

高齡化城市之旅運特性及旅次發生分析：以澳門地區為例

張念盈¹、謝旭昇²、黃家耀³、古永強⁴

摘要

澳門地區正由現時的高齡化社會邁入高齡社會，此造成了高齡者交通需求的增加及整體旅運行為的變化。一般而言，高齡者的行動能力及旅運需求跟其他年齡的旅運者有很大差異，然而，目前的交通運輸規劃尚未充分考量不同年齡層的旅運行為特性，家戶旅次調查亦未有針對高齡族群進行更深入的探討，因此有需要進一步研究高齡者的旅運需求模式及其影響因素。本研究之目的在於探討澳門地區居民旅次發生的影響因素，並比較高齡者和非高齡者旅次發生模式之差異，且進一步針對高齡者群體之中不同年齡階層的旅次發生模式進行比較。研究方法上，係透過能代表澳門地區居民特性的澳門交通出行調查資料庫之取用，以排序普羅比模式來建構不同旅次類型下各年齡群體之旅次發生模式。研究結果發現澳門地區居民旅次發生之影響因素包含了家戶特性、個人特性及土地使用特性，並釐清了不同年齡族群在不同旅次類型下旅次發生的異同：（1）在家戶特性上，相較於非高齡者而言，高齡者的非工作旅次數，較不具備因家中持有私人運具而增加的傾向；（2）在個人特性上，生理上行動不便對高齡者總旅次發生的削減較為明顯；（3）在土地使用特性上，高齡者的工作旅次及非工作旅次皆較易受高人口密度的影響而減少，然而高齡者的非工作旅次同時有著較易因高土地使用混合度而增加的傾向；研究發現可推論澳門的都市設計應把可步行性納入重要考量，為高齡者提供友善的步行環境。本研究之結果，將能提供決策者在面對高齡化社會下制定高齡者的都市及交通運輸政策之參考依據。

關鍵字：個體選擇模式、高齡化社會、高齡旅行者、旅運行為、旅次發生、澳門地區

¹國立交通大學運輸及物流管理學系碩士

²國立中山大學公共事務管理研究所助理教授，通訊作者，Email: hs.hsieh@mail.nsysu.edu.tw

³國立陽明交通大學運輸及物流管理學系副教授

⁴澳門大學土木與環境工程學系博士生、澳大創科有限公司項目經理

投稿日期：2021年01月07日；第一次修正：2022年01月12日；接受日期：2022年02月09日

致謝：作者感謝澳門特別行政區交通事務局提供本研究分析之部分資料，亦感謝澳門大學土木與環境工程學系高冠鵬教授在調查期間提供之協助。本研究僅為研究團隊之觀點，不代表澳門交通事務局之立場。

Analysis of Travel Characteristics and Trip Generation in an Aging City: A Case Study of Macao

Nim-Ieng Cheung

Master, Department of Transportation and Logistics Management, National Chiao Tung University.

Hsu-Sheng Hsieh

Assistant Professor, Institute of Public Affairs Management, National Sun Yat-sen University;
Corresponding author.

Ka-Lo Wong

Associate Professor, Department of Transportation and Logistics Management, National Yang Ming Chiao Tung University.

Weng-Keong Ku

Ph.D. Candidate, Department of Civil and Environmental Engineering, University of Macau; Project Manager, UMTec Limited.

Abstract

The transition from an aging society to an aged one is occurring in Macao with increasing concerns in the travel demand of seniors. The travel behavior of seniors differs significantly from those of the travelers of other ages, but the current practice of transportation planning, however, does not address the problem and mobility needs of different age groups. This paper aims to investigate the determinants of trip generation of Macao residents among the senior and non-senior groups using trip generation models. We further explore the trip generation and its determinants for the seniors at different age groups. The Household Travel Characteristic Survey data in Macao are analyzed, and an ordered probit model is applied to build trip generation models of different ages with distinct trip types. The results reveal that the determinants of resident trip generation consist of household, individual, and land use characteristics. It is found that the key determinants on the similarities and dissimilarities in the trip generation of different ages with distinct trip types are: (i) for household characteristics, compared to non-seniors, the number of senior non-working trips is not inclined to increase with owning private modes in the household; (ii) for individual characteristics, physical disability relatively has a negative impact on total trip generation for seniors; and (iii) for land use characteristics, senior working trips and non-working trips are inclined to decrease with high population density, but meanwhile, senior non-working trips is inclined to increase with highly mixed land use. The results infer that walkability should be considered as a priority in the urban design in Macao to provide a friendly walking environment to the seniors. The findings of this study could provide insights for the decision makers in formulating the urban and transportation policy for seniors in preparing for an aging society.

Keywords: Discrete choice model, Aging society, Senior travelers, Travel behavior, Trip generation, Macao

一、緒論

近年來亞洲國家和主要城市的人口結構逐漸老化，如臺灣和香港分別預計於 2025 年和 2023 年從「高齡社會」（ $14\% \leq 65$ 歲以上人口佔比 $< 20\%$ ）邁入「超高齡社會」（65 歲以上人口佔比 $\geq 20\%$ ），澳門則預估於 2026 年以前將從「高齡化社會」（ $7\% \leq 65$ 歲以上人口佔比 $< 14\%$ ）進入「高齡社會」，且人口結構老化之速度漸增並已高過於歐美國家（澳門統計暨普查局，2017；香港政府統計處，2020；國家發展委員會，2020），顯示亞洲城市高齡社會之議題實為迫切。由此可知，亞洲地區除了和歐美地區在人口老化速度上有明顯差異外，人口密度和文化背景亦不盡相同，旅運模型在亞洲和歐美之間亦應有所差異。因此，若欲了解亞洲城市高齡化社會的旅運需求，並不適宜直接引用西方的旅運行為模型（ITE，2017），同時，高齡族群的旅運行為機制和其他年齡族群之差異亦需進一步檢視。

在亞洲的高齡化城市中，澳門在經濟的高度發展下，係伴隨著快速的高齡化現象，甚於亞洲其他城市。在 21 世紀初，澳門的博彩業蓬勃發展，亦帶動關連之旅遊、建設、服務、餐飲等多項產業，使得澳門整體經濟急促增長；同時，人口急遽上升，使澳門成為全世界人口密度最高之地區（19,633 每平方公里人口）。而近年來，受少子化和醫療進步的影響，澳門人口年齡結構發生變化，也造成了高齡者交通需求的增加和旅運行為的變化，故實有必要更細緻地將高齡者的旅運特性和需求納入運輸規劃之中。

面對人口老化下的運輸管理，目前各地區普遍採用的措施如優待票價差額、低底盤公車等，以提升高齡者的大眾運輸使用品質及使用率。然而，除了金錢補貼和硬體設施加強等措施外，面對各年齡族群不同的運輸需求，該如何充分利用和分配有限之資源，針對如澳門等正邁向高齡社會的地區亟欲面臨的議題。對此，首先應了解不同年齡族群間的運輸需求之差異，從而有效分配資源，減輕財政問題。然而，既往研究雖曾探討高齡族群之旅運需求（Su and Bell, 2012；Schmöcker et al., 2005），但較少以異質族群的角度分別建構模式來對「高齡族群」和「非高齡族群」進行比較分析；此外，針對亞洲城市的高齡族群旅次發生機制之研究則更為缺乏。

為回應上述議題，本研究之目的在於（1）探討高齡化城市中之居民不同旅次目的下之旅次發生的影響因素，並比較「高齡族群」和「非高齡族群」旅次發生模式之差異；並進一步因應高齡化社會，（2）針對「高齡族群」中不同年齡階層的旅次發生模式進行比較。在研究方法上，本研究係透過能代表澳門地區居民特性的澳門交通出行調查資料庫（澳門交通事務局，2015）之取用，並導入受訪者之家戶特性、個人特性、居住地區之土地使用特性，以排序普羅比模式（ordered probit model）來建構不同旅次類型下各年齡群體之旅次發生模式，藉此考察高齡族群的旅次發生特性和非高齡族群之差異。本研究之結果，將能提供決策者在進入高齡化社會的情況下制定高齡者的交通運輸政策之參考依據。

二、文獻回顧

由於本研究之內容涉及高齡者旅運特性、不同年齡族群的旅運特性差異、旅次發生的影響因

素等範疇，故首先將回顧國內外學者於高齡者旅運行為特性與行為模式上的分析，以及瞭解各類社會經濟或活動特性之族群在旅運特性上的差異，並將視角延伸至建成環境的土地使用差異對旅運特性的影響，以求較為全面地識別高齡化社會下旅運特性的影響因素，最後，指出當前高齡者旅運行為相關研究尚未釐清之問題。因此，以下內容依序為：（一）為高齡者旅運特性相關文獻、（二）不同族群旅運特性比較相關文獻、（三）土地使用特性對旅運行為的影響、（四）文獻回顧之小結。

（一）高齡者旅運特性相關文獻

過去有相當多的文獻，從旅次目的、出發時間、旅次長度和出行方式等，探討高齡者的旅運行為特性，回顧該些文獻將有助於本研究進行高齡者旅運行為影響變數的選擇和設定。

國內針對高齡者於性別間的旅運特性差異探討方面，陳佑伊（2013）透過 65 歲（含）以上之高齡者的每日出門活動旅運資料，發現高齡者主要旅次目的依序為：運動、跟鄰居聊天或拜訪附近的親友、休閒、去田裡、傳統市場購物、宗教活動等，最常使用的運具為步行，短距離的旅次活動為主；在使用機動車輛方面，不同城市和性別上亦有所差異，桃竹苗地區選擇使用汽機車，台北地區選擇公車，而男性選擇自行駕駛汽機車，女性則被載或搭公車。亦有研究著眼於高齡者的生心理特性所衍伸出的運具選擇傾向，如許銓倫（2001）針對台北市休閒旅次的高齡者進行問卷調查，指出台北市高齡者最常使用之出行方式為步行和大眾運輸，並提出了高齡者步道系統可動評估模式。此外，在高齡者族群的旅運特性研究中，已注重其於休閒活動中的旅次特徵，此類的研究如陳昌益（2001）分析台北都會區六十五歲以上可依自由意志外出之高齡者的運輸需求型態；其使用活動基礎方法進行分析，並建構活動－旅運需求模式；研究發現，該些高齡者生活型態多為固定，主要受個人體力因素影響，而旅運需求時間分佈與一般族群有所差異，外出時間從凌晨 4:00 至傍晚 18:00；而該些高齡者於一般日與例假日之間的外出活動型態不同，一般日以休閒活動最多，例假日以外出訪友活動為主，最常採用的交通方式為步行與公車。

在國外的相關研究則更加細緻地考察了高齡者的旅運行為特性。例如，Su and Bell（2012）探討英國在不同性別下高齡者的旅次鏈複雜性（一旅程的停留次數）和行程組成（旅次目的之組成）上是否存在差別，其收集了 65 歲以上高齡者之旅次資料，並採用了排序普羅比模式和多項羅吉特模式；研究結果顯示，在旅次鏈複雜性裡平均停留次數方面，女性高齡者較男性高齡者的停留次數多，同時，近一半高齡者的旅次目的為購物，且在購物旅次的行程組成中，男性高齡者較不會出現太複雜的旅次。Schmöcker et al.（2005）則納入傷殘狀態於旅運行為的可能影響因素中，並充分地指認出具有影響力的因素；其分析 2001 年在英國倫敦地區高齡者和傷殘人士之旅次行為特性，研究發現有 30.1% 的高齡者在一天裡不會產生任何旅次；以及，依不同旅次目的分別建構旅次發生模式，應變數為旅次數（0、1、2 和 3 次及以上），自變數有年齡、性別、家庭結構和傷殘狀態等，並使用排序普羅比模式進行分析；結果發現在總旅次模式中，年齡增加會導致旅次數減少，家庭收入水平增加則旅次數亦有所增加；在旅次長度模式方面，則使用對數線性迴歸模式（Log-linear regression model），發現年齡增加則旅次長度減少，而當家庭收入增加則旅次長度亦有所增加，同時其他因素包括個人工作狀態、擁有駕駛執照和家戶汽車持有等，皆會與旅次長度相關。

(二)不同族群旅運特性比較相關文獻

由於本研究除了探討高齡者旅運行為外，亦欲釐清社會經濟特徵對旅運行為的影響，以及旅運行為模式在不同年齡階層之間的差異，因此，以下將回顧不同族群旅運特性比較的相關文獻。

首先，在跨年齡族群的旅次發生特徵比較方面，Hjorthol et al. (2010) 針對丹麥、挪威和瑞典三個國家，探討不同世代的老人日常活動和旅運模式，利用世代研究 (cohort study) 進行分析，結果顯示不論男女若其在中年時有汽車使用習慣，在晚年也會維持該使用習慣；但在晚年時則上下班旅次和工作相關旅次會下降，不過購物和休閒旅次反而會在退休後開始增加。此外，Su and Bell (2012) 亦揭示了與年輕人相較，高齡者發生購物旅次的傾向更為顯著，其中，女性高齡者在購物行為上會有較複雜的旅次。

再者，在其他旅運行為特徵方面，Figueroa et al. (2014) 以人口密度、行程距離、交通工具的多樣化程度、目的地交通便捷程度等因素，來說明年輕人及高齡者的出行機率及出行距離；結果發現，相較於年輕人，高齡者不會因為人口密集而改變用車模式，亦不會因為區域可及性（例如附近地區已有購物或其他對應的生活設施）而減少用車；其歸納該現象之主因為高齡者無時間壓力（不用上下班、照顧小孩等）及私人交通工具對高齡者的移動亦較為方便，致使高齡者會比年輕人更常用車。這一結果亦可見於 Hildebrand (2003) 針對高齡者、工人、寡婦、居住套房、行動不便、富裕男性和殘疾駕駛者等不同族群進行之探討，其表明個體的移動性會和旅運特徵本身及所屬族群有關，其中，除少部分行動不便之高齡者，多數高齡者平均出行率大於一般人，且他們高度依賴汽車。而亦有其他研究指不同的結果，如在 Li et al. (2012) 針對不同性別、年齡層的交通工具有使用偏好、出門意願及交通意外狀況的探討中，則發現高齡者使用公車機率比其他年齡層高，不過，高齡者依然以私人運具作為主要交通工具，該研究歸結之主因為高齡者認為使用公共交通的安全感不足，且私人運具亦使其便於移動；在旅次數及距離方面，高齡者的旅次數並未和其他族群有明顯差異，但旅次距離則相對較短；在交通意外方面，60 歲以上高齡者發生意外的機率比青、中年人（25-59 歲）低，但 70 歲以上高齡者意外發生率則會高於 60-69 歲者。

張舜淵等人 (2020) 則系統性地回顧了國內外高齡者旅運行為之文獻，並和一般年齡族群進行比較，其指出高齡者可運用時間相對彈性，故旅次多集中於離峰時段，並多以公園、教會、廟宇、醫療院所為吸引點，且傾向利用自行車、步行與大眾運輸，因而平均旅運距離也較短。是故，可歸納出在高齡者和一般年齡族群之間，於旅次發生時間、旅次吸引點、使用運具、旅次長度方面具有差異性。

(三)土地使用特性對旅運行為的影響

由於本研究以整個澳門地區作為討論的空間範疇，而其建成環境於各區之間有所差異，故土地使用特性對旅運行為的影響亦應加以考量，以更正確地掌握社會經濟特性及年齡階層等因素對於旅運行為的影響效果。秉此，以下將針對土地使用特性對旅運行為的影響進行文獻探討。Khattak and Rodriguez (2005) 探討美國在社區設計類型與旅運模式之間的關係。在土地使用的功能上，傳統社區是以住宅為主，而非傳統社區則是混合土地使用。該研究比較一對相鄰社區（一個傳統和一個非傳統社區）在旅運行為是否存在差異。透過使用郵寄調查方式取得資料。研究結果顯示在非傳統社區會較少外部旅次和較多內部旅次。在非傳統社區與傳統社區方面，非傳統社區家庭

之車輛行駛的里程會較少，並且有更多的步行旅次。

針對人口密度和旅運行為之間關係的考察，Braza, Shoemaker, and Seeley (2004) 發現了人口密度愈高之地區，在控制其他如路口數量、學區面積規模等變數下，其步行和單車的旅次數就愈高。Hatamzadeh, Habibian, and Khodaii (2017) 則以學童的旅次為探討對象，指出了人口密度愈高的分區，會降低男性學童的步行機率。由此相異的結果可知，人口密度對於一個地區的旅次發生之影響性並不一定，尚需要針對研究地區或研究對象進行個別探討。Hsieh and Chuang (2021) 考量了多項土地使用特性因素——包含居住密度、土地使用多元性、土地使用可及性、街道連結度——對於旅運特性之影響，發現前兩項因素會影響具有旅次目的之步行，後兩項因素則同時影響具有與不具有旅次目的之步行。

另外，在 Frank et al. (2004) 及 Hatamzadeh et al. (2017) 中，將土地使用視為步行行為的影響因素，其透過旅次起點和迄點的熵指數 (entropy)，來反映一地區的各项土地使用面積的分布均勻程度，其值域為 {0,1}，數值愈大代表不同土地使用之分布愈接近平均分布，反之則為單一化的土地使用，藉此指數來衡量土地使用的混合度。在 p_i 作為第 i 類土地使用面積占比以及 n 作為土地使用類別的數量下，其計算方式為：

$$\text{Entropy} = - \frac{\sum_{i=1}^n p_i \log p_i}{\log n} \quad (1)$$

以此，將能針對研究地區的土地使用混合度進行有效的衡量，且能以空間分區的角度進一步探討該範圍內土地使用混合度對旅運行為之影響。基於此熵指數，Frank et al. (2004) 的研究結果指出，土地使用混合度愈高的地區，使用汽車的時間就愈低，且步行的距離就愈長。Hatamzadeh et al. (2017) 則支持土地使用混合度能促進學童以步行作為上下學旅次方式的機率。Tian and Ewing (2017) 亦將熵指數納入家戶的旅次發生模式中，指出居住地區的土地使用混合度雖然不影響家戶的「非零步行旅次」的發生機率，但卻會影響「非零步行旅次家戶」的步行旅次數量。Ding et al. (2017) 亦發現熵指數不影響小汽車通勤旅次的發生，但卻會減少小汽車非通勤旅次的發生，繼而減少了小汽車旅運里程，最終削減小汽車能源消耗量。綜上可知，以熵指數來衡量影響旅運特性之土地使用混合度，已受到實證研究之支持，故亦有必要將其納入高齡者旅運行為分析中，從而釐清土地使用特性對於高齡者旅運行為之影響，並比較該影響與對於其他年齡族群的影響之差異。

(四)文獻回顧之小結

根據上述文獻回顧可知，高齡者的旅運行為多藉由大眾運輸的使用或步行來完成，且其旅運行為具有旅行距離短的特性；然而，尚有諸項研究問題尚未釐清：①關於旅次數是否隨年齡減少，並未能從既往研究中得出一致的結論，例如，英國倫敦地區高齡者相較其過去旅次數減少 (Schmöcker et al., 2005)，但美國波特蘭地區高齡者的出行率則較高 (Hildebrand, 2003)，若結合其他研究之發現，可推斷此和性別、社經條件、大眾運輸使用習慣、地區發展特徵等因素有關。②在研究方法方面，既往研究並未針對不同年齡族群旅運行為進行模式化的比較分析，此使分析缺乏了年齡作為旅運行為的調節因素 (moderator) 之觀點。③針對澳門地區高齡者的旅運行為模式，至今未有較為完整的討論。

參考過去研究之發現，本研究在分析澳門地區的高齡者旅運行為特性時，除了從旅運行為的

相關面向（旅行時間、運具使用、旅次目的分佈等）進行探討之外，尚應針對不同旅次類型的旅次數，納入個人和家戶的社會經濟特徵、土地使用特性等重要影響因素，將高齡者旅運需求模式化並進行分析；同時，再輔以不同年齡族群之間的模式比較，此皆有助於澳門地區在面臨高齡社會的到來，發展出特屬於澳門地區的運輸管理方針。

三、研究方法

本研究除了將透過敘述性統計來比較澳門地區高齡者及非高齡者的旅運特性外，亦進一步針對旅次數資料，以包含年齡階層在內的各項個人及家庭社會經濟屬性、土地使用特性作為預測變數，建構旅次發生模式，藉此釐清澳門地區高齡者的旅運行為特性。因此，以下將針對（一）模式架構、（二）模式選擇及運用、（三）變數設定、（四）資料收集等方面進行說明。

（一）模式架構

過往的旅運行為研究，已指出家戶和個人社會經濟特性，皆可能會對旅運行為產生影響（Hildebrand, 2003；Schmöcker et al., 2005；Su and Bell, 2012；陳佑伊, 2013；Figueroa et al., 2014）。此外，由於建成環境亦為旅運行為特性的決定因素（Khattak and Rodriguez, 2005），考量到澳門地區 23 分區的建成環境之差異，故在分析個體旅運行為時，也應納入土地使用特性作為解釋變數。

因此，本研究係以「旅次數」反映旅運行為的特徵，除了建構整體旅次發生模式（trip generation model）（如圖 1）外，亦將進一步建構並比較高齡者和非高齡者的旅運行為模式（如圖 2）。同時，根據前述高齡者旅運特性與跨年齡族群旅運特性比較之文獻回顧可知，國內外普遍發現高齡者主要旅次目的為非工作旅次（運動、訪友、休閒、購物等）（陳昌益, 2001；陳佑伊, 2013；張舜淵等人, 2020；Hjorthol et al., 2010；Su and Bell, 2012），而其工作相關旅次則會減少（Hjorthol et al., 2010），意味著對於高齡者旅運行為而言在工作旅次與非工作旅次之間的差異是最重要的分析關鍵，外加，文獻亦指出土地使用特性對於工作與非工作旅次之影響具備差異性（Ding et al, 2017；Hsieh and Chuang, 2021），是故，為求更細緻化的分析，探討旅次數時，除了總旅次數外，亦會依「旅次目的」區分成「工作旅次」（包含住所上下學、住所上下班、工作相關旅次）和「非工作旅次」（包含非住所旅次和其他住所旅次）；如此，透過高齡者和非高齡者的旅次發生模式，不僅可進一步比較年齡群體內不同旅次目的下旅次數的異同，也能針對在年齡群體間同樣旅次目的下之旅次數進行比較。而此一由高齡特性所產生之旅次特性的轉變，可能受到研究地區的退休制度所影響，對此，在澳門雖未規定私人企業工作者之退休年齡，但就公務員而言一般情況強制退休年齡為 65 歲，故本研究係採 65 歲來區分「高齡者」與「非高齡者」。

此外，亦考量到當年齡達到 65 歲以上時，身體健康及體力的變化幅度，將較 65 歲以前來得大；因此，為更細緻地了解「高齡者」群體中旅運行為模式存在的差異，將進一步針對「高齡者」群體中，探索不同年齡層的多重旅次發生模式之可能性（如圖 3）。本研究雖然以描述旅次數之旅次發生模式作為模式建立對象，然而，本研究的實證分析架構，能助於後續研究針對高齡者／非高齡者以及高齡者中的年齡階層，所具有之旅運行為中的其他特徵進行探討。

透過上述的模式分析架構，將能補足過去僅考慮高齡者的旅次數模式之研究（Schmöcker et al., 2005），而可進行高齡者和非高齡者群體之間的旅次數影響因素之比較；同時，亦能針對有進行不同年齡階層之間旅運形為比較的過往研究（Li et al., 2012；Figuroa et al., 2014），透過模式中對旅次類型的區隔，進行較為細緻的補充。

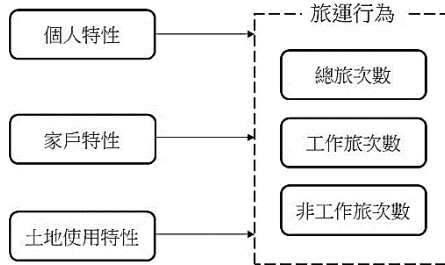


圖 1 整體旅次發生模式分析架構

資料來源：本研究繪製

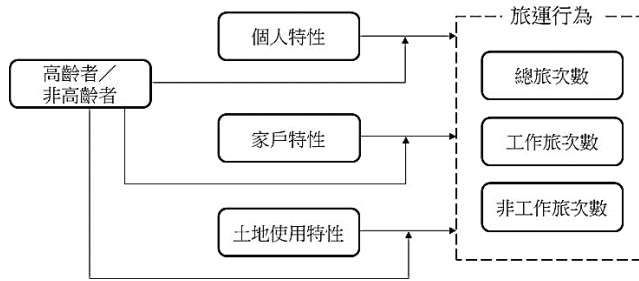


圖 2 高齡者/非高齡者旅次發生模式分析架構

資料來源：本研究繪製

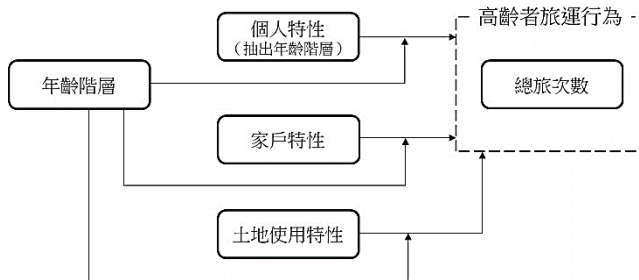


圖 3 高齡者各年齡階層的旅次發生模式分析架構

資料來源：本研究繪製

(二) 模式選擇及運用

由於旅次數具有離散和順序的性質，故採用「排序普羅比模式」進行旅次發生模式之建構，從而探討旅次發生的影響因素。以下，將描述本研究採用之模式及其校估與檢定方法。

1. 個體選擇模式

本研究假定不同年齡族群在每日的旅次數上具有各自的選擇偏好，故在旅次數的預測模式中，其基礎理論架構係為個體選擇模式（disaggregate choice model）。個體選擇模式係立足於個體的效用函數，來推算選擇各種方案的機率。基於個體是理性之決策者的假定，個體會依據效用

最大化原則來進行選擇行為 (Ben-Akiva and Lerman, 1985)。在效用最大化原則下，個體 t 選擇替選方案 i 的機率 $P(i|C_t)$ 可表示如下：

$$P(i|C_t) = P(U_{it} \geq U_{jt}) \quad \forall j \neq i \in C_t \quad (2)$$

其中， U_{it} 為替選方案 i 所能帶給個體 t 之效用； U_{jt} 為替選方案 j 所能帶給個體 t 之效用； C_t 為個體 t 所能選擇的方案集合 (1, 2, ..., n)。

假定效用函數 U_{it} 為隨機變數，隨機效用函數之可衡量部分 V_{it} 及不可衡量的隨機項 ε_{it} 表示如下：

$$U_{it} = V_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中，在可衡量的部分 V_{it} 中，可分為方案客觀因素及個人主觀因素等變數來表示。因此， X_{it} 作為替選方案 i 對個體 t 的屬性向量， S_t 作為個體 t 的社會經濟特性，可表示如下：

$$V_{it} = V(X_{it}, S_t) \quad (4)$$

並將該效用設定為一線性函數型式：

$$V_{it} = \sum_{k=1}^K X_{it} \beta_k + \sum_{l=1}^L S_{tl} \alpha_l \quad (5)$$

其中， V_{it} 為替選方案 i 所能帶給個體 t 的可衡量效用； ε_{it} 為替選方案 i 所能帶給個體 t 的不可衡量之隨機誤差； X_{it} 為個體 t 所選擇之替選方案 i 的第 k 種屬性值； K 為替選方案的屬性總數。 β_k 為第 k 種屬性值的參數值； S_{tl} 為個體 t 第 l 種社會經濟特性； L 為社會經濟特性總數； α_l 為第 l 種社會經濟特性的參數值。

然而，上述隨機誤差項的機率分佈型態，會影響最終導出的個體選擇模式。其中，羅吉特模式 (logit model) 係假定誤差項為服從 I.I.D. 特性之岡勃分配 (Gumbel distribution)；普羅比模式 (probit model) 則假定隨機誤差項服從常態分配，不需假設各項方案為獨立且完全相同。而本研究係採用「排序普羅比模式」，因為其可避免當採用線性迴歸分析時，樣本中大量的零旅次 (zero trips) 致使分析結果產生偏誤的情況發生；此偏誤源自於「零旅次之發生」和「一個旅次之發生」之間的機率差距，係遠多於「一複數旅次之發生」和「該複數加一個旅次之發生」之間的機率差距。換言之，旅運者對於旅次數的選擇並不具備基數性 (cardinal)。相反地，本研究採用的排序普羅比模式，或者排序羅吉特模式，皆為能夠校估該類型資料的迴歸模式，雖然兩者可能具有相近的校估結果，但當替選方案間具備相關性時 (如本研究探討的旅次數之選擇)，則較宜採用不具 IIA 特性的普羅比模式。除了排序普羅比模式外，負二項模式亦為探討個體旅次發生的可行方式 (Stern, 1993; Tian and Ewing, 2017)。在本研究中，個體面臨的選擇為每日的出行旅次次數，故存在多項之替選方案，且旅次次數同時具備離散與排序的性質，因此，本研究較適合使用排序普羅比模式。

2. 排序普羅比模式

排序普羅比模式為 McKelvey and Zavoina (1975) 所提出，主要用於處理依變數同時具有離散與排序的性質。該模式之依變數可表示如下：

$$y_i^* = \beta X_i + \varepsilon_i \quad (6)$$

其中， y_i^* 為隱含決策變數，可代表本研究中個體對於旅次發生意願之程度，值愈大表示愈可能發生較多旅次； X_i 為旅次發生意願的解釋變數； β 為解數變數的估計參數； ε_i 為誤差項。同時，

假設 ε_i 為常態分配，平均值為 0、變異數為 1。此外，因 y_i^* 為無法觀測之連續型變數，故設定 y_i^* 之觀測對應值為 y_i ，並引入門檻值參數 μ 用以區別 y_i 所對應之區間。若以此模式建構旅次發生，則旅次發生的隱含決策變數 y_i^* 及其觀測對應值 y_i 之關係，可表達如下：

$$y_i = \begin{cases} 0 & \text{if } -\infty \leq y_i^* \leq \mu_1 \text{ (個體日均發生 0 項旅次)} \\ 1 & \text{if } \mu_1 \leq y_i^* \leq \mu_2 \text{ (個體日均發生 1 項旅次)} \\ 2 & \text{if } \mu_2 \leq y_i^* \leq \mu_3 \text{ (個體日均發生 2 項旅次)} \\ 3 & \text{if } \mu_3 \leq y_i^* \leq \mu_4 \text{ (個體日均發生 3 項旅次)} \\ & \vdots \\ & \vdots \\ m & \text{if } \mu_{m-1} \leq y_i^* \leq \infty \text{ (個體日均發生 } m \text{ 項旅次)} \end{cases} \quad (7)$$

P 表示依變數為各種情況之機率，可表示如下：

$$\begin{aligned} P(y_i = 0) &= \Phi(\mu_1 - \beta x) - \Phi(-\beta x) \\ P(y_i = 1) &= \Phi(\mu_2 - \beta x) - \Phi(\mu_1 - \beta x) \\ &\vdots \\ P(y_i = m) &= \Phi(\infty - \beta x) - \Phi(\mu_{m-1} - \beta x) \end{aligned} \quad (8)$$

其中， $\Phi(\dots)$ 為標準常態累積機率函數。

(三)變數設定

本研究為探討旅運行為中的旅次發生之影響因素，是故，將受訪者一日的總旅次數設定為總旅次發生模式之依變數，分為「0次」、「1次」、「2次」、「3次」、「4次或以上」共五種水準；此外，工作旅次數及非工作旅次數亦設定為各自旅次發生模式之依變數，分為「0次」、「1次」、「2次或以上」共三種水準。此種設定方式將使得資料適用於排序普羅比模式。旅次數的解釋變數方面，可分為①家戶變數、②個人變數、③土地使用變數三大類，其分別反映了社會環境中不同層面的影響，分述如下。

首先，在①家戶變數方面，本研究納入了「家戶擁有私人運具」，其包含了是否擁有汽車或機車（有=1；無=0）(Schmöcker et al., 2005)；此外，亦納入了「家庭結構」，其以家中所指定之年齡階層（5-19歲以及20歲或以上）的人數，以及有無0-4歲之家戶成員（有=1；無=0）(Figueroa et al., 2014)，來作為解釋變數。

此外，在②個人變數方面，主要著眼於個體的社會經濟特徵以及交通移動能力或限制。因此，其包含了「性別」（男性=1；女性=0）(陳佑伊, 2013；Su and Bell, 2012)、「年齡」（每5歲劃分為1個類別，共14個類別，以能較為細緻地討論本研究關注之年齡影響）(Schmöcker et al., 2005；Li et al., 2012)，以及「個人收入」（分為5個收入水準類別）(Schmöcker et al., 2005)和「工作狀況」（在職=1；未在職=0）(Schmöcker et al., 2005)等個人社會經濟特徵。再者，為了於模式中控制交通移動能力或限制之變因，亦將「擁有汽車駕駛執照」、「擁有機車駕駛執照」（有=1；無=0）(Schmöcker et al., 2005)、「(生理)行動不便」（是=1；否=0）(Hildebrand, 2003；Schmöcker et al., 2005)等因素納入旅次數的解釋變數之中。

最後，由於建成環境於各區之間有所差異，故③土地使用變數對旅運行為的影響亦應加以考

量，以更正確地掌握社會經濟特性及年齡階層等因素對於旅運行為的影響效果。具體而言，本研究之解釋變數將納入旅運者居住地區的「人口密度」(Braza et al., 2004；Hatamzadeh et al., 2017)，以分「土地使用混合度」(Frank et al., 2004；Hatamzadeh et al., 2017；Khattak and Rodriguez, 2005) (並以熵指數來予以特徵化 (Hatamzadeh et al., 2017)，藉此控制土地使用特性對旅次數的影響。上述之依變數及解釋變數，請參見表 1。

表 1 變數設定

變數名稱		變數定義	
旅次發生 (y_i)		(1)總旅次數：受訪者一日總旅次數，設定為「0 次」、「1 次」、「2 次」、「3 次」、「4 次或以上」五種水準	
		(2)工作旅次數：受訪者一日工作旅次數，設定為「0 次」、「1 次」、「2 次或以上」三種水準	
		(3)非工作旅次數：受訪者一日非工作旅次數，設定為「0 次」、「1 次」、「2 次或以上」三種水準	
家戶變數 (X_i)	家戶擁有汽車 (x_{1i})	若受訪者家戶裡擁有汽車，則為 1；若沒有擁有汽車，則為 0	
	家戶私人運具擁有機車 (x_{2i})	若受訪者家戶擁有機車，則為 1；若沒有擁有汽車，則為 0	
	家庭中 0-4 歲的小孩 (x_{3i})	若受訪者家庭裡的擁有 0-4 歲的小孩，則為 1；若沒有，則為 0	
	家庭中 5-19 歲的人數 (x_{4i})	受訪者家庭裡擁有 5-19 歲的人數	
	家庭中 20 歲或以上的人數 (x_{5i})	受訪者家庭裡擁有 20 歲或以上的人數	
	性別 (x_{6i})	若受訪者為男性，則為 1；若為女性，則為 0	
	年齡 (x_{7i})	受訪者的年齡類別分為 14 個類別	
	教育程度 (x_{8i})	按照受訪者的教育程度分為：「小學」、「初中」、「高中」、「專科及以上」等四種類別	
個人變數 (X_i)	個人收入 (x_{9i})	按照受訪者的個人收入分為：「\$0~\$3,999」、「\$4,000~\$9,999」、「\$10,000~\$19,999」、「\$20,000~\$39,999」、「\$40,000 或以上」等五個類別。單位：澳門元	
	駕駛執照擁有汽車駕照 (x_{10i})	若受訪者擁有汽車駕照，則為 1；若沒有，則為 0	
	執照擁有機車駕照 (x_{11i})	若受訪者擁有機車駕照，則為 1；若沒有，則為 0	
	行動能力	行動不便 (x_{12i})	若受訪者在生理上是行動不便，則為 1；若正常，則為 0
	工作狀況	在職 (x_{13i})	若受訪者的工作狀況是在職，則為 1；若沒有，則為 0
土地使用變數 (X_i)	人口密度 (x_{14i})	受訪者居住分區的人口密度。單位：千人/平方公里	
	土地使用混合度 (x_{15i})	受訪者居住分區的土地使用類別之比例，土地類別分為：「商住樓宇」、「商業樓宇」、「酒店及娛樂場」、「社會設施」、「綠化」、「工業」、「其他」等七大類別。計算方式參見式(1)	

資料來源：本研究整理

(四)資料蒐集

本研究使用的資料之來源為 2014 年澳門交通出行調查數據庫，該數據庫由澳門交通事務局委託澳大創科有限公司所執行的調查 (澳門交通事務局，2015) 所收集而得。該出行調查係每五年於澳門地區進行一次，以因應當地博彩業及關連產業和人口的快速變遷所導致之機動車輛持有的增長和交通行為的變化。在此背景下，該調查之目的為搜集澳門居民於澳門地區內的交通旅次特性，訪問對象為澳門居民，且為訪問當日前 6 個月中居住超過 3 個月或未來 6 個月預計會長期居住在其居住單位的常住人口，並為 4 歲或以上，以使得獲取的資料具備效度且能夠代表澳門地

區整體的交通行為。同時，為能從不同層面理解和分析交通行為，調查內容包含住戶資料、個人資料和旅次資料三個層面：

- ① 住戶基本資料：家戶總人口數、家戶 4 歲以上之人數、家中房間數、家戶總月收入、私人車輛有無以及家戶持有汽車和機車數量等。
- ② 個人基本資料：性別、年齡、教育程度、收入和工作情況等。
- ③ 個人旅次資料：每位受訪者連續 24 小時的旅次資料，包括每個旅次起迄點、旅次發生時間、旅次目的、使用運具、步行時間、等車時間和轉車情況等。

該調查對澳門 23 分區之家戶進行問卷調查，範圍涵蓋全澳門地區，包括澳門半島、氹仔和路環（參圖 4）。採分層隨機抽樣法取得澳門各分區一定數量的地址樣本以入戶訪問。成功取樣率占澳門居住人口的 1.5%，最終成功訪問 2,532 個住戶，有效受訪人數 7,622 人。調查期程為 2014 年 9 月至 2015 年 2 月。

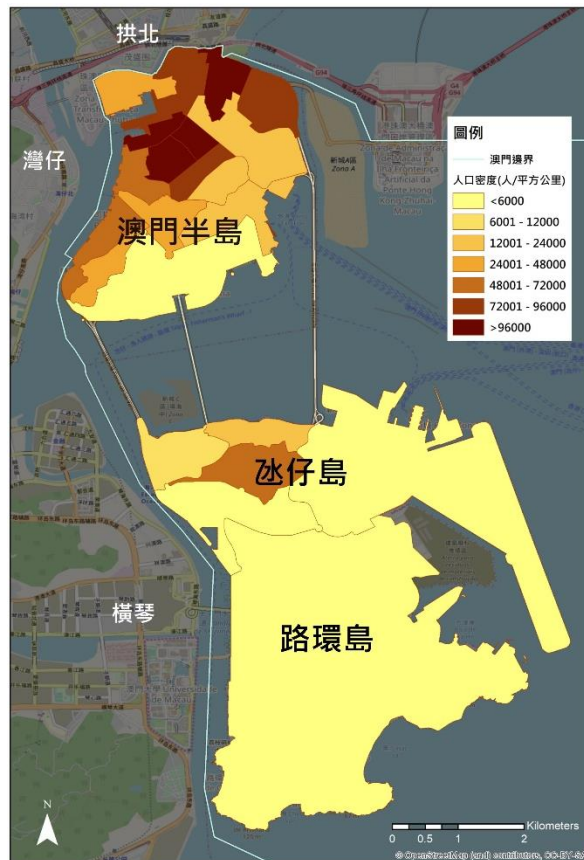


圖 4 調查分區及各區人口密度

資料來源：本研究繪製

本研究為了建構澳門地區高齡者旅次發生模式，並將之和其他年齡階層進行比較以揭示高齡者旅運決策的影響因素，故本研究選用了前述資料庫中，較可獨立地進行旅運決策的受訪家戶內 20 歲（含）以上澳門地區居民之資料（因該資料庫中的年齡階層分類係在「0-4 歲」至「85 歲以

上」之間以每 5 歲作為一個階層，故選取 20 歲以上者作為樣本，以避免納入未滿 18 歲之無汽、機車駕照取得資格者），作為研究樣本（6,446 名）；此外，依據該資料庫之隨機抽樣分區，本研究亦額外計算澳門各分區之人口密度、土地使用混合度（參式(1)），將其增添至研究樣本的特性中，以較為全面地建構旅次發生模式。

四、實證分析

本研究在此先以敘述性統計來顯示樣本的變數資料分布，並依結果適當地調整資料分類；繼而進行模式校估（以 Stata 軟體執行排序普羅比模式的參數校估），並依據校估結果來分析高齡者和非高齡者之間旅次發生特性的差異；最後則深入比較高齡族群中各年齡階層的旅次發生模式。故以下內容依序為：（一）敘述性統計分析、（二）整體旅次發生模式、（三）高齡者及非高齡者旅次發生模式之比較、（四）高齡者各年齡階層的旅次發生模式比較。

（一）敘述性統計分析

有關納入上述各模式中的變數，其資料分佈情形如表 2 所示，從中可知此份用以建構模式的樣本之特性。在旅運行為方面，樣本之一日總旅次數平均為 2.1 次，工作旅次數及非工作旅次數分別為 0.98 次和 1.12 次，其中以非工作旅次之旅次數變異較大。此外，有關樣本的家戶特性，家戶擁有汽車以及擁有機車之比例，僅接近但未達半數，因此半數家戶以上之旅運係仰賴公車、計程車、步行等其他非私人汽機車之交通方式。家中擁有 0-4 歲的小孩之比例則為 9%。另外，在個人變數方面，樣本中男性和女性比例接近，且各年齡階層皆有一定數量之樣本，其中以 85 歲或以上比例最低，但仍有 49 份樣本。其餘變數之敘述性統計，可參見表 2。

有關後續分析中的資料分類與合併方面，在針對「高齡者群體」（65 歲以上）之內的分析中，以各年齡階層為對象分別建立旅次發生模式時（如表 6 所呈現之模式），由於樣本數的考量，會將「80-84 歲」（99 份）和「85 歲或以上」（49 份）合併為一組，以避免統計檢定受到抽樣的隨機性所影響。此外，個人收入在原資料庫數據的分組數目上偏多，因此，將低於 10,000 澳門元（1 澳門元約為 3.81 新台幣）的資料，區分出應屬於零用金之低於 4,000 澳門元的組別，同時，也將其他資料筆數過少的收入組別予以合併，如針對高齡者各年齡階層進行的旅次發生模式的收入組別進行合併。

（二）整體旅次發生模式

首先，本研究考慮整體受訪者的總旅次發生模式、工作旅次發生模式、非工作旅次發生模式，以釐清不同旅次類型下的旅次數影響因素。為估計影響因素的係數，本研究採用排序普羅比模式，其校估結果如表 3 所示。

在模式整體配適度方面，透過 pseudo R2 可得知，總旅次發生模式（pseudo R2 = 0.034）和非工作旅次發生模式（pseudo R2 = 0.114）相較，工作旅次發生模式的配適度良好（pseudo R2 = 0.249），此指出本研究設定的旅次數影響因素，較能用來解釋工作旅次。而若要針對非工作旅次或者總旅次進行較佳的預測，尚需納入其他的解釋變數；特別是總旅次模式，本研究的解釋變數尚不足以對其進行良好的預測，此可能係因影響總旅次的因素眾多之故。然而，對於排序普羅比模式，pseudo

R² 此一指標時常偏低，故仍需參照各項解釋變數之係數檢定結果（如 z 統計量）來進行判斷（蘇振維等人，2011）。

表 2 各項變數之敘述性統計

變數		樣本數 [N=6446] (百分比)	平均數 (標準差)
旅次發生 (一日)	總旅次數	—	2.10 (1.40)
	工作旅次數	—	0.98 (0.10)
	非工作旅次數	—	1.12 (1.54)
家戶變數	家戶擁有私人運具數目		
	家戶擁有汽車 (1=有, 0=沒有)	2620 (41%)	—
	家戶擁有機車 (1=有, 0=沒有)	3072 (48%)	—
家庭結構	家中擁有 0-4 歲的小孩 (1=有, 0=沒有)	589 (9%)	—
	家中 5-19 歲的人數	—	0.45 (0.73)
	家中 20 歲或以上的人數	—	2.75 (1.14)
性別	男性	3014 (47%)	—
	女性	3432 (53%)	—
年齡	20~24 歲	582 (9%)	—
	25~29 歲	777 (12%)	—
	30~34 歲	723 (11%)	—
	35~39 歲	652 (10%)	—
	40~44 歲	693 (11%)	—
	45~49 歲	595 (9%)	—
	50~54 歲	714 (11%)	—
	55-59 歲	495 (8%)	—
	60-64 歲	440 (7%)	—
	65-69 歲	328 (5%)	—
	70-74 歲	170 (3%)	—
	75-79 歲	129 (2%)	—
	80-84 歲	99 (2%)	—
85 歲或以上	49 (1%)	—	
教育程度	小學	1400 (22%)	—
	初中	1467 (23%)	—
	高中	1671 (26%)	—
	專科及以上	1908 (30%)	—
個人收入 (澳門元)	\$0~\$3,999	1728 (27%)	—
	\$4,000~\$9,999	1538 (24%)	—
	\$10,000~\$19,999	1687 (26%)	—
	\$20,000~\$39,999	1264 (20%)	—
	\$40,000~\$49,999	229 (4%)	—
駕駛執照	擁有汽車駕照 (1=有, 0=沒有)	2486 (39%)	—
	擁有機車駕照 (1=有, 0=沒有)	2334 (36%)	—
行動能力	行動不便 (1=是, 0=不是)	47 (1%)	—
工作狀況	在職 (1=是, 0=不是)	4385 (68%)	—
土地使用 變數	人口密度 (千人/平方公里)	—	74.65 (45.19)
	土地使用混合度 (計算方式參見式 (1))	—	0.49 (0.16)

資料來源：本研究整理

以下，本研究將透過解釋變數的係數校估結果，針對其對旅次數的影響進行較為詳細的分析，以及對不同旅次類型間的影響因素進行比較。

表 3 整體受訪者旅次發生模式結果

解釋變數	總旅次		工作旅次		非工作旅次	
	係數	z-stat	係數	z-stat	係數	z-stat
家戶變數						
家戶擁有汽車	-0.0337	-1.02	-0.259***	-6.36	0.120**	3.17
家戶擁有機車	0.0662*	2.03	-0.0295	-0.73	0.0800*	2.12
家中擁有 0-4 歲的小孩	0.0945	1.90	-0.162**	-2.67	0.0955	1.69
家中 5-19 歲的人數	0.0767***	3.64	-0.0571*	-2.21	0.0501*	2.07
家中 20 歲或以上的人數	-0.117***	-9.28	0.0148	0.98	-0.111***	-7.63
個人變數						
男性	-0.108***	-3.50	0.130***	3.44	-0.117**	-3.26
20~24 歲	0.409*	2.20	1.078***	4.32	0.717***	3.61
25~29 歲	0.387*	2.09	1.529***	6.21	0.522**	2.63
30~34 歲	0.522**	2.83	1.522***	6.19	0.717***	3.62
35~39 歲	0.477**	2.58	1.429***	5.81	0.710***	3.59
40~44 歲	0.554**	3.01	1.464***	5.97	0.786***	3.99
45~49 歲	0.557**	3.02	1.523***	6.20	0.712***	3.60
50~54 歲	0.730***	4.00	1.580***	6.46	0.822***	4.21
55~59 歲	0.796***	4.34	1.424***	5.78	0.849***	4.32
60~64 歲	0.751***	4.12	1.234***	4.95	0.784***	4.01
65~69 歲	0.754***	4.09	0.962***	3.74	0.757***	3.83
70~74 歲	0.724***	3.75	0.318	1.01	0.661**	3.17
75~79 歲	0.596**	2.99			0.561**	2.62
80~84 歲	0.466*	2.25	參照		0.387	1.74
85 歲或以上	參照				參照	
小學	參照		參照		參照	
初中	0.00146	0.03	0.112	1.93	-0.0668	-1.29
高中	0.122*	2.52	0.210***	3.44	-0.0293	-0.53
專科及以上	0.339***	6.29	0.359***	5.32	0.0780	1.26
\$0~\$3,999	參照		參照		參照	
\$4,000~\$9,999	0.235***	4.69	1.699***	26.27	0.0432	0.74
\$10,000~\$19,999	0.139*	2.36	2.084***	31.01	-0.112	-1.63
\$20,000~\$39,999	0.248***	3.83	2.107***	28.40	-0.0222	-0.30
\$40,000~\$49,999	0.181	1.88	2.019***	18.72	0.00138	0.01
擁有汽車駕照	0.123**	3.19	-0.0447	-0.97	0.123**	2.74
擁有機車駕照	0.0550	1.39	0.0948*	2.03	-0.0189	-0.41
行動不便	-0.409*	-2.32	-0.366	-0.91	-0.259	-1.33
在職	0.0750	1.47			-1.133***	-19.07
土地使用變數						
人口密度	0.00169***	4.62	0.00219***	4.83	0.000750	1.77
土地使用混合度	-0.262*	-2.26	0.114	0.80	-0.338*	-2.54
μ_1	-0.429*	-2.24	3.246***	12.33	-0.307	-1.49
μ_2	-0.279	-1.46	3.592***	13.62	-0.128	-0.62
μ_3	1.457***	7.60				
μ_4	1.677***	8.74				
N	6446		6446		6446	
LL(0)	-7574		-6059.58		-5568.11	
LL(β)	-7316.62		-4549.11		-4933.66	
pseudo R-sq	0.034		0.249		0.114	

註 1：*：p<0.05；**：p<0.01；***：p<0.001。

註 2：「在職」此一解釋變數於工作旅次發生模式中予以排除，係考慮到就工作旅次而言高齡者和在職的共線性關係。

資料來源：本研究整理

1. 家戶特性的影響

(1) 私人運具持有影響分析

在整體樣本方面，旅次發生模式的校估結果顯示，家戶擁有汽車與否 ($z = -1.02, p > 0.05$)，並不會對總旅次帶來顯著影響；然而，若區分為工作和非工作旅次，可得知家戶持有汽車，對於工作旅次數會有顯著的負面影響，其係數為 $-0.259 (z = -6.36, p < 0.001)$ ，但對如休閒、購物等非工作旅次數方面則有顯著的正向影響，其係數為 $0.120 (z = 3.17, p < 0.01)$ 。至於家戶若持有機車，其總旅次的係數為 $0.066 (z = 2.03, p < 0.05)$ ，顯示家戶擁有機車會對總旅次數產生顯著的正向影響，而此結果可能導因於其對非工作旅次數的顯著正向影響，其係數為 $0.080 (z = 2.12, p < 0.05)$ ，對於工作旅次數的影響則不顯著 ($z = -0.73, p > 0.05$)。綜上可知，若澳門居民之家戶持有私人運具，不論為汽車或機車，皆對於非工作旅次數會有顯著的正向影響。

(2) 家戶結構影響分析

在家戶結構對旅次數的影響方面，家戶中有 4 歲以下的小孩，會對工作旅次數產生顯著的負向影響，其係數為 $-0.162 (z = -2.67, p < 0.01)$ 。再者，家戶中 5-19 歲的人數，對於總旅次數有顯著的正向影響，其係數為 $0.077 (z = 3.64, p < 0.001)$ ；然而依據旅次特性而言，可發現此係導因於其對非工作旅次數的顯著正向影響，其係數為 $0.050 (z = 2.07, p < 0.05)$ ，而對工作旅次數則有顯著負向影響，其係數為 $-0.057 (z = -2.21, p < 0.05)$ 。此外，其家戶中 20 歲以上的人數，對於總旅次數有顯著負向影響，其係數為 $-0.117 (z = -9.28, p < 0.001)$ ，此係由於其對非工作旅次數產生的顯著負向影響所致，其係數為 $-0.111 (z = -7.63, p < 0.001)$ 。綜上可發現，在澳門地區，19 歲以下的家戶成員愈多，可能會使得家戶其他成員的工作旅次數減少；相反地，20 歲以上的家戶成員愈多，則可能會降低家戶其他成員的非工作旅次需求。

2. 個人特性的影響

(1) 社會經濟特性影響分析

在不同年齡階層對旅次數帶來的影響方面，從模式校估結果中可知，年齡階層為「85 歲或以上」(作為參照組別)對於總旅次數會有負向的影響(其餘年齡階層皆顯著地正向影響總旅次數)；相反地，以「55-59 歲」對總旅次數的顯著正向影響最大，其係數為 $0.796 (z = 4.34, p < 0.001)$ 。此外，若就工作旅次而言，則以「50-54 歲」對工作旅次數的顯著正向影響最大，其係數為 $1.580 (z = 6.46, p < 0.001)$ ；若就非工作旅次來說，則為「55-59 歲」，其係數為 $0.849 (z = 4.32, p < 0.001)$ 。

若檢視高齡者／非高齡者對旅次發生的影響，可得知除了「85 歲或以上」之外，不論是符合高齡者定義的「65 歲以上」，抑或是非高齡者之「64 歲以下」，對於總旅次數皆相對「85 歲或以上」有顯著的正向影響。此外，相對其他年齡階層而言，「70-74 歲」對工作旅次數、「80-84 歲」對非工作旅次數，會有負向的影響(其餘年齡階層皆顯著地正向影響工作旅次數和非工作旅次數)。此一現象與一般所認為之高齡者作為交通弱者其移動能力降低的考察結果有所差異，可能係導因於澳門地區以「步行」作為最主要交通方式的交通環境特殊性所致(步行佔澳門地區主要交通方式的 46%) (澳門交通事務局, 2015)；同時，本研究從旅次資料中亦發現，65 歲以上的各年齡階層受訪者，其「步行旅次佔總旅次之比例」皆超過六成以上，其中 80-84 歲者接近九

成。因此，可推知在 85 歲之前，由於透過「步行」移動的可能性比起「使用汽、機車」移動的可能性受年齡老化的影響較低，故整體而言 65-84 歲此範圍之年齡階層並未對旅次數產生負向的影響。

在性別特徵對旅次發生的影響方面，可發現「男性」此一特徵在工作旅次上之係數為 0.130 ($z = 3.44, p < 0.001$)，表示其對於工作旅次數會有顯著的正向影響；然而對於非工作旅次數則相反，具有顯著的負向影響，其係數為-0.117 ($z = -3.26, p < 0.01$)，以及，對於總旅次數亦為顯著的負向影響，其係數為-0.108 ($z = -3.50, p < 0.001$)。此一旅運行為結果反映了澳門地區的男性和女性在日常活動上的差異，此可能和男性有較高的勞動參與率有關（79.9%，高於女性的 68.1%）（統計暨普查局，2014），或者從事需要較多工作旅次的工作；女性則相對投入於購物、休閒等活動。

而在不同教育程度的受訪者之中，教育程度為「高中」或「專科及以上」，對工作旅次數（依據定義，包含「住所上下學」旅次數）的影響係數分別為 0.210 ($z = 3.44, p < 0.001$) 和 0.359 ($z = 5.32, p < 0.001$)，表示有著顯著的正向影響；此一影響亦反映在總旅次數上。另外，在收入的影響方面，月收入水準為「3,999 澳門元」，對於工作旅次數有負向的影響（其餘月收入水準階層皆顯著地正向影響工作旅次數）。以及，工作狀況為「在職」，相較於「未在職」，顯著地負向影響非工作旅次數，其係數為-1.133 ($z = -19.07, p < 0.001$)。綜合而言，教育程度較低，或者經濟能力尚未自主的澳門居民，皆負向影響了工作旅次數。

(2) 移動能力影響分析

個人的汽、機車持有固然影響著移動能力，但澳門地區因為停車空間缺乏，故家戶共用汽、機車的情形普遍，故個人名義上的汽、機車持有之意義不大。而汽、機車駕照擁有與否則反映了能否駕駛汽、機車，進一步來反映了移動能力。此外，身體上的行動受限與否，也是移動能力的重要影響因素。

其中，「擁有汽車駕照」此一特徵，相對於「未擁有汽車駕照」，對「非工作旅次數」有顯著的正向影響，其係數為 0.123 ($z = 2.74, p < 0.01$)；此一影響亦反映在總旅次數上。相反地，「擁有機車較駕照」則是對「工作旅次數」有顯著的正向影響，其係數為 0.095 ($z = 2.03, p < 0.05$)。由上述可推知，要從事非工作旅次者，會有著使用汽車的傾向；要進行工作旅次者，則會有著以機車作為交通工具的傾向。此外，行動能力若為「行動不便」，對總旅次數會有顯著的負向影響，其係數為-0.409 ($z = -2.32, p < 0.05$)。

3. 土地使用特性的影響

除了家戶特性和個人特性以外，建成環境亦會影響旅次發生，其中，本研究特別探討土地使用特性的影響力。在反映土地使用集約性的人口密度方面，受訪者居住分區的人口密度愈高，所產生的總旅次數愈高，且係來自於工作旅次數愈高之故，其係數為 0.00219 ($z = 4.83, p < 0.001$)。另一土地使用特性為土地使用混合度 (land-use mixture)，其在本研究中係以熵指數來進行衡量；而根據模式校估結果，受訪者居住分區的土地使用混合度愈高，所產生的總旅次數愈低，且係來自於非工作旅次數愈低之故，其係數為-0.338 ($z = -2.54, p < 0.05$)。

綜上之結果，支持了土地混合使用能創造出在單一旅次中完成多項日常活動，進而有效降低

交通需求的觀點；尤其是針對居住人口密集地區，由於其產生的工作旅次數較高，更需透過土地混合使用來抑制非工作旅次數。

(三)高齡者及非高齡者旅次發生模式之比較

本研究除了針對全部受訪者進行旅次發生模式的建構外，為了探討高齡者和非高齡者的旅次發生模式之異同，即以「高齡者／非高齡者」作為調節變數，考察其在「解釋變數和旅次數之間的關係」的影響（參見圖 2），故亦分別對該二群體進行旅次發生模式之建構及比較。其中，就模式整體配適度（pseudo R^2 ）而言，高齡者和非高齡者工作旅次發生模式（pseudo $R^2 = 0.37$ 和 0.28 ），相較於未分群的整體工作旅次發生模式（pseudo $R^2 = 0.25$ ），皆有明顯的提升。其校估結果如表 4 所示。從中可知，在「高齡者／非高齡者」之工作旅次發生模式中，有效的解釋變數並不相同。為進一步探討「高齡者／非高齡者」是否作為旅次發生的調節因素而使兩群體的行為模式有所差異，是故，以下將針對「高齡者／非高齡者」對「解釋變數對旅次發生的影響關係」之調節效果（moderating effect），從各類型的解釋變數進行討論（該效果歸結於表 5）。

1. 「高齡者／非高齡者」對「家戶特性對旅次發生的影響」之調節效果

(1) 對「私人運具持有影響」之調節效果

在高齡者旅次發生模式中，家戶持有汽、機車對於工作旅次和非工作旅次之發生並無顯著的影响；而非高齡者的旅次發生模式中，家戶持有機車對總旅次數有顯著的正向影響（ $z = 3.18$, $p < 0.01$ ，參見表 4，而以下各小節提及之 z 值亦請參照該表），家戶持有汽車則是顯著地負向影響了工作旅次數（ $z = -6.00$, $p < 0.001$ ），而非工作旅次數則同時接受家戶持有汽車（ $z = 3.92$, $p < 0.001$ ）以及家戶持有機車的顯著正向影響（ $z = 3.03$, $p < 0.01$ ），故在此一高齡者／非高齡者的模式差異分析中，顯示了家戶持有私人運具會促進非工作旅次發生之傾向，僅發生在非高齡者群體之中。由此可知，未分群的整體旅次發生模式，並無法反映出高齡者的旅次發生特性，亦即，其並不受家戶是否持有私人運具所影響。此一結果也指出了，相對於非高齡者，「高齡者」此一特徵調節了「家戶私人運具持有」對「總旅次發生」（負向調節）、「工作旅次發生」（正向調節）及「非工作旅次發生」（負向調節）的影響。

(2) 對「家戶結構影響」之調節效果

在高齡者旅次發生模式中，家戶中 20 歲以上的人數對總旅次數（ $z = -5.13$, $p < 0.001$ ）和非工作旅次數（ $z = -4.97$, $p < 0.001$ ）有顯著的負向影響，亦即家戶人數越多，非工作旅次之發生或因出行之不便而減少，此傾向亦同於非高齡者旅次發生模式。另一方面，家戶中有 4 歲以下的小孩以及家戶中 5-19 歲的人數，對非高齡者的總旅次數有顯著的正向影響（分別 $z = 1.97$, $p < 0.05$ ； $z = 4.67$, $p < 0.001$ ），但對高齡者的總旅次數則沒有影響；此外，家戶中有 4 歲以下的小孩對非高齡者的工作旅次數有顯著的負向影響（ $z = -2.46$, $p < 0.05$ ），但對高齡者則無顯著影響。換言之，即使家戶中有愈多受照顧者（19 歲以下者），進而衍伸出愈多的接送需求（可能因之發生較多的非工作旅次並為此減少工作旅次），也是由青壯年者負擔，而不至影響高齡者的旅次發生。是故「高齡者」此特徵調節了「家戶中 19 歲以下人數」對「總旅次發生」（負向調節）、「工作旅次發生」（正向調節）及「非工作旅次發生」（負向調節）的影響。

表 4 高齡者和非高齡者旅次發生模式結果

解釋變數	高齡者						非高齡者					
	總旅次		工作旅次		非工作旅次		總旅次		工作旅次		非工作旅次	
	係數	z-stat	係數	z-stat	係數	z-stat	係數	z-stat	係數	z-stat	係數	z-stat
家戶變數												
家戶擁有汽車	-0.0104	-0.10	0.339	1.50	-0.0639	-0.51	-0.0245	-0.70	-0.264***	-6.00	0.157***	3.92
家戶擁有機車	-0.0870	-0.85	-0.389	-1.71	-0.0633	-0.53	0.111**	3.18	0.0200	0.46	0.121**	3.03
家中擁有 0-4 歲的小孩	0.0841	0.46	0.146	0.41	0.0615	0.28	0.102*	1.97	-0.159*	-2.46	0.107	1.83
家中 5-19 歲的人數	-0.00122	-0.02	-0.0542	-0.32	0.0290	0.37	0.105***	4.67	-0.0495	-1.80	0.0696**	2.72
家中 20 歲或以上的人數	-0.208***	-5.13	-0.0361	-0.43	-0.238***	-4.97	-0.0958***	-7.12	-0.0130	-0.79	-0.0842***	-5.42
個人變數												
男性	-0.0755	-0.88	0.393*	2.05	-0.0267	-0.26	-0.112***	-3.32	0.0341	0.83	-0.128***	-3.32
20~24 歲							-0.381***	-4.73	-0.0827	-0.69	-0.0733	-0.79
25~29 歲							-0.378***	-4.98	-0.134	-1.25	-0.255**	-2.89
30~34 歲							-0.232**	-3.08	-0.165	-1.55	-0.0570	-0.66
35~39 歲							-0.285***	-3.76	-0.242*	-2.25	-0.0692	-0.79
40~44 歲							-0.202**	-2.71	-0.206	-1.94	0.0100	0.12
45~49 歲							-0.197**	-2.61	-0.0737	-0.69	-0.0623	-0.72
50~54 歲							-0.0160	-0.22	0.0288	0.28	0.0435	0.53
55~59 歲							0.0540	0.72	-0.0205	-0.18	0.0748	0.86
60~64 歲							參照		參照		參照	
65~69 歲	0.580**	3.02	0.989***	3.45	0.725***	3.41						
70~74 歲	0.615**	3.11	0.378	1.12	0.676**	3.08						
75~79 歲	0.503*	2.49	參照		0.577*	2.57						
80~84 歲	0.408	1.95			0.417	1.80						
85 歲或以上	參照				參照							
小學	參照		參照		參照				參照		參照	
初中	-0.0517	-0.48	0.201	0.97	-0.0739	-0.59	0.00656	0.13	0.167*	2.54	-0.0877	-1.51
高中	-0.0173	-0.12	0.172	0.63	-0.00272	-0.02	0.134*	2.50	0.325***	4.75	-0.0575	-0.94
專科及以上	0.0684	0.37	0.577	1.68	0.0498	0.22	0.372***	6.30	0.554***	7.38	0.0566	0.84
\$0~\$3,999	參照		參照		參照		參照		參照		參照	
\$4,000~\$9,999	0.263*	2.33	1.429***	7.04	0.253	1.82	0.204***	3.62	0.789***	8.52	-0.0295	-0.45
\$10,000~\$19,999	0.837**	3.04	2.244***	6.65	0.165	0.50	0.102	1.60	0.841***	8.83	-0.161*	-2.20
\$20,000~\$39,999	0.322	0.93	1.650***	3.61	0.265	0.61	0.231***	3.33	0.862***	8.53	-0.0660	-0.83
\$40,000~\$49,999	0.327	0.54	2.642***	3.47	0.0415	0.07	0.163	1.62	0.722***	5.56	-0.0310	-0.27
擁有汽車駕照	0.289	1.76	-0.0626	-0.22	0.462*	2.27	0.104**	2.59	-0.00187	-0.04	0.0982*	2.12
擁有機車駕照	0.0429	0.20	0.290	0.90	-0.0878	-0.34	0.0426	1.04	0.0951	1.91	-0.0288	-0.61
行動不便	-0.452*	-2.09	0.0956	0.18	-0.377	-1.57	-0.102	-0.33	-0.469	-0.60	0.180	0.48
在職	0.115	0.71			-1.217***	-6.12	0.0772	1.41	2.465***	24.25	-1.116***	-17.66
土地使用變數												
人口密度	0.00275*	2.51	0.000114	0.05	0.00287*	2.22	0.00163***	4.17	0.00205***	4.14	0.000521	1.16
土地使用混合度	-0.103	-0.27	-2.547**	-2.59	0.255	0.58	-0.287*	-2.34	0.288	1.87	-0.412**	-2.94
μ_1	-0.389	-1.29	2.058**	3.11	-0.188	-0.55	-1.182***	-11	2.890***	16.46	-1.082***	-8.76
μ_2	-0.365	-1.21	2.232***	3.37	-0.154	-0.45	-1.006***	-9.37	3.302***	18.72	-0.880***	-7.14
μ_3	0.861**	2.86					0.812***	7.59				
μ_4	1.095***	3.62					1.033***	9.64				
N	775		775		775		5671		5671		5671	
LL(0)	-970.01		-259.54		-561.87		-6504.33		-5420.17		-4913.10	
LL(β)	-911.70		-162.82		-510.34		-6304.76		-3881.71		-4368.64	
pseudo R-sq	0.060		0.373		0.092		0.031		0.284		0.111	

註 1 : * : p<0.05 ; ** : p<0.01 ; *** : p<0.001 。

註 2 : 「在職」此一解釋變數於高齡者群體之工作旅次發生模式中予以排除，係考慮到高齡者普遍為非在職。

資料來源：本研究整理

2. 「高齡者／非高齡者」對「個人特性對旅次發生的影響」之調節效果

(1) 對「社會經濟影響特性」之調節效果

在高齡者旅次發生模式中，身為男性對工作旅次數有顯著的正向影響 ($z = 2.05, p < 0.05$)，對於非高齡者則否；而在非高齡者旅次發生模式中，則是身為女性（作為參照類別）對總旅次數及非工作旅次數有顯著的正向影響（分別 $z = -3.32, p < 0.001$ ； $z = -3.32, p < 0.001$ ）。此結果意

味著，相較女性而言，身為男性較易有工作旅次發生之傾向，僅發生在 65 歲以上的群體中；以及，女性相較男性有較高非工作旅次需求之傾向，僅發生在 64 歲以下的群體中。由此可知，「高齡者」此一特徵正向調節了身為「男性」對「總旅次發生」、「工作旅次發生」及「非工作旅次發生」的影響。

另外，在高齡者旅次發生模式中，教育程度並不影響高齡者的旅次發生；而非高齡者旅次發生模式則顯示，教育程度愈高，工作旅次數愈高（例如，「專科及以上」（相對於「小學」）之係數為 0.554， $z = 7.38$ ， $p < 0.001$ ，且依教育程度愈低，該二值愈低），然而其對非工作旅次數則無顯著影響。亦即，「高齡者」此一特徵負向調節了「教育程度」對「總旅次發生」及「工作旅次發生」的影響，但對於教育程度對非工作旅次發生則並不具備調節效果。

再者，在高齡者／非高齡者對於收入對旅次發生的調節效果方面，透過兩個群體的旅次發生模式的比較，可知其發生在中等收入水準（10,000~19,999 澳門元）的受訪者身上，即，此一收入水準的非高齡者，相較於其他較低或者較高收入水準的非高齡者，會有產生較低的非工作旅次數之傾向（ $z = -2.20$ ， $p < 0.05$ ）。此一現象可能源自於此一收入水準的非高齡者需要投入較多活動時間在工作上，進而減少了其對非工作旅次之需求；此現象也反映在高齡者對中等收入水準對於總旅次發生的影響關係之正向調節效果上。因此，可歸結為「高齡者」此一特徵正向調節了「中等收入水準」（10,000~19,999 澳門元）對「總旅次發生」及「非工作旅次發生」的影響。

而就在職與否對旅次發生的影響方面，在職對於高齡者或非高齡者的總旅次數皆無顯著影響，然而，其對於非高齡者的非工作旅次數則有顯著的負向影響（ $z = -17.66$ ， $p < 0.001$ ）。換言之，非高齡者若處於在職狀態，對非工作旅次需求則顯著地低於未在職者，此一傾向亦發生於高齡者身上（ $z = -6.12$ ， $p < 0.001$ ）。從上可知，在職與否對總旅次數的無影響，以及對非工作旅次數的負向影響，在高齡者和非高齡者之間並無明顯的差異，亦即，「高齡者」此一特徵並不具備在職與否對旅次發生之影響關係的調節效果。

（2）對「移動能力」之調節效果

在高齡者旅次發生模式中，擁有汽車駕照並不對旅次發生有顯著影響；而在非高齡者旅次發生模式中，擁有汽車駕照對總旅次數和非工作旅次數有顯著的正面影響（分別 $z = 2.59$ ， $p < 0.01$ ； $z = 2.12$ ， $p < 0.05$ ）。另外，擁有機車駕照對高齡者的非工作旅次數有顯著的正面影響（ $z = 2.27$ ， $p < 0.05$ ），對於非高齡者則無。故「高齡者」此一特徵負向調節了「擁有汽車駕照」對「總旅次發生」及「非工作旅次發生」的影響，以及，「高齡者」此一特徵正向調節了「擁有機車駕照」對「非工作旅次發生」的影響。

同樣涉及了移動能力，生理因素上的行動不便對總旅次數的負向影響，僅發生在高齡者群體中（ $z = -2.09$ ， $p < 0.05$ ），亦即，非高齡者即使有著生理上的行動不便，也不影響其總旅次數。因此，「高齡者」此一特徵負向調節了「行動不便」對「總旅次發生」的影響；然而，對工作旅次或非工作旅次而言，則不具備調節效果。

3. 「高齡者／非高齡者」對「土地使用特性對旅次發生的影響」之調節效果

在高齡者旅次發生模式中，受訪者居住地區的人口密度對非工作旅次數有顯著的正面影響（ $z = 2.22$ ， $p < 0.05$ ）；而在非高齡者旅次發生模式中，其係對工作旅次數有顯著的正面影響（ $z = 4.14$ ，

$p < 0.001$)，然而對非工作旅次數則有顯著的影響。再者，人口密度愈高，對總旅次發生的正向影響愈大，此現象在高齡者和非高齡者群體中皆相同(分別 $z = 2.51, p < 0.05$; $z = 4.17, p < 0.001$)。上述結果意味著，所居住地區人口密度愈高，將有利於步行為主、移動能力較弱的高齡者的日常活動之進行。因此，「高齡者」此一特徵正向調節了「人口密度」對「非工作旅次發生」的影響，同時負向調節了「人口密度」對「工作旅次發生」的影響。

另外，在高齡者旅次發生模式中，土地使用混合度對工作旅次數有顯著的負向影響($z = -2.59, p < 0.01$)；然而在非高齡者旅次發生模式中，其對工作旅次數無顯著影響，對總旅次數及非工作旅次數則有顯著的負向影響(分別 $z = -2.34, p < 0.05$; $z = -2.94, p < 0.01$)——此與高齡者旅次發生模式呈現不同之傾向。由上述結果或可推知，較高的土地使用混合度對於以步行為主要移動方式之高齡者而言更為友善，能促進高齡者外出進行日常活動；但對於非高齡者則無此效果。即，「高齡者」此特徵調節了「土地使用混合度」對「總旅次發生」(正向調節)、「工作旅次發生」(負向調節)及「非工作旅次發生」(正向調節)的影響。

(四)高齡者各年齡階層的旅次發生模式比較

即使皆為 65 歲以上之高齡者，其交通方式、生理狀態等也會有所差異，故高齡者可能存在著多重的旅次發生模式。為了更細緻地釐清高齡者旅次發生的差異性，本研究進一步針對高齡者群體中不同的年齡階層，分別建構總旅次發生模式並進行比較，且分析高齡者總旅次模式中年齡階層的調節效果。其校估結果則如表 6 所示。

首先，針對模式整體配適度而言，以「75-79 歲年齡階層」之總旅次發生模式之配適度相對較佳(pseudo $R^2 = 0.119$)。進一步檢視各項解釋變數的顯著性，就「65-69 歲年齡階層」之總旅次發生模式中，顯著的解釋變數包括「家中 20 歲或以上的人數」($z = -3.11, p < 0.01$)、「男性」($z = -3.02, p < 0.01$)、「收入\$0-\$3,999 (澳門元)」($z = -4.33, p < 0.001$)，其餘解釋變數並不具備顯著的影響。在「70-74 歲年齡階層」之總旅次發生模式中，顯著的解釋變數包括「家中 20 歲或以上的人數」($z = -3.66, p < 0.001$)、「行動不便」($z = -2.20, p < 0.05$)，其餘解釋變數並不具備顯著的影響。而在「75-79 歲年齡階層」之總旅次發生模式中，顯著的解釋變數包括「家中 20 歲或以上的人數」($z = -2.09, p < 0.05$)、「男性」($z = 2.10, p < 0.05$)、「收入\$0-\$3,999」($z = -4.33, p < 0.001$)。最後，於「80 歲或以上年齡階層」之總旅次發生模式中，未有具有顯著影響力的解釋變數。綜上可知，高齡者總旅次發生模式由於將樣本更為細緻地分群，故難以得到較佳的整體配適度指標及個別係數檢定之顯著性，因此，當要針對高齡者之中的某群年齡階層進行旅次發生的預測時，尚需找出適用該群體的解釋變數。然而，上述也指出了高齡者之中各年齡階層的模式中，仍存在著解釋變數顯著性的差異，故以下將針對年齡階層之調節效果進行討論。

根據模式校估結果及其比較，可發現高齡者群體中年齡的調節效果主要發生在家庭結構、性別、收入、行動不便對總旅次發生的影響關係上，以下分別說明之。(1) 家戶中 20 歲以上的人數，對於 65-69 歲、70-74 歲、70-75 歲之群體的總旅次數皆有顯著的負向影響(分別 $z = -3.11, p < 0.01$; $z = -3.66, p < 0.001$; $z = -2.09, p < 0.05$)，然而對於 80 歲或以上之群體則無顯著影響。(2) 在 65-69 歲的群體中，身為男性(相較於女性)對於總旅次數有著顯著的負向影響($z = -3.02, p < 0.01$)；而 75-79 歲的群體，則是男性對總旅次數有顯著的正向影響($z = 2.10, p < 0.05$)；

而在其餘年齡階層中，性別並不影響總旅次的發生。(3) 低收入水準對於 65-69 歲、75-79 歲群體的總旅次發生有顯著的負向影響（分別 $z = 4.33$ ， $p < 0.001$ ； $z = 2.25$ ， $p < 0.05$ ），但對於其他群體則無。(4) 生理上的行動不便，僅對 70-74 歲群體具有顯著的負向影響（ $z = -2.20$ ， $p < 0.05$ ），對於其他群體則無。有關年齡階層對於解釋變數對旅次發生之調節效果，整理如表 7 所示。由上可知，即使同樣屬於高齡者群體，其旅次發生模式仍有所差異，故相關的高齡交通政策或措施，應依循特定年齡階層來制定。

表 5 「高齡者」對「解釋變數 a 對旅次發生之影響關係」的調節效果

影響關係	「高齡者」對影響關係之調節效果 (相對於「非高齡者」)	
私人運具持有 →	總旅次發生	負向調節
	工作旅次發生	正向調節
	非工作旅次發生	負向調節
家戶中 19 歲以下人數 →	總旅次發生	負向調節
	工作旅次發生	正向調節
	非工作旅次發生	負向調節
性別（男性） →	總旅次發生	正向調節
	工作旅次發生	正向調節
	非工作旅次發生	正向調節
教育程度 →	總旅次發生	負向調節
	工作旅次發生	負向調節
	非工作旅次發生	影響關係於兩群體中相同
中等收入水準 ^b →	總旅次發生	正向調節
	工作旅次發生	影響關係於兩群體中相同
	非工作旅次發生	正向調節
工作狀況（在職） →	總旅次發生	影響關係於兩群體中相同
	工作旅次發生	不適用 ^c
	非工作旅次發生	影響關係於兩群體中相同
擁有汽車駕照 →	總旅次發生	負向調節
	工作旅次發生	影響關係於兩群體中相同
	非工作旅次發生	負向調節
擁有機車駕照 →	總旅次發生	影響關係於兩群體中相同
	工作旅次發生	影響關係於兩群體中相同
	非工作旅次發生	正向調節
行動不便 →	總旅次發生	負向調節
	工作旅次發生	影響關係於兩群體中相同
	非工作旅次發生	影響關係於兩群體中相同
人口密度 →	總旅次發生	影響關係於兩群體中相同
	工作旅次發生	負向調節
	非工作旅次發生	正向調節
土地使用混合度 →	總旅次發生	正向調節
	工作旅次發生	負向調節
	非工作旅次發生	正向調節

註^a：部分原始解釋變會因調節效果解釋之簡效性而於此分析中進行合併。

註^b：中等收入水準指月收入\$10,000~\$19,999 澳門元。

註^c：此分析不適用之原因係為高齡者和在職與否的相關性過高。

資料來源：本研究整理

表 6 高齡者總旅次發生模式結果

解釋變數	65-69 歲		70-74 歲		75-79 歲		80 歲或以上	
	係數	z-stat	係數	z-stat	係數	z-stat	係數	z-stat
家戶變數								
家戶擁有汽車	0.0219	0.14	0.0664	0.28	-0.0688	-0.23	-0.316	-1.15
家戶擁有電單車	-0.116	-0.79	0.214	0.92	-0.313	-1.06	-0.157	-0.57
家中擁有 0-4 歲的小孩	0.119	0.54	-0.572	-1.02	0.257	0.39	0.653	0.96
家中 5-19 歲的人數	0.0244	0.23	-0.0937	-0.68	0.301	1.66	-0.158	-0.85
家中 20 歲或以上的人數	-0.190**	-3.11	-0.371***	-3.66	-0.216*	-2.09	-0.0738	-0.73
個人變數								
男性	-0.401**	-3.02	-0.0205	-0.11	0.462*	2.10	0.0784	0.39
小學								
初中	-0.200	-1.27	-0.0996	-0.39	-0.174	-0.58	0.196	0.77
高中	0.0112	0.06	-0.336	-1.11	-0.351	-0.61	0.695	1.17
專科及以上	-0.239	-0.82	0.170	0.48	0.250	0.63	0.476	0.74
>\$4,000	0.601***	4.33	0.288	1.35	-0.713*	2.25	-0.279	-0.94
擁有汽車駕照	0.253	1.09	0.571	1.62	0.328	0.69	0.535	0.97
擁有機車駕照	0.175	0.71	0.339	0.51	5.239	0.04	0.512	0.47
行動不便	-0.386	-0.89	-1.549*	-2.20	-0.688	-1.39	-0.387	-1.13
土地使用變數								
人口密度	0.00299	1.73	0.00304	1.29	0.00311	1.14	0.00201	0.70
土地使用混合度	0.25	0.39	-0.538	-0.63	-0.305	-0.32	0.143	0.16
μ_1	-1.585***	-3.62	-1.889**	-3.03	-1.378*	-2.04	0.137	0.23
μ_2	-1.532***	-3.50	-0.629	-1.02	-0.0385	-0.06	0.155	0.26
μ_3	-0.180	-0.42	-0.392	-0.64	0.0934	0.14	1.130	1.86
μ_4	0.124	0.29					1.300*	2.14
N	328		170		129		148	
LL(0)	-423.02		-208.89		-148.58		-171.16	
LL(β)	-397.83		-190.66		-130.96		-164.54	
pseudo R-sq	0.060		0.087		0.119		0.039	

註：*：p<0.05；**：p<0.01；***：p<0.001。

資料來源：本研究整理

表 7 「年齡階層」對「解釋變數對高齡者總旅次發生之影響關係」的調節效果

影響關係	「年齡階層」對影響關係之調節效果
家中 20 歲或以上的人數 → 高齡者總旅次發生	「80 歲或以上」正向調節
性別（男性） → 高齡者總旅次發生	「75-79 歲」正向調節
低收入水準 ^a → 高齡者總旅次發生	「65-69 歲」、「75-79 歲」負向調節
行動不便 → 高齡者總旅次發生	「70-74 歲」負向調節

註^a：低收入水準指月收入\$0-\$3,999 澳門元。

資料來源：本研究整理

五、結論與建議

(一)研究結果

本研究首先針對整體旅次發生模式進行分析，識別了總旅次發生、工作旅次發生、非工作旅次發生的決定因素；而該些決定因素包含了家戶特性、個人特性，乃至土地使用特性。接著，亦對高齡者／非高齡者旅次發生模式進行分析和比較，由此揭示了高齡者／非高齡者此兩群體有著相異的旅次發生模式，換言之，身為高齡者與否決定了解釋變數是否對旅次發生具有影響力及影

響的方向性，其調節效果遍及家戶特性、個人特性、土地使用特性的影響，亦即，相較於非高齡者，（1）在家戶特性上，高齡者的非工作旅次數，較不具備因家中持有私人運具而增加的傾向；（2）在個人特性上，生理上行動不便對高齡者總旅次發生的削減較為明顯；（3）在土地使用特性上，高齡者的工作旅次及非工作旅次皆較易受高人口密度的影響而減少，然而高齡者的非工作旅次同時有著較易因高土地使用混合度而增加的傾向。最後，本研究亦分析了高齡者中各年齡階層的旅次發生模式，雖然年齡階層間的旅次發生模式差異並不明顯，但仍在家戶特性和個人特性對總旅次發生的影響關係上有著調節效果。

以下，依據本研究結果，提出相關的都市及交通政策意涵；並針對後續研究提出建議。

（二）都市及交通政策意涵

本研究指出在澳門地區擁有汽車駕照者較易產生工作旅次，而擁有機車駕照者則較易產生非工作旅次；因此，在進行交通規劃或管理時，可考慮較小地區單元的駕照持有情形，針對不同旅次類型之交通需求事先做出評估。

另外，19歲以下的家戶成員，由於需要受到較多照顧及較多的接送需求，而使得家戶其他成員的工作旅次數減少。因此，對於達到青少年和孩童具有交通自主性的交通環境創造，將助益家庭中其他成員的工作活動能正常進行。若以此為目標，澳門地區的地理環境和土地使用結構雖然利於步行的發生，但對於步行時的安全性之考量尚不充足，故可透過通學步道的設置、步行通學安全性組織的營造、通學接駁巴士的增設等，來創造青少年和孩童具備交通自主性的交通環境。

透過不同年齡的旅次發生之考察可發現，除了達85歲以上者外，和非高齡者相較，年齡並未明顯影響總旅次的發生；換言之，澳門地區絕大多數的高齡者仍有著交通出行的需求，且該需求可能不亞於非高齡者。同時，根據旅次資料的交通方式分析可知，步行是高齡者的最主要交通方式，60歲以上各年齡層的步行旅次數皆占總旅次數的一半以上，其中以80-84歲為最高，占89%；相較之下，25-59歲者雖然仍以步行為主要交通方式，但步行旅次數占比未過半，且20-24歲係以機車為主要交通方式。因此，可推知對高齡者而言的友善步行環境（friendly walking environment）的創造，將能提升高齡者交通出行的滿意度。相關的方法有如在步行環境和空間營造中導入通用設計（universal design）的原則，既可創造出相對無障礙的空間，也能考慮到高齡者的心理感受；該些原則包含高齡者能使用但不限於高齡者專用、具備明顯的步行引導資訊、容許步行方向上的錯誤卻仍能引導其抵達的多元路徑規劃、直覺式的方向引導等。

本研究亦針對土地使用特性的影響進行考察，其結果支持了土地混合使用能創造出在單一旅次中完成多項日常活動的環境，進而有效降低交通需求的觀點；尤其是針對居住人口密集地區，由於其產生的工作旅次數較高，更需透過土地混合使用來抑制因日常生活而產生的非工作旅次。此意味著，交通需求管理（travel demand management）的手段不應受限於交通系統本身，而需連帶考慮土地使用的調整，如透過土地混合使用（Gärling and Fujii, 2009）、緊湊城市（compact city，可考慮高、密、精、巧四個項度）（黃國平、廖章鈞、洪慈佑，2005）的創造來降低交通需求，也能增進以步行為主要交通方式的高齡者其活動場所之可及性。

本研究的另一重點，即探討高齡者及非高齡者旅次發生模式的差異，其結果所延伸出的相關交通及都市環境政策意涵如下所述。（1）高齡者減少了家戶私人運具持有對個體總旅次和非工作

旅次發生的影響力；因此，若針對高齡者群體，更需關注的是高齡者居住地區的可步行性（walkability），如步行環境舒適度（綠化、遮蔭設置等）及日常活動設施的步行可達性之提升（Cerin et al., 2010），繼而才考慮私人運具的汽機車交通環境（如停車便利性、通往常活動設施的道路服務水準等）。（2）由於擁有機車（汽車）駕照對高齡者的非工作旅次數有顯著的正向（負向）影響，故需特別增進高齡者較多地區之機車騎乘環境的安全性。（3）生理因素上的行動不便對總旅次數的負向影響，僅發生在高齡者群體中，亦即，高齡者較多的地區的無障礙空間的塑造，將比一般地區來得更為急迫。（4）雖然居住地區人口密度高，對於高齡者及非高齡者而言皆不會對旅次發生造成負向影響，但卻會抑制倚賴步行為主、移動能力較弱的高齡者的工作旅次發生；由於土地使用混合度對高齡者總旅次數及非工作旅次數有顯著的正向影響，故可在高密度地區導入混合土地使用來加以平衡。

此外，即使同樣是高齡者，然而不同年齡階層亦會有相異的旅次發生模式。例如，對於65-69歲的群體，女性此一特徵對總旅次發生有顯著的正向影響，而對於75-79歲的群體，則是男性此一特徵具有此影響性。因此，針對不同年齡階層的高齡者，亦需分別制定相應的交通管理措施。包含上述政策意涵在內，立足於本研究依據實證基礎所建構出的旅次發生模式，將能為正邁入高齡社會的澳門地區提供都市及交通政策制定和實施之參考。

(三)後續研究建議

本研究雖然整體樣本數尚屬充分，但在針對各年齡階層的高齡者建構總旅次發生模式時，則仍受限於高齡者的樣本數，較難同時針對工作旅次發生、非工作旅次發生進行分析；後續研究應更為細緻地對旅次發生類型進行劃分，以釐清高齡者群體之中的旅運行為差異。

另外，本研究雖然納入了樣本居住地區的人口密度及土地使用混合度，嘗試反映建成環境的影響，然而後續研究尚應考慮都市空間的微觀特性，包含綠化空間比例（尤其對於以步行為主要交通方式的高齡者而言）、公車站密度、路口密度、步行基盤設施整備情形（如每單位面積上的人行道長度、天橋數量、自動步行系統數量等），以更精緻地建構高齡者或一般居民的旅次發生模式。

最後，出行調查資料中的個人及家戶的社經特性，以及本研究加入的土地使用特性，雖可對旅次發生或其他旅運行為進行預測，然而並不宜直接作為近端變數（proximal variable）來解釋個體的旅運行為或進行因果推論；後續研究或可從活動日記觀點來理解高齡者的旅運行為和生活習慣，或以心理量表量測態度和行為意圖等社會認知變數，以期能更深入地探討並理解高齡者的旅運行為特徵。

參考文獻

- 香港政府統計處，2020，「香港人口推算 2020-2069」，香港：香港特別行政區政府統計處。
- 徐崇學，2004，台北、高雄與台南通勤者旅運行為特性之探討，國立成功大學交通管理學系碩士論文。
- 國家發展委員會，2020，「人口推計圖表彙編 -2020 年版」，https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=81ECE65E0F82773F，2021年1月1日下載。

- 張舜淵、楊幼文、鄭嘉盈、陳穎璋，2020，「高齡者旅運行為之初探」，臺北：交通部運輸研究所。
- 張新立，2006，不同年齡階段兒童及青少年運輸需求行為演變之世代研究，行政院國家科學委員會補助專題研究計畫。
- 許銓倫，2001，高齡者交通特性與交通設施之檢討，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 陳佑伊，2007，高齡者旅運特性與運輸障礙分析，中華大學運輸科技與物流管理學系碩士論文。
- 陳昌益，2001，都市地區老人旅運需求初探-活動基礎理論之應用，淡江大學運輸管理學系碩士論文。
- 黃國平、廖章鈞、洪慈佑，2005，發展永續運具與不同層級高密精巧都市之動態分析，行政院國家科學委員會補助專題研究計畫。
- 楊淑娟，1995，青少年旅運活動特性分析，國立交通大學運輸與物流管理學系碩士論文。
- 鄭翰澤，2008，影響學生通學運具使用之個人、家庭與環境因素之研究，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。
- 澳門交通事務局，2015，「2014年澳門交通出行調查」，澳門：澳門交通事務局。
- 澳門統計暨普查局，2017，「就業調查」，澳門：澳門統計暨普查局。
- 澳門統計暨普查局，2017，「澳門人口預測 2016-2036」，澳門：澳門統計暨普查局。
- 蘇振維、呂怡青、張瓊文、張舜淵，2011，「經北宜運輸走廊至宜蘭地區旅次之起迄特性研究」，臺北：交通部運輸研究所。
- Ben-Akiva, M. E., Lerman, S. R., and Lerman, S. R., 1985, *Discrete choice analysis: theory and application to travel demand*, USA: MIT press.
- Braza, M., Shoemaker, W., and Seeley, A., 2004, "Neighborhood design and rates of walking and biking to elementary school in 34 California communities", *American journal of health promotion*, 19(2): 128-136.
- Cerin, E., Sit, C. H., Cheung, M. C., Ho, S. Y., Lee, L. C. J., and Chan, W. M., 2010, "Reliable and valid NEWS for Chinese seniors: measuring perceived neighborhood attributes related to walking", *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(1): 84.
- Ding, C., Liu, C., Zhang, Y., Yang, J., and Wang, Y., 2017, "Investigating the impacts of built environment on vehicle miles traveled and energy consumption: Differences between commuting and non-commuting trips", *Cities*, 68: 25-36.
- Figuroa, M. J., Nielsen, T. A. S., and Siren, A., 2014, "Comparing urban form correlations of the travel patterns of older and younger adults", *Transport Policy*, 35: 10-20.
- Flyvbjerg, B., 2005, "Measuring inaccuracy in travel demand forecasting: methodological considerations regarding ramp up and sampling", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(6): 522-530.
- Frank, L. D., Andresen, M. A., and Schmid, T. L., 2004, "Obesity relationships with community design, physical activity, and time spent in cars", *American journal of preventive medicine*, 27(2): 87-96.
- Handy, S., Cao, X., and Mokhtarian, P., 2005, "Correlation or causality between the built environment and travel behavior? Evidence from Northern California", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10(6): 427-444.
- Hatamzadeh, Y., Habibian, M., and Khodaii, A., 2017, "Walking behavior across genders in school trips, a case study of Rasht, Iran", *Journal of Transport & Health*, 5: 42-54.
- Hildebrand, E. D., 2003, "Dimensions in elderly travel behaviour: A simplified activity-based model using lifestyle clusters", *Transportation*, 30(3): 285-306.

- Hjorthol, R. J., Levin, L., and Sirén, A., 2010, “Mobility in different generations of older persons: The development of daily travel in different cohorts in Denmark, Norway and Sweden”, *Journal of Transport Geography*, 18(5): 624-633.
- Hsieh, H.S., Chuang, M.T., 2021, “Association of perceived environment walkability with purposive and discursive walking for urban design strategies”, *Journal of Transport and Land Use*, 14: 1099-1127.
- Hu, X., Wang, J., and Wang, L., 2013, “Understanding the Travel Behavior of Elderly People in the Developing Country: A Case Study of Changchun, China”, *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 96: 873-880.
- Hugosson, M. B., 2005, “Quantifying uncertainties in a national forecasting model”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(6): 531-547.
- ITE., 2017, *Trip Generation (10th Edition ed.)*, USA: Institute of Transportation Engineers.
- Jahanshahi, K., Jin, Y., and Williams, I., 2015, “Direct and indirect influences on employed adults’ travel in the UK: New insights from the National Travel Survey data 2002–2010”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 80: 288-306.
- Khattak, A. J., and Rodriguez, D., 2005, “Travel behavior in neo-traditional neighborhood developments: A case study in USA”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(6): 481-500.
- Li, H., Raeside, R., Chen, T., and McQuaid, R. W., 2012, “Population ageing, gender and the transportation system”, *Research in transportation economics*, 34(1): 39-47.
- Lundevaller, E. H., 2009, “The effect of travel cost on frequencies of shopping and recreational trips in Sweden”, *Journal of Transport Geography*, 17(3): 208-215.
- McKelvey, R. D., and Zavoina, W., 1975, “A statistical model for the analysis of ordinal level dependent variables”, *Journal of mathematical sociology*, 4(1): 103-120.
- Papagiannakis, A., Baraklianos, I., and Spyridonidou, A., 2018, “Urban travel behaviour and household income in times of economic crisis: Challenges and perspectives for sustainable mobility”, *Transport Policy*, 65: 51-60.
- Rodríguez, D. A., and Joo, J., 2004, “The relationship between non-motorized mode choice and the local physical environment”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 9(2): 151-173.
- Roorda, M. J., Páez, A., Morency, C., Mercado, R., and Farber, S., 2010, “Trip generation of vulnerable populations in three Canadian cities: a spatial ordered probit approach”, *Transportation*, 37(3): 525-548.
- Scheiner, J., 2016, “School trips in Germany: Gendered escorting practices”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94: 76-92.
- Schmöcker, J. D., Quddus, M. A., Noland, R. B., and Bell, M. G. H., 2005, “Estimating trip generation of elderly and disabled people: analysis of London data”, *Transportation Research Record*, 1924(1): 9-18.
- Su, F., and Bell, M. G. H., 2012, “Travel differences by gender for older people in London”, *Research in transportation economics*, 34(1): 35-38.
- Tian, G., and Ewing, R., 2017, “A walk trip generation model for Portland, OR”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 52: 340-353.
- Vold, A., 2005, “Optimal land use and transport planning for the Greater Oslo area”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(6): 548-565.
- Stern, S., 1993, “A disaggregate discrete choice model of transportation demand by elderly and disabled

people in rural Virginia”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 27(4): 315-327.

Brach, A., and Wachs, M., 2005, 1996, “Earmarking in the US Department of Transportation Research Programs”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 39(6): 501-521.

Gärling, T., and Fujii, S., 2009, “Travel behavior modification: Theories, methods, and programs”, *The expanding sphere of travel behaviour research*, 97-128.