

應用整合性選擇模式探討新運具 的選擇行為¹

APPLYING INTEGRATED CHOICE MODEL TO ANALYZE NEW MODE'S INTRODUCTION

楊志文 Chih-Wen Yang²

(94 年 12 月 15 日收稿，95 年 8 月 20 日第一次修改，95 年 10 月 24 日第二次修改，
95 年 12 月 7 日第三次修改，96 年 5 月 20 日定稿)

摘 要

本研究目的在於探討新運具加入運輸市場後，對於旅運者選擇行為與整體運輸市場的影響。在結合選擇集合與市場定位的基礎下，重新構建整合性模式以同時考量新運具加入前、後的兩種選擇情境。整合性模式的效用函數區分為選擇集合及方案選擇兩階段，而於方案選擇效用函數中以因素結構的指定方式，考量個體偏好的異質性與方案的市場定位，並藉由聯合估計過程中的係數假設，分析新運具對於旅運選擇行為及市場結構的影響。實證研究是以城際大眾運輸的旅運選擇行為作為探討對象，並藉由敘述性偏好法設計客製化電腦問卷以提升選擇情境的真實性。實證結果顯示整合性模式的解釋能力顯著優於單獨考慮選擇集合或市場定位的選擇模式，而高鐵加入後，旅運者對於旅行時間的負面評價相對地提高，但個體異質性卻沒有顯著差異，而臺鐵自強號與立榮航空的乘客轉移至高鐵的機率最大。

關鍵詞： 選擇集合、市場定位、運具選擇、條件羅機模式、聯合估計

-
1. 本研究承行政院國家科學委員會專題研究補助 (NSC93-2211-E-025-002)，特此致謝。本文部分內容曾發表於中華民國運輸學會第二十屆學術論文研討會。
 2. 國立臺中技術學院流通管理系助理教授 (聯絡地址：404 臺中市北區三民路 3 段 129 號臺中技術學院流通管理系；電話：04-22196764；E-mail:cwyang@ntit.edu.tw)。

ABSTRACT

The purpose of this paper is to examine the effects of new transportation modes on passengers' choice behavior and existing transportation market. We combined the two concepts of choice set and market positioning to construct an integrated model considering two choice situations simultaneously. The utility function of the integrated model was divided into two stages, choice set and alternative choice. The specification of factor structure was used to capture the individual heterogeneity and marketing positioning of the alternatives in the second stage, and the effects of new modes on choice behavior and market structure were studied by hypothesizing coefficients' specifications in the joint estimation process. A customized computer survey was designed to collect the stated preference data of intercity passengers. The results show that the integrated model has better explanatory power than those models considering choice set or market positioning alone. The introduction of high speed rail results in increased negative passenger perceptions of travel time, but no significant difference in individual preference heterogeneity is observed. Tze-Chiang train and UNI airline are threatened mostly by high speed rail.

Key Words: Choice set; Market positioning; Mode choice; Conditional logit model; Joint estimation

一、緒 論

臺灣西部走廊的城際大眾運輸，由於解除管制使得市場競爭日益激烈，而預計於民國95年底完工通車的臺灣高鐵，更是影響城際客運市場的重要影響因素。高鐵加入的衝擊可從旅運者選擇行為與運輸市場結構兩個層面進行分析，在高鐵加入市場營運後，對於旅運者的影響包括個體在選擇運輸方案時是否會將高鐵納入考慮，以及最終是否會選擇高鐵；而在運輸市場結構層面，高鐵與其他運輸方案間的相似程度決定彼此間的競爭性，進而改變現有運輸方案的市場結構。此外，國內學者對於高鐵加入所造成的衝擊多以整體運具市場^[1,2]或對單一運具（例如航空^[3]或臺鐵^[4]等）的角度進行探討，甚少深究至公司或服務等級的角度。因此，本研究藉由同時探討旅運者的選擇集合與各運輸方案的市場定位，以了解臺灣高鐵加入營運後，對於旅運者選擇行為的影響與運輸市場結構的衝擊情形，以及各方案間的相互競爭關係，並以運具與公司（服務等級）別組成的替選方案，作為實證研究的探討對象。

基於效用假設的個體選擇模式中，由決策者於所有可行的替選方案中選取效用最大或滿足效用的方案，此種決策程序包含選擇集合（choice set 或 consideration set）^[5]及方案選擇兩步驟，前者是指從所有方案中決定可選的替選方案，而後者則是由選擇集合中的替選方案選取最佳方案，然而，研究者僅能觀察到消費者的實際選擇行為，對於未被選取的替

選方案則無法觀測，因而也無法觀測到個體的選擇集合。因此，文獻中對於選擇集合的決定方式主要區分為確定性 (deterministic) 與機率性 (probabilistic) 兩種^[6]，前者主要是由研究者主觀決定選擇集合，而後者則由內生機率的觀點由模式自動決定。由研究者主觀指定個體的選擇集合，可能因錯誤指定而造成模式參數的偏誤估計，而利用機率觀念計算個體的選擇集合則是較佳的作法，Swait 與 Ben-Akiva^[7] 提出利用機率觀念定義個體選擇集合的兩階段個體選擇模式 (two-stage discrete choice model)，以選擇集合內生化的方式，構建同時考量選擇集合及方案選擇的個體選擇模式。

市場結構分析一向為行銷研究的重要課題，主要是利用各品牌於多屬性空間中的相對位置，作為辨識品牌間競爭程度的依據。換言之，如在一個二維空間的圖形中，兩個品牌之間的相對位置較近，則表示兩者之間的競爭程度較高；反之，則競爭程度較低，而藉由各品牌於圖形中的相對位置，則可了解整個市場間的競爭結構，以獲知該品牌本身於市場結構中的相對地位及競爭對手。在探討定位模式的回顧性文獻中^[8]，早期的品牌定位偏向以市場總體的觀點，而近期則偏向以個體異質性的觀點界定品牌的市場定位，顯示替選方案的市場定位逐漸以個體的偏好考量為主。在個體選擇的定位方法文獻中，主要分成「競爭圖像 (competitive map)^[9]」及「選擇圖像 (choice map)^[10]」兩類。前者主要是以替選方案的屬性彈性作為市場定位的依據，而後者則是在個體偏好的維度空間中，解析品牌的定位及個體的異質性。競爭圖像定位法的最大限制在於僅能探討單一變數的定位效果，無法同時考量多個變數的定位效果，而且忽略個體間的差異性。因此，選擇圖像定位法逐漸成為定位模式的主要分析方法。本研究基於個體選擇所探討的市場結構分析，為了與廠商層面的「產品定位」做區隔，後續則將以「市場定位」稱之。

在運輸與行銷領域的文獻中，同時探討新產品 (服務、運具) 加入後，對於消費者選擇行為及市場結構影響的研究文獻甚為稀少，僅 Chintagunta^[11] 採用選擇圖像的概念，將其應用於新品牌引進對市場結構造成的影響，但此研究亦僅侷限於品牌定位與個體品味的探討。在相關主題的研究文獻中尚無學者提出適當的選擇模式，可同時探討新產品 (服務、運具) 加入前、後對於消費者選擇行為與市場結構的衝擊。因此，本研究在必須同時納入新運具加入前、後兩種選擇情境資料的前提下，重新構建一結合選擇集合與市場定位的整合性模式，以探討新運具加入對於旅運者選擇行為與運輸市場結構的影響與衝擊。

綜合上述的研究背景與動機，本研究構建出一結合選擇集合與市場定位觀念的整合性模式，以同時從旅運者選擇行為及運輸市場結構層面完整地探討個體的選擇行為。其次，構建一同時考慮新產品加入前、後兩種選擇情境資料的整合性選擇模式，以探討消費者選擇行為與市場結構的改變與衝擊。最後，則是在選擇集合與市場定位的觀點上，探討新運具—臺灣高鐵加入營運後，對於旅運者選擇行為與現有運輸市場的衝擊和影響。本文的研究內容將分為五部分，除說明研究動機與目的緒論外，第二部分的模式理論則進行整合模式與聯合估計的說明，其次則說明實證資料的設計與蒐集，第四部分則為模式的估計與分析，最後則為結論與建議。

二、模式理論

模式理論區分為四大部分。首先，介紹模式的整合架構與理論探討；其次，則為整合性模式的模式構建；然後，說明同時考量新方案加入前、後的聯合估計技術；最後，則是說明模式參數的校估方法。

2.1 整合架構

選擇集合屬於消費者行為的探討，而市場定位則傾向於市場結構的分析，但在消費者選擇行為的探討觀點上，兩者皆來自於個體的選擇偏好。換言之，在構建個體選擇行為模式時，應該同時考量選擇集合與市場定位，以完整地考量消費者特性與市場競爭對個體選擇偏好的影響。旅運者的選擇集合依據其所面臨的選擇情境或社經特性不同，自然造成其可選集合的差異，例如，在重視時間的公務旅運者，其選擇集合可能不包括國道客運，而在低所得的非公務旅運者的選擇集合中，航空運具可能不在其考慮集合內。市場定位的定義則是基於旅運者的選擇偏好基礎下，各替選方案在旅運者心中的相對市場定位，探討的方式則從個體異質性的觀點進行模式構建，然後利用定位係數進行市場定位圖的繪製與分析。圖 1 為整合性模式構建流程的示意圖，以下並分別對於選擇集合與市場定位的理論與模式發展進行探討。

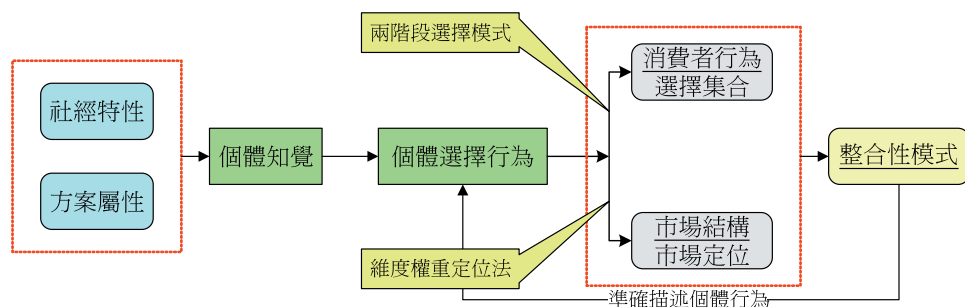


圖 1 整合模式構建流程示意圖

在選擇集合的文獻探討中，依據效用函數的組成部分可將機率性選擇集合模式區分為兩大類：單一效用函數與雙重效用函數。單一效用函數^[12]是認為選擇集合僅是個體效用偏好的表徵，其本質上與方案選擇相同，無需額外再構建另一效用函數；而雙重效用函數^[6]則是假設選擇集合及方案選擇階段各自有其效用函數，且對整個決策程序的影響角色不同。在實證研究的比較上，由於單一效用函數的參數數目隨替選方案數呈等比級數成長，因此，在替選方案數多的研究中會造成參數指定及校估上的困擾。此外，依據雙重效用函數中對於選擇集合子集數量的定義，可將所有模式歸納成三大類。第一類模式^[7,13,14]的選

擇集合僅包括全集與特定子集；第二類模式^[15-17]的選擇集合則考慮所有可能之選擇集合子集；第三類模式^[18,19]則僅考量單一方案於選擇集合中之機率。第一類模式的子集定義並不完整，只有兩種類型的考量，而第二類的子集數目則會隨替選方案的個數而呈現等比級數成長，在參數估計與模式構建並不具實務考量性。此外，選擇集合文獻中對於個體異質性的指定可分為間斷性的市場區隔^[19]及連續性的機率分配^[20,21]兩種，兩者的主要差異除在於個體異質性的假設不同外，後者的參數校估需要用到多維度積分的估計技術。綜合上述對於各類選擇集合模式的探討，將以雙重效用函數中的第三類模式，作為整合性選擇模式的基礎架構。

在市場定位的相關文獻中，採用選擇圖像作為定位法的研究包括 Elrod^[10]、Chintagunta^[22,23]、Chintagunta, Dube 與 Singh^[24]等，在上述的研究文獻中，依據個體異質性的指定方式可區分為兩種，分別為間斷性的市場區隔觀念及連續性的機率分配觀念。前者必須事先決定市場區隔的數目，且待校估的參數個數隨區隔數增加而呈倍數成長，造成模式參數校估上的困擾，而機率分配觀念雖然需要較複雜的估計技術，但其機率分配的概念比較符合個體異質性的假設。因此，本研究在構建整合性模式中，將採用機率分配的觀念以完整考量個體的異質性。

2.2 模式構建

個體社經特性與產品方案屬性透過個體知覺影響消費者的選擇行為，而研究者則由消費者的外在行為或認知偏好，推論消費者對於可選方案的選擇集合與產品於市場結構中的定位，而基於個體偏好一致性的前提，必須構建同時考量選擇集合與市場定位的整合性模式，以期能完整地描述個體的選擇行為。換言之，個體旅運者在進行運具選擇時，在第一階段決定其可選集合後，在第二階段的方案選擇時，除可觀察的運具屬性與旅運特性外，亦同時考量無法觀察的運具偏好，而此部分即可由市場定位的指定以顯示各運具間的相對競爭程度。然而，在運輸與行銷文獻中，尚無相關學者提出適當的個體選擇模式以處理此課題，僅 Duann 與 Yang^[25]提出一結合選擇集合與市場定位的整合性模式。因此，以下的模式構建將參考上述文獻中所提出之整合性模式概念。

整合性模式的構建是以兩階段選擇模式中的目的地競爭模式 (competing destination model)^[18]為基礎架構。效用函數區分為選擇集合及方案選擇兩階段，第一階段仍為選擇集合的考慮，而第二階段的方案選擇過程中則加入維度權重的市場定位概念，並以多項羅機模式 (multinomial logit, MNL)^[26]為基礎架構。以下逐一說明模式的構建流程。

第一階段的選擇集合效用函數，係以方案 i 屬性及個體 t 社經特性的常態分配函數值，表示方案 i 進入個體 t 選擇集合的可能性，主要目的在於以一般化的選擇集合概念取代主觀的選擇集合指定方式，一般化選擇集合的指定公式如下：

$$P(i \in C_t) = \Phi(\gamma' Y_{it}) \quad (1)$$

其中，

Y_{it} ：選擇集合階段中，方案 i 屬性水準與個體 t 社經特性之變數向量；

γ ：待校估之參數向量；

C_t ：個體 t 的可選方案集合。

在第二階段的方案選擇階段，則假設方案 i 對個體 t 的可衡量效用如下：

$$V_{it} = (\alpha_{it} + \beta' X_{it}) \quad (2)$$

其中，

X_{it} ：方案選擇階段中，方案 i 屬性水準與個體 t 社經特性之變數向量；

α_{it}, β ：待校估之參數向量。

Y_{it} 與 X_{it} 分別屬於選擇集合與方案選擇階段的方案 i 屬性與個體 t 社經特性之變數向量，同一變數指定於何種階段除了旅運行為的合理性考量外，尚須考慮模式概似函數值的相對優劣。

選擇圖像定位模式的觀念在於將方案偏好 (α_{it}) 分解成 Z 維度的品牌定位 (r_i) 及個體對維度空間的權重 (w_t)，以表現品牌在個體認知中的市場定位 (競爭程度)：

$$\alpha_{it} = r_i' w_t \quad (3)$$

在 w_t 已知的條件下，個體 t 選擇方案 i 的條件機率如下：

$$P_{it, w_t} = \frac{P(i \in C) \cdot \exp(V_{it})}{\sum_{k=1}^M P(k \in C) \cdot \exp(V_{kt})} \quad (4)$$

在個體異質性的處理方式上，本研究假設所有受訪者的偏好異質呈現隨機性分布，而模式中的維度權重 (w_t) 即用以顯示個體的異質性。因此，式 (4) 中的維度權重 (w_t) 指定成隨機係數的型態，並服從常態分配 ($w_t \sim N(0, \sigma_w^2)$) 的連續性機率分布^[27]：

$$P(w_t) = f(w_t) = \frac{1}{\sigma_w \cdot \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{w_t}{\sigma_w}\right)^2\right] \quad (5)$$

以式 (4) 的條件機率乘上式 (5) 的邊際機率，則可構建個體 t 選擇方案 i 的機率公式為：

$$P_{it} = \int_{-\infty}^{\infty} (P_{it, w_t} \times P(w_t)) dw_t \quad (6)$$

而模式的概似函數則可如下式所示：

$$L = \prod_{t=1}^T \prod_{i=1}^M P_{it}^{f_{it}} \quad (7)$$

其中，若個體 t 實際選擇為方案 i ，則 f_{it} 為 1；否則為 0。

上述模式同時考量選擇集合與市場定位對於個體選擇行為之影響，但模式中加入市場定位考量後，是否會對個體選擇集合造成影響，亦即選擇集合與市場定位兩者間的關係是相互獨立抑或是具關連性，則必須加以探討。

2.3 聯合估計

在上述整合性模式的構建後，本小節的目的即在於探討新方案（產品、品牌）加入前、後對於選擇集合與市場定位的影響。以往文獻對於新方案涉入的探討皆僅限於選擇集合或市場定位單一觀點，尚未有相關文獻提出同時以選擇集合與市場定位的觀點，探討新方案涉入對於消費者選擇行為與市場結構的衝擊。因此，本文將藉由上述的整合性模式為基礎，重新構建同時考量新方案加入前、後兩種選擇情境的整合性模式，以作為探討新方案對於消費者選擇行為與市場競爭之衝擊的主要分析工具。

基於模式構建的說明方便，以下將以情境一表示僅包含現有方案的市場結構，而以情境二表示新方案加入後的市場結構。以下將詳細說明模式構建流程。

基於同時考量新方案加入前、後的選擇情境，在 w_t 已知的條件下，個體 t 選擇方案 i 的條件機率如下：

$$P_{it, w_t}^j = \frac{P(\mu \cdot \gamma_j' Y_{itj}) \cdot \exp(r_{ij}' w_{tj} + \mu \cdot \beta_j' X_{itj})}{\sum_{k=1}^M P(\mu \cdot \gamma_j' Y_{ktj}) \cdot \exp(r_{kj}' w_{tj} + \mu \cdot \beta_j' X_{ktj})} \quad (8)$$

上式與式 (4) 的整合性模式相似，其差異僅在於變數 (Y_{itj}, X_{itj}) 與參數 ($\gamma_j, r_{kj}, \beta_j$) 的下標維度增加 1 個 (j)，除表示情境一、二的變數不同，並可用以測試情境一、二可能的參數變化。在情境一、二方案偏好 ($r_{ij}' w_{tj}$) 的尺度差異上，由於 r_{ij} 與 w_{tj} 皆需由模式估計獲得，故無法單獨分離出尺度因子，因此，個體偏好的尺度差異則由定位係數及維度權重反應。 μ 則表示情境一、二數據 (Y_{itj}, X_{itj}) 的相對尺度，式 (8) 是將尺度因子指定給情境二的數據。模式的對數概似函數可由下式表示之：

$$L = \prod_{t=1}^T \int [(\prod_{i=1}^M (P_{it, w_t}^1)^{\delta_{it}})^{\lambda} \times (\prod_{i=1}^{M+1} (P_{it, w_t}^2)^{\delta_{it}})^{1-\lambda}] \cdot f(w_t) dw_t \quad (9)$$

其中，

P_{it}^1 、 P_{it}^2 ：新增方案前、後，個體 t 選擇方案 i 的機率 (如式 (8))；

$f(w_t)$ ：個體 t 的維度權重函數 (如式(5))；

λ ：0-1 變數，1 表現況的選擇情境；0 表新增方案的選擇情境。

式 (8) 為本研究所構建同時考量新方案加入前、後兩種選擇情境的整合性模式，此模式與 Chintagunta (1999)^[11] 所構建的模式主要有以下的差異。首先，Chintagunta 所構建的

模式僅單純考量市場定位，而式 (8) 則同時整合選擇集合與市場定位兩部分；其次，式 (9) 在個體異質性上的指定方式是以連續性的機率分配，取代 Chintagunta 所採用之間斷性的有限區隔，而連續性的機率分配比較符合旅運者的異質偏好；最後，本研究採用一般化的選擇集合進行消費者的區隔分析，相較於 Chintagunta 僅以一機率係數進行區隔，本研究更可清楚探討影響消費者區隔的變數為何。

2.4 估計方法

本節的估計方法分為兩部分，分別為參數認定及校估技術。整合性模式的參數認定及標準化方式主要在於維度基準、空間轉軸及權重尺度的指定限制，以下將分別說明並提出一套新的參數認定與標準化的限制規則。此外，整合性模式為一非封閉性、非線性的函數，模式中並包含多維積分部分，因此，在參數估計技術上，將採用最大模擬概似法 (maximum simulated likelihood, MSL)^[28]，後續小節將說明其校估理論及技術。

2.4.1 參數認定及標準化

定位模式主要是利用各替選方案於多屬性空間的相對位置以辨識彼此間的競爭程度，而必須對於多屬性空間的原點、方向及尺度進行認定及標準化，才能確認多屬性空間的唯一性。定位文獻中對於此主題並未有詳細探討，但在本文的先期研究中發現，係數限制規則的指定方式將會顯著地影響市場定位的結果。因此，以下將探討過去文獻所採用的限制方式 (CM1)，並說明本文所新提出的限制規則 (RW1、RW2)，以下將分別以維度基準、空間轉軸與權重尺度等名詞，來代表多屬性空間的原點、方向與尺度。每一替選方案皆會有屬於自己的定位係數 (r_i)，而定位係數的多寡則為所採用空間維度的倍數，例如在二維空間中，每一替選方案會有兩個定位係數。而權重尺度由於採用常態分配，故每一維度的權重尺度皆由平均數 (μ_w) 與標準差 (σ_w) 表示。

在 Elrod^[10] 研究中對於定位模式在維度基準、空間轉軸及權重尺度的限制方式，則如表 1 中的 CM1 所示 (以二維空間為例)，鑑於 CM1 指定方式的應用限制，本研究另外發展兩種指定方式，如表 1 中的 RW1 及 RW2 所示。以下先說明 3 種係數限制的指定方式，再詳細比較各方法之優劣。

表 1 定位模式係數限制整理表

	維度基準		空間轉軸		權重尺度	
	限制種類	指定方式	限制種類	指定方式	限制種類	指定方式
CM1	定位係數	$r_i(0,0)$	權重平均值	$\mu_w(X,0)$	權重標準差	$\sigma_w(1,1)$
RW1	定位係數	$r_i(0,0)$	定位係數	$r_j(1,0)$	定位係數	$r_k(X,1)$
RW2	定位係數	$r_i(0,0)$	定位係數	$r_j(X,0)$	權重標準差	$\sigma_w(1,1)$

註：X 表未固定數值 (待校估)；0 表限制其值為 0；1 表限制其值為 1。

3 種指定方式的維度基準皆是假設 i 方案的兩維度定位係數為 0，即 $r_i(0,0)$ 。在空間轉軸方面，CM1 是假設第 2 維度的權重平均值為 0，第 1 維度權重平均值則由模式估計 ($\mu_w(X,0)$)；RW1 則假設 j 方案的定位係數為 $r_j(1,0)$ ，其中， $r_j(1,0)$ 中的 1 亦具有第 1 維度之權重尺度的標準化功能；RW2 則僅假設 j 方案的第 2 維度定位係數為 0，第 1 維度的定位係數則由模式估計 ($r_j(X,0)$)。在權重尺度的標準化方面，CM1 與 RW2 皆是假設兩維度的權重標準差為 1 ($\sigma_w(1,1)$)；而 RW1 除在空間轉軸限制上已限制第 1 維度的權重尺度外 ($r_j(1,0)$)，第 2 維度權重尺度的標準化，則是假設 k 方案的第 2 維度定位係數為 1 ($r_k(X,1)$)。上述 3 種方式在空間轉軸的維度挑選上，並不會影響係數認定的功能，故可任意指定於第 1 維度或第 2 維度，唯獨 RW1 的空間轉軸必須與權重尺度指定配合，意即若指定第 2 維度為空間轉軸，則空間轉軸與權重尺度之係數限制則必須改變為 $r_j(0,1)$ 與 $r_k(1,X)$ 。

CM1 的指定方式總共限制的係數為 5 個，包括 2 個定位係數、1 個權重平均值及 2 個權重標準差，但其中假設某一維度的權重平均值為 0，雖然是為參數認定所必須，但顯然失去重要的權重資訊，且此種指定方式不易推展至更高維度的指定方式。RW1 的指定方式全部以定位係數作為係數限制的種類，其優點在於可充分獲得權重的平均值與標準差的係數值，但在本研究的實證過程中發現，RW1 對於定位係數的過多限制，可能造成方案間的市場定位產生偏誤，例如，強迫某一方案固定在 (0,1) 的位置上，且於實證研究的模式估計時，無法確保權重標準差的係數值大於零。因此，另一指定方式 RW2 則以限制 2 個權重標準差的方式換取 2 個定位係數的自由度，如此，則可避免限制過多的定位係數導致市場定位的偏誤，且無權重標準差係數值之正負問題^[25]。因此，實證研究中對於隨機權重定位模式的係數限制方式，將以 RW2 的指定方式為主。

2.4.2 校估技術

由於整合性模式與聯合估計的概似函數，皆為非線性效用函數及非封閉性模式，故本研究以 Gauss^[29] 程式語言自行撰寫校估程式。在整合性模式中 (如式 (6) 所示)，由於參數校估牽涉到隨機變數的積分技巧，在考量多維度積分的困難度下，本研究採用最大模擬概似法 (MSL) 進行模式校估，以下則針對 MSL 的估計技術進行說明。

MSL 是以隨機亂數的方式模擬分配函數，藉由隨機抽出符合特定機率密度函數的亂數以取代多維度的積分過程。換言之，即利用亂數抽取的方式模擬式 (5) 中的 $f(w_t)$ 之數值，然後以此數值代入式 (8) 計算條件機率 (P_i^r)，在 R 次隨機抽取過程後計算其平均值 ($\hat{P}_i$)：^[28]

$$\hat{P}_i = (1/R) \sum_{r=1}^R P_i^r \quad (10)$$

以模擬機率值 $\hat{P}_i$ 近似真實機率值 P_i ，再以此計算模擬對數概似值 $\hat{L} = \sum \ln \hat{P}_i$ 。亦即利用多次亂數抽取下的 w_t ，進行條件機率 (式(8)) 的計算，然後以其平均值近似利用積分技術所計算之真實機率值。在多維度積分的參數校估上，模擬最大概似法可具有良好的參數估計效率。

隨機亂數的抽取方式包含 Pseudo-random 數列與 Halton 數列 (Halton sequence)^[30]，前者是指一般統計上的隨機亂數，而後者則是藉由一連串的質數產生對應的等差級數，再將此等差級數對應至特定分配以產生亂數。在隨機亂數的抽取方式及次數上，本研究基於加速模式校估速率，分別以 75、100 及 150 個 Halton 亂數作為 3 個、5 個及 9 個積分維度下的 Halton 亂數抽取次數^[31]。

三、資料蒐集與分析

個體選擇模式的問卷設計技術主要包括顯示偏好 (revealed preference, RP) 與敘述偏好 (stated preference, SP)^[32]，兩者皆廣泛地應用於運輸及行銷領域中。兩種問卷設計形式各有其優缺點，在 Kroes 與 Sheldon^[33] 對於 SP 的探討文獻中有詳細的比較，RP 的缺點主要來自於解釋變數方面，而 SP 的缺點則在於回應誤差部分，而兩者各自的優點即為對方的缺點。基於探討新方案對於選擇集合與市場定位的影響，而且顯示偏好數據並無法提供與新方案有關的數據。因此，本研究將以敘述偏好數據進行實證研究。採用 SP 問卷的最大缺陷在於受訪個體的回應真實性，因為受訪者是在研究者所虛擬的選擇情境中作決策，但未必符合受訪者認知或經驗中的選擇情境。Bradley (1988)^[34] 強調 SP 問卷設計的選擇情境，必須愈接近受訪者的選擇情境，才能獲得受訪者真實的選擇行為。換言之，SP 問卷中的方案屬性及其屬性值設計，必須符合受訪者的認知或經驗。因此，設計符合個體選擇情境的客製化 SP 問卷，將有助於降低受訪者的回應誤差。

基於上述理由，本研究利用 Visual Basic 程式語言撰寫客製化的電腦問卷，電腦問卷設計可分為三部分，第一部分為「旅運現況資訊」，包括旅運情境、顯示性偏好資訊及受訪者的社經背景；第二部分則為依據上述資訊而設計的客製化敘述性偏好題組，藉此獲得個體的旅運行為資訊。至於第三部分則為受訪者的選擇集合資訊，包括以往的搭乘經驗及個體對於非選擇集合方案的資訊。其中，第二部分的敘述性偏好設計中，是以旅行成本、車內時間、班次及車外時間等作為設計變數，旅行成本的基準值是依據旅運者的社經背景與旅次特性找出適當數值 (例如，是否為學生票、來回票)，車內時間與班次則依據各公司 (服務等級) 的現況平均值為中水準值，然後以所有業者的上下界限值設計成高、低水準值，由電腦以隨機方式抽取水準值，至於車外時間，則以受訪者從出發點到運輸場站及候車時間的實際數據表示之，礙於資料蒐集的限制，本研究並未考慮場站地點到最終目的地的接駁時間。

在 SP 的問卷設計中包含兩個題組，題組一為現有運輸工具，而題組二則加入新方案高鐵。由於本研究所探討的運輸工具太多，且 SP 問卷設計的衡量尺度法採用第一偏好法 (first-preference ranking)^[32]，在方便受訪旅客填答的前提下，本研究採用兩階段的選擇程序。以題組一為例，第一階段先將 9 種現有運輸方案的選擇架構，拆解成三個 SP 情境 (Q1~Q3)，每個 SP 情境皆包含三種運具在內的某一家公司 (服務等級)，9 個運輸方案在三個

SP 情境中皆僅隨機出現一次。受訪者需在每個 SP 情境內選出一最佳方案，第二階段再從這三題的最佳方案中 (Q4) 選擇最終的方案，而 Q4 情境三個方案的屬性水準值則來自於 Q1~Q3 的三個最佳方案，至於 Q4 情境的選擇才是旅運者最終的決策，此種兩階段的選擇流程將有助於受訪者填答，圖 2 為兩階段選擇程序的圖示範例。題組二的設計同上所述，另將高鐵方案隨機指定於題組二中的三個 SP 選擇情境中的任一個，每個受訪者皆須完成題組一、二的填答，以獲得高鐵加入前、後的兩個樣本資料。

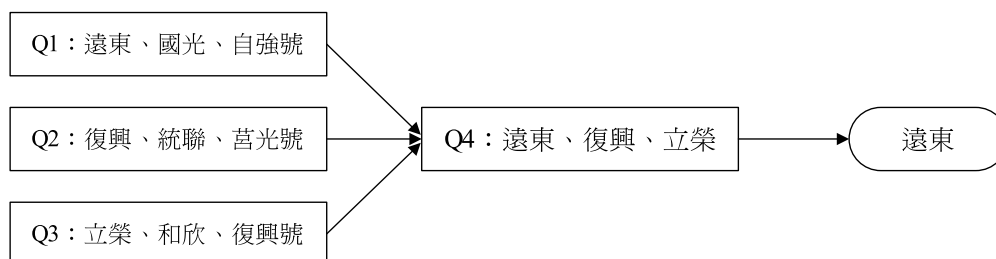


圖 2 兩階段選擇程序之示意圖

實證研究對象為臺南—臺北間城際大眾運輸的旅運選擇行為。替選方案將由現有大眾運具（航空、公路及鐵路）及公司品牌（服務水準等級）所組成的運輸服務，包括遠東、復興及立榮航空公司，國光、統聯及和欣客運，以及臺鐵現有對號車次中的自強號、莒光號及復興號。此外，除了現有運具外，尚包括興建中的高鐵。樣本蒐集是以擇基抽樣方式進行，問卷調查方式是由調查員攜帶筆記型電腦，以面對面方式請受訪者依電腦問卷指示填答問卷。在鐵路運輸方面是以隨車訪問的方式為主，而以場站訪問為輔；至於航空、公路運輸方面，由於受訪者的旅次起、迄點目的較易掌握，故直接至機場航站大廈及國道客運站進行問卷調查。在問卷調查完成之初，由於臺鐵復興號的受訪樣本過於稀少，因此，在後續的資料分析與實證研究中則不考慮此替選方案。

Ben-Akiva 與 Richards^[35]的研究指出，以 300~400 個樣本所建構的羅吉特模式，其解釋與預測能力具一定之水準。考量本研究探討的運輸工具較多，且統計上以 30 個樣本為大樣本，加上探討的對象為雙向旅次，故各替選方案的抽樣份數是以 60 份為基準。在刪除不適宜樣本後，8 種運輸方案的實際選擇分配如表 2 所示，其中，臺鐵莒光號因實際搭客人數過於稀少，調查樣本數僅為 45 份，8 種運輸方案的總樣本數為 455 份，題組一、二的樣本分布表如下表所示。由於樣本調查是採用擇基抽樣，若直接以調查樣本進行模式估計，將造成效用函數中的替選方案特定常數具偏誤性。因此，後續的模式估計皆必須修正樣本中的市場占有率，使其與母體的市場占有率相符，如此，效用函數中的替選方案特定常數才符合運輸市場現況。修正方法採取權重模式^[27]，以母體的市場占有率與樣本的市場占有率比值為權重，直接加入對數概似函數中，於模式估計時直接修正樣本偏誤，母體占有率則以調查期間各公司所提供的搭客人數為依據，詳細數據如表 2 所示。

在樣本的社經背景方面，男女的比例相近，平均年齡為 32 歲，平均個人及家戶所得分別為 3.8 萬元及 11 萬元，有工作者占全部樣本中的 60%。旅次特性方面，約四成為公務旅次。約有三分之一的旅客旅次在一週前即決定此次旅行，其中，臺鐵自強號的旅次平均計劃時間最長為 4.6 天，而最低為統聯與和欣客運的 2.7 天與 3.1 天。購票習慣方面，三分之一的樣本旅客在考慮搭乘火車時，會購買來回票，但只有四分之一的樣本旅客在考慮搭乘巴士客運時會考慮買來回票。

表 2 旅客實際選擇與敘述偏好之樣本分布表

選擇	運具別	飛 機			巴 士			火 車			合 計
	品牌別	遠東	復興	立榮	國光	統聯	和欣	自強號	莒光號	高鐵	
母體市場*	人 數	42,191	44,450	30,169	8,739	86,740	48,751	39,410	5,287	—	305,737
	占有率	0.14	0.14	0.10	0.03	0.28	0.16	0.13	0.016	—	1
敘述偏好	題組一	92	60	54	32	57	48	94	18	—	455
	題組二	61	23	32	26	31	31	41	14	196	455

註：* 表調查期間民國 91 年 3 月當月之母體市場占有率；資料來源來自民航局網站、國光客運、統聯客運、和欣客運及臺鐵管理局。

在旅次與社經特性和實際方案選擇的交叉分析中，64%的飛機旅客為公務旅次，八成的巴士及火車旅客則為非公務旅次。六成左右的飛機旅客皆具有旅費補助。在性別分布方面，飛機旅客以男性比例較高，巴士旅客則以女性比例較高，但和欣客運例外，火車旅客的男女比例則相近。在就業與否方面，三家航空公司旅客中的就業者約為非就業者的 3~5 倍，臺鐵自強號及和欣客運的就業者則多於非就業者，而其他方案則以非就業者較多。在年齡層分布方面，樣本年齡層以 20~40 歲的人數居多，約占總樣本的 70%，30 歲以下的族群以搭乘統聯客運的人數最多，30~40 歲搭乘飛機運具的比例為所有方案中最高，在 40 歲以上的族群，搭乘國光客運的人數反而居所有方案之冠。在個人月所得方面，個人月所得於四萬完以下者占總樣本的七成。飛機旅客的平均個人月所得約為 5.7 萬元，臺鐵自強號及和欣客運約為 3 萬元，臺鐵莒光號則為 2.5 萬元，國光及統聯客運則約為 2 萬元。

四、模式估計與分析

實證分析的第一部分是先以現況運具的題組一資料作為驗證對象，以探討整合性運具選擇模式的函數指定與模式估計，並與其他模式的解釋力相互比較。其次，則是加入題組二資料，並藉由整合性選擇模式，探討高鐵加入後對於運具市場的競爭程度與旅運者的選擇行為之影響。最後，以上述高鐵加入後的估計結果，探討各運具業者營運策略的敏感度

分析。

4.1 整合性運具選擇模式

4.1.1 模式估計

本小節的主要目的在於估計與驗證整合性運具選擇模式，以作為與其他模式比較的基準，在解釋變數指定方面，將以多項羅機模式 (MNL) 的函數指定方式為主，經過嘗試多種不同的函數指定方式，得出最佳的效用函數之解釋變數包括：替選方案特定虛擬變數、旅行成本、旅行時間、飛航班次、個人所得、飛航卡、就業、計劃時間及年齡等。各解釋變數之定義及指定方式如下：(1) 替選方案特定虛擬變數：遠東航空為替選方案特定虛擬變數指定之基底，其餘方案均指定為替選方案特定虛擬變數。(2) 服務水準變數：旅行成本 (千元) 與旅行時間 (車內與到站時間之和，單位為千分) 指定為共生變數。班次指定為飛機運具特定變數，其值為該航空公司一天的單向班次。飛航卡為飛機運具特定變數，受訪旅客擁有航空公司之飛航卡者，則其值為一，否則為零。計劃時間為巴士運具特定變數，其值為幾天前決定此次旅次之天數 (意即為何時決定進行此一旅次)，否則為零，主要用以反應此一旅次的臨時性。(3) 個體社經變數：共有四個變數，均指定為替選方案特定變數。個人所得為飛機運具特定變數，其值為該旅客的每月個人所得 (千元)。個人所得亦為替選方案 (和欣、自強號) 特定變數，若替選方案為和欣客運或自強號，則其值為該旅客的每月個人所得 (千元)，否則為零。就業為飛機運具特定變數，受訪旅客若為就業者，則其值為一，否則為零。年齡為替選方案 (統聯、和欣) 特定變數，若替選方案為統聯或和欣客運，則其值為受訪旅客之年齡，否則為零。

在上述的變數說明中，飛航卡反映的是航空公司所提供的酬賓優惠，故可視為航空公司的服務屬性；而計劃時間 (巴士) 雖然為受訪者的旅次特性，但其實際反映的是國道客運的班次便利性 (本研究嘗試直接指定巴士班次為變數，但模式估計效果不佳)，故可歸類為國道客運的服務屬性。因此，以下說明則將此兩變數歸納為服務水準變數。MNL 基礎模式的校估結果 (限於篇幅，本文並未列出)，顯示各解釋變數的符號均與先驗知識相符，且係數值均相當顯著，模式的對數概似函數值及概似比指標分別為 -761.75 與 0.195 ，顯示此模式的解釋能力不錯。因此，以下相關模式的函數指定方式，將以上述 MNL 的變數組合為依據。

整合性運具選擇模式同時考量旅運者的選擇集合與運具的市場定位，因此，在評估此整合性模式的模式績效上，可分別從選擇集合與市場定位的觀點探討之。CD 模式是用以探討選擇集合的兩階段選擇模式，此模式包含兩個部分的效用函數：選擇集合與方案選擇。變數指定是以 MNL 模式為依據，並以對數概似函數值之優劣，作為指定於哪一階段效用函數之考量依據，換言之，除考量變數的先驗知識外，對於變數該指定於選擇集合或方案選擇階段，則分別進行模式估計，以具有較好的模式概似函數值作為最後指定的依據。最佳之函數指定方式如表 3 中的第一欄所示，其中，在選擇集合效用函數中，增加旅

行成本—低所得與旅行時間—高所得兩個新變數，以避免相同變數同時出現於兩個效用函數中所可能引起的共線問題，其中，高低所得的區分是以所有受訪者的平均個人月所得（四萬元）為區隔依據。旅行成本—低所得可使高旅行成本的替選方案進入低所得旅客選擇集合的機率減少，而旅行時間—高所得可使長旅行時間的替選方案進入高所得旅客選擇集合的機率減少。

表 3 整合性選擇模式參數校估表

解釋變數 \ 模式	CD	RW2D		Integrated	
選擇集效用函數	係數值 (t 值)	係數值 (t 值)		係數值 (t 值)	
常數項	2.19 (2.3)	—		2.31 (1.8)	
旅行成本—低所得	-5.06 (-4.2)	—		-7.30 (-4.7)	
旅行時間—高所得	-5.56 (-2.5)	—		-9.53 (-3.4)	
飛航班次 (飛機)	0.99 (5.0)	—		1.42 (5.4)	
計劃時間 (巴士)	-0.16 (-3.6)	—		-0.30 (-3.6)	
個人所得 (和欣、自強號)	0.02 (2.2)	—		0.004 (0.2)	
方案選擇效用函數		維度 1	維度 2	維度 1	維度 2
遠東航空虛擬變數	—	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)
復興航空虛擬變數	-0.24 (-1.4)	-1.29 (-2.5)	0.24 (1.4)	0.12 (0.6)	1.25 (1.3)
立榮航空虛擬變數	-0.31 (-1.6)	-0.61 (-1.2)	0.13 (0.9)	-0.12 (-0.2)	4.36 (1.8)
國光客運虛擬變數	2.41 (2.0)	3.41 (2.5)	-0.29 (-0.7)	-1.99 (-0.7)	-11.8 (-1.9)
統聯客運虛擬變數	5.56 (4.7)	3.92 (3.8)	-0.03 (-0.1)	4.73 (3.0)	-1.72 (-0.7)
和欣客運虛擬變數	5.25 (4.9)	5.30 (2.8)	-0.57 (-1.3)	0.79 (0.6)	-13.2 (-2.2)
臺鐵自強號虛擬變數	4.19 (4.8)	5.37 (2.5)	-0.90 (-2.0)	3.17 (2.2)	5.95 (2.1)
臺鐵莒光號虛擬變數	2.36 (2.1)	1.39 (2.5)	0 (-)	2.41 (2.5)	0 (-)
維度權重	—	2.55 (2.2)	9.31 (3.2)	3.01 (4.4)	-0.31 (-0.8)
旅行成本	-1.24 (-2.7)	-4.03 (-5.1)		-3.45 (-3.5)	
旅行時間	-9.84 (-3.1)	-15.01 (-3.5)		-25.37 (-2.6)	
飛航班次 (飛機)	—	0.19 (1.6)		—	
飛航卡 (飛機)	1.25 (6.2)	1.46 (5.4)		2.14 (3.8)	
計劃時間 (巴士)	—	-0.22 (-4.1)		—	
個人所得 (飛機)	0.07 (5.4)	0.15 (4.8)		0.17 (3.7)	
個人所得 (和欣、自強號)	—	0.01 (0.5)		—	
就業 (飛機)	0.32 (0.7)	1.38 (1.6)		0.66 (0.7)	
年齡 (統聯、和欣)	-0.03 (-3.0)	-0.06 (-4.1)		-0.17 (-2.4)	

表 3 整合性選擇模式參數校估表 (續)

解釋變數 \ 模式	CD	RW2D	Integrated
樣本數	455	455	455
參數個數 (K)	19	24	27
參數零對數概似值 ($LL(0)$)	-946.13	-946.13	-946.13
收斂對數概似值 ($LL(\beta)$)	-748.90	-748.87	-732.52
概似比指標 ρ^2	0.208	0.209	0.226
修正概似比指標 $\bar{\rho}^2$	0.188	0.183	0.197

RW2D 模式是用以探討替選方案間相對定位的定位模式，此定位模式同時考量旅運者異質性與替選方案偏好性於二維屬性空間。函數指定除與 MNL 模式相同的解釋變數外，尚包括表示個體異質性的維度權重與顯示方案競爭的定位係數。比較各替選方案異質性的相對大小，指定方案異質最小的遠東航空為維度基準，次小的臺鐵莒光號為空間轉軸，維度權重的標準差為零。定位模式的估計結果如表 3 中的第二欄所示。

Integrated 模式同時整合選擇集合的 CD 模式與市場定位的 RW2D 模式，且基於模式比較之基準，函數指定方式與前兩者模式相同，模式估計結果如表 3 中的第三欄所示。在模式績效方面，CD 模式為 Integrated 模式的限制式，故可以概似比檢定模式的優劣；而 RW2D 模式不是 Integrated 模式的限制式，故改以非巢式概似比檢定模式的優劣。Integrated 模式相較於 CD 模式的概似比統計量為 32.8 高於顯著水準 5% 下，自由度為 8 的卡方臨界值 15.51，而拒絕 Integrated 模式與 RW2D 模式無顯著差異之假設時，犯錯的機率小於 $1.2E-6$ ，表示較高的 Integrated 模式顯著優於 RW2D 模式。由上述概似比檢定結果顯示整合模式顯著優於單獨考慮選擇集合或市場定位的選擇模式。換言之，同時考量選擇集合與市場定位之整合模式，能夠顯著提升模式的解釋能力。

4.1.2 定位比較

在市場定位圖分析方面，可利用整合性運具選擇模式中的定位係數，於二維空間中繪製出各替選方案的相對市場定位，而二維空間的各維度，僅表示旅運者對於各替選方案相對競爭性(相似性)的空間座標軸，並不代表特定的實質意義，此種定位圖分析主要是藉由維度空間中各替選方案相對位置的遠近，以分析各替選方案間的相對競爭性。圖 3 為 RW2D 模式的市場定位圖，圖右並列出 Integrated 的市場定位圖 (圖 4) 以利比較。圖中的維度尺度皆已經由維度權重調整，而藉由市場定位圖中各替選方案相對位置的變化，亦可分析選擇集合對於市場定位之影響。

從圖 4 中的市場定位圖顯示 3 家航空公司自成一集群，其中，以遠東航空與復興航空的相對距離較小。臺鐵自強號與莒光號的距離則較近，但其相對競爭性則不如 3 家航空公

司之間的競爭性。3 家國道客運公司的市場定位則較分散，其中，統聯客運與國光、和欣客運兩家客運公司的距離較遠。從上述方案分布情形顯示 Integrated 模式傾向於以運具別作為市場定位的依據，但其中各運具別的相對競爭關係不同，此現象可由各運具別的方案特性說明。3 家航空公司所提供的服務水準屬性相似，例如票價皆在 1,700 元左右，飛航時間則在 50 分鐘上下，故彼此之間的相對位置距離較小，屬於高度競爭關係。而 3 家國道客運公司之間的服務水準屬性變異較大，例如和欣客運的票價約為其他兩家客運的兩倍、統聯的班次則約為國光客運的 4 倍，故彼此之間的相對位置則較為分散，競爭關係相較於 3 家航空公司為低。臺鐵自強號與莒光號的競爭關係則介於前述兩者之間。由上述說明可知，各運具別內方案服務屬性的差異程度，與方案間的相對距離成正比，相對位置愈近，則表示彼此之間的競爭程度愈高。

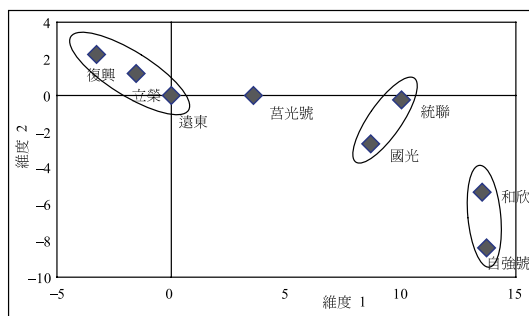


圖 3 RW2D 模式市場之定位圖

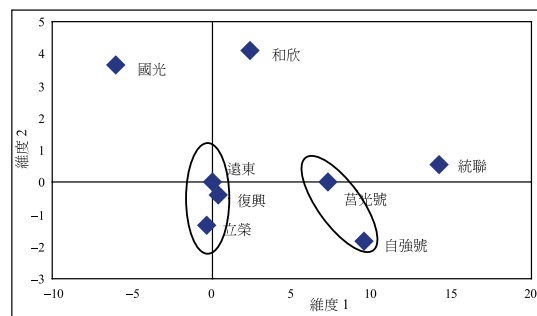


圖 4 Integrated 模式之市場定位圖

探討選擇集合對於市場定位之影響，可從 RW2D 模式與 Integrated 模式的市場定位圖差異說明。RW2D 模式傾向於以旅行成本高低作為市場定位之依據，而考慮選擇集合的 Integrated 模式則傾向於以運具別作為市場定位之依據。考慮選擇集合造成 RW2D 與 Integrated 模式定位依據上的差異，可由 Integrated 模式中選擇集合效用函數的變數指定說明。變數指定中的旅行成本—低所得、旅行時間—高所得及飛航班次（飛機）為方案的屬性水準變數，而計劃時間（巴士）雖然為個體的旅次特性，但實際上其反應的是國道客運頻繁的班次特性。由選擇集合效用函數中，上述服務水準屬性變數皆具統計顯著性，可表示 Integrated 模式傾向於以運具別作為市場定位的依據。選擇集合對於市場定位之影響，在於個體在選擇集合階段已先以服務水準屬性變數區隔不同運具別的方案差異，然後再以方案選擇機率作為方案選擇階段的市場定位依據。因此，個體在選擇集合階段對於方案的區隔，直接影響方案選擇階段的市場定位結果。Integrated 模式中的市場定位分布與運具特性具關連性，其主要的影響因素來自於選擇集合效果。

比較圖 3 及圖 4 的差異，可知不考慮選擇集合的市場定位可能有所偏誤，因為在選擇集合階段中，某些選擇集合機率較低的方案，已先被排除在個體的選擇集合外，故這些方案不應出現在方案選擇階段的市場定位中。舉例來說，若甲旅客的選擇集合中不包括和欣

客運，則在甲旅客認知的市場定位圖中，和欣客運與臺鐵自強號應該不具任何競爭關係。因此，若考慮甲旅客的選擇集合情況，和欣客運與臺鐵自強號的相對競爭關係應該較低。所以，不考慮選擇集合的方案相對定位可能產生偏誤，而此原因主要來自於市場定位分析中，納入不屬於個體選擇集合的方案。

上述說明可由圖 3 及圖 4 的定位圖獲得驗證。上述兩個市場定位圖上最大的差異在於未考慮選擇集合時（圖 3），國光與統聯客運、和欣客運與臺鐵自強號各自互為競爭對手，但在加入選擇集合時（圖 4），上述的競爭關係則不存在，國光客運遠離統聯客運，和欣客運亦與臺鐵自強號相距甚遠。造成此差異的原因，在於曾經搭乘國光客運與和欣客運的旅客，僅有 37% 及 45%（問卷中亦請受訪者回答曾經搭乘過的替選方案），低於其他方案，顯示國光及和欣客運進入個體的选择集合機率較低，故在個體選擇集合的影響下，此兩方案在市場定位圖中的相對定位則有所變動。綜合上述，在兩市場定位圖中，國光客運與統聯客運、和欣客運與臺鐵自強號的相對競爭關係不同，主要原因來自於個體的选择集合。

因此，由上述模式績效的檢定與市場定位圖的比較，表示考慮選擇集合，可顯著提升模式的解釋能力，而且選擇集合對於市場定位具有顯著的影響效果，若不考慮選擇集合，則可能導致選擇集合機率低之方案之市場定位產生偏誤。在現有 8 種運輸方案的市場定位中，不考慮選擇集合的定位模式，是以旅行成本作為市場定位的依據，而考慮選擇集合後的定位模式，則是以運具別作為市場定位的依據。

4.2 結合新運具之聯合估計

本小節的研究重點則在於探討新運具—高鐵加入運輸市場後，對於旅運者選擇行為與整體運輸市場的影響。模式構建的數據將包括題組一與題組二的資料，題組一的資料為現有 8 個替選方案的數據，而題組二則包含高鐵在內的 9 個替選方案。結合兩題組資料的聯合估計法，可藉由參數合併指定或分開指定的方式，探討高鐵對於個體選擇行為及方案市場定位之影響，而且合併題組一與題組二數據的聯合估計，具有參數估計上的有效性。因此，本小節將藉由合併題組一與題組二資料，針對整合性運具選擇模式進行聯合估計，以探討高鐵加入對於旅運者選擇行為與方案市場定位之影響。以下分別從模式估計及市場定位兩部分進行說明。

4.2.1 模式估計

在合併題組一與題組二的聯合估計中，整合性運具選擇模式的函數指定、變數組合及係數限制方式，與 4.1 小節中的 Integrated 模式相同，在後續的文章中稱之為 Co-Integrated 模式。模式中的變數分為三類，包括定位係數 (r_1, r_2)、維度權重 (w_1, w_2) 以及服務水準與個體社經變數 ($\gamma_1, \gamma_2, \beta_1, \beta_2$) 等（數學符號下標中的 1、2 分別表示高鐵加入前、後），其中的 (γ_1, γ_2) 屬於選擇集合階段的解釋變數，而 (r_1, r_2)、(w_1, w_2) 及 (β_1, β_2) 則屬於方案選擇階段的解釋變數。探討高鐵加入對於旅運者選擇行為與方案市場定位的影響研究中，可

藉由上述三類變數的參數假設相同與否進行之，並以（非）巢式概似比檢定作為最適參數指定方式選取之依據。兩組不同數據資料結合時必須考量兩者間的尺度差異。本研究中題組一、二的模式尺度差異，分別由維度權重（ w_1, w_2 ）及尺度因子（ μ ）反應，前者的假設方式是以 $w_1 \neq w_2$ 表示之；而後者的指定方式則如公式 (8) 所示，其主要反應的是數據的尺度差異。在 Co-Integrated 模式的估計程序中，將考慮模式尺度差異的影響。

Co-Integrated 模式的估計程序，是先以上述三類變數各自假設成全部係數相同與係數不相同兩種情形，例如所有的定位係數假設成 $r_1 = r_2$ 與 $r_1 \neq r_2$ 兩種情形，以反映高鐵加入是否會對於方案的市場定位造成影響，並利用概似比檢定判斷何種假設成立。經過 2³ 的模式估計後，初步的檢定結果發現定位係數在題組一、二具有顯著差異，而維度權重並無顯著差異，但服務水準與個體社經變數在不同的定位係數及維度權重的假設下，卻具有不同的檢定結果，顯示在此類解釋變數中某些係數會隨著高鐵的加入而發生改變。因此，在確定 $r_1 \neq r_2$ 與 $w_1 = w_2$ 的假設下，針對每個服務水準與個體社經變數的係數假設成相同與不同，依據概似比檢定逐步判斷每個係數假設，以找出最佳的函數指定方式，表 4 中的變數組合為最佳的函數指定方式。此外，考量數據尺度因子的影響，在表 3 的函數指定方式外再加上 μ 的指定（如式 (8) 所示），重新估計 Co-Integrated 模式，然而尺度因子的統計檢定顯示與 1 並無顯著差異，顯示題組一、二中的數據間並未存在著顯著的尺度差異。因此，Co-Integrated 模式的最佳估計結果如表 4 所示。

在表 4 之 Co-Integrated 模式中，選擇集合效用函數中的旅行時間—高所得與方案選擇效用函數中的定位係數、旅行時間及就業（飛機）等變數，在高鐵加入後顯然在係數值產生顯著變化。因此，上述變數在兩種選擇情境中是具有不同的係數值，除定位係數外，另 3 個變數皆經由統計檢定顯示兩種選擇情境中的係數值顯著不同。選擇集合效用函數中僅旅行時間—高所得的變數具有顯著差異，表示高鐵加入後，長旅行時間的方案進入高所得旅客的選擇集合的機率變低。方案選擇效用函數中的旅行時間係數值增大兩倍，顯示旅運者對於旅行時間的評價因高鐵的加入而產生顯著變化，而就業（飛機）的係數值亦增大，顯示在高鐵加入後，飛機旅客中的公務旅次比例提高，換言之，原本搭乘飛機的非公務旅客，在旅行成本與時間的權衡下，可能轉移至高鐵。上述解釋變數的係數值變化顯示高鐵加入後，導致旅客對於旅行時間的負面評價變大，意即對於旅行時間的忍受度變低。再者，非公務旅次中重視旅行時間的旅運者，提供了除航空運具外的第二種選擇—高鐵。

4.2.2 市場定位

在市場定位圖分析方面，可利用整合性運具選擇模式中的定位係數，於二維空間中繪製出各替選方案的相對市場定位。圖中的維度尺度皆已經由維度權重調整，而藉由市場定位圖中各替選方案相對位置的大小，可分析各替選方案間的相對競爭性。圖 5 為 Co-Integrated 模式中，8 種現況運具方案的市場定位圖，而圖 6 則是高鐵加入後的市場定位圖，藉由兩市場定位圖中各替選方案相對位置的變化，可探討高鐵加入後對於現況運具市場的衝擊，並了解高鐵於未來運具市場的市場定位。

表 4 整合性選擇模式參數校估表—聯合估計

解釋變數 \ 模式	Co-Integrated			
	高鐵加入前		高鐵加入後	
	係數值 (t 值)		係數值 (t 值)	
選擇集合效用函數				
常數項	1.48 (4.3)			
旅行成本—低所得	-5.04 (-11.2)			
旅行時間—高所得	-6.69 (-6.2)		-10.42 (-8.1)	
飛航班次 (飛機)	0.98 (11.2)			
計劃時間 (巴士)	-0.20 (-6.1)			
個人所得 (和欣、自強號)	0.003 (0.5)			
方案選擇效用函數	維度 1	維度 2	維度 1	維度 2
遠東航空虛擬變數	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)
復興航空虛擬變數	-0.72 (-2.1)	0.64 (1.2)	-0.74 (-1.4)	-1.71 (-2.6)
立榮航空虛擬變數	-1.55 (-2.8)	1.16 (2.2)	1.77 (2.2)	-5.07 (-8.0)
國光客運虛擬變數	-2.82 (-2.2)	-10.22 (-4.5)	-6.31 (-5.5)	3.87 (3.3)
統聯客運虛擬變數	4.48 (6.2)	2.08 (2.7)	7.94 (6.2)	5.21 (4.5)
和欣客運虛擬變數	0.03 (0.03)	-14.38 (-4.6)	3.41 (5.3)	8.59 (5.7)
臺鐵自強號虛擬變數	2.36 (3.9)	4.58 (4.9)	9.12 (5.5)	0.60 (1.1)
臺鐵莒光號虛擬變數	2.32 (3.7)	0 (-)	4.19 (3.7)	0 (-)
臺灣高鐵虛擬變數	-	-	14.29 (5.8)	-10.62 (-6.7)
維度權重	1.09 (14.3)	0.39 (4.5)		
旅行成本	-4.03 (-6.6)			
旅行時間	-10.30 (-5.7)		-20.58 (-4.2)	
個人所得 (飛機)	0.15 (7.6)			
飛航卡 (飛機)	1.75 (6.2)			
就業 (飛機)	1.40 (2.1)		2.69 (4.3)	
年齡 (統聯、和欣)	-0.66 (-3.7)			
樣本數	910			
參數個數 (K)	45			
參數零對數概似值 ($LL(0)$)	-1945.85			
收斂對數概似值 ($LL(\beta)$)	-1458.25			
概似比指標 ρ^2	0.251			
修正概似比指標 $\bar{\rho}^2$	0.227			

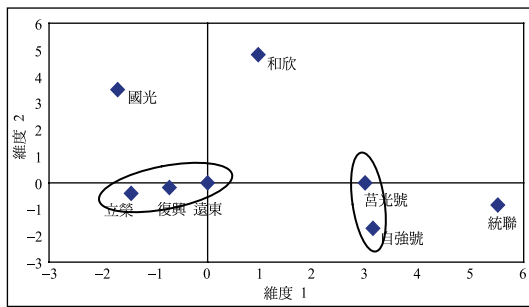


圖 5 現況運具之市場定位圖

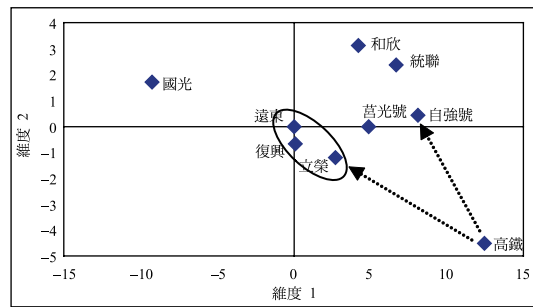


圖 6 高鐵加入之市場定位圖

從圖 5 中的市場定位圖顯示 3 家航空公司自成一集群，其中，以遠東航空與復興航空的相對距離較小。臺鐵自強號與莒光號的距離則較近，但其相對競爭性則不如 3 家航空公司之間的競爭性。3 家國道客運公司的市場定位則較分散，其中，統聯客運與國光、和欣客運兩家客運公司的距離較遠。從上述方案分布情形顯示，Co-Integrated 模式傾向於以運具別作為市場定位的依據，但其中各運具別的相對競爭關係不同，此現象可由各運具別的方案特性說明。3 家航空公司所提供的服務水準屬性相似，例如票價皆在 1,700 元左右，飛航時間則在 50 分鐘上下，故彼此之間的相對位置距離較小，屬於高度競爭關係。而 3 家國道客運公司之間的服務水準屬性變異較大，例如和欣客運的票價約為其他兩家客運的兩倍、統聯的班次則約為國光客運的 4 倍，故彼此之間的相對位置則較為分散，競爭關係相較於 3 家航空公司為低。臺鐵自強號與莒光號的競爭關係則介於前述兩者之間。由上述說明可知，各運具別內方案服務屬性的差異程度與方案間的相對距離成正比，相對位置愈近，則表示彼此之間的競爭程度愈高。

在高鐵加入後，圖 6 中的市場定位圖顯示現況運具的相對定位，仍與高鐵加入前的分布相似。三家航空公司仍屬同一集群，臺鐵自強號與莒光號亦相近，三家客運公司的市場定位則仍然較為分散，但和欣與統聯客運的相對競爭性則較為接近，此與圖 5 的情形不同，其原因在於高鐵加入後，旅運者對於旅行時間的重視程度增加，在國道客運的車內旅行時間差異不大及搭車地點相近的情況下，班次多寡成為車外旅行時間的主要差異，而和欣與統聯客運的班次差異相對較少，故兩者的市場定位位置相近。高鐵的市場定位則遠離其他方案，若以相對距離而言，則臺鐵自強號與立榮航空為其最接近的運具方案，雖然相對距離較其他方案彼此間的距離大，但此現象可能是因為二維空間的維度無法區分方案間彼此的差異（本研究曾嘗試估計三維空間的定位指定，但卻未能有效獲得收斂解。），但高鐵、臺鐵自強號與立榮航空的高度競爭性確實存在，此點亦可由 4.3 節的敏感度分析的結果獲得印證。因此，臺鐵自強號與立榮航空為高鐵最具競爭性的現況運具，換言之，高鐵加入後，上述兩替選方案的乘客轉移至高鐵的機率最大。此外，雖然莒光號的位置也界於立榮航空與臺鐵自強號中間，但在本實證的研究過程中，發現臺鐵莒光號在市場定位圖的位置並不穩定，推測可能的原因為樣本數過少。

4.3 營運策略之敏感度分析

在上述對於 Co-Integrated 模式的估計結果進行說明後，本小節將探討各營運策略的敏感度分析。由於 Co-Integrated 模式是同時整合題組一、二的旅運選擇資料，故可以探討高鐵加入前、後的運具市場。因此，以下將分成現況運具與未來運具兩種情境進行分析。

首先，本研究欲探討三種營運策略對於現況運具市場占有率的影響，各種營運策略的說明如下：

S1：單一替選方案的旅行成本減少 10%，旅行時間增加 10%。

S2：飛航卡優惠措施。

S3：飛航班次增加 10%。

上述三種營運策略對於現況直接市占率的改變整理如表 5 所示。S1 的策略是指單一替選方案的旅行成本減少 10%與旅行時間增加 10%對於自身市占率的影響 (如表 5 的第 3 列所示)，例如遠東航空實施 S1 策略後，則其市占率將增加 6.36%。從敏感度的分析結果可知，S1 策略對於 3 家航空公司的影響最有效，可分別增加 6.36%、5.88%及 5.3%，其次則為臺鐵自強號的 3.46%，但 3 家國道客運方案的市占率則反而減少，顯示 S1 策略對於高旅行成本的替選方案比較有效，這可從旅行時間價值的觀點說明之。假如平均飛機票價為 1600 元、平均飛行時間為 50 分鐘、平均機外時間 (不包含機場至目的地) 為 50 分鐘，則乘客從 S1 策略所獲得的旅行時間價值為：

$$VOT : 1600 \times 10\% / ((50+50) \times 10\%) \times 60 = 960 \text{ (元/小時)}$$

960 (元/小時) 旅行時間價值遠高於一般乘客的旅行時間價值，因此 S1 策略可以有效增進三家航空公司的市場占有率。

S2 策略是想探討航空公司的飛航卡優惠措施，對於乘客選擇航空公司的影響。遠東航空公司推出的遠東卡對於市占率具有最顯著的貢獻，高達 4.24%，其次為立榮飛行卡的 2.82%及復興鑽石卡的 2.1%，顯示在飛航卡的行銷策略方面，遠東航空公司的優惠措施較受乘客的喜愛。S3 策略是想驗證增加飛航班次是否會增加航空公司的市占率，結果顯示對於航空公司的市占率增加有限，這可由國內航空運量的供給量已經超過需求量的現象可得知。

在高鐵加入後的市占率探討方面，將以高鐵營運策略對於其他替選方案的影響為主。HS1 的營運策略與上述 S1 策略相似，說明如下：

HS1：高鐵的旅行成本減少 10%，旅行時間增加 10%。

HS1 的策略是將高鐵的旅行成本減少 10%與旅行時間增加 10%，其對於自身及其他替選方案市占率的影響 (如表 5 的最後一列所示)。若高鐵實施 HS1 策略後，可增加自身的市占率達 4.15%，相對地，其他替選方案的市占率就會降低，其中，影響最大的為臺鐵自強號的 1.76%，其次為立榮航空的 0.98%，顯示此兩替選方案與高鐵呈現高度競爭，此結果與

市場定位圖的結論相同。因此，在高鐵加入後，臺鐵自強號與立榮航空為最受威脅之現況運具。

表 5 營運策略之敏感度分析表

營運策略	航空			客運			鐵路		高鐵
	遠東	復興	立榮	國光	統聯	和欣	自強號	莒光號	
現況市占率(%)	21.27	12.65	11.33	2.81	20.31	11.65	17.07	2.91	—
S1	+6.36 ¹	+5.88	+5.3	-0.05	-0.25	-0.48	+3.46	+0.55	—
S2	+4.24	+2.1	+2.82	—	—	—	—	—	—
S3	+0.17	0.56	1.02	—	—	—	—	—	—
未來市占率(%)	13.14	5.11	5.47	2.0	13.69	7.82	7.06	1.72	44
HS1	-0.35 ²	-0.19	-0.98	0.00	-0.78	0.00	-1.76	-0.09	+4.15

備註：1.表營運策略之直接市占率增減數值；2.表營運策略之交叉市占率增減數值。

五、結論與建議

本研究的主要目的在於探討新運具—高鐵加入運輸市場後，對於旅運者選擇行為與整體運輸市場的影響。在結合選擇集合與市場定位的基礎下，重新構建整合性模式，以同時考量新運具加入前、後的兩種選擇情境。藉由客製化電腦問卷收集的敘述性偏好數據作為實證資料，研究結果顯示：

1. 結合選擇集合與市場定位的整合性模式，不但可分析旅運者的選擇行為，更可探討整體運輸市場的競爭關係。由概似比檢定結果顯示，整合性模式顯著優於單獨考慮選擇集合或市場定位的選擇模式。換言之，同時考量選擇集合與市場定位之整合模式，能夠顯著提升模式的解釋能力。此外，若以新運具加入前、後的兩組數據進行模式估計，更可探討新運具加入後，對於旅運者選擇行為及整體運輸市場的影響。
2. 在高鐵加入後對於旅運者選擇行為的影響方面，選擇集合效用函數中的旅行時間—高所得與方案選擇效用函數中的旅行時間、就業（飛機）等變數的係數值皆發生改變，顯示高鐵加入後，旅運者對於旅行時間的負面評價相對地提高。而在個體偏好的方案異質方面卻沒有顯著差異，顯示個體的選擇偏好具一致性。
3. 高鐵加入前的市場結構，主要是以運具別作為市場定位的依據，而各運具別內方案服務屬性的差異程度，則與方案間的相對距離成正比，相對位置愈近，表示彼此之間的競爭程度愈高。而在高鐵加入後，若以各方案間的相對距離遠近為依據，則臺鐵自強號、立榮航空為高鐵最具競爭性的現況運具，亦即乘客轉移至高鐵的機率最大。
4. 基於本實證研究的樣本分布前提下，在營運策略的敏感度分析中，降低旅行成本 10%

與提高旅行時間 10%，可有效增加 3 家航空公司的市占率，但卻不利於 3 家國道客運業者。若高鐵亦實施相同策略，亦可提高高鐵的市占率，但臺鐵自強號與立榮航空則面臨大量客源流失的危機。此外，遠東航空公司推出的遠東卡對於市占率具有最顯著的貢獻，而增加飛航班次則無助於航空公司市占率的提升。

上述的研究結論主要是在本研究所提出的整合性模式，以及敘述性偏好設計下的樣本蒐集所獲得之結論，但對於一個新發展的整合性選擇模式，除在構建過程中必須強調模式的理論性外，尚必須有更多的實證研究以驗證其實務的合理性。其次，雖然本研究採用電腦化的問卷設計以增加敘述性偏好情境的真實性，但仍然無法完全移去敘述性偏好設計的回應誤差，若欲改善此數據上的偏誤，則結合高鐵通車後的顯示性偏好資料是個比較好的處理方式。因此，本研究所發展的整合性模式，尚必須有更多的實證研究以強化其在實務應用上的合理性與正確性。此外，雖然本研究已利用權重模式修正母體與樣本市場占有率不一致的問題，但樣本的社經組成是否與母體呈現一致的現象，礙於目前國內並無城際旅運者背景資料庫的建立，可供研究者進行驗證比對，故此抽樣調查上的研究限制，可能造成實證結果與政策敏感度分析上的潛在誤差，後續研究者可就樣本的母體代表性進行更完整的檢定分析，以強化實證結果的可信度。最後，本研究在實證資料的蒐集與敘述性偏好的屬性設計上，多以可量化的方案屬性與受訪者特性為主，而對於質化型態的服務品質變數則較少考量，但此類變數對於相同運具不同公司（服務等級）的選擇行為可能具有顯著的影響，如何衡量及設計質化變數則是本文後續研究的主要課題。

參考文獻

1. 段良雄、王郁珍，「整合顯示性偏好與敘述性偏好數據的運具選擇模式」，*運輸計劃季刊*，第二十八卷，第一期，民國八十八年，頁 25-59。
2. 周榮昌、陳筱葳、劉祐興，「城際旅運者運具選擇行為之研究」，*中國土木水利工程學刊*，第十六卷，第二期，民國九十三年，頁 269-280。
3. 周榮昌、陳志成、李其澧、曾鵬庭，「高速鐵路完成後對航空公司之影響」，*中國土木水利工程學刊*，第十五卷，第三期，民國九十二年，頁 605-613。
4. 鄭偉強，「以敘述性偏好法探討臺鐵營運方式改變對旅運者運具選擇之影響」，逢甲大學交通工程與管理所碩士論文，民國九十四年。
5. Swait, J. D., "Probabilistic Choice Set Formation in Transportation Demand Models", unpublished Ph. D. thesis, Dept. of Civil Engineering, MIT Press, Cambridge, MA, 1984.
6. Manrai, A. K. and Andrews, R. L., "Two-stage Discrete Choice Models for Scanner Panel Data: An Assessment of Process and Assumptions", *European Journal of Operational Research*, 111, 1998, pp. 193-215.
7. Swait, J. D. and Ben-Akiva, M., "Incorporation Random Constraints in Discrete Models of Choice Set Generation", *Transportation Research B*, 21, 1987, pp. 91-102.

8. Kaul, A. and Rao, V. R., "Research for Product Positioning and Design Decisions: An Integrative Review", *International Journal of Research in Marketing*, 12, 1995, pp. 293-320.
9. Cooper, L. G., "Competitive Maps: The Structure Underlying Asymmetric Cross Elasticities", *Management Science*, 34 (6), 1988, pp. 707-723.
10. Elrod, T., "Choice Map: Inferring a Product-market Map from Panel Data", *Marketing Science*, 7 (1), 1988, pp. 21-40.
11. Chintagunta, P. K., "Measuring the Effects of New Brand Introduction on Inter-brand Strategic Interaction", *European Journal of Operational Research*, 118, 1999, pp. 315-331.
12. Horowitz, J. L. and Louviere, J. J., "What Is The Role of Consideration Sets in Choice Modeling?", *International Journal of Research in Marketing*, 12, 1995, pp. 39-54.
13. Andrews, R. L. and Manrai, A. K., "A Feature-Based Screening Model of Brand Consideration and Choice of Scanner Data", Working Paper, Department of Business Administration, University of Delaware, Newark, DE, 1995.
14. Siddarth, S., Bucklin, R. E., and Morrison, D. G., "Making the Cut: Modeling and Analyzing Choice Set Restriction in Scanner Panel Data", *Journal of Marketing Research*, 32, 1995, pp. 255-266.
15. Andrews, R. L. and Srinivansan, T. C., "Studying Consideration Effects in Empirical Choice Models Using Scanner Panel Data", *Journal of Marketing Research*, 32, 1995, pp. 30-41.
16. Haab, T. C. and Hicks, R. L., "Accounting for Choice Set Endogeneity in Random Utility Models of Recreation Demand", *Journal of Environmental Economics and Management*, 34, 1997, pp. 127-147.
17. Swait, J. D., "Choice Set Generation within The Generalized Extreme Value Family of Discrete Choice Models", *Transportation Research B*, 35, 2001, pp. 643-666.
18. Fotheringham, A. S., "Consumer Store Choice and Choice Set Definition", *Marketing Science*, 6, 1988, pp. 299-310.
19. Bronnenberg, B. J. and Vanhonacker, W. R., "Limited Choice Sets, Local Price Response, and Implied Measures of Price Competition", *Journal of Marketing Research*, 33, 1996, pp. 163-173.
20. Chiang, J., Chib, S., and Narasimhan, C., "Markov Chain Monte Carlo and Models of Consideration Set and Parameter Heterogeneity", *Journal of Econometrics*, 89, 1999, pp. 223-248.
21. 楊志文、段良雄，「考慮選擇集合與異質性之個體城際客運選擇模式」，*運輸計劃季刊*，第三十三卷，第二期，民國九十三年，頁 391-420。
22. Chintagunta, P. K., "Heterogeneous Logit Model Implication for Brands Positioning", *Journal of Marketing Research*, 31, 1994, pp. 304-311.
23. Chintagunta, P. K., "Investigating the Effects of a Line Extension or New Brand Introduction on Market Structure", *Marketing Letters*, 7 (4), 1996, pp. 319-328.
24. Chintagunta, P. K., Dube, J., and Singh, V., "Market Structure across Stores: An Application of a Random Coefficients Logit Model with Store Level Data", *Econometric Models in Marketing*, Elsevier Science: 16 Oxford, 2002, pp. 191-221.

25. Duann, L. S. and Yang, C. W., “Heterogeneous Intercity Passenger Market Positioning Model with Choice Set Generation Process”, Presented at the 10th World Conference on Transport Research, Istanbul, Turkey, 2004.
26. MaFadden, D., “Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior”, *Frontiers in Econometrics*, Academic Press, New York, 1973.
27. Ben-Akiva, M. and Lerman, S. R., *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, the MIT Press, Cambridge, MA, 1985.
28. Train, K., *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge University Press, 2003.
29. *Gauss Applications: Maximum Likelihood*, Aptech Systems Inc., Maple Valley, WA, 1995.
30. Bhat, C. R., “Quasi-random Maximum Simulated Likelihood Estimation of the Mixed Multinomial Logit Model”, *Transportation Research B*, 35, 2001, pp. 677-693.
31. Bhat, C. R., “Accommodating Variations in Responsiveness to Level-of-service Measures in Travel Mode Choice Modeling”, *Transportation Research A*, 32, 1998, pp. 495-507.
32. Louviere, J. J., Hensher, D. A., and Swait, J. D., *Stated Choice Methods: Analysis and Applications*, Cambridge University Press, New York, 2000.
33. Kroes, E. P. and Sheldon, R. J., “Stated Preference Methods: An Introduction”, *Journal of Transport Economics and Policy*, 22, 1988, pp. 11-26.
34. Bradley, M., “Realism and Adaptation in Designing Hypothetical Travel Choice Concepts”, *Journal of Transport Economics and Policy*, 22, 1988, pp. 121-137.
35. Ben-Akiva, M. and Richards, M., “Disaggregate Multimodal Model for Work Trips in the Netherlands”, *Transport Research Record*, 569, 1976.

