

國立政治大學經濟學研究所

碩士學位論文

電動機車商業模式之經濟效益分析：

共享經濟 vs. 電池租賃

Economic Benefit Analysis of Business Models for the Electric

Scooter: Sharing Economy vs. Battery Rental

指導教授：許志義 博士

研究生：游晨廷 撰

中華民國一〇六年六月

誌謝

時光飛逝，兩年的碩士生涯終於進入尾聲，也為我的求學之路劃下完美的句點，回想起這兩年來的碩士生活，有苦有甜。首先，要先感謝我的指導教授 許志義教授，碩一下學期的一通電話，老師與我之間的師生緣分就此展開，有幸在暑假與碩二上學期擔任老師的研究助理，陪著老師去跟許多能源相關的人士，甚至 CEO 開會，讓我因此增長見聞，並且在碩二下學期帶領我們參加台電競賽，在參賽期間不斷鼓勵及督促我們，最終很高興獲得豐厚果實。在論文上，老師在題目選擇十分要求，希望我可以做出最新穎的論文，並且在研究方法及實證分析均給予許多實質上的建議，在此再次感謝 許志義教授這一年多來的教導。此外，特別感謝口試委員 林建甫教授與 翁永和教授，在百忙之中抽空前來為我口試，並且在口試期間給予我十分寶貴的修改意見，讓本論文能得到更精進的幫助。

在碩士班期間，有幸認識一群好朋友，讓我在碩士班期間還能感受到大學生的熱血與感動。其中，同門師弟凱任與師妹泊琳，感謝你們在碩二大家都忙於論文時，我們還可以彼此互相扶持與鼓勵，並順利完成論文，在此再次特別感謝凱任給予許多論文格式上的幫助，及共同擔任研究助理時，一起共同解決無數難題。另外，感謝靖紋在大學及碩士期間一路的陪伴，很高興你在大一時走進了我的生命，我們一起分享生活中的點滴，無論煩惱與快樂，妳永遠是最好的傾聽者，謝謝妳！在此再次感謝碩士班的所有好朋友，祝大家鵬程萬里，有緣再會！

最後，我要感謝我的家人，在我考研究所路途上，支持我、相信我，讓我無後顧之憂的準備考試，也很開心沒有讓你們失望，謝謝你們的支持與陪伴，有你們真好！

游晨廷 謹誌

政大經濟研所

中華民國一〇六年六月

摘要

近年來，電動車與電動機車發展及應用儼然已成為世界潮流，在機車密度極高且擁有「機車王國」稱號的台灣，電動機車技術日新月異，也發展出多樣化商業模式，其中最著名莫過於電動機車電池租賃商業模式，以及共享商業模式。

本研究旨在利用成本效益分析中的淨現值法及益本比法，模擬分析機車使用者以電動機車代替傳統燃油機車，為使用者自己及整體社會帶來之淨現值。在電動機車方面，本研究分析兩種電動機車商業模式，分別為「電動機車電池租賃商業模式」及「共享電動機車商業模式」。

本研究結果顯示，在使用者立場下，目前電動機車成本依舊大於傳統 125C.C. 燃油機車之成本，且「電動機車電池租賃商業模式」較適合每個月騎乘里程較長之使用者，而「共享電動機車商業模式」較適合每個月騎乘里程較短之使用者。此外，敏感度分析顯示出，在「電動機車電池租賃商業模式」下，騎乘里程長度與 NPV 及 BCR 均呈現正相關。在「共享電動機車商業模式」下，每個月騎乘里程為 100 公里之使用者，在共享電動機車計價方式為每分鐘 2.25 元之方案下，使用者之 NPV>0 及 BCR>1，並且騎乘里程越短之使用者，其對共享電動機車計價變動的益本比敏感程度越高(當價格下降時，益本比上升較高)。

最後，在整體社會立場下，利用「電動機車電池租賃商業模式」替換傳統燃油機車且騎乘里程越高之使用者，對整體社會帶來之淨現值越高。而利用「共享電動機車商業模式」替換傳統燃油機車且騎乘里程越低之使用者，越具有經濟效益。

關鍵字：電動機車、電池租賃、共享經濟、淨現值、益本比、碳價

Abstract

In recent years, the development and application of electric vehicles and electric scooters have become popular. In Taiwan, where scooter density is very high and is also called a "scooter kingdom", electric scooter technology is not only improving, but also developing a diversified business model. Particularly, two of the most famous business models are "Electric scooter battery rental business model" and "Sharing electric scooter business model".

The purpose of this study is to use the net present value method and the benefit ratio method in the cost-benefit analysis. We analysis the user's own benefits and the overall social net benefits which are generated from the scooter users replacing traditional fuel scooter with electric scooter. In the field of electric scooters, this study analyzes two business models of electric scooters, "Electric scooter battery rental business model" and "Sharing electric scooter business model".

According to the simulation result of empirical analysis, for the users, the current cost of electric scooters is still higher than the cost of traditional 125C.C. fuel scooters. "Electric scooter battery rental business model" is more suitable for people who have higher accumulated distance per month, and "Sharing electric scooter business model" is more suitable for people who have lower accumulated distance per month. On the other hand, according to the result of sensitivity analysis, the accumulated distance is positively correlated with NPV and BCR in the "Electric scooter battery rental business model". In the "Sharing electric scooter business model", those who ride 100 km per month have $NPV > 0$ and $BCR > 1$ in the pricing of NT\$2.25 per minute. Besides, those who ride 100 km per month have higher sensitivity of pricing.

For the overall society, those who use the "Electric scooter battery rental business model" to replace the traditional fuel scooter and have higher accumulated distance per month can generate higher net benefits to the whole society. Those who use the "Sharing electric scooter business model" to replace the traditional fuel scooter and have lower accumulated distance per month can generate higher net benefits to the whole society.

Keyword : Electric scooters, Battery rental business model, Sharing economy, Net present value, Benefit-Cost ratio, Carbon price

目錄

誌謝	i
摘要	ii
Abstract.....	iii
目錄	iv
表目錄	v
圖目錄	vi
第一章 緒論	1
第一節 研究背景	1
第二節 研究動機	3
第三節 研究目的	4
第四節 章節安排	5
第五節 研究架構	6
第二章 文獻探討	7
第一節 電動機車相關文獻	7
第二節 電動機車商業模式	9
第三節 成本效益分析	13
第四節 本章小結	14
第三章 研究方法	16
第一節 成本效益分析重要性及步驟說明	16
第二節 變數說明	20
第四章 實證結果與經濟意涵	24
第一節 機車使用者模擬情境之經濟效益分析	24
第二節 機車使用者模擬情境之敏感度分析	30
第三節 整體社會模擬情境之經濟效益分析	34
第四節 經濟意涵	44
第五章 結論與建議	48
第一節 結論	48
第二節 政策推介	50
第三節 未來研究建議	51
參考文獻	53

表目錄

表 1	2016 年主要國家電動車政策	2
表 2	2017 年經濟部工業局電動機車補助車款、金額表	8
表 3	Gogoro 電池租賃服務	11
表 4	燃油機車與電動機車商業模式特色比較	13
表 5	本研究之情境說明	21
表 6	實證內容變數說明	23
表 7	機車使用者之效益與成本項目及說明	24
表 8	2016 年 125C.C. 燃油機車型號	25
表 9	2016 年台灣三大機車廠商內銷數量及占比	25
表 10	VB_t 折現總值	26
表 11	TB_t 折現總值	26
表 12	Gogoro 電池租賃計價方式	27
表 13	VC_{Gt} 折現總值	28
表 14	各模擬情境使用者平均騎乘時數	28
表 15	VC_{wt} 折現總值	28
表 16	電動機車電池租賃商業模式下使用者之效益、成本及淨現值折現總值 ..	29
表 17	共享電動機車商業模式下使用者之效益、成本及淨現值折現總值	29
表 18	兩種電動機車商業模式之使用者益本比	29
表 19	電動機車電池租賃商業模式計價方式修改	31
表 20	電動機車電池租賃商業模式之淨現值敏感度分析	31
表 21	電動機車電池租賃商業模式之益本比敏感度分析	31
表 22	共享電動機車商業模式之淨現值敏感度分析	33
表 23	共享電動機車商業模式之益本比敏感度分析	33
表 24	整體社會之效益與成本項目及說明	35
表 25	VB_{St} 折現總值	35
表 26	NB_{St} 折現總值	36
表 27	AB_{St} 折現總值	36
表 28	CB_{St} 折現總值	37
表 29	PC_{Swo} 使用周轉率 8 至 11 次之折現總值	38
表 30	月租費無減免下 VC_{SGt} 折現總值	38
表 31	月租減 50 元情況下 VC_{SGt} 折現總值	39
表 32	月租減 100 元情況下 VC_{SGt} 折現總值	39
表 33	月租減 150 元情況下 VC_{SGt} 折現總值	39
表 34	月租減 200 元情況下 VC_{SGt} 折現總值	40
表 35	VC_{Swt} 折現總值	40
表 36	電動機車電池租賃商業模式之整體社會 NPV	41
表 37	電動機車電池租賃商業模式之整體社會 BCR	42
表 38	共享電動機車商業模式之整體社會 NPV	43
表 39	共享電動機車商業模式之整體社會 BCR	44

圖目錄

圖 1	2010~2015 年全球電動車銷量	1
圖 2	台灣電動機車補助量及銷售量(2014 年至 2016 年).....	2
圖 3	本研究架構	6
圖 4	GoStation® 電池交換站	11
圖 5	WeMo Scooter 申請會員示意圖	12
圖 6	WeMo Scooter 租賃機車示意圖	12
圖 7	成本效益分析步驟	20
圖 8	電動機車電池租賃商業模式之益本比敏感度曲線	32
圖 9	共享電動機車商業模式之益本比敏感度曲線	33
圖 10	彈性價格機制	46



第一章 緒論

本研究之緒論首先將敘述本研究之背景與動機。接下來，探討本研究之目的。最後，規劃出本研究之架構圖。

第一節 研究背景

近年來全球電動車發展迅速，尤其在美國、歐洲及中國大陸更可以感受到電動車市場不斷擴展。根據 Topology Research Institute 數據統計，2015 年全球電動車銷售大約為 55 萬輛，其中美國、歐洲及中國大陸市場均突破 10 萬輛。並且 2016 年全球電動車銷售超過 77 萬輛，最大市場為中國大陸市場約占 35 萬台，2010 至 2015 年全球電動車銷量如圖 1 所示。



資料來源：EV Sales Blog、Inside EVs、ARTC 整理(2016)

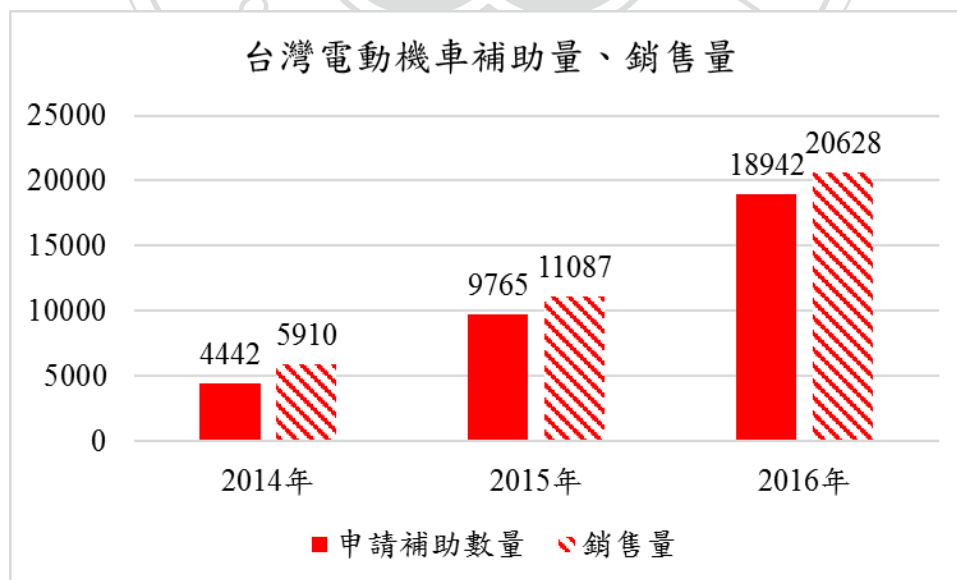
圖 1 2010~2015 年全球電動車銷量

電動車市場能持續穩定拓展，有賴於各國政府推動之電動車政策，2016 年許多國家持續推出電動車政策，表 1 將整理主要國家之電動車政策。在台灣方面，由於機車族眾多，我國政府也持續推動有關電動機車政策，搭配電動機車性能進步及電池換電站普及，導致我國電動機車歷年銷售輛屢創佳績，2014 年至 2016 年銷量如圖 2 所示。

表 1 2016 年主要國家電動車政策

國家	補貼標準	補助方式	補助內容
中國大陸	純電動 續駛里程 R (km)	購車補貼	純電動車： (1) $100 \leq R < 150$ 補助 2.5 萬人民幣 (2) $150 \leq R < 250$ 補助 4.5 萬人民幣 (3) $R \geq 250$ 補助 5.5 萬人民幣 插電式油電混合車(含增程式)： $R \geq 50$ 補助 3 萬
美國	電池容量	購車補貼	電池容量 5KWH 補助 2,500 美元，每增加 1KWH 額外補貼 417 美元，最高 7,500 美元。特定車款於美國地區銷售超過 20 萬輛後，逐漸降低補助金額
荷蘭	每公里碳排放量 (g/km)	稅賦優惠	針對不同級距及其車輛規格提供優惠，車輛註冊稅分為四個級距各別課稅(4%、15%、21%、25%)。汽車稅分五個級距(0~79、80~106、107~155、156~174、174 以上)
挪威	插電式 電動車	稅賦減免	免徵貨物稅，免徵增值稅免徵每年道路使用費
英國	插電式 電動車	購車補貼	補貼每輛電動車售價之 35%，最高補貼 4,500 英鎊
台灣	電動機車	購車補貼	補貼每輛電動機車最低 15,200 元，最高補貼 38,000 元

資料來源：財團法人車輛研究測試中心(2016)



資料來源：修改自經濟部工業局(2017)

圖 2 台灣電動機車補助量及銷售量(2014 年至 2016 年)

第二節 研究動機

台灣地狹人稠，有良好機動性與便宜的機車，成為許多國人交通工具的最佳選擇。在台灣，2016 年全國機車密度為 377 輛/平方公里(行政院環保署，2017)，所以台灣有著「機車王國」的稱號。但最新環保署研究顯示，移動污染源¹之 PM2.5 與 CO 排放量佔全國 25%與 77%，而機車之 PM2.5 與 CO 排放量佔全國 3.65%與 29.7%，且排放量分別為 2815 公噸/年以及 168793 公噸/年。若是以都市角度觀察，以台北市為例，機車之 PM2.5 與 CO 排放量佔台北市 9.68%與 32.33%(行政院環保署，2017)。又張國廷(2006)研擬出台北地區，每輛機車空氣污染成本為 NT\$0.05/Km 以及噪音污染成本為 NT\$0.429/Km，且提出機車主要之外部成本為噪音污染成本。根據上述資料可知機車為台灣空氣污染及噪音污染主要元凶之一，尤其在都會區機車密度更高，所產生之空氣污染及噪音污染更為嚴重。

如今，機車所造成之空氣污染以及噪音污染問題日趨被重視，強調無空氣污染且無噪音污染的電動機車，因此受眾人期待，為了能在電動機車市場中搶占先機，許多廠商近年來均致力於研發電動機車，例如：光陽、中華汽車、三陽、見發先進、台灣山葉以及睿能創意。政府也為提倡環保概念以及增加使用者對電動機車購買誘因，最初於 1998 年就推出「發展電動機車行動計畫」，用於補助民眾購買電動車，且往後幾年皆有電動機車補助計畫被執行，但由於當時電動機車之性能與燃油機車相比還是有一大段差距，故不受使用者青睞，因此電動機車銷售不如預期。

直到近年來，電動機車業者不再只是扮演單純生產者的角色，而是整合相關服務，發展出新興的商業模式，電動機車再次眾所矚目以全新型態出發，相關服務及性能皆比以往進步許多。例如：睿能創意在 2016 年推出 Gogoro Smartscooter，不僅性能媲美 125C.C.燃油機車、外型時尚且年輕化，最特別的莫過於其提供電池租賃服務，讓使用者不用擔心電池與電力的問題，深受許多使用者喜愛。根據環保署

¹ 主要為汽機車，本身為因動力改變位置，其所排放之污染物有懸浮微粒、一氧化碳、碳氫化合物、氮氧化物、鉛、硫氧化物等，這些排放出的污染物均會對人體造成危害(環保署，2017)。

統計，睿能創意其 Gogoro Smartscooter 於 2016 年銷售占全國電動機車 62.5%，且 2016 年全國電動機車銷售達 2 萬 628 輛，相比去年同期成長 98%(行政院環保署，2017)。由此可見，電動機車新興商業模式將為台灣帶來巨大變革。

智慧城市係充分運用資訊科技於城市之食衣住行育樂，實現工業化、資訊化及城鎮化深度融合(維基百科，2017)。近年來物聯網 2.0 出現以及大數據應用成熟，台灣各縣市政府皆朝向智慧城市邁進。IBM 自 2011 年推出「智慧城市大挑戰(Smarter Cities Challenge)」，協助全球百座城市打造智慧城市環境，在 2012 至 2015 年，新北市、屏東縣、台南市以及台中市每年分別入選「智慧城市大挑戰(Smarter Cities Challenge)」計畫(IBM，2017)。另外，台北市政府也為實踐「智慧城市新經濟」政策目標，成立「智慧城市委員會」，推動台北市朝智慧城市邁進，並且在智慧交通方面，由資訊局及交通局攜手推廣智慧共享電動機車服務。目前國內新創公司「WeMo Scooter 威摩科技」在台北市提供共享電動機車服務，運用智慧型手機以及雲端技術，達到台北市推廣 U-Motor 服務目標。

綜上所述，台灣新興電動機車商業模式崛起，對使用者而言，電動機車續航力、引擎性能進步，皆有助於提升使用者購買電動機車之誘因，且電動機車售價逐漸變得便宜並搭配政府的購車補貼政策，價格更是較傳統燃油機車便宜許多，也大大增加使用者騎乘電動機車之誘因。另外，對整體社會而言，在都會區高機車密度環境下，機車所造成空氣污染以及噪音污染之外部成本，將透過電動機車普及逐漸改善。此外，電動機車業者透過新興商業模式，重新開拓出台灣電動機車市場，並與各地方政府合作，打造地方智慧家園，增進公共效益，發展出使用者、業者及政府「三贏」局面。

第三節 研究目的

根據上一節所述之台灣電動機車概況，及其新興商業模式發展，本研究旨在探討其新興商業模式對於使用者與整體社會之經濟影響。故本研究將建立一個量化

模型，模型之基準方案為使用傳統燃油機車，而替代方案為使用「電動機車電池租賃之商業模式」及「共享電動機車商業模式」，研擬使用者與整體社會在「電動機車電池租賃之商業模式」及「共享電動機車商業模式」之機會成本與機會效益，並評估在不同情境下(使用者每個月騎乘里程不同之情境)，使用者與整體社會分別於兩種商業模式下是否符合經濟效益。具體而言，本研究之分項目的有以下數項：

- 一、以使用者立場，建立兩種電動機車商業模式之經濟效益量化模型並分析之。
- 二、以使用者立場，對兩種電動機車商業模式進行敏感度分析。
- 三、以整體社會立場，建立兩種電動機車商業模式之經濟效益量化模型並分析之。
- 四、以整體社會立場，對兩種電動機車商業模式進行敏感度分析。

第四節 章節安排

本研究之章節安排，首先，第一章為緒論，其內容包括研究背景、研究動機、研究目的及研究架構。其次，第二章為文獻探討，共整理出三大類相關文獻，電動機車相關文獻、電動機車之商業模式相關文獻及成本效益分析相關文獻。接下來，第三章為研究方法，包括研究步驟及實證內容說明。接著，第四章為實證分析，分成使用者與社會立場，分析電動機車商業模式之成本效益。最後，第五章為結論與建議。

第五節 研究架構

本研究之研究架構圖如下：

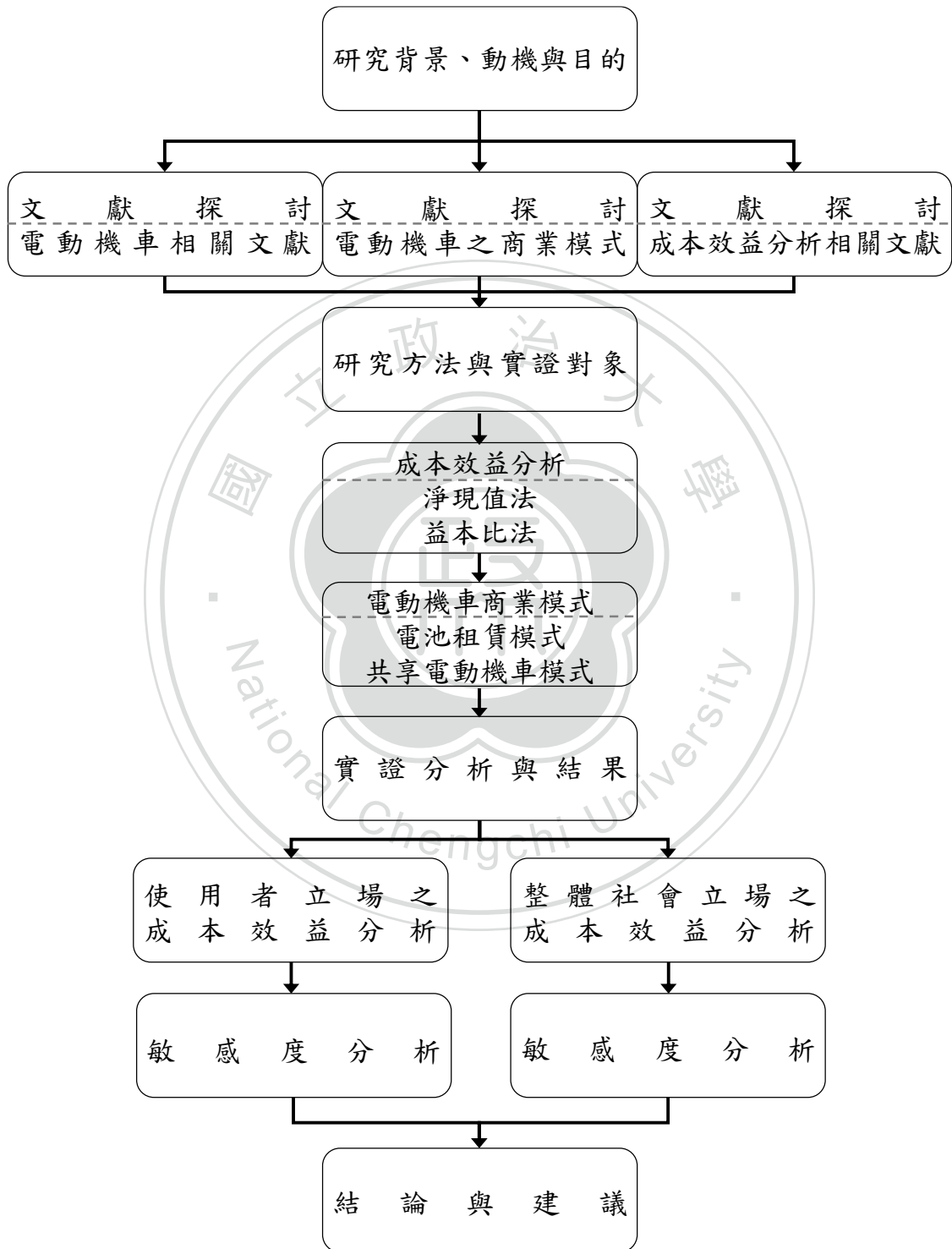


圖 3 本研究架構

第二章 文獻探討

本研究之文獻回顧首先將整理電動機車相關文獻作探討。接續介紹本研究將研擬之電動機車商業模式與案例說明。最後，介紹成本效益分析使用時機及目的。

第一節 電動機車相關文獻

近幾年，環境保護與再生能源議題成為世界趨勢，提倡乾淨能源讓電動車發展有許多重大突破，如 Tesla，而電動機車也如雨後春筍般出現，如 Gogoro，尤其在台灣及中國大陸都會區，機車密度較高，均有許多研究電動機車之相關文獻，以下將整理關於大陸、台灣及環境方面電動機車之相關文獻。

首先介紹電動二輪車(electric two-wheeler, E2W)，意指使用電力做為動力來源的二輪車輛，其可分為電動機車(electric scooter, e-scooter)與電動自行車(electric bike, e-bike)。國內規定兩者之差別為，前者時速可高於 25km/h 且需駕照、安全帽及掛牌，後者時速低於 25km/h 且免駕照、安全帽及掛牌。

在中國大陸方面，1999 年中國大陸政府開始著手設計電動二輪車且許多城市均禁止騎乘燃油摩托車，此時的電動二輪車以自行車形式為主，結合人力及電力作為動力來源。然而，考慮到速度及安全裝置，例如方向燈、後照鏡及車頭燈，電動機車因此出現。電動二輪車的低成本、零排放汙染及低噪音為其三大優點，但是以中國大陸經驗來看，電動二輪車進入道路後會造成的擁擠及安全的問題，是政府所需面對的重大課題(Cherry, 2010)。

Weinert(2007)在書中也提到電動二輪車在中國大陸成功的原因有三。其一，大型都會區禁止燃油摩托車；其二，電動二輪車科技顯著進步，特別是馬達技術與電池技術的進步；其三，國內經濟起飛及市區家戶所得增加，導致較便宜且私有之交通工具需求上升。

另外，在台灣方面，為提升民眾對電動機車之購買意願，台灣第一波電動機車補助為，1998 年行政院通過「發展電動機車行動計畫」，但當時電動機車所使用的

鉛酸電池，會造成環境污染且當時電動機車品質不一，不受使用者青睞，政府於 2001 年底決議不再以空氣污染防治費補助購買電動機車，並於 2002 年 1 月 1 日起生效。第二波電動機車補助於 2009 年經濟部工業局為，鼓勵民眾汰換二行程機車換購電動機車，推出「經濟部發展電動機車補助及獎勵實施要點」。接著於 2014 年，使用者只要購買政府認可之電動機車，包括車電分離(買車、租電池)之車款，如 Gogoro，皆可納入購車補助範疇，如表 2 所示(經濟部工業局，2017)。

表 2 2017 年經濟部工業局電動機車補助車款、金額表

車款名稱	型式	補助金額	電池容量	補助截止日期
中華 EM198	小型輕型	7,200 元/台	10Ah	2017/12/10
中華 EM198	小型輕型	7,200 元/台	20Ah	2017/12/10
山葉 EF06	小型輕型	7,200 元/台	12Ah	2017/12/10
中華 EM1A6	輕型	10,000 元/台	2x10Ah	2017/12/10
中華 EM3A6	輕型	10,000 元/台	20Ah	2017/12/10
三陽 ED1LU2	輕型	10,000 元/台	20Ah	2017/12/10
光陽 EA10FA	輕型	10,000 元/台	20Ah	2017/12/10
光陽 EA10EA	輕型	10,000 元/台	20Ah	2017/12/10
中華 EM3AR	輕型	10,000 元/台	20Ah	2017/12/10
三陽 ED1LU3	輕型	10,000 元/台	20Ah	2017/12/10
睿能 GRS6B2	重型	10,000 元/台	30Ah	2017/12/10
睿能 GRS6S2	重型	10,000 元/台	30Ah	2017/12/10
光陽 EA10LA	輕型	10,000 元/台	20Ah	2017/12/10
光陽 EA10EB	輕型	10,000 元/台	20Ah	2017/12/10
光陽 EA10FC	輕型	10,000 元/台	20Ah	2017/12/10
光陽 EA10RA	輕型	10,000 元/台	26Ah	2017/12/10
見發 CC-999(2)(3)(6)	輕型	10,000 元/台	2X11Ah	2017/12/10

資料來源：修改自電動機車產業網(2017)

在環境方面與電動機車相關文獻，馬台渝與曾國雄(1994)表示，在台灣電動機車生產與使用過程所節省能源消耗及空氣污染，相當於每年 109.3 百萬公升之汽

油；而其節省之空氣污染主要為減少 CO 排放 59760 噸/年，但會增加 NOx 排放 1627 噸/年。

陳威成(1997)蒐集並建立關於電動機車實用數學模型，為評估其整體特性之模擬程式，估計電動機車造成環境污染量，與傳統內燃機車作比較。模擬結果顯示，電動機車污染量低且能源效率不輸傳統內燃機車，可以降低都會地區環境污染及噪音。

胡康寧、林明瑞與林盛隆(2004)指出燃油機車總體環境衝擊量遠高於電動機車，顯示出電動機車相較於燃油機車環保。其中在生命週期之人體健康、生態系統品質、資源的需求三大面向，以資源的需求之環境衝擊差距最大。

Hwang (2010)指出若利用電動機車代替燃油機車，具有提高能源效率和降低溫室氣體排放的好處。但若要充分利用電動機車的全部優勢，應考慮降低國家電網中每單位消耗的電所排放的碳量。

Bishop et al. (2011)在英國牛津進行了一項小規模電動機車試驗，每台電動機車均有安裝 GPS 及電表，故可以準確紀錄日常使用時間及充電行為。此試驗發現電動機車最有可能在 09:00，12:45 和 17:15 被使用，且電動機車營運成本大約為 £0.045/公里高出燃油機車 24%。但當電動機車可以使用再生能源電力時，將可實現零二氧化碳排放的目標。

第二節 電動機車商業模式

隨著互聯網及物聯網蓬勃發展，電動機車不再只是單純的交通工具。透過不同的商業模式，其可能成為能源網路，如 Gogoro。也可能成為共享經濟，如 WeMo Scooter。以下整理有關電動機車商業模式相關文獻。

Chiu and Tzeng (1999)利用多元羅吉斯模型研究出男性與女性對於電動機車屬性評估有顯著性差異，且結果顯示電動機車速度、續航力、使用者年齡、學位及每位家庭成員機車數量皆會影響電動機車之選擇，另外發現女性機車族較男性機車

族更容易接受電動機車。朱宴生(2000)指出電動機車擴散因素，最具影響力為電動機車價格，其次為補助款數目及時間。黃藍瑩(2013)指出購買電動機車最主要影響因素為價格，其次為性能。其又說明因電池成本占電動機車售價三分之一，若採取車與電池分開銷售的商業模式，會增加使用者購買誘因。黃上晏、邱城英與廖妙羚(2015)研究指出，使用者購買電動車之關鍵成功因素所有因子的排序為，「充電方便(抽取式電池)」、「汰換電池價格」、「維修保養價格」、「購買價格」、「電池技術開發」及「續航力」。陳俊傑(2015)也提到大約六成民眾接受車與電池分離之商業模式。郭曉蓉(2016)顯示出電池技術最直接影響電動機車的性能與成本，並且提出電動機車業者應與其他上下游企業組成策略聯盟，共同制定長期策略藉此提升整體產業價值。陳玉茹(2016)針對騎乘過 Gogoro 之使用者做研究，發現體驗行銷對於使用者購買意願有顯著正向影響。

接下來，介紹兩種本研究所探討之商業模式並且以台灣案例說明，分別為電池租賃模式(購置電動機車)及共享電動機車(租賃電動機車)模式。

一、 電動機車電池租賃商業模式

以 Gogoro 為例，使用者首先需要購買其中一款 Gogoro 的電動車，即可享有電池租賃服務，且每個月使用者均可以隨時更換服務方案，如表 3 所示。

電池交換的方式為，使用者利用智慧手機的 Gogoro® App 尋找附近 GoStation® 電池交換站的位置，GoStation® 電池交換站如圖 4，且使用者可以事先預約電池，抵達站點後即可依正常程序進行電池交換，平均花費時間約為 1 顆電池 6 秒鐘，與傳統機車相比便利性提升許多。

除此之外，藍弋丰(2015)指出 GoStation® 電池交換站連結著交通資訊與能源網路，GoStation® 電池交換站利用電池所收集到的資料，能夠讓城市政府交通相關單位掌握機車的使用熱點，進而做出更好的市政規劃，而 GoStation® 電池交換站內部存放大量充電中的電池也可以視為智慧電網的重要環節，在夜間電力離峰時間充電，舒緩白天電力尖峰的用電壓力，所以 GoStation® 電池交換站將會成為

進軍智慧城市的先鋒。

表 3 Gogoro 電池租賃服務

資費方案	暢遊方案	暢遊方案	暢遊方案
	\$299	\$499	\$799
服務月費	含 100 公里 騎乘里數	含 200 公里 騎乘里數	含 600 公里 騎乘里數
額外里程	\$2.5 /公里	\$2.0 /公里	\$1.5 /公里

資料來源：Gogoro 官方網站(2017)



資料來源：Gogoro 官方網站(2017)

圖 4 GoStation® 電池交換站

另外，Wang(2016)提到，Gogoro 的設計總監 Walter Wang 曾說過：「身為一間能源管理公司，我們很清楚我們要管理的就是電... 一開始著手設計的是電池，先有電池再以此為基礎去發展我們的產品，第一個就是 Scooter 這個產品線... 而之所以將電池這樣設計，則是希望讓它成為一個 Module(模組)一個 Unit(單位)可以簡單增加而且即便是單一一個，也可以很容易應用。」

最後，呂紹玉(2017)提到，Gogoro 在 2017 年的目標為「更廣、更密集的能源網路」，六大都會區電池交換站平均每 1 公里將有 1 站，且在電池交換站還不夠密集之地區推出「家用充電試營運計畫」，以優惠方案租給使用者充電器。以上文獻可以看出電池為 Gogoro 的商業模式中最重要的角色。

二、 共享電動機車商業模式

以 WeMo Scooter 為例，使用者只需成為其會員後，就可以利用智慧型手機的

WeMo Scooter APP 進行電動機車租賃服務，如圖 5 所示。其租賃方式與微笑單車 YouBike 類似，計算消費金額軍事以時間為單位來計算，較不同之處為其電動機車均無固定站點，需以 WeMo Scooter APP 搜尋附近可租賃車輛，如圖 6 所示。



資料來源：WeMo Scooter 官方網站(2017)

圖 5 WeMo Scooter 申請會員示意圖



資料來源：WeMo Scooter 官方網站(2017)

圖 6 WeMo Scooter 租賃機車示意圖

曾彥(2016)提到 WeMo Scooter 結合「共享經濟」與「電動機車」概念，且其一大特色在於沒有固定站點，在每台電動機車內均設有智慧控制盒，WeMo Scooter

可以透過雲端管理系統，查看各台車輛資訊，包括電池狀況、里程數、位置等，以利車輛控管。蔡尚勳(2016)也提到 WeMo Scooter 執行長吳昕霈表達經營理念為，希望能運用科技以及嶄新的商業模式來達到更自由、美好的都市生活，電動機車租賃服務也會持續的站在使用者的角度思考，要讓城市交通變成更便利無憂。最後本研究針對燃油機車以及上述兩種電動機車商業模式列出主要特色比較，如表 4 所示。

表 4 燃油機車與電動機車商業模式特色比較

方案	基準方案	替代方案一	替代方案二
特色	燃油機車	電動機車電池租賃模式	電動機車共享模式
機車所有權	使用者所有	使用者所有	營運業者所有
動力來源	汽油	電力	電力
補充燃料方式	至加油站添加汽油	至電池交換站更換電池	營運業者進行充電
政府補助方式	汰舊二行程機車補助	購車補助 汰舊二行程機車補助	無
外部成本	空氣汙染、噪音汙染	無	無
外部效益	無	減少空氣及噪音汙染	減少車輛擁擠 減少空氣及噪音汙染

第三節 成本效益分析

蕭代基等人(2002)指出，政府、私人及非營利組織皆可以利用成本效益分析(Benefit-Cost Analysis)，作為協助決策之分析工具。且對於社會公共事務之決策，其考量計畫或政策對社會所產生之所有效益和成本，又稱為「社會成本效益分析」(Social Benefit-Cost Analysis)。此外，根據外部性理論，社會成本及社會效益皆可分為內部及外部二部分。當某人(A)之福利水準受他人(B)影響，且他人(B)並不在意某人(A)所受之影響時，此時就存在外部性。若外部性為負面，即為外部成本，反之，即為外部效益。

Mishan and Quah(2007)指出，使用成本效益分析時，要盡可能列出所有效益項及成本項，且我們通常會把方案之「最佳替代方案的效益」，視為「方案的成本」。若總效益大於總成本，則此方案可以被執行，反之則否。

郭昱瑩(2007)區分國內成本效益分析的發展。首先，1970年至1980年為成本效益分析萌芽期，此時為成本效益觀念引進初期，著重在於理論、觀念、意義的闡述，個案分析較少；接著，1981年至1990年為成本效益分析應用之蓬勃發展期，隨著技術進步，成本效益分析有顯著進展與實例應用；最後，1991年至今為成本效益分析持續應用期，台灣經濟蓬勃發展及政府角色擴張，成本效益分析日趨為公共部門重視，且在1998年修訂頒佈預算法第三十四條，明文規定成本效益分析納入政府預算編制過程。

評估一項計畫或政策執行與否，在經濟學中，根據柏拉圖準則(Pareto Criterion)判定，若該計畫或政策會帶來柏拉圖改善²(Pareto improvement)，從而達到經濟效率(economic efficiency)又稱為柏拉圖最適³(Pareto optimum)，則該計畫或政策值得被執行。然而，現實生活中，柏拉圖準則難以計算及分析，故若計畫或政策之受益者之受益總和，其大於受損者之成本總和，可表示成 $NPV > 0$ 且 $BCR > 1$ ，稱之為潛在柏拉圖改善(potential Pareto improvement)，則計畫或政策值得被執行，所以成本效益分析目的在於計算該計畫或政策是否有潛在柏拉圖改善(蕭代基等人，2002)。

最後，蕭代基等人(2002)提出，成本效益分析是一種有規則地蒐集與評估政策之得失利弊資訊的分析工具。且為使效用與成本可以相互比較，所採用之理論基礎為福利經濟學的效用理論，並將其貨幣化來衡量各種影響及福利之淨影響。

第四節 本章小結

根據上述文獻，可以歸納出以下小結：電動機車的三大優點為減少空氣污染、減少噪音污染及節省能源消耗。電動機車性能與價格為影響購買意願之重要因素，故我國政府為提升使用者購買電動機車誘因，持續推動有關電動機車補助政策，且補助金額非常可觀(最低 15,200 元，最高 38,000 元)，可以看出政府推動綠色交通的決心。另外，我國民間發展出創新的電動機車商業模式，分別為「電動機車電池

² 指社會在不損及某些人之效益情況下，提升另外某些人之效益。

³ 指社會不可能在不損及某些人之效益情況下，還可以提升另外某些人之效益。

租賃之商業模式」及「共享電動機車商業模式」，前者計價方式為根據每個月騎乘里程推出不同方案，以月租形式計價，後者計價方式為前 10 分鐘固定價格之後以每分鐘計價，且兩種商業模式均有搭配智慧型手機 APP，讓使用者更方便使用商業模式服務，增加使用者消費誘因。最後，成本效益分析為協助決策之最佳分析工具，主要目的為估計計畫或政策是否有潛在柏拉圖改善，所採用之理論基礎為福利經濟學的效用理論，並將其貨幣化來衡量各種影響及福利之淨影響。

綜上所述，本研究擬利用成本效益分析，以使用者及整體社會兩種角度出發，分析上述兩種電動機車商業模式與傳統燃油機車模式之異同，比較何種方案對於使用者及整體社會而言，為相對具有經濟效益之選擇方案。



第三章 研究方法

本研究擬探討使用者分別利用兩種電動機車商業模式，所產生對於使用者自身之淨現值影響及整體社會之淨現值影響。故本研究使用成本效益分析中之淨現值法及益本比法，透過將效益項與成本項「貨幣化」後，衡量電動機車商業模式之淨影響。

第一節 成本效益分析重要性及步驟說明

隨著經濟發展，民間與政府投資計畫日趨增多，故逐漸重視投資計畫所帶來的經濟淨現值及社會淨現值，而成本效益分析為分析經濟淨現值及社會淨現值最佳之研究方法，在世界各國之民間與政府皆廣泛使用成本效益分析。在政策法規上，政府預算有限，為了可以把錢花在刀口上，非常重視公共支出的優先順序，故「預算法」第 34 條規定「重要公共工程及重大施政計畫，應先行製作選擇方案及替代方案之成本效益分析報告，並提供財源籌措及資金運用之說明，始得編列概算及預算案，並送立法院備查。」

此外，「中央政府中程計畫預算編製辦法」第五章第 25 條也規定「有關政府公共建設、科技發展及社會發展個案計畫之擬編，應加強財務規劃，對於具自償性者，須列明自償比率；並對所需經費及其成本效益詳加評估。其中屬重要公共工程建設應先徵詢民間投資意願，並製作替代方案，俾供選擇。」另外，無論是環境影響評估，亦或是法規影響評估，均為成本效益分析應用範圍。以上所述可以觀察到成本效益分析應用議題與範圍廣大，故其重要性不言而喻，且其為一套有系統性地、有效率性地評估方案各影響層面之研究方法。

根據郭昱瑩(2007)在《成本效益分析》中提到，Weimer and Vining(1992)指出，成本效益分析透過四個步驟進行：1. 界定計畫或政策所有相關影響。2. 以貨幣單位估算計畫或政策之成本與效益。3. 處理時間、風險及不確定因素。4. 依據結果選擇最適當之計畫或政策。以下將一一說明每個步驟之重點與內容。

一、 界定計畫或政策所有相關影響

在第一步驟中，需要界定所有計畫或政策相關影響，其中包括是站在哪些人之角度看待該計畫或政策，例如私人、政府或非營利機關。接著，需要界定出該計畫或政策所包含及導致之成本項與效益項。在考量成本項與效益項時，可以從不同面向加以探討，例如：內部及外部之成本與效益、直接及間接之成本與效益、有形及無形之成本與效益。

二、 以貨幣單位估算計畫或政策之成本與效益

在第二步驟中，重點在於選擇計畫或政策之成本與效益計算方法，且對於無法量化之項目是否該做明確說明。常見之計算方法如下。

(一) 淨現值法

此計算方法係將各期總效益與總成本差值之現值加總，即得整體淨現值(Net Present Value, NPV)。若 $NPV > 0$ 表示總效益大於總成本，則該計畫或政策值得執行，反之則否。公式如下。

$$NPV = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

NPV 為計畫或政策之整體淨現值； B_t 為第 t 年之總效益； C_t 為第 t 年之總成本； n 為計畫或政策預期使用年限； i 為折現率。

(二) 益本比法

此計算方法係各期效益現值總和與各期成本現值總和比。若益本比(Benefit-Cost Ratio, BCR)大於 1 時，表示該計畫或政策總效益大於總成本，則該計畫或政策值得執行，反之則否。公式如下。

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

B 為整體效益總和； C 為整體成本總和。

(三) 內部報酬率法

此計算方法係表達淨現值為 0 時之折現率，內部報酬率(Internal Rate of Return, IRR)越大之計畫或政策越值得執行。公式如下。

$$IRR : \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0$$

r 為內部報酬率。

(四) 還本期法

此計算方法係表達該計畫或政策總成本之回收年限，即為還本期(Payback Period)。通常還本期越少之計畫越值得執行。公式如下。

$$\sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t} = 0$$

i 為折現率； n 為還本期。

(五) 年值法

此計算方法係將淨現值，透過資金回收因子，轉變成等值之年值當量(Equivalent Uniform Annual Worth, AW)進行評估。若 AW 越大時，則該計畫或政策越值得執行。公式如下。

$$AW = \left(\frac{A}{P, i, N} \right) \times NPV$$

AW 為年值； A 為初期基準點年值； P 為現值； i 為折現率； N 為計畫預期使用年限； $\left(\frac{A}{P, i, N} \right)$ 為資金回收因子。

(六) 終值法

此計算方法係將淨現值，透過轉換因子，轉變成終值當量(Equivalent Future Worth, FW)進行評估。若 FW 越大時，則該計畫或政策越值得執行。

$$FW = \left(\frac{F}{P, i, N} \right) \times NPV$$

FW 為終值； F 為以末期為基準之年值； $\left(\frac{F}{P, i, N} \right)$ 為轉換因子。

(七) 外部報酬率法

此計算方法係使計畫投資額之終值(Future Worth of Cost , *FWOC*)與回收資金再投資之終值相等時，所產生之報酬率。回收資金再投資報酬之終值為，各期收益以最低可接受之報酬率計算之收益終值(Future Worth of Revenue , *FWOR*)。若 *ERR* > *MARR* 時，則該計畫或政策值得執行。公式如下。

$$FWOR = \sum_{t=0}^n R_t(1 + MARR)^{n-t} = \sum_{t=0}^n C_t(1 + ERR)^{n-t} = FWOC$$

R_t 為各期收益； $MARR$ 為最低可接受之報酬率； C_t 為各期成本； ERR 為外部報酬率。

在第二步驟中，選擇以上適合之計算方法，不須每一個計算方法都使用，只須選擇一至兩種計算方法即可。在經濟學中，最為常見之計算方法為前三項，且第一項為目前最普遍估計計畫最適性之方法。

三、處理時間、風險及不確定因素

在第三步驟中，最主要的目的在於折現率之選擇，以及執行敏感度分析與否。折現率可以視為現在與未來之時間偏好率，換言之，折現率可視為時間之機會成本。根據上述許多計算方法中均有使用到折現率，故折現率選擇是成本效益分析非常重要一環。至於，風險則是發生某一負面影響事件的機率，而不確定性表示對於未來是未知的，所以我們可以估計某一風險事件發生之機率，但卻無法估計不確定性之事件，所以將採用敏感度分析將風險及不確定性納入計畫的成本效益分析，估計出成本與效益之上限值與下限值。

四、依據結果選擇最適當之計畫或政策

根據上述三個步驟，可以得知有待選擇之各種計畫是否值得被執行，所以在第四步驟中，需要依照該結果詳細說明若計畫執行，何者將受益？何者將受損失？整體淨現值將會有何改變？以及敏感度分析下，在哪些情況下，結果又將被翻轉？綜上所述，成本效益分析步驟如圖 7 所示。

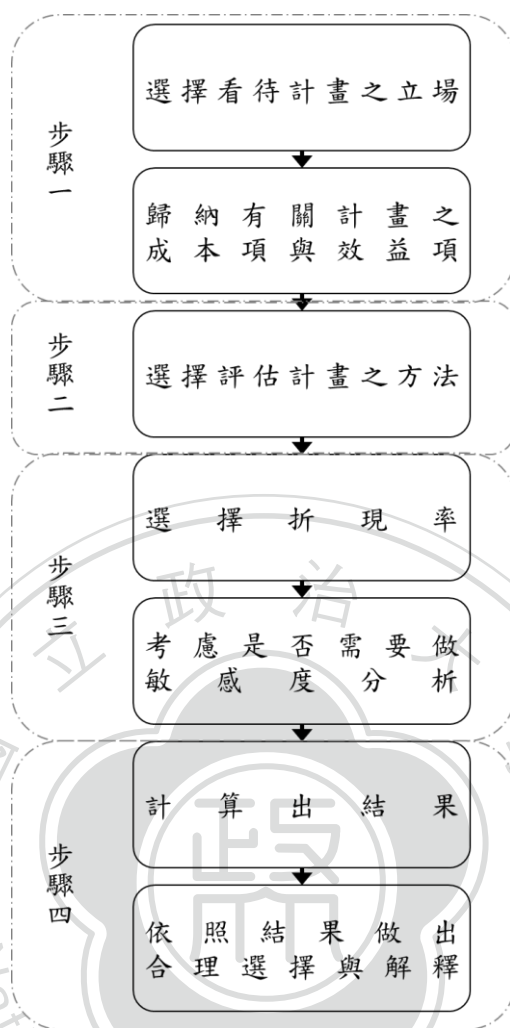


圖 7 成本效益分析步驟

第二節 變數說明

本研究將根據上述之成本效益分析步驟，逐步探討二種電動機車商業模式之淨現值。基準方案為傳統燃油機車。替代方案一為電動機車電池租賃模式，為評估此商業模式本研究將以 Gogoro 為範本，參考其訂價及其他相關資訊做為評估標準。替代方案二為共享電動機車商業模式，本研究將以 WeMo Scooter 為範本，參考其訂價及其他相關資訊做為評估此商業模式之標準。此外，本研究將以機車使用者立場以及整體社會立場出發，計算方式將採取淨現值法及益本比法，評估其在不同里程情境下之淨現值，情境說明為表 5。以下將針對兩種立場加以深入探討。

表 5 本研究之情境說明

模擬情境	模擬情境說明
情境一	機車使用者 1 個月騎乘之里程數為 100 公里
情境二	機車使用者 1 個月騎乘之里程數為 200 公里
情境三	機車使用者 1 個月騎乘之里程數為 400 公里
情境四	機車使用者 1 個月騎乘之里程數為 600 公里
情境五	機車使用者 1 個月騎乘之里程數為 800 公里

一、 機車使用者立場

在機車使用者立場，使用電動機車代替傳統燃油機車，其效益主要為為省下購買機車之成本、機車所需相關之變動成本及機車所需繳納之稅金與保險，另外還有政府補貼部分，其成本主要為電動機車電池月租費或租賃共享電動機車之費用。以下將以數學式表達其計算方式。

1. 使用者淨現值法

$$NPV_G^T = B_G^T - C_G^T$$

$$NPV_W^T = B_W^T - C_W^T$$

NPV^T 為第 T 種情境下電動機車使用者淨現值； B^T 為第 T 種情境下電動機車使用者效益； C^T 為第 T 種情境下電動機車使用者成本。其中上標 T 為區分情境一至五，例如情境一為 NPV^1 ，而下標 G 與 W 分別代表為 Gogoro 及 WeMo Scooter 使用者。因使用者效益與使用者成本內之變數中，Gogoro 及 WeMo Scooter 均相同，故無下標，統一解釋。

$$B^T = \sum_{t=1}^n \left[\frac{PB_t^T + VB_t^T + TB_t^T + SUB_t^T}{(1+i)^t} \right]$$

PB_t 為使用者在第 t 年時節省購買機車之效益； VB_t 為第 t 年時節省機車相關變動效益； TB_t 為第 t 年節省機車相關稅金； SUB_t 為第 t 年政府電動機車補助款； i 為私人折現率。

$$C^T = \sum_{t=0}^n \left[\frac{PC_t^T + VC_t^T}{(1+i)^t} \right]$$

PC_t 為使用者在第 t 年時購買電動機車成本； VC_t 為第 t 年電動機車相關變動成

本； i 為私人折現率。

2. 使用者益本比法

$$BCR_G^T = \frac{B_G^T}{C_G^T}$$

$$BCR_W^T = \frac{B_W^T}{C_W^T}$$

BCR_G^T 為 Gogoro 使用者之益本比； BCR_W^T 為 WeMo Scooter 使用者之益本比。其中上標 T 為區分情境一至五，例如情境一為 NPV^1 ，而下標 G 與 W 分別代表為 Gogoro 及 WeMo Scooter 使用者。若益本比大於 1 表示對使用者來說其效益大於成本，且其值越大越有利可圖。

二、 整體社會立場

對整體社會立場而言，在效益方面新增認列有關燃油機車外部成本影響，以及排除稅金及補助款部分，並以社會折現率取代私人折現率估計之。其最大優點為考慮環境外部性影響，有助於了解電動機車對生活環境所帶來之正向影響。其中，外部性之考量項目有空氣汙染、噪音汙染及減碳效益。以下將以數學式表達其計算方式。

1. 整體社會淨現值法

$$NPV_{SG}^T = B_{SG}^T - C_{SG}^T$$

$$NPV_{SW}^T = B_{SW}^T - C_{SW}^T$$

NPV_S^T 為第 T 種情境下電動機車社會淨現值； B_S^T 為第 T 種情境下電動機車社會總效益； C_S^T 為第 T 種情境下電動機車社會總成本。其中上標 T 為區分情境一至五，例如情境一為 NPV^1 ，而下標 SG 與 SW 分別代表為 Gogoro 及 WeMo Scooter 使用者對於社會之影響。因於社會效益與社會成本內之變數中，Gogoro 及 WeMo Scooter 均相同，故無下標 G 及 W，統一解釋。

$$B_S^T = \sum_{t=1}^n \left[\frac{PB_t^T + VB_t^T + NB_t^T + AB_t^T + CB_t^T}{(1+d)^t} \right]$$

PB_t 為社會在第 t 年時節省購買機車之效益； VB_t 為第 t 年時節省機車相關變動

效益； NB_t 為第 t 年時減少機車噪音污染效益； AB_t 為第 t 年時減少機車空氣污染效益； CB_t 為第 t 年時減碳效益； d 為社會折現率。

$$C_S^T = \sum_{t=0}^n \left[\frac{PC_t^T + VC_t^T}{(1+d)^t} \right]$$

PC_t 為社會在第 t 年時購買電動機車成本； VC_t 為第 t 年電動機車相關變動成本； d 為社會折現率。

2. 整體社會益本比法

$$BCR_{SG}^T = \frac{B_{SG}^T}{C_{SG}^T}$$

$$BCR_{SW}^T = \frac{B_{SW}^T}{C_{SW}^T}$$

BCR_{SG}^T 為騎乘 Gogoro 情況下社會益本比； BCR_{SW}^T 為使用 WeMo Scooter 情況下社會益本比。其中上標 T 為區分情境一至五，例如情境一為 NPV^1 ，而下標 G 與 W 分別代表為 Gogoro 及 WeMo Scooter 使用者。若社會益本比大於 1 表示對社會來說其效益大於成本，且其值越大對社會幫助越大。表 6 為上述所有變數說明。

表 6 實證內容變數說明

變數	變數說明
B	使用者總效益
C	使用者總成本
B_s	整體社會總效益
C_s	整體社會總成本
PB_t	第 t 年節省購買機車之效益
VB_t	第 t 年節省機車相關變動效益
TB_t	第 t 年節省機車相關稅金
SUB_t	第 t 年政府電動機車補助款
PC_t	第 t 年購買電動機車成本
VC_t	第 t 年電動機車相關變動成本
NB_t	第 t 年減少機車噪音污染效益
AB_t	第 t 年減少機車空氣污染效益
CB_t	第 t 年減碳效益
i	私人折現率
d	社會折現率

註一：上標 T 代表第 T 種情境，變數均相同，故上表無顯示。

註二：下標 G 及 W 分別代表 Gogoro 使用者以及 WeMo Scooter 使用者，變數均相同，故上表無顯示。

第四章 實證結果與經濟意涵

本章首先估計機車使用者。分別使用兩種電動機車商業模式對使用者自身之經濟效益。接下來，調整電動機車商業模式計價方式，進行敏感度分析。最後一節，估計機車使用者，分別使用兩種電動機車商業模式對整體社會之經濟效益。

第一節 機車使用者模擬情境之經濟效益分析

本節擬探討在使用者 5 種騎乘里程之情境下，電動機車電池租賃商業模式及共享電動機車商業模式，替代傳統 125C.C.燃油機車，換言之，基準方案為傳統 125C.C.燃油機車，替代方案一為電動機車電池租賃商業模式，替代方案二為共享電動機車商業模式。並且透過成本效益分析，計算出各情境之淨現值及益本比。首先，本研究將認列所有相關效益與成本項目，如表 7 所示。

表 7 機車使用者之效益與成本項目及說明

項目	項目說明	
效益項	PB_t	第 t 年節省購買燃油機車之效益
	VB_t	第 t 年節省燃油機車相關變動效益
	TB_t	第 t 年節省燃油機車相關稅金
	SUB_t	第 t 年政府電動機車補助款
成本項	PC_t	第 t 年購買電動機車成本
	VC_t	第 t 年電動機車相關變動成本

接下來，說明如何估計各效益及成本項目。第一項， PB_t 為第 t 年節省購買燃油機車之效益，為了估計其值，本研究收集台灣前三大機車業者，分別為三陽、光陽及山葉，各業者 2016 年推出之 125C.C.燃油機車型號，如表 8 所示。再依各型號之網路最低價⁴，以各業者內銷占比加權平均，如表 9 所示，估算出 125C.C.燃油機車加權平均之價格。

⁴ 透過「機車價格比價王 - EZprice 比價網」蒐集機車最低價，蒐集日期為 2017 年 3 月 20 日，取自 <https://ezprice.com.tw/assistant.php?cid=1>

表 8 2016 年 125C.C.燃油機車型號

光陽	三陽	山葉
1. GP 125	1. JET S 雙碟版	1. BWS R
2. 金牌 125	2. Z1	2. 新勁戰雙碟版(質感風)
3. LIKE125	3. GT Super 2 碟煞	3. 新勁戰雙碟版(運動風)
4. CUE125	4. 風動 125	4. GTR aero 豪華版
5. V2 125	5. 金發財 125	5. AXIS Z 鼓煞
6. ROMEO 125 施華特飾版	6. 野狼 125 Efi	6. AXIS Z 碟煞
7. ROMEO 125 快樂摩斯版		7. RAY
8. VJR 125		
9. Racing S 125		
10. X-SENSE		
11. Xgoing City		
12. ROMEO 125-ABS		
13. G6 125		

資料來源：整理自光陽機車官網、三陽機車官網及台灣山葉官網(2016)。

表 9 2016 年台灣三大機車廠商內銷數量及占比

廠商	光陽	三陽	山葉
內銷數量(輛)	326,208	149,451	250,563
內銷數量占比	0.45	0.21	0.35

資料來源：整理自台灣區車輛同業公會官網(2017)。

根據上述資料，可以計算出光陽、三陽及山葉之機車平均價格，分別為 70,596 元、66,898 元及 73,500 元。再依照上述內銷占比做加權平均，且因此項效益會在第一期初時發生，故為第 0 期，因此 PB_0 之計算式如下式所示。

$$PB_0 = 70596 \times 0.45 + 66898 \times 0.21 + 73500 \times 0.35 = 70825$$

第二項， VB_t 為第 t 年節省燃油機車相關變動效益，包括節省汽油費、更換機車機油、更換機車齒輪油及更換輪胎費用。本研究利用機車市區油耗及上述機車加權平均價格之相同方式，估算出市區平均機車油耗為 38.84 km/L。以及收集 2007 年至 2016 年台灣地區 95 無鉛汽油均價，經過加權平均，算出 95 無鉛汽油均價為每公升 29.65 元。以上述兩筆資料計算出，傳統 125C.C.燃油機車每公里所需之汽油成本為 0.76 元。

機車引擎機油均價為 300 元且根據光陽機車官網說明，新車時前 300 公里需換一次機油，之後每 1,000 公里需換一次機油。機車齒輪油均價為 50 元且根據光陽機車官網說明，新車時前 300 公里需換一次齒輪油，之後每 2,000 公里需換一次齒輪油。機車輪胎均價為 1,000 元，且根據光陽機車官網說明，大約每 15,000 公里或 2 年內區更換輪胎。依據上述資料， VB_t 折現總值如表 10 所示。

表 10 VB_t 折現總值

模擬情境	VB_t 折現總值 $t=0,1,2,\dots,15$
一個月騎乘里程 100 公里(模擬情境一)	\$27,781
一個月騎乘里程 200 公里(模擬情境二)	\$43,816
一個月騎乘里程 400 公里(模擬情境三)	\$75,888
一個月騎乘里程 600 公里(模擬情境四)	\$107,961
一個月騎乘里程 800 公里(模擬情境五)	\$143,178

註：本研究所採用之私人折現率係參考台灣銀行 2017 年 4 月基準利率 2.616%

第三項， TB_t 為第 t 年節省燃油機車相關稅金，依據「汽車燃料使用費徵收及分配辦法」，傳統 125C.C. 燃油機車每年需繳納燃料使用費 450 元。故 TB_t 之折現總值如表 11 所示

表 11 TB_t 折現總值

模擬情境	TB_t 折現總值 $t=0,1,2,\dots,15$
一個月騎乘里程 100 公里(模擬情境一)	\$5,524
一個月騎乘里程 200 公里(模擬情境二)	\$5,524
一個月騎乘里程 400 公里(模擬情境三)	\$5,524
一個月騎乘里程 600 公里(模擬情境四)	\$5,524
一個月騎乘里程 800 公里(模擬情境五)	\$5,524

註：本研究所採用之私人折現率係參考台灣銀行 2017 年 4 月基準利率 2.616%

第四項， SUB_t 為第 t 年政府電動機車補助款。若使用者選擇電動機車電池租賃商業模式，係根據 2016 年台北市與新北市補助 Gogoro 電動機車均價為 20,000 元。若使用者選擇共享電動機車商業模式，則此項目為 0。且因此項效益會在第一期初時發生，故為第 0 期，因此 SUB_{G0} 及 SUB_{W0} 如下式所示。

$$SUB_{G0} = \frac{(16000 + 24000)}{2} = 20000$$

$$SUB_{W0} = 0$$

第五項， PC_t 為第 t 年購買電動機車成本。若使用者選擇電動機車電池租賃商業模式，此項目係採用 Gogoro Lite 車款之官網售價為 88,000 元。若使用者選擇共享電動機車商業模式，則此項目為 0。且此項效益會在第一期初時發生，故為第 0 期，因此 PC_{G0} 及 PC_{W0} 如下式所示。

$$PC_{G0} = 88000$$

$$PC_{W0} = 0$$

第六項， VC_t 為第 t 年電動機車相關變動成本。有關電動機車電池租賃商業模式，本研究係參考 Gogoro 現有之商業模式及計價方式，電池租賃月費如表 12 所示，其內容已包含定期保養服務。最後，依據電池租賃月費以及更換輪胎成本，Gogoro 輪胎 M6237 SPORT TIRE 其定價為 1,500 元，估計各模擬情境下使用者所需負擔之相關變動成本如表 13 所示。

表 12 Gogoro 電池租賃計價方式

資費方案 說明	方案一 含 100 公里騎乘里數	方案二 含 200 公里騎乘里數	方案三 含 600 公里騎乘里數
服務月費	\$299	\$499	\$799
額外里程	\$2.5 / 公里	\$2.0 / 公里	\$1.5 / 公里

註：此方案包含不限次數電池交換、豁免電池遺失或損壞賠償，以及定期回廠保養服務，內容包括潤滑油、剎車油及冷卻水之提供。

資料來源：修改自 Gogoro 官方網站(2017)

另外，有關共享電動機車商業模式，本研究係參考 WeMo Scooter 現有之商業模式及計價方式，其計價方式為每分鐘 2.5 元。又根據黃萱琪(2011)研究出在都會區機車平均旅行速度為 19.5km/h，故可以計算出各模擬情境下使用者所需騎乘平均時數，如表 14 所示。最後，估計出共享電動機車商業模式下使用者所需相關變動成本，如表 15 所示。

表 13 VC_{Gt} 折現總值

模擬情境	VC_{Gt} 折現總值 t=0,1,2,...,15
一個月騎乘里程 100 公里(模擬情境一)	\$61,219
一個月騎乘里程 200 公里(模擬情境二)	\$90,683
一個月騎乘里程 400 公里(模擬情境三)	\$134,878
一個月騎乘里程 600 公里(模擬情境四)	\$134,878
一個月騎乘里程 800 公里(模擬情境五)	\$183,792

註：本研究採用之私人折現率係參考台灣銀行 2017 年 4 月基準利率 2.616%

表 14 各模擬情境使用者平均騎乘時數

模擬情境	每月平均 騎乘(小時)	每月平均 騎乘(分鐘)	每年平均 騎乘(分鐘)
一個月騎乘里程 100 公里(模擬情境一)	5	308	3692
一個月騎乘里程 200 公里(模擬情境二)	10	615	7385
一個月騎乘里程 400 公里(模擬情境三)	21	1231	14769
一個月騎乘里程 600 公里(模擬情境四)	31	1846	22154
一個月騎乘里程 800 公里(模擬情境五)	41	2462	29538

資料來源：經本研究整理

表 15 VC_{wt} 折現總值

模擬情境	VC_{wt} 折現總值 t=0,1,2,...,15
一個月騎乘里程 100 公里(模擬情境一)	\$106,716
一個月騎乘里程 200 公里(模擬情境二)	\$220,036
一個月騎乘里程 400 公里(模擬情境三)	\$446,677
一個月騎乘里程 600 公里(模擬情境四)	\$673,318
一個月騎乘里程 800 公里(模擬情境五)	\$899,959

註：本研究採用之私人折現率係參考台灣銀行 2017 年 4 月基準利率 2.616%

本研究之基準方案為使用傳統燃油機車，且效益項目皆是依據節省傳統燃油機車費用推導而來，故基準方案之 NPV=0 且 BCR=1。而根據上述各個使用者效益與成本項目之折現總值加總後，可計算出在兩種電動機車商業模式於各個模擬情境下，使用者之淨現值及益本比，如表 16、表 17 及表 18 所示。

表 16 電動機車電池租賃商業模式下使用者之效益、成本及淨現值折現總值

模擬情境	效益項				成本項		淨現值
	PB_G	VB_G	TB_G	SUB_G	PC_G	VC_G	NPV_G
模擬情境一	\$70,825	\$27,781	\$5,524	\$20,000	\$88,000	\$61,219	-\$25,089
模擬情境二	\$70,825	\$43,816	\$5,524	\$20,000	\$88,000	\$90,683	-\$38,518
模擬情境三	\$70,825	\$75,888	\$5,524	\$20,000	\$88,000	\$134,878	-\$50,641
模擬情境四	\$70,825	\$107,961	\$5,524	\$20,000	\$88,000	\$134,878	-\$18,569
模擬情境五	\$70,825	\$143,178	\$5,524	\$20,000	\$88,000	\$183,792	-\$32,265

註：本研究採用之私人折現率係參考台灣銀行 2017 年 4 月基準利率 2.616%

表 17 共享電動機車商業模式下使用者之效益、成本及淨現值折現總值

模擬情境	效益項				成本項		淨現值
	PB_W	VB_W	TB_W	SUB_W	PC_W	VC_W	NPV_W
模擬情境一	\$70,825	\$27,781	\$5,524	\$0	\$0	\$106,716	-\$2,586
模擬情境二	\$70,825	\$43,816	\$5,524	\$0	\$0	\$220,036	-\$99,871
模擬情境三	\$70,825	\$75,888	\$5,524	\$0	\$0	\$446,677	-\$294,440
模擬情境四	\$70,825	\$107,961	\$5,524	\$0	\$0	\$673,318	-\$489,008
模擬情境五	\$70,825	\$143,178	\$5,524	\$0	\$0	\$899,959	-\$680,431

註：本研究採用之私人折現率係參考台灣銀行 2017 年 4 月基準利率 2.616%

表 18 兩種電動機車商業模式之使用者益本比

模擬情境	益本比	
	BCR_G	BCR_W
模擬情境一	0.81	0.98
模擬情境二	0.76	0.55
模擬情境三	0.75	0.34
模擬情境四	0.91	0.27
模擬情境五	0.87	0.24

由表 16、表 17 及表 18 可以看出幾項重要結果。首先， VB 與 VC 之間的差距呈現倍數關係，在電動機車電池租賃商業模式下，騎乘里程越長之使用者其差距倍數關係越小，然而，在共享電動機車商業模式下，騎乘里程越長之使用者其差距倍數關係越大。其次，兩種電動機車商業模式在現有資料下，所作之模擬情境估計，使用者之淨現值均為負值，顯示出電動機車成本依舊大於傳統 125C.C. 燃油機車之

成本，所以目前情況來說傳統燃油機車對使用者較有經濟誘因。其三，若比較兩種電動機車商業模式，情境一使用者在共享電動機車商業模式下，淨現值及益本比均為最高，顯示出模擬情境一之使用者，適合使用共享電動機車商業模式，換言之，共享電動機車商業模式較能吸引騎乘短程之機車族群。最後，在電動機車電池租賃商業模式下，模擬情境四及五之使用者，淨現值及益本比高於其他情境之使用者，換句話說，此商業模式較能吸引騎乘中長程機車族群。

第二節 機車使用者模擬情境之敏感度分析

鑒於第一節中電動機車電池租賃商業模式與共享電動機車商業模式，在現有計價機制下，對於使用者來說均為 $NPV < 0$ 且 $BCR < 1$ ，反映出該兩種電動機車商業模式似乎對於使用者不具經濟誘因。故本節將利用改變電動機車計價方式，比較對於使用者之 NPV 及 BCR 有何影響。

一、 電動機車電池租賃商業模式

首先，本研究將對於電動機車租賃商業模式進行計價方式修改，分別為月租費比原月租減少 50 元、100 元、150 元及 200 元，且由於原本方案一及方案二額外里程收費均比元月費之平均里程收費便宜⁵，且大約便宜 \$0.4/公里，唯有方案三額外里程收費比月費平均里程收費貴⁶，故在此把方案三額外里程收費改為較月費之平均里程收費便宜 \$0.4/公里，為每公里 0.9 元，其餘變數均不變。修改後計價方式如表 19 所示。且修改後估計各模擬情境下使用者之淨現值及益本比，如表 20 及表 21 所示。

由表 20 及表 21 可以得知幾項結果。首先，當電池租賃月費減少 100 元且方案三之額外里程費用改為 \$0.9/公里時，情境五使用者的 $NPV > 0$ 且 $BCR > 1$ ，表示此方案對於情境五之使用者來說，具有經濟誘因。其次，當電池租賃月費減少 150 元且方案三之額外里程費用改為 \$0.9/公里時，情境四及五使用者均 $NPV > 0$ 且 $BCR > 1$ ，

⁵ 方案一月費之平均里程收費為 \$2.99/公里，方案二月費之平均里程收費為 \$2.495/公里。

⁶ 方案三月費之平均里程收費為 \$1.33/公里。

且發現情境五使用者的 NPV 及 BCR 均高於情境四使用者的 NPV 及 BCR，表示此方案對於騎乘長程使用者更為有利。最後，當電池租賃月費減少 200 元且方案三之額外里程費用改為\$0.9/公里時，情境一、四及五使用者均 NPV>0 且 BCR>1，在此方案下，對最短程使用者來說，已經開始具有經濟誘因，但對於一個月騎乘 200 及 400 公里之使用者還是不具經濟誘因。

表 19 電動機車電池租賃商業模式計價方式修改

資費方案 說明	方案一	方案二	方案三
	含 100 公里騎乘里數	含 200 公里騎乘里數	含 600 公里騎乘里數
原服務月費	\$299	\$499	\$799
月費減 50 元	\$249	\$449	\$749
月費減 100 元	\$199	\$399	\$699
月費減 150 元	\$149	\$349	\$649
月費減 200 元	\$99	\$299	\$599
額外里程	\$2.5 /公里	\$2.0 /公里	\$0.9 /公里

資料來源：修改自 Gogoro 官方網站(2017)

表 20 電動機車電池租賃商業模式之淨現值敏感度分析

模擬情境	月費減少			
	月費減 50 元	月費減 100 元	月費減 150 元	月費減 200 元
模擬情境一	-\$17,723	-\$10,358	-\$2,992	\$4,374
模擬情境二	-\$31,151	-\$23,785	-\$16,420	-\$9,054
模擬情境三	-\$43,275	-\$35,909	-\$28,543	-\$21,177
模擬情境四	-\$11,202	-\$3,836	\$3,530	\$10,895
模擬情境五	-\$7,221	\$145	\$7,511	\$14,876

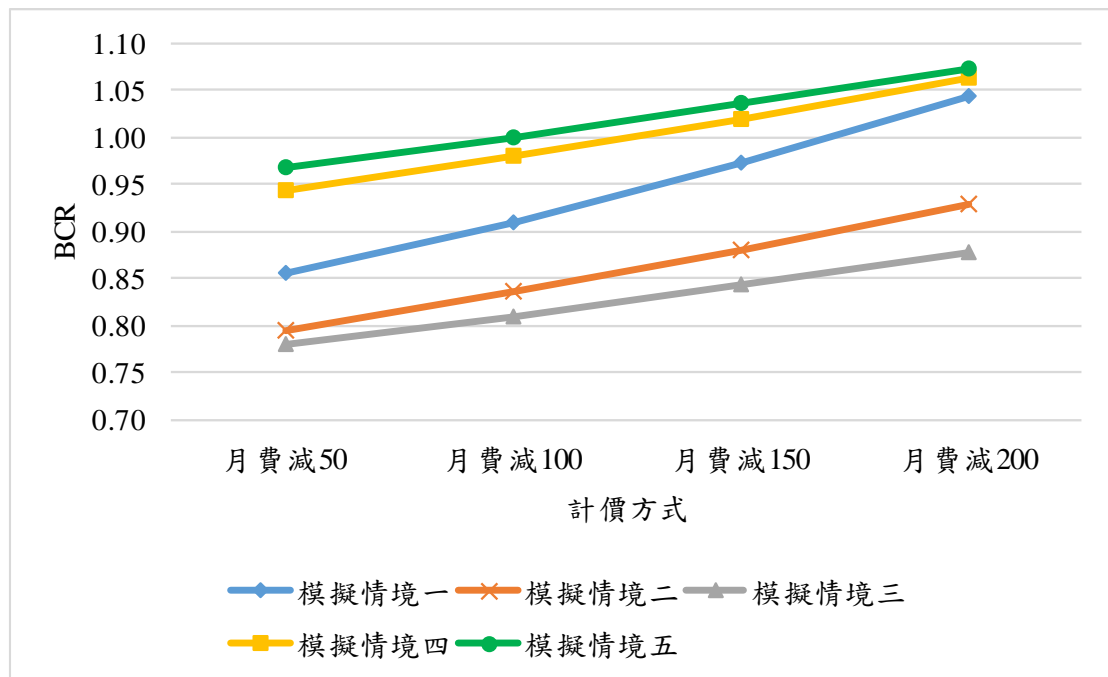
註：標註灰底的數據表示 NPV≥0。

表 21 電動機車電池租賃商業模式之益本比敏感度分析

模擬情境	月費減少			
	月費減 50 元	月費減 100 元	月費減 150 元	月費減 200 元
模擬情境一	0.85	0.91	0.97	1.04
模擬情境二	0.79	0.83	0.88	0.93
模擬情境三	0.78	0.81	0.84	0.88
模擬情境四	0.94	0.98	1.02	1.06
模擬情境五	0.97	1.00	1.04	1.07

註：標註灰底的數據表示 BCR≥1。

另外，由表 21 及圖 8 可以觀察到，當電池租賃月費減少時，情境一使用者之 BCR 變動幅度最大，其次為情境二之使用者，其三為情境四之使用者，最後為情境三及五之使用者。換言之，情境一使用者對價格最為敏感，而情境三及五之使用者對價格最不敏感。



資料來源：本研究整理

圖 8 電動機車電池租賃商業模式之益本比敏感度曲線

二、 共享電動機車商業模式

接下來，本研究將對於共享電動機車商業模式進行計價方式修改，此商業模式計價方式係參考 WeMo Scooter 現有計價方式修改，為每分鐘 2.5 元，故本研究修改之計價方式依然採取每分鐘固定金額計價。有鑑於，若採取原本計價方式，所有模擬情境下使用者均 $NPV < 0$ 且 $BCR < 1$ ，所以在此修改為，每分鐘 2.25 元、每分鐘 2 元、每分鐘 1.75 元以及每分鐘 1.5 元。並依據上述計價方式之修改，對各模擬情境之使用者進行敏感度分析，如表 22 及表 23 所示。

表 22 共享電動機車商業模式之淨現值敏感度分析

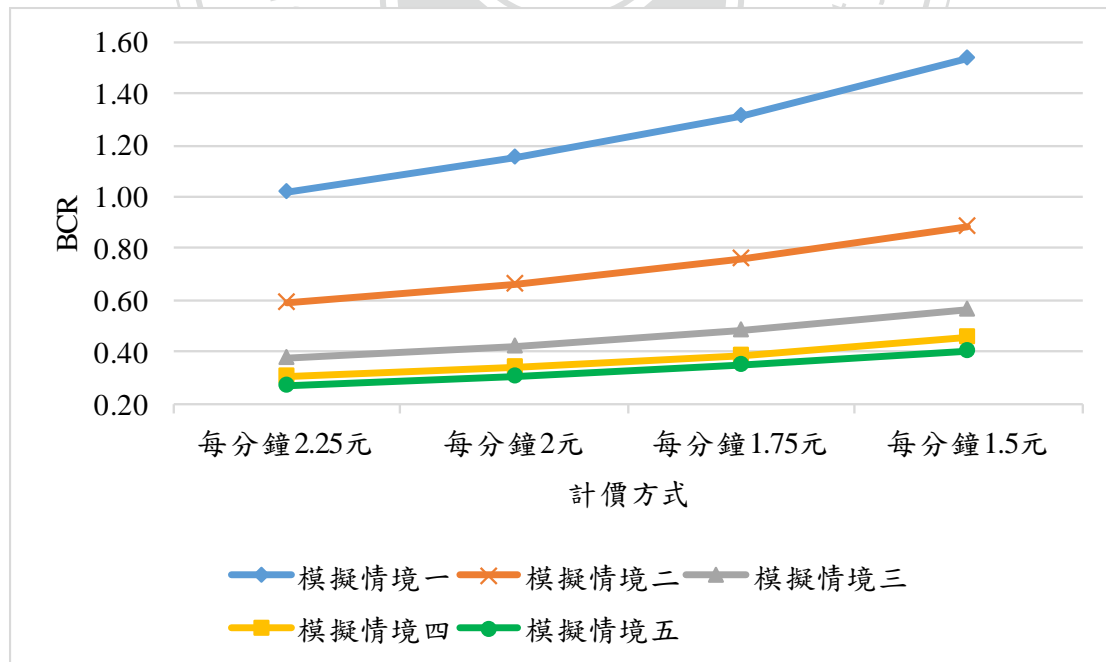
	計價方式			
	每分鐘 2.25 元	每分鐘 2 元	每分鐘 1.75 元	每分鐘 1.5 元
模擬情境一	\$ 2,142	\$ 13,474	\$ 24,806	\$ 36,138
模擬情境二	-\$ 83,811	-\$ 61,147	-\$ 38,483	-\$ 15,819
模擬情境三	-\$255,717	-\$ 210,388	-\$ 165,060	-\$ 119,732
模擬情境四	-\$427,621	-\$ 359,628	-\$ 291,636	-\$ 223,644
模擬情境五	-\$596,379	-\$ 505,723	-\$ 415,067	-\$ 324,410

註：標註灰底的數據表示 NPV \geq 0。

表 23 共享電動機車商業模式之益本比敏感度分析

	計價方式			
	每分鐘 2.25 元	每分鐘 2 元	每分鐘 1.75 元	每分鐘 1.5 元
模擬情境一	1.02	1.15	1.31	1.53
模擬情境二	0.59	0.66	0.76	0.88
模擬情境三	0.37	0.42	0.48	0.56
模擬情境四	0.3	0.34	0.39	0.45
模擬情境五	0.27	0.3	0.35	0.4

註：標註灰底的數據表示 BCR \geq 1。



資料來源：經本研究整理

圖 9 共享電動機車商業模式之益本比敏感度曲線

表 22 及表 23 顯示出，共享電動機車計價方式只需每分鐘調降 0.25 元，對情境一使用者而言，其 $NPV > 0$ 且 $BCR > 1$ ，表示對於騎乘短程之機車族群，具有經濟誘因吸引使用者。並且也顯示出共享電動機車商業模式，非常適合在都會區與其他大眾運輸系統搭配，如高鐵、台鐵、捷運或客運，當作「最後一哩」的交通工具。

最後，由表 23 及圖 9 可以觀察到幾項結果。當計價方式以每分鐘 0.25 元下降，每個情境下之使用者益本比增加之速度為遞增狀態，意謂使用者對價格敏感度為遞增狀態，故圖 9 中曲線為上凹曲線。另外，當計價方式改變，使用者益本比變動幅度大小依序為情境一、情境二、情境三、情境四與情境五。換言之，騎乘里程越短之使用者，其對價格的敏感程度越高。

第三節 整體社會模擬情境之經濟效益分析

本節將以第一節及第二節相同之模擬情境，以整體社會觀點出發，分別對電動機車電池租賃商業模式及共享電動機車商業模式，其替代傳統 125C.C. 燃油機車對於整體社會來說，透過成本效益分析以及敏感度分析，評估其是否具有經濟效益。整體社會立場與使用者立場最大之不同在於，我們將評估各模擬情境下之外部性，諸如噪音汙染、空氣汙染以及減碳效益，以及有關整體社會之移轉性支付我們將不列入成本與效益，如補貼及稅金。

首先，在整體社會折現率選取方面，由於無法找到先前相關研究所採取之折現率，且現今許多學者對於社會折現率選取看法不一，故本研究採取敏感度分析方法，對社會折現率 2% 至 6% 做敏感度分析。以下本研究將認列所有有關之效益與成本項目，如表 24 所示，並說明項目意涵及其估計過程。

PB_{St} 為第 t 年節省購買機車之效益。由於第一節估計購買機車成本時，均使用市場價格為依據，若以社會觀點來說並無影響，故此項效益與第一節所估計的值相同，且因此項效益會在第一期初時發生，故為第 0 期，因此 PB_{S0} 之計算式如下式所示。

$$PB_{S0} = 70825$$

表 24 整體社會之效益與成本項目及說明

項目	項目說明	
效益項	PB_{St}	第 t 年節省購買機車之效益
	VB_{St}	第 t 年節省機車相關變動效益
	NB_{St}	第 t 年減少機車噪音污染效益
	AB_{St}	第 t 年減少機車空氣污染效益
	CB_{St}	第 t 年減碳效益
成本項	PC_{St}	第 t 年購買電動機車成本
	VC_{St}	第 t 年電動機車相關變動成本

註：下標 S 代表整體社會。

VB_{St} 為第 t 年節省機車相關變動效益。此項效益與上述估計方式相同，故與第一節所估計之值並無差異。所以整體社會之機車相關變動效益，如表 25 所示。

表 25 VB_{St} 折現總值

模擬情境	VB_{St}	VB_{St}	VB_{St}	VB_{St}	VB_{St}
	折現總值(2%) t=0,1,2,...,15	折現總值(3%) t=0,1,2,...,15	折現總值(4%) t=0,1,2,...,15	折現總值(5%) t=0,1,2,...,15	折現總值(6%) t=0,1,2,...,15
情境一	\$64,083	\$59,527	\$55,427	\$51,728	\$48,384
情境二	\$94,921	\$88,178	\$82,111	\$76,639	\$71,693
情境三	\$141,178	\$131,155	\$122,137	\$114,006	\$106,657
情境四	\$141,178	\$131,155	\$122,137	\$114,006	\$106,657
情境五	\$192,422	\$178,694	\$166,348	\$155,219	\$145,164

註：折現總值右邊之百分比為整體社會折現率。

以上兩種效益我們將其視為電動機車效益項中之內部效益。所以接下來，本研究以整體社會角度，說明電動機車效益項中之外部效益，包括減少噪音、減少空氣污染以及減少排碳量。

NB_{St} 為第 t 年減少機車噪音污染效益。張國廷(2006)利用趨避成本法估計機車噪音污染成本。其以政府設置道路隔音牆成本以及民間裝設之隔音設備成本，作為噪音趨避成本之依據，並依照其他文獻之各車種噪音成本比例，估計出各車種之噪音污染成本。其估計出每輛機車所產生之噪音成本為\$0.429/公里。本研究參考其估計之機車噪音成本，估計各模擬情境下，電動機車代替傳統燃油機車減少噪音之效

益。其折現總值，如表 26 所示。

表 26 NB_{St} 折現總值

模擬情境	NB_{St}	NB_{St}	NB_{St}	NB_{St}	NB_{St}
	折現總值(2%) t=0,1,2,...,15	折現總值(3%) t=0,1,2,...,15	折現總值(4%) t=0,1,2,...,15	折現總值(5%) t=0,1,2,...,15	折現總值(6%) t=0,1,2,...,15
情境一	\$6,615	\$6,146	\$5,724	\$5,343	\$5,000
情境二	\$13,230	\$12,291	\$11,447	\$10,687	\$10,000
情境三	\$26,459	\$24,583	\$22,895	\$21,374	\$19,999
情境四	\$39,689	\$36,874	\$34,342	\$32,061	\$29,999
情境五	\$52,918	\$49,165	\$45,790	\$42,748	\$39,999

註：折現總值右邊之百分比為整體社會折現率。

AB_{St} 為第 t 年減少機車空氣污染效益。張國廷(2006)使用衝擊路徑法之評估流程，計算空氣污染對人體產生之罹病及死亡成本，並依據此方法估計空氣污染成本。其中，污染物選取方面，該篇研究共選取四種污染物，包括 PM10、SO_x、NO_x 及 CO，最後估計出每輛機車所產生之空氣污染成本為 \$0.05/公里。本研究參考其估計之機車空氣污染成本，估計各模擬情境下，電動機車代替傳統燃油機車減少空氣污染之效益。其折現總值，如表 27 所示。

表 27 AB_{St} 折現總值

模擬情境	AB_{St}	AB_{St}	AB_{St}	AB_{St}	AB_{St}
	折現總值(2%) t=0,1,2,...,15	折現總值(3%) t=0,1,2,...,15	折現總值(4%) t=0,1,2,...,15	折現總值(5%) t=0,1,2,...,15	折現總值(6%) t=0,1,2,...,15
情境一	\$771	\$716	\$667	\$623	\$583
情境二	\$1,542	\$1,433	\$1,334	\$1,246	\$1,165
情境三	\$3,084	\$2,865	\$2,668	\$2,491	\$2,331
情境四	\$4,626	\$4,298	\$4,003	\$3,737	\$3,496
情境五	\$6,168	\$5,730	\$5,337	\$4,982	\$4,662

註：百分比為整體社會折現率。

CB_{St} 為第 t 年減碳效益。由上述估計機車空氣污染成本中，污染物內容並未包含二氧化碳，故本研究對於減少機車排放二氧化碳效益進行估計。依據環保署 2017 年公布機車動態耗能與碳排放係數表，顯示若平均行駛數度為 29 公里/小時⁷，在

⁷ 黃萱琪(2011)指出台北都會區，機車行車型態其特徵為，平均旅行速度 19.5km/hr 且平均行駛速度 29.2km/hr。

一般道路之二氧化碳排放為 107.06 克/公里。另外，蒐集福建海峽股權交易中心 2017 年 1 月至 3 月碳交易價格，計算出碳交易平均價格為人民幣¥37.78/噸，且 2017 年 1 月至 3 月人民幣兌台幣平均匯率為 4.548，所以碳平均價格為 NT\$168.24/噸。最後，我們可以計算出傳統燃油機車碳排放成本為\$0.03/公里，依此估計出各模擬情境下，電動機車減少燃油機車碳排放效益之折現總值，如表 28 所示。

表 28 CB_{St} 折現總值

模擬情境	CB_{St}	CB_{St}	CB_{St}	CB_{St}	CB_{St}
	折現總值(2%) t=0,1,2,...,15	折現總值(3%) t=0,1,2,...,15	折現總值(4%) t=0,1,2,...,15	折現總值(5%) t=0,1,2,...,15	折現總值(6%) t=0,1,2,...,15
情境一	\$284	\$264	\$245	\$229	\$214
情境二	\$567	\$527	\$491	\$458	\$429
情境三	\$1,134	\$1,054	\$982	\$916	\$858
情境四	\$1,702	\$1,581	\$1,472	\$1,375	\$1,286
情境五	\$2,269	\$2,108	\$1,963	\$1,833	\$1,715

註：百分比為整體社會折現率。

接下來，說明兩項成本項目。 PC_{St} 為第 t 年購買電動機車成本，在此成本項目中，對於電動機車電池租賃商業模式，在此與第一節相同，均是參考 Gogoro 電動機車之價格，為 88,000 元。且因此項成本會在第一期初時發生，為第 0 期， PC_{SG0} 如下式所示。

$$PC_{SG0} = 88000$$

而對於共享電動機車商業模式而言，使用者立場與整體社會立場觀點將有所不同。在整體社會立場下，需考慮一台共享電動機車將能替代多少台燃油機車，在此我們以共享電動機車使用周轉率為替代機車數依據。假設使用周轉率為 7 次，表示 1 台共享電動機車可以替代 7 台機車，並且依據本研究目的，為估計出每一位機車使用者以共享電動機車替代傳統燃油機車，對整體社會而言產生之成本與效益，為簡化分析，在此共享電動機車之購買成本為，1/7 台機車成本。由於目前並無研究準確指出共享電動機車平均周轉率，所以本研究在此利用敏感度分析，在

使用周轉率率 8 至 11 次⁸間進行分析。且因此項成本會在第一期初時發生，為第 0 期， PC_{Sw0} 如表 29 所示。

最後一項成本項目， VC_{St} 為第 t 年電動機車相關變動成本，此項成本估計方式與第一節相同。另外，在電動機車電池租賃商業模式下，本研究在此與將進行與第二節相同的敏感度分析，分析當月租減免情況下，各模擬情境之使用者對整體社會產生之淨現值，故各情況下 VC_{SGt} 折現總值，如表 30、表 31、表 32、表 33 及表 34 所示。共享電動機車商業模式之 VC_{Swt} 折現總值如表 35 所示。

表 29 PC_{Sw0} 使用周轉率 8 至 11 次之折現總值

模擬情境	PC_{Sw0} (使用周轉率 8 次)	PC_{Sw0} (使用周轉率 9 次)	PC_{Sw0} (使用周轉率 10 次)	PC_{Sw0} (使用周轉率 11 次)
情境一	\$8,853	\$7,869	\$7,082	\$6,439
情境二	\$8,853	\$7,869	\$7,082	\$6,439
情境三	\$8,853	\$7,869	\$7,082	\$6,439
情境四	\$8,853	\$7,869	\$7,082	\$6,439
情境五	\$8,853	\$7,869	\$7,082	\$6,439

表 30 月租費無減免下 VC_{SGt} 折現總值

無減免	VC_{SGt} 折現總值 (2%) t=0,1,2,...,15	VC_{SGt} 折現總值 (3%) t=0,1,2,...,15	VC_{SGt} 折現總值 (4%) t=0,1,2,...,15	VC_{SGt} 折現總值 (5%) t=0,1,2,...,15	VC_{SGt} 折現總值 (6%) t=0,1,2,...,15
模擬情境					
情境一	\$64,083	\$59,527	\$55,427	\$51,728	\$48,384
情境二	\$94,921	\$88,178	\$82,111	\$76,639	\$71,693
情境三	\$141,178	\$131,155	\$122,137	\$114,006	\$106,657
情境四	\$141,178	\$131,155	\$122,137	\$114,006	\$106,657
情境五	\$192,422	\$178,694	\$166,348	\$155,219	\$145,164

註：百分比為整體社會折現率。

⁸ 在此使用周轉率係參考 Youbike 每日使用周轉率大約為 8 至 11 次，取自 <http://www.gov.taipei/ct.asp?xItem=177362564&ctNode=65441&mp=100003>。

表 31 月租減 50 元情況下 VC_{SGt} 折現總值

月租減 50 元	VC_{SGt} 折現總值 (2%)	VC_{SGt} 折現總值 (3%)	VC_{SGt} 折現總值 (4%)	VC_{SGt} 折現總值 (5%)	VC_{SGt} 折現總值 (6%)
模擬情境	$t=0,1,2,\dots,15$	$t=0,1,2,\dots,15$	$t=0,1,2,\dots,15$	$t=0,1,2,\dots,15$	$t=0,1,2,\dots,15$
情境一	\$56,373	\$52,364	\$48,756	\$45,500	\$42,557
情境二	\$87,211	\$81,015	\$75,440	\$70,411	\$65,866
情境三	\$133,469	\$123,992	\$115,466	\$107,778	\$100,830
情境四	\$133,469	\$123,992	\$115,466	\$107,778	\$100,830
情境五	\$166,210	\$154,341	\$143,666	\$134,045	\$125,351

註：百分比為整體社會折現率。

表 32 月租減 100 元情況下 VC_{SGt} 折現總值

月租減 100 元	VC_{SGt} 折現總值 (2%)	VC_{SGt} 折現總值 (3%)	VC_{SGt} 折現總值 (4%)	VC_{SGt} 折現總值 (5%)	VC_{SGt} 折現總值 (6%)
模擬情境	$t=0,1,2,\dots,15$	$t=0,1,2,\dots,15$	$t=0,1,2,\dots,15$	$t=0,1,2,\dots,15$	$t=0,1,2,\dots,15$
情境一	\$48,664	\$45,201	\$42,085	\$39,272	\$36,729
情境二	\$79,502	\$73,853	\$68,769	\$64,184	\$60,039
情境三	\$125,759	\$116,829	\$108,795	\$101,550	\$95,003
情境四	\$125,759	\$116,829	\$108,795	\$101,550	\$95,003
情境五	\$158,500	\$147,178	\$136,995	\$127,817	\$119,524

註：折現總值右邊之百分比為整體社會折現率。

表 33 月租減 150 元情況下 VC_{SGt} 折現總值

月租減 150 元	VC_{SGt} 折現總值 (2%)	VC_{SGt} 折現總值 (3%)	VC_{SGt} 折現總值 (4%)	VC_{SGt} 折現總值 (5%)	VC_{SGt} 折現總值 (6%)
模擬情境	$t=0,1,2,\dots,15$	$t=0,1,2,\dots,15$	$t=0,1,2,\dots,15$	$t=0,1,2,\dots,15$	$t=0,1,2,\dots,15$
情境一	\$40,954	\$38,039	\$35,414	\$33,045	\$30,902
情境二	\$71,792	\$66,690	\$62,098	\$57,956	\$54,211
情境三	\$118,050	\$109,666	\$102,124	\$95,323	\$89,175
情境四	\$118,050	\$109,666	\$102,124	\$95,323	\$89,175
情境五	\$150,791	\$140,015	\$130,324	\$121,589	\$113,697

註：折現總值右邊之百分比為整體社會折現率。

表 34 月租減 200 元情況下 VC_{SGt} 折現總值

月租減 200 元	VC_{SGt} 折現總值(2%) t=0,1,2,...,15	VC_{SGt} 折現總值(3%) t=0,1,2,...,15	VC_{SGt} 折現總值(4%) t=0,1,2,...,15	VC_{SGt} 折現總值(5%) t=0,1,2,...,15	VC_{SGt} 折現總值(6%) t=0,1,2,...,15
模擬情境					
情境一	\$33,245	\$30,876	\$28,743	\$26,817	\$25,075
情境二	\$64,083	\$59,527	\$55,427	\$51,728	\$48,384
情境三	\$110,340	\$102,504	\$95,453	\$89,095	\$83,348
情境四	\$110,340	\$102,504	\$95,453	\$89,095	\$83,348
情境五	\$143,081	\$132,852	\$123,653	\$115,361	\$107,869

註：折現總值右邊之百分比為整體社會折現率。

表 35 VC_{SWt} 折現總值

	VC_{SWt} 折現總值(2%) t=0,1,2,...,15	VC_{SWt} 折現總值(3%) t=0,1,2,...,15	VC_{SWt} 折現總值(4%) t=0,1,2,...,15	VC_{SWt} 折現總值(5%) t=0,1,2,...,15	VC_{SWt} 折現總值(6%) t=0,1,2,...,15
模擬情境					
情境一	\$111,696	\$103,774	\$96,650	\$90,228	\$84,426
情境二	\$230,304	\$213,970	\$199,281	\$186,040	\$174,078
情境三	\$467,521	\$434,363	\$404,543	\$377,665	\$353,381
情境四	\$704,739	\$654,755	\$609,806	\$569,289	\$532,684
情境五	\$941,956	\$875,148	\$815,068	\$760,914	\$711,987

註：折現總值右邊之百分比為整體社會折現率。

本研究之基準方案為使用傳統燃油機車，且效益項目皆是依據節省傳統燃油機車費用推導而來，故基準方案之 $NPV=0$ 且 $BCR=1$ 。而根據上述各項整體社會之成本項與效益項之折現總值，我們可以透過敏感度分析，估計出各模擬情境下，對整體社會之淨現值及益本比。我們先對於電動機車電池租賃商業模式，進行計價方式及社會折現率的敏感度分析，計算使用者利用電動機車電池租賃方式代替傳統燃油機車，對整體社會帶來之淨現值及益本比，如表 36 及表 37 所示。

由表 36 可以觀察到以下幾項結果。首先，無論計價方式及社會折現率如何變動，情境一、二及三之使用者，對於整體社會來說淨現值皆為負值。其次，情境四及五之使用者月租只要減免 50 元，其淨現值即為正值。最後，騎程里程越高，淨現值的值越大，換言之，利用此商業模式替換傳統燃油機車且騎乘里程越高之使用者，對社會帶來之淨現值越高。

表 36 電動機車電池租賃商業模式之整體社會 NPV

模擬情境		NPV_{SG}	NPV_{SG}	NPV_{SG}	NPV_{SG}	NPV_{SG}
		(2%)	(3%)	(4%)	(5%)	(6%)
情境一	基準情境	-\$44,510	-\$42,563	-\$40,810	-\$39,228	-\$37,798
	月租減 50 元	-\$36,801	-\$35,400	-\$34,139	-\$33,001	-\$31,971
	月租減 100 元	-\$29,091	-\$28,237	-\$27,468	-\$26,773	-\$26,144
	月租減 150 元	-\$21,381	-\$21,074	-\$20,797	-\$20,545	-\$20,316
	月租減 200 元	-\$13,672	-\$13,912	-\$14,126	-\$14,317	-\$14,489
情境二	基準情境	-\$50,895	-\$48,495	-\$46,335	-\$44,387	-\$42,626
	月租減 50 元	-\$43,185	-\$41,332	-\$39,664	-\$38,159	-\$36,798
	月租減 100 元	-\$35,476	-\$34,170	-\$32,993	-\$31,931	-\$30,971
	月租減 150 元	-\$27,766	-\$27,007	-\$26,322	-\$25,704	-\$25,144
	月租減 200 元	-\$20,057	-\$19,844	-\$19,651	-\$19,476	-\$19,316
情境三	基準情境	-\$48,245	-\$46,034	-\$44,043	-\$42,248	-\$40,625
	月租減 50 元	-\$40,536	-\$38,871	-\$37,372	-\$36,020	-\$34,798
	月租減 100 元	-\$32,826	-\$31,708	-\$30,701	-\$29,793	-\$28,970
	月租減 150 元	-\$25,117	-\$24,546	-\$24,030	-\$23,565	-\$23,143
	月租減 200 元	-\$17,407	-\$17,383	-\$17,359	-\$17,337	-\$17,316
情境四	基準情境	\$663	-\$594	-\$1,722	-\$2,738	-\$3,654
	月租減 50 元	\$8,372	\$6,569	\$4,949	\$3,490	\$2,173
	月租減 100 元	\$16,082	\$13,732	\$11,620	\$9,718	\$8,001
	月租減 150 元	\$23,791	\$20,894	\$18,291	\$15,946	\$13,828
	月租減 200 元	\$31,501	\$28,057	\$24,962	\$22,173	\$19,655
情境五	基準情境	\$1,650	\$346	-\$825	-\$1,881	-\$2,834
	月租減 50 元	\$27,862	\$24,700	\$21,856	\$19,293	\$16,979
	月租減 100 元	\$35,572	\$31,862	\$28,527	\$25,521	\$22,806
	月租減 150 元	\$31,501	\$28,057	\$24,962	\$22,173	\$19,655
	月租減 200 元	\$50,991	\$46,188	\$41,869	\$37,977	\$34,461

註一：百分比為整體社會折現率。

註二：標灰底為 $NPV_s \geq 0$ 。

由表 37 可以發現，只有在情境一、二及三且月租減免 0 至 100 元時，整體社會益本比隨著社會折現率增加而增加，換言之，此時社會益本比與社會折現率呈現正向關係。反之，在其他情況下，整體社會益本比與社會折現率均呈現負向關係。本研究推論此現象發生因素為，前者現在之效益占比較未來之效益占比高，故當社會折現率上升時(表示未來之現金流對現在影響較小)，其益本比也隨之上升。反之，後者未來之效益占比較現在之效益占比高，故益本比隨社會折現率增加而減少。

表 37 電動機車電池租賃商業模式之整體社會 BCR

BCR _{SG}		BCR _{SG}	BCR _{SG}	BCR _{SG}	BCR _{SG}	BCR _{SG}
模擬情境		(2%)	(3%)	(4%)	(5%)	(6%)
情境一	基準情境	0.707	0.711	0.715	0.719	0.723
	月租減 50 元	0.745	0.748	0.750	0.753	0.755
	月租減 100 元	0.787	0.788	0.789	0.790	0.790
	月租減 150 元	0.834	0.833	0.831	0.830	0.829
	月租減 200 元	0.887	0.883	0.879	0.875	0.872
情境二	基準情境	0.722	0.725	0.728	0.730	0.733
	月租減 50 元	0.754	0.755	0.757	0.759	0.761
	月租減 100 元	0.788	0.789	0.790	0.790	0.791
	月租減 150 元	0.826	0.825	0.825	0.824	0.823
	月租減 200 元	0.868	0.865	0.863	0.861	0.858
情境三	基準情境	0.789	0.790	0.790	0.791	0.791
	月租減 50 元	0.817	0.817	0.816	0.816	0.816
	月租減 100 元	0.846	0.845	0.844	0.843	0.842
	月租減 150 元	0.878	0.876	0.874	0.871	0.869
	月租減 200 元	0.912	0.909	0.905	0.902	0.899
情境四	基準情境	1.003	0.997	0.992	0.986	0.981
	月租減 50 元	1.038	1.031	1.024	1.018	1.012
	月租減 100 元	1.075	1.067	1.059	1.051	1.044
	月租減 150 元	1.115	1.106	1.096	1.087	1.078
	月租減 200 元	1.159	1.147	1.136	1.125	1.115
情境五	基準情境	1.006	1.001	0.997	0.992	0.988
	月租減 50 元	1.110	1.102	1.094	1.087	1.080
	月租減 100 元	1.144	1.135	1.127	1.118	1.110
	月租減 150 元	1.181	1.171	1.161	1.151	1.142
	月租減 200 元	1.221	1.209	1.198	1.187	1.176

註一：百分比為整體社會折現率。

註二：標灰底為 BCR_S ≥ 1。

接下來，對於共享電動機車商業模式，進行共享電動機車使用周轉率及社會折現率的敏感度分析，計算利用共享電動機車方式代替傳統燃油機車，對整體社會帶來之淨現值及益本比，如表 38 及表 39 所示。

表 38 共享電動機車商業模式之整體社會 NPV

模擬情境		NPV_{SW}	NPV_{SW}	NPV_{SW}	NPV_{SW}	NPV_{SW}
		(2%)	(3%)	(4%)	(5%)	(6%)
情境一	使用周轉率 8 次	-\$12,976	-\$7,663	-\$2,886	\$1,419	\$5,306
	使用周轉率 9 次	-\$11,992	-\$6,679	-\$1,902	\$2,402	\$6,290
	使用周轉率 10 次	-\$11,206	-\$5,892	-\$1,115	\$3,189	\$7,077
	使用周轉率 11 次	-\$10,562	-\$5,248	-\$471	\$3,833	\$7,721
情境二	使用周轉率 8 次	-\$107,131	-\$95,140	-\$84,358	-\$74,641	-\$65,863
	使用周轉率 9 次	-\$106,148	-\$94,156	-\$83,375	-\$73,657	-\$64,880
	使用周轉率 10 次	-\$105,361	-\$93,370	-\$82,588	-\$72,871	-\$64,093
	使用周轉率 11 次	-\$104,717	-\$92,726	-\$81,944	-\$72,227	-\$63,449
情境三	使用周轉率 8 次	-\$295,442	-\$270,095	-\$247,303	-\$226,760	-\$208,202
	使用周轉率 9 次	-\$294,458	-\$269,111	-\$246,319	-\$225,776	-\$207,218
	使用周轉率 10 次	-\$293,671	-\$268,324	-\$245,532	-\$224,989	-\$206,431
	使用周轉率 11 次	-\$293,027	-\$267,680	-\$244,888	-\$224,345	-\$205,787
情境四	使用周轉率 8 次	-\$483,751	-\$445,048	-\$410,244	-\$378,874	-\$350,534
	使用周轉率 9 次	-\$482,767	-\$444,064	-\$409,261	-\$377,890	-\$349,550
	使用周轉率 10 次	-\$481,980	-\$443,277	-\$408,474	-\$377,103	-\$348,763
	使用周轉率 11 次	-\$481,336	-\$442,633	-\$407,830	-\$376,460	-\$348,119
情境五	使用周轉率 8 次	-\$668,737	-\$616,961	-\$570,399	-\$528,429	-\$490,510
	使用周轉率 9 次	-\$667,753	-\$615,977	-\$569,415	-\$527,445	-\$489,526
	使用周轉率 10 次	-\$666,966	-\$615,190	-\$568,628	-\$526,658	-\$488,740
	使用周轉率 11 次	-\$666,322	-\$614,546	-\$567,985	-\$526,014	-\$488,096

註一：百分比為整體社會折現率。

註二：標灰底為 $NPV_s \geq 0$ 。

表 38 顯示出，在情境一且社會折現率為 5% 以上時，整體社會淨現值為正值，代表使用者利用共享電動機車對整體社會帶來正向效益，而其餘情況下，整體社會淨現值均為負值，且情境一之整體社會淨現值均高於其他情境。另外，當共享電動機車使用周轉率越高，其整體社會淨現值也將越高。

最後，由表 39 可以看出，在此商業模式下，整體社會益本比均隨著社會折現率上升而增加，並且整體社會之益本比均隨著使用者騎乘里程增加而以遞減速度減少。另外，在情境一下，整體社會益本比均大於或趨近 0.9，且高於其他情境許多。綜上所述，在此商業模式下，騎乘里程較低之使用者對於整體社會而言較具有經濟效益。

表 39 共享電動機車商業模式之整體社會 BCR

模擬情境		BCR _{sw}	BCR _{sw} (2%)	BCR _{sw} (3%)	BCR _{sw} (4%)	BCR _{sw} (5%)	BCR _{sw} (6%)
情境一	使用周轉率 8 次		0.892	0.932	0.973	1.014	1.057
	使用周轉率 9 次		0.900	0.940	0.982	1.024	1.068
	使用周轉率 10 次		0.906	0.947	0.989	1.033	1.077
	使用周轉率 11 次		0.911	0.952	0.995	1.040	1.085
情境二	使用周轉率 8 次		0.552	0.573	0.595	0.617	0.640
	使用周轉率 9 次		0.554	0.576	0.598	0.620	0.643
	使用周轉率 10 次		0.556	0.578	0.600	0.623	0.646
	使用周轉率 11 次		0.558	0.579	0.602	0.625	0.649
情境三	使用周轉率 8 次		0.380	0.391	0.402	0.413	0.425
	使用周轉率 9 次		0.381	0.391	0.403	0.414	0.426
	使用周轉率 10 次		0.381	0.392	0.404	0.415	0.427
	使用周轉率 11 次		0.382	0.393	0.404	0.416	0.428
情境四	使用周轉率 8 次		0.322	0.329	0.337	0.345	0.353
	使用周轉率 9 次		0.323	0.330	0.337	0.345	0.353
	使用周轉率 10 次		0.323	0.330	0.338	0.346	0.354
	使用周轉率 11 次		0.323	0.331	0.338	0.346	0.354
情境五	使用周轉率 8 次		0.297	0.302	0.308	0.314	0.320
	使用周轉率 9 次		0.297	0.302	0.308	0.314	0.320
	使用周轉率 10 次		0.297	0.303	0.308	0.314	0.320
	使用周轉率 11 次		0.297	0.303	0.309	0.315	0.321

註一：百分比為整體社會折現率。

註二：標灰底為 $BCR_s \geq 1$ 。

綜上所述，在電動機車電池租賃商業模式下，若現有月租計價機制減免 100 元，將使得情境四及五的使用者淨現值及整體社會淨現值均大於零，故政府若對於情境四及五指使用者月租費進行補助，將可以達到提升使用者使用電池租賃生業模式之誘因，並且達成增進整體社會利益之目的。另外，在共享電動機車商業模式下，若現有計價機制改為每分鐘 2.25 元，將使得情境一之使用者淨現值及整體社會淨現值均大於零，政府若對於短程使用者進行補助，將可以達到提升使用者使用電池租賃生業模式之誘因，進而達成增進整體社會利益之目的。

第四節 經濟意涵

根據上述敏感度分析結果，可以觀察出計價方式在兩種電動機車商業模式中，

均占有重要地位，簡單來說，一個良好的計價方式，可以讓使用者淨現值大於零，導致使用者有經濟誘因去使用電動機車商業模式取代傳統燃油機車，進而減少傳統燃油機車產生之外部成本，提升整體社會之淨現值，又可視為整體社會之淨效益。故第一部分將延伸探討有關彈性定價機制對於 WeMo Scooter 共享電動機車之重要性。接著，區塊鏈技術(Blockchain)在近年來迅速崛起，應用甚廣，對於共享經濟的影響尤其重要，故第二部分將討論區塊鏈技術，及此技術對於 WeMo Scooter 共享電動機車之影響。

一、 彈性價格機制

在服務業中時常應用彈性價格機制，係依據尖、離峰需求量不同，訂定不同之價格，而在共享經濟中，更特別凸顯彈性價格機制之重要性，因為共享經濟定義係利用閒置資產為核心，建立一個共享社群，創造出共享閒置資產的價值，換言之，閒置資產於離峰時段其邊際成本趨近於零(因為係閒置資產機會成本趨近於零)，導致尖、離峰的邊際成本差距甚大，故彈性價格機制應用於共享經濟更符合經濟邏輯，例如：Airbnb 在例假日及國定假日收費較貴，以及 Uber 在雨天時會收取更高的計程費用。但上述所提之 WeMo Scooter 電動機車共享模式，所採取之計價方式均為每分鐘收取固定價格，並無彈性價格機制，較不符合共享經濟之經濟邏輯。由於交通運輸業的特性是具有明顯的尖峰與離峰時段，依尖、離峰需求量彈性訂價，可以更貼近市場反應的真實價格，達到社會剩餘最大之情況。期許業者未來或可以利用大數據分析，規劃出適合電動機車共享模式之彈性價格機制，以滿足在不同時段下擁有不同價格彈性的使用者，對於此商業模式之需求。

以下將以 WeMo Scooter 為例，說明彈性電價運作方式，如圖 10，S 為供給線，由於目前業者提供的電動機車數量為 200 台，故供給線於兩百台時有拗折並轉為垂直線，D₁ 為離峰需求線，D₂ 為尖峰需求線。情況一：離峰時段，由於此時段供過於求，需求價格彈性高，導致需求線較平緩(圖中 D₁ 所示)。此時需求決定價格，故業者應以邊際成本(圖中 P₁ 所示)訂價 (對 WeMo Scooter 而言，邊際成本為電力

成本)，以最低價格吸引消費者使用共享電動機車；情況二：尖峰時段，由於此時段供不應求，需求彈性低，導致需求線較陡峭(圖中 D_2 所示)。此時業者將有短期超額潤(圖中灰色部分)，又稱經濟租(Economic rent)，故此時訂價可比邊際成本訂價高，訂為 P_2 ，以利攤提回收資本折舊成本(因 WeMo Scooter 採無固定站點式，故其資本折舊成本為電動機車成本，又稱沉沒成本)。當資本折舊成本攤提回收結束後，業者可考慮繼續擴大其經濟規模(增加共享電動機車數量，供給線右移)，透過更大的規模經濟，增加民眾使用誘因，提升社會及業者之經濟效益。

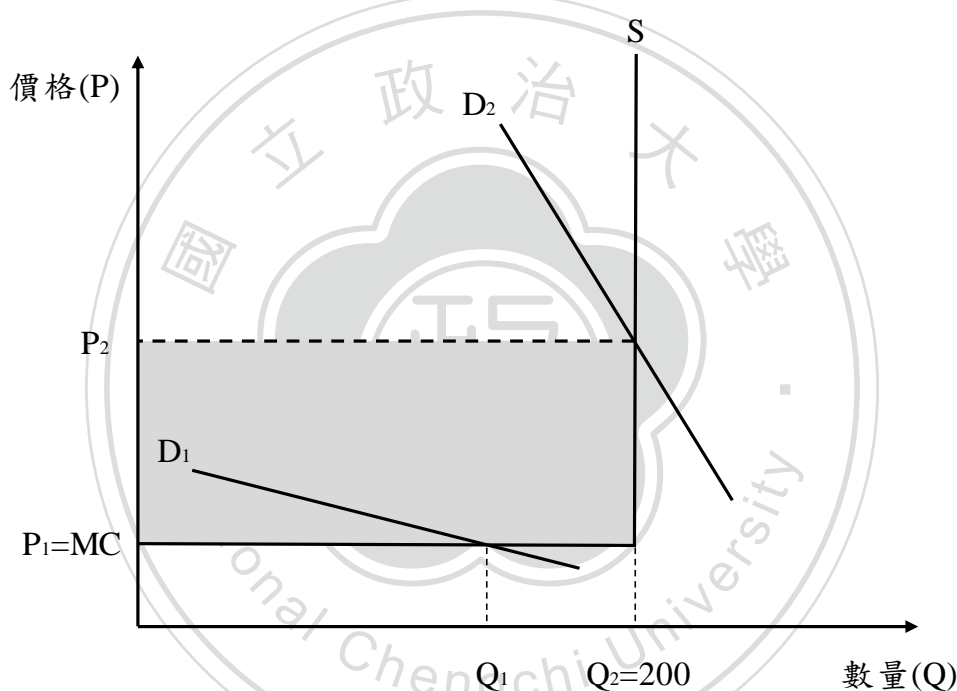


圖 10 彈性價格機制

二、 區塊鏈技術

區塊鏈技術的運作，簡單來說，交易產生時，交易方會建立一個區塊(Block)，並將此筆交易資訊儲存至區塊內，而此區塊會由上千、萬甚至百萬部電腦進行驗證，驗證通過後區塊內的交易資訊及交易資訊的變動歷程均會被記錄於一個網路上的鏈結，表示如果有人想竄改交易資訊，就等於更改鏈結上的千、萬甚至百萬部電腦內的其他紀錄，故若想特定改一個交易資訊，又不想影響其他資訊時，是幾乎不可能做到的事情。換言之，區塊鏈技術主要運用在點對點交易，且買方會被給予一組

授權亂碼，因此他才可以使用此區塊，故區塊鏈技術每個區塊交易資訊都是獨一無二。由上述可知，透過區塊鏈技術交易的交易成本幾乎是零，也由於區塊鏈技術是一個分散式且不可逆的帳本，減少了交易雙方資訊不對稱之問題，大大降低交易雙方的信任成本，又被稱為「信任機器」。

目前共享經濟中，業者大多為創造一個共享平台，讓供給方與需求方均可透過平台找到符合交易對象，故業者扮演著中介服務的角色，以降低民眾交易成本方式(如降低供給與需求雙方搜尋成本)，來吸引客群。而在信任成本方面，業者大多仰賴評分機制及業者信譽擔保，但評分機制的結果還是有可能經過一些不肖業者操作，例如：供給方與業者勾結，隱瞞負面評價，只顯示正面評價，故可能有資訊不對稱問題產生。所以若共享經濟結合區塊鏈技術，將可能打造出零交易成本及高信任機制的共享經濟平台，且為「分散式」而非「集權式」，在分散式共享經濟平台中，不再重視「所有權」而是強調一個特定時段內的「使用權」，實現真正共享的價值。

以下將以 WeMo Scooter 為例，說明區塊鏈技術對共享電動機車商業模式可能產生之影響。在此可以分成兩種情況做探討，情況一：WeMo Scooter 結合區塊鏈技術，透過區塊鏈技術紀錄每筆交易資訊與評價資訊，減少使用者與業者間資訊不對稱之問題，以提升使用者與業者之間的信任與安全，增加使用者消費誘因；情況二：市場上出現利用區塊鏈技術租賃電動機車之共享平台，此平台擁有零交易成本及低信任成本的特性，故此平台將可能成為 WeMo Scooter 最大競爭者，與此同時，電動機車計價方式及電動機車特性將成為競爭中的關鍵因素。所以 WeMo Scooter 業者應密切關注對於區塊鏈技術未來所帶來之影響與挑戰。

第五章 結論與建議

第一節 結論

近年來，電動車與電動機車發展及應用儼然已成為世界潮流，在機車密度極高且擁有「機車王國」稱號的台灣，其電動機車技術日新月異，也發展出多樣化商業模式，其中最著名莫過於 Gogoro 的電池租賃商業模式，以及 WeMo Scooter 的共享商業模式。故本研究利用成本效益分析中的淨現值法及益本比法，研究上述兩種電動機車商業模式，將機車使用者及整體社會的效益項與成本項貨幣化後，衡量在不同騎乘里程下之淨影響。以下為本研究研擬之結論。

一、 機車使用者模擬情境之經濟效益分析

在機車使用者模擬情境之經濟效益分析中，得出以下四點結論：(一) 使用者之變動效益與變動成本之間的差距呈現倍數關係，且變動成本大於變動效益。在電動機車電池租賃商業模式下，騎乘里程與差距倍數關係呈現負相關，然而，在共享電動機車商業模式下，騎乘里程越與差距倍數關係呈現正相關。(二) 兩種電動機車商業模式之使用者淨現值均為負值，表示目前電動機車成本依舊大於傳統 125C.C. 燃油機車之成本，且若使用者為理性使用者，其將會選擇傳統燃油機車。(三) 比較兩種電動機車商業模式，每個月騎乘里程為 100 公里之使用者在共享電動機車商業模式下，淨現值及益本比均為最高，表示其適合使用共享電動機車商業模式，故共享電動機車商業模式較能吸引騎乘里程較短之機車族群。(四) 比較兩種電動機車商業模式，在電動機車電池租賃商業模式下，每個月騎乘里程為 600 公里及 800 公里之使用者，淨現值及益本比高於其他情境之使用者，表示此商業模式較能吸引騎乘里程較高之機車族群。

二、 機車使用者模擬情境之敏感度分析

在此本研究均對兩種電動機車商業模式，進行計價方式之調降，進行敏感度分析，試圖找出對使用者具有經濟誘因之計價方式，且觀察使用者對於價格調降之敏

感度。

在電動機車電池租賃之計價方式敏感度分析中，得出以下四點結論：(一) 每個月騎乘里程為 800 公里之使用者，在電池租賃月費為 699 元且額外里程費用為 \$0.9/公里之方案下， $NPV>0$ 且 $BCR>1$ ，表示此方案對其具有經濟誘因。(二) 每個月騎乘里程為 600 公里及 800 公里之使用者，在電池租賃月費為 649 元且額外里程費用為 \$0.9/公里之方案下，均 $NPV>0$ 且 $BCR>1$ ，且發現騎乘里程長度與 NPV 及 BCR 呈現正相關，表示此方案對於騎乘長程使用者更具有經濟誘因。(三) 每個月騎乘里程為 100 公里之使用者，在電池租賃月費為 99 元且額外里程費用為 \$2.5/公里之方案下， $NPV>0$ 且 $BCR>1$ ，開始具有經濟誘因。(四) 每個月騎乘里程為 100 公里之使用者對現有電池月租計價方式最為敏感，而每個月騎乘里程為 400 公里及 800 公里之使用者對現有電池月租計價方式最不敏感。

在共享電動機車之計價方式敏感度分析中，得出以下三點結論：(一) 每個月騎乘里程為 100 公里之使用者，在共享電動機車計價方式為每分鐘 2.25 元之方案下， $NPV>0$ 且 $BCR>1$ ，表示對於騎乘短程之機車族群，具有經濟誘因。(二) 使用者對價格調降之敏感度為遞增狀態，當價格調降越多益本比上升越快。(三) 騎乘里程越短之使用者，其對共享電動機車計價方式的敏感程度越高。

三、 整體社會模擬情境之經濟效益分析

在電動機車電池租賃商業模式下，整體社會模擬情境之經濟效益分析，得出以下三點結論：(一) 無論計價方式及社會折現率如何變動，每個月騎乘里程為 400 公里以下之使用者，對於整體社會來說淨現值皆為負值。(二) 每個月騎乘里程為 600 公里以上之使用者當電池月費 749 元，其對於整體社會之淨現值即為正值。(三) 利用此商業模式替換傳統燃油機車且騎乘里程越高之使用者，對整體社會帶來之淨現值越高。

在共享電動機車商業模式下，整體社會模擬情境之經濟效益分析，得出以下點結論：(一) 每個月騎乘里程為 100 公里之使用者，在社會折現率為 5% 以上時，整

體社會淨現值為正值。(二) 每個月騎乘里程為 100 公里之使用者之整體社會淨現值均高於其他使用者。(三) 當共享電動機車使用周轉率越高，其整體社會淨現值也將越高。(四) 每個月騎乘里程為 100 公里之使用者，整體社會益本比均大於或趨近 0.9，且高於其他使用者許多。表示騎乘里程較低之使用者對於整體社會而言較具有經濟效益。

綜上所述，電動機車電池租賃商業模式，適合每月騎乘里程高於 600 公里之機車族群。而共享電動機車商業模式，則適合每個月騎乘里程低於 100 公里之機車族群。並且上述兩種電動機車商業模式，皆有助於改善都會區燃油機車所帶來的噪音污染、空氣污染及減少排碳量，以增進整體社會之經濟效益。另外，現有電動機車商業模式均朝向智慧化發展，可以清楚掌握每位使用者之騎乘特性，如騎乘里程、騎乘時段及換電時段，若可以依照不同使用者騎乘特性給予最適優惠及補助，將可以提高使用者騎乘誘因，也有助於整體社會經濟效益之改善。

第二節 政策推介

一、 電動機車電池租賃商業模式

目前政府對於電動機車補助方式為購車時給予補助優惠，可視為對電動機車固定成本補助，且此項補助對於騎乘里程不同之使用者一視同仁。但由上述實證結果分析可以發現，此商業模式對於每個月騎乘里程較高之機車族群(每個月騎乘里程大於 600 公里)所能帶來之使用者及整體社會淨現值均較高，並且透過敏感度分析，當價格減少 100 元時對於使用者及整體社會之淨現值均大於零，顯示出價格調降有助於提升使用者及整體社會之經濟效益，且根據本研究所估算上述之外部效益顯示，主因係電動機車可減少噪音污染及空氣污染，空氣污染包括二氧化碳、一氧化碳、硫氧化物及氮氧化物，由於上述污染物均與騎乘里程成正比，而未必與車輛數成正比。故若政府依照不同騎乘里程進行與里程成固定額度之補貼(騎乘里程越多補貼越高)，將可以更有效提升民眾對於此商業模式的使用意願，進而增進

整體社會福祉。

二、 共享電動機車商業模式

目前我國政府積極推動綠色運輸，希望可以達到低排放、低污染及低耗能的目標，而共享電動機車模式非常符合政府所推動之目標。由上述實證結果分析可以觀察到，此商業模式無論在使用者立場或整體社會立場，在計價方式為每分鐘 2.25 元的情況下，模擬情境一的淨現值均大於零，表示較適合每個月騎乘里程較低之機車族群(每個月騎乘里程小於 100 公里)，例如通勤上班族若每天通勤約為 3 公里，即每個月騎乘里程小於 100 公里者。分析結果顯示出此商業模式適合在都會區與其他大眾運輸系統搭配，如台鐵、捷運或客運，當作「最後一哩」的交通工具。至於高鐵站通常距離市區較遠，此商業模式則必須在高鐵站區特別開闢專櫃並提供放置共享電動機車停車空間，使用者對於此商業模式才較有使用之意願。故若政府對於使用者利用此商業模式再轉乘大眾運輸交通工具進行補助，不僅可以提高都會區大眾交通運輸系統之機動性，也可以舒緩機車街滿為患擁擠之外部成本，進而提升人民使用此商業模式之意願，達到增進整體社會效益之目的。另外，此共享商業模式必須要有足夠車輛達到規模經濟，確保使用者不會遇到無車可借之窘境，依此才能提升使用者使用意願。

第三節 未來研究建議

根據上一章經濟意涵討論，顯示出需求價格彈性、彈性價格機制及規模經濟對於共享經濟之重要性，故未來研究可以朝向對 WeMo Scooter 共享電動機車進行需求價格彈性、彈性價格機制及規模經濟相關評估，例如：WeMo Scooter 的需求價格彈性對彈性價格機制之敏感度分析。

本研究著重於在不同騎乘里程之情況下，每位機車使用者對使用者自身及整體社會之影響，無法完整估計共享電動機車商業模式所帶來降低擁擠的效益，故對於此商業模式之整體社會較益評估有低估之嫌。未來研究可以利用不同角度進行

分析，如蒐集都會區整體機車族數量，估計共享電動機車所帶來之整體外部效益，包括降低整體都會區機車擁擠、減少噪音及空氣汙染。另外，本研究評估電動機車外部效益所使用之資料，係參考張國廷 2006 年所作之估計，然而其所使用之估計資料如今難免有所改變，以至於本研究所採用之外電動機車外部效益有低估之疑慮。本研究建議未來研究可以專注於電動機車外部效益之估計，做更精細之分類，期許更能準確反映現今整體社會的電動機車外部效益。

最後，本研究的減碳效益係由福建海峽股權交易中心之碳交易價格概略推估而來，若未來台灣也能擁有我國自己的碳交易市場，此碳交易市場中之碳交易價格更能貼近台灣整體社會之碳成本，依此可更精確估計台灣地區電動機車產生之減碳效益。



參考文獻

文獻資料：

- 朱宴生. (2000). 影響我國電動機車擴散因素之研究. 中央大學企業管理研究所學位論文, 頁 1-93.
- 胡康寧、林明瑞、林盛隆. (2004). 以生命週期評估法進行電動機車與燃油機車之比較研究. 工業污染防治季刊(89), 頁 57-82.
- 馬台渝、曾國雄. (1994). 電動機車之市場需求及其對經濟、能源與環境影響之研究.
- 張國廷. (2006). 都市旅次外部成本之研究. 臺灣大學土木工程學研究所學位論文, 頁 1-204.
- 郭昱瑩. (2007). 成本效益分析. 台北市: 華泰文化.
- 郭曉蓉. (2016). 電動機車產業結構與發展策略之情境分析研究. 臺灣大學國際企業學研究所學位論文, 頁 1-97.
- 陳玉茹. (2016). 體驗行銷、涉入程度影響消費者購買意願—以 GOGORO 電動機車為例. 實踐大學企業管理學系碩士班學位論文, 頁 1-66.
- 陳俊傑. (2015). 電動機車的車電分離之商業模式對市場需求之影響. 政治大學經營管理碩士學位論文, 頁 1-65.
- 陳威成. (1997). 電動機車能源效率、污染量及特性之分析與模擬. 中原大學電機工程研究所學位論文, 頁 1-73.
- 黃上晏, 邱城英, 廖妙玲. (2015). 臺灣消費者購買電動機車意願之關鍵成功因素研究. 觀光與休閒管理期刊, 頁 139-152.
- 黃萱琪. (2011). 都會區機車行車型態與空氣污染物排放特性關聯性研究. 成功大學環境工程學系學位論文, 頁 1-179.
- 蕭代基、鄭蕙燕、吳珮瑛、錢玉蘭、溫麗琪. (2002). 環境保護之成本效益分析：理論、方法與應用. 台北市: 俊傑書局.
- Bishop, J. D., Doucette, R. T., Robinson, D., Mills, B., & McCulloch, M. D. (2011). Investigating the technical, economic and environmental performance of electric vehicles in the real-world: A case study using electric scooters. *Journal of Power Sources*. 196(23), 10094-10104.
- Cherry, C. (2010). Electric Two-Wheelers in China: Promise Progress and Potential. *ACCESS Magazine*, 1(37).
- Chiu, Y. C., & G. H. Tzeng. (1999). The market acceptance of electric motorcycles in Taiwan experience through a stated preference analysis. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 4(2), 127-146.
- Hwang, J. J. (2010). Sustainable transport strategy for promoting zero-emission electric scooters in Taiwan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 14(5), 1390-1399.

- Mishan, E. J., & E. Quah (2007). *Cost-benefit analysis*. Routledge.
- Weinert, J. X. (2007). *The Rise of Electric Two-wheelers in China: Factors for their Success and Implications for the*. ProQuest.
- 網路資料：
- 三陽機車 SYM. (2017). 擷取自 <http://tw.sym-global.com/>
- 比價網- EZprice 機車價格比價王-. (2017). 擷取自 <https://ezprice.com.tw/assistant.php?cid=1>
- 台北智慧城市. (2017). 擷取自 <https://smartcity.tapei/>
- 台灣山葉機車 YAMAHA. (2017). 擷取自 <https://www.yamaha-motor.com.tw/>
- 台灣銀行. (2017). 新臺幣存(放)款牌告利率. 擷取自 <http://rate.bot.com.tw/twd>
- 行政院環保署. (2017). 移動污染源管制網. 擷取自 <http://mobile.epa.gov.tw/>
- 呂紹玉. (2017). Gogoro 2016 年賣出 1.3 萬台電動車；2017 年挑戰六都 1 公里 1 換電站、銷量倍數成長. TechNews 科技新報. 擷取自 <http://technews.tw/2017/01/20/gogoro-2017-new-vision-activity/>
- 拓璞產業研究院 TRI. (2017). 汽車與車電市場 2016 年回顧與 2017 年展望. 擷取自 <https://goo.gl/wjEkFY>
- 政府資料開放平臺. (2017). 機車動態能耗與碳排放係數. 擷取自 <http://data.gov.tw/node/33215>
- 速克達光陽機車/KYMCO. (2017). 擷取自 <http://www.kymco.com.tw/>
- 曾釅. (2016). 電動機車版 Youbike！威摩科技推共享電動機車服務「WeMo Scooter」。數位時代. 擷取自 <https://www.bnext.com.tw/article/41277/wemo-escooter>
- 經濟部能源局. (2017). 油價資訊與管理分析系統. 擷取自 <https://www2.moeaboe.gov.tw/oil102/>
- 電動機車產業網. (2017). 擷取自 <https://www.lev.org.tw/default.asp>
- 碳市場最新價格行情_中國碳排放交易網. (2017). 擷取自 <http://www.tanpaifang.com/tanshichang/>
- 蔡尚勳. (2016). Wemo 電動機車租賃上路 隨租隨停非夢事. 經濟日報. 擷取自 <https://money.udn.com/money/story/5722/2020518>
- 藍弋丰. (2015). 智慧電動機車與電池交換站體系並進，Gogoro 打造「平民特斯拉」。TechNews 科技新報. 擷取自 <http://technews.tw/2015/01/07/gogoro-smartscooter-is-tesla-for-the-everyman/>
- IBM 官方網站. (2017). 擷取自 <https://www.ibm.com/tw-zh/>
- Gogoro 官方網站. (2017). 擷取自 <https://www.gogoro.com/tw/>
- WeMoScooter 官方網站. (2017). 擷取自 <http://www.wemoscooter.com/>
- WangRoss. (2016). Gogoro 設計專訪：一顆電池的故事. 擷取自 Engadget 中文版: <http://chinese.engadget.com/2016/05/25/gogoro-battery-interivew-walter-wang/>
- Youbike 官方網站. (2017). 擷取自 <https://www.youbike.com.tw/>