

112-029-2328
IOT-111-EC004

111 年度「國際空運資料庫」更新 擴充及資料分析



交通部運輸研究所

中華民國 112 年 4 月

112-029-2328
IOT-111-EC004

111 年度「國際空運資料庫」更新 擴充及資料分析

著者：盧華安、余坤東、張淑淨、賴威伸、許修豪、符玉梅

交通部運輸研究所

中華民國 112 年 4 月

111 年度「國際空運資料庫」更新擴充及資料分析

著 者：盧華安、余坤東、張淑淨、賴威仲、許修豪、符玉梅

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 112 年 4 月

印 刷 者：全凱數位資訊有限公司

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

出版品名稱：111 年度「國際空運資料庫」更新擴充及資料分析			
國際標準書號（或叢刊號）	政府出版品統一編號	運輸研究所出版品編號 112-029-2328	計畫編號 111-EC004
本所主辦單位：運輸工程組 主管：賴威伸 計畫主持人：賴威伸 參與人員：許修豪、符玉梅 聯絡電話：(02)2349-6818 傳真號碼：(02)2545-0427	合作單位：國立臺灣海洋大學 計畫主持人：盧華安 研究人員：余坤東、張淑淨 地址：202 基隆市中正區北寧路 2 號 聯絡電話：(02)27488822 分機 3001		計畫期間 自 111 年 3 月 至 111 年 12 月
關鍵詞：國際空運資料庫、機場設施與營運、旅客起迄、中轉、機下直轉			
摘要： 本案性質為系統維護服務案，其目標在延續維護現有「國際空運資料庫」之運作，同時更新資料庫之即期內容。「國際空運資料庫」原先包含「機場設施與營運」以及「旅客起迄」兩方向之相關資料，本期另增加桃園機場之貨運資料，嘗試性建立國際航空貨運資料庫。 本年度計畫基於以往資料庫更新與資料分析之成果，工作重點包括持續利用 Airport Information 和 Flightradar24 資料檢索，更新目前資料庫中維護的 200 座機場基本資料與營運資料；以及建立以 IATA MarketIS 檢索資料為主的旅客起迄移動資料，同時維護更新檢索系統的功能與介面，以便於查詢分析重要機場的旅客起迄、中轉等移動資料。MarketIS 於 2021 年旅客移動資料之檢索機場，包括桃園機場(Taipei, TPE)及全臺其他機場、首爾仁川機場(Seoul, ICN)、香港國際機場(Hong Kong, HKG)、東京成田機場(Tokyo, NRT)、新加坡樟宜機場(Singapore, SIN)、上海浦東機場(Shanghai, PVG)、洛杉磯國際機場(Los Angeles, LAX)、曼谷蘇凡納布機場(Bangkok, BKK)、吉隆坡國際機場(Kuala Lumpur, KUL)、胡志明市新山一機場(Ho Chi Minh City, SGN)、馬尼拉國際機場(Manila, MNL)等，總共檢索 11 個不同國家或地區共 27 個機場。另因議題分析需要比較疫情前的營運資料，再補充 2019 年的曼谷蘇凡納布機場、吉隆坡國際機場、胡志明市新山一機場，檢索資料包括旅客入、出境和中轉路徑，資料格式為 Excel 檔案。桃園機場貨運資料包括出口、進口、轉口出倉、轉口進倉和機下直轉五種流向，前四者記錄航空公司承運往返桃園機場與國家或地區間的貨物重量，機下直轉目前僅有操作航空公司和其貨量，貨運資料庫目前維護桃園機場 2019 至 2021 三年的月資料。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
112 年 4 月	112	非賣品	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：本計畫之結論與建議不代表交通部之意見。			

PUBLICATION ABSTRACTS OF PROJECTS

INSTITUTE OF TRANSPORTATION

MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: 2022 Maintenance and data analysis for the International Air Transport Database			
ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER 112-029-2328	PROJECT NUMBER 110-EC004
DIVISION: Transportation Engineering Division Division DIVISION DIRECTOR: Shu-Ken Hsu PROJECT STAFF: Wei-Shen Lai, Yu-May Fu PHONE: 886-2-23496818 FAX: 886-2-25450427			PROJECT PERIOD FROM March 2022 TO December 2022
RESEARCH AGENCY: National Taiwan Ocean University PRINCIPAL INVESTIGATOR: H.A. Lu PROJECT STAFF: Kung-Don Yu, S.J. Chang ADDRESS: No. 2, Pai-Ning Road, Keelung, Taiwan, R.O.C. PHONE: 886-2-27488822 ext.3001			
KEY WORDS: International Air Transport Database (IATD), Airport Facility and Operation (AFO), Passenger Origin-Destination (POD), Transit, Ramp Transfer			
ABSTRACT: This project aims to maintain an existing database, the International Air Transport Database (IATD), and to update its contained data inside. The IATD consists of two major parts: Airport Facility and Operation (AFO) and Passenger Origin-Destination (POD). This term attempts to append an international cargo database with the cargo throughputs of Taoyuan International Airport (TPE). The main works this year include updating the basic and operating data of 200 airports in this database and profiling traveler movements of major airports in 2021 subscribed from the IATA MarketIS database. The selected airports for subscription to IATA include Taipei (TPE) and other Taiwanese airports, Seoul (ICN), Tokyo-Narita (NRT), Singapore (SIN), Hong Kong (HKG), Shanghai (PVG), Los Angeles (LAX), Bangkok (BKK), Kualumpor (KUL), Ho-Chi-Ming City (SGN), and Manila (MNL). An additional subscription for 2019 datasets of BKK, KUL, and SGN for the comparison with the markets pre-Covid-19 pandemic. The forms of market records include the movement of origin and destination (O-D) and transferred passengers with Excel files. TPE cargo throughput data records the distributions of export, import, transfer from the warehouse or to the warehouse, and ramp transfer. The former four items contain the carried freight in kilograms countries from or to TPE by specific airlines, while the last one records the operating airlines and their carried cargo weights. The database currently maintains monthly data from 2019 to 2021. Another part for data analysis conducted traffic comparisons among international airports in different areas, which covered Asia, North America, Europe, etc. Additionally, the mid-term report of this project dealt with three analysis topics: dedicated freighters application during the pandemic for selected Asian airlines, and freight market analysis of TPE from 2019 to 2021.			
DATE OF PUBLICATION 2023 /04	NUMBER OF PAGES 112	PRICE Not for Sale	
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	V
表目錄	VII
第一章 緒論	1
1.1 計畫背景	1
1.2 執行重點	2
1.3 工作內容	3
1.4 工作流程	5
第二章 資料庫系統與功能精進	9
2.1 資料庫系統架構與功能模組	9
2.2 資料庫系統功能改善與優化	13
第三章 資料採購與擴充	19
3.1 機場資料檢索：Airport Information & Flightradar24	19
3.2 機隊派遣資料取得：Flightradar24	22
3.3 旅客起迄資料檢索：IATA MarketIS	23
3.4 桃園機場貨運資料：桃園機場公司	26
第四章 重要資料數據變化分析：機場航班與運量	29
4.1 東亞主要機場	29
4.2 東南亞主要機場	34
4.3 北美洲主要機場	39
4.4 歐洲主要機場	43
4.5 中東、南亞及紐澳地區主要機場	48
4.6 機場運量分析小結	53
第五章 議題分析	55
5.1 疫情期間亞洲主要航空公司貨機機隊應用分析	55
5.2 2019 至 2021 桃園機場貨運市場分析	64
5.3 議題分析小結	71

第六章 結論與建議	73
6.1 結論	73
6.2 系統功能之精進建議	76
參考文獻	79
附錄一 期中報告審查意見及回應	81
附錄二 系統展示與專家座談會議記錄	91
附錄三 期末報告審查意見及回應	93

圖目錄

圖 1 系統精進改善與相關作業之流程圖	7
圖 2 「國際空運資料庫」系統架構圖	9
圖 3 「國際空運資料庫」功能架構圖	12
圖 4 國內國際航程之下拉式入口選單	14
圖 5 國內國際航程之功能選項	14
圖 6 以表列方式呈現國際航程查詢結果	15
圖 7 以圖示呈現航空公司國際航程承載運量	15
圖 8 貨運資料之下拉式入口選單及查詢結果	16
圖 9 以圖形呈現機場貨運資料查詢結果	16
圖 10 貨運資料之下拉式入口選單	17
圖 11 貨運資料系統之編輯修改功能畫面	18
圖 12 AIRPORT INFORMATION 資料庫查詢畫面	20
圖 13 AIRPORT INFORMATION 資料庫亞洲機場旅客量排名查詢畫面	20
圖 14 AIRPORT INFORMATION 資料庫中所維護的桃園機場跑道資料	20
圖 15 FLIGHTRADAR24 之 TPE 出發航班查詢擷取畫面	21
圖 16 FLIGHTRADAR24 中之長榮機隊查詢	22
圖 17 FLIGHTRADAR24 中所顯示 B-16705 飛機執行航班之歷史資料查詢	23
圖 18 桃園機場集散站貨物總表舉例	27
圖 19 桃園機場集散站機下直轉貨物報表舉例	27
圖 20 桃園機場快遞貨物進口及出口統計表舉例	28
圖 21 東亞地區主要機場飛機起降架次比較(2018-2021)	30
圖 22 東亞地區主要機場旅客人次比較(2018-2021)	32
圖 23 東亞地區主要機場貨物吞吐量比較(2018-2021)	33
圖 24 東南亞地區主要機場飛機起降架次比較(2018-2021)	35
圖 25 東南亞地區主要機場旅客人次比較(2018-2021)	37
圖 26 東南亞地區主要機場貨物吞吐量比較(2018-2021)	38
圖 27 北美地區主要機場飛機起降架次比較(2018-2021)	40

圖 28 北美地區主要機場旅客人次比較(2018-2021)	41
圖 29 北美地區主要機場貨物吞吐量比較(2018-2021)	43
圖 30 歐洲地區主要機場飛機起降架次比較(2018-2021)	445
圖 31 歐洲地區主要機場旅客人次比較(2018-2021)	46
圖 32 歐洲地區主要機場貨物吞吐量比較(2018-2021)	48
圖 33 中東、南亞及紐澳地區主要機場飛機起降架次比較(2018-2021)	49
圖 34 中東、南亞及紐澳地區主要機場旅客人次比較(2018-2021)	51
圖 35 中東、南亞及紐澳地區主要機場旅客貨物吞吐量比較(2018-2021)	52
圖 36 重點航空公司 2014 至 2021 年之載運貨物延噸公里	556
圖 37 航空公司疫情期間貨機平均執飛航班	60
圖 38 航空公司疫情期間貨機平均飛行時數	61
圖 39 航空公司疫情期間貨機月平均滯地率	62
圖 40 航空公司疫情期間貨機飛機月平均使用率	63
圖 41 桃園機場 2019~2021 年吞吐貨量與流向占比	64
圖 42 桃園機場近三年逐月之貨量吞吐與流向	65
圖 43 桃園機場近三年進、出口貨量之國家占比	66
圖 44 桃園機場近三年轉口出倉、進倉貨量之國家占比	667
圖 45 桃園機場近三年逐月之機下直轉和承作的航空公司貨量	68
圖 46 桃園機場近三年逐月之快遞貨量	69
圖 47 桃園機場近三年承運較多快遞貨之航空公司與貨量	69

表目錄

表 1 使用者端運作軟體環境	11
表 2 伺服器運作所需軟體環境	11
表 3 歷年 MARKETIS 檢索之國際機場.....	24
表 4 IATA MARKETIS 之旅客起迄報表資料格式.....	25
表 5 貨運資料庫之表單與欄位格式	28
表 6 東亞地區主要機場飛機起降架次與成長率(2010-2021)	30
表 7 東亞地區主要機場旅客人次與成長率(2010-2021)	31
表 8 東亞地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2010-2021)	33
表 9 東南亞地區主要機場飛機起降架次與成長率(2010-2021)	35
表 10 東南亞地區主要機場旅客人次與成長率(2010-2021)	36
表 11 東南亞地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2010-2021)	38
表 12 北美地區主要機場飛機起降架次與成長率(2010-2021)	39
表 13 北美地區主要機場旅客人次與成長率(2010-2021)	41
表 14 北美地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2010-2021)	42
表 15 歐洲地區主要機場飛機起降架次與成長率(2010-2021)	44
表 16 歐洲地區主要機場旅客人次與成長率(2010-2021)	46
表 17 歐洲地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2010-2021).....	47
表 18 中東、南亞及紐澳地區主要機場飛機起降架次與成長率(2010-2021)	49
表 19 中東、南亞及紐澳地區主要機場旅客人次與成長率(2010-2021)	50
表 20 中東、南亞及紐澳地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2010-2021)	52
表 21 八家選定公司 2022 年全貨機運能概況	55
表 22 各公司在觀察期間之貨機數量與平均機齡	57
表 23 桃園機場近三年我國籍航空公司承運貨量占比	70
表 24 桃園機場近三年承運貨量較多之外國籍航空公司	71

第一章 緒論

1.1 計畫背景

本計畫乃延伸民國 103 至 110 年度「國際空運資料庫」更新擴充及資料分析服務（交通部運輸研究所，2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021）計畫案。其中「國際空運資料庫」之建置，可追朔至 100 年度辦理之「我國及亞太地區空運營運與設施基本資料庫」研究案（交通部運輸研究所，2011）、101 年度辦理之「我國及亞太地區空運營運與設施基本資料庫之擴充與知識管理系統建置之研究」研究案（交通部運輸研究所，2012），以及「國際航空客貨起迄資料鏈結之研究」研究案（交通部運輸研究所，2013）。103 年的研究案已建立起基本的空運資料庫雛形～「空運設施與營運基礎資料庫」，儲存前期計畫中之機場相關資料，104 年後全部轉換存放在目前的「國際空運資料庫」中，現階段資料庫已擴充至全球 200 個主要機場的基本資料、營運資料、運量資料、航網資料和設施資料，並改善使用者介面，配合研析之需要擴充分析功能。

此外，「國際空運資料庫」也從 104 年建置了旅客起迄資料，藉由國際航空運輸協會(International Air Transport Association, IATA)資料檢索管道 MarketIS，每年購得重點機場的旅客起迄、中轉運量與旅行路徑資料，完成航線層面的資料儲存和統計分析功能。為能掌握各地區主要國際機場動態，每年檢索的機場也都詳細檢討調整，但與桃園機場同屬競爭地位的機場或北美洲際重點機場，則維持逐年檢索以保持資料的延續性。透過 MarketIS 資料統計分析，可瞭解資料收錄機場之出入境旅客運量、不同移動路線的旅客人次統計、特定市場間之旅客需求和旅客選擇之中轉機場。

本計畫案之目的乃在上述之研析成果上，持續追蹤及更新重要機場的運量、航網和營運等相關資料，並持續擴充旅客運量與旅行路徑資料庫。由於受到新冠疫情影響，2021 年各國際機場的營運狀況仍未恢復到疫情之前的水準，因此挑選的檢索機場，除了考量資料庫持續性，重點式選取與臺灣較有關連性的機場外，也配合今年訂定之分析議題，選擇了東南亞(泰國、馬來西亞、越南、菲律賓)主要機場。在此一前提下，本年度除桃園和臺灣其他 16 個機場外，另檢索 10 個國際機場進行重要數據追蹤與變化分析。其中，東南亞四個國家的主要機場，更涵蓋

2019 年的營運資料，以便就 2021 年之營運與疫情之前進行比較。本年度納入 IATA MarketIS 檢索的機場包括：桃園機場(TPE)及臺灣境內其他機場、首爾仁川機場(ICN)、香港國際機場(HKG)、日本成田機場(NRT)、新加坡樟宜機場(SIN)、上海浦東機場(PVG)、洛杉磯國際機場(LAX)、曼谷機場(BKK)、吉隆坡機場(KUL)、胡志明市機場(SGN)、馬尼拉機場(MNL)，共計 27 個機場。

在疫情的影響下，貨運業務越來越受重視。110 年度計畫執行時曾嘗試評估可行的貨運資料，包括初步檢索桃園機場與香港機場 IATA CargoIS 的貨運資料，並透過桃園機場的對等資料，比較 IATA CargoIS 貨運資料與實際資料的誤差。由於 IATA CargoIS 資料的可靠性與涵蓋性仍嚴重不足，本年度先將工作重點放在建立以桃園機場提供之貨量資料檢索系統，做為延伸客運資料庫的嘗試。

年度議題分析在客運資料方面，除了延續各主要機場的營運資料維護外，亦針對東南亞地區主要機場，比較 2019 年與疫情衝擊下之 2021 年旅客往返歐、美移動路徑的差異。此外，利用 Flightradar24 資料庫，針對亞洲主要航空公司的全貨機機隊執飛情形持續進行追蹤，統整 2019 年至 2022 年之貨機應用，掌握航空公司的貨運業務概略。第三個議題則藉由新建桃園機場的貨運資料，分析 2019 年至 2021 年的貨流特色。

在操作介面與分析功能方面，本年度的工作重點，仍持續強化系統的查詢功能，希望讓使用者可以有更多的操作彈性。目前已經在旅客起迄查詢功能中，增加國內或國際航線單獨檢索的選項，使用者可以透過此一功能，針對各機場的國際或國內航線旅客人次、移動路徑進行篩選分析，避免無法區分國際航線與國內航線的困擾，此一功能也可以讓服務國際旅客為主的桃園機場，與其他競爭的國際機場有較正確的比較基礎。另外，本年度新增貨運資料庫的檢索功能，在桃園機場公司的支持協助下，初步暫以桃園機場的貨運資料為主，未來將可隨著資料內容的新增，逐年擴充貨運資料的檢索和展示功能。

1.2 執行重點

本計畫旨於持續支援現有「國際空運資料庫」之更新擴充與資料分析服務，同時延續 IATA MarketIS 2021 年之資料檢索。綜整本計畫之涵蓋範圍乃在：

1. 進行既有「國際空運資料庫」之維護管理。
2. 配合研析需要，就各類國際空運資料來源異動，購置、更新及擴充資料庫內各

項資料。

3. 改善使用者介面，並配合需要擴充分析功能。
4. 運用資料庫資料，進行議題式分析。

1.3 工作內容

在實質進行資料庫擴充與維護時，按照工作項目規範進行資料購置及更新、系統更新擴充與查詢介面開發、研析分析資料庫資料項目，並配合需要擴充分析功能等。工作項目分列如下：

一、資料購置及更新

1. 至少須包括本年度我國民航機場及主要國際機場航線、運能及設施營運概況等。
2. 依據本資料庫所需(包含更新資料、軟體或書籍等相關資料)，提出蒐集或購置規劃，經同意後辦理，購置內容至少須包含國際航空運輸協會(IATA)MarketIS起迄客量、移動路徑資料及機場航網資料。
3. 倘有資料經評估為需要，惟計畫經費不敷購置者，須洽提供機構取得範例建入本資料庫，並於期末報告提出說明及建議。
4. 資料庫完整性之維護：資料定期備份（至少 2 個月 1 次）。
5. 資料庫既有資料之更新方式可採自動、手動或兩者並用。
6. 確保資料庫資料之一致性、完整性、不可否認性。
7. 計畫期間內倘有其他新增資料來源，配合新增資料庫之欄位、擴充相應之查閱功能，並持續更新資料內容。

二、資料庫之系統更新擴充與使用者查詢介面改善與系統功能精進

1. 強化資料庫使用者查詢介面：強化資料庫系統之使用介面及功能，以提升使用效能，同時需確保資料庫之資通安全滿足資安相關規定。
2. 精進系統分析功能：配合需求擴充及強化本資料庫既有統計分析功能(如統計報表之產製及圖形化呈現)或增加其他工具軟體，必要時得提出軟體購置規劃，於同意後辦理。
3. 原則維護本資料庫之既有功能及正常提供服務；然經同意，得重新改寫資料庫程式及調整資料庫結構，惟所撰寫程式需保有最大擴充彈性，並符合資安要求。

三、分析資料庫資料項目，並配合需要擴充分析功能、進行議題式分析

1. 強化資料庫資料處理、查詢、篩選及統計分析功能。
2. 配合新增資料，擴充資料庫內資料之統計分析功能。
3. 運用資料庫資料項目，將所蒐集資料以大數據等統計分析方法進行議題式分析。

四、提出資料庫後續功能精進與擴充之規劃建議及相應期程

根據計畫執行的經驗，以及每月定期工作會議討論，動態調整執行的重點，並且提出系統精進的相關建議。

五、其他

1. 撰擬資料庫系統與查詢介面之使用說明或操作手冊。
2. 將本計畫成果發表於運輸計劃季刊、國內外期刊或學術研討會等。
3. 配合計畫執行辦理必要之座談會或教育訓練。
4. 針對計畫重要成果，製作海報或影片電子檔。
5. 配合出席因應使用需求或配合計畫執行所召開之會議。
6. 資料庫主機運作機能之檢視、性能調校、當機後之回復及正常提供服務之功能(含系統重新安裝)，俾使用者可正常使用伺服器所提供之功能。
7. 本資料庫之安全考量，至少須包含：
 - (a)符合資通安全管理法及其相關子法，以及行政院所頒訂之各項資通安全規範及標準。
 - (b)程式撰寫應避免使用過高權限存取資料庫。
 - (c)需能防範 SQL injection 隱碼攻擊。

此案對於應有之預期成果、效益及其應用，述明如下：

(一)預期成果

1. 完成全球至少 200 座機場最新年度基礎設施、營運及運量資料更新；至少完成桃園、仁川、香港、成田、洛杉磯等機場 2021 年旅客路徑檢索。
2. 提升資料查詢及處理能力、強化統計分析與圖像化呈現功能。
3. 因應市場變化及配合需求，進行空運議題分析，提供決策參考及應用。

(二)預期效益

1. 掌握桃園機場、鄰近競爭機場及北美主要門戶機場航空市場變化及趨勢，供政策評估規劃及相關研析參考之依據。

2. 累積長期資料與分析經驗，提升專業知能及資料判讀能力。

(三)預期應用

可提供交通部、民航局及桃園國際機場公司等做為政策規劃、評估分析之用。

1.4 工作流程

資訊系統的開發一般可分成三階段或七階段(吳仁和、林信惠，2013)，較簡單的系統開發過程包含需求分析、系統分析與設計、系統實施三個步驟；較複雜的系統則需經過使用者需求分析、軟硬體需求分析、系統分析、系統設計、編碼、測試、操作與維護。本計畫之主要作業內容已如前述，考慮其目的既有維護又有擴充，因此以圖 1 之作業流程，組織本計畫之執行架構。配合系統開發之進展步驟，主要分成三大區塊的工作內涵，描述如下：

一、確認設計與使用需求

雖然本計畫已提供需求說明書，但仍需瞭解使用者對系統建置內容的需要與期盼，方能在建置完成後符合所需。

二、MarketIS 資料取得與分析

(一)確認 MarketIS 檢索資料範圍點

MarketIS 資料檢索方式乃以機場出入境市場為基礎，在確認需求後，應以其檢索依據確認範圍可與需求配合。

(二)進行 MarketIS 資料檢索

根據以往經驗，資料檢索金額將超過臺幣 10 萬元以上，需符合採購法之規定，在申請過程就需透過公開招標程序，再加上對方簽署程序，預計仍須一至兩個月方能實際取得資料。

(三)MarketIS 資料整理與上傳

在取得本期檢索 MarketIS 資料後，將做基本的資料檢視，並按上傳系統格式先行整理資料後，再進行上傳工作。

(四)MarketIS 資料統計分析

在取得本期檢索 MarketIS 資料後，擬先由分組成員按需求進行資料分析，以確切掌握新年度發展的改變情形。

(五)分析議題資料萃取及分析探索

按照前述本期計畫所欲分析的議題，進行資料的萃取，並借用 Excel 樞紐分析進行各式議題的資料整理。

(六)整理分析成果進行學術投稿

根據合約所列，將前述議題分析成果整理成為可茲投稿學術期刊或會議之論文，並進行投稿。

三、「際空運資料庫」功能改善

(一)強化航空公司屬性資料表

根據現有航空公司資料表，增加航空公司之營運屬性之應用，並輸入所蒐集之資料。

(二)「國際空運資料庫」功能改善

此為本計畫案最重要之工作，即按前述升級資料庫並擴充必要之系統功能，建議內容已如前述。其中在系統設計部分，仍要經過程式編碼與系統測試。

四、機場資料維管

(一)確認機場資料來源並擷取所需資料

有關機場資料的維管，大致上已確定，仍將與 Airport Information 和 Flightradar24 進行資料檢索採購，之後逐步進行資料的擷取與更新步驟。

(二)機場資料更新

將所擷取之各式機場資料進行上傳更新，但其中之航網資料因考慮夏、冬兩季班表之差異，必須在四月初和十一月初分別進行兩次資料蒐集、整理與上傳工作。

(三)撰寫使用手冊或操作說明

在整體系統完成改善、擴充後，將進行使用手冊或操作說明之撰寫，以利未來的使用。

(四)成果驗收

綜整前述工作成果，研提期末報告並交付驗收。

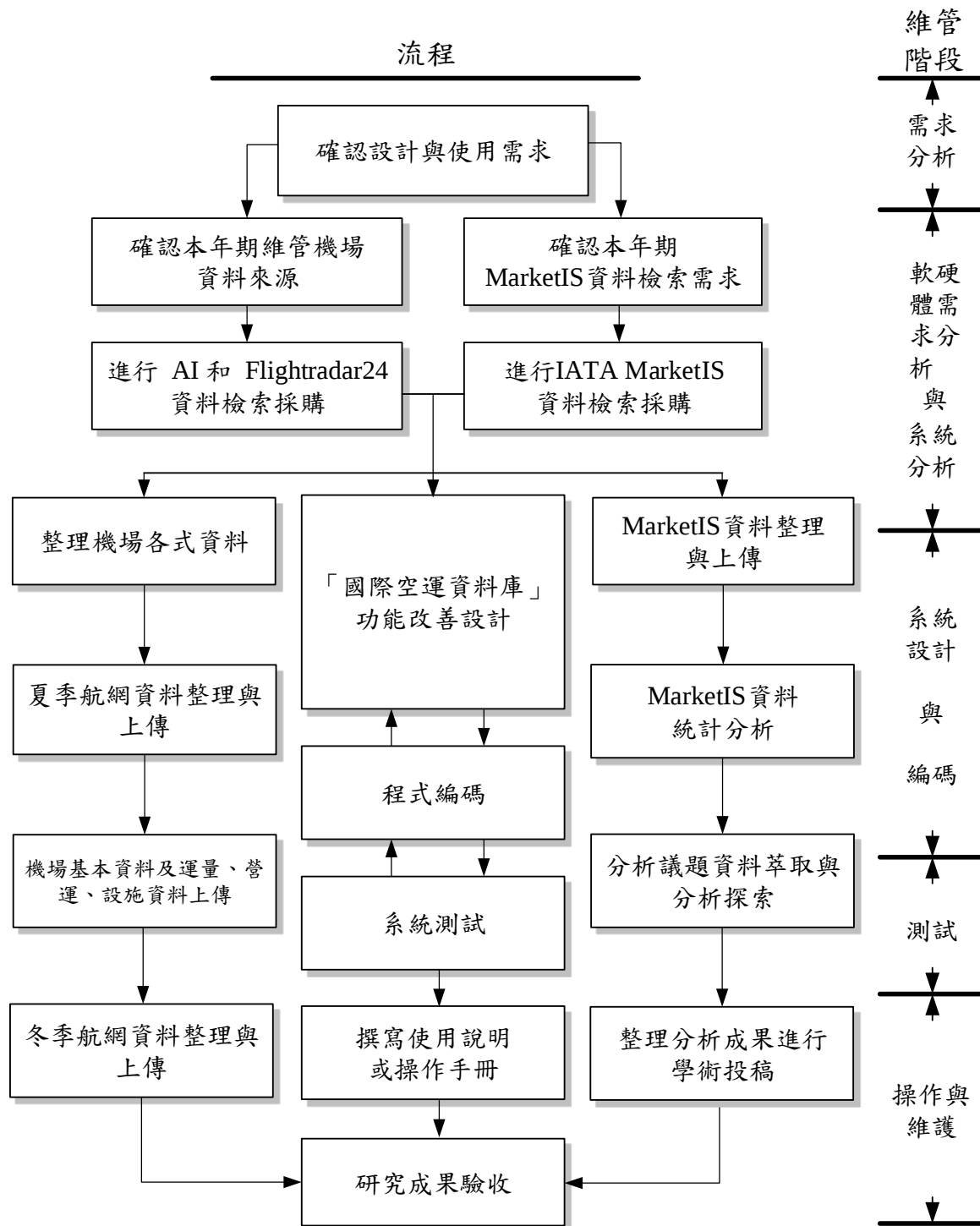


圖 1 系統精進改善與相關作業之流程圖

第二章 資料庫系統與功能精進

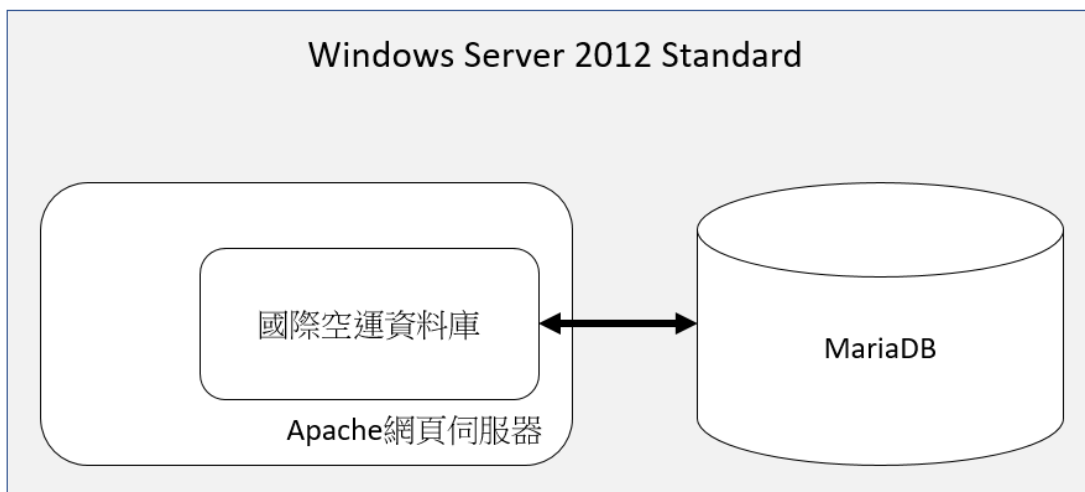
「國際空運資料庫」架設之運作環境為 Win Server 2012 R2 及 MariaDB 10.1.36，目前僅提供運研所相關單位內部網路使用。本章說明架設之系統架構，以及整體「國際空運資料庫」基礎功能與應用程式方面之查詢與統計分析功能。

2.1 資料庫系統架構與功能模組

一、系統架構

「國際空運資料庫」之系統架構為 Web-based 設計，以開放原始碼的 Apache 網站服務伺服器、MariaDB 資料庫以及 PHP 進行程式的撰寫。未來若硬體需要更新或是轉換作業系統平台，可有較低的成本以及較高的可攜性。

而在用戶端方面，仍以瀏覽器為主要的服務界面。為了讓用戶端的界面設計的更有彈性，伺服器以 RESTful 的概念設計存取資料的界面，並使用 JSON 進行資料交換；而用戶端的實作將採用 HTML DOM 配合 CSS、JavaScript 或是 HTML5 進行用戶端界面的實作，系統維護與介面之架構圖，如圖 2 所示。



資料來源：110 年度「國際空運資料庫」更新擴充及資料分析服務期末報告

圖 2 「國際空運資料庫」系統架構圖

本系統使用 HTML、PHP 以及 JavaScript 技術進行開發，由 HTML 編輯給使用者看的頁面，再透過 PHP 以及 JavaScript 增加動態功能。這三種目前都是被

廣泛使用，且十分成熟的語言，因此有大量可立即使用的函式元件及機制，一方面可讓系統開發者專心於程式的邏輯與結構，不必費心撰寫底層運作的程式碼，另一方面可以提昇系統的穩定度與可靠度。

呈現給使用者觀看的地圖則使用了 OSM (Open Street Map) 的 API，OSM 是一個可編輯的世界地圖，雖然沒有 google map 來的細緻，但是 OSM 不像 google map 有使用限制，再加上只需要顯示出機場的地理位置，因此選擇使用 OSM API 作為地圖介面。

為了加強資料儲存的安全性與資料查詢的效率，採用 MariaDB 資料庫儲存所需要的各項機場相關資料。MariaDB 資料庫是一種關聯式資料庫管理系統，將資料分類儲存在資料表中，其結構類似一般使用的二維表格，較容易為使用者理解，減少錯誤發生的機率。

使用者帳戶管理方面，由使用者輸入的帳號密碼跟資料庫內存取的資料進行比對，正確即可登入，在資料庫存取紀錄方面，當初建立帳號時，會將輸入的密碼使用雜湊法進行加密，再儲存至資料庫內，以避免使用者資料遭到竊取。

為避免有心人士利用機器人行為存取網頁資料，在使用者登錄系統中加入圖文驗證模組。圖文驗證模組先產生一組圖片，在該圖片中已被加入影響識別的雜訊，譬如：使用各種不同的畫筆繪製的曲線，甚至是扭曲文字，然後要求使用者必須輸入圖片中的文字，始得以順利登入。由於圖片中的文字已經無法透過影像辨識的技術予以識別，因而可以迴避機器人代理的試驗使用者帳戶名稱與密碼。

系統中的使用者權限共區分成三類，即一般使用者、系統維護者和系統管理者。使用者想要上傳新資料到系統中，必須帳戶本身擁有系統維護者的權限，否則就無法執行資料上傳的功能，一方面可以避免資料被任意修改，另一方面也是責任的體現以強化系統安全性。而想要使用系統的分析比較功能的使用者帳戶，只需要擁有一般使用者的權限即可。

在系統運作環境方面，依網站標準之主從式(Client/Server)架構，可區別成使用者端與系統伺服器端，其中，使用者端執行環境主要為一般個人電腦與網路瀏覽器(Internet Browser)。

表 1 為使用者端安裝所需要的環境與執行程式，大部分的情況下，使用者端不需要再另外安裝其他的程式，即可上線連接使用伺服器端所有功能。惟其中部分資料查詢結果為.pdf 及.csv 等資料格式或檔案，在有需要的情形下，使用者需

自行安裝相關的檔案存取軟體。

伺服器端系統運作需求方面，主要包括作業系統、Web 系統環境與資料庫系統，其中考量系統運作效能、軟體成本等因素，在系統軟體之選用以 Windows 作業系統平台，在資料庫平台則採用 MariaDB 關聯式資料庫做為軟體系統之後端資料庫平台，表 2 為伺服器運作需要的各項軟體環境。

表 1 使用者端運作軟體環境

軟體名稱	功能說明
Internet Browser	網際網路瀏覽器，建議以 Edge、Firefox 及 Google Chrome 為主之網際網路瀏覽器
Acrobat Reader	pdf 檔案格式讀取軟體
Office 相關軟體 (製作輸入檔案)	讀取.csv、.xls 等檔案格式，建議使用 Microsoft office 或 Open office 相關存取軟體

資料來源：110 年度「國際空運資料庫」更新擴充及資料分析服務期末報告。

表 2 伺服器運作所需軟體環境

軟體名稱	功能說明
Windows Server 2012 Standard	Windows Server 作業系統
Apache	提供 Web 系統運作，主要作為載入各服務執行程式之運作環境
MariaDB	資料庫，儲存各式資料表

資料來源：110 年度「國際空運資料庫」更新擴充及資料分析服務期末報告。

二、功能模組

目前本系統已經開發建立的功能模組，如圖 3 所示。「國際空運資料庫」主要功能架構包括「機場資料查詢」、「分析工具」、「系統管理」、「操作手冊」四大部分。其中，「操作手冊」提供使用者下載本系統的操作功能說明資料，隨著系統不斷更新，操作手冊亦每年更新一次。

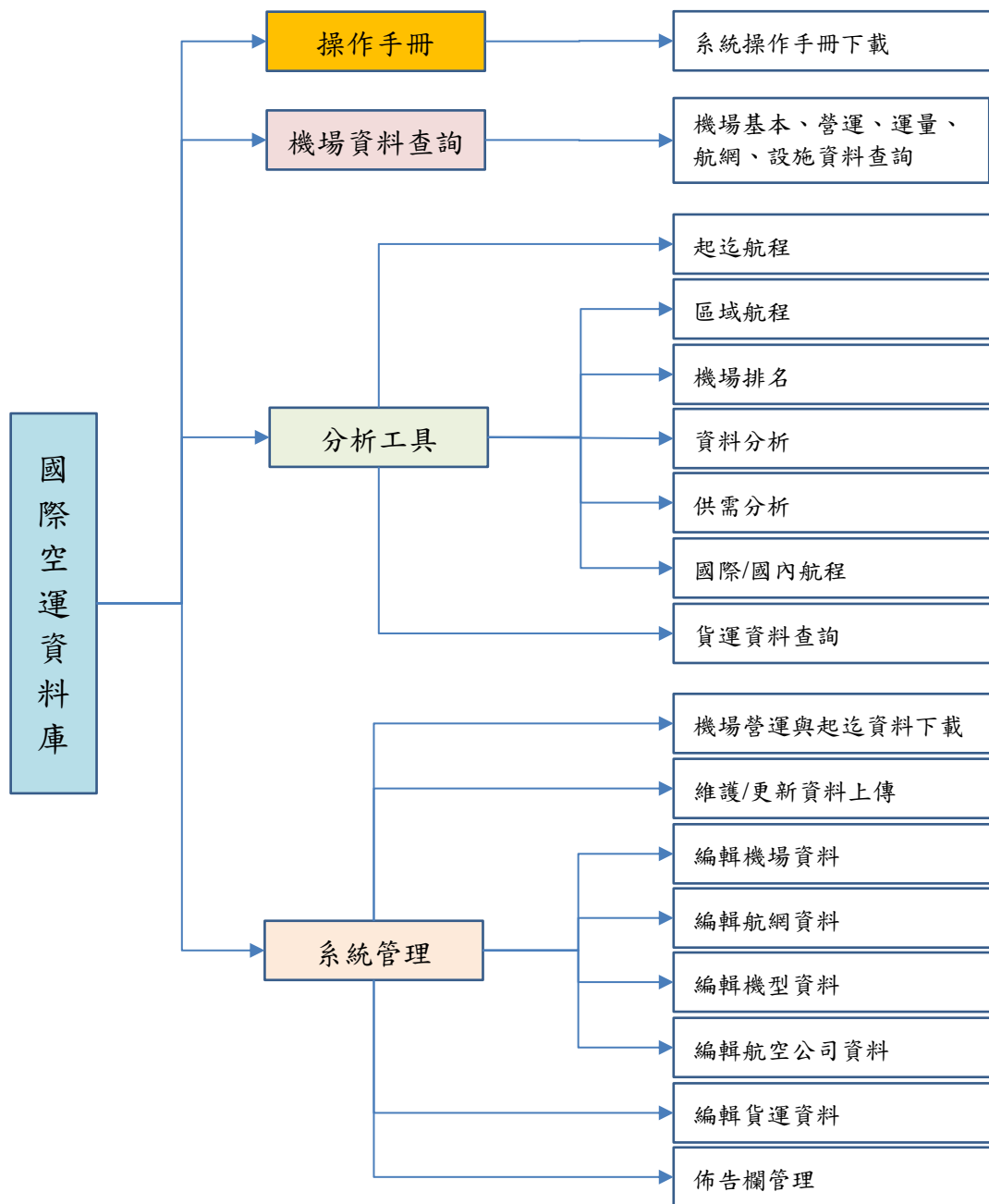


圖 3 「國際空運資料庫」功能架構圖

「機場資料查詢」功能包含查詢目前本系統所維護機場的基本資料、營運資料、航網資料與設施資料，屬於「供給面」層次的資料查詢，目前基本資料維管的機場，包含我國 17 個機場和全球各洲之主要機場，合計為 200 個，乃透過 Airport Information 和 Flightradar24 資料進行更新。

「分析工具」項目之下，目前提供起迄及中轉旅次分析、區域航程分析、機場排名、資料分析、供需分析、國際/國內航程、貨運資料查詢等七種基本功能。

其中，起迄及中轉旅次分析是以歷年向 IATA MarketIS 選購的重點機場為對象，提供旅客移動的相關資料分析；區域航程分析則是擴充起迄分析的功能，讓使用者可以進行機場對國家或區域的旅客起迄、中轉資料進行查詢。機場排名資料則以系統維管的 200 座機場為主，提供使用者查詢最新的機場基本資料、營運資料、航網資料、運量資料與設施資料等相關資訊。資料分析則是可以針對機場進行多年度的營運資料查詢，以及機場之間的營運資料比較。供需分析是結合供給面(航空公司航班資料)與需求面(旅客移動資料)，呈現查詢航線的供需狀況。國際/國內航程則是提供使用者可以針對檢索的旅客移動資料，進行國際與國內航線區分之查詢。貨運資料查詢則是提供機場貨運資料的檢索查詢，但因受限於資料來源，目前僅提供桃園機場的貨運資料。

「系統管理」功能則包括資料上傳、下載功能，資料上傳功能是上傳每年更新之機場營運與航網資料，以及所購得的起迄旅次資料(2012 至 2021 年資料)。資料下載則可以針對本系統維管的機場，將該機場歷年相關資料，包括基本資料、營運資料、設施資料、航網資料、運量資料和旅客起迄及中轉等原始資料進行下載。編輯功能則是提供使用者可以在線上編輯資料庫裡面的機場、機型、航空公司、航網等相關資料。同時，為了確保系統的安全，相關資料都以每個月一次的週期進行備份。

2.2 資料庫系統功能改善與優化

本年度計畫除了持續進行機場營運資料更新之外，也持續進行系統功能擴充與優化，主要成果包括：增加起迄市場資料國際或國內航線篩選功能，以及建置航空貨運的簡易資料庫系統兩部分，分別說明如後。

一、增加起迄市場資料國際或國內航線之篩選功能

由於各機場的功能定位不同，部分機場以服務國際航線的旅客為主，部分則是以國內航線旅客為主，資料使用者在進行起迄市場資料分析時，往往需要針對特定航線的旅客進行比較才具有意義。以桃園機場為例，桃園機場定位為國際機場，並無國內航線的旅客人次，相對地中國大陸的北京、上海、廣州機場，乃至於美國洛杉磯機場，其營運旅客人次當中，國內航線的旅客人次多超過五成。為了避免兩種數據資料混淆，造成資料分析比較基礎不相同，本年度的系統功能中增列了國際或國內旅客的篩選機制，使用者可以透過下拉式功能選單，點選國內國際航程(圖 4)，並在系統跳出的查詢功能中，進行查詢。查詢功能的介面與一般

旅客起迄查詢功能雷同，使用者可以界定查詢年份(或期間)、機場，選擇查詢國際或國內航線，以及界定輸出查詢結果(圖 5)。查詢結果的呈現除了列表式呈現之外(圖 6)，還可以選擇以圖形方式，呈現該查詢的主要承載航空公司(圖 7)。

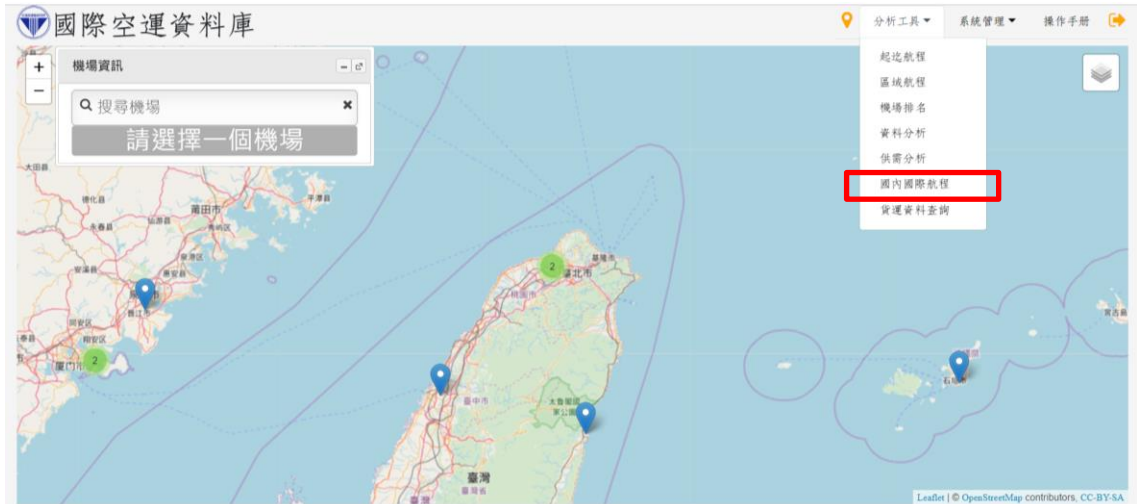


圖 4 國內國際航程之下拉式入口選單



圖 5 國內國際航程之功能選項

起(年份) 2021 迄(年份) 2021

☐ 國內 ☒ 國際

起點: NRT 共有 1 筆符合的資料

表單 每頁顯示 10 筆資料 排序 IATA 查詢

☒ 航線統計圖表 圖表類型: 長條圖 表格下載

顯示 10 筆資料 搜尋:

年份	起程機場	目的機場	路線	主要承運航空公司	BSP報告之旅客數	IATA預計人數	平均票價(美元)	平均票價x預計人數(美元)
2021	NRT	DOH	NRT DOH	QR	6276	39519	874	34539508
2021	NRT	SIN	NRT SIN	SQ	1921	21016	779	16363223
2021	NRT	HAN	NRT HAN	VN	1094	20130	776	15628861
2021	NRT	DLC	NRT DLC	JL	11728	19000	941	17885945
2021	NRT	ICN	NRT ICN	KE	3819	18239	228	4163989
2021	NRT	ICN	NRT ICN	7C	439	17797	123	2183858
2021	NRT	FOC	NRT FOC	MF	8753	16834	830	13979337
2021	NRT	DXB	NRT DXB	FK	6085	16812	814	13687199

頁面 1 / 393 上一頁 1 2 3 4 5 ... 393 下一頁

圖 6 以表列方式呈現國際航程查詢結果

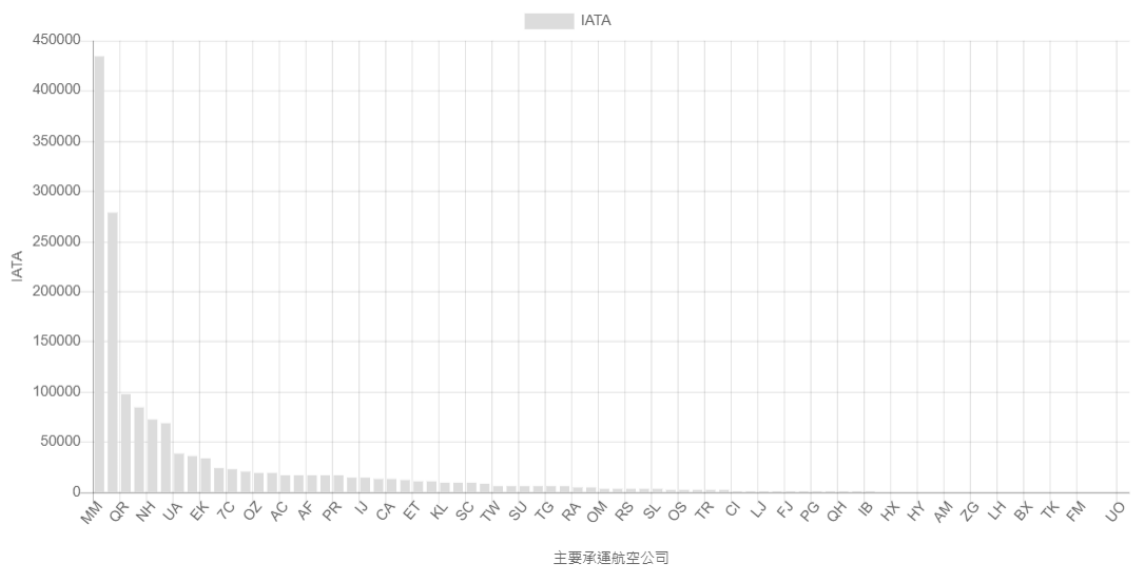


圖 7 以圖示呈現航空公司國際航程承載運量

二、建置貨運資料查詢功能

本期資料庫系統新增貨運資料查詢功能，貨運資料查詢可以透過分析工具之下拉式選項開啟查詢視窗(圖 8)。查詢功能式窗可以選擇機場(目前僅桃園機場)、空運貨物的方向(出口、機下直轉、轉口出倉、轉口進倉、進口)、空運貨物的類型(一般貨、快遞貨)、進出口(進口、出口)等，表列查詢結果可如圖 8 所示。除了以表格顯示查詢結果外，系統也會將查詢結果在地圖上以線條顯示，圖 9 可以看出桃園機場出口貨物不同的路徑以及貨量等資料。

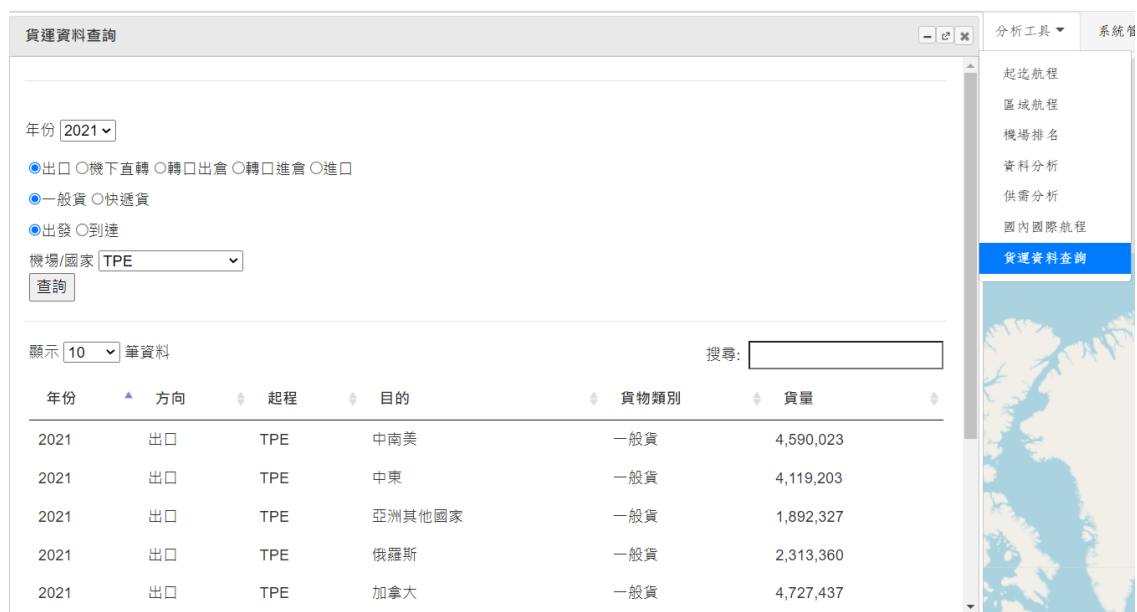


圖 8 貨運資料之下拉式入口選單及查詢結果

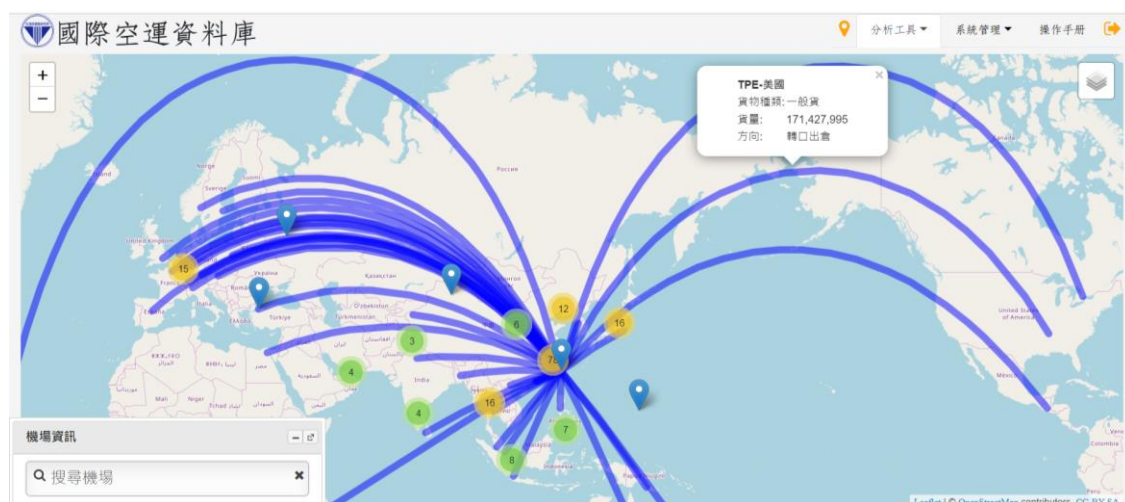


圖 9 以圖形呈現機場貨運資料查詢結果

由於 IATA CargoIS 檢索資料的涵蓋率與準確度不高，想要廣泛建置各主要機場的貨運資料庫仍有困難。因此，本期先以桃園機場為主，透過桃園機場公司的協助提供資料，建立桃園機場的貨運運量的相關內容，其他機場則尚待建立。

三、編輯貨運資料庫

對應機場貨運資料查詢功能，在系統管理功能列中，也新增「編輯貨運資料」選項，入口可由系統管理列之下拉式選單點選(圖 10)。進入編輯畫面後，初步建置的資料庫編輯功能包括：新增、編輯和查詢資料(圖 11)。資料以表格方式條列呈現，呈現的欄位包括：年、月、方向類別(進口、出口、轉口出倉、轉口進倉、機下直轉)、出發國家或機場、抵達國家或機場、承運航空公司、載運貨量(公斤)等資料。若建置大量資料，亦可利用批次上傳功能。



圖 10 貨運資料之下拉式入口選單

貨運資料系統目前放置在系統管理功能列下，暫以提供系統管理者進行資料的新增、編輯為主。編輯功能中也可以進行簡易的檢索，使用者可以檢索某一時間，由桃園機場出口(或進口)的貨運資料，系統將會呈現檢索條件下，不同目的地(或來源地)，以及各承載航空公司的貨量資料。目前初步規劃僅是條列式的呈現各筆資料，後續將發展彙整、多重檢索條件(如指定某家航空公司和目的地等)、圖形展示等功能。

編輯貨運資料								
新增貨運資料								
顯示 50 筆資料			搜尋:					
	年	月	方向類別 (Direction)	出發國家/機	抵達國家/機場	乘載航空公司	貨量(公斤)	
編輯	2019	10	出口	TPE	孟加拉	捷星亞洲航空	1710	
編輯	2019	10	出口	TPE	馬來西亞	捷星亞洲航空	1691	
編輯	2019	10	出口	TPE	新加坡	捷星亞洲航空	34157	
編輯	2019	10	出口	TPE	泰國	捷星亞洲航空	1915	
編輯	2019	10	出口	TPE	菲律賓	捷星亞洲航空	526	
編輯	2019	10	出口	TPE	日本	捷星亞洲航空	3120	
編輯	2019	10	出口	TPE	越南	捷星亞洲航空	4416	
編輯	2019	10	出口	TPE	印尼	捷星亞洲航空	2986	
編輯	2019	10	出口	TPE	亞洲其他國家	捷星亞洲航空	17084	
編輯	2019	10	出口	TPE	大陸	四川航空	9243	
編輯	2019	10	出口	TPE	亞洲其他國家	四川航空	420	
編輯	2019	10	出口	TPE	東歐	四川航空	3144	
編輯	2019	10	出口	TPE	歐洲其他國家	四川航空	3970	
編輯	2019	10	出口	TPE	菲律賓	宿霧太平洋航空	37896	
編輯	2019	10	出口	TPE	中東	宿霧太平洋航空	22454	
頁面 1 / 838 上一頁 1 2 3 4 5 ... 838 下一頁								

圖 11 貨運資料系統之編輯修改功能畫面

第三章 資料採購與擴充

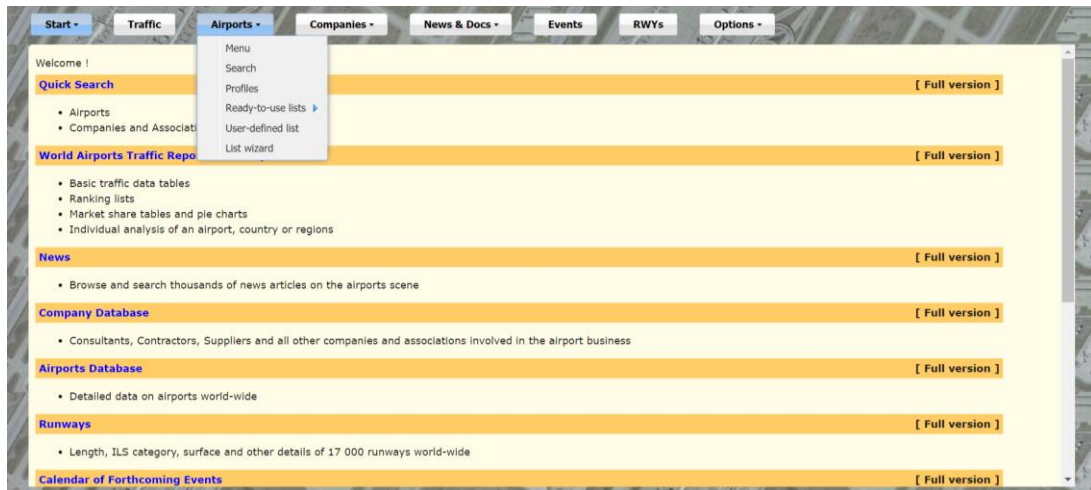
依照前期計畫經驗，有關機場資料維護的新增來源包含 Albatross Airport Information (簡稱 AI)和 Flightradar24 兩大資料庫系統和我國的 eAIP，AI 主要提供基本資料、營運資料、運量資料和設施資料之更新，Flightradar24 則是航網資料之新增來源，eAIP 則用於補充我國較為小型的機場相關資料。旅客起迄分析的主要依據，是檢索數年的 IATA MarketIS；本期新增之桃園機場貨運資料則由桃機公司提供。

3.1 機場資料檢索：Airport Information & Flightradar24

在 AI 資料庫中維護將近全球 2,300 多座主要機場的相關資料，進入資料庫後可針對欲查詢之機場，輸入關鍵字或 IATA 三碼代碼，即可進入欲查詢機場之專頁畫面。機場資料分類包含：地址、負責人通訊方式、航廈、跑道和滑行道資料、聯外運輸方式、航廈間運輸方式與作業時間、機場所在與內部營運圖片、機場佈設規劃(layout plans)以及相關新聞。在運量部分則包含旅客、貨物和飛機起降架次之統計與分類，資料最多可追溯至 25 年前，但展示資料僅限前 12 年。

圖 12 為 Airport Information 資料庫進入後之查詢畫面，其利用下拉式表單點選所需功能，其中除介紹如何使用該資料庫之說明外，可從運量(traffic)角度查詢全球、各洲、各國家、特定機場，逐年之客、貨運和起降架次之排名與歷年資料，圖 13 即為查詢亞洲機場旅客量排名之範例。

該資料庫也提供單獨機場之查詢，只要輸入關鍵字或 IATA 3 碼代碼，即會出現符合輸入條件之機場供使用者挑選，在點選所欲查詢機場後，即會單獨出現該機場之畫面，同時依序顯示機場基本資料(管理階層、營運時間、設施等)、運量統計等相關內容，圖 14 為查詢我國桃園機場後，移動至跑道資料瀏覽的畫面。



資料來源：<https://www.airport-information.com/data/index.jsp>

圖 12 Airport Information 資料庫查詢畫面

Airport	Region	Country	IATA	ICAO	Latest	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
Guangzhou-Baiyun Airport	Asia-Pacific	China	CAN	ZGGG	43,767,558	43,767,558	73,394,810	69,743,211	65,887,473	59,732,147	55,201,915	54,780,346	52,450,262	48,309,410	45,040,000	41,000,000
Ho Chi Minh City Airport	Asia-Pacific	Vietnam	SGN	VVTS	41,200,000	41,200,000	38,414,737	35,996,014	32,486,537	26,549,829	22,153,349	20,034,980	17,538,353	16,668,000	15,000,000	13,000,000
Chengdu Shuangliu Airport	Asia-Pacific	China	CTU	ZUUU	40,741,509	40,741,509	55,858,552	52,950,529	49,801,693	46,039,037	42,239,468	37,712,357	33,444,418	31,595,369	29,073,000	26,000,000
Shenzhen Bao'an Airport	Asia-Pacific	China	SZX	ZGSD	37,916,054	37,916,054	52,931,925	49,348,950	45,558,409	41,975,090	39,721,619	36,272,701	32,268,457	29,569,725	28,245,000	25,000,000
Chongqing Airport	Asia-Pacific	China	CKG	ZUCK	34,937,789	34,937,789	44,786,722	41,595,887	38,715,210	35,888,819	32,402,196	29,264,363	25,272,039	22,057,003	19,052,000	16,000,000
Beijing Airport	Asia-Pacific	China	PEK	ZBAA	34,513,000	34,513,000	100,013,642	100,983,290	95,786,442	94,393,454	89,939,049	86,128,270	83,712,355	81,929,359	78,675,000	75,000,000
Kunming Changshui (Zheng He) Airport	Asia-Pacific	China	KMG	ZPPP	32,990,805	32,990,805	48,076,238	47,088,140	44,729,736	41,980,339	37,523,220	32,230,883	29,688,182	27,000,000	24,000,000	21,000,000
Shanghai Hongqiao Airport	Asia-Pacific	China	SHA	ZSSS	31,165,217	31,165,217	45,637,882	43,628,004	41,884,059	40,460,135	39,090,865	37,971,135	35,599,643	33,828,726	33,112,000	30,000,000
Xian Xianyang Airport	Asia-Pacific	China	XNT	ZLYY	31,073,884	31,073,884	47,220,745	44,652,927	41,857,406	36,994,359	32,970,215	29,260,248	26,044,673	23,420,727	21,163,000	18,000,000
Shanghai Pudong Airport	Asia-Pacific	China	PVG	ZSPD	30,476,531	30,476,531	76,153,455	74,006,331	70,001,237	66,002,300	60,998,100	51,687,894	47,189,849	44,880,154	41,447,000	38,000,000
Tokyo Haneda Airport	Asia-Pacific	Japan	HND	RJTT	30,433,812	30,433,812	85,505,054	86,942,794	85,408,975	79,699,762	75,254,942	74,214,987	68,577,825	66,795,178	62,598,000	59,000,000
Hanoi Noi Bai Airport	Asia-Pacific	Vietnam	HAN	VVNB	29,304,631	29,304,631	25,908,048	23,824,400	20,596,622	17,213,715	14,190,675	12,825,784	11,341,039	10,797,000	9,000,000	7,000,000
New Delhi Airport	Asia-Pacific	India	DEL	VIDP	28,500,545	28,500,545	68,490,731	69,900,938	63,451,503	55,631,385	45,981,773	39,752,819	36,712,455	34,211,608	35,001,000	32,000,000

資料來源：<https://www.airport-information.com/data/index.jsp>

圖 13 Airport Information 資料庫亞洲機場旅客量排名查詢畫面

Designator	Length (m)	CAT	Appr I	Appr II	Appr. Lights 1	Appr. Lights 2	Edge lights
05L/23R	3,660	2	2	2	ALS	ALS	HIRL
05R/23L	3,799	2	2	2	ALS	ALS	HIRL

05L/23R
3,660m - 12,007ft
Surface: Asphalt
Strength: PCN 75/F/B/X/T
Rwy edge lighting: HIRL

05L
Approach Lighting: ALS
ILS Category: 2

23R
Approach Lighting: ALS
ILS Category: 2

05R/23L
3,799m - 12,463ft
Surface: Concrete/Asphalt
Strength: PCN 94/F/C/X/T
Rwy edge lighting: HIRL

05R
Approach Lighting: ALS
ILS Category: 2

23L
Approach Lighting: ALS
ILS Category: 2

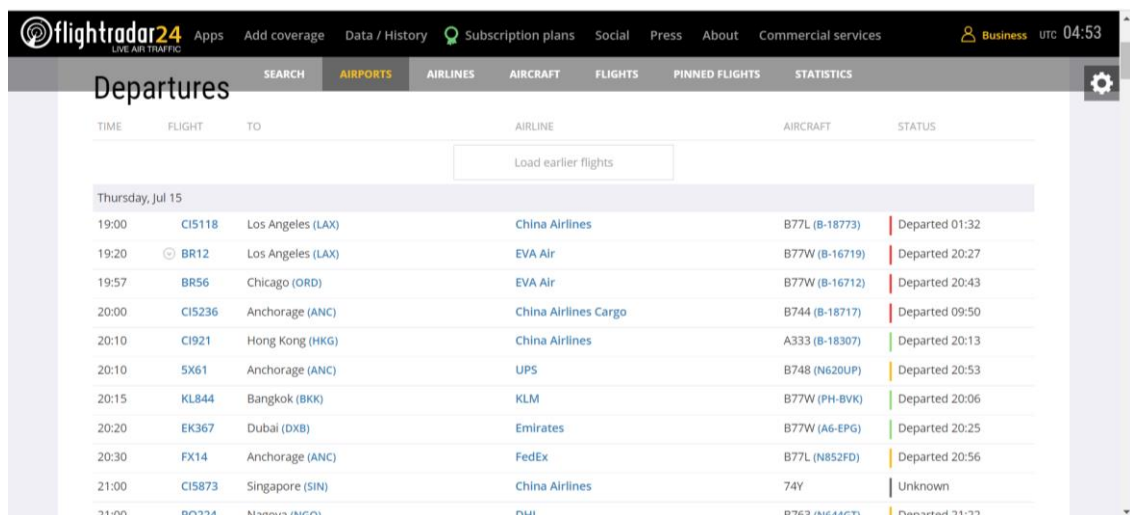
資料來源：<https://www.airport-information.com/data/index.jsp>

圖 14 Airport Information 資料庫中所維護的桃園機場跑道資料

與機場營運較為有關之資料，為各機場之基礎資料和歷年運量資料，Airport Information 提供詳細與確實的資料。但對本研究較為困擾的是，除運量資料外，AI 在機場訊息資料的呈現，均為圖像化的格式，無法就個別機場的方式下載成 Excel 表單，增加本案執行資料蒐整的困難度，必須以手動方式轉換所需資料，才能鍵輸至空運資料庫中之機場資料上傳表單。在轉換成空運資料庫內涵的過程中，需要花較多的人力進行資料確認與轉移。

AI 資料中並未記錄各機場的航線與航班的訊息，本案另以 Flightradar24 的資料檢索，進行維護機場的航網建置。Flightradar24 是一個註冊於瑞典斯德哥爾摩的公司，其提供全球航班追蹤服務，可掌握全球絕大部分航班之近期執行的航班資訊，同時也即時記錄飛機飛航經過的地理位置、速度、高度、航向、飛航時間計算、氣象條件等，並能讓使用者於電腦或手機上查看圖示飛機移動狀態和相關訊息，飛機移動資料在完成任務後即可下載，下載限制則按照會員等級的不同予以限制，以最高等級的商業會員為例，一個月可下載 60 架次的飛航動態相關資料。

本計畫在維護空運資料庫中之夏、冬兩季的航網方式，乃是擷取四月初和十一月初夏、冬班表互換初期各機場一週出發的航班表，進行判斷剔除貨機和包機航班後，彙整客運航點與班次進行資料上傳。Flightradar24 的週班資料呈現，以 TPE 出發航班為例，詳如圖 15 所示。



TIME	FLIGHT	TO	AIRLINE	AIRCRAFT	STATUS
Thursday, Jul 15					
19:00	CI5118	Los Angeles (LAX)	China Airlines	B77L (B-18773)	Departed 01:32
19:20	BR12	Los Angeles (LAX)	EVA Air	B77W (B-16719)	Departed 20:27
19:57	BR56	Chicago (ORD)	EVA Air	B77W (B-16712)	Departed 20:43
20:00	CI5236	Anchorage (ANC)	China Airlines Cargo	B744 (B-18717)	Departed 09:50
20:10	CI921	Hong Kong (HKG)	China Airlines	A333 (B-18307)	Departed 20:13
20:10	5X61	Anchorage (ANC)	UPS	B748 (N620UP)	Departed 20:53
20:15	KL844	Bangkok (BKK)	KLM	B77W (PH-BVK)	Departed 20:06
20:20	EK367	Dubai (DXB)	Emirates	B77W (A6-EPG)	Departed 20:25
20:30	FX14	Anchorage (ANC)	FedEx	B748 (N852FD)	Departed 20:56
21:00	CI5873	Singapore (SIN)	China Airlines	74Y	Unknown
21:00	PO224	Nairobi (NBO)	DHL	B763 (N644GT)	Departed 21:22

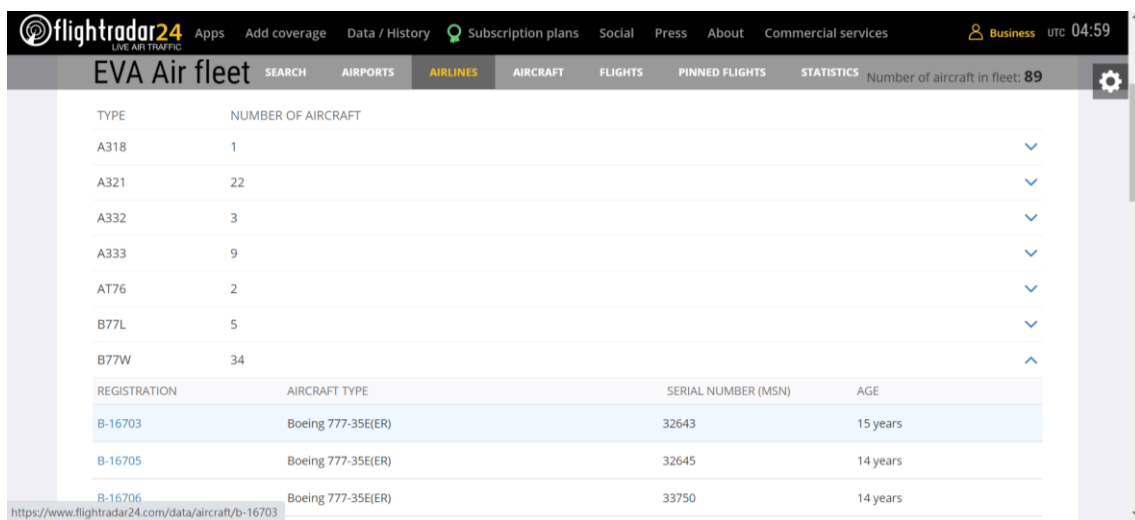
資料來源：<https://www.Flightradar24.com/data/airports/tpe/departures>

圖 15 Flightradar24 之 TPE 出發航班查詢擷取畫面

3.2 機隊派遣資料取得：Flightradar24

本計畫之議題二延續 110 年度的航空公司貨機機隊運用分析，將 2019 年 11 月到 2021 年 2 月的期限再延展至 2022 年 9 月，以便於更詳細瞭解疫情期間各航空公司貨機機隊的運用情形。而航空公司的機隊派遣資料，則是以查詢 Flightradar24 的資料為主。由於 Flightradar24 之機場現況航班表可搜尋的時間期程並不長，大約僅可維持約三天前的航班資料內容。若要搜尋此一時限之前的航班執飛情形，則必須透過各公司各架飛機的註冊編號進行查詢。以商業會員申請的權限為例，約可追蹤到三年前的航班執飛歷史資料。但以機場的角度，要全面掌握較長期程的航班執行動態，需先確認所有營運的航空公司以及曾派遣的飛機，作業處理的複雜度相當高。

圖 16 以長榮航空公司為例，在進入 Flightradar24 的航空公司查詢介面中，可以航空公司名直接點選該公司，同時進入的機隊資料，即會出現所有機隊和持有飛機數量的表單，點選機隊下拉式功能，可找到該型機隊中所有飛機的註冊編號，持續點選某架飛機即會出現它曾執飛的航班表單，如圖 17 所示之 B-16705 飛機的執飛歷史紀錄。



TYPE	NUMBER OF AIRCRAFT
A318	1
A321	22
A332	3
A333	9
AT76	2
B77L	5
B77W	34

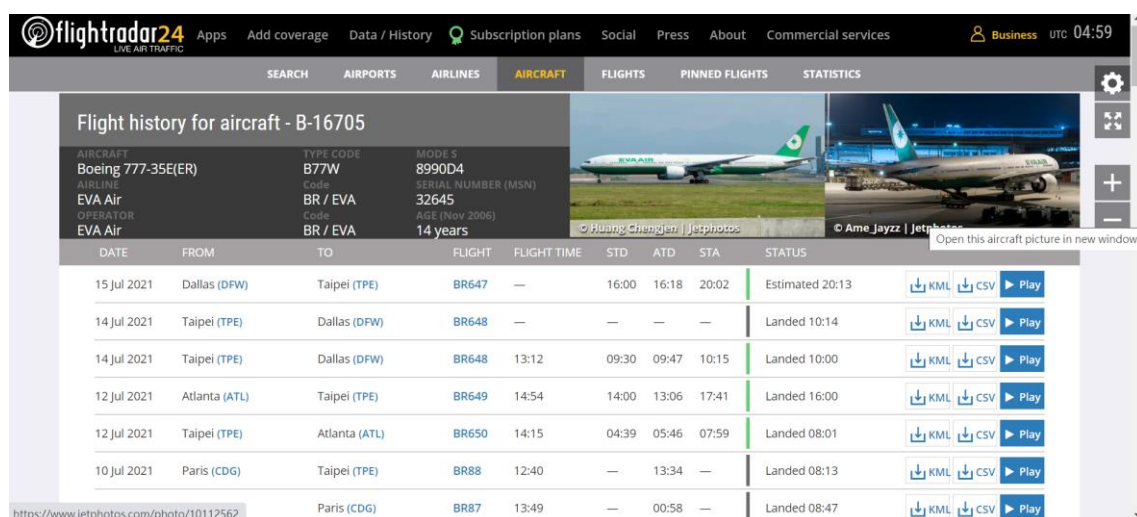
REGISTRATION	AIRCRAFT TYPE	SERIAL NUMBER (MSN)	AGE
B-16703	Boeing 777-35E(ER)	32643	15 years
B-16705	Boeing 777-35E(ER)	32645	14 years
B-16706	Boeing 777-35E(ER)	33750	14 years

資料來源：<https://www.Flightradar24.com/data/airlines/br-eva/fleet>

圖 16 Flightradar24 中之長榮機隊查詢

欲以人力下載上千架飛機一年內的執飛航班，實曠日廢時。本團隊設計專用爬蟲程式，對於所欲探討的研究內容進行資料擷取。以之前探討的 20 家航空公

司 3,497 架飛機一年內的執飛紀錄進行資料下載為例，總計有 358 萬 3,785 筆的執飛任務，四部電腦總工作時數為 267 天 15 小時 13 分 21 秒。此次，只聚焦於 8 家航空公司全部貨機執飛歷史紀錄，爬蟲下載的時間也花費將近一個月的時間。



DATE	FROM	TO	FLIGHT	FLIGHT TIME	STD	ATD	STA	STATUS
15 Jul 2021	Dallas (DFW)	Taipei (TPE)	BR647	—	16:00	16:18	20:02	Estimated 20:13
14 Jul 2021	Taipei (TPE)	Dallas (DFW)	BR648	—	—	—	—	Landed 10:14
14 Jul 2021	Taipei (TPE)	Dallas (DFW)	BR648	13:12	09:30	09:47	10:15	Landed 10:00
12 Jul 2021	Atlanta (ATL)	Taipei (TPE)	BR649	14:54	14:00	13:06	17:41	Landed 16:00
12 Jul 2021	Taipei (TPE)	Atlanta (ATL)	BR650	14:15	04:39	05:46	07:59	Landed 08:01
10 Jul 2021	Paris (CDG)	Taipei (TPE)	BR88	12:40	—	13:34	—	Landed 08:13
	Paris (CDG)		BR87	13:49	—	00:58	—	Landed 08:47

資料來源：<https://www.Flightradar24.com/data/aircraft/b-16705>

圖 17 Flightradar24 中所顯示 B-16705 飛機執行航班之歷史資料查詢

3.3 旅客起迄資料檢索：IATA MarketIS

本年度所檢索之 2021 年旅客資料，除了長期追蹤的機場外，本期鎖定以亞洲之東南亞國家機場為主。由於新冠疫情影響，旅客的移動顯然會偏離正常的運量發展趨勢甚多，所購置 2021 年 MarketIS 的資料，包括：桃園機場(Taipei, TPE)及臺灣其他 16 個機場、首爾仁川機場(Seoul, ICN)、香港國際機場(Hong Kong, HKG)、東京成田機場(Tokyo, NRT)、新加坡樟宜機場(Singapore, SIN)、上海浦東機場(Shanghai, PVG)、洛杉磯國際機場(Los Angeles, LAX)、曼谷蘇凡納布機場(Bangkok, BKK)、吉隆坡國際機場(Kuala Lumpur, KUL)、胡志明市新山一機場(Ho Chi Minh City, SGN)、馬尼拉國際機場(Manila, MNL)等，總共檢索 27 個不同國家或地區之機場。同時，為了與疫情前旅客移動情形進行比較，本年度也回溯檢所曼谷機場、吉隆坡機場、胡志明市機場 2019 年的旅運市場資料。檢索資料內容包括旅客入、出境和中轉路徑，資料格式為 Excel 檔案，2014 年到 2021 年歷年檢索的機場，彙整如表 3 所示。

表 3 歷年 MarketIS 檢索之國際機場

機場	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
桃園	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
香港		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
仁川	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
成田		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
上海浦東		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
新加坡		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
洛杉磯	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
舊金山			◎	◎	◎	◎		
紐約甘迺迪	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
紐約紐華克	△							
西雅圖								
芝加哥歐海爾								
達拉斯								
休士頓	△							
華盛頓	△							
波士頓	△							
拉斯維加斯	△							
溫哥華	△	◎	◎	◎	◎	◎		
多倫多								
杜拜		◎	◎	◎				
北京首都				◎	◎	◎		
廣州白雲				◎	◎	◎		
曼谷				◎		◎		◎
吉隆坡					◎	◎		◎
胡志明市					◎	◎		◎
馬尼拉						◎		◎
雅加達						◎		
全台機場			◎	◎	◎	◎	◎	◎
日本其他機場						◎		

註 1：△代表檢索資料僅為起迄資料；◎代表檢索資料包括起迄及中轉資料。

註 2：2016 年度起增購全台機場，2019 年當年度增加 6 個日本的國內機場乃作為議題分析之用。

IATA MarketIS 所檢索之年報表，資料內容與格式詳如表 4 所示。其以啟程機場和目的機場定義市場，每一市場會有不同的運輸途徑；而運輸途徑乃是由啟程機場和目的機場之間的轉機機場所定義，只要有不同轉機機場，欄位就會跟著增加，故可視為不同的運輸途徑。每一個運輸途徑又會以不同的服務航空公司加以區別，航空公司之內容包含各航段之服務航空公司，以及主要承運航空公司，而主要承運航空公司乃指服務航程中航段距離最長的航空公司。上述欄位資料均為字串型式，只要內容有所不同，就形成不同的紀錄。機場資料會以 IATA 之標準 3 碼代號再加冒號，引出機場之全名，最後加上國家別之雙碼代號，若是美國境

內，則會在國家別之前，表示出州別。航空公司資料則會先以 IATA 之標準 2 碼代號再加冒號引出航空公司全名。上述欄位若無資料，則內容會以冒號表示。所有字串內容均已標準化，亦即航空公司相同代碼就只會出現一個航空公司之名稱，機場相同代碼也只會出現一個機場之所在，每個字格均一致。

表 4 IATA MarketIS 之旅客起迄報表資料格式

欄位名稱	中文意義	舉例	儲存格式
Dom AI	主要承運航空公司	CX: Cathay Pacific Airways	字串
AI 1	第一航段載送航空公司	AA: American Airlines	字串
AI 2	第二航段載送航空公司	AA: American Airlines	字串
AI 3	第三航段載送航空公司	CX: Cathay Pacific Airways	字串
AI 4	第四航段載送航空公司	CX: Cathay Pacific Airways	字串
AI 5	第五航段載送航空公司	:	字串
Orig	啟程機場	ATL: Atlanta, GA, US	字串
Stop #1	第一轉機機場	DFW: Dallas/Fort Worth, TX, US	字串
Stop #2	第二轉機機場	SFO: San Francisco, CA, US	字串
Stop #3	第三轉機機場	HKG: Hong Kong, HK	字串
Stop #4	第四轉機機場	:	字串
Dest	目的機場	TPE: Taipei, TW	字串
Reported Pax	BSP 報告之旅客數	3	數值：整數
Reported + Est. Pax	IATA 預計人次	10	數值：整數
Pax Share	旅客數佔市場人次比例	0.0000371866626596482	數值：實數
Fare	平均票價(美元)	815.5	數值：實數
Revenue	平均票價×預計人次(美元)	8155	數值：實數

資料來源：IATA MarketIS。

其他欄位包含 IATA 清帳計畫 (billing and settlement plan, BSP) 所報告的人次、IATA 之估計人次、旅客數佔市場人次比例、平均票價和收益，資料格式均為數值，但旅客人次部分均為整數，以金錢為單位之欄位或比例則為實數。其中收益之計算方式，乃是以平均票價乘上 IATA 之估計人次。

MarketIS 之旅客運量資料分成 BSP 之客量資料與 IATA 依其估計之旅客人次，但包含旅客旅行移動之資料，故可瞭解銜接機場之相關訊息，惟其乃以旅客旅行之角度予以定義，而非航空公司航班設計之觀念。例如旅客從起飛機場直達目的機場之意涵為，該旅客搭乘直達航班 (direct flight) 未採取轉機到達目的地，

但不意謂所搭乘航空公司之航班為直飛。該航班若是服務兩個航段，搭該航班至最終目的地的旅客，在中間機場僅算是過境(transit)，而非轉機，此與航空公司佈署不中停航班(nonstop flight)之意義有別。因 BSP 資料乃是以旅客之機票內容為統計之依歸，而旅客搭乘直達航班僅會在機票上顯示目的地，不會呈現出飛機停靠的每一機場。但旅客若中途轉換航班，則轉機之機場即會被記錄，故 BSP 資料可顯現轉機機場之資訊。不過旅客若轉機時間超過 24 小時以上，依 IATA 之資料維護定義，則會被視為入境再出境的旅客。

3.4 桃園機場貨運資料：桃園機場公司

本計畫承桃園機場公司協助，本期空運資料庫加入以桃園機場為主的貨運資料。桃園機場目前維護的相關資料內容分成一般貨及快遞貨兩大部分，首先在一般貨的第一個集散站貨物彙總表中，記錄出口、進口、轉口出倉和轉口進倉四種類別之分類資料，輸出表格一致，記錄承運航空公司、國家別的貨物重量(以公斤計)。易言之，若是出口貨物則能瞭解桃園機場由特定航空公司運往目的國的貨量，進口貨物是從來源國由特定航空公司運至桃園機場的貨量；在轉口進倉和出倉部分，資料並未有來源國至目的國的連結，故僅能像進、出口一樣，瞭解單向情形，圖 18 是集散站貨物總表 2019 年 1 月出口貨物的舉例。

其次是航空公司國際貨物轉口未進倉，即機下直轉之貨運統計表。機下直轉貨物的報表舉例，詳如圖 19 之 2019 年 1 月直轉貨物的舉例，其中資料僅記錄操作航空公司及當月份的未進倉貨物總量，來源國、目的國、起迄運程均沒有記錄。桃機公司提供 2019 年 1 月至 2021 年 12 月的報表，供本計畫做初步貨運資料庫之建置。

報表代碼:M3L4004R		桃園國際機場(股)公司		製表日期:111/04/25	
進出轉口別:出口		進出轉口別:進口		進出轉口別:轉口	
統計期間:2019/01~2019/01		統計期間:2019/01~2019/01		統計期間:2019/01~2019/01	
集散站業者別:全部	單位:公斤	集散站業者別:全部	單位:公斤	集散站業者別:全部	單位:公斤
航空公司 合計	37,953,428	138,175	3,514,674	75,004	852,519
捷星亞洲	61,776	0	0	0	1,927
四川航空	20,278	0	0	0	0
宿霧太平洋	64,647	30	0	0	0
優比速航空	202,709	0	0	0	0
濟州航空	17,845	0	0	0	0
春秋航空	6,499	0	0	0	0
加拿大航空	245,394	0	0	0	0
華信航空	159,424	0	0	0	0
法國航空	114,470	0	0	0	0
立榮航空	114,465	0	0	0	0
汶萊	5,068	0	0	0	340

資料來源：桃機公司

圖 18 桃園機場集散站貨物總表舉例

表四		桃園國際機場(股)公司國際航線轉口未進倉(機下直轉)貨物統計表	
統計期間:2019年01月		轉口未進倉(機下直轉)貨物(公斤)	
航空公司	合計	10,293,072	
BR 長榮航空公司	2,417,123		
SX 優比速航空公司	2,417,300		
FX 聯邦快遞航空公司	645,690		
CI 中華航空公司	4,812,959		

資料來源：桃機公司

圖 19 桃園機場集散站機下直轉貨物報表舉例

在快遞貨物的部分，桃機公司所提供的報表中，僅記錄進口、出口、各家航空公司所承做的件數、筆數和重量。經與桃機公司討論後，建議本研究資料庫在快遞貨中僅記錄各公司承運重量即可，忽略件數和比數的記載。圖 20 為桃園機場 2019 年 1 月快遞貨物進口及出口統計資料。

桃機公司報表中的一般貨和快遞貨資料各式與內容並不相同，尤其缺乏轉運的大部分資訊，綜整考量後擷取報表特色，為將其轉換為資料庫型式，本研究利

用表 5 之資料表單重新輸入，做為上傳資料之格式。

臺灣桃園國際機場										列印日期:08/03/2022
快遞貨物 進口及出口 貨量統計表(依航空公司分類)										單位:公斤
統計期間:2019/01~2019/01										機場別:臺灣桃園機場
集散站業者:全部合計										
出 口										合 計
航空公司代碼/名稱	筆數	件數	重量	筆數	件數	重量	筆數	件數	重量	
11 3K 捷星亞洲航空	416	720	8,075	4,160	4,175	5,551	4,576	4,895	13,626	
12 3U 四川航空	1	1	17	385	542	12,218	386	543	12,235	
13 5J 宿霧太平洋航空	29	286	6,412	472	620	8,131	501	906	14,543	
14 5X 優比速航空公司	0	169,563	1,375,973	0	84,804	462,407	0	254,367	1,838,380	
15 7C 濟州航空	408	417	728	3,495	4,094	31,435	3,903	4,511	32,163	
16 9C 春秋航空	187	238	1,046	5,789	5,820	26,461	5,976	6,058	27,507	
17 AE 華信航空公司	200	420	3,808	11,485	12,051	105,241	11,685	12,471	109,049	
18 AF 法國航空	0	0	0	149	226	2,655	149	226	2,655	
19 B7 立榮航空	564	846	6,135	12,612	13,861	116,122	13,176	14,707	122,257	
20 BR 長榮航空公司	56,768	71,931	348,872	591,121	616,036	2,840,348	647,889	687,967	3,189,220	

資料來源：桃機公司

圖 20 桃園機場快遞貨物進口及出口統計表舉例

表 5 貨運資料庫之表單與欄位格式

欄位名稱	中文意義	舉例	儲存格格式
Year	年	2019	數字
Month	月	10	數字
Direction	方向	出口	字串
Origin_Country/Airport	來源國或機場	TPE	字串
Destination_Country/Airport	目的國或機場	孟加拉	字串
Airline	承運航空公司	捷星亞洲航空	字串
Type	貨型	一般貨	字串
Cargo_Weight_in_Kgs	貨物重量(公斤計)	1710	數字

第四章 重要資料數據變化分析：機場航班與運量

本資料庫目前已經建立全球 200 個機場的基本、營運、運量、航網和設施資料，資料來源主要是根據 Airport Information 和 Flightradar24 兩大資料庫系統所提供的資料進行動態更新。本章從資料庫現存 200 個機場中，選取在各地地理分區中之重點機場，分別針對飛機起降架次、旅客人次和貨物吞吐之更新資料內容，進行運量趨勢分析。本章所呈現的數據資料來源為機場端所提供的數據，雖與 MarketIS 以航空公司開票紀錄為基礎的旅客起迄資料略有差異，因係從同一個資料來源進行趨勢的觀察，仍具有參考價值。本章將全球依東亞、東南亞、北美洲、歐洲、中東、南亞及紐澳等地區的主要機場，進行營運趨勢的變化分析。

4.1 東亞主要機場

本節將桃園(TPE)、香港(HKG)、首爾仁川(ICN)、東京成田(NRT)以及中國大陸的北京首都(PEK)、上海浦東(PVG)、廣州白雲(CAN)等機場，納入東亞地區的分析標的，進行各機場的飛機起降架次、旅客人次和貨物吞吐量比較，及檢視歷年的成長情形。

一、飛機起降架次

根據維護機場之營運資料，近 11 年東亞地區主要機場之飛機起降架次如表 6 與圖 21 所示。從圖表中可以看出，若以絕對規模來看，受到疫情影響，各機場的飛機起降架次排名也有若干變化。在疫情前(2018、2019 年)，北京首都機場的起降架次最為繁忙，為本地區最忙碌的機場，但在疫情期間，已經陸續被上海浦東、廣州白雲機場超越，尤其是廣州白雲機場 2021 年起降架次達 36 萬次，成為本區域最繁忙的機場。除中國大陸的機場外，東亞地區的桃園、香港、仁川、成田機場，2021 年的營運狀況類似，飛機起降架次介於 11 萬次到 14 萬次之間，但仍以香港的 14.4 萬次最高。

表 6 東亞地區主要機場飛機起降架次與成長率(2010-2021)

年份	TPE	HKG	ICN	NRT	PEK	PVG	CAN
2010	156,037	316,015	217,322	192,657	517,584	332,126	329,214
2011	163,200	344,400	232,729	184,769	533,257	344,086	349,259
2012	180,527	362,067	256,518	210,493	557,160	361,720	373,314
2013	194,234	372,040	273,866	223,377	567,750	371,190	394,403
2014	208,874	401,848	293,185	231,047	581,953	402,045	412,210
2015	221,191	416,899	308,181	233,504	590,169	448,371	409,679
2016	244,464	422,060	342,936	244,751	606,084	479,902	435,231
2017	246,104	432,397	363,192	252,937	597,259	496,774	465,295
2018	256,069	439,223	390,231	256,193	614,022	504,794	477,364
2019	265,625	430,294	406,598	265,217	594,320	511,846	491,249
2020	118,449	160,663	149,982	137,534	291,490	325,680	373,425
2021	106,893	144,816	131,027	130,890	298,176	349,524	362,639
1 年*	-9.8%	-9.9%	-12.6%	-4.8%	2.3%	7.3%	-2.9%
5 年**	-15.2%	-19.3%	-17.5%	-11.8%	-13.2%	-6.1%	-3.6%
10 年***	-4.1%	-8.3%	-5.6%	-3.4%	-5.6%	0.2%	0.4%

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：架次

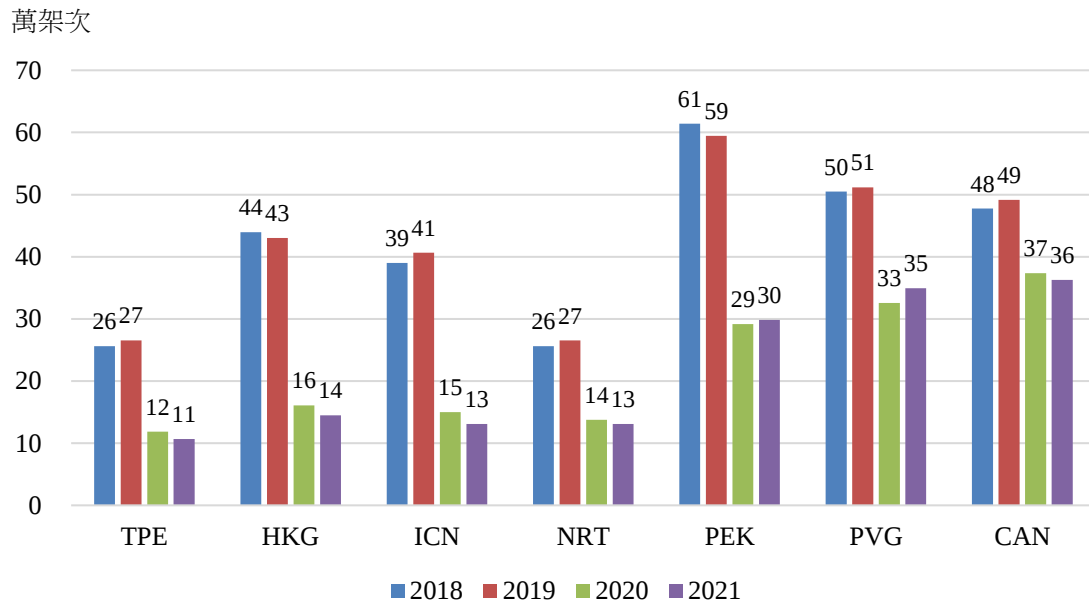


圖 21 東亞地區主要機場飛機起降架次比較(2018-2021)

再就 1 年、5 年、10 年的成長率來看，除首都與浦東兩機場外，其他各機場在 2021 年起降架次仍較 2020 年小幅衰退，顯示機場營運仍未擺脫疫情的影響。由於疫情已經持續將近 3 年，導致各機場 5 年期、10 年期的複合成長率出現負成長，在 5 年期與 10 年期的複合成長率方面，香港分別衰退 19.3%及 8.3%，衰退幅度都是該地區機場最嚴重的，疫情之後能否迅速恢復到疫情前的水準則有待觀察。10 年期的複合成長顯示，僅有浦東和白雲機場有微幅增加，餘者皆為負值，疫情使起降航班架次量尚未恢復到 10 年前的水準。

二、旅客人次

在旅客人次方面，相關資料彙整如表 7 與圖 22 所示。以旅客人次規模而言，2020 及 2021 兩年，廣州白雲機場超越北京首都、上海浦東，成為東亞地區旅客人次最多的機場，旅客人次規模達 3,900 萬人次。除了中國大陸三個機場旅客人次都超過 3,000 萬人次之外，桃園、香港、仁川機場以國際旅客為主，在疫情衝擊下，2021 年旅客人次規模都在 1 百萬至 3 百萬人次的水準，成田機場因仍有國內航線旅客，旅客人次略高，約為 500 萬人次。

表 7 東亞地區主要機場旅客人次與成長率(2010-2021)

年份	TPE	HKG	ICN	NRT	PEK	PVG	CAN
2010	25,114,413	50,348,960	33,605,579	33,815,906	73,948,113	40,771,246	40,975,673
2011	24,947,551	53,328,613	35,191,925	28,028,089	78,675,058	41,447,700	45,040,340
2012	27,836,550	56,061,595	39,154,375	32,864,912	81,929,359	44,880,164	48,309,410
2013	32,616,586	59,588,081	41,679,758	35,314,750	83,712,355	47,189,849	52,450,262
2014	36,206,645	63,121,786	45,662,322	35,535,206	86,128,270	51,687,894	54,780,346
2015	38,473,333	68,283,407	49,412,750	37,268,307	89,938,628	59,910,000	55,201,915
2016	42,296,322	70,305,857	57,855,539	38,995,784	94,405,281	66,002,300	59,732,147
2017	44,878,703	72,705,464	62,157,834	40,631,193	95,786,442	70,001,237	65,887,473
2018	46,535,180	74,561,727	68,350,784	42,545,260	100,983,290	74,006,331	69,720,403
2019	48,689,372	71,415,245	71,204,153	44,288,227	100,011,000	76,153,455	73,378,475
2020	7,438,325	8,813,692	12,049,851	10,428,160	34,513,000	30,476,531	43,767,558
2021	909,012	1,343,570	3,172,729	4,759,251	32,639,029	32,207,851	39,006,368
1 年*	-87.8%	-84.8%	-73.7%	-54.4%	-5.4%	5.7%	-10.9%
5 年**	-53.6%	-54.7%	-44.0%	-34.3%	-19.1%	-13.4%	-8.2%
10 年***	-28.2%	-30.8%	-21.4%	-16.2%	-8.4%	-2.5%	-1.4%

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：人次

2021 年為疫情爆發的第二年，但除了上海機場外，其他機場客運人次仍持續衰退。其中桃園、香港、仁川機場較 2020 年衰退幅度都高達七成以上，成田機場衰退幅度亦有五成，中國大陸的白雲與首都機場衰退幅度較小，浦東甚至呈現逆勢成長 5.7%。各機場旅客人次衰退情況差異頗大，主要原因仍在於疫情的衝擊，以及各機場因應疫情所採取的防疫措施不同所導致。另一方面，以國內航線為主要營運市場的機場(如：北京、上海、廣州等機場)，所受到的衝擊也比以國際航線為主要市場的機場為小(如桃園、香港機場等)。在較長年期的複合成長率方面，由於 2020 與 2021 年的營運數字並非常態，較真實的成長動能或趨勢，目前仍難定論。須等疫情結束之後，才能進一步分析各機場的長期營運趨勢，以及疫情是否造成永久性的改變。

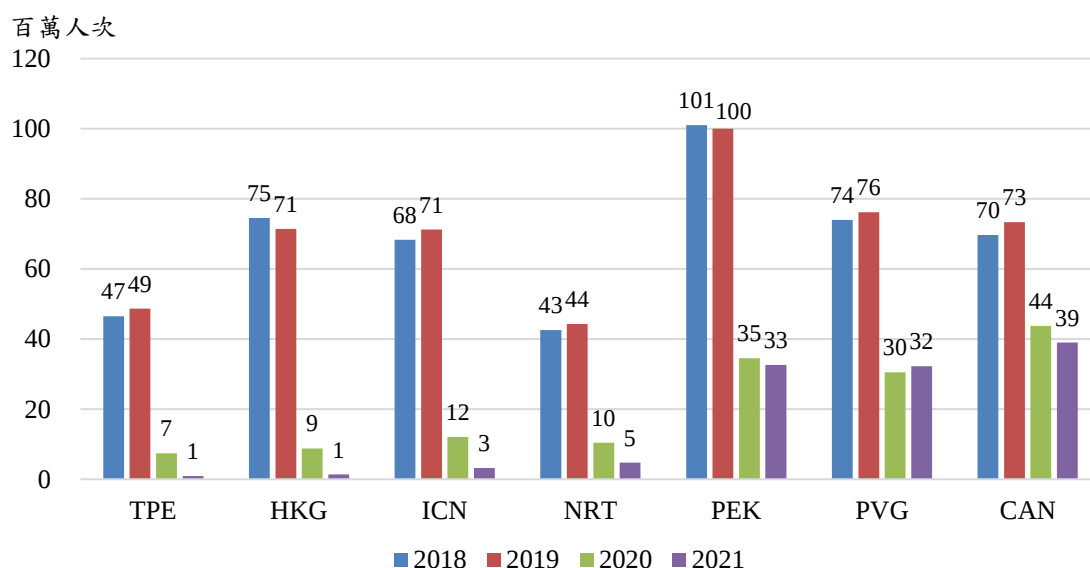


圖 22 東亞地區主要機場旅客人次比較(2018-2021)

三、貨物吞吐量

東亞地區主要機場貨物吞吐量發展趨勢與規模，彙整如表 8 與圖 23 所示。從圖表中可以看出，疫情對於機場貨運業務的衝擊很小，以 2021 年為例，桃園、仁川、成田、浦東、首都等機場貨物量都已經超越疫情之前的水準。以規模而言，香港機場的貨物吞吐量，明顯高於鄰近其他機場，2021 年貨物噸數達 499 萬公噸，十分接近 2018 年 512 萬公噸的規模。除了香港機場之外，浦東機場 2021 年貨運規模接近 399 萬公噸，為東亞地區僅次於香港的第二大機場，近四年該機場貨運量穩定在 350 萬至 400 萬公噸的水準。

表 8 東亞地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2010-2021)

年份	TPE	HKG	ICN	NRT	PEK	PVG	CAN
2010	1,752,872	4,128,037	2,633,951	2,129,541	1,551,471	3,147,861	786,007
2011	1,612,143	3,938,025	2,539,222	1,905,154	1,640,247	3,085,300	819,077
2012	1,981,807	4,025,350	2,397,187	1,964,416	1,799,864	2,941,000	1,194,451
2013	1,967,170	4,122,000	2,394,822	1,979,925	1,843,681	2,857,616	1,309,746
2014	2,088,727	4,376,349	2,474,308	2,097,811	1,740,362	3,181,700	1,345,831
2015	2,021,865	4,380,139	2,489,663	2,085,275	1,889,829	3,280,800	1,390,420
2016	2,097,228	4,521,028	2,602,679	2,130,847	1,928,179	3,440,300	1,652,215
2017	2,269,585	5,037,970	2,826,011	2,299,534	2,029,585	3,824,280	1,639,916
2018	2,322,820	5,116,547	2,917,930	2,221,332	2,074,005	3,768,573	1,890,560
2019	2,182,342	4,703,589	2,764,368	2,062,627	1,955,286	3,634,230	1,919,927
2020	2,342,714	4,422,839	2,822,370	2,016,531	1,211,000	3,687,525	1,759,281
2021	2,812,065	4,987,431	3,385,580	2,644,074	1,401,313	3,986,158	1,969,086
1 年*	20.0%	12.8%	20.0%	31.1%	15.7%	8.1%	11.9%
5 年**	6.0%	2.0%	5.4%	4.4%	-6.2%	3.0%	3.6%
10 年***	5.7%	2.4%	2.9%	3.3%	-1.6%	2.6%	9.2%

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：公噸

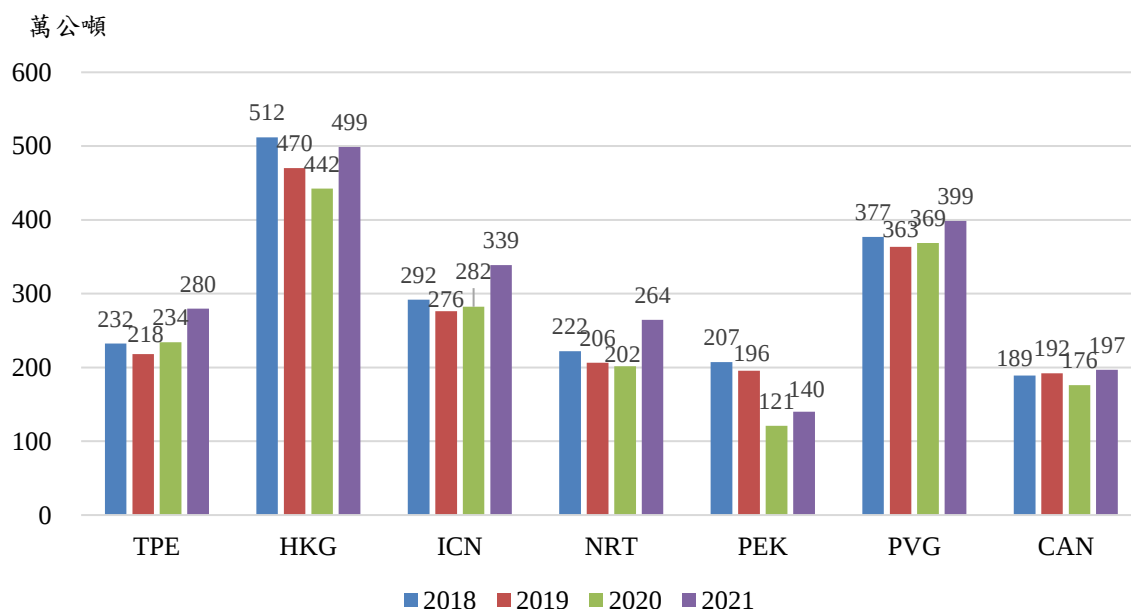


圖 23 東亞地區主要機場貨物吞吐量比較(2018-2021)

就成長率而言，桃園、仁川、成田機場的年增率都接近兩成，其中成田機場

的年增率更達 31.1%，264 萬噸的吞吐量也與桃園機場相當。2021 年度的高度成長，是否為產業發展的持續需求，可以持續關注。此外，桃園機場在 2021 年亦有 20% 的增長，也是相當高的成長率，顯示東亞地區機場的貨運業務，在疫情中仍能夠穩定發展。在長期的發展趨勢方面，各機場之 5 年期與 10 年期的複合成長率，以桃園機場最高，分別為 6.0% 與 5.7%。在主要機場當中，北京首都機場貨運業務的長期發展趨勢呈現衰退，5 年期與 10 年期複合成長率分別衰退 6.2% 與 1.6%。大致上，此一地區的貨運業務仍具成長動能，五複合年成長率約在 2%-5% 之間。

4.2 東南亞主要機場

東南亞地區呈現新加坡(SIN)、曼谷(BKK)、馬尼拉(MNL)、雅加達(CGK)、吉隆坡(KUL)、胡志明市(SGN)等六個機場之運量資料，因 AI 資料庫中胡志明市機場近年的資料仍未更新，爰僅呈現已經更新過的內容。

一、飛機起降架次

根據本計畫維護之機場營運資料，近 10 年各機場飛機起降架次可如表 9 與圖 24 所示。以飛機起降次數來看，新加坡、曼谷、雅加達、吉隆坡等機場繁忙程度相當，在疫情之前每年飛機起降架次約 38 萬到 40 萬次之間。馬尼拉與胡志明市機場的規模則在每年 26 萬到 30 萬架次之間。印尼雅加達機場在疫情前以及疫情期間，起降架次都能維持本地區最繁忙，主要原因在於雅加達機場國內航線旅客數眾多，營運定位與新加坡機場以國際航線為主的定位有所不同。

成長率來看，除馬尼拉機場之外，2021 年各機場的營運仍持續受疫情衝擊而呈現衰退。其中，曼谷機場與吉隆坡機場的年衰退幅度較大，吉隆坡機場年衰退 40.2%，曼谷機場也衰退 26.8%。不過，疫情期間各機場都無法正常營運，長年期的成長趨勢並無法反映各機場真實的營運狀況，5 年複合年成長率介於衰退一成五到兩成之間，10 年期的複合成長率介於衰退 5% 到 12% 之間。

表 9 東南亞地區主要機場飛機起降架次與成長率(2010-2021)

年份	SIN	BKK	MNL	CGK	KUL	SGN
2010	268,526	270,296	235,996	305,541	245,650	130,547
2011	306,301	305,099	273,078	345,508	269,509	--
2012	327,158	316,820	273,078	381,120	283,352	131,710
2013	346,800	301,747	271,466	398,985	326,678	139,756
2014	347,210	293,534	266,260	390,984	340,821	146,000
2015	351,290	320,976	280,925	386,615	354,519	181,701
2016	365,460	341,335	289,232	413,781	356,614	217,804
2017	378,440	351,742	284,970	447,390	387,071	229,937
2018	390,810	369,473	294,385	463,070	399,827	--
2019	385,630	380,054	308,422	390,648	408,435	260,000
2020	125,000	152,614	110,517	212,464	124,427	--
2021	109,000	111,729	123,439	192,494	74,456	--
1 年*	-12.8%	-26.8%	11.7%	-9.4%	-40.2%	Na
5 年**	-21.5%	-20.0%	-15.7%	-14.2%	-26.9%	Na
10 年***	-9.8%	-9.6%	-7.6%	-5.7%	-12.1%	Na

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：架次

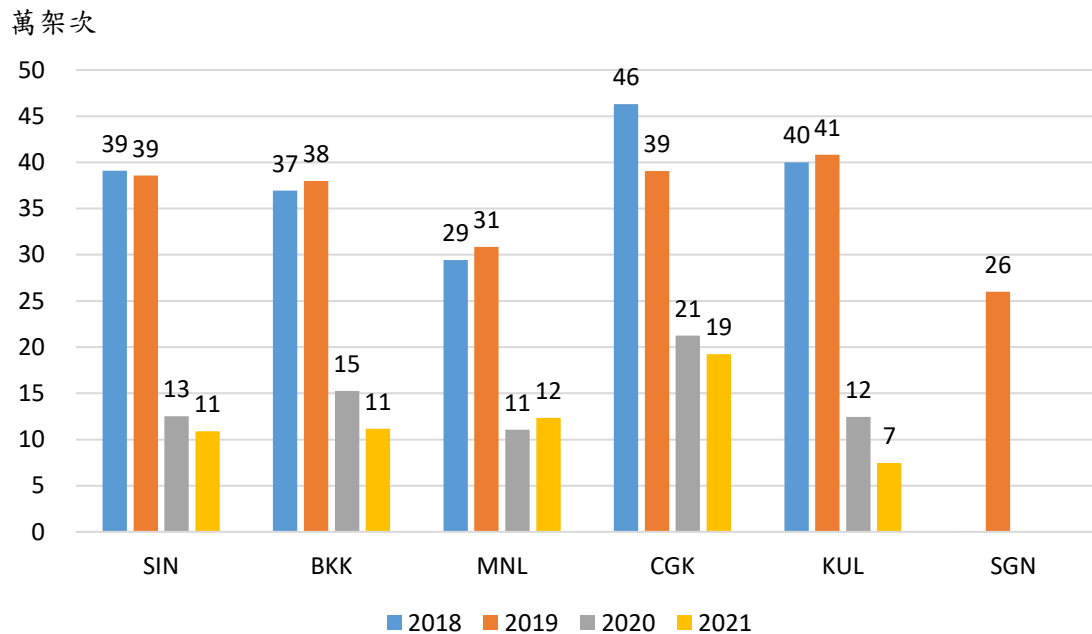


圖 24 東南亞地區主要機場飛機起降架次比較(2018-2021)

二、旅客人次

在旅客人次方面，相關資料彙整如表 10 與圖 25 所示。若不區分國際航線與國內航線旅客，新加坡、曼谷、雅加達、吉隆坡四個機場旅客人次大致相當，疫情之前約在 6000 萬至 6800 萬人次之間。疫情衝擊下，2021 年新加坡機場旅客人次僅剩 300 萬人次，為五個機場中旅客人次最少的機場。相較之下，雅加達機場仍有 1,800 萬人次的規模；馬尼拉機場疫情前旅客人次規模較小(不到 5,000 萬人次)，雖然也受到疫情的衝擊，但 2021 年 800 萬旅客人次，優於新加坡、曼谷、吉隆坡等機場。

表 10 東南亞地區主要機場旅客人次與成長率(2010-2021)

年份	SIN	BKK	MNL	CGK	KUL	SGN
2010	42,038,777	42,784,967	27,135,752	44,355,998	34,087,636	15,500,000
2011	46,543,845	47,910,904	31,878,935	51,533,187	37,704,510	16,668,400
2012	51,181,804	53,002,328	31,878,935	57,772,864	39,887,866	17,538,353
2013	53,726,000	51,363,451	32,866,599	59,369,909	47,498,127	20,034,980
2014	54,093,000	46,423,352	34,091,159	56,494,491	48,930,409	22,153,349
2015	55,449,000	52,902,110	36,583,459	54,291,366	48,938,424	26,546,475
2016	58,698,000	55,892,428	39,534,991	58,195,484	52,643,511	32,486,537
2017	62,220,000	60,860,557	42,022,484	63,015,620	58,554,627	35,996,014
2018	65,628,000	63,378,820	44,488,321	65,667,506	59,988,409	38,500,000
2019	68,283,000	65,421,844	47,898,046	54,496,625	62,336,469	41,243,240
2020	11,800,000	16,706,235	11,152,677	19,683,552	13,156,201	--
2021	3,053,000	5,663,701	7,821,232	17,700,417	4,011,838	--
1 年*	-74.1%	-66.1%	-29.9%	-10.1%	-69.5%	Na
5 年**	-44.6%	-36.7%	-27.7%	-21.2%	-40.2%	Na
10 年***	-23.8%	-19.2%	-13.1%	-10.1%	-20.1%	Na

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：人次

2021 東南亞地區主要機場的旅客人次仍持續衰退。除馬尼拉與雅加達機場衰退幅度較小(馬尼拉衰退 29.9%，雅加達衰退 10.1%)之外，其餘機場的衰退幅度都超過六成，其中尤以新加坡機場衰退 74.1%最多。疫情從 2019 年底發生，到 2021 年已有一段時間，從 5 年期的複合成長率，或可觀察疫情對各機場旅客數的衝擊程度。以 5 年期複合成長率(2016-2021)來看，新加坡機場衰退 44.6%最高，其次為吉隆坡機場衰退 40.2%，雅加達機場衰退 21.2%最少。疫情對於營運的衝擊，

往往會因為各機場的營運定位，以及政府的防疫政策而異，是否造成永久性的影響，則須再進一步觀察。

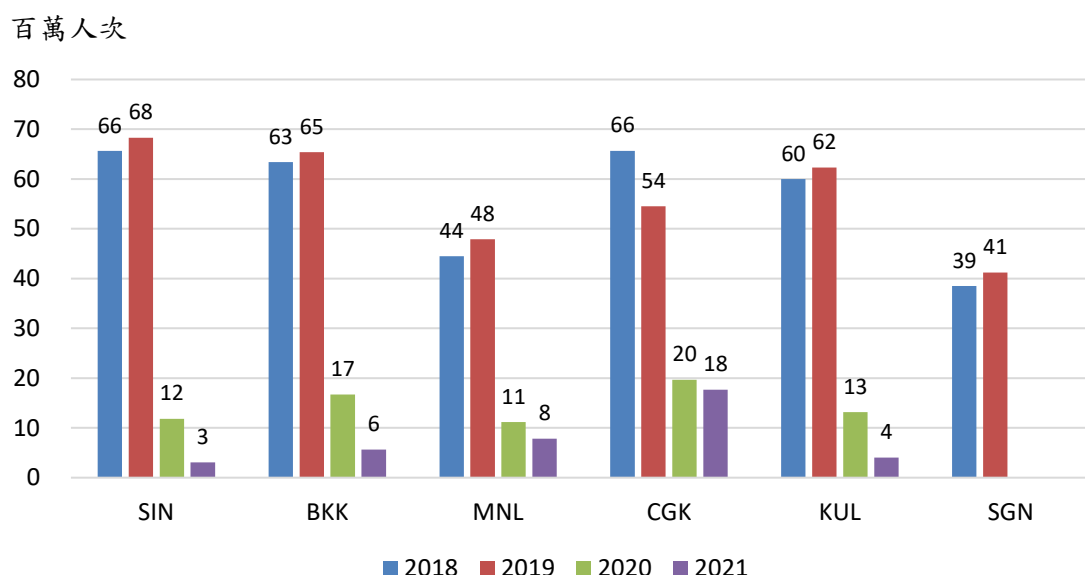


圖 25 東南亞地區主要機場旅客人次比較(2018-2021)

三、貨物吞吐量

東南亞地區主要機場的貨物吞吐量發展趨勢與規模，彙整如表 11 與圖 26 所示。從圖表中可以看出，以規模而言，新加坡機場的貨物吞吐量明顯高於鄰近機場，其次為曼谷機場，其他機場與這兩個機場仍有一段差距。疫情之前，新加坡機場的貨物吞吐量與桃園機場相當，疫情期間新加坡機場明顯受到衝擊，2020 年出現較大幅度衰退，2021 年才又復甦，但仍未超越疫情之前的水準。相對的，桃園機場的貨運業務反而因為疫情加劇而逆勢成長，2021 年貨物吞吐量為 280 萬公噸，已經明顯領先新加坡機場。

在成長率方面，2021 年各機場貨物吞吐量成長已經領先客運量成長，出現明顯的復甦。其中馬尼拉機場的貨物吞吐量成長 29%，新加坡、吉隆坡也都有 26% 左右的年成長率。相較於東亞地區的主要機場，東南亞地區各主要機場的貨運業務，在 2020 年受到疫情衝擊有較大幅度的衰退，2021 年雖然出現復甦，但仍未回復到疫情之前的水準，復甦的力道較東亞地區小。雖然貨運業務受疫情的影響較小，從 10 年期的複合成長率仍可以看出此一地區主要機場的貨運業務趨勢。在 10 年期複合成長率中，以馬尼拉機場成長 3.2% 最佳，雅加達、新加坡機場僅

為 0.6%與 0.4%，吉隆坡與曼谷機場則是呈現衰退，這也顯示該地區主要機場的貨運業務成長力道較為不足。

表 11 東南亞地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2010-2021)

年份	SIN	BKK	MNL	CGK	KUL	SGN
2010	1,813,810	1,308,889	423,828	510,442	674,902	531,269
2011	1,865,252	1,320,096	410,377	572,610	668,849	593,494
2012	1,834,944	1,343,680	460,134	629,706	673,107	341,693
2013	1,837,700	1,234,853	457,317	342,473	680,983	375,822
2014	1,843,800	1,233,141	519,737	592,646	753,899	412,021
2015	1,853,100	1,229,470	586,890	614,822	726,230	430,627
2016	1,969,400	1,305,548	631,854	597,806	642,558	479,204
2017	2,125,200	1,439,891	662,257	630,155	710,186	566,644
2018	2,195,000	1,912,591	743,552	727,688	714,669	--
2019	2,014,100	1,324,489	721,708	570,673	687,241	693,239
2020	1,540,000	911,525	434,714	511,869	517,048	--
2021	1,947,000	1,120,904	560,788	608,145	652,596	--
1 年*	26.4%	23.0%	29.0%	18.8%	26.2%	Na
5 年**	-0.2%	-3.0%	-2.4%	0.3%	0.3%	Na
10 年***	0.4%	-1.6%	3.2%	0.6%	-0.2%	Na

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：公噸

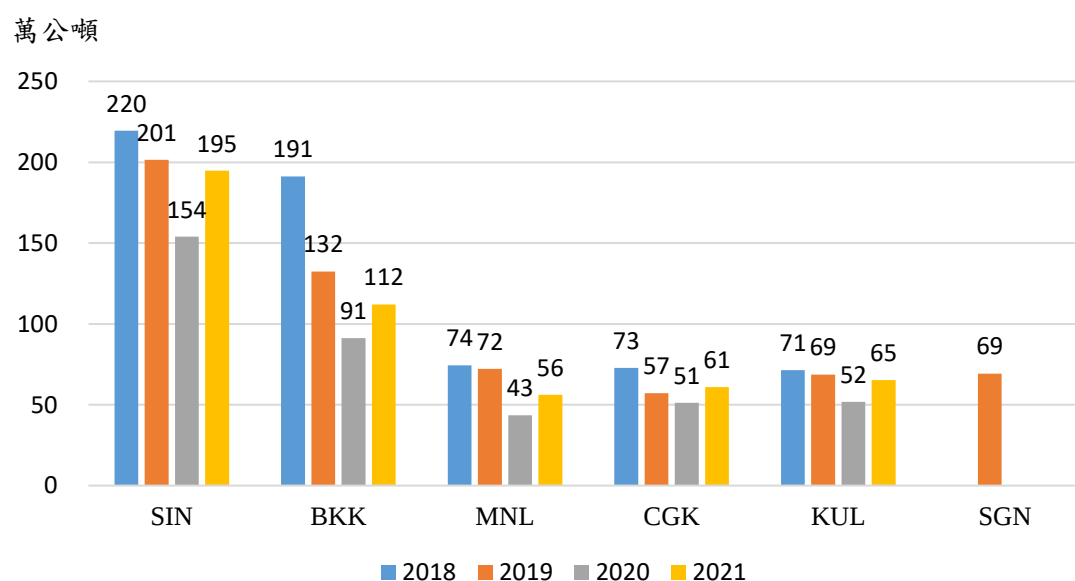


圖 26 東南亞地區主要機場貨物吞吐量比較(2018-2021)

4.3 北美洲主要機場

資料庫共維護 24 個北美機場，本節挑選溫哥華(YVR)、紐約(JFK)、舊金山(SFO)、洛杉磯(LAX)四個機場，做為北美地區的指標機場，並進行相互資料比較。

一、飛機起降架次

根據本計畫維護之機場營運資料，近 10 年北美洲主要機場飛機起降架次可如表 12 與圖 27 所示。在飛機起降架次部分，四個機場的飛機起降架次以洛杉磯最多，2019 年疫情之前起降架次為 69 萬架次，2021 年起降架次約為 51 萬次，不僅是北美地區四個主要機場當中最繁忙的機場，此一起降架次的規模也超越中國的北京、上海等機場。舊金山與紐約機場的飛機起降規模相當，2021 年起降架次大約為 27-29 萬次，溫哥華機場則為 17 萬架次。

表 12 北美地區主要機場飛機起降架次與成長率(2010-2021)

年份	YVR	JFK	SFO	LAX
2010	294,571	399,411	384,538	566,503
2011	296,942	408,730	400,924	590,620
2012	296,394	401,728	421,847	698,619
2013	300,454	406,127	419,024	601,350
2014	310,139	394,418	428,820	708,674
2015	316,182	439,309	427,393	655,564
2016	319,593	448,903	450,388	697,138
2017	330,839	446,459	460,343	700,362
2018	338,073	455,542	470,164	706,273
2019	335,815	456,060	455,785	690,873
2020	157,563	201,036	231,163	366,746
2021	169,917	288,348	265,597	506,769
1 年*	7.8%	43.4%	14.9%	38.2%
5 年**	-11.9%	-8.5%	-10.0%	-6.2%
10 年***	-5.4%	-3.4%	-4.0%	-1.5%

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：架次

在成長率方面，與亞洲地區機場最大的差異，在於美洲各主要機場 2021 年已經呈現復甦。以起降架次為例，四個機場當中紐約甘迺迪機場較 2020 年成長 43.4%，洛杉磯機場成長 38.2%，溫哥華機場的成長幅度較小，亦有 7.8%的年成

長率。亞洲各主要機場在 2021 年多數仍呈現衰退，此一差異多數歸因於歐美國家與亞洲國家防疫政策不同所致。不過，由於疫情的影響仍在，2021 年各主要機場的起降架次仍未恢復到疫情前的水準，5 年期與 10 年期的複合成長率仍為衰退，但衰退幅度以洛杉磯機場最小，2016-2021 複合年成長率衰退 6.2%，2011-2021 複合年成長率衰退 1.5%。

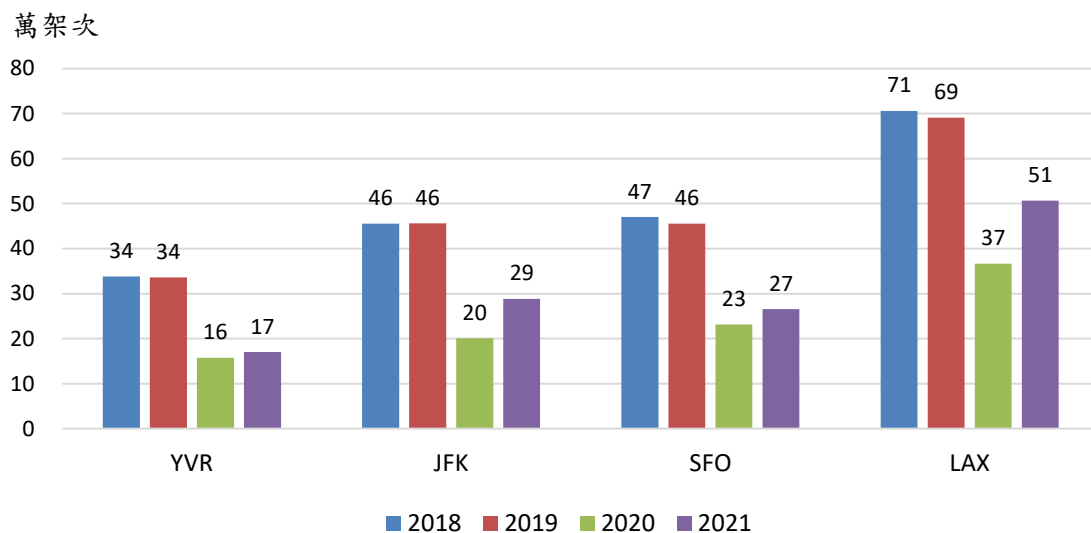


圖 27 北美地區主要機場飛機起降架次比較(2018-2021)

二、旅客人次

在旅客人次方面，相關資料彙整如表 13 與圖 28 所示。以旅客人次規模而言，仍以洛杉磯機場的規模較大，其次依序為紐約、舊金山、溫哥華。2021 年洛杉磯機場旅客人次達 4,800 萬人次，在全球機場旅客量仍呈現低迷衰退中，顯得相當突出。除了美國防疫政策鬆綁外，洛杉磯機場因國內航線旅客的比重相當高，即使國際航線業務仍未完全恢復，國內航線受疫情影響的程度相對較小。疫情之前，洛杉磯機場的旅客人次約為 8,800 萬人次，以 2021 年的旅客人次 4,800 萬人次來看，2021 年已經恢復到疫情前 55% 的水準，優於甘迺迪機場(約恢復到疫情前 49%)，以及舊金山機場(約恢復到疫情前 42%)。

成長率方面，2021 年北美機場的旅客人次已經呈現復甦。其中，洛杉磯機場年成長率高達 131%，紐約甘迺迪機場年成長率 86%，舊金山機場年成長率 48.3%，都超過各地區的主要機場，呈現快速恢復的成長動能。位於加拿大的溫哥華機場在 2021 年旅客人次仍衰退 2.8%，復甦力道較為不足。

表 13 北美地區主要機場旅客人次與成長率(2010-2021)

年份	YVR	JFK	SFO	LAX
2010	16,940,035	46,514,154	39,253,999	59,070,127
2011	17,186,369	47,644,060	40,927,786	61,862,052
2012	17,742,065	49,291,765	44,399,885	63,688,121
2013	18,117,835	50,450,358	44,945,760	66,667,619
2014	19,482,626	53,217,750	47,114,631	70,663,265
2015	20,486,935	56,827,154	50,057,887	74,936,256
2016	22,447,883	58,956,288	53,099,282	80,921,527
2017	24,328,872	59,392,500	55,822,129	84,557,968
2018	25,993,745	61,623,756	57,708,196	87,534,223
2019	26,875,241	62,551,072	57,418,574	88,068,013
2020	7,284,458	16,667,083	16,409,625	20,779,527
2021	7,081,303	30,993,849	24,334,392	48,007,312
1 年*	-2.8%	86.0%	48.3%	131.0%
5 年**	-20.6%	-12.1%	-14.4%	-9.9%
10 年***	-8.5%	-4.2%	-5.1%	-2.5%

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：人次

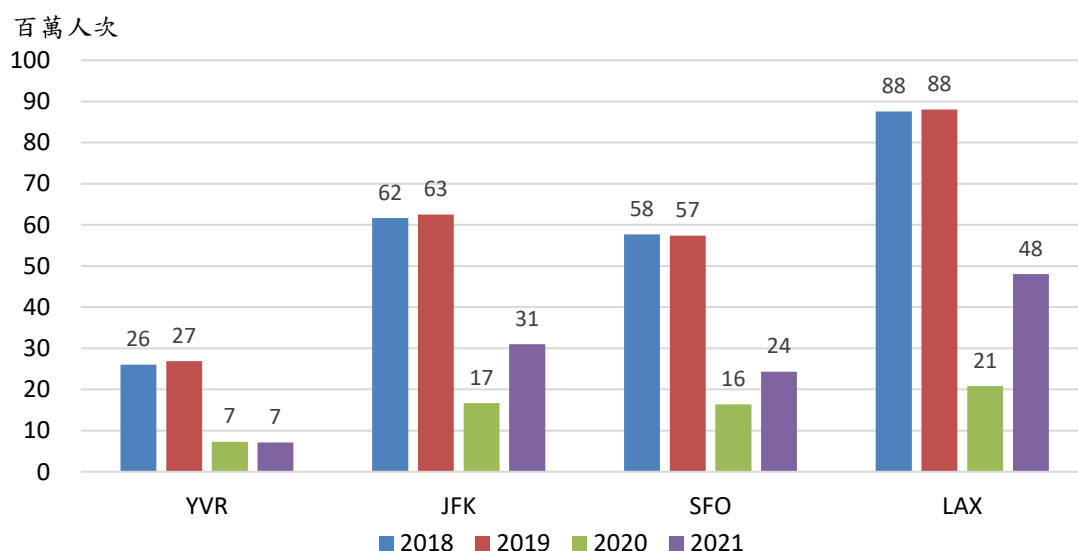


圖 28 北美地區主要機場旅客人次比較(2018-2021)

三、貨物吞吐量

北美地區主要機場的貨物吞吐量發展趨勢與規模，可彙整如表 14 與圖 29 所

示。從圖表中可以看出，貨物裝卸量的規模與旅客人次規模的排序相同，仍以洛杉磯最多，紐約甘迺迪機場次之，溫哥華機場最少。與亞洲的機場類似，疫情對於北美洲四個機場的影響不大，2021 年的貨物吞吐量與 2019 相比，並無太大的衰退。值得注意的是，2021 年洛杉磯與紐約甘迺迪機場的貨物吞吐量，不僅超越 2019 年，甚至於超越歷年的水準。此一數據或許反映出 2021 年美國塞港情形嚴重，許多海運貨物改走空運之情況。隨著 2022 年疫情趨緩，塞港問題逐漸解決，能否再維持此一吞吐量規模，可以持續觀察。

表 14 北美地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2010-2021)

年份	YVR	JFK	SFO	LAX
2010	209,021	1,251,417	384,179	1,680,826
2011	206,000	1,258,308	340,766	1,608,636
2012	210,258	1,200,496	337,357	1,693,201
2013	209,894	1,202,142	325,781	1,677,172
2014	236,315	1,218,399	349,585	1,743,830
2015	249,058	1,208,452	389,934	2,038,221
2016	263,765	1,193,296	420,087	1,910,509
2017	297,231	1,263,997	491,162	2,059,179
2018	335,847	1,298,263	571,378	2,216,724
2019	303,041	1,212,471	546,437	2,313,247
2020	231,706	1,088,230	837,183	2,235,687
2021	278,696	1,367,297	528,795	2,696,269
1 年*	20.3%	25.6%	-36.8%	20.6%
5 年**	1.1%	2.8%	4.7%	7.1%
10 年***	3.1%	0.8%	4.5%	5.3%

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：公噸

以成長率來看，2021 年四個機場的貨運吞吐量大致呈現成長的趨勢。其中洛杉磯與溫哥華機場貨量成長率都超過 20%，紐約甘迺迪機場成長率更達 25.6%，比較異常的是舊金山機場，由於 2020 年貨量異常成長(較 2019 年成長 53%)，2021 年則回復至往年 53 萬公噸的水準，致使年成長率衰退 36.8%。除了 2021 年外，四個機場貨物量歷年都相對穩定，從 5 年與 10 年的複合成長率看，亦可大致瞭解此一地區各主要機場的貨運業務趨勢，例如，洛杉磯機場 2016-2021 年複合年成長率 7.1%，舊金山 4.7%，相對於其他機場成長動能較為強勁；紐約甘迺迪機場 2011-2021 年間，10 年複合年成長率僅 0.8%，已經趨於緩和，而在疫情衝擊

下，2021 年的貨運量反倒顯著增加，這也拉高了該機場 5 複合年成長率。最後，加拿大溫哥華機場 10 年複合年成長率 3.1%，5 年複合年成長率 1.1%，顯示成長幅度正在逐年降低，恐不完全是疫情因素所導致。

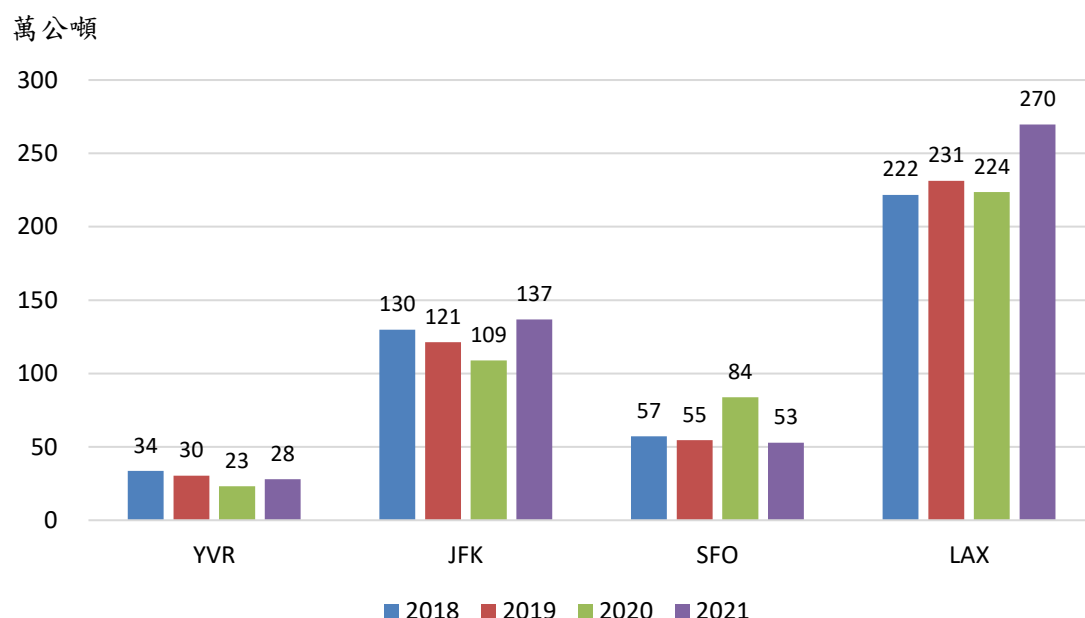


圖 29 北美地區主要機場貨物吞吐量比較(2018-2021)

4.4 歐洲主要機場

國際空運資料庫維護 16 個歐洲機場，本節篩選出巴黎(CDG)、倫敦(LHR)、慕尼黑(MUC)、阿姆斯特丹(AMS)、米蘭(MXP)、法蘭克福(FRA)、馬德里(MAD)七個機場，進行運量的比較與發展趨勢的介紹。

一、飛機起降架次

根據本計畫維護之機場營運資料，該七個機場近 10 年之飛機起降架次如表 15 與圖 30 所示。在飛機起降架次部分，七個機場的飛機起降架次以阿姆斯特丹較為繁忙，法蘭克福、巴黎、倫敦希斯洛機場起降架次略低於阿姆斯特丹。2019 年前述四個機場的起降架次約為 50 萬架次上下，2021 年則因為疫情影響的程度不同，起降架次出現較為明顯的差距，其中，阿姆斯特丹仍為歐洲地區最繁忙的機場，2021 年計有 29 萬架次飛機起降，其次為法蘭克福 26 萬架次，巴黎 25.5 萬架次，倫敦希斯洛 20 萬架次。較值得注意的是，疫情期間馬德里機場雖也呈現衰退，但減少幅度相對較小，2021 年起降架次的規模首度超越倫敦希斯洛機場，達

21.7 萬架次。

表 15 歐洲地區主要機場飛機起降架次與成長率(2010-2021)

年份	CDG	LHR	MUC	AMS	MXP	FRA	MAD
2010	499,997	454,883	389,939	402,375	193,771	464,432	427,065
2011	514,059	480,931	337,653	437,083	191,104	487,162	423,347
2012	497,763	475,180	398,039	437,904	174,892	482,242	368,407
2013	478,306	471,938	381,951	440,057	164,745	472,692	332,369
2014	471,382	472,817	376,678	452,687	166,509	469,026	341,904
2015	475,810	474,103	379,911	465,521	160,484	468,153	366,608
2016	475,687	474,935	394,430	478,864	166,756	462,885	378,150
2017	482,676	475,915	404,505	514,625	178,831	475,537	387,576
2018	488,092	482,229	413,469	517,737	194,517	512,115	409,832
2019	504,836	478,002	417,138	515,811	234,054	513,912	426,376
2020	220,637	200,905	146,833	241,401	92,432	212,235	165,740
2021	255,971	198,241	153,097	285,582	118,341	261,927	217,537
1 年*	16.0%	-1.3%	4.3%	18.3%	28.0%	23.4%	31.3%
5 年**	-11.7%	-16.0%	-17.2%	-9.8%	-6.6%	-10.8%	-10.5%
10 年***	-6.7%	-8.5%	-7.6%	-4.2%	-4.7%	-6.0%	-6.4%

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：架次

以 2020-2021 年的成長率來看，歐洲地區多數機場已經擺脫 2020 年的谷底，出現較為明顯的成長。其中馬德里機場的年成長率超過三成，法蘭克福與米蘭機場則超過兩成，其餘也有一成以上的成長率，僅倫敦希斯洛機場仍微幅衰退(-1.3%)。整體而言，歐洲地區主要機場的成長趨勢與北美洲相似，在 2021 年已經逐漸回升，而亞洲地區仍持續衰退，英國則大致持平。

由於疫情嚴重衝擊 2020 和 2021 年機場營運，致使 5 年與 10 複合年成長率參考價值偏低，且成長趨勢呈現衰退。但若排除 2020 及 2021 年的營運資料，仍可以大略看出，歐洲地區機場的營運狀況趨於成熟，尤其是英國希斯洛機場，在 2011 年起降架次出現 48 萬架次的高峰之後，直到 2018 年才又再度回到 48.2 萬架次；巴黎機場也有類似情形，在 2011 年出現 51.4 萬架次的高峰之後，到疫情發生之前都未能超越此一營運紀錄。

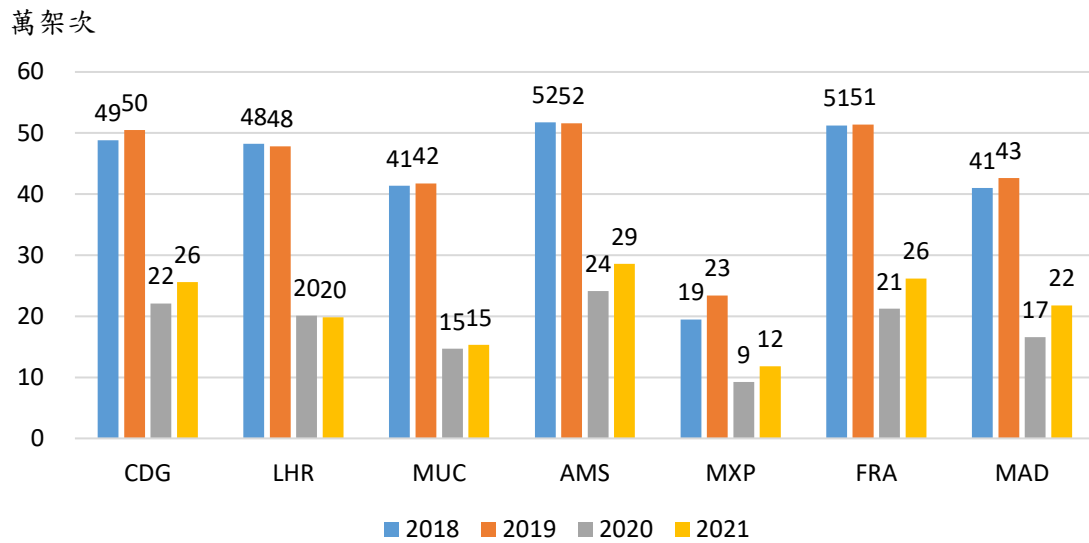


圖 30 歐洲地區主要機場飛機起降架次比較(2018-2021)

二、旅客人次

旅客人次方面之相關資料，彙整如表 16 與圖 31 所示。疫情前以倫敦希斯洛機場的服務旅次較多，其次依序為巴黎、阿姆斯特丹、法蘭克福等機場。惟在 2021 年疫情期間，此一排序略有改變，巴黎、阿姆斯特丹、法蘭克福、馬德里等機場的旅客人次都超越倫敦希斯洛機場，除了疫情的影響外，英國 2020 年正式脫歐是否也可能是影響原因。

旅客人次成長率的趨勢，與飛機起降架次成長率的幅度相當一致，七個主要機場當中，仍以馬德里機場的年成長率最高，達 41.0%，法蘭克福與米蘭機場也有超過 30% 的旅客人次成長率。各機場 5 年期與 10 年期複合成長率都呈現負成長，因疫情干擾減少此數據之參考價值；若以衰退幅度來做比較，英國倫敦希斯洛機場的 5 年、10 複合年成長率衰退幅度分別為 -23.8% 及 -12.0%，相對高於歐洲其他主要機場。

表 16 歐洲地區主要機場旅客人次與成長率(2010-2021)

年份	CDG	LHR	MUC	AMS	MXP	FRA	MAD
2010	58,167,062	65,884,143	34,721,605	45,211,749	18,947,808	53,009,221	49,838,458
2011	60,970,551	69,433,565	23,646,900	49,755,252	19,291,427	56,436,255	49,635,303
2012	61,611,934	70,038,804	38,360,604	51,035,590	18,522,760	57,520,001	45,101,518
2013	62,052,917	72,368,061	38,672,644	52,569,200	17,940,539	58,036,948	39,714,387
2014	63,716,570	73,408,489	39,700,515	54,978,023	18,838,661	59,566,132	41,810,167
2015	65,766,986	74,990,032	40,981,522	58,284,864	18,572,382	61,032,022	46,814,312
2016	65,933,000	75,711,130	42,261,309	63,625,534	19,411,709	60,786,937	50,409,633
2017	69,471,442	78,013,771	44,577,241	68,515,425	22,160,090	64,500,386	53,388,044
2018	72,229,723	80,124,132	46,253,623	71,053,147	24,716,236	69,510,269	57,873,621
2019	76,150,007	80,888,305	47,941,348	71,707,144	28,827,804	70,556,072	61,715,564
2020	22,257,469	22,109,726	11,112,773	20,884,510	7,236,897	18,768,601	17,112,389
2021	26,196,575	19,393,886	12,496,432	25,490,810	9,613,309	24,812,849	24,123,218
1 年*	17.7%	-12.3%	12.5%	22.1%	32.8%	32.2%	41.0%
5 年**	-16.9%	-23.8%	-21.6%	-16.7%	-13.1%	-16.4%	-13.7%
10 年***	-8.1%	-12.0%	-6.2%	-6.5%	-6.7%	-7.9%	-7.0%

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：人次

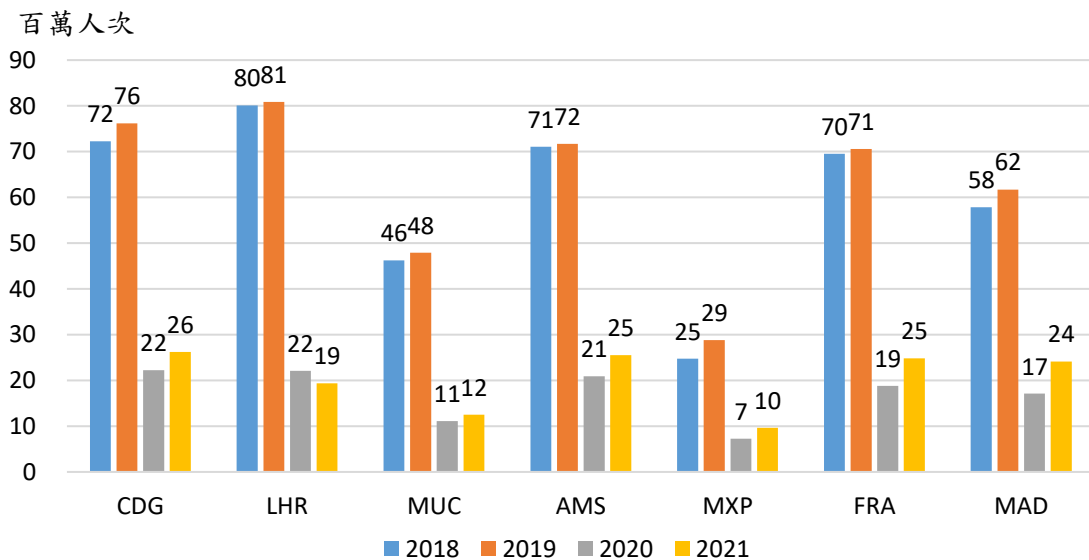


圖 31 歐洲地區主要機場旅客人次比較(2018-2021)

三、貨物吞吐量

歐洲地區主要機場的貨物吞吐量發展趨勢與規模，彙整如表 17 與圖 32 所示。從圖表中可以看出，若以貨物裝卸量的規模而言，法蘭克福機場的規模最大，其次為巴黎、倫敦及阿姆斯特丹，慕尼黑機場的規模最小。

在年度成長率方面，2021 年七個主要機場貨運量都呈現相當高的成長，米蘭成長 46.1%，馬德里 33.6%，巴黎與倫敦希斯洛機場亦各有兩成以上的成長率。若與疫情之前做比較，巴黎、米蘭、法蘭克福三個機場 2021 年的貨量已經超越疫情前的水準。由於貨運量受疫情衝擊較小，從 5 年與 10 複合年成長率，亦可以看出歐洲地區主要機場的貨運發展趨勢。法蘭克福機場在 2021 年雖達 227 萬公噸的高峰，但從過去 10 年的貨運量變化亦可以看出，該機場的貨運量 10 年來多介於 220 萬公噸到 230 萬公噸區間；阿姆斯特丹機場在 2017 年達到 175 萬公噸的高峰之後，並沒有再突破此一水準。大致上來說，此一地區較大型機場貨運量的成長已經趨於穩定，但中型機場諸如：米蘭、馬德里等機場，貨運量則仍有成長空間。

表 17 歐洲地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2010-2021)

年份	CDG	LHR	MUC	AMS	MPX	FRA	MAD
2010	2,177,371	1,473,083	274,729	1,512,256	422,428	2,198,814	373,910
2011	2,087,952	1,484,488	123,385	1,523,806	440,259	2,133,087	393,429
2012	1,949,660	1,464,550	272,202	1,483,448	405,858	1,986,402	359,361
2013	1,875,574	1,423,013	269,980	1,531,089	421,277	2,015,784	348,658
2014	1,885,431	1,499,082	291,475	1,633,195	459,696	2,051,190	370,035
2015	1,901,042	1,496,657	317,387	1,620,970	500,054	1,993,407	381,595
2016	1,949,095	1,541,029	353,650	1,662,282	536,862	2,029,058	415,774
2017	2,011,530	1,794,345	362,831	1,752,571	576,539	2,109,075	493,940
2018	1,975,145	1,685,137	351,547	1,716,497	558,218	2,086,592	518,859
2019	1,927,156	1,587,451	331,614	1,570,388	544,978	2,004,746	558,567
2020	1,635,494	1,141,259	145,113	1,456,428	511,286	1,856,965	401,133
2021	2,062,433	1,453,701	173,307	1,680,854	747,242	2,274,969	535,797
1 年*	26.1%	27.4%	19.4%	15.4%	46.1%	22.5%	33.6%
5 年**	1.1%	-1.2%	-13.3%	0.2%	6.8%	2.3%	5.2%
10 年***	-0.1%	-0.2%	3.5%	1.0%	5.4%	0.6%	3.1%

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：公噸

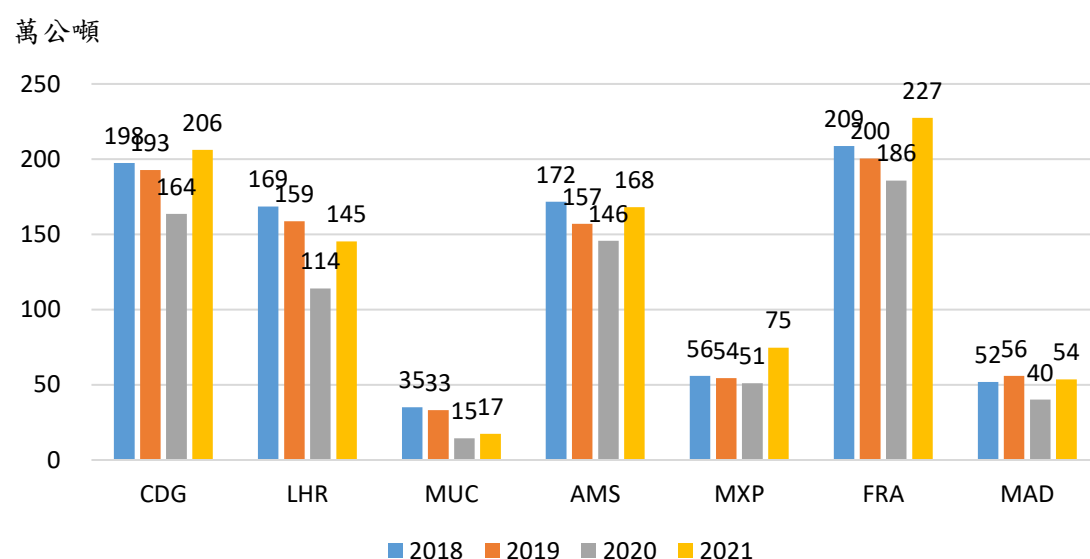


圖 32 歐洲地區主要機場貨物吞吐量比較(2018-2021)

4.5 中東、南亞及紐澳地區主要機場

本節篩選中東、南亞的四個機場：杜拜(DXB)、阿布達比(AUH)、德里(DEL)、孟買(BOM)，以及紐、澳的三個機場：雪梨(SYD)、墨爾本(MEL)、奧克蘭(AKL)，共七個機場納入分析和比較。

一、飛機起降架次

根據本計畫維護之機場營運資料，近 10 年前述七個機場飛機起降架次如表 18 與圖 33 所示。中東四個機場與南亞地區三個機場當中，德里機場的飛機起降架次最多，疫情之前，2019 年達約 50 萬架次，但 2020 年受到疫情衝擊，大幅衰退剩約 13 萬架次，2021 年則又回升到 31 萬架次，此一規模應為南亞地區機場當中起降架次最多者。至於中東的杜拜機場，疫情之前起降架次最高為 2018 年 41 萬架次，經過 2020 年大幅衰退之後，2021 年的起降架次為 23 萬架次，應為中東地區最繁忙的機場。大洋洲地區以雪梨機場的規模最大，2019 年起降架次為 34.7 萬架次，疫情期間起降架次則在 13 萬架次到 14 萬架次之間，距離疫情前的規模仍有一段距離。

在成長率方面，2021 年除紐西蘭的奧克蘭機場外，各機場的起降架次都有十分明顯的成長。德里機場的年成長率甚至高達 135.4%，其餘如杜拜機場成長 27.9%、雪梨機場成長 14.5%，復甦的力道明顯高於亞洲地區的機場。

表 18 中東、南亞及紐澳地區主要機場飛機起降架次與成長率(2010-2021)

年份	DXB	AUH	DEL	BOM	SYD	MEL	AKL
2010	307,283	112,009	266,481	252,308	308,914	203,722	154,753
2011	326,342	114,785	311,048	266,330	307,866	204,098	154,455
2012	344,245	121,638	305,111	258,103	321,630	215,414	155,855
2013	369,953	135,213	309,074	269,394	326,228	220,776	151,185
2014	357,339	154,821	323,701	277,602	327,190	227,866	151,768
2015	406,569	172,819	349,345	301,131	335,001	234,984	164,665
2016	414,816	172,069	406,506	318,948	346,437	238,686	172,765
2017	408,222	159,383	447,911	325,584	348,520	241,602	177,040
2018	408,235	137,217	480,707	328,403	345,073	245,626	176,580
2019	373,261	123,834	498,865	349,351	347,328	246,202	177,655
2020	182,275	61,034	133,587	138,668	137,134	84,140	95,280
2021	233,133	73,294	314,446	181,148	139,667	96,010	86,144
1 年*	27.9%	20.1%	135.4%	30.6%	1.8%	14.1%	-9.6%
5 年**	-10.9%	-15.7%	-5.0%	-10.7%	-16.6%	-16.7%	-13.0%
10 年***	-3.3%	-4.4%	0.1%	-3.8%	-7.6%	-7.3%	-5.7%

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：架次

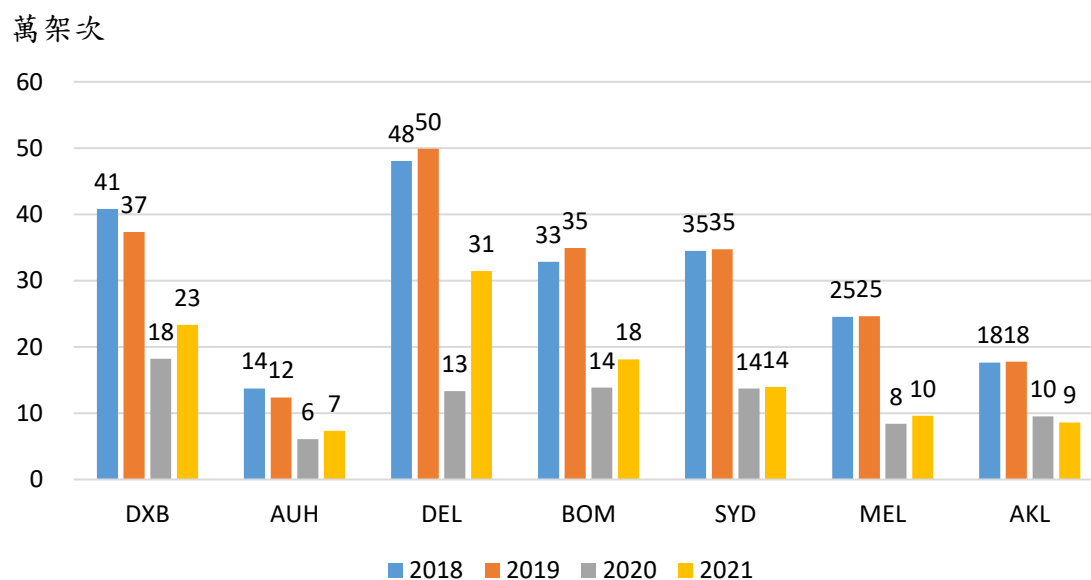


圖 33 中東、南亞及紐澳地區主要機場飛機起降架次比較(2018-2021)

二、旅客人次

在旅客人次方面，相關資料彙整如表 19 與圖 34 所示。中東、南亞、大洋洲地區七個機場的旅客人次以杜拜機場最多，該機場也是南亞中轉歐洲甚至於美洲重要的中轉機場，2019 年旅客人次達 8,640 萬人次，2020 年在疫情衝擊下，旅客人次下降為 2,584 萬人次，但 2021 年已經恢復到 2,911 萬人次。印度的德里機場 2019 年旅客人次達 6,849 萬人次，也是頗具規模的機場，2020 年因疫情衝擊下降為 2,850 萬人次，2021 年則回升到 3,372 萬人次。雪梨機場的旅客人次在疫情之前曾經達到 4,444 萬人次，但 2020 及 2021 兩年持續衰退，2021 年的旅客人次僅為 793 萬人次。

表 19 中東、南亞及紐澳地區主要機場旅客人次與成長率(2010-2021)

年份	DXB	AUH	DEL	BOM	SYD	MEL	AKL
2010	47,180,628	10,855,091	28,531,607	28,137,797	35,991,917	27,731,252	13,713,378
2011	50,977,960	12,365,712	35,001,742	30,439,122	36,016,533	28,060,523	13,410,287
2012	57,684,550	14,700,420	34,211,608	30,038,696	37,341,536	29,406,100	13,911,566
2013	66,431,533	16,526,316	36,712,455	31,958,546	38,254,041	30,610,265	14,643,479
2014	70,475,636	19,865,127	39,752,819	34,993,738	38,863,380	31,730,140	15,104,353
2015	78,014,841	23,286,632	45,981,773	40,637,377	39,915,674	33,101,540	16,089,217
2016	83,654,250	24,481,539	55,631,385	44,680,555	41,977,865	34,637,147	18,298,438
2017	88,242,099	23,421,593	63,451,503	47,204,259	43,409,297	35,997,078	19,625,042
2018	89,149,388	21,329,084	69,866,994	49,876,769	44,397,515	37,299,783	20,791,988
2019	86,400,000	21,287,876	68,490,731	47,055,740	44,446,838	37,490,978	21,061,099
2020	25,844,651	5,551,102	28,500,545	16,389,870	11,263,113	8,993,784	7,749,652
2021	29,110,609	5,256,927	33,727,287	18,205,828	7,930,172	7,235,526	5,339,823
1 年*	12.6%	-5.3%	18.3%	11.1%	-29.5%	-19.6%	-31.1%
5 年**	-19.0%	-26.5%	-9.5%	-16.4%	-28.3%	-26.9%	-21.8%
10 年***	-5.4%	-8.2%	-0.4%	-5.0%	-14.0%	-12.7%	-8.8%

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：人次

在年度成長率方面，2021 年各機場的成長率呈現較大的分歧，其中，南亞地區的德里機場、孟買機場呈現 10%-20%的旅客人次成長率。相對地，大洋洲地區三個機場，年度成長率仍有不小幅度的衰退，其中雪梨機場衰退 29.5%，墨爾本機場衰退 19.6%，奧克蘭機場衰退 31.1%。至於中東地區，杜拜機場小幅成長 12.6%

而阿布達比機場則仍然衰退(-5.3%)。

若排除 2020 及 2021 兩年，旅客人次成長動能以德里機場最強，旅客人次從 2010 年 2,853 萬人次，成長到 2019 年 6,849 萬人次，不到十年的時間，成長 2.4 倍；中東地區的杜拜機場，從 2010 年 4,718 萬人次成長到 2019 年 8,640 萬人次，成長率也高達 83%。相較於南亞與中東地區，紐、澳地區各機場的成長率雖然較低，但仍能維持一定的成長動能。

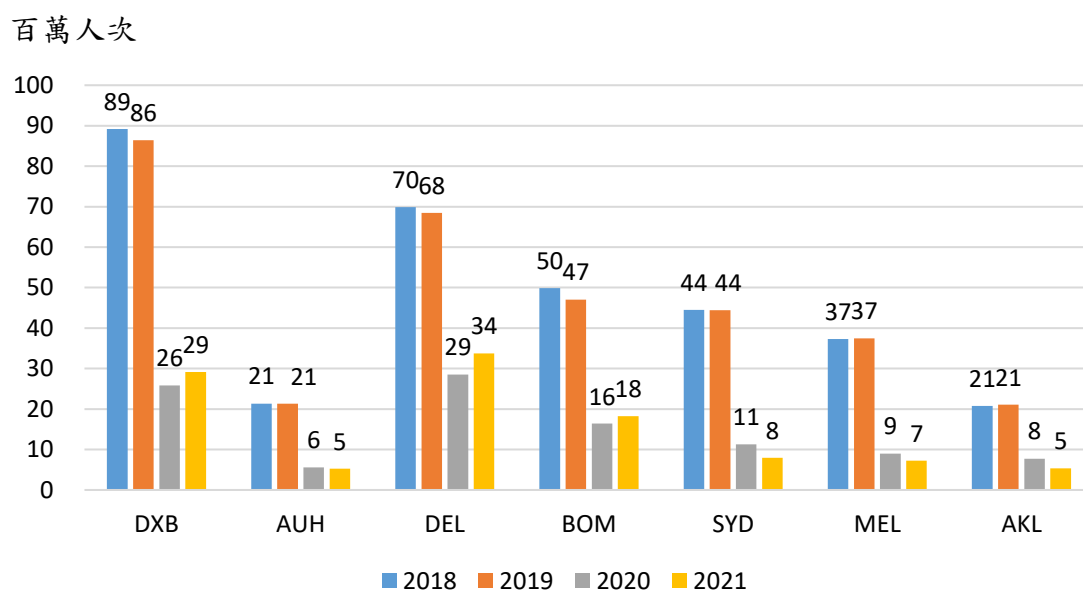


圖 34 中東、南亞及紐澳地區主要機場旅客人次比較(2018-2021)

三、貨物吞吐量

中東、南亞及紐、澳地區主要機場貨物吞吐量發展趨勢與規模，可彙整如表 20 與圖 35 所示。在中東、南亞地區部分，杜拜機場的貨物吞吐量遠高於該地區其他機場，2019 年為 254 萬公噸，2020 年衰退 26.4%，縮減為 187 萬公噸，2021 年又回升到 232 萬公噸，但仍未達疫情前的水準。印度德里與孟買機場的貨物吞吐量差異不大，德里在疫情前約為 100 萬公噸的規模，孟買約為 90 萬公噸，但受疫情影響，2020 年二機場各有 27%與 32%的衰退幅度，2021 年則分別回復到 99 萬公噸級 77 萬公噸的水準。紐、澳地區三個機場的貨量規模本都不大，2019 年以雪梨機場貨物吞吐量較多，為 54 萬公噸，墨爾本與奧克蘭機場的貨物吞吐量則明顯少於其他各地區的主要機場。

表 20 中東、南亞及紐澳地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2010-2021)

年份	DXB	AUH	DEL	BOM	SYD	MEL	AKL
2010	2,182,864	437,806	582,565	656,794	415,156	226,404	--
2011	2,194,264	482,540	581,233	668,441	434,498	238,675	183,011
2012	2,279,624	567,964	549,305	639,062	444,546	248,054	186,886
2013	2,443,624	706,459	585,554	635,205	443,728	254,799	190,219
2014	2,367,574	797,069	682,594	685,871	433,026	262,458	191,947
2015	2,506,092	827,459	760,425	698,447	465,856	297,449	201,928
2016	2,592,454	797,641	832,927	744,721	500,176	294,119	225,416
2017	2,654,454	734,292	966,821	900,121	534,897	323,201	239,113
2018	2,641,382	599,221	1,030,989	965,148	566,347	338,918	--
2019	2,536,761	558,504	998,635	896,215	544,273	313,886	212,990
2020	1,867,742	540,332	728,656	604,357	--	215,067	--
2021	2,319,185	719,073	926,278	771,947	582,614	233,247	--
1 年*	24.2%	33.1%	27.1%	27.7%	na	8.5%	na
5 年**	-2.2%	-2.1%	2.1%	0.7%	3.1%	-4.5%	na
10 年***	0.6%	4.1%	4.8%	1.5%	3.0%	-0.2%	na

1.* 為 2020-2021 年成長率；**為 2016-2021 複合平均成長率；***為 2011-2021 複合平均成長率

2.單位：公噸

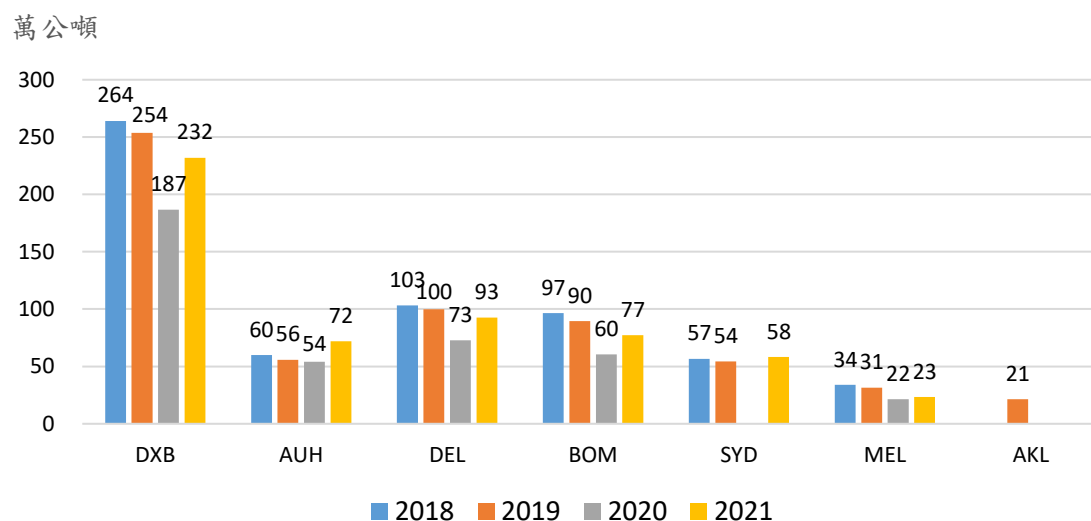


圖 35 中東、南亞及紐澳地區主要機場旅客貨物吞吐量比較(2018-2021)

以成長率來看，德里機場的成長動能優於杜拜與孟買機場，與飛機起降架次、旅客人次成長率的情形一致。除大洋洲機場外，其他四個機場 2021 年的貨運量都有顯著回升，年成長率分別為杜拜機場 24.2%、阿布達比機場 33.1%、德里機

場 27.1%，以及孟買機場 27.7%。以長期複合成長率來看(5 年期與 10 年期的複合成長率)，南亞地區的德里機場與孟買機場成長動能較強，2016-2021 複合年成長率別為 2.1%及 0.7%，2010-2021 複合成長率分別為 4.8%與 1.5%。相較於南亞地區的機場，杜拜機場長期貨物吞吐量的成長率很低，甚至於出現負成長情形。

4.6 機場運量分析小結

根據前述五大區域代表性機場之運量分析，可總結本節幾項觀察：

- 一、2021 年各洲主要機場的營運呈現較大的分歧，其中，亞洲地區(包括東亞、東南亞)多數機場的客運業務仍持續衰退，惟北美、歐洲、南亞與中東等地區，主要機場的客運業務已經出現回升，此一差異顯示，不同機場因為邊境管制措施的不同而呈現明顯的差異。
- 二、相較於客運業務，貨運業務受疫情衝擊的程度很小，其中，東亞地區、北美(美國)、歐洲(法蘭克福、巴黎)主要機場 2021 年的貨物吞吐量都超越疫情之前，其他多數機場 2021 年貨物吞吐量，亦呈現正成長。
- 三、疫情期間各機場的客運業務都受到一定程度的衝擊，衝擊程度也會因為機場的營運定位而有所不同，例如，中國大陸的廣州白雲、上海浦東、北京首都機場，及印尼雅加達機場、美國洛杉磯機場，由於國內航線旅次的比重較高，受到疫情衝擊的程度也相對較小。
- 四、除了疫情影響各機場 2020 及 2021 年營運之外，經濟情勢、塞港問題、跨國供應鏈調整等因素，都可能影響機場的營運。惟在防疫政策尚未完全鬆綁之前，尚難評估眾多政治、經濟因素對於各機場之營運以及競爭優勢的可能衝擊。

第五章 議題分析

除了進行國際空運資料庫的資料維護與系統精進外，本年度亦針對部分主題進行探討，所聚焦的議題包括探討疫情期間東南亞國家到歐美的旅客移動路徑、延續 110 年度主要航空公司貨機機隊應用分析，以及臺灣桃園機場的貨運分析，以下就三個議題的研析成果分別說明。

5.1 疫情期間亞洲主要航空公司貨機機隊應用分析

本期計畫延續前期之觀察，持續觀察疫情期間亞洲主要航空公司貨機機隊的應用情形，所鎖定的航空公司依其 2021 年全球載運貨物延噸公里(Cargo Ton-kilometer, CTK)排序，包括韓航(KE)、國泰(CX)、中國南方(CZ)、華航(CI)、新加坡航空(SQ)、全日空(NH)、長榮(BR)、韓亞航(OZ)等八家擁有全貨機機隊的航空公司。如表 21 所示，八家航空公司以大韓航空公司擁有的機型和飛機架數較多，且各家機型大部分都屬於酬載 80 公噸以上的重型貨機(Heavy Freighter)。疫情期間可能有部分客機改裝為全貨機，但應不至於大幅改變各航空公司的排名，表 21 的排名仍具參考價值。

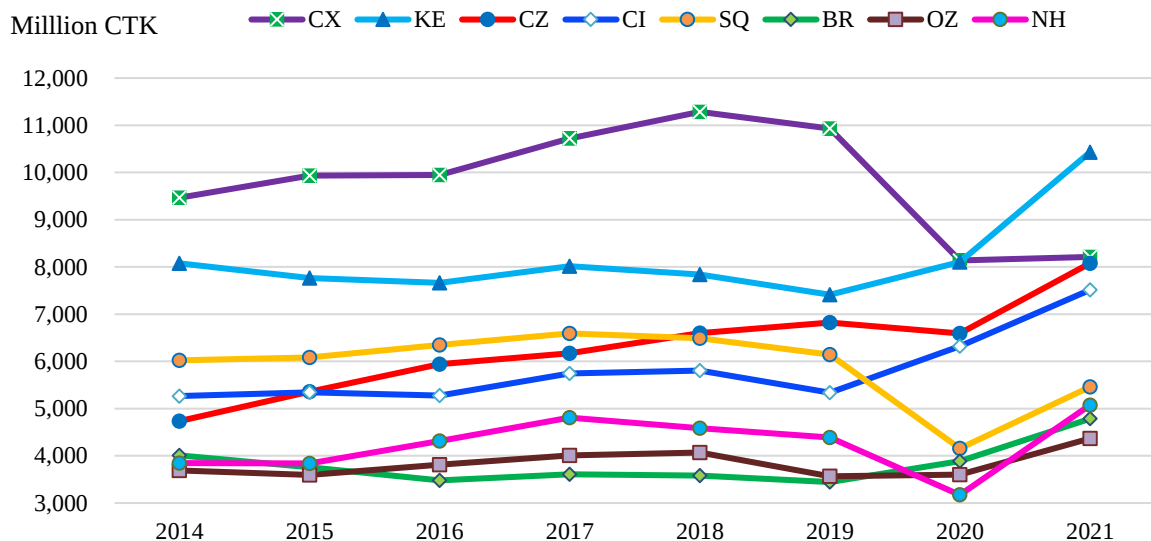
表 21 八家選定公司 2022 年全貨機運能概況

航空公司	代碼	2021 世界排名 (Cargo Ton-kilometer)	2022 貨機架數	全貨機機型
大韓航空	KE	5	23	B744F, B748F, B777F
國泰航空	CX	9	20	B744F, B748F
中國南方	CZ	10	13	B744F, B777F
中華航空	CI	11	21	B744F, B777F
新加坡航空	SQ	16	7	B744F
全日空	NH	18	11	B763F, B777F
長榮航空	BR	19	8	B777F
韓亞航	OZ	21	12	B744F

資料來源：Flightradar24，本計畫整理繪製。

圖 36 顯示這八家航空公司從 2014 至 2021 年之載運貨物延噸公里，其中國泰航空在 2019 年之前遠遠超過其他七家航空公司，但 2020 年明顯下降許多，2021 也僅持平；新加坡航空公司、全日空之趨勢於 2020 年之前亦然，但 2021 年

恢復的程度則較國泰顯著，此三家公司都是在疫情開始的一年受到極大的影響。大韓航空、華航和長榮之發展趨勢較為一致，在 2020 年是比較有轉機的一年，2021 年也有成長，韓航的成長幅度甚至更為顯著。其餘中國南方航空及韓亞航兩家公司的變異，相對不是特別明顯，但中國南方航空長期而言是逐步成長，兩者在 2021 年也有較大幅的轉機。



資料來源：Aircargo News，本計畫整理繪圖

圖 36 重點航空公司 2014 至 2021 年之載運貨物延噸公里

表 22 顯示各航空公司在觀察期間的貨機數量，以貨機機隊規模而言，大韓航空、中華航空、國泰航空的機隊規模明顯大於其他公司。而就疫情期間的飛機數變化來看，華航與長榮貨機數量有較明顯增加，尤其長榮航空從疫情前之 5 架貨機，在 2022 年第 3 季擴增至 8 架貨機。表 22 也顯示各航空公司貨機平均機齡，其中長榮航空貨機平均機齡僅 2.6 年，韓亞航的貨機平均機齡最老，達 24.1 年。

本項議題分析的資料來源，擷取自 Flightradar24 之航空公司航班資料，資料蒐集期間為 2019 年 11 月至 2022 年 9 月。為進行機隊的應用分析，本計畫先定義以下幾項指標，做為分析各航空公司機隊應用狀況的參考：

- (1) 滯地飛機：整月均未派遣的飛機。
- (2) 平均航班數：整月航班總數除以未滯地飛機數量。
- (3) 平均飛行時數：整月飛行時數除以未滯地飛機數量。
- (4) 飛機滯地率：整月滯地飛機數量/飛機總數。

(5) 飛機平均使用率：總飛行時數/[當月天數×24×(飛機總數-滯地的飛機數)]。可以就特定機型或公司全體飛機進行計算。

表 22 各公司在觀察期間之貨機數量與平均機齡

期別	華航	長榮	國泰	大韓	韓亞	新航	中國南方	全日空
2019Q4	18	5	20	24	12	7	15	11
2020Q1	18	5	20	23	12	7	15	11
2020Q2	18	5	20	23	12	7	15	11
2020Q3	18	5	20	23	12	7	15	11
2020Q4	20	5	20	23	12	7	15	11
2021Q1	21	5	20	23	12	7	15	11
2021Q2	21	5	20	23	12	7	15	11
2021Q3	21	5	20	23	12	7	15	11
2021Q4	21	7	20	23	12	7	15	11
2022Q1	21	8	20	23	12	7	15	11
2022Q2	21	8	20	23	12	7	13	11
2022Q3	21	8	20	23	12	7	13	11
平均機齡	15.4	2.6	10.5	9.1	24.1	18.6	9.1	19.5

資料來源：Flightradar24，本計畫整理繪製。

圖 37 到圖 40 為各公司全貨機在觀察期間(共 35 個月)的月平均航班數、月平均飛行時數、滯地率、飛機月平均使用率之比較與變化趨勢。由於資料涵蓋的月份較多，為了便於呈現以每季的平均數展示。大致上，2019 第四季可以視為疫情前的營運情形，2020 年到 2021 年可以視為疫情蔓延最嚴重的時期，2022 年第 1 季到第 3 季各國逐漸解封，營運的環境也跟 2020 到 2021 年期間不同。

圖 37 為 8 家航空公司在觀察期間每月平均航班數的變化趨勢。以各別航空公司來看，新航與中國南方航空的月平均航班數低於其他航空公司，新航大致維持每月 55 到 60 航班，中國南方航空則維持每月平均 36 到 40 個航班數，在疫情期間此一狀況並無太大的變化。相較於新航與中國南方航空，長榮與華航則都維持較高的月平均航班數(月平均航班 70 班以上)，長榮在疫情期間曾經有每月平均 87 班的紀錄，其餘航空公司大致在 60 至 70 個月平均航班之間。整體而言，各航空公司月平均航班數在觀察期間並無劇烈的變化，不過大韓航空與全日空，在疫情前(2019Q4)月平均航班數分別為 59 次與 64 次，但到 2022 年第三季就已經超越疫情之前，分別達到 73 與 80 航次，其餘航空公司則仍略低於疫情之前。

圖 38 為各航空公司在觀察期間的月平均飛行時數，八家公司以長榮與華航

貨機的月平均飛行時數最高，長榮除了在疫情初期(2020Q1)受短暫影響，月平均飛行時數低於 400 小時外，其他期間多數維持在 400 小時以上，明顯高於其他航空公司，華航也大致都維持在 350 小時。中國南方航空雖然月平均航班數少於其他公司，但以貨機的月平均飛行時數來看，則都維持在每月 350 小時以上，高於其他各航空公司。國泰航空在疫情前貨機月平均飛行時數為 357 小時，但疫情期間營運狀況並未有明顯的成長，反而在 2022 年第一季平均飛行時數出現嚴重衰退(僅 143 小時)，並在 2022 年第二季與第三季緩慢回升，但 2022 年第三季的平均時數 339 小時，仍低於疫情之前的水準。大韓航空與全日空機隊平均飛行時數的變化較為激烈，疫情前平均時數為 301 小時與 196 小時，但在疫情期間，大韓航空曾經增加到 424 小時，全日空則最高增加到 390 小時。整體而言，各航空公司的貨機平均飛行時數的趨勢雷同，疫情初期受衝擊而衰退，但因運輸需求而快速回升，營運的高峰大致在 2021 年第一季到 2021 年第三季之間，隨後又逐漸滑落，在 2022 年第一季與第二季衰退後，2022 年第三季又略微回升。

滯地率是將全月都未執飛的飛機納入計算，其發生的可能性來自於飛機需要較大型的檢修保養，尤其是平時飛行時數累積較高的飛機，航空公司可就維修需求擬定飛機的派遣策略；抑或是公司需要飛航的航班數少於飛機數甚多，而採取飛機停航(lay off)措施。因無法獲得航空公司的詳細訊息參考，僅能從資料上研判其滯地率情形，但就疫情期間的貨運需求環境而言，全貨機停航的可能性較低。

相較於客機的高滯地率，各航空公司貨機均能維持較低的滯地率。從圖 39 可以看出，長榮航空在觀察 35 個月期間，都維持零滯地率，其他多數航空公司在觀察期間也都維持相當低的滯地率。不過，多家航空公司在 2022 年第 2 季滯地率都出現上升情形，其中華航貨機滯地率由 2022 第 1 季 4.8%，上升到第 2 季的 33.3%，韓亞航空滯地率由 2022 第 1 季 11.1%，上升到第 2 季 22.2%，中國南方從 2022 第 1 季 4.5%，上升到第 2 季 10.3%，主要原因除了機隊維修需求外，第 2 季上海實施封控更是主要影響因素，顯示該季因為上海實施封控，各航空公司都面臨貨運需求減緩的問題。2022 年第 3 季時，各航空公司貨機的滯地率都已緩和下降，但仍高於疫情期間的水準。

圖 40 呈現 8 家航空公司的飛機使用率。從圖中可以看出，多數航空公司都維持極為穩定的飛機使用率。以華航為例，雖然滯地率出現較大的變化，但各季的飛機使用率大致維持在 50%到 55%之間；國泰航空與全日空則是以維持低滯地率為主考量，所以飛機平均使用率的起伏就十分劇烈，國泰航空貨機在觀察期間

的滯地率都維持在 5% 以下，但飛機使用率則在 19.8% 到 52% 之間波動；相同地，全日空貨機在觀察期間多維持零滯地率，但飛機使用率則在 20% 到 52% 波動。在 8 家航空公司當中，長榮的飛機使用率最高，大致都維持在 60% 以上，此一高使用率可能與該公司貨機平均機齡僅 2.6 年有關，新航貨機使用率則是穩定維持在 45% 上下。

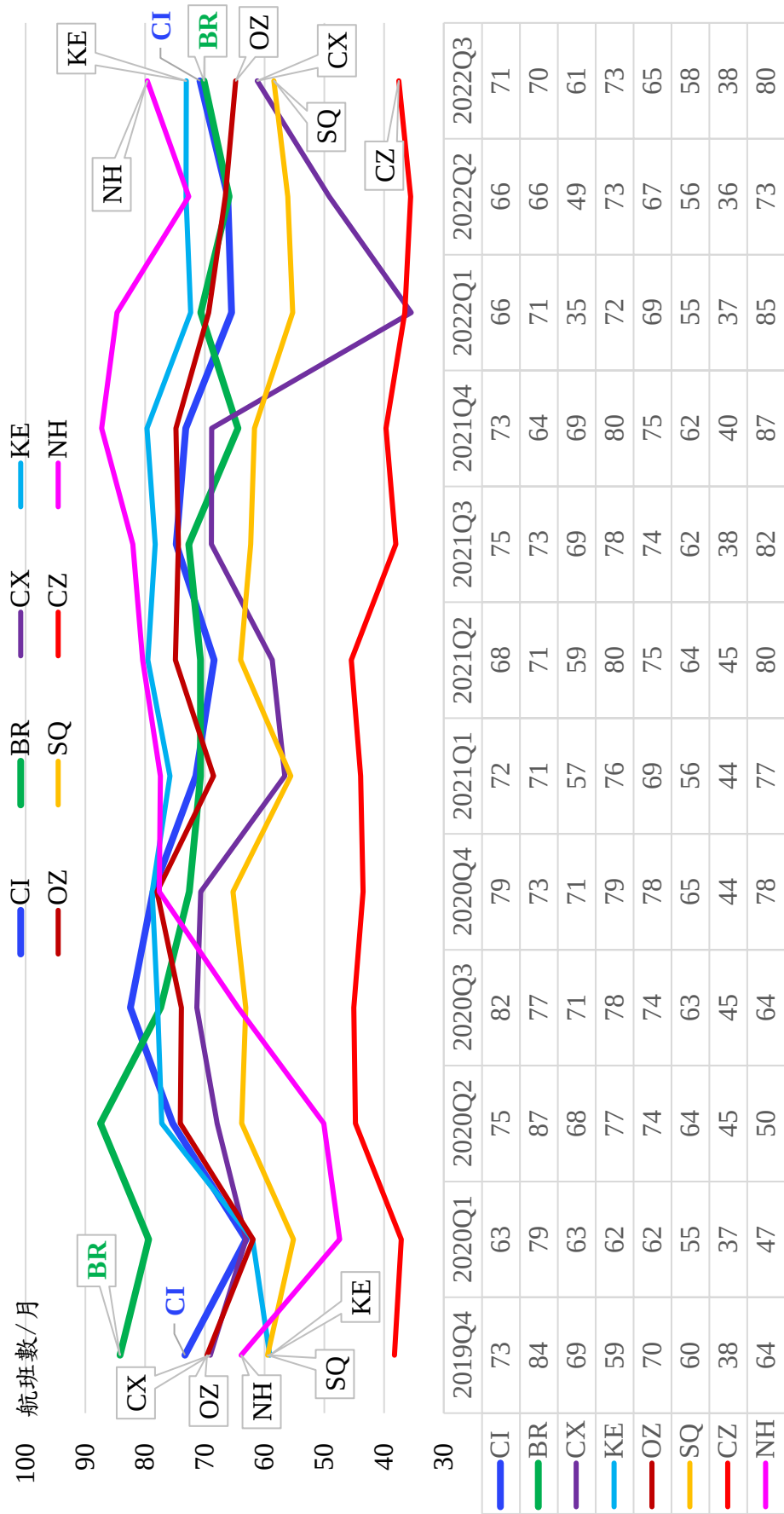


圖 37 航空公司疫情期間貨機平均執飛航班

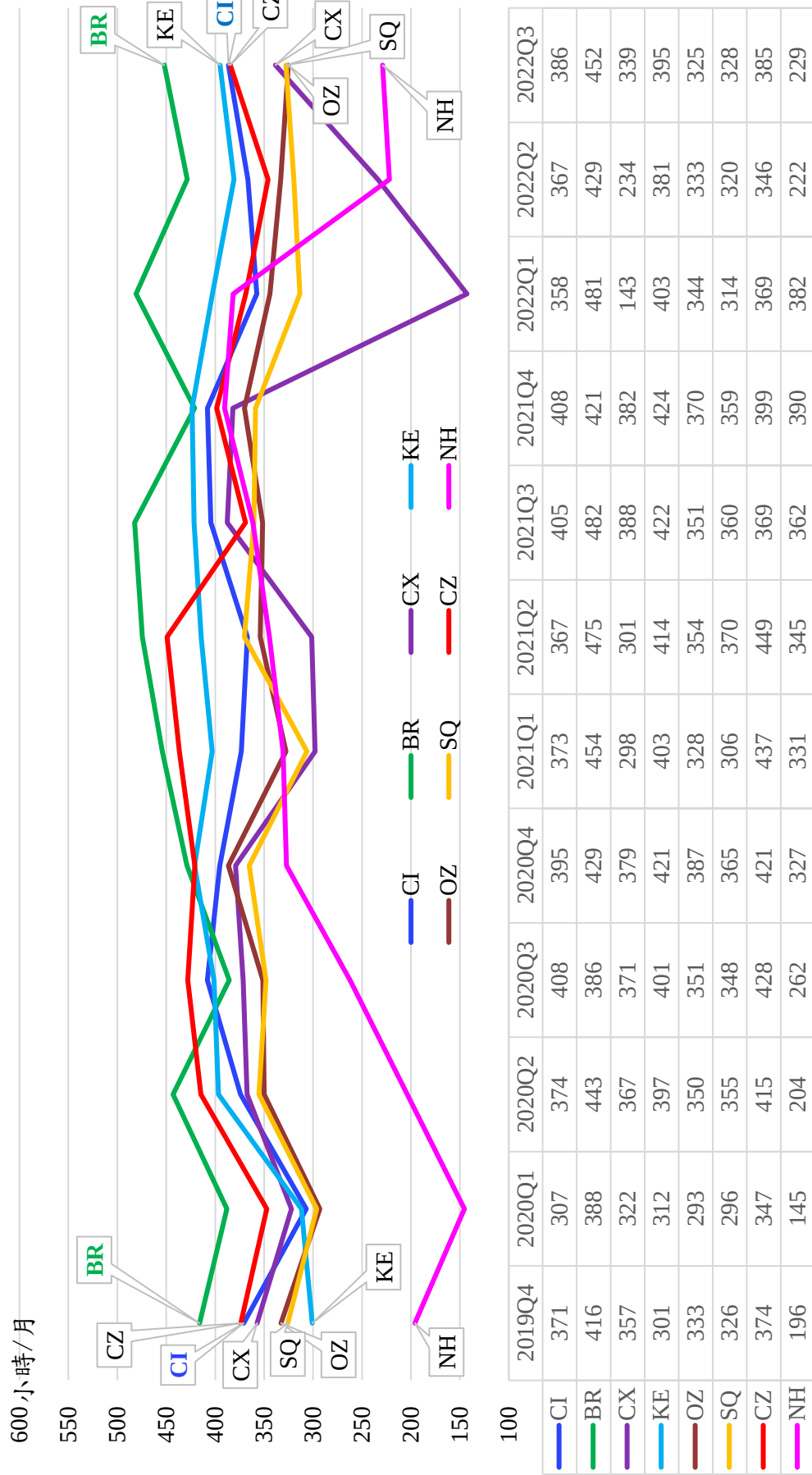


圖 38 航空公司疫情期間貨機平均飛行時數

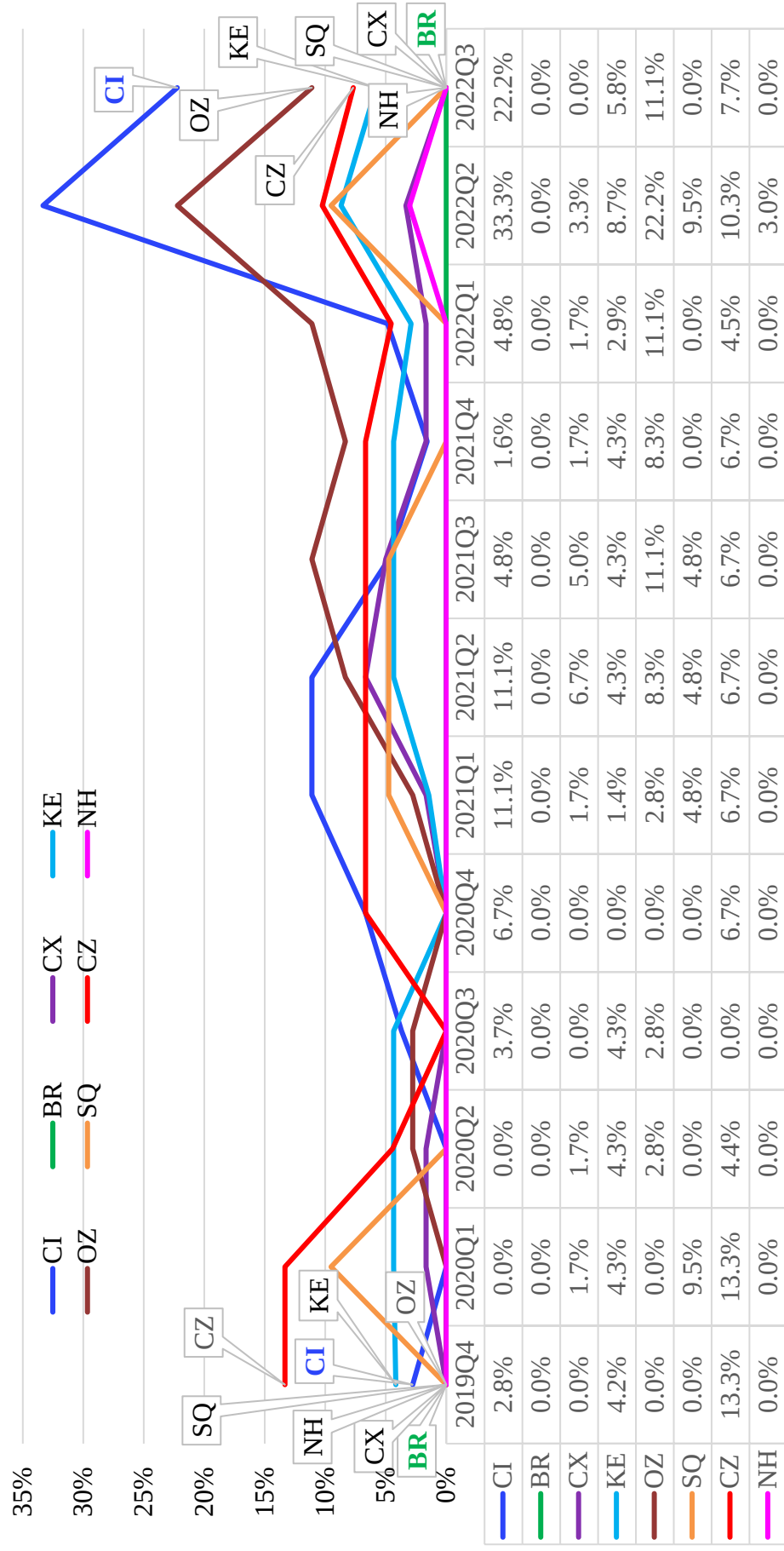


圖 39 航空公司疫情期間貨機月平均滯地率

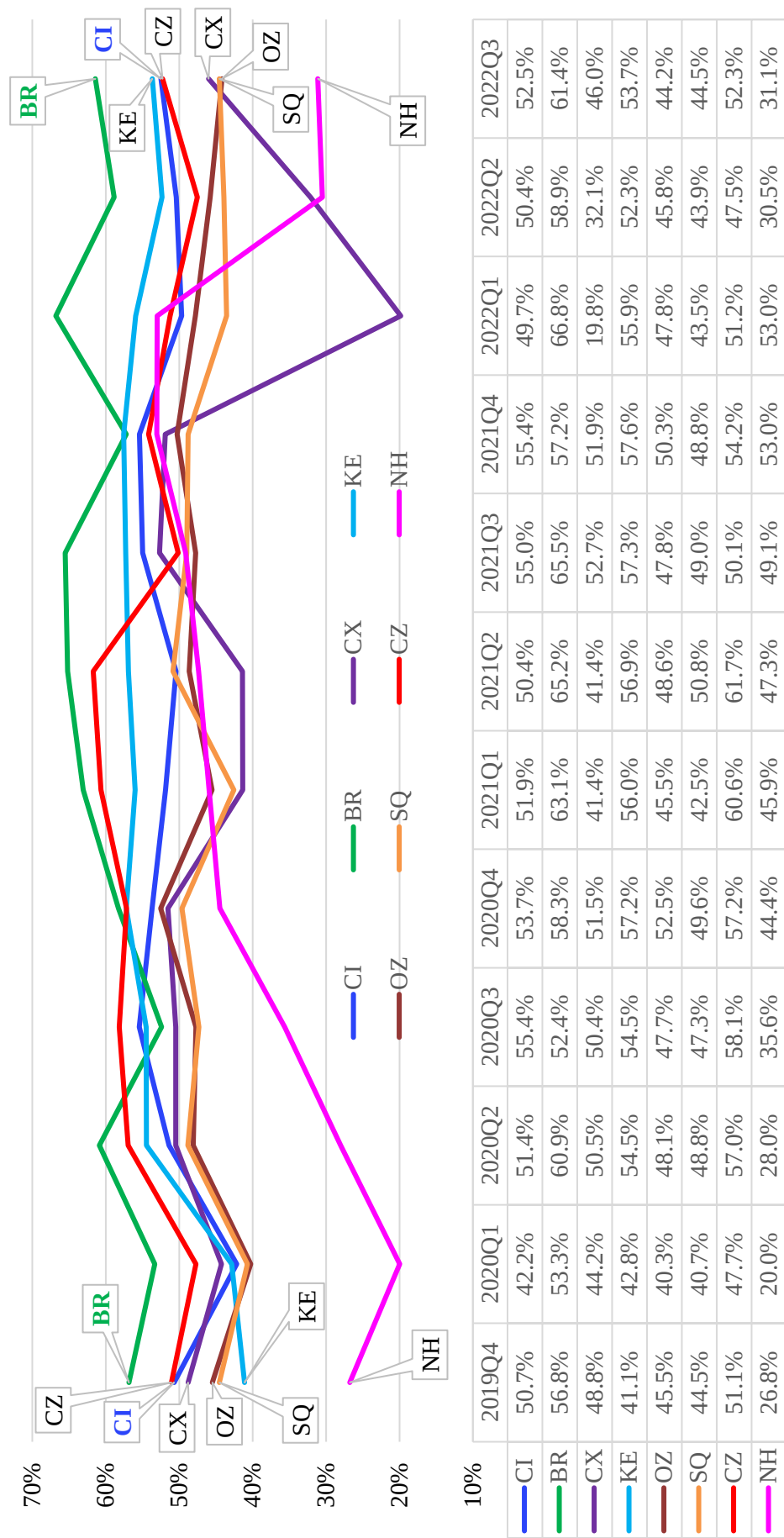


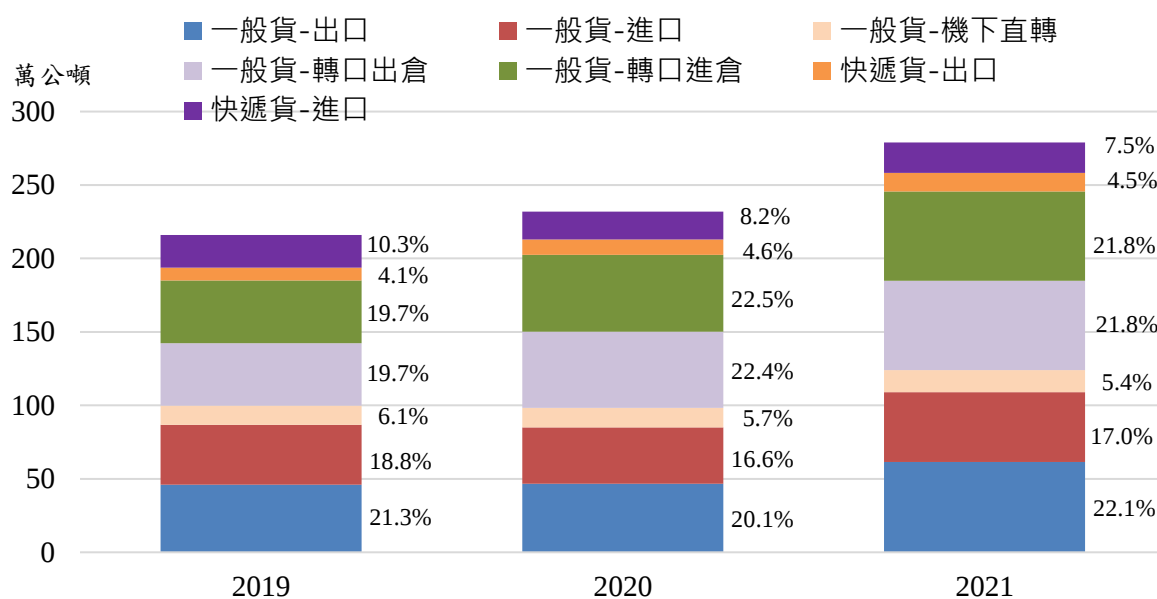
圖 40 航空公司疫情期間貨機飛機月平均使用率

5.2 2019 至 2021 桃園機場貨運市場分析

本計畫承桃園機場公司協助，提供 2019 至 2021 年桃園機場貨運運量資料，經設計整理為資料庫內容後做為本節分析之資料來源。桃園機場公司貨量吞吐資料區分為一般貨及快遞貨，一般貨之流向計算方式，乃依照國際機場協會(Airport council International, ACI)標準，除了進口、出口外，轉口部分包括轉口進倉(卸機)、轉口出倉(裝機)和機下直轉三項的總和；而在快遞貨物方面，僅分為進口快遞和出口快遞。

一、總量分析

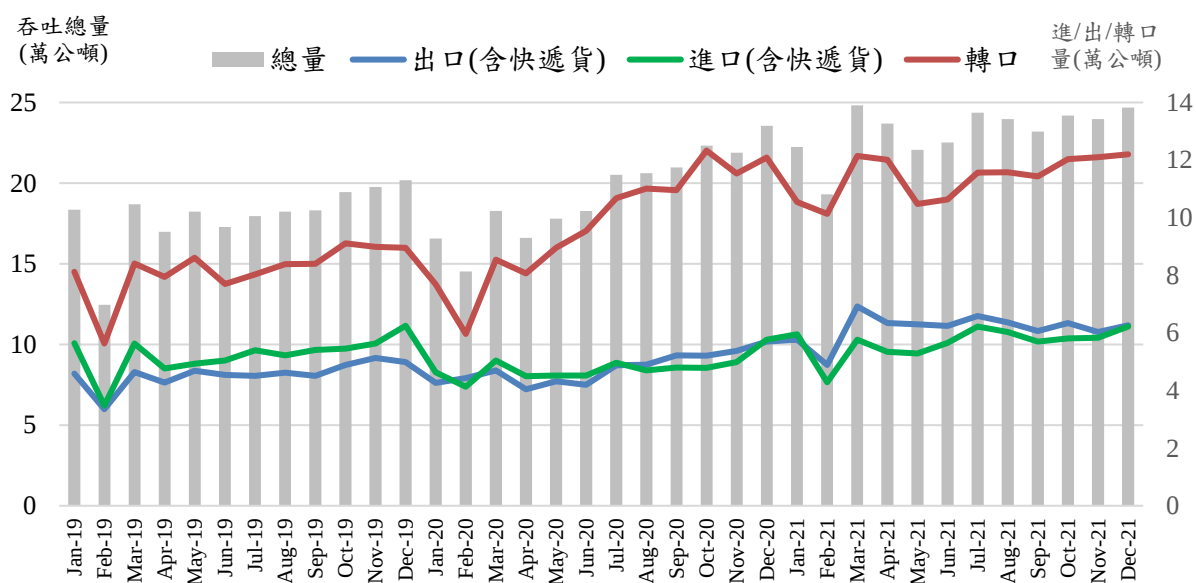
桃園機場近三年之貨物總吞吐量由 216 萬公噸增加至 279 萬公噸，平均成長率達 13.9%。根據桃園機場公司對於貨運流向的分類，2019 年之貨量以一般出口貨的比例最高，佔全部的五分之一；2020 年轉口出倉和轉口進倉的一般貨比例大增，超越其他貨項的比例；2021 年一般貨之出口、轉口出倉和轉口進倉之貨量比例相近，三項總和佔全部吞吐的 65%(詳如圖 41)；進口貨量雖在 2021 年有所增加，但成長動能不若前述三者，占比維持在 17%；而機下直轉的貨量雖逐年微幅成長，但其占比固定維持在 5 至 6%之間。此外，快遞貨物也穩定維持在 12~15% 的比例，但在此三年裡，進口快遞貨量一直都較出口快遞貨多 40%以上。



資料來源：桃機公司，本計畫整理繪圖

圖 41 桃園機場 2019~2021 年吞吐貨量與流向占比

不同貨項經整理加總為出口、進口、轉口三向逐月之貨量，如圖 42 所示。首先從桃園機場近三年各月份貨運吞吐量比較發現，從 2020 年 7 月開始，幾乎各月份總貨量均可達 20 萬公噸以上，整個三年期間每月貨量也有逐漸增加的趨勢；另每年的二月份因日數較少，且常會遇到春節長假，貨主幾乎都趕在假期前完成運送，為傳統的淡月，貨量明顯少於同年其他月份，例如：2021 年其他各月份均超過 20 萬公噸，但 2 月份略低於此。就三種流向而言，進口、出口空運貨量在此三年當中相對的穩定，兩者皆維持在每月 6 萬公噸上下，2020 年 7 月為分水嶺，在此之前進口貨量多於出口，此之後出口貨量反略多於進口貨量；轉口貨量則是此三年期間每月貨量變化最重要的原因，貨量明顯多於進口及出口，成長幅度亦然，2020 年三、四月新冠疫情剛爆發後的幾個月，空運貨量略受影響，隨後轉口貨量需求馬上快速增長，在 2020 年 7 月後各月份均達 10 萬公噸以上，與之前年同期月份相較，2021 年各月份的轉口貨量均有明顯增加。



資料來源：桃機公司，本計畫整理繪圖

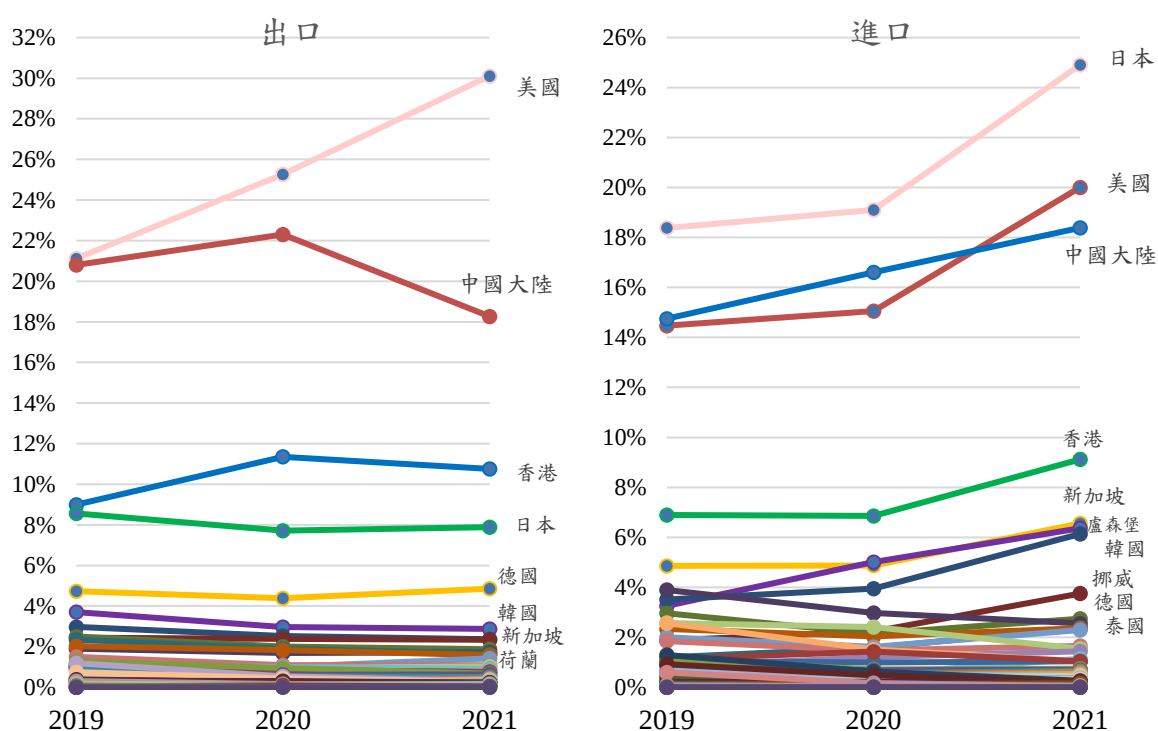
圖 42 桃園機場近三年逐月之貨量吞吐與流向

二、一般進出口貨分析

桃機公司在一般貨的資料中，僅記錄進、出口貨物的出發地國家、目的地國家，並未有機場和中間是否轉運等相關內容的紀錄。從圖 43 的整理可看出，桃園機場在貨物出口國家分布部分，最主要的出口國家是美國，其占比從 2019 年的 21% 提升至 2021 年的 30%；其次是中國大陸，2019 年占比與美國相當，2020 年微幅增加到 22%，但 2021 年迅速下降到 18%；排名緊接在後依序為香港、日本、

德國等國，出口占比皆達 5%以上，但在三年中的變幅並沒有特別明顯；在占比低於 5%之國家中，排名較前者為韓國、新加坡、荷蘭等國，而前兩者之占比有逐年微幅下降的趨勢。

在貨物進口國家分布部分，進口國家的分布與出口不同，不再是單一國家一枝獨秀。日本、美國、中國大陸是貨物進口占比前三名的國家，三年的占比都呈現成長，成長幅度不盡相同，但三國之占比皆已提升到 18%至 25%間，美國在 2021 年甚至超越大陸成為第二名；排名緊接在後依序為香港、新加坡、盧森堡和韓國，進口占比皆達 5%以上，其中盧森堡及韓國在 2021 年前之占比尚不及 5%；在占比低於 5%的國家中，排名較前者為挪威、德國、泰國，值得注意的是泰國之占比有逐年下情的情形。



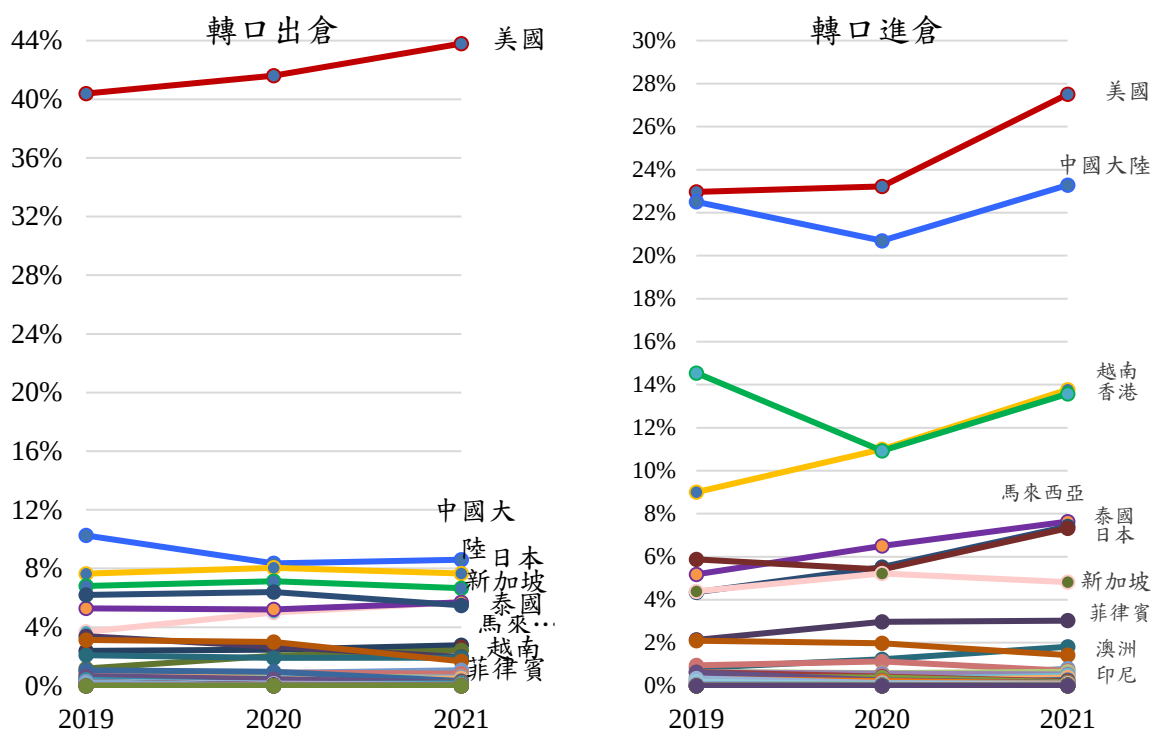
資料來源：桃機公司，本計畫整理繪圖

圖 43 桃園機場近三年進、出口貨量之國家占比

三、轉口貨分析

在貨物轉口出倉與轉口進倉國家分布部分，和出口、進口的情形相近，也是轉口出倉集中在單一國家、轉口進倉則較為分散的情抗。如圖 44 所示，在轉口出倉部分，美國是轉口出倉占比最高的國家，比例甚至達到 44%；其次依序是中國大陸、日本、新加坡、泰國、馬來西亞、越南和菲律賓等國，但 2021 年時這些國家的占比都已低於 10%以下。在轉口進倉部分，美國、中國大陸占比皆超過 20%，

分居一、二名；排名緊接在後之越南、香港占比皆超過 10%，其後之國家之占比則低於 10%，其中除日本外，大都為東南亞之國家以及澳洲，其中新加坡之占比較無起色，其餘國家之占比在這三年期間都有相對微幅的成長。雖然相關資料中並未有明確的轉運起迄所在，但以桃園機場的地理區位來觀察轉口出倉和轉口進倉的概況，從東南亞集貨進入美國很明顯是轉口業務的主力，從美國西返東南亞的轉口貨量，較東南亞往東至美國的轉口貨量少。



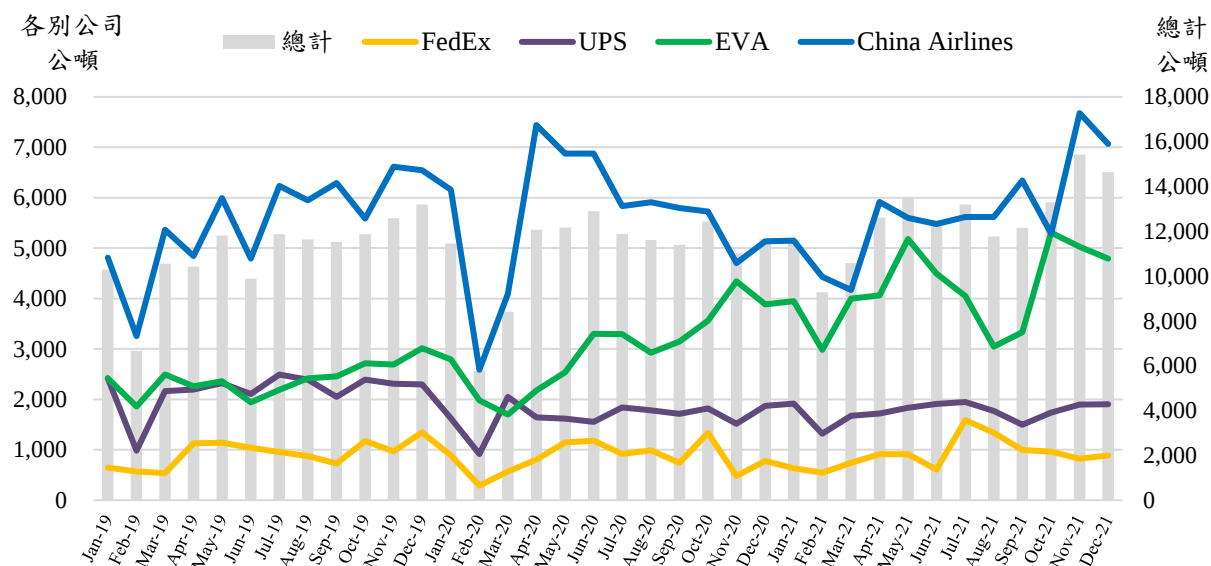
資料來源：桃機公司，本計畫整理繪圖

圖 44 桃園機場近三年轉口出倉、轉口進倉貨量之國家占比

機下直轉是轉口貨量中較特殊的操作方式，桃園機場之機下直轉貨量約佔總吞吐量的 5~6% 左右。機下直轉貨物乃指短時間內在機坪直接進行卸機與裝機之整盤或整櫃貨物的轉運，其無須進到貨運倉儲等候下一航班，或經拆打重新併貨裝打再出口，是最能呈現機場轉運效能的作業模式。不過操作機下直轉需要航空公司非常縝密的預先規畫，除了航程的銜接規劃外，亦要考量各承運航班飛機之載重限制和艙位分配，目前桃園機場僅有華航、長榮、聯邦快遞和優比速四家公司承運。

圖 45 為近三年內桃園機場機下直轉貨量每月的變化，在三年中各月份總量相對穩定，除 2021 年最後兩個月有較特別的增長外，都呈現一年中該有的月尖、離峰現象。從四家公司的機下直轉貨量來看，聯邦快遞雖有各月高低的變化，但

變幅不大，維持在 1 千公噸上下；優比速除了 2 月傳統淡月外，各月份貨量也相對沒有太明顯的改變，但自 2020 年 4 月後各月機下直轉貨量都低於 2 千公噸，不若 2019 年的水準。



資料來源：桃機公司，本計畫整理繪圖

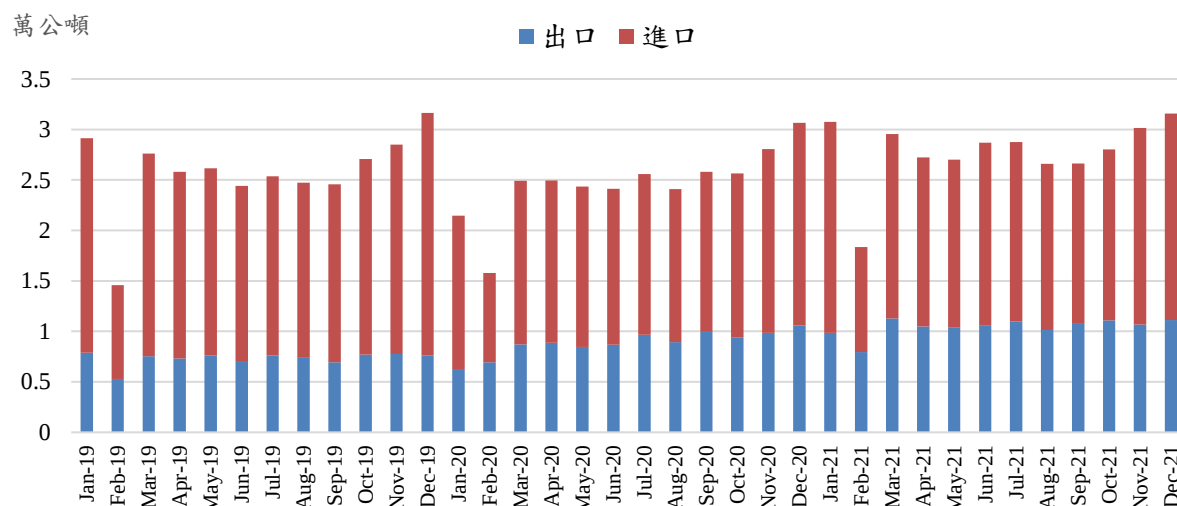
圖 45 桃園機場近三年逐月之機下直轉和承作的航空公司貨量

國內兩家主要的國際航空公司的努力，是桃園機場機下直轉貨量改變的最主要原因。長榮航空在疫情前的各月貨量大部分都在 3 千公噸以下，但在此之後，各月貨量雖有較大幅的起落，但都多於 3 千公噸，且呈現逐步上揚的趨勢，2020 年 10 月已有與華航相同的成果。雖然長榮全貨機之數量較華航少了三分之一，機下直轉的操作也是可遇不可求，但從兩家公司市場重疊性高的角度來看，長榮在機下直轉貨物的操作上頗具競爭力。近三年各月，華航的機下直轉貨量介於 2500 公噸到 7800 公噸之間，月變化幅度相對較為劇烈，不過一直都是四家公司之首。疫情剛發生之際，華航此一貨量驟然減少到 2019 年的水位以下，但兩個月後迅即產生大量的增幅，應該是受惠於當時緊急性的物資運送需求和國際海運無法發揮正常運力有關，2020 年 7 月以後華航就恢復以往的機下直轉載運水準。值得關注的是 2021 年最後兩個月，華航的機下直轉貨量又有了新的榮景，達到 7 千公噸以上，後續其操作情形值得觀察。

四、快遞貨分析

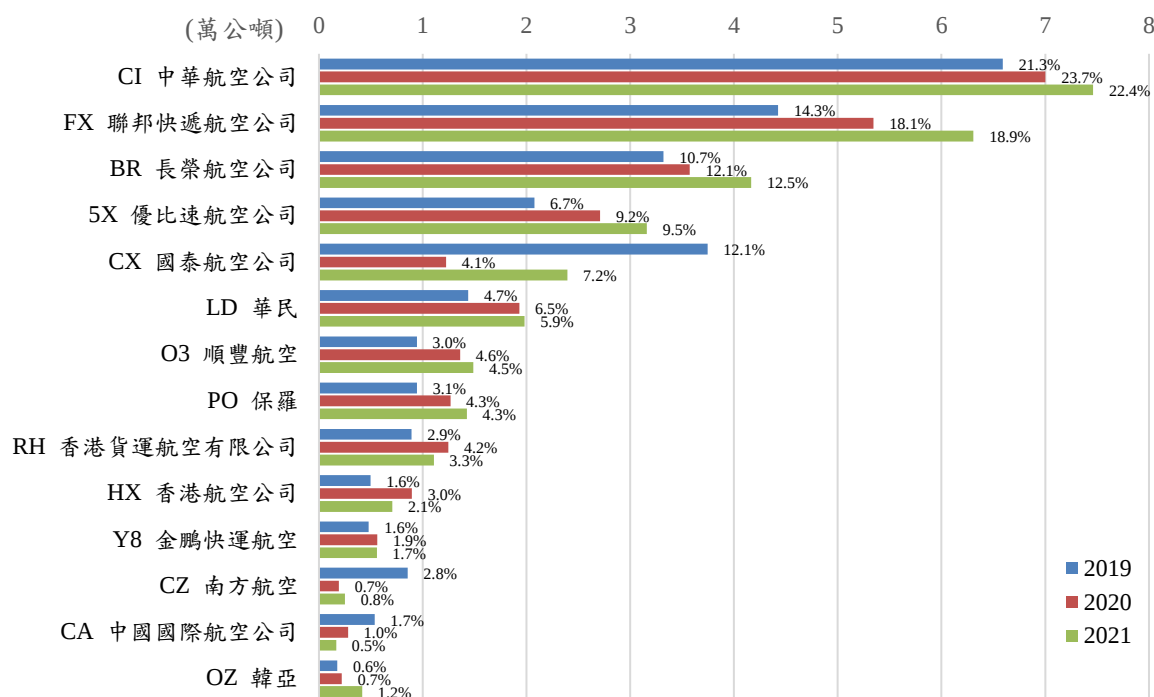
桃機公司的快遞貨運資料，僅能觀察航空公司進出口之承運情形。從總量來看，除 2 月外每月快遞貨均可達兩萬公噸以上，每年一月和第四季是快遞貨物的

尖峰月，二月的離峰情形與一般貨的特色相同，詳如圖 46 所示。桃園機場長年進口快遞貨多於出口，進口快遞貨量之波動與總量相同；出口貨每月穩定處理約一萬公噸上下，2021 年微幅成長。



資料來源：桃機公司，本計畫整理繪圖

圖 46 桃園機場近三年逐月之快遞貨量



資料來源：桃機公司，本計畫整理繪圖

圖 47 桃園機場近三年承運較多快遞貨之航空公司與貨量

在承運快遞貨的航空公司中，整體而言，華航之占比最高，可達 20%以上，三年中貨量逐年遞增，貨量已居 7 萬公噸以上。聯邦快遞雖在快遞貨量居次，卻

是這三年中成長幅度最大的公司，貨量已可達 6 萬公噸以上，占比也高於 18%。長榮、優比速和國泰占比則分居三至五名，三者僅有長榮超過 10% 以上。另兩家航空快遞公司華民和順豐則列在六與七名，貨量低於 2 萬公噸，占比也在 4~6% 之間，如圖 47 所示。

五、航空公司承運分析

彙整桃機公司所有貨項的資料，可進一步觀察航空公司的承運情形。2019 ~ 2021 年於桃園機場承運貨物之航空公司分別有 79、83、62 家，表 23 是我國籍航空公司近三年在桃園機場承運之貨量與占比，其中華航和長榮合計掌握桃園機場七成多的貨量，華航是長榮的 1.6 倍，兩者的比例大概是 8:5。其餘四家航空公司部分，星宇航空僅成立兩年，機隊運能在初建階段；台灣虎航之低成本經營主力在客運業務，貨運部分較少；華信、立榮航空公司的營運市場集中在國內，因此貨運量占比均在 1% 以下。若不計星宇，成長率僅華信航空在 2021 年正成長(成長率 33.7%)，其餘均大幅衰落。國籍六家航空公司在桃園機場的承運貨量排名，華航、長榮分居一、二無庸置疑，其餘四家公司則在 20 名之後。

表 23 桃園機場近三年我國籍航空公司承運貨量占比

航空公司	貨量(萬公噸)			貨量排序			占比(%)			成長率(%)		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2020	2021	平均
華航	88.3	106.7	125.2	1	1	1	40.9	46.0	44.9	20.7	17.3	19.0
長榮	56.5	65.6	78.7	2	2	2	26.2	28.3	28.2	16.1	20.0	18.0
星宇	—	0.2	0.8	—	34	27	—	0.1	0.3	—	241.7	—
華信	1.2	0.5	0.7	21	26	29	0.6	0.3	0.3	-52.7	33.7	-9.5
立榮	1.3	0.3	0.2	19	32	34	0.6	0.2	0.1	-73.2	-24.0	-48.6
台虎	0.3	(0.1)	(0.1)	35	43	55	0.2	(0.1)	(0.1)	-79.5	-96.9	-88.2

(): 低於括弧內所示之數值

資料來源：桃機公司，本計畫整理繪製

表 24 列舉 2019 年在桃園機場承運貨量前 10 名外籍航空公司，三年內承運桃園機場貨量的改變。其中組合型航空公司包括國泰、中國國際、日本空輸、泰航四家，航空快遞的聯邦快遞和優比速入列，其他四家則是全貨運航空公司。十家外籍航空大部分都維持穩定的貨運量，占比均低於 5%，但泰航、國泰貨量遞減情形值得留意，盧森堡、香港貨運和保羅航空則呈現逐年遞增之趨勢。

表 24 桃園機場近三年承運貨量較多之外國籍航空公司

航空公司	貨量(萬公噸)			貨量排序			占比(%)			成長率(%)		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2020	2021	平均
國泰	10.8	5.1	7.6	3	5	4	5.0	2.2	2.7	-52.6	49.2	-1.7
聯邦快遞	7.0	8.4	9.7	4	3	3	3.3	3.6	3.5	19.9	15.8	17.9
優比速	4.9	5.1	5.7	5	4	5	2.3	2.2	2.1	3.3	11.9	7.6
中國國際	3.4	3.2	3.1	6	8	10	1.6	1.4	1.1	-6.2	-4.6	-5.4
中國貨運	3.2	3.3	3.4	7	7	8	1.5	1.4	1.2	2.9	5.0	4.0
日本空輸	3.1	3.0	4.3	8	9	7	1.5	1.3	1.6	-5.5	46.3	20.4
泰航	2.8	0.7	0.4	9	21	31	1.3	0.3	0.1	-74.8	-42.8	-58.8
盧森堡	2.5	4.0	5.2	10	6	6	1.2	1.7	1.9	58.3	28.9	43.6
香港貨運	2.0	2.7	3.0	11	10	11	1.0	1.2	1.1	34.0	11.2	22.6
保羅	2.0	2.4	2.9	12	11	12	0.9	1.1	1.1	19.8	21.6	20.7

資料來源：桃機公司，本計畫整理繪製

5.3 議題分析小結

本年度進行二個議題分析，分別是：「疫情期間亞洲主要航空公司貨機機隊應用分析」、「2019 至 2021 桃園機場貨運市場分析」重要結果彙整如下。

- 一、針對 8 家航空公司貨運機隊長達 35 個月的營運分析發現，疫情對貨運的負面影響僅在 2020 年第 1 季，隨即就恢復甚至於超越疫情之前的水準。但是由於各航空公司多採用積極擴張的策略以因應需求增加，在 2020 年第 2 季可能由於整體經濟成長趨緩，導致空運需求減少，各航空公司反而受到較大的衝擊。各航空公司面對需求減緩，較多公司以減少每架飛機的飛行時數，維持較低水準的滯地率做為因應，但也有部分航空公司直接將部分飛機停飛作為因應。
- 二、桃園機場的空運貨物量近三年由 216 萬公噸增加至 279 萬公噸，平均成長率達 13.9%。2021 年，一般貨之出口、轉口出倉和轉口進倉之貨量比例將近一致，三項總和佔全部吞吐的 65%，其餘則是機下直轉貨與快遞貨，快遞貨物歷年占比在 12%至 15%之間。在進出口貨物的流向方面，空運貨物出口以美國占比最高，進口則以日本占比最高。由於整體貨運量仍較疫情之前成長，因此 2021 年各主要進出口國家的貨運量也都高於 2019 年，惟出口到大陸的空運貨量出現較大幅度的衰退。

第六章 結論與建議

本計畫主要目的有二，一為「國際空運資料庫」之維護管理，並能展示此一資料庫的功能，另一為利用此一資料庫的資料，進行議題式的分析。「國際空運資料庫」除原有規劃「機場設施與營運」和「旅客起迄」兩大系統外，本期新建立以桃園機場為主的國際貨運資料查詢。維護管理工作除了定期更新全球 200 個重要機場的營運資料、冬夏季班表、設施資料之外，也持續改善資料庫之使用者介面、管理介面等，所獲致之成果、結論，及後續待努力的方向略述如下。

6.1 結論

經逐月工作會報，確認系統需求與發展方向，並進行系統開發、優化及議題分析，本期的工作成果彙整說明。

一、系統功能精進

持續加強系統功能擴充與優化。目前包括起迄市場資料查詢功能項下的國際與國內線篩選功能，以及以桃園機場為基礎，建置初步的貨運資料庫架構，工作成果彙整說明如下。

(一)增加起迄市場資料國際或國內航線之篩選功能

由於旅客移動資料庫是以旅客人次呈現，但卻無法呈現旅客為國際航線或是國內航線，此一限制也可能導致機場之間的比較基礎不同，尤其是疫情期間，國際旅客近乎停滯，在分析機場旅客人次時，若能針對國際或國內航線進行區分，將更能符合機場的實際營運狀況。

本年度的系統功能中，增列了國際或國內旅客的篩選機制，使用者可以在查詢功能中點選國內或國際航程。此擴增的系統功能，查詢介面及輸出功能與一般旅客起迄查詢功能雷同，使用者可以界定欲查詢之年份(或期間)、機場，選擇欲查詢國際或國內航線，以及界定輸出查詢結果。

(二)建置貨運資料查詢功能

本年度在資料分析功能列中，新增貨運資料查詢功能。貨運資料查詢可以讓使用者針對所選定的機場，查詢該機場的貨物運量資料，提供的選項包括：年份、進出口別、貨物流動國家等。但由於貨運資料的來源不多，IATA CargoIS 檢索資

料的涵蓋率與準確度不高，因此，目前先以桃園機場為主，透過桃園機場公司的協助，建立桃園機場的貨運資料。

針對新增的貨運資料，在系統管理功能列中也增加了編輯貨運資料的功能選項。貨運資料庫欄位內容包括：年、月、方向類別、出發國家/機場、抵達國家/機場、載運航空公司、承運貨量(公斤)等資料。在檢索功能方面，目前提供使用者可以逐筆編輯(增加、修改、刪除等)，也可以利用此一功能進行簡易查詢功能。

二、例行性資料整理與彙整

(一)全球七大區域重要機場營運趨勢

應用本系統所建置的資料分析功能，針對所維護管理的 200 個機場，依據地區別(分為：東亞、東南亞、北美、歐洲、南亞、中東與紐澳等地區)挑選較具代表性的機場，進行 10 年期的營運資料動態分析，所呈現之機場營運資料包括：飛機起降架次、總旅客數、總貨物噸數等三個指標，透過較長期的趨勢分析，瞭解機場營運的發展及變化。

2021 年不同地區的機場營運出現比較大的差異，亞洲(東亞、東南亞)地區的機場仍在疫情的衝擊下，旅客運量呈現持續衰退。相對的，北美與歐洲地區多數機場的旅客運量，已經較 2020 年有明顯成長，但尚未恢復到疫情之前的水準。在貨運方面，所分析的各地區之機場，貨運業務因疫情之故，貨運量甚至已經超越疫情之前的水準，尤其是東亞地區各主要機場的貨運量增加幅度相當可觀。另在塞港、海運運價上漲等因素的影響之下，北美洲、歐洲等地區主要機場的貨運量亦呈現明顯的成長。

(二)檢索機場旅客移動資料(需求面)分析

以 IATA MarketIS 檢索為基礎，針對重點關注的機場進行旅客移動分析(出入境、中轉)。本案 2021 年自 IATA MarketIS 檢索的機場，除了既有的桃園機場(TPE)、仁川機場(ICN)、香港機場(HKG)、成田機場(NRT)、新加坡樟宜機場(SIN)、上海浦東機場(PVG)、洛杉磯機場(LAX)七個機場之外，考量今年擬深入了解東南亞地區赴北美與歐洲的中轉移動路徑之變化，另增加了馬尼拉(MNL)、胡志明市(SGN)、吉隆坡(KUL)、曼谷(BKK)四個東南亞機場。

2021 年前述機場的營運狀況呈現北美地區機場復甦，亞洲機場仍持續衰退的現象。在亞洲機場當中，桃園、仁川、香港、新加坡四個以國際航線為主的機場衰退最多。相對的，胡志明市、上海浦東等機場，因國內航線占比較高，旅客人

次的衰退幅度較小。

三、議題分析

(一) 東南亞國家往返歐美移動路徑之旅次變化

東南亞地區之曼谷、吉隆坡、胡志明市、馬尼拉等機場，其中曼谷與馬尼拉機場往返北美、歐洲地區旅客數規模相當，且明顯高於胡志明市機場，而胡志明市機場旅客數又明顯高於吉隆坡機場。曼谷機場向來是前往歐洲重要的中轉機場，受到疫情衝擊，中轉業務雖然萎縮，但曼谷機場往返歐洲的移動方式，直達比例大幅提高。其次，仁川機場在疫情前為東南亞國家往返北美主要的中轉機場，2021年在曼谷、吉隆坡、胡志明市、馬尼拉四個機場之中轉市場占比的變化略有不同，在胡志明市中轉市場占比持續提升，在曼谷、吉隆坡、馬尼拉的中轉市場占比則小幅下滑，此一情形與桃園、香港二機場在四個機場之中轉市場占比全面萎縮的狀況略有不同。最後，在疫情期間，中東的杜哈機場在中轉航線的市占率有明顯提升，整體而言，經中東地區中轉的市場占比也出現大幅度提高的情形；除了杜哈機場之外，阿布達比機場市場占比也有所提升。桃園機場在疫情之前亦為東南亞國家中轉北美主要的中轉機場，因為防疫政策嚴格限制中轉業務，導致中轉旅次與市占率都明顯萎縮，疫情過後的恢復狀況將會持續追蹤。

(二) 疫情期間亞洲主要航空公司貨機機隊應用分析

本次議題分析比較八家亞洲航空公司所擁有全貨機機隊的運能，在分析的航空公司當中，國泰航空在 2019 年之前的載貨延噸公里遠遠超過其他七家航空公司，但 2021 年明顯下降許多，新加坡航空公司及全日空之趨勢亦然，都是在疫情開始的一年受到極大的影響。推測這些公司原來的客機腹艙載貨比例高，因客機大幅減班，致失去大量腹艙載貨運能。

就每月機隊平均使用率來看，長榮航空的貨機機隊平均使用率最高，而各機隊平均飛行時數的變異大，可知各家航空公司為了飛機派遣，多少需有一些彈性措施，不能永遠保持高使用率。針對 8 家航空公司貨運機隊長達 35 個月的營運分析發現，疫情對貨運的負面影響僅出現在 2020 年第 1 季，之後隨即恢復甚至於超越疫情之前的水準。由於各航空公司多採取積極擴張策略以因應需求增加，但 2020 年第 2 季因整體經濟成長趨緩，對空運需求減少，致使各航空公司反而受到較大的衝擊。

(三) 2019 至 2021 桃園機場貨運市場分析

桃園機場在近三年之貨物總吞吐量由 216 萬公噸增加至 279 萬公噸，平均成長率達 13.9%。依據貨運流向分類，2019 貨量以出口的比例最高，佔全體的四分之一；2020 轉口出倉和轉口進倉的比例大增，超越出口的比例；2021 出口、轉口出倉和轉口進倉之貨量比例相近，共佔全部吞吐的 65% 左右。機下直轉的貨量雖有微幅成長，但其占比固定維持在 5 至 6%。

如以國家別來看，桃園機場出口部分最主要的是美國，其占比從 2019 年的 21% 提升至 2021 年的 30%；其次是中國大陸，2019 年占比可與美國抗衡，2020 年微幅增至 22%，但 2021 年則下降到 18%；香港、日本、德國皆為出口占比為 5% 以上之國家或地區，但在三年當中並沒有明顯的變動幅度。近三年承運桃園機場貨量之航空公司共有 91 家，我國之華航及長榮合計掌握桃園機場七成多的貨量，華航是長榮的 1.6 倍，兩者的比例大概是 8:5。

6.2 系統功能之精進建議

本年度除了完成例行性資料維護(包拓：200 個機場營運資料(供給面)及 11 個檢索機場旅客移動路徑資料庫(需求面)之更新)、議題分析之外，也持續進行系統功能精進優化。後續可以在此一基礎下持續強化系統的功能與內容，茲分別就系統功能精進、資安措施、資料分析內容等方面提出建議如後。

一、系統功能精進

1. 提供使用者可以自行定義檢索變數之功能：由於部分檢索需求無法以單一欄位的檢索來完成，例如，使用者如擬檢索特定地區(例如：新南向國家)、特定航空公司(例如：LCC 業者)的旅客移動情形，因原始資料庫中並無地區的分類欄位，致無法以較簡單的方式完成檢索。未來在系統發展上，可以提供檢索變數定義的功能，讓使用者先自行定義擬檢索的變數，再進行資料庫的檢索，例如：使用者可自行定義「低成本航空公司」、「星空聯盟成員航空公司」、「國籍航空公司」、「臺灣東部機場」、「新南向國家」等變數，以增加檢索的彈性。
2. 建立常用分析報表一次點選之功能：在進行資料分析時，經常需要彙整不同來源的檢索資料進行比較，隨著使用需求越來越明確，可以逐步界定若干經常使用的資料檢索比較需求，建立常用選項，讓使用者可以直接選擇此一功能進行檢索，而此一功能的建立，也可以連結到制式化報表公佈欄的功能中。
3. 輸出介面的強化：目前檢索結果僅能以逐筆資料的方式呈現，未來系統開發可

以檢索的初步結果為基礎，允許使用者選擇輸出的項目、特定欄位組合(and、or、not)，執行數學運算(加總、百分比、排序等)，自行設計輸出表格的欄位等功能，強化資料產出的美觀，並能更契合檢索的目的。

4. 改善供需分析之即時性：目前系統供需分析中，資料來源並不相同，其中需求面之旅客移動資料為前一年度之 IATA 檢索資料，是以年為單位的旅客數；而供給面之航網與航班資料，則是以當年度的週班表為基礎進行推算，此一推算方式與實際供給數仍有落差，也無法確實掌握非定期航班的供給狀況。若能夠改善供需兩者時間的一致性問題，即可以提供更進一步的載客率(Load Factor)等資訊，提升系統的效益。

二、資安措施

系統需逐漸加強資安確保措施，以避免可能的風險。目前已經透過尋求外部資源的方式，進行系統的弱點分析等。但資安相關措施項目繁多，且經費需求也相當可觀，未來在系統發展上，宜界定出一個較符合需求的資安確保措施。

三、資料分析內容

1. 空運資料庫已建置將近七年，IATA MarketIS 資料已相當完整，後續可考慮以時間序列的角度進行跨年期的分析，並且利用既有的資料，建立營運量的預測模式。
2. 由於本年度系統功能已經可以進行國內或國際航線的檢索，後續的分析議題可以針對亞洲主要機場中國內航線比重較高的機場，諸如上海、胡志明市、曼谷等，就這些機場的國際航線進行更詳細的分類，例如：國際中轉航線當中，主要的旅客移動路線分析，又如國內機場中轉國外，或是國外機場間的中轉等，以清楚掌握潛在的競爭與商機。
3. 疫情期間各機場的營運都受到一定程度的扭曲，可能也無法反映真實的營運情況。然而，疫情衝擊是否對各機場、航空公司造成永久性的影響，值得深入探討。以香港機場為例，影響香港機場營運的因素相當複雜，但是在疫情衝擊下，香港機場與其他競爭機場營運都同樣出現嚴重衰退，疫情之後，其競爭力是否仍能回復到原先水準。同樣的，中東地區機場因疫情關係而爭取到部分中轉客源，疫情之後是否仍能維持等，都值得更進一步觀察。

參考文獻

一、 報告與書籍

- 1.交通部運輸研究所，「我國及亞太地區空運營運與設施基本資料庫」期末報告，2011 年 12 月。
- 2.交通部運輸研究所，「我國及亞太地區空運營運與設施基本資料庫之擴充與知識管理系統建置之研究」期末報告，2012 年 12 月。
- 3.交通部運輸研究所，「國際航空客貨起迄資料鏈結之研究」期末報告，2013 年 12 月。
- 4.交通部運輸研究所，「104 年度「國際空運資料庫」維護管理及資料分析服務」期末報告，2015 年 12 月。
- 5.交通部運輸研究所，「105 年度「國際空運資料庫」維護管理及資料分析服務」期末報告，2016 年 12 月。
- 6.交通部運輸研究所，「106 年度「國際空運資料庫」維護管理及資料分析服務」期末報告，2017 年 12 月。
- 7.交通部運輸研究所，「107 年度「國際空運資料庫」維護管理及資料分析服務」期末報告，2018 年 12 月。
- 8.交通部運輸研究所，「108 年度「國際空運資料庫」維護管理及資料分析服務」期末報告，2019 年 12 月。
- 9.交通部運輸研究所，「109 年度「國際空運資料庫」維護管理及資料分析服務」期末報告，2020 年 12 月。
- 10.交通部運輸研究所，「110 年度「國際空運資料庫」維護管理及資料分析服務」期末報告，2021 年 12 月。
- 11.吳仁和、林信惠，系統分析與設計，六版，智勝文化事業有限公司，2013 年 1 月。
- 12.陳祥輝，資料庫系統設計與實務-SQL SERVER 2008，初版，博碩文化股份有限公司，2013 年 3 月。

二、 網站

- 1.交通部民用航空局，<http://www.caa.gov.tw/big5/index.asp>

- 2.交通部民用航空局電子式飛航指南，<http://eaip.caa.gov.tw/eaip/home.faces>
- 3.Airports Council International (ACI)，<http://www.aci.aero/>
- 4.Airport Information (AI)，<https://www.airport-information.com/website/index.php/en/>
- 5.Flightglobal Insight，<http://www.flightglobal.com/mediapack/>
- 6.Flightradar24，<https://www.Flightradar24.com/60,15/6>
- 7.International Air Transport Association (IATA)，
<http://www.iata.org/Pages/default.aspx>
- 8.OAG Aviation, Cargo, Travel Links，<http://www.oag.com/>

附錄一 期中報告審查意見及回應

但昭璧 委員

1. 報告書 2.1 節(p.11)，圖 3 功能架構圖內的系統管理，可將本次新增的「編輯貨運資料」納入。

回應說明：已更新系統功能架構圖，納入新增之功能

2. 報告書 3.3 節(p.21)，建議說明表 2 歷年檢索之國際機場部分機場增減之原因，例如紐約甘迺迪機場自 2015 年至 2020 年皆有完整檢索資料，為何 2021 年不再檢索？

回應說明：由於經費有限，本年度已增加 4 個東南亞機場，故暫時排除紐約甘迺迪機場，未來若有需要，仍可以再購買本年之資料，不至影響系統的完整性。

3. 報告書 5.1 節(p.49~61)，東南亞國家到歐美的旅客移動路徑乙節，僅以旅次、平均票價增減幅度即予推論，建議強化量化分析邏輯，以提升客觀性。

回應說明：感謝委員意見，由於票價恐非影響旅客選擇中轉機場的主要因素，且票價為年度平均，不易做系統性的比較分析。因此，在期末報告中另外補充了各轉機機場的轉機規定，從此一層面分析中轉旅客人次的變化。

4. 報告書 5.2 節(p.62~66)，

(1)除了疫情期間(2019 年 11 月至 2022 年 3 月)，可考慮增加對照組(如疫情前或不同特性的客機腹艙載貨)了解是否為季節性因素影響。

(2)如有引進新機(架數變化)，建議另行標註並說明計算基準是否因此影響。

回應說明：感謝委員的意見，由於疫情爆發於 2020 年 1、2 月，2019 年 11 至 12 月份的資料可以做為疫情之前的對照並無問題。由於分析資料是擷取至 FlightRadar24 的航班資訊，從該資料庫中無法判斷該航班是否為客機腹艙載貨。關於引進新機(架數變化)部分，期末報告中已經增加，彙整 8 家航空公司逐季之貨機數。

5. 整體建議，本次委託重點方向若為系統功能擴充與優化(p.6 及 p.72)，除檢索功能外，議題分析報表是否考量個別化管理功能介面，以利 user 追蹤、管理。

回應說明：由於仍涉及與 IATA 合約資料使用的規範，目前議題分析尚未規畫對外公開，但仍會以公佈欄的形式，將部分分析成果公告於佈告欄。關於是否將議題分析納入系統功能中，會持續與委託單位討論評估。

何惠安 委員

1. 報告書 1.3 節，服務內容五、其他(P.4)，宜提供 SQL injection、原始程式碼，以及 OWASP 等安全檢測報告。

回應說明：擬委外執行弱點分析，將於期末系統開發告一段落後進行。

2. 報告書 p.10 有關系統架構之表 1，

(1) Windows Server 2012 Standard 版已於 2022 年 7 月終止服務，宜更新版本。

(2) XAMPP 中，MYSQL 已換成 Maria DB，請檢視修正。

回應說明：感謝委員提醒，已經重新撰寫第二章關於系統介紹之內容。

3. 簡報 p.8，有關貨運資料庫建置，為期資料精細度，以利多層分析，宜分別登錄出發/抵達之國家及機場。

回應說明：感謝委員的建議，惟此一資料來源之原始資料中並未細分國家/機場，故資料庫亦無法做此一區分。

4. 簡報 p.12~13，有關機場航班運量資料部分，

(1) 東南亞地區仍宜以機場為統計分析單位。

(2) 貨物吞吐量需否與貨運扣合？

回應說明：本系統共維護全球 200 個機場的營運資料(飛機起降、旅客、貨運等)，限於篇幅，簡報及期中報告僅能挑選其中較具代表性的機場做說明。以東南亞地區為例，報告中挑選的機場包括：新加坡、曼谷、馬尼拉、雅加達、吉隆坡、胡志明市等 6 個主要機場，應該可以做為東南亞地區機場營運的參考。

5. 簡報 p.18~29，有關旅客移動路徑變化，

(1) 所呈現者係旅次變化，非路徑移動變化。

(2) p.22~29 等移動路徑比較圖，可改用曲線圖或 Bar-chart 來呈現變化。

回應說明：已經將該節標題改為「東南亞國家往返歐美移動路徑之旅次變化」，不過該節內容，除了旅次人數變化分析之外，還包括了不同中轉路徑的變化分析。由於很多表格中，2019 年與 2021 年的中轉機場在排序上都發生很大變化，甚至於出現新的中轉路徑，因此只能夠以表格方式呈現，不適合用曲線圖或 Bar-chart 來呈現。

林信得 委員

1. P.27 有關主要機場之飛機起降架次與旅客人數成長率部分，其中 2016-2021(5 年期)複合平均成長率與 2011-2021(10 年期)複合平均成長率，因 2020 與 2021 年的營運數字並非常態，較真實的成長動能或趨勢，目前仍難定論。須等疫情結束之後，才能進一步分析各機場的長期營運趨勢，以及疫情是否造成永久性

的改變。同意研究團隊的看法。

回應說明：感謝審查委員的提醒

2. P.48,「三、疫情期間各機場……但衝擊程度也會因為機場的營運定位而有所不同。例如…廣州…雅加達…洛杉磯機場，由於國內航線旅次的比重較高，受到疫情衝擊的程度也相對較小。」是否將相關機場的國家防疫政策(如邊境管制、旅客中轉等)因素一起納入綜合分析？

回應說明：感謝委員的建議，期末報告中已經彙整主要中轉機場在疫情期間的轉機規定作為判斷分析的說明依據。

3. P.49,有關議題分析(如東南亞國家到歐美的旅客移動路徑分析)，除了呈現統計資料以外，建議同時整理歸納各機場的國家防疫措施之異同與因應做法，一併分析比較。同時考量航空票價、航班頻率(frequency competition)等因素。

回應說明：感謝委員的建議，期末報告中已經增列了中轉機場在疫情期間的防疫規定彙整，並將此一因素納入說明。

4. 另外，部分筆誤或誤繕方面，請修正。

- (1) P.27 第一行…「相關資料彙整如表 5 與圖 17 所示」應係…「表 6 與圖 19」之誤
- (2) P.28 第一行「…表 6 與圖 18 …」應修正為「表 7 與圖 20」
- (3) P.57 第十行「如表 27 ……對照表 26 中 2021 年胡志明市機場……」應修正為「如表 26 ……對照表 27……」
- (4) P.62 第九行「2019 年總平均票價 383 美元」應係「856 美元」之誤
- (5) P.65 圖 36 「重點航空公司之各月滯地率與機隊平均飛行時數統計」應係「……與機隊平均使用率統計」

回應說明：感謝審查委員的指正，上述誤植已經全數修正

韓振華 委員

1. 第四章 4.6 節機場航班與運量分析小結(P.48)提及：疫情期間各機場客運業務衝擊程度因機場的營運定位而有所不同，如廣州、上海、北京、雅加達等機場因國內航線旅次比較高，受疫情衝擊程度相對較小。考量桃園機場均為國際航線旅客，建議可考量分析相關機場國際航線旅運量變化之情形，以進一步了解桃園機場與其他機場相較受疫情影響之情形。

回應說明：感謝委員之寶貴建議，由於第四章的資料來源為 Airport Information 資料庫，該資料庫之機場資料，國際航線資料並不完整，不易做系統性比較。惟國

際與國內航線區分在資料分析上確實有其必要性，本計畫已經在旅客移動路徑(資料來源為 IATA 之檢索資料)相關的系統與資料分析中，區分國際與國內航線，以便於分析比較。

2. 第五章 5.1 節東南亞國家到歐美的旅客移動路徑變化(P.61)提及：仁川機場 2021 年在馬尼拉與曼谷中轉北美的市場占比被成田機場超越，另中東杜哈機場亦成為東南亞中轉北美非常重要的機場，惟依據表 30 分析顯示，由馬尼拉經成田與杜哈機場中轉北美之票價均高於仁川機場，且由東南亞經杜哈中轉北美的距離亦相對較遠，是否係因飛航航班數之多寡或因中轉防疫措施之差異而影響轉機便利性所造成之影響，建議可考量進一步分析其原因。

回應說明：感謝委員的建議，期末報告中彙整出各中轉機場的轉機規定，確實有助於瞭解與解釋旅客人次之變化，已經在期末報告相關章節中作補充說明。

3. 第五章 5.2 節疫情期間亞洲主要航空公司貨機機隊之應用(P.64)提及：長榮與全日空全貨機幾乎無任何飛機滯地現象，且長榮全貨機使用率亦較亞洲其他航空公司來得高，是否與長榮與全日空機隊數相對較其他航空公司來的少，抑或與其機齡有關，如截至今(111)年 6 月，長榮貨機平均機齡約 2.6 年，華航貨機平均機齡約 15.4 年，建議可再進一步分析其原因。

回應說明：感謝委員提供寶貴的觀點，期末報告中已經將各航空公司貨機平均機齡資料彙整在表 82。長榮航空高飛機使用率或與平均 2.6 年有關，已經將此一觀點於文中補充。

4.文字誤繕：

- (1)p.27：第二行表「5」與圖「17」，應修正為表「6」與圖「19」。
- (2)p.28：第二行表「6」與圖「18」，應修正為表「7」與圖「20」。
- (3)p.57：2180「仁」，應修正為 2180「人」。
- (4)p.67：倒數第三行新冠「穀」情，應修正為新冠「疫」情。

回應說明：

感謝審查委員的指正，上述誤植已經全數修正

蕭傑諭 委員

1. 本研究在有限之經費下進行資料庫擴充，並進行部分資料分析，值得肯定。

回應說明：感謝委員肯定。

2. 報告書 3.3 節旅客起迄資料檢索：IATA MarketIS 部分，

- (1) 資料為 OD 資料，但本研究以機場為基礎去購買與呈現，可能需注意是否有

遺漏旅次或者修正呈現方式，例如多機場都會區是否會在資料庫中確實呈現各機場之 OD 與轉運運量。

- (2) 資料之可靠度或使用限制可再補充說明，例如 BSP 與 IATA 預測等兩欄位均提供旅客數資料，其定義與差異為何、兩者間是否有特定關係等。

回應說明：感謝委員的提醒，關於 IATA MarketIS 檢所資料的準確性問題，IATA MarketIS 是以全世界各航空公司的開票紀錄 BSP 再進行校正，得出 IATA MarketIS 估算的旅客人次。惟 IATA MarketIS 並未說明如何經由 BSP 推估旅客人次的算法。本計畫過去曾經就 IATA MarketIS 估算資料與桃園機場官方資料進行校估，IATA MarketIS 估算資料與桃園機場官方統計資料的誤差在 5% 以內，應該是具有不錯的準確度。

3. 客運、貨運資料與分析部分，統計分析比較時若能將(1)國際與國內旅客量，(2)進、出口與轉口貨量分類呈現(部分圖表)，可能可以提供更豐富之資訊。

回應說明：感謝委員的寶貴意見，客運資料部分，本年度期末報告中，已經將 OD 與中轉的資料區分為全部航線旅次與國際航線旅次，以不同的表格呈現。貨運資料部分亦區分為進口、出口、轉口(機下直轉、轉口進倉、轉口出倉)等進行統計分析。

4. 報告書 3.2 節 Flightradar24 部分，如果已經下載取得各航班資料，建議資料庫中可加以記錄幾個重要時間(例如班表與實際之到離時間)，以供諸多營運分析使用。

回應說明：感謝委員寶貴意見，目前航班分析僅將航班資料以日期區分進行分析，至於起迄時間亦僅使用於計算該航班的飛行時數，目前並未討論出航班的起迄時間可以再做何種性質的分析，但也將持續從使用者觀點，評估如何使資料分析更加豐富。

5. 第五章議題分析部分，建議補充說明選擇分析或呈現的機場集合(例如某區域中選取幾個)之原因，例如選取該區域之前 N 大機場，或者是跟台灣關係較密切之機場。

回應說明：議題分析選擇曼谷、吉隆坡、胡志明市、菲律賓四個機場進行分析，是因為這四個機場在疫情之前，都是桃園機場中轉北美的主要來源機場。此一理由已經報告中補充說明。

交通部航政司

1. 報告書 4.6 節機場航班與運量分析小節(p.48)，針對 2021 年亞洲地區機場客運

業務與北美、歐洲、南亞及中東等地區呈現不同趨勢變化，研究團隊歸因於防疫政策不同所致，建議可再予具體補充主要影響運量之關鍵防疫措施。

回應說明：感謝航政司的建議，期末報告中已經彙整主要中轉機場在疫情期間的轉機規定，作為判斷分析的說明依據。

2. 疫情期間，為協助我國籍航空業者提高貨運運能，同時降低客運衝擊，我國民航局自 109 年 4 月起開放業者申請客機客艙載貨迄今，建議未來於分析貨運相關議題時可進一步將此納入討論其推動成效。

回應說明：感謝航政司寶貴意見。然而，目前本研所能獲得的航班資訊，只能從機隊、機型編號研判客機或貨機，無法判斷出是否為客機艙載貨。因此在本期研究計畫中，尚無法將客機載貨部分納入。

3. 經觀察近年航太科技多有突破與創新，且自 109 年迄今航空客貨運受 COVID-19 疫情嚴重影響，各國航空業之客貨運機隊及營運策略已大幅改變，諸如 A-380 大型機停產及主推短程及中長程航線營運(減少長程轉運航線)等，建議本研究後續可將航空公司近年機隊及營運航線等變化納入分析，屆時將可供國籍業者及政府機關做為營運策略及監理之參考。

回應說明：感謝審查委員寶貴意見。本年度議題分析已經確認，本建議將提供委託單位參考，在未來的計畫時納入考量。

4. 報告書 4.1 節東亞主要機場旅客人數分析(p.27 第二段)，以國內航線為主要營運的機場所受衝擊比以國際航線為主要市場的機場小。兩者所指機場分別為何？建議再予敘明。

回應說明：已經修正研究報告內容，補充說明以國際航線為主的機場，所指為桃園、香港機場，而以國內航線為主的機場為北京、上海、廣州等機場。

5. 報告書 4.3 節北美洲主要機場旅客人數分析(p.36 第一段第 9 行)，文字繕打有誤，旅客人數多「不」及疫情前的十分之一。

回應說明：感謝審查委員的指正，上述誤植已經全數修正。

6. 報告書 5.1 節胡志明市機場往返北美之路徑分析(p.57)，文字繕打有誤，第一段第 4 行前半部：旅客數約 2,180「人」。

回應說明：感謝審查委員的指正，上述誤植已經全數修正

7. 為因應航空市場之即時變化及複雜性，建議提供國際空運資料庫查詢權限予航政司及民航局，作為政策擬議與評估分析之參考。

回應說明：關於系統開放使用問題，由於涉及 IATA 資料使用授權，目前尚無法

對外開放，技術上若可以克服授權問題，研究團隊也將積極配合。

民用航空局

1. 報告書 4.1 節(p.29)及 5.3 章節(p.66)，第 29 頁之「表 7 東亞地區主要機場貨物吞吐量與成長率」內容，其中桃園機場近三年貨運量數據，與第 66 頁 5.3 「2019 至 2021 年桃園機場貨運市場分析」內文首段所提，「桃園機場近三年之貨物總吞吐量(185 萬公噸增加至 246 萬公噸)」數據相異，再查前開表 7 所列之部分年貨運量（如 2012 至 2014 年、2018 至 2021 年）與桃機公司官網登載之貨運量(不含航空郵件)及本局民航統計月報之資料有異，建議再檢視釐清。

回應說明：表 7 所引用的資料來源為 Airport Information 資料庫資料，與官方統計資料略有出入，為避免誤導，已經全數更新為官方發表的統計資料。另議題分析中之貨運資料，資料分析時尚未納入快遞貨物統計資料，期末報告中已經將快遞貨物納入，相關文字也做了修改。

2. 報告書 4.2 節(p.33~47)，有關各區域主要機場之「三、貨運吞吐量」內文，部分文字以「年複合成長率」呈現(如第 37 頁最後一行)，部分文字則以「複合年成長率」呈現(如第 38 頁第 1 行)，建議再檢視調整，予以統一。

回應說明：已經一律修正為「複合年成長率」。

3. 報告書 4.2 節(p.37)，本報告針對北美分別是溫哥華、紐約甘迺迪、舊金山及洛杉磯等 4 座機場進行討論，惟第 37 頁內文第二段（第 2 行）卻另提到多倫多機場，請釐清確認。

回應說明：已經將誤植之多倫多機場更正為溫哥華機場。

4. 報告書 5.2 節(p.62)，表 32 「重點航空公司 2022 年全貨機運能概況」，其中中華航空貨機架數顯示 22 架，惟經查該航空公司應為 21 架，請釐清確認。

回應說明：中華航空貨機架數確實為 21 架，研究報告誤植，已經予以更正。

5. 報告書 5.3 節(p.67)，倒數第 3 行「2020 年新冠『穀』情」，應為錯別字，請修正。

回應說明：感謝審查委員的指正，上述誤植已經修正。

6. 報告書 6.2 節(p.75)，有關後續工作將賡續完成「機場設施與營運」既有 200 個機場的冬季航網資料、運量資料更新和航空公司資料庫之維護，本局後續如有了解其他機場之需求，將參考本資料庫並加以運用。

回應說明：目前系統已經完成班表資料更新，再請 貴局指正。

桃園機場公司

1. 報告書 2.1 節(p.11)，圖 3 功能架構圖內的系統管理，可將本次新增的「編輯貨運資料」納入。

回應說明：期末報告已經更新系統架構圖。

2. 報告書 3.3 節(p.20 及 21)，

(1)IATA MarketIS 稱呼建議一致(有時只稱 MarketIS)。

(2)建議說明表 2 歷年檢索之國際機場部分機場增減之原因，例如紐約甘迺迪機場自 2015 年至 2020 年皆有完整檢索資料，為何 2021 年不再檢索？

回應說明：謝謝指正，已經一律改為 IATA MarketIS。檢索機場為包括紐約，主要是因為經費考量，且疫情期間的營運資料亦不能完全反映正常狀況下的營運，漏失一年應該無嚴重的影響。日後若需要該年度資料，仍可以隨時再訂購。

3. 報告書 4.1 節(p.26、27 及 29)，桃園機場(TPE)於表 5 起降架次、6 旅客人數、表 7 貨物吞吐量，與桃機公司公告有所差異，建議與桃機公司再行確認。

回應說明：謝謝指正，已經更正與桃園機場相同。

4. 報告書 5.2 節，

(1)除了疫情期間，可考慮增加對照組(如疫情前或不同特性的客機腹艙載貨)了解是否為季節性因素影響。

(2)如有引進新機(架數變化)，建議另行標註並說明計算基準是否因此影響。

回應說明：由於 FlightRadar24 所擷取的航班資料並無法判斷是否為客機腹艙載貨，因此無法進行兩者的比較分析。再引進新機的資訊部分，已經補充各航空公司觀察期間的飛機數量。

5. 報告書 5.3 節，

(1) 機下直轉占比低，建議將主要分析針對進出轉口部分進行分析，機下直轉部分內容有過度解釋，如「緊急性物資運送及海運運力無法發揮」等因素可能無法直接與機下直轉相關聯，應該對整體航空貨運運量進出口皆有影響。

(2) 桃機公司提供之貨運量僅包含一般貨及機下直轉，不包含快遞貨，應另行標註總貨量之差異。

(3) 航空貨運可能受季節性影響，因此在分析時，國家佔比亦可以以逐月分析觀察季節性影響；此外，航空貨運亦受國際政治、經濟如中美貿易等影響，因此分析說明時應另行考慮及加註其因素再行定論或說明。

回應說明：感謝提供寶貴意見。期末報告中，針對貨運資料庫部分已經補充了快

遞貨物，且針對各種不同貨物的比例也做了年度的比較分析。由於空運資料庫為本年度首次嘗試，相關資料仍待控衡，本期的目標站已完成初步的分析資料呈現為主，更深入的分析將再後續階段考量議題的相關性再逐步擴充。

6. 錯別字或單位，p.6、25~47、66 及 67：

(1)報告書 p.6，十二、撰寫使用手冊…以協「助」委託單位…。

(2)報告書 p. 25~47，表格須加註單位(如架次、人、噸)。

(3)報告書 p.66，年份應完整加註「年」，如 2019 年。

(4)報告書 p.67，倒數第 3 行…在 2020 年新冠「疫」情剛剛爆發…。

回應說明：感謝審查委員的指正，上述誤植已經全數修正。

附錄二 系統展示與專家座談會議紀錄

會議名稱：111 年度「國際空運資料庫」更新擴充及資料分析服務

(計畫編號：IOT-111-EC004)系統展示與資料分析座談會

開會時間：2022 年 11 月 21 日上午 10:00~11:30

開會地點：交通部運輸研究所 10 樓會議室

主 席：交通部運輸研究所運工組許修豪 副組長

計畫執行團隊：國立臺灣海洋大學航運管理學系

與會人員：詳簽到單

會議內容：

一、主席報告：(略)

二、工作團隊簡報：(略)

三、問題提問與討論

發言內容

主席致詞：(略)

航空運輸商業同業公會

1. 資料與議題分析內容與航空市場發展現況吻合，具有參考價值。
2. 報告使用 IATA MarketIS 資料，但由於 GDS 系統被未納入，因此有三種來源的誤差(1)團客較多的航空公司；(2)官網自行購票的旅客；(3)LCC，因此在使用資料時需要注意資料的準確性。
3. 東南亞中轉北美是臺灣最主要的中轉市場，2022 年邊境逐漸開放，此一中轉旅客回復得很快。未來桃園機場面臨的主要競爭對手包括：香港及新加坡，新加坡嘗試以直航方式與中轉航線競爭，此一模式是否可行猶待觀察。除了以東亞為中轉機場外，往西(中東、土耳其等)也是可能的選擇路徑，但目的地應為美東或是歐洲的城市。這一航線中，以杜拜、杜哈、伊士坦堡較具競爭力。尤其是伊士坦堡機場本身有 200 個航點，與歐洲有 100 個航點，加上地理位置的優勢，可以窄體飛機提供密集航班，有很強的競爭優勢。
4. 泰國在中轉的競爭優勢逐漸流失，尤其是泰航破產重整，疫情之後泰航規模將比疫情之前縮小很多。
5. AirAisa 的競爭力值得注意，目前 LCC 尚未提供長程的航班，但挾機隊規模優

勢與運輸科技的進步，可能對傳統航空業者造成衝擊。

回應說明：感謝提供寶貴意見，相關意見在未來進行分析時將納入參考。關於 IATA MarketIS 資料的準確性問題，由於目前仍無其他更可靠的資料來源，且 IATA MarketIS 有其一貫性，長期趨勢仍有參考價值，但也會持續注意此一資料精確度的問題。

民航局

民航局每個月都參與此一計畫的工作會議，對於計畫執行內容充分了解，相關意見也已經在工作會議中表達。

回應說明：感謝民航局同仁本年度工作會議中參與討論及提供寶貴意見。

桃園機場公司

1. 疫情期間，東南亞往返北美與歐洲的中轉移動路線，受各國的邊境管制及轉機政策影響很大，建議於報告及標題中明確說明。(以桃園機場為例，觀察疫情期間每月的運量統計和邊境管制及轉機政策呈現高度相關)
2. 貨運資料庫方面也是每月參與此一計畫的工作會議，相關意見也已經在工作會議中表達。

回應說明：感謝桃機公司提供貨運資料及寶貴意見，使本年度可以順利建立貨運資料系統。關於逐月分析資料的建議，受限於經費，無法購置逐月的資料，目前尚無法進行逐月或逐季的分析。

華信航空

華信航空以國內航線為主，對本次分析的議題並無補充的看法。

回應說明：感謝參加。

臺灣虎航

疫情之後空運市場快入回溫，建議針對亞洲地區的市場進行有系統、持續性的探討。

回應說明：感謝提供建議，後續在擬定議題時，會將此一分析方向納入。

星宇航空

航空運輸有季節週期問題，目前以年為單位進行分析，可能會忽略週期因素的影響，建議逐月進行分析會更為精準。

回應說明：由於經費的限制，無法購置逐月的資料，因此目前尚無法進行逐月或逐季的分析。

附錄三 期末報告審查意見及回應

但昭璧 委員

1. 「分析工具」所列項目與次頁(p.13)之敘述並未完整對映及說明，建議補充。

回應說明：感謝委員提醒，已更新分析工具相關內容的說明文字。

2. 「分析工具」可考量名為「內建分析模式」，可於各單位自行引用資料完成分析後有所分別。

回應說明：感謝委員建議，會將此一建議提交下一年度工作會議討論後再決定是否更改。

何惠安 委員

1. Window server 2012 版本已舊，依通用漏洞評分系統(CVSS)其積分為 5~5.99 分，宜速更新版本。

回應說明：確實作業系統版本過舊會有風險因子存在，差別在舊版本的漏洞可以手動修改更新，需要時間處理與驗證，新版的系統部分內建不用處理，微軟 2012 已沒有更新維護，如有需要可以在在下年度升級更新作業系統。

2. 未來，於批次上傳大量資料時，資料庫中宜註記資料來源(管理者、編輯者或批次上傳者)

回應說明：感謝委員建議，下年度會在上傳與更新資料表中增加欄位，便於儲存更新時間、記錄者等資訊。

3. 資料庫系統的功能精進及效能強化，奠基於資料庫綱要及分析工具。建議

(1)檢討目前資料庫綱要(database scheme)，使更新為第三級正常化(3NF)之結構。

(2)導入 ETL 工具，將資料庫資料有效摘取至易於分析的 Data Cube 或 Data Mart。

(3)導入線上分析處理(OLAP)工具(如 Apache Kylin)，分析摘取儲存於 Data Cube 中的資料(大量資料)。

回應說明：感謝委員的建議，下年度會檢討各資料表之結構，令其能更有效分析使用資料。由於弱點分析事宜需要一點時間，因為沿用之前的網站架構設計，當初沒有處理到限制跨網域的問題，網站中所有向網站後台請求資料的相關程式皆要改動，還需要時間處理。

林信得 委員

1. P.53 頁 4.6 節機場運量分析...四、除了疫情影響各機場 2020 及 2021 年營運之

外，中美貿易戰、塞港問題、跨國供應鏈調整等因素，都可能影響機場的營運。
建議刪除「中美貿易戰」，因為「中美貿易戰」與全球五大區域之代表性機場之運量變化，尚無具體數據顯示有正相關。

回應說明：感謝委員建議，已經在修正報告中將「中美貿易戰」等文字刪除。

2. P.57 第一行文字敘述，表 22 為檢索機場出入境旅客人次...但表 22 「...檢索機場近三年起迄運量彙整」，建議使用一致之名稱。

回應說明：感謝委員的建議，修正期末報告中已經修改相關文字。

3. P.60 第二行...中東地區的杜拜、卡達、杜哈...，應該刪除「卡達」。

回應說明：感謝委員的提醒，修正期末報告中已經將卡達刪除。

4. P.126 最後第五行...「推測這些公司原來的客機腹艙載貨比例頗高，因此才會因為客機大幅減班，也失去大量腹艙載貨運能。」事實上每一家航空公司都有客機腹艙載貨，如此推測在邏輯上似嫌薄弱。

回應說明：感謝審查委員的指正，關於此一說明確實可能導致讀者誤解，故已經將相關文字刪除。

5. 第四章有關機場航班與運量之變化分析，所呈現的數據資料年份是 2010~2021，P.51 貨物吞吐量之比較年份亦是 2010~2021 年，惟 P.134 有關桃園機場貨運市場分析，研究團隊只要求桃園機場公司提供 2019 至 2021 年貨運量資料，研究團隊已說明 IATA CargoIS 資料的可靠性與涵蓋性嚴重不足，本年度先將工作重點放在建立以桃園機場提供之貨量資料檢索系統，做為延伸客運資料庫的嘗試。既然桃園機場之貨量資料是現成的，建議比照 P.51 貨物吞吐量之分析，資料年份可以涵蓋 2010~2021 年，增加議題分析的效用。

回應說明：報告書第四章與第六章機場貨運資料的資料來源並不相同。第六章桃園機場貨運資料，為桃機公司提供，包括詳細的貨物流向、航空公司、貨物性質等資料。第四章 200 個機場的貨運資料，資料來自於 Airport Information 資料庫，僅貨物總量資料，故兩者無法以相同的標準進行分析。由於桃園機場貨運資料在本年度剛建立，資料乃是由桃機公司提供，若此一貨物系統的內涵沒有問題，後續將再評估把桃園機場貨運資料延伸至更早的年度。

6. P.145 第六行...曼谷與菲律賓機場往返北美、歐洲地區...，「菲律賓機場」應改為「馬尼拉機場」。

回應說明：感謝審查委員指正，修正報告書已經將誤植文字修改。

韓振華 委員

1. 表 24-27 針對亞洲主要機場出、入境及轉機市場進行集中度統計，建議可進一步說明其代表之意涵及對各機場競爭力之影響；另亦建議可做疫情前後之比較分析，以瞭解相關機場是否因疫情影響，致航班、航點減少而造成集中度提高。

回應說明：感謝委員之寶貴建議，已經在修正的報告中，以文字說明的方式，對照比較疫情前後機場集中度的變化(第 61 及 62 頁)，並說明集中度上升的可能原因。

2. 6.1 節分別分析東南亞主要機場往返北美及歐洲之路徑變化，可看出桃園、香港等機場因採取較嚴格之邊境管制措施，而使成田、羽田、仁川以及中東杜拜、杜哈、卡達等機場成為疫情期間東南亞旅客往返歐美轉機主要之機場，建議是否可針對該等機場在東南亞往返北美及往返歐洲中轉之旅客量分別做一比較分析，以進一步瞭解該等機場在疫情期間之轉機競爭力。

回應說明：感謝委員提供寶貴的觀點，惟旅客移動資料來源為 IATA MARETIS 檢索資料，本年度因分析此一議題，購置曼谷、馬尼拉、胡志明市、吉隆坡四個機場資料，但並未購置羽田、杜拜、杜哈、卡達等機場的旅客移動資料，因此無法進行以這幾個機場為中轉點的旅客移動資料分析。此一意見將提交下一年度工作會議，評估討論購置羽田、杜拜、杜哈、卡達等機場的營運資料。

3. 依報告所述，曼谷機場往返北美地區，除經仁川機場中轉票價上漲外，其餘經香港、成田、杜哈、杜拜等機場中轉票價均較疫情前下跌。惟依報告分析，曼谷機場往返北美之平均票價，2021 年仍略高於 2019 年，且票價下降趨勢與報告分析之其他亞洲機場有所不同，建議可再檢視資料之正確性，或可進一步瞭解其原因。

回應說明：感謝委員提供寶貴的觀點，經檢視平均票價資料並無誤植。因為所購置的旅客移動資料為整年度的資料，平均價格較難顯示季度的變化，且雖 2021 年平均價格略低於 2019 年，但不同中轉機場的平均票價變異很大，因此仍難以判斷曼谷機場到北美各地的中轉成本較疫情之前降低。在本報告中，已經說明此一觀點，提供讀者參考。

4. 在系統功能之擴充建議中，針對系統開放提出相關建議，為使本資料庫能發揮更大效用，建議於下一期計畫賡續研議推動。

回應說明：關於系統對外開放問題，由於涉及資料的智慧財產權以及網路資安等因素，多年來尚無法有妥善的方案，此一議題也會轉交給下一年度的工作會議進行評估。

交通部航政司

1.第五章重要資料數據分析部分，疫情前全球經濟活動係有區域化、去中心化現象，連帶影響國際空運發展特性，如觀光帶動客運量成長、區域航線增加、貨運成長趨緩等趨勢；109 年疫情爆發，民眾生活、工作模式產生變化，各國邊境防疫政策亦嚴重影響航空市場，研究團隊雖已綜整 108 至 110 年相關數據，惟考量 111 年間各國多數已疫情解封，適值航空客運市場開始復甦。為瞭解疫情前後航空客貨運變化趨勢，111 年數據分析至為關鍵，爰建議研究團隊於案內增加 111 年航機架次、旅次及貨運量等相關數據分析，以利後續政策參考運用。

回應說明：感謝航政司的建議，由於目前尚無完整的 111 年資料，下一年度的工作重點也會納入這些項目進行分析。

2. 鑑於疫情前東南亞往返歐美洲際航線，多數旅客會選擇於中國轉機，惟疫情期間中國實施清零及封控政策，我桃園機場疫情期間亦多次實施禁止轉機，建議研究團隊加以分析，原利用中國與我國中轉東南亞與歐美間之旅次轉移路徑變化，俾利瞭解中轉航點之競爭與替代性。

回應說明：在本年度的報告中，已經比較了東南亞四個機場到北美與歐洲的中轉機場排序，從此一排序中，即可看出中轉移動路徑的變化。以曼谷機場為例，疫情之前桃園機場為曼谷機場前往北美的最主要的中轉機場，而在 2021 年桃園機場在此一路線的市佔率已落到 10 名之外，市場被杜哈、成田、仁川、羽田、杜拜等機場瓜分(表 70)。疫情後的變化也將會持續追蹤分析。疫情之前，經中國機場中轉的旅次並不多，但也會持續關注。

3.報告中內敘明多數東南亞國家中轉至北美占比降低，惟胡志明市、中東地區杜哈、阿布達比及杜拜在中轉占比有大幅度提高情形，其與中國及我國轉機政策是否具有關聯性，建議加以分析，並納入報告結論與建議 7.1 三(一)。

回應說明：桃園機場占比降低卻與防疫措施有關，已經遵照建議在結論與建議中說明(146 頁)。

4. 鑑於新冠肺炎疫情變化已影響國際空運發展趨勢，航空產業為配合各國縮減航點、邊境防疫政策、並基於營運成本考量，捨棄過去中轉模式改以直航或調整機型因應，進而影響各國中轉旅次量(如曼谷旅次變化)，爰為進一步瞭解疫情變化對於業者營運及各國旅次量之影響，請研究團隊於議題分析增加說明業者因應疫情變化其機隊之規劃配置(如疫情前為區域-疫情後改洲際)、營運機型與

航行距離變化等，以利於各相關單位參考運用。

回應說明：感謝提供寶貴建議。疫情對於機場營運(中轉、OD)的影響是值得深入探討的議題。相關建議將提報明年度工作會議討論，以界定明年度的研究議題。

5.有關報告述及各家業者貨機滯地率部分，建議再瞭解航空公司貨機滯地率第 2 季上升之原因，又第 3 季各家業者貨機滯地率皆緩和下降，是否為需求減緩問題，另滯地率可否直接推得貨運需求減緩，建議再予考量。

回應說明：關於貨機機隊第二季滯地率上升原因，主要係因為第二季上海實施風控的緣故，已經在修正報告中補充相關說明(第 130 頁)。

6.報告本文 P.59、61、62「宿霧」誤繕為「霧宿」；P.129 韓亞航滯地率應有誤植，請修正。

回應說明：感謝指正，已經完成修正。

民用航空局

1.在有限資源下能完成此一資料庫及議題分析，值得肯定。

回應說明：感謝肯定

2.由於只能分析少數機場的旅客移動資料，以少數機場資料做為桃園機場比較的對象，所獲得的結果可能較為侷限。

回應說明：由於經費有限，每年僅能檢索特定機場的旅客移動資料，確實無法涵蓋所有機場的全貌。針對此一問題，除了更加謹慎挑選檢索機場，選擇與桃園機場營運較有關聯的機廠進行分析之外，也將部分資源用來檢索若干潛在機會或威脅的機場。同時，也打算透過回溯的檢索方式，以較便宜價格購置過去年份的資料，以求資料庫內容的充實。

3.隨著國境開放，各機場許多航線都已經復飛，預期 2022 年的營運資料將會有很大的變化，期待相關議題之分析。

回應說明：下一年度除了原有的機場資料、旅客移動資料外，也會針對政策上或產業發展上較重大的議題進行分析，希望能夠對使用者有所助益。

4.期待資料庫系統對外開放，也請持續推動。

回應說明：關於系統對外開放問題，由於涉及資料的智慧財產權以及網路資安等因素，多年來尚無法有妥善的方案，此一議題也會轉交給下一年度的工作會議進行評估。

桃園機場公司

1. 3.4 節第一段第二行：桃園機場目前維護的相關資料內容分成一般貨”及”快遞貨兩大部分，文字誤植。

回應說明：感謝指正，已經訂正完成。

2. 本節進行 2010-2021 年間各機場的起降架次、客、貨量比較。惟 2020 年疫情爆發後，受疫情影響，各機場客運量雪崩式下滑、有些機場貨運量反而創歷史新高、各機場起降架次的減幅亦大不相同；除目前報告中所提受疫情及邊境政策影響外，各機場的國籍航空公司之機隊組成(客、貨機數量)、於疫情期間對於航機的靈活運用(如客艙載貨)等，都是影響因素，建議能於報告中補充。

回應說明：謝謝提供寶貴意見。本計畫除了系統功能開發與資料維護之外，也會針對較重要的議題進行分析。但影響機場、航空公司營運的因素眾多，並非資料庫能完整涵蓋，審查意見所提的影響因素，目前資料庫並未涵蓋，會將相關建議提交下年度工作會議討論，評估是否納入明年度之議題分析。

3. 白雲機場的運量在疫情期間衰退幅度較小，除了報告所提採取防疫措施不同外，建議再探究其他可能因素。(例如：機場的國內航線與國際航線的比例、採取調控國際線時間帶，供國內航線使用等等)。

回應說明：中國大陸三個機場(北京、上海、廣州)受疫情衝擊較小，主要是國內航線占比較高，此為中國機場共同的特性，白雲機場並非特例。後續研究也將會進一步評估是否將中國主要機場在疫情期間的營運對策納入年度議題分析中。

4. 表 14 顯示舊金山機場 2020 年及 2021 年的貨量走勢與其他 3 個機場相比明顯不同，但倒數第二行謹說明”由於 2021 年貨量異常”，是否有較為細緻的原因分析？

回應說明：本資料庫涵蓋的資料並無法看出舊金山機場貨量異常的原因。相關原因分析涉及更加深入的質化與量化資料收集等，實已超出本研究的範圍。但仍會將此一議題提交下年度工作會議，討論是否納入當年度的議題分析。

5. 第 44 頁 4.4 節第二段倒數第二行”此一地區較大型的機場，貨運量的成長已經趨於穩定”，是設施容量問題還是區域經濟問題或其他原因？是否有較明確的原因才得此論述？

回應說明：本資料庫維護 200 個機場營運資料，涵蓋的資料並無法看出機場營運成長、趨於穩定、衰退的原因。特定機場的營運趨勢及相關原因分析，涉及更加深入的質化與量化資料收集等，實已超出本研究的範圍。但也會將此一議題提交下年度工作會議，討論是否將特定機場的營運狀況納入當年度的議題分析。

6. 第 48 頁 4.5 節最後一行，雪梨機場復甦力道高於亞洲機場，是否有較具體原因或其他因素可補充？例如邊境政策的鬆綁等等。

回應說明：本資料庫涵蓋的資料並無法看出機場營運成長、趨於穩定、衰退的原因。特定機場的營運趨勢及相關原因分析，涉及更加深入的質化與量化資料收集等，實已超出本研究的範圍。但仍會將此一議題提交下年度工作會議，討論是否將特定機場的營運狀況納入當年度的議題分析。

7. 第 53 頁 4.6 節本章之小節，關於 2021 年各洲主要機場的營運呈現較大的分歧，歸結為邊境管制措施的不同。惟除邊境管制措施外，各國疫情嚴重狀況亦影響旅客出行意願，建議能再將相關可能原因補充。

回應說明：感謝寶貴意見，已經在該小結中補充說明另有其他可能之影響因素。

8. 第 58 頁第 5 章，HKG-TPE 跌出前 5 大行列，如已知有較明確原因，如邊境政策較鄰近地區為嚴苛等因素，補充尤佳。

回應說明：感謝提供寶貴意見。疫情期間影響 HKG-TPE 航線旅次最主要的原因，實為兩岸三地都採取相對嚴格的邊境管制措施，但是否另有其他政治、經濟因素，須等到疫情趨緩之後，對比疫情前後的旅客人次，才能夠進行較完整的比較分析。此一觀點已經補充於第五章 5.2 節的說明(64 頁)。

9. 第五章針對中轉路徑的分析，因 TPE 在疫情期間曾終止轉機服務，其他機場是否也是因受限邊境管制因素或者是剛性需求造成的中轉路徑，如有已知訊息建議可在該段落補充。

回應說明：關於主要機場在疫情期間的中轉規定，已經彙整於期末報告表 68 中轉機場所在國家的邊境管制措施，敬請參酌。

10. 第 104 頁 5.3 節最後一行”此一現象主要是由於東西方受疫情衝擊的程度不同”此敘述建議是否改為”東西方因應疫情的策略不同”較為貼切？

回應說明：感謝寶貴意見，已經遵照意見修正文字。

11. 第 120 頁第三段，成田及羽田機場在疫情期間中轉表現較佳的原因，是否有針對疫情前後航班變化及轉機航班銜接的便利性做比較，來驗證是否是受疫情影響導致的特殊情形或者真的是日本的轉機便利性已逐漸優化？

回應說明：疫情之前，日本機場並非中轉美國的主要競爭機場，成田與羽田機場在 2021 年中轉表現較佳，而在 2020 年並無此一現象，研判部分原因可能受 2021 年東京奧運的影響。中轉競爭力是否已經提升，仍需等疫情之後進行機場的比較才能確認。

12.第 161 頁附錄二，本公司發言第 1 點，建請修正如下：疫情期間，東南亞往返北美與歐洲的中轉移動路線，受各國的邊境管制及轉機政策影響很大，建議於報告及標題中明確說明。(以桃園機場為例，觀察疫情期間每月的運量統計和邊境管制及轉機政策呈現高度相關)

回應說明：已經遵照意見修改附錄二之發言紀錄。

交通部運研所

一、運管組

1. 第 13 頁第一段第 2 行「.....擴充與優化，截至期中報告階段，主要成果包括：增加起迄市場資料…….」，本 2.2 節資料內容是否有更新至期末階段？

回應說明：感謝指正，已經修正誤植文字，並且更新該段落的說明文字。

2. 在系統功能或使用者瀏覽之優化部分，建議未來是否可將第三、四章所蒐集之重要、豐富資料，透過「資料視覺化」相關軟體，以不同型式圖表或圖像化來呈現(如儀表版)，使繁瑣的資料容易被解讀，讓使用者用看的就能「看」出重點。

回應說明：謝謝提供寶貴意見。圖形顯示的效果確實優於表格，但因為考量期中、期末報告是以 word 檔 A4 格式呈現，部分圖形在此格式中呈現的效果反而不佳。不過本計畫仍會持續注意是否有較佳的工具，可以持續改善資料分析結果的呈現方式。

3. 後續幾年之特定議題分析，可否針對桃園機場做「疫情前後桃園機場往返歐美移動路徑之旅次變化」分析？

回應說明：感謝提供寶貴建議。議題分析之主題都是經工作會議討論後決定，會將此一意見提交工作會議討論。

4. 由於航空客運運量大跌，航班減少，但貨運需求大增(國際海運塞港，海運供不應求，轉由空運)，部分航空公司將客機改造為全貨機，加入貨運營運，是否會影響本節載貨延噸公里、貨機數量及 P.127 五項指標之計算？

回應說明：感謝提醒，確實可能有客機改造為全貨機的情形而統計資料無法呈現，但應不至於大幅影響各航空公司的排名。已經在該表格的說明文字中，提醒讀者注意此一情形。

5.第 134 頁有關「一、總量分析」提及「2021 年一般貨之出口、轉口出倉和轉口進倉之貨量比例將近一致，三項總和佔全部吞吐的 65%」及圖 46 均將「轉口

出倉」及「轉口進倉」貨量分開計算，但兩種之貨物是否應一樣或近似一樣(轉口貨物不入境，多少進來就多少出去)，不宜分開計算，以免高估總吞吐量？

回應說明：感謝提醒，不過由於每月轉口出倉與轉口進倉的數量差距頗大，且轉口到自由貿易港區的貨物，仍有可能在港區內進行深層加工增值，其價值與重量都會有所變化，因此同時呈現兩種資料，且明白標註「轉口出倉」及「轉口進倉」應該能讓讀者更加瞭解實際營運狀況。

6. 建議後續度之特定議題分析，可將 2019 年資料訂為「疫前」、將 2020-2021 年訂為「疫情期間」，而將 2022 年以後訂為「疫後」進行分析，以瞭解疫情對桃園機場國際貨運之衝擊。

回應說明：感謝寶貴意見，由於疫情尚未完全結束，2022 年以及以後的年份要如何以明確的名稱來稱呼，將會在工作會議中做進一步討論。

二、港灣研究中心

1. 資料庫內容及豐富，是進行各項空運研究，機場發展分析的重要基礎資料。

回應說明：感謝肯定。

2. 建議後續務必持續維護與納入新資料，若能開放給更多想要進行空運研究的產官學界使用，則實用價值更高。

回應說明：後續將持續進行資料與分析議題擴充，資料開放也將在合乎智慧財產權規範與資安考量下進行評估。

三、運輸工程組

1. 報告書中，文字誤繕及需修正部分將另行提供研究團隊。

回應說明：報告書誤繕及需修正部分已修改完成。

