

旅運者運具選擇行為異質性之研析： 混合羅吉特模式之應用¹

MODELING MODE CHOICE BEHAVIORS BY USING MIXED LOGIT MODELS

邱裕鈞 Yu-Chiun Chiou²

溫傑華 Chieh-Hua Wen³

陳韋穎 Wei-Ying Chen⁴

王穆衡 Mu-Han Wang⁵

傅 強 Chiang Fu⁶

曾幸敏 Hsing-Min Tseng⁷

林育瑄 Yu-Shiuan Lin³

(102 年 1 月 11 日收稿，102 年 12 月 3 日第 1 次修改，
103 年 1 月 2 日第 2 次修改，103 年 4 月 15 日定稿)

摘 要

由於臺灣地區之旅運者相當依賴使用私人運具，不僅使得旅運者在有

-
1. 本文為交通部運輸研究所合作研究計畫（計畫編號：MOTC-IOT-100-MEB010）之部分成果。
 2. 國立交通大學運輸與物流管理學系教授（聯絡地址：100 臺北市中正區忠孝西路 1 段 118 號 4 樓國立交通大學運輸與物流管理學系；電話：02-23494940 分機 57653；E-mail：ycchiou@mail.nctu.edu.tw）。
 3. 逢甲大學運輸科技與管理學系教授。
 4. 交通大學交通運輸研究所碩士。
 5. 交通部路政司副司長。
 6. 交通大學運輸與物流管理學系博士候選人暨交通部運輸研究所助理研究員。
 7. 交通部運輸研究所經營管理組研究員。

限的道路容量下會產生交通壅塞問題，對於環境亦會造成汙染。鼓勵旅運者多使用公共運輸無疑是最有效的改善對策之一。此外，由於公共運輸服務水準及使用私人運具的便利程度，會因旅運者居住地區而異，因此，本研究在分析旅運者之運具選擇行為時，先依據旅運者居住地區分為 3 群，並分別建立該地區之運具選擇模式。同時利用可分析異質性的混合羅吉特模式加以模化。推估結果顯示，分群所建立的混合羅吉特模式皆顯著優於多項羅吉特模式，表示運具選擇行為確實存在個體異質性。最後，進行彈性分析及市場占有率預測，以了解提昇公共運輸使用率的關鍵因素，並提出對應的市場行銷及改善策略。

關鍵詞：運具選擇；混合羅吉特模式；多項羅吉特模式

ABSTRACT

Due to the high dependency on private vehicles of travellers in Taiwan, the traffic conditions in many surface roadway systems are rather congested with serious problems of energy consumption and emissions. To promote the usage of public transportation is undoubtedly the one of the most effective countermeasures. Additionally, to acknowledge the remarkably different service levels of public transportation and different convenient levels in using private vehicles in different residential areas, significant differences must exist in their mode choice preferences and decisions. Thus, the heterogeneity of mode choice behaviors should be analyzed. Accordingly, this study separately develops the mode choice models for those travellers living in the districts/townships with different levels of population density by using mixed logit models (MXL). The estimation results show that MXL models for three groups perform significantly better than multinomial logit models in terms of likelihood ratio tests, suggesting the existence of heterogeneity in mode choice behaviors. Finally, elasticity analysis and marketing share prediction are conducted to identify the key factors for promoting public transportation. Corresponding marketing and improvement strategies for public transportation are then proposed accordingly.

Key Words: Mode choice behaviors, Mixed logit model, Multinomial logit model

一、前言

近年來，亞洲國家的旅運者相當偏好使用私人運具，在都市內部擁有汽機車高持有率，不僅使得旅運者在有限的道路容量下會產生交通擁塞的問題，對於環境也會造成汙染。為了改變旅運者的旅運結構，政府可提出抑制使用私人運具的政策，或是改善目前公共運輸環境兩大方向。根據交通部自民國 100 年 1 月截至 8 月底針對機動車輛持有數的統

計資料顯示，目前臺灣汽車（包含大客車、大貨車、小客車及小貨車）的車輛登記數為 22,068,440 輛，機器腳踏車（包含重型及輕型）的車輛登記數為 15,077,394 輛，而目前臺灣家戶人口數為 8,022,520 戶，平均每戶擁有 2.8 輛汽車及 1.9 輛機車，與美國 2011 年統計資料平均每戶 1.9 輛汽車相較之下，臺灣每戶所擁有的私人運具較美國多。而在臺灣地區地狹人稠之環境，交通運輸亦造成問題，近年來政府對交通運輸環境相當重視，但每逢假期各地區除交通擁擠外，高密度的交通環境更容易造成交通事故，不管舒適、效率及安全都備受挑戰。

為解決交通擁擠之問題，交通部於民國 99 年~101 年實施 150 億公路公共運輸發展計畫，由人本及永續發展之基礎推行，目的為改變目前公共運輸環境，提升旅運者搭乘公共運輸之意願，減少私人運具的使用，以降低交通擁擠及事故機會發生。本研究研究重點是提供改善之公共運輸政策來觀察旅運者對運具之選擇是否會有改變，並利用問卷調查分析臺灣各地區運具選擇行為。由於此方式係評估公路公共運輸發展政策最直接且有效衡量的方式，因此將全國旅運者之運具選擇模式作為本研究之重點。

過去分析運具選擇之研究僅針對一般旅運特性及個人社經特性，容易使得模式解釋能力不足，故本研究將加入潛在變數，可顯示旅運者對運具主觀認知的感受（如方便性、可靠性、安全性及舒適性等），以真實反應旅運者在運具選擇中之行為。對於運具選擇之研究以往較常使用多項羅吉特模式進行分析，然而多項羅吉特模式是假設個體皆為同質，這項假設較不符合實際情況。因此近年來發展混合羅吉特模式可判斷旅運者本身偏好之異質性，本研究亦利用混合羅吉特模式，並比較與傳統多項羅吉特模式之間的差異，反映出旅運者真實之運具選擇行為。最後選定最適模式建立旅運者運具選擇情況，藉以衡量公共運輸發展實質效益，並提出相關改善建議。此外，本研究為了解旅運者對需求反應運輸（demand responsive transit service, DRTS）之選擇偏好，以作為未來需求反應運輸系統的規劃及設計。因此，本研究所建構之運具選擇模式除了探討現有之公共運輸系統外，也一併納入此一未來公共運輸系統。

二、文獻回顧

2.1 旅運者運具選擇行為之研究

由於個體選擇模式之發展，運用於旅運者運具選擇行為之相關文獻不勝枚舉。以下就國內外有關旅運者運具選擇行為之研究進行回顧，並據以彙整往相關文獻所採用之模式及解釋變數。

在歐美國家，Yanez 等人^[1]使用混合羅吉特模式研究智利聖地牙哥之新運具進入後對當地居民運具選擇的影響，其結果顯示，所納入的潛在變數會是影響旅運者運具轉移之關鍵變數。Diana^[2]對法國國家運輸研究院工作者進行運具選擇之問卷調查，除了擇旅次特性外亦詢問旅運者有關感受之問項及受訪者對該旅次之看法。旅運者除填答實際情況之問

題外，並需回答敘述性偏好之問項，其結果顯示有關感受之問項與受訪者是否產生運具轉移會有正向之關係。Cervero^[3] 利用多項羅吉特模式針對美國馬里蘭州蒙哥馬利市 (Montgomery) 之運具選擇進行研究。Niemeier^[4] 利用多項羅吉特模式分析白天工作旅次之旅運者使用汽車或大眾運輸到達目的地之比例。

在澳洲地區，O'Fallon 等人^[5] 使用巢式羅吉特模式研究澳洲紐西蘭 3 大都市之汽車駕駛者在早上尖峰期旅次時有限制是否會影響旅運者之運具選擇。Hensher 與 Reyes^[6] 利用巢式羅吉特模式及混合羅吉特模式研究澳洲雪梨大都會區旅運者受到旅次鏈影響而產生運具轉移之可能性。回顧亞洲地區之研究，包含 Li 等人^[7] 利用混合羅吉特模式對中國大陸北京每日通勤之居民旅運行為進行研究。Shen^[8] 使用混合羅吉特模式對對日本埼玉縣和東大阪地區之旅運者回答敘述性偏好資料進行運具選擇研究之分析。Lee 等人^[9] 利用混合羅吉特模式及潛在類別模式對日本廣島西北住宅區之居民進行提供汽車駕駛者延遲時間之交通資訊下，受訪者是否會產生運具轉移之研究。

在我國研究運具選擇的文獻亦很多。其中，魏嘉儀^[10] 對三鶯之偏遠地區居民之運具選擇進行研究，並加入需求反應運輸 (DRTS)，觀察新運具在當地之影響。賴文泰與呂錦隆^[11] 應用涉入理論對運具選擇進行研究，利用問卷方式針對大眾運具、小客車及機車等運具方案進行調查。結果顯示，不同涉入程度旅運者之運具選擇行為會有差異，模擬結果亦顯示票價優惠對於高涉入族群的效果明顯高於低涉入族群。

由上述國內外文獻回顧可知，在探討旅運者運具選擇行為之研究中，除了調查其旅次特性、社經特性和服務水準外，在納入潛在變數後更能反映旅運者的選擇行為也能提高模式解釋能力。在模式的運用包含多項羅吉特模式、巢式羅吉特模式、混合羅吉特模式及潛在類別模式等，然因各模式皆具有不同之使用特性，本研究主要為建構各地區具代表性之運具選擇模式，且判斷旅運者偏好之異質性，故最後選定混合羅吉特模式。

2.2 運具選擇行為之考量變數

影響旅運者選擇運具之變數主要包含可直接衡量及不可直接衡量的變數，亦即外顯變數和潛在變數。以下就兩類變數加以彙整，如表 1。

2.2.1 外顯變數

1. 社經特性

就社經特性，如性別^[1,3,5,7,10,12]、年齡及所得^[1,5,6,10,13] 等，涉及旅運者個人特性之變數皆為重要變數，其中，所得又分為個人所得及家戶所得。關於汽機車持有數^[3,5,6,12] 亦為一重要變數。而特別之處在於有許多文獻認為家中是否有要上學之小孩^[5,13] 亦會影響旅運者之運具選擇。

2. 旅次特性

旅次特性常見之變數有旅次目的^[7,12]、車次頻率^[5,9,13]、同行人數^[8,10] 及旅次長度^[5,12,13]。另外有文獻加入其他變數，如轉乘^[12,13]、起訖點時間^[1,12,13]、共乘時間^[13] 及土地使

用^[3]等。

表 1 國內外運具選擇行為研究考量之影響變數

作者 (年代)	外顯變數														潛在變數				
	社經特性						旅次特性					與運具相關變數							
	性別年齡	所得	教育程度	職業	汽機車數	其他	旅次目的	車次頻率	同行人數	旅次長度	其他	車內時間	車外時間	旅行成本	舒適性	安全性	方便性	可靠性	其他
Diana ^[2] (2010)											✓	✓	✓	✓	✓			✓	✓
Dissanayake 與 Morikawa ^[13] (2010)	✓	✓		✓		✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Yanez 等人 ^[1] (2010)	✓	✓	✓								✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Li 等人 ^[7] (2010)	✓						✓				✓			✓	✓				
Shen ^[8] (2009)									✓			✓		✓					
O'Fallon 等人 ^[5] (2004)	✓	✓		✓	✓	✓		✓		✓	✓			✓					
Lee 等人 ^[9] (2003)								✓				✓	✓	✓			✓	✓	✓
Cervero ^[3] (2002)	✓			✓	✓						✓	✓	✓	✓					
Hensher 與 Reyes ^[6] (2000)	✓	✓			✓	✓													
Niemeier ^[4] (1994)											✓	✓	✓	✓					
魏嘉儀 ^[10] (民 100)	✓	✓	✓						✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
溫傑華等人 ^[12] (民 98)	✓	✓			✓		✓			✓	✓	✓		✓					

3. 與運具相關之服務水準變數

最常見會納入運具選擇模式中之變數包含車內時間、車外時間及旅行成本^[1-4,9,10,13]。

2.2.2 潛在變數

絕大部分探討運具選擇之相關文獻均會納入上節所述之可衡量變數，事實上有關心理之知覺、態度及環境等無法直接衡量的變數亦會影響旅運者對運具之選擇^[1,14]。因此，納入潛在變數將可更準確地反映出旅運者真實的運具選擇行為。以下有關運具選擇行為探討到之潛在變數，其詳細說明如下：

舒適性是指車內座椅舒適度或空調舒適程度等^[1,2,7,10,13]；安全性包含車輛的安全滿意度、司機的駕駛安全滿意度等^[1,10,13]；方便性指的是運具選擇的多寡、車輛班次密集度等^[1,9,10,13]；可靠性是指發車及到達時間的準確度、資訊顯示準確度等^[1,2,9,10,13]；其他包含彈性，亦指服務靈活性、改變旅次可能性^[2]及環境^[9]等。

2.3 小結

透過有關運具選擇行為之文獻回顧後發現，最基本會使用之模式為多項羅吉特模式，其主要目的是要尋找顯著影響旅運者運具選擇之變數。本研究在變數之選定除了旅運者社經特性、旅次特性以及與運具相關之服務水準變數外，亦納入近年來許多學者皆認為重要之潛在變數，除了更貼近旅運者的感知，也能提升模式之解釋能力。

而在進行個體選擇模式之研究最主要欲了解不同旅運者之運具選擇行為，透過模式找出顯著影響旅運者行為之變數後，方可對不同特性旅運者執行差異性之政策。因此，本研究最終利用可處理個體偏好異質性之混合羅吉特模式進行分析，使模式結果能夠更貼近旅運者對運具選擇之真實情況。

三、研究方法

3.1 基礎模式理論

個體選擇模式是應用消費者效用理論作為基礎，一般認為消費者在選擇時會比較各方案，並且選擇一個效用最大之方案，亦即效用理論是假設決策者會選擇對自己最大化之效用。其效用可分成可衡量部分 (V_{in}) 與不可衡量之誤差項部分 (ε_{in})，一般函數形式如式 (1)：

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

其中，可將可衡量部分假設成可加之函數如式 (2)：

$$V_{in} = \alpha_i + \beta_t X_{in} \quad (2)$$

其中， α_i ：方案 i 之常數； X_{in} ：決策者對方案之屬性向量； β_t ：待校估之參數向量。

再者，針對誤差項 ε_{in} 做不同分配假設，可推導出不同型態之個體選擇模式。個體選擇模式中基礎之模式為多項羅吉特模式 (multinomial logit models, MNL)，該模式假設方案誤差項為分配相同且互相獨立 (independent and identical distribution, IID) 之 Gumbel 分配，其機率形式如式(3)：

$$P_{in} = \frac{e^{V_{in}}}{\sum_{j \in C_n} e^{V_{jn}}} \quad (3)$$

其中， P_{in} 為旅運者 n 選擇替選方案 i 之機率； V_{in} 為此 i 方案對受訪者的可衡量效用。

雖然多項羅吉特模式之機率計算較簡單且容易校估，然而，當各替選方案具有相關性或處理參數異質性之情形時，則不適合使用多項羅吉特模式。

3.2 整合顯示性偏好及敘述性偏好法理論

本研究之資料型態除了決策者實際經驗之顯示性偏好 (RP) 資料外，亦蒐集敘述性偏好 (SP) 資料。雖然敘述性偏好法被廣泛的應用於對新方案之預測，但由於資料是透過情境假設方式選擇。因此，為了避免與母體市場產生不符之情況，結合顯示性偏好及敘述性偏好的資料可提升模式預測之有效性。

顯示性偏好與敘述性偏好之方案選擇效用函數如式 (4) 及 (5)：

$$U_{in}^{RP} = V_{in}^{RP} + \varepsilon_{in}^{RP} = \alpha^{RP} + \beta^{RP} X_{in}^{RP} + \varepsilon_{in}^{RP} \quad (4)$$

$$U_{jn}^{SP} = V_{jn}^{SP} + \varepsilon_{jn}^{SP} = \alpha^{SP} + \beta^{SP} X_{jn}^{SP} + \varepsilon_{jn}^{SP} \quad (5)$$

其中， U_{in}^{RP} 與 U_{jn}^{SP} 分別為顯示性偏好方案 i 與敘述性偏好方案 j 效用函數； V_{in}^{RP} 與 V_{jn}^{SP} 分別為顯示性偏好及敘述性偏好之可衡量效用； ε_{in}^{RP} 與 ε_{jn}^{SP} 分別為顯示性及敘述性偏好之不可衡量效用； β^{RP} 與 β^{SP} 分別為顯示性及敘述性偏好之待校估之參數向量； X_{in}^{RP} 與 X_{jn}^{SP} 分別為決策者對顯示性及敘述性偏好之屬性向量。

然而，由於兩種資料之型態不同，反應之變異程度會有差異，主要是在假設誤差項變異數之部分 (Ben-Akiva 與 Morikawa^[15])。透過尺度參數可將兩誤差項變異程度進行調整如式 (6) 所示：

$$\text{Var}(\varepsilon_i^{RP}) / \text{Var}(\varepsilon_i^{SP}) = (\theta^{SP})^2 / (\theta^{RP})^2 \quad (6)$$

尺度因子的大小會直接影響模式中變數係數，且由於無法分離出尺度因子與其他變數係數，因此必須選定其中一種資料的尺度因子令其為 1 (通常令 θ^{RP} 為 1)，並經由係數的比較求得 θ^{SP} ，當 θ^{SP} 小於 1，則表示敘述性偏好資料變異程度大於顯示性偏好資料，並且反映出利用敘述性偏好實驗設計方法具有增加屬性變異之特性。

3.3 異質性模式之理論

混合羅吉特模式 (mixed logit models, ML) 是為了處理每位決策者偏好非均質之情形 (McFadden 與 Train^[16])，亦即考慮個體異質性，允許效用函數中之屬性參數可呈現某種機率分配。其效用可寫如式 (7)：

$$U_{in} = \sum_k \beta_{nk} X_{ink} + \varepsilon_{in} \quad (7)$$

$$\beta_{nk} = \beta_k + \sigma_k Z_{nk}$$

其中， β_{nk} 參數主要係處理異質之部分，然因 β_{nk} 納入效用函數中會使其成為開放型 (open-form) 之數學式，必須採用最大模擬概似估計法 (maximizing simulated log-likelihood function, SLL) 計算參數向量。混合羅吉特模式假設邊際效用會服從某種分配形式，如常態、三角、對數常態及均等分配等連續分配。因此，其機率如式 (8)：

$$P_{it} = \int L_{it}(\beta) f(\beta) d\beta = \int L_{it}(\beta) f(\beta|\theta) d\beta \quad (8)$$

其中，機率密度函數 $f(\beta|\theta)$ ，其中 θ 為各參數向量之平均值與變異數。公式可寫成如式 (9)：

$$\theta = (\text{mean, variance}) \quad (9)$$

由於必須視模式推估結果來決定適合之分配方式，進行變數嘗試時應先從常態分配診斷偏好之變異，若一開始就使用其他分配方式會增加計算的複雜度並且降低數值收斂的速度 (Arunotayanun 與 Polak^[17])。

四、問卷設計與調查

4.1 問卷設計

為了充分了解全國旅運者之運具選擇行為，本研究透過問卷調查的方式蒐集各地區旅運者對於運具選擇行為之相關資料。本問卷內容共分為 4 大部分，第 1 部分為旅次特性；第 2 部分為運具使用特性，包含旅運者主要使用之運具以及對可使用運具之滿意程度，其中滿意程度是受訪者對運具之主觀感受，透過李克特 5 尺度量表來進行評分，此部分會作為後續服務變數之用；第 3 部分為敘述性偏好，用以設計情境問題，並透過變動之屬性水準值來獲得受訪者對方案之偏好；第 4 部份則為社經特性。

第 1 部的問項，主要在調查受訪者之運輸旅次之特性，包含旅次目的、旅次平均發生頻率、同行人數、預計出發時間及行程安排、實際出發時間及行程安排以及該旅次之起迄點。第 2 部分問項，主要調查旅次運具使用之特性，包含主要搭乘的運輸工具是私人運輸工具或公共運輸工具，並各針對各種運具之步行時間、車內時間、車外時間、停車時間、停車費、油資等相關特性進行調查。第 4 部份為個人基本資料包含性別、年齡、職業、學歷等，此外尚調查家戶基本資料，包含家戶總人口數、家戶工作人數、家戶組成 (幼童及老人年齡及人數)、家戶持有駕照數、戶長職業與教育程度、家戶年所得、家戶汽機車總數等。

第 3 部分是蒐集敘述性偏好資料，需先對問卷進行實驗設計。本研究參酌國內外 DRT 營運模式的相關資料後，研擬 DRT—計程車與 DRT—小巴士兩種可能方案供受訪者選擇，其兩者之差異說明如表 2 所示。

表 2 DRT—計程車與 DRT—小巴士之型態比較

屬性變數	DRT—計程車	DRT—小巴士
票價	較高，仍低於一般計程車	較低，仍高於傳統公車
步行至站時間	較短，無異於一般計程車	較長，仍低於傳統公車
預約時間	較短	較長
車內時間	較短，無異於一般計程車	較長
與他人共乘之座位數	較少	較多

在票價方面，DRT－計程車因共乘人數較 DRT－小巴士少，故設定之票價較高；步行至站時間因小汽車機動性較高，故步行至站時間相對較低；在預約時間，因 DRT－計程車乘載人數相對較 DRT－小巴士少，故前置時間相對較短；在車內時間，DRT－計程車所花時間亦較短，而 DRT－小巴士因行駛路線具有彈性，使車內時間較傳統公車具競爭力；最後在共乘人數方面，受限於車型大小，DRT－計程車所能共乘之人數有限，較 DRT－小巴士人數來得少。

敘述性偏好為獲取受訪者對於不同替選方案之偏好，需進行實驗設計，而對於 DRT－計程車及 DRT－小巴士兩者之水準值推估原則說明如下：

(一) DRT－計程車

1. 票價

由於 DRT－計程車之經營模式採預約方式，費用大致介於一般計程車與自用小客車之間，故 3 個屬性水準值假設為自用小客車與一般計程車之平均價格，即 55、125 及 205 元。為求受訪者填答具有差異性，將估計值經微調後採用 80、150 及 180 元 3 個水準值。

2. 步行至約定上車地點的時間

若以每分鐘可步行 80 公尺之方式計算出步行 1 公里需花費 12.5 分鐘，又因 DRT－計程車機動性較高，故所需花費之旅行時間相對較短。假設旅運者步行距離為 0、100 及 200 公尺，則可推算出步行時間約為 0、1.25 及 2.5 分鐘，最後為求受訪者能具有差異性而將其估計值調整為 0、1 及 3 分鐘等 3 水準值。

3. 預約時間

參考魏嘉儀^[10]之屬性水準值設計，其研究訂為 60 分鐘（1 小時）、360 分鐘（6 小時）、720 分鐘（12 小時）之水準值。本研究認為 DRT－計程車與他人共乘數至多為 3 人，加上前置作業規劃路線與配對共乘對象較為簡單，無需太長時間即可完成，故修正為 60 分鐘（1 小時）及 240 分鐘（4 小時）兩水準值。

4. 車內時間

若以計程車於市區行駛速率每小時 50 公里計算，可推算出 2、7 及 12 公里平均值之旅行時間約為 2.4、8.4 及 14.4 分鐘。為求符合現實情況仍須微調旅行時間，故最後修正為 12、16 及 18 分鐘之 3 個水準值。

5. 共乘人數

DRT－計程車為小型車，共乘人數最多 4 人。排除與他人共乘人數 0 人，與他人共乘人數訂定為 1 及 2 人兩個水準值。

(二) DRT－小巴士

1. 票價

臺灣有一半以上地區之市區公車計費方式皆以站數（段票）計費為主，而全國公車票

種大致可分為優待票、學生票和全票等。因此，本研究參考全國市區公車票價，其屬性水準值之基準假設為行駛一段票之站數距離範圍內，可得 15 元之票價。但考慮到 DRT 小巴士營運模式較為複雜，經營成本相對於傳統公車服務較高，且服務品質也優於傳統公車，故將其推估計算所得之估計值調整，最後可得 25、40 及 50 元等 3 個水準值。

2. 步行至約定上車地點的時間

若以每分鐘可步行 80 公尺之方式計算出步行 1 公里需花費 12.5 分鐘，又因 DRT—小巴士機動性較低，故所需花費之旅行時間相對較長。假設旅運者步行距離為 400 及 600 公尺，可推估計算出步行時間約為 5 及 7.5 分鐘，為求受訪者填答能具有差異性而將估計值調整，最後得到 5 及 8 分鐘之兩個水準值。

3. 預約時間

參考魏嘉儀^[10]之屬性水準值設計，其研究為 180 分鐘 (3 小時)、600 分鐘 (10 小時) 及 1440 分鐘 (24 小時) 水準值設計，但本研究認為 DRT—小巴士與他人共乘數至多為 12 人，且前置作業規劃路線與配對共乘對象較為複雜，須較長時間才可完成，但營運模式採預約規劃，應不需至 1440 分鐘 (24 小時) 的事前預約時間，故修正簡化為 300 分鐘 (5 小時)、480 分鐘 (8 小時)、960 分鐘 (16 小時) 等 3 個水準值。

4. 車內時間

公車於市區行駛速率以每小時 40 公里計算，以此作為基準可推算出 2、7 及 12 公里平均值之旅行時間約為 3、10.5 及 18 分鐘。另外考慮 DRT—小巴士乘載人數為 5-12 人，共乘人數較多且行駛路線較 DRT—計程車與公車複雜，為求符合現實情況故仍須調整旅行時間，修正後得 25、28 及 30 分鐘之 3 個水準值。

5. 共乘人數

依據魏嘉儀^[10]之屬性水準值設計，本研究將其修正為 5 及 10 人。本研究選定相關的屬性並設定水準值，並產生直交表以縮減情境組合，最後留下 12 種情境組合，並透過隨機亂數分配於 3 種問卷，故每份問卷僅需提供 4 種情境組合供受訪者作答。其詳細之實驗設計如表 3。

表 3 DRT 兩方案敘述性偏好實驗設計

屬性變數		DRT—計程車	DRT—小巴士
票價 (新臺幣：元)		80、150、180	25、40、50
車外時間	步行至約定上車地點的時間 (分鐘)	0、1、3	5、8
	網路／電話 預約時間 (小時)	1、4	5、8、16
車內時間	車輛行駛與等待時間 (分鐘)	12、16、18	25、28、30
本次共乘人數 (座位數)		1、2	5、10

4.2 問卷調查與分析

4.2.1 調查計畫

本研究主要針對短程旅次（單程旅次長度大於 500 公尺、小於 20 公里）進行問卷調查，以全國汽機車車主家戶作為調查母體，調查之範圍包含臺灣地區 25 縣市（或合併後之 22 縣市）之所有機動車輛持有家戶，為同時了解車主及非車主（未持有機動車輛者）之選具選擇行為差異，本研究將依各縣市人口數、車型及車齡之比例，進行分層隨機抽樣。每一抽樣車主將同時發放兩份問卷（車主問卷及非車主問卷）。由於魏嘉儀^[10]的研究中已先針對三峽、鶯歌地區進行小規模調查，並順利完成模式建構及應用分析，因此，本研究以該研究所設計之問卷為基礎，進一步進行大規模之問卷調查。

正式問卷於民國 100 年 9 月 14 日寄發，並於民國 100 年 9 月 28 日寄送催收問卷，至 100 年 10 月 20 日催收問卷回收截止。車主及非車主問卷各發放 50,000 份，總計發出 100,000 份。最後共回收 6,233 份問卷，有效問卷為 5,769 份，有效率為 92.6%。

然而，根據旅運者會因區域（都市發展條件）及地方運具偏好價值（公共運輸使用率及人口密度的組合）而有差異，建立單一代表全國地區之旅運者選擇行為模式較不合適。因此，本研究利用「人口密度」將回收樣本依起點之各鄉鎮市區進行分類，在此之鄉鎮市區是依照五都未合併前之資料為準，由各鄉鎮市區之人口密度小至大排序後 5 等分切割，最後分為 a、b、c、d 及 e 等 5 類市場族群，即高偏遠地區、低偏遠地區、郊區、都市區及市中心。

4.2.2 基本統計分析

本研究利用前述依人口密度分成 5 類區隔市場族群之樣本分為進行分析，目的係了解不同分群中旅運者之樣本特性是否會具有差異。表 5、表 6 及表 7 分別為運具使用、旅運者社經特性及旅次特性之統計分析結果。

分析各地區之運具使用可知，使用私人運具之比例較高，大約為八成。再者，細看使用之各種運輸工具可知，在高偏遠地區以選擇汽車（自行開車）之比例為最多（47.7%），其餘 4 群皆以選擇機車（自行騎乘）之比例為最多。另外，由於分類於高偏遠地區、低偏遠地區及郊區之地區非為臺北市、新北市及高雄市，故並無捷運可供旅運者選擇。而使用公共運輸的比例皆以使用公車之比例為最高。

在性別方面，高偏遠地區及低偏遠地區之女性比例較高，分為 58.5% 及 56.1%，其餘 3 群的比例則大約各占一半；5 群樣本之年齡分布皆以 25-44 歲及 45-64 歲之比例為居多；5 群樣本之職業皆以工商、服務業的比例為最多；5 群樣本之學歷皆以高中職及大學專科之比例居多，其中人口密度愈密集之市中心，研究所以以上之比例會愈高（11%）；個人月所得在 5 群樣本中大部分皆分布於 2 萬—未滿 6 萬，而超過 6 萬之比例在市中心會較高（15.3%）；最後，在駕照持有方面，持有汽車駕照之受訪者在 5 群樣本中皆超過 70%，持

有機車駕照之受訪者更超過 80%。

在旅次目的方面，5 群樣本皆以上班為目的比例為最高，皆超過 5 成；旅次頻率皆以每週 5 次及每週 6 次之比例為居多；同行人數皆以單獨旅次之比例為最高，其中有 1 人同行在高偏遠地區及低偏遠地區的比例亦很高，分別為 40% 及 34.5%；在 5 群樣本中出發時間皆是早上的比例約占 7 成為最多，回程時間則是以下午及晚上的比例為居多。

表 5 各區隔市場族群之運輸工具使用人數與比例

運具		高偏遠地區	低偏遠地區	郊區	都市區	市中心
		次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)
私人運具	機車 (自行騎乘)	18(27.7%)	95(37.3%)	228(41.4%)	593(41.2%)	1480(42.8%)
	機車 (親友接送)	4(6.2%)	4(1.6%)	19(3.4%)	29(2%)	118(3.4%)
	汽車 (自行開車)	31(47.7%)	88(34.5%)	148(26.9%)	416(28.9%)	845(24.4%)
	汽車 (親友接送)	0(0%)	12(4.7%)	33(6%)	60(4.2%)	142(4.1%)
	自行車	0(0%)	6(2.4%)	17(3.1%)	26(1.8%)	54(1.6%)
公共運輸	公車	10(15.4%)	28(11%)	76(13.8%)	204(14.2%)	502(14.5%)
	捷運	0(0%)	0(0%)	0(0%)	38(2.6%)	210(6.1%)
	臺鐵	1(1.5%)	16(6.3%)	19(3.4%)	43(3%)	56(1.6%)
	免費公車 (或交通車)	1(1.5%)	4(1.6%)	7(1.3%)	21(1.5%)	32(0.9%)
	計程車	0(0%)	1(0.4%)	2(0.4%)	7(0.5%)	21(0.6%)
	其他	0(0%)	1(0.4%)	2(0.4%)	1(0.1%)	0(0%)

表 6 各區隔市場族群之社經特性之基本分析

分群名稱 社經特性		高偏遠地區	低偏遠地區	郊區	都市區	市中心
		次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)
性別	男	27(41.5%)	112(43.9%)	287(52.1%)	722(50.2%)	1787(51.6%)
	女	38(58.5%)	143(56.1%)	264(47.9%)	716(49.8%)	1673(48.4%)
年齡	24 歲以下	3(4.6%)	44(17.3%)	97(17.6%)	236(16.4%)	532(15.4%)
	25-44 歲	27(41.6%)	101(39.6%)	239(43.4%)	640(44.5%)	1714(49.5%)
	45-64 歲	27(41.6%)	94(36.9%)	174(31.6%)	506(35.2%)	1080(31.2%)
	65 歲以上	8(12.2%)	16(6.2%)	41(7.4%)	56(3.9%)	134(3.9%)
職業	學生	3(4.6%)	35(13.7%)	89(16.2%)	227(15.8%)	512(14.8%)
	軍公教	12(18.5%)	30(11.8%)	70(12.7%)	158(11%)	418(12.1%)
	科技業	0(0%)	18(7.1%)	44(8%)	150(10.4%)	376(10.9%)
	工商、服務	26(40%)	88(34.5%)	199(36.2%)	578(40.2%)	1370(39.6%)
	家管、退休	13(20%)	50(19.6%)	116(21%)	256(17.8%)	574(16.6%)

表 6 各區隔市場族群之社經特性之基本分析 (續)

分群名稱 社經特性		高偏遠地區	低偏遠地區	郊區	都市區	市中心
		次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)
職業	農林漁牧業	8(12.3%)	25(9.8%)	20(3.6%)	29(2%)	21(0.6%)
	其他	3(4.6%)	9(3.5%)	13(2.3%)	40(2.8%)	189(5.4%)
學歷	國中(含)以下	9(13.8%)	50(19.6%)	111(20.1%)	236(16.4%)	397(11.5%)
	高中職	22(33.8%)	109(42.7%)	189(34.3%)	469(32.6%)	935(27%)
	大學專科	33(50.8%)	85(33.4%)	211(38.3%)	629(43.7%)	1746(50.5%)
	研究所以上	1(1.6%)	11(4.3%)	40(7.3%)	104(7.2%)	382(11%)
個人 月所得	未滿 2 萬	19(29.3%)	113(44.3%)	242(43.8%)	534(37.1%)	1154(33.3%)
	2 萬- 未滿 6 萬	39(60%)	122(47.8%)	268(48.7%)	757(52.7%)	1779(51.4%)
	6 萬- 未滿 10 萬	7(10.8%)	14(5.5%)	30(5.5%)	116(8.1%)	418(12.1%)
	10 萬以上	0(0%)	6(2.4%)	11(2%)	31(2.2%)	109(3.2%)
汽車 駕照	有	54(83.1%)	207(81.2%)	406(73.7%)	1126(78.3%)	2654(76.7%)
	無	11(16.9%)	48(18.8%)	145(26.3%)	312(21.7%)	806(23.3%)
機車 駕照	有	59(90.8%)	216(84.7%)	464(84.2%)	1215(84.5%)	2958(85.5%)
	無	6(9.2%)	39(15.3%)	87(15.8%)	223(15.5%)	502(14.5%)

表 7 各區隔市場族群之旅次特性基本分析

旅次特性		高偏遠地區	低偏遠地區	郊區	都市區	市中心
		次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)
旅次 目的	上班	40(61.6%)	128(50.2%)	297(53.9%)	827(57.5%)	2043(59%)
	上學	7(10.8%)	31(12.2%)	81(14.7%)	201(14%)	436(12.7%)
	探訪親友	3(4.6%)	20(7.8%)	56(10.2%)	121(8.4%)	267(7.7%)
	逛街購物	6(9.2%)	41(16.1%)	80(14.5%)	168(11.7%)	426(12.3%)
	其他	9(13.8%)	35(13.7%)	37(6.7%)	121(8.4%)	288(8.3%)
旅次 頻率	7 次以上	5(7.7%)	17(6.7%)	31(5.6%)	54(3.5%)	125(3.6%)
	每週 6 次	19(29.2%)	88(34.5%)	142(25.8%)	426(29.6%)	1138(32.9%)
	每週 5 次	24(36.9%)	101(39.6%)	249(45.2%)	669(46.5%)	1528(44.2%)
	每週 4 次	2(3.1%)	13(5.1%)	32(5.8%)	48(3.3%)	189(5.5%)
	每週 3 次	7(10.8%)	17(6.7%)	34(6.2%)	106(7.4%)	243(7%)
	2 次以下	8(12.3%)	19(7.4%)	63(11.4%)	135(9.7%)	237(6.8%)
同行 人數	0 人	26(40%)	109(42.7%)	288(52.3%)	762(53%)	1989(57.5%)
	1 人	26(40%)	88(34.5%)	163(29.6%)	384(26.6%)	932(26.9%)

表 7 各區隔市場族群之旅次特性基本分析 (續)

旅次特性		高偏遠地區	低偏遠地區	郊區	都市區	市中心
		次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)	次數 (比例)
同行人數	2-3 人	13(20%)	52(20.4%)	89(16.1%)	247(17.1%)	474(13.7%)
	4 人以上	0(0%)	6(2.4%)	11(2%)	45(3.2%)	65(1.9%)
出發時間	早上	45(69.2%)	186(72.9%)	412(74.8%)	1049(72.9%)	2490(72%)
	中午	10(15.4%)	31(12.2%)	57(10.3%)	186(12.9%)	456(13.2%)
	下午	5(7.7%)	23(9%)	45(8.2%)	126(8.8%)	343(9.9%)
	晚上	5(7.7%)	15(5.9%)	35(6.4%)	66(4.6%)	150(4.3%)
	深夜	0(0%)	0(0%)	2(0.4%)	10(0.7%)	16(0.5%)
	清晨	0(0%)	0(0%)	0(0%)	1(0.1%)	5(0.1%)
回程時間	早上	4(6.2%)	20(7.8%)	36(6.5%)	98(6.8%)	163(4.7%)
	中午	4(6.2%)	38(14.9%)	46(8.3%)	122(8.5%)	224(6.5%)
	下午	25(38.5%)	92(36.1%)	213(38.7%)	522(36.3%)	1088(31.4%)
	晚上	31(47.7%)	92(36.1%)	223(40.5%)	633(44%)	1782(51.5%)
	深夜	1(1.5%)	13(5.1%)	33(6%)	62(4.3%)	202(5.8%)
	清晨	0(0%)	0(0%)	0(0%)	1(0.1%)	1(0.1%)

五、模式推估與分析

本章針對問卷資料進行全國性旅運者運具選擇模式之推估，分別僅納入顯示性偏好之多項羅吉特模式、整合顯示性偏好及敘述性偏好之多項羅吉特模式，以及整合顯示性偏好及敘述性偏好之混合羅吉特模式，並利用檢定方式比較出各群最佳之模式。最後，再運用彈性分析及市占率預測提出有效之改善對策供營運者參考。

5.1 模式構建

本研究採用 GAUSS6.0 軟體進行羅吉特模式之參數推估，先前已將各鄉鎮市區分成 5 類區隔市場族群，然因受限於高偏遠地區、低偏遠地區及郊區 3 群之回收樣本數過少無法單獨建模，故將此 3 群合併並命名為偏遠地區，因此後續所建立之模式會分為偏遠地區、都市區及市中心區 3 群分別建構。至於各分群所屬之鄉鎮市區如附錄 1 所示。

5.1.1 偏遠地區

在偏遠地區群之選擇集合方案為機車（包含自行騎車及親友接送）、自用小客車（包含自行開車及親友接送）、自行車、公車（含免費公車）及臺鐵。此分群之下之回收樣本數中，選擇計程車之運具樣本數極少，百分比不足 1%，故排除計程車之方案，而 3 種模式皆以

自行車作為基準進行建構，其結果如表 8 所示。

表 8 偏遠地區模式之推估結果

參數及變數	RP MNL		RP+SP MNL		RP+SP MXL	
	係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
方案特定常數						
RP－機車	2.0309	4.17**	-0.7856	-0.67	-0.4902	-0.47
RP－自用小客車	0.6721	1.26	-4.1823	-3.35**	-3.3588	-3.00**
RP－公車	1.1406	2.08**	-1.3384	-1.13	-1.0961	-1.05
RP－臺鐵	0.5722	1.03	-2.3995	-2.00**	-2.1542	-2.03**
RP－自行車 (基準)						
SP－機車			0.8104	0.69	-0.1415	-0.15
SP－自用小客車			-2.5402	-2.12**	-2.9485	-2.87**
SP－公車			-0.4240	-0.36	-0.8838	-0.90
SP－臺鐵			-2.3482	-1.95*	-2.2616	-2.21**
SP-DRT 計程車			0.5595	0.46	-0.6791	-0.68
SP-DRT 小巴士			2.2295	1.61	1.0313	1.00
SP－自行車 (基準)						
共生變數：外顯變數						
步行時間	-0.6365	-1.93*	-0.5366	-2.84**	-0.5125	-2.96**
步行時間 std.					0.3506	4.43**
等待時間	-0.4972	-1.58	-0.4815	-2.17**	-0.5281	-2.67**
等待時間 std.					0.1864	2.14**
車內時間	-0.3036	-4.77**	-0.3081	-6.77**	-0.3554	-7.46**
車內時間 std.					0.1470	5.06**
旅行成本	-0.1634	-7.26**	-0.1423	-8.25**	-0.2170	-8.94**
旅行成本 std.					0.1621	8.88**
共乘人數			-0.5191	-6.35**	-0.3385	-6.71**
預約時間			-0.3414	-5.92**	-0.2479	-6.72**
共生變數：潛在變數						
方便性	0.2299	2.18**	0.3751	4.49**	0.3463	5.09**
舒適性	0.2904	3.02**	0.5124	6.53**	0.4882	7.42**
方案特定變數						
性別 (男性=1)－公車	0.7862	2.80**				
所得－機車	-0.2132	-4.11**	-0.1190	-2.58**	-0.1231	-3.43**
同行人數－自用小客車	0.4146	3.94**				

表 8 偏遠地區模式之推估結果 (續)

參數及變數	RP MNL		RP+SP MNL		RP+SP MXL	
	係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
距離－自用小客車	0.0313	3.34**	0.0403	5.43**	0.3811	6.39**
距離－自行車	-0.0684	-1.70*				
性別 (男性=1)－機車			-0.3416	-2.36**	-0.2313	-2.02**
年齡－自用小客車			0.0271	4.41**	0.2214	4.50**
學歷－自行車			-0.1973	-2.18**	-1.9518	-2.50**
學歷－DRT 小巴士			0.0927	2.28**	0.3718	1.46
所得－自用小客車			0.2227	4.99**	0.1622	4.83**
旅次頻率-DRT 計程車			-0.0698	-1.67*	-0.0382	-1.24
偏好尺度因子			0.4156	8.40**	0.6506	9.80**
樣本數	865		4325		4325	
LL(0)	-636.715		-5656.528		-5656.528	
LL(β)	-492.230		-4939.311		-4795.621	
ρ^2	0.23		0.13		0.15	

註：**表示達顯著水準 $\alpha = 0.05$ ；*表示達顯著水準 $\alpha = 0.1$ 。

在僅納入顯示性偏好之多項羅吉特模式中可知，共生變數包含步行時間、等待時間、車內時間及旅行成本皆具負值顯著，表示當值越小越能夠提高選擇運具之機率。另外，納入潛在之服務變數，僅方便性及舒適性皆具正值顯著，表示服務越好，旅運者選擇運具之機率會提高。納入方案特定變數中能觀察出旅運者之基本特性，如該地區旅次距離普遍較長，而在對於公共運輸較不發達的情況下，當旅次距離越長，旅運者會選擇使用自用小客車的機率較高，為了節省花費，旅運者使用自用小客車時有同行人數的機率亦提高等，這些結果均可被合理解釋。

建立整合顯示性偏好及敘述性偏好之多項羅吉特模式除了處理原顯示性偏好資料外，並加入敘述性偏好之 4 種選擇情境資料，故樣本擴充為 4,325 筆。在共生變數中，除原顯示性偏好之步行時間、等待時間、車內時間及旅行成本外，並納入敘述性偏好之實驗設計變數，包含票價、步行時間、預約時間、車內時間及共乘人數，亦即增加預約時間及共乘人數兩變數。其中，預約時間僅指定於 DRT 計程車及 DRT 小巴士兩方案。結果顯示，共生變數皆為負值顯著，服務屬性變數仍究是方便性及舒適性呈顯著。而在方案特定變數主要是觀察 DRT 運具是否對旅運者產生運具轉移，結果顯示 DRT 小巴士會吸引學歷較高者使用，而旅次頻率較低者，選擇使用 DRT 計程車的機率相對較高。

最後再進一步建立混合羅吉特模式觀察個體異質性，其選定考量之異質變數為為有關時間及成本之共生變數。在推估時先假設隨機係數呈現常態分配，然而所估計出之標準差結果皆為顯著，且步行時間之標準差係數比其他 3 個變數來得高，表示偏遠地區之旅運者

對步行時間之認知差異較大，此為合理現象，因在高偏遠地區、低偏遠地區及郊區之旅次距離差異大，旅運者對步行至公共運輸場站之接受度亦會有所不同。

5.1.2 都市區

都市區之選擇集合方案為機車（包含自行騎車及親友接送）、自用小客車（包含自行開車及親友接送）、自行車、公車（含免費公車）、捷運及臺鐵。在回收之樣本中計程車之筆數偏低，未達總樣本之 1%，故在進行模式構建與分析時將計程車之方案刪除，而 3 種模式皆以自行車作為基準進行建構，推估結果如表 9 所示。

在顯示性偏好之多項羅吉特模式中可知，4 項共生變數皆呈負值顯著，與模式構建前之預期符號相同。而服務屬性變數僅方便性正值顯著，表示運具越方便，旅運者選擇該運具之機率就會提高。方案特定變數所顯示出旅運者之特性均可被合理解釋，如年齡相對較低之旅運者選擇使用自行車之機率較高；學歷相對較低的旅運者亦會有較高的自行車使用率，是因學歷相對較低的年輕人即為學生族群，使用自行車上下課的機率會較高。

另外，建立整合顯示性偏好及敘述性偏好之多項羅吉特模式，其樣本整合敘述性偏好之 4 種選擇情境資料，故樣本擴充為 7,150 筆。在共生變數部分，推估之各變數符號與模式構建前之預期符號相同，且皆具顯著性，亦即都市區之旅運者對於運具之共生變數越小，選擇運具的機率越高。潛在之服務變數則顯示方便性及舒適性具有顯著性。最後透過方案特定變數觀察該區旅運者是否會轉移使用 DRT 服務，結果顯示選擇使用 DRT 小巴士中，女性旅運者及學歷較高者之機率明顯較高。

最後建立整合顯示性及敘述性偏好之混合羅吉特模式，假設與時間及成本相關之共生變數會隨個體差異而呈常態分配。推估結果發現，步行時間標準差顯著性 t 值不顯著且產生負號，表示個體間並無差異，故予以刪除。而所估計出具顯著標準差之變數中，以等待時間之變異程度為最大。在解釋上，該區的公共運輸雖然相對較偏遠地區發達，但旅運者在考慮運具方便性之情況下，等待時間之長短會受到旅運者有無時間壓力而有差異。

5.1.3 市中心區

市中心區之選擇集合方案為機車（包含自行騎車及親友接送）、自用小客車（包含自行開車及親友接送）、自行車、公車（含免費公車）、捷運、臺鐵及計程車。3 種模式皆以自行車方案作為基準進行模式構建與分析，其模式推估結果如表 10 所示。

建立顯示性偏好之多項羅吉特模式中，納入之共生變數皆具負值顯著，表示當時間與成本降低，選擇運具之機率就會提高。服務屬性是以方便性及安全性呈正值顯著，其中又以方便性為最高，代表此群之旅運者在選擇使用運具時會優先考慮運具之方便性。而透過方案特定變數觀察該群之旅運者旅次特性，在公共運輸相對比其他兩群發達的情況下，單獨通勤者會偏好搭乘捷運及臺鐵，且當旅次距離越長，旅運者使用捷運和臺鐵的機率會更高。

表 9 都市區模式之推估結果

參數及變數	RP MNL		RP+SP MNL		RP+SP MXL	
	係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
方案特定常數						
RP－機車	-8.3970	-4.16**	-0.3470	-0.46	1.2671	3.18**
RP－自用小客車	-11.067	-5.37**	-2.5299	-3.27**	-0.2791	-0.68
RP－公車	-8.2555	-4.12**	0.2395	0.32	1.1496	2.85**
RP－捷運	-9.4233	-4.68**	-2.0787	-2.53**	-0.8734	-1.98**
RP－臺鐵	-9.1179	-4.54**	1.8512	1.48	2.9229	5.61**
RP－自行車 (基準)						
SP－機車			3.7826	3.53**	1.7989	4.47**
SP－自用小客車			0.8985	0.89	-0.2631	-0.66
SP－公車			2.8693	2.98**	1.5826	3.97**
SP－捷運			-2.3516	-2.37**	-1.6220	-3.68**
SP－臺鐵			2.7948	2.02**	2.7861	5.26**
SP-DRT 計程車			3.4548	3.38**	1.6241	4.08**
SP-DRT 小巴士			6.8229	4.90**	3.9266	7.84**
SP－自行車 (基準)						
共生變數：外顯變數						
步行時間	-0.9960	-4.10**	-1.4680	-7.82**	-0.9705	-11.36**
等待時間	-0.8467	-2.61**	-0.5339	-2.52**	-0.4755	-4.19**
等待時間 std.					0.2148	2.15**
車內時間	-0.3862	-5.31**	-0.3893	-6.96**	-0.4091	-12.62**
車內時間 std.					0.1135	7.33**
旅行成本	-0.1693	-7.21**	-0.1655	-8.69**	-0.2992	-19.08**
旅行成本 std.					0.1354	18.44**
共乘人數			-0.7155	-8.39**	-0.4399	-14.53**
預約時間			-0.4206	-7.08**	-0.2370	-12.85**
共生變數：潛在變數						
方便性	0.2060	2.88**	0.2255	3.33**	0.2401	7.45**
舒適性			0.2417	4.28**	0.2165	8.22**
方案特定變數						
年齡－自用小客車	0.0254	4.30**	0.0177	3.14**	0.0143	5.30**
年齡－自行車	-0.0550	-2.51**	-0.0566	-2.77**	-0.0377	-3.68**
學歷－自用小客車	0.0602	2.22**				
學歷－自行車	-0.7267	-4.80**				
同行人數－公車	0.2363	2.69**				

表 9 都市區模式之推估結果 (續)

參數及變數	RP MNL		RP+SP MNL		RP+SP MXL	
	係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
距離－自用小客車	0.0248	3.33**	0.0381	5.56**	0.0320	8.39**
性別 (男性=1)－DRT 小巴士			-0.3773	-1.65*	-0.1689	-2.21**
年齡－臺鐵			-0.0300	-2.33**	-0.0249	-4.63**
學歷－臺鐵			-0.1253	-1.97**	-0.1392	-7.95**
學歷－DRT 小巴士			0.1893	4.33**	0.1095	7.29**
所得－自用小客車			0.2633	7.87**	0.2041	12.91**
所得－捷運			0.2235	2.95**	0.2222	5.94**
旅次目的 (上班上學=1) －機車			0.4120	2.54**	0.3709	4.97**
旅次頻率－機車			0.0778	2.45**	0.0657	4.49**
偏好尺度因子			0.2988	9.39**	0.5875	19.21**
樣本數	1430		7150		7150	
LL(0)	-1209.031		-9936.344		-9936.344	
LL(β)	-935.284		-8563.487		-8354.561	
ρ^2	0.23		0.14		0.16	

註：**表示達顯著水準 $\alpha = 0.05$ ；*表示達顯著水準 $\alpha = 0.1$ 。

表 10 市中心區模式之推估結果

參數及變數	RP MNL		RP+SP MNL		RP+SP MXL	
	係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
方案特定常數						
RP－機車	-0.0428	-0.08	-0.5011	-1.04	-0.4949	-7.98**
RP－自用小客車	-1.1185	-2.03**	-3.3715	-6.64**	-3.4834	-64.35**
RP－公車	0.9985	1.80*	0.5455	1.08	0.9649	24.06**
RP－捷運	-0.7902	-1.41	-1.4252	-2.75**	-0.9292	-24.49**
RP－臺鐵	-1.0543	-1.78*	-2.7071	-4.43**	-1.9615	-107.08**
RP－計程車	-3.8085	-6.46**	-5.2236	-8.53**	-5.4088	-111.76**
RP－自行車 (基準)						
SP－機車			1.9501	3.38**	1.2522	29.60**
SP－自用小客車			-1.5846	-2.77**	-1.8681	-67.90**
SP－公車			1.3649	2.40**	1.0909	26.09**
SP－捷運			-1.5925	-2.73**	-0.9258	-49.42**
SP－臺鐵			-4.2330	-6.05**	-3.2214	-49.25**

表 10 市中心區模式之推估結果 (續 1)

參數及變數	RP MNL		RP+SP MNL		RP+SP MXL	
	係數	t 值	係數	t 值	係數	t 值
SP-計程車			-10.0102	-11.30**	-7.0678	-57.81**
SP-DRT 計程車			0.9212	1.60	0.2477	6.86**
SP-DRT 小巴士			5.9834	7.72**	3.6407	24.57**
SP-自行車 (基準)						
共生變數：外顯變數						
步行時間	-0.8490	-5.03**	-1.1447	-9.79**	-1.0505	-12.06**
步行時間 std.					1.6570	26.98**
等待時間	-0.4744	-1.98**	-0.6985	-4.41*	-2.8063	-109.68**
等待時間 std.					0.0808	3.87**
車內時間	-0.3739	-9.84**	-0.4576	-13.54**	-0.3567	-15.36**
旅行成本	-0.1030	-8.54**	-0.1514	-15.23**	-0.1272	-22.88**
共乘人數			-0.6266	-13.73**	-0.4144	-25.98**
預約時間			-0.3051	-10.02**	-0.2061	-15.23**
共生變數：潛在變數						
方便性	0.4971	9.89**	0.6652	14.65**	0.6070	17.85**
安全性	0.2136	4.64**	0.2768	6.72**	0.2661	8.34**
方案特定變數						
年齡-自行車	-0.0548	-3.60**	-0.0415	-3.19**	-0.0375	-7.74**
性別 (男性=1) -自用小客車	0.1940	2.01**				
同行人數-捷運	-0.3799	-3.32**				
同行人數-臺鐵	-0.4208	-2.18**				
距離-捷運	0.0339	3.39**				
距離-臺鐵	0.0360	2.96**	0.0497	4.68**	0.0416	5.48**
性別 (男性=1)-捷運			-0.7063	-4.32**	-0.7986	-26.21**
性別 (男性=1)-計程車			1.0936	2.53**	1.0993	28.10**
性別 (男性=1)-DRT 計程車			1.1777	7.60**	0.7663	17.30**
年齡-自用小客車			0.0291	7.85**	0.0294	17.29**
年齡-DRT 小巴士			-0.0161	-2.88**	-0.0115	-3.70**
所得-自用小客車			0.1667	8.81**	0.1590	11.58**
所得-自行車			-0.3968	-3.96**	-0.4877	-15.23**
所得-公車			-0.0655	-2.44**	-0.0597	-3.38**
旅次目的 (上班上學=1) -公車			0.6401	4.72**	0.6057	12.67**

表 10 市中心區模式之推估結果 (續 2)

參數及變數	RP MNL		RP+SP MNL		RP+SP MXL	
	係數	<i>t</i> 值	係數	<i>t</i> 值	係數	<i>t</i> 值
旅次目的 (上班上學=1) －捷運			0.7941	4.16**	0.6809	19.81**
旅次目的 (上班上學=1) －臺鐵			1.1221	3.11**	0.8384	18.53**
旅次目的 (上班上學=1) －DRT 小巴士			0.4723	2.85**	0.3246	4.18**
距離-DRT 計程車			-0.0380	-4.69**	-0.0293	-5.39**
偏好尺度因子			0.3163	17.24**	0.4807	45.80**
樣本數	3460		17300		17300	
LL(0)	-3392.456		-25732.219		-25732.219	
LL(β)	-2488.799		-21445.820		-21094.405	
ρ^2	0.27		0.17		0.18	

註：**表示達顯著水準 $\alpha = 0.05$ ；* 表示達顯著水準 $\alpha = 0.1$ 。

整合顯示性偏好及敘述性偏好之多項羅吉特模式中，因加入敘述性偏好之 4 種情境資料，故樣本擴充為 17,300 筆。6 項共生變數皆為負值顯著，且潛在服務變數仍是方便性及安全性具顯著影響。在方案特定變數中，DRT 計程車會吸引男性使用、年齡相對較小之旅運者會使用轉移使用 DRT 小巴士，旅次目的為上班上學者亦會轉移使用 DRT 小巴士，而較短旅次距離之旅運者選擇 DRT 計程車的機率較高，表示該群之特定旅運者對 DRT 服務之接受度較高。

5.2 模式比較

在此，本研究分別對所建立兩個多項羅吉特模式計算時間價值，並整理成表 11 及表 12 後加以探討。由結果可看出兩個趨勢，一為 3 群旅運者之步行時間價值皆為最大，車內時間價值皆為最小。若將 3 變數換算成金錢，則旅運者願意花更多費用來減少步行時間，是因步行時間相對其他兩變數需花費更多體力，這對一般旅運者而言會是考量時影響最大的因素；第 2 個趨勢為市中心區旅運者的時間價值最高，偏遠地區旅運者的時間價值最低。此結果可參考工資率來計算，以臺北市信義區 (市中心)、新竹縣竹東鎮 (都市區) 及臺東縣卑南鄉 (偏遠地區) 為例，利用主計處之統計資料可知，其工資率分別為 552.56 (小時／元)、399.62 (小時／元) 及 276.04 (小時／元)。因此，市中心旅運者平均所得會高於其他兩地區，而在換算成時間價值時相對會高於其他兩群。

最後，基於多項羅吉特模式及混合羅吉特模式在結構上的差異，利用概似比檢定進一步判斷混合羅吉特模式是否優於多項羅吉特模式，如表 13 所示。透過檢定結果可知，混

合羅吉特模式在統計上確實與多項羅吉特模式具有顯著差異，亦即表示使用混合羅吉特模式會優於多項羅吉特模式之結果。

表 11 顯示性偏好模式之時間價值比較

旅行時間類別	偏遠地區	都市區	市中心區
步行時間／旅行成本	323.94 (元／小時)	334.29 (元／小時)	433.04 (元／小時)
等待時間／旅行成本	255.51 (元／小時)	267.84 (元／小時)	281.30 (元／小時)
車內時間／旅行成本	143.16 (元／小時)	151.49 (元／小時)	208.91 (元／小時)

表 12 顯示性及敘述性偏好整合模式之時間價值比較

旅行時間類別	偏遠地區	都市區	市中心區
步行時間／旅行成本	404.41 (元／小時)	440.96 (元／小時)	455.79 (元／小時)
等待時間／旅行成本	212.04 (元／小時)	237.56 (元／小時)	286.41 (元／小時)
車內時間／旅行成本	158.33 (元／小時)	160.71 (元／小時)	186.95 (元／小時)

表 13 運具選擇模式之概似比檢定結果

分群	概似比統計量 x^2	卡方臨界值	檢定結果
偏遠地區群	287.38	9.49	統計上具顯著差異
都市區群	417.85	7.81	
市中心群	702.83	5.99	

檢定公式： $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_K = 0$ ； $H_1 : \beta_1, \beta_2, \dots$ 不全為 0

$$x^2 = -2[LL(\hat{\beta}_R) - LL(\hat{\beta}_U)]$$

5.3 彈性分析及市占率預測

運具選擇模式應用可透過彈性值，用以瞭解運具方案屬性之改變對運具選擇機率的影響，直接彈性的意義為，某特定運具方案的效用函數中的 1 個變數改變 1% 時，該運具方案的選擇機率的改變百分率。總體彈性公式如下。

$$E_{x_{jnk}}^{\bar{p}_{n(i)}} = \frac{\beta_k}{N \cdot \bar{P}(i)} \cdot \sum_{n=1}^N P_n(i) [\delta_{ij} - P_n(j)] x_{jnk} \quad (10)$$

其中， δ_{ij} 為 Kronecker Delta 函數，當矩陣元素為對角線，即 $i=j$ 時， $\delta_{ij} = 1$ ，否則為 0，該公式可方便計算上的操作。在解釋上，一般稱取絕對值大於 1 之數值為有彈性，表示政策效果變化大，值得關切；若取絕對值小於 1 之數值表示政策效果變化小，不值得

關切。

本研究利用考慮顯示性偏好及敘述性偏好之混合羅吉特模式結果，先進行總體彈性之分析，並選擇共生變數中之旅行成本、步行時間、等待時間、車內時間以及各群之服務屬性進行分析，其產生總體直接彈性如以下各表所示。

表 14 彙整偏遠地區之彈性值。由表知，公共運輸之舒適性為該群中相對影響最大的變數，因彈性值相對其他變數而言較接近 1。其次影響較大的變數為臺鐵之車內時間及臺鐵之方便性。表 15 都市區之彈性計算結果與另兩群相比，其彈性值較不大，其中影響相對較大者為 DRT—計程車之旅行成本，其次為捷運及臺鐵之車內時間，最後捷運的旅行成本彈性取絕對值亦超過 0.5。表 16 市中心區之彈性計算結果可看出公共運輸之方便性為該群影響最大之變數，其次為臺鐵之車內時間以及計程車之安全性變數。此結果可進一步提供政府在執行政策時之先後順序參考。

表 14 偏遠地區群各共生變數之彈性計算結果

運具別	旅行成本	步行時間	等待時間	車內時間	方便性	舒適性
機車	-0.2352	-0.0414	-0.0503	-0.2258	0.4547	0.4609
自用小客車	-0.3526	-0.0577	-0.0917	-0.1543	0.5402	0.7223
自行車	-0.0391	-0.0294	-0.0231	-0.3486	0.4298	0.4695
公車	-0.1994	-0.0756	-0.2008	-0.5590	0.4236	0.6997
臺鐵	-0.3919	-0.1223	-0.0375	-0.6313	0.6278	0.9607
DRT—計程車	-0.5105	-0.0330	—	-0.1766	0.5580	0.8135
DRT—小巴士	-0.3584	-0.1038	—	-0.4364	0.5428	0.7903

表 15 都市區群各共生變數之彈性計算結果

運具別	旅行成本	步行時間	等待時間	車內時間	方便性	舒適性
機車	-0.2710	-0.0930	-0.0516	-0.2317	0.2832	0.1807
自用小客車	-0.4710	-0.0866	-0.0720	-0.2348	0.3797	0.3321
自行車	-0.0292	-0.0635	-0.0247	-0.2827	0.3909	0.2524
公車	-0.2185	-0.3024	-0.1697	-0.4951	0.2787	0.2862
捷運	-0.6122	-0.3212	-0.1855	-0.6281	0.4800	0.4845
臺鐵	-0.4673	-0.3712	-0.2009	-0.6470	0.4346	0.4235
DRT—計程車	-0.7626	-0.0516	—	-0.1995	0.3945	0.3721
DRT—小巴士	-0.3513	-0.1898	—	-0.3650	0.2980	0.2807

表 16 市中心群各共生變數之彈性計算結果

運具別	旅行成本	步行時間	等待時間	車內時間	方便性	安全性
機車	-0.1213	-0.1013	-0.2295	-0.2126	0.7218	0.2820
自用小客車	-0.2538	-0.0987	-0.2452	-0.2249	0.9554	0.4018
自行車	-0.0036	-0.2454	-0.0150	-0.4331	0.7267	0.3185
公車	-0.0626	-0.2604	-0.1002	-0.5021	0.6245	0.3319
捷運	-0.1846	-0.2896	-0.2761	-0.5320	1.0162	0.5314
臺鐵	-0.1467	-0.3734	-0.1859	-0.6632	1.0301	0.5536
計程車	-0.4883	-0.1326	-0.4329	-0.2879	1.6437	0.6003
DRT-計程車	-0.5593	-0.0438	—	-0.1819	0.8204	0.3483
DRT-小巴士	-0.1546	-0.2009	—	-0.3274	0.7353	0.3449

透過彈性分析可了解各群優先改善之重要影響變數，以下就彈性絕對值大於 0.5 之變數進行市占率之預測，並利用表呈現有顯著提升公共運輸使用率之變數。在本研究有許多彈性較大之變數為服務屬性，然因服務屬性用百分比表示將無法呈現實際狀況，故本研究在討論服務屬性之市占率時，是透過李克特五尺度之概念呈現，先假設旅運者對該運具之服務屬性滿意度分數為 1 分，而當滿意度提升到最高 5 分時，觀察該運具市占率之變化。

由表 17 之偏遠地區群結果可知，當公共運輸的舒適性至 5 分時，公車、DRT-計程車及 DRT-小巴士的市占率都會提升，而轉移的對象以使用機車及自用小客車的旅運者居多。表 18 可看出都市區群 DRT-計程車之旅行成本變化，當 DRT-計程車之旅行成本降低 20%、40%及 60%時，DRT-計程車之市占率會逐漸上升。而表 19 計算市中心群公共運輸之方便性變化，結果顯示當公共運輸之方便性滿意度提升至 5 分時，DRT-計程車及 DRT-小巴士自身影響的變動幅度為最大，轉移的對象除機車及自用小客車之旅運者外，當 DRT-計程車市占率增加時，DRT-小巴士之市占率會有下降的現象，反之亦然。表示若要提升 DRT 的服務，DRT-計程車及 DRT-小巴士必須有所權衡。

表 17 偏遠地區群之公共運輸舒適性改變後市占率變化結果

運具別	公車				DRT-計程車				DRT-小巴士			
	1 分	2 分	3 分	5 分	1 分	2 分	3 分	5 分	1 分	2 分	3 分	5 分
機車	32%	32%	31%	29%	33%	32%	31%	30%	33%	32%	32%	30%
自用小客車	26%	25%	25%	24%	27%	27%	26%	24%	27%	27%	26%	24%
自行車	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
公車	6%	8%	10%	15%	11%	11%	10%	10%	11%	11%	10%	10%
臺鐵	3%	3%	3%	2%	3%	3%	3%	2%	3%	3%	3%	2%
DRT-計程車	14%	14%	14%	13%	7%	9%	12%	18%	15%	15%	14%	12%
DRT-小巴士	16%	16%	15%	15%	17%	17%	16%	14%	8%	10%	13%	20%

表 18 都市區群之 DRT－計程車旅行成本改變後市占率變化結果

運具別	DRT－計程車			
旅行成本	原	－20%	－40%	－60%
機車	29%	29%	28%	28%
自用小客車	19%	19%	18%	18%
自行車	1%	1%	1%	1%
公車	9%	8%	8%	8%
捷運	1%	1%	1%	1%
臺鐵	2%	2%	2%	2%
DRT－計程車	<u>26%</u>	<u>27%</u>	<u>28%</u>	<u>29%</u>
DRT－小巴士	13%	13%	13%	13%

表 19 市中心群之公共運輸方便性改變後市占率變化結果

運具別	DRT－計程車				DRT－小巴士			
滿意度	1 分	2 分	3 分	5 分	1 分	2 分	3 分	5 分
機車	33%	33%	32%	30%	33%	32%	31%	29%
自用小客車	20%	20%	19%	18%	20%	19%	19%	17%
自行車	2%	2%	2%	1%	2%	2%	2%	1%
公車	10%	10%	10%	9%	10%	10%	10%	9%
捷運	3%	3%	3%	3%	4%	4%	4%	3%
臺鐵	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
計程車	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
DRT－計程車	<u>9%</u>	<u>10%</u>	<u>14%</u>	<u>21%</u>	21%	20%	19%	16%
DRT－小巴士	21%	20%	18%	16%	<u>10%</u>	<u>12%</u>	<u>15%</u>	<u>22%</u>

5.4 政策意涵

由上述模式推估結果，可獲得下列重要結論可供各地區公共運輸服務改善之參考：

1. 旅行時間價值：步行時間＞等候時間＞車內時間

由上述 3 區模式之推估結果知，旅運者之旅行時間價值中，明顯步行時間＞等候時間＞車上時間，三者之比值約為：2.5：1.5：1。因此，在公共運輸相對較缺乏之地區，其推動優先順序應該是：提高路網密度（例如，新闢路線或路線調整），再追求加密服務班次，再提高公共運具行駛速率（例如，設置公車專用道）。

2. 公共運輸系統之質化服務為關鍵變數

本研究與以往運具選擇相關模式不同的是納入質化服務品質項目，包括方便性、可靠

性、安全性，以及舒適性等。其中，在偏遠地區及都市區模式均顯示方便性及舒適性為重要影響變數，而都會區則重視方便性及安全性。例如，如果將偏遠地區之公車舒適性由滿意度 1 分，提高至 5 分時，其市占率可由 6% 提高至 15%，幾成倍數成長（如表 17 所示）。因此，公車汰舊換新及提高地板公車比例，應可有效提昇其市占率。

3. DRTS 服務之推廣與落實

由上述彈性分析及敏感度分析結果知，如果提供便利及合理運價的 DRT—計程車及 DRT—小巴士之服務，兩者合計約占運具市占率 30%，同時可有效減少私人運具之使用比率，幾與機車或自用小客車之市占率相當。此一現象雖然有可能是受訪者對於陳述性問卷所設計的 DRTS 方案，有過度期望，而導致過高的市占率推估結果。惜國內尚未有實際大規模的 DRTS 服務，可用以檢驗此一市占率推估結果之合理性。不過，由各縣市所推動的復康巴士及長照計畫觀之，其服務性質頗類似 DRTS 服務。大多係按計程車運價之三分之一收費，但必須前一天預約，而且作者參與多個縣市復康巴士及長照計畫的評選及定期評鑑知，這樣的服務往往都供不應求，導致各縣市每年都在擴增復康巴士車隊數量，其受民眾歡迎之程度可見一般。國內尚未有一般性的 DRTS 服務，其最大原因應該是其營運成本過高所致，而且迄今未有明確的營運業者法規定位（究應屬市區公車業、遊覽車業，還是小客車租賃業）。因此，建議儘速研訂其經營業者之營運資格、營運規範，以及補貼條件，俾利現行虧損補貼路線之轉型。

至於由模式推估及彈性分析結果知，DRT—計程車及 DRT—小巴士兩者間存有相當大之替代性，究竟要發展 DRT—計程車，還是 DRT—小巴士應視各該地區或時段之運輸需要，擇一推動之，以進行適當時間或空間區隔，以避免資源重複投資。由上述模式推估結果知，男性、旅次長度較短之旅運者比較偏好使用 DRT—計程車，而女性、學生及旅次長度較長者則偏好使用 DRT—小巴士。

4. 公共運輸政策優先性之建議

本研究就模式推估結果，針對各分群提出適當共通性及差異性政策以供參考：

(1) 共通性政策

「政策 1：公車服務路線之新闢與調整」：影響屬性為步行時間及車內時間，透過區域內之既有公車路線之檢視，提出必要之新闢或調整，以提高路線可及性，以減少步行時間，或調整既有路線避免不必要的彎繞，以減少車內時間。「政策 2：場站設備建構改善」：影響屬性為等待時間，對於等待時間而言，可以增設無障礙設備之改善計畫、班次數的提升以及路網密集度增加等改善方法。「政策 3：高乘載優先通行設施及設備之規劃與建置」：影響屬性為車內時間，對於車內時間而言，可以建構公車專用道、減少停站次數等方法。「政策 4：推動示範性需求反應式運輸服務（規劃與實現）」：影響屬性為步行時間與等候時間，對於步行時間而言，可以提供具彈性路線之及戶運輸服務。對於等待時間而言，可以提供預約之運輸服務，以減少旅運者之等待。

(2) 差異性政策

偏遠地區：改善公車、DRT－計程車及 DRT－小巴士之舒適性，建議進行公車汰舊換新、公車候車亭整修改善，以及未來推動 DRT 服務時對約定地點之建設完整性。都市區：降低 DRT－計程車之旅行成本，例如，推動計程車共乘，或補貼 DRT－計程車運價，以吸引旅運者搭乘。市中心區：提高 DRT－計程車及 DRT－小巴士之方便性及安全性，亦即未來在市中心區推動 DRT 服務時，可思考廣設約定地點、增加訂車管道便利性及減少預約時間，以增加旅運者搭乘之方便性，同時，透過科技及法規之監管，以提高搭乘之安全性。

六、結論與建議

本研究蒐集全國性的問卷資料，藉以了解不同鄉鎮市區旅運者之運具選擇行為。然而，本研究主要目的是提高旅運者之公共運輸使用率，以改善交通擁塞現象，故導入一新的運輸方式 (DRTS)，藉以觀察各地區旅運者之運具選擇結構是否有改變。除了使用多項羅吉特模式，更運用探討個體異質性之混合羅吉特模式，使結果更能符合真實情況。

本研究最終選定混合羅吉特模式為 3 群最適之運具選擇模式，其中共生變數包含「步行時間」、「等待時間」、「車內時間」、「旅行成本」、「共乘人數」及「預約時間」，在 3 群區隔市場中皆為重要之外顯變數。然而，潛在變數對於模式之影響甚鉅，在偏遠地區及都市區之旅運者會受「方便性」及「舒適性」影響，市中心區之旅運者則是受到「方便性」及「安全性」之影響。另外，模式推估結果亦顯示偏遠地區模式的「步行時間」、「等待時間」、「車內時間」、「旅行成本」4 項共生變數均具有顯著的異質性。而在都市區模式則是「等待時間」、「車內時間」及「旅行成本」具有異質性。至於市中心區模式則有「步行時間」及「等待時間」具有顯著異質性。此一推估結果顯示人口密度低的偏遠地區用路人的個體異質性較為明顯。

最後，本研究利用彈性分析及市占率預測對不同地區提出適宜之運輸政策。在偏遠地區可改善公共運輸之舒適性，都市區群可降低對 DRT－計程車之旅行成本之制定，市中心區則是可優先改善公共運輸之方便性。

對於後續研究，本研究建議可考慮使用潛在類別模式，讓模式本身將樣本進行分類，呈現較客觀的結果。另外，亦可納入更多可能具偏好異質性之變數 (如服務屬性)，以反映樣本之差異性。

參考文獻

1. Yanez, M. F., Raveau, S., and Ortuzar, J. de D., "Inclusion of Latent Variables in Mixed Logit Models: Modelling and Forecasting", *Transportation Research Part A*, Vol. 44, 2010, pp. 744-753.

2. Diana, M., "From Mode Choice to Modal Diversion: A New Behavioural Paradigm and an Application to the Study of the Demand for Innovative Transport Services", *Technological Forecasting & Social Change*, Vol. 77, 2010, pp. 429-441.
3. Cervero, R., "Built Environments and Mode Choice: Toward a Normative Framework", *Transportation Research Part D*, Vol. 7, 2002, pp. 265-284.
4. Niemeier, D. A., "A Consumer Welfare Approach to Measuring Accessibility", Ph. D. dissertation, University of Washington, 1994.
5. O'Fallon, C., Sullivan, C., and Hensher, D. A., "Constraints Affecting Mode Choices by Morning Car Commuters", *Transport Policy*, Vol. 11, 2004, pp. 17-29.
6. Hensher, D. A. and Reyes, A. J., "Trip Chaining as a Barrier to the Propensity to Use Public Transport", *Transportation*, Vol. 27, 2000, pp.341-361.
7. Li, H., Huang, H., and Liu, J., "Parameter Estimation of the Mixed Logit Model and Its Application", *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, Vol. 10, Issue 5, 2010, pp. 73-78.
8. Shen, J., "Latent Class Model or Mixed Logit Model? A Comparison by Transport Mode Choice Data", *Applied Economics*, Vol. 41, 2009, pp. 2915-2924.
9. Lee, B. J., Fujiwara, A., Zhang, J., and Sugie, Y., "Analysis of Mode Choice Behaviours Based on Latent Class Models", 10th International Conference on Travel Behaviour Research, Lucerne, Switzerland, 2003.
10. 魏嘉儀, 「偏遠地區居民運具選擇行為之影響因素分析」, 國立交通大學交通運輸研究所碩士論文, 民國 100 年。
11. 賴文泰、呂錦隆, 「應用涉入理論於運具選擇行為之研究」, *運輸計劃季刊*, 第 37 卷, 第 2 期, 民國 97 年, 頁 237-262。
12. 溫傑華、楊朝翔、黃琬雯、陳丹妮, 「應用潛在群體模式探討大眾捷運接駁運具選擇」, 中華民國運輸學會 98 年學術論文研討會, 中華民國運輸學會, 民國 98 年。
13. Dissanayake, D. and Morikawa, T., "Investigating Household Vehicle Ownership, Mode Choice and Trip Sharing Decisions Using a Combined Revealed Preference/Stated Preference Nested Logit Model: Case Study in Bangkok Metropolitan Region", *Journal of Transport Geography*, Vol. 18, 2010, pp. 402-410.
14. Parkany, E., Gallagher, R., and Viveiros, P., "Are Attitudes Important in Travel Choice?", *Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 1894, 2004, pp. 127-139.
15. Ben-Akiva, M. and Morikawa, T., "Estimation of Travel Demand Models from Multiple Data Sources", Proceedings of the 11th International Symposium on Transportation and Traffic Theory, ISTTT, 1990, pp. 461-476.
16. McFadden, D. and Train, K., "Mixed MNL Models of Discrete Response", *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 15, 2000, pp. 447-470.
17. Arunotayanun, K. and Polak, J.W., "Taste Heterogeneity and Market Segmentation in Freight Shippers' Mode Choice Behavior", *Transportation Research Part E*, Vol. 47, 2011, pp. 138-148.

附錄 1 各鄉鎮市區之分群結果

建模分群	偏遠地區			都市區	都會區
抽樣分群	高偏遠地區	低偏遠地區	郊區	都市區	都會區
鄉鎮市名稱	<p>◆新北市 烏來區、坪林區、石碇區、雙溪區、平溪區</p> <p>◆桃園縣/復興鄉</p> <p>◆新竹縣 尖石鄉、五峰鄉</p> <p>◆苗栗縣 泰安鄉、南庄鄉、獅潭鄉</p> <p>◆臺中市/和平區</p> <p>◆南投縣 信義鄉、仁愛鄉、國姓鄉、中寮鄉</p> <p>◆嘉義縣 阿里山鄉、大埔鄉、番路鄉</p> <p>◆臺南市 南化區、龍崎區、左鎮區、楠西區</p> <p>◆高雄市 桃源區、茂林區、那瑪夏區、甲仙區、六龜區、田寮區、杉林區</p> <p>◆屏東縣 霧臺鄉、獅子鄉、牡丹鄉、春日鄉、三地門鄉、泰武鄉、來義鄉、滿州鄉、瑪家鄉</p> <p>◆宜蘭縣 南澳鄉、大同鄉</p> <p>◆花蓮縣 卓溪鄉、秀林鄉、萬榮鄉、豐濱鄉、富里鄉、瑞穗鄉、壽豐鄉、鳳林鎮、光復鄉、玉里鎮</p> <p>◆臺東縣 海端鄉、延平鄉、金峰鄉、達仁鄉、卑南鄉、東河鄉、長濱鄉、鹿野鄉、成功鎮、大武鄉、池上鄉</p>	<p>◆新北市 貢寮區、石門區、萬里區、三芝區</p> <p>◆新竹縣 峨眉鄉、北埔鄉、寶山鄉、橫山鄉、關西鎮</p> <p>◆苗栗縣 三灣鄉、大湖鄉、西湖鄉、頭屋鄉、卓蘭鎮、銅鑼鄉、三義鄉、造橋鄉、通宵鎮</p> <p>◆臺中市/新社區</p> <p>◆南投縣 鹿谷鄉、魚池鄉、水里鄉、竹山鎮、集集鎮</p> <p>◆彰化縣 大城鄉、竹塘鄉、芳苑鄉、溪州鄉</p> <p>◆雲林縣 古坑鄉、口湖鄉、麥寮鄉、四湖鄉、東勢鄉、林內鄉、褒忠鄉、水林鄉、元長鄉</p> <p>◆嘉義縣 梅山鄉、竹崎鄉、義竹鄉、鹿草鄉、東石鄉、中埔鄉、布袋鎮</p> <p>◆臺南市 大內區、東山區、玉井區、七股區、白河區、山上區、北門區、官田區、六甲區、後壁區、柳營區</p> <p>◆高雄市 內門區、美濃區、旗山區</p> <p>◆屏東縣 車城鄉、新埤鄉、恆春鎮、高樹鄉、萬巒鄉、枋山鄉、內港鄉</p> <p>◆宜蘭縣 員山鄉、三星鄉、蘇澳鎮、頭城鎮、礁溪鄉</p> <p>◆臺東縣 太麻里鄉、關山鎮</p>	<p>◆基隆市/七堵區</p> <p>◆新北市 金山區、三峽區、瑞芳區、八里區</p> <p>◆桃園縣 新屋鄉、觀音鄉、大溪鎮、大園鄉</p> <p>◆新竹縣 新埔鎮、芎林鄉</p> <p>◆苗栗縣 公館鄉、後龍鎮、苑裡鎮</p> <p>◆臺中市 東勢區、霧峰區、大安區、外埔區、石岡區、后里區</p> <p>◆南投縣 埔里鎮、名間鄉、草屯鎮</p> <p>◆彰化縣 二水鄉、二林鎮、芬園鄉、埤頭鄉、埔鹽鄉、線西鄉</p> <p>◆雲林縣 臺西鄉、崙背鄉、大埤鄉、二崙鄉、莿桐鄉、土庫鎮</p> <p>◆嘉義縣 六腳鄉、溪口鄉、大林鎮、新港鄉、太保市、水上鄉、民雄鄉、朴子市</p> <p>◆臺南市 將軍區、學甲區、鹽水區、關廟區、新化區、新市區、西港區、下營區、善化區、麻豆區、安定區</p> <p>◆高雄市 燕巢區、永安區、大樹區、阿蓮區</p> <p>◆屏東縣 枋寮鄉、鹽埔鄉、九如鄉、竹田鄉、南州鄉、長治鄉、佳冬鄉、崁頂鄉、內埔鄉、麟洛鄉、新園鄉</p> <p>◆宜蘭縣 壯圍鄉、冬山鄉</p> <p>◆花蓮縣/新城鄉</p>	<p>◆基隆市/暖暖區</p> <p>◆新北市 深坑區、林口區、淡水區、五股區、新店區、樹林區、汐止區</p> <p>◆桃園縣 龍潭鄉、楊梅市、蘆竹鄉、龜山鄉</p> <p>◆新竹市/香山區</p> <p>◆新竹縣 新豐鄉、湖口鄉、竹東鎮</p> <p>◆苗栗縣 頭份鎮、竹南鎮、苗栗市</p> <p>◆臺中市 清水區、大甲區、太平區、大肚區、烏日區、神岡區、龍井區、沙鹿區、大雅區</p> <p>◆南投縣/南投市</p> <p>◆彰化縣 福興鄉、大村鄉、田尾鄉、社頭鄉、花壇鄉、田中鎮、秀水鄉、伸港鄉、埔心鄉、北斗鎮、溪湖鎮、永靖鄉、鹿港鎮、和美鎮</p> <p>◆雲林縣 斗南鎮、虎尾鎮、西螺鎮、北港鎮、斗六市</p> <p>◆臺南市 歸仁區、仁德區、佳里區、安南區、新營區</p> <p>◆高雄市 路竹區、大社區、彌陀區、橋頭區、湖內區、大寮區、鳥松區、茄苳區、仁武區、岡山區、林園區</p> <p>◆屏東縣 萬丹鄉、潮州鎮、林邊鄉、東港鎮</p> <p>◆宜蘭縣/五結鄉</p> <p>◆花蓮縣/吉安鄉</p> <p>◆臺東縣/臺東市</p>	<p>◆基隆市 安樂區、信義區、中山區、中正區、仁愛區</p> <p>◆臺北市 北投區、士林區、南港區、文山區、內湖區、中山區、信義區、中正區、萬華區、大同區、松山區、大安區</p> <p>◆新北市 泰山區、鶯歌區、土城區、新莊區、中和區、三重區、板橋區、蘆洲區、永和區</p> <p>◆桃園縣 平鎮市、中壢市、八德市、桃園市</p> <p>◆新竹市 東區、北區</p> <p>◆新竹縣/竹北市</p> <p>◆臺中市 梧棲區、潭子區、北屯區、豐原區、南屯區、西屯區、大里區、東區、南區、西區、北區、中區</p> <p>◆彰化縣 員林鎮、彰化市</p> <p>◆嘉義市 東區、西區</p> <p>◆臺南市 南區、永康區、安平區、中西區、北區、東區</p> <p>◆高雄市 梓官區、小港區、楠梓區、鼓山區、左營區、前鎮區、鳳山區、前金區、三民區、鹽埕區、苓雅區、新興區</p> <p>◆屏東縣/屏東市</p> <p>◆宜蘭縣 宜蘭市、羅東鎮</p> <p>◆花蓮縣/花蓮市</p>
個數	62	72	72	71	71

