

中華民國第 59 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

團隊合作獎

052707

風馳電騁—高雄市推動電動機車策略之探討

學校名稱：國立中山大學附屬國光高級中學

作者： 高二 劉宥彬 高二 陳朮漩 高二 洪琮喻	指導老師： 陳振杰
---	------------------

關鍵詞：電動機車、高雄市、地理資訊系統

摘要

節能與降低二氧化碳已是全世界各國共同努力的目標，為了解決空污嚴重問題，政府鼓勵民眾汰換老舊機車，選購節能、低污染的電動機車。本研究以高雄地區為研究範圍，採用問卷調查，以及利用地理資訊系統進行繪圖分析，檢視民眾使用或購買電動機車的意願，並探討設置電動機車充電站的配置，以期達到電動機車推廣之目的。研究結果顯示，政府與業者能藉由舉辦試乘活動的體驗式經濟，以增加消費者的購買意願；其次，現有電動機車所使用的電池都有所不同，若是未來能有個公版電池和雙容規格的的電動機車，可提升其便利性。最後，擴增加電站的數量，減低使用者的「里程焦慮」，有利於推廣電動機車使用的服務範圍。

Abstract

Energy conservation and carbon dioxide reduction have been the goal of all countries in the world. In order to solve the serious problem of air pollution, the government encourages the people to replace old motorcycles and purchase energy-saving and low-pollution electric motorcycles. This study takes the Kaohsiung city as the research scope, and uses the questionnaire survey to examine the willingness of the people to use or purchase the electric motorcycles, and mapping analysis with Geography Information System, GIS, to discuss the configuration of the electric motorcycles charging station. It is hoped that the use of the electric motorcycles can be promoted through the above analysis. The results of the study show that the government and the dealer can increase the consumer's willingness to purchase by holding the experience economy, such as the riding test of the electric motorcycle. Secondly, the batteries used in existing electric motorcycles are different. If there is a public-grade battery with charging mode and switching mode in the future, this will make it more convenient to use an electric motorcycle. Finally, expanding the number of power stations and reducing the user's "mileage anxiety" will help promote the service range of electric motorcycles.

壹、研究動機

節約能源與降低二氧化碳排放已是全世界開發國家與開發中國家共同努力的目標，截至108年4月，全台大約有1380萬輛機車，每百人有58.8輛機車，機車密度高居亞洲第一。台灣既是知名的機車王國，也是創造全球數位 3C 經濟蓬勃發展的主要推手。然而在1,380萬輛機車中，目前僅有約1%是電動機車。其次，近來空氣品質越來越受到重視，一般燃油機車所排放的廢氣，也促成都市主要的空氣污染源的隱形殺手。為解決空氣污染嚴重的問題，近日政府鼓勵民眾汰換老舊機車，選購節能、低污染的電動機車，因此，使用低耗能機車已經是趨勢，政府亦同時積極推行這方面的宣導，例如：鼓勵民眾多搭乘大眾運輸工具，汰換二行程機車或購買電動機車。甚至行政院訂出「2035年台灣將禁售燃油機車」的目標（經濟日報，2017/12/22）。因此，電動機車的使用上應該會越來越被重視。不過，在現實生活的經驗，街道上仍是以燃油機車為主，電動機車數量仍是微不足道，因此，本研究欲瞭解民眾使用電動機車的情形，及購買意願和考量的因素。

再者，電動機車使用常讓人詬病的是，充電站不如汽車和摩托車加油的方便，有時候會看到有人推著沒電的電動機車，在路上艱難的行走。然而，隨著電動機車的使用率漸增時，攸關電動機車充電站的問題就越受到重視，本研究試著探究電動機車充電站的分布配置，減少電動機車用戶半路沒電而下車推行的煩惱，或是因電量不足的問題而不敢遠行的困擾。

基於上述的想法，我們選擇高雄市為研究範圍，除了就近取材方便外，高雄為全台 PM2.5 濃度最高的城市，平均 PM2.5 濃度是 $24.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，為列全台「榜首」（梁駿樂，2019），對於推動電動機車的使用，有更加迫切的需求。因此，本研究試著瞭解高雄民眾使用或購買電動機車的意願，及探討設置電動機車充電站的配置，以提升民眾便利性，冀望能克服充電不便利之困擾，促進民眾購買電動機車的意願，減少機車廢氣排放，對發展節能減碳的努力貢獻一份心力。

貳、研究目的

本研究以高雄市為研究範圍，分析民眾使用電動機車的意願，以及電動機車充換電站配置情形，進而研擬推動策略的方向，主要的目的有三：

- 1.分析高雄市民眾使用電動機車的考量。
- 2.探討電動機車的充換電站設置之空間分布。
- 3.研擬推動電動機車使用的策略建議。

參、研究數據及器材

一、統計資料

本研究蒐集的統計資料主要有：

- 1.從交通部公路總局¹的網站及電動機車產業網²，蒐集高雄市的機車與電動機車數量。
- 2.由高雄市政府資料平台³，下載「電動機車充電站名稱及充電站地址」及「高雄市加油站」的資料。由 Gogoro 電池交換站⁴及 Gogoro Gostation 換電站⁵，蒐集電動機車電池交換站的資料。

二、研究器材

高一的地理課本中，第三章是地理資訊系統，我們從該章節瞭解地理資訊系統的原理課程內容後，緊接著在多元選修時，老師教授 Arc GIS online 的操作。透過地理資訊系統，我們從政府資料開放平台上找到的資料，將資料轉換成空間資料，透過地圖的空間展示，瞭解資料化為實用的資訊。其次，問卷設計後，問卷調查時一部分使用紙本發放，另一部份則是將

¹ <https://stat.thb.gov.tw>

² <https://www.lev.org.tw/subsidy/result.aspx>

³ <https://data.kcg.gov.tw/>

⁴ <https://www.gogoro.com/tw/findus/?filter=1000>

⁵ <https://mowd.tw/gostation/map/>

問卷內容轉成 Google 文件表單，透過社群方式，進行線上問卷填寫。

肆、研究過程及方法

本研究以蒐集文獻、問卷調查以及地理資訊系統地圖繪製的研究方法來進行。首先，透過文獻蒐集，從研究報告、報章雜誌以及網路上蒐集有關電動機車充電、換電的資料並加以彙整。再由環保署網站以及政府資料公開平台網站，蒐集高雄市機車、電動機車、充電站等數據，將這些資料藉由地理資訊系統繪製成地圖，進行分析說明。其次，設計問卷以網路與紙本兩種形式並行，於107年2月至3月以及107年8月至9月期間問卷調查及訪談業者和使用者的看法。由於時間與人力有限，採用非隨機抽樣（Nonrandom Sampling）的便利抽樣法，由研究者選取身邊周遭所及的人作為受訪者，樣本的選擇只考慮便利性與容易取得性。因此，我們找尋同學、親友、捷運站、超商、充電站等附近的民眾發放問卷。本研究的研究流程，如圖1所示。

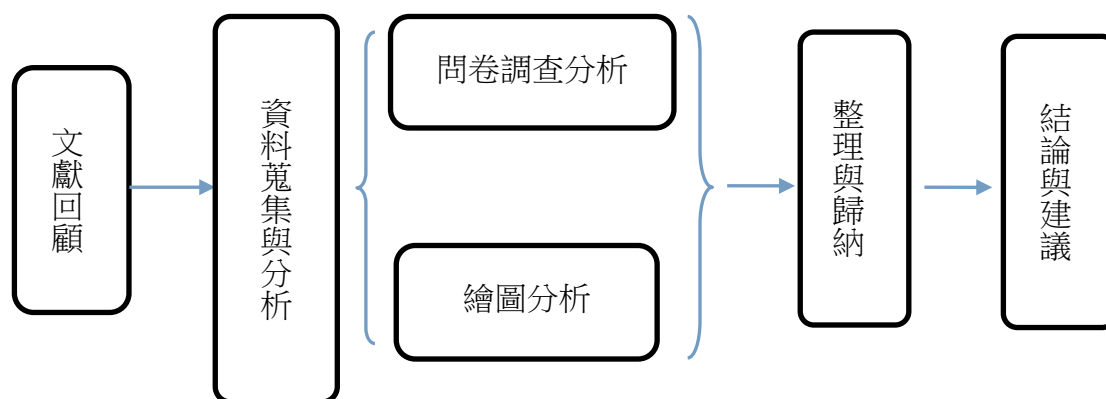


圖1 研究流程

伍、研究結果與討論

一、電動機車的發展

電動機車主要是「以電代油」驅動動力系統之交通運輸工具，由電池提供電力，驅動控制器控制馬達，再經由傳動系統驅動行駛的機車。因此電動機車是以電能為能源，利用充電裝置儲存電能於蓄電池，然後透過控制系統以馬達及傳動系統達到推動車輛的目的（郭柏成，2010）。早期電動機車之所以乏人問津，主因受限電池容量有限，輸出介面無法達到高功率、大電流的放電等，因而性能表現和動力規格不給力的狀態下，騎乘電動機車就像是騎乘電動自行車一般。因此，雖然政府長年來補助電動機車，但成效不大。一般民眾寧可擁抱燃油機車，也不會接受一台沒力、又騎不快的電動機車取代日常的通勤需求。然而，經由過去幾年來，在政府政策引導和廠商積極投入於技術研發，使得電動機車的性能更加大幅改善。

目前，台灣正積極推廣電動機車的使用，無論在研發、法規或相關的政策等，都投入相當多的資源。電動機車廠商有九間分別為光陽工業股份有限公司、中華汽車工業股份有限公司、三陽工業股份有限公司、易維特科技股份有限公司、見發先進科技股份有限公司、台灣山葉機車工業股份有限公司、冠美科技股份有限公司、綠鑽股份有限公司、睿能創意股份有限公司。市場上，以創新、高科技形象問世的睿能（Gogoro），突破電池充電時間緩慢問題，以迅速、便捷的「換電」模式快速崛起，產品市占率達83%最高，在2017年銷售量達到4萬輛，占機車市場總銷售量5.5%。而傳統機車大廠光陽機車、三陽機車也加快開發電動機車，預期電動機車市場將進一步擴大。

二、高雄市機車和電動機車數量變化趨勢

根據交通部統計資料顯示，國內機車數量已超過1,380萬輛，且每年仍呈現微幅成長，其中高雄市的機車數量達200萬輛，總人口數270萬人，平均每千人的機車數量為722輛，是六都之冠。進一步，以高雄市為主，蒐集高雄市的機車與電動機車數量的變化情形，繪製成圖2。



圖2 高雄市機車與電動機車車輛成長圖（2010~2018年）

資料來源：交通部與環保署資料網站

由圖可知，高雄市的機車數量近200萬輛，2010年時全市機車數量約有226萬輛，自2011年起機車數量由230萬輛逐年下降，至2018年全市約有200萬輛機車，減少13%。相較之下，電動機車於2010年時約有377台，逐年增加中，尤其是在2016年以後呈現高速成長，增加的幅度高達94%，顯示出電動機車使用逐漸被民眾所接受。目前高雄市約有兩萬餘台的電動機車，約占整體機車的1.1%，而電動機車因具有省錢、免加油、零污染、低噪音等特性，對於改善空氣污染，建構低碳生活圈有很大的助益。

三、問卷調查分析

本研究整理出消費者購買電動機車的考量因素有：「騎乘效能」、「環保、低噪音」、「品牌外觀」、「政府補助」、「能源費用」、「充（換）電方便」等面向（郭柏成，2010；黃上晏、邱城英、廖妙鈴，2015；莊寶鵬、陳冠宇、羅文君，2018）。參考上述資料，問卷內容針對空氣品質、政府推動的政策、騎車電動機車經驗、購買意願、對電動機車的使用等問題，分析民眾對電動機車的想法。分成兩階段進行，於107年2月至3月發放問卷300份，以及107年8月至9月發放50份問卷，同時針對部分使用者及機車製造業進行訪談。問卷共回收305份，回收率約

87%。問卷結果如下：

(一) 背景資料

如圖3所示，受訪者的年齡層多半都在20歲以下的年輕族群，約占53%，且近半數表達未來有意選購電動機車作為代步工具，是電動機車的潛在客戶。從通勤交通工具的使用方面，則以機車為主，占32%，使用電動機車約占5%，其次是汽車、腳踏車、公車等。在通勤距離方面，如圖4所示，有57%的受訪者平常通勤距離都在10公里以下，所以大部分多屬短距離的通勤。另外，在每天通勤所需的時間（出發至目的地）方面，通勤時間在10分鐘以內，約占21%的受訪者，而超過半數的受訪者通勤時間少於20分鐘。

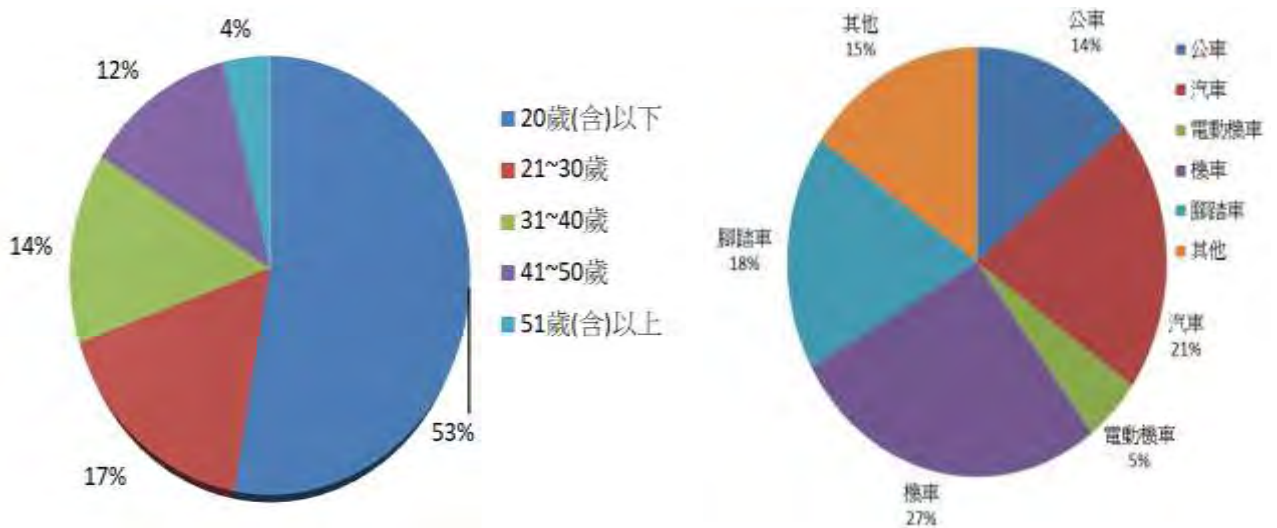


圖3 受訪者的年齡及使用的交通工具

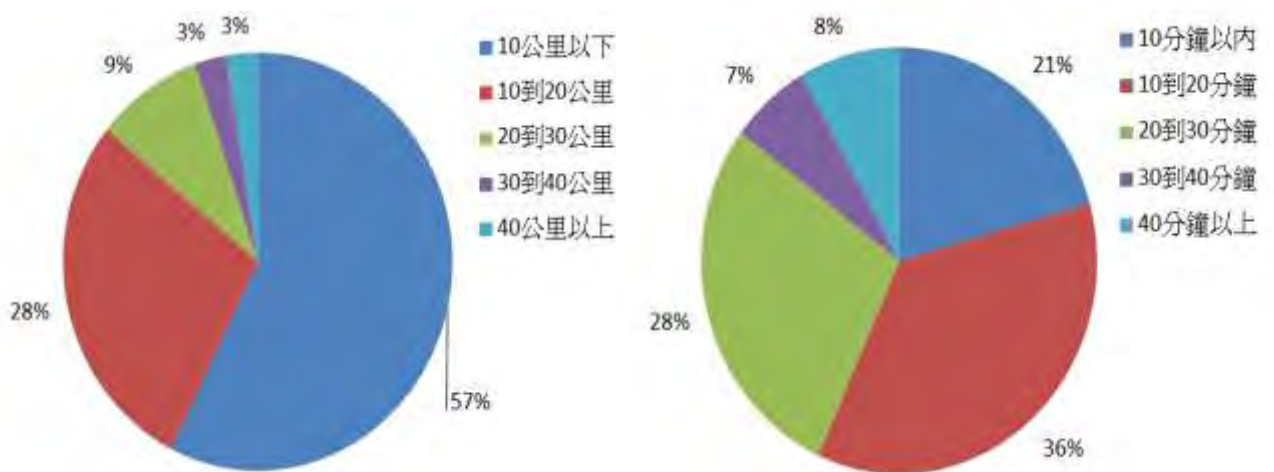


圖4 受訪者的通勤距離及時間

(二) 電動機車發展的有利條件

由於空氣污染問題嚴重，政府於2017年推出空污防制行動方案，希望2019年空污紅色警戒要降低一半，並規劃2030年公務車輛全面電動化、2035年機車全面電動化、2040年汽車全面電動化等目標。從梁駿樂（2019）的資料可知，圖5，全台除台東、花蓮空氣比較好，平均 PM 濃度分別為 $9.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ 與 $8.8\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，均低於世界衛生組織所訂定的目標 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ 。其他地區都高於 $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，尤其是高雄為全台 PM2.5濃度最高的城市，平均 PM2.5濃度是 $24.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，並且在空污高峰的冬季（1月和2月）平均 PM2.5濃度更高達 $39\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，圖6，屬於「對敏感性族群不健康」（Unhealthy for sensitive groups）級別。根據行政院環保署的資料，「對敏感性族群不健康」代表：有心臟、呼吸道及心血管疾病的成人與孩童感受到癥狀時，應考慮減少體力消耗，特別是減少戶外活動。

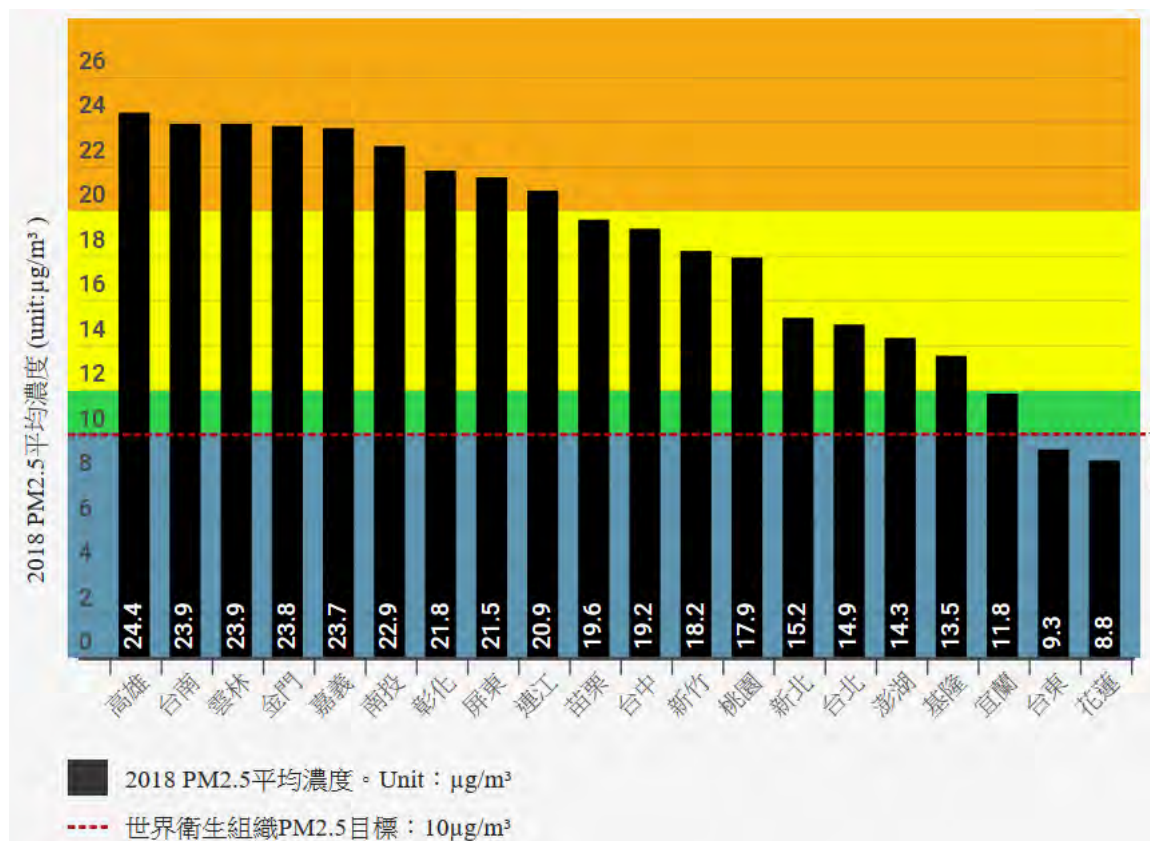


圖5 全台各地區 PM2.5濃度

資料來源：梁駿樂（2019）

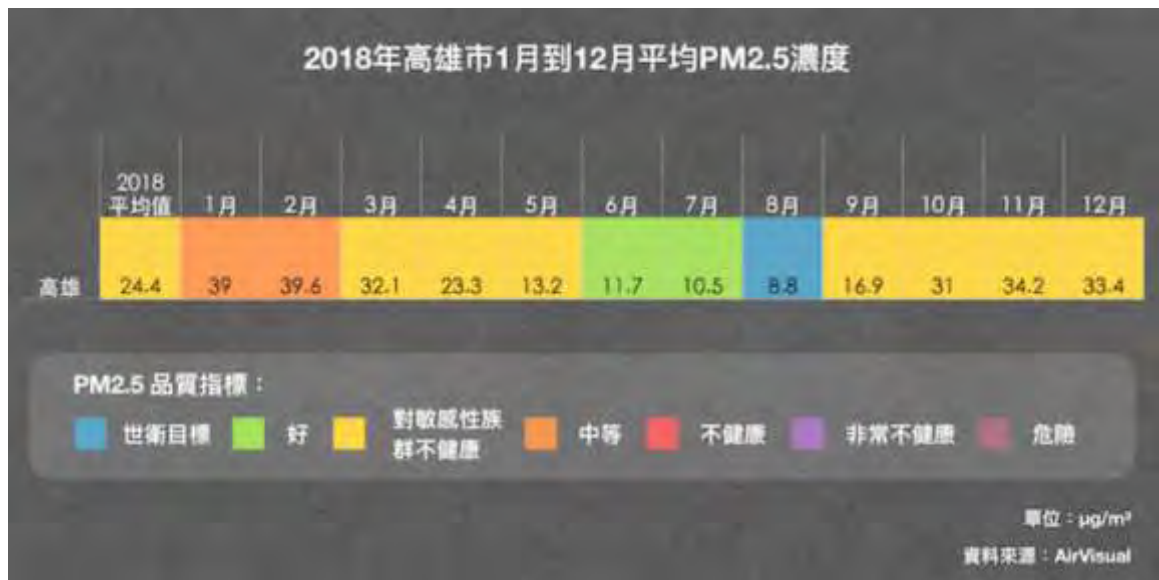


圖6 高雄市1-12月平均 PM2.5濃度 (2018年)

資料來源：梁駿樂 (2019)

本研究的問卷調查發現，約80%的受訪者對於空氣品質是不滿意的，對空氣品質滿意的人是少之又少，如圖7。而對於行政院提出於2035年全面禁止燃油機車的政策是否贊成，僅有19%的人不贊成。一位不贊成的受訪者表示：

「政府的政策過於草率，沒有配套措施，機車的電動化對於以燃油車為主的傳統機車行衝擊十分之大，若沒有做好規劃將可能影響許多人的生計。」

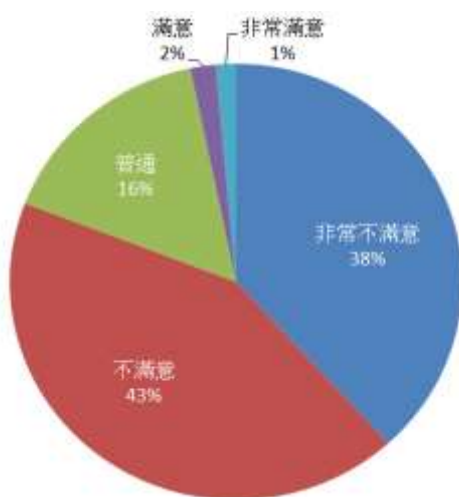


圖7 受訪者對空氣品質的滿意程度

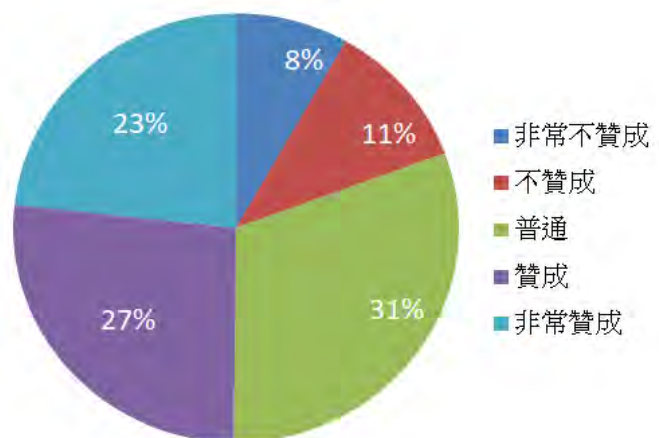


圖8 受訪者對政府推動禁燃油機車的政策之看法

不過，仍有高達50%的人是贊成，希望空氣品質能夠提升，如圖8。未來的交通工具發展，使用乾淨無污染的能源是必然的趨勢，政府需推出有效的策略，結合現在的民氣，有助於民眾使用電動機車的意願。

(三) 電動機車的使用情形及購買因素

本次受訪者中有110人騎乘過電動機車，這些有騎乘電動機車的人之中，有高達76%對其評價是滿意的，如圖9，因此，藉由提供民眾有趣的體驗及讓民眾感覺商品的科技感，可提升民眾的購買意願。圖10，有195人是沒有騎乘電動機車經驗，當中沒有意願想騎電動機車者有90人，約占46%，多數認為燃油機車還是很好騎且方便。整體而言，若將有騎乘過電動機車者且滿意者，以及無騎乘電動機車經驗但表達想騎乘試看看者的人數加起來，則約有166人，約占54%。可見民眾對於使用電動機車是不排斥，推廣電動機車的使用可以朝向提供民眾更好且意想不到的服務體驗，讓民眾願意購買，甚至可以介紹給親朋好友。

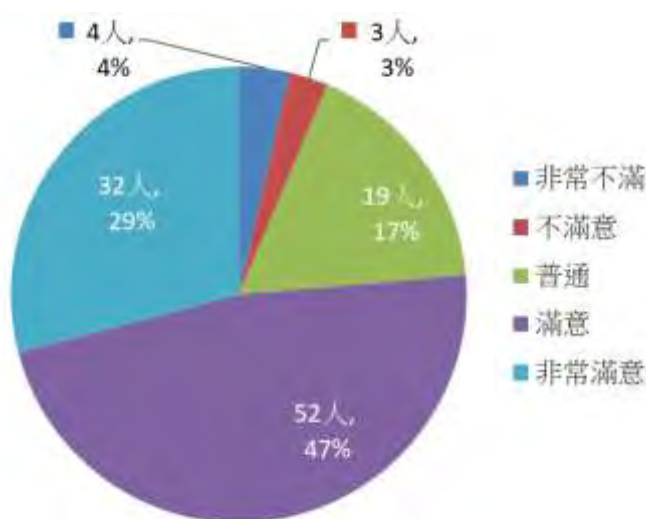


圖9 有騎過電動機車之受訪者滿意程度

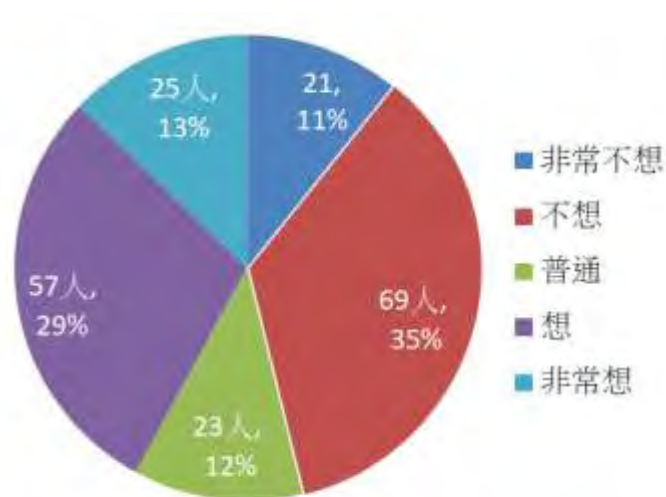


圖10 無騎乘經驗者想試乘電動機車的意願

進一步探究受訪者欲購買電動機車考量的因素，將每項因素分成五等第，影響程度最大者給5分，最少者給1分。受訪者中有209位會考慮購買電動機車，約占69%。經計算得

出，「政府有補助」為821分，是購買電動機車考量的主要因素，其次是「環保、低噪音（803分）」、「充（換）電方便（778分）」、「能源費用（770分）」及「騎乘效能（759分）」，而「品牌外觀（712分）」的因素則是較為低，如圖11。而受訪者有97位不考慮購置電動機車來使用，圖12，主要的原因是「電池交換站不足（342分）」，其次是「充電站太少（333分）」、「續航力不足（301分）」、「太貴（301分）」，對於電動機車「載人不容易（268分）」、「產品不瞭解（277分）」、這兩項因素則影響受訪者購買電動機車的因素較低。

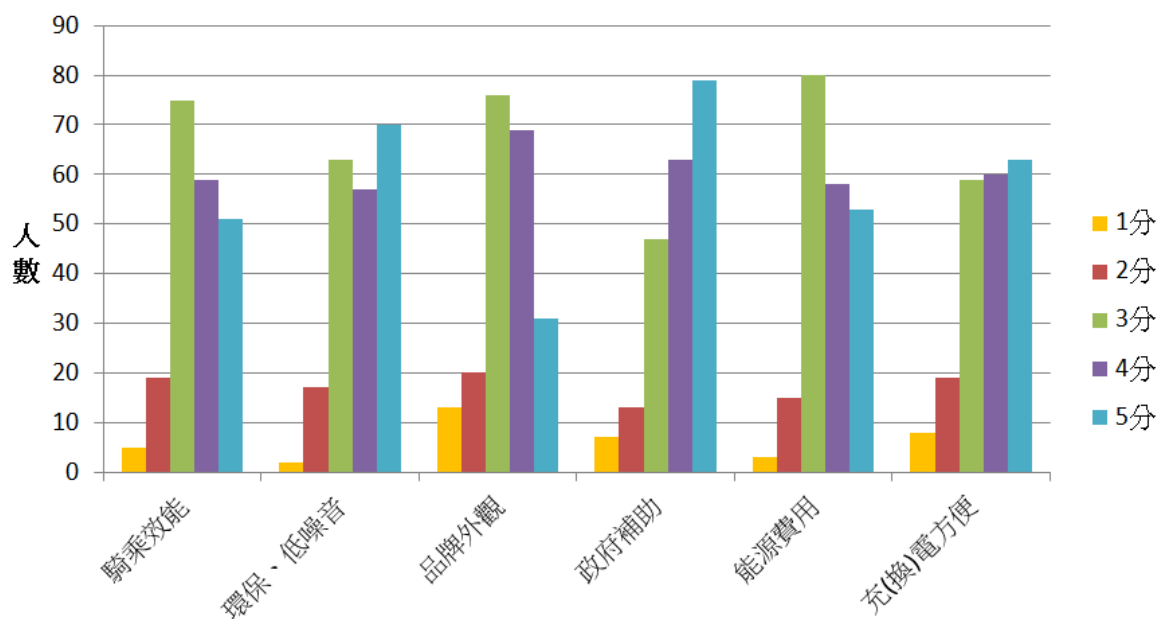


圖11 受訪者考量購買電動機車的因素

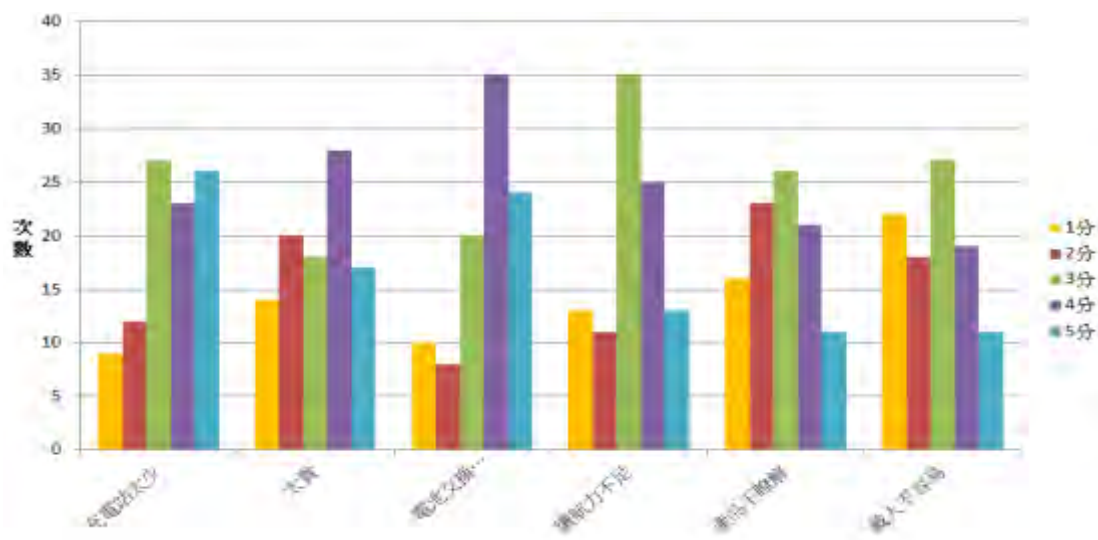


圖12 受訪者無意購買電動機車的因素

在續航力方面，對電動機車而言是相當重要的性能指標，因為這關係到使用者該何時換電或充電，也等同決定了車輛的「作戰半徑」。問卷資料顯示，圖13，80%的使用者，希望續航力能夠有40公里以上。本研究檢視目前市面上較多人騎乘的Gogoro車系及Kymco車系，前者使用手冊上寫明定速40公里續航力可達110km，後者則是續航力60km，需在定速30公里」條件下。然而，這種定速40公里或30公里，實在無法反應一般的使用情形，正常的機車騎士在平面道路錶速50~70公里是很常有的事。因此，政府需制訂電動機車規格數據的標準化，讓消費者能更清楚比較，購買所需的電動機車。

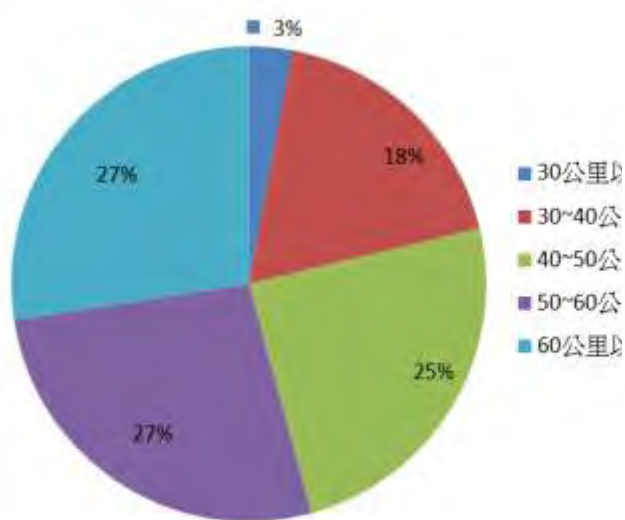


圖13 受訪者對使用電動機車的可接受續航力

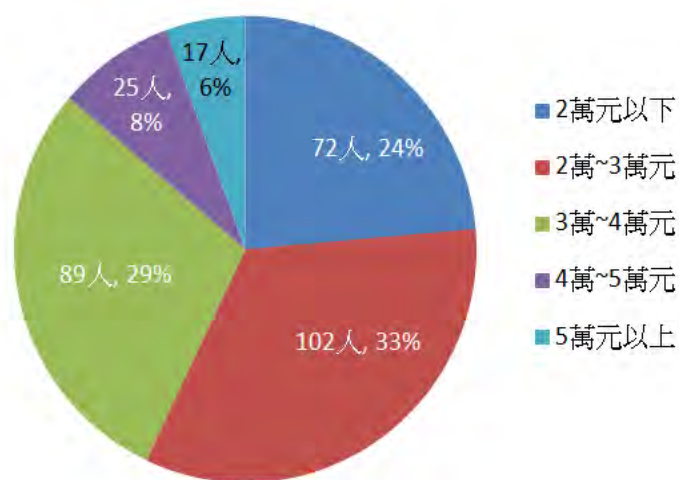


圖14 購買電動車願意自付額

電動機車售價方面，目前購買電動機車各縣市訂有補助方案，此亦為民眾購買電動機車主要因素之一。在政府補助之後，願意購買電動機車自付金額，如圖14，以2萬到3萬元占較多數，有102人，約占33%，而金額超過4萬以上民眾願意支付的比例占14%。因此，隨著電動機車越來越普及，其價格上若能訂於4萬元以下，將大大提高民眾購買意願。

(四) 充電與換電之比較

在戶外利用電池交換或充電，受訪者願意等待時間，5分鐘以內的有224人，約占73%，等待時間超過10分鐘，則只有6%的受訪者能接受，如圖15。由於充（換）電的因素對於受訪者是否使用電動機車有很大的影響。有關電動機車的「充電」與「換電」，本研究蒐

集資料製作成表1。

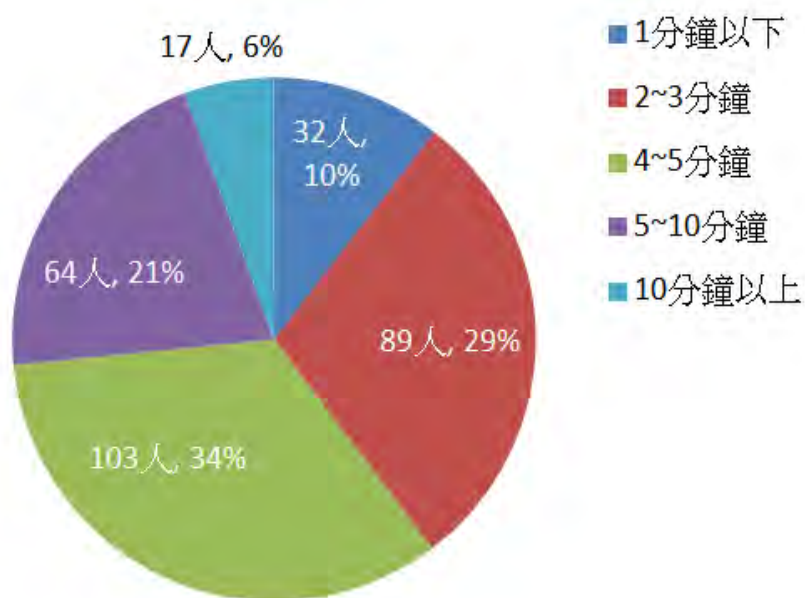


圖15 戶外電池交換或充電願意等待時間

表1 電動機車充電與換電的比較

	換電模式 (Gogoro 版本)	普通充電模式 (110 伏特交流充電)	快速充電模式 (採高電壓大電流的直流 充電)
電站成本	平均每座 130 萬	平均每座充電柱 1 萬元 設置 4 個插座	需設立充電柱，平均每座 15 萬元
電站面積	約 3~4 平方公尺	可設置於家中或停 車場 區域不受限制	約 0.3 平方公尺，擬推廣至 加油站、便利商店或停車場 等
電力補充時間	隨到隨換 約 1~2 分鐘， 最快 6 秒換電	約 4 個小時充飽(依 電池種類不同)	約 7 分鐘半飽，20 分鐘可 充飽 (依電池種類不同)
能源管理系統	可透過 APP 導航換電 站，預約電池及離尖峰 電力能源管理	尚無	業者規劃推動中
消費者 使用成本	不含電池，類似電信資 費方案，每公里約 1.19~1.66 元	含電池 每公里充電 成本 0.32 元	含電池，每公里約 0.7 元

資料來源：整理自 2018 年 3 月 21 日 自由時報 A8

就等待時間而言，約73%的民眾願意等待的時間為5分鐘，以快速充電模式仍須7分鐘以上，因此，從等待時間考量，換電模式是最能符合民眾使用的需求。從經濟層面來看，換電站的建置成本最高，若攤提換電站建置及電池交換所需的月租費等成本，則每公里約1.19~1.66元；而充電站建置成本較低，且現在快充設備已發展到7分鐘可充逾五成電力、20分鐘就可充滿，其使用成本每公里0.7元，若是在家自行充電，每公里可降至0.32元。一位受訪者表示：

「因為我居住較為偏遠，家用充電方案對我比較有利，因為我不用辛苦找換電站，而能回家充」。

就便利性而言，換電模式便利且不需等待，隨到隨換，解決電動機車發展初期因電池續航力不足，易產生「里程焦慮」的問題，因而很適合都會地區或小區域使用，加上已經有完善的 APP 導航換電站與電力管理，使得換電模式在短短三年內於電動機車市占率逾八成。不過，一位受訪的電動機車業者表示：

「換電與充電模式沒有誰好誰不好的問題，而是發展階段不同。當基礎建設不足時，換電會受青睞，不過，若是充電站建置到位時，充電將成為主流。現在快充已經可以發展到七分鐘，相當於在便利商店喝一杯咖啡的時間就搞定。」

(五) 小結

經由問卷調查，本研究發現電動機車越來越受到年輕世代的歡迎，且騎乘過的使用者有不錯的感受，對於結合智慧型的電動機車有著一股隱隱地感動。因此，建議推動電動機車的使用可以朝向科技且環保的概念運作，政府與業者多辦理乘車體驗，透過體驗經濟讓消費者親身去感受電動機車所帶來的諸多科技，相較於燃油車輛有著不同面向的發展潛力，以提升該產品或服務的價值。

就動力來源而言，快充技術不停的在進步，電池技術也不停在進步，到底是充電好，還是換電好，恐怕是依市場狀況而不同。目前，廠商已有開發出充電及換電雙容規格的電動機車，推出隨車電池充電器與電池交換站並行，讓消費者在家就可以充電，提供換電池

與充電池雙選擇。只不過，目前須待解決的問題是，電池沒有統一的規格標準，要更換電池只能透過自身電動車品牌的換電站，便利性不足，不同品牌的電力網絡該如何整合也會是一大問題，若整體充換電的電力網絡的發展速度不足，會影響電動化政策的推動，政府需要與業者共同找出一個可行的方向。

四、繪圖分析

根據問卷調查顯示，受訪者對電動車存有「馬路上的充電樁、充電站不多」的隱憂問題，因此，對使用者而言，換電或充電站必須有足夠的布點數量，並且能夠涵蓋大部分的區域，這樣才能避免沒電時，找不到換電站或充電站的窘境。本研究從目前充電站及換電站資料，討論充換電站的服務情形。充電站資料由高雄市政府資料開放平台下載電動機車充電站資料；換電站資料是由 Gogoro GoStation 換電站的網頁下載整理，如表2所示，並使用地理資訊系統 Arc GIS Online 將住址轉成空間資料，繪製出充電站及換電站的分布圖並進行分析。

表2 高雄市充電站及換電站數量

區	充電站	換電站	區	充電站	換電站	區	充電站	換電站
三民區	18	13	林園區	0	2	楠梓區	10	9
大社區	0	1	前金區	3	4	路竹區	2	0
大寮區	4	2	前鎮區	10	6	鼓山區	14	3
大樹區	1	2	美濃區	0	2	旗山區	0	1
小港區	6	7	苓雅區	6	8	旗津區	0	2
仁武區	1	6	茄萣區	1	1	鳳山區	13	15
左營區	9	8	梓官區	0	1	橋頭區	1	1
永安區	0	1	鳥松區	5	1	燕巢區	2	1
岡山區	4	4	湖內區	1	1	鹽埕區	1	1
新興區	8	6						

資料來源：高雄市政府資料平台及 Gogoro Gostation

(一) 充電站及換電站的分布

1. 充電站的分布

由圖16可知，高雄市的充電站分布集中在西部沿海的地區，國道三號以東的東部地區，如田寮、旗山、美濃、內門、茂林等9區，則沒有充電服務站，這對於推廣電動機車有不利因素。再使用熱區圖（Heat map），識別點資料中的高度密集區域，充電站多的熱點位於市區內，以三民區、鼓山區、鳳山區、前鎮區、楠梓區、左營區、新興區等較密集，一些沿海地區的區域甚至未有據點，如永安、彌陀、梓官、旗津區等。

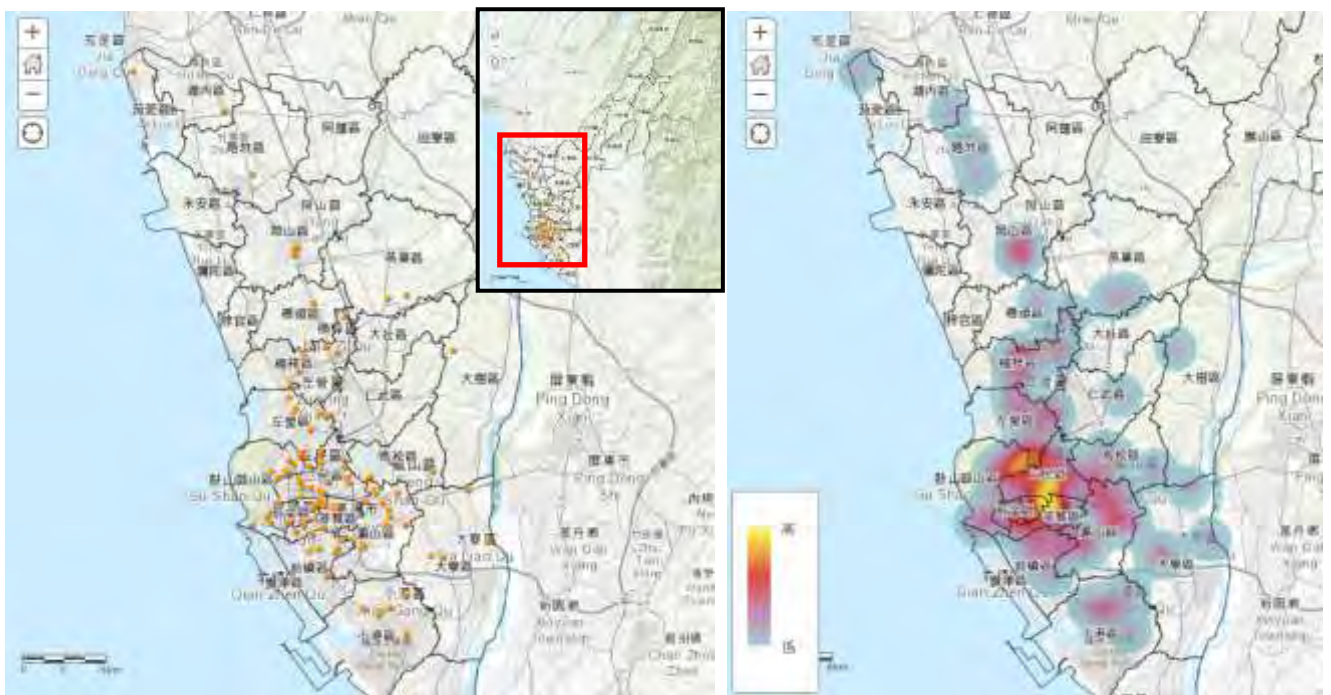


圖16 充電站的據點分布與熱區圖

資料來源：本研究繪製

2. 換電站的分布

由圖17可知，高雄市的換電站也是集中在西部沿海的地區，相較於充電站，換電站在東部地區，如旗山、美濃區設置3個據點，這可能與該地區為高雄市熱門觀光景點有關，部分使用電動機車至此地旅遊的民眾多，有換電的需求，因而促使業者於這兩區設立換電站。再由熱區圖來看，換電站熱點亦是在市中心的以鳳山區、三民區、楠梓區、左營區、苓雅區等區，不過相較於充電站，其分布整體較分散，在靠海地區及內陸地區仍有

換電的服務。

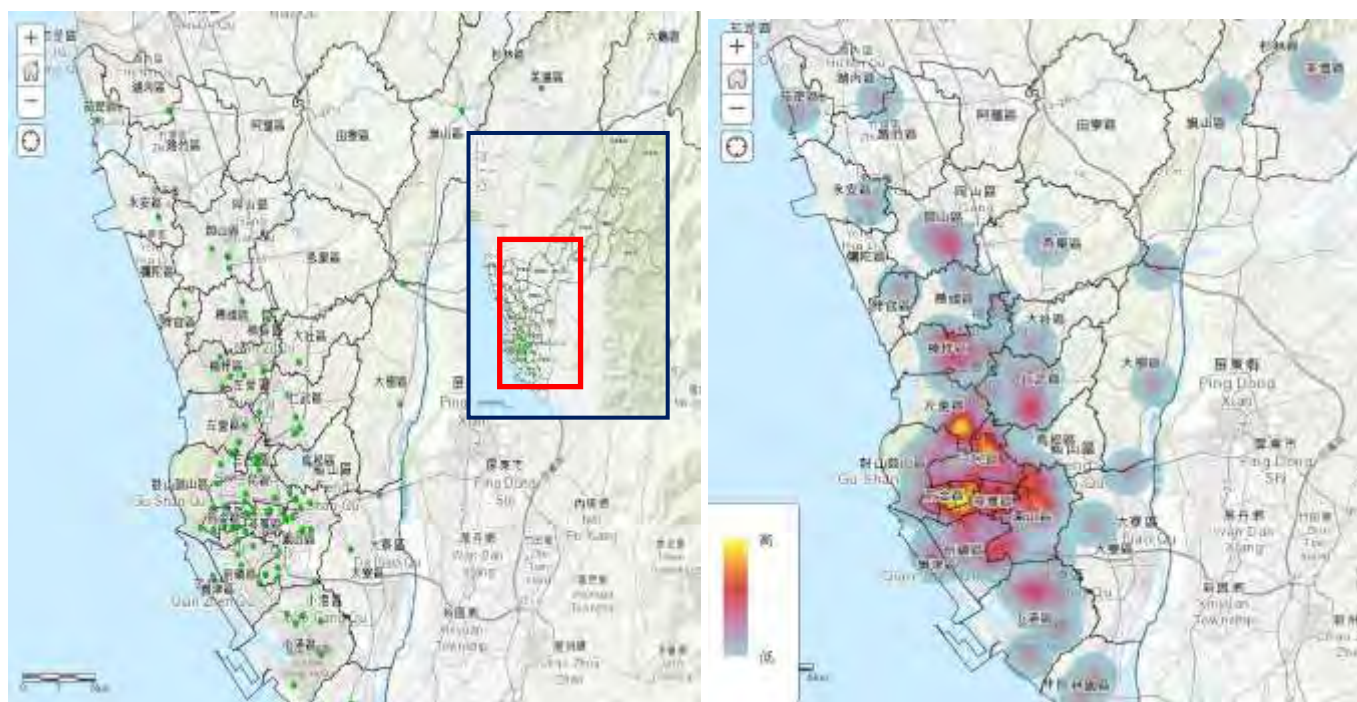


圖17 換電站的據點分布與熱區圖

資料來源：本研究繪製

(二) 充電站與換電站的服務範圍

進一步利用社會經濟資料的圖層資料，採用環域分析（Buffer），以中地理論的概念，瞭解充電及換電站對其腹地所提供的服務機能，以不同距離的服務範圍交集的人口數，繪製出可服務範圍的面積和人口數的分布，並且計算出不同的服務範圍對應的面積及人口數所占的百分比，如表3所示。

表3 充電站與換電站不同的服務範圍對應之服務面積與人口

項目 區域(平方公里)	充電站		換電站	
	面積%	人口%	面積%	人口%
5公里服務範圍	27.1	92.7	31.5	96.7
10公里服務範圍	29.5	96.4	39.1	98.5
15公里服務範圍	34.3	97.4	42.6	99.0

由圖18可知，充電站在5公里的服務範圍，可涵蓋92.7%的人口，約占27%的高雄市面積；充電站在10公里的服務範圍則是涵蓋96.4%的人口及29.5%的面積。若是服務範圍到10公里，則可涵蓋97.4%的人口及34.3%的面積。整體上，在國道三號以西的高雄都會區主要人口地帶幾乎涵蓋，但是在高雄市的東部山區，則沒有服務據點，不易推動使用電動機車。

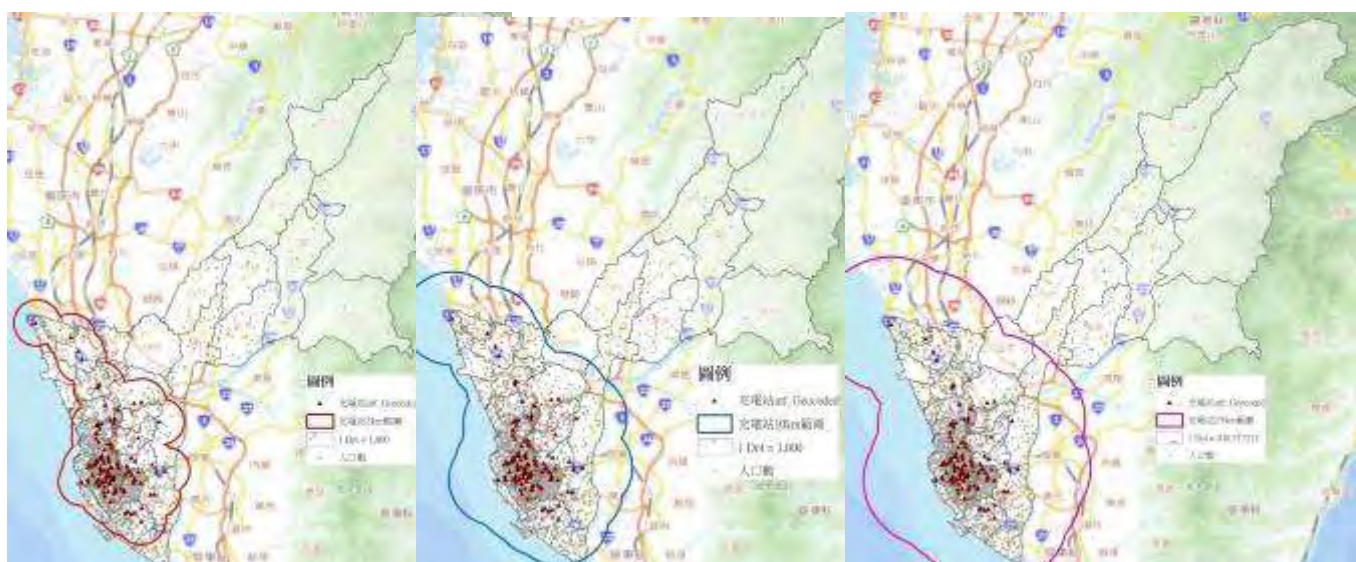


圖18 充電站5、10、15公里的服務範圍分布

資料來源：本研究繪製

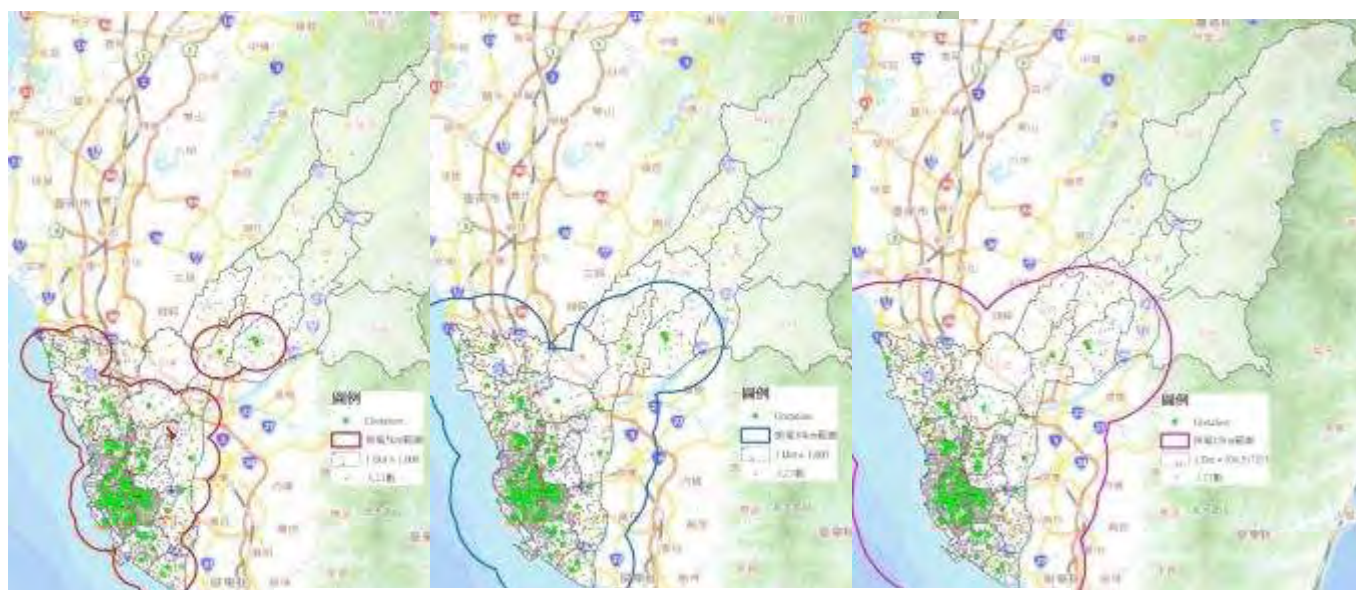


圖19 換電站5、10、15公里的服務範圍分布

資料來源：本研究繪製

另外，就換電站服務情形分析，圖19，換電站在5公里的服務範圍，涵蓋96.7%的人口及31.5%的面積；在10公里的服務範圍，涵蓋98.5%的人口及39.1%的面積；以及在15公里的服務範圍，涵蓋99%的人口及42.61%的面積。相較於充電站，換電站的服務人口及面積皆較充電站高，主要原因是其在沿海地區及內陸山區也都增設一些服務據點。若是以現有的充電站與換電站的分布情形，則在偏遠地區推動電動機車使用有很大的困難處。

(三) 加油站的轉型

基於充換電站的不足，再加上由於政府推動汽機車電動化的政策，未來燃油車將逐漸的減少，這將使得現有加油站面臨很大的挑戰。因此，本研究認為目前民眾已養成習慣定期於加油站加油，若要鼓勵民眾改成電動機車，除了口號與補助外，運用現有的加油站提供加電的服務，將可大大提高電動機車可使用的範圍。本研究從高雄市政府資料開放平台下載高雄加油站資料，並繪製成圖表。由圖20與表4可知，若加油站能夠轉型為加電站，則5公里的服務範圍涵蓋69%的高雄市面積，並且包含99.3%的高雄市人口；10公里的服務範圍則是涵蓋99.8%的人口及77.5%的面積。若是到15公里服務範圍則幾乎涵蓋高雄市全境以及服務全市的人口。可見得目前加油站的轉型，有助於電動機車充換電的方便性提高，增加民眾使用電動機車的意願。

表4 加油站轉型成加電站不同的服務範圍對應之服務面積與人口

項目 區域(平方公里)	加電站	
	面積%	人口%
5公里服務範圍	69.0	99.3
10公里服務範圍	77.5	99.8
15公里服務範圍	99.8	99.9

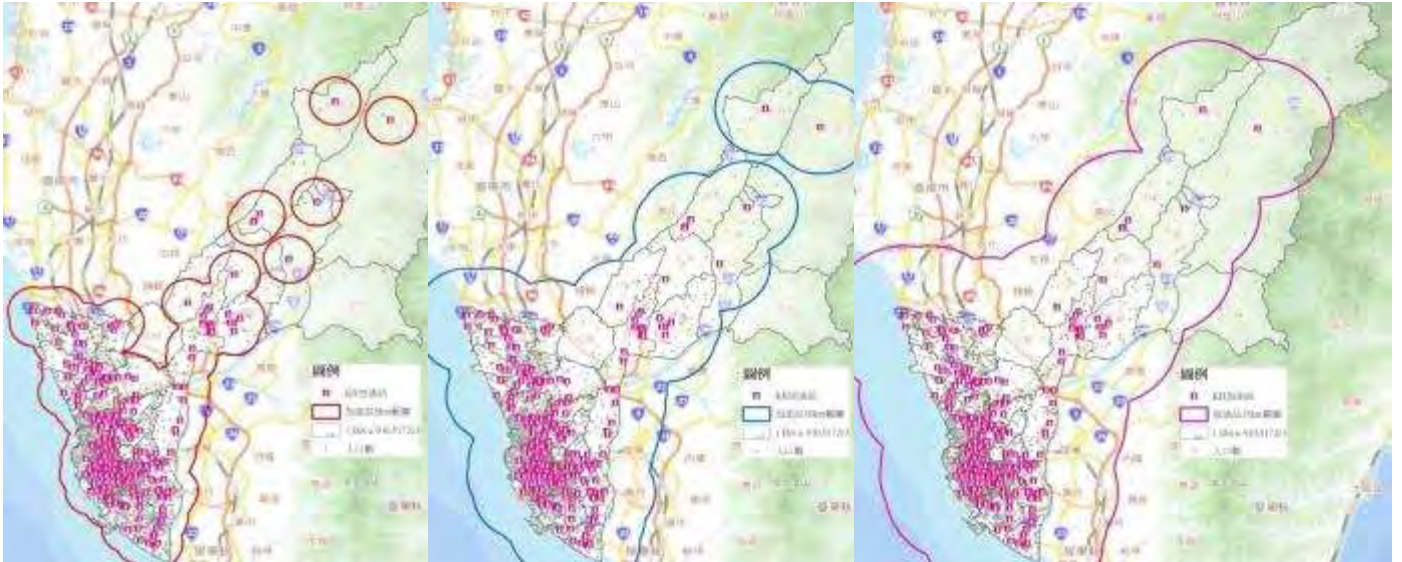


圖20 加油站轉型成加電站5、10、15公里的服務範圍分布

資料來源：本研究繪製

(四) 小結

從目前充換電站的據點分布來看，主要集中在西部沿海的市中心地區，如鳳山、苓雅、新興、前鎮、前金、三民區等，東部山區則明顯的沒有任何充換電服務，讓騎乘電動機車的使用者不敢騎出都會地區。這使得在較偏遠或是附近還沒有充換電站的地區，可能要另外租用充電座或者是等到之後充換電站比較多時，才敢購買電動機車。因此，本研究建議推動電動機車使用的同時，隨著電動機車數量增加，也衍生更多充換電需求，政府應透過獎勵或補助公營及民營的加油站轉型成加電站，或是出租部分加油站空間放置電動機車充換電設備，以提升民眾能源補充之使用便利性。初期可先優先於較偏遠地區的加油站提供充換電的服務，增加電動機車使用的範圍。

陸、結論與建議

在節能環保的趨勢下，電動機車數量成長快速，國內正積極推廣電動機車的使用，特別是政府訂定2035年禁用燃油機車後，各車廠加速投入研發腳步，目前市場上有 Gogoro、中華等電動機車廠商成功的案例，有機會趁這環保趨勢，轉型為電動機車使用大國。本研究發現

民眾受惠於中央與地方政府對於電動機車價格補助，電動機車環保、低噪音的特性以及充換電站的持續建置，促進及吸引民眾購買電動機車。其次，電動機車仍屬新興產業，多數民眾對於產品的認知仍缺乏，仍需政府與業者挹注資金，辦理體驗試乘的推廣。而售價方面，若價格能在四萬元以下，將大大提高民眾購買的意願。在充換電模式方面，充電與換電模式各有利基，亦各有其適合的消費者，理應是充電與換電的資源並行，讓民眾可以自由選擇，開發出充電及換電雙容規格的電動機車，減少選擇的困難。

目前，充電站或換電站的基礎設施尚未能普及，是民眾不願意購買電動機車的關鍵因素之一。以高雄市而言，其充換電站多集中於市中心，如鳳山、苓雅、新興、前鎮、前金、三民區等，市中心外的郊區地帶也僅有零星的據點，而東部山區則明顯的沒有任何充換電服務站，這對於推廣電動機車是不利的。從充換電站不同的服務範圍對應之服務面積與人口來看，充電站及換電站在5公里的服務範圍，可涵蓋約三成的高雄市面積，及包含90%的服務人口；到15公里服務範圍占約四成的高雄市面積，及98%的人口可被服務到。不過，若要達到機車全面電動化，需普及能源補充設施，並解決偏遠地區設施的不足。因此，政府可透過獎勵及補助等方式，鼓勵加油站轉型為加電站，則5公里的服務範圍可涵蓋67%的高雄市面積，且包含99.3%的高雄市人口；若是到15公里服務範圍則幾乎涵蓋高雄市全境以及服務全市的人口。可見得加油站的轉型，可進一步營造電動機車使用的友善環境，減少里程焦慮，有助於電動機車的方便性提高，增加民眾使用電動機車的普及率。

柒、參考資料及其他

參考資料

1. 吳馥馨（2017），「賴揆拍板 2040 年禁售燃油汽車」，經濟日報，2017/12/22。
2. 梁駿樂（2019），PM2.5 最嚴重的縣市是台中還是高雄？，天下雜誌，2019.6.1 取自 <https://futurecity.cw.com.tw/article/640>
3. 郭柏成（2010），「台灣電動機車的消費者購買行為之研究」，國立成功大學經營管理碩士論文。

4. 莊寶鵬、陳冠宇、羅文君（2018），「顧客體驗價值對於智慧電動機車購買意願之影響」。管理資訊計算，第七卷特刊，p149-158。
5. 黃上晏、邱城英、廖妙羚（2015），「台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，Vol.3，No.1，p139-152。
6. 黃佩君（2018），「拚電動機車世界盃」，自由時報，2018/03/21，A3。

問卷設計

1. 性別：

男 女

2. 年齡：

20 歲(含)以下 21~30 歲 31~40 歲 41~50 歲 51 歲(含)以上

3. 請問您平常都是用何種交通工具通勤？

腳踏車 公車 機車 汽車 電動機車 其他：_____

4. 請問您每天平均通勤距離

10 公里以下 10 到 20 公里 20 到 30 公里 30 到 40 公里 40 公里以上

5. 請問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 到 20 分鐘 20 到 30 分鐘 30 到 40 分鐘 40 分鐘以上

6. 請問您有騎乘電動車的經驗嗎？（擇一回答）

有，您覺得使用上的方便程度是多少？

非常不滿意 不滿意 普通 滿意 非常滿意

無，您是否會想騎乘電動機車？

非常不想 不想 普通 想 非常想

7. 請問您對現在的空氣品質滿意？(您的居住地)

非常不滿意 不滿意 普通 滿意 非常滿意

8. 請問您是否贊成行政院提出於 2040 年全面禁止燃油機車的政策？

非常不贊成 不贊成 普通 贊成 非常贊成

9. 請問您是否考慮購買電動機車？（擇一回答）

會，下列各項因素您考慮的原因之程度？

項目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
騎乘效能	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
環保、低噪音	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
品牌外觀	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
政府有補助	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
維修費用	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
能源費用	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

充電方便	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

您認為電動機車還有哪些優點：_____

不會，下列各項因素是您不會購買的原因之程度？

項目	非常不同意	不同意	普通	同意	非常同意
充電站太少	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
太貴	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
電池交換站不普遍	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
續航力不足	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
產品不瞭解	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
載人不容易	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

您認為電動機車還有哪些可改進：_____

10. 如果您非常重視電動機車價格的因素，在政府補貼後，請問您「最高願意自付」的金額？

2萬元以下 2萬~3萬 3萬~4萬 4萬~5萬 5萬以上

11. 如果電動機車充飽或換電後，您可以接受（最少的續航力）是多少公里？

30公里以下 30~40公里 40~50公里 50~60公里 60公里以上

12. 如果電動機車在戶外利用電池交換站做電池交換，您願意接受「最長多久」的等待時間？

1分鐘以下 2~3分鐘 4~5分鐘 6~10分鐘 10分鐘以上。

13. 請問您獲得電動機車產品相關資訊來源為何？

車輛展覽會場 廠商試乘發表會 電視廣告 報章雜誌 網際網路 傳單文宣

門市經銷點 親朋好友介紹 銷售人員推薦 機關購置 其他：_____

開放式問答

14. 目前電動機車的購買有逐年成長趨勢，您覺得是什麼原因，民眾會想要購買電動機車？

15. 您覺得電動機車與燃油機車的比較，優勢與劣勢？

16. 您對電動機車目前以換電和充電這兩種模式，有何看法？

17. 您覺得電動機車維修容易嗎？

【評語】 052707

本研究問卷發展的信效度如何建立？本研究透過問卷獲得了很多資訊，然而目前的分析仍有深入探討的空間，譬如區分不同年齡層，評估不同年齡層的經驗與期待，或許可以獲得更多結果與建議。充電站與換電站 5 公里服務範圍皆已經覆蓋 92% 以上人口，但研究者認為仍不足，其原因為何？如果研究者將 PM2.5 與充電站/換電站密度的地理資訊進行比對，或許可以有更多元的解釋與建議。文獻回顧建議同時參考西方文獻，同時也可參考電動汽車的文獻。

壹、研究動機



因空氣污染嚴重，且隨著環保意識高漲，政府訂出「2030年台灣禁售燃油機車」的目標，鼓勵民眾汰換老舊機車，選購節能、低污染的電動機車。本研究藉由調查瞭解高雄地區民眾購買電動機車的考量因素，並進一步探討電動機車充電站的配置，冀望能克服充電不便利之困擾，促進民眾購買電動機車的意願，減少機車廢氣排放，對發展節能減碳的努力貢獻一份心力。

貳、研究目的

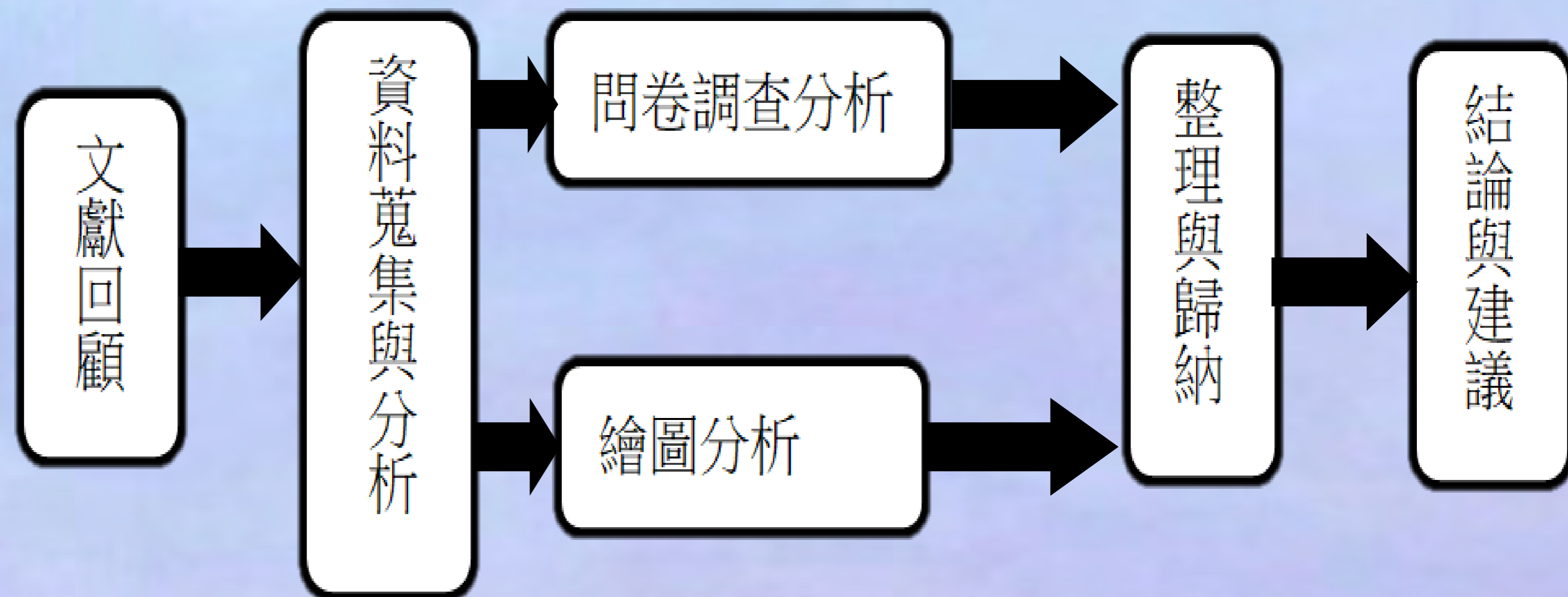
1. 分析高雄市民眾使用電動機車的考量。
2. 探討電動機車的充換電站設置之空間分布。
3. 研擬推動電動機車使用的策略建議。

參、研究數據及器材

1. **統計資料**：高雄市政府資料平台、電動機車產業網、Gogoro Gostation換電站
2. **地理資訊系統 (GIS) 繪圖**：ArcGIS Online建立地圖及分析

肆、研究過程及方法

一。研究過程



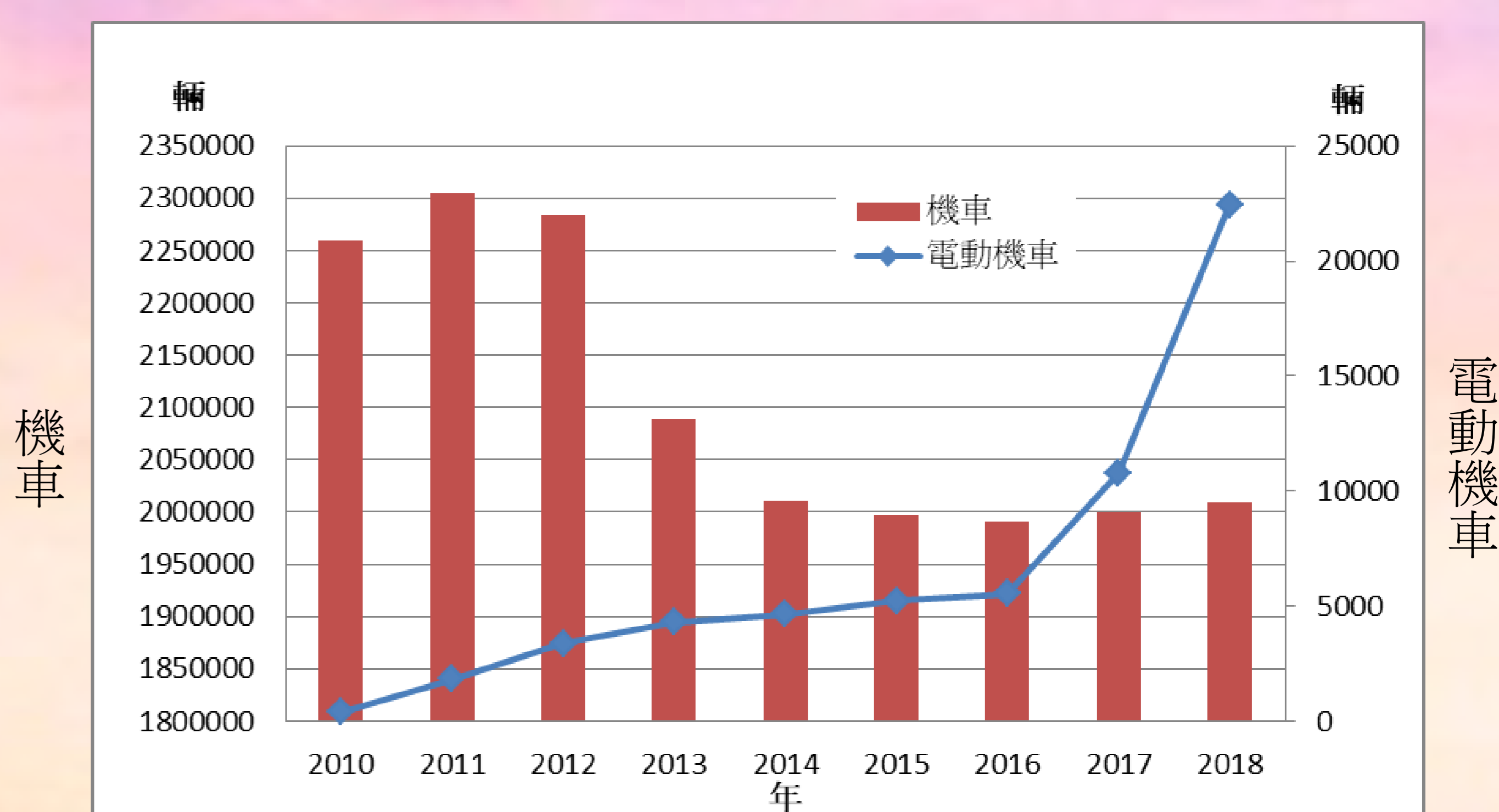
二。問卷調查

採用非隨機抽樣的便利抽樣法，共發放350份，回收305份，回收率約87%。

伍、研究結果與討論

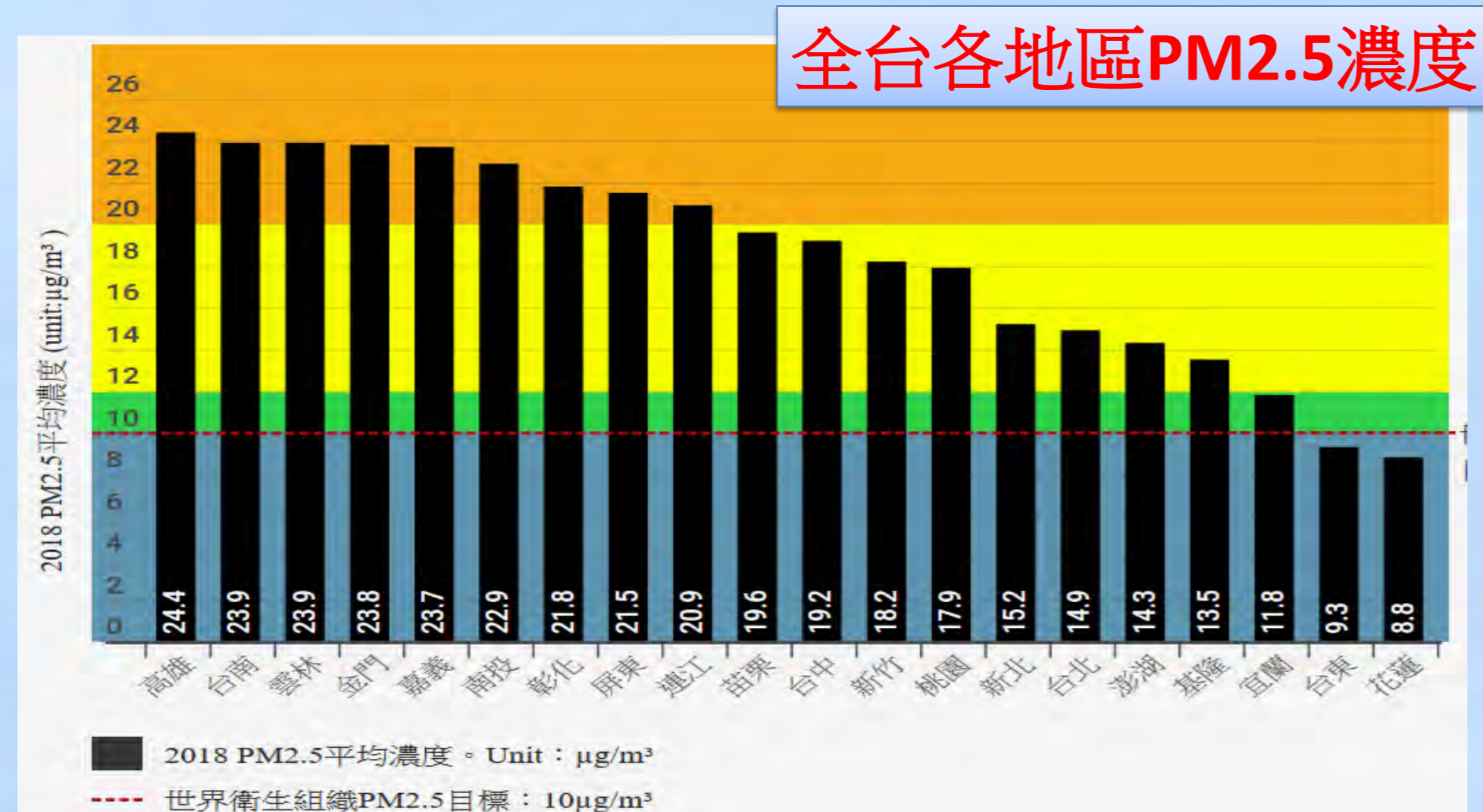
一。高雄市機車和電動機車數量變化趨勢

高雄市的機車數量有逐年下降的走勢，目前約200萬輛，減少13%。電動機車數量則是緩慢成長，但在2016年以後呈現高速成長，增加幅度高達94%。

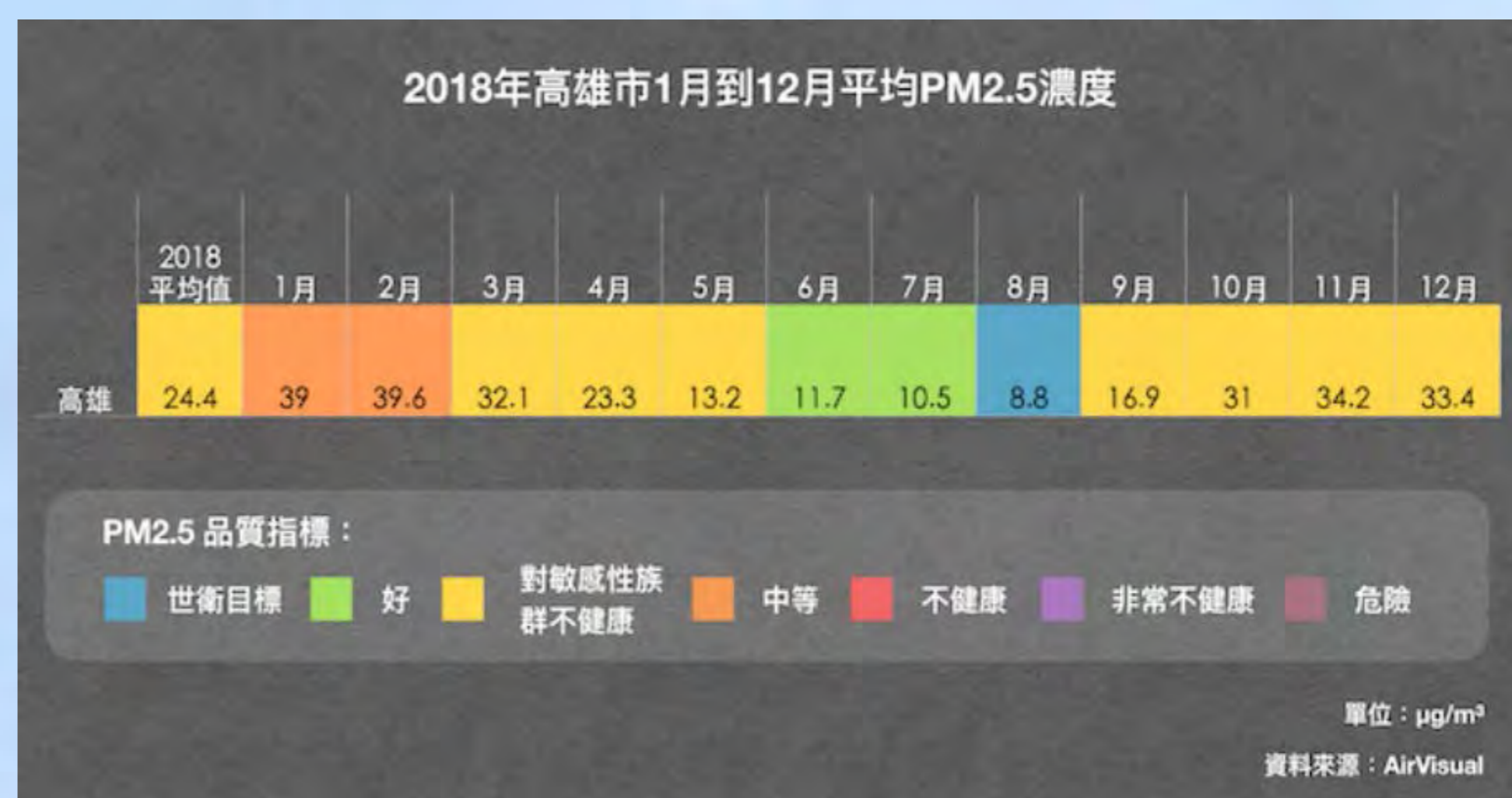


二。問卷調查分析

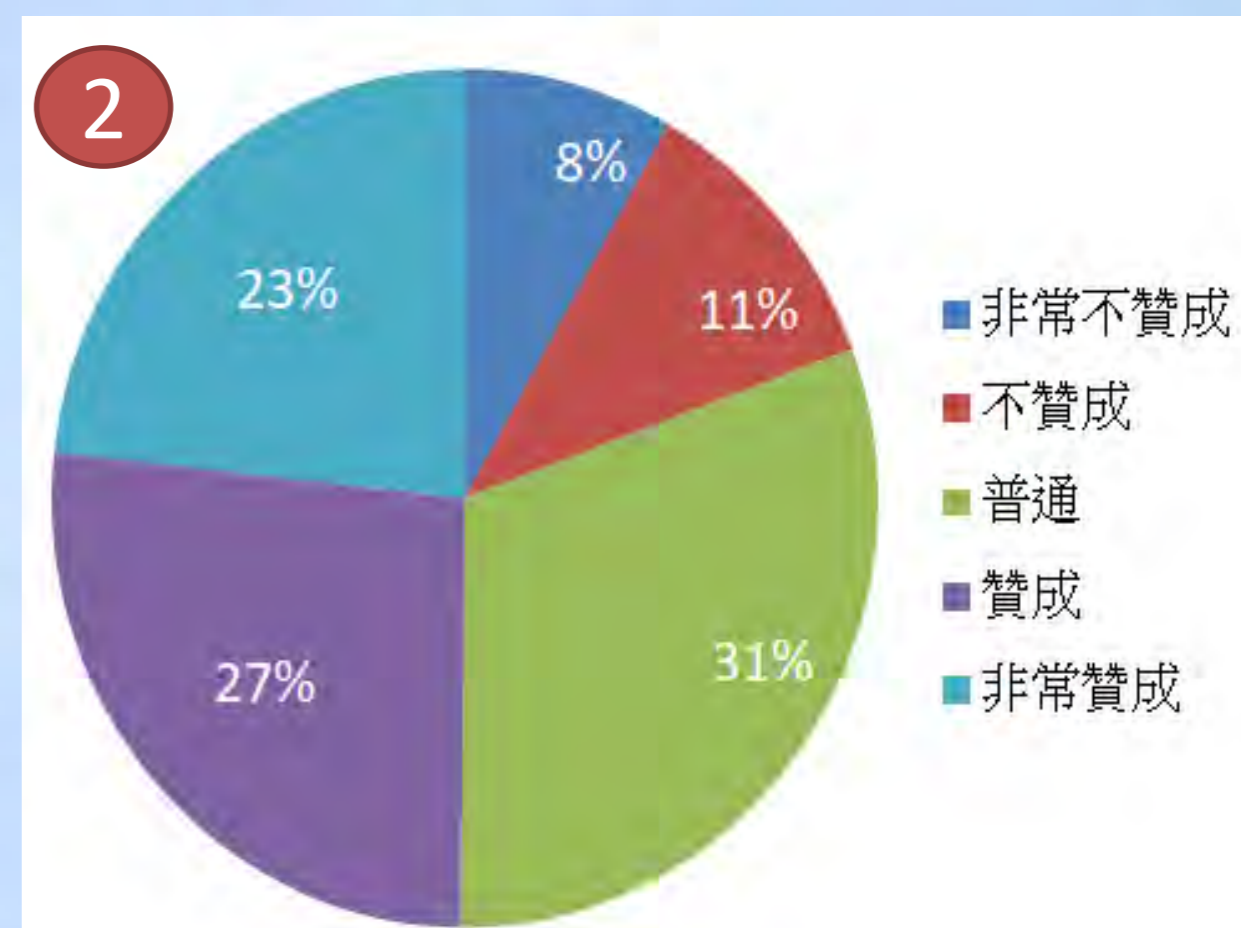
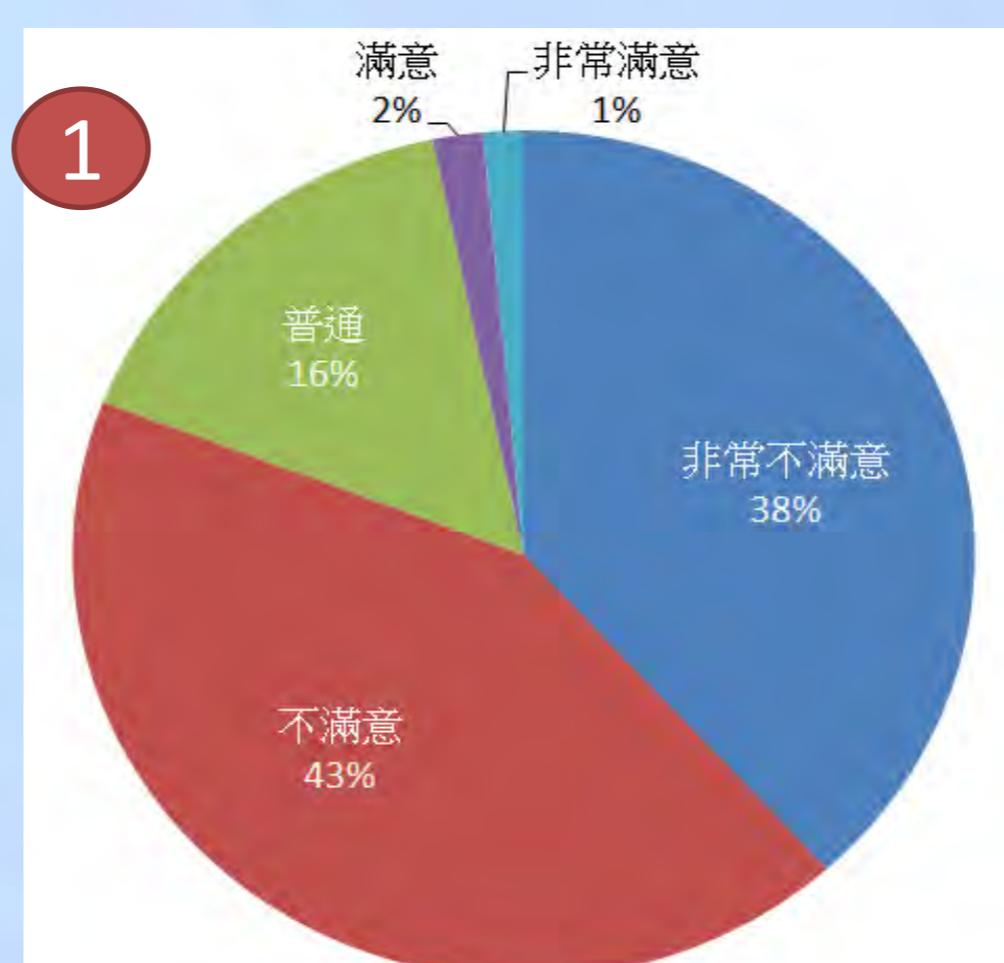
1. 電動機車發展有利條件



高雄為全台PM2.5濃度最高的城市，平均PM2.5濃度是24.4 µg/m³，並且在空污高峰的冬季（1月和2月）平均PM2.5濃度更高達39 µg/m³。

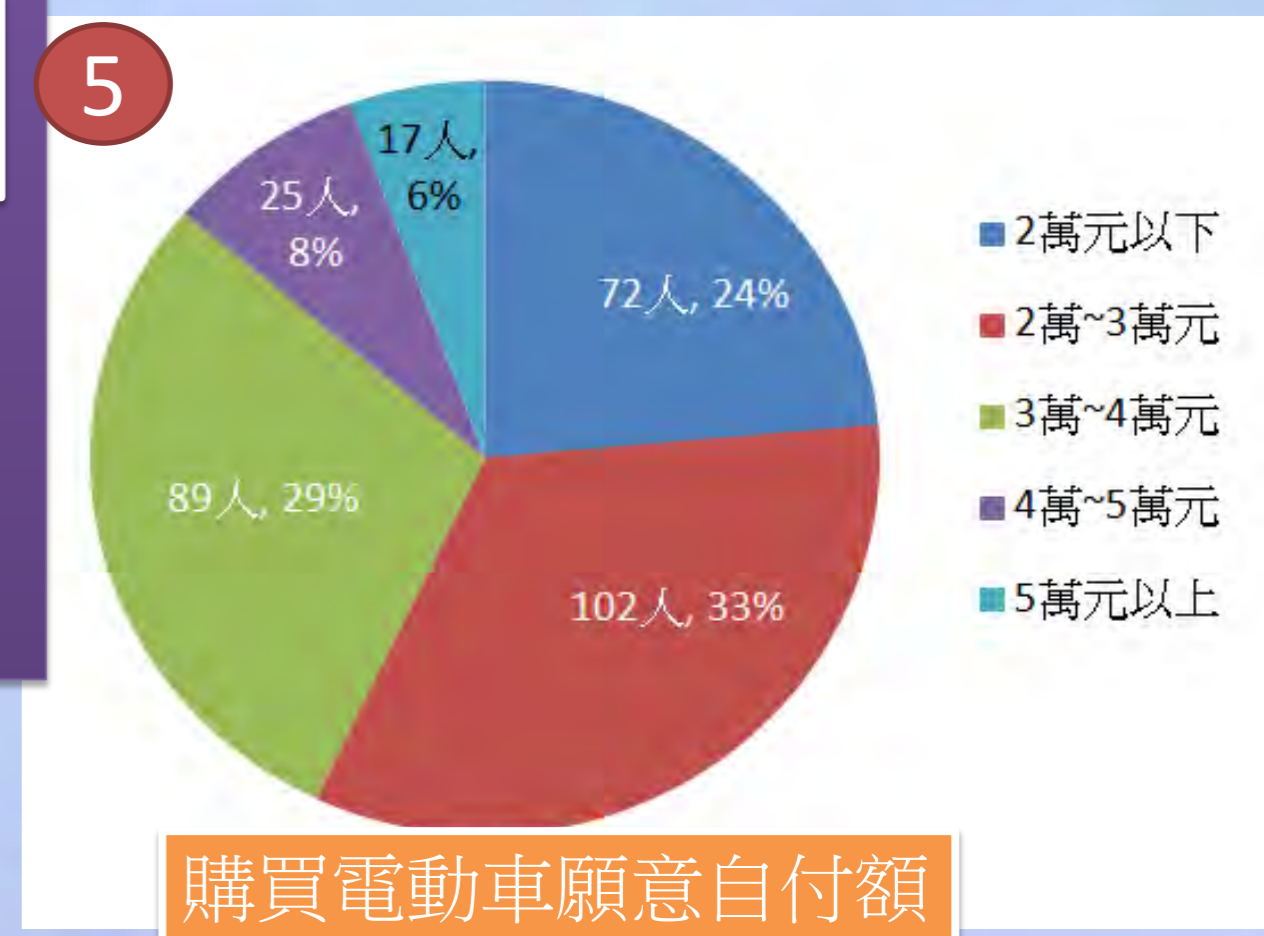
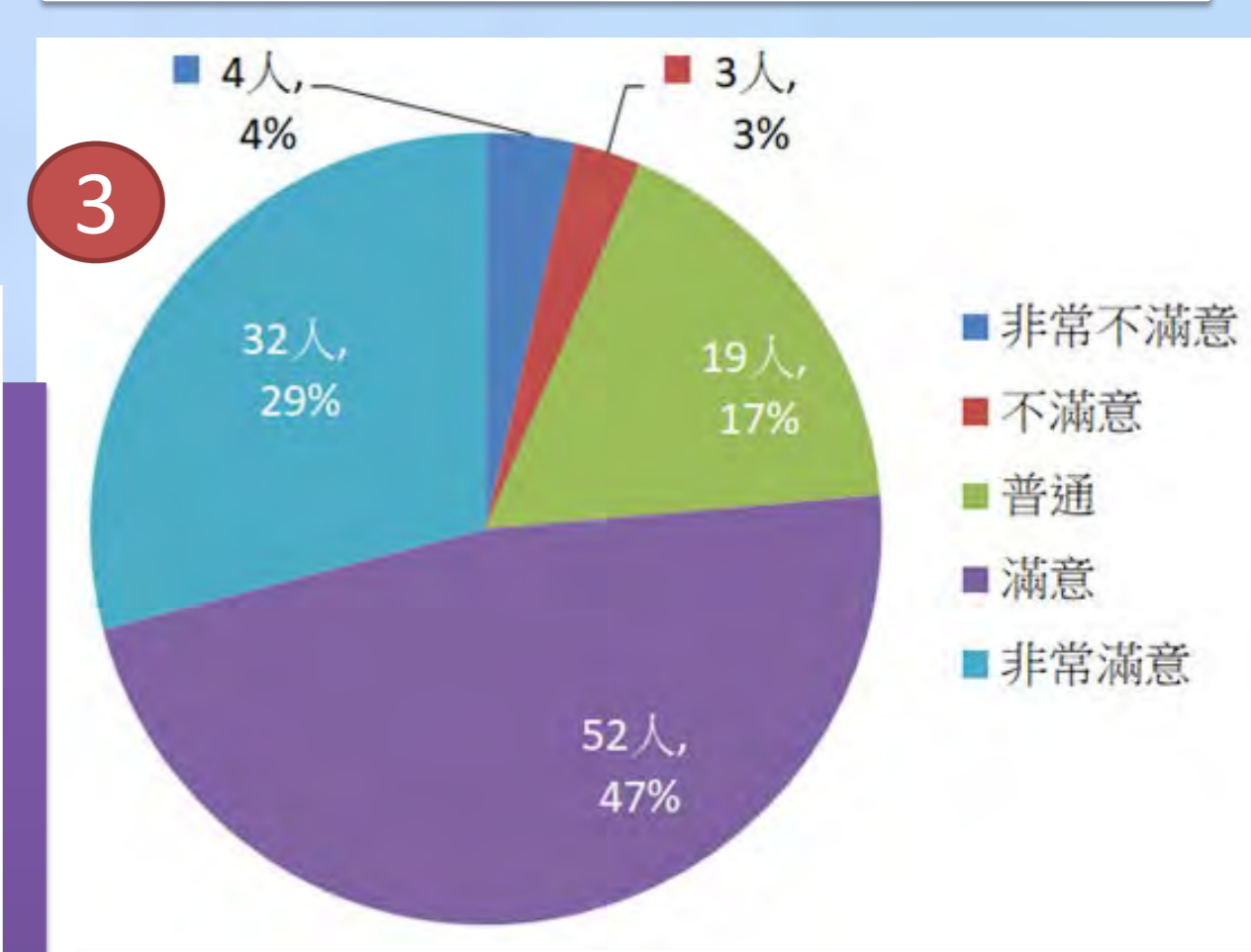
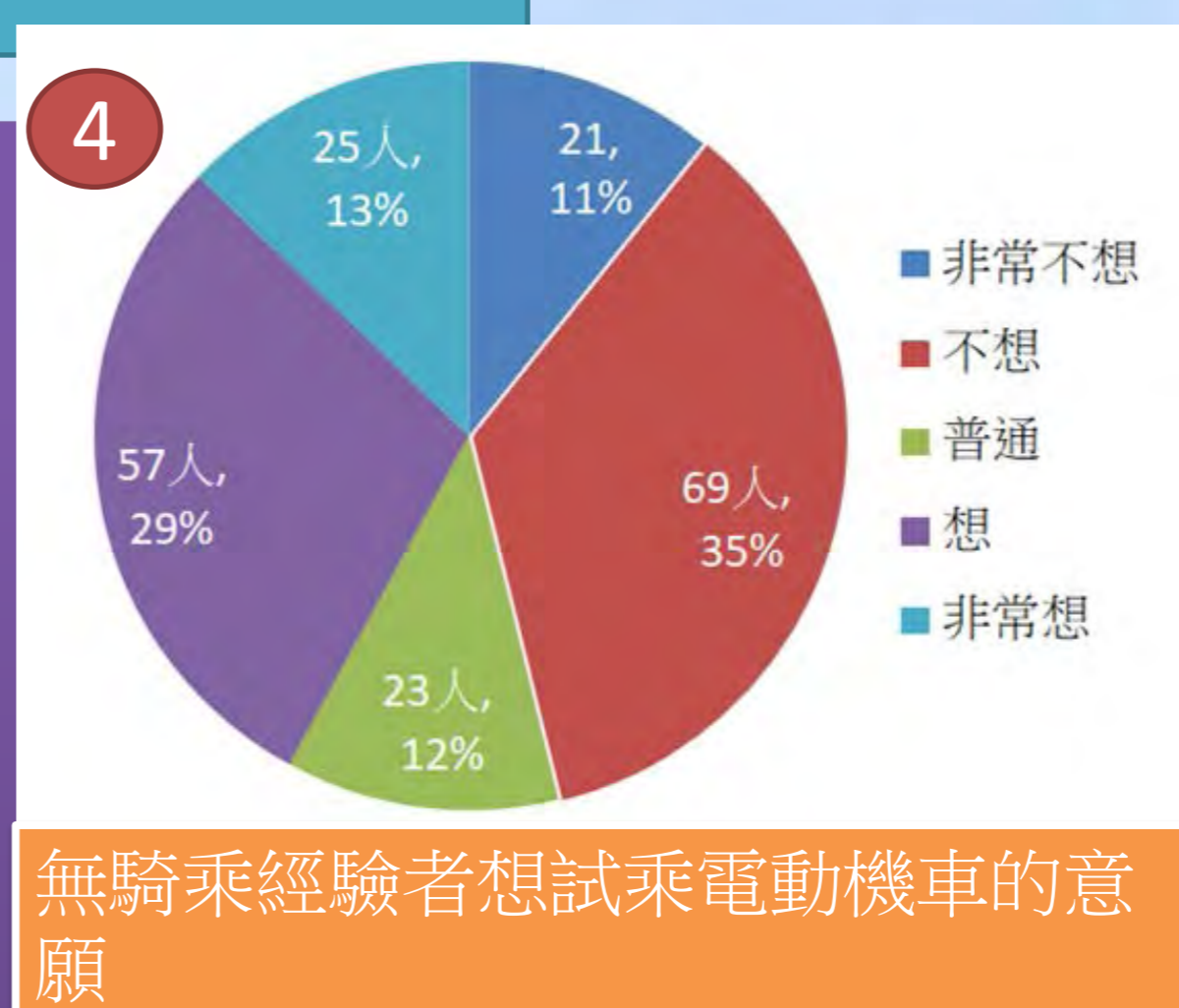


- 80%的受訪者對於空氣品質是不滿意的。
- 約50%民眾支持全面禁止燃油機車的政策。不過，若未做好配套措施，可能會影響許多人的生計。



2. 電動機車的使用情形與購買因素

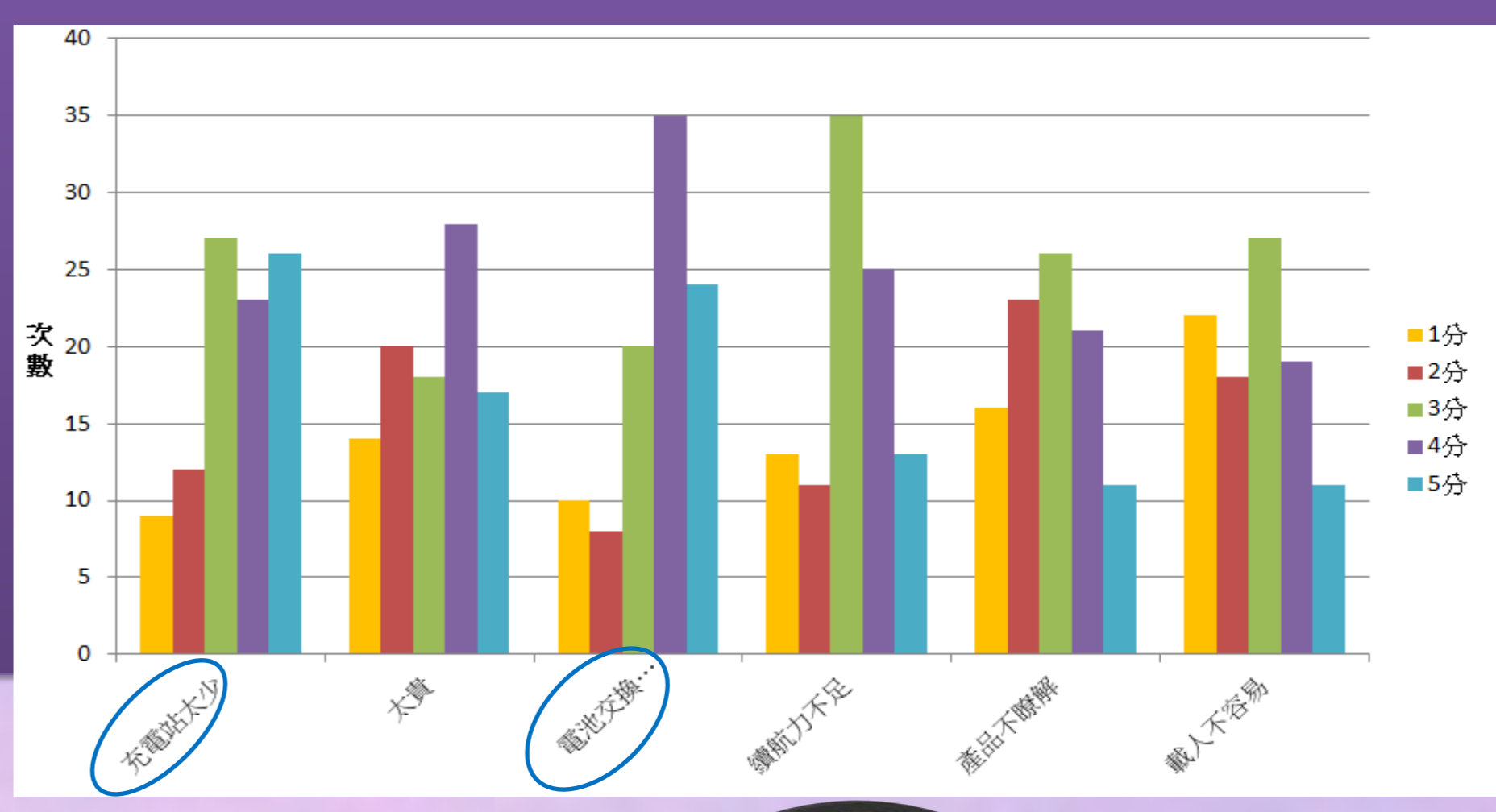
- 有騎乘電動機車的人之中，有高達76%對其評價是滿意的。
- 圖3及圖4可知，有騎乘過電動機車者且滿意者，以及無騎乘電動機車經驗但表達想騎乘試看看者的人數加起來，則約有166人，約占54%。
- 有86%的受訪者，願意支付購買電動機車的價格在4萬以下，因此，各縣市的補助方案仍很重要。



受訪者中有209位會考慮購買電動機車，約占69%。以「環保、低噪音」、「政府有補助」為主要考量因素。



受訪者有96位不考慮購置電動機車來使用，主要的原因是「電池交換站不足」、「充電站太少」。



3. 充電與換電之比較

- 就等待時間考量，換電模式是低於五分鐘內，較能符合民眾使用的需求。
- 經濟層面來看，充電站建置成本及所需面積較低。
- 就便利性而言，換電模式較佳，且有能源管理系統。
- 目前須待解決的問題是，電池沒有統一的規格標準，要更換電池只能透過自身電動車品牌的換電站，政府需要與業者共同找出如何整合不同品牌的電力網絡。

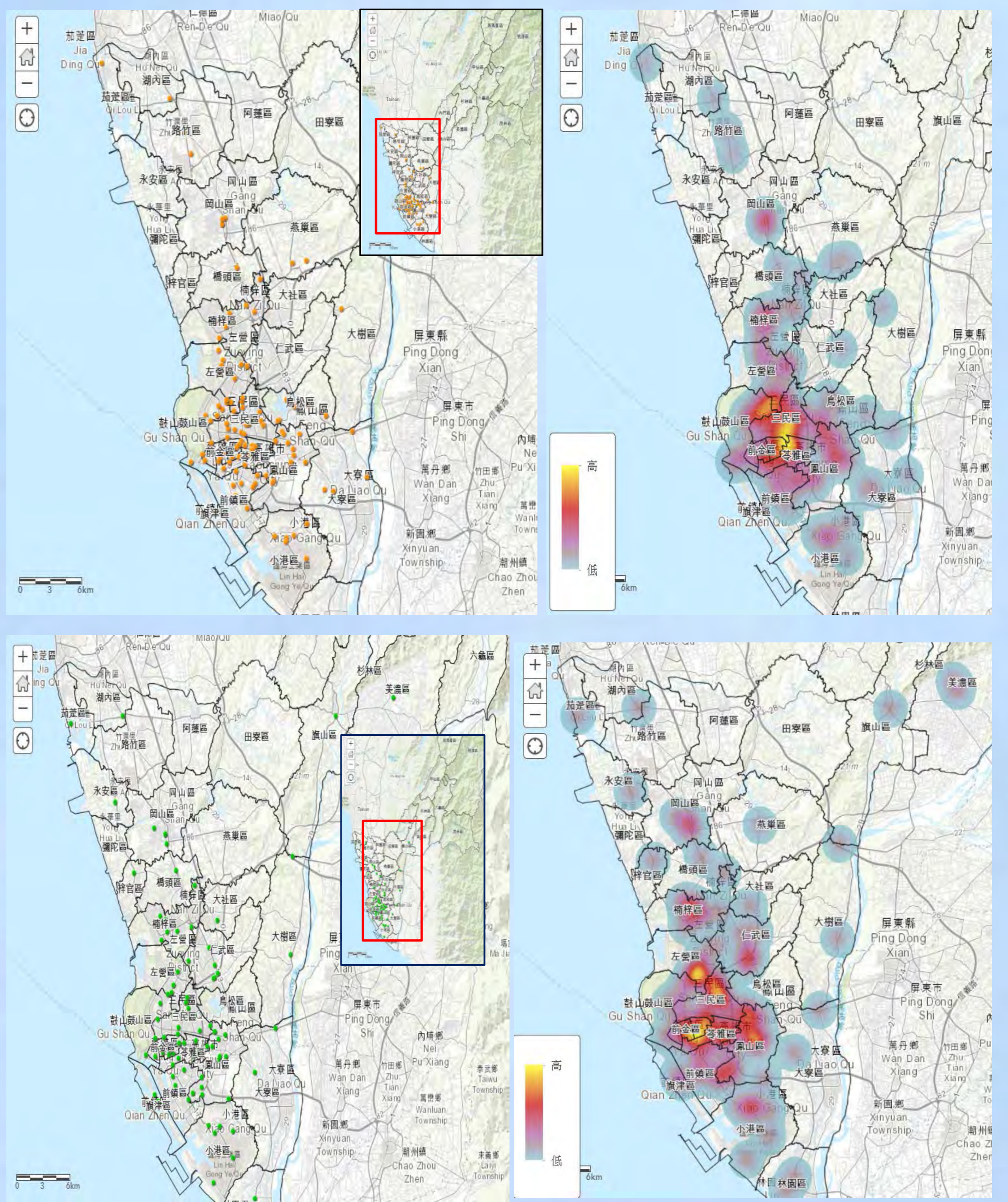


電動機車充電與換電的比較	換電模式 (Gogoro 版本)	普通充電模式 (110伏特 交流充電)	快速充電模式 (採高電壓 大電流的直流充電)
電站成本	平均每座130萬	平均每座充電柱1萬元，設置4個插座	需設立充電柱，平均每座15萬元
電站面積	約三~四平方公尺	可設置於家中或停車場，區域不受限制	約0.3平方公尺，擬推廣至加油站、便利商店或停車場等
電力補充時間	隨到隨換，約1~2分鐘，最快6秒換電	約4個小時充飽 (依電池種類不同)	約七分鐘半飽，20分鐘可充飽 (依電池種類不同)
能源管理系統	可透過APP導航換電站、預約電池及離峰電力能源管理	尚無	業者規劃推動中
消費者使用成本	不含電池，類似電信資費方案，每公里約1.19~1.66元	含電池，每公里充電成本0.32元	含電池，每公里約0.7元

三。繪圖分析

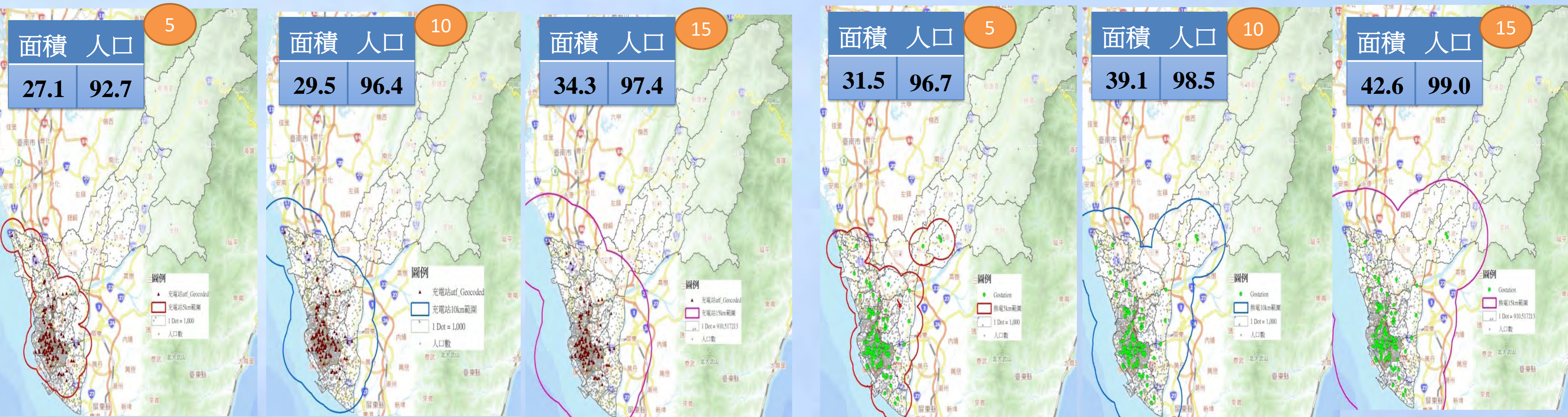
1. 充電及換電站的分布

- ◆ 充/換電站集中在西部沿海地區，相較於充電站，換電站在東部地區，如旗山、美濃區設置3個據點。
- ◆ 熱點皆位於市區內，以三民、前金、鳳山、新興、苓雅、前鎮等區較密集。但相較於充電站，換電站分布整體較分散，在靠海地區及內陸地區仍有換電的服務。



2. 充換電站的服務範圍

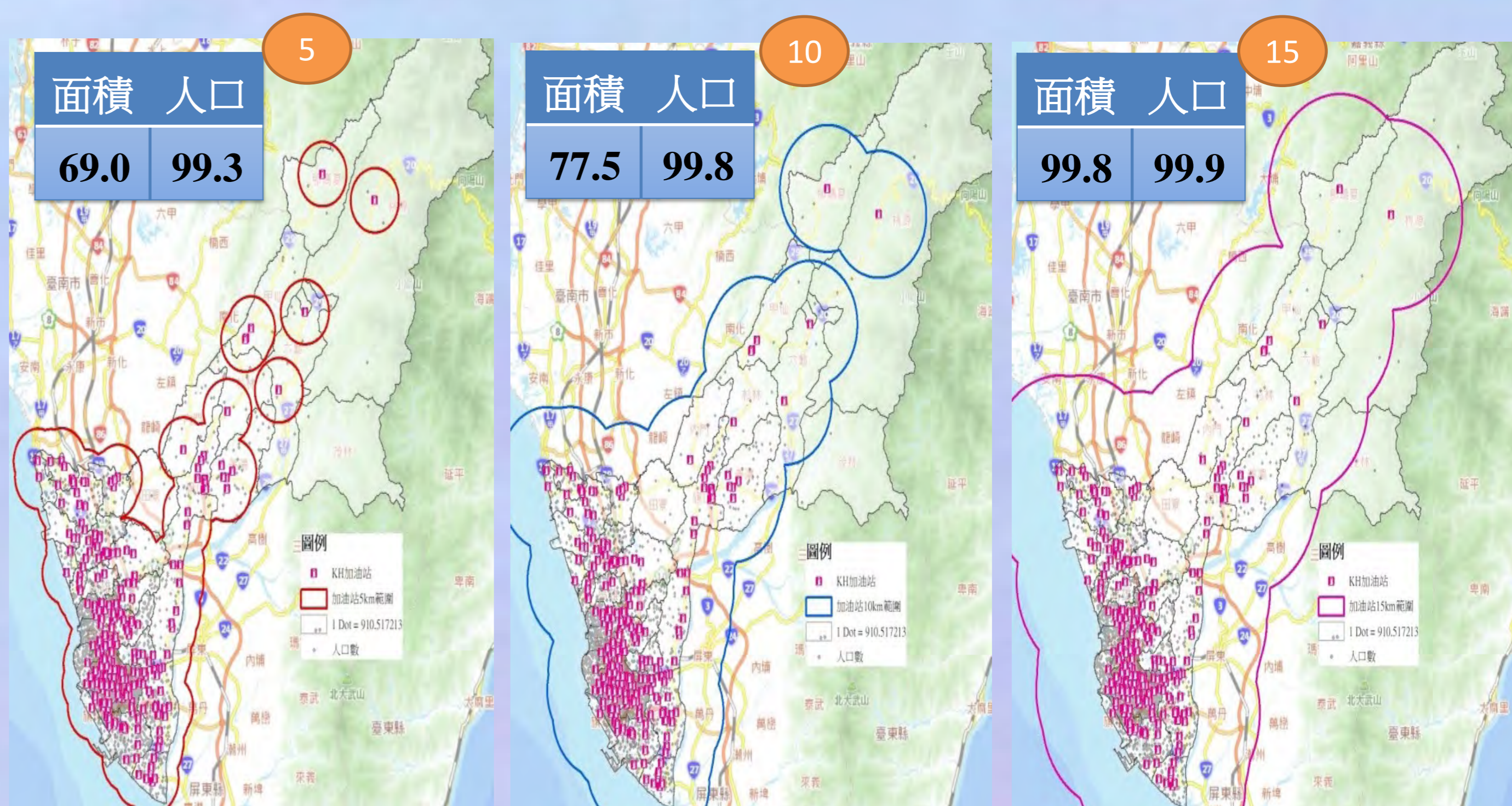
- ◆ 採用環域分析，以中地理論的概念，瞭解充電及換電站對其腹地所提供的服務範圍。



在國道三號以西的高雄都會區主要人口地帶幾乎涵蓋，但是在高雄市的東部山區，較為偏遠，沒有服務據點，不易推動使用電動機車。

3. 加油站的轉型

若加油站轉型為加電站，則5公里的服務範圍涵蓋67%的高雄市面積。若是到15公里服務範圍則幾乎涵蓋高雄市全境以及服務全市的人口。



陸、結論與建議

1 民眾受惠於中央與地方政府對於電動機車價格的補助，電動機車環保、低噪音的特性，吸引民眾購買電動機車。

2 電動機車仍屬新興產業，多數民眾對於產品的認知仍缺乏，建議政府與業者挹注資金，辦理體驗試乘的推廣，讓消費者親身感受智慧型電動機車。

3 在充換電模式方面，充電與換電模式各有利基，亦各有其適合的消費者，理應是充電與換電的資源並行，讓民眾可以自由選擇，宜開發出充電及換電雙容規格的電動機車。

4 充電站或換電站的基礎設施尚未能普及，是民眾不願意購買電動機車的關鍵因素之一。充換電站的熱點集中於市中心，如鳳山、苓雅、新興、前鎮、前金、三民區等，而東部山區充換電服務少，僅旗山、美濃區設置3個換電站，不利於推動電動機車的使用。整體上，相較於充電站，換電站分布較為分散。

5 若要達到機車全面電動化，需普及能源補充設施，建議可透過獎勵及補助等方式，協助加油站轉型為加電站，提高服務範圍，減少「里程焦慮」，有助於電動機車的方便性提高，增加民眾使用電動機車的普及率。