111-056-2320
IOT-109-ED008

無人機整合示範計畫推動及管理服務

交通部運輸研究所

中華民國 111 年 7 月

111-056-2320
IOT-109-ED008

無人機整合示範計畫推動及管理服務

著者：陳奕廷、周宗保、張惠淑、曾慶華、蕭宇伶、
許書耕、賴威伸、胡智超

交通部運輸研究所

中華民國 111 年 7 月

無人機整合示範計畫推動及管理服務

著　　者：陳奕廷、周宗保、張惠淑、曾慶華、蕭宇伶、許書耕、賴威伸、胡智超
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 111 年 07 月
印 刷 者：全凱數位資訊有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 0 冊
定　　價：非賣品
本書同時登載於交通部運輸研究所網站

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計畫出版品摘要表

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：無人機整合示範計畫推動及管理服務</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）</td><td>政府出版品統一編號</td><td>運輸研究所出版品編號
111-056-2320</td><td>計畫編號
109-ED008</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：運輸工程組
主管：許書耕
計畫主持人：許書耕
研究人員：賴威伸、胡智超
聯絡電話：02-23496821
傳真號碼：02-25450427</td><td colspan="2">合作單位：台灣車聯網產業協會
計畫主持人：陳奕廷
研究人員：周宗保、張惠淑、曾慶華、蕭宇伶
地址：臺北市松山區民生東路 4 段 133 號
聯絡電話：(02)27139126</td><td>研究期間
自 109 年 7 月

至 110 年 10 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：橋梁檢測、物流運送</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：

「無人機整合示範計畫」是將交通部所屬的交通場域，提供無人機業者進行實地技術測試及驗證；本計畫經過彙整並評估交通部部屬機關(構)的業務需求以及場域後，擇定公路總局轄管的橋梁進行檢測，以及中華郵政的物流運送為兩大示範主題。

橋梁檢測於 110 年 4 月 19-20 日完成台 3 線大溪武嶺橋實地驗證，另物流運送於 110 年 4 月 22 日完成東港至小琉球實地驗證，兩大示範主題最後分別於 110 年 5 月 11 日及 13 日完成評選，橋梁檢測選出 7 隊得獎團隊，物流運送選出 5 隊得獎團隊。同時本計畫藉由測試驗證成果，協助擬定出後續委外招標所需規格供各實務單位參考應用。</td></tr>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本 出 版 品 取 得 方 式</td></tr>
<tr><td>111 年 7 月</td><td>100</td><td>非賣品</td><td>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。</td></tr>
<tr><td colspan="4">備註：1. 本研究之結論與建議不代表交通部之意見。
2. 本研究係使用財團法人中華航空事業發展基金會經費辦理。</td></tr>
</table>

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS

INSTITUTE OF TRANSPORTATION

MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: UAV Integration Demonstration Program Promotion and Management Services			
ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER 111-056-2320	PROJECT NUMBER 109-ED008

DIVISION: Transportation Engineering Division DIVISION DIRECTOR: Shu-Keng Hsu PRINCIPAL INVESTIGATOR: Shu-Keng Hsu PROJECT STAFF: Wei-Shen Lai, Chih-Chao Hu PHONE: 02-23496821 FAX: 02-25450427	PROJECT PERIOD FROM July 2020 TO October 2021

RESEARCH AGENCY: Taiwan Telematics Industry Association
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Yi-Ting Chen
PROJECT STAFF: Zong-Bao Zhou, Hui-Shu Zhang, Qing-Hua Zeng
ADDRESS:13F., No.133, Sec. 4, Minsheng E. Rd., Songshan Dist., Taipei
PHONE: (02)27139126

KEY WORDS: bridges inspection; logistics and transportation

ABSTRACT:

The "UAV Integration Demonstration Program " is to provide UAV manufacturers with on-site technical testing and verification in the transportation field under the Ministry of Transportation and Communications. After compiling and evaluating the business needs and sites of the agencies (institutions) under the Ministry of Transportation and Communications, this program chose bridge inspection under the Directorate General of Highways and the logistics and transportation of Chunghwa Post Co., Ltd. as the two demonstration themes.

The bridge inspection was completed April 19-20, 2021 to complete the field verification of the Daxi Wuling Bridge on Provincial Highway 3 and the logistics transportation for the field verification from Donggang to Xiaoliuqiu was completed on April 22, 2021. The two demonstration themes had their evaluations completed on May 11 and 13, 2021. 7 winning teams were selected for bridge inspection, and 5 winning teams were chosen for logistics transportation. Meanwhile, through the test and verification results, this project will assist in formulating the required specifications for subsequent outsourcing bidding for reference and the application of various practical units.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE
Jul 2022	100	Not for sale

1. The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.
2. The budget of this research project is contributed by China Aviation Development Foundation. .

目錄

第一章 前言 1
1.1 計畫緣由 1
1.2 計畫範圍與內容概述 1
第二章 計畫辦理過程 5
2.1 計畫執行步驟 5
2.2 初步可行性評估 6
2.2.1 訪談需求單位 6
2.2.2 辦理公民咖啡館 18
2.2.3 選定示範計畫主題 28
2.3 制定示範測試計畫書規格及內容 32
2.3.1 橋梁檢測 33
2.3.2 物流運送 35
2.4 邀請無人機業者參與測試 37
2.4.1 廠商遴選流程 37
2.4.2 宣傳推廣 38
2.4.3 徵件說明會 45
2.4.4 廠商提案與收件 50
2.5 協助資格審查作業 50
2.6 監督管理執行過程 52
2.6.1 場域實作測試階段 52
2.6.2 驗證階段 59
2.6.3 成果評選階段 66
2.7 召開成果發表會 71
第三章 委外招標功能規格及資安規定範例 79
3.1 橋梁檢測招標工項建議 79
3.2 物流運送招標工項建議 83
附錄 參考文獻 89

圖目錄

圖 2.1.1 計畫執行流程圖 6
圖 2.2.1 公民咖啡館活動辦理流程 22
圖 2.3.1 傳統橋梁檢測車/無人機橋梁檢測比較圖 33
圖 2.4.1 廠商遴選流程圖 38
圖 2.4.2 無人機整合示範計畫報名網頁 39
圖 2.4.3 無人機整合示範計畫活動粉絲頁 39
圖 2.4.4 無人機整合示範計畫網路廣告 40
圖 2.4.5 無人機整合示範計畫民間社群分享 41
圖 2.4.6 無人機整合示範計畫說明會刊載於臺北市電腦公會會員電子報 42
圖 2.4.7 無人機整合示範計畫結合 UAV 應用發展論壇 EDM 進行宣傳 .. 42
圖 2.4.8 訪談無人機業者進行徵件邀約 45
圖 2.4.9 無人機整合示範計畫結合 UAV 應用發展線上論壇進行宣傳 45
圖 2.5.1 廠商篩選標準 51
圖 2.5.2 評分標準等級制定義 51
圖 2.6.1 示範計畫專案管理辦公室架構 52
圖 2.6.2 桃園大溪武嶺橋 59
圖 2.6.3 無人機物流運送示範場域 63
圖 2.6.4 東港起降地點位置 63
圖 2.6.5 小琉球起降位置 64

表目錄

表 2.2-1 訪談對象整理 7
表 2.2-2 訪談內容設定 9
表 2.2-3 訪談內容整理 10
表 2.2-4 受訪單位無人機應用需求分類 18
表 2.2-5 公民咖啡館議程 19
表 2.2-6 公民咖啡館活動期程紀錄 22
表 2.2-7 公民咖啡館討論成果 26
表 2.2-8 示範應用候選主題初步分析表 28
表 2.3-1 橋梁檢測測試執行計畫及驗證計畫 34
表 2.3-2 物流運送測試執行計畫及驗證計畫 35
表 2.4-1 無人機相關產學研名單 43
表 2.4-2 徵件說明會議程 46
表 2.4-3 徵件說明會活動期程紀錄 46
表 2.4-4 無人機整合示範計畫徵件說明會問題彙整 49
表 2.6-1 橋梁檢測教育訓練課程議程 54
表 2.6-2 橋梁檢測教育訓練活動期程紀錄 54
表 2.6-3 橋梁檢測教育訓練課程問題彙整 56
表 2.6-4 橋梁檢測實作測試概況 57
表 2.6-5 物流運送實作測試概況 58
表 2.6-7 團隊無人機飛行成果彙整 61
表 2.6-8 橋梁檢測驗證概況 62
表 2.6-9 團隊無人機飛行成果彙整 65
表 2.6-10 物流運送驗證概況 66
表 2.6-11 橋梁檢測成果簡報說明會概況 68
表 2.6-12 物流運送成果簡報說明會概況 71
表 2.7-1 「領航奇機 交通部無人機推動成果發表會」議程 72
表 2.7-2 「領航奇機 交通部無人機推動成果發表會」與會嘉賓名單 73
表 2.7-3 新聞媒體報導整理表 74
表 2.7-4 成果發表會活動期程紀錄 74

第一章 前言

1.1 計畫緣由

無人機之高機動性、高彈性部署特性，能夠有效提升運輸系統之易行性、可及性及安全性，發展無人機的應用服務已成為國際趨勢。無人機商業應用已逐漸從空拍、農業植保、緊急救災、設施巡檢(如電力、電信、公路、橋梁等)，朝向更具前瞻性的區間物流、城市空中交通等進階應用發展。交通部為有效導入無人機於我國交通運輸領域的應用以及促進相關產業的發展，已成立「無人機科技產業小組」，同時本所會同相關單位已研擬我國無人機在交通領域發展之推動策略，其中，策略 1 即為推動無人機整合示範計畫擴展無人機應用，期能藉由盤點各機關(構)在交通運輸領域之無人機應用需求，以及可供開放之試驗場域，進行無人機概念驗證測試；同時媒合交通部門與無人機業者(或學界研發團隊)合作的機會，藉由無人機創新應用以解決實際業務所遭遇問題，同時協助扶植我國無人機產業的發展。

1.2 計畫範圍與內容概述

本計畫執行期間為 109 年 7 月至 110 年度 10 月止，相關工作內容進行概述如下：

1. 初步可行性評估

   透過需求訪談與公民咖啡館之方式，除蒐集交通部部屬機關(構)所提出之可能示範計畫內容及場域，同時亦邀請無人機領域專家學者共同參與討論，審視技術與法規限制，進行示範測試計畫之初步可行性評估，並制定 2 個具前瞻示範應用主題。

   (1) 需求單位訪談：透過親訪、線上視訊與文件訪問方式，瞭解 11 個交通部部屬機關(構)目前業務作業流程、對於無人機所預擬實際應用策略、想法與建議等內容，進行整理與分析。

   (2) 辦理公民咖啡館：聚集交通部部屬機關(構)代表、地方機關與無人機業者，以分組方式討論無人機未來可能之業務應用、技術上遇到之困難與解決方案，同時亦以問卷方式蒐集各機關(構)代表對於無人機應用需求與導入意願。

   (3) 選定示範計畫主題：依據無人機技術、場域限制與部屬機關(構)未來應用規劃，篩選出 4 個可能之示範應用主題，並邀請無人機領域專家學者共同討論，就各單位提出之示範計畫內容及場域給予相關建議，最終決議 2 個具前瞻示範應用主題—橋梁檢測與物流運送。

2. 制定示範測試計畫書規格及內容

選定橋梁檢測與物流運送示範主題後，分別與公路總局和中華郵政合作，規劃示範計畫內容及場域；同時亦拜訪無人機領域專家學者，藉由其過往無人機實測經驗，給予計畫內容與無人機技術相關建議。最終整合相關資訊，提出技術可行性、法規可行性、其他政府配合等事項，並擬定 2 個示範主題之測試計畫書。

3. 邀請無人機業者參與測試

透過網絡資源與實體連結(如公會、地方政府資源等)，進行示範測試計畫之初期宣導工作。後續辦理徵件說明會說明測試計畫內容，並取得共識與應用發展方向。本計畫採線上辦理收件，由參賽廠商於線上填寫基本資料，並繳交相關文件。

(1) 初期宣傳推廣：以線上(網路資源)與線下(實體連結)兩種宣傳手法，透過電訪、親訪以及圖文等方式，讓業者瞭解本次示範測試計畫之目的與內容。

(2) 辦理徵件說明會：召開徵件說明會，說明示範測試計畫內容，並與業者直接面對面討論問題，讓業者瞭解公路總局與中華郵政之需求及示範測試計畫之內容。

(3) 廠商提案與收件：採線上辦理收件，由參賽廠商於線上填寫基本資料與繳交相關文件，並由本團隊審查廠商資格與文件。

4. 資格審查作業

針對無人機業者參與橋梁檢測與物流運送示範主題之資格，與其所提供之書面文件，進行可行性、應用設計及完整性審核評估。經審查合格之廠商方能進行測試與驗證計畫。本計畫針對 2 個示範主題進行媒合作業，最終錄取橋梁檢測 9 家與物流運送 11 家業者參與測試驗證。

5. 監督管理執行過程

(1) 場域測試階段

在進行場域實作階段之前，本所須向示範場域相關所屬單位函文申請使用場地之權限。於申請完成後，函文所有整合示範計畫(Integrated Pilot Program, IPP)團隊提供場地使用授權證明。此外，為使 IPP 團隊無人機作業手冊能順利申請，本所函文民航局協助無人機作業手冊(第 5 章操作限制排除事項與程序)內容審查作業，並提供 IPP 團隊最終錄取名單。本計畫針對「橋梁檢測」部分，考量 IPP 團隊中大部分無人機業者並未與橋梁檢測商合作，故另增辦理橋梁檢測教育訓練課程，提供無人機業者瞭解橋梁檢測程序、橋梁各項構件與缺失樣態種類等。

於測試實作前，IPP 團隊均應依本所規定提出相關申請事項，並於 1 週前回報測試時程，以利安排各團隊測試時間。每 1 個案執行測試時，本所委託之團隊須親至現地監督並紀錄相關過程，確保執行過程符合各種法令規定，及人員與財產的安全，並提供測試執行上無人機業者與需求機關間的協調工作。計畫期間，本所每月定期召開工作會議，瞭解各案目前辦理進度、遭遇困難或階段性成果等，必要時本所亦會到現地進行查訪執行成效。

(2) 決選階段

示範測試計畫執行後期，IPP 團隊於本所指定之日期出席示範場域，並按照抽籤順序進行實機展示，完成本所規劃之測試執行計畫及驗證計畫，以及繳交當日飛行資料。IPP 團隊根據本所提供之成果報告書內容，繳交製作成果報告書與成果驗證說明簡報；本所並於 5 月中旬召開示範計畫評選會議，選出優勝隊伍。

6. 召開成果發表會

成果發表會是本計畫整年度最終成果展示活動，主要目的除廣宣本計畫執行成果，亦期望透過發表會發表最新無人機技術創新應用服務，以鼓勵其他相關政府單位未來亦可以導入無人機應用。由於受 COVID-19 疫情影響，成果發表會展延至 110 年 10 月辦理，本次成果發表會同時結合「無人機在交通領域之創意應用競賽」與「推動我國無人機科技產業發展先期研究規劃」兩案辦理成果，共同展示現階段無人機推動成果，並且優選個案在會場展示各項無人機功能。

第二章 計畫辦理過程

本章將先說明執行步驟，再依序針對初步可行性評估、制定示範測試計畫書規格及內容、邀請無人機業者參與測試、協助資格審查作業、監督管理執行過程、召開成果發表會等 6 項課題分別說明如後。

2.1 計畫執行步驟

本計畫為跨年度計畫，執行流程如圖 2.1.1 所示，茲就流程中之重要步驟說明如下：

1. 確立計畫目的。
2. 與交通部部屬機關(構)，如公路總局、中華郵政、氣象局等進行單位需求訪談與示範計畫牽涉之行政協調，以利未來計畫執行順利。
3. 透過公民咖啡館活動，邀請交通部部屬機關(構)與無人機廠商進行討論。
4. 根據需求訪談、公民咖啡館成果，分析各需求單位導入無人機於業務流程之技術可行性，並進行效益評估，最終擇定本案之示範主題(共 2 案)。
5. 針對各示範主題制定示範測試計畫書規格及內容。
6. 初期宣傳推廣邀請無人機廠商參與，並辦理工作坊(說明會)提供廠商與需求單位雙向溝通的機會。
7. 與需求單位、示範廠商協力，進行無人機示範應用場域實作。
8. 辦理示範應用決選活動。
9. 辦理成果發表會。
10. 撰寫示範計畫(橋梁檢測及物流用送)委外招標功能規格及資安規定範例等。

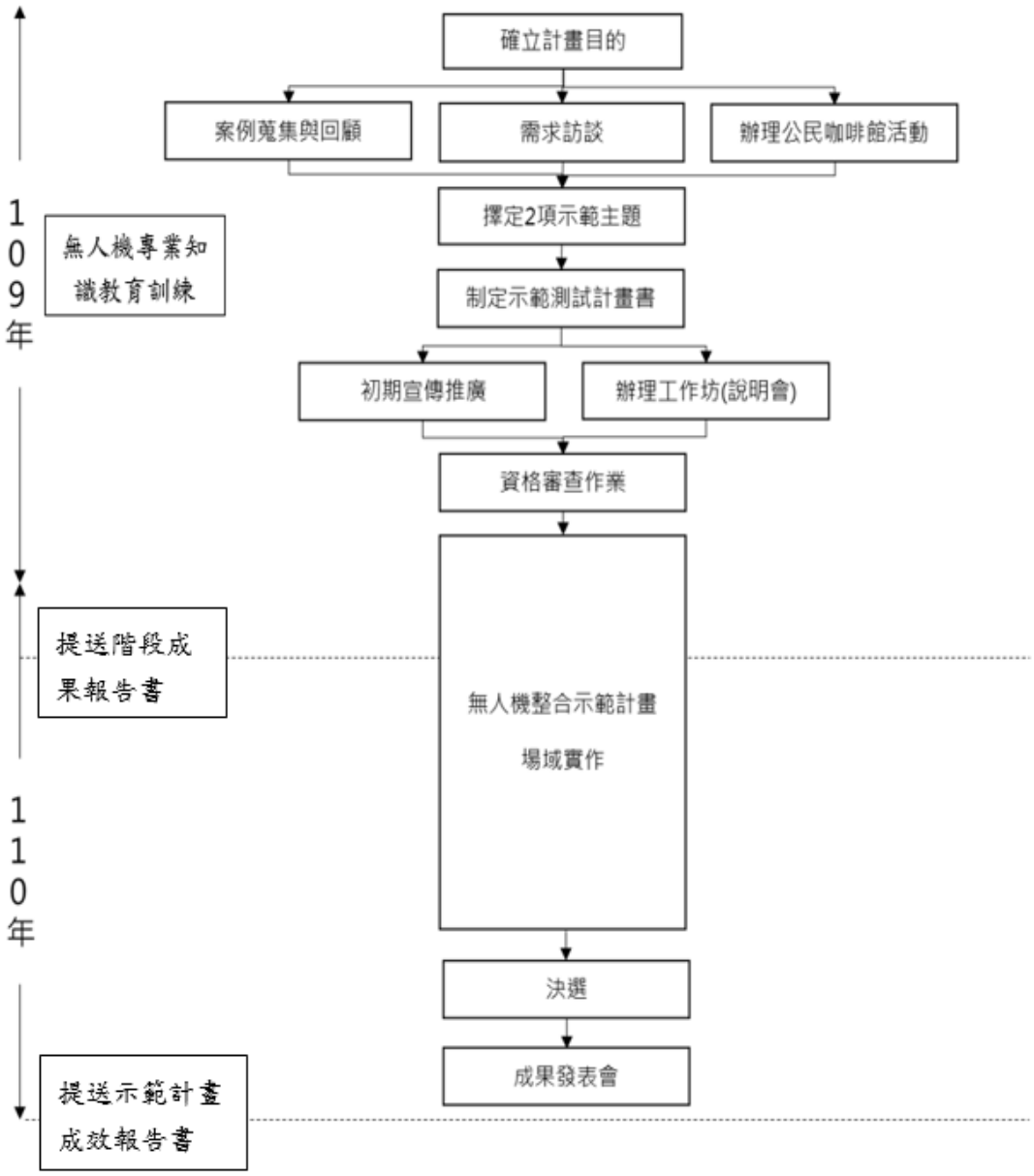


圖 2.1.1 計畫執行流程圖

2.2 初步可行性評估

2.2.1 訪談需求單位

本計畫目的在針對交通部部屬機關與事業單位目前業務流程需求，提出無人機技術運用之可行性或是延伸可能價值。透過與各單位深度訪談，瞭解各單位之需求與發展技術課題，歸整出適合該單位的無人機技術之發展與應用。本計畫亦根據各單位需求訪談結果，規劃示範應用案例，分析各需求單位導入無人機於業務流程之技術可行性，並進行效益評估，最終擇定本計畫之示範主題。本計畫訪談主要流程與內容如下：

1. 訪談流程

(1) 確認並定義主題：確定受訪主題、受訪需求單位，將訪談探討之內容明確化。

(2) 設計訪談內容:針對無人機應用案例,進行國內外相關文獻資料、報章、雜誌報導等現況回顧與整理，並且預設達成需求與目標需經歷之過程，進而設定與該需求單位的訪談問題大綱。

(3) 深度訪談：聯絡需求單位，進行單位需求訪談與研究計畫牽涉之行政協調。

(4) 訪談內容整理：將各需求單位所論述有關無人機技術與實際應用之認知與瞭解，以及未來可能面對之挑戰與發展趨勢等內容，進行整理與分析。

(5) 蒐集無人機業者回饋：與無人機業者共同討論，就各單位提出之示範計畫內容及場域，在無人機操作上，是否需要其他政府部門配合，或有障礙及窒礙難行等因素。

2. 訪談對象

訪談對象包括交通部部屬機關與事業單位，包括中華郵政股份有限公司、鐵道局、高速公路局、民用航空局、臺灣鐵路管理局、中央氣象局、公路總局、臺灣港務股份有限公司、航港局、桃園國際機場股份有限公司、觀光局等 11 個單位,詳細受訪單位、受訪對象、訪談時間、地點及方式整理如表 2.2-1。

表 2.2-1 訪談對象整理

受訪單位	受訪對象	訪談時間	訪談方式
中華郵政股份有限公司郵務處作業管理科	嚴洧澤科長 許銘俊管理師	109 年 7 月 23 日 14：00	當面訪談
鐵道局	李有義科長 翁明谷正工程司 李仲凱工程員	109 年 7 月 24 日 14：30	當面訪談
高速公路局工務組	林嘯廷科長	109 年 7 月 28 日 10：00	當面訪談

受訪單位	受訪對象	訪談時間	訪談方式
民用航空局 飛航標準組	廖慧君正工程司 耿驊簡任技正 陳健成報務員 黃元宏檢查員	109 年 7 月 29 日 16：00	當面訪談
臺灣鐵路管理局 工務處	周行健營運專員	109 年 7 月 30 日 11：00	當面訪談
中央氣象局	李育棋組長 高長霖科長 邱思翰技佐	109 年 7 月 31 日 14：00	當面訪談
公路總局 養護科	李佳輯科長	109 年 8 月 3 日 10：00	當面訪談
臺灣港務股份有限公司	林柏亦助理工程師	109 年 8 月 5 日 13：00	電話訪談
航港局	劉至得科長 許家駒專員 郭伯琛技士 許銓倫技正	109 年 8 月 7 日 15：00	當面訪談
公路總局 設計科	楊秉順科長	109 年 8 月 10 日 10：00	當面訪談
桃園國際機場股份有限公司	蔡政達助理工程師	109 年 8 月 10 日 13：00	當面訪談
民用航空局 航站管理組	陳健成技士 吳冠模檢核員	109 年 8 月 18 日 14：00	當面訪談
公路總局 交通管理組	林天祿科長 鄭妍妍幫工程司	109 年 8 月 20 日 13：30	當面訪談
觀光局 管理處	吳晴琳	109 年 8 月 13 日	信件回傳

3. 訪談內容設定

訪談內容請參考表 2.2-2。

表 2.2-2 訪談內容設定

訪談項目	訪談內容	問題
瞭解單位現況	瞭解需求單位對於無人機技術與實際應用之認知、過往經驗、目前正在執行之相關計畫與對於現況的看法與意見	● 目前對於國內外無人機實際應用之看法與意見？ ● 是否曾導入無人機應用或是執行過相關評估或先行計畫？ ● 針對該應用在安全性、可及性、人力與財務資源等方面是否存在相關課題？
預擬實際應用策略	提供需求單位國內外相關無人機實際應用案例參考，並針對該單位業務流程提出無人機技術實際應用之可及性或創造新技術與傳統的媒合機會	● 目前業務流程上是否有航拍、運輸、巡檢、監督、測量與檢測等無人機常見應用項目？ ● 評估有哪些業務可能可以使用無人機？是否有改善的必要？ ● 關於無人機實際應用，可能得到的幫助與遇到的困難？遇到的困難是否可被解決？
想法與建議	對於無人機實際應用之後續推動想法與建議	● 對於無人機實際應用後續推動的意願如何？ ● 對於無人機實際應用未來可能面對之挑戰，像是人力、成本經費、科技技術之發展趨勢，給予想法與意見。

4. 訪談內容整理

與交通部部屬機關與事業單位之訪談會議紀錄彙整如表 3.2-3，並將各單位需求分為空中運輸、檢測應用、環境監控及治安維護四大類，整理如表 2.2-4。

表 2.2-3 訪談內容整理

需求單位	無人機應用業務	無人機營運作業	無人機規格需求	無人機應用與業務執行之困難	試驗場地
中華郵政股份有限公司	物流運送	傾向委外	高承載、高耐候性、高續航力、自動化飛行、定位訊號傳輸系統穩定、投擲準確度高	1. 400 呎高度以下才能飛行，且僅能於指定範圍區域申請放寬飛行，收件區域將因此受限。 2. 組織無人機機隊在人力成本與效益上可行性不高，且無人機操作人員所需承擔風險高。	1. 梨山郵局到武陵農場：開車約 25 至 30 公里，若直線飛行約 10 公里，可減短路程。 2. 桃園復興到上巴陵：除郵件外，可運送拉拉山水蜜桃。 3. 新竹尖石到鎮西堡或司馬庫斯：山區、離島普通郵件交件次日起 3 至 5 天內。 4. 屏東東港到小琉球：離島運輸須配合客船，需時 65 分鐘，若直線飛行約 16 公里，可縮短時間。
鐵道局	橋梁檢測、邊坡巡檢、事故調查、施工紀錄	傾向委外	高續航力、避障功能、定位訊號傳輸系統穩定、影像解析度高、AI 辨識功能、雲端	1. 鐵道路線常穿越山岳隧道及狹隘區域，且部分路段採地下化，又沿線高壓供電系統及通訊系統產生之	以地形開闊之過河段橋梁、偏遠山區或人口稀疏之郊區可行性較高。

需求單位	無人機 應用業務	無人機 營運作業	無人機 規格需求	無人機應用與業務 執行之困難	試驗場地
			整合運算、資安防護	訊號干擾，使無人機使用上存有安全疑慮與限制，並間接導致鐵路營運機構面臨安全風險。 2. 無人機設備維護、人員培訓成本高，且一旦發生事故，無人機操作人員承擔主要風險，使用無人機之機關(構)亦需一併承擔責任，又目前無人機保險費用高且具條件限制，不符合經濟成本考量。 3. 禁航區因法規規定須取得相關營運機關(構)與地方政府之許可，另基於安全考量，恐無法順利通過飛航申請。	
高速公路局	邊坡巡檢	傾向委外	高續航力、自動化飛行、定位訊號傳輸系統穩定、攝像鏡頭角度調整性高、影像解析度高、AI 辨	1. 自主研發無人機或是組織團隊可行性低。 2. 無人機飛行區域法令申請作業繁瑣。 3. 無人機僅能針對大範圍邊坡搜索，	國道 3 號北上 150k+585 至 150k+320 邊坡。

需求單位	無人機 應用業務	無人機 營運作業	無人機 規格需求	無人機應用與業務 執行之困難	試驗場地
			識功能、雲端整合運算	難以偵測雜草生長茂密之邊坡，無法提前預防災害發生。 4. 無人機續航力不足，無法 24 小時持續監控交通狀況，較適合用於道路突發狀況之勘察。	
	橋梁檢測	傾向委外	高續航力、自動化飛行、定位訊號傳輸系統穩定、攝像鏡頭角度調整性高、影像解析度高、AI 辨識功能、雲端整合運算	1. 自主研發無人機或是組織團隊可行性低。 2. 無人機飛行區域法令申請作業繁瑣。 3. 因無人機具避障系統，無法近距離查看裂縫，望能偵測至 0.2mm 以內。 4. 一般無人機續航力不足，然若使用繫留式無人機，則考量部分橋底沒有道路，需克服從橋上操作無人機往下飛行拍攝之操作技術。	1. 國道 6 號國姓橋交流道(高 70 公尺底下沒有實際道路，需於橋上操作。) 2. 國道 6 號愛蘭交流道愛蘭脊背橋。
民用航空局	跑道、機場設施巡檢、反無	傾向委外	高耐候性、高續航力、雲端整合運算	1. 因政府機關(構)業務量較多且繁瑣，故倘若民間有能力執行，亦考量民	因民航局轄下各機場場域限制，暫無建議之場域與情境。

需求單位	無人機 應用業務	無人機 營運作業	無人機 規格需求	無人機應用與業務 執行之困難	試驗場地
	人機干擾設備			間對於此方面技術之人才培養較為穩定且專業，以委外方式為佳。 2. 物流等應用需要具備無人機飛航管理(UTM)功能，無人機可利用「類自動回報監視」之通訊技術，將無人機飛航數據回報到 UTM 雲端系統，以利管制、追蹤。 3. 物流偏向於場景應用，如山區緊急救難物資運送。然而發生緊急救難狀況時，通常山區氣候不佳，無人機需具高強度的抗風能力。 4. 目前屬無人機檢測應用效益較高，且技術相對成熟。物流運送若能增加運送頻次、擴大區域範圍，及提升耐候性(風力、氣流、大雨)才能符合效益需求。	

需求單位	無人機 應用業務	無人機 營運作業	無人機 規格需求	無人機應用與業務 執行之困難	試驗場地
				5. 考量於機場內應用無人機可能影響飛機起降，且相關設施巡檢以普通車輛即可進行，綜合風險與效益考量，導入無人機的可能性不高。	
鐵路管理局	橋梁檢測、邊坡巡檢	傾向委外	高耐候性、高續航力、定位訊號傳輸系統穩定、攝像鏡頭角度調整性高、資安防護	1. MIT 之無人機目前市場價格太高且不適用。 2. 法規訂定作業手冊申請流程繁瑣，等待通過期程較長。 3. 禁航區因法規規定須取得相關營運機關(構)與地方政府之許可，另基於安全考量，恐無法順利通過飛航申請。 4. 10 月以後季風影響，通常無法作業。 5. 軌道巡檢時無人機會貼近鐵軌，電車線電壓高達2萬5千伏特，恐有觸電吸附風險。	竹東大橋
中央氣象局	大氣邊界層內氣象	傾向委外	高承載、高耐候性、高續航	1. 多數空域考量民航及戰備因素，合	1. 彰化田中

需求單位	無人機 應用業務	無人機 營運作業	無人機 規格需求	無人機應用與業務 執行之困難	試驗場地
	與空氣組成(含污染)觀測		力、穩定滯空、夜間/光線照明、雲端整合計算	適的試驗場域不足，需與民航局和國軍協調。 2. 目前技術可於 1.5 公里高度內進行數據即時傳輸。然飛至 3 公里高時，須先離線存儲數據。 3. 視機體所裝載之測量器具，決定其飛行高度，目前無人機裸機狀態下可飛 3 公里高。若只裝載測試氣象參數及 PM2.5 之儀器，總負重控制在 2 公斤內，可飛 2.5 公里高，然而目前測試飛行之結果多為 1 至 1.5 公里高。	2. 宜蘭(往東部飛機少) 3. 高雄美濃
公路總局	邊坡巡檢	內部機隊	高耐候性、高續航力、避障功能、定位訊號傳輸系統穩定、影像解析度高	1. 無法偵測邊坡高風險區域，落石地段僅能以區段評估 300 至 500 公尺範圍有風險，無法精確判斷可能落石位置。 2. 因坡面形狀不規則及山區路段沒	台 9 線

需求單位	無人機 應用業務	無人機 營運作業	無人機 規格需求	無人機應用與業務 執行之困難	試驗場地
				有 GPS，無法固定飛行路線。	
	橋梁檢測	內部機隊	高耐候性、高續航力、避障功能、自動化飛行、定位訊號傳輸系統穩定、攝像鏡頭角度調整性高、影像解析度高、AI 辨識功能、夜間/光線照明	1. 橋梁下光線不足易影響拍攝解析度，且因避障功能無法近距離拍攝，然而通常有 0.3mm 裂縫就要紀錄。 2. 超過雙向四車道橋面寬度之橋梁，易使無人機於橋底收不到訊號。 3. 沿海橋梁離潮汐僅有 80 公分，淨高不足，無人機有落水的可能性。	台 61 線西部濱海快速公路
	交通管理	傾向委外	高耐候性、高續航力、影像解析度高、AI 辨識功能	-	蘇澳地區車多壅塞地段
臺灣港務股份有限公司	環境監控、反無人機干擾設備	傾向委外	高耐候性、避障功能、自動化飛行、定位訊號傳輸系統穩定、影像資料即時傳輸、AI 辨識功能、夜間/光線照明	無人機維護成本及業務人員承擔風險高。	試驗場域及詳細需求需與各港務分公司討論後再行提供

需求單位	無人機 應用業務	無人機 營運作業	無人機 規格需求	無人機應用與業務 執行之困難	試驗場地
航港局	海難蒐證	傾向委外	高耐候性、高續航力、自動化飛行、影像資料即時傳輸、衛星輔助定位	1. 無人機續航力不足，操作人員須搭乘船舶到達事故海域，導致增加額外派船支援費用。 2. 海難發生才有任務，非經常性需求，且海上飛行環境複雜，需高度飛行專業，並取得民航局高級操作證。	暫無適合驗證場域之場域
桃園國際機場股份有限公司	跑道、機場設施巡檢、反無人機干擾設備	傾向委外	高承載、高耐候性、高續航力、影像資料即時傳輸	尚未建立無人機飛航管理系統(UTM)，有人機與無人機不能相互辨識，基於機場安全考量，尚無法在機場內做相關應用。	因桃園機場場域限制，暫無建議之場域與情境。
觀光局	景點、活動拍攝	傾向委外	-	1. 在申請空拍作業時，因空拍範圍之管理單位(例：軍事範圍)無空拍申請系統審查權限，需多方協調及檢附重複佐證文件而略有困擾。 2. 本局所屬部分管理處自行擁有無人機，但因同仁無操作證，以致無法使用現有無人機	本局無場域可做為試驗場域

需求單位	無人機 應用業務	無人機 營運作業	無人機 規格需求	無人機應用與業務 執行之困難	試驗場地
				進行景點或活動拍攝。	

表 2.2-4 受訪單位無人機應用需求分類

需求分類	應用業務	需求單位
空中運輸	物流	中華郵政股份有限公司
	大氣邊界層內氣象與空氣組成(含污染)觀測	中央氣象局
檢測應用	橋梁檢測	鐵道局 高速公路局 鐵路管理局 公路總局
	邊坡巡檢	鐵道局 高速公路局 鐵路管理局 公路總局
	跑道(設施)巡檢	民用航空局 桃園國際機場股份有限公司
環境監控	活動拍攝	觀光局
	事故調查 海難蒐證	鐵道局 航港局
	施工紀錄	鐵道局
	交通管理	公路總局
	港區環境監控	臺灣港務股份有限公司
治安維護	反無人機干擾設備	民用航空局 臺灣港務股份有限公司 桃園國際機場股份有限公司

2.2.2 辦理公民咖啡館

訪談結束後，為進一步聚集交通部部屬機關代表與無人機業者之意見，爰以較輕鬆之方式討論無人機未來可能之業務應用，除較常見之橋梁檢測、邊坡巡檢、物流運送外，協助目前無人機應用較不明確之單位發想未來可

能之應用，列入後續計畫之參用。活動內容設計以公民咖啡館(或稱世界咖啡館)討論形式辦理，活動流程及結果如下。

1. 辦理目的

(1) 蒐集無人機未來可能之業務應用

本計畫於可行性評估階段，除了訪談政府機關無人機之業務需求外，亦透過「公民咖啡館」瞭解各單位之無人機應用，以利後續計畫參用。

(2) 激發各部屬機關如何運用無人機解決問題及創造交通領域業務應用

為協助目前無人機應用較不明確之單位激發可能，本次邀請交通部部屬機關代表與無人機業者以「公民咖啡館」之深度交流方式，就交通部轄下管理領域範圍，如：橋梁檢測、邊坡巡檢、物流運輸、觀光宣傳等四大應用領域，以應用端角度出發，協助交通部部屬機關瞭解導入無人機之價值，以達成良善的雙向溝通。

2. 活動時間：109 年 8 月 26 日(星期三) 下午 13：30 - 16：30
3. 活動地點：交通部運輸研究所 5 樓第 1 會議室
4. 議程如下：

表 2.2-5 公民咖啡館議程

時間		議程	講者
13：30	14：00	報到時間	-
14：00	14：05	開場致詞	交通部運輸研究所 許書耕組長
14：05	14：20	國際無人機發展 及行業應用新趨勢	經緯航太 張瑞隆副總經理
14：20	14：35	無人機在高鐵軌道 及橋梁檢測應用介紹	工研院資訊與通訊研究所 李國徵組長
14：35	14：50	無人機在邊坡崩塌 及河川壩體監測應用介紹	中興工程顧問社 陳俊愷研究員
14：50	15：00	無人機於交通領域 之公務應用導入概況	景翊科技 王凱平經理
15：00	15：10	活動說明	主持人
15：10	16：10	【公民咖啡館】 領域業者與機關代表深入交流，激盪無人機應用之可能性	業者與機關代表

16：10	16：30	成果發表暨交流回饋	主持人

5. 公民咖啡館進行方式

公民咖啡館進行方式說明如下，實際執行流程則如圖 2.2.1。

(1) 分組方式：每組 6 至 8 人，共分 6 組。

① 組長：為業者代表，每組 1 位。就交通部轄下管理領域範圍，包括橋梁檢測、邊坡巡檢、物流運輸、觀光宣傳等四大應用，邀請無人機業者分別擔任組長，事前填寫企業於該領域之無人機產品規格，提供公務機關代表參考及討論。

② 成員：為公務機關代表，每組 5 至 6 位。依據事前報名主題、該機關導入應用之可能性進行分組，並安排已導入及尚未導入之機關代表同一組別，以利交互觀摩、並聚焦如何導入無人機應用。

③ 輔導員：為執行單位，每組 1 位。協助組長引導討論、並彙整討論內容。

(2) 進行流程

① 輔導員協助介紹該組組長及公務機關代表。(5 分鐘)

② 組長運用提供之資料介紹自己企業，首先說明該情境應用無人機的優勢，引起各機關之好奇與想法；後續再說明應用情境、場域以及其無人機應用規格，及成本範圍，提供各機關思考導入無人機之可能。(10 分鐘)

③ 各機關代表請運用表單簡述機關應用情形及面臨問題。(一位成員及回饋建議 5 分鐘，共 20 分鐘)

- 已導入無人機應用者：說明問題情境、應用情形、以及改善狀況；

  →組長：協助詢問當初導入無人機應用與業務執行之困難，以及如何克服，以利我方蒐集各機關應用狀況。

- 尚未導入無人機應用者：說明未導入之疑慮。

  →組長：瞭解目前業務流程上是否有航拍、運輸、巡檢、監督、測量與檢測等無人機常見應用項目，確認使用無人機之可能以及改善的必要；最後針對該單位所提出的疑慮，協助判斷是否能解決，以利下一步驟選出可能導入無人機之機關。

④ 綜合討論(35 分鐘)：從未導入者挑出最有意願或可能導入無人機之機關，並運用現場分組資料討論導入無人機可能遇到的問題與解決方式。

- 情境說明，如該情境問題目前是以何種方式進行處理。
  →組長：目前是否有相似案例，是以導入無人機解決該問題。
- 預計達到目標，如期望運用無人機解決何種問題以及達到的目標。
  →組長：建議以案例說明導入無人機之改善效益。
- 說明疑慮，如對無人機尚無認知、技術需求、成本考量、人力配置等。
  →組長：協助釐清，並說明解決方式。
- 導入無人機之可能性，如願意導入，願意開放場域為何。
  →組長：提供相關回饋。

(3) 成果發表暨交流回饋進行方式

① 各組遴選一位機關代表，說明導入無人機可能遇到的問題與解決方式。

② 各組組長針對機關代表之說明，並進行補充。

③ 本所代表作最後總結，並宣告下一階段相關計畫。

④ 最後主持人邀請所有機關代表掃描螢幕上 QR code，線上填寫「無人機導入應用之回饋問卷」，並由輔導員協助確認後送出。

圖 2.2.1 公民咖啡館活動辦理流程

6. 與會人員與分組名單

與會人員包含組長(講師)6 位、產業代表 6 位、政府機關代表 41 位(含交通部部屬機關 21 位、地方機關 20 位)，共 53 位，並分為觀光宣傳(8 位)、物流運輸(8 位)、邊坡巡檢-1(8 位)、邊坡巡檢-2(8 位)、橋梁檢測-1(8 位)及橋梁檢測-2(7 位)共 6 組。

7. 活動期程

公民咖啡館實際活動期程紀錄如下表。

表 2.2-6 公民咖啡館活動期程紀錄

活動期程	活動照片
13：30 – 14：00 **報到時間**	-

14：00 – 14：05 **開場致詞** 講者：交通部運研所 許書耕組長	
14：05 – 14：20 **國際無人機發展** **及行業應用新趨勢** 講者：經緯航太 張瑞隆副總	
14：20 – 14：35 **無人機在高鐵軌道** **及橋梁檢測應用介紹** 講者：工研院資通所 李國徵組長	

14：35 – 14：50 **無人機在邊坡崩塌及河川壩體監測應用介紹** 講者：中興工程 陳俊愷研究員	
14：50 – 15：00 **無人機於交通領域之公務應用導入概況** 講者：景翊科技 王凱平經理	
15：00 – 15：10 **活動說明**	-
15：10 – 16：10 **公民咖啡館**	

15：10 – 16：10 **成果發表暨座談回饋**	

8. 成果整理

(1) 中央、地方運輸機關代表踴躍出席，對於導入無人機應用帶動產業發展，具宣示意義。

本次辦理公民咖啡館參與人數共 79 人，包含主辦單位 20 人、企業單位 15 人、中央機關 23 人及地方機關 21 人，參與踴躍。其中港務公司總公司、臺中港務分公司皆已確認將導入無人機，港務公司更與中光電約時間進行洽談。此外，已有相當多地方縣市，包括新北捷、桃捷、苗栗縣工務處皆已導入無人機於邊坡及橋梁檢測業務；新北市政府交通局、新竹縣政府亦積極表達導入意願。透過本次座談，邀請在座業者參與後續 IPP 計畫，中光電智能機器人、航見科技等皆表達其參與意願。

(2) 公民咖啡館成果發表一機關導入無人機之意願高。

公民咖啡館討論成果則整理如表 2.2-7。

表 2.2-7 公民咖啡館討論成果

需求單位	導入情境	相關疑慮	解決方案-
臺中港務分公司	港區巡檢	1. 臺中港風力達 7 至 8 級 2. 港區腹地達 5,000 公頃 3. 港區收訊較不穩定	1. 既有雄鷹定義無人機已可達成 2. 可採群飛、多點飛行方式進行勘查 3. 建議交通部同步加強 5G 於港區之建設 4. 建議技術業者共同參與並突破

需求單位	導入情境	相關疑慮	解決方案-
中央氣象局	低層大氣觀測	1. 觀測數據的正確性 2. 滯空時間 3. 飛行高度 4. 空域申請	1. 使用新的感測技術，而非編碼器(Encoder) 2. 使用直升機型+汽油引擎可達 3 小時 3. 使用 UTM 無人機飛航管理系統進行資料自動回報
臺灣高鐵股份有限公司	橋梁檢測	1. 安全課題 2. 責任歸屬	1. 建立斷訊返航、電力等自動化操作介面 2. 導入事故現場 3D 重建技術
臺灣港務股份有限公司	港區巡檢、油汙管理、緊急災害	1. 避開港區移動船舶 2. 船舶電波干擾 3. 夜間飛行技術	1. 使用 UTM 無人機飛航管理系統進行控制 2. 需進行技術上的突破 3. 夜間拍攝部分須邀請國內業者加強並突破
鐵路管理局臺東公路段	南迴鐵路邊坡巡檢	1. 同仁操作風險 2. 即時傳輸能力 3. 鏡頭角度移動能力	1. 以委外服務代替採購，並進行自動排程 2. 架虛擬站進行實時動態 (Real Time Kinematic, RTK)定位及即時訊息協定 (Real-Time Messaging Protocol, RTMP)雙向直播串流 3. 以租代購，並進行數位化起降路線派工
觀光局	活動拍攝	1. 設備維護 2. 人力培訓及考照 3. 法規政策	1. 可考慮委外進行 2. 協助提供保險費用，強化導入保障 3. 先以實驗條例排除限制，並訂管制標準

備註: 編碼器(Encoder) 是一種機電裝置，用於量測運動或位置

(3) 座談回饋調查─橋梁檢測占交通領域機關之最高需求，具技術含量，可帶動無人基於運輸產業之發展。

藉由座談回饋調查統計，各機關有意導入無人機之領域的比例為橋梁檢測 53%、邊坡巡檢 44%、物流運輸 20%及觀光宣傳 13%。針對無人機主要需求規格的比例包括續航力 75%、滯空飛行 73%、即時影像傳輸 67%、自動飛行路徑規劃 60%、遠端導航遙控技術 60%、拍攝精密度 58%、自動避障功能 55%等。另外，經與業者討論，多數需求在現行產業中已有基本技術，然成本較高、須再突破。座談會後有意編列預算者為 51%、須確認機關需求者為 40%、無需求者則為 9%。

2.2.3 選定示範計畫主題

透過對交通部部屬機關(構)可能應用無人機業務之需求訪談，與辦理公民咖啡館邀請無人機業者共同討論，就各單位提出之示範計畫內容及場域，評估技術可行性、法規可行性、其他政府配合等事項，最後擇定 2 個具前瞻示範計畫，並向相關單位提出臨時試驗申請。

1. 示範應用候選主題

依據彙整無人機應用需求分類，如表 2.2-4，考量若在機場空域內操作無人機將影響客機飛航安全，故暫不考量民用航空局、桃園國際機場股份有限公司所提出之應用需求。其次，目前中央氣象局與公路總局皆執行相關無人機觀測空氣污染物及交通管理計畫，為避免資源重疊，亦將相關應用需求排除。另外，無人機活動拍攝、施工紀錄與調查蒐證等應用需求相較其他應用需求，其所需的無人機技術已穩定成熟，且廣泛應用，無需進行示範測試，故排除。而反無人機干擾設備則不符合本次為發展扶植國內無人機產業目標，故將之亦排除。最終，盤點「邊坡巡檢」、「橋梁檢測」、「物流運送」及「港區環境監視」4 項應用需求作為示範應用候選主題，並進行初步分析，相關內容參考表 2.2-8。

表 2.2-8 示範應用候選主題初步分析表

項次	試驗範圍	示範計畫主題	內容及工作項目概述	預計試驗場域	需求單位	可行性分析與配合事項
1	單點試驗範圍	邊坡巡檢	運用無人機辦理邊坡定期巡查，以高空視角檢	• 台 9 線 • 國道 3 號北上 150k+585	• 鐵道局 • 高速公路局 • 鐵路管理局 • 公路總局	1. 所使用之無人機需具備高耐候性、高續航力、自動避障、自動化飛行、定位訊號傳輸系統穩定、攝像鏡頭角度調整性

項次	試驗範圍	示範計畫主題	內容及工作項目概述	預計試驗場域	需求單位	可行性分析與配合事項
			視邊坡狀況。	至150k+320邊坡		高等技術能力。而對於後續資料處理需具備影像解析度高、AI 辨識功能及雲端整合運算系統等。目前國內已有運用案例，技術可行性高。 2. 根據民航局《遙控無人機管理規則》第 6、19 條，示範廠商須註冊無人機、操作人員均需持有專業操作證。 3. 根據民航局《遙控無人機管理規則》第 28 條，延伸視距飛航者，最大範圍為以操作人為中心半徑九百公尺，若執行邊坡巡檢時超過此距離，政府機關(構)可依第 32 條規定於活動日十五日前檢附活動計畫書向民航局申請許可。 4. 每次活動前、後於指定時間內至民航局指定資訊系統登錄飛航資訊。
2	單點試驗範圍	橋梁檢測	當檢測人員難以徒步之方式接近橋梁構件時，如高橋墩及其支承、跨河段橋梁構件、特殊性橋梁高橋塔及其鋼纜等，無人機可搭載輔助載具接近，或以間接目	以地形開闊之過河段橋梁、偏遠山區或人口稀疏之郊區可行性較高。 • 國道 6 號國姓橋交流道 • 國道 6 號愛蘭交流道愛蘭脊背橋	• 鐵道局 • 高速公路局 • 鐵路管理局 • 公路總局	1. 所使用之無人機需具備高耐候性、高續航力、自動避障、自動化飛行、定位訊號傳輸系統穩定、攝像鏡頭角度調整性高、夜間/光線照明等技術能力。而對於後續資料處理需具備影像解析度高、AI 辨識功能、雲端整合運算系統及資安防護等。目前國內已有運用案例，技術可行性高。 2. 根據民航局《遙控無人機管理規則》第 6、19 條，示範廠商須註冊無人機、操作人員均需持有專業操作證。

項次	試驗範圍	示範計畫主題	內容及工作項目概述	預計試驗場域	需求單位	可行性分析與配合事項
			視方式進行檢測。	• 台 61 線西部濱海快速公路 • 竹東大橋		3. 根據民航局《遙控無人機管理規則》第 28 條，應遠離鐵路三十公尺以上，但政府機關(構)可依第 32 條規定於活動日十五日前檢附活動計畫書向民航局申請許可。 4. 每次活動前、後於指定時間內至民航局指定資訊系統登錄飛航資訊。 5. 位於禁航區範圍，需與民航局、直轄市、縣(市)政府等相關中央主管機關會商配合。
3	線面試驗範圍	物流運送	以無人機載物運送包裹。	• 梨山郵局到武陵農場 • 桃園復興鄉到上巴陵 • 新竹尖石到鎮西堡或司馬庫斯 • 東港郵局到小琉球郵局	中華郵政股分有限公司	1. 所使用之無人機需具備高承載、高耐候性、高續航力、自動化飛行、定位訊號傳輸系統穩定、投擲準確度高等技術能力。目前國內已有運用案例，技術可行性高。 2. 根據民航局《遙控無人機管理規則》第 6、19 條，示範廠商須註冊無人機、操作人員均需持有專業操作證 3. 根據民航局《遙控無人機管理規則》第 28 條，延伸視距飛航者，最大範圍為以操作人為中心半徑九百公尺，若執行物流運送時超過此距離，政府機關(構)可依第 32 條規定於活動日十五日前檢附活動計畫書向民航局申請許可。 4. 另依據《民用航空法遙控無人機專章》99 條之 14，不得以遙控無人機投擲任何物件，若要測試投擲包裹，政府機關

項次	試驗範圍	示範計畫主題	內容及工作項目概述	預計試驗場域	需求單位	可行性分析與配合事項
						(構)可經檢具有關文書向民航局申請核准。 5. 每次活動前、後於指定時間內至民航局指定資訊系統登錄飛航資訊。
4	單點試驗範圍	港區環境監視	運用無人機搭載影像即時傳輸監看港區環境，進行海上油污管理、港區監視及緊急災害應變等。	洽各區港務公司	臺灣港務股份有限公司	1. 所使用之無人機需具備高耐候性、自動避障、自動化飛行、定位訊號傳輸系統穩定、影像資料即時傳輸、AI 便是、夜間/光線照明等技術能力。目前國內已有運用案例，技術可行性高。 2. 根據民航局《遙控無人機管理規則》第 6、19 條，示範廠商須註冊無人機、操作人員均需持有專業操作證。 3. 根據民航局《遙控無人機管理規則》第 28 條，延伸視距飛航者，最大範圍為以操作人為中心半徑九百公尺，若執行港區環境監視時超過此距離，政府機關(構)可依第 32 條規定於活動日十五日前檢附活動計畫書向民航局申請許可。 4. 另為維護港區安全，港務公司訂有「臺灣港務股份有限公司轄管港區範圍遙控無人機使用管理須知」，原則不開放民眾或業者於商港區域內操作使用遙控無人機，如有特殊業務(公務)需求，須專案向該商港之轄管分公司提出申請，並經審查同意後方得操作使用遙控無人機；如未經同意於商

項次	試驗範圍	示範計畫主題	內容及工作項目概述	預計試驗場域	需求單位	可行性分析與配合事項
						港區域操作使用遙控無人機者，依商港法第 36 條第 1 項第 3 款相關規定辦理。 5. 每次活動前、後於指定時間內至民航局指定資訊系統登錄飛航資訊。

2. 最終選定示範主題

在邊坡巡檢、橋梁檢測、物流運送及港區環境監視 4 項候選主題中，港區環境監視部分，由於港務公司於公民咖啡館活動中與無人機業者接觸洽談，最終確認將自行規劃導入無人機應用之相關計畫，故考量資源不重疊利用，先排除此主題。

餘下 3 項候選主題，經內部主題初審會議討論後，首先確定物流運送主題，因其符合中央針對無人機的發展方向，亦可做為國內發展無人機物流運送的先期測試，並推向國際；而邊坡巡檢與橋梁檢測性質雷同，然邊坡巡檢為長期觀測比對作業，示範計畫短期內無法產出顯著成果，故以橋梁檢測為優先選擇，其較具高技術亮點與商業價值，且應用無人機橋梁檢測影像結合虛擬實境技術，有助未來部屬機關(構)於橋梁檢測教學之人才培育；此外，因其檢測技術複雜且難度高，未來推廣運用於邊坡、風機、太陽能板等檢測場域相對簡易，帶動檢測產業的發展，解決目前作業上檢測限制、人員安全與高成本等問題。總結以上評估因素，最終選定「物流運送」與「橋梁檢測」為本次無人機示範計畫主題。

2.3 制定示範測試計畫書規格及內容

選定示範主題後，針對「橋梁檢測」及「物流運送」二主題制定示範測試計畫書，其內容包含需求說明書所載之符合需求的功能說明、測試執行計畫(包括所需時間、場域空間要求、進行方式等)與驗證計畫(諸如照片、軌跡、當日天候、風速等佐證)等，內容重點如下:

2.3.1 橋梁檢測

目前國內車行橋超過 2 萬 2 千多座，這些橋梁因氣候與環境交替影響需定期檢測，其工程結構檢查多採橋梁檢測車搭配人工施作(如圖 2.3.1)，耗時費工且危險。此外，若橋梁位於車流量大或偏遠山區，或是遇到橋墩高與跨河橋墩，檢測車與人工難以進行巡檢。而無人機能夠定點懸停觀測，即時傳輸畫面，且能自動飛行測試，與常規檢測相比，具有較多優勢。

資料來源：交通部運研所

圖 2.3.1 傳統橋梁檢測車/無人機橋梁檢測比較圖

1. 橋梁檢測試驗場域選擇

經由與交通部部屬機關需求訪談調查，鐵道局、高速公路局、鐵路管理局及公路總局針對其管轄之橋梁皆有檢測需求，考量公路總局負責的橋梁類型較多，且其部分橋梁位於車流量少之省道，無人機執行橋檢任務時危險性較低，故試驗場域以公路總局之橋梁為優先。在示範橋梁選擇的部分，首先考量南科「無人機創新應用自造專案暨黑客松競賽」，已以鋼拱橋為檢測目標，而箱型梁橋橋底結構相對簡易，所需檢測技術含量低，故在橋梁種類上以梁式橋為優先考量。此外，梁式橋目前有 1 萬多座，占比為 58%近 6 成，未來示範計畫通過測試驗證，輔助橋檢的應用比例較高，商業市場也較大。

公路總局第一工程養護處依據給定的橋梁形式，提供示範橋梁候選名單，考量周邊環境、近期檢測時間及遭受天災頻率等限制因素，其中因竹港大橋位在空軍基地範圍內且風速過大(平均每日蒲氏風級 6 級)；五堵橋則跨河段小，且與鐵、公路交會，車流量大(年平均每日交通量 27,928 PCU)，周邊無合適無人機起飛地點，最終選定「台 3 線武嶺橋」為示範橋梁，因其具 4 車道、跨河段較長，具檢測難度高；且年平均每日交通量低(僅 1,978 PCU)，無人機執行橋檢任務對車流影響小；最低橋下淨高為 20 公尺，飛行空間足夠，且橋下腹地廣大，適合作為無人機起飛地點。

2. 橋梁檢測需求功能說明、測試執行計畫及驗證計畫
3. 橋梁檢測測試執行計畫及驗證計畫經與公路總局第一工程養護處會議討論，並至實地場勘，訂定內容如表 2.3-1。

表 2.3-1 橋梁檢測測試執行計畫及驗證計畫

示範主題	橋梁檢測		
需求單位	公路總局	試驗場域	台 3 線武嶺橋
需求功能	公路總局針對其管轄之高架橋梁，定期為橋梁的橋面及橋下進行檢測作業。現階段作業方式主要採以目視檢測橋梁構件為主；當檢測人員難以徒步之方式接近橋梁構件時，如高橋墩及其支承、跨河段橋梁構件、特殊性橋梁高橋塔及其鋼纜等，可搭乘輔助載具(橋梁檢測車、高空作業車等)接近，或以間接目視方式(望遠鏡、高解析度相機等)進行檢測，作業耗時且具危險性，因此，望國內能發展無人機解決方案，以取代人工繁瑣、危險性高的橋檢作業為最終目標。 橋梁檢測重點為拍攝影像清晰度、構件與損害位置定位及量測，本示範計畫以拍攝橋梁單一跨距中之構件為階段目標，望能徵集具備垂直起降、GPS 定位、高精度拍攝及圖資回傳能力之無人機，測試國內無人機對於橋梁外業資料蒐集技術。		
進行方式	1. 場域實作階段，廠商可自行於試驗場域進行無人機試飛，並於測試完畢後繳交飛行測試紀錄。 2. 飛行任務當日，廠商須於限定時間內以無人機拍攝主辦單位公佈橋下指定區域內「橋梁構件」之影像，並同時尋找構件上損壞位置，「橋梁構件」如大梁、橫隔梁、橋墩、支承等區域。 3. 廠商針對橋梁檢測特殊課題，如自動避障功能、斷訊點、繫流機延長續航時間等進行功能展示與驗證。		
驗證計畫(需提供諸如影像、飛行軌跡與時間、當日天候與風速、技術處理方法、影像分析結果等佐證)			
1	基本	無人機所拍攝之橋梁構件與損壞數量	
2	基本	無人機所拍攝之橋梁構件與損壞之影像是否清晰	
3	基本	無人機所拍攝之橋梁構件與損壞是否能被定位	
4	進階	廠商以無人機執行橋梁檢測任務之成本評估	

5	進階	無人機之硬體與軟體設計，如無人機重量、軸距與佔用空間、國產零組件比例、攝像角度、整體環保性、安全性及使用者友善是否符合橋梁檢測需求
6	進階	廠商自提之進階功能，如繫流設備、緊急應變措施、後台雲端系統、自動化飛行系統、影像縫合、影像量測、AI 辨識等是否符合橋梁檢測需求

2.3.2 物流運送

依據中華郵政 2018 年營運概況統計，從 2014 年至 2018 年之間，國內收寄函件每年下滑約 5%，而收寄包裹與快捷郵件卻每年增加約 12%。這表示消費者對於物流配送產生新特性，以快捷為要點；若以傳統的投遞方式，則越來越難以滿足服務需求。物流「最後一哩路」往往又是效率最低、成本最高的環節，占貨運總成本的 50%至 60%；而在偏遠山區、離島等交通不便的地區，亦占整個物流成本的 30%。以此現象下，物流無人機不僅能提供物流運輸解決前述問題，亦能利用其高機動性與即時傳輸影像與辨識功能，進行貨物倉儲管理與緊急救援巡檢，凸顯了其獨特優勢。

1. 物流運送試驗場域選擇

   經由需求訪談調查，中華郵政提供之試驗場域有(1)梨山郵局到武陵農場：開車約 25 至 30 公里，若直線飛行約 10 公里，可減短路程；(2)桃園復興到上巴陵：除郵件外，可運送拉拉山水蜜桃；(3)新竹尖石到鎮西堡或司馬庫斯：山區、離島普通郵件交件次日起 3 至 5 天內送達；(4)屏東東港到小琉球：離島運輸須配合客船，需時 65 分鐘，若直線飛行約 16 公里，可提高信件運送即時性與縮短運送時間。

   因前 3 個試驗場域均位於山區與郊區，鑒於中華郵政之前已配合無人機廠商做過山區與郊區物流運輸測試，故本次示範計畫選擇以「屏東東港至小琉球」作為試驗場域，測試無人機跨海離島飛行。

2. 物流運送需求功能說明、測試執行計畫及驗證計畫

   物流運送測試執行計畫及驗證計畫經與中華郵政會議討論，並至實地場勘，擬定如表 2.3-2 內容。

表 2.3-2 物流運送測試執行計畫及驗證計畫

示範主題	物流運送		
需求單位	中華郵政	試驗場域	東港郵局至小琉球郵局

需求功能	屏東縣東港郵局至小琉球郵局，其直線距離約為 16 公里。目前兩地之間郵務作業方式以陸運搭配船運為主，運輸時間需至少 65 分鐘。然而，船運主要以客船為主，須配合客船班次，影響信件運輸即時性，故望藉以無人機高機動性輔助離島運輸作業。 因此，本示範計畫欲徵集具備垂直起降、半自動化飛行及載貨能力，且最大起飛重量不超過 25 公斤之無人機，並以運送至少 5 公斤或以上離島包裹為階段目標，作為國內發展無人機物流運送的先期測試。
進行方式	1. 場域實作階段，廠商可自行於試驗場域進行無人機試飛，並於測試完畢後繳交飛行測試紀錄。 2. 飛行任務當日，廠商須以無人機載運包裹跨海離島飛行，於主辦單位公佈之指定地點起飛、落地裝卸包裹，飛行直線距離約 13 公里，且載運包裹至少 5 公斤或以上(惟最大起飛重量不得超過 25 公斤)。 3. 廠商針對物流運送特殊課題，如自動避障功能、斷訊點、繫流機延長續航時間、高載重(搭載物件)、精確起降落於所指定點位置等進行功能展示與驗證。

驗證計畫(需提供諸如影像、飛行軌跡、飛行當日天候與風速、技術處理方法、實績結果紀錄等佐證)		
1	基本	無人機是否能成功跨海飛行
2	基本	無人機是否能成功運送包裹
3	基本	無人機運送之包裹是否完好
4	基本	無人機運送之包裹重量
5	基本	無人機運送之包裹體積
6	基本	無人機執行任務之飛行時間
7	基本	無人機起降位置是否精準
8	進階	廠商以無人機執行物流運送任務之成本評估
9	進階	無人機之硬體與軟體設計，如自體重量與貨物載重比、國產零組件比例、整體環保性、安全性及使用者友善是否符合物流運送需求

10	進階	廠商自提之進階功能，如全自動化飛行、環境辨識系統、貨態查詢系統、緊急應變措施(防水包裹、包裹墜落等)、營運管理系統、取件機制等是否符合物流運送需求

2.4 邀請無人機業者參與測試

交通部於 2019 年 12 月 3 日假臺北國際會議中心舉辦「全國交通科技產業會議」，針對無人機產業發展上，特別召開了「無人機科技產業小組」分場次會議，共同擬定臺灣未來無人機產業發展藍圖與 8 大推動策略，其中包含由交通部提供概念驗證(PoC)場域，仿照美國聯邦航空管理局(FAA)推動整合示範計畫(UAS Integrated Pilot Program，IPP)，即由政府機關提出主題需求，並提供相關場域，供參與廠商發展與試煉無人機創新科技之實驗環境。

IPP 最為重要目的為透過實際驗證掌握臺灣無人機應用需求與限制，以協助相關單位未來導入無人機應用，因而本次廠商遴選重點找出臺灣無人機業者，並協助政府單位與業者彼此瞭解各自需求與限制，因而本次遴選過程強調驗證與交流，以此構想設計機制。

要成功推動整合示範計畫其關鍵有 2 點：1.找到合適廠商，2.掌握政府單位以及業者兩邊需求與限制。以政府單位為例，導入無人機需求時，需要瞭解規格書如何開及相關注意事項等，但多數政府人員並非是無人機背景，僅能靠自己搜尋相關資料或參考先前範例；而業者亦是如此，若有意拓展無人機市場，但不知道有哪個單位需要、需求又是什麼。透過 IPP 則能有效拉進兩者間距離，除協助政府單位未來導入無人機應用時，得以開出符合需求之規格，亦協助無人機業者掌握應用需求，後續更能將相同或相似規格複製至相關單位，擴大其效應。

2.4.1 廠商遴選流程

本計畫為找到合適廠商，以多元管道、雙向互動之角度出發，透過電訪、親訪以及圖文方式確切讓業者瞭解政府單位需求；再者建立符合政府單位的需求遴選機制，並透過交流輔導瞭解彼此認知，以利政府單位未來順利導入無人機。因而本計畫於事前透過需求單位訪談，並藉由公民咖啡館，掌握政府單位以及業者兩邊需求，以此選定示範計畫主題；後續將根據示範主題之要求，調整並設計廠商遴選流程，包含宣傳規劃、初選、決選到最後發表，遴選流程如下圖所示。

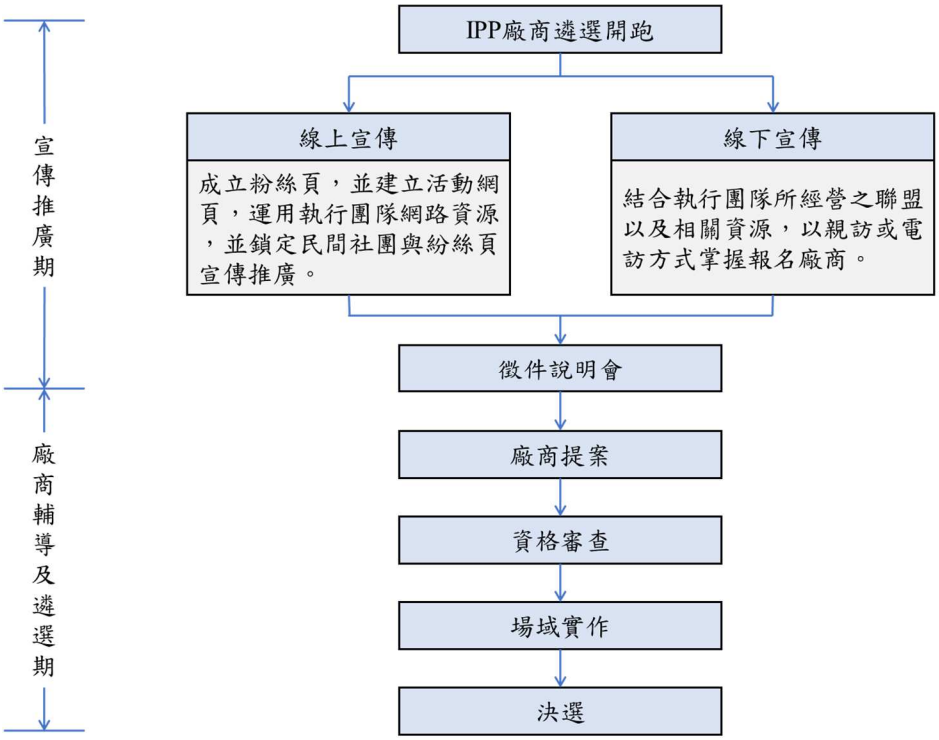


圖 2.4.1 廠商遴選流程圖

2.4.2 宣傳推廣

為打響本計畫的知名度，本計畫委由團隊積極進行線上及線下實體結合之宣傳推廣，全面網羅相關管道，同時鎖定產學研領域無人機研發製造目標族群，精準行銷，以下為相關宣傳成果：

1. 建置活動網頁與粉絲頁

本計畫特別建置計畫報名網頁，說明 IPP 進行流程、廠商甄選方式等；同時成立粉絲頁，透過文情並茂的圖文說明讓業者瞭解需求單位的需求，於參賽廠商徵集期間，持續與粉絲頁宣傳最新無人機於交通領域之應用與效應，以貼近生活以及民眾有感方式介紹，並配合精準鎖定推廣族群，向各單位及地方政府曝光競賽資訊，以烘托計畫熱度。

圖 2.4.2 無人機整合示範計畫報名網頁

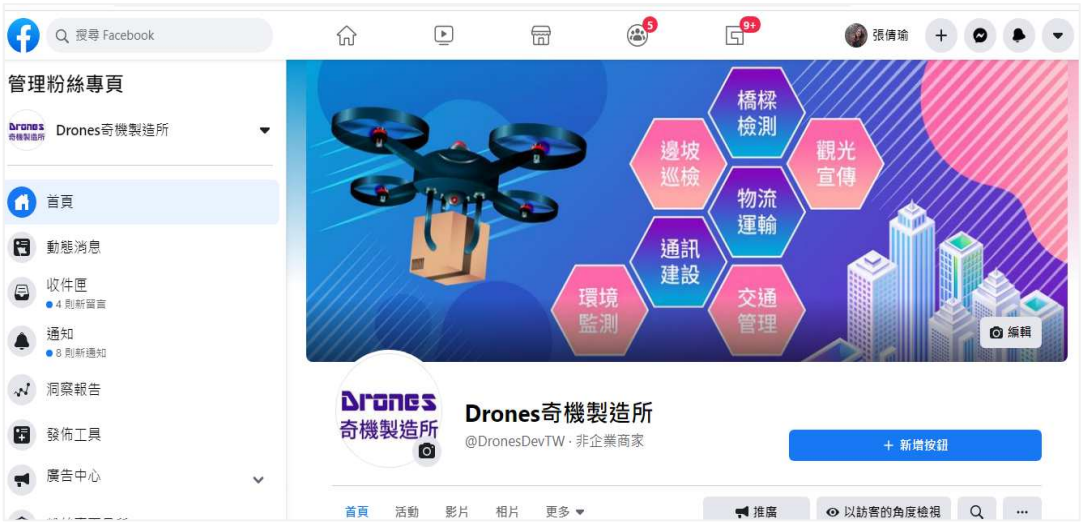


圖 2.4.3 無人機整合示範計畫活動粉絲頁

2. 線上宣傳

多元曝光管道加乘計畫宣傳效益，同時結合無人機應用之相關單位、行銷管道進行多元的媒體管道宣傳，包括發送 EDM、會員電子報、進行網路廣告、廣發社群平台等，亦透過執行單位周邊活動進行宣傳，包括智慧城市展等；相關成效包括：

(1) 單則計畫訊息瀏覽人次各達 30 萬人次

圖 2.4.4 無人機整合示範計畫網路廣告

(2) 民間社群分享達 51 次：鎖定無人機領域之民間社團與粉絲頁，如先進都市交通改革暨討論平臺(1,248 位成員)、Taiwan Drone 100 無人機群飛社群(962 位成員)、屏東縣無人機協會(667 位成員)、TDA_臺灣無人機協會(1,731 位成員)、臺灣無人機產業應用聯盟(798 位成員)、無人機救災應用交流平台(2,116 位成員)、臺灣無人機產業與同好(1,252 位成員)、OpenDrone 開源無人機飛控社群(1,438 位成員)等進行宣傳分享，另亦結合臺北智慧城市展、南部科學園區管理局之宣傳平台，以提升計畫關注度，提供產學研代表隨時於線上討論之機會，自主及自然擴散達 51 次。

圖 2.4.5 無人機整合示範計畫民間社群分享

(3) 臺北電腦公會網站、及會員電子報等，並主動寄發針對臺北市電腦商業同業公會之 3,000 名以上會員、過去參加過競賽活動之團隊、新創團隊、友好企業等。

圖 2.4.6 無人機整合示範計畫說明會刊載於臺北市電腦公會會員電子報

圖 2.4.7 無人機整合示範計畫結合 UAV 應用發展論壇 EDM 進行宣傳

3. 線下宣傳

串聯無人機產業會員廠商及公會經營之產業聯盟，盤點無人機相關產學研名單 54 筆，如下表所示；再透過面訪深度洽談、電訪邀約等方式，瞭解廠商於研發上的能量，藉此推薦合適之計畫主題。此外，串聯電腦公會經營之臺灣智慧城市產業聯盟，於 12 月 18 日(五)UAV 應用發展線上論壇進行宣傳，當日共計出席 28 名產官學研代表，線上觀看人次高達 244 人次，成效顯著。

表 2.4-1 無人機相關產學研名單

類別	名單
無人機研發製造商	1. 經緯航太科技股份有限公司 2. 雷虎科技 3. 速創智慧科技股份有限公司 4. 翔探科技股份有限公司 5. 漢翔航空工業 6. 天空飛行科技股份有限公司 7. 智飛科技股份有限公司 8. 泰世科技模型有限公司 9. 翔隆航太有限公司 10. 中光電智能機器人事業發展中心 11. 緯華航太工業股份有限公司 12. 工業技術研究院資訊與通訊研究所 13. 工業技術研究院機械與機電系統研究所 14. 國家中山科學研究院 15. 威翔航空科技公司 16. 剛鈺股份有限公司 17. 銀通無人機科技有限公司 18. 蜂鳥飛行器股份有限公司 19. 田屋科技 20. 尚皇科技有限公司 21. 碳基科技股份有限公司 22. 蒼穹科技有限公司 23. 征宇科技股份有限公司
飛控系統研發設計	1. 羽渡科技有限公司 2. 航見科技 3. 神通資訊科技

	4. 灼灼科技股份有限公司 5. 矽立科技有限公司 6. 盛群半導體股份有限公司 7. 豪威科技有限公司 8. 新唐科技股份有限公司 9. 聯發科技股份有限公司 10. 聯華電子股份有限公司
零組件供應商	1. 亞全科技股份有限公司 2. 長茂科技股份有限公司 3. 長天科技股份有限公司 4. 寰波科技股份有限公司 5. 智捷科技股份有限公司 6. 普立得科技有限公司 7. 全訊科技股份有限公司
附加設備供應商	1. 鈺立微電子股份有限公司 2. 強將實業股份有限公司 3. 文星電子股份有限公司 4. 嘉矽電子 5. 晨星電子股份有限公司 6. 群光電子股份有限公司 7. 廣營電子有限公司 8. 茂訊電腦股份有限公司 9. 萬旭電業股份有限公司 10. 信邦電子股份有限公司 11. 鼎天國際股份有限公司 12. 全波科技股份有限公司 13. 太盟光電科技股份有限公司 14. 智頻科技股份有限公司

圖 2.4.8 訪談無人機業者進行徵件邀約

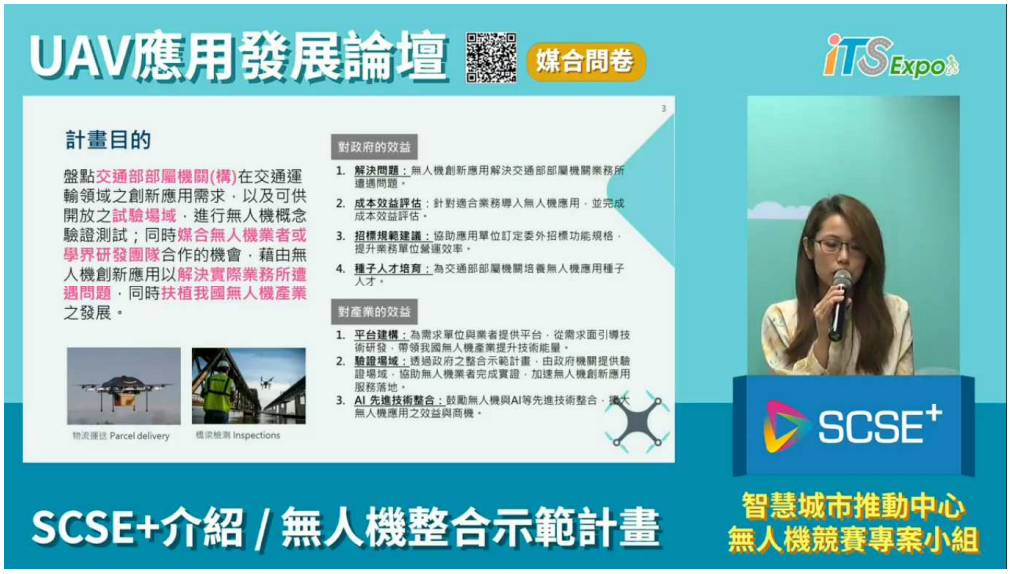


圖 2.4.9 無人機整合示範計畫結合 UAV 應用發展線上論壇進行宣傳

2.4.3 徵件說明會

推動整合示範計畫其關鍵點除找到廠商外，最為重要就是掌握政府單位以及業者兩邊需求與限制，有鑑於此，本計畫透過辦理徵件說明會，現場由本所與中華郵政說明計畫方向與測試任務需求。其中，橋梁檢測需求為利用無人機拍攝桃園大溪區武嶺橋之構件與劣化位置，進行近距離觀測與定位，輔助現階段人工繁瑣、危險性高的橋檢作業；而物流運輸需求為屏東縣東港至小琉球 16 公里的兩地郵務作業，藉以無人機高機動性輔助離島運輸作業，提高信件運輸即時性。此外，亦面對面詳細說明與解答業

者現場提出的疑問，使與會者瞭解徵件需求，以致能協助出題單位提供解決方案，進而創造無人機創新應用服務。徵件說明會議程內容如下：

1. 活動時間：109 年 11 月 24 日 (星期二) 下午 13：30 - 15：30
2. 活動地點：交通部運輸研究所 B1 國際會議廳
3. 議程：

表 2.4-2 徵件說明會議程

時間		議程	講者
13:30	14:00	來賓報到	-
14:00	14:05	開場	主持人
14:05	14:15	主辦單位致詞	交通部運輸研究所 許書耕 組長 景翊科技股份有限公司 陳奕廷 總經理
14:15	14:25	無人機於橋梁檢測領域 需求說明	交通部運輸研究所
14:25	14:35	無人機於物流運輸領域 需求說明	中華郵政
14:35	14:50	無人機整合示範計畫 目的說明	景翊科技
14:50	15:10	現場 Q&A	-

4. 活動期程：

實際活動期程紀錄如下表。

表 2.4-3 徵件說明會活動期程紀錄

活動期程	**活動照片**
13：30 – 14：00 **來賓報到**	-
14：00 – 14：05 **主持人**	-

14：05 – 14：15 **主辦單位致詞** 講者： 交通部運輸研究所 許書耕 組長 景翊科技股份有限公司 陳奕廷 總經理	
14：15 – 14：25 **無人機於橋梁檢測領域需求說明** 講者： 交通部運輸研究所 胡智超 研究員	

14：25 – 14：35 **無人機於物流運輸領域需求說明** 講者： 中華郵政 許明亮科長	
14：35 – 14：50 **無人機整合示範計畫目的說明** 講者： 景翊科技 王凱平經理	
14：50 – 15：10 **現場 Q&A**	

5. 成果彙整：

本次徵件說明會共計 93 人次出席，含主辦單位 15 人、產業代表 54 人、研究單位 16 人及·學術機關 8 人，現場反應熱烈，會後更彙整業者常見問題集，如表 2.4-4；並於 109 年 12 月 1 日(一)召開工作會議調整計畫須知，讓本計畫更符合業者所需。

表 2.4-4 無人機整合示範計畫徵件說明會問題彙整

序號	問題	答覆
1	民航法規範，最大起飛重量為 25 公斤以下，但臺灣業者技術成熟，詢問開放之可能性？	本計畫因考量報名時程於本年度 12 月底截止，及申請 25 公斤以上無人機型式檢驗作業繁冗、需時至少 2-4 個月等因素，故不開放起飛重量超過 25 公斤以上之無人機參加，團隊仍可以最大起飛重量 25 公斤以下進行提案。
2	無人機使用之能源能否開放，不限燃油及電池？	本計畫將不限制無人機動力能源，提案團隊只需提出能源安全規範給予主辦單位審核即可。
3	臺灣業者零組件實力強，但依舊無法整機製造，因而對於本計畫較大疑問在於無人機整機改裝之定義？	有關中國大陸製造產品之說明規範，敘述為「本案鼓勵國內廠商以自製無人機參賽，不允許使用中國大陸地區產品之項目：無人機整機(零組件不限制)、非控系統、影像擷取圖傳處理後台(影像擷取圖傳處理不得離境)。」且為提升無人機國產製造能力， 出廠聲明書中請加入「國產零件自製比例」。
4	目前中華郵政「運輸物流」之主題需求強度不大，因而不太可能特別打造盒子或箱子乘載，因而建議原規範之郵務包裹形式，是否可更具彈性？	因物流運送飛行任務評分項已有包裹重量及體積，故不限制運送包裹件數，請提案團隊從中華郵政便利箱、便利袋中任選，且便利箱、便利袋費用由參與團隊自行處理，包裹內容物則不限，包裹重量及包裹體積將個別做為為評分參考，惟須符合中華郵政現有規定，相關資訊可參考徵件須知。

2.4.4 廠商提案與收件

本計畫採線上辦理收件，由參賽廠商於線上填寫基本資料，包含公司、統一編號、提案內容簡介、聯絡人代表以及聯絡方式等資訊，並提供產品或服務計畫書並提供 3 分鐘示意影片。而後審查文件是否依規定完整繳交，及廠商是否符合資格，參賽廠商資格如下：

1. 依法核准設立或登記有案之公司、法人、機構、團體等，以及國內外各公私立大專校院或研究機構等。
2. 可由單一或多家公司、法人、機構、團體等聯合提出申請，但須由 1 個主要提案單位主導申請，例如無人機廠商與 AI 影像辨識廠商共同組隊。
3. 申請團隊之成員需具備交通部民用航空局核定之遙控無人機作業手冊。
4. 申請團隊之成員需持有合格無人機專業操作證。
5. 需提出無人機產品或服務導入實績。
6. 本計畫線上報名至 109 年 12 月 25 日(五)截止，物流運送總收件數 13 件、橋梁檢測收件數 11 件。

2.5 協助資格審查作業

針對無人機業者參與橋梁檢測與物流運送示範主題之資格與其所提供之書面文件，進行可行性、應用設計及完整性審核評估，經本所審查合格之業者方能進行測試計畫。

1. 辦理時間：109 年 12 月 25 日至 110 年 1 月 14 日。
2. 辦理方式：由委託團隊審查文件是否依規定完整繳交，及廠商是否符合資格後，經委託團隊通知於 3 天內須完成補件動作，如未補齊，廠商即自動喪失資格。另初審結果，委託團隊後續於 110 年 1 月 15 日(五)本計畫粉絲頁進行公告。

由於本次 IPP 主要目的為掌握臺灣無人機應用需求與限制，未來得以協助相關單位導入無人機應用，並做整體規劃，因此本次遴選要點應檢視業者是否能掌握該機關導入無人機之限制，並加以克服，未來是否可否實際導入，因此將遴選關鍵點設定為可行性、應用設計以及完整性，包含導入無人機之必要性與可行性、無人機應用規劃與硬軟體設計、以及導入的完整度及預期效益。

圖 2.5.1 廠商篩選標準

然依據參與無人機業者所繳交之書面資料整理，委託團隊將以上篩選評分標準以等級分法(Grade)作為評分依據，其等級制定義如圖 2.5.2 所示，等級為 C 級之團隊將不符合參與資格，獲得其餘等級之無人機業者將列為本次 IPP 測試參與團隊。本次 IPP 收件數量為橋梁檢測 11 家及物流運送 13 家，而最終錄取橋梁檢測 9 家與物流運送 11 家。

等級	評分描述
A+	1. 已有實體無人機，產品/服務項目近乎完善。 物流運送：具裝載容器/貨架/應變措施等優規。 橋梁檢測：具資料分析、3D模型建置、AI辨識等優規。 2. 影片含無人機載重/橋梁檢測運用。 3. 過往橋梁檢測/物流運送應用實績豐富。
A	1. 已有實體無人機，產品/服務項目優良。 物流運送：具一般物流運送之功能。 橋梁檢測：具一般橋檢拍攝之功能。 2. 影片含無人機載重測試/無人機橋梁飛行測試。 3. 具備過往應用實績。
B	1. 已有實體無人機，產品/服務項目近乎完善(規劃計畫充足)。 2. 影片含無人機一般飛行測試畫面。 3. 具過往其他實績。
C	資格不符，交付文件不足。

圖 2.5.2 評分標準等級制定義

2.6 監督管理執行過程

IPP 實作階段之監督與管理，由本所委託團隊循過去經驗模式，針對 2 項示範主題分別指派單一窗口，以小型之專案管理辦公室(如圖 2.6.1)進行實作廠商之監督管理。

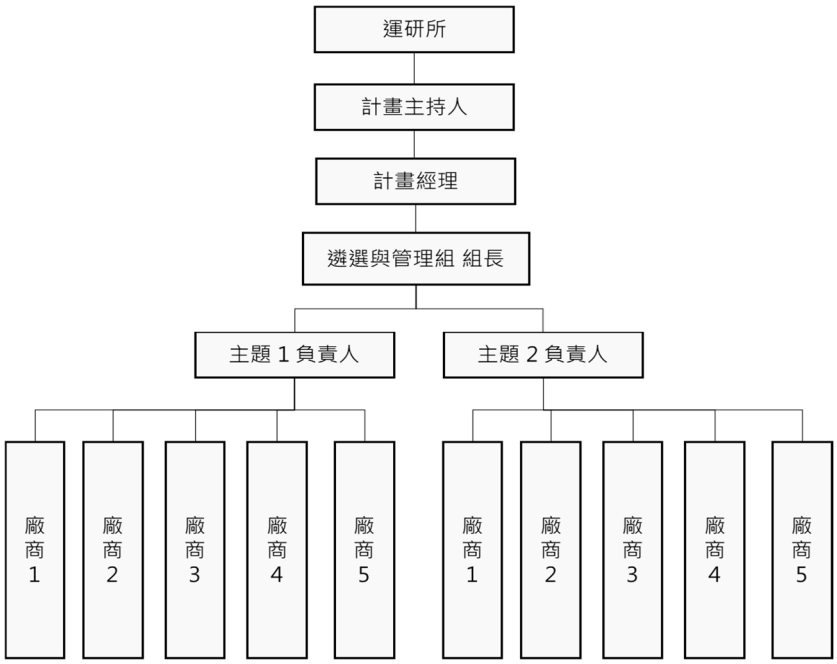


圖 2.6.1 示範計畫專案管理辦公室架構

2.6.1 場域實作測試階段

1. 辦理時間：110 年 2 月 1 日至 110 年 4 月 16 日
2. 辦理方式

IPP 團隊須於上述時間進行場域測試，同時配合政府單位相關法規與示範測試計畫規定辦理：

(1) 針對「橋梁檢測」主題，須於 110 年 1 月 29 日前提出禁航區解禁與相關操作限制排除事項之申請。其中，依據民用航空法第 99 條之 14 規定，從事遙控無人機飛航活動應遵守相關規定，執行操作限制排除事項應依相關人員資格、機載裝備、注意事項及特別規範等內容辦理，需申請能力審查作業手冊第五章操作限制排除事項如下：

- 5.6.1 距高速公路、快速公(道)路、鐵路、高架鐵路、地面或高架之大眾捷運系統、建築物及障礙物 30 公尺以內作業。

(2) 針對「物流運送」主題，須於 110 年 1 月 29 日前提出禁航區解禁與相關操作限制排除事項之申請。其中，依據民用航空法第 99 條之 14 規定，從事遙控無人機飛航活動應遵守相關規定，執行操作限制排

除事項應依相關人員資格、機載裝備、注意事項及特別規範等內容辦理，需申請能力審查作業手冊第五章操作限制排除事項如下：

- 5.2.2.2 目視範圍外作業。
- 5.3.2.4 載貨作業特別規範。

(3) 依據民用航空法第 99 條之 15 規定，操作遙控無人機而致他人死傷，或毀損他人財物時，不論故意或過失，遙控無人機所有人應負賠償責任；其因不可抗力所生之損害，亦應負責。自遙控無人機上落下或投下物品，致生損害時，亦同。遙控無人機所有人將其遙控無人機交由他人操作所生之損害，由所有人及操作人負連帶賠償責任。政府機關(構)、學校或法人於依前條第三項從事活動前，應依第九十三條第一項所定辦法之損害賠償額，投保責任保險。故此，IPP 團隊因經核准後從事操作限制活動，具有操作頻繁、內容複雜及較高風險等性質，為完整社會安全體系，應於從事活動前投保責任保險，並需檢附保險證明。

(4) 依據民航局規定，政府機關構、學校或法人於禁航區、限航區、航空站或飛行場四周之一定距離範圍內活動，或是執行飛行作業中有操作排除事項時，應檢附作業手冊經民航局能力審查核准後，始得提出活動申請，申請期間至多為 3 個月，並於期間每次活動前、後登錄相關飛航資訊。故此，IPP 團隊因執行上含操作限制排除，故每一次進行場域實作前，需確認是否已向民航局進行該場域活動申請，並且於實作當日於民航局系統平台進行報進報離之作業。

(5) 針對「物流運送」主題，IPP 團隊若於場域測試起始日，已通過禁航區解禁及作業手冊操作限制排除 5.2.2.2 目視範圍外作業之申請，IPP 團隊須先行使用無酬載無人機於示範場域測試，通過此項能力檢測者，而後方才使用含酬載無人機於示範場域測試。

(6) 每 1 個案執行測試時，IPP 團隊需提前 1 週向本所委託團隊提出場域測試時間申請，由委託團隊協助與場域所屬單位聯絡，並配合該單位相關時程。

(7) IPP 團隊依主題需求，進行測試及精進，並於每次測試完畢後 3 個工作天內繳交民航局規範之遙控無人機作業手冊「附件三 遙控無人機任務檢查表」副本、「附件五 遙控無人機操作人飛行紀錄簿」副本與飛行測試紀錄給予委託團隊。

3. 場域實作測試成果彙整

在進行場域實作階段之前，本所於 110 年 2 月 1 日以前向桃園大溪武嶺橋、東港鎮海公園與琉球老人會館污水處理設施相關所屬單位，即經濟部水利署、桃園市政府環境保護局、屏東縣政府環境保護局、屏東縣琉球鄉公所、屏東縣東港鎮公所與海巡署第五岸巡隊東港安檢所，

函文申請使用場地之權限。然申請完成後，再由委託執行團隊函文所有 IPP 團隊提供場地使用授權證明。另外，為使 IPP 團隊作業手冊能順利申請，本所並函文至民航局提供 IPP 團隊最終錄取名單，請求該局協助加速後續辦理作業。

此外針對「橋梁檢測」，考量 IPP 團隊中大部分無人機業者並未與橋梁檢測商合作，故另增辦理橋梁檢測教育訓練課程，提供無人機業者瞭解橋梁檢測程序、構件編碼與缺失樣態等。而後，IPP 團隊於 110 年 2 月 1 日至 110 年 4 月 16 日 2 個月期間，進行「橋梁檢測」與「物流運送」之場域實作；其相關說明如下：

(1) 橋梁檢測教育訓練課程

①活動時間：110 年 01 月 27 日 (星期三) 下午 13：30 - 16：00

②活動地點：交通部運輸研究所 5 樓第 1 會議室

③議程：

表 2.6-1 橋梁檢測教育訓練課程議程

時間		議程	講者
13:30	14:00	來賓報到	
14:00	14:05	開場	主持人
14:05	14:30	計畫需求說明	景翊科技 曾慶華 規劃師
14:30	15:30	教育訓練： 橋梁檢測重點摘要	交通部運輸研究所 胡智超 研究員
15:30	16:00	主題問答	主持人
16:00-		賦歸	

④活動照片：

實際活動期程紀錄如下表。

表 2.6-2 橋梁檢測教育訓練活動期程紀錄

活動期程	**活動照片**
13：30 – 14：00 **來賓報到**	-

14：00 – 14：05 **開場** **主持人**	
14：05 – 14：30 **計畫需求說明** 講者： 景翊科技 曾慶華 規劃師	
14：30 – 15：30 **教育訓練：** **橋梁檢測重點摘要** 講者： 交通部運輸研究所 胡智超 研究員	

15：30 – 16：00 **主題問答** **主持人**	

⑤ 成果彙整：

因應疫情，本次教育訓練課程限制 9 家 IPP 團隊僅能出席至多 2 位人員，故共計 22 人次出席，含主辦單位 7 人、IPP 團隊代表 15 人，現場反應熱烈，會後彙整業者常見問題集，如下表所示。

表 2.6-3 橋梁檢測教育訓練課程問題彙整

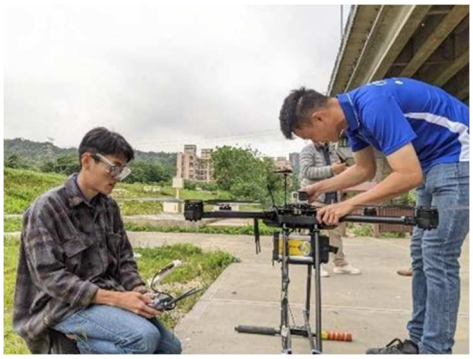
序號	問題	答覆
1	無人機業者是否需要申請排除操作限制？	經與民航協調後，依據遙控無人機管理規則 第 28 條，操作人從事遙控無人機飛航活動時應遵守下列操作限制：應遠離高速公路、快速公(道)路、鐵路、高架鐵路、地面或高架之大眾捷運系統、建築物及障礙物三十公尺以上。請參與團隊事前務必先申請遙控無人機作業手冊第五章 5.6.1 之操作限制排除。
2	無人機業者是否需要保第三方責任險？	因本此橋梁檢測含排除操作限制之申請，故團隊應於測試前，確認無人機相關保險責任已完成投保，並將投保無人機責任(第三人賠償責任險)保險之證明文件，繳交給主辦單位作為佐證資料，方可進行測試。

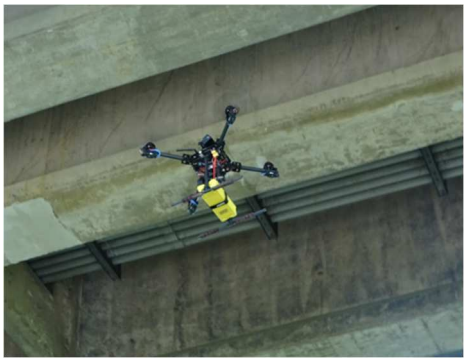
		其中，最低保額依照航空客貨損害賠償辦法 第 3 條 定義每一事故體傷最低 300 萬。
3	本次橋梁檢測單一跨距是哪一跨距？缺失共計幾件？缺失是否有標準答案？	該單一跨距將於成果驗證測試當日進行公佈。因本次計畫主要以參考傳統橋梁檢測作業方式為依據，故橋梁檢測時並不會事先知道該跨距含多少件數缺失，因此不公開缺失總數量。另本團隊將參考公路總局橋檢報告，並且同時先行執行該跨距橋梁檢測，蒐集相關缺失種類與數量，做為成果驗證之答案參考依據。

(2) 橋梁檢測：

IPP 團隊於 2 個月實測期間，主要利用多旋翼無人機進行橋下無 GPS 定點控制、橋下自動或手動飛越、橋下視覺定位、拍攝橋梁構件與細部紋理、於大梁間距手控測試飛行等 5 項測試，並且測試作業期間武嶺橋下平均風速介於浦氏 2 至 4 級之間，測試時間每次介於 3 至 5 小時左右。部分 IPP 團隊，如黎明工程、航見科技與自強工程，也有採用小型雛形機體進行大梁間距手控測試飛行，但因小型機體易受風力影響，造成劇烈晃動，故拍攝品質成果不佳或易發生碰撞，最終不以此種機體作為驗證測試機體。另外，實測期間，陸續有 2 家 IPP 團隊，因故選擇棄賽。

表 2.6-4 橋梁檢測實作測試概況

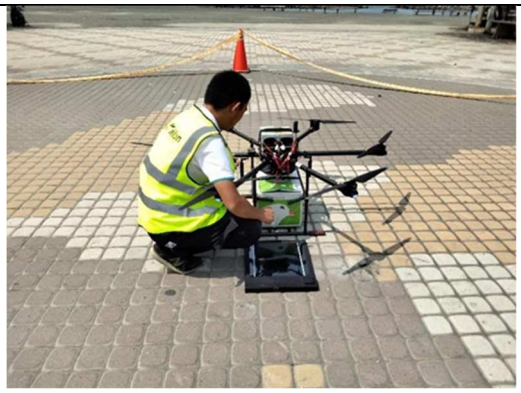
	
▲航見科技測試照片	**▲黎明工程測試照片**

	
▲自強工程球形機體測試	▲長榮大學測照片

(3) 物流運送：

IPP 團隊於 2 個月實測期間，航見科技與經緯航太使用單旋翼無人機，而通天國際使用固定翼垂直起降無人機，蒼穹科技與奧榮科技則使用多旋翼無人機進行測試。首先，為顧慮安全性，IPP 團隊必須先完成無酬載無人機跨越東港至小琉球飛行測試，而後方能酬載貨物進行跨越東港至小琉球飛行測試。其中，IPP 團隊主要進行起降機體姿態測試、遠距離圖傳顯示、無人機續航能力、自動飛航系統數傳測試等 4 項測試，並且測試作業期間東港與小琉球平均風速介於浦氏 2 至 4 級之間，測試時間每次介於 1 至 2 小時左右。另外，實測期間，陸續有 6 家 IPP 團隊因故選擇棄賽。

表 2.6-5 物流運送實作測試概況

	
▲經緯航太載物測試照片	▲奧榮科技載物測試照片

▲航見科技載物測試照片	▲蒼穹科技載物測試照片

2.6.2 驗證階段

本次驗證旨在測試無人機團隊之橋梁檢測或物流運送能力，因而邀請團隊直接於實地進行測試驗證，並擇日至本所簡報成果、成本分析以及加值服務等，以下將兩主題計畫驗證過程分別進行說明：

1. 橋梁檢測驗證

本次邀請場域實作階段最終測試完成之 IPP 團隊，包含：經緯航太科技股份有限公司、航見科技股份有限公司、長榮大學無人機中心、翔隆航太有限公司、黎明工程顧問股份有限公司、中興大學土木工程系及自強工程顧問有限公司等 7 家廠商或研發團隊進行無人機場域驗證。活動辦理過程詳細說明如下：

(1) 辦理時間：110 年 4 月 19 日(星期一)至 4 月 20 日(星期二)

(2) 辦理地點：桃園大溪武嶺橋

圖 2.6.2 桃園大溪武嶺橋

(3) 無人機起降位置：見下表說明

表 2.6-6 無人機起飛及降落地點說明

示意圖	說明
	無人機起飛地點為圖中紅點處，綠點處則為起飛地點鄰近車道。
	無人機起飛地點實體照。

(4) 團隊執行流程

①於實作測試期間公布測試範圍為桃園大溪武嶺橋 6 跨(P5-P11)，提供 IPP 團隊任意測試，後續於驗證當日公告單一跨距(P8-P9)，並限時 1 小時內以無人機拍攝指定跨距內「橋梁構件」之影像，「橋梁構件」如大梁、橫隔梁、橋墩、支承等區域，同時亦尋找構件上劣化或損壞位置，如白華、混泥土剝落、鋼筋外露、鋼筋鏽蝕等缺失。

②IPP 團隊結束無人機飛行驗證後，向本所委託團隊繳交所需無人機回傳之各項資料，即飛行路徑與影像，以做為事後針對成果報告書佐證對比之資料。

③而後 IPP 團隊需於 110 年 5 月 6 日(星期四)中午 5 點止之前，繳交成果報告書與成果簡報，做為成果評選簡報說明會之評分依據。

(5) 驗證結果

①從機種觀察，由於檢測需要貼近橋梁飛行，且橋下風力較大，因此IPP 團隊主要皆採用多旋翼無人機為主，以利飛手較易掌控無人機飛行移動的方向與位置。此外，由於橋梁底部具有許多大梁間距與橫隔梁形成的凹槽，且該處光線較昏暗，IPP 團隊曾考慮運用小型機種進入檢測，以因應不同橋梁檢測的需求。但成果並不佳，因小型機種受風力影響，難以控制飛行，造成亦易墜機之現象。

②從飛行方式觀察，目前以手動或半自動控制為主。因橋下 GPS 訊號遮蔽嚴重，IPP 團隊多採用視覺定位、即時動態定位技術(Real Time Kinematic，RTK)，或全球衛星即時動態定位系統(e-GNSS)進行無人機橋底定位方式。但這些方法目前仍受風力影響，造成機體飛行晃動，高度上下幅度頗大；另受數據鏈電台傳輸距離影響、衛星狀況限制、橋下環境變化、辨識判讀錯誤等問題影響，導致飛手隨時需切換至手動控制。因此，未來期望採完全自動化飛行仍然技術待突破。

③從抗風能力觀察，多數 IPP 團隊抗風性可達蒲氏 3 至 4 級風，最大可抗到蒲氏 5 級風，惟此時控制飛機飛行、拍攝影像的清晰度與橋下定位之效果已經大幅減半。此外，機體的大小與風力互相牽制；機體越大，相對抗風性較高，但對於橋底凹槽處卻較適合以小型機體進入觀測，可看出抗風技術與機體設計是最為需要被突破之門檻。

④從檢測時間觀察，以現階段技術而言，IPP 團隊皆可以在 40 至 60 分鐘內，以無人機檢測完單一跨距。但該時間並未包含假設設備之時間，若以當日狀況觀察，基本上 IPP 團隊皆可於 30 分鐘內將設備架設完畢。彙整各家無人機飛行結果如下：

表 2.6-7 團隊無人機飛行成果彙整

團隊名稱	航見科技	自強工程	黎明工程	翔隆航太	經緯航太	長榮大學	中興大學
機種	多旋翼無人機(4軸) 共 2 台	多旋翼無人機(6軸) 共 1 台	多旋翼無人機(4軸) 共 1 台	多旋翼無人機(6軸) 共 1 台	多旋翼無人機(4軸) 共 3 台 (1 台為球型)	多旋翼無人機(4軸) 共 1 台	多旋翼無人機(4軸) 共 1 台
動力來源	電池	電池	電池	電池	電池	電池	電池
飛行方式	半自動控制	手動控制	半自動控制	半自動控制	半自動控制	手動控制	手動控制

	自動：橋外 手動：橋下		自動：橋底 手動：橋側、橋底	自動：橋底 手動：起飛降落	自動：避障 手動：飛行		
當日風速	2.0-7.0m/s **平均 3 級風**	3.3-9.1m/s **平均 4 級風**	3.5-10.2m/s **平均 4-5 級風**	3.0-9.2m/s **平均 4-5 級風**	0.6-6.9m/s **平均 2-3 級風**	1.3-6.7m/s **平均 2-3 級風**	0.6-6.7m/s **平均 2-3 級風**
總耗時	56 分鐘	44 分鐘	57 分鐘	44 分鐘	60 分鐘	37 分鐘	58 分鐘

(6) 當日照片：如下表

表 2.6-8 橋梁檢測驗證概況

▲航見科技測試成功後合影	**▲黎明工程測試時照片**
▲自強工程測試時照片	**▲長榮大學測試成功後合影**

2. 物流運送驗證

本次邀請場域實作階段最終測試完成之 IPP 團隊，包含：蒼穹科技有限公司、航見科技股份有限公司、經緯航太科技股份有限公司、通天國際股份有限公司以及奧榮科技股份有限公司等 5 家廠商或研發團隊進行無人機場域驗證。活動辦理過程詳細說明如下：

(1) 辦理時間：110 年 4 月 22 日(星期四)

(2) 辦理地點：屏東東港鎮海公園─屏東琉球老人會館污水處理設施，約 13.3 公里，如圖 2.6.3 所示：

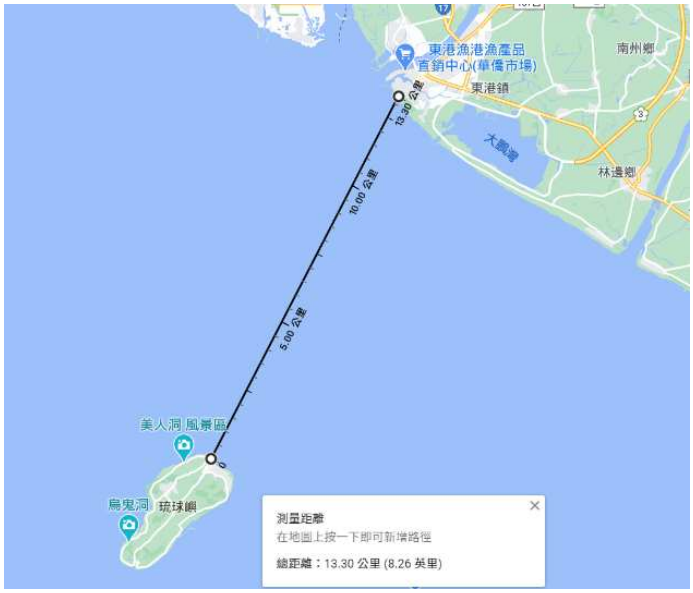


圖 2.6.3 無人機物流運送示範場域

(3) 無人機起降位置：見下圖，其中東港起降位置：鎮海公園，見圖中紅點處。小琉球起降位置：老人會館污水處理設施，見圖中綠點處。

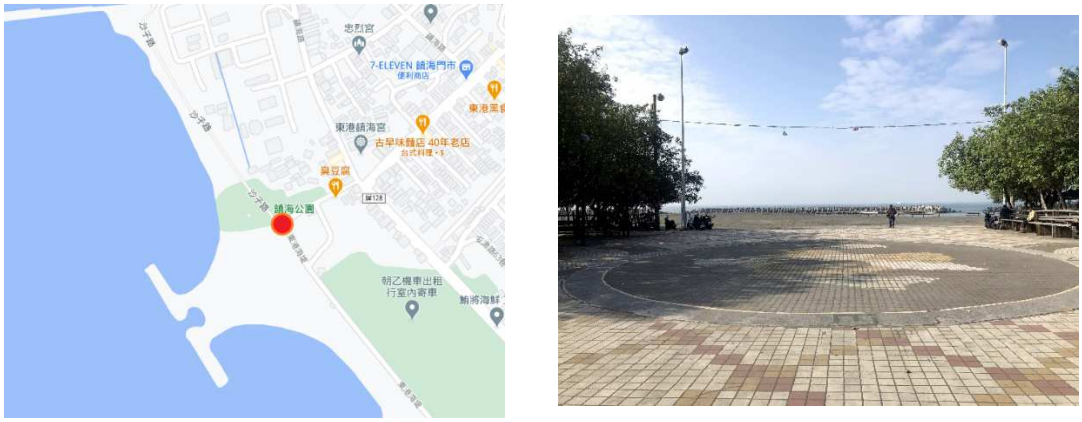


圖 2.6.4 東港起降地點位置

圖 2.6.5 小琉球起降位置

(4) 團隊執行流程

①IPP 團隊以無人機載運包裹跨海至離島來回飛行，於指定地點起降、落地裝卸包裹(兩地皆須重新裝卸包裹)，飛行直線距離約 13.3 公里，且不限任何方式載運至少 1 件中華郵政便利箱(box1 至 box5)或便利袋(bag1 及 bag2)，包裹重量建議至少 5 公斤或以上(惟最大起飛重量不得超過 25 公斤)。

②IPP 團隊結束無人機飛行驗證後，須向執行委託繳交所需無人機回傳之各項資料，即飛行路徑與影像，以做為事後針對成果報告書佐證對比之資料。

③而後，IPP 團隊需於 110 年 5 月 6 日(星期四)中午 5 點止之前，繳交成果報告書與成果簡報，作為驗證成果簡報說明會之評分依據。

(5) 驗證結果

①從機種觀察，IPP 團隊採用了固定翼垂直起降無人機、單旋翼無人機、多旋翼無人機此 3 種機種。這些機種的起降方式皆具備垂直起降之功能，無需跑道既能隨時隨地執行起降作業，解決了城市地狹人稠的空間限制。

②從飛行方式觀察，目前以半自動與全自動為控制。基本上遠距離飛行已超過目視範圍，故跨海飛行過程皆採全自動化飛行，飛手僅需觀察飛機坐標與姿態；唯有到達兩地起降位置時，A 點位置的飛手需將操控權限轉交 B 點位置的飛手，使無人機安全降落。可以觀察得是，目前只有單旋翼無人機(直升機)才需於起降作業時，採用手動控制。但根據無人機業者敘述，單旋翼無人機也能全自動化飛行，並非技術限制，取決於各家廠商是否將該邏輯寫進飛控程式中。

③從抗風能力觀察，多數 IPP 團隊抗風性可達蒲氏 1 至 3 級風。於實作測試時，團隊所遇到的風力基本上也是如此。可觀察說南部氣候較穩定，現階段團隊技術能力對於跨海飛行是足夠的。

④從耗時時間與特殊狀況觀察，基本上若航見科技與通天國際能針對無人機起飛與降落突發狀況進行排除，基本上所耗時時間可能將與奧榮科技相符。因此，可以推論來回 13.3 公里的距離，包含運載貨物落地裝卸，總耗時約 45 分鐘。彙整各家無人機飛行結果如下：

表 2.6-9 團隊無人機飛行成果彙整

團隊名稱	通天國際	經緯航太	奧榮科技	蒼穹科技	航見科技
機種	固定翼垂直起降無人機(4 軸)	單旋翼無人機	多旋翼無人機(6 軸)	多旋翼無人機(6 軸)	單旋翼無人機
動力來源	電池	電池	電池	油電混合(汽油)	電池
飛行方式	自動控制	半自動控制(自動：海上；手動：起降)	自動控制	自動控制	半自動控制(自動：海上；手動：起降)
無人機體重量	9.2 公斤	16.06 公斤	14.9 公斤	16.49 公斤	14.18 公斤
噪音值	約 71 分貝	約 70 分貝	約 74 分貝	約 86 分貝	約 72 分貝
起飛地點	東港	小琉球	東港	小琉球	東港
起降風速(東港)	平均 2-3 級風	掉落	平均 3 級風	取消飛行	平均 3 級風
起降風速(琉球)	平均 1-2 級風	平均 0-1 級風	平均 1 級風	平均 1-2 級風	平均 1 級風
剩餘電量(東港)	掉落	掉落	25%	取消飛行	40%
剩餘電量(琉球)	35%	取消飛行	25%	取消飛行	40%
總耗時	1 小時 3 分鐘	-	44 分鐘	-	1 小時 16 分鐘
特殊狀況說明	去程時起飛二次才成功；回程無人機無法順利降落。	去程出發 14 分鐘後失去聯繫，10:00 確認落海。		14:00 第一次起飛失敗：包裹太重，無人機電壓不夠； 14:16 第二次起飛失敗：出發 2 分鐘後自動返航； 14:30 第三次起飛失敗：出發 2 分鐘後於前次同地點自動返航，飛控軟體顯示震動	15:02-15:14 兩岸飛控系統切換不順利，無人機持續滯留小琉球上空，無法落地； 因擔心回程電量不足，包裹內容物抽換成麻花捲

				值太高； 最後決定棄權。	

(6) 當日照片：

表 2.6-10 物流運送驗證概況

▲奧榮科技成功執行完任務	▲通天國際起飛前確認
▲蒼穹科技起飛前確認	▲航見科技完美落地

2.6.3 成果評選階段

1. 橋梁檢測

驗證計畫結束以後，IPP 團隊需於 110 年 5 月 6 日(星期四)中午 5 點止之前，繳交成果報告書與成果簡報，作為驗證成果簡報說明會之評分依據；否則視為棄權。而本次 IPP 團隊，包含：經緯航太科技股份有限公司、航見科技股份有限公司、長榮大學無人機中心、翔隆航太有限公司、黎明工程顧問股份有限公司、中興大學土木工程系及自強工程顧問有限公司等 7 家廠商或研發團隊於期限內完成繳交書面資料，並依照指定日期出席成果簡報說明會。活動辦理過程詳細說明如下：

(1) 辦理時間：110 年 5 月 13 日(星期四)

(2) 辦理地點：交通部運輸研究所 5 樓第 1 會議室

(3) 評分標準

成果簡報說明時，主要檢視其拍攝數量、影像清晰度、定位技術、成本分析與加值服務等項目評分，如下：

①任務完成度：70%

(a) 拍攝數量(30%)：依所拍攝之橋梁構件與損壞位置數量愈多，分數愈高。

(b) 影像清晰度(20%)：以所拍攝之橋梁構件與損壞位置的影像畫質清晰度與數據精細度，以及光線處理方式為評分依據。

(c) 定位技術(20%)：所拍攝之橋梁構件與損壞位置是否標識準確、位置命名是否正確，以及定位方式為評分依據。

②成果報告：30%

(d) 完成成果報告書，並且符合執行單位要求之內容。

(e) 針對成果報告書進行 15 分鐘簡報與 10 分鐘問答。

(f) 依據團隊報告之實績成果、無人機成本、設計與自提進階功能(優規)等，導入提案是否可完整解決需求單位問題進行評分。

(4) 評選結果

本計畫此次活動並無任何獎金獎勵，故讚許 IPP 團隊參與精神與努力成果。因此，評委一致認為以鼓勵性質評選各團隊之成果，故橋梁檢測獎項共分為 2 種，即優勝與佳作。優勝者為黎明工程顧問股份有限公司、自強工程顧問有限公司與中興大學土木工程系；佳作者為翔隆航太有限公司、經緯航太科技股份有限公司、長榮大學無人機中心與航見科技股份有限公司。此次成果觀察如下：

①從拍攝數量觀察，以 IPP 團隊所拍攝缺失位置總數量與答對之數量對比，可得知準確率最高為黎明工程；其次為翔隆航太；再來為自強工程；而後為長榮大學、經緯航太、中興大學與航見科技。從上述結果得知，前 3 家 IPP 團隊中包含橋梁檢測廠商，或是橋檢背景的顧問公司之團隊，故相對其他團隊答對之準確率提高。

②從影像清晰度觀察，黎明工程、自強工程與中興大學所拍攝之影像最為清晰，並且此團隊們皆於機體上安裝照明燈；其次為長榮大學與經緯航太，其所拍攝之影像部分光線較為不足；而後為翔隆航太，其所拍攝之影像全部皆為光線不足；而航見科技所拍攝之影像大部分較為模糊，故無法判讀缺失。

③從定位技術觀察，IPP 團隊皆能準確地定位其所拍攝的缺失位於橋梁哪些地方，但定位方式以黎明工程、自強工程、中興大學與翔隆航太為全自動化定位，而航見科技、長榮大學與經緯航太為人工判讀定位。

④從自提進階功能觀察，團隊中若包含橋梁檢測廠商，如黎明工程與自強工程，或是團隊中具土木工程與橋檢背景的顧問公司之團隊，如中興大學與翔隆航太，該團隊較一般僅有無人機業者自組團隊之技術成熟，其不僅可運用無人機進行橋梁檢測，甚至還運用三維建模、5G 直播將影像即時回傳至觀測端、可自動標示缺失位置，以及透過人工智慧 AI 篩選橋檢照片及辨識缺失種類，並且於線上直接測量長度、寬度、面積等劣化數據。

(5) 評選照片

表 2.6-11 橋梁檢測成果簡報說明會概況

▲評審與執行單位當日座位圖	▲評審與執行單位當日座位圖
▲黎明工程簡報時照片	▲翔隆航太簡報時照片

(6) 評審回饋意見

①日後若還有類似活動，建議簡報過程可以採半開放方式，讓各無人機團隊可以有互相交流的機會，瞭解各家的長處。

②若要培植無人機橋梁檢測之產業，應該要媒合無人機廠商與橋梁檢測廠商組隊參賽。

③國產零件組比例可以注重於幾項零件，如飛行控制模組、馬達、電池、機身結構、遙控器等蒐集廠商所使用之產品為國內或國外(並註明出處國家)。

④由於橋梁檢測作業時，檢測人員並非能夠徒步抵達橋底下，如河川、峽谷等地區，建議未來跨距可選擇不易人員達到之處。

2. 物流運送

驗證計畫結束以後，IPP 團隊需於 110 年 5 月 6 日(星期四)中午 5 點止之前，繳交成果報告書與成果簡報，作為驗證成果簡報說明會之評分依據；否則視為棄權。而本次 IPP 團隊，包含：蒼穹科技有限公司、航見科技股份有限公司、經緯航太科技股份有限公司、通天國際股份有限公司以及奧榮科技股份有限公司等 5 家廠商或研發團隊，於期限內完成繳交書面資料，並依照指定日期出席成果簡報說明會。活動辦理過程詳細說明如下：

(1) 辦理時間：110 年 5 月 11 日(星期二)

(2) 辦理地點：交通部運輸研究所 5 樓第 1 會議室

(3) 評分標準

成果簡報說明時，主要檢視其是否成功跨海離島飛行、包裹是否成功運送、包裹完整性、包裹重量、包裹體積、飛行時間、起降位置精準度、成本分析與加值服務等項目評分，如下：

①任務完成度：70%

(a) 跨海離島飛行(15%)：成功往返東港及小琉球即得分，分為往返兩項分數。

(b) 包裹運送(15%)：成功運送包裹即得分，分為往返兩項分數。

(c) 包裹完整性(10%)：成功運送包裹，包裹完整度愈好，分數愈高。

(d) 包裹重量(10%)：所載運之包裹總重量愈高，分數愈高(惟最大起飛重量不得超過 25 公斤)。

(e) 包裹體積(10%)：所載運之包裹總體積愈大，分數愈高。

(f) 飛行時間(5%)：起飛至指定降落位置卸載包裹完畢，時間愈短分數愈高，分為往返兩項分數。

(g) 起降位置精準度(5%)：運送包裹至指定位置，誤差愈小分數愈高。

②成果報告：30%

(a) 完成成果報告書，並且符合執行單位要求之內容。

(b) 針對成果報告書進行 15 分鐘簡報與 10 分鐘問答。

(c) 依據團隊報告之實績成果、無人機成本、設計與自提進階功能(優規)等，導入提案是否可完整解決需求單位問題進行評分。

(4) 評選結果

本計畫此次活動並無任何獎金獎勵，故讚許 IPP 團隊參與精神與努力成果。因此，評委一致認為以鼓勵性質評選各團隊之成果，故物流運送獎項共分為 2 種，即優勝與佳作。優勝者為奧榮科技股份有限公司與航見科技股份有限公司；佳作者為蒼穹科技有限公司、經緯航太科技股份有限公司與通天國際股份有限公司。此次成果觀察如下：

(a) 從參與的 IPP 團隊觀察，一開始報名為 13 家、資格審為 11 家，到最後進行無人機實機展示驗證計畫只剩下 5 家，然而完成所有任務的只有 2 家。決賽中有 2 家廠商進行過程因掉落而退出，探究原因可能是由於先前全台並未開放遠距測試場域，故廠商沒有累積足夠經驗與測試數據，因而導致失敗比例高。

(b) 從設備檢測時間與包裹重量觀察，以現階段技術，載重 5 至 10 公斤之包裹，飛越 13.3 公里，並且完成降落卸載貨物，IPP 團隊基本上皆可在 16 至 17 分鐘內完成。但該使用時間並未包含假設設備之時間，若以當日狀況觀察，基本上 IPP 團隊皆可於 30 分鐘內將設備架設完畢。

(c) 從落地位置精準度觀察，通天國際與奧榮科技皆以自動化降落，航見科技則是去程為自動化降落，但回程為手控降落。通天國際與航見科技曾降落於距靶心 200 公分以上，相比奧榮科技，其在地面上擺設可攜式降落平台，使無人機可以降落於其上，所以位置相對較精準。

(d) 此次決賽，共 3 家 IPP 團隊失敗，原因多為起降作業系統因不明原因不受控制，才導致飛機掉落失敗；另途中掉落的因素推測可能是機械性能故障或碰撞物體所致。不過，此 3 家 IPP 團隊於實作測試階段皆有成功通過載物，但測試經驗僅 1 次，建議未來可以提高測試頻數。雖多數團隊以失敗告終，但從自提進階功能觀察，有不少團隊提出完整服務規劃，包含：機隊管理、緊急應變措施、包裹裝箱特殊設計等，可見臺灣無人機業者持續研發與整合相關技術，使得參與團隊間實力有明顯懸殊。

(5) 評選照片

表 2.6-12 物流運送成果簡報說明會概況

▲評審與執行單位當日座位圖	▲評審與執行單位當日座位圖
▲奧榮科技簡報時照片	▲航見科技簡報時照片

(6) 評審回饋意見

①日後委託團隊可以先行測試場地是否會受不明原因干擾，如現場比賽有受到干擾，參加團隊能有再一次試飛的機會。

②建議下次辦理相關活動，起落降地點能統一，並考量起落降地點的便利性。

③國產零件組比例可以注重於幾項零件，如飛行控制模組、馬達、電池、機身結構、遙控器等蒐集廠商所使用之產品為國內或國外(並註明出處國家)。

2.7 召開成果發表會

成果發表會是本計畫整年度最終成果展示活動，主要目的是為了曝光本計畫之知名度，亦期望透過發表會發表最新無人機技術創新應用服務，

以鼓勵其他相關政府單位未來亦可以導入無人機應用；另規劃結合「無人機在交通領域之創意應用競賽」與「推動我國無人機科技產業發展先期研究規劃」兩案擴大宣傳，以此提高知名度，共同展示本所現階段推動成果。

由於受新型冠狀病毒肺炎(covid-19)疫情影響，本次成果發表會展延至 110 年 10 月 7 日(星期四)辦理，並透過公文函請相關部會、公民營交通事業機構、學校組織等一同參與，更透過臺北市電腦公會力量廣邀媒體、領域專家及技術業者，當日一共招集 155 位產官學研專家(貴賓 58 位、團隊 77 位、媒體 20 位)。成果發表會主要以優勝團隊成果發表、攤位展示、成果影片、新聞稿等方式，介紹本次活動交流的成果及團隊之創意作品或技術突破點，使業界瞭解政府相關單位之需求及技術的創新創意，刺激企業發展無人機創新應用；於過程中亦隆重邀請交通部王國材部長見證活動成效與頒發獎狀鼓勵參與團隊。活動流程及結果如下：

1. 活動時間：110 年 10 月 7 日 (星期四) 下午 14：00 - 17：00
2. 活動地點：交通部運輸研究所 B1 國際會議廳
3. 活動內容與議程

   成果發表會議程如表 2.7-1 所示，主要內容包含部長、所長等嘉賓致詞、無人機三計畫之簡報分享、頒獎典禮、產學媒合成果揭曉及頒發感謝狀與攤位參訪交流。本計畫另亦特別安排媒體聯訪、線上直播等宣傳，透過本競賽將交通部發展及推動無人機之訊息傳遞到各界，吸引更多廠商、學生及單位於下期計畫共襄盛舉。

表 2.7-1 「領航奇機 交通部無人機推動成果發表會」議程

時間	議程		內容
14:00-14:30	報到(領航盃與 IPP 成果影片播放)		
14:30-14:35	致歡迎詞		交通部運輸研究所林繼國所長
14:35-15:15	成果發表	領航盃創意組獲獎作品發表	「諾亞之翼」團隊
		領航盃應用組獲獎作品發表	經濟部水利署南區水資源局
		IPP 橋梁檢測成果發表	黎明工程顧問股份有限公司
		IPP 物流運送成果發表	奧榮科技股份有限公司
15:00-15:10	部長媒體聯訪		
15:15-15:20	長官致詞		交通部王國材部長
15:20-15:55	領航盃頒獎		交通部王國材部長&獲獎團隊
	亮點儀式：產學媒合成果頒發五十萬元支票		交通部王國材部長、交通部運輸研究所林繼國所長、媒合團隊&相關單位
	頒發感謝狀		交通部王國材部長&相關單位(漢翔航空工業股份有限公司、國家中山科學研究院、財團法人金屬工業研究發展中心、經緯航太科技股份有限公司)
	IPP 頒獎		交通部王國材部長&獲獎團隊

15:55-16:05	主題: 因應國內無人機產業挑戰，推動 U-Team 成立與發展	臺灣車聯網產業協會吳盟分理事長
16:05-17:00	參觀攤位	

4. 當日與會嘉賓

與會嘉賓包含產官學研各界先進，參見表 2.7-2，另亦邀請本案及「無人機在交通領域之創意應用競賽」兩案之參賽獲獎團隊，共計 37 隊參與。

表 2.7-2 「領航奇機 交通部無人機推動成果發表會」與會嘉賓名單

單位名稱	貴賓姓名	職稱
交通部	王國材	部長
交通部運輸研究所	林繼國	所長
交通部運輸研究所	黃新薰	副所長
交通部運輸研究所	吳東凌	組長
交通部運輸研究所	許書耕	組長
臺灣車聯網產業協會	吳盟分	理事長
金屬工業研究發展中心	江進豐	處長
金屬工業研究發展中心	楊光勳	博士
航見科技股份有限公司	張東琳	執行長
經緯航太科技股份有限公司	羅正方	董事長
國家中山科學研究院	邱祖湘	督導長
漢翔航空工業股份有限公司	林南助	執行長
中光電智能機器人股份有限公司	王仲平	資深協理
南科 AI_ROBOT 自造基地	吳宇凡	工程師
嘉義縣政府	江振瑋	處長
中華科技大學	石大明	副校長兼航電系主任
臺灣希望創新股份有限公司	李志清	執行長
長榮大學	林清一	專案特聘教授
TaiwanAILabs 源智慧公司	林雅萍	CEO 執行長
臺灣數位光訊科技股份有限公司	廖紫岑	董事長
中華航空事業發展基金會	黃昭瑩	專員
經濟部航空產業發展推動小組	簡志維	副主任
交通部公路總局	楊秉順	科長
工業技術研究院資訊與通訊研究所	陳國睿	經理
工業技術研究院機械與機電系統研究所	彭文陽	副所長
工業技術研究院材料與化工研究所	康顧嚴	經理
桃園市大溪地政事務所	陳志宗	主任
交通部高速公路局	康志福	總工程司
交通部高速公路局	賴榮俊	南區養護工程分局長

經濟部水利署南區水資源局	陳佳立	正工程司
臺灣電力股份有限公司供電處	林世孺	副處長
臺北市政府大地工程處	方韻喬	股長
經濟部水利署第四河川局	李友平	局長
交通部公路總局	楊秉順	科長
中華郵政	陳敬祥	協理

5. 新聞媒體報導露出成果

此次活動於新聞媒體露出成果相當豐碩，各家新聞媒體報導整理如下：

表 2.7-3 新聞媒體報導整理表

編號	訊息來源	標題	網址
1	聯合新聞網	領航奇機 交通部展現推動無人機發展成果	https://udn.com/news/story/7241/5800485
2	中央社	無人機應用廣 王國材期許橋樑檢測及物流配送	https://www.cna.com.tw/news/ahel/202110070291.aspx
3	ETtoday 新聞雲	防斷橋悲劇重演！交通部靠「無人機」檢測橋樑 2 應用面曝光	https://www.ettoday.net/news/20211007/2096364.htm
4	民視新聞網	急速到貨！東港－小琉球送貨幾分鐘就抵達	https://www.ftvnews.com.tw/news/detail/2021A07F09M1

6. 活動期程

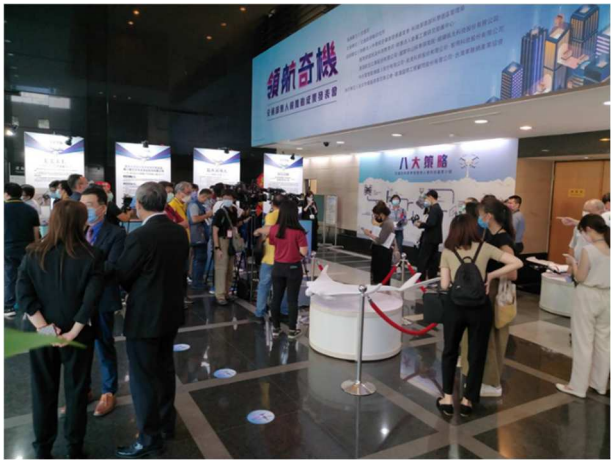
「領航奇機 交通部無人機推動成果發表會」實際活動期程紀錄如下表。

表 2.7-4 成果發表會活動期程紀錄

活動期程	活動照片
14:00-14:30 **報到時間**	

14:30-14:35 **致歡迎詞** 講者：交通部運輸研究所林繼國所長	
14:35-15:15 **成果發表**	
15:00-15:10 **部長媒體聯訪**	

15:15-15:20 **長官致詞** 講者：交通部王國材部長	
15:20-15:55 **成果見證與頒獎儀式**	

15:55-16:05 **主題: 因應國內無人機產業挑戰，推動 U-Team 成立與發展** 講者：臺灣車聯網產業協會吳盟分理事長	
16:05-17:00 **參觀攤位**	

第三章 委外招標功能規格及資安規定範例

本節就本計畫實驗之成果，為需求單位規劃未來業務導入無人機時之相關功能需求與配套措施，協助訂定後續業務委外招標所需的功能規格及資安規定。

3.1 橋梁檢測招標工項建議

於訂定橋梁檢測評分項目時，本計畫依據目前無人機技術，並經徵詢專家學者及公路總局橋檢人員意見，擬訂廠商使用無人機做橋梁檢測，須基本滿足三大需求：

1. 無人機需能拍出橋梁構件及損壞樣態。
2. 無人機所拍攝之照片需能清楚辨認損壞類型。
3. 廠商需能正確標示出其所拍攝構件及損壞於該橋梁之位置。

故此，依據本次辦理示範計畫經驗，訂定橋梁檢測招標工項建議如表3.1-1，分為項目、工作內容及說明三個欄位。

1. 項目：包含服務規定、無人機功能規格及資安規定，服務規定為投標廠商需達成之前置準備作業及條件；以及資安規定則為投標廠商應遵守之我國資通訊安全規範。
2. 工作內容：敘明具體工作項目。
3. 說明：說明訂定該工作內容之理由。

表 3.1-1 橋梁檢測招標工項建議

項目	工作內容	說明
服務規定	1. 依甲方指定橋梁進行檢測，以遙控無人機拍攝橋梁構件及損壞情形，檢測重點範圍以橋側、橋下及橋墩為主，惟不得飛越橋梁上方。	說明使用遙控無人機檢測內容，建議不得飛越橋梁上方，避免發生意外或影響行進車流。
	2. 廠商須具備民航局核定之遙控無人機作業手冊，並確認相關操作限制排除，飛手則須持有合格無人機專業操作證，以上須檢附相關證明文件。	廠商操作無人機之基本具備條件，若廠商須執行無人機特殊操作飛行，須確認其遙控無人機作業手冊第五章已排除相關操作限制。
	3. 廠商如需甲方函文其他機關協調者，應以書面向甲方提出。	諸如招標單位應提前通知橋梁場地管理單位實施檢測時間及使用範圍，另外，橋梁檢測區域若位於禁航區，招標單位應協助廠商與民航局提出禁航區解禁申請。
	4. 廠商團隊成員須包含橋檢經驗人員，或具橋梁拍攝經驗，拍攝影像符合橋檢報告標準，須檢附相關證明文件。	參照本次示範計畫成果觀察，發現團隊中若包含橋梁檢測廠商，或是具土木工程與橋檢背景的顧問公司之團隊，所繳交之照片及報告較符合規範橋檢報告格式需求，故建議未來針對投標廠商之篩選，其團隊成員應包含具橋檢經驗人員，並應附上過往拍攝實績為證。
	5. 從事無人機飛航活動均須依據民航局「遙控無人機作業手冊」規定辦理，甲方得不定期進行抽查，如有違反操作手冊情事應予立即改善。	「遙控無人機作業手冊」規定諸如飛行前飛航申請、操作限制排除，飛行後須繳交作業手冊附件內容予民航局等規範，招標單位得要求相關證明或附件副本備查。
	6. 廠商需配置無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)乙套，以利檢測人員無法徒步接近構件時使用，	投標廠商應配備符合招標單位所需功能規格之遙控無人機，而是否購置該廠商提供之無人機或僅購買廠商檢測服務則由招標單位

	並需配合各橋關機關辦理查驗作業。該無人飛行載具僅供本案使用，不得他用，該費用已包含契約總價內。	決定。
	7. 履約期間相關設施、遙控無人機、器材，若遇天災或不可抗力因素而毀損，或造成第三者人員傷亡或財物損失，均由廠商負責(遙控無人機須辦理第三人責任保險，最低保額依照航空客貨損害賠償辦法 第 3 條 定義每一事故體傷最低 300 萬)。	廠商於履約期間以無人機從事活動皆應投保最低保險金額 300 萬元，並檢附相關證明；招標單位建議也應投保公共意外責任險。
	8. 如遙控無人機發生事故，除應依據民航局「遙控無人飛機管理規則」第 36 條相關規定通報民航局外，並應按照「重大運輸事故之範圍」判斷是否屬於重大運輸事故，並接受國家運輸委員會調查。	說明事故發生之處理程序及通報單位。
無人機功能規格	UAV(含遙控器、地面站及相關配件)規格說明如下：	
	1. 機種為多旋翼無人機。	考量橋梁周圍的環境風大且橋體凹槽及孔隙多，使用無人機檢測時易發生碰撞或墜機，而多旋翼無人機在操作上較為靈活，亦可避免避免單一旋翼損壞時影響無人機飛行，故建議無人機機種以多旋翼無人機較佳。
	2. 具備垂直起降能力。	考量橋梁下方空間不足以規劃無人機起降跑道，建議無人機須具備垂直起降功能，較能因地制宜。
	3. 具備自動導航及手動兩種飛行模式切換功能。	觀察目前廠商無人機技術尚不成熟，無人機於橋下飛行易受風力及訊號遮蔽影響，為確保飛行安全性，建議無人機具備自動及手動兩種模式切換功能，以利飛手

		能隨時切換接手控制。
	4. 抗風能力應可達蒲氏 5 級風。	觀察參與本計畫之廠商無人機之抗風性多可達蒲氏 3 至 4 級風，最大雖可抗到蒲氏 5 級風，但此時無人機飛行控制、拍攝影像的清晰度與橋下定位之效果已經大幅減半，考量飛行安全性，故建議無人機能抵抗蒲氏 5 級風為基本能力條件。
	5. 照片解析度應可達 1,200 萬像素、影片解析度達 4K 畫質/30fps。	以本次優勝團隊(黎明工程、自強工程)之無人機規格下限訂定，招標單位可據其需求修改。
	6. 具備照明設備。	鑑於翔隆航太團隊所拍攝之影像因光線不足而影響判讀，故建議無人機皆應裝設照明設備。
	7. 所儲存之飛行數據及攝錄影像等資料可被匯出儲存；另匯出檔案格式應可被一般多媒體軟體撥放。	便於招標單位蒐集彙整資料以做後續資料處理分析。
	8. 能標示所拍攝影像之定位。	便於招標單位蒐集彙整資料以作後續資料處理分析。 提供本次團隊(黎明工程、自強工程、翔隆航太、中興工程)定位技術作為參考，其利用 AI 篩選照片，並結合 3D 建模，將所拍攝影像貼於 3D 橋梁，以此辨認拍攝影像定位，而黎明工程更是在影像拍攝當下自動按里程數為檔案命名。
	9. 其他參考規格	以下列述辦理本計畫時訂定之其他規格，招標單位可視需求考量是否列入必要規格： (1) 無人機在觸地時，須保持至少 10%的電池儲備或油量。 (2) (無人機位置座標格式限定以 WGS84 或 TWD97 格式呈現。
資安規定	1. 為符合行政院所資安處「各	本計畫於廠商徵件時，訂定不允

	機關使用陸資產品處理原則」，無人機以及酬載系統需檢附證明非陸資設計製造。	許使用中國大陸地區產品之項目包含無人機整機(零組件不限制)、飛控系統、影像擷取圖傳處理後台(影像擷取圖傳處理不得離境)，並請廠商填寫出廠聲明書、團隊聲明切結書及無人機國產製造比例。

3.2 物流運送招標工項建議

於訂定物流運送評分項目時，本團隊經徵詢中華郵政負責人員意見，擬訂出廠商使用無人機做物流運送，須基本滿足二大需求：

1. 無人機需能順利跨海飛行。
2. 無人機需能完成至少 5 公斤之包裹運送。

故此，依據本次辦理示範計畫經驗，訂定物流運送招標工項建議如表 3.2-1，分為項目、工作內容及說明三個欄位。

1. 項目：包含服務規定、無人機功能規格及資安規定，服務規定為投標廠商需達成之前置準備作業及條件；以及資安規定則為投標廠商應遵守之我國資通訊安全規範。
2. 工作內容：敘明具體工作項目。
3. 說明：說明訂定該工作內容之理由。

表 3.2-1 物流運送招標工項建議

項目	工作內容	說明
服務規定	1. 於甲方指定之起降地點，完成包裹運送任務。	說明使用遙控無人機運送內容，由於目前技術不純熟，建議起降地點選擇空曠場域，且盡量不飛越人群聚集處，避免無人機或包裹墜落產生危險。
	2. 廠商須具備民航局核定之遙控無人機作業手冊，並確認相關操作限制排除，飛手則須持有合格無人機專業操作證，以上須檢附相關證明文件。	廠商操作無人機之基本具備條件，若廠商須執行無人機特殊操作飛行，如載貨作業，須確認其遙控無人機作業手冊第五章已排除相關操作限制。
	3. 廠商如需甲方函文其他機關協調者，應以書面向甲方提出。	諸如招標單位應提前通知起降場地管理單位運送施作時間及使用範圍，另外，物流運送航線若位於禁航區，招標單位應協助廠商與民航局提出禁航區解禁申請。
	4. 廠商團隊應檢附其過往貨物運送實績相關證明影片及文件。	參照本次示範計畫成果觀察，發現廠商載運實力懸殊，為確保安全，廠商應提供其載運影片為證。
	5. 廠商在得標後提供載運服務前，需先以無人機空機往返起降地點進行測試，後再增加酬載飛行，確認安全無虞後，方能提供載運服務。	因物流運送航程較遠，或於收訊不佳地區飛行，建議得標廠商應現行測試其無人機飛行狀況，避免發生如本次墜海、無法順利起降等無人機不受控制等情事。
	6. 從事無人機飛航活動均須依據民航局「遙控無人機作業手冊」規定辦理，甲方得不定期進行抽查，如有違反操作手冊情事應予立即改善。	「遙控無人機作業手冊」規定諸如飛行前飛航申請、操作限制排除，飛行後須繳交作業手冊附件內容予民航局等規範，招標單位得要求相關證明或附件副本備查。

	7. 廠商需購置無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)X 套，該無人飛行載具僅供本案使用，不得他用，該費用已包含契約總價內。	投標廠商應提供符合招標單位所需功能規格之遙控無人機，而是否購置該廠商提供之無人機及購買數量，或僅購買廠商運送服務則由招標單位決定。
	8. 履約期間相關設施、遙控無人機、器材，若遇天災或不可抗力因素而毀損，或造成第三者人員傷亡或財物損失，均由廠商負責(遙控無人機須辦理第三人責任保險，最低保額依照航空客貨損害賠償辦法 第 3 條 定義每一事故體傷最低 300 萬)。	廠商於履約期間以無人機從事活動皆應投保最低保險金額 300 萬元，並檢附相關證明；招標單位建議也應投保公共意外責任險。
	9. 如遙控無人機發生事故，除應依據民航局「遙控無人飛機管理規 則」第 36 條相關規定通報民航局外，並應按照「重大運輸事故之範圍」判斷是否屬於重大運輸事故，並接受國家運輸委員會調查。	說明事故發生之處理程序及通報單位。
無人機功能規格	UAV(含遙控器、地面站及相關配件)規格說明如下：	
	1. 需能載運 X 公斤包裹，且最大起飛重量不超過 25 公斤。	考量最大起飛重量 25 公斤以上無人機之型式認證或特種認證申請作業繁冗，招標單位若無特殊載運重量需求，建議無人機最大起飛重量以不超過 25 公斤為標準。 載運包裹公斤數由招標單位視需求訂定，需注意的是無人機自體重量與貨物載重比(貨物重量/無人機體重量)，若能達到 0.8 表現已極為優良(以最大起飛重量 25 公斤來說，即載運 11 公斤貨物已是上限) 。本次優勝團隊(奧

		榮科技)載運包裹最重為 9.85 公斤，其無人機機體重量為 14.9 公斤，載重比約為 0.67，且僅此一家。
	2. 具備垂直起降能力。	考量國內地狹人稠之地理條件，起降地點空間不足以規劃無人機起降跑道，建議無人機須具備垂直起降功能，較能因地制宜。
	3. 具備全自動或半自動飛行能力。	因無人機運送貨物多為視距外飛行，故建議無人機至少應在目視範圍外的航線使用自動飛行。
	4. 抗風能力應可達蒲氏 6 級風。	抗風能力訂定應視飛行航線區域風力而訂，如本次計畫航線於海上風力較平地強勁，加上無人機需載運貨物，易影響飛行穩定性，因此廠商在測試驗證階段時之抗風能力，多設計至可抗風蒲式 6 級風以上，故建議以此為基本抗風能力條件。
	5. 飛行速率至少達到 12m/s。	若以無人機載運包裹的時間較傳統陸路或水路還長，將無法發揮效益，然實際飛行速率由招標單位視需求及環境考量訂定。 本次計畫航程為 13.3 公里，廠商皆能於 18 分鐘內到達，飛行速率約為 12m/s 以上。
	6. 放置包裹精準度需在 X 公分以內。	招標單位視需求及環境考量訂定。 本次計畫將靶布範圍訂在 1.5 公尺 x1.5 公尺範圍內，即精準度需在 75 公分以內，而驗證當天表現最佳之紀錄為包裹中心距離靶心為 24 公分，最遠則距離靶心 312 公分。
	7. 具備包裹裝載容器或包裹保護機制。	招標單位視需求及環境考量訂定。 本次計畫使用中華郵政之便利

		箱作為裝載容器，包裹保護機制則視為優規，僅蒼穹科技在便利箱外多加保麗龍箱作為保護機制。
	8. 具備定位追蹤器或緊急應變措施。	建議無人機應裝載定位追蹤器或具備緊急應變措施，避免發生如經緯航太之無人機於驗證當天落海無法找回之情事。
	9. 無人機運轉分貝數小於 80 分貝。	考量無人機起降地點位於民宅附近，為避免擾民，招標單位可視需求及環境考量訂定無人機運轉分貝數。 本次計畫使用電池為無人機動力來源之廠商其分貝數皆於 80 分貝以下，惟蒼穹科技使用柴油引擎，分貝數達 86 分貝以上，故以 80 分貝為界。
	10. 其他參考規格	以下列述辦理本案時 訂定之其他規格，招標單位可視需求考量是否列入必要規格： (1) 無人機在觸地時，須保持至少 10%的電池儲備或油量。 (2) 無人機位置座標格式限定以 WGS84 或 TWD97 格式呈現。 (3) 包裹運送採落地裝卸方式，即以無人機將包裹置於地面，人員自取。 (4) 至少載運一件中華郵政便利箱或便利袋，包裹重量須在 5 公斤以上。
資安規定	1. 為符合行政院所資安處「各機關使用陸資產品處理原則」，無人機以及酬載系統需檢附證明非陸資設計製造。	本計畫於廠商徵件時，訂定不允許使用中國大陸地區產品之項目包含無人機整機(零組件不限制)、飛控系統、影像擷取圖傳處理後台(影像擷取圖傳處理不得離境)，並請廠商填寫出廠聲明書、團隊聲明切結書及無人機國

		產製造比例。

附錄 參考文獻

1. Tractica, Drones for Commercial Applications, P103, 2019..
2. Business Insider Intelligence, https://www.businessinsider.com/commercial-uav-market-analysis.
3. ChainNews, https://www.chainnews.com/zh-hant/articles/257606066774.htm.
4. Construction IT Journalist, https://ieiri-lab.jp/it/2018/04/komatsu-everyday-drone.html.
5. TechApple, https://www.techapple.com/archives/31830.
6. Drones Player, https://dronesplayer.com/drone-app/airmap%E6%94%B6%E8%B3%BC%E8%87%AA%E5%8B%95%E5%8C%96%E5%B9%B3%E5%8F%B0hangar-technology/.
7. Inside, https://www.inside.com.tw/article/3249-amazon-prime-air.
8. CNBC, https://www.cnbc.com/2019/12/21/analysts-alphabet-ups-have-edge-in-deliverys-next-frontier-drones.html.
9. 盧濟明，臺灣無人飛機大氣探空，科學發展，538 期，2017 年 10 月。
10. 蘇梓見、盧勇誌、董玉明、顏志明. 多軸飛行器輔助交通事故處理運用-以臺中市為例，交通學報，第十六卷，2016 年。
11. 科技新報 2015 年 3 月 23 日, https://technews.tw/2015/03/23/sf-express-xaircraft/.
12. 科技新報 2018 年 8 月 10 日, https://technews.tw/2018/08/10/anti-drones-tech/.
13. 每日頭條 2016 年 10 月 28 日, https://kknews.cc/zh-tw/military/l8o98jb.html.
14. 每日頭條 2017 年 3 月 25 日, https://kknews.cc/zh-tw/tech/39n3x48.html.
15. 每日頭條 2017 年 9 月 12 日, https://kknews.cc/zh-tw/education/kambmrv.html.
16. 台中市政府 2020 年 2 月 4 日,https://www.taichung.gov.tw/1464660/post.
17. 自由時報.2017 年 4 月 12 日, https://news.ltn.com.tw/news/society/breakingnews/2034156.
18. 海洋委員會海巡署 2019 年 6 月 23 日, https://www.cga.gov.tw/GipOpen/wSite/ct?xItem=136427&ctNode=650&mp=999.
19. 聯合新聞網 2020 年 1 月 23 日, https://udn.com/news/story/7320/4304373?fbclid=IwAR3jXqi6JtzIuz5sTduFrKUA6ItUl6xhSYT1RsneT00xEc2VWvNvGHm5MZE.
20. 聯合新聞網 2019 年 12 月 18 日, https://udn.com/news/story/7320/4234052.
21. 華視新聞 2020 年 3 月 29 日, https://news.cts.com.tw/cts/life/202003/202003291995276.html.