

公共腳踏車使用者特性及偏好分析 — 以高雄市 C-Bike 為例

ANALYSIS OF USER CHARACTERISTICS AND PREFERENCES FOR PUBLIC BICYCLE SYSTEM – A CASE STUDY OF C-BIKE SYSTEM IN KAOHSIUNG CITY

李恒綺 Heng-Chi Lee¹

楊大輝 Ta-Hui Yang²

楊明德 Ming-Der Yang³

巫妮蓉 Ni-Jung Wu⁴

(105 年 10 月 26 日收稿，105 年 12 月 16 日第 1 次修改，105 年 12 月 20 日定稿)

摘 要

公共腳踏車在綠色運輸中扮演著關鍵性的角色，不論是短程接駁、通勤通學、購物或是休閒運動，腳踏車的發展，在世界各國已蔚為風潮。是以本研究探討高雄市民眾於捷運站周邊商圈旅行，行程約為 2 公里之範圍，在短程運具選擇項目中，相對於公共腳踏車偏好之程度。本研究以問卷調查方式蒐集相關資料，包括旅行成本、氣候、旅次目的與社會經濟條件等進行統計分析，並以巢式羅吉特模式校估旅運者對於私人運具與公共運具的選擇模型，再進行彈性分析。結果顯示巢式羅吉特模式在本研究之個體選擇中有良好的適配度，旅行成本、氣候及使用者之社經條件皆會影響公共腳踏車的使用。此外，進一步探討在使用費率變動下之情境模擬分析，

-
1. 國立高雄第一科技大學運籌管理系助理教授。
 2. 國立高雄第一科技大學運籌管理系教授 (聯絡地址：82445 高雄市燕巢區大學路 1 號 高雄第一科技大學運籌管理系；電話：07-6011000 轉 3223；E-mail：yang@nkfust.edu.tw)。
 3. 國立高雄第一科技大學管理學院博士生。
 4. 國立高雄第一科技大學運籌管理系碩士生。

結果顯示，若增加機車的使用成本，同時降低公共腳踏車的使用成本，將有助於增加公共腳踏車的使用量。研究建議在廣設公共腳踏車租賃站，增加民眾使用便利性之情況下，適度增加機車停車費用，將可促使旅運者傾向選擇公共腳踏車作為最後一哩路的接駁運具，進而達到友善環境，溫室氣體減量排放的目的。

關鍵詞：公共腳踏車；綠色運輸；巢式羅吉特模式；敘述性偏好

ABSTRACT

Public bicycle system can play a crucial role in the green transportation system. It is used for short-distance commuting, shopping, leisure, or sports. Experiencing astonishing growth during past years, many bicycle sharing systems have been established worldwide. This study attempts to explore the role of Kaohsiung C-bike system in a short distance (2km) trip to commercial districts nearby mass rapid transit (MRT) stations with transportation mode choices including using C-bike, walking, riding a motorcycle, and taking a bus. We design a questionnaire to collect the data used in our empirical analysis, including travel costs, weather, trip purposes, and socioeconomic status. A nested logit model is built to estimate the mode choice results and further elasticity analysis is conducted. The likelihood ratio index shows that our nested logit model is appropriate. Travel cost, weather conditions, and socioeconomic status all will affect the use of C-bike. In addition, we simulate the scenarios where the travel costs for motorcycle and public bicycle changed. The results show that if we increase the travel cost of motorcycle and decrease of the travel cost of public bicycle simultaneously it will promote the use of public bicycle system. Therefore, in additional expanding the coverage of public bicycle stations, increasing motorcycle parking fee could be considered as an effective policy to encourage travelers to choose public bicycle as the last mile transit.

Key Words: *Public bicycle system; Green transportation; Nested Logit model; Stated preference*

一、前言

腳踏車作為民眾日常代步的交通工具，已有超過半世紀的時間。然而私有腳踏車的缺點包括偷盜失竊、被蓄意破壞、缺乏駐車點或停放空間，以及維修保養不便等。是以公共腳踏車共享計畫因應而生，除可解決私有腳踏車的缺點之外，亦有助於減少溫室氣體的排放。此因近十幾年來氣候變遷加劇，汽、機車等機動車輛使用石化燃料，造成溫室氣體排放量的增加亦為主要原因之一。面對環境危機，各國環保意識抬頭，為了因應溫室氣體減排措施，全球各大城市掀起建立公共腳踏車系統的風潮。從歐洲、北美到亞洲，許多大都

會區皆積極推動並持續發展擴大中。截至 2016 年 8 月，全球已有 1,090 個城市建置有公共腳踏車租賃系統，提供超過 139 萬 2 千輛公共腳踏車的服務，另有 324 個城市正在規劃或建置中^[1]。Shaheen 等人^[2] 研究指出騎乘公共腳踏車有幾項潛在好處：(1) 增加移動性選擇；(2) 成本節省的轉變；(3) 減少營運成本 (例如：短程區間車的服務)；(4) 減少交通壅塞；(5) 減少石化燃料使用；(6) 增加大眾運輸使用率和運輸替代；(7) 增進身體健康；(8) 提高環保意識。近年來公共腳踏車成長非常迅速，已經成為都會區大眾運輸系統重要的一環，有助於都會區減少汽、機車流量與空氣汙染，同時也可為旅運者提供觀光休閒、轉乘與通勤通學等市區短程接駁之用。此種方便、實惠和健康的交通工具，透過公共腳踏車系統，可以促進其成為日常運輸中第一哩路與最後一哩路之主要運具，並和其他交通運輸工具進行鏈接，減少對環境的衝擊，亦可減少私人運具的使用^[3]。目前全球各大城市中，在交通政策上紛紛將腳踏車發展成為公共共享資源，再與大眾運輸系統相結合，形成無縫接軌的綠色運輸系統。

多年以來，在歐洲和北美的經驗顯示，引進公共腳踏車租賃系統對腳踏車騎乘模式產生了正向的改變，鼓勵更多人騎乘腳踏車，使用腳踏車的比例逐年上升，更促進與公共交通運輸之間的調和^[2,4]。依據不同的使用目的，腳踏車於都市運輸所提供的類型有：通勤(學)及轉乘大眾運輸使用、日常生活使用，以及假日休閒遊憩與運動使用等 3 種類型^[5,6]。Piatkowski 與 Marshall^[7] 研究則說明，阻礙旅運者騎乘腳踏車之因素有：個體上的差異、態度及面臨的環境特性等，會偶爾騎乘腳踏車之通勤者，與另一群對於騎乘腳踏車感興趣，但是不願意定期騎乘者，對於不願騎乘腳踏車的原因，可能不同。由於各都會區社經條件與交通基礎建設不一，發展公共腳踏車亦可能面臨不同的侷限，為促進使用上的效益，Lin 與 Yang^[8] 認為最佳之公共腳踏車系統設計必須要有整體性的觀點，包括使用者的旅行成本、腳踏車租賃站的設備成本、腳踏車道的建置成本、以及服務的水準等。此外，針對一般民眾使用習性之探討研究則顯示，若民眾住家附近 250 公尺內有公共腳踏車租賃站，將會提高民眾使用意願^[9]，而且租賃站距離住宅區愈近，則使用公共腳踏車通勤的比例就愈高^[10]。所以針對以短途為需求的公共交通而言，最佳之配置模式係腳踏車租賃站間距為 300 公尺左右，服務區域目標在 5 公里之內，且路網密度達到 $2\text{km}/\text{km}^2$ ^[11]。是以，公共腳踏車系統必須是一個可以讓民眾於都市內各處租賃站自由租賃的系統，最大的目的是作為交通運輸使用，特別是在大眾運輸各節點到民眾所前往的目的地的短程接駁^[12]。

歐美各主要城市發展腳踏車共享計畫的成功經驗，是發展公共腳踏車租賃系統的標竿。尤其面對氣候變遷，節能減碳更是永續城市發展的重要指標，其中腳踏車又是最具代表性的綠色運輸工具。然而政府政策的影響，是公共腳踏車系統發展的重要因素^[13]，Lathia 等人^[14] 研究亦指出，針對公共腳踏車網絡的運輸政策，主要是著眼於旅行時間和價格之間的關係 (如：免費騎乘分鐘數及超時費用)，但是各個國家城市之交通規劃、道路設施、民眾使用運具習性與氣候及社經條件等因素則不盡相同。以往與公共腳踏車有關之研究中，多以供給面之議題討論為主，諸如腳踏車道建置、租賃站點設置、車輛妥善率管理與運補等等，針對探討公共腳踏車需求面之相關文獻並不多見，而公共腳踏車之使用，由供

給及需求共同決定，因此對需求面之了解亦同樣重要，如此政府才能提出有效之政策以推動其使用。

隨著全球公共腳踏車發展的熱潮趨勢，高雄市亦於 2009 年 3 月 1 日推出「接駁型公共腳踏車租賃系統」，期望此系統可作為民眾轉乘的主要接駁工具，也鼓勵民眾將此公共腳踏車租賃系統作為休閒遊憩的交通工具。根據交通部^[15]統計調查結果，在所有旅次中，高雄市腳踏車市占率僅 4.9%，機車市占率則為全國第 2 名的 59.9%，而高雄市民外出對於機車依賴的程度亦達到 62.7%，為全國之冠。雖然機車的普及化使得生活更加便利，但也因為在這便捷快速的交通環境下，必須付出更高的代價，包括道路擁擠、意外事故、空氣混濁與噪音干擾等。因此，建構無縫接駁與轉乘之公共運輸系統，改變一般民眾選擇運具偏重於機車的使用習慣，為當務之急。持續建置便利的公共腳踏車租賃站，形成便捷之運輸路網，即是期望在達成健康環境及綠色交通的目標之下，鼓勵市民外出時能夠多加利用公共腳踏車。此外，過去的文獻指出，氣候為影響腳踏車使用之重要因素，根據交通部中央氣象局^[16]氣候統計資料顯示，高雄地區平均溫度在 25~26°C 之間，依據人類之生理等效溫度層級與熱感知對照^[17]可知，高雄平均氣溫介於 23~29°C 之間，屬於舒適微熱之氣候，非常適合發展公共腳踏車。

高雄市公共腳踏車^[18]於 2009 年 3 月 1 日正式啟用時建置有 50 個租賃站點，採甲地租、乙地還之方式營運，並於 2013 年 12 月 4 日正式以「CityBike」作為對外的服務品牌名稱，初期以高雄捷運沿線各站點規畫設置租賃站，結合通勤與觀光路線，並以接駁型為考量而建構的公共腳踏車租賃系統，為全國第一個「都會網絡型」公共腳踏車租賃系統，由高雄市政府環境保護局建置及負責，現由高雄捷運公司負責營運，至 2016 年 12 月有 185 個租賃站點 2400 輛腳踏車投入營運，租賃站點已遍及捷運站、機關學校、觀光景點、住宅區、商場及醫療院所等，提供 24 小時全天候服務，方便民眾轉乘，已成為高雄都會區交通系統的一環。高雄捷運公司^[19]年報則顯示，2015 年度公共腳踏車統計平均使用 7,357 人次，平均周轉率 4.60，已累計使用超過 870 萬人次。

由於高雄市大眾運輸系統不若大臺北都會區路網綿密及轉乘便捷，長久以來，市民外出多以機車為主要代步工具，但機車所排放的廢氣，亦是造成空氣污染的原因之一，因此為環境因素考量，希望改變市民習慣，推廣民眾多利用最環保的綠色運具—公共腳踏車。是以本研究針對公共腳踏車需求面之使用者特性及偏好進行探討，以目前高雄市設置之公共腳踏車系統相關經濟誘因效果，針對高雄市民依賴機車之特性，評估以機車停車費率抑制機車並提升公共腳踏車作為轉乘運具之政策，並模擬公共腳踏車費率變動之效果。

二、文獻回顧

本研究針對影響腳踏車使用者選擇因素之相關文獻進行探討與分析，包括旅行成本、氣候、腳踏車道建設、公共腳踏車租賃站配置、旅次目的與社會經濟條件等，作為重要的

影響因素敘述於下。

使用腳踏車作為交通運輸工具，已有些相關研究，例如天候情況和社會經濟條件^[20-25]，腳踏車騎乘與基礎設施之間的關係，以及旅次目的與租賃成本等^[26-28]。研究亦發現，氣溫變化及下雨天對騎乘腳踏車有很大的影響^[20,21,29-32]。

Pucher 與 Buehler^[26] 探討腳踏車道路、腳踏車停放以及城市密度對腳踏車的使用效果，若為較密集的城市，民眾會更傾向於騎乘腳踏車，這是因為短途旅程更有「腳踏車能力 (bike-able)」的關係。Dill 與 Carr^[27] 亦提出研究結果，發現每平方英里的腳踏車道數量和腳踏車騎乘使用頻率之間有很強的正相關。此外，公共腳踏車租賃會受到汽油價格變動的影響，如 Smith 與 Kauermann^[24] 之研究則發現汽油價格上漲之際，在上下班尖峰時段與市中心，腳踏車有較高機會成為替代運具之現象。

研究指出公共腳踏車系統得以在一個城市成功發展的關鍵因素是友善的腳踏車道^[33]；Howard 與 Burns^[34] 研究發現，在美國鳳凰城 (Phoenix)，日常騎乘腳踏車上下班的民眾，會變換路線去使用腳踏車道設施，由此可見腳踏車道的相關基礎設施會影響民眾的騎乘行為。Fuller 等人^[9] 研究結果顯示，若距離住家 250 公尺內有公共腳踏車租賃站，則會提高使用的可能性，並指出由於公共腳踏車的租賃次數不受限制，因此人們通常會將使用時間控制在 30 分鐘的免費時段內。Jensen 等人^[28] 也利用法國里昂的公共腳踏車租賃系統進行類似的研究，並指出在相同的旅程當中，使用腳踏車與汽車的偏好結果，顯示城市的規劃和腳踏車道建設對於民眾的腳踏車騎乘有正向關係。Dill 與 Carr^[27] 針對美國 35 個城市的腳踏車道進行騎乘人數的研究發現，在沙加緬度 (Sacramento) 有 2.59% 民眾騎乘腳踏車上下班、波特蘭 (Portland) 則有 2.55% 民眾騎乘腳踏車上下班，這兩個城市人口密度高，汽車擁有數量也高，但是因為這兩個地方有較多的腳踏車道基礎設施，因此有更多居民願意騎乘腳踏車上下班。交通流量和腳踏車道的基礎設施與機車之間關係的程度，會直接影響民眾安全性 (如：腳踏車專用道) 和騎乘舒適度的認知^[35]。因此，增加腳踏車專用道的基礎設施，將可促進騎乘腳踏車的數量上升，此與騎乘腳踏車的安全性有很大的關係^[27]。張勝雄^[5] 則認為串聯各社區巷道路徑成為較長的腳踏車通行路徑，再與主要幹道連結成為全市完整路網，兼顧安全與便利性，可以提高腳踏車的使用率。賴淑芳^[36] 亦提出有遮蔽效果的行道樹、建置腳踏車專用道以及平整的車道鋪面，可以提升騎乘腳踏車的滿意度。因此，友善的腳踏車道，是都會區發展公共腳踏車重要的因素之一。

此外，Bordagaray 與 Ibeas^[37] 針對西班牙 Santander 公共腳踏車的使用者進行旅次分析發現，有 44% 主要用於娛樂休閒，其次為回家、上學、工作和運動，有 3% 是購物；其中 42% 受訪者表示日常均會使用公共腳踏車，31% 的人表示每週會使用，2% 的人表示每月會使用，25% 的人則回答很少使用。相較於臺北市的微笑單車而言，賴淑芳^[36] 針對信義商區的公共腳踏車進行研究，結果顯示騎乘微笑單車之使用者中，接駁使用占 75.1%，休閒目的占 13.6%，沒騎過試試看與其他占 11.3%；47% 的受訪者每天使用該系統，80% 的受訪者使用時間在 30 分鐘以內。據美國 1995 年 NPTS (nationwide personal transportation survey) 的調查結果顯示：工作通勤占 9%、購物占 12.7%、個人商務占 12.5%、社交娛樂占 57%、

上學占 8.8%^[38]；另外，2009 年美國交通部再次執行 NHTS (national household travel survey) 調查結果顯示：工作通勤占 10.9%、工作相關商務占 1.8%、購物占 9.8%、其他家庭/個人商務活動占 8.2%、就醫占 0.2%、度假占 2.1%、訪友相關占 13%、其他社交娛樂占 47.3%、上學/宗教活動占 6%、其他與拒答占 0.9%^[39]；此表示美國 20 年來的變化，騎乘腳踏車的主要目的還是以休閒娛樂為主。

而社會經濟條件亦是影響使用公共腳踏車租賃系統之重要因素，首先為性別，Pucher 等人^[4]指出騎乘腳踏車通勤還是以男性為多，但是加拿大女性騎乘腳踏車比例高於美國女性。另外，Ogilvie 與 Goodman^[10]研究指出，倫敦公共腳踏車共享計畫使用者的性別，以男性白人為主，註冊會員的比例男性有 69.6%，而女性所占有的租賃行為比例大約只有 20%。年齡及收入亦為重要影響因素，Fuller 等人^[9]研究顯示，18~24 歲的民眾較常使用公共腳踏車系統，而 35 歲以上較不會使用。根據倫敦交通局公布之倫敦公共腳踏車共享計畫，使用者也大多為年輕人^[10]。收入方面，Pucher 等人^[4]研究指出從 2001 年至 2009 年，收入並沒有明顯影響騎腳踏車的人口數，有可能是因為低收入者騎腳踏車主要用於上下班，而高收入者則用於休閒娛樂^[40]。Bordagaray 及 Ibeas^[37]對於西班牙 Santander 使用公共腳踏車之民眾進行收入分析，有一半以上的家庭月收入超過 1,500 歐元，少部分介於 900~1,500 歐元，有較少一部分是低於 900 歐元。而根據倫敦交通局公布之公共腳踏車共享計畫使用者，大多數使用者擁有較高的收入^[10,23]。

而職業與學歷也是影響騎乘公共腳踏車之影響因素，如 Pucher 等人^[38]針對美國與加拿大 7 個城市的探討，發現是否為大學生是騎乘腳踏車的重要解釋變數之一。大學生較常騎乘腳踏車有幾個原因：學生收入低、校園停車場有限、具備短途旅行和鄰近活動的優勢、騎乘腳踏車的自由度和運動兩者兼具。Dill 與 Carr^[27]的研究也認為城市中的大學生人數，會影響該城市騎乘腳踏車的比例。另 Fuller 等人^[9]研究指出，以往於北美騎腳踏車的文獻中顯示學生騎乘腳踏車的比例較高，但在加拿大蒙特婁 Bixi 公共腳踏車系統，則是以一般的上班族居多，高達 52.9%，而學生騎乘比例則只有 9.8%。Baltes^[23]研究認為學歷高低對騎乘公共腳踏車或腳踏車的行為有顯著的影響，而且 Fuller 等人^[9]之研究亦指出，加拿大蒙特婁使用 Bixi 公共腳踏車租賃系統的民眾以高學歷居多，擁有大學學歷以上的比例高達 51.9%。

此外，由於汽車是許多家庭必備的交通工具，眾多研究也顯示汽車持有數，亦是影響是否騎乘腳踏車的因素之一^[4,23,41]。Pucher 等人^[4]研究北美九大城市，結果發現當家中有 3 台車以上時，騎乘腳踏車的比例為 0.8%，若家中無車者，騎乘腳踏車的比例為 2.5%，顯示家中有多部汽車的家庭較少騎乘腳踏車。

綜合上述影響騎乘腳踏車之重要影響因素，同時包含供給面及需求面之因素。就高雄市而言，主要商圈周邊之腳踏車道建設與公共腳踏車租賃站之配置均已完善，因此本研究並不考慮供給面變動的影響，主要著墨在需求面的影響因素，考慮高雄民眾高度依賴機車之使用特性，分析可能在短途接駁的情境下，機車停車費提高及公共腳踏車租借費率變動下之經濟誘因效果，進行運具選擇之彈性分析。此外，模型考慮不同使用者之社會經濟條

件，並考慮不同之氣候狀況，由此可推測在未來氣候變遷之氣候情境下，對於公共腳踏車使用之影響狀況。

三、模式建立

在個體選擇模式之研究中，常見以普羅比模式 (Probit model) 與羅吉特模式來分析旅運者之運具選擇行為。而在羅吉特模式中，大多實證研究係採用多項羅吉特模式 (multinomial Logit model, MNL)、巢式羅吉特模式 (nested Logit model, NL) 與混合羅吉特模式 (mixed Logit model, MXL) 來構建運具選擇模式。然而，若多項羅吉特模型之替選方案間的相關性較大時，會違反無關選項獨立性 (IIA, independence of irrelevant alternatives) 的假設，此時使用多項羅吉特模式校估則會出現誤差，巢式羅吉特及混合羅吉特可克服此問題。McFadden 與 Train^[42] 指出由於混合羅吉特模式相當具有彈性，以異質群體之觀點，允許個體具有偏好變異，同時也消除了多項羅吉特模式中 IIA 的限制。但是，為解決在替選方案運具間可能存在公共運具與私人運具差別的問題，一般多採用巢式羅吉特模型式來克服，可假設決策之替選方案的選擇有先後順序關係，將具有相關性的替選方案歸類於同一個獨立巢層中，並以包容值 (inclusive value) 代表這些方案的共同效用，再與同一巢層其他各個獨立之替選方案運具，利用 MNL 模式進行個別方案之機率選擇評估^[43]。如 Santos 等人^[44] 之研究建議，若各種運具對某一旅運者而言具某種程度的替代性 (非獨立性，例如公共運具與私人運具)，如此即違反獨立性假設，宜採用巢式羅吉特模式進行分析。另外 Dissanayake 與 Morikawa^[45] 的研究結果發現，在旅行需求模式中結合顯示性偏好 (revealed preference, RP) 及敘述性偏好 (state preference, SP) 之調查數據，對於複雜的旅行行為及預測未來的交通模式與服務是很有效的技術，而結合 RP 與 SP 之巢式羅吉特模式，則可以產生更可靠的估計結果。

因此本研究應用巢式羅吉特模式，分析短程接駁之運具選擇偏好，由個體選擇理論建立模式，問卷調查問題並包含機車停車費率調整之假設性／敘述性偏好題目，選定可供旅運者個體選擇之替選方案運具，包括步行、機車、公車及公共腳踏車等 4 項，將替選方案運具區分為公共運具 (公車與公共腳踏車) 及私人運具 (機車與步行) 二巢層，本研究在考慮氣候與社會經濟條件之下，探討旅運者以公共腳踏車作為轉乘接駁之偏好程度。在此並不考慮供給面變動的影響，假設供給面相關條件為給定，主要著墨在需求面的影響因素，特別是針對旅運者個人特性，因此所選定之解釋變數主要為反映個人社經條件之變數，希望能找出使用公共腳踏車之族群，同時可針對公共腳踏車使用機率較低之族群，提出可行之政策建議。

本研究假設民眾外出的目的地為高雄市主要商圈 (例如：瑞豐夜市、新崛江、大立精品百貨、駁二藝術特區等)，因為這些商圈離捷運站之距離以 Google 地圖檢視多在 2 公里內。高雄捷運公司規劃公共腳踏車之接駁功能，可使其服務範圍擴展 500 公尺至 2 公里內，

而研究顯示一般人的步行時間約為 10 分鐘或距離最多約 1~2 公里，因此研究模型設定捷運站周邊商圈旅行行程約為 2 公里左右 (如表 1)。選定高雄市民眾短程接駁運具主要有 4 種，分別為：步行、機車、公車及公共腳踏車，並針對上述條件建立巢式羅吉特運具選擇模式結構 (如圖 1)。本研究考慮之捷運站周邊商圈旅行行程約為 2 公里左右，在「停車費用」部分，因目前大高雄在瑞豐夜市商圈、高雄火車站、新堀江、三多商圈及十全商圈，路邊機車停車格收費每次 15 元，因此假設機車停車費用除目前費率外，並考慮 2 種調高之狀況：20 元/次及 30 元/次；在「氣候」部分則將天氣情境假設為未下雨及下雨 2 類，在「旅行成本」部分則設定為公車之現況 12 元/次、公共腳踏車為免費騎乘之情況、步行亦為零成本以及機車部分則為基本燃料油成本 2.5 元⁵加上停車費用的 3 種調高之變動金額；在「旅行時間」部分則設定為公車 25 分鐘、公共腳踏車為 18 分鐘、步行為 30 分鐘以及機車為 15 分鐘，探討在不同情境及運具選擇之下，旅運者相對於公共腳踏車選擇的偏好情形。

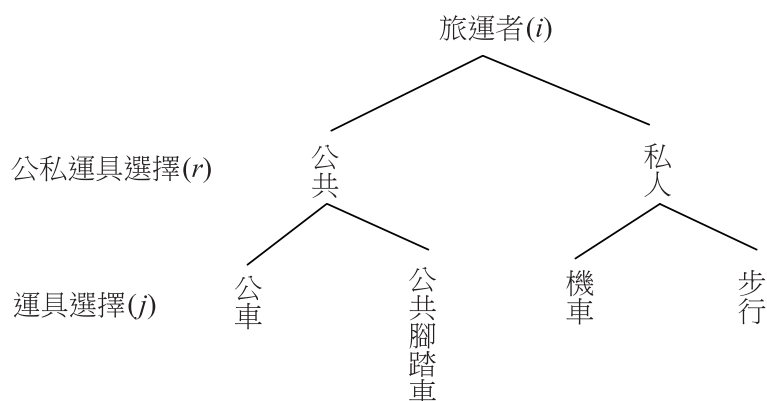


圖 1 高雄 C-bike 巢式羅吉特運具選擇模式結構

旅運者選擇之效用函數可以表示如式 (1)：

$$U_{jr}^i = V_r^i + V_j^i + V_{jr}^i + \varepsilon_r^i + \varepsilon_{jr}^i \quad (1)$$

其中， V_r^i 代表上巢層各方案之效用，用以衡量公私運具所帶給旅運者 (i) 之可衡量效用； V_j^i 及 V_{jr}^i 表示下巢層各種運具選擇所帶給旅運者 (i) 之可衡量效用。 ε_r^i 及 ε_{jr}^i 分別表示上、下巢層之隨機效用。

旅運者之運具聯合選擇機率可以表示如式 (2)：

5. 根據經濟部能源局車輛油耗指南，機車在市區每公升約可行 43.2 公里。以 95 無鉛汽油為例，2014/03/17~2014/10/20 每公升平均約為 33.5 元，因此機車的市區行駛 2 公里的運輸成本約為 2.5 元。

$$P_{jr}^i = P_r^i \times P_{(j|r)}^i \quad (2)$$

其中， P_r^i 稱為選擇公私運具之邊際機率 (marginal probability)，而 $P_{(j|r)}^i$ 稱為選擇最終運具之條件機率 (conditional probability)。

兩項機率之計算式分別如式 (3)、式 (4) 及式 (5) 所示。

$$P_r^i = \frac{\exp[\delta_2 V_r^i + (\delta_1 / \delta_2) I_r^i]}{\sum_m \exp[\delta_1 V_m^i + (\delta_1 / \delta_2) I_m^i]} \quad (3)$$

$$P_{(j|r)}^i = \exp[\delta_2 (V_j^i + V_{jr}^i)] / \exp(I_r^i) \quad (4)$$

$$I_r^i = \ln \left[\sum_{n \in A_r} \exp \left(\delta_2 (V_n^i + V_{nr}^i) \right) \right] \quad (5)$$

式 (5) 之 I_r^i 即為第 r 種運具類型之包容值，其中 A_r 代表第 r 種運具類型之替選方案的集合， (δ_1 / δ_2) 為包容值係數，而 δ_1 與 δ_2 分別表示上巢層及下巢層的離散參數。

再以彈性分析了解方案屬性的改變對方案選擇機率的影響狀況如下^[46]：

一般化彈性公式

$$E_{X_{jmk}}^{P_i} = [\alpha_{ij} - P_j] \beta_k X_{jmk}$$

$$\alpha_{ij} = \begin{cases} 1 & i = j \text{ 為直接彈性} \\ 0 & i \neq j \text{ 為交叉彈性} \end{cases}$$

X_{jmk} 為個人 m 對 j 個方案之第 k 個屬性變數；

β_k 為變數 X_{jmk} 之參數；

$E_{X_{jmk}}^{P_i}$ 為屬性變數 X_{jmk} 對 i 個方案選擇機率 P_i (直接) 或 P_j (交叉) 之彈性；

$i = 1 \dots J_i$ 表方案；

$m = 1 \dots M$ 表個人；

$k = 1 \dots K$ 表屬性。

羅吉特模式常用的解釋變數包括：共生變數、方案特定常數、方案特定變數。本研究之變數說明如下：

1. 方案特定常數

此常數項之目的，在於表達其他變數無法完全表達出來運具間之差異。若替選方案之效用函數存在此變數，代表對該方案而言其值為 1，其餘為 0。當有 n 個方案可供受訪者選擇時，僅能存在 $n-1$ 個方案特定常數。本研究之替選運具為「步行」、「機車」、「公車」、「公共腳踏車」等 4 種。令公共腳踏車方案之特定常數為 0，用以校估其他替選方案之特定常數。

2. 共生變數

某一變數存在於各替選方案的效用函數，且民眾對於該變數在不同替選方案間具有相同的邊際效用，則該變數可歸類為共生變數，故此變數在各替選方案中之參數值皆相同。本研究採用之共生變數為旅行成本，本研究僅探討各替選方案所需花費之旅行費用，主要是交通費，而關於時間的機會成本，則未考量，原因在於本研究聚焦於 2 公里以內的短程接駁，時間的效用並不顯著。是以，「步行」並無任何交通費用產生，「機車」為汽油耗用與停車成本，「公車」為搭乘所需票價費用，「公共腳踏車」則為租賃費用。

3. 方案特定變數

假設民眾對於某一變數在不同替選方案間有不同的重要程度時，該變數可設為方案特定變數。本研究採用之方案特定變數如下：

- (1) 氣候：氣候狀況為下雨、未下雨、未下雨氣溫高與未下雨氣溫低。
- (2) 社會經濟條件：包含受訪者性別、年齡、職業、收入、駕照持有及居住地等。模型中考慮個人的駕照擁有狀況而無家戶運具持有數，乃因模型中選擇變數皆為與個人有關而非家戶相關之變數，並無法控制其他家戶相關狀況之影響，因此做此設定。

本研究之模式架構圖如圖 2 所示，其中下層矩形為最終實際運具選擇行為，上層矩形為問卷設計行為。

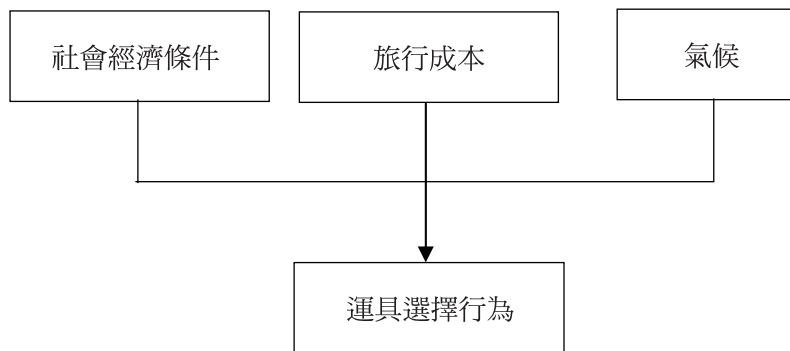


圖 2 運具選擇模式架構圖

四、資料調查與分析

永續觀念下的都市交通是諸多國家綠色運輸發展的重點，為了解旅運者對市區接駁型公共腳踏車系統的可能選擇行為，本研究先進行相關文獻的蒐集與探討，以確定運具選擇的諸多考量因素（如氣候、腳踏車道建設、公共腳踏車租賃站配置、騎乘目的與社會經濟條件等），再透過問卷設計與調查，以實地訪查及網路問卷方式，蒐集所需之相關資料進行分析，探討民眾在高雄市中心地區選擇利用公共腳踏車作為接駁運具之重要因素。

4.1 問卷設計

本研究問卷內容包括受訪者的社會經濟特性、旅次特性、運具替代、公共腳踏車使用經驗與假設情境問項，直接透過問卷調查方式，蒐集民眾的社會經濟特性、旅次特性、運具替代及公共腳踏車使用經驗等。並藉由不同機車停車費之情境假設，使受訪者敘述在此情境下所做決定，藉以評估此項政策工具對民眾運具選擇之影響。

1. 基本資料及顯示性偏好問題：包含社經條件、旅次特性、公共腳踏車使用經驗。
2. 敘述性偏好問題：詢問受訪者在不同的機車停車費率以及不同氣候條件組合下，民眾對於運具的選擇情況。

4.2 調查對象與範圍

本研究針對高雄市主要捷運站點附近之公共腳踏車租賃站，對借還車輛之民眾進行訪談，並搭配網路問卷，調查民眾對於高雄市公共腳踏車選擇偏好之研究；並探討不同的變數情境，對運具選擇的影響性。網路問卷蒐集係在網路問卷調查平台 mySurvey (<http://www.mysurvey.tw>) 進行，而本研究在問卷設計中，必須是有使用公共腳踏車經驗者才能回答相關問題。

本研究調查之公共腳踏車租賃站挑選原則，係根據高雄市公共腳踏車租賃公司每月調查前五大租賃站點（統計期間由 101 年 5 月至 103 年 9 月），選出 3 個位於主要捷運站（中央公園站、巨蛋站、西子灣站）之站點周邊，表 1 為選定捷運站及其周邊主要的景點與特性，這 3 個捷運站附近除了皆有機關學校外，中央公園與巨蛋站還有觀光休閒地點及商圈，而西子灣站則以觀光休閒為主。

4.3 受訪者社會經濟條件資料分析

本研究調查時間為 103 年 12 月 1 日至 12 月 20 日止，實際收回總問卷共為 335 份，包含實地訪查 175 份（占 48.9%）以及網路問卷 159 份（占 51.1%），扣除無效問卷 23 份，實際有效問卷為 311 份。其中，男性 150 位，女性 161 位，年齡層以 25~34 歲最多，平均月收入大多數介於 2~5 萬元之間，學歷以大專院校最多，職業則以學生最多，大部分的人擁有汽車或機車駕照（占 86%），受訪者大部分是高雄市居民（占 80.7%）。

私人運具持有情況區分為汽車、機車、腳踏車等 3 類，如表 2 所示；網路問卷與紙本問卷各項數值之分配甚為接近。綜合分析之結果顯示，在所有 311 位受訪民眾家中至少擁有 1 輛汽車者占 79.42%，至少擁有 1 輛機車者占 96.45%，至少擁有 1 輛腳踏車以上者占 79.74%；進一步觀察，擁有 2 輛機車以上者占 72.35%，擁有 2 輛腳踏車以上者占 48.87%，擁有 3 輛機車以上者占比達 40.84%，而擁有 3 輛腳踏車以上者僅占 20.58%，顯示一般民眾目前依舊偏好以機車作為私人運具。

表 1 選定捷運站周邊景點及定位

租賃站名稱	租賃站周邊景點與距離【公尺】	定位
中央公園站	中央公園【0】 五福商圈（玉竹【150】、新堀江【250】、大立精品【600】、奧斯卡數位影城【300】） 城市光廊【180】 高雄市立新興高級中學【500】 高雄女中【1,040】	機關學校 觀光休閒 商場 電影院
巨蛋站	高雄巨蛋【250】 漢神巨蛋購物廣場【370】 高雄市立三民家商【200】 瑞豐夜市【370】	機關學校 觀光休閒 商場
西子灣站	高雄港站【260】 香蕉碼頭【700】 駁二藝術特區【830】 高雄市武德殿【500】 打狗鐵道故事館【150】 國立中山大學【2,400】 鼓山↔旗津輪渡站【700】	機關學校 觀光休閒

表 2 網路與紙本問卷之私人運具持有數量

項目	來源	0 輛	1 輛	2 輛	3 輛	4 輛(含)以上
汽車	網路	35	90	28	6	0
	紙本	29	74	41	8	0
	總計	64	164	69	14	0
機車	網路	3	38	51	37	30
	紙本	8	37	47	33	27
	總計	11	75	98	70	57
腳踏車	網路	36	54	41	18	10
	紙本	27	42	47	19	17
	總計	63	96	88	37	27

五、模式推估與彈性分析

本研究蒐集高雄市公共腳踏車使用者的問卷資料，藉以了解不同旅運者之運具選擇行為。除了對旅運者進行旅次特性分析之外，亦採用巢式羅吉特模式，藉以校估旅運者之運

具選擇偏好，再運用彈性分析探討旅行成本的變動對運具選擇之影響，使研究結果能更進一步研擬最佳策略，提供主管機關參考。

5.1 旅次特性分析

1. 旅次目的

本研究將旅次目的分為通勤、通學、購物、觀光、其他，主要為了解民眾騎乘高雄市公共腳踏車目的，若選擇其他，則須回答騎乘之目的為何，屬於開放式問法。而由表 3 顯示網路與紙本問卷有高達 5 成的民眾騎乘公共腳踏車主要目的為觀光休閒使用，其次為通勤與通學約為 3 成。選擇其他目的的民眾，主要是以運動為主。

表 3 使用 C-Bike 之旅次目的

項目 \ 來源	網路問卷	紙本問卷	總計	百分比
通勤	37	25	62	19.4%
通學	9	25	34	10.9%
購物	13	14	27	8.7%
觀光	82	74	156	50.2%
其他	18	14	32	10.8%
總計	159	152	311	100%

2. 使用時間

使用高雄市公共腳踏車的民眾，有接近 7 成 (212/311) 選擇在周末或假日使用，因為有高達 5 成的民眾主要是以休閒觀光為騎乘目的，所以使用時間多在周末或假日。另外，騎乘的時間最多集中在 16:30-18:30，占 39.55%；其次為 18:30-21:30，占 26.37%，如圖 3 所示。根據 105 年 10 月高雄市公共腳踏車^[18] 使用資料分析顯示，租借時段最高者為 17:00~

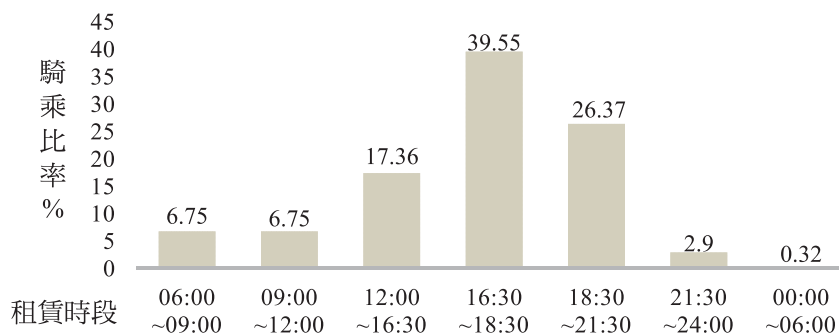


圖 3 C-Bike 騎乘時段統計

17:59，共 40,815 人次；其次為 18:00~18:59 時段，共 28,421 人次；再其次為 16:00~16:59，共 27,444 人次。本研究結果與高雄市公共腳踏車租賃網站的統計資料相似。

3. 使用頻率

在每週使用頻率上，結果如下圖 4 所示，一週一次(含)以下的使用頻率百分比為 69.45%，與旅次目的觀光之 50.2%、其他 10.8%、購物 8.7%等 3 種比例相加結果 69.7%相近，顯示使用者多以觀光休閒為主。其次較常使用的頻率為一週 2~3 次為 20.58%，此應與通勤或通學高度相關，顯示高雄市公共腳踏車的使用上已有固定族群，可作為高雄市公共腳踏車未來發展方向，繼續加強宣導，達到通學、通勤族天天使用的目標。

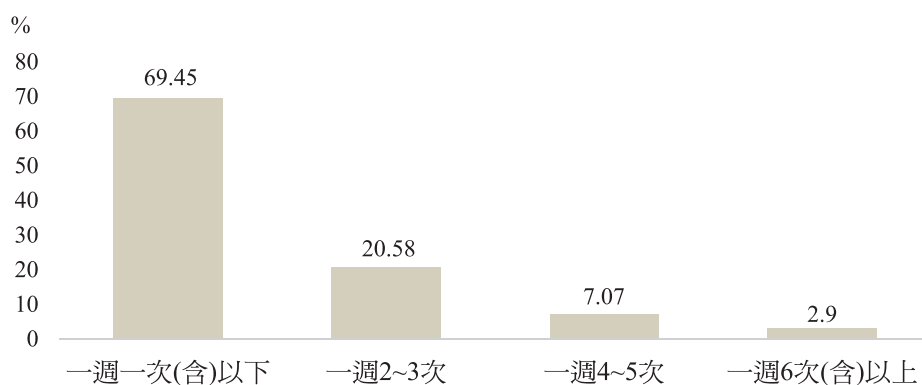


圖 4 C-Bike 使用頻率

4. 使用時間長短

每次騎乘時間長短的統計，如圖 5 所示，有高達 8 成的民眾會將使用時間控制在 1 小時內，此應與 1 小時內免費使用的政策有很大的關係，而使用超過 1 個小時約佔兩成。此結果與高雄市政府交通局 2011 年所做調查一致，原報告中顯示願意騎乘之最長時間在 50 分鐘內者約 85%^[47]。

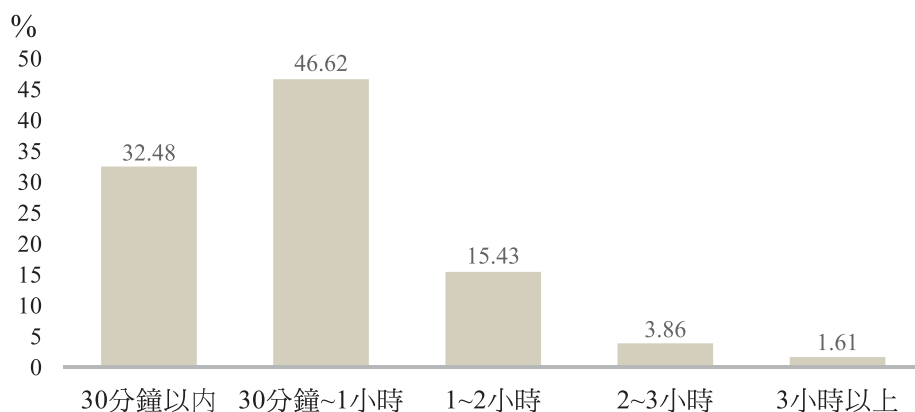


圖 5 C-Bike 騎乘時間占比

5. 取代之運具

公共腳踏車設置後所取代之運具狀況如圖 6 所示，由腳踏車之使用特性可知，其主要替代較短程的運具使用，以機車及步行為主大約有 8 成，故若能提高機車的使用成本，預期將可促進公共腳踏車的使用。

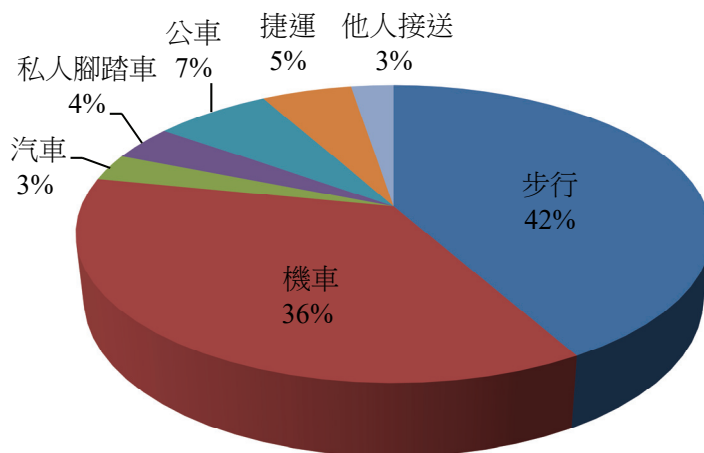


圖 6 公共腳踏車取代之運輸工具

6. 騎乘公共腳踏車「前」、「後」的運具使用

騎乘公共腳踏車「前」、「後」所使用運具如下圖 7、8 所示，有將近 3.5 成的民眾為騎機車轉使用公共腳踏車，但也有近 3 成民眾是轉乘捷運，故若提高捷運轉乘誘因，將有機會促使機車族使用捷運，進而增加公共腳踏車使用。騎乘公共腳踏「後」的運具使用，與騎乘公共腳踏車「前」的運具使用，最大差異在「捷運」的使用，前後變化達 17%，顯示一般人使用公共腳踏車後較多選擇轉乘捷運。這可能與 C-bike 公共腳踏車租賃站，大多設於捷運站出口附近有關。

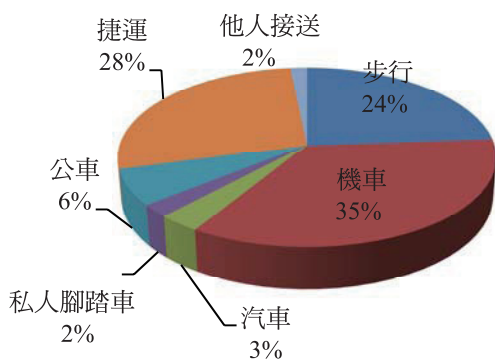


圖 7 騎乘公共腳踏車「前」的運具

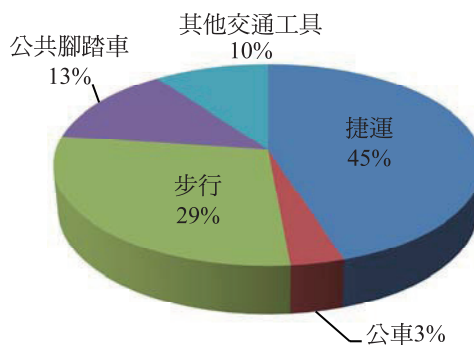


圖 8 騎乘公共腳踏車「後」的運具

7. 私人運具持有情況

私人運具持有情況區分為汽車、機車、腳踏車 3 類，如表 4 所示。結果顯示在 311 位受訪民眾家中至少擁有 1 輛汽車者占 79.42%，至少擁有 1 輛機車者占 96.45%，至少擁有 1 輛腳踏車占 79.74%，進一步觀察，擁有 2 輛機車(含)以上者占 72.35%，擁有 3 輛機車(含)以上者占比亦達 40.84%，顯示一般民眾目前依舊偏好以機車作為私人運具。

表 4 私人運具持有數量

項目	0 輛	1 輛	2 輛	3 輛	4 輛(含)以上
汽車	64	164	69	14	0
機車	11	75	98	70	57
腳踏車	63	96	88	37	27

5.2 巢式羅吉特推估結果

高雄市政府已在主要商圈 (例如，瑞豐夜市周邊、高雄火車站前後站周邊、新崛江及玉竹商圈、捷運三多商圈站周邊、十全自由路口周邊商圈) 進行機車停車收費，每次停車費用 15 元，以積極作為推動機車退出人行道，並鼓勵民眾使用大眾運輸工具。因此本研究假設一般民眾外出的目的地為高雄市主要商圈，且行程約為 2 公里左右，在下列 3 種停車收費方案的情境管理政策下，以成本為考量因素，探討一般民眾之運具選擇。其中方案 1 為現行機車停車費用 15 元/次；方案 2 為機車停車費用增加為 20 元/次；方案 3 為機車停車費用增加為 30 元/次。本研究設定到達商圈之接駁運具選項有：公共腳踏車、機車、公車、步行 4 種，而在運具變數之設定上，有旅行成本、氣候及個人社會經濟特性 (如：性別、年齡、收入、學歷、職業、駕照持有種類以及居住地等)，應用巢式羅吉特模型，將 4 種運具歸類為兩種巢層，分別為大眾運具 (公共腳踏車、公車) 以及私人運具 (機車、步行)。巢式羅吉特之校估結果如表 5 所示，其中大眾運具及私人運具之包容值分別為 0.94480 及 0.85459，介於 0~1 之間，且達顯著，因此將運具歸類為大眾運輸及私人運具兩種巢層是合適的，概似比指標為 0.3498662，接近 0.4 表示模式與數據間的配適程度良好^[48]。本研究亦嘗試將步行單獨列為一替選方案 (行人)，其他 3 項 (公共腳踏車、機車與公車) 列為另一替選方案 (運具)，則經由巢式羅吉特校估之結果顯示，運具包容值顯著，但是行人包容值不顯著，因此若將其歸類為行人及運具兩種巢層，將不合適以巢式羅吉特進行分析，因此還是維持原架構。

估計結果顯示旅行成本的增加，將使民眾選擇步行、騎乘機車或是搭乘公車之效用顯著降低 (即選擇機率減少)。而氣候的影響，則與不同的運具及面臨之氣候狀況有關，相對於使用公共腳踏車，晴天比起下雨天，民眾採用步行、乘機車及搭乘公車之效用及機率顯

表 5 巢式羅吉特運具選擇模式之推估結果

解釋變數		係數(t 值)		
方案特定常數		步行	機車	公車
		0.09901(-0.43)	0.46507***(-3.01)	0.12366(0.95)
生變數		旅行成本		
		-0.06316***(-6.20)		
方案特定變數		步行	機車	公車
天氣	未下雨	-1.36398***(-5.15)	-0.39189*(-1.89)	-1.97452***(-10.53)
	未 氣溫高	3.46347***(3.28)	4.00273***(3.81)	4.63700***(19.17)
	下雨 氣溫低	-0.71867*(-1.67)	2.03203***(5.29)	1.90138*** (14.90)
性別	性別	-0.17046(-0.87)	-0.33718**(-2.33)	-0.49273***(-4.29)
年齡 (歲)	14~18	-0.31985(-0.65)	-0.23233(-0.60)	0.88465*** (3.05)
	19~24	-0.50770*(-1.89)	0.31137*(1.79)	-0.22044(-1.43)
	35~44	-1.01054***(-2.71)	-0.45357*(-1.71)	0.06098(0.29)
	45~54	-0.46853(-0.81)	0.09046(0.21)	0.37286(1.04)
	55~64	-4.25869***(-3.50)	-2.71245***(-2.99)	-1.22391*(-1.86)
收入 (元)	2 萬以下	-0.91510***(-2.75)	-0.13524(-0.62)	0.14184(0.75)
	5~8 萬	0.09005(0.30)	-0.31187(-1.34)	-0.79481***(-3.86)
	8 萬以上	1.26374**(2.03)	1.86734*** (3.47)	0.15668(0.35)
學歷	國中以下	4.09659*** (4.41)	2.18578** (2.46)	1.25671** (2.07)
	高中職	-0.12936(-0.38)	-0.49625*(-1.75)	-0.86165***(-3.89)
	研究所	-0.68079***(-2.98)	0.07078(0.48)	-0.09250(-0.68)
職業	軍公教	-2.15615***(-3.91)	-0.84268**(-2.43)	-1.09224***(-4.15)
	工	-0.58825(-1.38)	-1.10090***(-3.32)	-0.42877*(-1.71)
	商/服務	-1.37535***(-3.57)	-0.49889*(-1.91)	-0.75138***(-3.72)
	其他	-0.61582(-1.46)	-0.51695*(-1.78)	-0.84107***(-3.41)
駕照	汽車	1.86653*** (2.98)	1.01989*(1.76)	2.41901*** (7.27)
	機車	-0.59988(-1.54)	0.65884** (2.20)	0.81408*** (3.83)
	兩者皆有	0.23877(0.61)	1.30132*** (3.65)	0.76531*** (3.58)
地區	居住地	-0.51503**(-2.30)	-0.06177(-0.40)	-0.41587***(-3.03)
大眾運具包容值		0.94480***		
私人運具包容值		0.85459***		
概似比指標		0.3498662		

註：「*」表於 $\alpha = 0.1$ 下為顯著；「**」表於 $\alpha = 0.05$ 下為顯著；「***」表於 $\alpha = 0.01$ 下為顯著。

著下降，也就是說晴天將有鼓勵民眾多使用公共腳踏車之效果。而氣溫較高之天氣相對於雨天，將使民眾不管是步行、騎乘機車或是搭乘公車之效用顯著提高（使用機率增加）。至於較冷的晴天與雨天相比，則民眾使用公共腳踏車機率多於步行，但使用機車及搭乘公車之偏好也顯著提高。

性別在步行相對於使用公共腳踏車來說，並無顯著影響。但機車及公車的使相對於公共腳踏車的使用，則男性相對於女性是顯著較低的，也就是男性使用公共腳踏車之機率是較高的。

在年齡方面，基準組為 24-35 歲選擇公共腳踏車者。年齡最長的 55-64 歲組別，選擇公共腳踏車之機率比步行、機車及公車顯著較高。而年紀最輕的 14-18 歲組，只有與公車比較的結果有顯著差異，而且是正向影響，也就是說比起使用公共腳踏車，最年輕這組人更偏愛搭乘公車，也是唯一偏好搭乘公車多於騎乘公共腳踏車的年齡組。35-44 歲組別，明顯較不喜歡步行及騎乘摩托車，而 45-54 歲組別，則運具選擇行為與基準組（24-35 歲）並無顯著不同。

在收入方面，基準組為月收入 3-5 萬元選擇公共腳踏車者。月收入 8 萬元以上的族群，傾向選擇步行及騎乘機車，但月收入 2 萬元以下與基準組相比，喜歡公共腳踏車多於步行，而對於機車、公車、公共腳踏車的選擇偏好，並無顯著不同。5-8 萬月收入與基準組相比，比較傾向選擇搭乘公車，而對於公共腳踏車、步行及機車之選擇偏好，並無明顯不同。

在學歷方面，基準組為大學學歷選擇公共腳踏車者。國中學歷以下傾向選擇步行、騎乘機車及搭乘公車，也可以說是對公共腳踏車最不偏好的一組。研究所及以上組別，步行與公共腳踏車相較，比較傾向選擇公共腳踏車，但對於機車與公車與公共腳踏車的使用則無顯著差異。高中職群組則是選擇使用公共腳踏車之機率高於機車及公車。

在職業方面，基準組為學生選擇公共腳踏車者。軍公教及商／服務業者，選擇公共腳踏車之機率高於步行、機車使用及公車搭乘。工業及其他類別之職業者，則是公共腳踏車之選擇機率高於機車及公車使用。

在駕照持有方面，基準組為無任何駕照選擇公共腳踏車者。只持有汽車駕照者，選擇步行、機車使用及公車搭乘的機率高於公共腳踏車。僅持有機車駕照或兩者皆有者，機車及公車之使用機率皆高於使用公共腳踏車，也可以說持有機車駕照者比較常選擇機車及公車而非公共腳踏車。而高雄人相較於外縣市者，比起步行或搭乘公車，更常選擇使用公共腳踏車。

5.3 彈性分析

對於民眾而言，旅行成本對其在運具選擇行為上有明顯的影響。為了解旅行成本的變動對運具選擇之影響，本研究模擬因機車停車費調整而改變旅行成本：方案 1 為 15 元／

次、方案 2 增加為 20 元／次、方案 3 增加為 30 元／次。並以旅行成本進行直接與交叉彈性分析，以機車停車費作為調整機車旅行成本之政策工具，來了解成本改變時，對運具選擇之影響。如表 6 所示，全部運具之直接彈性皆小於 1，交叉彈性顯示這些運具選項皆為替代關係，但因交叉彈性小，要藉由其他運具使用成本來提升公共腳踏車之使用效果並不好。當機車使用成本增加 1%時，將使機車選擇機率減少約 0.81%，故增加機車使用成本有助於降低機車的使用量，但由於彈性值的絕對值小於 1，屬於彈性小的範圍，表示現行機車停車費的變動幅度要夠大，才足以使旅運者的選擇改變足夠明顯。所以機車停車費若由 15 元／次提高至 20 元／次，則旅行成本則由 17.5 元增加至 22.5 元，成本大約增加 28.57%，則可估計機車的使用量會減少約 23.14%；若機車停車費增加至 30 元／次，則機車使用量約減少 69%。

表 6 旅行成本變動下之直接與交叉彈性

成本彈性	公共腳踏車	公車	機車	步行
公共腳踏車	-0.894	0.389	0.341	0.116
公車	0.389	-0.946	0.389	0.114
機車	0.376	0.430	-0.810	0.080
步行	0.128	0.126	0.080	-0.311

5.4 情境模擬分析

根據彈性分析結果，現行的旅行成本因機車停車費調整而改變的情況下，因為交叉彈性普遍很低，因此並無法明顯影響各替代運具的使用率。因此可考慮配合其他誘因政策效果，如：公共腳踏車之費率調整。臺北市在使用者付費之前提下，調高了臺北公共腳踏車之使用費率，在此模擬高雄市公共腳踏車使用費率調整之效果，以了解公共腳踏車費率變動之影響。以下針對公共腳踏車費率調整，進行管理策略情境模擬。

假設外出的目的地為高雄市主要商圈，且行程約為 2 公里左右，在停車費用增加的管理政策下，為因應使用者付費原則，故研擬調整高雄市公共腳踏車使用費率。本研究根據現行每半小時 10 元的費率為基礎，依序調整為 15 元、20 元、30 元、35 元、40 元，進行情境模擬分析。由圖 9 可見分析結果，當費率逐步調漲時，公共腳踏車的使用率逐步降低，而機車、公車及步行之使用率則逐步增加，當費率調整為 35 元時，民眾搭乘公車的意願開始大於騎乘公共腳踏車。反過來說，公共腳踏車的費用率越低，越能有效帶動民眾騎乘公共腳踏車的意願，同時若能適度提高汽機車的使用成本，更可鼓勵民眾騎乘公共腳踏車，應是可行的方案。

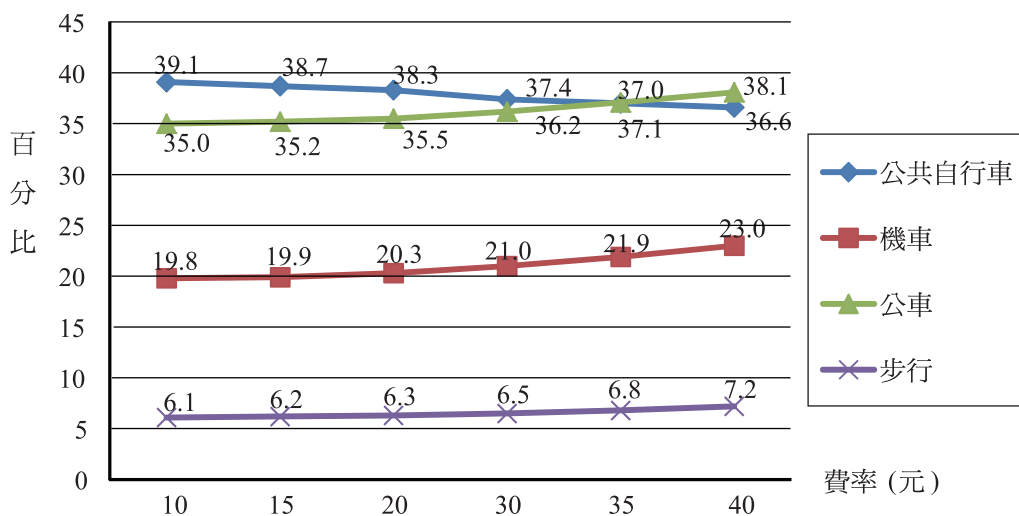


圖 9 高雄市公共腳踏車費率調整之使用率變化

六、結論與建議

本研究以公共腳踏車為研究範圍，使用巢式羅吉特分析並建立最佳之使用者效用函數，藉此建構公共腳踏車使用者偏好模式。利用此模型探討旅運者對於公共腳踏車之選擇行為，除了本身社會經濟條件之外，是否亦會受到其他外在條件，如「氣候」、「旅行成本」，影響對公共腳踏車、機車、公車、步行等 4 種不同運具間的選擇。本研究並模擬不同的機車停車費用情境之下，旅運者的選擇會如何改變，模擬不同公共腳踏車收費方式所造成的影響。主要研究結論與建議綜整如下。

6.1 結論

本研究調查資料顯示，受訪者年齡層主要是以 19-34 歲間為主，學歷也以擁有大學以上的學歷占大多數，職業則是以學生與商業及服務業居多，顯示年輕族群是公共腳踏車主要的使用者。此外民眾騎乘公共腳踏車主要目的為觀光休閒為主，此與 Bordagaray 與 Ibeas^[37] 和 Pucher 等人^[38] 研究之結果相似。這與當初規劃公共腳踏車，在部分地區，擬作為通勤或通學的短途接駁目標有所差異，此應與腳踏車租賃站集中於捷運商圈及景點附近有關。而公共腳踏車設立後所取代的運具主要為步行及機車，一般民眾騎乘公共腳踏車後的轉乘運具主要是以捷運為主。

本研究進一步從消費者的行為偏好與公共及私人運具選擇模型的觀點，探討個體選擇模式的最佳效用。推估結果顯示，利用巢式羅吉特模型校估所得出的大眾運具及私人運具之包容值，分別均達顯著水準，因此將運具歸類為大眾運輸及私人運具兩種巢層是合適

的，並且概似比指標值為 0.3498662，亦表示研究模式與數據間的配適程度良好。利用此一推估結果，可進一步找出各參數的適當值，作為公共腳踏車推廣計畫與進行經濟效益評估。

巢氏羅吉特模型估計結果顯示，氣候條件亦為影響民眾選擇運具的重要因素。與下雨天相比，晴天會使民眾較常選擇使用公共腳踏車；但若在高溫情況下，民眾選擇步行、機車及公車之機率反而上升；在低溫的天氣下，民眾選擇機車及公車之機率會上升，會降低步行之機率。所以晴朗舒適的天氣會使民眾使用公共腳踏車之機率上升，但若下雨、氣溫高或低，一般而言會降低民眾使用公共腳踏車之機率。高雄地區夏季炎熱，雖然不利於騎乘公共腳踏車，但是以一年四季觀察，並不常下雨。在氣候變遷的情境下，高溫的日數會增加但下雨的日數會減少，這兩項因素對公共腳踏車使用的影響是相反的，因此比較長期的影響還有待未來現實氣候狀況而定。

在旅行成本方面，本研究經分析得知，旅行成本會影響民眾的運具選擇行為，其他運具之旅行成本越高，則民眾使用公共腳踏車之機率會增加。因此藉由機車停車費用增加的政策工具，針對機車停車費用成本增加之 3 種情境進行彈性分析之結果得知，當機車使用成本（燃料費用及停車費用）與公共腳踏車的使用成本（租賃費用）均增加 1% 的情況下，均會使機車與公共腳踏車的選擇機率都減少約 0.8%，所以旅行成本的增加幅度夠大，才會影響到公共腳踏車與機車的使用率。此外，考慮調整公共腳踏車費率之狀況，以估計之彈性模擬預測，若將公共腳踏車的旅行成本逐步調漲，亦同時會增加機車、公車與步行的使用率，當調漲至每小時 35 元時，民眾會傾向轉而使用公車。

在社會經濟條件方面，相較於機車及公車之使用，男性比女性騎乘公共腳踏車之機率更高，可能是因為腳踏車相較於這兩種運具之使用較耗費體力，也可能因女性較重視形象有關，因腳踏車使用後，可能需要適當的儀容整理。在年齡方面，最年輕的組別（14-18 歲），為唯一偏好公車多於公共腳踏車的一組，可能與這組中絕大部分的人都不具有駕照，及較有搭乘公車之習慣有關。而年齡最大的 55-64 歲組則是唯一與基準組（24-35 歲）相比選擇公共腳踏車機率皆高於步行、機車及公車之一組。月收入 8 萬元以上者與 3-5 萬元者相比，選擇步行及機車之機率高於公共腳踏車。與擁有大專院校學歷者相比，國中以下學歷者相比於步行、機車及公車，使用公共腳踏車之機率較低。有研究所學歷者，與步行相比更常使用公共腳踏車。持有駕照的民眾，比較不會選擇騎乘公共腳踏車，若觀察同時持有汽機車駕照者，其行為與只持有機車駕照者比較類似。而高雄市民比起外縣市的民眾，有較高的機率會使用高雄 C-bike 公共腳踏車。

6.2 建議

由本研究分析結果得知，性別、年齡、收入、職業及居住地等皆會影響民眾使用公共腳踏車的意願，女性使用公共腳踏車之意願較低的原因之一，可能與女性較重視形象有關，因腳踏車使用後，可能需要適當的儀容整理，因此配合的相關設備或許有助於提升女

性使用公共腳踏車的意願。而國中以下學歷者較無意願使用公共腳踏車，或許是不清楚公共腳踏車的使用方式，或其對公共腳踏車可為自己或環境帶來之好處並不清楚，此或可藉由相關資訊的傳播加以改善。外縣市的居民或許並不清楚 C-bike 的相關資訊及使用方式，也可能是因為 C-bike 的使用需要事先登記註冊，造成外縣市居民使用不便，提供更明瞭方便的資訊及更便捷的使用方式，或許可改善此狀況。

由於高雄市民外出，多數仍以騎乘機車為主，本研究以彈性分析得知，旅行成本的增加必須夠大，才會影響公共腳踏車與機車的使用率，故策略上可以朝向增加機車的使用成本（如：在提供公共腳踏車的區域增加機車停車費用），同時降低公共腳踏車的使用成本，均有助於降低機車的使用量，進一步增加公共腳踏車的使用量。

本研究以情境模擬分析所得結果顯示，當公共腳踏車的旅行成本調漲至每小時 35 元時，民眾才會傾向轉而使用公車，因此若要有效鼓勵民眾多騎乘公共腳踏車，公共腳踏車的旅行成本應維持在低費率並提供轉乘優惠，讓租借與還車更為簡便，此亦為降低使用公共腳踏車機會成本之方法，應可吸引更多民眾騎乘公共腳踏車。

參考文獻

1. Google My Maps, “The Bike-sharing World Map”, https://www.google.com/maps/d/viewer?ll=43.580391%2C-42.890625&spn=143.80149%2C154.6875&hl=en&msa=0&z=1&source=embed&ie=UTF8&om=1&mid=1UxYw9YrwT_R3SGsktJU3D-2GpMU, 2016.
2. Shaheen, S. A., Guzman, S., and Zhang, H., “Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 2143, No. 1, 2010, pp. 159-167.
3. DeMaio, P., “Bike-sharing: History, Impacts, Models of Provision, and Future”, *Journal of Public Transportation*, Vol. 12, No. 4, 2009, pp. 41-56.
4. Pucher, J., Buehler, R., and Seinen, M., “Bicycling Renaissance in North America? An Update and Re-Appraisal of Cycling Trends and Policies”, *Transportation Research Part A*, Vol. 45, No. 6, 2011, pp. 451-475.
5. 張勝雄，「發展都市腳踏車運輸的另類思維與策略」，*運輸計劃季刊*，第 39 卷，第 4 期，民國 99 年，頁 359-380。
6. 王義川、許添本、周榮昌、王華琪、林郁璇，「我國腳踏車政策之研究」，行政院研究發展考核委員會委託研究，民國 100 年。
7. Piatkowski, D. P. and Marshall, W. E., “Not All Prospective Bicyclists Are Created Equal: The Role of Attitudes, Socio-Demographics, and the Built Environment in Bicycle Commuting”, *Travel Behaviour and Society*, Vol. 2, Issue 3, 2015, pp. 166-173.
8. Lin, J. R. and Yang, T. H., “Strategic Design of Public Bicycle Sharing Systems with Service Level Constraints”, *Transportation Research Part E*, Vol. 47, No. 2, 2011, pp. 284-294.
9. Fuller, D., Gauvin, L., Kestens, Y., Daniel, M., Fournier, M., Morency, P., and Drouin, L.,

- “Use of a New Public Bicycle Share Program in Montreal, Canada”, *American Journal of Preventive Medicine*, Vol. 41, No. 1, 2011, pp. 80-83.
10. Ogilvie, F. and Goodman, A., “Inequalities in Usage of a Public Bicycle Sharing Scheme: Socio-Demographic Predictors of Uptake and Usage of the London (UK) Cycle Hire Scheme”, *Preventive Medicine*, Vol. 55, No. 1, 2012, pp. 40-45.
 11. Translink, *Public Bike System Feasibility Study*, Quay Communications Inc., Vancouver, 2008.
 12. 白詩榮, 「臺北公共腳踏車使用行為特性分析與友善環境建構之研究」, 國立政治大學地政研究所碩士論文, 民國 101 年。
 13. Pucher, J., Dill, J., and Handy, S., “Infrastructure, Programs, and Policies to Increase Bicycling: An International Review”, *Preventive Medicine*, Vol. 50, 2010, pp. S106-S125.
 14. Lathia, N., Ahmed, S., and Capra, L., “Measuring the Impact of Opening the London Shared Bicycle Scheme to Casual Users”, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 22, 2012, pp. 88-102.
 15. 交通部, 「103 年民眾日常使用運具狀況調查」, <http://stat.motc.gov.tw/>, 民國 104 年。
 16. 交通部中央氣象局, 「氣候統計」, <http://www.cwb.gov.tw/>, 民國 105 年。
 17. Matzarakis, A. and Mayer, H., “Another Kind of Environmental Stress – Thermal Stress”, *WHO Newsletter*, Vol. 18, 1996, pp. 7-10.
 18. 高雄市公共腳踏車資訊網, https://www.c-bike.com.tw/member_register1.aspx, 民國 105 年。
 19. 高雄捷運股份有限公司, 2015 高雄捷運公司年報, 民國 105 年。
 20. Thomas, T., Jaarsma, R., and Tutert, B., “Temporal Variations of Bicycle Demand in the Netherlands: The Influence of Weather on Cycling”, *Transportation Research Board Annual Meeting CD-ROM*, 2009, pp. 1-17.
 21. Saneinejad, S., Roorda, M. J., and Kennedy, C., “Modelling the Impact of Weather Conditions on Active Transportation Travel Behaviour”, *Transportation Research Part D*, Vol. 17, 2012, pp. 129-137.
 22. Nankervis, M., “The Effect of Weather and Climate on Bicycle Commuting”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 33, No. 6, 1999, pp. 417-431.
 23. Baltes, M. R., “Factors Influencing Nondiscretionary Work Trips by Bicycle Determined from 1990 US Census Metropolitan Statistical Area Data”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 1538, No. 1, 1996, pp. 96-101.
 24. Smith, M. S. and Kauermann, G., “Bicycle Commuting in Melbourne during the 2000s Energy Crisis: A Semi-parametric Analysis of Intraday Volumes”, *Transportation Research Part B*, Vol. 45, No. 10, 2011, pp. 1846-1862.
 25. Borgnat, P., Abry, P., Flandrin, P., Robardet, C., Rouquier, J. B., and Fleury, E., “Shared Bicycles in a City: A Signal Processing and Data Analysis Perspective”, *Advances in Complex Systems*, Vol. 14, No. 3, 2011, pp. 415-438.
 26. Pucher, J. and Buehler, R., “Why Canadians Cycle More than Americans: A Comparative Analysis of Bicycling Trends and Policies”, *Transport Policy*, Vol. 13, No. 3, 2006, pp. 265-279.

27. Dill, J. and Carr, T., “Bicycle Commuting and Facilities in Major US Cities: If You Build Them, Commuters Will Use Them”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 1828, No. 1, 2003, pp. 116-123.
28. Jensen, P., Rouquier, J. B., Ovtracht, N., and Robardet, C., “Characterizing the Speed and Paths of Shared Bicycle Use in Lyon”, *Transportation Research Part D*, Vol. 15, No. 8, 2010, pp. 522-524.
29. Thomas, T., Jaarsma, R., and Tutert, B., “Exploring Temporal Fluctuations of Daily Cycling Demand on Dutch Cycle Paths: The Influence of Weather on Cycling”, *Transportation*, Vol. 40, 2013, pp. 1-22.
30. Helbich, M., Becker, L., and Dijst, M., “Geographic Heterogeneity in Cycling under Various Weather Conditions: Evidence from Greater Rotterdam”, *Journal of Transport Geography*, Vol. 38, 2014, pp. 38-47.
31. Liu, C., Susilo, Y. O., and Karlström, A., “Investigating the Impacts of Weather Variability on Individual’s Daily Activity–Travel Patterns: A Comparison between Commuters and Non-Commuters in Sweden”, *Transportation Research Part A*, Vol. 82, 2015, pp. 47-64.
32. Flynn, B. S., Dana, G. S., Sears, J., and Aultman-Hall, L., “Weather Factor Impacts on Commuting to Work By Bicycle”, *Preventive Medicine*, Vol. 54, 2012, pp. 122-124.
33. Midgley, P. “The Role of Smart Bike-Sharing Systems in Urban Mobility”, *Journeys*, Vol. 2, 2009, pp. 23-31.
34. Howard, C. and Burns, E. K., “Cycling to Work in Phoenix: Route Choice, Travel Behavior, and Commuter Characteristics”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, Vol. 1773, No. 1, 2001, pp. 39-46.
35. Romero, J. P., Ibeas, A., Moura, J. L., Benavente, J., and Alonso, B., “A Simulation-Optimization Approach to Design Efficient Systems of Bike-Sharing”, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 54, 2012, pp. 646-655.
36. 賴淑芳, 「公共腳踏車接受度與滿意度研究—以臺北微笑單車為例」, *運輸學刊*, 第24卷, 第3期, 民國101年, 頁379-405.
37. Bordagaray, M. and Ibeas, A., “Modeling User Perception of Public Bicycle Services”, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 54, 2012, pp. 1308-1316.
38. Pucher, J., Komanoff, C., and Schimek, P., “Bicycling Renaissance in North America? Recent Trends and Alternative Policies to Promote Bicycling”, *Transportation Research Part A*, Vol. 33, No. 7, 1999, pp. 625-654.
39. NCHRP, *Estimating Bicycling and Walking for Planning and Project Development: A Guidebook*, NCHRP Report 770, National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2014.
40. Smart, M., “US Immigrants and Bicycling: Two-Wheeled in Autopia”, *Transport Policy*, Vol. 17, No. 3, 2010, pp. 153-159.
41. Rietveld, P. and Daniel, V., “Determinants of Bicycle Use: Do Municipal Policies Matter?”, *Transportation Research Part A*, Vol. 38, No. 7, 2004, pp. 531-550.
42. McFadden, D. and Train, K., “Mixed MNL Models for Discrete Response”, *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 15, No. 5, 2000, pp. 447-470.

43. Ben-Akiva, M. E. and Lerman, S. R., *Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand*, MIT Press, Cambridge, MA, 1985.
44. Santos, G., Maoh, H., Potoglou, D., and von Brunn, T., “Factors Influencing Modal Split of Commuting Journeys in Medium-Size European Cities”, *Journal of Transport Geography*, Vol. 30, 2013, pp. 127-137.
45. Dissanayake, D. and Morikawa, T., “Investigating Household Vehicle Ownership, Mode Choice and Trip Sharing Decisions Using a Combined Revealed Preference/Stated Preference Nested Logit Model: Case Study in Bangkok Metropolitan Region”, *Journal of Transport Geography*, Vol. 18, 2010, pp. 402-410.
46. 凌瑞賢，**運輸規劃原理與實務**，第 2 版，鼎漢國際工程顧問股份有限公司，臺北，民國 93 年。
47. 高雄市政府交通局，**高雄市複合式兩輪公共租賃系統使用特性之調查**，民國 101 年。
48. de Dios Ortúzar, J. and Willumsen, L. G., *Modelling Transport*, Wiley, New Jersey, 1994.

