日
檢驗地點: ...

檢驗結果: 通過

A610、SkyVlto2小於25公斤不用檢驗，故沒有特種檢驗證

28



無人機運補影響評估

國際
研究

意見
徵詢

數據
評估

- 1.技術與監管：**偏鄉地區希望透過科技來改進生活品質，並希望儘早施行。但也希望儘早明確化空域監管，並有效解決禁航區的問題。
- 2.營運與經濟：**偏鄉地區以緊急運補為主軸，並輔以地區住民日常生活補給或是農產品銷售物流之商用功能，還可利用無人機的日常商業物流運輸，蒐集天氣、植物等數據，協助公共管理決策。但另一方面，應建立相關基礎設施，如充電站、系統平台等，以吸引無人機廠商願意在偏鄉進行物流營運。
- 3.環境：**無人機在實測上確實是符合ESG發展的新運輸工具，加上偏鄉地區人口少且分散，對於相關噪音與隱私等問題的擔憂度低。
- 4.社會接受度：**在地居民對於無人機技術的陌生性，容易受到輿論影響，也難以轉變既有行為與習慣，去使用新科技。臺灣偏鄉聚落具有「群聚」特性，可透過與在地的社區團體合作方式，來導入新科技，也可透過與原民會合作，培養地區年輕飛手，一方面創造在地新就業機會，另一方面也透過年輕族群將新科技帶入偏鄉社區的生活中。

對應期末章節：
章節5.1(五-65~五-72)

對應附件：附件一
、附件八



6.1 辦理成果發表會

對應期末章節：
章節6.1(六-73~六-75)

對應附件：無(本文中)

- 114/1/21完成於花蓮峽谷橋停車場與太魯閣國家公園管理處大會議室辦理飛行展示暨交流座談會

➢ 運研所無人機展演成果



➢ 交流座談會

- 地點：太魯閣國家公園管理處大會議室
- 與會單位：原住民族委員會、衛生福利部、內政部國家公園署太魯閣國家公園管理處、交通部民用航空局、交通部公路局東區養護工程分局、中華郵政股份有限公司、花蓮縣消防局、花蓮縣秀林鄉公所、漢翔航空工業股份有限公司及太魯閣同禮部落自然生態自治協進會



6.2紀錄影片與論文投稿

對應期末章節：
章節6.2(六-76~六-78)
章節6.3(六-79)

對應附件：影片連結、附件十

● 紀錄影片

本計畫製作紀錄影片，規劃如下：

- 標題：無人機偏鄉物資運補服務，打造韌性臺灣
- 長度：15 min(長)+ 3 min(精華)
- 風格：紀錄片型態，透過「花蓮偏鄉緊急運補」與「澎湖離島民生日常物流配送」2個應用情境之影片，搭配在地人之需求與期望的訪談，反映本計畫推動「偏鄉及離島無人機物資運補機制」的價值



● 論文投稿

本計畫團隊彙整本計畫績效成果，並由陳鈺淳副教授、許新勝、林暉惠、童志文、吳東凌及黃于哲於產業與管理投稿論文〈論無人機物流之營運模式〉

《產業與管理論壇》稿件投稿成功通知

產業與管理論壇 16:00
寄給 ycchen

陳鈺淳 教授 鈞鑒：

感謝您惠賜大作「論無人機物流之營運模式」予本刊。

我們已確實收到來稿，並著手安排審稿事宜。待審查程序完成後會盡快通知您，請耐心等待。

感謝您對 產業與管理論壇的支持。

敬請 研安

產業與管理論壇編輯辦公室敬上

33

七、結論與建議

7.1 結論

- **文獻討探**
 - 無人機物流近2年來快速成長，已開始具備市場化態勢，本計畫持續更新相關最新資料蒐集，並系統性分類為全球市場、無人機物流模式、應用領域與實際案例，以綜觀國際無人機全面發展概況
- **服務模式精進及驗證**
 - 以日本伊那市個案分析，以及本計畫實做之真實成本，作為成本評估基礎，並提供計價機制建議
 - 以2024年花蓮403地震之實況，以及澎湖與其離島關連的特殊性，規劃偏鄉日常配送、離島緊急醫療物資配送與偏鄉救災等3種服務模式，並提出日常期、急救期與救災期三種常態營運機制規劃
 - 透過計畫服務模式驗證，進而提出下一階段偏鄉物流商業驗證的發展建議
- **系統開發及驗證**
 - 無人機系統的開發導入四型無人機，分別強化酬載能力與續航時間，並針對飛行穩定性、抗風性與飛控精準度進行測試，以滿足偏鄉與離島物流需求
 - 發展無人機交通管理系統，透過 FAA 認證的外掛式產品與國內研發的內嵌式產品，整合 RID(Remote ID) 與 UTM系統，並在試飛過程中進行驗證，以確保飛航安全與資訊同步性
- **場域驗證**
 - 試飛驗證則涵蓋視距內(VLOS)與視距外(BVLOS)飛行
 - 於花蓮與澎湖場域進行實測，並於亞創園區進行封閉測試，確保無人機的性能穩定並達到實務應用標準
- **行銷推廣**
 - 完成一篇論文投稿，辦理成果活動發表、以及完成成果影片拍攝

35

7.2 建議

- **無人機交通管理推動建議**
 - 持續推進UTM發展
 - 完善Remote ID與國際接軌
 - 建立空中廊道試點
- **無人機物流商業發展建議(POB)**
 - 政府主導建立基礎設施
(如網路基站建設、飛航走廊設立等)
 - 建立產業標準推動商業化發展
 - 一機多元應用之商業模式發展：緊急救援為主，日常配送為輔
 - 無人機物流作業手冊申請作業流暢化

36

