

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 接駁運輸對國內航空與高鐵運量影響之研究

### The Study of the Egress Modes Affects to the Domestic Air and High Speed Rail Passengers

計畫編號：NSC 93-2415-H-309-003

執行期限：93 年 08 月 01 日至 94 年 10 月 31 日

主 持 人：周宏彥 長榮大學航運管理學系  
chou9611@mail.cju.edu.tw

協同主持人：呂錦隆 長榮大學航運管理學系

計畫參與人員：許玄岡 長榮大學經營管理研究所

何明憲 長榮大學經營管理研究所

謝宗憲 長榮大學經營管理研究所

#### 一、中文摘要

國內航空站與高速鐵路場站大多遠離於市中心，若沒有便利之接駁運輸服務，將影響旅客搭乘之意願。本研究構建一城際與接駁聯合運具選擇模式，用以描述高鐵加入市場後的城際運輸之旅運行為，探討接駁運輸影響各城際運具選擇的相關因素，以提供相關單位決策之參考。本研究以台南—台北城際運輸為實證研究對象，在臺南地區各主要城際運具場站從事偏好問卷調查，蒐集旅客對新運具(高鐵)的敘述性偏好資料，並整合現搭運具的顯示性偏好資料，以建立城際運輸與接駁運輸之聯合模式。研究中以二次式校估法將下巢層的接駁運輸模式以計算包容值方式作為接駁服務屬性值，再代回上巢層的城際運具模式一併校估參數。傳統運輸服務屬性之計算方式係以包容值方式處理，文中檢討了接駁服務效用之處理方式，並提出幾種不同概念之計算方式與參數值意義。研究結果顯示：旅行時間、旅行成本、等候時間、接駁服務、所得、職業別為影響城際運具選擇的重要屬性，也就是接駁運輸服務之便利性確實對城際運具選擇有顯著影響，未來航空站與高鐵應特別重視接駁服務之問題。

**關鍵詞：**巢式羅機模式、城際運輸、接駁運輸、敘述性偏好、顯示性偏好

Abstract

The Domestic airports and the High Speed Rail (HSR) stations are almost far from the city center, so they have the problems of the location and need to the egress modes to carry the passengers to the destination. The study constructs the intercity mode choice models and the egress mode models to discuss the variables and explain the passenger behavior from origin to destination. The empirical study is the Taipei-Tainan intercity trip. We survey the respondents from several intercity mode stations in Tainan. The research method is the Nested Multinomial Logit Model (NMNL) with revealed preference data (RP) and stated preference data (SP). We use two stage choice nest concept, the lower nest is the egress mode choice and the upper one is the intercity mode choice. The NMNL model traditionally calculates the inclusive value in the lower nest as an explanatory variable to enter the upper one. In this paper, we also discuss several concepts to calculate different values as the egress service explanatory variable. The empirical result shows the main variables like as the travel time, travel cost, waiting time, income, occupation, assess service attributes. That means the advantage egress mode service can significantly affect the passengers preference for the intercity mode choice. Evaluating the Air or HSR egress service strategies, we can suggest some opinions to domestic air and HSP company to consider the important of the

egress mode service.

**Keywords:** Nested Logit Model, Intercity Transportation, Egress Mode Service, Stated Preference, Revealed Preference

## 二、緣由與目的

目前西部城際運輸走廊大眾運輸中，係以航空、鐵路及公路客運運輸共同為分擔城際旅客運送之運具，彼此運具間具有競爭之性質(Alamdari and Black, 1992; Crisalli, 1999)。通常，鐵路與公路客運之停靠據點多為都市中心或為交通樞紐，在整體運輸效能上較有優勢。航空站因有噪音與航道等之限制，使得航空站位址大多偏離都市中心，若缺乏相關接駁運輸系統之配合，航空運輸在城際運輸競爭力則顯得較為遜劣。未來，西部走廊新運具高鐵之加入，使得國內航空運輸面臨更多之挑戰(周榮昌,民92)。從高鐵既定場站設置地點而論，高鐵站與航空站一樣，均有距市中心偏遠之特性。因此國內航空運輸業或高鐵業者應考慮經營型態之轉型，思考如何能提升接駁運輸功能，以減少城際運輸之旅行時間與旅行成本，未來才能在城際運輸上有競爭與發展之空間(許巧鶯、周晏正, 民85)。本研究以台北-台南間城際運輸為實證研究，建立起迄點接駁運輸與城際運輸之整合模式，以探討接駁運輸對於航空及高鐵運量之影響，並透過數量化之客觀分析，提供航空業者與高鐵業者對於接駁運輸之重視與政策評析之參考。

為探討接駁運輸對於航空及高鐵運量之影響，本研究內容涉及城際運輸旅運行為與接駁運具選擇行為之兩部分(Morikawa,Ben-Akiva and Yamada,1991; 張顥鐘, 民 91; 陳筱葳; 民 91)。在城際運輸旅運行為方面，目前國內台北-台南之旅次行為之運具方案選擇，主要以鐵路運輸、公路客運運輸、航空運輸及私人運具為主。一般而言，在構建城際間客運運輸需

求模式時，均以主要運具之起點與迄點的旅行時間及旅行成本為依據，此均假設個體旅運行為係以車站或航空站之起迄點為考量，此忽略了個體起點所在地，與其所至迄點目的地之區位關係。Crisali(1999)及 Nuzzolo (2000)等研究指出，旅客從出發地到目的地選擇城際鐵路之旅運行為，包含了出發地到鐵路起點車站的接駁運具選擇，鐵路服務項目的選擇與起迄點鐵路車站至目的地接駁運具選擇三個決策行為。此說明了城際運輸中之及門(door-to-door)接駁運輸問題確為旅運行為中極為重要之考慮因素。本研究希望能構建一完善之城際運輸旅運行為模式，用以解釋個體旅運行為從家戶起點至迄點的行為，真實反映旅運者對於旅行時間、旅行成本或接駁運具之決策考量。

本研究構建模式時以多項羅機模式與巢式羅機模式為主，結合顯示性偏好法與敘述性偏好法(Morikawa,Ben-Akiva and Yamada,1991)之資料蒐集。透過問卷調查，實地訪問台北至台南間搭乘火車、公路客運、飛機之乘客，並至高速公路休息站訪問使用私人運具之旅行者，期能建立鐵路、公路客運、航空運輸與私人運具之城際旅運需求模式。也就是以車站起點至車站迄點，航站起點至航站迄點之旅行時間與旅行成本為主之城際運輸旅運需求模式。此運具選擇為確實之搭乘行為，屬於顯示偏好法之偏好資料。另外，本研究參考其他文獻(Crisalli,1999; Nuzzolo, 2000)對於接駁運輸之處理方式，以問卷問答方式或其他更有效率之方法蒐集旅客由旅次起點至旅次迄點之相關訊息與偏好資料，以建立起迄點接駁運具與城際運具之聯合需求模式。綜整本研究方法，需採用多項羅機(MNL)或巢式羅機(NMNL)模式建立起迄點接駁運具與城際運輸之聯合旅運需求模式，資料偏好方面則以顯示偏好法與敘述偏好法予以處理。

### 三、結果與討論

本研究實證對象為台北-台南城際運輸方案，問卷內容分為三部分，第一部分為顯示性偏好題，用以蒐集受訪旅客的各項旅次特性及現使用城際及接駁運具的屬性資料；第二部分為敘述性偏好題，針對高鐵及其接駁運具之屬性設計情境組合，以了解受訪者之使用偏好；第三部分為個人資料的調查，分析不同的社會變數將對使用者之運具選擇產生如何影響。本研究以擇基抽樣為抽樣方法，至各城際運輸場站抽取台南-台北的長途旅客從事問卷調查，總共訪問有效問卷共577份，其中公路客運150份，鐵路運具186份，航空運具193份，私人運具為48份。其中填答高鐵問項之敘述偏好資料樣本共有2885份，其中回答不會改搭高鐵者有1156之樣本資料，佔40.1%，會改搭高鐵之樣本茲料則有1729份，佔59.9%。其中又以目前使用航空運具之受訪者要改搭高鐵之情形較多，為68.7%。

本研究之模式構建與分析。係以巢式羅機(NMNL)模式為基礎，建立「接駁運具選擇模式」，將接駁運具選擇模式所產生之效用以包容值方式，帶回城際運具選擇模式一併校估參數。本研究考慮三種偏好資料之不同，分別建立顯示性偏好模式、敘述性偏好模式與整合模式，以作為城際運輸運具相互比較之基礎(如圖1，圖2架構圖)。

各模式之參數校估結果與其意義分別說明如下：

#### (一)顯示性偏好模式結果分析：

- 1、顯示性接駁運具選擇模式(如表1所示)
- 2、顯示性城際-接駁聯合運具選擇模式(如表2所示)

#### (二)敘述性偏好模式結果分析：

- 1、顯示性接駁運具選擇模式(如表3所示)
- 2、敘述性城際-接駁聯合運具選擇模式(如表4所示)

#### (三)整合顯示與敘述性偏好模式結果分析：

1、整合型接駁運具選擇模式(如表5所示)

2、整合型城際-接駁聯合運具選擇模式(如表6所示)

構建城際-接駁聯合運具選擇模式的過程中，係將接駁運具產生之效用以包容值方式計算表示之，是為接駁服務效用值。包容值的概念是將巢層內所有方案的效用加總，但以本研究為例，我們認為旅客在面對新城際運具-高鐵的接駁選擇時不一定會同時考慮所有的方案，而是憑藉以往的搭乘經驗或特定偏好來做選擇，此時包容值計算方式便不完全適用。故本研究嘗試以其他不同之方式計算接駁服務效用值，並分別校估聯合運具選擇模式之參數，以作對照比較。

有關接駁服務效用之計算方式，陳述如下：

#### (1) 加總效用值(包容值)

加總效用值係以包容值計算方式為基準，此計算方式將各城際運具下之各接駁運具效用加總，求取包容值以作為其接駁服務水準效用影響程度之處理方式。其計算方式為：

$$I'a = \ln \sum_b \exp(\alpha X_{ab})$$

#### (2) 加權平均效用值

加權平均效用值係將加總效用值除以接駁運具個數，以處理各城際運具下之接駁運具方案數可能有不相等的情形，作為其接駁服務水準之平均影響效用。以本研究為例，若為顯示性偏好模式時，現有城際運具(公路、鐵路、航空)其下皆有公車、計程車、私人運具等三種接駁方案(假設所有接駁運具皆可選)，故其平均效用值為  $\frac{Ia}{3}$ ；若考慮整合模式時，高鐵其下之接駁運具有公車、計程車、私人運具、沙崙支線、捷運線等五種，故高鐵之平均效用值為  $\frac{Ia}{5}$ 。其計算方式為：

$$I'a = \frac{Ia}{m} \quad \text{其中 } m = \text{接駁運具方案數}$$

$$Ia = \text{接駁加總效用值}$$

### (3) 最佳運具之效用值

最佳運具之效用值係考慮各城際運具下的接駁服務效用計算時，旅行者通常不會考慮所有可能使用運具之效用值，而是以其中一種最佳運具作為「及門服務」之比較值，此假設係以最理性之思考方式作處理。其計算方式為：

$$I'a = \text{Max}[U_{\text{公車}}, U_{\text{計程車}}, U_{\text{沙崙}}, U_{\text{捷運}}]$$

其中  $U$ =該接駁運具之效用值

### (4) 現搭運具之效用值

現搭運具之效用值係假設旅行者會以目前所使用之接駁運具為基準，去思考並比較不同城際運具下的接駁服務水準。其設定方式為：

$$I'a = U_{\text{現搭接駁運具}}$$

以上述各種方式所計算之結果，如表 7 所示。改變接駁服務效用的計算方式，所以各模式間之共生變數及方案特定變數的參數值差異不大，而接駁服務效用參數由高至低依序為現搭效用 (0.6373)、加總效用 (0.2053)、平均效用 (0.152)、最佳效用 (0.0351)，推測原因如下：

(1) 就加總效用與平均效用而言，由於平均效用係將加總效用除以接駁運具方案數，而高鐵其下的接駁運具方案數共五種（公車、計程車、私人運具、沙崙支線、捷運線）不同於其他城際運具的三種，故高鐵旅客的加總效用與平均效用之差距將較其他城際運具旅客來得大，使各運具中兩計算方式所產生之效用值比不再相等，因此對模式亦有不同的影響程度。

(2) 就最佳效用而言，係在各城際運具下選擇對旅行者最佳之接駁運具方案作為代表效用，而由於高鐵尚未加入市場，受訪者僅可就題目中所設定之服務水準進行接駁運具選擇，可能導致高鐵的接駁偏好過於理性而不明顯，降低其在模式內的影響程度。

(3) 就現搭效用而言，假設旅行者在各城際運具下不會改變其對接駁運具的選擇偏

好，可使高鐵的接駁偏好與其他趨於一致，增加其對模式的影響程度。

而  $\rho^2$  由最高至最低為現搭效用 (0.329)、加總效用 (0.28)、平均效用 (0.266)、最佳效用 (0.263)，表示以現搭運具之效用值做為接駁服務效用是頗為合理，較其他方式大幅增加模式的解釋能力。

## 四、計畫成果自評

本研究為 12 個月之研究計畫，因調查資料眾多，且研究過程發現其接駁效用計算之方式而進一步探討其計算方式與其意義，因此延長 3 個月時間完成。在未來的城際運輸相關研究中，研究者可參照本研究所處理之巢式羅機模式之作法，建立不同偏好資料之模式型態，探討接駁運輸對於城際運具選擇之影響，有助於未來城際運輸與接駁服務巢層架構與包容值計算方式之理論發展與研究。本研究亦提供了未來高鐵運具加入後，國內航空與其他城際運具之衝擊影響分析模式，有助於實務面應用之參考價值。本研究之研究成果可整理投相關領域之期刊。

## 五、參考文獻

1. Alamdari, F.E. and Black I.G.(1992).Passengers' Choice of Airline Under Competition: the Use of the Logit Model, Transport Reviews 12,153-170.
2. Ashford, N. and Bencheman, M.(1987).Passengers' choice of airport: An application of the Multinomial Logit Model, Transportation Research Record 1147,1-5.
3. Ben-Akiva, M.E. and Lerman, S.R.(1985).Discrete Choice Analysis Theory and Application to Travel Demand, The MIT Press, Cambridge.
4. Crisalli, U.(1999).User's Behavior Simulation of Intercity Rail Service Choice, Simulation Practice and Theory 7, 233-249.

5. Fowkes, T. , Wardman, M.(1988). The design of stated preference travel choice experiments with special reference to interpersonal taste variations, Institute for Transport Studies, University of Leeds, 27-44.
6. Hensher,, D.A.(1994). Stated Preference Analysis of Travel Choices: the State of Practice, Transportation 21,107-133.
7. Kroes, E.P. and Sheldon, R.J.(1988).Stated Preference Methods: An Introduction, Journal of Economics and Policy, 22,11-25.
8. Koppelman, F.S.(1981).Non-Linear Utility Function in Models of Travel Choice Behavior, Transportation 10,127-146.
9. Morikawa, T.(1994).Correcting State Dependence and Serial Correlation in the RP/SP Combined Estimation method, Transportation 21,153-165.
10. Morikawa, T., Ben-Akiva, M. and Yamada, K.(1991).Forecasting Intercity Rail Ridership Using Revealed Preference and Stated Preference Data, Transportation Research Record 1328,30-35.
11. Nuzzolo, A., Crisalli, U.,Gangemi,F.(2000).A Behavioral Choice model for the Evaluation of Railway Supply and Price Policies, Transportation Research Part A34, 395-404.
12. Preston, J.(1991).Demand Forecasting for New Local Rail Stations and Services, Journal of Transport Economics and Policy 25,183-202.
13. Wardman, M.(1988).A Comparison of Revealed Preference and Stated Preference Models of Travel Behavior, Journal of Transport Economics and Policy 22,71-92.
14. 周榮昌，高速鐵路完成後對航空運輸之影響，中國土木水利工程學刊，第十五卷，第三期，頁 605-613，民國 92 年。
15. 張顥鐘，「以敘述性偏好法探討迄點屬性對城際旅運者運具選擇行為之影響」，國立成功大學都市計劃研究所碩士論文，民 91 。
16. 許巧鶯、周晏正，都會區內場站與快速道路配置型態對高鐵與航空市場範圍之影響，運輸學刊，第九卷，第一期，頁 41-64，民國 85 年。
17. 陳筱葳，「城際旅運者運具選擇行為之研究」，逢甲大學交通工程與管理研究所碩士論文，民國 91 年。
18. 段良雄、李奇，敘述偏好與顯示偏好模式之比較，運輸計劃季刊，第二十五卷，第二期，頁 189-208，民國 85 年。
19. 段良雄、劉慧燕，敘述偏好模式之實驗設計與校估方法，運輸計劃季刊，第二十五卷，第一期，頁 1-44，民國 85 年。
20. 謝文淵，「高鐵高北城際旅客旅次規劃行為之研究」，國立成功大學交通管理研究所碩士論文，民國 91 年。
21. 藍武王，高速鐵路對台灣西部地區運輸之衝擊，中華道路，第 30 卷，第一期，頁 15-22，民國 80 年。
22. 魏健宏、余駿祺，高鐵通車後城際公路客運業因應策略之探討，都市交通，第十七卷，第一期，頁 1-15，民國 91 年

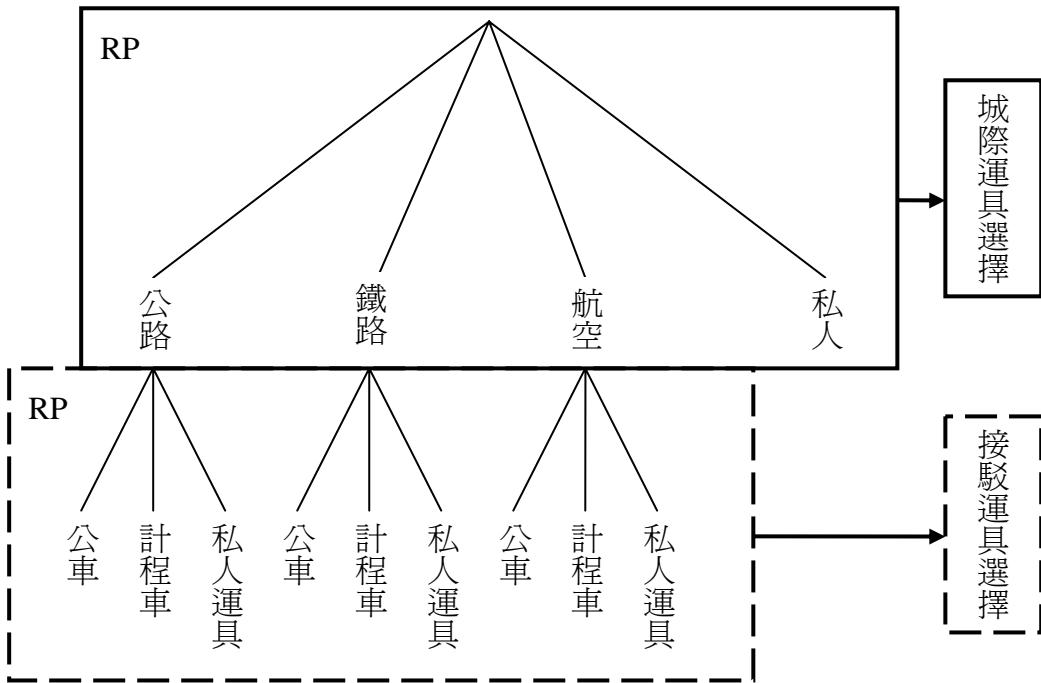


圖1 顯示偏好巢式羅結構圖型

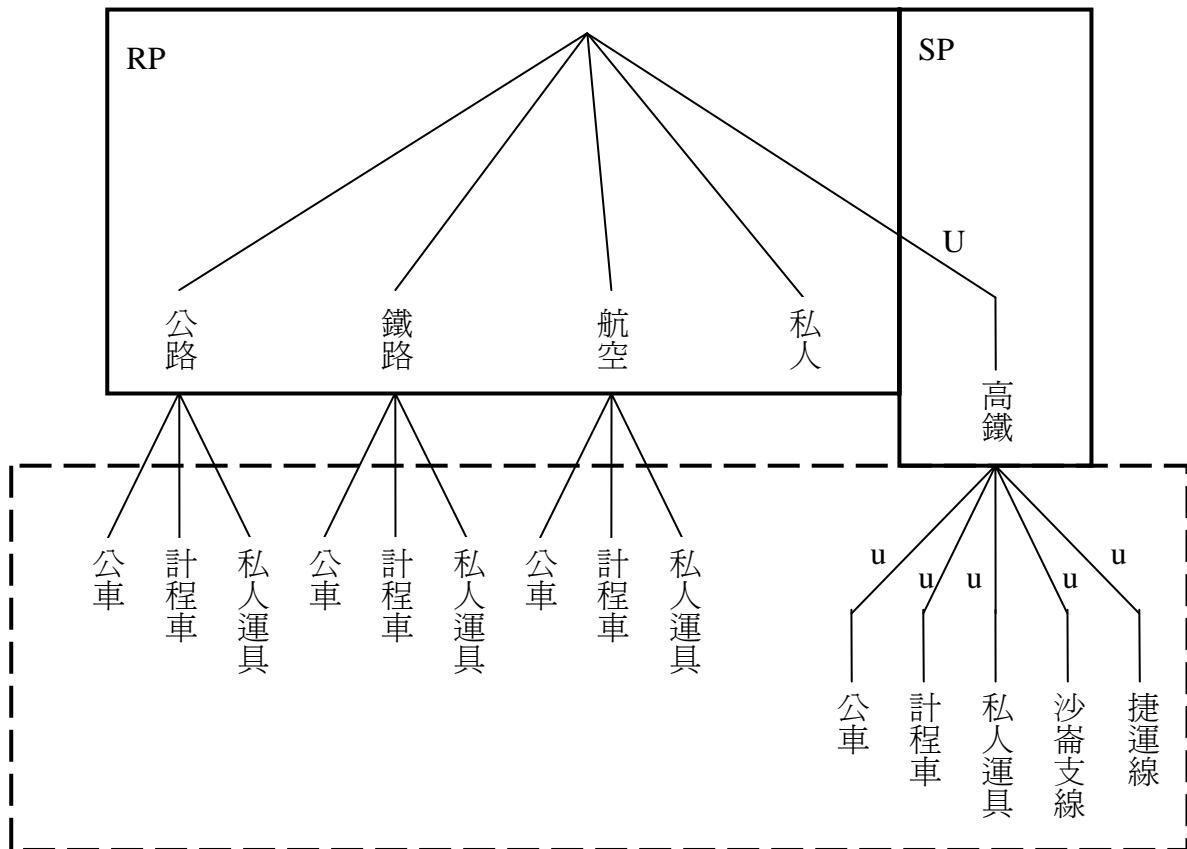


圖2 整合模式巢式羅機結構圖型

表1顯示性接駁運具選擇模式校估結果

變數名稱	參數估計值 (t值)
公車方案虛擬變數	-0.8645 (-0.531)
計程車方案虛擬變數	-2.7216 (-3.709)
接駁時間 (分鐘)	-1.3043 (-1.152)
接駁成本 (元)	-0.4336 (-1.193)
接駁等候時間 (分鐘)	-0.2802 (-0.936)
高所得者【計程車】	0.8333 (3.158)
學生身分【公車】	0.8708 (2.199)
LL (0)	-1.09861
LL ( $\beta$ )	-0.587861
$\rho^2$	0.465
樣本數	529

表2 顯示性城際-接駁聯合運具選擇模式

變數名稱	參數估計值 (t值)
鐵路方案虛擬變數	0.6765 (1.233)
航空方案虛擬變數	1.9018 (0.875)
私人方案虛擬變數	2.5185 (4.311)
旅行時間 (分鐘)	-0.1374 (-2.140)
旅行成本 (元)	-0.2933 (-3.380)
等候時間 (分鐘)	-0.2376 (-1.956)
接駁服務水準【公路、鐵路、航空】	0.1942 (3.599)
高所得者【航空】	0.8427 (3.687)
學生身分【公路、鐵路】	0.7554 (3.451)
LL (0)	-1.13351
LL ( $\beta$ )	-0.994428
$\rho^2$	0.123
樣本數	577

表3 敘述性接駁運具選擇模式（適用選搭高鐵之樣本）

變數名稱	參數估計值 (t值)
公車方案虛擬變數	0.9233 (6.672)
計程車方案虛擬變數	-0.9240 (-4.947)
沙崙方案虛擬變數	1.6443 (8.547)
捷運方案虛擬變數	2.2226 (12.944)
接駁時間 (分鐘)	-0.0498 (-0.916)
接駁成本 (元)	-0.1425 (-2.423)
接駁等候時間 (分鐘)	-0.6764 (-12.527)
高所得者【計程車】	0.8756 (5.351)
學生身分【公車、捷運】	0.2905 (2.521)
LL (0)	-0.76195
LL ( $\beta$ )	-0.610915
$\rho^2$	0.198
樣本數	1729

變數名稱	參數估計值 (t值)
鐵路方案虛擬變數	0.4968 (3.066)
航空方案虛擬變數	1.7861 (3.095)
私人方案虛擬變數	1.5946 (8.148)
高鐵方案虛擬變數	2.0270 (4.614)
旅行時間 (分鐘)	-0.0584 (-3.100)
旅行成本 (元)	-0.1610 (-10.864)
等候時間 (分鐘)	-0.3558 (-4.911)
接駁服務水準【公路、鐵路、航空、高鐵】	0.1463 (6.721)
高所得者【航空】	0.6312 (4.886)
學生身分【公路、鐵路】	1.0594 (11.773)
LL (0)	-1.40416
LL ( $\beta$ )	-1.02808
$\rho^2$	0.268
樣本數	2885

表4 敘述性城際-接駁聯合運具選擇模式

表5整合型之接駁運具選擇模式

變數名稱	參數估計值 (t值)
公車方案虛擬變數	0.5953 (2.730)
計程車方案虛擬變數	-1.8224 (-8.715)
沙崙方案虛擬變數	4.1199 (9.914)
捷運方案虛擬變數	6.2840 (15.824)
接駁成本 (元)	-0.9380 (-7.851)
接駁等候時間 (分鐘)	-2.0916 (-14.137)
高所得者【計程車】	1.9831 (9.365)
學生身分【公車、捷運】	0.1083 (0.755)
尺度因子	0.31
LL (0)	-1.16484
LL ( $\beta$ )	-0.82482535
$\rho^2$	0.292
樣本數	2787

表6整合型之城際-接駁聯合運具選擇模式

變數名稱	參數估計值 (t值)
鐵路方案虛擬變數	0.7593 (4.192)
航空方案虛擬變數	2.6353 (3.877)
私人方案虛擬變數	2.2439 (10.810)
高鐵方案虛擬變數	1.7295 (1.978)
旅行時間 (分鐘)	-0.0755 (-3.279)
旅行成本 (元)	-0.2557 (-11.392)
等候時間 (分鐘)	-0.3419 (-4.860)
接駁服務水準	0.2053 (6.320)
高所得者【航空】	0.6012 (4.685)
學生身分【公路、鐵路】	1.0448 (11.654)
尺度因子	0.60
LL (0)	-1.40416
LL ( $\beta$ )	-1.0280903
$\rho^2$	0.268
樣本數	2885

表5 考慮不同接駁服務屬性計算方式之整合城際-接駁聯合運具選擇模式

變數名稱	參數估計值 (t值)			
	MIX1【加總】	MIX2【平均】	MIX3【最佳】	MIX4【現搭】
接駁服務水準	0.2053 (6.320)	0.1520 (4.764)	0.0351 (1.447)	0.6373 (18.257)
鐵路方案虛擬變數	0.7593 (4.192)	0.7635 (4.338)	0.8690 (4.224)	0.5537 (2.383)
航空方案虛擬變數	2.6353 (3.877)	2.6318 (4.022)	2.9932 (3.851)	1.9933 (2.280)
私人方案虛擬變數	2.2439 (10.810)	2.1659 (10.257)	2.3637 (10.476)	1.6777 (7.533)
高鐵方案虛擬變數	1.7295 (1.978)	1.7753 (2.138)	1.3630 (1.155)	1.1548 (1.233)
旅行時間(分鐘)	-0.0755 (-3.279)	-0.0754 (-3.447)	-0.0793 (-3.173)	-0.0975 (-3.424)
旅行成本(元)	-0.2557 (-11.392)	-0.2563 (-11.166)	-0.2916 (-11.046)	-0.2405 (-10.514)
等候時間(分鐘)	-0.3419 (-4.860)	-0.3421 (-5.006)	-0.3295 (-4.566)	-0.3195 (-4.196)
高所得者【航空】	0.6012 (4.685)	0.6067 (4.702)	0.6199 (4.810)	0.5587 (4.230)
學生身分【公路、鐵路】	1.0448 (11.654)	1.0367 (11.551)	1.0087 (11.326)	1.1664 (12.204)
尺度因子	0.60	0.60	0.48	0.71
LL (0)	-1.40416	-1.40416	-1.40416	-1.40416
LL ( $\beta$ )	-1.0280903	-1.0312507	-1.0349245	-0.941833
$\rho^2$	0.268	0.266	0.263	0.329