

以合作賽局觀點評估航空公司共用班號之效益

AN EFFECTIVENESS ASSESSMENT OF CODE-SHARING PRACTICES AMONG AIRLINES: A COOPERATIVE GAME APPROACH

石豐宇 Feng-Yeu Shyr¹

張凌偉 Lin-Wei Chang²

(91 年 1 月 7 日收稿, 91 年 9 月 27 日第一次修改, 91 年 10 月 22 日
第二次修改, 92 年 4 月 10 日定稿)

摘 要

近年來, 隨著全球經濟的發展, 國際航空市場的競爭越趨激烈, 因此近年來許多航空公司紛紛彼此結盟提升服務水準, 以增加自己的競爭力, 而當「星空聯盟」與「寰宇一家」等全球性航空聯盟相繼成立時, 結盟更是大勢所趨, 不與其他家航空公司結盟的公司最後將只會被市場所淘汰。

而共用班號 (code-sharing) 正是目前最普遍的結盟方式, 共用班號分為兩種型式, 分別為平行式與互補式, 平行式可以增加班次的密集度, 互補式則可以擴大服務的範圍。本研究探討互補式的共用班號合作, 希望能透過賽局理論來了解航空公司進行共用班號之效益分析, 從而提供業者一個評估共用班號決策效益的方法。本研究將先回顧個體選擇模式以及賽局理論之基本定理與假設, 探討夏普利值 (Shapely value) 之定義與求解方式, 並探討航空公司在透過

-
1. 淡江大學運輸管理學系副教授 (聯絡地址: 251 台北縣淡水鎮英專路 151 號淡江大學運輸管理學系)。
 2. 淡江大學運輸管理學系碩士。

互補式的合作型態下，其報酬函數之構建與票價競爭之均衡求解。

報酬函數是由三個部分建構而成：起迄點航空需求模式、承載率模式與成本模式，報酬函數構建完成之後，本研究依照賽局理論分別建立不同合作情境下之最佳票價，以求得各組合之報酬值，並且比較不同合作情境以及不同等候時間下的航空公司利潤的變化，藉此了解不同結盟方式之差異，同時應用夏普利值的理論分配航空公司共用班號後所帶來的利潤。最後以台北—曼谷線以及台北—舊金山線來做實證分析。

關鍵詞：航空公司；共用班號；合作賽局

ABSTRACT

In recent years, the competition among airlines has become more vigorous than before. As a result, airlines tend to form alliances to promote their service quality and to enhance their competitiveness. When alliances such as "Star Alliance" and "One World" become dominant, it is more difficult for individual airlines to survive in the competition.

Code-sharing agreement is the most popular way among all types of cooperation. There are two different types of code sharing in practice: "parallel" and "complementary". Parallel cooperation can increase flight frequency, and complementary cooperation can extend the scope of service. The study focuses on the complementary type of code-sharing agreement and uses the game theory to analyze the costs and benefits before and after code sharing. The information can be used for the valuation of the effectiveness of airlines' code-sharing agreement.

There are three major components of the payoff function: the O-D air travel demand model, the load factor model, and the cost model. Based on the estimated payoff function, this research uses the game theory to find the most profitable airfares in different cooperative scenarios. Given the optimal airfares, the corresponded payoff values of the airlines are obtained. Comparison of the profits and consumer surplus under various scenarios are shown in Chapter 7. A case study of the code-sharing practices between Taipei to San Francisco and Taipei to Bangkok is presented to verify the effectiveness of this model.

Key Words: Airline; Code sharing; Cooperative games

一、緒 論

近年來，隨著全球經濟發展蓬勃，國與國之間的交流日漸頻繁，同時也因為所得水準的提高，人們利用民航器進行商務及旅遊的機會較以往任何時期都還要多，國際航空市場激增的需求量已逐漸逼近供給的飽和量，為此空中巴士公司已著手研發超大載客量的A300X客機以因應航空市場未來的需求，而目前國際航空市場由於政治上的因素，以及

許多國際機場額度已漸趨飽和，國際航空公司擴展航線不易，因此許多國際航空公司選擇共用班號 (code sharing) 作為擴展市場與競爭力的方式。

航空公司透過共用班號協議擴展市場在近年成為最主要的策略，尤其以垂直式 (complementary) 的共用班號合作為最，許多國際知名的航空公司藉由彼此的結盟組成全球性的航空網路，例如星空聯盟 (Star Alliance) 與寰宇一家 (One World) 兩大集團，而且其成員正不斷地成長，而國內的航空公司中，長榮航空亦與許多主要航空公司訂定共用班號的協議，擴大其服務的範圍，如長榮和全日空在台北—大阪線上共用班號，以及在美國線與美國航空共用班號。

全世界加入各主要聯盟的航空公司已經超過四十家，各聯盟年承載旅客占全球航空客運總量 60% 以上，隨著航空公司結盟趨勢日增，尚未加入航空聯盟的航空公司將面臨更加嚴峻的競爭形勢。

有關航空公司共用班號的研究，大多是航空公司共用班號前後其班次與票價的變化，其他有關航空公司選擇策略聯盟之因素的研究多屬於個案之探討，屬於質性分析，尚無模式化的結論，本研究將針對航空公司垂直式的聯運行為進行研究，並且利用合作賽局的理論分析航空公司在何種情況下會選擇其合作夥伴，並建構出具體的模式。

二、文獻回顧

國內有關航空公司聯盟的研究，有李仲彬^[1]應用 n 人非合作賽局建立國內直飛航班之航空公司競爭模式，並得出寡占市場之均衡票價。巫永隆^[2]探討航空公司在軸輻式路網下之靜態與動態競爭賽局模式，研究結果發現市場領導者在動態班次競爭時利潤是增加的，而在動態票價競爭上是減少的。柯益立^[3]應用合作賽局對國內航空業者的聯合行為進行研究，得出一較穩定的聯盟結構並計算出各航空公司的利潤分配。郭宗智^[4]對國內航空業者策略聯盟的動機與型態進行研究，研究結果發現航空業策略聯盟最主要的動機是 (1) 為了取得關鍵性的資源；(2) 因應競爭情勢及降低經營之成本與風險。王詩韻^[5]分析航空公司運用聯盟方式執行策略之選擇與績效比較中，發現聯運與共用班號是大多數航空業者認為最具影響力、最滿意、也最樂意採取的聯盟型態，共用班號有在雙方既有的航線上，有效共同運用資源，提高航線效益的優點，且無需額外投資或增加營運班次，即可提供旅客更多航班的選擇，大幅提升競爭力，但是其缺點則有易造成旅客對航空公司形象之混淆，航空公司應在登機前適度告知旅客，以避免旅客登機時的不安。

國外有關共用班號的研究有：Youssef 和 Hansen^[6]對北歐航空與瑞士航空的共用班號協議進行實證分析，結果發現共用班號後確實使雙方的品質與載客量都上升。Oum 等人^[7]以迴歸分析的方法分析泛太平洋航線上非價格領導者彼此共用班號後對價格領導者的影響，實證分析發現，非領導者間的共用班號合作會促使領導者面對更競爭的市場，使領導者的價格下降，但是載客量會上升。

Park^[8] 探討共用班號後的經濟福利，以假定的模型推導之後的結果發現，只要市場夠大，航空公司彼此共用班號可使整體的經濟福利增加，若是市場小，而且班次也十分密集的話，共用班號將會使整體的福利減少，因為此時的邊際成本上升率比邊際收益還快。此外，共用班號對於增加產出與降低成本有正的效果，若是進行共用班號的兩家航空公司有相同的服務水準的話，可以提高整體的福利。

三、模式構建

3.1 基本假設

本研究之模式，係基於以下的假設：

1. 各航空公司均以最大利潤為目標。
2. 假設航空公司共用班號後，能自行調整彼此的班機起降時間。
3. 合作範圍限定為垂直合作。
4. 假設需求具有方向對稱性 (directional symmetry)。
5. 本模式只考慮客運問題，而貨運則不予考慮。

航空公司在進行共用班號之初，並不追求最大利潤，而是以搶占市場占有率為首要目標，此時航空公司追求的應是適當的利潤，即營收在可以彌補成本的範圍下，航空公司即有可能接受這樣的合作。不過本研究中航空公司在選擇共用班號的合作對象時，仍是傾向對本身最有利的對象合作，因此本模式仍是以最大利潤為目標。就假設二而言，多數航空公司在進行共用班號合作後，多能配合調整彼此的班機起降時間。假設三將範圍限定為垂直合作；假設四需求具有對稱性，目的是在於調查旅客需求時，得以在本國機場進行，若需求不對稱，如本國與國外之比為 6：4，則僅需將報酬函數做相對調整即可；假設五則將範圍限定於客運。

3.2 報酬函數

本研究之報酬函數如式(1)，由起迄點需求模式、市場占有率模式與成本模式構建而成，詳述如後。

$$\pi_{ijk} = p_{ijk} \times q_{ijk} - Cost_{ijk} \times F_{ijk} \quad (1)$$

π_{ijk} ：航空公司 k 在航線 ij 市場上之利潤；

p_{ijk} ：航空公司 k 在航線 ij 之票價；

q_{ijk} ：航空公司 k 在航線 ij 之市場需求量；

$Cost_{ijk}$ ：航空公司 k 在航線 ij 之班次成本；

F_{ijk} ：航空公司 k 在航線 ij 之班次。

起迄點需求模式

本研究將構建個別航空公司載客率模式，用以表示起迄點之需求，其優點為可避免因票價過低時，導致航空公司需求暴增，因而超過航空公司可提供之座位數。模式表示如下：

$$q_{ijk} = F_{ijk} \times Seats_{ijk} \times R_{ijk} \quad (2)$$

q_{ijk} ：航空公司 k 在航線 ij 之市場需求量；

$Seats_{ijk}$ ：航空公司 k 在航線 ij 之平均座位數；

R_{ijk} ：航空公司 k 在航線 ij 之載客率。

個別航空公司載客率模式

由於利用市場占有率模式來預測航空公司之載客率，會發生當票價過低時其預測之載客率會超過航空公司所供給之座位數，因此本研究構建個別航空公司載客率模式其型態表示如下，取這樣的形式是確保載客率的值為 0 至 1 之間。

$$R_{ijk} = \frac{1}{1 + e^{U_{ijk}}} \quad (3)$$

R_{ijk} ：載客率。

本研究設定個別航空公司載客率模式是自己和對手票價與班次的函數，且考慮班次效用遞減之因素故取自然對數，將其中 U_{ijk} 表示如下：

$$U_{ijk} = a + b \cdot P_{ijk} + c \cdot P_{ijL} + d \cdot \ln F_{ijk} + e \cdot \ln F_{ijL} \quad (4)$$

$P_{ijk(L)}$ ：航空公司 $k(L)$ 在航線 ij 之票價；

$\ln F_{ijk(L)}$ ：航空公司 $k(L)$ 在航線 ij 之每日班次取對數（基於經濟學之效用遞減原則）。

成本模式

有關成本方面的資料航空公司都以商業機密視之，取得非常不容易，本研究參考曾志煌^[9]的成本推估方式，分為飛航成本、飛機滯留成本以及其他成本。

$$Cost_{ijk} = \sum_l CF_{ijkl} + \sum_l CL_{ijkl} + CCS_{ijk} \quad (5)$$

飛航成本 (CF_{ijkl})：

首先參考各大民航機製造商所公布各機型規格資料，分析整理得推算各種機型每小時（或每公里）之運作成本，再來設法取得各航站之間的飛航時間（或距離），兩者相乘即可得此成本。

$$CF_{ijkl} = p_{oil} \times g_j \times d_{ij} \quad (6)$$

CF_{ijkl} ：航空公司 k 使用機型 l 飛航航線 ij 一架次的飛行成本；

p_{oil} ：公告之航空燃油價格；

g_j ：航空公司使用機型 j 平均每哩的耗油量；

d_{ij} ：航線 ij 的飛行距離。

飛機滯留成本 (CL_{ikl})：

此成本的計算原則上參考我國交通部「民用航空器使用航空站、飛行場及助航設備收費標準」，該標準規定之場站使用費包括降落費、夜航費、停留費、滯留費（此費用針對航空器因損壞、報廢或修理改裝而在場站內停留者）、候機室設備服務費、地勤場地設備使用費、空橋使用費等；實務上則一般分為客運地勤費、貨運服務費、機場使用費（降落費）、機務代理費及安管費等項目向航空公司收取，因此航空器的滯留成本計算如下：

$$CL_{ikl} = pcs_{il} + pfs_{il} + pl_{il} + pma_{il} + psm_{il} \quad (7)$$

CL_{ikl} ：航空公司 k 使用機型 l 滯留 i 機場的費用；

pcs_{il} ：機型 l 在機場 i 的客運地勤費；

pfs_{il} ：機型 l 在機場 i 的貨運服務費；

pl_{il} ：機型 l 在機場 i 的機場使用費；

pma_{il} ：機型 l 在機場 i 的機務代理費；

psm_{il} ：機型 l 在機場 i 的安管費。

其他成本 (CCS_{ijk})：

其他成本包含旅客服務成本、機務與空服員費用、飛機設備折舊與租賃等費用，有關此成本的推估將依據 IATA 之成本委員會 (cost committee) 所公布，經營國際航線業者營運成本分配概況近似值，飛航成本約占總成本 48.7%，旅客服務成本約占總成本 6.3%，機務與空服員費用約占 14.9%，而飛機折舊與租賃費用則約占 11%。再引述前項飛航成本、航線距離與載客率等資料，按各項成本所占的比率便可換算推得上述之成本。

四、求解步驟與方法

根據上一節之模式，可知聯盟之報酬函數除考量票價班次，以及是否為酬賓會員等變數外，旅客對於不同聯盟組合之偏好將反映於模式之航空公司特定常數變數中。而本文所採用之求解聯盟最佳利潤之做法，為靜態賽局之票價競爭模式，亦即根據各聯盟之報酬函數，以同時解聯立方程式之方法求得最佳均衡票價，求解步驟大致如下：

- 步驟 1：列出所有可能的聯盟結構；
- 步驟 2：求取各種聯盟結構下之利潤函數，並校估個別航空公司載客率模式之係數；
- 步驟 3：求 $\frac{\partial \pi_s}{\partial p_s} = 0$ ，聯立解得最佳票價 p^* ；
- 步驟 4：求各聯盟之報酬函數值；將 p^* 代回報酬函數，可得各聯盟之報酬函數值；
- 步驟 5：探討各種合作策略，並計算各聯盟報酬的變化。

4.1 個別航空公司載客率預測值

因為本研究討論之部分情境並無實際之歷史資料，故利用敘述性偏好問卷，將所得之各情境市場占有率模式與平均載客率模式，依據式(8)來推算個別航空公司載客率預測值。詳述如下：

$$\hat{R}_{ijk} = \frac{Q_{ij} \cdot S_{ijk}}{F_{ijk} \cdot Seats_{ijk}} \quad (8)$$

- \hat{R}_{ijk} ：航空公司 k 載客率；
- Q_{ij} ：市場總需求；
- S_{ijk} ：航空公司 k 市場占有率；
- F_{ijk} ：航空公司 k 之每日班次；
- $Seats_{ijk}$ ：航空公司 k 之平均每班座位數。

其求解步驟如下：

1. 給定票價與班次，利用市場占有率模式產生多組資料。
2. 將產生之各組資料，利用 Excel 軟體做線性迴歸。
3. 最後可得載客率之迴歸式，其表示如下：

$$\ln\left(\frac{1}{R} - 1\right) = a + b \cdot P_K + c \cdot P_L + d \cdot \ln F_K + e \cdot \ln F_L$$

4.2 市場占有率模式

由文獻回顧，發現國內外預測航空公司之市場占有率，大都採用羅吉特模式 (logit model) 本研究因為航空公司家數大於兩家，故本研究採用多項羅吉特模式 (multinomial logit, MNL)^[10]。模式型態如式(9)所示：

$$S_{ijk} = \frac{e^{V_{ijk}}}{\sum_{k=1}^K e^{V_{ijk}}} \quad (9)$$

S_{ijk} ：航空公司 k 在航線 ij 之市場占有率。

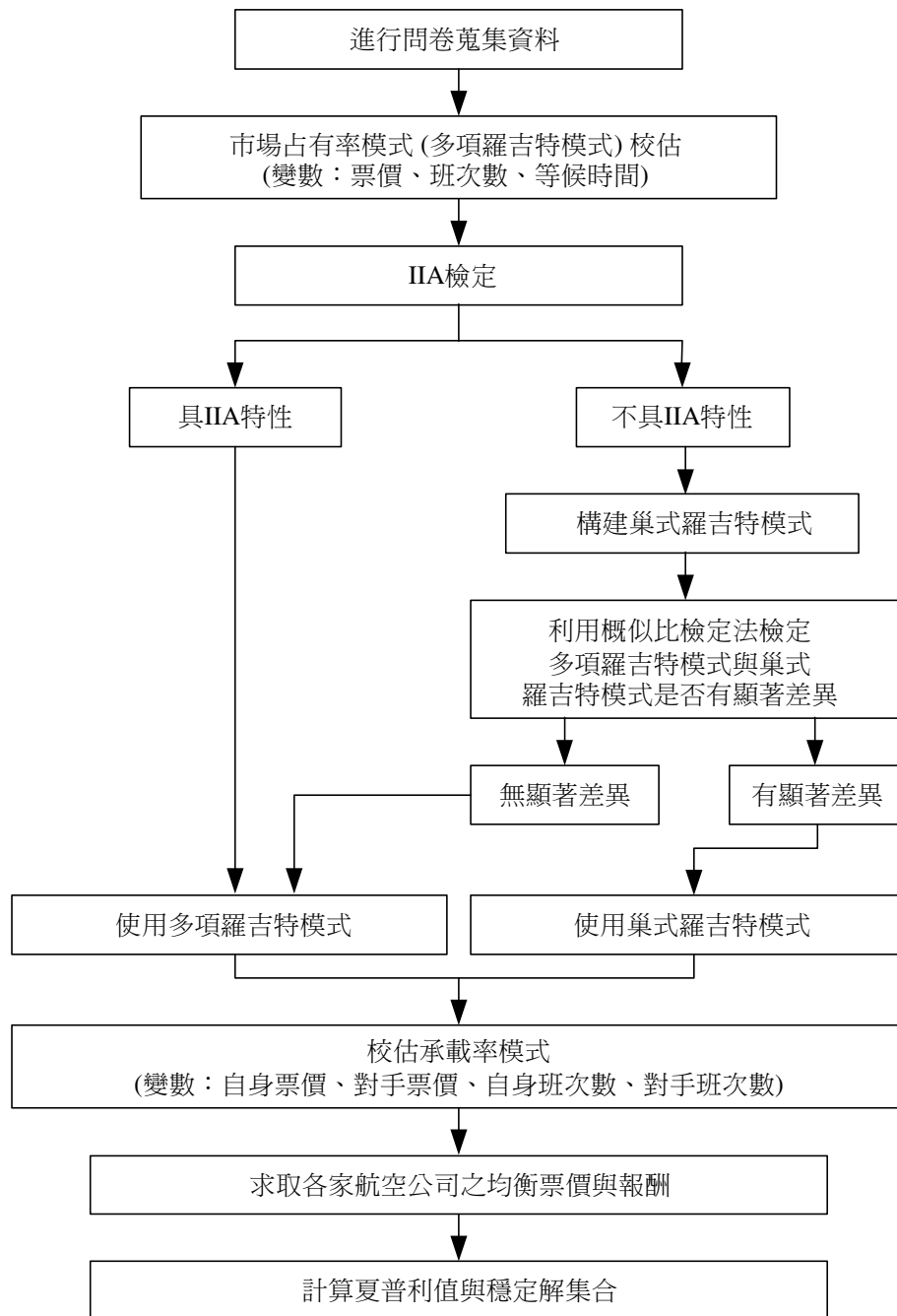


圖 1 求解流程圖

在效用函數的變數選擇方面，本研究在文獻回顧後，將選用商務與休閒旅客所重視之飛航班次與票價，再加上方案特定變數為旅客對航空公司 k 之特別偏好。表示如下：

$$V_{ijk} = \alpha_{ijk} + \beta_{ijk} \times P_{ijk} + \gamma_{ijk} \times F_{ijk} + \omega_{ijk} \times T_{ijk}$$

V_{ijk} ：旅客在航線 ij 選擇航空公司 k 之效用函數；

P_{ijk} ：航空公司 k 在航線 ij 之票價；

F_{ijk} ：航空公司 k 在航線 ij 之班次；

T_{ijk} ：旅程酬賓會員變數，1 代表是旅程酬賓會員，0 則無。

4.3 報酬函數

求解方法乃是透過對報酬函數一階偏微分等於零，求得某一家航空公司票價之反映函數 (reaction function)。再求出每一家票價之反映函數。最後解聯立方程式，即可得到各家利潤最大時的最佳票價。利用 Mathematica 軟體求解此一非線性聯立方程組 (system of nonlinear equations)。求解步驟如下：

步驟 1：將個別航空公司載客率模式校估之參數與成本、各航空公司班次代入報酬函數中，構建各航空公司之報酬函數。

步驟 2：各航空公司之報酬函數對自己的航空公司航線之票價做偏微，以求得各航空公司之反映函數。

步驟 3：對步驟 2 之所有反映函數解非線性聯立方程組。

4.4 夏普利值 (Shapely value) 之計算

夏普利值的概念來源於每一個參賽者對於整個團體獲利的貢獻度，亦即以每一個參賽者的邊際貢獻的期望值來衡量每一個參賽者的影響力，並且此賽局必須符合以下四個公理^[11,12]：

1. 效率公理 (Efficiency axiom)

$$\sum_{i \in N} \varphi_i[V] = V(N)$$

此團體產生的所有利益必須全數分配，不可存在有未分配之利益。

2. 虛無公理 (Dummy axiom)

$$\varphi_d[V] = 0$$

倘若參賽者為一虛無參賽者 (dummy) 時，則此虛無參賽者所分配到的利益必為 0。換句話說，此虛無參賽者因為沒有貢獻，所以沒有分配到利益。

3. 對稱公理 (Symmetry axiom)

$$\varphi_{\pi}(i)[\pi V] = \phi_i[V]$$

主要意義為夏普利值與參賽者的名字或是位置等主觀因素皆無關，只對與營運績效有關之因素有關。

4. 加法公理 (Additivity axiom)

$$\varphi_i[U + V] = \varphi_i[U] + \varphi_i[V]$$

指的是參賽者在 U 、 V 兩賽局的期望夏普利值總和將等於兩賽局合一之後的夏普利值。假設 T 為聯盟的成員組合，則參賽者 i 的夏普利值的計算方式表示如下：

$$\varphi_i[v] = \sum_{\substack{T \subset N \\ i \in T}} \frac{(t-1)!(n-t)!}{n!} [v(T) - v(T - \{i\})] \quad (10)$$

$\varphi_i[v]$ ：夏普利值；

$v(T)$ ：有參賽者 i 的聯盟情境；

$v[T - \{i\}]$ ：沒有參賽者 i 加入的聯盟情境。

夏普利值較為偏重功利的分配方法，然而因為其值可能不存在核中，致使合作團體必須在穩定與功利之間做一選擇，這種情形非常符合各種參與投資計畫的合作團體所面臨的矛盾現象。

五、實證分析

本研究以台北至曼谷線以及台北至舊金山線作為實證分析的實例，目前市場中，經營台北至曼谷的航空公司計有中華航空、長榮航空、泰國航空、荷蘭亞洲航空以及瑞士亞洲航空；而經營台北至舊金山線的航空公司有中華航空、長榮航空以及聯合航空（圖 2），其中聯合航空以及泰國航空同為星空聯盟的成員，因此目前已存在共用班號的協定。本研究假定聯合航空有意與經營台北至曼谷線中的一家航空公司進行共用班號，並檢討目前共用班號實施的績效。

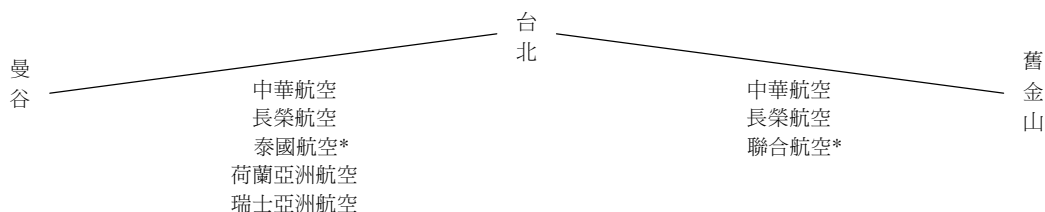


圖 2 經營曼谷—台北—舊金山之航空公司示意圖

5.1 問卷設計

顯示性偏好法所設計之問卷，是由受訪者就以往的經驗認知來作答，可獲知受訪者的實際行為；敘述性偏好法所設計之問卷則是由研究者事先決定航空公司各項屬性與其水準值，而模擬出各種情境組合供受訪者作答，藉以了解受訪者對不同屬性及其水準值變化之關係，以下就問卷中敘述性偏好的部分詳加說明：

1. 屬性水準值之訂定

對於敘述性偏好之問卷設計方法，為避免實驗設計後的情境組合數目過大，通常採用 2~3 個水準值來設計，本研究採用三個水準值的設計情形下，分別對每一種屬性變數給予三個水準數，設定準則詳述如下，並彙整於表 1。

表 1 各項屬性水準值彙整表

屬性名稱	預設之水準值		
	1	2 (基準值)	3
票價	-20%	現況票價	+20%
每週班次數	現況的一半	各公司之現況班次	現況的 2 倍
等候時間	2 小時	4 小時	8 小時

(1) 票價

本研究票價的訂定，以目前旅行社公布之各航空公司經濟艙票價為基礎，並做 20% 的增減變動，作為問卷之三個水準值；商務艙票價則以全額票價為基礎，同樣做 20% 的增減作為三個水準值。

(2) 班次數

班次數以目前各家航空公司每週的班次數為基礎，為求有較顯著之差異，分別以目前每週班次數的 1/2，以及 2 倍作為三個水準值。

(3) 等候時間

此屬性為共用班號之後旅客在中繼站必須等待的時間，依目前機場相關規定，必要的轉機等候時間為 1.5 小時，因此本研究訂定 2 小時、4 小時（半天）、8 小時（一天）為三個水準值。

為避免各項水準值的組合情境太過複雜，本研究引用實驗設計理論中之直交表法，參考姚景星^[13]，以縮減情境組合之數目。

2. 問卷結構

以台北—曼谷為例，共有五家航空公司，其情境組合共有 27 種組合，為避免旅客填

寫太多情境造成負擔，故將情境拆成 9 種情境一組，設計 A 卷、B 卷及 C 卷三種問卷。同時於各問卷中分別設計旅客基本資料、旅次資料及情境組合三大部分，以獲取相關之資料。

(1) 旅客基本資料

詢問受訪者的性別、年齡、職業、所得及居住地等社經資料，以分析不同的社經因素，是否會影響受訪者對運具的選擇。

(2) 旅客旅次資料

旅次資料主要是獲得顯示性偏好資料，其詢問內容包括：本次搭乘的航空公司、班次號碼、購買票價、旅次目的、平均每年搭乘次數。

(3) 情境組合

利用各種不同屬性水準值的組合，以獲得敘述性偏好之資料。

3. 抽樣方法

基本上抽樣方法可以細分為簡單隨機抽樣 (simple random sampling)、一般分層隨機抽樣 (general stratified random sampling)、系統抽樣 (system sampling) 與分群抽樣 (cluster sampling) 四種方法，實務上以簡單隨機抽樣及一般分層隨機抽樣為主，前者可視為後者的特例。常用的一般分層抽樣方法計有屬性基礎抽樣 (attribute-based sampling)、擇基抽樣 (choice-based sampling) 及強化抽樣 (enrich sampling) 等，其中屬性基礎抽樣之分層方式以選擇模式之屬性 (如票價、班次數、等候時間等) 為依據，擇基抽樣則是依據選擇模式之選項 (如由問卷對象所選擇之航空公司或消費者所選擇之航空公司) 來分層，而強化抽樣的層標準為二者的混合。

若是選用簡單隨基抽樣來蒐集資料，將產生較少的有效問卷且無法抽出足夠且有效的樣本數；若是採用一般分層隨基抽樣則較為經濟。基於調查經費的考量，本研究採用選擇基礎抽樣，及分別至各家航空公司的登機室，抽取搭乘該航空公司之旅客進行問卷調查，至於抽樣比率則依各航空公司在該市場之市場占有率。

4. 調查結果整理

本研究以台北－曼谷與台北－舊金山作為實證分析，分別於民國 90 年 3 月 24 日及 4 月 5 日至中正國際機場進行問卷調查，總共各問得 62 與 57 份問卷。

(1) 市場占有率模式

A. 多項羅吉特模式

本研究考慮市場上所有可能的結盟情境，將問卷調查得到的敘述性與顯示性偏好資料，利用 SST 軟體進行羅吉特模式校估，各航線之參數值整理於表 2、表 3 與表 4。其中方案特定變數指代表個別航空公司模式的常數項，未列出者為零，以台北－曼谷為例，其中華航的常數項為 0.42471，長榮為 1.0749，泰航為 0.75173，荷蘭為 0.14895，而瑞航為 0，至於變數項的選擇方面，由於台北－曼谷及台北－舊金

表 2 台北－曼谷市場占有率模式參數校估表

台北－曼谷		參數值
方案特定變數	中華	0.42471
		(1.76305)
	長榮	1.0749
		(4.45271)
	泰航	0.75173
		(4.32196)
	荷蘭	0.14895
		(0.90711)
票價 (萬元)		-2.04431
		(-7.15576)
班次數 (班／每日)		0.13681
		(3.55708)
旅客酬賓會員		2.56791
		(14.01164)
$\ln(\beta)$		-737.81
$\ln(0)$		-943.13
ρ^2		0.22
預測準確率		49.49%
樣本數		586

註：括號內為 t 值。

表 3 台北－舊金山市場占有率模式參數校估表

台北－舊金山		參數值
方案 特定 變數	中華	0.42161
		(1.79304)
	長榮	1.47638
		(5.42107)
票價 (萬元)		-1.65406
		(-7.88143)
班次數 (班／每日)		0.53301
		(5.18561)
旅客酬賓會員		3.19586
		(10.54564)
$\ln(\beta)$		-370.71
$\ln(0)$		-618.52
ρ^2		0.40
預測準確率		70.87%
樣本數		563

註：括號內為 t 值。

表 4 曼谷－舊金山共用班號情境占有率模式參數校估表

曼谷－舊金山		參數值
方案特定變數	中華	0.3239
		(1.80609)
	長榮	0.14062
		(0.71428)
	聯合－泰航	−0.23932
		(−2.40435)
	聯合－荷蘭	−0.05943
		(−0.64935)
票價 (萬元)		−0.98434
		(−8.80138)
等候時間 (小時)		−0.25058
		(−15.23256)
旅客酬賓會員		2.90705
		(20.04386)
$\ln(\beta)$		−1381.1
$\ln(0)$		−1866.9
ρ^2		0.26
預測準確率		56.38%
樣本數		1160

註：括號內為 t 值。

山皆是直飛的航線，旅客在意的是班次的頻繁與否，所以選擇票價及班次數作為變數，然而對曼谷－舊金山的旅客而言，班次數不再是主要的選擇因素，取而代之的是等待時間是否短暫（亦即轉機是否便利）才是主要因素，因此在曼谷－舊金山的變數選擇上以票價與等待時間作為變數。

B. 方案獨立性檢定 (IIA Test)

由於多項羅吉特模式 (multinomial logit) 假設各替選方案間完全獨立不具任何相關性。也就是說，必須具備有不相關替選方案獨立性 (independence of irrelevant alternatives, 簡稱 IIA)，多項羅吉特才得以成立。因此必須針對本研究中各個方案（航空公司）進行 IIA 檢定，以確定此市場占有率模式的結構與適合性。

因此，本研究將台北－曼谷、台北－舊金山以及曼谷－舊金山等市場占有率模式的 IIA 檢定之各項統計量與結果整理於表 5，其中在台北－曼谷中，方案 1 為華航，方案 2 為長榮，方案 3 為泰航，方案 4 為荷蘭，而方案 5 為瑞航；而在台北－舊金山中，方案 1 為華航，方案 2 為長榮，方案 3 則為聯合；至於曼谷－舊金山中，方案 1 與方案 2 仍為華航與長榮，方案 3 為聯合與泰航，方案 4 為聯合與荷蘭，而方案 5 則為聯合與瑞

航。

依據表 5 中檢定的結果發現，有部分選擇方案拒絕虛無假設，並不具備 IIA 特性，表示方案間具有某種程度的相關性，故本研究將嘗試構建巢式羅吉特 (NL) 模式以改善原多項羅吉特 (MNL) 模式。

表 5 市場占有率模式 IIA 檢定表

市場 \ 項目	檢定統計量 (絕對值)		檢定門檻值	檢定結果	意義
台北－曼谷	V12	2.91984	1.96	拒絕 H0	不具 IIA 特性
	V13	2.45219	1.96	拒絕 H0	不具 IIA 特性
	V14	1.94402	1.96	不拒絕 H0	具 IIA 特性
	V15	1.11163	1.96	不拒絕 H0	具 IIA 特性
	V23	4.34321	1.96	拒絕 H0	不具 IIA 特性
	V24	0.14964	1.96	不拒絕 H0	具 IIA 特性
	V25	1.73366	1.96	不拒絕 H0	具 IIA 特性
	V34	1.05769	1.96	不拒絕 H0	具 IIA 特性
	V35	1.54338	1.96	不拒絕 H0	具 IIA 特性
	V45	3.69136	1.96	拒絕 H0	不具 IIA 特性
曼谷－舊金山	V12	2.91984	1.96	拒絕 H0	不具 IIA 特性
	V13	2.45219	1.96	拒絕 H0	不具 IIA 特性
	V14	1.94402	1.96	不拒絕 H0	具 IIA 特性
	V15	1.11163	1.96	不拒絕 H0	具 IIA 特性
	V23	4.34321	1.96	拒絕 H0	不具 IIA 特性
	V24	0.14964	1.96	不拒絕 H0	具 IIA 特性
	V25	1.73366	1.96	不拒絕 H0	具 IIA 特性
	V34	1.05769	1.96	不拒絕 H0	具 IIA 特性
	V35	1.54338	1.96	不拒絕 H0	具 IIA 特性
	V45	3.69136	1.96	拒絕 H0	不具 IIA 特性
台北－舊金山	V12	0.31936	1.96	不拒絕 H0	具 IIA 特性
	V13	2.00531	1.96	拒絕 H0	不具 IIA 特性
	V23	0.46602	1.96	不拒絕 H0	具 IIA 特性

(2) 巢式羅吉特模式

本研究將採用巢式羅吉特模式以改善方案間不具 IIA 特性之結果。為此，針對本研究探討的各家航空公司，依據其服務方式、經營風格上的差異以及航空公司本身所屬的國籍，將上層區分為「亞洲籍航空公司」與「歐洲籍航空公司」，或是「本國籍航空公司」與「外國籍航空公司」，巢式化的結果如圖 3、圖 4、圖 5、圖 6 與圖 7 所示。

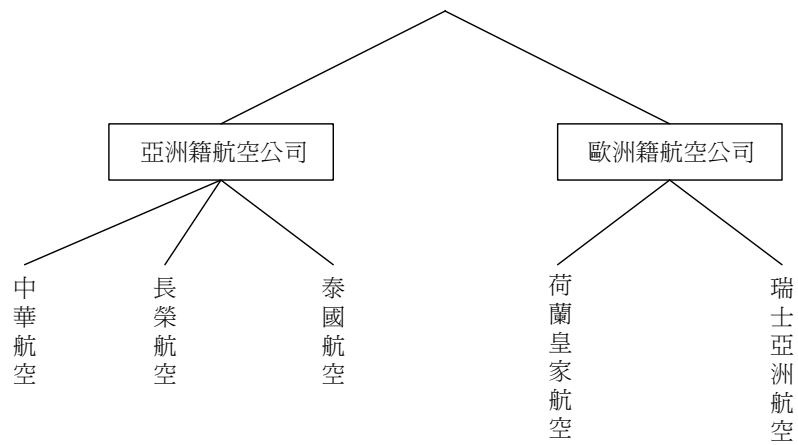


圖 3 台北—曼谷巢式模式 1 示意圖

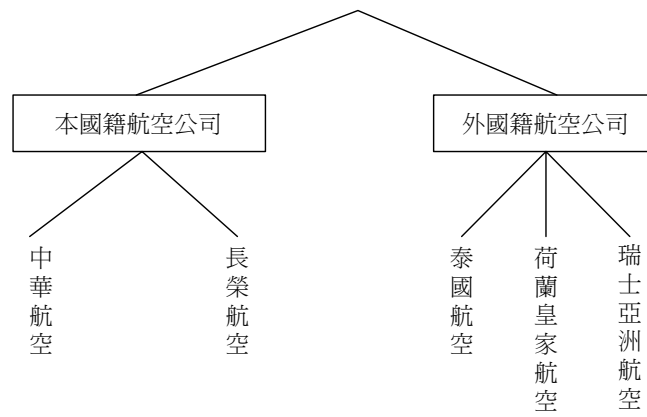


圖 4 台北—曼谷巢式模式 2 示意圖

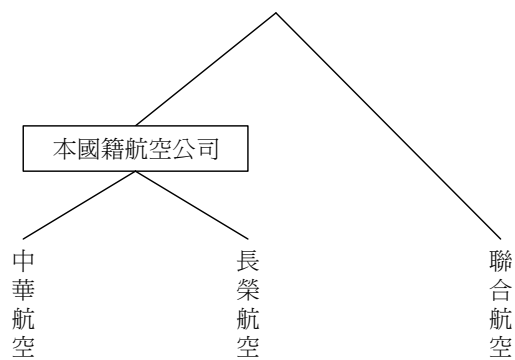


圖 5 台北—舊金山巢式示意圖

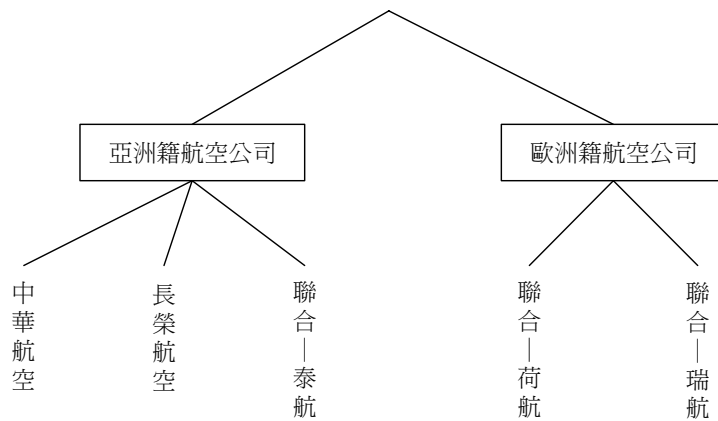


圖 6 曼谷－舊金山巢式模式 1 示意圖

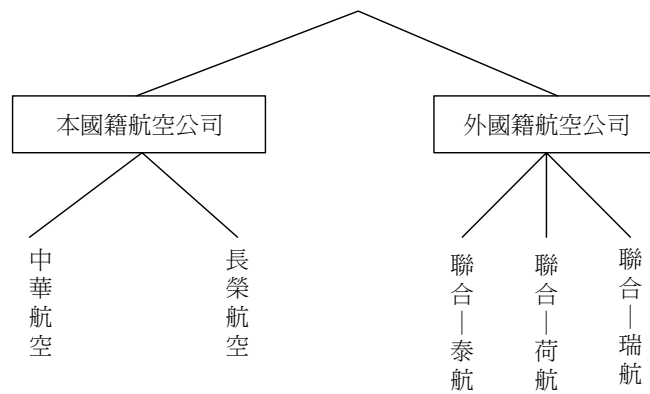


圖 7 曼谷－舊金山巢式模式 2 示意圖

再依據上述三個市場的巢式羅吉特模式架構重新校估係數與 t 統計量，比較何者的收斂後之概似函數值 $L(\beta)$ 較高，以作為巢式模式之基本架構，其參數值整理於表 6 至表 13。

為比較改良後的巢式羅吉特模式 (NL) 與原來的多項羅吉特 (MNL) 模式的差異，可由衡量羅吉特模式適合度的概似比指標： $\rho^2 = 1 - \frac{L(\beta)}{L(0)}$ 來觀察。其中 $L(\beta_M)$ 與 $L(\beta_N)$ 分別為 MNL 模式與 NL 模式之收斂概似函數值，其各模式之檢定結果整理於表 14，檢定結果發現台北－舊金山並沒有顯著差異，所以本研究將使用原來的 MNL 模式作為該航線之模式，以改良後之 NL 模式作為台北－曼谷與曼谷－舊金山之模式。

表 6 台北－曼谷之巢式羅吉特模式係數校估表（上層）

變 數	係數值
本國籍特定變數	2.54914
	(7.52353)
包容值	0.54505
	(8.54291)
$L(\beta)$	-358.35
$L(0)$	-406.18
ρ^2	0.12
預測準確率	68.089%
樣本數	586

註：1.括號內為 t 值。

2.包容值是否為 1 的檢定統計量：-7.13076，因此顯著不為 1。

表 7 台北－曼谷之巢式羅吉特模式係數校估表（下層－本國籍）

變 數	係數值
方案變數 華航	-0.99969
	(-4.70644)
票價 (萬元)	-2.47604
	(-3.42664)
班次數 (班／每天)	0.0555868
	(0.64951)
旅客酬賓會員	4.09358
	(5.57951)
$L(\beta)$	-90.623
$L(0)$	-186.46
ρ^2	0.51
預測準確率	86.99%
樣本數	269

註：括號內為 t 值。

表 8 台北－曼谷之巢式羅吉特模式係數校估表（下層－外國籍）

變 數	係數值
方案變數 泰航	0.16160
	(0.66511)
	-0.0612928
	(-0.34338)
票價 (萬元)	-1.80481
	(-4.14590)
班次數 (班／每天)	0.41687
	(4.90804)
旅客酬賓會員	3.77256
	(5.14165)
$L(\beta)$	-279.11
$L(0)$	-348.26
ρ^2	0.20
預測準確率	59.306%
樣本數	317

表 9 台北－舊金山之巢式羅吉特模式係數校估表（上層）

變 數	係數值
聯合航空特定變數	2.15982
	(3.00754)
聯合票價 (萬元)	-2.16002
	(-5.98501)
聯合班次數 (班／每日)	0.67533
	(3.83414)
旅客酬賓會員	3.24561
	(9.35889)
包容值	0.27627
	(2.98080)
$L(\beta)$	-257.99
$L(0)$	-390.24
ρ^2	0.34
預測準確率	74.245%
樣本數	563

註：1.括號內為 t 值。

2.包容值是否為 1 的檢定統計量：-7.80873，顯著不為 1。

表 10 台北－舊金山之巢式羅吉特模式係數校估表（下層－國籍航空公司）

變 數		係數值
方案變數	華 航	-1.00714
		(-5.05243)
票價 (萬元)		-1.38476
		(-4.13868)
班次數 (班／每日)		0.47737
		(2.51807)
旅客酬賓會員		11.11866
		(0.16082)
$L(\beta)$		-111.69
$L(0)$		-151.8
ρ^2		0.26
預測準確率		75.342%
樣本數		219

表 11 曼谷－舊金山之巢式羅吉特模式係數校估表（上層）

變 數	係數值
亞洲籍特定變數	-1.83331
	(-12.53882)
包容值	0.91325
	(13.62357)
$L(\beta)$	-670.02
$L(0)$	-804.05
ρ^2	0.17
預測準確率	71.724%
樣本數	1160

註：1.括號內為 t 值。2.包容值不為 1 之檢定統計量：-1.2941。

表 12 曼谷－舊金山之巢式羅吉特模式係數校估表（下層－亞洲籍）

變數		係數值
方案變數	華航	0.19834
		(0.88249)
	長榮	0.0503445
		(0.19842)
票價 (萬元)		-0.72930
		(-4.09472)
等候時間 (小時)		-0.28090
		(-8.99443)
旅客酬賓會員		3.03013
		(13.31564)
$L(\beta)$		-397.16
$L(0)$		-631.7
ρ^2		0.37
預測準確率		73.22%
樣本數		575

註：括號內為 t 值。

表 13 曼谷－舊金山之巢式羅吉特模式係數校估表（下層－歐洲籍）

變數		係數值
方案變數	聯合－泰航	0.0419047
		(0.41412)
票價 (萬元)		−1.70764
		(−7.71037)
等候時間 (小時)		−0.21587
		(−8.02014)
旅客酬賓會員		3.17850
		(4.16190)
$L(\beta)$		−303.07
$L(0)$		−405.49
ρ^2		0.25
預測準確率		78.12%
樣本數		585

註：括號內為 t 值。

表 14 各航線 NL 模式與 MNL 模式檢定表

航 線	台北－曼谷	台北－舊金山	曼谷－舊金山
自由度	6	5	6
	(10-4)	(9-4)	(10-4)
$L(\beta_M)$	-737.81	-370.71	-1381.1
$L(\beta_N)$	-728.083	-369.68	-1370.25
概似比檢定統計量	19.454	2.06	21.7
檢定門檻	16.81	15.09	16.81
檢定結果	拒絕 H0	不拒絕 H0	拒絕 H0
意義	NL 模式與 MNL 模式 有顯著差異	NL 模式與 MNL 模式 並無顯著差異	NL 模式與 MNL 模式 有顯著差異

(3) 個別承載率模式

由於直接使用市場占有率模式預測航空公司的載客量時，當票價過低會發生需求大於供給的情形，因此本研究另外構建個別航空公司承載率模式，以避免發生此不合理之情形。

本研究僅將各航線不同旅次情況下的個別航空公司承載率模式係數校估結果列於表 15、表 16 與表 17。表中的變數項分別有自身票價、對手票價、自身班次數以及對手班次數等四項，可反映市場中各家航空公司對票價及班次進行變動時，在承載率上的變動。各家航空公司承載率模式的係數表示：當自身票價提高時，承載率將會下降，而對手票價提高時，將會提高自己的承載率；同理，當自己的班次數提高時，承載率也會上升，而當對手班次數提高時，自身的承載率則會下降。從係數的絕對值大小亦可得知旅客對於選擇航空公司最主要的考慮因素仍然是票價。

表 15 台北－舊金山線個別航空公司承載率模式校估值

自變數 \ 航空公司	中華航空	長榮航空	聯合航空
常數項	1.309155 (1.75828)	1.814134 (4.002577)	-1.9686 (-5.62426)
自身票價 (萬元)	-1.66131 (-9.29622)	-1.6578 (-16.3381)	-1.65406 (-13.2305)
對手票價 (萬元)	0.749264 (3.317584)	1.174824 (7.089444)	1.767473 (19.02329)
自身班次 (班／每天)	0.55092 (6.020456)	0.815442 (12.35097)	0.536992 (13.25542)
對手班次 (班／每天)	-0.72573 (-6.02171)	-0.51167 (-6.79832)	-0.73737 (-13.7076)
修正後 R ²	0.874966	0.953493	0.972701
F Value	46.48588	134.2646	232.601

註：括號內為 t 值。

表 16 台北－曼谷線個別航空公司承載率模式校估表

自變數 \ 航空公司	中華航空	長榮航空	泰國航空	荷蘭航空	瑞士航空
常數項	-2.20794 (-5.05038)	0.924831 (1.45276)	-2.85741 (-10.0083)	-3.15858 (-6.36019)	-3.3319 (-7.07038)
自身票價 (萬元)	-2.26902 (-14.6571)	-1.9708 (-9.63347)	-1.42691 (-11.8359)	-1.58356 (-6.97679)	-1.55447 (-6.41252)
對手票價 (萬元)	3.369318 (10.85006)	1.688154 (3.062182)	1.550994 (8.051074)	1.789018 (5.1117)	1.85235 (5.804365)
自身班次 (班／每天)	0.103873 (1.856455)	0.172233 (2.33477)	0.74482 (19.9352)	0.374271 (6.344775)	0.132805 (2.819443)
對手班次 (班／每天)	-0.26097 (-3.87482)	-0.26166 (-2.55748)	-0.08278 (-1.7371)	-0.14096 (-1.62541)	-0.15884 (-1.9271)
修正後 R ²	0.936613	0.814815	0.961764	0.820877	0.78624
F Value	97.04463	29.60006	164.4956	30.78791	24.9079

註：括號內為 t 值。

表 17 曼谷－舊金山個別航空公司承載率模式校估表

自變數 \ 情境	中華	長榮	聯合－泰航	聯合－荷航	聯合－瑞航
常數項	-1.11725	-1.11623	-1.0579	0.590079	0.460687
	(-2.35695)	(-2.24391)	(-2.1966)	(1.290104)	(0.966712)
自身票價 (萬元)	-0.69361	-0.71506	-0.65589	-1.5727	-1.5525
	(-9.73298)	(-10.3338)	(-5.84405)	(-14.7208)	(-12.8298)
對手票價 (萬元)	0.773139	0.733402	0.668685	0.762326	0.777832
	(4.514339)	(3.973134)	(4.695258)	(5.892542)	(5.385119)
自身等候時間 (小時)	-0.27228	-0.27473	-0.26517	-0.19454	-0.19668
	(-19.0031)	(-18.3016)	(-17.6982)	(-13.3568)	(-13.7859)
對手等候時間 (小時)	0.213471	0.208512	0.183936	0.196696	0.207741
	(6.135549)	(5.44288)	(6.290644)	(6.66824)	(6.276294)
修正後 R^2	0.955265	0.948115	0.946136	0.959403	0.952551
F Value	139.7988	119.777	115.1738	154.6106	131.4904

註：括號內為 t 值。

(4) 成本模式

航空公司的營運成本模式已於 3.2 節介紹過，以下僅將各項成本推估值整理如表 18、表 19 與表 20。由於實證研究中的各家航空公司，其所使用的機型種類甚多，本研究為研究方便起見，乃採用針對波音 747-400 型客機所推估之成本資料，作為本研究中各航線之成本值。

表 18 飛行成本推估表

台北－曼谷 (1555 哩)		
機型	飛行成本 (美元)	座位成本 (美元／座位)
747-400	9,367.6	22.5
777-300	9,306.0	25.3
A330-300	10,054.3	34.1
台北－舊金山 (6450 哩)		
機型	飛行成本 (美元)	座位成本 (美元／座位)
747-400	38,856.0	93.4
777-300	38,600.3	104.9
A330-300	—	—

註：燃油 (Jet A-1) 價格：0.2342 美元／升。

表 19 飛機滯留成本整理表

機場	客運地勤費	貨運服務費	機場使用費	機務代理費	安管費
中正	42,511	0	119,213	0	0
曼谷	50,196	0	38,161	8,789	620
舊金山	64,430	7,691	62,996	28,386	0

註：此為 747-400 型客機各項機場使用費 (新台幣)。

表 20 營運成本推估表

航線別	飛行成本	滯留成本	其他成本	合計
台北－曼谷	309,131	259,490	116,760	685,381
台北－舊金山	1,282,248	325,227	330,077	1,937,552

註：幣值單位皆為新台幣。

六、結果分析

6.1 各家航空公司之均衡票價

本研究使用交通部民用航空局公布之民航統計年報，於民國 90 年 1 月台北－曼谷與台北－舊金山之班次數與座位數之資料，而旅客酬賓變數則設定為 0，利用 Mathematica 軟體求解各家航空公司之均衡票價，並整理於表 21 至表 23。此外，圖 8、圖 9 與圖 10 所示，則為三家航空公司於台北－舊金山航線之承載率與票價，以及利潤函數與票價之關係圖，而表 21 至表 23 中，利潤函數對票價之二次微分值皆為負值，由此可見，利潤函數雖非票價之凹函數 (concave function)，但仍可看出利潤函數一次微分式所解得之票價，應為最大利潤下之均衡票價。

表 21 台北－舊金山線之均衡票價

航空公司	現況班次數 (每週)	利潤 (每日)	均衡票價	承載率	二次微分值
華航	7	790,390	12,976	53%	-348.701
長榮	10	605,480	17,420	64%	-238.773
聯合	7	-937,821	8,755	31%	-188.876

註：幣值單位皆為新台幣。

表 22 台北－曼谷線之均衡票價

航空公司	現況班次數 (每週)	利潤 (每日)	均衡票價	承載率	二次微分值
華航	16	73,831	6,758	45%	-251.42
長榮	24	950,386	10,405	56%	-311.148
泰航	16	-403,932	7,794	6%	-51.7308
荷航	7	-581,052	6,666	14%	-24.8044
瑞航	3	-614,315	6,710	10%	-16.4729

註：幣值單位皆為新台幣。

表 23 曼谷－舊金山各情境之最佳票價

情境	現況等候時間 (小時)	均衡票價	二次微分值
華航	0.83	18,053	-14.1406
長榮	1.5	16,891	-8.70454
聯合－泰航	1.5	18,312	-10.3488
聯合－荷航	0.67	11,977	-70.9701
聯合－瑞航	1	11,574	-66.3005

註：幣值單位皆為新台幣。

在曼谷－舊金山之假設情境方面，依據目前各家航空公司於中正機場的到離時間表推算其目前之等候時間，並依此計算各情境組合下之最佳票價，見表 23。

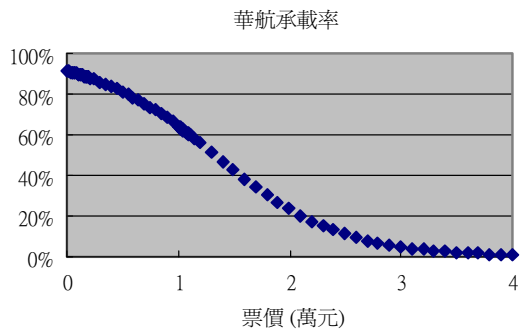


圖 8(a) 台北－舊金山航線中華航空承載率與票價關係圖

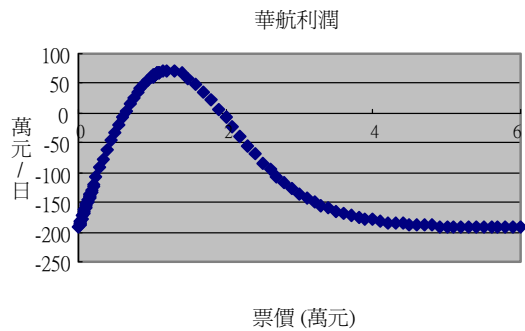


圖 8(b) 台北－舊金山航線中華航空利潤與票價關係圖

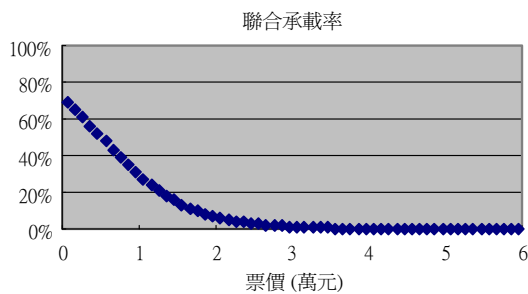


圖 9(a) 台北－舊金山航線聯合航空承載率與票價關係圖

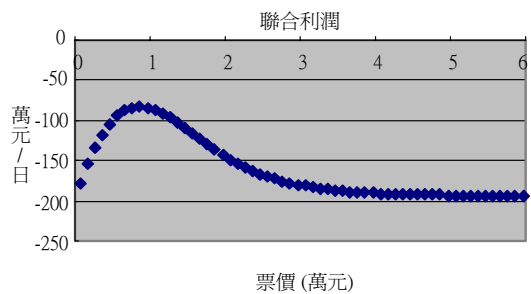


圖 9(b) 台北－舊金山航線聯合航空利潤與票價關係圖

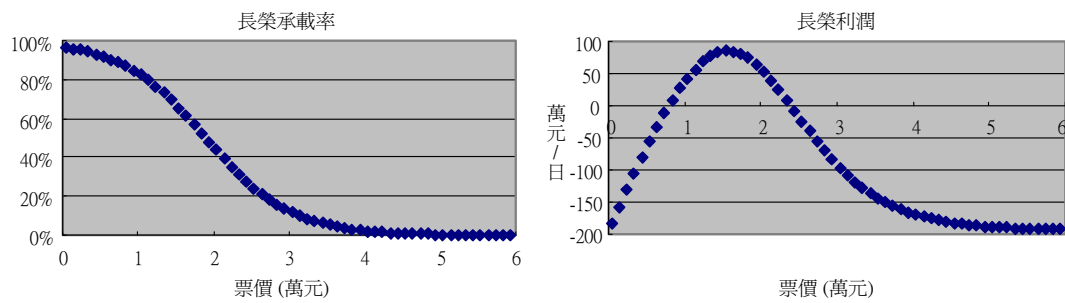


圖 10(a) 台北－舊金山航線長榮航空承載率與票價關係圖

圖 10(b) 台北－舊金山航線長榮航空利潤與票價關係圖

關於經由台北，往來於曼谷與舊金山之間的旅客資料，由於並無實際上之統計資料，因此本研究利用中正機場出入境之統計資料進行推估，其中到達人次與過境人數之比約 4：1，再與民國 90 年 1 月台北－舊金山之旅客數量比較，可以推測曼谷－舊金山線約有 16,000 人次的潛在市場。

再將現況之等候時間與均衡票價代入曼谷－舊金山的市場占有率模式中，預測出在此情境組合下各家航空公司的市場占有率，便可推得共用班號後各家航空公司可增加之收益，曼谷－舊金山線各家航空公司的獲益整理於表 24。

表 24 曼谷－舊金山收益預估整理表

情境 \ 項目	市場占有率	可獲得收益 (萬元/天)
華航	12%	36.8561
長榮	9%	20.5785
聯合－泰航	8%	28.9055
聯合－荷航	36%	53.8965
聯合－瑞航	35%	49.2876

由占有率模式與個別航空公司求得之結果發現，其求得之均衡價格皆低於目前市場價格，顯示在調查期間台北－曼谷線與台北－舊金山線市場有供給過剩、需求不足之現象。而從曼谷－舊金山的分析結果來看，聯合航空與荷蘭航空兩家共用班號所能獲得的利潤最大。

6.2 比較分析

對於轉機的旅客來說，轉機等候時間的長短是選擇搭乘航空公司的主要因素之一，本

研究假設若航空公司決定進行共用班號之後，將會調整彼此的到離時間，因此本節將探討若等候時間皆相同時其最佳的合作對象。假定各合作情境之等候時間皆為 2 小時，其均衡票價與獲益整理於表 25。由表 25 中可發現，當各家航空公司的等候時間皆相同時，聯合航空最佳的合作對象為荷蘭皇家航空。

表 25 曼谷－舊金山（商務旅次）等候時間為 2 小時之收益預估表

情境 \ 項目	等候時間 (小時)	均衡票價 (元)	可獲得之收益 (萬元／日)
華航	2	17,786	34.2322
長榮	2	17,105	22.1299
聯合－泰航	2	18,477	30.5004
聯合－荷航	2	11,749	51.6824
聯合－瑞航	2	11,646	49.9109

6.3 夏普利值之計算

在設定報酬函數值 V 方面，首先定義此賽局共有六個參賽者 (player)，其中 1 代表中華航空，2 代表長榮航空，3 代表聯合航空，4 代表泰國航空，5 代表荷蘭航空，而 6 代表瑞士航空。由表 26 中可得知，在旅遊探親中，聯合航空與泰國航空的共用班號可以帶來 129,100 元的額外利潤，因此設定 $V(3,4) = 129100$ ，同理， $V(3,5) = 394150$ 、 $V(3,6) = 60610$ 。至於其他不可能出現的合作情境，例如 $V(1,2)$ 、 $V(1,3)$ 、 $V(2,3)$ 、 $V(4,5)$ … 等等均設為 0，若是 $V(3,4,5)$ 則取 $V(3,4)$ 與 $V(3,5)$ 中較大者，以上例來看 $V(3,4,5) = 394150$ ， $V(3,4,6) = 129,100$ ，依此設定所有的報酬值之後，再利用 Varian^[14] 之副程式進行求解，依據旅次目的之不同分別得到夏普利值，並且整理於表 27。夏普利值的精神是以合作伙伴的貢獻多寡作為分配利潤的依據，因此由表 27 中可知在曼谷－台北－舊金山這條航線中各家航空公司貢獻程度的大小，並且依夏普利值的比值當作分配利潤的標準（見表 28）。若純粹以貢獻的大小作為拆帳標準的話，可以發現聯合航空和荷蘭航空若是進行共用班號的話可以獲得較多的利潤，因此聯合航空和荷蘭航空進行共用班號是較佳的策略。

夏普利值是依據聯盟中各玩家的貢獻程度來分配利潤，但實際上夏普利值並不一定會存在於穩定的解集中，也就是說夏普利值求算出來的利潤分配並不一定能使聯盟的合作關係長久維持，因此本節界定此聯盟穩定解的範圍。令聯合航空所能分配到的利潤為 X_1 ，泰國航空所能分配到的利潤為 X_2 ，荷蘭航空所能分配到的利潤為 X_3 ，而瑞士航空所能分配到的利潤為 X_4 ，則穩定解的範圍如 11 式所示：

$$\begin{aligned}
 X_1 + X_2 &= 129,100 \\
 X_1 + X_3 &= 394,150 \\
 X_1 + X_4 &= 60,610
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

則

$$129100 \leq X_1 \leq 394150$$

$$0 \leq X_3 \leq 129100$$

此為表示聯合航空將與荷蘭航空的合作，且聯合航空分配得的利潤界於 129,100 元與 394,150 元；荷蘭航空分配得 0 元至 129,100 元間時，此聯盟關係將穩定的存在。

表 26 曼谷－舊金山航線共用班號前後利潤變化表

合作情境	共用班號前	共用班號後	利潤變化
聯合－泰航	180.593	190.503	12.91
聯合－荷蘭	359.235	398.65	39.415
聯合－瑞航	441.332	447.393	6.061

單位：萬元/日。

表 27 曼谷－舊金山航線共用班號夏普利值一覽表

中華航空	長榮航空	聯合航空	泰國航空	荷蘭航空	瑞士航空
0	0	223,643	16,465.8	148,991	5,050.83

表 28 曼谷－舊金山航線共用班號利潤分配表

情境	增加的利潤	聯合利潤	泰航利潤
聯合－泰航	129,100	120,247	8,853
聯合－荷蘭	394,150	236,556	157,594
聯合－瑞士	60,610	59,271	1,339

七、結論與建議

7.1 結論

1. 本研究構建航空公司選擇共用班號合作對象之決策模式，提供航空公司在進行決策時之參考與依據。
2. 在各個模式校估部分，大致上所有的參數值，皆為顯著且正負號亦符合先驗知識。
3. 在實證分析方面，雖然目前聯合航空是與泰國航空有共用班號的協議，但是分析結果顯示出聯合航空與荷蘭航空的共用班號應為較佳的組合。
4. 比較夏普利值後發現，聯合航空與荷蘭航空共用班號所能獲得的利潤最大，因此在利潤最大的目標下，聯合航空與瑞士航空進行共用班號是較佳的策略。

7.2 建議

1. 本研究在飛航成本方面乃使用各主要機型規格資料推估，而其他租賃、折舊之成本則以 IATA 研究之成本結構比率來推估，此乃因航空公司皆把成本資料視為機密，不過後續研究者或許可以朝此方向著墨。
2. 本研究的研究範圍限定於兩相連接航線的共用班號合作對象的選擇，然目前國際航空界盛行全球性航空聯盟的結合，建議後續研究者可以朝選擇集團聯盟成員的研究方向進行。
3. 本研究由於時間與經費的限制，只能在短時間中進行調查，未來航空公司有意進行此方面之調查時，建議進行較長時間的調查，以求模式的準確性。
4. 本研究原有設計商務艙之問卷，然因回收之問卷份數不足，無法校估商務艙乘客之模式，建議後續研究者可加強此一部分。
5. 夏普利值的計算乃因貢獻的強弱而定，因此部分航空公司在共用班號後所能分配到的利潤非常少，與現實狀況並不相符，建議後續研究可以將夏普利值與成本相結合計算合理的分配比率。
6. 本研究並未考慮班次變動的情形，建議後續研究可考慮共用班號後班次最佳化之情形。

參考文獻

1. 李仲彬，「航空公司在直飛航線上寡佔競爭模式之分析」，淡江大學運輸管理系運輸科學碩士論文，民國八十六年。
2. 巫永隆，「航空公司在軸輻式路網下之靜態與動態寡佔競爭賽局模式」，淡江大學運輸管理系運輸科學碩士論文，民國八十七年。
3. 柯益立，「合作賽局理論在航空公司聯營競爭行為模式之應用」，淡江大學交通管理科學系運輸科學碩士論文，民國八十八年。
4. 郭宗智，「國內航空業者策略聯盟動機與型態之研究」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，民國八十六年。
5. 王詩韻，「航空公司運用聯盟方式執行策略之選擇與績效比較—在台灣地區的部分實證」，國立交通大學經營管理研究所碩士論文，民國八十八年。
6. Youssef, W. and Hansen, M., "Consequences of Strategic Alliances between International Airlines: The Case of Swissair and SAS", *Transportation Research-A*, 28(5), 1994, pp. 415-431.
7. Oum, T. H., Zhang, A., and Zhang, A., "The Effects of Airline Code Sharing Agreement on Firm Conduct and International Airfares", *Journal of Transport Economics and Policy*, 30(2), 1996, pp. 187-202.
8. Park, J. H., "The Effects of Airline Alliances on Markets and Economic Welfare", *Transportation Research-E*, 33(3), 1997, pp. 181-195.

9. 曾志煌，「整合供需面飛航排程暨班次表規劃之研究」，國立中央大學土木工程學系博士論文，民國八十九年。
10. Ben-Akiva, M. and Lerman, S., *Discrete Choice Analysis*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1985.
11. Curiel, I., *Cooperative Game Theory and Applications*, Kluwer Academic Press, Boston, 1997.
12. Owen, G., *Game Theory*, Second Edition, Academic Press Inc., Orlando, Florida, 1982.
13. 姚景星，**實驗設計**，華泰書局出版，民國七十八年。
14. Varian, H., *Economic and Financial Modeling with Mathematica*, Springer-Verlag Publishers, The Electronic Library of Science, Santa Clara, California, 1993.

