

111-062-2325
IOT-110-EC004

110 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 111 年 7 月

111-062-2325

IOT-110-EC004

110 年度「國際空運資料庫」更新 擴充及資料分析

著者：盧華安、余昆東、張淑淨、許書耕、賴威伸、符玉梅

交通部運輸研究所

中華民國 111 年 7 月

110 年度「國際空運資料庫」更新擴充及資料分析

著 者：盧華安、余昆東、張淑淨、許書耕、賴威伸、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 111 年 7 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：110 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 111-062-2325	計畫編號 110-EC004
本所主辦單位：運輸工程組 主管：許書耕 計畫主持人：許書耕 參與人員：賴威伸、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：余昆東、張淑靜 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 110 年 3 月 至 110 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			
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」目前包含「機場設施與營運」以及「旅客起迄」兩方向之相關資料。 本年度維護案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。2020 年旅客移動資料之檢索機場，包括桃園機場(TPE)及臺灣全境之機場、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)、紐約甘迺迪機場(JFK)等，合計檢索臺灣 17 個機場和其他外國 7 個機場，共 24 個機場，檢索內容包括機場之入、出境與中轉旅客資料。於資料分析服務部分包括亞洲、北美、歐洲、中東等地區主要機場的航班與運量變化；特定議題分析方面，則針對疫情衝擊下亞洲主要航空公司客機與貨機機隊之應用。 本計畫亦嘗試瞭解 IATA CargoIS 空運貨量資料的內容，以判定後續能否維護空運需求資料，故試行檢索香港和桃園機場的內容進行初步探索，初步發現 CargoIS 所提供之桃園及香港機場貨量資料與民航局及香港官方公布之資料誤差頗大，顯示其機場貨量資料之可靠性與涵蓋性不足。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
111 年 7 月	122	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: 2021 Maintenance and data analysis for the International Air Transport Database			
ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER 111-062-2325	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 2021 TO December 2021
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			
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, which named Airport Facility and Operation (AFO) and Passenger Origin-Destination (POD). For conducting ongoing database maintenance, the focus of this year including updating basic and operating data of 200 airports of this database, and conducting on-going analysis of traveler movements of major airports based on IATA MarketIS database. In analysis of 2020 traveler movement, 17 airports in Taiwan and 7 international ports totally 24 airports were included. These international airports are Taipei (TPE), Seoul (ICN), Tokyo-Narita (NRT), Singapore (SIN), Hong Kong (HKG), Shanghai (PVG), Los Angeles (LAX), New York (JFK). The contents of enquired data also include the movement of origin and destination (O-D) and transferred passengers. The airports analysis conducted comparison among international airport in different area, which covered Asia (SouthEast, NorthEast, Middle etc.), North America, Europe areas. In addition to travel movement and airport operation analysis, this project also commenced the analysis for specific topics. In this stage, two topics are reported, one is the operating status of major Asia airline during the Covid 19 pandemic. The other one is to validation the CargoIS statistics data by comparing these data with Taiwan official statistics.			
DATE OF PUBLICATION Jul 2022	NUMBER OF PAGES 122	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 工作範圍	2
1.3 工作內容	3
1.4 工作流程	4
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 系統查詢功能之改善及優化	12
第三章 資料採購與擴充	21
3.1 機場資料檢索：Airport Information (AI) 和 Flightradar24	21
3.2 機隊派遣資料取得：Flightradar24	24
3.3 貨物起迄資料檢索：IATA CargoIS	26
3.4 旅客起迄資料檢索：IATA MarketIS	28
第四章 重要資料數據變化分析：機場航班與運量	31
4-1 東亞主要機場	31
4-2 東南亞主要機場	36
4-3 北美洲主要機場	40
4-4 歐洲主要機場	44
4-5 中東、南亞及紐澳地區主要機場	47
4-6 機場運量分析小結	52
第五章 議題分析	53
5-1 2020 年疫情衝擊下亞洲主要航空公司客機機隊之應用	53
5-2 2020 年疫情衝擊下亞洲主要航空公司貨機機隊之應用	70
5-3 CargoIS 資料可靠性與涵蓋性之分析	75
5-4 香港機場貨運吞吐資料分析	77

5-5 議題分析小結	82
第六章 結論與建議	85
6-1 結論	85
6-2 建議	88
參考文獻	91
附錄一 期中報告審查意見及回應	93
附錄二 系統展示與資料分析座談會會議紀錄	101
附錄三 期末報告審查意見及回應	105

圖目錄

圖 1	系統擴充改善與相關作業之流程圖	6
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	起迄航程圖形顯示新增之優化功能	13
圖 5	未設定之前的查詢結果圖形顯示	14
圖 6	設定顯示 5 筆資料並指定特定航線為紅色之圖形顯示結果	14
圖 7	起迄航程查詢提供航空公司營運資料副圖	15
圖 8	起迄航程查詢結果之整合呈現	15
圖 9	供需分析之查詢結果顯示畫面	16
圖 10	資料分析結果之匯出圖形	17
圖 11	資料分析結果之原始數據檔案匯出	17
圖 12	航空公司資料表之欄位	18
圖 13	國際或國內航線的查詢功能畫面	19
圖 14	Airport Information 資料庫查詢畫面	22
圖 15	Airport Information 資料庫亞洲機場旅客量排名查詢畫面	22
圖 16	Airport Information 資料庫中所維護的桃園機場跑道資料	23
圖 17	Flightradar24 之 TPE 出發航班查詢擷取畫面	24
圖 18	長榮機隊查詢	25
圖 19	長榮 B-16705 飛機之歷史執行航班查詢	25
圖 20	東亞地區主要機場飛機起降架次比較(2017-2020)	31
圖 21	東亞地區主要機場旅客人數比較(2017-2020)	34
圖 22	東亞地區主要機場貨物吞吐量比較(2017-2020)	35
圖 23	東南亞地區主要機場飛機起降架次比較(2017-2020)	37
圖 24	東南亞地區主要機場旅客人數比較(2017-2020)	38
圖 25	東南亞地區主要機場貨物吞吐量比較(2017-2020)	39
圖 26	北美地區主要機場飛機起降架次比較(2017-2020)	41
圖 27	北美地區主要機場旅客人數比較(2017-2020)	41

圖 28 北美地區主要機場貨物吞吐量比較(2017-2020)	43
圖 29 歐洲地區主要機場飛機起降架次比較(2017-2020)	45
圖 30 歐洲地區主要機場旅客人數比較(2017-2020)	45
圖 31 歐洲地區主要機場貨物吞吐量比較(2017-2020)	46
圖 32 中東、南亞及紐澳地區主要機場飛機起降架次比較(2017-2020)	49
圖 33 中東、南亞及紐澳地區主要機場旅客人數比較(2017-2020)	50
圖 34 中東、南亞及紐澳地區主要機場貨物吞吐量比較(2017-2020)	52
圖 35 華航與長榮客機機隊疫情衝擊下之客機營運時數變化	56
圖 36 華航與長榮客機機隊疫情衝擊下飛機平均使用率之變化	57
圖 37 中國與香港主要航空公司客機機隊疫情衝擊下之客機營運時數變化	58
圖 38 中國與香港主要航空公司客機機隊疫情衝擊下飛機平均使用率之變化	59
圖 39 東南亞地區主要航空公司客機機隊疫情衝擊下之客機營運時數變化	60
圖 40 東南亞地區主要航空公司客機機隊疫情衝擊下飛機平均使用率之變化	60
圖 41 東北亞地區主要航空公司客機機隊疫情衝擊下之客機營運時數變化	62
圖 42 東北亞地區主要航空公司客機機隊疫情衝擊下飛機平均使用率之變化	63
圖 43 圖 43 亞洲 LCC 疫情衝擊下之營運時數變化	66
圖 44 圖 44 亞洲 LCC 疫情衝擊下飛機平均使用率變化	66
圖 45 國內航線佔比與飛機平均使用率減幅之關聯	68
圖 46 機隊規模與飛機平均使用率減幅之關聯	69
圖 47 亞洲主要航空公司貨機疫情衝擊下之營運時數變化(10 架以上)	73
圖 48 亞洲主要航空公司貨機疫情衝擊下之飛機平均使用率變化(10 架以上)	73
圖 49 亞洲主要航空公司貨機疫情衝擊下之營運時數變化(10 架以下)	74
圖 50 亞洲主要航空公司貨機疫情衝擊下飛機平均使用率變化(10 架以下)	75
圖 51 香港機場貨運吞吐量之變化	79
圖 52 香港機場貨運出口流向及趨勢	80
圖 53 香港機場貨運進口來源及趨勢	80
圖 54 桃園機場與香港機場貨運量比較	82

表目錄

表 1	伺服器運作所需軟體環境	11
表 2	IATA CargoIS 之貨運市場報表資料格式	27
表 3	IATA CargoIS 檢索資料筆數彙整	28
表 4	歷年 MarketIS 檢索之國際機場	29
表 5	IATA MarketIS 之旅客起迄報表資料格式	30
表 6	東亞地區主要機場飛機起降架次與成長率(2009-2020)	32
表 7	東亞地區主要機場旅客人數與成長率(2009-2020)	33
表 8	東亞地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2009-2020)	35
表 9	東南亞地區主要機場飛機起降架次與成長率(2009-2020)	36
表 10	東南亞地區主要機場旅客人數與成長率(2009-2020)	38
表 11	東南亞地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2009-2020)	39
表 12	北美地區主要機場飛機起降架次與成長率(2009-2020)	40
表 13	北美地區主要機場旅客人數與成長率(2009-2020)	42
表 14	北美地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2009-2020)	43
表 15	歐洲地區主要機場飛機起降架次與成長率(2009-2020)	44
表 16	歐洲地區主要機場旅客人數與成長率(2009-2020)	46
表 17	歐洲地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2009-2020)	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(2009-2020)	48
表 19	中東、南亞及紐澳地區主要機場旅客人數與成長率(2009-2020)	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(2009-2020)	51
表 21	亞洲主要航空公司疫情衝擊下客機營運狀況彙整	55
表 22	亞洲主要 LCC 疫情衝擊下客機營運狀況彙整	65
表 23	亞洲主要航空公司疫情衝擊下貨機營運狀況彙整	72
表 24	IATA CargoIS 檢索貨運資料之可靠性分析(2020 年)	76
表 25	我國前 15 大空運承攬業者 2020 年出口數值與 CargoIS 資料比較	77
表 26	香港機場各季於不同地區之空運進出口貨物噸數成長率	81
表 27	桃園機場與香港機場空運貨物噸數逐季成長率	82

第一章 緒論

1.1 計畫背景

本計畫案乃本所 103 至 109 年度「國際空運資料庫」更新擴充及資料分析計畫之延伸。「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）。之前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，現已全部存放在「國際空運資料庫」中，此資料庫於去年已擴充至 200 個機場的基本資料、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，配合需要擴充分析功能。

同時，「國際空運資料庫」也建置了旅客起迄資料，藉由國際航空運輸協會(International Air Transport Association, IATA)之市場資料檢索管道 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的動態，每年檢索的機場也視需要調整。透過 MarketIS 資料統計分析，可瞭解資料收錄機場之入出境旅客運量、不同移動路線的旅客人數統計、特定市場間之旅客需求和旅客選擇之中轉機場。

本計畫之目的乃在上述維護案之研究成果上，持續追蹤及更新重要機場的運量、航網和營運等相關資料。另外，本計畫也持續擴充旅客運量與旅行路徑資料庫，因為受到新冠疫情影響，2020 年各國際機場的營運都呈現雪崩式下滑，針對這一年度資料進行分析之參考價值較低，因此本年度除桃園機場及臺灣 17 個機場之外，僅檢索 7 個主要國際機場進行資料追蹤與分析，共計 24 個機場。本年度納入 IATA MarketIS 檢索的機場包括：桃園機場(TPE)及臺灣全境機場、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)、紐約甘迺迪機場(JFK)。

在疫情的影響下，客運受到的衝擊明顯高於貨運，各航空公司在此一不可抗力的因素下，如何調控機隊運用，影響公司成本和未來復原階段間的銜接策略。因此本計畫透過擷取 2019 年 11 月到 2021 年 2 月份 Flight Radar24 之航空公司起降航班資料，進行逐月資料分析，期能就疫情前後階段，進行飛機執飛派遣策略的比較。相對於客運資料的詳細完整，貨運需求資料的蒐集雖不在原計畫明列項目之中，但亦成為本期計畫重點之一，以期研判後續能否於空運資料庫中維護貨運需求資料，故嘗試選擇向 IATA CargoIS 檢索香港和桃園機場的資料進行初步探索。報告中將對所檢索的桃園與香港兩機場之進、出口貨運資料，與我國民用航空局(後續簡稱民航局)及額外蒐集之航空承攬運送業者的出口統計量進行比對，以便瞭解 IATA CargoIS 資料的可靠性與涵蓋性。

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。目前已經完成起迄分析、供需分析查詢之圖形顯示功能優化，使用者可以更便利以地圖為背景，以圖形呈現符合其需求的查詢結果。同時，也可以進行跨視窗的移動，讓不同的資料整合在同一個畫面。而在資料分析功能中，透過圖形介面的改善，以更明顯的對比，呈現不同機場的差異，並且新增了資料匯出功能，讓使用者可以將分析圖形或原始資料匯出。在系統管理部分，本年度已經定義出航空公司資料表格的欄位，允許資料管理者可以就航空公司資料進行搜尋、新增與編輯，後續期望可將航空公司的資料，藉由地理圖形背景顯示相關資訊。

1.2 工作範圍

本維護案旨於支援現有「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 2020 年之資料檢索，研擬更新機場設施與營運資料，本維護案工作範圍乃在：

1. 進行既有「國際空運資料庫」之維護管理。
2. 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，並配合委託單位之需要擴充分析功能。
4. 運用資料庫資料，採議題式分析。

1.3 工作內容

在實質進行資料庫擴充與維護時，就內容與工作項目訂有規範，此影響系統維護工作與擴展建置之內容，依資料購置及更新、系統更新擴充與查詢介面開發、研究分析資料庫資料項目並配合需要擴充分析功能等，根據本計畫合約書，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，購置內容至少須包含國際航空運輸協會（IATA）MarketIS 起迄客量與移動路徑資料，及機場航網資料。
3. 倘有資料經評估為需要，惟計畫費不敷購置者，應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，更新方式可採自動、手動或兩者並用。
6. 應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，應配合新增欄位、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查詢介面改善與系統功能擴充

1. 強化資料庫使用者查詢介面：以 Web-Based 設計，強化資料庫系統之使用介面及功能(如強化條件式查詢模式或精進圖形化之呈現)，以提升使用效能，同時需確保資料庫之資通安全滿足委託單位資安相關規定。
2. 精進系統分析功能：配合新增資料及需求，擴充及強化本資料庫既有統計分析功能或增加其他工具軟體，必要時得提出軟體購置規劃，於經評估後辦理。
3. 維護本資料庫之既有功能及正常提供服務，必要時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、研究分析資料庫資料項目，並視需要擴充分析功能庫議題式分析

1. 強化本資料庫資料處理、查詢、篩選及統計分析功能。
2. 視新增資料及需求，擴充本資料庫內資料之統計分析功能。
3. 運用本資料庫資料項目，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、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. 配合計畫執行辦理必要之座談會或教育訓練。
3. 年度之成果需至少包含 1 篇可發表之學術論文。
4. 視需求針對計畫重要成果或執行過程，製作可供展示之海報或影片電子檔。
5. 配合出席因應使用單位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. 所提供之相關軟硬體，包括既有設備及契約期限內因管理系統運作及各版開發需要，所交付使用者，均應負維護保養(管)之責。
8. 倘有交付使用資料庫各項相關設備，應妥善維護保管。
9. 本資料庫之安全考量，至少須包含：
 - (a)符合行政院國家資通安全會報資訊系統分級與資安防護基準作業規定。
 - (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。

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。本維護案之主要作業內容已如前述，考慮其目的既有維護又有擴充，因此擬以圖 1 之作業流程，組織本維護案之執行架構。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、確認使用者需求

雖然已提供需求說明書，但定期進行面對面的訪談和溝通，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、CargoIS 檢索資料範圍

MarketIS、CargoIS 資料檢索方式乃以機場入出境市場為基礎，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、CargoIS 資料檢索

依據前期計畫之經驗，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，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。

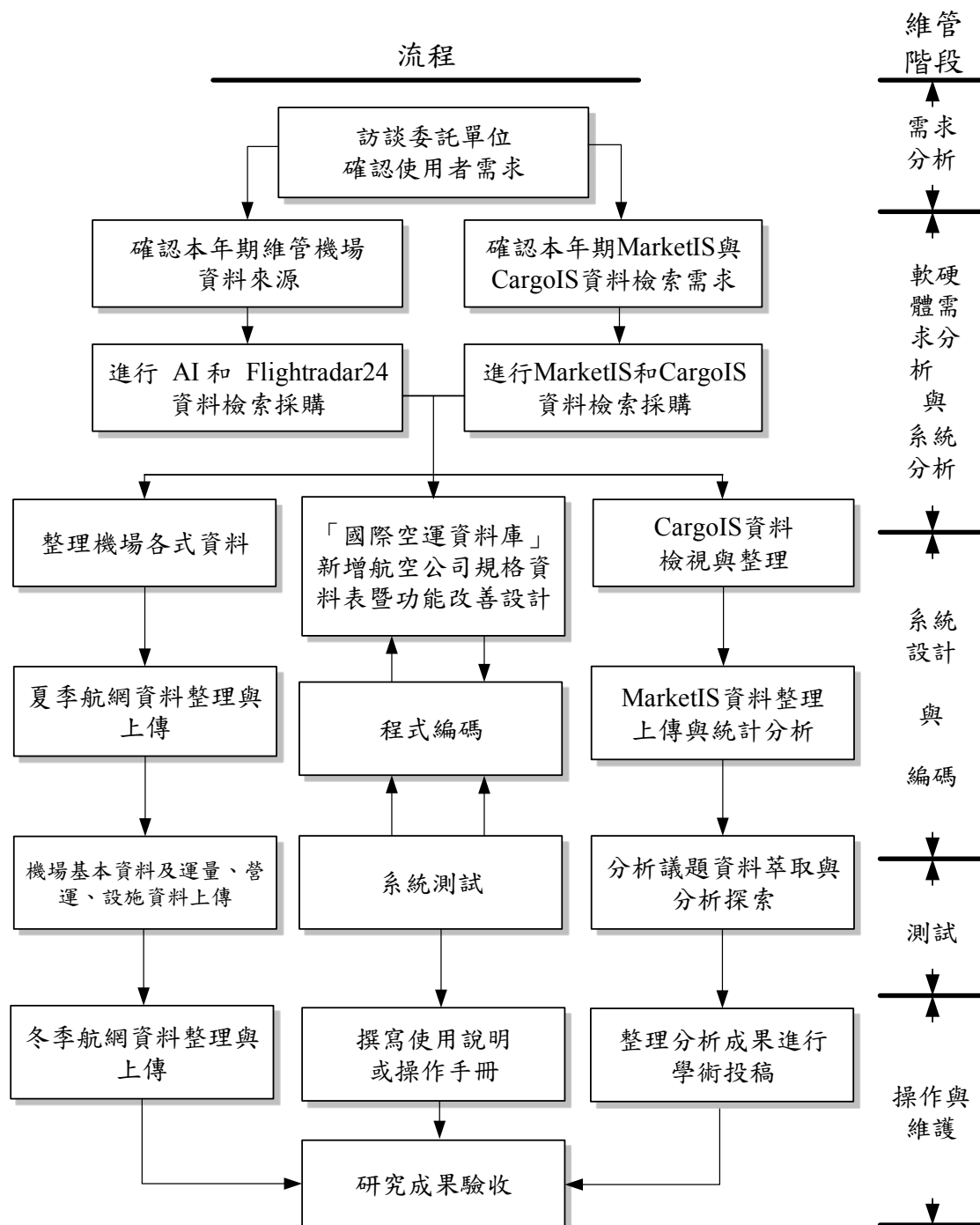


圖 1 系統擴充改善與相關作業之流程圖

(四)MarketIS、CargoIS 資料統計分析

在取得本期檢索 MarketIS、CargoIS 資料後，擬先由分組成員按委託單位需求進行資料分析，以確切掌握本年度發展的現況與改變情形。

(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 框

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，並進行投稿動作。

三、「國際空運資料庫」功能改善

此為本維護案最重要之工作，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，仍與 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，將進行使用手冊之或操作說明之撰寫，以利未來的使用。

(四)維護成果驗收

綜整前述工作成果，研提期末報告並交付驗收。

(五)本計畫案之執行期程將近 10.5 個月，上述工作可分成 MarketIS、CargoIS 資料統計分析

在取得本期檢索 MarketIS、CargoIS 資料後，擬先由分組成員按委託單位需求進行資料分析，以確切掌握本年度發展的現況與改變情形。

資料取得與分析、「國際空運資料庫」系統改善、機場設施與營運資料維管三大區塊分別進行，最後再彙整測試。

第二章 資料庫系統與功能精進

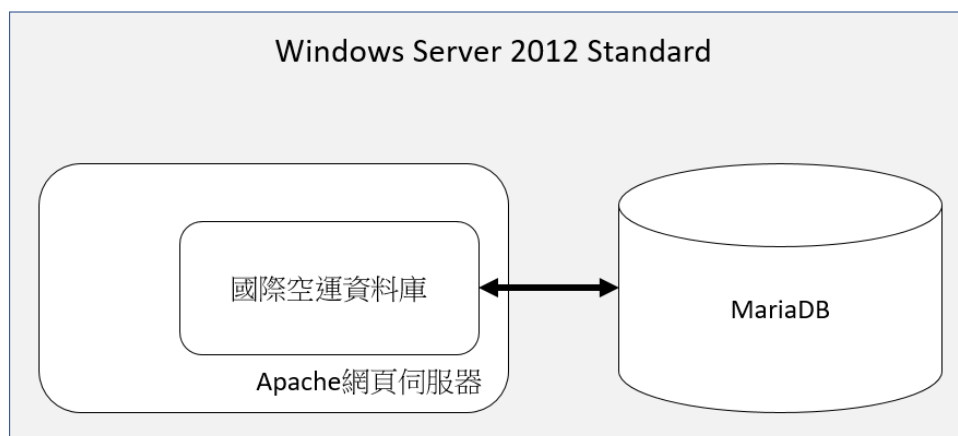
本章說明架設之系統架構，以及整體「國際空運資料庫」基礎功能與應用程式方面之查詢與統計分析功能。

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。本系統已建置在 https 之上，以防止外部攻擊，並在實驗室定期備份，也利用適當可行的時機更新相關之系統儲存。

系統在用戶端方面，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：109 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。

為加強資料儲存的安全性與資料查詢效率，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，以保護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架構(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(Web Browser，不限制瀏覽器類型)。

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，並配合 Apache 網站伺服器，在資料庫平台則採用 MariaDB 關聯式資料庫作為軟體系統之後端資料庫平台，表 1 為伺服器運作需要的各項軟體環境。

表 1 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
XAMPP	整合 apache、mysql、php 和 perl 之網頁伺服器
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

資料來源：109 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。

「機場資料查詢」之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、機場排名以及機場營運資料統計圖表、供需分析五種基本功能。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。而機場營運相關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、航網資料、營運資料、設施資料等相關資訊。

「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 2020 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。

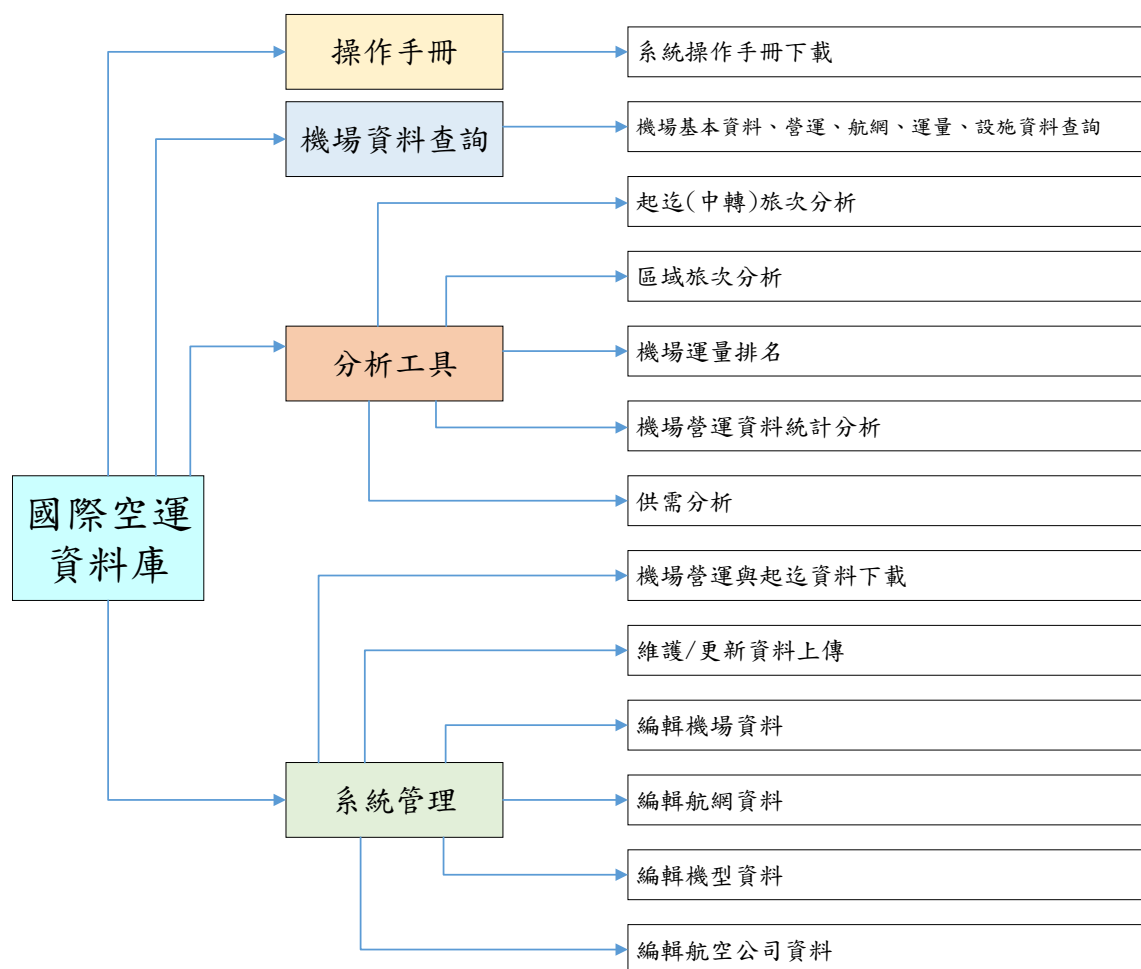


圖 3 「國際空運資料庫」功能架構圖

2.2 系統查詢功能之改善及優化

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，截至期中報告階段，主要成果包括：增加起迄市場資料篩選統合功能之圖形呈現、資料分析功能圖形呈現之優化、強化航空公司資料表之內涵等，分別說明如後。

一、增加起迄市場資料篩選統合功能之圖形呈現

空運資料庫所提供的起迄航程分析、供需分析等功能中，都已經提供以

表格或圖形方式呈現查詢結果。在圖形顯示方面，由於多數查詢結果的資料筆數眾多，以圖形顯示容易造成呈現的圖形中線條密集，反而造成判讀上的困擾。針對此一問題，本次系統優化時，提供更多圖形呈現的選項，便於使用者進行篩選。

以起迄航程分析為例，修正的查詢介面中，提供了選擇顯示路徑筆數，以及針對特定路徑設定顏色兩種功能，詳圖 4。

起迄航程

起(年份) 2019

請設定起點: TPE TPE: 臺灣桃園國際機場 / Taiwan Taoyu...

+ 新增中繼點

請設定終點: NRT 共有 1 筆符合的資料

中繼點模糊查詢 圖示 顯示 100 筆路徑 排序 IATA 查詢

機場圖示 顯示日座位數: 0 以上 表格[下載] 旅客總量: 1283122 (100.00%) 路徑:

TPE to NRT (藍)

#	路徑	IATA	BSP	總額
1	TPE to NRT	1280002	390263	237688519
2	TPE to KIX to NRT	1081	7	146760
3	TPE to HKG to NRT	921	385	227122
4	TPE to TAE to NRT	459	43	69933
5	TPE to CTS to NRT	320	0	39204
6	TPE to PUS to NRT	131	50	24985
7	TPE to PVG to NRT	89	4	9755
8	TPE to ICN to NRT	46	25	10049
9	TPE to NGO to NRT	27	14	5612
10	TPE to MNL to NRT	17	9	3369
11	TPE to OKA to NRT	14	3	2874
12	TPE to FUK to NRT	9	3	2508
13	TPE to MFM to NRT	6	3	1236

圖 4 起迄航程圖形顯示新增之優化功能

圖 5 為將所有路徑全部圖示的結果，途中查詢共 13 條路徑，若透過顯示航線數設定，以及特定航線指定顏色之功能，結果呈現如圖 6 所示。圖 6 中，可以看出系統僅以圖形呈現旅客人數前 5 大的航線，同時，也根據設定將桃園到成田機場的路線以紅色顯示，便於使用者更加清楚判讀。

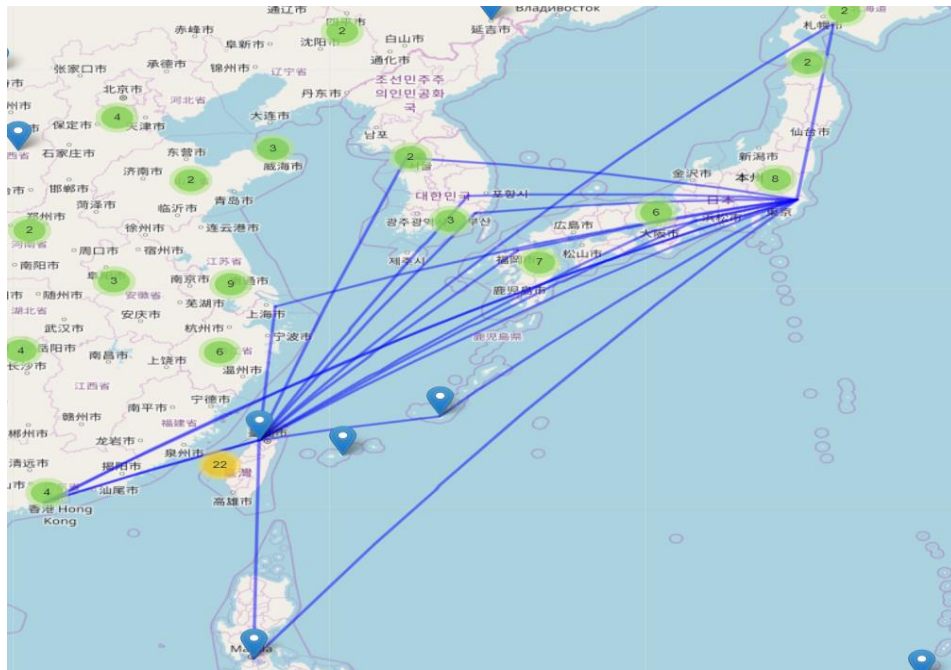


圖 5 未設定之前的查詢結果圖形顯示

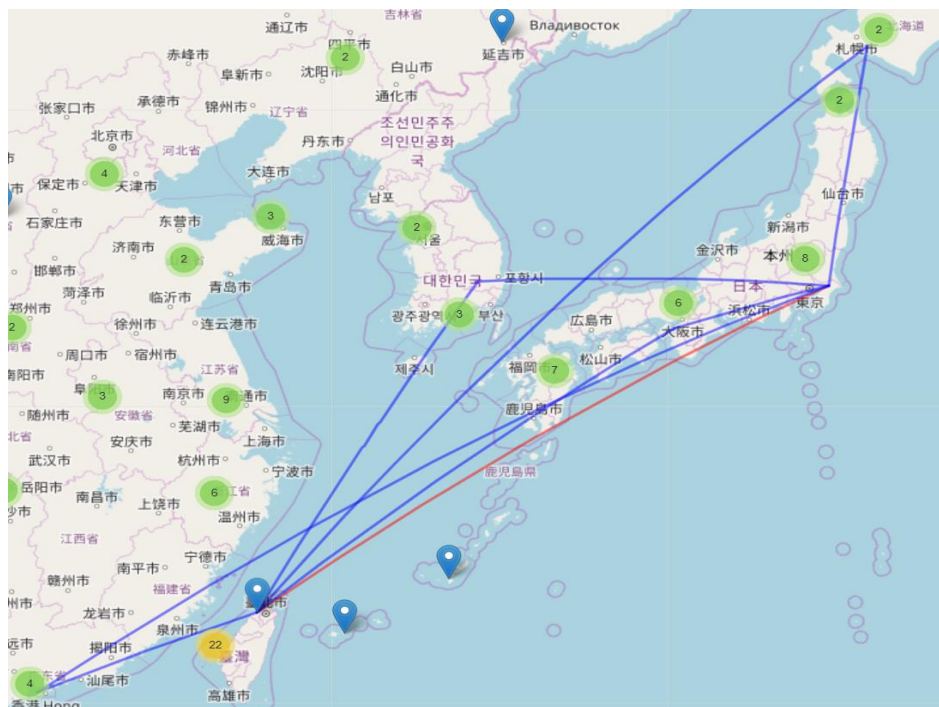


圖 6 設定顯示 5 筆資料並指定特定航線為紅色之圖形顯示結果

除圖形顯示部分新增更多功能，便於使用者篩選外。如果使用者選擇以表單方式呈現查詢結果，可以呈現的資料較圖形呈現資料更為豐富，包括個不同路徑、中轉點、營運的航空公司等。在本次的系統優化中，也加強了該路線各航空公司營運資料的呈現，透過選擇顯示營運航空公司之圓餅圖，或

長條圖，即可以呈現該航線主要營運航空公司的旅客人數。圖 7 為查詢桃園到成田機場結果，以表單顯示，所呈現之航空公司營運情況的副圖，游標移動到該航空公司區域，即會顯示出該航空公司在這條航線的旅客人數。各種圖形也可以整合在同一個畫面，提供使用者更多的參考資料，圖 8 則是將路線圖示、查詢功能表(圖示且呈現路線資料)、營運航空公司三者整合呈現在同一畫面的結果。

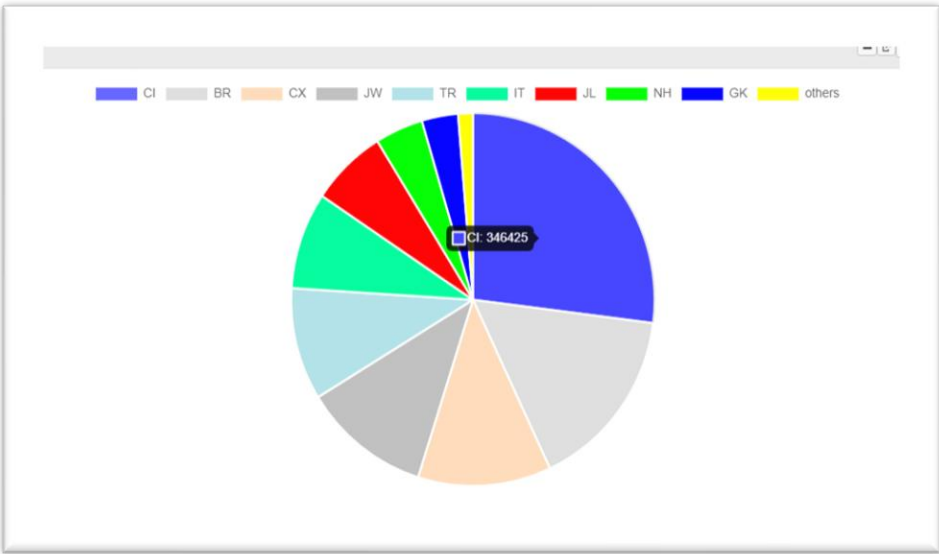


圖 7 起迄航程查詢提供之航空公司營運資料副圖

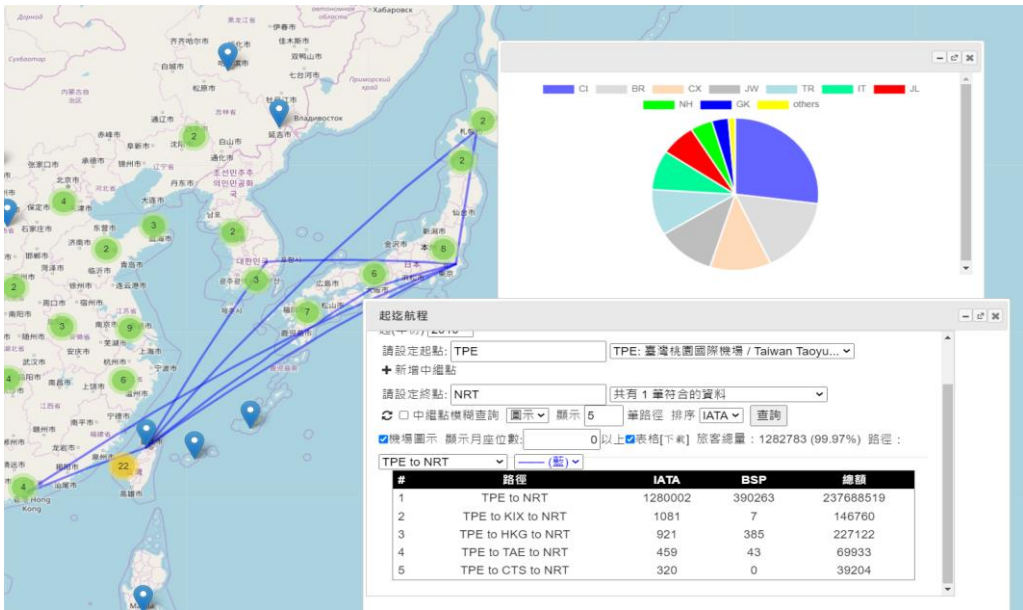


圖 8 起迄航程查詢結果之整合呈現

同樣的圖形顯示優化功能，也可以應用到供需分析的圖形顯示。供需分

析是將所查詢航線的供給(航空公司提供的座位數、航班數等)與實際的旅客移動資料(IATA MarketIS 資料) 同時整合呈現在查詢結果。圖 9 是以桃園到成田機場路線為例，顯示將查詢功能視窗、航線圖形顯示、營運之航空公司之航班數與機型等供給面資料，整合到同一畫面的結果。在起訖分析之圖形顯示所提供的優化功能(限定顯示航線數目、特定航線指定顏色等)，在供需分析中也適用。

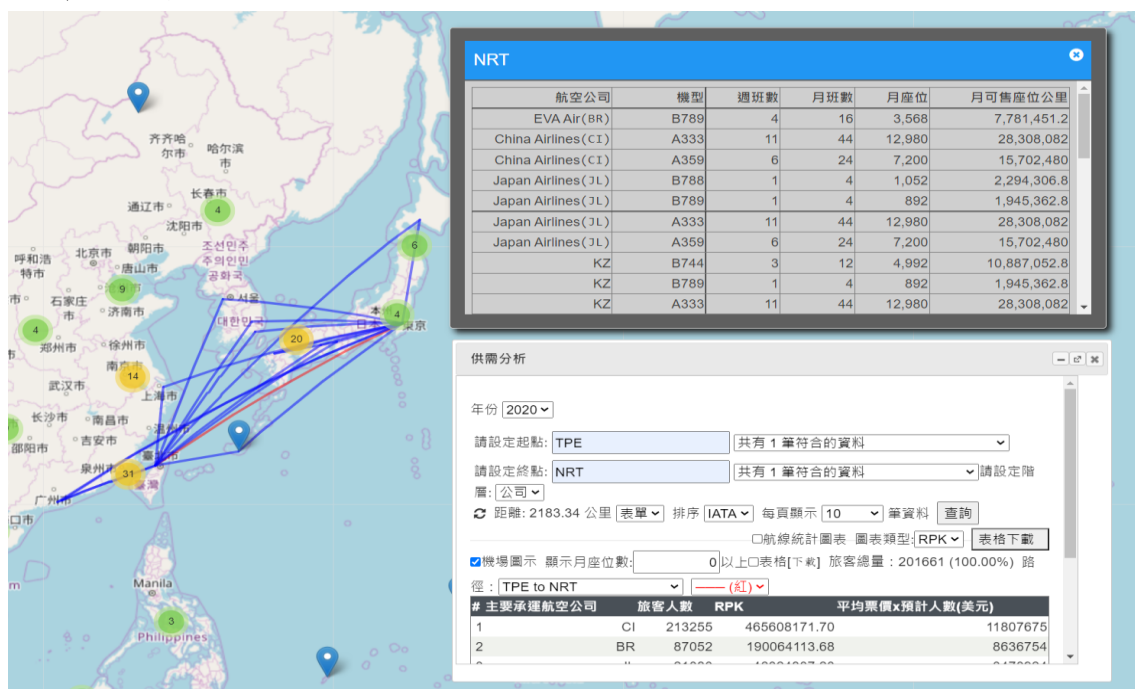


圖 9 供需分析之查詢結果顯示畫面

二、資料分析結果匯出功能

資料分析功能提供使用者進行不同年度、不同機場之比較，並且能以圖形(長條圖或曲線圖)顯示比較結果，本次功能優化，除了加強比較結果的圖形呈現，讓不同機場資料的圖形比對更加明確之外，亦擴充了將圖形以及原始資料以 EXCEL 檔案匯出的功能。圖 10 呈現為 2000 年到 2020 年，桃園、仁川、香港機場總貨運噸數比較結果，並將該圖形匯出之結果。圖 11 則為此一圖形原始資料，以 EXCEL 檔案匯出之內容。

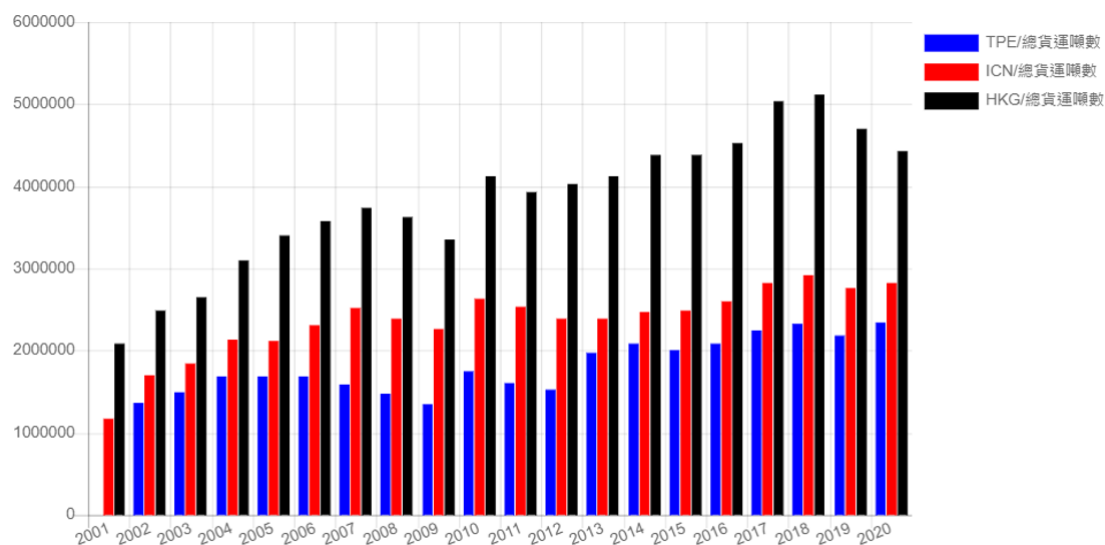


圖 10 資料分析結果之匯出圖形

檔案 常用 插入 版面配置 公式 資料 校閱 檢視 告訴				
Calibri 11 A ⁺ A ⁺ B I U [Table Icon] [Color Icon] [Font Color Icon] 中 對齊方式				
I17 [Formula Bar]				
	A	B	C	D
1	年份	TPE/總貨運噸數	HKG/總貨運噸數	ICN/總貨運噸數
2	2001	0	2091620	1170755
3	2002	1369032	2478822	1705891
4	2003	1487799	2642071	1843055
5	2004	1688710	3090052	2133444
6	2005	1692447	3402247	2120542
7	2006	1686423	3578991	2308280
8	2007	1593015	3742054	2523958
9	2008	1479965	3627249	2386792
10	2009	1345333	3349693	2267669
11	2010	1752872	4128037	2633951
12	2011	1612143	3938025	2539222
13	2012	1519180	4025350	2397187
14	2013	1967170	4122000	2394822
15	2014	2088727	4376349	2474308
16	2015	2005277	4380139	2489663
17	2016	2081043	4521028	2602679
18	2017	2253144	5037970	2826011
19	2018	2322820	5116547	2917930
20	2019	2182341	4703589	2764368
21	2020	2342714	4422839	2822370
22				

圖 11 資料分析結果之原始數據檔案匯出

三、強化航空公司資料表之內涵

本資料庫在系統管理模組中，逐步擴建機場、航網、機型、航空公司等資料項目，各個項目都提供增添、編輯(修改)、搜尋等功能，便於使用者可以查詢擬分析的機型、航網、航空公司相關資料。其中，本年度已經初步完成航空公司資料欄位之設計，以及增添、編輯(修改)、搜尋等功能。航空公

司資料庫欄位目前包括：航空公司中英文名稱、IATA 代碼、註冊國家、營運型態、航空公司聯盟、基地機場代碼等項目，圖 12 以長榮為例之搜尋結果，後續可望逐步擴充此一資料庫的內容，滿足更多樣的查詢需求。

編輯航空公司資料

新增航空公司

顯示 10 筆資料

搜尋:

	航空公司(英文)	航空公司(中文)	IATA 雙字代碼	IATA 三字代碼	IATA 三字代碼	註冊國家英文	註冊國家中文	註冊國家代碼	營運型態	航空公司聯盟	基地機場代碼
統計 編輯	Advanced Air	先進航空	AN	WSN	360	UNITED STATES	美國	US	Charter		HHR
統計 編輯	Aegean Airlines	愛琴海航空	A3	AEE	390	GREECE	希臘	GR	Combination	Star	ATH
統計 編輯	Aer Lingus	愛爾蘭航空	EI	EIN	53	IRELAND	愛爾蘭	IE	Combination	Oneworld	DUB
統計 編輯	AerCaribe	加勒比航空	JK	ACL	497	COLOMBIA	哥倫比亞	CO	All-Cargo		BOG
統計 編輯	Aero Mongolia	蒙古航空	M0	MNG	970	MONGOLIA	蒙古	MN	Regional		ULN
統計 編輯	Aerodynamics	Aerodynamics 航空	4A	DYN		UNITED STATES	美國	US	Charter		DEN

圖 12 航空公司資料表之欄位

四、國際與國內航線之檢索

在分析比較各機場成長時，往往由於機場的國際或國內航線屬性不同，以總旅客數進行比較，容易造成比較基礎不一致的問題。例如，桃園機場全數為國際航線，而 2020 年成田機場國際航線旅客數僅為總旅客數的 76%，兩者的旅客屬性略有不同，分析結果的參考價值較低。針對此一問題，本年度新增一檢索功能，提供使用者可以針對選定的機場，檢索該機場的國內航線與國際航線的旅客人數，功能畫面可如圖 13 所示。

國內國際航程

起(年份) 2020 迄(年份) 2020 1.選擇檢索年份

國內 國際 2.選擇國內或國際航線

起點: NRT 共有 1 筆符合的資料

表單 每頁顯示 50 筆資料 排序 IATA 查詢

3.選擇查詢機場

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)
2020	NRT	CTS	NRT CTS	MM	0	160382	72	11588622
2020	NRT	FUK	NRT FUK	GK	82	98639	82	8049383
2020	NRT	FUK	NRT FUK	MM	0	83534	78	6532408
2020	NRT	CTS	NRT CTS	GK	103	77519	78	6014417
2020	NRT	OKA	NRT OKA	MM	0	68274	106	7257710
2020	NRT	KIX	NRT KIX	MM	0	57071	59	3369164
2020	NRT	ISG	NRT ISG	MM	0	47161	124	5832053
2020	NRT	KIX	NRT KIX	GK	124	46327	70	3240001

頁面 1 / 25 上一頁 1 2 3 4 5 ... 25 下一頁

圖 13 國際或國內航線的查詢功能畫面

五、制式化報表公告功能

為了兼顧外部單位使用國際空運資料庫，以及確保資料使用符合智慧財產權規範之要求，本年度初步規劃，將部分較常使用的資料，以固定格式報表的方式，透過公佈欄的方式定期公布。本年度初步規劃四種報表：桃園機場歷年旅客移動資料、亞洲主要機場近三年之旅客移動資料、全球前 20 大機場旅客人數排名、全球前 20 大機場之飛機起降架次排名。未來也將會根據使用者的檢索需求，採用定期方式，逐漸擴大所公布之制式化報表的範圍。

六、安全性持續改善

在安全性改善方面，除了持續評估使用者分級，以不同的資料庫及擷取權限，因應不同使用者，避免不同使用者共用同一資料庫，徹底解決資料庫安全性的問題之外，針對 109 年度期末審查意見提出，資料庫是在不安全網頁下建置，建議換到 http 或 https 下建置，以防資安漏洞，此一問題已經向國立臺灣海洋大學圖資處申請 https 必要的 domain name，並完成系統的設定，網址已改成: <https://airport.ntou.edu.tw/airport/>。

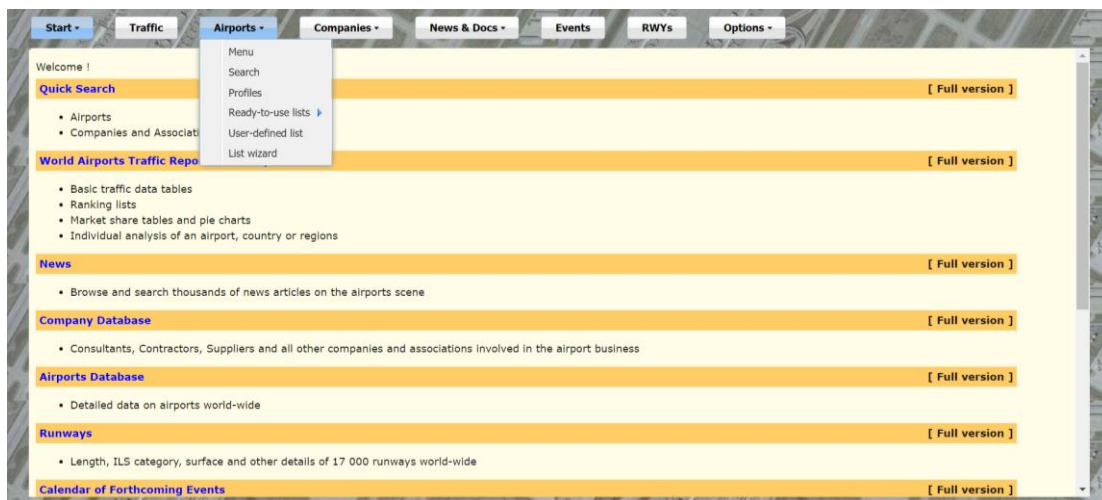
第三章 資料採購與擴充

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。另本期計畫亦利用 Flightradar24 的歷史飛機派遣資料，追蹤亞洲主要各國所屬國籍航空公司之客、貨飛機在疫情衝擊下的調遣情形。由於航空貨運的重要性在疫情衝擊下展露無遺，本期亦首次檢索 IATA CargoIS 之資料，以瞭解其所能提供之航空貨運運量資訊，並判斷其資料的涵蓋性和正確性。最後的資料採購與擴充來源則是檢索數年的 IATA MarketIS，其為資料庫中旅客起迄分析的主要依據。

3.1 機場資料檢索：Airport Information (AI)和 Flightradar24

在 AI 資料庫中維護將近全球主要 2,300 多座機場的相關資料，在進入資料庫後可針對欲查詢之機場，輸入關鍵字或 IATA 3 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。在運量部份則包含旅客、貨物和飛機起降之統計與分類，資料最多可追溯至 25 年前，但展示資料僅限前 12 年。

圖 14 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，主要有介紹如何使用該資料庫之說明。其次可從運量(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序與歷年資料，圖 15 即為查詢亞洲機場旅客量排名之範例。



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

圖 14 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
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
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	20,034,990	17,538,353	16,668	
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	33,444,618	31,595,369	29,073
Shenzhen Baoan Airport	Asia-Pacific	China	SZX	ZGZS	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
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
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
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		
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	35,999,643	33,828,726	33,112
Xian Xianyang Airport	Asia-Pacific	China	XTF	ZLYY	31,073,884	31,073,884	47,220,744	44,613,927	41,857,406	36,994,359	32,970,215	29,260,348	26,044,673	23,420,727	21,163
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	60,098,100	51,687,894	47,189,849	44,880,164	41,447
Tokyo Haneda Airport	Asia-Pacific	Japan	HND	RTTT	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
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	
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

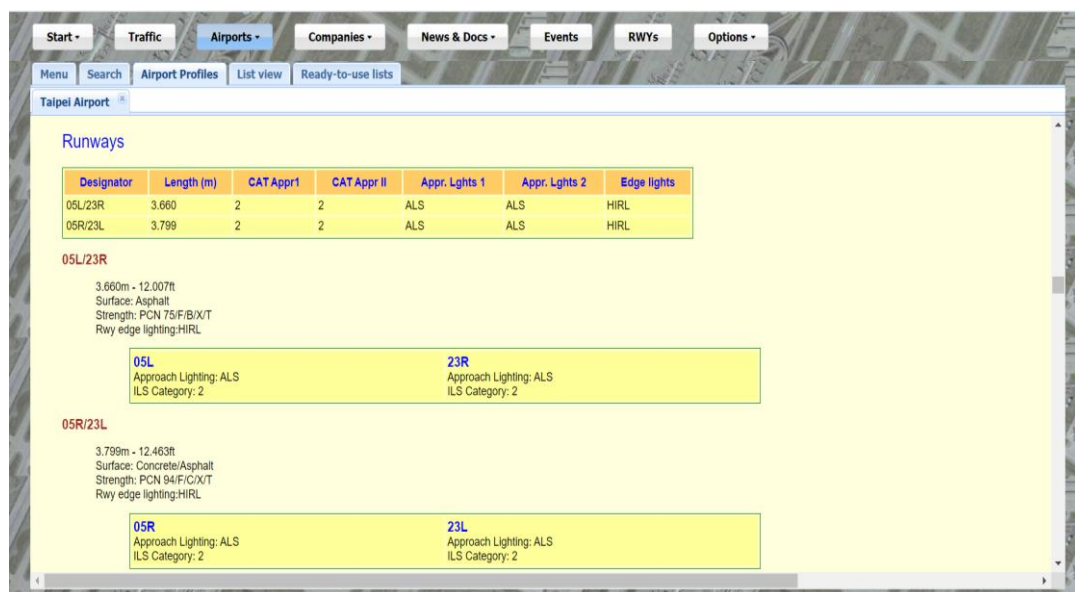
資料來源：<https://www.airport-information.com/data/index.jsp>

圖 15 Airport Information 資料庫亞洲機場旅客量排名查詢畫面

該資料庫提供單獨機場之查詢，只要輸入關鍵字或 IATA 3 碼代碼，即會出現可供選擇之機場，在確定點選所需查詢資料後，亦會單獨出現該機場之畫面，可以顯示機場基本資料(管理階層、營運時間、設施等)、運量統計等相關資料，圖 16 為查詢我國桃園機場後擷取跑道資料的畫面。

與機場營運較為有關之資料，為各機場之基礎資料和運量資料，Airport Information 提供詳細與確實的資料，但較為不足的是，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相關上傳表單。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。



Designator	Length (m)	CAT Appr I	CAT Appr II	Appr. Lghts 1	Appr. Lghts 2	Edge lights
05L/23R	3,660	2	2	ALS	ALS	HIRL
05R/23L	3,799	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 16 Airport Information 資料庫中所維護的桃園機場跑道資料

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，同時也記錄飛機即時飛航的地理位置、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相關訊息。

本案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，夏冬班表互換初期的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 17 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	B77L (N852FD)	Departed 20:56
21:00	CI5873	Singapore (SIN)	China Airlines	74Y	Unknown
21:00	PO224	Nazova (NGO)	DHL	B763 (N644GT)	Departed 21:22

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

圖 17 Flightradar24 之 TPE 出發航班查詢擷取畫面

3.2 機隊派遣資料取得：Flightradar24

Flightradar24 之機場現況航班表可搜尋的時間期程並不長，大約僅可維持約一個月前的資料內容。若要搜尋長時間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，以目前申請的權限，約可追蹤到三年前的航班執行歷史資料。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。本期之議題分析之一乃欲探索亞洲主要航空公司在 2020 年疫情衝擊下機隊應用的特色，因此欲利用 Flightradar24 的此項功能，追蹤前一年度的各主要航空公司航機執飛情形。

圖 18 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，即會有所有機隊和飛機數量的呈現，點選下拉式功能，可找到各型機隊中飛機的註冊編號，持續點選某架飛機即會出現它所執飛的航班表單，如圖 19 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/airports/tpe/departures>

圖 18 長榮機隊查詢

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
10 Jul 2021	Paris (CDG)	Taipei (TPE)	BR87	13:49	—	00:58	—	Landed 08:47

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

圖 19 長榮 B-16705 飛機之歷史執行航班查詢

欲以人力下載上千架飛機一年內的直飛航班，曠日廢時。合作團隊設計專用爬蟲程式，對於欲探討的 20 家航空公司總計 3,497 架飛機一年內的執飛紀錄進行資料下載，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。分析航空公司包括日航、全日空、韓航、韓亞航、中國國際航空、東方航空、南方航空、華航、長榮、國泰、越航、泰航、菲航、馬航、新航等兼營客、貨業務之組合型航空公司，以及樂桃、台虎、越捷、全亞航和酷航等低成本航空公司(Low-cost Carrier, LCC)。

3.3 貨物起迄資料檢索：IATA CargoIS

IATA CargoIS 係利用 IATA 貨運清帳系統 CAAS (Cargo Account Settlement Systems)和航空公司直接在 CargoIS 所提供的資料 CDD (CargoIS Direct Data)，而整理出來各國的空運貨物出口貨物實績。CAAS 的設計乃為簡化航空公司與承攬業者間的清帳結算問題，透過電子帳目的運作，加快航空貨運社群的財務運作。根據 IATA CargoIS 網頁的宣稱，他們提供 80,000 個城市對間的貿易鏈結、反映了 30,000 家承攬業者和超過 200 家航空公司和代理商的業務，資料內涵包括每年 2 千萬張空運提單(Air Waybill, AWB)。

CargoIS 在提供第三者檢索時將貨量與運價資料予以分流，可單獨檢索其中一種或兼具兩者，但要價不同。本期計畫考慮僅為初次嘗試瞭解其資料內涵的涵蓋面與準確性，在經費有限的範圍內，只檢索桃園機場和香港機場的貨量資料。CargoIS 的報表資料可透過專用平台進行區分選擇設定，擷取不同分欄方式的 Excel 檔案。在以最詳細的分欄方式檢索資料後進行綜整，發現以每年期而言，CargoIS 可呈現的有效資料如表 2 所示。其中包含的資料分類有貨物重量分級、承攬業者訊息、承運航空公司訊息、起迄機場訊息、貨重、貨件和貨物收益延噸公里等訊息。

在解讀資料內涵時，應從承攬業的角度判讀，即每一筆資料紀錄代表承攬業者一張受委託承運之 AWB 的內涵，每一資料欄位一有差異，即會形成一筆紀錄。因此承攬貨重、件數或延噸公里數，均指該 AWB 之內容；市場貨重、件數或延噸公里數則為相同起迄市場、相同航空公司、相同重量分級等之市場數據總和。

本期檢索的桃園機場和香港機場，共計有 352,021 筆紀錄，香港包含進出口有 251,254 筆，桃園機場則有 100,767 筆。兩機場之進口共計 190,028 筆、出口 161,993 筆。各自機場之進出口紀錄比數，詳參表 3；其中香港之出口筆數較多，桃園機場則以進口筆數居多。有關資料的剖析，可參考後續議題分析專節之內容。

表 2 IATA CargoIS 之貨運市場報表資料格式

欄位名稱	中文意義	舉例	儲存格格式
Weight Break	重量分級(公斤)	0.00 - 4.99	數字：類別
CASS Country Code	報告國家代碼	AE	字串
CASS Country Name	報告國家名	United Arab Emirates	字串
Freight Forwarder Head Office Name	承攬業總公司名	KUEHNE + NAGEL LLC	字串
Freight Forwarder Branch Name	承攬業分公司名	KUEHNE + NAGEL LLC	字串
Airline Designator	承運航空公司代碼	EY	字串
Airline Name	承運航空公司名	Etihad Airways	字串
Al Num Prefix	航空公司數字代碼	607	數字：類別
Origin Airport Code	起運機場代碼	AUH	字串
Origin Airport Name	起運機場名	Abu Dhabi-International	字串
Origin City Name	起運城市名	Abu Dhabi	字串
Origin City Code	起運城市代碼	AUH	字串
Origin Country Name	起運國家名	United Arab Emirates	字串
Origin CargoIS Region Name	起運區域名	Middle East	字串
Destination Airport Code	目的機場代碼	HKG	字串
Destination Airport Name	目的機場名	Hong Kong-International	字串
Destination City Name	目的城市名	Hong Kong	字串
Destination City Code	目的城市代碼	HKG	字串
Destination Country Name	目的國家名	Hong Kong (SAR), China	字串
Destination Country Code	目的國家代碼	HK	字串
Destination CargoIS Region Name	目的區域名	North Asia	字串
TY Cust Weight	今年承攬貨重	2	數字
TY Mkt Weight	今年市場貨重	10	數字
TY Weight Share	承攬貨重占比	20%	數字
TY Cust Shipments	今年承攬貨件數	1	數字
TY Mkt Shipments	今年市場貨件數	4	數字
TY Shipments Share	承攬貨件數占比	25%	數字
TY Cust FTK	今年承攬收益延噸公里	12.03	數字
TY Mkt FTK	今年市場收益延噸公里	60.17	數字
TY FTK Share	承攬收益延噸公里占比	20%	數字

資料來源：IATA CargoIS。

表 3 IATA CargoIS 檢索資料筆數彙整

機場	進口	出口	總計
HKG	117,540	133,714	251,254
TPE	72,488	28,279	100,767
總計	190,028	161,993	352,021
機場	進口	出口	總計

3.4 旅客起迄資料檢索：IATA MarketIS

本年度所檢索之 2020 年旅客資料，鎖定以起迄與中轉資料為主。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，因此資料檢索的經費轉移至 CargoIS 資料的購買，2020 年 MarketIS 的資料，因此被限制在桃園機場(Taipei, TPE)、首爾仁川機場(Seoul, ICN)、香港機場(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)、洛杉磯機場(Los Angeles, LAX)、紐約甘迺迪機場(New York, JFK)等八個機場及全台其他機場之旅客入、出境和中轉路徑，資料格式為 Excel 檔案，2013 年到 2020 年檢索的機場，彙整如表 4 所示。

IATA MarketIS 所檢索之年報表，資料內容與格式詳如表 5 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；而運輸途徑乃是以啟程機場和目的機場之間的轉機機場所定義，只要有不同的轉機機場，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航程中航段距離最長的服務航空公司。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 歷年 IATA MarketIS 檢索之國際機場

機場	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
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。

其他欄位包含 IATA 清帳計畫 (billing and settlement plan, BSP) 所報告的人數、IATA 之估計人數、旅客數佔市場人數比例、平均票價和收益，資料格式均為數值，但旅客人數部份均為整數，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 之估計人數。

MarketIS 之旅客運量資料分成 BSP 之客量資料與 IATA 依其估計之旅客人數，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，此與航空公司部署不中停航班(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秀出目的地，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紀錄，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。

表 5 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	第一航段載送之航空公司	AA: American Airlines	字串
AI 2	第二航段載送之航空公司	AA: American Airlines	字串
AI 3	第三航段載送之航空公司	CX: Cathay Pacific Airways	字串
AI 4	第四航段載送之航空公司	CX: Cathay Pacific Airways	字串
AI 5	第五航段載送之航空公司	:	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 預計人數	10	數值：整數
Pax Share	旅客數佔市場人數比例	0.0000371866626596482	數值：實數
Fare	平均票價(美元)	815.5	數值：實數
Revenue	平均票價×預計人數(美元)	8155	數值：實數

資料來源：IATA MarketIS。

第四章 重要資料數據變化分析：機場航班與運量

本資料庫目前已建立全球 200 個機場的設施、航網與營運資料，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。本章選取資料庫現存 200 個機場在各地地理分區中之重要機場，分別針對飛機起降架次、旅客人次和貨物吞吐之現存資料內容，進行運量趨勢分析。本章所呈現數據資料來源為機場端所提供的數據，與 MarketIS 以航空公司開票紀錄為基礎的旅客資料略有差異，惟從同一個資料來源進行趨勢觀察，仍具有參考應用價值。本章將全球分為東亞、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)、仁川(ICN)、成田(NRT)以及中國大陸的北京(PEK)、上海(PVG)、廣州(CAN)等機場，納入東亞地區的列示標的，進行飛機起降架次、旅客人數和貨物吞吐量比較，以及歷年的成長情形。

一、飛機起降架次

根據維護機場之營運資料，近 10 年本區域主要機場之飛機起降架次如圖 20 與表 6 所示。

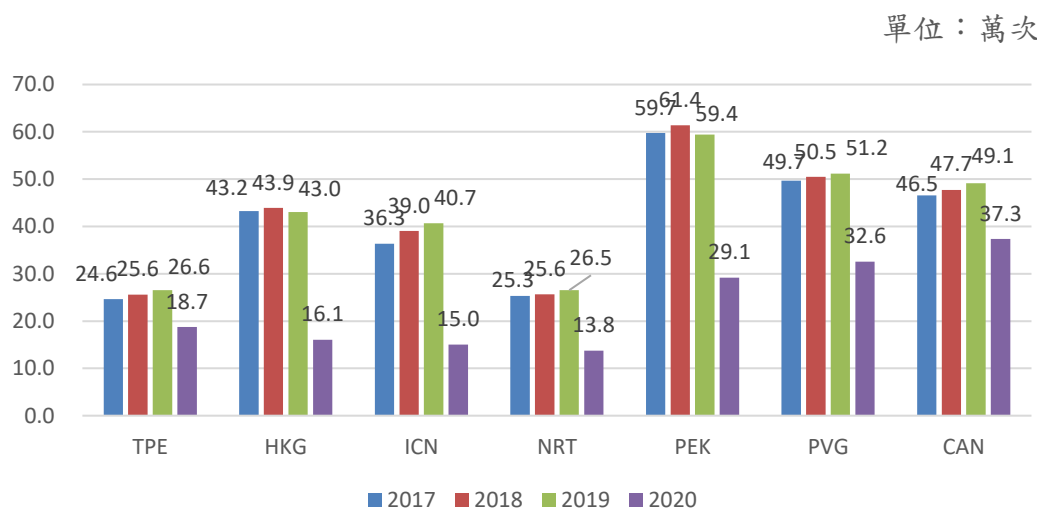


圖 20 東亞地區主要機場飛機起降架次比較(2017-2020)

表 6 東亞地區主要機場飛機起降架次與成長率(2009-2020)

年份	TPE	HKG	ICN	NRT	PEK	PVG	CAN
2009	139,399	288,169	200,692	188,402	488,505	287,916	308,863
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
成長率*	-55.4%	-62.7%	-63.1%	-48.1%	-51.0%	-36.4%	-24.0%
成長率**	4.9%	1.4%	6.8%	2.8%	0.4%	4.9%	3.6%
成長率***	6.7%	4.1%	7.3%	3.5%	2.0%	5.9%	4.7%

*為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

本從圖表中可以看出，若以絕對規模來看，北京機場歷來都是此一地區起降架次最繁忙的機場，上海與廣州次之，桃園、香港、仁川、成田四個機場的起降架次略遜於廣州白雲機場，但以香港的起降架次最為繁忙。2020 年受到全球疫情的衝擊，對於各機場的營運狀況也有不同程度的衝擊，例如，廣州白雲機場的起降架次超越北京與上海，且起降架次衰退 24%，幅度亦比北京(-51%)、上海(-36.4%)小。桃園機場 2020 年計有 11.8 萬架次，但仍較 2019 年衰退 55.4%。

再就 1 年、5 年、10 年的成長率來看，2020 年各機場起降架次普遍衰退，以衰退幅度來看，香港及仁川機場的衰退幅度最大，都超過六成。相對於鄰近機場，廣州機場的衰退幅度約 2-3 成，受到疫情衝擊的程度相對較輕。若不計入 2020 年，以 5 年及 10 年的複合成長率來看，仁川機場飛機起降架次成長最多，10 年複合成長率達 7.3%，桃園機場也有 6.7% 的成長。而香港與北京首都機場近 5 年的複合成長率則低於 2%。

二、旅客人數

在旅客人數方面，相關資料彙整如表 7 與圖 21 所示。以旅客人數規模而言，北京機場歷年的旅客人數最多，2018 與 2019 年都超過 1 億人次，香

港、仁川、上海、廣州四個機場旅客人數的規模大致相當，桃園機場與成田機場旅客人數又略少於香港、仁川、上海、廣州四個機場。2020 年在疫情衝擊下，旅客人數都呈現大幅度衰退，其中，桃園、香港、仁川機場的衰退幅度都超過 8 成，廣州、上海、北京的衰退幅度較小，但亦達 4 到 6 成。由於廣州機場的旅客人數衰退幅度最小，2020 年旅客人數 4,376 萬人次，超越北京與上海機場。

表 7 東亞地區主要機場旅客人數與成長率(2009-2020)

年份	TPE	HKG	ICN	NRT	PEK	PVG	CAN
2009	21,616,729	45,558,807	28,677,161	32,135,191	65,372,012	32,102,549	37,048,712
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
成長率*	-84.7%	-87.7%	-83.1%	-76.5%	-65.5%	-60.0%	-40.4%
成長率**	6.1%	2.5%	9.3%	4.5%	3.0%	8.1%	6.0%
成長率***	8.5%	4.6%	9.5%	3.3%	4.3%	9.0%	7.1%

* 為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

單位：百萬人次

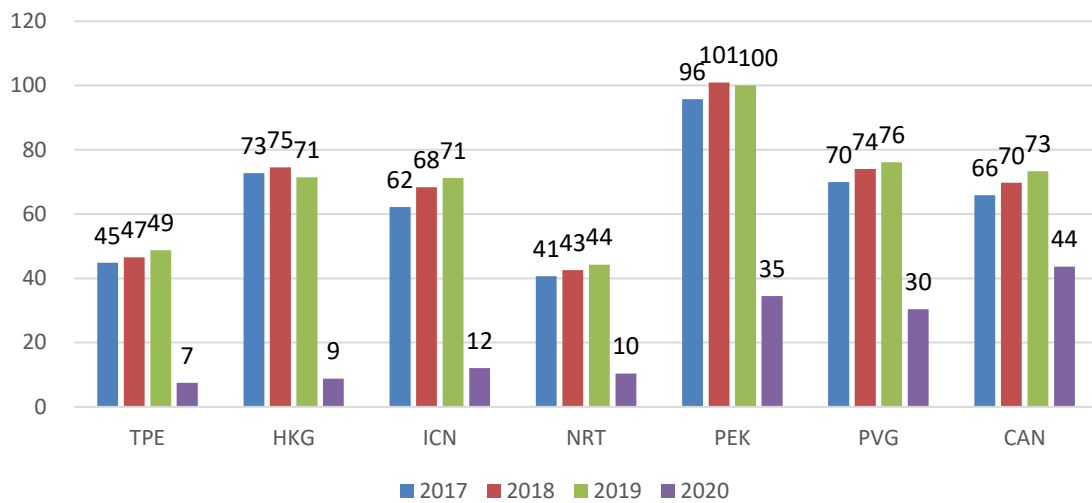


圖 21 東亞地區主要機場旅客人數比較(2017-2020)

在 5 年與 10 年複合成長率方面，仁川機場的成長動能最強，5 年複合成長率 9.3%，與 10 年複合成長率 9.5%相當，顯示其成長動能並未因為規模擴大而放緩。桃園機場的 5 年複合成長率亦達 6.1%，優於鄰近的香港、成田機場。日本成田機場的複合成長率雖不突出，但值得注意的是 5 年複合年成長率 4.5%，高於 10 年複合年成長率 3.3%，顯示近 5 年(2014-2019)旅客人數的成長優於過去 10 年的成長。中國大陸的機場方面，則以上海機場的成長率最高，北京機場旅客人數成長趨緩。

三、貨物吞吐量

東亞地區主要機場的貨物吞吐量發展趨勢與規模，彙整如表 8 與圖 22 所示。從圖表中可以看出，以規模而言，香港機場的貨物吞吐量，明顯高於鄰近機場，但近 2 年呈現衰退，能否維持持續成長的動能，值得進一步觀察。上海機場的貨物噸數僅次香港機場，2020 年貨物噸數未受到疫情影響，仍有小幅度的成長。桃園機場近五年貨物噸量在 200 萬到 235 萬公噸之間，2020 年未受疫情影響，亦呈現 7.3%的成長率。整體而言，除廣州機場外，各機場貨運噸量成長率都較客運緩和，進 5 年複合成長率也在 1%到 3%之間。

表 8 東亞地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2009-2020)

年份	TPE	HKG	ICN	NRT	PEK	PVG	CAN
2009	1,345,333	3,349,693	2,267,669	1,813,654	1,475,649	2,465,881	666,818
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	1,519,180	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	2,005,277	4,380,139	2,489,663	2,085,275	1,889,829	3,280,800	1,390,420
2016	2,081,043	4,521,028	2,602,679	2,130,847	1,928,179	3,440,300	1,652,215
2017	2,253,144	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	2,182,341	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
成長率*	7.3%	-6.0%	2.1%	-2.2%	-38.1%	1.5%	-8.4%
成長率**	0.9%	1.5%	2.2%	-0.3%	2.4%	2.7%	7.4%
成長率***	5.0%	3.5%	2.0%	1.3%	2.9%	4.0%	11.2%

* 為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

單位：萬公噸

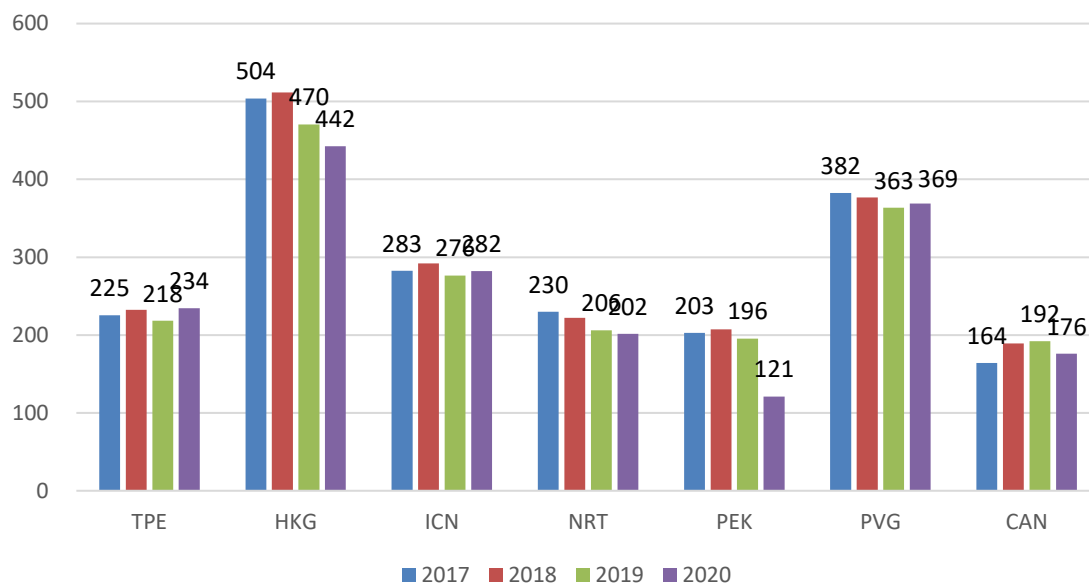


圖 22 東亞地區主要機場貨物吞吐量比較(2017-2020)

4.2 東南亞主要機場

東南亞地區所呈現的機場，包括新加坡(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。

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 23 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。以成長率來看，2020 年受疫情衝擊，除雅加達機場外，其餘機場的飛機起降架次衰退幅度都超過 6 成。若排除 2020 年的因素，2014-2019 年之複合年成長以胡志明市機場最高，達 12.2%，甚至超過 10 年複合平均年成長，顯示近年來胡志明市機場有相當大的成長潛力。除了新加坡與印尼雅加達機場外，其他機場近五年也都呈現穩定的成長，5 年複合年成長率介於 3%-5%之間。

表 9 東南亞地區主要機場飛機起降架次與成長率(2009-2020)

年份	SIN	BKK	MNL	CGK	KUL	SGN
2009	244,974	257,860	225,863	272,877	226,751	94,697
2010	268,526	270,296	235,996	305,541	245,650	130,547
2011	306,301	305,099	273,078	345,508	269,509	132,555
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	245,679
2019	385,630	380,054	308,422	390,648	408,435	260,000
2020	125,000	152,614	110,517	212,464	124,427	NA
成長率*	-67.6%	-59.8%	-64.2%	-45.6%	-69.5%	--
成長率**	2.1%	5.3%	3.0%	0.0%	3.7%	12.2%
成長率***	4.6%	4.0%	3.2%	3.7%	6.1%	10.6%

*為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

單位：萬次

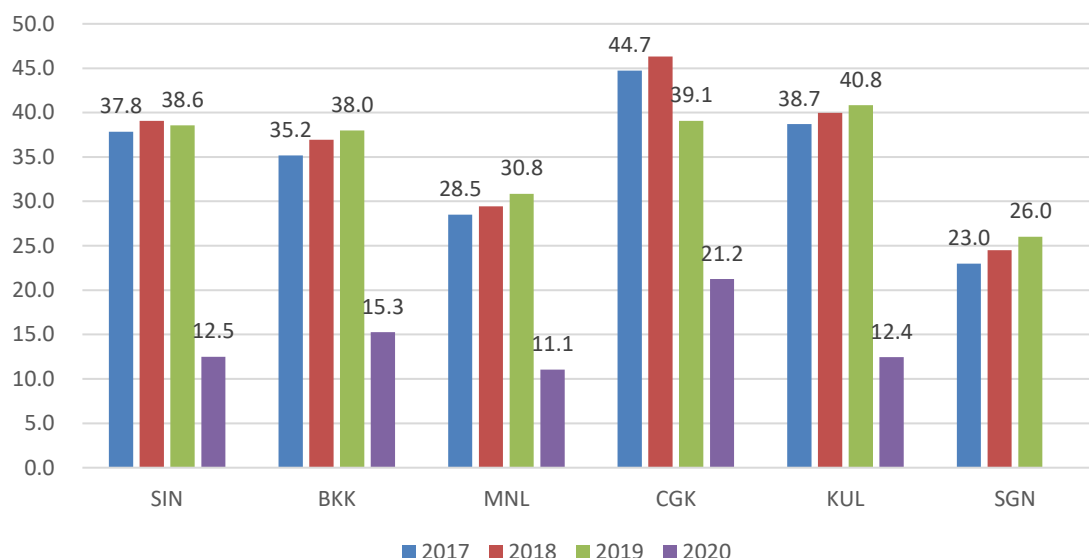


圖 23 東南亞地區主要機場飛機起降架次比較(2017-2020)

二、旅客人數

在旅客人數方面，相關資料彙整如表 10 與圖 24 所示。以旅客人數規模而言，新加坡、曼谷、雅加達、吉隆坡等機場旅客人數大致相當，2019 年新加坡旅客人數約為 6,800 萬人次，為各機場中旅客人數最多的機場，同時，新加坡機場多數旅客為國際航線的旅客，與其他各機場以國內航線為主的組合略有不同。

2020 年受到疫情影響，各機場旅客人數都下降到 1,000 多萬人次的規模，衰退幅度在七成上下，其中新加坡機場衰退幅度達 82.7% 最多，雅加達機場衰退幅度 63.9%，在鄰近機場當中相對輕微，不過雅加達機場 2014-2019 五年複合年成長率呈現衰退(-0.7%)，顯示即是沒有疫情衝擊，該機場在這五年期間，旅客人數不僅沒有成長，還出現微幅下降。其他各機場旅客人數 5 年與 10 年複合年成長率，則是以胡志明市機場最高，分別為 13.2% 與 12.7%，與飛機起降架次的成長率一致，顯示胡志明市機場近年的成長潛力。曼谷與馬尼拉機場的 5 年複合成長率，分別為 7.1% 與 7.0%，高於或大致等於 10 年複合成長率，顯示兩個機場近年仍能維持很強勁的成長動能。

表 10 東南亞地區主要機場旅客人數與成長率(2009-2020)

年份	SIN	BKK	MNL	CGK	KUL	SGN
2009	37,203,978	40,500,224	23,945,801	37,143,719	29,682,093	12,500,000
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	NA
成長率*	-82.7%	-74.5%	-76.7%	-63.9%	-78.9%	--
成長率**	4.8%	7.1%	7.0%	-0.7%	5.0%	13.2%
成長率***	6.3%	4.9%	7.2%	3.9%	7.7%	12.7%

* 為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

單位：百萬人次

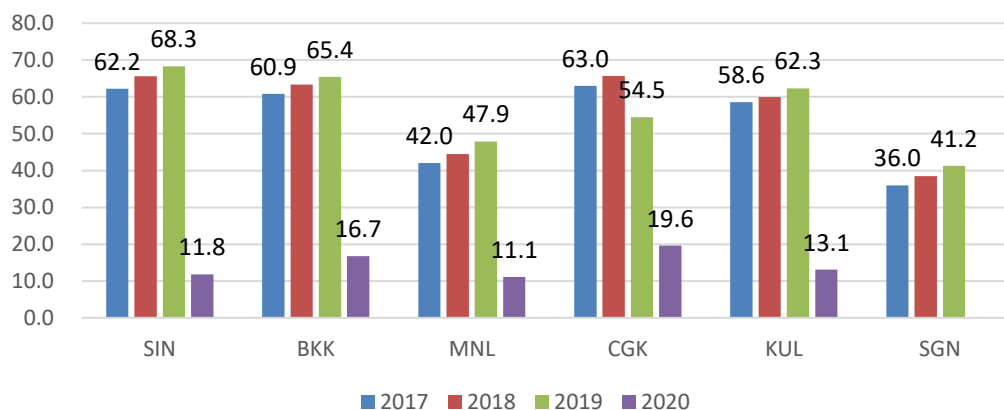


圖 24 東南亞地區主要機場旅客人數比較(2017-2020)

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 25 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，惟各機場貨物噸數規模與旅客人數規模略有不同，曼谷、馬尼拉、雅加達、吉隆坡、胡志明市等機場疫情之前，貨物噸

數都小於 100 萬公噸，與新加坡有一段差距。2020 年貨物噸數受到疫情影響，除雅加達機場外，各機場衰退幅度介於 20%到 40%之間。值得注意的是，排除 2020 疫情影響，該地區 2014-2019 年 5 年複合成長率都不高，除了馬尼拉成長 6.8%，胡志明市成長 11%之外，新加坡與曼谷機場成長率均低於 2%，雅加達與吉隆坡則呈現微幅衰退。

表 11 東南亞地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2009-2020)

年份	SIN	BKK	MNL	CGK	KUL	SGN
2009	1,633,794	1,042,177	349,243	433,179	584,559	278,239
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	578,400
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	NA
成長率*	-23.5%	-31.2%	-39.8%	-10.3%	-24.8%	--
成長率**	1.8%	1.4%	6.8%	-0.8%	-1.8%	11.0%
成長率***	2.1%	2.4%	7.5%	2.8%	1.6%	9.6%

* 為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

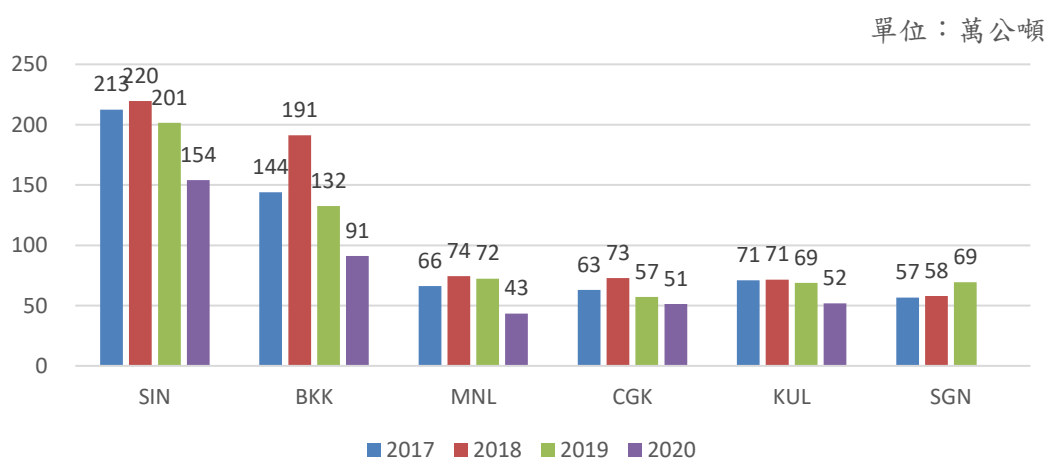


圖 25 東南亞地區主要機場貨物吞吐量比較(2017-2020)

4.3 北美洲主要機場

資料庫中計維護 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，進行相互資料的比較。

一、飛機起降架次

根據本計畫維護之機場營運資料，近 10 年各機場飛機起降架次可如表 12 與圖 26 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 69.1 萬架次，舊金山與紐約機場的飛機起降規模相當，疫情之前約 45 萬架次，溫哥華較少約 33 萬架次。就飛機起降架次的年度趨勢來看，北美地區四個機場營運規模似已經趨於穩定，每一年的規模差異不大。就 5 年複合成長率而言，紐約甘迺迪機場的成長率約 2.9%，略高於其他機場，洛杉磯機場則為-0.5%，顯示 5 年之間的成長十分緩慢，甚至於微幅衰退。2020 年疫情衝下，各機場的飛機起降次數也呈現明顯衰退，其中紐約甘迺迪機場衰退 55.9%，衰退幅度較大，洛杉磯機場衰退 46.9%，相對緩和。

表 12 北美地區主要機場飛機起降架次與成長率(2009-2020)

年份	YVR	JFK	SFO	LAX
2009	314,437	416,946	376,973	544,406
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
成長率*	-53.1%	-55.9%	-49.3%	-46.9%
成長率**	1.6%	2.9%	1.2%	-0.5%
成長率***	0.7%	0.9%	1.9%	2.4%

*為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

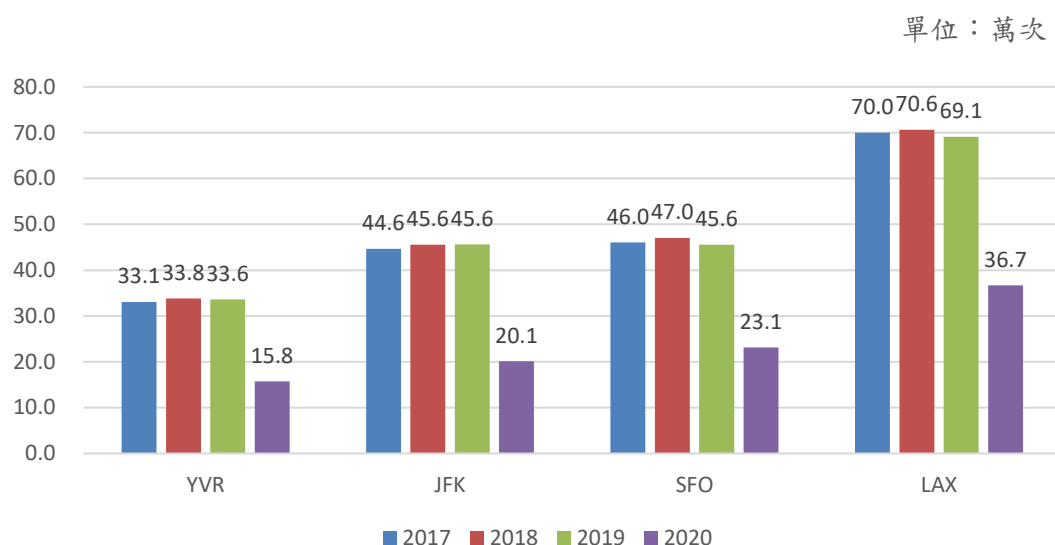


圖 26 北美地區主要機場飛機起降架次比較(2017-2020)

二、旅客人數

在旅客人數方面，相關資料彙整如表 13 與圖 27 所示。以旅客人數規模而言，洛杉磯機場的規模較大，其次依序為紐約、舊金山、溫哥華。成長率方面，2020 年度成長率四個機場衰退幅度都超過 7 成，排除 2020 年，以 5 年及 10 年複合成長率來看，溫哥華機場 5 年複合成長率 6.6% 較高，洛杉磯 4.5% 次之。雖然飛機起降架次的複合成長率已經趨緩，但客運人數仍持續成長，顯示起降飛機大型化，可以較少航班，承載更多的旅客人數，因此仍能維持穩定成長。

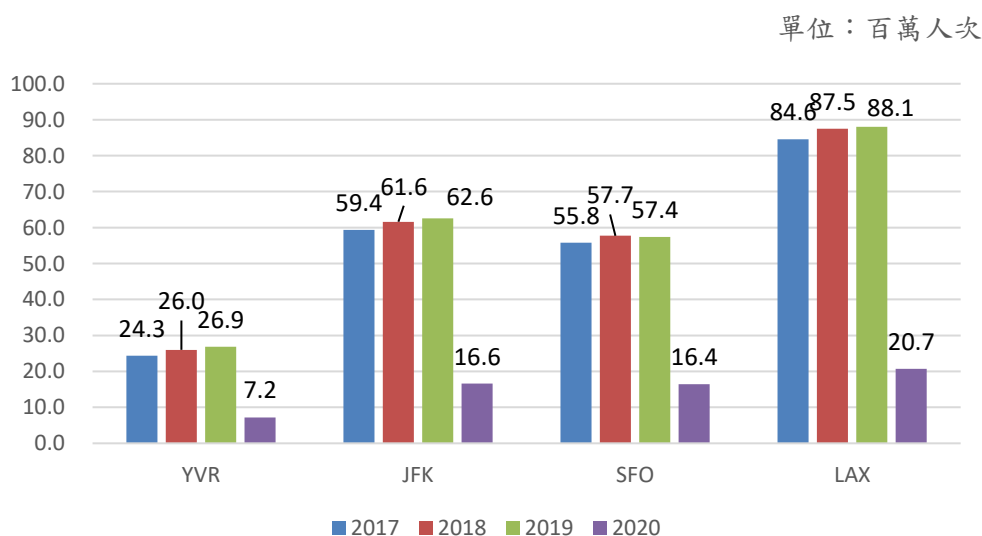


圖 27 北美地區主要機場旅客人數比較(2017-2020)

表 13 北美地區主要機場旅客人數與成長率(2009-2020)

年份	YVR	JFK	SFO	LAX
2009	16,350,691	45,877,942	37,338,942	56,520,843
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
成長率*	-72.9%	-73.4%	-71.4%	-76.4%
成長率**	6.6%	3.3%	4.0%	4.5%
成長率***	5.1%	3.1%	4.4%	4.5%

* 為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

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 28 所示。從圖表中可以看出，貨物裝卸量的規模與旅客人數規模的排序相同，仍以洛杉磯最多，紐約機場次之，溫哥華機場最少。

以成長率來看，2020 年疫情對四個機場的衝擊程度有很大的差異。其中，舊金山機場的貨運噸數不僅未衰退，甚至於出現 53.2% 的成長率，此一成長動能是否能夠維持，仍有待進一步觀察。洛杉磯機場雖然衰退，但衰退幅度為 3.4%，並不十分明顯，紐約機場衰退 10.2%，而溫哥華則衰退了 23.5%，衰退幅度較大。

5 年及 10 年複合成長率部分，也是以舊金山、洛杉磯的表現較佳，兩個機場 5 年複合成長率分別為 9.3% 及 5.8%，都高於 10 年複合成長率，顯示近年的貨運業務成長動能較過去 10 年更好。由於洛杉磯機場貨運規模約在 220 至 230 萬公噸之間，舊金山在 2020 年則為 84 萬公噸的規模，所以在貨運業務方面，洛杉磯機場的發展潛力仍優於舊金山機場，但舊金山機場如果能持續維持 5 成的年成長率，就值得密切注意。

表 14 北美地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2009-2020)

年份	YVR	JFK	SFO	LAX
2009	179,713	1,048,529	356,267	1,454,468
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
成長率*	-23.5%	-10.2%	53.2%	-3.4%
成長率**	5.1%	-0.1%	9.3%	5.8%
成長率***	5.4%	1.5%	4.4%	4.7%

* 為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

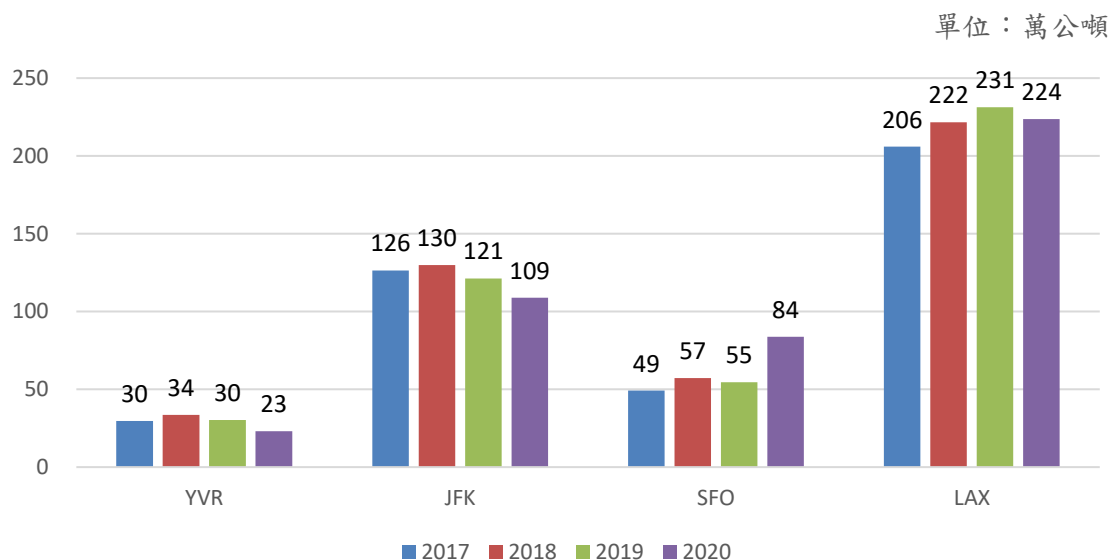


圖 28 北美地區主要機場貨物吞吐量比較(2017-2020)

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)、

阿姆斯特丹(AMS)、米蘭(MXP)、法蘭克福(FRA)、馬德里(MAD)六個機場，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，該六個機場近 10 年之飛機起降架次如表 15 與圖 29 所示。在飛機起降架次部分，六個機場的飛機起降架次以阿姆斯特丹較為繁忙，2019 年起降架次為 51.6 萬次，2020 年雖降為 24.1 萬次，但都是六個機場同年最繁忙的。不過，巴黎、倫敦、阿姆斯特丹與法蘭克福四個機場的規模差異並不明顯，疫情之前每年起降架次約在 48 萬次到 51 萬次之間。在成長率部分，各機場 2020 年起降架次年度成長大致衰退幅度在 55%到 60%之間。5 年與 10 年複合成長率而言，米蘭與馬德里機場的規模相對較小，5 年複合成長率分別維持在 7.0%與 4.5%，相對高於其他四個機場。巴黎、倫敦、阿姆斯特丹與法蘭克福四個機場，在飛機起降架次的成長率方面已經趨於穩定，5 年與 10 年複合成長率差異不大，都維持在 1.5%到 2.5%之間。

表 15 歐洲地區主要機場飛機起降架次與成長率(2009-2020)

年份	CDG	LHR	AMS	MXP	FRA	MAD
2009	525,314	466,393	406,974	187,551	463,111	435,187
2010	499,997	454,883	402,375	193,771	464,432	427,065
2011	514,059	480,931	437,083	191,104	487,162	423,347
2012	497,763	475,180	437,904	174,892	482,242	368,407
2013	478,306	471,938	440,057	164,745	472,692	332,369
2014	471,382	472,817	452,687	166,509	469,026	341,904
2015	475,810	474,103	465,521	160,484	468,153	366,608
2016	475,687	474,935	478,864	166,756	462,885	378,150
2017	482,676	475,915	514,625	178,831	475,537	387,576
2018	488,092	482,229	517,737	194,517	512,115	409,832
2019	504,836	478,002	515,811	234,054	513,912	426,376
2020	220,637	200,905	241,401	92,432	212,235	165,740
成長率*	-56.3%	-58.0%	-53.2%	-60.5%	-58.7%	-61.1%
成長率**	1.4%	0.2%	2.6%	7.0%	1.8%	4.5%
成長率***	-0.4%	0.2%	2.4%	2.2%	1.0%	-0.2%

*為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

單位：萬次

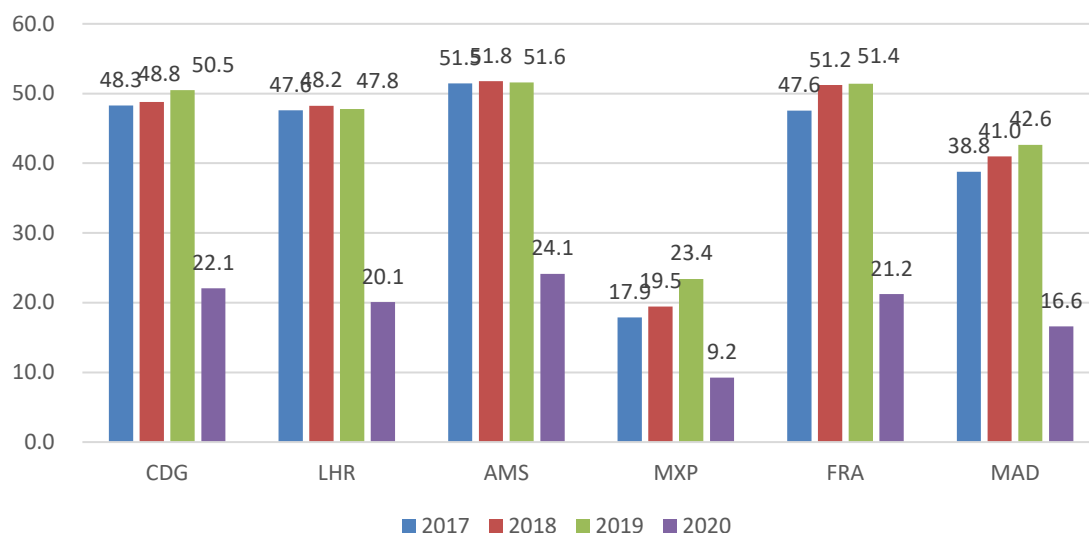


圖 29 歐洲地區主要機場飛機起降架次比較(2017-2020)

二、旅客人數

旅客人數方面之相關資料，彙整如表 16 與圖 30 所示。以旅客人數規模而言，倫敦希斯洛機場的規模較大，其次依序為巴黎與阿姆斯特丹。旅客人數成長率的趨勢，與飛機起降架次成長率的幅度相當一致，惟六個機場於 2020 年旅客人數衰退幅度都超過 7 成，疫情衝擊程度高於對飛機起降架次的衝擊程度。

單位：百萬人次

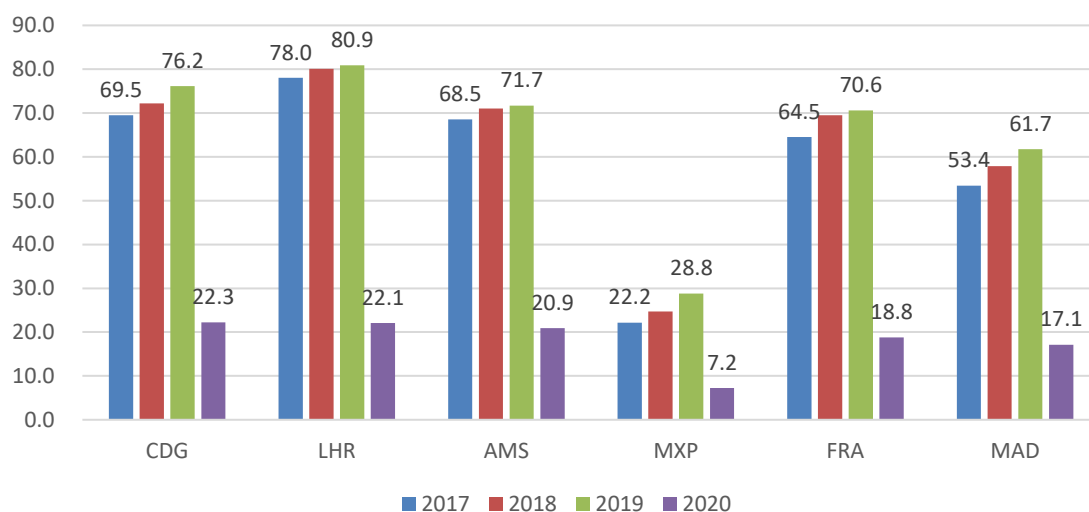


圖 30 歐洲地區主要機場旅客人數比較(2017-2020)

表 16 歐洲地區主要機場旅客人數與成長率(2009-2020)

年份	CDG	LHR	AMS	MXP	FRA	MAD
2009	57,906,866	66,037,578	43,570,370	17,551,635	50,932,840	48,251,640
2010	58,167,062	65,884,143	45,211,749	18,947,808	53,009,221	49,838,458
2011	60,970,551	69,433,565	49,755,252	19,291,427	56,436,255	49,635,303
2012	61,611,934	70,038,804	51,035,590	18,522,760	57,520,001	45,101,518
2013	62,052,917	72,368,061	52,569,200	17,940,539	58,036,948	39,714,387
2014	63,716,570	73,408,489	54,978,023	18,838,661	59,566,132	41,810,167
2015	65,766,986	74,990,032	58,284,864	18,572,382	61,032,022	46,814,312
2016	65,933,000	75,711,130	63,625,534	19,411,709	60,786,937	50,409,633
2017	69,471,442	78,013,771	68,515,425	22,160,090	64,500,386	53,388,044
2018	72,229,723	80,124,132	71,053,147	24,716,236	69,510,269	57,873,621
2019	76,150,007	80,888,305	71,707,144	28,827,804	70,556,072	61,715,564
2020	22,257,469	22,109,726	20,884,510	7,236,897	18,768,601	17,112,389
成長率*	-70.8%	-72.7%	-70.9%	-74.9%	-73.4%	-72.3%
成長率**	3.6%	2.0%	5.5%	8.9%	3.4%	8.1%
成長率***	2.8%	2.0%	5.1%	5.1%	3.3%	2.5%

* 為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

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 31 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，馬德里機場的規模最小。

單位：萬公噸

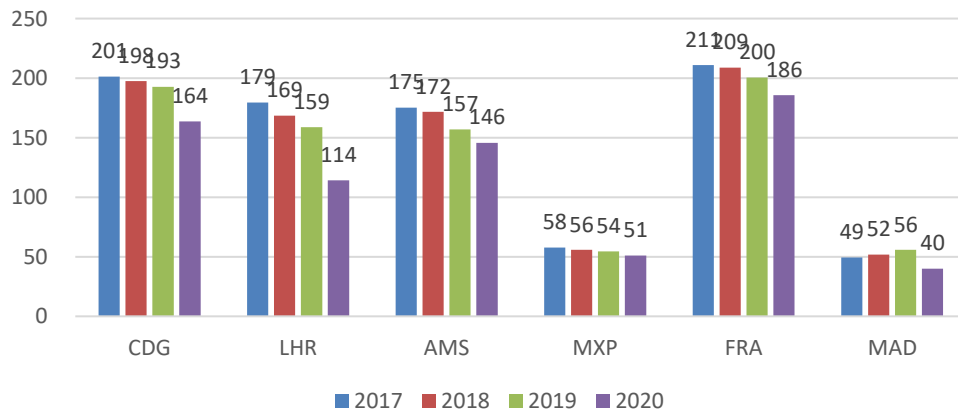


圖 31 歐洲地區主要機場貨物吞吐量比較(2017-2020)

表 17 歐洲地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2009-2020)

年份	CDG	LHR	AMS	MPX	FRA	MAD
2009	1,818,503	1,278,296	1,286,372	333,720	1,808,017	302,899
2010	2,177,371	1,473,083	1,512,256	422,428	2,198,814	373,910
2011	2,087,952	1,484,488	1,523,806	440,259	2,133,087	393,429
2012	1,949,660	1,464,550	1,483,448	405,858	1,986,402	359,361
2013	1,875,574	1,423,013	1,531,089	421,277	2,015,784	348,658
2014	1,885,431	1,499,082	1,633,195	459,696	2,051,190	370,035
2015	1,901,042	1,496,657	1,620,970	500,054	1,993,407	381,595
2016	1,949,095	1,541,029	1,662,282	536,862	2,029,058	415,774
2017	2,011,530	1,794,345	1,752,571	576,539	2,109,075	493,940
2018	1,975,145	1,685,137	1,716,497	558,218	2,086,592	518,859
2019	1,927,156	1,587,451	1,570,388	544,978	2,004,746	558,567
2020	1,635,494	1,141,259	1,456,428	511,286	1,856,965	401,133
成長率*	-15.1%	-28.1%	-7.3%	-6.2%	-7.4%	-28.2%
成長率**	0.4%	1.2%	-0.8%	3.5%	-0.5%	8.6%
成長率***	0.6%	2.2%	2.0%	5.0%	1.0%	6.3%

* 為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

以成長率來看，2020 年疫情對倫敦、巴黎、馬德里的衝擊較大，三個機場貨運量的衰退幅度在都超過 15%。相對地，阿姆斯特丹、法蘭克福、米蘭的衝擊較小，衰退幅度在 10%以下。5 年及 10 年複合成長率部分，貨運裝卸噸數的成長趨勢，仍呈現規模較小機場成長，規模較大機場趨於穩定的趨勢，亦即規模較小的米蘭與馬德里機場，仍能維持較高的成長率，相對的，巴黎、倫敦、阿姆斯特丹與法蘭克福四個機場的成長已經趨於緩和，近 5 年貨物裝卸噸數方面，複合年成長率多低於 1%，甚至於呈現負成長，且低於近 10 的複合年成長率，此一趨勢與旅客人數仍能維持一定幅度之成長率略有不同。

4.5 中東、南亞及紐澳地區主要機場

本節篩選中東及南亞的三個機場杜拜(DXB)、德里(DEL)、孟買(BOM)，以及紐澳三個機場雪梨(SYD)、墨爾本(MEL)、奧克蘭(AKL)共六個機場，納入分析和比較。

一、飛機起降架次

根據根計畫維護之機場營運資料，近 10 年六個機場飛機起降架次如表 18 與圖 32 所示。中東及南亞地區三個機場當中，德里機場的飛機起降架次最多，2019 年達 49.9 萬次，但 2020 年受到疫情衝擊，大幅衰退剩 13.4 萬架次，低於杜拜機場 18.2 萬架次。杜拜機場在 2016 年達 41.4 萬架次後，連續二年維持 40 萬架次的規模，2019、2020 年呈現衰退。

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(2009-2020)

年份	DXB	DEL	BOM	SYD	MEL	AKL
2009	281,175	244,795	240,967	289,847	191,024	155,595
2010	307,283	266,481	252,308	308,914	203,722	154,753
2011	326,342	311,048	266,330	307,866	204,098	154,455
2012	344,245	305,111	258,103	321,630	215,414	155,855
2013	369,953	309,074	269,394	326,228	220,776	151,185
2014	357,339	323,701	277,602	327,190	227,866	151,768
2015	406,569	349,345	301,131	310,008	234,984	164,665
2016	414,816	406,506	318,948	346,437	238,686	172,765
2017	408,222	447,911	325,584	348,520	241,602	177,040
2018	408,235	480,707	328,403	345,073	245,626	176,580
2019	373,261	498,865	349,351	347,328	246,202	177,655
2020	182,275	133,587	138,668	121,975	80,631	95,280
成長率*	-51.2%	-73.2%	-60.3%	-64.9%	-67.3%	-46.4%
成長率**	0.9%	9.0%	4.7%	1.2%	1.6%	3.2%
成長率***	2.9%	7.4%	3.8%	1.8%	2.6%	1.3%

*為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

紐澳三個機場當中，以雪梨機場的規模最大，2019 年飛機起降架次為 34.7 萬次，但雪梨機場在 2016 到 2019 四年當中，飛機起降都在 34 萬架次上下，成長已經趨緩。墨爾本與奧克蘭機場的情況也類似，在疫情之前，墨爾本機場的規模約為 24 萬架次，奧克蘭約為 17 萬架次，都呈現停滯的狀況。

單位：萬次

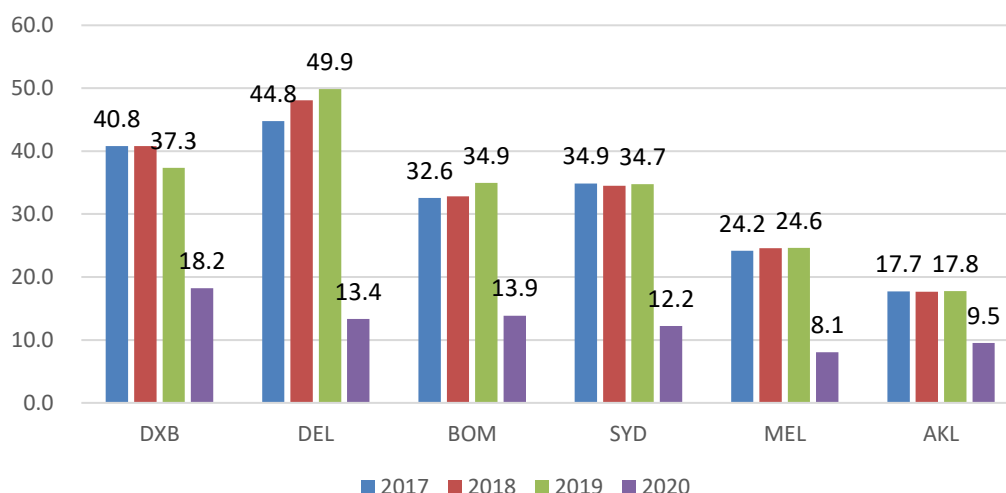


圖 32 中東、南亞及紐澳地區主要機場飛機起降架次比較(2017-2020)

二、旅客人數

在旅客人數方面，相關資料彙整如表 19 與圖 33 所示。中東與南亞地區三個機場的旅客人數以杜拜機場最多，該機場也是南亞中轉歐洲甚至於美洲重要的中轉機場。2019 年旅客人數達 8,640 萬人次，2020 年在疫情衝擊下，旅客人數下降為 2,584 萬人次。印度的德里機場，在 2019 年旅客人數達 6,849 萬人次，也是頗具規模的機場，2020 年在疫情衝擊下，下降為 2,850 萬人次。三個機場的成長動能，以德里機場較具潛力，2014-2019 年複合年成長率為 11.5%，10 年複合成長率為 10.5%，顯示其旅客人數仍持續以每年大約 11.5% 比率成長。

紐澳地區三個機場當中，以雪梨機場較具規模，2019 年旅客人數為 4,444 萬人次，但在疫情衝擊下，2020 年衰退 74.7%，成為 1,126 萬人次。雪梨與墨爾本機場的 5 年與 10 年複合平均成長率約為 2.7% 到 4.0% 之間，可以解讀為，旅客人數仍維持小幅成長的趨勢，但趨勢逐年趨緩。相較於雪梨與墨爾本，紐西蘭的奧克蘭機場，近 5 年以 6.9% 的複合成長率成長，高於過去 10 年的複合成長率(4.7%)，但相對雪梨與墨爾本機場，奧克蘭目前規模仍小，2019 年旅客人數僅 2,106 萬人次。

表 19 中東、南亞及紐澳地區主要機場旅客人數與成長率(2009-2020)

年份	DXB	DEL	BOM	SYD	MEL	AKL
2009	40,901,752	25,252,814	24,804,766	33,451,383	25,248,762	13,300,394
2010	47,180,628	28,531,607	28,137,797	35,991,917	27,731,252	13,713,378
2011	50,977,960	35,001,742	30,439,122	36,016,533	28,060,523	13,410,287
2012	57,684,550	34,211,608	30,038,696	37,341,536	29,406,100	13,911,566
2013	66,431,533	36,712,455	31,958,546	38,254,041	30,610,265	14,643,479
2014	70,475,636	39,752,819	34,993,738	38,863,380	31,730,140	15,104,353
2015	78,014,841	45,981,773	40,637,377	39,915,674	33,101,540	16,089,217
2016	83,654,250	55,631,385	44,680,555	41,977,865	34,637,147	18,298,438
2017	88,242,099	63,451,503	47,204,259	43,409,297	35,997,078	19,625,042
2018	89,149,388	69,866,994	49,876,769	44,476,065	37,299,783	20,791,988
2019	86,400,000	68,490,731	47,055,740	44,446,838	37,490,978	21,061,099
2020	25,844,651	28,500,545	16,389,870	11,263,113	8,993,784	7,749,652
成長率*	-70.1%	-58.4%	-65.2%	-74.7%	-76.0%	-63.2%
成長率**	4.2%	11.5%	6.1%	2.7%	3.4%	6.9%
成長率***	7.8%	10.5%	6.6%	2.9%	4.0%	4.7%

* 為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

單位：百萬人次

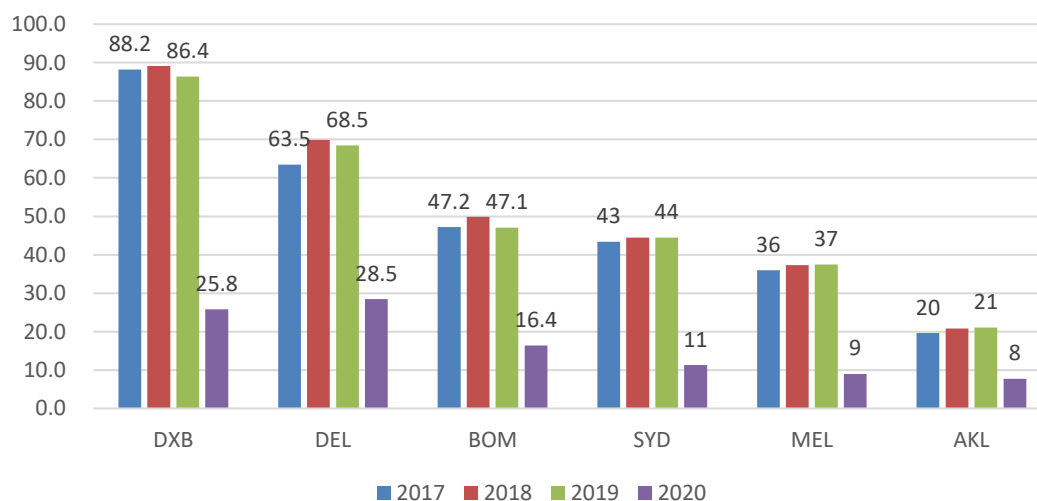


圖 33 中東、南亞及紐澳地區主要機場旅客人數比較(2017-2020)

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 34 所示。在中東、南亞地區部分，從圖表中可以看出，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。印度德里與孟買機場的貨物吞吐量差異不大，德里在疫情之前約為 100 萬公噸的規模，孟買約為 90 萬公噸，但受疫情影響，2020 年各有 27%與 32%的衰退幅度。以 5 年期與 10 年期的複合成長率來看，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、旅客人數成長率的情形一致。相對於德里與孟買機場，杜拜機場在貨運與客運方面的成長已經趨緩，貨運近 5 年複合年成長率僅 1.4%。

紐澳地區部分，三個機場的貨量規模都不大，2019 年以雪梨機場貨物吞吐量為 52 萬公噸，可能由於當年經濟景氣不佳，相較於 2018 年，雪梨、墨爾本、奧克蘭三個機場的貨物吞吐量都出現下跌。不過若以 5 年及 10 年複合成長率來看，雪梨與墨爾本機場仍能維持 5%與 3.7%的複合年成長，奧克蘭機場的貨物吞吐量則穩定以每年 2.1%的增速成長。

表 20 中東、南亞及紐澳地區主要機場貨物吞吐量與成長率(2009-2020)

年份	DXB	DEL	BOM	SYD	MEL	AKL
2009	1,846,249	462,528	549,811	349,935	192,957	172,409
2010	2,182,864	582,565	656,794	391,060	216,869	NA
2011	2,194,264	581,233	668,441	407,686	228,323	183,011
2012	2,279,624	549,305	639,062	418,242	238,093	186,886
2013	2,443,624	585,554	635,205	418,426	245,345	190,219
2014	2,367,574	682,594	685,871	408,405	252,821	191,947
2015	2,506,092	760,425	698,447	443,374	287,200	201,928
2016	2,592,454	832,927	744,721	477,243	284,577	225,416
2017	2,654,454	966,821	900,121	511,383	313,413	239,113
2018	2,641,382	1,030,989	965,148	543,449	329,159	236,789
2019	2,536,761	998,635	896,215	521,014	303,586	212,990
2020	1,867,742	728,656	604,357	NA	NA	NA
成長率*	-26.4%	-27.0%	-32.6%	--	--	--
成長率**	1.4%	7.9%	5.5%	5.0%	3.7%	2.1%
成長率***	3.2%	8.0%	5.0%	4.1%	4.6%	2.1%

* 為 2019-2020 年成長率；**為 2014-2019 複合平均成長率；***為 2009-2019 複合平均成長率

單位：萬公噸

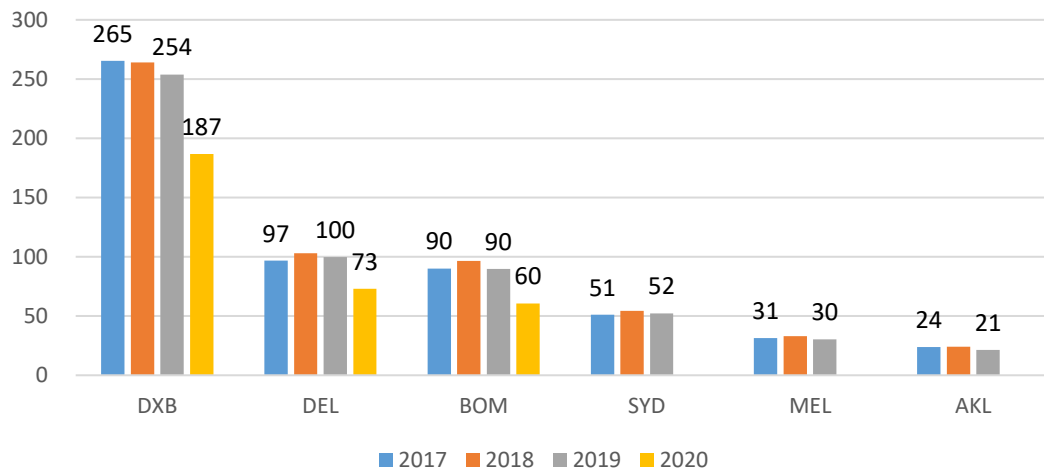


圖 34 中東、南亞及紐澳地區主要機場貨物吞吐量比較(2017-2020)

4.6 機場運量分析小結

根據前述五大區域之代表性機場之運量分析，可總結本節幾項觀察：

- 一、2020 年各洲機場之飛機起降架次和旅客人數明顯下降，其原因自然是因疫情各國所做的邊境管制所造成之影響。
- 二、2020 年之貨運吞吐大部分機場可維持以往的水準，甚至微幅成長，如舊金山機場；但北京首都機場和所列之東南亞機場、歐洲機場、中東南亞機場仍有小幅的衰退。
- 三、若不考慮 2020 年之衝擊，長期的複合成長率顯示東亞、東南亞機場仍維持起降架次、客運人數的正成長，越南胡志明市機場的運量成長幾乎均超過 10% 以上。歐洲機場的旅客數、中東、南亞及紐澳地區機場的運量，也有正向的成長率，其中德里機場的表現最為突出。惟在疫情的衝擊下，此一成長的趨勢是否改變，甚至於出現不同機場之間競爭力的消長，目前尚無定論。

第五章 議題分析

2020 年期間各機場的旅客人數大幅衰退，且各機場的營運措施多以配合防疫為主，所呈現的旅客移動資料僅能代表非正常情境下的旅客移動狀況。因此，本年度的議題分析初步嘗試由航空公司機隊運用以及貨運層面進行探討。由於所檢索購買的 IATA MarkretIS 資料，並無法提供該類議題分析的支援，本期議題分析的資料來源還包括擷取自 Flight Radar24 之航空公司航班資料，IATA CarrgoIS 之檢索資料，以及額外收集的機場貨運相關資料等。

期末報告中延續期中報告，針對部分航空公司在疫情衝擊下的機隊應用進行分析，較完整呈現亞洲 21 家航空公司的機隊營運情況，故針對「疫情衝擊下亞洲主要航空公司客機機隊之應用」和「疫情衝擊下亞洲主要航空公司貨機機隊之應用」分節討論。此外，有鑑於疫情對航空貨運需求增加，因此也將以所掌握之 IATA CarrgoIS 資料，以及香港機場的統計資料，針對香港機場的貨物吞吐狀況進行探討。以下就這些議題分節個別說明。

5.1 2020 年疫情衝擊下亞洲主要航空公司客機機隊之應用

受到疫情的衝擊，全球航空公司客運業務量都出現明顯衰退，同樣也衝擊航空公司機隊營運調度。本節以擷取自 Flightradar24 之航空公司航班資料，從疫情爆發前之 2019 年 11 月開始，到 2021 年 2 月的航班資料進行彙整分析。由於資料量十分龐大，初步界定以 21 家以亞洲主要機場為營運基地的航空公司做為分析對象，涵蓋的營運機場與航空公司包括：桃園機場(華航、長榮、虎航)、香港機場(國泰、香港航空)、成田機場(日航、全日空、樂桃)、仁川(韓航、韓亞)、新加坡(新航、酷航)、吉隆坡(馬航、亞洲)、曼谷(泰航)、胡志明市(越航、越捷)、馬尼拉(菲航)，以及中國大陸北京、上海、廣州三個機場(中國國際航空、東方航空、南方航空)等。

為進行機隊的應用分析，本計畫先定義以下幾個指標，以做為分析各航空公司營運狀況的參考。

- (1) 飛機滯地率：整月均未派遣的飛機數量/飛機總數。可以就特定機型或公司全體飛機進行計算。

- (2) 機隊平均使用率：特定機型之總飛行時數/(當月天數x24x機隊飛機總數)。
- (3) 飛機平均使用率：總飛行時數/[當月天數 24/(飛機總數-全月未派遣的飛機數)]。可以就特定機型或公司全體飛機進行計算。

一、傳統航空公司客運機隊營運分析

疫情衝擊下亞洲各主要航空公司客運航班的營運狀況，可彙整如表 21 所示。表 21 中彙整 16 家傳統航空公司。以機隊規模(客機)而言，中國國際航空、東方、南方航空的機隊規模，明顯大於其他航空公司，機隊規模都超過 400 架。除了三家超大型航空公司外，國泰、日航、全日空的客機機隊，可以歸類為大型規模，飛機數約在 150 架到 250 架之間。不過，在分析的航空公司當中，多數屬於機隊架次在 50 架到 150 架之間的航空公司。若以疫情之前的航班屬性來看，全日空以及中國大陸之三家航空公司主要以國內航班為主，國內航班的比例都在八成以上。相對的，華航、長榮、香港航空、新航等公司則是以國際航線為主，國內航班的比例皆在 10% 以下，甚至於完全沒有國內航班。

由於航班資料收集期間從 2019 年 11 月到 2021 年 2 月，資料量十分龐大，為簡化分析資料，表 21 中將分析期間分成三個階段。2019 年 11-12 月為疫情尚未爆發時的營運階段，2020 年全年為疫情衝擊最大的階段，2021 年 1-2 月為疫苗開始施打，疫情略為緩和階段。本分析擬就這三個階段，分析比較各航空公司的在各階段的營運狀況。

表 21 亞洲主要航空公司疫情衝擊下客機營運狀況彙整

	營運飛行時數(小時月)			營運飛機數			滯地率			飛機平均使用率			飛機總數*	國內航班比例**
	2019 年 11-12	2020 年	2021 年 1-2 月	2019 年 11-12 月	2020 年	2021 年 1-2 月	2019 年 11-12	2020 年	2021 年 1-2 月	2019 年 11-12 月	2020 年	2021 年 1-2 月		
華航	18,722	12,607	10,218	63	61	61	0.8%	2.8%	3.2%	40.9%	28.0%	23.6%	63	0.5%
長榮	22,464	14,266	12,343	76	77	77	3.2%	2.9%	3.8%	40.6%	25.3%	22.6%	80	9.3%
中國國際	98,887	66,477	55,751	385	389	404	2.5%	3.1%	1.2%	35.1%	23.2%	19.4%	410	78.8%
東方	130,358	87,244	81,133	533	536	568	4.0%	4.4%	0.4%	33.4%	22.0%	20.1%	572	82.7%
南方	125,639	90,094	73,473	513	515	551	5.7%	6.4%	3.3%	33.5%	23.6%	18.7%	571	79.3%
國泰	46,819	14,765	6,757	146	97	54	0.3%	33.8%	64.1%	43.9%	19.2%	17.7%	149	0.3%
香港	6,155	1,569	1,299	23	14	11	8.0%	44.3%	56.0%	36.4%	13.7%	16.9%	25	0.1%
日航	38,796	23,806	19,451	156	152	157	2.8%	7.1%	6.3%	33.9%	21.1%	17.5%	167	73.9%
全日空	47,111	28,271	28,464	206	206	212	2.1%	3.8%	4.3%	31.3%	18.6%	18.8%	223	80.8%
韓航	37,209	19,269	16,926	129	99	87	1.9%	24.5%	34.0%	39.5%	26.1%	27.7%	131	26.4%
韓亞	20,523	9,367	8,019	65	58	60	0.0%	10.6%	10.5%	43.1%	21.5%	19.1%	67	27.2%
新航	34,220	15,244	16,426	93	71	78	0.0%	26.2%	24.4%	50.5%	27.4%	30.0%	103	1.7%
馬航	23,166	7,857	3,956	78	61	57	3.7%	24.6%	29.6%	40.5%	16.0%	9.8%	81	41.5%
泰航	20,946	5,352	1,851	58	23	16	1.7%	61.6%	74.6%	49.3%	21.5%	16.9%	61	13.4%
菲航	18,286	6,224	4,628	79	55	60	8.1%	38.0%	32.4%	31.7%	13.7%	11.0%	88	62.8%
越南航空	25,548	13,854	9,325	105	102	98	3.7%	8.9%	12.9%	33.2%	18.2%	13.4%	112	54.5%

* 飛機總數為資料收集截止月份(2021 年 2 月)各航空公司的飛機總數資料。

** 國內航班比例是以 2019 年 11-12 月(疫情發生之前)的航班月平均數計算得出。

** 華航、長榮並無國內航班，可能因集團之機隊彈性調度，以華信、立榮航空飛航的航班被採計到華航、長榮所致

(一)華航、長榮

華航與長榮兩家公司的規模(客、貨機合計)相當，在客機方面，長榮航空的規模略大於華航。兩家航空公司在不同期間客機機隊營運趨勢，可以彙整如圖 35 與圖 36 所示。圖 35 為航空公司飛機每月營運飛行小時數，在各分析階段，長榮航空由於客機架次較多，客機每月營運飛行時數都略高於華航。兩家航空公司在不同分析階段，營運時數的變化趨勢也相當一致，都是在 2020 年 4 月營運時數降到谷底，之後再逐漸緩慢復甦。2020 年 4 月到 2020 年 12 月，營運時數從谷底回復到疫情之前約 55%的水準，不過隨著防疫政策的調整，以及疫情反覆發展，兩家公司在 2021 年 1-2 月份，客機營運時數都又呈現下滑。

圖 36 顯示兩家航空公司在分析階段，飛機平均使用率的變化趨勢。就趨勢的型態而言，華航與長榮的飛機平均使用率，都是從疫情之前約 40%，降到 2020 年 4 月約 15%，再逐漸復甦。2020 年 12 月，華航飛機使用率回升到 31.5%，2021 年 2 月兩家航空公司的飛機平均使用率約為 23%。2020 年疫情嚴峻期間，華航的飛機平均使用率略高於長榮，推測可能的原因是華航貨運業務暢旺，客機的部分空間也投入載貨，因此造成飛機平均使用率提升。

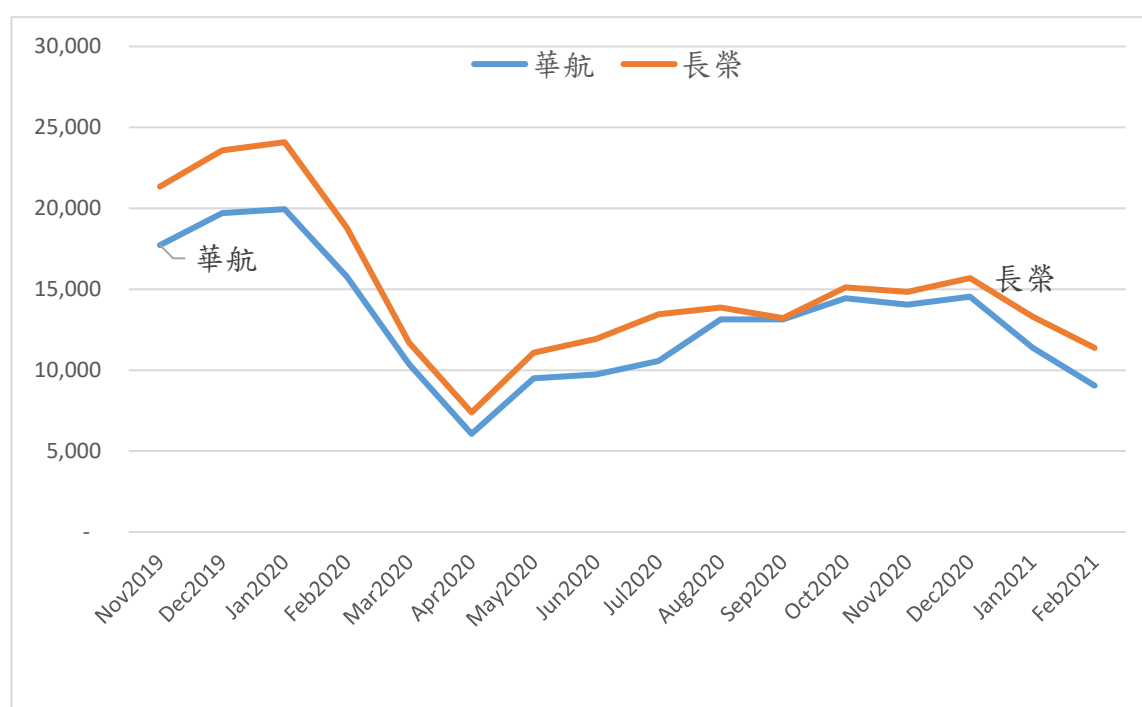


圖 35 華航與長榮客機機隊疫情衝擊下之客機營運時數變化

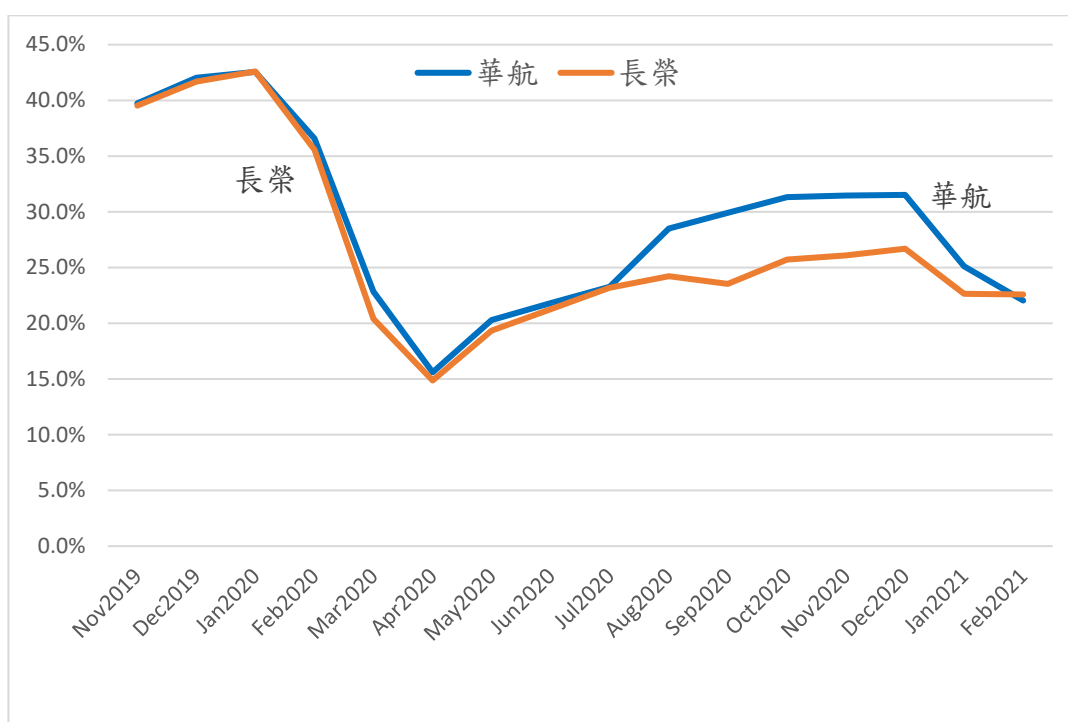


圖 36 華航與長榮客機機隊疫情衝擊下飛機平均使用率之變化

(二)中國與香港地區主要航空公司

中國與香港地區主要航空公司包括：中國國際、東方、南方、國泰與香港航空，共計五家，五家航空公司在分析期間的客機營運狀況可彙整如圖 37 與圖 38 所示。從圖 37 中可以看出，由於飛機營運時數與飛機數量呈正比，疫情發生之前，東方航空在 2020 年 1 月的營運時數達 14000 小時，客機機隊規模 572 架，也是五家航空公司當中規模最大。五家航空公司受到疫情衝擊的時間略有不同，中國的東方、南方、國航受到疫情衝擊最直接，營運時數從 2020 年 1 月，一個月之間急遽下降到 2020 年 2 月的谷底，然後緩慢回升。國泰航空與香港航空受到衝擊的時間較慢，雖然在 2020 年 1 月營運時數已經下滑，但衰退幅度不大，直到 2020 年 4 月疫情在全球大流行，其營運時數才跌落到谷底，並緩慢回升。

以營運時數而言，五家航空公司的回升程度也不相同，以香港為基地的國泰與香港航空，回升的速度十分緩慢，以國泰航空為例，2021 年 2 月的營運時數僅 5,470 小時，僅約疫情前巔峰約 51,100 小時的十分之一。相對的，中國三家航空公司在 2020 年 11-12 月期間，都已經恢復到疫情前約八成以上的水準，不過由於疫情仍然未獲得控制，自 2021 年 1 月，營運時數又呈現另一次下滑。以 2021 年 2 月的營運時數來看，為疫情之前巔峰水準約 47%-

48%的，此一水準仍優於國泰與香港航空。

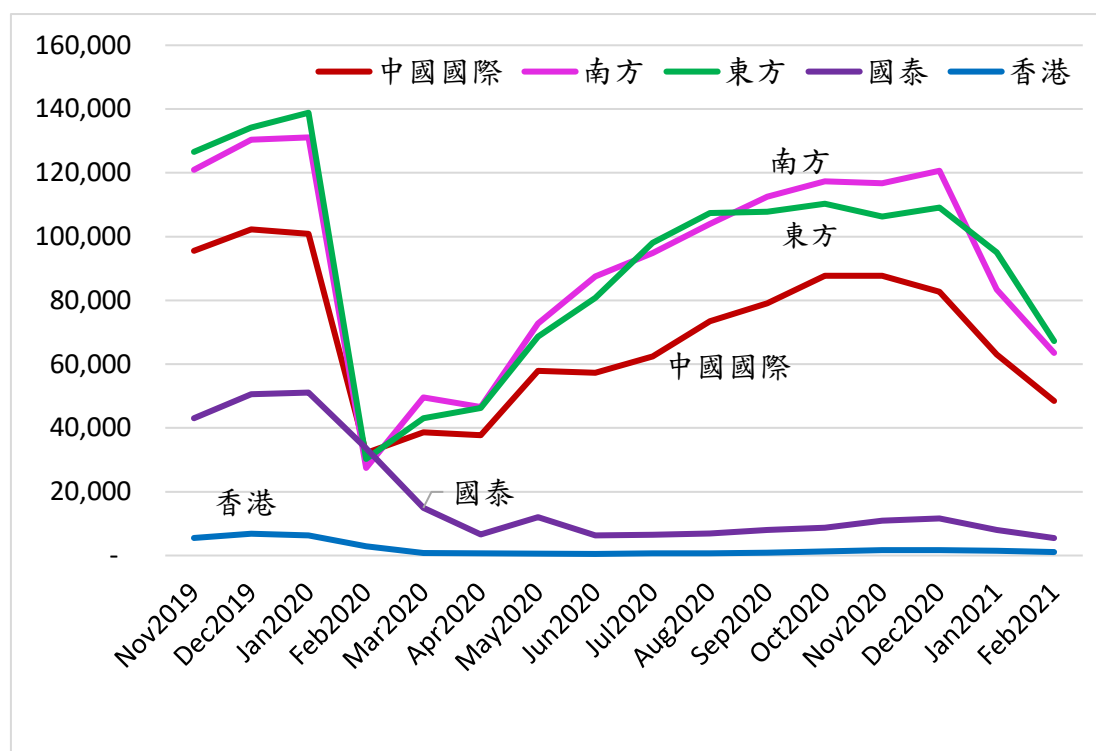


圖 37 中國與香港主要航空公司客機機隊疫情衝擊下之客機營運時數變化

圖 38 呈現中國與香港五家航空公司的飛機平均使用率變化趨勢。五家航空公司所呈現的變化趨勢略有不同，以國泰航空為例，2020 年 1 月飛機平均使用率仍有 47% 的水準，受到疫情影響，在 2020 年 2-4 月快速下降到 9.6%，但在後續半年中並無明顯的回升，反而在 2020 年 6 月又下降到 8.6% 的新低點。隨後回升的速度十分緩慢，2021 年 2 月飛機平均使用率為 15.1%，較疫情之前仍有相當大的差距。

中國三家航空公司，疫情之前的飛機平均使用率都在約 33% 的水準，並且在 2020 年 2 月急遽下降到最低水準(國航 12.3%，南方 7.7%，東方 8.5%)，隨後逐漸回復到 2020 年 11 月的高點。截至 2021 年 2 月，三家航空公司的飛機平均使用率都在 17% 左右，略高於國泰 15.1% 及香港航空 13.7%，從這一趨勢來看，五家航空公司依然受到疫情的持續影響。

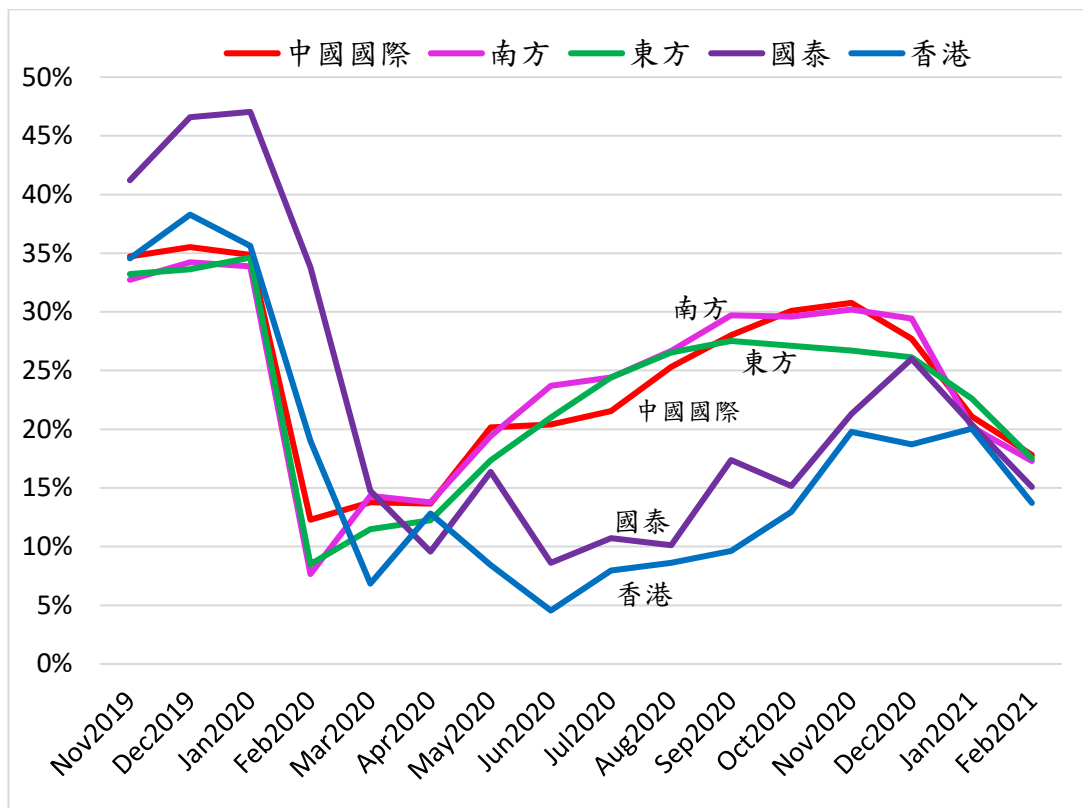


圖 38 中國與香港主要航空公司客機機隊疫情衝擊下飛機平均使用率之變化

(三)東南亞地區主要航空公司

東南亞地區主要航空公司包括：新加坡航空、馬來西亞航空、越南航空、菲律賓航空以及泰國航空等五家。五家航空公司在分析期間的客機營運狀況可彙整如圖 39 與圖 40 所示。圖 39 顯示各家航空公司在資料分析期間的營運飛行時數的變化，在疫情之前，以新加坡航空的營運時數最高，2020 年 1 月時最高達每月 36,000 多小時，其他航空公司如越航、泰航等也都在 2020 年 1 月越達到營運時數的高峰。馬航則是在 2019 年 12 月達到每月 23600 於小時之後，提早一個月出現下滑，菲律賓航空的營運高峰甚至於出現在疫情爆發之前的 2019 年 11 月。在疫情衝擊下，除馬來西亞航空之外，其餘四家航空公司營運時的谷底都在 2020 年 4 月份。以新加坡航空為例，2020 年 4 月份的營運時數為 4,969 小時，僅為 2019 年營運高峰的 13.6%。馬來西亞航空的營運谷底較其他公司晚 2 個月，在 2020 年 6 月時，每月營運時數僅 2,563 小時，約為 2019 營運高峰的十分之一。

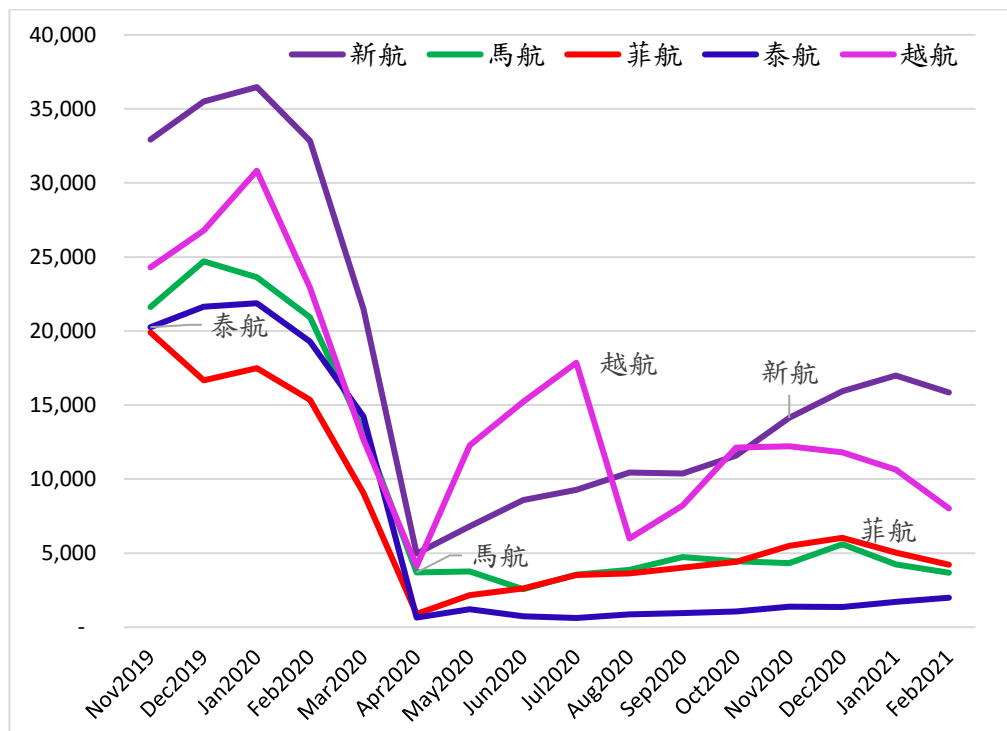


圖 39 東南亞地區主要航空公司客機機隊疫情衝擊下之客機營運時數變化

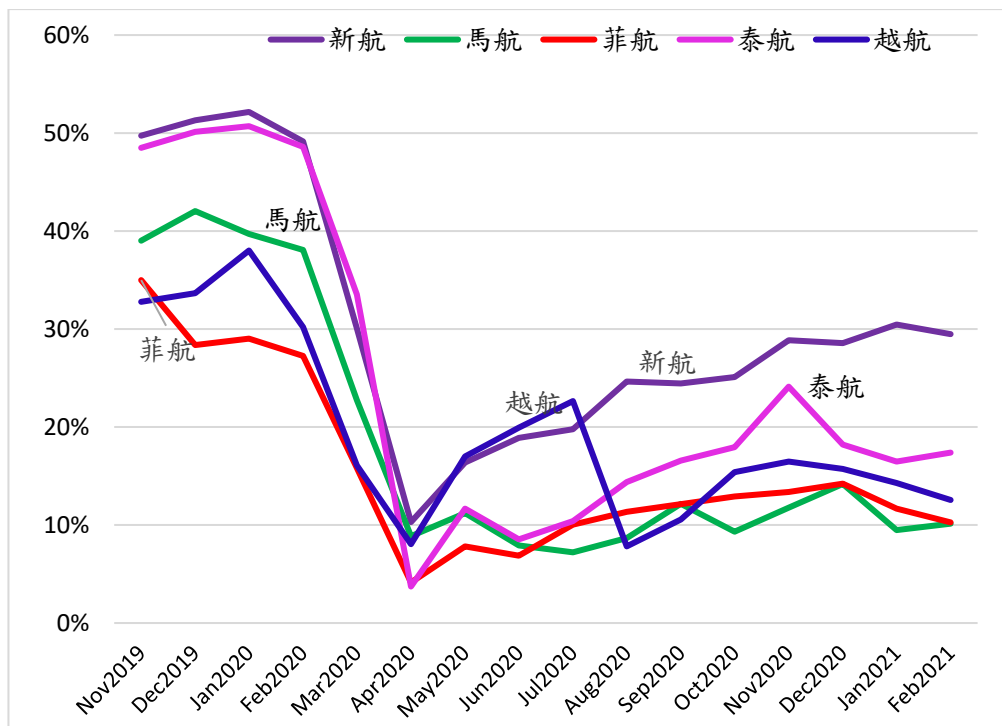


圖 40 東南亞地區主要航空公司客機機隊疫情衝擊下飛機平均使用率之變化

五家航空公司自營運谷底恢復的狀況也不相同，其中新加坡航空的恢復速度較快，且在 2020 年 4 月營運時數觸底之後，即逐月成長。截至 2021 年 2 月，新航的營運時數約為 2019 年營運高峰的 43%。其餘四家航空公司的

恢復情形較為緩慢，越航在 2020 年 5-6 月份快速復甦之後，可能由於本國疫情嚴峻，連帶影響航空公司的營運復甦。菲航、馬航、泰航雖然營運時數脫離 2020 年 4 月的谷底，但卻未出現較大幅度的增加，每月營運時數大致都在 5,000 小時附近，僅約疫情前的 25% 不到。

(四)東北亞地區主要航空公司

東北亞地區主要航空公司包括：日航、全日空、韓航、韓亞航四家。四家航空公司在分析期間的客機營運狀況可彙整如圖 41 與圖 42 所示。圖 41 顯示各家航空公司在資料分析期間的營運飛行時數的變化，由於機隊規模不同，飛機營運時數也有明顯的差距。從飛機營運時數的變化趨勢來看，營運的谷底出現在 2020 年 4、5 月。

全日空為四家航空公司當中，機隊規模最大的航空公司。全日空營運時數最多，但受疫情衝擊程度也最大，在 2020 年 5 月的營運時數谷底，月營運時數低於 10,000 小時，低於規模較小的日韓與韓航。不過，在衝擊之後恢復的速度也以全日空最快，自 2020 年 5 月之後，營運時數逐月增加，到 2020 年 12 月達 38,113 小時，已 2019 年營運高峰的 78%，但 2021 年 1-2 月分則又出現衰退。日航的營運時數變化趨勢大致與全日空相同，到 2021 年 2 月，營運時數為 17,103 小時，與全日空維持 7,000 小時的差距。

相較於日本兩家航空公司，韓航與韓亞航是以國際航線為主，國內航線比重僅分別為 26.4% 以及 27.2%，遠低於全日空 73.9% 與日航 80.8%。在疫情依然嚴峻時，國際航線受到的衝擊較大，也不容易迅速恢復。從圖中可以看出，韓航與韓亞航在 2020 年 4 月營運時數達到谷底之後，並沒有太大幅度的成長。尤其是韓亞航，2020 年 4 月營運時數 5,115 小時，為 2019 年高峰 22,197 小時的 9.2%，而 2021 年 2 月營運時數僅為 7,659 小時，成長幅度並不明顯，也並未明顯脫離營運的谷底。

東北亞地區主要航空公司的平均飛機使用率，可如圖 42 所呈現。飛機使用率的變化趨勢，大致上與飛機飛行時數的變化趨勢吻合。不過從飛機平均使用率的高低，也可以看出不同航空公司對於疫情的因應對策之差異。疫情之前，韓航與韓亞航飛機平均使用率約在 40% 左右，而日航與全日空則介於 30%-35% 之間。兩家韓國航空公司，即使在疫情很嚴峻的情況下，依然將飛機平均使用率維持在一定水準(2020 年 3 月 15% 左右)。相對的，日

航與全日空的營運飛行時數高於韓航、韓亞航，但飛機的平均使用率卻較低。由此可以看出，韓航是採取減少每架飛機飛行時數，但仍維持一定數量的飛機派飛，而全日空則是減少派飛的飛機數，而將飛行時數分配給較少的飛機。

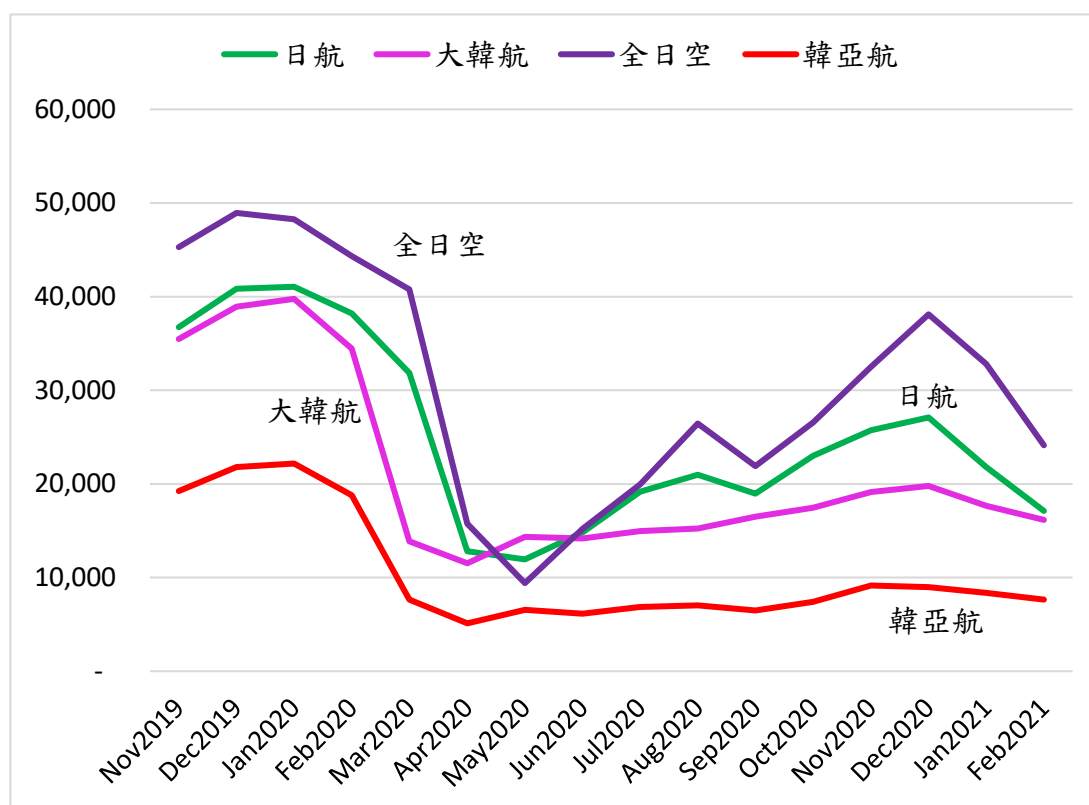


圖 41 東北亞地區主要航空公司客機機隊疫情衝擊下之客機營運時數變化

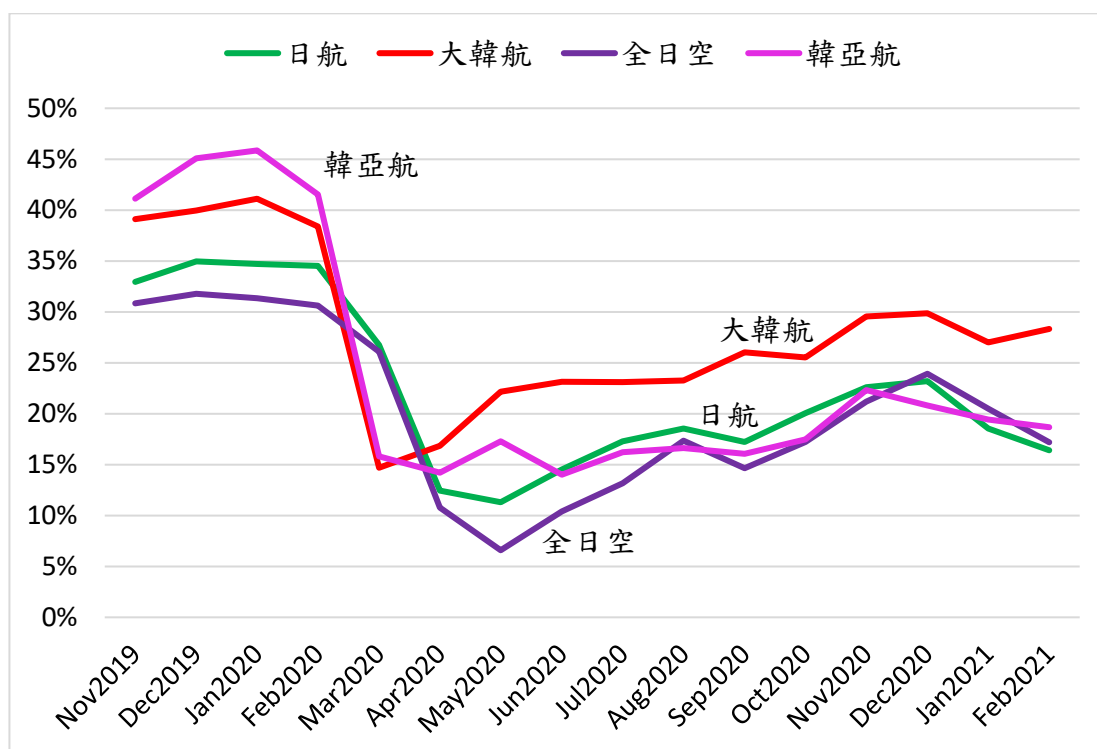


圖 42 東北亞地區主要航空公司客機機隊疫情衝擊下飛機平均使用率之變化

二、低成本航空公司機隊營運分析

低成本航空公司以旅遊觀光的客源為主，受到疫情衝擊的程度也較傳統航空公司更為嚴重。本計畫針對五家低成本航空公司，就其疫情衝擊下的機隊營運狀況進行分析，營運資料彙整如表 22 所示。從表 22 的彙整資料中可以看出，以規模而言，亞洲航空的機隊規模明顯大於其他四家航空公司，機隊數達 228 架，酷航與越捷分別為 50 架與 88 架，樂桃在 2019 年購併香草航空，2021 年 2 月總飛機數達 32 架，虎航則有 11 架飛機。再以航線的屬性來看，亞洲航空、越捷、樂桃在疫情之前，國內航線的比重都在六成左右，相對的虎航與酷航則是以國際航線為主。

五家 LCC 在分析期間的營運時數與飛機平均使用率之變化，可以圖 43 及圖 44 分別呈現。從營運時數的變化趨勢來看，亞洲航空規模最大，受到疫情衝擊的程度也最嚴重。在疫情之前，月營運時數最高可達 48,382 小時，在 2020 年 4 月減少到 462 小時，衰退幅度達 99%。由於疫情仍然持續嚴峻，各 LCC 的營運時數恢復情況也不樂觀。五家 LCC 當中，越捷恢復狀況最佳，2021 年 2 月的營運時數為 11,181 小時，已經恢復到疫情前高峰 20,084 小時的 56%，其餘四家航空公司的營運時數仍未脫離谷底，虎航與酷航在 2021

年 1 月的營運時數甚至低於 2020 年 4 月疫情最嚴峻時的水準。在飛機平均使用率的變化方面，也是以越捷的恢復狀況較佳，截至 2021 年 2 月，除越捷的飛機平均使用率高於 20% 之外，其餘四家 LCC 的平均使用率仍低於 10%。

表 22 亞洲主要 LCC 疫情衝擊下客機營運狀況彙整

	飛行時數			營運飛機數			滯地率			飛機平均使用率			飛機總數 [*]	國內航班比例 ^{**}
	2019 年 11-12	2020 年	2021 年 1-2 月	2019 年 11-12 月	2020 年	2021 年 1-2 月	2019 年 11-12	2020 年	2021 年 1-2 月	2019 年 11-12	2020 年	2021 年 1-2 月		
亞州航空	45,269	13,857	7,267	217	153	138	3.1%	32.3%	39.5%	28.5%	10.2%	7.4%	228	61.8%
虎航	3,197	750	98	11	10	8	0.0%	8.3%	27.3%	39.7%	9.7%	1.7%	11	0.8%
酷航	15,033	3,487	1,702	47	26	25	4.1%	46.8%	51.0%	43.6%	13.1%	9.8%	50	0.0%
越捷	17,892	10,283	10,541	75	70	78	12.8%	18.2%	11.0%	32.6%	19.4%	19.3%	88	63.8%
樂桃	6,078	3,413	2,491	26	26	32	12.1%	10.3%	1.6%	32.6%	17.9%	11.1%	32	56.5%

* 飛機總數為資料收集截止月份(2021 年 2 月)各航空公司的飛機總數資料

** 國內航班比例是以 2019 年 11-12 月(疫情發生之前)的航班月平均數計算得出

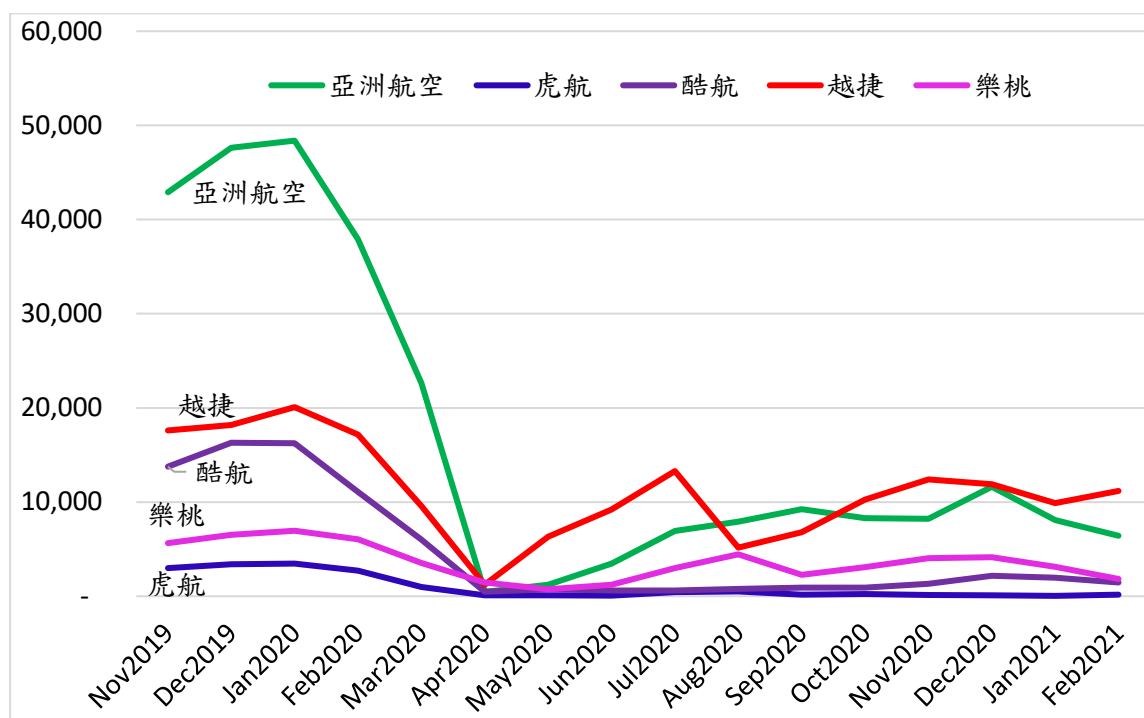


圖 43 亞洲 LCC 疫情衝擊下之營運時數變化

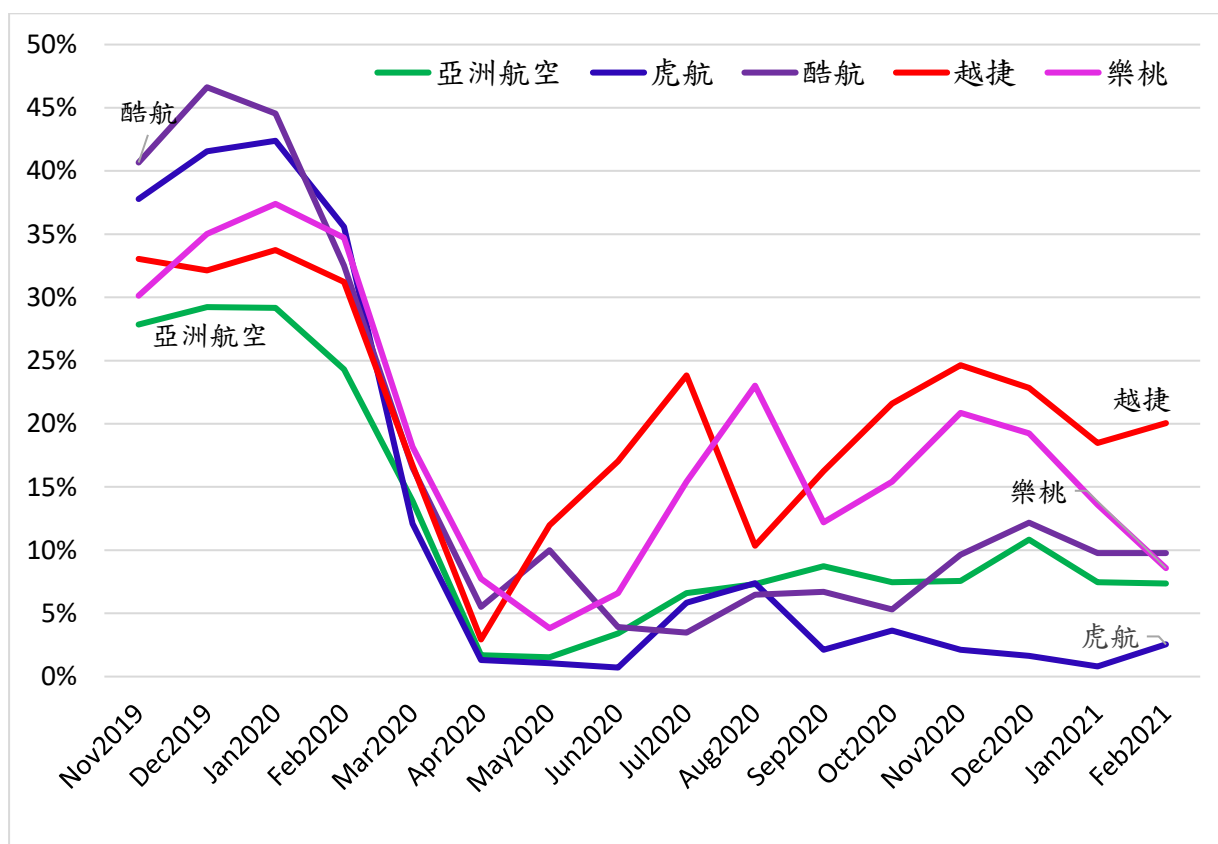


圖 44 亞洲 LCC 疫情衝擊下飛機平均使用率變化

三、航空公司屬性與飛機平均使用率之關聯

由於各航空公司的屬性不同，因應疫情衝擊的對策不同，在 2020 年疫情最嚴峻期間，營運狀況也呈現出若干差異。本計畫嘗試以既有的資料，針對航空公司屬性(機隊規模、國內航線佔比等)，以飛機平均使用率為營運指標，探討彼此間的關聯。

航空公司國內航線佔比、機隊規模與 2020 年飛機平均使用率減少幅度的關聯，呈現如圖 45 與圖 46 所示。從國內航線佔比與飛機平均使用率減幅的關聯圖中可以明顯看出，國內航線佔比越高，2020 年受到疫情衝擊的程度相對較小，反映在飛機平均使用率減幅較小的指標上。圖 45 中，國內航線佔比超過七成的航空公司，其飛機平均使用率的減少幅度都在 15%以內。相對的，國內航線佔比小於一成的航空公司，飛機平均使用率的減少幅度都超過 20%，甚至於高達 30%以上。當然，此一關係也有一些例外的情形，圖 44 左上角的華航、長榮、韓航等公司，國內航線的佔比不高，但飛機平均使用率的減少幅度，並未如同樣屬性航空公司一樣，有明顯的下降。

以圖 46 而言，如果排除中國三家大型航空公司，機隊規模與飛機平均使用率減幅並無一致性的關聯。機隊規模小於 100 架的航空公司，飛機平均使用率減幅差異極大，華航小於 15%，長榮、菲律賓航空在 15%到 20%之間，韓亞航空、馬航、泰航的減少幅度則超過 20%，並無法看出機隊規模與飛機平均使用率減幅的關聯。而中國三家大型航空公司其飛機平均使用率減幅較小，較可能是國內航班佔比高所造成。

國內航線佔比

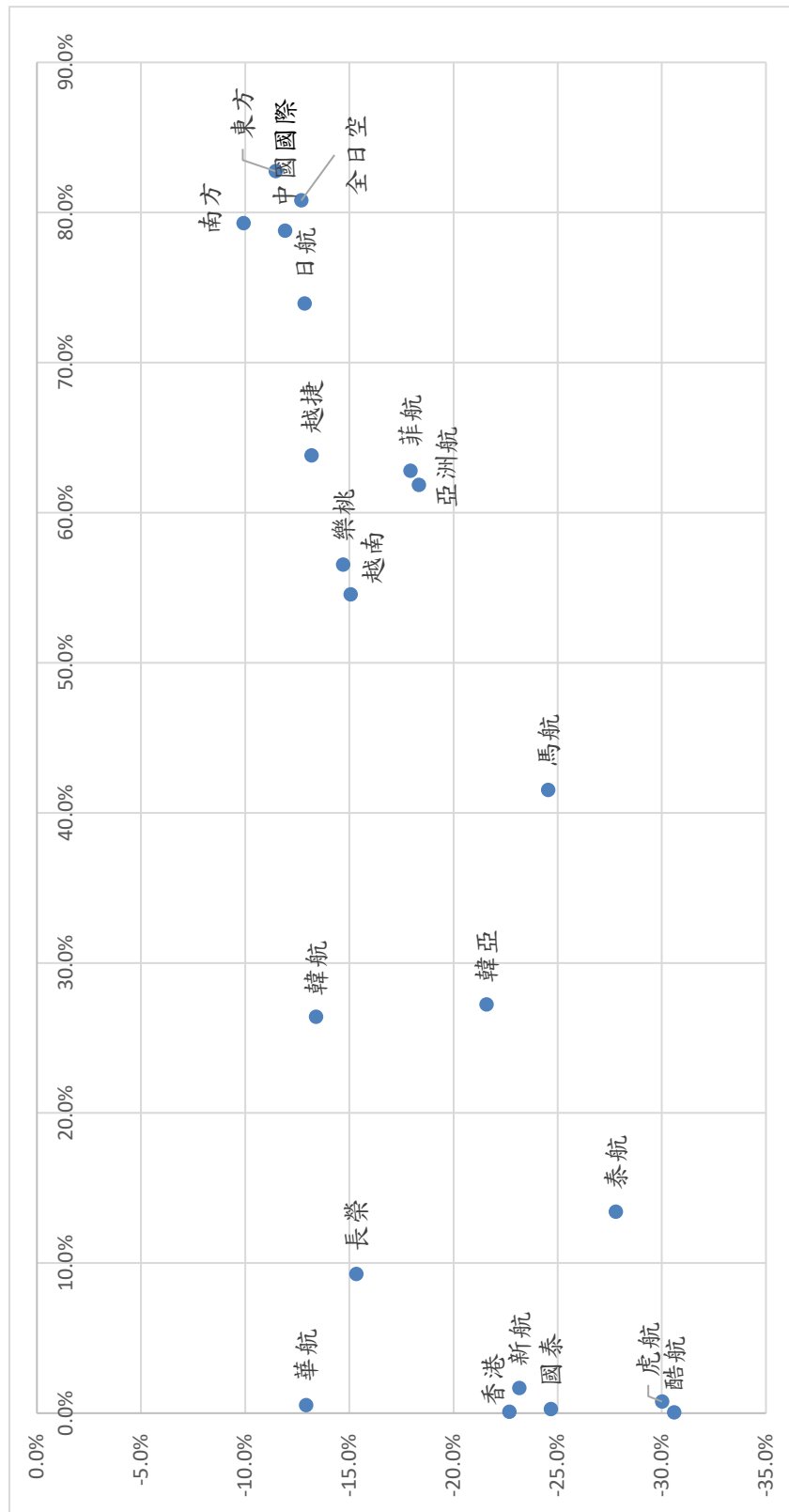


圖 45 國內航線佔比與飛機平均使用率減幅之關聯

- * 國內航班佔比為 2019 年之國內航班比例
- * 飛機使用率減幅是 2019 年 11-12 月平均使用率與 2020 全年平均使用率之差距
- * 國內航線定義為起點與終點均為同一國家的航線，根據此一定義，新航亦有若干比例為國內航線
- * 華航、長榮、虎航並無國內航線，少部分國內航線應為集團間濕租航空器

機隊規模(飛機數)

2020 年飛機使用率減幅

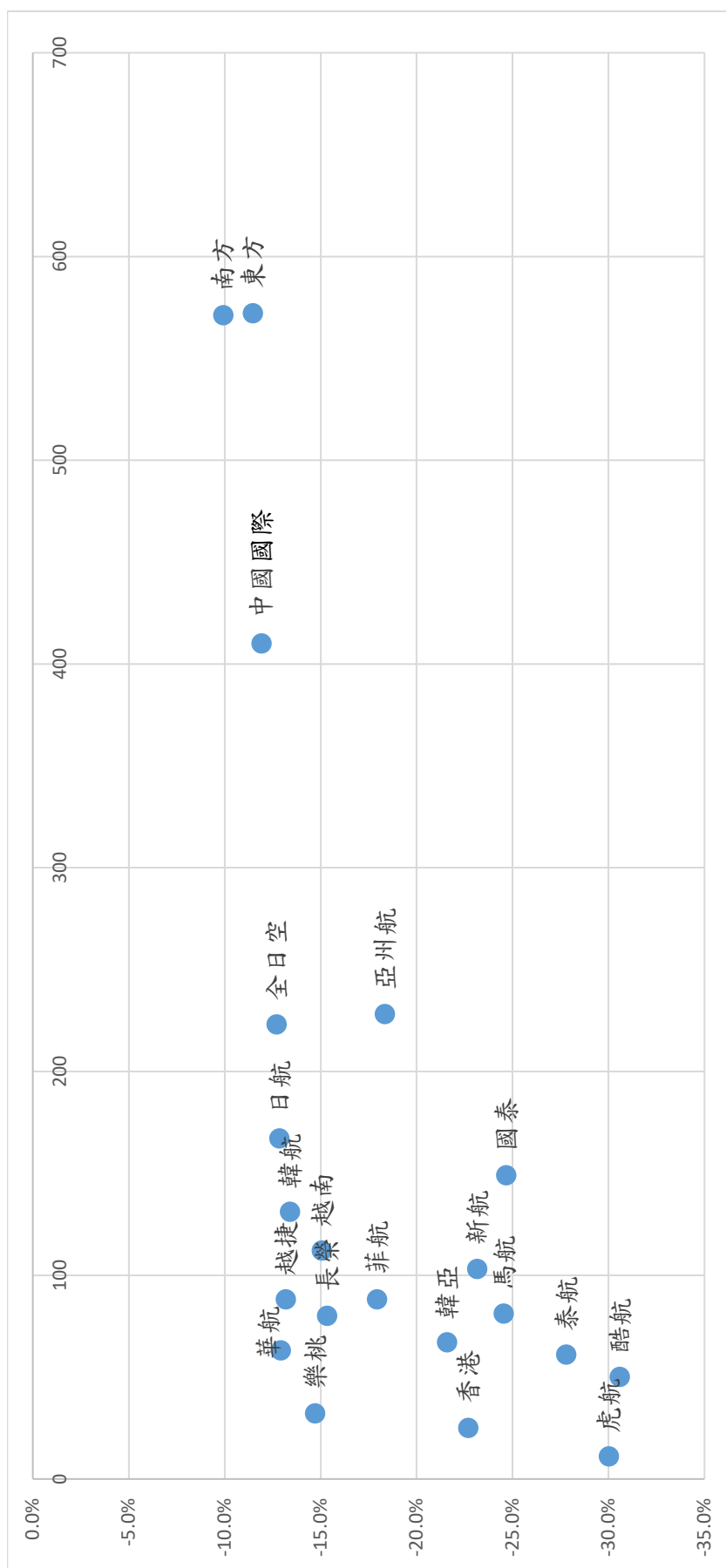


圖 46 機隊規模與飛機平均使用率減幅之關聯

* 機隊規模為 2021 年 2 月該航空公司之飛機數

* 飛機使用率減幅是 2019 年 11-12 月平均使用率與 2020 全年平均使用率之差距

5.2 2020 年疫情衝擊下亞洲主要航空公司貨機機隊之應用

在疫情衝擊下，旅客數量雖然大幅減少，但由於全球供應鏈的運作，仍須依賴航空貨物運輸，因此貨物空運的需求並未減少。本節探討疫情衝擊下亞洲主要航空公司貨機的應用情形，納入分析的航空公司包括：華航、國泰、韓航、韓亞航、南方等(貨機數大於 10 架的航空公司)，以及長榮、中國航、新航、全日空四家(貨機少於 10 架的航空公司)，部分航空公司因無貨機機隊故未列入。

亞洲各主要航空公司貨運航班的營運狀況，可彙整如表 23 所示。表 23 中共彙整 9 家組合型航空公司。以貨機機隊規模而言，華航 21 架貨機，機隊規模最大，國泰、韓航與南方航空，也各有超過 15 架的機隊規模，長榮與全日空的貨機較少，貨機在 5 架以下。從表 23 的彙整資料中初步觀察，航空公司機隊的滯地率、機隊平均使用率等指標，與機隊規模並無明顯的關聯性，但為便於更清楚呈現 9 家航空公司的營運狀況，以下仍區分為貨機數 10 架以上，以及貨機數 10 架以下，分別進行說明。。

一、貨機數 10 架以上之航空公司

10 架貨機以上之航空公司，在不同期間機隊營運趨勢，可以彙整如圖 47 與圖 48 所示。圖 47 為航空公司飛機每月營運飛行時數，疫情前國泰航空貨機營運時數與航班數最多，每月營運時數超過 7,000 小時，其次依序為華航、韓航、南方航空與韓亞航。疫情來臨對於貨機營運亦造成短暫影響，2020 年 2 月，五家航空公司貨機營運時數都有明顯的下滑。不過由於航空貨運需求並未因疫情而消失，貨機營運時數在 2020 年 3 月即回升到疫情之前的水準，甚至於超越 2019 年疫情發生之前，而且在 2020 年下半年都維持穩定的成長。

就五家航空公司的營運狀況做比較，可能因為航空貨運需求大幅成長，五家航空公司的營運時數多寡，取決於機隊規模。較值得注意的是，國泰航空貨機 20 架，規模僅次於華航，在疫情之前，營運時數亦為五家航空公司之首。疫情衝擊下雖也回復到 2019 年的規模，但 2021 年 1-2 月卻出現較大幅度的減少，導致貨機營運時數排名降到第 3 位，以國泰航空貨機機隊的規

模而言，此一減少幅度較不合理，可以持續關注。

在飛機平均使用率方面，由於多數期間營運時數持續成長，飛機平均使用率也居高不下，2020 年下半年，飛機平均使用率都超越疫情之前的水準。相較於客機小於 30% 的飛機平均使用率，貨機機隊的平均使用率大致都在 50% 以上。華航與南方航空在 2020 年 11 月，飛機平均使用率甚至超過 60%。但 2021 年 1-2 月，使用率出現下降，尤其以國泰航空下降幅度最大，這也使得國泰航空在 2021 年 2 月的飛機平均使用率成為五家航空公司當中最底的底一家。

表 23 亞洲主要航空公司疫情衝擊下貨機營運狀況彙整

	飛行時數			營運飛機數			滯地率			飛機平均使用率			飛機總數*
	2019 年 11-12	2020 年	2021 年 1-2 月	2019 年 11-12 月	2020 年	2021 年 1-2 月	2019 年 11-12	2020 年	2021 年 1-2 月	2019 年 11-12 月	2020 年	2021 年 1-2 月	
華航	6,492	6,677	6,942	18	18	19	2.8%	2.5%	9.5%	50.7%	50.7%	51.6%	21
長榮	2,080	2,057	2,178	5	5	5	0.0%	0.0%	0.0%	56.8%	56.2%	61.3%	5
中國國際	1,836	602	139	8	7	5	0.0%	17.7%	37.5%	31.3%	11.8%	3.9%	8
國泰	7,143	7,142	6,349	20	20	20	0.0%	0.8%	0.0%	48.8%	49.1%	44.7%	20
大韓航	4,868	5,949	6,215	16	15	16	5.9%	10.3%	5.9%	41.6%	53.2%	54.8%	17
新航	2,281	2,340	1,863	7	7	7	0.0%	2.4%	0.0%	44.6%	46.6%	37.4%	7
南方	4,859	5,693	5,971	13	14	14	13.3%	6.1%	6.7%	51.1%	55.0%	59.9%	15
全日空	394	624	811	2	2	2	0.0%	0.0%	0.0%	27.0%	42.6%	57.2%	2
韓亞	3,994	4,084	3,678	12	12	12	7.7%	9.0%	7.7%	45.5%	47.2%	43.3%	13

* 飛機總數為資料收集截止月份(2021 年 2 月)各航空公司的飛機總數資料。

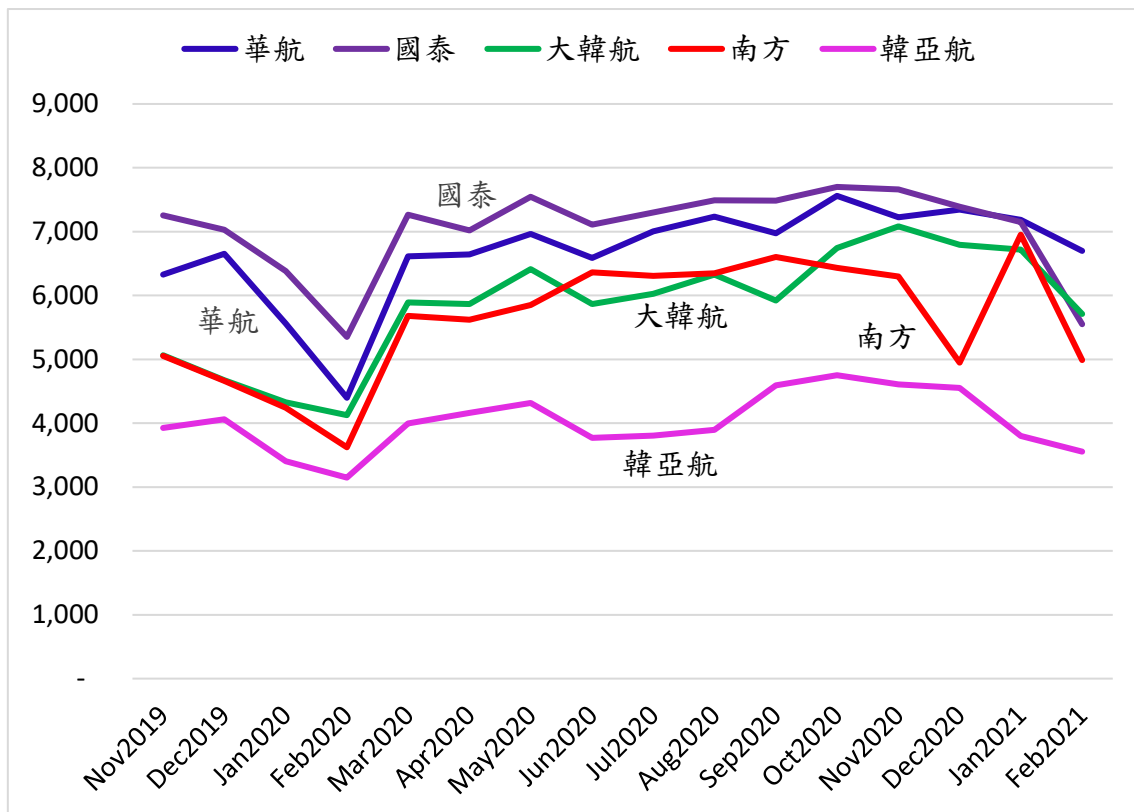


圖 47 亞洲主要航空公司貨機疫情衝擊下之營運時數變化(10 架以上)

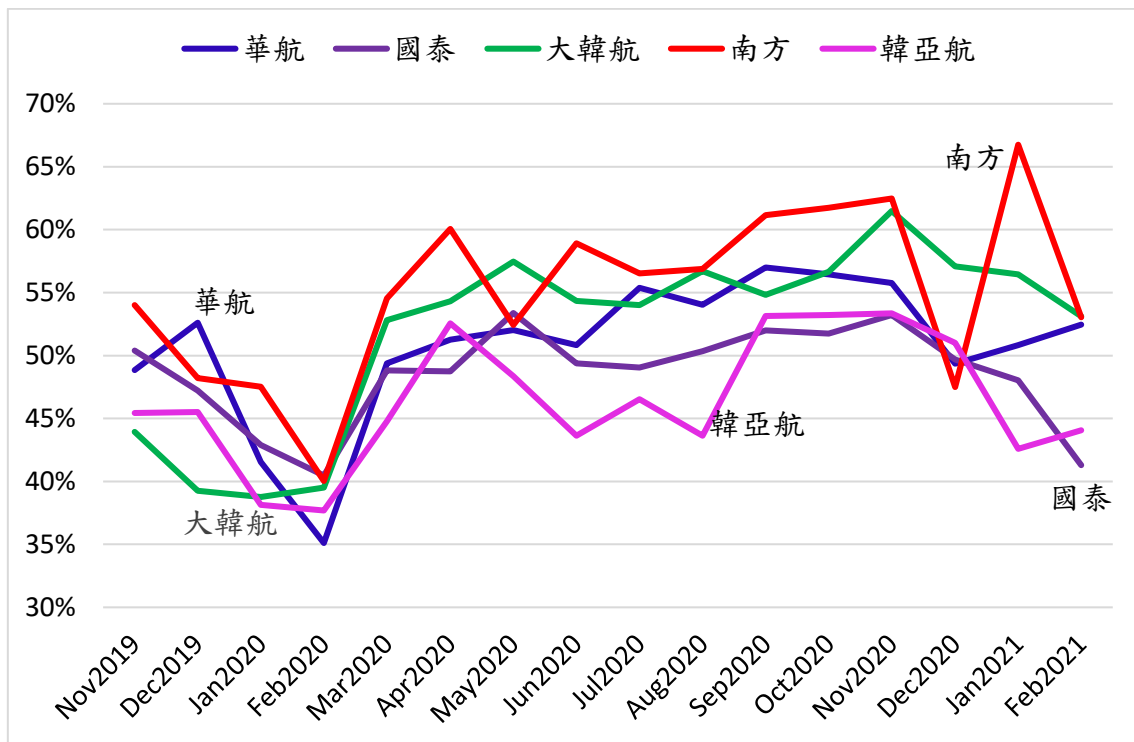


圖 48 亞洲主要航空公司貨機疫情衝擊下之飛機平均使用率變化(10 架以上)

二、貨機數 10 架以下之航空公司

10 架貨機以下之航空公司，在不同期間機隊營運趨勢，可以彙整如圖 49 與圖 50 所示。四家航空公司每月營運時數的變化較為分歧，中國國際航空、新航、長榮貨機機隊規模相近，全日空僅 2 架貨機，每月營運時數低於其他三家航空公司實屬合理。但中國國際航空的貨機業務自疫情以來即呈現衰退，2021 年 2 月僅營運 105 小時，甚至低於全日空 746 小時。長榮與新航的貨機業務，僅在疫情初期受到輕微的影響，隨後即穩定成長，兩家航空公司更在 2020 年 11 月，超越疫情之前的營運時數水準(圖 49)。

在飛機平均使用率方面，四家航空公司當中，資料分析期間，長榮航空的飛機平均使用率幾乎都超過 50%，新航則維持在 40%-50%之間，但 2021 年 2 月的飛機平均使用率降到 33.3%，下降幅度較大。全日空貨機飛機數較少，面對航空貨運需求成長，只能以提高飛機平均使用率來因應，其使用率從疫情之前略低於 30%，上升到 50%以上的水準。國航的飛機平均使用率則一路衰退，以 2021 年 2 月份的營運資料來看，其貨運業務已趨近於停擺狀態。

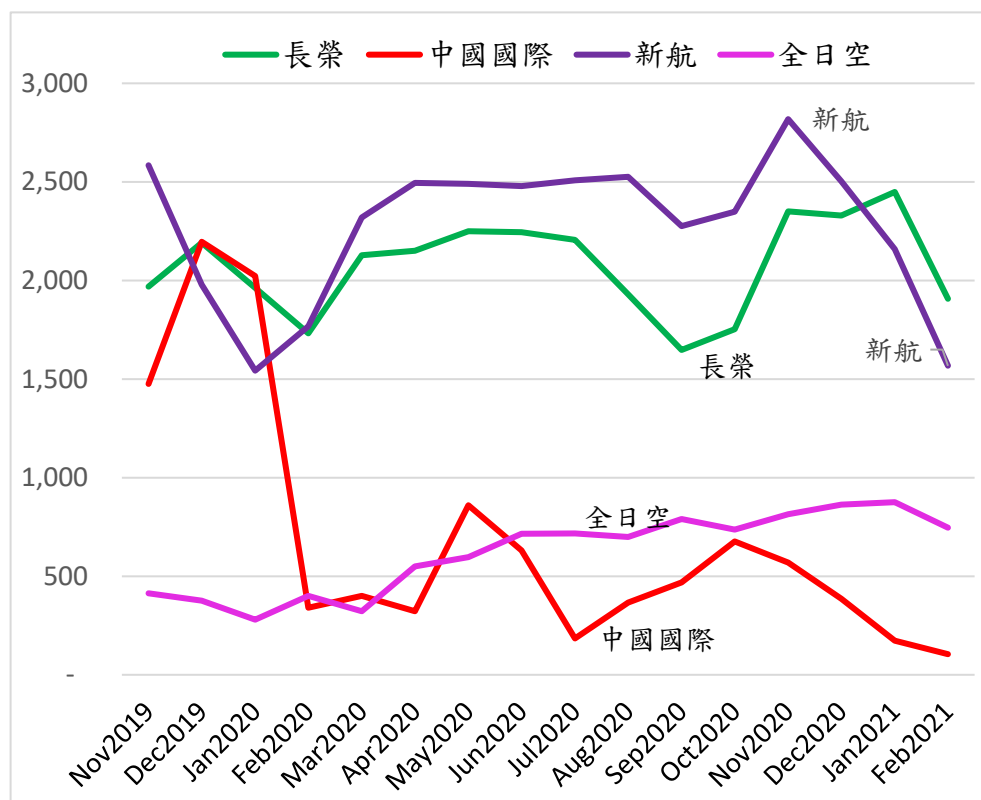


圖 49 亞洲主要航空公司貨機疫情衝擊下之營運時數變化(10 架以下)

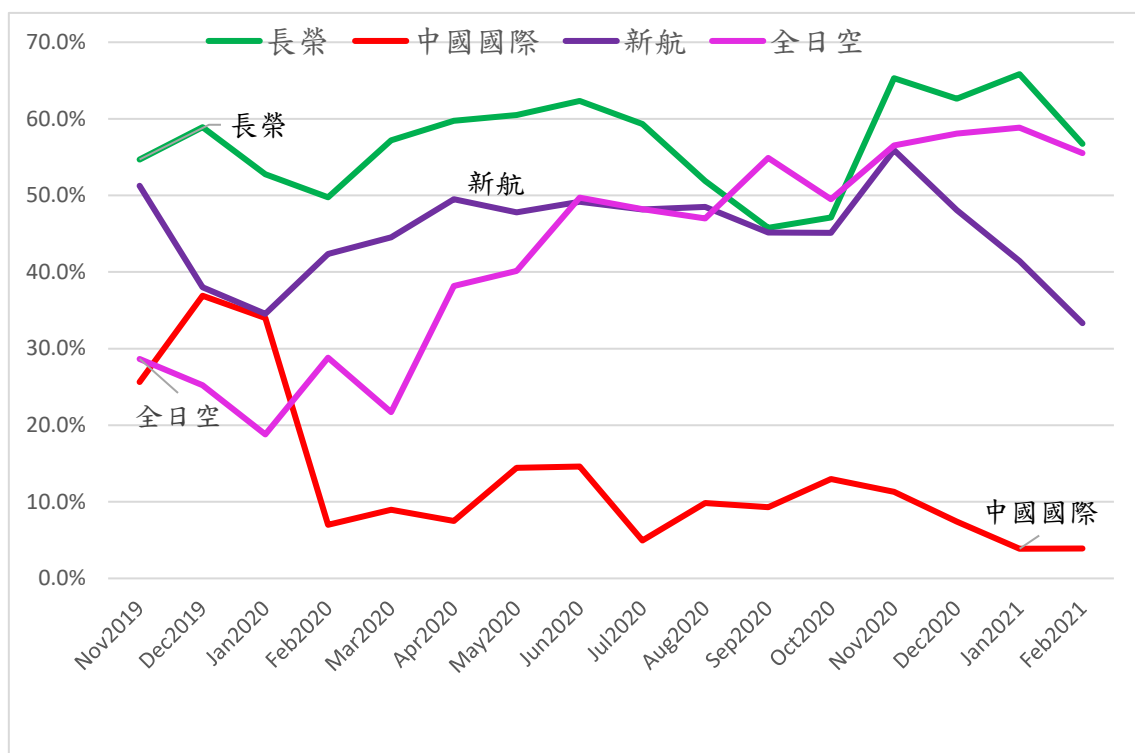


圖 50 亞洲主要航空公司貨機疫情衝擊下飛機平均使用率變化(10 架以下)

5.3 CargoIS 資料可靠性與涵蓋性之分析

在疫情衝擊下航空運輸業務受到很大的衝擊，不過相對於客運，航空貨物運輸受到的影響較小，甚至於部分機場貨量吞吐或航空公司的貨運業務呈現逆勢成長。在此一背景下，對於各主要機場、航空公司貨物運輸業務的掌握，也成為各航空公司與機場關注的重點。不過由於貨運業務的資料型態與客運業務不同，各國的機場對於貨運吞吐，僅能掌握總量，對於貨物品項、運輸移動路線等資訊所能彙整的資料相當有限。

在此一背景下，本年度計畫嘗試購買 IATA CargoIS 資料庫，希望透過 IATA 資料庫的整合資料，做為分析各機場與航空公司貨物業務的基礎。但由於 CargoIS 貨量乃根據各地區參與 CASS 合作之空運承攬業者提供資訊，IATA 對於貨運業務資料可靠性與涵蓋性，則是在應用該資料前須先釐清的議題。本年度計畫中，嘗試檢索桃園機場與香港機場的貨量資料，針對 IATA CargoIS 的檢索結果，與民航局統計資料進行比對，確認其資料的可靠性。

根據民航局的統計資料，2020 年桃園機場的貨物吞吐量與 IATA CargoIS

檢索資料的對比，彙整如表 24 所示。根據 CargoIS 檢索資料，2020 年桃園機場的貨物吞吐量為 544,874 公噸，其中進口貨量 450,326 公噸，出口貨量 94,548 公噸。對照民航局公布的統計資料，2020 年桃園機場貨物吞吐量 2,323,411 公噸，IATA CargoIS 檢索資料較民航局統計資料低估了 76.5%。若再就進、出口與中轉貨物來區分，進口貨物資料較為接近，低估誤差為 21.5%，出口資料則有低估 83.5% 的誤差。顯見 CargoIS 在桃園機場貨量數值的精準性有相當大的距離，對出口的掌握遠遠不足。

表 24 IATA CargoIS 檢索貨運資料之可靠性分析(2020 年)

分類	CargoIS (公噸)	民航局統計 (公噸)	誤差比率
進口	450,326	573,552	-21.5%
出口	94,548	572,319	-83.5%
轉口	--	1,177,540	
總數	544,874	2,323,411	-76.5%

透過我國航空承攬業者所提供之每月桃園機場出口市場主要承攬業四倉市占率，進行 2020 年全年的統計，列出全年前 15 大空運承攬業者的出口貨量，與 IATA CargoIS 桃園機場所列承攬業者的貨物出口資料進行比對，詳表 25 所示。根據四大空儲業者的統計資料，2020 年前 15 大貨運承攬運送業者經手的出口貨物噸數總共為 21.4 萬公噸，而 CargoIS 的資料顯示這 15 大承攬運送業者的出口總貨物量為 5.3 萬公噸，CargoIS 較真實出口數據低估了約 75.5%。而各主要承攬運送業者的出口量方面，差異不一而足，但誤差範圍也都低估約 4 成以上。

香港機場的情形，CargoIS 推估 2020 年香港機場的貨物吞吐量，為進口 61.8 萬公噸，出口 135.0 萬公噸，總計 196.8 萬噸。對比本資料庫利用 Airport Information 所維護的數據，顯示香港機場 2020 貨物吞吐量 442.2 萬公噸，其顯然低估 55.5% 的誤差。

表 25 我國前 15 大空運承攬業者 2020 年出口數值與 CargoIS 資料比較

空運承攬業者	CargoIS 資料	空儲業者統計	誤差比率	備註
勁達	20,383	38,518	-47.1%	外商
鴻霖	2,557	33,840	-92.4%	
信可	4,418	20,430	-78.4%	外商
敦豪	3,965	15,837	-75.0%	外商
立天行	6,116	13,555	-54.9%	
萬泰	1,907	10,576	-82.0%	
近鐵	75	10,282	-99.3%	外商
萬事達	432	9,905	-95.6%	
德迅	5,364	9,620	-44.2%	外商
優比速	2,415	9,220	-73.8%	外商
台灣日通	200	9,199	-97.8%	外商
銳馳	311	9,157	-96.6%	
泛亞班拿	3,405	8,828	-61.4%	外商
中菲行	632	8,092	-92.2%	
郵船	868	7,499	-88.4%	外商
合計	53,050	214,558	-75.3%	

由於 IATA CargoIS 是以空運承攬業者所提供的數據做為推估基礎，資料內容無法掌握轉口貨物的數量，以及貨物運送的轉運途徑。桃園機場中轉貨物量達 1,177,540 公噸，約為總貨運量的一半，若無法掌握轉口貨物資料，再加上進出口貨量的差異，其資料的涵蓋性與可靠性堪慮。

5.4 香港機場貨運吞吐資料分析

一、香港機場貨物吞吐分析

香港經歷反送中、中美貿易戰、新冠疫情等重大事件的衝擊，航空客運已經連續兩年呈現衰退。這些事件是否也對香港的航空貨運產生影響，也是值得深入探討的問題。而目前既有的國際資料庫中，較多關於航空客運資料的統計，對於貨運業務的掌握較為欠缺。且透過上一節對於 IATA CargoIS 檢所資料的評估結果，目前關於航空貨運資料庫準確度仍有所不足。在此一背景下，本節擬從香港官方的統計資料進行整理分析，以便較完整掌握香港機場之貨運吞吐情形。

根據香港政府統計處的資料，2019 年到 2021 年第二季，香港機場的貨物吞吐量，可以圖 51 來呈現。圖中以三條折線分別顯示香港機場的卸機貨物(進口)、裝機貨物(出口)以及進出口加總的變化趨勢。從此一趨勢圖中可以看出，2019 到 2021 年第二季，香港機場的貨物吞吐量變化不大。以出口貨物噸數而言，2020 年第一季，受到疫情影響，出口貨物噸數有較明顯的下滑，貨物噸數較前一季 87.2 萬公噸，減少到 61.8 萬公噸，但到 2020 年第 2 季即緩慢復甦，2020 年第四季進口貨物噸數已達 85.6 萬公噸，恢復到疫情前的 98%。進口貨物的情況也大致相同，不過進口貨物噸數受疫情衝擊較大，導致連續兩季衰退，再由 2020 第三季逐漸回升。

圖 52 與圖 53 則是呈現香港機場進出口貨物的流向。圖 52 的出口流向中，可以大致看出，香港機場的貨物出口，主要是流向亞洲地區，2021 年第二季達 34.9 萬公噸，其次為北美地區 19.5 萬公噸，歐洲 12.2 萬公噸。從各季度出口噸數比較中亦可以發現，亞洲地區雖然是香港機場最主要的貨物出口地區，但 2021 年第二季的空運貨物出口噸數，仍未回復到 2019 年第四季疫情之前的水準。相對的，出口到北美或歐洲地區的空運貨物噸數，都曾經回復超越疫情之前的水準。由於資料分析期間由 2019 年到 2021 年第二季，此一期間香港發生的重大事件，包括 2019 年的反送中、中美貿易戰，2020 年的全球疫情。從圖 52 中可以看出，2019 年在諸多重大事件的衝擊下，香港機場的航空貨運出口噸數並未受到影響，亞洲、北美、歐洲在 2019 年都呈現逐季成長的趨勢。2020 年新冠疫情對香港空運出口確實造成很大的衝擊，空運貨物出口地區來看，最主要的亞洲地區仍未恢復舊觀，美洲與歐洲地區則已經恢復到疫情之前的情形。

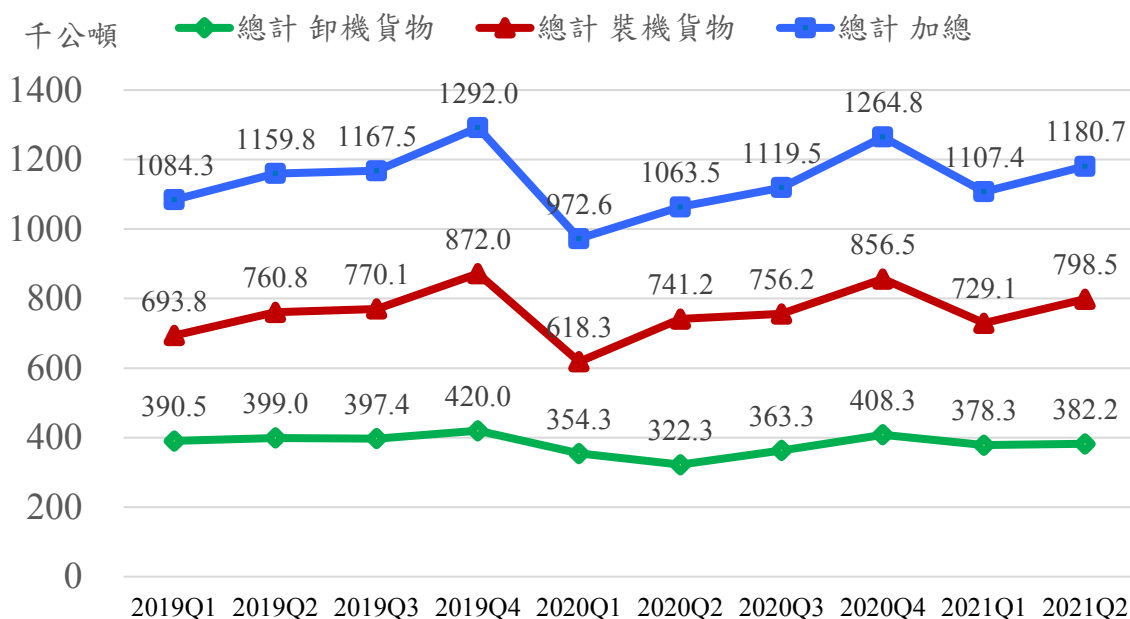
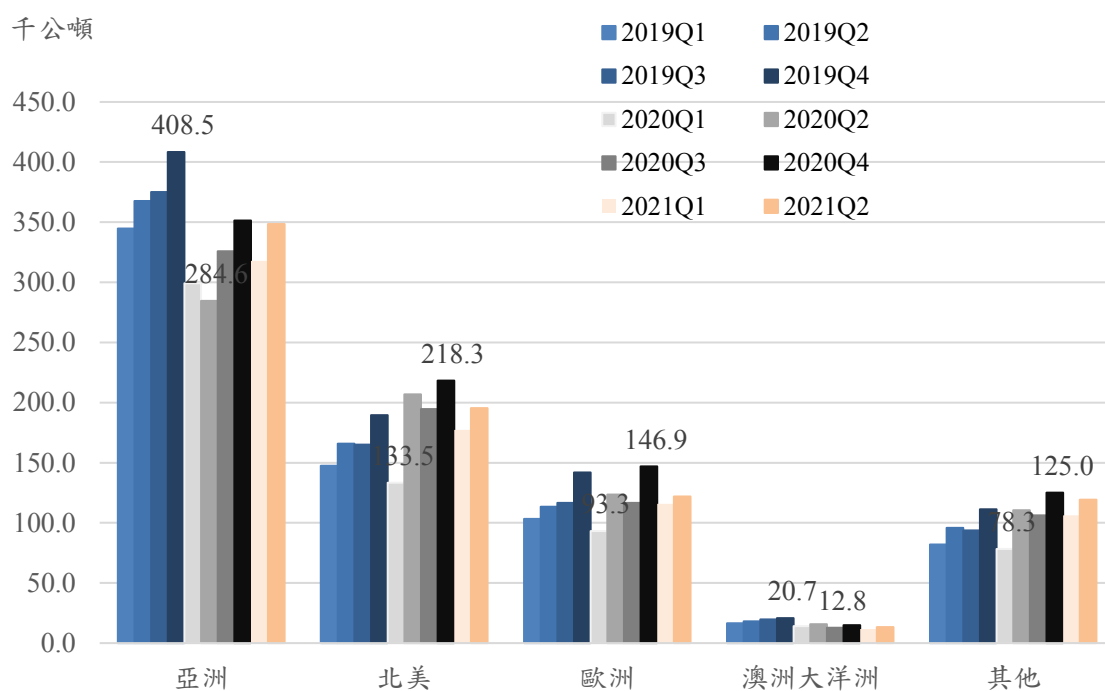


圖 51 香港機場貨運吞吐量之變化

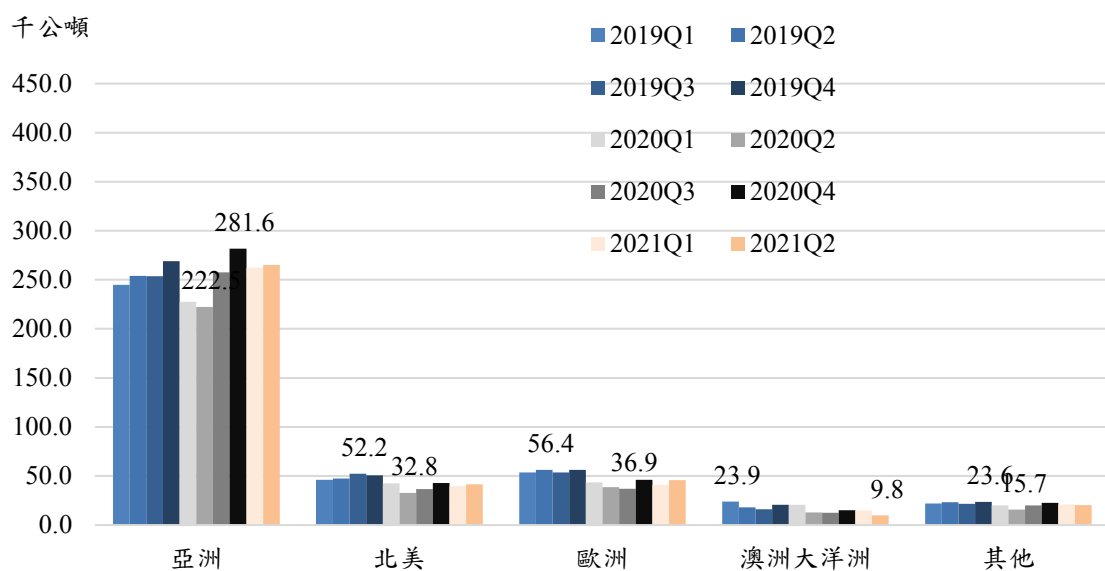
圖 53 呈現香港機場進口貨物的來源地區。以絕對數量而言，亞洲地區為香港機場空運貨物最主要的來源地區，2021 年第二季為 26.5 萬公噸，佔總進口貨物噸數 69.3%。北美與歐洲地區則分別為 4.1 萬公噸(10.8%)與 4.5 萬公噸(11.7%)。以空運進口貨物的噸數變化趨勢來看，2019 年各進口地區的空運進口貨物噸數大致呈現逐季成長，並未受到反送中、中美貿易戰的影響。2020 年疫情對於空運進口貨物的衝擊主要在 2020 年 1-2 季，但各進口地區復甦的情況並不完全相同。自亞洲地區進口的空運貨物噸數，已經超越疫情前的水準，自北美與歐洲地區空運進口貨物噸數，經歷疫情衝擊之後，目前仍緩慢復甦中，但尚未恢復到疫情之前的水準。

表 26 彙整香港機場不同地區在各季的空運進出口貨物噸數成長率。從表中可以更加清楚看出以上說明的趨勢變化。在空運進口貨物噸數方面，自亞洲地區空運進口貨物噸數，從 2020 年第三季開始，就出現季對季的正成長，而北美、歐洲、澳洲、其他地區則仍為負成長。不過，在出口貨物噸數方面，則出現截然不同的情形。香港空運出口到亞洲地區的貨物噸數，目前仍呈現季對季的衰退，但衰退幅度已經收斂，而對北美洲、歐洲、其他地區出口的貨物噸數則出現季對季成長，出口貨物對數已經恢復到疫情之前的水準。



資料來源：香港政府統計處

圖 52 香港機場貨運出口流向及趨勢



資料來源：香港政府統計處

圖 53 香港機場貨運進口來源及趨勢

表 26 香港機場各季於不同地區之空運進出口貨物噸數成長率

同比 (2019)	卸機進口					裝機出口				
	亞洲	北美	歐洲	澳洲 大洋洲	其他	亞洲	北美	歐洲	澳洲 大洋洲	其他
2020Q1	-7.1%	-7.8%	-18.7%	-13.8%	-9.1%	-13.2%	-9.4%	-9.6%	-15.2%	-4.4%
2020Q2	-12.4%	-30.7%	-31.7%	-29.7%	-32.3%	-22.6%	24.7%	8.8%	-12.2%	15.3%
2020Q3	1.5%	-30.1%	-31.2%	-22.5%	-8.7%	-13.1%	17.9%	0.0%	-35.4%	13.6%
2020Q4	4.7%	-15.2%	-17.6%	-27.5%	-4.7%	-14.0%	15.1%	3.5%	-27.5%	12.3%
2021Q1	7.0%	-14.1%	-23.7%	-38.5%	-4.6%	-7.8%	20.3%	12.3%	-28.5%	29.7%
2021Q2	4.4%	-12.5%	-19.0%	-46.2%	-12.5%	-5.2%	17.9%	7.5%	-25.6%	24.4%

二、桃園機場與香港機場貨物吞吐之比較

桃園機場與香港機場貨物吞吐之比較，可呈現如圖 54 所示。圖 54 中的折線為兩機場空運貨物總吞吐量，長條圖分別是桃園機場的進出口貨物噸數，以及香港機場的進出口貨物噸數。就空運貨物總吞吐量而言，香港機場仍較桃園機場多，2021 年第二季，桃園機場貨物吞吐量為 99.2 萬公噸，香港機場則為 118.0 萬公噸。而就進出口貨物噸數來看，桃園機場進出口噸數較為平均，香港機場空運出口貨物噸數則呈現極大的差距。香港機場進口貨物噸數大致與桃園機場相當，兩個機場的貨物噸數差距，主要是由於出口貨物噸數的差異所造成。

資料分析期間，兩機場同樣受到疫情衝擊在 2020 年第一季出現較大幅度的衰退，並且逐季復甦。表 27 以季對季的成長率就兩個機場的復甦動能進行比較。從表 27 中可以看出，桃園機場受到疫情衝擊之後，復甦的動能較佳，2020 年第二季開始，即呈現季對季的正成長，2020 年第三季的總貨物吞吐量，已經超越 2019 年第四季的高峰值。相對的，香港機場雖在總貨物吞吐量逐季增加，但以季對季的成長率來看，直到 2021 年第一季的成長率才轉為正成長，而且疫情以來，各季的總貨物吞吐量，仍未超過 2019 年第四季的高峰值。

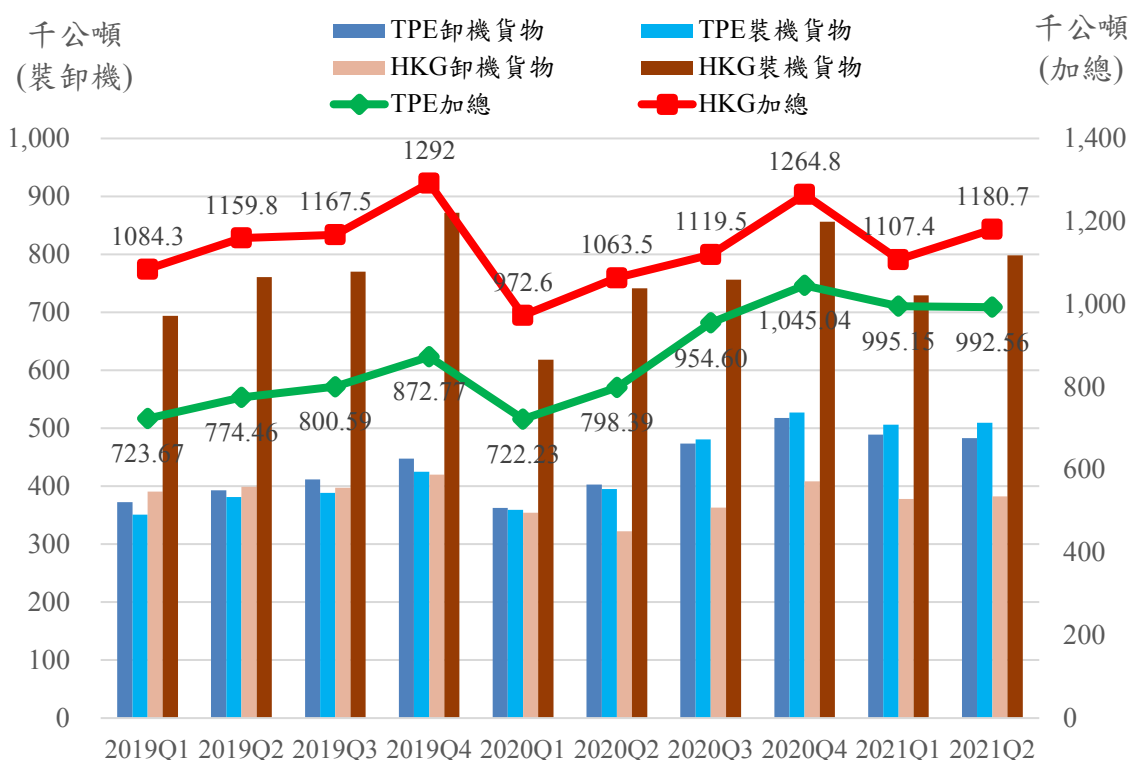


圖 54 桃園機場與香港機場貨運量比較

表 27 桃園機場與香港機場空運貨物噸數逐季成長率

同比 (2019)	桃園(TPE)			香港(HKG)		
	卸機 貨物	裝機 貨物	加總	卸機 貨物	裝機 貨物	加總
2020Q1	-2.6%	2.3%	-0.2%	-9.3%	-10.9%	-10.3%
2020Q2	2.5%	3.7%	3.1%	-19.2%	-2.6%	-8.3%
2020Q3	15.0%	23.7%	19.2%	-8.6%	-1.8%	-4.1%
2020Q4	15.6%	24.1%	19.7%	-2.8%	-1.8%	-2.1%
2021Q1	31.3%	44.1%	37.5%	-3.1%	5.1%	2.1%
2021Q2	22.8%	33.7%	28.2%	-4.2%	5.0%	1.8%

5.5 議題分析小結

根據本節針對亞洲主要航空公司飛機在疫情衝擊下的營運進行分析，同時也就香港機場空運貨物吞吐進行討論，可歸納出以下主要結論：

- 一、2020 期間各航空公司客運業務都受到非常嚴重的衝擊，最嚴重的影響月份可能有前後一兩個月的差距，最嚴重的時間大致為 2020 年 4 月前

後。然而，各航空公司客運業務下半年恢復的情形並不理想，多數仍未能脫離疫情衝擊下的營運谷底，2021 年初，甚至有更衰退的情形。其中，國泰航空不論在客機或是貨運機隊的營運，都持續低迷。中國國際航空的貨運業務也仍持續衰退，都需再進一步觀察。

二、五家受分析的 LCC 營運更為慘淡，除越捷航空營運復原情況較佳之外，飛機滯地情形和可飛行時數均仍在疫情期間的谷底，復甦的力道十分微弱。

三、九家組合型航空公司充分運用貨機之運能，除疫情初期略受影響外，2020 年第 2 季以後，幾乎都恢復疫情之前的水準，甚至於超過疫情前的營運高峰。不過，2021 年 1-2 月，營運規模出現較大幅度的滑落，後續發展仍有待觀察。

四、香港機場的航空貨運吞吐量並未受到 2019 年反送中、中美貿易戰的衝擊，但 2020 年全球疫情，確實造成很大的衝擊。機場貨物吞吐量在 2020 年第一季大幅度衰退之後，正逐季緩慢恢復，惟疫情尚未完全控制，2021 年第一季的小幅度衰退是否能迅速回復，甚至於恢復到 2019 年第四季的高峰，仍有待持續觀察。

第六章 結論與建議

本計畫案的主要目的有二，一為「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」目前規劃包含「機場設施與營運」(航空運輸供給面)和「旅客起迄」(實際航空客運需求面)兩大系統，維護管理工作包括：更新「機場設施與營運」中既有機場的資料、改善資料庫之使用者介面、嘗試在經費許可的條件下，建立較多的資料庫檢索資料，及進行系統優化、議題分析等。茲就目前達成的成果，以及後續亟待努力的方向略述如下。

6.1 結論

藉由逐月工作會報，確認使用者需求與發展方向，除確認工作內涵外，本年度計畫之執行成果，可初步歸納如下：

一、系統功能擴充

本年度開始著手進行一系列的圖形輸出功能優化，以及系統功能擴充等，並且逐步規畫希望能夠在系統開放以及安全性確保等方面取得平衡。本年度完成的工作成果彙整說明如下：

1. 增加起迄市場資料篩選統合功能之圖形呈現

目前在旅客移動資料分析或是供需分析方面，都已經開發出以圖形顯示查詢結果的功能。不過如果出現查詢結果資料筆數太多的情形，以圖形顯示結果，反而因為路徑線條過於密集而不利使用者判讀。針對此一問題，本次系統優化時，提供更多圖形呈現的選項，包括選擇顯示的路徑數目、依循不同方式進行排序及顯示，以及特定路徑設定顏色等功能，便於使用者進行篩選。

2. 資料分析結果匯出功能

資料分析功能提供使用者進行不同機場跨年度之營運資料比較，在資料分析功能的優化方面，除了加強比較結果的圖形呈現，以更鮮豔的顏色對比呈現分析結果，讓不同機場資料的圖形對比對更加明確之外，亦擴充了將圖形以及原始資料以 Excel 檔案匯出的功能。

3. 強化航空公司資料表之內涵

本資料庫在系統管理模組中，逐步擴建機場、航網、機型、航空公司等資料項目，各個項目都提供增添、編輯(修改)、搜尋等功能，便於使用者可以查詢擬分析的機型、航網、航空公司相關資料。本年度已經初步完成航空公司資料欄位之設計，以及新增、編輯(修改)、搜尋、批次上傳等功能，未來可以隨時擴充資航空公司料庫，讓本資料庫更加豐富充實。

4. 安全性持續改善

在安全性改善方面，針對 109 年度期末審查委員意見，資料庫是在不安全網頁下建置之問題，已經向臺灣海洋大學圖資處申請申請 https 必要的 domain name，並完成系統的設定，網址已改成：<https://airport.ntou.edu.tw/airport/>。

5. 制式化報表公告欄

本年度初步規劃，將部分較常使用的資料，以固定格式報表的方式，透過公佈欄方式定期公布。本年度初步規劃四種報表，未來也將會根據使用者的檢索需求，採用定期方式，逐漸擴大所公布之制式化報表的範圍。

二、分析資料擴充後全球五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，本年度報告中區分為：東亞、東南亞、北美、歐洲、南亞、中東與紐澳等地區，就這些地區較有代表性的機場，進行 10 年期營運資料比對，藉以瞭解各地區主要機場的營運情形。機場營運資料則包括：飛機起降架次、旅客人數、貨物吞吐量等三個指標，透過較長期的趨勢分析，瞭解機場營運的發展。

整體而言，2020 年各洲機場之飛機起降架次和旅客人數均呈現大幅下降，但部分機場的貨運吞吐仍能維持不墜，北京首都機場和所列之東南亞機場、歐洲機場、中東南亞機場仍有小幅的衰退。若不考慮 2020 年之衝擊，長期的複合成長率顯示東亞、東南亞機場仍維持起降架次、客運人數的正成長；歐洲機場的旅客數、中東、南亞及紐澳地區機場的運量，長期運量成長趨勢在 5% 上下。胡志明市機場和德里機場運量成長均接近或超過 10%，是表現較為突出的機場。

三、檢索機場之旅客移動情形

因受疫情影響，2020 年各機場的旅客人數遽減。考量 2020 年屬於較特殊的狀況，機場旅客移動資料的代表性較低，因此本年度僅檢索 8 個國際機場，分別為：桃園、香港、仁川、成田、新加坡、上海浦東、洛杉磯、紐約甘迺迪機場。初步分析結果歸納如下：

1. 在疫情衝擊下，檢索 8 個機場當中，僅上海浦東機場與北美洛杉磯機場旅客人數規模仍超過 2500 萬人次，而桃園、成田、香港三個機場，旅客總人數則都低 1000 萬人次。其中，香港機場由 2019 年 6068 萬人次降為 770 萬人次，降幅最大。
2. 在檢索的 8 個機場當中，國際航線比重高的機場，受到的衝擊也較大，大多出現超過七成的衰退。相對的，上海浦東、洛杉磯、紐約甘迺迪等三個國內航線旅客比重較高的機場，總旅客人數衰退的幅度相對較低。
3. 疫情衝擊下，機場與航空公司傾全力因應旅客數量減少的衝擊，並且暫停非主要的航線。這也導致各機場的航網規模縮小，不論是入出境或中轉，所連結的機場數目約減少 20%。不過主要連結機場與航線大致維持不變。

四、議題分析

本年度針對疫情衝擊下航空公司機隊應用情形進行分析，透過 Flightradar24 資料庫所擷取的各別航空公司從 2019 年 11 月到 2021 年 2 月份的飛機勤務調遣紀錄，瞭解各航空公司在疫情衝擊下機隊的應用情形。本次報告包括 16 家亞洲主要傳統航空公司，以及 5 家低成本航空公司。並且以各航空公司的飛機飛行時數、滯地率、飛機平均使用率、機隊平均使用率等指標進行分析。

2020 期間各航空公司客運業務都受到非常嚴重的衝擊，最嚴重的影響月份為 2020 年 4 月，但各機場的情況不同，可能有前後一兩個月的差距。2020 年下半年恢復的情形並不理想，尤其至 2021 年初甚至有更衰退的情形。其中，國泰航空不論在客機或是貨運機隊的營運，都持續低迷。

除了航空公司機隊應用的分析之外，在疫情衝擊下，凸顯出掌握貨運資料的重要性。因此本年度嘗試針對 IATA CargoIS 資料進行蒐集，此一先行評估以桃園機場和香港機場為目標，經與民航局統計資料和空運承攬業者於四

大空儲佔比的比較，以及本資料庫維護的香港機場貨物吞吐現況，CargoIS 的資料準確性和涵蓋性並不理想，且其資料僅限於進出口機場，在貨運路徑的紀錄付之闕如，此一評估結果可提供委託單位於未來年期考慮持續檢索之參考。

本年度也針對香港機場的航空貨運量進行分析。以香港機場的官方統計資料來看，香港機場的航空貨運吞吐量並未受到 2019 年反送中、中美貿易戰的衝擊，但 2020 年全球疫情，確實造成較大的衝擊。截至 2021 年第二季，香港機場的航空貨物吞吐量尚未恢復到 2019 年疫情之前的高峰水準。

6.2 系統功能之擴充建議論

本年度維護案在系統功能方面做了相當多的提升，包括資料分析功能中，提升了供需分析的使用介面，不僅可以整合供給與需求面的資料，更將供需的資料以圖示方式，呈現在系統上，使用者可以互動查詢方式，一步步篩選航線，找出潛在的航線供需缺口。此外，本年度也初步嘗試建構制式化的報表公佈欄，希望可以在合乎規範的前提下，將經常使用的統計資料逐步對外公開。未來系統可以持續改善的部分建議如下：

一、系統功能加強

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，使用者擬檢索特定地區(另如，新南向國家)、特定航空公司(例如，LCC 業者)的旅客移動情形，但原始資料庫中並無地區的分類欄位，導致無法以較簡單的方式完成檢索。未來系統發展上，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，使用者可以自行定義「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，擴充檢索的彈性。
2. 區分國際航線與國內航線的檢索功能。此一功能本年度已經開始著手進行目前，主要目的是希望可以讓使用者進一步區分機場的旅客移動，究竟是國內機場之間的移動，還是國際機場之間的移動。由於各國機場的定位不同，如果可以區分出國際航線與國內航線的旅客移動資料，將會比僅以旅客人數總量作分析更有參考價值。

3. 建立經常分析報表的一次點選功能。由於在進行資料分析時，經常需要彙整不同來源的檢索資料進行比較，隨著使用的需求越來越明確，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，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。
4. 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。
5. 供需分析之即時性的改善。目前系統供需分析中，資料來源並不相同。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，則是以當年度的周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，且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的一致性問題，即可以提供更進一步的 Load Factor 等資訊，提升系統的效益。
6. 隨著系統功能擴大以及資料量增加，系統處理的速度也隨之降低。目前系統開發與維護都是內部使用者，未來如果考量要將系統對外開放，對於系統的處理速度以及網路傳輸量的需求也會增加，後續的計畫可以預先就系統的擴充進行必要之規劃。

二、系統資料開放

除了進行資料維護與議題分析的結果呈現外，資料庫系統也必須儘可能開放給外部單位使用。針對此一需求，後續應該在合乎智慧財產權保護與系統安全的前提下，對外部開放。相關建議如下：

1. 針對政府部門如民航局等單位的使用者的公開方式，建議以申請系統密碼的方式開放，但密碼的申請以及開放的權限等級與開放的有效期限等，仍需要做更進一步的討論及規範。
2. 針對一般使用者，原則上規劃以定期公告的制式化報表方式開放。本年度已經初步建立此一功能，未來將能定期、常態性的透過公告欄方式，定期發布相關資料。

三、資料分析內容方面

1. 本年度初步嘗試購入 IATA CargoIS 檢索桃園與香港機場的航空貨運資料，但經與官方統計資料做比較，兩者之間的誤差相當大，仍不適合運用檢索資料進行分析。同時，檢索的資料內容是以貨物重量做分類，並非貨物項目的分類，並無法判定貨物的性質。此外，檢索資料也沒有貨物流向(來源機場、目的機場)、中轉資料等訊息。由於貨運移動資料的本質與客運可以透過開票紀錄推估的方式不同，未來若要進行航空貨運資料議題分析，建議仍以官方的統計資料為主，並且再透過針對主要物流業者的個案分析，以便初步掌握重要貨物的流向。
2. 空運資料庫已建置將近六年 MarketIS 的完整資料，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。
3. 由於本年度系統功能已經擴充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當中，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分析，以清楚掌握潛在的競爭與商機。

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. 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。
11. 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。
12. 交通部民用航空局，<http://www.caa.gov.tw/big5/index.asp>。

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

附錄 1 期中報告審查意見及回應

但昭璧 委員

1. 本期報告主要似以維護服務報告為主，內容包含既有系統的維護及新增功能兩大項，但分佈在每一個章節，建議未來報告將新增作業部份以單獨章節說明。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，本年度的報告中，已經濃縮系統介紹篇幅，並且刪除操作使用展示等章節，僅以第二章「資料庫系統與功能功能與精進」強調本年度系統功能增添與優化的內容。

2. 本報告為延續性報告，有關如系統的介紹及說明等描述在本案之前的報告中已經呈現過，建議後續可以省略；如 2-1 資料庫系統架構功能模組。若有任何調整異動請說明調整前及調整後之內容差異。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，關於 2-1 內容，由於期中審查時，有委員指出該節內容有錯誤之處，故在期末報告中重新更正。未來年度之報告將會依循委員意見，精簡此一章節。

3. 2-2 節內容似非” 資料庫” 系統功能之改善與優化，應該屬於” 系統查詢功能之改善及優化” 。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，已經遵照審查意見修改該節名稱。

4. 因資料庫之資料逐漸擴增，建議後續定期追蹤主要功能的反應時間，尤其是大量資料查詢及分析。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，確實隨著資料量越來越龐大，有可能導致查詢的反應時間變長。根本解決此一問題的對策在於提升系統硬體效能，已經在期末報告的建議事項提出此一建議，供委託單位參考。

5. 資料庫 Table，系統之資料庫為微軟的 SQL Server，因應大量資料的查詢統計及分析，有提供 Partition table 的方式建立資料庫 Table；若本系統之資料庫不是以 Partition Table 方式建立，建議後續可以修改成 Partition

Table 方式建立資料庫，效能會更佳。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，此為較長期的發展方向，未來系統發展時將會請系統工程師參考此一建議。

鄭中堅 委員

1. 本章就各航空公司客機及貨機機隊使用進行統計分析，惟疫情期間下貨艙供給不足，多數客機以客艙載貨或腹艙載貨營運。建議將客機載貨納入統計分析。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，客艙載貨或腹艙載貨確實為重要的資料來源，惟目前國內外航空公司、政府統計資料都無這方面的資料，所以並無法全面性的掌握這部分資料，也無法針對這部分資料進行分析。

2. 表 29 長榮機隊包含 ATT 機型，惟本局登記資料中，長榮並無使用該機型，系立榮航空使用於國內線，建議確認。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，期末報告因為資料量大，航空公司機隊資料已經刪除。本計畫資料分析的機隊資料乃是由 Flight Radar24 資料庫航班資料逐筆擷取，但可能因為集團機隊調度，而將立榮航空的飛機航班也納入。

3. 疫情已超過年半且持續嚴峻，航空公司於疫情期間營運資料豐富，目前各航營運重點放在貨運，並進行改、購機，建議持續蒐集機隊資料，進而分析各航空公司因應疫情經營應變的情形。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，後期計畫若仍鎖定在疫情對航空貨運的分析，將納入此一建議。

林信得 委員

1. 航空公司的航線分析，2021 年僅到 2 月，如果可以延續到 5 月，對資料的完整性更有幫助。

回應說明：

感謝委員建議，因網路爬蟲工作非常艱鉅，原規劃比較期程業已劃分，後

續仍維持這樣的時間期程，而將工作重點放在分析上，未來若仍持續對機隊使用的觀察，會考慮將期程做更及時的考量。

2. 期中報告已 2021 年 1-2 月為後疫情階段，並進行復原程度的衡量，但 2021 年 1-2 月是否為疫情後期仍有待商榷。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，為避免誤導，期末報告中，已將後疫情階段的文字刪除，直接以時間(期間)呈現三個不同階段，同時也將復原兩字做適當的修正。

3. 第 60 頁派遣策略，用字需再斟酌，以文章內容可能不算是派遣。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，期中報告中擬呈現的為滯地率與飛機平均使用率之關聯。期末報告經過組內討論，決定刪除該圖及相關文字，另以航空公司規模、航線屬性與飛機平均使用率，呈現不同航空公司的機隊應用情形。

4. 報告中傳統型航空公司、組合型航空公司名詞建議統一。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，期末報告中全服務型航空公司是相對於 LCC 的航空公司，而組合型航空公司則是指同時營運客運與貨運的航空公司，特此說明，期末報告以適當用全服務型航空公司與低成本航空做為區別。

韓振華 委員

1. 報告中提及疫情期間，但目前疫情似有拉長的趨勢，以疫情期間，容易讓讀者感覺疫情已經結束。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，期末報告中，已經將疫情期間之文字，視前後文的適切性，修改為「疫情衝擊下」。

2. 影響航空公司營運的因素很多，諸如：國家疫情的嚴重程度、邊境管制政策不同等都是可能的原因，建議研究單位可以將這些因素納入探討。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，各國邊境管制政策迥異且隨時間變化與疫情起伏就有大幅的變動，計畫目的在呈現所蒐集數據的情形與分析比較。各國邊境政策的掌握，需耗費較大量的人力與時間，因此暫無考量聚焦於邊境政策

變動與空運數據關聯性探討，未來若有更多的資源且以此為主要的分析課題，可再做延伸研究。

3. 華航貨機營運量在 2021 年 1-2 月出現下滑，是否因為機組員管制措施改變導致航班安排的問題，可以再進一步確認。

回應說明：

感謝委員提出此一疑問，經瞭解其與傳統的空運月離峰階段有關，但也不排除機組人員的調遣因素而使航空公司做出喘息的飛機調度，以配合人力的不足。

4. 國泰航空公司的滯地率偏高，是該公司的策略還是其他因素所致。影響航空公司營運績效的因素可能也包括經營的航線(長城或短程)、政策因素等。

回應說明：

本計畫的滯地率定義為航空公司整月為執飛的飛機架數比例，在一月都未派遣的結果來看，大部分應屬公司對飛機使用的政策，當然其背後因素在疫情期間自然是航班需求的減少、服務航線的國家邊境政策影響原來的執飛航班數量。

5. 報告中使用復原程度，可以考慮改為韌性。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，期末報告中已經將表格「復原程度」一欄刪除，同時在文字說明時，多以「恢復疫情前的..水準」來陳述，避免誤導。

6. 第四章區域分析中包括米蘭機場，但卻未納入羅馬機場。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，下一期之計畫中會將該機場納入評估的名單。

7. 建議資料庫的基本資料，可以定期提供給各單位參考。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，目前已經初步建制制式化報表公布欄，後續將會規畫逐步將常用的資料、報表定期作公布。

游象甫 委員

1. 期中報告第 18 頁關於系統的軟硬體架構內容有誤，建議修正。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，期末報告中已經重新撰寫 2-1 節內容。

2. 資安方面，是否有做落點掃描，如果有做，如何做應加以說明。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，目前系統尚未對外開放，僅運研所少數同仁使用。未來若規畫系統進一步開放，也會就此一議題做更深入的檢討。

何惠安 委員

1. 第 9 頁呈現 7 個國際機場的營運資料，宜說明為什麼是這 7 個。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，本期所檢索的 7 個國際機場，為本系統維護計畫多年持續檢所的系統，主要考量為與桃園機場有密切往來或潛在競爭關係，所以進行持續性的追蹤。其他機場主要考量每年度的分析議題不同而有增刪，但 2020 年因為疫情各機場的營運量下滑，研判為短期現象，故本年度未將其他機場納入。

2. CargoIS 是跟 CASS 合作的業者獲得資料，但國內業者參與 CASS 的情況不普遍，也不是很積極提供營運資料，這些狀況都可能導致，貨運統計資料入口較精準而出口不精準的問題。如果 CargoIS 資料庫的涵蓋不夠，有沒有哪些地區性的資料來源，可以預先做評估。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，確實國內業者參與 CASS 的並不普遍，提供資料也不完整，導致 CargoIS 資料庫的涵蓋不夠。期末報告中，嘗試以香港機場貨運吞吐為分析標的，並且利用香港政府的統計資料進行分析，未來若要持續追蹤貨運資料，也會尋找可靠的資料來源。

台北市航空運輸商業同業公會

1. 查詢 RPK(載客公里數)時，表格顯示資料卻是 ASK(可售座位公里)，是否誤植？

回應說明：

感謝提供寶貴意見，經查 RPK 與 ASK 資料分別呈現於不同的查詢欄位。為避免讀者誤解，已經重新置換圖 9。

2. 在分析各機場成長時，希望能夠區分國際線與國內線。

(1)因我國主要機場(桃園、高雄)的國內線規模太小，成長動能幾乎完全來自國際線，故他國之資料分析，若無法區分國際/國內航線，對我參考

價值將受限，殊為可惜。

(2)以 IATA 之 2020 年 WATS+全球航空統計報告為例，若看整體 RPK(國際線、國內線合計)，中國南航排名第 2 大、中國東航第 5、中國國航第 8，長榮航僅排第 68 名。但若單看國際線 RPK 排名，中國大陸首位為中國國航，排名僅為第 30，而長榮航為第 31，尚勝過中國南航(第 32)及中國東航(第 34)。可見中國大陸之空運成長動能，主要來自國內航線，與我之環境相異太大，若僅分析整體運量，恐亦得出錯誤結論。

回應說明：

感謝提供寶貴意見，本年度已經開發查詢功能中，區分國內與國際航線的檢索功能，等系統測試穩定就會將此一功能上線。

3. 歐洲機場中，近年來成長最快的為土耳其伊斯坦堡機場，其運量遠勝過米蘭機場，似可考慮納入。

回應說明：

感謝提供寶貴意見，下一期之計畫中會將該機場納入評估的名單。

4. 中國大陸方面，中國南航近年來有趕過中國國航之態勢，尤其在貨運方面更為明顯，未來或可考慮以南航為中國大陸之代表。

回應說明：

感謝提供寶貴意見，本期的議題分析中，將中國國際航空、東方、南方都納入分析標的，若研究資源不足需要取捨，將會評估所提供之意見。

民航局空運組

1. 報告書第 24 頁的圖 12 長榮資料，「航空聯盟」欄位資料有誤，航空公司資料是否已依現有資料欄位建置完成？

回應說明：

感謝提供寶貴意見，已經更新圖 12 之內容。

2. 報告書第 5 章提到飛機滯地率、平均使用率等，使用到 Flightradar24 的機隊資料，因部分航空公司有長期封存的飛機，請問該機隊資料是否包含長期封存的飛機？

回應說明：

感謝提供寶貴意見，分析資料根據 Flightradar24 的航班資料而來。雖無明確的長期封存飛機資料，但從每個月的派飛機資料中，可以掌握每一

個月投入營運的飛機種類與數量，本報告的分析，也是以營運的飛機數來做計算。

3. 報告書第 65 頁的表 29 提到長榮機隊，包含 AT7 機型，且就本局登記資料中長榮航空使用之機型並無 AT7 機型，若在長榮集團，該機型為立榮航空使用，請再釐清確認。

回應說明：

感謝提供寶貴意見，期末報告因為資料量大，航空公司機隊資料已經刪除。本計畫資料分析的機隊資料乃是由 Flight Radar24 資料庫航班資料逐筆擷取，但可能因為集團機隊調度，而將立榮航空的飛機航班也納入。

4. 疫情期間客機載貨的情形很常見，請問是否可進一步瞭解客機載貨之情形及納入統計分析。

回應說明：

感謝提供寶貴意見，客機載貨或腹艙載貨確實為重要的資料來源，惟目前國內外航空公司、政府統計資料都無這方面的資料，所以並無法全面性的掌握這部分資料，也無法針對這部分資料進行分析。

5. 報告書第 55 頁之圖 34（航班數）及第 56 頁之圖 35（飛行時數）顯示中國國際航空在疫情時期異軍突起，甚至於 2020 年 10 月左右一度恢復如疫情前之營運水準，值得進一步探討，如機隊使用、航線數、航線特性或有其他營運手段。

回應說明：

感謝提供寶貴意見，在資料蒐集過程當中有太多特別的情形可進一步探索，中國民航的情形經初步瞭解推論，應是中國國內疫情受到控制，國內航線旅運需求的復甦。

6. 報告書第 57 頁的圖 36「疫情期間各主要航空公司客機滯地率之比較」中，國泰航空機隊至今年 2 月仍呈現高滯地率，及報告書第 59 頁的圖 37「疫情期間各主要航空公司客機飛機平均使用率之比較」中，國泰航空至今年 2 月之客機平均使用率仍在低檔，以上情形可能與港龍航空於 2021 年 10 月停止營運後，由國泰航空接收港龍航空之航機後，致機隊規模增大有關（以上兩圖顯示約在 2021 年 10 月或 11 月有明顯下折），提供參考。

回應說明：

感謝提供寶貴意見。

7. 另國泰航空在 2019 年 7 月收購香港快運航空，同時香港「反送中」運動影響香港航空市場，緊接著全球又受到疫情衝擊，國泰航空在營運挑戰可想見多有挑戰，該航空公司未來營運情形影響到香港航空市場甚大，未來值得持續觀察其營運動向。

回應說明：

感謝提供寶貴意見。

8. 全球肺炎疫苗施打率逐漸普遍，目前處於「後疫情時期」，建議未來可就疫情前及疫情後各航空公司的營運情形，了解各航空公司因疫情影響有無洗牌的情形及其原因。

回應說明：

感謝提供寶貴意見，未來相關議題的分析中，也會規畫將疫情對航空公司的影響納入分析。

9. 由於疫情已改變生活型態與商業活動模式，建議可持續就 LCC 與傳統航空可能對此一改變所採取之經營模式改變策略進行分析。

回應說明：

感謝提供寶貴意見，未來相關議題的分析中，該議題非本年度的研究議題，未來將會規畫針對疫情對 LCC 與傳統航空的影響納入分析。

附錄 2 系統展示與資料分析座談會會議記錄

會議名稱：119 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-109-EC004)系統展示與資料分析座談會

開會時間：2021 年 11 月 30 日上午 9:30~11:30

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書耕 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)

交通部統計處

1. 資料庫系統已經相當完整，內容也十分豐富，建議積極規劃如何將此一系統對外公開。簡報中提及可能以制式化報表公佈欄的方式公開，可以針對機場、國家等統計資料，以時間序列方式呈現發展趨勢。
2. 關於飛機平均使用率機場使用的定義釐清。
3. 未來若以布告欄方式公開資料，可否邀請潛在使用單位參與討論要公開哪些資料。

回應說明：

1. 由於系統資料主要購至 IATA MarketIS，資料有使用對象之限制，因此恐無法將系統資料全面公開。但針對整合分析之後的資料，應該可以某種形式公開。目前即朝向制式化報表，以公佈欄的形式來努力。
2. 飛機平均使用率之定義已於口頭補充說明(略)。
3. 未來如果要定期公開制式化的報表，要公開哪些報表，歡迎大家一起參與討論。

民航局

民航局一直有參與此一計畫的工作會議，此一系統功能與介面在大家共同努力下，都日趨完善，確實可以提供政策研究分析的參考。

桃園機場公司

1. 系統功能相當完善，且資料也十分豐富，以下問題與建議提供研究單位參考。
2. 系統是否可以進行中轉分析的功能，諸如分析新南向國家中轉北美的需求，以開拓潛在市場。
3. 滯地率與飛機平均使用率如何計算？由於航空公司飛機總數每個月不一樣，計算資料是否會有誤差。
4. 簡報中提及 2020 年 12 月各航空公司客機的使用率提升，有可以是以客機載貨，並不是旅客人數增加，提供研究單位參考。
5. 簡報資料中桃園機場的貨量與實際認知有出入，請再確認
6. 若要訂購 CargoIS 貨運檢索資料，建議考量仁川、浦東等與桃園機場有潛在競爭的機場。
7. 系統可以考慮對外部開放使用

回應說明：

1. 本系統目前的功能，已經可以提供中轉的潛在市場的分析。過去曾經利用系統功能，進行新南向國家中轉美國、日本的市場分析，也比較了桃園、仁川、香港等機場的競爭潛力。不過，由於本計畫並未購置所有機場的旅客移動資料，所以分析範圍僅能涵蓋已經購置的機場。
2. 滯地率與飛機平均使用率的計算有一定的公式。公式中，航空公司飛機數，本研究是由 Flight Radar24 查詢航空公司每個月的飛機增添動態，所以每個月的飛機數是動態調整，不會產生誤差。
3. 由 Flight Radar24 查詢僅能知道飛機的機型，研究人員再根據機型判斷該飛機是客機還是貨機，以客機載貨的航班，則無從由航班資料看出。
4. 關於桃園機場的貨量，政府統計資料中包攬：進口、出口、轉口三大部分，但為了與香港機場進行比較，資料分析時是根據香港的資料(裝機出口、卸機進口)，將轉口資料調整到進出口貨物量中。
5. 本年度初次訂購 CargoIS 資料庫，但經與臺灣、香港兩機場官方統計資料

比較結果，CargoIS 資料的涵蓋率仍偏低，因此可能會另外尋求其他管道來掌握貨運資料。

6. 系統開放問題，如同前面之說明。

長榮航空

1. 指出簡報資料一處錯誤。
2. 本年度機場並未包括吉隆坡、胡志明市機場，是否有甚麼考量？
3. 若要以公布制式化報表的方式公開資料，件以可以包括：機場與航空公司的中轉旅客比例，且能按月動態公布。

回應說明：

1. 系統錯誤將會進一步確認修正，感謝指正。
2. 由於購置 IATA MarketIS 資料的經費有限，本計畫每年購置的機場數目也會隨經費而調整。除了幾個核心機場是每年固定購買之外，其餘機場都會考量預算配置，不會每年都購買。
3. 由於所購置的 IATA MarketIS 資料為前一年度的資料，布告欄要達到逐月公布的需求，有一定的困難度。運研所建構此一系統，著眼於進行策略規劃用途，必較無法支援日常營運規劃所需要的資料。

華信航空

僅確認資料庫之資料來源，未提出建議與問題

臺灣虎航

簡報資料中，國內航班比例是如何算出的？

回應說明：

國內或是國際航班的認定，主要是以該航班的起點機場與目的機場是否為同一國家，若為同一國家，則定義為國內航班。

星宇航空

1. 建議提供 co-share 航班的資料，而這類型航班，旅客人數如何歸屬？
2. 系統中關於運能與運量整合的資料較少，建議可以補充這方面的資訊。
3. 研究議題方面，可以考慮以機型或航空公司，進行時間序列的分析探討。

回應說明：

1. 目前所購置的 IATA MarketIS 資料，並無法看出 co-share 航班，但此一問題確實有深入探討的必要，研究團隊也會持續注意收集相關資料
2. 本系統目前有建立供需分析功能，可以同時呈現運能與運量資料，但因為兩種資料來源不同，系統所呈現的運能資料仍有一定程度的誤差，未來也會持續努力，提高資料的準確度。
3. 感謝提供建議。

附錄 3 期末報告審查意見及回應

但昭璧 委員

1. 資料備份應於異動時即進行，資料庫既有資料更新之定時備分

回應說明：

感謝委員提醒，本年度計畫已經執行完成，也以每月一次的周期進行備份。若有機會承接後續之計畫，也會採用委員的建議方式進行備份

2. 請考量 Window Server 之繼續使用性(停止後續服務)

回應說明：

感謝委員提醒，若有機會承接後續之計畫，也會審慎評估系統升級的因應方案。

3. 飛機平均使用率：總飛行時數/當月日數*24*飛機總數

回應說明：

報告中採用的公式為：飛機平均使用率=總飛行時數/[當月天數*24*(飛機總數-全月未派遣的飛機數)]。其原因乃考慮疫情期間，航空公司可能做大規模的停機動作，從資料來看一個月均未使用的飛機，似乎就有其特定的目的，因此將其扣除，只考慮有派遣運用的飛機數量。

何惠安 委員

1. Window Server2012 將於 2023 年 10 月終止支援。建議及時評估規劃系統升級事宜

回應說明：

感謝委員提醒，若有機會承接後續之計畫，也會審慎評估系統升級的因應方案。

2. 各項資料(機場營運與起迄、機場、航網、機型、航空公司等)之備份作業時機、週期與方式為何，宜補充說明。

回應說明：

感謝委員提醒，已經補充說明本計畫採每月一次的周期進行備份。若有機會承接後續之計畫，也會採用委員的建議方式進行備份。

3. 請補充明確說明本案相關資料是否已依政府資料開放原則之規定，依開

放之資料格式(ODT)，提供了哪些資料集

回應說明：

感謝委員提醒。本計畫所建置維護之系統，以及相關分析資料，目前並未對外公開，主要原因為訂購 IATA MarketIS 資料庫簽訂保密合約，未來將會積極研議在合乎保密合約與政府規範前提下，如何公開資料以及公開的形式。

林信得 委員

1. P.59 表 24「以檢索機場為中繼點之前五大入境來源機場客運量」以及 P.60 表 25 「以檢索機場為中繼點之前五大目的機場客運量」，建議比照表 23 「檢索機場 2020 年前五大出入境之連結機場客運量」，可多加 2020 年之文字。

回應說明：

感謝委員指正，已經修正相關文字。

2. P.85 第六章議題分析 6-1 2020 年疫情衝擊下亞洲主要航空公司客機機隊之應用，第一段第二行...從疫情爆發前之 2019 年 11 月開始，到 2021 年 2 月的航班資料進行彙整分析...以及 P.86 第二段...2021 年 1-2 月為疫苗開始施打，疫情略為緩和階段...，然而台灣從 2021 年 5 月中旬才出現本土疫情並開始進入防疫第二級，入出境營運航班亦開始有因應調整，此點與國外疫情略有不同，但因僅彙整統計至 2021 年 2 月，在報告上無法實際呈現相關分析資料，殊為可惜！換句話說，如果資料彙整能統計至 2021 年 6 月，華航與長榮之客運機隊營運分析資料與其他 14 家亞洲全服務型航空公司之分析資料可能會有不同。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，確實若能將航班分析資料擴及 2021 年 6 月，對於各航空公司營運之研判將會有更豐富的資料基礎。惟作業上本計畫以 2021 年 2 月的資料為分析基礎，除了資料擷取之外，分析過程中預計產出超過 200 個表格；若要將資料分析範圍擴充，現有分析資料亦無法利用，等同於須重新進行分析，在時間與人力上有其困難。

3. P.89 第一段第六行...一個月之間急遽下降到 2021 年 2 月的谷底...應係

2020 年 2 月。

回應說明：

感謝委員指正，已經修正相關文字。

4. P.92 第二段第五行...日航的營運時數變化趨勢大致與日亞航相同...文字有誤，請再 check。

回應說明：

感謝委員指正，已經修正相關文字。

5. P.100 一、貨機數 10 架以上之航空公司之第二段第四行，...國泰航空...導致貨機營運時數排名降到第 3 位，是否為第 2 位之誤？另，最後一行...這也使得國泰航空在 2021 年 2 月的飛機平均使用率成為五家航空公司當中最底的一家...，依表 52，飛機平均使用率最低的一家應係韓亞航 43.3%(國泰 44.7%)，請再 check。

回應說明：

感謝委員指正，經查委員所指出的文字，為對應圖 47 至 50 之說明，而非表 52 之說明文字。圖 47 至 50 所呈現為航空公司營運之逐月數字，表 52 所呈現的數字為 2019 年 11-12 月、2020 年、2021 年 1 到 2 月，三個階段的月平均資料，兩者有若干差距。而本研究之文字陳述是針對圖 47 至 50 之說明，內容經查並無錯誤。

6. P.103 二、貨機數 10 架以下之航空公司之第一段第五、六行...長榮與新航的貨機業務，僅在疫情初期受到輕微的影響，隨後即穩定成長，兩家航空公司更在 2021 年 11-12 月，超越疫情之前的營運時數水準。2021 年 11-12 月應係 2021 年 1-2 月之誤。另，新航 2021 年 1-2 月之飛行時數 1,863 並未超越疫情之前的 2,268。

回應說明：

感謝委員指正，經查 2021 年 11-12 月應為 2020 年 11-12 月之筆誤，已經更正。2020 年 11 月時，新航與長榮的營運時數確實已經超越疫情之前的水準無誤。

7. P.103 二、貨機數 10 架以下之航空公司之第二段第三行，新航...2021 年 2 月的飛機平均使用率降到 33.3%，應係 37.4%。第五行...國航的飛機平均使用率則一路衰退，以 2021 年的月營運時數(746 小時)，請說明 746

小時如何得知？

回應說明：

感謝委員指正，新航飛機平均使用率的說明文字，乃是依據圖 50 之逐月資料，而非依據表 52 之資料以多月份平均數值描述，資料經確認無誤。國航之月營運資料是從圖 49 折線資料擷取，由於該數字並未在本文其他圖表出現，為避免讀者誤會，已經將相關文字刪除。

8. P.103 圖 53 香港機場貨運出口來源及趨勢，應係進口之誤植。

回應說明：

感謝委員指正，已經修正相關文字。

9. P.106~111 有關桃園機場與香港機場貨物吞吐之比較分析，相關數據資料均統計至 2021Q2，也就是 2021 年 6 月底。然而整份期末報告如航線、機場航班與運量等重要資料數據變化分析甚至議題分析，從期中報告就一直只統計至 2021 年 1-2 月，服務團隊稱因網路爬蟲工作非常艱鉅將仍維持這樣的時間期程(即統計至 2021 年 1-2 月)，惟如同 P.55 所述...2020 年全球各機場的旅客運量都呈現雪崩式下滑，各機場的情形大同小異，也無法反應出正常時期的營運狀況。因此本案自 IATA MarketIS 檢索的機場也較前年減少，共計只購入 8 個機場之出、入境及中轉所有市場之資料，顯示工作量減少，因此即使網路爬蟲工作非常艱鉅，工作上似仍有餘裕空間！

回應說明：

感謝委員寶貴意見，確實若能將航班分析資料擴及 2021 年 6 月，對於各航空公司營運之研判將會有更豐富的資料基礎。惟作業上本計畫以 2021 年 2 月的資料為分析基礎，除了資料擷取之外，分析過程中計產出超過 200 個表格。若要將資料分析範圍擴充，現有分析資料亦無法利用，等同於須重新進行分析，在時間與人力上有其困難。

- 10.再如 P.112,6-5 議題分析小結一...中國國際航空的貨運業務也仍持續衰退，是否為公司策略性退出貨運市場，需再進一步觀察。小結三... 九家組合型(或稱全服務型)航空公司...2021 年 1-2 月，營運規模出現較大幅度的滑落，是否為短期性的影響，仍有待觀察。如果所有資料能彙整分析至 2021 年 6 月底，或許會有較客觀之初步分析結果，謹請參考！

回應說明：

感謝委員指正，已經修正相關文字。

韓振華 委員

1. 第五章－建議增加分析小結。

回應說明：

感謝委員指正，已遵照建議，在第五章增加小結。

2. 2.5-1 節 (P.58)－分析出入境之連結機場，惟資料涵蓋國內與國際航線，建議可考量針對國際航線作一比較，俾能較清楚比較亞洲鄰近機場與桃園機場之競爭關係。

回應說明：

感謝委員指正，本期的期末報告中，已經初步將旅客分為國內與國際旅客，以便進行各機場的比較。未來也會針對亞洲幾個主要機場，如成田和浦東機場，以議題分析方式，進行國際航線的深度分析，此一意見也補充到後續研究建議中。

3. 5-2 節-表 27 (P.63)－彙整了經由桃園機場中轉的相關資料，建議可考量針對第一、二、三個中繼點的來源機場與目的機場以國家或區域做進一步分析，以進一步瞭解桃園機場爭取中轉旅客的潛在市場。

回應說明：

感謝委員的寶貴意見，已經在期末報告 5-2 節中，分析以桃園機場為第二中轉機場的來源機場，其中前五大機場均為來自加拿大與美國的機場，疫情之前每年約 12 萬人次，是否具有商機，則有待進一步評估。相關意見也彙整在 5.3 小結。

4. 5-2 節 (P.61)－因疫情關係，許多航線都暫停或取消飛航，另有部分機場亦禁止旅客中轉，是否因此造成旅客需多次轉機才能抵達目的地，或許亦可與疫情前相關機場作為中繼點的情形作一比較分析。

回應說明：

感謝委員的寶貴意見，經檢視 2019 與 2020 年的中轉旅客資料，並未發現旅客中轉的機場數目增加，關於這個議題的討論，已補充於 5.3 小結中說明。

5. 6-3 節 (P.104)－說明 CargoIS 資料與實際上誤差較大一節，建議後續可

持續瞭解原因或尋找國際上有無其他適合之資料庫。

回應說明：

感謝委員提醒，若有機會承接後續之計畫，將會持續搜尋更合適的貨運資料庫。

6. 文字修正建議：

- (1)目錄 (P.3)：第五章章名與內文 P.55 不同，應為誤繕，建請修正為「重要資料數據變化分析：旅客起訖市場」。

回應說明：

感謝委員指正，已經修正相關文字

- (2)5-2-2 節 (P.64) 第三段最後一句話：以「桃園機場」為中繼點，可以到達 784 個機場，應為誤繕，建請修正為「仁川機場」。

回應說明：

感謝委員指正，已經修正相關文字。

鄭堅中 委員

1. 表 6 桃機架次統計與民航局統計一致，惟圖 20 及文字所述桃機架次為 18.7 萬(2020 年)，似為誤植，衰退 2-3 成也似為誤植。

回應說明：

感謝委員指正，已經修正相關文字

2. 文中提到仁川機場近年在東南亞中轉北美航線的用心，部分旅客已經超過桃機一節，建議可瞭解並於報告補充說明仁川機場所作之努力供桃機參考。

回應說明：

感謝委員寶貴意見，已經於 5-2-2 小節中，補充說明仁川機場在中轉航線競爭力的可能原因，包括與各主要機場(胡志明市、曼谷、馬尼拉)之間的密集直航航班，以及具競爭力的中轉航線定價。

3. 圖 45 華航、長榮及虎航無經營國內線，圖中國內線應係集團間濕租航空器，建議補充。另新航亦有國內線占比，建議釐清是否誤植或其他原因。

回應說明：

感謝委員指正，已經於圖 45 下方以註解的方式，說明三家國航的國內線情形。而新航的國內航線，是由於新航在其他國家(例如馬來西亞)飛航的

國內航線，也計算在內所致。相關說明也以註解方式呈現於表 45 下方。

4. 有關系統資料開放一節，建議製作系統使用手冊及辦理教育訓練。

回應說明：

感謝委員指正，本計畫已經完成使用手冊，且每年定期更新。未來將視委託單位的需求，評估資料庫如何開放，以及執行搭配資料庫開放的相關配套。

5. 舊金山機場起降架次減少 49.3%情況下，舊金山貨運噸數卻成長 53.2%之原因待進一步探討。

回應說明：

感謝委員的寶貴意見，目前尚不確定是否為疫情期間的短期現象，後續將就此一現象進行更深入分析瞭解。

交通部航政司

簡報中有關主要航空公司客機使用情形之小結部分，提及各公司客運業務受疫情嚴重衝擊，然其中越南航空、泰國航空、全日本航空等公司波段起伏較大，能否側面瞭解是何原因造成？除邊境管制外，其公司營運策略是否有所調整？

回應說明：

感謝寶貴意見，由於本計畫僅是以擷取的航班資料進行分析，較無法觸及航空公司營運策略層面的資料。後續若確認此一現象為長期性的變化，可以就此一問題以議題分析方式來進行深入探討。

民用航空局

目前檢視的是貨機平均使用率，但因為每架貨機之裝載率不同，疫情前後之運價亦不相同，建議搭配飛機裝載之貨運量，較能針對疫情前後貨運營運情形進行比較。

回應說明：

感謝寶貴意見，由於本計畫並無法獲得各航空公司裝載率、運價等資料，故無法進行此一議題之分析。

桃園機場公司

1. 本次報告提及資料/系統開放的規劃，認同此一規劃方向。

回應說明：感謝提供寶貴意見。

2. 所購的 CargoIS 資料誤差大，確實導致分析上的困擾。這也給桃機一個啟示，未來需要進一步整合數位資訊，以便更清楚掌握貨運動態

回應說明：感謝提供寶貴意見。

3. 系統未來擬規劃使用者自行定義之檢索功能，此一功能應該能夠契合使用者的需求。

回應說明：感謝肯定。

4. 期末報告中客貨機的使用率相當明確，但疫情期間，經常有客機載貨的現象，資料分析時是否有將這兩種航班進行區分？

回應說明：

感謝提供寶貴意見，疫情期間確實有客機載貨的現象，惟本計畫乃以擷取 Flightradar24 之航班資料進行分析，並無法研判客機航班載貨情形。此一問題的探討，須從航班資料、航空公司、民航局等各方面進行多方資料蒐集與查證，期末報告中已經將此一建議納入後續研究分析的建議中。

