

步行環境對民眾搭乘捷運意願之影響—以臺北市為例¹

吳可兒²、賴宗裕³、蘇偉強⁴

論文投稿日期：109年04月22日
第一次修正日期：109年08月17日
第二次修正日期：109年09月28日
論文接受日期：109年09月30日

摘要

臺北市長期以來欲推廣大眾運輸使用率，且不斷建設捷運系統之路網，希冀降低民眾使用私人運具之頻率，然而擴大捷運服務範圍之作法對於大眾運輸市占率的提升成效有限。造成使用率無法提升的原因眾多，從大眾運輸導向發展模式可知步行環境亦為其中一項因素，惟過去研究中多僅針對單一項目進行探討，諸如步行距離、可及性等，而未整體性就步行環境，以及從民眾需求與感知予以探討。因此，本文以捷運周邊整體步行環境營造之角度切入，利用結構方程模式驗證整體步行環境五面向（安全性、舒適性、便利性、可及性、通用性）對於民眾搭乘捷運意願之影響，藉以提出符合民眾實際需求的步行環境改善策略，以期提升民眾搭乘捷運之意願，進而提升大眾運輸使用率。

關鍵詞：步行環境、公共運輸搭乘率、大眾運輸導向發展模式、結構方程模式

DOI: 10.6128/CP.202206_49(2).0001

1. 本文參考改寫自吳可兒（2019），「步行環境對影響民眾搭乘捷運意願之探討—以臺北市為例」，臺北：國立政治大學地政學系碩士論文（DOI：10.6814/NCCU201900550）。另感謝三位匿名審查委員，提供許多寶貴意見，使本文能更臻完善，惟文責仍由作者自負。
2. 國立政治大學地政學系碩士。E-mail: smilelove20424@gmail.com。
3. 國立政治大學地政學系教授。E-mail: tylai@nccu.edu.tw。
4. 國立政治大學地政學系博士班研究生。E-mail: 100257502@nccu.edu.tw。

Influences of Pedestrian Environment around Mass Rapid Transit Stations on Passenger Willingness to Take MRT: A Case Study of Taipei City

Ke-Er Wu, Tsung-Yu Lai and Wei-Chiang Su

Department of Land Economics, National Chengchi University

Taipei City, Taiwan 11605

ABSTRACT

Taipei City Government has been expanding the City's Mass Rapid Transit network to increase public transportation utilization and reduce the frequency of people using private vehicles. However, public transportation utilization has not increased significantly. Utilization is affected by many factors, such as the walking environment from the transit-oriented development (TOD). However, most studies only focus on a single item, such as walking distance and accessibility of MRT, rather than discussing the whole walking environment based on user needs and feelings. Therefore, this study employs structural equation model to analyze the impact of the five aspects of the whole walking environment around the MRT on people's willingness to take the MRT, namely safety, comfort, convenience, accessibility and universality. Finally, we propose a walking environment improvement strategy that meets the actual needs of the people based on the results, and thus help increase public transportation utilization.

Keywords: Walking environment, Public transportation Utilization, Transit-Oriented Development (TOD), Structural equation model

一、前言

近年來政府為降低私人運具之使用，實施多項政策與交通建設推廣大眾運輸，以臺北市為例，自 1996 年開始興建捷運，至今已發展為 5 條主要捷運路線，係全臺灣最早發展捷運系統之縣市，近年為提升服務範圍，新規劃社子線、民生汐止線、臺北市東側南北向、環狀線北環段及南環段等，且為鼓勵更多的民眾搭乘捷運，亦推廣許多相關配套措施，諸如轉乘優惠、月票等。臺北市政府於《2010-2020 臺北市長期發展綱領》提出「大眾運輸使用率 70%」之目標，2018 年 4 月 30 日公布之全國國土計畫亦提出應於城鄉發展地區當中導入大眾運輸導向發展 (Transit-Oriented Development; TOD) 之理念，藉此引導都市緊密發展與提升大眾運輸使用率。綜合以上可知臺北市政府極力推廣大眾運輸之使用，亦相當重視捷運系統之發展，然根據 2017 年交通部統計處⁵所公布之民眾日常使用運具狀況調查，大眾運輸系統卻始終未成為臺北市市民外出所使用主要運具，該統計調查 2009 年至 2016 年，臺北公共運輸市占率從 38.7% 上升至 40.7%，惟在這八年期間內，捷運營運里程數從 90.6 公里提升至 131.1 公里，總距離為原先之 1.3 倍，大眾運輸市占率僅增長 2%，此成長速率與政策目標所設之大眾運輸市占率 70% 相距甚遠。由此可知，臺北市政府雖極力推廣捷運系統之發展，但大眾運輸運具仍不是民眾外出的主要運具，因而認為欲提升搭乘捷運之使用率，應進一步探討影響民眾搭乘捷運意願背後之原因。

李家儂、賴宗裕 (2005) 及林楨家、施亭杼 (2007) 皆指出 TOD 的發展特性有助於大眾運輸使用效率的提升。而 TOD 的城市規劃原則強調使用緊密的城市發展型態予以支持有效率的公共交通服務，並提供良好的步行環境 (Pan *et al.*, 2017)。TOD 的好處包括增加公共交通可及性及多元選擇、增加交通旅次與工作機會、降低空氣污染及溫室氣體排放、提高步行環境之使用率，形成健康的生活方式等 (Teklemariam and Shen, 2020)。Calthorpe (1993)、Cervero and Kockleman (1997)、Curtis *et al.* (2009)、Ewing and Cervero (2010)、Knowles (2012)、Knowles *et al.* (2020) 則歸納出 TOD 發展有七項關鍵的規劃元素，分別為 (1) 大眾運輸場站周邊之緊密發展；(2) 大眾運輸場站周邊土地使用多樣性；(3) 友善行人之都市設計；(4) 步行至大眾運輸站之距離；(5) 步行至目的地之可及性；(6) 公路運輸需求管理；(7) 尖峰與非尖峰之高頻、高速與高容量的重運量、輕軌及公車服務，顯示步行環境在 TOD 發展中之重要性。主要因為每次公共交通旅次皆以步行開始或結束，故步行是 TOD 發展的前提及主要關注點 (Karash *et al.*, 2008; Lamour *et al.*, 2019)。Teklemariam and Shen (2020) 即建議 TOD 規劃應注意改善城市密度、多樣性、行人步行性、停車空間及車站安全性，進而提高捷運車站的可及性

5. 交通部統計處 (2017)，「民眾日常使用運具狀況調查摘要分析」：表 4. 各縣市旅次主運具之公共運輸市占率。

與功能性。而國內外相關研究亦指出場站周邊土地使用之高密度發展對於運量之提升有所助益，並指出人行道長度可分散場站運量的時間分布（林楨家、施亭仔，2007）。李家農與羅健文（2006）更進一步以步行可及性之角度探討步行與大眾運輸系統旅次之關係，驗證行人步行至捷運站的距離與步道連續性對於搭乘捷運次數有影響關係。然而步行距離之遠近並不代表步行即有便捷度（李家農、謝翊楷，2015），亦即若單純以目的地與大眾運輸之間的距離為設計考量，將會忽視行人的實際需求。由以上研究可知，人行道長度、步道連續性、步行距離等對於捷運運量具有影響，但過去研究並未針對整體步行環境感受對民眾捷運搭乘之影響性進行探討。究竟有一完善且符合需求的步行環境空間，是否真有助於提升民眾的捷運搭乘意願，進而促成其搭乘捷運之行爲，是一值得探討之議題。

無論年紀、職業、經濟能力等皆會使用步行，惟步行易受限於不同族群之本身身體能力限制或外在的時間、環境、天氣等因素影響，故步行環境之營造，應符合行人之使用習慣、需求與認知。影響步行能力的特徵包括安全性、美觀性、交通狀況、街道間設計及連通性、建築物密度、混合使用之街道、至公共設施或休憩空間之距離，以及目的地之可行性等（Lamour *et al.*, 2019; Artigues *et al.*, 2020）。而 Ariffin and Zahari (2013) 調查結果顯示，目的地之可及性、良好的天氣條件、步行安全性及精心設計的行人設施，可顯著地改善民眾對步行環境的感知。至於民眾對於步行環境之感知，例如是否安全、路燈照明狀況、綠色植栽與防天候變化設施等，將進一步影響民眾步行之意願（張新立、沈依潔，2005；L'opez and Wong, 2017）。然而，臺北市現今卻存在許多步行環境課題，包含狹窄的騎樓、步道及標線型人行空間、道路鋪面不平整等，雖本意為人車分離，實質上卻人車爭道，行人的安全性被忽視，再加上人行道被占用（店家商品、汽機車違規停車…等）、步行空間與公車候車環境重疊皆使得步行空間被壓縮。同時近年綠色運具推廣，愈來愈多人使用自行車、滑板、體感平衡車及智慧電動輪等行駛於步行空間上，容易與步行使用相互排擠因而降低步行的安全性等。此外，根據內政部統計資料⁶顯示，2020年7月全國65歲以上人口已達15.72%，老年人口快速成長臺灣已邁入高齡社會，其中臺北市老年人口比例更高達18.62%，為六都當中比率最高之縣市，由數據顯示可知臺灣當前正面臨人口結構變化，高齡化的來臨步行環境無障礙設施與大眾運輸使用之需求將會日趨增長，但當前人行空間卻普遍缺乏無障礙設施。以上這些課題皆會造成行人步行時，有安全性、舒適性、連續性等面向之問題。職是之故，當前臺灣步行環境存在相當多的課題，造成步行環境不利於行人使用時，人們可能會選擇方便性較高且更為安全舒適的私人運具（汽、機車）使用，同時影響到民眾搭乘捷運之意願，故本文欲從使用者需求之角度，探討民眾對於當前步行環境之感受，以及其認為一個好的步行環境究竟應含括哪些項目，進而在該步行環境下，是否會提高其搭乘大眾捷運之意願，並促成其搭乘行爲，藉此提供步行環境規劃與改善建議，以期提升公共運輸之使用率。

6. 內政部戶政司（2020），縣市人口年齡結構指標，「人口統計資料庫」，<https://www.ris.gov.tw/app/portal/346>，2020年8月16日。

二、文獻回顧

根據 2017 年交通部統計處所公布之「民眾日常使用運具狀況調查表中之附表」，其調查國人未使用大眾運輸系統之原因包括：使用私人運具較為便利、距離車站太遠、大眾運輸較慢、搭乘大眾運輸整體費用較高等，顯示私人運具之使用相較於大眾運輸系統有經濟成本、自主性、便利性高、使用彈性之優勢，影響著民眾使用大眾運輸系統之意願。而影響運具使用之因素，可將其分為硬性因子 (hard factors)、軟性因子 (soft factors) 與互補因子 (complementary factors) 三類，硬性因子指大眾運輸運具、步行與自行車各類運具本身性質；軟性因子則指對於使用者而言之個人取向與認知；互補因子指出個人特徵、社會因素與其他限制個人使用其他運具之因素皆會影響民眾運具選擇 (Derek Halden Consultancy, 2003)。

進一步討論影響捷運使用之因素，根據陳芊灼 (2007) 之研究，影響捷運搭乘意願之因素，包含等車時間、準點性高、可及性、快速、安全性、舒適性、票價、資訊充足、人行步道設計舒適等。游弘裕 (2008) 則針對高雄捷運站周邊步行環境以現況滿意度之角度進行問卷調查，研究結果證實高雄捷運使用者搭乘意願與步行環境滿意度呈現正向關係。另外，李家儂、羅健文 (2006) 指出人行空間之連續性、步行距離與步行周邊土地使用確實與捷運搭乘意願成正比關係。而步行導向之都市設計諸如人行道連續性、人行道周邊建築覆蓋率、照明設備等設計，有助於分散大眾運輸運量的時間分布，以及私人運具之使用與里程數 (Cervero and Kockelman, 1997; 林楨家、施亭仔, 2007)，當步行環境達到良好串聯、友善行人之設計及場站周邊更高的建築覆蓋率，會促進更舒適與便捷的步行環境，可能吸引更多的乘客搭乘，同時使用非機動式運具之意願亦會提升 (林楨家等人, 2011; Sun *et al.*, 2016)。綜此，顯示步行環境與捷運搭乘意願具有正向關連性，惟以往研究較少針對步行環境設計之細部項目進一步研析，較難以明確瞭解使用者對於「完善的步行環境」究竟是如何認知。

步行為銜接各交通運具之主要方式，其具有方便採用、高可及性、良好機動性、低經濟成本、短距離使用、兼具運動性質、低污染、包容性高及無須倚仗他人等特徵 (張新立、沈依潔, 2005; L'opez and Wong, 2017; ITDP, 2017)。其中，根據 Pongprasert and Kubota (2019) 之實證結果，指出民眾步行環境感受皆會極大地影響其步行接受度，即步行行為意向。而步行行為意向亦會因身體狀況、年齡差異、性別差異及不同主運具使用者，影響其受步行環境影響之程度差異及對步行抱持差異性認知，因而影響其步行意願 (張新立、沈依潔, 2005; TriMet, 2011)。此外，調查顯示，創意世代新興市民明顯支持社區擁有街道生活的環境，而唯有可步行性之存在才會形成步行文化 (Speck, 2013)，因此，步行文化之形成來自於友善步行空間之營造，倘若沒有步行文化，將造成都市民眾互動減少，無法建立良好的 interpersonal 關係，易產生都市冷漠感。

步行可提升大眾運輸系統之可及性並延續大眾運輸使用之效益 (Besser and Dannenberg,

2005)，而民眾從家中前往捷運站點，其步行過程中之交通狀況、樹木植栽覆蓋率、自行車與機車停放人行道狀況，皆可能會影響旅運者之旅運行為感受與認知，進而影響運輸場站之可及性 (Cheng and Chen, 2015)。因此，步行環境營造將有助於提升捷運系統之可及性，亦提供休閒或通勤族群的身體活動機會，進而影響民眾活動意願與健康 (Besser and Dannenberg, 2005; L'opez and Wong, 2017)。Speck (2013) 指出步行環境營造必須滿足有用的、安全的、舒適的與有趣的四大面向，至於 Untermann (1984) 則認為一個良好的步行環境至少應考量距離遠近、土地使用情形、步行路線是否順暢、連續及舒適等條件。

綜上所述，捷運周邊步行環境之連續性、空間距離、周邊土地使用生活機能等個別因素皆會影響捷運搭乘意願，但綜觀以往文獻則較少針對以整體步行環境之各面向的細部設計，探討個別對捷運搭乘意願之影響程度，並藉此進一步討論是否有助於提升捷運系統之使用率。爰此，本文探討的面向將擴大步行環境營造之內涵，不僅限於步行距離與可及性，將彙整過去相關研究提出營造步行環境之作法與面向，作為探討步行環境營造之基礎。因此，以文獻回顧為基礎，同時參考美國波特蘭步行網絡分析計畫⁷，彙整出表一有關步行環境之構成面向、內容及各項營造指標。

三、步行環境對民眾影響捷運搭乘意願與行為之結構模型

本文非如同以往文獻主要以捷運周邊現況進行分析探討（如游弘裕，2008；黃義宏，2005），而是參考 Artigues *et al.* (2020) 及 Dean *et al.* (2020) 等，著重行人感受與體驗。將針對捷運周邊步行環境規劃設計項目，以捷運使用者觀點，分析其對於良好步行環境之需求、感受與認知，藉此探討整體步行環境營造與捷運搭乘意願之關係與影響性，以及進一步釐清民眾對於步行環境設計項目所重視之優先順序。

當旅運「環境」改變而產生新情境時，會影響旅運者之「意向」與「習慣」，進而影響運具選擇之行爲（賴文泰，2011），根據文獻回顧所彙整影響民眾步行意願之因素及步行環境之都市規劃理念與設計為基礎，進一步藉由環境心理學之環境知覺予以解釋步行環境影響民眾認知，進而影響其行為之脈絡，分析環境與認知、行為之因果關係，並以計畫行為理論分析步行銜接捷運使用之行爲的形成過程，作為本文步行環境影響捷運使用之理論基礎。

環境知覺不僅取決於環境的物理和文化方面，還取決於人的特性，包括需求、行動、動機、認知過程等等 (Ittelson, 1978)，導致不同的個人對相同的環境會有不同的感受與認知。當民眾身在步行環境當中，會受到該環境當中的各項因素影響，諸如擁擠的街道、寬敞的人

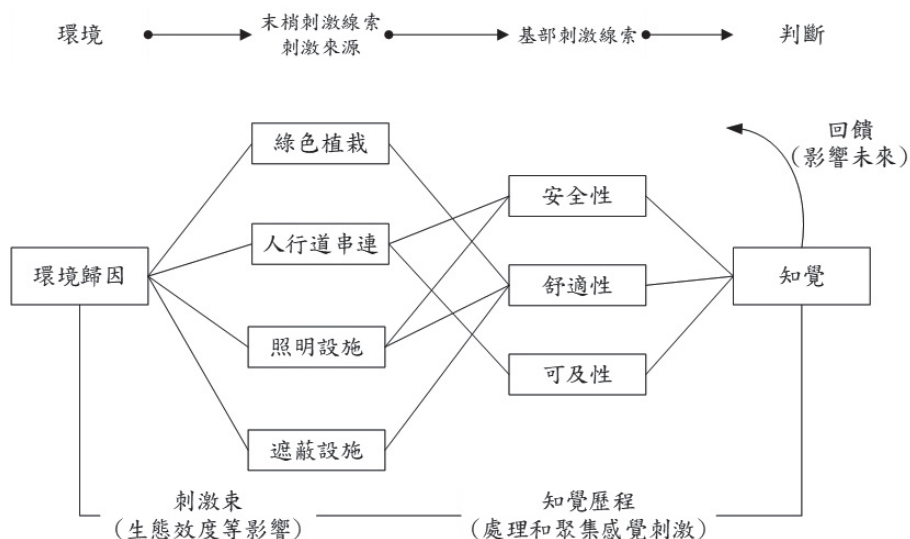
7. 美國波特蘭步行網絡分析計畫係以使用者之感受以及改善後之使用人數與大眾運輸運具使用量之增減為評估基準，與本文著重搭乘民眾對於步行環境之感覺與認知相似，故參考其步行環境改善項目。

表一 步行環境都市設計規劃之面向與內容

面向	意涵	內容	營造指標
安全性	步行環境應能保護行人遠離意外，保護行人身心之安全。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 人與車流之間的緩衝設計。 2. 人車分離之設計。 3. 行人空間優先考量，機動運具次之。 4. 良好的照明設施。 5. 防災避難空間。 6. 行人穿越道之停等區。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 人行專用之巷道或街道 2. 人行穿越道時間與距離 3. 穿越道之庇護島 4. 照明設備 5. 路口號誌之時間 6. 車道與人行空間隔設置 7. 路口防護措施 8. 自行車或其他非機動式運具之使用
舒適性	步行環境應營造良好的美觀與意象，營造親近與愉悅的氣氛，以吸引民眾停留願意進行社交活動，而非因環境而造成快速離開步行空間。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 提供街道家具。 2. 提供步行者安全、舒適、有吸引力的公共空間，例如廣場、公園。 3. 種植樹木或植栽。 4. 隔離交通噪音與污染之干擾。 5. 維持街道環境整潔。 6. 提供良好天候防護措施。 7. 提供足夠人行道寬度。 8. 維護人行道鋪面品質。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 人行道寬度 2. 天候防護措施 3. 綠化植栽 4. 人行道鋪面品質 5. 街道家具 6. 天候防護措施
便利性	步行可及範圍提供日常所需之生活機能設施與商業需求。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可接受步行範圍須涵蓋公共設施、零售店及住家。 2. 街道活動之提供。 3. 複合活動空間設計，增加開放空間。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 店面、公共設施與街道串聯 2. 可步行範圍內混合使用程度
可及性	街道形塑完整的網絡，以利步行者前往目的地更為便利。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 保持步行路線之連續程度。 2. 良好指示確保動線明確性。 3. 店家與人行路網之串聯。 4. 大眾運輸出入口與人行道之串聯。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 與捷運出入口之串聯 2. 與店面、公共設施入口連結 3. 人行空間路網之連續性 4. 人行道阻礙程度
通用性	步行環境應能包容不同族群使用，應以簡單理解與輕鬆使用為原則，降低步行困難度。	<ol style="list-style-type: none"> 1. 打造無障礙之空間。 2. 結合通用設計。 3. 打造視覺之通透性。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無障礙設施 2. 視覺通透性 3. 導引指示之明確性

資料來源：整理自 Leslie *et al.* (2005); 黃義宏 (2005); ITDP (2008); Jacobson and Forsyth (2008); 沈念旦 (2009); 陳昱如 (2011); Ewing and Bartholomew (2013); Speck (2013); 楊鳳琦 (2014); ITDP (2017); 李家儂 (2017); Ren and Wang (2020)

行道、高綠覆率等，透過民眾認知與知覺的過程產生詮釋或評價，進一步影響民眾對於此環境之態度，故藉由個人對環境所產生的知覺瞭解民眾對於捷運周邊步行環境的認知，並進一步探討環境知覺對於民眾所產生的影響。整體環境的知覺對於個人的影響性可藉由 Brunswik 的透鏡模型進行解釋，此模型強調整體環境知覺的心理學模型，Brunswik 的理論假設為感覺訊息無法正確的反應真實世界，個體必須利用這些可能有錯的訊息對環境真正的性質做判斷（危芷芬譯，2001），亦即個體所接受的資訊會受個人認知所影響，而做出與現實環境有所差異的判斷。透鏡模型中，人們的知覺歷程像是攝影機前的透鏡。民眾接受各項散亂的環境訊息，經過透鏡重組與聚集而形成知覺，最後再由知覺的結果進行判斷而影響未來的行為，Brunswik 的透鏡模型將個人當作主動的訊息處理者，個人會將當前的感覺和過去的經驗交互作用後建構知覺（危芷芬譯，2001），本文將步行環境的環境表徵應用於透鏡模型當中，試圖論述民眾對於步行環境感知的過程（見圖一），在其捷運搭乘周邊步行環境所給予的綠色植栽、人行道、照明設施、遮蔽設施等的環境訊息，使其感受是否安全、舒適與可及等，進而反饋與影響其是否願意搭乘捷運之實際行為，此與本研究強調透過民眾對於步行環境的內在認知進而外顯於其搭乘行為之概念相同。

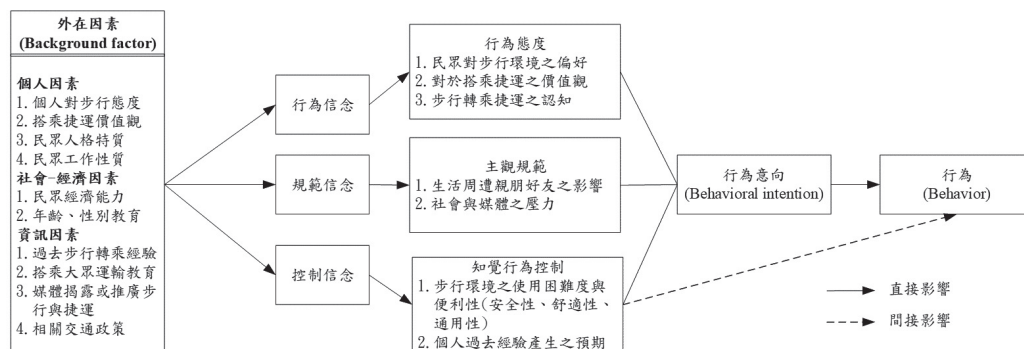


圖一 Brunswik的透鏡模型

資料來源：參考危芷芬譯 (2001)

欲瞭解使用者之決策行為過程時所受影響的面向與內容，能藉由計畫行為理論 (Theory of Planned Behavior) 予以釐清，以解釋與預測各種狀態下的行為。因此，本文以計畫行為理論為基礎，其理論架構分析步行環境對影響民眾搭乘捷運之旅運行為，可知行為會受到民眾對於行為的「態度」、「主觀規範」與「知覺行為控制」影響 (Ajzen, 1991; 2005)（其繪製見圖二）。

態度係指民眾對於步行環境影響搭乘捷運之感受，民眾對步行環境之偏好及認知與過去步行之經驗產生行為態度；而行為的主觀規範則指民眾身邊群體影響與社會團體壓力；而步行環境所營造的舒適性、安全性、通用性、便利性、可及性，會影響民眾對於執行步行轉乘捷運的行為時所感受到的困難或便利程度。藉此瞭解民眾除受到社會氛圍之主觀規範影響外，其對於捷運周邊步行環境偏好與認知之行為態度，以及步行環境的特性及經驗之知覺行為控制，兩者是否影響其搭乘捷運意願及其實際選擇搭乘捷運之行為。



圖二 步行環境影響使用捷運意願之概念圖

資料來源：參考 Ajzen (1991; 2005)

結構方程模式 (Structural Equation Modeling, 以下簡稱 SEM) 多用於驗證假設模型與樣本資料配適度的統計方法，其基於理論之上並由量化資料的方式進行分析，用以驗證研究者所欲瞭解之現象，主要可分為測量模式及結構模式兩體系 (黃芳銘, 2007)。測量模式主要在描述潛在變數與觀察變數間的關係，其構成的數學模型是驗證性因素分析；而結構模式則是將潛在變數間的關係透過路徑分析予以討論 (邱皓政, 2011)。SEM 測量模式的數學方程式如 (1) 與 (2) 所示，結構模式的數學方程式則如 (3) 所示 (Bollen, 1989; 黃芳銘, 2007)：

$$x = Ax\zeta + \delta \dots\dots\dots (1)$$

$$y = Ay\eta + \epsilon \dots\dots\dots (2)$$

$$\eta = \beta\eta + \Gamma\zeta + \zeta \dots\dots\dots (3)$$

其中， x 指所有外生觀察變數組成之矩陣； y 代表所有內生觀察變數組成之矩陣； Ax 描述外生觀察變數在外生潛在變數上的因素負荷矩陣，即描述兩者間的關係； Ay 是描述內生觀察變數在內生潛在變數上的因素負荷矩陣； ζ 為外生潛在變數矩陣； δ 為外生觀察變數 x 的誤差項矩陣； η 指內生潛在變數矩陣； ϵ 指內生觀察變數 y 的誤差項矩陣； β 係描述內生潛在變數間關係所形成之矩陣； Γ 為描述外生潛在變數對內生潛在變數影響程度所形成之矩陣； ζ 則為結構模型的誤差項矩陣。

本文以計畫行為理論與環境心理學為模型作為理論基礎，以環境心理學當中「環境影響行為」解釋步行環境之營造會影響民眾對於搭乘捷運之心理環境感知，進而影響其搭乘捷運之意願，並以計畫行為理論分析民眾搭乘捷運之行為意願與實際搭乘捷運行為，會受到旅運者「態度」、「主觀規範」以及「知覺行為控制」所影響，由於民眾對於步行環境的主觀認知係屬潛在不易直接觀察，故適合利用結構方程模式的潛在變數形式，利用觀察變數的模型化分析加以估計。

首先，本文將以驗證式因素分析 (Confirmatory Factor Analysis; CFA) 作為其測量模式，係依據文獻回顧與國外案例歸納彙整出步行環境五大觀察構面，分別為安全性、舒適性、便利性、可及性與通用性，並假設安全性由 7 個測量變數；舒適性由 5 個測量變數；便利性由 6 個測量變數；可及性由 4 個測量變數；通用性由 4 個測量變數所反映。該 26 項測量變數之代號與定義請見表二。

表二 結構模型之變數說明

面向	變數代號	變數說明
安全性	Safty1	捷運站周邊的街道、巷弄設置人行專用道。
	Safty2	在捷運站周邊的步行空間設置行人與滑板、自行車之間的分隔設計。
	Safty3	捷運站周邊的步行空間與汽機車道之間設置分隔設計，讓行人步行時不會直接緊鄰車道。
	Safty4	捷運站周邊的人行道上提供足夠的等候空間給予行人等待過馬路。
	Safty5	捷運站周邊路口轉彎處的斑馬線設置在駕駛容易注意到行人的位置，避免駕駛轉彎時造成視線的死角而無法注意到行人。
	Safty6	在捷運站周邊的行人穿越道上設置庇護島（道路中間提供行人停留之空間，可分兩段穿越馬路）。
	Safty7	捷運站周邊步行環境上提供充足照明設備，提升夜晚行走時的安全性。
舒適性	Comfort1	步行至捷運站或目的地時，人行道要有足夠的寬度（三人以上併排使用）。
	Comfort2	捷運站周邊的人行道鋪面保持品質良好（平坦、無積水）。
	Comfort3	在捷運站周邊人行空間上設置天候防護設施（如雨遮）。
	Comfort4	在捷運站周邊的人行空間設置綠化植栽。
	Comfort5	在捷運站周邊的人行空間上設置街道家具（如座椅），增加休憩空間。
便利性	Conveni1	捷運站周邊五百公尺步行範圍內有餐飲業。
	Conveni2	捷運站周邊五百公尺步行範圍內有購物店面。
	Conveni3	捷運站周邊五百公尺步行範圍內有休閒娛樂場所。
	Conveni4	捷運站周邊五百公尺步行範圍內有公共設施，如學校、公園、醫院、消防局等。
	Conveni5	捷運站周邊步行五百公尺就能抵達工作場所。
	Conveni6	捷運站周邊步行五百公尺就能抵達住家。

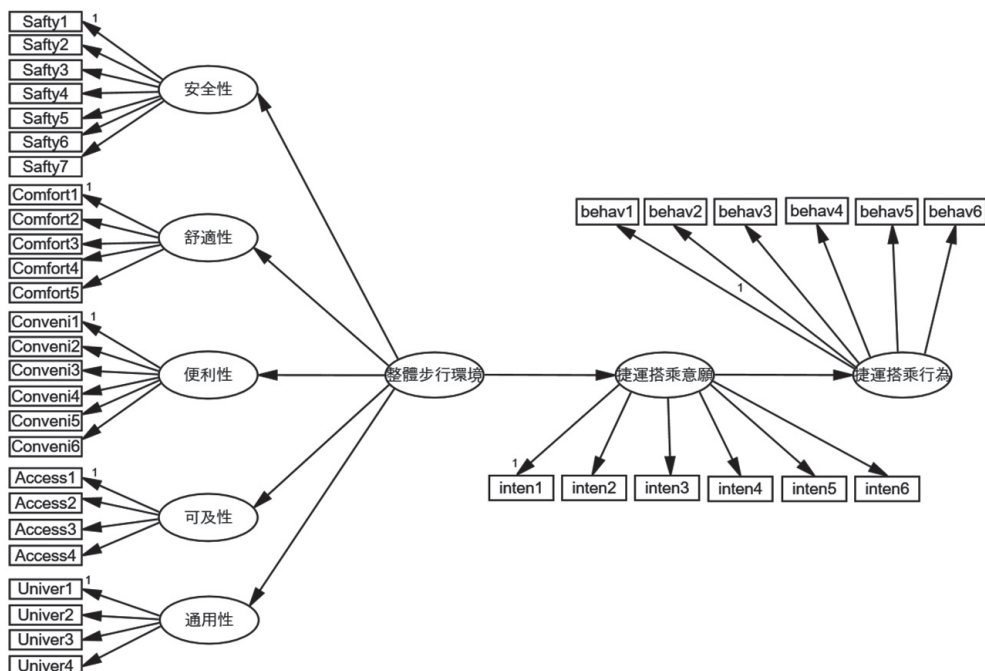
表二 結構模型之變數說明（續）

面向	變數代號	變數說明
可及性	Access1	捷運出入口與人行道相互銜接。
	Access2	捷運站周邊的人行道延續到店面、公共設施的出入口。
	Access3	捷運站周邊的人行道之間連續不中斷，例如切換路段後人行道不會中斷。
	Access4	捷運站周邊五百公尺之人行道保持淨空，例如商品貨物或停車不能佔用步行空間，影響步行的路線。
通用性	Univer1	捷運站周邊的步行空間保持人行道、騎樓平整，避免高低差之情況。
	Univer2	在捷運站周邊步行空間上設置無障礙設施（如斜坡、盲人磚等），讓不同使用者皆可輕鬆步行。
	Univer3	捷運站周邊步行空間的行人專用號誌讓不同的使用者能清楚易懂。
	Univer4	捷運站周邊景點、店家、地標（如士林夜市、百貨公司）的位置標示設置明確，任何人都能快速理解。

繼而進行路徑分析作為結構模式，驗證整體步行環境營造對於捷運搭乘意願之影響性，以及捷運搭乘意願與捷運搭乘行為之影響性，本研究假設為：

- （一）整體步行環境之營造對民眾搭乘捷運意願具有正向之影響性；
- （二）民眾搭乘捷運之意願會影響民眾實際使用捷運之行為。

綜上，本文所建構的結構方程模型如下圖三所示：



圖三 步行環境對影響捷運搭乘意願與行為之結構模型

四、步行環境對民眾捷運搭乘意願與行為之實證分析

以圖三結構方程模型進行問卷設計，問卷分為捷運站周邊步行環境的安全性、舒適性、便利性、可及性與通用性，以及步行環境對民眾搭乘捷運意願之影響、步行環境對民眾實際搭乘行為之影響等 7 大部分，並以李克特氏五點量表 (Likert 5-point)，從 1：「非常不同意」、2：「不同意」、3：「沒意見」、4：「同意」與 5：「非常同意」等尺度衡量，請填答者針對其對於捷運周邊步行環境需求認知、步行環境營造對捷運搭乘意願與搭乘行為之影響程度進行填答。

為驗證研究假設，選取大安捷運站與士林捷運站周邊五百公尺之步行環境空間作為研究對象。主要考量該兩車站運量高及空間使用需求高，且周邊土地使用多樣性與使用強度皆高，進出站目的較為多元，與臺灣都市以混合使用為主的發展模式較為一致，且其吸引不同使用目的者進出站，代表採樣地點更能反應不同需求使用者之評價。尤其，兩車站於人行設施相對不差之情況下，若能觀察出使用者感受之步行環境之問題，更能提供相對必須改善之項目與對策。又本研究於 2019 年 1 月分別至兩站進行現況調查，經調查發現兩捷運站周邊步行環境有許多共同課題，如騎樓或人行道違規佔用、鄰里巷弄缺乏人行空間、人行道寬度不足、人行空間上缺乏無障礙設施、人行空間路網不連續、穿越道之路口缺乏防護措施以及人行穿越道安全性不足等課題，再加上出入人數眾多，其對於周邊步行環境之感知較為顯著。問卷調查對象，即以士林捷運站及大安捷運站周邊曾以步行方式搭乘捷運之民眾，採定額抽樣方式，根據 2016 年「民眾日常使用運具狀況調查摘要分析」當中各年齡層將公共運輸作為主要外出運具之比例為基準作為抽樣標準。

於 2019 年 3 月 18 日至 31 日於上午 11 點至下午 5 點於大安捷運站與士林捷運站各為期七天發放紙本問卷，以及同步配合網路問卷發放。問卷調查結果，發放問卷總數量為 389 份，回收總數為 314 份，回收率為 80.7%，其中有效問卷為 273 份，有效率為 86.9%，兩個案之份數分別為士林捷運站 136 份、大安捷運站 137 份，符合 Barrett (2007) 針對結構方程模式樣本數需大於 200 份之建議，而樣本數未大於 500 份者，可用最大概似法進行分析 (Hair Jr *et al.*, 2009; 張偉豪、鄭時宜, 2013)。其樣本資料的敘述統計分析結果，見表三所示。

此外，經分析結果，各潛在變數之變異數膨脹因素 (Variance Inflation Factor; VIF) 皆小於 10，證實本研究各潛在變數間應無共線性之問題。

表三 樣本資料之敘述統計分析

樣本背景	類別	樣本數	百分比%
性別	男	123	45.1
	女	150	54.9
年齡層	20-29	60	22.0
	30-39	62	22.7
	40-49	41	15.0
	50-59	47	17.2
	60 以上	63	23.1
職業	學生	30	11.0
	軍公教	32	11.7
	服務業	43	15.8
	金融業	9	3.3
	資訊科技	49	17.9
	傳播廣告設計	9	3.3
	藝文	3	1.1
	自由業	13	4.8
	醫療	4	1.5
	製造業	17	6.2
	農林漁牧	1	0.4
	家管退休	53	19.4
	無	5	1.8
	其他	5	1.8
教育程度	國小	2	0.7
	國中	16	5.9
	高中職	38	13.9
	大學（專）	158	57.9
	碩士	56	20.5
	博士	3	1.1
主要運具	步行	33	12.1
	自行車	10	3.7
	機車	73	26.7
	汽車	35	12.8
	公車	40	14.7
	捷運	78	28.6
	計程車	3	1.1
	火車	1	0.4

表三 樣本資料之敘述統計分析 (續)

樣本背景	類別	樣本數	百分比%
搭乘天數	1-2 天	137	50.2
	3-4 天	47	17.2
	5-6 天	49	17.9
	每天	40	14.7
所能接受最大步行距離 (單位：公尺)	200	13	4.8
	300	6	2.2
	400	43	15.8
	500	35	12.8
	600	17	6.2
	700	103	37.7
	800	56	20.5

(一) 整體步行環境之構成面向分析

根據一階多相關驗證式因素分析結果，卡方值為 607.064，其可能受到樣本數過大所影響造成卡方值膨脹，故須參考其他配適指標：標準卡方檢定為 2.184、GFI 為 0.858、P 值為 0.000，AGFI 為 0.821、CFI 為 0.913 與 RMSEA 為 0.066。其中，該模式 P 值小於 0.001，故拒絕「步行環境測量模式之共變數矩陣等於實際之步行環境共變數矩陣」之虛無假設，亦即樣本與假設模型是有差異的。惟考量其可能受樣本數較大所造成的，故進一步檢驗其他配適度指標，皆符合過去學者所建議之標準，同時，表四所列各項因素負荷量介於 0.585 至 0.875 間，該值

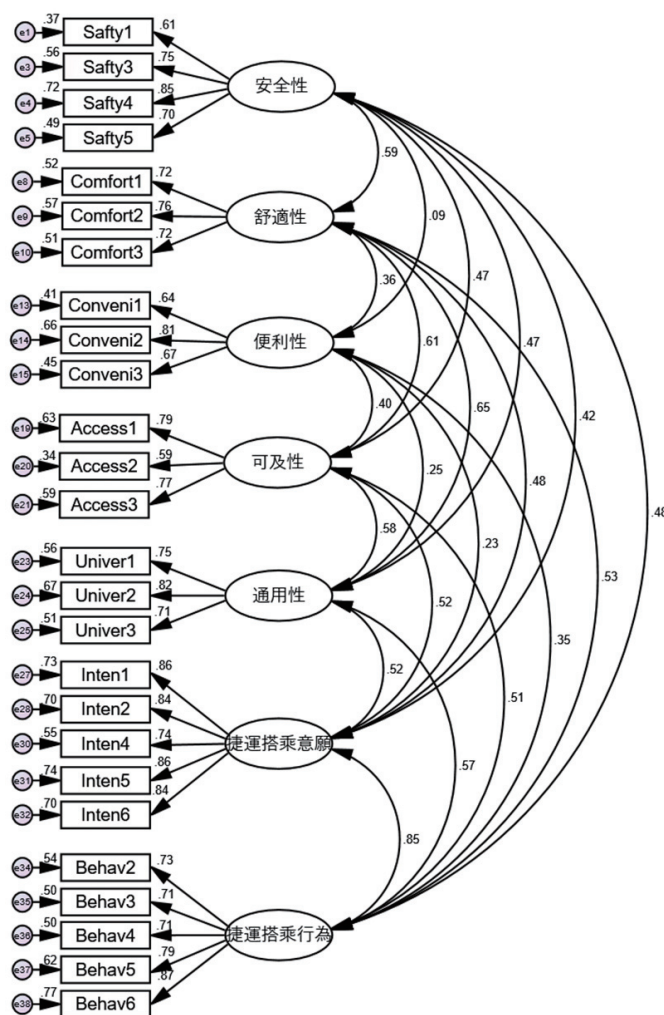
表四 步行環境整體模型測量變數因素負荷量

指標	構面	因素負荷量	指標	構面	因素負荷量
Safty1	安全性	0.611	Univer1	通用性	0.751
Safty3	安全性	0.746	Univer2	通用性	0.820
Safty4	安全性	0.848	Univer3	通用性	0.711
Safty5	安全性	0.701	Inten1	捷運搭乘意願	0.857
Comfort1	舒適性	0.724	Inten2	捷運搭乘意願	0.839
Comfort2	舒適性	0.755	Inten4	捷運搭乘意願	0.743
Comfort3	舒適性	0.716	Inten5	捷運搭乘意願	0.859
Conveni1	便利性	0.643	Inten6	捷運搭乘意願	0.836
Conveni2	便利性	0.811	Behav2	捷運搭乘行為	0.732
Conveni3	便利性	0.671	Behav3	捷運搭乘行為	0.706
Access1	可及性	0.791	Behav4	捷運搭乘行為	0.708
Access2	可及性	0.585	Behav5	捷運搭乘行為	0.785
Access3	可及性	0.770	Behav6	捷運搭乘行為	0.875

大於 0.5 小於 0.95 者，代表整體模型配適度良好 (Anderson and Gerbing, 1988; 黃芳銘, 2007; Hair Jr *et al.*, 2009)。因此，步行環境各潛在面向與捷運搭乘意願與行為之驗證式因素分析結果，呈現見圖四所示，經過模型修正後，樣本與模型具有一致性，且模型整體配適度良好。

一階驗證式因素分析之估計參數較多，使得整體模型較為複雜，同時欲進一步驗證整體步行環境對於捷運搭乘意願與行為之影響性，故進一步利用結構方程模式之二階驗證式因素分析，除可釐清步行環境五大面向是否能反映整體步行環境之特性外，亦可讓整體結構模型更為精簡。

二階驗證式因素分析之模型之標準卡方值為 2.198、GFI 為 0.913、AGFI 為 0.880、CFI=0.928、RMSEA 為 0.066，皆符合以往學者建議之理想標準（張偉豪、鄭時宜，2013），



圖四 驗證式因素分析分析結果

同時參考精簡模型比 (PRATIO)，當 PRATIO 值愈大表示模型愈精簡，同時 PNFI、PGFI 與 PCFI 值皆大於 0.5 時，代表模型配適度良好並不是因為估計參數太多所造成（黃芳銘，2007），而本文之 PRATIO 為 0.825、PNFI 為 0.723、PCFI 為 0.766 與 PGFI 為 0.664，且標準誤介於 0.095 至 0.234；臨界比介於 3.988 至 11.893，皆為正值並無不合理之數值（見表五）。因此，假設模型與樣本資料配適度良好，且非因模型複雜而造成。

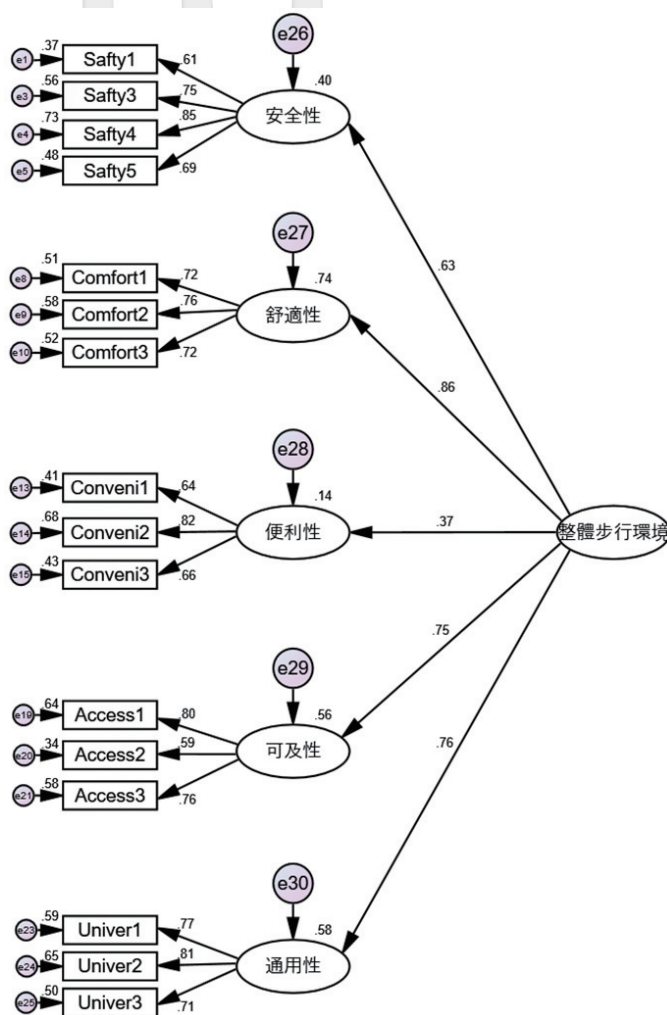
表五 步行環境整體模型二階因素模型估計參數結果

		Estimate	S.E.	C.R.	因素負荷量
安全性	整體步行環境	1.000			0.634
舒適性	整體步行環境	1.473	0.234	6.284	0.861
便利性	整體步行環境	0.626	0.157	3.988	0.375
可及性	整體步行環境	1.436	0.230	6.249	0.746
通用性	整體步行環境	1.451	0.232	6.250	0.760
Safty1	安全性	1.000			0.611
Safty3	安全性	1.182	0.125	9.435	0.747
Safty4	安全性	1.258	0.125	10.047	0.855
Safty5	安全性	1.029	0.115	8.962	0.692
Comfort1	舒適性	1.000			0.715
Comfort2	舒適性	1.027	0.098	10.506	0.760
Comfort3	舒適性	1.149	0.114	10.119	0.720
Conveni1	便利性	1.000			0.643
Conveni2	便利性	1.347	0.162	8.290	0.824
Conveni3	便利性	1.194	0.144	8.295	0.658
Access1	可及性	1.000			0.799
Access2	可及性	0.841	0.096	8.780	0.587
Access3	可及性	0.946	0.088	10.796	0.762
Univer1	通用性	1.000			0.769
Univer2	通用性	1.130	0.095	11.893	0.808
Univer3	通用性	0.960	0.089	10.785	0.706

註：* 為 P 值 <0.01。

整體步行環境經二階驗證式因素分析結果，證實經由安全性、舒適性、便利性、可及性與通用性得反映其性質。而原先步行環境安全性、舒適性、便利性、可及性與通用性之假設模型具有 26 個測量變數，經由驗證式因素分析結果可知，步行環境安全性由 4 項測量指標即可反映其性質；舒適性則由 3 項測量指標所反映；便利性由 3 項測量指標所反映；舒適性由 3 項測量指標所反映；可及性則由 3 項測量指標所反映；通用性由 3 項測量指標所反映，經過修正後五面向之模型測量變數從 26 項調整為 16 項測量變數。捷運搭乘意願之面向修正後為

五項測量變數；捷運搭乘行為之面向修正後亦為五項測量變數。其修正後模型見圖五所示：



圖五 整體步行環境模型之二階驗證性因素分析

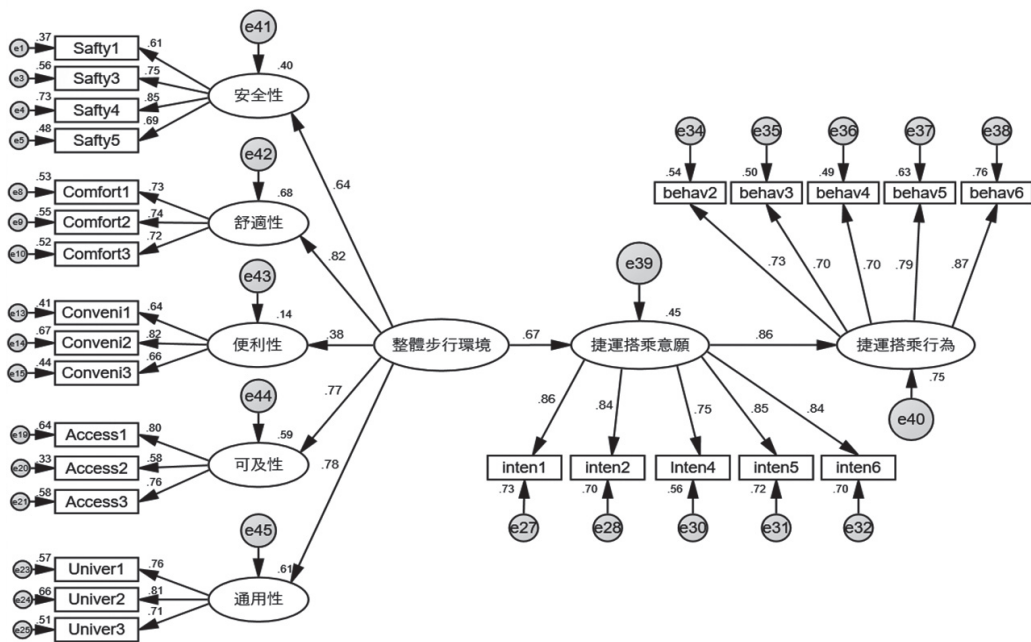
(二) 整體步行環境對捷運搭乘意願、行為之影響

以 SEM 驗證整體步行環境與捷運搭乘意願及行為之假設模型與樣本的配適度。圖六為整體步行環境與捷運搭乘意願及行為之結構分析模型，假設模型之標準卡方值為 2.233、GFI 為 0.850、AGFI 為 0.819、CFI 為 0.905、RMSEA 為 0.067，整體模型配適度良好，且 PRATIO=0.898、PGFI=0.707、PNFI=0.756、PCFI=0.813 皆大於 0.5，顯至模型配適度良好。

根據二階因素分析之結果，可知步行環境便利性對於整體步行環境未達到過去學者所建議之理想標準，然其對於整體步行環境仍有正向之直接影響效果，且因整體模型配適度良好，

故整體假設模型之整體步行環境係由安全性、舒適性、便利性、可及性與通用性反映其特性。其民眾對於該五大面向的感知重要性由高至低依序為舒適性（0.825）、通用性（0.778）、可及性（0.766）、安全性（0.636）與便利性（0.376），可知步行環境舒適性最能反映民眾感受與需求，規劃設計應納入首要考量。相對而言，便利性就民眾對於整體步行環境之感受與需求較不重要，探究其原因，認為臺北市長期以來土地使用發展型態多為混合發展，且個案（大安捷運站、士林捷運站）周邊土地使用型態多元，尤其，捷運周邊土地使用確與民眾前往目的有關，但從實證結果來看，實際上並非影響其搭捷運或其他運具之考量因素，因不論如何都會前往該處，反而是周邊步行環境的舒適、通用、可及與安全性，對其轉為搭乘捷運之影響較為顯著。

相較之下，Lamour *et al.* (2019) 之研究結果指出在巴西聖保羅的貝倫地鐵站周邊之行人安全性是行人公共空間的最重要屬性，而土地使用多樣性與商業型態在微觀尺度上對步行性產生積極影響，與本研究結果有所不同，認為主要是研究地區差異性所致，本文之個案地區屬人口密集且周邊土地混合使用之地區，其街道步行安全性與便利性較佳。因此，建議後續研究可針對不同型態的地區進一步研析步行環境感受之差異性。



圖六 整體步行環境與捷運搭乘意願與行為之結構分析

根據表六實證結果顯示整體步行環境對於捷運搭乘意願之結構係數為 0.669，具有顯著性，代表整體步行環境對於捷運搭乘意願具有影響效果；捷運搭乘意願對於捷運搭乘行為之結構係數為 0.865，亦即捷運搭乘意願對於捷運搭乘行為具有顯著的影響效果。

表六 整體步行環境與捷運搭乘意願、行為之結構分析

潛在構面→潛在構面		Estimate	S.E.	C.R.	結構係數
整體步行環境	捷運搭乘意願	1.567	0.244	6.423*	0.669
捷運搭乘意願	捷運搭乘行為	0.708	0.058	12.299*	0.865

註：* 為 P 值 <0.01。

表七為潛在變數間的效果值，顯示整體步行環境對於捷運搭乘意願具有直接性影響（+0.669），同時整體步行環境對於捷運搭乘行為亦具有間接影響效果（+0.578），捷運搭乘意願與捷運搭乘行為具有直接性影響（+0.865）。因此，驗證研究假設：（一）整體步行環境之營造對民眾搭乘捷運意願具有正向之影響性；（二）民眾搭乘捷運之意願會影響民眾實際使用捷運之行為，同時更進一步釐清整體步行環境與捷運搭乘意願之間具有直接影響效果；整體步行環境與捷運搭乘行為之間具有間接效果；捷運搭乘意願與捷運搭乘行為具有直接影響效果，亦即當民眾對於捷運搭乘意願提升時，民眾將更容易付諸行動去搭乘捷運。

表七 七個潛在變數之間的效果值摘要表

影響路徑	直接效果	間接效果	總效果
整體環境→意願	0.669	0.000	0.669
整體環境→行為	0.000	0.578	0.578
意願→行為	0.865	0.000	0.865
安全性→整體環境	0.636	0.000	0.636
舒適性→整體環境	0.825	0.000	0.825
便利性→整體環境	0.376	0.000	0.376
可及性→整體環境	0.766	0.000	0.766
通用性→整體環境	0.778	0.000	0.778

綜上，根據結構方程模式之分析結果，可知整體步行環境係由安全性、舒適性、便利性、可及性與通用性所反映，安全性係指民眾在步行空間行走時，不會與其他機動式運具相互衝突；舒適性係指步行時不會因為外在因素而影響步行，甚至覺得步行是舒適自在的活動；便利性係指捷運周邊五百公尺步行環境周邊的生活機能可滿足使用者需求；可及性係指出發地至目的地的步行空間能有效串聯不中斷，使得目的地容易抵達；通用性是任何使用者皆可輕鬆理解且容易使用的，上述因素反映了整體步行環境之特質，因而對於捷運搭乘意願具有正向影響關係且具有直接影響效果。

五、結論

本文非如同以往文獻主要以捷運周邊現況進行探討，而是以捷運使用者觀點，分析其對於良好步行環境之需求、感受與認知，藉此探討整體步行環境營造對於捷運搭乘意願與實際搭乘行為之關係與影響性，以及進一步釐清民眾對於步行環境設計項目所重視之優先順序。因此，本文以計畫行為理論與環境心理學為基礎建構步行環境營造及搭乘捷運意願與行為之結構方程模式模型，以瞭解捷運使用者之感知。

由驗證式因素分析之實證結果，顯示當整體步行環境品質良好時，對於民眾捷運搭乘意願具有正面影響效果，進而影響民眾搭乘捷運之實際行為，亦即有助於提高民眾搭乘捷運之頻率。此外，經由二階驗證式因素分析，提出整體步行環境營造應符合安全性、舒適性、便利性、可及性與通用性五項原則，且其對民眾之重要程度由高至低依序為舒適性、通用性、可及性、安全性與便利性，可作為政府進行捷運周邊步行環境改善的優先順序參考。

其中，「舒適性」環境營造建議，如可針對大安站與士林站周邊原不足的人行空間寬度、鋪面品質與天候防護設施，朝向視覺豐富性、設計一致性與環境意象之建立予以改善；「通用性」則需針對人行空間之平整、無障礙設施與行人專用號誌之通用性，確保環境通透性、環境易讀性，提升人行空間使用的容易度與無障礙性；「可及性」針對捷運出入口與人行空間之銜接、人行道延續至店面、公共設施之出入口、人行道連續性進行改善，強調其串連性；「安全性」針對人行空間之設置、人行空間與機動式運具分隔設計、等候空間之設計、穿越道安全設計，應避免人行與其他運具的衝突，盡可能打造完善的人車分離空間；「便利性」則是注意人行空間周邊的土地使用應能符合搭乘民眾的生活需求。藉此方能打造良好的步行環境品質，使其有效發揮步行環境對於捷運搭乘意願之正面影響性。

由於本文係主要以捷運站周邊發展較為完善，出入人數較多之車站為研究對象，後續建議可針對車站類型予以分類，如純住宅、住商混合、工產業等型態進行周邊步行環境需求與感知的實證分析，以瞭解使用者對步行環境之感知會否因車站周邊土地使用之不同，而有不同之結果。

參考文獻

1. 危芷芬譯，McAndrew, F. T. 著（2001），「環境心理學」（第二版），臺北：五南圖書出版。
2. 李家儂（2017），探討大眾運輸車站內部步行環境對步行者身心健康之影響—以板橋車站為例，「都市與計劃」，第44卷，第2期，第117-148頁。DOI：10.6128/

CP.44.2.117。

3. 李家儂、賴宗裕（2005），台灣地區大眾運輸導向發展之落實—借鏡美國的實施經驗，「都市交通」，第 20 卷，第 3 期，第 1-16 頁。DOI：10.29774/UT.200510.0001。
4. 李家儂、謝翊楷（2015），以空間型構法則及步行導向理念檢視 TOD 區內土地使用配置的合理性，「運輸計劃季刊」，第 44 卷，第 1 期，第 1-24 頁。
5. 李家儂、羅健文（2006），大眾運輸導向發展設計概念中步行可及性與大眾捷運系統旅次關係之初探，「都市交通」，第 20 卷，第 4 期，第 1-14 頁。DOI：10.29774/UT.200601.0002。
6. 沈念旦（2009），「以新都市主義之理念形塑健康社區之研究」，臺北：國立政治大學地政學系碩士論文。
7. 林楨家、吳建彤、方若庭（2011），建成環境對捷運轉乘運具選擇的影響：臺北捷運南港線之實證研究，「運輸計劃季刊」，第 40 卷，第 4 期，第 335-366 頁。DOI：10.6402/TPJ.201112.0002。
8. 林楨家、施亭仔（2007），大眾運輸導向發展之建成環境對捷運運量之影響—臺北捷運系統之實證研究，「運輸計劃季刊」，第 36 卷，第 4 期，第 451-476 頁。DOI：10.6402/TPJ.200712.0451。
9. 邱皓政（2011），「結構方程模式：LISREL / SIMPLIS 原理與應用」（第二版），臺北：雙葉書廊有限公司。
10. 張偉豪、鄭時宜（2013），「與結構方程式模型共舞曙光出現」，新北：前程文化事業有限公司。
11. 張新立、沈依潔（2005），民眾步行行為意向之研究—以臺北市民為例，「運輸學刊」，第 17 卷，第 3 期，第 233-260 頁。DOI：10.6383/JCIT.200509.0233。
12. 陳芊灼（2007），「影響使用大眾運輸系統因素之研究」，臺北：國立政治大學地政學系碩士論文。
13. 陳昱如（2011），「大眾運輸導向發展下行人徒步建成環境規劃與設計研究」，臺北：國立臺北大學不動產與城鄉環境學系碩士論文。
14. 游弘裕（2008），「大眾運輸系統轉乘站周邊步行環境對搭乘意願之影響—以高雄捷運站為例」，屏東：國立屏東科技大學景觀暨遊憩管理研究所碩士論文。
15. 黃芳銘（2007），「結構方程模式理論與應用」（第五版），臺北：五南圖書出版。
16. 黃義宏（2005），「捷運車站周邊人行空間設計之研究」，臺北：國立政治大學地政學系碩士論文。
17. 楊鳳琦（2014），「建構高齡友善的通用化都市空間—以臺北市為例」，臺北：國立政治大學地政學系碩士論文。
18. 賴文泰（2011），不同大眾運輸供給地區旅運者之大眾運具使用行為分析，「運輸計劃學刊」，第 40 卷，第 3 期，第 287-308 頁。DOI：10.6402/TPJ.201109.0056。

19. Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior, *Organization Behavior and Human Decision Processes*, 50(2): 179-211. DOI: 10.1016/0749-5978(91)90020-T.
20. Ajzen, I. (2005). *Attitudes, Personality and Behavior* (2nd edition), New York: Open University Press.
21. Anderson, J. C. and Gerbing, D. W. (1988). Structural equation modeling in practice: A review and recommended two-step approach, *Psychological Bulletin*, 103(3): 411-423. DOI: 10.1037/0033-2909.103.3.411.
22. Ariffin, R. N. R. and Zahari, R. K. (2013). Perceptions of the urban walking environments, *Procedia -Social and Behavioral Sciences*, 105: 589-597. DOI: 10.1016/j.sbspro.2013.11.062.
23. Artigues, G., Mateo, S., Ramos, M., and Cabeza, E. (2020). Validation of the urban walkability perception questionnaire (UWPQ) in the Balearic Islands, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(18): 1-17. DOI: 10.3390/ijerph17186631.
24. Barrett, P. (2007). Structural equation modelling: Adjudging model fit, *Personality and Individual Differences*, 42(5): 815-824. DOI: 10.1016/j.paid.2006.09.018.
25. Besser, L. M. and Dannenberg, A. L. (2005). Walking to public transit: Steps to help meet physical activity recommendations, *American Journal of Preventive Medicine*, 29(4): 273-280. DOI: 10.1016/j.amepre.2005.06.010.
26. Bollen, K. A. (1989). *Structural Equations with Latent Variables*, New York: Wiley.
27. Calthorpe, P. (1993). *The Next American Metropolis: Ecology, Community and the American Dream*, New York: Princeton Architectural Press.
28. Cervero, R. and Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity and design, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3): 199-219. DOI: 10.1016/S1361-9209(97)00009-6.
29. Cheng, Y. H. and Chen, Y. S. (2015). Perceived accessibility, mobility, and connectivity of public transportation systems, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 77: 386-403. DOI: 10.1016/j.tra.2015.05.003.
30. Curtis, C., Renne, J. L., and Bertolini, L. (2009). *Transit Oriented Development: Making It Happen*, Farnham: Ashgate.
31. Dean, J., Biglieri, S., Drescher, M., Garnett, A., Glover, T., and Casello, J. (2020). Thinking relationally about built environments and walkability: A study of adult walking behavior in Waterloo, Ontario, *Health & Place*, 64: 1-9. DOI: 10.1016/j.healthplace.2020.102352.
32. Derek Halden Consultancy (2003). *Barriers to Mode Shift*, Edinburgh: Scottish Executive Social Research.
33. Ewing, R. and Bartholomew, K. (2013). *Pedestrian and Transit-Oriented Design*, Washington, D.C.: Urban Land Institute.

34. Ewing, R. and Cervero, R. (2010). Travel and the built environment: A meta-analysis, *Journal of the American Planning Association*, 76(3): 265-294. DOI: 10.1080/01944361003766766.
35. Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., and Anderson, R. E. (2009). *Multivariate Data Analysis* (7th edition), Englewood Cliffs: Prentice Hall.
36. ITDP (2008). *Pedestrians First: Tools for Walkable City* (1st edition), New York: ITDP.
37. ITDP (2017). *TOD Standard* (3rd edition), New York: ITDP.
38. Ittelson, W. H. (1978). Environmental perception and urban experience, *Environment and Behavior*, 10(2): 193-213. DOI: 10.1177/0013916578102004.
39. Jacobson, J. and Forsyth, A. (2008). Seven American TODs: Good practices for urban design in Transit-Oriented Development projects, *Journal of Transport and Land Use*, 1(2): 51-88. DOI: 10.5198/jtlu.v1i2.67.
40. Karash, K. H., Coogan, M. A., Adler, T., Cluett, C., Shaheen, S. A., Aizen, I., and Simon, M. (2008). *Understanding How Individuals Make Travel and Location Decisions: Implications for Public Transportation*, Washington, D.C.: Transportation research board. DOI: 10.17226/23124.
41. Knowles, R. D. (2012). Transit oriented development in Copenhagen, Denmark: From the finger plan to Ørestad, *Journal of Transport Geography*, 22: 251-261. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2012.01.009.
42. Knowles, R. D., Ferbrache, F., and Nikitas, A. (2020). Transport's historical, contemporary and future role in shaping urban development: Re-evaluating transit oriented development, *Cities*, 99: 1-11. DOI: 10.1016/j.cities.2020.102607.
43. L'opez, M. C. R. and Wong, Y. D. (2017). Attitude towards active mobility in Singapore: A qualitative study, *Case Studies on Transport Policy*, 5(4): 662-670. DOI: 10.1016/j.cstp.2017.07.002.
44. Lamour, Q., Morelli, A. M., and Marins, K. R. de C. (2019). Improving walkability in a TOD context: Spatial strategies that enhance walking in the Belém neighbourhood, in São Paulo, Brazil, *Case Studies on Transport Policy*, 7(2): 280-292. DOI: 10.1016/j.cstp.2019.03.005.
45. Leslie, E., Saelens, B., Frank, L., Owen, N., Bauman, A., Coffee, N., and Hugo, G. (2005). Residents' perceptions of walkability attributes in objectively different neighbourhoods: A pilot study, *Health & Place*, 11(3): 227-236. DOI: 10.1016/j.healthplace.2004.05.005.
46. Pan, H., Li, J., Shen, Q., and Shi, C. (2017). What determines rail transit passenger volume? Implications for transit oriented development planning, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 57: 52-63. DOI: 10.1016/j.trd.2017.09.016.
47. Pongprasert, P. and Kubota, H. (2019). TOD residents' attitudes toward walking to transit station: A case study of transit-oriented developments (TODs) in Bangkok, Thailand, *Journal of Modern Transportation*, 27(1): 39-51. DOI: 10.1007/s40534-018-0170-1.

48. Ren, Y. and Wang, X. (2020). Research on design of public facilities in commercial walking street from the perspective of humanism, *International Core Journal of Engineering*, 6(8): 158-166. DOI: 10.6919/ICJE.202008_6(8).0024.
49. Speck, J. (2013). *Walkable City: How Downtown Can Save America, One Step at A Time*, New York: North Point Press.
50. Sun, G., Zacharias, J., Ma, B., and Oreskovic, N. M. (2016). How do metro stations integrate with walking environments? Results from walking access within three types of built environment in Beijing, *Cities*, 56: 91-98. DOI: 10.1016/j.cities.2016.03.001.
51. Teklemariam, E. A. and Shen, Z. (2020). Determining transit nodes for potential transit-oriented development: Along the LRT corridor in Addis Ababa, Ethiopia, *Frontiers of Architectural Research*, 9(3): 606-622. DOI: 10.1016/j.foar.2020.03.005.
52. TriMet (2011). *Pedestrian Network Analysis*, Portland: TriMet.
53. Untermann, R. K. (1984). *Accommodating The Pedestrian: Adapting Towns and Neighborhoods for Walking and Bicycling*, New York: Van Nostrand Reinhold.