

亞太地區往返歐洲航空中轉市場路徑分布初探

Preliminary Study on the Air Transit Markets Between Asia-Pacific Region and Europe

運輸工程組 胡智超

研究期間:民國 111 年 1~12 月

摘要

國際上一般常見用來探討機場競爭力，所使用的評估數據包括機場營運表現之客、貨運量，以及起降班次等資料，另外也有部分是採用以主觀的服務水準或旅客滿意度等指標來做分析。雖然這些指標數據本身很有價值，可分別直接呈現機場營運狀況與空域使用頻繁程度，或是機場對旅客與航空公司的吸引力；然其未能呈現有關航空公司網路多樣性資訊與樞紐機場競爭力及地位之關係。

機場連結度是用來評估機場表現的一項重要指標，同時也是用來描述機場與其他機場的連結與競爭關係，由研究結果顯示，在航班詳細資訊取得困難下，利用中介中心性指標亦是一項替代方法，僅須取得機場間飛行距離及航班數即可計算評估。

將連結度與票價結合綜合分析顯示，目前亞太地區往返歐洲航空中轉市場中，桃園機場連結度過低，即使是票價相對新加坡、香港機場差距很大時，仍無法吸引旅客轉機，因此新加坡機場在澳洲、印尼二個轉機市場中具有相對優勢，香港機場則在菲律賓轉機市場中具有相對優勢，而桃園機場目前前三個市場都不具競爭優勢。

關鍵詞：

機場連結度、機場競爭力

亞太地區往返歐洲航空中轉市場路徑分布初探

一、前言

亞太地區航空運輸量持續成長，未來有望成為世界最大的航空市場，且 2018 年亞太地區與歐洲間的航空運輸量為所有跨洲際航線之冠 (Boeing, 2019)。近年來臺灣桃園機場往返國際間的航空客運量穩定成長，其中洲際航線又以北美航線為主要的往返區域，其中東南亞往返北美的轉機航線亦為桃園機場目前最主要的轉機航線之一，過去兩年已利用空運資料庫資料進行東南亞至北美地區航網分析，以瞭解桃園機場之航網優勢。相較歐洲地區而言，歐洲航線一直是桃園機場發展的弱點，因此本研究希望藉由分析空運資料庫資料，瞭解疫情前亞太地區(東亞、東南亞、紐澳等)往返歐洲之市場與路徑分布情況，包括華航經營袋鼠航線狀況，同時利用相關工具分析其未來發展之優勢及潛能。

國際上一般常見用來探討機場競爭力，所使用的評估數據包括機場營運表現之客、貨運量，以及起降班次等資料，另外也有部分是採用以主觀的服務水準或旅客滿意度等指標來做分析。雖然這些指標數據本身很有價值，可分別直接呈現機場營運狀況與空域使用頻繁程度，或是機場對旅客與航空公司的吸引力，以及機場軟、硬體設施設備的完善程度；然其並未提供有關航空公司網路多樣性資訊與樞紐機場競爭地位關係。由於機場競爭有許多不同的層面，且每座機場皆有其獨特的特性，且其立足點不盡相同，若就單一指標針對各機場競爭能力做排名，似乎不夠客觀，因此希望藉由航空網路的觀點出發，從中找出機場的條件與優勢，並分析其發展潛力，則能更精準地規劃出機場最有效率的發展策略，並藉以提升機場競爭優勢。

二、文獻回顧

本研究以航空網路觀點做為出發點，並以航空網路連結度(Aviation Network Connectivity)為基本指標，藉以分析亞太地區各主要競爭機場(包括香港、新加坡、桃園)之中轉優勢，並分析其發展潛力，國際上有關連結度文獻資料摘整如下表 2-1。

表 2-1 相關文獻重要摘整

項次	論文名稱	研究內容摘述	重要結論摘述	年份
1	Airport Connectivity Evaluation: The Study of Thailand ^[1]	利用 Netscan 模式，分析泰國廊曼國際機場與吉隆坡機場第二航廈之間競爭關係，其中這兩	●泰國廊曼國際機場有足夠的能力成為東協加3地區中最大的LCC樞紐機場之一。但對於	2016

		座機場都是服務低成本航空為主。	間接航班部分，機場的連結性非常低，須進一步改善。 ●模型有一些限制，例如旅客可能會因為機票價格而選擇間接航班，因此沒有考慮過長的轉機時間問題。	
2	Airport Connectivity : Definition, Measurement, and Application ^[2]	通過導入機場網路概念，從機場的角度探討機場連結性，並釐清機場連結性的內容和類型。	●使用 Innovata 2016 年航班數據衡量前 200 家機場的機場連結性。 ●結果顯示機場連結性的增加會刺激更多潛在的市場，並增強其樞紐功能。	2017
3	Connectivity of Medium Airports in Thailand ^[3]	利用 Netscan Model 計算機場連結度指標，以瞭解泰國 5 座中型機場的表現。	●機型大小因素會影響連結度計算的值。 ●高連結度的機場，旅客會滿意有更多不同航班可選擇。	2018
4	Network Performance and Competitive Impact of the Single Hub -A Case Study on Turkish Airlines and Emirates ^[4]	利用樞紐連結性能分析工具(Hub Connectivity Performance Analyser, HCPA)，分析阿聯酋航空、土耳其航空各市場之優劣勢。	●阿聯酋航空在亞太地區的大膽佈局，成為歐洲轉機市場的主要航空公司。 ●土耳其航空公司在中東和美國之間的中轉樞紐位置得天獨厚，為該市場帶來了卓越的樞紐性能。 ●土耳其提供更多歐洲和非洲之間的中轉機會，但阿聯酋航空獲得了更高的樞紐效率，這使未來該航空公司在該市場的擴張中處於更好的位置。	2018

資料來源:詳參考資料 1~4。
本研究整理。

三、機場連結度分析方法說明

連結度是用來瞭解一座機場航網分布情況，以評估與其他機場連結狀況，傳統簡單判斷係使用航點數或航班頻率等數值，但這無法深入反應出機場真正航網密度或機場可達性，因此國際上便有許多學者針對機場連結度提出不同分析方法，其中國際上較常使用為 Netscan Model、HCPA 等方法，本節針對相關方法之內涵及特性進行說明。

3.1 Netscan Model

Netscan Model 可計算各機場之連結度，其中包括機場連結度(直接連結度、間接連結度)，以及樞紐連結度共 3 項指標(如圖 3.1)，其中直接連結度是機場起迄(O-D)的連結狀況，間接連結度是前往第三地轉機的連結狀況，而樞紐連結度則是其他國家來本機場轉機的連結情況；藉由這 3 項資料，機場可瞭解自身與其他機場航網密度及分布的優劣勢。

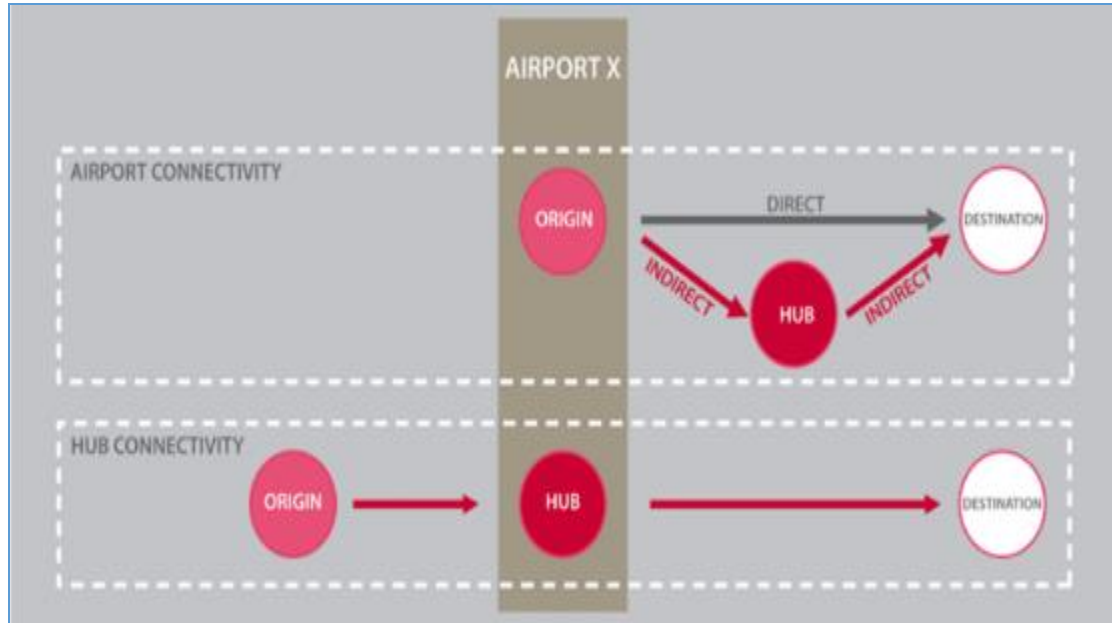


圖 3.1 Netscan Model 的連結分類

資料來源: ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2018

本法是由 Jan Veldhuis(1997)發展出來，後經 Matsumoto(2009)改良並建立迴歸式校估參數，其計算方式為：

1. 最大感知飛行時間：直飛時間加上一個與飛行距離有關且會隨著距離折減的參數。
2. 實際感知飛行時間：
 - (1) 如果是直飛航點：則兩者會相等(實際感知飛行時間=最大感知飛行時間)。
 - (2) 如果不是直飛航點：除了兩段實際飛行時間外，須加上轉機等待時間。而由於轉機對於旅客是不便的，因此轉機等待時間會乘一個會隨距離折減的參數。
3. 品質指數(Quality Index, q)計算：
 - (1) $q=1$ ，如果實際感知飛行時間 $\leq$ 直飛時間。
 - (2) $q=1-(\text{實際感知飛行時間}-\text{直飛時間})/(\text{最大感知飛行時間}-\text{直飛時間})$ ，如果直飛時間 $\leq$ 實際感知飛行時間 $\leq$ 最大感知飛行時間。
 - (3) $q=0$ ，如果最大感知飛行時間 $\leq$ 實際感知飛行時間。
4. 連結度(Number of Connectivity Units, CNU)計算：

$$\text{連結度(CNU)} = \text{品質指數}(q) \times \text{頻率}(f)$$

其中，頻率為每週航班數。

由以上方法知，連結度的計算因需估算轉機等待時間，因此需有各機場的實際航班時間表。

3.2 Hub Connectivity Performance Analyser(HCPA)

本法是評估連結性與間接航班時刻表及舒適度相關聯性，並將結果合併為兩個指數：樞紐連結性能指標 (HCPI) 和樞紐效率指標(HEI)。

1. 樞紐連結性能指標(HCPI)計算:

$$HCPI = \sum_{\text{conx}=1}^{QVC} (QCI_{\text{conx}} \cdot 100\%)$$

$$QVC = \sum_{\text{day}=1}^7 \left[\sum_{\text{inbound flight}=1}^n \text{connection} \right], \text{ where } n = \text{total inbound flights}$$

QCI 為質量指標，量化每個連結的潛在中轉路線，並濾除不合理的路線，同時導入懲罰乘數增加中轉時間，因此當中轉時間越長，連結的吸引力就越小，此外也考慮座位數量連接的重要性，當提供座位數越多，價值就越高。

2. 樞紐效率指標(HEI)計算:

$$\varphi = \frac{HCPI}{QVC} \cdot 100\%$$

HCPI 的絕對值代表通過樞紐機場提供等效平均直飛航班數量，而 HEI 是為旅客創造具有重大價值的轉機機會效率的衡量標準。由以上方法知，指標的計算關鍵參數，包括最小連接時間 (MCT)、最大連接時間 (MACT) 和最大地理繞行距離(MGD)等。

3.3 Betweenness Centrality(中介中心性)

本法應用區域中心性(Zonal Centrality Measures)理論進行空間分析，並且應用於航網結構區域的中心性量測，其中具代表性之中心性指標分別為：靠近中心性(Closeness Centrality)指標、中介中心性(Betweenness Centrality)指標、和直接中心性(Straightness Centrality)指標。Jinn-Tsai WONG(2017)並依中介中心性提出改良之樞紐連結度指標(Hub Connectivity)，其計算方式如下：

$$C_h^f(i) = \sum_{j,k} \sigma_{k,j}(i) f_{kj}$$

1. $\sigma_{k,j}(i)$ 是連接機場 k 和 j，並經過機場 i 的路徑。

(1) 如果路徑 $d(i) < 1.4$ 時，則等於 1，否則為 0。

(2) $d(i) = d_{k,j}(i)/d_{kj}$ ， d_{kj} 為機場 k 和 j 之間的直線距離； $d_{k,j}(i)$ 是連接機場 k

和 j ，並經過機場 i 的距離。

2. $f_{kj} = \min \{f_{ki}, f_{ij}\}$ 為航班頻率。

3.4 小結

由於 Netscan Model 與 HCPA 方法均需有實際航班時間表方能計算，而目前本所空運資料庫中並無相關資料，但擁有所有機場之航網及航班資訊(如圖 3.2)，爰本研究採用 Betweenness Centrality 方式計算樞紐連結度，並進行相關之分析。

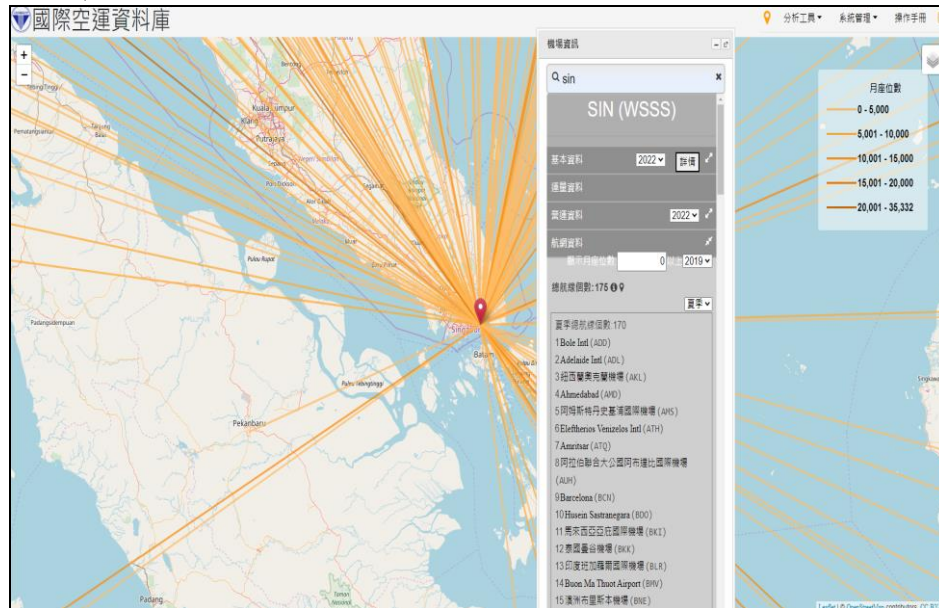


圖 3.2 空運資料庫之機場航網及航班資訊

四、亞太地區主要機場中轉至歐洲概況

4.1 亞太地區 9 國客源分布

本研究以 2019 年度之 IATA MarketIS 資料，解析亞太地區主要機場，包含澳洲、紐西蘭、越南、泰國、菲律賓、印尼、馬來西亞、日本及韓國，經新加坡、香港、桃園機場中轉進出歐洲地區主要機場之旅客起迄分布。

從亞太地區 9 個國家，經香港、新加坡、桃園機場中轉至歐洲總旅客數為 194 萬人次；由圖 4.1 可知旅客數最多前 3 名國家，分別為澳洲 76.3 萬人次(39%)、菲律賓 28.9 萬人次(15%)、印尼 28.1 萬人次(15%)；其他旅客數超過 10 萬人次國家，分別為紐西蘭 16.1 萬人次(8%)、泰國 13.1 萬人次(7%)、日本 12.2 萬人次(6%)；未滿 10 萬人次為越南 8.8 萬人次(5%)、馬來西亞 7.8 萬人次(4%)、韓國 2.8 萬人次(1%)，顯示澳洲、菲律賓、印尼 3 國為經新加坡、香港、桃園機場中轉前往歐洲地區主要客源。

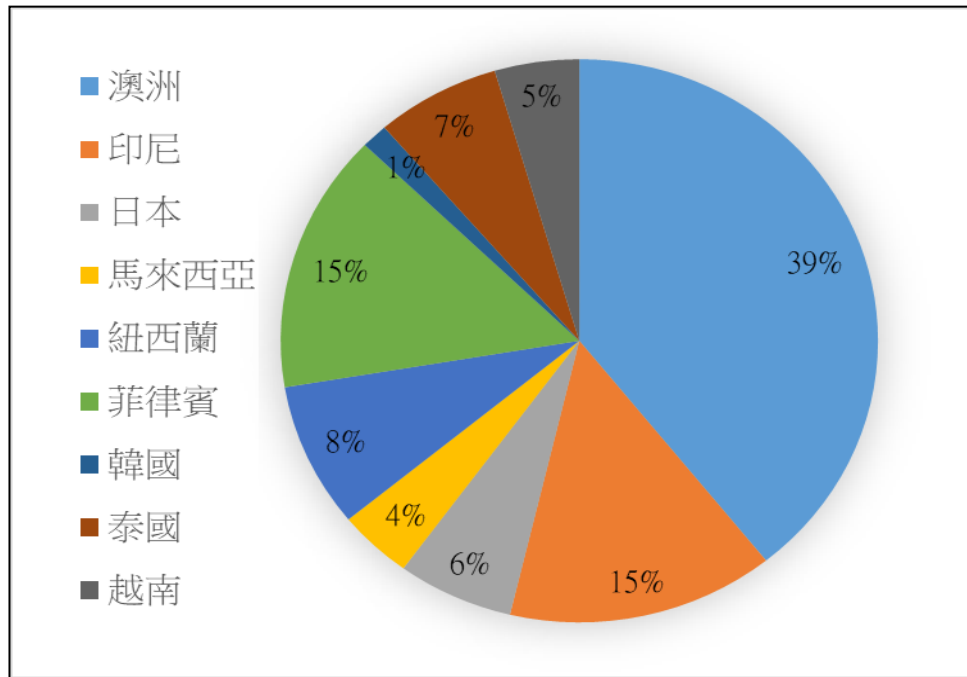


圖 4.1 經新加坡、香港、桃園機場中轉歐洲旅客之亞太地區客源分布

4.2 經新加坡、香港、桃園機場中轉旅客分布

由圖 4.2 可知從亞太地區 9 個國家經新加坡機場中轉前往歐洲旅客為 109.3 萬人次，經香港機場中轉前往歐洲旅客為 73.2 萬人次，經桃園機場中轉前往歐洲旅客為 11.8 萬人次；以占比來看，新加坡最高為 56%，香港為 38%，桃園機場僅為 6%。

由圖 4.3 各中轉機場資料細分後，新加坡機場為中轉歐洲主要樞紐，除日本、菲律賓、韓國市場外，其他地區中轉旅客數皆為第 1。香港機場則在日本、菲律賓、韓國市場取得優勢，而桃園機場明顯無相對優勢市場。

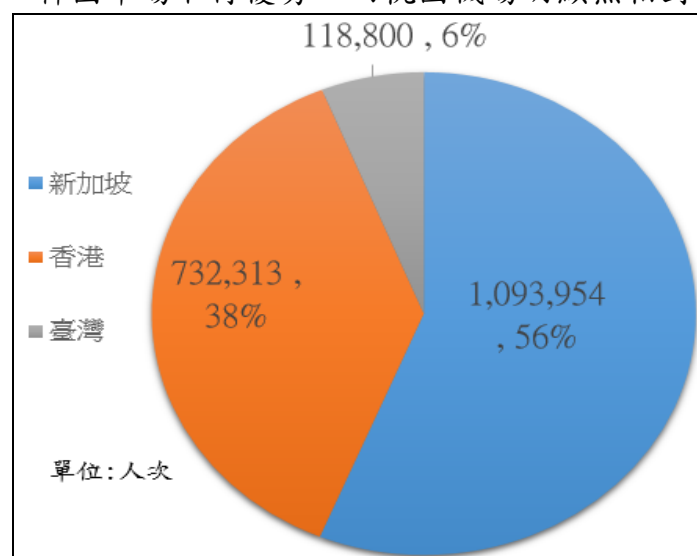


圖 4.2 經新加坡、香港、桃園機場中轉歐洲旅客人數及占比

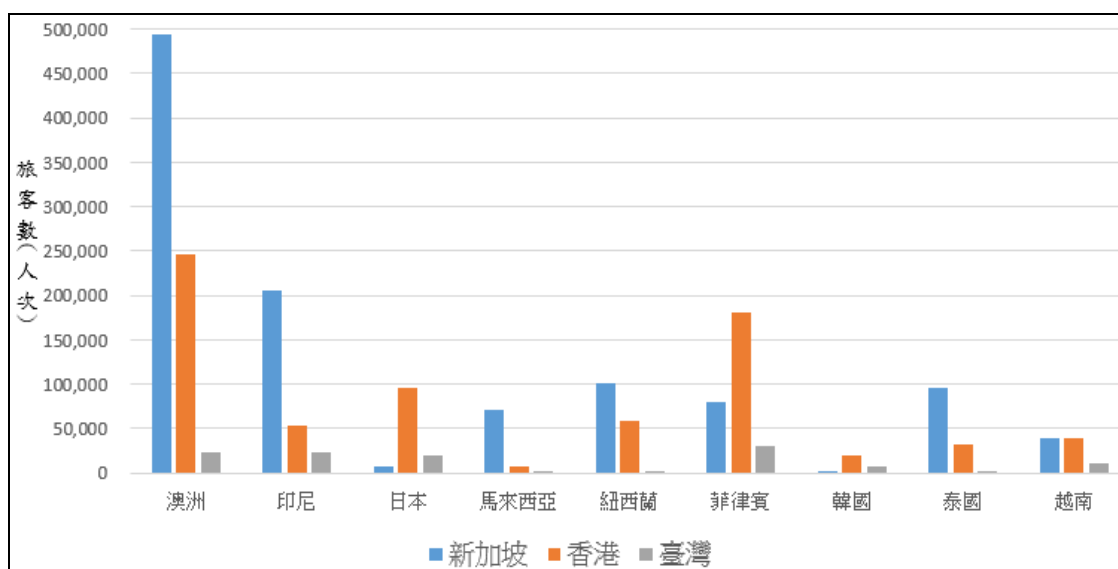


圖 4.3 各中轉機場旅客來源比較

4.3 中轉至歐洲目的地分布

由圖 4.4 可知從亞太地區 9 個國家，經新加坡、香港、桃園機場中轉前往歐洲，英國為主要目的地，旅客數為 62.6 萬人次，德國為 37.3 萬人次，瑞士為 21 萬人次，法國為 19.3 萬人次，荷蘭為 13.9 萬人次，義大利為 11.3 萬人次。而中轉至奧地利、比利時、丹麥、芬蘭、希臘、愛爾蘭、波蘭、西班牙、瑞典旅客人數則皆未超過 10 萬人次。

整體來看，中轉至英國、德國、瑞士、法國、荷蘭、義大利等 6 國之旅客數，占有中轉旅客數 85%。

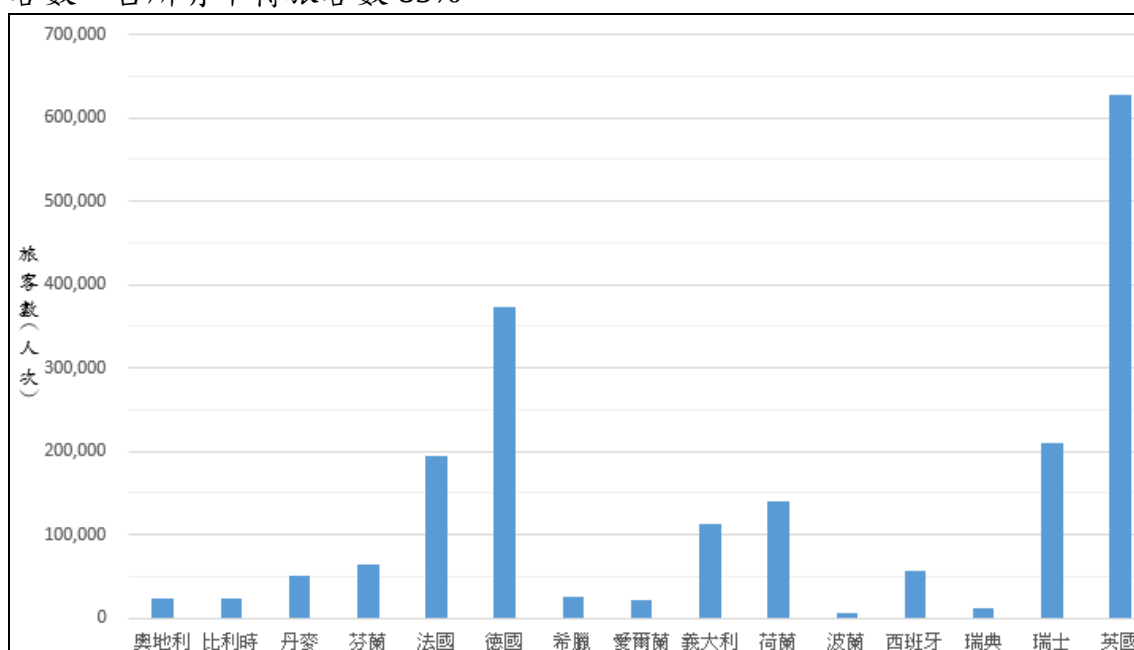


圖 4.4 中轉旅客目的地比較

4.4 各航線細部分析(前 5 多客源之國家)

1. 澳洲至歐洲地區中轉旅客分析

澳洲為 9 個國家中，中轉歐洲旅客數最多國家，旅客數為 76.3 萬人次。

圖 4.5 可知英國為主要目的地，旅客數為 32.6 萬人次，德國為 13 萬人次，瑞士為 6.7 萬人次，法國為 5.5 萬人次，荷蘭為 4.4 萬人次，義大利為 4 萬人次；這 6 國旅客數占有所有中轉旅客數 87.2%。

經新加坡中轉旅客為 49.4 萬人次，占 65%、經香港中轉旅客為 24.5 萬人次，占 32%、經桃園中轉旅客為 2.3 萬人次，占 3%；顯示新加坡有明顯地理優勢，因澳洲至新加坡航程最短。

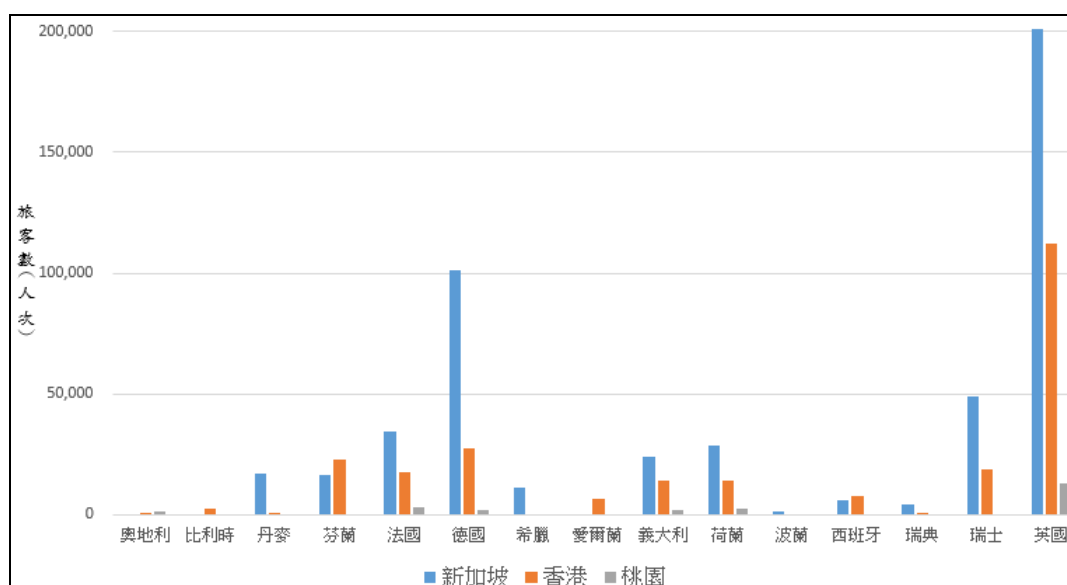


圖 4.5 澳洲中轉至歐洲目的地旅客數比較

2. 菲律賓至歐洲地區中轉旅客分析

菲律賓為 9 個國家中，中轉歐洲旅客數次多國家，旅客數為 28.9 萬人次。

圖 4.6 可知英國為主要目的地，旅客數為 7.4 萬人次，德國為 4.3 萬人次，法國為 3.6 萬人次，荷蘭為 3.3 萬人次，瑞士為 2.7 萬人次，義大利為 1.7 萬人次；這 6 國旅客數占有所有中轉旅客數 80.4%。

經香港中轉旅客為 18 萬人次，占 63%、經新加坡中轉旅客為 7.9 萬人次，占 27%、經桃園中轉旅客為 2.9 萬人次，占 10%；顯示香港較新加坡有明顯地理優勢。

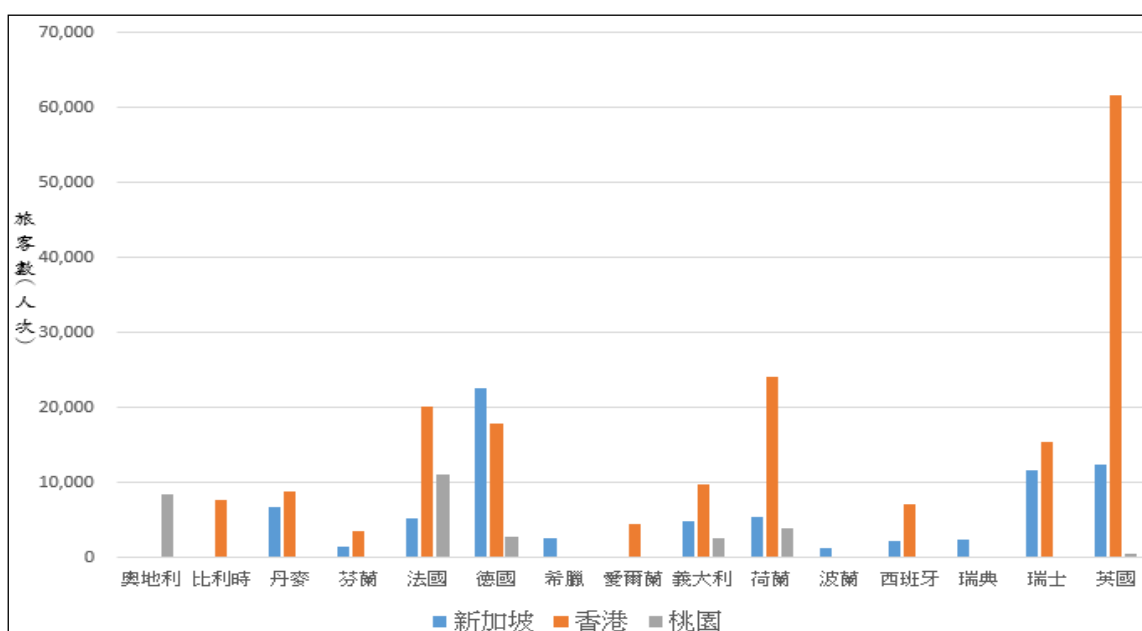


圖 4.6 菲律賓中轉至歐洲目的地旅客數比較

3. 印尼至歐洲地區中轉旅客分析

印尼為 9 個國家中，中轉歐洲旅客數第 3 多國家，旅客數為 28.1 萬人次。圖 4.7 可知德國為主要目的地，旅客數為 7.9 萬人次，英國為 5.4 萬人次，法國為 4 萬人次，瑞士為 3.7 萬人次，荷蘭為 2.2 萬人次，義大利為 1.4 萬人次；這 6 國旅客數占所有中轉旅客數 88.6%。

經新加坡中轉旅客為 20 萬人次，占 73%、經香港中轉旅客為 5.3 萬人次，占 19%、經桃園中轉旅客為 2.2 萬人次，占 8%；顯示新加坡較香港有明顯地理優勢。

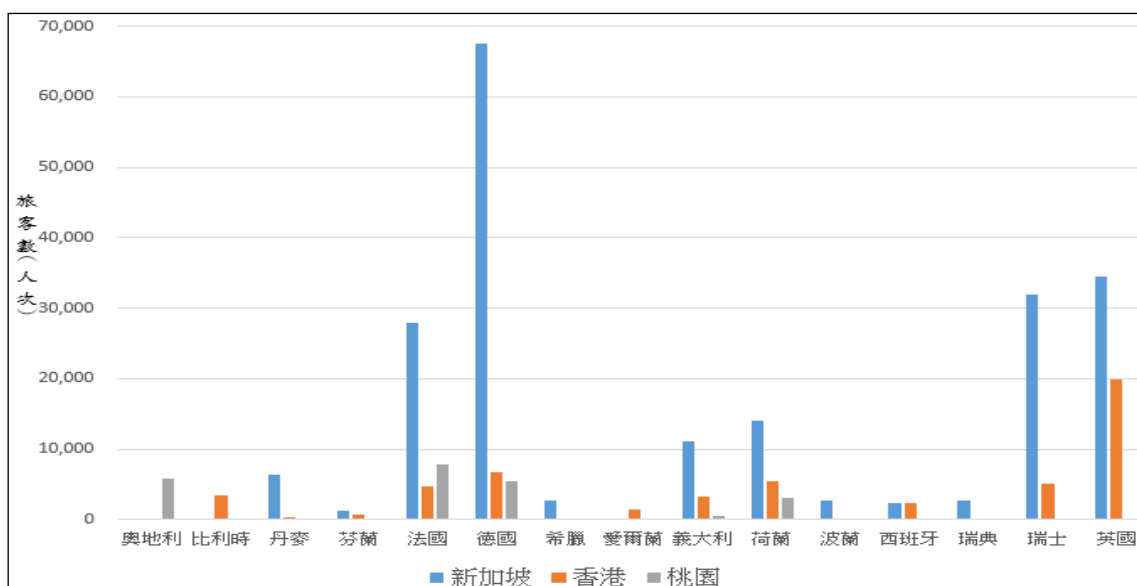


圖 4.7 印尼中轉至歐洲目的地旅客數比較

4. 紐西蘭至歐洲地區中轉旅客分析

紐西蘭為 9 個國家中，中轉歐洲旅客數第 4 多國家，旅客數為 16.1 萬人次。圖 4.8 可知英國為主要目的地，旅客數為 6.8 萬人次，德國為 3.4 萬人次，瑞士為 1.6 萬人次，荷蘭為 1.3 萬人次，法國為 9.4 千人次，義大利為 4.9 千人次；這 6 國旅客數占有所有中轉旅客數 91.3%。

經新加坡中轉旅客為 10.1 萬人次，占 63%、經香港中轉旅客為 5.8 萬人次，占 36%、經桃園中轉旅客為 1.9 千人次，占 1%；顯示新加坡有明顯地理優勢，紐西蘭至新加坡航程最短。

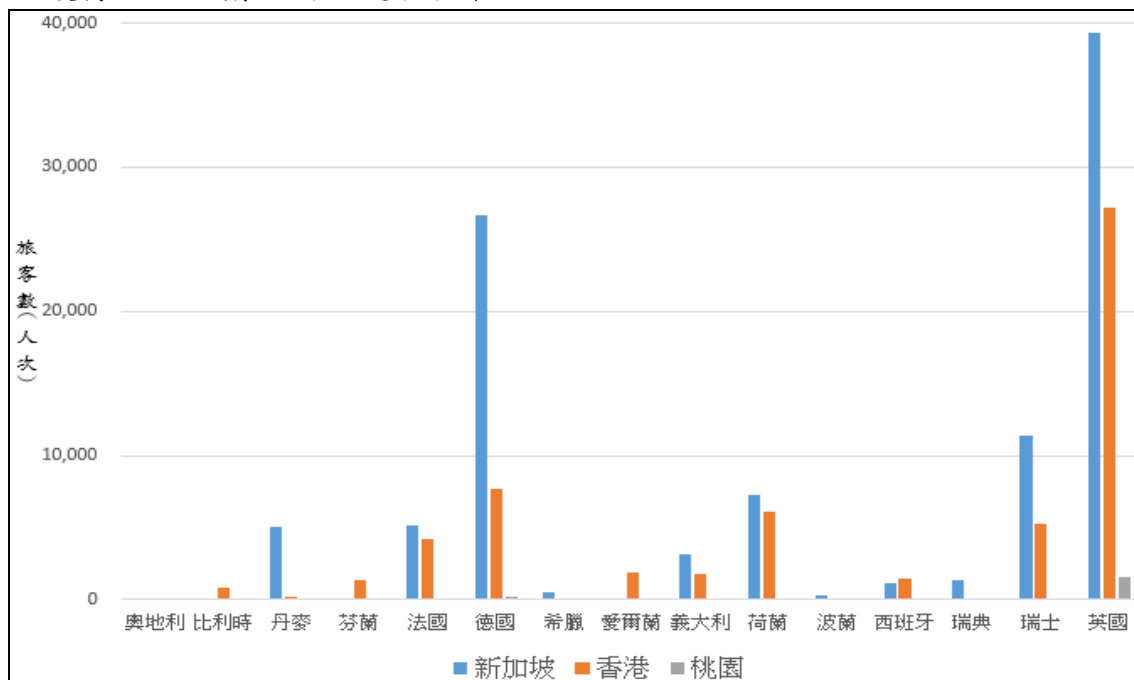


圖 4.8 紐西蘭中轉至歐洲目的地旅客數比較

5. 泰國至歐洲地區中轉旅客分析

泰國為 9 個國家中，中轉歐洲旅客數第 5 多國家，旅客數為 13.1 萬人次。圖 4.9 可知德國為主要目的地，旅客數為 3.7 萬人次，英國為 2.7 萬人次，瑞士為 2.2 萬人次，法國為 1.4 萬人次，義大利為 6.2 千人次，荷蘭為 4 千人次；這 6 國旅客數占有所有中轉旅客數 85.6%。

經新加坡中轉旅客為 9.6 萬人次，占 74%、經香港中轉旅客為 3.2 萬人次，占 25%、經桃園中轉旅客為 2 千人次，占 1%。

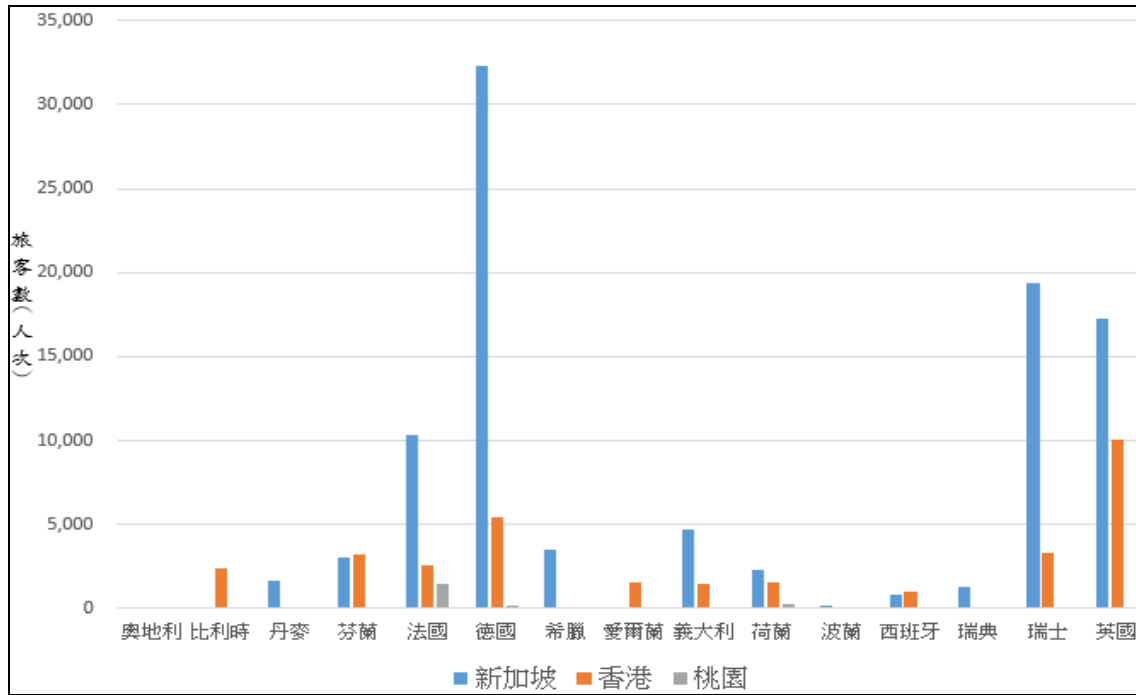


圖 4.9 泰國中轉至歐洲目的地旅客數比較

五、各競爭機場樞紐連結度計算

5.1 分析模式參數說明

考量本所空運資料庫所蒐集資料項目，包括各機場之航點、航班數、航線距離等，爰採用 Jinn-Tsai WONG(2017)提出之樞紐連結度指標(Hub Connectivity)，其計算方式如下：

$$C_h^f(i) = \sum_{j,k} \sigma_{k,j}(i) f_{kj}$$

1. $\sigma_{k,j}(i)$ 是連接機場 k 和 j，並經過機場 i 的路徑(如圖 5.1)。
 - (1) 如果路徑 $d(i) < 1.4$ 時，則等於 1，否則為 0。
 - (2) $d(i) = d_{k,j}(i)/d_{kj}$ ， d_{kj} 為機場 k 和 j 之間的直線距離； $d_{k,j}(i)$ 是連接機場 k 和 j，並經過機場 i 的距離。
2. $f_{kj} = \min \{ f_{ki}, f_{ij} \}$ 為航班頻率。

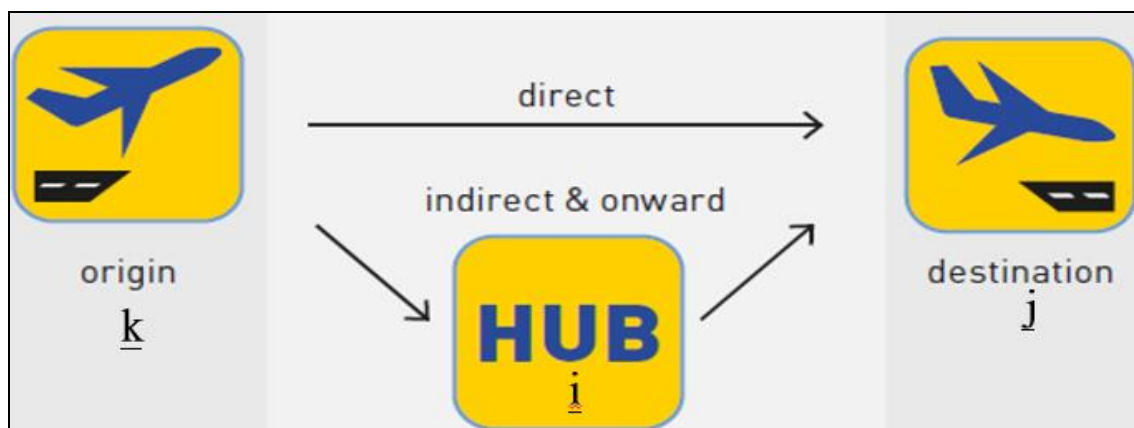


圖 5.1 樞紐連結度指標航線路徑

5.2 各中轉機場樞紐連結度分析

由於亞太地區 9 國資料量及數據龐大，且其中部分國家中轉數量不多，因此客源選取澳洲、菲律賓、印尼進行分析，此 3 國旅客數量即占亞太地區 9 國之 70%；另歐洲地區目的地則選取英國、德國、法國、荷蘭、義大利，前往此 5 國旅客數量即占歐洲目的地之 75%。

1. 澳洲中轉至歐洲(5 國)連結度(如圖 5.2)

- (1) 新加坡機場整體連結度最佳，其中在英國、德國連結度相對法國、荷蘭、義大利有較佳表現。
- (2) 香港機場整體連結度次佳，其中僅在英國連結度有較好表現，但仍比新加坡低，而在法國、荷蘭、義大利連結度則與新加坡差異不大。
- (3) 桃園機場整體連結度表現最差，在歐洲 5 國連結度都遠比新加坡及香港差。

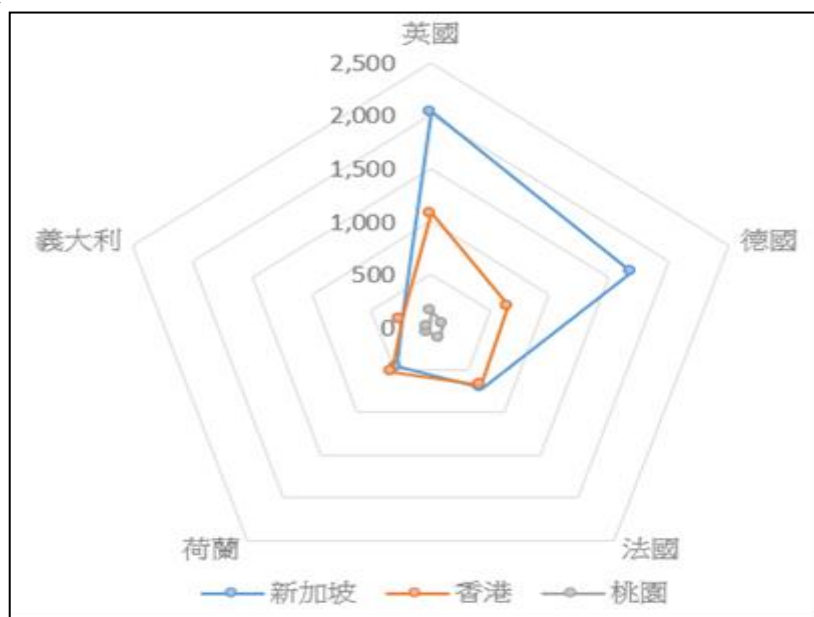


圖 5.2 澳洲中轉至歐洲(5 國)連結度

2. 菲律賓中轉至歐洲(5 國)連結度(如圖 5.3)

- (1) 香港機場整體連結度最佳，其中在英國連結度相對德國、法國、荷蘭、義大利有較佳表現。
- (2) 新加坡機場整體連結度次佳，其中僅在德國連結度高於香港。
- (3) 桃園機場整體連結度表現最差，在歐洲 5 國連結度都遠比新加坡差。

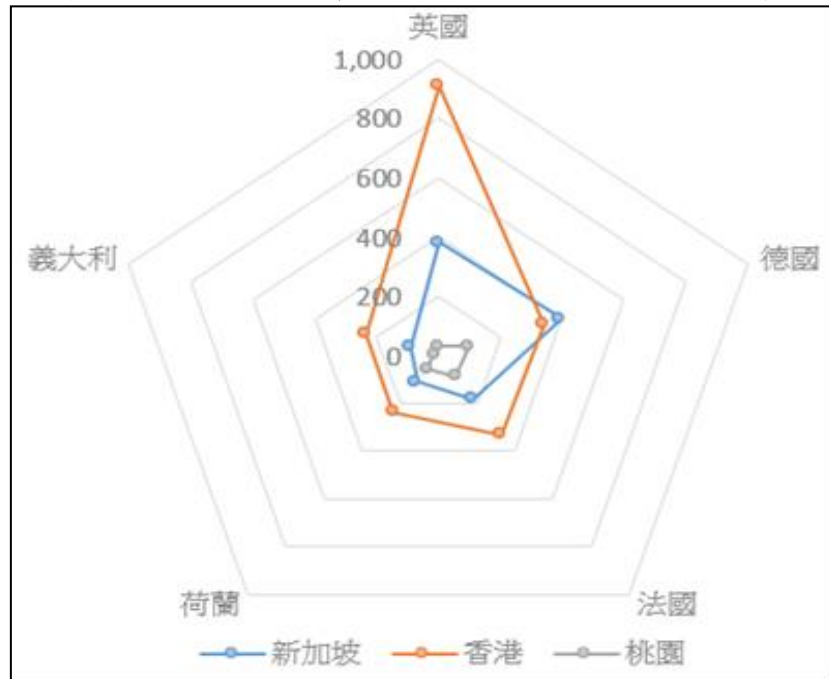


圖 5.3 菲律賓中轉至歐洲(5 國)連結度

3. 印尼中轉至歐洲(5 國)連結度(如圖 5.4)

- (1) 新加坡機場整體連結度最佳，其中在英國、德國連結度相對法國、荷蘭、義大利有較佳表現。
- (2) 香港機場整體連結度次佳，其中僅在英國連結度有較好表現，但仍比新加坡低，而在義大利連結度則與新加坡差異不大。
- (3) 桃園機場整體連結度表現最差，在歐洲 5 國連結度都遠比新加坡差。

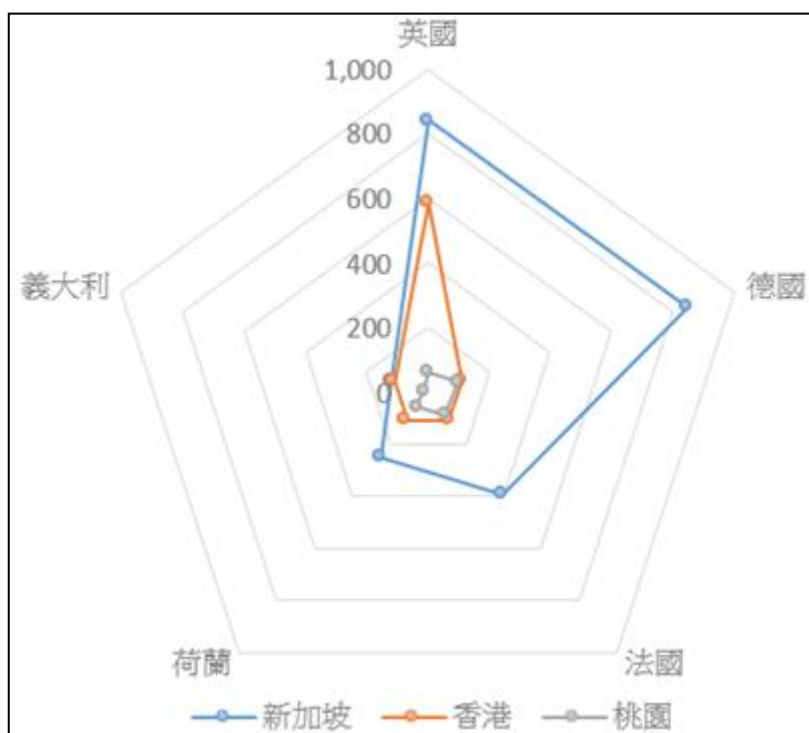


圖 5.4 印尼中轉至歐洲(5 國)連結度

六、連結度分析與綜合評估

6.1 機場樞紐連結度與客運量關係

為瞭解客運量與樞紐連結度之關係，研究利用 IATA MarketIS 資料進行分析，可得各機場之中轉人數(如表 6-1 所示)，其中新加坡機場的轉運人數最多，旅客量達到 59.4 萬人次；第 2 名則為香港機場，旅客量有 35.9 萬人次；第 3 名為桃園機場，旅客量有 6.0 萬人次。

由資料顯示樞紐連結度與中轉旅客量呈現正相關，當樞紐連結度高時，則中轉旅客量也會增多，連結度第 1 之新加坡機場(連結度 875)旅客量最多，連結度第 2 香港機場(連結度 623)旅客量次之，連結度第 3 桃園機場(連結度 106)旅客量則為最少。

表 6-1 各機場中轉人數與樞紐連結度比較

機場	新加坡		香港		桃園	
國家	連結度	轉運人數	連結度	轉運人數	連結度	轉運人數
澳洲	514	389.1	316	185.7	45	22.2

菲律賓	116	50.7	205	133.5	29	21.1
印尼	245	155	102	40	32	17.1
合計	875	594.8	623	359.2	106	60.4

備註：轉運人數單位為千人

6.2 樞紐連結度與票價、客運量關係分析

為釐清票價影響旅客選擇中轉機場情況，因此研究中將 IATA MarketIS 資料中的平均票價加入分析，相關分析如表 6-2 所示，其評估結果摘述如下：

1. 新加坡機場

新加坡機場在樞紐連結度表現最佳，平均票價雖然最高，但由於高連結度關係下，旅客仍偏向此機場進行中轉，因此轉運人數最多(59.4 萬人次)。

2. 香港機場

香港機場在樞紐連結度為次佳，且平均票價僅次於新加坡機場，但高於桃園機場，因此香港機場轉機人數排名第 2 有 35.9 萬人次。

3. 桃園機場

桃園機場在樞紐連結度表現最差，雖然平均票價最低，但仍無法吸引中轉旅客，因此轉運人數最少(6.0 萬人次)。

表 6-2 樞紐連結度、票價與中轉人數比較

機場	新加坡		香港		桃園	
國家	連結度	轉運 人數	連結度	轉運 人數	連結度	轉運 人數
澳洲	514	389.1	316	185.7	45	22.2
菲律賓	116	50.7	205	133.5	29	21.1
印尼	245	155	102	40	32	17.1
合計	875	594.8	623	359.2	106	60.4
平均票價	720		653		527	
票價差異 性	+36%		+23%		-	

備註:1.轉運人數單位為千人

2.票價單位為美元

6.3 個別航線細部分析

為了釐清各條航線中各機場之優劣勢及競爭關係，因此使用泡泡圖 (Bubble Chart) 以瞭解連結度、票價與旅客量 3 項參數的相關性，泡泡圖中(圖 6.1)，第 1 象限是連結度高、票價高；第 2 象限是連結度低、票價高；第 3 象限是連結度低、票價低；第 4 象限是連結度高、票價低；以競爭能力而言，當位於第 4 象限時是最具競爭力，而第 2 象限則是競爭力最差，其他第 1、3 象限，則因連結度與票價有互補關係，因此屬中等情況。各航線細部分析說明如下：

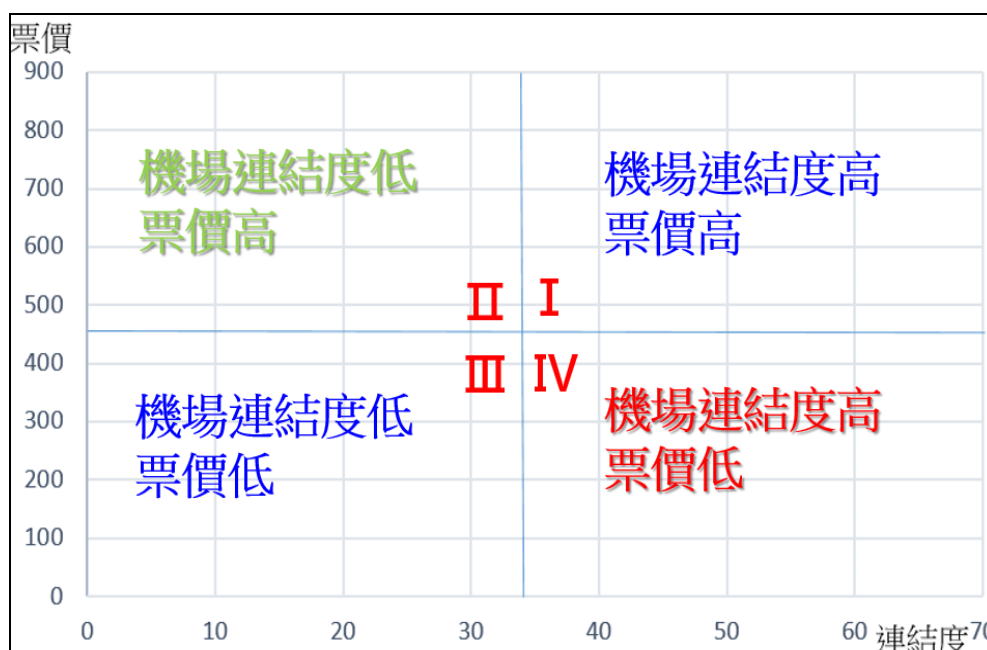


圖 6.1 各航線象限圖優劣態勢

1. 澳洲中轉至歐洲(5 國)航線分析

- (1) 由圖 6.2 澳洲經新加坡機場中轉人數最多，達到 38.9 萬人，其次是經香港機場中轉 18.5 萬人，最後則是經桃園機場中轉 2 萬人。
- (2) 新加坡機場位於第 4 象限，具有整體連結度高及平均票價低之優勢，因此中轉人數最多，其中連結度為桃園機場 11.5 倍，票價僅高於桃園機場 4%。
- (3) 香港機場位於第 1 象限，整體連結度僅次於新加坡機場，但平均票價是最高，因此中轉人數排名第 2，其中連結度為桃園機場 7.1 倍，票價高於桃園機場 8%。
- (4) 桃園機場於第 3 象限，雖然平均票價是最低，但整體連結度也是最低的，因此中轉人數最少。

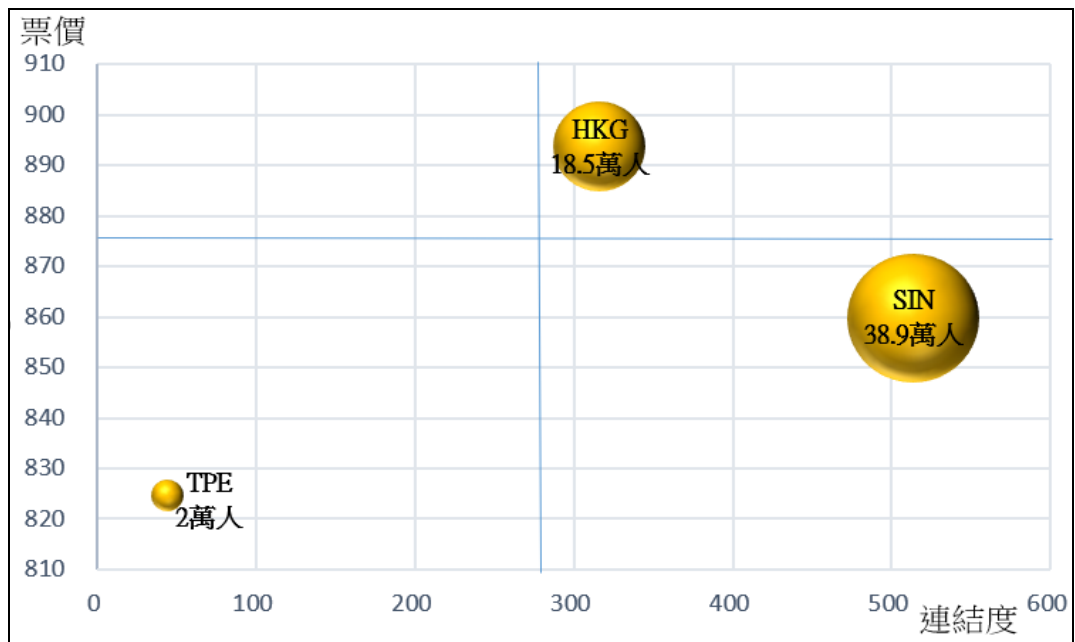


圖 6.2 澳洲中轉至歐洲(5 國)航線

2. 菲律賓中轉至歐洲(5 國)航線分析

- (1) 由圖 6.3 可知菲律賓經香港機場中轉人數最多，達到 13.3 萬人，其次是經新加坡機場中轉 5 萬人，最後則是經桃園機場中轉 2.1 萬人。
- (2) 香港機場位於第 1 象限，然平均票價最高，但整體連結度亦是最高的，因此中轉人數最多，其中連結度為桃園機場 7.1 倍，票價高於桃園機場 9%。
- (3) 新加坡機場也位於第 1 象限，整體連結度及平均票價都是在中間，因此中轉人數排名第 2，其中連結度為桃園機場 4 倍，票價高於桃園機場 7%。
- (4) 桃園機場位於第 3 象限，雖然平均票價是最低，但整體連結度也是最低的，因此中轉人數最少。

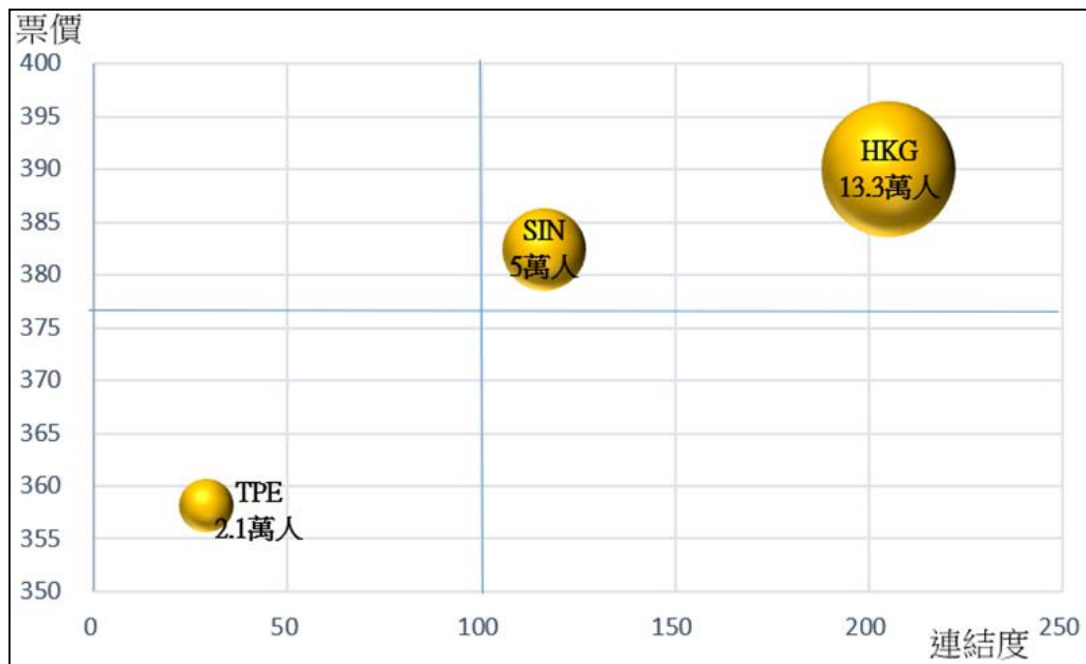


圖 6.3 菲律賓中轉至歐洲(5 國)航線

3. 印尼中轉至歐洲(5 國)航線分析

- (1) 由圖 6.4 可知印尼經新加坡機場中轉人數最多，達到 15.5 萬人，其次是經香港機場中轉 4 萬人，最後則是經桃園機場中轉 1.7 萬人。
- (2) 新加坡機場位於第 1 象限，雖然平均票價最高，但整體連結度亦是最高的，因此中轉人數最多，其中連結度為桃園機場 7.7 倍，票價高於桃園機場 39%。
- (3) 香港機場位於第 3 象限，整體連結度及平均票價都是中間，因此中轉人數排名第 2，其中連結度為桃園機場 3.2 倍，票價高於桃園機場 18%。
- (4) 桃園機場位於第 3 象限，雖然平均票價是最低，但整體連結度也是最低的，因此中轉人數最少。

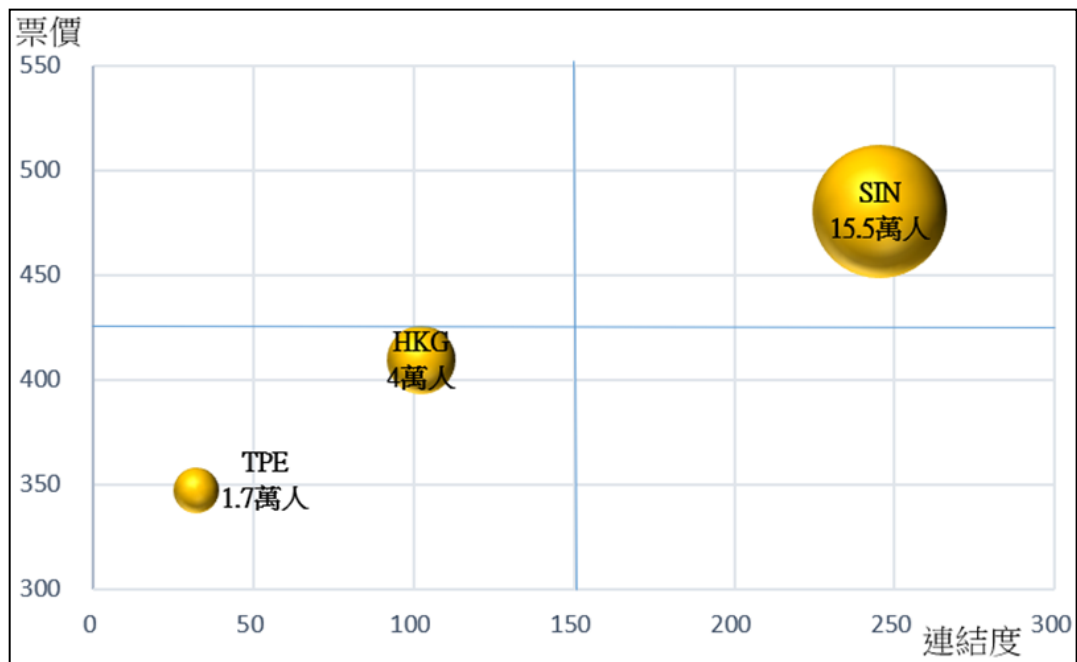


圖 6.4 印尼中轉至歐洲(5 國)航線

6.4 相關參數迴歸分析結果

本研究最後利用表 6-2 矩陣資料進行迴歸分析，以瞭解旅客量與連結度、票價之關係。其中旅客人數為依變數，X1、X2 參數分別為連結度、票價。表 6-3 為分析結果，由迴歸分析得知，連結度與旅客量呈現正相關，而票價與旅客量則是無明顯關係；初步看來由於桃園機場連結度過低，即使票價相對新加坡、香港機場差距很大時，仍無法吸引旅客轉機。

表 6-3 迴歸分析結果

迴歸分析				
	係數	標準誤	t 統計	P-值
截距	-5847.08	8330.71	-0.70187	0.497342
X1	0.673782	0.081635	8.253563	4.85E-06 ***
X2	10.63824	20.59689	0.516497	0.615732
R 的倍數	0.93399			
R 平方	0.872338			
標準誤	6821.617			

備註:

- Remarks: *, **, and *** indicate that the explanatory variable is significant at the 0.10, 0.05, and 0.01 significance level, respectively.
- X1:連結度；X2:票價

七、結論與建議

7.1 結論

1. 傳統航空公司或國際機場在比較上，常使用總旅客數、飛機起降次數或貨物噸數等指標，但這些指標並無法反映機場被選擇的吸引力與競爭地位等資訊。而國際上常見使用比較模型包括 Netscan Model、HCPA 等，這些模型可以預測最大的總飛行時間，同時納入其他影響因素，如等待時間、航空公司的時間班表、航班頻率和最短連接時間等，可有效評估機場航網競爭關係，但由於所需參數較多且複雜，因此評估上相對費時且困難。
2. 機場連結度是用來評估機場表現的一項重要指標，同時也是用來描述機場與其他機場的連結與競爭關係，由研究結果顯示，在航班詳細資訊取得困難下，利用中介中心性指標亦是一項替代方法，僅須取得機場間飛行距離及航班數即可計算評估。
3. 將連結度與票價結合綜合分析顯示，目前桃園機場在歐洲航線上連結度過低，即使票價相對新加坡、香港機場差距很大時，仍無法吸引旅客轉機，因此新加坡機場在澳洲、印尼二個轉機市場中具有相對優勢，香港機場則在菲律賓轉機市場中具有相對優勢，而桃園機場目前在三個市場都不具競爭優勢。
4. 由迴歸分析可知連結度與旅客量關係是呈現正向相關，而票價與旅客量則較無相關，代表連結度越高時，可吸引更多旅客轉機，而票價高低，對於旅客則無影響；雖然有文獻研究顯示，在有其他航路選擇的情況下，票價將成為航空公司補償較差航線替代性的重要工具，但在本次研究中，即使桃園機場平均票價最低，但由於連結度差異甚大，因此並無補償作用。

7.2 建議

1. 桃園機場已是東南亞地區中轉北美地區之重要樞紐，但在歐洲地區航線競爭上仍屬弱勢，雖然平均票價已較其他競爭機場低，但中轉人數仍是偏低，最主要因素仍是連結度偏低，難與其他樞紐機場競爭，而機場及航空公司提升連結度，是否可吸引更多轉機旅客，建議後續可再深入分析研究。
2. 由國際經濟合作暨發展組織(OECD) 出版報告得知，機場長程航線數量與機場對國家 GDP 的貢獻成正向關係，其中每增加 10% 連結度時，GDP 可成長 0.5%，顯示長程航網連結重要性。本研究分析有助於航空公司和機場識別其競爭對手的網路營運績效和競爭地位，建議後續可定期審視亞洲主要機場連結度發展，瞭解各機場之競爭態勢及地位，以利提出機場較佳發展方向。

參考資料

1. Apichat Sopadang ,Tipavinee Suwanwong, 2016. Airport Connectivity Evaluation: The Study of Thailand, Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Detroit, Michigan, USA, September 23-25.
2. Jinn-Tsai WONG, 2017. Airport Connectivity : Definition, Measurement, and Application, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.12.
3. Charukit Chaiwan, Korrakot Yaibuathet Tippayawong, 2018. Connectivity of Medium Airports in Thailand, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bandung, Indonesia, March 6-8.
4. Michail Logothetis, 2018. Network Performance and Competitive Impact of the Single Hub -A Case Study on Turkish Airlines and Emirates, Journal of Air Transport Management.
5. Guillaume Burghouwt, Renato Redondi, 2013. Connectivity in Air Transport Networks: An Assessment of Models and Applications, Journal of Transport Economics and Policy, January.
6. Jan Veldhuis, 1997. The Competitive Position of Airline Networks, Journal of Air Management, Vol.3, No 4, PP181-188, 1997.
7. ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2004-2014
8. ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2015
9. ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2016
10. ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2017
11. ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2018
12. <https://centreforaviation.com/>
13. 賈晉華，2012，由航空網路觀點分析亞太地區機場競爭，交通大學碩士論文。
14. 毛韻茹，2013，我國機場吸引外籍低成本航空公司營運潛力之研究，海洋大學碩士論文。
15. 交通部運輸研究所空運資料庫資料。