

109-085-2312

MOTC-IOT-108-EAA008

以連結度分析亞洲主要機場航 網分布情況初探

著者：許書耕、胡智超

交通部運輸研究所

中華民國 109 年 7 月

以連結度分析亞洲主要機場航網分布情況初探

著 者：許書耕、胡智超

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>數位典藏>本所出版品)

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國 109 年 7 月

印 刷 者：長達印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 10 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：非賣品

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。

交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：以連結度分析亞洲主要機場航網分布情況初探			
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 109-085-2312	計畫編號 108-EAA008
主辦單位：運輸工程組 主管：許書耕 計畫主持人：許書耕 研究人員：胡智超 聯絡電話：(02)2349-6821 傳真號碼：(02)2545-0427			研究期間 自 108 年 1 月 至 108 年 12 月
關鍵詞：連結度、競爭力			
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；但它們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。 本研究利用 Netscan Model 計算連結度，同時結合票價與旅客量關係一同進行評估，由分析結果顯示，目前桃園機場與香港、成田、仁川機場相比，在越南、馬尼拉及雅加達 3 個轉機市場中具有相對優勢，而曼谷、吉隆坡及新加坡轉機市場則是屬於次優等級態勢。另由迴歸分析可知連結度與旅客量關係是呈現正向相關，而票價與旅客量則是呈現負向相關，代表連結度越高時，可吸引更多旅客轉機，而票價越高時，則是減少吸引旅客。目前兩家國籍航空在東南亞 6 個主要中轉北美客源航點上，採取的策略就是盡可能提高連結度，或是降低票價以吸引客源，若是同時採用時，其機場吸引力及競爭力明顯較高。 為了使桃園機場成為亞太地區轉運樞紐地位，機場對於國籍航空公司時間帶的安排與取得，應適時加以協助，以利航空公司連結度品質能更具競爭力，同時可吸引更多旅客轉運。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
109 年 7 月	92	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：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS

INSTITUTE OF TRANSPORTATION

MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Preliminary Study on the Distribution of Flight Networks in Major Asian Airports by Connectivity			
ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER 109-085-2312	PROJECT NUMBER 108-EAA008
DIVISION: Engineering Division DIVISION DIRECTOR: Hsu, Shu-Keng PRINCIPAL INVESTIGATOR: Hsu, Shu-Keng PROJECT STAFF: Hu, Chih Chao PHONE: (02)2349-6821 FAX: (02)2545-0427			PROJECT PERIOD FROM January 2019 TO December 2019
KEY WORDS: Connectivity, Competitiveness			
ABSTRACT: The evaluation data commonly used to discuss competitiveness of airport in the world include passengers, cargo traffic volume, as well as the departure and arrival times of the airport's operating performance. Some of them are also use indicators of subjective service levels or passenger satisfaction to do the analysis. Although these indicator data are valuable in themselves as they can directly show the airport operation status and the usage frequency of airspace, or the attractiveness of the airport to passengers and airlines; however, they do not provide information about airline network diversity and the competitive position relationship of hub airports. This study uses the Netscan Model to calculate the connectivity, and evaluates the relationship between airfare and passenger volume at the same time. The analysis results show that Taoyuan Airport currently has relative advantages in three transit markets of Vietnam, Manila and Jakarta compared with Hong Kong, Narita, and Incheon Airports, however, it is in a suboptimal situation compared with the transit markets of Bangkok, Kuala Lumpur and Singapore. In addition, the regression analysis shows that the relationship between connectivity and passenger volume is positively correlated, while the relationship between airfare and passenger volume is negatively correlated, meaning that the higher connectivity attracts more passengers to transit, and higher the airfare, the less attractive to passengers to transit. At present, two national airlines have adopted the strategy of increasing the connectivity as much as possible or lowering the airfare to attract passengers at the 6 major Southeast Asia passenger flight points transit to North America, and the attractiveness and competitiveness of their airports are significantly higher if both strategies are used at the same time. In order to make Taoyuan Airport a transit hub in the Asia-Pacific region, the airport shall provide timely assistance in arranging and acquiring timelines of national airlines, so that the quality of airline connectivity can be more competitive, and also can attract more passengers to transit.			
DATE OF PUBLICATION July 2020	NUMBER OF PAGES 92	PRICE Not for sale	
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目錄

第一章 前言	1
1.1 計畫緣由	1
1.2 研究範圍與內容	2
1.3 研究方法	3
第二章 文獻回顧	5
2.1 跨大西洋航線樞紐機場競爭態勢分析	5
2.2 航網表現與機場競爭地位關係	8
2.3 泰國機場航空貨運連結分析	14
2.4 航空貨運連結分析	15
2.5 調查香港機場在亞太地區轉運樞紐地位	19
2.6 東協各機場航網分析	20
2.7 機場連結度評估-以泰國機場為例.....	22
2.8 泰國中型機場連結度分析	24
2.9 小結	27
第三章 機場連結度計算概述	31
3.1 機場連結度介紹	31
3.2 NETSCAN MODEL 國際應用情況.....	31
3.3 NETSCAN MODEL 分析內容.....	35
第四章 東南亞主要機場中轉至北美航網概況	37
4.1 IATA MARKETIS 資料	37
4.2 各機場航班連結資料	39
4.3 各機場至北美地區綜整結果	44
第五章 各競爭機場樞紐連結度計算	47
5.1 分析模式參數說明	47
5.2 各機場連結度	52
第六章 連結度分析與綜合評估	53
6.1 機場樞紐連結度與客運量關係	53
6.2 票價與樞紐連結度、客運量關係	54
6.3 各航線細部分析	55

6.4 相關參數迴歸分析結果	61
第七章 結論與建議	63
7.1 結論	63
7.2 建議	64
參考文獻	65
附件:簡報資料	67

圖目錄

圖 1.1 國際機場協會 (ACI) 公布最新全球機場客運量排名.....	1
圖 2.1 阿姆斯特丹至辛辛那提機場航班及連結度資訊	5
圖 2.2 西北歐至美國連結度分析結果	6
圖 2.3 西北歐主要與次要機場整體連結度值	7
圖 2.4 西北歐樞紐機場中轉美國客源分布狀況	7
圖 2.5 各主要機場基本資料	8
圖 2.6 各主要機場連結度值	9
圖 2.7 各主要機場連結度值成長率	10
圖 2.8 機場各區域連結度分布情況(1).....	11
圖 2.8 機場各區域連結度分布情況(2).....	11
圖 2.8 機場各區域連結度分布情況(3).....	12
圖 2.9 各機場樞紐連結度分類情形	12
圖 2.10 各機場樞紐連結度成長率	13
圖 2.11 各機場平均樞紐連結度狀況.....	14
圖 2.12 泰國機場航班連結狀況	14
圖 2.13 泰國機場樞紐連結度計算結果	15
圖 2.14 仁川機場時間波結構	16
圖 2.15 仁川機場不同機型時間波結構	17
圖 2.16 仁川機場貨運 O-D 分布	18
圖 2.17 仁川機場中轉貨源起迄機場	18
圖 2.18 仁川機場連結度計算結果	18
圖 2.19 亞洲主要機場樞紐連結度值(全部).....	19
圖 2.20 亞洲主要機場樞紐連結度值(國際線).....	19
圖 2.21 各區域樞紐連結度分布情況	20
圖 2.22 機場各評估方式比較	21
圖 2.23 機場各指標評估結果	21
圖 2.24 新加坡機場樞紐連結狀況	22
圖 2.25 各類連結度分析模式	22
圖 2.26 泰國機場與吉隆坡機場連結度差異	23
圖 2.27 泰國機場與吉隆坡機場整體連結度比較	24
圖 2.28 西北歐樞紐機場中轉美國客源分布狀況	24
圖 2.29 泰國中型機場分布狀況	25
圖 2.30 泰國各中型機場 CNU 值	25
圖 2.31 2016 年泰國各機場旅客量	26
圖 2.32 各航空公司航班數與連結度值	27
圖 3.1 NETSCAN MODEL 的連結分類.....	32
圖 3.2 歐洲機場直接連結度前 20 名狀況	33

圖 3.3 航空公司類型連結度發展情況	34
圖 3.4 歐洲機場樞紐連結度發展狀況(2018 與 2017 年相比).....	34
圖 4.1 IATA MARKETIS 之基本報表格式	38
圖 4.2 CAPA 機場資料庫	39
圖 4.3 機場各地區航點概況	39
圖 4.4 CAPA 航班資料查詢	40
圖 6.1 越南-中轉-北美航線細部分析	56
圖 6.2 馬尼拉-中轉-北美航線細部分析	57
圖 6.3 曼谷-中轉-北美航線細部分析	58
圖 6.4 吉隆坡-中轉-北美航線細部分析	59
圖 6.5 雅加達-中轉-北美航線細部分析	60
圖 6.6 新加坡-中轉-北美航線細部分析	61

表目錄

表 2-1 相關文獻重要摘整	27
表 3-1 各連結度模式摘要表	31
表 4-1 新南向國家以中轉方式進出北美四大機場之比例分析	38
表 4-2 東南亞 6 機場經香港飛往北美地區航點分布	40
表 4-3 東南亞 6 機場經仁川飛往北美地區航點分布	41
表 4-4 東南亞 6 機場經成田飛往北美地區航點分布	42
表 4-5 東南亞 6 機場經桃園飛往北美地區航點分布	43
表 4-6 東南亞 6 機場中轉至北美地區綜整表	45
表 5-1 胡志明-香港機場-北美連結度計算	48
表 5-2 吉隆坡-香港機場-北美連結度計算	48
表 5-3 馬尼拉-香港機場-北美連結度計算	49
表 5-4 雅加達-香港機場-北美連結度計算	49
表 5-5 曼谷-香港機場-北美連結度計算	50
表 5-6 新加坡-香港機場-北美連結度計算	51
表 5-7 各機場樞紐連結度計算結果	52
表 6-1 各機場中轉人數與樞紐連結度比較	53
表 6-2 樞紐連結度、票價與中轉人數比較	55
表 6-3 迴歸分析結果	61

第一章 前言

1.1 計畫緣由

近年來亞太地區航空運輸需求快速成長，依據國際機場協會（Airports Council International, ACI）資料顯示(如圖 1.1)，2017 年國際航空客運量排名前 20 名中，亞洲機場就有 7 個，分別為香港(7,246 萬)、新加坡(6,157 萬)、仁川(6,152 萬)、曼谷(4,881 萬)、桃園(4,447 萬)、吉隆坡(4,235 萬)、成田機場(3,243 萬)，顯示其競爭激烈程度。

Table 2 – Total international passenger traffic 2017 (preliminary)

RANK 2017	RANK 2016	AIRPORT CITY / COUNTRY / CODE	INTL PASSENGERS	
			(Enplaning and deplaning)	Percent change
1	1	DUBAI, AE (DXB)	87 722 023	5.6
2	2	LONDON, GB (LHR)	73 187 198	3.0
3	3	HONG KONG, HK (HKG)	72 462 116	3.4
4	4	AMSTERDAM, NL (AMS)	68 401 146	7.7
5	5	PARIS, FR (CDG)	63 697 227	5.5
6	6	SINGAPORE, SG (SIN)	61 574 000	5.9
7	7	INCHEON, KR (ICN)	61 520 572	7.6
8	8	FRANKFURT, DE (FRA)	57 122 348	6.4
9	9	BANGKOK, TH (BKK)	48 811 600	7.8
10	10	TAIPEI, TW (TPE)	44 479 754	6.2
11	11	ISTANBUL, TR (IST)	44 254 473	7.5
12	14	KUALA LUMPUR, MY (KUL)	42 354 534	14.6
13	12	LONDON, GB (LGW)	41 476 858	5.3
14	15	MADRID, ES (MAD)	38 479 159	6.7
15	13	DOHA, QA (DOH)	35 262 164	-5.3
16	16	MUNICH, DE (MUC)	34 721 745	6.6
17	17	BARCELONA, ES (BCN)	34 527 018	6.8
18	18	TOKYO, JP (NRT)	33 090 944	3.4
19	19	NEW YORK NY, US (JFK)	32 431 419	2.1
20	22	TORONTO ON, CA (YYZ)	29 655 141	8.1
TOP 20 FOR 2017			1 005 231 439	5.7

資料來源：ACI report

圖 1.1 國際機場協會（ACI）公布最新全球機場客運量排名

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；但它們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。

1.2 研究範圍與內容

本研究擬以航空網路觀點做為出發點，並以國際上常見之 Netscan model 方式做為分析航空網路連結度(Aviation Network Connectivity)之基本指標，藉以分析亞太地區各主要競爭機場(包括香港、仁川、成田等)之中轉優勢，並分析其發展潛力，可作為民航局、機場公司發展參考，其中連結度系指利用機場航網分布及航班營運頻率等狀況計算出的指標。

相關研究項目、內容如下：

1. 蒐集國際計算機場連結度方法：歐洲國際機場協會(ACI-Europe)每年皆會針對歐洲各機場進行連結度調查報告，以瞭解各機場的發展與競爭優勢，因此本研究預計先蒐集相關文獻後，再瞭解 ACI 報告中，有關機場連結度計算的方式。
2. 大數據資料蒐集與整理：目前本所空運資料庫中包括旅客起迄資料共有 160 餘萬筆，起迄市場 2.5 萬多個，而機場資料包括 185 個機場基本資料，因此可以蒐集整理香港、仁川、成田等機場之航網、運量等資料。
3. 計算各機場之連結度：ACI 報告中的 Netscan model 計算亞太地區各主要機場之連結度，主要指標包含機場直接連結度、間接連結度，以及樞紐連結度；為了瞭解轉運狀況，本研究將以樞紐連結度為主。
4. 綜合評估：分析比較各主要競爭機場之轉運連結度，檢討其與競爭

力之關係。

1.3 研究方法

本研究資料來源主要來自本所空運資料庫，106 年起購置 11 個機場旅客起迄資料，包括桃園、香港、仁川、東京成田、上海浦東、新加坡、杜拜、紐約甘迺迪、洛杉磯、舊金山、溫哥華，其中旅客起迄資料共有 160 餘萬筆，起迄市場 2.5 萬多個，而機場資料包括 185 個機場基本資料，如客、貨運量等，同時涵括營運航空公司 400 餘家航網資料。本研究擬從資料庫中蒐集、整理亞洲鄰近競爭機場航網、運量資料後進行初步分析，以瞭解各機場之競爭優勢。

第二章 文獻回顧

為了瞭解航網連結度在國際間的相關研究，因此本研究蒐集了多篇國際學術相關論文，資料來源為期刊或研討會資料，其論文名稱及重點結論摘錄如下：

2.1 跨大西洋航線樞紐機場競爭態勢分析^[1]

文獻^[1]利用 Netscan 模式，探討西北歐至美國航空市場間，機場、航空公司與聯盟之競爭地位關係，其中西北歐定義為比利時、荷蘭、盧森堡、英國、愛爾蘭、法國和德國，另美國機場則包括芝加哥、亞特蘭大、洛杉磯和紐約甘迺迪機場等，而資料來源則是 OAG(全球航空旅行數據提供商)航班資料，以 2003~2005 年間，5 月份第 3 個禮拜的資料為準。

案例說明(阿姆斯特丹至辛辛那提機場)(如圖 2.1):

1. 底特律是一個重要樞紐，每週提供 89 個定期航班，而平均品質指數(中轉航線與直航間的替代性)為 0.32，而整體連結度值為 28.7。
2. 這種中轉方式，意味著在 89 個航班數量中，提供相當於 28.7 個從阿姆斯特丹到辛辛那提機場直飛航班。

Origin	Hub	Destination	Alliance	Average Quality Index	Frequency per Week	CNU/week
Amsterdam	--	Cincinnati	SkyTeam	1.00	7	7.0
Amsterdam	Atlanta	Cincinnati	SkyTeam	0.42	14	5.9
	Boston		SkyTeam	0.49	7	3.4
	Paris CDG		SkyTeam	0.35	47	16.6
	Detroit		SkyTeam	0.32	89	28.7
	New York		SkyTeam	0.40	46	18.2
	Newark		SkyTeam	0.38	7	2.6
	Rome FCO		SkyTeam	0.47	7	3.3
	Frankfurt		SkyTeam	0.46	14	6.4
	Washington Dulles		SkyTeam	0.35	7	2.4
	Houston		SkyTeam	0.37	28	10.5
	New York JFK		SkyTeam	0.19	7	1.4
	Memphis		SkyTeam	0.30	41	12.1
	Minneapolis		SkyTeam	0.39	14	5.4
	Chicago O'Hare		Star	0.31	7	2.2
	Philadelphia		Star	0.30	6	1.8
	Montreal		SkyTeam	0.58	7	4.1
	Dorval		SkyTeam	0.41	6	2.5
	Toronto		SkyTeam			
TOTAL				0.37	361.00	134.50

Source: OAG (2005); own calculations

資料來源: "THE COMPETITIVE POSITION OF HUB AIRPORTS IN THE TRANSATLANTIC MARKET", Journal of Air Transportation, Vol. 11, No. 1 -2006.

圖 2.1 阿姆斯特丹至辛辛那提機場航班及連結度資訊

在西北歐至美國連結度分析上(如圖 2.2)，2003 年 5 月至 2005 年 5 月間，直接連結度成長 21%，其中 2003~2004 年間成長 17%；而 2004~2005 年間只成長 4%；間接連結部分，2003~2005 年成長率為 41%。其中阿姆斯特丹機場直接與間接連結度成長率高於其他機場，這主要是由於法航與荷蘭皇家航空公司合併後，荷航加入天合聯盟，使得旅客量快速成長。而倫敦希斯洛機場直接連結度增長緩慢，主要是由於機場容量不足所造成的結果；雖然 2003~2004 年同時有航班增加，但 2004~2005 年成長率則為 0，原因就是機場無法再容納航班，因此造成間接連結數量成長，並藉由其他樞紐連結到美國。

由分析結果顯示，航空公司為達跨大西洋航線服務所需旅客量門檻，因此僅提供歐洲一級/二級機場和美國一級/二級機場間服務，其需求量足夠下可證明直接連結的合理性，而歐洲第三級機場則須依靠歐洲樞紐機場與美國建立連結。

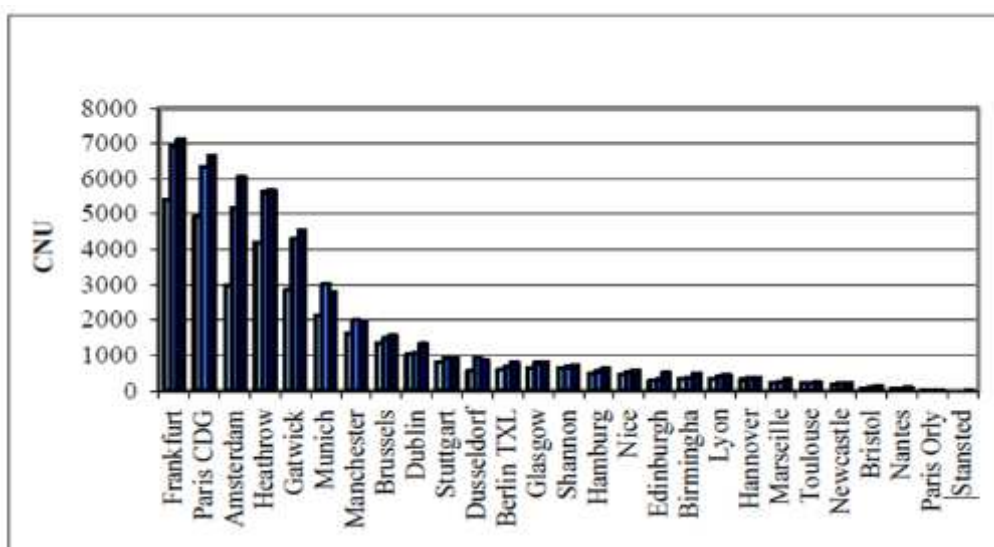
在整體連結度部分(如圖 2.3)，希斯洛機場落後阿姆斯特丹機場排名第 4，主要原因為阿姆斯特丹機場受益於荷蘭皇家航空公司與法國航空公司的合併，及加入天合聯盟後擴展航網；而希思洛機場則受到容量的限制，使得寰宇一家和其他聯盟極難增加航班頻率或添加新航線。

Initial origin	Type of origin	CNU		CNU		% growth		% growth	
		2003	2003	2003-2004	2003-2004	2004-2005	2004-2005	2003-2005	2003-2005
		Direct	Indirect	Direct	Indirect	Direct	Indirect	Direct	Indirect
Benelux	primary (AMS)	185	2790	14	78	8	17	24	109
	secondary	43	1296	10	10	1	6	11	17
	tertiary	-	150	-	39	-	28	-	78
UK and Ireland	primary (LHR)	501	3698	14	37	0	1	14	38
	secondary	354	7245	17	30	9	10	28	43
	tertiary	-	605	-	21	-	8	-	30
France	primary (CDG)	257	4662	18	30	3	5	22	36
	secondary	9	1324	-19	12	0	16	-19	29
	tertiary	-	501	-	10	-	19	-	31
Germany	primary (FRA)	267	5144	18	28	1	3	20	32
	secondary	81	4819	36	33	7	-1	46	31
	tertiary	-	1355	-	7	-	12	-	19
Total		1696	33590	17	32	4	7	21	41

Source: OAG (2005), own calculations

資料來源: "THE COMPETITIVE POSITION OF HUB AIRPORTS IN THE TRANSATLANTIC MARKET", Journal of Air Transportation, Vol. 11, No. 1 -2006.

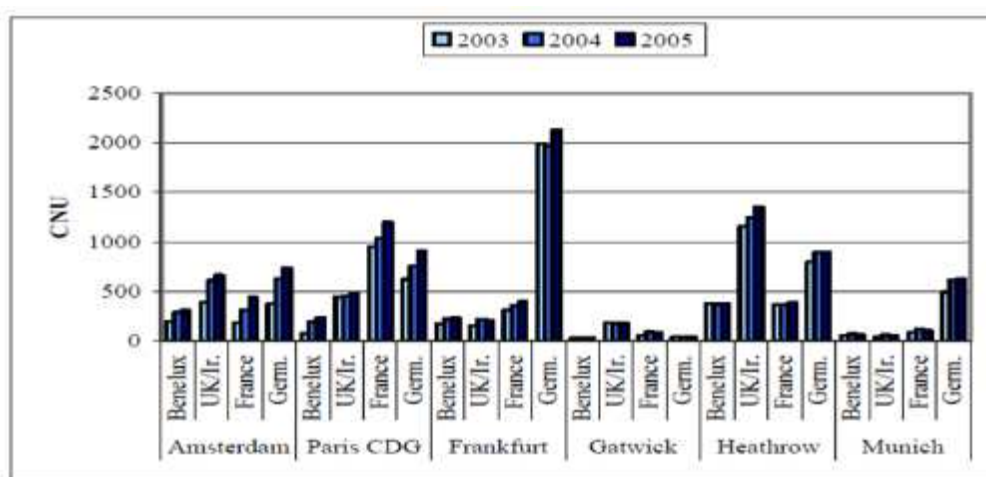
圖 2.2 西北歐至美國連結度分析結果



資料來源: “THE COMPETITIVE POSITION OF HUB AIRPORTS IN THE TRANSATLANTIC MARKET”, Journal of Air Transportation, Vol. 11, No. 1 -2006.

圖 2.3 西北歐主要與次要機場整體連結度值

由圖 2.4 可知，德國法蘭克福機場主要轉機客源是德國境內本身，占 72%，而慕尼黑機場德國境內來源占 74%；荷蘭阿姆斯特丹機場轉機客源來自比荷盧經濟體只占 14%，大部分來自英國、法國與德國；英國希斯洛機場轉機客源來自英國本身占 45%，其次則是德國。由以上數據可以得知，阿姆斯特丹機場是歐洲主要轉運的樞紐機場。

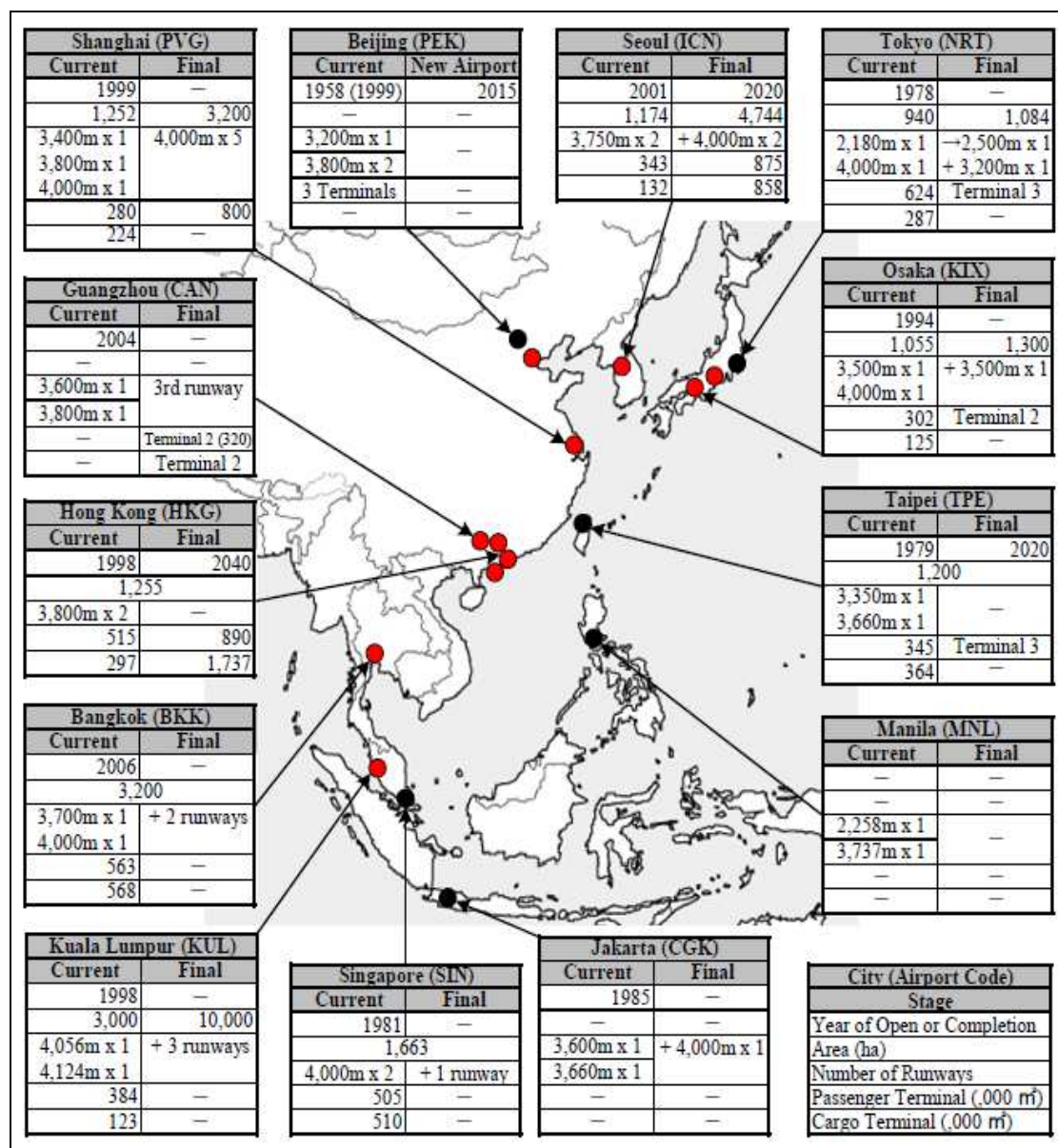


資料來源: “THE COMPETITIVE POSITION OF HUB AIRPORTS IN THE TRANSATLANTIC MARKET”, Journal of Air Transportation, Vol. 11, No. 1 -2006.

圖 2.4 西北歐樞紐機場中轉美國客源分布狀況

2.2 航網表現與機場競爭地位關係^[2]

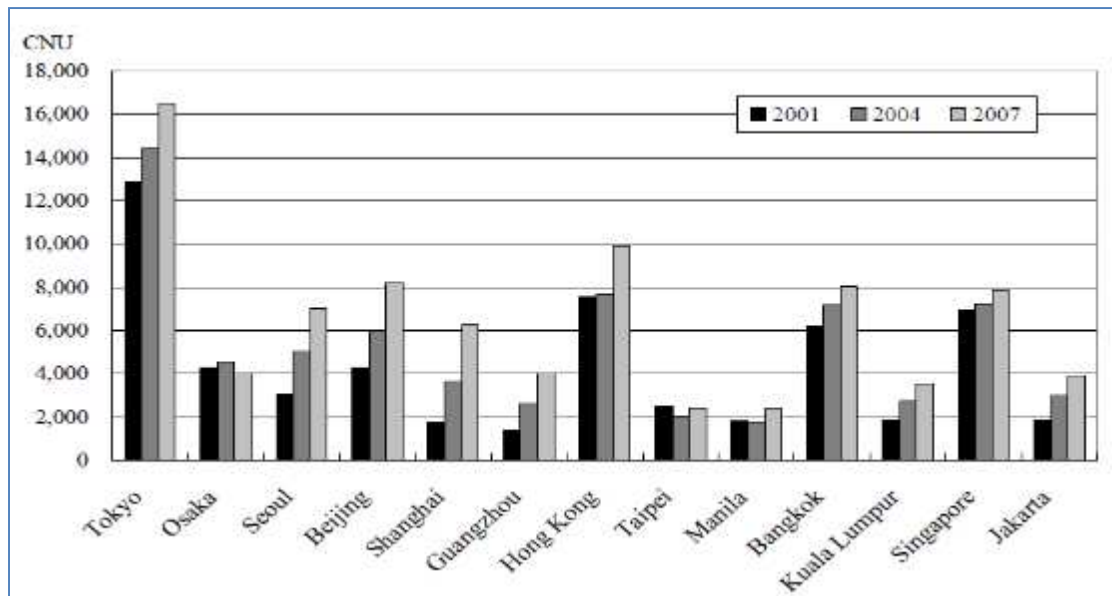
文獻^[2]利用 Netscan Model 量化機場間接與直接航網連結狀況，據以分析機場的競爭地位，因此選定東亞及東南亞中 13 個主要機場進行分析，而資料年期為 2001 年、2004 年與 2007 年，其中選定機場包括：上海(PVG)、北京(PEK)、廣州(CAN)、首爾(ICN)、成田(NRT)、大阪(KIX)、香港(HKG)、曼谷(BKK)、吉隆坡(KUL)、新加坡(SIN)、雅加達(CGK)、馬尼拉(MNL)、桃園(TPE)機場，如圖 2.5。



資料來源：“Air network performance and hub competitive position: evaluation of primary airports in East and South-East Asia”, Journal of Airport Management, 2009.

圖 2.5 各主要機場基本資料

由機場(直接和間接)連結度顯示(如圖 2.6)，最高為成田機場，2001 年連結度值為 12,833，2004 年為 14,402，2007 年為 16,506；而後香港機場 2007 年連結度值為 9,833，北京為 8,203，曼谷為 8,017，新加坡為 7,885，首爾為 7,034。



資料來源: “Air network performance and hub competitive position: evaluation of primary airports in East and South-East Asia”, Journal of Airport Management, 2009.

圖 2.6 各主要機場連結度值

在機場連結度成長率部分，由資料得知(如圖 2.7)，中國大陸浦東與廣州機場在 2001~2007 年間，連結度值成長最快，分別為 260%與 190%，其主要原因為這兩座機場是在 2000 年初才開始營運的新機場。另 2001~2007 年間，首爾連結度成長率 132%、雅加達 106%、北京 92%、吉隆坡 90%。

大阪與桃園機場則是呈現負成長，其中大阪是因為成田機場於 2002 年第 2 條跑道開始加入營運，且由於關西地區的經濟出現衰退，因此部分航空公司將大阪航班移至成田機場。桃園機場 2001~2004 年間，連結度減少 20%，而 2001~2007 年間則是減少 6%，主要是由於 2001~2004 年間，至北美地區直接連接大量的減少。其他機場，如東京成田、香港，曼谷和新加坡，則是經歷了平穩的增長水準。

Airport	2001-2004	2004-2007	2001-2007
Tokyo	12.2	14.6	28.6
Osaka	6.7	-11.6	-5.7
Seoul	66.9	39.2	132.3
Beijing	39.9	37.3	92.2
Shanghai	110.0	72.6	262.4
Guangzhou	90.5	54.1	193.4
Hong Kong	1.0	29.4	30.7
Taipei	-20.3	17.8	-6.1
Manila	-0.7	36.3	35.3
Bangkok	15.8	11.6	29.3
Kuala Lumpur	47.7	28.9	90.4
Singapore	3.7	9.1	13.2
Jakarta	58.2	30.1	105.8

資料來源: “Air network performance and hub competitive position: evaluation of primary airports in East and South-East Asia”, Journal of Airport Management, 2009.

圖 2.7 各主要機場連結度值成長率

機場各區域連結度分布狀況如圖 2.8 所示，由數據顯示，所有機場對於南亞、中亞和俄羅斯/西伯利亞、拉丁美洲、中東與非洲幾乎沒有連結性。

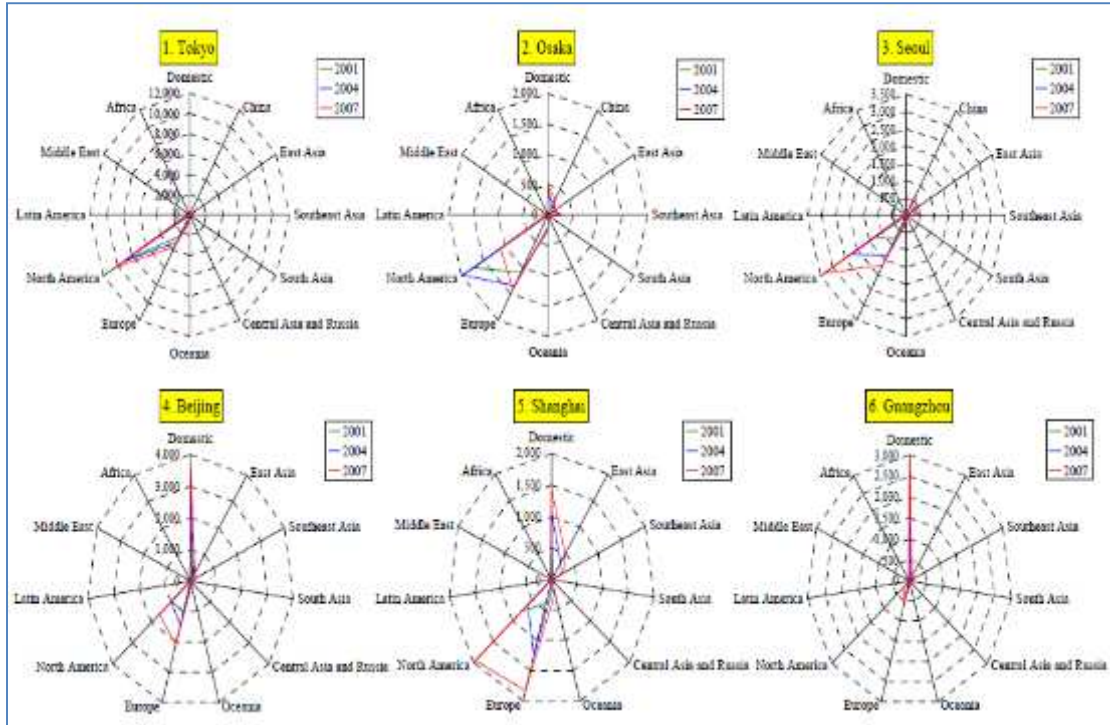
成田機場在所有方向的連結性幾乎都在增加，尤其在跨太平洋市場上有絕對競爭地位，而歐洲目的地也具有相對競爭優勢；此外它與拉丁美洲的連接，比其他機場有較佳表現。大阪機場在 2007 年擁有與歐洲最大的連接，且與北美也有高連結性，但與國內和亞洲目的地則是緩和的連接。首爾機場增加與北美和歐洲的連接，儘管首爾與金浦機場間的定位不同，但首爾機場仍與韓國國內目的地聯繫非常緊密。

中國大陸 4 個機場中，北京和廣州擁有絕對的國內連接，而上海除了國內連接外，也顯示出與北美的強大連接；另外香港除了服務中國大陸國內市場外，對於北美、歐洲、東亞、東南亞，以及大洋洲，都有較佳連結性。

由於桃園機場在 2001 年至 2004 年期間取消了許多與北美的直接連接，因此在這一期間減少許多航網連接度；而曼谷和新加坡是以歐洲的競爭地位為特徵，增長率是呈現緩和上升；另馬尼拉、吉隆坡和雅加達傾向於國內或亞洲特定的目的地為主，其中吉隆坡和雅加達連結度有較高增長率。

由分析結果可初步對機場連結地位進行分類，1.北美地區優勢為

東京成田與首爾機場；2.歐洲地區優勢為曼谷與新加坡機場；3.北美和歐洲地區優勢為大阪、上海與香港機場；4 亞洲地區優勢為桃園、馬尼拉與吉隆坡機場；5.國內市場優勢為北京、廣州與雅加達機場。



資料來源：“Air network performance and hub competitive position: evaluation of primary airports in East and South-East Asia”, Journal of Airport Management, 2009.

圖 2.8 機場各區域連結度分布情況(1)

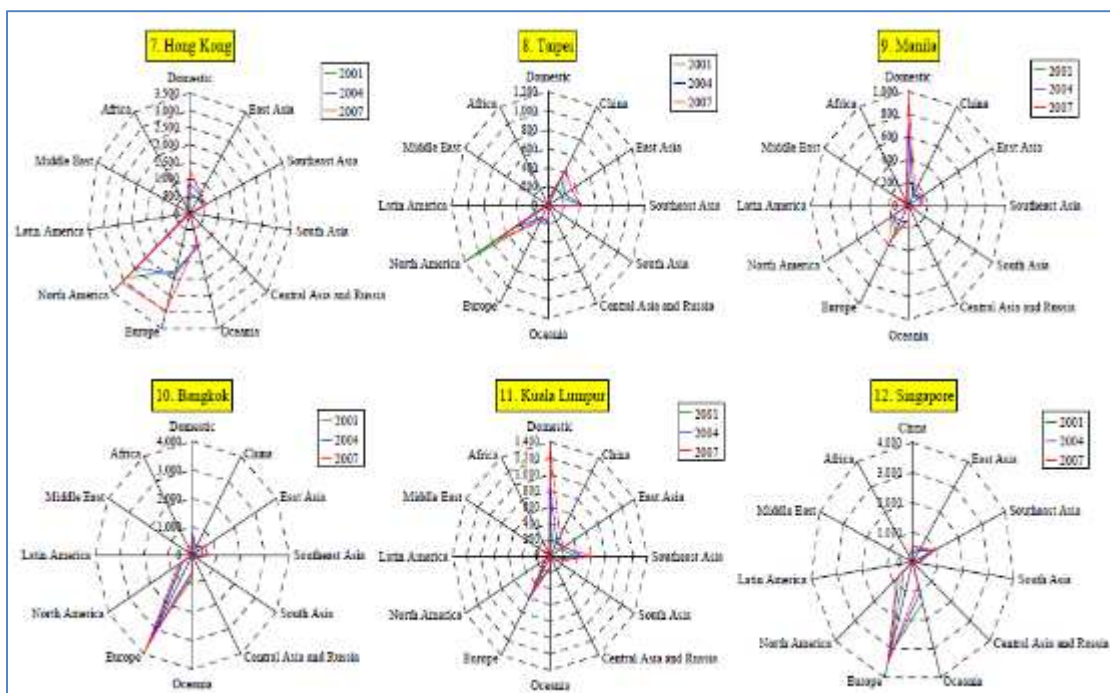


圖 2.8 機場各區域連結度分布情況(2)

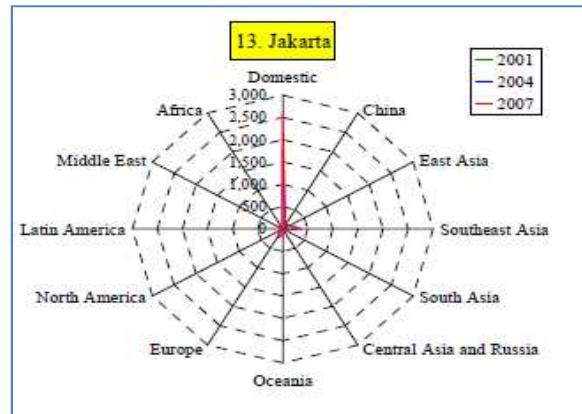
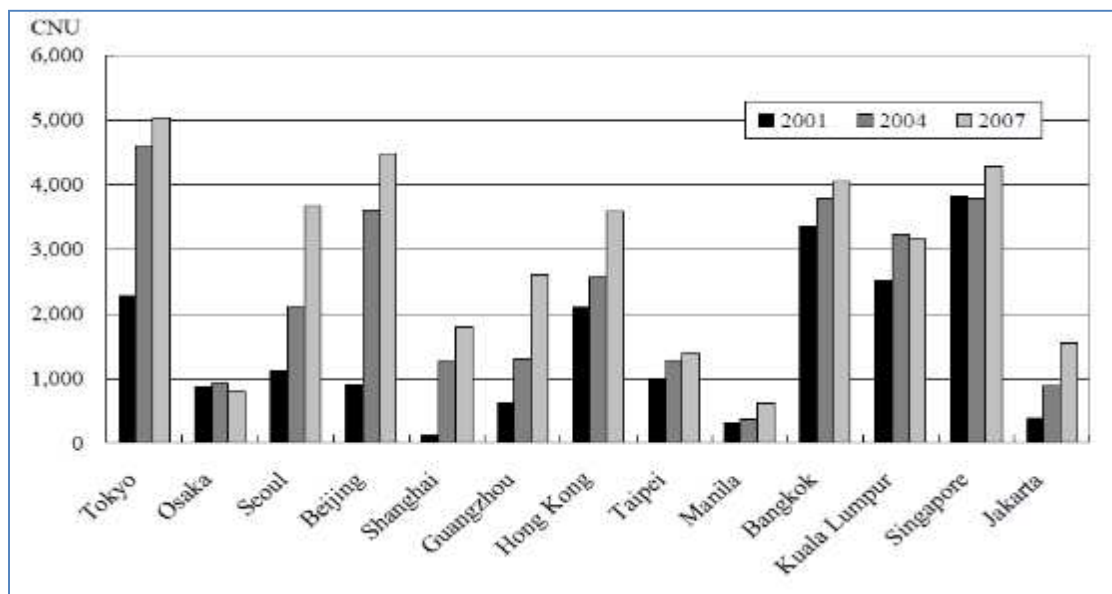


圖 2.8 機場各區域連結度分布情況(3)

文獻^[2]也針對機場樞紐連結度進行探討，分析結果可分為幾群組(如圖 2.9)，第 1 群組為 2007 年成田機場擁有最高的樞紐連結度，其連結度值為 5,042；第 2 群組包括北京連結度值為 4,481、新加坡為 4,291、曼谷為 4,051；第 3 群組包括首爾為 3,683、香港為 3,578、吉隆坡為 3,156。

成田機場在北美與首爾連結部分，比起連接中國大陸、東亞與東南亞有較強的樞紐連結度；北京與雅加達機場則是專注於國內樞紐的連接；香港在洲際樞紐連接上有很好表現；新加坡則是樞紐連接東南亞、大洋洲和歐洲地區。



資料來源: “Air network performance and hub competitive position: evaluation of primary airports in East and South-East Asia”, Journal of Airport Management, 2009.

圖 2.9 各機場樞紐連結度分類情形

在樞紐連結度成長率部分(如圖 2.10)，由 2001~2007 年資料得知，北京成長率為 397%、上海為 1,451%、廣州為 323%，顯示這 3 座機場快速發展成為樞紐；但值得注意的是在 2001 年時，這 3 座機場樞紐連結度都還是偏低的；另外雅加達與首爾機場的樞紐連結在這期間也是快速成長。上面 5 座機場，除了仁川機場外，其餘機場主要是著重於國內市場，仁川則是藉由兩家國籍航空營運策略發展航網，以連接中國大陸、東亞、東南亞、大洋洲、北美與歐洲等。

此外成田機場平均成長 121%，而大阪機場則是呈現負成長，2001~2007 年為-9.2%，主要在東南亞、大洋洲與北美地區連結減少；另香港、曼谷與新加坡機場則是呈現緩和的成長。

Airport	2001-2004	2004-2007	2001-2007
Tokyo	102.1	9.3	121.0
Osaka	6.8	-15.0	-9.2
Seoul	90.3	73.9	230.9
Beijing	300.2	24.2	396.8
Shanghai	983.1	43.2	1450.5
Guangzhou	109.4	102.0	323.0
Hong Kong	22.2	39.7	70.7
Taipei	31.4	8.8	43.1
Manila	12.3	71.9	93.0
Bangkok	12.9	7.2	21.1
Kuala Lumpur	27.9	-2.2	25.1
Singapore	-0.7	13.5	12.7
Jakarta	133.2	76.1	310.6

資料來源: “Air network performance and hub competitive position: evaluation of primary airports in East and South-East Asia”, Journal of Airport Management, 2009.

圖 2.10 各機場樞紐連結度成長率

在平均樞紐連結度(Average Hub Connectivity)部分(如圖 2.11)，計算平均樞紐連結度主要目的是瞭解樞紐連結度的表現(Hub Connective Performance)。以成田機場 2007 年為例，每 1 個離境航班擁有 2.99 個入境航班連結；另仁川機場連結度為 2.11、吉隆坡機場連結度為 1.33、新加坡機場連結度為 2.08，這 3 座機場平均樞紐連結度是較高的；此外中國大陸 3 座機場平均樞紐連結度則呈現較低。

Airport	2001	2004	2007
Tokyo	1.82	2.85	2.99
Osaka	0.74	1.00	0.74
Seoul	1.13	1.74	2.11
Beijing	0.43	1.17	1.14
Shanghai	0.19	0.80	0.83
Guangzhou	0.51	0.71	0.95
Hong Kong	1.13	1.17	1.30
Taipei	0.89	1.05	1.07
Manila	0.28	0.31	0.40
Bangkok	1.85	1.61	1.71
Kuala Lumpur	2.19	1.93	1.33
Singapore	2.12	2.09	2.08
Jakarta	0.30	0.40	0.51

資料來源: “Air network performance and hub competitive position: evaluation of primary airports in East and South-East Asia”, Journal of Airport Management, 2009.

圖 2.11 各機場平均樞紐連結度狀況

2.3 泰國機場航空貨運連結分析^[3]

文獻^[3]針對航空貨運進行分析，同時利用 Netscan 模式計算泰國國際機場的連結性，以分析成為貨運營運樞紐的情況。分析結果顯示(圖 2.12、圖 2.13)，由主要 5 家航空公司計算得知連結度為 29.7，後續須針對泰國國際機場和其競爭對手之間進行比較，這樣就可以決定機場作為樞紐的確切吸引力。

Table 1: The frequencies of airline transshipments in Suvarnabhumi international airport per week in 2010 (AOT Air Traffic, 2010).

Airline	Possible Origins	Possible Destinations	Frequency Movement/ week	Gcd (km)	TRF (hrs)
Thai Airways	Hong Kong	Kuala Lumpur	9	2511	1
		Dubai	13	6895	3
		London	18	21601	12
		Ho Chi Minh	7	1506	1
		New Delhi	15	6717	2
Thai Air Asia	Hong Kong	Kuala Lumpur	3	2511	1
		Ho Chi Minh	2	1506	1
Bangkok	Hong Kong	Kuala Lumpur	1	2511	1
	Kuala Lumpur	Hong Kong	1	2511	1
EVA Air	London	Taipei	2	9790	2
	Taipei	London	1	9790	2
Emirates	Dubai	Hong Kong	1	6895	3
	Hong Kong	Dubai	1	6895	1.12

資料來源: “An Analysis of Airfreight Transshipment Connectivity at Suvarnabhumi International Airport”, European Journal of Business and Management, Vol 4, No.13, 2012.

圖 2.12 泰國機場航班連結狀況

Table 2: Result of NETSCAN model

Airline	Possible Origins	Possible Destinations	FLY (hrs)	NST (hrs)	MAXT (hrs)	PTT (hrs)	QUAL (hrs)	CNU (hrs)
Thai Airways	Hong Kong	Kuala Lumpur	1.5	2.49	6.99	4.31	0.6	5.4
		Dubai	7.5	6.83	16.98	14.96	0.2	2.6
		London	10.3	21.4	29.86	27.05	0.3	5.4
		Ho Chi Minh	1.1	1.49	4.30	3.99	0.1	0.7
		New Delhi	5.5	6.65	16.63	10.5	0.6	9.0
Thai Air Asia	Hong Kong	Kuala Lumpur	1.5	2.49	6.9	4.31	0.6	1.8
		Ho Chi Minh	1.1	1.49	4.30	3.99	0.2	0.4
Bangkok	Hong Kong	Kuala Lumpur	1.5	2.49	6.9	4.31	0.6	0.6
	Kuala Lumpur	Hong Kong	1.5	2.49	6.9	4.31	0.6	0.6
EVA Air	London	Taipei	8.1	9.67	21.98	12.65	0.8	1.6
	Taipei	London	8.1	9.67	21.98	12.65	0.8	0.8
Emirates	Dubai	Hong Kong	7.5	6.83	16.98	14.96	0.2	0.2
	Hong Kong	Dubai	7.5	6.83	16.98	11.23	0.6	0.6
Total CNU								29.7

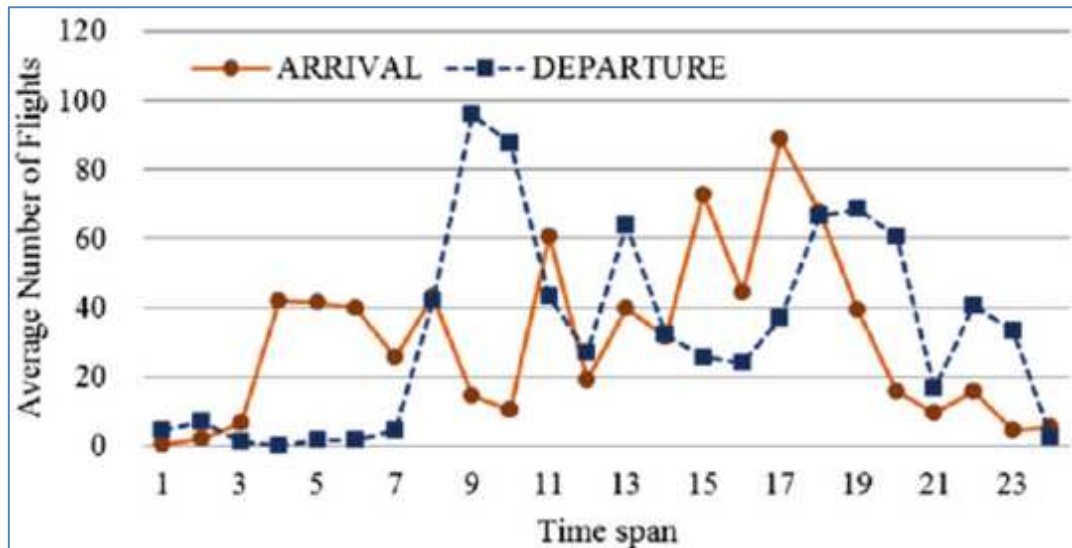
資料來源: “An Analysis of Airfreight Transshipment Connectivity at Suvarnabhumi International Airport”, European Journal of Business and Management, Vol 4, No.13, 2012.

圖 2.13 泰國機場樞紐連結度計算結果

2.4 航空貨運連結分析^[4]

文獻^[4]是探討機場貨運航網及航班時間集中對於機場樞紐地位的關聯性。貨運轉運的連結度取決於樞紐機場的連結品質，是由間接航班與直飛航班相比，本篇使用時間波結構分析航班時刻表的連結性，以估計連結程度與品質。

在時間波結構(The Wave Structure)分析上，仁川機場抵達航班有 7 個集中時段(如圖 2.14)，而離境航班有 3 個集中時段(包含客機與貨機)，在考慮上下貨時間後，由數據可分為幾個波段，第 1 個是抵達時間從 04:00 至 06:00，離境從 09:00 至 10:00；第 2 個是抵達時間從 08:00 至 11:00，離境在 13:00；第 3 個是抵達時間從 13:00 至 17:00，離境從 18:00 至 20:00；由上述數據得知，貨運平均處理時間不超過 4 小時為準。

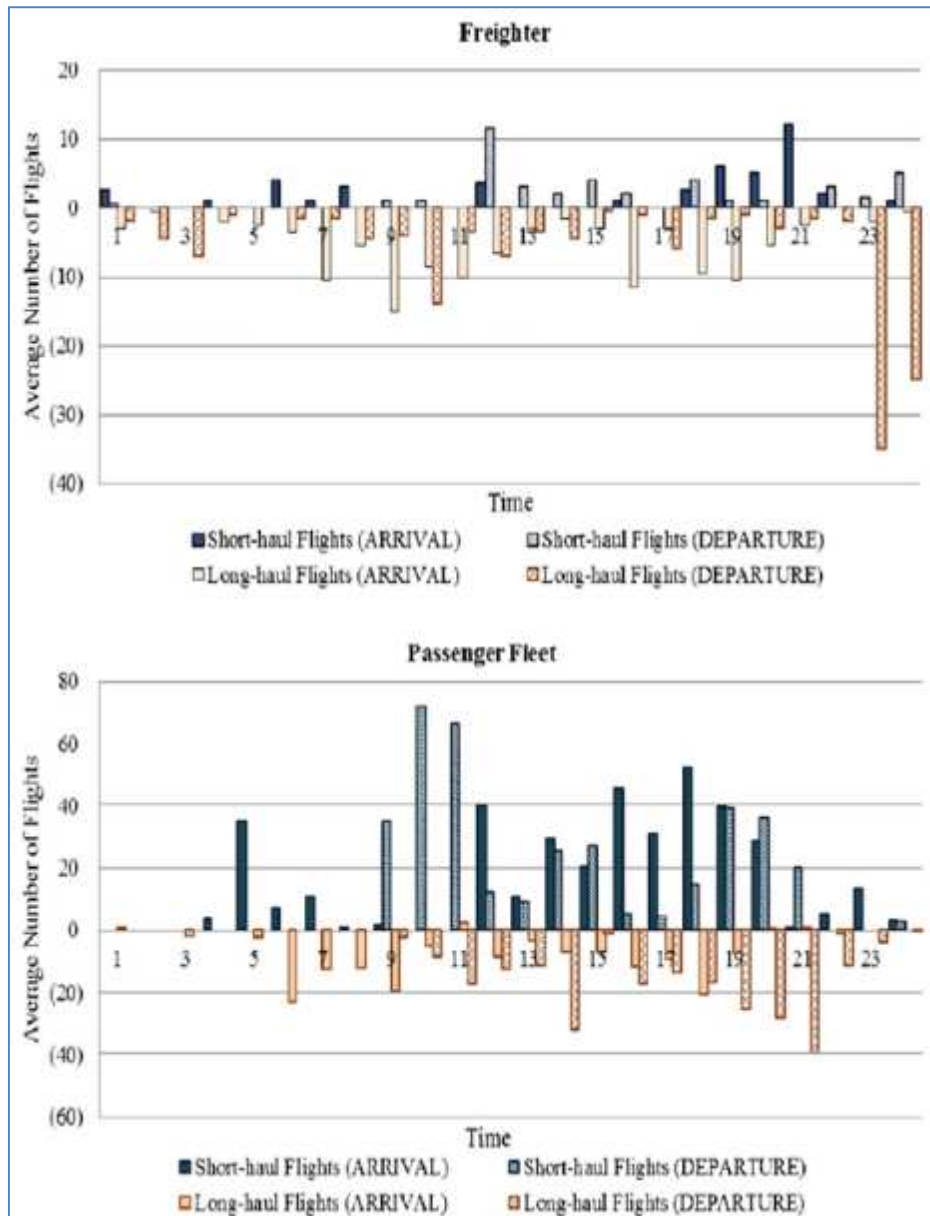


資料來源:“Connectivity analysis of transshipments at a cargo hub airport”, Journal of Airport Management, 2012.

圖 2.14 仁川機場時間波結構

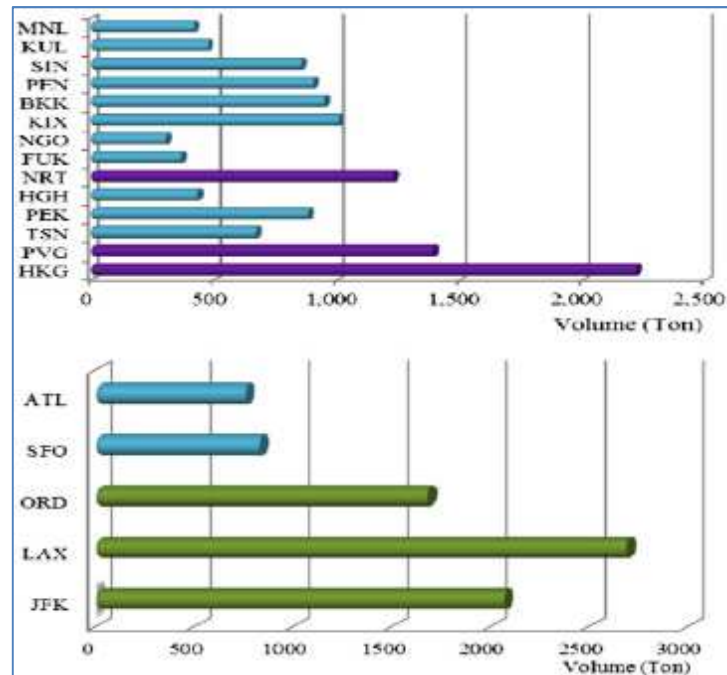
另以航行距離分類時，由於貨運中轉多以短程匯集後，再以長程航線運送，因此檢查短程航班到達的波形與遠程航班的離去波形之間的關係(如圖 2.15)，其可分為 4 種，第 1 個是抵達時間 04:00，離境從 09:00 至 11:00；第 2 個是抵達時間 11:00，離境在 13:00；第 3 個是抵達時間 15:00，離境在 16:00；第 4 個是抵達時間 17:00，離境在 22:00 至 23:00。

由 F-Netscan Model 分析結果(圖 2.16、圖 2.17)可知，香港是仁川機場主要中轉貨來源，而北美洛杉磯及紐約甘迺迪機場則是目的地，同時分析其中 7 座機場(如圖 2.18)產生之連結度，其中 HKG-ICN-JFK 航線的品質指數最高為 0.95，而 HKG-ICN-ORD 與 PVG-ICN-ORD 航線品質最低為 0.83；另 BKK-ICN-JFK 為東南亞主要航線，品質指數為 0.94。最後由資料顯示，仁川機場貨運航網的集中與間接連接，有很大程度取決於客運機隊定期航班的運行。



資料來源:“Connectivity analysis of transshipments at a cargo hub airport”, Journal of Airport Management, 2012.

圖 2.15 仁川機場不同機型時間波結構



資料來源:“Connectivity analysis of transshipments at a cargo hub airport”, Journal of Airport Management, 2012.

圖 2.16 仁川機場貨運 O-D 分布

Table 3
Selected routes for F-NETSCAN model.

Origin airport	Transfer airport	Destination airport
HKG	ICN	LAX/JFK/ORD
PVG		LAX/JFK/ORD
NRT		LAX/JFK
BKK		LAX/JFK

資料來源:“Connectivity analysis of transshipments at a cargo hub airport”, Journal of Airport Management, 2012.

圖 2.17 仁川機場中轉貨源起迄機場

Table 4
Results using NETSCAN.

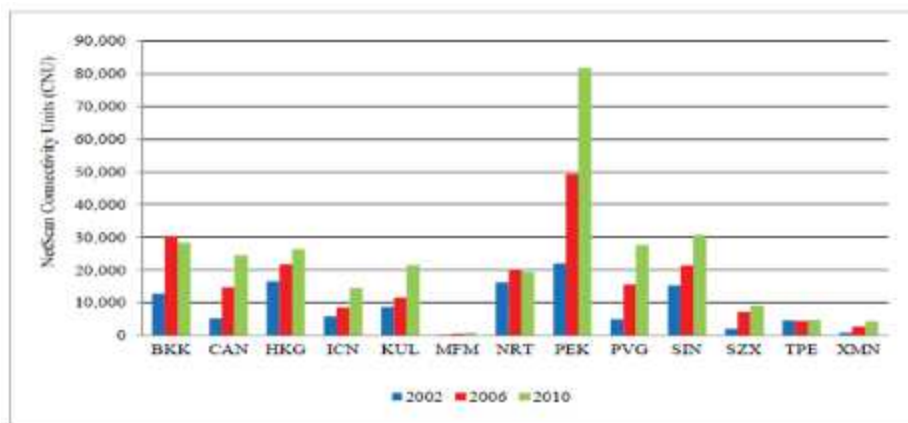
ROUTES (Indirect connection)	MAXT (hour)	DTT (hour)	ITT (hour)	FLT (hour)	WAT (hour)	QUAL
(Direct connection)						
HKG-ICN-LAX	72	12.50	18.52	14.17	4.35	1.00
HKG-ICN-JFK	72	18.75	21.35	15.92	5.43	0.95
HKG-ICN-ORD	72	14.00	24.12	17.12	7.00	0.83
PVG-ICN-LAX	72	11.67	18.23	13.25	4.98	0.89
PVG-ICN-JFK	72	14.25	22.48	15.00	7.48	0.86
PVG-ICN-ORD	72	14.50	24.07	16.20	7.87	0.83
NRT-ICN-LAX	72	8.00	16.98	13.25	3.73	0.87
NRT-ICN-JFK	72	12.50	20.53	15.00	5.53	0.86
BKK-ICN-LAX	72	14.50	21.04	15.00	6.37	0.89
BKK-ICN-JFK	72	17.00	20.22	16.42	3.80	0.94

資料來源:“Connectivity analysis of transshipments at a cargo hub airport”, Journal of Airport Management, 2012.

圖 2.18 仁川機場連結度計算結果

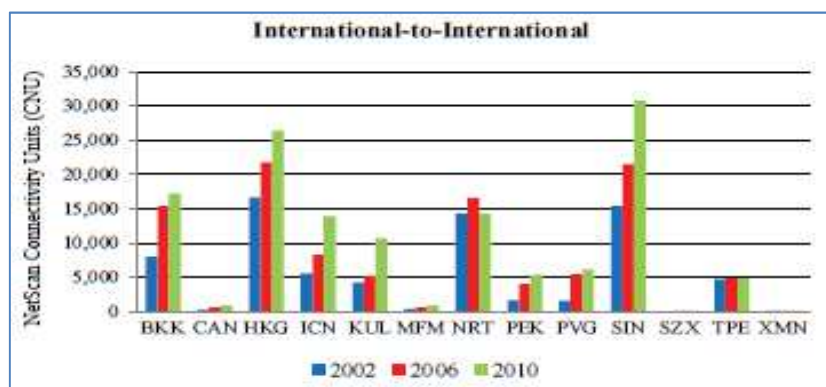
2.5 調查香港機場在亞太地區轉運樞紐地位^[5]

文獻^[5]蒐集香港機場連結度與機場競爭地位關係資料，同時利用 Netscan 模式分析，藉由 2002 年、2006 年與 2010 年資料，評估亞洲幾個主要樞紐機場競爭能力狀況。分析結果顯示，北京(PEK)機場連結度領先最高，其次是曼谷(BKK)、新加坡(SIN)、香港(HKG)、成田(NRT)、上海(PVG)、廣州(CAN)、吉隆坡(KUL)、與仁川(ICN)；而後才是桃園(TPE)、深圳(SZX)、廈門(XMN)與澳門(MFM)，其中分析結果包含國際線與國內線(如圖 2.19)，而圖 2.20 則是單獨顯示國際航線。



資料來源: “Investigating Hong Kong’s Role as the Main Air Transport Hub in the Asia-Pacific Region”, the degree of Doctorate of Philosophy in Aviation, Massey University, Manawatu Campus, New Zealand.

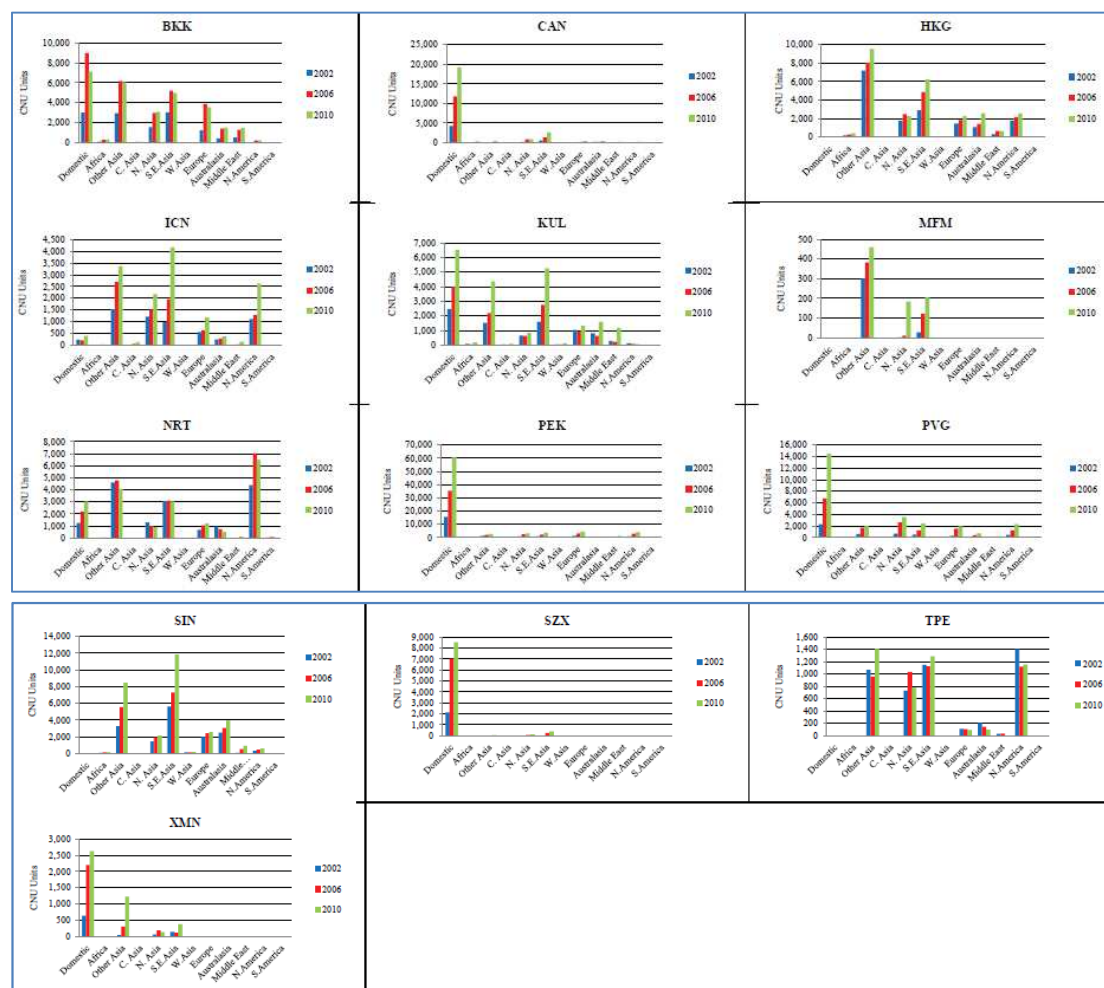
圖 2.19 亞洲主要機場樞紐連結度值(全部)



資料來源: “Investigating Hong Kong’s Role as the Main Air Transport Hub in the Asia-Pacific Region”, the degree of Doctorate of Philosophy in Aviation, Massey University, Manawatu Campus, New Zealand.

圖 2.20 亞洲主要機場樞紐連結度值(國際線)

由各區域樞紐連結度分布狀況可知(如圖 2.21)，轉機歐洲具有優勢機場包括北京、曼谷與新加坡機場；轉機澳洲具有優勢包括新加坡、香港、曼谷與吉隆坡機場；轉機中東具有優勢包括曼谷、吉隆坡與香港機場；轉機北美具有優勢包括成田、北京、香港與仁川機場；轉機南美具有優勢包括成田與海浦機場。



資料來源: “Investigating Hong Kong’s Role as the Main Air Transport Hub in the Asia-Pacific Region”, the degree of Doctorate of Philosophy in Aviation, Massey University, Manawatu Campus, New Zealand.

圖 2.21 各區域樞紐連結度分布情況

2.6 東協各機場航網分析^[6]

文獻^[6]利用 4 項指標(如圖 2.22):Netscan Model、集中度(Concentration Ratio)、赫芬達爾—赫希曼指數(Herfindahl-Hirschman Index, HHI) 及綜合集中指數(Comprehensive Concentration Index)，分析東南亞幾個樞紐機場表現狀況，其中包括泰國機場 (BKK)，新加

坡機場(SIN)，吉隆坡機場(KUL)，馬尼拉機場(MNL)，雅加達機場(CGK)等 5 個機場。

Model, Authors, and Date	Theoretical Assumptions	Data Requirement
Gini Index Scholz & Cosel (2011), Scholz (2012)	Used as a measure of inequality of income or wealth	Population, Income
Concentration Ratio Hakfoort <i>et al.</i> (2003), Danesi (2006) Scholz & Cosel (2011), Scholz (2012)	Measuring the concentration of market share held by particular suppliers in a market	Percentage of total market sales accounted for by a given number of leading firms
Herfindahl-Hirschman Index Lijesen (2004), Lohmann <i>et al.</i> (2009), Scholz & Cosel (2011), Scholz (2012)	Measure of the size of firms in relation to the industry and an indicator of the amount of competition among them	The market share of each firm competing in a market and then summing the resulting numbers
Netscan Model Burghout & De Wit (2005), Veldhaus (1997), Kim & Park (2011)	It counts the number of connecting opportunities (direct and indirect flights), and weights these connections in terms of transfer and detour time relative to a theoretical direct flight, since the quality of direct and indirect flight connections are different	Flight schedules, minimum connection time, great-circle distance, flight time
Bootsman Model Kim & Park (2011)	It considers minimum and maximum connecting time and classify them as "excellent", "good" or "poor"	Airline schedules, flight time, minimum connection time

資料來源: "Airline Network Analysis of ASEAN International Airport Region", The Open Transportation Journal, 2014, 8, 19-25.

圖 2.22 機場各評估方式比較

圖 2.23 數據代號分別為 CR1 (BKK)，CR2 (SIN)，CR3 (KUL)，CR4 (MNL)，CR5(CGK)，分析結果顯示前 4 個機場 CR 值合併接近 67%，其中 BKK 有較高集中度，代表由少數廠商主宰的寡占市場，另 HHI 值顯示為適度競爭市場，此外 CCI 顯示市場高度競爭而非壟斷。

Year	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Average
CR 1	24.52	23.72	23.64	23.64	21.53	19.15	18.31	17.46	17.55	24.83	21.42
CR 2	41.66	42.75	42.99	42.24	39.72	37.23	35.64	34.76	34.98	40.97	39.29
CR 3	57.17	58.65	58.78	57.48	55.67	53.7	51.99	50.89	55.27	55.84	55.84
CR 4	70.08	70.02	70.11	68.56	67.79	64.89	64.27	62.87	63.33	65.93	66.78
CR 5	79.78	70.02	79.24	78.07	77	73.88	73.27	71.86	72.77	74.4	75.03
HHI	1516.67	1529.97	1534.35	1490.57	1408.8	1338.7	1307.64	1282.26	1287.36	1424.03	1412.03
CCI	0.42	0.42	0.42	0.41	0.39	0.37	0.36	0.36	0.36	0.4	0.39

資料來源: "Airline Network Analysis of ASEAN International Airport Region", The Open Transportation Journal, 2014, 8, 19-25.

圖 2.23 機場各指標評估結果

與東協十國主要機場航班連接上，樟宜國際機場是最適合成為區域樞紐，主要因為擁有最多的轉機航班(如圖 2.24)，另從資料得知，要成為最好的樞紐機場地位，必須具有最短的連接時間，同時且航班頻率必須足夠，最後研究結果有助於東協國際機場確定其市場地位，並應用評估重新安排航網的有效性，以改善機場連結性。

Table 3. Hub connectivity via Changi International Airport (SIN).

Route	Airline	Schedule	Flight Time	km	Transfer Time	Route	Airline	Schedule	Flight Time	km	Freq	Total Flight Time	Total km	Quality	CNU
KUL-SIN	ME	14:30-15:25	0:55	379	0:55	SIN-PIN	SQ	16:20-17:15	1:55	1167	28	2:50	1546	0.63	17.62
KUL-SIN	ME	10:25-11:20	0:55	379	1:05	SIN-MNL	SQ	12:25-16:00	3:35	2382	4	4:30	2761	0.48	1.94
KUL-SIN	ME	12:00-12:55	0:55	379	1:55	SIN-MNL	PR	14:50-16:25	1:35	2382	6	2:30	2761	0.58	3.50
KUL-SIN	SQ	12:00-12:55	0:55	379	1:25	SIN-MNL	SQ	14:20-17:55	3:35	2382	14	4:30	2761	0.40	5.62
KUL-SIN	SQ	19:30-20:25	0:55	379	1:00	SIN-MNL	PR	21:25-1:05	3:40	2382	12	4:35	2761	0.50	5.97
CGK-SIN	SQ	14:15-16:50	1:35	875	0:50	SIN-CGN	SQ	17:40-18:45	2:05	1085	7	5:40	1960	0.65	4.41
CGK-SIN	SQ	5:50-8:25	1:45	875	1:10	SIN-MNL	SQ	9:55-11:10	1:15	2382	3	5:10	3257	0.49	0.99
CGK-SIN	GA	6:25-9:05	1:40	875	1:20	SIN-MNL	PR	10:25-14:05	3:40	2382	7	5:20	3257	0.44	3.11
CGK-SIN	GA	7:55-10:35	1:40	875	1:50	SIN-MNL	SQ	12:25-16:00	3:35	2382	7	5:15	3257	0.34	2.39
CGK-SIN	SQ	8:25-11:00	1:35	875	1:25	SIN-MNL	BI	12:25-16:00	3:35	2382	7	5:10	3257	0.44	3.08
CGK-SIN	GA	7:55-10:35	1:40	875	1:30	SIN-BWN	BI	12:05-14:15	2:10	1334	3	3:50	2209	0.30	0.89
CGK-SIN	SQ	8:25-11:00	1:35	875	1:05	SIN-BWN	BI	12:05-14:15	2:10	1334	3	3:45	2209	0.43	1.29
CGK-SIN	SQ	9:20-11:55	1:35	875	0:55	SIN-KUL	SQ	12:50-13:45	0:55	379	14	2:30	1254	0.54	7.54
MNL-SIN	SQ	8:10-11:45	3:45	2382	0:50	SIN-CGK	SQ	12:55-13:50	1:45	875	7	5:20	3257	0.70	4.91
MNL-SIN	PR	10:15-13:50	3:45	2382	1:30	SIN-CGK	SQ	15:20-16:05	1:45	875	6	5:20	3257	0.41	2.45
MNL-SIN	SQ	8:10-11:45	3:35	2382	1:05	SIN-KUL	ME	12:50-13:15	0:55	379	13	4:30	2761	0.48	6.79
MNL-SIN	SQ	14:15-17:50	3:35	2382	0:55	SIN-KUL	SQ	18:45-19:40	0:55	379	3	4:30	2761	0.69	2.08
BKK-SIN	SQ	15:40-19:10	2:30	1416	0:50	SIN-KUL	SQ	20:00-20:55	0:55	379	8	3:25	1795	0.60	4.79

資料來源：“Airline Network Analysis of ASEAN International Airport Region”, The Open Transportation Journal, 2014, 8, 19-25.

圖 2.24 新加坡機場樞紐連結狀況

2.7 機場連結度評估-以泰國機場為例^[7]

文獻^[7]提及國際間許多研究針對機場成效表現使用的參數，大多為旅客數、貨物量或者航機起降架次(Lovell CAK, 1993 與 Sopadang and Suwanwong, 2016)，而國際學者，如 Malighetti 等則認為連結度表現是一個重要參數必須被考慮。國際間常用的連結度分析模式如圖 2.25 所示，使用的假設與輸入之參數其差異性不大，包括航班資料、轉機時間、等待時間等。

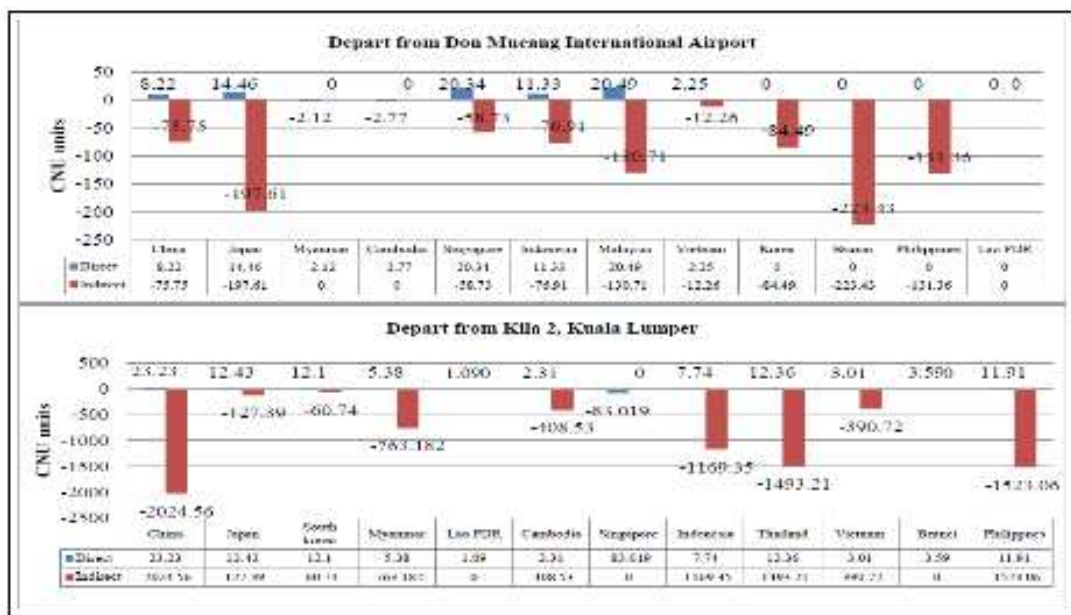
Model	Assumption	Information requirement
Doganis and Dennis Connectivity Model (Doganis, R. and N. Dennis, 1989).	The model considered the number of flight connection for both direct and indirect flight. The result would be the minimum and maximum connecting time and routing factors	- Minimum connecting time - Total flights - Departure/Arrival schedules
Bootsma Connectivity (Bootsma, P.D., 1997)	The model considered minimum and maximum connecting time and categorised as “excellent”, “good”, and “poor”. The result would be the performance of each airport.	- Flight schedule - Minimum connecting time - Airline schedule
WNX (Weighted Number of Connection) (Burghouwt, G. and J. de Wit, 2005 and Burghouwt, G. (ed.), 2007)	The model considered the number of direct indirect connections weights by their quality in terms of transfer and detour time	- Flight departure and arrival times, aircraft type - Service Quality
NETSCAN (Veldhuis J, 1997; IATA, 2000; and Matsumoto, H., J Veldhuis, J. de Wit, and G. Burghouwt, 2008)	The model considered the direct and indirect flight. Use that data the weights the connectivity units. The result would be the quality index of direct/indirect flight and the conclude to connectivity units of each airport	- Flight schedule - Transfer time - Minimum connection time - Great-Circle distance

資料來源：“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, 2016.

圖 2.25 各類連結度分析模式

文獻^[7]利用 Netscan 模式，進行泰國廊曼國際機場與吉隆坡機場第 2 航廈間競爭關係案例分析，主要因這兩座機場都是以服務低成本航空為主，由連結度成效分析得知(如圖 2.26):

1. 吉隆坡 Kila 2 與廊曼國際機場相比，提供了較多直接航班；但在日本、新加坡和印尼的連結度則是較低。
2. 在間接航班部分，兩個機場都面臨著相同的情況，每條路線都不具備良好的連結性，這是因為航程連接時間太長，其中轉機航班最長等待時間約為 23.3 小時。
3. 如果泰國希望將廊曼國際機場提升為東盟加 3 的低成本航空中心，則需要增加直飛航班數量，並鼓勵航空公司開闢新航線來贏得競爭市場。

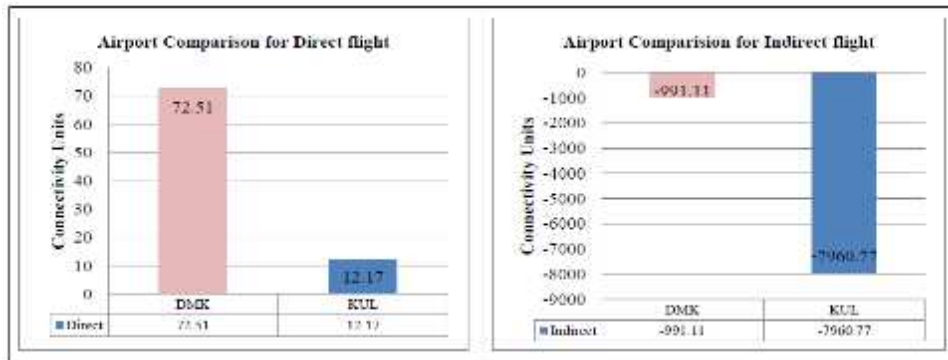


資料來源: “Airport Connectivity Evaluation: The Study of Thailand”, Proceedings of the 2016 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Detroit, Michigan, USA, September 23-25, 2016.

圖 2.26 泰國機場與吉隆坡機場連結度差異

在連結度整體表現部分，當直接航班增加時，該機場的間接航班便會自動下降，且由於旅客的偏好和運營成本的降低，因此航空公司會在機場間提供更多的直航。由圖 2.27 得知，廊曼國際機場的直接和間接航班的總體網路連結度性能都比吉隆坡機場的 Kila 2 高，顯示廊曼國際機場的連接性較好。因此由分析結果可得幾項結論:

1. 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。
2. 對於間接航班，泰國廊曼國際機場面臨的連結性非常低的問題，這一部分仍有待進一步改善。
3. 此模型有一些限制條件，例如旅客可能會因為機票價格較低而選擇間接航班，因此沒有考慮轉機時間過長的問題。



資料來源: “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, 2016.

圖 2.27 泰國機場與吉隆坡機場整體連結度比較

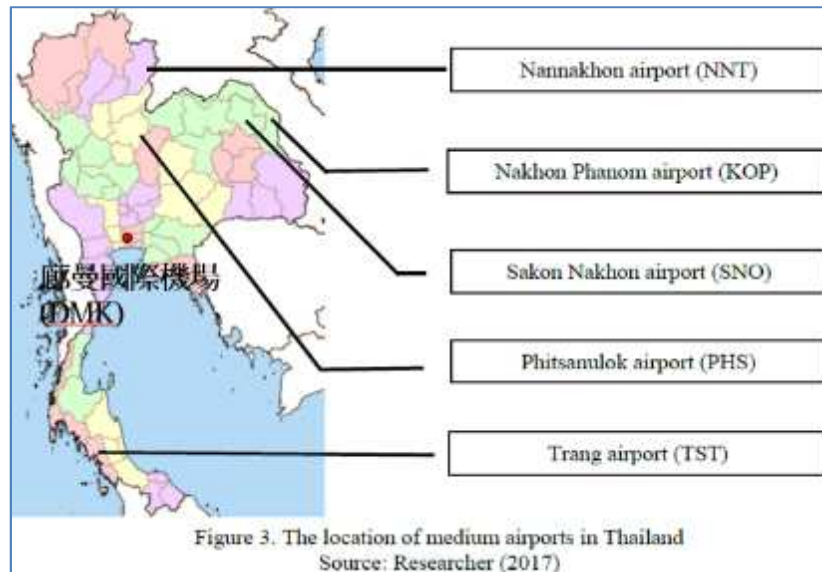
2.8 泰國中型機場連結度分析^[8]

文獻^[8]利用 Netscan Model 計算航空公司與機場連結度，以瞭解泰國各中型機場的表現，而中型機場定義係採用美國 FAA 分類方式，如圖 2.28 所示，年客運量達到全國年運量 0.25%，但不超過 1%。評估的機場包括 Sakon Nakhon airport (SNO), Nakhon Phanom airport (KOP), Nannakhon airport (NNT), Phitsanulok airport (PHS) 與 Trang airport (TST)等 5 個(如圖 2.29)，這些中型機場只提供自身機場到廊曼國際機場的服務。

Percentage of Annual Passenger Boarding	Hub Type
1% or more	Large
At least 0.25%, but less than 1%	Medium
At least 0.05%, but less than 0.25%	Small

資料來源: “Connectivity of Medium Airports in Thailand”, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bandung, Indonesia, March 6-8, 2018.

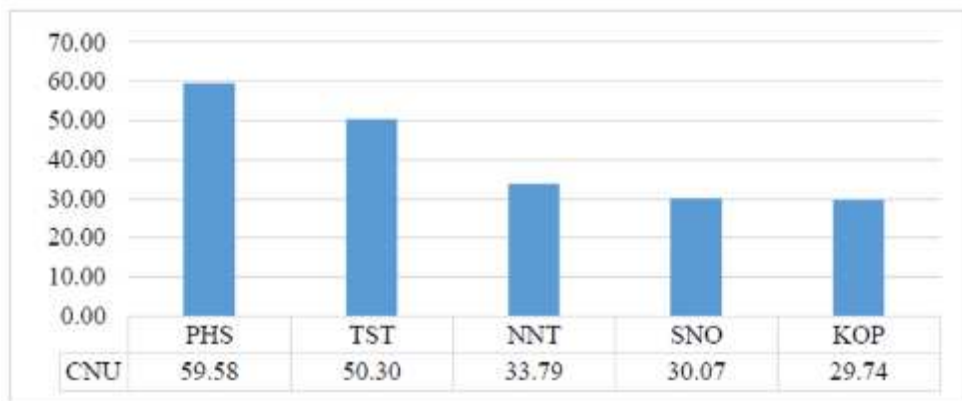
圖 2.28 西北歐樞紐機場中轉美國客源分布狀況



資料來源:“Connectivity of Medium Airports in Thailand”,Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bandung, Indonesia, March 6-8, 2018.

圖 2.29 泰國中型機場分布狀況

分析結果顯示(如圖 2.30)，Phitsanulok Airport (PHS)位於泰國北部，並有 3 家航空公司經營每日至少 8 個航班，連結度值為 59.58；另各機場中連結度最低則為 Nakhon Phanom airport (KOP)，連結度值為 29.74，有 2 家航空公司經營每日 4 個航班。



資料來源:“Connectivity of Medium Airports in Thailand”,Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bandung, Indonesia, March 6-8, 2018.

圖 2.30 泰國各中型機場連結度值

PHS 機場雖然有最高連結度，但 TST 機場的旅客卻比 PHS 多(如圖 2.31)，主要原因係機場直接連結度(Direct Connectivity)的計算參數包含航線每週飛行天數與每天航班數，但未將機型大小因素納入考量。

PHS 機場每日有 8 個航班，而 TST 機場有 7 個航班，都是由 3 家低成本航空，分別為 Nok air, Air Asia 與 Thai lion air 所經營，雖然

TST 機場連結度比 PHS 機場低，但是 TST 機場提供總座數卻是高於 PHS 機場，其中 TST 機場有 3 班使用 A320-216(181 座位)，4 班使用 Boeing737-800(189 座位)，而 PHS 機場有 3 班使用 A320-216(181 座位)，2 班使用 Boeing737-800(189 座位)，3 班使用 Dash 8 Q400(85 座位)，兩者每日座位數差距為 129 個，此外旅客對於機場具有高連結度時，將會較高滿意度，因有更多不同航班可選擇。

Airport	IATA code	No. of passenger 2016	% of All Thailand Airports	Class
Borirath	BFV	197,988	0.14	S
Chiang Mai	CNX	9,446,320	6.80	L
Chiang Rai	CEI	2,060,200	1.48	L
Chumphon	CJM	93,567	0.07	S
Don Mueang	DMK	35,203,757	25.33	L
Hat Yai	HDY	4,004,665	2.88	L
Hua Hin	HHQ	12,076	0.01	-
Khonkaen	KKC	1,503,615	1.08	L
Krabi	KBV	4,081,203	2.94	L
Lampang	LPT	290,420	0.21	S
Loei	LOE	270,454	0.19	S
Mae Hong Son	HGN	55,368	0.04	-
Maesot	MAQ	174,612	0.13	S
Nakhon Phanom	KOP	372,026	0.27	M
Nakhon Ratchasima	NAK	89	0.00	-
Nakhon Si Thammarat	NST	1,503,576	1.08	L
Nanakhon	NNT	376,420	0.27	M
Narathiwat	NAW	241,721	0.17	S
Pai	PYY	6,046	0.00	-
Patani		-	0.00	-
Phetchabun		-	0.00	-
Phitsanulok	PHS	492,130	0.35	M
Phrae	PRH	72,274	0.05	S
Phuket	HKT	15,107,185	10.87	L
Ranong	UNN	102,228	0.07	S
Roi Et	ROI	334,957	0.24	S
Sakon Nakhon	SNO	348,213	0.25	M
Suratthani	URT	2,032,321	1.46	L
Suvarnabhumi	BKK	55,892,663	40.21	L
Tak	TKT	-	-	-
Trang	TST	648,979	0.47	M
Ubonratchathani	UBP	1,726,943	1.24	L
Udonthani	UTH	2,350,005	1.69	L
Total of Thailand Airports		139,002,021	100.00	

資料來源：“Connectivity of Medium Airports in Thailand”, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bandung, Indonesia, March 6-8, 2018.

圖 2.31 2016 年泰國各機場旅客量

航空公司航網分析結果顯示(如圖 2.32)，3 家低成本航空中，以 Nok Air 得到最高連結度值，主要是因為每週營運 14 個航班，是 3 家低成本航空中提供航班數最多，因此在中型機場市場中有較佳表現。

Airline	Total CNU	Number of flights
Nok Air	97.03	14
Air Asia	81.98	11
Thai Lion Air	24.46	4

資料來源:“Connectivity of Medium Airports in Thailand”, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bandung, Indonesia, March 6-8, 2018.

圖 2.32 各航空公司航班數與連結度值

2.9 小結

本研究蒐集國際期刊或研討會有關連結度之 8 篇論文，相關詳細內容已於上述各節敘明，本節針對各篇研究內容及重要結論進行摘述，並依論文發表年份排列，如表 2-1 所示。

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	THE COMPETITIVE POSITION OF HUB AIRPORTS IN THE TRANSATLANTIC MARKET	本研究利用 Netscan 模式，探討西北歐至美國航空市場間，機場、航空公司與聯盟之競爭地位關係。	● 旅客選擇特定替代路線，取決於票價與航網質量等因素，特別是在有直接航路選擇的情況下，票價將成為航空公司提供間接連結且補償較低航網質量的重要工具。 ● 阿姆斯特丹機場受益於荷蘭皇家航空公司與法國航空公司的合併，及加入天合聯盟擴展航網；而希斯洛機場由於受到容量的限制，使得寰宇一家和其他聯盟極難增加航班頻率或添加新航線。同時阿姆斯特丹機場是歐洲主要轉運的樞紐機場。	2006
2	Air network performance and hub competitive position: evaluation of primary airports in East and South-East Asia	本篇研究為了計算機場航網與樞紐連結表現，利用 Netscan Model 量化機場間接與直接連結狀況，因此選定東亞及東南亞中 13 個主要機場進行	● 藉由 Netscan Model，可瞭解機場航網表現並評估樞紐系統位置狀況，有助於航空公司和機場識別其競爭對手的航網性能和競爭地位。	2009

		分析，而資料年期為 2001 年、2004 年與 2007 年。	● 東京成田機場的總連結度(直接與間接)最大，且在樞紐連結度與平均樞紐連結度表現也較好，因此是最具競爭力的。	
3	An Analysis of Airfreight Transshipment Connectivity at Suvarnabhumi International Airport	本研究使用 Netscan Model 計算泰國國際機場的貨運連結性，以分析成為營運樞紐的情況。	● 由 5 家航空公司計算出泰國國際機場連結度為 29.7，後續如何應用連結度，須針對泰國國際機場與其競爭對手之間進行比較，這樣就可以決定機場作為樞紐的吸引能力。	2012
4	Connectivity analysis of transshipments at a cargo hub airport	本篇研究主要探討機場航網及航班時間集中，對於機場成為貨運樞紐地位的關聯性。	● 貨運轉運的連結度取決於樞紐機場的連結品質，並由間接航班與原直飛航班相比。 ● 利用時間波結構分析航班時刻表的集中情況，可以估計連結程度與品質。	2012
5	Investigating Hong Kong's Role as the Main Air Transport Hub in the Asia-Pacific Region	本研究利用 Netscan 模式，藉由 2002 年、2006 年與 2010 年資料，分析亞洲幾個主要樞紐機場競爭能力狀況。	● 轉機歐洲具有優勢機場包括北京、曼谷與新加坡機場；轉機澳洲具有優勢包括新加坡、香港、曼谷與吉隆坡機場；轉機中東具有優勢包括曼谷、吉隆坡與香港機場；轉機北美具有優勢包括成田、北京、香港與仁川機場；轉機南美具有優勢包括成田與浦東機場。	2012
6	Airline Network Analysis of ASEAN International Airport Region	本篇文章利用 4 項指標:Netscan Model，集中度(Concentration Ratio)，赫芬達爾—赫希曼指數(Herfindahl-Hirschman Index, HHI)，綜合集中指數(Comprehensive Concentration Index)，	● 與東協十國主要機場航班連接，樟宜國際機場是最適合成為區域樞紐，因為擁有最多的轉機航班。 ● 從資料得知，要成為最佳的樞紐機場地位，必須具有最短的連接時間，且同時航班頻率必須足夠。	2014

		分析東南亞 5 個樞紐機場表現狀況。		
7	Airport Connectivity Evaluation: The Study of Thailand	本研究利用 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，其中這兩座機場都是服務低成本航空為主。	● 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。	2016
8	Connectivity of Medium Airports in Thailand	本篇文章利用 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

本研究整理。

第三章 機場連結度計算概述

3.1 機場連結度介紹

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，如表 3-1 所示。由於國際上較常使用為 Netscan Model，因此本研究採用此模式進行相關分析。

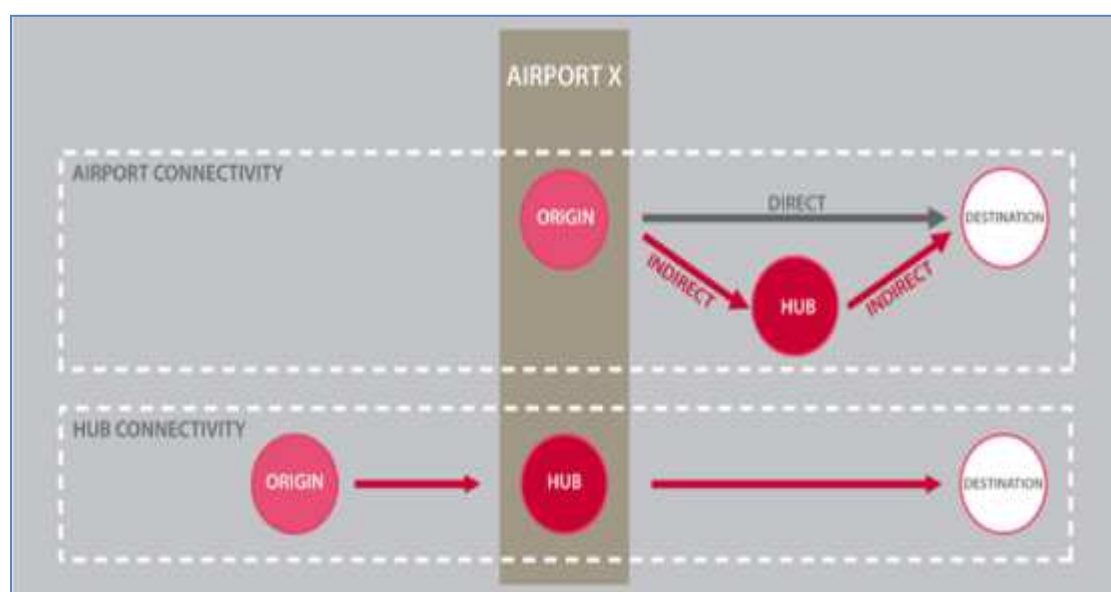
表 3-1 各連結度模式摘要表

模式名稱	內容簡要概述	資料輸入
Doganis and Dennis Connectivity Model (Doganis, R. and N. Dennis, 1989).	● 模型考慮了直接和間接的航班連接數量。 ● 結果呈現是最小和最大連接時間，以及路徑因子。	● 最短連接時間 ● 總航班 ● 出發/到達時間表
Bootsma Connectivity (Bootsma, P.D.,1997)	● 模型考慮了最小和最大連接時間。 ● 結果呈現每個機場的表現，並分為「優秀」、「良好」、「較差」。	● 航班時刻表 ● 最短連接時間
WCN(Weighted Connectivity Number) (Danesi ,2006)	● 該模型考慮了直接和間接航班。 ● 同時利用轉機和繞行的時間來衡量相關權重。	● 航班時刻表 ● 連接時間
WNX (Weighted Number of Connection) (Burghouwt, G. and J. de Wit, 2005 and Burghouwt, G. (ed.), 2007)	● 模型考慮了直接與間接的航班連接數量。 ● 同時利用轉機和繞行的時間來衡量相關權重。	● 航班起降時間 ● 飛機類型 ● 服務品質
Netscan (Veldhuis J,1997; IATA, 2000; and Matsumoto, H., J Veldhuis, J. de Wit, and G. Burghouwt, 2008)	● 該模型考慮了直接和間接航班。 ● 同時利用轉機和繞行的時間來衡量相關權重。 ● 結果呈現直接/間接航班的品質指數，同時得到每個機場的連結數值。	● 航班時刻表 ● 轉機時間 ● 最短連接時間 ● 飛行大圓距離

本研究整理。

3.2 Netscan Model 國際應用情況

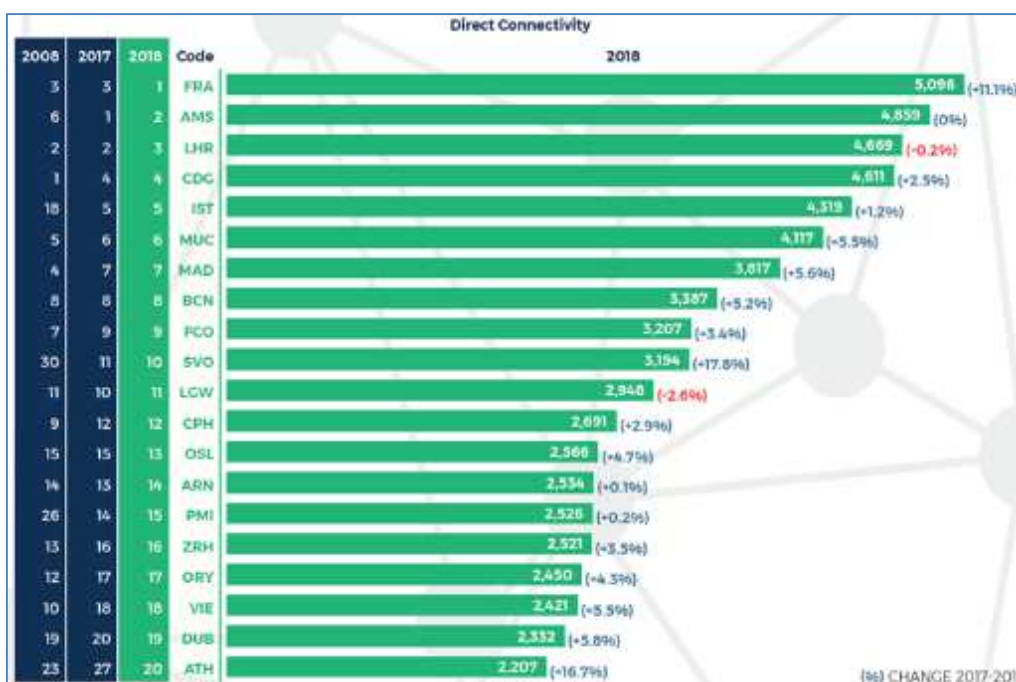
國際機場協會(Airports Council International, ACI)從 2014 年至 2018 年公布的報告-Airport Industry Connectivity Report，係使用 Netscan Model 計算歐洲地區各主要機場之連結度，其中包括機場連結度(直接連結度、間接連結度)，以及樞紐連結度共 3 項指標(如圖 3.1)，其中直接連結度是機場起迄(O-D)的連結狀況，間接連結度是前往第三地轉機的連結狀況，而樞紐連結度則是其他國家來本機場轉機的連結情況；藉由這 3 項資料，機場可瞭解自身與其他機場航網密度及分布的優劣勢。



資料來源: ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2018

圖 3.1 Netscan Model 的連結分類

圖 3.2 為歐洲機場直接連結度排名，第 1 名為法蘭克福機場，第 2 名為阿姆斯特丹機場，第 3 名為希斯洛機場，顯示這 3 座機場有綿密的起迄航線(O-D)，而法蘭克福機場與 2017 年相比，成長約 11.2%，阿姆斯特丹機場比起 2017 年則呈現持平狀態，而希斯洛機場比起 2017 年則呈現微幅下滑，減少 0.2%。

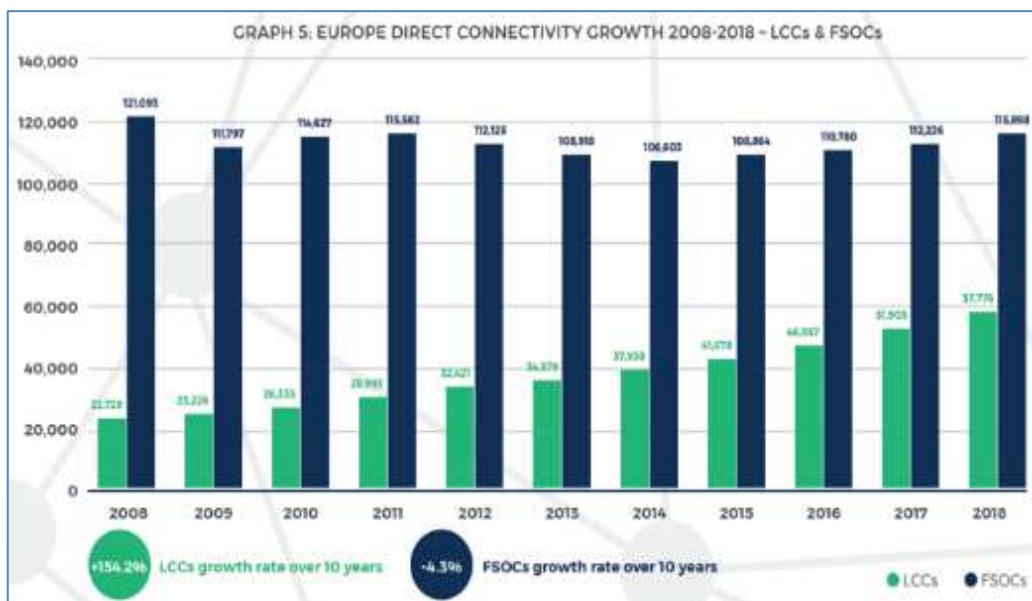


資料來源: ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2018

圖 3.2 歐洲機場直接連結度前 20 名狀況

由航空公司觀點來看歐洲機場直接連結度發展狀況，過去 10 年歐洲機場直接連結度成長近 20.7%(如圖 3.3)，但其主要貢獻是來自低成本航空快速擴展，從 2008 年連結度為 22,728，成長至 2018 年連結度為 57,776，而傳統航空連結度則是呈現減少狀態，從 2008 年連結度為 121,093，減少至 2018 年連結度為 115,898，期間低成本航空人數成長近 154.5%，而傳統航空減少 4.3%。

在機場樞紐連結度成長狀況部分，2018 年機場樞紐連結度最高是法蘭克福機場，其值為 78,914(如圖 3.4)，與 2017 年相比，成長近 12.8%，顯示其為最佳吸引客源的中轉基地，其次則為阿姆斯特丹機場，樞紐連結度為 57,781，與 2017 年相比，成長近 2.2%，而後是巴黎戴高樂機場，樞紐連結度為 48,594，與 2017 年相比，成長近 2.9%。



資料來源: ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2018

圖 3.3 航空公司類型連結度發展情況



資料來源: ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2018

圖 3.4 歐洲機場樞紐連結度發展狀況(2018 與 2017 年相比)

3.3 Netscan Model 分析內容

Netscan Model 是由 Jan Veldhuis(1997)發展出來，其模式內容摘述如下。

1. 最大感知(可接受)飛行時間 $t_{x(h)y}^{perceived,max}$ 是由直飛時間 $t_{xy}^{flight,non-stop}$ 加上一個參數，而這個參數是與飛行距離是有關係的，且會隨者距離而折減，其方程式如下：

$$t_{xy}^{perceived,max} = t_{xy}^{flight,non-stop} + 5 * \log(t_{xy}^{flight,non-stop} + 0.5)$$

2. 實際感知飛行時間 $t_{x(h)y}^{perceived,actual}$ 與真實飛行時間 $t_{xy}^{flight,actual}$ 相比，
 - (1) 如果是直飛航點:則兩者會相等。
 - (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 $t_h^{transfer}$
 - (3) 因為轉機時間對於旅客是不便的，因此感知轉機時間會乘一參數(P_{xy})，該數值會隨著距離而折減。

$$t_{x(h)y}^{perceived,actual} = \begin{cases} t_{xy}^{flight,actual} & \text{for direct flights} \\ (t_{xh}^{flight,actual} + t_{hy}^{flight,actual}) + P_{xy} * t_h^{transfer} & \text{for indirect flights} \end{cases}$$

3. 品質指數計算:

- (1) $q_{x(h)y}=1$ $\text{if } t_{x(h)y}^{perceived,actual} \leq t_{xy}^{flight,non-stop}$
- (2) $q_{x(h)y} = 1 - \frac{t_{x(h)y}^{perceived,actual} - t_{xy}^{flight,non-stop}}{t_{xy}^{perceived,max} - t_{xy}^{flight,non-stop}}$ $\text{if } t_{xy}^{flight,non-stop} < t_{x(h)y}^{perceived,actual} < t_{xy}^{perceived,max}$
- (3) $q_{x(h)y}=0$ $\text{if } t_{x(h)y}^{perceived,actual} \geq t_{xy}^{perceived,max}$

4. 連結度計算:

連結度數量(CNU)=品質指數(q)*頻率(f)

CNU:連結度數量(Number of Connectivity Units)

q:品質指數(Quality Index)

f:頻率(Frequency)

2009 年學者 Matsumoto 針對上述模式進行改良，並迴歸統計相關資料，得到下列公式。

$$NST=(40+0.068*gcd\ km)/60.....(1)$$

$$MXT=(3-0.075*NST)*NST.....(2)$$

$$PTT=FLT+(3-0.075*NST)*TRT.....(3)$$

$$QLX=1-((PTT-NST)/(MXT-NST)).....(4)$$

$$CNU=QLX*NOP.....(5)$$

其中

NST:直飛航行時間

gcd km:飛行大圓距離

MXT:最大感知飛行時間

PTT:感知時間

FLT:飛行時間

TRT:轉機等待時間

QLX:品質指數

CNU:連結度數量

第四章 東南亞主要機場中轉至北美航網概況

為了瞭解東南亞國家中轉北美地區旅客實際分布情形，本研究先利用 IATA MarketIS 分析資料釐清評估範圍，以作為機場選定分析的準則。

4.1 IATA MarketIS 資料

IATA 為使各作業單位能夠順利掌握航空旅客訊息，遂推動「清帳計畫」(Billing and Settlement Plan, BSP)，建立一套包含航空公司、旅行社、旅館、航空貨運承攬業者、租車業者、卡車業者等之聯合清帳系統。其係以機票為基礎，掌握全球參與此計畫所有航空公司與旅行社間之每筆交易，其中亦包含部分非會員機構與會員間往來的旅運資料。目前 IATA 已掌握全球近 400 家左右航空公司與 6,500 家以上旅行社資料，此外針對旅客實際開票部分亦掌握 30 家以上之全球配銷系統(Global Distribution Systems, GDS)。

IATA MarketIS 之基本報表格式如圖 4.1 所示，資料包含各起迄路徑中，各航段承運之各航空公司(例如 A1 代表第 1 航段承運之航空公司)、各轉運機場(例如 Stop #1 代表第 1 個轉運機場)、目的地機場，以及預估載客數量等，藉由相關資料即可瞭解旅客分布狀況。

本研究以 106 年度之 IATA MarketIS 資料，解析主要東南亞國家，包含印尼、菲律賓、泰國、馬來西亞、新加坡、汶萊、越南、緬甸、柬埔寨、寮國等，這些新南向國家進出北美洛杉磯(LAX)、紐約甘迺迪(JFK)、舊金山(SFO)與溫哥華(YVR)四大機場之旅客起迄分布。

中轉旅客數與機場分析如表 4-1 所示，由表可知新南向國家往返北美四大機場之旅客分布，其中轉人數較多的國家分別是越南 83 萬人次，菲律賓 62 萬人次，泰國 40 萬人次。除新加坡與菲律賓外，餘新南向國家中轉的比例均較高，如越南與印尼等中轉比例達 100%，另其他旅客人數較少的國家中轉比例亦較高。因此本研究選定範圍為東南亞中轉客源前 6 名進行分析，包括越南、菲律賓、泰國、印尼、

新加坡、馬來西亞，並利用 Netscan Model 評估主要機場之樞紐連結度。



Origin & Destination Report

Market OS O&D Report for LON to CHI for All Classes of Travel

Year	Month	Dom AI	AI 1	AI 2	Orig	Stop #1	Dest	Reported + Est. Pax	Pax Share	Fare	Est.	Revenue
2009 01		Airt 1	Airt 1		LHR		ORD	[number]	%	[number]	[code]	[number]
2009 01		Airt 2	Airt 2		LHR		ORD	[number]	%	[number]	[code]	[number]
2009 01		Airt 3	Airt 3		LHR		ORD	[number]	%	[number]	[code]	[number]
2009 01		Airt 4	Airt 4	Airt 4	LHR	AMS	ORD	[number]	%	[number]	[code]	[number]
2009 01		Airt 5	Airt 5	Airt 5	LGW	ATL	ORD	[number]	%	[number]	[code]	[number]
2009 01		Airt 5	Airt 5	Airt 5	LGW	CVG	ORD	[number]	%	[number]	[code]	[number]
etc.												
2009 01		TOTAL					sum of above	%		[number]	[code]	[number]

Year: Year of travel
 Month: Month of travel
 Dom AI: Dominating airline
 AI 1: Airline leg1
 AI 2: Airline leg2
 Orig: Origin airport
 Stop #1: Connection airport
 Dest: Destination airport
 Reported + Est. Pax: Reported plus estimated passenger number
 (sources: available travel agency distribution system and estimates for remainder)
 Pax Share: Market share
 Fare: Average fare
 Est.: Indication if average fare is estimated based on regression technique
 Revenue: Average fare times Reported + Est. Pax

資料來源：IATA 網站

圖 4.1 IATA MarketIS 之基本報表格式

表 4-1 新南向國家以中轉方式進出北美四大機場之比例分析

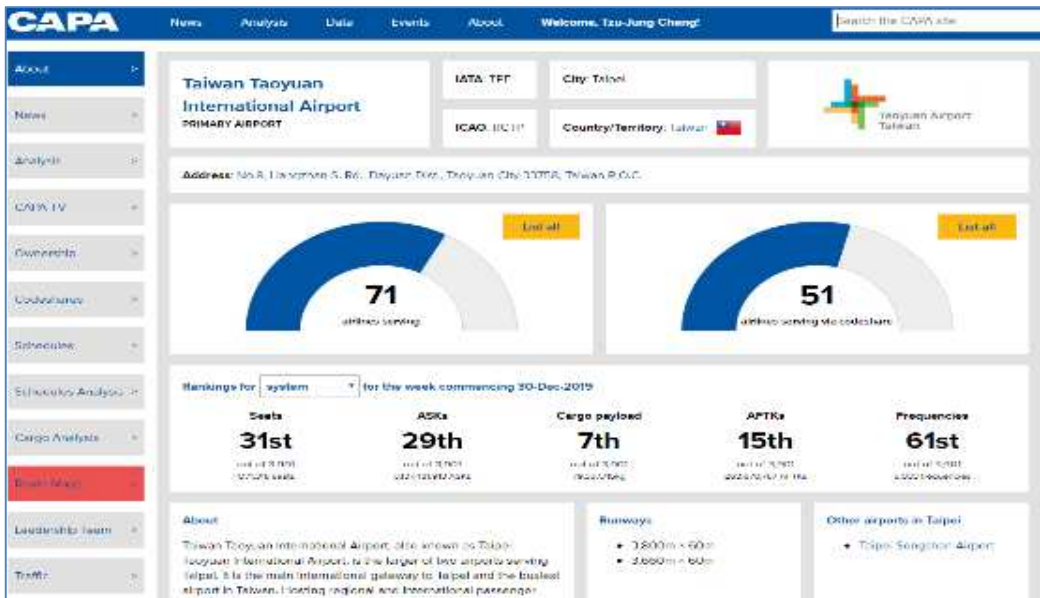
國家	中轉 (萬人次)	直達 (萬人次)	合計 (萬人次)	中轉百分比 (%)
越南	83	0	83	100.0
菲律賓	62	46	108	57.0
泰國	40	0	40	99.5
印尼	22	0	22	100.0
新加坡	18	24	42	43.4
馬來西亞	13	0	13	100.0
尼泊爾	3	0	3	100.0
柬埔寨	3	0	3	100.0
合計	602	191	794	-

註：緬甸、寮國、汶萊旅客人數未達千人，爰未列入。

4.2 各機場航班連結資料

本研究以香港、仁川、成田與桃園機場為研究標的，前3座機場與桃園機場處與競爭關係，且為亞洲前往北美地區樞紐轉運機場，為瞭解這4座機場的競爭關係，因此須瞭解各機場航網分布狀況。

本次航網資料來源主要以CAPA(CAPA-CENTRE FOR AVIATION 為國際空運研究公司)資料庫為主，圖4.2為機場資料庫，可檢視航空公司數量、座位數排名等；圖4.3為桃園機場飛往北美地區詳細航點；圖4.4則為航班資訊，包括班號、航空公司、機型、起飛地、目的地、起飛時間、飛行時間等。



資料來源：CAPA 網站。

圖 4.2 CAPA 機場資料庫



資料來源：CAPA 網站。

圖 4.3 機場各地區航點概況

Flight code	Airline	Aircraft	Departing	Arriving	Frequency	Flight time	Average seats					ASRs	Cargo payload (kg)	APFs	Effective
							T	C	W	T	Total				
FE 6632	Far Eastern Air Transport	Boeing (Douglas) MD-80	Taiwan Taoyuan International Airport (Terminal 1)	08:25 AOT Aots Airport	02:50 + - T - - - S	3h 25m	0	0	0	184	184	785,888	0	0	01-Jan-2020 to 04-Jan-2020
FE 6632	Far Eastern Air Transport	Boeing (Douglas) MD-80	Taiwan Taoyuan International Airport (Terminal 1)	08:25 AOT Aots Airport	02:50 + - T - - - S	3h 25m	0	0	0	184	184	785,888	0	0	31-Dec-2019 to 31-Dec-2019
KL 808	KLM Royal Dutch Airlines	Boeing 777-300ER Passenger	Taiwan Taoyuan International Airport (Terminal 2)	Amsterdam Schiphol Airport	06:40 + - T - - - S	13h 20m	0	35	17	355	415	3,945,502	22,178	206,338	31-Dec-2019 to 31-Dec-2019
Codeshares with Air France (AF 8415), China Airlines (CI 9387)															
KL 808	KLM Royal Dutch Airlines	Boeing 777-300ER Passenger	Taiwan Taoyuan International Airport (Terminal 2)	Amsterdam Schiphol Airport	06:40 + - - W - F S	13h 20m	0	35	17	355	415	11,936,506	22,178	829,014	01-Jan-2020 to 29-Mar-2020
Codeshares with Air France (AF 8415)															
KL 808	KLM Royal Dutch Airlines	Boeing 777-300/200ER Passenger	Taiwan Taoyuan International Airport (Terminal 2)	Amsterdam Schiphol Airport	06:40 + W - - - - S	13h 20m	0	34	40	242	316	2,982,724	16,246	153,374	16-Dec-2019 to 31-Dec-2019
Codeshares with Air France (AF 8417)															
KL 808	KLM Royal Dutch Airlines	Boeing 777-300/200ER Passenger	Taiwan Taoyuan International Airport (Terminal 2)	Amsterdam Schiphol Airport	06:40 S - - - T - - S	13h 20m	0	34	40	242	316	5,965,448	16,246	336,740	02-Jan-2020 to 01-Mar-2020
Codeshares with Air France (AF 8415), China Airlines (CI 9387)															
KL 808	KLM Royal Dutch Airlines	Boeing 777-300ER Passenger	Taiwan Taoyuan International Airport (Terminal 2)	Amsterdam Schiphol Airport	06:40 + - T - - - S	13h 20m	0	35	17	355	415	3,945,502	22,178	206,338	01-Jan-2020 to 03-Mar-2020
Codeshares with Air France (AF 8415), China Airlines (CI 9387)															
		Boeing	Taiwan												

資料來源：CAPA 網站。

圖 4.4 CAPA 航班資料查詢

由上述資料可得到東南亞 6 機場中轉至北美地區航點連結狀況，相關航點及航空公司營運狀況如下(資料擷取時間為 2019 年):

1. 香港機場(HKG)

表 4-2 為東南亞 6 機場經香港飛往北美地區航點狀況，在經營東南亞國籍航空主要以國泰航空為主，除吉隆坡機場是港龍航空營運；而香港飛往北美地區目前有 11 個航點，經營的航空公司包括國泰、美國、聯合等航空公司。

表 4-2 東南亞 6 機場經香港飛往北美地區航點分布

航點	主要國籍航空公司	中轉地	北美航點	營運航空公司
胡志明 (SGN)	國泰(CX)	香港機場 (HKG)	1.洛杉磯(LAX)	● 國泰(CX)、美國航空 (AA)
馬尼拉	國泰(CX)		2.舊金山(SFO)	● 國泰(CX)、聯合航空

(MNL)				(UA)、新加坡航空(SQ)
曼谷(BKK)	國泰(CX)			● 國泰(CX)、加拿大航空(AC)
吉隆坡(KUL)	港龍(KA)			● 國泰(CX)
雅加達(CGK)	國泰(CX)			● 國泰(CX)、加拿大航空(AC)
新加坡(SIN)	國泰(CX)			● 國泰(CX)、聯合航空(UA)、 ● 國泰(CX) ● 美國航空(AA) ● 國泰(CX) ● 國泰(CX)、聯合航空(UA) ● 國泰(CX)
			3.多倫多(YYZ)	
			4.甘迺迪(JFK)	
			5.溫哥華(YVR)	
			6.芝加哥(ORD)	
			7.西雅圖(SEA)	
			8.達拉斯(DFW)	
			9.波士頓(BOS)	
			10.紐華克(EWR)	
			11.華盛頓(IAD)	

本研究自行整理。

2. 仁川機場(ICN)

表 4-3 為東南亞 6 機場經仁川飛往北美地區航點狀況，在經營東南亞國籍航空主要以韓亞及大韓航空為主，除吉隆坡機場是大韓航空營運；而仁川飛往北美地區目前有 15 個航點，經營的航空公司包括韓亞、大韓、聯合等航空公司。

表 4-3 東南亞 6 機場經仁川飛往北美地區航點分布

航點	主要國籍航空公司	中轉地	北美航點	營運航空公司
胡志明(SGN)	韓亞(OZ)、大韓(KE)	仁川機場(ICN)	1.洛杉磯(LAX)	● 韓亞(OZ)、大韓(KE)
馬尼拉(MNL)	韓亞(OZ)、大韓(KE)		2.舊金山(SFO)	● 韓亞(OZ)、大韓(KE)、聯合航空(UA)
曼谷(BKK)	韓亞(OZ)、大韓(KE)		3.多倫多(YYZ)	● 韓亞(OZ)、加拿大航空(AC)
吉隆坡(KUL)	大韓(KE)		4.甘迺迪(JFK)	● 韓亞(OZ)、大韓(KE)
雅加達(CGK)	韓亞(OZ)、大韓(KE)		5.溫哥華(YVR)	● 大韓(KE)、加拿大航空(AC)
新加坡	韓亞(OZ)、			● 韓亞(OZ)、大韓(KE)
				● 韓亞(OZ)、大韓(KE)、達美(DL)

(SIN)	大韓(KE)		6.芝加哥(ORD) 7.西雅圖(SEA) 8.達拉斯(DFW) 9.波士頓(BOS) 10.亞特蘭(ATL) 11.底特律(DTW) 12.夏威夷(HNL) 13.拉斯維加斯(LAS) 14.華盛頓(IAD) 15.聖保羅(MSP)	● 大韓(KE)、美國航空(AA) ● 大韓(KE) ● 大韓(KE)、達美(DL) ● 達美(DL) ● 韓亞(OZ)、大韓(KE)、夏威夷(HA) ● 大韓(KE) ● 大韓(KE) ● 達美(DL)
-------	--------	--	--	---

本研究自行整理。

3. 成田機場(NRT)

表 4-4 為東南亞 6 機場經成田飛往北美地區航點狀況，在經營東南亞國籍航空以全日空及日本航空為主；而成田飛往北美地區目前有 20 個航點，經營的航空公司包括全日空、日本、聯合等航空公司。

表 4-4 東南亞 6 機場經成田飛往北美地區航點分布

航點	主要國籍航空公司	中轉地	北美航點	營運航空公司
胡志明(SGN)	全日空(NH)、日本(JL)	成田機場(NRT)	1.洛杉磯(LAX)	● 全日空(NH)、日本(JL)、聯合航空(UA)、美國航空(AA)
馬尼拉(MNL)	全日空(NH)、日本(JL)		2.舊金山(SFO)	● 全日空(NH)、聯合航空(UA)
曼谷(BKK)	全日空(NH)、日本(JL)		3.卡加利(YYC) 4.甘迺迪(JFK)	● 加拿大航空(AC) ● 全日空(NH)、日本(JL)
吉隆坡(KUL)	全日空(NH)、日本(JL)		5.溫哥華(YVR)	● 日本(JL)、加拿大航空(AC)

	(JL)		6.芝加哥(ORD)	● 全日空(NH)、日本(JL)、聯合航空(UA)、美國航空(AA)
雅加達(CGK)	全日空(NH)、日本(JL)			
新加坡(SIN)	全日空(NH)、日本(JL)		7.西雅圖(SEA)	● 全日空(NH)、日本(JL)、達美(DL)
			8.達拉斯(DFW)	● 日本(JL)、美國航空(AA)
			9.波士頓(BOS)	● 日本(JL)
			10.亞特蘭(ATL)	● 達美(DL)
			11.底特律(DTW)	● 達美(DL)
			12.夏威夷(HNL)	● 全日空(NH)、日本(JL)、夏威夷(HA)
				● 全日空(NH)、聯合航空(UA)
			13.華盛頓(IAD)	● 聯合航空(UA)
				● 日本(JL)
			14.紐華克(EWR)	● 聯合航空(UA)
			15.科納(KOA)	● 全日空(NH)、聯合航空(UA)
			16.丹佛(DEN)	● 全日空(NH)、聯合航空(UA)
			17.德州(IAH)	● 加拿大航空(AC)
				● 全日空(NH)
			18.蒙特婁(YUL)	● 日本(JL)
			19.聖荷西(SJC)	
			20.聖地牙哥(SAN)	

本研究自行整理。

4. 桃園機場(TPE)

表 4-5 為東南亞 6 機場經桃園飛往北美地區航點狀況，在經營東南亞國籍航空主要以華航及長榮航空為主；而桃園飛往北美地區目前有 10 個航點，經營的航空公司包括華航、長榮、聯合等航空公司。

表 4-5 東南亞 6 機場經桃園飛往北美地區航點分布

航點	主要國籍航空公司	中轉地	北美航點	營運航空公司
胡志明(SGN)	華航(CI)、長榮(BR)	桃園機場(TPE)	1.洛杉磯(LAX)	● 華航(CI)、長榮(BR) ● 華航(CI)、長榮

馬尼拉 (MNL)	華航(CI)、 長榮(BR)		2.舊金山(SFO)	(BR)、聯合航空(UA)
曼谷(BKK)	華航(CI)、 長榮(BR)		3.多倫多(YYZ)	● 長榮(BR)
吉隆坡 (KUL)	華航(CI)、 長榮(BR)		4.甘迺迪(JFK)	● 華航(CI)、長榮 (BR)、加拿大航空 (AC)
雅加達 (CGK)	華航(CI)、 長榮(BR)		5.溫哥華(YVR)	● 長榮(BR)
新加坡 (SIN)	華航(CI)、 長榮(BR)		6.芝加哥(ORD)	● 長榮(BR)
			7.西雅圖(SEA)	● 華航(CI)
			8.德州(IAH)	● 華航(CI)
			9.夏威夷(HNL)	
			10.安大略(ONT)	

本研究自行整理。

4.3 各機場至北美地區綜整結果

由於各機場飛往北美地區航點數皆不同，為了有同一評估的基準，本研究以香港、仁川、成田與桃園 4 座機場有北美地區共同航點進行分析，經綜整後如表 4-6，相同機場包括洛杉磯、舊金山、甘迺迪、溫哥華、芝加哥及西雅圖 6 個機場。雖然國際文獻^[3]提及平均樞紐連結度概念，以整體平均數值來看機場連結度，但因每個航點經營強度不同，若是以此方式評估，較無法看出個別航線優劣勢，因此本研究仍以這 6 座機場進行比對分析。

表 4-6 東南亞 6 機場中轉至北美地區綜整表

	香港	仁川	桃園	成田
LAX	●	●	●	●
SFO	●	●	●	●
YYZ	●	●	●	
JFK	●	●	●	●
YVR	●	●	●	●
ORD	●	●	●	●
DFW	●	●		●
SEA	●	●	●	●
BOS	●	●		●
EWR	●			●
IAD	●	●		●
ATL		●		●
DTW		●		
HNL		●	●	●
LAS		●		
MSP		●		
IAH			●	●
ONT			●	
KOA				●
DEN				●
DTW				●
SAN				●
SJC				●
YUL				●
YYC				●
數量	11	15	10	20

本研究自行整理。

第五章 各競爭機場樞紐連結度計算

5.1 分析模式參數說明

本章節利用第三章介紹之 Netscan Model 計算香港、仁川、成田與桃園機場的樞紐連結度，連結範圍為 6 個東南亞機場(越南、馬尼拉、曼谷、吉隆坡、雅加達、新加坡)中轉北美地區 6 個機場(洛杉磯、舊金山、甘迺迪、溫哥華、芝加哥及西雅圖)，以瞭解各中轉機場競爭態勢；同時本研究已將相關模式數學式建置於 Excel 中，因此只須輸入相關參數值後即可得到連結度大小。

表 5-1 為本研究利用 Excel 計算胡志明經香港後，中轉北美之連結度案例，相關輸入參數說明如下，其他計算案例結果如表 5-2~表 5-6。

1. 第 1 欄位(Route):為前段航程，胡志明至香港
2. 第 2 欄位(Airline):前段航程搭載之航空公司
3. 第 3 欄位(Schedule):前段航程起飛時間
4. 第 4 欄位(Flight Time):前段航程飛行時間
5. 第 5 欄位(Freq):前段航程每週航班數
6. 第 6 欄位(Route):為後段航程，香港至北美
7. 第 7 欄位(Airline):後段航程搭載之航空公司
8. 第 8 欄位(Schedule):後段航程起飛時間
9. 第 9 欄位(Flight Time):後段航程飛行時間
10. 第 10 欄位(Freq):後段航程每週航班數
11. 第 11 欄位(Transfer Time):轉機等待時間
12. 第 12 欄位(Total Flight):全程航行時間

表 5-1 胡志明-香港機場-北美連結度計算

Route	Airline	Schedule		Flight Time	Freq	Route	Airline	Schedule	Flight Time	Freq	Transfer Time	Total Flight	god KM	NST	MAXT	PTT	Q	CNU
SGN-HKG	CX 772	6:20	10:00	2.67	5	HKG-LAX	CX884	12:55	13:33	5	2.92	16.00	13,146	15.57	28.53	21.35	0.55	2.77
SGN-HKG	CX 766	11:15	15:05	2.83	7	HKG-LAX	AA192	18:30	13:67	7	3.42	16.50	13,146	15.57	28.53	22.76	0.44	3.11
SGN-HKG	CX 764	19:05	22:40	2.58	7	HKG-LAX	-	0:00	0:00	0	(22.67)	2.58	13,146	15.57	28.53	-38.96	5.21	0.00
SGN-HKG	CX 772	6:20	10:00	2.67	5	HKG-SFO	CX870	14:00	13:25	5	4.00	15.92	12,614	14.96	28.10	23.43	0.36	1.78
SGN-HKG	CX 766	11:15	15:05	2.83	7	HKG-SFO	CX892	18:50	13:33	7	3.75	16.16	12,614	14.96	28.10	23.20	0.37	2.61
SGN-HKG	CX 764	19:05	22:40	2.58	7	HKG-SFO	CX872	0:45	13	7	2.08	15.58	12,614	14.96	28.10	19.49	0.66	4.59
SGN-HKG	CX 772	6:20	10:00	2.67	5	HKG-YYZ	AC 16	15:10	15:08	5	5.17	17.75	13,936	16.46	29.06	26.87	0.17	0.87
SGN-HKG	CX 766	11:15	15:05	2.83	7	HKG-YYZ	CX 826	17:10	15:33	7	2.08	18.16	13,936	16.46	29.06	21.84	0.57	4.01
SGN-HKG	CX 764	19:05	22:40	2.58	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(22.67)	2.58	13,936	16.46	29.06	-37.44	5.28	0.00
SGN-HKG	CX 772	6:20	10:00	2.67	5	HKG-JFK	CX846	18:45	16:00	5	8.75	18.67	14,306	16.88	29.27	33.84	-0.37	-1.85
SGN-HKG	CX 766	11:15	15:05	2.83	7	HKG-JFK	CX846	18:45	16:00	7	3.67	18.83	14,306	16.88	29.27	25.19	0.33	2.31
SGN-HKG	CX 764	19:05	22:40	2.58	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(22.67)	2.58	14,306	16.88	29.27	-36.72	5.33	0.00
SGN-HKG	CX 772	6:20	10:00	2.67	5	HKG-YVR	CX810	16:15	12:25	5	6.25	14.92	11,776	14.01	27.31	27.10	0.02	0.08
SGN-HKG	CX 766	11:15	15:05	2.83	7	HKG-YVR	AC 8	19:40	12:08	7	4.58	14.91	11,776	14.01	27.31	23.84	0.26	1.83
SGN-HKG	CX 764	19:05	22:40	2.58	7	HKG-YVR	-	0:00	0:00	0	(22.67)	2.58	11,776	14.01	27.31	-41.60	5.18	0.00
SGN-HKG	CX 772	6:20	10:00	2.67	5	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(10.00)	2.67	13,973	16.50	29.08	-14.95	3.50	0.00
SGN-HKG	CX 766	11:15	15:05	2.83	7	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(15.08)	2.83	13,973	16.50	29.08	-23.75	4.20	0.00
SGN-HKG	CX 764	19:05	22:40	2.58	7	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(22.67)	2.58	13,973	16.50	29.08	-37.37	5.28	0.00
SGN-HKG	CX 772	6:20	10:00	2.67	5	HKG-SEA	CX858	23:55	12:08	5	13.92	14.75	11,948	14.21	27.48	41.67	-1.07	-5.34
SGN-HKG	CX 766	11:15	15:05	2.83	7	HKG-SEA	CX858	23:55	12:08	7	8.83	14.91	11,948	14.21	27.48	32.00	-0.34	-2.38
SGN-HKG	CX 764	19:05	22:40	2.58	7	HKG-SEA	-	0:00	0:00	0	(22.67)	2.58	11,948	14.21	27.48	-41.27	5.18	0.00
SGN-HKG	CX 772	6:20	10:00	2.67	5	HKG-BOS	CX812	18:15	16:08	5	8.25	18.75	14,111	16.66	29.16	33.19	-0.32	-1.61
SGN-HKG	CX 766	11:15	15:05	2.83	7	HKG-BOS	CX812	18:15	16:08	7	3.17	18.91	14,111	16.66	29.16	24.45	0.38	2.64
SGN-HKG	CX 764	19:05	22:40	2.58	7	HKG-BOS	-	0:00	0:00	0	(22.67)	2.58	14,111	16.66	29.16	-37.10	5.30	0.00
SGN-HKG	CX 772	6:20	10:00	2.67	5	HKG-EWR	CX890	18:20	15:83	5	8.33	18.50	14,301	16.87	29.27	32.95	-0.30	-1.49
SGN-HKG	CX 766	11:15	15:05	2.83	7	HKG-EWR	CX890	18:20	15:83	7	3.25	18.66	14,301	16.87	29.27	24.30	0.40	2.81
SGN-HKG	CX 764	19:05	22:40	2.58	7	HKG-EWR	-	0:00	0:00	0	(22.67)	2.58	14,301	16.87	29.27	-36.73	5.33	0.00
SGN-HKG	CX 772	6:20	10:00	2.67	5	HKG-IAD	CX866	17:50	15:92	4	7.83	18.59	14,478	17.08	29.36	32.06	-0.22	-0.88
SGN-HKG	CX 766	11:15	15:05	2.83	7	HKG-IAD	CX866	17:50	15:92	4	2.75	18.75	14,478	17.08	29.36	23.48	0.48	1.91
SGN-HKG	CX 764	19:05	22:40	2.58	7	HKG-IAD	-	0:00	0:00	0	(22.67)	2.58	14,478	17.08	29.36	-36.39	5.35	0.00
SGN-HKG	CX 772	6:20	10:00	2.67	5	HKG-DFW	AA126	14:20	15:58	5	4.33	18.25	14,557	17.16	29.40	25.67	0.30	1.52
SGN-HKG	CX 766	11:15	15:05	2.83	7	HKG-DFW	-	0:00	0:00	0	(15.08)	2.83	14,557	17.16	29.40	-23.00	4.28	0.00
SGN-HKG	CX 764	19:05	22:40	2.58	7	HKG-DFW	-	0:00	0:00	0	(22.67)	2.58	14,557	17.16	29.40	-36.24	5.37	0.00

表 5-2 吉隆坡-香港機場-北美連結度計算

Route	Airline	Schedule		Flight Time	Freq	Route	Airline	Schedule	Flight Time	Freq	Transfer Time	Total Flight	god KM	NST	MAXT	PTT	Q	CNU
KUL-HKG	KA 730	8:55	13:05	4.17	7	HKG-LAX	CX882	16:35	13:30	7	3.50	17.47	14,175	16.73	29.20	23.58	0.45	3.16
KUL-HKG	KA 728	10:10	14:25	4.25	7	HKG-LAX	CX882	16:35	13:30	7	2.17	17.55	14,175	16.73	29.20	21.33	0.63	4.42
KUL-HKG	KA 732	13:10	17:30	4.33	7	HKG-LAX	CX880	0:05	13:33	7	6.58	17.66	14,175	16.73	29.20	29.15	0.00	0.03
KUL-HKG	KA 734	17:45	21:55	4.17	7	HKG-LAX	CX880	0:05	13:33	7	2.17	17.50	14,175	16.73	29.20	21.28	0.64	4.45
KUL-HKG	KA 730	8:55	13:05	4.17	7	HKG-SFO	CX892	18:50	13:33	7	5.75	17.50	13,646	16.13	28.88	27.79	0.09	0.60
KUL-HKG	KA 728	10:10	14:25	4.25	7	HKG-SFO	CX892	18:50	13:33	7	4.42	17.58	13,646	16.13	28.88	25.49	0.27	1.86
KUL-HKG	KA 732	13:10	17:30	4.33	7	HKG-SFO	SQ 2	23:30	12:75	7	6.00	17.08	13,646	16.13	28.88	27.82	0.08	0.58
KUL-HKG	KA 734	17:45	21:55	4.17	7	HKG-SFO	CX872	0:45	13	7	2.83	17.17	13,646	16.13	28.88	22.24	0.52	3.64
KUL-HKG	KA 730	8:55	13:05	4.17	7	HKG-YYZ	AC16	15:10	15:08	7	2.08	19.25	14,859	17.51	29.53	22.76	0.56	3.94
KUL-HKG	KA 728	10:10	14:25	4.25	7	HKG-YYZ	CX 826	17:10	15:33	7	2.75	19.58	14,859	17.51	29.53	24.22	0.44	3.09
KUL-HKG	KA 732	13:10	17:30	4.33	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(17.50)	4.33	14,859	17.51	29.53	-25.19	4.55	0.00
KUL-HKG	KA 734	17:45	21:55	4.17	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(21.92)	4.17	14,859	17.51	29.53	-32.80	5.18	0.00
KUL-HKG	KA 730	8:55	13:05	4.17	7	HKG-JFK	CX840	16:05	16:17	7	3.00	20.34	15,176	17.87	29.66	25.32	0.37	2.58
KUL-HKG	KA 728	10:10	14:25	4.25	7	HKG-JFK	CX846	18:45	16	7	4.33	20.25	15,176	17.87	29.66	27.44	0.19	1.31
KUL-HKG	KA 732	13:10	17:30	4.33	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(17.50)	4.33	15,176	17.87	29.66	-24.72	4.61	0.00
KUL-HKG	KA 734	17:45	21:55	4.17	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(21.92)	4.17	15,176	17.87	29.66	-32.21	5.25	0.00
KUL-HKG	KA 730	8:55	13:05	4.17	7	HKG-YVR	CX810	16:15	12:25	7	3.17	16.42	12,821	15.20	28.27	22.31	0.46	3.19
KUL-HKG	KA 728	10:10	14:25	4.25	7	HKG-YVR	AC 8	19:40	12:08	7	5.25	16.33	12,821	15.20	28.27	26.10	0.17	1.16
KUL-HKG	KA 732	13:10	17:30	4.33	7	HKG-YVR	AC 8	19:40	12:08	7	2.17	16.41	12,821	15.20	28.27	20.44	0.60	4.19
KUL-HKG	KA 734	17:45	21:55	4.17	7	HKG-YVR	CX888	0:30	11:52	7	2.58	15.69	12,821	15.20	28.27	20.50	0.59	4.16
KUL-HKG	KA 730	8:55	13:05	4.17	7	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(13.08)	4.17	14,956	17.62	29.57	-17.79	3.96	0.00
KUL-HKG	KA 728	10:10	14:25	4.25	7	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(14.42)	4.25	14,956	17.62	29.57	-19.95	4.14	0.00
KUL-HKG	KA 732	13:10	17:30	4.33	7	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(17.50)	4.33	14,956	17.62	29.57	-25.05	4.57	0.00
KUL-HKG	KA 734	17:45	21:55	4.17	7	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(21.92)	4.17	14,956	17.62	29.57	-32.62	5.20	0.00
KUL-HKG	KA 730	8:55	13:05	4.17	7	HKG-SEA	CX858	23:55	12:08	7	10.83	16.25	12,994	15.39	28.41	36.24	-0.60	-4.21
KUL-HKG	KA 728	10:10	14:25	4.25	7	HKG-SEA	CX858	23:55	12:08	7	9.50	16.33	12,994	15.39	28.41	33.86	-0.42	-2.93
KUL-HKG	KA 732	13:10	17:30	4.33	7	HKG-SEA	CX858	23:55	12:08	7	6.42	16.41	12,994	15.39	28.41	28.25	0.01	0.08
KUL-HKG	KA 734	17:45	21:55	4.17	7	HKG-SEA	CX858	23:55	12:08	7	2.00	16.25	12,994	15.39	28.41	19.94	0.65	4.55

表 5-3 馬尼拉-香港機場-北美連結度計算

Route	Airline	Schedule		Flight Time	Freq	Route	Airline	Schedule	Flight Time	Freq	Transfer Time	Total Flight	gcd KM	NST	MAXT	PTT	Q	CNU
MNL-HKG	Cathay CX976	5:25	7:40	2:25	7	HKG-LAX	CX884	12:55	13:30	7	5:25	15:55	11,757	13.99	27.29	25.79	0.11	0.79
MNL-HKG	CX912	8:20	10:45	2:42	7	HKG-LAX	CX884	12:55	13:30	7	2:17	15:72	11,757	13.99	27.29	19.94	0.55	3.87
MNL-HKG	CX906	10:45	13:20	2:58	7	HKG-LAX	CX882	16:35	13:30	7	3:25	15:88	11,757	13.99	27.29	22.22	0.38	2.67
MNL-HKG	CX930	12:35	15:10	2:58	7	HKG-LAX	AA192	18:30	13:67	7	3:33	16:25	11,757	13.99	27.29	22.76	0.34	2.39
MNL-HKG	CX918	17:40	20:15	2:58	7	HKG-LAX	CX880	0:05	13:33	7	3:83	15:91	11,757	13.99	27.29	23.39	0.29	2.05
MNL-HKG	CX902	20:20	22:45	2:42	7	HKG-LAX	-	0:00	13:33	0	(22:75)	15:75	11,757	13.99	27.29	-28.63	4.20	0.00
MNL-HKG	CX934	21:10	23:35	2:42	7	HKG-LAX	-	0:00	13:33	0	(23:58)	15:75	11,757	13.99	27.29	-30.26	4.33	0.00
MNL-HKG	Cathay CX976	5:25	7:40	2:25	7	HKG-SFO	UA862	11:15	13:25	7	3:58	15:50	11,244	13.41	26.74	22.65	0.31	2.15
MNL-HKG	CX912	8:20	10:45	2:42	7	HKG-SFO	CX870	14:00	13:25	7	3:25	15:67	11,244	13.41	26.74	22.15	0.34	2.41
MNL-HKG	CX906	10:45	13:20	2:58	7	HKG-SFO	CX892	18:50	13:33	7	5:50	15:91	11,244	13.41	26.74	26.88	-0.01	-0.07
MNL-HKG	CX930	12:35	15:10	2:58	7	HKG-SFO	CX892	18:50	13:33	7	3:67	15:91	11,244	13.41	26.74	23.23	0.26	1.85
MNL-HKG	CX918	17:40	20:15	2:58	7	HKG-SFO	SQ 2	23:30	12:75	7	3:25	15:33	11,244	13.41	26.74	21.81	0.37	2.59
MNL-HKG	CX902	20:20	22:45	2:42	7	HKG-SFO	-	0:00	12:75	0	(22:75)	15:17	11,244	13.41	26.74	-30.20	4.27	0.00
MNL-HKG	CX934	21:10	23:35	2:42	7	HKG-SFO	-	0:00	13:33	0	(23:58)	15:75	11,244	13.41	26.74	-31.28	4.35	0.00
MNL-HKG	Cathay CX976	5:25	7:40	2:25	7	HKG-YYZ	CX824、828	10:25	15:80	7	2:75	18:05	13,230	15.66	28.59	23.07	0.43	2.99
MNL-HKG	CX912	8:20	10:45	2:42	7	HKG-YYZ	AC 16	15:10	15:08	7	4:42	17:50	13,230	15.66	28.59	25.56	0.23	1.64
MNL-HKG	CX906	10:45	13:20	2:58	7	HKG-YYZ	CX 826	17:10	15:33	7	3:83	17:91	13,230	15.66	28.59	24.91	0.28	1.99
MNL-HKG	CX930	12:35	15:10	2:58	7	HKG-YYZ	CX 826	17:10	15:33	7	2:00	17:91	13,230	15.66	28.59	21.56	0.54	3.80
MNL-HKG	CX918	17:40	20:15	2:58	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(20:25)	2:58	13,230	15.66	28.59	-34.38	4.87	0.00
MNL-HKG	CX902	20:20	22:45	2:42	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(22:75)	2:42	13,230	15.66	28.59	-39.11	5.24	0.00
MNL-HKG	CX934	21:10	23:35	2:42	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(23:58)	2:42	13,230	15.66	28.59	-40.63	5.35	0.00
MNL-HKG	Cathay CX976	5:25	7:40	2:25	7	HKG-JFK	CX840	16:05	16:17	7	8:42	18:42	13,711	16.21	28.92	33.44	-0.36	-2.49
MNL-HKG	CX912	8:20	10:45	2:42	7	HKG-JFK	CX840	16:05	16:17	7	5:33	18:59	13,711	16.21	28.92	28.10	0.06	0.45
MNL-HKG	CX906	10:45	13:20	2:58	7	HKG-JFK	CX840	16:05	16:17	7	2:75	18:75	13,711	16.21	28.92	23.66	0.41	2.90
MNL-HKG	CX930	12:35	15:10	2:58	7	HKG-JFK	CX846	18:45	16:00	7	3:58	18:58	13,711	16.21	28.92	24.98	0.31	2.17
MNL-HKG	CX918	17:40	20:15	2:58	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(20:25)	2:58	13,711	16.21	28.92	-33.55	4.91	0.00
MNL-HKG	CX902	20:20	22:45	2:42	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(22:75)	2:42	13,711	16.21	28.92	-38.18	5.28	0.00
MNL-HKG	CX934	21:10	23:35	2:42	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(23:58)	2:42	13,711	16.21	28.92	-39.67	5.30	0.00

表 5-4 雅加達-香港機場-北美連結度計算

Route	Airline	Schedule		Flight Time	Freq	Route	Airline	Schedule	Flight Time	Freq	Transfer Time	Total Flight	gcd KM	NST	MAXT	PTT	Q	CNU
CGK-HKG	CX 798	0:05	6:00	4:92	7	HKG-LAX	CX884	12:55	13:30	7	6:92	18:22	14,460	17.05	29.35	30.12	-0.06	-0.44
CGK-HKG	CX 752	5:45	11:45	5:00	5	HKG-LAX	CX882	16:35	13:3	5	4:83	18:30	14,460	17.05	29.35	26.62	0.22	1.11
CGK-HKG	CX 718	8:15	14:20	5:08	7	HKG-LAX	CX882	16:35	13:30	7	2:25	18:38	14,460	17.05	29.35	22.25	0.58	4.04
CGK-HKG	CX 776	14:15	20:25	5:17	7	HKG-LAX	CX880	0:05	13:33	7	3:67	18:50	14,460	17.05	29.35	24.81	0.37	2.58
CGK-HKG	CX 798	0:05	6:00	4:92	7	HKG-SFO	UA862	11:15	13:00	7	5:25	17:92	13,969	16.50	29.08	27.17	0.15	1.06
CGK-HKG	CX 752	5:45	11:45	5:00	5	HKG-SFO	CX870	14:00	13:25	5	2:25	18:25	13,969	16.50	29.08	22.22	0.55	2.73
CGK-HKG	CX 718	8:15	14:20	5:08	7	HKG-SFO	CX892	18:50	13:33	7	4:50	18:41	13,969	16.50	29.08	26.34	0.22	1.52
CGK-HKG	CX 776	14:15	20:25	5:17	7	HKG-SFO	SQ 2	23:30	12:75	7	3:08	17:92	13,969	16.50	29.08	23.35	0.46	3.19
CGK-HKG	CX 798	0:05	6:00	4:92	7	HKG-YYZ	CX824、828	10:25	15:80	7	4:42	20:72	15,799	18.57	29.85	27.82	0.18	1.26
CGK-HKG	CX 752	5:45	11:45	5:00	5	HKG-YYZ	AC 16	15:10	15:08	5	3:42	20:08	15,799	18.57	29.85	25.57	0.38	1.90
CGK-HKG	CX 718	8:15	14:20	5:08	7	HKG-YYZ	CX 826	17:10	15:33	7	2:83	20:41	15,799	18.57	29.85	24.96	0.43	3.03
CGK-HKG	CX 776	14:15	20:25	5:17	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(20:42)	5:17	15,799	18.57	29.85	-27.64	5.10	0.00
CGK-HKG	CX 798	0:05	6:00	4:92	7	HKG-JFK	CX830	9:15	15:52	7	3:25	20:44	16,180	19.00	29.93	25.56	0.40	2.80
CGK-HKG	CX 752	5:45	11:45	5:00	5	HKG-JFK	CX840	16:05	16:17	5	4:33	21:17	16,180	19.00	29.93	27.99	0.18	0.88
CGK-HKG	CX 718	8:15	14:20	5:08	7	HKG-JFK	CX846	18:45	16	7	4:42	21:08	16,180	19.00	29.93	28.03	0.17	1.21
CGK-HKG	CX 776	14:15	20:25	5:17	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(20:42)	5:17	16,180	19.00	29.93	-26.98	5.21	0.00
CGK-HKG	CX 798	0:05	6:00	4:92	7	HKG-YVR	CX856	10:50	12:33	3	4:83	17:25	13,347	15.79	28.67	26.02	0.21	0.62
CGK-HKG	CX 752	5:45	11:45	5:00	5	HKG-YVR	CX810	16:15	12:25	5	4:50	17:25	13,347	15.79	28.67	25.42	0.25	1.26
CGK-HKG	CX 718	8:15	14:20	5:08	7	HKG-YVR	AC 8	19:40	12:08	7	5:33	17:16	13,347	15.79	28.67	26.84	0.14	0.99
CGK-HKG	CX 776	14:15	20:25	5:17	7	HKG-YVR	CX888	0:30	11:52	7	4:08	16:69	13,347	15.79	28.67	24.10	0.35	2.48
CGK-HKG	CX 798	0:05	6:00	4:92	7	HKG-ORD	CX806	11:35	15:08	7	5:58	20:00	15,782	18.55	29.84	28.98	0.08	0.53
CGK-HKG	CX 752	5:45	11:45	5:00	5	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(11:75)	5:00	15,782	18.55	29.84	-13.90	3.87	0.00
CGK-HKG	CX 718	8:15	14:20	5:08	7	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(14:33)	5:08	15,782	18.55	29.84	-17.98	4.24	0.00
CGK-HKG	CX 776	14:15	20:25	5:17	7	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(20:42)	5:17	15,782	18.55	29.84	-27.67	5.09	0.00
CGK-HKG	CX 798	0:05	6:00	4:92	7	HKG-SEA	CX858	23:55	12:08	7	17:92	17:00	13,497	15.96	28.78	49.30	-1.60	-11.21
CGK-HKG	CX 752	5:45	11:45	5:00	5	HKG-SEA	CX858	23:55	12:08	5	12:17	17:08	13,497	15.96	28.78	39.01	-0.80	-3.99
CGK-HKG	CX 718	8:15	14:20	5:08	7	HKG-SEA	CX858	23:55	12:08	7	9:58	17:16	13,497	15.96	28.78	34.44	-0.44	-3.09
CGK-HKG	CX 776	14:15	20:25	5:17	7	HKG-SEA	CX858	23:55	12:08	7	3:50	17:25	13,497	15.96	28.78	23.56	0.41	2.85

表 5-5 曼谷-香港機場-北美連結度計算

Route	Airline	Schedule		Flight Time	Freq	Route	Airline	Schedule	Flight Time	Freq	Transfer Time	Total Flight	god KM	NST	MAXT	PIT	Q	CNU
BKK-HKG	CX 616	6:35	10:25	2:83	7	HKG-LAX	CX884	12:55	13:30	7	2:50	16:13	13,308	15.75	28.64	20.68	0.62	4.32
BKK-HKG	CX 700	8:15	12:10	2:92	7	HKG-LAX	CX882	16:35	13:30	7	4:42	16:22	13,308	15.75	28.64	24.25	0.34	2.38
BKK-HKG	CX 750	11:00	15:00	3:00	7	HKG-LAX	American Airlines AA192	18:30	13:67	7	3:50	16:67	13,308	15.75	28.64	28.04	0.43	3.04
BKK-HKG	CX 618	12:00	16:15	3:25	4	HKG-LAX	American Airlines AA192	18:30	13:67	4	2:25	16:92	13,308	15.75	28.64	21.01	0.59	2.37
BKK-HKG	CX 728	12:20	16:25	3:08	1	HKG-LAX	American Airlines AA192	18:30	13:67	1	2:08	16:75	13,308	15.75	28.64	20.54	0.63	0.63
BKK-HKG	CX 754	12:35	16:30	2:92	7	HKG-LAX	CX880	0:05	13:33	7	7:58	16:25	13,308	15.75	28.64	30.04	-0.11	-0.76
BKK-HKG	CX 654	15:00	18:50	2:83	7	HKG-LAX	CX880	0:05	13:33	7	5:25	16:16	13,308	15.75	28.64	25.71	0.28	1.59
BKK-HKG	CX712	16:00	19:55	2:92	7	HKG-LAX	CX880	0:05	13:33	7	4:17	16:25	13,308	15.75	28.64	28.83	0.37	2.61
BKK-HKG	CX 656	16:20	20:30	3:16	7	HKG-LAX	CX880	0:05	13:33	7	3:58	16:49	13,308	15.75	28.64	28.01	0.44	3.06
BKK-HKG	CX 708	17:30	21:30	3:00	7	HKG-LAX	CX880	0:05	13:33	7	2:58	16:33	13,308	15.75	28.64	21.03	0.59	4.13
BKK-HKG	CX 704	18:55	22:55	3:00	7	HKG-LAX	-	0:00	0:00	0	(22:92)	3:00	13,308	15.75	28.64	-38.68	5.22	0.00
BKK-HKG	CX 616	6:35	10:25	2:83	7	HKG-SFO	CX870	14:00	13:25	7	3:58	16:08	12,766	15.13	28.22	22.76	0.42	2.92
BKK-HKG	CX 700	8:15	12:10	2:92	7	HKG-SFO	CX892	18:50	13:33	7	6:67	16:25	12,766	15.13	28.22	28.68	-0.08	-0.24
BKK-HKG	CX 750	11:00	15:00	3:00	7	HKG-SFO	CX892	18:50	13:33	7	3:83	16:33	12,766	15.13	28.22	23.48	0.36	2.54
BKK-HKG	CX 618	12:00	16:15	3:25	4	HKG-SFO	CX892	18:50	13:33	4	2:58	16:58	12,766	15.13	28.22	21.40	0.52	2.09
BKK-HKG	CX 728	12:20	16:25	3:08	1	HKG-SFO	CX892	18:50	13:33	1	2:42	16:41	12,766	15.13	28.22	20.92	0.56	0.56
BKK-HKG	CX 754	12:35	16:30	2:92	7	HKG-SFO	CX892	18:50	13:33	7	2:33	16:25	12,766	15.13	28.22	20.60	0.58	4.08
BKK-HKG	CX 654	15:00	18:50	2:83	7	HKG-SFO	SQ 2	23:30	12:75	7	4:67	15:58	12,766	15.13	28.22	24.28	0.30	2.11
BKK-HKG	CX712	16:00	19:55	2:92	7	HKG-SFO	SQ 2	23:30	12:75	7	3:58	15:67	12,766	15.13	28.22	22.35	0.45	3.14
BKK-HKG	CX 656	16:20	20:30	3:16	7	HKG-SFO	SQ 2	23:30	12:75	7	3:00	15:91	12,766	15.13	28.22	21.50	0.51	3.59
BKK-HKG	CX 708	17:30	21:30	3:00	7	HKG-SFO	CX872	0:45	13	7	3:25	16:00	12,766	15.13	28.22	22.06	0.47	3.30
BKK-HKG	CX 704	18:55	22:55	3:00	7	HKG-SFO	-	0:00	0:00	0	(22:92)	3:00	12,766	15.13	28.22	-39.74	5.19	0.00
BKK-HKG	CX 616	6:35	10:25	2:83	7	HKG-YYZ	AC 16	15:10	15:08	7	4:75	17:91	13,653	16.14	28.88	26.41	0.19	1.36
BKK-HKG	CX 700	8:15	12:10	2:92	7	HKG-YYZ	AC 16	15:10	15:08	7	3:00	18:00	13,653	16.14	28.88	23.37	0.43	3.08
BKK-HKG	CX 750	11:00	15:00	3:00	7	HKG-YYZ	CX 826	17:10	15:33	7	2:17	18:33	13,653	16.14	28.88	22.21	0.52	3.67
BKK-HKG	CX 618	12:00	16:15	3:25	4	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(16:25)	3:25	13,653	16.14	28.88	-25.83	4.29	0.00
BKK-HKG	CX 728	12:20	16:25	3:08	1	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(16:42)	3:08	13,653	16.14	28.88	-26.30	4.33	0.00
BKK-HKG	CX 754	12:35	16:30	2:92	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(16:50)	2:92	13,653	16.14	28.88	-26.61	4.35	0.00
BKK-HKG	CX 654	15:00	18:50	2:83	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(18:83)	2:83	13,653	16.14	28.88	-30.87	4.69	0.00
BKK-HKG	CX712	16:00	19:55	2:92	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(19:92)	2:92	13,653	16.14	28.88	-32.72	4.83	0.00
BKK-HKG	CX 656	16:20	20:30	3:16	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(20:50)	3:16	13,653	16.14	28.88	-33.52	4.90	0.00
BKK-HKG	CX 708	17:30	21:30	3:00	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(21:50)	3:00	13,653	16.14	28.88	-35.47	5.05	0.00
BKK-HKG	CX 704	18:55	22:55	3:00	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(22:92)	3:00	13,653	16.14	28.88	-38.01	5.25	0.00
BKK-HKG	CX 616	6:35	10:25	2:83	7	HKG-JFK	CX840	16:05	16:17	7	5:67	19:00	13,963	16.49	29.08	28.99	0.01	0.05
BKK-HKG	CX 700	8:15	12:10	2:92	7	HKG-JFK	CX840	16:05	16:17	7	3:92	19:09	13,963	16.49	29.08	26.00	0.24	1.71
BKK-HKG	CX 750	11:00	15:00	3:00	7	HKG-JFK	CX846	18:45	16	7	3:75	19:00	13,963	16.49	29.08	25.61	0.28	1.93
BKK-HKG	CX 618	12:00	16:15	3:25	4	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(16:25)	3:25	13,963	16.49	29.08	-25.40	4.33	0.00
BKK-HKG	CX 728	12:20	16:25	3:08	1	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(16:42)	3:08	13,963	16.49	29.08	-25.86	4.37	0.00
BKK-HKG	CX 754	12:35	16:30	2:92	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(16:50)	2:92	13,963	16.49	29.08	-26.17	4.39	0.00
BKK-HKG	CX 654	15:00	18:50	2:83	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(18:83)	2:83	13,963	16.49	29.08	-30.38	4.72	0.00
BKK-HKG	CX712	16:00	19:55	2:92	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(19:92)	2:92	13,963	16.49	29.08	-32.20	4.87	0.00
BKK-HKG	CX 656	16:20	20:30	3:16	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(20:50)	3:16	13,963	16.49	29.08	-32.96	4.93	0.00
BKK-HKG	CX 708	17:30	21:30	3:00	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(21:50)	3:00	13,963	16.49	29.08	-34.91	5.08	0.00
BKK-HKG	CX 704	18:55	22:55	3:00	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(22:92)	3:00	13,963	16.49	29.08	-37.41	5.28	0.00

表 5-6 新加坡-香港機場-北美連結度計算

Route	Airline	Schedule		Flight Time	Freq	Route	Airline	Schedule	Flight Time	Freq	Transfer Time	Flight Time	god KM	NST	MAXT	PTT	Q	CNU
SDN-HKG	CX 714	1:20	5:10	3:83	7	HKG-LAX	CX884	12:55	13:30	7	7.75	17.13	14,114	16.66	29.16	30.69	-0.12	-0.86
SDN-HKG	CX 650	6:35	10:40	4:08	7	HKG-LAX	CX884	12:55	13:30	7	2.25	17.38	14,114	16.66	29.16	21.32	0.63	4.39
SDN-HKG	CX 710	8:00	12:05	4:08	7	HKG-LAX	CX882	16:35	13:3	7	4.50	17.38	14,114	16.66	29.16	25.26	0.31	2.19
SDN-HKG	CX 658	9:50	14:05	4:25	7	HKG-LAX	CX882	16:35	13:30	7	2.50	17.55	14,114	16.66	29.16	21.98	0.58	4.05
SDN-HKG	CX 652	12:55	17:15	4:33	7	HKG-LAX	CX880	0:05	13:33	7	6.83	17.66	14,114	16.66	29.16	29.62	-0.04	-0.26
SDN-HKG	CX 734	16:05	20:10	4:08	7	HKG-LAX	CX880	0:05	13:33	7	3.92	17.41	14,114	16.66	29.16	24.27	0.39	2.74
SDN-HKG	CX 716	18:00	22:05	4:08	7	HKG-LAX	CX880	0:05	13:33	7	2.00	17.41	14,114	16.66	29.16	20.91	0.66	4.62
SDN-HKG	CX 636	20:10	0:15	4:08	7	HKG-LAX	CX884	12:55	13:33	7	12.67	17.41	14,114	16.66	29.16	39.58	-0.83	-5.83
SDN-HKG	CX 714	1:20	5:10	3:83	7	HKG-SFO	CX870	14:00	13:25	7	8.83	17.08	13,598	16.07	28.84	32.98	-0.32	-2.24
SDN-HKG	CX 650	6:35	10:40	4:08	7	HKG-SFO	CX870	14:00	13:25	7	3.33	17.33	13,598	16.07	28.84	23.31	0.43	3.08
SDN-HKG	CX 710	8:00	12:05	4:08	7	HKG-SFO	CX892	18:50	13:33	7	6.75	17.41	13,598	16.07	28.84	29.52	-0.05	-0.37
SDN-HKG	CX 658	9:50	14:05	4:25	7	HKG-SFO	CX892	18:50	13:33	7	4.75	17.58	13,598	16.07	28.84	26.10	0.21	1.50
SDN-HKG	CX 652	12:55	17:15	4:33	7	HKG-SFO	SQ 2	23:30	12:75	7	6.25	17.08	13,598	16.07	28.84	28.30	0.04	0.30
SDN-HKG	CX 734	16:05	20:10	4:08	7	HKG-SFO	SQ 2	23:30	12:75	7	3.33	16.83	13,598	16.07	28.84	22.81	0.47	3.31
SDN-HKG	CX 716	18:00	22:05	4:08	7	HKG-SFO	CX872	0:45	13	7	2.67	17.08	13,598	16.07	28.84	21.87	0.55	3.82
SDN-HKG	CX 636	20:10	0:15	4:08	7	HKG-SFO	-	0:00	0:00	0	(0.25)	4.08	13,598	16.07	28.84	3.63	1.97	0.00
SDN-HKG	CX 714	1:20	5:10	3:83	7	HKG-YYZ	CX824、828	10:25	15:80	7	5.25	19.63	15,008	17.67	29.59	28.42	0.10	0.69
SDN-HKG	CX 650	6:35	10:40	4:08	7	HKG-YYZ	AC 16	15:10	15:08	7	4.50	19.16	15,008	17.67	29.59	26.70	0.24	1.70
SDN-HKG	CX 710	8:00	12:05	4:08	7	HKG-YYZ	AC 16	15:10	15:08	7	3.08	19.16	15,008	17.67	29.59	24.32	0.44	3.09
SDN-HKG	CX 658	9:50	14:05	4:25	7	HKG-YYZ	CX 826	17:10	15:33	7	3.08	19.58	15,008	17.67	29.59	24.74	0.41	2.85
SDN-HKG	CX 652	12:55	17:15	4:33	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(17.25)	4.33	15,008	17.67	29.59	-24.56	4.54	0.00
SDN-HKG	CX 734	16:05	20:10	4:08	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(20.17)	4.08	15,008	17.67	29.59	-29.69	4.97	0.00
SDN-HKG	CX 716	18:00	22:05	4:08	7	HKG-YYZ	-	0:00	0:00	0	(22.08)	4.08	15,008	17.67	29.59	-32.90	5.24	0.00
SDN-HKG	CX 636	20:10	0:15	4:08	7	HKG-YYZ	CX824、828	10:25	15:80	7	10.17	19.88	15,008	17.67	29.59	36.91	-0.61	-4.29
SDN-HKG	CX 714	1:20	5:10	3:83	7	HKG-JFK	CX830	9:15	15:52	7	4.08	19.35	15,347	18.06	29.72	26.07	0.31	2.19
SDN-HKG	CX 650	6:35	10:40	4:08	7	HKG-JFK	CX840	16:05	16:17	7	5.42	20.25	15,347	18.06	29.72	29.16	0.05	0.33
SDN-HKG	CX 710	8:00	12:05	4:08	7	HKG-JFK	CX840	16:05	16:17	7	4.00	20.25	15,347	18.06	29.72	26.83	0.25	1.73
SDN-HKG	CX 658	9:50	14:05	4:25	7	HKG-JFK	CX840	16:05	16:17	7	2.00	20.42	15,347	18.06	29.72	23.71	0.52	3.61
SDN-HKG	CX 652	12:55	17:15	4:33	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(17.25)	4.33	15,347	18.06	29.72	-24.05	4.61	0.00
SDN-HKG	CX 734	16:05	20:10	4:08	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(20.17)	4.08	15,347	18.06	29.72	-29.10	5.05	0.00
SDN-HKG	CX 716	18:00	22:05	4:08	7	HKG-JFK	-	0:00	0:00	0	(22.08)	4.08	15,347	18.06	29.72	-32.26	5.32	0.00
SDN-HKG	CX 636	20:10	0:15	4:08	7	HKG-JFK	CX830	9:15	15:52	7	9.00	19.60	15,347	18.06	29.72	34.41	-0.40	-2.82
SDN-HKG	CX 714	1:20	5:10	3:83	7	HKG-YVR	CX856	10:50	12:33	3	5.67	16.16	12,822	15.20	28.27	26.70	0.12	0.36
SDN-HKG	CX 650	6:35	10:40	4:08	7	HKG-YVR	CX810	16:15	12:25	7	5.58	16.33	12,822	15.20	28.27	26.72	0.12	0.83
SDN-HKG	CX 710	8:00	12:05	4:08	7	HKG-YVR	CX810	16:15	12:25	7	4.17	16.33	12,822	15.20	28.27	24.08	0.32	2.24
SDN-HKG	CX 658	9:50	14:05	4:25	7	HKG-YVR	CX810	16:15	12:25	7	2.17	16.50	12,822	15.20	28.27	20.53	0.59	4.14
SDN-HKG	CX 652	12:55	17:15	4:33	7	HKG-YVR	AC 8	19:40	12:08	7	2.42	16.41	12,822	15.20	28.27	20.91	0.56	3.94
SDN-HKG	CX 734	16:05	20:10	4:08	7	HKG-YVR	CX888	0:30	11:52	7	4.33	15.60	12,822	15.20	28.27	23.66	0.35	2.47
SDN-HKG	CX 716	18:00	22:05	4:08	7	HKG-YVR	CX888	0:30	11:52	7	2.42	15.60	12,822	15.20	28.27	20.10	0.63	4.38
SDN-HKG	CX 636	20:10	0:15	4:08	7	HKG-YVR	CX856	10:50	12:33	3	10.58	16.41	12,822	15.20	28.27	36.10	-0.60	-1.80
SDN-HKG	CX 714	1:20	5:10	3:83	7	HKG-ORD	CX806	11:35	15:08	7	6.42	18.91	15,059	17.73	29.61	29.63	0.00	-0.01
SDN-HKG	CX 650	6:35	10:40	4:08	7	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(10.67)	4.08	15,059	17.73	29.61	-13.73	3.65	0.00
SDN-HKG	CX 710	8:00	12:05	4:08	7	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(12.08)	4.08	15,059	17.73	29.61	-16.10	3.85	0.00
SDN-HKG	CX 658	9:50	14:05	4:25	7	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(14.08)	4.25	15,059	17.73	29.61	-19.27	4.11	0.00
SDN-HKG	CX 652	12:55	17:15	4:33	7	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(17.25)	4.33	15,059	17.73	29.61	-24.48	4.55	0.00
SDN-HKG	CX 734	16:05	20:10	4:08	7	HKG-ORD	-	0:00	0:00	0	(20.17)	4.08	15,059	17.73	29.61	-29.69	4.97	0.00

5.2 各機場連結度

本研究利用 Netscan Model 分析結果如表 5-7 所示，其中桃園機場的樞紐連結度最高，CNU 值為 300.06，顯示其在 6 個東南亞機場(越南、馬尼拉、曼谷、吉隆坡、雅加達、新加坡)中轉北美地區 6 個機場(洛杉磯、舊金山、甘迺迪、溫哥華、芝加哥及西雅圖)中具有航網連結優勢；第 2 名則為香港機場，CNU 值為 266.36；第 3 名為成田機場，CNU 值為 156；第 4 名為仁川機場，CNU 值為 154.77。

表 5-7 各機場樞紐連結度計算結果

機場	HKG	ICN	NRT	TPE
SGN	19.07	31.75	35.57	50.98
MNL	35.94	35.6	35.19	42.59
BKK	82.45	42.66	22.61	110.07
KUL	39.97	8.72	17.69	25.48
CGK	29.87	10.15	29.4	31.15
SIN	59.06	25.89	15.54	39.79
CNU 值	266.36	154.77	156	300.06

備註:CNU資料來源:2019年7月。

本研究自行分析結果。

第六章 連結度分析與綜合評估

由第五章雖然得到各機場整體樞紐連結度，但無法瞭解每一條航線之間的差異性，同時也無法明白連結度與旅客量之間的關係，因此本章節將進一步細部分析，以瞭解連結度對於機場的影響性。

6.1 機場樞紐連結度與客運量關係

本研究利用 IATA MarketIS 資料進行分析後，可得本研究範圍各機場之中轉人數(如表 6-1 所示)，其中桃園機場的轉運人數最多，旅客量達到 50.3 萬人次；第 2 名則為香港機場，旅客量有 32.8 萬人次；第 3 名為仁川機場，旅客量有 28.9 萬人次；第 4 名為成田機場，旅客量有 18.6 萬人次。

由資料顯示樞紐連結度似乎與中轉旅客量相關，當樞紐連結度高時，則中轉旅客量也會增多，以連結度第 1、2 名為例，桃園機場與香港機場的轉運人數也是分屬 1、2 名；不過成田機場與仁川機場的結果似乎與預期不一致，因成田機場連結度較仁川機場連結度高，但轉運人數卻是仁川機場較多，顯示仍有部分因素影響中轉意願；由國際文獻中可以發現票價也是一項重要影響因子，因此須將票價一併納入考量。

表 6-1 各機場中轉人數與樞紐連結度比較

機場	HKG		ICN		NRT		TPE	
	CNU	轉運人數	CNU	轉運人數	CNU	轉運人數	CNU	轉運人數
SGN	19.07	93	31.75	101	35.57	69	50.98	151
MNL	35.94	105	35.6	102	35.19	38	42.59	167
BKK	82.45	62	42.66	72	22.61	31	110.07	101
KUL	39.97	22	8.72	3	17.69	11	25.48	20
CGK	29.87	20	10.15	3	29.4	19	31.15	30

SIN	59.06	26	25.89	8	15.54	18	39.79	34
	266.36	328	154.77	289	156	186	300.06	503

備註: CNU 資料來源: 2019 年 7 月，人數資料來源: 2018 年。

單位: 人數千人。

本研究自行分析結果。

6.2 票價與樞紐連結度、客運量關係

由前節分析可知票價是一項重要影響旅客選擇中轉機場因子，因此本節將 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. 桃園機場

桃園機場在樞紐連結度表現最佳，且平均票價最低，因此轉運人數是 4 座機場中最多(50 萬人次)。

2. 香港機場

香港機場在樞紐連結度為次佳，但平均票價為第 2 高，雖然平均票價高於仁川機場 6%，但樞紐連結度卻高於仁川機場 72%，因此香港機場轉機人數排名第 2 有 32.8 萬人次。

3. 仁川機場

仁川機場雖然樞紐連結度最低，但票價卻也是最低的，因此利用低票價抵銷連結度不利狀況，轉機人數僅次於桃園、香港機場，排名第 3 達到 28.9 萬人次。

4. 成田機場

成田機場由於樞紐連結度不高(第 3 名)，且平均票價是最高的，因此轉機人數是 4 座機場中最少的，只有 18.6 萬人次；此外由表 6-2 即可發現，仁川機場轉機平均票價比成田機場較低(低 24%)，因此吸引較多中轉旅客前往該機場轉機。

表 6-2 樞紐連結度、票價與中轉人數比較

機場	HKG		ICN		NRT		TPE	
	CNU	轉運 人數	CNU	轉運 人數	CNU	轉運 人數	CNU	轉運 人數
SGN	19.07	93	31.75	101	35.57	69	50.98	151
MNL	35.94	105	35.6	102	35.19	38	42.59	167
BKK	82.45	62	42.66	72	22.61	31	110.07	101
KUL	39.97	22	8.72	3	17.69	11	25.48	20
CGK	29.87	20	10.15	3	29.4	19	31.15	30
SIN	59.06	26	25.89	8	15.54	18	39.79	34
	266.36	328	154.77	289	156	186	300.06	503
平均票 價	725		681		895		642	
票價差 異性	-		-6.1%		+23.4%		-11.4%	

備註:CNU資料來源:2019年7月，人數資料來源:2018年。

單位:人數千人，票價美元。

本研究自行分析結果。

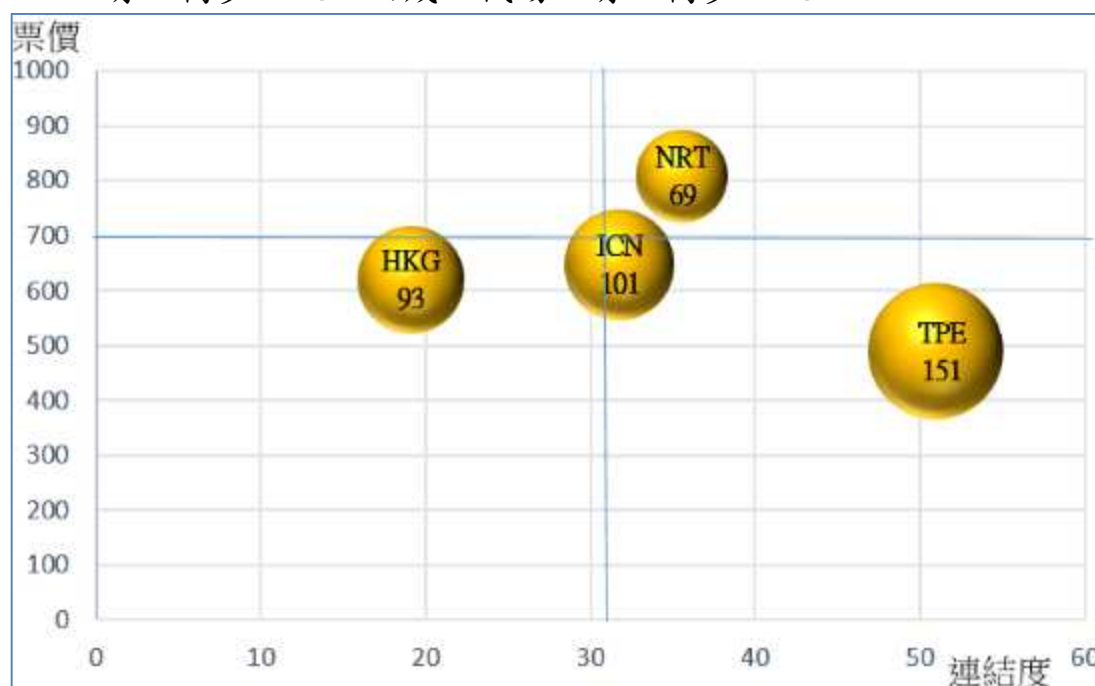
6.3 各航線細部分析

為了釐清各條航線中各機場之優劣勢及競爭關係，因此使用泡泡圖以瞭解連結度、票價與旅客量 3 項參數的相關性，泡泡圖中，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：

1. 越南-中轉-北美航線

(1)桃園機場位於第 4 象限，因此最具競爭力，且中轉旅客也是最多，有 15 萬多人次。另仁川機場也偏向第 4 象限，中轉旅客量有 10 萬多人次。

(2)香港與成田機場分別位於第 1 及第 3 象限，雖然成田機場連結度較高，但由於香港機場票價較低於成田機場，因此中轉人數有 9 萬多人次，而成田機場只有 6 萬多人次。



單位:人數千人。

本研究自行分析結果。

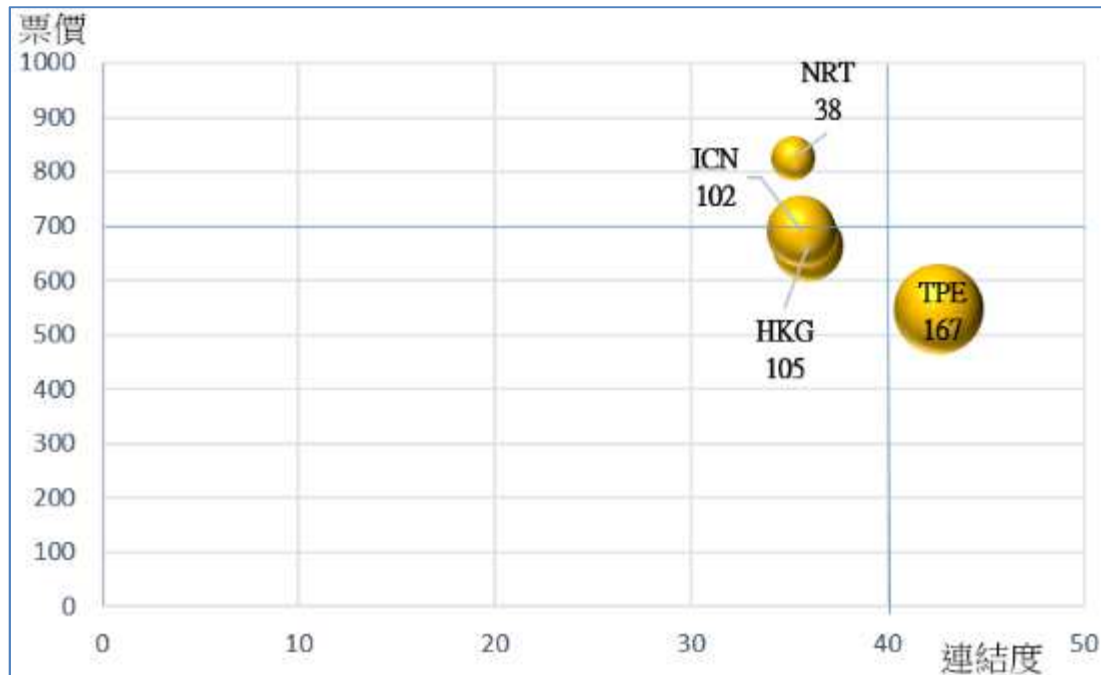
圖 6.1 越南-中轉-北美航線細部分析

2. 馬尼拉-中轉-北美航線

(1)桃園機場位於第 4 象限，因此最具競爭力，且中轉旅客也是最多，有 16 萬多人次。

(2)仁川及香港機場位於第 3 象限，中轉旅客量各有 10 萬多人次。

(3)成田機場則位於第 2 象限，是競爭力最差，因此中轉人數只有 3 萬多人次。

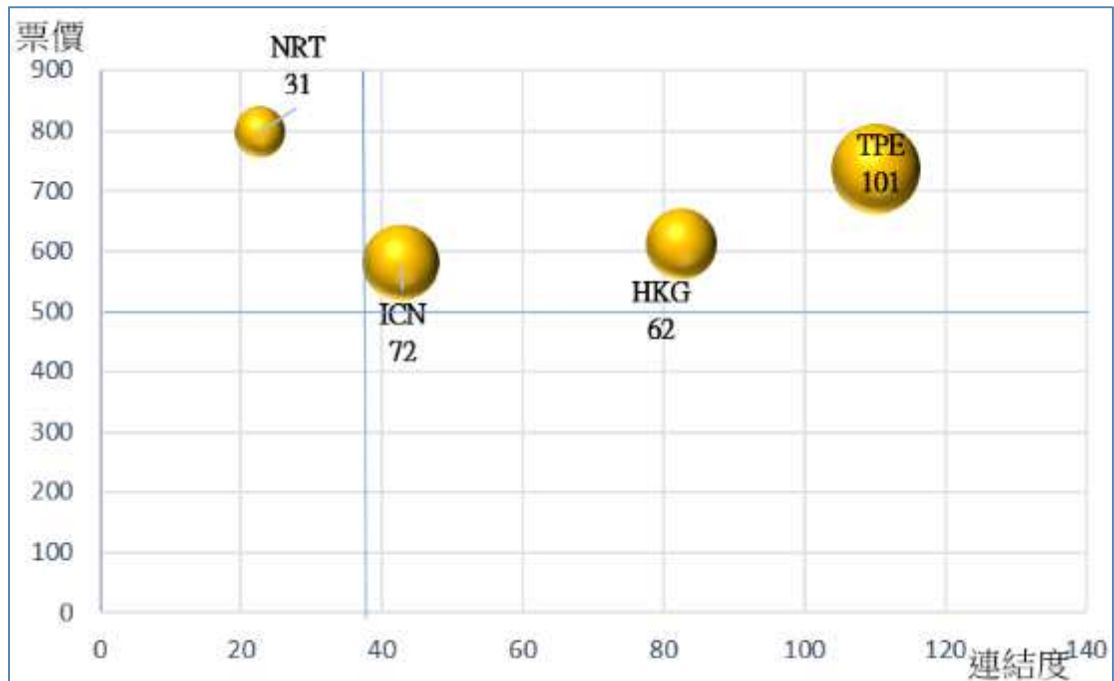


單位:人數千人。
本研究自行分析結果。

圖 6.2 馬尼拉-中轉-北美航線細部分析

3. 曼谷-中轉-北美航線

- (1) 桃園、香港及仁川機場皆位於第 1 象限，其中桃園機場雖然票價較高，但連結度處於領先地位，因此中轉人數有 10 萬多人次，香港機場票價及連結度位於中等狀態，中轉人數有 6 萬多人次，而仁川機場雖然連結度最差，但票價卻是最低價，因此中轉人數有 7 萬多人次。
- (2) 成田機場由於位於第 2 象限，不論連結度與票價都是最差的，因此是競爭力最差，其中轉人數只有 3 萬多人次。

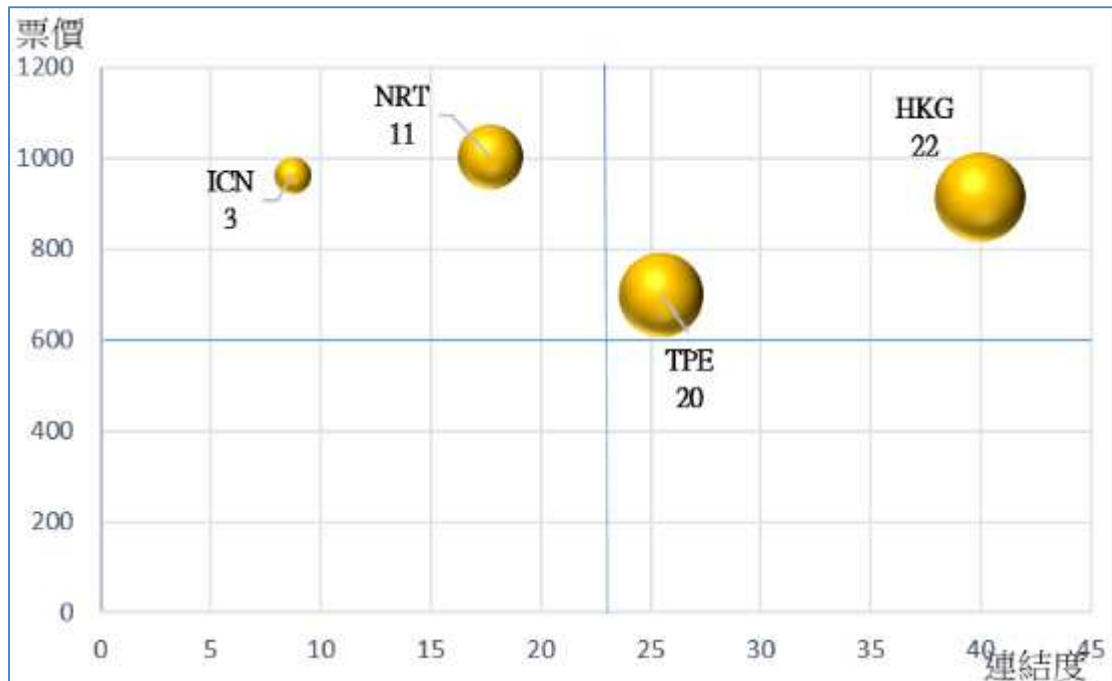


單位:人數千人。
本研究自行分析結果。

圖 6.3 曼谷-中轉-北美航線細部分析

4. 吉隆坡-中轉-北美航線

- (1) 香港及桃園機場皆位於第 1 象限，其中香港機場連結度較高，但票價也較高，因此中轉旅客量有 2 萬多人次，而桃園機場雖然連結度較低，但票價相對較低，因此中轉旅客量也有 2 萬多人次。
- (2) 仁川及成田機場皆位於第 2 象限，代表其競爭力最差，其中成田機場連結度相對於仁川機場較高，且兩者票價差距不大，因此成田中轉旅客量有 1 萬多人次，而仁川機場中轉人數只有 3 千多人次。

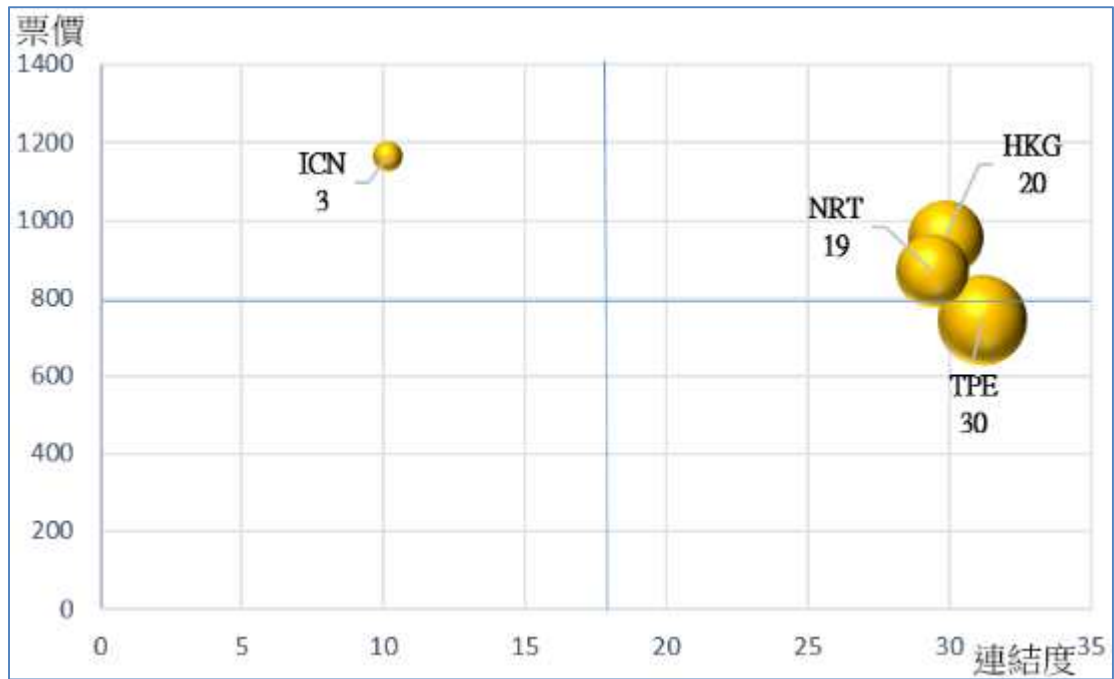


單位:人數千人。
本研究自行分析結果。

圖 6.4 吉隆坡-中轉-北美航線細部分析

5. 雅加達-中轉-北美航線

- (1) 桃園機場偏向第 4 象限，因此最具競爭力，其中轉旅客也是最多，有 3 萬多人次。
- (2) 成田及香港機場位於第 1 象限，由於兩者連結度及票價差異不到，因此中轉旅客量也相當近似，各有 2 萬左右人次。
- (3) 仁川機場則位於第 2 象限，是競爭力最差，因此中轉人數只有 3 千多人次。

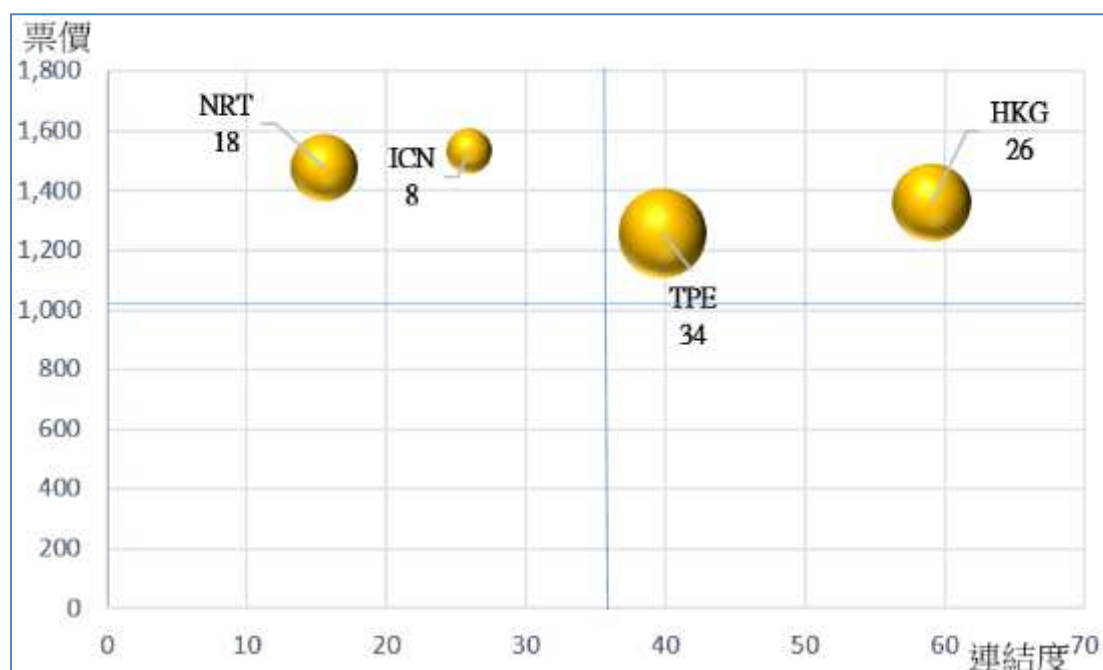


單位:人數千人。
本研究自行分析結果。

圖 6.5 雅加達-中轉-北美航線細部分析

6. 新加坡-中轉-北美航線

- (1) 香港及桃園機場皆位於第 1 象限，其中香港機場連結度較高，但票價也較高，因此中轉旅客量有 2 萬多人次，而桃園機場雖然連結度較低，但票價相對較低，因此中轉旅客量有 3 萬多人次。
- (2) 仁川及成田機場皆位於第 2 象限，代表其競爭力最差，其中成田機場連結度相對於仁川機場較低，但票價比仁川機場具有優勢，因此成田中轉旅客量有 1 萬多人次，而仁川機場中轉人數只有 8 千多人次。



單位:人數千人。

本研究自行分析結果。

圖 6.6 新加坡-中轉-北美航線細部分析

6.4 相關參數迴歸分析結果

本研究最後利用上述資料進行迴歸分析，以瞭解旅客量與連結度、票價之關係，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呈現負相關。

表 6-3 迴歸分析結果

迴歸分析				
	P-值	標準誤	t 統計	係數
截距	0.000494	25527.55	4.151241	105971
X 變數 1	0.069782 *	285.21	1.915912	546.4373
X 變數 2	0.001086 ***	22.36818	-3.81425	-85.3179
R 平方	0.546002			
調整的 R 平方	0.500603			
標準誤	29332.66			

Remarks: *, **, and *** indicate that the explanatory variable is significant at the 0.10, 0.05, and 0.01 significance level, respectively.

本研究自行分析結果。

第七章 結論與建議

由於機場競爭有許多不同的層面，每座機場皆有其獨特的特性，且其立足點不盡相同，若就傳統單一指標針對各機場競爭力做排名，似乎不夠客觀，因此本研究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。

7.1 結論

1. 傳統航空公司或機場在比較上，常使用總旅客數、飛機起降次數或貨物噸數等指標，但這些指標並未反映機場被選擇的吸引力與競爭地位等資訊。而國際上常見使用的模型是 Netscan Model，該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，較能有效評估機場航網競爭關係。
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。由研究結果發現旅客對特定替代路線選擇，取決於票價與航線替代性等因素，特別是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。
3. 由 6.3 節將連結度與票價結合綜合分析顯示，目前桃園機場與競爭機場香港、成田、仁川相比，在越南、馬尼拉及雅加達 3 個轉機市場中具有相對優勢，而曼谷、吉隆坡及新加坡轉機市場則是屬於次優態勢。
4. 由迴歸分析可知連結度與旅客量關係是呈現正向相關，而票價與旅客量則是呈現負向相關，代表連結度越高時，可吸引更多旅客轉機，而票價越高時，則是減少吸引旅客。目前兩家國籍航空在東南亞 6 個主要中轉北美客源航點上，採取的策略就是盡可能提

高連結度，或是降低票價以吸引客源，若是同時採用時，其機場吸引力及競爭力明顯較高。

7.2 建議

1. 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(包含大陸)，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。
2. 本研究 4 個樞紐機場(成田、仁川、香港、桃園)轉運北美機場中，以成田機場 20 個航點最多，其次為仁川機場 15 個，香港 11 個，而桃園機場則只有 10 個，顯示在 4 個競爭機場中明顯處於落後地位，建議後續可再針對幾個北美潛在市場進行評估發展。
3. 為了使桃園機場成為亞太地區轉運樞紐地位，建議桃園機場公司對於國籍航空公司時間帶的安排與取得，應適時加以協助，以利提升航空公司連結度使其更具競爭力，同時可吸引更多轉機旅客。

參考文獻

1. Guillaume Burghouwt , Jan Veldhuis, “THE COMPETITIVE POSITION OF HUB AIRPORTS IN THE TRANSATLANTIC MARKET ”, Journal of Air Transportation, Vol. 11, No. 1 -2006.
2. Burghouwt, G.; de Wit, J.G.; Veldhuis, J.G.; Matsumoto, H., “Air network performance and hub competitive position: evaluation of primary airports in East and South-East Asia ”, Journal of Airport Management, 2009.
3. Nattapong Jantachalobon¹, Pongtana Vanichkobchinda, “An Analysis of Airfreight Transshipment Connectivity at Suvarnabhumi International Airport”, European Journal of Business and Management, Vol 4, No.13, 2012.
4. Joong Yup Kim , Yonghwa Park, “Connectivity analysis of transshipments at a cargo hub airport”, Journal of Airport Management, 2012.
5. Tsui Wai Hong Kan, “Investigating Hong Kong’s Role as the Main Air Transport Hub in the Asia-Pacific Region”, the degree of Doctorate of Philosophy in Aviation, Massey University, Manawatu Campus, New Zealand, 2012.
6. Nattapong Jantachalobon, Pongtana Vanichkobchinda and Nanthi Suthikarnnarunai, “Airline Network Analysis of ASEAN International Airport Region”, The Open Transportation Journal, 2014, 8, 19-25.
7. Apichat Sopadang ,Tipavinee Suwanwong, “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, 2016.
8. Charukit Chaiwan, Korrakot Yaibuathet Tippayawong, “Connectivity of Medium Airports in Thailand”, Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bandung, Indonesia, March 6-8, 2018.
9. Guillaume Burghouwt, Renato Redondi,” Connectivity in Air Transport Networks: An Assessment of Models and Applications”, Journal of Transport Economics and Policy, January 2013.
10. ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2004-2014
11. ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2015
12. ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2016
13. ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2017
14. ACI EUROPE Airport Industry Connectivity Report 2018
15. <https://centreforaviation.com/>
16. 賈晉華，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，民國 101 年。
17. 毛韻茹，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，民國 102 年。

18. 交通部運輸研究所空運資料庫資料。

附件:簡報資料



第一章 前言

- ▶ 國際上一般常見探討機場競爭能力，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。
- ▶ 這些指標數據雖然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；但它們並未提供有關航空公司航網多樣性資訊與樞紐機場競爭地位關係。
- ▶ 相關文獻指出機場連結度是可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關係。



3

第二章 文獻回顧(8篇)

項次	論文名稱	研究內容摘述	重要結論摘述
1	Connectivity of Medium Airports in Thailand	本篇文章利用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。	•<u>機型大小因素</u>會影響連結度計算的值。 •高連結度的機場，<u>旅客會滿意有更多不同航班可選擇</u>。
2	Airline Network Analysis of ASEAN International Airport Region	本篇文章利用4項指標:Netscan Model，集中度(Concentration Ratio)，赫芬達爾—赫希曼指數(Herfindahl-Hirschman Index, HHI)，綜合集中指數(Comprehensive Concentration Index)，分析東南亞5個樞紐機場表現狀況。	•與東協十國主要機場航班連接，<u>樟宜國際機場是最適合成為區域樞紐</u>，因為擁有最多的轉機航班。 •從資料得知，要成為最佳的樞紐機場地位，必須具有<u>最短的連接時間</u>，且同時<u>航班頻率必須足夠</u>。



4

項次	論文名稱	研究內容摘述	重要結論摘述
3	Air network performance and hub competitive position: evaluation of primary airports in East and South-East Asia	本篇研究為了計算機場航網與樞紐連結表現，利用Netscan Model量化機場間接與直接連結狀況，因此選定東亞及東南亞中13個主要機場進行分析，而資料年期為2001年、2004年與2007年。	- 藉由Netscan Model，可瞭解機場航網表現並評估樞紐系統位置狀況，有助於航空公司和機場識別其競爭對手的航網性能和競爭地位。 - 東京成田機場的總連結度(直接與間接)最大，且在樞紐連結度與平均樞紐連結度表現也較好，因此是最具競爭力的。
4	An Analysis of Airfreight Transshipment Connectivity at Suvarnabhumi International Airport	本研究使用Netscan Model計算泰國國際機場的貨運連結性，以分析成為營運樞紐的情況。	由5家航空公司計算出泰國國際機場連結度為29.7，後續如何應用連結度，須針對泰國國際機場與其競爭對手之間進行比較，這樣就可以決定機場作為樞紐的吸引能力。

項次	論文名稱	研究內容摘述	重要結論摘述
5	Connectivity analysis of transshipments at a cargo hub airport	本篇研究主要探討機場航網及航班時間集中，對於機場成為貨運樞紐地位的關聯性。	- 貨運轉運的連結度取決於樞紐機場的連結品質，並由間接航班與原直飛航班相比。 - 利用時間波結構分析航班時刻表的集中情況，可以估計連結性程度。
6	THE COMPETITIVE POSITION OF HUB AIRPORTS IN THE TRANSATLANTIC MARKET	本研究利用Netscan模式，探討西北歐至美國航空市場間，機場、航空公司與聯盟之競爭地位關係。	- 旅客選擇特定替代路線，取決於票價與航網質量等因素，特別是在有直接航路選擇的情況下，票價將成為航空公司提供間接連結且補償較低航網質量的重要工具。 - 史基浦機場受益於荷蘭皇家航空公司與法國航空公司的合併，及加入天合聯盟擴展航網；而希思洛機場由於受到容量的限制，使得寰宇一家和其他聯盟極難增加航班頻率或添加新航線。同時史基浦機場是歐洲主要轉運的樞紐機場。

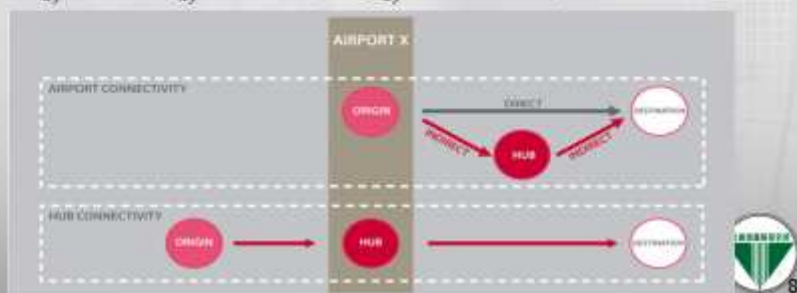
項次	論文名稱	研究內容摘述	重要結論摘述
7	Airport Connectivity Evaluation: The Study of Thailand	本研究利用Netscan模式，分析泰國廊曼國際機場與吉隆坡機場第二航廈之間競爭關係，其中這兩座機場都是服務低成本航空為主。	- 泰國廊曼國際機場有足夠的能力成為東協加3地區中最大的LCC樞紐機場之一。但對於間接航班部分，機場的連結性非常低，須進一步改善。 - 模型有一些限制，例如旅客可能會因為機票價格而選擇間接航班，因此沒有考慮過長的轉機時間問題。
8	Investigating Hong Kong's Role as the Main Air Transport Hub in the Asia-Pacific Region	本研究利用Netscan模式，藉由2002年、2006年與2010年資料，分析亞洲幾個主要樞紐機場競爭能力狀況。	轉機歐洲具有優勢機場包括北京、曼谷與新加坡機場；轉機澳洲具有優勢包括新加坡、香港、曼谷與吉隆坡機場；轉機中東具有優勢包括曼谷、吉隆坡與香港機場；轉機北美具有優勢包括成田、北京、香港與仁川機場；轉機南美具有優勢包括成田與海浦機場。

第三章 機場連結度計算方式

► Netscan Model是由Jan Veldhuis(1997)發展出來，2009年學者Matsumoto進行改良。

► 最大感知(可接受)飛行時間 $t_{x(h)y}^{perceived,max}$ 是由直飛時間 $t_{xy}^{flight,non-stop}$ 加上一個參數，而這個參數是與飛行距離是有關係的，且會隨者距離而折減。

$$t_{xy}^{perceived,max} = t_{xy}^{flight,non-stop} + 5 * \log(t_{xy}^{flight,non-stop} + 0.5)$$



➤ 實際感知飛行時間 $t_{x(h)y}^{perceived,actual}$ 與真實飛行時間 $t_{xy}^{flight,actual}$

- ◆ 如果是直飛航點:則兩者會相等。
- ◆ 如果不是直飛航點:除了兩段實際飛行時間外,須加上轉機時間 $t_h^{transfer}$ 。
- ◆ 因為轉機時間對於旅客是不便的,因此感知轉機時間會乘一參數(P_{xy}),該數值會隨著距離而折減。

$$t_{x(h)y}^{perceived,actual} = \begin{cases} t_{xy}^{flight,actual} & \text{for direct flights} \\ (t_{xh}^{flight,actual} + t_{hy}^{flight,actual}) + P_{xy} \cdot t_h^{transfer} & \text{for indirect flights} \end{cases}$$


➤ 連結權重:

$$q_{x(h)y} = 1$$

$$q_{x(h)y} = 1 - \frac{t_{x(h)y}^{perceived,actual} - t_{xy}^{flight,non-stop}}{t_{xy}^{perceived,max} - t_{xy}^{flight,non-stop}}$$

$$q_{x(h)y} = 0$$

if $t_{x(h)y}^{perceived,actual} \leq t_{xy}^{flight,non-stop}$

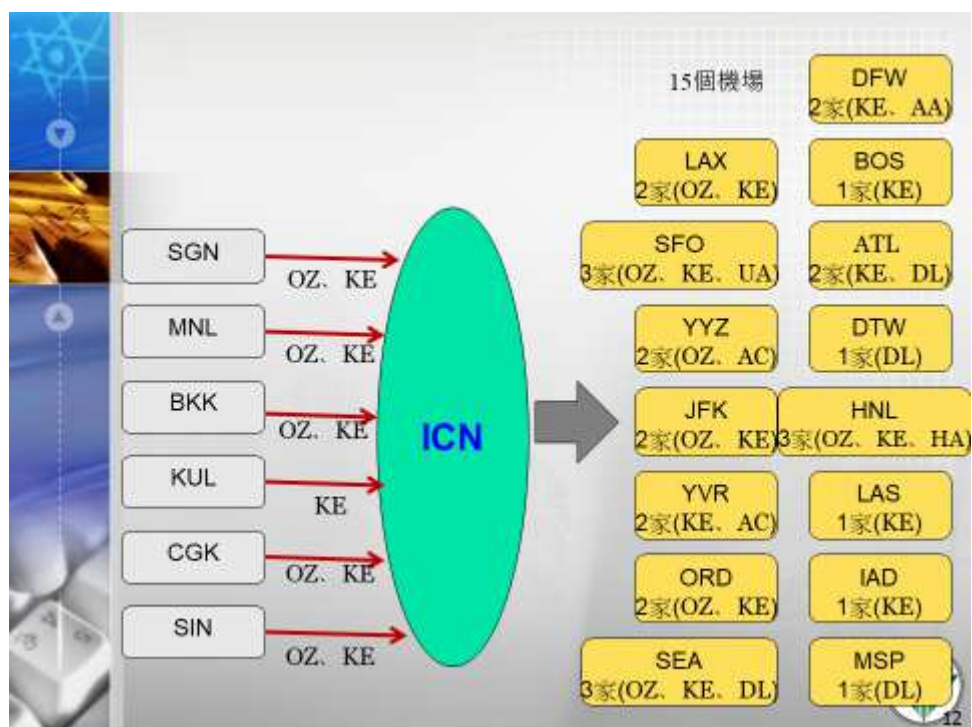
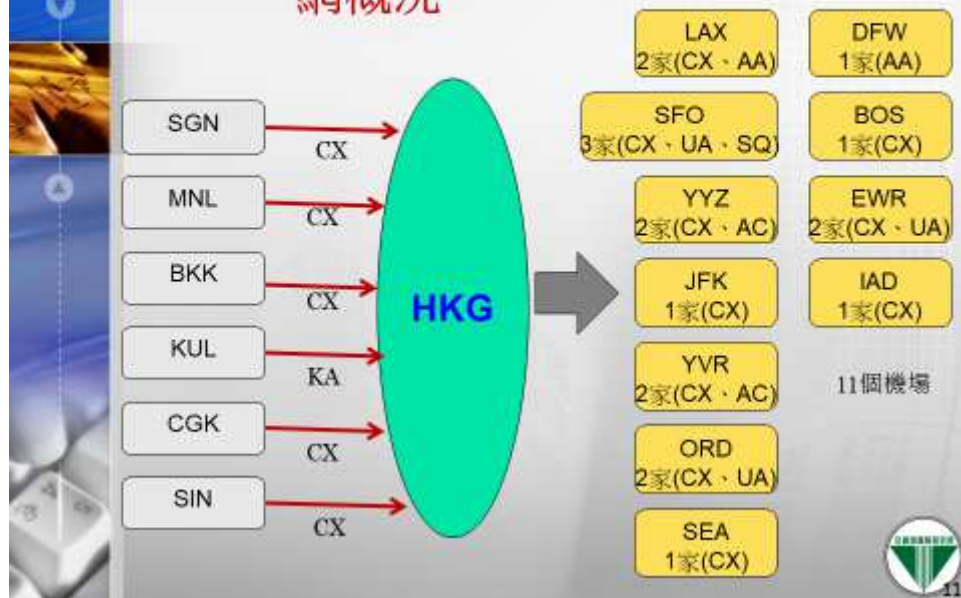
if $t_{xy}^{flight,non-stop} < t_{x(h)y}^{perceived,actual} < t_{xy}^{perceived,max}$

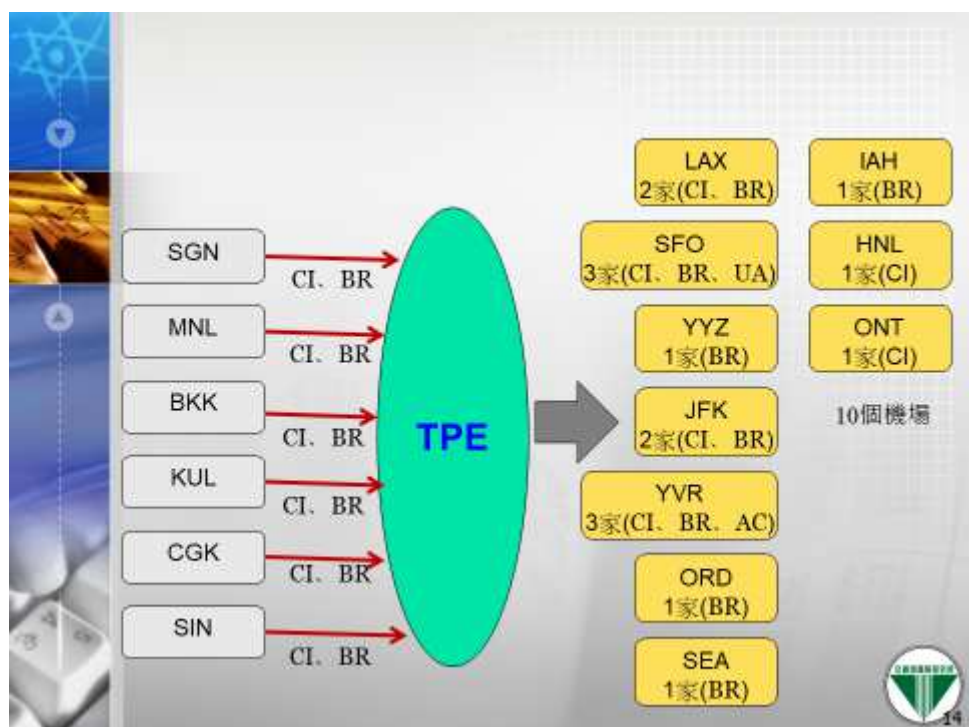
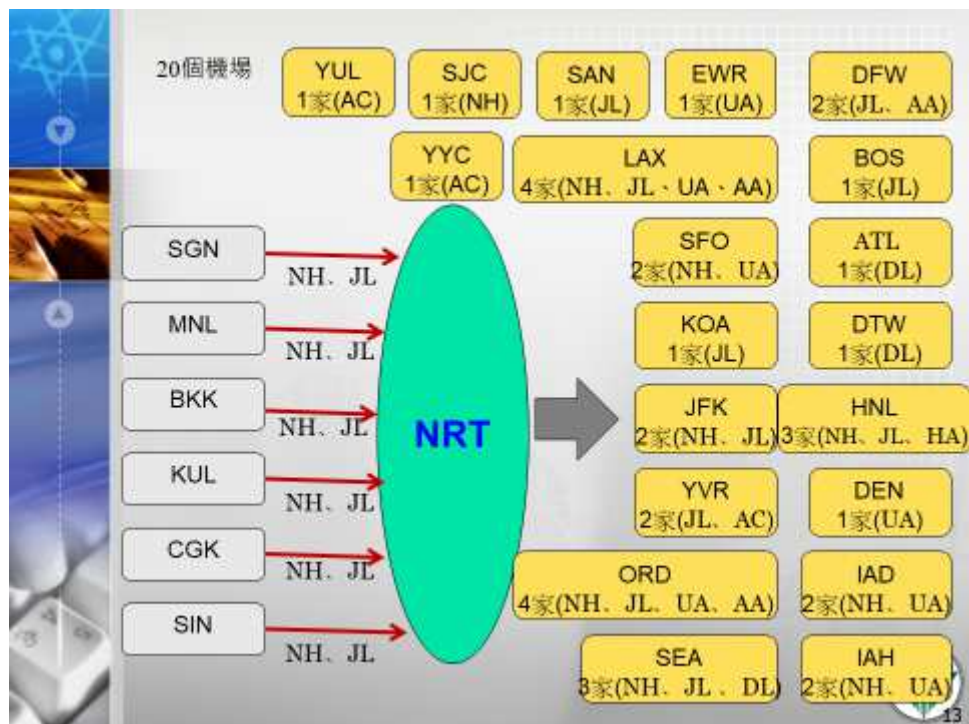
if $t_{x(h)y}^{perceived,actual} \geq t_{xy}^{perceived,max}$

- ◆ CNU(Number of Connectivity Units)= $q \cdot f$
- ◆ q =Quality Index
- ◆ f =Frequency



第四章 東南亞主要機場中轉至北美航網概況





15

● 本研究利用Netscan Model計算香港、仁川、成田與桃園機場的樞紐連結度，連結範圍為6個東南亞機場(越南、馬尼拉、曼谷、吉隆坡、雅加達、新加坡)中轉北美地區6個機場，以瞭解各中轉機場競爭態勢。

越南(新山一)機場——香港——甘美

第六章 連結度分析與綜合評估

	HKG		ICN		TPE		NRT	
	CNU	轉運人數	CNU	轉運人數	CNU	轉運人數	CNU	轉運人數
SGN	19.07	93,316	31.75	101,326	50.98	151,313	35.57	69,676
MNL	35.94	105,390	35.6	102,829	42.59	167,904	35.19	38,627
BKK	82.45	62,961	42.66	72,467	110.07	101,675	22.61	31,725
KUL	39.97	22,457	8.72	3,636	25.48	20,008	17.69	11,667
CGK	29.87	20,814	10.15	3,261	31.15	30,243	29.4	19,856
SIN	59.06	26,599	25.89	8,840	39.79	34,037	15.54	18,902
	266.36	331,537	154.77	292,359	300.06	505,180	156	190,453
平均票價		725		681		642		895
票價差異性		-		-6.1%		-11.4%		+23.4%

CNU資料來源:2019年7月

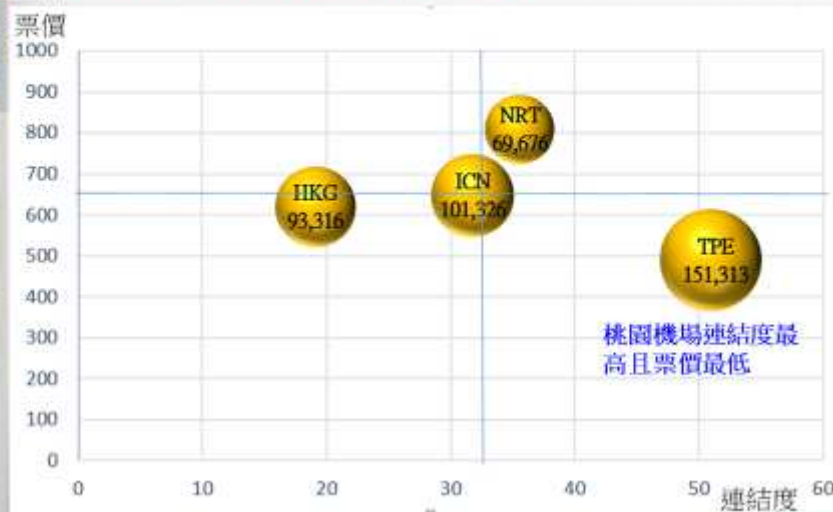
人數資料來源:2018年

北美地區:LAX、SFO、JFK、YVR、ORD、SEA



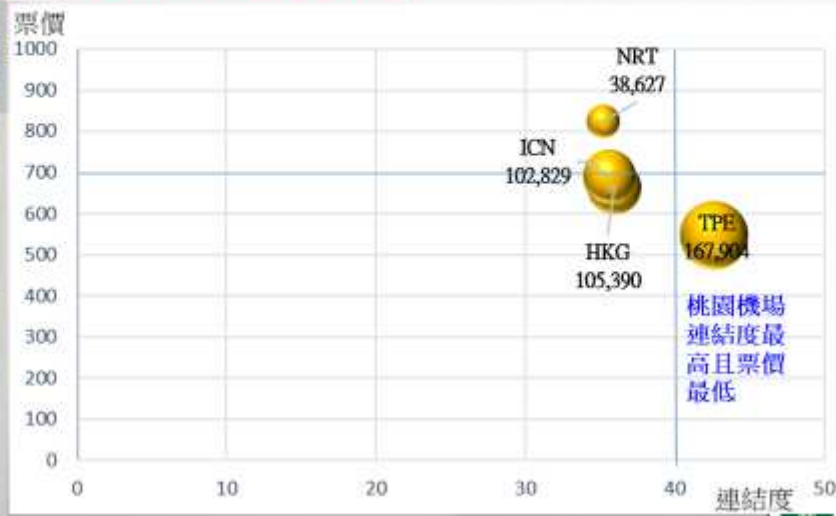
19

越南-中轉-北美航線(泡泡圖)



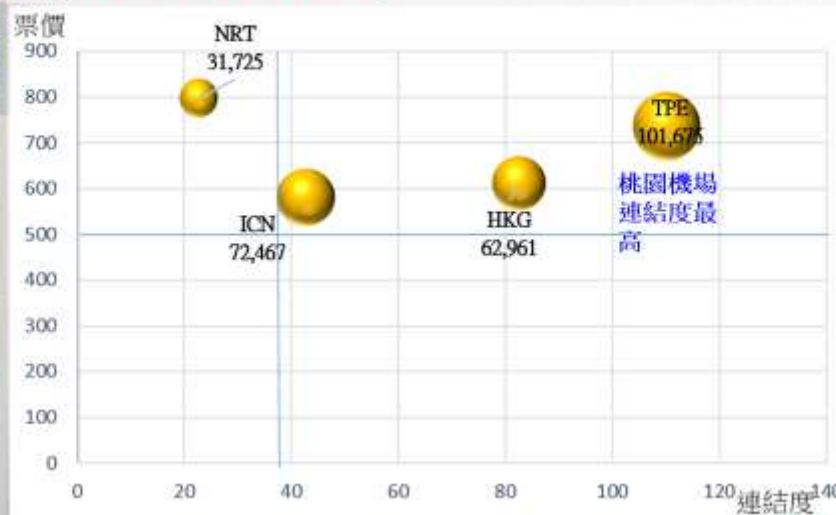
20

馬尼拉-中轉-北美航線

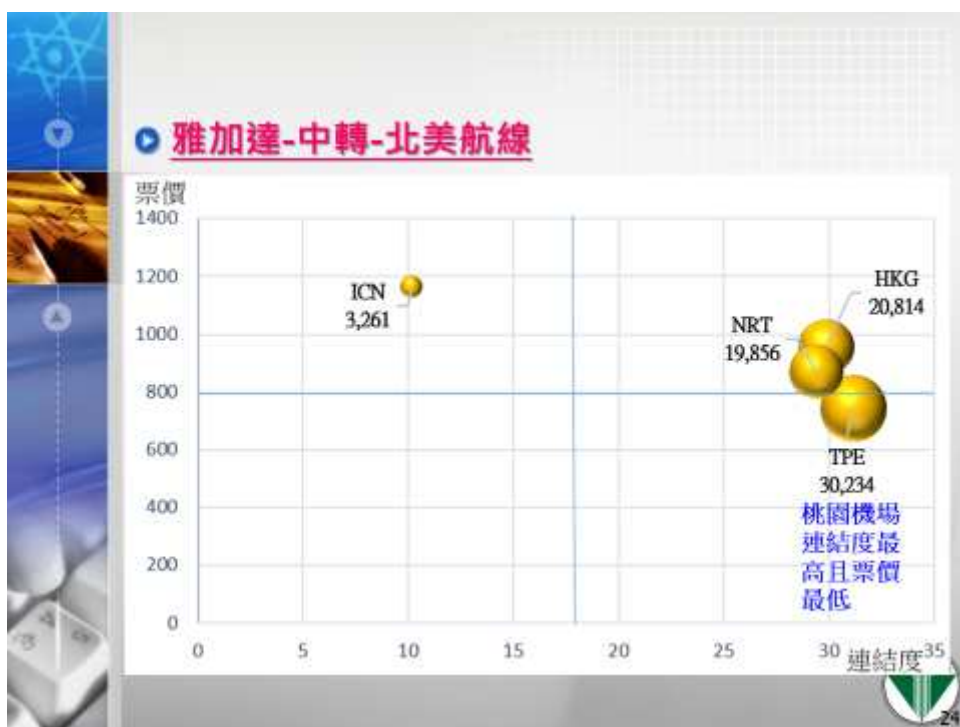
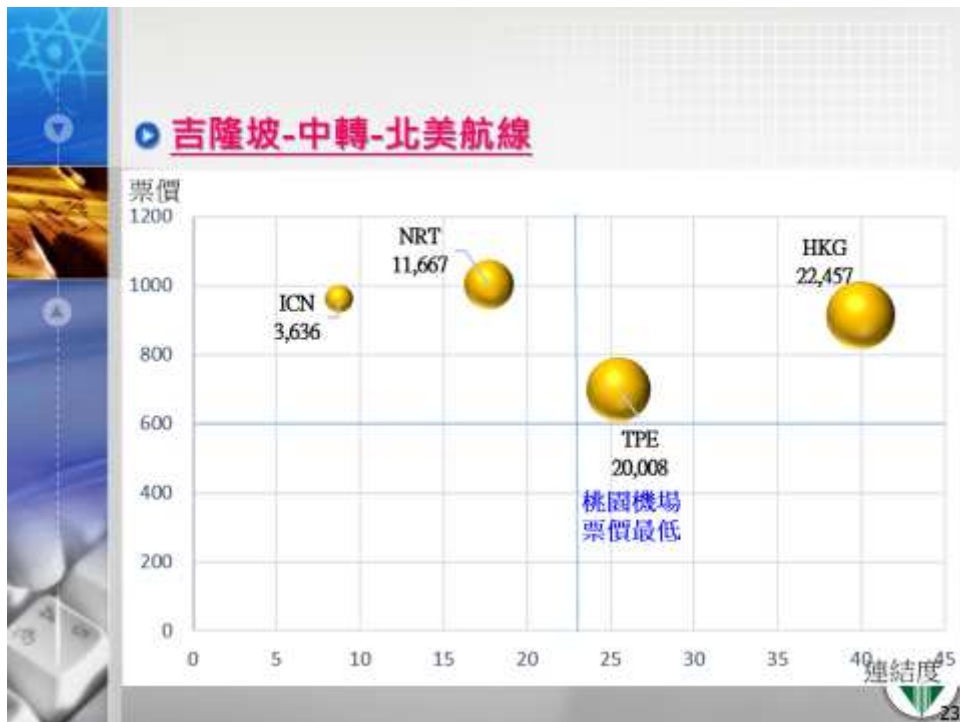


21

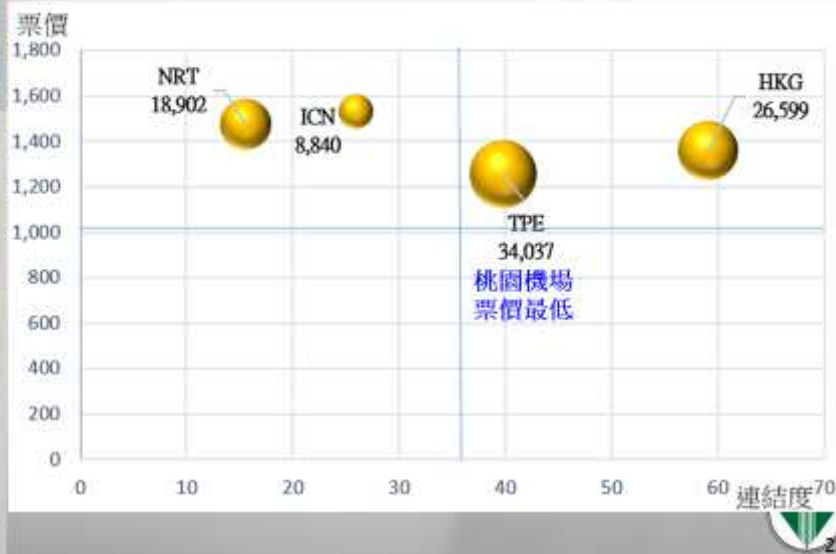
曼谷-中轉-北美航線



22



新加坡-中轉-北美航線



旅客量與連結度、票價之關係

- 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呈現負相關。

迴歸分析

	P-值	標準誤	t 統計	係數
截距	0.000494	25527.55	4.151241	105971
X 變數 1	0.069782 *	285.21	1.915912	546.4373
X 變數 2	0.001086 ***	22.36818	-3.81425	-85.3179
R 平方	0.546002			
調整的 R 平方	0.500603			
標準誤	29332.66			

Remarks: *, **, and *** indicate that the explanatory variable is significant at the 0.10, 0.05, and 0.01 significance level, respectively.

第七章 結論與建議

▶ 結論

- 在計算機場的連結性時，常會使用客、貨運量當作指標，但這些指標無反映了機場被選擇的吸引力與競爭力。國際上常見的模型是Netscan Model，該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。
- 由回歸分析可知連結度與旅客量呈現正相關，而票價與旅客量則是呈現負相關，因此目前兩家國籍航空在東南亞6個主要中轉北美客源航點上，採取的策略就是盡可能提高連結度，或是降低票價以吸引客源，若是同時採用時，其機場吸引力及競爭力明顯較高。

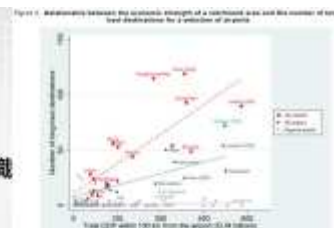


27

▶ 建議

- 4個中轉樞紐北美機場中，以成田機場20個航點最多，其次為仁川機場15個，後面則是香港11個，而桃園機場則只有10個，在4個競爭機場中明顯處於落後地位，後續可再針對幾個北美潛在市場進行評估發展。
- 由國際組織出版報告得知(經濟合作暨發展組織,OECD)，機場長程航線數量與機場產生之GDP成正向關係，後續可定期審視亞洲主要機場連結度發展(包含大陸)，瞭解各機場之競爭態勢，以利提出機場較佳發展方向。

經濟合作暨發展組織



28

