

# YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 騎乘量之影響因素探討

## Study on the Factors of Patronages of Different Bike Sharing System (YouBike 1.0 & YouBike 2.0)

史名傑<sup>1</sup>

葉家榮<sup>2</sup>

### 一、前言

臺北市 YouBike 系統於 2006 年始建置，扮演及戶運輸服務，提升整體公共運輸系統之可及性。多數研究顯示，臺北市 YouBike 確實與捷運間的運具轉乘具密切關聯，顯示整合運具服務的公共運輸政策奏效。自 2020 年始陸續推出 YouBike 2.0 之服務，其毋須配電至站點，使設站限制較低，故 YouBike 2.0 的站點布設漸朝向高密度發展，以提供更便利的代步服務。自 2021 年 1 月至 11 月兩系統的總騎乘量<sup>3</sup>統計與 YouBike 2.0 站點數逐月擴增趨勢如圖 2 所示，其中可發現 YouBike 2.0 的騎乘量逐月成長，且至 11 月時首次超越 YouBike 1.0 的總騎乘量。

就機電系統而論，YouBike 1.0 須設置地面電纜，而 YouBike 2.0 僅需依靠車載電源，兩系統間並不相容，故產生「運具選擇」的議題。就場站布設而論，臺北市 YouBike 2.0 目前高達 945 個站點，而 YouBike 1.0 僅 395 個站點，顯見 YouBike 2.0 具密度高之特性，使民眾易取得車輛，此一情境下 YouBike 2.0 在運具選擇上具優勢。然就車樁數而論，臺北市 YouBike 2.0 平均一站點的車樁數為 18.5 個，而 YouBike 1.0 則高達 33.6 個，顯見 YouBike 2.0 易有滿車或缺車的狀態，供給穩定性較差，乃 YouBike 2.0 的劣勢。綜上所論，兩系統間的選擇可能與當下站點車樁狀態有關，亦與旅客的偏好、旅次起訖點、建成環境有莫大關連，為本研究後續待以研究的課題，而兩系統間同一起訖對的騎乘比例探討亦為當今的研究缺口。

過去公共自行車相關的研究繁多，主要可分為三大面向：站點租還量影響因素之探討、公共自行車調度作業探討，以及費率與願支付價格分析。而與本研究至為相關的課題乃租還量影響因素之探討，目前研究多以借車量或還車量為應變量，各項使用者與區域的社會經濟變量或建成環境因素、土地使用做為自變量，進而解釋影響使用者騎乘之因素。最後研究可透過顯著影響因子建構預測模型，分析未來合適的場站布設位址，以供後續政策上之具體建議。綜觀上述可發現，目前研究大多囿於營運狀況之限制，僅就單一系統的租還量探究其影響因素，未能瞭解不同系統間選擇的課題。而本研究認為使用者在當前系統共存期間的選擇行為，或許實能反映場站布設的策略，可供未來公共自行車規劃之具體建議，預期能在過去研究之上獲取更細緻的騎乘特徵資訊，故除分析站點租還量外，更進一步以起訖對騎乘量進行細部的分析。

本研究目的在於藉公共自行車電子票證資料分別探討影響 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 租還量的建成環境因素，接著由起訖對騎乘量分析在相同起訖對上不同系統間的差異，並推敲影響選擇行為的潛在因子。

<sup>1</sup> 國立陽明交通大學運輸與物流管理學系碩士 (kju988@gmail.com)。

<sup>2</sup> 國立陽明交通大學運輸與物流管理學系碩士 (robert1328.mgl0@nycu.edu.tw)

<sup>3</sup> 本研究中由一起點站至一訖點站的騎乘次數謂為「騎乘量」，而一站點中租借與還車次數的總和稱之「租還量」。

## 二、文獻回顧

陳柏僑(2014)利用多元線性迴歸分析高雄市公共自行車租賃站的使用需求量，並透過逐步迴歸法保留模式中的顯著影響因子，進而歸納影響需求量的重要因素。研究發現「居住人口數」、「從業員工人數」、「租賃站 2000 公尺內總租賃站點數」、「租賃站 2000 公尺內重要旅次吸引點」、「租賃站 300 公尺內學校數」與「租賃站設置於公共運輸場站」為至關重要的因子。惟該研究中認為捷運站點與公共自行車的騎乘量呈負相關，與一般先驗知識與國內相關文獻之研究結果大相逕庭，僅推論捷運與公共自行車間呈競爭之關係，未進一步說明可能的影響機制。

黃美禎(2020)蒐集興趣點(Point of Interest, POI)等環境因素資料，採用地理網格為最小評估單元，並透過圖層分析初步探討影響臺北市公共自行車使用人次的地理環境特徵。研究方法係採機器學習方式，以 LightGBM (Light Gradient Boosting Machine) 決策樹模型針對數百組資料集進行抽樣訓練及測試，以找出最佳化預測模型，最終透過斯皮爾曼等級相關係數檢定公共自行車使用人次與特徵值得觀，並以 R-squared 檢定該模型的預測效度。研究結果乃藉預測方法尋找各地地理網格的特徵表現，供交通當局或營運單位於布設租賃站點時，考量後選站點的地理環境特徵進行預測，以作為選址評估一參考依據。

呂千慈(2017)使用多元迴歸與多層次模型分析臺北市公共自行車電子票證資料並建立預測模型。研究顯示站點位置坐落於商業、住宅用地或公園周遭皆顯著增加租借量。氣溫與降雨對租借量呈負向影響，尤以冬季時降雨越多越減少租借情況愈顯著。在騎乘設施方面，租車站點附近自行車道布設距離須超過一定距離尚得以提升租借量。藉由該研究之分析，希冀提供政策決策者公共自行車系統之改善建議，俾利臺北市公共自行車系統的永續發展。

倪如霖(2016)利用地理加權迴歸和函數資料分析方法探討影響臺北市公共自行車系統租借量之因素，研究中以社會經濟變數、私有運具相關變數、公共運輸相關變數作為自變量。研究結果顯示地理加權迴歸模式的解釋能力較高，顯示相較於一般線性迴歸而言，地理加權迴歸能夠改善因空間相依性問題所導致的校估偏誤，並能觀察不同變量之影響在空間分布上的差異。就影響因素而論，研究發現傳統市場面積、商業區面積、平均所得總額皆正向影響公共自行車的租借量，而車位數、汽車數與至捷運站的距離呈負相關，所校估之結果與先驗知識相符。另本研究以函數資料分析發現公共自行車於平日之使用具雙峰趨勢，且各區尖峰的時間點與上升下降趨勢隨著離捷運站的遠近不同而不一致。

綜上文獻回顧，當前公共自行車騎乘量的研究中主要皆以站點為分析對象，探討影響單一站點租借量的因素，其中影響變量含括區域的社會經濟因素、空間環境特徵、其他運具(私有、公共運輸)變數、天氣因素等。校估之模型由最基本的多元線性迴歸，乃至可以探討分區影響的多階層模型，以及考量空間相依性的地理加權迴歸模型。本研究後續將逐一建構三種迴歸模型，分析影響 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 兩系統租還量的因素，比較模式間的差異與解釋能力。然而由文獻回顧亦可發現，過去研究皆僅著墨於單點的租還量，卻未深入探討起訖對間的騎乘量。而本研究的最終目的在於探究在相同起訖對下影響選擇 YouBike 1.0 或 YouBike 2.0 的因素，故將以一起訖對中 YouBike 2.0 的騎乘比例為應變量，以各項社經與空間環境因素作為解釋變量，並同時置入租借站點與還車站點的解釋變數，最後透過多階層的羅吉斯迴歸洞悉潛在影響因子。本研究的分析架構與流程如圖 1 所示。

## 三、研究方法

### 3.1 資料蒐集與變數之預期影響

本研究旨在探討公共自行車站點租還量，及 YouBike 2.0 在同一起訖對中騎乘占比之影響因素，故須先行蒐羅公共自行車站點與電子票證刷卡紀錄資料，前者乃用以對照站點的所在位置，並透過地理資料處理，蒐羅該站點的土地使用特徵、環境變量與社會經濟變數；後者乃用以統計各站租還量與起訖對間的騎乘量，並進一步計算同一起訖對上兩系統騎乘量的比例，以作為後續模型建構中的應變量。目前公開資料平臺所提供的電子票證紀錄資料中，YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 時間重疊的區間係 2020 年 4 月至 2021 年 11 月，惟 YouBike 2.0 在 2021 年 5 月份以前皆為試辦性質，且場站布設多集中於臺灣大學與捷運公館站周遭，故資料較不具代表性，無法觀察各項土地特徵或區域變量對於租借量或起訖對騎乘量的影響。在 2021 年 5 月至 11 月間，YouBike 2.0 站點布設快速擴張，惟本研究為蒐羅更多環境樣本之數據，期以 YouBike 2.0 站點最多的月份做為研究對象，是故最終選定之研究時間為 2021 年 11 月份。

此外，為瞭解租還量或 YouBike 2.0 起訖對騎乘比例的影響因素，本研究需蒐集各項變量作為模式中的解釋因子，其中可分為三大類型：社會經濟變量、建成環境因素、交通運輸因子。研究中自政府資料開放平臺蒐集社會經濟變量，其中包括臺北市村里的人口密度、所得中位數。相關研究通常會以商業區與住宅區的面積作為土地使用因子，若兩者面積愈大，租還量應愈高，惟內政部土地使用分區資料非公開介接，故本研究以 YouBike 場站 300 公尺範圍內的商店數概似商業面積，而商店之地理資料係自開放街圖（OpenStreetMap, OSM）介接。

本研究考量的建成環境因素包括：300 公尺附近的大專院校與中學數量、可及之公園總面積、人行道總長度等。由站點租還量統計初步結果可發現，站點靠近大專院校者通常因學生的通勤需求而明顯甚為集中，故推敲 YouBike 的騎乘量應與大專院校具密切關聯。而中學生由於無汽機車駕照，故可藉公共自行車完成第一哩路與最後一哩路或通學之旅次目的，推敲 YouBike 的租還量應亦與中學有關。本研究並未納入小學，乃因根據經驗判斷，小學生自行騎腳踏車通學的比例甚低，故不予以考量，以免因「所有學校」作為自變數而使校估之結果產生偏誤。公園提供休憩空間，應能提升民眾步行或騎乘自行車的意願，預期應呈正向關係；人行道的布設與公共自行車站點的設置皆與永續及人本運輸密切關聯，兩者應呈正向之關係。

交通運輸因子含括與捷運站的直線距離、環域 300 公尺內自行車路線總長度、停車場的停車位總數、該行政區汽機車持有率及駕照數。由於 YouBike 的主要服務目的在於發揮及戶運輸之目的，故與捷運站的直線距離為置關重要的因素，緊鄰捷運站周遭的站點，預期會有較高的租還量。環域 300 公尺內的自行車路線愈長，顯示該區域愈有利於提供良好的騎乘環境，應有利於提升 YouBike 的租還量。停車場的總停車位數愈多意味對於私有運具的容忍度愈高，不利於公共運輸之發展，預期對於公共自行車具負面之效果。站點所在行政區的汽機車持有率愈高或駕照數愈多意味民眾偏好使用私有運具，故預期公共自行車的使用量較低。惟本研究蒐集的汽機車持有率及駕照資料為以各區為單位，故資料尺度較不精細。另外，租還量多寡必定與站點自身的車樁數有關，故需將該變數納入模式中。

綜上所述，本研究蒐集的變數與資料來源、預期對應變數的影響整理如表 1 所示。本研究先行分析影響站點租還量的因素，而後計算起訖對騎乘比例，並透過所蒐集之相同變量探討在同一起訖對 YouBike 2.0 比例高低的影響因子。

表 1 資料來源與變數預期影響

類型	變數	資料來源	預期影響
應變數	YouBike 1.0/2.0 站點租還量	政府資料開放平臺	X
	YouBike 2.0 起訖對騎乘比例		
社會經濟變量	所在村里人口密度	政府資料開放平臺	+
	所在村里所得中位數		+(文獻)

	土地使用—環域 300 公尺內商店數	OpenStreetMap	+
建成環境 因素	環域 300 公尺內是否有大專院校	政府資料開放平臺	+
	環域 300 公尺內是否有中學（國高中）		+
	環域 300 公尺內人行道總長度	營建署人行道資料庫	+
交通運輸 因素	與捷運站的直線距離	運輸資料流通服務平臺	+
	環域 300 公尺內自行車路線總長度		+
	停車場的停車位總數		-
	YouBike 站點車樁數		+
	所在行政區汽機車持有率及駕照數	臺北市統計資料查詢網	-

## 3.2 模式建構

### 3.2.1 多層次迴歸（Multilevel Model）

此一模式係奠基於多元線性迴歸（Multiple Linear Regression），在原一般線性迴歸中大多僅考量最低層次的變數，如個人社經特徵變數，進而無法觀察其他較高層次的變數對應變量的影響，如區域特徵。雖然該模式中亦可加入分群或區域的變數（較高層次者），惟可能違反每個樣本間獨立性之要求，故所校估之係數會因自變量變異程度較小，較傾向於拒絕統計檢定之虛無假設，易造成係數校估之偏誤。多層次迴歸乃加入隨機變量，允許存在組間變異，而所校估的截矩項或斜率值皆可隨著不同的區域特徵而相異。根據上述多層次迴歸模型之建構，本研究係以行政區作為分群，假定「與捷運站的直線距離」及「站點車樁數」此二自變量對於不同區域的租還量影響效果有異，並建構隨機截矩與斜率之模型。模式建構如下：

$$y_{ij} = \beta_{0i} + \sum_{mj} \beta_m x_{mj} + \beta_{MRT,i} MRT_{ij} + \beta_{CAPACITY,i} CAPACITY_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

$$\beta_{0i} = \gamma_{00} + u_{0i} \quad (2)$$

$$\beta_{MRT,i} = \gamma_{MRT,0} + u_{MRT,i} \quad (3)$$

$$\beta_{CAPACITY,i} = \gamma_{CAPACITY,0} + u_{CAPACITY,i} \quad (4)$$

模式第一層次的通式中  $y_{ij}$  表示位於  $i$  行政區的  $j$  公共自行車站點之總租還量，其中總租還量係指研究時間內各站點所有的租借次數與還車次數之加總。 $\beta_m$  一項係指第  $m$  的自變數對於站點租還量的影響效果，而此一效果為固定效果，亦即對於不同行政區的影響皆相同。 $\beta_{MRT,i}$  與  $\beta_{CAPACITY,i}$  分別表示「與捷運站的直線距離」及「站點車樁數」此二自變量在不同行政區  $i$  的影響效果，此係數會隨著不同行政區而有所異，其隨機項的殘差分別為  $u_{MRT,i}$  與  $u_{CAPACITY,i}$ ，而固定效果為  $\gamma_{MRT,0}$  與  $\gamma_{CAPACITY,0}$ 。

本研究中除探究各站點租還量的影響因子外，亦著墨於起訖對騎乘量中 YouBike 2.0 使用佔比的影響因子，該應變量為一比例，數值必然介於 0 與 1 間，若逕將此類型之數值採用簡單線性迴歸校估，所得結果必然有偏誤且數值亦不合理，亦即最終的應變量估計值（ $\hat{y}$ ）可能小於 0 或大於 1。綜上所述，本研究先行將比例值轉換為勝算的對數值，如下：

$$O_j = \text{logit}(P_j) = \ln\left(\frac{P_j}{1 - P_j}\right) \quad (5)$$

，其後再採用隨機截矩羅吉斯迴歸模型進行校估，模式建構如下：

$$O_{ij} = \alpha_{0i} + \sum_{mj} \alpha_m x_{mj} + \varepsilon_{ij} \quad (6)$$

$$\alpha_{0i} = \delta_{00} + u_{0i} \quad (7)$$

### 3.2.2 地理加權迴歸 (Geographically Weighted Regression)

簡單線性迴歸乃以固定的係數表示各項變數的影響，故各變數對於組別（或空間）中樣本觀察值的影響程度皆同。然現實世界中空間分布之現象並不存在同質性，以本研究為例，YouBike 站點租還量不僅受到該地的建成環境影響，通常相鄰站點的租還量會較高，乃因公共自行車的騎乘旅次為短途，租還量具有空間聚集之特性，顯見租還量於空間分布中應存在自相關與異質性，違反一般線型迴歸之假設。是故若單純以全域性的模型校估，恐忽略變數間關係的局部特性，所得結果僅能表示整體研究範圍內各項自變數的「平均」效果，卻無法呈現變數對於各站點影響之不同。為解決空間自相關特性而無法細部分析各區域對於解釋變數影響程度之不同，Fotheringham (2002) 等人發展局部地理加權迴歸 (Geographically Weighted Regression, GWR) 模型，並詳述模式建構原理、參數選擇與校估結果比較，乃考量空間位置之個體差異所擴展的空間迴歸分析模型，最初係應用於住宅房價空間變異之分析。

地理加權迴歸模式中有兩大參數必須由研究者自行設定，其中包括權重的分配函數，以及影響範圍的帶寬 (bandwidth)。帶寬係設定影響每一空間點位的最大範圍，而權重分配的函式則用以將每一空間的特徵值依據距離遠近給予影響權重，其必須滿足距離愈近者權重愈大，且距離愈遠者權重愈小之特性。在地理加權迴歸的模型中通常係採用高斯 (Gaussian) 或雙平方 (Bisquare) 函式，兩公式計算結果大致相同，惟高斯函數在帶寬外仍存在非常低的影響權重，而雙平方函數則強制設定帶寬外的權重為 0，亦即各點位不受帶寬外的特徵影響，兩函式如以下公式所示：

$$\begin{array}{l} \text{高斯函式} \\ \text{(Gaussian)} \end{array} \quad w_{ij} = \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right) \quad (8)$$

$$\begin{array}{l} \text{雙平方函式} \\ \text{(Bisquare)} \end{array} \quad w_{ij} = \begin{cases} \exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{h}\right)^2\right), & d_{ij} \leq h \\ 0, & d_{ij} > h \end{cases} \quad (9)$$

式中  $h$  表示帶寬， $d_{ij}$  表示分析空間點位  $i$  與周遭其他空間點位  $j$  的直線距離 (Euclidean distance)，而  $w_{ij}$  即表示空間點位  $j$  為修正空間自相關特性而給予空間點位  $i$  的權重，並可進一步建構空間點位  $i$  之權重矩陣  $w_{(u_i, v_i)}$ ，如是在建構迴歸模型時每一空間點位  $i$  加權後的係數將會因周遭空間點位分布之不同而有異。本研究中參考多篇關於地理加權迴歸的文獻，統整目前研究中多數採用較具彈性的高斯函數進行權重計算，故後續將依此函式建構加權迴歸式。

帶寬之抉擇通常採用交叉驗證 (Cross Validation, CV) 的方式尋找最佳設定值，交叉驗證的計算公式如下：

$$CV = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(h))^2 \quad (10)$$

其中  $\hat{y}_{\neq i}(h)$  為  $h$  帶寬之設定下，於估計空間位置  $i$  周圍的樣本點（不包含空間位置  $i$  本身）之參數值。如此一來依序將可能的帶寬進行多次試驗，選取  $CV$  值最小者之模型作為最終的地理加權迴歸模型。

此一模型的定式如下式(11)所示，式中  $(u_i, v_i)$  分別表示空間的橫座標與縱座標，故  $\beta_{k(u_i, v_i)}$  意指不同空間位置的係數值，其受權重  $w_{(u_i, v_i)}$  之影響。每一係數值在模型校估過程中亦會計算其統計檢定量，以檢驗各項變量是否顯著影響站點租還量。 $\beta_{(u_i, v_i)}$  之校估方法如式(12)：

$$y_i = \beta_{0(u_i, v_i)} + \beta_{1(u_i, v_i)}x_{1i} + \cdots + \beta_{k(u_i, v_i)}x_{ki} \quad (11)$$

$$\hat{\beta}_{(u_i, v_i)} = (X^T w_{(u_i, v_i)} X)^{-1} X^T w_{(u_i, v_i)} Y \quad (12)$$

## 四、研究結果

### 4.1 站點租還量與起訖對騎乘量統計

2021 年 11 月 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 總租還量前十大站點的統計如表 2 所示，站點總租還量的空間分布圖如圖 3 所示，其中顏色愈深且圓點愈大者，表示總租還量愈高。由圖表觀之，前十大站點大部分皆位於捷運站附近，再次應證 YouBike 具第一哩與最後一哩路服務之特性，此外，YouBike 2.0 總租還量居冠的站點為「捷運公館站(2 號出口)」，其數值遠高於 YouBike 1.0 居冠者（捷運芝山站(2 號出口)），然 YouBike 2.0 租還量其次的站點即明顯大幅下滑，顯示 YouBike 2.0 當前的服務在捷運公館站(2 號出口)相當集中，可由圖 4 觀察此一現象。另值得說明的是，根據過去研究的資料分析，YouBike 1.0 捷運公館站(2 號出口)為多年來騎乘量最高的站點，惟因 YouBike 2.0 自 2020 年 1 月試辦，奠基穩定的運量，漸漸有取代原系統之趨勢。

2021 年 11 月 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 各站點間起訖對總騎乘量統計如表 3 所示。由表可發現，YouBike 1.0 一個月內的騎乘量前二大者位於公館捷運站周遭，係台灣科技大學往返捷運公館站，約為 7000 次，而此一結果與臺北市政府交通局公告的排名結果，以及過去各文獻之統計數據雷同。此外位於信義區的臺北醫學大學與捷運台北 101/世貿站間亦為重要的旅次起訖對，單月約為 3300 至 3600 人次。以上的起訖對推敲皆與大專院校的分布位置有關，乃因在臺北都會區就學之學生多以公共運輸與共享自行車作為日常代步之運具。其次為捷運芝山站周遭的起訖對，前 10 名的起訖對中不少與該站點有關，顯見公共自行車於芝山捷運站周遭扮演舉足輕重之角色。芝山捷運站附近有諸多住宅區及公園，而公共自行車成為捷運站與各家戶接駁的重要運輸工具，發揮其第一哩與最後一哩路之功能。再觀察 YouBike 2.0 的起訖對騎乘量可發現，公館捷運站周遭的騎乘量明顯較高，推測乃因該地區為 YouBike 2.0 試辦區域，故民眾較習慣 YouBike 2.0 之服務，相較而言騎乘量較其它後續新增之站點為多。此外亦可發現，起訖一端為捷運劍潭站者位居第一與第三，此一結果與 YouBike 1.0 的起訖對不甚相似，顯見 YouBike 2.0 與 YouBike 1.0 的騎乘分布可能略有差異，為後續本研究關注的課題。

此外為綜觀所有騎乘起訖對的空間分布，分別繪製 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 騎乘量空間分布圖如圖 5 所示，其中為避免線條過分雜亂而影響地圖判讀與觀察，將單月未超過 200 個旅次的起訖對予以剔除，而線條愈深且愈粗者，表示該起訖對的騎乘量愈高。由圖可發現，兩系統的起訖對空間分布大致雷同，惟在部分地區仍有差異。具體而論，位於明德捷運站周遭的明德國小、奎山國中與中正高中，捷運劍潭站附近、內湖區之瑞光公宅與湖光國宅周遭，其 YouBike 2.0 的起訖對騎乘量甚為突出，推測可能與就學旅次及住宅區有密切關聯。另外大同區的 YouBike 1.0 大多以圓山捷運站為軸輻，而 YouBike 2.0 係以迪化汙水處理廠為中心，兩者間的空間分布差異明顯。

為探討選擇兩公共自行車之議題，本研究將 YouBike 1.0 環域 100 公尺範圍內的 YouBike 2.0 站點皆視為同一站點群，如是表示在該區域中同時可由兩種系統服務，而民眾則有系統間



選擇的議題。接著進一步統計相同站點起訖對不同系統間的騎乘量，並推算 YouBike 2.0 騎乘量在該起訖對中的占比，若比例愈高，表示在該起訖對上愈傾向使用 YouBike 2.0。兩系統間同一起訖對之定義，以及 YouBike 2.0 騎乘占比之計算方法詳如圖 6 之示意圖所示；YouBike 2.0 騎乘占比之分析結果如圖 7 左側之地圖所示，其中愈深色者表示 YouBike 2.0 騎乘之占比愈高；圖 7 右側則顯示 YouBike 2.0 騎乘比例的密度分布圖，騎乘比例的中位數為 0.4。藉上述統計分析，本研究後續將深入探討造成各起訖對騎乘量組成比例不同之主要因素。

## 4.2 站點租還量影響因素探討

本研究發展簡單多元線性迴歸（模式一-1、模式一-2）、多層次迴歸模型（模式二-1、模式二-2）與地理加權迴歸模型（模式三-1、模式三-2），以下分別根據模型校估結果探討影響各站點租還量的因素。

### 4.2.1 站點租還量多元線性迴歸

多元線性迴歸模型校估結果詳如表 4 所示，其中模式一-1、模式一-2 分別為以 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 各站點租還量為應變數的模型，自變數前有標記<sup>+</sup>符號者意指該變數為站點環域 300 公尺內的統計資料。由最終模型結果觀之，YouBike 1.0 的模型解釋力（Adjusted R<sup>2</sup>）為 0.424，而 YouBike 2.0 則為 0.321，顯見依據本研究所蒐集的社會經濟與建成環境等解釋變量，YouBike 1.0 的校估結果明顯較 YouBike 2.0 為佳。此一結果說明不同公共自行車系統間的影響因素可能略有不同，而 YouBike 2.0 可能較難利用現有資料充分解釋其與租還量間的關係，而使變異的解釋程度較差。就各項自變數而論，站點車樁數為至關重要的因子，YouBike 1.0 模式中的係數值為 120.39，意味每增加一個車樁，約增加 120.39 人次的租還量，而 YouBike 2.0 模式中同一變量的係數值可高達 174.06，本研究推測乃因 YouBike 2.0 站點的樁架數偏少，穩定性較低，此一情境下該系統的站點租還量更易受到站點車樁總數的影響。人口密度顯著影響 YouBike 1.0 的租還量，而對 YouBike 2.0 而言未達顯著水準，推測乃因 YouBike 2.0 的站點布設密度較高，人口不再是影響供需市場的要害。收入中位數之變量在兩模式中皆未達顯著水準，亦即此一變數對於租還量無明顯影響。對於兩種系統的站點租還量，與捷運站的距離皆呈顯著的負向效果，此一結果一如預期，乃因公共自行車為及戶運輸及捷運轉乘之代步運具，故距捷運站愈遠的站點，騎乘量應較少。惟由兩模式可發現，YouBike 2.0 受捷運影響的負向效果較小，推測乃因布站密度較高，民眾更容易取得公共自行車，中心化的現象較為衰弱。商家數乃用以概似商業密度，可發現其在兩種系統間皆具正向效果，乃因商業程度愈發達的地區，移動的需求較多所致。在站點環域 300 公尺附近是否有大學係相當顯著的變量，對於兩模式所校估之影響方向皆同，惟對於 YouBike 1.0 更易受該變量影響。而是否有中學對於 YouBike 1.0 而言並無顯著相關，惟 YouBike 2.0 為負向關係，此一結果較難推敲其原因。在國外的文獻中往往會將公園作為探究公共自行車租還量的重要因子，然對於臺北公共自行車而言，無論是何種系統皆未顯著相關，此一結果可能與臺北市內大部分公園內禁止騎行自行車有所關連。環域 300 公尺內自行車道的總長度對 YouBike 1.0 的站點租還量具正向效果；反觀，人行道長度對 YouBike 2.0 的租還量尚具正向效果，顯示自行車或步行等人本交通的建成環境雖非最重要的因素，然亦為潛在的影響因子，證實人本交通建設應為推廣公共自行車的基石。由所在行政區的機車登記數與小客車駕照數可發現，對於 YouBike 1.0 而言，其具有顯著的負向效果，亦即私有運具愈普及之處，公共自行車站點租還量明顯較低。最後，除上述社經、建成環境、交通因子相關變量外，本研究將環域 300 公尺內另一系統的總站點數納入考量，發現對於 YouBike 1.0 而言，YouBike 2.0 的站點數多寡與其租還量並不具顯著關聯，然而 YouBike 2.0 的租還量卻明顯容易受 YouBike 1.0 站點數量多寡的影響。此一結果說明 YouBike 2.0 的吸引力事實上

受周邊 YouBike 1.0 站點的影響，在原系統周邊的新站點較容易受到民眾注意與轉移至新系統，而周邊全無 YouBike 1.0 站點者，其運量的培養可能較為困難，使用者須逐步探索及適應。

#### 4.2.2 站點租還量多層次迴歸

由多元線型迴歸可初步瞭解各變數對於站點租還量的影響，然而各變數在不同區的影響效果可能有所不同，在傳統的迴歸模型中無法進一步討論此現象，故必須建構多層次迴歸，使模型中涵括一般的固定效果，以及隨各區域而有所異的隨機效果。站點租還量的多層次迴歸模型詳如前文式(1)至式(4)所示，而本研究假定租還量在各行政區中受「與捷運站距離」及「站點車樁數」的影響應會有所不同，模型校估結果如表 5 所示。

表 5 的模式二-1 及模式二-2 分別為以 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 各站點租還量為應變數的模型，其中為避免多層次模式難以收斂，本研究將所有自變數標準化，此外為使殘差呈隨機常態分布，將應變數取對數值。惟須注意的是，由於模式二-1 校估過程中出現奇異矩陣，無法計算組內相關係數 (Intraclass Correlation Coefficient, ICC)。模式二-1 中各項自變數與多元線性迴歸之結果大致雷同，惟「環域 300 公尺內是否有大學」之變量呈不顯著，而「人行道長度」顯著具正向作用，故再次應證前述人本交通建設對公共自行車有推波助瀾效益之一說。透過  $R^2$  可觀察最終模型校估結果，其中固定效果大約解釋整體變異之 52.6%，而因模型出現奇異矩陣，無法進一步計算隨機效果解釋的變異量。此外，本模式的殘差分布如圖 8 所示，該圖表示校估值與殘差間並不具有明顯的趨勢，近似隨機分布。觀察模式二-2 可發現，大部分變數的顯著結果與多元線型迴歸雷同，惟收入中位數愈高者對於站點租還量具有正向效果，此一現象雖與過去文獻的分析結果一致，然難以進一步說明影響之成因與背景。

模式二-2 的組內相關約為 0.26，意味 YouBike 2.0 在分群後每一群集中的樣本具相關性，如是單純利用簡單線性迴歸會有失真之嫌，乃因同一區域的樣本間並不完全獨立，故透過多層次迴歸模型之建立能夠使模型的解釋效果更佳。由表中最終結果可發現，固定效果下的解釋力 ( $\text{Marginal } R^2$ ) 約為 0.193，而在考量隨機效果後 ( $\text{Conditional } R^2$ ) 可達 0.405，充分顯現多層次模型確實改善模型的解釋力。由模式二-2 的自變數係數值可瞭解各變量的固定效果，與捷運站距離愈遠，站點租還量會愈低，且若捷運站距離增加一個標準差，則租還量大約減少  $1 - e^{-0.185} = 16.9\%$ ；而站點車樁數愈多，租還量亦愈高，且若車樁數增加一個標準差，則租還量大約增加  $e^{0.237} - 1 = 26.7\%$ 。隨機效果之區域分布則如圖 9 所示。由該結果可發現，位於中正區、文山區、中山區、信義區等地的 YouBike 2.0 租還量受「與捷運站距離」之影響較其他地區為高，推測係因該地區的公共運輸路網較為發達，與公共自行車呈競爭之關係；而在大同區受「站點車樁數」的影響明顯較多。

#### 4.2.3 站點租還量地理加權迴歸

由於地理加權迴歸須針對所有係數、所有樣本皆校估出一係數值，大幅提升運算的複雜度，模型亦難以收斂，故本研究篩選在前文多元迴歸模型與多層次模型中所發現的顯著變量作為本模式中的自變數，其中包括：站點車樁數、人口密度、與捷運站距離、商家數、是否有大專院校、自行車道布設長度、機車登記數、小客車駕照數等共計八個。在地理加權迴歸模型中必須設定帶寬，可經交叉驗證方式取得最佳之值，使模型的解釋效力在該帶寬下為最高者，而 YouBike 1.0 的帶寬為 2,292 公尺；YouBike 2.0 的帶寬則為 19,909 公尺，顯然前者的帶寬較為合理，而後者的距離已近乎臺北市全市的寬度。此一結果推測乃因 YouBike 2.0 的布設密度過高，使各站點的距離甚為相近，全體臺北市的站點被歸類為一群，致使帶寬範圍甚廣。YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 租還量的校估結果分別如表 6 模式三-1 與表 7 模式三-2 所示，其中羅列每一係數值的四分位數，且各站點所校估的係數皆達統計顯著水準。

為進一步觀察係數值在空間中的分布，繪製地圖如圖 10 所示。由圖中可觀察，YouBike



1.0 在市中心區域，如大同區、中山區、松山區、信義區等地「與捷運站距離」之係數值較其他地區為小（更負），顯示受到因距離捷運站愈遠而租還量愈低的影響愈大。此一現象可能乃因市中心的公共運輸系統較為完善便利，故若公共自行車站點距離稍遠，即可能使民眾趨向於使用其他運具。反觀，於北投區、萬華區等近邊陲地帶，其「與捷運站距離」之係數值明顯較高，亦即使用者騎乘稍不受捷運站遠近之影響，推測乃因該地區的站點密度較低，且在短途旅次上具競爭的運具較少所致。而 YouBike 2.0 與前者的狀況雷同，「與捷運站距離」在臺北市北側區域的影響程度較不若市中心。就「站點車樁數」而論，無論是 YouBike 1.0 或 YouBike 2.0，兩者在市中心區域受到車樁數的影響較低，反觀在近郊區域，如北投區及內湖近山區一帶車樁數愈多租還量即明顯高出許多，故未來在布設郊區場站時，若布站密度受限於成本無法擴張時，應著重考量增加站點的車樁總數，使民眾使用公共自行車的方便性得以大幅提升。

地理加權迴歸模型可解決空間自相關的問題，通常校估結果會較簡單線性迴歸更為精確，而本模式應用於 YouBike 1.0 租還量所得解釋力（Pseudo  $R^2$ ）約為 0.645，明顯較多元線性迴歸與多層次迴歸為佳；而 YouBike 2.0 租還量模型的解釋力（Pseudo  $R^2$ ）則為 0.411，較多元迴歸模型高出甚多，惟與多層次模型相去不遠。各模型於各系統的  $R^2$  值整理如圖 11 所示。

### 4.3 YouBike 2.0 起訖對騎乘比例影響因素探討

本研究另一主題乃探討影響同一起訖對 YouBike 2.0 騎乘比例高低之因素，由於比例係介於 0 與 1 之間的數值，無法逕使用簡單線性迴歸校估，本研究乃先將機率值轉換為勝算對數值之形式，進而藉多層次羅吉斯迴歸（Multilevel Logistic Regressions）進行校估。本模式中自變數含括：YouBike 1.0 平均騎乘旅行時間、起訖兩端點 YouBike 1.0 的車樁數、起訖兩端點的 YouBike 2.0 總車樁數、起訖兩端點距離捷運站的距離、YouBike 1.0 起訖對的騎乘量、起訖兩端點 YouBike 2.0 的營運總日數。其中 YouBike 1.0 起訖對的騎乘量意味著「依賴性（慣性）」，若校估的係數值為負，表示使用者在該起訖對上仍較習慣使用舊有的系統，致使 YouBike 2.0 的騎乘比例相較而言為低。而起訖兩端點 YouBike 2.0 的營運總日數意味著對於新系統的「適應性」，若校估的係數值為正，表示使用者逐漸適應新系統的服務，使 YouBike 2.0 的騎乘比例較高。本研究中假定不同行政區對於起訖對 YouBike 2.0 的占比在其他環境皆固定情形下應有所不同，係因 YouBike 2.0 的建置在各行政區的時間點不一，故各行政區使用者的偏好或接受程度可能略有不同，可建構隨機截距多層次迴歸模型。根據上述變數之定義與統計模型之建構，模式校估結果如表 8 所示。

由表 8 之模式結果可知，YouBike 2.0 起訖對占比與同一起訖對上 YouBike 1.0 平均旅行時間有正相關，若其旅行時間愈長，選擇騎乘 YouBike 2.0 的比例會較高，推測此一現象乃因騎乘時間較久，使用者應更為講求舒適度，而 YouBike 2.0 自行車因座椅較 YouBike 1.0 的舒適度為高，且硬體設施較為新穎，故在須長時間騎乘下，較易選擇使用新系統。起訖兩站點的 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 站點車樁數的係數值校估結果一如預期，若 YouBike 1.0 的車樁數愈多，使用者愈傾向使用 YouBike 1.0，使 YouBike 2.0 的比例較低；反之，則使用 YouBike 2.0 系統，YouBike 2.0 騎乘比例因而較高。與捷運站間的距離對於起點而言並不會對系統間之選擇行為造成顯著影響，惟對於訖點而言具顯著正向效果，亦即若捷運站距離愈近，應傾向於使用 YouBike 1.0。這與現況或許易相符，乃因 YouBike 1.0 的穩定性最高，在捷運站附近的站點通常樁數很多，故少有無法歸還的問題，進而促使騎乘者在前往距捷運站較近之站點時，選擇使用舊有的系統。YouBike 1.0 起訖對騎乘量係指依賴性，校估結果為負值，顯示若 YouBike 1.0 騎乘量較高，則較不易使用 YouBike 2.0。最後兩端點 YouBike 2.0 的營運日數象徵使用者對新系統的適應性，其校估結果為正值，意味營運時間愈長，愈傾向於使用新系統，顯示 YouBike

2.0 整體而言逐漸打入市場，有漸取代舊系統之趨勢。

就整體模型解釋力觀之，固定效果的  $R^2$  為 0.344，而加入隨機效果的  $R^2$  為 0.353，改善效果有限，且 ICC 值僅 0.01，顯示本模式利用多層次迴歸建構並無特別必要，而各行政區對於 YouBike 2.0 的騎乘比例僅微幅差異，隨機截矩如圖 12 所示。

## 五、結論與建議

本研究透過多元線性迴歸、多層次迴歸、地理加權迴歸等模型之測試，瞭解影響站點租還量的因子，並由後二模型瞭解自變數受區域或空間點位之分布不同而使影響程度有別。巨觀而論，無論是 YouBike 1.0 或是 YouBike 2.0，兩系統的站點租還量皆受站點車樁數、與捷運站距離、商家數（商業密度之概似指標）、是否有大專院校此四變量的影響。站點車樁數愈多，愈有利於使用者前往騎乘，或該運具更容易受民眾之依賴。與捷運站距離愈遠，租還量隨之愈少，尤以 YouBike 下滑的幅度較巨。站點方圓 300 公尺內的商家數意味該地區的商業活絡程度，若是商家數愈多，站點的租還量亦顯著為多，顯見公共自行車的使用程度深受周遭商業環境之影響，未來在新設站點時建議可以此為重要準則。是否有大專院校亦為顯著的因子，此現象反映大多數的公共自行車使用者可能為大專院校之學生，且就學通勤旅次甚為龐大。YouBike 1.0 亦深受自行車與人行道等人本交通硬體建設之影響，且私有運具的車輛登記或駕照數愈少，對公共自行車的租還量愈有正向效果，顯見未來政府欲推動永續運輸或公共運輸政策，私有運具的依賴將成為最大阻礙，應積極透過抑制手段，促成人本交通之推力。

於多階層模型中可觀察 YouBike 2.0 在不同區域「與捷運站距離」及「站點車樁數」的影響程度亦有些微不同。如位於中正區、文山區、中山區、信義區等地的 YouBike 2.0 租還量受「與捷運站距離」之影響較其他地區為高；而在大同區受「站點車樁數」的影響明顯甚鉅。於地理加權迴歸中可更細緻觀察各變數在不同樣本空間位置的影響程度，「與捷運站距離」的影響程度校估結果的分布情形大致與多階層模型雷同，惟就「站點車樁數」而論，兩系統於市中心區域受車樁數影響較低，然在近郊區域（北投區及內湖近山區）車樁數愈多租還量即明顯高出許多，故建議未來在非市中心區域布設站點時應設計較多的車樁數。由 YouBike 2.0 起訖對騎乘比例影響因素探討之模型結果可知，YouBike 2.0 起訖對占比在起訖對中若自身兩端點的車樁數愈多、舒適性愈高、對 YouBike 1.0 的依賴性愈低、對 YouBike 2.0 的適應性愈高，則騎乘比例將明顯較高。

本研究的最大限制在於僅透過二手資料探討社經變量與環境因素等對於租還量或騎乘量的影響，然事實上在 YouBike 系統間選擇的最大要素應為旅運行為人的主觀意識與特質，惟本研究囿於個人資料取得不易、樣本蒐集困難，無法進一步觀察個人特徵對於系統間選擇的課題，如是在實務營運或政策研擬上較難提供具體建議，為本研究最大缺憾之處。建議未來相關研究應進一步將個人特徵納入考量，以推論更為具體的政策意涵。

## 附件圖表

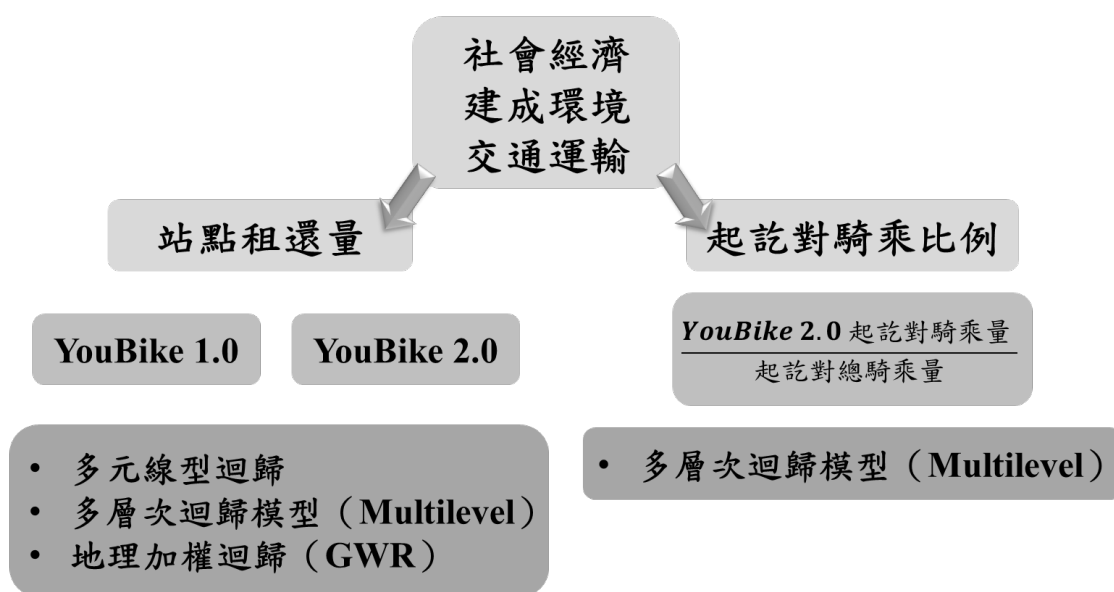


圖 1 本研究流程架構圖

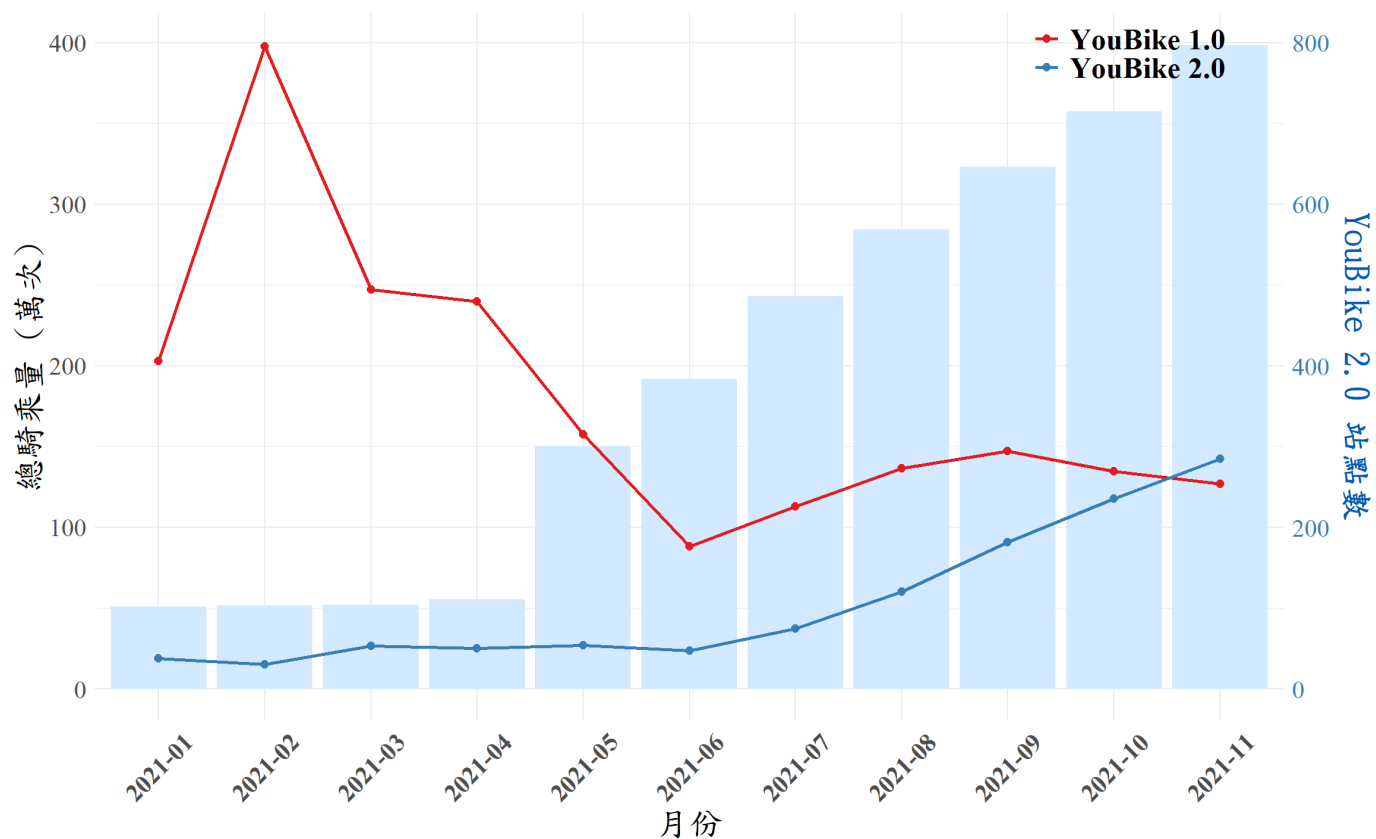


圖 2 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 逐月騎乘量與站點數圖

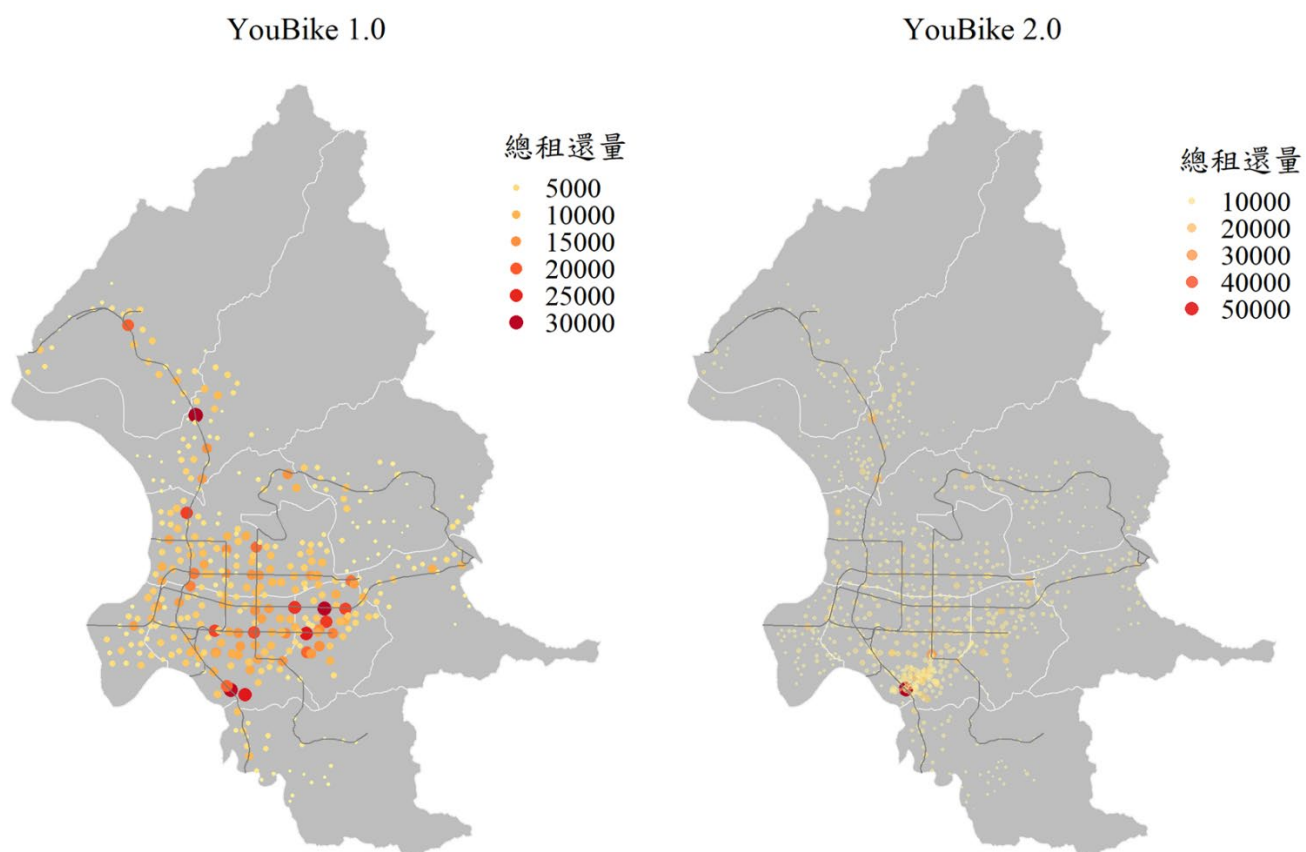


圖 3 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 各站點總租還量空間分布地圖

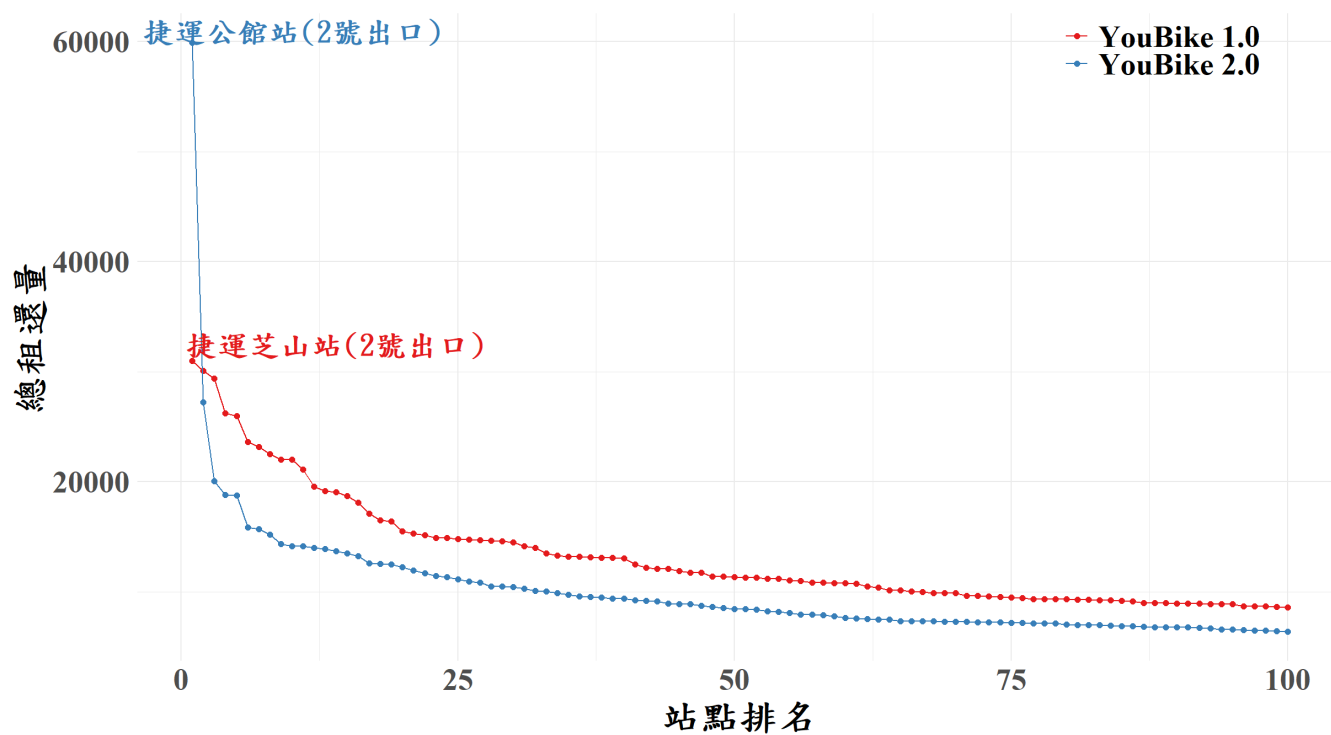


圖 4 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 前 100 大站點總租還量折線圖

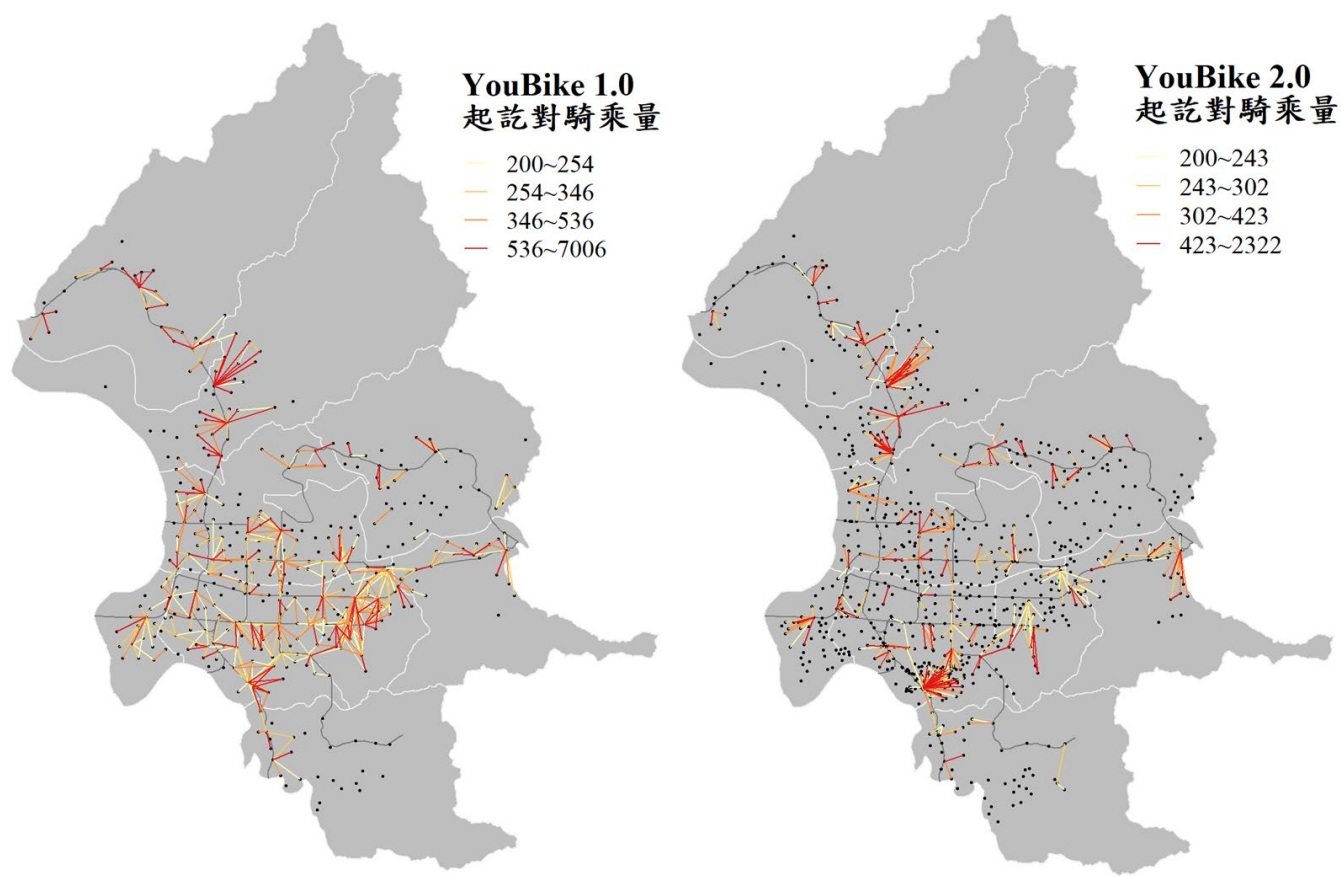
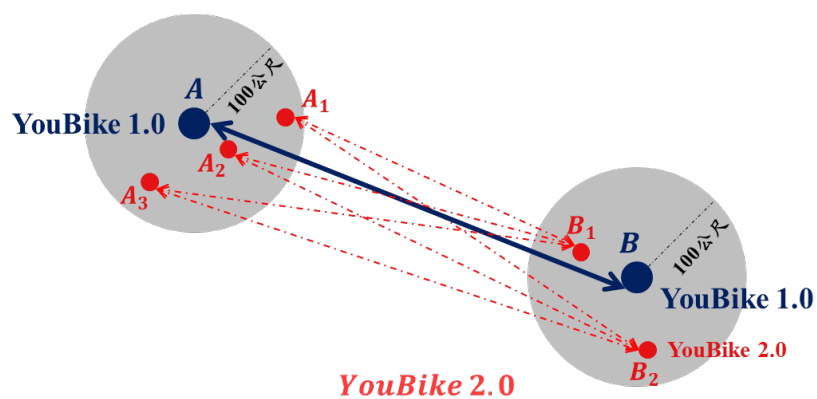


圖 5 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 騎乘量空間分布地圖



$$\text{YouBike 1.0} = \text{Rides}(A, B)$$

$$\text{YouBike 2.0} = \sum_i \sum_j \text{Rides}(A_i, B_j)$$

$$\text{YouBike 2.0 騎乘占比} = \frac{\text{YouBike 2.0}}{\text{YouBike 1.0} + \text{YouBike 2.0}}$$

圖 6 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 同一起訖對之定義與騎乘占比示意圖

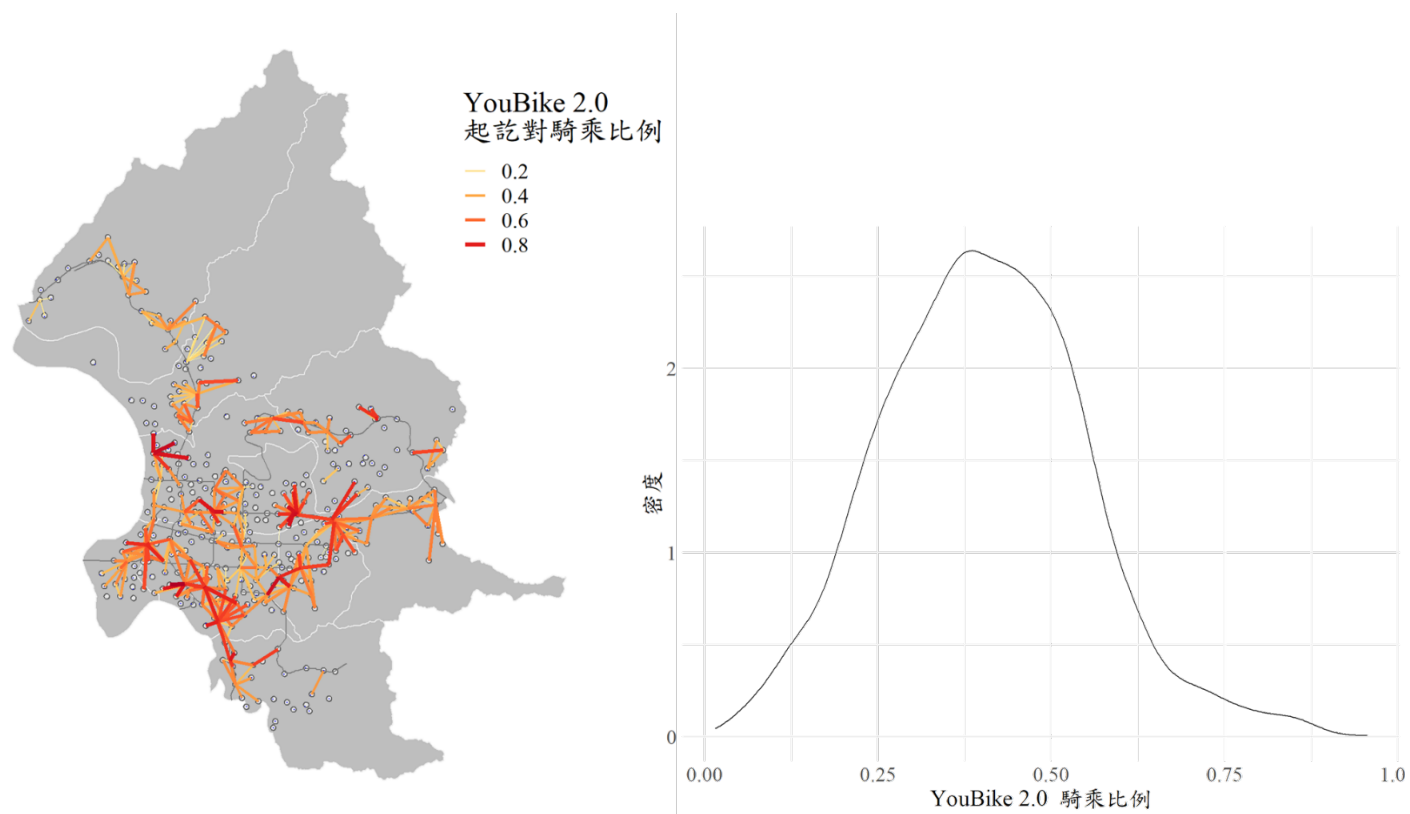


圖 7 YouBike 2.0 起訖對騎乘比例分布地圖（左）與密度分布圖（右）

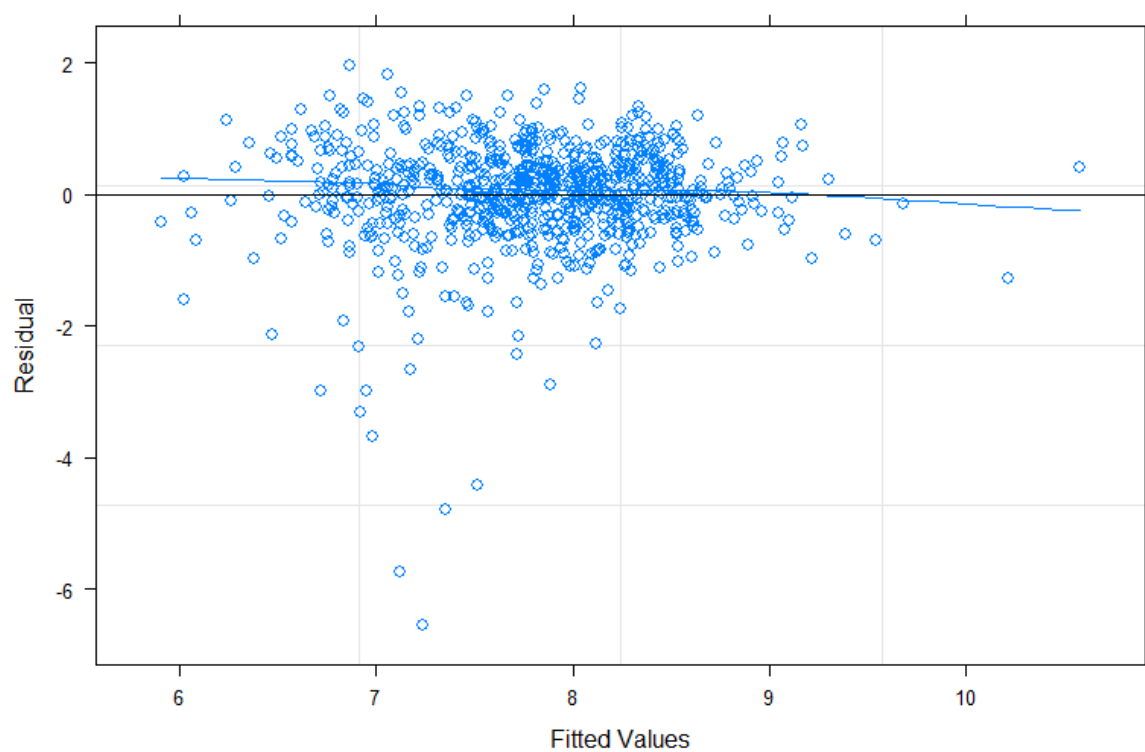


圖 8 YouBike 2.0 多層次迴歸模型殘差分布圖



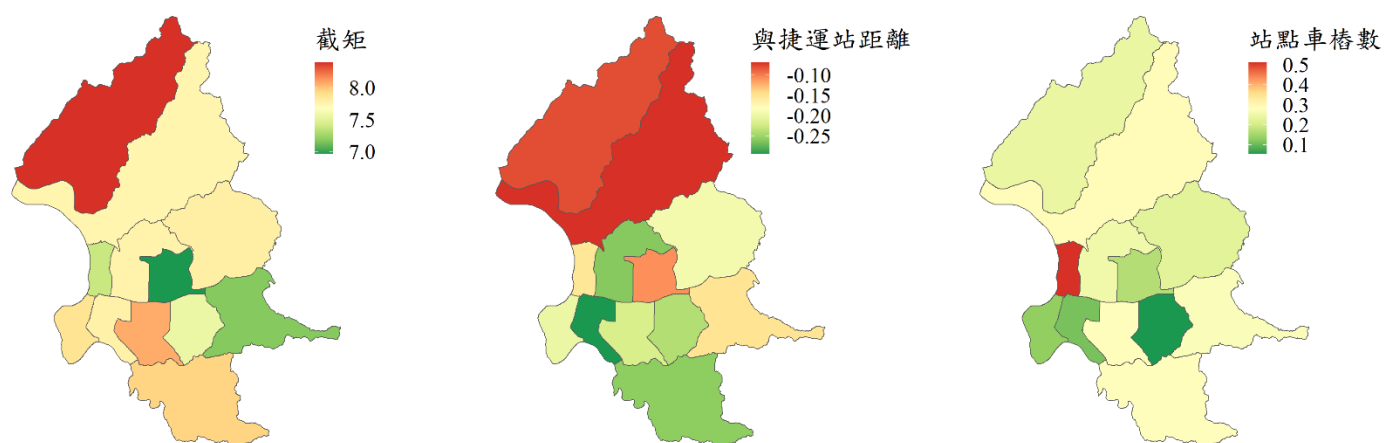


圖 9 YouBike 2.0 站點租還量多層次迴歸之隨機效果空間分布圖

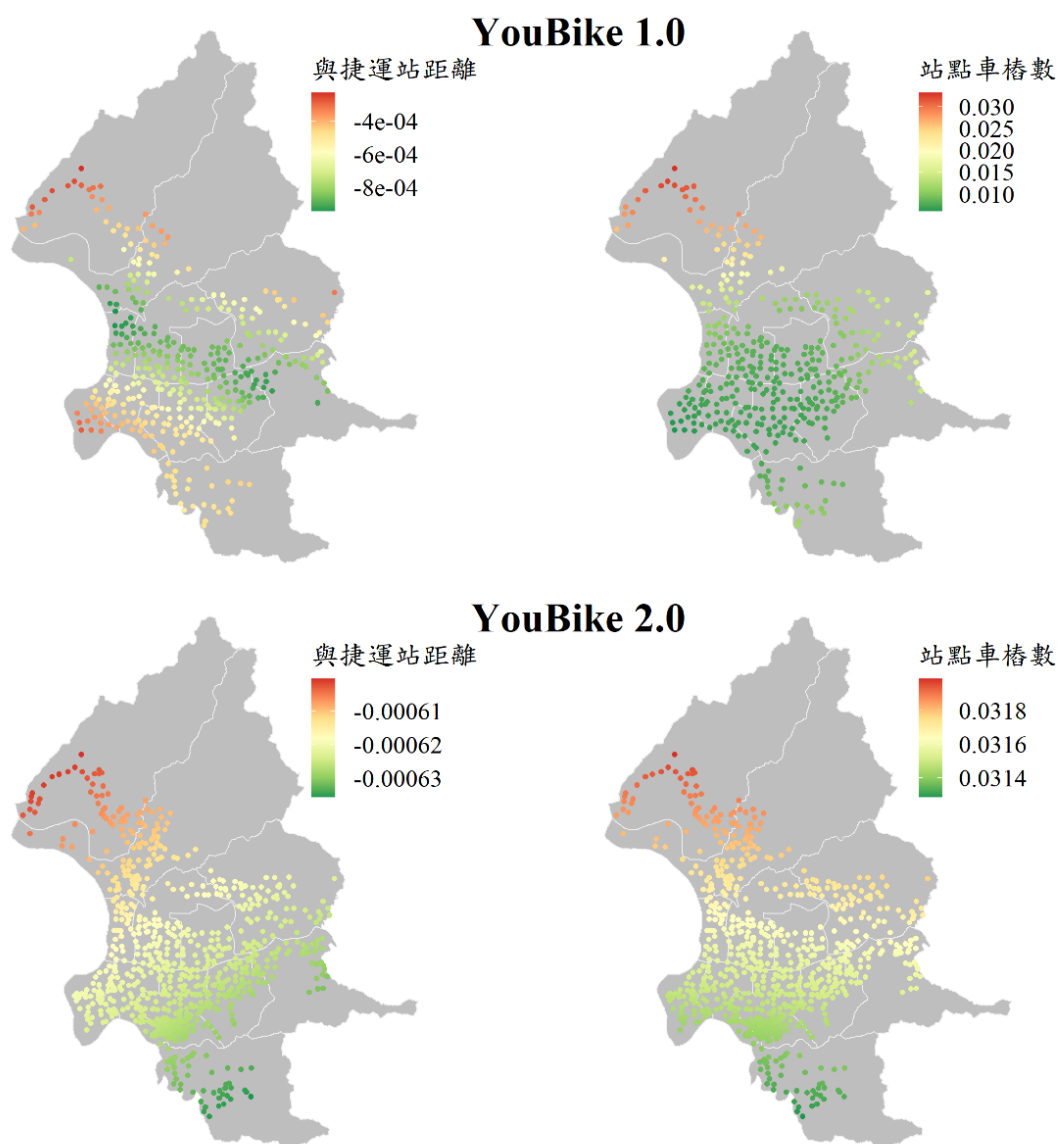


圖 10 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 地理加權迴歸係數值空間分布地圖

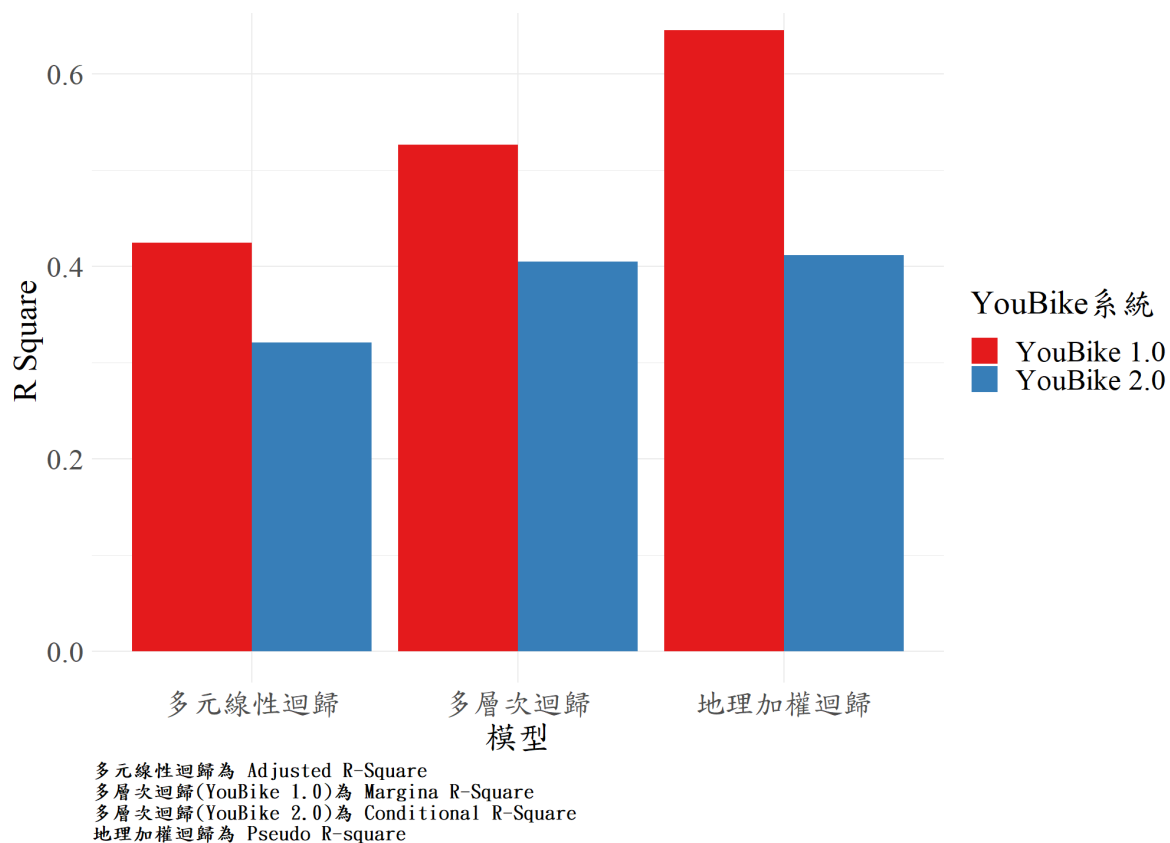


圖 11 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 各迴歸模型解釋力比較圖

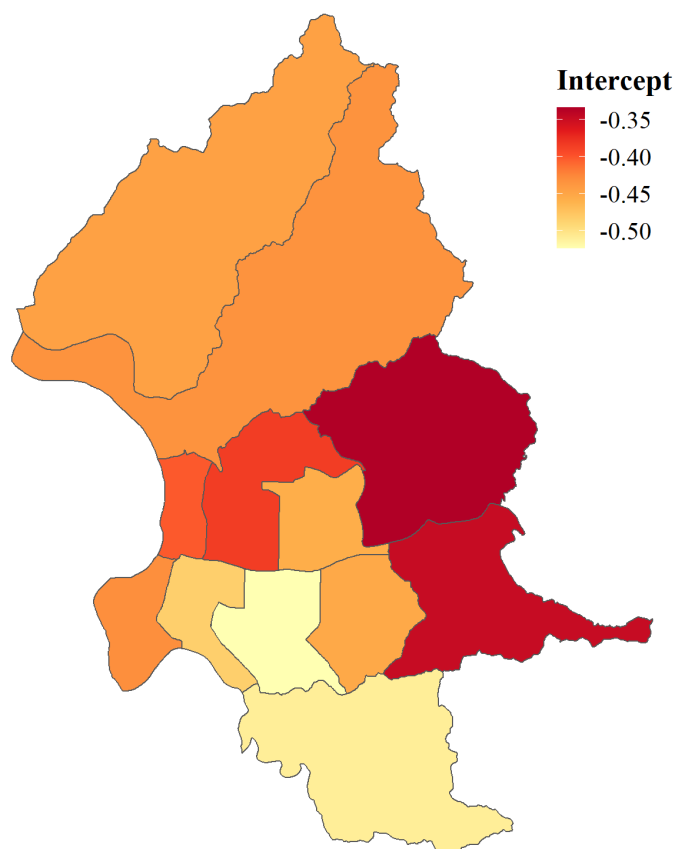


圖 12 YouBike 2.0 起訖對比例多層次迴歸之隨機截矩空間分布圖

表 2 2021 年 11 月 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 總租還量統計

YouBike 1.0		YouBike 2.0	
站點名稱	總租還量	站點名稱	總租還量
捷運芝山站(2 號出口)	31,001	捷運公館站(2 號出口)	59,890
捷運市政府站(3 號出口)	30,114	捷運科技大樓站	27,239
捷運公館站(2 號出口)	29,365	捷運芝山站(1 號出口)	20,087
台灣科技大學	26,214	捷運劍潭站(2 號出口)	18,807
捷運台北 101/世貿站	25,979	臺大第一活動中心西南側	18,768
捷運國父紀念館站(2 號出口)	23,635	捷運大安站(4 號出口)	15,869
興雅國中	23,158	臺大小福樓東側	15,733
捷運圓山站(2 號出口)	22,530	臺大社科院西側	15,223
捷運永春站(2 號出口)	22,038	捷運松山站(4 號出口)	14,386
捷運東門站(4 號出口)	22,011	捷運圓山站(1 號出口)	14,175
...	...	...	...
<b>2021 年 11 月整體系統租還量</b>	<b>2,492,921</b>	<b>2021 年 11 月整體系統租還量</b>	<b>2,822,354</b>

表 3 2021 年 11 月 YouBike 1.0 與 YouBike 2.0 騎乘起訖對統計

YouBike 1.0			YouBike 2.0		
起點站名	訖點站名	騎乘量	起點站名	訖點站名	騎乘量
台灣科技大學	捷運公館站(2 號出口)	7,006	百齡國小	捷運劍潭站(2 號出口)	2,322
捷運公館站(2 號出口)	台灣科技大學	7,005	捷運公館站(2 號出口)	臺灣科技大學後門	2,291
捷運台北 101/世貿站	臺北醫學大學	3,615	捷運劍潭站(2 號出口)	百齡國小	2,213
臺北醫學大學	捷運台北 101/世貿站	3,326	臺灣科技大學後門	捷運公館站(2 號出口)	2,128
捷運芝山站(2 號出口)	蘭雅公園	3,291	臺灣科技大學側門	捷運公館站(2 號出口)	1,883
捷運劍南路站(2 號出口)	樂群二敬業四路口	3,065	捷運奇岩站(三合街)	清江國小	1,821
捷運芝山站(2 號出口)	雨農國小	2,754	捷運公館站(2 號出口)	臺灣科技大學側門	1,784
樂群二敬業四路口	捷運劍南路站(2 號出口)	2,694	清江國小	捷運奇岩站(三合街)	1,714
捷運芝山站(2 號出口)	蘭興公園	2,579	臺大第一活動中心西南側	捷運公館站(2 號出口)	1,621
大業大同街口	捷運北投站	2,563	捷運劍南路站(2 號出口)	樂群二敬業四路口	1,473

表 4 站點總租還量多元線性迴歸模式

	站點總租還量	
	YouBike 1.0 (模式一-1)	YouBike 2.0 (模式一-2)
站點車樁數	120.392*** (15.487)	174.062*** (14.087)
<sup>†</sup> 人口密度	0.075*** (0.017)	0.009 (0.009)
<sup>†</sup> 收入中位數	2.518 (1.992)	0.897 (1.122)
與捷運站距離	-2.055*** (0.534)	-1.289*** (0.294)
<sup>†</sup> 商家數	22.875*** (6.259)	20.902*** (3.296)
<sup>†</sup> 是否有大專院校	2,435.310** (954.741)	957.883** (429.934)
<sup>†</sup> 是否有中學	-276.949 (634.145)	-856.264** (332.712)
<sup>†</sup> 公園面積	-864.630 (7,811.431)	2,413.063 (4,669.426)
<sup>†</sup> 自行車道長度	0.629** (0.281)	0.205 (0.149)
<sup>†</sup> 人行道長度	-0.018 (0.166)	-0.156* (0.090)
所在行政區機車登記數	-28,285.330*** (6,057.758)	-4,343.746 (2,971.248)
所在行政區小客車駕照數	-30,598.710*** (7,720.555)	3,575.635 (4,331.075)
<sup>†</sup> YouBike 2.0 站點數	111.961 (120.694)	
<sup>†</sup> YouBike 1.0 站點數		402.856*** (147.187)
Constant	26,656.370*** (7,092.548)	-1,230.919 (3,800.735)
Observations	386	789
R <sup>2</sup>	0.444	0.332
Adjusted R <sup>2</sup>	0.424	0.321
Residual Std. Error	3,885.961 (df = 372)	2,993.670 (df = 775)
F Statistic	22.842*** (df = 13; 372)	29.635*** (df = 13; 775)

Note:

\* p&lt;0.1 \*\* p&lt;0.05 \*\*\* p&lt;0.01

<sup>†</sup> 環域 300 公尺範圍內之統計數據

表 5 站點總租還量多層次迴歸模式

	站點總租還量	
	YouBike 1.0 (模式二-1)	YouBike 2.0 (模式二-2)
站點車樁數	0.196*** (0.058)	0.237*** (0.057)
<sup>†</sup> 人口密度	0.249*** (0.032)	0.077** (0.038)
<sup>†</sup> 收入中位數	0.006 (0.031)	0.098*** (0.034)
與捷運站距離	-0.246*** (0.045)	-0.185*** (0.053)
<sup>†</sup> 商家數	0.089*** (0.034)	0.135*** (0.036)
<sup>†</sup> 是否有大專院校	0.046 (0.032)	0.023 (0.031)
<sup>†</sup> 是否有中學	-0.006 (0.030)	-0.067** (0.030)
<sup>†</sup> 公園面積	0.016 (0.030)	0.025 (0.030)
<sup>†</sup> 自行車道長度	0.105*** (0.035)	-0.053 (0.037)
<sup>†</sup> 人行道長度	0.071** (0.033)	0.035 (0.038)
所在行政區機車登記數	-0.235*** (0.051)	0.029 (0.277)
所在行政區小客車駕照數	-0.181*** (0.051)	0.052 (0.224)
<sup>†</sup> YouBike 2.0 站點數	0.032 (0.033)	
<sup>†</sup> YouBike 1.0 站點數		0.105*** (0.034)
Constant	8.471*** (0.031)	7.711*** (0.143)
<b>Random Effects</b>		
$\sigma^2$	0.33	0.66
$\tau_{00}$	0.00 District	0.20 District
$\tau_{11}$	0.01 District.scale(MRT_DIST)	0.01 District.scale(MRT_DIST)
	0.02 District.scale(BikesCapacity)	0.02 District.scale(BikesCapacity)
ICC	-	0.26
N	12 District	12 District
Observations	386	789
Log Likelihood	-368.896	-1,007.252
Akaike Inf. Crit.	779.793	2,056.504
Marginal R <sup>2</sup> / Conditional R <sup>2</sup>	0.526 / NA	0.193 / 0.405

Note:

\* p&lt;0.1 \*\* p&lt;0.05 \*\*\*p&lt;0.01

<sup>†</sup> 環域 300 公尺範圍內之統計數據

本模式的自變數皆經標準化，應變數取對數值

表 6 YouBike 1.0 站點總租還量地理加權迴歸模式係數

	站點總租還量 (模式三-1)				
	最小值	第一四分位數	中位數	第三四分位數	最大值
截矩項	6.467	12.43	12.757	13.634	17.920
站點車樁數	0.006	0.007	0.008	0.012	0.033
<sup>†</sup> 人口密度	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
與捷運站距離	-0.001	-0.001	-0.001	0.000	0.000
<sup>†</sup> 商家數	-0.004	0.001	0.002	0.003	0.006
<sup>†</sup> 是否有大專院校	-0.841	0.114	0.313	0.536	1.250
<sup>†</sup> 自行車道長度	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
所在行政區機車登記數	-10.792	-4.977	-4.317	-3.898	1.681
所在行政區小客車駕照數	-10.760	-5.952	-4.611	-4.162	-0.659

Number of data points: 386

GW Deviance: 75754.7

AIC : 75842.2

AICc :s 75853.7

Pseudo R-square value: 0.645

Note:

<sup>†</sup>環域 300 公尺範圍內之統計數據

表 7 YouBike 2.0 站點總租還量地理加權迴歸模式係數

	站點總租還量 (模式三-2)				
	最小值	第一四分位數	中位數	第三四分位數	最大值
截矩項	7.434	7.49	7.508	7.535	7.628
站點車樁數	0.031	0.031	0.032	0.032	0.032
<sup>†</sup> 人口密度	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
與捷運站距離	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
<sup>†</sup> 商家數	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
<sup>†</sup> 是否有大專院校	0.131	0.139	0.141	0.142	0.146
<sup>†</sup> 自行車道長度	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
所在行政區機車登記數	-1.407	-1.33	-1.305	-1.289	-1.241
所在行政區小客車駕照數	0.669	0.837	0.887	0.917	1.019

Number of data points: 789

GW Deviance: 133061

AIC : 133080

AICc : 133080

Pseudo R-square value: 0.411

Note:

<sup>†</sup>環域 300 公尺範圍內之統計數據



表 8 YouBike 2.0 起訖對多層次羅吉斯迴歸模式

	<i>Logit(YouBike 2.0 起訖對占比)</i>
	模式四
YouBike 1.0 平均騎乘旅行時間	0.112*** (0.011)
YouBike 1.0 起點車樁數	-0.104*** (0.012)
YouBike 1.0 訖點車樁數	-0.109*** (0.011)
YouBike 2.0 起點車樁數	0.158*** (0.012)
YouBike 2.0 訖點車樁數	0.172*** (0.012)
起點與捷運站距離	0.007 (0.012)
訖點與捷運站距離	0.032*** (0.012)
YouBike 1.0 起訖對騎乘量	-0.231*** (0.011)
YouBike 2.0 起點平均營運日數	0.088*** (0.012)
YouBike 2.0 訖點平均營運日數	0.090*** (0.012)
Constant	-0.434*** (0.023)
<b>Random Effects</b>	
$\sigma^2$	0.32
$\tau_{00}$ 起點站行政區	0.00
ICC	0.01
N 起點站行政區	12
Observations	2,822
Log Likelihood	-2,433.643
Akaike Inf. Crit.	4,893.285
Marginal R <sup>2</sup> / Conditional R <sup>2</sup>	0.344 / 0.353
<i>Note:</i> * p<0.1 ** p<0.05 *** p<0.01 本模式的自變數皆經標準化	