運輸計劃季刊
第五十五卷 第二期
民國一一五年六月
頁 193～頁 219

Transportation Planning Journal
Vo1. 55 No. 2
June 2026
PP. 193～219

東亞與東協樞紐機場之轉機連接度變化分析：以東南亞往返北美和歐洲為例

MEASURING CHANGES OF AIR TRANSFER CONNECTIVITY OF HUB AIRPORTS IN EAST ASIA AND ASEAN:THE CASE OF SOUTHEAST ASIA-NORTH AMERICA AND EUROPE

張玉君 Yu-Chun Chang[1]
游晞彤 Hsi-Tung Yu[2]

(113 年 7 月 22 日收稿，113 年 9 月 4 日接受)

摘 要

本研究分析東亞與東協 14 座樞紐機場於東南亞往返北美和歐洲航線疫情前後的轉機連接度。結果顯示，桃園機場在東南亞往返北美地區的樞紐效率最佳，首爾仁川機場的可行連接航班數量高於其他機場；在東南亞往返歐洲的航線中，則以曼谷蘇凡納布機場的樞紐效率最高，新加坡樟宜機場的可行連接航班數量領先其他機場。桃園機場在東南亞往返北美的可行連接航班數量自疫情後超越香港；然而，我國與歐洲各國仍存在航權限制，導致桃園機場在東南亞往返歐洲航線的轉機連接度難以和其他機場抗衡。隨著疫後航空市場積極復甦，可行連接航班較少的機場可加速恢復疫前航線、開發新航點，樞紐效率較低的機場可縮短中轉時間以提升轉機競爭力。

關鍵詞： 樞紐機場、中轉市場、連接度、東南亞國協

1. 國立臺灣海洋大學運輸科學系教授 (聯絡地址：20224 基隆市中正區北寧路 2 號，電話：(02) 2462-2192 #7042， E-mail: ycchang@mail.ntou.edu.tw)。
2. 國立臺灣海洋大學運輸科學系碩士。

ABSTRACT

This study analyzed the connectivity of 14 hub airports in East Asia and ASEAN for transit routes between Southeast Asia-North America and Europe. The results show that Taoyuan (TPE) demonstrates the best hub efficiency between Southeast Asia and North America, while Incheon (ICN) has the highest number of viable connecting flights. For routes between Southeast Asia and Europe, Bangkok (BKK) shows the best hub efficiency, and Singapore (SIN) leads in the number of viable connecting flights. In the post-pandemic, TPE has surpassed HKG in connecting flights between Southeast Asia and North America. However, Taiwan still faces air service agreement restrictions with Europe, making it difficult for TPE to compete in connectivity between Southeast Asia and Europe. In conclusion, airports with fewer connecting flights can accelerate the restoration of pre-pandemic routes and develop new destinations. Airports with lower hub efficiency can shorten transfer times for connecting flights to enhance their hub competitiveness.

Key Words: *Hub Airport；Transit Market；Connectivity；ASEAN*

一、緒　論

1.1 研究背景與動機

我國近年為加速推動「新南向政策」，且立志成為全球航空樞紐，桃園國際機場 (Taoyuan Internaitonal Airport, TPE) 已是東南亞往返北美的轉運中心，與鄰近之成田國際機場 (Narita International Airport, NRT)、仁川國際機場 (Incheon International Airport, ICN) 和香港國際機場 (Hong Kong International Airport, HKG) 相同 (交通部運輸研究所，2020 [1])；然而，香港國際機場亦是東南亞往返歐洲的轉運中心 (交通部運輸研究所，2023 [2])，與鄰近之上海浦東 (Shanghai Pudong International Airport, PVG)、曼谷蘇凡納布國際機場 (Bangkok Suvarnabhumi Airport, BKK) 相似。近年由於東協 (Association of Southeast Asian Nations, ASEAN) 經濟體快速增長，其不僅發展強勁且優於全球其他地區，因而具備相當龐大的航空旅運需求。東協與歐盟 (European Union, EU) 於 2021 年 6 月簽署「全面航空運輸協定 (ASEAN-EU Comprehensive Air Transport Agreement, AE CATA)」後，解除了往來兩地的航班限制，因此東南亞樞紐機場的轉運地位將變得更加重要。由於東協和北美地區之間受到地理條件限制，長期以來都相對缺乏直飛航班，因此位居東亞的樞紐機場皆熱衷於吸引來自東南亞的轉機旅客 (Chang et al., 2020 [3])。

隨著亞太地區已然成為全球最大的航空市場之一，預計未來將有越來越多機場渴望發展成為轉運樞紐 (Chang et al., 2019a [4])。為了實現這一目標，航空運輸之空中連接度通常被視為機場如何吸引中轉旅客以進一步擴大需求和創造利潤的首要指標。因此，本研究將以我國桃園機場為中心，藉由航班數量、地理位置、航線發展、國際客運量等區位優勢，優先選擇東亞與東協地區共計 14 座樞紐機場 (詳 1.3 節) 進行比較。在初步探討各大機場的航班供給後，將透過「轉機連接度」分析 14 座機場的可行連接航班數量、中轉航班連接品質以及樞紐效率，評估其在特定航線上是否具備轉運樞紐競爭力。

1.2 研究目的

在過往文獻中，對於連接度和其所使用的量測方法並未有一致的定義；因此，本文延續 Chang et al. (2020) [3]、蕭簡佑 (2021) [5]、林昕昀 (2022) [6] 等學者的研究，透過使用 Hub Connectivity Performance Index (HCPI) 和 Hub Efficiency Index (HEI) 研究方法，以我國桃園機場為中心，分析東亞與東協樞紐機場在東南亞往返北美和歐洲的航班中轉連接度。研究結果有助於各大機場瞭解其市場地位，並以此加強疫情之後的航空復甦力道。本研究除探討 COVID-19 對航空運輸的衝擊之外，亦欲分析疫情對於各樞紐機場之轉機連接度影響。因此，本研究將針對以下三點深入探討：

1. 統整東亞與東協地區 14 座機場於 2004、2008、2012、2016、2019 和 2023 年共 6 個年度在東南亞、北美及歐洲的航點數、每週航班數以及座位供給數的變化，洞悉各大樞紐的發展態勢，並比較機場之間的疫後復甦程度。
2. 探討東亞與東協 14 座機場於疫情前 (2019 年) 和疫情後 (2023 年) 東南亞往返北美與歐洲的轉機連接度，以分析出各機場的優劣勢中轉航線。
3. 針對桃園機場提出改善策略，以優化中轉效益。

1.3 研究範圍與限制

本研究參考 Chang et al. (2020) [3]、Jantachalobon et al. (2014) [7]、盧華安等 (2018) [8]、汪進財等 (2014 [9]、2018 [10])、胡智超 (2019) [11] 等學者的研究，篩選出東亞與東協地區 14 座主要機場 (表 1)，使用 Innovata worldwide flight schedules database 蒐集 14 座機場於 2004、2008、2012、2016、2019 和 2023 年 9 月第三週往返東南亞、北美及歐洲之航班數據，並特別針對 2019 年和 2023 年的資料進行疫前與疫後之轉機連接度分析。本研究所設定的時間區間係基於 Chang et al. (2020) [3]、蕭簡佑 (2021) [5]、林昕昀 (2022) [6]、Chang et al. (2019b) [12] 等學者在航空市場淡旺季間採集樣本，確保各航班起訖日期不會產生跨月份之情形。

表 1　東亞與東協樞紐機場列表

國家	地區	機場	IATA 代碼	區域
日本	東京	成田國際機場	NRT	東亞
		羽田國際機場	HND	
南韓	首爾	仁川國際機場	ICN	
中國	北京	首都國際機場	PEK	
	上海	浦東國際機場	PVG	
	廣州	白雲國際機場	CAN	
	香港	赤鱲角國際機場	HKG	
中華民國 (臺灣)	臺北	桃園國際機場	TPE	
菲律賓	馬尼拉	尼諾伊·艾奎諾國際機場	MNL	東協
泰國	曼谷	蘇凡納布國際機場	BKK	
越南	胡志明	新山一國際機場	SGN	
馬來西亞	吉隆坡	吉隆坡國際機場	KUL	
新加坡	新加坡	樟宜國際機場	SIN	
印尼	雅加達	蘇卡諾-哈達國際機場	CGK	

本研究之限制包含以下三點：

1. 由於 Innovata 航班資料庫之性質為供給層面，因此分析過程將專注於分析供給量，而非實際營運需求量。
2. 皆使用「表定航班」進行統計與資料分析，無法辨別各個航班是否遇到延誤、臨時增減班次、更換機型或取消等狀況。
3. 航班中轉次數僅限一次，若原航班已含中停航點則不在此限。

二、文獻回顧

2.1 航空運輸網絡

航空網絡是以機場作為節點，並由航空公司連接各個節點成為航線 (Li et al., 2020 [13])。航空網絡的蓬勃發展，係源於美國 1978 年頒布之 Airline Deregulation Act, (ADA)，新航空公司始得自由進出其航空市場，該法亦同時鬆綁聯邦政府對航線和票價等諸多限制 (Bauer, 1987 [14] ; Nero, 1996 [15] ; Brueckner and Zhang, 2001 [16])。軸輻式網絡是航空公司藉由規劃抵達與出發航班的時刻，吸引旅客透過樞紐機場轉機到達樞紐以外的最終目的地

(Danesi, 2006 [17])，其具有直飛 (direct) 與非直飛 (indirect) 兩種營運模式。Burghouwt and Redondi (2013) [18] 認為衡量航空網路的連接度是必要的，其結果能幫助航空公司或機場檢視其航空網路的營運績效並與其他機場、航空公司、航網和地區進行比較，來制定適當的航空運輸政策以提升競爭力。近年來，「樞紐」與「中轉」的連結變得更加緊密，越來越多航空公司選擇集中在單一或數個重點機場營運；Chung et al. (2013) [19] 亦在研究中指出，許多機場皆致力於強化更優質的轉機服務品質，以吸引更多中轉旅客。綜上所述，在軸幅式網絡當中，「轉機」已成為機場和航空公司相當重要的功能。

2.2 東亞與東協中轉樞紐

Li et al. (2012) [20] 透過 QVC (Quantity of Viable Connections)、QCI (Quality of Connections) 及 HCI (Hub Connectivity Indicator) 等分析方法，探討 2008 至 2010 年東京雙樞紐成田 (NRT) 和羽田 (HND) 以及首爾單樞紐仁川 (ICN) 機場的轉機連接度差異。隨著 HND 第四跑道於 2010 年 10 月落成，使其能夠進一步提升航班起降架次。雖然東京雙樞紐政策確實分擔了 NRT 和 HND 的流量，但對於轉機旅客而言，需要在兩座機場間轉換，增加了不便利性。由於南韓兩大航空公司集中於 ICN 單一樞紐，因此在往返北美或歐洲的航班供給總數多於 NRT 和 HND；此外，由於旅客經 ICN 轉機不涉及機場轉換，因此可以享有更高品質的轉機服務。汪進財與賈晉華 (2014) [9] 以地理位置作為依據，分析亞太地區 14 座樞紐機場的直飛及中轉競爭力；該研究使用「靠近中心性指標」與「中介中心性指標」，並分別以運量規模進行加權來呈現各機場之優劣。分析指出，曼谷 (BKK) 在經運量加權後最靠近亞太地理中心；廣州白雲 (CAN) 和香港 (HKG) 無論是否經過運量加權，兩者在亞太區域更具中介中心優勢。北京首都 (PEK)、仁川 (ICN) 和成田 (NRT) 在全球航網當中，兩項指標皆領先其他機場；其中 PEK 最接近歐洲，而 ICN 和 NRT 最接近北美洲，又歐美航空市場是全球發展最成熟的地區，因此上述三座機場擁有相對較佳的中轉優勢。此外，北京首都 (PEK)、上海浦東 (PVG) 及桃園 (TPE) 在北美航線擁有中轉潛力，新加坡樟宜 (SIN) 則在大洋洲航線具有供給優勢。

Jantachalobon et al. (2014) [7] 使用 Herfindahl-Hirschman Index (HHI) 與 Netscan 模型，分析東協地區十座主要機場的市場集中度與轉機航班連接品質。結果顯示，東協航空市場大多由曼谷 (BKK)、新加坡樟宜 (SIN)、馬來西亞吉隆坡 (KUL)、菲律賓馬尼拉 (MNL) 和印尼雅加達 (CGK) 提供中轉服務，且前三座機場更具樞紐地位；此外，新加坡樟宜 (SIN) 擁有最多轉機航班，加上其平均轉機時間最短，因此具有最佳的綜合轉運能力。Choi et al. (2019) [21] 則研究 2016 年旅客從東南亞 14 座機場往返北美 6 座機場的中轉情形，由於航線距離過長，旅客通常會選擇在一中途點轉機。與此同時，東北亞航空樞紐如桃園 (TPE)、首爾仁川 (ICN)、香港 (HKG)、東京成田 (NRT)、北京首都 (PEK) 等具有地理優勢的機場提供了大量中轉航班，總計擁有超過七成的轉機市占率。研究指出，首爾仁川 (ICN) 自 2011 年以來將自身定位為能夠處理大量中轉旅客的樞紐機場，近年已逐漸取代 NRT 的主導地位。在中國方面，其主要機場在中國往返北美市場的轉機旅客數量不斷增加；另外，自 2010

年與東協雙方簽署開放天空協議後，中國往返東南亞的航空市場亦穩定成長。東協雖然離北美地區較為遙遠，但 SIN 的樞紐航空公司-新加坡航空 (SQ) 利用第五和第六航權，積極擴大其在北美航線的市占率，此舉可能為傳統東亞樞紐帶來影響。

Chang et al. (2019a) [4] 利用“Compromise Programming”方法，探討適合從臺灣直飛歐洲的新航點。自 2001 年至 2017 年，臺歐之間的客運量年增幅達 17%；由於桃園機場 (TPE) 和亞洲主要機場相比，擁有的歐洲航點和航班供給數較少，導致約有 2/3 的臺灣旅客需要在香港 (HKG)、杜拜 (DXB)、伊斯坦堡 (IST) 等地轉機，因此需要積極開通新的直飛航線。分析結果指出，桃園機場 (TPE) 若同時營運歐洲 10 個航點，將可達到最佳效益；其中有 6 個是已開航航點，因此鼓勵航空公司可再新增桃園機場 (TPE) 往返馬德里 (MAD)、米蘭 (MXP)、慕尼黑 (MUC) 及蘇黎世 (ZRH) 4 條直飛航線，以提升機場連接度。Chang et al. (2022) [22] 則透過機場依賴指數、旅客中轉依賴度及成本效益分析，再次分析臺歐之間的潛在直飛航線。2020 年以前，臺灣旅客大部分以德國、英國、法國、西班牙、義大利及瑞士作為目的地，且嚴重依賴中東和東亞樞紐機場轉機；自 2018 年至 2019 年，國人對北京首都 (PEK)、上海浦東 (PVG) 和曼谷 (BKK) 的依賴程度逐漸提升。根據分析結果，桃園機場 (TPE) 應優先開航米蘭 (MXP) 和馬德里 (MAD)，此與 Chang et al. (2019a) [4] 之結果一致；另根據成本效益評估，若優先推出直飛英國倫敦 (LHR)、西班牙巴塞隆納(BCN) 和瑞士蘇黎世 (ZRH) 的航線，可為航空公司帶來較大利潤。

2.3 航空網絡連接度

航空網絡連接度 (Air Connectivity) 可以分為廣度、集中度和轉機連接度等不同範疇，其衡量的主要指標包括可及性、中心性、時間因素、繞路因素、連接品質 (Lu et al., 2024 [23]) 以及旅客流量 (Zhu et al., 2019 [24])。根據國際航空運輸協會 (IATA) 制定的空中連接度指標，係用於衡量各國的經濟成長以及融入全球航空運輸網絡的程度，不僅反映了主要機場服務的目的地數量，亦包含其能提供的中轉航班數量。根據 ACI (2018) [25] 的定義，連接度可分為「直接連接度」、「非直接連接度」和「整體 (樞紐) 連接度」三個部分：直接連接度考慮的是直飛目的地數量和航班頻率、間接連接度衡量的是透過轉機機場可到達的目的地和航班數量，並考慮轉機時間和繞路因素，以評估中轉品質及可靠度。然而，不同的學者對於連接度亦有不同的見解，如 Pearce (2007) [26] 將其定義為「一機場連接至其他機場的數量以及從其他機場連接至該機場的數量」；Burghouwt and Redondi (2013) [18] 則定義為「在航空網絡中某一節點被連接到其他節點的程度」，當中又可以再細分成「可及性 (Accessibility)」和「樞紐中心性 (Centrality)」兩個類別。Danesi (2006) [17] 表示，連接度係指透過航空樞紐為乘客提供的間接 (中轉) 航班數量和品質，且與航班起降次數的平方成正比；Wittman and Swelbar (2013) [27] 則認為，任何連接度指標都應易於計算，且得以清楚瞭解機場的服務航班數量或品質。由於航空網絡連接度並沒有清楚明確的定義 (Bowers, 2015 [28])，且難以透過統計數據直接進行觀察，因此在實際分析上具有極大的挑戰性。

Veldhuis (1997) [29] 使用“NetScan model”並將總旅行時間納入評估，以分析 1996 年

阿姆斯特丹史基浦機場 (AMS) 的轉機連接度；該模型亦可套用於分析西歐的任何機場，以進一步使航空公司或機場確定其在航空網絡中的競爭地位。後續則有多位學者延續使用 NetScan 模型進行研究，如 Burghouwt and Veldhuis (2006) [30] 分析 2003 年至 2005 年西北歐和美國之間的航網連接度、Burghouwt et al. (2009) [31] 研究 2001 年至 2007 年東亞和東南亞 13 座主要機場的航網及樞紐連接度、Jantachalobon et al. (2014) [7] 探討 2003 年至 2012 年東協 10 國樞紐機場的航網競爭力。此研究方法係以「連接品質指數 (QLX)」乘以「每週航班頻率 (NOP)」後，得出一機場的「連接航班總數 (CNU)」；然而，上述當中與時間相關的變數皆為估計值，因此會與實際情況產生落差。

Burghouwt and de Wit (2005) [32] 採用 “Weighted Number Of Connections” 方法，將原本 NetScan 模型的時間變數分成「轉機航班銜接時間」與「繞路因素 (Routing Factor, R)」，分析歐洲航空公司於 1987 年航空市場放鬆管制後的軸輻式航網競爭力。由於轉機時間是影響機場競爭力的關鍵因素，若旅客透過一機場所需要的轉機時間越短，代表該機場的轉機能力越強；兩位學者亦參考了 Bootsma (1997) [33] 對於最大轉機時間 (Tj) 值的設定，將「歐洲內部連接航班」與「洲際連接航班」分別設為 180 分鐘與 720 分鐘。繞路因素 (R) 係指透過轉機航班耗費的總時間相比直飛航班的時間，若轉機航程增加的時間越多，表示該機場在某一航空市場區間較不具競爭力。此外，繞路因素的採計區間為 $1 \le R \le 1.4$，大於 1.4 的 R 值因過於繞路而不採計。

Li et al. (2012) [20] 使用 “Quantity of Viable Connections (QVC)” 以及 “Quality of connections (QCI)”，比較 2008 年至 2010 年東京羽田 (HND) 和成田 (NRT) 雙樞紐機場及首爾仁川 (ICN) 的單樞紐連接度。QVC 為「有效轉機連接航班數量」，然而本研究並未提出具體區間，僅表示最長連接時間 (MACT) 為最短連接時間 (MCT) 的 3 倍。QCI 代表「有效連接航班的轉機品質」，當中又包括時間因素與繞路因素；QCI 係以百分比呈現，範圍介於 0%至 100%。最終，將每個航段的 QVC 和 QCI 乘積相加，即可得出一機場的 “HCI (樞紐連接度指數)”；一個 HCI 單位代表一個「與直飛航班具相同品質的轉機選項」，例如 100 個 HCI 表示經過樞紐機場的中轉航班數量等於 100 個直飛不中停航班。

Logothetis and Miyoshi (2018) [34] 透過 “Hub Connectivity Performance Analyser (HCPA)”，分析土耳其航空 (TK) 在伊斯坦堡機場 (原 IST，現 ISL) 以及阿聯酋航空 (EK) 在杜拜機場 (DXB) 的轉機連接度。在 HCPA 當中，同樣使用 QVC 和 QCI 方法計算有效連接航班的數量及品質，然最終結果係以 “Hub Connectivity Performance Index (HCPI)” 和 “Hub Efficiency Index (HEI)” 兩個指數呈現。Logothetis and Miyoshi (2018) [34] 除延續先前 Li et al. (2012) [20] 轉機連接時間設定，將 MACT 定為 MCT 的三倍，亦明確分隔不同形式的連接區間，分別計算兩個航空公司在其營運樞紐的 QVC。在計算 QCI 時，該研究將 Li et al. (2012) [20] 的時間因素視為繞路因素，將 RF 值上限提高至 1.5 (Danesi, 2006 [17])，與 Burghouwt and de Wit (2005) [32] 的概念一致。接著，加總每一個 QVC 之 QCI 值後，即可得出 HCPI。

Chang et al. (2019b) [12] 與 Chang et al. (2020) [3] 同樣運用 HCPI 和 HEI 方法，分析 2004

年至 2016 年東亞十大樞紐機場的轉機連接度。Chang et al. (2019b) [12] 另根據 HCPI 結果使用 “Boston Consulting Group (BCG)” 矩陣，分析各機場的市場定位與發展策略；研究顯示，樞紐航空公司加入航空聯盟提高了各機場的轉機連接度，而低成本航空公司的崛起也達到相似效果。隨著以北京首都機場 (PEK) 為樞紐的中國國際航空於 2007 年加入星空聯盟、新加坡樟宜機場 (SIN) 的新加坡航空於 2012 年加入星空聯盟，伴隨旗下低成本航空公司酷航 (Scoot) 於同年投入市場營運，兩機場之連接度大幅成長；吉隆坡機場 (KUL) 受惠於天合聯盟成員馬來西亞航空和亞洲規模最大低成本航空公司-亞洲航空的發展，其連接度亦於 2008 年至 2016 年間快速增長。另根據 Chang et al. (2020) [3] 的分析結果得知，PEK、PVG 和 HKG 的 QVC 較高，而 NRT、SIN、TPE 和 ICN 的 HEI 較高。在東南亞往返北美的轉機市場中，NRT 具有最高的 QVC 和 HEI；在亞太地區往返歐洲與大洋洲的轉機市場中，SIN 擁有最高的 QVC 及 HEI。由於地理條件限制，新加坡樟宜機場 (SIN)、泰國曼谷機場 (BKK) 和馬來西亞吉隆坡機場 (KUL) 無法為亞太往返北美的中轉市場提供良好的連接品質，因此可以專注發展 HEI 較高的亞太往返歐洲航線。

三、樞紐供給分析

由於我國政府近年積極推動「新南向政策」，臺灣桃園機場 (TPE) 除了在東南亞往返北美的中轉市場具備競爭優勢、往返歐洲航線則仍有發展空間，因此本節將探討 2004、2008、2012、2016、2019 及 2023 年周圍競爭機場往返東南亞、北美及歐洲的直飛航班數變化。在往返東南亞的市場當中，東協國家因擁有地理位置優勢，其主要樞紐如印尼雅加達 (CGK)、馬來西亞吉隆坡 (KUL)、菲律賓馬尼拉 (MNL)、新加坡樟宜 (SIN)、越南胡志明新山一 (SGN) 及泰國曼谷蘇凡納布 (BKK) 在航班供給數皆長期具有領先地位 (圖 1)。首爾仁川 (ICN)、香港 (HKG) 與桃園 (TPE) 機場則是近年擁有供給優勢的東亞樞紐；TPE 從 2016 年我國新南向政策實施後，東南亞航點數量明顯增加，航班及座位供給數截至 2019 年底亦幾乎達到倍數成長。日本東京成田 (NRT) 及羽田 (HND) 機場在東南亞的航班數量雖然處於弱勢，然而近年兩者在航班與座位供給數已逐漸超越中國三大國際機場：北京首都 (PEK)、上海浦東 (PVG) 與廣州白雲 (CAN)。

在往返北美的市場當中，東京 NRT 於 2019 年以前的航班供給數皆擁有壓倒性的優勢 (圖 2)；隨著東京 HND 從 2012 年投入營運長程跨洲航線後，吸引大部分在 NRT 經營的航空公司轉移原有航線或開設新航線，使得 HND 的航班數量在 2023 年躍升為 14 座樞紐機場榜首。此外，ICN、HKG、PVG 及 PEK 的航班供給數在 2019 年以前同樣具有相對優勢，然而 HKG 的航班供給在疫情後明顯減少；中國和美國、加拿大之間的雙邊關係受到多重因素影響，使得 PVG 與 PEK 的北美航班供給數下滑 50%至 80%，連帶造成 CAN 衰退超過 9 成。我國北美航線自 2016 年持續增長，隨著臺美關係穩定發展，加上星宇航空 (JX) 自 2023 年 4 月 26 日起正式投入北美市場營運，使得 TPE 成為少數在 COVID-19 疫情後航

班供給數仍逆勢成長的樞紐。而在東南亞部分，SIN 與 MNL 長期以來都是東協地區供給較充足的兩個樞紐，相較 SGN、BKK 和 CGK 擁有絕對優勢。

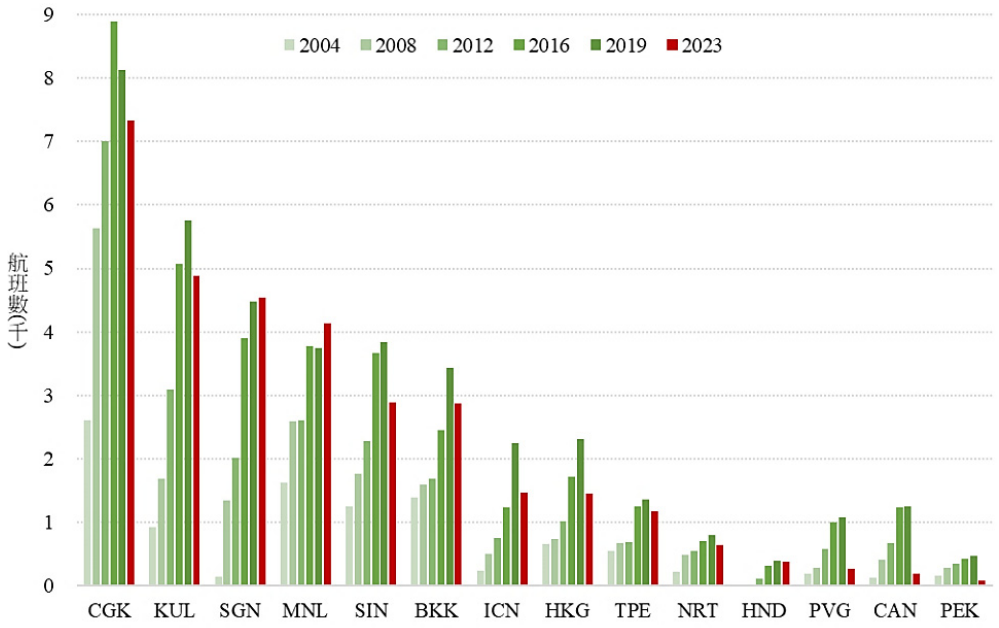


圖 1　歷年 14 座樞紐機場之東南亞每週航班數

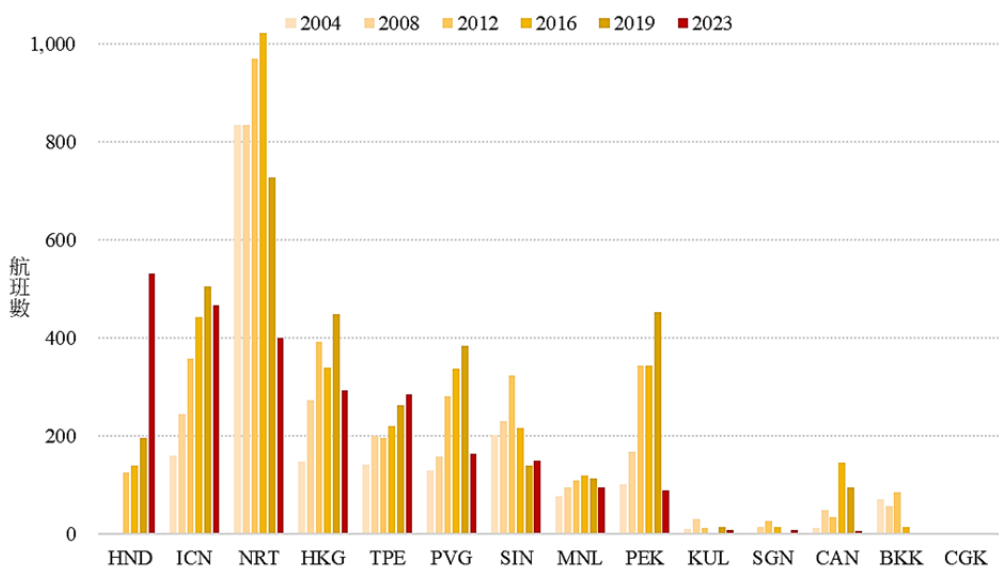


圖 2　歷年 14 座樞紐機場之北美每週航班數

在往返歐洲的市場當中，PEK 過去在航班供給數量方面一直處於領先地位，然而 SIN 與 ICN 在疫情之後較具優勢 (圖 3)。東京 HND 的航班數量自 2012 年起大幅上升，從 2023 年的數據可發現其明顯超越了東京 NRT，足以和其他樞紐機場抗衡。HKG、BKK 與 PVG 的運能雖然長期領先我國 TPE，但 TPE 往返歐洲的航班數量明顯上升，且航班供給量未受到 COVID-19 造成嚴重影響；雖然 CAN 在 2016 年以前往返歐洲的航班數高於 TPE，但其自 2019 年反而被超越。由於中國與歐洲 (歐盟) 的外交關係因俄烏戰爭產生負面影響，加上中國疫後復甦的力道不如他國，因此 PEK、PVG 與 CAN 的航班供給數跌幅超過一半。KUL、CGK、SGN 及 MNL 往返歐洲的直飛航班數長期處於低點，顯示 AE CATA 協定至 2023 年為止，尚未對這四座東協樞紐起到作用。

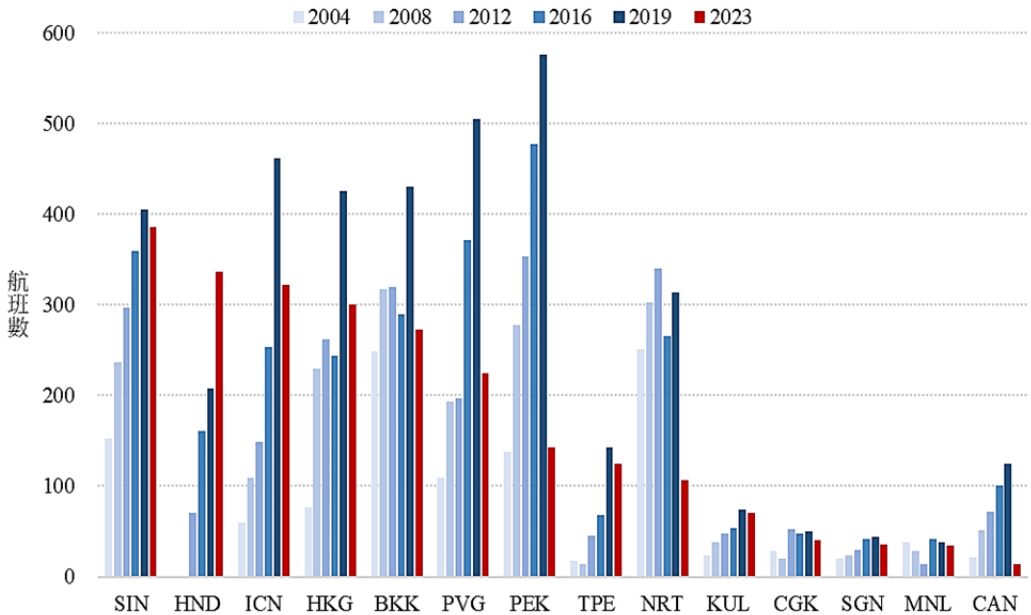


圖 3　歷年 14 座樞紐機場之歐洲每週航班數

在 2023 年東亞與東協 14 座樞紐機場於東南亞、北美及歐洲的疫後航班復甦程度方面 (圖 4)，HND 受惠於東京雙樞紐政策，其在北美及歐洲市場的航班供給量顯著成長，兩者分別有 171%與 62%的增幅；NRT 的航班數量則隨之減少，尤其在北美和歐洲分別下降 45%與 66%。MNL 與 SGN 於東南亞市場持續增加供給班次，然而大部分皆集中在國內航點，僅有少部分為國際航線。SIN 與 TPE 則在北美市場超越疫前 (2019 年) 水平，兩者航班數量分別成長 7%與 9%。其餘樞紐機場截至 2023 年 9 月仍未完全恢復，尤其 CAN、PEK 及 PVG 的航班供給數量和 2019 年同期相比跌幅均超過 50%，顯見中國大陸主要機場的復甦力道較為薄弱；HKG 同樣受到疫情與政經不穩定的影響，航班數量平均減少 30%以上。

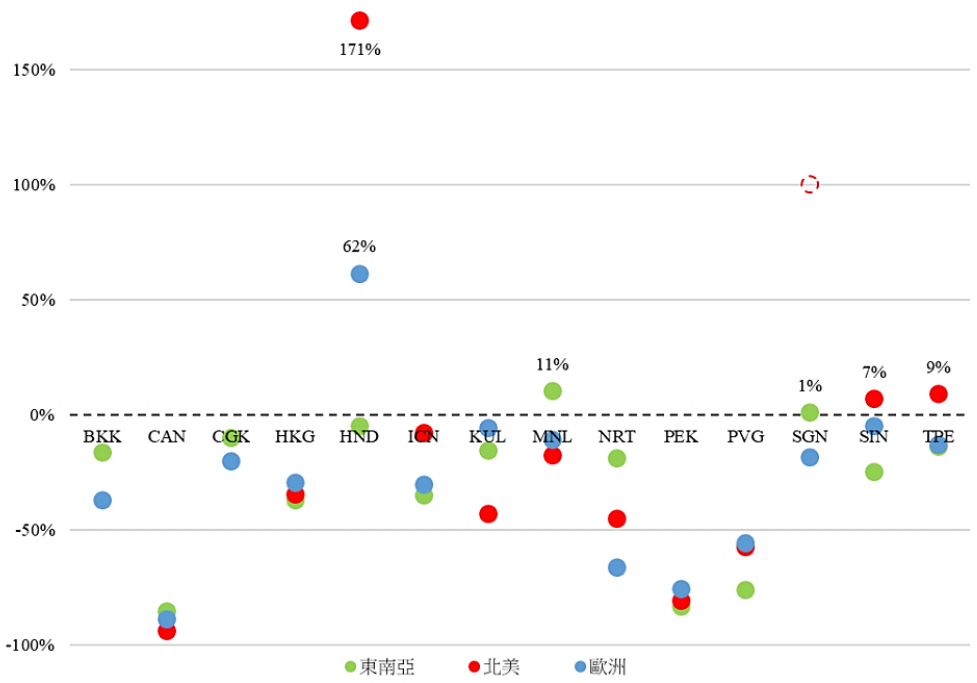


圖 4　樞紐機場 2023 年東南亞、北美及歐洲相較 2019 年之航班數變化比例

四、研究方法

本研究參照 Logothetis and Miyoshi (2018) [34]、Chang et al. (2019b) [12] 與 Chang et al. (2020) [3]，採用 “Hub Connectivity Performance Index (HCPI)” 和 “Hub Efficiency Index (HEI)” 兩個研究方法，探討東南亞經 14 座樞紐機場往返北美和歐洲的轉機連接度。在評估機場轉機連接度之前，首先必須計算 QVC (Quantity of Viable Connections)，如下式 (1) 所示。為延續 Chang et al. (2020) [3] 的分析，本研究以「轉機一次」為限，將航班最短連接時間設為 90 分鐘，最長連接時間定為 300 分鐘，並以 Innovata worldwide flight schedules database 的表定航班資料作為分析來源。

$$QVC = \sum_{day=1}^{7} \left[\sum_{inbound\ flight(i)=1}^{n} connection(C) \right]$$

$$n = total\ inbound\ flights \qquad (1)$$

- *QVC*：Quantity of Viable Connections，可行連接航班總數
- *inbound flight (i)*：滿足轉機時間區間的連接航班數量 (i = 1,2,..., n)
- connection (C)：有效連接航班

為評估可行連接航班的品質，本研究利用繞路因素 (RF) 判斷航線是否過於彎繞，如

下式 (2) 和圖 5 所示。其中，IDT 為可行連接航班的實際總旅程時間，即包含轉機前後的飛行時間加上轉機時間；DDT 為預估起訖點直飛不中停的時間 (Burghouwt et al., 2009 [31])。

$$RF = \frac{IDT}{DDT} \tag{2}$$

RF：routing factor，繞路因素

- IDT：the actual in-flight time indirect connection (Burghouwt and de Wit, 2005 [32])，中轉可行連接航班的實際總旅程時間 (分鐘)。

  IDT =從最初出發地機場“O”飛至中轉機場“A”的飛行時間
  ＋ 機場“A”轉機時間 (分鐘)
  ＋ 從中轉機場“A”飛至最終目的地機場“D”的飛行時間

- DDT：the estimated in-flight time of the direct connection based on great circle distance (Burghouwt et al., 2009 [31])，
  預估起訖點直飛且不中停的旅行時間 (分鐘)。
  本公式假設之航機平均飛行時速為每小時 882 公里，滑行時間為 40 鐘。

$$DDT = \left[\frac{gdc\ (km)}{882} * 60\right] + 40(min.) = gdc\ (km) * 0.068 + 40(min.)$$

  ➢ gdc：great-circle distance in kilometers，起迄點之大圓航線距離 (公里)

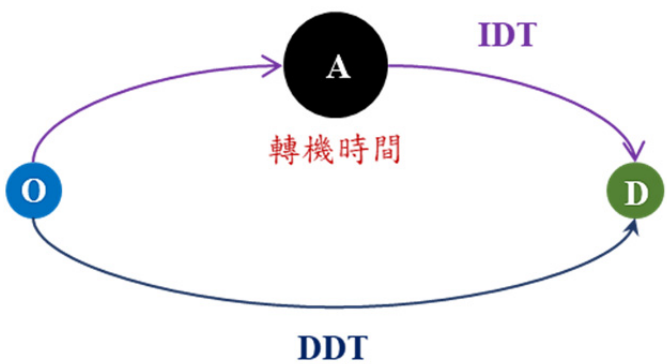


圖 5　繞路因素示意圖

為篩選出實際具有轉機連接效益的航班，本研究將繞路範圍設為 1<RF<1.5，RF≥1.5 的航班則因過於繞路而不採計。因此，將一個可行連接航班的繞路值代入下式 (3) 後，即可得出該中轉航班的 QCI (Quality of connections)。

$$QCI_{conx} = \begin{cases} \frac{1.5-RF}{1.5-1.0},\ if\ 1.0 < RF < 1.5 \\ 0,\ if\ RF \geq 1.5 \end{cases} \tag{3}$$

接著，將每一個可行連接航班的品質加總後，即可計算 HCPI (Hub Connectivity Performance Index)，如下式 (4) 所示。

$$HCPI \sum_{conx=1}^{QVC} QCI_{conx} \tag{4}$$

最後，計算 HCPI 在 QVC 的占比，即可得出一座機場的 Hub Efficiency Index (HEI)，如下式 (5) 所示：

$$HEI = \frac{HCPI}{QVC} \times 100\% \tag{5}$$

五、研究結果

本章首先分析新冠疫情前 (2019 年 9 月第三週) 與疫情後 (2023 年 9 月第三週) 東亞與東協共 14 座樞紐機場於「東南亞往返北美」與「東南亞往返歐洲」之轉機連接度，並針對連接品質較高的機場進一步分析出具中轉優勢的航線。接著根據研究結果提出我國桃園機場 (TPE) 改善及優化策略。

5.1 東亞與東協樞紐機場之轉機連接度

下圖 6 為疫前疫後東南亞地區透過 14 座樞紐機場往返北美地區的轉機連接度，並以 QVC (Quantity of Viable Connections) 與 Hub Efficiency Index (HEI) 兩個指標呈現出各機場轉機連結度的數量與品質。根據分析結果可以得知，東京成田 (NRT)、香港 (HKG) 及桃園 (TPE) 的 QVC 與 HEI 在疫情前後皆高於平均值，係往返東南亞與北美之間最具轉機競爭優勢的三座樞紐機場。NRT 雖然受到東京雙樞紐政策的影響，導致 2023 年國際線航班數量持續下滑，連帶造成 QVC 隨之下降；然而其整體轉機航班的連接品質獲得提升，因此 HEI 逆勢成長。香港 (HKG) 在 2020 年港版國安法正式實施以後，國際旅客進出或過境香港的風險增加，間接造成航班數量難以恢復疫前盛況，導致 2023 年的 QVC 明顯減少；由於現有轉機航班的品質獲得改善，因此 HEI 有所增加。TPE 的 HEI 無論在疫前疫後皆具有領先地位，加上我國國籍航空持續在北美航線增加供給並加強與東南亞航線的連結，因此其 2023 年之 QVC 顯著成長，並超越 HKG，然而目前仍落後 NRT 及 ICN。首爾仁川 (ICN) 的轉機時間於疫後獲得優化，在航班供給數減少的情況之下 2023 年之 QVC 仍大幅增加並領先其他樞紐，然而其 HEI 卻依舊低於平均值，顯示有大量航班存在較低的轉機品質。

廣州白雲 (CAN)、北京首都 (PEK)、上海浦東 (PVG)、東京羽田 (HND) 及馬尼拉 (MNL) 的 HEI 在疫情前皆高於平均值，但 QVC 則都低於平均，導致整體連接度優勢較小；由於 2023 年中國三大機場 (PEK、PVG 及 CAN) 在東南亞與北美航線的航班供給量大幅衰退，其復甦程度遠不及其他競爭樞紐，連帶造成 QVC 隨之降低。MNL 與 HND 於疫後分別在東南亞與北美地區增班，使得 2023 年的 QVC 有所增加；然而上述機場的 QVC 仍低於整體平均值，因此若要獲得更強的樞紐競爭力，需要增加航班數量或縮短轉機時間。胡

志明新山一 (SGN)、新加坡樟宜 (SIN) 與吉隆坡 (KUL) 三座樞紐機場分別位處東南亞地區的西側與西南側，三者與北美地區的距離相較 MNL 更為遙遠，因此連結兩地的中轉航班通常涉及較大的繞路程度，導致 HEI 低於平均，整體連接度不具優勢；此外，SGN 與 KUL 雖然在東協地區擁有龐大的航班供給量，然而兩者截至 2023 年僅有一個北美航點，其 QVC 難以和其他樞紐機場抗衡。曼谷 (BKK) 與雅加達 (CGK) 同樣在東南亞具有航班供給優勢，但因為缺乏北美直飛航線，導致兩者不具樞紐競爭力。

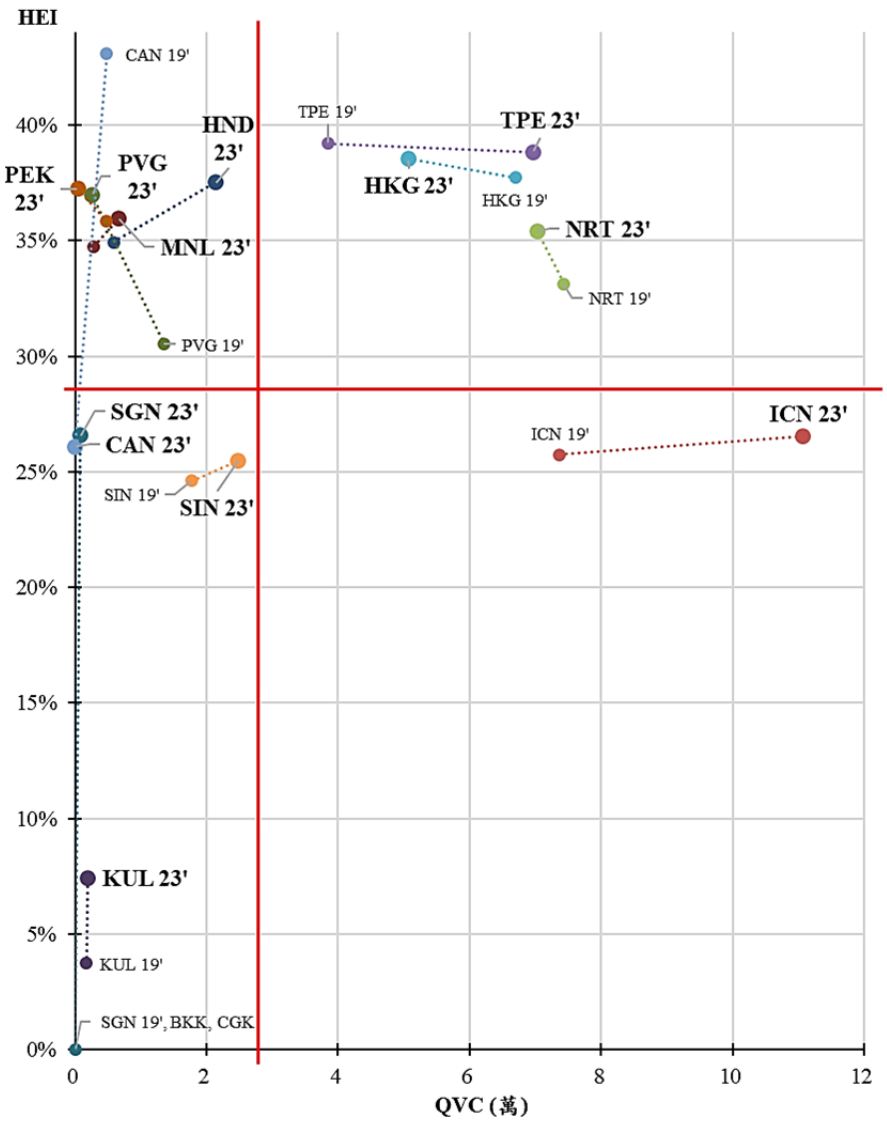


圖 6　2019 年與 2023 年東南亞往返北美之轉機連接度變化

根據 2023 年東南亞地區透過 14 座樞紐機場往返北美地區的轉機連接度 (圖 7) 可以發現，首爾仁川 (ICN) 的 QVC (Quantity of Viable Connections) 排行首位，大幅領先其他樞紐。HCPI (Hub Connectivity Performance Index) 僅微幅領先東京成田 (NRT) 與桃園 (TPE)；TPE 雖然在 QVC 排名第三，但 HCPI 反而超越 NRT。香港 (HKG) 的 QVC 排行第四，領先新加坡 (SIN)、東京羽田 (HND) 和其他樞紐；其中，HND 的中轉航班品質較 SIN 高，因此 HCPI 反倒超前一個名次。在 14 座樞紐機場當中，TPE、HKG 與 HND 的 HEI 最高，分別有 38.8%、38.5%與 37.5%。曼谷 (BKK)、雅加達 (CGK)、吉隆坡 (KUL)、馬尼拉 (MNL)、胡志明新山一 (SGN)、上海浦東 (PVG)、北京首都 (PEK) 及廣州白雲 (CAN) 的 QVC 與 HCPI 和前六大樞紐相比具有明顯落差，在東南亞往返北美航線當中不具中轉優勢的樞紐。

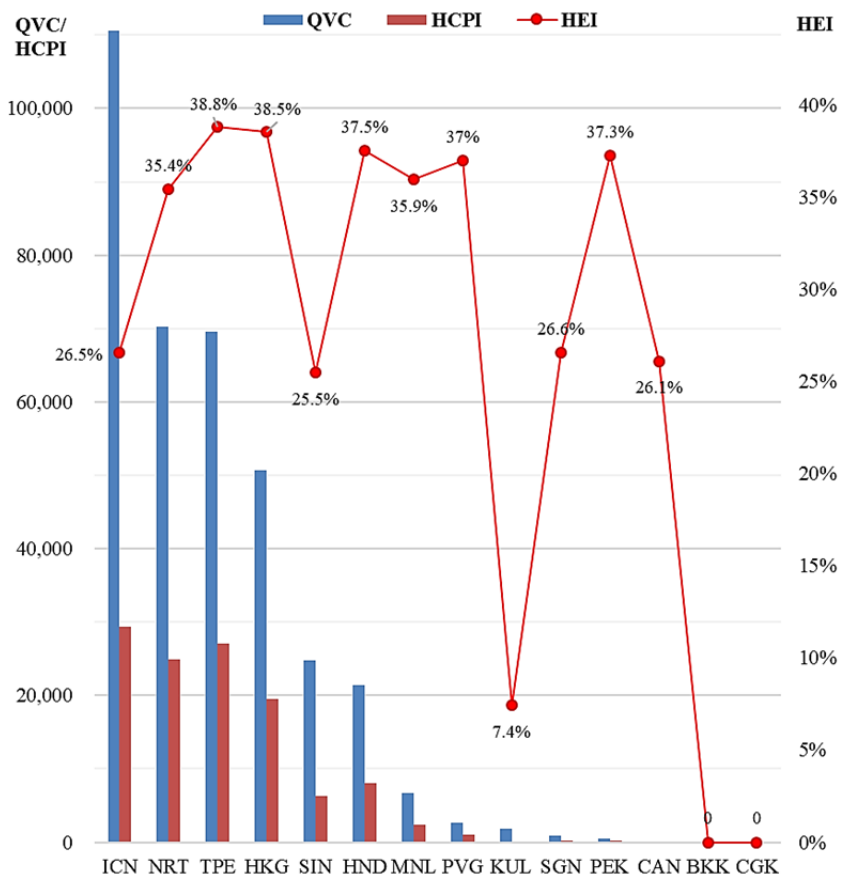


圖 7　2023 年東南亞往返北美之轉機連接度

下圖 8 為疫前疫後東南亞地區透過 14 座樞紐機場往返歐洲的轉機連接度變化，根據分析結果得知，曼谷 (BKK) 與新加坡 (SIN) 是唯二較具中轉連接優勢的樞紐，兩者 HEI

(Hub Efficiency Index) 皆高於平均，且 QVC (Quantity of Viable Connections) 具有壓倒性的領先；此外，BKK 現有航班的轉機時間於疫後獲得優化，因此其 HEI 顯著提升。吉隆坡 (KUL)、雅加達 (CGK)、胡志明新山一 (SGN) 與馬尼拉 (MNL) 由於航班供給數量減少，因此 2023 年之 QVC 隨之降低，但 HEI 仍優於整體平均；然而，前三者的平均轉機時間於疫後有所增加，導致 2023 年的 HEI 降幅較大。香港 (HKG) 的連接度衰退原因與前述相同，且其 HEI 於 2023 年跌至平均值以下，成為不具中轉效益的樞紐。

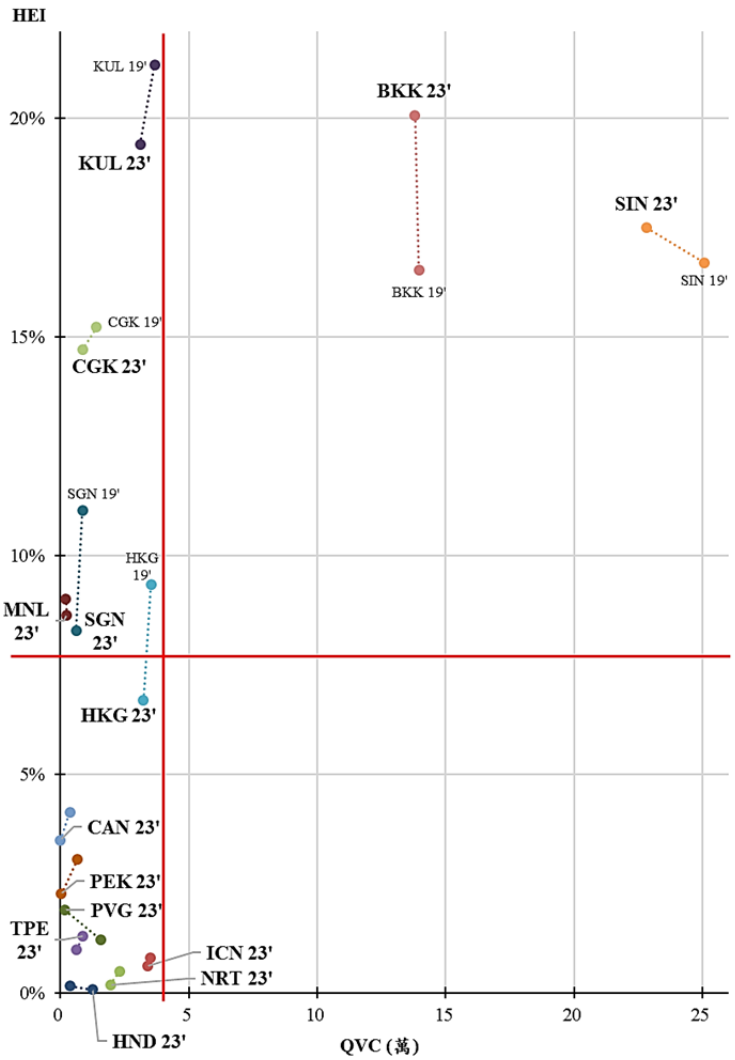


圖 8　2019 年與 2023 年東南亞往返歐洲之轉機連接度變化

由於廣州白雲 (CAN)、北京首都 (PEK) 和上海浦東 (PVG) 於 2023 年在東南亞及歐洲的航班供給量大幅減少，使得 QVC 隨之下跌，因此成為 14 座樞紐當中排名最低的機場；

NRT 的連接度衰退原因與前述相同，但其每週往返東南亞的航班數明顯較多，因此 QVC 仍較有優勢。桃園 (TPE) 於 2023 年往返東南亞與歐洲的航班量和 2019 年相比均有減少，然而 QVC 及 HEI 卻微幅上升，顯示疫後航班的平均轉機時間獲得優化。東京羽田 (HND) 於歐洲的航班供給量明顯增加，因此 2023 年之 QVC 亦隨之提升。首爾仁川 (ICN) 於 2023 年往返東南亞與歐洲的航班數量領先其餘東亞樞紐，因此在 QVC 排名中位居第三。然而，除了中國三大機場 (PEK、PVG 和 CAN) 以外，NRT、TPE、HND 與 ICN 之轉機連接度無論在疫前疫後皆低於 14 座樞紐之平均值，同時 HEI 都未超過 5%；上述提及之 7 個東亞樞紐的連接度表現明顯較 HKG 差，且幾乎不具備連接東南亞與歐洲的中轉效益。

根據 2023 年東南亞地區經由 14 座樞紐機場往返歐洲的轉機連接度 (圖 9) 得知，SIN 於 QVC 當中排行首位，大幅領先 BKK 與其他樞紐；由於 BKK 的中轉航班品質較高，因此 HCPI (Hub Connectivity Performance Index) 僅些微落後 SIN。KUL 雖然在 QVC 僅排名第五，但 HCPI 反倒超越 HKG 及 ICN，顯示其 HEI (Hub Efficiency Index) 較高。在東亞與東協 14 座樞紐機場當中，BKK、KUL 與 SIN 的 HEI 最高，三者分別有 20.1%、19.4%與 17.5%。除上述三座樞紐機場外，CGK、MNL 與 SGN 的 HEI 皆優於另外八座東亞樞紐，顯示東協幾座機場在往返東南亞與歐洲的航班連接效益優於其他東亞機場；然而，CGK、MNL 與 SGN 的歐洲航班供給數大幅落後東亞主要樞紐，因此無論在 QVC 或 HCPI 都處於相對劣勢。綜上所述，SIN、BKK 與 KUL 是目前東亞與東協地區較具往返歐洲航線中轉效益的三大樞紐。

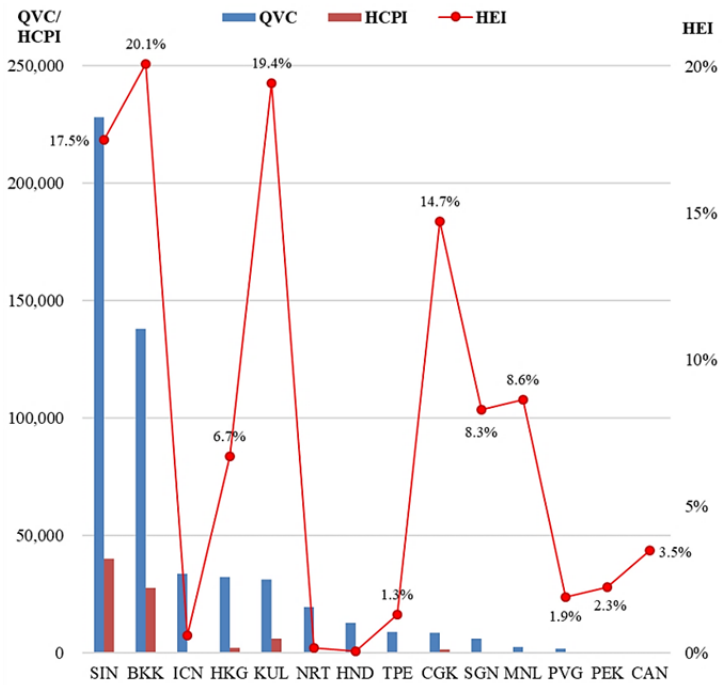


圖 9　2023 年東南亞往返歐洲之轉機連接度

5.2 東南亞往返北美地區優勢中轉航線分析

根據 5.1 節的分析結果顯示，東南亞往返北美地區最具中轉優勢的樞紐為首爾仁川 (ICN)、東京成田 (NRT)、東京羽田 (HND)、桃園 (TPE)、香港 (HKG) 以及新加坡樟宜 (SIN) 機場，上述六座樞紐提供了較高品質的中轉航線 (圖 10)；其中，東南亞地區的主要航點為曼谷蘇凡納布 (BKK)、胡志明新山一 (SGN)、吉隆坡 (KUL) 及新加坡(SIN)，而北美地區的主要航點為舊金山 (SFO)、洛杉磯 (LAX)、紐約甘迺迪 (JFK) 及溫哥華 (YVR)。由於 BKK、SGN、KUL 與 SIN 分別為泰國、越南、馬來西亞與新加坡的最大國際機場，來自上述四個東協國家的旅客優先透過 ICN、HKG、TPE、NRT 及 HND 前往美西地區 (如 SFO 與 LAX) 或加拿大西部 (如 YVR)。另外，來自越南的旅客除可選擇 TPE 中轉至美西地區，亦可透過 ICN 轉機前往美東地區 (如 JFK)，反之亦然；NRT 在往返東南亞和加拿大之間具有優勢，尤其是連接 BKK 與 YVR 的中轉航線。

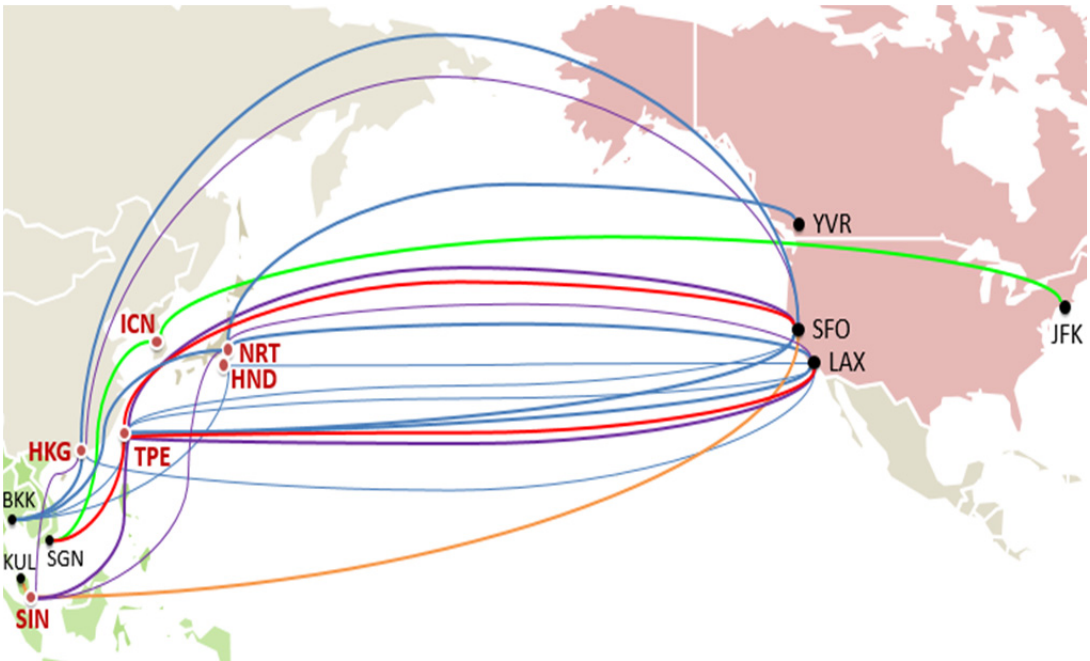


圖 10　東南亞往返北美前十五大高品質中轉路線

在 HCPI (Hub Connectivity Performance Index) 前 40 大航線排名當中 (表 2 與表 3)，TPE 即佔了 12 條路線，NRT 和 HKG 則分別有 10 條和 7 條，而 ICN、HND 及 SIN 僅各有 5 條、4 條和 2 條路線，顯示 TPE 具有絕佳的發展潛力。然而，大部分樞紐機場的連接航班品質在去程與回程之間存在落差，此為後續需要優先改善的目標。

表 2　東南亞往返北美之高品質中轉航點及樞紐順位

東南亞	中轉樞紐順位	北美
BKK	HKG, **TPE**, NRT	SFO
BKK	NRT, **TPE**, HND, HKG, ICN	LAX
SGN	**TPE**	LAX
SGN	**TPE**	SFO
KUL	SIN, HKG, **TPE**	SFO
SIN	**TPE**, NRT, HKG, HND	LAX
SIN	**TPE**, HKG, NRT	SFO
BKK	NRT	YVR
SGN	ICN	JFK
SIN	NRT	YVR
KUL	HKG, **TPE**, SIN	LAX
HAN	**TPE**	LAX
HAN	**TPE**	SFO
BKK	HND, NRT	HNL
BKK	NRT, ICN	DFW
SIN	NRT, HND, ICN	DFW
SIN	HKG	JFK
SGN	ICN	DFW
MNL	**TPE**	LAX
SIN	NRT	HNL
MNL	**TPE**	SFO

註：本表僅列出 HCPI 去程及回程皆>200 的樞紐航點

表 3　東南亞往返北美前 40 名之高品質中轉航線

排名	起 (東南亞)	中轉樞紐	迄 (北美)	雙向合計 HCPI
1	BKK	HKG	SFO	1,433
2	BKK	NRT	LAX	1,379
3	**SGN**	**TPE**	**LAX**	**1,368**
4	**SGN**	**TPE**	**SFO**	**1,236**
5	**BKK**	**TPE**	**LAX**	**1,193**
6	**BKK**	**TPE**	**SFO**	**1,193**
7	KUL	SIN	SFO	1,154

8	**SIN**	**TPE**	**LAX**	**1,033**
9	**SIN**	**TPE**	**SFO**	**1,020**
10	BKK	HND	LAX	1,015
11	SIN	NRT	LAX	1,007
12	BKK	HKG	LAX	997
13	BKK	NRT	YVR	988
14	SGN	ICN	JFK	974
15	SIN	HKG	SFO	956
16	SIN	HKG	LAX	929
17	SIN	NRT	YVR	889
18	SIN	HND	LAX	864
19	KUL	HKG	LAX	853
20	BKK	NRT	SFO	763
21	**HAN**	**TPE**	**LAX**	**759**
22	**HAN**	**TPE**	**SFO**	**746**
23	BKK	HND	HNL	718
24	BKK	NRT	DFW	708
25	BKK	NRT	HNL	683
26	SIN	NRT	DFW	664
27	BKK	ICN	DFW	647
28	SIN	HKG	JFK	623
29	KUL	HKG	SFO	614
30	SIN	NRT	SFO	611
31	SIN	HND	DFW	597
32	SGN	ICN	DFW	576
33	SIN	ICN	DFW	556
34	**KUL**	**TPE**	**SFO**	**553**
35	**MNL**	**TPE**	**LAX**	**533**
36	SIN	NRT	HNL	526
37	**KUL**	**TPE**	**LAX**	**515**
38	**MNL**	**TPE**	**SFO**	**511**
39	KUL	SIN	LAX	462
40	BKK	ICN	LAX	456

註：本表僅列出 HCPI 去程及回程皆>200 的航班

5.3 東南亞往返歐洲優勢中轉航線分析

根據 5.1 節的分析結果顯示，東南亞往返歐洲最具中轉優勢的三大樞紐為新加坡樟宜 (SIN)、曼谷蘇凡納布 (BKK) 及吉隆坡 (KUL) 國際機場，且當中主要係由 SIN 與 BKK 提供高品質的中轉航線 (圖 11)；其中，東南亞地區的主要航點為 KUL、印尼雅加達 (CGK) 及泰國蘇梅島 (USM)，而歐洲的主要航點為倫敦希斯洛 (LHR)、法蘭克福 (FRA) 及米蘭 (MXP)。由於 KUL 與 CGK 分別為馬來西亞和印尼的最大國際機場，因此來自上述兩個東協國家的旅客可優先透過 SIN 及 BKK 前往英國首都、德國中西部和義大利北部，反之亦然。

在 HCPI (Hub Connectivity Performance Index) 排名前 16 的航線當中 (表 4)，SIN 即占了 11 條路線，BKK 則有 4 條，而 KUL 僅有 1 條，顯示 SIN 具有大幅領先的優勢。

5.4 桃園機場優化策略分析

根據分析結果得知，我國桃園機場 (TPE) 在東南亞往返北美地區的轉機市場具有最高的樞紐效率，同時亦提供較多高品質的轉機航線。然而，桃園機場 (TPE) 的航點和航班數量卻不具優勢，例如在東南亞航線落後新加坡樟宜 (SIN)、吉隆坡 (KUL)、首爾仁川(ICN) 和香港 (HKG)，北美航線則落後東京成田 (NRT)、東京羽田 (HND)、首爾仁川 (ICN) 及香港 (HKG)；又，QVC (Quantity of Viable Connections) 不如首爾仁川 (ICN) 與東京成田 (NRT)，HCPI (Hub Connectivity Performance Index) 亦低於首爾仁川 (ICN)，顯示桃園機場 (TPE) 的樞紐地位可以更進一步改善優化。

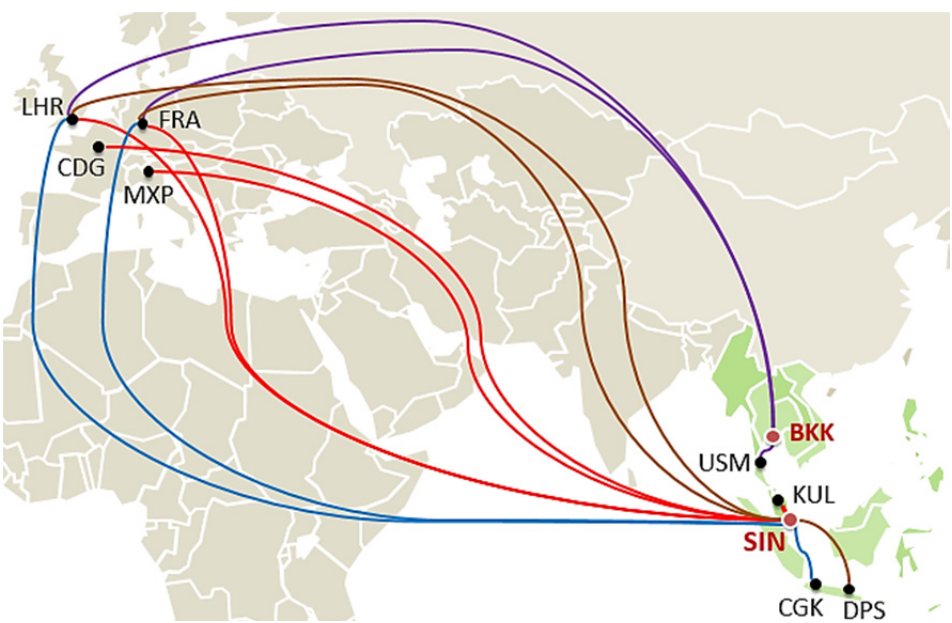


圖 11　東南亞往返歐洲前十大高品質中轉路線

表 4　東南亞往返歐洲前 16 名之高品質中轉航線

排名	起 (東南亞)	中轉樞紐	迄 (歐洲)	雙向合計
1	KUL	**SIN**	LHR	4,675
2	KUL	**SIN**	FRA	2,940
3	CGK	**SIN**	LHR	2,864
4	USM	**BKK**	LHR	2,076
5	KUL	**SIN**	MXP	1,760
6	CGK	**SIN**	FRA	1,672
7	USM	**BKK**	FRA	1,402
8	KUL	**SIN**	CDG	1,226
9	DPS	**SIN**	LHR	1,141
10	DPS	**SIN**	FRA	1,110
11	USM	**BKK**	VIE	766
12	CGK	**SIN**	MXP	756
13	SIN	**KUL**	LHR	649
14	KUL	**SIN**	BCN	645
15	SUB	**SIN**	LHR	529
16	PNH	**BKK**	FRA	465

註：本表僅列出 HCPI 去程及回程皆>200 的航班

隨著第三航廈整體工程將於 2027 年完工啟用，加上第三跑道預計於 2030 年投入營運 (桃園機場公司，2024)，因此建議桃園機場 (TPE) 未來優先加強現有航線的供給航班或增開新航點。舉例來說：桃園機場 (TPE) 每週往返吉隆坡 (KUL) 的航班數量明顯少於新加坡樟宜 (SIN) 與香港 (HKG)，而往返美國舊金山 (SFO) 的班次僅微幅領先新加坡樟宜 (SIN)，使得桃園機場 (TPE) 在往返吉隆坡 (KUL) 和舊金山 (SFO) 之 HCPI 低於新加坡樟宜 (SIN) 與香港 (HKG) (圖 12)。因此，若桃園機場 (TPE) 想要增加上述航線的中轉競爭力，應優先提升吉隆坡 (KUL) 的班次數量，並與往返舊金山 (SFO) 的航班時刻進行有效連接，使轉機時間少於 300 分鐘以增加 HCPI。

因此，下表 5 以長榮航空 BR017 自 2023 年 9 月 11 日從舊金山 (SFO) 出發至桃園機場 (TPE)，並銜接 BR227 續飛抵吉隆坡 (KUL)的航班作為示範。由於 2023 年從桃園機場 (TPE) 前往吉隆坡 (KUL) 皆無 07:30 出發的班次，因此若長榮航空 (BR) 率先新開上述航班，將可有效銜接其自舊金山 (SFO) 出發的航班，並提升桃園機場 (TPE) 的樞紐連接度品質。

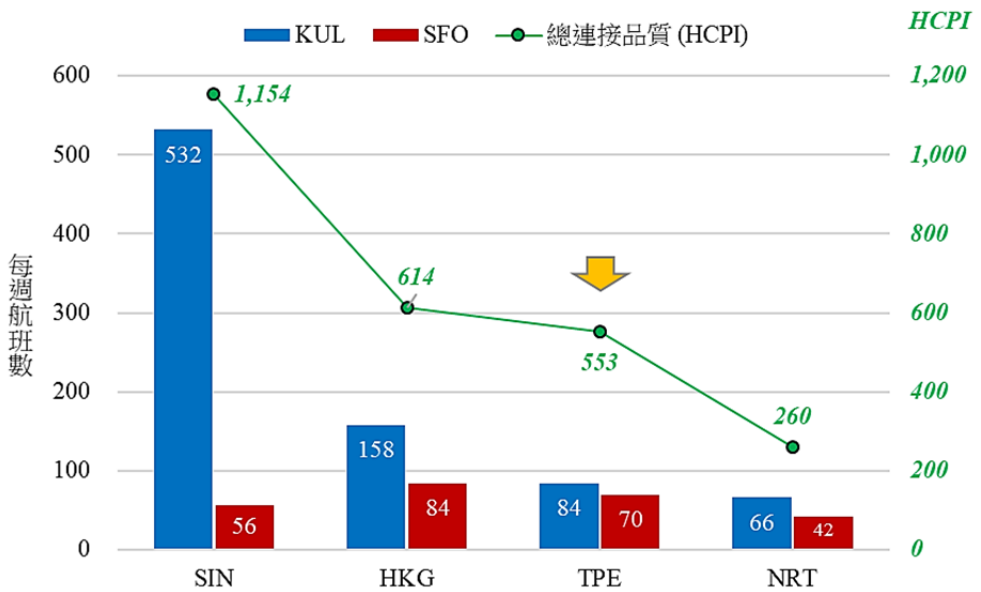


圖 12　KUL 經 SIN/HKG/TPE/NRT 往返 SFO 之雙向航班數與連接品質

表 5　桃園機場中轉東南亞航班新增建議

航班資訊 / 班表	1st 航班出發地	1st 航班出發時間	1st 航班抵達時間	**TPE 轉機時間** (分鐘)	2nd 航班出發時間	2nd 航班抵達時間	2nd 航班目的地	*RF*	*QCI*
參考航班	SFO	01:00	05:15	255	09:30	14:15	KUL	*1.38*	*0.24*
新增航班	SFO	01:00	05:15	**135**	**07:30**	**13:15**	**KUL**	*1.26*	*0.49*

註：航班出發/抵達時間皆為當地時間

即使桃園機場 (TPE) 在連接越南胡志明新山一 (SGN) 和美國西部地區 SFO 具有最高的 HCPI (Hub Connectivity Performance Index)，然而在連接美國東部地區如紐約甘迺迪 (JFK) 卻不若首爾仁川 (ICN)。例如：桃園機場 (TPE) 每週往返胡志明新山一 (SGN) 的航班數量雖微幅落後首爾仁川 (ICN) 並大幅領先香港 (HKG)，然而其往返紐約甘迺迪 (JFK) 的班次明顯不足，導致桃園機場 (TPE) 在連接胡志明新山一 (SGN) 和紐約甘迺迪 (JFK) 的 HCPI 僅略高於香港 (HKG)，但遠低於首爾仁川 (ICN) (圖 13)。若桃園機場 (TPE) 欲提升上述航線的轉機競爭力，應優先增加 JFK 的航班數量，並有效銜接往返胡志明新山一 (SGN) 的起降時間。

此外，若樞紐機場額外開發新航點，將有望增加轉機連接度。然而，根據 Wong et al. (2023) [35] 的研究統計顯示，約 35%的新航線可能在開航一年後中斷，56%則可能在第二年

後，機場或航空公司事實上難以精準掌握新航點的存續。因此，開航鄰近競爭機場擁有的獨家飛航航點或許為可考量的方式，在降低競爭樞紐之不可取代性時，提升航網暨中轉競爭力。以北美市場為例，ICN 是東亞與東協 14 座樞紐當中唯一直飛美國拉斯維加斯 (LAS) 的機場，而 NRT 則獨家營運美國丹佛 (DEN)、聖地亞哥 (SAN)、加拿大蒙特婁 (YUL) 與卡加利 (YYZ)；另探究東南亞市場，僅首爾仁川 (ICN) 經營越南連姜 (DLI) 及海防 (HPH)，上述皆為桃園機場 (TPE) 可優先評估的新航線。由於我國和歐洲之間受到航權限制，在開拓航點的自由度較為薄弱，因此建議桃園機場 (TPE) 在維持歐洲航線的量能之下，加強東南亞和北美地區之間的航網連接度。

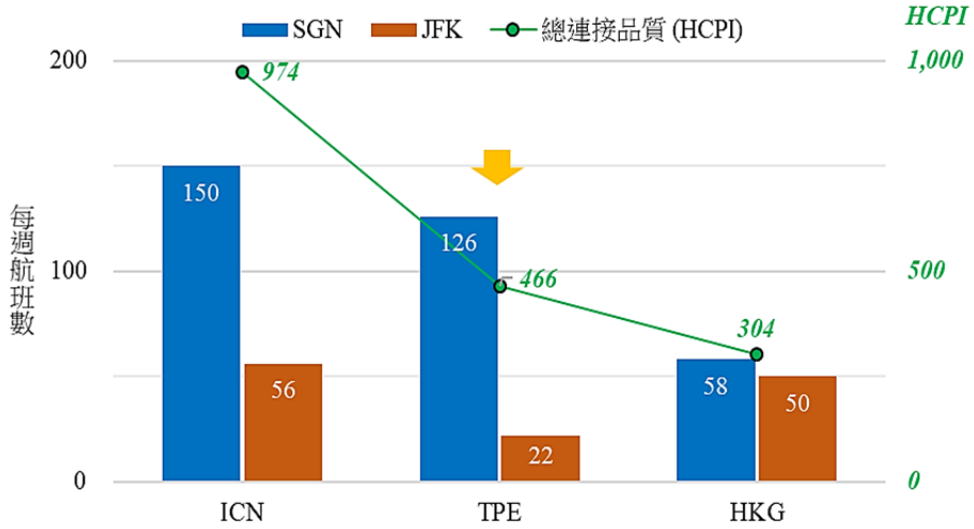


圖 13　SGN 經 ICN/TPE/HKG 往返 JFK 之雙向航班數與連接品質

六、結論與建議

隨著新冠肺炎疫情已過，全球航空市場將持續蓬勃發展。本研究意欲從疫情前後的航班供給情形，分析東亞與東協 14 座樞紐機場，包含：東京成田 (NRT)、東京羽田 (HND)、首爾仁川 (ICN)、北京首都 (PEK)、上海浦東 (PVG)、廣州白雲 (CAN)、香港 (HKG)、臺灣桃園 (TPE)、馬尼拉尼諾伊•艾奎諾 (MNL)、曼谷蘇凡納布 (BKK)、胡志明新山一 (SGN)、吉隆坡 (KUL)、新加坡樟宜 (SIN) 及雅加達蘇卡諾-哈達 (CGK) 國際機場的轉機連接度，探討自東南亞往返北美及歐洲的中轉競爭力。

6.1　結論

藉由連接度分析結果得知，桃園機場 (TPE) 的東南亞往返北美航線 HEI (Hub

Efficiency Index) 在 14 座亞太機場中排名第一，但其 QVC (Quantity of Viable Connections) 在 2023 年仍然落後首爾仁川 (ICN) 及東京成田 (NRT)；ICN 的 QVC 於疫情過後大幅成長並超越 NRT，在 14 座樞紐中排行首位，惟其 HEI 依舊處於相對劣勢；SIN、BKK、KUL、CGK、MNL 及 SGN 等東協樞紐距離北美地區較為遙遠，導致長年缺乏直飛航班，使得中轉連接度表現不佳，觀察疫後航班增幅與連接度分析結果，SIN 有潛力成為東南亞和北美之間的中轉樞紐，但其仍需大幅增加北美航班數量，才能與其他強勢東亞樞紐抗衡。隨著東協與歐盟於 2021 年簽署「全面航空運輸協定」，放寬往來兩地的航班總量限制，因此東南亞往返歐洲亦成為相當重要的航空市場。由於 SIN 及 BKK 往返東南亞與歐洲的航班數相對充足，加上 QVC 與 HEI 兩者的表現相當凸出，和其他競爭樞紐相比更具中轉優勢；KUL 同樣位處東協核心地帶，惟其無論在航點數或航班供給量皆大幅落後其餘樞紐，使得 QVC 低於平均水準。綜觀以上三座機場，BKK 與 KUL 具有高 HEI 的優勢，日後可以更積極拓展歐洲航點及航班數量以增加 QVC，而 SIN 則應優先縮短各個轉機航班的連接時間以提升其 HEI；同樣屬於東協樞紐的 CGK、MNL 及 SGN 直飛歐洲的航班數量過少，因此在轉機連接度方面較無優勢。由於我國和歐洲之間受到航權 (航約) 限制，使得 TPE 較難擴展東南亞與歐洲的連結。2013 年起，日本東京推行航空雙樞紐政策，NRT 的部分航線逐漸轉移至 HND，使得 HND 的國際航班數量顯著上升。在東南亞往返北美地區的連接度方面，HND 已具備高 HEI 的優勢，惟其東南亞航班數量較少，QVC 仍落後平均水準；另外，NRT 與 HND 在東南亞往返歐洲的連接度表現不佳，兩者未來勢必需大幅增加往返東南亞地區的航班數量，才有可能競爭此一轉機市場。綜觀近四年中國大陸機場 (如 PEK、PVG 及 CAN) 主要受到新冠疫情及政治因素影響，國際航班數量與 2019 年相比大幅萎縮，加上疫後復甦程度未如預期，導致樞紐競爭力明顯下降。此外，HKG 在經歷疫情與反送中運動之後，轉機連接度也略為衰退，其東南亞往返北美地區的 QVC 甚至已被 TPE 超越。

6.2 建議

臺灣桃園機場 (TPE) 在東南亞往返北美地區的轉機市場已相當成熟，然而未來應持續增加北美航班供給，如將每週往返紐約 (JFK) 的 22 個航班倍增，以和 ICN、HKG、HND 等強勢樞紐競爭。此外，我國鄰近樞紐僅 NRT 直飛丹佛 (DEN)、聖地亞哥 (SAN)、蒙特婁 (YUL) 與卡加利 (YYC)，拉斯維加斯 (LAS) 亦只有 ICN 擁有直飛航班，上述皆是 TPE 可評估的新航點，未來或可藉由和三大航空策略聯盟的主要航空公司合作，增加我國航空場站在全球航網的連結度。

參考文獻

1. 交通部運輸研究所，2019 **年空運重要議題**，民國 109 年。
2. 交通部運輸研究所，2023 **年空運重要議題**，民國 112 年。
3. Chang, Y. C., Lee, W. H., & Hsu, C. J., “Identifying competitive position for ten Asian aviation

hubs", *Transport Policy*, Vol. 87, 2020, pp.51-66.

4. Chang, Y. C., Lee, W. H., & Wu, C. H., "Airline new route selection using compromise programming-The case of Taiwan-Europe", *Journal of Air Transport Management*, Vol. 76, 2019a, pp.10-20.
5. 蕭簡祐，「由機場連結度分析桃園機場發展趨勢-以東南亞往返北美為例」，國立臺灣海洋大學運輸科學系碩士論文，民國 110 年。
6. 林昕昀，「新冠疫情對東亞機場連接度之影響：以東南亞往返北美為例」，國立臺灣海洋大學運輸科學系碩士論文，民國 111 年。
7. Jantachalobon, N., Vanichkobchinda, P., & Suthikarnnarunai, N., "Airline network analysis of ASEAN international airport region", *The Open Transportation Journal*, Vol. 8, No. 1, 2014, pp19-25..
8. 盧華安、余坤東、許書耕、賴威伸、符玉梅，「亞太地區主要機場在中轉航線之競爭力分析」，**航運季刊**，第 27 卷，第 2 期，民國 107 年，頁 47-71。
9. 汪進財、賈晉華，「由航空網路觀點分析亞太地區機場之競爭潛力」，**運輸學刊**，第 26 卷，第 1 期，民國 103 年，頁 117-140。
10. 汪進財、陳宇勤，「中國主要機場之航網發展對桃園機場之影響」，**運輸學刊**，第 29 卷，第 4 期，民國 107 年，頁 389-411。
11. 胡智超，「分析亞洲主要轉運機場競爭關係-以東南亞中轉北美為例」，**航運季刊**，第 28 卷，第 4 期，民國 108 年，頁 1-14。
12. Chang, Y. C., Lee, W. H., & Wu, C. H., "Potential opportunities for Asian airports to develop self-connecting passenger markets", *Journal of Air Transport Management*, Vol. 77, 2019b, pp.7-16.
13. Li, S., Zhang, Z., & Cheng, X., "Reliability Analysis of an Air Traffic Network: From Network Structure to *Transport Function", Applied Sciences*, Vol. 10, No. 9, 2020, Article 3168. https://doi.org/10.3390/app10093168
14. Bauer, P. W., "Airline hubs: A study of determining factors and effects", *Economic Review*, Vol. 23, 1987, pp.13-19.
15. Nero, G., "A structural model of intra European Union duopoly airline competition", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 30, 1996, pp.137-155.
16. Brueckner, J. K., & Zhang, Y., "A model of scheduling in airline networks: how a hub-and-spoke system affects flight frequency, fares and welfare", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 35, No. 2, 2001, pp.195-222.
17. Danesi, A., "Measuring airline hub timetable co-ordination and connectivity definition of a new index and application to a sample of European hubs", *European Transport*, Vol. 34, 2006,
18. Burghouwt, G., & Redondi, R., "Connectivity in air transport networks: an assessment of models and applications", *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 47, No. 1, 2013, pp.35-53.
19. Chung, T. W., Jang, H. M., & Han, J. K., "Financial-based brand value of Incheon international airport", *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, Vol. 29, No. 2, 2013, pp.267-286.
20. Li, W. K., Miyoshi, C., & Pagliari, R., "Dual-hub network connectivity: An analysis of all Nippon Airways' use of Tokyo's Haneda and Narita airports", *Journal of Air Transport Management*, Vol. 23, 2012, pp.12-16.
21. Choi, J. H., Wang, K., Xia, W., & Zhang, A., "Determining factors of air passengers' transfer airport choice in the Southeast Asia-North America market: Managerial and policy implications", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 124, 2019, pp.203-216.
22. Chang, Y. C., Lee, W. H., Wu, Y. T., & Hsiao, C. Y., "Airport transfer dependency on neighbour

hubs-The case of Taoyuan Airport's aviation network", *Transport Policy*, Vol. 124, 2022, pp.212-220.

23. Lu, M., Perez, E. J., Mason, K., & He, Y., "Fractal assessment analysis of China's air-HSR network integration", *Journal of Transport Geography*, Vol. 114, 2024, 103786.
24. Zhu, Z., Zhang, A., & Zhang, Y., "Measuring multi-modal connections and connectivity radiations of transport infrastructure in China", *Transportmetrica A: Transport Science*, Vol. 15, No. 2, 2019, pp.1762-1790.
25. Airports Council International (ACI), "Airport Industry Connectivity Report", https://www.aci-europe.org/policy/connectivity2018.pdf, 2018.
26. Pearce, B., "Investing in air transport connectivity to boost national productivity and economic growth", In World Economic Forum, The Travel & Tourism Competitiveness Report, 2007.
27. Wittman, M. D., & Swelbar, W. S., *Modeling changes in connectivity at US airports: a small community perspective*, 2013.
28. Bowers, L., Mockus, L., Tamaskar, S., & DeLaurentis, D. A., "Investigation of connectivity: definition, application, and formulation", In 15th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference, 2015, pp.3183.
29. Veldhuis, J., "The competitive position of airline networks", *Journal of air transport management*, Vol. 3, No. 4, 1997, pp.181-188.
30. Burghouwt, G., & Veldhuis, J., "The competitive position of hub airports in the transatlantic market", *Journal of Air Transportation*, Vol. 11, No. 1, 2006, pp.106-130.
31. Burghouwt, G., De Wit, J., Veldhuis, J., & Matsumoto, H., "Air network performance and hub competitive position: Evaluation of primary airports in East and South-East Asia", *Journal of Airport Management*, Vol. 3, No. 4, 2009, pp.384-400.
32. Burghouwt, G., & De Wit, J., "Temporal configurations of European airline networks", *Journal of Air Transport Management*, Vol. 11, No. 3, 2005, pp.185-198.
33. Bootsma, P. D., *Airline Flight Schedule Development-Analysis and design tools for European hinterland hubs*, 1997.
34. Logothetis, M., & Miyoshi, C., "Network performance and competitive impact of the single hub-A case study on Turkish Airlines and Emirates", *Journal of Air Transport Management*, Vol. 69, 2018, pp.215-223.
35. Wong, C. W., Cheung, T. K. Y., & Zhang, A., "A connectivity-based methodology for new air route identification", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 173, 2023, 103715.

保證及授權書

茲保證本人著作「　　」符合運輸計劃季刊稿約之規定，刊登後並授權中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）得以重製、公開傳輸、散佈方式利用本著作，且得授權第三人為相同之利用，並同意得提供予其他資料庫進行刊載及相同之利用，本人並承諾對中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）或其再授權利用之人不行使著作權。本人保證本著作無侵害他人著作權情事，如有違反，願就侵害他人著作權情事負損害賠償責任，並對中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）因此肇致之損害負賠償責任。本人承諾本著作經貴刊刊登後，不再以同一稿件，或將題目更改，或將內容改編，轉投其他國內、外刊物登載，如有違反，同意貴所得公布本人姓名並永不再接受本人投稿。此致

中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

立保證及授權書人（所有作者均請簽章，姓名後註明身分證字號）：

中　　華　　民　　國　　年　　月　　日

LETTER OF GUARANTEE

This letter serves to guarantee that my paper entitled ' _____ _____ ', conforms to the "Guidelines for the Submission of Papers" of the Transportation Planning Journal Quarterly, and that I hereby authorize the Republic of China (represented by the IOT of the Ministry of Transportation and Communications) and any third party to reproduce、public transmission、distribution my paper. I also agree my paper could be exchanged to the other database and to abandon the author's copyright to the Republic of China (represented by the IOT of the Ministry of Transportation and Communications) and users from the database. I guarantee that I did not infringe upon the copyright of the paper of any other person. If I violated this rule, I should take on the responsibility for compensation to the author and to the Republic of China (represented by the IOT of the Ministry of Transportation and Communications) accordingly. I guarantee that once this paper is published in the TPJ Journal, I will not make redundant or duplicate publication (i.e., submission of the same article, or with a different title, or modified content) to other journals or periodicals in the Republic of China or any other countries. I agree that in the event of any violation of the stated terms on my part, the IOT may announce my name in public and shall reject all my papers afterwards.

This guarantee is provided to the Institute of Transportation, Ministry of Transportation and Communications.

Signature (both author's and co-authors'):

_____

Date:_____