

國立臺灣大學理學院地理環境資源學系

碩士論文

Department of Geography

College of Science

National Taiwan University

Master Thesis



建成環境對公共自行車使用時空型態之影響

The Effects of Built Environments on Spatial-temporal

Patterns of Public Bicycle Usage

劉鴻錡

Hung-Chi Liu

指導教授：林楨家 博士

Advisor: Jen-Jia Lin, Ph.D.

中華民國 106 年 7 月

July, 2017

國立臺灣大學碩（博）士學位論文
口試委員會審定書

建成環境對公共自行車使用時空型態之影響
The Effects of Built Environments on Spatial-temporal
Patterns of Public Bicycle Uses

本論文係劉鴻錡君（R04228019）在國立臺灣大學地理環境資源學系、所完成之碩（博）士學位論文，於民國 106 年 6 月 2 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明。

口試委員：



(簽名)

(指導教授)





謝誌



如果將時間軸拉回大一剛進台大的那個時候，應該任誰也想不到我也有完成碩士班學業，有寫謝誌的機會吧，在台大的六年中受到非常多多人的幫助，其中不乏各種歡笑與淚水，正是有這六年的時光才造就出現在的我。首先最重要也是最需要感謝的就是我的指導教授，林楨家老師，大學部的我由於找不到未來的方向，便得過且過的荒廢度日，導致各科成績都很不理想，但老師仍然沒有放棄我，耐心等待我打好基礎，在平常討論與咪挺的過程中適時提供建議與幫助，讓我逐步具備碩士生應有的學術能力，順利完成碩士論文的研究，非常慶幸能在老師底下學習，收穫良多。另外也要一併感謝研究室的大家長土豆哥，感謝土豆哥解決了我非常多亂七八糟的疑難雜症，幫助我在研究室的這兩年風調雨順國泰民安。

再來要謝謝我的女朋友醬菜姿儀，很幸運能在大學生涯中遇到妳，謝謝妳一路上不離不棄的陪伴，妳的鼓勵與打氣是我源源不絕的動力，幫助我考上研究所，也謝謝妳陪伴我走過好多趟的畢業旅行，讓我在進度壓力下仍保有充實愉快的碩士班生活，真的是很感謝這幾年有你的陪伴。

此外，也要感謝景舜學長從我大學部開始的各種照顧，不管是在學術上的討論以及排球、重訓等都令我受益良多。還要感謝研究室雨桐學長的研究，讓我能站在巨人的肩膀上看得更高更遠。也要一併感謝系排的大家，讓我在台大的這六年過得非常充實，絕對不會忘記一起打球的這段日子的。還有 305 尿尿的好室友阿襄和展展，雖然碩二這一年沒有一起住聯繫少了點，但那些一起吃消夜一起嘴但是只有我變肥的日子想起來也是格外的珍貴。最後則是要感謝家人的支持與照顧，因為有你們才能順利完成大學以及研究所的學業，順利畢業。

劉鴻錡 謹誌於

國立臺灣大學地理環境資源學系

中華民國一零六年七月

摘要



公共自行車系統作為都市內之公共綠色運輸工具，具有低汙染、低耗能以及滿足大眾運具轉乘「最後一哩」的特性，可改善舊有大眾運輸系統及門(door to door)服務的不足。過去探討公共自行車使用的研究多止於使用量時空型態(spatial-temporal pattern)的探討，對於造成時空型態差異的原因則無深入討論。另一方面，建成環境(built environment)與公共自行車使用的相關研究也忽略了時空背景不同而造成的使用型態差異，造成研究結論的不一致與可能偏誤。

本研究之目的在於探討建成環境對於公共自行車使用時空型態的影響關係，以臺北市與新北市之 YouBike 公共自行車系統為研究案例，使用 2015 年 7 月至 12 月之逐筆租借資料進行時空型態的分析。公共自行車使用的時空型態首先透過站點尺度的時間特性以及空間特性定義後，再經由階層式分群演算法加以分群，歸納出雙北市公共自行車的使用類型，而建成環境變數則使用 6D 分類系統進行選取，並以各站點的 350 公尺路網距離作為閾值進行加權計算。為了探討建成環境因素對於公共自行車使用時空型態的影響關係，本研究採用多項羅吉特模式進行驗證，應變數為公共自行車使用的時空型態類別，自變數則為建成環境變數與控制變數。

研究結果證實 6D 建成環境變數(密度、多樣性、設計、目的地可及性、大眾運輸場站距離以及公共自行車系統分布)皆會影響公共自行車使用的時空型態，並且在平假日與租借歸還行為間的影響效果不同。過往文獻僅針對平均使用量進行探討，而本研究進一步發現建成環境同時會對公共自行車使用的尖峰型態以及平均移動距離產生影響。除了補足過往文獻的不足外，本研究結果可應用於事先推測不同土地利用環境之公共自行車站點的使用時空型態類型，提供公共自行車站點規劃與營運上的策略建議。

關鍵詞：建成環境、公共自行車、時空型態、多項羅吉特模式

Abstract



Public bicycle systems (PBSs) have become a worldwide green transport mode used in urban areas. PBSs are well known for their low pollution, low carbon production and “door to door” services, which enhance efficiency of traditional public transportation systems. Previous research had found that public bicycle uses were in an unbalanced spatial-temporal distribution, but they omitted the reasons that caused this unbalanced phenomenon. On the other hand, numerous studies had proved that built environments significantly affected public bicycle uses; however, they ignored built environment effects on spatial-temporal patterns of PBS usage.

This study aims to examine how built environment attributes influence spatial-temporal patterns of public bicycle uses. The empirical data is from YouBike, a PBS in Taipei Metropolitan Area (Taipei City and New Taipei City), Taiwan. This research collected all of the rental records of YouBike from July to December, 2015 and identified the spatial-temporal patterns of YouBike uses via cluster analyses. The built environment variables measure multiple attributes within a 350 m travel distance buffer for a YouBike rental station. Multinomial logit models were used to verify how built environment attributes influence the spatial-temporal patterns of YouBike uses. The empirical results of the current research reveal that built environments are significant factors in explaining spatial-temporal patterns of public bicycle uses.

The empirical evidence broadens understanding of factors influencing PBS usage and fills up the research gap of existing literatures. Furthermore, the findings provide a meaningful base to an integrated planning of PBS and built environment for local administrations.

Keywords: Built environment, Public bicycle system, Spatial-temporal pattern, Multinomial logit model

目錄



| | |
|------------------------|------------|
| 口試委員審定書..... | i |
| 謝誌..... | ii |
| 摘要..... | iii |
| Abstract..... | iv |
| 第一章 緒論 | 1 |
| 第一節 研究動機..... | 1 |
| 第二節 研究目的..... | 4 |
| 第三節 研究流程..... | 5 |
| 第四節 研究方法..... | 10 |
| 第二章 文獻回顧 | 12 |
| 第一節 公共自行車使用的時空型態..... | 12 |
| 第二節 建成環境與公共自行車..... | 22 |
| 第三節 綜合評析..... | 38 |
| 第三章 研究設計 | 40 |
| 第一節 課題研析..... | 40 |
| 第二節 時空型態分析..... | 46 |
| 第三節 假說研擬..... | 65 |
| 第四節 分析方法..... | 77 |
| 第四章 實證分析 | 85 |
| 第一節 自變數資料..... | 85 |
| 第二節 模式估計..... | 94 |
| 第三節 假說驗證..... | 104 |
| 第四節 意涵討論..... | 121 |
| 第五章 結論與建議 | 130 |
| 第一節 結論..... | 130 |
| 第二節 建議..... | 135 |
| 參考文獻..... | 137 |



圖目錄

| | |
|---|----|
| 圖 1-3-1 研究流程圖 | 5 |
| 圖 3-1-1 議題研析架構圖 | 41 |
| 圖 3-1-2 平假日流量空間分布差異(Zhao et al., 2015)..... | 42 |
| 圖 3-1-3 平日與假日地鐵站附近站點使用量差異(Etienne and Latifa, 2014) | 43 |
| 圖 3-1-4 建成環境 6 D 分類圖 | 44 |
| 圖 3-2-1 原始資料示意圖 | 47 |
| 圖 3-2-2 公共自行車使用的時間分布狀況示意圖 | 49 |
| 圖 3-2-3 公共自行車使用的時空分布狀況示意圖 | 49 |
| 圖 3-2-4 平日租借階層式分群圖 | 52 |
| 圖 3-2-5 平日租借的時間分布狀況 | 53 |
| 圖 3-2-6 平日租借的時空分布狀況 | 53 |
| 圖 3-2-7 平日租借時空型態分群結果空間分布圖 | 54 |
| 圖 3-2-8 假日租借階層式分群圖 | 56 |
| 圖 3-2-9 假日租借的時間分布狀況 | 56 |
| 圖 3-2-10 假日租借的時空分布狀況 | 57 |
| 圖 3-2-11 假日租借時空型態分群結果空間分布圖 | 57 |
| 圖 3-2-12 平日歸還階層式分群圖 | 59 |
| 圖 3-2-13 平日歸還的時間分布狀況 | 59 |
| 圖 3-2-14 平日歸還的時空分布狀況 | 60 |
| 圖 3-2-15 平日歸還時空型態分群結果空間分布圖 | 60 |
| 圖 3-2-16 假日歸還的階層式分群圖 | 62 |
| 圖 3-2-17 假日歸還的時間分布狀況 | 63 |
| 圖 3-2-18 假日歸還的時空分布狀況 | 63 |
| 圖 3-2-19 假日歸還時空型態分群結果空間分布圖 | 63 |
| 圖 3-4-1 分析架構圖 | 77 |

表目錄



| | |
|--|-----|
| 表 2-1-1 公共自行車使用的時空型態文獻整理 | 15 |
| 表 2-1-2 公共自行車使用的時空型態研究區域比較表 | 17 |
| 表 2-1-3 公共自行車使用的時空型態內容比較表 | 18 |
| 表 2-1-4 公共自行車使用的時空型態影響因子比較表 | 19 |
| 表 2-2-1 建成環境與公共自行車文獻整理 | 25 |
| 表 2-2-2 建成環境與公共自行車研究區域比較表 | 28 |
| 表 2-2-3 建成環境與公共自行車應變數比較表 | 29 |
| 表 2-2-4 建成環境與公共自行車閾值比較表 | 29 |
| 表 2-2-5 建成環境與公共自行車自變數比較表 | 30 |
| 表 2-2-6 建成環境與公共自行車控制變數比較表 | 32 |
| 表 2-2-7 建成環境與公共自行車分析方法比較表 | 34 |
| 表 2-2-8 建成環境變數實證結果比較表 | 35 |
| 表 2-2-9 控制變數實證結果比較表 | 36 |
| 表 3-2-1 臺北市樣本選用日期 | 47 |
| 表 3-2-2 新北市樣本選用日期 | 48 |
| 表 3-2-3 租借次數樣本資料示意表 | 48 |
| 表 3-2-4 平日租借群間整理表 | 54 |
| 表 3-2-5 假日租借群間整理表 | 58 |
| 表 3-2-6 平日歸還群間整理表 | 61 |
| 表 3-2-7 假日歸還群間整理表 | 64 |
| 表 3-4-1 羅吉特模式自變數定義表(建成環境)..... | 80 |
| 表 3-4-2 羅吉特模式自變數定義表(控制變數)..... | 81 |
| 表 4-1-1 二手資料來源整理表 | 85 |
| 表 4-1-2 自變數敘述統計表 | 92 |
| 表 4-2-1 巢式羅吉特模式巢層結構與包容值係數 | 95 |
| 表 4-2-2 平日租借之多項羅吉特估計結果 | 97 |
| 表 4-2-3 平日歸還之多項羅吉特估計結果 | 99 |
| 表 4-2-4 假日租借之多項羅吉特估計結果 | 101 |
| 表 4-2-5 假日歸還之多項羅吉特估計結果 | 103 |
| 表 4-3-1 密度特性對公共自行車使用時空型態之影響關係表 | 106 |
| 表 4-3-2 多樣性特性對公共自行車使用時空型態之影響關係表 | 107 |
| 表 4-3-3 設計特性對公共自行車使用時空型態之影響關係表 | 110 |
| 表 4-3-4 目的地可及性特性對公共自行車使用時空型態之影響關係表 | 111 |
| 表 4-3-5 大眾運輸場站距離特性對公共自行車使用時空型態之影響關係表 | 112 |
| 表 4-3-6 公共自行車系統分布特性對公共自行車使用時空型態影響關係表 | 113 |
| 表 4-3-7 研究假說檢核表 | 115 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 表 4-3-8 控制變數對公共自行車使用時空型態之影響關係表 | 120 |
| 表 4-4-1 建成環境對時空型態要素影響關係表 | 122 |
| 表 4-4-2 建成環境對公共自行車平均使用量之相關文獻比較表 | 125 |





第一章 緒論

本章分為四個部分，首先敘述本研究之研究動機，而後提出本研究希望達成的目的，接下來說明研究流程以及各步驟之工作內容，最後則是介紹本研究使用之研究方法。

第一節 研究動機

自十八世紀歐洲工業革命成功達成技術突破後，大規模機械化生產的時代來臨，而為滿足工商業經濟的高速發展與全球人口數急速上升而增加的生活所需，人類大量開採並燃燒石化能源，使得大氣中溫室氣體含量屢創人類歷史新高，全球氣候異常、糧食短缺、油價飆漲的消息屢見不鮮，為了維持自然界的和諧與穩定，「永續發展」概念已成為世界各國重要的施政方向，在此脈絡下，各國無不積極推動節能減碳相關政策，期望透過減少碳排放的支出來達到環境資源永續利用的目標。

根據我國經濟部能源局的統計，2014 年各部門二氧化碳排放量約 25000 萬公噸，其中運輸部門便佔了全部的 14.23%，僅次於工業部門的 48.3%，是全國排名第二的碳支出來源，而且每年仍以 2.5% 的成長率持續增加二氧化碳的排放；又根據交通部運輸研究所的數據指出，公路運輸與軌道運輸、航空運輸和水路運輸相比，佔了運輸部門約 94% 以上的二氧化碳排放量，其中又以自小客車的碳排放比例最為多數。在如此高額的碳排放狀態下，發展「永續運輸(Sustainable Transportation)」及「綠色交通(Green Transportation)」已經成為各都巿政府為了減少個人運具之碳排放所採用的政策之一(白詩榮，2013)。

承襲著永續運輸的思潮，臺北市已於 1996 年陸續完成捷運路網的興建並開始營運，希望透過高速且班距時間間隔小的捷運系統來解決大臺北地區日益嚴重的交通壅塞問題、改善都市動線與機能並達到都市永續發展的目的。然而根據交通部統計處的民眾日常使用運具調查報告指出，臺北市與新北市仍約有 42% 和

58%的居民選擇私人機動運具作為移動工具，與同樣身為首都的日本東京高達87%的大眾運輸使用率相比，臺灣雙北市仍有許多改善的空間。

於此脈絡下，臺北市政府引進2007年於法國里昂擁有卓越成效的公共自行車租用計畫概念(Public Bicycle System, PBS)，為了鼓勵民眾使用低污染、低耗能的公共自行車作為短程接駁運具，減少及移轉私人機動車輛之持有及使用，以達改善都市道路交通擁擠、環境污染及能源損耗目的(Youbike 微笑單車網，2015)，於2009年以「臺北市公共自行車租賃系統示範計劃營運」為名，在信義計畫區內設置11個站點以及提供500輛公共自行車供民眾使用，並於2012年11月結束試營運，而後以「YouBike 微笑單車」為名正式啟用。截至2015年11月微笑單車分別在臺北市和新北市設立了196個和221站點供社會大眾使用。在使用人次方面，試營運初期每年只有十萬車次不到的使用量，但在試營運結束的同時，租借車次已經達到99萬車次的水準，而隨著系統的更新以及普及，2013年與2014年分別有1,000萬以及2,220萬的使用車次，成長幅度驚人，也在2015的3月突破4,000萬人次的總使用車次(臺北市政府交通局，2015)。以上數據顯示了公共自行車在這短短的三年內已經對於臺北市及新北市民在交通運具選擇上佔有一定的重要性和影響。

當使用者在使用公共自行車時，會依據其租借和歸還的時間地點不同而有著不同的使用樣態，例如通勤族往往會在平日上班時間使用位於捷運轉乘站附近的公共自行車來完成抵達公司或學校的最後一段旅次；休閒取向者往往會於假日傍晚時段使用位於河濱自行車道附近的公共自行車來達到遊憩並放鬆身心靈的目的。因此若能了解公共自行車使用的時空型態，便可以得知整個公共自行車系統的使用狀況，知悉系統是否存在著過度的空間不均或是使用率低落的狀況，提供系統經營者優化系統的方向，找出應當進行系統擴建的區域，或是避免挹注過多的資源於不恰當的區域，使資源能更有效率的利用；也可以提供政府管理者評估系統完備度的依據，檢驗經營者是否有妥善的滿足社會大眾的



使用需求。

單單只了解公共自行車的時空型態仍略有不足，勢必得進一步分析究竟是何種原因會造成不同的使用者之間有著不同的時空型態。公共自行車系統多是屬於城市內部的大眾運輸系統，與人類活動息息相關，因此「建成環境」便是一值得探討的影響原因。目前已有大量的文獻針對建成環境與旅次行為作出探討(Crane, 2000; Ewing and Cervero, 2001)，建成環境與自行車通勤的關係也於Heinen et al. (2010)年的文獻中有所探討，而建成環境與公共自行車使用的影響關係也有一些文獻加以討論(Buck and Buehler, 2011; Faghih-Imani et al., 2014; Rixey, 2013)。若能了解建成環境與公共自行車的關係便可以提供未來PBS站點選擇的依據，得以預先知悉在何種建成環境可能會有何種的使用情況，也可以提供現況調整與優化公共自行車系統的建議。

然而，上述針對建成環境與公共自行車使用的文獻並沒有針對不同的時空型態而做出型態區別，而是將其概括地視為均質狀態加以討論，但是真實情況並不是如此，例如平假日的公共自行車使用狀況一定會有所不同，通勤族並不會在假日時表現出如同平日的使用狀態。雖然亦有一些文獻探討公共自行車使用的時空型態(Borgnat et al., 2011; Vogel et al., 2014; Zhou, 2015)，但是並沒有深入探討是何種原因導致其分析結果的差異，大部分皆止於使用型態分群，此乃十分可惜。因此，本研究希望以臺灣雙北市為分析樣區，透過區分不同的時空型態，進而深入探討建成環境因子分別對於不同的時空型態有何影響，找出是何種建成環境因子造成公共自行車使用上有所差異，補足過往文獻缺口，提供未來實務操作上的理論依據，使公共自行車系統能更加完善。



第二節 研究目的

本研究基於上述的研究動機，期望透過臺北市、新北市微笑單車的案例分析，釐清 PBS 的時空型態，並針對建成環境對不同時空型態的影響作深入的討論。具體的研究目的如下：

- 一、以臺北市與新北市為研究對象，釐清公共自行車使用的時空型態。
- 二、探討建成環境因子對於公共自行車使用時空型態的影響關係。

藉由研究探討上述目的的過程中，可以幫助我們釐清建成環境和其他影響因子與 PBS 之間的影響關係，並在學術上與實務上達到以下貢獻。

(一) 增補公共自行車使用的相關理論知識

PBS 乃是近 10 年來才興起的大眾運輸系統，相關的文獻有限，且其中針對 PBS 影響因子的探討多沒有區分不同的時空背景，其研究結果較偏向系統面的整合；另一方面，探討時空差異的相關文獻多止於分類分群步驟，並沒有詳加探討影響因子。因此本研究可以連結過往文獻，深入探討時空型態的影響因子，補足過往文獻的缺口，增進更多 PBS 的相關知識。

(二) 提供公共自行車規劃與經營的參考資訊

透過探討 PBS 的時空型態可以得知使用者在不同時空下的使用狀況，並經由分析影響因子與 PBS 的關係找出關鍵因子，有助於了解 PBS 的系統架構，進而提供 PBS 規劃者與經營者實務上的建議，使其有效的掌握系統的動態平衡，得以穩固整個系統，並可以在未來擴展 PBS 系統時提供理論基準，避免資源投注在時空分布不均的區域，滿足社會大眾的使用需求。



第三節 研究流程

本研究之研究流程規劃如圖 1-3-1 所示，分為三個階段，依序為研究背景敘述、研究設計與資料調查、實證結果與結論建議，各階段之內容說明如後。

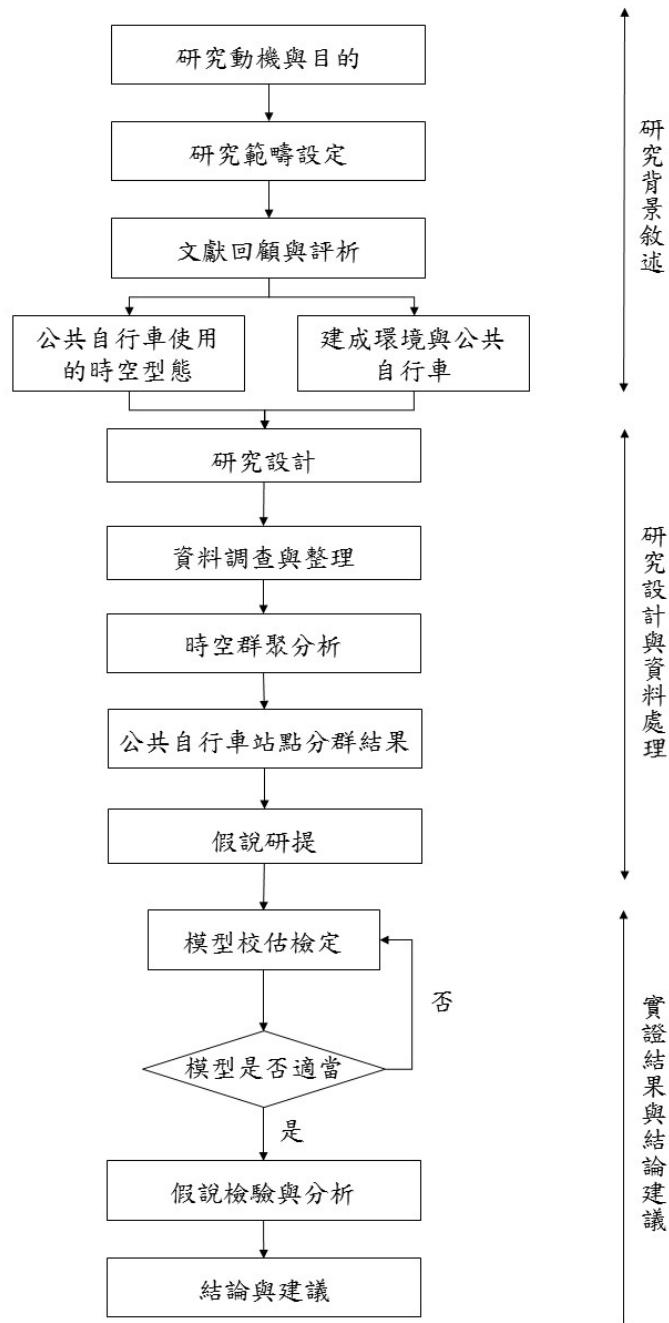


圖 1-3-1 研究流程圖



一、研究背景敘述

研究流程的第一階段包含研究動機與目的、研究範疇設定以及文獻回顧與評析三部分，以下將針對其內容進行說明。

(一) 研究動機與目的

透過研究動機的發想、了解研究目的以及其重要性之後，可以具體且深入的進行後續研究範疇的界定以及聚焦文獻回顧的方向，順利凝聚問題意識。

(二) 研究範疇設定

經過研究動機與目的的討論後，本研究採用雙北市的公共自行車系統作為研究對象，使用 2015 年 7 月至 12 月之流量資料進行分析，並進一步界定本研究的「時空型態」與「建成環境」之內容。

(三) 文獻回顧與評析

本研究主要探討建成環境對於公共自行車使用時空型態的影響，因此文獻回顧區分為兩個主題進行探討，分別是「公共自行車使用的時空型態」以及「建成環境與公共自行車」，希望藉由前人之研究成果作為本研究之基礎，進而彌補過往文獻之缺漏與不足。回顧公共自行車使用的時空型態之目的在於了解過往文獻對於時空型態的定義、用何種研究方法捕捉時空型態的內涵以及歸納整理出公共自行車時空型態的影響因素。在建成環境與公共自行車方面，回顧的目的在於了解過往文獻所使用的建成環境變數以及分析方法，並從中比較變數對於公共自行車的影響關係。經過兩個主題的文獻回顧後可以發現其中研究內容的定義、變數的選擇、方法的使用以及研究結果都可以當作本研究之研究基礎，也進一步釐清文獻缺口的存在，確認本研究之重要性。



二、研究設計與資料處理

研究流程的第二階段為研究設計與資料調查，內容包括研究設計、資料調查與整理、時空群聚分析以及假說研提四個步驟，以下進行內容說明。

(一) 研究設計

為了釐清建成環境因素與公共自行車使用時空型態的影響關係，在此根據文獻回顧的結果進行分析方法設計，包含時空資料調查處理、時空群聚分析方法以及後續迴歸模型之設計。

(二) 資料調查與整理

根據變數定義蒐集本研究所需要的相關資料。在公共自行車資料方面，分別向臺北市政府與新北市政府申請 2015 年 7 月至 12 月之公共自行車的逐筆租借紀錄資料，並分別將其轉換為本研究所欲使用的站點型態資料。至於在自變數方面，根據過往文獻歸納出的變數結果，分別蒐集雙北市的建成環境資料以及控制變數資料，經過地理資訊系統的相關處理後，整理為自行車站點本身的屬性資料，以利後續統計模型檢定使用。

(三) 時空群聚分析

群聚分析是利用資料彼此之間的相似性對資料進行分組，將之各自區分成「有意義」的群聚(Briant and Kut 2007)，而時空群聚分析則可以找出擁有相同時空性質的群聚。本研究將群聚分析視為資料處理的一部分，將上一部分整理出的站點屬性資料進行分群，而群聚分析的結果即為下一階段迴歸模型校估的應變數。



(四) 理論假說建立

藉由文獻回顧的歸納結果、文獻評析整理以及時空分群之結果觀察，可以從理論上進行影響關係之推演，進而確立建成環境對於公共自行車使用時空型態之假說關係，成為本文實證分析的討論重點，以及確立後續研究設計的方向，並於實證結果驗證假說關係，從中提出本文之結論建議。

三、 實證結果與結論建議

第三階段為實證結果與結論建議，根據資料處理後的結果進行模型校估檢定、假說檢驗與分析，最後提出結論與建議。

(一) 模型校估檢定

將群聚分析所得出的分群結果視作應變數進行迴歸模型校估與檢定，因為其具有類別變數的性質，故本研究對站點的分群結果使用羅吉特模式進行分析，依據時空群聚之間獨立性與模式估計參數的合理性，決定適合的羅吉特模式。自變數則使用處理過後的建成環境變數以及控制變數，迴歸結果即可檢驗何項建成環境因素會對於公共自行車使用的時空型態產生影響。

(二) 假說檢驗與分析

根據實際資料帶入模型校估的結果，可以檢驗本研究提出的假說是否有其實證依據，再深入探討實證結果與假說的異同，進而與過往文獻加以比較，確定影響公共自行車使用時空型態的建成環境變數，可以提供當今營運與未來規劃做為參考。



(三) 結論與建議

歸納整合研究結果，提出建成環境對於公共自行車使用時空型態的實證結論，整理其中具有顯著性的建成環境變數以及控制變數，提供給公共自行車管理者以及規劃者理論上的依據，也可以從中提供後續相關研究建議與參考，使公共自行車領域的學術研究更為完整。



第四節 研究方法

本研究之目的是要釐清影響公共自行車使用時空型態的建成環境因素，為了達到上述研究目的以及順利完成研究流程的各項工作，本研究所採用的研究方法有文獻評析、時空群聚分析以及羅吉特模式。研究過程先經由廣泛的文獻回顧蒐集補足基礎知識並歸納前人的研究成果，再藉由時空群聚分析捕捉公共自行車使用的時空型態，最後再經由群聚分析結果的分群類別進行羅吉特模式的認定，輸入建成環境變數與控制變數，藉此找出顯著影響公共自行車時空型態的變數，再加以論述分析與討論。以下則為各主要研究方法的使用說明。

一、 文獻評析

為達到本研究之研究目的，在文獻評析的這個階段分別以「公共自行車使用的時空型態」以及「建成環境與公共自行車」兩大面向蒐集相關文獻，經由廣泛的文獻閱讀，從中汲取過往研究所累積的相關知識，並得以掌握本研究之研究範疇以及研究目的，也得以從中推斷本研究之預期成果為何。並在歸納過去文獻的公共自行車系統、研究內容、自變數、應變數與控制變數選擇、研究方法以及閾值參數設定等內容之後，進行文獻的評析比較，作為研究設計的基礎。

二、 時空群聚分析

時空群聚分析的分析目標在於區辨公共自行車使用的時空型態類型，透過將具有相似時空型態的站點進行分群，得以從大量的原始資料中找出具有同質性的群體，提供研究者窺探大數據資料的研究取徑。在本研究中，時空群聚分析主要包括以下三個步驟：資料轉換處理、時空型態定義以及集群分析，首先將原始租借資料轉換為站點尺度的租借歸還次數資料，再根據時空型態的內容進行定義，最後使用階層式分群方法將時空型態區分出來。



三、 羅吉特模式

羅吉特模式(Logit Model)是處理類別變項的數學模型，主要解釋自變數對多種方案決策選擇的影響，並且透過最大化效用函數的方法來估計各個方案被選擇的機率。而本研究選擇使用羅吉特模式的原因在於上一個步驟的結果是呈現許多類時空分群的結果，屬於類別變項的範疇，因此本研究使用羅吉特為模式依據，並將分群結果之類別視作應變數，若分群結果之間各群之間互相獨立，則可以使用多項羅吉特迴歸模型；若群聚之間有相依關係，則使用巢式羅吉特進行後續的迴歸分析較為恰當。而建成環境變數以及控制變數則當作自變數，藉此找出顯著影響公共自行車使用時空型態的影響因素。



第二章 文獻回顧

本研究的主題是分析建成環境因子對公共自行車使用時空型態的影響關係，因此，本章分為「公共自行車使用的時空型態」以及「建成環境與公共自行車」兩個小節進行相關的文獻閱讀，最後再根據文獻回顧後的結果提出綜合評析，針對這些文獻的研究基礎與既有知識的不足提出說明，進而作為本研究研究構想與貢獻的參考依據。

第一節 公共自行車使用的時空型態

本節針對公共自行車使用的時空型態進行文獻回顧，主要內容包含相關文獻回顧以及文獻間的分析比較等兩部分。

(一) 相關文獻回顧

隨著電腦技術的逐年演進以及大數據資料庫的建置與開放，過往針對旅次行為的研究也得以從個人訪談與發放問卷的抽樣方法，轉而研究整體的時空模式架構，提供一個全新的研究取徑。而學界目前已有諸多文獻在討論交通旅次分布的時空型態，像是 Schlich et al. (2004)探討個人空閒時間旅次的時空結構、Novák and Sykora (2007)年探討布拉格郊區居民移動的時空模式、Del-melle and Delmelle (2012)探討大學校園通勤狀況的時空模式等。公共自行車系統雖然從 2007 年於法國里昂引領的風潮到現在也才短短不到 10 年的時間，已有諸多文獻抽樣調查個人尺度下運具選擇的議題(余書政，2009；白詩榮，2013)，而以系統全域的觀點研究公共自行車使用狀況的文獻則直到近幾年，隨著公共自行車系統的更新以及資料的釋放才得以進行後續的研究分析。

目前有關公共自行車時空型態的文獻主要分成兩大類，一類是找出公共自行車流量的使用趨勢與模式，進而建置預測模型以檢驗系統是否存在著異常的現象；

另一類則是依據公共自行車的使用狀況進行時空分群，藉由歸納分析時空群聚來判斷不同使用者之間的使用情形。

第一類的時空型態文獻大多利用分析過往流量資料的研究方法，找出公共自行車系統的規律性與模式，進而建置公共自行車流量的預測模型，像是 Froehlich et al. (2009)以西班牙巴塞隆納的 Bicing 系統為研究案例，使用前期各站點可使用的自行車數進行模擬，分別使用 Last Value、Historic Mean、Historic Trend、Bayesian Network 四種不同的模型進行預測，最後的結果證實與實際值平均只有兩台車左右的誤差，準確率高達 80%。Kalten-brunner et al. (2010)也以西班牙巴塞隆納的 Bicing 系統為研究案例，分別從區域尺度和全域尺度來分析各站點流量的變化，找出週期性的流量模式，最後再以此為基礎，發展一套有足夠可信度的預測模型，藉以提供管理者缺車缺位指標的參考依據。而 Borgnat et al. (2011)以法國里昂的 Vélo'v 系統為研究案例，分析了大量的自行車移動軌跡資料，估計各個站點的使用頻率與流量，再分別從空間與時間的觀點分析其中的變化，發現自行車站點確實存在著空間與使用上不均的現象；另外，此研究也根據時間模式的不穩定性 (Nonstationarity) 與週期性 (Cyclostationarity) 成功建置預測模型，將之運用在都市規劃理論與政策制定上。Zhao et al. (2015)分析了中國南京 2012 年 9 月與 10 月的公共自行車旅次資料，發現男性與女性在不同的時空背景下有不同的使用習慣，例如女性在平日出現了複合式的租借循環 (Multiple-circle pattern)，推斷可能與日常家務有關。而此研究也發現公共自行車旅次鏈可能與建成環境型態有關，例如住宅區與地鐵站的旅次鏈便有所不同。鍾智林、簡佑勳 (2014) 以臺灣臺北市 YouBike 系統為例，利用自行設立的缺車缺位指標進行系統使用率上的判斷依據，並確定 YouBike 系統確實普遍存在著缺車缺位的缺陷，但因其只使用一天的流量資料作為分析樣本，因此較不具代表性。

第二類的時空型態文獻將焦點置於公共自行車使用的分群上，希望透過分群方法使得群內差異最小而群間差異最大，進而區分出不同的使用型態，方便系統

管理以及政策制定參考。例如 Froehlich et al. (2009)使用階層式分群方法(Hierarchical clustering)中的樹狀圖分群方法(Dendrogram clustering)，將西班牙巴塞隆納的 Bicing 系統各站點的使用量進行分群，並發現分群結果與其站點位處於市區的位置不同而有所差異，例如流出群(Outgoing)多位於城市的邊緣，而流入群(Incoming)多位於高商業聚集區以及主要大道旁。Borgnat et al. (2011)也利用團塊化指標(Modularity)進行分群並找出空間群聚，發現不同地區的公共自行車使用狀況會有所不同，且較多區域內短程的移動而非區域間長程的移動。Etienne and Latifa (2014)利用法國巴黎的 V'elib' 系統作為研究案例，使用 Poisson mixture model 和 EM Algorithm 進行站點間的分群，成功將各站點區分為 8 個子群體，並發現分群結果與一地之社經變數如人口密度、工作機會密度、商店密度等有所關聯，但因其只是單純比較各分群結果與其平均社經變數之間的大小關係，故較缺乏嚴謹的統計顯著性。O'Brien et al. (2014)的研究尺度不再是城市範疇，而是蒐集了遍布全球 38 個城市的公共自行車系統資料，進行不同系統間站點的空間分布與使用流量的比較，並針對各系統流量間的差異進行分群整理，歸納出像是通勤主導、假日休閒主導、遊客主導等不同類型的系統特色。而 Vogel et al. (2014)利用法國里昂 Vélo'v 系統的個人屬性資料來進行分類，透過主成分分析與 K-means 分群演算法進行分群，最終得出四種不同的使用型態，並發現高度使用者多位於交通便利的區域。Zhou (2015)以美國芝加哥的 Divvy 系統為研究案例，首先以站點間自行車流動(Flow)的觀點進行群落分析(Community detection)，發現因尖峰時段的不同會有不同的流動情況，例如早上尖峰多以進城流動為主，而晚間尖峰則有較多往郊區的流動量。再來此研究以各站點使用量的觀點進行階層式分群並成功區分為 5 個子群集，發現不同子群集通常會坐落於不同的土地使用型態中。

以上文獻回顧之公共自行車使用的時空型態內容整理如表 2-1-1。

表 2-1-1 公共自行車使用的時空型態文獻整理

| 文獻 | PBS 系統 | 時空型態內容 | 時空型態影響因子 | 檢驗影響關係之分析方法 |
|-----------------------------|-------------------|----------|--|--------------------------------------|
| Froehlich et al. (2009) | 西班牙巴塞隆納 Bicing | 小時流量預測模型 | 誤差閾值 預測時間 歷史數據品質 站點分群結果 | 誤差閾值有利用 T 檢定比較不同閾值設定對於預測結果的影響程度；其他則無 |
| | | 站點分群分析 | 站點於都市的分布 地形 商業區 主要道路 | 無 |
| Kaltenbrunner et al. (2010) | 西班牙巴塞隆納 Bicing | 小時流量預測模型 | 無 | 無 |
| Borgnat et al. (2011) | 法國里昂 Vélo'v | 小時流量預測模型 | 雨量 | 無 |
| | | 站點分群分析 | 地形 行政區劃分 站點間距離 | 無 |
| | | 流量分群分析 | 站點於都市的分布 公園 河流 大學校園 地鐵站 中心商業區 | 無 |
| Etienne and Latifa (2014) | 法國巴黎 Vélib' | 站點分群分析 | 地鐵 公園 觀光景點 人口密度 工作機會密度 個人服務設施密度 商店密度 | 人口密度、工作機會密度、個人服務設施密度、商店密度有比較平均值；其他無 |
| O'Brien et al. (2014) | 全球 38 個系統 | 流量分群分析 | 文化差異 | 無 |

表 2-1-1 公共自行車使用的時空型態文獻整理(續)

| 文獻 | PBS 系統 | 時空型態內容 | 時空型態影響因子 | 檢驗影響關係之分析方法 |
|---------------------|---------------|----------|---|--|
| Vogel et al. (2014) | 法國里昂 Vélo'v | 使用者分群分析 | 使用者性別 使用者年齡 大眾運輸可及性 站點於都市的分布 住宅區 商業區 休閒娛樂設施 | 無 |
| Zhao et al. (2015) | 中國南京 | 旅次鏈分布 | 使用者性別 平假日 建成環境 | 性別、平假日有利用卡方檢定檢驗不同性別與不同的平假日是否會影響旅次鏈的分布特性；建成環境則無 |
| Zhou (2015) | 美國芝加哥 Divvy | 流量分群分析 | 平假日 尖峰非尖峰時間 自行車道 站點於都市的分布 | 無 |
| | | 站點分群分析 | 休閒娛樂設施 公園 工作機會 住宅區 商業區 文教區 使用者性別 使用者年齡 站點於都市的分布 | 無 |
| 鍾智林、簡佑勳 (2014) | 臺灣臺北市 YouBike | 缺車缺位指標計算 | 捷運站 學校 商業區 辦公大樓 公園 | 無 |



(二)文獻分析比較

根據表 2-1-1 之內容整理，進行以下歸納與分析。

(1) 研究區域

經由文獻歸納整理如表 2-1-2，公共自行車使用時空型態的文獻於地理分布上相當多元，舉凡歐洲、美洲、亞洲皆有研究案例，然則案例數仍稍嫌稀少，尚待學界加以補足。另外在系統規模方面，雖然因各研究當時的時空背景不同而與現今會有所差異，但總歸來說，法國巴黎的 Vélib' 系統因其發展歷史悠久而屬於大規模的公共自行車系統；而西班牙巴塞隆納、法國里昂以及美國芝加哥的系統則屬於中規模的系統；而中國南京市內的江寧區系統則屬於小區域的系統，服務範圍較小。至於鍾智林、簡佑勳研究的臺北市 YouBike 系統則因當時系統剛正式營運，尚待發展，因此站點數較少。

表 2-1-2 公共自行車使用的時空型態研究區域比較表

| 研究地區 | 公共自行車系統 | 研究案例系統規模 | 文獻 |
|--------------|---------|---------------------------|--|
| 西班牙 巴塞隆納 | Bicing | 約 390 個站點， 6000 台車輛。 | Froehlich et al. (2009) Kaltenbrunner et al. (2010) |
| 法國里昂 | Vélo's | 約 340 個站點， 4000 台車輛。 | Borgnat et al. (2011) Vogel et al. (2014) |
| 法國巴黎 | Vélib' | 約 1200 個站點， 20000 台車輛。 | Etienne and Latifa (2014) |
| 中國南京市 江寧區 | 南京公共自行車 | 約 150 個站點， 1100 台車輛。 | Zhao et al. (2015) |
| 美國芝加哥 | Divvy | 約 300 個站點， 3000 台車輛。 | Zhou (2015) |
| 臺灣臺北 | YouBike | 約 63 個站點， 2100 台車輛。 | 鍾智林、簡佑勳 (2014) |



(2) 時空型態內容

過去文獻針對的時空型態主要可以歸納整理為三大類，如表 2-1-3，第一大類是根據過往站點的歷史可租借車輛數以及空位數為資料來源，建立未來可使用車輛的預測模型，將預測值與實際值做比對即可得知是否有異常使用狀況產生。第二大類則是分群分析，針對的分群對象有流量分群、站點分群以及使用者分群等，透過分類分群的動作可以進一步窺探大量租借數據背後的使用型態，但礙於個人屬性資料取得不易，因此針對個體使用型態的分析目前尚未有研究案例。第三大類是為其他，有以旅次鏈或是缺車缺位現象做為研究對象的文獻產出。

表 2-1-3 公共自行車使用的時空型態內容比較表

| 類別 | 研究內容 | 文獻 |
|------|--------|--|
| 預測模型 | 小時流量 | Froehlich et al. (2009) Kaltenbrunner et al. (2010) Borgnat et al. (2011) |
| 分群分析 | 流量分群 | Borgnat et al. (2011) O'Brien et al. (2014) Zhou (2015) |
| | 站點分群 | Froehlich et al. (2009) Borgnat et al. (2011) Etienne and Latifa (2014) Zhou (2015) |
| | 使用者分群 | Vogel et al. (2014) |
| 其他 | 旅次鏈 | Zhao et al. (2015) |
| | 缺車缺位指標 | 鍾智林、簡佑勳 (2014) |

(3) 時空型態影響因子

本研究根據以上文獻的研究結論歸納出公共自行車使用時空型態的影響因子，如表 2-1-4，主要可以區分為自然環境、建成環境、人口特徵、時間尺度、站點空間分布、文化、模型設計等大類，然而這些影響因素絕大多數並未經過研究者以嚴謹的統計分析模型加以實證，多數研究都以經驗推論、歸納統整、視覺化

疊圖等方法加以判斷影響關係，諸如此類的分析方法雖然在邏輯上無明顯的謬誤，但無實際的數據實難令人信服，而其中往往也存在許多過度推斷以及似是而非的判斷錯誤於其中。



表 2-1-4 公共自行車使用的時空型態影響因子比較表

| 影響因子 | | 文獻 |
|------|-----|---|
| 自然環境 | 地形 | Froehlich et al. (2009) Borgnat et al. (2011) |
| | 雨量 | Borgnat et al. (2011) |
| | 河流 | Borgnat et al. (2011) |
| 建成環境 | 密度 | 人口密度 Etienne and Latifa (2014) |
| | | 工作機會密度 Etienne and Latifa (2014) |
| | | 個人服務設施密度 Etienne and Latifa (2014) |
| | | 商店密度 Etienne and Latifa (2014) |
| | 可及性 | 商業區可及性 Froehlich et al. (2009) Borgnat et al. (2011) Vogel et al. (2014) Zhou (2015) 鍾智林、簡佑勳 (2014) |
| | | 住宅區可及性 Vogel et al. (2014) Zhou (2015) |
| | | 教育設施可及性 Borgnat et al. (2011) Zhou (2015) 鍾智林、簡佑勳 (2014) |
| | | 休閒娛樂設施可及性 Borgnat et al. (2011) Etienne and Latifa (2014) Vogel et al. (2014) Zhou (2015) 鍾智林、簡佑勳 (2014) |

表 2-1-4 公共自行車使用的時空型態影響因子比較表(續)

| 影響因子 | | | 文獻 |
|--------|----------|-----------|---|
| 建成環境 | 可及性 | 大眾運輸系統可近性 | Borgnat et al. (2011) Etienne and Latifa (2014) Vogel et al. (2014) 鍾智林、簡佑勳 (2014) |
| | 自行車運動設施 | 自行車道 | Zhou (2015) |
| | 道路設計 | 主要道路長度 | Froehlich et al. (2009) |
| 人口特徵 | 年齡 | | Vogel et al. (2014) Zhou (2015) |
| | 性別 | | Vogel et al. (2014) Zhao et al. (2015) Zhou (2015) |
| 時間尺度 | 平假日 | | Zhao et al. (2015) Zhou (2015) |
| | 尖峰時段 | | Zhou (2015) |
| 站點空間分布 | 站點於都市的分布 | | Froehlich et al. (2009) Borgnat et al. (2011) Vogel et al. (2014) Zhou (2015) |
| 文化 | 國情文化差異 | | O'Brien et al. (2014) |
| 模型設計 | 估計閾值 | | Froehlich et al. (2009) |
| | 資料品質 | | Froehlich et al. (2009) |

根據以上文獻分析比較結果，可以發現公共自行車系統有其特殊獨有的時空型態模式，然而目前有關公共自行車時空型態的文獻大多沒有深入實證究竟是何種原因導致時空差異的現象產生，只是單純的陳述各個自行車系統的時空狀況，再輔以作者個人的推斷，並沒有輔以統計模型加以佐證。例如 Zhao et al. (2015) 僅以文字論述建成環境會對旅次鏈的時空分布有所影響、Zhou (2015)也僅以文字論述時空分群結果的子群體 C 與其周遭的商業區環境有關。但以上文獻皆淪於口頭上的論述，並沒有統計數據加以實證，雖然 Corcoran et al. (2014)有證實兩

量、風速、氣溫與特定的假日會影響公共自行車使用的時空型態，但除了此種普遍的自然影響因子之外，本研究相信整個公共自行車時空系統背後仍有隱藏的影響因子尚未被挖掘。故參考上述文獻分析比較的影響因子之後，再加上公共自行車系統大多位於都市的範圍內，本研究認為建成環境因子有納入考慮的空間，因此透過回顧下一節建成環境對公共自行車的影響來說明本研究的懷疑有其理論依據以及重要性。



第二節 建成環境與公共自行車

在運輸規劃領域之中，已有大量的文獻深入討論建成環境與旅運需求或旅運行為之間的影響關係，證實建成環境會對人類旅次發生、旅次分布、運具選擇以及交通量指派造成影響(Cervero and Kockelman, 1997; Ewing and Cervero, 2001; Handy et al., 2005; Ewing and Cervero, 2010)。而在自行車運動(Cycling)的領域上，也已累積了許多世界各國的實證案例，證實不管處在何種文化價值觀的條件差異下，建成環境對於自行車運動依然扮演了舉足輕重的角色(Moudon et al., 2005; Titze et al., 2008; Heinen et al., 2010; Zhao, 2014)。然而隨著當代公共自行車系統的迅速發展，現今自行車使用之狀況已與過往自行車運動文獻所述有所不同，使用者不一定要擁有私人自行車運具便可以選擇自行車作為移動的工具。因此，也有一些學者發現這個現象，針對公共自行車系統進行相關研究，試圖找出建成環境因子與公共自行車使用的影響關係。

(一)相關文獻回顧

Buck and Buehler (2011)主要探討自行車道與公共自行車旅次數量的關係。此研究使用美國華盛頓特區 Capital Bikeshare 系統 2010 年 9 月到 2011 年 3 月的租借資料為案例進行分析，假設公共自行車站點方圓約 800 公尺(半英里)內自行車道的設置會增加此站點的日均租借量，經過二元迴歸分析(Bivariate Regression)與多元迴歸分析(Multivariate Regression)之後，證實公共自行車站點周遭自行車道長度越長會增加此站點的使用流量，也一併發現站點附近的建成環境變數，如餐飲店數、十字路口數、其餘公共自行車站點數以及與地鐵、食品超商的距離越短會有更高的使用量，另外在非建成環境變數上像是人口數、居民的收入也會有顯著正向的影響。

Maurer (2011)試圖從美國明尼蘇達 Nice Ride MN 系統的案例來評估未來在沙加緬度的公共自行車系統是否會有良好的成效。此案例以各站點 2010 年 8 月

租借量的自然對數做為應變數，而自變數則以站點方圓 400 公尺為閾值進行 GIS 疊圖處理，並以簡單線性迴歸進行變數顯著性的檢驗，結果發現建成環境變數如站點的車位數越多會有越高的使用量，而與公園的距離越近也有越高的使用量。至於其他變數像是收入、高收入工作機會、零售商工作機會和可替代通勤方式等變數會有正向的影響，而非白人人口、低私有車輛持有之家庭和工作機會則有負向的影響。本研究也據此迴歸結論，給予沙加緬度公共自行車的未來規劃提供建議。

Daddio (2012) 希望能使公共自行車使用效益最大化，因此試圖找出哪些決定性因素會影響公共自行車的使用流量。此研究以美國華盛頓特區的 Capital Bikeshare 系統為研究案例，將 2011 年 10 月各站點的月均租借車次平方根後作為應變數，自變數則以站點周圍 400 公尺的路網距離設為閾值進行疊圖運算，經過多元迴歸分析之後，發現建成環境變數如零售業家數、地鐵站的數量越多會增加公共自行車的使用車次，而與 Capital Bikeshare 系統中心點越近也會有越多的使用車次。在非建成環境變數方面，20 至 39 歲的人口數越多會有越大的影響，而非白人人口越多則會減少公共自行車的使用車次。

Rixey (2013) 探討建成環境與人口統計因子對於公共自行車使用的影響關係。此研究以美國華盛頓特區的 Capital Bikeshare 系統、丹佛 B-Cycle 系統以及明尼蘇達的 Nice Ride 系統為實證案例，應變數是分別將三個系統中各站點第一個營運季節的月均租借量取自然對數，使其符合線性關係；自變數則是以站點周圍 400 公尺為閾值進行面積比例的疊圖計算，並使用二元迴歸分析與多元迴歸進行分析，發現建成環境變數如大學校園、自行車道、公車站牌、其餘公共自行車站點的設立皆會增加站點的使用率，而非建成環境變數像是人口數、工作機會等會有正向的影響，而非白人人口的分布以及降雨天數則會有負向的影響。

Faghih-Imani et al. (2014)探討都市型態以及土地利用是如何影響公共自行車使用流量。此研究以加拿大蒙特婁的 BIXI 系統為例，蒐集 2012 年 4 月到 8 月間的平均小時流量，分開計算每一站點的租借率(Departure Rate)與歸還率(Arrival Rate)作為應變數；而自變數中的建成環境變數則以公共自行車站點周圍 250 公尺為閾值進行變數計算，並以多階層線性迴歸(Multilevel Linear Regression)作為分析方法。研究發現建成環境變數如地鐵站數、餐廳數、自行車道長度、次要道路長度、其餘自行車站點數量會對租借率與歸還率產生正向影響，而主要道路長度、與中心商業區(CBD)的距離則會有負向的影響。至於非建成環境變數方面，像是氣溫、人口密度等會有正向影響，而雨量、濕度則會有負向的影響。另外，本研究有考慮時間區段不同與公共自行車流量的影響關係，結果指出周末比起平日對於自行車租借與歸還率則有負向的影響，但周末晚間對於租借率與歸還率則有顯著正向的影響；上午與中午時段對於歸還率有負向的影響，然而對於租借率有正向的關係，而下午時段對於租借與歸還都有正向的影響關係。

Wang et al. (2015)探討公共自行車站點周遭的商業行為以及工作機會是否會對於站點的使用狀況產生影響。此研究以美國明尼蘇達的 Nice Ride 系統為研究案例，應變數為 2011 年各站點日均租借量與歸還量的加總，自變數則多以站點周圍 400 公尺的路網距離進行疊圖計算，並使用對數線性迴歸(Log-linear Regression)和負二項迴歸(Negative Binomial Regression)進行統計分析，研究結果發現建成環境變數如大學校園、道路覆蓋、餐廳數會增加自行車站點的使用狀況，而與中心商業區的距離、與公園的距離、與河流湖泊距離則有負向的影響。非建成環境變數方面，白人人口與工作機會有著正向的影響，而幼老年人口比例越高則會減少公共自行車的使用量。以上建成環境與公共自行車之文獻回顧內容整理如下表 2-2-1。

表 2-2-1 建成環境與公共自行車文獻整理

| 文獻 | PBS 系統 | 應變數 | 自變數 | | 建成環境 閾值 | 分析方法 | 實證結論 |
|-------------------------|-------------------------|---|---|--|----------------|----------------------|--|
| | | | 建成環境變數 | 控制變數 | | | |
| Buck and Buehler (2011) | 美國華盛頓 Capital Bikeshare | 各站點 2010 年 9 月~ 2011 年 3 月之日均租借車次 | 零售家數 路口數 自行車道長度 地鐵最近距離 食品雜貨最近距離 是否位於市中心 是否位於 Anacostia 東岸 | 人口數 收入 單車使用比例 無私有車家戶比例 | 方圓半英里，約 800 公尺 | 二元線性迴歸分析 多元線性迴歸分析 | 1. 鄰近自行車道的站點的確有較高的使用量。 2. 未來設置自行車站點時可以多考慮人口數多或是零售家數多的地區。 |
| Maurer (2011) | 美國明尼蘇達 Nice Ride MN | 各站點 2010 年 8 月總租借量之自然對數 | 休閒娛樂場館數 是否位於大學校園與公園最短距離 與地鐵最短距離 轉乘強度 公車站牌數 自行車道長度 站點車位數 | 人口數 18-49 人口數 非白人人口 低私有車家戶比例 收入 工作機會 零售工作機會 高收入工作機會 就業人口數 及業人口數 步行、單車、大眾運輸工具通勤比例 | 方圓 400 公尺 | 多元線性迴歸分析 | 1. 站點車位數越高，使用量越高。與公園距離越近，使用量也越高。 2. 收入、高收入工作機會、零售工作機會和可替代通勤方式等變數有正向的影響；而非白人人口、低私有車家戶比例和工作機會則有負向的影響。 |

表 2-2-1 建成環境與公共自行車文獻整理(續)

| 文獻 | PBS 系統 | 應變數 | 自變數 | | 建成環境 閾值 | 分析方法 | 實證結論 |
|------------------|---|--|---|---|----------------|------------------------------|--|
| | | | 建成環境變數 | 控制變數 | | | |
| Daddio (2012) | 美國華盛頓 Capital Bikeshare | 各站點 2011 年 10 月均租借 車次之平 方根 | 飯店房間數 休閒娛樂場館數 零售家數 大學數 公園數 公車站牌數 地鐵站數 自行車道長度 與系統中心點距離 | 20~39 歲人口數 收入 非白人人口比例 低私有車家戶比例 步行、單車、大眾 運輸工具通勤比例 | 400 公尺 路網距離 | 多元線性迴歸 分析 | 1. 零售家數與地鐵站的數量 越多，有越高的使用車 次。 2. 越靠近系統中心會有越高 的使用車次。 3. 20~39 歲人口數有正向影響 關係；非白人人口比例有 負向的影響。 |
| Rixey (2013) | 美國華盛頓 Capital Bikeshare、 美國丹佛 Denver B- Cycle、 美國明尼蘇 達 Nice Ride MN | 各系統各 站點第一 季的月均 租借量(取 自然對數) | 自行車道長度 公車站牌數 與其他公共自行車 站點最近距離 是否有大學 是否有公園 | 人口數 工作機會 高收入工作機會 零售工作機會 步行、單車、大眾 運輸工具通勤比例 中階家戶所得 非白人人口比例 是否是華盛頓系統 是否是丹佛系統 是否是明尼蘇達系 統 平均降雨天數 | 方圓 400 公尺 | 二元線性迴歸 分析 多元線性迴歸 分析 | 1. 大學校園、自行車道、公 車站牌、範圍內與其餘公 共自行車站點的距離越小 皆會增加站點的使用量。 2. 人口數、工作機會、多樣 通勤工具的比例越高會增 加使用量。 3. 降雨天數、非白人人口比 例則會降低使用量。 |

表 2-2-1 建成環境與公共自行車文獻整理(續)

| 文獻 | PBS 系統 | 應變數 | 自變數 | | 建成環境 閾值 | 分析方法 | 實證結論 |
|----------------------------|---------------------|--|---|--|----------------|---------------------|---|
| | | | 建成環境變數 | 控制變數 | | | |
| Faghih-Imani et al. (2014) | 加拿大蒙特婁 BIXI | 各站點 2012 年 4 月~8 月平均小時流量，區分租借量與歸還量。 | 人口密度 工作機會密度 自行車道長度 主要道路長度 次要道路長度 BIXI 站點數 BIXI 車位數 地鐵站數 餐廳數 商業公司數 大學數 與 CBD 距離 | 天氣變數： 氣溫 雨量 相對溼度 時間變數： 周末 上午 中午 下午 週五週六晚間 | 方圓 250 公尺 | 多階層線性迴歸 | 1. 人口密度、地鐵站數、餐廳數、自行車道長度、次要道路長度、其餘自行車站點數量會對租借率與歸還率產生正向影響，而主要道路長度、與中心商業區(CBD)的距離則會有負向的影響。 2. 氣溫會有正向影響，而雨量、濕度則會是負向。 3. 時間變數對於租借與歸還會因時段不同而有不同的影響。 |
| Wang et al. (2015) | 美國明尼蘇達 Nice Ride MN | 2011 年各站點日均歸還與租借量之加總 | 餐廳數量 河流湖泊最短距離 CBD 站點最短距離 與公園最短距離 與自行車站點最短距離 是否位於大學校園 是否道路覆蓋 是否位於輕軌區 | 白人人口比例 幼年老年比例 工作機會 是否位於北明尼亞波利斯區 是否於 2010 年營運 | 400 公尺 路網距離 | 對數線性迴歸分析 負二項迴歸分析 | 1. 大學校園、道路覆蓋、餐廳數會增加使用量；與 CBD、河川湖泊、公園的距離越短也會增加使用量。 2. 白人人口與工作機會有著正向的影響，而幼老年人口比例越高則會減少公共自行車的使用量。 |



(二)文獻分析比較

根據表 2-2-1 之內容整理，進行以下歸納與分析。

(1) 研究區域

本研究以臺灣臺北市與新北市的微笑單車(YouBike)系統為研究案例，而文獻回顧的過程中發現過往建成環境與公共自行車之研究案例集中於北美等地，如表 2-2-2 所示，對於非北美地區之案例經驗甚少，也因此若從文獻回顧的結論類推至非北美國家地區可能會因文化國情不同而有所差異。

表 2-2-2 建成環境與公共自行車研究區域比較表

| 研究地區 | 公共自行車系統 | 文獻 |
|--------|-------------------|--|
| 美國華盛頓 | Capital Bikeshare | Buck and Buehler (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) |
| 美國明尼蘇達 | Nice Ride MN | Maurer (2011) Rixey (2013) Wang et al. (2015) |
| 美國丹佛 | Denver B-Cycle | Rixey (2013) |
| 加拿大蒙特婁 | BIXI | Faghih-Imani et al. (2014) |

(2) 應變數

公共自行車具有甲地租乙地還的特性，故每一個站點皆同時擁有租借與歸還紀錄，兩者蘊含的地理訊息並不全然相同，租借次數多者表示民眾多從此地出發，是為旅次的起點，而歸還次數多的站點是為旅次的終點，表示民眾多使用公共自行車前往此地，其中的建成環境差異很有可能會影響民眾使用公共自行車的意願與行為。故此歸納舊有文獻對於公共自行車使用量的定義，如表 2-2-3，而其中對於應變數定義的變數操作也會影響後續研究方法的使用，可以提供本研究後續的參考與建議。

表 2-2-3 建成環境與公共自行車應變數比較表

| 應變數 | 變數操作 | 文獻 |
|-----------|------|----------------------------|
| 時均租借車次 | 無 | Faghih-Imani et al. (2014) |
| 時均歸還車次 | 無 | Faghih-Imani et al. (2014) |
| 日均租借車次 | 無 | Buck and Buehler (2011) |
| 日均總租借歸還車次 | 無 | Wang et al. (2015) |
| 月均租借車次 | 自然對數 | Rixey (2013) |
| | 平方根 | Daddio (2012) |
| 單月總租借車次 | 自然對數 | Maurer (2011) |

(3) 建成環境閾值

在進行自變數的歸納整理之前，必須先了解各研究所定義的站點建成環境為何，因為在地理資料處理的過程中，公共自行車站點所代表的多為單一的點資料，而建成環境屬性則多為線資料或是面資料，例如自行車道為線資料、公園綠地為面資料，故賦予站點建成環境屬性時多先將站點轉換為面資料，再與建成環境屬性資料進行疊圖分析，計算其中所含的面積比例進行建成環境屬性內插應用。而其中多少閾值才足以代表公共自行車站點的服務範圍以及建成環境性質，此在學術界上尚未有統一且標準的規範，因此本研究歸納舊有文獻對於閾值的定義，如表 2-2-4，可作為後續自變數的操作定義依據。

表 2-2-4 建成環境與公共自行車閾值比較表

| 閾值大小 | 距離定義 | 文獻 |
|-------------------|--------|-------------------------------------|
| 250 公尺 | 歐幾里得距離 | Faghih-Imani et al. (2014) |
| 400 公尺 | 歐幾里得距離 | Maurer (2011) Rixey (2013) |
| | 路網距離 | Daddio (2012) Wang et al. (2015) |
| 半英里 (約 800 公尺) | 歐幾里得距離 | Buck and Buehler (2011) |



(4) 自變數

自變數的選擇可以分成建成環境變數與控制變數兩大類，在建成環境變數的使用上，各個文獻皆有其選取理由以及定義方式，大致可以歸納為密度、可及性、自行車運動設施以及街道設計等四大類，如表 2-2-5，其中建成環境的閾值範圍則根據文獻的不同而有所差異，可見表 2-2-4。以下則對各個歸納出的變數類別做說明。

表 2-2-5 建成環境與公共自行車自變數比較表

| 建成環境變數 | | 文獻 |
|--------|-----------|---|
| 密度 | 人口密度 | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) |
| | 工作機會密度 | Maurer (2011) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) |
| 可及性 | 中心商業區可及性 | Buck and Buehler (2011) Daddio (2012) Faghih-Imani et al. (2014) Wang et al. (2015) |
| | 教育設施可及性 | Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) Wang et al. (2015) |
| | 休閒娛樂設施可及性 | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) Wang et al. (2015) |
| | 日常生活場所可及性 | Buck and Buehler (2011) Daddio (2012) |

表 2-2-5 建成環境與公共自行車自變數比較表(續)



| 建成環境變數 | | 文獻 |
|---------|------------|---|
| 可及性 | 大眾運輸系統可及性 | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) Wang et al. (2015) |
| 自行車運動設施 | 自行車道長度 | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) Wang et al. (2015) |
| | 公共自行車站點車位數 | Maurer (2011) Faghih-Imani et al. (2014) |
| 道路設計 | 十字路口數量 | Buck and Buehler (2011) |
| | 主要道路長度 | Faghih-Imani et al. (2014) |
| | 次要道路長度 | Faghih-Imani et al. (2014) |
| | 鋪蓋良好道路連結 | Wang et al. (2015) |

1. **密度**：分為人口密度以及工作機會密度，計算方法多為站點閾值範圍內的人口數或工作機會數除以閾值範圍面積。
2. **可及性**：依照目標地點的性質區別，可再細分為中心商業區可及性、教育設施可及性、休閒娛樂可及性、日常生活場所可及性以及大眾運輸系統可及性五大類，其量測方式有三類，其一是與目標地點之最短距離；其二是在建成環境閾值內是否有目標地點的存在；其三是在建成環境閾值內目標地點的數量，數量越多也就表示此站點與目標設施的可及性越大。
3. **自行車運動設施**：衡量此站點的自行車設施建置程度，相關的指標有自行車道的長度、公共自行車站點車位數兩大類。

4. 道路設計：量測站點周遭道路的完備度以及便利性，主要的指標有建成環境閾值內十字路口的數量、主要道路長度、次要道路長度以及是否有鋪蓋良好的道路連結站點。

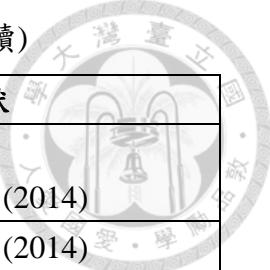


在控制變數方面，可以歸納為人口特徵、個體生活方式、天氣變數、時間變數與案例特定變數等類別，而人口特徵又可再細分為年齡、種族兩小類；個體生活方式也可再細分為收入、運具選擇與家戶私有車比例。至於本研究探討的時空型態並沒有被多數的文獻納入變數參考，只有 Faghih-Imani et al. (2014)有粗略的考慮到不同時間區段造成的差異。控制變數的歸納整理如表 2-2-6，有助於做於本研究後續控制變數的處理依據。

表 2-2-6 建成環境與公共自行車控制變數比較表

| 控制變數 | | 文獻 |
|--------|---------|---|
| 人口特徵 | 年齡 | Maurer (2011) Daddio (2012) Wang et al. (2015) |
| | 種族 | Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) Wang et al. (2015) |
| 個體生活方式 | 收入 | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) |
| | 運具選擇 | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) |
| | 家戶私有車比例 | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) |

表 2-2-6 建成環境與公共自行車控制變數比較表(續)



| 控制變數 | 文獻 |
|--------|--|
| 天氣變數 | Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) |
| 時間變數 | Faghih-Imani et al. (2014) |
| 案例特定變數 | Rixey (2013) Wang et al. (2015) |

1. 年齡：多為青壯年人口比例，預期青壯年有較高意願使用公共自行車。
2. 種族：在歐美研究多以非白人人口比例來判讀一地區的社會條件是否良好。
3. 收入：可分為個人收入或家戶所得，多以地區家戶所得的中位數表示。
4. 運具選擇：此為個人可以選擇單車、公車、地鐵或是其他大眾運輸工具的比例，可以視為公共自行車使用者的潛在族群。
5. 家戶私有車比例：多以擁有少於 1 輛汽車的家戶比例表示。
6. 天氣變數：包含溫度、相對濕度、雨量三種。
7. 時間變數：僅出現在 Faghih-Imani et al. (2014) 中，可以再細分為周末、上午、中午、下午和周五大晚間等。
8. 案例特定變數：在 Rixey (2013) 中有各個系統之間的比較，因此需要設定類別參數來區分不同的案例。另外在 Wang et al. (2015) 也有特別針對研究範圍中特殊的地方進行深入的探討。

本研究聚焦的重點於站點尺度，因此許多像是使用者年齡、收入、種族、運具選擇、家戶私有車比例等使用者個人屬性的變數需要改變變數型態或是更改定義之後才可以納入本研究之中。



(5) 分析方法

針對不同的依變數型態會有不同的分析方法可供使用，然而在建成環境與公共自行車的相關文獻中，大多數的應變數皆是一般的連續變數，因此大部分的文獻也都選擇線性迴歸模型作為分析方法，只有少部分的文獻如 Wang et al. (2015) 有採用負二項迴歸模型。各個文獻的分析方法整理如表 2-2-7。

表 2-2-7 建成環境與公共自行車分析方法比較表

| 分析方法 | 文獻 |
|-----------|---|
| 線性迴歸分析 | 二元線性迴歸分析 Buck and Buehler (2011) Rixey (2013) |
| | 多元線性迴歸分析 Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) |
| | 對數線性迴歸分析 Wang et al. (2015) |
| 多階層線性迴歸分析 | Faghih-Imani et al. (2014) |
| 負二項迴歸分析 | Wang et al. (2015) |

(6) 實證結果

各個文獻因其系統、文化脈絡與變數選擇的不同，實證結果也不盡然相同。根據表 2-2-1 歸納各個文獻的實證結果，整理如表 2-2-8 以及表 2-2-9。可以發現中心商業區可及性、休閒娛樂可及性、日常生活場所可及性、大眾運輸系統可及性以及自行車運動設施在不同的文獻中皆有著正向的影響關係，而道路設計中的次要道路長度、十字路口數以及鋪蓋良好的道路連結也都有正向的影響，至於主要道路長度則有負向的影響。值得一提的是因為 Faghih-Imani et al. (2014) 於自變數其中納入了時間變數加以區分，因此例如人口密度、工作機會密度和教育設施可及性這個建成環境變數便會因其上午與下午的使用特性而有著相反的影響關係。至於在控制變數方面，可以歸納為人口特徵、個體生活方式、天氣以及時間變數四大類，其中也因為文獻中系統與調查樣本的差異而有著不一樣的影響關係。

表 2-2-8 建成環境變數實證結果比較表



| 建成環境變數 | | 影響關係 | 文獻 |
|--------|-----------|------|---|
| 密度 | 人口密度 | (+) | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) |
| | | (-) | Faghih-Imani et al. (2014) |
| | 工作機會密度 | (+) | Maurer (2011) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) |
| | | (-) | Faghih-Imani et al. (2014) |
| | | | |
| 可及性 | 中心商業區可及性 | (+) | Buck and Buehler (2011) Daddio (2012) Faghih-Imani et al. (2014) Wang et al. (2015) |
| | | (+) | Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) Wang et al. (2015) |
| | | (-) | Faghih-Imani et al. (2014) |
| | 休閒娛樂設施可及性 | (+) | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) Wang et al. (2015) |
| | | (+) | Buck and Buehler (2011) Daddio (2012) |

表 2-2-8 建成環境變數實證結果比較表(續)



| 建成環境變數 | | 影響關係 | 文獻 |
|---------|-----------|------|---|
| 可及性 | 大眾運輸系統可及性 | (+) | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) Wang et al. (2015) |
| 自行車運動設施 | | (+) | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) Wang et al. (2015) |
| 道路設計 | 十字路口數量 | (+) | Buck and Buehler (2011) |
| | 主要道路長度 | (-) | Faghih-Imani et al. (2014) |
| | 次要道路長度 | (+) | Faghih-Imani et al. (2014) |
| | 鋪蓋良好道路連結 | (+) | Wang et al. (2015) |

表 2-2-9 控制變數實證結果比較表

| 控制變數分類 | 自變數 | 影響關係 | 文獻 |
|--------|-------|-------|---|
| 人口特徵 | 年齡 | (+、-) | Maurer (2011) Daddio (2012) Wang et al. (2015) |
| | 非白人人口 | (-) | Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) Wang et al. (2015) |
| 個體生活方式 | 收入 | (+) | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) |

表 2-2-9 控制變數實證結果比較表(續)



| 控制變數分類 | 自變數 | 影響關係 | 文獻 |
|--------|---------|-------|---|
| 個體生活方式 | 個人運具選擇 | (+) | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) |
| | 家戶私有車比例 | (+) | Daddio (2012) |
| | | (-) | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) |
| 天氣 | 氣溫 | (+) | Faghah-Imani et al. (2014) |
| | 相對濕度 | (+) | Faghah-Imani et al. (2014) |
| | 雨量 | (-) | Rixey (2013) Faghah-Imani et al. (2014) |
| 時間變數 | | (+、-) | Faghah-Imani et al. (2014) |

綜合以上文獻的分析結果，可以發現建成環境變數對於公共自行車使用的影響顯著，不同的公共自行車系統會受到不同的建成環境變數影響。然而，以上文獻幾乎沒有區分不同時空型態的使用型態，除了 Faghah-Imani et al. (2014)有將平假日與日間午間納入變數考慮之外，其餘文獻皆將時間軸視為同等的狀態，因為不同的時間尺度下建成環境所扮演的角色會有所不同，並不能同等而視之。另外，上述文獻也沒有區分不同的使用狀況來進行不同的迴歸分析，若依樣將其視為均值的現象進行統計分析，將會有理論與現實狀況不符的情況產生。



第三節 綜合評析

綜合以上兩節的文獻回顧，可以得知公共自行車時空型態、建成環境與公共自行車的相關研究成果，本研究提出以下三點評析意見：

(一)造成時空型態差異的影響原因未知

與公共自行車時空型態相關的研究主要有時間預測模型的建立(Froehlich et al. 2009; Kaltenbrunner et al., 2010; Borgnat et al., 2011; Zhao et al., 2015)，還有使用型態分群(Froehlich et al., 2009; Borgnat et al., 2011; Etienne and Latifa, 2014; O'Brien et al., 2014; Vogel et al., 2014; Zhou, 2015)這兩類，但是這些文獻只針對既有之現象進行論述，並沒有進一步分析是何種原因導致研究結論的產生，此舉實屬可惜。因此本研究沿襲前人的研究腳步，但進一步以文獻回顧第二節提到的建成環境觀點作為解釋變數，找出影響時空型態差異的原因，就此提供嶄新的研究取徑供學界參考。

(二)建成環境應與時空型態有所連結

建成環境與公共自行車的關係經過前人的研究後已逐漸明朗，各個文獻皆有發現建成環境變數對於公共自行車有顯著的影響(Buck and Buehler, 2011; Maurer, 2011; Daddio, 2012; Rixey, 2013; Faghih-Imani et al., 2014; Wang et al., 2015)。然而除了 Faghih-Imani et al. (2014)有考慮平假日與日間午間對於公共自行車使用量的影響外，其餘文獻皆沒有將不同時空背景下的建成環境差異納入考量，而本研究卻認為在不同的時空背景下，建成環境會對自行車使用有不同的影響，例如「學校」這個建成環境變數在早晨上學時間時，因為學生騎乘至此通勤，是故學校對於此時段的影響是拉力；然而到了下午放學時間，學生又紛紛騎乘公共自行車返家，產生大量的租車需求，是故學校於此時段的影響是推力。因此本研究欲捕捉到此種過往文獻沒有精確實證的現象，針對

不同的時空型態進行建成環境的影響因子分析。



(三)亞洲地區的相關文獻較為稀少

上述有關公共自行車領域的相關文章多位於北美地區(Buck and Buehler, 2011; Daddio, 2012; Rixey, 2013; Faghih-Imani et al., 2014; Wang et al., 2015)或是歐洲地區(Kaltenbrunner et al., 2010; Borgnat et al., 2011; Etienne and Latifa, 2014; Vogel et al., 2014)，其中鮮少有針對亞洲地區進行討論的相關文獻，然而亞洲文化與歐美文化相比也有其獨特之處，例如歐美城市設計多以住商分離為主，但亞洲城市住商混合比例高，土地使用多樣性大，因此在建成環境變數的影響上可能會有所區別。另外亞洲地區有其獨特的夜生活與夜市文化，商家營業時間往往持續到深夜，比起歐美地區的商家注重個人生活品質的營業模式有所差異，也造就了不同的建成環境特色。因此本研究以雙北市發展健全的微笑單車系統進行案例分析，期望能發現過往文獻多以歐美文化為主流研究而無法捕捉到的現象與關係。



第三章 研究設計

為研究建成環境對公共自行車使用時空型態的影響關係，本章首先依據第二章之文獻回顧結果，建立本研究之研究課題，提出可行的處理構想，接著進行公共自行車使用時空型態的分群分析，進而從中歸納出公共自行車使用的時空型態，而後根據文獻回顧之先驗知識以及邏輯推演等方法，推測本研究模式中變數的預期影響關係，進而提出假說，最後再針對個別假說設計可行之驗證分析方法。

第一節 課題研析

經由第二章文獻回顧以及綜合評析的結果，得以了解過去文獻的研究成果以及過往所面臨到相關議題的處理方法，從中研擬出本研究所需要討論與解決的研究議題，如下圖 3-1-1 所示。本研究之研究目的在於釐清建成環境對於公共自行車使用時空型態的影響，因此首先必須界定何為本研究所指的時空型態，了解其意義與內涵之後，下一步則需選擇本研究欲考慮與選擇的建成環境因素，參考過去文獻的研究成果以及進行邏輯推演後，歸納出適合公共自行車研究之相關建成環境因素。再者，除了建成環境變數之外，仍有許多會影響公共自行車使用之影響因素須被納入研究中，因此將之列入控制變數中藉此減少研究偏誤。最後則是評估公共自行車時空型態以及解釋變數，找尋適合的分析方法進行實證分析，方能達到本研究所設立之研究目的。

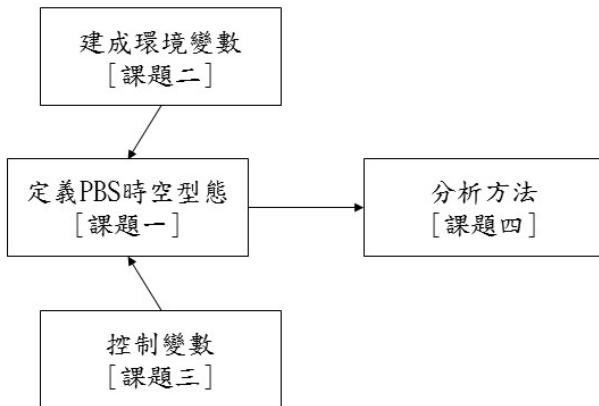


圖 3-1-1 議題研析架構圖

[課題一] 本研究探討的公共自行車使用時空型態為何？

課題說明：

時空型態所包含之範疇極廣，舉凡包含空間性質與時間性質之兩項屬性資料便可進行時空型態的相關分析，不同學科與不同領域間對於時空分析也有不同的分析方法。因此若要明確回應到本研究之研究動機與研究目的，勢必得針對公共自行車使用的時空型態進行相關範疇的限縮，因此從中定義適合公共自行車使用之時空型態是本研究的一大重要課題。

構想：

公共自行車使用的空間內容主要與站點與起迄的空間分布有關，例如站點整體的空間分布、公共自行車旅次起迄的空間分布、租借與歸還量的空間分布、旅次的路線指派等，至於時間內容則主要與使用者的使用時間有關，例如公共自行車系統的營運時間、各旅次的租借時間與歸還時間、各旅次累計騎乘時間、公共自行車租借與歸還量的尖峰離峰時間、平日與假日使用量的時間差異等。因此將空間內容與時間內容組合成時空型態的過程中，產生出許多公共自行車使用的時空差異現象，例如圖 3-1-2 所示之平日與假日的起迄流量空間分布差異、或是如圖 3-1-3 所示之平日與假日地鐵站附近站點的使用量差異等。又本研究之研究目

的在於找出顯著影響公共自行車使用時空型態之建成環境因素，且從許多生活案例中可以發現建成環境可能影響著公共自行車使用的時空型態，例如平日學校附近的站點會因學生的通學需求有較高的使用量，但假日則無此現象；或是商業區附近的站點在上下班尖峰時間比起離峰時間有較高的使用量等。另外過去文獻對於公共自行車使用時空型態的分析方法主要可以分為預測模型的建立、分群分析以及其他方法等三大類，其中分群分析依據資料性質的相似性進行歸納分群的方法較適用於本研究，原因在於透過分群演算法得以降低龐大且複雜資料之維度，進而提供具有意義且符合原有資料特性之資訊，可供後續研究進行更多的分析處理。

故根據文獻回顧的結果以及時空分群分析的處理後，將本研究所定義之公共自行車使用時空型態區分為時間面向以及空間面向兩大類。在時間面向方面，公共自行車使用的時空型態是指經過分群處理後，隨著時間的推移，擁有相似歸還量或是租借量的一群站點；而在空間面向方面，公共自行車使用的時空型態是指經過分群處理後，隨著時間的推移，擁有相似起迄移動距離的站點組合。



圖 3-1-2 平假日流量空間分布差異(Zhao et al., 2015)

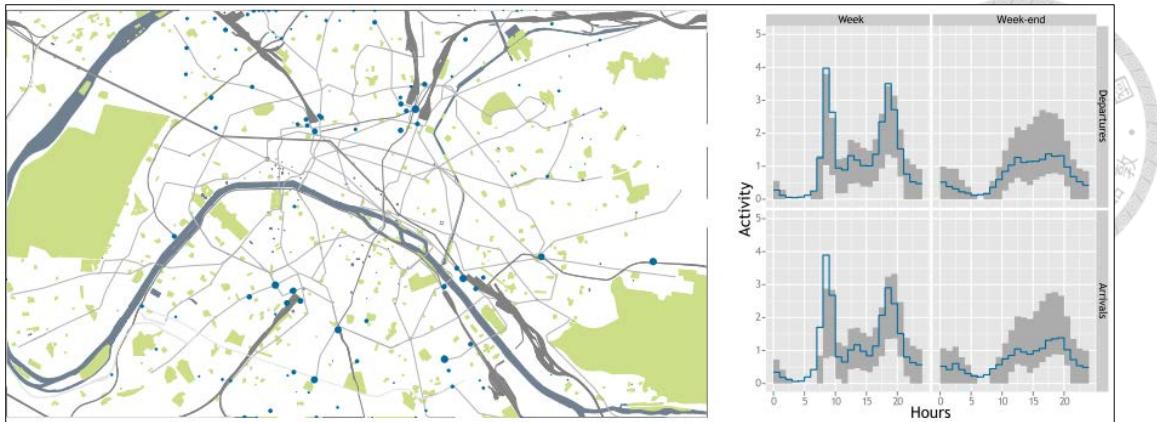


圖 3-1-3 平日與假日地鐵站附近站點使用量差異(Etienne and Latifa, 2014)

[課題二] 影響公共自行車使用時空型態的建成環境因素有哪些？

課題說明：

本研究希望透過量性統計模型的研究方法來探討建成環境對於公共自行車使用時空型態的影響關係，故建成環境變數的選取會對於後續模型校估以及分析結果產生重要的影響。而過往文獻也因其研究區域以及研究目的的差異有著不同的建成環境變數選取方法，因此選取適合於公共自行車使用、具有足夠代表性以及符合本研究之研究目的的建成環境變數為重要課題之一。

構想：

從文獻回顧的結果可以發現影響公共自行車使用的建成環境變數諸多且繁雜，未經系統性的選取可能會有遺失的建成環境變數，例如過往文獻皆忽略了建成環境中「多樣性」對公共自行車的影響關係，故本研究為了減少此缺漏的現象發生，依據 Cervero et al. (2009)的 5D 概念，本研究將建成環境變數整理為以下六類，如表 3-1-1 所示，分別是密度(Density)、多樣性(Diversity)、設計(Design)、目的地可及性(Destination accessibility)、大眾運輸場站距離(Distance to transit)以及公共自行車站點分布(Distribution of PBS)，如圖 3-1-4 所示，希望藉此減少遺漏任何可能對於公共自行車使用時空型態有影響關係的建成環境因素。另外在文獻

回顧的過程中，也針對不同文獻對於建成環境的閾值設定進行比較，發現不同的研究區域有不同的閾值設定，從 250 公尺、400 公尺到 800 公尺的設定皆有，然而本研究考量到雙北市與其餘歐美城市的文化以及都市型態可能有所不同，故以臺北市交通局於 2016 年公告之「公共自行車租賃站設置準則」中的設站距離標準，350 公尺，作為本研究之建成環境閾值，藉以捕捉到雙北市都市型態之特性。



圖 3-1-4 建成環境 6 D 分類圖

[課題三] 影響公共自行車使用時空型態的控制變數有哪些？

課題說明：

影響公共自行車使用時空型態的因素除了建成環境外，尚有許多類型的影響因素，例如 Faghih-Imani et al. (2014) 證實雨量越高會減少公共自行車之使用量，因此本研究雖聚焦於建成環境對公共自行車使用時空型態之影響，但仍不可忽視其他因素所造成的可能影響，故從中選取適合本研究之控制為本研究重要課題之一。



構想：

本研究根據文獻回顧的結果，將除了建成環境變數之外，可能影響本研究之公共自行車使用時空型態的因素歸類為以下五種，分別是人口特徵、個體生活方式、自然環境因素、日常交通狀況以及非實質環境因素等。納入控制變數至本研究的用意在於提高後續模式的配適度，若控制變數中有顯著影響公共自行車時空型態的重要變數，但並沒有放入模式進行分析，則可能出現模式解釋力不佳或是結果有所偏誤的情況產生。

[課題四] 如何選擇適合探討建成環境對於公共自行車使用時空型態影響關係之分析方法？

課題說明：

本研究主要探討建成環境對於公共自行車使用時空型態的影響，依變數資料來源是每一筆的 YouBike 個別旅次資料，因此如何從大量的數據中整理出本研究所欲探討的時空型態，並與建成環境變數以及控制變數結合，是本研究的重要課題。

構想：

在構想一中，本研究將公共自行車使用的時空型態區分為時間以及空間兩個面向，而本研究首先將 YouBike 個別旅次資料分別轉換為站點尺度的資料型態，並經由時空群聚分析形成一類一類的群集組合，同一群集組合也就具有相似的時空型態，而這也是本研究之依變數，至於詳細的資料轉換處理過程已在研究方法中的時空型態分析處說明完畢。故當依變數屬於類別變數的情況下，若欲搭配建成環境變數以及控制變數進行影響關係驗證，羅吉特模式為一適合之分析方法，然而羅吉特模式也有許多變形應用，例如多項羅吉特模式以及巢式羅吉特模式等，而本研究選擇巢式羅吉特模式作為起始的模式認定選擇，原因在於巢式羅吉特模

式可以搭配時空型態分析中的階層式分群方法使用，藉由階層式的分類更容易從中建立巢層，然而估計結果產生不合理的包容值係數，顯示階層式分群方法的分群結果並不代表階層結構，本研究最終選用多項羅吉特模式檢驗建成環境變數對於公共自行車使用時空型態的影響關係。



第二節 時空型態分析

本節主要目的在於從原始逐筆租借資料中梳理出公共自行車使用的時空型態，並進一步成為本研究的應變數，以利後續迴歸模型的建立。此節共包含四個部分，第一部分為樣本資料選取與轉換，第二部分為時空型態定義，第三部分為時間序列分群方法，第四部分為時空型態分群結果討論，具體的操作方法如以下說明。

一、 樣本資料選取與轉換

本研究受限於政府申請資料的期限限制以及臺北市 YouBike 系統調整費率的緣故，原始資料為 2015 年 7 月至 2015 年 12 月之臺北市與新北市 YouBike 系統逐筆租借資料，示意圖如 3-2-1 所示，包含了扣款時間、借車時間、借車場站、還車時間、還車場站以及租用時間等欄位。然而為了後續站點尺度的時空型態操作，本研究並不直接使用此原始資料的型式，而是將之轉換為以站點為主體的格式。在站點樣本的選取上，考量到有些站點為 7 月至 12 月之間新增設的站點，此種站點可能對於研究結果上會產生偏誤與代表性的問題，故本研究僅使用 2015 年 7 月 1 日時便已經開始營運之站點，共計 355 個，減少可能潛在的誤差。又因為 Rixey (2013) 以及 Faghih-Imani et al. (2014) 有實證出例假日以及雨量會對公共自行車使用產生一定程度地影響，故本研究進一步區分平日與假日，將之視為兩種相異的使用情況進行分析；而在雨量部分，考量到小尺度的歷史雨量資料較難以取得，故本研究將有下雨紀錄的日期排除，僅選用全日無雨作為本研究的

選取樣本，詳細的選用日期如下表 3-2-1 以及 3-2-2。在轉換的過程中，本研究以每 15 分鐘作為時間區間的設立，以捕捉較細微卻又不過於微觀的公共自行車使用狀況。是故一天 24 小時被切割為 96 個時間區間，原始資料區分平假日之後，根據這 96 個時間區間進行租借次數與歸還次數的紀錄，轉換而成的樣本資料可視為各站點租借量與歸還量的時間序列，樣本資料型式如表 3-2-3 所示。

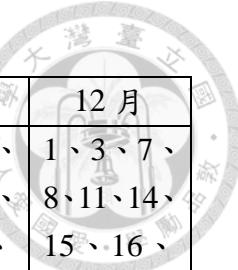
| 扣款時間 | 借車時間 | 借車場站 | 還車時間 | 還車場站 | 租用 |
|---------------------|---------------------|------------|---------------------|-------------|---------|
| 2015/12/20 18:27:30 | 2015/12/20 18:17:00 | 捷運行天宮站(3號) | 2015/12/20 18:27:30 | 建國農安街口 | 0:10:39 |
| 2015/12/20 11:26:20 | 2015/12/20 11:16:50 | 玉成公園 | 2015/12/20 11:26:20 | 松山車站 | 0:09:33 |
| 2015/12/04 14:06:30 | 2015/12/04 13:38:30 | 捷運善導寺站(1號) | 2015/12/04 14:06:30 | 捷運國父紀念館站 | 0:28:00 |
| 2015/12/18 12:41:30 | 2015/12/18 12:18:10 | 仁愛逸仙路口 | 2015/12/18 12:41:30 | 捷運善導寺站(1號) | 0:23:18 |
| 2015/12/22 14:09:00 | 2015/12/22 13:53:40 | 仁愛逸仙路口 | 2015/12/22 14:09:00 | 敦化基隆路口 | 0:15:19 |
| 2015/12/22 15:32:50 | 2015/12/22 15:15:30 | 敦化基隆路口 | 2015/12/22 15:32:50 | 仁愛逸仙路口 | 0:17:24 |
| 2015/12/20 00:39:20 | 2015/12/19 23:50:20 | 捷運信義安和站 | 2015/12/20 00:39:20 | 成功國宅 | 0:48:58 |
| 2015/12/18 09:00:20 | 2015/12/18 08:32:40 | 捷運南港展覽館站 | 2015/12/18 09:00:20 | 社教館 | 0:27:39 |
| 2015/12/18 13:11:00 | 2015/12/18 12:39:30 | 臺北田徑場 | 2015/12/18 13:11:00 | 南港車站 | 0:31:27 |
| 2015/12/19 13:10:10 | 2015/12/19 12:30:00 | 松山車站 | 2015/12/19 13:10:10 | 捷運公館站(2號) | 0:40:11 |
| 2015/12/12 19:33:50 | 2015/12/12 19:13:50 | 基隆長興路口 | 2015/12/12 19:33:50 | 捷運台北101/世貿 | 0:19:56 |
| 2015/12/02 23:44:00 | 2015/12/02 23:35:00 | 松山家商 | 2015/12/02 23:44:00 | 吳興公車總站 | 0:09:03 |
| 2015/12/03 23:45:30 | 2015/12/03 23:36:20 | 松山家商 | 2015/12/03 23:45:30 | 吳興公車總站 | 0:09:14 |
| 2015/12/04 13:04:20 | 2015/12/04 12:57:40 | 臺北醫學大學 | 2015/12/04 13:04:20 | 信義廣場(台北101) | 0:06:35 |
| 2015/12/12 17:53:10 | 2015/12/12 17:44:20 | 建國長春路口 | 2015/12/12 17:53:10 | 榮星花園 | 0:08:52 |
| 2015/12/02 17:05:50 | 2015/12/02 16:40:10 | 民權復興路口 | 2015/12/02 17:02:50 | 捷運市政府站(3號) | 0:22:39 |
| 2015/12/04 10:42:30 | 2015/12/04 10:21:00 | 中山行政中心 | 2015/12/04 10:42:30 | 龍門廣場 | 0:21:36 |
| 2015/12/04 15:51:30 | 2015/12/04 15:37:20 | 龍門廣場 | 2015/12/04 15:51:30 | 民生敦化路口 | 0:14:02 |
| 2015/12/06 20:42:00 | 2015/12/06 20:25:10 | 臺北轉運站 | 2015/12/06 20:42:00 | 興安華城 | 0:16:48 |
| 2015/12/08 13:05:30 | 2015/12/08 12:45:40 | 捷運行天宮站(3號) | 2015/12/08 13:05:30 | 龍門廣場 | 0:19:57 |
| 2015/12/08 17:20:20 | 2015/12/08 16:56:10 | 台北市政府 | 2015/12/08 17:20:20 | 民生敦化路口 | 0:24:07 |

圖 3-2-1 原始資料示意圖

表 3-2-1 臺北市樣本選用日期

| 臺北市 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 12 月 |
|-----|--|---------------|---|--|---|---|
| 平日 | 1、2、3、 6、7、8、 13、14、 15、16、 17、21、31 | 3、4、10、 19 | 2、3、4、 9、10、11、 15、17、 18、22、 23、25 | 1、5、6、 7、12、13、 14、15、 16、19、 26、27、 28、29、30 | 2、5、6、 9、10、12、 13、16、 17、18、 19、24、 26、27 | 1、2、3、 7、8、11、 14、15、 16、17、 18、22、 23、29、31 |
| | 5、11、18、 25 | 1、2、15 | 5、12、19、 20 | 3、4、17、 21、24、 25、31 | 7、8、14、 15、22、 28、29 | 5、13、19、 20、26 |

表 3-2-2 新北市樣本選用日期



| 新北市 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|-----|---|-------------------------------|---|--|--|---|
| 平日 | 1、2、3、 7、8、13、 14、15、 16、17、 21、22、31 | 3、4、10、 11、17、 19、20、21 | 2、3、4、 8、9、10、 11、15、 17、18、 21、22、23 | 1、5、6、 7、12、13、 14、15、 16、19、 26、27、28 | 2、5、6、 9、10、12、 13、16、 17、18、 19、20、24 | 1、3、7、 8、11、14、 15、16、 17、18、 22、23、 29、31 |
| | 5、11、18、 25、26 | 1、2、15 | 5、12、19、 20 | 3、4、10、 17、25、31 | 1、7、8、 15、22、28 | 5、13、19、 20、26 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

表 3-2-3 租借次數樣本資料示意表

| 站點名稱 \ 時間區間 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | ... | 96 |
|---------------|----|----|----|----|----|-----|----|
| 臺北市立圖書館(總館) | 9 | 7 | 3 | 2 | 6 | ... | 19 |
| 捷運忠孝新生(3 號出口) | 28 | 23 | 18 | 23 | 22 | ... | 26 |
| 捷運信義安和站 | 82 | 81 | 54 | 41 | 42 | ... | 88 |
| 臺大資訊大樓 | 12 | 20 | 16 | 18 | 10 | ... | 29 |
| 臺灣科技大學 | 46 | 40 | 16 | 19 | 15 | ... | 49 |

二、 時空型態定義

本研究所定義之公共自行車使用的時空型態主要包含兩個面向，第一個面向是公共自行車使用的時間分布狀況，具體來說便是各站點其租借量或歸還量隨著時間的變化情況，然而考量到各站點所擁有的車位數不盡相同，故本研究在此進行標準化，將使用量除以各站點的車位數，以利後續的分析處理。舉捷運公館站(2 號出口)在平日的歸還狀況為例，如下圖 3-2-2 所示，圖形的橫軸為 96 個時間區間，第一個區間代表的是 00:00 分，第二個區間為 00:15 分以此類推；至於縱軸則是經過車位數標準化的歸還量，可以看出此站在凌晨時候的歸還量趨近於 0，

然而在早晨、中午以及傍晚的歸還量則有顯著尖峰的情況。第二個面向為公共自行車使用的時空分布狀況，具體來說便是計算各站點在不同時間區間下，使用距離的變化程度。舉捷運公館站(2號出口)在假日的租借空間範圍為例，如下圖 3-2-3 所示，橫軸為 96 個時間區間，縱軸為平均移動距離，可以發現此站在凌晨六點以前的平均移動距離約為 2000 公尺，至於白天的移動距離則約 1300 公尺。本研究透過這兩個面向將公共自行車使用的時空型態進行量化，並透過後續的集群分析將具有相似時空型態的站點歸為同一群，進而區分出不同的使用樣態。

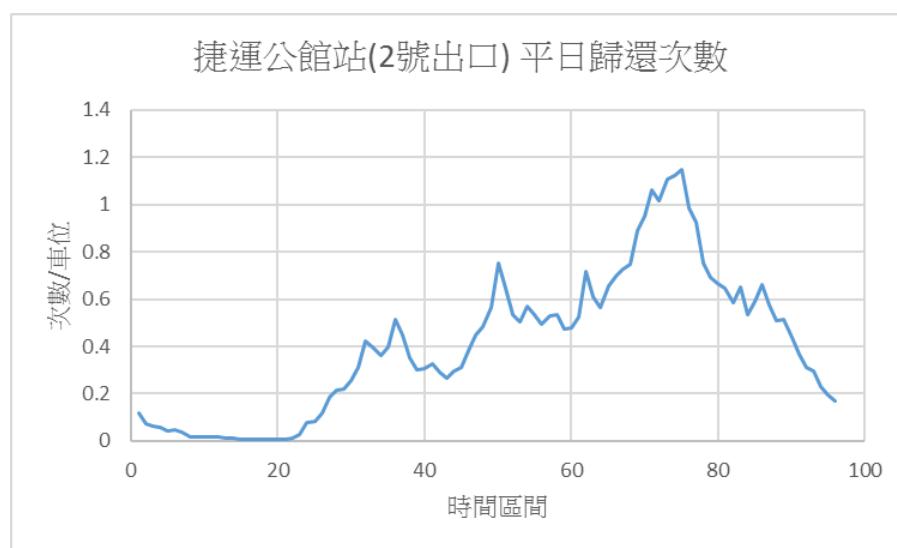


圖 3-2-2 公共自行車使用的時間分布狀況示意圖

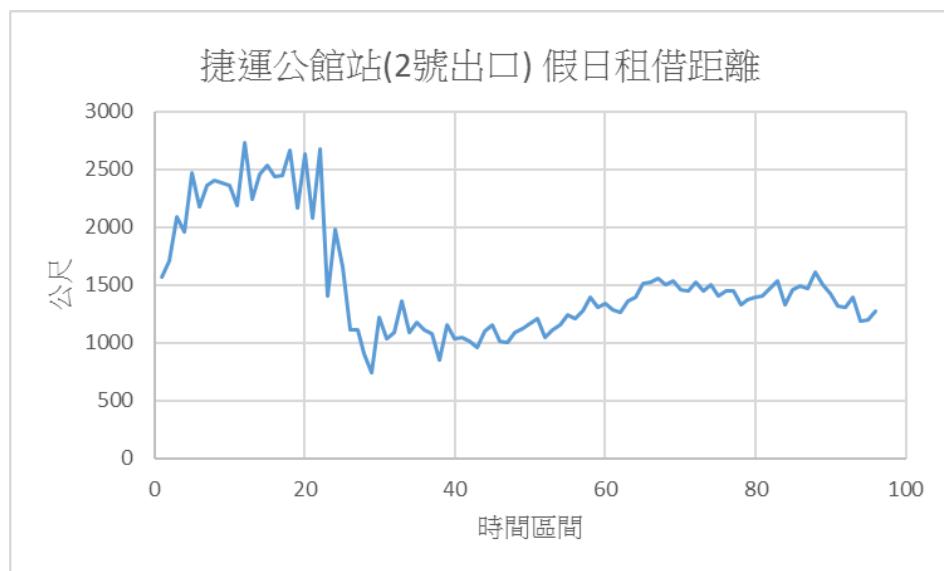


圖 3-2-3 公共自行車使用的時空分布狀況示意圖



三、時間序列分群方法

經過上述原始資料的轉換以及時空型態的定義後，此時的原始資料被轉換為具有時間序列特性、以站點為單位的樣本資料，每一筆樣本分別儲存了在 96 個時間區間中的使用量以及空間範圍的數值。為了從眾多樣本中分析出公共自行車使用的時空型態，本研究使用集群分析做為此階段的研究方法。集群分析的優點在於能夠聚集具有相似時空型態的樣本，並將具有相異時空型態的樣本分類至不同群集中，本研究便可進一步從中歸納出公共自行車使用的時空型態類型。Liao (2005)歸納統整了過往處理時空序列的分群方法，其中本研究承襲著 Froehlich et al. (2009)的研究方法，使用階層式分群方法(Hierarchical Clustering)進行站點的分群。

在進行階層式分群之前，首先需要計算樣本之間的距離並建立距離矩陣，然而過往距離的計算方法為歐幾里德距離(Euclidean Distance)，透過建立 N 維的歐幾里得空間，計算樣本點之間的空間距離。然而在時間序列的距離計算中，若兩條時間序列波動一致，但是在樣本順序上有所位移，如此這般在歐幾里得距離的計算上會有相當大程度的差異。為了避免此偏誤的現象產生，本研究使用動態時間扭曲法(Dynamic Time Warping，DTW)進行時間序列距離的計算，此方法是基於「動態規劃」(Dynamic Programming，DP) 的基礎，透過建立鄰近矩陣，找出最短路徑和以進行樣本間距離的計算，此方法可以大幅減少因時間推移產生樣本差距的現象，且已經廣泛應用於語音辨識、時間序列分析以及機器學習等領域上。

經過 DTW 計算距離矩陣後，便可以進行階層式分群演算法的計算，然而階層式分群演算法需事先定義群集之間的距離，常用的定義有單一連結聚合演算法 (Single-linkage Agglomerative Algorithm)、完整連結聚合演算法 (Complete-linkage Agglomerative Algorithm)、平均連結聚合演算法 (Average-linkage Agglomerative Algorithm) 以及沃德法 (Ward's Method)，每個方法皆有其優缺點，而本研究經由實際數據測試，並比對分群結果之輪廓係數(Silhouette Coefficient)

後，發現沃德法的分群效果最為優良，故本研究採用沃德法作為群集間距離的定義以完成後續的階層式分群處理，至於詳細的分群結果將於下一小節進行說明。



四、 時空型態分群結果

本研究將公共自行車的使用狀況區分為租借行為與歸還行為兩大類，其中又因平日與假日的差異可再進一步細分出四種使用情形，分別是平日租借、假日租借、平日歸還以及假日歸還，此四種不同的使用行為依序經由樣本資料的選取轉換、時空型態的定義以及階層式分群方法的操作後，可以歸納出幾種相異的公共自行車使用時空型態，以下分別給予說明。

(一) 平日租借

經由分別比較不同群集數量之輪廓係數後，本研究擇其相對優良的結果，故平日租借的時空型態可以區分為四大類，階層式分群結果如圖 3-2-4，由左而右依序是以 A B C D 作區分，其中的時空型態差異首先在歸還次數的時間分布方面，從圖 3-2-5 中可以看出 A 有三個明顯的尖峰時間，分別在早晨 9 點左右、中午 12 點左右以及傍晚 6 點左右，這三個時段內 A 皆有相當高程度的租借次數，另外在傍晚尖峰的租借狀況較其餘兩個尖峰時間更為明顯。在 B 方面，可以看出 B 的租借次數多集中於傍晚尖峰，至於其他時段則無明顯的尖峰趨勢。C 則與 B 相反，集中趨勢多位於早晨尖峰，其餘時段的租借量則相對較低。至於 D 則呈現雙尖峰的態勢，分別是早晨尖峰以及傍晚尖峰，與 A 不同的地方 D 無明顯的中午尖峰。在時空分布方面，如圖 3-2-6 所示，可以看出 A、B、C 三群在凌晨的移動距離最長，而隨著時間的更迭到了中午移動距離最短，而在傍晚又會逐漸上升，其中在凌晨的區段，此三類的移動距離分別是 A > D > B，然而在白天的區段，此三類的移動距離分別是 B > A > D，而在晚間時段則又會更改為 A > B > D，可見此三類在不同的時間區間上會有不同的空間分布狀況。而 C 類則較為特別，其在

凌晨的移動距離相對較低，然而在早晨時的移動距離最長，至於在白天的狀況與其他三類相比皆有較長的移動距離趨勢，而到了晚間又回復到低落的狀態。群間的比較整理於下表 3-2-4。至於分群結果在空間上的分布如圖 3-2-7 所示，可以發現 A 群有集中在臺北市市中心的趨勢，而其餘 B C D 則多分布於市中心外圍、人口較稠密的地區，且分布與捷運沿線有一定程度的關係。

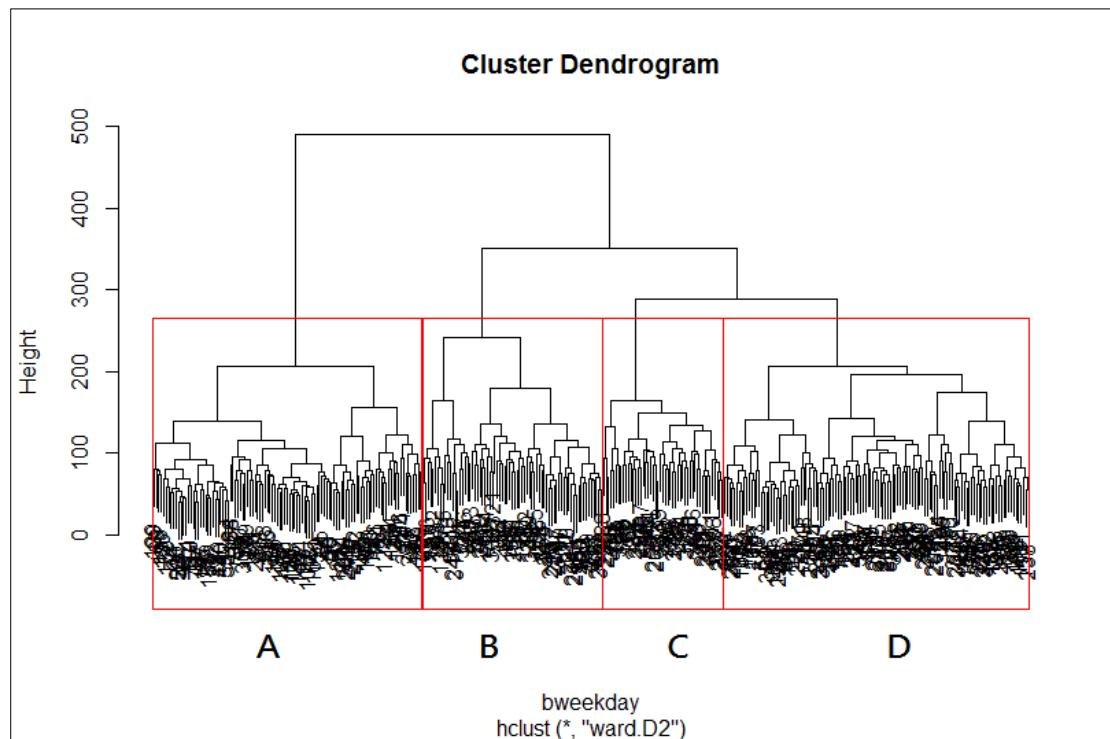


圖 3-2-4 平日租借階層式分群圖

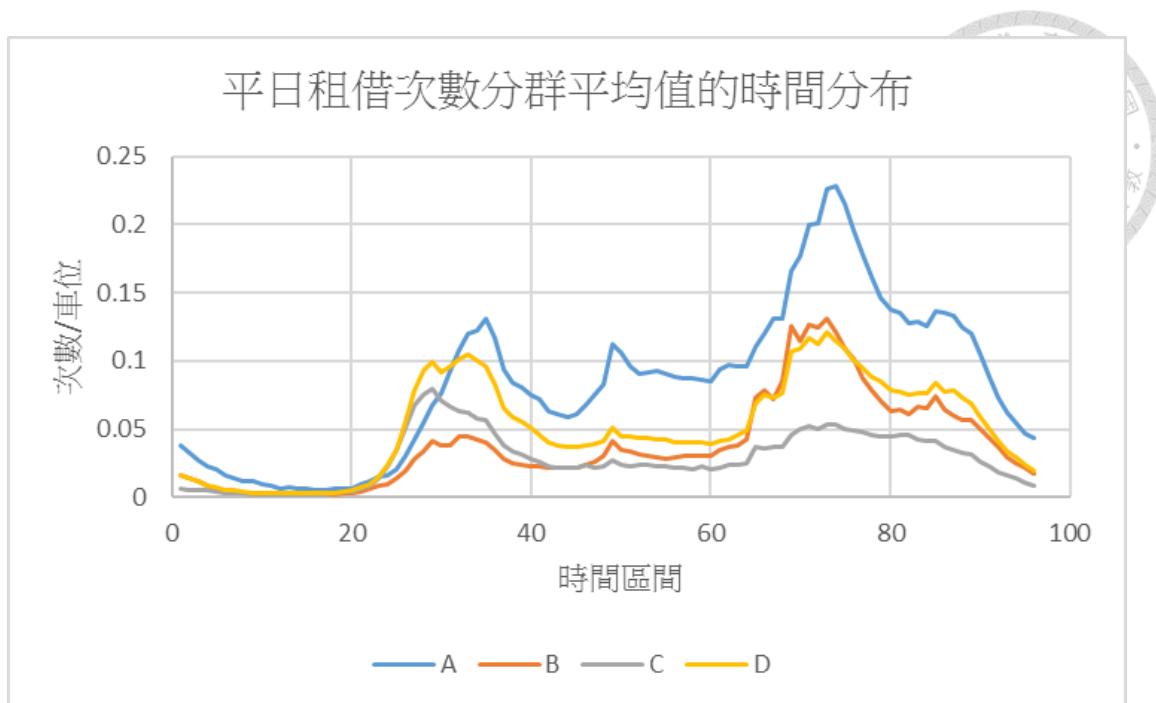


圖 3-2-5 平日租借的時間分布狀況

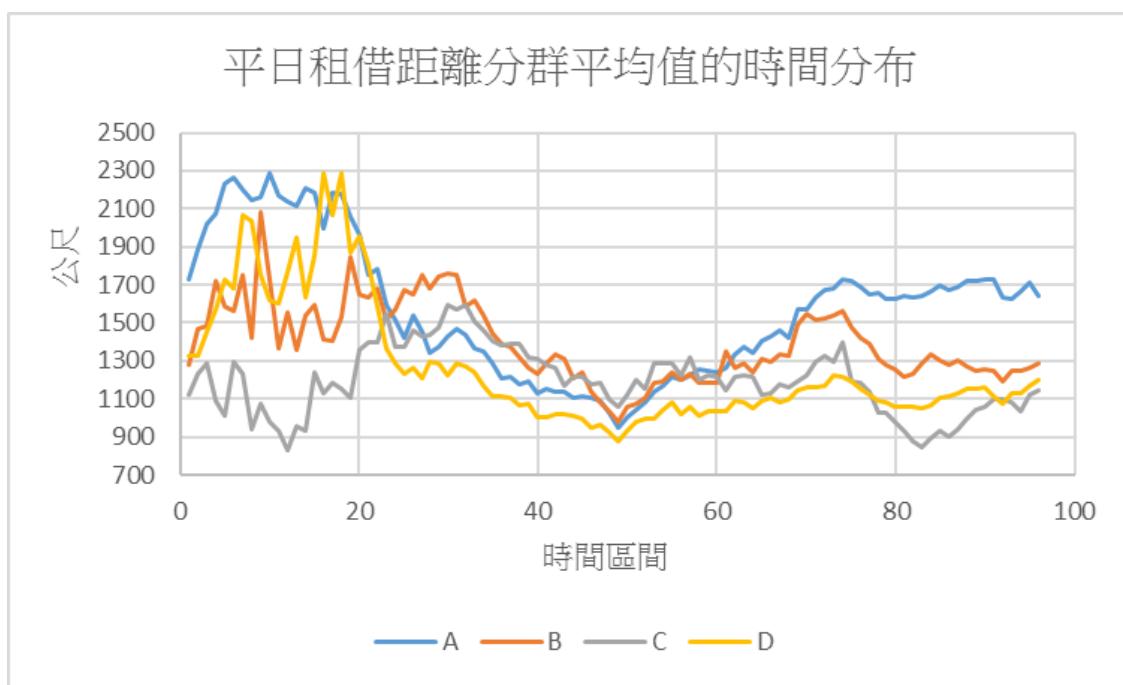


圖 3-2-6 平日租借的時空分布狀況

站點時空型態分群結果 平日租借

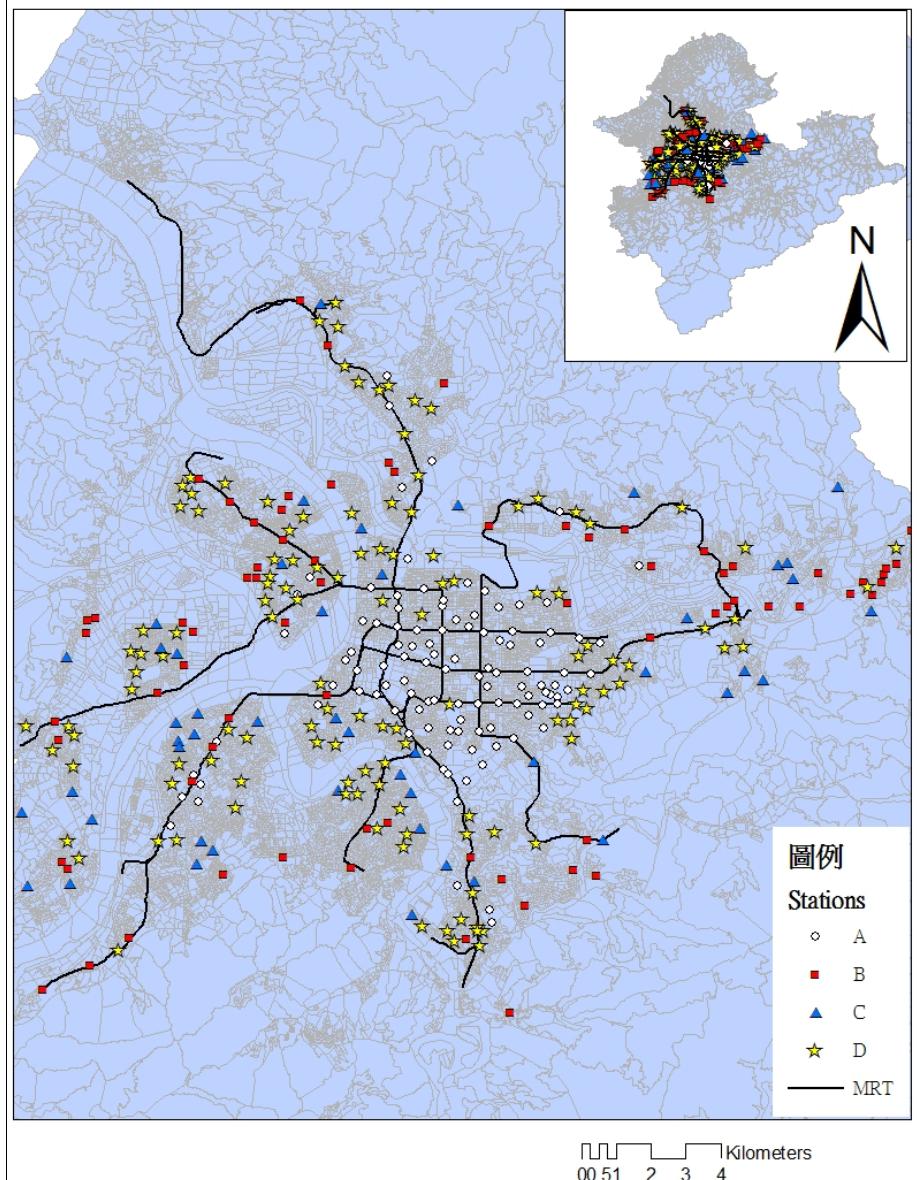


圖 3-2-7 平日租借時空型態分群結果空間分布圖

表 3-2-4 平日租借群間整理表

| 特徵 | A | B | C | D |
|---------|---------------|----|----|----|
| 尖峰數目 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| 第一尖峰 | 傍晚 | 傍晚 | 早晨 | 傍晚 |
| 第二尖峰 | 早晨 | 無 | 無 | 早晨 |
| 第三尖峰 | 中午 | 無 | 無 | 無 |
| 凌晨使用量排序 | A > D > C = B | | | |
| 上午使用量排序 | A > D > C > B | | | |
| 中午使用量排序 | A > D > B > C | | | |

| | | | | |
|----------|---------------|----|----|----|
| 下午使用量排序 | A > B = D > C | | | |
| 晚間使用量排序 | A > D > B > C | | | |
| 最長移動距離 | 凌晨 | 凌晨 | 早晨 | 凌晨 |
| 最短移動距離 | 中午 | 中午 | 凌晨 | 中午 |
| 凌晨移動距離排序 | A > D > B > C | | | |
| 上午移動距離排序 | B > C > A > D | | | |
| 中午移動距離排序 | C > B > A > D | | | |
| 傍晚移動距離排序 | A > B > C > D | | | |
| 晚間移動距離排序 | A > B > D > C | | | |

(二) 假日租借

經由分別比較不同群集數量之輪廓係數後，本研究擇其相對優良的結果，故經由階層式分群方法後，假日的租借行為可以區分為五大類，如圖 3-2-8 所示，然而其中一類因其樣本數過低($n=3$)，考量到樣本數過低的分群意義有限，且可能導致後續的迴歸分析無法進行，故本研究於假日租借的分析中捨棄此一群集的樣本，將剩餘的 352 個站點區分為四大類，分別為 A、B、C、D 四類。首先在租借次數的時間分布上，如圖 3-2-9 所示，可以看出假日的租借模式與平日的模式有所不同，在平日可以明顯看出尖峰時間之間的差異，然而在假日則較無此現象，取而代之的是隨著時間遞移而穩定上升的租借次數，此上升趨勢於傍晚時處於最高峰，之後則隨著入夜而降低租借次數，至於 A、B、C、D 四大類的租借模式則大致相同，差異在於租借次數的高低，其中的順序為 $B > A > C > D$ ，其中 B 的傍晚尖峰最為明顯，次之，至於 C 與 D 則較無明顯的尖峰時間。在假日租借的時空分布方面，如圖 3-2-10 所示，可以看出在凌晨區間的移動距離較白天長，其中順序分別為 $B > A > C > D$ ，然而在中午以前，反而是 D 的移動距離較長，與 A B C 的距離有 200 公尺左右的差距，而午後 B 的移動距離開始增加，D 類則逐漸減少，最終在晚間回歸到 4 類最末位。群間的相對比較整理於表 3-2-5 所示。而分群結果在空間的分布上如圖 3-2-11 所示，可以發現 A C D 類在市區呈現較為均勻分布的型態，並無明顯群聚現象的產生，而 B 則較有鄰近的趨勢。

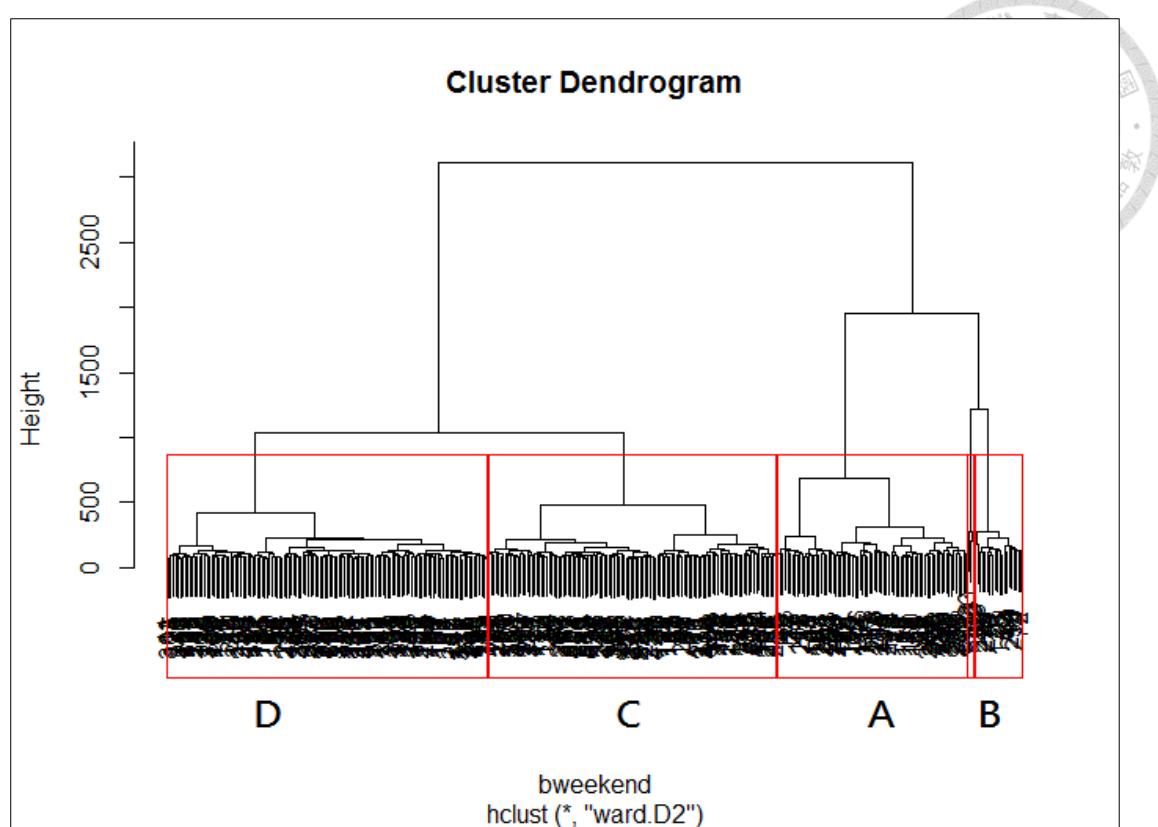


圖 3-2-8 假日租借階層式分群圖

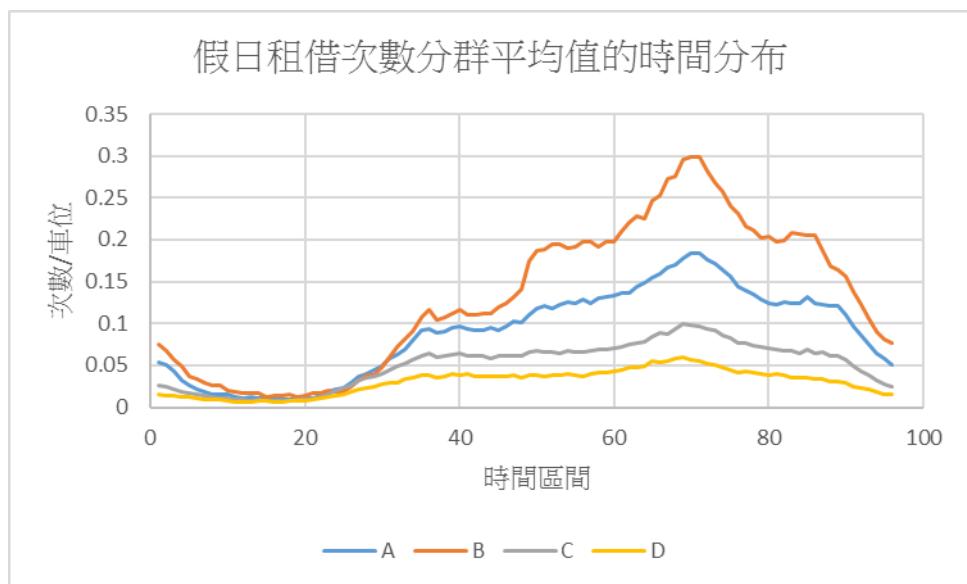


圖 3-2-9 假日租借的時間分布狀況

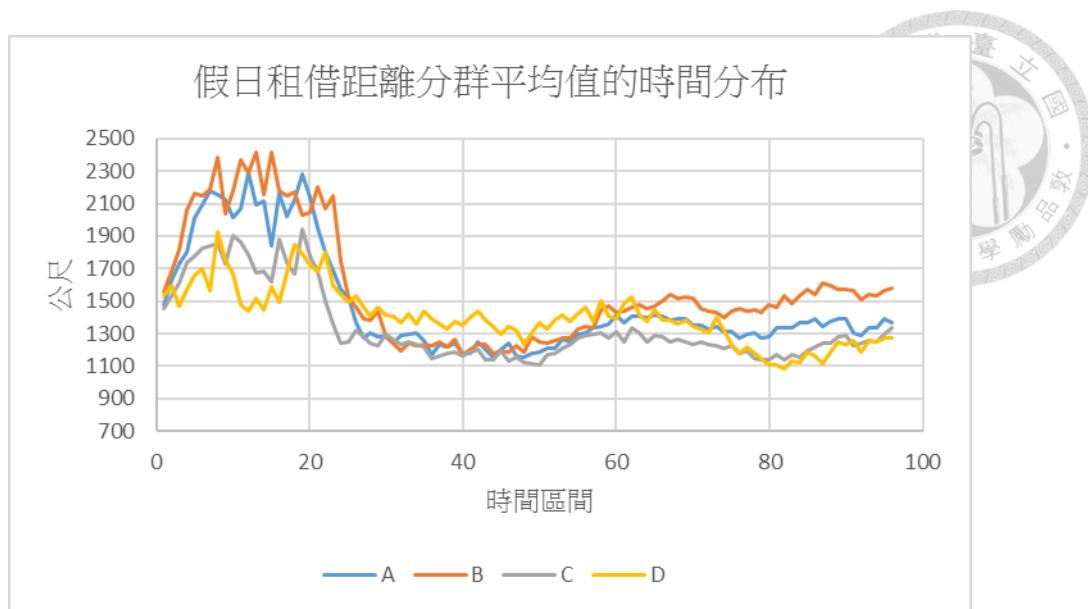


圖 3-2-10 假日租借的時空分布狀況

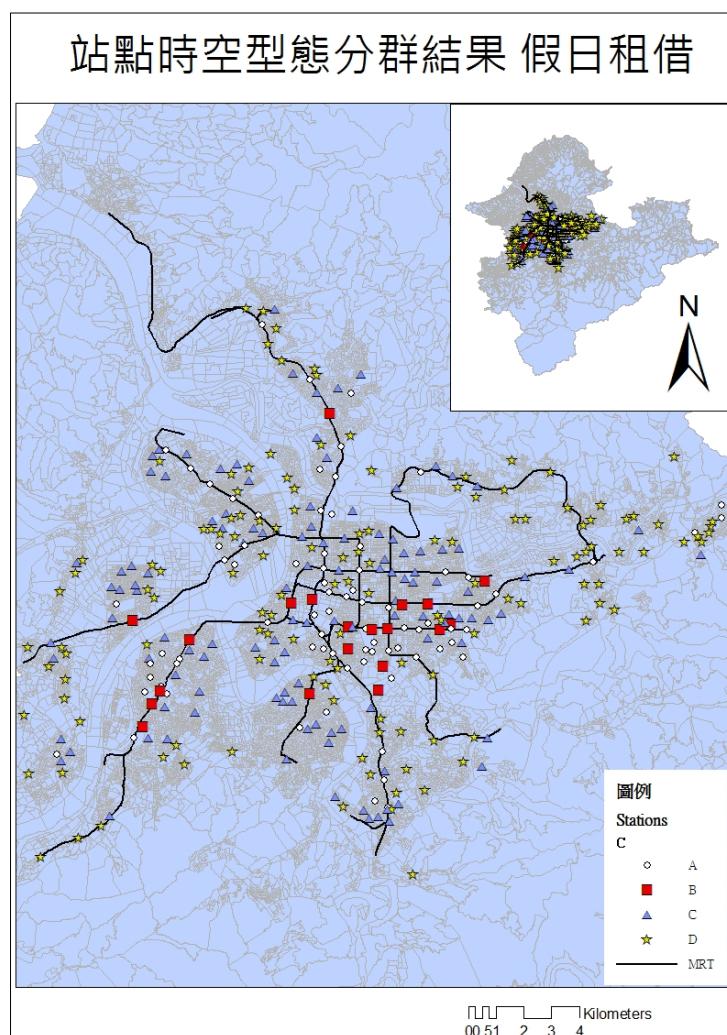


圖 3-2-11 假日租借時空型態分群結果空間分布圖

表 3-2-5 假日租借群間整理表

| 特徵 | A | B | C | D |
|----------|-----------------|----|----|----|
| 尖峰數目 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 第一尖峰 | 傍晚 | 傍晚 | 無 | 無 |
| 第二尖峰 | 無 | 無 | 無 | 無 |
| 第三尖峰 | 無 | 無 | 無 | 無 |
| 凌晨使用量排序 | $B > A > C > D$ | | | |
| 上午使用量排序 | $B > A > C > D$ | | | |
| 中午使用量排序 | $B > A > C > D$ | | | |
| 下午使用量排序 | $B > A > C > D$ | | | |
| 晚間使用量排序 | $B > A > C > D$ | | | |
| 最長移動距離 | 傍晚 | 傍晚 | 傍晚 | 傍晚 |
| 最短移動距離 | 中午 | 中午 | 中午 | 晚上 |
| 凌晨移動距離排序 | $B > A > C > D$ | | | |
| 上午移動距離排序 | $D > A > B > C$ | | | |
| 中午移動距離排序 | $D > B > A > C$ | | | |
| 傍晚移動距離排序 | $B > A > D > C$ | | | |
| 晚間移動距離排序 | $B > A > C > D$ | | | |

(三) 平日歸還

經由分別比較不同群集數量之輪廓係數後，本研究擇其相對優良的結果，故在平日歸還方面可以區分為五大類，如圖 3-2-12 所示。在歸還次數的時間分布方面，從圖 3-2-13 可以發現，A 與 B 皆是屬於有三個尖峰時段的類別，然而 A 的第一尖峰位在傍晚，再來是早晨以及中午尖峰；然而 B 的第一尖峰是早晨，其次才是傍晚以及中午尖峰。而 D 則是屬於單尖峰的型態，且尖峰時段為早晨，其餘時段的使用量則相對較小。至於 C 與 E 則擁有類似的時間模式，歸還次數多集中於傍晚尖峰，只是 C 略低於 E。在歸還的時空分布上，如圖 3-2-14 所示，A、B、C 的時空模式略為相似，皆為凌晨時分的移動距離最高，而白天的距離較短，直到傍晚過後才會緩慢上升，然而 A 始終比起 B 的移動距離要高出 100 公尺左右，而 C 在凌晨的移動距離為三者最短，但在白天卻又比起另外兩類來得要高。D 則在凌晨的變化幅度較高，且整日的移動距離明顯偏低。而 E 則在凌晨有最長的移

動距離，然而進入白天後卻是 5 類內最低，其中的差異值得後續加以探討。平日歸還的群間比較整理於表 3-2-6。至於分群結果的空間分布如圖 3-2-15 所示，可以發現 A B C 三類主要集中於市中心，在市中心的範圍內呈現均勻分布的分布狀況；而 D E 兩類則多分布於市中心外圍，較難看出是否有明顯的群聚模式。

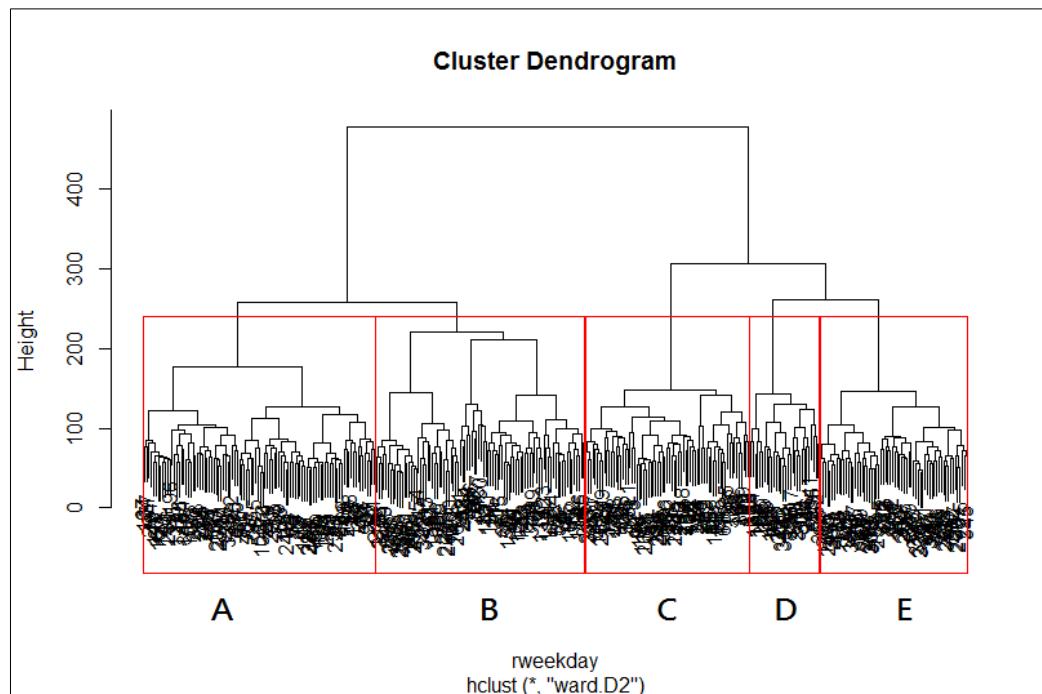


圖 3-2-12 平日歸還階層式分群圖

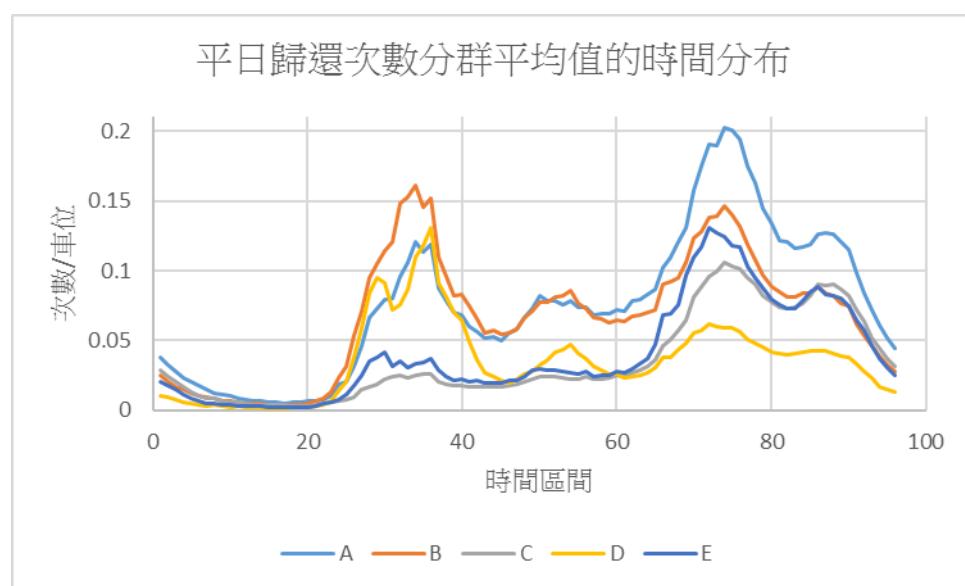


圖 3-2-13 平日歸還的時間分布狀況

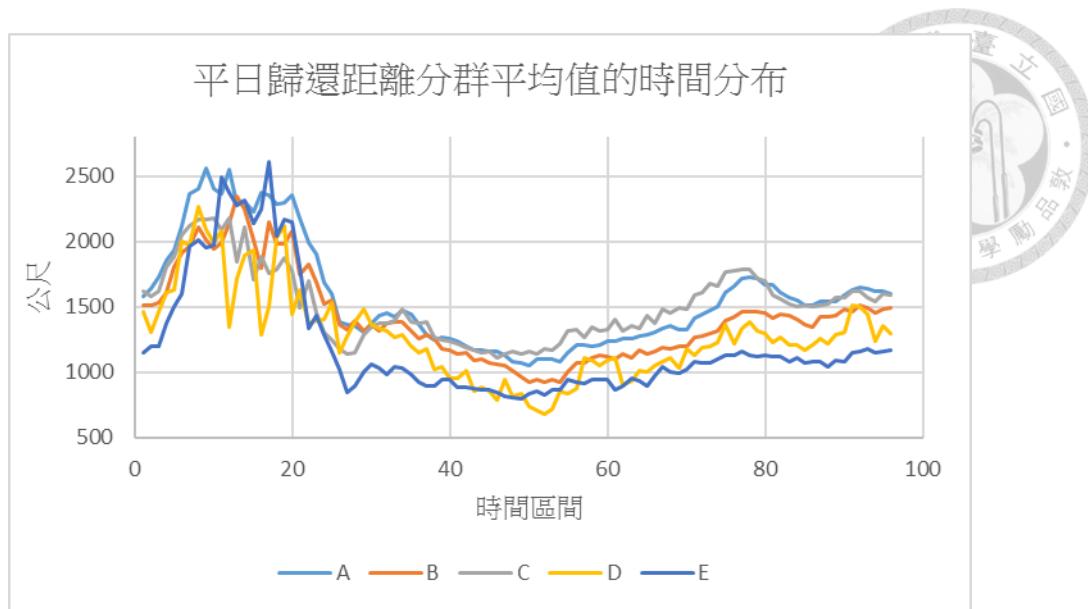


圖 3-2-14 平日歸還的時空分布狀況

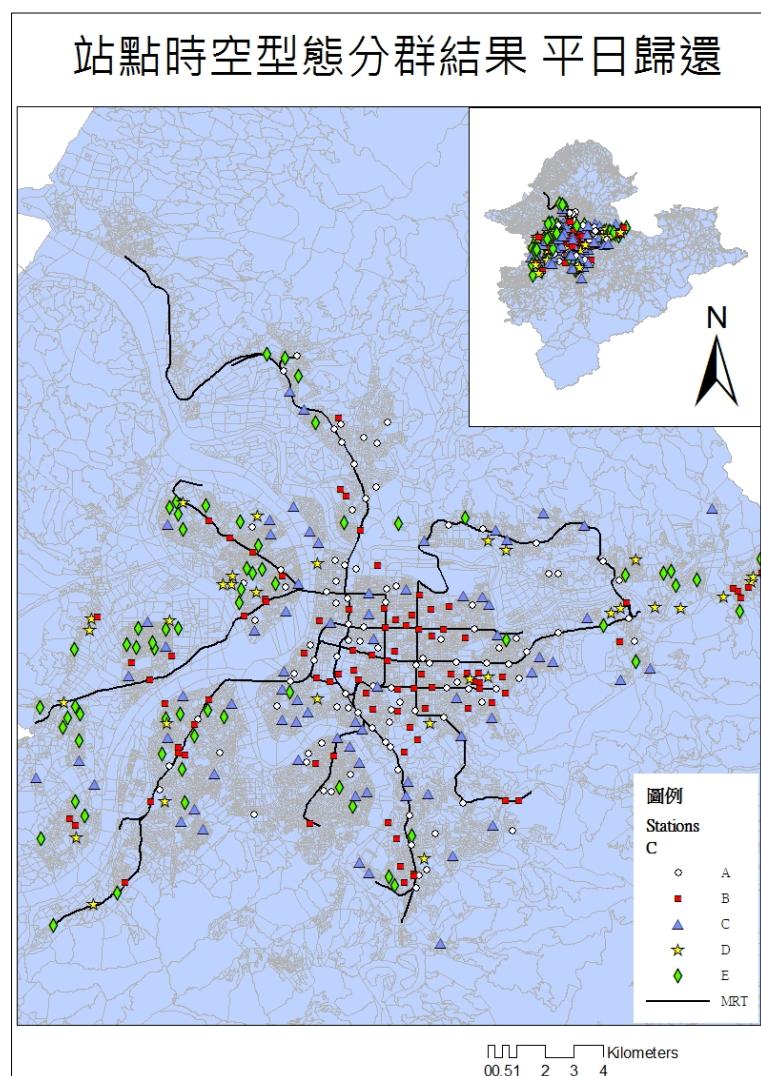
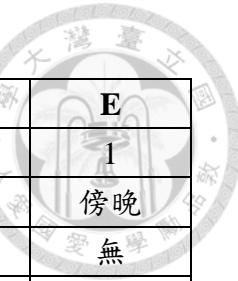


圖 3-2-15 平日歸還時空型態分群結果空間分布圖

表 3-2-6 平日歸還群間整理表



| 特徵 | A | B | C | D | E |
|----------|---------------------|----|----|----|----|
| 尖峰數目 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| 第一尖峰 | 傍晚 | 早晨 | 傍晚 | 早晨 | 傍晚 |
| 第二尖峰 | 早晨 | 傍晚 | 無 | 無 | 無 |
| 第三尖峰 | 中午 | 中午 | 無 | 無 | 無 |
| 凌晨使用量排序 | $A > C > B > E > D$ | | | | |
| 上午使用量排序 | $B > D > A > E > C$ | | | | |
| 中午使用量排序 | $A = B > D > E > C$ | | | | |
| 下午使用量排序 | $A > B > E > C > D$ | | | | |
| 晚間使用量排序 | $A > B > C > E > D$ | | | | |
| 最長移動距離 | 凌晨 | 凌晨 | 凌晨 | 凌晨 | 凌晨 |
| 最短移動距離 | 中午 | 中午 | 中午 | 中午 | 早上 |
| 凌晨移動距離排序 | $A > E > B > C > D$ | | | | |
| 上午移動距離排序 | $A > B > C > D > E$ | | | | |
| 中午移動距離排序 | $C > A > B > D > E$ | | | | |
| 傍晚移動距離排序 | $C > A > B > D > E$ | | | | |
| 晚間移動距離排序 | $A > C > B > D > E$ | | | | |

(四) 假日歸還

經由分別比較不同群集數量之輪廓係數後，本研究擇其相對優良的結果，故在假日歸還方面，階層式分群方法將之分為五大類，如圖 3-2-16 所示，然而其中一類也因樣本數問題($n=2$)，故本研究將之捨棄，採用 353 個站點進行後續的分析並分為 A、B、C、D 四大類。在歸還次數的時間分布方面，如圖 3-2-17 所示，可以看出此四群的整體趨勢頗為一致，皆是凌晨時趨近於 0，而隨著白天的到來，A 逐漸出現晨峰、午峰以及晚峰的情況，至於 B 的歸還量則略少於 A，且除了在傍晚有明顯高峰外，其餘時間皆處於穩定的態勢。C 與 D 則是在傍晚有尖峰的狀況產生，然而其使用量比起 A 與 B 則較低，變化量較不明顯。在時空分布方面，如圖 3-2-18 所示，此四類的移動距離在下半夜比起上半夜有明顯增加的趨勢，而白天則屬於較短距離的移動。在凌晨區間，移動距離長度分別是 $A > D > C > B$ ，但 B 在清晨則有突然增高的趨勢；至於在白天方面，大致的趨勢皆為 $B > A > C$

> D，類別間的差距大多不超過 200 公尺。假日歸還的群間比較整理於表 3-2-7。至於時空型態分群的空間分布如圖 3-2-19 所示，可以發現 D 均勻分布在臺北都會區的範疇內，而 A C 則主要集中於市中心，至於 B 也可能有在市中心群聚的現象產生。

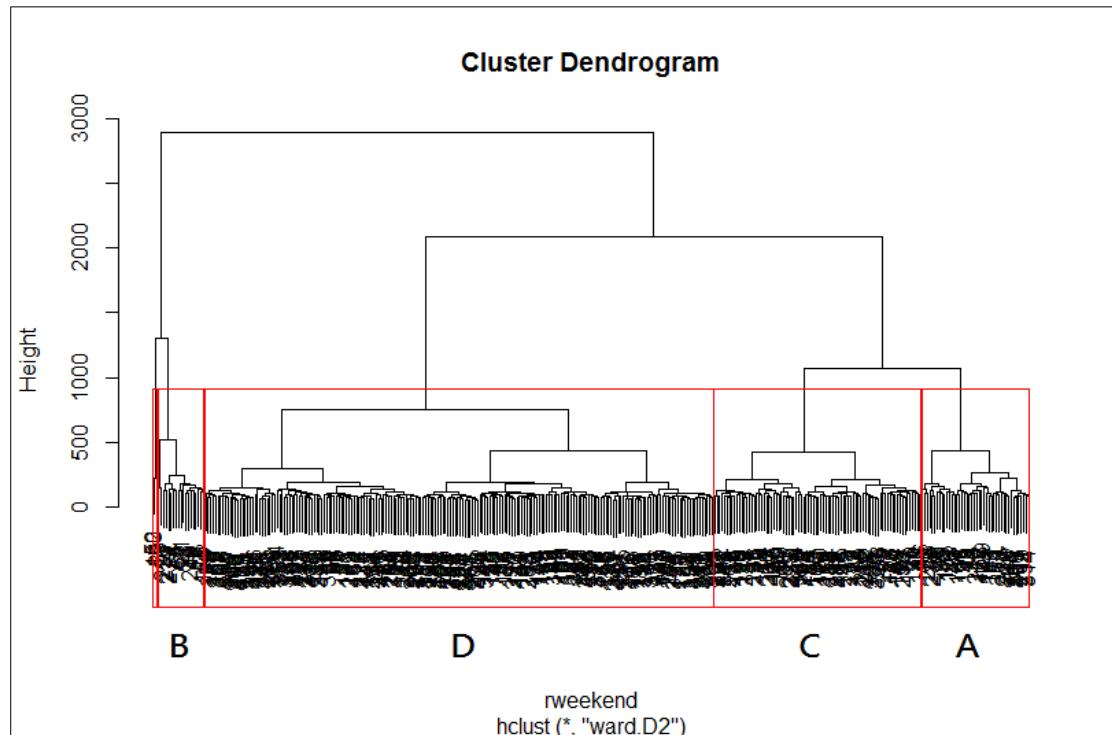


圖 3-2-16 假日歸還的階層式分群圖

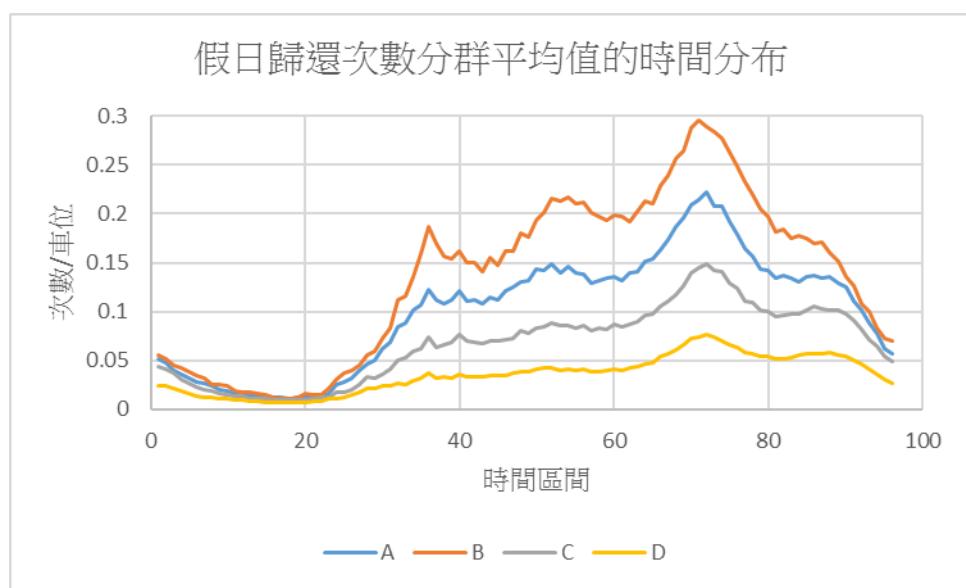


圖 3-2-17 假日歸還的時間分布狀況

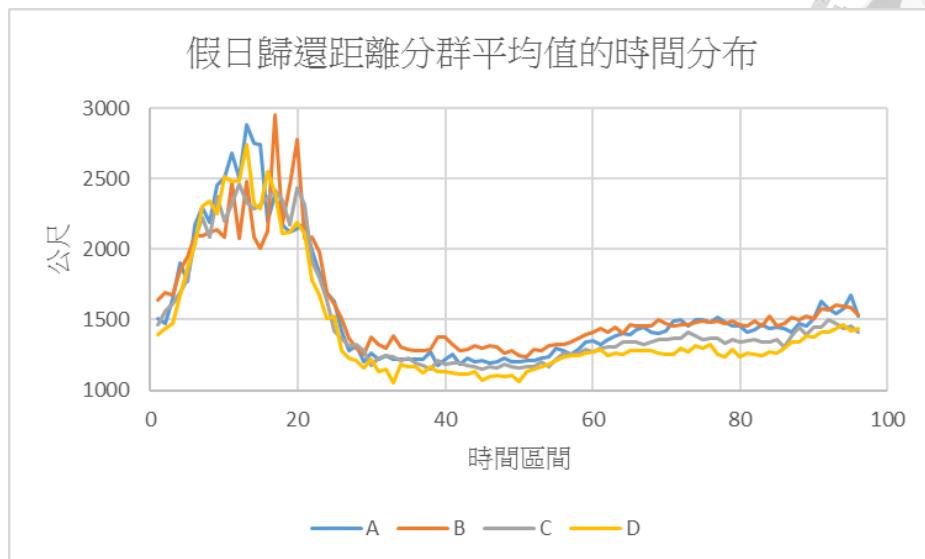


圖 3-2-18 假日歸還的時空分布狀況

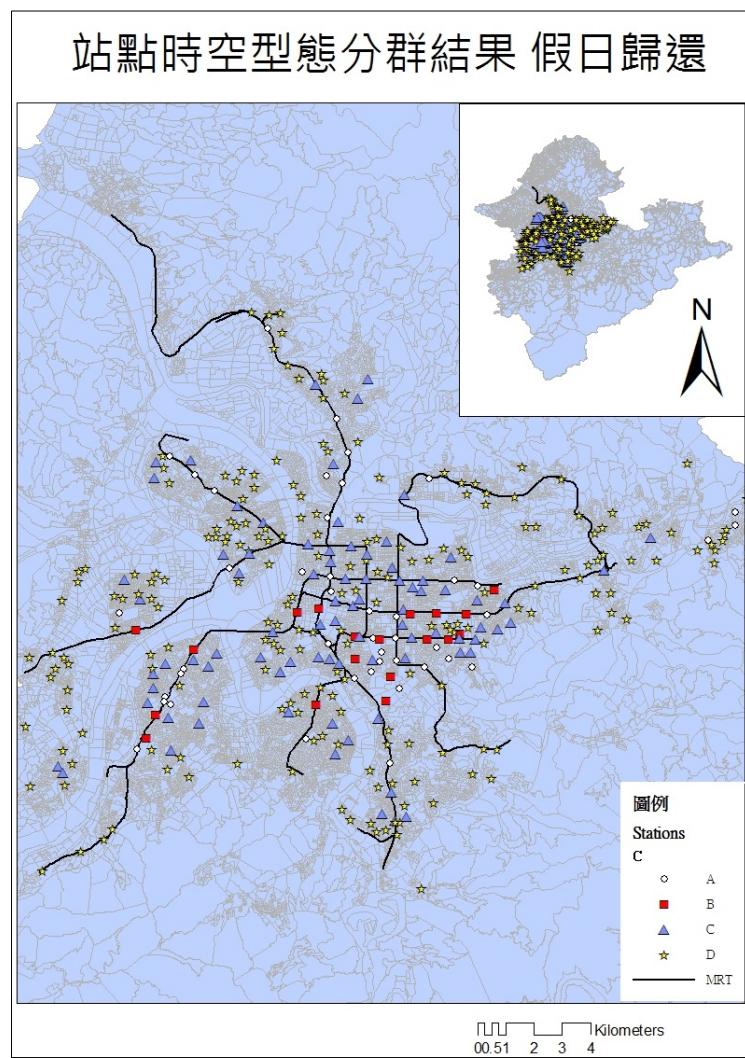


圖 3-2-19 假日歸還時空型態分群結果空間分布圖

表 3-2-7 假日歸還群間整理表

| 特徵 | A | B | C | D |
|----------|-----------------|----|----|----|
| 尖峰數目 | 1 | 3 | 1 | 0 |
| 第一尖峰 | 傍晚 | 傍晚 | 傍晚 | 無 |
| 第二尖峰 | 無 | 中午 | 無 | 無 |
| 第三尖峰 | 無 | 早晨 | 無 | 無 |
| 凌晨使用量排序 | $B > A > C > D$ | | | |
| 上午使用量排序 | $B > A > C > D$ | | | |
| 中午使用量排序 | $B > A > C > D$ | | | |
| 下午使用量排序 | $B > A > C > D$ | | | |
| 晚間使用量排序 | $B > A > C > D$ | | | |
| 最長移動距離 | 凌晨 | 凌晨 | 凌晨 | 凌晨 |
| 最短移動距離 | 早上 | 中午 | 中午 | 早上 |
| 凌晨移動距離排序 | $A > D > C > B$ | | | |
| 上午移動距離排序 | $B > A > C > D$ | | | |
| 中午移動距離排序 | $B > A > C > D$ | | | |
| 傍晚移動距離排序 | $B > A > C > D$ | | | |
| 晚間移動距離排序 | $B > A > C > D$ | | | |



第三節 假說研擬

本研究透過文獻回顧的結果將影響公共自行車使用時空型態的因素區分為建成環境因素以及控制因素兩大類。而在建成環境因素中，本研究以 Cervero et al. (2009)的 5D 分類方法，再加上針對公共自行車系統所設計的分類方法，將建成環境因素區分為密度、多樣性、設計、目的地可及性、大眾運輸場站距離以及公共自行車系統分布共計六種類型。在控制因素方面，則依據過往文獻的實證結果，歸納整理出人口特徵、個體生活方式、自然環境因素、時間因素以及非實質環境因素等五種類型。

本研究以文獻回顧中「公共自行車使用的時空型態」以及「建成環境與公共自行車」的結果作為本研究之先驗知識，熟悉過往研究的研究取徑以及可提供本研究基礎之相關內容，然而過往之實證結果鮮少考慮時空背景不同對於公共自行車使用的影響，因此研究結果可能會有所偏誤，故本研究首先進行公共自行車使用型態的分析處理，經由階層式集群分析後確立公共自行車使用的時空型態，進一步歸納出造成不同時空型態差異的因素，以彌補過往文獻對於時空型態這部分的不足。而後經由整理文獻評析以及邏輯推演結果後，歸納討論出影響公共自行車使用時空型態之建成環境因素以及控制因素，並根據此因果關係提出假說，作為後續實證分析之研究依據。

一、造成時空型態差異的影響因素

上一節經由時空型態分群的過程中得以辨別平日租借、假日租借、平日歸還及假日歸還此四種使用行為的公共自行車使用時空型態，從中檢視各型態之間的時空型態後，歸納出以下五種可能造成時空型態差異的影響因素。

(一) 平均使用量

由各個時空型態之間的整理比較中可以發現，平均使用量的高低是影響公共自行車站點被區分為不同時空型態的關鍵因素之一。例如在平日租借的時空型態

中，A類的使用量明顯高於其他B C D三類，成為A類時空型態的一大特色。



(二) 尖峰數目

在尖峰數目方面，尖峰次數的差異也會造成時空型態的差異。例如在假日租借的時空型態中，A B兩類與C D兩類的區別有一定程度是因為A B皆有呈現明顯的單峰特性，而C D則無。

(三) 尖峰時段

尖峰時段的差異會顯著影響公共自行車使用的時空型態。例如在平日歸還的時空型態中，D類的尖峰特性屬於上午尖峰，而E類則為下午尖峰；另外A B皆屬於三尖峰的特性，然而A類的第一尖峰位在下午，而B類的第一尖峰則是上午，故尖峰時段的差異會產生不同的時空型態特性。

(四) 平均距離

平均距離的長短也會導致時空型態之間的差異。例如在平日歸還的時空型態中，A類與B類的差異除了表現在尖峰時段的差別外，另一部分便是A的平均距離皆比B多了大約200公尺，使這兩類的時空時態有所差異。

(五) 各時間區段的平均距離

除了平均距離之外，因為各個時間區段的距離之間彼此各有不同的趨勢，故不同於平均距離，對於時空型態呈現出更為獨特的影響關係。在凌晨的時間區段中，以假日租借的時空型態為例，A B類在凌晨區段的平均距離比C D類長約500公尺；在上午的時間區段中，以平日租借的時空型態為例，B類與C D之間的距離差距約有300公尺左右；而在中午的時間區段中，以假日租借的時空型態為例，C類與D類在移動距離的差距也有200公尺左右；而在下午的時間區段中，在假日租借中A類與B類也是存在著200公尺左右的差距；而在晚間的時間區段

中，以平日租借的時空型態為例，A 類的平均距離則高於其他 B C D 約 600 公尺左右。

歸納整理出以上五個影響公共自行車使用時空型態的因素後，得以從中進一步探討其與建成環境因素之間的因果關係，作為後續假說研擬的相關基礎。

二、因果關係

本研究所指之因果關係為建成環境因素以及控制因素對於公共自行車使用時空型態的影響關係，其中建成環境因素又可進一步細分為密度、多樣性、設計、目的地可及性、大眾運輸場站距離以及公共自行車系統分布等六類。以下將從文獻回顧以及邏輯推演的結果檢視建成環境因素以及控制因素對於公共自行車使用時空型態的影響關係。

(一) 建成環境之密度特性

密度指的是在一定的區域範圍內事物的密集程度，在影響公共自行車使用型態的五個影響因素中，過往文獻主要聚焦於密度對於平均使用量的影響關係上，例如在人口密度方面，人口密度越高通常也表示公共自行車的使用量越高(Buck and Buehler, 2011; Maurer, 2011; Rixey, 2013; Tran et al., 2015)，然而 Faghih-Imani et al. (2014)則發現人口密度在不同的時間上有著不同的影響，譬如在上午的情況下有正向的影響，而下午時則相反。工作機會密度原則上對於公共自行車使用也是有正向的影響(Maurer, 2011; Rixey, 2013; Tran et al., 2015)，不過 Faghih-Imani et al. (2014)同樣發現在下午時段，工作機會密度對於公共自行車使用卻有負向的影響。路網密度越高，公共自行車使用量也越大(Tran et al., 2014)。從上述的密度因素中可以發現，人口密度、工作機會密度以及路網密度越高，則公共自行車的使用量也越高。然而可以從 Faghih-Imani et al. (2014)的文章中得知，在不同的時空背景下，相同的因素其實有不同的影響關係。

至於在其他時空型態影響因素方面，建成環境之密度特性也有可能對於尖峰數目以及尖峰時段產生影響。例如在工作機會密度高的地區，較容易吸引使用者於上下班的尖峰時間使用公共自行車，產生兩個尖峰時段，或是形成上午尖峰與下午尖峰的可能。而路網密度也有一定的程度會影響時空型態之平均距離，例如路網密度高的地區使用者的路線選擇方案會增加，使得使用者得以選擇距離較短的路徑以完成其旅運目的。

綜合以上文獻以及邏輯推演的結果，可以發現建成環境之密度特性可能對於公共自行車使用時空型態之平均使用量、尖峰數目、尖峰時段以及平均距離產生影響，至於詳細之正負面影響尚無法確切定論，需配合後續模式分析結果才能夠釐清。

(二) 建成環境之多樣性特性

多樣性的意涵在於一定的空間範圍內，土地使用的歧異程度，常見的有平衡與混合兩種說法，例如土地使用越混合或是住業越平衡便表示此地之多樣性程度越高。至於其對公共自行車使用時空型態的影響關係，過往文獻並未針對多樣性與公共自行車進行研究探討，此為過去文獻的缺口，然而在私人自行車領域方面，Winters et al. (2010)和 Zhao (2014)實證出土地使用多樣性越高，私人自行車使用量也越高；而住業平衡程度越均衡，私人自行車的使用量也越多(Zhao, 2014)。

多樣性除了在平均使用量可能有影響之外，本研究認為其對於時空型態影響因素中的尖峰數目可能也會有所影響。例如土地使用多樣性越高的地區，其對於土地利用的狀況較為複雜，不像純住宅區或是純工業區般較為單純，故多樣性越高可能會導致尖峰數目有所震盪，使得公共自行車使用更加集中於某些時段，亦或是全天候皆屬於高使用的狀況而減少尖峰的產生。

綜合以上所述，由於多樣性與公共自行車影響關係之學理基礎薄弱，無法有效判斷明確的影響關係，希望透過本研究之後續分析，能夠補充多樣性在公共自行車研究之不足。



(三) 建成環境之設計特性

設計是指一地的環境設計狀況，其空間排列或是呈現的方法會對使用者產生一定的影響，而設計特性對於公共自行車使用時空型態的影響關係也主要集中於平均使用量上，例如主要道路長度越高，公共自行車使用量則越低；然而次要道路長度越高，公共自行車使用量卻越高(Faghih-Imani et al., 2014)。自行車道長度則會對對於公共自行車使用量有正向的影響(Buck and Buehler, 2011; Maurer, 2011; Daddio, 2012; Rixey, 2013; Faghih-Imani et al., 2014; Tran et al., 2014; Wang et al., 2015)。十字路口數量越多，也會對於公共自行車使用量有正向的影響(Buck and Buehler, 2011)。鋪蓋良好的道路連結越多，則公共自行車使用量也越高(Wang et al., 2015)。

至於在影響時空型態的其他面向方面，設計特性主要也會對平均距離產生影響。從上述文獻中可以發現，公共自行車使用者比起主要道路，更偏好騎行於路口數量較高的小街廓中，這可能與小街廓中的車流較少或是交通易達性較高有關，而道路設計越偏向於小街廓時，越容易使得使用者減少繞路的過程，進而減少平均距離。另一方面，設計特性也有可能會影響各時間區段的平均距離。例如路燈數目這一個設計特性變數，若於深夜以及凌晨時段的公共自行車使用者，可能會偏好使用有路燈照明的公共自行車站點，減少騎乘於無照明的路面，導致騎乘距離有所增加。

綜合文獻以及邏輯推演的結果，可以發現設計特性對於公共自行車使用時空型態有一定程度的影響，然而設計特性所包含的內容過於豐富，精確的影響關係尚須後續迴歸模型加以檢定才能夠得知。

(四) 建成環境之目的地可及性特性

目的地可及性主要是指旅次終點的交通易達程度，可及性越高表示越容易抵達，而其與公共自行車使用時空型態的影響關係在過往文獻上主要也集中於平均使用量上。例如在商業區可及性方面，可及性越高則公共自行車使用量也越高

(Buck and Buehler, 2011; Daddio, 2012; Faghih-Imani et al., 2014; Wang et al., 2015)。

在教育設施可及性方面，多數文獻表示教育設施可及性對於公共自行車使用量有正向的影響(Maurer, 2011; Daddio, 2012; Rixey, 2013; Faghih-Imani et al., 2014; Wang et al., 2015)，然而 Faghih-Imani et al. (2014)卻發現教育設施可及性會因為上下午時段的不同而有不同的影響關係，例如上午時對於歸還量有正向影響，然而下午時卻有負向的影響。而休閒娛樂設施可及性對於公共自行車使用量也有著正向的影響(Buck and Buehler, 2011; Maurer, 2011; Daddio, 2012; Rixey, 2013; Wang et al., 2015)，然而 Faghih-Imani et al. (2014)卻發現在下午與晚間時段，休閒娛樂設施可及性卻有著負向的影響。而日常生活場所可及性越高，公共自行車使用量也越高(Buck and Buehler, 2011; Daddio, 2012)。

在其他時空型態的影響因素方面，本研究認為可及性特性會對於尖峰數目、尖峰時段、平均距離以及各時間區段的平均距離產生影響。首先在尖峰數目以及尖峰時段方面，舉教育設施可及性為例，由於學校具有規律的上下學時間，故學校附近的站點越可能於上下學時間產生大量的使用量，形成尖峰，進一步產生雙尖峰的時空型態。而在平均距離以及各時間區段的平均距離方面，以休閒娛樂設施可及性為例，假日時使用者有較高的機率使用公共自行車做為休閒以及運動的運具，例如從河濱騎乘自行車道後前往夜市附近的站點還車，使得平均距離比起站點更為增加，又使用者較長於假日午後進行休閒取向的公共自行車騎乘行為，也同時進一步增加下午時段的平均距離。

綜合以上文獻以及邏輯推演所述，商業區可及性、教育設施可及性、休閒娛樂設施可及性以及日常生活場所可及性基本上對於公共自行車使用時空型態皆有影響，因為公共自行車比起汽機車或是捷運火車等大眾運輸工具的移動能力較低，較難前往距離較遠和可及性較差的地區，也因此呈現出特別的使用時空型態。

(五) 建成環境之大眾運輸場站距離特性

公共自行車被視為可以完成「戶對戶」(door to door)最後一哩路的運輸工具，

因此其往往也與都市內的大眾運輸工具加以連結，提供轉乘的服務，而其與大眾運輸場站的距離對於公共自行車使用時空型態的影響關係，過往文獻也集中於平均使用量方面，例如在與捷運站的距離方面，距離越短公共自行車的使用會越高(Buck and Buehler, 2011; Maurer, 2011; Daddio, 2012; Rixey, 2013; Faghih-Imani et al., 2014; Wang et al., 2015)。而 Daddio (2012)也實證出離公車站牌越近，公共自行車的使用量也越高。

至於在時空型態影響因素的其他面向上，大眾運輸場站距離特性也會對於尖峰數目、尖峰時段以及各時間區段的平均距離產生影響。以捷運站最短距離為例，由於公共自行車可彌補捷運系統在最後一哩路的不足，因此上下班的通勤族往往會利用捷運站附近的公共自行車站點，使得這些站點會有明顯的尖峰型態，尖峰時段也與上下班的尖峰時間吻合。另外在各時間區段的平均距離上，因為臺北都會區的捷運系統於凌晨時段會關閉，使得原本利用捷運系統的使用者必須轉而使用公共自行車完成旅次，進而造成凌晨時段的移動距離遠高於白天的使用狀況。

整理以上所述，可以發現大眾運輸場站距離特性的確會對於公共自行車使用型態產生影響，詳細精確的影響關係可於後續的模式結果中證實。

(六) 建成環境之公共自行車系統分布

公共自行車系統分布是指公共自行車系統本身的服務狀況，主要包含了站點的鄰近站點數以及站點車位數兩大類，其與公共自行車使用時空型態的關係在過往文獻也主要集中於平均使用量方面，首先在站點鄰近站點數方面，站點周遭的其他站點數量越高，則使用量也越高(Bordagaray, 2012; Rixey et al., 2013; Faghih-Imani et al., 2014; Fishman et al., 2014)。而公共自行車站點之車位數越高，其使用量也越高(Maurer, 2011; Faghih-Imani et al., 2014)。

至於在其他時空型態的影響因素方面，公共自行車站點分布特性也會對於時空型態中的平均距離產生影響。若某一站點周遭站點數目較高，表示其與其他站點間的距離較短，使用者的騎乘距離也有可能因此而縮短。

綜合以上文獻所述，公共自行車站點與其周圍站點的連結越緊密，表示使用者的租還車選擇也變高，更能增進使用效率。至於在站點本身之車位數方面，由於本研究在時空型態分析中已經將各站點的車位數標準化，排除因站點本身規模所引起的差異，故在此研究不會將之納入後續模式中。

(七) 控制因素

在控制因素方面，從文獻回顧的歸納結果可分為人口特徵、個體生活方式、自然環境因素、非實質環境因素以及日常交通狀況等五大類，這些控制因素與公共自行車使用時空型態的影響關係如以下所述。

1. 人口特徵

首先在人口特徵與時空型態的影響關係中，過往文獻有發現人口特徵對於平均使用量有顯著的影響。例如在年齡部分，青壯年人口越高，則使用量也越高(Daddio, 2012; Wang et al., 2015)。性別為男性則公共自行車使用量也越高(Shaheen et al., 2011; Bordagaray, 2012; Murphy and Usher, 2015)。教育程度越高，使用量也越高(Shaheen et al., 2011; Rixey et al., 2013)。收入越高，公共自行車使用也越高(Buck and Buehler, 2011; Maurer, 2011; Daddio, 2012; Rixey, 2013)。

另外，人口特徵也有可能會影響時空型態的平均距離因素，以年齡部分為例，青壯年人口數較多的地區可能會有較長的移動距離，因為青壯年的體力較老人以及孩童充沛，故較有可能進行長距離的使用。

2. 個體生活方式

個體生活方式會影響公共自行車時空型態的平均使用量。例如平常越偏好使用綠色運具的使用者，其公共自行車使用量也越高(Buck and Buehler, 2011; Maurer, 2011; Daddio, 2012; Rixey, 2013)。而私有汽車比例則呈現兩極的趨勢，Daddio (2012)認為其對使用量有正向的影響，而 Buck and Buehler (2011)和 Maurer



(2011)則認為有負向的影響。由上述文獻可以看出，公共自行車身為綠色運具之一，故偏好綠色運具的使用者往往也常使用公共自行車。另外私有汽車比例越高可能使得使用者偏好使用私有車，然而也有可能因都市塞車因素或是健康緣由，使得本身擁有私有車的使用者更加喜歡使用公共自行車。

而個體生活方式可能也會影響時空型態中的尖峰數目以及尖峰時段。舉例來說，若某地的私有汽車比例越高，表示其在平日上下班的尖峰時段中，可能會選擇使用本身的私有運具，進而降低公共自行車的使用量，使得尖峰情況不明顯，降低尖峰數目以及減少尖峰時段的可能。另一方面，私有汽車的比例越高也有可能會促使尖峰數目增加以及尖峰時段的產生，若此區域的民眾都使用私有車通勤，可能會導致嚴重的塞車現象，造成一部分使用者轉而使用公共自行車作為通勤的運具，進而增加尖峰現象的產生。至於詳細的影響關係需等待後續的迴歸結果後才能確定。

3. 自然環境因素

在自然環境因素對於公共自行車時空型態方面，過往文獻的討論不多，僅在平均使用量部分，氣溫越高，公共自行車使用量越高(Faghih-Imani et al., 2014)。而濕度越高，公共自行車使用量會越低(Faghih-Imani et al., 2014)。由於在美洲地區，一年四季分明，故氣溫高時比較適合在室外進行公共自行車使用，因此使用量也會較高。而濕度高時表示人體通常會感到不適，故也會減少在室外的公共自行車使用。

除了平均使用量外，自然環境因素也會影響時空型態的平均距離。例如坡度越高的地區平均距離可能會越短，因為騎乘的過程中需付出更多的體力，進而導致移動距離降低。

4. 非實質環境因素

在非實質環境因素方面，過往並無發現有相關文獻探討其與公共自行車時空

型態的關係，此為一研究缺口。而本研究認為，非實質環境因素會影響時空型態之平均使用量、尖峰數目、尖峰時段、各時間區段的平均距離。首先在平均使用量方面，舉交通事故數為例，若一地區的交通事故數越高，表示騎乘在此區域的危險度較高，可能進而減少使用者於此地使用公共自行車的意願，造成使用量低落的現象。而在尖峰數目與尖峰時段方面，同樣以交通事故數為例，因為在尖峰時段的車流量較高，故可能產生較高的交通事故數，而使用者考慮到此情況，可能會減少在尖峰時間使用公共自行車的意願，進而減少尖峰數目以及不會產生尖峰時段。另外在各時間區段的平均距離方面，舉刑事案件發生數為例，因為刑事案件數代表著此地的治安狀況，故在凌晨時段的移動距離方面，使用者可能會考量到治安問題，縮短其在凌晨時間的騎乘時間，進而降低移動距離。

5. 日常交通狀況

與非實質環境因素相同，過往並無文獻探討其與公共自行車時空型態的關係，而本研究經過現地觀察以及邏輯推演後，發現日常交通狀況可能會影響時空型態的平均使用量、尖峰數目以及尖峰時段。舉車流量為例，若一地之車流量越高，則騎乘公共自行車的危險度也會隨之提高，故使用者可能會減少在此地的騎乘意願，減少平均使用量。另一方面，又因車流量較高的時段通常也是上下班的尖峰時段，故在減少使用意願的同時，也連帶減少尖峰型態的產生，進而減少尖峰數目以及尖峰時段。



三、 假說研提

經由上一節之因果關係整理後，針對本研究所聚焦之建成環境對於公共自行車使用時空型態的影響，分別從密度、多樣性、設計、目的地可及性、大眾運輸場站距離以及公共自行車系統六個類別進行理論假說研提，最後也針對時空型態與公共自行車使用的關係進行假說說明。

【假說一】建成環境之密度會影響公共自行車使用的時空型態

從前述的歸納結果可以發現，建成環境之密度特性會對公共自行車使用時空型態中的平均使用量、尖峰數目、尖峰時段以及平均距離產生影響，並進一步影響整體的時空型態。

【假說二】建成環境之多樣性會影響公共自行車使用的時空型態

從前述的歸納結果可以發現，建成環境之多樣性特性會影響公共自行車使用時空型態中的平均使用量以及尖峰數目，進一步造成整體的時空型態有所差異。

【假說三】建成環境之設計會影響公共自行車使用的時空型態

從前述的歸納結果可以發現，建成環境之設計特性會影響公共自行車使用時空型態中的平均使用量、平均距離以及各時間區段的平均距離，進一步影響整體的時空型態。

【假說四】建成環境之目的地可及性會影響公共自行車使用的時空型態

從前述的歸納結果可以發現，建成環境之目的地可及性會影響公共自行車使用時空型態中的平均使用量、尖峰數目、尖峰時段、平均距離以及各時間區段的平均距離，對於公共自行車使用的時空型態有一定程度的影響。

【假說五】建成環境之大眾運輸場站距離會影響公共自行車使用的時空型態

從前述的歸納結果可以發現，建成環境之大眾運輸場站距離會影響公共自行車使用時空型態中的平均使用量、尖峰數目、尖峰時段以及各時間區段的平均距離，進一步對於整體的時空型態產生影響。



【假說六】建成環境之公共自行車系統分布會影響公共自行車使用的時空型態

從前述的歸納結果可以發現，建成環境之公共自行車系統分布會影響公共自行車使用時空型態中的平均使用量以及平均距離，並進而改變公共自行車的時空型態。

【假說七】建成環境對於公共自行車使用時空型態的影響，在平日和假日間會有差異。

從 Faghih-Imani et al. (2014)中可以發現平假日的差異會對於公共自行車使用量產生影響，故可以由此推論平假日的差別也會連帶造成公共自行車使用的時空型態產生改變。

【假說八】建成環境對於公共自行車使用時空型態的影響，在租借和歸還間會有差異。

從 Faghih-Imani et al. (2014)中可以發現相同的建成環境因素會對於租借率與歸還率有不同的影響，故本研究承襲其研究成果，認為建成環境因素對於公共自行車時空型態的影響，會因為租借行為與歸還行為的不同而有所差異。



第四節 分析方法

為驗證上一節提出之假說關係，本節首先擬定完整的分析架構，並透過模式校估與檢定進一步進行假說的驗證，而後得以了解建成環境對於公共自行車使用時空型態的影響關係，完成本研究之研究目的，以下將針對分析架構以及驗證方法進行說明。

一、 分析架構

分析架構如圖 3-4-1 所示，首先進行資料蒐集與整理，蒐集建成環境因素作為自變數，並透過敘述性統計分析了解樣本的整體分布狀況，而後透過多項羅吉特模式初步了解建成環境對時空型態分群結果的影響關係，再透過模式校估與模式檢定確立顯著的影響關係，最後根據此模式結果與假說關係進行驗證比對，提供後續結論與建議的實質成果基礎。

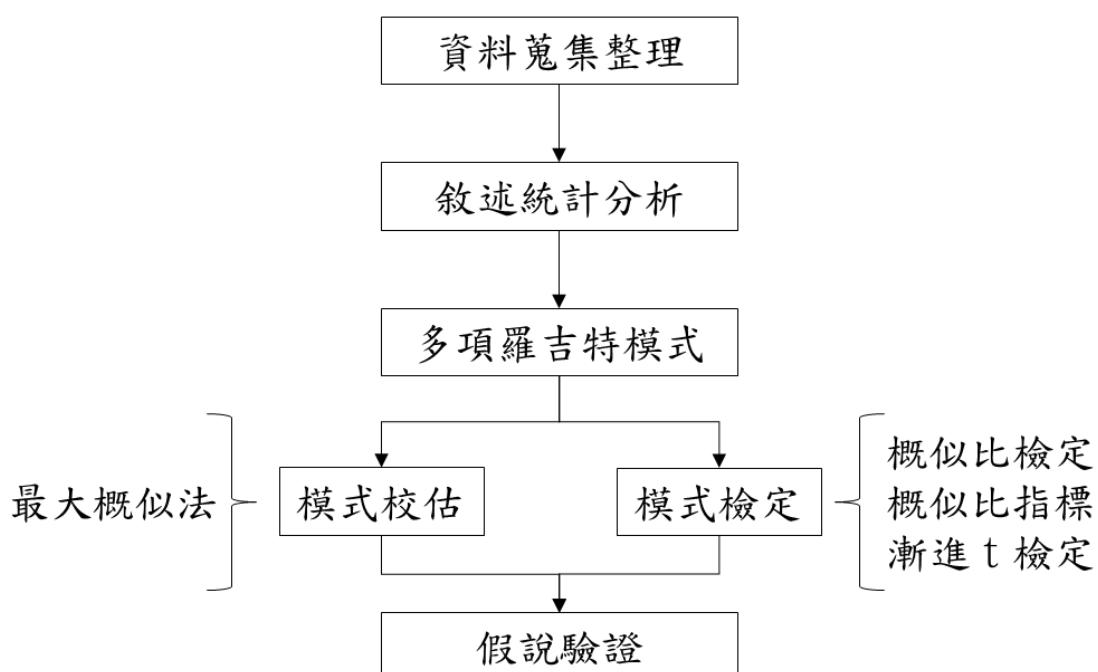


圖 3-4-1 分析架構圖



二、驗證方法

在此進行上述分析架構中所使用的驗證方法說明，說明如下：

(一) 敘述統計分析

經過資料蒐集與整理後，本研究將時空型態分群得出的結果視為應變數，二手資料蒐集而來的建成環境因素視為自變數，首先透過最大值、最小值、中位數、平均值、標準差以及變異係數等指標的計算，具體掌握樣本資料的基本分布型態以及變異程度，以利後續的統計模式計算。

(二) 多項羅吉特模式(Multinomial logit model)

1. 意義

羅吉特模式為處理離散變數的常用模型之一，藉由非線性的函數進行參數值的估計，已被廣泛運用在生物統計、社會科學、計量經濟學、運輸學等領域上，其中又可因應變數的型態區分為二項羅吉特模式與多項羅吉特模式。本研究先進行巢式羅吉特模式分析，發現時空型態分群結果不適合作為巢層結構，故改使用多項羅吉特模式校估每個自變數的顯著性。

2. 效用函數認定

多項羅吉特的效用函數 U ，如式 3-1 所示：

$$U_{in} = \beta_i X_{in} + \varepsilon_{in} \quad (\text{式 3-1})$$

U_{in} 為選擇方案 i 時 n 這個站點的效用水準； β_i 為係數向量； X_{in} 為自變數

向量； ε_{in} 為誤差向量。其中自變數向量 X_{in} 中各變數之量測方式以及定義如

表 3-4-2 與表 3-4-3 所示。



3. 模式列式

多項羅吉特之公式如式 3-2 所示：

$$P_n(i) = P(\beta_i X_{in} + \varepsilon_{in} \geq \max_{\forall j \neq i} (\beta_j X_{jn} + \varepsilon_{jn})) \quad (\text{式 3-2})$$

$$= \frac{\exp(\beta_i X_{in})}{\sum_{j=1}^I \exp(\beta_j X_{jn})}$$

式 3-2 中的 $P_n(i)$ 表示站點(n)經過時空型態分群分析後，被分配到各個時空型態(i)間的機率， β_i 、 X_{in} 以及 ε_{in} 的定義與式 3-1 相同，經由後續最大概似法的估計結果 β_i 便可得知不同自變數對公共自行車使用時空型態的影響關係。

表 3-4-1 羅吉特模式自變數定義表(建成環境)

| 變數代號 | 變數名稱 | 變數定義 | 變數單位 |
|--------------|------------|---|-----------|
| 密度變數 | | | |
| Res | 站點居住密度 | 站點區域範圍內每單位土地面積的居住人口數。 | 人/ m^2 |
| Job | 站點及業密度 | 站點區域範圍內每單位土地面積的及業人口數。 | 人/ m^2 |
| Stu_e | 站點中小學校就學密度 | 站點區域範圍內每單位土地面積的中小學校學籍數。 | 人/ m^2 |
| Stu_h | 站點高中以上就學密度 | 站點區域範圍內每單位土地面積的高中以上學校學籍數。 | 人/ m^2 |
| Build | 站點建物密度 | 站點區域範圍內每單位土地面積的建築物樓地板面積。 | m^2/m^2 |
| 多樣性變數 | | | |
| Land | 站點土地使用多樣程度 | 站點區域範圍內各土地使用別(除工業區外)所佔的樓地板面積比例之熵值(Entropy)。數值越高表示土地混合使用程度越高。 $Entropy = \frac{-\sum_{i=1}^s (D_i) \ln(D_i)}{\ln(s)}$ $\sum_{i=1}^s D_i = 1$ | - |
| Com | 站點商業使用程度 | 站點區域範圍內商業使用土地樓地板面積比例。 | % |
| Balan | 站點住業平衡程度 | 站點區域範圍內及業人口數和家戶數的比例，使用JH指標衡量。數值越大表示住業越平衡。 $JH = \frac{MAX \left \ln \left(\frac{Jobs}{Households} \right) \right - \left \ln \left(\frac{Jobs}{Households} \right) \right }{MAX \left \ln \left(\frac{Jobs}{Households} \right) \right }$ | - |
| 設計變數 | | | |
| Firr | 站點主要道路長度 | 站點區域範圍內主要道路的長度，主要道路的定義為路名是路、大道之道路。 | m |
| Secr | 站點次要道路長度 | 站點區域範圍內次要道路的長度，次要道路的定義為路名是街、巷或是無名的街道。 | m |
| Road | 站點道路面積 | 站點區域範圍內之道路面積。 | km^2 |
| Sec | 站點路口數 | 站點區域範圍內之交叉路口數量。 | 個 |
| Biway | 站點自行車道長度 | 站點區域範圍內之自行車專用道長度。 | m |
| Sign | 站點交通號誌與燈號數 | 站點區域範圍內之交通標誌、標線以及燈號數量。 | 個 |
| Green | 站點土地綠色覆蓋率 | 站點區域範圍內之公園綠地面積比例。 | % |
| Tree | 站點樹蔭 | 站點區域範圍內之行道樹數。 | 顆 |
| Light | 站點路燈數 | 站點區域範圍內之路燈數。 | 個 |

| 目的地可及性變數 | | | |
|----------|-------------|---|---|
| Cen | 站點中心商業區可及性 | 站點與中心商業區的最短距離。 中心商業區的定義為政府明文公告之商圈，取各站點距離最近之商圈作為可及性的計算指標。 | m |
| Edu | 站點教育設施可及性 | 站點環境範圍內之教育設施數。 | 個 |
| Fun | 站點休閒娛樂設施可及性 | 站點環境範圍內之觀光景點數。 | 個 |
| Live | 站點日常生活場所可及性 | 站點環境範圍內之零售業數。 | 個 |

大眾運輸場站距離變數

| | | | |
|-----|----------|----------------|---|
| Mrt | 站點與捷運站距離 | 站點與捷運站之最短路徑距離。 | m |
| Bus | 站點與公車站距離 | 站點與公車站之最短路徑距離。 | m |

公共自行車系統分布變數

| | | | |
|-----|----------|-----------------------------|---|
| Sta | 鄰近站點數 | 站點環境範圍內非本站點的其他 YouBike 站點。 | 個 |
| Lot | 鄰近站點之車位數 | 站點環境範圍內其他 YouBike 站點的平均車位數。 | 個 |

◆ 環域範圍為站點周圍方圓 350 公尺的區域。

表 3-4-2 羅吉特模式自變數定義表(控制變數)

| 變數代號 | 變數名稱 | 變數定義 | 變數單位 |
|------------------------------|-----------|--|----------|
| 人口特徵 | | | |
| Age | 站點青壯年人口比例 | 站點環境範圍內青壯年人口占整體居住人口之比例。 | % |
| Sex | 站點性別比 | 站點環境範圍內之男女性別比。 | - |
| Aca | 站點教育程度 | 站點環境範圍內之高等教育人口占整體居住人口之比例。 高等教育的定義為大學以上學歷。 | % |
| Inco | 站點收入程度 | 站點環境範圍內之人均收入。 | 元 |
| 個體生活方式 | | | |
| Car | 站點私有汽車比例 | 站點環境範圍內之私有汽車家戶占全體戶數的比例。 | % |
| Mot | 站點私有機車比例 | 站點環境範圍內之私有機車家戶占全體戶數的比例。 | % |
| 自然環境因素 | | | |
| Slop | 站點坡度 | 站點環境範圍內之最大坡度變化。 | % |
| 日常交通狀況 | | | |
| Drive | 站點車流量 | 站點環境範圍內下午尖峰小時平均車流量。 | PCU/m/hr |
| Walk | 站點行人流量 | 站點環境範圍內下午尖峰小時平均行人流量。 | 人/m/hr |
| 非實質環境因素 | | | |
| Acc | 站點交通事故數 | 站點環境範圍內平均交通事故數。 | 件/天 |
| Cri | 站點刑事案件數 | 站點環境範圍內平均刑事案件數。 | 件/天 |
| ◆ 環域範圍為站點周圍方圓 350 公尺路網距離的區域。 | | | |



(三) 模式校估方法

1. 最大概似法(Maximum likelihood estimation)

多項羅吉特模式多使用最大概似法進行參數校估，概似函數如式 3-5 所示，若公共自行車站點 n 為時空型態 i 類，則 δ_{in} 為 1，否則為 0。

$$L = \prod_{n=1}^N \prod_{i=1}^I P(i)^{\delta_{in}} \quad (\text{式 3-5})$$

然而，使用 \ln 函數進行轉換後能使求解更為順利且不會遺失任何訊息，轉換後的結果如式 3-6 所示。

$$\text{LL} = \sum_{n=1}^N \left\{ \sum_{i=1}^I \delta_{in} \left[\beta_i X_{in} - \ln \sum_{j=1}^I \exp(\beta_j X_{jn}) \right] \right\} \quad (\text{式 3-6})$$

(四) 模式檢定方法

1. 概似比檢定(Likelihood ratio test)

概似比檢定可用來評估整體係數值的顯著程度，以及可以判斷模式之間是否有顯著差異，概似比統計量之公式如式 3-7 所示。

$$\chi^2 = \ln [LL(0) - LL(\hat{\beta})] \quad (\text{式 3-7})$$

其中 $LL(0)$ 為 $\beta = 0$ 時的概似函數值，而 $LL(\hat{\beta})$ 為估計係數 $\hat{\beta}$ 的概似函數值。



2. 概似比指標(Likelihood ratio index)

概似比指標 ρ^2 可以檢定羅吉特模式之配適度，檢驗模式是否具有可信度，概似比指標之公式如式 3-8 所示。 $LL(0)$ 與 $LL(\hat{\beta})$ 之意義如概似比檢定，而 ρ^2 之值介在 0 至 1 中間，其值越大表示模式的配適度越高。

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL(\hat{\beta})}{LL(0)}$$

(式 3-8)

3. 漸進 t 檢定(Asymptotic t-test)

漸進 t 檢定的功效在於判斷各自變數之係數值是否顯著，若顯著即表示此自變數對於應變數有明確的影響關係，其公式如式 3-9 所示。其中 β 為自變數之估計係數值，而 $S.E.(\beta)$ 為估計係數值之標準差。

$$t = \frac{\beta - 0}{S.E.(\beta)}$$

(式 3-9)

(五) 假說驗證

【假說一】建成環境之密度會影響公共自行車使用的時空型態

【假說二】建成環境之多樣性會影響公共自行車使用的時空型態

【假說三】建成環境之設計會影響公共自行車使用的時空型態

【假說四】建成環境之目的地可及性會影響公共自行車使用的時空型態

【假說五】建成環境之大眾運輸場站距離會影響公共自行車使用的時空型態

【假說六】建成環境之公共自行車系統分布會影響公共自行車使用的時空型態

上述六項假說可透過多項羅吉特模式以及漸進 t 檢定，進行建成環境自變數的係數檢驗，若檢驗結果為顯著即可判斷是否支持上述六項假說，並可從係

數值之正負數進一步判斷建成環境對公共自行車使用時空型態之影響方向。



【假說七】建成環境對於公共自行車使用時空型態的影響，在平日和假日間會有差異。

【假說八】建成環境對於公共自行車使用時空型態的影響，在租借和歸還間會有差異。

在研究驗證方法設計的同時，便已區分出平日、假日、租借與歸還的行為，並從中進行不同的多項羅吉特模式檢驗，故可從模式的驗證結果中進一步比較各自顯著的自變數以及影響關係，從中判斷建成環境對於平日或假日、租借或歸還是否有不同的影響關係，決定是否支持假說。



第四章 實證分析

本章依據前一章研究設計提出之需要，進行相關資料的蒐集與初步分析，而後進行羅吉特模式之檢定與估計，並根據估計結果進行假說之驗證，最後再針對結果之意涵進行討論，與過去文獻對話並提出具體之都市規劃建議方向。

第一節 自變數資料

一、 資料蒐集

本研究所需之自變數可分為建成環境變數與控制變數兩大類，其中建成環境變數可依據 6D 分類法再區分為密度、多樣性、設計、可及性、大眾運輸場站距離以及公共自行車系統分布等 6 大類；而控制變數也根據文獻歸納的結果可再細分為人口特徵、個體生活方式、自然環境因素、日常交通狀況以及非實質環境因素等 5 大類。又因本研究之樣本資料以 2015 年 7 月至 12 月為主，故自變數以 2015 年 7 月為基準時間進行蒐集，若無當下的資料則以最接近時間點的資料為主。而各變數的資料來源則多為二手資料調查，其具體的二手資料來源整理於表 4-1-1 所示。

表 4-1-1 二手資料來源整理表

| 變數名稱 | 需求數據 | 民國年/月 | 資料來源 |
|------------------|-----------|------------|--------------------------------------|
| 建成環境之密度變數 | | | |
| 站點居住密度 | 居住人口數 | 104 年 12 月 | 社會經濟資料庫-臺北市、新北市統計區人口統計(最小統計區) |
| 站點及業密度 | 及業人口數 | 100 年 | 行政院主計總處-工商及服務業普查(鄉鎮市區) |
| 站點中小學校就學密度 | 中小學校學籍數 | 105 年 | 臺北市政府教育局-臺北市教育統計資料 新北市政府教育局-學校資料 |
| 站點高中以上就學密度 | 高中以上學校學籍數 | 105 年 | 臺北市政府教育局-臺北市教育統計資料 新北市政府教育局-學校資料 |
| 站點建物密度 | 建築物樓地板面積 | 104 年 | 臺北市稅捐稽徵處-房屋稅稅籍資料 新北市稅捐稽徵處-房屋稅稅籍資料 |

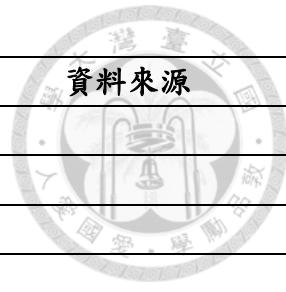
表 4-1-1 二手資料來源整理表(續)

| 變數名稱 | 需求數據 | 民國年/月 | 資料來源 |
|-------------------|--------------|--------------------------|--|
| 建成環境之多樣性變數 | | | |
| 站點土地使用多樣性程度 | 各類使用別之樓地板面積 | 104 年 | 臺北市稅捐稽徵處-房屋稅稅籍資料 新北市稅捐稽徵處-房屋稅稅籍資料 |
| 站點商業使用程度 | 商業使用土地面積 | 104 年 | 國土測繪中心-國土利用調查成果 |
| 站點住業平衡程度 | 及業人口數 | 100 年 | 行政院主計總處-工商及服務業普查 (鄉鎮市區) |
| | 家戶數 | 104 年 12 月 | 社會經濟資料庫-臺北市、新北市統計區人口統計(最小統計區) |
| 建成環境之設計變數 | | | |
| 站點主要道路長度 | 路、大道的長度 | 103 年 | 交通部-交通路網數值圖 |
| 站點次要道路長度 | 街、巷或無名的街道的長度 | 103 年 | 交通部-交通路網數值圖 |
| 站點道路面積 | 道路面積 | 104 年 | 國土測繪中心-國土利用調查成果 |
| 站點路口數 | 交叉路口數 | 103 年 | 交通部-交通路網數值圖 |
| 站點自行車道長度 | 自行車道長度 | 104 年 10 月 | 交通部-交通網路地理資訊倉儲系統 |
| 站點土地綠色覆蓋率 | 公園綠地面積 | 104 年 | 國土測繪中心-國土利用調查成果 |
| 站點樹蔭 | 行道樹數 | 105 年 | 臺北市政府工務局公園路燈工程管理處-臺北市行道樹分佈圖 新北市政府農業局-新北市行道樹資料 |
| 站點路燈數 | 路燈數 | 105 年 | 臺北市政府工務局公園路燈工程管理處-臺北市路燈位置分布圖 新北市政府工務局-新北市路燈資料 |
| 建成環境之可及性變數 | | | |
| 站點中心商業區可及性 | 商圈地址 | 105 年 | 臺北市商業處-臺北市商圈組織通訊錄 新北市政府經濟發展局-商圈列表 |
| 站點教育設施可及性 | 學校數 | 104 年 | 交通部-交通路網數值圖 |
| 站點休閒娛樂設施可及性 | 休閒娛樂設施數 | 104 年 | 交通部-交通路網數值圖 |
| 站點日常生活場所可及性 | 批發及零售家數 | 103 年 12 月 103 年 12 月 | 社會經濟資料庫-臺北市工商家數(最小統計區) 社會經濟資料庫-新北市工商家數(最小統計區) |

表 4-1-1 二手資料來源整理表(續)

| 變數名稱 | 需求數據 | 民國年/月 | 資料來源 |
|-------------------------|------------------|------------|---|
| 建成環境之大眾運輸場站距離變數 | | | |
| 站點與捷運站距離 | 捷運站數 | 104 年 | 交通部-交通路網數值圖 |
| 站點與公車站距離 | 公車站牌數 | 105 年 | 臺北市公共運輸處-臺北市公車站牌位置圖 新北市政府交通局-新北市公車站牌資料 |
| 建成環境之公共自行車系統分布變數 | | | |
| 鄰近站點數 | YouBike 站點數 | 104 年 7 月 | 臺北市政府交通局- YouBike 臺北市公共自行車即時資訊 新北市政府交通局-新北市公共自行車租賃系統(YouBike) |
| 鄰近站點之車位數 | YouBike 車位數 | 104 年 7 月 | 臺北市政府交通局- YouBike 臺北市公共自行車即時資訊 新北市政府交通局-新北市公共自行車租賃系統(YouBike) |
| 控制變數之人口特徵 | | | |
| 站點青壯年人口比例 | 15-64 歲人口比例 | 104 年 12 月 | 社會經濟資料庫-臺北市、新北市統計區三段年齡組性別人口統計(最小統計區) |
| 站點性別比 | 性別比 | 104 年 12 月 | 社會經濟資料庫-臺北市、新北市統計區三段年齡組性別人口統計(最小統計區) |
| 站點教育程度 | 高等教育人數 | 104 年 | 內政部戶政司-各村里教育程度資料(村里) |
| 站點收入程度 | 各類所得金額 | 102 年 | 財政部-綜合所得稅各類所得金額各縣市鄉鎮村里統計表-縣市別：臺北市、新北市(村里) |
| 控制變數之個體生活方式 | | | |
| 站點私有汽車比例 | 汽車登記數 | 104 年 12 月 | 交通部公路總局-汽車登記資料(區) |
| 站點私有機車比例 | 機車登記數 | 104 年 12 月 | 交通部公路總局-機車登記資料(區) |
| 控制變數之自然環境因素 | | | |
| 站點坡度 | 臺北市高程圖 新北市高程圖 | 103 年 | 內政部地政司-內政部 100 公尺網格數值地形模型資料 |

表 4-1-1 二手資料來源整理表(續)



| 變數名稱 | 需求數據 | 民國年/月 | 資料來源 |
|---------------------|------------------|-------|--------------------------|
| 控制變數之日常交通狀況 | | | |
| 站點車流量 | 因資料無法取得，後續不納入分析。 | | |
| 站點行人流量 | 因資料無法取得，後續不納入分析。 | | |
| 控制變數之非實質環境因素 | | | |
| 站點交通事故數 | 交通事故數 | 104 年 | 內政部警政署-道路交通事故(A1 及 A2 類) |

二、敘述性統計分析

此部分針對樣本變數資料進行敘述性統計分析，以了解樣本的分布狀況、變異程度以及集中趨勢，分析包含兩個部分，分別是建成環境變數與控制變數，使用敘述性統計指標中的平均值、中位數以及偏態係數判斷樣本的整體共同分布狀況，而後以標準差、變異係數以及峰態係數了解樣本間的變異情形，各自變數之敘述統計表如表 4-1-2 所示。

(一) 建成環境變數

建成環境變數又根據 6D 分類系統區分為密度、多樣性、設計、目的地可及性、大眾運輸場站距離以及公共自行車系統分布等六個面向，其敘述性統計分析結果說明如下。

(1) 密度

整體來看站點居住密度、站點及業密度、站點中小學校就學密度、站點高中以上就學密度以及站點建物密度皆屬於正偏態，表示大部分的樣本分布在密度較低的地區。變異程度方面，站點中小學就學密度以及站點高中以上就學密度的變異係數皆高於 1，代表變異程度較大，而站點居住密度、站點及業密度以及站點建物密度變異程度較小，樣本分布略為集中。至於在峰態分布方面，站點居住密度、站點中小學校就學密度、站點高中以上就學密度以及站點建物密度都比常態分布較為高瘦，而站點及業密度則略比常態分布來得低寬。



(2) 多樣性

整體來看，站點土地使用多樣性與站點住業平衡程度屬於負偏態，呈現左偏分配，表示樣本多分布於多樣性程度較高的地區，而站點商業使用程度則屬於正偏態，表示站點附近的商業使用程度較低。而在變異程度方面，站點土地使用多樣性程度與站點住業平衡程度的變異係數小於 1，表示變異程度較小，樣本較集中；而站點商業使用程度則略高於 1，變異程度略高。而三個變數之峰態係數則都比常態分布較為高瘦。

(3) 設計

整體來看，站點主要道路長度、站點道路面積、站點路口數、站點自行車道長度、站點土地綠色覆蓋率、站點樹蔭以及站點路燈數皆屬於正偏態，呈現右偏分配，表示大部分的樣本分布於上述數值較低的區域；而站點次要道路長度則呈現負偏態，表示樣本多分布於次要道路長度較高的地區。至於在變異程度方面，站點自行車道長度、站點土地綠色覆蓋率以及站點樹蔭的變異係數皆大於 1，表示變異程度較大，樣本分布較為分散；而站點主要道路長度、站點道路面積、站點路口數以及站點路燈數的變異係數皆小於 1，表示變異程度較小，樣本分布較為集中。在峰態方面，除了站點次要道路長度比起常態分配更為低寬之外，其餘變數皆比常態分配更為高瘦。

(4) 目的地可及性

整體來看，站點中心商業區可及性、站點教育設施可及性、站點休閒娛樂設施可及性以及站點日常生活場所可及性皆屬於正偏態，呈現右偏分配，表示大部分的樣本分布於目的地可及性數值較低的地區。而在變異程度方面，站點教育設施可及性以及站點休閒娛樂設施可及性的變異係數皆大於 1，表示樣本分布較為分散；而站點中心商業區可及性以及站點日常生活場所可及性的變異係數則小於 1，有較為集中的趨勢。至於在峰態方面，此四項變數皆屬於正峰態，表示比起常態分配，此四類變數的分布更為高瘦。



(5) 大眾運輸場站距離

整體來看，站點與捷運站距離以及站點與公車站距離皆屬於正偏態，為右偏分配，表示樣本多集中於與捷運站和公車站距離較近的地區。至於在變異程度方面，由於站點與捷運站距離以及站點與公車站距離的變異係數皆大於 1，故樣本間有一定程度的變異關係，樣本分布有分散的現象。而在峰態方面，兩個變數皆屬於高狹峰的型態，比起常態分配更為高瘦。

(6) 公共自行車系統分布

整體來看，鄰近站點數以及鄰近站點車位數皆屬於正偏態，為一右偏分布，樣本多集中於鄰近站點數與鄰近站點車位數較低的地區。在變異程度方面，鄰近站點數與鄰近站點車位數之變異係數皆小於 1，故樣本分布較為集中緊密。在峰態方面，由於兩個變數之峰態係數皆高於 0，故與常態分配相比，鄰近站點數以及鄰近站點車位數之分配樣態更為狹長高瘦。

(二) 控制變數

控制變數可分為人口特徵、個體生活方式、自然環境因素、日常交通狀況以及非實質環境因素等五大類，其中日常交通狀況之變數由於樣本資料無法取得，故無法將之納入本研究中。

首先在樣本整體分布方面，站點性別比、站點收入程度、站點私有汽車比例、站點私有機車比例、坡度、以及站點交通事故數之偏態係數皆大於 0，且平均數也高於中位數，故屬於右偏分配，表示樣本多分布於上述數值較低的地區；而站點教育程度因其平均數與中位數相等且偏態係數略等於 0，屬於常態分配的分布型態；而站點青壯年人口比例則屬於左偏分配，表示樣本多集中於青壯年人口比例較高的地區。至於在變異程度方面，站點青壯年人口比例、站點性別比、站點教育程度、站點收入程度、站點私有汽車比例、站點私有機車比例以及站點交通事故數之變異係數皆小於 1，表示樣本的分布略為集中；而坡度之變異係數大於

1，表示樣本的分布有較為分散的趨勢。至於在峰態方面，站點教育程度比起常態分配的樣態更為低寬；其餘變數之峰態係數皆有明顯大於 0 的傾向，表示這些變數比起常態分配的分布型態更為高瘦狹長。



(三) 小結

透過樣本間敘述統計指標的計算，得以了解變數間的分配型態、變異程度以及分布狀況等資訊，更進一步掌握樣本與變數型態，為後續模式的建立提供良善的基礎。

表 4-1-2 自變數敘述統計表

| 量測變項 | 平均數 | 中位數 | 標準差 | 變異係數 | 偏態係數 | 峰態係數 |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|----------|-----------|-----------|
| 建成環境之密度 | | | | | | |
| 站點居住密度(人/ m^2) | 0.001317 | 0.001203 | 0.000712 | 0.540505 | 2.309129 | 8.943684 |
| 站點及業密度(人/ m^2) | 0.012497 | 0.006288 | 0.012347 | 0.988022 | 0.950986 | -0.558029 |
| 站點中小學校就學密度(人/ m^2) | 0.002846 | 0.000000 | 0.004443 | 1.561015 | 1.600281 | 1.932961 |
| 站點高中以上就學密度(人/ m^2) | 0.003341 | 0.000000 | 0.012975 | 3.883521 | 6.634195 | 55.731206 |
| 站點建物密度(m^2/m^2) | 2.947111 | 2.111833 | 2.578531 | 0.874935 | 2.403409 | 6.754299 |
| 建成環境之多樣性 | | | | | | |
| 站點土地使用多樣性程度 | 0.550066 | 0.560553 | 0.107372 | 0.195198 | -0.447993 | 1.268998 |
| 站點商業使用程度 | 0.068466 | 0.045592 | 0.075667 | 1.105174 | 3.110414 | 16.911198 |
| 站點住業平衡程度 | 0.763970 | 0.778588 | 0.142277 | 0.186234 | -1.287593 | 4.787126 |
| 建成環境之設計 | | | | | | |
| 站點主要道路長度(m/m^2) | 0.010315 | 0.010027 | 0.005568 | 0.539848 | 0.938960 | 3.683309 |
| 站點次要道路長度(m/m^2) | 0.019218 | 0.019702 | 0.006891 | 0.358581 | -0.206111 | -0.150834 |
| 站點道路面積(m^2/m^2) | 0.317893 | 0.300619 | 0.096626 | 0.303958 | 2.185288 | 8.274156 |
| 站點路口數(個/ m^2) | 0.000271 | 0.000253 | 0.000121 | 0.444586 | 0.780607 | 0.832514 |
| 站點自行車道長度(m/m^2) | 0.001560 | 0.000000 | 0.002811 | 1.802240 | 2.126772 | 4.371947 |
| 站點土地綠色覆蓋率(m/m^2) | 0.055287 | 0.031528 | 0.065062 | 1.176809 | 2.263483 | 6.442843 |
| 站點樹蔭(棵/ m^2) | 0.000555 | 0.000284 | 0.000749 | 1.350177 | 2.221261 | 6.352658 |
| 站點路燈數(個/ m^2) | 0.001313 | 0.001300 | 0.000411 | 0.313053 | 0.703766 | 1.654177 |
| 建成環境之目的地可及性 | | | | | | |
| 站點中心商業區可及性(m) | 1749.970298 | 1198.004530 | 1748.046850 | 0.998901 | 1.859799 | 3.146433 |
| 站點教育設施可及性(個/ m^2) | 0.000003 | 0.000000 | 0.000004 | 1.224065 | 1.082597 | 0.728083 |

表 4-2-1 自變數敘述統計表(續)

| 量測變項 | 平均數 | 中位數 | 標準差 | 變異係數 | 偏態係數 | 峰態係數 |
|-------------------------------|-------------|-------------|------------|----------|-----------|------------|
| 站點休閒娛樂設施可及性($\text{個}/m^2$) | 0.000003 | 0.000000 | 0.000006 | 1.818522 | 2.781505 | 10.282673 |
| 站點日常生活場所可及性($\text{個}/m^2$) | 0.000126 | 0.000091 | 0.000119 | 0.944082 | 3.822479 | 22.429204 |
| 建成環境之大眾運輸場站距離 | | | | | | |
| 站點與捷運站距離(m) | 766.306399 | 518.305263 | 914.220898 | 1.193023 | 2.699307 | 9.199933 |
| 站點與公車站距離(m) | 157.056978 | 67.865608 | 247.862047 | 1.578166 | 3.759655 | 18.186961 |
| 建成環境之公共自行車系統分布 | | | | | | |
| 鄰近站點數($\text{個}/m^2$) | 0.000034 | 0.000031 | 0.000020 | 0.596414 | 1.007627 | 2.332137 |
| 鄰近站點車位數($\text{個}/m^2$) | 0.001683 | 0.001405 | 0.001351 | 0.802762 | 2.899128 | 16.945999 |
| 控制變數之人口特徵 | | | | | | |
| 站點青壯年人口比例 | 0.728823 | 0.731260 | 0.056449 | 0.077452 | -6.077241 | 77.140039 |
| 站點性別比(男/女) | 0.970800 | 0.936228 | 0.366701 | 0.377731 | 15.695932 | 276.519883 |
| 站點教育程度 | 0.324055 | 0.312666 | 0.088142 | 0.271998 | 0.342466 | -0.655125 |
| 站點收入程度(稅金/家戶數) | 1352.829968 | 1189.627695 | 614.322850 | 0.454102 | 2.730630 | 10.668295 |
| 控制變數之個體生活方式 | | | | | | |
| 站點私有汽車比例($\text{台}/m^2$) | 0.431400 | 0.409833 | 0.182979 | 0.424152 | 1.701873 | 6.591418 |
| 站點私有機車比例($\text{台}/m^2$) | 0.728445 | 0.545089 | 0.464341 | 0.637441 | 1.504248 | 2.450258 |
| 控制變數之自然環境因素 | | | | | | |
| 坡度(%) | 1.947748 | 0.623108 | 3.250584 | 1.668893 | 2.750703 | 7.792351 |
| 控制變數之非實質環境因素 | | | | | | |
| 站點交通事故數($\text{件}/m^2$) | 0.012875 | 0.011464 | 0.006499 | 0.504757 | 1.624714 | 3.539700 |



第二節 模式估計

本節模式估計分成兩部分，第一部分本研究根據階層式分群之分群階層結果建立巢層，使用巢式羅吉特模式進行自變數對應變數關係之係數估計，發現結果不符合巢式羅吉特模式之假設，顯示階層式分群結果並不能被視為分群間的巢層結構。第二部份本研究改用多項羅吉特模式估計建成環境變數以及控制變數對公共自行車使用時空型態分群結果的影響關係，其模式結果於本節說明。

一、巢式羅吉特模式

本研究首先利用第三章第四節之巢層結構進行巢式羅吉特模式之係數估計，其中假日租借屬於雙層結構，而平日租借、平日歸還以及假日歸還皆屬於三層的巢層結構。然而在巢式羅吉特模式的估計過程中，本研究推測由於三層的巢層結構過於複雜，再加上本研究之自變數有許多欄位為 0，造成巢式羅吉特模式無法順利估計係數，產生模式異常(singular)的情形。然則此現象在雙層的假日租借中並無發生，故本研究將三層的巢層結構轉為雙層的結構，希望藉此避免模式異常的情形，然而在進行雙層的巢式羅吉特模式係數估計時，在平日租借的模式中依然出現了模式異常的情形。另一方面，在巢式羅吉特模式的估計上，包容值係數(Inclusive value coefficient)為一重要檢定巢層結構合理與否的指標，且其數值需顯著介於 0 至 1 之間，然而本研究之平日歸還、假日租借以及假日歸還之包容值係數皆不在巢式羅吉特模式之設定閾值內，此也代表本研究之巢層結構與理論邏輯上有所衝突。故本研究推測，階層式分群之階層結構不適合視作巢式羅吉特模式的巢層結構，故改使用多項羅吉特模式進行係數之估計。巢式羅吉特之巢層結構與包容值係數如表 4-2-1 所示。

表 4-2-1 巢式羅吉特模式巢層結構與包容值係數

| 使用狀況 | 平日租借 | 平日歸還 |
|------|---|---|
| 巢層結構 | <pre> graph TD A --> B A --> C C --> B C --> D </pre> | <pre> graph TD A --> B A --> C C --> D C --> E </pre> |
| 包容值 | 模式異常 | $V(A,B) = 3.17298***$ $V(C,D,E) = 1.54808***$ |

| 使用狀況 | 假日租借 | 假日歸還 |
|------|---|---|
| 巢層結構 | <pre> graph TD A --> B A --> C C --> B C --> D </pre> | <pre> graph TD B --> A B --> C A --> C A --> D </pre> |
| 包容值 | $V(A,B) = 10.8469***$ $V(C,D) = 1.68138**$ | $V(B) = 1.21169$ $V(A,C,D) = -1.39253**$ |

註： $P < 0.01***$; $P < 0.05**$; $P < 0.1*$; V ：包容值係數

二、多項羅吉特模式

在多項羅吉特模式估計方面，將公共自行車使用區分為平日租借、平日歸還、假日租借以及假日歸還等四種使用狀況後進行估計，其中皆會進一步區分成僅有控制變數的基本模式與加入建成環境變數後的延伸模式，配合概似比檢定驗證建成環境對於公共自行車使用時空型態的影響效果。



(一) 平日租借

平日租借是以分群結果 C 類為比較基準，依變數為各分群結果之時空型態，估計結果如下表 4-2-2 所示。在基本模式方面，發現八個控制變數與各分群結果之間互有顯著的影響關係，故全部保留至延伸模式中，而其 ρ^2 值為 0.2688， χ^2 值為 253.6327 達到 $\alpha = 0.01$ 顯著水準。加入建成環境變數後，延伸模式中對於 A 類有影響之建成環境變數為站點中小學校就學密度、站點建物密度、站點土地使用多樣性程度、站點商業使用程度、站點休閒娛樂設施可及性、站點與捷運站距離以及站點鄰近車位數；對於 B 類有影響的有站點工作機會密度、站點建物密度、站點商業使用程度、站點住業平衡程度以及站點次要道路長度；對於 D 類有影響的有站點工作機會密度、站點建物密度、站點休閒娛樂設施可及性、站點日常生活場所可及性、站點與捷運站距離以及鄰近站點車位數。而在控制變數方面，對 A 有顯著影響的控制變數有站點青壯年人口比例、站點教育程度、站點私有汽車比例、站點交通事故數以及坡度；對於 B 類有影響關係之控制變數有站點教育程度、站點私有汽車比例、站點交通事故數以及坡度；而對於 D 類有影響關係之控制變數為站點教育程度、站點私有汽車比例以及站點交通事故數，其中站點性別比以及站點收入程度在延伸模式中失去統計顯著性。延伸模式之 ρ^2 為 0.4474，而 χ^2 值為 421.9933 達到顯著，兩模式間的概似比檢定也達到顯著，證明在平日租借的使用狀況中，加入建成環境變數能更有效的解釋公共自行車使用的時空型態，也證明建成環境是影響時空型態的重要因素。

表 4-2-2 平日租借之多項羅吉特估計結果



| 模式 變數 | A | | B | | D | |
|--|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|
| | 基本模式 | 延伸模式 | 基本模式 | 延伸模式 | 基本模式 | 延伸模式 |
| 截距項 | 13.9225** | 8.3489 | -3.7113 | -0.0876 | 2.7629 | 0.4037 |
| 控制變數 | | | | | | |
| 站點青壯年人口比例 | -31.5024*** | -21.476** | -3.8464 | 2.1215 | -7.8684 | -1.8947 |
| 站點性別比 | 5.1905* | 3.4347 | 5.2047** | 2.6979 | 2.0272 | 0.8666 |
| 站點教育程度 | 12.0917*** | 19.4476*** | 11.4086*** | 17.4833*** | 7.6159** | 13.0115*** |
| 站點收入程度 | 0.0018** | 0.0012 | 0.0003 | 0.0001 | 0.0015** | 0.0009 |
| 站點私有汽車比例 | 6.0124*** | 8.9772*** | 2.7091 | 4.5016* | -0.3563 | 4.9728* |
| 站點私有機車比例 | -0.6506 | -0.5420 | 2.5721** | 1.2189 | 0.9839 | -0.5029 |
| 站點交通事故數 | -150.1400 | -252.5690** | -321.529*** | -251.9760** | -136.4060 | -167.3720* |
| 坡度 | -0.7324*** | -0.4351*** | -0.1658*** | -0.1850** | -0.1745*** | -0.0973 |
| 建成環境變數 | | | | | | |
| 站點工作機會密度 | - | -91.2110 | - | -187.5240*** | - | -122.4130** |
| 站點中小學校就學密度 | - | -131.2400* | - | 57.7647 | - | 65.8258 |
| 站點建物密度 | - | -0.4836*** | - | -0.3430** | - | -0.3532*** |
| 站點土地使用多樣性程度 | - | 5.5468* | - | 2.9602 | - | 3.6359 |
| 站點商業使用程度 | - | 19.4899** | - | 28.2411*** | - | 11.7059 |
| 站點住業平衡程度 | - | -5.7787 | - | -9.4041* | - | -6.7599 |
| 站點次要道路長度 | - | -74.7459 | - | -80.9492** | - | 35.6169 |
| 站點休閒娛樂設施可及性 | - | 160075** | - | 97082.1 | - | 106977* |
| 站點日常生活場所可及性 | - | 16420.8** | - | 8494.82 | - | 10353.0* |
| 站點與捷運站距離 | - | -0.0009* | - | 0.0001 | - | -0.0005* |
| 鄰近站點車位數 | - | 682.4180** | - | -277.3610 | - | 570.1970* |
| 基本模式之 $\rho^2=0.2688$ | | | | | | |
| 延伸模式之 $\rho^2=0.4474$ | | | | | | |
| 基本模式之 $\chi^2=253.6327***$ | | | | | | |
| 延伸模式之 $\chi^2=421.9933***$ | | | | | | |
| 概似比檢定 LR= 168.36064*** ($\chi^2_{11,0.01} = 24.72497$) | | | | | | |

註： $P < 0.01***$; $P < 0.05**$; $P < 0.1*$



(二) 平日歸還

平日歸還是以分群結果 E 類為基準，進而進行多項羅吉特模式的後續分析，估計結果如下表 4-2-3 所示。首先在基本模式方面，由於站點私有汽車比例、站點私有機車比例以及站點交通事故數沒有達到顯著水準，故不納入後續的延伸模式中，而基本模式之 ρ^2 為 0.1390， χ^2 值為 152.41076 達到 $\alpha = 0.01$ 顯著水準。加入建成環境變數後，延伸模式中對於 A 類有顯著影響關係的建成環境變數有站點居住密度、站點建物密度、站點路燈數、站點次要道路長度、站點日常生活場所可及性、站點與捷運站最短距離以及站點鄰近車位數；對於 B 類有影響關係之建成環境變數有站點工作機會密度、站點建物密度、站點次要道路長度以及站點與捷運站最短距離；對於 C 類有顯著影響關係之建成環境變數有站點工作機會密度、站點建物密度、站點自行車道長度、站點綠色土地覆蓋率、站點路燈數、站點中心商業區可及性、站點與捷運站最短距離以及站點鄰近車位數；對於 D 類有顯著影響關係之建成環境變數有站點居住密度、站點建物密度、站點商業使用程度、站點樹蔭、站點主要道路長度、站點次要道路長度以及站點與捷運站最短距離。至於在控制變數方面，對 A 類有影響的為站點教育程度；對 B 類有影響的有站點教育程度以及站點收入程度；對 C 類有影響的為站點性別比；對 D 類有影響的為站點教育程度，其中站點青壯年人口比例以及坡度在延伸模式中不具有顯著影響關係。延伸模式之 ρ^2 為 0.3562，而 χ^2 值為 390.62091 達到顯著，兩模式間的概似比檢定也達到顯著，證明在平日歸還的使用狀況中，加入建成環境變數更能解釋公共自行車使用的時空型態，且證明建成環境是影響時空型態的重要因素。

表 4-2-3 平日歸還之多項羅吉特估計結果

| 變數 模式 | A | | B | | C | | D | |
|--|----------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------|-------------|----------|------------------|
| | 基本模式 | 延伸模式 | 基本模式 | 延伸模式 | 基本模式 | 延伸模式 | 基本模式 | 延伸模式 |
| 截距項 | 8.6516* | 2.6822 | 10.1399** | 2.3553 | 10.6380** | 12.2918* | 3.8647 | 0.52705 |
| 控制變數 | | | | | | | | |
| 站點青壯年人口比例 | -16.7339 ** | -7.7677 | -22.3584 *** | -8.5868 | -12.1912 * | -10.1010 | -12.6176 | 2.1310 |
| 站點性別比 | 0.7861 | 0.6155 | 3.5186** | 1.9905 | -2.4211 | -7.4224** | 3.5334* | -0.3238 |
| 站點教育程度 | 13.054*** | 19.8131*** | 6.5666** | 12.5205*** | 4.2795 | 4.3071 | 7.4750* | 13.1942** |
| 站點收入程度 | -0.00008 | -0.00002 | 0.0009* | 0.0011* | -0.0004 | 0.0009 | -0.00002 | 0.0004 |
| 站點私有汽車比例 | 0.6026 | - | 2.6454 | - | 0.7414 | - | 0.2662 | - |
| 站點私有機車比例 | -1.6863 | - | -0.6902 | - | -1.3838 | - | 0.8809 | - |
| 站點交通事故數 | 53.9920 | - | 0.3277 | - | 69.6325 | - | -104.078 | - |
| 坡度 | -0.0801 | -0.0445 | -0.1739** | -0.1555 | 0.0388 | 0.0664 | -0.0866 | -0.1626 |
| 建成環境變數 | | | | | | | | |
| 站點居住密度 | - | -725.6540* | - | -465.1320 | - | 43.4371 | - | -1026.84* |
| 站點工作機會密度 | - | 64.9090 | - | 82.9274* | - | 124.739*** | - | 61.2454 |
| 站點建物密度 | - | -0.3871*** | - | -0.2455* | - | -0.3355** | - | -0.3294* |
| 站點商業使用程度 | - | 5.9903 | - | 8.8608 | - | 4.9735 | - | 16.4762** |
| 站點自行車道長度 | - | 173.9020 | - | 166.7570 | - | -389.248** | - | -107.5340 |
| 站點綠色土地覆蓋率 | - | 3.6534 | - | 0.1574 | - | 8.7610* | - | -3.7785 |
| 站點樹蔭 | - | 419.2970 | - | 604.3440 | - | 432.3410 | - | 1377.82** |
| 站點路燈數 | - | 1411.5400* | - | 303.6170 | - | 1959.96*** | - | 1653.42 |
| 站點主要道路長度 | - | -27.8528 | - | -4.9500 | - | 19.1064 | - | -206.860** |
| 站點次要道路長度 | - | -139.891 ** | - | -156.054 *** | - | -55.3539 | - | -344.6930 *** |
| 站點中心商業區可及性 | - | -0.0004 | - | 0.0001 | - | -0.0005** | - | 0.00003 |
| 站點日常生活場所可及性 | - | 8046.72* | - | 4297.7800 | - | 1725.0100 | - | 3458.16 |
| 站點與捷運站最短距離 | - | -0.0009** | - | 0.0001 | - | 0.0007** | - | 0.0007* |
| 站點與公車站最短距離 | - | -0.0002 | - | -0.0024* | - | -0.0006 | - | -0.0026 |
| 站點鄰近車位數 | - | -448.028** | - | -128.2310 | - | -1727.66*** | - | -205.4280 |
| 基本模式之 $\rho^2=0.1390$ ；延伸模式之 $\rho^2=0.3562$ | | | | | | | | |
| 基本模式之 $\chi^2=152.41076***$ ；延伸模式之 $\chi^2=390.62091***$ | | | | | | | | |
| 概似比檢定 LR=238.21015*** ($\chi^2_{18,0.01} = 34.80531$) | | | | | | | | |

註：P < 0.01***; P < 0.05**; P < 0.1*



(三) 假日租借

假日租借是以分群結果 D 類為比較基準，估計結果如下表 4-2-4 所示。在基本模式方面，對 A 類有顯著影響關係的控制變數有站點青壯年人口比例、站點教育程度以及坡度；對 B 類有影響關係的有站點青壯年人口比例以及坡度；對於 C 類有顯著影響的有站點青壯年人口比例、站點私有汽車比例以及坡度，而基本模式之 ρ^2 值為 0.0986， χ^2 值為 85.59270 達到 $\alpha = 0.01$ 顯著水準。其中控制變數中的站點性別比、站點收入程度、站點私有機車比例以及站點交通事故數皆不顯著故不納入後續的延伸模式中。在延伸模式中，對 A 類有顯著影響關係之建成環境變數有站點中小學校就學密度、站點高中以上就學密度、站點建物密度、站點自行車道長度、站點土地綠色覆蓋率、站點樹蔭、站點教育設施可及性、站點休閒娛樂設施可及性、站點與捷運站距離以及鄰近站點數；對於 B 類有顯著影響的有站點中小學校就學密度、站點高中以上就學密度、站點路口數、站點自行車道長度、站點路燈數、站點休閒娛樂設施可及性以及站點與捷運站距離；對於 C 類有顯著影響的有站點居住密度、站點中小學校就學密度、站點高中以上就學密度、站點住業平衡程度、站點路口數、站點自行車道長度以及站點教育設施可及性。在控制變數方面，原先的顯著影響關係只剩下站點教育程度會影響 A 類的時空型態以及坡度會影響 C 類的時空型態，其餘皆失去影響關係。延伸模式之 ρ^2 為 0.2237，而 χ^2 值為 194.13767 達到顯著，兩模式間的概似比檢定也達到顯著，證明在假日租借的使用狀況中，加入建成環境變數能更有效解釋公共自行車使用的時空型態，並證明建成環境是影響時空型態的重要因素。

表 4-2-4 假日租借之多項羅吉特估計結果

| 模式 變數 | A | | B | | C | |
|--|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| | 基本模式 | 延伸模式 | 基本模式 | 延伸模式 | 基本模式 | 延伸模式 |
| 截距項 | 5.1049 | -0.7531 | 4.5578 | 1.12319 | 7.8498** | 4.69419 |
| 控制變數 | | | | | | |
| 站點青壯年人口比例 | -12.6891*** | -1.1253 | -13.6747** | -4.6956 | -9.0246** | -4.8609 |
| 站點性別比 | 1.5181 | - | 1.3276 | - | -1.6893 | - |
| 站點教育程度 | 4.5202* | 5.3686** | 3.2229 | 5.0932 | -0.3933 | 0.3635 |
| 站點收入程度 | 0.0005 | - | 0.0006 | - | 0.0005 | - |
| 站點私有汽車比例 | -0.5523 | 0.8556 | 1.7283 | 1.8869 | -2.3276* | -1.0443 |
| 站點私有機車比例 | 0.7553 | - | 0.2286 | - | 0.4335 | - |
| 站點交通事故數 | 11.1287 | - | 48.2076 | - | 56.7313 | - |
| 坡度 | -0.1612*** | -0.0876 | -1.6895** | -1.5759 | -0.1451*** | -0.1412** |
| 建成環境變數 | | | | | | |
| 站點居住密度 | - | 276.1200 | - | 319.4530 | - | 461.7330* |
| 站點中小學校就學密度 | - | 123.2650** | - | 183.0930* | - | 82.3351* |
| 站點高中以上就學密度 | - | 101.113*** | - | 126.410*** | - | 91.4950*** |
| 站點建物密度 | - | -0.3083*** | - | -0.0303 | - | 0.0241 |
| 站點住業平衡程度 | - | -1.3773 | - | -1.3256 | - | -2.5786* |
| 站點路口數 | - | 739.5060 | - | 6132.0900* | - | 3053.350** |
| 站點自行車道長度 | - | 333.345*** | - | 311.5940** | - | 146.2380* |
| 站點土地綠色覆蓋率 | - | -6.8923** | - | 0.7837 | - | 0.4606 |
| 站點樹蔭 | - | -525.1130* | - | -295.2740 | - | -224.4990 |
| 站點路燈數 | - | -603.5770 | - | -1993.2700* | - | -362.0570 |
| 站點教育設施可及性 | - | -209659*** | - | -252576 | - | -95613.4* |
| 站點休閒娛樂設施可及性 | - | 91550.5*** | - | 148527*** | - | 9937.3200 |
| 站點與捷運站距離 | - | -0.0005** | - | -0.0032** | - | -0.0001 |
| 鄰近站點數 | - | 44378.7*** | - | 15286.4 | - | 8611.5900 |
| 基本模式之 $\rho^2=0.0986$ ；延伸模式之 $\rho^2=0.2237$ | | | | | | |
| 基本模式之 $\chi^2=85.59270***$ ；延伸模式之 $\chi^2=194.13767***$ | | | | | | |
| 概似比檢定 LR= 108.54497*** ($\chi^2_{18,0.01} = 34.80531$) | | | | | | |

註：P<0.01***;P<0.05**;P<0.1*



(四) 假日歸還

假日歸還的多項羅吉特模式以D類為比較基準，其中係數估計結果如下表 4-2-5 所示。在基本模式方面，站點教育程度對A類有顯著的影響關係，站點收入程度對C類有顯著的影響關係，而坡度對B類與C類也有顯著的影響關係，至於其他的控制變數則因為沒有顯著的影響關係，故不會納入後續的延伸模式中。至於基本模式的 ρ^2 值為 0.0977，而 χ^2 值為 74.01193 達到 $\alpha = 0.01$ 顯著水準。至於在延伸模式方面，站點高中以上就學密度、站點建物密度、站點自行車道長度、站點路燈數、站點休閒娛樂設施可及性以及鄰近站點數對於A類有顯著的影響關係；而站點中小學校就學密度、站點高中以上就學密度、站點休閒娛樂設施可及性以及站點與捷運站距離會對B類有顯著的影響關係；而影響C類的建成環境變數有站點工作機會密度、站點中小學校就學密度、站點建物密度以及站點教育設施可及性。在控制變數方面，站點教育程度會影響A類以及B類的時空型態，而坡度會影響C類的時空型態，至於站點收入程度則失去原先的統計顯著性。延伸模式之 ρ^2 為 0.1915，而 χ^2 值為 145.02369 達到顯著，兩模式間的概似比檢定也達到顯著，證明在假日歸還的使用狀況中，建成環境變數的加入能更加精確地解釋公共自行車使用的時空型態，且證明建成環境是影響公共自行車使用時空型態的重要因素。

表 4-2-5 假日歸還之多項羅吉特估計結果

| 模式 變數 | A | | B | | C | |
|---|----------|------------|----------|-----------|------------|-----------|
| | 基本模式 | 延伸模式 | 基本模式 | 延伸模式 | 基本模式 | 延伸模式 |
| 截距項 | -1.1247 | -1.5380 | -1.7721 | 2.35525 | -1.2298 | 12.2918* |
| 控制變數 | | | | | | |
| 站點青壯年人口比例 | 1.3267 | - | -4.6189 | - | -2.2886 | - |
| 站點性別比 | -4.1242 | - | 1.0324 | - | 1.0191 | - |
| 站點教育程度 | 6.2511** | 6.9106** | 4.2256 | 8.4134** | 2.3066 | 2.1421 |
| 站點收入程度 | 0.0002 | -0.0004 | 0.0003 | -0.0004 | 0.0005* | 0.0002 |
| 站點私有汽車比例 | 1.0490 | - | 1.4364 | - | -1.3239 | - |
| 站點私有機車比例 | 0.8461 | - | -1.1674 | - | -0.8771 | - |
| 站點交通事故數 | -61.3239 | - | 92.4454 | - | 88.2153 | - |
| 坡度 | -0.0992 | -0.0761 | -1.4409* | -1.2296 | -0.2239*** | -0.1235* |
| 建成環境變數 | | | | | | |
| 站點工作機會密度 | - | 10.3192 | - | 20.7698 | - | 32.9016** |
| 站點中小學校就學密度 | - | -22.6585 | - | 194.792** | - | 91.8434** |
| 站點高中以上就學密度 | - | 41.9572* | - | 62.4078* | - | 30.2566 |
| 站點建物密度 | - | -0.3972*** | - | -0.0386 | - | -0.1679** |
| 站點自行車道長度 | - | 228.793*** | - | 28.1161 | - | 98.1597 |
| 站點路燈數 | - | -1331.47** | - | -488.602 | - | 223.957 |
| 站點教育設施可及性 | - | -97043.5 | - | -241671 | - | -109095* |
| 站點休閒娛樂設施可及性 | - | 74533.1** | - | 112992*** | - | 7443.24 |
| 站點與捷運站距離 | - | -0.00026 | - | -0.0029** | - | -0.0002 |
| 鄰近站點數 | - | 22271.7** | - | 13063.1 | - | 11315 |
| 基本模式之 $\rho^2=0.0977$ ；延伸模式之 $\rho^2=0.1915$ | | | | | | |
| 基本模式之 $\chi^2=74.01193***$ ；延伸模式之 $\chi^2=145.02369***$ | | | | | | |
| 概似比檢定 LR= 71.01176*** ($\chi^2_{15,0.01} = 30.57792$) | | | | | | |

註：P<0.01***;P<0.05**;P<0.1*



第三節 假說驗證

本節根據前一節模式估計的結果，對第三章提出的八項假說逐一進行驗證，首先討論密度、多樣性、設計、目的地可及性、大眾運輸場站距離以及公共自行車系統分布等六類建成環境變數，在平日租借、平日歸還、假日租借以及假日歸還等不同使用狀況下，對各類公共自行車使用時空型態的影響關係，並從歸納結果進行假說的驗證，最後再討論控制變數的影響關係。

一、建成環境影響關係

(一) 密度

本研究使用之密度變數有站點居住密度、站點及業密度、站點中小學校就學密度、站點高中以上學校就學密度以及站點建物密度等五種，其中皆在不同的使用狀況中有不同的影響關係，詳細的影響關係如表 4-3-1 所示。

居住密度在平日歸還及假日租借具有顯著性。在平日歸還方面，由於係數值為負數，表示比起 A 類與 D 類，居住密度會更加呈現 E 類的時空型態，從中可以發現居住密度高的地區在平日白天的歸還次數不高，但在傍晚尖峰期間容易有較高的歸還次數，並且在空間上呈現騎乘距離普遍較短的現象，此現象符合多數人在平日上完班或上完課後騎乘公共自行車返家的使用習慣，並由於若移動距離過長，使用者可能會選擇公車或捷運作為其運具，故在移動距離較短的情況下較容易使用公共自行車；在假日租借方面，居住密度越高的站點更容易呈現 C 類的時空型態，從中可以發現居住密度越高其移動距離往往也較短，與平日歸還的狀況類似。

站點及業密度在平日租借、平日歸還以及假日歸還具有統計顯著性。在平日租借方面，比起 B 類與 D 類，及業密度越高的地區越容易呈現 C 類的時空型態，從中可以發現及業密度越高的地區其平均租借次數也越低；在平日歸還方面，比起 E 類，及業密度越高的站點越容易呈現 B 類與 C 類的時空型態，具有較長的移

動距離；在假日歸還方面，及業密度較高的地區比起D類更容易呈現C類的時空型態，一樣具有較長的移動距離。

站點中小學校就學密度在平日租借、假日租借以及假日歸還具有統計顯著性。在平日租借方面，與A類相比，密度越高的站點更容易呈現C類的時空型態，故就學密度越高則平均租借次數越低；在假日租借方面，比起D類，就學密度越高越容易呈現A類、B類與C類的時空型態，顯示密度較高的站點，在假日越容易具有高租借次數、傍晚尖峰且在白天的移動距離較短等特性；而在假日歸還方面，與D類相比，密度越高的站點更容易呈現B類與C類的時空型態，具有較高的歸還次數、明顯的傍晚尖峰並有較長移動距離的現象。從平假日的差異可以推論，公共自行車並不是中小學校的學生通學常用的運具之一，可能的原因在於中小學生尚年幼，單獨騎乘公共自行車有安全疑慮的問題存在，然而在假日則無此現象，可能的原因或許在於假日多了家長的陪伴，有可能出現整個家庭一同騎車出遊的休閒活動，並由於遊憩性質而造成移動距離增加的現象。

站點高中以上就學密度在假日租借以及假日歸還具有統計顯著性。在假日租借方面，比起D類，高中以上就學密度越高的站點越容易具有A、B、C類的時空型態，故密度越高則租借次數也越多、產生傍晚尖峰並在白天有較短的移動距離但在晚間卻有較長的移動距離；而在假日歸還方面，比起D類，密度越高的站點越容易具有A類以及B類的時空型態，具有較高的歸還次數、明顯的傍晚尖峰並具有較長的移動距離。從中可以發現站點高中以上就學密度與站點中小學校就學密度在假日的影響關係略為相同，且在平日較不具有統計顯著性，故可從中推論公共自行車並不是學生主流的通學運具，臺北市與新北市的學生可能較多仍以捷運以及公車作為通學的運具，然而到了假日，沒有上學遲到時間的限制，再加上學生們幾乎都未滿十八歲，沒有機車駕照，故比起捷運以及公車，學生們才可能有更高的意願使用路徑選擇上更為自由的公共自行車作為移動運具。

建物密度在平日租借、平日歸還、假日租借以及假日歸還四種使用狀況上皆

具有統計顯著性。在平日租借方面，比起A、B、D類，建物密度越高的站點越容易具有C類的時空型態，呈現低租借次數、平均移動距離較短的現象；在平日歸還方面，比起A、B、C、D類，建物密度越高的站點越容易呈現E類的時空型態，具有較短移動距離的現象產生；在假日租借方面，比起A類，建物密度越高的站點越容易出現D類的時空型態，具有低租借次數的特性；而在假日歸還方面，比起A類與C類，建物密度越高的站點越容易具有D類的時空型態，具有低歸還次數以及移動距離較短的特性。從四種使用狀況中可以發現，建物密度越高會減少公共自行車的使用量，也會一併減少騎乘的距離，可能的原因在於若一地的建築物密度過高的話，會壓縮到公共自行車的騎乘空間，且過多的建築物往往也反映著較多的人潮，影響到騎乘時的舒適度以及安全性，故產生此種公共自行車使用的時空型態。

表 4-3-1 密度特性對公共自行車使用時空型態之影響關係表

| 自變數 | 公共自行車使用時空型態 | | | |
|------------|-------------|------|------|------|
| | 平日租借 | 平日歸還 | 假日租借 | 假日歸還 |
| 站點居住密度 | X | O | O | X |
| 站點及業密度 | O | O | X | O |
| 站點中小學校就學密度 | O | X | O | O |
| 站點高中以上就學密度 | X | X | O | O |
| 站點建物密度 | O | O | O | O |

註：O表示有影響關係，X表示無影響關係

(二) 多樣性

本研究所界定之多樣性變數有站點土地使用多樣性程度、站點商業使用程度以及站點住業平衡程度，其中多樣性變數在平日租借、平日歸還以及假日租借皆分別具有統計顯著性，然而在假日歸還的使用狀況中則無顯著性，詳細的影響關係如表 4-3-2 所示。

站點土地使用多樣性程度只在平日租借中有統計顯著性，與C類相比，土

地使用多樣性越高的站點越容易呈現A類的時空型態，具有高租借次數、三個使用尖峰以及凌晨、下午與晚上的移動距離較長等特性，可能的原因在於大臺北都會區多屬於住商混合的土地利用型態，越混合的地區其土地使用多樣性也越高，也表示其從事多目的旅次的可能性更高，故容易吸引民眾來此地從事多元的活動，故會使用公共自行車。

站點商業使用程度在平日租借以及平日歸還具有統計顯著性。在平日租借方面，比起C類，商業使用程度越高的地區越容易呈現A類與B類的時空型態，具有較高的租借次數、明顯的傍晚尖峰以及在凌晨、下午以及晚上移動距離較長等特性；而在平日歸還方面，比起E類，商業使用程度越高的站點越容易呈現D類的時空型態，具有上午尖峰但卻沒有傍晚尖峰的特性，且平均移動距離較長。由於商業使用程度越高的地區往往也代表較多的工作機會或是人潮，故平日的使用者可能會在上午上班時間前往商業使用程度較高的地區歸還公共自行車，而到了傍晚下班時間會再於此處租借公共自行車返家，與站點土地使用多樣性的推論有相似之處。

站點住業平衡程度在平日租借以及假日租借的使用狀況下具有統計顯著性。在平日租借方面，比起D類，住業越平衡的站點越容易呈現C類的時空型態，具有較低的租借次數但卻有著較長的平均移動距離；而在假日租借方面，比起C類，更容易呈現D類的時空型態，一樣具有較低的租借次數以及較長的移動距離。從以上兩種使用狀況可以發現，住業越平衡的站點會減少公共自行車的使用量，但卻會增加騎乘的移動距離。

表 4-3-2 多樣性特性對公共自行車使用時空型態之影響關係表

| 自變數 | 公共自行車使用時空型態 | | | |
|-------------|-------------|------|------|------|
| | 平日租借 | 平日歸還 | 假日租借 | 假日歸還 |
| 站點土地使用多樣性程度 | O | X | X | X |
| 站點商業使用程度 | O | O | X | X |
| 站點住業平衡程度 | O | X | O | X |

註：O表示有影響關係，X表示無影響關係



(三) 設計

本研究所考慮之設計變數有站點道路面積、站點路口數、站點自行車道長度、站點綠色土地覆蓋率、站點樹蔭、站點路燈數、站點主要道路長度以及站點次要道路長度，其中除了站點道路面積無顯著性之外，其餘變數皆各自在不同使用狀況中有顯著的影響關係，詳細的影響關係如表 4-3-3 所示。

站點路口數僅在假日租借的使用情況中具有統計顯著性，比起D類，路口數越多的站點更容易傾向B類以及C類的時空型態，呈現路口數越高則租借次數也越多，但在白天的移動距離會較短的使用型態。推測可能是因為路口數越多表示道路路網連結度越高，使用者可以以更短的路徑距離完成其旅次，故有增加使用量的傾向，且同時造成移動距離較短的現象產生。

站點自行車道長度在平日歸還、假日租借以及假日歸還當中具有統計顯著性。在平日歸還方面，比起C類，自行車道長度越長越容易出現E類的時空型態；而在假日租借方面，與D類相比，自行車道長度越長越具有A、B與C類的時空型態，增加租借次數以及出現明顯的傍晚尖峰；在假日歸還方面，比起D類，自行車道長度越長的站點越容易呈現A類的時空型態，與租借行為相同，出現使用量增加以及傍晚尖峰的現象。從中可以發現，自行車道的設計有助於使用者在假日使用公共自行車的意願，且多集中於下午及傍晚的時間區間，推測有可能是休閒遊憩使用者居多，利用河濱自行車道等設施達到運動娛樂的作用。

站點綠色土地覆蓋率在平日歸還以及假日租借中具有統計顯著性。在平日歸還方面，與E類相比，綠色土地覆蓋率越高的地區，越容易呈現C類的時空型態，具有較長的平均移動距離；在假日租借方面，與A類相比，綠色土地覆蓋率越高的站點越容易呈現D類的時空型態，具有平均租借次數低的特性。

站點樹蔭在平日歸還以及假日租借中具有統計顯著性。在平日歸還方面，與E類相比，樹蔭越多的站點越容易呈現D類的時空型態，具有上午尖峰而傍晚尖峰不明顯的特性；在假日租借方面，與A類相比，樹蔭越多的站點越容易呈現D



類的時空型態，平均租借次數較低。

站點路燈數在平日歸還、假日租借以及假日歸還中具有統計顯著性。在平日歸還方面，與E類相比，路燈數越多越容易具有A類以及C類的時空型態，平均移動距離較長，且在晚上與凌晨的時段中移動距離也較長；在假日租借方面，與B類相比，路燈數越多越容易呈現D類的時空型態，使用量較低以及移動距離較短；在假日歸還方面，與A類相比，路燈數越多的站點越容易呈現D類的時空型態，具有低使用量以及較短移動距離的特性。從中可以發現平日晚間的長距離使用者有傾向使用路燈數較多的公共自行車站點，原因可能在於燈光足夠的情況下較為安全，而在假日則較無此現象產生，推測可能與通勤族的減少有關，使用者不必在晚間騎乘公共自行車返家，故會對路燈數的效果造成影響。

站點主要道路長度僅在平日歸還中具有統計顯著性，與D類相比，站點的主要道路長度越長越容易呈現E類的使用型態，具有明顯傍晚尖峰、無上午尖峰且移動距離較短的特性。

站點次要道路長度在平日租借與平日歸還中具有統計顯著性。在平日租借方面，與B類相比，次要道路長度越長的站點越容易形成C類的時空型態，平均租借次數較低，且在凌晨以及晚間的移動距離較短；在平日歸還方面，與A、B、D類相比，次要道路長度越長越容易呈現E類的時空型態，沒有明顯的上午尖峰，但傍晚尖峰的歸還次數較高，且平均移動距離較低。從主要道路長度以及次要道路長度中可以發現，道路長度越長的站點其平均移動距離有較低的趨勢，可能是因為道路長度越長代表使用者能選擇的路徑選項更多，更能快速到達其目的地，進而縮短移動距離。

表 4-3-3 設計特性對公共自行車使用時空型態之影響關係表

| 自變數 依變數 | 公共自行車使用時空型態 | | | |
|------------|-------------|------|------|------|
| | 平日租借 | 平日歸還 | 假日租借 | 假日歸還 |
| 站點道路面積 | X | X | X | X |
| 站點路口數 | X | X | O | X |
| 站點自行車道長度 | X | O | O | O |
| 站點土地綠色覆蓋率 | X | O | O | X |
| 站點樹蔭 | X | O | O | X |
| 站點路燈數 | X | O | O | O |
| 站點主要道路長度 | X | O | X | X |
| 站點次要道路長度 | O | O | X | X |

註：O 表示有影響關係，X 表示無影響關係

(四) 目的地可及性

本研究所考慮之目的地可及性變數有站點中心商業區可及性、站點教育設施可及性、站點休閒娛樂設施可及性以及站點日常生活場所可及性，此四種可及性變數分別在不同的公共自行車使用狀況下有不同的影響關係，詳細的影響關係如表 4-3-4 所示。

站點中心商業區可及性僅在平日歸還中具有統計顯著性，與 C 類相比，中心商業區可及性越高的站點會更容易呈現 E 類的時空型態，平均移動距離較短。

站點教育設施可及性在假日租借與假日歸還具有統計顯著性。在假日租借方面，與 A 類 C 類相比，教育設施可及性越高的站點越容易呈現 D 類的時空型態，平均使用量較低，且沒有明顯尖峰存在；在假日歸還方面，與 C 類相比，教育設施可及性越高越容易呈現 D 類的時空型態，一樣具有較低的使用量以及較短的移動距離。

站點休閒娛樂設施可及性在平日租借、假日租借以及假日歸還中具有統計顯著性。在平日租借方面，與 D 類相比，休閒娛樂設施可及性越高的站點越容易呈現 A 類與 B 類的時空型態，具有高租借次數、明顯的傍晚尖峰以及平均移動距離較長等特性；在假日租借方面，與 D 類相比，可及性越高的站點越容易出現 A 類

與B類的時空型態，具有高租借次數、明顯的傍晚尖峰的特性；在假日歸還方面，與假日租借的情況相似，可及性越高的站點越容易呈現A類與B類的時空型態，平均歸還量高、明顯的傍晚尖峰以及較長的移動距離是其特色。從此三種使用型態中可以發現，休閒娛樂設施可及性越高的站點，其使用量也會越高，同時也具有較長移動距離的特性，顯示使用者往往會利用公共自行車前往休閒娛樂設施較豐富的地區，且不分平日與假日皆有此現象出現。

站點日常生活場所可及性在平日租借與平日歸還中具有統計顯著性。在平日租借方面，與C類相比，日常生活場所可及性越高的站點越容易具有A類與D類的時空型態，呈現高租借次數、明顯的上午尖峰與傍晚尖峰等特性；在平日歸還方面，與E類相比，可及性越高的站點越容易呈現出A類的時空型態，具有高歸還次數、明顯的上午尖峰以及較長的移動距離。從平日的使用狀況來看可以推論出使用者在平日有騎乘公共自行車前往零售家數豐富的地區，而且通常會與上下班的尖峰時間不謀而合，推測可能使用者會從事生活用品的採買或是日常生活場所可及性高的地區往往也提供了大量的工作機會，造成上下班尖峰時間大量使用量的產生。

表 4-3-4 目的地可及性特性對公共自行車使用時空型態之影響關係表

| 自變數 | 公共自行車使用時空型態 | | | |
|-------------|-------------|------|------|------|
| | 平日租借 | 平日歸還 | 假日租借 | 假日歸還 |
| 站點中心商業區可及性 | X | O | X | X |
| 站點教育設施可及性 | X | X | O | O |
| 站點休閒娛樂設施可及性 | O | X | O | O |
| 站點日常生活場所可及性 | O | O | X | X |

註：O表示有影響關係，X表示無影響關係



(五) 大眾運輸場站距離

本研究所界定之大眾運輸場站距離變數有兩個，分別是站點與捷運站最短距離以及站點與公車站最短距離，皆各自在不同的使用情況下有不同的顯著影響關係，詳細的影響關係如表 4-3-5 所示。

站點與捷運站最短距離在平日租借、平日歸還、假日租借以及假日歸還等四種使用情況下皆具有統計顯著性。在平日租借方面，與 C 類相比，與捷運站距離越短越容易呈現 A 類與 D 類的時空型態，具有高租借次數、上午與傍晚尖峰的特性；在平日歸還方面，與捷運站距離越短越容易呈現 A 類與 E 類的時空型態，具有明顯的傍晚尖峰；而在假日租借方面，與 D 類相比，距離越短越容易呈現 A 類與 B 類的時空型態，具有高歸還次數以及傍晚尖峰的特性；而在假日歸還方面，與 D 類相比，站點與捷運站距離越短越容易呈現 B 類的時空型態，具有高歸還次數、明顯的上午中午傍晚尖峰的特性。從此四種使用狀況可以發現，站點與捷運站的距離越近越能夠提升公共自行車的使用量，而且其效果不限平日的通勤使用者，假日的使用者往往也會使用位在捷運站附近的公共自行車站點，證實公共自行車能夠與現有大眾運具結合，透過轉乘使得大眾運輸系統更加完善。

站點與公車站最短距離僅在平日歸還中具有統計顯著性，以 E 類為比較基準，站點與公車站距離越短越容易呈現 B 類的時空型態，具有較高的歸還次數、明顯的上午尖峰與傍晚尖峰，且平均移動距離較長等特性。與捷運站的影響關係相比，公車站與公共自行車系統的結合較不顯著，但仍有部分使用者在平日會有公共自行車轉乘公車的現象。

表 4-3-5 大眾運輸場站距離特性對公共自行車使用時空型態之影響關係表

| 自變數 依變數 | 公共自行車使用時空型態 | | | |
|------------|-------------|------|------|------|
| | 平日租借 | 平日歸還 | 假日租借 | 假日歸還 |
| 站點與捷運站距離 | O | O | O | O |
| 站點與公車站距離 | X | O | X | X |

註：O 表示有影響關係，X 表示無影響關係



(六) 公共自行車系統分布

本研究界定之公共自行車系統分布變數有鄰近站點數以及鄰近站點車位數兩項，皆各有其顯著影響關係，詳細的影響關係如表 4-3-6 所示。

鄰近站點數在假日租借與假日歸還中具有統計顯著性。在假日租借方面，與 D 類相比，站點的鄰近站點數越多越容易呈現 A 類的時空型態，具有較高的租借次數、顯著的傍晚尖峰等特性；在假日歸還方面，與 D 類相比，站點的鄰近站點數越多也越容易有 A 類的時空型態，一樣具有較高的歸還次數以及傍晚尖峰，且平均移動距離較長等特性。公共自行車站點間的空間分布在假日較容易產生影響，可能的原因在於平日的使用多為通勤通學的使用目的，由於路線固定所以使用者不需考慮站點間的連接程度，然而到了假日轉為休閒遊憩使用目的後，路線變得不如平日固定，造成使用者會考慮借還車的便利性而選擇公共自行車站點網絡較緊密的站點借還車。

鄰近站點車位數在平日租借以及平日歸還中具有統計顯著性。在平日租借方面，與 C 類相比，站點的鄰近車位數越高越容易呈現 A 類以及 D 類的時空型態，具有較高的租借次數以及明顯的上午傍晚尖峰；在平日歸還方面，與 A 類 C 類相比，站點的鄰近車位數越高越容易呈現 E 類的時空型態，具有較短的平均移動距離。

表 4-3-6 公共自行車系統分布特性對公共自行車使用時空型態影響關係表

| 自變數 | 公共自行車使用時空型態 | | | |
|----------|-------------|------|------|------|
| | 平日租借 | 平日歸還 | 假日租借 | 假日歸還 |
| 鄰近站點數 | X | X | O | O |
| 鄰近站點之車位數 | O | O | X | X |

註：O 表示有影響關係，X 表示無影響關係



(七) 建成環境對公共自行車使用時空型態在平假日間影響關係的差異

在平日租借與假日租借間，有顯著差別的建成環境變數包括站點居住密度、站點及業密度、站點中小學校就學密度、站點高中以上就學密度、站點土地使用多樣性、站點商業使用程度、站點次要道路長度、站點路口數、站點自行車道長度、站點綠色土地覆蓋率、站點樹蔭、站點路燈數、站點教育設施可及性、站點日常生活場所可及性、鄰近站點數以及站點鄰近車位數等十六個變數；而在平日歸還以及假日歸還間，有顯著差別的建成環境變數包括站點居住密度、站點中小學校就學密度、站點高中以上就學密度、站點商業使用程度、站點綠色土地覆蓋率、站點樹蔭、站點主要道路長度、站點次要道路長度、站點中心商業區可及性、站點教育設施可及性、站點休閒娛樂設施可及性、站點日常生活場所可及性、站點與公車站最短距離、鄰近站點數以及站點鄰近車位數等十五個變數。可從中發現在平日與假日中具有影響力的建成環境變數互不相同，故建成環境對平假日間公共自行車使用時空型態的影響關係也會有所差異。

(八) 建成環境對公共自行車使用時空型態在租借與歸還行為間影響關係的差異

在平日租借與平日歸還之間，有顯著差別的建成環境變數包括站點居住密度、站點及業密度、站點中小學校就學密度、站點土地使用多樣性程度、站點住業平衡程度、站點自行車道長度、站點綠色土地覆蓋率、站點樹蔭、站點路燈數、站點主要道路長度、站點中心商業區可及性、站點休閒娛樂設施可及性、站點與公車站最短距離以及鄰近站點車位數等十四個變數；而在假日租借與假日歸還之間，有顯著差別的建成環境變數包括站點居住密度、站點及業密度、駐點住業平衡程度、站點路口數、站點綠色土地覆蓋率以及站點樹蔭等六個變數，從以上歸納結果可以發現，在租借行為與歸還行為中各自有不同的建成環境影響關係，對公共自行車使用時空型態有不同的影響。



二、 假說檢核

根據上述討論之內容與第三章提出之研究假說進行檢核，如表 4-3-7 所示，結果發現假說一至八皆為部分支持，僅在特定變數條件之下，為實際資料所支持。

表 4-3-7 研究假說檢核表

| 假說 | 假說內容 | 假說檢核 | 支持使用行為 | 支持變數 |
|-----|---------------------------|------|--------|--|
| 假說一 | 建成環境之密度特性會影響公共自行車使用的時空型態 | 部分支持 | 平日租借 | 站點工作機會密度 站點中小學校就學密度 站點建物密度 |
| | | | 平日歸還 | 站點居住密度 站點工作機會密度 站點建物密度 |
| | | | 假日租借 | 站點居住密度 站點中小學校就學密度 站點高中以上就學密度 站點建物密度 |
| | | | 假日歸還 | 站點工作機會密度 站點中小學校就學密度 站點高中以上就學密度 站點建物密度 |
| 假說二 | 建成環境之多樣性特性會影響公共自行車使用的時空型態 | 部分支持 | 平日租借 | 站點土地使用多樣性程度 站點商業使用程度 站點住業平衡程度 |
| | | | 平日歸還 | 站點商業使用程度 |
| | | | 假日租借 | 站點住業平衡程度 |

表 4-3-7 研究假說檢核表(續)



| 假說 | 假說內容 | 假說檢核 | 支持使用行為 | 支持變數 |
|---|------|------|--------|--|
| 假說三 建成環境之設計特性會影響公共自行車使用的時空型態 | | 部分支持 | 平日租借 | 站點次要道路長度 |
| | | | 平日歸還 | 站點自行車道長度 站點綠色土地覆蓋率 站點樹蔭 站點路燈數 站點主要道路長度 站點次要道路長度 |
| | | | 假日租借 | 站點路口數 站點自行車道長度 站點土地綠色覆蓋率 站點樹蔭 站點路燈數 |
| | | | 假日歸還 | 站點自行車道長度 站點路燈數 |
| | | 部分支持 | 平日租借 | 站點休閒娛樂設施可及性 站點日常生活場所可及性 |
| | | | 平日歸還 | 站點中心商業區可及性 站點日常生活場所可及性 |
| | | | 假日租借 | 站點教育設施可及性 站點休閒娛樂設施可及性 |
| | | | 假日歸還 | 站點教育設施可及性 站點休閒娛樂設施可及性 |
| 假說四 建成環境之目的地可及性特性會影響公共自行車使用的時空型態 | | 部分支持 | 平日租借 | 站點與捷運站距離 |
| | | | 平日歸還 | 站點與捷運站最短距離 站點與公車站最短距離 |
| | | | 假日租借 | 站點與捷運站距離 |
| | | | 假日歸還 | 站點與捷運站距離 |
| 假說五 建成環境之大眾運輸場站距離特性會影響公共自行車使用的時空型態 | | 部分支持 | 平日租借 | 鄰近站點車位數 |
| | | | 平日歸還 | 鄰近站點車位數 |
| | | | 假日租借 | 鄰近站點數 |
| | | | 假日歸還 | 鄰近站點數 |
| 假說六 建成環境之公共自行車系統分布會影響公共自行車使用的時空型態 | | 部分支持 | 平日租借 | 鄰近站點車位數 |
| | | | 平日歸還 | 鄰近站點車位數 |
| | | | 假日租借 | 鄰近站點數 |
| | | | 假日歸還 | 鄰近站點數 |

表 4-3-7 研究假說檢核表(續)

| 假說 | 假說內容 | 假說檢核 | 支持使用行為 | 支持變數 |
|-----|----------------------------------|------|--------------|--|
| 假說七 | 建成環境對於公共自行車使用時空型態的影響，在平日和假日間會有差異 | 部分支持 | 平日租借 假日租借 | 站點及業密度、站點高中以上就學密度、站點土地使用多樣性、站點商業使用程度、站點路口數、站點自行車道長度、站點綠色土地覆蓋率、站點樹蔭、站點路燈數、站點教育設施可及性、站點日常生活場所可及性、鄰近站點數、站點鄰近車位數 |
| | | | 平日歸還 假日歸還 | 站點居住密度、站點中小學校就學密度、站點高中以上就學密度、站點商業使用程度、站點綠色土地覆蓋率、站點樹蔭、站點主要道路長度、站點次要道路長度、站點中心商業區可及性、站點教育設施可及性、站點休閒娛樂設施可及性、站點日常生活場所可及性、站點與公車站最短距離、鄰近站點數、站點鄰近車位數 |
| 假說八 | 建成環境對於公共自行車使用時空型態的影響，在租借和歸還間會有差異 | 部分支持 | 平日租借 平日歸還 | 站點居住密度、站點中小學校就學密度、站點土地使用多樣性程度、站點住業平衡程度、站點自行車道長度、站點綠色土地覆蓋率、站點樹蔭、站點路燈數、站點主要道路長度、站點中心商業區可及性、站點休閒娛樂設施可及性、站點與公車站最短距離 |
| | | | 假日租借 假日歸還 | 站點居住密度、站點及業密度、駐點住業平衡程度、站點路口數、站點綠色土地覆蓋率、站點樹蔭 |



三、 控制變數討論

本研究所界定之控制變數有區分成人口特徵、個體生活方式、自然環境因素以及非實質環境因素等四大類，以下個別進行影響關係的討論，詳細的控制變數影響關係如表 4-3-8 所示。

(一) 人口特徵

人口特徵內有站點青壯年人口比例、站點性別比、站點教育程度以及站點收入程度等四小類，各自對公共自行車使用時空型態有不同的影響關係。

站點青壯年人口比例在平日租借、平日歸還以及假日租借的基本模式具有顯著性，然而在延伸模式中僅剩下平日租借維持統計顯著性。在平日租借方面，與 C 類相比，站點青壯年人口比例越高的站點越容易呈現 A 類的時空型態，具有高租借次數、明顯的上午中午傍晚尖峰以及在凌晨與下午晚間有較長的移動距離，由此可以推測青壯年族群在平日上下班尖峰時間有較高的意願使用公共自行車，而且騎乘距離也較長，可能的原因與其身體能負荷更長距離的騎乘行為有關。

站點性別比在平日租借與平日歸還的基本模式中具有顯著性，然而在延伸模式中性別比只在平日歸還中具有統計顯著性。在平日歸還方面，與 C 類相比，站點性別比越高越容易呈現 E 類的時空型態，出現移動距離較短的時空型態，可以發現男性人口越多會使得騎乘距離越短。

站點教育程度在平日租借、平日歸還、假日租借以及假日歸還的延伸模式中皆具有統計顯著性。在平日租借方面，與 C 類相比，站點教育程度越高越容易呈現 A B D 類的時空型態，具有較高的租借次數、明顯的傍晚尖峰與上午尖峰、凌晨與晚間的移動距離較長等特性；在平日歸還方面，與 E 類相比，教育程度越高的站點越容易呈現 A B D 類的時空型態，具有較高的歸還次數、較長的移動距離等特性；在假日租借方面，與 D 類相比，教育程度越高的站點越容易具有 A 類的時空型態，呈現較高租借次數、傍晚尖峰、上午移動距離較短但下午晚間距離較

長等特性；在平日歸還方面，與D類相比，教育程度越高的站點越容易呈現A類與B類的時空型態，一樣具有高歸還次數、傍晚尖峰、移動距離較長的特性。綜觀以上四種使用行為，可以發現教育程度越高的站點會有越高的使用量，且出現明顯的傍晚尖峰情形，移動距離也會隨之增加，推測可能是因為教育程度較高的使用者對於公共自行車的接納度較高，且更具環保意識，願意透過使用綠色運具達到節能減碳的目的。

站點收入程度在平日租借、平日歸還以及假日歸還的基本模式中具有統計顯著性，然而在延伸模式中只剩下平日歸還行為中才有顯著性。在平日歸還方面，與E類相比，站點收入越高的站點越容易呈現B類的時空型態，出現明顯的上午尖峰以及具有平均移動距離較長的特性。

(二) 個體生活方式

本研究所界定之個體生活方式有站點私有汽車比例與站點機車比例兩個項目，其中站點機車比例在延伸模式中皆不具有統計顯著性，而站點汽車比例也僅在平日租借的延伸模式中具有顯著性。在平日租借方面，與C類相比，站點汽車比例越高越容易呈現A B D類的時空型態，具有較高的租借次數、明顯的傍晚尖峰與上午尖峰、凌晨與晚間的移動距離較長等特性。

(三) 自然環境因素

因本研究排除了雨量的影響，故僅使用坡度進行自然環境因素的分析，其中坡度在平日租借、假日歸還以及假日租借的延伸模式中具有統計顯著性。在平日租借方面，坡度越大的站點越容易呈現C類的時空型態，而在假日租借則是會呈現D類的時空型態，假日歸還也是呈現D類的時空型態。具體來說坡度越大的站點會擁有較低的使用量，與較短的移動距離，因為坡度過大會導致使用者騎乘上的不便與疲勞，進而降低公共自行車的使用量與騎乘距離。



(四) 非實質環境因素

本研究所界定的非實質環境因素為站點交通事故數，而其僅在平日租借的延伸模式中具有統計顯著性，在平日租借方面，交通事故數越高的站點越容易呈現C類的時空型態，平均租借次數較低，且晚間與凌晨的移動距離較短。由此可知使用者可能因為安全緣由並不常使用容易發生交通事故的站點，而且在晚間與凌晨等燈光較昏暗且交通事故數較多的時間區間的移動距離也會越低。

表 4-3-8 控制變數對公共自行車使用時空型態之影響關係表

| 自變數 | 依變數 | 公共自行車使用時空型態 | | | |
|----------------|-----|-------------|------|------|------|
| | | 平日租借 | 平日歸還 | 假日租借 | 假日歸還 |
| 人口特徵 | | | | | |
| 站點青壯年人口比例 | O | X | X | X | |
| 站點性別比 | X | O | X | X | |
| 站點教育程度 | O | O | O | O | |
| 站點收入程度 | X | O | X | X | |
| 個體生活方式 | | | | | |
| 站點私有汽車比例 | O | X | X | X | |
| 站點私有機車比例 | X | X | X | X | |
| 自然環境因素 | | | | | |
| 站點坡度 | O | X | O | O | |
| 非實質環境因素 | | | | | |
| 站點交通事故數 | O | X | X | X | |

註：O表示有影響關係，X表示無影響關係



第四節 意涵討論

本節根據前述模式估計與假說關係討論的結果，進行相關意涵之討論，首先歸納整理出建成環境對公共自行車使用時空型態要素的影響關係，而後再與相關文獻進行對話與討論，以了解本研究之影響關係與相關文獻的異同，最後再根據研究結果，對公共自行車系統規劃與營運提出適合且可行的策略與建議。

一、建成環境對公共自行車使用時空型態要素的影響關係

本研究根據上一節假說關係的討論結果，將建成環境對公共自行車使用時空型態的影響關係歸納為三個層面，分別是平均使用量、尖峰型態以及平均移動距離等三大類，其中尖峰型態又可再細分成尖峰數目、上午尖峰以及傍晚尖峰三小類，歸納結果如表 4-4-1 所示，可以發現 6D 建成環境變數在影響要素上皆具有各自獨特的影響關係。在密度方面，不同密度變數會對平均使用量以及平均移動距離有不同的影響，但基本上密度越高的地區越容易呈現傍晚尖峰的現象；在多樣性方面，原則上多樣性越高對時空型態皆有著正向的影響關係；在設計方面，由於各個設計變數的特性不一，故呈現較為多樣的影響關係；在目的地可及性方面，也因為變數的性質不同而分別有著正向與負向的影響；在大眾運輸場站距離方面，與大眾運輸系統距離越近的站點越容易有使用量高、明顯的尖峰型態以及移動距離較長的特性；而在公共自行車系統分布方面，一致呈現了正向的影響關係。較為特別的是站點及業密度、站點中小學校就學密度以及站點路燈數這三個變數，因為其在平日與假日的影響關係互為相反，呈現相異的影響關係。

表 4-4-1 建成環境對時空型態要素影響關係表

| 變數 | 平均 使用量 | 尖峰型態 | | | 平均 移動距離 |
|------------------|-----------|------|------|------|------------|
| | | 尖峰數目 | 上午尖峰 | 傍晚尖峰 | |
| 密度 | | | | | |
| 站點居住密度 | | | | + | - |
| 站點及業密度 | +/- | | | | + |
| 站點中小學校就學密度 | +/- | | | + | + |
| 站點高中以上就學密度 | + | | | + | + |
| 站點建物密度 | - | | | | - |
| 多樣性 | | | | | |
| 站點土地使用多樣性程度 | + | + | + | + | + |
| 站點商業使用程度 | + | | | | |
| 站點住業平衡程度 | - | | | | + |
| 設計 | | | | | |
| 站點主要道路長度 | | | - | + | - |
| 站點次要道路長度 | - | | | + | - |
| 站點路口數 | + | | | | - |
| 站點自行車道長度 | + | | | + | |
| 站點土地綠色覆蓋率 | - | | | | + |
| 站點樹蔭 | - | | + | - | |
| 站點路燈數 | - | | | | +/- |
| 目的地可及性 | | | | | |
| 站點中心商業區可及性 | | | | | - |
| 站點教育設施可及性 | - | - | | | - |
| 站點休閒娛樂設施可及性 | + | | | + | + |
| 站點日常生活場所可及性 | + | | + | + | + |
| 大眾運輸場站距離 | | | | | |
| 站點與捷運站距離 | - | | - | - | |
| 站點與公車站距離 | - | | - | - | - |
| 公共自行車系統分布 | | | | | |
| 鄰近站點數 | + | | | + | + |
| 鄰近站點之車位數 | + | | + | + | - |

註：+表示有正向的影響；-表示有負向的影響；+/-表示正向負向皆有



二、相關文獻比較

本研究在文獻回顧的過程中發現，過往建成環境對公共自行車使用的相關文獻重點皆在於建成環境對使用量的影響，忽略了建成環境也會對公共自行車使用時空型態產生影響，故本研究與過往研究的對話範圍也僅侷限於使用量的影響關係。而建成環境對公共自行車使用的尖峰型態以及平均移動距離的影響關係，則為本研究所提出的嶄新發現，至於建成環境對公共自行車平均使用量相關文獻的比較如表 4-4-2 所示，其中變數部分僅包含於本研究中對平均使用量有顯著影響關係的建成環境變數。

首先在密度方面，本研究發現及業密度會因平假日或是租借與歸還行為之間的差異而產生不同的影響關係，此現象與過往的文獻相互謀合，且在 Faghih-Imani et al.(2014) 中得到驗證；至於其他的密度變數並無出現在過往的文獻之中。

在多樣性方面，可以發現過往文獻皆漏掉多樣性對公共自行車使用的影響，實屬過往文獻的缺漏之一。

在設計方面，站點路口數與站點自行車道長度的影響關係與過往文獻一致，皆呈現數量越高而使用量也越高的情形；至於在次要道路長度方面，Faghih-Imani et al.(2014) 認為次要道路會減少大型車輛的進入，使得騎乘自行車會更為安全，然而在本研究中卻發現，次要道路長度越長會減少公共自行車的使用量，這可能與臺灣的機車運具有關，機車是一車體較小的機動運具，其便利性與低成本的特性在臺灣被廣加使用，根據公路總局的資料指出，臺灣平均每一百人便有九十一台的機車，而機車在小巷弄間的行駛更為容易，故在次要道路騎乘公共自行車反而會因機車的緣故更加危險，進而減少使用量。

在目的地可及性方面，站點休閒娛樂設施可及性與站點日常生活場所可及性的影響關係皆與過往文獻相同，呈現可及性越高使用量也越高的現象；而在教育設施可及性方面，過往文獻多呈現正向的影響關係，然而本研究卻發現教育設施可及性越高，公共自行車使用量卻越低，可能的原因在於臺灣的學生較不常使用



自行車作為通學的運具，因為臺灣學校的上課時間比起歐美學校來得較早，若讓學生獨自騎乘自行車上下學恐有安全疑慮的問題，且臺北市捷運系統與公車系統密集，多數學生仍較常使用大眾運輸工具進行通勤，故教育設施可及性越高的站點其公共自行車的使用卻不高的現象。

在大眾運輸場站距離方面，本研究發現站點與捷運站的距離越近則公共自行車使用量會越高，與過往文獻的影響關係相同，可見公共自行車的確成為大眾運輸系統的轉乘工具之一，達成最後一哩路的使用目的。

在公共自行車系統分布方面，本研究發現鄰近站點數越多或是鄰近站點車位數越多會增加公共自行車的使用量，此現象與過往文獻相同，故若能提升公共自行車系統分布的站點數量與車位數，使得使用者在借車與還車的使用上更加便利，會連帶增加公共自行車整體的使用量。

整體而言，本研究與過去建成環境對公共自行車使用量的研究在影響關係上較為相似，較大的差異在於站點次要道路長度以及站點教育設施可及性兩方面，可能的原因皆與臺灣的在地文化與生活習慣有關，故從本研究的研究結果中可以發現若以過往歐美文獻之結果，在亞洲地區進行公共自行車系統的規劃與建置，容易產生理論與實務上的衝突，因此增加亞洲地區的公共自行車的相關文獻基礎，便能避免在實務上耗費多餘的資源在不適當的區域，使資源做更有效率的運用。

表 4-4-2 建成環境對公共自行車平均使用量之相關文獻比較表



| 變數 | 本研究 影響關係 | 過去研究 影響關係 | 相關文獻 |
|-------------|-------------|--------------|---|
| 密度 | | | |
| 站點及業密度 | +/- | +/- | Maurer (2011) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) [AM] Faghih-Imani et al. (2014) [PM][租借] Tran et al. (2015) |
| | | - | Faghih-Imani et al. (2014) [PM][歸還] |
| 站點中小學校就學密度 | +/- | | |
| 站點高中以上就學密度 | + | | |
| 站點建物密度 | - | | |
| 多樣性 | | | |
| 站點土地使用多樣性程度 | + | | |
| 站點商業使用程度 | + | | |
| 站點住業平衡程度 | - | | |
| 設計 | | | |
| 站點次要道路長度 | - | + | Faghih-Imani et al. (2014) |
| 站點路口數 | + | + | Buck and Buehler (2011) |
| 站點自行車道長度 | +/- | +/- | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) Wang et al. (2015) |
| | | - | |
| 站點土地綠色覆蓋率 | - | | |
| 站點樹蔭 | - | | |
| 站點路燈數 | - | | |

表 4-4-2 建成環境對公共自行車平均使用量之相關文獻比較表(續)



| 變數 | 本研究 影響關係 | 過去研究 影響關係 | 相關文獻 |
|--------------------|-------------|--------------|---|
| 目的地可及性 | | | |
| 站點教育設施可及性 | — | + | Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) [AM] Wang et al. (2015) |
| | | — | Faghih-Imani et al. (2014) [AM] Faghih-Imani et al. (2014) [PM] |
| 站點休閒娛樂設施可及性 | | | |
| 站點日常生活場所可及性 | + | + | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) Tran et al. (2015) Wang et al. (2015) |
| | | + | Buck and Buehler (2011) Daddio (2012) |
| 大眾運輸場站距離 | | | |
| 站點與捷運站距離 | — | — | Buck and Buehler (2011) Maurer (2011) Daddio (2012) Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) Tran et al. (2015) Wang et al. (2015) |
| 站點與公車站距離 | — | | |
| 公共自行車系統分布 | | | |
| 鄰近站點數 | + | + | Rixey (2013) Faghih-Imani et al. (2014) Tran et al. (2015) |
| 鄰近站點之車位數 | + | + | Maurer (2011) Faghih-Imani et al. (2014) |

註：+表示有正向的影響；-表示有負向的影響；+/-表示正向負向皆有；[AM]表示上午時段；[PM]表示下午時段；[租借]表示租借行為；[歸還]表歸還行為



三、公共自行車系統規劃建議

本研究依據模式估計的結果，將實證分析後顯著影響公共自行車使用時空型態的建成環境變數進行歸納整理，從中辨別特定建成環境屬性的公共自行車使用時空型態，故未來相關單位可參考本研究發現之時空型態進行規劃，在適當的地區建置適當數量的站點以及車位數，避免資源不均或浪費的現象產生。

建成環境對公共自行車使用時空型態的顯著影響關係包含了密度、多樣性、設計、目的地可及性、大眾運輸場站距離以及公共自行車系統分布等六項特性，共二十三個變數，其對時空型態的影響有正向關係也有負向關係，因此為了促進公共自行車的使用效率，應在具有正向影響平均使用量建成環境特性的區域增加站點數與車位數，並在具有負向影響關係的區域中維持一定程度數量的站點數與車位數即可。另一方面，在具有顯著增加使用尖峰數目建成環境特性的區域也應增加站點數與車位數來紓解需求，並需於特定的尖峰時間進行公共自行車車輛的調派作業，以利系統的順暢運作。最後，在具有顯著增加平均移動距離建成環境特性的區域，因使用者往往會使用較長的時間，故考量到車輛的輪替性與補充性，可增加這些站點的車位數，避免站點處於沒有車輛流動的現象過久，產生無車可借的現象產生。以下將針對幾項大臺北都會區常見的土地使用分區型態進行公共自行車系統建置的規劃建議。

(一) 純住宅區

本研究所定義之純住宅區為根據臺北市土地使用分區管制自治條例所定義之第一種住宅區，其為了維護最高之實質居住環境水準，維持最低之人口密度與建築密度，並防止非住宅使用而劃定之住宅區。在純住宅區內，具有人口密度低、及業密度低、建物密度低、土地使用多樣性低以及住業平衡指數低等建成環境特性，故可以從表 4-4-1 歸納出純住宅區的公共自行車使用具有使用量低與移動距離長的時空型態特性，因此在規劃純住宅區的公共自行車站點時，可以考慮設置

規模較小的站點，提供達規模經濟之車位數即可。



(二) 住商混合區

住商混合區為臺北市土地使用分區管制自治條例中所定義之第二種住宅區、第三種住宅區以及第四種住宅區，在住商混合區內往往會出現各式住宅、日常用品零售業與服務業等土地使用狀況。在住商混合區內，具有人口密度較高、建物密度較高、土地使用多樣性高、住業平衡指數高以及日常生活場所可及性高等建成環境特性，故可從表 4-4-1 歸納出住商混合區的公共自行車使用容易具有較多的尖峰數、明顯的傍晚尖峰以及移動距離較長等特性，至於在使用量則無明顯特徵，因此在規劃住商混合區的公共自行車站點時，應注意巔峰時段車輛的運補作業，以及在站點周圍預留多餘的閒置空間，可供放置車輛隨時進行調派作業，藉此處理尖峰的使用需求。

(三) 生活機能區

生活機能區為臺北市土地使用分區管制自治條例中所定義之第二之一種住宅區、第二之二種住宅區、第三之一種住宅區以及第三之二種住宅區，生活機能區除了住宅建築外，往往也面臨較寬之道路，臨接或面前道路對側有公園、廣場、綠地、河川等，屬於土地利用較多元之區域。生活機能區中往往具有土地使用多樣性高、主要道路長度較長、綠色土地覆蓋率高、樹蔭多、路燈數多、休閒娛樂設施可及性較高等建成環境特性，故可從表 4-4-1 歸納出生活機能區的公共自行車使用時空型態具有明顯傍晚尖峰的特性，但在平均使用量以及平均移動距離的關係上則互有正負向的影響，屬於較難預測其時空型態的區域，故在規劃生活機能區的公共自行車站點時應因地制宜，建議搭配當地的人口特徵、旅運需求、自然環境等因素推測公共自行車使用的時空型態，避免錯估使用情況的現象產生。



(四) 商業區

商業區的定義為臺北市土地使用分區管制自治條例中所規範之第一種至第四種商業區，商業區內具有零售業、服務業、娛樂業、批發業及其他其他商業活動使用之土地利用行為。商業區內往往具有商業使用程度高、站點中心商業區可及性高以及日常生活場所可及性高等建成環境特性，故可從表 4-4-1 歸納出商業區的公共自行車使用時空型態具有高使用量以及明顯的上午與傍晚尖峰的特性，且短程移動與長程移動皆有，因此在規劃商業區的公共自行車站點時，可以考慮設置規模較大的站點，藉此容納使用者大量的使用需求，且在尖峰時期，營運者也應注意此區域公共自行車站點的車位數量，有可能因為尖峰的使用狀況需要適時的進行車輛的重新配置，避免缺車缺位的現象產生。

(五) 休閒遊憩區

休閒遊憩區並不包含在臺北市土地使用分區管制自治條例中，本研究所定義之休閒遊憩區為休閒娛樂設施可及性高的地區，且通常具有公園、綠地、觀光景點以及各式娛樂設施的區域。在休閒遊憩區內，往往具有綠色土地覆蓋率高、樹蔭多以及休閒娛樂設施可及性高的建成環境特性，故可從表 4-4-1 歸納出此區域的公共自行車使用時空型態往往具有較長的移動距離，且在假日時的使用量可能會比平日時來得多，故在規劃此區域內的公共自行車站點時，應考量到假日的使用行為以及遊憩人潮，而設置規模適中的公共自行車站點，且在假日時仍須安排車輛運補作業。

最後，從過往文獻以及本研究的實證結果中可以發現，自行車道的設立、鄰近站點數以及鄰近車位數會增加公共自行車使用的平均使用量以及尖峰型態，故規劃者在規劃公共自行車站點的同時，尚需要配合整體的公共自行車系統分布特性，輔以良善的自行車道路系統，才能確保此公共自行車系統的良善運作。



第五章 結論與建議

本章分為兩節，首節是結論部分，首先會針對實證結果中符合理論假說的部分進行歸納，本研究所考慮之假說有八項，其中一到六項為建成環境 6D 特性與公共自行車使用時空型態的影響關係，第七與第八分別為建成環境對時空型態的影響在平假日與租借歸還行為間會有所差異。而後根據理論假說之影響關係與過往文獻進行對話，進行意涵討論的整理，最後則是說明本研究所提出之公共自行車系統規劃策略建議。第二節為建議的部分，由於本研究在研究地區、研究資料、研究方法在時間和經費上的限制，因此在此結提出應用本研究需注意的事項以及未來後續研究可以從中延伸之處。

第一節 結論

此結包含三個部分，首先針對實證結果中回應假說的部分進行統整，而後根據本研究之研究發現與過往文獻對話，進行意涵討論，最後則是根據前述之影響關係對於公共自行車系統營運與規劃上提出策略發展建議。

一、理論假說影響關係

本研究探討建成環境對公共自行車使用時空型態的影響關係，建成環境共分為六種特性(6D)，分別為密度、多樣性、設計、目的地可及性、大眾運輸場站距離以及公共自行車系統分布，以下依序說明其影響關係，並於其後說明平假日以及租借歸還間差異兩部分。

(一) 建成環境之密度特性

在建成環境密度特性中，顯著影響公共自行車使用時空型態的變數有站點居住密度、站點及業密度、站點中小學校就學密度、站點高中以上就學密度以及站



點建物密度。

(二) 建成環境之多樣性特性

在建成環境多樣性特性中，顯著影響公共自行車使用時空型態的變數有站點土地使用多樣性程度、站點商業使用程度以及站點住業平衡程度。

(三) 建成環境之設計特性

在建成環境設計特性中，顯著影響公共自行車使用時空型態的變數有站點主要道路長度、站點次要道路長度、站點路口數、站點自行車道長度、站點土地綠色覆蓋率、站點樹蔭以及站點路燈數。

(四) 建成環境之目的地可及性特性

在建成環境目的地可及性特性中，顯著影響公共自行車使用時空型態的變數有站點中心商業區可及性、站點教育設施可及性、站點休閒娛樂設施可及性以及站點日常生活場所可及性。

(五) 建成環境之大眾運輸場站距離特性

在建成環境大眾運輸場站特性中，顯著影響公共自行車使用時空型態的變數有站點與捷運站距離以及站點與公車站距離。

(六) 建成環境之公共自行車系統分布特性

在建成環境公共自行車系統分布特性中，顯著影響公共自行車使用時空型態的變數有鄰近站點數以及鄰近站點之車位數。



(七) 建成環境在平假日間的影響差異

建成環境變數中，在平日租借與假日租借間影響不同的變數有站點及業密度、站點高中以上就學密度、站點土地使用多樣性、站點商業使用程度、站點路口數、站點自行車道長度、站點綠色土地覆蓋率、站點樹蔭、站點路燈數、站點教育設施可及性、站點日常生活場所可及性、鄰近站點數以及站點鄰近車位數等十三個變數；而在平日歸還以及假日歸還間，顯著不同的變數有居住密度、站點中小學校就學密度、站點高中以上就學密度、站點商業使用程度、站點綠色土地覆蓋率、站點樹蔭、站點主要道路長度、站點次要道路長度、站點中心商業區可及性、站點教育設施可及性、站點休閒娛樂設施可及性、站點日常生活場所可及性、站點與公車站最短距離、鄰近站點數以及站點鄰近車位數等十五個變數。

(八) 建成環境在租借與歸還行為的影響差異

建成環境變數中，在平日租借與平日歸還之間影響不同的變數有站點居住密度、站點中小學校就學密度、站點土地使用多樣性程度、站點住業平衡程度、站點自行車道長度、站點綠色土地覆蓋率、站點樹蔭、站點路燈數、站點主要道路長度、站點中心商業區可及性、站點休閒娛樂設施可及性以及站點與公車站最短距離等十二個變數；而在假日租借與假日歸還之間，影響不同的變數有站點居住密度、站點及業密度、駐點住業平衡程度、站點路口數、站點綠色土地覆蓋率以及站點樹蔭等六個變數，從以上歸納結果可以發現在租借行為與歸還行為中各自有不同的建成環境影響關係，對公共自行車使用時空型態有不同的影響。

二、 實證意涵討論

將前述之實證結果與過往文獻進行分析比較，發現過往文獻疏忽了許多重要之建成環境變數，而且過往文獻僅針對公共自行車之平均使用量進行分析探討，而本研究則從中發現建成環境對尖峰型態以及平均移動距離也有著顯著的影響

關係。



(一) 6D建成環境特性

由本研究之實證結果證實建成環境之 6D 特性皆會影響公共自行車使用的時空型態，如前章第四節討論，與過去相關文獻分析比較，發現過去文獻皆疏忽了建成環境之多樣性特性對公共自行車使用所造成的影響，而本研究則從中發現站點土地使用多樣性程度、站點商業使用程度以及站點住業平衡程度皆會對公共自行車使用的時空型態造成影響，此乃本研究之重要發現之一。另外，與過往文獻相比，本研究也從中發現許多過往文獻忽略之顯著影響公共自行車使用之建成環境變數，例如站點中小學校就學密度、站點高中以上就學密度、站點建物密度、站點土地使用多樣性程度、站點商業使用程度、站點住業平衡程度、站點綠色土地覆蓋率、站點樹蔭、站點路燈數以及站點與公車站距離等。

(二) 建成環境對時空型態的影響

過往文獻僅針對建成環境對公共自行車的平均使用量進行分析與探討，而本研究藉由時空型態的研究取徑得以發現，建成環境會一併對公共自行車使用的尖峰型態(尖峰數目、上午尖峰與傍晚尖峰)以及平均移動距離產生影響，而在不同的建成環境特性中會有著不同的影響關係。

(三) 巢式羅吉特模式與多項羅吉特模式

本研究使用階層式分群演算法進行公共自行車使用時空型態的定義，原推測分群結果互有影響關係，故先採取巢式羅吉特模式進行分析，然而模式校估結果違反了巢式羅吉特模式之包容值係數的假設，顯示巢層結構不合理，因此本研究轉而使用多項羅吉特模式進行後續模式的校估。故可從中發現，階層式分群演算法之階層結構不可等同視為巢式羅吉特之巢層結構。



三、 公共自行車系統規劃策略建議

根據前述實證分析之結果，本研究針對大臺北都會區常見之土地利用型態提出公共自行車系統規劃之策略建議，可以做為相關單位規劃之參考依據。

(一) 純住宅區

純住宅區的站點具有使用量低且移動距離較長的時空型態特性，故在規劃站點時可以設置規模較小之站點，以符合經濟規模之車位數為原則。

(二) 住商混合區

住商混合區的站點具有較多尖峰數、明顯的傍晚尖峰以及移動距離較長的時空型態特性，故在規劃站點時應注意尖峰時段之車輛調配作業，並預留足夠的工作空間，藉此處理尖峰時段的使用需求。

(三) 生活機能區

生活機能區的站點具有明顯的傍晚尖峰，但在平均使用量與平均移動距離則互有正負的影響，故在規劃此區域之站點時應因地制宜，搭配當地的人口特徵、旅運需求以及自然環境等因素一同進行規劃的參考。

(四) 商業區

商業區的站點具有高使用量以及明顯的上午尖峰與傍晚尖峰，故在規劃此區域之站點時可以考慮設置規模較大之站點，同時在尖峰時段營運者需要注意此區域之車輛數與車位數是否足以滿足需求。

(五) 休閒遊憩區

休閒遊憩區的站點具有較長的移動距離，且在假日的使用量往往較平日來得

多，故規劃此區域的站點時應考量假日之遊憩人潮，設置規模適中的站點，且在假日時仍須安排車輛調派人員進行車輛與車位數的控管作業。



第二節 建議

在建議的部分，由於本研究在研究資料的取得、研究方法的設計以及研究區域的特性等，礙於時間與經費的考量上具有一些研究上的限制，因此提出後續研究運用本研究之建議，並一同提出後續研究可繼續延伸之處，詳細內容如以下說明。

一、 研究資料取得不易

本研究使用了2015年7月至12月的雙北市公共自行車之逐筆租借資料，其中礙於資料申請問題僅申請到此後半年之資料，缺少上半年之資料，造成冬天與春天之公共自行車使用行為及其影響關係較難在本研究中直接說明，然而本研究有從中控制住降雨變數，而在氣溫部分由於雙北市之氣候特性，全年皆屬於溫暖的氣候，故氣溫對本研究的影響關係較少，本研究之成果仍有足夠的可信度。另外，由於7月與8月是雙北市學生之暑假，故從中可能產生出與平常日相異的使用型態，本研究雖然有針對國定假日與平日分別進行不同影響關係的探討，但在暑假部分則無法完全排除，故透過逐月平均的處理方式來降低此兩個月對於模式結果的偏誤。最後則是變數資料申請不易，在年度與月份上精準符合，而本研究採用條件最相似之其他時間點的資料進行替代，進而將誤差減少至最小。

二、 動態時間扭曲法(DTW)計算特性

本研究使用DTW法取代歐幾里斯距離進行樣本間距離的計算，此方法適用於時間序列的判讀，然而因其計算特性，造成波形相似但發生位置相異的兩時間

序列容易被判讀成相似的序列，進而產生偏誤，而本研究從中觀察經由 DTW 法計算過後之分群結果，發現此現象較少，呈現良好之分群結果，但若是未來後續研究欲採用此分群方法，則須檢查是否有此現象產生，並適時進行校正以確保分群結果無產生偏誤。



三、 時空型態分析方法

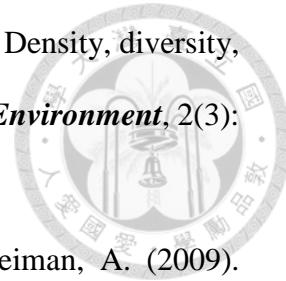
本研究之時空型態分析方法承襲至 Froehlich et al. (2009)，透過使用量時間序列的建立，並從中加入空間距離的特性進行 DTW 距離的計算，而後利用階層式分群演算法進行分群，從中梳理出不同的公共自行車使用型態，此分群方法試圖將空間面向的觀點加入至舊有探討使用量之文獻中，此乃創新之一，然而就時空型態分群效果而言，在使用量的分群部分表現較好，不同群表現出不同的使用型態，然而在空間部分的表現則較差，大致均呈現凌晨移動距離長而白天移動距離短的特性，可能是因為在使用者本身在移動距離的使用型態上差異較小所導致，礙於公共自行車系統特性，使用者須考量到租還車的便利性以及本身體力負荷範圍，故較容易呈現短距離的移動，造成分群效果較不顯著的現象，故建議後續研究可從旅次的起迄流量下手，分析使用者租用公共自行車後容易往哪裡去，進行更為深入的分析探討。另一方面，由於本研究之分群結果互有各自獨特的公共自行車使用時空型態，較難以從中歸納統整出確切的使用型態，故僅以 ABCD 等代號進行時空型態的命名，未來研究若能從分群結果中歸納出確切的使用型態，則建議加以命名，更具解釋效果。



參考文獻

- 白詩榮 (2013)。臺北公共自行車使用行為特性分析與友善環境建構之研究。國立政治大學地政學系碩士論文。
- 余書攻 (2009)。公共自行車租借系統選擇行為之研究。國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
- 鍾智林、簡佑勳 (2014) 公共自行車時空分析法之構建與營運策略改善-以臺北微笑自行車為例，*都市交通*,29 (1)：1-10。
- 交通部 (2015) 民眾日常使用運具狀況調查。<http://data.gov.tw/node/6248> (擷取日期：2015/12/23)
- 交通部運輸研究所 (2015) 運輸部門年度排放清冊推估資料庫-二氧化碳排放量。<http://data.gov.tw/node/8331> (擷取日期：2015/12/23)
- 經濟部能源局 (2015) 我國燃料燃燒二氧化碳排放統計。
http://verity.erl.iti.org.tw/EIGIC/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=29 (擷取日期：2015/12/23)
- 臺北市政府交通局 (2015) 臺北市市區自行車設施及公共自行車租賃情形。
<http://www.dot.gov.taipei/public/Data/561010161171.pdf> (擷取日期：2016/1/12)
- Borgnat, P., Abry, P., Flandrin, P., Robardet, C., Rouquier, J. B., & Fleury, E. (2011) Shared bicycles in a city: A signal processing and data analysis perspective. *Advances in Complex Systems*, 14(03): 415-438.
- Briant, D., & Kut, A. (2007) ST-DBSCAN: An algorithm for clustering spatial-temporal data. *Data and Knowledge Engineering*, 60: 208-221.
- Caggiani, L., & Ottomanelli, M. (2012) A modular soft computing based method for vehicles repositioning in bike-sharing systems. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 54: 675-684.

Cervero, R., & Kockelman, K. (1997). Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2(3): 199-219.



Cervero, R., Sarmiento, O. L., Jacoby, E., Gomez, L. F., & Neiman, A. (2009). Influences of built environments on walking and cycling: Lessons from Bogotá. *International Journal of Sustainable Transportation*, 3(4): 203-226.

Corcoran, J., Li, T., Rohde, D., Charles-Edwards, E., & Mateo-Babiano, D. (2014) Spatio-temporal patterns of a public bicycle sharing program: The effect of weather and calendar events. *Journal of Transport Geography*, 41: 292-305.

Crane, R. (2000). The influence of urban form on travel: An interpretive review. *Journal of Planning Literature*, 15(1): 3-23.

Daddio, D. W. (2012). Maximizing bicycle sharing: An empirical analysis of capital bikeshare usage. Ph.D. dissertation, Department of City and Regional Planning, University of North Carolina at Chapel Hill.

Delmelle, E. M., & Delmelle, E. C. (2012). Exploring spatio-temporal commuting patterns in a university environment. *Transport Policy*, 21: 1-9.

Etienne, C., & Latifa, O. (2014). Model-based count series clustering for bike sharing system usage mining: A case study with the Vélib' system of Paris. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, 5(3): 39-65.

Ewing, R., & Cervero, R. (2001). Travel and the built environment: A synthesis. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1780: 87-114.

Faghih-Imani, A., Eluru, N., El-Geneidy, A. M., Rabbat, M., & Haq, U. (2014) How land-use and urban form impact bicycle flows: Evidence from the bicycle-sharing system (BIXI) in Montreal. *Journal of Transport Geography*, 41: 306-314.

Froehlich, J., Neumann J., & Oliver N. (2009). Sensing and predicting the pulse of the city through shared bicycling. *International Joint Conference on Artificial Intelligence*. 9: 1420-1426.

Handy, S., Cao, X., & 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.

Heinen, E., van Wee, B., & Maat, K. (2010). Commuting by bicycle: An overview of the literature. *Transport Reviews*, 30(1): 59-96.

Kaltenbrunner, A., Meza, R., Grivolla, J., Codina, J., & Banchs, R. (2010). Urban cycles and mobility patterns: Exploring and predicting trends in a bicycle-based public transport system. *Pervasive and Mobile Computing*, 6(4): 455-466.

Maurer, L. K. (2011). Suitability study for a bicycle sharing program in Sacramento, California. Ph.D. dissertation. Department of City and Regional Planning, University of North Carolina at Chapel Hill.

Midgley, P. (2009) The role of smart bike-sharing systems in urban mobility. *Journeys*, 2: 23-31.

Moudon, A. V., Lee, C., Cheadle, A. D., Collier, C. W., Johnson, D., Schmid, T. L., & Weather, R. D. (2005). Cycling and the built environment: A US perspective. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 10(3): 245-261.

Novák, J., & Sýkora, L. (2007). A city in motion: Time-space activity and mobility patterns of suburban inhabitants and the structuration of the spatial organization of the Prague metropolitan area. *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 89(2): 147-168.

O'Brien, O., Cheshire, J., & Batty, M. (2014). Mining bicycle sharing data for generating insights into sustainable transport systems. *Journal of Transport Geography*, 34: 262-273.

Parkes, S. D., Marsden, G., Shaheen, S. A., & Cohen, A. P. (2013) Understanding the diffusion of public bikesharing systems: Evidence from Europe and North America. *Journal of Transport Geography*, 31: 94-103.

Rixey, R. (2013). Station-level forecasting of bikesharing ridership: Station network effects in three US systems. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2387: 46-55.

Roof, K., & Oleru, N. (2008). Public health: Seattle and King County's push for the built environment. *Journal of Environmental Health*, 71(1): 24-27.

Schllich, R., Schönfelder, S., Hanson, S., & Axhausen, K. W. (2004). Structures of leisure travel: Temporal and spatial variability. *Transport Reviews*, 24(2): 219-237.

Shaheen, S., Guzman, S., & Zhang, H. (2010). Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia: Past, present, and future. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2143: 159-167.

Shaheen, S. A., Martin, E. W., Chan, N. D., & Cohen, A. P. (2014). Public bikesharing in North America during a period of rapid expansion: Understanding business models, industry trends and user impacts. *MTI Report*: 12-29.

Titze, S., Stronegger, W. J., Janschitz, S., & Oja, P. (2008). Association of built-environment, social-environment and personal factors with bicycling as a mode of transportation among Austrian city dwellers. *Preventive Medicine*, 47(3): 252-259.

Vogel, M., Hamon, R., Lozenguez, G., Merchez, L., Abry, P., Barnier, J., Borgnat, P., Flandrin, P., Mallon, I., & Robardet, C. (2014). From bicycle sharing system movements to users: A typology of Vélo'v cyclists in Lyon based on large-scale behavioural dataset. *Journal of Transport Geography*, 41: 280-291.



- Wang, M., Wang, A. and Li A. (2006). Mining spatial-temporal clusters from geo-databases. *Advanced Data Mining and Applications*, Berlin: Springer Berlin Heidelberg: 263-270.
- Wang, X., Lindsey, G., Schoner, J. E., & Harrison, A. (2015). Modeling bike share station activity: Effects of nearby businesses and jobs on trips to and from stations. *Journal of Urban Planning and Development*: 142(1).
- Winters, M., Teschke, K., Grant, M., Setton, E. & Brauer, M. (2010). How far out of the way will we travel? Built environment influences on route selection for bicycle and car travel. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2190, 1-10.
- Zhao, P. (2014). The impact of the built environment on individual workers' commuting behavior in Beijing. *International Journal of Sustainable Transportation*, 7(5): 389-415.
- Zhao, J., Wang, J., & Deng, W. (2015). Exploring bikesharing travel time and trip chain by gender and day of the week. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 58: 251-264.
- Zhou, X. (2015). Understanding spatiotemporal patterns of biking behavior by analyzing massive bike sharing data in Chicago. *PloS One*: 10(10): 1-20.