

## 新竹科學城民眾使用公共自行車意願分析

解鴻年<sup>1</sup>、張馨文<sup>2</sup>

### 摘要

全球目前有超過30個國家、135座城市、設置20萬部以上的公共自行車系統。公共自行車計畫重新定義自行車在城市中的地位，同時滿足都市中短程旅次的需求，在主流公共運輸系統中，創造一種新的運輸型式。

歐洲為公共自行車發起的區域，雖然有最多的城市投入建設，但是近三年來，中國大陸快速發展公共自行車，系統規模與公共自行車的數量已超越歐美各國，達到118,000部、3840租借站，成為全球最大的公共自行車國家。其中杭州提供50,000部、上海28,000部，數量遠超過巴黎，為全球第一與第二大的公共自行車城市。亞洲城市的公共自行車數量佔全球60%以上，惟過去研究多以歐美為主，缺乏對亞洲城市的瞭解與分析。

本研究探討公共自行車在綠色運輸中扮演的關鍵角色、比較歐美國家與亞洲國家發展公共自行車的現況類型、以及亞洲城市推動公共自行車的機遇條件，並透過Rasch模式量測目前已運轉中的公共自行車系統以及未來新竹科學城建置之可行性，以瞭解現行公共自行車系統運作績效與各因子之關聯性，並做為後續深化研究與提供跨國比較之參考。

**關鍵字：**公共自行車、Rasch模式、綠色運具、自行車共享

---

<sup>1</sup> 解鴻年，中華大學建築與都市計畫學系副教授，E-mail：planner@chu.edu.tw

<sup>2</sup> 張馨文，中華大學休閒遊憩規劃與管理學系副教授，E-mail：hwchang@chu.edu.tw

## **A study on Public Bike Scheme - Hsinchu Technopolis case**

Hung-Nien Hsieh

Associate Professor, Department of Architecture and Urban Planning, Chung-Hua University, Taiwan.

Hsin-Wen Chang

Associate Professor, Department of Leisure and Recreation Planning and Management, Chung Hua University, Taiwan.

### **Abstract**

Public Bike Schemes (PBS) have grown significantly in popularity over the last several years, there are more than 30 countries, 135 cities, over 200,000 public bikes worldwide. Many major European cities and Asian cities have launched extensive schemes that are helping to redefine the perception of cycling and create a new form of mainstream public transport for short distance in urban journeys.

Through the largest schemes in Hangzhou with 50,000 public bikes and Shanghai with 28,000 public bikes in China, the Mainland China has become the largest PBS country in the world. Until 2010, there were more than 60% of public bikes implemented in Asian cities. However, researches and cases studies have been focused on European and American cities, public sectors and research academies have been ignored and neglected the importance of the fast growing phenomena of public bike schemes in Asia.

Since the green-transportation operating systems and business models of PBS are various and are depended on the diverse continental geography and culture case by case, this research will be focused on the cross-cultural comparison at country's and city's bases to differ the key factors between different regions.

By using RASCH model, this comprehensive comparative research results will be detected and will be provided a set of valuable information for evaluating the performance of Public Bike Schemes (PBS) in Asian cities. The overall goal of this research is to provide suggestions of reasonable public cycling policies and market segmentation to Taiwan.

**Keywords :** Public bike scheme, Rasch model, green mode, bikesharing

## 一、前言

公共自行車計畫(Public Bicycle Scheme, PBS)在全球掀起一股風潮，歐洲各主要大城市皆積極推動；北美各大城市也積極實踐。Beroud等人在2010年以全球各洲設置公共自行車系統進行統計，當時歐洲佔了92%(426處)、其次為亞洲4%(19處)、美洲3%(13處)。本研究調查整理全球目前已建設的公共自行車系統，共收集到32個國家、489座城市、超過二十一萬輛公共自行車、一萬多處租借站，其中亞洲城市提供的公共自行車數量高達十二萬輛，已超過歐洲，佔全球59%，綜合整理如下表1所示：

表 1 全球公共自行車系統現況統計表

	國家	城市	自行車數量	站點數量	國家	城市	自行車數量	站點數量
亞洲城市	台灣	2	5,000	31	比利時	1	2,500	180
	日本	4	810	38	加拿大	3	5,000	400
	中國	11	118,000	3,840	智利	1	50	10
	南韓	1	430	20	芬蘭	1	300	26
	印度	1	100	6	愛爾蘭	1	450	40
其他城市	法國	34	41,483	3,567	墨西哥	1	1,100	82
	西班牙	21	11,080	842	摩納哥	1	10	2
	義大利	157	3,392	361	荷蘭	1	—	200
	澳洲	3	1,500	82	挪威	1	1,660	154
	捷克	2	300	30	紐西蘭	1	175	11
	丹麥	3	2,513	277	波蘭	87	1340	13
	德國	45	6,069	128	羅馬尼亞	1	100	10
	英國	2	5,000	315	瑞典	1	850	80
	巴西	2	232	26	瑞士	1	120	11
	盧森堡	2	370	40	美國	13	120	10
	葡萄牙	1	200	-				
	奧地利	84	---	---	合計	489	210,254	10,862

資料來源：Beroud 等人, 2010；Shaheen 等人, 2010；Buttner 等人, 2011;本研究調查整理

解鴻年、張馨文：新竹科學城民眾使用公共自行車意願分析

歐洲為公共自行車系統觀念與建置的起源地區，上百座城市投入，本研究整理歐美各國發展公共自行車系統的比較如表2所示，比較項目包括城市的基本資料(人口數、人口密度、都會人口等)、系統類型與經營管理者、自行車設施、以及使用者與費用等。

表 2 歐美各國發展公共自行車系統比較

計畫名稱城市	Velib 巴黎	Call a bike 柏林/慕尼黑	SmartBike 華盛頓 DC	Bicing 巴賽隆納	BIXI 蒙特婁	OV Fiets 阿姆斯特丹	OY Bike 倫敦
城市 / 都會人口	220 萬/1200 萬	140 萬/600 萬	60 萬/530 萬		160 萬人/360 萬	74 萬人/670 萬	750 萬/1200 萬
人口密度	24948 人/km2	4370 人/km2	3700 人/km2		4439 人/km2	4457 人/km2	4,700 人/km2
系統類型	永久固定租借站	彈性設施搭配永久固定租借站	永久固定租借站		可攜帶的固定租借站	固定租借站	
經營管理者	J C Decaux Cyclocity	Deutsche Bahn (DB Rent)	Clear Channel SmartBike	Clear Channel SmartBike	Stationnement de Montreal		
啓用年代	2007	2001	2008	2007	2009	2002	
自行車數量	20600 (2007) 23300(2009)	1350 (2004)	120	1,500 輛, 2008 年夏天擴增至 6,000	2,400		150~300 125(2008)
自行車租借站	1451 (2007)1750(2009)	55 (2004)	10	100(2007)400 (2008)	300	160	62(2008)
採用此系統的城市	法國里昂等五個城市、維也納與薩爾斯堡、西班牙塞維亞等城市、布魯賽爾、都柏林	德國柏林等四個城市、法國 Orleans 的 Allocyclo	挪威奧斯陸等三個城市、瑞典斯德哥爾摩等兩個城市、法國 Rennes 等四個城市、西班牙巴賽隆納等兩個城市				
使用者與費用	1. 使用者需先購買 pass:年票€29, 日票與週票分別為€1 與 €5 2. 第一個半小時免費、第二個半小時	1. 註冊費€5, 使用費每分鐘€0.8, 鐵路通勤者每分鐘€0.6,最高為 24 小時€9 2. 亦可使用年票	1. 使用者需先購買美金 \$ 40 年費 2. 使用三小時不收費,若需延長使用可以申請 3. 24 小時未歸還	1. 只供居民使用,有 110,000 名會員 2. 每天 80,000 旅次 每輛自行車平均使用約每天的 8	1. 使用者需付會員費: 加幣 \$ 78(5-11 月), \$ 28/月, \$ 5/天 2. 使用的前半小時免費,後半小時	1.45,000 名會員, 另有 140,000 人可使用公共運輸的季節票 2. 每年有	1.小規模計畫,只服務倫敦西區 2.使用者首先須支付£10 年費,方可租借自行車,每次使用收費方式如下:

表 2 歐美各國發展公共自行車系統比較

計畫名稱城市	Velib 巴黎	Call a bike 柏林/慕尼黑	SmartBike 華盛頓 DC	Bicing 巴塞隆納	BIXI 蒙特婁	OV Fiets 阿姆斯特丹	OY Bike 倫敦
	<p>€1、第三個半小時 €2、之後每半小時 €4 3.提供居民及遊客使用,有 200,000 名會員,或用戶捐助 4. 冬 天 60,000~90,000 ;夏 天 150,000~180,000 旅次/天 5.每輛自行車每天有 7-12 旅次,目標為每天 10-15 旅次,才可產生每天 2~300,000 user 6.每天費用為 42 元,一年為 1200 元 7.前半小時免費 97%的使用者騎乘少於半小時(明顯為代步) 8.最大使用族群為騎到火車站或捷運站的通勤者</p>	<p>Call a bike pass €99, 每次使用時前半小時免費</p>	<p>需罰款 \$ 550</p>	<p>次,每個星期約 325,000 旅次。 3.前 30 分鐘免費,超過 30 分鐘,每半小時收費€0.30,使用時間上限為 2 小時。若 24 小時皆未歸還,則需負擔€150 罰金。 使用者報告指出僅 6.6%用戶使用時間超過 30 分鐘。 4.系統開放時間:週一~週四,早晨 5 點開始營運,只開放 19 個小時允許租借,但 24 小時皆可歸還 週五~週日:全天候營運</p>	<p>\$ 1.5,第三個半小時 \$ 4.5,之後每半小時收費 \$ 6</p>	<p>325,000 次租借,目標為一百萬次,遠超過原設定目標 3.會員年費 400 元,每天收取 120 元 4.自行車租借,單次租借 20 小時至 60 小時,每次收費 €2.85; 年費則是 €9.50</p>	<p>0~30 分鐘,免費; 31~60 分鐘€2.00; 61~120 分鐘€4.00; 121~180 分鐘 €6.00; 120 分鐘 €8.00; 使用者可另外支付€10 作為車輛失竊險,若無保險,車輛失竊或被破壞則需自行負擔賠償費。</p>
發展現況	<p>1. 鑑於第三大城市里昂推動 Velo'v 智慧型自行車的成功,巴黎市長</p>	<p>1. 德國國鐵(DB)開發 Call a Bike 系統是為了服務火車通勤者,從</p>	<p>1. 鑑於歐洲 PBS 的成功,美國於 2004 年開始思考在首都建置</p>	<p>1. 全世界第二大的公共自行車計畫,提供自行車 2. 資金來自會員</p>	<p>1. 建造公共自行車系統的概念來自該市 2008 年的運輸計畫</p>	<p>1. 設置地點為火車站,與荷蘭鐵路公司 NedRail 合</p>	<p>1. 採用低技術,亦即只提供自行車鎖,沒有建設固定的設施</p>

表 2 歐美各國發展公共自行車系統比較

計畫名稱城市	Velib 巴黎	Call a bike 柏林/慕尼黑	SmartBike 華盛頓 DC	Bicing 巴塞隆納	BIXI 蒙特婁	OV Fiets 阿姆斯特丹	OY Bike 倫敦
	<p>Bertrand Delanoe 決定推動大規模的公共自行車計畫</p> <p>2. 2007 年 6 月啓用，巴黎成爲當時全市界最大的自行車分享系統，資金來自廣告收益</p> <p>3. 2008 年統計調查顯示，有 190,000 註冊者，平均每天使用 70,000 次</p> <p>4. 2/3 使用者住在巴黎市區、其餘 1/3 住在郊區，超過 Velib 的服務範圍</p> <p>5. 使用者的年齡：39% 爲 26-35 歲，23% 爲 16-25 歲，21% 爲 36-45 歲，17% 爲 45 歲以上，16 歲以下不可使用</p> <p>6. 61% 的使用者其目的爲通勤或通學</p> <p>7. 19% 認爲 Velib 提供旅次機會，否則無法成行</p>	<p>火車站騎自行車到個人的目的地</p> <p>2. 原始的系統都有固定站(以火車站爲主)，但不要自行車一定要騎到車站才歸還，可以停放在主要街道路口鎖好即算歸還</p> <p>3. 自行車配有無線控制的鎖，使用完畢必需鎖回固定的站、或是主要路口處的鎖固點</p> <p>4. 自行車上的綠燈顯示已歸還可被使用；紅燈亮顯示仍在使用中。</p> <p>5. 已註冊的使用者可以發簡訊獲得對號密碼以開啓車鎖；簡訊包括一組數字，可對照漆在自行車</p>	<p>2. 徵求候車亭的廣告時，同時要求建置小型的 PBS</p> <p>3. 由前一年開始經營巴塞隆納 Bicing 系統的 Clear Channel 得標</p> <p>4. 啓用三個月後，已有 930 人註冊、平均每天 130 位使用者</p> <p>5. 首都的交通局 (DDOT) 已計畫擴大推動 PBS</p>	<p>費及市政府的汽車停車收入</p> <p>3. 委託 Clear Channel 公司營運，但不提供廣告</p> <p>4. 每輛自行車每天使用週轉率爲 14 次，比原先預測及規劃更成功，達到兩倍的效益</p> <p>5. 自行車的耗損率高於預期，原本預計每部自行車有五年的壽命，結果 2-3 年就需汰換</p>	<p>2. 不同於其它系統由廣告公司來建設經營，該市委由公共停車業者開發與營運</p> <p>3. 認同該公司有資金與人力，應可管理自行車分享系統</p> <p>4. 該公司獲得 BIXI 授權之前，就已研發無線網路技術與太陽能停車付費服務站</p> <p>5. 因此汽車停車場與 PBS 可使用相同的 IT 設施</p> <p>6. 自行車鎖固站可安裝於平台上，因此創造可攜帶式、獨立的站體模組</p> <p>7. 因爲是無線，因此組裝快速且不貴</p> <p>8. 由於站體是可攜式，因此可快速</p>	<p>作，其目標爲將自行車到火車站的旅次，從 10% 增加到 40%</p> <p>2. 沒有財務可行性，但是預計四年內可以達到收支平衡</p>	<p>2. 利用手機借還自行車</p> <p>3. 利用自行車身上的廣告板收益來平衡支出</p> <p>4. 最近與運輸業者整合</p>

表 2 歐美各國發展公共自行車系統比較

計畫名稱城市	Velib 巴黎	Call a bike 柏林/慕尼黑	SmartBike 華盛頓 DC	Bicing 巴塞隆納	BIXI 蒙特婁	OV Fiets 阿姆斯特丹	OY Bike 倫敦
	8. 20%使用者減少使用汽車 9. 84%的使用者結合 Velib 與其它運具一起使用：其中 25%從捷運下車後使用 Velib 到目的地；21%旅次開始先使用 Velib，再搭配其它運具；15%用 Velib 聯結其它兩種運具	車身上的數字，以此來開鎖 6. 未註冊的使用者及遊客，可打電話給 24 小時熱線以信用卡獲得密碼開鎖			調整區位、反應需求 9. 冬天下大雪時可以收起來以保護設施、節慶時也可以臨時增設以滿足人潮		

資料來源：Beswick,2008,本研究整理

近三年來，中國大陸快速發展公共自行車系統，規模與公共自行車數量已超越歐美各國。若以服務的公共自行車來計算，中國已成為全球最大的公共自行車國家。中國各大城市包括北京、杭州、江陰、上海、武漢、南昌、池州、舟山、江蘇、都江堰、廣州等11座城市，合計其公共自行車的數量已達到118,000部、3840租借站；其中杭州提供50,000部、上海28,000部，遠超過歐洲的巴黎，成為全球第一大與第二大的公共自行車城市。武漢預計在2015年提供8~11萬部自行車，規模更是驚人。中國各大城市公共自行車發展現況整理如表3所示。

表 3 中國大陸各大城市公共自行車發展現況

推動 PBS 的城市	北京	杭州	江陰	上海	武漢	江西南昌	安徽池州	浙江舟山	江蘇	都江堰	廣州
實施日期	2005.8	2008.5	2008.11	2009.3 月	2009.5 月	2009.8 月	2009.09 月	2009.10 月	2010.1 月	2010.4 月	2010.6 月
自行車租賃點數量	100	2,204	20	330	840	30	50	12	27	80	147
自行車數量	8,000	50,000	700	28,000	20,000	1,000	1,200	500*1	800	800	7,000 第一期集中 BRT 沿線
發卡量	—	—	—	100,000	560,000	10,000	—	1,250	—	—	10,182
每車每天平均租借率	—	5	—	5.7	5	4	—	—	—	—	0.55
基本條件 公共自行車營運商	北京貝科藍圖公司；北京康多自行車租賃公司	杭州市公共自行車交通服務發展有限公司	江蘇恆諾城市藝術投資有限公司	上海永久自行車有限公司	武漢鑫飛達環保節能科技有限公司	南昌鑫飛達環保節能科技有限公司	武漢鑫飛達環保節能科技有限公司	—	無錫愛派克科技有限公司	上海永久自行車有限公司	廣州公共自行車運營管理有限公司
自行車價格(人民幣)	—	450	—	680	450	680	—	400	—	—	420
政府建設並有自己的公共自行車站點	×	✓	×	✓	×	×	✓	✓	×	×	✓



表 3 中國大陸各大城市公共自行車發展現況

推動 PBS 的城市	北京	杭州	江陰	上海	武漢	江西南昌	安徽池州	浙江舟山	江蘇	都江堰	廣州
廣告是主要收入來源	x	✓	✓	x	✓	✓	x	—	✓	—	x 營運初期由政府補貼
由政府發起	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
結合智慧卡	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
自動服務 (至少在大部份站點)	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	—	—	*2
年卡	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓
臨時卡	✓	✓	—	x	x	✓	✓	—	—	✓	✓
控制中心管理需求	x	✓	—	✓	✓	✓	—	—	✓	—	✓
技術系統		杭州模式	參照杭州模式		武漢模式	武漢模式	武漢模式	參照杭州模式			
車座椅高度可調	✓	x	—	x	x	x	x	—	—	—	x
安裝 RFID	x	✓	✓	—	x	x	x	—	✓	—	✓
安裝 GPS	x	x	—	x	x	x	x	—	—	x	x
安裝自行車前車籃	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓
反光片(前面和後面)	✓	✓	—	x	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓

表 3 中國大陸各大城市公共自行車發展現況

推動 PBS 的城市	北京	杭州	江陰	上海	武漢	江西南昌	安徽池州	浙江舟山	江蘇	都江堰	廣州
部份提供小孩座位	—	✓	—	×	×	×	×	—	—	✓	×
車鎖	✓	✓	—	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓
擋泥板	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓
自行車變速	—	×	×	×	×	×	×	×	×	✓	×
租賃站點位置的地图	✓	✓	×	×	✓	✓	×	×	×	—	✓
網站	bikekingdom.com bjbr.com	hzzxc.com.cn	×	www.chinarmb.com	xfdggzxc.com	ncggzxc.com	×	×	www.wuxibike.com	—	www.gzzxc.com.cn
互動的用戶博客	×	✓	×	✓	—	×	×	×	×	—	×
服務時間	—	6:30-20:00 (有些站 24 小時服務)	24 小時	24 小時	—	7:00-21:00	7:00-21:00	—	—	24 小時	7:00-22:00
開放時間過 12 小時	✓	×	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	✓	✓
開放時間及收費方式	×	✓ 杭州公交 IC 卡、 市民卡、 停車 IC 卡、 Z 卡	✓	×	×	×	×	—	×	×	✓ (羊城通 公交卡)
需要保證金	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	✓	✓	✓ (卡內有最低金額限制)

表 3 中國大陸各大城市公共自行車發展現況

推動 PBS 的城市	北京	杭州	江陰	上海	武漢	江西南昌	安徽池州	浙江舟山	江蘇	都江堰	廣州
初始時間免費(至少30分鐘至1小時內)	×	✓(1小時)	✓(1小時)	✓誠信積分系統	✓(4小時)誠信系統	✓(4小時)誠信系統	✓(4小時)誠信系統	✓(前1小時)	✓(前1小時)	✓	✓(1小時)誠信積分系統
超出時間收費	✓	✓	✓	×	×	×	×	✓	✓	×	✓
收費制度*3	制度四	制度一	制度一	制度二	制度三	制度三	制度三	制度一	—	制度二	制度一

\*1 浙江舟山252輛配到各個租賃點，每站點21輛，剩餘車輛作為備用。

\*2 廣州由於停車柱與系統相容問題，現階段部份無法提供自動服務。

\*3 收費制度：各公共自行車系統之收費方式分為下列四種制度：

制度一：1小時內免費，1-2小時1元，2-3小時2元，3小時以上，3元/小時

制度二：誠信卡滿分為100分，2個小時內還車加1分，每天不超過2分。超過2小時，扣10分，超過4小時，扣30分，超過12小時，扣50分，超過24小時，扣100分。積分為0時不能再借車。

制度三：超過4小時，記不良記錄1次，累計3次不良記錄，取消租車資格。24小時未還車者，取消租車資格。長期不還（超過72小時以上），將於帳戶中扣除保證金。

制度四：北京現有四五家自行車租賃企業，收費方式概分如下1.北京貝科藍圖公共單車租賃服務有限公司，收費標準是押金400元，1小時5元、日租20元/天、月租60元/月。2.永久自行車北京公司，無押金、無租金，但需申辦誠信卡。3. 綠暢公司公共自行車租賃網採用“免費+收費”方式，即第一小時免費、超出時間收費，基於“綠色出行”，實行象徵性的收費，計畫是每小時5角或1元，以鼓勵市民租用自行車。

資料來源：中國公共自行車信息和地圖 <http://www.publicbike.net/>，武漢鑫飛達環保節能科技有限公司<http://www.whggzxc.com>，本研究整理

公共自行車計畫重新定義自行車在城市交通中的地位，以及人們對自行車的認知，同時滿足都市中短程旅次的需求，在主流公共運輸系統中，創造一種新的型式。典型的公共自行車包含：一組自行車（通常是特別為PBS量身打造的自行車）、自行車停放租借站(包括付費與取放、紀錄自行車的機制)、維修機制、以及自行車派遣系統，以確保足夠的自行車可以被租借得到。因此公共自行車計畫的定義為：甲租乙還、自動租借、快速借還。(Curran, 2008; Beroud et al., 2010)

公共自行車系統包括一系列的執行計畫：針對不同尺度的地區設計、資金來源、採用的技術、以及設定的系統目標不同，計畫內容也不一樣。目的是在很短的距離內，讓人們很容易的取得自行車，使其成為地方運輸系統的一部份，同時也是城市中推動自行車使用的一種方式。相較於公共汽車、捷運等公共”大眾”運輸，公共自行車在旅行過程中可以到達個人的目的地，可視為是公共”個人”運輸，在城市中推動不但可有效減少交通擁擠、降低空氣污染、減低能源消耗及CO2排放、提高環境品質、更有利於個人健康與旅行的方便性。若能結合都會區內既有的大眾運輸網路，拓展其服務範圍、增進使用率，更可發展都會區永續(綠色)運輸系統，進一步協助都市觀光的發展。

相關研究多以歐美案例為主，缺乏對亞洲城市的瞭解與探討；且歐美文化與亞洲具有差異性，不能直接移植歐美推動公共自行車的經驗。目前台灣有台北市以及高雄市建置完成公共自行車系統；日本有四座城市推動公共自行車：東京於2009年於環境部、東京都廳與旅行社共同建置公共自行車於丸之內地區，提供數百部自行車、5個租借站。其它三座城市分別為富山市(Toayama)、橫濱與北海道札幌市(Sapporo)。富山市人口42萬，2010年三月建置先趨實驗計畫，包括150部公共自行車、15處租借站，前半小時免費使用。橫濱採用台灣研發的系統，設置60部公共自行車進行小規模實驗性計畫。札幌市的計畫名稱利用SapPORO CyCLE→命名為POROCLE，提供100部自行車、15個租借站。相對於中國大陸，日本的建置規模較小，且朝向分期實驗的作法。

## 二、文獻回顧與案例分析

Beroud 等人(2010)參考CERTU針對法國公共自行車使用的研究顯示，75%的旅次時間在二十分鐘以內、騎乘的旅程短於3km。此外，De Nazelle等人(2010)指出當汽車旅次少於3miles，駕駛者願意轉移至其它運輸工具時，就可以達到減碳的效果；而美國Nationwide Personal Transportation Survey調查指出汽車旅次有50%在3miles以下。由上述文獻探討可知，from 3 miles to 3 km，當3英哩(約4.8公里)以下的短程旅次，若能鼓勵汽車駕駛者(將近50%的汽車人口)，轉移至公共自行車(只需騎乘3公里)，將有效達成減碳效果。

Beroud 等人(2010)提到支持自行車的公共政策，主要包括三點：1.基礎設施（如自行車道的建設與串聯）、2.與車站等運輸系統結合的停車設施、3.自行車共享與自由租借的地方服務。推動公共自行車需注意的關鍵包括：1.充足的供給面(包括遊客與居民都可透過銀行的信用卡來使用大量的自行車)；2.能確保自行車品質的合約定訂；3.價格策略的合理性；以及4.瞭解使用者的屬性並進行分析。

Jensen等人(2010)提到速度(speed)及停車設施(parking)與公共自行車使用上的關聯，該研究證實當騎乘公共自行車的時速在尖峰時刻可達到14.5~20km，且自行車的租還站與汽車停車設施同樣在200m以內，是公共自行車成長兩倍使用率、且能與汽車競爭的關鍵因素。Menghini等人(2010)利用GPS觀察、並應用敘述性偏好方法，建立自行車路徑選擇模式。

Rachel等人(2010)指出主動運輸(Active Transport)，包括以人力為主的旅行方式，如步行、自行車、溜冰、輪椅等。使用大眾運輸也必需先利用步行，因此也列入主動運輸。主動運輸是公共健康與運輸部門間的橋樑，惟二十世紀末很多國家的主動運輸明顯衰頹。缺乏步行與自行車的基礎設施、間接、不連續與中斷的路線都是發展主動運輸的阻礙。Daley與Rissel (2011)則提出都市環境中缺乏實質設施是自行車的阻礙。Wang(2011)比較中國擁有150萬~300萬人口的26座大城市，七種替代運具的比較。自行車是最具有成本-效益的運具選擇，特別是短程旅次。

Shaheen 等人(2010)比較歐美與亞洲國家推動共享自行車(bikesharing)的過去、現在與未來，提出需求反應式(demand-responsive)的營運模式。惟該研究僅針對歐美等地區的現況發展作概述，提出自行車失竊與破壞、自行車分配、資訊系統、以及保險與可靠度等經驗討論，並未對各國的發展類型與模式提出具體的分類，以及針對不同地理區位、不同氣候條件、甚至不同的運輸文化進行評析。

Beswick (2008)研究指出，若能有更多自行車騎士在路上騎乘，則騎乘的安全性會更高。而公共自行車計畫的便利性能將自行車帶入都市交通的主流。

目前歐美與亞洲各國所進行的公共自行車計畫，分別採用不同的營運系統，從一般簡單傳統的人為管理方式、到高科技的智慧型無人租借系統皆有。本研究先就歐美的發展，整理出公共自行車的四個時期，從第一代說明至第四代。(張馨文，2011;Bieler, 2008; Urban Transportation Showcase Program, 2009)

### (一)第一代公共自行車計畫

由公部門提供免費的、沒有鎖的公共自行車，置於街上供民眾使用、自行車為單一顏色，自行車不必歸還到一定的地點。模式營運成本最低，但也面對失竊率高、可靠度低、以及使用意願低的問題。

1968年荷蘭阿姆斯特丹推動白色自行車計畫(White bicycle program)，以前瞻性的作法提供免費、沒有上鎖、隨時隨地可供大眾使用的白色自行車。該計畫認為提供大量、便利的免費公共自行車，除了鼓勵騎乘外，也可間接減少私人自行車的失竊率。但是計畫執行半年後，很多公共自行車不見或被破壞，該計畫雖然宣告失敗，但是也有專家認為那是一個引領後來風潮的計畫。

葡萄牙大學城Aveiro運河邊有市政府提供的免費自行車出借站，只需押證件，完全免費。自行車租借站名為「BUGA」，這個計畫稱為「MOVE AVEIRO」，2000年執行至今，共有兩百輛自行車，車況還不錯，有專人隨時管理維修，提供弱勢團體就業機會。

### (二)第二代公共自行車計畫

1995年丹麥哥本哈根推動城市自行車計畫(Copenhagen Free Bike Program)，稱為(Bycyklen)。哥本哈根是北歐最大的城市，人口180萬人。1000部特別設計的免費城市自行車(City-Bikes)置於城市中120個點，包括火車站、公車站、停車場、大型街廓等。此一成功的計畫

使哥本哈根於1996年成為歐洲的文化城市(European Culture City)，1997年起提供免費的城市自行車數量達2000部。

哥本哈根的城市公共自行車計畫推行成功，市政府更積極推動自行車觀光，2006年市政府仍提供2000部免費自行車，放置於市中心110處停放點，遊客只需投20克朗就可以騎走自行車，還車時將自行車停回110處停放點之一，又可以拿回20克朗。城市自行車只能在市中心區使用，騎出城將會被罰1000克朗。城市自行車已成為最受歡迎的遊客吸引力，很多遊客利用城市自行車逛市區，特殊設計且造型鮮豔的車身成為城市行銷的最佳代言。自我服務、設置200處固定租借站，投入代幣即可騎乘公共自行車。

多倫多在2001~2006年由社區自行車網(Community Bicycle Network)經營一個小型的自行車分享系統。該系統提供150部二手自行車，重新漆成黃色，分配於多倫多市中心的15個點，這些點位於於咖啡廳或商店外，由該店的店員提供自行車借還服務。年費25加幣或是四小時的志願服務。使用三小時內不收費，共有450位會員。這種模式營運成本提高，但因為提供機動性的租借站(mobility hubs)，因此比第一代更可靠，因為使用公共自行車的機增加。

### (三)第三代公共自行車計畫

藉由要求使用者提供身份辨識、支付會員費、在高密度地區建構自行車停車架、並設計特定的自行車以改善失竊問題及提高可靠度。亦可稱為智慧型公共自行車(smart bike)，第二代多以代幣租借公共自行車，第三代以晶片卡或手機向租借站借車，藉由個人資訊的儲存管理而減少失竊。柏林推出透過手機向德國國鐵局(DB)租用自行車，稱為「Call a bike」計畫。

1998年法國Rennes市由廣告商Adshel(現已換成美國的戶外廣告集團Clear Channel)執行公共自行車計畫，屬於第三代的先趨者。Rennes市於1998年6月推出一個頗具創意的自行車借用計畫~Smart Card and SmartBike~智慧型自行車計畫。該計畫費用完全由市區街道傢俱的廣告收益來支付。市中心區設有25個自行車站，包括12個鄰里，以及13個自行車騎士的“生產點”，例如大學、火車站、公車站、購物中心、機關、接駁站等。Rennes市共提供200部智慧型自行車，以及2000張智慧卡(含個人化晶片)，智慧卡每次可借兩小時。當年 SmartBike共記錄40,000個旅次，平均旅次長度為26分鐘。該計畫並成為其它城市學習自行車友善政策成功的案例。

挪威首都奧斯陸亦採用同樣的smartbike公共自行車，遊客先在旅遊服務中心購卡，隨後可在市區32個自行車停放點刷卡牽車，牽車還車皆為無人智慧處理，由於使用者須付費，因此車況比第二代的哥本哈根城市自行車好，也不會有被遊客佔用多天的情形。

里昂(Lyon)在2005年五月推出Velo'V，是第一大規模推動的計畫，至今有4000部公共自行車，共設有343個租借站。每天有16000個旅程、平均騎乘時間為14.7分鐘、平均騎乘距離為2.49公里。至今共有1160萬旅次。平常日晨峰時刻可達14.5公里/時。200m是走路到停車場的距離，相當於到公共自行車站的距離。自從推動該計畫後，里昂的自行車使用者倍增。

有鑑於里昂推動公共自行車的成功，法國首都巴黎於2007年8月起推動Velib計畫，市民與遊客皆可使用。經由大規模的佈點，每300公尺設立一個租借站，共計約1450個租借站提供2萬部公共自行車。此計畫的成功，使巴黎市政府於2009年擴充到1750個站、23300部自行車，為當時規模最大的公共自行車計畫。每天的使用率約5~7萬次，夏天可高達11萬次，高度的使用，也導致

約20%的自行車損壞。在運具結合方面，有84%的使用者結合Velib’ 與其它運具一起使用：其中25%從捷運下車後使用Velib’ 到目的地；21%旅次開始先使用Velib’，再搭配其它運具；15%使用Velib’ 聯結其它兩種運具，達到last mile的功能，以及節能減碳的效益。整體而言，巴黎的公共自行車計畫相當成功，惟仍有下列問題：

- 1.高達三分之一的自行車遭偷竊或破壞
- 2.使用者抱怨停車站沒有空位可以還車
- 3.主要營運工作在於重新放置自行車，尤其是有坡度的區位

**(四)第四代公共自行車計畫：**

利用智慧卡或信用卡儲存更多個人資訊，更易與大眾運輸系統整合。例如Montreal的Bixi，該字是bicycle加上Taxi，將達到2400部自行車、300個太陽能的租借站，時代雜誌於2008年報導Bixi是該年度第十九位最佳的創新產品。Toronto於2009年設置5000部公共自行車。

上述內容再依據自行車歸還的鼓勵措施、案例與現況課題等整理如表4所示。此外，亦將這四代的公共自行車系統，根據自行車租用方式、租用時間的不同，分為長期租用、中短期租用以及短期租用三種，其租借服務型式、使用自行車的時空地地點以及租借手續，整理如表5所示。

**表 4 第一代到第四代公共自行車比較表**

	第一代	第二代	第三代	第四代
歸還自行車的鼓勵措施	無	投幣(2 歐元)，使用後退還	可辨識使用者，給予財務及時間上的獎勵	對於使用者與非使用者皆阻絕破壞的行為
案例	1965 阿姆斯特丹白色自行車	1995 哥本哈根 Bycyklen	1998 Rennes 2005 Lyon 2007 Barcelona 2007 Paris	2007 Amhem 2008 Brescia 2010 Grenoble
現況	自行車被到處丟棄在公共領域	自行車停放在停車站	結合高科技的資通訊技術，達到資訊化的註冊與辨識	具有監督與保護的能力
課題	自行車被偷、被重漆、被拆解或被佔用	匿名使用者佔用自行車因為財務獎勵太低、沒有時間獎勵	破壞、車站滿車與無車的問題	公共與私人考量、成本問題

資料來源：Beroud 等人(2010)

**表 5 當前三種自行車的租用形式之比較**

	長期租用 > 一週	中短期租用 半天 ~ 一週之間	短期租用 幾分鐘 ~ 幾小時
租借服務型式	學生租借計畫、自行車租借店	自行車店、零售店、自行車租借店	公共自行車
取用自行車的時 間	店面開店期間	店面開店期間	一週七天一天 24 小時
借還地點	同一地點	同一地點	甲租乙還
借還手續	人員服務	人員服務	自動服務
對於使用者的價 值	擁有一部個人自行車但不 必購買可到特定店維修	配合特定需求擁有自行 車，如車種、配備等	不必負擔-偷竊風險-夜間與 長期停車-維修

資料來源：Beroud 等人(2010)

本研究將歐美各大城市公共自行車系統，整理其基本資料，包括起始年月、發展時期、目前自行車數量、站點數量、分布範圍以及收費方始及使用率等，依照第一代到第四代，綜理如表6所示。

表 6 歐美各國(第一代~第四代)發展公共自行車的系統比較

國家	荷蘭		丹麥		法國			挪威	西班牙	加拿大		德國	
城市	阿姆斯特丹		哥本哈根		La-Rochelle	雷諾	里昂	巴黎	奧斯陸	巴塞隆納	多倫多	蒙特婁	柏林/慕尼黑
起始	1968	2002	1995		1974	1998.6		2007.8		2001.10			
計畫名稱	白色自行車計畫	OV Fiets	城市自行車計畫	Free Bike Program	黃色城市自行車計畫	Velo A la Carte~ Smart Bike 智慧型自行車計畫	第一代 Velib	歐洲最大公共自行車計畫	城市自行車計畫	歐洲第二大公共自行車計畫	社區自行車網	Bixi	Call a bike 自行車租用計畫
期別	第一代	第三代	第二代		第二代	第三代	第(三)四代	第四代	第三代	第三代	第二代/第四代	第四代	第四代
車數量			1000 部	2000 部	350 部	200 部	4000 部	21,000 2009 達 23,300	6000 部	150 二手車漆成黃色 /5000 部		2400 部	4200 部
站數量	超過 160		120~200	110	25		343	1451 2009 年 達 1750	32	15 /400		300 太陽能租借站	
站點範圍	火車站周邊、市中心		火車站 公車站 停車場 大街廓	市中心	150km	註一		註二	市區	多倫多市中心			
成本	建置成本 2.94 億元				每年花費 八百萬元 雷諾與里昂每部車 年成本為 42000 元		每年花 費 1.68 億元管 運	建置成 本 37.8 億元					



表 6 歐美各國(第一代~第四代)發展公共自行車的系統比較

國家	荷蘭	丹麥	法國	挪威	西班牙	加拿大	德國
使用率	總旅次 7% 為自行車 40%鐵路通勤者騎自行車到車站。 自行車租借卡結合鐵路卡，鼓勵通勤者搭乘火車減少使用汽車頻率		1999 年，SmartBike 共記錄 40,000 個旅次，平均旅次長度為 26 分鐘。	7% 使用公共自行車旅次轉移自汽車估計中心每天減少 1000 汽車旅次。	夏季 180,000 旅次/天	80,000 旅次/天	
收費方式	OV Fiets 使用者需註冊，租借 20~60 小時之間收費 €2.85，每年年費則是 €9.50	20 克朗，還車即可退費（騎乘範圍僅限於城內，騎出城將會被罰 1000 克朗）	共有 2000 張智慧卡（含個人化晶片）智慧卡，每次每卡可借兩小時	每日租用以 1 歐元計價	智慧卡一年 1000 元，前半小時免費	年費 25 加幣或是四小時的志願服務，使用三小時內不收費	每分鐘 7 歐分，持有鐵路 Bahn 卡或大眾運輸年卡者 5 歐分 or 24 小時 15 €

註一：12個鄰里、以及13個自行車騎士的“生產點”，例如市中心、大學、火車站、公車站、購物中心、機關、接駁站等。

註二：巴黎市政府原準備1 萬輛自行車，此專案計畫發展成功，因此在2007 年底又擴大一倍服務範圍，包括提供2 萬輛自行車，每300 公尺設立一個服務據點，共計約1450 個出租點方便民眾騎乘與停靠

資料來源：Beswick,2008,本研究整理

綜合上述內容，由歐美執行經驗可知，公共自行車計畫需考量的外在因素包括使用人口數、財務計畫、以及大眾運輸的配套；而內在因素則包括服務範圍、佈點的密度、以及資訊化(24小時便利的取供系統等)。

### 三、研究方法與敘述性統計分析

各國進行公共自行車計畫，分別採用不同的營運系統，從高科技的智慧型無人租借系統、到一般簡單傳統的人為管理方式皆有。公共自行車之研究多以歐美案例為主，對於中國大陸的快速投入、以及亞洲城市的推動條件，尚未有所著墨。台灣因應節能減碳的綠色思潮，也積極推動公共自行車計畫；惟台灣缺乏公共自行車的相關研究，若移植國外作法，將失去因地制宜的特性：台灣推動公共自行車系統，必需掌握供給面的區位選擇與數量的提供、以及需求面的使用意願與困難度(使用障礙)等問題。選擇何種技術也視計畫目的而定，不同地區面對不同的市場服務目標，資金來源與採購方式也因地而異。計畫成本因支援設施不同而異；營運成本也有很大的差異；目前國外執行的計畫營收有些來自廣告收益、有些則來自汽車停車費。台灣的都市發展型態各有其特性，與各國城市環境也不盡相同，各縣市欲推動公共自行車計畫皆需考量上述的問題與差異性。

本研究透過系統分析，回顧與整理各國執行公共自行車計畫的經驗與課題，再應用Rasch 模式，從需求面分析：1.自行車騎乘狀況之同意度分析、2.自行車相關服務設施之同意度分析、以及3.公共自行車設施之同意度分析，建立本土性的研究，以供中央與地方政府推動時之參考。

本研究選定三個有潛力發展公共自行車系統之實證對象，以瞭解在不同環境下，公共自行車系統在推動策略上之差異，以及其因地制宜之特性。選定以新竹科學城為實證基地，該地區含括通勤、通學、休閒遊憩等自行車使用需求，同時也擁有高鐵站、科學園區及市中心區等多樣化的環境類型，希望將本研究成果提供台灣地區不同發展型態之地區參考。實證基地包括：

1. 竹北高鐵站：公共自行車可成為高鐵接駁系統之一環、結合竹北觀光活動、或轉乘至新竹科學園區
2. 新竹科學園區：包括短距通勤、長程通勤(結合其他大眾運輸，如園區巡迴巴士、竹北高鐵站等)
3. 新竹市中心區：道路狹小，假日行人多、可朝交通寧靜區(Traffic Calm)發展

本計畫之問卷調查時間為平日及假日；調查地點為新竹科學園區、竹北市、新竹市區三大區域；至2010年7月31日止，共回收有效問卷165份，經由資料彙整分析、問卷調查結果綜理如下：

#### (一)活動類型分析

所有受訪者中，61%的受訪者通常在新竹市區活動為最多；20%通常在園區活動；而通常在竹北活動的受訪者佔19%。在園區活動的受訪者中，活動類型大多數為上班通勤，佔84%；商務出差佔3%。在竹北地區活動的受訪者，其最多活動類型為竹北當地往來，佔70%；商務出差的受訪者佔10%為第二多數，第三多數則是其他活動類型，而較特別的是因竹北地區目前有台灣大學、交通大學、台灣科技大學等三所大學校院正在籌備中，因此有3%的受訪者其活動類型為大學校區內活動。新竹市區所有受訪者中，逛街購物的民眾佔最大宗，有52%；用餐民眾為其次，佔21%(參考圖1)。

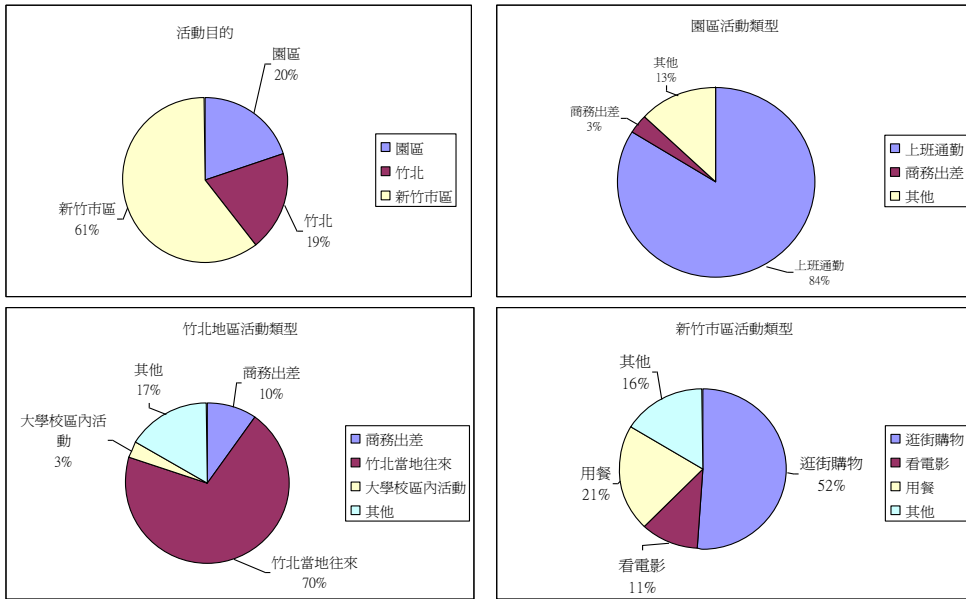


圖 1 實證基地活動類型分佈

資料來源：本研究調查

(二) 騎乘自行車比例與意願

新竹市區活動的民眾考慮騎乘自行車的比率較高、超過半數，佔55%，其餘在竹北、園區活動的民眾考慮騎乘自行車的比率皆低於50%。園區、竹北、新竹市區三個地區的受訪者平時出門有騎乘自行車的習慣的比率皆低於30%，其中以新竹市區活動的受訪者為三地區中比例最高佔28%(參考圖2)。

所有受訪者中，願意騎乘11~20分鐘者佔30%為最多，願意騎乘31分鐘以上者佔26%居次，接著是願意騎乘21~30分鐘者佔23%，騎乘5~10分鐘者佔21%。願意騎乘自行車距離方面，距離1~3公里者佔32%，距離5公里以上佔25%，為其次，騎乘距離1公里以內佔24%，最少數者為距離3~5公里，佔19%。

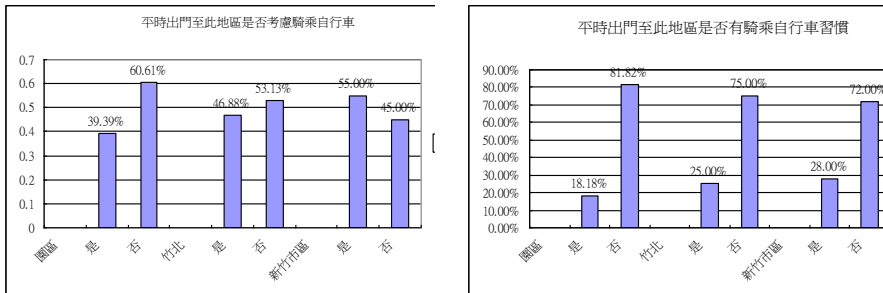


圖 2 實證基地民眾騎乘自行車意願與習慣之比例統計

資料來源：本研究調查

### (三)自行車騎乘經驗

所有受訪者中，67%的人在求學階段有騎乘自行車通學的經驗，佔大多數；另外33%的受訪者則沒有騎乘自行車通學的經驗。

受訪者中，擁有個人自行車的比率為62%，沒有自行車的受訪者佔38%。在擁有個人自行車的受訪者中，其擁有的自行車車型大多數為其他，佔36%，其次折疊車佔29%，城市車、公路車、登山越野車的比例各為19%、11%及5%。大多數受訪者，其擁有自行車的價位為一萬元以下，佔67%，其次為一~兩萬元，佔20%，兩萬~三萬元者佔4%，三萬~四萬元3%，四萬元以上佔6%。

在所有受訪者中，曾經使用過自行車系統的人佔22%，大多數受訪者都未曾使用過公共自行車系統，佔78%。若是園區提供公共自行車系統，有79%的受訪者會願意使用，佔大多數。若是竹北建設公共自行車系統，所有竹北的受訪者中，有91%的人願意使用公共自行車系統，僅有9%的受訪者回答不願意使用。而在新竹地區的受訪者，有86%的人會願意使用新竹地區提供的公共自行車系統，另外14%人回答不願意使用。

### (四)汽機車使用頻率

汽機車持有率統計，受訪者中以個人擁有汽車及機車的比率最高，佔38%；其次為僅擁有機車，佔37%；僅擁有汽車者比率佔15%，為第三；另外有10%受訪者沒有擁有汽車或機車。而在汽車擁有數量方面，大多數擁有汽車的受訪者擁有一輛汽車，比率佔84%；另外16%的受訪者擁有兩輛計車。機車擁有數量方面，95%的受訪者擁有一輛機車，擁有兩輛機車的受訪者為5%。

所有受訪者中，被使用頻率最高的交通工具為機車，佔44%，其次汽機車皆有使用者佔24%，而僅使用汽車作為交通工具者佔22%，其餘10%受訪者汽機車皆無使用。汽車使用頻率方面，單程使用21~30分鐘者為最多，佔45%；單程使用11~20分鐘居次，佔28%；而單程使用31分鐘以上者佔22%，其餘5%受訪者單程使用汽車頻率為5~10分鐘。機車使用頻率方面，單程使用5~10分鐘以及11~20分鐘者比例相同，皆佔36%；單程使用機車時間為21~30分鐘之受訪者佔23%，而單程使用機車頻率達31分鐘以上者佔5%。

### (五)附屬設施

在園區的受訪者中，公司能提供簡便之淋浴設施很重要，有33%的人選擇非常同意、46%的人同意、21%的人認為普通同意。在竹北的受訪者中，提供托運貨物至住家之服務很重要，20%表示非常同意，55%表示同意，23%選擇普通同意，僅有2%的受訪者表示不同意。提供寄放物品之服務很重要，超過半數的受訪者選擇同意，佔56%，有30%的受訪者表示非常同意，有12%受訪者表示普通同意，另外有2%的受訪者表示不同意。市區的受訪者認為提供汽、機車停車位（或停車場）很重要，48%表示非常同意此問題，45%表示同意，僅7%受訪者對此問題表示普通同意。

#### 四、Rasch模式與同意度分析

本研究採用試題反應理論(Item Response Theory, IRT)—Rasch模式進行新竹科學城自行車使用與公共自行車使用困難度分析。

Rasch模式是試題反應理論(Item Response Theory, IRT) 中的「單參數模式」(one-parameter logistic model), 探討受測者之能力(ability)以及題目之困難度(difficulty)之差異。Rasch模型最早由George Rasch 於1960年所提出, 利用對數勝算比的觀念建立客觀且等距之logit量尺。在此量尺之基礎下, 受測者在試題上之答題情況測量出題目之困難度, 再利用受測者在困難度不同之題目上之表現, 測量出受測者之能力。Rasch模式假設受測者之答題能力下限=0, 答題能力上限=1, 所有題目之鑑別度都相同=1。答“同意”編碼為1, 答“不同意”編碼為0; 將第n位受測者對題目i填答“同意”的機率除以受測者n對題目i填答“不同意”的機率, 為受測者n在題目i答對之勝算比(odds ratio)。將勝算比取自然對數後, 得到以logit為單位之受測者能力及題目困難度。(Chang and Chang, 2008)

Rasch模型具有下列幾項基本假設, 當假設成立時, Rasch模式才能夠被用來分析測驗資料:

- 1.單向度(unidimensionality): 測驗一次只能夠測量一個能力或潛在特質, 例如: 受測者做數學測驗時, 只能夠因為能力不夠答錯, 不能因為看不懂題目而答錯。
- 2.局部獨立性(local independence): 當受測者能力被固定時, 受測者在任何試題上的反應, 在統計學上而言是獨立的, 這意謂著受測者能力, 才是唯一影響受測者在試題上之表現因素(受測者的能力與題目難度是獨立的)。

Rasch模式提供評估潛在變數之信度及效度指標: 信度指標通常是指測驗者填答每個問題的一致性, 對於每個題目的問項感受程度不因題目的不同而改變。在Rasch模式中, 信度之指標可參考項目信度及受測者信度, 當信度大於0.85, 表示可信。效度是指量測結果如預期測量的目標, 也就是問卷的題目必須與研究目標相符合。Rasch模式使用配適度來評估模式效度, 適配度統計值又分為Infit與Outfit, 而挑選題目以及受測者的原則為Z standardized fit statistics(Zstd)須在95%之信賴區間內, 也就是在±2.0區間內。Rasch模式假設模式一次只能測得一個潛在特質, 亦即需符合Guttman Scale。以適配度統計值來檢測資料本身是否符合Guttman Scale。Guttman Scale為能力高的受測者可以答對簡單的題目以及困難的題目; 能力低的受測者只能答對簡單的題目。

試題反應理論假設欲量測之某位受試者能力或潛在特質為 $\theta_n$ ; 而每個題目都有一個困難度 $b_i$ ; 每位受測者對於題目都有一個最低答對之機率c, 即為受測者可能猜對之機率; 每位受測者對於每個題目都有最高答對機率d, 即為假設受測者會因粗心而答錯題目; 每題題目都有本身之鑑別度 $a_i$ , 用來描述試題所具有鑑別力大小的特性, 鑑別度愈大的試題, 其區別出不同能力水準受測者的功能愈好, 亦即分辨的效果愈好。第n位受測者答對試題i或在試題i上之正確反應機率如下列公式所示。

$$p(\theta_{ni}) = c + \frac{d - c}{1 + e^{-a_i(\theta_n - b_i)}}$$

受測者在試題 $i$ 上之正確反應機率  $p(\theta_{ni})$  會受到受測者答題能力上限及下限值、題目鑑別度、受測者能力以及題目困難度影響。

本研究利用自行車/公共自行車設施服務之滿意度量表，以瞭解民眾對於自行車騎乘設施及公共自行車系統服務績效之認知。

### (一)自行車騎乘狀況之同意度分析

此部份試題共有10題，針對受訪者對於自行車騎乘的狀況進行同意度分析，試題整體之信度、效度及分析結果如表7所示。10項試題之中，有7項試題之配適度符合本研究假設，介於  $-2 \leq \text{Infit Zstd} \leq 2$  之間，試題之信度為0.89；另外3項之配適度超過臨界值  $-2 \leq \text{Infit Zstd} \leq 2$ ，因此刪除。試題的難度則介於0.88至  $-0.5$  之間，難度越高表示越難答題，則越不認同，難度越低越容易答題，則表示同意度越高。

表 7 自行車騎乘狀況同意度試題分析一覽表

Items10		input10			MEASURE		
	原始分數	樣本數	難度	滿意度	Infit Zstd	Outfit Zstd	
Mean	657.9	161	0.00	0.12	-0.1	0.1	
REAL	RMSE	0.12	item RELIABILITY			0.89	
	試題	原始分數	困難度	標準差	Infit	Outfit	
	1.自行車騎乘速度不快，會延遲活動完成的時間	544	0.88	0.11	5.7	6.3	
	6.空氣品質不佳(廢氣或灰塵)，騎乘自行車時會感到不舒服	661	0.3	0.12	-0.8	-0.6	
	2.路面鋪面不夠平坦，騎乘自行車時會感到不夠安全	664	0.27	0.12	-1.2	-0.5	
	9.有一同騎乘自行車之同伴時，會感覺比較安全	631	-0.05	0.11	1.1	1.4	
	4.日間陽光直射曝曬，騎乘自行車時會感到不舒服	643	-0.14	0.11	0.6	1.1	
	10.有一同騎乘自行車之同伴時，會感覺心情較為愉快	648	-0.16	0.12	1.1	1.2	
	3.天候不佳常下雨，騎乘自行車時會感到不方便	694	-0.16	0.13	-1.5	-1.7	
	5.夜間騎乘時的光線不足，騎乘自行車時會感到不夠安全	656	-0.21	0.11	-1.5	-1.5	
	7.騎乘自行車時，汽機車混流且車流量大，會感到不夠安全	718	-0.24	0.13	-2.4	-2.7	
	8.騎乘自行車時，道路有砂石車行駛，會感到不夠安全	720	-0.5	0.14	-2.1	-2.2	
	信度				0.89		

資料來源：本研究調查

結果顯示，對於受訪者而言，較不同意之前三項試題分別為：「空氣品質不佳(廢氣或灰塵)，騎乘自行車時會感到不舒服」、「路面鋪面不夠平坦，騎乘自行車時會感到不夠安全」、「有一同騎乘自行車之同伴時，會感覺比較安全」，由此分析，受訪者認為空氣品質、路面平坦程度，成為騎乘自行車通勤的影響因素很低，且有同伴騎乘時的安全性亦不會因此提升。

令受訪者同意的前三項試題則為：「夜間騎乘時的光線不足，騎乘自行車時會感到不夠安全」、「天候不佳常下雨，騎乘自行車時會感到不太方便」、「有一同騎乘自行車之同伴時，會感覺心情較為愉快」，由此分析夜間照明、天候為影響自行車通勤的要素，且有同伴陪同騎乘，可使騎乘自行車通勤的心情較為愉快。

## (二)自行車相關服務設施之同意度分析

此部份試題共有10題，針對受訪者對於自行車相關服務設施進行同意度分析，試題整體之信度、效度及分析結果如表8所示。10項問題的配適度皆符合本研究假設，介於  $-2 \leq \text{Infit Zstd} \leq 2$ 之間，試題之信度為0.71。試題的難度則介於0.52至  $-0.74$ 之間。

表 8 自行車相關服務設施之同意度試題分析一覽表

Items10		input10		MEASURE		
	原始分數	樣本數	難度	滿意度	Infit Zstd	Outfit Zstd
Mean	599.8	140	0.00	0.17	0	0.1
	REAL	RMSE	0.17	item RELIABILITY 0.71		
	試題	原始分數	困難度	標準差	Infit	Outfit
	5.路面平坦會增加騎乘自行車的意願	605	0.52	0.17	-1.1	-1.2
	3.搭乘大眾運輸時能攜帶自行車，以進行較長途之旅次很重要	573	0.21	0.15	2	2.6
	2.提供自行車停車防竊設施很重要	621	0.15	0.17	0.4	-0.2
	7.具有轉向時禮讓自行車優先通行之標示(或規範措施)，會增加騎乘時的安全	588	0.14	0.15	0.2	0
	6.路口有自行車優先通行號誌，會增加騎乘時的安全	585	0.13	0.16	-0.4	-0.4
	8. 有夜間照明設施，會增加騎乘時的安全	613	0.01	0.19	-0.2	-0.3
	10.道路（或自行車道）有林蔭遮陽，會增加騎乘時的舒適感	620	-0.05	0.18	0.5	0.8
	1.提供自行車停車設施(例：停車架避免自行車翻覆)很重要	567	-0.14	0.14	0.8	1.4
	4.在當地設有自行車專用道，會增加騎乘自行車的意願	600	-0.23	0.16	-1.7	-1.6
	9.自行車專用道與汽、機車道分隔，會增加騎乘時的安全	626	-0.74	0.18	-0.3	-0.3
	信度				0.71	

資料來源：本研究調查

研究結果顯示，對於受訪者而言，較不同意之前三項試題分別為：「路面平坦會增加騎乘自行車的意願」、「搭乘大眾運輸時能攜帶自行車，以進行較長途之旅次很重要」、「提供自行車停車防竊設施很重要」，由此分析，路面的平坦與否不會影響騎乘自行車通勤的意願，受訪者也認為搭乘大眾運輸時能攜帶自行車，以進行較長途旅次的服務不極為重要，另外自行車防竊設施的部份，亦不為影響騎乘自行車通勤意願的重要因素。

令受訪者同意的前三項試題則為：「自行車專用道與汽、機車道分隔，會增加騎乘時的安全」、「在當地設有自行車專用道，會增加騎乘自行車的意願」、「提供自行車停車設施(例：停車架避免自行車翻覆)很重要」，由此分析有無自行車專用道的規劃、車流是否分隔，基於安全考量，對於騎乘自行車通勤的意願而言是很重要的，另外提供自行車的停車設施或空間，也是影響自行車通勤的一大因素。

### (三)公共自行車設施之同意度分析

此部份試題共有11題，針對受訪者對於自行車相關服務設施進行同意度分析，試題整體之信度、效度及分析結果如表9所示。11個問項中，有10項之配適度皆符合本研究假設，介於  $-2 \leq \text{Infit Zstd} \leq 2$  之間，試題之信度為0.83；此外有一題之配適度為-2.9，超過本研究  $\pm 2$  之假設，因此刪除。試題的難度則介於0.55至  $-0.55$  之間。

研究結果顯示，對於受訪者而言，較不同意之前三項試題分別為：「公共自行車系統，能提供優惠給租用頻率高者很重要」、「使用公共自行車系統提供遮陽設備很重要」、「所提供之公共自行車，具備車籃很重要」；而令受訪者同意的前三項試題則為：「所提供之公共自行車，具備反光鏡很重要」、「所提供之公共自行車，具備警告鈴很重要」、「所提供之公共自行車，騎乘舒適很重要」，由此綜合分析公共自行車之設備，在以安全性為考量前提之下所提供設備對於受試者而言是較重要的，此外騎乘的舒適度也是使用公共自行車的一個考量因素，其他設備（車籃、遮陽）則認為不重要。

表 9 公共自行車設施之同意度試題分析一覽表

Items11	input11		MEASURE			
原始分數	樣本數	難度	滿意度	Infit Zstd	Outfit Zstd	
Mean	623	154.9	0.00	0.13	0	0.1
REAL	RMSE	0.13	item RELIABILITY			0.83
試題	原始分數	困難度	標準差	Infit	Outfit	
5. 公共自行車系統，能提供優惠給租用頻率高者很重要	645	0.56	0.15	0.5	1.3	
3. 使用公共自行車系統提供遮陽設備很重要	591	0.41	0.12	1.2	1.1	
9. 所提供之公共自行車，具備車籃很重要	583	0.27	0.13	1.5	1.9	
2. 使用公共自行車系統提供輕便雨衣很重要	550	0.13	0.12	1.2	1.7	
6. 所提供之公共自行車，堅固耐用很重要	670	0.09	0.15	-2.9	-3	
8. 所提供之公共自行車，具備變速爬坡功能很重要	641	0.04	0.12	0.1	0.5	
1. 使用公共自行車系統提供安全帽很重要	587	-0.06	0.11	0.8	1.2	
4. 公共自行車系統使用方便(Ex：電子票證)很重要	621	-0.19	0.13	1	0.8	



表 9 公共自行車設施之同意度試題分析一覽表

7. 所提供之公共自行車，騎乘舒適很重要	685	-0.33	0.15	-1.5	-1.8
10. 所提供之公共自行車，具備警告鈴很重要	638	-0.37	0.13	-1.6	-1.8
11. 所提供之公共自行車，具備反光鏡很重要	642	-0.55	0.12	-0.4	-0.3
信度			0.83		

資料來源：本研究調查

## 五、結論與建議

相對於汽機車的大量污染、噪音與耗能，自行車的特性包括：安靜、環境友善、可與自然環境密切接觸、費用便宜，與環境共生(Chang and Chang, 2009)。公共自行車為綠色運輸的一部份，可同時吸引居民與遊客使用。在永續發展的思潮下，結合綠色城市的概念，建構友善的自行車環境，提供最後一哩(last mile)的大眾運輸環境。

雖然亞洲城市的自行車通勤旅次相較於歐洲比率非常小，但利用自行車結合旅遊地區的發展，已成為頗受歡迎的戶外遊憩活動。其特性為：環境友善、綠色產業、自然體驗、健康休閒(解鴻年等人, 2010)。其發展型態為私部門投入自行車租用站，在觀光旅遊地區提供自行車租用，使自行車不再只是一種交通工具，更是帶動使用的吸引力。此亦為推動公共自行車的另一項機會與類型。

低碳運具與人本運輸是運輸系統未來發展方向，因應環境永續性及人類活動需求之考量，公共自行車系統(PBS)在二十一世紀扮演了非常重要的角色。自行車使用不僅使用上低碳，又有助於民眾接駁其他運具及健身，因此在運輸系統發展扮演的角色日漸重要。要達到此一目標，必需給予自行車優先考量政策，同時也要準備好支援與投資自行車成為運輸系統的一部份。

自行車使用與當地環境、主要活動特性息息相關。以台灣為例，旅次長度普遍偏短且住商混合，加上多數民眾皆有騎乘經驗，有利於推廣公共自行車。惟目前台灣僅有少數系統運轉(台北市與高雄市)，雖已累積部份營運經驗，但對於瞭解公共自行車系統運作績效影響因子上仍有所不足，加上公共自行車系統在推動上有因地制宜之特性，導致原有之成功案例不見得適用於其他地區，評估預期成效上具備較大之不確定性，因此有必要廣泛參考以往成功案例，方有利於制定各地區公共自行車系統推動政策及系統規劃。

儘管台灣地區可參考的案例甚少，但國外已有許多營運中的公共自行車系統，可借重國外實行之經驗，了解影響其成功因素和相關推動策略等議題。其中尤以中國大陸發展最快，且與台灣地區環境有共通處，未來更有比較研究之價值。

此外，大陸城市為未來全球經濟成長潛力最大的地區，瞭解其推動公共自行車的成功影響，對於推廣公共自行車系統，因應未來可能大量成長之都會旅運需求，事先推動適當之公共自行車系統，作為整體大眾運輸規劃策略中的一環，已減少小汽車使用，對於抑制亞洲地區運輸部門二氧化碳排放上，實有其必要性。

本研究運用Rasch分析方法以新竹地區為實證基地，並從需求面分析出自行車騎乘狀況之同意度、自行車相關服務設施之同意度、以及公共自行車設施之同意度，建立地區性發展公共自行車系統之可行性研究。受訪者認為該地區若能提供公共自行車系統，騎乘意願高達80%，並探討出公共自行車設施方面之認同度。

Rasch模式分析本研究探討公共自行車課題的困難度：「該區域提升或抑制自行車使用之因素強度」和「公共自行車系統設施服務受重視之程度」；以及受測者能力：「自行車使用意願」和「對公共自行車系統之預期水準」。研究瞭解在不同但均有潛力發展公共自行車之區域下，影響民眾使用自行車因素之差異，以及重視公共自行車設施服務項目之不同，以做為研擬不同公共自行車系統發展策略之參考。同時瞭解不同社經分群下使用自行車意願之高低，以及其重視之設施服務項目，做為未來發展市場區隔行銷策略之依據。

本研究感謝國科會計畫(2011)「亞洲城市推動公共自行車之現況類型與績效指標之研究」(NSC 100-2628-H-216-002-MY2)

## 參考文獻

- 解鴻年，張馨文，湯珮涓，2009，新竹縣遊憩型自行車路線評選之研究，「建築與規劃學報」，10(2)：147-161。
- 張馨文，2011，自由車風行年代的金牌總舵手-許明欽教練，「竹塹文獻雜誌」，48：16-23。
- Beroud ,B., Clavel, R., and Le Vine, S., 2010,“Perspectives on the growing marking for public bicycles focus on France and United Kingdom”, European Transport Conference, London:Imperial College.,1-25.
- Beswick A., JMP Consultants, 2008, “International Conference on Green Transport Development-Green Transport Summit”, Taipei：Taipei International Convention Center .,26-40.
- Bieler, A., 2008, *Bikes as a public good: What is the future of public bike sharing in Toronto?*, Toronto：Clean Air Partnership.
- Buttner, J., Mlasowsky, H., Birkholz, T., Groper, D., Fernandez, A. C., Emberger, G., et al.,2011, *Optimising Bike Sharing in European Cities: A Handbook*, London: Intelligent Energy Europe program (IEE).
- Chang, H.L., and Chang, H.W, 2009, “Exploring Recreational Cyclists’ Environmental Preferences and Satisfaction – Experimental Study in Hsinchu Technopolis”, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 36:319-335.
- Chang, H.W., and Chang, H.L., 2008, “Students’ Perceptions of Difficulties in Cycling to School in Urban and Suburban Taiwan”, *Journal of the Transportation Research Board*,2060:123-130.
- Cola, R., Burke, M., Leslie, E., Donald, M., and Owen, N., 2010, “Perceptions of representatives of public, private, and community sector institutions of the barriers and enablers for physically active transport”, *Transportation policy*, 17:496-504.
- Curran, A., 2008, *TransLink Public Bike System Feasibility Study*, Vancouver: Quay Communications Inc.

- Daley, M., Rissel, C., 2011, “Perspectives and images of cycling as a barrier or facilitator of cycling”, *Transportation policy* ,18:211-216.
- De Nazelle, A., Morton, B.J., Jerrett, M., and Crawford-Brown, D.,2010, “ Short trips: An opportunity for reducing mobile-source emissions?”, *Transportation Research Part D* ,15:451-457.
- Jensen, P., Rouquier, J.B., Ovtracht, N., Robardet, C., 2010, “Characterizing the speed and paths of shared bicycle use in Lyon”, *Transportation Research Part D* ,15:522-524.
- Menghini, G, Carrasco, N., Schuessler, N., Axhausen, K.W., 2010, “Route choice of cyclists in Zurich ”, *Transportation Research Part A-Policy and Practice* ,44(9):754-765.
- Shaheen, S.A.,Guzman, S., and Zhang, H., 2010,“Bikesharing in Europe, The Americas, and Asia: Past, Present, and Future”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research* , 2143: 159-167.
- Urban Transportation Showcase Program, 2009, *Self-Service Public Bicycle Systems*, Ottawa : Transport Canada.
- Wang, R., 2011,“Autos, transit and bicycles: Comparing the costs in large Chinese cities”, *Transportation policy* , 18:139-146.