

三、航班客位需求模式

3.1 旅客訂位需求預測

3.1.1 基本假設

在航空訂位系統中，均是飛機起飛前一段時間內開放接受旅客訂位。而航空公司為吸引不同社經特性的旅客，常將同一班機的艙位依其提供的服務等級與舒適程度劃分為頭等艙、商務艙與經濟艙不同層級，而在同一等級艙位則會因票種、行程與效期不同限制因素而有票價上的差異。所謂機票效期係為旅客去程出發時間到回程之間的「有效期限」，並非旅客開票後至回程的時間。因此，就任何時段而言，旅客在向航空公司訂位之前，會依個人旅運需求及願意支付價格，考量自己的時間與金錢預算，而向航空公司指定某艙位等級之艙位，並選擇不同之票價產品。

各費率等級訂位需求頻率，會隨距離起飛時間遠近而有所差異。例如休閒旅次，旅客時程均已事先安排，時間上較固定，故其訂位要求絕大多數出現於開放接受訂位期間的前半段，且休閒旅客之時間價值較低，對於票價費率較為敏感[4]；而商務旅次，旅客時間價值高，旅客較傾向於重視購票時的可獲性（Availability）與購票時間限制的彈性，而願意支付較高的票價費率[4]，且商務旅客時程較難掌握，故其訂位要求大多出現於開放訂位期間之後半段。就訂位艙等而言，航空公司於同一等級座艙中提供相同的服務品質，卻有不同的票價產品，其主要是透過差別訂價的策略來創造營收，其方式乃藉由不同的票價產品對旅客限制條件的不同而形成一定程度的區隔。航空公司對於低費率票價產品的限制條件較嚴格，旅客必須於訂位之後，在規定的開票期限前完成開票之手續，如此旅客才能取得報到及登機之權利；相對而言，航空公司對高費率票價旅客之限制則較少。航空公司訂位艙等的分類及對旅客限制條件的差異，亦反映不同旅客時間價值的差異，對旅客形成一定程度的區隔。

個別旅客出現要求訂位發生之機率屬於離散型態且彼此間不相關，因此接近 Poisson 分配，若以整個訂位期間之訂位需求為對象時，根據 Belobaba

(1985) 研究所得結論印證，則應屬 Normal 分配。但以旅客訂位資料之特性而言，訂位資料應屬於非連續性、非負值，依此特性以 Poisson 分配來描述旅客訂位過程較常態分配為佳。而由於各艙位等級訂位需求頻率，會隨距離起飛時間遠近而有所差異，故本研究將引用國內石豐宇及黃瑞財君之研究 [24]，以非均質 Poisson 分配反映各時段訂位需求因旅次目的不同而呈現變動的特性。針對不同訂位艙等之訂位需求，在不同時段給予不同抵達率，以反映實際訂位需求動態變化之情形。簡言之，綜合文獻及實際狀況，本研究之旅客訂位需求預測模式之基本假設如下：

- 1、 各訂位艙等訂位需求出現頻率隨距離起飛時間遠近而有所差異
- 2、 各訂位艙等訂位需求出現頻率呈 Poisson 分配
- 3、 各訂位艙等訂位需求存在區隔現象
- 4、 各訂位艙等旅客之時間價值分配呈常態分配
- 5、 一多席訂位要求所訂各席為同一費率等級

其中，假設 5 為針對多席訂位之情境而加入，其餘之假設，則均與傳統相關文獻 [24] 類同。

3.1.2 訂位需求預測之機率分布

本研究之旅客訂位需求預測模式，將以石豐宇及黃瑞財君之研究 [24] 為基礎，引用非均值 Poisson 分佈，設 $I_k(t)$ 為在 t 時段內，第 k 個費率等級之訂位抵達率，則在 t 時段內， k 費率等級共有 x_{kt} 個訂位需求之機率，依 Poisson 分佈，其機率形式為：

$$P_k(t, x_{kt}) = \frac{[I_k(t)]^{x_{kt}} \times e^{-I_k(t)}}{x_{kt}!} \quad (3.1.1)$$

$I_k(t)$ ： t 時段內， k 費率等級之訂位抵達率

$P_k(t, x_{kt})$ ： t 時段內， k 費率等級之訂位需求數為 x_{kt} 之機率

x_{kt} ： t 時段內， k 費率等級之訂位需求數

t ：距離飛機起飛前之時段， $t = 0, 1, 2, \dots, n$

由式 (3.1.1) 可以看出， t 時段內、 k 費率等級之訂位抵達率 $I_k(t)$ 依費率等級之不同而有所差異，且其為時間之函數，而該函數型態及其參數值將以過去研究之結果與實務資料進行校估。

3.2 訂位艙等需求預測模式

旅客在向航空公司訂位之前，會依個人旅運需求及願意支付價格，考量自己的時間與金錢預算，向航空公司指定某艙位等級之艙位，並選擇不同之票價產品；若航空公司所設計之票價產品無法符合旅客真正之需求，將會使得旅客雖已出現訂位需求，但卻未在開票期限前向航空公司開票，抑或是轉移（Diversion）至另一個票價產品或市場上其他競爭之航空公司。本研究將從探討旅客進行訂票作業時的選擇行為出發，結合供給與需求特性，探討各訂位艙等旅客在航空公司所制定之票價產品與市場競爭之影響下之選擇行為，藉此求算出不同訂位艙等之各票價產品所能吸引之旅運需求量。

3.2.1 旅客分類

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。即本文假設旅客是以「一般化總成本最小」或「總負效用最小」為選擇票價產品之依據。

在航空公司開放接受旅客訂位之期間內，旅客向航空公司訂位後，航空公司會將該機位保留至所制定之開票日期，即使旅客最後未向航空公司開票或取消訂位，亦不需承擔任何損失，意即訂位之行為對旅客而言不會造成任何成本。而旅客在向航空公司訂位之前，會依個人旅運需求及願意支付價格，考量自己的時間與金錢預算，向航空公司指定某艙位等級之艙位，並選擇不同之票價產品訂位。航空公司在接受旅客訂位之後，會要求旅客於開票期限前向航空公司開票，所謂開票即旅客必須支付該票價費率，故旅客之開票行為通常會發生於航空公司所規定之開票期限之前。旅客在進行開票作業時，所考慮之選擇因素除機票價格外，亦包括開票期限與機票效期；因此，旅客於購票時所產生之一般化總成本除實質票價費用支出外，還包括旅客因機票效期時間限制所感受之不便成本（perceived inconvenience cost）[16]。本研究依旅客所選擇之票價費率之不同而將旅客做分類，旅客可依其決策選擇購買不同的票價產品（普通票、優待票），各票價費率有不同的效期限制，故產生對旅客不同的不自由程度的影響，限制越多的機票越便宜，但相對地亦會對旅客產生更多的一般化成本，各票價產品對旅客所造成之一

般化總成本分述如下：

1、 購買普通票 (Normal Fare) 旅客

普通票也稱為全票 (Adult Fare)，若為購買普通票之旅客，將無法享有任何的優惠折扣，但其機票效期最長、限制條件最少，以普通票價填發之機票，自班機起飛日起一年之內有效。由於旅客於機票效期內能去從事其他的活動（如：洽公、旅遊），且旅客僅需於效期之前使用回程票即可，因此，旅客對機票效期限限制所感受之不便時間價值為一極小值，且當機票效期越長，則可使旅客所感受之負效用降低越多，因此，個別旅客對機票效期限限制所感受之時間價值在負效用函數中之符號為負，意即當機票效期越長，旅客於效期內所獲得之時間彈性越大，則旅客所感受之不便成本即越小。由於本研究假設「一般化總成本最小」為旅客選擇票價產品之依據，故旅客之開票行為均會發生於航空公司所制定之開票日期。假設航空公司之開票日期為班機起飛前 b 天，則購買普通票旅客於開票日期向航空公司開票時，相對地會喪失將此票價費率支出於此期間從事投資或儲蓄之機會成本。因此，購買普通票旅客產生之一般化總成本之負效用函數 C_1 （\$）如下所示：

$$C_1 = FP_1 + FP_1(1+r\%) \cdot \frac{b}{365} - \Gamma_1 \cdot d_1 \quad (3.2.1)$$

FP_1 ：為普通票之票價費率（\$）

Γ_1 ：個別旅客對普通票效期限限制放寬一天所感受之時間價值
（\$ / 天）

d_1 ：普通票之機票效期（天）

b ：航空公司規定之開票日期（距離飛機起飛前之時段）（天）

$r\%$ ：銀行平均年利率

則購買普通票旅客之一般化總成本除了旅客實質支出之金錢成本 FP_1 外，還包括旅客對於該票價產品之效期所感受之不便成本（ $\Gamma_p \cdot d_1$ ），以及旅客若於航空公司所制定之期限開票，其所喪失將此票價費率支出於此期間從事投資或儲蓄之機會成本 $\left[FP_1(1+r\%) \cdot \frac{b}{365} \right]$ 。

2、 購買優待票旅客

若為購買優待票之旅客，旅客雖然可以享有折扣但必須於航空公司所規

定之開票日前向航空公司開票，因此，購買優待票旅客於開票日期前支付該票價費率，相對地會喪失將此票價費率支出於此期間從事投資或儲蓄之機會成本。此外，由於此優待票之票價費率低於普通票，因此該票價產品之機票效期少於普通票之效期。則購買優待票旅客所產生之一般化總成本之負效用函數 C_2 (\$) 如下所示：

$$C_2 = FP_2 + FP_2(1+r\%) \cdot \frac{b}{365} - \Gamma_2 \cdot d_2 \quad (3.2.2)$$

FP_2 ：為優待票之票價費率 (\$)

Γ_2 ：個別旅客對優待票效期限限制放寬一天所感受之時間價值
(\$ / 天)

d_2 ：優待票之機票效期 (天)

b ：航空公司規定之開票日期 (距離飛機起飛前之時段) (天)

$r\%$ ：銀行平均年利率

則購買優待票旅客之一般化總成本 C_2 除了旅客實質支出之金錢成本 FP_2 外，還包括旅客對於該票價產品之效期所感受之不便成本 ($\Gamma_2 \cdot d_2$)，以及旅客若於航空公司之所制定之開票期限開票，將會喪失將此票價費率支出於此期間從事投資或儲蓄之機會成本 $\left[FP_2(1+r\%) \cdot \frac{b}{365} \right]$ 。

航空公司實施差別訂價以刺激旅運需求，須瞭解不同旅客對相同票價產品所願償付之價格水準，以避免原屬普通票價產品需求之旅客轉而購買優待票，意即航空公司於制定票價產品費率時，應考量其經營環境與旅客需求型態而採取不同之訂價方法，以因應其利潤最大之企業目標。由於航空公司訂位艙等的分類及對旅客限制條件的差異，反映不同旅客時間價值的差異，對旅客形成一定程度的區隔，故購買普通票與優待票之旅客應屬不同時間價值之分配；一般而言，購買普通票之旅客的時間價值大於購買優待票之旅客。因此，本研究假設個別旅客對普通票效期限限制放寬一天所感受之不便成本價值 Γ_1 為優待票旅客對效期限限制感受之不便成本 Γ_2 的 w 倍 (即 $\Gamma_1 = w \cdot \Gamma_2$)，且兩者均呈常態分配。

3.2.2 旅客於單一航空公司之選擇行為分析

1、旅客個體選擇行為分析

旅客於訂購機票前，可依據其時間限制與金錢預算的衡量而選擇其所欲購買之票價產品。根據過去研究調查指出（Hamzaee and Vasigh, 1997），若旅客為對時間較敏感者，則當航空公司為旅客節省更多時間或更大彈性時，這類旅客將更傾向於以金錢來換取時間上的節省與彈性，相對亦會增加航空公司之營收。意即時間價值越高的人，對於旅行成本（票價）的感受性較不大，較注重時間的節省與限制的減少；反之，時間價值越低的人，對於時間限制越不在乎，較重視旅行成本的節省。從票價產品的特性可知，當該票價產品的時間限制越少，對旅客所造成之時間限制成本越少，則選擇該票價產品所能節省的時間就越多，但相對地其票價費率也就越高。即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。為求得旅客選擇購買普通票或優待票在機票效期時間上之市場分界點位置，可令 $C_1 - C_2 = 0$ ，由（3.2.1）（3.2.2）式可得

$$C_1 - C_2 = (FP_1 - FP_2) \cdot [1 + (1 + r\%) \cdot \frac{b}{365}] - \Gamma_2(w \cdot d_1 - d_2) = 0 \quad (3.2.3)$$

透過上式的設定，我們可推導出機票效期差之臨分界點。亦即針對此個別旅客，其購買普通票和優待票一般化總成本相等時之效期時間限制差。整理（3.2.3）式可得：

$$\Gamma_2(w \cdot d_1 - d_2) = (FP_1 - FP_2) \cdot (1 + (1 + r\%) \cdot \frac{b}{365}) \quad (3.2.4)$$

由式（3.2.4）可以清楚地看到，影響旅客選擇購買普通票或優待票的主要因素為旅客對於該兩種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，及普通票、優待票之票價費率差。令 $w \cdot d_1 - d_2 = q_{1,2}$ ，則 $\Gamma_2 \cdot q_{1,2}$ 為旅客購買普通票與優待票對效期所感受之不便成本差。又令 $(FP_1 - FP_2) \cdot (1 + (1 + r\%) \cdot \frac{b}{365}) = DC_{1,2}^b$ ，即 $DC_{1,2}^b$ 為當旅客於航空公司所制定之開票時間點 b 購買普通票時所必須額外承擔的機會成本損失及票價費率差，其值會隨著航空公司所規定之開票日期 b 而有所差異，當航空公司越早要求旅客開票時（如：旺季），則旅客所需承擔之成本 $DC_{1,2}^b$ 越大。整理式（3.2.4）可得：

$$\Gamma_2 \cdot q_{1,2} = DC_{1,2}^b \quad (3.2.5)$$

$$\text{若 } C_1 - C_2 \leq 0, \text{ 則 } \Gamma_2 \cdot q_{1,2} \geq DC_{1,2}^b \quad (3.2.6)$$

$$C_1 - C_2 \geq 0, \text{ 則 } \Gamma_2 \cdot q_{1,2} \leq DC_{1,2}^b \quad (3.2.7)$$

在航空公司所開放訂位之時段內，航空公司在接受旅客訂位後，會要求旅客於開票日期前向航空公司開票，若航空公司所規定之開票日期越早（即 b 值越大），則 $DC_{1,2}^b$ 亦隨之增加，由式（3.2.7）可知，旅客傾向於購買優待票。對具某特定機票效期所感受之時間價值旅客而言，在相同的機票效期之差下（即相同之 $q_{1,2}$ 值），隨著航空公司所制定之普通票與優待票間之差額增加，使得於開票時間點 b 之旅客購買普通票時所必須額外承擔的機會成本損失及票價費率差 $DC_{1,2}^b$ 而隨之增加，在假設旅客以一般化總成本最小化為選擇票價產品之依據時，則由式（3.2.7）可知旅客傾向選擇購買優待票；而若航空公司所制定之普通票與優待票之差額之差距越小，則旅客傾向於購買普通票。相對地，對具某此特定之旅客而言，在特定之票價產品費率差之下，當機票效期之差越大（即 $q_{1,2}$ 值越大），則由式（3.2.6）可知，旅客傾向於購買普通票，而若機票效期之差越小，則旅客傾向購買優待票。當然這還需視旅客對機票效期感受不便的時間價值大小而定，感受不便之時間價值越高的旅客，越有可能選擇普通票，分析如下：

- （1）旅客感受不便之時間價值高，則在某特定普通票與優待票之票價費率差之下，旅客傾向選擇普通票，而當旅客面對較小的 $q_{1,2}$ （即普通票與優待票之效期差很小），才會選擇優待票。
- （2）若旅客感受不便之時間價值低，則在某特定普通票與優待票之票價費率差之下，旅客傾向選擇優待票，而當旅客面對較大的 $d_{1,2}$ （即普通票與優待票之效期差很大），才會選擇普通票。
- （3）由於購買普通票旅客對機票效期所感受之時間價值 Γ_1 為優待票旅客對效期限限制感受之時間價值 Γ_2 之 w 倍，若當 w 值越大，即普通票與優待票旅客對機票效期感受之敏感程度差距越大，則在某特定之票價產品下，旅客傾向於購買優待票。

以上所探討的是以個體角度出發，分析各供需特性如票價、機票效期、對機票效期感受不便之時間價值、開票時間等，對旅客選擇購買普通票或優待票時之影響程度。以下將以總體的角度將前述之分析做一整合。

2、旅客總體行為分析

假設每位旅客皆有其本身對機票效期限限制放寬一天所感受不便之特定時間價值，就整體的角度來看，該時間價值可視作一隨機變數。基本上旅客

對機票效期所感受不便之時間價值即使很小，亦非為負值；而當旅客依活動安排而完全無法接受較短時間限制之情形時，將會產生旅客對機票效期限制所感受之時間價值為無限大，故本研究假設購買普通票與優待票之旅客對機票效期放寬一天所感受之時間價值的範圍分別為 $0 < \Gamma_1 < \infty$ 、 $0 < \Gamma_2 < \infty$ ，其中 $\Gamma_1 = w \cdot \Gamma_2$ 。由於本研究範圍係針對同一等級座艙中，購買不同票價產品之旅客進行選擇行為分析，意即旅客雖購買不同票價產品，其於座艙中所感受之服務品質係為相同，故本研究假設不論旅客選擇何種票價產品，其時間價值之變異係相同，即旅客對機票效期所感受不便之時間價值分佈皆為相同。在此以 Γ_2 作分析，其機率密度函數為 $f_{\Gamma_2}(\Gamma_2)$ ，而分佈圖形如圖 3.1 所示，圖 3.1 僅為一概念示意圖，在此不假設為何種分佈。又令 $X = \Gamma_2 \cdot q_{1,2} = \Gamma_2 \cdot (w \cdot d_1 - d_2)$ ，由 X 的定義可知其式中除 Γ_2 外皆為外生變數，故 X 為一由旅客對機票效期感受不便之時間價值轉換而成的隨機變數，就某特定消費者而言，因具有一特定 Γ_2 值，亦具有一特定之 X 值，則 X 之機率密度函數 $f(X)$ 可表示如下：

$$f(X) = f_{\Gamma_2} \left(\frac{X}{w \cdot d_1 - d_2} \right) \cdot \frac{1}{w \cdot d_1 - d_2} \quad (3.2.8)$$

對某特定開票時間點 b 而言，在已知普通票與優待票之票價費率與銀行平均年利率下，如圖 3.2 所示。若 $X > DC_{1,2}^b$ ，即屬於圖中 X 曲線下在 $DC_{1,2}^b$ 線右邊的部分，則由式 (3.2.6) 可知旅客將會選擇普通票價產品；若 $X < DC_{1,2}^b$ ，即屬於圖中 X 曲線下在 $DC_{1,2}^b$ 線左邊的部分，則由式 (3.2.7) 可知旅客將會選擇優待票價產品。藉由 X 之機率密度函數及特定之 $DC_{1,2}^b$ 之值，即可得知旅客選擇普通票與優待票之期望機率，令 m_2^b 為旅客選擇優待票產品之期望機率，則

$$m_2^b = \int_{-\infty}^{DC_{1,2}^b} f(X) dX \quad (3.2.9)$$

而旅客選擇普通票產品之期望機率 m_1^b 則為 $1 - m_2^b$ 。

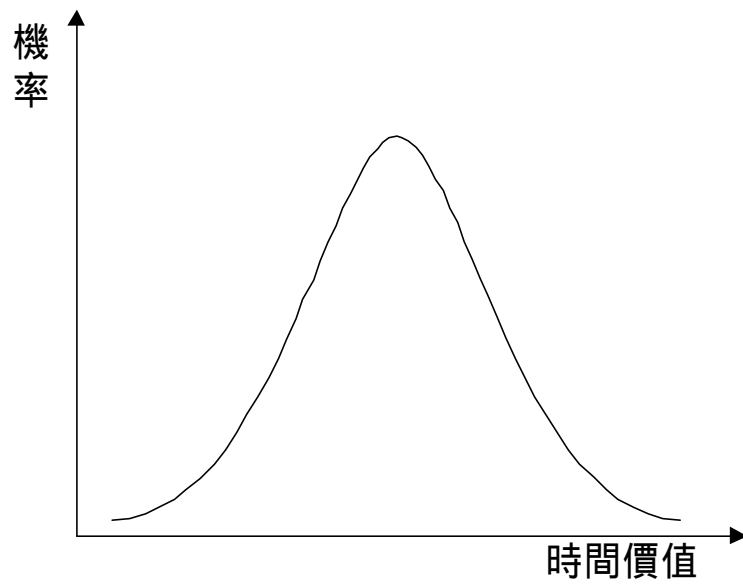


圖3.1 時間價值分布示意圖

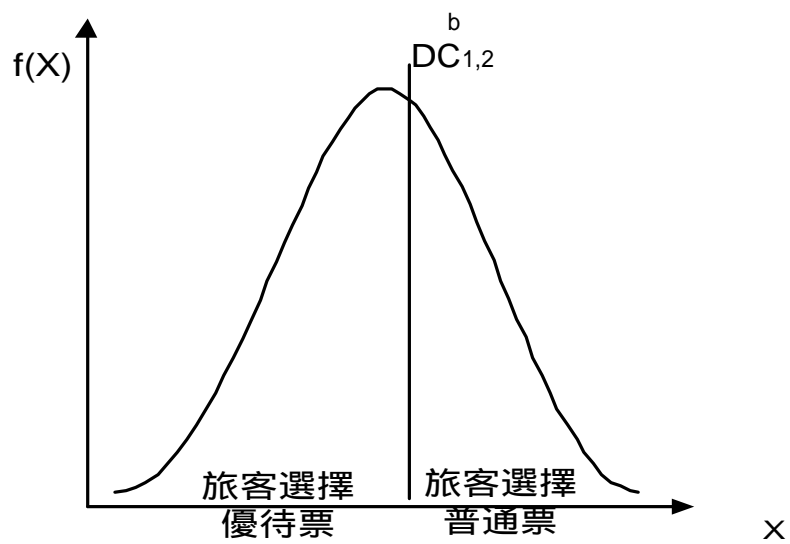


圖3.2 票價費率競爭圖

然就整體市場而言， $DC_{1,2}^b$ 之值即為具代表性之市場分隔線；由 $DC_{1,2}^b$ 之定義可知，對某特定開票時間點 b 而言，此變數事實上隱含有兩票價費率差之意義；當 $DC_{1,2}^b$ 為正時，即於開票時間點 b 之旅客購買普通票時所必須額外承擔的機會成本損失及票價費率差大於零，當兩費率之差越大時，則 $DC_{1,2}^b$ 亦會越大，將會吸引越多的旅客購買優待票，但若航空公司所制定之票價產品的兩費率之差太大，可能會使得所有的旅客購買優待票，以致於無法吸引購買普通票之旅客；然而當 $DC_{1,2}^b$ 為負時，即於開票時間點 b 之旅客購買普通票時所必須額外承擔的機會成本損失及票價費率差小於零，則旅客將會購買普通票以換取時間上之彈性。而當開票時間點 b 越大時，則 $DC_{1,2}^b$ 亦會越大，旅客在面對特定的票價產品下，將會傾向於選擇優待票，此亦符合實際情形。另一方面，由 X 的定義可知 X 所代表的內在意義是旅客對機票效期限限制所感受之時間價值的分佈。 X 與 Γ_2 分佈中相對位置是相同的。又 X 還包括票價產品間效期之差異之供給特性，故式 (3.2.5) 事實上即為各供需特性之關係式，從旅客整體的角度看來即是機票效期、票價差異、開票期限，與市場範圍分佈之關係式。

3.2.3 旅客於航空競爭市場之選擇行為分析

之前所探討之範圍僅針對旅客於單一航空公司所提供之票價產品之選擇行為，然於航空競爭市場中，各家航空公司為提升承載率與獲利能力，無不推出各種票價產品以刺激航空旅運需求。故航空旅客在進行訂票作業時，市場上有各家航空公司所提供之不同票價產品可供選擇，相對於航空公司而言，若其所規劃之票價產品無法因應市場上其他競爭航空公司之票價設計策略，將可能使得旅客轉移至其他競爭航空公司，故票價產品規劃係為航空公司營收管理重要之一環。以下將針對旅客於航空競爭市場中之票價產品選擇行為進行分析，航空市場中之某一航線雖有多家航空公司提供服務，然主要競爭之航空公司僅約二、三家，故本研究僅以兩家競爭航空公司進行分析研究。

如同於 3.2.2 節之分析，假設市場上分別有 A、B 兩家航空公司，其於市場上之市場分隔線如圖 3.3(a)、圖 3.3(b) 所示；其中，假設 A 航之普通票價費率大於 B 航普通票價費率，而 B 航之優待票價費率大於 A 航之優待票價費率，故 A 航之兩票價產品費率差大於 B 航之票價產品費率差，使得 A

航之市場區隔線大於 B 航之市場區隔線。由圖 3.3 之結果可知，由於 A、B 航空公司所規劃之票價產品結構不同所致，當旅客分別在選擇各家航空公司之票價產品時，其選擇之傾向會有所差異，例如當旅客選擇 B 航之票價產品時，旅客傾向選擇購買普通票，然而當旅客面臨 A 航之票價產品時，則旅客傾向選擇優待票；因此，A、B 兩家航空公司所提供之票價產品在競爭市場上之市場範圍會因其票價產品規劃而有所差異。將兩者之票價費率競爭市場範圍進行分析比較，其競爭之範圍如圖 3.4 所示。

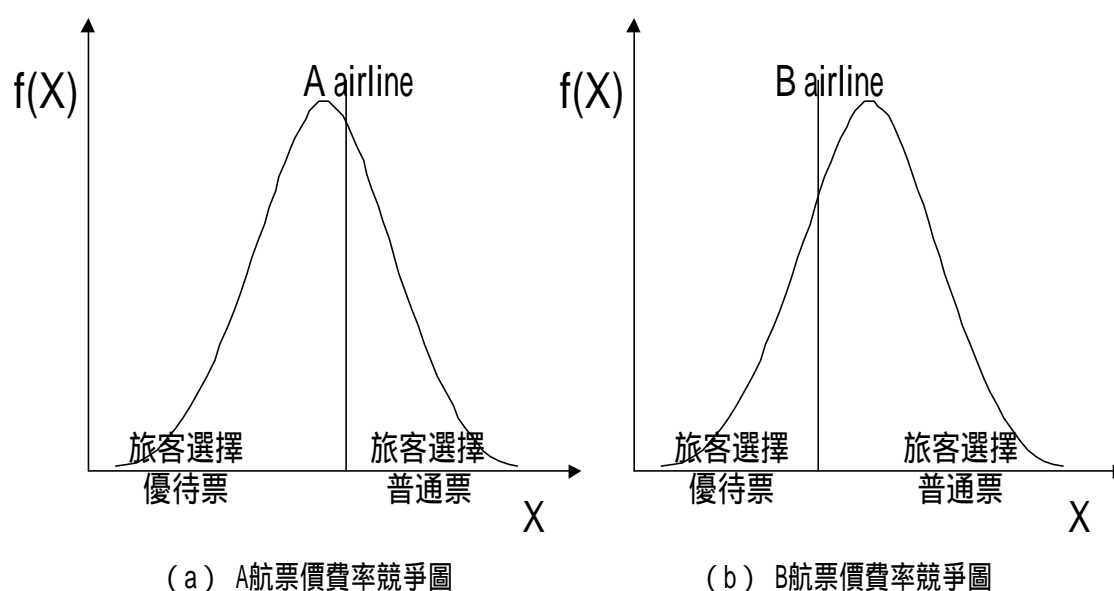


圖 3.3 A、B 航票價費率競爭示意圖

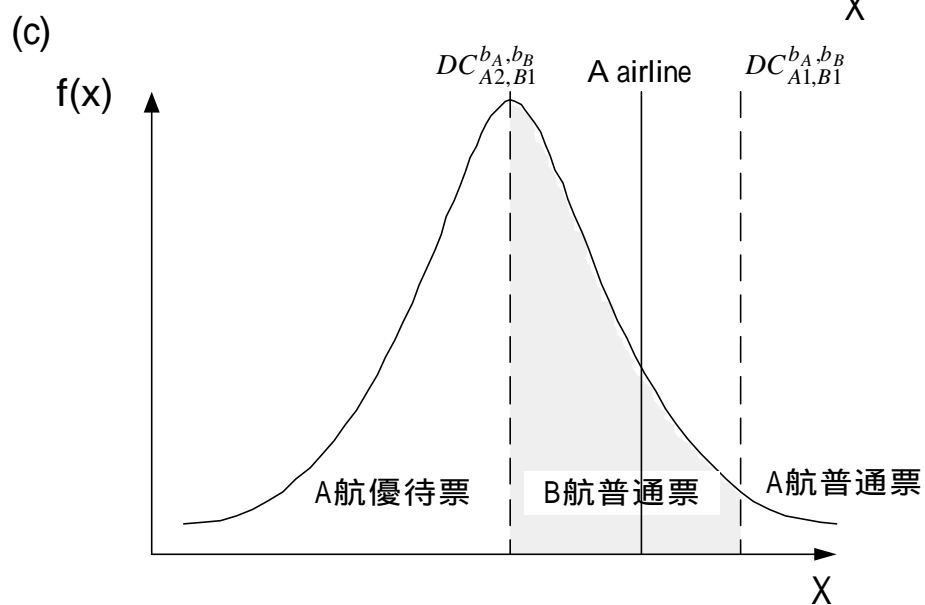
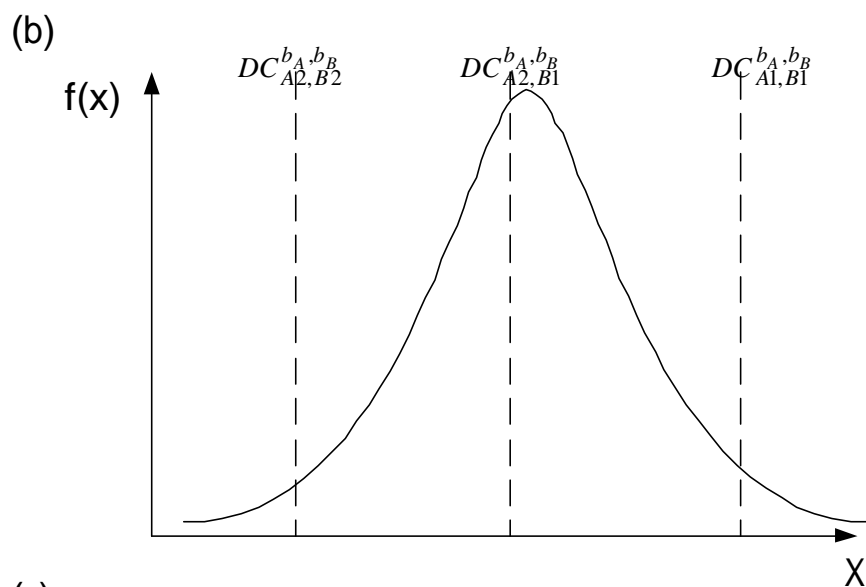
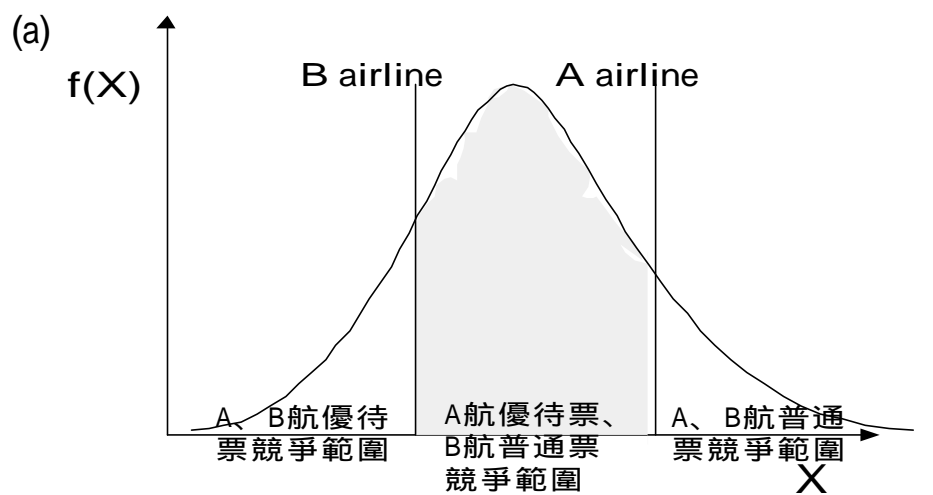


圖 3.4 A、B 航市場範圍分析圖

由圖 3.3(a)之結果可知，原 A 航優待票價產品之市場範圍在不考慮市場上其他競爭航空公司之影響下，其市場範圍為 A 航市場區隔線之左方，然在市場上其他競爭航空公司 B 之影響下，原購買 A 航優待票價產品之旅客將會部分轉移至 B 航普通票與優待票價產品；而原選擇購買 A 航普通票之旅客，在 B 航之普通票價產品之影響下，會使得部分旅客轉移至 B 航，如圖 3.4(a)所示。故在兩家航空公司之票價產品結構之影響下，各票價產品之市場範圍如圖 3.4(b)所示，圖中 $DC_{A2,B2}^{b_A,b_B}$ 代表 A、B 航優待票價產品之市場區隔線，即 $DC_{A2,B2}^{b_A,b_B} = (FP_{B2} - FP_{A2}) + \left[FP_{B2}(1+r\%) \cdot \frac{b_B}{365} - FP_{A2}(1+r\%) \cdot \frac{b_A}{365} \right]$ ，其中， FP_{B2} 、 FP_{A2} 分別代表 B 航與 A 航之優待票價產品費率， b_B 、 b_A 則分別代表 B 航與 A 航所制定之開票日期；同理， $DC_{A2,B1}^{b_A,b_B}$ 則為 A 航優待票價產品與 B 航普通票價產品之市場區隔線，而 $DC_{A1,B1}^{b_A,b_B}$ 為 A、B 航之普通票價產品區隔線。

由於 A 航之普通票價費率大於 B 航，故於 A、B 航普通票價產品之競爭範圍內，市場區隔線 $DC_{A1,B1}^{b_A,b_B}$ 之右方為 A 航於競爭市場中之市場範圍，左方則為 B 航於競爭市場中之市場範圍。而於 A 航優待票與 B 航普通票之競爭範圍內，由於 A 航優待票之票價費率小於 B 航之普通票價費率，故於市場區隔線 $DC_{A2,B1}^{b_A,b_B}$ 之右方為 B 航普通票之市場範圍，左方則為 A 航之優待票價市場範圍；由於假設 A 航之優待票價費率小於 B 航之優待票價費率，因此在假設旅客以一般化總成本最小為其選擇票價產品之依據，則於該市場範圍內，B 航之優待票價產品會失去其市場競爭力，其最後之市場競爭範圍如圖 3.4(c)所示。

則 A 航在市場競爭之影響下，其可能喪失之市場範圍，如圖 3.4(c)中之陰影部分所示，即原選擇 A 航票價產品之旅客，在金錢、時間及時間價值之衡量下將可能轉移而購買 B 航之票價產品，然亦需視 A、B 航之票價產品市場區隔線之位置而定，分別討論如下：

- 1、若當 A、B 航普通票價產品之市場區隔線 $DC_{A1,B1}^{b_A,b_B}$ 大於 A 航之市場區隔線，則 A 航之普通票價產品之市場範圍即為 $DC_{A1,B1}^{b_A,b_B}$ 之右方；而當 $DC_{A1,B1}^{b_A,b_B}$ 之值小於 A 航之市場區隔線時，則 A 航之普通票價產品之市場範圍將不受 B 航之普通票價產品影響，其數學關係式如下所示：

$$m_1^b = \begin{cases} \int_{DC_{A1,B1}^{b_A,b_B}}^{\infty} f(X)dX & DC_{A1,B1}^{b_A,b_B} > DC_{A1,A2}^{b_A} \\ \int_{DC_{A2,A2}^{b_A}}^{\infty} f(X)dX & DC_{A1,B1}^{b_A,b_B} < DC_{A1,A2}^{b_A} \end{cases} \quad (3.2.10)$$

2 若當 A 航之優待票價產品與 B 航之普通票價產品之市場區隔線 $DC_{A2,B1}^{b_A,b_B}$ 大於 B 航之市場區隔線，則 A 航之優待票價產品之市場範圍即為 $DC_{A2,B1}^{b_A,b_B}$ 之右方；而當 $DC_{A2,B1}^{b_A,b_B}$ 之值小於 B 航之市場區隔線時，則 A 航之優待票價產品之市場範圍則為 A、B 航優待票價產品市場區隔線之左方，其數學關係式如下所示：

$$m_2^b = \begin{cases} \int_{-\infty}^{DC_{A2,B1}^{b_A,b_B}} f(X)dX & DC_{A2,B1}^{b_A,b_B} > DC_{B1,B2}^{b_B} \\ \int_{-\infty}^{DC_{A2,B2}^{b_A,b_B}} f(X)dX & DC_{A2,B1}^{b_A,b_B} < DC_{B1,B2}^{b_B} \end{cases} \quad (3.2.11)$$

3.3 航班客位需求模式

3.3.1 單席訂位之航班客位需求模式

透過 3.1 節我們可以求得於時間點 t 出現費率等級 k 之訂位要求之機率 $P_k(t, x_{kt})$ ，而透過 3.2 節可求得於開票時間點 b 之旅客其選擇票價產品 i ($i=1,2$) 之期望機率 m_1^b 、 m_2^b 。因此，在航空公司開放接受訂位之時段內，旅客於時間點 t 出現於 k 費率等級之訂位要求，而最後在開票時間點 b 會選擇購買票價產品 i 之機率 $\overline{P}_k(t, i)$ ($i=1,2$) 如下所示：

$$\overline{P}_k(t, i) = m_i^b \times P_k(t, x_{kt}) \quad (3.3.1)$$

其中，當 $i=k$ 時，表旅客選擇票價產品 i 且無轉移之情形；若當 $i \neq k$ 時，則旅客有轉移至其他票價產品之情形發生，即旅客可能在考量其時間與金錢之預算下，轉而購買其他之票價產品的情形。例如：旅客於時間點 t 出現費率等級 1 之訂位要求（即普通票），但最後卻選擇票價產品 2（即優待票），該種情形即所謂的降等（downgrade）；反之，即是所謂的升等（upgrade）之情形。因此，旅客由費率等級 1 轉移至費率等級 2 之機率 P_d （downgrade）為 $P_d = \overline{P}_1(t, 2) = m_2^t \times P_1(t, x_{1t})$ ，而由費率等級 2 轉移至費率等級 1 之機率 P_u 為

$P_u = \overline{P}_2(t,1) = m_1^t \times P_2(t, x_{2t})$ 。因此，於時間點 t 出現費率等級 1 之訂位需求之機率 P_t^1 應包含原本選擇購買該票價產品之旅客與從費率等級 2 轉移至費率等級 1 之旅客，意即 $P_t^1 = \overline{P}_1(t,1) + \overline{P}_2(t,1)$ ；相對地，於時間點 t 出現費率等級 2 之訂位需求之機率 P_t^2 應為 $P_t^2 = \overline{P}_2(t,2) + \overline{P}_1(t,2)$ 。

此為一條件機率之概念，過去之文獻雖曾經針對各個費率層級於不同時間點其出現之頻率不同而給予不同之抵達率[22]，以預測於不同時間點、各費率層級出現之機率，作為航空公司需求預測與訂位控制之基準。這樣的作法雖能反映旅客於各時間點因旅次目的不同而有不同需求強度之特性，但卻未能反映出個別旅客選擇票價產品之真正需求與轉移購買其他票價產品之傾向。而過去亦曾經有文獻以多項 Logit 模式評估旅客選擇模型 (Kanafani(1983)、Morrison and Winston(1986))，然由於本研究範圍內之旅客所選擇之票價產品間存在相關性 (correlation)，意即旅客選擇不同的票價產品，但其於座艙中所感受之服務水準是相同的，若以 Logit 模式預測旅客選擇票價產品之機率，將會違反 IIA (Independently Irrelevant Alternatives) 之原則。本研究為改善過去研究之作法，並且慮及在個別旅客對機票效期感受之時間價值影響其選擇票價產品下，進而影響航空公司之承載率與收益，因而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，意即不僅可以求得旅客真正選擇其票價產品之機率，此外亦可在考慮市場競爭之影響下，求得旅客出現訂位需求且於開票日期前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，這樣的作法將更能夠反映實際旅客之訂位與開票行為。再者，目前航空公司為刺激旅運需求，往往會設計多種不同的票價產品供旅客做選擇，若以過去模式作為需求預測之結果，除了航空公司必須校估龐大數量的參數值外，並無法反映當時旅客真正選擇之傾向。故本研究之航班客位需求模式將可改善過去文獻的作法，以作為航空公司航班需求預測，以及動態訂位艙等規劃之依據。

3.3.2 多席訂位之航班客位需求模式

3.3.1 節所探討之機率分佈係假設單一訂位需求只預定一個機位，然實際每一訂位需求之訂位數卻常會有多席訂位之情形。故需再進一步對每一訂

位需求訂位數之機率加以探討。

機位數的決定為旅客本身旅次目的及行程安排所決定。尤其在家庭度假或旅行團，多席訂位之情況極為普遍。而商務旅次，行程較為緊迫，多人同行的情況較為少見。由上述分析及各艙位等級需求存在區隔現象之假設，本研究假設多席訂位之機率分布與費率等級相關，但與訂位需求數 x_{kt} 無關，則在多席訂位之情況，訂位需求模式必須再加入每一訂位需求之訂位數之機率 G_k^v 。

$$\sum_{m=1}^{M_k} G_k^v = 1 \quad (3.3.2)$$

$$I_k^v(t) = I_k(t) \cdot G_k^v \quad (3.3.3)$$

G_k^v ：費率等級 k ，每一訂位需求訂位數為 v 之機率

M_k ：費率等級 k 之最大訂位數

$I_k^v(t)$ ：費率等級 k ，每一訂位需求訂位數為 v 之訂位抵達率

在訂位數與訂位需求獨立之假設下， $I_k^v(t)$ 即為在費率等級 k 訂位抵達率中所佔的比例。將 $I_k^v(t)$ 代入式(3.1.1)，即可得在時段 t 內， k 費率等級，訂位數為 v 之訂位需求出現 x_{ktv} 之機率，如下所示：

$$P_k^v(t, x_{ktv}) = \frac{[I_k^v(t)]^{x_{ktv}} \cdot e^{-I_k^v(t)}}{x_{ktv}!} \quad (3.3.4)$$

其中， $P_k^v(t, x_{ktv})$ 為 t 時段內，費率等級 k ，訂位數 v 之訂位需求出現 x_{ktv} 之機率； x_{ktv} 為費率等級 k ，訂位數為 v 之訂位需求數。

因此，在航空公司開放接受訂位之時段內，旅客於時間點 t 出現於 k 費率等級之訂位要求，訂位數為 v 且於開票時間點 b 會選擇票價產品 i 之機率 $\overline{P_k^v(t, i)}$ 為：

$$\overline{P_k^v(t, i)} = m_i^b \times P_k^v(t, x_{ktv}) \quad (3.3.5)$$

當 $i = k$ 時，則旅客選擇票價產品 i 且無轉移之情形；若當 $i \neq k$ 時，則旅客有轉移至其他票價產品之情形發生，且在多席訂位之情形中，本研究假設若有多席訂位之旅客轉移購買其他票價產品，將必須全部轉移，意即若旅客訂購 v 個座位數，則其欲轉移購買其他票價產品時，將必須轉移 v 個座位數至其他票價產品，該項假設亦合乎一般之實際情形。因此，於時間點 t 出現費率等級 1 之訂位需求、訂位數為 v 之機率 $P_t^{1,v}$ 應包含原本選擇購買該票價產品之旅客與從費率等級 2 轉移至費率等級 1 之旅客，意即 $P_t^{1,v} = \overline{P_1^v(t,1)} + \overline{P_2^v(t,1)}$ ；相對地，於時間點 t 出現費率等級 2 之訂位需求、訂位數為 v 之機率 $P_t^{2,v}$ 應為 $P_t^{2,v} = \overline{P_2^v(t,2)} + \overline{P_1^v(t,2)}$ 。