



國立臺灣大學社會科學院經濟學系

碩士論文

Department of Economics

College of Social Sciences

National Taiwan University

Master's Thesis

免費騎乘的動力：以臺北市 YouBike 為例

The Power of Free Rides: Evidence from Taipei's YouBike
System

常華珍

Hua-Chen Chang

指導教授：李宗穎 博士

Advisor: Chung-Ying Lee, Ph.D.

中華民國 114 年 7 月

July, 2025

國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審定書

免費騎乘的動力：以臺北市 YouBike 為例

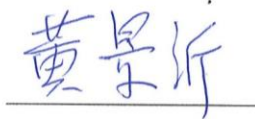
The Power of Free Rides: Evidence from Taipei's YouBike
System

本論文係 常華珍（學號 P12323002）在國立臺灣大學經濟學系碩士在職專班完成之碩士學位論文，於民國 114 年 7 月 8 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：



（指導教授）





致謝



首先誠摯的感謝指導教授李宗穎博士，在論文寫作過程，從題目、論述架構、研究深入的洞察及實證資料分析到最終完成，老師都給了我細心的指導與支持，其嚴肅的科學態度、嚴謹的治學精神及精益求精的作風，令我相當的敬佩與感激，在此謹向老師致以誠摯的謝意和崇高的敬意。

其次，在口試期間，承蒙校內口試委員黃景沂教授及中研院陳嘉雯博士詳細審閱本論文，提供了許多寶貴意見與見解，令學生深感獲益匪淺，並使本論文更加完整，十分感謝兩位老師。

本文記錄了YouBike前30分鐘免費政策實證具有加速提升綠運輸價值，在此，謹以本文向曾經投入心力的公、私部門、機關夥伴們致敬。

接下來，我要感謝陪我一起度過研究生生涯的同學們，在兩年的日子裡，學術及各領域觀點的激盪，讓我們克服一個又一個的困難和疑惑，共好共學直至本文順利完成。在經濟系裡可敬的師長、同學、朋友給了我強而有力的幫助，在這裡也表達我誠摯的感謝。

謹以本文獻給每個曾關心我的家人、師長與朋友。

常華珍

謹誌於

國立臺灣大學經濟學系研究所

中華民國 114 年 7 月

摘要



臺北市是一個以大眾運輸為主要的城市，YouBike 公共自行車定位為公共運輸的一環，提供民眾第一哩、最後一哩及轉乘接駁大眾運輸服務。臺北市於 2024 年 2 月 28 日實施 YouBike 前 30 分鐘免費政策，新北市同時期無免費政策，雙北市形成一個自然實驗場域，本研究分別以城市與站點層級的營運資料，通過差異中的差異法 (Differences-in-differences) 進行分析。結果顯示，該政策使 YouBike 租借次數增加約 17%；政策效果在租借站點和時段存在顯著異質性，特別是靠近大學的站點受益顯著，非峰時段 11-12 時的政策效果最佳，顯示時間彈性較高的使用者群體對免費政策反應積極。免費政策可以根據地區及時段特徵綜合規劃應用，如：特定時段、特定地點、特定對象等精準細緻執行。推行免費政策雖然有好處，但仍須同步建立完善配套機制，確保政策的財務穩定和最大化社會福利。

關鍵詞：微笑單車、公共自行車、免費、租借次數、異質性

Abstract



Taipei City is a public transportation-oriented city, where the YouBike public bicycle system is positioned as part of the public transport network, providing citizens with first-mile, last-mile, and transfer shuttle services to public transportation. On February 28, 2024, Taipei City implemented a policy that allows the first 30 minutes of YouBike rental to be free, while New Taipei City did not have a free policy during the same period, creating a natural experimental field between the two cities. This study analyzed operational data at both the city and station levels using the Differences-in-differences method. The results showed that the policy increased YouBike rental frequency by approximately 17%. The policy's effects exhibited significant heterogeneity across rental stations and time periods, particularly benefiting stations near universities. The policy was most effective during the non-peak hours of 11 AM to 12 PM, indicating that user groups with higher time flexibility responded positively to the free policy. The free policy can be comprehensively planned and applied based on regional and time characteristics, with precise execution for specific periods, locations, and target groups. While implementing a free policy has its advantages, it is essential to simultaneously establish a sound supporting mechanism to ensure the financial stability of the policy and maximize social welfare.

Keywords: YouBike, public bicycle, fare-free, rental volume, heterogeneity

目次



口試委員會審定書.....	i
誌謝.....	ii
中文摘要.....	iii
英文摘要.....	iv
目次.....	v
圖次.....	vi
表次.....	vii
第一章 緒論.....	1
第二章 臺北市 YouBike 歷史沿革和發展方向.....	3
2.1 YouBike 歷史沿革.....	3
2.2 YouBike 推動方式與收費.....	6
第三章 文獻回顧與探討.....	8
第四章 資料.....	13
4.1 資料來源.....	13
4.2 資料統計.....	15
第五章 實證分析.....	23
5.1 城市營運資料分析.....	23
5.2 站點營運資料分析.....	27
第六章 結論與建議.....	32
參考文獻.....	33
附錄一.....	34
附錄二.....	35
附錄三.....	37
附錄四.....	39
附錄五.....	40

圖 次



圖 1	臺北市 YouBike 車柱數及車輛數	5
圖 2	臺北市 YouBike 租借次數	5
圖 3	臺北市 YouBike 使用月票租借次數情形	15
圖 4	YouBike 前 30 分鐘免費政策實施前後每日取對數租借次數 ..	16
圖 5	YouBike 前 30 分鐘免費政策實施前後每日平均車輛數	16
圖 6	YouBike 前 30 分鐘免費政策實施前後每日平均車柱數	17
圖 7	YouBike 前 30 分鐘免費政策實施前後每日見車率	17
圖 8	YouBike 前 30 分鐘免費政策實施前後每日見位率	17
圖 9	免費政策實施前後各租借站點每小時平均租借次數.....	20
圖 10	兩地區在政策實施前的平均每站各個時段的租借次數.....	21
圖 11	表 2 之模型(3)細分各月度政策效果估計值及 95%信賴區間 .	26
圖 12	各時段的政策效果估計值及 95%信賴區間	31
圖 13	表 2 之模型(1)細分各月度政策效果估計值及 95%信賴區間 .	39
圖 14	表 2 之模型(2)細分各月度政策效果估計值及 95%信賴區間 .	39

表 次



表 1	臺北市與新北市每日層級各項變數敘述統計表.....	18
表 2	免費政策效果:城市層級租借數	25
表 3	免費政策效果:站點層級租借數	29
表 4	見車率服務水準指標.....	34
表 5	見位率服務水準指標	34
表 6	免費政策效果:城市層級見車率	37
表 7	免費政策效果:城市層級見位率	38
表 8	免費政策效果:站點層級租借數	40

第一章 緒論



都市交通面臨交通擁塞及空氣污染問題日益嚴重，自行車為零碳排運具，具有環保的特性，亦適合作為通勤、通學短程及最後一哩接駁交通工具，同時兼具運動、休閒遊憩功能。推動公共自行車系統(Public Bicycle System, PBS)可增加大眾運輸系統可及性，有助於直接或間接移轉私人機動運具使用，故近年來成為各國政府大力推廣之綠色運具，巴黎、倫敦、紐約、上海、杭州等城市都建立大規模的自行車共享系統。

臺北市自 2009 年起推動 YouBike 公共自行車(以下簡稱 YouBike)，鼓勵民眾使用 YouBike 作為短程接駁運具，希減少及移轉私人機動車輛使用，進而達到改善都市交通擁擠及降低交通環境污染的目的。臺北市 YouBike 逐年成長，並於 2022 年全面升級為 YouBike2.0 系統，過程中至 2022 年底，加速擴增租借站至 1,240 站及 13,267 輛車，便利性及可及性大幅提升，同時，民眾對 YouBike 使用需求亦大幅上升。臺北市基於鼓勵使用綠運輸及城市競爭考量，除提供完善捷運與公車服務外，並將公共自行車定位為公共運輸的一環，提供最後一哩及轉乘接駁大眾運輸服務，希望 YouBike 能擴大成為市民生活化交通工具。自 2024 年 2 月 28 日起，實施 YouBike 前 30 分鐘免費政策，冀民眾養成綠運輸使用習慣，逐步減少使用私人汽、機車運具，實施後租借次數大幅提升逾 5 成¹，政策實施前已有無車可借、無位可還之問題，爰於政策實施前一年即陸續增車 5,295 輛，政策實施後持續再增車 3,703 輛，也就是說，於 2023 年至 2024 年間應需求大幅增車 8,998 輛，增車幅度達 68%；增加租借站及車輛數，屬於免費政策的一環。

臺北市是一個以大眾運輸為導向的城市，因公共運輸具有降低交通擁塞、節能減碳改善空污等外部效益，鼓勵民眾使用公共運輸是具有公共利益及提升社會整體福利的效果，鼓勵使用公共運輸有很多方法，其中「低票價」是最重要政策之一，臺北市投入對民眾的票價補貼有：公車運價與票價差額補貼、捷運與公車和 YouBike 三運具間轉乘優惠補貼；1200 定期票 30 天內無限次數使用公共運輸的票價補貼等，這些優惠措施都是朝向臺北市政府訂定 2030 年達到綠運輸 70%的目標

¹ 資料來源：臺北市交通統計資料查詢系統。

前進。本研究動機主要探討，臺北市在投入「低票價」眾多資源下，再實施 YouBike 前 30 分鐘免費政策，是否能有效提升租借次數？是否有進一步加速達到綠運輸 70% 的政策目的。

微笑單車 2024 年 11 月「臺北市 YouBike 服務滿意度問卷調查報告」，有 25% 的 YouBike 使用者，因 30 分鐘免費政策而改用 YouBike 取代自用汽機車，顯示消費者運具的移轉，加速淨零碳排的效果；而此前提是讓消費者對「免費」有感，進一步達到移轉私人運具改騎乘 YouBike 的政策目標。

本研究之範圍在政策方面為 2024 年 2 月 28 日起，臺北市實施 YouBike 前 30 分鐘免費政策；研究對象以臺北市和新北市的 YouBike 使用者及租借站點為對象，分析 YouBike 前 30 分鐘免費政策對使用者租借次數的影響。另一方面，透過民眾實際使用票證租借 YouBike，分析實施免費政策對租借次數在租借站點、使用時間的異質效果。

本研究主要內容包括：探討 YouBike 發展；探討影響 YouBike 租借次數的可能因素；評析實施 YouBike 前 30 分鐘免費政策對租借次數影響程度；評析免費政策實施對於租借站點、時段的影響；提出善用免費政策在區域、時段、使用族群特徵上的異質性進行綜整規劃，促進資源的有效配置。

本研究分別以城市與站點層級的營運資料，在臺北市實施 YouBike 前 30 分鐘免費政策，而新北市同時期無免費政策，雙北市形成一個自然實驗場域，把臺北市當作實驗組，新北市當作控制組，用差異中的差異法（Differences-in-differences）方式估計。

本研究將系統性地探討 YouBike 前 30 分鐘免費政策影響，接下來在第二章中，我們將回顧 YouBike 的發展歷程，了解其在城市交通中的角色及未來發展策略。隨後，第三章文獻回顧部分將提供相關研究的綜述，特別聚焦於免費政策的影響及其在公共自行車系統中的應用。第四章將詳述研究資料的來源與統計方法，並在第五章中進行實證分析，評估政策的實施效果。最後，第六章將總結研究結果，並提出未來政策的建議與應用方向，旨在優化資源配置，推動可持續交通發展，以促進社會整體福利及提升環境品質。

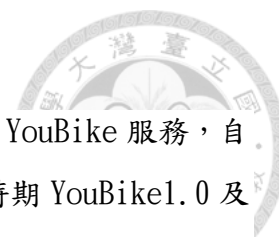
第二章 臺北市 YouBike 歷史沿革和發展方向



2.1 YouBike 歷史沿革

臺北市捷運與公車已提供完善的大眾運輸路網，YouBike 定位為公共運輸的一環，提供民眾第一哩、最後一哩及轉乘接駁大眾運輸服務，以構建更完善的公共運輸系統。

臺北市的公共自行車系統 YouBike，租借站為有樁式的公共自行車系統(Docked PBS)，使用者從其出發點附近租借站，並將其歸還到靠近目的地的租借站，有樁式公共自行車系統通常會帶來更結構化的使用模式，諸如：租借站點周圍環境、提供自行車數量及停車柱數等，都可能導致不同時間和地點的供需出現差異。YouBike 可以利用電子票證、APP 綁定信用卡或行動支付付款。自 2009 年 3 月 11 日在信義區試辦 11 站、500 輛 YouBike 公共自行車，提供甲地借乙地還 24 小時全自動公共自行車租借系統。2012 年 8 月 30 日起，擴大營運範圍，YouBike1.0 正式營運，並實施前 30 分鐘免費；此階段推動主要於商圈及大眾運輸系統相對綿密的信義區、大安區、中正區為主，至北投區、士林區、內湖區、南港區、文山區雖相對較少，但也逐漸沿捷運路廊建置 YouBike 租借站點，至 2014 年底，共計有 YouBike 租借站 196 站及 6,406 輛車。2015 年 4 月 1 日，取消前 30 分鐘免費，由使用者付費 5 元。至 2019 年底，共計有 YouBike 租借站 400 站及 13,072 輛車，平均每日租借次數為 7.8 萬次。此階段 YouBike 被詬病主要為：站點不足、還車後距離目的地太遠等便利性不足問題。2020 年 1 月 15 日於公館地區及臺大校園內辦理「臺北市公共自行車租賃系統升級 YouBike2.0 試辦計畫」，試辦的公館地區及臺大校園內計有 YouBike2.0 租借站 102 站及 500 輛新式公共自行車，實測民眾對 YouBike2.0 接受程度，並據以評估於全市設置可行性，同時 YouBike2.0 具有以車機租借結合輕樁設計特性，不同 YouBike1.0 系統，可免介接市電，達到快速佈設租借站點之特性。因試辦結果不論就設備妥善率及民眾滿意度皆達 9 成以上，成效良好，故至 2022 年底，臺北市 YouBike 全面完成升級為 YouBike2.0 系統，共計有租借站 1,240 站及 13,267 輛車，平均每日租借次數為 9.3 萬次。此階段民眾對 YouBike 使用需求大幅上升；隨著 YouBike 租借次數成長，民眾反映無車可借、無位可還問題日益



嚴重。

為了提供更密集、可及性更高的 YouBike 租借站網絡，強化 YouBike 服務，自 2021 年、2022 年於全市各地全面建置 YouBike2.0 租借站，該時期 YouBike1.0 及 YouBike2.0 併存營運，各有個別專屬停車柱，各有各自專屬 APP 查詢租借站車輛及車柱資訊。隨著 YouBike2.0 系統陸續建置，民眾也逐漸轉移使用 YouBike2.0，與臺北市相鄰之新北市為服務境內跨市騎乘熱門 51 租借站點，則由新北市增加 YouBike2.0 車柱，以便民眾使用 YouBike2.0 跨市租借。臺北市 YouBike1.0 系統於 2022 年 12 月 3 日起退場停止營運。整體言，在 YouBike1.0 及 YouBike2.0 併存過渡期間，因擴大供給讓民眾自然選擇更便利的 YouBike2.0，系統變動移轉過程尚稱順利。

2023 年底，臺北市 YouBike 營運數量合計為 16,547 輛；2024 年底，臺北市 YouBike 營運數量為 22,265 輛。後續分年依臺北市政府與微笑單車股份有限公司雙方契約規範至 2025 年底，預估 YouBike 營運數量為 24,000 輛；2026 年底，預估 YouBike 營運數量為 26,000 輛；2027 年底，預估 YouBike 營運數量為 27,047 輛；2028 年底仍維持 27,047 輛。

臺北市 YouBike 至 2024 年底，租借站數計有 1,505 站，臺北市為世界最具規模公共自行車城市之一，YouBike 固定停車柱樁租借站點也是世界最密城市之一，租借站點規劃以結合捷運站及住宅區為重點，約步行 150-200 公尺即一站，從都市計畫排除河川、山區所得的服務面積來看，全市半徑 150 公尺涵蓋率為 65%、半徑 200 公尺涵蓋率為 88%、半徑 250 公尺涵蓋率為 100%²，租借站點密集，滿足民眾一出門就有綠運輸可用，補足大眾運輸第一哩及最後一哩服務。

2022 年至 2024 年間，YouBike 車柱數與車輛數趨勢如圖 1 所示，租借次數如圖 2 所示³，其中紅色虛線標示 2024 年 2 月 28 日，即 YouBike 前 30 分鐘免費政策實施首日。顯示：2022 年，YouBike 1.0 與 2.0 系統併存，車柱及車輛逐漸汰換為 2.0 系統，租借次數由每月 2,474,360 次增加到 2,813,139 次，成長幅度約 14%。2023 年，YouBike 車柱數由 28,589 柱增加到 30,963 柱，成長幅度約 8%；車輛由 13,267 輛增加到 16,547 輛，成長幅度約 25%；租借次數由每月 2,887,137 次

² 資料來源：臺北市政府交通局(2025 年 7 月)。

³ 資料來源：臺北市交通統計資料查詢系統。

增加到 4,041,955 次，成長幅度約 40%。2024 年，YouBike 車柱數由 31,606 柱增加到 39,525 柱，成長幅度約 25%；車輛由 16,562 輛增加到 22,265 輛，成長幅度約 34%；租借次數由每月 4,002,354 次增加到 6,568,926 次，成長幅度約 64%。

2024 年 2 月 28 日，臺北市實施 YouBike 前 30 分鐘免費政策，主要使用以短程接駁居多，臺北市府交通局 2024 年 2 月 27 日發布新聞稿表示：「約 9 成使用者於每租借次數使用時間在 30 分鐘內，且單次租借次數（無轉乘及定期票優惠）約占總租借次數 52%，另轉乘優惠租借次數約占 23%、定期票租借次數約占 25%」，也就是有 48%租借次數原本即享有前 30 分鐘免費。

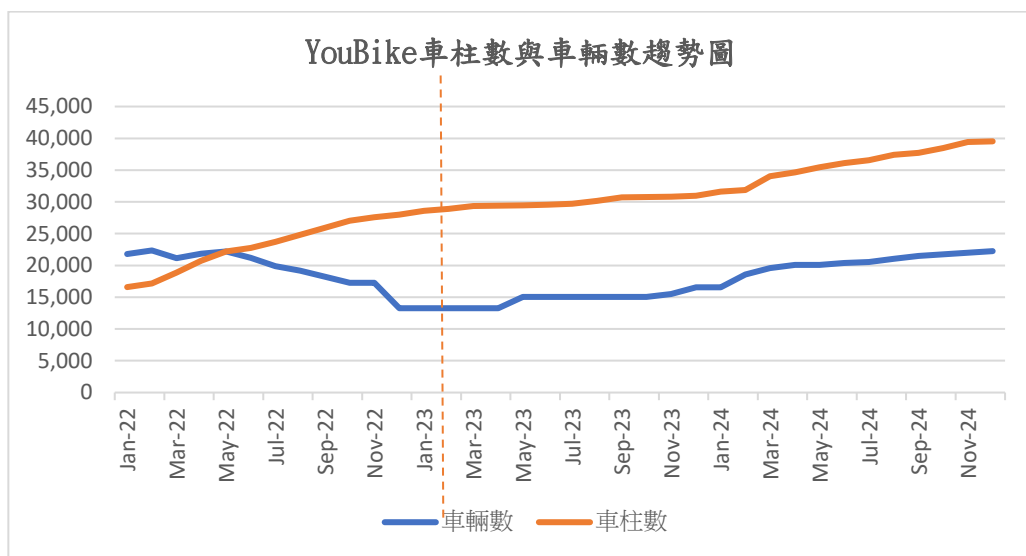


圖 1 臺北市 YouBike 車柱數及車輛數

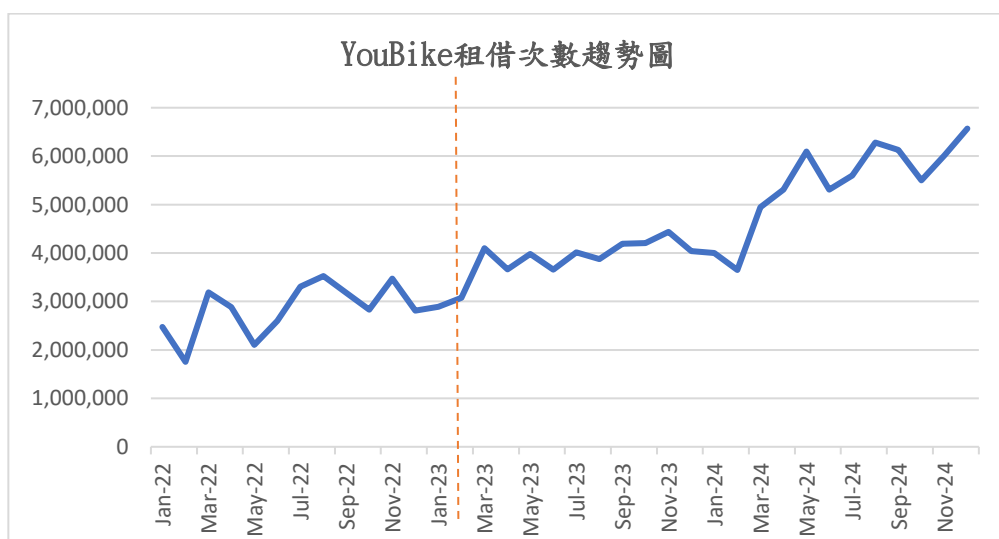


圖 2 臺北市 YouBike 租借次數

2.2 YouBike 推動方式與收費

以由民間興建及營運觀點出發，臺北市政府依政府採購法公開招標，從營運初期迄今，一直由微笑單車股份有限公司得標，提供 YouBike 租賃系統營運管理服務，包含：租借站車柱及車輛相關營運設備購置、系統營運、調度及維護等，目前契約期間為 2024 年 2 月 2 日至 2028 年 12 月 31 日止。臺北市政府於契約中規範廠商營運服務品質要求，包含：資通安全、系統設備妥善率、扣款成功率、每日系統可提供之租借服務水準及目標值等，以確保使用者之租借安全及可及性。臺北市政府以臺北市全市各站點的營運狀況建立每小時平均見車率、見位率為基礎，制訂出六個公共自行車服務水準等級，建立 YouBike 的服務水準指標，見車率及見位率服務水準指標詳見附錄一，以作為對 YouBike 提供服務的監控管理。

YouBike 於契約期間營運收入結構為：計畫收入（契約價金）、自行車租借收入及廣告收入，其中臺北市政府係以契約價金支付廠商方式，獲得自行車和停車柱之設備資產及營運服務。對廠商而言，契約價金納為其收入來源，稱為計畫收入。營運成本結構為：自行車及停車柱建置成本、調度人力駐點成本及營運費用（包含：維護費用、人事費用、水電網路費用、行政庶務費用、行銷費用、調度車相關費用、保險費用等）。綜上，於營運成本及收入推估，並以廠商稅後純益率 8% 合理利潤為基礎前提下，政府並收取廠商權利金。

YouBike 為 24 小時營運，全年無休，在遇颱風等狀況，於市府宣布停止上班時，也會配合同步停止營運。收費為：4 小時內每 30 分鐘 10 元；4-8 小時內每 30 分鐘 20 元；超過 8 小時每 30 分鐘 40 元；未滿 30 分鐘以 30 分鐘計算。為鼓勵民眾騎乘 YouBike，2012 年 8 月 30 日營運初期即實施前 30 分鐘免費由政府補助，惟 2015 年 4 月 1 日，臺北市政府基於為更有效運用有限資源考量，前 30 分鐘改由使用者付費 5 元加上政府補助 5 元。2024 年 2 月 28 日起，臺北市 YouBike 前 30 分鐘恢復實施免費政策，由臺北市政府補助 10 元，該政策執行預估每年補助經費約新臺幣 6 億元。因應 YouBike 前 30 分鐘免費，原 YouBike 雙向轉乘公車、捷運優惠 5 元部分，同步取消轉乘優惠。

2024 年 8 月 30 日起，臺北市 YouBike 2.0E 電輔車上線營運，與 YouBike 2.0 自行車可共用車柱；電輔車前 30 分鐘無騎乘補助，騎乘費用由民眾自行支付，收費為：前 2 小時，每 30 分鐘 20 元；超過 2 小時每 30 分鐘 40 元；未滿 30 分鐘以 30

分鐘計算。因臺北市 YouBike2.0E 電輔車並無騎乘補助，收費亦與 YouBike2.0 不同，爰本研究 YouBike 前 30 分鐘免費政策並不包括 YouBike2.0E 電輔車。

民眾使用 YouBike 價格敏感度方面，參考基隆市、新北市、臺北市、桃園市聯合於 2023 年 7 月 1 日推出基北北桃 TPASS 定期票，票價 1200 元，可於 30 日無限次數使用所轄範圍內之公共運輸，包括：捷運、輕軌、機場捷運、市區公車、臺鐵、公路、國道客運，及包括新北市及臺北市 YouBike 前 30 分鐘免費、桃園市 YouBike 前 60 分鐘免費。依國立陽明交通大學(2024)「TPASS 行政院通勤月票推動成效評估與精進建議」，針對 TPASS 會員使用公共運輸彈性分析，結果顯示，在相同距離下，旅次數低者對於價格變動相對旅次數高者略為敏感；在相同旅次數下，短程者對價格變動相對中長程者更為敏感，同時，各運具使用 TPASS 會員的價格彈性均落在 0 至 -0.05 之間，趨近於 0，顯示 TPASS 會員此族群不易受價格變動所影響。而 TPASS 使用族群正是公共運輸的重度使用者，所以，可以說，公共運輸票價的價格彈性很低，不易受價格變動所影響。

雖然根據過往研究，公共運輸票價的價格彈性很低，以 TPASS 定期票為例，使用者須先支付 1200 元後才享有 30 日無限次數的使用，也就是享有降價的價格優惠，與 YouBike 直接前 30 分鐘免費，民眾無須支付任何金錢情況下，消費者對票價的感受是否相同？進而是否會有不一樣的使用效果呢？值得本研究進一步探究。

第三章 文獻回顧與探討



本研究文獻回顧將從公共自行車系統、免費效應、公共運輸補貼等面向探討之。

一、公共自行車系統

公共自行車系統 (PBS)，通常稱為自行車共享計畫，是一種為使用者提供短期使用自行車的機會以方便城市交通，這些系統在世界各城市獲得了相當大的歡迎，特別是在人口稠密的城市，因為它們為傳統機動車的使用提供了可持續的替代方案，有助於緩解交通擁堵，減少溫室氣體排放，並促進更健康的生活方式。PBS 分為多種模式，包括有樁、無樁、電動和混合動力系統，每種模式都旨在滿足特定的城市需求和使用者的偏好；有樁系統要求將自行車歸還到指定的站點，而無樁系統則允許使用者靈活地將自行車停放在指定區域內的各個位置，無論採用哪種格式，系統都可以結合 GPS 技術來定位可用的自行車和停車位；公共自行車系統與現有交通網絡的有效結合對於提高空間可及性和整體可用性是一個重要課題。

Chung and Huang (2022) 針對臺北市 YouBike 自 2015 年實施 5 元啟動費(前 30 分鐘由免費調整為 5 元)以來，對使用者行為分析，研究顯示，啟動費導致日均租借次數在週末下降 43% 及工作日下降 14%，平均下降 23%，徵收啟動費影響持久，歷經 2 年多時間，租借次數才超越收費調整前的水準，且期間尚伴隨著站點及車輛數增加因素；同時期，新北市 YouBike 前 30 分鐘仍然是免費的，租借次數則持續增長；這一變化顯示出消費者對於由免費服務轉變為付費服務的敏感性。在 2024 年，臺北市 YouBike 再次推行 30 分鐘免費政策，數據顯示，免費政策實施後，日均租借次數大幅上升。相較於 Chung and Huang (2022) 研究也是比較臺北市與新北市差異，但只用簡單統計檢定，本研究採用差異中的差異法並納入營運控制變數。該研究與本研究形成一個不同時期免費政策改變的對比。

Kabra et al. (2020) 探討巴黎 Vélib' 系統的可及性和可用性如何影響租借次數，Vélib' 自 2007 年啟用以來，已成為一個龐大的公共自行車共享系統，擁有超過 16,000 輛自行車和 1,400 個租借站點，旨在提升城市交通便利性和促進環保，該研究利用 2013 年 5 月開始的四個月內的公共資料流，分析了每 2 分鐘的自行車數量和空停泊點數量，並以租借次數作為依變數，探究可及性和可用性的影響，研

究結果顯示，使用者距離租借站越遠，其租借概率顯著下降；距離每增加 1 公尺，使用者從該租借站使用共享自行車的可能性下降 0.194%，在距離超過 300 公尺時，降低幅度更為明顯，達到 1.307%，約 80% 的租借次數來自於 300 公尺範圍內的用戶，強調了密集租借站點網絡對於共享自行車系統有效運作的重要性；此外，研究還指出，共享自行車的可用性提高 10%，將導致租借次數增加 12.211%，然而，當選擇的租借站缺車時，只有 5.070% 的需求會轉向附近的租借站，突顯了保持高可用性和提供即時可用性資訊的必要性。這些發現為設計更高效的共享自行車系統提供了重要的實證依據，顯示可及性和可用性是提升租借次數的關鍵因素。

He et al. (2021) 研究倫敦共享自行車系統 (Santander Cycle, 俗稱 Boris Bikes) 的客戶偏好及站點網絡設計，自 2010 年由倫敦交通局 (TfL) 推出以來，該系統已向市中心及周邊地區擴展，擁有超過 750 個租借站點和 12,000 多輛共享自行車，旨在提供便捷且環保的短途交通選擇；數據顯示，系統租借次數在上、下午尖峰期間達到最高，並呈現明顯的單向通勤趨勢，反映了使用者對於短途通勤的需求；研究強調了網絡效應在需求預測與擴展策略中的關鍵性，指出使用者對共享自行車的選擇不僅受到單個租借站點的影響，更依賴於整體網絡的可達性與連通性；研究發現，若特定區域的租借站點密度增加，整體系統的租借使用率可顯著提升，甚至比擴大網絡範圍的影響高出 10 倍；此外，使用者在選擇租借站點時，會受到共享自行車及停車位可用性的影響，顯示出需求與網絡中租借站點的相互作用，因此，最佳的網絡擴展策略應集中於提高核心區域的站點密度，以最大化租借使用量並優化資源配置。該研究為共享自行車系統的網絡擴展提供了實證依據，並可應用於其他具有空間網絡結構的產品或服務，為交通規劃者提供了重要的指導。

Hamilton and Wichman (2018) 探討評估共享單車系統對交通擁堵的影響，結果顯示，交通擁堵程度可降低約 4%，這一效果在高擁堵區域尤為顯著，顯示自行車共享對減少汽車外部性具有潛在的政策價值。在 Ahillen et al. (2016) 研究中，對華盛頓特區的 Capital Bikeshare (CABI) 和澳洲布里斯本的 CityCycle 兩個公共自行車共享系統進行了比較，研究發現，使用模式具有季節性和時間性差異。在華盛頓與布里斯本，騎乘頻率在夏季顯著上升，顯示氣候舒適度與使用頻率之間的正相關；此外，平日早晚尖峰期間的使用量較高，顯示共享單車在通勤方面的重

要性；透過一系列指標，發現提供頭盔、延長營運時間及在郊區增設車站可顯著提升騎乘率。

本研究針對臺北市 YouBike 系統實施「前 30 分鐘免費政策」之成效進行實證分析，並進一步探討該政策與營運資源配置（如車輛數、調度能力）間的交互關係，分析其對租借次數、見車率與見位率之影響。相較於 Kabra et al. (2020) 與 He et al. (2021) 針對自行車租借系統中的「可得性」與「站點配置」進行分析，本研究不僅探討使用者端的租借行為，更納入營運端之管理變數（如調度人力、車輛數、車柱數）進行分析，建構出一個涵蓋供給與需求的綜合分析架構。另一方面，多數相關研究多以單一城市、單一政策為分析對象，本研究則採用差異中的差異法，以臺北市為實驗組、新北市為控制組，不僅提升了因果推論的信度，也透過高頻「日期一小時一站點」層級資料進行異質性分析，提供更細緻的政策影響評估。

二、免費效應

「免費效應」指的是當商品價格為零時，消費者會展現出異常強烈的偏好，行為經濟學指出，消費者在做出選擇時，常受非理性心理機制影響，尤以「免費效應」（Zero Price Effect）最為顯著。Shampanier et al. (2007) 在探討「零價格」如何改變價值感知的研究中發現，當商品變成免費時，人們不僅將其視為成本降低，還會認為它的價值增加，導致需求異常增加；由此觀點出發，也就是說，「免費」不只是價格為零，而是能改變人們對商品價值的認知。主要有零價格效應（Zero-Price Effect）：傳統經濟學認為，消費者的選擇基於成本與效益的比較，會選擇淨收益最高的選項，然而，當商品價格為零時，消費者的決策行為發生變化，他們會高估免費商品的效益，導致需求大幅上升。其次，這篇研究透過不同價格情境對比測試消費者行為，當 Hershey's 巧克力價格從 1 美分降至 0 美分時，選擇它的比例顯著增加，而較昂貴的 Lindt 巧克力的選擇比例反而下降；即使 Lindt 的價格大幅降低（例如從 15 美分降至 10 美分），需求仍無法超過免費 Hershey's，這個結果顯示，消費者對「免費」的反應遠超出成本效益分析所能解釋的範圍。最後，在心理機制探討：在價值對應困難假設下，人們在將產品效益轉換為金錢時存在困難，因此免費選項比有價格的選項更具吸引力；另在情感假設下，免費選項會產生更強的正向情感，影響決策；研究發現，當人們被引導理性分析選項時，零價格效應會減弱，證明情感在決策中的影響。

Ariely et al. (2006) 提出，價值並非客觀固定，而是由情境與參照點所「建構」而成。他們以《湯姆索亞》的故事為例，指出即使是勞動行為，只要被重新框架，也能被視為有價值。這說明「免費效應」的本質實為價值建構過程的一種心理反應，反映人們對活動意義與價格認知的高度可塑性。綜前，免費效應不僅是價格策略，更揭示價值判斷的心理建構與決策偏誤。

三、公共運輸補貼

公共運輸補貼為提高公共運輸系統的可及性、可負擔性和整體使用率的重要工具，鼓勵人們使用公共運輸工具、降低私人運具使用，進而減少交通擁塞、空氣污染問題。在 Fearnley (2013) 研究發現免費或低票價的政策在短期內能顯著提高公共交通的使用率，免費政策在吸引未來潛在乘客方面具有顯著效益，然而，這一增長主要是由於原本選擇步行或騎自行車的乘客轉向公共交通，而非有效減少汽車使用；根據研究，汽車使用的交叉價格彈性幾乎為零，代表票價對汽車使用的影響有限。在 Guzman and Hessel (2022) 的研究中，分析了哥倫比亞波哥大市針對低收入群體的公共運輸補貼政策對乘客行為的影響，結果顯示，獲得補貼的低收入乘客公共運輸使用頻率提高了 30%，文章建議擴大補貼資格以提升公共交通使用率，並強調政策需定期評估以保持其有效性。在 Lachapelle et al. (2022) 研究中，針對加拿大蒙特婁市的公共運輸政策進行了評估，特別是對 26 歲以下的大學生提供折扣票價的影響，結果顯示，享有折扣票價的年輕學生公共運輸使用率明顯高於未享有折扣的年長學生，且公共運輸的使用頻率提升了 25%，駕車通勤的學生比例降低了 10%，同時步行和騎自行車的比率也增加了 5%。Liu et al. (2019) 研究中，澳洲東南昆士蘭的公共運輸票價變動對乘客量的影響，發現票價下降可增加乘客量，但若無基礎設施改善（如班次增加、轉乘便利性提升），乘客增長的效果有限。因此，票價補貼需與基礎建設投資搭配，才能發揮最大效益。Paulley et al. (2006) 研究中，綜合分析了票價、服務品質、收入與私家車擁有率對公共運輸需求的影響，發現票價降低能夠提高需求，但其彈性受多種因素影響。例如，在已具高度使用率的地區，票價降低的影響較小，而提升服務品質（如減少等候時間、改善車內環境）對增加乘客量的作用更大。

Weschke (2024) 研究中，分析了 2022 年夏季美國波士頓市實施的 30 天免費共享單車活動及地鐵線關閉 2 種干擾措施，對騎乘需求的影響，探討短期免費政

策是否能產生長期的交通行為改變，結果顯示，在政策實施期間，騎乘量顯著上升，其中，地鐵關閉使共享單車使用增加 24%~48%，共享單車使用費從 2.95 美元降至 0 元，需求增加 55%；在地鐵重新開放加上恢復共享單車使用費，免費活動結束三個月後，共享單車使用需求仍增加約 20%，表明短期的臨時免費政策促銷可以產生中期效果。

與公共運輸補貼政策相關文獻 (Fearnley, 2013; Guzman & Hessel, 2022) 多以票價補貼對社會公平或搭乘率的影響為主軸，同時研究多以傳統公共運輸(如:公車、捷運為主)。本研究以公共自行車為對象，填補了「免費政策」在非傳統大眾運輸系統中的政策評估研究缺口。本研究貢獻主要分成三部分，首先，以自然實驗方式，臺北市為實驗組、新北市為控制組，採用差異中的差異法減少偏誤發生，比較政策實施前後兩地區差異，識別政策效果；其次，針對站點及時段異質性分析，此為文獻少有觸及之處；接著，本研究利用高維度的追蹤資料(panel data)，以高品質票證資料:日期-小時-站點層級評估。本研究對公共自行車政策效益與實務運作提供新視角與實證，具備實務應用與理論補充之研究價值。

第四章 資料



本研究系統性評估 YouBike 前 30 分鐘免費政策之實施效果，透過營運資料分析政策對租借次數、見車率及見位率之影響，以觀察政策是否有效刺激使用需求，提升整體租借次數，並結合異質性分析探討不同租借站點、時段對政策的反應差異。

4.1 資料來源

一、城市營運資料⁴

本研究篩選臺北市與新北市自 2023 年 7 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日的每日資料，剔除 6 天(2023 年 8/3、2024 年 7/24、7/25、10/2、10/3、10/31)因颱風假暫停營運的數據，共計 544 天。分析包含兩個地區，總計 1,088 個觀察值，涵蓋每日租借次數(Ride Counts)、車輛數(#Bikes)、車柱數(#Docks)、見車率(Bike Availability Rate)、見位率(Dock Availability Rate)、調度人力(#Workers)及調度車輛數(#Trucks)等變數，本研究將城市營運資料以「城市-日期」層級處理。

租借次數(Ride Counts):每日 YouBike 系統中，車輛被使用者租借的總次數。
見車率(Bike Availability Rate)及見位率(Dock Availability Rate):排除 0 時至 6 時車輛重新調度時間，統計營運時間為每日早上 6 點至晚上 12 點。在站車輛數>1，有車；在站車位數>1，有位。「見車率」指標計算：站點有車可借累積時間/站點營運時間×100%，見車率可計算分時、分站之狀況，若見車率有所提升，則代表民眾可借到車的機率上升，反之若該站長時間無車，則見車率降低。「見位率」指標計算：站點有柱可還累積時間/站點營運時間×100%，見位率可計算分時、分站之狀況，若見位率有所提升，則代表民眾可還車的機率上升，反之若該站長時間無位，則見位率降低。車輛數(#Bikes):指臺北市政府以契約價金支付 YouBike 營運廠商所獲得的自行車數量。車柱數(#Docks):指臺北市政府以契約價金支付 YouBike 營運廠商所獲得的租借站車柱數量。調度人力(#Workers):指 YouBike 營運廠商在租借站的調度人力。調度車輛數(#Trucks):指 YouBike 營運廠商調度車輛數，係以貨車運

⁴ 資料來源:微笑單車公司、臺北市政府交通局、新北市政府交通局。

載自行車在各租借站間調度⁵。

二、站點營運資料⁶

本研究篩選臺北市與新北市自 2023 年 7 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日期間的票證微觀資料，剔除 6 天(2023 年 8/3、2024 年 7/24、7/25、10/2、10/3、10/31)因颱風假暫停使用的數據。分析樣本包含在此期間持續運營且每天至少有一筆借還紀錄的 1,880 個 YouBike 站點，其中包含有：臺北市 1,070 個站點及新北市 810 個站點；聚焦於早上 6 點至晚上 12 點之間的每小時租借次數。這構成了一個高維度追蹤資料(panel data)，包含 1,880 個空間單位(站點)與 9,792 個時間點(18 小時 × 544 天)，總計 18,408,960 個觀察值。涵蓋租借次數、站點等變數，本研究將站點營運資料以「日期-小時-站點」層級處理。

租借次數(Ride Counts):指使用者於租借站使用票證租借自行車的票證刷卡資料，標示「借車」或「還車」及時間(日期/時/分/秒)。時間:統計營運時間為每日早上 6 點至晚上 12 點。YouBike 使用者於租借站需使用電子票證(悠遊卡、一卡通)或掃碼(APP 綁定信用卡或行動支付)借、還自行車，每一筆刷卡/掃碼資料，會標示「借車」或「還車」的時間(日期/時/分/秒)及站點，以雙北市平均每日 YouBike 租借次數 25 萬人次計，每日會有 25 萬筆借車資料及 25 萬筆還車資料。因 YouBike 「借車」時一定要刷卡/掃碼，「還車」時可當下刷卡，也可以不刷卡並會在下次「借車」時靠卡先出現「還車」資訊(時間會是當下靠卡時間，但不會有站點資訊)，所以，本研究係採用「借車」時的刷卡票證/掃碼時間及站點。YouBike 站名，原則包含顯著地標(如:捷運站、機關、學校等)、易辨識地名、所在路名與交叉路口等，所以，可以透過搜尋捷運站、學校名稱知悉其附近 YouBike 站點。

三、資料蒐集區間

本研究 YouBike 在 2024 年 2 月 28 日實施前 30 分鐘免費政策影響，資料蒐集區間應避免有其它重大因素干擾。2023 年 7 月 1 日起，基隆市、臺北市、新北市及桃園市(以下簡稱基北北桃)共同推出 1200 定期票(月票)，即票價 1200 元，可以 30 天內無限次數使用公共運輸，適用範圍包括：臺北捷運、新北捷運(含輕軌)、桃園機場捷運、基北北桃市區公車、基北北桃範圍內的公路、國道客運、臺鐵等，

⁵ 營運廠商以貨車運載自行車在各租借站間調度，會增加碳排，本研究並未考慮環境成本因素。

⁶ 資料來源:臺北市政府交通局、新北市政府交通局。

新北市及臺北市 YouBike 前 30 分鐘免費。雖然之前 2018 年 4 月 16 日臺北市及新北市已實施 1280 定期票(月票)，適用範圍包括：臺北捷運、新北捷運(含輕軌)、雙市市區公車，及雙市 YouBike 前 30 分鐘免費。但觀察臺北市 2023 年 1 月至 2024 年 12 月間，YouBike 使用月票租借次數占 YouBike 總租借次數比例，如圖 3 所示，顯示 2023 年 7 月 1 日實施 1200 月票後，YouBike 使用月票租借次數占 YouBike 總租借次數比例有明顯躍升情形，所以，本研究視實施 1200 月票為重大影響因子，故選擇資料蒐集區間會在 1200 月票實施後，本研究資料蒐集，擇定在 2023 年 7 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日。

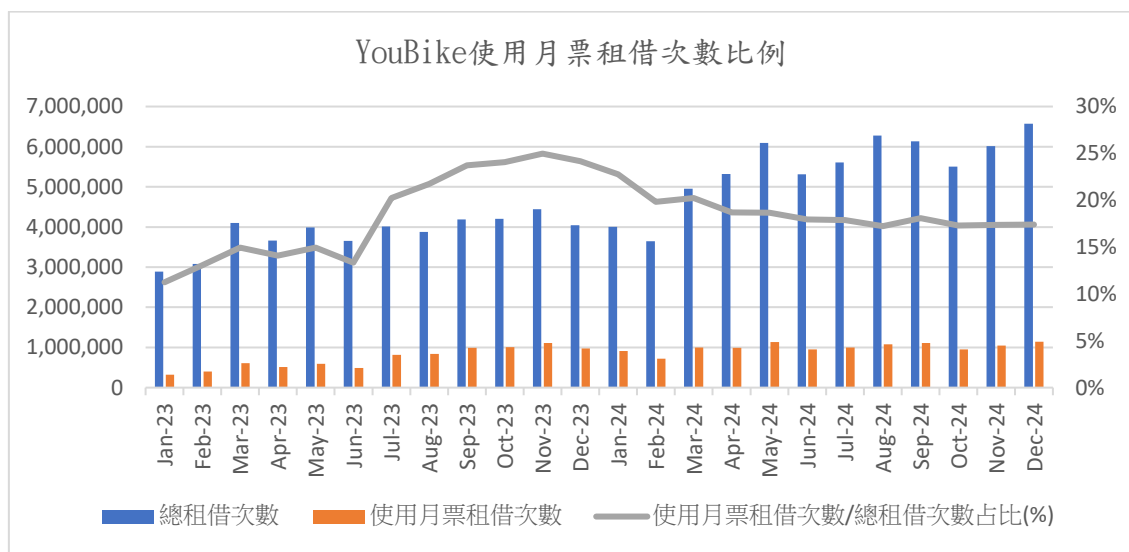


圖 3 臺北市 YouBike 使用月票租借次數情形

4.2 資料統計

一、城市營運資料敘述統計

本研究首先使用臺北市與新北市於 2023 年 7 月至 2024 年 12 月的 YouBike 營運資料，分析每日租借次數、車輛數、車柱數、見車率與見位率的變化趨勢。圖 4 至圖 8 呈現了各變數的時間序列，其中紅色虛線標示 2024 年 2 月 28 日，即 YouBike 前 30 分鐘免費政策實施首日。

圖 4 顯示由時間序列來看，YouBike 前 30 分鐘免費政策實施前，臺北市與新北市對數租借次數大致呈現平行趨勢，政策實施後，臺北市與新北市的對數租借次數差距有擴大趨勢，前者的對數租借次數明顯上升，而後者則變化不明顯，此現象提示：租借次數增加可能源於免費政策的直接效果；另臺北市與新北市的每日對數

租借次數在某些日期有一致性顯著偏低情形，其態樣主要屬特殊節日（如：2024/2/9 為除夕）及豪大雨（2023/12/4、2024/6/2、2024/9/22 等），至固定的波動頻率，則為周間及周末。所以，使用量會隨著天氣、特殊節日、周間及周末等變動。

圖 5 和圖 6 分別呈現了政策實施前後的每日車輛數與車柱數。臺北市的 YouBike 車輛數逐漸增加，而新北市的車輛數則因為 YouBike 1.0 逐步停止使用反而降低；另一方面，臺北市的車柱數仍然逐漸增加，而新北市的車柱數同樣隨 YouBike 1.0 逐步停用而降低，然後逐漸回升。該現象提示，租借次數增加可能源於兩個因素：一是前 30 分鐘免費政策的直接效果，二是車輛數的增加所帶來的供給面變化。至於見車率如圖 7 與見位率如圖 8，政策實施前後的變化則較不明顯。

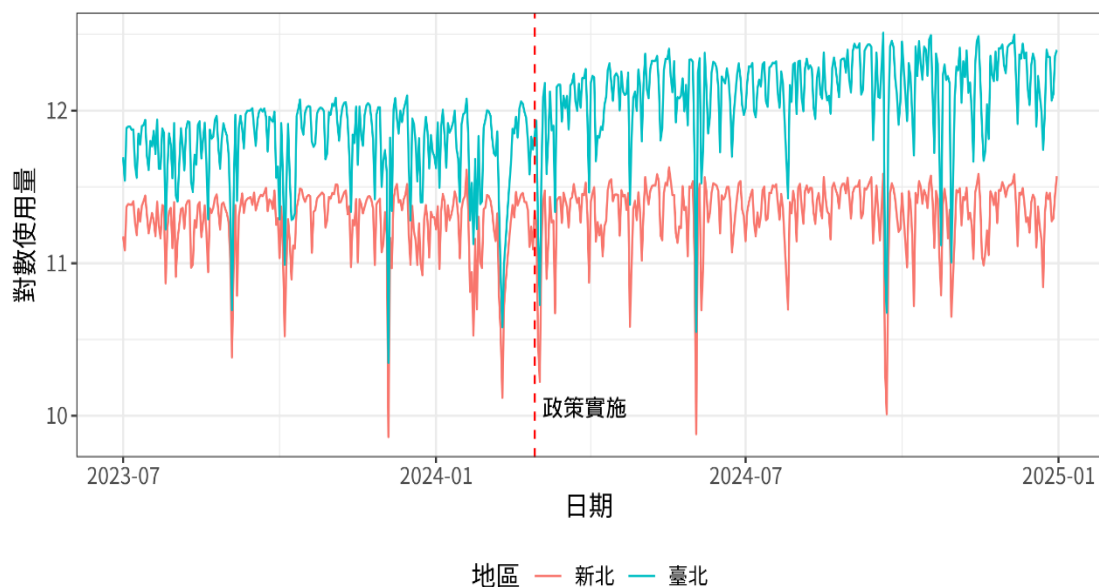


圖 4 YouBike 前 30 分鐘免費政策實施前後每日取對數租借次數

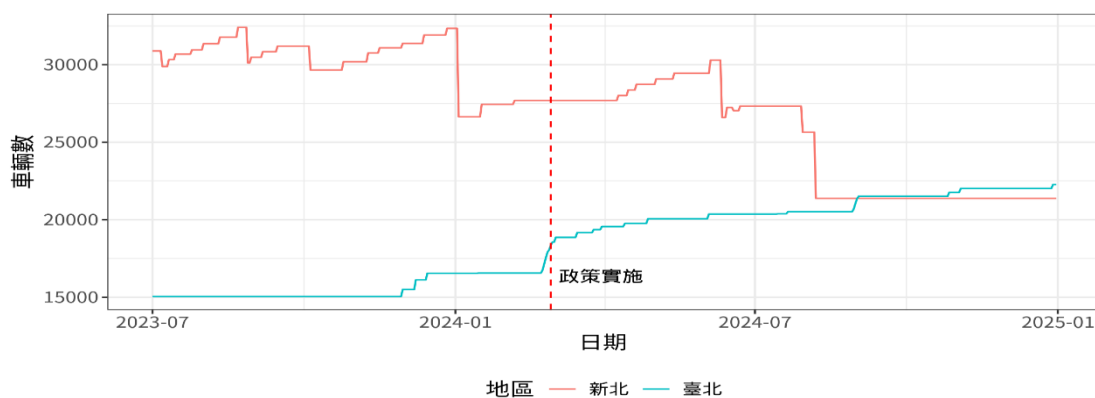


圖 5 YouBike 前 30 分鐘免費政策實施前後每日平均車輛數

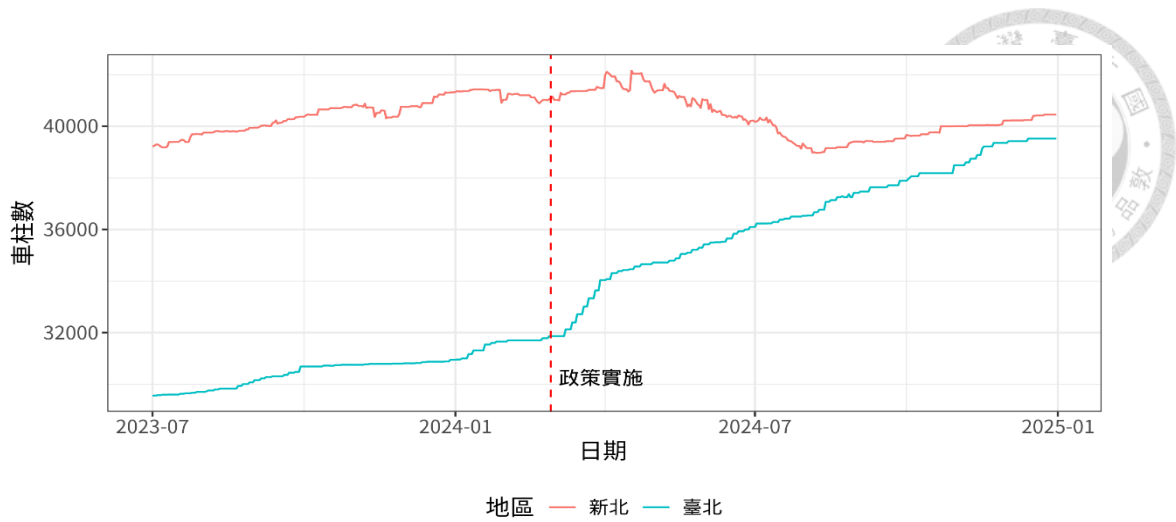


圖 6 YouBike 前 30 分鐘免費政策實施前後每日平均車柱數

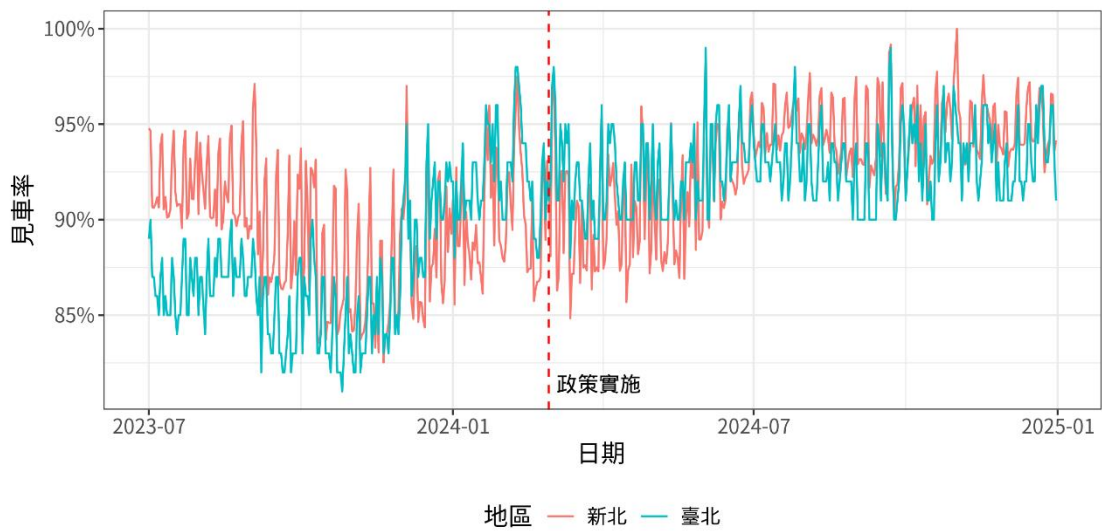


圖 7 YouBike 前 30 分鐘免費政策實施前後每日見車率

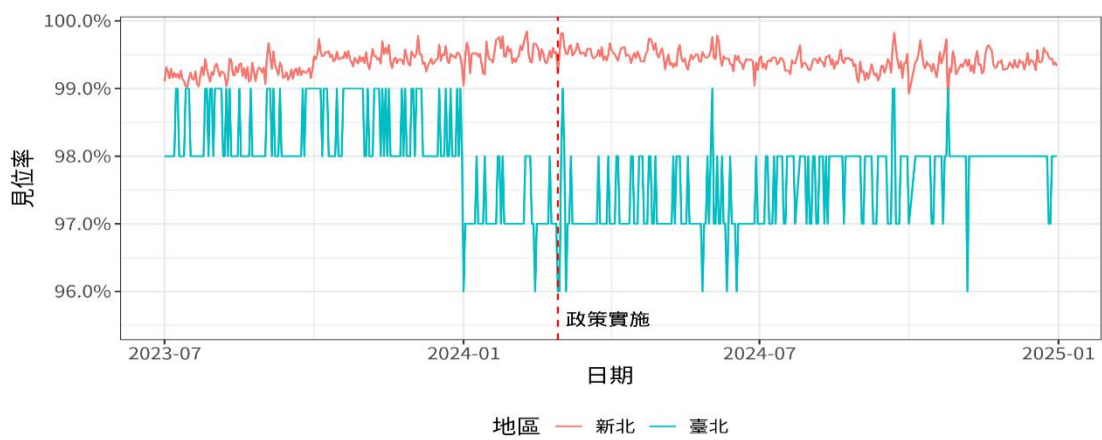


圖 8 YouBike 前 30 分鐘免費政策實施前後每日見位率

表 1 匯總了臺北市與新北市各項關鍵變數在觀察期間的敘述統計，包括平均值、中位數、標準差、最小值與最大值。資料顯示臺北市在觀察期間的租借次數（平均每日 16 萬 5,845 次）顯著高於新北市（平均每日 8 萬 3,433 次），反映出兩地使用需求的顯著差異。從車輛數上看，新北市在觀察期間平均有 2 萬 7,195 輛 YouBike，多於臺北市的 1 萬 8,433 輛；相應地，新北市在觀察期間的平均車柱數（平均 4 萬 414 個）也高於臺北市（平均 3 萬 3,905 個）。這表明儘管新北市的基礎設施供給較多，但實際使用量仍明顯低於臺北市。

表 1 臺北市與新北市每日層級各項變數敘述統計表

城市	變數	樣本數	平均值	中位數	標準差	最小值	最大值
臺北	Ride Counts (unit in thousands)	544	165.8	162.6	47.8	31.2	270.7
	#Bikes (unit in thousands)	544	18.4	19.4	2.7	15.0	22.3
	#Docks (unit in thousands)	544	33.9	34.0	3.3	29.6	39.5
	#Workers	544	281.6	281.0	24.0	232.0	321.0
	#Trucks	544	40.6	42.0	3.5	36.0	46.0
	Bike Availability Rate (%)	544	90.6	91.0	3.8	81.0	99.0
	Dock Availability Rate (%)	544	97.4	98.0	6.0	0.0	99.0
新北	Ride Counts (unit in thousands)	544	83.4	87.5	15.6	19.2	112.2
	#Bikes (unit in thousands)	544	27.2	27.7	3.8	21.4	32.4
	#Docks (unit in thousands)	544	40.4	40.4	0.8	39.0	42.2
	#Workers	544	285.8	309.0	40.0	193.0	322.0
	#Trucks	544	38.9	39.0	0.8	38.0	40.0
	Bike Availability Rate (%)	544	91.5	92.1	3.6	82.5	100.0
	Dock Availability Rate (%)	544	99.4	99.4	0.2	98.8	100.0

YouBike 系統的運作中，影響租借次數可能因素有那些呢？首先，「天氣」被廣泛認為是主要因素之一，根據氣象學的研究，晴天時人們的外出活動意願顯著提高，騎乘自行車的比例亦會上升，相反，在雨天、炎熱大太陽底下或寒冷的氣候中，自行車的使用次數會大幅減少，這是因為不良的天氣會影響騎乘的舒適度和安全性，從而降低使用頻率；其次，特殊活動，如：因應節慶或跨年的大型活動、假日活動等，亦可能影響 YouBike 使用。本研究係將臺北市當做實驗組，新北市當作控制組，使用差異中的差異法方式估計，並將時間固定效果(time fixed effects)，也

就是說，已考慮天氣、特殊節日或活動、周間、周末等，臺北市與新北市隨時間演變皆可能遇到的情境等因素。

本研究假設除了前 30 分鐘免費政策外，可能還有受其它變數影響，如：車輛數(#Bikes)：當系統中車輛數充足時，使用者的可選擇性增強，能夠更方便地找到可供出租的自行車，使用意願必然上升，從而提升整體的使用率。車柱數(#Docks)：車柱數量較多，使用者在取還車時的靈活度亦隨之提升，反之，若車柱數量不足，會造成使用者的使用體驗下降，從而影響到實際的租借次數甚至使用意願。調度人力(#Workers)及調度車輛(#Trucks)：YouBike 為最後一哩及轉乘接駁大眾運輸重要一環，在上學、通勤交通具有很強的方向性的點位，如：大型轉乘點或捷運站，有上午尖峰同時大量借車、下午尖峰大量還車現象點位，無法藉由群體使用者的借、還車達到營運平衡狀態時，這時候車輛調度就非常重要，提升調度人力及調度貨車的靈活度，可增加自行車的周轉率。若能夠結合現有的需求資料和即時的使用趨勢，進行智慧的排程，將會大大提高系統的執行效率，並吸引更多的使用者參與。

綜上所述，假設控制變數：車輛數、車柱數、調度人力、調度車輛，對依變數：租借次數，推估有正向影響關係存在。前述同樣的假設情境，控制變數：車輛數、車柱數、調度人力、調度車輛，對依變數：見車率及見位率，推估亦有正向影響關係存在。消費者需要的是有車可以借、有停車柱可以還車，前述控制變數將直接影響其使用(或無法使用)的體驗。本研究雖已控制了時間和城市固定效果，但不能排除兩市民眾可能有不一樣且隨時間變動的觀念或習慣，對租借次數產生影響，此部分則是本研究無法探究之處。

二、站點營運資料敘述統計

本研究首先使用臺北市與新北市於 2023 年 7 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日的使用者 YouBike 票證資料，分析每站每小時租借次數。

圖 9 展示了臺北市與新北市在 2023 年 7 月至 2024 年 12 月期間的平均每站每小時租借次數趨勢，紅色虛線標記了 2024 年 2 月 28 日政策實施點。從時間序列來看，政策實施前，臺北市與新北市的站點小時平均租借次數，大致呈現平行趨勢；政策實施後，臺北市的租借次數明顯上升，從政策前的約 4.5 次增加到約 6-7 次，增幅約 33-55%；而新北市則維持在原有水平，未見明顯變化。此趨勢分析初

步確認了政策對臺北市 YouBike 使用量的顯著正面影響，且這種影響在政策實施後迅速顯現並持續穩定。

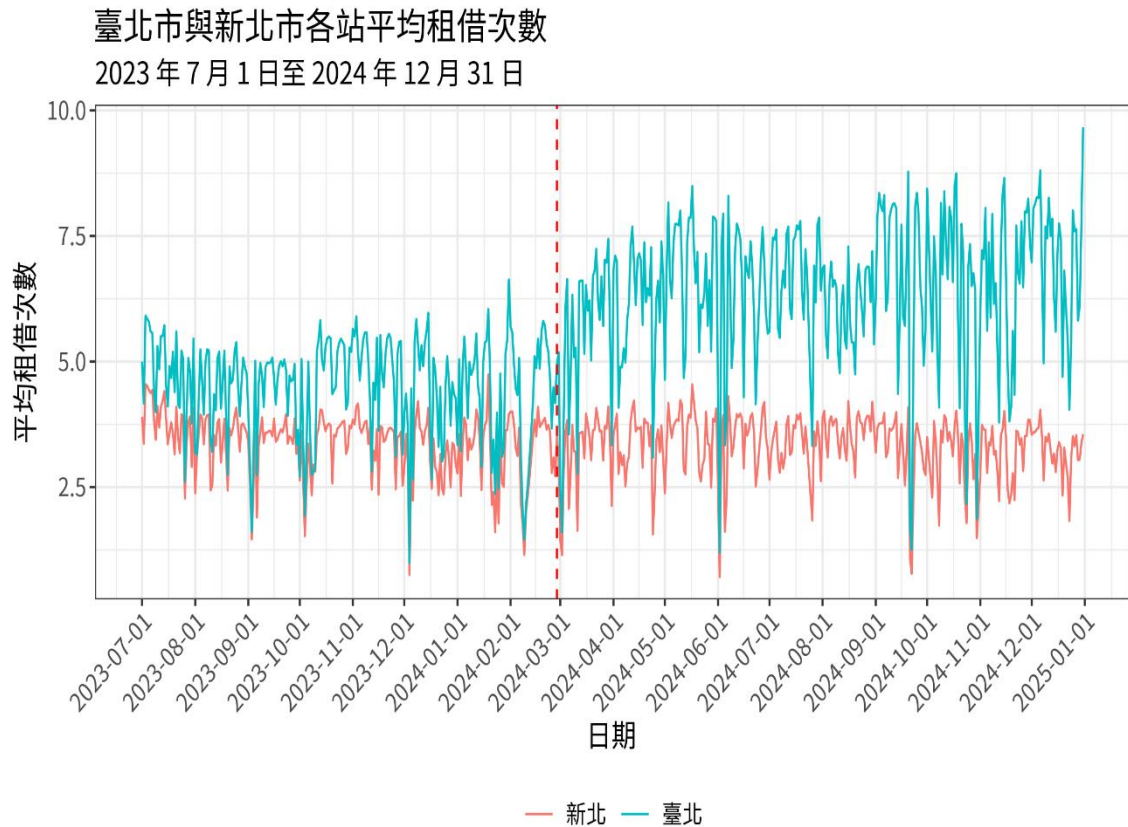


圖 9 免費政策實施前後各租借站點每小時平均租借次數

圖 10 為兩地區在政策實施前的平均每站各個時段的租借次數。臺北市與新北市的使用曲線均呈現典型的雙峰結構，反映了城市交通的通勤特徵。然而，兩地區在使用量水平與時間分布上存在明顯差異。臺北市的整體使用量顯著高於新北市，特別是在早晨 8 點及傍晚 17-18 點的尖峰時段。臺北市在早晨 8 點形成第一個使用高峰(約 6 次/站/小時)，接著逐漸降低使用，在中午 12 點出現微幅提升使用，而後於傍晚 17-18 點達到全日最高使用量(約 7.7 次/站/小時)。相較之下，新北市的早晨高峰僅約 4.7 次/站/小時，傍晚高峰也僅約 6.1 次/站/小時。

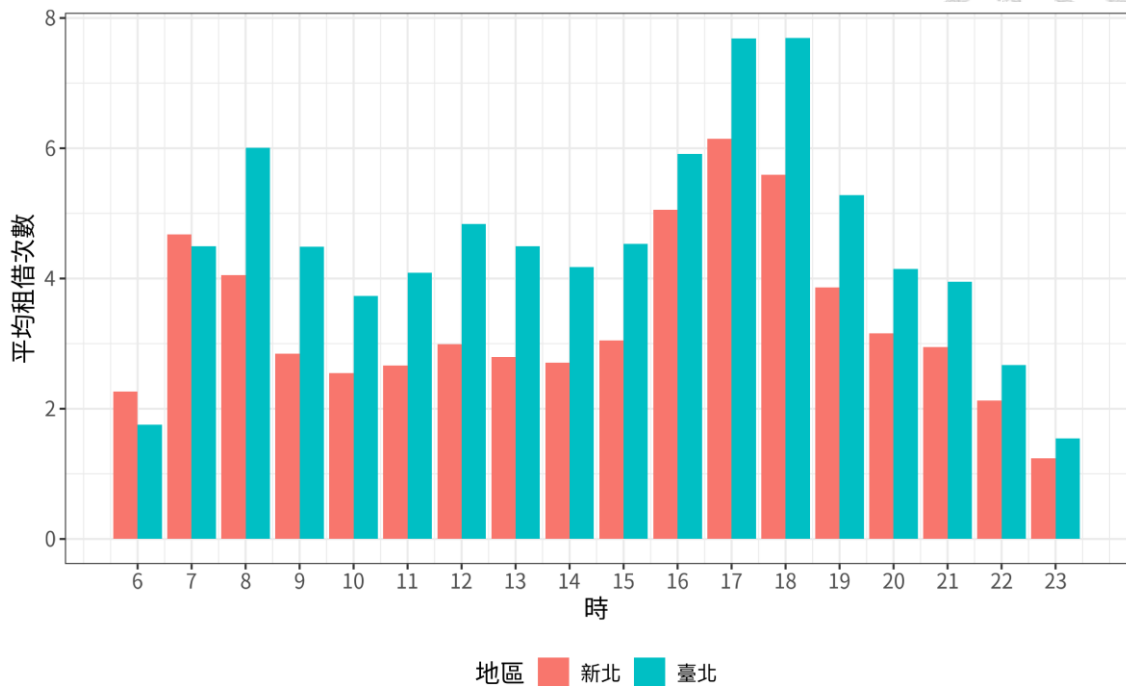


圖 10 兩地區在政策實施前的平均每站各個時段的租借次數

以臺北市、新北市，民眾於 YouBike 站點借車，使用的票證資料，分析前 30 分鐘免費政策的異質效果。在租借站點差異的異質效果部分，傳統上，郊區居民因交通替代選項有限且對價格較為敏感，預期將 YouBike 作為主要通勤工具的反應較大，政策效果也相對顯著。然而，亦有可能在都市核心區域呈現更強烈的政策反應。都市區域，特別是捷運站周邊，由於站點密集、人流高度集中且接駁需求強烈，YouBike 可作為「最後一哩路」的重要補充。這類地點通常為交通樞紐，乘客需在此轉乘或步行至最終目的地；另一方面，捷運與 YouBike 間有雙向轉乘優惠的租借次數約佔了 23%，這類群體原本即享有 YouBike 前 30 分鐘免費，也就是說，可能就不會再受免費政策影響，值得進一步探討之。另外，大學和中學高校周邊，學生族群的旅次需求常常是多變且頻繁的。所以，在這些情境中，即便使用者對價格彈性較低，但其對時間與便利性的重視，使得免費政策能夠顯著誘導原本依賴步行、公車或短程計程車的族群轉向使用 YouBike。故此，本研究將以捷運站及學校附近 YouBike 租借站作為觀察地點，進一步區分大學或中學高校；另臺灣大學是大學的特殊場域案例，因臺大公館校區校園內即有 59 個 YouBike 租借站，其它大學校園內極少設站點且多於校門出入口附近設站點，所以，因臺大站點的場域特殊性及站

點數多的特性，在大學部分，將更進一步區分為臺大及非臺大之其它大學周遭站點的差異化效果。藉由探討政策在不同交通節點/人潮聚集點下的異質效果，期能更全面揭示地區使用行為與政策成效之間的關聯性。

在時段差異的異質效果部分，尖峰與離峰時段可能呈現出不同的使用動機與行為特性。早上尖峰時段以通勤為主，使用者時間壓力大，交通選擇多以效率為優先；下午尖峰則相對具行程彈性，除通勤外亦可能包含購物、休閒等複合性移動行為。離峰時段，如上午 10 點至下午 2 點間，使用者多為時間彈性較高的族群，可能受免費政策吸引而增加非必要或休閒型騎乘。此外，中午午休時段亦不容忽視，特別是在辦公或商業區，短距離的外出用餐與辦事需求頻繁，若可在 30 分鐘內完成，政策可能促使 YouBike 成為替代步行的選項之一。不同時段下的使用情境與時間價值差異，可能影響免費政策的誘發效果，呈現多元的異質反應。

第五章 實證分析



臺北市與新北市相鄰交通密切，運輸環境相似，新北市同時期無免費政策，形成一個自然實驗場域。本研究以臺北市和新北市的 YouBike 使用者及租借站點為對象，系統性評估 YouBike 前 30 分鐘免費政策之實施效果。在城市營運資料方面，營運廠商端 YouBike 每日營運資料分析政策對租借次數、見車率及見位率之影響；研究變數有自變數：前 30 分鐘免費政策；依變數： $\ln(\text{RideCounts})$ 、Bike Availability Rate、Dock Availability Rate；控制變數： $\#Bikes$ 、 $\#Docks$ 、 $\#Workers$ 、 $\#Trucks$ 。並運用民眾實際票證租借 YouBike 的日期-小時-站點層級營運資料，觀察政策是否有效刺激使用需求，提升整體租借次數，並結合異質性分析探討不同租借站點、時段對政策的反應差異。

本研究採用差異中的差異法來評估 YouBike 前 30 分鐘免費政策的影響。理論基礎參考自 Ashenfelter et al. (2013) 對製造商合併價格效應的案例研究，以及 Angrist and Pischke (2008) 關於固定效果與追蹤資料(panel data)分析的經典研究，詳細推導見附錄二。本研究將臺北市設定為實驗組，新北市為控制組，藉由比較政策實施前後兩地區的差異，估計前 30 分鐘免費政策效果。

5.1 城市營運資料分析

本研究以「城市-日期」層級資料，發展出迴歸模型如方程式(1)所示。

$$y_{it} = \beta_1 \text{Taipei}_i + \beta_2 \text{Taipei}_i \times \text{Post}_t + X'_{it} \gamma + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中， y_{it} 為城市 i 在日期 t 的結果變數，包括對數使用量、見車率與見位率（介於 0 到 1 之間）； Taipei_i 為北市虛擬變數，若樣本是臺北則為 1，若新北則為 0； Post_t 是政策實施後期的虛擬變數，若樣本屬於政策實施後期則為 1，反之則為 0； $\text{Taipei}_i \times \text{Post}_t$ 則是兩虛擬變數的交乘項，而 β_2 是我們所關心的政策效果； X_{it} 是控制變數向量，包括 YouBike 數量 $\#Bikes_{it}$ 、車柱數量 $\#Docks_{it}$ 、調度人力 $\#Workers_{it}$ （以 100 人為單位）與調度車輛數 $\#Trucks_{it}$ ， γ 是控制變

數的係數，而 λ_t 則是日期固定效果；本模型方程式(1)採用了 Jackknife standard errors。依變數為對數租借次數。表 2 免費政策效果：城市層級租借數，呈現了以對數租借次數為依變數的多元迴歸與固定效果模型估計結果。當模型的依變數是取對數的租借次數 $\ln(\text{RideCounts})$ 時，迴歸係數所代表的是「 $\ln(\text{RideCounts})$ 的改變量」。也就是說， β 代表的是 $\ln(\text{RideCounts})$ 的增減量，而非租借次數本身的增減量；在 β 足夠小的時候， $e^\beta - 1 \approx \beta$ 。由於依變數是對數值，係數可以近似解釋為百分比變化。本研究設計了三種模型估計整體政策效果，為方便詮釋結果，以下將直接呈現據 $e^\beta - 1$ 公式計算的政策效果。

模型(1)包含基本虛擬變數及交乘項，結果顯示 $Taipei_i$ 係數為 0.500，表明政策實施前，臺北市的租借次數比新北市高 50 個百分點；關鍵的 $Taipei_i \times Post_t$ 交乘項係數為 0.290，在統計上顯著，表明政策實施後，臺北市的租借次數額外增加約 33.64%⁷，提供了政策有效性的初步證據。

模型(2)控制了供給面因素：車輛數(#Bikes)與車柱數(#Docks)，整體政策效果係數降至 0.168，租借次數額外增加約 18.29%⁸，但仍顯著為正。模型(3)進一步納入調度資源：調度人力(Workers)與調度車輛數(#Trucks)，整體政策效果係數維持在 0.152，租借次數額外增加約 16.42%⁹，仍顯著為正。模型(2)和模型(3)依標準誤可知區間估計有重疊情形，顯示估計值很接近。

綜合三個模型， $Taipei_i \times Post_t$ 交乘項係數均顯著為正，整體效果在 0.152 至 0.290 之間。沿用相同方法估計免費政策效果：城市層級見車率及見位率(詳見附錄三)，平均而言，初步表明政策效果在統計上是顯著的提升了臺北市的見車率及降低了臺北市的見位率，惟平均而言，因政策實施前，臺北市已有很高的見車率(約 90%)及見位率(約 98%)，所以，結果顯示對應民眾實際體驗差異不大。

⁷ $\beta=0.290$ ， $e^\beta - 1 = 33.64\%$

⁸ $\beta=0.168$ ， $e^\beta - 1 = 18.29\%$

⁹ $\beta=0.152$ ， $e^\beta - 1 = 16.42\%$

表 2 免費政策效果：城市層級租借數

Dependent Variable: ln(RideCounts)			
	(1)	(2)	(3)
Taipei	0.500*** (0.008)	0.699*** (0.028)	0.722*** (0.034)
Taipei × Post	0.290*** (0.012)	0.168*** (0.019)	0.152*** (0.029)
#Bikes		0.000 (0.003)	-0.002 (0.003)
#Docks		0.020*** (0.004)	0.025*** (0.005)
#Workers			-0.032* (0.017)
#Trucks			-0.001 (0.007)
Date FE	Yes	Yes	Yes
R-Squared	0.987	0.989	0.989
Num. Obs.	1,088	1,088	1,088

Notes: The level of observation is City-date. Jackknife standard errors in parentheses.

* p < 0.1, ** p < 0.05, *** p < 0.01.

為呈現政策效果在各月度的變化，我們在表2模型(3)基礎上，將樣本依照月度分成10個子樣本（從Mar2024至Dec2024），並針對各子樣本分別估計，如圖11所示，呈現了各月度的政策效果估計值及其95%信賴區間。我們並採用事件研究法（event study）檢驗YouBike前30分鐘免費政策對租借需求的影響，估計模型如方程式(2)式所示。

$$\ln(RideCount_{it}) = \alpha_i + \lambda_t + \sum_{j=-8}^{-2} \beta_j 1\{t=j\} \times Taipei_i + \sum_{j=0}^9 \beta_j 1\{t=j\} \times Taipei_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

依變數為日租借次數的對數值， α_i 為城市固定效果，控制各城市間不隨時間變動的異質性特徵； λ_t 為日期固定效果，控制兩市共同面臨的時間趨勢。關鍵解釋變數為一系列事件時間虛擬變數的交互項，其中 j 代表相對於政策實施時點的月份差距， $j = 0$ 對應政策實施後的第一個月，2024 年 3 月， β_j 係數衡量相對於參考期間（政策實施前一個月， $j = -1$ ）各時期的政策效應大小。事件前期間涵蓋 $j = -8$ 至 $j = -2$ （2023 年 7 月至 2024 年 1 月），而事件後期間涵蓋 $j = 0$ 至 $j = 9$ （2024 年 3 月至 12 月）。此模型設置容許更靈活的事件前期間的異質性效果，如此並可以讓我們窺見平行趨勢假設是否有可能違反。估計結果顯示 YouBike 前 30 分鐘免費政策對租借需求產生顯著且持續的正向效應。在政策實施前期間（ $j = -8$ 至 $j = -2$ ），所有係數均接近零且統計上不顯著，這支持了臺北市（實驗組）與新北市（對照組）在政策實施前具有相似趨勢，而也間接展示平行趨勢假設較有可能成立。在政策實施當月（ $j = 0$ ），臺北市出現約 15% 的需求成長，此正向效果在後續期間持續存在，在政策實施後的多數月份中維持約 15%-25% 的增長幅度，表明免費政策成功提升了 YouBike 的使用需求，效應的持續性反映政策不僅產生短期刺激，更可能改變民眾的交通行為模式，建立長期的騎行習慣。

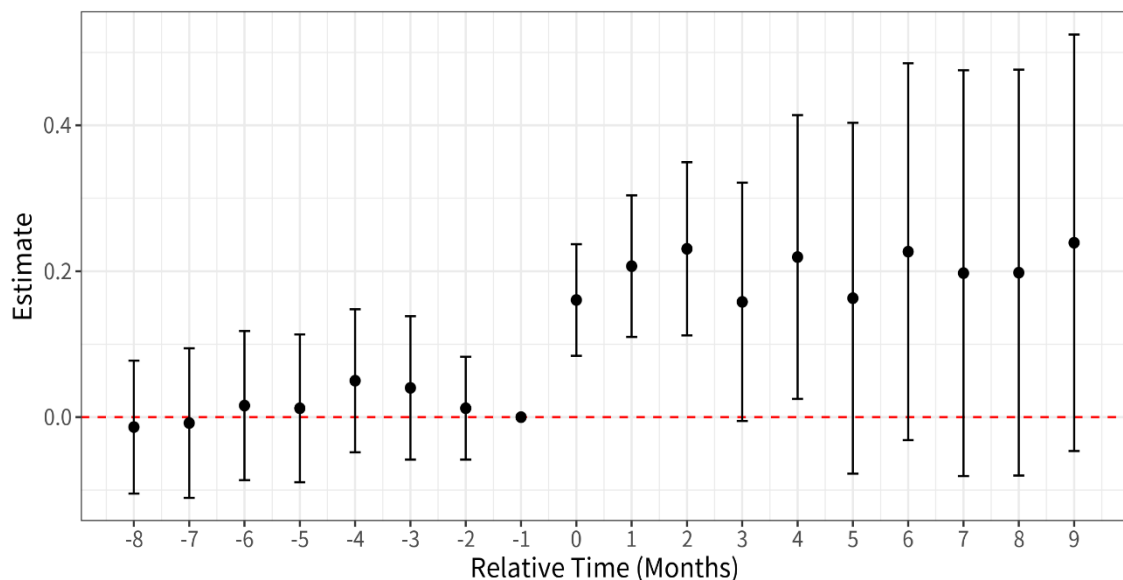


圖 11 表 2 之模型(3)細分各月度政策效果估計值及 95%信賴區間

圖 11 發現，信賴區間隨時間擴大，也就是離政策時間愈久遠，政策效果變異愈大。沿用相同方法估計表 2 模型（1）細分各月度政策效果的變化，則呈現無信

賴區間擴大情形，且統計上顯著，如圖 13；但加入控制變數(#Bikes、#Docks)後模型 (2)，及加入控制變數(#Workers、#Trucks)後模型 (3)，各月度政策效果的變化，分別如圖 14 及圖 11，其信賴區間則一致性隨時間擴大，詳見附錄四。信賴區間隨時間擴大可能原因是受控制變數影響所致，控制變數造成標準誤變大，可能係臺北的車輛數及車柱數在政策後隨時間增加（同時租借次數也與日俱增），造成不完全多重共線性(imperfect multicollinearity)，所以離政策愈遠的效果，估計愈不精確。也可能在於政策剛剛實施時，消費者往往躍躍欲試，大部分站點的使用量普遍提升，過了嚐鮮期，有些站點歸於平淡，有些站點持續升溫，造成平均效果跟嚐鮮期差不多，但變異增大許多情形。此部分是本研究無法探究之處。

5.2 站點營運資料分析

本研究以「日期-小時-站點」層級資料，使用以下的固定效果迴歸模型，估計政策對於租借次數的影響。

$$\ln(1 + RideCount_{it}) = \alpha_1 Taipei_i \times Post_t + \lambda_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中，下標 i 與 t 分別代表站點與時間（日期小時）。 $RideCount_{it}$ 為租借次數，因為站點可能在一天的某一小時內沒有租借紀錄，而對數函數在 0 沒有定義，故我們採用 $\ln(1 + RideCount_{it})$ 站點 i 在日期小時 t 的 YouBike 租借次數，為依變數，處理零值問題，並使迴歸係數保有類似百分比的解釋。 $Taipei_i$ 為北市站點的虛擬變數， $Post_t$ 為政策實施後期的時間虛擬變數， λ_i 代表站點固定效果， δ_t 代表時間固定效果， ε_{it} 為誤差項。係數 α_1 即為我們關注的政策效果估計值，代表政策所導致的站點層級在每小時的租借次數百分比率變化。在此之上，為了探索異質性效果，我們也適配加入 $Taipei_i \times Post_t$ 與站點是否鄰近捷運站的虛擬變數 MRT_i 的交乘項和 $Taipei_i \times Post_t$ 與站點是否鄰近學校的虛擬變數 $School_i$ 的交乘項。此外，我們更進一步區分大學與中學的差異化效果。因靠近捷運站或學校的 YouBike 站點，會以該捷運站及學校名稱命名之，所以，前述 MRT_i 及 $School_i$ ，係指 YouBike 站名。另臺灣大學是大學的特殊場域案例，以臺大公館校區為例，校園內即有 59 個 YouBike 租借站，其它大學校園內極少設站點且多於校門出入口附

近設站點，所以，因臺大站點的場域特殊性及站點數多的特性，在大學部分，將更進一步區分為臺大(公館校區)及非臺大之其它大學周遭站點的差異化效果。

表 3 免費政策效果：站點層級租借數，呈現了一系列多元迴歸與固定效果模型的估計結果，依變數為 $\ln(1 + RideCount_{it})$ ，主要探討 YouBike 前 30 分鐘免費政策在不同類型站點間的異質性效應；資料層級為日期-小時-站點。此表格包含五個模型規格，逐步深入分析政策對不同地理特性站點的差異化影響。所有模型都控制了時間固定效果和站點固定效果，以消除時間趨勢和站點特性的干擾，並計算以站點為單位，計算聚類穩健標準誤 (Station-clustered standard errors)。

模型(1)是最基本的設定，僅包含 Taipei×Post 交乘項，用於捕捉政策的整體平均效應。結果顯示，該交乘項係數為 0.277，在 1% 水平上顯著，這表明政策實施後，相較於新北市的站點，臺北市的 YouBike 站點平均每小時約增加 28% 的租借。這一結果初步證實了前 30 分鐘免費政策在促進 YouBike 使用方面的有效性，呼應了前述表 2 對數租借次數分析的結論。

模型(2)進一步探討了政策對靠近捷運站點的額外影響。在此模型中，Taipei×Post 係數些略增加至 0.279，在 1% 水平上顯著，表明政策實施後 YouBike 站點平均每小時約增加 28% 的租借，而新增的 Taipei Post × MRT 交乘項係數為 -0.014，統計上不顯著。這一結果顯示免費政策對靠近捷運站的站點相較於臺北其它站點每小時約略減少 1.4 個百分點，也就是平均每小時約增加 26.5% 的租借。推估係因捷運與 YouBike 間已存在雙向轉乘優惠(即 YouBike 前 30 分鐘免費)所致，該租借次數約占總租借次數 23%，也就是說，再增加免費政策的效果部分被抵銷了。

模型(3)轉向分析政策對靠近學校站點的影響。在此模型中，Taipei×Post 係數為 0.269，而 Taipei Post × School 係數為 0.074，均在 1% 水平上顯著。這表明靠近學校的站點在政策實施後有額外 7.4 個百分點的租借增長，可能反映了學生群體對價格優惠的較高敏感性。學生通常預算有限，對價格變化較為敏感，當短途騎乘變得免費時，他們可能更傾向於增加使用頻率。此外，學校周邊通常有較為活躍的年輕人群體，他們可能對共享單車等新型出行方式有更高的接受度。這一發現為共享單車運營商針對特定人群設計差異化策略提供了依據。

模型(4)進一步細分了不同類型學校的政策效應差異。結果顯示，靠近大學的站點受益最為顯著，係數為 0.113，1% 水平上顯著，顯示免費政策對大學附近站點比其它臺北站點每小時額外增加約 11.3 個百分點，也就是平均每小時約增加 38.2% 的租借，而靠近中學的站點係數為-0.011，統計上不顯著。這一顯著對比反映了不同教育階段學生在出行行為和經濟決策上的根本差異。大學生通常擁有更靈活的時間安排、多樣化的活動和社交需求，因此對於便捷且免費的短程交通工具具有較高需求。相比之下，中學生的行程更為規律且受限，且年齡和經濟獨立性較低，這可能限制了他們對共享單車的使用。

表 3 免費政策效果：站點層級租借數

	Dependent Variable: $\ln(1 + \text{Ride Counts})$				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Taipei $\times$ Post	0.277*** (0.005)	0.279*** (0.005)	0.269*** (0.005)	0.269*** (0.005)	0.269*** (0.005)
Taipei $\times$ Post $\times$ MRT		-0.014 (0.008)			
Taipei $\times$ Post $\times$ School			0.074*** (0.012)		
Taipei $\times$ Post $\times$ High School				-0.011 (0.020)	-0.011 (0.020)
Taipei $\times$ Post $\times$ College				0.113*** (0.013)	
Taipei $\times$ Post $\times$ NTU					0.019 (0.025)
Taipei $\times$ Post $\times$ Other Colleges					0.104*** (0.018)
Date-Hour FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Station FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
R-Squared	0.593	0.593	0.593	0.593	0.593
Num. Obs.	18,408,960	18,408,960	18,408,960	18,408,960	18,408,960

Notes: The level of observation is Station-date-hour. Station-clustered standard errors in parentheses. * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

模型(5)進一步將大學再細分為臺大與非臺大的其它大學，探討其政策效應差異。結果顯示，非臺大的其它大學站點政策效果係數為 0.104，1% 水平上顯著，臺大站點政策效果係數為 0.019，統計上不顯著，顯示免費政策對臺大站點的效果僅與臺北其它站點相同，主要原因為：臺大公館校區校園內 YouBike 調度模式為將自行車運至校外的捷運站，校園內的 YouBike 則多為學生由校外騎乘進校內，導致純校內移動可能無法被及時滿足，此部分仍有待加強貨車調度自行車以改善供需之平衡。

表 3 的結果支持前 30 分鐘免費政策對提升 YouBike 使用率的積極作用，同時揭示了這一影響在不同類型站點間的顯著異質性。特別是靠近大學的站點從政策中獲益最多。與表 2 政策整體效果在 0.152 至 0.290 之間相較，表 3 政策整體效果在 0.269 至 0.279 之間，兩者分別從城市日層級營運資料，及日期-小時-站點層級營運資料，估計結果有一致性。表 3 控制了 Date-Hour 固定效果，我們再以另一種控制方法，分別控制 Date 及 Hour 固定效果，結果並無改變，詳見附錄五。

為探究政策效果在一日內不同時段的可能變化，我們將樣本依照小時區間分成 18 個子樣本（從早上 6 點至晚上 23 點），並針對各子樣本分別估計表 3 基礎模型 (1)，如圖 12 所示，呈現了各時段的政策效果估計值及其 95%信賴區間。圖 12 呈現了政策效果在一日內各時段(6:00-23:00)的分布情況，揭示了顯著的時間異質性。首先，各時段估計值的 95%信賴區間均不含零，表明政策在一日所有時段均產生了統計上顯著的正面影響。其次，除了清晨(6 點)和深夜(22-23 點)的政策效果相對較弱，係數約 0.15-0.225，可能反映了這些時段的基本需求相對較低，對價格優惠的響應較不敏感。其餘時段，係數皆在 0.25 之上，即政策效果平均每小時各站點皆增加 25%以上租借，其中，下午尖峰延續到晚間時段(16-20 點)政策效果略高於上午(7-8 點)尖峰時段，主要因傍晚尖峰後行程，通勤者不若早上尖峰交通選擇多以效率為優先，尚可能包含購物、社交、休閒等複合式行程，需求彈性相對強。至 11-12 點是全日政策效果最高時段，達到增加 33%租借，可能使用者多為時間彈性較高的族群，受免費政策吸引而增加非必要或休閒型騎乘，也就是免費政策增加民眾想用的需求。

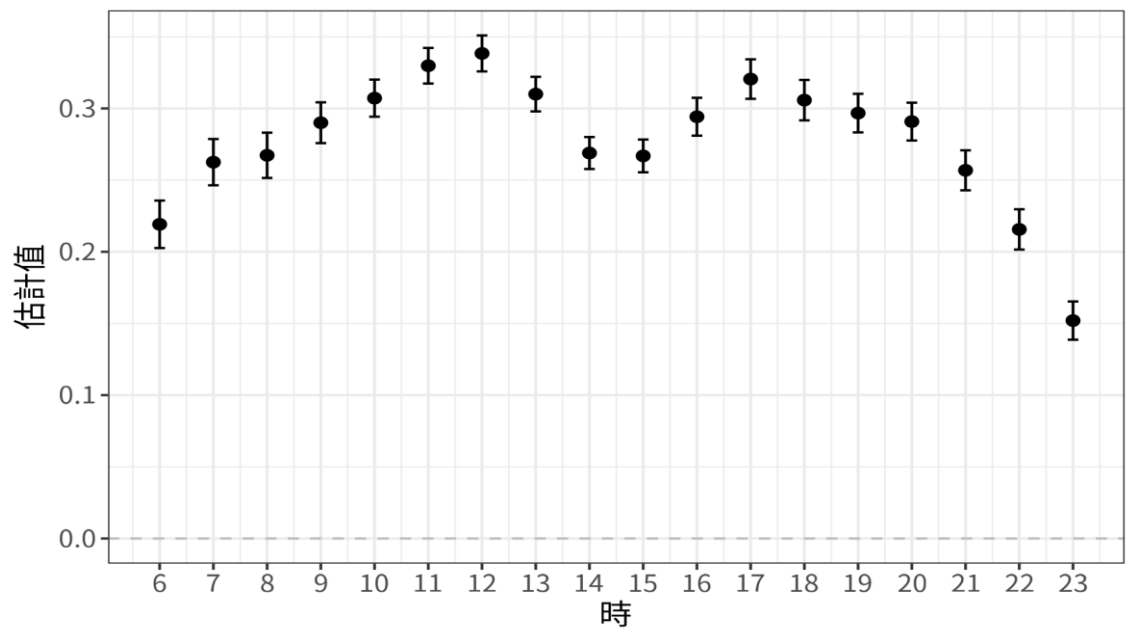


圖 12 各時段的政策效果估計值及其 95%信賴區間

第六章 結論與建議



臺北市於 2024 年 2 月 28 日實施 YouBike 前 30 分鐘免費政策，本研究分別以城市與站點層級的營運資料，通過差異中的差異法，評估免費政策的影響。研究發現，臺北市 YouBike 實施前 30 分鐘免費政策使租借次數增加約 17%；另一方面，免費政策在租借站點、時段有顯著的異質性，政策實施後，臺北市的 YouBike 站點平均每小時約增加 28% 的租借，捷運站約略減少 1.4 個百分點，也就是說平均每小時約增加 26.5% 的租借，主要係捷運與 YouBike 轉乘優惠，局部抵銷了免費政策的效果；大學站點額外約增加 11.3 個百分點；也就是說平均每小時約增加 38.2% 的租借；中學則統計上不顯著，反映不同教育階段學生在旅次行為和經濟決策上的差異；11-12 時是全日政策效果最高時段，平均每小時各站點增加 33% 租借，可能使用者多為時間彈性較高的族群，受免費政策吸引而增加非必要或休閒型騎乘。臺北市在投入「低票價」眾多資源下，再實施 YouBike 前 30 分鐘免費政策效果顯著，進一步加速朝向 2030 年綠運輸 70% 的政策目標。

公共運輸免費政策具有多重政策意涵，不僅可促進交通平權與減少個人旅次成本，善加發揮其正面外部效益，有助於城市永續發展與提升整體生活品質。免費政策應用面廣而且可以精準細緻執行。例如，特定時段：捷運跨年疏散，鼓勵乘客分流；清明掃墓期間，臺北市在墓區周邊道路實施交通管制禁止私人汽機車進入管制範圍，同時闢駛免費掃墓公車疏運人潮。特定地點：電動車免費停車，提高油轉電誘因，例如：溫哥華、夏威夷等城市選定特定區域實施。特定對象：臺北市提供設籍年滿 65 歲以上長者，每人每月提供 480 點（1 點=1 元），在額度內免費搭乘公車、捷運，鼓勵長者多出門與社會連結。推行免費政策雖然有好處，但仍須同步建立完善配套機制，確保政策的財務穩定和最大化社會福利。本研究只考慮使用量的效益層面，無考慮財務及資源排擠問題，此課題可為未來研究方向。

參考文獻



- Ashenfelter, O. C., Hosken, D. S., & Weinberg, M. C. (2013). The price effects of a large merger of manufacturers: A case study of Maytag-Whirlpool. *American Economic Journal: Economic Policy*, 5(1), 239–261.
- Angrist, J. D., & Pischke, J.-S. (2008). Parallel worlds: Fixed effects, differences-in-differences, and panel data. In *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion* (pp. 221-247). Princeton University Press.
- Ariely, D., Loewenstein, G., & Prelec, D. (2006). Tom Sawyer and the construction of value. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 60(1), 1-10.
- Ahillen, M., Mateo-Babiano, D., & Corcoran, J. (2016). Dynamics of bike sharing in Washington, DC and Brisbane, Australia: Implications for policy and planning. *International Journal of Sustainable Transportation*, 10, 441-454.
- Chung, C.-L., & Huang, C.-L. (2022). Impacts of imposing a start fee on the bikesharing program: Empirical evidence of Taipei YouBike. *Journal of Applied Science and Engineering*, 26(11), 1563-1571.
- Fearnley, N. (2013). Free fares policies: Impact on public transport mode share and other transport policy goals. *International Journal of Transportation*, 1(1), 75-90.
- Guzman, L. A., & Hessel, P. (2022). The effects of public transport subsidies for lower-income users on public transport use: A quasi-experimental study. *Transport Policy*, 126, 215–224.
- Hamilton, T. L., & Wichman, C. J. (2018). Bicycle infrastructure and traffic congestion: Evidence from DC's Capital Bikeshare. *Journal of Environmental Economics and Management*, 87, 72-93.
- He, P., Zheng, F., Belavina, E., & Girotra, K. (2021). Customer preference and station network in the London bike-share system. *Management Science*, 67(3), 1392-1412.
- Kabra, A., Belavina, E., & Girotra, K. (2020). Bike-share systems: Accessibility and availability. *Management Science*, 66(9), 3803-3824.
- Lachapelle, U., Manaugh, K., & Hamelin-Pratte, S. (2022). Providing discounted transit passes to younger university students: Are there effects on public transit, car and active transportation trips to university? *Case Studies on Transport Policy*, 10, 811–820.
- Liu, Y., Wang, S., & Xie, B. (2019). Evaluating the effects of public transport fare policy change together with built and non-built environment features on ridership: The case in South East Queensland, Australia. *Transport Policy*, 76, 78–89.
- Paulley, N., Wardman, M., Dunn, J. B., & S. (2006). The demand for public transport: The effects of fares, quality of service, income and car ownership. *Transport Policy*, 13, 295–306.
- Shampanier, K., Mazar, N., & Ariely, D. (2007). Zero as a special price: The true value of free products. *Marketing Science*, 26(6), 742-757.
- Weschke, J. (2024). Will temporarily free bike sharing change transport behavior forever? Evidence from a free rides' promotion on trip demand. *Transportation*. <https://doi.org/10.1007/s11116-024-10537-x>

附錄一



臺北市政府以臺北市全市各站點的營運狀況建立每小時平均見車率、見位率為基礎，再以群集分析法(Cluster Analysis)制訂出六個公共自行車服務水準等級，建立 YouBike 的服務水準指標，見車率服務水準指標如表 4，見位率服務水準指標如表 5，以做為對 YouBike 提供服務的監控管理。

表4 見車率服務水準指標

	不分群	1-15柱	16-25柱	26-40柱	40柱以上
A	見車率 ≥ 0.93	見車率 ≥ 0.93	見車率 ≥ 0.92	見車率 ≥ 0.95	見車率 ≥ 0.93
B	$0.87 \leq \text{見車率} < 0.93$	$0.83 \leq \text{見車率} < 0.93$	$0.82 \leq \text{見車率} < 0.92$	$0.85 \leq \text{見車率} < 0.95$	$0.87 \leq \text{見車率} < 0.93$
C	$0.78 \leq \text{見車率} < 0.87$	$0.72 \leq \text{見車率} < 0.83$	$0.73 \leq \text{見車率} < 0.82$	$0.75 \leq \text{見車率} < 0.85$	$0.80 \leq \text{見車率} < 0.87$
D	$0.68 \leq \text{見車率} < 0.78$	$0.63 \leq \text{見車率} < 0.72$	$0.67 \leq \text{見車率} < 0.73$	$0.67 \leq \text{見車率} < 0.75$	$0.72 \leq \text{見車率} < 0.80$
E	$0.58 \leq \text{見車率} < 0.68$	$0.55 \leq \text{見車率} < 0.63$	$0.57 \leq \text{見車率} < 0.67$	$0.60 \leq \text{見車率} < 0.67$	$0.65 \leq \text{見車率} < 0.72$
F	見車率 < 0.58	見車率 < 0.55	見車率 < 0.57	見車率 < 0.60	見車率 < 0.65

表5 見位率服務水準指標

	不分群	1-15柱	16-25柱	26-40柱	40柱以上
A	見位率 ≥ 0.98	見位率 ≥ 0.95	見位率 ≥ 0.98	見位率 ≥ 0.98	見位率 ≥ 0.98
B	$0.93 \leq \text{見位率} < 0.98$	$0.90 \leq \text{見位率} < 0.95$	$0.93 \leq \text{見位率} < 0.98$	$0.95 \leq \text{見位率} < 0.98$	$0.97 \leq \text{見位率} < 0.98$
C	$0.90 \leq \text{見位率} < 0.93$	$0.85 \leq \text{見位率} < 0.90$	$0.90 \leq \text{見位率} < 0.93$	$0.90 \leq \text{見位率} < 0.95$	$0.95 \leq \text{見位率} < 0.97$
D	$0.87 \leq \text{見位率} < 0.90$	$0.80 \leq \text{見位率} < 0.85$	$0.87 \leq \text{見位率} < 0.90$	$0.85 \leq \text{見位率} < 0.90$	$0.92 \leq \text{見位率} < 0.95$
E	$0.82 \leq \text{見位率} < 0.87$	$0.75 \leq \text{見位率} < 0.80$	$0.82 \leq \text{見位率} < 0.87$	$0.82 \leq \text{見位率} < 0.85$	$0.90 \leq \text{見位率} < 0.92$
F	見位率 < 0.82	見位率 < 0.75	見位率 < 0.82	見位率 < 0.82	見位率 < 0.90

附錄二



差異中的差異法 (Differences-in-differences)

(一)基本設定：兩期模型

假設我們感興趣的某個政策或處理變數(treatment)對於結果變數(outcome)的因果效應(causal effect)。而我們可以觀察到兩個群體($g \in \{0,1\}$) 在兩個時期($t \in \{0,1\}$)的結果，其中 $g = 1$ 代表接受政策的群體，稱為**實驗組**(treated group)， $g = 0$ 代表未接受政策的群體，稱為**控制組**(control group)， $t = 1$ 代表政策實施後的時期， $t = 0$ 代表政策實施前的時期。換言之，我們可以觀察到實驗組與控制組在政策實施前後的結果。

令 Y_{it} 為單位 i 在時期 t 的結果變數， $Post_t$ 為政策實施後的指標變數（即如果 $t = 1$ 則 $Post_t = 1$ ，否則 $Post_t = 0$ ）， G_i 為實驗組的指標變數（即如果 $g = 1$ 則 $G_i = 1$ ，否則 $G_i = 0$ ）。令 $Y_{it}(1)$ 和 $Y_{it}(0)$ 分別為單位 i 在時期 t 的潛在結果，我們的目標是估計政策實施後，實驗組的平均處理效果 (Average Treatment Effect on the Treated, ATT)：

$$\begin{aligned} ATT &= E[Y_{i1}(1) - Y_{i1}(0) | G_i = 1] \\ &= E[Y_{i1}(1) | G_i = 1] - E[Y_{i1}(0) | G_i = 1] \\ &= E[Y_{i1} | G_i = 1] - E[Y_{i1}(0) | G_i = 1] \end{aligned}$$

其中 $E[Y_{i1}(0) | G_i = 1]$ 是一個我們無法直接觀察到的反事實量。

(二)識別假設

為了識別(identify) ATT，我們需要做出以下兩個識別假設(identification assumptions)。

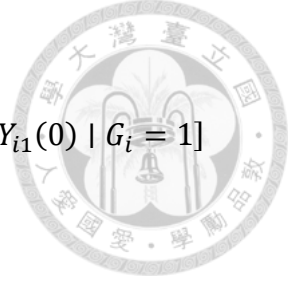
假設 1（無預期效果）：政策實施前，實驗組對政策沒有預期效果：

$$E[Y_{i0}(0) | G_i = 1] = E[Y_{i0}(1) | G_i = 1]$$

假設 2（平行趨勢假設，Parallel Trends Assumption）：實驗組的反事實趨勢與控制組的觀察到的趨勢平均相同：

$$E[Y_{i1}(0) - Y_{i0}(0) | G_i = 1] = E[Y_{i1}(0) - Y_{i0}(0) | G_i = 0]$$

根據以上的識別假設，我們可以把 ATT 寫成：



$$\begin{aligned} \text{ATT} &= E[Y_{i1} | G_i = 1] - E[Y_{i1}(0) | G_i = 1] \\ &= E[Y_{i1} | G_i = 1] - E[Y_{i0} | G_i = 1] + E[Y_{i0} | G_i = 1] - E[Y_{i1}(0) | G_i = 1] \\ &= E[Y_{i1} - Y_{i0} | G_i = 1] - E[Y_{i1}(0) - Y_{i0}(0) | G_i = 1] \\ &= E[Y_{i1} - Y_{i0} | G_i = 1] - E[Y_{i1}(0) - Y_{i0}(0) | G_i = 0] \\ &= E[Y_{i1} - Y_{i0} | G_i = 1] - E[Y_{i1} - Y_{i0} | G_i = 0] \end{aligned}$$

這告訴我們，如果以上的識別假設成立，要估計 ATT，我們只要計算四個期望值：

- $E[Y_{i1} | G_i = 1]$ ：實驗組在政策實施後的平均結果；
- $E[Y_{i0} | G_i = 1]$ ：實驗組在政策實施前的平均結果；
- $E[Y_{i1} | G_i = 0]$ ：控制組在政策實施後的平均結果；
- $E[Y_{i0} | G_i = 0]$ ：控制組在政策實施前的平均結果。

而 ATT 就是這四個期望值的差異。

(三)以線性迴歸執行 DID 估計

許多人會利用線性迴歸模型來執行 DID 估計。這是因為線性迴歸模型方便產生估計值和標準誤。要以線性迴歸模型估計 ATT，我們可以適配以下模型：

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 G_i + \beta_2 Post_t + \beta_3 G_i \times Post_t + \varepsilon_{it}$$

其中 ε_{it} 是誤差項，而我們感興趣的參數是 β_3 ，它是 DID 估計的效果。

附錄三



一、依變數為見車率

表 6 展示了以見車率為依變數的多元迴歸與固定效果模型估計結果。

表 6 免費政策效果:城市層級見車率

	Dependent Variable: Bike Availability Rate		
	(1)	(2)	(3)
Taipei	-0.016*** (0.003)	-0.067*** (0.005)	-0.055*** (0.006)
Taipei $\times$ Post	0.013*** (0.003)	0.036*** (0.004)	-0.009* (0.005)
#Bikes		0.006*** (0.001)	0.003*** (0.001)
#Docks		-0.013*** (0.001)	-0.009*** (0.001)
#Workers			-0.034*** (0.003)
#Trucks			0.007*** (0.001)
Date FE	Yes	Yes	Yes
R-Squared	0.870	0.914	0.955
Num. Obs.	1,088	1,088	1,088

Notes: The level of observation is City-date. Jackknife standard errors in parentheses.

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

模型(1)顯示， $Taipei_i$ 係數為-0.016，表示政策實施前，臺北市的見車率顯著低於新北市； $Taipei_i \times Post_t$ 係數為0.013，顯著為正，初步表明政策提升了臺北市的見車率。

模型(2)控制供給面因素:車輛數(#Bikes)與車柱數(#Docks)，整體政策效果 $Taipei_i \times Post_t$ 係數上升至0.036且顯著為正。

模型(3)進一步納入調度資源:調度人力(#Workers)與調度車輛數(#Trucks)，整體政策效果轉為顯著負值(-0.009)。

平均而言，因政策實施前，臺北市已有很高的見車率(約90%)，所以，結果顯示對應民眾實際體驗差異不大。

二、依變數為見位率

表 7 展示了以見位率為依變數的多元迴歸與固定效果模型估計結果。

表 7 免費政策效果:城市層級見位率

Dependent Variable: Dock Availability Rate			
	(1)	(2)	(3)
Taipei	-0.013*** (0.001)	-0.022 (0.021)	-0.024 (0.024)
Taipei $\times$ Post	-0.012* (0.007)	-0.003 (0.008)	-0.006* (0.003)
#Bikes		-0.002** (0.001)	-0.002 (0.002)
#Docks		0.002*** (0.001)	0.002*** (0.001)
#Workers			0.001 (0.001)
#Trucks			0.001 (0.003)
Date FE	Yes	Yes	Yes
R-Squared	0.527	0.530	0.530
Num. Obs.	1,088	1,088	1,088

Notes: The level of observation is City-date. Jackknife standard errors in parentheses.

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

模型(1)結果顯示， $Taipei_i$ 係數為-0.013，表示臺北市的基準見位率顯著低於新北市； $Taipei_i \times Post_t$ 係數為-0.012且顯著，表明政策初步估計降低了臺北市的見位率。

模型(2)控制供給面因素:車輛數(#Bikes)與車柱數(#Docks)，整體政策效果 $Taipei_i \times Post_t$ 係數為-0.003，雖仍為負但絕對值減小。

模型(3)納入調度資源:調度人力(#Workers)與調度車輛數(#Trucks)，整體政策效果係數為-0.006，仍顯著為負。

平均而言，因政策實施前，臺北市已有很高的見位率(約98%)，所以，結果顯示對應民眾實際體驗差異不大。

附錄四



為呈現政策效果在各月度的變化，我們在表 2 模型(1)基礎上，將樣本依照月度分成 10 個子樣本（從 Mar2024 至 Dec2024），並針對各子樣本分別估計，如圖 13 所示。及在表 2 模型(2)基礎上，將樣本依照月度分成 10 個子樣本（從 Mar2024 至 Dec2024），並針對各子樣本分別估計，如圖 14 所示。皆呈現了各月度的政策效果估計值及其 95%信賴區間。

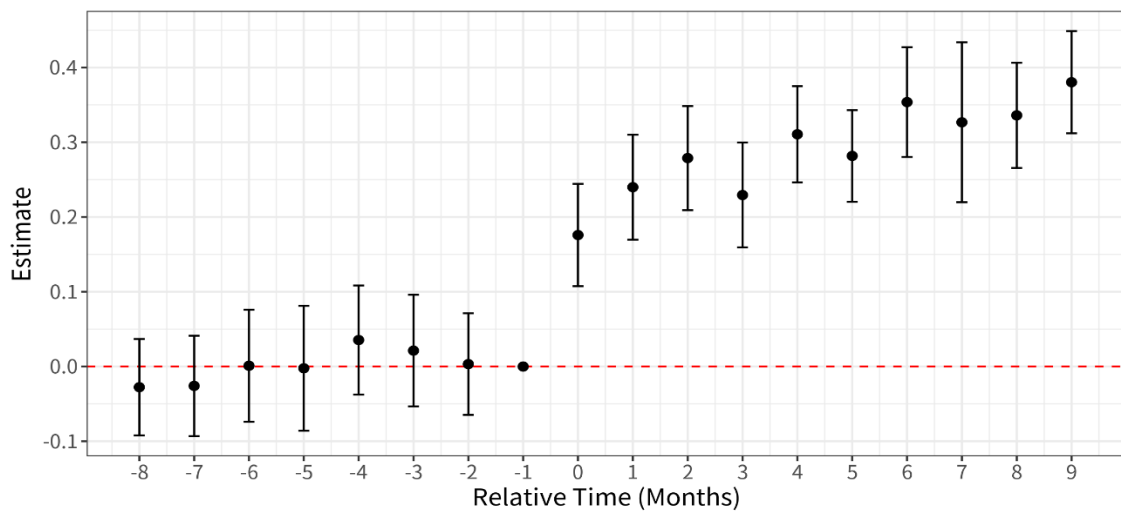


圖 13 表 2 之模型(1)細分各月度政策效果估計值及 95%信賴區間

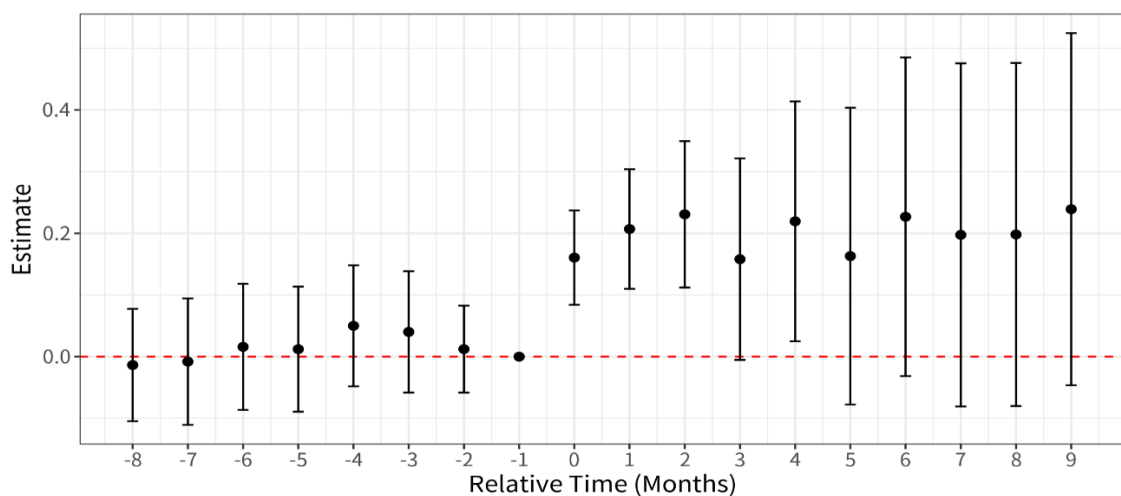


圖 14 表 2 之模型(2)細分各月度政策效果估計值及 95%信賴區間

附錄五



表 8 分別控制 Date 及 Hour 固定效果，結果與表 3 相較並無改變。

表 8 免費政策效果：站點層級租借數

	Dependent Variable: $\ln(1 + \text{Ride Counts})$				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Taipei $\times$ Post	0.277*** (0.005)	0.279*** (0.005)	0.269*** (0.005)	0.269*** (0.005)	0.269*** (0.005)
Taipei $\times$ Post $\times$ MRT		-0.014 (0.008)			
Taipei $\times$ Post $\times$ School			0.074*** (0.012)		
Taipei $\times$ Post $\times$ High School				-0.011 (0.020)	-0.011 (0.020)
Taipei $\times$ Post $\times$ College				0.113*** (0.013)	
Taipei $\times$ Post $\times$ NTU					0.019 (0.025)
Taipei $\times$ Post $\times$ Other Colleges					0.104*** (0.018)
R-Squared	0.547	0.547	0.547	0.547	0.547
Date FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Hour FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Station FE	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Num. Obs.	18,408,960	18,408,960	18,408,960	18,408,960	18,408,960

Notes: The level of observation is Station-date-hour. Station-clustered standard errors in parentheses.

* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.