

電動機車商業模式之經濟效益分析： 共享經濟vs.電池租賃

許志義^{1*} 游晨廷²

摘 要

近年來，電動車與電動機車之新興商業模式已逐漸改變傳統汽機車市場版圖。本文旨在探討傳統燃油機車相對於電動機車新興商業模式，對於參與者(即機車使用者)及整體都會區之淨現值與益本比，建立量化模型評估機車使用者每月平均騎乘不同里程數之敏感度分析，使用者與整體都會區分別於「Gogoro的電動機車電池租賃之商業模式」及「WeMo Scooter的共享電動機車商業模式」，相對於傳統125 C.C.燃油機車之經濟效益分析。實證結果顯示，在參與者檢定中，使用電動機車成本依舊大於傳統125 C.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，敏感度分析結果顯示，在「電動機車電池租賃商業模式」下，騎乘里程長度與淨現值(Net Present Value, NPV)及益本比(Benefit Cost Ratio, 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，參與者之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。從整體都會區觀點，利用「電動機車電池租賃商業模式」替換傳統125 C.C.燃油機車且騎乘里程越高之使用者，對整體都會區帶來之淨現值越高。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。

關鍵詞：電動機車，電池租賃，共享經濟，淨現值，益本比，碳價

1. 前 言

臺灣地狹人稠交通壅擠，機動性良好與價格可負擔的機車，已成為國人最常使用的交通工具之一。根據2016年統計，全國機車密度為377輛/平方公里(行政院環保署，2017)。惟行政院環保署(2017)研究顯示，移動污染源¹之PM_{2.5}與CO₂排放量分別佔全國25%與77%，其中機車

分別佔全國3.65%與29.7%，排放量分別為2,815公噸/年以及168,793公噸/年。張國廷(2006)推估出大臺北地區，每輛機車空氣污染成本為NT\$0.05/公里以及噪音污染成本為NT\$0.429/公里。由此可見，傳統燃油機車造成都會區環境外部性之社會成本應予重視。

全球電動車發展迅速，主因在於其使用者端無噪音及空氣污染。根據拓墾產業研究院

¹國立中興大學應用經濟系所暨資訊管理系所 教授

²政治大學經濟研究所 碩士

*通訊作者 E-mail: hsu@nchu.edu.tw

收到日期: 2018年06月15日

修正日期: 2018年11月12日

接受日期: 2018年12月03日

¹主要為汽機車，本身因動力改變位置，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)。

(Topology Research Institute) (2015)統計，全球電動車銷售大約為55萬輛，其中美國、歐洲及中國大陸三大市場均突破10萬輛。至2016年，全球電動車總銷售超過77萬輛，其中最大市場為中國大陸約35萬台。在臺灣，隨著電動機車價格逐年下降，同時衍生出各種商業模式，例如WeMo Scooter採行共享電動機車租賃模式，頗受歡迎。截至2016年底，全臺灣當年度電動機車銷售已超過2萬輛，較前一年增加98% (行政院環保署，2017)，其中睿能創意公司旗下Gogoro Smartscooter市佔率高達62.5%。

由於電動機車從使用者角度較無傳統燃油機車之環境污染問題(如噪音、PM_{2.5}、油污等)，加上近年來其新興商業模式快速發展以及政府補貼政策，正迅速取代部分傳統機車。基於此，本文旨在探討於電動機車新興商業模式使用電動機車相對於125 C.C.燃油機車之成本效益。分別從參與者(即機車使用者)與整體都會區之淨現值與益本比，建立量化模型，使用敏感度分析評估機車使用者每月平均騎乘不同里程數之情境下，使用者與整體都會區分別於「Gogoro的電動機車電池租賃之商業模式」(以下簡稱「電池租賃模式」)及「WeMo Scooter的共享電動機車商業模式」(以下簡稱「共享機車模式」)，相對於傳統125C.C.燃油機車之成本效益分析。

由於125C.C.燃油機車以及電動機車所需消耗的能源，油料以及電能，本文中僅分析使用端環境污染之成本效益，亦即煉油與發電過程所產生之環境污染成本及其替代方案之機會效益，並非本文分析之範疇。換言之，本文並未探討傳統發電廠發電過程中產生之二氧化碳與其他環境污染物，包括液態、固態、氣態等之社會成本。在此情況下，電動機車使用者在都會區行駛過程中的環境污染成本為零，因此本文中的都會區整體環境成本效益分析，與參與者檢定最大的不同在於，前者(電動機車)之營運模式可獲得CO₂減量之環境成本機會效益。

值得注意的，上述假設並非刻意偏袒電動

機車的環境效益。事實上，燃油機車汽油在上游供應鏈之煉製過程中，同樣產生許多固態、液態、氣態等環境污染物。這些污染環境的外部成本，同樣並未納入本文探討之範圍。

2. 文獻回顧

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

2.1 電動機車相關文獻

在臺灣，為提升民眾對電動機車之購買意願，臺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(經濟部工業局，2017)。

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。

胡康寧等(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。

2.2 電動機車商業模式

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。黃上晏等(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。

2.2.1 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。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，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。

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。

2.2.2 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。其租賃方式與微笑單車YouBike(2017)類似，計算消費金額均是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。

曾毅(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。

2.3 成本效益分析之相關文獻探討

蕭代基等(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)。

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

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。

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, 2002)。

2.4 文獻回顧小結

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、減少噪音汙染及節省能源消耗。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, 以使用者及整體都會區兩種角度出發, 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都會區而言, 為相對具有經濟效益之選擇方案。

3. 研究方法

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(蕭代基等, 2002)。

本文擬探討機車使用者分別採用上述兩種不同之電動機車商業模式, 對於參與者以及整體都會區之成本效益分析, 包括淨現值法(Net Present Value, NPV)及益本比法(Benefit Cost Ratio, BCR), 透過效益項與成本項「貨幣

化」後, 衡量兩種不同電動機車商業模式之淨效益。在整體都會區成本效益面向, 本文模型涵蓋層面限於經濟面與環境面, 新興商業模式可能帶來的其他社會問題, 不在本文分析範疇中。最後透過敏感度分析法, 修改兩種商業模式的計價方式, 列出不同模擬情境下的淨現值和益本比變動, 分析兩種電動機車商業模式中影響機車使用者使用意願的潛在可能因素。

本文以傳統燃油機車為基準方案, 作為替代方案相互比較的基準。其中, 比較替代方案一為「電池租賃模式」, 機車使用者不需使用傳統燃油, 只需購買電動機車並且至換電站租賃電池即可, 參考Gogoro的商業模式及市價。替代方案二為「共享機車模式」, 機車使用者不需購買電動機車或是租賃電池, 而是租用共享電動機車, 參考WeMo Scooter的商業模式及市價。此外, 本文以機車使用者立場以及臺北都會區的立場(以下簡稱整體都會區), 採取淨現值法及益本比法, 評估在不同里程數情境下之淨現值與益本比。這是參考California Public Utility Commission (2001), 所主張之參與者檢定與社會成本檢定兩種主要的研究方法, 前者是從經濟個體角度分析, 後者以整體社會角度進行分析。

至於本文情境說明如表1:

表1 本文模擬機車使用者每月騎乘里程數之五種情境說明(本研究整理)

模擬情境	模擬情境說明
情境一	里程數為100公里
情境二	里程數為200公里
情境三	里程數為400公里
情境四	里程數為600公里
情境五	里程數為800公里

從機車消費者立場, 使用電動機車代替傳統燃油機車, 其效益依照商業模式的不同而有所不同。若採用共享機車模式, 其效益為省下購買機車之固定成本, 以及燃油成本、維修機車正常功能所需相關之變動成本及所需繳納之稅金等。若採用電池租賃模式, 其效益為省下

購買燃油之費用、購車之政策補貼金額。兩種商業模式的成本，分別為租賃共享電動機車之費用或電動機車電池月租費以及購買電動機車費用。實務上，WeMo Scooter的租車費用應反映機車的沈沒成本以及充電樁的建置成本。接著以數學式表達其計算方式：

1. 使用者淨現值法

$$NPV_G^T = B_G^T - C_G^T \quad (1)$$

$$NPV_W^T = B_W^T - C_W^T \quad (2)$$

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分別代表為電池租賃模式(Gogoro)及共享機車模式(WeMo Scooter)使用者。在這兩種商業模式中，使用者效益與使用者成本內之變數均相同，故無下標，可統一解釋。

$$B^T = \sum_{t=1}^n \left[\frac{PB_t^T + VB_t^T + TB_t^T + SUB_t^T}{(1+i)^t} \right] \quad (3)$$

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年為電動機車政策補助款； i 為私人折現率。

$$C^T = \sum_{t=0}^n \left[\frac{PC_t^T + VC_t^T}{(1+i)^t} \right] \quad (4)$$

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

$$BCR_G^T = \frac{B_G^T}{C_G^T} \quad (5)$$

$$BCR_W^T = \frac{B_W^T}{C_W^T} \quad (6)$$

BCR_G^T 為電池租賃模式使用者之益本比； BCR_W^T 為共享機車模式使用者之益本比。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分別代表為電池租賃模式及共享機車模式使用者。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。

從整體都會區立場，在效益方面新增認列之項目，包括燃油機車外部空汙成本、噪音汙染及減碳效益，以及排除稅金與購車補助款兩項。因為這兩項係屬移轉性支付(Transfer Payment)，不宜加以計算。此外，以相對較低之社會折現率，取代私人折現率計算之。其最大特點為考量環境外部性影響。接著以數學式表示如下：

1. 整體都會區淨現值法

$$NPV_{SG}^T = B_{SG}^T - C_{SG}^T \quad (7)$$

$$NPV_{SW}^T = B_{SW}^T - C_{SW}^T \quad (8)$$

NPV_S^T 為第T種情境下電動機車都會區淨現值； B_S^T 為第T種情境下電動機車都會區總效益； C_S^T 為第T種情境下電動機車都會區總成本。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分別代表為電池租賃模式及共享機車模式使用者對於都會區之影響。在這兩種商業模式中，都會區效益與都會區成本內之變數均相同，故無下標G及W，可統一解釋。

$$B_S^T = \sum_{t=1}^n \left[\frac{PB_t^T + VB_t^T + NB_t^T + AB_t^T + CB_t^T}{(1+d)^t} \right] \quad (9)$$

PB_t 為整體都會區在第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年時減少機車噪音汙染效益； AB_t 為第t年時減少機車空氣汙染效益； CB_t 為第t年時減碳效益； d 為社會折現率。

$$C_S^T = \sum_{t=0}^n \left[\frac{PC_t^T + VC_t^T}{(1+d)^t} \right] \quad (10)$$

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. 整體都會區益本比法

$$BCR_{SG}^T = \frac{B_{SG}^T}{C_{SG}^T} \quad (11)$$

$$BCR_{SW}^T = \frac{B_{SW}^T}{C_{SW}^T} \quad (12)$$

BCR_{SG}^T 為電池租賃模式下都會區益本比；
 BCR_{SW}^T 為共享機車模式下都會區益本比。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 分別代表為電池租賃模式及共享機車模式使用者。若都會區益本比大於 1 表示對都會區來說其效益大於成本，且其值越大對都會區幫助越大。

在折現年份 t ，本文選用 15 年作為比較基準。根據交通部統計處(2017)統計臺灣機車平均車齡為 10.2 年，其中使用機車車齡超過十年以上佔 45.9%，而同一份調查報告中，民眾認為機車使用年限最高為 15.5 年。交通部的調查是針對過去老一代的機車使用狀況，而現今的機車引擎技術已經大幅進步，機車壽命理應比 15 年更長。尤其是高鐵與私人汽車普及之後，現代人很少像早年經常騎機車全臺灣南北長途跋涉，折損機車使用年限。大部分機車騎士都固定上下班代步，且定期保養，10.2 年的機車平均壽命未必符合實際經驗法則，甚至有可能主政單位為了刺激機車市場需求，帶動經濟成長的官方報告，有可能車齡偏高的車主相對較不願填答問卷(其問卷回收率僅 46.8%)。

此外，考量電動機車係以電池驅動，且有專門更換電池管控電動機車品質的業者，故可預期在有良好之商業模式維護下，電動機車壽命理應更長。因此，本文採用十五年應是比較合理的機車壽齡。

4. 實證結果與經濟意涵

4.1 機車使用者模擬情境之成本效益分析

透過成本效益分析計算出機車使用者在五種不同騎乘里程數之情境下，以電動機車電池租賃商業模式或共享電動機車商業模式，替代傳統 125C.C. 燃油機車之淨現值及益本比。與機車使用者之效益項有 PB_t 、 VB_t 、 TB_t 、 SUB_t ，成本項有 PC_t 以及 VC_t 。如表 2 所示。

其中 PB_t 為第 t 年節省購買燃油機車之效益，為了估計其值，本文收集臺灣前三大機車業者，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，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 2 所示，估算出 125C.C. 燃油機車加權平均之價格。

表 2 2016 年臺灣三大機車廠商內銷數量及占比 (各公司官網，2017)

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

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，此項效益會在第一期初時發生，為第 0 期。 VB_t 為第 t 年節省燃油機車相關變動效益，本文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。再者，以十年為基準，收集 2007 年至 2016 年臺灣 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，根據光陽機

⁴ 透過「機車價格比價王 - 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>

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，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公里再換一次齒輪油。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年內更換輪胎。依據上述資料， VB_t 折現總值如表3所示。

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3所示。第四項， SUB_t 為第t年政府電動機車補助款。若使用者選擇電池租賃模式，係根據2016年臺北市與新北市補助Gogoro電動機車均價為20,000元。若使用者選擇共享機車模式，則此項目為0。此項效益會在第一期初時發生，為第0期，因此 SUB_{G0} 為20,000而 SUB_{W0} 為0。第五項， PC_t 為第t年購買電動機車成本。若使用者選擇電池租賃

模式，此項目係採用Gogoro Lite車款之官網售價為88,000元。若使用者選擇共享機車模式，則此項目為0。此項效益會在第一期初時發生，為第0期，因此 PC_{G0} 為88,000及 PC_{W0} 為0。第六項， VC_t 為第t年電動機車相關變動成本。有關電池租賃模式，本文參考Gogoro現有之商業模式及計價方式，電池租賃月費如表4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3所示。

另外，有關共享機車模式，本文參考WeMo Scooter (2017)現有之商業模式及計價方式，其計價方式為每分鐘2.5元。根據黃萱琪(2011)研究出在都會區機車平均旅行速度為19.5 km/h，故可以計算出各模擬情境下使用者所需騎乘平均分鐘與時數，例如：每月騎乘100公里除以19.5 km/h可得308分鐘，約等於五小時，餘此類

表3 不同模擬情境燃油機車與電動機車變動成本與稅金折現總值(本研究整理)

模擬情境	VB_t 折現總值	TB_t 折現總值	VCG_t 折現總值	VCW_t 折現總值
騎乘里程100公里/月 (情境一)	\$27,781	\$5,524	\$61,219	\$106,716
騎乘里程200公里/月 (情境二)	\$43,816	\$5,524	\$90,683	\$220,036
騎乘里程400公里/月 (情境三)	\$75,888	\$5,524	\$134,878	\$446,677
騎乘里程600公里/月 (情境四)	\$107,961	\$5,524	\$134,878	\$673,318
騎乘里程800公里/月 (情境五)	\$143,178	\$5,524	\$183,792	\$899,959

註：本研究所採用之私人折現率係參考臺灣銀行2017年4月基準利率2.616% (臺灣銀行，2017。以研究當時最近期的銀行利率作為計算基準)

表4 Gogoro電池租賃計價方式(Gogoro官方網站，2017)

資費方案說明	計價方式一 含100公里騎乘里數	計價方式二 含200公里騎乘里數	計價方式三 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。

推。如表5所示。最後，估計出共享機車模式下使用者所需相關變動成本，如表3所示。

本文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6所示。

由表6可看出VB與VC之間的差距呈現倍數關係，在電池租賃模式下，騎乘里程越長之使用者其差距倍數關係越小。然而，在共享機車模式下，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，機車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機車模式下，淨現值及益本比均為最高，顯示出模擬情境一之使用者，適合使用共享機車模式。換言之，共享機車模式較能吸引騎乘短程之機車族群。最後，在電池租賃模式下，模擬情境四及情境五之使用者，淨現值及益本比高於其他情境之使用者，所以此商業模式較能吸引騎乘中長程距離的機車消費者。

4.2 機車使用者模擬情境之敏感度分析

在現有計價機制下，兩種商業模式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尚不具經濟誘因。因此，以下若改變電動機車計價方式，比較對於使用者之 NPV 及 BCR 有何不同之影

表5 各模擬情境使用者平均騎乘時數(本研究整理)

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)
每月騎乘里程100公里(情境一)	5	308	3,692
每月騎乘里程200公里(情境二)	10	615	7,385
每月騎乘里程400公里(情境三)	21	1,231	14,769
每月騎乘里程600公里(情境四)	31	1,846	22,154
每月騎乘里程800公里(情境五)	41	2,462	29,538

表6 兩種商業模式下使用者之效益、成本、淨現值折現總值、益本比(本研究整理)

商業模式	模擬情境	效益項				成本項		淨現值	益本比
		$PB_{G/w}$	$VB_{G/w}$	$TB_{G/w}$	$SUB_{G/w}$	$PC_{G/w}$	$VC_{G/w}$	$NPV_{G/w}$	$BCR_{G/w}$
電池租賃	情境一	\$70,825	\$27,781	\$5,524	\$20,000	\$88,000	\$61,219	-\$25,089	0.81
	情境二	\$70,825	\$43,816	\$5,524	\$20,000	\$88,000	\$90,683	-\$38,518	0.76
	情境三	\$70,825	\$75,888	\$5,524	\$20,000	\$88,000	\$134,878	-\$50,641	0.75
	情境四	\$70,825	\$107,961	\$5,524	\$20,000	\$88,000	\$134,878	-\$18,569	0.91
	情境五	\$70,825	\$143,178	\$5,524	\$20,000	\$88,000	\$183,792	-\$32,265	0.87
共享經濟	情境一	\$70,825	\$27,781	\$5,524	\$0	\$0	\$106,716	-\$2,586	0.98
	情境二	\$70,825	\$43,816	\$5,524	\$0	\$0	\$220,036	-\$99,871	0.55
	情境三	\$70,825	\$75,888	\$5,524	\$0	\$0	\$446,677	-\$294,440	0.34
	情境四	\$70,825	\$107,961	\$5,524	\$0	\$0	\$673,318	-\$489,008	0.27
	情境五	\$70,825	\$143,178	\$5,524	\$0	\$0	\$899,959	-\$680,431	0.24

註：本研究採用之私人折現率係參考臺灣銀行2017年4月基準利率2.616%

註： $PB_{G/w}$ 之第一個下標G代表電池租賃模式，而W代表共享經濟，以此類推。

響。

4.2.1 電動機車電池租賃商業模式

首先，修改電池租賃模式進行計價方式，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7所示。修改後估計各模擬情境下使用者之淨現值及益本比，如表8所示。可以得知：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，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距離使用者更為有利。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、情境四及情境五使用者均NPV>0且BCR>1，在此方案下，對最短期使用者來說，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7 電動機車電池租賃商業模式計價方式之敏感度分析(Gogoro官方網站，2017)

資費方案說明	計價方式一 含100公里騎乘里數	計價方式二 含200公里騎乘里數	計價方式三 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

表8 電動機車電池租賃商業模式淨現值與益本比之敏感度分析(本研究整理)

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
淨現值	情境一	-\$17,723	-\$10,358	-\$2,992	\$4,374
	情境二	-\$31,151	-\$23,785	-\$16,420	-\$9,054
	情境三	-\$43,275	-\$35,909	-\$28,543	-\$21,177
	情境四	-\$11,202	-\$3,836	\$3,530	\$10,895
	情境五	-\$7,221	\$145	\$7,511	\$14,876
益本比	情境一	0.85	0.91	0.97	1.04
	情境二	0.79	0.83	0.88	0.93
	情境三	0.78	0.81	0.84	0.88
	情境四	0.94	0.98	1.02	1.06
	情境五	0.97	1.00	1.04	1.07

註：淨現值中標註灰底的數據表示NPV ≥ 0。

註：益本比中標註灰底的數據表示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。

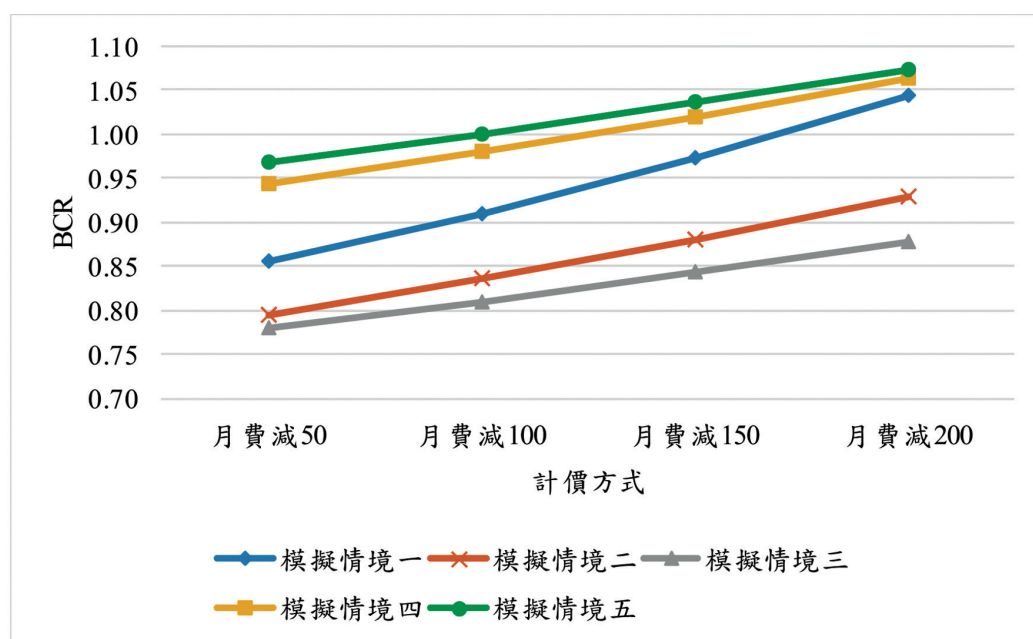


圖1 電動機車電池租賃商業模式之益本比敏感度曲線(本研究繪製)

另外，由表8及圖1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，變動幅度最小為情境三及情境五之使用者。因此，情境一之使用者對價格最為敏感，而情境三及情境五之使用者對價格最不敏感。

4.2.2 共享電動機車商業模式

若採取原本計價方式，所有模擬情境下使用者NPV<0且BCR<1，所以在參考WeMo

Scooter現有計價方式，透過敏感度分析，將共享機車模式之計價方式調整後，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。依據上述調整後之計價方式，對各模擬情境之使用者進行敏感度分析，如表9所示。

表9顯示出，共享電動機車計價方式只需每分鐘調降0.25元，對情境一之使用者而言，其NPV>0且BCR>1，表示對於騎乘短距離之機車族群，具有經濟誘因。最後，由表9及圖2可

表9 共享電動機車商業模式淨現值與益本比之敏感度分析(本研究整理)

敏感度分析	模擬情境	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
淨現值	情境一	\$ 2,142	\$ 13,474	\$ 24,806	\$ 36,138
	情境二	-\$ 83,811	-\$ 61,147	-\$ 38,483	-\$ 15,819
	情境三	-\$255,717	-\$ 210,388	-\$ 165,060	-\$ 119,732
	情境四	-\$427,621	-\$ 359,628	-\$ 291,636	-\$ 223,644
	情境五	-\$596,379	-\$ 505,723	-\$ 415,067	-\$ 324,410
益本比	情境一	1.02	1.15	1.31	1.53
	情境二	0.59	0.66	0.76	0.88
	情境三	0.37	0.42	0.48	0.56
	情境四	0.3	0.34	0.39	0.45
	情境五	0.27	0.3	0.35	0.4

註：淨現值中標註灰底的數據表示NPV≥0。

註：益本比中標註灰底的數據表示BCR≥1。

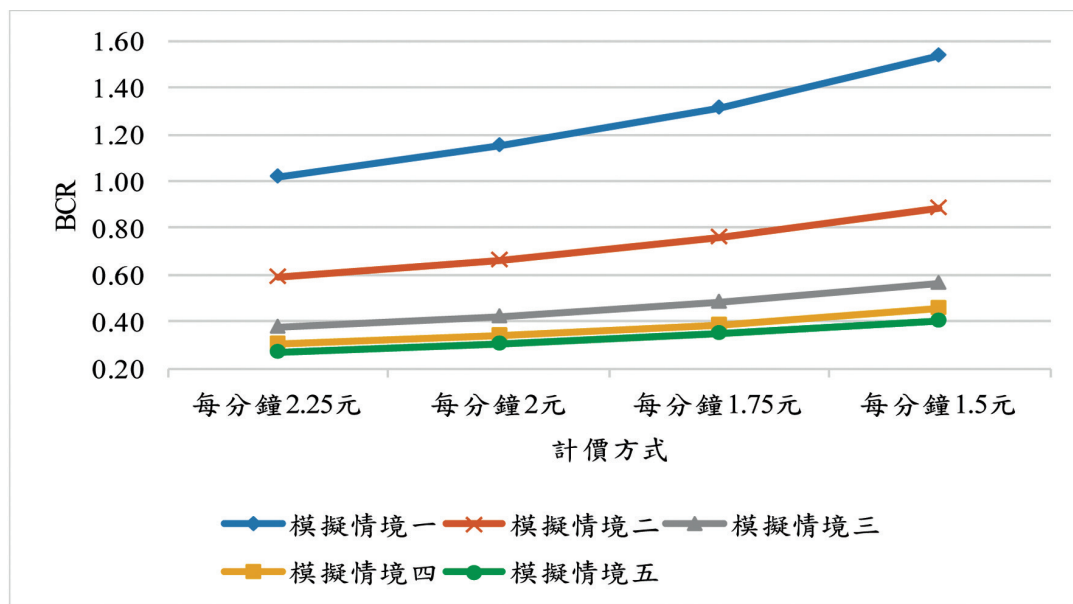


圖2 共享電動機車商業模式之益本比敏感度曲線(本研究計算繪製)

以得知當計價方式以每分鐘0.25元下降，每個情境下之參與者益本比以遞增速度增加，意謂使用者對價格敏感度為遞增狀態，故圖2中為上升曲線。另外，當計價方式改變，依使用者益本比變動幅度大小改變可知騎乘距離越短之使用者，其對價格的敏感程度越高。

4.3 整體都會區模擬情境之經濟效益分析

透過成本效益分析以及敏感度分析，評估替代傳統125.C.燃油機車之電池租賃模式及共享機車模式，對於整體都會區來說是否具有經濟效益。都會區成本檢定與參與者檢定最大之不同在於，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。至於整體都會區之移轉性支付，本文不列入成本與效益分析中，例如購車補貼及稅金。

首先，在整體都會區折現率選取方面，許多學者對於社會折現率之選取看法不一，故本文藉由敏感度分析，設定社會折現率2%至6%。整體都會區之效益項有 PB_{St} 、 VB_{St} 、 NB_{St} 、 AB_{St} 、 CB_{St} ，成本項目有 PC_{St} 、 VC_{St} 。同表2之說明，下標S代表整體都會區之觀點。

B_{St} 為第 t 年節省購買機車之效益。由於估

計機車成本時，均以市價為依據，不論都會區觀點或私人觀點並無不同，故此項效益與第一節所估計者相同。此項效益會在第0期發生，因此 PB_{S0} 為70825之計算式如下：

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。所以整體都會區之機車相關變動效益，如表10所示。

以上兩種固定效益與變動效益，本文將其視為電動機車效益項中之內部效益。接下來，本文以整體都會區角度，估算電動機車效益項中之外部效益，包括減少噪音、減少空氣汙染以及減碳效益。 NB_{St} 為第 t 年減少機車噪音汙染效益。張國廷(2006)利用趨避成本法估計機車噪音汙染成本，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汙染成本，每輛機車所產生之噪音成本為\$0.429/公里。本文參考上述之機車噪音成本，推估各模擬情境下，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10所示。

AB_{St} 為第 t 年減少機車空氣汙染效益。張國廷(2006)使用衝擊路徑法之評估流程，計算空

表10 電動機車商業模式影響整體都會區效益之折現總值(本研究整理)

整體都會區效益	模擬情境	折現率2%	折現率3%	折現率4%	折現率5%	折現率6%
機車相關變動效益 (VBSt)	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
減少噪音效益 (NBSt)	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
減少空氣污染效益 (ABSt)	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
減碳效益 (CBSt)	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：折現率為整體社會折現率。

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。本文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10所示。

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另行估計如下。依據環保署2017年公布機車動態耗能與碳排放係數表，顯示若平均行駛速度為29公里/小時⁷，在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月人民幣兌新臺幣平均匯率為4.548，所以碳平均價格為NTD\$168.24/噸。最後，可計

算出傳統燃油機車碳排放成本為\$0.03/公里，依此推估各模擬情境下，電動機車減少燃油機車碳排放效益之折現總值。如表10所示。

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。此項成本會在第一期初時發生，為第0期， PC_{SG0} 為88,000元。

對於共享機車模式而言，在都會區成本檢定中，需考慮一台共享電動機車將能替代多少台燃油機車，本文以共享電動機車使用周轉率作為替代機車數的依據。假設每日機車使用周轉率為7次，推估以共享電動機車替代傳統燃油機車，對整體都會區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

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

出共享電動機車平均周轉率，所以利用敏感度分析，在使用周轉率8至11次⁸間進行分析。此項成本會在第一期初時發生，為第0期， PC_{SW0} 如表11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4.1相同。

另外，在電動機車電池租賃商業模式下，在此進行與4.2相同的敏感度分析，分析當月租費減免情況下，各模擬情境之使用者對整體都會區產生之淨現值，故各情況下 VC_{SGt} 折現總值，如表12所示。共享機車模式之 VC_{SWt} 折現總值如表13所示。

表11 共享機車使用周轉率8至11次之折現總值(PC_{SW0}) (本研究整理)

模擬情境	周轉率8次	周轉率9次	周轉率10次	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12 不同月租費減免方案下電動機車相關變動成本折現總值(VC_{SGt}) (本研究整理)

折現率		2%	3%	4%	5%	6%
模擬情境						
情境一	無減免	\$64,083	\$59,527	\$55,427	\$51,728	\$48,384
	月租減50元	\$56,373	\$52,364	\$48,756	\$45,500	\$42,557
	月租減100元	\$48,664	\$45,201	\$42,085	\$39,272	\$36,729
	月租減150元	\$40,954	\$38,039	\$35,414	\$33,045	\$30,902
	月租減200元	\$33,245	\$30,876	\$28,743	\$26,817	\$25,075
情境二	無減免	\$94,921	\$88,178	\$82,111	\$76,639	\$71,693
	月租減50元	\$87,211	\$81,015	\$75,440	\$70,411	\$65,866
	月租減100元	\$79,502	\$73,853	\$68,769	\$64,184	\$60,039
	月租減150元	\$71,792	\$66,690	\$62,098	\$57,956	\$54,211
	月租減200元	\$64,083	\$59,527	\$55,427	\$51,728	\$48,384
情境三	無減免	\$141,178	\$131,155	\$122,137	\$114,006	\$106,657
	月租減50元	\$133,469	\$123,992	\$115,466	\$107,778	\$100,830
	月租減100元	\$125,759	\$116,829	\$108,795	\$101,550	\$95,003
	月租減150元	\$118,050	\$109,666	\$102,124	\$95,323	\$89,175
	月租減200元	\$110,340	\$102,504	\$95,453	\$89,095	\$83,348
情境四	無減免	\$141,178	\$131,155	\$122,137	\$114,006	\$106,657
	月租減50元	\$133,469	\$123,992	\$115,466	\$107,778	\$100,830
	月租減100元	\$125,759	\$116,829	\$108,795	\$101,550	\$95,003
	月租減150元	\$118,050	\$109,666	\$102,124	\$95,323	\$89,175
	月租減200元	\$110,340	\$102,504	\$95,453	\$89,095	\$83,348
情境五	無減免	\$192,422	\$178,694	\$166,348	\$155,219	\$145,164
	月租減50元	\$166,210	\$154,341	\$143,666	\$134,045	\$125,351
	月租減100元	\$158,500	\$147,178	\$136,995	\$127,817	\$119,524
	月租減150元	\$150,791	\$140,015	\$130,324	\$121,589	\$113,697
	月租減200元	\$143,081	\$132,852	\$123,653	\$115,361	\$107,869

註：折現率為整體社會折現

⁸ 在此使用周轉率係參考每日使用周轉率大約為8至11次，取自：<http://www.chinatimes.com/newspapers/20150912000405-260102> (2018年8月20查閱)。

表13 共享電動機車商業模式之相關變動成本折現總值(VC_{SWt}) (本研究整理)

模擬情境	折現率2%	折現率3%	折現率4%	折現率5%	折現率6%
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：折現率為整體社會折現率。

本文之基準方案為使用傳統燃油機車，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。根據上述各項整體都會區之成本項與效益項之折現總值，透過敏感度分析，估計出各模擬情境下，

對整體都會區之淨現值及益本比。本文針對電池租賃模式，進行計價方式及社會折現率的敏感度分析，計算使用者採用電動機車電池租賃方式代替傳統燃油機車，對整體都會區帶來之淨現值及益本比，如表14及表15所示。

表14 電動機車電池租賃商業模式之整體都會區淨現值(NPV_{SG}) (本研究整理)

折現率		2%	3%	4%	5%	6%
模擬情境						
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：折現率為整體社會折現率。

註二：標灰底為整體都會區淨現值 ≥ 0 。

表15 電動機車電池租賃商業模式之整體都會區益本比(BCR_{SG}) (本研究整理)

折現率		2%	3%	4%	5%	6%
模擬情境						
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：折現率為整體社會折現率。

註二：標灰底為整體都會區益本比 ≥ 1 。

由表14可以觀察到無論計價方式及社會折現率如何變動，情境一、情境二及情境三之使用者，對於整體都會區來說淨現值皆為負值。其次，情境四及情境五之使用者月租費只要減免50元，其淨現值即為正值。最後，騎程距離越遠，淨現值越大，亦即此商業模式替代傳統燃油機車且騎乘里程越高之使用者，對都會區帶來之淨現值越高。

由表15可發現，只有在情境一、情境二及情境三且月租費減免0至100元時，整體都會區益本比隨著社會折現率增加而增加，都會區益本比與社會折現率呈現正向關係。反之，在其他情況下，整體都會區益本比與社會折現率均

呈現負向關係。因此可推論前者當前之效益占比，較未來之效益占比高，故當社會折現率上升時，其益本比也隨之上升。反之，後者未來之效益占比，較當前之效益占比高，故益本比隨社會折現率增加而減少。

接下來，對於共享機車模式，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，對整體都會區帶來之淨現值及益本比，如表16及表17所示。

表16顯示出，在情境一旦社會折現率為5%以上時，整體都會區淨現值為正值，代表使用者利用共享電動機車對整體都會區帶來正向效

表16 共享電動機車商業模式之整體都會區淨現值(NPV_{SW}) (本研究整理)

折現率		2%	3%	4%	5%	6%
模擬情境						
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：折現率為整體社會折現率。

註二：標灰底為整體都會區淨現值 ≥ 0 。

益，而其餘情況下，整體都會區淨現值均為負值，且情境一之整體都會區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，其整體都會區淨現值也將越高。

最後，由表17可以得知，在此商業模式下，整體都會區益本比均隨著社會折現率上升而增加，並且整體都會區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，在情境一的情況下，整體都會區益本比均大於或趨近0.9，且高於其他情境許多。所以在此商業模式下，騎乘里程較低之使用者對於整體都會區而言，較具有經濟效益。

綜上所述，在電池租賃商業模式下，若現有月租計價機制減免100元，將使得情境四及情境五的使用者淨現值及整體都會區淨現值均大於零，故政府若對於情境四及情境五之使用者月租費給予補助，將可達到提升使用者採

用電池租賃模式之誘因，並且達成增進整體都會區利益之效果。另外，在共享機車模式下，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都會區淨現值均大於零，政府若對於短程使用者進行補助，將可以達到提升使用者採用電池租賃商業模式之誘因，進而達成增進整體都會區效益之目的。

4.4 經濟意涵

在服務業中時常應用彈性價格機制，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。因為共享經濟之定義係利用閒置資產，建立一個共享社群，創造出共享閒置資產的附加價值。換言之，閒置資產於離峰時段其邊際成本趨近於零(主要為行車之耗電費用非常有限)，導致尖、離峰的邊際成本差距格外大，故

表17 共享電動機車商業模式之整體都會區益本比(BCR_{SW}) (本研究整理)

折現率		2%	3%	4%	5%	6%
模擬情境						
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：折現率為整體社會折現率。

註二：標灰底為整體都會區益本比 ≥ 1 。

彈性價格機制應用於共享經濟將更符合經濟邏輯。

對照本文所提之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，並不符合共享經濟之邏輯推論。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，可更貼近市場反應的真實價格，達到都會區剩餘最大之情況。如圖3，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， D_1 為離峰需求線， D_2 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 D_1 所示)。此時需求決定價格，故業者應以邊際成本(圖中 P_1 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

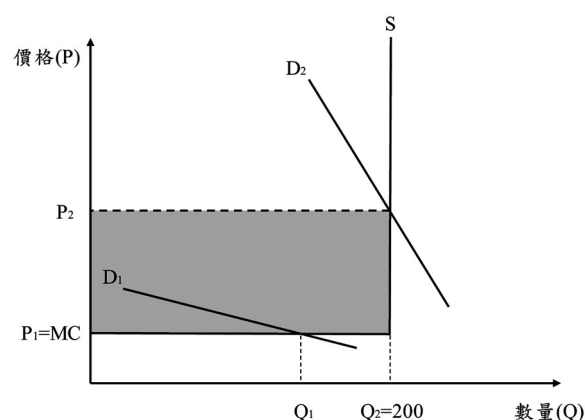


圖3 共享經濟電動機車之彈性價格機制(本研究繪製)

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利潤(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 ，以利攤提回收沉沒成本(Sunk Cost)之折舊費用(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)。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，提升都會區及業者之經濟效益。

5. 結論與建議

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，皆有助於改善整體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，以增進整體都會區之經濟效益。

本文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都會區之影響，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都會區效益評估有低估之嫌。

透過敏感度分析，可以得知在電池租賃商業模式下，若現有月租計價機制減免100元，將使得每月騎乘里程數達600公里以及800公里的使用者淨現值及整體都會區淨現值均大於零，故政府若對於這些高里程數使用者月租費給予補助，將可達到提升使用者採用電池租賃模式之誘因，並且達成增進整體都會區利益之效果。另外，在共享機車模式下，若現有計價機制改為每分鐘2.25元，將使得情境一每月騎乘100公里之使用者淨現值及整體都會區淨現值均大於零，政府若對於短程使用者進行補助，將可以達到提升使用者採用電池租賃商業模式之誘因，進而達成增進整體都會區利益之目的。

至於本文研究成果之經濟意涵，可衍生共享經濟之定義係利用閒置資產，建立一個共享社群，創造出共享閒置資產的附加價值。換言之，閒置資產於離峰時段其邊際成本趨近於零（主要為行車之耗電費用非常有限），導致

尖、離峰的邊際成本差距格外大，故彈性價格機制應用於共享經濟將更符合經濟邏輯。由於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，建議業主應可考量採行尖離峰彈性定價機制之商業模式，雖然在離峰時段租車費用低廉，僅能回收充電成本，但可提高消費者租車意願，進而擴大市佔率；而在尖峰時段，相對高額的租用費可享有超額利潤，回收其沉沒成本之「折舊費用」，當可與消費者共創雙贏。

有關後續研究的建議，首先，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等因素。再者，可針對現有電動機車商業模式進一步朝向智慧化發展，除可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之外，若能依照不同使用者騎乘特性給予最適優惠及政策補助，將可提高使用者騎乘之誘因，更有助於共享經濟新興商業模式發展。

另外，本文未能考慮機車使用者可能購買之不同保險方案，所可能產生的成本與潛在效益，亦有待後續研究者進一步分析。值得注意的，本文僅探討兩種商業模式之成本效益分析，不包含其他可能帶來的社會問題，例如共享經濟可能產生的道德風險或是逃漏稅等問題，同時也未考慮發電端二氧化碳排放量與傳統燃油機車二氧化碳排放量高低差異之比較問題。再者，本文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因時空環境不同而有所改變，以至於本文所採用之電動機車外部效益可能有低估之疑慮。本文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都會區的電動機車外部效益，同時，也可針對機車共享經濟可能帶來潛在新的社會問題加以探討。

誌 謝

作者感謝科技部「新興科技創新營運模式：智慧製造與資訊系統整合創新營運模式建置與維運計畫」(計畫編號：MOST-106-2420-H-005-003)之經費支持、兩位評審提供之寶貴意見，以及政大經濟研究所蔡志祥研究生對於本文作者修正稿之協助。惟文中任何訛誤，仍應由本文作者自行負責。

參考文獻

- 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年。擷取自<https://ezprice.com.tw/assistant.php?cid=1>。
- 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碩士論文：1-93。
- 行政院環保署，2017。移動污染源管制網。擷取自<http://mobile.epa.gov.tw/>。
- 交通部統計處，2017。機車使用狀況調查報告。擷取自<https://www.motc.gov.tw/upload/downdoc?file=survey/201710311544141.pdf&filedisplay=105%E5%B9%B4%E6%A9%9F%E8%BB%8A%E4%BD%BF%E7%94%A8%E7%8B%80%E6%B3%81%E8%AA%B%E6%9F%A5%E5%A0%B1%E5%91%8A%28%E5%85%A8%29.pdf&flag=doc>。
- 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(Topology Research Institute)，2015。汽車與車電市場2016年回顧與2017年展望。擷取自<https://goo.gl/wjEkFY>。
- 胡康寧、林明瑞與林盛隆，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)：57-82。
- 速克達光陽機車/KYMCO，2017。擷取自<http://www.kymco.com.tw/>。
- 張國廷，2006年。都市旅次外部成本之研究，臺灣大學土木工程學研究所碩士論文：1-204。
- 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碩士論文：1-97。
- 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論文：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碩士論文：1-73。
- 黃上晏、邱城英與廖妙羚，2015年。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：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碩士論文，1-179。
- 黃藍瑩，2013。臺灣電動機車產業商業模式之研究，國立中山大學高階經營碩士班碩士論文：1-79。
- 曾駿，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>。
- 經濟部工業局，2017。經濟部發展電動機車產業補助實施要點。擷取自<https://law.moea.gov.tw/LawContent.aspx?id=FL074588>。
- 臺灣山葉機車YAMAHA，2017年。擷取自<https://www.yamaha-motor.com.tw/>。
- 臺灣銀行，2017。新臺幣存(放)款牌告利率，擷取自<http://rate.bot.com.tw/twd>。
- 蕭代基、鄭蕙燕、吳珮瑛、錢玉蘭與溫麗琪，2002。環境保護之成本效益分析：理論、方法與應用，臺北市，俊傑書局。

California Public Utility Commission, 2001.
*California standard practice manual:
Economic analysis of demand-side programs
and projects.*

Gogoro, 2017. <https://www.gogoro.com/tw/> °

Hwang, J. J., 2010. Sustainable transport strategy

for promoting zero-emission electric scooters
in Taiwan. *Renewable and Sustainable Energy
Reviews*. 14(5), 1390-1399.

WeMoScooter, 2017. [http://www.wemoscooter.
com/](http://www.wemoscooter.com/) °

Youbike, 2017. <https://www.youbike.com.tw/> °

Economic Benefit Analysis of Business Models for the Electric Scooter: Sharing Economy vs. Battery Rental

Jyh-Yih Hsu^{1*} Chen-Ting Yu²

ABSTRACT

In recent years, the development of electric vehicles and electric scooters have become more and more popular. In Taiwan, where fossil fuel scooters density is very high, the emerging electric scooter technology has developed quite differential business models from those of traditional 125 C.C. fossil fuel scooters. Particularly, two of the most common business models of electric scooters are “battery rental business model” and “sharing economy business model”. The purpose of this paper is to use the net present value method and the benefit cost ratio in the cost-benefit analysis, to compare two different types of scooters mentioned above. We analyze the user's net benefits and the overall metropolitan Taipei City net benefits, which are generated from the scooter users replacing 125 C.C. fossil fuel scooters with electric scooters. For application of electric scooters, this paper analyzes two business models, i.e., “Gogoro electric scooter battery rental” vs. “WeMo Scooter sharing-economy electric scooter”. The empirical results show that for the users' criteria, the cost of electric scooters is higher than the cost of traditional 125 C.C. fossil fuel scooters. “Electric scooter battery rental business model” is more suitable for people who have higher accumulated driving distance per month, and “Sharing-economy electric scooter business model” is more suitable for people who have fewer accumulated driving distance per month. On the other hand, according to the result of sensitivity analysis, the accumulated driving distance is positively correlated with NPV and BCR in the “Electric scooter battery rental business model”. In the “Sharing-economy electric scooter business model”, those who ride 100 km per month have $NPV > 0$ and $BCR > 1$ at the pricing of NTD\$2.25 per minute. Besides, those who ride at least 100 km per month are more sensitive to the pricing. For the overall metropolitan criteria, those who use the “Electric scooter battery rental business model” to replace the traditional 125 C.C. fossil fuel scooter and have higher accumulated driving distance per month can generate higher net benefits to the whole metropolitan. Those who use the “Sharing-economy electric scooter business model” to replace the traditional 125 C.C. fossil fuel scooter and have fewer accumulated driving distance per month can generate higher net benefits to the whole metropolitan.

Keywords: Electric scooters, Battery rental business model, Sharing economy, Net present value, Benefit-cost ratio, Carbon price.

¹ Professor, Department of Management Information Systems and Department of Applied Economics, National Chung-Hsing University.

² Graduate, Institute of Economics, National Cheng-Chi University.

*Corresponding Author E-mail: hsu@nchu.edu.tw

Received Date: June 15, 2018

Revised Date: November 12, 2018

Accepted Date: December 3, 2018