

中華民國第 60 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 行為與社會科學科

佳作

(鄉土)教材獎

052706

彰化市電動機車暨電池交換站之探討

學校名稱：國立彰化高級中學

作者： 高二 唐正霖 高二 巫杰逸 高二 吳康毓	指導老師： 盧昕彤
---	------------------

關鍵詞：電動機車、電池交換站、地理資訊系統

摘要

本研究旨在探討彰化市電動機車的發展與能源補給站的設址問題。一則用問卷針對消費者的電動機車購買決策加以分析；二則以訪談分析傳統機車行對電動機車投入市場的看法；三則分析產品生命週期為成長期。無論消費者或機車行，皆提出電池交換站不足的問題，要讓電動機車市場邁向成熟期，增設電池交換站是關鍵，我們試圖以地理資訊系統的空間分析功能，找出新設電池交換站的最佳區位，研究結果可供後續研究者或政府機關在研擬相關決策時參考，希冀打造低碳城市，實現綠色運輸，達成永續發展。

壹、研究動機

18 世紀工業革命後，人類過度仰賴化石燃料的供給，大量燃燒化石燃料導致空氣品質下降。空氣汙染不僅影響單一地區，更是全球化的問題，空氣汙染議題全球關注，積極推廣電動機車是調適政策之一，臺灣同樣重視空氣汙染議題，近年積極推動電動機車普及化，持續制定相關政策，如表一。電動機車的銷售量也有所成長，如 2019 年電動機車在臺銷售量達 17.3 萬輛（經濟部工業局電動機車產業網，2020），占全臺當年度新領牌照機車數約 19%。隨著化石能源的枯竭與空氣汙染的問題，許多國家的政策目標是電動機車將全面取代燃油機車，臺灣原先政策也是 2035 年新售機車全面電動化，但現今更改為採取「油電並行」的政策，業者可以同時銷售燃油機車與電動機車，並透過輔導傳統機車行學習新型電動機車的維修技術，以因應電動機車的成長趨勢。

本研究欲了解消費者目前對電動機車的接納度為何？從消費者的購買決策與電動機車的銷售量，去了解在產品生命週期裡，現今的電動機車位於哪一時期？當電動機車投入市場，傳統機車行如何因應機車市場的變動？而彰化市內目前有 13 個電池交換站，就產品生命週期的趨勢，交換站足夠嗎？如果未來臺灣機車全面電動化，那麼，彰化市目前電池交換站應需擴增，未來新增設的電池交換站選址區位應位於何處？以上皆為本文所欲探討的問題。

表一：電動機車發展事略

時間	重要事件
1992 年	經濟部委託工業技術研究院進行電動機車研發
1998 年	政府將電動機車列為國家發展六項產業科技重點之一
2006 年	環保署委託工研院進行電動機車技術發展現況及推廣模式評估
2009 年	經濟部電動機車獎勵與補助要點開始實施，並執行電動機車發展產業推動計畫
2011 年	電動機車 3 年免徵貨物稅
2012 年	光陽、中華與全家便利商店等業者開始於店內設置能源補給站
2014 年	行政院智慧電動車輛發展策略與行動方案修訂完成
2015 年	經濟部提供全國性購買電動機車補助，地方政府提供地方加碼補助
2017 年	行政院通過環保署「發展電動機車行動計畫」，2030 年新購公務車輛及公共運輸大巴士全面電動化、2035 年新售機車全面電動化、2040 年新售汽車全面電動化
2019 年	經濟部修正「經濟部推動電動機車產業補助實施要點」部分規定「2035 年禁售燃油機車」計畫暫緩，改採「油電並行」模式逐步輔導機車產業轉型
2020 年	環保局取消了新購電動機車補助，並輕微降低汰舊換新的補助金額

(表一資料來源：研究者整理)

貳、研究目的

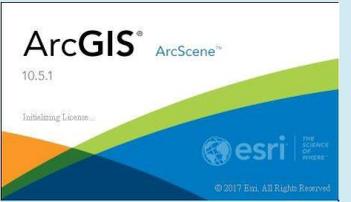
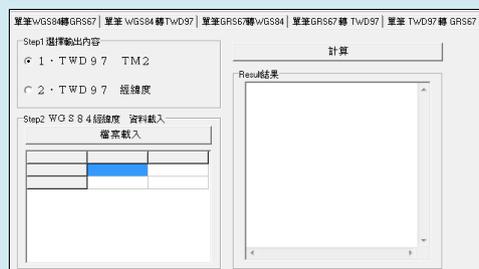
本文研究目的如下：

- 一、分析電動機車的發展與推廣
- 二、分析消費者對電動機車之購買決策
- 三、分析目前電動機車的產品生命週期
- 四、探討電動機車投入市場對傳統機車行之影響
- 五、分析目前彰化市電動機車電池交換站之區位
- 六、建議彰化市新設電動機車電池交換站之區位

參、研究設備及器材

本研究所使用之研究設備及器材，如表二所示。

表二：研究設備及器材

使用軟體	
	
ArcMap10.5.1	ArcScene10.5.1
	
QGIS3.4	Excel 2010
	
Word 2010	小畫家
	
電子圖資坐標轉換工具	SPSS 24
	
屬性資料坐標轉換工具	
其他工具	
電子圖資：shp、kml、DTM	訪談工具：問卷、諮詢搞、錄音筆

(表二資料來源：研究者自行整理)

肆、研究過程或方法

本文選定彰化市為實證研究的地區，以地理資訊系統加以分析與展現。其研究方法如下：

- 一、文獻蒐集：蒐集相關的博碩士論文、專書論著等，了解電動機車的發展與現況。
- 二、統計數據：利用政府資料開放平臺、電動機車產業網、Gogoro 等網站取得相關數據統計資料。
- 三、深入訪談：訪談方式可區分為如表三的幾種類型，本研究採用半結構性訪談，深入探究傳統機車行對電動機車投入市場的態度與看法。

表三：訪談的形式

訪談方式	別稱	項目說明
結構式訪談	標準式訪談 調查式訪談	研究者事先設計好固定結構且封閉式的統一問卷來進行訪問，所有的問題及順序都標準化，訪談對象一律按照相同的程序回答。
半結構式訪談	深入訪談 焦點訪談	研究者利用較彈性的研究問題作訪談的依據，對訪談的結構具有一定的控制引導，使受訪者積極參與並發揮意見與看法。
非結構式訪談	臨床面談	主要是著重在研究者與受訪者之間的互動情形，沒有固定的問題也不強調問題的先後順序，訪談過程較不受研究者控制，但研究者需掌握受訪者的反應。

(表三資料來源：研究者整理自蔡承宇，2014)

- 四、問卷調查：採用便利抽樣與少數的立意抽樣對消費者的購車決策，進行問卷調查。便利抽樣是指依據方便和經濟的原則，抽選最容易接觸或聯絡的單位作樣本，優點是不需要母體的名冊、資訊取得快速便利；缺點是正確性和估計偏差不能衡量或控制、因研究者的主觀意識而影響所選出的樣本可能不是很適合代表母體；立意抽樣是指由研究者根據個人主觀判斷，選取最適合研究目的的樣本，優點是所耗經費不多、方便可行，在態度及意見調查方面頗為適用，缺點是在抽樣時可能會因主觀因素而影響了抽樣，進而造成偏差。

五、電腦繪圖：

- (一) 運用高中地理第一冊地理資訊系統相關軟體繪製圖資，坐標系統利用相關的軟體與 Web-GIS 網站加以轉換，如表四。
- (二) 運用 excel 繪折線圖、柱狀圖等。

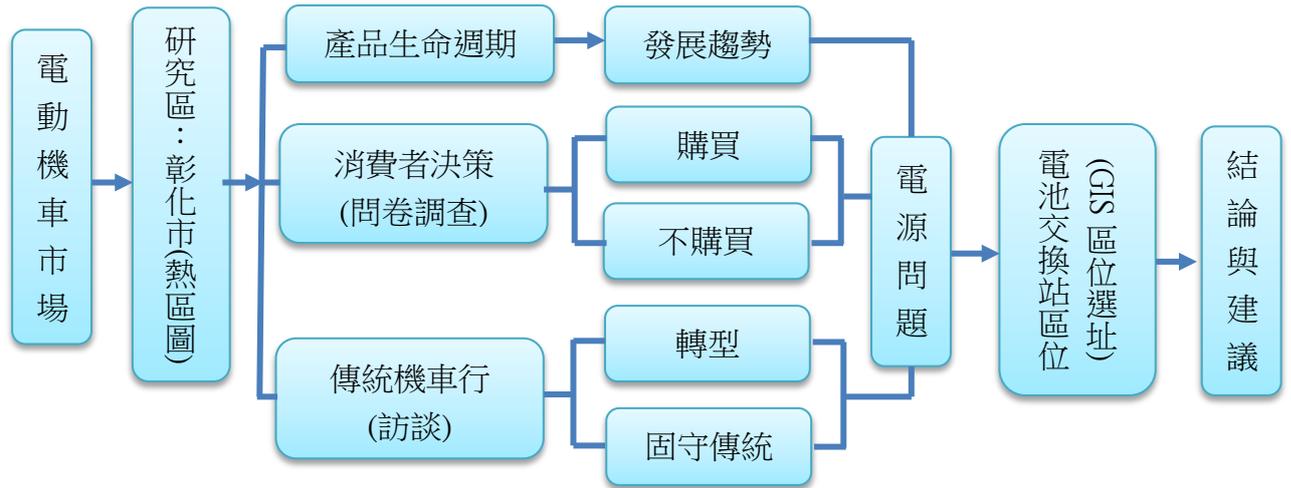
表四：繪圖分析過程

項目	空間資料 (電子圖資)	屬性資料 (統計數值)	分析方式
圖八	<ol style="list-style-type: none"> 彰化縣行政區圖(以村里為單位) 彰化縣省道分布圖 	<ol style="list-style-type: none"> 人口資料取自社會經濟統計地理資訊網，統計時間為2019年6月底 自電動機車網站取得電池交換站地址 	<ol style="list-style-type: none"> 將彰化縣行政區圖(以村里為單位)及彰化縣省道分布圖匯入 Arc Map 10.5.1。 開啟空間分析工具(Analysis Tools)對省道分布圖擷取適當範圍(Clip)。 將人口資料繪製成面量圖。 將電動機車電池交換站輸入 TGOS 取得 x、y 坐標值。 將 x、y 坐標值轉成空間資料。
圖九	彰化縣行政區圖(以村里為單位)	自電動機車網站取得電池交換站地址	利用 Arc Map 10.5.1 將圖八的電池交換站進行核密度分析(point Density)再轉熱區圖。
圖十	<ol style="list-style-type: none"> 彰化市行政區圖(以村里為單位) 彰化縣省道分布圖 彰化市路網 	<ol style="list-style-type: none"> 人口資料取自社會經濟統計地理資訊網，統計時間為2019年6月底 自電動機車網站取得電池交換站地址 	<ol style="list-style-type: none"> 將交換站分布地址轉 shp 圖檔。 用 Arc Scene10.5.1 將人口資料繪製成面量圖。
圖十一	<ol style="list-style-type: none"> 彰化市數值地形模型(DTM) 國土利用調查數值資料檔 	彰化市都市計畫建蔽率、容蔽率規範表(建蔽率=建築物最大投影面積/基地面積;容積率=建築總樓地板面積/基地面積)	<ol style="list-style-type: none"> 將國土利用調查資料檔取出商業、住宅、工業等建築用地資料。 將彰化市住商工的土地利用區的土地容積率除以建蔽率，假設各樓層為3公尺，可得各建築物高度。由彰化市容積率、建蔽率換算，住宅、工業樓層高度為3樓，商業樓層高度為3至5樓(繪圖時採用4樓)。 將所有圖層加入 Arc Scene10.5.1 中，以該區DTM的基礎高度(Base Heights)為基準，繪製立體圖。
圖十二	<ol style="list-style-type: none"> 彰化市行政區圖(以村里為單位) 通用電子地圖 	由政府資料開放平台取得加油站與便利商店的地址	<ol style="list-style-type: none"> 將加油站與便利商店的地址輸入 TGOS 取得 x、y 坐標值，再轉成空間資料。

			2. 用 QGIS3.4 加入通用電子地圖繪製分布圖。
圖十三 圖十四	1. 彰化市行政區圖(以村里為單位) 2. 省道 3. 自製的電池交換站圖檔	研究者計算出彰化市各村里預估多少電動機車數與各村里應設置的電池交換站	用 Arc Map 10.5.1 將計算結果繪製成面量圖。
圖十五	1. 彰化市行政區圖(以村里為單位) 2. 彰化市電池交換站圖檔 3. 彰化市路網	由電動機車網站取得電池交換站地址	1. 將所有圖檔與屬性資料匯入 QGIS3.4 軟體中。 2. 利用網絡分析繪製以電池交換站為中心的路網服務圖〈Service area from layer〉 3. 利用向量幾何圖形繪製泰森多邊形。
圖十六 圖十七 圖十八	1. 彰化市行政區圖(以村里為單位) 2. 彰化市電池交換站、加油站、便利商店圖檔 3. 彰化市各村里切割路網圖	彰化市各村里應設置的電池交換站數值	1. 將電池交換站的路網服務範圍轉為面資料。 2. 合併加油站與便利商店圖檔。 3. 以村里為單位切割路網，找出各村里路網的質心。 4. 利用質心操作近鄰分析〈Distance to nearest hub〉選擇最近鄰的加油站或便利商店。 5. 將第四項操作後的加油站或便利商店扣除現有電池交換站服務範圍內的點。 6. 利用屬性資料選出最佳新建電池交換站的區位。 7. 利用向量幾何圖形繪製泰森多邊形。

(表四資料來源：研究者整理)

研究架構如下圖一

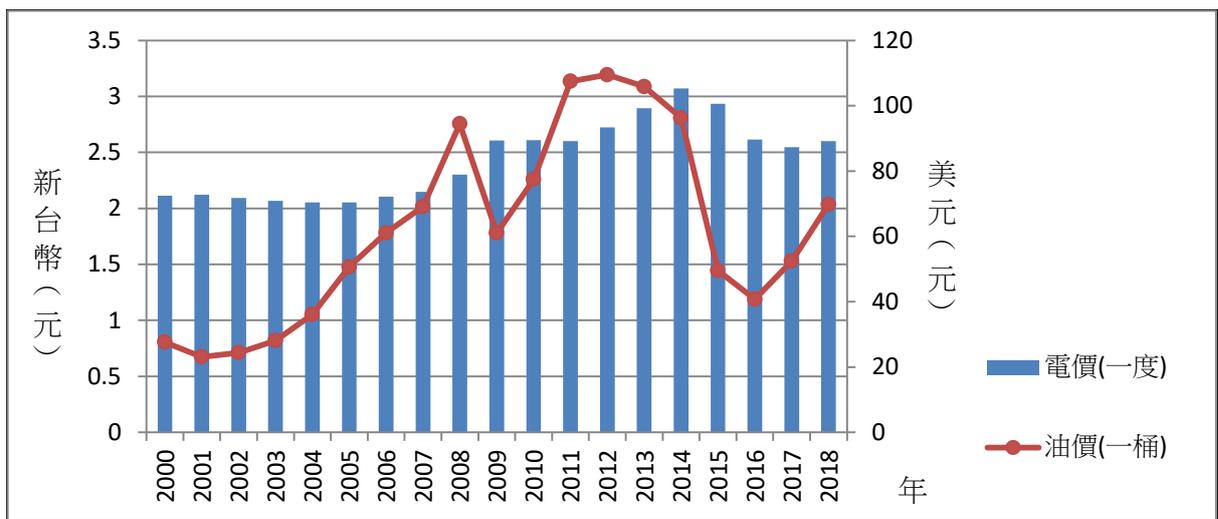


圖一：研究架構圖（圖一資料來源：研究者自行繪製）

伍、研究結果

一、電動機車的發展與推廣

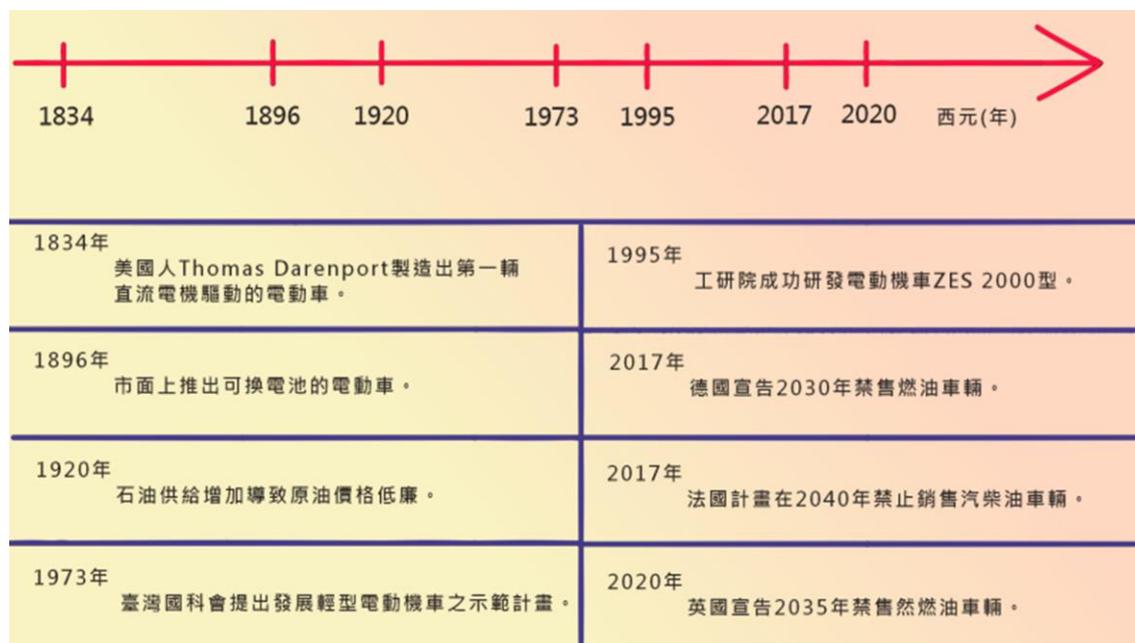
在全球暖化的趨勢下，為減緩溫室氣體之排放，世界各國相繼制定有關推廣電動機車的政策與法律，臺灣也在此行列中，如表一；加上國際原油價格時有變動，電力環保且臺灣電價相對穩定，如圖二，企業開始注意到電動車未來發展的空間，而投資研發新的技術（游博承，2017），電動機車的發展如圖三。2009年行政院核定「電動機車產業發展推動計畫」，希望藉由推廣電動機車，達到節能減碳的效果，若考量能源、環境、經濟、健康等衝擊後，並依據科學方法，污染源應採取之減少污染物排放至最低排放率之技術（空氣污染防制法），而電動機車正是能把溫室氣體之排放量降低的交通工具。



圖二：國內電價與油價波動圖(2000~2018年)

註：油價數據取自 OPEC 網站、電價數據取自台灣電力公司網站，繪製軟體為 Excel

本文研究對象是電動機車，根據道路交通安全規則，電動機車需要駕照、牌照、稅金、安全帽，為全電力驅動模式，時速 25 公里/小時以上，並依馬力大小分為小型輕型、普通輕型、普通重型、大型重型。



圖三：電動機車的發展
(圖三資料來源：研究者整理並繪製)

臺灣主要的電動機車電源來源分成兩個種類，一種是充電式的，一種是交換電池的型態，兩者的比較見下表五。

表五：電動機車換電式與充電式的比較

動力來源	換電式	充電式
舉例車種	Gogoro 2 Plus	中華 eMOVING iE125
能源補充時間	換電池約 6 秒	快充約 10 分鐘
續航力	170 公里(定速 30 km/h)	155 公里(定速 30 km/h)
車重	122 公斤	124 公斤
彰化市能源補給站數量	13 座換電站	0 座充電站

(表五資料來源：研究者整理)

電動機車發展至今，由問卷調查得知，消費者最困擾的是換電站不足、續航力差、維修費用高、換電次數頻繁，因此，該產業評估中長期穩定發展需要的是電池規格統一，並且廣設電池交換站，使能源補充設施普及化（李宜儒，2014）。因而政府除了推出汰換老舊車型的

補助，提高民眾購買新型電動機車之意願外，也針對電池規格和電池交換站制定相關補助計畫，工業局亦規定，受補助的電動機車必須使用經濟部認可的抽取式鋰電池(李仁俊，2013)。電池交換主系統營運商補助對象以二個為限，且設置之交換站應達三十站以上，總服務量達五千輛電動機車以上(電動機車電池交換系統補助辦法)。由問卷調查得知，目前擁有換電式電動機車的人數約有 56.5%，可**偏好換電式電動機車卻高達 71.7%**，再看研究區域彰化市，有 13 座電池交換站，卻沒有充電站。以上敘述可知**電動機車營運採電池交換站是未來趨勢**，同時電池交換站選址位置應盡可能滿足消費者電池交換之需求。

二、分析消費者對電動機車之購買決策

本研究以便利抽樣、網路問卷做調查，實證分析的軟體工具為 SPSS 24 軟體。問卷共分三部分，第一部分為人口變數與生活型態，第二部分針對有電動機車的車主，第三部分是沒有電動機車的車主。為提高問卷的有效性，先將問卷發給校友會做前測，修正內容。最後共發出 277 份問卷，並扣除 18 歲以下及非彰化縣的問卷，以 18 歲以上可領機車駕照且居住在彰化縣的消費者為主，加上填答無遺漏，剩餘有效問卷為 171 份。原本有電動機車的問卷只有 25 份，所以本研究再以立意抽樣的方式，將問卷多發給 21 位電動機車主，新增 21 份問卷。故有電動機車的問卷為 46 份，無電動機車的問卷為 146 份。

消費是以非轉售為目的之購買行為。消費者決策過程跟購買動機、資訊來源、評估準則有關(郭柏成，2010)。本研究利用問卷嘗試解決兩個問題：消費者有購買電動機車的意願嗎？電動機車市場有無需要解決的問題？若以描述性統計來看消費者的購買意願，結果如表六。

表六：消費者購買意願分析表

分類	選項	百分比
已有電動機車	電動機車與燃油機車比較，偏好電動機車	71.7%
	更換機車，仍選擇電動機車	80.4%
	會推薦友人購買電動機車	84.8%
	認為電動機車會成為未來主流	91.3%
未有電動機車	將來會購買電動機車	73.3%
	認為電動機車會成為未來主流	81.5%

(表六資料來源：研究者整理)

從表六來看，不論有無電動機車，將來仍會購買電動機車的消費者有七成以上，認為電動機車會成為未來主流的則有八成以上，表示消費者對電動機車接受度頗高。再將已有電動機車的消費者，包含偏好類型、繼續選購、推薦購買、是否成為主流等四個購買意願的變項與購買動機做分析，結果如表七。表七採用卡方檢定，當研究者手上資料是兩個類名的或名義尺度的變項，卡方檢定將特別適用，表七是類名或名義變項，屬於非連續性變項，若為間距或比率測量層次的連續性變項才可用皮爾森積差相關係數(陳信木、翁志遠、陳雅琪,2017)。表七其虛無假設 (H_0) 為購買意願與購買動機無關，對立假設 (H_1) 為兩者有關。

因環保意識考量對於電動機車的購買動機有三項之顯著性 $< \alpha = 0.01$ (假如要更換機車，您是否會選購電動機車？是否會推薦友人購買電動機車？電動機車是否會成為未來主流？) 故應捨棄購買意願與購買動機無關之虛無假設，即目前有電動機車的消費者，購買電動機車時的以上三項購買動機，會因是否具有環保意識考量而有顯著差異。

因價格合理對於電動機車的購買動機有二項之顯著性 $< \alpha = 0.01$ 、一項之顯著性 $< \alpha = 0.05$ (假如要更換機車，您是否會選購電動機車？是否會推薦友人購買電動機車？電動機車與燃油機車的，偏好哪一種？) 故應捨棄購買意願與購買動機無關之虛無假設，即目前有電動機車的消費者，購買電動機車時的以上三項購買動機，會因是否認為價格合理而有顯著差異。

表七：已有電動機車消費者購買意願與購買動機之卡方檢定表

購買意願	購買動機	電動機車與燃油機車的，偏好哪一種？	假如要更換機車，您是否會選購電動機車？	是否會推薦友人購買電動機車？	電動機車是否會成為未來主流？
購買電動機車原	Pearson 卡方	2.257	11.344**	16.781**	10.120**
因環保意識考量	顯著性 (雙尾)	.133	.001	.000	.001
購買電動機車原	Pearson 卡方	1.939	1.973	1.017	.061
因政策考量	顯著性 (雙尾)	.164	.160	.313	.805
購買電動機車原	Pearson 卡方	11.812**	5.039*	8.803**	1.299
因價格合理	顯著性 (雙尾)	.001	.025	.003	.254
購買電動機車原	Pearson 卡方	1.033	2.128	1.820	3.124
因車子性能佳	顯著性 (雙尾)	.309	.145	.177	.077
購買電動機車原	Pearson 卡方	.108	.010	.237	.185
因便利性高	顯著性 (雙尾)	.742	.919	.626	.667

** 採 α 水準 0.01 時顯著 (雙尾)。 * 採 α 水準 0.05 時顯著 (雙尾)。

(表七資料來源：SPSS 24 分析，由研究者整理)

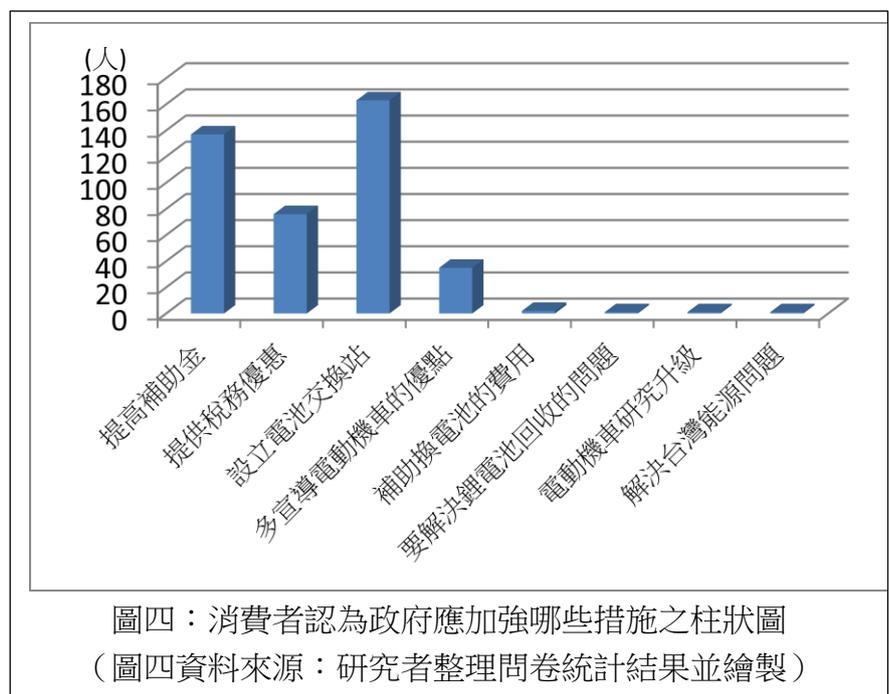
目前未購買電動機車的消費者對於電動機車的購買意願分析如表八，虛無假設（ H_0 ）為兩者無關，對立假設（ H_1 ）為兩者有關。

響應環保與機車外觀精美對於電動機車的購買意願及認為是否能成為未來主流，其顯著性皆 $< \alpha = 0.01$ ，故應捨棄兩者無關之虛無假設，即目前無電動機車的消費者，認為電動機車是否會成為未來的主流與是否有意願購買電動機車，會因響應環保的觀念與機車外觀的精美而有顯著差異。

此外，目前無電動機車的消費者，將來仍不想購買，則在習慣騎乘燃油機車之顯著性 $< \alpha = 0.05$ 時，捨棄虛無假設；因為能源補給不方便而不願購買電動機車對於電動機車的購買意願及認為是否能成為未來主流，前者顯著性 $< \alpha = 0.01$ 、後者顯著性 $< \alpha = 0.05$ ，故應捨棄兩者無關之虛無假設，即目前無電動機車的消費者，認為電動機車是否會成為未來的主流與是否有意願購買電動機車，會因為能源補給不方便而有顯著差異，說明消費者在換購電動機車時，**電動機車的能源補給問題是重要考量因素。**

將消費者偏好與換電站密度等變項跟政府推廣措施做分析如表九。

認為政府應加強宣導電動機車的優點對於是否認為換電站密度足夠，顯著性 $< \alpha = 0.01$ ，故應捨棄兩者無關之虛無假設，即目前有電動機車的消費者，認為政府應加強宣導電動機車的優點，會因是否認為換電站密度足夠而有顯著差異。



認為政府應多設立電池

交換站對於偏好充電式還是換電式機車及是否認為換電站密度足夠，顯著性 $< \alpha = 0.05$ ，故應捨棄兩者無觀之虛無假設，即目前有電動機車的消費者，認為政府應多設立電池交換站，會因其偏好與是否認為換電站密度足夠而有顯著差異。

再由圖四可知，目前未購買電動機車有 70.3%的消費者認為政府應多設立電池交換站。且根據問卷，71.7%的已有電動機車消費者偏好換電式，而 76.1%則認為現今的電池交換站分布密度不夠。因此本研究發現無論有無購買電動機車的消費者，皆提到電池交換站的問題。

表八：尚未有電動機車消費者購買意願與購買動機之卡方檢定表

		您認為電動機車是否會成為未來的主流？	是否有意願購買電動機車？
購買電動機車的原因 響應環保	Pearson 卡方	20.141**	15.369**
	顯著性（雙尾）	.000	.000
購買電動機車的原因 外觀精美	Pearson 卡方	9.995**	6.703**
	顯著性（雙尾）	.002	.010
購買電動機車的原因 安全性佳	Pearson 卡方	1.548	1.933
	顯著性（雙尾）	.213	.164
購買電動機車的原因 駕駛性能	Pearson 卡方	.620	0.420
	顯著性（雙尾）	.431	.517
購買電動機車的原因 舒適性高	Pearson 卡方	.033	3.288
	顯著性（雙尾）	.856	.070
購買電動機車的原因 價格合理	Pearson 卡方	0.587	.220
	顯著性（雙尾）	.444	.639
不想購買電動機車原因 因習慣騎乘燃油機車	Pearson 卡方	2.481	7.496**
	顯著性（雙尾）	.115	.006
不想購買電動機車原因 因價格較高	Pearson 卡方	.825	.562
	顯著性（雙尾）	.364	.453
不想購買電動機車原因 因車速較燃油機車慢	Pearson 卡方	1.214	.144
	顯著性（雙尾）	.271	.704
不想購買電動機車原因 因能源補給不方便	Pearson 卡方	7.999**	5.119*
	顯著性（雙尾）	.005	.024

** 採 α 水準 0.01 時顯著（雙尾）。 * 採 α 水準 0.05 時顯著（雙尾）。

（表八資料來源：SPSS 24 分析，由研究者整理）

表九：消費者偏好、換電站密度與政府推廣措施之卡方檢定表

		偏好充電式還是換電式？	換電站密度足夠嗎？
政府應加強的推廣措	Pearson 卡方	2.115	1.498
施提高補助金	顯著性 (雙尾)	.146	.221
政府應加強的推廣措	Pearson 卡方	.494	.058
施提供稅務優惠	顯著性 (雙尾)	.482	.809
政府應加強的推廣措	Pearson 卡方	6.451*	5.534*
施多設立電池交換站	顯著性 (雙尾)	.011	.019
政府應加強的推廣措	Pearson 卡方	.153	25.529**
施加強宣導電動機車 的優點	顯著性 (雙尾)	.695	0

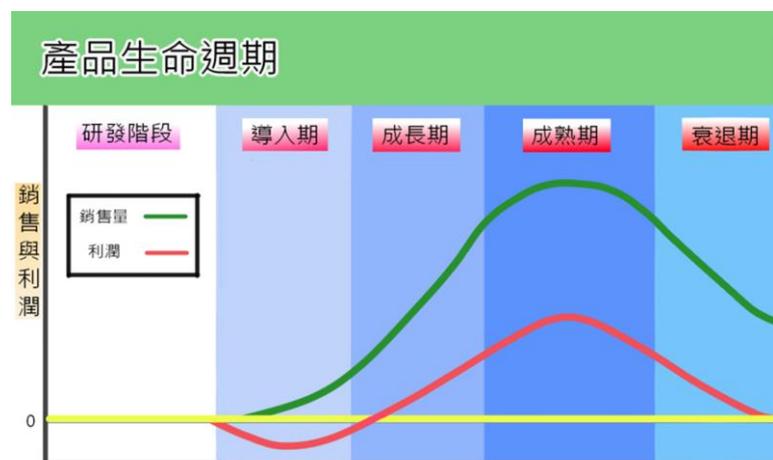
** . 採 α 水準 0.01 時顯著 (雙尾)。 * . 採 α 水準 0.05 時顯著 (雙尾)。

(表九資料來源：SPSS 24 分析，由研究者整理)

最後本文以消費者購買意願與問卷第一部分的人口變項或生活型態做相關分析，消費者購買意願屬於類名或名義變項，人口變項或生活型態除了性別以外，其餘為連續性變項，可用皮爾森積差相關係數加以分析，結果無任何變項之相關達顯著。

三、電動機車的產品生命週期之分析

產品生命週期(product life cycle, PLC)，是產品在市場之壽命，指一種新產品從研發開始進入市場到被市場淘汰的整個循環稱之 (范仕勳，2014)。此概念最早由 Dean 於 1950 年所提出，他認為產品生命週期就像人的一生，從出生前至出生後，到兒童期、成年期最終走入衰老期，



圖五：產品生命週期圖

圖片來源：研究者參考南一版高中地理第二冊，改繪而成

而產品應該如何訂價，必須就不同階段來加以分析討論 (許子晴，2017)。

產品生命週期如圖五，共分五個階段：

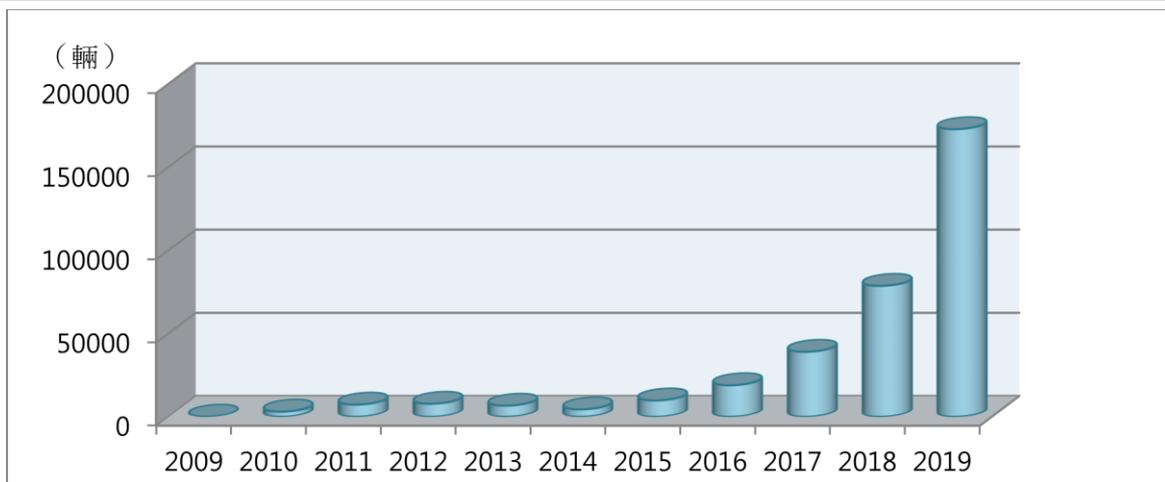
- (一) 研發階段：此階段重視資訊的獲取，需挹注大量資金，且沒有收入來源。
- (二) 導入期：此階段產品進入市場，此時產品價位高，市場接受度不高，因此銷售量成長緩慢，加上研發階段投入大量資金尚未回本，產品利潤為零甚至可能出現負值。

(三) 成長期：此階段市場對產品的接受度快速提升，使銷售量增加並吸引更多廠商加入生產，企業利潤增加。

(四) 成熟期：此階段企業的銷售量和利潤開始進入平穩的狀態，產品已為多數的購買者所接受，生產技術日趨成熟，為減低生產成本，可能出現生產線外移。

(五) 衰退期：此階段企業的銷售量和利潤開始下滑，可能是新興技術產品加入市場或消費者失去興趣，產品逐漸退出市場。

圖六為臺灣 2009~2019 年電動機車銷售量柱狀圖，由圖可知，近年來電動機車的銷售量急遽上升，除了政府政策推動以外，還有消費者對產品接受度逐漸增加。再由 2019 年燃油機車占全臺當年度新領牌照機車數約 81%（交通部公路總局統計查詢網，2020）可知，電動機車尚未進入商品飽和的成熟期。最後，由售價可知，電動機車售價約 5 萬~13 萬元，高於燃油機車的 4 萬~8 萬元。**銷售量持續上升、商品單價較高、消費者接納度上升、市場未飽和等特性**，判定電動機車應處於產品生命週期的**成長期**，尚有發展的空間。



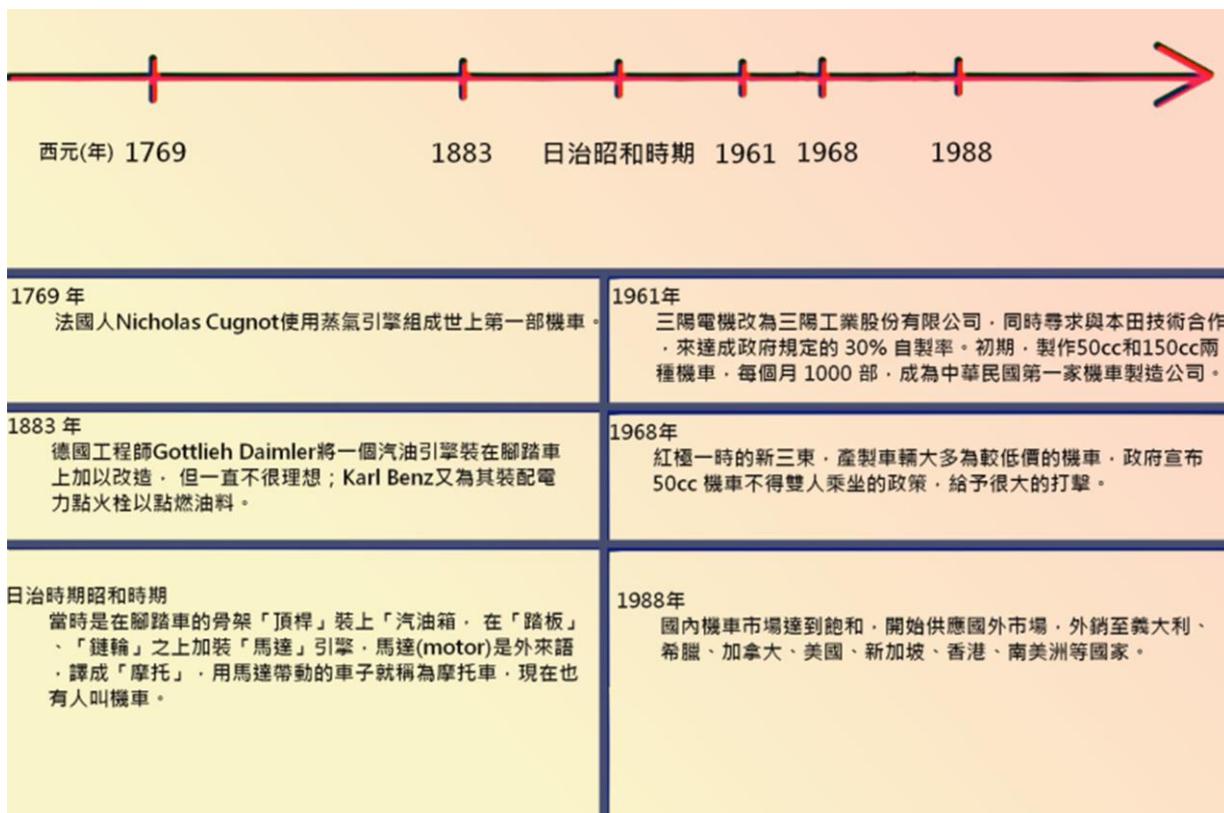
圖六：電動機車銷售量柱狀圖(2009~2019 年)

註：銷售量數字取自電動機車產業網，統計時間為 2020 年 1 月底，繪製軟體為 Excel

四、電動機車投入市場對傳統機車行之影響

燃油機車發展如圖七，目前臺灣的內銷市場趨向飽和，已至成熟期或邁向衰退期。臺灣的機車在 2019 年有 1399,2922 輛，以 2019 年底領有駕照的人數 1482,2386 人來看（交通部公路總局統計查詢網，2020），人均機車數約 0.95 輛/人，幾乎每人一輛。雖然目前市場仍以燃油機車佔大多數，但在國際低碳城市的思維與政府補助下，電動機車的銷售逐漸增加，如圖六。在電動機車快速成長的市場競爭下，傳統機車行該如何因應呢？於是本研究以半結構式

訪談進行一手資料的蒐集，共訪談十家，如表十，從訪談結果可知傳統機車行面臨的問題如表十一。



圖七：燃油機車的發展
(圖七資料來源：研究者整理並繪製)

表十：受訪者基本資料

機車行名稱	地址	受訪者	受訪者編號
啓輪機車行	彰化縣彰化市南郭路一段191巷10號	機車行老闆	A
旭峰機車行	彰化縣彰化市介壽北路142號	機車行老闆	B
裕光機車行	彰化縣彰化市南郭路一段77號	機車行老闆	C
明昌機車行	彰化縣彰化市民權路10號	機車行老闆	D
摩特動力機車-琳虹車業	彰化縣彰化市中山路二段391號	機車行老闆	E
吉峰車業	彰化縣彰化市中山路二段621號	機車行老闆	F
全陽機車行	彰化縣彰化市光復路33號	機車行老闆	G
久禾車業	彰化縣彰化市中山路二段897號	機車行老闆	H
YAMAHA YSP 實用車業	彰化縣彰化市中正路一段396號	機車行老闆	I
YAMAHA YSP 德來車業	彰化縣彰化市中山路二段555號	機車行老闆	J

(表十資料來源：研究者自行整理)

表十一：傳統機車行的問題與因應策略

問題	說明	多角化因應策略
環境問題	傳統上稱機車維修技師為「黑手」，環境也多雜亂。	1.美化環境，如增加明亮乾淨的接待室，如受訪店家 E。 2.以點心、茶水接待客人。
技術傳承問題	多數機車行老闆的技術是外出當學徒或由父祖輩教授，如受訪店家 G 已傳承三代，受訪店家 A 則傳了兩代，無任何受訪者是從學校教育訓練習得技術。	由廠商開辦教育課程訓練加盟店，甚至受訪店家有電動機車修車執照，如受訪店家 C。
電動機車投入市場	燃油機車銷售量受影響而降低，且維修技術要重新學習，即使有技術，仍有部分零件無法取得。	1.有部分傳統機車品牌有研發電動機車。 2.協助改裝電動機車。 3.和電動車廠策略聯盟，如受訪店家 J(三葉)和 Gogoro 合作。
利潤來源	目前獲利並非來自機車銷售，而且各機車行或廠牌還會削價競爭，所以主要是來自保養與維修。	1.增加洗車或機車美容。 2.用網路行銷增加客源。

(表十一資料來源：研究者整理訪談結果)

以下為訪談的摘錄：

「A：現在機車銷售競爭這麼激烈，賠錢的也有。」

「B：主要收入來自機車維修，機車是幫公司賣的。」

「F：我自己去外面當學徒學，目前電動機車影響蠻大的，除了原本的機車銷售與維修，我有在想要不要做機車美容。」

「G：我已經第三代，從我阿公那時候沒有機車品牌，他自己從國外買引擎來做，到現今電動機車進入市場，其實都差不多，主要都是維修。」

「H：電動機車進入市場還是有差啦！現在我們會靠網路社群廣告行銷，增加客戶。」

「J：現在公司有開課，我們會去上課學習電動機車的維修技術，但是相關零件非常貴。」

訪問店家中受訪者 A 認為電動機車不可能取代燃油機車，主要原因為能源補充的問題，包含電池交換站數量不足、分布區位未涵蓋全部區域，及換電頻繁造成在換電站的電池還未充飽電的問題。其他的 8 家認為在未來電動機車可取代燃油機車，但短期內還無法做到，至少 10 年內還是燃油機車為主的市場，因為電池技術還未成熟，其續航力不如燃油機車，電池

交換站的設立多為民營、以營利為主，偏遠區為還需要政府投資設立。訪談摘錄如下：

「A：電動機車沒有辦法完全取代燃油機車，電動機車的普及化僅限於市區內，無法做到燃油引擎這樣的方便性，換電站的電池也不一定都充飽電。」「你看山上人少的地方也不可能去設，除非政府投資啊！政府大概 30、40 年前就在推行電動機車，我直接說，再給他 30、40 年也不可能，方便性就輸燃油機車啊！」

「B：至少十年內不會取代燃油機車啦，未來會不會取代要看電動機車的方便性與穩定性，如果它方便、穩定，就會取代燃油機車。現在買燃油機車的人還是比較多，優點是加一次油可以騎很久、不用煩惱有沒有電；電動機車主要是它換電站太少了，而且有區域的限制，你騎到市郊沒有電就回不了。」

「D：電動機車進來後，我們機車修理的收入有減少一點。」

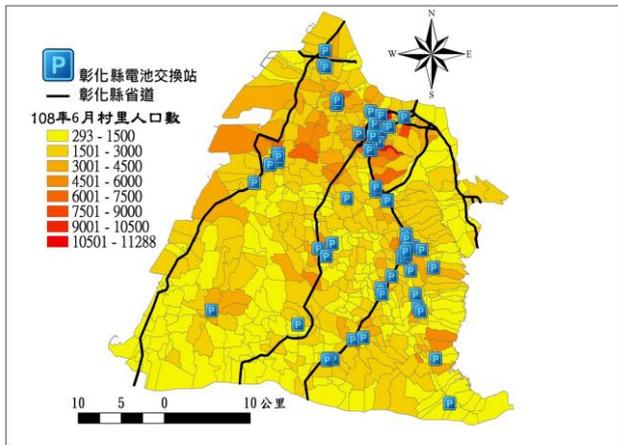
「F：電動機車影響蠻大，未來很有機會取代燃油機車，只是目前受限電池交換站不足，但以後應該會普及化。」

「H：電動機車目前沒辦法取代燃油機車，電池是問題，要一直換電，要看未來電動機車的市場有沒有完善，他那個技術有沒有成熟。」

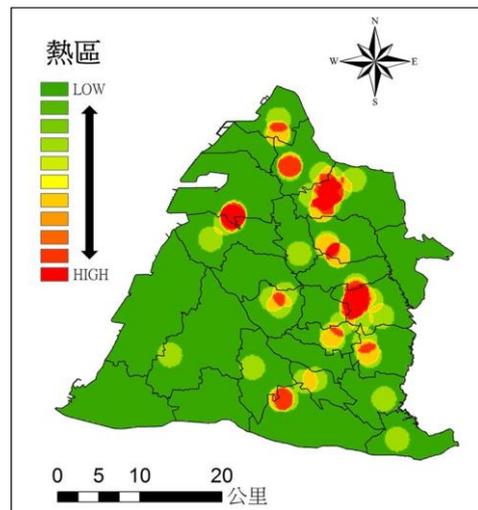
「J：跟以前差不多，現在電動機車還沒完全成熟，電池容易沒電，耐久度還會越來越差。」

五、目前彰化市電動機車電池交換站之區位分析

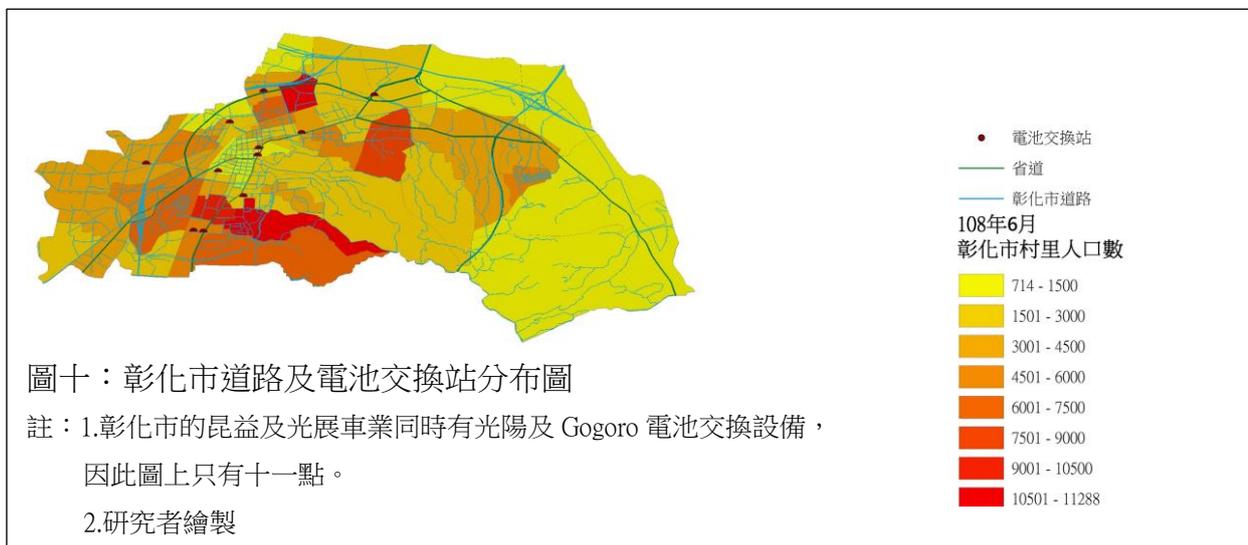
由消費者的問卷與傳統機車行的訪談，皆提出電池交換站的問題，本研究最後嘗試以地理資訊系統分析電池交換站之區位。所謂的「區位」(Location)係指人文(經濟、社會等)活動在空間上分佈的位置(林大傑, 2014)。而區位問題指的是透過最小成本、最大服務量、最短距離的設施配置，來滿足顧客的需求與現實情況之限制(游忠軒, 2015)。這樣配置的問題常被用在現實中各種設施選址的規劃中，如：火車站、加油站。圖八為彰化縣村里人口與電池交換站區位分布，圖九為電池交換站的熱區圖，由圖可知，彰化縣電池交換站在彰化市密度最高，其次為員林市，皆為人口密度較高處，且大部分位於彰化縣省道上，即交通易達性較高的地區。但有少數例外，如鹿港鎮東崎里人口密度頗高，而周圍缺乏電池交換站；位於二水鄉勝化村的電池交換站，為二水永興有限公司所設置，並未設置於人口密度較高處。本文選取熱區圖中密度最高的彰化市為研究範圍。



圖八：彰化縣電池交換站與人口分布的關係
(研究者繪製)



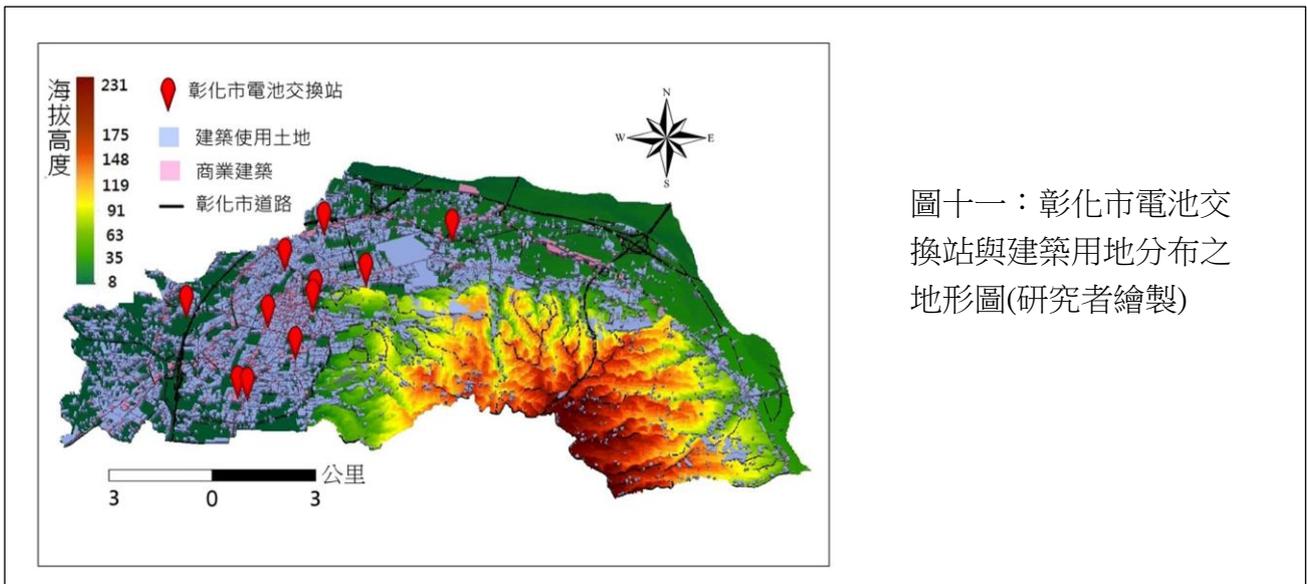
圖九：彰化縣電池交換站熱區圖
(研究者繪製)



圖十：彰化市道路及電池交換站分布圖

註：1.彰化市的昆益及光展車業同時有光陽及 Gogoro 電池交換設備，因此圖上只有十一點。
2.研究者繪製

圖十為彰化市道路及電動機車電池交換站分布圖，彰化市共有 13 座電動機車電池交換站，其中有兩個交換站同時擁有光陽及 Gogoro 電池交換設備，因此圖十只有 11 處交換站，其中綠色粗線圖例為省道，大部分電池交換站分布於彰化市省道（中山路）周圍，交換站間最遠距離不超過 840 公尺。圖十一為彰化市電池交換站與建築用地分布之地形圖，建築物包含住、商、工，建物密集區表示人們日常活動在此進行，如工作、就業等，加以彰化市尚未有捷運，公車系統在數量與時間掌控上皆未完備，通勤族使用機車甚多。由圖十一可知，彰化市地勢東側高於西側，人口活動多集中於西側平地，電池交換站也多設置於西邊。而彰化市東北邊的平地，因人口數較少且多為農業用地，故缺少電池交換站；東南邊的八卦台地，因地勢稍高、人口較少，目前也無電池交換站，但此區為參山國家級風景區，未來著眼於觀光業的發展，可在電動機車坡度可及的區位增設交換站。



圖十一：彰化市電池交換站與建築用地分布之地形圖(研究者繪製)

六、彰化市新設電動機車電池交換站之區位分析

目前電池交換站的格式如下表十二：

表十二：電池交換站的設置格式

動力來源		換電池
換電池時間		6 秒(問卷調查為 1 分鐘內)
規格	重量 (含 2 顆電池)	112kg
尺寸	長×寬×高	1730×690×1215 mm
	置物空間	24L
照片 (研究者拍攝) (以 Gogoro 為例)		

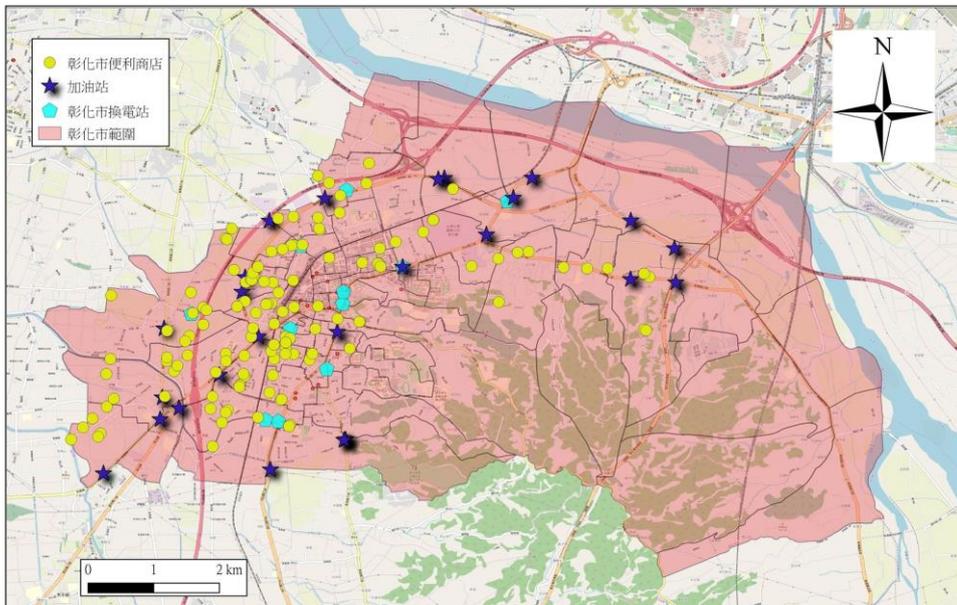
(表十二資料來源：研究者自行整理)

如照片所示，每個基座有 8 顆電池，基本配備為 24 顆，照片為 32 顆。至於要在哪裡設置電動機車電池交換站呢？通常以下三種場域適合設置電池交換站：

- (一) **便利商店**：臺灣便利商店有一萬多間，由於密度高具高便利性。由政府資料開放平台取得數據加以計算，2019 年平均每 2237 人就有一家便利商店，僅次於南韓，為全球第二。而便利商店區位選擇條件如：交通易達性、人口密度、車流量等，皆與換電站相似，我們建議未來新增之電池交換站設置場域以便利商店為首選，彰化市便利商店分布如圖十二。

(二) **公家機關**：政府機構、學校等公家機關平時人來人往，為人們經常活動的地區，甚至在觀光旅遊的勝地，旅客服務中心即可設置電池交換站。目前電池交換站設置於公家機關的不多，以離島、偏鄉地區較常見，根據內政部戶政司的定義，彰化市無任何村里列為偏鄉。

(三) **加油站**：根據經濟部能源局統計，截至 2020 年 1 月底彰化市共有 26 座加油站，如圖十二。再由 Gogoro 官網可知，許多加油站如彰化市中山路的台灣中油加油站、彰鹿路的福懋彰益加油站有 Gogoro 設立的電池交換站。從傳統機車行的訪談得知，多數店家對市場評估，未來 10 年內，電動機車不可能完全取代傳統燃油機車，應該是同時存在於機車市場中，加油站地標顯著，可以兼具電池交換站的功能，只是業者間須突破合作障礙，例如 2019 年 9 月 Gogoro 與台灣中油因合約到期，由光陽取代。



圖十二：彰化市加油站、便利商店與電池交換站分布圖(研究者繪製)

我們假設全臺灣機車全面電動化，將非電動機車全數換成電動機車，換言之，機車數即等於電動機車數，我們運用數學統計計算，其過程如下：

以下算式中，機車數來源為交通部公路總局統計查詢網，人口數來自社會經濟地理資訊網。(全臺機車總數統計時間為 2019 年底；經濟部 2018 年初宣布預計要在 5 年內設置 3310 座電池交換站；彰化市機車總數統計時間為 2019 年 6 月底；彰化市總人口數統計時間為 2019 年 6 月底；彰化市各村里人口數統計時間為 2019 年 6 月底。)

(一) 全臺電動機車總數 (1399,2922 輛) ÷ 預計要設置的總電池交換站數 (3310 座) = 每座交

換站能服務多少電動機車（約 4227.5 輛/座）

(二) 彰化市電動機車總數 (15,7624 輛) ÷ 彰化市總人口數 (23,2402 人) = 平均每人擁有多少電動機車 (約 0.6782 輛/人)

(三) 彰化市各村里人口數 × 平均每人擁有多少電動機車 (約 0.6782 輛/人) = 彰化市各村里預估多少電動機車數

(四) 彰化市各村里預估多少電動機車數

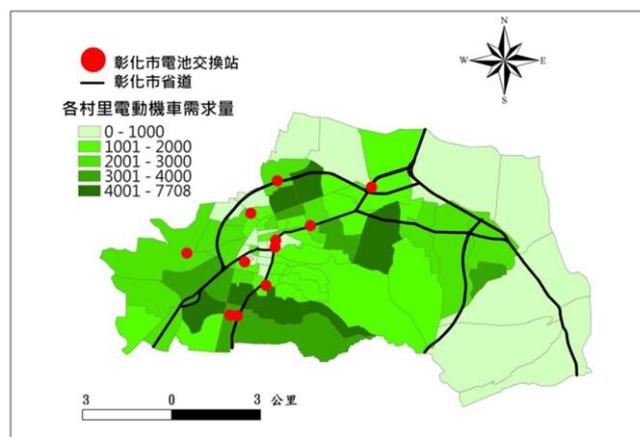
÷ 每座交換站能服務多少電動機車

數 (約 4227.5 輛/座) = 彰化市各村里

應設置幾座電池交換站

依據算式三所得數據，將彰化市各村里

需要之電動機車數和電池交換站與省道位置以圖呈現，如圖十三。



圖十三：彰化市電池交換站與各村里需要之電動機車數分布圖(研究者繪製)

依據算式四所得

數據，將彰化市各村里

應設置幾座電池交換

站和現有電池交換站

以圖呈現，如圖十四。

將算式四的數據

加總，彰化市應設置 37

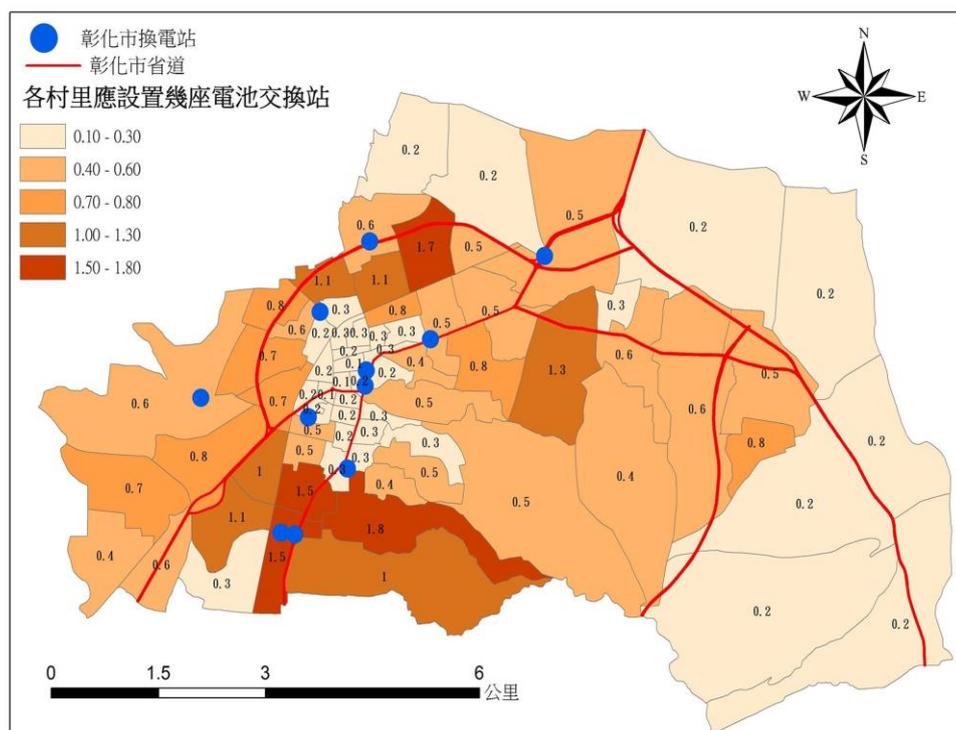
座電池交換站，而現在

彰化市僅有 13 座，我

們建議應多設置 24 座，

設置場域以便利商店

與加油站為主。

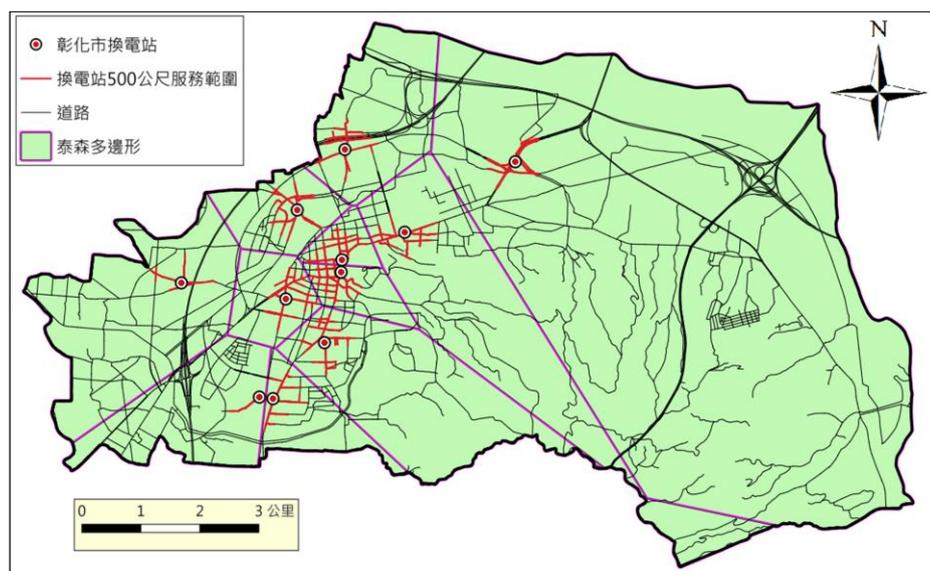


圖十四：彰化市電池交換站與各村里應設置幾座電池交換站位置圖(研究者繪製)

陸、討論

電動機車普及化有一個嚴峻的挑戰，其行駛續航力讓使用者在一段時間內，必須進行能源補給，而換電系統是目前的趨勢，所以電池交換站的區位需要慎選。此外，若以產業界提出的「更廣、更密集的能源網路」，六大都會區電池交換站**平均每**一公里將有一座為願景（Gogoro，2017）。彰化市也以此來規畫，根據高中課程「中地理論」商品圈的概念，商品圈為「服務消費者的範圍」，即換電站服務半徑為 500 公尺，換電站間距離即為 1 公里，用路網服務圈繪圖如圖十五。圖中也加入泰森多邊形的概念，所謂**泰森多邊形**(Voronoi Diagram) 為一種空間分割的計算方法，是作離散點與離散點之間的中垂線，再由多條中垂線形成多個多邊形的區域範圍，且每個多邊形內僅包含一個離散點。其特性是**多邊形內任何位置離該多邊形的離散點距離較近，離其他多邊形內的離散點距離較遠**（張宇、王琦、吳文週、蘇奮振，2017）。

從圖上可知，彰化市西側電池交換站 500 公尺的服務範圍有部分涵蓋了該多邊形，其餘的電池交換站服務範圍小於所劃分的泰森多邊形甚多，圖中東半側甚至僅有一座換電站，表示目前彰化市電池交換站數量明顯不足，居民

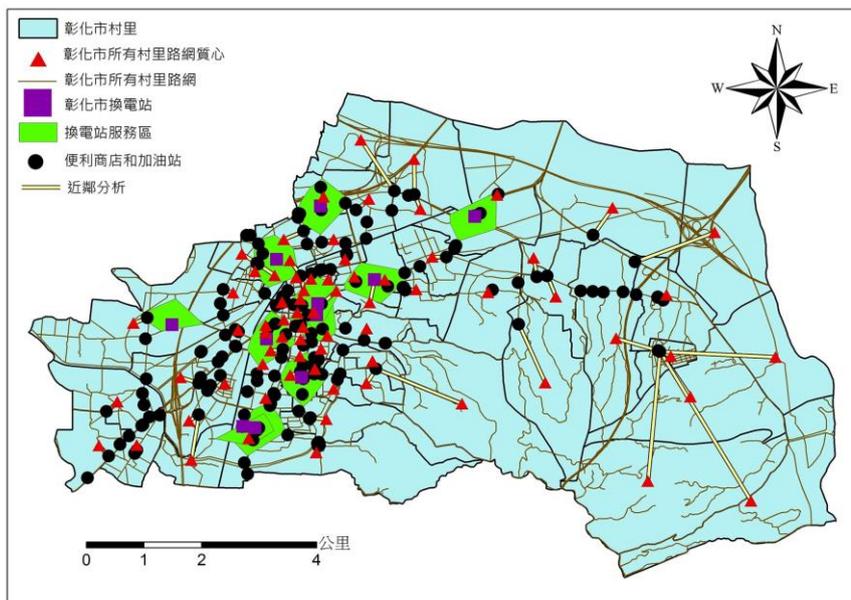


圖十五：目前彰化市換電站 500 公尺服務範圍及泰森多邊形範圍圖
(研究者繪製)

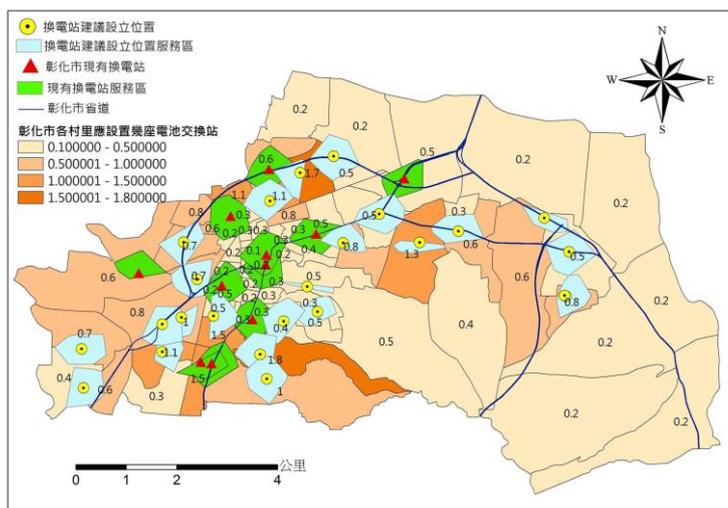
到最鄰近的電池交換站所需里程較長。圖十六先將彰化市路網按照村里範圍分割，利用地理資訊系統找出各村里路網質心，再運用近鄰分析找出最近鄰的加油站或便利商店，刪除被原電池交換站服務區涵蓋的便利商店和加油站，剩餘 39 個加油站或便利商店可選，參考圖十三各村里應設置幾座電池交換站的數值，最後選出 24 個建議區位，如圖十七。以三十七座新舊電池交換站作為離散點，繪製泰森多邊形，如圖十八。

從圖十七、十八可知，新設的電池交換站一樣多分布於西半側省道周圍，且大部分覆蓋

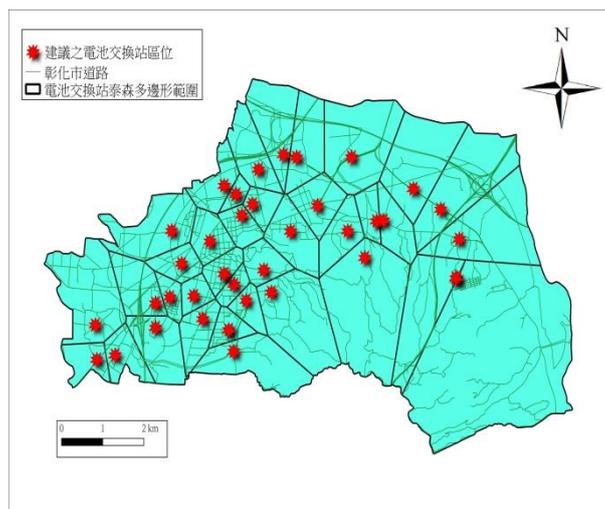
於其服務範圍內，西半側的泰森多邊形也較原本圖十五較均勻分布；東半側的電池交換站雖然密度較低，但已有**東擴的趨勢**，服務範圍多位於省道上，比較圖十五之東半側電池交換站的泰森多邊形，多邊形數量明顯增加。西半側易達性高也較東半側繁榮，因此東側的電池交換站少於西側，但在彰化市東南側為地勢較高的八卦台地，多增加了兩處電池交換站，其選址區位在地勢平緩的道路上，可提供前往八卦台地的駕駛能源補給之需求。



圖十六：彰化市路網質心與便利商店和加油站之近鄰分析圖(研究者繪製)



圖十七：彰化市建議電池交換站之服務區域圖
(研究者繪製)



圖十八：彰化市建議電池交換站泰森多邊形範圍圖(研究者繪製)

柒、結論

一、研究結論

本研究以彰化市電動機車市場做為探究對象，研究結果為：

- (一) 產品生命週期：電動機車產品生命週期為成長期，燃油機車為成熟趨向衰退，消費者有 8 成以上認為電動機車會成為未來主流，因此可持續發展。
- (二) 消費者購買電動機車或不購買的因素中，電池交換站的密度為考量重心，有 7 成以上認為交換站密度不足，故希望政府多設立電池交換站。
- (三) 傳統機車行因電動機車投入市場，欲轉型者會從事多角化經營或接受教育，學習新的電動機車修繕技術；固守傳統者指出電池交換站不足，短期中機車市場還是以燃油機車為主。
- (四) 電池交換站區位：目前彰化市的電池交換站多集中西側且鄰近省道，東側相對缺乏，電池交換站數量不足，現在僅有 13 座，建議增加 24 座，如圖十七，也建議提高每座交換站基本配備電池的數量，避免發生駕駛無電池可換或是電池電量不足之情況。

二、未來展望與建議

氣候變遷對人類生活影響已有許多研究提出，減少燃油機車的移動性污染源是調適方法之一，電動機車的推廣會是一個不錯的方向。本研究最後以地理資訊系統試圖提出電動機車電池交換站的區位選址模式，希望可推廣應用至其他區域。

此外，閱讀國外文獻時，倫敦的電動汽車充電站布點區位，或美國各州的電動汽車充電站的區位選址，都是不錯的模組，日後臺灣研究者也可針對電動汽車或油電混合汽車的充電區位進行研究。

三、研究限制

- (一) 問卷：本研究以便利抽樣取得問卷結果，發放問卷原想縮小至彰化市，但問卷區分為有購買和無購買電動機車，因購買電動機車的消費者並不多，亦即母體不大，怕抽樣樣本不足，故針對彰化縣民作研究。
- (二) 訪談：受限於交通工具，訪談店家以交通可及的店家為主，例如步行，UBike 等，若能至西半部的村里可能取得更完整的資訊。

捌、參考資料及其他

一、中文文獻

(一) 論文、專書

1. 游博丞 (2018), *台灣電動機車產業研究-以 Gogoro 為例*。碩士論文, 桃園: 長庚大學商管專業學院研究所。
2. 葉日豪 (2014), *電動機車電池交換站與充電站混合設址規劃問題*。碩士論文, 臺中: 東海大學工業工程與經營資訊研究所。
3. 李宜儒 (2014), *混合式電動機車共享系統最佳車輛佈署策略研究*。碩士論文, 臺北: 國立臺灣科技大學資訊管理系研究所。
4. 范仕勳 (2014), *產品生命週期對行銷人員工作壓力之影響*。碩士論文, 臺北: 中國文化大學商學院國際貿易學系研究所。
5. 許子晴 (2017), *探討行動拍賣 app 產品生命週期之研究-以蝦皮拍賣為例*。碩士論文, 臺北: 國立臺灣科技大學管理研究所。
6. 周天穎、葉美伶、吳政庭 (2016), *輕鬆輕鬆學 Arc GIS10*, 臺北: 儒林圖書公司。
7. 張峻嘉 (2020), *高中地理第二冊*, 臺南: 南一書局。
8. 林荔弘 (2017), *電池發展趨勢之研究以電動巴士電池為例*。碩士論文, 臺中: 逢甲大學經營管理研究所。
9. 林大傑 (2014), *公路轉運站最適區位之研究*。碩士論文, 臺中: 逢甲大學運輸科技與管理學系研究所。
10. 游忠軒 (2015), *應用多目標粒子群演算法於電動機車能源補充站設址問題之研究*。碩士論文, 臺中: 東海大學工業工程與經營資訊研究所。
11. 張裕翔 (2017), *電動機車與燃油機車生命週期成本與綠能之探討*。碩士論文, 桃園: 元智大學工業工程與管理研究所。
12. 陳奕翔 (2017), *臺灣電動機車生命週期成本分析*。碩士論文, 新北: 國立臺北大學自然資源與環境管理研究所。
13. 廖恆漢 (2013), *台灣電動機車推廣政策研究*。碩士論文, 臺南: 國立成功大學工學院工程管理研究所。

- 14.鄭宇倫（2013），*影響民眾購買電動機車關鍵因素之研究*。碩士論文，桃園：國立中央大學土木工程學系研究所。
- 15.陳宏昇（2012），*電動機車購買意願研究分析*。碩士論文，桃園：國立中央大學管理學院高階主管企管研究所。
- 16.郭柏成（2010），*台灣電動機車的消費者購買行為之研究*。碩士論文，臺南：國立成功大學經營管理研究所。
- 17.蔡承宇（2014），*傳統機車行經營轉型之探討*。碩士論文，高雄：國立高雄第一科技大學行銷與流通管理學系研究所。
- 18.邱智賢（2016），*傳統機車行多角化策略轉型研究—以屏北地區 Y 機車廠牌為例*。碩士論文，花蓮：國立東華大學企業管理研究所。
- 19.陳信木、翁志遠、陳雅琪（2017），*白話統計學*。臺北：雙葉書廊。
- 20.張宇、王琦、吳文週、蘇奮振（2017），*點狀地名信息的加權泰森多邊形檢索法*。測繪學報。

（二）網路資料

1. 行政院環境保護署幸福家園。2019 年 8 月 14 日取自
<https://www.ey.gov.tw/Goals/81689F916EB5D550>
2. 經濟部工業局電動機車產業網。2020 年 1 月 30 日取自
<https://www.lev.org.tw/default.asp>
3. 經濟部工業局政府資訊公開。2019 年 7 月 25 日取自
<https://www.moeaidb.gov.tw/ctrl?PRO=executive.rwdExecutiveInfo00&lang=0>
4. 空氣汙染防制法。2019 年 8 月 6 日取自
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=O0020001>
5. 電動機車電池交換系統補助辦法。2019 年 8 月 16 日取自
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=O0020081>
6. 社會經濟統計地理資訊網。2019 年 8 月 3 日取自
<https://reurl.cc/Navx2q>
7. 經濟部能源局油價資訊管理與分析系統。2020 年 1 月 29 日取自
<https://reurl.cc/M7pzWX>

8. Gogoro 網站。2020 年 2 月 3 日取自

<https://www.gogoro.com/tw/>

9. 政府資料開放平台。2019 年 8 月 15 日取自

<https://data.gov.tw/>

10.交通部公路總局統計查詢網。2020 年 1 月 30 日取自

<https://stat.thb.gov.tw/hb01/webMain.aspx?sys=100&funid=defjsp>

11.台灣電力公司網站。2020 年 2 月 6 日取自 <https://www.taipower.com.tw/tc/index.aspx>

12.道路交通安全規則。2020 年 2 月 7 日取自

<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0040013>

13.TGOS 網站。2019 年 7 月 8 日取自 https://www.tgos.tw/tgos/Web/Address/TGOS_Address.aspx

二、英文文獻

(一) 論文、專書

1. Transport for London.(2016).*Electric vehicle charging infrastructure:Location guidance for London*. London :Author.
2. Boening,Kathryn. ,&Dunlap, Makenna. ,&Helminiak, DJ. ,&Schommer, Erik. ,&Uhland, Jimmy. (2018). *Public Access EV Charging Station Placement in Grandview Heights, Ohio*. The Ohio State University Campus as a Living Laboratory. Environment, Economy, Development and Sustainability (EEDS).
3. Gkatzflias,Dimitrios. ,& Drossinos,Ioannis. ,& Zubaryeva,Alyona. ,& Zambelli,Pietro. ,& Dilara,Panagiota. ,& Thiel,Christian.(2016). *Optimal allocation of electric vehicle charging infrastructure in cities and regions*. Publications Office of the European Union.

(二) 網路資料

1. Opec Homepage.(2016). 2020 年 2 月 6 日取自

https://www.opec.org/opec_web/en/index.htm

三、附錄

(一) 問卷

親愛的受訪者您好：

空氣污染議題全球關注，積極推廣電動機車是調適政策之一。臺灣同樣重視空氣汙染議題，近年積極推動電動機車普及化，1998 年政府通過將電動機車列為國家六項產業科技重點之一，2017 年底，行政院通過環保署所提「發展電動機車行動計畫」，提出 2030 年新購公務車輛及公共運輸大巴士全面電動化、2035 年新售機車全面電動化、2040 年新售汽車全面電動化，代表電動機車的時代將要來臨。

我們是來自○○高中的學生，目前正進行有關電動機車消費行為之學術研究，期望能藉由此問卷了解您對電動機車的看法，您所填的問卷僅供學術研究之用，本研究會善盡資料保密之責任，絕不會對外公開，敬請放心作答，您寶貴的資料對本研究具有決定性的幫助，懇請您能撥冗填答，在此對您的協助和支持與占用您寶貴的時間，由衷獻上最誠摯的謝意，謝謝！

敬祝 闔家平安，事事順心！

國立○○高中

學生：○○○

：○○○

：○○○ 敬啟

1. 基本資料

(1) 性別 男女

(2) 年齡 18~22 歲 23~35 歲 36~55 歲 55 歲以上

(3) 職業 學生 農林漁牧 軍公教 經商 勞工 退休 家庭主婦 其他____

(4) 每月平均收入為何？

20000 元以下 20001~30000 元 30001~50000 元 50001~100000 元 100000 元以上

(5) 您平時的代步工具是什麼？

燃油機車 電動機車 汽車 單車 步行 大眾運輸工具

(6) 您每天通勤所需的時間（從出發至目的地）約為？

10 分鐘以內 10~20 分鐘 20~30 分鐘 30~40 分鐘 40 分鐘以上

(7) 請問您每天平均通勤距離？

10 公里以下 10~20 公里 20~30 公里 30 公里以上

(8) 您一個禮拜加油費用或月租費用為多少？

100 元以下 100~200 元 200~300 元 300~400 元 400~500 元 500 元以上

(9) 請問您得知電動機車產品訊息資訊來源為何？（可複選）

報章雜誌 網路資訊 車展 電視廣告 門市經銷點

親朋好友介紹 銷售人員推薦 試乘活動 其他_____

(10) 請問您的居住地？（縣市，例如：彰化縣）_____

(11) 請問您對現在的空氣品質滿意嗎？

非常滿意 滿意 普通 不滿意 非常不滿意

(12) 您覺得電動機車是否能改善空氣汙染？ 是否

2. 電動機車相關問題調查（有電動機車）

(1) 請問您是否贊成行政院提出 2035 年全面禁止燃油機車的政策？ 是否

- (2) 就知名廠家來說，您知道有哪些電動機車？（可複選）
三陽 SYM 中華汽車 E-moving 光陽 KYMCO 台鈴 SUZUKI
宏佳騰 AEON 哈特佛 Hartford 山葉 YAMAHA 睿能 Gogoro 其他_____
- (3) 您覺得汰舊換新補助金要多少才合理？_____
- (4) 您為什麼會購買電動機車？（可複選）
環境意識考量 政府政策 價格合理 電動機車性能佳 便利性高
- (5) 您覺得電動機車與燃油機車的比較，偏好哪一種？ 電動機車燃油機車
- (6) 您覺得電動機車有哪些優缺點？（簡單扼要即可）_____
- (7) 您現在擁有的電動機車是換電式還是充電式？ 換電式充電式
- (8) 電動機車換電式和充電式，您偏好哪一種？ 換電式充電式
- (9) 您的機車換好電池所需時間或機車充飽電所需時間為何（分鐘）？
換好電池所需時間是__（分鐘） 機車充飽電所需時間是__（分鐘）
- (10) 您覺得換電站分布區位密度足夠嗎？ 夠不夠
- (11) 假如現在要更換機車，您是否還會選購電動機車？ 是否
- (12) 承上題，為什麼？（簡單扼要即可）_____
- (13) 您是否會推薦友人購買電動機車？ 是否
- (14) 您認為電動機車是否會成為未來的主流？ 是否
- (15) 您認為政府應該加強哪些推廣措施？（可複選）
提高補助金 提供稅務優惠 多設立電池交換站
加強宣導電動機車的優點 其他_____

3. 電動機車相關問題調查（沒有電動機車）

- (1) 電動機車之優點「不排放廢氣、低噪音」，請問是否讓您對其感到興趣？
是否
- (2) 您認為電動機車是否會成為未來的主流？ 是否
- (3) 您是否有意願購買電動機車？ 是否
- (4) 請問您會花費多少錢購買電動機車？
20000 元以下 20001~30000 元 30001~40000 元 40001~50000 元
50001~60000 元 60000 元以上
- (5) 若您想購買電動機車，有哪些必備條件？（可複選）
污染排放低 外觀精美 安全性佳 駕駛性能 舒適性高
價格合理 其他_____
- (6) 如果您會買電動機車主要原因為何？（可複選）
響應環保 覺得新奇 省油錢 其他_____
- (7) 如果您不會購買電動機車主要原因為何？（可複選）
習慣騎乘燃油機車 價錢較高 車速較燃油機車慢 能源補給不方便其他_____
- (8) 您認為政府應該加強哪些推廣措施？（可複選）
提高補助金 提供稅務優惠 設立電池交換站
加強宣導電動機車的優點 其他_____

【問卷填答到此結束，再次感謝您的協助，敬祝身體健康！】

(二) 傳統機車行訪談大綱

1.店家資料	1.請問店家經營幾年了？	
	2.請問是第幾代經營？	
	3.經營歷史？	
2.店家經營期間業務演進	1.車行最早經營重點為何？	
	2.車行演進期間有甚麼其他業務經營？	
	3.車行的各項業務中哪些是獲利最高的？	
	4.機車維修的時候如何處理顧客的等待時間？	
3.多角化經營選擇	1.排除人員、資金等限制因素外，機車行有沒有麼可獲利的業務或行業可以執行的？	
	2.呈上題，發展規劃及市場需求？	
	3.多角化經營行業 討論	<ul style="list-style-type: none"> 1.洗車業 2.飲料、餐飲業 3.中古車業 4.中車租賃業 5.電動車 6.精品店 7.保險業務
4.多角化經營效果	可帶來的成效有哪些？	
5.市場趨勢	對電動機車投入市場的看法？	

【評語】 052706

1. 此研究成果可以提供縣市政府在設立充電站場域的規劃。
2. 在研究中，使用泰森多邊形空間計算方法上，建議能將各地區人口數以及山區高度納入考量，能更精準呈現充電站設置場所。
3. 訪談與問卷內容不明，訪談內容的整理應更具系統性，輔以數據表示回應的數量。
4. 卡方資料處理呈現說明不足，應呈現原始數量資料。

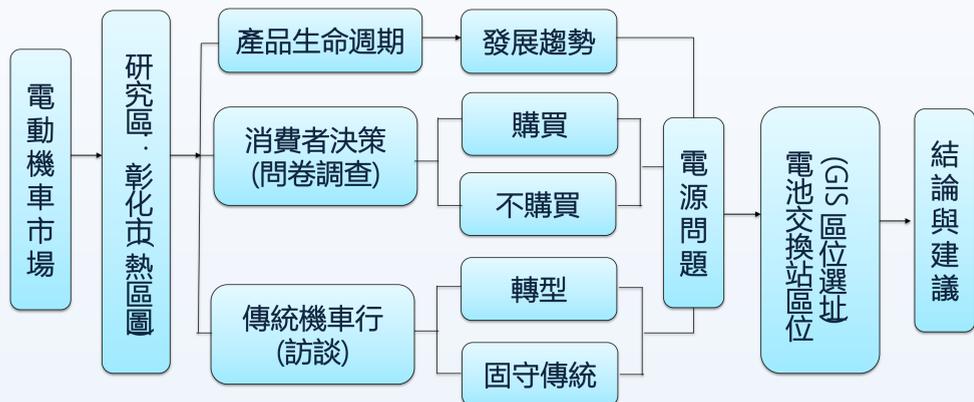
壹、研究動機

工業革命後，人類過度仰賴化石燃料的供給導致空氣品質下降。空氣污染議題全球關注，積極推廣電動機車是調適政策之一，臺灣近年也積極推動電動機車普及化。

本研究欲了解消費者目前對電動機車的接納度為何？在產品生命週期裡，現今的電動機車位於哪一時期？當電動機車投入市場，傳統機車行如何因應機車市場的變動？而彰化市內目前有13個電池交換站，就產品生命週期的趨勢，交換站足夠嗎？如果未來臺灣機車全面電動化，未來新增設的電池交換站選址區位應位於何處？以上皆為本文所欲探討的問題。

貳、研究目的

- 一、分析電動機車的發展與推廣
- 二、分析消費者對電動機車之購買決策
- 三、分析目前電動機車的產品生命週期
- 四、探討電動機車投入市場對傳統機車行之影響
- 五、分析目前彰化市電動機車電池交換站之區位
- 六、建議彰化市新設電動機車電池交換站之區位



參、研究過程或方法

一、文獻蒐集

二、統計數據

三、深入訪談

四、問卷調查

五、電腦繪圖

肆、研究結果

一、電動機車的發展與推廣

(一) 電動機車：

本文研究對象是電動機車，根據道路交通安全規則，電動機車需要駕照、牌照、稅金、安全帽，為全電力驅動模式，時速25公里/小時以上，並依馬力大小分為小型輕型、普通輕型、普通重型、大型重型。

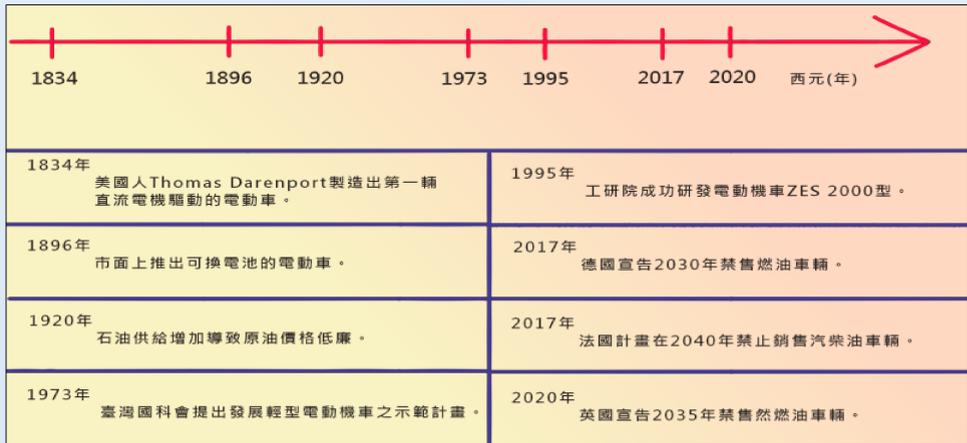
(二) 電動機車的發展與推廣

為減緩溫室氣體之排放，世界各國相繼制定有關推廣電動機車的政策與法律，其發展如圖一。

(三) 電動機車電源：

一種是充電式的，一種是交換電池的型態，兩者的比較見下表一。

表一：電動機車換電式與充電式的比較
(表五資料來源：研究者整理)



圖一：電動機車的發展
(圖一資料來源：研究者整理並繪製)

動力來源	換電式	充電式
舉例車種	Gogoro 2 Plus	中華eMOVING iE125
能源補充時間	換電池約6秒	快充約10分鐘
續航力	170公里(定速30 km/h)	155公里(定速30 km/h)
車重	122公斤	124公斤
彰化市能源補給站數量	13座換電站	0座充電站

由問卷調查得知，消費者最困擾的是換電站不足、續航力差、維修費用高、換電次數頻繁

二、分析消費者對電動機車之購買決策

(一) 問卷調查：

1. 問卷結構：問卷共分三部分，第一部分為人口變數與生活型態，第二部分針對有電動機車的車主，第三部分是沒有電動機車的車主。

2. 樣本：本研究以便利抽樣、網路問卷做調查，為提高問卷的有效性，先將問卷發給校友會做前測，修正內容。最後共發出277份問卷，並扣除18歲以下及非彰化縣的問卷，以18歲以上可領機車駕照且居住在彰化縣的消費者為主，加上填答無遺漏，剩餘有效問卷為171份。接著以立意抽樣補第二部分電動機車主的問卷，增加21份，最後有電動機車的問卷為46份，無電動機車的問卷為146份。

(二) 以描述性統計來看消費者的購買意願：

有無電動機車，將來仍會購買電動機車的消費者有七成以上，認為電動機車會成為未來主流則有八成以上，表示消費者對電動機車接受度頗高，如表二。

(三) 已有電動機車的消費者購買意願與購買動機之分析

1. 兩個類名的或名義尺度的變項，採卡方檢定。
2. 結果與分析：購買電動機車的購買動機，會因是否具有環保意識考量與是否認為價格合理而有顯著差異，如表三。在政策考量、車子性能佳、便利性高未達顯著。

(四) 未有電動機車的消費者購買意願與購買動機之分析

1. 兩個類名的或名義尺度的變項，採卡方檢定。

表二：消費者購買意願分析表
(表二資料來源：研究者整理)

分類	選項	百分比
已有電動機車	電動機車與燃油機車比較，偏好電動機車	71.7%
	更換機車，仍選擇電動機車	80.4%
	會推薦友人購買電動機車	84.8%
	電動機車會成為未來主流	91.3%
未有電動機車	將來會購買電動機車	73.3%
	電動機車會成為未來主流	81.5%

2. 結果與分析：

(1) 未有電動機車的消費者在響應環保與機車外觀精美對於電動機車的購買意願及認為是否能成為未來主流，其顯著性皆 $\alpha=0.01$ ，達顯著差異，如表四。

(2) 目前無電動機車的消費者，將來仍不想購買，則在習慣騎乘燃油機車之顯著性 $\alpha=0.01$ 時，捨棄虛無假設；因為能源補給不方便而不願購買電動機車對於電動機車的購買意願及認為是否能成為未來主流，前者顯著性 $\alpha=0.05$ 、後者顯著性 $\alpha=0.01$ ，故應捨棄兩者無關之虛無假設，如表四

表三：已有電動機車消費者購買意願與購買動機之卡方檢定表

		電動機車與燃油機車的，偏好哪一種？	假如要更換機車，您是否會選購電動機車？	是否會推薦友人購買電動機車？	電動機車是否會成為未來主流？
購買電動機車原因 環保意識考量	Pearson卡方	2.257	11.344**	16.781**	10.120**
	顯著性（雙尾）	.133	.001	.000	.001
購買電動機車原因 價格合理	Pearson卡方	11.812**	5.039*	8.803**	1.299
	顯著性（雙尾）	.001	.025	.003	.254

**相關性採 α 水準0.01時顯著（雙尾）。*相關性採 α 水準0.05時顯著（雙尾）。

表四：消費者偏好、換電站密度與政府推廣措施之卡方檢定表

		您認為電動機車是否會成為未來的主流？	是否有意願購買電動機車？
購買電動機車的原因響應環保	Pearson卡方	20.141**	15.369**
	顯著性（雙尾）	.000	.000
購買電動機車的原因外觀精美	Pearson卡方	9.995**	6.703**
	顯著性（雙尾）	.002	.010
不想購買電動機車原因習慣騎乘燃油機車	Pearson卡方	2.481	7.496**
	顯著性（雙尾）	.115	.006
不想購買電動機車原因能源補給不方便	Pearson卡方	7.999**	5.119*
	顯著性（雙尾）	.005	.024

**相關性採 α 水準0.01時顯著（雙尾）。*相關性採 α 水準0.05時顯著（雙尾）。



圖四：電動機車銷售量柱狀圖(2009~2019年)

(圖四資料來源：銷售量數字取自電動機車產業網，統計時間為2020年1月底)

階段名稱	特徵
研發階段	重視資訊的獲取，需挹注大量資金，且沒有收入來源
導入期	產品進入市場，此時產品價位高，市場接受度不高，因此銷售量成長緩慢，加上研發階段投入大量資金尚未回本，產品利潤為零甚至可能出現負值
成長期	市場對產品的接受度快速提升，使銷售量增加並吸引更多廠商加入生產，企業利潤增加
成熟期	企業的銷售量和利潤開始進入平穩的狀態，產品已為多數的購買者所接受，生產技術日趨成熟，為減低生產成本，可能出現生產線外移
衰退期	企業的銷售量和利潤開始下滑，可能是新興技術產品加入市場或消費者失去興趣，產品逐漸退出市場

四、電動機車投入市場對傳統機車行之影響

1. 研究方法：以半結構式訪談進行一手資料的蒐集，共訪談十家。

2. 訪談結果：

訪問店家中有受訪者認為電動機車不可能取代燃油機車，主要因為能源補充的問題，包含電池交換站數量不足、分布區位未涵蓋全部區域，及換電頻繁造成在換電站的電池還未充飽電的問題。其他受訪者認為在未來電動機車可取代燃油機車，但短期內還無法做到，至少10年內還是燃油機車為主的市場，因為電池技術還未成熟，其續航力不如燃油機車，電池交換站的設立多為民營，以營利為主，偏遠區為還需要政府投資設立。

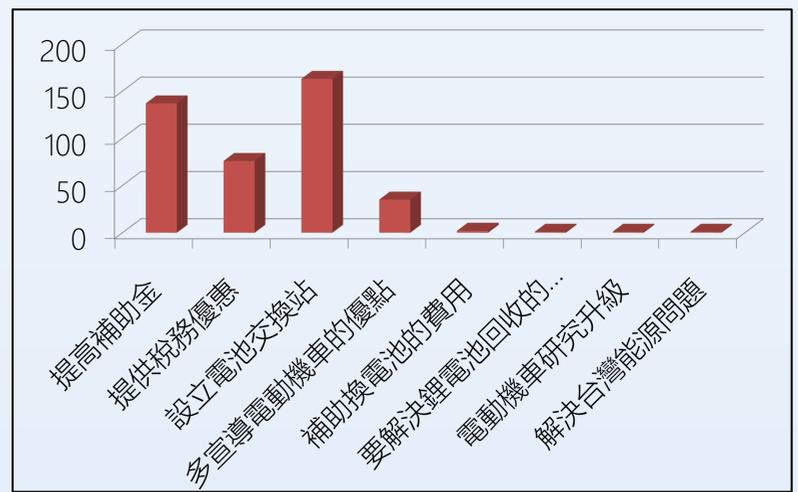
(五) 電池交換站的問題：

1. 已有電動機車的消費者：71.7%的已有電動機車消費者偏好換電式，而76.1%則認為現今的電池交換站分布密度不夠，將消費者偏好與換電站密度等變項跟政府推廣措施做分析，在「多設立電池交換站」與政府應加強宣導電動機車的優點兩變項達到顯著差異，如表五。

2. 未有電動機車的消費者：目前未購買電動機車有70.3%的消費者認為政府應多設立電池交換站，如圖二。表五：消費者偏好、換電站密度與政府推廣措施之卡方檢定表

		偏好充電式還是換電式？	換電站密度足夠嗎？
政府應加強的推廣措施多設立電池交換站	Pearson卡方	6.451*	5.534*
	顯著性（雙尾）	.011	.019
政府應加強的推廣措施加強宣導電動機車的優點	Pearson卡方	.153	25.529**
	顯著性（雙尾）	.695	0

**相關性採 α 水準0.01時顯著（雙尾）。*相關性採 α 水準0.05時顯著（雙尾）。



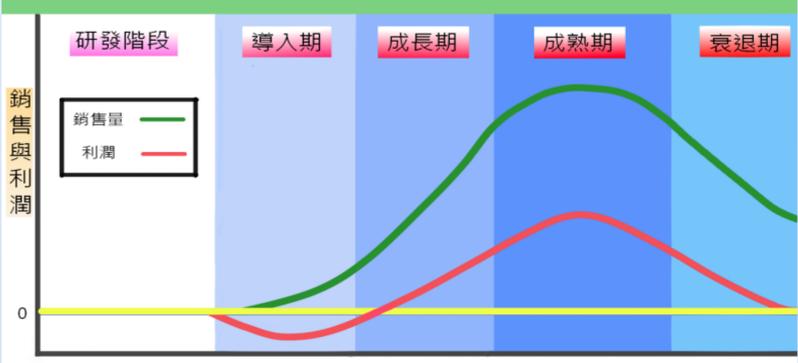
圖二：消費者認為政府應加強哪些措施之柱狀圖
(圖二資料來源：研究者整理問卷統計結果並繪製)

本研究發現無論有無購買電動機車的消費者，皆提到電池交換站的問題。

三、電動機車產品生命週期之分析

產品生命週期「是產品在市場之壽命，指一種新產品從研發開始進入市場到被市場淘汰的整個循環稱之」（范仕勳，2014）。產品生命週期共分五個階段。

產品生命週期



銷售量持續上升、商品單價較高、消費者接納度上升、市場未飽和等特性，判定電動機車應處於產品生命週期的成長期。

銷售量

- 近年來電動機車的銷售量急遽上升

市場

- 電動機車市場未飽和

售價

- 電動機車售價較高

五、目前彰化市電動機車電池交換站之區位分析

(一)區位

「區位」(Location)係指人文(經濟、社會等)活動在空間上分佈的位置。區位問題指的是透過最小成本、最大服務量、最短距離的設施配置，來滿足顧客的需求與現實情況之限制。

(二)彰化縣電池交換站與熱區圖

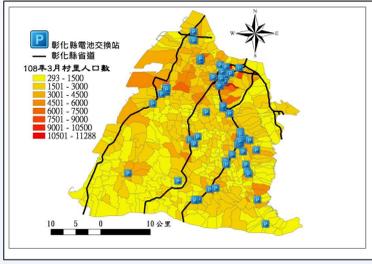
彰化縣電池交換站在彰化市密度最高，其次為員林市，皆為人口密度較高處，且大部分位於彰化縣省道上，即交通易達性較高的地區。本文選取熱區圖中密度最高的彰化市為研究範圍。

(三)彰化市電池交換站與人口分布關係

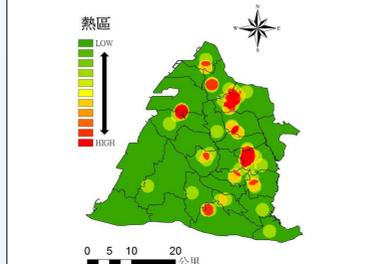
彰化市共有13座電動機車電池交換站。大部分電池交換站分佈於彰化市省道(中山路)周圍，交換站間最遠距離不超過840公尺，主要分布在西半側，東半側人口較少區缺電池交換站。

(四)彰化市電池交換站與地形、產業活動關係

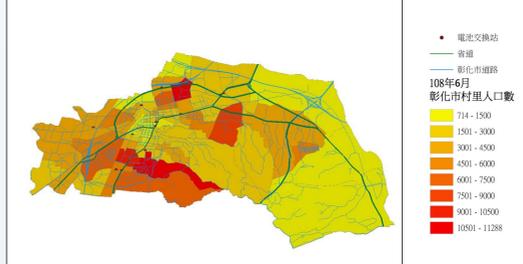
- 彰化市地勢東側高於西側，人口活動多集中於西側平地，電池交換站也多設置於西邊。但東南邊的八卦台地，此區為參山國家級風景區，未來著眼於觀光業的發展，可在電動機車坡度可及的區位增設交換站。
- 而彰化市東北邊的平地，因人口數較少且多為農業用地，故缺少電池交換站，未來應增設。



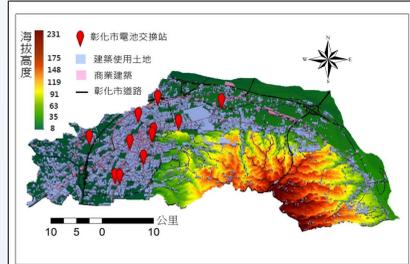
圖六：彰化縣電池交換站與人口分布的關係(研究者繪製)



圖七：彰化縣電池交換站熱區圖(研究者繪製)



圖八：彰化市道路及電池交換站分布圖



圖九：彰化市電池交換站與建築用地分布之地形圖

六、彰化市新設電動機車電池交換站之區位分析

(一)通常以下三種場域適合設置電池交換站：

- 便利商店**：便利商店區位選擇條件如：交通易達性、人口密度、車流量等，皆與換電站相似。
- 公家機關**：電池交換站設置於公家機關的不多，以離島、偏鄉地區較常見，根據內政部戶政司的定義，彰化市無任何村里列為偏鄉。
- 加油站**：訪談時傳統機車行對市場評估，未來10年內，電動機車不可能完全取代傳統燃油機車，應該是同時存在於機車市場中，加油站地標顯著，可以兼具電池交換站的功能。

(二)運用數學統計計算，推估電池交換站數量

我們假設全臺灣機車全面電動化，將非電動機車全數換成電動機車，換言之，機車數即等於電動機車。

全臺電動機車總數 (1399,2922輛) ÷ 預計要設置的總電池交換站數 (3310座) = 每座交換站能服務多少電動機車 (約4227.5輛/座)

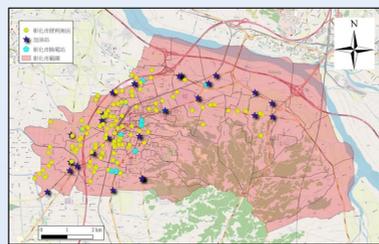
彰化市電動機車總數 (15,7624輛) ÷ 彰化市總人口數 (23,2402人) = 平均每人擁有多少電動機車 (約0.6782輛/人)

彰化市各村里人口數 × 平均每人擁有多少電動機車 (約0.6782輛/人) = 彰化市各村里預估多少電動機車數

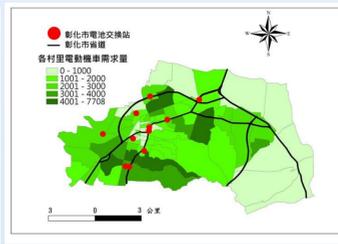
彰化市各村里預估多少電動機車數 ÷ 每座交換站能服務多少電動機車數 (約4227.5輛/座) = 彰化市各村里應設置幾座電池交換站

(全臺機車總數統計時間為2019年底；經濟部2018年初宣布預計要在5年內設置3310座電池交換站；彰化市機車總數統計時間為2019年6月底；彰化市總人口數統計時間為2019年6月底；彰化市各村里人口數統計時間為2019年6月底。)

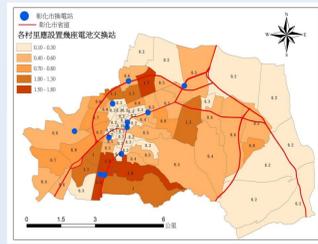
由以上算式數據繪圖為圖十一、圖十二



圖十：彰化市加油站、便利商店與電池交換站分布圖(研究者繪製)

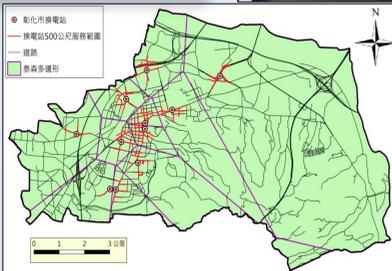


圖十一：彰化市電池交換站與各村里需要之電動機車數分布圖(研究者繪製)

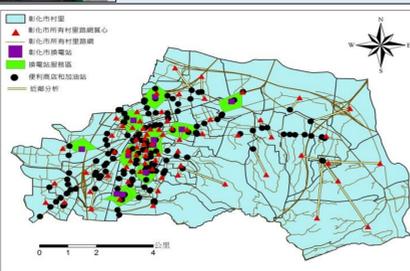


圖十二：彰化市電池交換站與各村里應設置幾座電池交換站位置圖(研究者繪製)

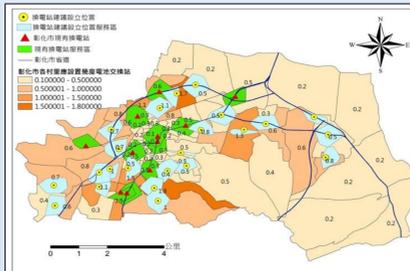
伍、討論



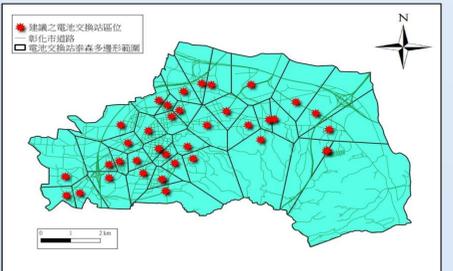
圖十三：目前彰化市換電站500公尺服務範圍及泰森多邊形範圍圖



圖十四：彰化市路網質心與便利商店和加油站之近鄰分析圖



圖十五：彰化市建議電池交換站之服務區域圖



圖十六：彰化市建議電池交換站泰森多邊形

- 換電站500m服務範圍**：若以平均每一公里將有一座電池交換站為願景，根據「中地理論」商品圈的概念，商品圈為「服務消費者的範圍」，即換電站服務半徑為500公尺，換電站間距離即為1公里，用地理資訊系統路網分析繪圖，如圖的紅色路網。
- 泰森多邊形(Voronoi Diagram)**：為一種空間分割的計算方法，是作離散點與離散點之間的中垂線，再由多條中垂線形成多個多邊形的區域範圍，且每個多邊形內僅包含一個離散點。其特性是多邊形內任何位置離該多邊形的離散點距離較近，離其他多邊形內的離散點距離較遠。
- 分析**：多數的電池交換站服務範圍小於所劃分的泰森多邊形，表示目前彰化市電池交換站數量明顯不足，居民到最鄰近的電池交換站所需里程較長。

- 質心與近鄰分析**：以村里為單位切割路網，找出各村里路網的質心。利用質心操作近鄰分析(Distance to nearest hub)選擇最近鄰的加油站或便利商店，如圖十四。
- 建議新增區位**：刪除被原電池交換站服務區涵蓋的便利商店和加油站，剩餘39個加油站或便利商店可選，參考圖十三各村里應設置幾座電池交換站的數值，最後選出24個建議區位，如圖十五。
- 分析**：新設的電池交換站多分佈於西半側省道周圍，交通易達性較高處，但已有東擴的趨勢，地勢較高的八卦台地也新增兩處換電站，可提供前往八卦台地的駕駛能源補給之需求。

將三十七座新舊電池交換站作為離散點，繪製泰森多邊形，泰森多邊形較原本圖十三均勻分布。

陸、未來展望與建議

氣候變遷對人類生活影響已有許多研究提出，減少燃油機車的移動性汙染源是調適方法之一，電動機車的推廣會是一個不錯的方向。本研究最後以地理資訊系統試圖提出電動機車電池交換站的區位選址模式，希望可推廣應用至其他區域。