

第一章、緒論

1.1 研究背景與動機

隨著經濟持續成長，人口及工商活動均向都市集中，所產生的大量運輸需求，在有限的土地面積下，使得都市運輸問題日趨嚴重。由於台灣地區使用私人運具比例相對於大眾運輸有偏高的現象。以新竹市為例，內政部營建署於 93 年研究報告中指出，新竹生活圈運具選擇行為主要以使用私人運具為主，高達 87.4%。為了紓解都市內交通擁擠的現象，對於鼓勵大眾搭乘大眾運輸、減少私人運具的使用也曾經實施許多方案，如推行科學園區巡迴交通車，但產生的效果皆有限。因此探討問題發生的背景原因一直是研究的重心。

在繁忙的都市生活，多數通勤者會考慮時間限制、方便性、接送小孩的責任等種種因素，在個人效用為最大的情況下，將通勤旅程分為數個旅次完成。過去二、三十年，在以活動為基礎的旅運需求分析中，已經發現通勤者在通勤過程會有活動停留行為(stop-making)，由於此行為的產生而將數個旅次鏈結，即為旅次鏈。過去的文獻大多著墨於旅次鏈產生的原因、對個人效用的影響、路徑選擇以及活動的分類，較少針對此一行為深入研究。

近年來，開始有些研究結合通勤者活動停留的行為與運具選擇，並發現個人若需要在某天做停留，則當天他會傾向於自行開車，而不會選擇轉移到其他的運輸模式。此外，Sardesai and Bhat在奧斯汀2004年的調查研究中發現，一週內至少一天需做活動停留的通勤者，選擇開車上班的比例高達87%，因此若沒有考慮到活動停留，則對於為了減少私人運具使用而產生的各種政策，會高估從私人運具移轉到大眾運輸的部份。

對於活動停留及運具選擇間的因果關係，過去國外的實證研究大多認為通勤者在決定運具選擇時，經常會受到是否需在中午外出或通勤途中停留的活動所支配。針對此一共同的觀點，本研究想了解新竹科學園區的活動停留與運具選擇是否與國外一樣具有相關性，以及之間的因果關係為何。

除了活動停留及運具選擇之間可能具有因果關係之外，部份研究認為旅運者在考慮使用運具時會依照慣性(inertia)，即使當天不具有活動停留的誘因，仍然會使用私人運具，這是由於轉換到其他運具必須改變習慣，去學習新的常規及程序，這會增加旅運者的交易成本。此外，新竹科學園區為便利通勤者以及減輕上班時間園區周遭道路擁擠情形，設立園區免費巡迴巴士，並為了園區從業人員的需求，逐漸加開班次及延長服務時間。對於原本使用私人運具的通勤者，本研究想了解即使沒有活動停留的需求，是否仍然會由於慣性而採用原本使用的運具，或是改為使用免費的巡迴公車。

除了活動停留的議題，過去有許多文獻討論到運輸系統可靠性(reliability)對旅運者做決策時的影響。由於旅運途中往往受到交通阻塞、違規停車或意外事故等因素的影響，因此旅行時間並非是恆定不變的。通勤者需衡量行程變動成本、旅行時間可靠性、遲到處罰及擁擠花費，再做出決策。因此運輸系統的可靠程度被旅運者評價為：影響他們使用知覺及使用不同運具頻率最重要的因素。

過去旅行時間可靠性的相關研究，對於旅運者厭惡旅行時間的不可靠大多持相同的看法，因為運輸系統若無法準時抵達，則對旅客而言，會延長候車時間，且使轉車困難，以致增加全程的旅行時間。此外，實證發現個人比起早到，更討厭遲到，但早到仍然會帶來負效用，此結果突顯旅行時間可預測的重要性。

我們認為對於通勤者在運具選擇所考慮的因素中，運具到達時間是否準確應該是很重要的因素，尤其是對於公司給予遲到的懲罰是較嚴厲時。但過去運輸系統的旅行時間可靠程度探討雖然很多，但大多侷限於計算可靠性的價值、如何改善大眾運輸、路徑的選擇、遲到機率的計算等等，對於與運具選擇的連接著墨較少。

過去探討通勤者使用私人運具比例偏高的原因多以時間價值理論為主，在運具選擇領域較少深入討論活動停留行為及旅行時間可靠性；對於旅次鏈的討論則多為城際間運具選擇，或對旅次鏈內的各項活動做分類。因此在分秒必爭繁忙的工商社會，都會區內之通勤個體，為了在有限之時間預算內參與既定之活動，並使其在參與活動之過程中得到最大之總效用，這篇研究我們審慎的加入考慮活動停留及旅行時間可靠性的因素，藉由過去的文獻回顧，想了解是否對於通勤者運具選擇具有因果關係。

1.2 研究目的與研究架構

過去國內外以活動為基礎(activity based)的研究，多為探討路徑選擇、旅次產生及時間分配等議題。對於都市內活動停留的需求，很少深入探討對通勤者運具選擇的影響。此外，長期以來，無論研究運輸系統可靠性、服務品質、系統設施滿意度、安全與風險問題，大多針對運輸系統本身而言，欠缺以旅運者角度，分析旅運者因事故或行車延誤，對運具所產生不信任的問題；但這方面的議題，對於旅運者在運具選擇上有重要意義。

因此，我們透過研究的進行想了解的是以下幾點：(1)通勤者的活動停留行為是否與社經背景相關；(2)活動停留與運具選擇間是否具有因果關係；(3)慣性是否會影響通勤者考慮運具使用時的決策；(4)私人運具使用率的偏高是否與大眾運輸旅行時間的可靠性較低有關。此外，以此對台灣地區做實證分析，了解是否有與奧斯汀類似的情況。為了達成以上本研究的主要目的，以下分為幾點討論。

1. 首先回顧國內外旅行時間可靠性、活動停留行為及旅次鏈相關的文獻，藉以瞭解旅次鏈的意義，旅行時間可靠性對旅運者效用的影響，影響活動停留的

因素及國外實證的結果。接著，延續過去被廣為討論影響通勤者運具選擇的重要變數，社會經濟特性(Socioeconomic Characteristics)和運輸工具所提供之服務水準變數(Level of Service)，並加入過去較少研究的活動停留行為及旅行時間可靠性，期能更深入且正確地了解通勤者之選擇行為。

2. 此外，以一星期為週期，針對特定日子才會產生活動停留行為的通勤者，探討是否除了在需要活動停留的時間才會使用私人運具，亦或通勤者會由於慣性而一周皆使用私人運具。
3. 在實證研究方面，將針對新竹科學園區通勤者設計一份問卷，探究本研究所建立模式中，各影響因子的因果關係；最後對此研究做出總結並對後續研究給予建議。

以下將以圖1.1說明本研究之研究架構。

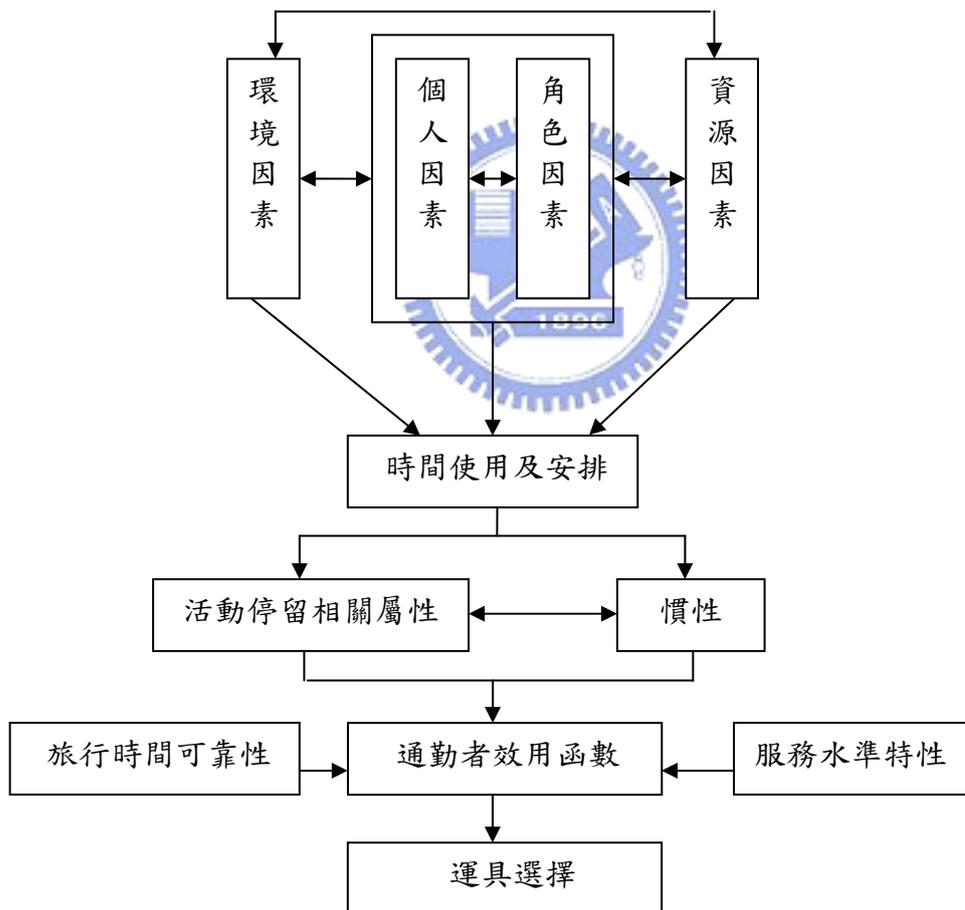


圖1.1 研究架構

1.3 研究範圍及對象

本研究主要以活動停留行為為核心，加入影響運具選擇的其他重要因素，如旅行時間可靠性，並結合羅吉特分析做為研究的工具，探討當通勤者有活動停留行為誘因時，是否會影響運具選擇；以及通勤者在做決策時是否會受到旅行時間可靠性的影響。因此，針對新竹科學園區之通勤者，藉由採實地問卷調查方式所得資料以產生實證分析。

由於新竹市大專院校林立，又有食品工業研究所、經濟部專業人員研究中心、工業技術研究院、國科會精密儀器中心、科學園區等國內高科技產業區的設立，帶動市內就業人數的增加。根據行政院勞工委員會 95 年統計資料顯示，近十年來，新竹地區相對於台灣其他各大都會區之勞動參與率是較高的，且就地利之便，本研究以新竹地區通勤者(不包含通學者)為研究對象。

依照上述範圍的界定，本研究之主要內容涵蓋下述各項：

1. 文獻回顧：

就國內外活動停留行為、旅行時間可靠性、運具選擇模式及活動基礎等相關理論進行回顧。

2. 模式建立：

本研究仍舊保留過去個人及家戶的社經變數，並考慮活動停留行為及各運具旅行時間的可靠性，參酌其他影響因素後，藉由個人追求效用極大化，使用羅吉特模形分析通勤者在考量活動停留行為及旅行時間可靠性之下對於運具選擇的影響。

3. 個案研究：

經由實地問卷調查及相關文獻之統計資料，建立本研究所需之基本資料庫(通勤者行為特性)，並利用模式分析活動停留行為是否對於運具選擇造成影響，及通勤者是否會受旅行時間的可靠性左右運具的選擇，進而對後續研究提出建議。

1.4 研究方法及進行步驟

過去探討旅次鏈的旅運行為，解釋方法主要分為統計方法及效用函數。本研究首先利用個體選擇理論中常見的效用函數，以效用最大化為理論基礎，討論在加入活動停留及旅行時間可靠性等其他因子之後，對於旅運者效用的變化；假設個體對可選方案及對方案的屬性評價可用效用函數表示，則個體會選擇能帶給他最大效用的方案。之後利用廣為使用的羅吉特方法建立通勤者運具選擇模式，分析活動停留對於運具選擇是否具有因果關係，並探討私人運具使用率偏高是否與旅行時間可靠性有關。

本研究之流程如下頁圖 1.2 所示，詳細步驟說明如下所示：

1. 研究動機與目的：基於過去研究的回顧，確認研究的方向，以達到探討活動停留及旅行時間可靠性是否對運具選擇影響的研究目的。
2. 界定研究範圍與對象：根據勞委會對勞動參與率的調查，我們選定新竹科學園區通勤者為研究對象，分析台灣地區通勤者是否有類似於美國奧斯汀活動停留行為的特性，且顯著的影響運具選擇，並探討旅行時間可靠性對上班族通勤過程效用的影響。
3. 相關文獻回顧：回顧過去有關於活動停留、旅行時間可靠性、運具選擇及活動基礎理論等相關文獻，以利於之後的研究分析。
4. 運具選擇模式構建：結合相關文獻回顧與研究對象特性，利用羅吉特模型，建構通勤者在效用極大化下，運具選擇之模式。
5. 問卷設計：參考過去文獻影響運具選擇的變數，鎖定研究所需要的資料，依據模式架構以設計本研究所需之問卷。
6. 問卷試測與修正：在正式調查之前先做問卷的試測，並依情況修正問卷，使有效問卷比例增加。
7. 實證範例分析：執行實地問卷調查，蒐集整理通勤者行為特性資料庫，並將調查所得之有效問卷，以此進行敏感度分析，用以了解活動停留行為影響通勤者運具選擇的情形。
8. 結論與建議：依據分析之結果彙整研究結果，並提出相關討論與建議。

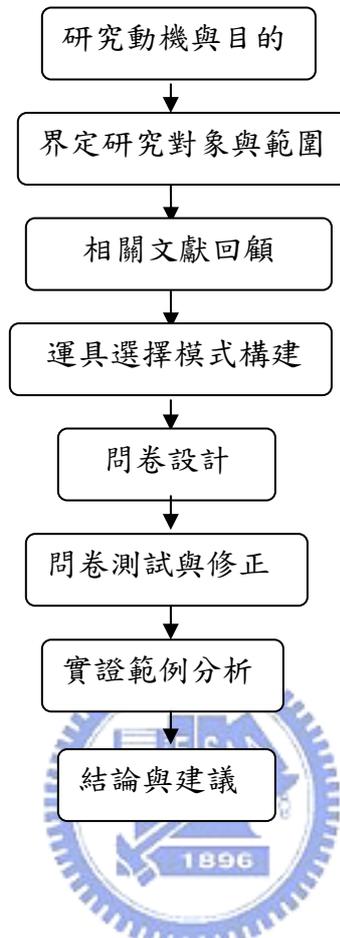


圖 1.2 研究流程

第二章、文獻回顧

通勤者在旅運行為中決定使用的運具時，會考慮許多因素，包含：旅行時間可靠性、舒適度、等待時間、所得、性別、家戶擁有車輛數、是否需做活動停留等等；本研究主要探討通勤者行為特性，及可能產生旅次停留的原因，並分析當通勤者有活動停留的誘因時，如何影響運具選擇。此外，根據想探討的問題特性，回顧過去實證分析，以幫助之後的模式建立。

本研究將回顧之文獻分為三部份加以說明：2.1 為活動停留行為相關研究；2.2 為旅行時間可靠性；2.3 為運具選擇理論。

2.1 活動停留行為

個體在決策過程中，可能會因為時間、預算...等等限制，在效用極大化之下選擇於旅途中一次或多次暫時的停留，即為活動停留。因此，個體旅途基本上是由許多旅次所串連而成，且各旅次之間是彼此交互影響的，這整個過程就是旅次鏈 (Kitamura, 1984)。而個體在做旅運選擇時，是以整個旅運過程中，各旅次效用極大化為原則。旅次鏈在1970年代即已應用於運輸領域上，是結合一連串的旅次所形成的旅運行為分析概念 (tour-based)。以下針對個體行為分析單位的演進做一介紹。

1960年代美國的都市計劃組織 (metropolitan planning organization, MPO) 首先以”旅次”為單位建立四階段的模型，依序為旅次產生 (trip-generation)、旅次分配 (trip-distribution)、運具選擇 (trip mode choice) 及道路指派 (trip route assignment)。隨著時間的經過，逐漸有些學者認為以旅次為概念會對研究產生偏誤，主要被評論的問題為以下幾點：

1. 以個人旅次為分析單位，則會忽略：
 - a. 同一旅次鏈結中的旅次彼此間的交互作用。
 - b. 同一天中，各個旅次鏈的交互作用。
 - c. 同一家戶中，各個成員的旅次交互作用。
2. 空間整合：所有旅次起迄點皆位於給定區域或假設為空間上的相同點。
3. 人口統計整合：在一給定區域的所有家戶皆視為一致。
4. 時間整合：只考慮2-3期間 (早上尖峰時段、下午尖峰時段、離峰時段)，且假設每一期間旅次產生的比例視為固定，不受交通擁擠或其他因素影響。

自1978年開始，為了改善過去以旅次為基礎所產生的問題，研究逐漸以旅途

為基礎的模型(tour-based model)取代過去以旅次為分析單位的模型(Ruiter and Ben-Akiva(1978), Daly et al., (1983), Gunn et al., (1987), Shiftan(1995), Algers et al.,(1995), Rossi and Shiftan(1997), Cascetta and Biggiero(1997))。但上述文獻只針對以家為基礎的旅次鏈中非家基的旅次做處理，即只改善過去問題1的第a項。

因此近十年來，對於問題的改進，遂有學者進而提出以活動為基礎(activity-based)的分析方式，並強調過去的運輸需求模式忽略了「運輸為個體產生活動時所衍生的需求」觀念，而只著重於運輸行為的探討，因此當活動類型改變時，傳統運輸需求模式無法反應出對旅運者所造成的影響，因此應以活動為基礎進行模式的修正，以符合真正的旅運行為(Kitamura et al., 1997)。以下針對過去十年來主要實證分析地點做一比較：Portland, New York, Columbus, Atlanta。

表2.1 活動基礎領域實證研究結果

地區	主要研究學者	重要結論
Portland	Bowman et al., 1998; Bradley et al., 1998; Bradley et al., 1999	1. 建立個人整日活動的模型架構，包含：當天主要活動的目的及區域類型；主要活動旅途去及返過程中，活動停留次數；一天中工作基礎旅途數；一天中額外的家基旅途數及目的。
New York	Vovsha et al., 2002; Peterson et al., 2002	1. 實證認為活動應具有優先順序，依序為義務性活動、維持性活動、個人性活動、中間停留。
Columbus	Vovsha et al., 2004a; 2004b; Vovsha and Bradley, 2004	1. 個人活動型態是直接與家戶內其他成員的活動模式相關。 2. 家基旅途的產生是以家戶為水準，而非個人。 3. 維持性活動是在家戶水準下產生，再分配給個人。 4. 與Atlanta實證皆指出，家戶內交互作用及時間使用的架構對於描述及建構個人活動及旅運行為十分重要。
Atlanta	PBCConsult, 2004	1. 個人活動型態連接家戶成員的接送行為，及被接送成員的活動行程。 2. 所有家戶成員的活動類型為同時發生。

資料來源：本研究整理

影響旅次鏈發生的原因，Kitamura et al., (1981) 指出年輕、高所得者傾向形成複雜的旅次鏈；Golob (1986) 以多變量分析來探討旅次鏈與個人特性間的關係，結果也顯示所得與小汽車持有數較高的人旅次鏈發生的頻率較高；Liao (1997)利用美國Nationwide Personal Transportation Survey (NPTS) 1985 與1991年之資料分析，其結果顯示，自1985 至1991 年間，旅次鏈呈現增加之趨勢；其中以有小孩之女性，旅次鏈增加最多；與工作鏈結之旅次，以“個人家庭事務”為最多，其次為購物。

關於旅次鏈結的型態，過去許多研究有許多不同的分類，以下將分別針對 Pas(1984), Liao(1999), Golob(2000)做說明。

Pas (1984) 以家戶為分析單位，共將旅程型態分為五種，其中兩種為旅次鏈的形式，分別是以工作為主配合其他旅次的旅次鏈及多個非必須性的旅次結合而成的旅次鏈。Liao(1997)於旅次鏈之定義上，不同於大多數研究以家-家(Home to Home)為定義，而是以工作為切點。Golob (2000) 利用1994 年波特蘭地區之活動/旅運資料，以家戶為單位，探討家戶成員參與的活動及旅次鏈的產生；旅次鏈型態方面，則是以家為切點，並以工作為主要探討目標，總共分為四種旅次鏈型態。

個體在旅運行為發生的時候會受到許多的限制。Hägerstrand首先在1970 年於歐洲第19 屆區域科學年會會議中，提出時間-空間稜柱圖(Space-time Prism)的觀念，說明個體在安排一天活動的時候會受到時空的限制。這概念啟發後續活動基礎分析理論 (Activity- based analysis theory) 以及旅次鏈 (Trip chain) 等問題之研究。其中提到了三大限制：能力限制 (capability constraints)、聯結限制 (coupling constraints)、及權限限制 (authority constraints)。能力限制是指由於個體生理需求之限制，例如用餐及睡眠等必要性活動時間受到限制，其中又以吃飯所造成之時間限制更為規律。聯結限制是指個體必須於特定時間到達特定地點與特定人士參與某些特定之活動。而權限限制則是指個體所能使用之運具及其所能到達之最遠距離，並於時限內返回原點 (家)。由於這三類限制的影響，使得個體在有限的時間下需要完成一連串的活動，因此個體需要把活動給連串起來以增加整體旅程的時間使用效率，使得個體在同樣的時間之內可以完成更多的活動。另一方面亦指出，假使旅運者欲到達較遠之地區參與活動，其所能停留之時間也就相對地縮短，如此才能在固定有限之時間預算 (Time budget) 終止前回到原點。相對地，若是此旅運者至距離較近之地區參與活動，其所能停留之時間也就相對地增長。

Vadarevu and Stopher (1996) 於文獻回顧方面，認為過去只有少部份對於家戶旅運行為理論有概括的描述(Recker et al., 1980; Hartgen and Tanner, 1970; Fried et al., 1977; Goodwin, 1992)。其中 Hartgen and Tanner(1970)指出家戶活動的效用，旅行不是一個重要的元素，但是一個必要的副產品(by-product)，為了要參加不同區域的活動，因此需要在不同區域間移動。Robinson(1991)提出影響時間使用的模型，時間的使用由四項因素決定：個人因素、角色因素、環境因素、資源因素。因此 Vadarevu and Stopher 就過去文獻的回顧提出四個假說：

1. 活動區分為義務(mandatory activities)、彈性(flexible activities)、隨意(optional activities)。
2. 區分在不同的活動所花的時間。
3. 檢視性別不同是否會影響活動花費的時間。
4. 在工作定位及性別基礎上，是否會將活動分配給家戶中的某個角色。

此外，並將家戶結構區分為五類：有工作且獨居的成人 (single working adult)，多位成人同居(multiple adults)，年輕家庭(young families)，老家庭(older families)，無工作成人同居(non-working adults)。研究結果發現，是否為父母身份

較是否已婚更影響時間的分配。在家戶從事一天活動的決策上，角色的分派及是否有學前幼兒及在學的小孩，此兩種因素有顯著影響。此外，將一天活動分為以下幾個分類：家中活動、接送、工作、與工作相關事務、上學、購物、社交活動、娛樂、外出用餐、個人事務、其他等。

Golob (2000) 研究中利用結構方程模式 (structural equation modeling, SEM) 之架構，推估旅次鏈數目、活動停留時間及旅行時間三種影響因子的交互關係。模式中顯示時間預算影響活動需求與旅次產生，且在時間的分配與旅次產生之間的交互影響，受到家戶成員及個體的可到達範圍的影響。使用結構方程模式的優點在於可以將其他旅運型態的影響加入至模式中探討，而非傳統迴歸方式僅針對每一類別的旅運型態分析。

Wheeler (1972) 於研究中檢測旅次的鏈結及探討多目的旅次之空間結構重要性。其資料顯示，旅運者有超過30%的旅次有至少一次的活動停留，有46%的旅次屬於多目的旅程之一部分。多目的旅程中，超過三個以上之旅次鏈結時，其所鏈結之旅運距離會顯著地下降。隨著移動性 (Mobility) 之提高，當旅運者可以很便利地於旅程中做多次之停留，則旅運者傾向以一更長的旅次鏈結參與活動，將多個想參與之活動鏈結，以節省旅運時間。

對於旅途中所產生的活動，過去許多研究由於分類標準的差異而有不同的解釋，以下將分別針對Reichman(1976), Pas (1984), Vadarevu and Stopher (1996), 周榮昌(1995)以及Vovsha et al., (2004)做詳細的說明。

Reichman(1976)首先在旅運行為的文獻中介紹生活型態(life-style)的觀念，在研究中將外出的活動依據旅次目的區分為三類：必須性活動(subsistence)、維持性活動(maintenance)及休閒活動(leisure)。其中必須性活動包含工作、上課…等，大多為商務旅次或通勤旅次；維持性活動包含逛街購物、處理個人事務…等；休閒活動為在空閒時間進行，包含許多可變動、更改的活動，也就是扣除必須性活動及維持性活動所剩餘的時間，例如：社交及娛樂活動。

Pas (1984) 則是引用Reichman(1976)對活動的分類，並加入”家中活動”，進一步利用群落分析(cluster-analysis)，分析一日活動的型態及探討活動停留與活動屬性的關係。

Vadarevu and Stopher (1996) 在活動分類上共分為三類：強制性活動 (mandatory activities)、彈性活動 (flexible activities) 和可選擇之活動 (optional activities)。強制性活動具固定之活動頻率、活動地點，對於有工作的個體而言，強制性活動即為工作。彈性活動指的是沒有固定之活動頻率或活動地點，排程有較大之彈性可選擇，通常停留時間會和頻率成反比的活動，如購物。可選擇的活動一般為彈性最大之活動，沒有固定的地點、停留時間、活動頻率、排程的問題，即使沒有這類活動對於旅運者也較無影響，例如散步。

Vovsha et al., (2004)整理過去探討以活動為基礎的文獻，認為個人的偏好是合併家戶成員之後形成的，某些活動是與家戶成員共同進行、某些活動是以家戶水準下產生，並分配給個人完成、某些活動只依賴單純的個人特性；因此，若依

照活動產生的過程，可分為個人活動(individual activities)、分配活動(allocated activities)、聯合活動(Joint activities)。此外，若依照旅次目的，則可區分為強制性活動(mandatory activities)、維持性活動(maintenance activities)、隨意性活動(discretionary activities)。

周榮昌(1995)研究旅次鏈對都市通勤行為之影響，在研究中為了模式之建立，將通勤者每日通勤途中之旅次鏈行為可分為例行性(Routine)及非例行性(Non-Routine)兩種。前者是指通勤者每天上班途中均停靠同一區位並從事同一活動，反之則稱為非例行性活動；在這兩類活動中，又可根據活動之類別分為隨意性(Discretionary，如私人休閒)和無選擇性(Mandatory，如載小孩上學)活動；這些活動亦可再依據活動之事先計畫與否，區分為計畫性(Planned)及突發性(Impulse)兩種。一般而言，非例行性活動因為在時間和空間上有較大之彈性，因此，相對於例行性活動，對通勤者行為有較大之影響，即有可能產生旅次鏈結之行為。

表2.2 活動分類

作者及年代	類別
Reichman(1976)	必需性活動、維持性活動、休閒活動
Pas(1984)	必需性活動、維持性活動、休閒活動、家內活動
Vadarevu and Stopher(1996)	義務性、彈性、可選擇性
Vovsha et al.,(2004)	依照活動目的：義務性、維持性、隨意性 依照活動產生過程：個人活動、分配活動、聯合活動。
周榮昌(1995)	根據活動的類別：隨意性、無選擇性 根據活動是否有事先計畫：計畫性、突發性

資料來源：本研究整理

Bhat(2004)調查美國奧斯丁通勤者行為實證發現，影響個體通勤模式或路徑的選擇，很重要的一個因素是活動停留行為，且大約 85%的通勤者一周內至少一天在前往通勤途中需做非工作的停留(nonwork stops)，超過 60%的通勤者一周內至少一天，要在中午時回家或做非工作的停留。

此外，通勤者會產生活動停留行為與通勤者性別及家庭型態十分相關，根據調查顯示，女性通勤者只有 10%一星期內從未產生活動停留，而男性通勤者有 18%未產生活動停留；在家庭型態上，單親家庭的通勤者有 26%一星期每天都需產生活動停留，而非單親家庭的通勤者則只有 9%。由此可見，性別及家庭結構均會影響通勤者活動停留。Bhat 並從實證中發現，若忽略通勤者活動停留的行為時，將會高估從私人運具移轉到大眾運輸的比例。

Sardesai and Bhat(2006) 認為過去二、三十年在旅運需求分析上，雖然已經確認通勤活動停留行為的存在，但是仍然沒有考慮到通勤者活動停留決策與運具選擇之間的關係；因此利用顯示性偏好及敘述性偏好資料，從網路上針對奧斯汀通勤者做問卷調查的一手資料，此外也從(Capital Area Metropolitan Planning Organization, CAMPO)獲得二手資料，估計通勤者運具選擇模型；模型中分別考

慮以周為週期及以天為週期的通勤時段與中午時段的活動停留，此外也加入旅行時間可靠性，採用混合羅吉特方法討論對運具選擇的影響，並以概似估計(Simulated Maximum Likelihood, SML)對模型進行校估。

首先，不只考慮到通勤途中的停留對運具選擇的影響，也認知中午活動停留對運具選擇的可能影響；第二，考慮到通勤者可能有慣性，因此不只是調查特定日活動停留，也探究一周的活動停留運具選擇；第三，明確的在模式中加入旅行時間可靠性；第四，此研究基礎是建立在顯示性偏好及敘述性偏好的資料；第五，也是此研究最重要的目標，是幫助預估當新的通勤鐵路通行後，吸引通勤者前來搭乘的運量。

Sardesai and Bhat(2006)將活動停留的特性分為三種影響運具選擇的變數，(1)一周內有一日或多日需在通勤途中產生活動停留；(2)一周內有部分日子需在中午產生活動停留；(3)一周內每天中午都需產生活動停留。在模式定義方面，主要分為四種不同的運具使用狀況，(1)獨自開車；(2)共乘；(3)公車；(4)非機動運具；且對於開車上班途中需要停留以便接送小孩者，視為獨自開車。

研究結果發現，當個人在某天有活動停留的需要，則較有可能開車去上班，且極度不可能會轉換到其他運輸工具。此外，強調通勤時段及中午活動停留對於運具選擇的影響。以美國奧斯丁為研究對象，並改善過去以”天”為週期討論活動停留的現象，有以下幾個發現，(1)在通勤或中午的活動停留，對於通勤運具選擇有重要的影響，(2)實證中強烈指出「每周是否有活動停留的需要」是通勤模式的決定因子，(3)旅行時間不確定性在分析中是個重要的旅行服務變數，(4)實證結果發現，設計良好的大眾運輸系統可能將通勤者從獨自開車移轉到通勤鐵路大眾運輸系統，除此之外，旅行時間可靠性、旅行成本及鄰近車站是否有商店，都會影響鐵路運輸系統的使用程度。(5)需要產生活動停留的天數與運具選擇無關，只有與個體是否會產生活動停留有相關。

Pas(1984)認為人們有相同的動機及相同的旅運活動相關限制者，每日旅運活動(daily travel activity)會有類似的情況。此外並利用1977年於Baltimore的966個家戶訪問資料進行實證研究，結果發現每日停留次數的分配及每日旅途數的分配顯示，超過1/3的每日活動模式包含兩個以上的旅途(tour)，然而大多數個人，一天內會產生2個以上的非家停留。

Hamed and Olaywah (2000)利用1996年7月的問卷調查結果，以多項羅吉特個體選擇模型，分析約旦首都安曼市的通勤者旅運決策。研究結果發現，使用大眾運具與小客車的通勤者在下班後的旅運型態不同，後者傾向於從事一連串的活動，前者則否。此外，對大眾運具通勤者而言，候車時間長短的重要性大於從住家步行至站牌的距離。

小結

由上述文獻可了解個體的旅運行為是指在一段時間內，持續在一連串目的地中做移動；其中包含了旅運時間、所參與活動持續之時間、位置、頻率、活動本身的吸引力、停留的次數與旅次長度等等。此外，家戶內交互作用及時間使用的架構對於個人活動與旅運行為的影響十分重要，家戶結構及家戶成員間的互動會影響個體活動的形成及安排。

與活動停留相關的研究文獻，對於活動的分類有多種解釋，但是分類的基本觀點還是以活動是否為必需、是否具有彈性為主；此外，大多數的研究皆指出節省時間及預算是造成活動停留的原因之一；對於活動停留的分析則以羅吉特模式或統計方法為主。對於活動停留的行為及運具選擇間的關係則較少見。

以下將活動停留的相關文獻整理如下表2.3所示。



表 2.3 活動停留文獻整理

作者	研究內容	研究方法	研究結果
Bhat (1997)	Work travel mode choice and number of non-work commute stops.	結構方程式	所得高者擁有私人汽車的比率較高，停留次數較多；年長者可能因為從事的活動少，停留次數較少。
Golob (2000)	Joint Models of Attitudes and Behavior in Evaluation of the San Diego I-15 Congestion Pricing Program.	結構方程模式	推估旅次鏈數目、活動停留時間及旅行時間三種影響因子的交互關係。模式中顯示時間預算影響活動需求與旅次產生，且在時間的分配與旅次產生之間的交互影響，受到家戶成員及個體的可及範圍的影響。
Ye,et.al(2004)	An exploration of the relationship between mode choice and complexity of trip chaining patterns.	程序模型系統	個人在做決策時，會先考慮是否在通勤旅程中有停留的需求，再決定通勤方式的選擇
Bhat(1999)	An analysis of evening commute stop-making behavior using repeated choice observations from a multi-day survey.	排序反應羅吉特	認為通勤者的運具選擇，經常會受到是否需在中午外出或通勤途中停留的活動所支配。
Bhat and Sardesai (2006)	The impact of stop-making and travel time reliability on commute mode choice.	混合羅吉特方法	沒有考慮到活動停留，則對於為了減少私人運具使用而產生的各種政策，會高估從私人運具移轉到大眾運輸的部份。
Kuppam and Pendyala(2001)	A Structural Equations Analysis of Commuters' Activity and Travel Patterns.	結構方程模式	探討通勤者特性、活動型態、旅次產生與旅次鏈之間的關係。
Kitamura et al., (1981)	Basic properties of urban time-space paths:empirical tests.	時空圖及二項普羅比方法	年輕、高所得者傾向形成複雜的旅次鏈
Golob(1986)	A nonlinear canonical correlation analysis of weekly trip chaining behavior.	多變量分析	探討旅次鏈與個人特性間的關係，結果也顯示所得與小汽車持有數較高的人旅次鏈發生的頻率較高

Hägerstrand (1970)	What about people in regional science?	時間-空間稜柱圖	個體在安排一天活動的時候會受到時空的限制。其中提到了三大限制：能力限制、聯結限制、及權限限制。
Robinson(1991)	How Americans Use Time, A Social - Psychological Analysis of Everyday Behavior.	實證研究	時間的使用由四項因素決定：個人因素、角色因素、環境因素、資源因素。
Vadarevu and Stopher(1996)	Household Activities, Life Cycle, and Role Allocation	變異數分析	將家戶結構區分為五類且活動依照目的分為三類，分析活動及家戶結構彼此的關係。
Pas (1984)	The effects of selected sociodemographic characteristics on daily travel activity behavior.	群落分析	將旅次類型依據旅次目的分類，研究結果發現每日停留次數的分配及每日旅途數的分配顯示，超過 1/3 的每日活動模式包含兩個以上的旅途(tour)，然而大多數個人，一天內會產生 2 個以上的非家停留。
Vovsha et al.,(2004)	Activity-based travel forecasting models in the United States : Progress since 1995 and Prospects for the Future.	文獻回顧與整理	
Jane Lappin And Jon Bottom(2001)	Understanding and Predicting Traveler Response to Information:A Literature Review.	文獻回顧與整理	
Kitamura(1988)	Review Paper:An evaluation of activity-based travel analysis.	文獻回顧與整理	

資料來源:本研究整理

2.2 旅行時間可靠性

最近有關於可靠性的研究，區分了連接性可靠性、旅行時間可靠性及容量可

可靠性的不同(Yang et al., (2000), Nicholson et al., (2003))。

- (1) 連接性可靠性 (connectivity reliability)：其可靠性分析，是指路網節點不確定環境下，多目標救災路徑與交通管制整合模式仍可連通的機率分析。
- (2) 旅行時間可靠性 (travel time reliability)：其可靠性分析，是指在特定的起訖點中，在特定時間內，可順利連通的機率分析。
- (3) 容量可靠性 (capacity reliability)：其可靠性分析，是指在一特定服務水準，估計交通路網的最大容量。

由於本研究目的以討論旅行時間的不準確是否會造成通勤者對於運具選擇的影響，因此在文獻中將以回顧旅行時間可靠性為主。

導致運輸系統不可靠的原因，Lomax et al., (2003)定義七種服務水準變異的來源：突發事件 (incidents)，工作區域，天氣，需求變動，特別情況，交通控制設備，不適當的基礎容量。

Lam and Small(2001)將旅運者厭惡不可靠性的原因區分為預期行程成本 (expected scheduling cost)及計畫成本(planning cost)。前者是由於旅運者大多希望能降低在不方便的時間到達目的地的可能性，很多文獻對於在一個有確定出發時間的活動，針對會遲到的機率做研究；後者則是由於旅次結束時間的不確定，對於不能事先計畫活動所產生的厭惡。

Small(1982)從實證中推估一個安排工作旅次(scheduling work trip)的模型，他的構想除了考慮旅行時間成本及固定遲到的費用外，更明確的考慮早到及晚到所產生的成本，他發現個人比起早到，更討厭遲到，但早到仍然會帶來負效用。這強調旅次時間可預測性的重要，且對於可事先預測旅次所需花費時間的想法，更是明確的證實了它的重要性。此外，作者並在 1995 年與其他學者研究認為遲到以及堅持嚴謹行程的心態，似乎是與旅行時間不可靠性相關壓力的最大來源 (Small et al., 1995)。

Noland et al., (1998)發現旅運者對於旅行時間的上升，反應是會將行程提前；主要的動機是為了抵銷遲到機率的上升，其他原因可能是由於旅行時間的可預測性低。此外，研究設計一個模擬的模型，以了解行程安排選擇、旅行時間可靠性及擁擠三者之間複雜的交互作用，並允許旅運者間的異質性。在此模型中，當意外事件發生機率的上升，通勤者總旅行成本會上升；接近一半的比例(44%)是由於意外事件產生的額外旅行時間；37%是因為遲到機率的上升；15%由於其他行程安排的考量，像是必須在工作開始前花較多時間。

在早到或遲到的成本方面，Noland et al., (1998)說明旅運者大多對不確定性感到厭惡。作者在研究中建議可鼓勵彈性上班行程，以降低因為不可靠性所產生的成本。此外也證明意外事件發生的機率及非週期性擁擠機率的下降，會影響行程延遲的成本。

Jackson and Jucker(1982)在旅行時間變異性的實證研究方面，利用旅運選擇的平均數變異數模型(mean-variance model)，推估個人在旅行時間及其變異性上

的取捨，並認為與可靠性及旅行時間變異相關的具體措施，對工作路線選擇有重要的影響。風險厭惡者可能會為了避免遲到的可能性，而選擇較長但旅行時間變異性較小的路線。

Black and Towriss(1993)從敘述性偏好資料中，估計一般化成本函數，並以此探討旅行時間變異性對需求的影響。發現可靠性(從旅行時間標準差中衡量而來)是成本函數中的重要因素。此外，推估的結果發現，標準差係數的重要性是小於旅行時間平均數的係數。作者定義可靠性比例為可靠性的價值相對於成本(效用)函數中的時間價值，並從所有運具及旅次資料集合中計算出此值為 0.7；且對於開車通勤者，可靠性比值降為 0.55，之後許多研究陸續計算這個比值，Noland et al., (1998)計算可靠性的比值為 1.27，Small et al., (1999)計算為 3.22。

Bates et al., (2001)在文獻中回顧旅行時間可靠性理論上的進展，並對於最近的實證研究給予指示。過去很多旅運選擇行為的質性研究，發現運輸系統的可靠程度被使用者評價為影響他們使用知覺及使用不同運具程度最重要的因素，相對於平均旅行時間，旅運者對於旅行時間變異程度的下降會給予較高的評價。Bates et al., (2001)研究發現對於旅運者而言，旅行時間可靠性確實是具有高價值，對於衡量的方法認為旅行時間分佈的中位數是優於平均數，且 90 分位數優於標準差，這與過去質性研究的主要部份一致。

Lam and Small(2001)認為近來高速公路擁擠政策的改革，大多強調旅運者如何衡量旅行時間及其可靠性的重要性；針對時間價值及可靠性的衡量，是分別根據 1998 年加州收費及免費道路實際通勤者的資料。並發現最適合的模型為旅行時間以中位數表現，不可靠性以 90 分位數及中位數的差別表現。研究結果發現，時間價值為一小時 22.7 元，可靠性的價值對男性而言一小時 15.12 元，對女性而言一小時 31.91 元，這些數據分別佔平均工資的 72%，48%，101%，可發現女性對可靠性的重視程度明顯高於男性。

Small et al., (2000)對小汽車駕駛者實證研究的結果發現，可靠性的評估確實可以透過排程的調整來說明；對大眾運輸而言，間斷的選擇意味旅運者只能有限的調整出發時間。此外，研究認為負效用伴隨著不可靠性而產生，且與排程延遲有關。

過去實證上，選擇何時離家與早到及晚到成本相關，因此有些人會較傾向於選擇工作到達時間(Cosslett(1977), Small(1982))。

Gaver(1968) and Polak(1987)假設通勤者面臨旅行時間的機率分配，為了極小化預期成本函數而選擇出發的時間。因此在分析上，最適出發時間會決定最適預期成本函數。不確定性上升，通勤者會改變原本的排程選擇較早出發，以抵消遲到機率的上升。尖峰時段擁擠程度的改變，在通勤者決策中扮演了重要的角色，擁擠程度快速上升，會促使通勤者將離開時間出發但也會降低遲到的機率。

Noland and Small(1995)依據過去的實證結果(Cosslett(1977), Small(1982))，說明通勤者在早上尖峰時段所接觸到擁擠的變動程度，選擇何時離家是一個重要的因素，因此若計畫到達時間，會由於實際旅行時間的不確定性而變的

較複雜。此外，研究的模型說明通勤者如何在不便的排程成本、遲到處罰及在擁擠交通下花費時間極小化間做取捨。

Noland and Small(1995)承接 Gaver(1968)及 Polak(1987)的研究，分析旅行時間不確定性所帶來的成本。假設排程延遲的預期成本確實是不可靠通勤旅次主要的成本因子，則降低旅行時間變異的政策可能優於降低旅行時間的政策，尤其當後者成本是較高時。

Mahmassani and Chang(1986)的研究與過去選擇離開時間的研究有幾點顯著不同：

- (1)清楚的處理每天動態離開時間的決策；
- (2)給定之前的經驗，詳細說明個人每天如何調整決策；
- (3)假設管理個人旅次的行為是有限理性的；
- (4)與之前過度簡化的系統比較，此研究是利用交通模擬模型去研究動態的旅運者行為。

研究結果主要有兩部分，

- (1)在給定需求水準下，隨著可靠程度的價格，旅運者願意接受到達工作地點一定的行程延遲；
- (2)較遠的旅運者有較寬的無異區間，這結果與實證一致。旅運者會考慮平常的通勤模式，透過經驗及外部的資訊調整無異區間。此外，這篇研究並認為，當旅運者對行程延遲在可容忍區間內，且沒有誘因改變離開時間時，會產生系統的穩定均衡。

馮正民等人(2003)分析捷運乘客對於行車延誤之可忍受程度，同時探討以補償方式之效果。結果發現，有補償措施可提高乘客之忍受度，但提升程度有限。且在尖峰時段，乘客轉移運具之機率比在非尖峰和假日不確定環境下高；乘客產生較高轉移運具之比率，通常發生於最初延誤與延誤較久之時段。

表2.4 旅行時間可靠性文獻整理

作者	研究內容	研究方法	研究結果
Jackson and Jucker (1982)	An Empirical Study of Travel Time Variability and Travel Choice Behavior	平均數變異數模型	風險厭惡者可能會為了避免遲到的可能性，而選擇較長但旅行時間變異性較小的路線。
Small (1982)	The Scheduling of Consumer Activities: Work Trips.	安排工作旅次數學模型	個人比起早到，更討厭遲到，但早到仍然會帶來負效用。
Black and Towriss (1993)	Demand Effects of Travel Time Reliability	一般化成本函數	可靠性是成本函數中的重要因素。推估的結果發現，標準差係數的重要性是小於旅行時間平均數的係數。
Noland et al (1998)	Simulating Travel Reliability.	供給與需求模擬模型	旅行時間上升，旅運者會將行程提前；主要動機是為了抵銷遲到機率的上升，其他原因可能是由於旅行時間的可預測性低。
Bates et al., (2001)	The valuation of reliability for personal travel.	效用函數	相對於平均旅行時間，旅運者對於旅行時間變異程度的下降會給予較高的評價。
Small et al., (2000)	Valuation of travel-time savings and predictability in congested conditions for highway user-cost estimation.	統計方法	對小汽車駕駛者實證研究的結果發現，可靠性的評估確實可以透過排程的調整來說明；對大眾運輸而言，間斷的選擇意味旅運者只能有限的調整出發時間。
Noland and Small (1995)	Travel time uncertainty, departure time and the cost of the morning commute.	統計方法	降低旅行時間變異的政策可能優於降低旅行時間的政策，尤其後者成本是較高時。
Mahmassani and Chang (1986)	Experiments with Departure Time Choice Dynamics of Urban Commuters.	啟發式解法	(1)在給定需求水準下，隨著可靠程度的價格，旅運者願意接受到達工作地點一定的行程延遲；(2)較遠的旅運者有較寬的無異區間。

資料來源:本研究整理

小結：

觀察過去的文獻有以下幾點發現

1. 大多數研究認為旅運者在做決策時所考慮的因素中，旅行時間的變異比旅行時間更為重要；因此當旅行時間變異較大時，風險厭惡的旅運者會寧願選擇一條較長但旅行時間變異較小的道路。
2. 影響旅行時間可靠性的因素很多，實證較為顯著的有意外事件發生的機率、性別、道路擁擠程度等等。因此對於旅行時間因為各種原因所產生的變動，大部分的通勤者傾向於改變出發的時間，以避免遲到的可能及處罰。
3. 對於可靠性的比例（可靠性的價值相對於成本函數中的時間價值），發現開車通勤者的評價是比所有運具集合平均的評價還低。這有可能是因為開車通勤者時間價值是較高的，或是開車所能掌握的旅行時間是比較確定的，不像大眾運輸有誤點的可能。
4. 衡量旅行時間及其不可靠性方式，過去的文獻一致認為旅行時間的衡量應以中位數為主，而旅行時間的變異程度則應以90分位數及中位數的差別表示。
5. 旅行時間可靠性大多以計算可靠程度的價值為主，對於與運具選擇所做的聯繫較為少見。

2.3 運具選擇理論



運具選擇模式 (Mode Choice Model) 是由個體選擇行為理論發展而來。1927年首先由 Thurstone 提出比較判斷法則(law of comparative judgment)，並證明機率 $P_{\{i,j\}}(I)$ 為在有 i, j 替選方案下，個體選擇 I 方案的機率，即目前的二元普羅比模式(binomial probit)。1950年代，Marschak 從心理學的角度提出隨機效用極大模型(Random Utility Maximizing Model)，且分析隨機效用函數及選擇機率之間的關係。1959年，Luce 提出個體選擇行為不相干方案獨立性(IIA, Independence from Irrelevant Alternative)，顯示機率的比值與 i, j 兩方案的效用函數有關，即 i 與 j 兩替選方案比較時， i 方案對 j 方案的選擇相對優勢 (Relative Odds) 與其他方案無關。Luce 證明若此公理成立，對於選擇機率滿足此公理的有限替選方案集合，會與隨機效用極大模型一致。

1960年代開始，越來越多學者著手研究運具選擇領域，1962年 Warner 運用芝加哥運輸研究(CATS)調查資料，分析工作旅次及非工作旅次的運具選擇行為，提出了二項選擇模式(Binary Choice Model)，其型式為羅吉特模式(Logit Model)。1965年，McFadden 為了能適合經濟分析上的應用，將 Luce 所提出的模型參數化，並稱為條件羅吉特(conditional logit)，此即為目前的多項羅吉特(MNL, multinomial logit)。結果包含模型最大概似估計的電腦程式，以及與隨機效用極大模型一致的簡短證明。1967年 McGillivray 也從消費者效用理論觀點，建立運具二項選擇的羅吉特模式；同年 Lisco 利用二項普洛比模式研究芝加哥通勤者的運具選擇行為；1970年 Rassam 等將二項選擇的羅吉特模式擴展應用於多種運具分析，使此種模式之應用能力更為擴大，目前多項選擇的羅吉特模式已被廣泛運用於運具選擇分析與預測。

1973 年 Manski 提出效用中四個隨機性的來源：觀測不到的屬性 (unobserved attributes)、觀測不到的偏好差異 (Unobserved taste variation)、不足資訊與量測誤差 (Measurement errors and imperfect information) 及測量 (替代) 變數 (Instrumental or proxy variables)，並且在 1977 年將隨機效用理論延伸，認為選擇行為的不一致性是觀察之不足所致，選擇方案 i 的機率等於方案 i 的效用大於 (或等於) 選擇集中所有其它方案之效用的機率。表 2.5 以時間先後表示隨機效用理論及多項羅吉特模型的起源。

表 2.5 隨機效用理論及多項羅吉特模型的起源

1927	Thurstone 提出比較判斷法則。
1950s	Marschak 提出隨機效用極大模型。
1959	Luce 提出個體選擇行為不相干方案獨立性，並證明若此公理成立，對於選擇機率滿足此公理的有限替選方案集合，會與隨機效用極大模型一致。
1962	Warner 運用芝加哥運輸研究的調查資料分析運具選擇行為，型式為羅吉特模式。
1965	McFadden 將 Luce 所提出的模型參數化，並稱為條件羅吉特 (conditional logit)，此即為目前的多項羅吉特 (MNL, multinomial logit)。
1967	McGillivray 從消費者效用理論觀點，建立運具二項選擇的羅吉特模式。Lisco 利用二項普洛比模式研究芝加哥通勤者的運具選擇行為。
1960s	Warner, Theil, Nerlove, Wilson, Quarmby 及其他學者，在應用上，將 RUM 從二元羅吉特及多項羅吉特中去除。Quandt 引用一個隱含 RUM 的隨機參數旅運需求模型。
1970	Rassam 等將二項選擇的羅吉特模式擴展應用於多種運具分析，使此種模式之應用能力更為擴大。
1973	Manski 提出效用中四個隨機性的來源
1977	Manski 將隨機效用延伸，提出 $P(i C_n) = P(U_{in} \geq U_{in}, \text{all } i \neq j)$

資料來源：McFadden(2000)

<http://elsa.berkeley.edu/users/mcfadden/iatbr00.html>

存取時間：2007/2/10

本研究整理

有關於慣性在運具選擇上的研究，在文獻中我們整理了 Garling and Axhausen(2003), Hanson and Huff(1988), Triandis(1977), Fuji and Garling(2001;2002), Fuji and Garling(2002), Verplanken(1994), Fuji et al., (2001), 寇世傑(1995)，王郁珍(1999)，以下將分別說明。

Triandis (1977), Verplanken (1994) 等學者的研究結果指出，當習慣的影響力增強時，態度、偏好的影響力將會下降，甚至可能與行為的引導無關。因此，Fujii, et al., (2001) 參考過去的研究結果，將習慣納入運具選擇研究的考量，個體使用某種運具的頻率愈高，則愈可能導致習慣性的選擇，轉換使用其他運具的機會也愈小，而且習慣一經形成便不易打破。

Hanson and Huff(1988)在文獻中回顧Triandis(1977)的研究，發現過去行為強度與動機是彼此相反的，也就是決定習慣的因素較強者，則決定動機的因素必定

較弱。因此根據Triandis(1977)的研究結果，Hanson and Huff(1988)認為重覆的選擇行為不一定代表此行為具有慣性，原因是重覆的行為有可能只是因為動機(intention)重覆的形成。

傳統上對於運具選擇行為之研究，多假設旅運者之決策合乎理性行為，然而實際上並不一定如此。Fujii and Garling(2002)認為人們的日常生活有一大部份是由「例行公事」、「常規」所組成，這些決策可能並未經過深思熟慮就已產生，且因不斷重複發生而成為一種習慣，除非情況發生重大改變或旅運者感受到明顯壓力時，才會變更選擇的結果。

Garling and Axhausen(2003)在研究中認為慣性的旅運行為(habitual travel choice)是指一再的使用同一種運具，且在運具選擇中應該考慮進去。在許多情況下，不可行的選擇(運具)雖然是主要的障礙，然而「慣性」或「習慣」可能也扮演一個重要的角色。因為轉換到其他運具必須改變習慣，去學習新的常規及程序，這會增加旅運者的交易成本；假設在各種運具間，蒐尋新替選方案的成本很高，且使用新方案所預期的獲利非常不確定，則旅運者會傾向於將行為簡單化且選擇風險小一些的方案(例如過去使用的運具)，特別是在具有時間限制、預算限制或社會義務的旅運者。

Fujii and Garling (2001; 2002)於日本進行的兩篇實證研究報告指出，自行開車通勤的頻率愈高，轉換使用他種運具的機會愈小，且對於搭乘大眾運具所需時間的識覺，與實際情況的差距也愈大。此外，在某些暫時性變動(例如道路封閉)發生的期間，汽車駕駛人若轉而使用大眾運具，將修正其對通勤時間的識覺，而更頻繁地利用大眾運具，即使暫時性的變動不復存在也是如此，甚至形成新的運具選擇慣性。

寇世傑(1995)從習慣觀點、學習觀點與促進行為改變技巧，分析促進通勤共乘行為之契機，同時探討運具選擇行為之內蘊行為與外顯表徵行為。該研究針對通勤者運具選擇行為之習慣性進行探討。完整的運具選擇程序應該是旅行時間、旅行成本、決策者心理偏好、外在環境與運具特性等屬性造就個體的習慣性，進而再影響通勤者之運具選擇，且通勤者運具選擇後的結果會回饋到個體的習慣中。該研究以此系統分析架構針對五種運具進行分析，以單獨駕駛汽車群之習慣量值最高，其次為機車通勤者、汽車共乘通勤者、交通車通勤者，公車通勤者之習慣量值最低。

王郁珍(1999)研究結果顯示狀態相依的現象相當顯著，亦即旅運者在選擇運具時會受到原本使用運具的影響，因此必須在模式中增加慣性的變數，避免對新運具運量過度高估的問題。整體而言，整合模式的解釋能力良好，其校估所得之係數值介於顯示性偏好模式與敘述性偏好模式之間。

Yu-Sheng CHIANG, Jin-Long LU, Hao-Chung Chang說明過去將運具選擇考慮的變數歸類為下列三項(1)成本相關變數；(2)時間相關變數；(3)旅運者社經變數。

De Palma, Rochat(2000)藉由巢式羅吉特分析模式，對日內瓦城市的通勤運具

選擇做一實證分析，資料來源為1994年三月及四月於日內瓦所做的問卷調查。研究中所探討的特性有個體使用運具的特性(舒適度，可取得性，旅運時間，旅運成本)；通勤者的社經特性(性別，年齡，家戶大小，小孩是否在學，工時彈性，教育程度，職業，稅後所得，每月非通勤活動數)；旅運條件及旅次特性(居家位置，氣候對旅行條件的影響，目前工作旅次道路使用年，每日擁塞持續時間，一星期交通擁塞的次數，由於擁塞而使上班遲到的旅行時間及次數)。研究結果顯示，當大眾運輸的規劃不當與缺失，無法滿足某些通勤者的需要時，可取得性較佳是造成通勤者偏好使用私人汽車的主要因素。

通勤者在私人汽車和大眾運輸工具間做抉擇時，旅運時間及旅運成本在運具選擇中扮演很重要的角色(Ben-Akiva and Lerman, 1985)。大家庭的通勤者有較高的比例使用私人汽車(Mannering, 1983；Mannering and Winston, 1985)。路網經驗較豐富的通勤者使用私人汽車通勤的機率也會較高。此外，年輕的通勤者會比較年長的更容易選擇私人汽車通勤(Mannering, 1983；Anas and Chu, 1984；Mannering and Winston, 1985)。此外，通勤者通勤旅次是否會使用私人汽車的決策是直接與家戶擁有幾輛車相關，且家戶擁有的車輛數在模型中應為內生的參數(Mannering and Winston, 1985)。忽略此決策可能會造成偏誤，降低模式預估的效率。

Bhat (1997) 研究通勤途中，非工作的停留次數與運具選擇的關係。結果顯示使用私人運具的旅時較短，降低了時間限制，導致途中停留次數較多；即停留次數和運具選擇是相關的。此外，所得高者擁有私人汽車的比率較高，停留次數較多；年長者可能因為從事的活動少，停留次數較少。

Bhat (1998)在探討個體的社經特性對於運具服務水準係數值的影響之研究中，假設同一社經背景之個體對於服務水準係數值之品味差異為一機率分配。經由此隨機係數之假設，其研究結果指出，車內時間與班次兩者與社經特性具相互作用外，更具有隨機性的異值性。

Adler and Ben-Akiva(1979)除了建立了多目的非工作旅次鏈的理論架構外，並蒐集 Washington, D.C.的旅運資料作實證上的分析，作者以多項羅吉特模式建立個體的旅次鏈行為模式，並且作政策敏感度分析，包括：提高大眾運具行駛速率、免費搭乘大眾運具、限制私人運具里程等等。其研究結果顯示運輸的障礙會造成每一個旅程（旅次鏈）的平均停等次數（旅次數）減少，而健全大眾運輸網路（轉運自由），則會造成搭乘大眾運輸的停等次數增加。此外，認為影響旅次選擇的三個基本因子是：家戶、運輸系統、活動本身的吸引力，並基於效用最大化理論來建構以家戶為主的多次停留非工作旅次鏈選擇行為，其效用函數內考慮的變數有：路線規劃排程的便利性、參與活動持續時間、旅運開支後剩下的所得、目的地集合的屬性、家戶的社經特性。

Su and Kawakami (1991) 建構工作與非工作旅次的巢式羅吉特模式，分析結果提出以下的結論：

1. 對於非工作旅次而言，改善大眾運輸系統比增加道路容量更能增加旅次發生率。
2. 工作旅次對於運具選擇較為固定，而非工作旅次對於運具選擇則較具彈性。

3. 旅運行為的決定不僅與目前的旅次有關，亦同時與上一個旅次有關。

表 2.6 過去研究變數整理

變數屬性	研究考慮變數	作者
運具屬性	便利性、安全性、舒適度	De Palma and Rochat(2000), Adler and Ben-Akiva(1979), 張顥鐘(2002)
	可使用性	De Palma and Rochat(2000)
	時間相關變數	De Palma and Rochat(2000), Ben-Akiva and Lerman(1985), Bhat (1998), 詹達穎(1978), 張新立與鍾志成(1991), 藍武王與許書耕(1992)
	成本相關變數	De Palma and Rochat(2000), Ben-Akiva and Lerman(1985), 詹達穎(1978), 張新立與鍾志成(1991), 藍武王與許書耕(1992)
	班次	Bhat (1998)
社會經濟特性	年齡	De Palma and Rochat(2000), Lave(1969), Mannering(1983), Jones et al., (1983), Anas and Chu(1984), Mannering and Winston(1985), Ghazouani and Goaid(1993), Bhat (1997)
	性別	De Palma and Rochat(2000), 張新立與鍾志成(1991), 藍武王與許書耕(1992)
	家戶大小	De Palma and Rochat(2000), Mannering(1983), Mannering and Winston(1985), Adler and Ben-Akiva(1979)
	小孩是否在學，工時彈性，教育程度，稅後所得、居家位置	De Palma and Rochat(2000)
旅次特性	活動本身的吸引力、活動路線規劃排程的便利性、參與活動持續時間、目的地集合的屬性	Adler and Ben-Akiva(1979)
	活動停留次數	Bhat (1997)
	氣候、擁擠持續時間、因擁擠遲到次數	De Palma and Rochat(2000)
	旅次長度的比例	張新立與鍾志成(1991)
慣性	慣性	Garling and Axhausen(2003), Hanson and Huff(1988), Triandis(1977), Fuji and Garling(2001;2002), Fuji and Garling(2002), Verplanken(1994), Fuji et al., (2001), 寇世傑(1995), 王郁珍(1999)

資料來源：本研究整理

表2.7 運具選擇文獻回顧

作者	研究內容	研究方法
Garling and Axhausen(2003)	Introduction:Habitual travel choice.	理論推導
De Palma, RoCHAT(2000)	Mode choices for trips to work in Geneva: an empirical analysis.	巢式羅吉特分析 模式日內瓦實證分析
Fujii and Garling (2001 ; 2002)	Empirical tests of a model of determinants of script-based driving choice.	實證研究
Hamed and Olaywah (2000)	Travel-related decisions by bus, servis taxi, and private car commuters in the city of Amman	多項羅吉特
Su and Kawakami (1991)		巢式羅吉特模式
鍾志成(1991)	屬性門檻多項羅吉特模式之研究	多項羅吉特模式
許書耕(1992)	公路收費站區位與站數決策之分析模式	多項羅吉特模式
曾華聰(1995)	以敘述性模糊偏好個體模式探討捷運系統木柵線營運後之運具選擇行為	多項羅吉特模式
林卓漢(2001)	捷運到站運具選擇模式之研究	多項羅吉特模式

資料來源：本研究整理



小結

由上述文獻可整理為以下幾點：

1. 旅運者在選擇運具時可能會受到過去經驗的影響，以及轉換運具可能需要的成本，因而使用習慣的運具。過去研究結果顯示，單獨駕駛汽車群的習慣值最高，其次為機車通勤者、汽車共乘通勤者、交通車通勤者，公車通勤者的習慣量值則為最低。
2. 變數方面，一般運具選擇的研究經常考慮的變數為：時間相關變數、成本相關變數、年齡、性別、家戶大小等等。因此在本研究模式建構時，將參考過去文獻所設立且有顯著影響的變數。
3. 此外，大多數針對都會區通勤者運具選擇之研究，皆以羅吉特模式為研究架構。因此本研究模式的架構使用羅吉特模式。

綜合評析

由於本研究是要探討活動停留及旅行時間可靠性對於運具選擇的影響。因此搜尋相關的文獻，希望能對研究過程有所幫助。

1. 在研讀過去的文獻後，發現探討活動停留及旅行時間可靠性與運具選擇之間的關聯，目前仍然十分缺乏，應該尚具研究空間，因此我們以前人的研究結晶為依據，擬定出自己的研究模型。
2. 在活動停留及運具選擇關連上，可瞭解使用大眾運具與小客車的通勤者在下班後的旅運型態不同，發現後者傾向於從事一連串的活動，前者則否；且通勤者在決定運具選擇時，經常會受到是否需在中午外出或通勤途中停留的活動所支配。若沒有考慮到活動停留，則對於為了減少私人運具使用而產生的各種政策，會高估從私人運具移轉到大眾運輸的部份。
3. 關於活動停留對運具選擇是否具有因果關係，變數的設立主要以 Bhat 一系列活動停留的相關文獻為參考依據，再加上 Ben-Akiva(1979)對於旅次選擇討論以及 De Palma(2000)對於通勤者運具選擇的研究。Sardesai and Bhat(2006)實證中強烈指出「每周是否有活動停留的需要」是通勤模式的決定因子，且需要產生活動停留的天數與運具選擇無關，只有與個體是否會產生活動停留有相關。A dler and Ben-Akiva(1979)在旅次鏈行為模式中考慮到活動路線規劃排程的便利性、停留持續時間。我們將在模型設定上參考上述幾項變數。
4. 此外，影響旅行時間可靠性的因素很多，在文獻回顧中發現實證較為顯著的有意外事件發生的機率、性別、道路擁擠程度、天氣是否影響旅途條件等等。因此在本研究中也參考過去變數的設立。
5. 運具選擇上，過去有關於旅次鏈及活動領域的模式，大多以羅吉特為分析方法；由於本研究主要想探討活動停留因子是否會影響選擇私人運具或大眾運輸，因此將通勤者使用的運具界定為私人運具及大眾運輸兩類，此外，二元羅吉特機率為封閉形式，較巢式羅吉特及混合羅吉特容易校估；再者，過去有關於運具選擇方面的研究，以多項羅吉特及二元羅吉特為主，因此認為以二元羅吉特為研究方法是較為符合問題特性。

第三章、通勤者運具選擇模式之建立

本研究乃架構在 McFadden(1976)個體選擇模型上。故在本章的第一節將先對通勤方式的替選方案做說明；第二節，對家庭結構做分類；接著在第三節中說明研究所要探討的變數，第四節利用二元羅吉特模型建構通勤者運具選擇。

3.1 通勤方式定義

為了建立適合的運具選擇模型，首先觀察新竹地區的交通狀況。在交通經常處於擁擠的新竹，部分通勤者偏好具有小型運具優勢的機車通勤以節省時間；此外，園區設立的免費巡迴巴士，目的為便利更多通勤者上下班，尖峰時間班距為 15 分鐘，離峰則為 20 分鐘，且每天行駛時間高達 15 小時；此外，竹科也有部分公司設立交通車以方便公司員工通勤。因此初步將通勤者選擇上班的方式區分為以下幾大類：(1)獨自開車，(2)共乘，(3)機車，(4)公車，(5)巡迴公車，(6)公司交通車，(7)腳踏車，(8)走路。

在簡化模型方面，由於新竹地區共乘的比例不多，且機車與小汽車的使用特性對通勤者而言，皆屬於具有自主性、可自由操控出發時間，因此有些情況是可替代的，故認為可將前三項合併為私人運具。由於公車、巡迴公車、公司交通車三種運具的特性相近，發車時間都是屬於間斷型，不能讓通勤者自由決定，且停靠地點也只有設立在特定地方，因此我們將此三種運具合而為一，以大眾運輸表示。最後發現竹科通勤者騎腳踏車及走路上班者為數不多，我們認為不考慮此兩種通勤方式並無大礙，因此捨棄之。

將通勤方式歸類彙整之後，可發現本研究主要考慮的運具分為兩類：私人運具及大眾運輸。

3.2 家戶結構分類

在活動基礎領域中，家戶成員間的交互作用以及時間使用的分配都會影響個人旅次的安排，過去文獻研究的結果，大多認為”是否有小孩”及”小孩是否為學前幼兒”對個人活動的安排影響是較為顯著的。例如，通勤者若為父母身份，家中若有幼兒生病在家，則可能會因此而請假照顧幼兒；若在通勤中需接送親人上、下班，也可能會因此而提前出發。因此為了解家戶結構的不同對於個人活動的安排，進而影響通勤旅途中產生的停留，我們先依據家戶大小、工作狀態及小孩年齡對家戶結構做分類，以利之後的分析。由圖 3.1 可知，我們將家戶結構區分為六個類型，以下將逐一解釋。

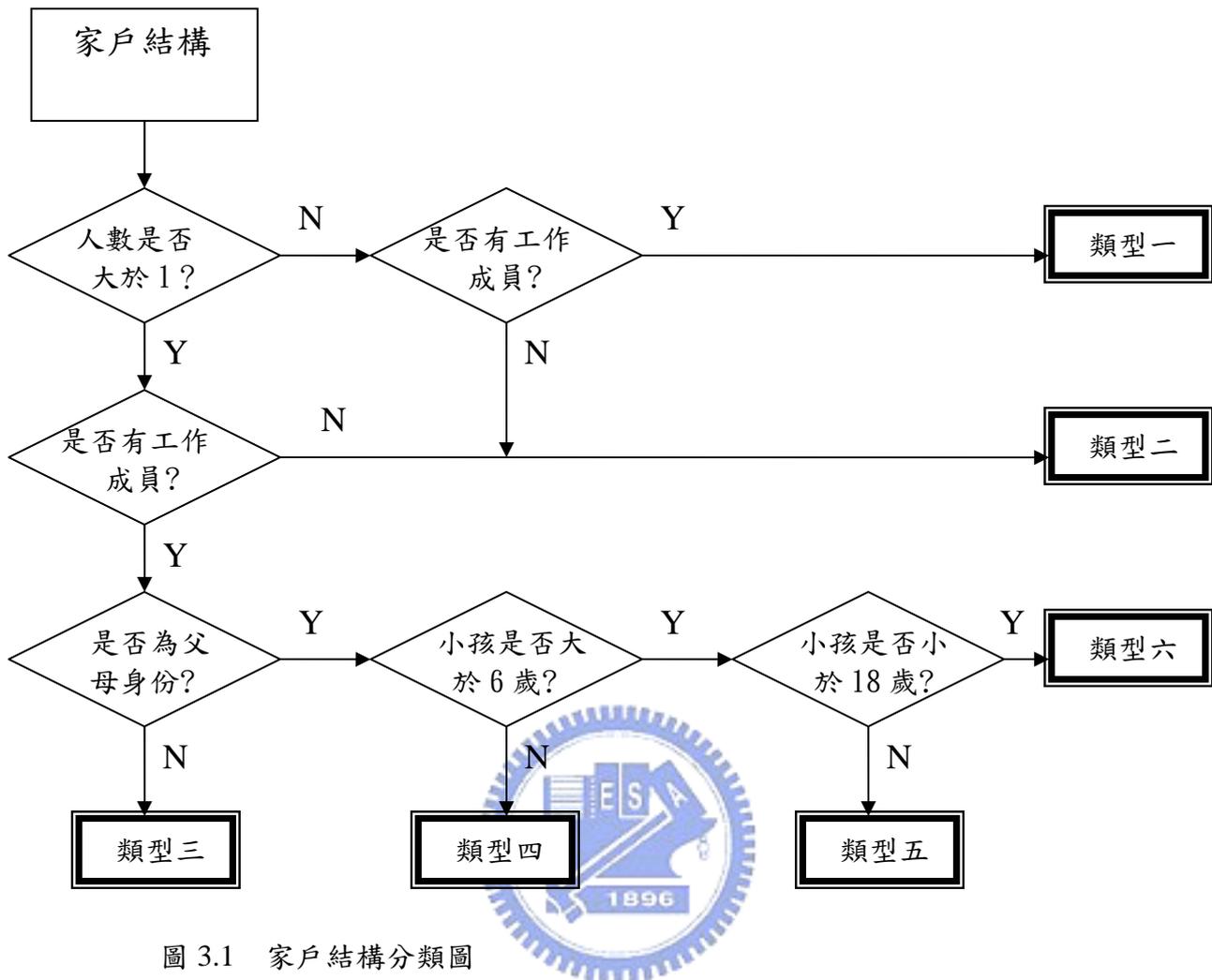


圖 3.1 家戶結構分類圖

類型一、獨居的通勤者。活動的產生大部分與個人事務及工作相關事務有關，因此是最單純的家戶結構。

類型二、為至少一個成人且皆為失業狀態，並且沒有小孩的家戶結構。這種家戶結構大多出現於年邁的夫妻，活動的產生也以醫療旅次為主；但由於本研究所探討的研究對象為通勤者，因此類型二不在研究範圍內。

類型三、為至少一個成人且至少有一位工作成員，但沒有小孩的家戶結構。可能出現於年輕的夫妻或情侶、多位成人同住的情況。

類型四、為至少一個成人且至少有一位工作成員，並且有學前幼兒的家戶結構。可能出現於一般小家庭或單親家庭。由於有無自理能力的學前幼兒，因此個人旅次的安排受幼兒活動型態的影響會較大。

類型五、為至少一個成人且至少有一位工作成員，並且有大於六歲，小於十八歲的小孩。此類型可能出現於一般小家庭或單親家庭。小孩大於六歲且小於十八歲，判定為有自理能力但尚未具備汽、機車駕駛資格者，因此活

動能力較學前幼兒高，但由於可使用的運輸工具較少，活動的能力因而會受到限制，可能需要家長在通勤途中接送小孩或處理小孩的事務。

類型六、為至少一個成人且至少有一位工作成員，並且有大於十八歲的小孩。此類型的家戶結構皆為有自理能力且到達駕駛年齡資格的成人，與類型三相似，故本研究將此合併於類型三。

因此在本研究中所考慮的家戶結構整理如下，共分為四個類型：

表 3.1 家戶結構類型

類型	說明
I	獨居的成人，為上述類型一。
II	兩人以上的成人組成的家戶結構，為上述類型三及類型六之合併。
III	有學前幼兒的家戶結構，為上述類型四。
IV	有尚未到達駕駛年齡資格的小孩之家戶結構，為上述類型五。

3.3 研究變數說明

根據文獻回顧，在變數的設定上參照過去的研究，設定適合本研究的變數，以了解對於新竹科學園區通勤者的運具選擇，哪些變數是較具有顯著影響的。McFadden (1976) 在羅吉特模式中，曾依照解釋能力來歸納影響運具選擇的解釋變數，如表3.2。

表3.2 Logit運具選擇解釋變數表

解釋能力最強	解釋能力次強	解釋能力略強	解釋能力較低
旅行成本	轉車次數	家戶所得	是否到 CBD 上班
車上時間	工作地點及業密度	住宅人口密度	性別
走路時間	市區及郊區	與 CBD 距離	年齡
轉車及等車時間	家戶組成	家戶有業人數	戶長職業
大眾運輸班距		戶長年齡	運具私密性
家戶中有駕照人數		運輸工具的可靠性	
是否有自用車		安全及舒適的感覺	
是否有公車服務			
薪資			

資料來源：McFadden(1976)

參照過去對於變數的分類，我們將模型變數分為四大類別：社經特性，服務水準特性，活動停留特性，以及旅行時間可靠性。以下將分別做解說。

(1) 社經特性

個人在決定是否參與某項活動及活動的安排上，會因社會經濟的背景不同而有所差異，本研究根據Robinson(1991)將影響個人時間的使用及安排區分為四類因素：環境因素、個人因素、角色因素、資源因素，如圖3.2。並將其中的個人因素、角色因素及資源因素所考慮的變數分為以下幾項：年齡、性別、教育程度、家戶結構、每月可支配所得，家戶平均每一工作成員擁有車輛數以及居住地點至上班地點的距離。

過去的研究認為所得與社會地位對於運具的選擇有顯著的影響，原因是大家會認為開車是種地位的象徵，尤其是開好車。所得較高的通勤者通常身分地位也較高，因此通常會傾向於開車通勤。此外，家戶中平均每一工作成員擁有車輛數越多時，使用私人運具上班的機率會越高，因此對於運具選擇應有顯著的影響；最後，一般而言認為居住地點的遠近會影響運具的選擇，距離較遠者會選擇使用較舒服的運具，距離較近者會選擇使用較方便的運具。

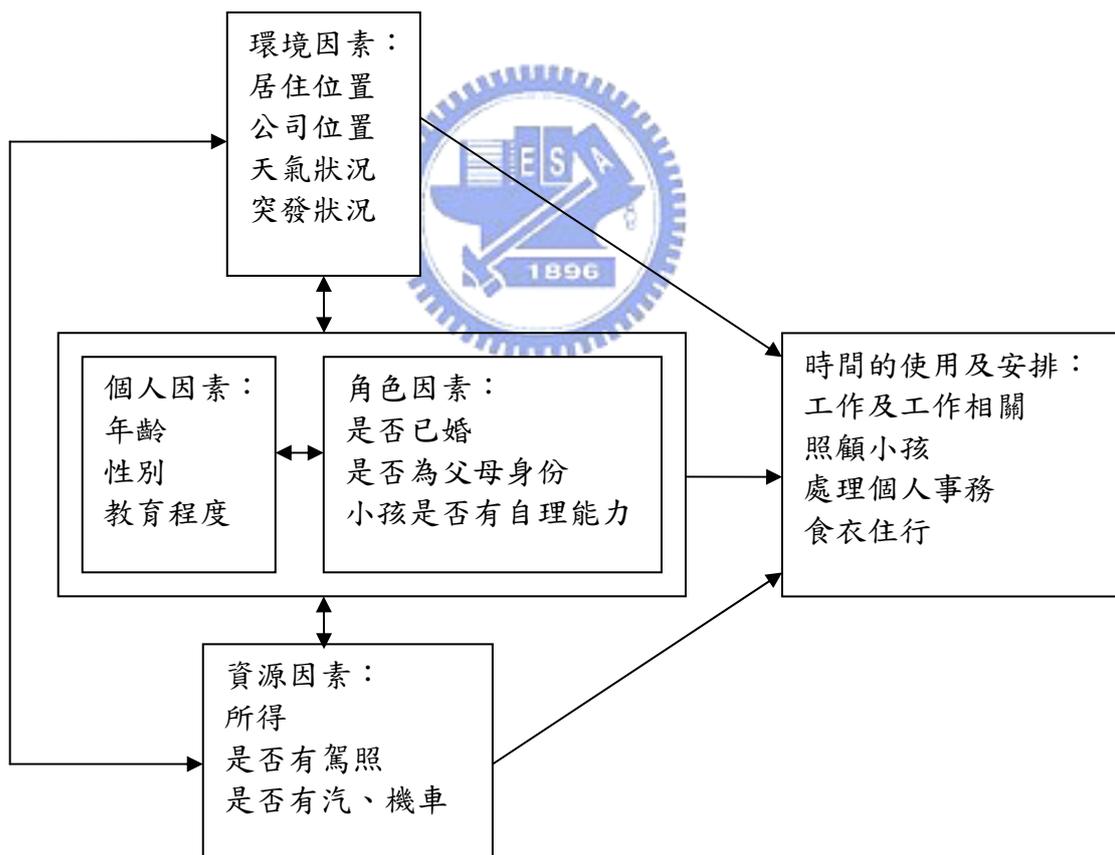


圖 3.2 影響個人時間使用及安排因素

(2) 服務水準特性

通勤者在運具選擇時，對於各種運具會考量運具本身的屬性是否適合當下的旅運行為，最後選擇對他效用最大者。因此我們挑選出幾項對於運具選

擇較為顯著的變數：旅行時間、車外時間、旅行成本。

旅行時間為通勤者通勤過程所需的時間。一般而言，由於大眾運輸需要在各個站牌停靠，因此私人運具的旅行時間應該比大眾運輸的旅行時間少；而車外時間對於使用私人運具者，是包含走路去牽車時間及搜尋停車位的時間，而對於搭乘大眾運輸者，則是包含走路時間及等車時間。過去的研究認為車外時間影響運具選擇的顯著效果一般大於旅行時間。此外，對於一般通勤者而言，在沒有對某項運具有特別的需求下，運具的旅行成本越高，使用該項通勤方式的機率應會下降，過去研究大多認為這是影響運具選擇的重要變數。

(3) 活動停留特性

此部份為我們研究的核心，在參考過去的研究變數設定後，稍作修改以適合本研究的模型，歸納為以下幾類變數：一星期於通勤時段活動停留天數、停留持續時間、停留地點的便利性、停留地點的停留成本、停留地點及通勤地點的關聯性。

1. 一星期於通勤時段活動停留天數：

一般通勤者在有活動停留的需求下，會傾向於選擇較方便的運具。當一星期停留天數越多，越容易由於慣性而僵固在某一運具。然而過去國外實證中強烈指出「一周是否有活動停留的需要」是通勤模式的決定因子，且需要產生活動停留的天數與運具選擇無關，只有與個體是否會產生活動停留有相關。因此在本研究中探討此變數，以驗證國內是否與國外實證結果相符。

2. 停留持續時間：

過去研究是將此變數探討旅次產生的可能性，在本研究中我們將它加入討論。一般而言停留持續時間越長，通勤者在時間限制下可能越不傾向搭乘大眾運輸。

3. 停留地點的便利性：

一般而言，在確定有停留的需要下，停留地點的便利程度，諸如是否具有停車位、公車是否設有站牌等等，會左右運具的選擇。例如在通勤途中需要到擁擠且停車不方便的市區採買，則通勤者可能會基於找停車位及走路時間等車外時間的上升，選擇活動上較為方便的運具。

4. 停留地點的停留成本：

對於一般使用私人運具的通勤者，在預知通勤途中停留的地點有收取停車費用的可能時，此項由於活動停留而產生的額外成本，費用的高低有可能會左右運具選擇，因此在本研究加入此項變數的探討。

5. 停留地點及通勤地點的關連性：

根據過去文獻，我們知道個人在安排旅次時會受到時間限制、預算限制...等等；因此若活動的地點在通勤途中，對於通勤者會有較大的誘因停留，若活動的地點與通勤的地點越不順路，則除非此活動具有急迫性或與工作

內容有相關，否則一般人普遍會將此活動與其它相關的旅次做鏈結。因此我們認為活動停留的可能會隨著與通勤地點及工作內容的相關度呈正相關。

(4) 旅行時間可靠性

我們將此部分的變數分為以下幾類:天氣對旅行條件的影響、對於旅行時間能掌握程度。

1.天氣對旅行條件的影響

對於部份通勤者，當天氣較差時會傾向於使用能夠遮風避雨的運具，例如：原本通勤工具為機車者，可能會因為雨天而選擇搭乘園區巡迴公車。此外，雨天可能會讓交通狀況變糟而影響運具旅行時間，因此我們設立此變數，以了解是否天氣會影響運具的選擇。

2.對於旅行時間能掌握程度

過去實證結果認為旅運者會選擇旅行時間準確度較高的運具，因此根據通勤者以往的經驗，越能掌握旅行時間的運具，在通勤途中使用此運具的機率應該是越高，一般而言，除去捷運、火車（不在本研究討論範圍）等旅行時間較為確定的大眾運輸，旅運者對於私人運具旅行時間的掌握能力應該會比大眾運輸強。

根據以上選取的變數，最後針對實際操作上，羅吉特效用函數中所包含的變數指定方式做說明，本研究將變數分為共生變數(Generic Variable)與替選方案特定變數(Alternative Specific Variable)。

1. 共生變數

存在各個方案之間，且變數值對各個方案的影響程度皆相同(參數值相同)。例如我們在服務水準特性中所設立的車外時間，使用私人運具或搭乘大眾運輸皆會有車外時間，而車外時間的多少，對同一通勤者而言影響程度皆相同。有類似屬性的變數統一放在共生變數。

2. 替選方案特定變數

存在某幾個替選方案，或是變數對於方案的影響程度不相同時，則放在此部份。例如本研究在服務水準變數中設立的停車方便性即屬於此類，因為只有使用私人運具的通勤者會考慮停車是否方便。因此將研究中相似的屬性放在此一變數集合。

3.4 通勤者運具選擇模型建立

3.4.1 模型內變數表示方式

表3.3 變數符號說明

q	通勤者個人
i, j	可供通勤者選擇的運具
J_q	替選方案個數
U_{qi}	替選方案 i 所能帶給通勤者 q 的效用
At_q	通勤者 q 所能選擇的替選方案集合
V_{qi}	效用函數中能觀察到的效用值
ε_{qi}	效用函數誤差項
P_{qi}	通勤者 q 選擇第 i 個方案的機率
α_q	解釋變數的參數
x_{qi}	效用函數內解釋變數
x'_{qi}	兩種方案解釋變數的差異值
Q	蒐集得到的樣本數
Y_{qi}	虛擬變數，若通勤者 q 選擇替選方案，則值為 1； 若通勤者 q 選擇其他方案，則值為 0。
$L(\alpha)$	推估參數 α 的概似函數

3.4.2 羅吉特模型建立

當通勤者 q 在面對私人運具及大眾運輸兩種替選方案時，若滿足下式，則理性的通勤者 q 會選擇使用對他而言效用最大的替選方案 i 。

$$U_{qi} > U_{qj} \quad i, j \in At \quad i \neq j$$

其中 U_{qi} ：替選方案 i 所能帶給通勤者 q 的效用

At_q ：通勤者 q 所能選擇的替選方案集合，本研究將此集合定義為私人運具及大眾運輸。

但由於在衡量通勤者的效用時，有許多無法察覺或無法估計的變數，例如通勤者本身的偏好，這些無法衡量的部份產生誤差，使觀察到的效用值並不是實際的效用值，因此若以觀察到的效用值分析通勤者個人的行為，則會使分析結果有偏誤。我們需加入誤差項 ε_{qi} ，並透過前面所假設誤差項服從的 Gumbel 分配，才能得知效用值，因此又稱為隨機效用函數。所以隨機效用函數 U_{qi} 可表示為 V_{qi} 與 ε_{qi} 兩部分的組成。

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

其中 V_{qi} ：效用函數中能觀察到的效用值

ε_{qi} ：效用函數誤差項

(1) 即為隨機效用模式。基於通勤者追求效用極大化為選擇替選方案的原則，因此通勤者選擇第 i 方案的條件為

$$U_{qi} \geq U_{qj} \quad (2)$$

由於效用函數具有不確定的機率特性，因此(2)式是否成立，會形成一個機率值如下：

$$\begin{aligned} P_{qi} &= \text{Prob}(U_{qi} \geq U_{qj}) \\ &= \text{Prob}(\varepsilon_{qj} - \varepsilon_{qi} \leq V_{qi} - V_{qj}) \\ &= \text{Prob}(\varepsilon_{qj} \leq \varepsilon_{qi} + V_{qi} - V_{qj}) \end{aligned} \quad (3)$$

因為羅吉特假設 ε_{qi} 為獨立且一致服從 Gumbel 分配，將 ε_{qi} 的抽樣分配表示為：

$$\begin{aligned} f(\varepsilon_{qi}) &= \text{Prob}(\varepsilon_{qi}) = \exp(-\varepsilon_{qi}) \exp[-\exp(-\varepsilon_{qi})] \\ F(\varepsilon_{qi}) &= \text{Prob}(\varepsilon_{qi}^* \leq \varepsilon_{qi}) = \exp[-\exp(-\varepsilon_{qi})] \end{aligned} \quad (4)$$

因此選擇第 i 個方案的機率值 P_{qi} 可表示為：

$$P_{qi} = \frac{\exp(V_{qi})}{\sum_{k=1}^{J_q} \exp(V_{qk})} = \frac{\exp(V_{qi})}{\exp(V_{qi}) + \exp(V_{qj})} \quad (5)$$

此機率有幾個特性，(1) P_{qi} 需界於 0 與 1 之間；(2) 機率總和為 1；(3) 機率 P_{qi} 與觀察到的效用 V_{qi} 所呈現的圖形為 S 形，表示若 i 方案所觀察到的效用相對於 j 方案是非常低時，則當 i 方案的些微改善並不會造成選擇機率的上升，表示 j 方案所能得到的效用仍然遠遠超過 i 方案；而機率改變程度最大時為兩方案所帶來的效用幾乎相同，則某一方案稍微改進，會立即看到效果。此圖形隱含當解釋變數改變時所產生的效果，因此被大多數的個體選擇模型所使用且對於政策決定者有重要的意涵。

由於絕對的效用水準與解釋決策者的行為及研究的模型無關；需要重視的應該是效用差的部份。因此將(5)式的分子與分母同除以 $e^{V_{qi}}$ 可得效用差的部份：

$$P_{qi} = \frac{1}{\sum_{i \neq j} e^{(V_{qj} - V_{qi})}} \quad (6)$$


由(6)可知通勤者選擇方案 i 的機率，與所有替選方案 At_q 對通勤者所產生的效用有關，且各個方案的效用差異 ($\sum_{i \neq j} V_{qj} - V_{qi}$) 決定了方案 i 的選擇機率。

(6)式中的可衡量效用 V_{qi} 一般採線性函數，即：

$$V_{qi} = \alpha_q x_{qi} \quad (7)$$

其中 α_q ：解釋變數的參數

x_{qi} ：效用函數內解釋變數

將(7)代入(6)式可得：

$$P_{qi} = \frac{1}{\sum_{i \neq j} e^{(V_{qi} - V_{qi})}} = \frac{1}{\sum_{i \neq j} e^{\alpha_q x'_{qi}}} \quad (8)$$

其中 $x'_{qi} = x_{qj} - x_{qi}$ ，即方案 j 與方案 i 各效用函數解釋變數的差異值。

由(8)可見，通勤者選擇替選方案 i 的機率，是由效用函數中解釋變數的參數值 α_q 以及解釋變數的差異值 x'_{qi} 所決定。在求解的過程中， x'_{qi} 可透過問卷良好的設計以及分析而得知，例如使用私人運具所需的車內時間與搭乘大眾運輸的車內時間差異值；至於解釋變數的參數值 α_q 則需透過問卷調查及分析後，得到通勤者的資料以及經過分析的解釋變數差異值之後，才能利用統計方法推估參數。本研究所要利用的推估方式，將於下一節作介紹；問卷設計則是留至第四章。

3.4.3 二元羅吉特模式之參數推估

關於模式參數 α_q 的推估有許多方法，如線性最小平方法、非線性最小平方法、最大概似法(Maximum Likelihood)等。其中最被廣為使用的是最大概似法，原因為此法所推估出的參數具有一致性(consistency)、效率性(efficiency)與充分性(sufficiency)等優點。羅吉特模式的概似函數型態可表示為：

$$L(\alpha) = \prod_{q=1}^Q \prod_{i \in A_i} (P_{qi})^{y_{qi}} \quad (9)$$

其中 Q：蒐集得到的樣本數

P_{qi} ：在羅吉特模式中，通勤者 q 選擇 i 替選方案的機率

y_{qi} ：若通勤者 q 選擇替選方案，則值為 1；

若通勤者 q 選擇其他方案，則值為 0。

最大概似法目的為在令(9)式 $L(\alpha)$ 極大化下求得的參數 α 。由於對數函數為嚴格遞增函數，因此為了方便求解，一般做法是先將(9)式取對數而成為對數概似函數(log-likelihood function)，然後再求解當對數概似函數最大時的 α 值。

$$\ln L(\alpha) = \sum_{q=1}^Q \sum_{i \in A_i} y_{qi} \ln(P_{qi}) \quad (10)$$

Small(1992)提及由於(10)式已經 McFadden(1974)證明為一凸函數(concave function)，只有一唯一極大值，找到局部最大解(local maximum)即為全域最大解(global maximum)。最常被使用的方法為 Newton-Raphson Method。由於參數的推

估過程需經複雜的數學運算，目前有許多統計套裝軟體提供運用，如 SAS、SPSS、LIMDEP 等等，本研究將使用 LIMDEP，在取得問卷資料後，輸入程式碼以求得參數值並根據(8)式計算出使用特定替選方案的機率。

小結

在進行資料的蒐集前，藉由上述模式的說明，本研究將通勤方式定義為私人運具及大眾運輸兩種。家戶結構則是依據家庭成員、是否有小孩及小孩是否有自理能力等等分為四類，分別為獨居的成人、兩人以上的成人、有學前幼兒的家戶結構、有尚未到達駕駛資格的家戶結構。研究變數則是參照研究範圍及過去文獻，依照屬性分成四大類別：社經特性、服務水準特性、活動停留特性以及旅行時間可靠性。社經特性包含年齡、性別、教育程度、家戶結構、每月可支配所得，家戶平均每一工作成員擁有車輛數以及居住地點至上班地點的距離；服務水準特性包含旅行時間、車外時間、旅行成本；活動停留特性包含一星期於通勤時段活動停留天數、停留持續時間、停留地點的便利性、停留地點的停留成本、停留地點及通勤地點的關聯性；旅行時間可靠性包含天氣對旅行條件的影響、對於旅行時間能掌握程度。最後利用二元羅吉特結合上述變數，建立適合的通勤者運具選擇模型。



第四章、資料蒐集與分析

本章首先針對目前園區內可供搭乘的大眾運輸做一簡介，之後對問卷設計的方法、資料的蒐集與抽樣方法做扼要的介紹，並對蒐集完成的資料，做分類整理與剖析。4.1 節介紹園區巡迴巴士；4.2 節說明問卷設計的內容及問卷的測試與修改；4.3 節為抽樣設計與資料蒐集；4.4 節針對蒐集得來的資料初步做一樣本結構分析。

4.1 園區大眾運輸

目前在新竹科學園區可供搭乘的大眾運輸主要分為公司交通車、園區巡迴巴士及市公車。交通車視公司是否有提供而定，停靠地點及收費情況依照公司有不同的規定；由於園區內巡迴巴士往來頻繁且具有免費的誘因，因此新竹市公車僅有 30 路、2 路及 1 甲路行經園區，且停靠站極少，有實驗中學、科技生活館、世界工家...等等，目標顧客主要是針對學生族群。根據上述所示，以下針對園區內發車較頻繁的巡迴巴士做一介紹。

隨著園區快速發展，從業人員日益增加，為解決交通需求，園區管理局於 93 年 9 月設立綠線與紅線園區免費巡迴巴士。服務範圍涵蓋全園區，並行駛至光復路清華大學附近與國道客運、新竹市公車、新竹客運等大眾運輸工具接駁。95 年將園區住宅區、實驗中學納入紅線服務範圍，提供住宅區從業人員子女上下學交通服務，及住宅區至新竹市區接駁服務。95 年 5 月 15 日起，管理局與交通大學合作，將紅線經交通大學延駛至光復路、建中路、建功路附近新興國宅，服務居住國宅附近從業人員，為鼓勵園區從業人員搭乘園區巡迴巴士，並將每日服務時間延長至 21:40。95 年 4 月 1 日起，增開了紫線-竹南線，每天 14 班次，提供往返新竹與竹南園區交通服務，9 月 1 日起，每日上下班尖峰時段加開 5 班車，滿足往返竹南園區從業人員需求，此外並於高鐵通行後增開橘線-高鐵線。95 年巡迴巴士乘車人數，隨著服務範圍擴大與服務時間延長持續成長，主要的紅線與綠線乘車人次每日平均約 2000 人次，竹南線乘車人次每日平均約 125 人次(如表 4.1)。現階段園區巡迴巴士共有四個行駛路徑可供選擇，紅線、綠線、紫線、橘線，其行駛路徑及發車時間詳見附錄。

表 4.1 95 年度科學工業園區巡迴交通車每日平均搭乘人數

	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
新竹線	1322	1223	1284	1239	1264	1613	2025	2167	2441	2241	2605	2743
竹南線	-	-	-	21	58	82	119	135	167	152	179	198
合計	1322	1223	1284	1260	1322	1695	2144	2302	2608	2393	2784	2941

資料來源:科學工業園區管理局 2006 年年報

4.2 問卷設計

一般調查設計的目的主要是希望抽樣誤差及非抽樣誤差能降到最小。在問卷設計時必須小心謹慎，因此根據研究問題的特性及研究範圍的限制，訂定所要使用的變數；接著將欲了解的變數轉換成受訪者可以回答的問題。受訪者會受到問題排序、開放性與封閉性問題、回覆的選項設計及問題的文字編排影響(Richard et al.,2006)；此外，問卷設計過於精簡會面臨資料損失的缺點，過於詳盡會造成成本上升、受訪者拒答、及資料整理時可能產生的誤差，因此本研究在仔細衡量上述的影響因素，並在有限的經費及時間之下，針對模式建構過程中必要的相關資訊予以調查。

為了避免填答者誤解題意或草率回答而造成量化資料的誤差，於問卷正式發行前必須做好問卷試測的工作，根據初步測驗的結果及受測者的意見，增加、刪減題目及修改問卷，使研究成果更能符合實際情況，因此本研究於 96 年 3 月 8 日至 3 月 12 日在網路上進行調查，共獲得 31 份試測樣本。經過試測問卷的回收及修改，以下針對正式問卷的題項進行說明。正式問卷內容如附錄所示，主要分為四個部份：

1. 個人基本資料：個體活動的產生與家戶結構的成員及其本身的社會經濟背景息息相關；因此在此部份我們依據第三章所設定的社經變數提出 15 個問項。
2. 通勤相關資訊及通勤方式選擇：為了深入了解通勤者旅運過程面臨的狀況，包含擁擠的情況、通勤途中參與活動是否容易...等等，提出與通勤旅途相關的問題及使用運具的特性，此部分共有 19 個問項。
3. 工作相關特性：由於工作時間是否具有彈性對於通勤途中所需面臨的擁擠程度有高度相關。若是彈性工時，則可選擇不在尖峰時段上班，因此可選擇的運具由於少了擁擠的限制而多了許多變化；反之固定工時由於通勤者需考慮的因素較多，使運具選擇較多限制。因此這部份提出幾個與工作排程相關的問題，共 4 個問項。
4. 通勤途中或中午休息時間所參與的活動特性：此為本研究的核心，對於在通勤途中所參與的活動，為了了解是否會影響運具的選擇，仔細探究活動的相關特性，包含活動的目的、持續的時間、停留是否方便...等等，共 11 個問項。

4.3 抽樣設計與資料蒐集

採用發放問卷做為蒐集研究資料的方法，抽樣設計與資料來源相當重要，關係到蒐集的數據是否有效、是否能合理解釋研究的問題特性並呼應研究者想證實的假說。抽樣方法大致上有隨機抽樣、分層抽樣、系統抽樣、集群抽樣等四種，一般在都市內羅吉特模式測定所用的資料，多以隨機抽樣或分層抽樣進行。此節將針對本研究的調查範圍及調查方式、樣本數的決定等內容加以說明。

4.3.1 調查範圍及調查方式

本研究範圍與對象界定為在新竹科學園區上班的通勤者，使用的運輸工具區分為私人運具（汽車、機車、腳踏車、步行、共乘）及大眾運輸（新竹市公車、園區巡迴巴士、公司交通車）兩種。

由於研究對象為通勤者，若調查時間於一般上班時間，上班族通常會較為忙碌而無暇回應；且設立於新竹科學園區的公司通常有設立警衛，若貿然前往，往往不得其門而入。因此，調查的方式以網路問卷為主，定點發放問卷為輔。網路問卷優點為成本節省、受訪者填答的環境較自在且方便，但不足處是填答者限制為有使用網路者。因此本研究再搭配定點發放問卷，隨機於園區路口做面對面的訪問。

4.3.2 樣本數決定

進行問卷研究，樣本數的決定是進行抽樣調查的課題之一，一般來說，即使抽樣與測量的程序做得很謹慎與精確，樣本中的觀察資料卻不一定會精準地反應出樣本被選取時的母體資料。這個介於理想樣本的估計與真實母體值間的偏離就是抽樣誤差(sampling error)。然而樣本大小與抽樣誤差有絕對的關連性，可以說樣本數大小取決於研究者對抽樣誤差的控制，因此為了降低抽樣上的誤差，審慎的決定樣本大小是必要的。一般研究多以 95% 信賴水準為抽樣設計的標準，本研究也採取 95% 信賴水準，將誤差控制在 5% 範圍內。

根據園區管理局 2006 年統計資料顯示，至 2005 年底止，於園區內工作的上班族高達 114,836 人，然而此統計資料包含城際通勤者及都市內通勤者。根據過去文獻顯示，城市內通勤者約佔 84.4%，城際通勤者約為 15.6%。(洪芳傑,2000)由於本研究只涵蓋都市內通勤者，因此以 $114836 * 84.4\% = 96921$ 做為通勤者母體數目。

令 n 表所需之樣本數， N 為母體個數， e 代表抽樣誤差之容許範圍， Z 代表常態分配在信賴水準下之查表值， p 為母體事件下出現的機率值，則簡單隨機抽樣樣本大小的計算公式如下：

$$n = \frac{Z^2 p(1-p)N}{e^2(N-1) + Z^2(1-p)}$$

依據上述公式， p 以最大絕對誤差估計值時的值($p=0.5$)計算，並將母體數目($N=114836$)、容許誤差範圍($e=5\%$)信賴水準在 95% 下之 Z 值($Z=1.96$)代入，則可求得所需的樣本數為 382 份，初步估計至少需 400 份問卷。

4.4 樣本結構分析

本研究針對新竹科學園區的通勤族，於民國 96 年 4 月 4 日至 4 月 28 日，近一個月的時間進行問卷蒐集工作。總計回收問卷 428 份，其中 242 份為網路問卷，186 份為定點蒐集得的問卷，扣除問卷內容填答上有部分遺露之樣本數，有效樣本共計 401 份，佔回收問卷的 93.7%；以下將針對這 401 份有效問卷進行後續分析。

4.4.1 個人基本資料

下述將針對社經特性資料進行統計分析與說明(表 4.4)，並與已知的實際資料做一對應(表 4.2、表 4.3)

1. 性別：
總受訪者中男女比例分別為 64.1%與 35.9%，而實際上竹科裡的男女比例為 54.8%及 45.2%，皆為男性比例較高的現象。
2. 婚姻：
已婚者佔 30.9%，未婚者佔 69.1%。
3. 年齡：
以 20~30 歲為最多(佔 61.6%)，平均年齡為 29 歲；而根據實際資料顯示，竹科員工平均年齡為 30 歲，其中 30-39 歲最多(43.67%)。
4. 平均月收入：
大多集中於 4-6 萬(56.1%)，6 萬以上僅佔不到兩成。
5. 教育程度：
多為大學(54.4%)，碩士學歷次之(32.4%)；實際資料則是高中比例最高(26.35%)，大學次之(23.71%)。
6. 家戶結構：
由調查顯示，家中有小孩的比例不高，不到兩成，原因可能是竹科員工大多尚未結婚，因此多為獨自居住(33.4%)或與其他成人共同居住(48.9%)。
7. 機車、汽車擁有比率：
受訪者大多擁有機車、汽車，其中擁有機車比率為 88%，擁有汽車比率為 62.8%。

表 4.2 員工年齡、性別統計資料

96年3月員工年齡性別人數統計								
年齡	14-19	20-29	30-39	40-49	50-59	其他	合計	%
男	414	15,688	31,003	8,876	1134	7,916	65,031	54.83
女	279	19,815	20,787	5,745	613	6,331	53,570	45.17
合計	693	35,503	51,790	14,621	1,747	14,247	118,601	100
%	0.58	29.93	43.67	12.33	1.47	12.01	100	

平均年齡: 30

資料來源:新竹科學園區管理局

表 4.3 員工教育程度統計資料

96年3月員工教育程度人數統計							
教育程度	博士	碩士	學士	專科	高中	其他	合計
合計	1,368	22,653	28,121	25,889	31,246	9,324	118,601
%	1.15	19.1	23.71	21.83	26.35	7.86	100

資料來源:新竹科學園區管理局

表 4.4 受訪者之基本資料敘述統計

項目別	樣本數	百分比	項目別	樣本數	百分比
年齡			教育程度		
20歲以下	1	0.25	國中以下	3	0.7
20-30	247	61.6	高中	37	9.2
30-40	125	31.2	大學	218	54.4
40-50	24	6	碩士	130	32.4
50-60	4	1	博士	13	3.2
性別			家戶結構		
女	144	35.9	單獨居住	134	33.4
男	257	64.1	多位成人居住	196	48.9
婚姻狀況			有6歲以下幼兒	44	11
已婚	124	30.9	有6歲以上，未滿18歲的小孩	27	6.7
未婚	277	69.1	所得水準		
機車、汽車擁有情況			2-4萬	127	31.7
機車	353	88	4-6萬	214	56.1
汽車	252	62.8	6-8萬	45	11.2
			8-10萬	4	1
			10萬以上	11	2.7

4.4.2 通勤相關資訊及運輸工具服務屬性

下述將針對通勤相關資料進行統計分析與說明。(見表 4.5)

1. 住處到公司距離：
大多為五公里以內(47.6%)，十公里以內更高達七成五，表示竹科工作員工大多居住於臨近地區。
2. 離住處最近的公車站牌距離：
大多為 101 公尺到 300 公尺之間(34.4%)。
3. 離公司地點最近的公車站牌距離：
大多為 100 公尺以內(33.2%)，由於園區巴士的實施，竹科員工通常能於公司地點附近找到園區巴士停靠地點；此外許多公司皆有設立交通車(例：鴻海、台積電、世界先進...等等)，因此縮短工作地點與大眾運輸停靠站距離。
4. 到站時間準確性：
此部分受訪者對於大眾運輸的準確程度大多認為尚可(42.4%)，傾向準確的約為 26.1%，傾向於不準確的約為 31.4%，由統計可見受訪者對於大眾運輸的到站時間仍然不甚滿意。
5. 可容忍大眾運輸不準確的程度：
統計顯示，大部分受訪者可接受公車不準確的程度為 5-10 分鐘(40.6%)，且願意忍受十分鐘以上只佔二成五左右，由此可見大眾運輸不準確程度越高，應該會帶給受訪者越高的負效用。
6. 車外時間：
此部份分別調查私人運具的車外時間及大眾運輸的車外時間。私人運具的車外時間，包含尋找停車位、走路到停車地點...等時間，調查顯示，受訪者在使用私人運具時，大多勾選 10 分鐘以內的車外時間(63.1%)；而大眾運輸的車外時間，包含等待時間、走路到站牌時間，調查顯示，受訪者大多需要 20-30 分鐘的車外時間(41.1%)，這可能是與新竹地區大眾運輸到站時間傾向於不準確所致。
7. 選擇的運具：
調查顯示，使用私人運具的受訪者高達九成，而使用大眾運輸者僅約一成，與內政部營建署統計新竹地區私人運具使用比例相當(87.4%)。
8. 不選擇大眾運具的原因
調查受訪者不選擇大眾運輸工具的可能原因顯示，不便利(包含附近沒有公車站牌、沒有直達的公車或需轉車)佔最高比例(53.6%)，需要等待時間次之(34.2%)，沒有私密空間則對受訪者較無影響(12.2%)。
9. 對運輸工具可以掌握的程度
此部份分別針對私人運具及大眾運輸做調查，調查顯示，對於私人運具而

言，有近九成的受訪者能掌握旅行時間；而針對大眾運輸而言，僅約一成的受訪者認為能掌握旅行時間。

10. 天氣影響程度

對於私人運具而言，有六成左右的受訪者傾向於認為天氣會影響通勤的旅途；而針對大眾運輸而言，僅約 0.2% 的受訪者傾向於認為天氣對於通勤旅途沒什麼影響。

11. 一星期的交通費

對於私人運具而言，受訪者大多認為一星期交通費只需 300 以內(約占六成)，而對於大眾運輸而言，受訪者幾乎皆認為一星期交通費只需 100-200(97%)。

12. 旅行時間

於私人運具而言，旅行時間大多聚集於 20 分鐘以內(約七成)，這可能與通旅程十分相關，受訪者的通勤旅程多為十公里以內(近八成)。對大眾運輸而言，旅行時間大多需要 10-20 分鐘(47.6%)。

表 4.5 受訪者通勤相關資訊敘述統計

項目別	樣本數	百分比	項目別	樣本數	百分比
住處到公司距離			可容忍公車不準確的程度		
5 公里以內	191	47.6	5 分鐘以內	134	33.4
5~10 公里	117	29.2	5-10 分鐘	163	40.6
10~15 公里	53	13.2	10-15 分鐘	68	17
15~20 公里	21	5.2	15-20 分鐘	28	7
20~25 公里	19	4.7	20 分鐘以上	8	2
25 公里以上	0	0			
			大眾運輸車外時間		
離住處最近的公車站牌距離			10 分鐘以內	52	13
100 公尺以內	102	25.4	10-20 分鐘	98	24.4
101~300 公尺	138	34.4	20-30 分鐘	165	41.1
301~500 公尺	56	14	30 分鐘以上	86	21.4
501 公尺以上	105	26.2			
			私人運輸工具車外時間		
離公司最近的公車站牌距離			10 分鐘以內	253	63.1
100 公尺以內	133	33.2	10-20 分鐘	106	26.4
101~300 公尺	111	27.7	20-30 分鐘	31	7.7
301~500 公尺	72	18	30 分鐘以上	11	2.7
501 公尺以上	85	21.2			
			公車到站時間準確性		
運具選擇			非常準確	11	2.7
私人運輸	367	91.5	還算準確	94	23.4
大眾運輸	34	8.5	尚可	170	42.4
			不太準確	89	22.2
不選擇大眾運具的原因			非常不準確	37	9.2
需要等待時間	137	34.2			
不便利	215	53.6	私人運具每周交通費用		

表 4.5 受訪者通勤相關資訊敘述統計(續)

沒有私密空間	49	12.2	100 元以下	65	16.2
			100-200 元	115	28.7
對私人運具可掌握程度			200-300 元	57	14.2
完全可以掌握	181	45.1	300-400 元	33	8.2
可以掌握	171	42.6	400-500 元	25	6.2
尚可	44	11	500-600 元	26	6.5
難以掌握	4	1	600-700 元	18	4.5
完全無法掌握	1	0.2	700-800 元	11	2.7
			800-900 元	18	4.5
			900 元以上	33	8.2
對大眾運輸可掌握程度			大眾運輸每周交通費用		
完全可以掌握	6	1.5	100-200 元	389	97
可以掌握	35	8.7	200-300 元	7	1.7
尚可	98	24.4	300-400 元	4	1
難以掌握	187	46.6	400-500 元	1	0.2
完全無法掌握	75	18.7			
			私人運具旅行時間		
天氣對私人運具影響程度			10 分鐘以下	155	38.7
影響非常大	113	28.2	10-20 分鐘	125	31.2
影響很大	139	34.7	20-30 分鐘	64	16
些微影響	96	23.9	30-40 分鐘	29	7.2
還好	28	7	40-50 分鐘	6	1.5
無影響	25	6.2	50-60 分鐘	22	5.5
			大眾運輸旅行時間		
天氣對大眾運輸影響程度			10-20 分鐘	191	47.6
影響非常大	50	12.5	20-30 分鐘	117	29.2
影響很大	172	42.9	30-40 分鐘	53	13.2
些微影響	177	44.1	40-50 分鐘	21	5.2
還好	1	0.2	50-60 分鐘	19	4.7
無影響	1	0.2			

4.4.3 工作相關特性

1. 上班時間是否為固定(time_flexible)

調查顯示，有約六成的受訪者上班時間為固定，而有四成的人上班時間是具有彈性的。

2. 遲到次數(late)

由於彈性上、下班不會有遲到的問題，因此根據上班時間為固定的受訪者，進而調查遲到的次數，發現大多受訪者從未遲到(64.8%)。

3. 遲到原因(late reason)

此部分是根據遲到次數一次以上者，進階統計其遲到原因，可發現超過一半的遲到者，原因是塞車)

4. 遲到處罰(late punish)

此部份是根據工作時間為固定的受訪者做調查，近四成的受訪者認為遲到處罰偏嚴厲，近四成的受訪者認為還好，兩成認為處罰不嚴厲。

表 4.6 工作相關特性

項目別	樣本數	百分比	項目別	樣本數	百分比
工作是否為固定			遲到原因		
彈性制	174	43.4	塞車	52	65
固定制	227	56.6	大眾運輸誤點	19	23.8
			路上有交通事故	9	11.3
遲到處罰			遲到次數		
非常嚴厲	31	13.7	0 次	147	64.8
嚴厲	55	24.2	1 次	44	19.4
還好	89	39.2	2 次	24	10.6
不嚴厲	26	11.5	3 次以上	12	5.3
非常不嚴厲	26	11.5			

4.4.4 停留相關特性

1. 平均一周停留天數

由調查可知，受訪者一星期從未停留的只佔不到兩成，代表大部分的通勤者在通勤旅程中有需要暫時的停靠。

2. 是否會在通勤旅途中停留

此部份調查分為使用私人運輸工具及大眾運輸的情況。使用私人運輸工具者，在通勤旅途中會停留者佔很高的比例(81.3%)；而使用大眾運輸者，在通勤旅途中會願意停留者則僅佔 5% 左右。由此可見，受訪者在使用私人運輸工具時，會較願意在旅途中停留，而在使用大眾運輸時，可能因為站牌設立的限制、停留地點的考量、停留結束需要再另一段等待時間，較不願意在旅途中停留。

3. 停留地點是否與公司地點順路

此一屬性根據受訪者會在通勤途中有停留需求的部份，進一步的調查，結果發現有八成左右的受訪者，停留地點與通勤旅途是傾向於順路的。

4. 停留原因

調查發現，有高達六成的受訪者停留的原因屬於”維持性”，約三成的受訪者停留原因為”義務性”，與過去研究認為停留原因大多是由於義務性的結果不同，這有可能是因為園區通勤者已婚有小孩者比例不高，因此會由於義務性而停留的比例也相對不高。

5. 停留時間

調查發現，受訪者停留的時間有七成為 20 分鐘以內。由此可見，竹科地區通

勤者大多傾向於短暫的停留。

6. 停留是否方便

此一部分，大部分的受訪者對於停留地點傾向於勾選方便。此一結果與事實相符，通常通勤者考慮是否於旅途中暫時停留，方便是一個很大的考量，當需要停留的地點方便時，才會進一步的將活動行程安插進通勤途中。

7. 停留地點停車費

受訪者於停留地點的停車費用大多為 30 元以內，有可能是新竹地區尚未於路邊停車格徵收停車費；此外，使用機車者，停車費用一般都較低或是不收費，因此調查結果顯示停車費用偏低。

8. 因為停留而改為使用方便的運輸工具

此一調查發現，有八成受訪者認為，若有停留需求，會改為使用較方便的運輸工具，符合預期狀況。

9. 慣性

關於受訪者對於運輸工具使用上的慣性，調查分別針對私人運輸工具及大眾運輸兩部份；對於原本使用私人運輸工具者，由於各方面的考量(成本、停車方便性)而改為使用大眾運輸工具時，會進而因為習慣經常使用大眾運輸者約佔三成左右；對於原本使用大眾運輸工具者，由於各方面的考量(方便、自主性、舒適性)而改為使用私人運輸工具時，會進而因為習慣經常使用私人運輸者，則高達九成。由此可見，通勤者一般對於大眾運輸較不易產生慣性，而對於私人運具則較易因為習慣而經常使用。

表 4.7 受訪者活動停留相關屬性

項目別	樣本數	百分比	項目別	樣本數	百分比
平均一周停留天數			停留是否方便		
0 天	75	18.7	非常方便	99	30.4
1 天	73	18.2	方便	165	50.6
2 天	82	20.4	一般	49	15
3 天	40	10	不方便	11	3.4
4 天	30	7.5	非常不方便	2	0.6
5 天	101	25.2	停留地點停車費		
使用私人運具是否曾經停留			30 以下	277	85
是	326	81.3	30-60	34	10.4
否	75	18.7	60-90	15	4.6
使用大眾運輸是否曾經停留			是否會因為停留而改為使用較方便的運輸工具		
是	19	4.7	是	323	80.5
否	382	95.3	否	78	19.5
停留原因			對私人運具產生慣性		
義務性	105	32.2	是	365	91
維持性	200	61.3	否	36	9
休閒性	21	6.4	對大眾運輸產生慣性		
停留時間			是	113	28.2
0-10	137	42	否	288	71.8
10-20	91	27.9	停留地點是否與公司地點順路		
20-30	40	12.3	非常順路	80	24.5
30-40	32	9.8	順路	201	61.7
40-50	10	3.1	普通	22	6.7
50-60	13	4	需要繞路	20	6.1
60 以上	3	1	完全反方向	3	1

小結

根據第三章的模式架構，在本章建立一份問卷，於 3 月 8 日至 3 月 12 日於網路上進行試測，依據取得的 31 份樣本修改問卷題項，並於 4 月 4 日至 4 月 28 日正式發行問卷，分別自網路上取得 242 份，定點訪問蒐集得 186 份，在刪除漏答或矛盾的樣本後，有效樣本為 401 份，占蒐集問卷的 93.7%。根據通勤者社會經濟資料的敘述性統計(性別、年齡、教育程度)，發現與實際資料相差不大，認為足以代表新竹科學園區的通勤母體。下一章將利用蒐集得到的資料進行統計分析。

第五章、模式結果

本章根據第四章蒐集得來的樣本資料，利用統計方法進行各種分析，以達成本研究的目的，5.1 節探討大眾運輸與私人運輸之屬性差異，5.2 節為解釋變數與一周停留天數之交叉分析，5.3 節為旅行時間可靠性的變異數分析，5.4 節為變數間的相關分析，5.5 節為二元羅吉特分析。

5.1 大眾運輸與私人運輸之屬性差異

表 5.1 大眾運輸與私人運具之屬性差異

	差值平均數	標準差	標準誤	t 值	自由度	顯著水準
旅行時間	7.21	6.65	0.33	21.71	400.00	0.00*
車外時間	14.90	17.11	0.85	17.44	400.00	0.00*
旅行成本	-194.91	289.28	14.45	-13.49	400.00	0.00*
無法掌控程度	2.04	1.26	0.06	32.51	400.00	0.00*
氣候影響	0.04	1.32	0.07	0.68	400.00	0.50
是否停留	-0.77	0.42	0.02	-36.40	400.00	0.00*
慣性	-0.63	0.61	0.03	-20.71	400.00	0.00*

在運輸工具的屬性上，為了衡量大眾運輸及私人運具是否有顯著差異，利用成對t檢定，根據每個受訪者對於兩類運輸工具所填答的屬性值做檢測。

由上表可知，大眾運輸旅行時間平均比私人運具旅行時間多七分鐘；大眾運輸的車外時間平均比私人運輸車外時間多14.9分鐘；大眾運輸旅行成本方面，一星期平均比私人運具少194.9元；大眾運輸對於旅行時間的掌握程度比私人運具還差；氣候對於運輸工具使用上的影響則差距不大；在是否停留上，私人運輸顯然比大眾運輸更會選擇停留；對於運具是否會因習慣而經常性的使用，相對於私人運輸，大眾運輸較難養成慣性。

是否顯著方面，大眾運輸及私人運具在旅行時間、車外時間、旅行成本、旅行時間的掌握程度、是否會停留及慣性對於運具使用的影響都有顯著的差異；氣候對於運輸工具使用上的影響，在大眾運輸及私人運具上沒有顯著差異。由於無論何種運輸工具，氣候的變化都會影響行車的情況，使用私人運具者，可能會有天雨路滑、視線不清的困擾；使用大眾運輸者，除了司機的行車情況受影響，通勤者也須忍受在等車時間及步行時間由於氣候變化帶來的不便，因此此因素對於兩類運輸工具的使用沒有顯著的不同。

5.2 解釋變數與一周停留天數之交叉分析

由過去相關研究發現，是否在通勤途中停留、一周停留天數的多寡與受訪者個人社經背景十分相關，因此本節利用交叉分析，將過去社經背景中與一周停留天數具有顯著關係的變數在此做一驗證。

5.2.1 婚姻狀況與一周停留天數

在婚姻狀況與停留天數的交叉比對表5.2中可發現，未婚者平均停留天數為2.21天，已婚者平均停留天數為2.96天，此外，在未婚受測者中，選擇停留天數的比重最高者為一星期2天；而已婚者選擇的比重最高者為一星期5天，顯示已婚及未婚受測者在停留天數上的差異，因此在進行卡方檢測中可發現，婚姻狀況與停留天數具有顯著正相關，即已婚者停留天數顯著較多。

表 5.2 婚姻狀況與停留天數交叉分析表

		0	1	2	3	4	5	總和	平均天數	
婚姻狀態	未婚	58	54	62	29	21	53	277	2.21	
	已婚	18	18	20	11	9	48	124	2.96	
總和		76	72	82	40	30	101	401		
皮爾森卡方值										17.949
顯著性										0.003*

5.2.2 教育程度與一周停留天數

由教育程度與停留天數的交叉比對表中可發現，教育程度為博士者，平均一星期停留天數最少，為1.5天；此外，由表中也可發現，隨著教育程度上升，停留天數趨於遞減。因此卡方檢驗結果為教育程度與停留天數間具有明顯相關。

表 5.3 教育程度與停留天數交叉分析

		0	1	2	3	4	5	總和	平均天數	
教育程度	國中以下	0	1	0	0	0	2	3	4.3	
	高中	2	15	1	3	8	8	37	2.6	
	大學	43	33	46	19	14	63	218	2.5	
	碩士	28	20	29	18	8	27	130	2.3	
	博士	3	3	6	0	0	1	13	1.5	
總和		76	72	82	40	30	101	401		
皮爾森卡方值										49.871
顯著性										0.000*

5.2.3 家戶結構與停留天數

根據第三章，我們將家戶結構分為四大類，第 I 類為單獨居住，第 II 類為多位成人居住，第 III 類為有 6 歲以下幼兒，第 IV 類為有 6 歲以上，未滿 18 歲的小孩。由交叉比對表中可發現，家中有未成年小孩者的平均停留天數皆較家中皆為成人者的停留天數為高，分別為 3.5 天及 3.1 天，其中，第 III 類家戶結構的停留天數又較第 IV 類的停留天數為多，即對於有小孩的家戶結構而言，家中若有不具自理能力的幼兒將較其他家戶結構的停留天數還多。此部分呼應過去文獻中認為角色為父母者，由於照顧小孩的責任，因此停留天數相對較高；此外，卡方檢驗的部份，也證明家戶結構與停留天數有顯著相關性。

表 5.4 家戶結構與停留天數交叉分析

		0	1	2	3	4	5	總和	平均天數
家戶結構 (類別)	I	26	31	34	12	4	27	134	2.1
	II	44	34	36	19	18	45	196	2.3
	III	4	3	7	4	7	19	44	3.5
	IV	2	4	5	5	1	10	27	3.1
總和		76	72	82	40	30	101	401	
皮爾森卡方值		33.299							
顯著性		0.004*							

5.2.4 性別與停留天數

由表 5.5 中可發現，女性一星期內從未停留約佔 18% 左右，而男性一星期內從未停留則約佔 20%，女性平均停留天數稍高於男性，但差距不大。根據卡方獨立性檢定，性別與停留天數並不具有顯著的相關，與 Bhat(2004) 於奧斯汀的調查結果不同，Bhat(2004) 結果為性別及停留天數具有顯著的相關。

表 5.5 性別與停留天數交叉分析

		0	1	2	3	4	5	總和	平均天數
性別	男	50	49	54	24	15	65	257	2.39
	女	26	23	28	16	15	36	144	2.55
總和		76	72	82	40	30	101	401	
皮爾森卡方值		3.58							
顯著性		0.611							

5.3 旅行時間可靠性變異數分析

利用變異數分析，可以了解旅行時間可靠性各個變數對於運具選擇個別的影響是否顯著，也可了解變數間是否有顯著的交互作用。表5.6 列出各個變數對於運具選擇的影響，及有顯著交互作用的變數組合。由表中可知，大眾運輸準確程度及運具的掌握程度對於運具選擇都具有顯著的影響，而氣候則對於運具選擇影響不顯著。大眾運輸準確程度越高，其旅行時間可靠性應當越高，對於運具的選擇如預期的呈現正向的顯著關係；受訪者對於運具的掌握程度越高，旅行時間的可靠程度也會越高，因此通勤時越會選擇該運具。氣候對運具使用的影響，分析結果與5.1節中所討論的相互呼應，由於氣候的變化對於兩種運具的使用沒有顯著差異，受訪者不會由於氣候的變化影響運具的選擇。此外，在各個變數中，發現大眾運輸可靠性及大眾運輸掌握程度兩者變數具有顯著的交互作用，通常大眾運輸可靠性越高，到站時間越準確，通勤者所能掌握旅行時間的程度也會越高，結果與預期相符。

表5.6旅行時間可靠性變異數分析

依變數：運具		旅行時間可靠性變異數分析			
來源	平方和	自由度	均方和	F	顯著性
校正後的模式	24.138	218	0.111	2.887	0.000*
截距	2.009	1	2.009	52.382	0.000*
大眾運輸準確程度(A)	0.420	4	0.105	2.739	0.030*
私人運輸掌握程度(B)	1.023	3	0.341	8.893	0.000*
大眾運輸掌握程度(C)	0.779	5	0.156	4.061	0.002*
氣候對大眾運具影響(D)	0.116	3	0.039	1.009	0.390
氣候對私人運具影響(E)	0.222	4	0.055	1.446	0.221
A*C	0.912	9	0.101	2.642	0.007*
誤差	6.979	182	0.038		
總合	34.000	401			
$R^2 = 0.776$					
修正後 $R^2 = 0.507$					
校正後的總數	31.117	400			

5.4 變數間相關分析

相關分析是測定變數之間的關係密切程度，所使用的工具是相關係數。相關係數是描述這種線性關係程度和方向的統計量，通常用 r 表示。一般而言， $|r| > 0.95$ 表示存在顯著性相關； $|r| \geq 0.8$ 為高度相關； $0.5 \leq |r| < 0.8$ 為中度相關； $0.3 \leq |r| < 0.5$ 為低度相關； $|r| < 0.3$ 表示說明變數間的關係極弱，可視為不相關。當相關係數高於 0.5 時，則有必要在相關的變數間做一取捨。

本研究將服務水準特性、活動停留特性及旅行時間可靠性等三類變數(如表

5.7)進行相關分析，結果發現以下幾組變數具有較高的相關性：

- 1、使用大眾運輸是否停留(B1)、停留持續時間(B4)：正相關，係數值為 0.52。
- 2、使用私人運具是否停留(B2)、停留天數(B3)：正相關，係數值為 0.59。
- 3、使用私人運具是否停留(B2)、停留地點方便性(B5)：正相關，係數值為 0.88。
- 4、使用私人運具是否停留(B2)、停留地點與通勤地點是否順路(B8)：正相關，係數值為 0.89。
- 5、停留天數(B3)、停留地點方便性(B5)：正相關，係數值為 0.52。
- 6、停留持續時間(B4)、停留成本(B6)：正相關，係數值為 0.51。
- 7、停留地點方便性(B5)、停留地點與通勤地點是否順路(B8)：正相關，係數值為 0.85。

由以上幾組可發現，是否停留與多數停留相關屬性產生高度相關，爲了避免造成校估結果不理想，在羅吉特模式中刪除此一變數；此外，根據問卷結果發現八成受測者之停留成本為 30 元以下，變異不大，因此針對持續時間與停留成本的相關性，在模式中刪除停留成本變數。停留地點方便性對於停留天數及停留地點是否順路也產生高度相關，因此認為刪除停留地點方便性較為適當。

表 5.7 進行相關分析之變數代號

變數代號		
服務水準特性	活動停留特性	旅行時間可靠性
A1 大眾運輸車外時間	B1 使用大眾運輸是否停留	C1 大眾運輸準確性
A2 私人運輸車外時間	B2 使用私人運具是否停留	C2 私人運具控制程度
A3 大眾運輸旅行成本	B3 停留天數	C3 大眾運輸控制程度
A4 私人運輸旅行成本	B4 停留持續時間	C4 氣候對大眾運輸影響程度
A5 住家到公車站距離	B5 停留地點方便性	C5 氣候對私人運具影響程度
A6 工作地點到公車站距離	B6 停留成本	C6
	B7 是否轉換運具	
	B8 停留地點與通勤地點是否順路	
	B9 對於私人運具是否產生習慣	
	B10 對於大眾運輸是否產生習慣	

5.5 二元羅吉特分析

利用二元羅吉特模式進行分析，以私人運具為基礎，因此對於使用私人運具所產生的效用函數，將各項屬性係數設為 0 的情況，以表 5.8 表示當使用大眾運輸情況下，效用函數中各屬性的係數值及是否具有顯著性。校估結果發現接近顯著的有三個變數，家戶結構中是獨自居住者、汽車擁有率、通勤距離；顯著的變數共十一個，分別是性別、所得、機車擁有率、汽車擁有率、公車不準確程度、成本、工作彈性、停留天數、停留持續時間、慣性及轉移運具，其中除了成本，變動的方向皆與預期相同，以下針對顯著變數做一分析。

(1) 性別

資料輸入是以 0 為男性，1 為女性；係數值為負的情況表示，女性較不願意搭乘大眾運輸，且對於運具選擇有顯著影響，可能是由於園區工作時間較為不一定，除了一般行政人員，作業員工作時間大多為輪班制，工程師則是需根據工作完成情形調整下班時間；此外，由表 5.1 所示，搭乘大眾運輸相較於私人運輸有較長的車外時間，女性可能考量自身安全，傾向於使用私人運輸工具。

(2) 所得

係數為負表示，隨著所得上升，受訪者較不願意搭乘大眾運輸，傾向於使用私人運輸工具。此結果與過去研究結果相符，當所得越高，一般人會顧及身分地位，較不願意使用大眾運輸。

(3) 家戶結構

調查結果發現所有家戶結構對於搭乘大眾運輸皆會產生負效用，其中獨自居住者相較於其他家戶結構，呈現較為顯著的結果。

(4) 機車擁有率

此部分問卷資料的輸入，是以家戶內平均每一有駕照者所擁有的機車數來分析，係數值為負表示，每一有機車駕照者擁有的機車數越高時，受訪者越有可能使用機車通勤，並降低搭乘大眾運輸的意願，結果符合當初預期。

(5) 汽車擁有率

此部分問卷資料的輸入，是以家戶內平均每一有駕照者所擁有的汽車數來分析，係數值為負表示，汽車擁有率越高，受訪者越不願意搭乘大眾運輸。相較於機車擁有率，其 t 值較不顯著，可能由於新竹科學園區大部分通勤者多騎乘機車，因此對於選擇大眾運輸或私人運具，機車擁有率的影響程度比汽車擁有率還大。

(6) 通勤距離

距離越遠，越不願意搭乘大眾運輸，此結果與預期符合。都市內運輸通常距離越遠，在運具的選擇上會以舒適及方便為考量，因此通勤者會傾向於選擇私人運具。

(7) 大眾運輸不準確程度

大眾運輸越不準確，越降低使用大眾運輸的效用，此結果與預期相符合。新竹地區由於地狹人稠，且使用私人運具比例較高，經常出現塞車景象，影響大眾運輸準確的程度，進而降低搭乘大眾運輸可能的惡性循環。

(8) 成本

調查發現，成本越高越會搭乘大眾運輸，與預期結果不符合。造成結果偏誤的原因是選擇私人運具的受訪者，大多由於機車具有小型運具的優勢而使用機車，此外，根據表 4.2，受訪者通勤距離大多在 5 公里以內，因此造成機車一星期的成本比大眾運輸低的情況，使結果產生偏誤。

(9) 停留天數

調查結果係數為負情況表示，一星期內需要在通勤途中停留的天數越多時，越會使用相對較方便的私人運具。與 Sardesai and Bhat(2006)在奧斯汀所觀察的現象不同，Sardesai and Bhat 認為運具選擇只與通勤者一星期內是否有停留有關，而與停留天數無關。

(10) 義務性停留原因

當通勤者為了家庭責任或是工作責任，於通勤途中停留者，較不願意搭乘大眾運輸，此結果與過去研究及預期相符，由於此責任是必需性，且時間較不具彈性，因此通勤者為了方便及時間上的限制，較傾向於使用私人運具。

(11) 停留持續時間

在停留地點的持續時間越長者，係數為負表示越不願意使用大眾運輸。此調查結果符合預期且與 Adler and Ben-Akiva(1979)相符合，當停留持續時間越長，越會產生負效用。

(12) 是否轉移運具

表示當有停留的需求時，是否會從原運具轉移到另一運具，係數為正表示當有停留的需求，會捨棄大眾運輸，改為使用私人運輸，與預期相符。一般私人運輸具有方便性、可掌握出發時間的優點，當通勤途中有停留需求，而大眾運輸的班次並不密集時，通勤者會較傾向改為使用私人運輸。

(13) 慣性

此變數表示，使用該運具是否會由於習慣而經常性使用，係數為負表示，受訪者對於大眾運輸的使用較難養成慣性，此結果與預期相符合。通勤者容易受到私人運具的方便性所吸引而習慣使用私人運具，即使有時因為省錢或停車不易而使用大眾運輸，也較不會因此而經常性搭乘大眾運輸。

表 5.8 二元羅吉特分析

變數	係數	標準誤	t	P[Z >z]	是否符合預期
常數	0.53073	2.01787	0.26302	0.79254	
性別	-0.81621	0.33468	-2.43877*	0.01474*	是
所得	-0.33952	0.13412	-2.53151*	0.01136*	是
教育程度	-0.08111	0.23515	-0.34494	0.73014	是
獨自居住者	-1.26490	0.66517	-1.90161	0.05722	是
成人共同居住	-0.52249	0.61549	-0.84891	0.39593	是
家中有六歲以下小孩者	-1.65249	0.98939	-1.67021	0.09488	是
機車擁有率	-1.70907	0.58376	-2.92768*	0.00342*	是
汽車擁有率	-1.26299	0.66733	-1.89259	0.05841	是
通勤距離	-0.06559	0.03465	-1.89279	0.05839	是
大眾運輸不準確程度	-0.68138	0.27609	-2.46795*	0.01359*	是
車外時間	-0.00016	0.01816	-0.00861	0.99313	是
行車無法控制程度	-0.08356	0.18143	-0.46056	0.64511	是
氣候影響	0.10581	0.19670	0.53794	0.59062	否
旅行成本	0.00191	0.00093	2.04976*	0.04039*	否
工作彈性	-0.61210	0.32832	-1.86433	0.06228	是
不順路程度	-0.07495	0.33140	-0.22617	0.82107	是
停留天數	-1.23102	0.33845	-3.63725*	0.00028*	是
停留原因_義務性	-3.34786	1.50721	-2.22123*	0.02634*	是
停留原因_維持性	1.58215	1.73624	0.91125	0.36216	是
停留原因_休閒性	2.35428	1.83465	1.28323	0.19941	是
停留持續時間	-0.07662	0.03965	-1.93266	0.05328	是
轉移運具	2.75407	0.87526	3.14657*	0.00165*	是
慣性	-0.80165	0.33724	-2.37708*	0.01745*	是
LL(0)				-232.8290	
LL(β)				-164.4662	
ρ^2				0.29	
X^2				136.7255	

5.5.1 分別針對是否停留的通勤者之二元羅吉特分析

這部份針對一星期內從未產生停留及有需要停留的通勤者，分別對其做二元羅吉特分析，以了解這兩類通勤者對於運具選擇顯著影響的變數是否有差異。由表可發現，影響一週內皆無停留的通勤者的運具選擇，較為顯著的家戶結構是獨自居住者，而影響一週內有停留者較為顯著的是家中有六歲以下小孩者。機車擁有率對於一週內是否有停留皆顯著的影響運具選擇，表示機車擁有率越高，越不願意搭乘大眾運輸。通勤距離及大眾運輸不準確的程度，不管是否有停留皆會顯著影響通勤者的運具選擇。對於有需要停留的通勤者，工作有彈性的較傾向於使

用私人運輸工具。在停留屬性方面，一週內皆無停留者對於可能停留的原因、可能停留的地點等等，皆呈現不顯著的情況，表示這些變數對於運具選擇不具顯著影響程度；對於一週內有停留需求的通勤者，停留原因為義務性、維持性皆會顯著影響運具選擇，且持續時間越長者，越傾向於使用私人運具，此外，若當天有停留的需求，通勤者傾向於改變為使用較方便的運輸工具。

表 5.9 以是否停留區分之二元羅吉特分析

變數	一週內皆無停留		一週內有停留需求	
	係數	t 值	係數	t 值
常數	5.30799	1.60445	1.74581	0.87428
性別	0.02744	0.04601	-0.00820	-2.0276*
所得	-0.14701	-2.8581*	-0.49270	-4.3597*
獨自居住	-2.72768	-3.5681*	-0.35870	-0.62670
成人共同居住	-0.42923	-0.26540	-0.66590	-1.19540
家中有六歲以下小孩者	-1.60569	-0.85550	-0.39080	-2.599*
機車擁有率	-3.18640	-3.3534*	-2.05990	-3.1221*
汽車擁有率	-2.70597	-2.4319*	-0.90560	-1.61420
通勤距離	-0.05341	-2.9846*	-0.05100	-2.5281*
大眾運輸不準確程度	-1.81285	-3.4924*	-0.12306	-2.42467*
車外時間	0.04843	0.80622	0.01164	0.65813
行車無法控制程度	-0.48752	-1.45869	-0.12770	-0.67170
氣候影響	0.06995	0.21568	-0.10750	-0.59990
旅行成本	0.00033	0.21511	0.00085	1.15137
工作彈性	0.00739	0.01392	-0.75870	-2.466*
停留地點不順路程度	-0.17830	-0.49760	-0.15440	-0.56070
停留原因_義務性	0.00038	0.02158	-2.09650	-3.31767*
停留原因_維持性	-0.02751	-0.12544	0.74176	2.40234*
停留原因_休閒性	0.33658	0.03325	1.66613	0.84361
停留持續時間	0.18270	1.23371	-0.06880	-3.1858*
轉移運具	-0.49543	-0.46620	1.60829	3.31749*
慣性	1.22363	1.93357	0.02062	0.05912
LL(0)	-78.22728		-232.45770	
LL(β)	-54.76156		-187.93940	
ρ^2	0.30000		0.19151	
X^2	46.93144		89.03651	

5.5.2 以停留天數區分之二元羅吉特

將一星期停留天數以三天為界，區分為小於三天及大於等於三天兩部份，討論各變數對於運具選擇是否具有顯著影響。針對一星期平均停留天數較少者(兩天以下)，可發現影響較為顯著者有性別、所得、家戶結構、機車擁有率、汽車

擁有率、通勤距離、公車準確率、停留持續時間及轉移運具；而一星期停留天數較多者，影響運具選擇顯著的變數則明顯變少，僅有所得、家戶結構、通勤距離、慣性。

研究結果發現，相較於停留天數較少者，以相同變數所建立之停留天數較多者的模式，其模式校估結果並不盡理想。影響運具選擇的顯著變數減少為所得、家戶結構、距離、慣性。可能原因是停留天數較多者，由於經常在通勤旅途中有停留的需要，因而經常使用較方便的運具，導致慣性對於停留天數較多者是具有較顯著的影響。此外，由於慣性使得轉換運具顯得不易，如表中所示，轉換運具呈現不顯著，因此其餘變數較難顯著影響運具的選擇，只有所得、家戶結構、距離及慣性呈現顯著的狀況。

表 5.10 以停留天數區分之二元羅吉特分析

變數	停留天數小於三天		停留天數大於三天	
	係數	t 值	係數	t 值
常數	0.81956	2.701*	0.22756	1.842
性別	-0.08951	-2.524*	-0.02424	-1.175
所得	-0.00995	-1.954*	-0.01236	-2.966*
獨自居住	-0.16718	-1.971*	-0.10289	-2.713*
成人共同居住	-0.08654	-1.082	-0.11051	-3.009*
家中有六歲以下小孩者	-0.10806	-1.062	-0.07337	-1.861
機車擁有率	-0.15209	-2.553*	-0.06324	-1.43
汽車擁有率	-0.15975	-2.488*	-0.02396	-0.709
通勤距離	-0.00844	-2.377*	-0.00366	-1.949*
大眾運輸不準確程度	-0.06218	-2.100*	-0.0086	-0.457
車外時間	0.00188	1.133	0.00057	0.479
行車無法控制程度	-0.00622	-0.321	-0.0115	-0.873
氣候影響	0.0079	0.382	-0.01291	-1.161
旅行成本	0.00016	1.643	-0.00001	-0.198
工作彈性	-0.05946	-1.787	0.01056	0.52
停留地點不順路程度	-0.03106	-0.828	0.00416	0.213
停留原因_義務性	-0.07878	-0.339	-0.04868	-0.505
停留原因_維持性	-0.42036	-1.531	-0.0555	-0.478
停留原因_休閒性	-0.27281	-1.021	0.01786	0.138
停留持續時間	-0.00406	-2.829*	-0.00187	-1.145
轉移運具	0.14834	3.417*	-0.0126	-0.533
慣性	-0.05107	-1.231	-0.06674	-2.232*
LL(0)	-192.7030		-45.17461	
LL(β)	-139.3703		-23.85264	
ρ^2	0.277		0.472	
X^2	106.6653		42.64394	

小結

由模式驗證的結果可發現，大眾運輸及私人運具在旅行時間、車外時間、旅行成本、旅行時間的掌握程度、是否會停留及慣性對於運具使用的影響都有顯著的差異，氣候對於運輸工具使用上的影響，在大眾運輸及私人運具上沒有顯著差異，此部分在變異數分析的部分也有類似的結果，大眾運輸準確程度及運具的掌握程度對於運具選擇都具有顯著的影響，而氣候則對於運具選擇影響不顯著。一周停留天數具有顯著關係的社經變數有婚姻狀況、教育程度及家戶結構，與過去研究有相同的結果。最後利用羅吉特分析通勤者的運具選擇，發現顯著的變數有性別、所得、機車擁有率、汽車擁有率、公車不準確程度、成本、工作彈性、停留天數、停留持續時間、慣性及轉移運具，其中除了成本，變動的方向皆與預期相同。此外，將停留天數區分為小於三天及大於三天，可發現停留天數大於三天者，受到慣性的影響較為顯著。



第六章、結論與建議

第一節為整合第五章研究分析所得的結果及針對研究目的所做的結論；第二節說明本研究的限制及對未來後續研究者的建議。

6.1 研究結論

1. 在個人社經變數中發現，婚姻及家戶結構對於通勤者是否停留具有顯著的影響，尤以家中有小孩者更為顯著；而性別對於通勤途中是否有停留則呈現不顯著的情況。
2. 停留天數越多時，越不願意使用大眾運輸，而傾向於使用私人運具。其原因是停留天數越多，越容易由於慣性而經常性的使用相對上較方便，可自由掌握出發時間的運輸工具。
3. 在停留地點的持續時間越長者，越不願意使用大眾運輸。由於通勤者時間上的限制，當通勤途中須停留的持續時間越長，則通勤者為了便利會傾向於使用私人運具。
4. 通勤者容易受到私人運具的方便性所吸引而習慣使用私人運具，對於大眾運輸的使用較難養成慣性。
5. 旅行時間可靠性變數中，大眾運輸準確程度及運具的掌握程度對於運具選擇都具有顯著的影響，而氣候則對於運具選擇影響不顯著。
6. 相較於停留天數較少者，停留天數較多者由於經常在通勤旅途中有停留的需要，因而經常使用較方便的運具，導致慣性對於停留天數較多者是具有較顯著的影響。

6.2 限制與後續研究之建議

1. 礙於人力、時間、成本的限制，本研究只探討新竹科學園區通勤者於通勤途中的停留行為。然而園區通勤者的職業、從業人員的年齡變異不大，建議後續相關研究可將研究範圍擴充為新竹市，研究結果將更一般化。
2. 由於考量到研究的複雜度，並未將可能的影響因子納入，如通勤旅途中所鏈結的停留次數、單親或非單親家庭停留活動的差異，根據文獻指出，這些變數的確會影響運具的選擇，建議後續研究能將這些變數納入考慮。

3. 機車與汽車停車特性有別，建議未來研究能將選擇的私人運輸工具細分為機車及汽車，分別觀察機車使用者及汽車使用者是否有活動停留行為，及活動停留對運具使用的影響。
4. 沒有考慮到活動停留，會高估政策的效果，建議園區管理局對於巡迴巴士的策略能夠仔細評估，避免造成資源的浪費。



參考文獻

中文文獻：

1. 95年行政院勞工委員會統計資料庫查詢
(http://www.cla.gov.tw/cgi-bin/SM_theme?page=450f92d3)
2. 王郁珍，「新運具運量預測方法之研究」，國立成功大學，碩士論文，民國84年。
3. 周榮昌，「旅次鏈對都市通勤者行為影響之研究」，中華民國運輸學會第十屆論文研討會論文集，第四冊，民國84年。
4. 林卓漢，「捷運到站運具選擇模式之研究」，國立臺灣大學，碩士論文，民國89年。
5. 唐富藏，張有恆，「台北都會區大眾捷運系統運輸工具之評估與選擇」，經濟論文期刊，六卷二期，中央研究院經濟研究所，民國67年。
6. 寇世傑，「實施共乘計程車對旅運者行為之影響—以統聯中港轉運站為例」，逢甲大學，碩士論文，民國84年。
7. 張有恆，「改善都市大眾運輸系統服務可靠性之策略」，運輸計畫季刊運輸季刊第13卷第二期，民國73年。
8. 許書耕，「公路收費站區位與站數決策之分析模式」，國立交通大學，碩士論文，民國81年。
9. 曾華聰，「以敘述性模糊偏好個體模式探討捷運系統木柵線營運後之運具選擇行為」，國立交通大學，碩士論文，民國84年。
10. 馮正民，王基洲，康熙宗，「以可靠度觀念分析捷運乘客對行車延誤之可忍受度」，運輸計畫季刊，第三十二卷第二期，民國92年。
11. 謝貴祥，「以旅次鏈探討臺灣城際間運具選擇之研究」，國立成功大學，碩士論文，民國84年。
12. 鍾志成，「屬性門檻多項羅吉特模式之研究」，國立交通大學，碩士論文，民國78年。

英文文獻：

1. Adler. T., Ben-Akiva. Moshe, "A Theoretical and Empirical Model Of Trip Chaining Behavior," Transportation Research B, 13, 243-257, 1979.
2. Anas. A., C. Chu., "Discrete Choice Models and the Housing Price and Travel to Work," Elasticities of Location Demand, Journal of Urban Economics, 15, 107-123, 1984.
3. Bates. J., Polak. J., Jones. P., Cook. A., "The valuation of reliability for personal travel," Transportation Research E, 37 (2-3), 191-229, 2001.
4. Ben-Akiva, Lerman, Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand, The MIT Press, 1985.
5. Bhat, C.R., "Accommodating variations in responsiveness to level-of-service variables in travel mode choice modeling," Transportation Research A, 32 (7), 495-507, 1998.
6. Bhat, C.R., "An analysis of evening commute stop-making behavior using repeated choice observations from a multi-day survey," Transportation Research B, 33 (7), 495-510, 1999.
7. Bhat, C.R., "Austin commuter survey: findings and recommendations. Technical Report," Department of Civil, Architectural and Environmental Engineering, The University of Texas at Austin, 2004.
8. Bhat, C.R., "Simulation estimation of mixed discrete choice models using randomized and scrambled Halton sequences," Transportation Research B, 37, 2003.
9. Bhat, C.R., "Work travel mode choice and number of non-work commute stops," Transportation Research B, 31 (1), 41-54, 1997.
10. Bhat, C.R., Saul Castelar., "A unified mixed logit framework for modeling revealed and stated preferences: formulation and application to congestion pricing analysis in the San Francisco Bay area," Transportation Research B, 36, 2002.
11. Bhat, C.R., Singh, S.K., "A comprehensive daily activity-travel generation model system for workers," Transportation Research A, 34 (1), 1-22., 2000.
12. Bhat, C.R., Zhao, H., "The spatial analysis of activity stop generation," Transportation Research B, 36 (6), 557-575., 2002.
13. Black I.G., Towriss J.G., Road Pricing in London: Demand Effects of Travel Time Reliability, UK Department of Transport, HMSO, London, 1993.
14. Brownstone, D., K. A. Small., "Valuing Time and Reliability: Assessing the Evidence from Road Pricing Demonstrations," Transportation Research A, 39, 4, 279-293, 2005.
15. Chang X.B., Stopher P.R., "Defining the perceived attributes of travel modes for urban work trips," Transportation Planning and Technology, 7 (1), 55-65, 1981.
16. Cosslett S., "The trip timing decision for travel to work by automobile," in D. McFadden et al., Demand Model Estimation and Validation, The Urban Travel Demand Forecasting Project, University of California, Berkeley, 201-221, 1977.
17. De Palma, Denis Rochat., "Mode choices for trips to work in Geneva: an empirical analysis," Journal of Transport Geography, 8, 43-51, 2000.
18. Fujii S, Gärling T., Kitamura R., "Changes in drivers' perceptions and use of public transport during a freeway closure: Effects of temporary structural change on cooperation in a real-life social dilemma," Environment and Behaviour, 33, 796- 808, 2001.
19. Fujii S., Kitamura R., "What does a one-month free bus ticket do to habitual drivers? An experiential analysis of habit and attitude change," Transportation, 30,

- 81-95, 2003.
20. Gärling T, Fujii S., Boe O., "Empirical tests of a model of determinants of script-based driving choice," Transportation Research F, 4, 89-102, 2001.
 21. Garling. T., Axhausen. K. W., "Introduction:Habitual travel choice," Transportation, 30, 1-11, 2003.
 22. Gaver, D.P., "Headstart strategies for combating congestion," Transportation Science, 2(3), 172-181, 1968.
 23. Golob, T., "A nonlinear canonical correlation analysis of weekly trip chaining behavior," Transportation Research A, 20 (5), 385-399, 1986.
 24. Golob, T.F., "Joint Models of Attitudes and Behavior in Evaluation of the San Diego I-15 Congestion Pricing Program," Transportation Research A, 35, 495-514, 2000.
 25. Golob, T.F., E.T. Canty, R.L. Gustafson and J.E. Vit., "An Analysis of Consumer Preferences for a Public Transport System," Transportation Research, 6, 1, 81-102, 1972.
 26. Golob, T.F., R. Kitamura and C. Lula., "Modeling the Effects of Commuting Time on Activity Duration and Non-Work Travel," Transportation Research Board, Washington, DC, January 1994.
 27. Hägerstrand T., "What about people in regional science," Papers of the Regional Science Association, 24, 7-21, 1970.
 28. Hamed M.M., Olaywah H.H, "Travel-related decisions by bus, servis taxi, and private car commuters in the city of Amman," Jordan, 17, pp. 63-71(9), February 2000.
 29. Hanson S., Huff J. O, "Repetition and day-to-day variability in individual travel patterns: implication for classification Behavioural Modelling in Geography and Planning," pp. 368-398 in: R. G. Golledge and H. J. P. Timmermans (Eds).
 30. Hensher, D.A., Reyes, A.J., "Trip chaining as a barrier to the propensity to use public transport," Transportation, 27 (4), 341-361, 1988.
 31. Jackson, B.W., J.V. Jucker., "An Empirical Study of Travel Time Variability and Travel Choice Behavior," Transportation Science, 16, 460-475, 1981.
 32. Jane Lappin, Jon Bottom., "Understanding and Predicting Traveler Response to Information: A Literature Review," U.S. Department of Transportation Research and Special Programs Administration, 2001.
 33. Kitamura R., "Incorporating chaining into analysis of destination choice," Transportation Research B, 18, 1, pp.67-81, 1984.
 34. Kitamura R., "Review Paper: An evaluation of activity-based travel analysis," Transportation, 15, 9-34, 1988.
 35. Kitamura R., J. Robinson, T.F. Golob, M. Bradley and T. van der Hoorn., "A Comparative Analysis of Time Use Data in the Netherlands and California: Effects of Commute Times and Store Operating Hours on Travel and Activity Patterns," Proceedings of Seminar E, 20th PTRC Summer Annual Meeting PTRC Education and Research Services Ltd., London, 127-138, 1992.
 36. Kitamura R., L.P. Kostyniuk, M.J. Uyeno., "Basic properties of urban time-space paths: empirical tests," Transportation Research Record, 794, 8-19, 1981.
 37. Kitamura R, Chen C, Pendyala RM., "Generation of synthetic daily activity-travel patterns," Transportation Research Record, 1607, 154-162, 1997.
 38. Kuppam AR., Pendyala RM., "A Structural Equations Analysis of Commuters' Activity and Travel Patterns," Transportation, 28, 33-54, 2001.
 39. Lam T. C., Small K. A., "The Value of Time and Reliability: Measurement from a Value Pricing Experiment," Transportation Research E, 37, 2, 231-251, 2001.

40. Liao Y. C., "Trip chaining in Urban Travel," University of Southern California, Ph.D Dissertation, 1997.
41. Lomax T., Schrank D., Turner S., R. Margiotta., "Selectng Travel Reliability Measures," Transortation Institiute and Cambridge Systematics, Inc., 2003.
42. Mahmassani H. S., G.L. Chang., "Experiments with Departure Time Choice Dynamics of Urban Commuters," Transportation Research B, 20(4), 297-320, 1986.
43. Mannering F., Clifford Winston, "A Dynamic Empirical Analysis of Household Vehicle Ownership and Utilization," The Rand Journal of Economics, 16, 2, 215-236, 1983.
44. Mannering F.L., "Econometric analysis of vehicle use in multivehicle households," Transportation Research A, 17, 3, 183-189, 1983.
45. McFadden D., "The Mathematical Theory of Demand Models," Stopher and Meyburg (eds.), Behavioral Travel Demand Models, 305-314, D.C.Heath and Co. Lexington, MA., 1976.
46. McFadden. D., "Disaggregate Behavioral Travel Demand's RUM Side. A 30-Year Retrospective," <http://elsa.berkeley.edu/users/mcfadden/iatbr00.html>.
47. Neveu A.J., Koppelman F.S. and Stopher P. R., "Perceptions of comfort, convenience and reliability for the work trip," Transportation Research Record, 723, 59-63, 1979.
48. Nicholson A., Schmocker J., and M. Bell, "Assessing Transport Reliability: Malvolence and User Knowledge," In M.G.H. Bell and Yasunori Iida (eds.), The Network Reliability of Transport: Proceedings of the 1st International Symposium on Transportation Network Reliability. Pergamon: Elsevier Science Ltd., 2003.
49. Noland R.B. and J.W. Polak, "Travel Time Variability: A Review of Theoretical and Empirical Issues," Transport Reviews, 22, 1, 39-54, 2002.
50. Noland, R.B., Small, K.A., Koskenoja, P. and X. Chu., "Simulating Travel Reliability," Regional Science and Urban Economics, 28, 535-564, 1998.
51. Noland,R.B., Small,K.A., "Travel time uncertainty, departure time and the cost of the morning commute," Paper presented to the 74th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington., 1995.
52. Pas, E.I., "The effects of selected sociodemographic characteristics on daily travelactivity behavior," Environment and Planning A, 16, 571-581, 1984.
53. Polak,J.W., "Travel time variability and departure time choice: a utility theoretic approach," Discussion Paper 15, Transport Studies Group, University of Westminster(previously Polytechnic of Central London), 1987.
54. Robinson, J.P., How American Use Time, A social-Psychological Analysis of Everyday Behavior, Praeger Publishers, New York, 1977.
55. Rutherford, G., Scott, Edward McCormack, and Martina Wilkinson, Travel Impacts of Urban Form: Implications From An Analysis of Two Seattle Area Travel Diaries, 1987.
56. Sardesai Rupali and Bhat C.R. "The impact of stop-making and travel time reliability on commute mode choice," Transportation Research B, 709-730, 2006.
57. Small, K. A., R. Noland, X. Chu and D. Lewis, "Valuation of Travel-Time Savings and Predictability in Congested Conditions for Highway User-Cost Estimation," Report 431, National Cooperative Highway Research Program, 1999.
58. Small, K.A., "The Scheduling of Consumer Activities: Work Trips," American

- Economic Review, 72, 467-479, 1982.
59. Small, K et al., "Valuation of travel-time savings and predictability in congested conditions for highway user-cost estimation," Transportation Research Board, US National Research Council, 2000.
 60. Triandis, H. C., "Interpersonal behavior," Monterey, CA: Brooks/Cole., 1977.
 61. Vadarevu, R. V. and P. R. Stopher., "Household activities, life cycle, and role allocation," Transportation Research Record, 1556, pp.77-85, 1996.
 62. Verplanken B, Aarts H, van Knippenberg A & van Knippenberg C., "Attitude versus general habit: Antecedents of travel mode choice," Journal of Applied Social Psychology, 24, 285-300, 1994.
 63. Wheeler, J. O., "Trip purposes and urban activity linkages," Annals of the Association of American Geographers, 62, 4, pp.641-654, 1972.
 64. Yang, H., Ka Kan Lo, and W. Tang., "Travel Time versus Capacity Reliability of a Road Network," In M.G.H. Bell and C. Cassir (eds.), Reliability in Transport Networks. Hertfordshire: Research Studies Press, 2000.
 65. Ye, X., Pendyala, R.M., Gottardi, G., "An exploration of the relationship between mode choice and complexity of trip chaining patterns," Presented at the 83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, DC, 2004.

