

五、 實證分析

在針對航班客位需求與訂位艙等規劃問題構建數學模式後，本研究以一實證分析來說明本模式之適用性。而由於本研究所構建的航班客位需求與訂位艙等規劃模式中，有部分的影響參數因涉及航空公司的商業機密而在資料的取得上有相當大的困難。而經過本研究的多方努力，終於獲得某航空公司（以下稱為 A 航）的協助，提供部分的資料供本研究作為實證分析之用。然受限於取得之資料有限，故在本研究中僅能針對 A 航所提供的台北—香港航線，進行航班客位需求與訂位艙等規劃模式之實證分析與探討，以驗證模式的正確性，並與實際情況作一適當之比較。

5.1 台北—香港航線簡介

台灣地區於民國 76 年開放一般民眾赴大陸地區探親以來，自台赴港之旅客數即由民國 75 年 49.2 萬人次，增加至民國 85 年 256.4 萬人次（包含本國籍及外國籍旅客），增加了 4.2 倍，平均年成長高達 17.9%。台港航線之所以造成如此大的成長，主要是受到兩岸之間尚無法直航，往來大陸的旅客均需經由第三地進出，如香港、日本以及菲律賓等地，且由於香港與大陸相連，同屬中國人，因此，往來兩岸之間的旅客大多經由香港進出大陸，使得台港航線成長非常迅速。由於兩岸間不論是經貿往來，或是觀光、探親旅次，均日趨頻繁，航空客運市場之變遷將無法置外於台灣與大陸之交流進展。

根據交通部運輸研究所 1998 年「赴港澳國際空運旅客特性調查與分析」之研究結果[25]指出，不論籍別，出境受訪旅客均以個人行居多，平均佔九成以上，而本國籍旅客則有較高的跟團比例，請參見表 5.1。若以航線別而言，台港航線僅有 7% 之受訪旅客採取跟旅行團的方式。依交通部觀光局自 83 年起每年所做之「國人出國旅遊消費及動向調查報告」指出，受訪旅客個人行與跟團比例約各佔一半，而香港、大陸、台灣、美加、東南亞等國人五大主要出國市場中，除赴大陸、港澳地區之旅客平均有高達七成以上的個人行外，其餘主要出國市場均以跟團比例較高。

因此，台港航線已成為各家航空公司兵家必爭之市場，不僅旅運需求高，且絕大多數的旅客均選擇個人行的方式赴港，對航空公司而言無疑是一項利多，畢竟個人票的利潤比團體票的利潤要來得高，相對亦會增加航空公司的營收。

表 5.1 不同籍別出境旅客參加旅行團之比例

項目		本國籍	大陸籍	外國籍	小計
百分比 (%)	個人	90.8	96.6	96.8	91.9
	跟團	9.1	3.4	3.2	8.0
	未答	0.1	0.0	0.0	0.1
	總計	100.0	100.0	100.0	100.0
樣本數		17563	644	3067	21274

資料來源：[25]

5.2 訂位資料格式與特性

下頁圖 5.1 為某一費率等級訂位資料典型之格式。Date k 表示起飛日為 k 之航班，Day t 表示距離起飛尚有 t 天； $x_k^d(t)$ 則表示起飛日為 d 之航班，距起飛日為 t 天，在該時段內第 k 個費率等級產生之訂位需求數，而為簡明起見，費率等級之符號 k 予以省略。

訂位資料須經一段時間的收集，始能形成一完整資料庫，就航空公司經營環境而言，係一競爭激烈之市場，不論競爭對手市場策略或本身經營策略的考量，訂位需求即因外在環境變動或季節性因素影響，而造成即使是同一航線訂位資料特性亦存有若干差異，茲分析如下[24]：

1、費率等級之變動

航空公司針對旅客需求及時間價值差異，設定不同的費率等級。不同費率等級除在票價上有所差別外，最大不同在於限制條件之多寡。低費率等級限制條件較嚴格，旅客必須在訂位後之一定期限內開票、確認機位 (Confirming)，並不得改變行程；而高費率等級則為符合旅客對時間的需求或行程臨時的變動，限制條件較寬，甚至可在訂位後，不經開票、確認機位等程序，直接取得登機之權利或可直接於機場訂位、登機。

如果限制條件在一段時間內皆未改變，則可視為費率等級無變動之情

形。然而對競爭激烈環境，航空公司無不竭盡所能，推出各種票價產品、優惠措施吸引旅客，以提高本身在市場上的影響力。故費率等級之分類並非一成不變。某費率等級可能因為價格調降或限制條件放寬，即使在名稱上並無改變，但仍造成實質費率等級的變動。因此在使用歷史訂位資料，進行參數校估時，宜特別注意實質費率等級變動的情形，以避免資料之異質性，造成估計上之偏誤。

2、季節性因素

訂位需求因季節之不同而有劇烈變化。例如在連續假期及寒暑假期間，休閒旅客激增，低費率等級訂位需求將明顯不同於平常，也正由於季節性的變化，使得訂位需求資料並非穩定，而是呈週期性變化。故在引用訂位資料時，宜先消除季節性因素，避免校估出變數數值產生大幅變動。

3、缺漏資料

航空公司藉由設定訂位上限 (Booking Limit)，來調整低費率等級與高費率等級艙位配置數，以求取最大期望收益。其基本工作在於對航班上可供訂位容量作最有效的管理，並決定是否接受進入訂位系統的訂位要求。若訂位需求被拒絕，即是為航空公司失去一個潛在需求，且實際訂位資料亦未能反映出該訂位需求的出現。故當訂位需求數接近訂位上限時，往後的訂位需求很可能被拒絕而無法進入訂位系統，造成實際訂位資料與真正潛在需求存有若干差距，此一現象即為訂位資料之缺漏特性 (Censored)。

所以在引用實際訂位資料時，宜特別處理缺漏資料之問題。一可行解決方法為，當一訂位需求被拒絕後，訂位系統即將其紀錄於等待空間 (Waiting List)。待進行參數校估時，則先將訂位資料與等待空間資料合併處理，以真實訂位需求資料推估模式之參數，以免造成偏差，而低估實際之訂位需求。

航班起飛日期								距離飛機 起飛日期
...	Date d-2	Date d-1	Date d	Date d+1	Date d+2	...	Date d-M	
...	$X_{d-2}(0)$	?	?	?	?	?	?	Day 0
...	$X_{d-2}(1)$	$X_{d-1}(1)$	?	?	?	?	?	Day 1
...	$X_{d-2}(2)$	$X_{d-1}(2)$	$X_d(2)$	?	?	?	?	Day 2
...	$X_{d-2}(3)$	$X_{d-1}(3)$	$X_d(3)$	$X_{d+1}(3)$?	?	?	...
...	$X_{d-2}(4)$	$X_{d-1}(4)$	$X_d(4)$	$X_{d+1}(4)$	$X_{d+2}(4)$?	?	...
...	$X_{d-2}(5)$	$X_{d-1}(5)$	$X_d(5)$	$X_{d+1}(5)$	$X_{d+2}(5)$?	?	...
...	?	...
...	?	...
...	...	...	...	...	...	...	...	Day M-1
...	$X_{d-2}(M)$	$X_{d-1}(M)$	$X_d(M)$	$X_{d+1}(M)$	...		$X_{d-M}(M)$	Day M

資料來源：Airline Reservation Forecasting：Probabilistic and Statistical Models of the Booking Process

圖 5.1 訂位資料格式

5.2.1 尖、離峰期間與天數認定方式說明

本研究中，A 航所提供之台北-香港國際航線之部分旅客訂位歷史資料及載運資料，其起飛日期為 90.1.1~90.2.28，合計共有 59 天。根據交通部運輸研究所 1998 年「赴港澳國際空運旅客特性調查與分析」之研究結果指出，由民國 79 年至民 84 年台灣地區赴港澳旅客數之各月資料，可發現具有明顯的季節性。該研究結果指出，台灣地區赴港旅客數以 2、4、7、8、9、12 等月份為出國旺季，顯見台灣地區赴港旅客多集中於農曆春節、春假、暑假、中秋及耶誕假期。因此，本研究實證分析之訂位資料，含尖峰期間之春節假期連續假期及寒假期間（民國 90 年 1 月 19 日至 2 月 18 日），合計共 31 天；其餘 28 日則為離峰期間。

5.3 航線訂位資料分析

本研究所構建的航班客位需求與訂位艙等規劃模式中，影響旅客選擇票價產品與訂位艙等規劃決策的因素包括有：1、航班起飛前旅客訂位走勢型態，2、航班起飛前訂位旅客選擇票價產品的走勢型態，3、不同時段航班客位需求機率，4、不同時段考慮航班客位需求機率之期望艙位價值。本研究就 A 航所提供之台北-香港國際航線之部分旅客訂位歷史資料及載運資料，其起飛日期為 90.1.1~90.2.28，合計共有 59 天中，選取其中同質性較高之班次，對上述的參數進行估算。參數估算之程序及結果分別敘述如下：

5.3.1 航班起飛前旅客訂位走勢型態

而為了解尖、離峰旅客出現訂位需求的時間分布之大致趨勢，故計算研究期間內所有航班起飛前 60 天之訂位數累加量，探討不同票價費率等級之旅客於尖、離峰之訂位特性。尖、離峰旅客之訂位走勢型態分別如下頁表 5.2、表 5.3 所示。並繪製其訂位數量時間走勢圖，如圖 5.2、圖 5.3 所示。

表 5.2 尖峰期間、航班起飛前旅客訂位走勢表（節錄）

距起飛前日期		60	45	34	30	25
訂位數	費率 1	1.39	2.71	4.77	6.42	7.77
	費率 2	52.77	66.19	87.65	98.74	104.74
距起飛前日期		21	17	14	12	10
訂位數	費率 1	8.42	9.32	9.77	10.03	10.65
	費率 2	112.16	121.68	125.39	126.65	131.35
距起飛前日期		7	5	3	2	0
訂位數	費率 1	10.81	11.48	12.23	12.23	12.23
	費率 2	131.35	135.19	140.13	144.68	144.94

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

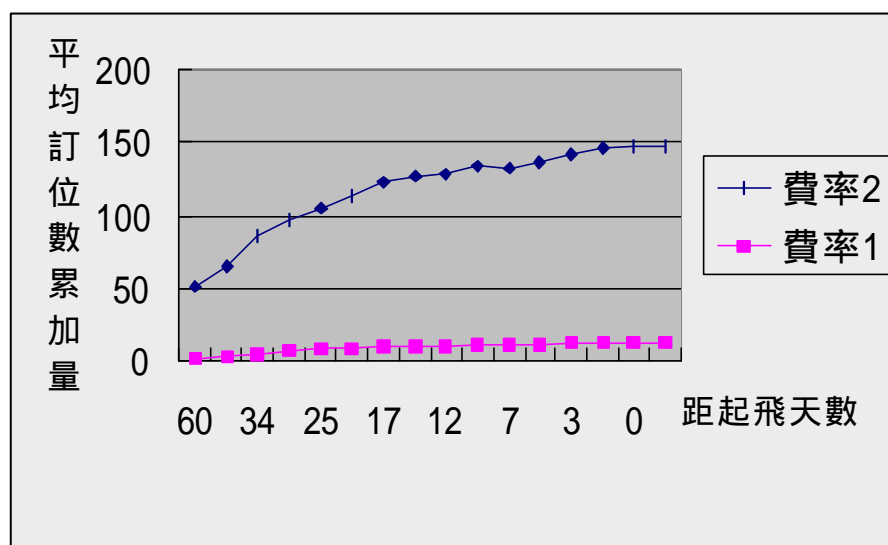


圖 5.2 尖峰期間、航班起飛前旅客訂位走勢圖

表 5.3 離峰期間、航班起飛前旅客訂位走勢表（節錄）

距起飛前日期		60	45	34	30	25
訂位數	費率 1	1.61	2.82	4.82	6.57	7.96
	費率 2	4.11	15.75	33.39	40.51	47.36
距起飛前日期		21	17	14	12	10
訂位數	費率 1	8.54	9.29	9.89	10.04	10.04
	費率 2	52.71	61.11	64.86	65.46	70.51
距起飛前日期		7	5	3	2	0
訂位數	費率 1	10.79	11.51	12.29	12.39	12.39
	費率 2	70.51	74.67	79.71	84.11	84.43

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

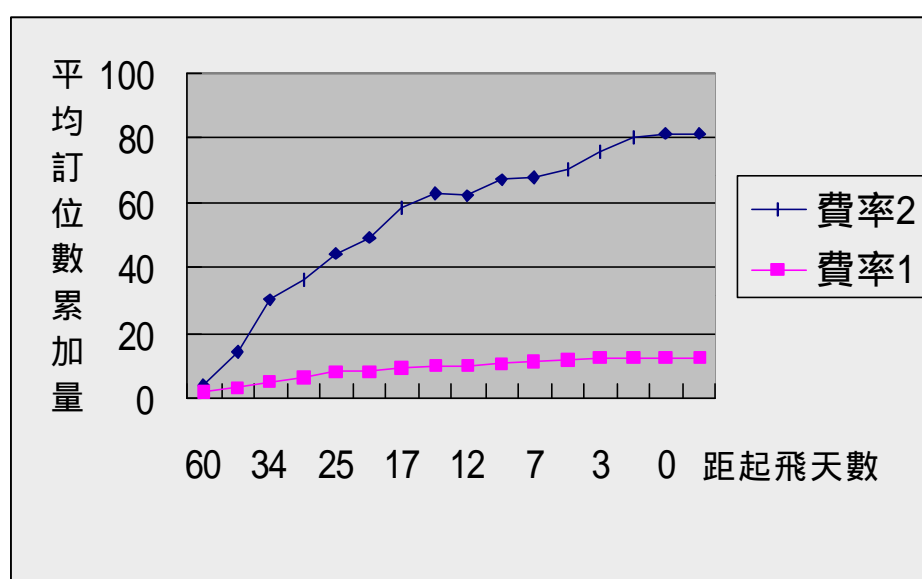


圖 5.3 離峰期間、航班起飛前旅客訂位走勢圖

由表 5.2、表 5.3 及圖 5.2、圖 5.3 之結果可以發現，以台港航線之旅客訂位行為而言，費率 1（最高）的旅客不論於尖峰或離峰期間之訂位要求無明顯之差異。而費率 2（次高）費率則自第 60 天起陸續增加訂位至飛機起飛前 3 天為止，約佔 96%，飛機起飛前 3 天內訂位數則極少量，僅佔 4% 左右；而第二費率的旅客訂位要求於尖峰期間將會提早向航空公司訂位，約有 35% 左右之旅客於第 60 天已出現訂位要求。顯見國際航線中，不同費率之訂位要求確實呈現出不同的訂位行為。

5.3.2 不同型態旅客訂位抵達率

由 5.3.1 節之討論可知，不論於尖峰、離峰，選擇費率 2 之旅客遠大於費率 1 之旅客，主要是因為台北-香港係為短程航線，搭乘該航線之旅客大部分為休閒旅客及轉運旅客，故其於香港停留之時間較短，則選擇效期較短之票價產品因費率較低將較能降低其旅行成本，因此，選擇費率 1 之旅客其訂位抵達率變動之情形較小，而於研究期間內，選擇費率 2 之旅客於不同航班之訂位型態會有所差異，大致可分為四種型態：1、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近而逐漸增加，2、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近而逐漸減少，3、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近，先是逐漸增加，而後再逐步減少，4、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近，先是逐漸減少，然後再逐步增加。以下將分別針對此四種不同之訂位抵達率型態，求得不同時段、各費率等級旅客之訂位抵達率 $I_k(t)$ 。

1、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近而逐漸增加

訂位需求隨距離航班起飛時間之接近而逐漸增加，分別以研究期間內起飛日期為 90.1.12 與 90.2.18 為例，其結果分別如表 5.4 表 5.5，圖 5.4 圖 5.5 所示。

由表 5.4、表 5.5 之結果可以發現，1.12 起飛之航班，由於該天為星期五，正逢週休二日之前夕，許多休閒旅客到香港度假，因此該航班之承載率較高，其旅客總訂位數約為 139 人；而 2.18 起飛之航班，由於為星期日，且為寒假期間之最後一天，大部分休閒旅客均已返台，故該天之總旅客訂位數僅為 86 人。選擇購買費率 1 之旅客，由於航空公司在有剩餘機位之情況下，永遠會接受最高費率之訂位要求，因此其出現訂位之情形並無

明顯之差異，且選擇購買費率 1 之旅客大部分為商務旅客，其時間安排較不具確定性，故費率 1 旅客之提前購票之比例較費率 2 之旅客為低，在此也可看出選擇購買費率 1 與費率 2 之旅客其發生訂位需求之分布情形。

表 5.4 隨距離航班起飛時間之接近而逐漸增加之訂位抵達率（節錄）-90.1.12

距起飛前日期		60	45	34	30	25
訂位數	費率 1	0.036	0.162	0.307	0.346	0.426
	費率 2	0.326	0.814	1.386	1.639	1.989
距起飛前日期		21	17	14	12	10
訂位數	費率 1	0.478	0.531	0.571	0.597	0.623
	費率 2	2.296	2.627	2.891	3.075	3.265
距起飛前日期		7	5	3	2	0
訂位數	費率 1	0.663	0.689	0.716	0.729	0.755
	費率 2	3.561	3.765	3.975	4.083	4.302

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

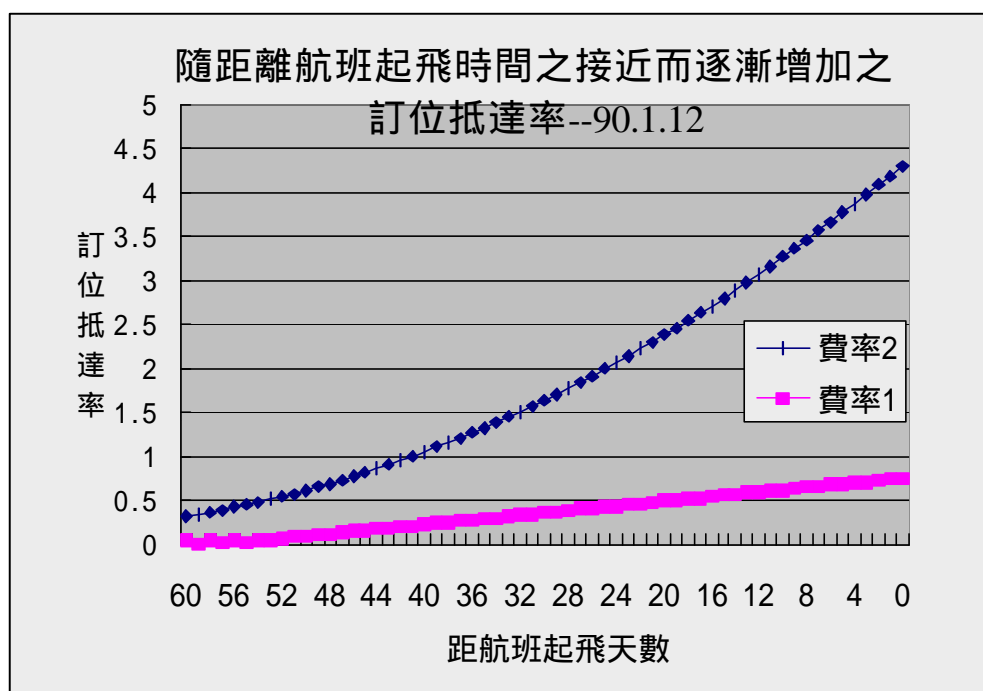


圖 5.4 隨距離航班起飛時間之接近而逐漸增加之訂位抵達率-90.1.12

表 5.5 隨距離航班起飛時間之接近而逐漸增加之訂位抵達率（節錄）-90.2.18

距起飛前日期		60	45	34	30	25
訂位數	費率 1	0.103	0.148	0.181	0.193	0.208
	費率 2	0.054	0.088	0.481	0.822	1.249
距起飛前日期		21	17	14	12	10
訂位數	費率 1	0.221	0.232	0.241	0.247	0.253
	費率 2	1.591	1.933	2.189	2.360	2.530
距起飛前日期		7	5	3	2	0
訂位數	費率 1	0.262	0.268	0.274	0.277	0.283
	費率 2	2.787	2.957	3.128	3.214	3.384

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

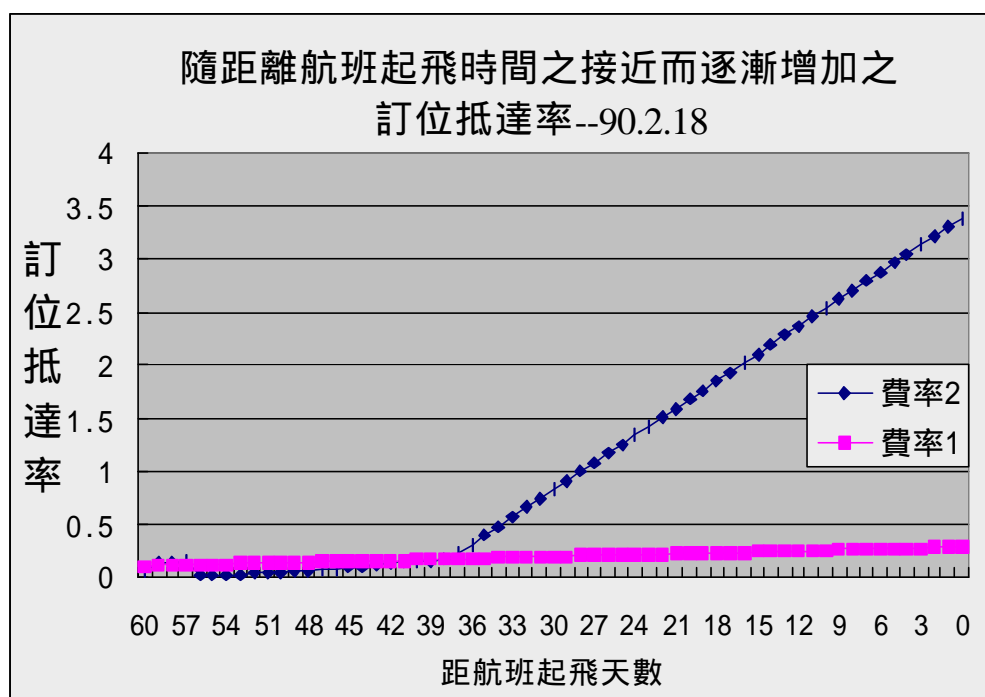


圖 5.5 隨距離航班起飛時間之接近而逐漸增加之訂位抵達率—90.2.18

2、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近而逐漸減少

訂位需求隨距離航班起飛時間之接近而逐漸減少，以研究期間內起飛日期為 90.1.17 為例，其結果如表 5.6、圖 5.6 所示。由於該航班之起飛日為星期三，因此選擇費率 2 之旅客明顯小於例假日前夕（如 90.1.12）之旅

客數，且旅客選擇費率 1 之比例較例假日前夕要來得高，在此可看出不同班機起飛日、不同票價費率產品旅客訂位之特性。

表 5.6 隨距離航班起飛時間之接近而逐漸減少之訂位抵達率（節錄）-90.1.17

距起飛前日期		60	45	34	30	25
訂位數	費率 1	0.157	0.321	0.424	0.465	0.516
	費率 2	1.018	0.983	0.957	0.947	0.935
距起飛前日期		21	17	14	12	10
訂位數	費率 1	0.557	0.598	0.629	0.649	0.670
	費率 2	0.926	0.916	0.909	0.904	0.899
距起飛前日期		7	5	3	2	0
訂位數	費率 1	0.701	0.722	0.742	0.752	0.773
	費率 2	0.892	0.888	0.883	0.881	0.876

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

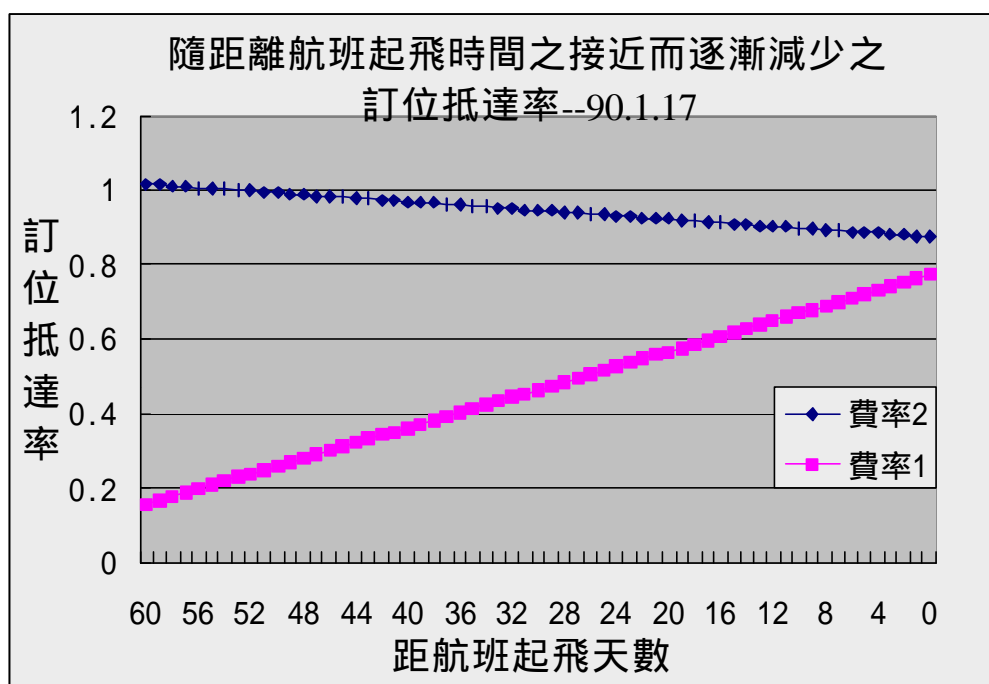


圖 5.6 隨距離航班起飛時間之接近而逐漸減少之訂位抵達率—90.1.17

- 3、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近，先是逐漸增加，而後再逐步減少
訂位需求隨距離航班起飛時間之接近，先是逐漸增加，而後再逐步減少，以研究期間內起飛日期為 90.1.16 為例，其結果如表 5.7、圖 5.7 所示。

表 5.7 隨距離航班起飛時間之接近而增加再減少之訂位抵達率（節錄）-90.1.16

距起飛前日期		60	45	34	30	25
訂位數	費率 1	0.297	0.261	0.233	0.223	0.211
	費率 2	0.685	1.319	1.612	1.683	1.744
距起飛前日期		21	17	14	12	10
訂位數	費率 1	0.201	0.191	0.183	0.178	0.173
	費率 2	1.771	1.778	1.771	1.761	1.745
距起飛前日期		7	5	3	2	0
訂位數	費率 1	0.166	0.161	0.156	0.153	0.148
	費率 2	1.713	1.686	1.653	1.635	1.596

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

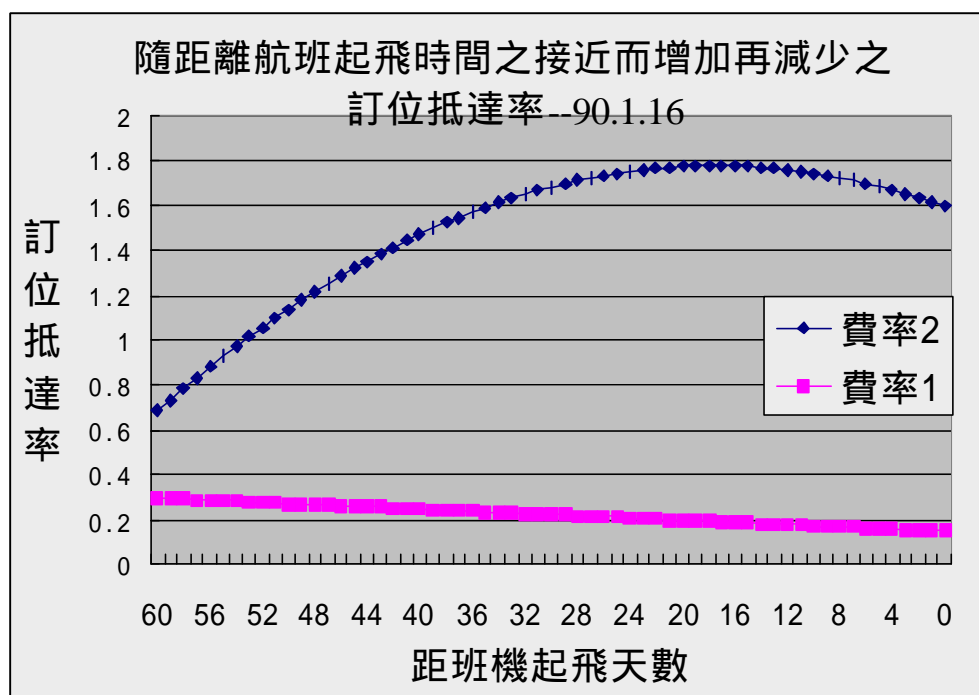


圖 5.7 隨距離航班起飛時間之接近而增加再減少之訂位抵達率—90.1.16

4、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近，先是逐漸減少，然後再逐步增加
 訂位需求隨距離航班起飛時間之接近，先是逐漸減少，然後再逐步增加，以研究期間內起飛日期為 90.1.3、90.1.5 為例，其結果如表 5.8、表 5.9、圖 5.8、圖 5.9 所示。

表 5.8 隨距離航班起飛時間之接近而減少再增加之訂位抵達率（節錄）-90.1.3

距起飛前日期		60	45	34	30	25
訂位數	費率 1	0.136	0.002	0.037	0.077	0.149
	費率 2	1.148	0.061	0.241	0.512	1.004
距起飛前日期		21	17	14	12	10
訂位數	費率 1	0.223	0.312	0.388	0.444	0.503
	費率 2	1.521	2.148	2.689	3.085	3.508
距起飛前日期		7	5	3	2	0
訂位數	費率 1	0.599	0.668	0.741	0.778	0.856
	費率 2	4.193	4.684	5.202	5.471	6.031

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

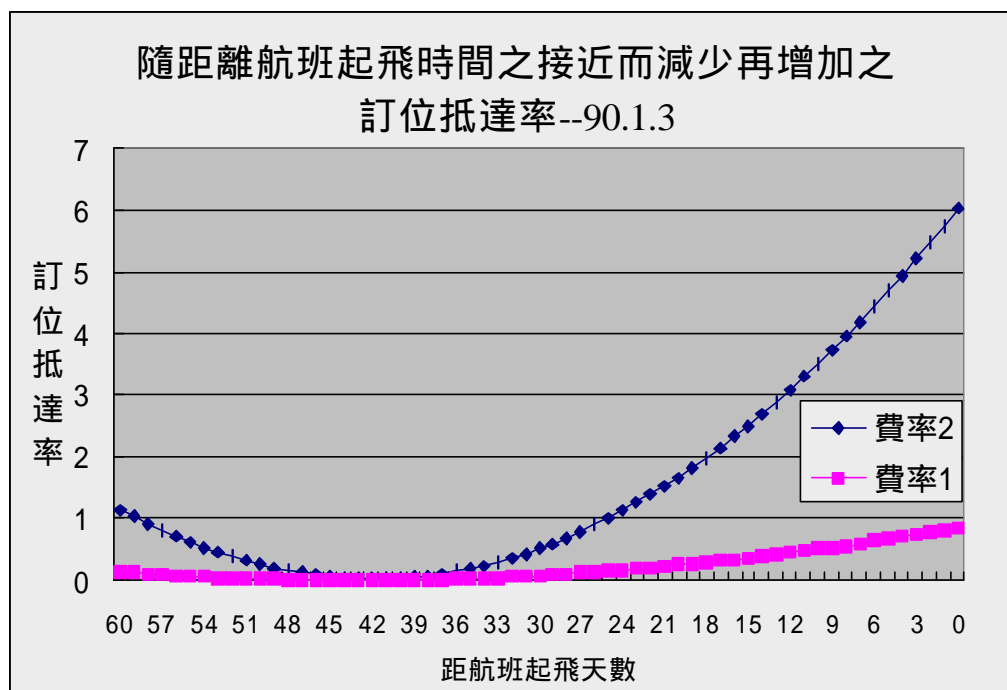


圖 5.8 隨距離航班起飛時間之接近而增加再減少之訂位抵達率-90.1.3

表 5.9 隨距離航班起飛時間之接近而增加再減少之訂位抵達率（節錄）-90.1.5

距起飛前日期		60	45	34	30	25
訂位數	費率 1	0.428	0.148	0.046	0.031	0.027
	費率 2	1.148	0.061	0.241	0.512	1.004
距起飛前日期		21	17	14	12	10
訂位數	費率 1	0.037	0.059	0.083	0.102	0.125
	費率 2	1.521	2.148	2.689	3.085	3.508
距起飛前日期		7	5	3	2	0
訂位數	費率 1	0.164	0.194	0.226	0.244	0.281
	費率 2	4.193	4.684	5.202	5.472	6.031

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

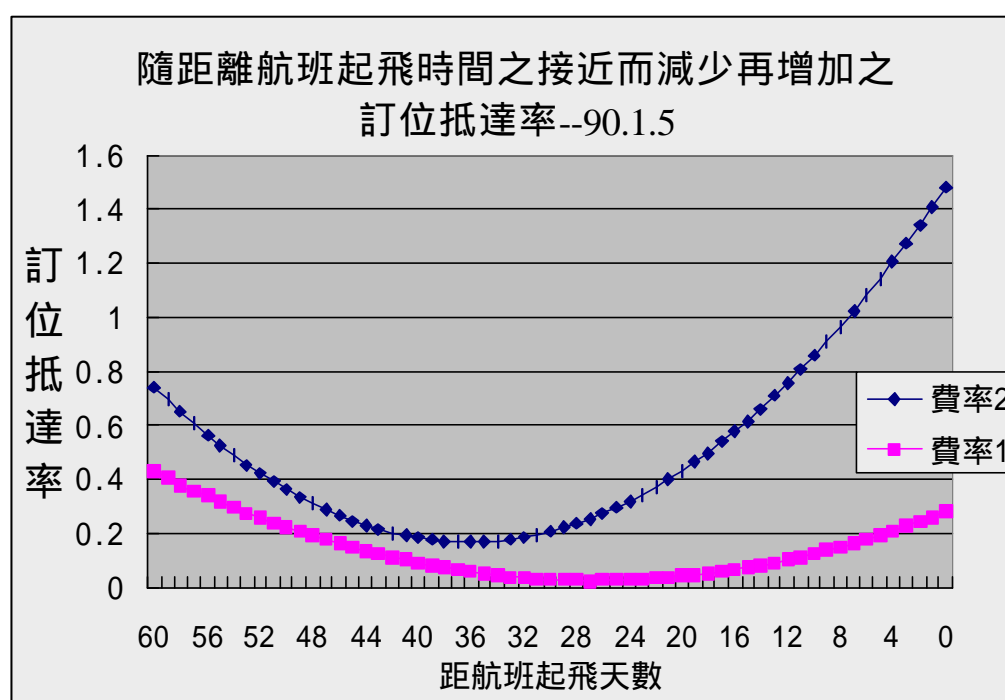


圖 5.9 隨距離航班起飛時間之接近而增加再減少之訂位抵達率--90.1.5

5.3.3 不同時段、各費率等級旅客出現訂位需求之機率

本研究將各航班開放訂位的時間過程切割成符合 Poisson Process 的 n

個「決策時段」。由於將訂位過程細微切割成至多只有一訂位要求到達決策時段的集合，因此各航班某時段中至多只需做一次接受/拒絕一訂位要求的決策。由 5.3.2 節所整理之台港航線不同型態之實際旅客訂位抵達率 $I_k(t)$ ，其為航空公司開放訂位後第 t 天之訂位需求數，將該天切割為 $(2I_k(t)+1)$ (取高斯整數) 個時段，使得每時段之平均訂位率均小於 0.5，且該時段訂位次數大於 1 之機率在 0.1 以下。

透過將 5.3.2 節所求得之實際旅客訂位抵達率可知，旅客訂位抵達率係為隨時間推演而呈現變動之特性，而透過 3.1.2 節中式 (3.1.1) 之非均質 Poisson 分配，即可求算出不同決策時段、不同費率之旅客訂位機率，則不同旅客訂位抵達率型態之訂位機率分別如下所示。

1、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近而逐漸增加

以研究期間內，航班起飛日期為 90.1.12 與 90.2.18 為例，其不同時段、不同票價產品之旅客訂位機率 $P_k(t)$ 分別節錄如表 5.10、表 5.11 所示。

表 5.10 航班起飛前旅客訂位機率—90.1.12 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.035	0.075	0.071	0.082	0.078
	費率 2	0.235	0.271	0.245	0.272	0.267
距起飛前日期		21	17	14	12	10
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.074	0.071	0.075	0.069	0.072
	費率 2	0.261	0.258	0.273	0.262	0.271
距起飛前日期		7	5	3	2	0
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.068	0.071	0.067	0.068	0.064
	費率 2	0.266	0.275	0.267	0.271	0.265

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

表 5.11 航班起飛前旅客訂位機率—90.2.18 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.093	0.127	0.082	0.061	0.065
	費率 2	0.051	0.081	0.189	0.208	0.275
距起飛前日期		21	17	14	12	10
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.052	0.044	0.046	0.039	0.041
	費率 2	0.267	0.263	0.283	0.265	0.277
距起飛前日期		7	5	3	2	0
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.036	0.037	0.038	0.038	0.034
	費率 2	0.267	0.277	0.286	0.291	0.277

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

2、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近而逐漸減少

以研究期間內，航班起飛日期為 90.1.17 為例，其不同時段、不同票價產品之旅客訂位機率節錄如表 5.12 所示。

表 5.12 航班起飛前旅客訂位機率—90.1.17 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.051	0.093	0.123	0.133	0.145
	費率 2	0.242	0.236	0.232	0.231	0.228
距起飛前日期		21	17	14	12	10
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.154	0.129	0.134	0.138	0.142
	費率 2	0.227	0.182	0.181	0.181	0.181
距起飛前日期		7	5	3	2	0
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.147	0.151	0.154	0.156	0.159
	費率 2	0.179	0.178	0.177	0.177	0.176

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

3、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近，先是逐漸增加，而後再逐步減少
以研究期間內，航班起飛日期為 90.1.16 為例，其不同時段、不同票價產品之旅客訂位機率節錄如表 5.13 所示。

表 5.13 航班起飛前旅客訂位機率-90.1.16 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.128	0.061	0.055	0.053	0.051
	費率 2	0.243	0.237	0.269	0.276	0.282
距起飛前日期		21	17	14	12	10
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.048	0.045	0.044	0.043	0.042
	費率 2	0.284	0.285	0.284	0.283	0.282
距起飛前日期		7	5	3	2	0
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.041	0.039	0.037	0.037	0.036
	費率 2	0.279	0.276	0.273	0.272	0.268

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

4、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近，先是逐漸減少，然後再逐步增加
以研究期間內，航班起飛日期為 90.1.3 與 90.1.5 為例，其不同時段、不同票價產品之旅客訂位機率分別節錄如表 5.14、表 5.15 所示。

表 5.14 航班起飛前旅客訂位機率—90.1.3 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.043	0.002	0.035	0.037	0.047
	費率 2	0.261	0.057	0.189	0.198	0.241
距起飛前日期		21	17	14	12	10
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.053	0.059	0.052	0.053	0.053
	費率 2	0.259	0.279	0.261	0.262	0.263
距起飛前日期		7	5	3	2	0
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.056	0.057	0.057	0.056	0.057
	費率 2	0.275	0.278	0.281	0.276	0.281

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

表 5.15 航班起飛前旅客訂位機率—90.1.5 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.124	0.127	0.043	0.029	0.026
	費率 2	0.192	0.193	0.145	0.168	0.218
距起飛前日期		21	17	14	12	10
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.035	0.028	0.039	0.048	0.058
	費率 2	0.267	0.205	0.238	0.259	0.279
距起飛前日期		7	5	3	2	0
訂位 機率 $P_k(t)$	費率 1	0.052	0.061	0.069	0.057	0.065
	費率 2	0.242	0.261	0.278	0.239	0.256

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

5.4 航班起飛前訂位旅客選擇票價產品的走勢型態

5.4.1 旅客於單一航空公司之選擇期望機率

過去關於航空旅客對票價產品之時間限制所感受之不便成本的調查研究，尚付闕如。而本研究為能使得驗證結果更符合實際情況，故以目前由台灣地區為起點之國際航線的所有票價產品進行參數的校估。由於台港航線係屬於短程航線，本研究針對台灣地區之短程國際航線之票價產品，共計 12 家航空公司，62 筆之實際資料進行校估，以作為本研究模式之參數。首先，將此 62 筆資料區分為普通票（費率 1）與優待票（費率 2）兩類，繼而分別計算各筆資料之票價差與效期差之比值，此數值即為各家航空公司所預估各航線市場之旅客對機票效期所感受之不便成本，如下式所示：

$$\text{旅客對效期感受之不便成本} \Gamma = \frac{\text{票價差}}{\text{效期差}}$$

由於本研究主要係針對經濟艙進行訂位艙等規劃，假設選擇同一等級座艙、不同票價產品之旅客係屬同一族群，即其時間價值之變異數相同，故其對機票效期感受之不便成本之變異亦相同，且兩者均成常態分配，而費率 1（普通票）之旅客對機票效期感受不便成本之平均數為費率 2（優待票）旅客之 w 倍。因此，分別計算普通票與優待票旅客對效期感受之不便成本 Γ_1 、 Γ_2 後，而得到購買普通票之旅客所感受之不便成本之平均數為 8.320988 元/天，而優待票旅客所感受之不便成本之平均數為 6.17102 元/天，則普通票旅客每一天對效期所感受之不便成本為優待票旅客之 1.348 倍（即 $w=1.348$ ），且在 95% 之信心水準之下，接受費率 1 與費率 2 旅客對機票效期感受之不便成本之變異數相同的假設。A 航台港航線之票價產品資料如下表 5.16 所示：

表 5.16 A 航台港航線票價產品

票價產品	票價（元）	效期
普通票（FP1）	13800	一年
優待票（FP2）	10100	90 天

而航空旅客除了因本身對票價產品所制定之效期限限制所感受之不便成

本的影響外，其選擇票價產品之期望機率亦隨航空公司所制定之開票日期時間限制而有所差異。假設 A 航之開票日期為航班起飛前 10 天，且本研究假設旅客之開票行為均發生在航空公司所制定之開票時間點，因此，藉由 3.2.2 節中式 (3.2.9) 求算距航班起飛前之各時段，旅客選擇購買 A 航票價產品之期望機率如表 5.17 所示。

由表 5.17 之結果可以看出，選擇搭乘 A 航之旅客當中，旅客傾向選擇購買費率 2 之期望機率遠高於選擇購買費率 1 之旅客，主要是因為 A 航所制定之票價產品中，費率 1 之票價遠高於費率 2，而台港航線係屬短程航線，旅客赴港旅遊或洽公之時間不長，大部分之旅客均能於 90 天內使用回程票，因此旅客均傾向選擇購買優待票。

表 5.17 各時段旅客選擇 A 航票價產品之期望機率

距起飛前日期		60 10	9	8	7	6
選擇 機率 m_i	費率 1	0.246	0.248	0.250	0.252	0.253
	費率 2	0.753	0.751	0.749	0.747	0.746
距起飛前日期		5	4	3	2	1
選擇 機率 m_i	費率 1	0.255	0.257	0.259	0.260	0.262
	費率 2	0.744	0.742	0.740	0.739	0.737

資料來源：本研究整理

5.4.2 旅客於航空競爭市場之選擇期望機率

於台北-香港航線中，另有一家 B 航與 A 航相互競爭，因此，相對於旅客而言，旅客有 A 航或 B 航之票價產品可供選擇，其中，B 航之票價產品資料如表 5.18 所示，且開票日期亦為航班起飛前 10 天。

表 5.18 B 航台港航線票價產品

票價產品	票價 (元)	效期
普通票 (FP1)	12600	一年
優待票 (FP2)	10200	90 天

則台北-香港航線在 A 航與 B 航票價產品競爭之下，旅客選擇各票價產品之期望機率，藉由 3.2.3 節中式 (3.2.10) 式 (3.2.11) 求算，其結果如表 5.19 所示。其中，由於 B 航之優待票價高於 A 航之優待票價，故本研究在假設旅客是以「一般化總成本最小」為其選擇票價產品之依據下，B 航之優待票價產品在台北-香港航線之競爭市場將會失去其競爭力，無法吸引 A 航旅客轉移選擇購買。

表 5.19 各時段旅客選擇 A、B 航票價產品之期望機率

距起飛前日期		60 10	9	8	7	6
選擇 機率 m_i	費率 1	0.231	0.234	0.237	0.241	0.244
	費率 2	0.519	0.431	0.428	0.425	0.422
	B 航 費率 1	0.251	0.251	0.251	0.249	0.249
距起飛前日期		5	4	3	2	1
選擇 機率 m_i	費率 1	0.248	0.252	0.255	0.258	0.262
	費率 2	0.419	0.416	0.413	0.411	0.407
	B 航 費率 1	0.249	0.249	0.249	0.249	0.248

資料來源：本研究整理

5.5 不同時段航班客位需求預測

透過 5.3 節所求得之不同時段、各費率等級旅客訂位機率 $P_k(t)$ ，與 5.4 節之各時段旅客選擇票價產品之期望機率 m_i ，可求得不同決策時段之航班客位需求之機率，分別討論如下。

5.5.1 單一航空公司之航班客位需求預測

在沒有考慮市場競爭下，在不同時段、選擇購買 A 航票價產品之旅客，在考量其對機票效期所感受之不便成本後，藉由 3.3.1 節中式 (3.3.1) 求算不同訂位抵達率型態下，旅客最後選擇購買各票價產品之機率 P_t^1 、 P_t^2 ，其結果分別如下所示。

1、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近而逐漸增加

以研究期間內，航班起飛日期為 90.1.12 與 90.2.18 為例，其不同時段 t 、不同票價產品之旅客，在不考慮市場競爭之下，其於開票日期 b 會選擇票價產品 i 之機率 P_t^i ，分別節錄如表 5.20、表 5.21 所示。

表 5.20 航班起飛前旅客訂位且開票之機率—90.1.12（節錄）

距起飛前日期		60	45	34	30	25
機率 P_t^i	費率 1	0.067	0.085	0.078	0.087	0.085
	費率 2	0.203	0.261	0.238	0.267	0.261
距起飛前日期		21	17	14	12	10
機率 P_t^i	費率 1	0.083	0.081	0.086	0.082	0.085
	費率 2	0.252	0.247	0.262	0.249	0.258
距起飛前日期		7	5	3	2	0
機率 P_t^i	費率 1	0.084	0.088	0.086	0.088	0.086
	費率 2	0.251	0.257	0.247	0.250	0.241

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

表 5.21 航班起飛前旅客訂位且開票之機率—90.2.18（節錄）

距起飛前日期		60	45	34	30	25
機率 P_t^i	費率 1	0.035	0.051	0.066	0.066	0.083
	費率 2	0.108	0.156	0.204	0.202	0.255
距起飛前日期		21	17	14	12	10
機率 P_t^i	費率 1	0.078	0.075	0.081	0.075	0.078
	費率 2	0.240	0.231	0.247	0.229	0.238
距起飛前日期		7	5	3	2	0
機率 P_t^i	費率 1	0.076	0.080	0.083	0.085	0.082
	費率 2	0.226	0.233	0.239	0.242	0.228

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

2、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近而逐漸減少

以研究期間內，航班起飛日期為 90.1.17 為例，其不同時段 t 、不同票價產品之旅客，在不考慮市場競爭之下，其於開票日期 b 會選擇票價產品 i 之機率 P_t^i ，分別節錄如表 5.22 所示。

表 5.22 航班起飛前旅客訂位且開票之機率—90.1.17 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
機率 P_t^i	費率 1	0.072	0.081	0.087	0.089	0.092
	費率 2	0.219	0.248	0.266	0.273	0.281
距起飛前日期		21	17	14	12	10
機率 P_t^i	費率 1	0.094	0.077	0.078	0.079	0.079
	費率 2	0.287	0.234	0.237	0.239	0.242
距起飛前日期		7	5	3	2	0
機率 P_t^i	費率 1	0.082	0.084	0.086	0.087	0.089
	費率 2	0.244	0.244	0.245	0.246	0.247

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

3、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近，先是逐漸增加，而後再逐步減少

以研究期間內，航班起飛日期為 90.1.6 為例，其不同時段 t 、不同票價產品之旅客，在不考慮市場競爭之下，其於開票日期 b 會選擇票價產品 i 之機率 P_t^i ，分別節錄如表 5.23 所示。

表 5.23 航班起飛前旅客訂位且開票之機率—90.1.16 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
機率 P_t^i	費率 1	0.092	0.074	0.080	0.081	0.082
	費率 2	0.279	0.224	0.244	0.244	0.249
距起飛前日期		21	17	14	12	10
機率 P_t^i	費率 1	0.082	0.082	0.081	0.081	0.079
	費率 2	0.250	0.248	0.247	0.245	0.243
距起飛前日期		7	5	3	2	0
機率 P_t^i	費率 1	0.081	0.081	0.081	0.081	0.080
	費率 2	0.238	0.234	0.231	0.228	0.223

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

4、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近，先是逐漸減少，然後再逐步增加

以研究期間內，航班起飛日期為 90.1.3 與 90.1.5 為例，不同時段 t 、不同票價產品之旅客，在不考慮市場競爭之下，其於開票日期 b 會選擇票價產品 i 之機率 P_t^i ，分別節錄如表 5.24、表 5.25 所示。

表 5.24 航班起飛前旅客訂位且開票之機率—90.1.3 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
機率 P_t^i	費率 1	0.075	0.015	0.055	0.058	0.071
	費率 2	0.229	0.045	0.169	0.177	0.216
距起飛前日期		21	17	14	12	10
機率 P_t^i	費率 1	0.077	0.083	0.077	0.077	0.078
	費率 2	0.235	0.254	0.236	0.237	0.238
距起飛前日期		7	5	3	2	0
機率 P_t^i	費率 1	0.083	0.085	0.087	0.086	0.089
	費率 2	0.248	0.249	0.251	0.245	0.248

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

表 5.25 航班起飛前旅客訂位且開票之機率—90.1.5 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
機率 P_t^i	費率 1	0.078	0.079	0.046	0.049	0.061
	費率 2	0.238	0.241	0.142	0.148	0.184
距起飛前日期		21	17	14	12	10
機率 P_t^i	費率 1	0.075	0.058	0.068	0.076	0.083
	費率 2	0.229	0.176	0.209	0.232	0.254
距起飛前日期		7	5	3	2	0
機率 P_t^i	費率 1	0.074	0.082	0.091	0.077	0.085
	費率 2	0.221	0.239	0.258	0.219	0.236

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

5.5.2 考慮競爭市場下之航班客位需求預測

在考慮市場競爭下，在不同時段、選擇購買 A 航之旅客，在考量其對機票效期所感受之不便成本、競爭公司 B 航之票價產品後，不同訂位抵達率型態之旅客最後選擇購買各票價產品之機率 P_t^1 、 P_t^2 ，分別如下所示。

1、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近而逐漸增加

以研究期間內，航班起飛日期為 90.1.12 與 90.2.18 為例，其不同時段 t、不同票價產品之旅客，在考慮 B 航票價產品之市場競爭下，其於開票日期 b 會選擇票價產品 i 之機率 P_t^i ，分別節錄如表 5.26、表 5.27 所示。

表 5.26 航班起飛前旅客於競爭市場中訂位且開票機率—90.1.12 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
機率 P_t^i	費率 1	0.062	0.079	0.072	0.081	0.079
	費率 2	0.140	0.179	0.163	0.183	0.179
距起飛前日期		21	17	14	12	10
機率 P_t^i	費率 1	0.077	0.075	0.080	0.076	0.079
	費率 2	0.173	0.171	0.181	0.172	0.178
距起飛前日期		7	5	3	2	0
機率 P_t^i	費率 1	0.081	0.086	0.085	0.088	0.087
	費率 2	0.142	0.145	0.137	0.139	0.133

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

表 5.27 航班起飛前旅客於競爭市場中訂位且開票機率—90.2.18 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
機率 P_t^i	費率 1	0.033	0.048	0.063	0.062	0.078
	費率 2	0.074	0.108	0.141	0.139	0.175
距起飛前日期		21	17	14	12	10
機率 P_t^i	費率 1	0.074	0.071	0.076	0.071	0.073
	費率 2	0.166	0.159	0.171	0.158	0.164
距起飛前日期		7	5	3	2	0
機率 P_t^i	費率 1	0.073	0.078	0.083	0.085	0.083
	費率 2	0.129	0.132	0.134	0.135	0.126

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

2、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近而逐漸減少

以研究期間內，航班起飛日期為 90.1.17 為例，其不同時段 t 、不同票價產品之旅客，在考慮 B 航票價產品之市場競爭下，其於開票日期 b 會選擇票價產品 i 之機率 P_t^i ，節錄如表 5.28 所示。

表 5.28 航班起飛前旅客於競爭市場中訂位且開票機率—90.1.17 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
機率 P_t^i	費率 1	0.067	0.076	0.082	0.084	0.086
	費率 2	0.152	0.171	0.184	0.188	0.194
距起飛前日期		21	17	14	12	10
機率 P_t^i	費率 1	0.088	0.072	0.073	0.073	0.074
	費率 2	0.198	0.161	0.164	0.165	0.167
距起飛前日期		7	5	3	2	0
機率 P_t^i	費率 1	0.078	0.081	0.084	0.086	0.088
	費率 2	0.138	0.137	0.136	0.136	0.135

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

3、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近，先是逐漸增加，而後再逐步減少

以研究期間內，航班起飛日期為 90.1.16 為例，其不同時段 t 、不同票價產品之旅客，在考慮 B 航票價產品之市場競爭下，其於開票日期 b 會選擇票價產品 i 之機率 P_t^i ，節錄如表 5.29 所示。

表 5.29 航班起飛前旅客於競爭市場中訂位且開票機率—90.1.16 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
機率 P_t^i	費率 1	0.085	0.068	0.075	0.075	0.077
	費率 2	0.193	0.155	0.168	0.171	0.172
距起飛前日期		21	17	14	12	10
機率 P_t^i	費率 1	0.076	0.076	0.076	0.075	0.075
	費率 2	0.172	0.171	0.171	0.169	0.168
距起飛前日期		7	5	3	2	0
機率 P_t^i	費率 1	0.077	0.078	0.079	0.079	0.081
	費率 2	0.136	0.132	0.128	0.126	0.122

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

4、訂位需求隨距離航班起飛時間之接近，先是逐漸減少，然後再逐步增加

以研究期間內，航班起飛日期為 90.1.3 與 90.1.5 為例，其不同時段 t 不同票價產品之旅客，在考慮 B 航票價產品之市場競爭下，其於開票日期 b 會選擇票價產品 i 之機率 P_t^i ，分別節錄如表 5.30、表 5.31 所示。

表 5.30 航班起飛前旅客於競爭市場中訂位且開票機率—90.1.3 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
機率 P_t^i	費率 1	0.071	0.013	0.051	0.054	0.066
	費率 2	0.157	0.030	0.116	0.122	0.148
距起飛前日期		21	17	14	12	10
機率 P_t^i	費率 1	0.072	0.077	0.072	0.072	0.073
	費率 2	0.162	0.175	0.162	0.163	0.164
距起飛前日期		7	5	3	2	0
機率 P_t^i	費率 1	0.081	0.083	0.086	0.086	0.089
	費率 2	0.141	0.141	0.140	0.137	0.136

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

表 5.31 航班起飛前旅客於競爭市場中訂位且開票機率—90.1.5 (節錄)

距起飛前日期		60	45	34	30	25
機率 P_t^i	費率 1	0.072	0.073	0.043	0.045	0.056
	費率 2	0.164	0.166	0.098	0.102	0.127
距起飛前日期		21	17	14	12	10
機率 P_t^i	費率 1	0.070	0.053	0.063	0.071	0.077
	費率 2	0.157	0.121	0.143	0.159	0.175
距起飛前日期		7	5	3	2	0
機率 P_t^i	費率 1	0.071	0.079	0.088	0.076	0.084
	費率 2	0.125	0.134	0.143	0.124	0.129

資料來源：本研究整理、A 航旅客訂位資料

5.5.3 小結

分別比較 5.5.1 節在不考慮競爭航空公司之下，旅客最後選擇票價產品之結果，以及 5.5.2 節在考慮競爭航空公司 B 之下，旅客選擇票價產品與轉移至 B 航之機率，因此，最後可以得知旅客於競爭市場下，旅客出現訂位需求且最後會開票之機率，以及旅客放棄 A 航之票價產品轉而購買其他競爭航空公司之機率。此外，由於 A 航所設計之票價產品架構所致，使得原選擇 A 航費率 1(普通票)之旅客最後轉移購買 B 航之期望機率很低，且 A 航之優待票之票價費率低於 B 航之優待票，故 A 航之票價產品於台北-香港之競爭航線市場中，將能為 A 航保有一定之市場競爭力。

5.6 二費率訂位艙等規劃

於 5.5 節求得航班客位需求機率之後，我們可以求得 A 航旅客其最後選擇購買票價產品，以及轉移至其他航空公司之機率，因而造成 A 航營收上的損失，然 A 航可以透過訂位艙等規劃來控制機位，以掌握最大利潤，透過 4.2 節所構建之訂位艙等規劃模式，可以求得 A 航台港航線於開放訂位期間，於不同決策時段其期望收益，與 A 航於不同時段應如何控制機位，使得該航班之期望收益為最大，其結果分別敘述如后。

5.6.1 期望收益

將 5.5.1 節中不同旅客訂位抵達率型態下之單一航空公司航班客位需求機率，與 5.5.2 節中競爭市場下之航班客位需求機率，分別代入 4.3.2 節之訂位艙等規劃模式中，利用本研究所撰寫之 Visual Basic 程式，可求得在開放訂位期間為 t ，可供訂位容量為 S 之下所求得之最大期望收益如表 5.32 所示。

表 5.32 不同市場型態下，各航班之最大期望收益 單位：元

航班 市場型態	90.1.12	90.2.18	90.1.17	90.1.16	90.1.3	90.1.5
單一航空公司	100194	482880	737884	613650	631431	343890
考慮市場競爭	761381	367032	556818	811474	478035	257727

資料來源：本研究整理

表 5.32 之最大期望收益係均假設開放訂位期間為航班起飛前 60 天，可供訂位容量為 100 個座位之情形，由於航空公司於經濟艙中所設計之票價產品可分為個人票與團體票兩部分，其經濟艙之總訂位數約為 200 個座位，然本研究僅針對個人票旅客進行分析，故假設航空公司之可供訂位容量為 100 個座位係屬合理。由表 5.32 可看出在考慮市場競爭之情況下之訂位艙等規劃，其最大期望收益會遠小於無考慮市場競爭之情形，此係因在考慮市場競爭之情況下，原選擇 A 航之旅客會轉移至其他競爭航空公司，使得 A 航之期望收益降低。

5.6.2 邊際期望收益

由 4.3.2 節之分析可知，在訂位艙等規劃模式當中之座位數 (Seat) 時間 (Time) 兩變數之改變，對 A 航之總期望收益所造成之影響並不相同，其中當固定決策時段 t 之值，改變座位數 S 之下所求得之邊際期望收益為遞減，故比較各票價產品費率與邊際期望收益，即可求得各決策時段之最小保留座位數，以作為各決策時段拒絕或接受一訂位要求之決策依據。因此，將 5.5 節所求得之不同旅客訂位抵達率之型態下之航班客位需求機率，代入 4.3.2 節訂位艙等規劃模式中，即可分別求得在考慮與不考慮其他競爭航空公司下，A 航所能獲得之最大期望收益、邊際期望收益與各決策時段之最小保留座位數。由於求算各種不同旅客訂位抵達率下之邊際期望收益之作法皆相同，故無須重複討論，在此僅以 90.1.17 之航班進行說明，其餘航班之計算過程相同，在此不加贅述，僅以結果來做說明。90.1.17 航班之邊際期望收益如圖 5.10 所示，由於該航班共切割成 202 個決策時段，意即圖 5.10 中之 t 值所對應之邊際期望收益應有 202 條邊際期望收益之函數值，而為清晰展現最後之結果，圖中僅以其中 5 個函數值來做說明。由圖中之結果可知，在開放訂位之時間固定之下，其時間點 t 內，在固定可供訂位之容量 S 下之期望邊際艙位價值 $d(t, S)$ 隨著可供訂位之座位數之增加而遞減，該實證結果亦符合 4.2 節之證明。

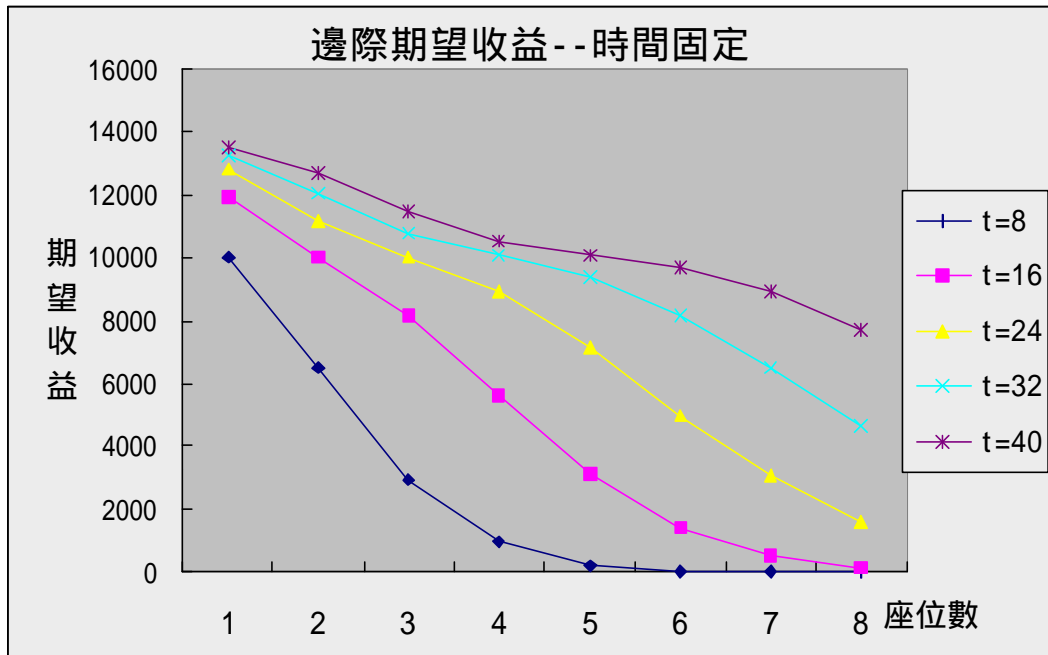


圖 5.10 邊際期望收益（時間固定）--90.1.17 航班

5.6.3 訂位艙等規劃

由 4.2 節之證明結果可知，一航班於開放接受訂位期間內，其接受/拒絕一訂位要求應透過其邊際艙位價值與費率之比較，以求得該航班於各決策時段、各票價產品之最小保留座位數，以使得該航班之期望收益為最大。因此，於 5.6.2 節所繪製 A 航 90.1.17 航班之邊際艙位價值圖，即可進行其訂位艙等規劃，則將該航班邊際艙位價值與票價費率比較之結果如圖 5.11 所示，圖中橫線為 A 航優待票價產品之費率 10100 元，而票價費率與邊際艙位價值相交所對應之座位數，即為優待票價產品於各決策時段之最小保留座位數，如圖中之 $S_2^*(16)$ 約為 1.5 個座位，意即於決策時段 16 之優待票旅客訂位數須大於 1.5 始能被接受，因為決策時段 16 之邊際艙位價值若其座位數大於 1.5 時，其邊際艙位價值小於優待票價費率，則航空公司若接受大於該最小保留座位數之訂位要求時，將能增加該航班之期望收益。而由於最高票價費率（普通票）之訂位要求恆被接受，故毋須決定該票價產品之最小保留座位數。

因此，將該航班之 202 個決策時段所對應之優待票價費率最小保座位數，即可求得該航班之訂位艙等規劃決策圖，如圖 5.12 所示。圖中陰影之部分即為由圖 5.11 所求得各時段之最小保留座位數，意即航空公司於各決策時段所能接受之優待票價費率之訂位要求需大於該決策時段之最小保

留座位數，而最高費率之訂位要求恆被接受。值得注意的是，於即將結束接受訂位期間，若尚有可供訂位容量，則航空公司將會接受所有之票價費率產品之訂位要求，此結果亦符合 4.3.2 節之證明。

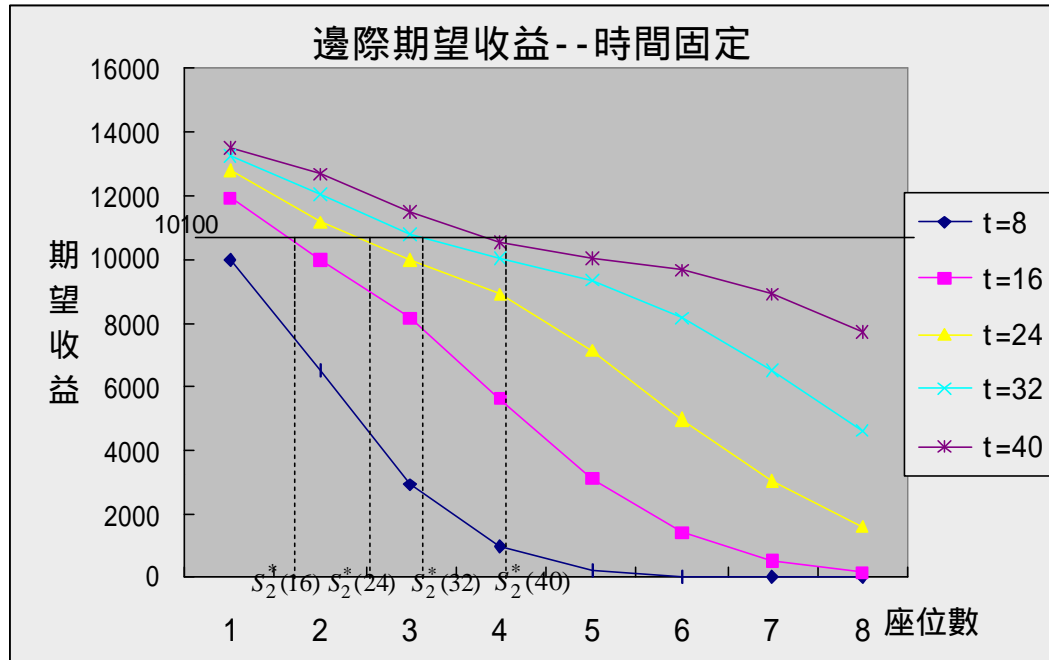


圖 5.11 各決策時段之最小保留座位數—90.1.17

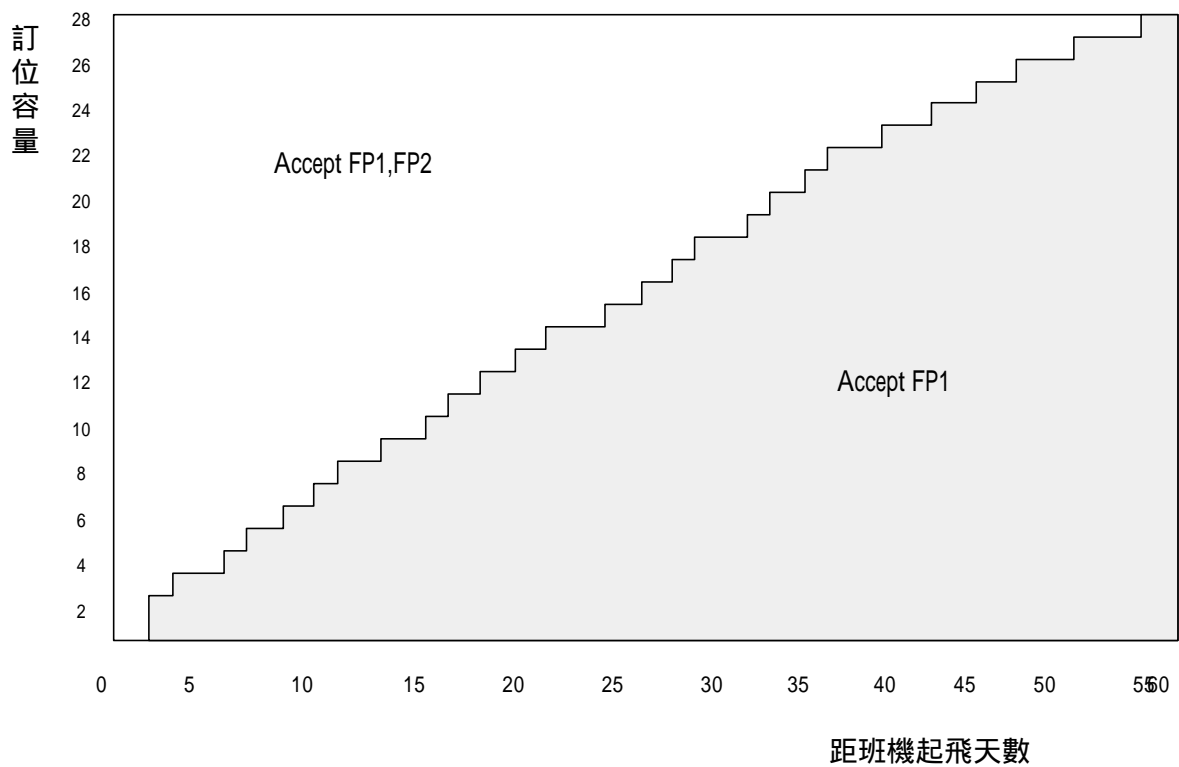


圖 5.12 最小保留座位數決策圖—90.1.17

5.6.4 最適可供候補容量

於 5.6.3 節可求得航空公司於各決策時段之最小保留座位數，因此，若於該決策時段之優待票旅客訂位需求數小於此決策時段之最小保留座位數，則該訂位要求將會被拒絕，即旅客必須等待候補，然航空公司為了其服務品質，亦需決定其可供候補容量，以使得候補旅客最後未能開票之人數最低。本研究在假設候補旅客亦有選擇行為之情形下，其最適可供候補容量應為可供訂位容量，減去接受訂位旅客最後會選擇 A 航票價產品開票之期望人數，即為該航班之可供訂位候補容量最大值。因此，藉由 4.4 節所構建之最適可供候補容量，在計算研究期間內各種不同旅客訂位抵達率型態下，各航班於各決策時段之最小保留座位數後，其各航班之已接受訂位旅客之期望開票人數、候補旅客之期望開票人數，與最適可供候補容量如表 5.33 所示。

表 5.33 各航班之最適可供候補容量

項目 \ 航班	90.1.12	90.2.18	90.1.17	90.1.16	90.1.3	90.1.5
可供訂位容量	100	100	100	100	100	100
已訂位旅客期望開票人數（人）	24	30	23	20	42	19
候補旅客期望開票人數（人）	74	29	40	57	36	10
最適可供候補容量	76	70	77	80	58	81

資料來源：本研究整理

5.6.5 最適開票時間點

航空公司制定其最適開票時間點可，仍以期望收益最大之原則作為其決策之依據，且可分為兩方面進行探討，一為開放訂位期間之期望旅客總訂位數小於航空公司之可供訂位容量，一為開放訂位期間之期望旅客總訂位數大於航空公司之可供訂位容量。由於各航班決定其最適開票時間點之作法皆相同，故毋須重複探討，以下將以 90.1.17 之航班進行分析說明。

90.1.17 航班之期望旅客總訂位數為 86 人，則當 A 航之可供訂位容量為 100 個時，其毋須考慮是否應保留該座位數以等待後到之訂位旅客，故航空公司在改變其開票時間下，其開票時間點前之期望開票收益，與開票時間點後之最大期望收益之結果，分別如表 5.33、圖 5.13 所示，由該結果可知，當航空公司所制定之開票日期越接近航班起飛時間，則其所能獲得之期望營收越高，主要係因為航空公司越晚要求旅客開票，旅客所需承擔提早開票之機會成本越小，則其相對於其他競爭航空公司而言，將較能吸引旅客購買。

表 5.34 不同開票時間點之期望營收（旅客抵達率小於訂位容量）

開票時間(天) \ 期望收益(元)	b=30	b=25	b=20	b=15	b=10	b=5
開票日期後	234653	216424	192969	154894	102670	36406
開票日期前，已訂位旅客期望開票收益	41742	59846	37211	50045	177666	264530
開票日期前，候補旅客之期望開票收益	131899	173633	230046	307500	411880	502169
總和	408294	449903	460026	512439	692216	803105

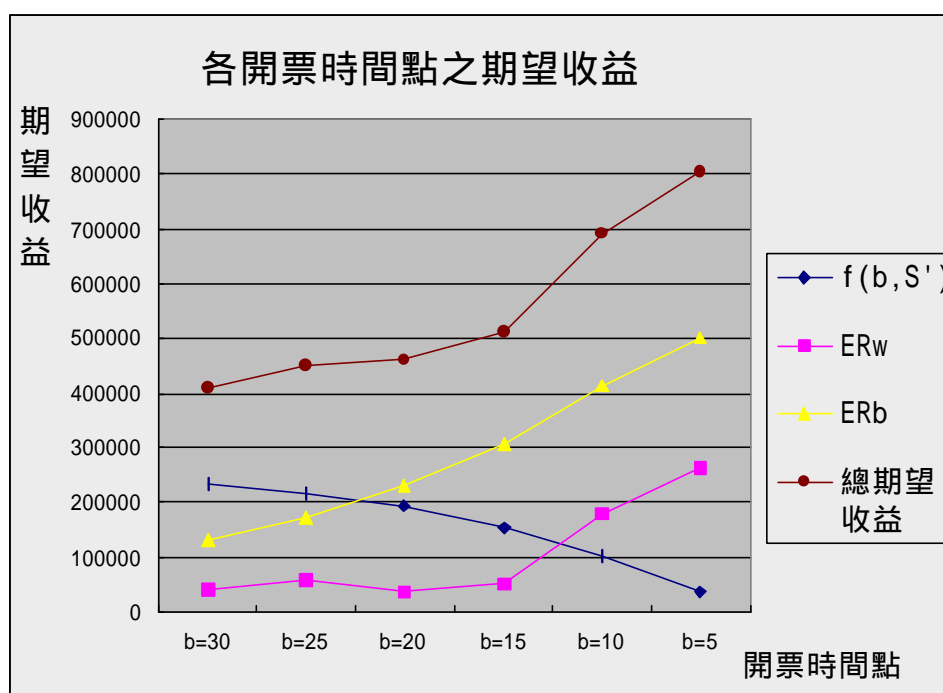


圖 5.13 不同開票時間點之期望營收（旅客抵達率小於訂位容量）

而當 A 航之可供訂位容量僅為 50 個座位時，則期望旅客總訂位數大於

可供訂位容量，因此，航空公司必須決定是否應保留座位予以於開票時間點後始出現之訂位要求，抑或將座位售予於開票時間點前出現之旅客。本研究假設航空公司以期望收益最大化為其制定最適開票日期之決策依據，故分別探討航空公司在保留座位數與不保留座位數時，其不同開票時間點之期望營收變化，其結果如表 5.35、表 5.36、圖 5.14 所示。

由圖中之結果可以明顯看出，當期望旅客總訂位數大於航空公司之可供訂位容量時，A 航若未保留座位數予以後到之訂位旅客，則不論其開票時間點為何，航空公司所能獲得之期望收益均大於保留座位數之情況。但值得注意的是，若 A 航採取不保留座位予以後到訂位旅客之策略時，當其開票時間點為航班起飛前 10 天，則於開票時間點之前其可供訂位容量全部售罄，故於開票時間點後出現之旅客將無法購得機位，因此，這樣的作法雖然可提高 A 航之承載率與獲利能力，但卻無法服務於開票時間點後訂位之旅客，意即可能會降低 A 航之服務水準，故此為航空公司制定其開票時間限制時所需權衡取捨之處。

表 5.35 不同開票時間點之期望營收（未保留座位數予後到旅客）

開票時間 期望收益	b=30	b=25	b=20	b =15	b=10	b=5
開票日期後	234624	216071	192588	152999	0	0
開票日期前，已訂位 旅客期望開票收益	41742	59846	37211	50045	177666	264530
開票日期前，候補旅 客之期望開票收益	131899	173633	230046	307500	411880	502169
總和	408265	449550	459845	510544	589546	766699

表 5.36 不同開票時間點之期望營收（保留座位數予後到旅客）

開票時間 期望收益	b=30	b=25	b=20	b=15	b=10	b=5
保留之座位於開票日期後之期望收益	13308	45898	111175	197009	326365	424545
開票日期前之期望開票收益	323938	292838	254450	208360	136906	69041
總和	337246	338736	365625	405369	463271	493586

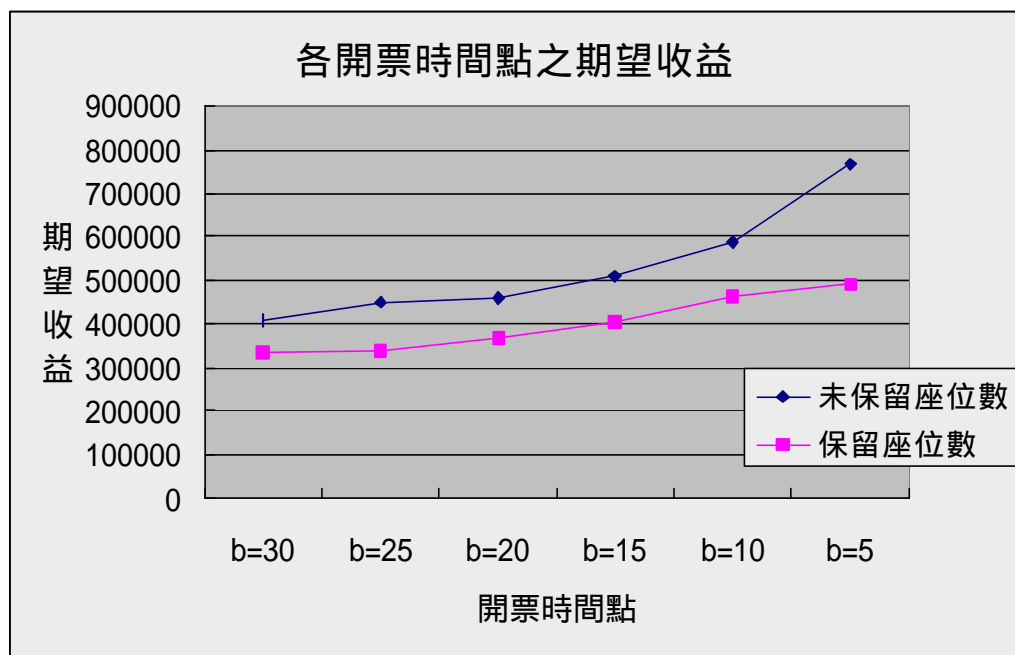


圖 5.14 不同開票時間點之期望營收（旅客抵達率大於訂位容量）

5.7 模式求解營收之比較

本研究以 A 航所提供之台港航線之旅客訂位資料進行航班客位需求分析，且在考慮航空旅客對機票效期、開票時間限制感受之不便成本而影響其選擇票價產品之行為下，求解航空公司所能獲得之最大期望收益。以及在考慮市場競爭下，探討旅客選擇票價產品、轉移至其他競爭航空公司之行為，求算航空公司在考慮市場競爭與旅客轉移行為下，其由已訂位旅客與候補旅客所獲得之最大期望收益。而為表現出本研究與其他研究之差異，並特別將石豐宇、黃瑞財（1996）[23]所提出之以非均質 Poisson 過程構建多席航空訂位需求預測模式所求得之預測結果，代入訂位艙等規劃

模式中，在訂位期間為航班起飛前 60 天 可供訂位容量為 100 個之情形下，其最後所求得之最大期望營收並列表示。分別探討在不同旅客訂位抵達率之型態下，本研究與過去研究結果與該航班之實際營收資料相互比較，其結果如表 5.37 所示。表中所求得之實際營收即為 A 航所提供之旅客訂位資料中，於航班起飛當日搭乘該航班之旅客數所求得。

表 5.37 各航班之策略模式求解營收比較表

策略模式 \ 航班	90.1.12	90.2.18	90.1.17	90.1.16	90.1.3	90.1.5
非均質 Poisson 過程之航空訂位需求預測模式	978581 (3)	515978 (2)	758128 (2)	793602 (3)	607634 (3)	348458 (2)
本研究考慮旅客於單一航空公司之選擇行為下所獲得之期望收益	1000194 (2)	482880 (3)	737884 (3)	811474 (2)	631433 (2)	343890 (3)
研究考慮旅客於競爭市場之選擇行為下之期望收益	1597030 (1)	694187 (1)	1009505 (1)	1254435 (1)	878074 (1)	369650 (1)
實際營收	1478900	733900	972200	1167500	1005600	423500

單位：元

由表 5.37 中營收之比較結果可知，本研究在考慮市場競爭下，旅客可能轉移至其他競爭航空公司，以及考慮航空公司在進行訂位艙等規劃後，將剩餘之座位售予候補旅客之行為，在各種不同旅客訂位抵達率之型態下，各航班所獲得之期望總營收與 A 航之實際營收相較之後，均優於過去之研究結果，即本研究最後所求得之期望營收均最接近實際營收。

綜合而言，造成上述差異之原因係由於石豐宇、黃瑞財之非均質 Poisson 過程之航空訂位需求預測模式策略，與本研究考慮旅客僅於一家航空公司之選擇行為下所求得之期望營收，並無法反映候補旅客之訂位行為，致使最後獲得之期望營收均遠小於實際之收益。

而本研究模式在考慮市場競爭下，反應航空旅客向一家以上航空公司訂位，但最後僅選擇一家航空公司開票之行為，且亦反應航空公司在考量旅客轉移與取消訂位之情形下，增加由候補旅客所獲得之期望營收，因此不會產生低估實際收益之偏誤。此外，本研究所考量之航空旅客與航空公司之行為，較符合實際之情形，更完整地考慮訂位過程中，航空公司與旅客之供需互動行為，故相對地亦能提高模式結果之正確性，即模式結果更符合實際之營收。

六、 結論與建議

6.1 結論

在航空競爭市場中，提昇旅運需求與生益管理技巧為航空公司創造與增加營收的主要來源。航空公司為提高班機承載率及獲利能力，需積極分析航班客位需求並對航機座位之分配做最有效控管。航空公司為了吸引不同背景及偏好的旅客，乃藉由差別訂價的策略，以提高承載率及獲利能力。就任何時段而言，旅客會依個人旅運需求、時間限制及願意支付價格，指定某一訂位艙等之艙位。而各訂位艙等需求出現頻率，亦會隨距離起飛時間遠近而有所差異，由於各訂位艙等之需求強度不同及抵達時間的差異，造成航空公司在判斷是否接受某次訂位要求的困惑。因此，「訂位艙等規劃」為解決上述問題的主要方法。訂位艙等規劃係依不同費率等級的訂位需求，規劃同一等級座艙中、不同票價費率等級預留座位數，使得艙位作最有效利用，以獲取最大收益，目的則是希望藉由低價與高價艙位配置數量間的調整來求取最大的期望利潤，以期航空公司在載客率與獲利能力間達到滿意的結果。然而最佳的訂位艙位規劃乃取決於準確的訂位需求預測，當訂位需求預測模式推測出各艙位可能的載客量及其對應的機率時，即可經由收益最大化原則，選定最佳艙位規劃，與制定最適之開票期限。

本研究參考過去對航空公司生益管理問題的研究方法與成果，提出新的航班客位需求模式的觀念，以個別旅客的客位需求、個別旅客對機票效期所感受之不便成本價值，與航空公司所制定各類票價產品之時間限制、票價間之關係為基礎，構建一訂位艙等規劃之解析性模式。本研究將從探討個別旅客進行訂票作業時的決策行為出發，結合需求特性如：金錢、對機票效期感受之不便成本價值，及供給特性如：票價、機票效期、開票時間限制，探討需求行為與供給特性間之關係，分析旅客之票價產品選擇行為，藉此並總計不同訂位艙等之各票價產品所能吸引之旅運需求量及其對應的機率。本研究提出新的航班客位需求模式之觀點，且以個別旅客時間價值之觀念來反映旅客真正之需求，不僅可以求得旅客真正選擇其票價產品之機率，此外亦可求得旅客轉移至其他票價產品，以及轉移至其他競爭

航空公司之機率。進一步在航空公司追求最大化收益之企業目標下，將航空公司開放訂位時間切割成多個決策時段，藉由各票價產品所能吸引之旅運需求量及其對應的機率，以決定各決策時段、各費率等級之預留艙位數，以及在航空公司預留各費率等級之艙位數限制，與已訂位旅客未出現開票之影響下，以決定航空公司之可供候補容量，與制定最適之開票日期。目的是欲探討影響供需兩面互動之重要因素，以分析航班客位需求並進行訂位艙等規劃，與制定最適開票時間。並藉由實例分析，藉以進行航班客位需求與訂位艙等規劃模式之實例驗證，並以該求解結果與現況進行比較，就本研究之求解結果與適用性進行探討。綜合這些分析結果，本研究所得之重要結論如下：

- 1、 本研究引用文獻之非均質 Poisson 分配描述訂位需求，可反映出在接受訂位期間，各票價產品實際訂位的動態特性。藉由各決策時段訂位需求預測值的累計，可預測航班起飛時各費率等級訂位需求總數，以作為訂位上限設定的參考。
- 2、 本研究假設訂位艙等時間限制對旅客所造成之實質票價費用支出與旅程規劃時間方便性所衍生之負效用函數為旅客選擇不同票價費率票種之依據，透過航空票價產品對旅客所造成之負效用函數之構建，驗證影響旅客選擇的因素除了機票價格外，亦包括機票效期及旅客本身對這些時間限制之時間價值的衡量。
- 3、 影響旅客選擇購買票價產品的主要因素為旅客對於該票價產品時間效期所感受之不便成本差，購買普通票所必須額外承擔之損失的機會成本，及票價費率差。然而旅客於競爭市場下之選擇行為亦受市場上競爭航空公司之影響。依據本研究實例驗證之結果，航空旅客會因競爭航空公司之票價產品影響而取消原訂位之航空公司，轉而選擇購買競爭航空公司之票價產品。
- 4、 本研究慮及個別旅客對機票效期感受之時間價值將影響其選擇票價產品，進而影響航空公司之承載率與收益下，進而提出新的航班客位需求模式。研究中個別旅客時間價值之觀念來反映旅客真正之需求，意即不僅可以求得旅客真正選擇其票價產品之機率，亦可在考慮市場競

爭與航空公司制定開票日期時間限制之影響下，求得旅客出現訂位需求且於開票日期會向航空公司開票之機率，與旅客轉移至其他票價產品之機率，以將更能夠反映實際旅客之訂位與開票行為。依據本研究實例驗證，可了解航空旅客在向航空公司訂位後，其在航空公司所制定之開票日期時間限制與競爭航空公司之票價產品結構進行權衡取捨後，轉而訂購其他票價產品抑或放棄購票之情形係存在的，若航空公司所制定之票價產品無法符合航空旅客需求，將會降低航空公司之期望營收。

- 5、 本研究在考慮航空競爭市場中，將旅客轉移（Diversions）至其他票價產品，與訂位後未開票之情形反映於本模式之中，將使得航空公司在進行訂位艙等規劃時，將更能反映實際之旅客訂位情形，使得航班之可供訂位容量作更有效率之規劃。
- 6、 本研究在考慮航空競爭市場中，旅客因轉移至其他競爭航空公司致而未能開票，以及旅客之訂位要求小於該決策時段之最小保留座位數下，構建最適可供候補容量函數，以期能在考慮旅客選擇行為之情形下，使得航班起飛時之承載率與獲利能力最高。依據本研究實證結果顯示，訂位艙等規劃模式在考慮旅客轉移與取消訂位之情形下，其所獲得之最大期望收益遠小於過去研究結果在未考慮取消訂位之情形所獲得之營收，然在考慮候補旅客所獲得之期望營收下，本研究實證之結果顯示更符合實際航空公司之營收。
- 7、 航空公司所制定之開票時間相對亦會影響旅客選擇票價產品之決策，本研究在考慮旅客選擇行為與不同費率等級之旅客潛藏需求抵達模式（demand arrival pattern）之不確定性下，在期望收益最大化之原則下構建航空最適開票時間限制模式；若航空公司放寬其開票日期限制，即讓旅客越晚開票，則航空公司將能吸引更多的旅客購買該公司之票價產品。依據本研究結果顯示，當航空公司所制定之開票日期越接近航班起飛時間，則其所能獲得之期望營收越高，主要係因為航空公司越晚要求旅客開票，旅客所需承擔提早開票之機會成本越小，則其相對於其他競爭航空公司而言，將較能吸引旅客購買。

- 8、本研究實證之台港航線之旅客訂位行為中，費率 1（最高）的旅客不論於尖峰或離峰期間之訂位要求無明顯之差異。而費率 2（次高）費率則自第 60 天起陸續增加訂位至飛機起飛前 3 天為止，約佔 96%，飛機起飛前 3 天內訂位數則極少量，僅佔 4% 左右；而第二費率的旅客訂位要求於尖峰期間將會提早向航空公司訂位，約有 35% 左右之旅客於第 60 天已出現訂位要求。顯見國際航線中，不同費率之訂位要求確實呈現出不同的訂位行為。
- 9、本研究模式在考慮市場競爭下，反應航空旅客向一家以上航空公司訂位，但最後僅選擇一家航空公司開票之行為，且亦反應航空公司在考量旅客轉移與取消訂位之情形下，增加由候補旅客所獲得之期望營收，因此不會產生低估實際收益之偏誤。此外，本研究所考量之航空旅客與航空公司之行為，較符合實際之情形，更完整地考慮訂位過程中，航空公司與旅客之供需互動行為，故相對地亦能提高模式結果之正確性，即模式結果更符合實際之營收。

6.2 未來研究課題

- 1、本研究在訂位艙等需求預測模式中，未來研究課題可以考慮針對航空旅客於多費率等級間之選擇行為分析。
- 2、訂位艙等時間限制對旅客所造成之實質票價費用支出與旅程規劃時間方便所衍生之負效用函數方面，未來研究可再考慮針對旅客對航空公司開票時間限制所感受之不便成本進行實際資料之收集與校估。
- 3、未來研究課題可採用旅客需求與各費率變動之交互影響關係，探討同一航線之航空公司間彼此競爭之定價問題。
- 4、未來研究課題可以本研究發展之單一航段模式為基礎，拓展至不同路網規模之多航段問題加以探討。

- 5、本研究僅針對個人票旅客之選擇行為進行分析，未來研究課題可分析跟團旅客與個人票旅客之選擇行為，以使航空公司更能有效進行艙位配置。