

國立臺灣大學工學院工業工程學研究所

碩士論文

Institute of Industrial Engineering

College of Engineering

National Taiwan University

Master Thesis



我國地方住商節電政策推動效益研究及精進作法研析

Research on the Promotion Benefits and Improvement

Methods of Residential and Commercial Electricity

Conservation Policies in Taiwan

尤浚達

Chun-Ta Yu

指導教授：洪一薰 博士

Advisor: I-Hsuan Ethan Hong, Ph.D.

中華民國 112 年 06 月

June 2023

國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審定書

論文中文題目：我國地方住商節電政策推動效益研究及精進作法研析

論文英文題目：Research on the Promotion Benefits and Improvement Methods of Residential and Commercial Electricity Conservation Policies in Taiwan

本論文係尤浚達君（學號 P10546012）在國立臺灣大學工業工程學研究所完成之碩士學位論文，於民國 112 年 6 月 21 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

口試委員：

洪一薰
(指導教授)

洪一薰

藍俊宏

藍俊宏

陳文智

陳文智

系主任、所長： 洪一薰

洪一薰

誌謝



在工工所的這段時間，除了跟老師學到不一樣的東西，更重要的是認識了更多不同領域且相處愉快的朋友，讓我這個宅男能夠不是只有專注在自己的工作，也能夠偶爾停下來看看不同的領域跟世界。

過去每次寫論文致謝時，除了讓我順利畢業的指導老師，還有課堂上曾經指導過我的老師們外，腦中總會浮現一些特別的人事物；但想到這可能是我最後一個學位還有最後一次寫論文了，我決定特別謝謝家中的兇猛貓科動物，感謝她能原諒我不顧她的河東獅吼堅持求學圓夢。

博士拿到了，台大也唸過了，說要再去唸什麼好像暫時找不到太充分的理由，但在變化越來越快的世界，持續學習還是應該的，所以最後要再謝謝跟我一路上共同學習的每個夥伴！



中文摘要

由於台灣住宅和商業用電量逐年上升，政府自 101 年起與地方政府合作推動多元化的節電政策，以抑制用電成長。為持續精進地方節電作為，本研究進一步系統性探討，分類並篩選出住宅及服務業領域的不同分組的節電標準，並尋求將其具地方具特色及效益之節電措施横向複製至適切的縣市，以持續推動擴大地方節電之效益。

關鍵詞：住商用電、地方節電、縣市節電措施、住宅節電。



Abstract

The annual power consumption in residential and service sectors has been gradually increasing. In response, since 2012, the central and local governments have implemented various power-saving policies to curb this trend.

In order to continuously improve local government power saving measures, this study further systematically explores the method of horizontally replicating local characteristic and beneficial power saving measures, so as to continuously promote and expand the benefits of local power saving.

Key words: Residential, commercial electricity usage, local energy conservation measures, county/city energy conservation measures, residential energy saving.



目錄

誌謝	i
中文摘要	iii
Abstract.....	iv
目錄	v
圖目錄	vii
表目錄	viii
第一章 緒論	1
第二章 節電計畫推動之效益	3
2.1 國際節電政策及推動效益.....	3
2.2 我國地方節電政策推動效益研究.....	6
第三章 研究方法	10
3.1. 縣市用電變動率計算	10
3.2. 住宅措施橫向複製評估方法	14
3.3. 服務業措施橫向複製評估方法	22
第四章 住宅案例實證	26
4.1 住宅措施橫向複製結果與討論	26
4.2 住宅特色節電措施橫向複製分析	33
4.3 小結	40
第五章 服務業案例實證	41
5.1 六都(臺南市、台中市、新北市).....	41
5.2 非六都(新竹縣、新竹市、苗栗縣、嘉義縣、彰化縣).....	43
5.3 後續推廣參考分析資料	45
5.4 小結	46
第六章 結論與建議	47

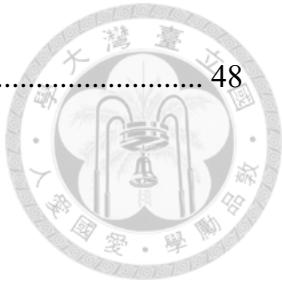




圖 目 錄

圖 1 各縣市住宅用電 109 年變動率	12
圖 2 各縣市服務業用電 109 年變動率	13
圖 3 影響住宅用電因子分析	19
圖 4 服務業措施横向複製之相關係數分析(臺南市 vs 台中市).....	24
圖 5 服務業措施横向複製之相關係數分析(臺南市 vs 桃園市).....	24
圖 6 服務業措施横向複製之相關係數分析(臺南市 vs 虛擬縣市).....	25
圖 7 六都住宅用電因子分析	27
圖 8 本島 13 縣市住宅用電因子分析	29
圖 9 離島住宅用電因子分析	30
圖 10 本島 19 縣市住宅用電因子分析	33
圖 11 住宅第一組用電因子分析及全台低收入戶分析	33
圖 12 住宅第二組用電因子分析	35
圖 13 住宅第三組用電因子分析	37
圖 14 住宅第四組用電因子分析	38
圖 16 服務業六都分析及臺南市前十大產業占比	42
圖 17 服務業非六都分析及新竹縣前十大產業占比	44



表目錄

表 1 : ACEEE (2016) 對行為改變計畫之分類與執行成效回顧	4
表 2 節電計畫分析	7
表 3 住宅 109vs108 年用電量及全國占比	11
表 4 服務業 109vs108 年用電量及全國占比	12
表 5 住宅用電因子文獻探討[1-28]	15
表 6 各縣市住宅用電因子資料	20
表 7 各縣市住宅用電因子資料(標準化)	21
表 8 六都前十大行業別資料(以臺南市為主)	22
表 9 台南市及台中市服務業占比比較	23
表 10 台南市及虛擬縣市服務業占比比較	25
表 11 台南市 vs 台中市及新北市前十大產業占比及 r 值	41
表 12 新竹縣 vs 新竹市、苗栗縣、嘉義縣及彰化縣前十大產業占比及 r 值	44
表 13 金門縣 vs 連江縣及澎湖縣前十大產業占比及 r 值	45



第一章 緒論

近年來，為響應聯合國氣候變化綱要公約第 21 屆締約國大會所通過的巴黎氣候協議，全球超過 50 個國家推出了能源效率計畫，包括澳洲的新南威爾士州節能計畫、維多利亞州能源升級計畫、南澳洲零售商能效計畫及澳洲首都特區的能效改善計畫，美國、歐洲、加拿大、中國、巴西、烏拉圭、韓國及南非等國每年的節能目標分佈於 1~3%之間，並且節電推動作法也擴及到地方，例如韓國首爾市的「減少一座核能發電廠計畫」、法國各地方政府的「地方能源效率計畫」及澳洲地方政府的「四大能源效率計畫」等。

節能領域研究學者們也紛紛針對住商用電影影響因子及節電策略效益分析進行研究，Abrahamse 等調查過去 20 年期間的環境溫度、降雨量、相對濕度和風速的月度數據，及經濟因素，例如 5 年期間的房屋數量、月收入、每月空調出貨量，以建立住宅用電量 (RECB) 模型，並預測住宅用電量以作為未來政策參考使用(Abrahamse et al., 2009)。Boogen 發現電力定價政策可能在短期內對住宅用戶產生適度影響，但在長期內將產生更大影響。電價上漲可能會導致用電量適度下降(Boogen et al., 2017)。Bashiri 研究發現高人口密度、低能源價格和政府財政支持對能源政策有相關決策影響(Bashiri et al., 2018)。Chalal 發現家庭轉型模式對其電力消耗有重大影響(Chalal et al., 2017)。Chen 等發現，國內生產總值 (GDP)、就業率、居住空間和節能相關計劃的實施對住宅用電量具重大影響(Chen et al., 2017)。Fell 等研究結果顯示電價對家庭電力需求產生影響(Fell et al., 2014)。Fan 等提出影響住宅部門電力消耗因素多種多樣且複雜，包括當地氣候、家庭人口統計數據、家庭行為、建築存量以及電器的類型和數量(Fan et al., 2015)。Fan 等另發現主要影響夏季高峰用電因子包括空調擁有量、家庭住戶數量、游泳池擁有量和乾衣機使用量。(Fan et al., 2017)。

為響應國際節能意識，抑制用電成長力道，台灣政府自 101 年起與地方政府攜手合作，推動地方節電計畫，包括夏月競賽、智慧節電計畫及縣市共推住商節電行動等政策推動計畫，以建構地方能源自治能力並形塑民眾節電氛圍。此外，政府於 107 年起更大



規模協助地方辦理設備汰換措施，提升用電效率，實質減少電器設備的耗電量，以達節電效益，並抑制住商用電的成長。

本研究將針對政府節電政策推動效益進行探討及分析，並探討影響我國住商用電因子，以作為後續精進節電推動之建議。故本研究的目的在於將節電計畫及措施與效益評估結果進行比對分析，以收斂出具節電效益之措施，並提供政府作為後續節電規劃參考；此外亦期能透過尋找影響住商用電因子，以系統性評估探討地方節電措施橫向複製之精進作法。

本論文研究架構如下，第二章旨在探討其他國家針對民眾行為改變的實證研究，並加以評估各項計畫提供之效益，以了解節電計畫推動之效益；第三章的研究方法旨在找出標竿縣市節電案例，並探討標竿縣市住商措施橫向複製至其他縣市之作法；第四章住宅實證案例研究則以研究方法為基礎，針對住宅案例進行分析及探討；第五章服務業實證案例研究則依研究方法，針對服務業案例分析及探討。



第二章 節電計畫推動之效益

2.1 國際節電政策及推動效益

住商(住宅、機關學校、服務業等)節電計畫之推動，旨在改變民眾用電行為，國際已有許多國家針對民眾行為改變進行實證研究，加以評估各項計畫提供之效益，其中以美國、英國、日本的執行經驗較為豐富。

2.1.1 美國

由於美國各州政府導入「能源效率資源標準(Energy Efficiency Resource Standard, EERS)」機制，透過州政府透過立法程序與監管行動來要求各售電業者協助用戶來達成節約能源與需量抑制之目標，其中包含亞利桑納州(Arizona)、麻州(Massachusetts)、羅德島州(Rhode Island)、緬因州(Maine)、紐約(New York)、加州(California)等皆有導入 EERS 制度設定各售電(氣)業者須要達成之目標。

在此一背景下，各能源銷售業者發展不同的能源效率計畫以協助用戶改善能源使用效率，但過去常見的能源效率計畫主要著重在實體能源效率提升(Physical Energy Efficiency Improvements)，但需求面的能源效率改善計畫涉及到諸多人類行為與決策，因此如何透過社會及行為科學來達到深度節能且具成本效益的能源效率計畫則是美國各售電業者關心的重點之一。

自 2007 年起美國能源效率經濟委員會(American Council for an Energy-Efficient Economy, ACEEE)透過行為、能源與氣候變遷研討會(Behavior Energy and Climate Change, BECC)每年定期舉辦研討會(美西及美東地區輪流辦理)，作為一個能源領域的資訊分享平台。

經過多年研究成果累積，ACEEE 於 2016 年針對行為改變計畫歸納不同的行為改變計畫之類型及相關計畫執行經驗，包含資訊基礎計畫(Information-based Program)、社會互動計畫(Social Intersection Program)及教育與訓練計畫(Education and Training Program)三類，以下整理此三類計畫的執行經驗如下表。

表 1：ACEEE (2016) 對行為改變計畫之分類與執行成效回顧

計畫類型	主要內容	執行成效
資訊基礎計畫 (Information-based Program)	主要係提供資訊給消費者，常見的計畫包含家庭能源報告(Home Energy Report)、即時回饋(Real-time Feedback)及診斷計畫(Audit Program)	<ul style="list-style-type: none"> HER 約可達到 0.5~5.2% 節電率及 0.3~1.6% 的節氣率，每年大概約有 20% 節電率的遞減率。 即時回饋配合動態電價可以達到最高 11.3% 的尖峰節電量。 線上診斷約佔可以達到 1.3%，而電話診斷預估可達到 6.5%。
社會互動計畫 (Social Interaction Program)	係指計畫的推動仰賴人與人之間的互動，常見包含競爭與遊戲(Competitions and Games)、社區為基礎的推動計畫(Community-based Program)	<ul style="list-style-type: none"> 競爭與遊戲計畫最高可達到 5% 節電率，其中部分的個案可達到 14~30%，而住宅計畫約可達到 0.7~4% 的節電率及 0.4~10% 節氣率。 社區為基礎之住宅計畫約可達到 11~30% 的毛節電率(Gross electric savings)。
教育與訓練計畫 (Education and Training Program)	包含不同類型的消費者教育，包含策略性能源管理(Strategic Energy Management)、訓練計畫(Training Programs)及 K-12 及校園教育(K-12 and Campus Education)	<ul style="list-style-type: none"> SEM 計畫主要以商業及產業部門為主，目前仍在發展中，較少有相關量化的數據佐證，且節電率常因產業別而有明顯的差異。 K-12 及校園計畫約可達到超過 20% 的節電率。

整理自 ACEEE(2016) Behavior Change Programs: Status and Impact

2.1.2 英國

英國國情與台灣相當不同，英國屬於電力市場自由化最早的國家，民眾可以自由選擇不同的售電公司，目前前六大售電業者約佔市場七成，Brithis Gas 是其中一家，因此他們思考的是，發展智慧電表下可發展的新商業與服務，包含電動車的應用、小規模再生能源及創新加值服務。同時，英國政府於 2020 年提出的十點計畫則將「建立每位消費者公平交易(Creating A Fair Deal For Consumers)」作為承諾的政策方向。



英國政府與美國制度相同，自 2013 年起提出強制性「能源效率責任義務(Energy Company Obligation, ECO)」，主要整併過去執行的碳排放減量責任(Carbon Emissions Reduction Obligation, CERO)、碳減量社區責任(Carbon Saving Communities Obligation, CSCCO)及住宅供熱成本節約責任(Home Heating Cost Reduction Obligation, HHCRO)，最早規範對象為擁有 25 萬住宅用戶且銷售 4 億度電或 20 億度氣的能源供應商(包含供電與供氣)，需要協助其住宅用戶節約用電(氣)以達到減碳及供暖成本減少的目標。

此外英國政府自 2012 年推出的智慧電表建置計畫，要求能源供應業者在 2020 年前完成用戶智慧電表及瓦斯錶的安裝設置，然而受到計劃部門技術與市場因素影響，英國政府已於 2019 年發布新的政策，並將計畫期程延至 2024 年，並要求能源供應業者完成至少 85%的智慧電表與瓦斯表之建置。

在此一大政策計畫下，英國政府同時於 2019 年提出行為改變的旗艦計畫(Smart Energy Savings, SENs)，計畫主要分為兩階段，第一階段為建置節能創新產品與服務，第二階段則是試驗、效益評估及成果報告，預計提供 440 萬歐元作為獎勵金(Grants)裝設智慧電表與住宅能源顯示裝置來鼓勵住宅用戶進行行為改變計畫(包含提供住宅能源報告)。英國政府另編列 185 萬歐元預算進行計畫管理、監督與評估，總預算為 625 萬歐元，預估有 2%的節電率及 2%的節氣率。

2.1.3 日本

日本政府環境省參考美國及英國家庭能源報告執行經驗，於 2017 年發起，委託住環境計画研究所(JYUKANKYO RESEARCH INSTITUTE INC)，並協力 Oracle Utilities，以及北海道ガス株式会社、東北電力株式会社、北陸電力株式会社、関西電力株式会社、沖繩電力株式会社等五家能源銷售業者共同合作，展開為期四年(2017~2021 年)的家庭



能源報告示範旗艦計畫，透過提供家庭能源報告至 30 萬戶家庭，並評估此示範計畫下的節能成效(日本環境省，2021)。

日本的家庭能源報告旗艦計畫在 2017 年 12 月到 2020 年 2 月，針對四個不同氣候(寒冷/溫暖地區)和類型(城市/農村地區)的地區(北海道、北陸、關西、沖繩)，每月或每兩個月發送家庭能源報告，並透過「隨機對照試驗(randomized controlled trial, RCT)」針對收到家庭能源報告的家庭與未收到家庭能源報告的家庭，其實際能源消費變化做研究，同時還驗證停止 1 年發送報告後，此節能效益是否持續延續。經過實證研究結果，在統計上可達到平均 2% 的節能量及二氧化碳排放量，節能效果持續時間約在 87~109%，平均值為 100%，即使計畫後沒有持續發送家庭能源報告，也會產生相同的節能效果至少 1 年(日本環境省，2021)。

2.2 我國地方節電政策推動效益研究

本研究分析地方的節電計畫措施內容，以探討節電措施和效益之間的關係。

為了推動地方能源治理，政府自 101 年起開始推動中央與地方政府合作，實施節電計畫。一開始，政府以競賽的形式推動節電措施，自 101 年度起，辦理夏月縣市節電競賽，開啟了地方共同推動節電的新篇章。經過三年的連續辦理後，政府於 104 年及 105 年開始推動中央與地方共同實施智慧節電計畫。自 106 年度起，政府進一步推動為期 4 年的新節電運動，並於 107 年起納入縣市共推住商計畫，計畫總期程共 3 年。主要著重於地方推動節電措施，包括夏月節電競賽、智慧節電計畫及縣市共推住商節電行動。

地方的節電措施主要可以分為三大類別，包括節電基礎、因地制宜及設備汰換。節電基礎及因地制宜以建立地方能源自治能力及改變民眾用電行為為主，旨在建立節能氛圍。縣市所提出的措施可以進一步細分為 11 大類，包括推廣活動、人力組織、地方規範、志工培訓、能源管理、資訊工具、稽查輔導、隔溫降熱、能效提升、能源關懷及公民參與。而設備汰換則旨在推動民眾購買能效較佳的電器，並且淘汰老舊耗電產品，以



實際降低電器使用時的耗電量，達到節電效益。

夏月節電競賽計畫中，縣市所提出的措施主要屬於節電基礎及因地制宜類別，並以推廣活動為主。而在智慧節電計畫中，縣市所研提的措施仍然屬於節電基礎及因地制宜類別，但因中央政府提供大量資源支援，所以縣市提出的措施不再僅侷限於推廣活動，而包含更多元的節電方案。至於縣市共推計畫，中央政府除了持續提供地方政府資源辦理節電基礎及因地制宜相關措施外，還進一步推動大規模的老舊耗電電器汰換計畫，針對住宅、服務業等範疇進行實質的節電效益提升。

歸納夏季節電、智慧節電及縣市共推三大節電計畫資訊，針對其計畫期程、資源規模及措施類型製作如表 2，可知縣市共推計畫的措施最為完整，而早期的夏季節電計畫所涵蓋的措施較少，僅推廣活動、地方規範、資訊工具及稽核輔導四大類。

表 2 節電計畫分析

節電計畫		夏季節電	智慧節電	縣市共推
計畫期程		101-103, 105, 106	104.4-105.3	107-109
大型計畫			Yes	Yes
設備汰換				●
措施分類	節電基礎及因地制宜	推廣活動	●	●
		人力組織	●	●
		地方規範	●	●
		志工培訓	●	●
		能源管理	●	●
		資訊工具	●	●
		稽核輔導	●	●
		降溫隔熱		●
		能效提升	●	●
		能源關懷	●	●
		公民參與	●	●

有關以上三大節電計畫辦理內容說明如下：

2.2.1 夏月節電計畫

為了促進各縣市所屬及所轄機關、學校、住宅、服務業及農業落實節電措施，讓民



眾改變用電行為，政府自 101 年起開始辦理夏季（6-9 月）節電競賽活動。競賽的主要評比項目包括資訊的揭露與分析、法令管制與規範、政策支援與溝通、輔導措施與獎勵氛圍的建構與推廣，以及加強與推動夏季節電措施。政府希望透過競賽方式，建立縣市的節電能力和氛圍，推動地方能源自治，並加強民眾節能意識的推廣。夏季節電競賽的實施主要以推廣活動為主。

2.2.2 智慧節電計畫

為了延續夏月節電計畫的效益，並擴大地方節電的能量，經濟部於 104 年 4 月至 105 年 3 月間，與地方政府合作共同推動「智慧節電計畫」。相較於夏月節電計畫，智慧節電計畫納入更多元的推動措施，包括提供資訊工具、進行在地能源研究、公開用電資訊、導入民眾共同參與、以公民參與及全民網路投票方式監督地方政府執行節電計畫，以及由地方政府依據在地特色因地制宜地規劃適合在地社會經濟活動的節電措施。地方研提的節電措施共計 245 項，包括資訊工具、稽查輔導、人力組織、能效提升、能源管理、能源關懷及推廣活動等 10 類別。在各類別措施中，以推廣活動類別相關措施超過 50% 的占比最高，並輔以其他多元的措施，共同推動縣市節電，協助地方強化節電治理能力。

2.2.3 縣市共推住商節電行動

為協助地方提升節能效果，並因應地方參與能源事務的趨勢，同時鼓勵地方政府延續既有的節電推動，自 107 年起，經濟部開始實施「縣市共推住商節電行動」計畫，由縣市加強對在地社經背景的分析，進行用電資訊調查分析，擬定節電策略和措施路徑研擬，制定制度和組織籌劃，以促進地方政府推動服務業和住宅部門的節電工作。與智慧節電計畫相較，縣市共推節電計畫提出的節電基礎和因地制宜的措施更多元，計有 473 項節電措施，共包含 11 項類別，其中縣市共推計畫中的推廣活動措施占比已由 106 年以前智慧節電計畫的 50% 以上降至約 33%，顯示縣市在制定計畫時更注重多元且平衡的



節電措施規劃。此外，經濟部的縣市共推住商節電行動更納入設備汰換措施，由中央政府提供資源，提供大規模汰換住宅和服務業老舊設備的誘因，以實質降低電器運轉時的耗電量。



第三章 研究方法

3.1. 縣市用電變動率計算

為持續推動及精進地方節電政策推動，本計畫將透過蒐集節電率較高的行政區的有效具體節電措施，並參考該區域的社會經濟資訊指標(例如年齡、教育程度、收入等特徵及產業特性等)，以評估是否可將其作為其他行政區的效法對象，進而發揮最大的節電效益。

由於構成住宅用電及服務業（商業）用電的因素不同，因此應區分為住宅用電及服務業用電兩大部分分別探討，具體的作法為透過用電因子與產業關聯性等研究，以找出行政區間的相似之處和差異之處，並將其分組。接下來再蒐集這些分組中節電率較高行政區的節電措施，評估其他行政區是否可以參考這些節電措施和相關特徵，以達到類似的節電效果。最後，根據評估結果，提出相關的建議和措施，以幫助其他行政區實現節電目標。這些建議和措施可能包括推廣節電知識、鼓勵使用節能設備、改善建築設計等。

在此說明詳細作法如下：

本研究係為尋求將節電率較佳縣市的作法橫向複製至其他縣市，故應先找到節電成效較佳的縣市，因此首先蒐集 108 年及 109 年各縣市住宅及服務業用電量，並以各縣市在 108 年的用電量為基準，計算 109 年各縣市用電的變動率。計算方式如下：

$$\text{縣市用電變動率} = \frac{(109\text{年縣市用電量} - 108\text{年縣市用電量})}{108\text{年縣市用電量}} \quad (1)$$

若變動率大於 0，表示 109 年用電成長，反之，若變動率小於 0，表示 109 年用電減少，即代表該縣市當年具有節電成效，故變動率越低表示節電成效越好。

以住宅用電量來說，如表 3 所示，109 年全國住宅用電量前六大的縣市即六都，其中最大的為用電量 88.07 億度的新北市，達 17.6%，其次則為 62.66 億度的台中市，達 12.5%，高雄市以 58.7 億度的用電及 11.7% 的占居第三，台北市的 56.25 億度及 11.2% 的占比為第四，其餘縣市的全國占比皆在 10% 以下。



表 3 住宅 109vs108 年用電量及全國占比

縣市	108 用電量(億度)	109 用電量(億度)	109 年全國占比
台中市	58.38	62.66	12.5%
臺南市	37.98	40.75	8.1%
新竹縣	11.84	12.7	2.5%
台北市	52.52	56.25	11.2%
桃園市	45.9	49.03	9.8%
嘉義市	5.17	5.52	1.1%
雲林縣	13.19	14.07	2.8%
新竹市	9.74	10.38	2.1%
苗栗縣	10.11	10.75	2.1%
彰化縣	23.63	25.1	5.0%
嘉義縣	8.83	9.37	1.9%
新北市	83.1	88.07	17.6%
台東縣	4.03	4.27	0.9%
高雄市	55.46	58.7	11.7%
澎湖縣	1.82	1.92	0.4%
宜蘭縣	8.97	9.44	1.9%
花蓮縣	6.51	6.83	1.4%
南投縣	8.65	9.07	1.8%
屏東縣	16.07	16.85	3.4%
基隆市	7.06	7.32	1.5%
連江縣	0.28	0.29	0.1%
金門縣	1.27	1.29	0.3%
全國	470.51	500.63	-

此外若以住宅用電變動率來看，109 年的全國平均為 6.4%，高於此數字的台中市、臺南市、新竹縣、台北市、桃園市、嘉義市及新竹市的節電成效較全國差，其他縣市則優於平均，並以金門縣的 1.81% 最佳，但用電量仍有增加。

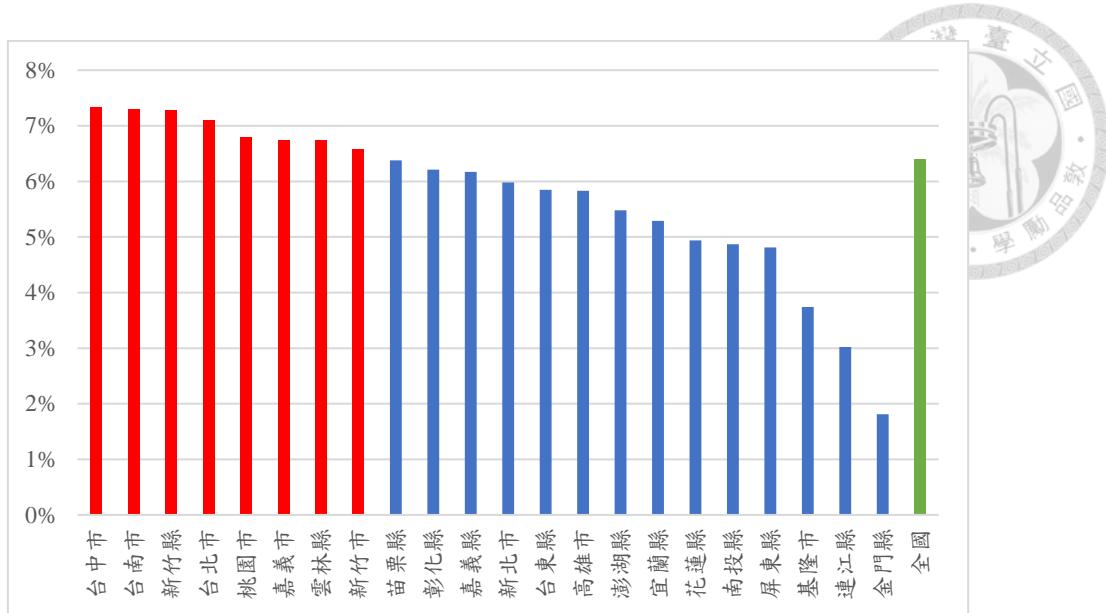


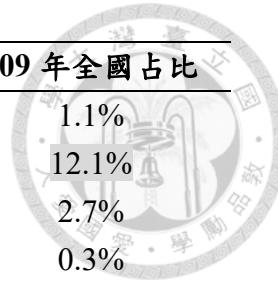
圖 1 各縣市住宅用電 109 年變動率

另再針對服務業的用電量來看，如表 4 所示，109 年全國用電量達 452 億度，稍低於住宅用電量，服務業用電量高於住宅用電的縣市僅台北市、新竹市、澎湖縣及連江縣，應與此四縣市的產業結構有關；而用電量占比前六高的亦為六都，並以台北的 20.5% 居首，其次為新北的 13.3%、台中的 12.2% 及高雄的 12.1%，桃園及台南則分別為 9.4% 及 6.8%。

表 4 服務業 109vs108 年用電量及全國占比

縣市	108 用電量(億度)	109 用電量(億度)	109 年全國占比
連江縣	0.36	0.38	0.1%
台中市	54.78	55.42	12.2%
台東縣	3.89	3.92	0.9%
苗栗縣	7.21	7.26	1.6%
宜蘭縣	8.22	8.26	1.8%
屏東縣	11.45	11.41	2.5%
雲林縣	8.6	8.55	1.9%
嘉義市	5.43	5.39	1.2%
南投縣	6.66	6.6	1.5%
澎湖縣	2.09	2.07	0.5%
嘉義縣	5.46	5.4	1.2%
新北市	61.28	60.39	13.3%

縣市	108 用電量(億度)	109 用電量(億度)	109 年全國占比
基隆市	5.32	5.2	1.1%
高雄市	56.16	54.78	12.1%
新竹市	12.43	12.12	2.7%
金門縣	1.31	1.27	0.3%
花蓮縣	7.69	7.46	1.6%
台北市	95.99	92.79	20.5%
彰化縣	21.45	20.7	4.6%
桃園市	44.48	42.74	9.4%
新竹縣	9.98	9.49	2.1%
臺南市	32.76	30.81	6.8%
全國	463	452.41	-



若觀察服務業用電變動率，109年的全國平均為-2.29%，顯示109年的服務業用電量較108年降低，除節電政策的推動成效外，也有可能是疫情對服務業的衝擊導致。而基隆市、高雄市、新竹市、金門縣、花蓮縣、台北市、彰化縣、桃園市、新竹縣及臺南市的變動率低於全國平均，顯示上開縣市之服務業用電量降低的幅度較全國大，臺南市並以-5.93%為服務業用電減少幅度最大的縣市。

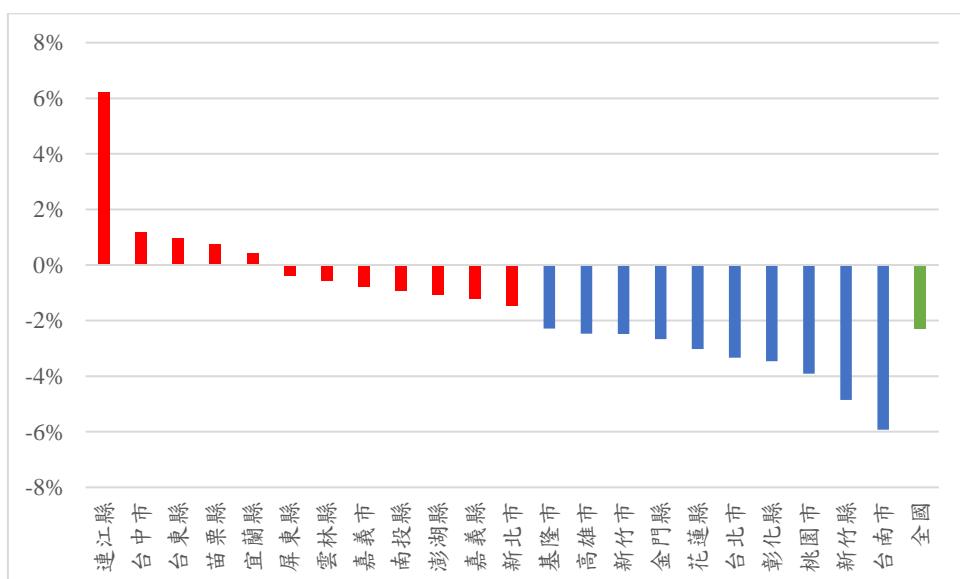


圖 2 各縣市服務業用電 109 年變動率



3.2. 住宅措施横向複製評估方法

3.3.1 影響住宅用電因子篩選機制

作為電力的使用者，民眾在家裡的用電習慣與在上班時的用電考量必然有所不同，因此在用電因子的篩選機制上宜採用不同的研究方法。在住宅用電部分，本研究蒐集 28 篇有關影響住宅用電相關因素的文獻，並將其中所探討之內容進行歸納，可發現影響住宅用電的因子有約 40 種，如表 5 所示。



表 5 住宅用電因子文獻探討[1-28]

No.	作者	文獻	探討之用電因子
1	Kiattiporn Wangpattarapong et al.	The impacts of climatic and economic factors on residential electricity consumption of Bangkok Metropolis	家庭收入、人口數、房間數、相對溼度、平均雨季、冷氣銷售數、平均風速
2	Yohanis et al.	Real-life energy use in the UK: how occupancy and dwelling characteristics affect domestic electricity use	家庭收入、房間數、住宅坪數、住戶平均年齡、就業率、職業類別、都市化程度、建築物類型
3	Abrahamse W et al.	How do socio-demographic and psychological factors relate to households' direct and indirect energy use and savings?	家庭人口數、家庭收入、住戶平均年齡、住戶性別
4	Daniel Wiesmann et al.	Residential electricity consumption in Portugal: Findings from top-down and bottom-up models	家庭人口數、兒童數、屋齡、房間數、住宅密度、建築物類型、經度、緯度、HDD、CDD
5	Gram-Hanssen et al.	Households' energy use – which is the more important: efficient technologies or user practices? In: Moshfegh B, editor.	家庭人口數、住宅坪數、家庭收入、住戶平均年齡、教育程度
6	Thomas F. Sanquist et al.	Lifestyle factors in U.S. residential electricity consumption	家庭收入、屋齡、天然瓦斯普及率、冷氣類別、天花板風扇數、家電3C產品數及使用率、HDD、CDD
7	McLoughlin F et al.	Characterising domestic electricity consumption patterns by dwelling and occupant socio-economic variables: an Irish casestudy	住宅坪數、家庭人口數、家庭收入、住戶平均年齡、就業率、職業類別、教育程度、建築物類型
8	Gatersleben et al.	Measurement and determinants of environmentally significant consumer behavior.	家庭人口、數家庭收入、住戶平均年齡、建築物類型

No.	作者	文獻	探討之用電因子
9	Kavousian A et al.	using smart meter data to examine the effect of climate, building characteristics, appliance stock, and occupants' behavior.	住宅坪數、家庭收入、就業率、職業類別、都市化程度、建築物類型、屋齡、家庭人口數
10	Mustafa Cagri Sahin et al.	Standby electricity consumption and saving potentials of Turkish households	家電3C產品滲透率、家庭收入、家庭人口數、兒童數、青少年數、教育程度、住宅坪數
11	Joachim Schleich et al.	Effects of feedback on residential electricity demand—Findings from a field trial in Austria	兒童數、青少年數、成人數、老人數、住宅坪數、家庭收入、教育程度、家電3C產品滲透率
12	Rory V.Jones et al.	The socio-economic, dwelling and appliance related factors affecting electricity consumption in domestic buildings	家庭人口數、兒童數、青少年數、成人數、老人數、住戶平均年齡、就業率、教育程度、家庭收入
13	Shen Wei et al.	Driving factors for occupant-controlled space heating in residential buildings	CDD、HDD、濕度、建築物類型、屋齡、住宅坪數、隔熱裝置、住戶平均年齡、住戶性別、教育程度、家庭人口數、家庭收入、租/自住宅、職業類別
14	Harrison Fell et al.	A new look at residential electricity demand using household expenditure data	家庭收入、家庭支出、家庭人口數、屋齡、CDD、HDD、家電3C產品滲透率、租/自住宅
15	H. Fan et al.	Statistical analysis of driving factors of residential energy demand in the greater Sydney region, Australia	租/自住宅、建築物類型、有天然瓦斯、家庭收入、家庭人口數、兒童數、青少年數、老人數、家電3C產品滲透率
16	Ming Zhang et al.	Study on affecting factors of residential energy consumption in urban and rural Jiangsu	家電3C產品滲透率
17	H. Fana et al.	Statistical analysis of drivers of residential peak electricity	家庭人口數、兒童數、青少年數、建築物類型、

No.	作者	文獻	探討之用電因子
18	Yi-Tui Chen et al.	demand The Factors Affecting Electricity Consumption and the Consumption Characteristics in the Residential Sector—A Case Example of Taiwan	家庭收入、家電 3C 產品滲透率、CDD、HDD
19	Limin Dua et al.	Impact of information feedback on residential electricity demand in China	GDP、電價、就業率、住宅坪數、家電 3C 產品滲透率
20	Nina Boogen et al.	Demand-side management by electric utilities in Switzerland: Analyzing its impact on residential electricity demand	電價、家庭收入、家庭人口數、教育程度、住宅坪數、CDD、HDD、都市化程度
21	Nina Boogen et al.	Dynamic models of residential electricity demand: Evidence from Switzerland	電價、家庭收入、家庭人口數、CDD、HDD
22	Jing-Li Fan et al.	The impact of urbanization on residential energy consumption in China: An aggregated and disaggregated analysis	電價、CDD、HDD、家庭收入、家庭人口數
23	Min-Jeong Kim et al.	Characteristics and determinants by electricity consumption level of households in Korea	人口密度、都市化程度、家庭收入
24	Moulay Larbi Chalal a et al.	The impact of the UK household life-cycle transitions on the electricity and gas usage patterns	住戶性別、教育程度、職業類別、家庭收入、家庭人口數、建築物類型、都市化程度、屋齡
25	Hua Liao et al.	The pattern of electricity use in residential sector: The experiences from 133 economies	住宅坪數
26	Toru Ota a et al.	Demographic effects on residential electricity and city gas consumption in the aging society of Japan	婚姻狀況、就業率、家庭收入、建築物類型、教育程度、租/自住宅
27	Chaosu Li et al.	Urban form and household electricity consumption: A multilevel	GDP、都市化程度、兒童數、青少年數、成人數、老人數

No.	作者	文獻	探討之用電因子
28	Ali Bashiri et al.	study The analysis of demographics, environmental and knowledge factors affecting prospective residential PV system adoption: A study in Tehran	家庭收入、租/自住宅、樓層建築物類型 家庭人口數、教育程度、家庭收入、住戶性別、租/自住宅、建築物類型、都市化程度

為能釐清以上用電因子的重要性，故使用柏拉圖圖表將上述文獻中所提及之用電因子作分析，其結果如圖 3 所示，可發現累計出現頻率佔前 80%的因素包括家庭收入、家庭人口數、住宅坪數、教育程度、建築物類型、住戶平均年齡、冷房度日（Cooling Degree Days, CDD）、都市化程度、3C 產品滲透率、暖房度日（Heating Degree Days, HDD）、屋齡、兒童數、就業率、租/自住宅、老年人數及職業類別等，顯示出大多數研究住宅用電的學者認為上述因素是影響住宅用電的關鍵因素。本研究考量上述項目中，包含建築物類型、住戶平均年齡、CDD、3C 產品滲透率及 HDD 等項目在國內並無公開資訊，故挑選合適且政府公開的人文、經濟、社會等因子，作為評估各縣市特徵之代表因子，並決定所選取的用電因子包括「每戶平均人數」、「民眾平均收入」、「平均住宅坪數」、「教育程度」、「屋齡」、「兒童數」及「老人數」。

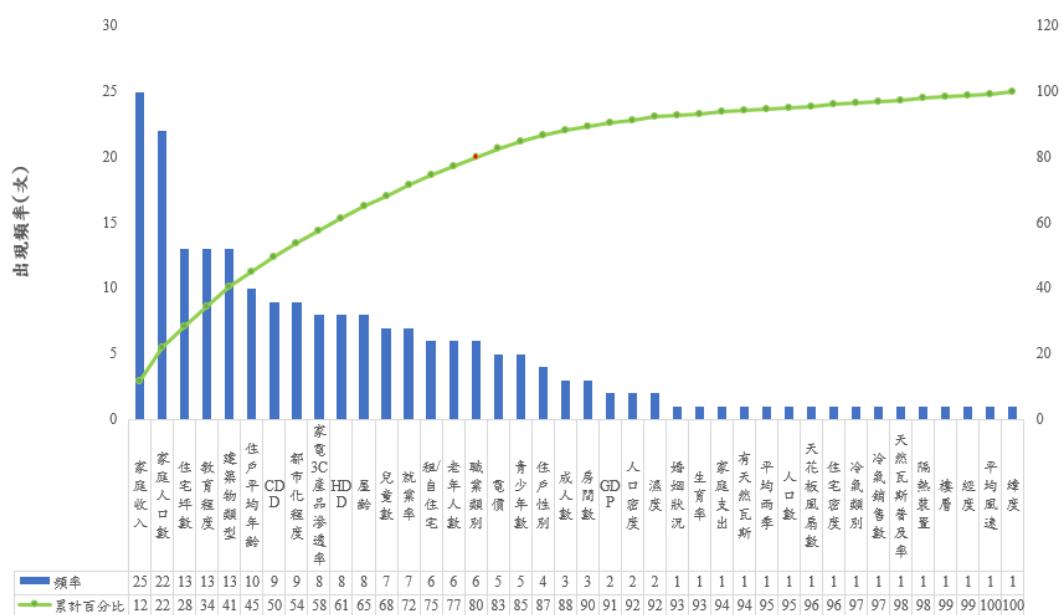


圖 3 影響住宅用電因子分析

3.3.2 影響各縣市住宅用電因子資料整理

本研究蒐集上述七個用電因子的數據資訊作為研究的基本資料，資料來源

皆為政府公開資料，並已將取得方式詳細列於本報告的參考文獻中，包括中華民國統計資訊網（108 年）、內政部統計（109 年）及全國資料庫統計地圖（109 年），各縣市相關數據如表 6 所示。



表 6 各縣市住宅用電因子資料

縣市	人/戶	所得收入	住宅坪數	教育程度	屋齡	兒童數	老人數
新北市	2.51	1,102,332	29.54	0.2112	29.25	16.46	21.1
臺北市	2.45	1,422,400	30.49	0.2803	35.37	19.55	28.13
桃園市	2.68	1,147,356	41.73	0.2053	26.1	20.17	17.75
臺中市	2.81	1,082,584	44.54	0.2104	28.19	19.34	18.84
臺南市	2.66	904,114	48.21	0.2063	32.78	16.65	23.04
高雄市	2.47	1,014,869	39.87	0.204	31.33	16.31	23.29
宜蘭縣	2.62	921,399	46.44	0.1697	32.32	16.42	24.28
新竹縣	2.77	1,224,585	47.22	0.2073	26.26	22.7	18.26
苗栗縣	2.8	900,087	51.4	0.1768	33.86	17.08	24.25
彰化縣	3.19	863,243	51.85	0.174	34.78	17.87	23.54
南投縣	2.73	794,051	49.68	0.1565	35.75	15.1	26.39
雲林縣	2.77	797,654	47.47	0.1515	37.98	15.8	27.33
嘉義縣	2.7	734,827	46.51	0.1455	37.41	12.73	28.79
屏東縣	2.78	816,584	48.75	0.1562	35.24	14.47	25.14
臺東縣	2.57	746,775	42.66	0.1312	35.54	16.07	24.55
花蓮縣	2.54	809,661	39.4	0.1579	35.14	16.54	24.67
澎湖縣	2.52	867,725	43.66	0.1736	41.34	14.2	23.54
基隆市	2.36	957,069	30.84	0.1835	31.46	14.11	24.24
新竹市	2.64	1,277,527	43.24	0.2242	26.48	24.17	18.71
嘉義市	2.63	1,019,459	40.96	0.209	32.73	18.71	23.09
金門縣	3.36	981,999	45.71	0.233	26.87	11.72	18.87
連江縣	3.92	1,039,034	34.95	0.2193	33.61	14.9	16.6
平均	2.75	973,879	42.96	0.1903	32.7177	16.8668	22.9273

為能客觀呈現各因子在不同縣市的相對狀態，本研究再以全國平均為基準，以式 2 對各縣市各因子數據進行標準化處理。



$$z = \frac{X-\mu}{\sigma} \sim N(0,1)$$

相關數據經標準化處理後，結果如表 7 所示，假設人/戶之平均值 μ 為 2.75，標準差 σ 為 0.35，以新北市 2.51 人/戶為例，帶入式 6 可得出人/戶的標準分數為 -0.69。雖然人/戶的標準分數為負值似違反直覺，但本研究旨在探討縣市間的相對應關係以及將各用電因子以雷達圖繪製後呈現出的樣態，因此採用各用電因子的標準分數來呈現反而更容易讓具備基本統計概念的研究人員理解。

表 7 各縣市住宅用電因子資料(標準化)

縣市	人/戶	所得收入	住宅坪數	教育程度	屋齡	兒童數	老人數
新北市	-0.69	0.71	-2.04	0.60	-0.84	-0.14	-0.53
臺北市	-0.87	2.49	-1.90	2.58	0.64	0.89	1.50
桃園市	-0.20	0.96	-0.19	0.43	-1.59	1.10	-1.49
臺中市	0.18	0.60	0.24	0.58	-1.09	0.82	-1.18
臺南市	-0.26	-0.39	0.80	0.46	0.02	-0.07	0.03
高雄市	-0.81	0.23	-0.47	0.39	-0.33	-0.19	0.10
宜蘭縣	-0.37	-0.29	0.53	-0.59	-0.10	-0.15	0.39
新竹縣	0.06	1.39	0.65	0.49	-1.56	1.94	-1.35
苗栗縣	0.15	-0.41	1.29	-0.39	0.28	0.07	0.38
彰化縣	1.28	-0.61	1.35	-0.47	0.50	0.33	0.18
南投縣	-0.06	-1.00	1.02	-0.97	0.73	-0.59	1.00
雲林縣	0.06	-0.98	0.69	-1.11	1.27	-0.35	1.27
嘉義縣	-0.14	-1.33	0.54	-1.28	1.13	-1.38	1.69
屏東縣	0.09	-0.87	0.88	-0.98	0.61	-0.80	0.64
臺東縣	-0.52	-1.26	-0.05	-1.69	0.68	-0.27	0.47
花蓮縣	-0.60	-0.91	-0.54	-0.93	0.58	-0.11	0.50
澎湖縣	-0.66	-0.59	0.11	-0.48	2.08	-0.89	0.18
基隆市	-1.13	-0.09	-1.85	-0.19	-0.30	-0.92	0.38
新竹市	-0.32	1.68	0.04	0.97	-1.50	2.43	-1.22
嘉義市	-0.34	0.25	-0.30	0.53	0.00	0.61	0.05
金門縣	1.77	0.05	0.42	1.22	-1.41	-1.71	-1.17
連江縣	3.39	0.36	-1.22	0.83	0.22	-0.65	-1.82



3.3. 服務業措施橫向複製評估方法

考量影響住宅用電的七個因子「每戶平均人數」、「民眾平均收入」、「平均住宅坪數」、「教育程度」、「屋齡」、「兒童數」及「老人數」並不適合用在服務業上，因在服務業的橫向複製上應有不同的考量與研究方法。

依行政院主計總處行業標準分類，服務業係由行業編號 45-96 等 52 個中類行業組成，因此欲將各縣市分組，應考量各縣市服務業之間的相似性。本研究在服務業節電研究數據的採用上，係以 109 年財政部稅籍資料作為「服務業措施橫向複製評估」的基礎，以評估各縣市服務業產業結構的相似度和占比程度。為了擴大節電的效果，本研究將全台灣 22 個縣市分為 6 個直轄市、13 個本島縣市和 3 個離島地區等三組，並從中篩選出各分組中服務業節電效果最好的縣市作為標竿。由圖 2 可知，直轄市的標竿縣市為臺南市、本島縣市則為新竹縣、離島地區則為金門縣。

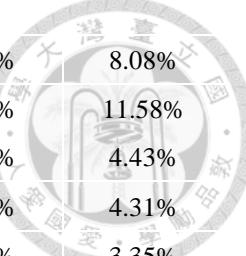
接著針對各組標竿縣市的前十大產業，對其餘同組縣市進行比對分析，並計算其服務業相關係數和產業占比。而值得複製標竿縣市做法的縣市條件為服務業相關係數高於 80% 且產業占比加總需大於 70% 的縣市。

3.3.1 縣市服務業產業分析

以六都為例，假設臺南市是該區域在服務業節電方面表現最佳的縣市，我們將從臺南市前十大產業（見表 8）中，選出產業別編碼為 64、46、67、68、45、66、47、48、49、55 的產業，再計算上述產業在包括桃園市、台北市、台中市、高雄市及新北市等其他六都縣市中的佔比。

表 8 六都前十大行業別資料(以臺南市為主)

行業別	臺南市	桃園市	台北市	台中市	高雄市	新北市
64	22.48%	7.44%	45.63%	28.39%	19.66%	14.45%
46	18.57%	21.83%	4.60%	14.43%	73.06%	20.78%
67	12.30%	6.13%	4.43%	12.76%	8.72%	8.17%



68	12.11%	10.04%	4.90%	9.05%	5.99%	8.08%
45	10.26%	9.30%	6.72%	10.11%	6.57%	11.58%
66	3.99%	5.48%	10.23%	1.66%	1.45%	4.43%
47	3.36%	2.19%	1.76%	2.67%	5.53%	4.31%
48	2.57%	2.87%	1.39%	2.63%	2.60%	3.35%
49	2.50%	5.52%	2.37%	2.51%	4.53%	2.20%
55	2.08%	0.93%	0.73%	1.70%	2.33%	1.17%

3.3.2 評估標準訂定

經過對縣市服務業產業的分析後，本研究透過相關係數和產業占比進行比較，篩選出與目標縣市服務業型態最相似的縣市。

在相關係數 $\rho_{X,Y}$ 值部分，計算方式如式 3，值要大於 80% 才是高度相關，也才符合篩選標準。

$$\rho_{X,Y} = \text{cov}(X, Y) / \rho_X \rho_Y \quad (3)$$

舉例來說，以臺南市為六都組中的最佳節電縣市，故以臺南前十大行業為主，列出欲觀察縣市相對應之行業占比，本研究選擇欲觀察的縣市為台中市，並比較其產業結構占比如表 9。

表 9 台南市及台中市服務業占比比較

行業別	臺南市	台中市
金融服務	22.48%	28.39%
批發(1)	18.57%	14.43%
不動產(1)	12.30%	12.76%
不動產(2)	12.11%	9.05%
批發(2)	10.26%	10.11%
證券金融	3.99%	1.66%
零售(1)	3.36%	2.67%
零售(2)	2.57%	2.63%
陸上運輸	2.50%	2.51%
住宿	2.08%	1.70%
總計	90.22%	85.91%

透過相關係數分析，可發現兩者之間的 r 值如圖 4 所示為 95%，顯示台南



市與台中市的產業結構非常相似，符合本研究篩選 $r > 80\%$ 以上高度相關的相似度標準，故台中市可考慮以臺南市為服務業節電的標準。

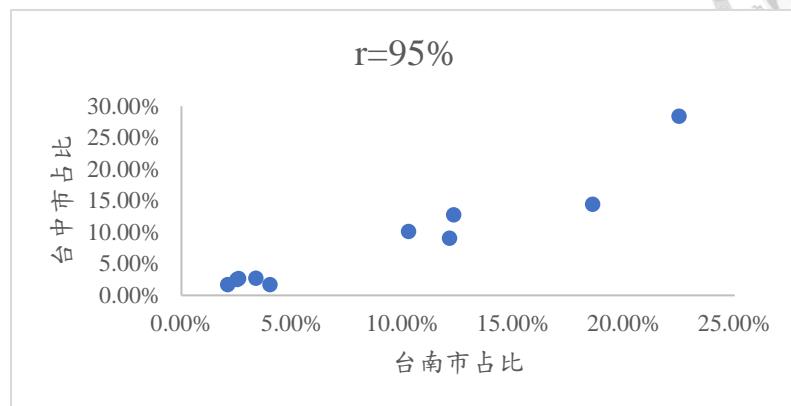


圖 4 服務業措施横向複製之相關係數分析(臺南市 vs 台中市)

此外，若比較臺南市與桃園市，發現兩者之間相關係數 r 值為 69% 僅屬中度相關，顯示兩縣市的產業結構相似度較低。

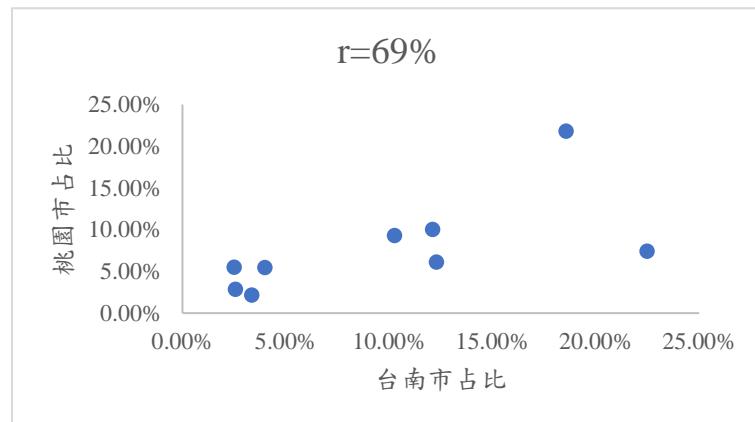


圖 5 服務業措施横向複製之相關係數分析(臺南市 vs 桃園市)

然而相關係數分析僅能代表產業結構相似度，無法了解兩個縣市的主要行業占比是否相同。因此，本研究可複製的縣市不僅要符合高度相關的標準，且產業占比加總也必須大於 70%。

舉例來說，如果臺南市與一虛擬縣市的產業結構非常相似(如圖 6)，並呈現高度相關 (相關係數為 80%)，但其主要產業的占比總和僅為 34.91%(如表 10)，則表示該縣市的主要產業與臺南市不相符，因此，不適合將臺南市的節電



措施套用到該縣市。

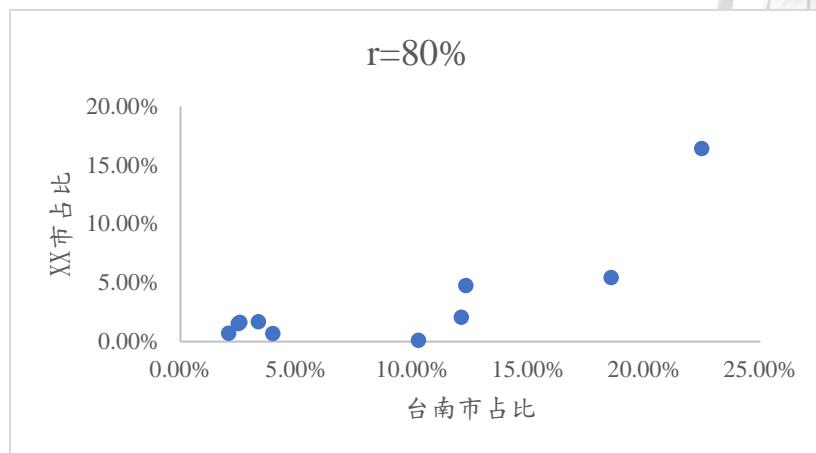


圖 6 服務業措施横向複製之相關係數分析(臺南市 vs 虛擬縣市)

表 10 台南市及虛擬縣市服務業占比比較

行業別	臺南市	虛擬縣市
金融服務	22.48%	16.39%
批發(1)	18.57%	5.43%
不動產(1)	12.30%	4.76%
不動產(2)	12.11%	2.05%
批發(2)	10.26%	0.11%
證券金融	3.99%	0.66%
零售(1)	3.36%	1.67%
零售(2)	2.57%	1.63%
陸上運輸	2.50%	1.51%
住宿	2.08%	0.70%
總計	90.22%	34.91%

從以上案例可以看出，只有當產業型態呈現高度相關，且主要產業結構相似時，才能橫向複製節電措施。



第四章 住宅案例實證

4.1 住宅措施横向複製結果與討論

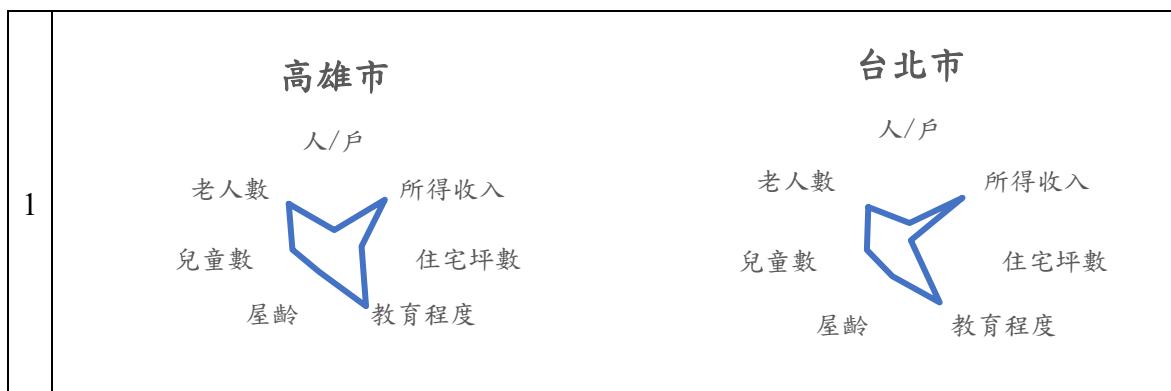
本研究使用雷達圖來描繪每個縣市的社會經濟特徵值，即根據「每戶平均人數」、「民眾平均收入」、「平均住宅坪數」、「教育程度」、「屋齡」、「兒童數」及「老人數」等七個用電因子資料來製作，並提出兩種分類方法來比較縣市的特徵值。若兩個縣市的雷達圖具有相似的形狀，就可以判斷它們的特徵值相似。

方法一是將縣市根據用電規模粗略地分成三個大組，包括六個直轄市、本島的 13 個縣市和離島地區，然後對每個組內的縣市進行特徵值比較；方法二則是將縣市的特徵相似度比較，僅區分為本島和離島兩大類，然後對同一類別中的縣市進行比較。

4.1.1 方法一

根據用電規模將縣市分為三大組，即六都、本島 13 縣市及離島，並比較每組內各縣市的特徵值。

圖 7 顯示了第一組六都縣市的比較結果。高雄市和台北市的雷達圖形狀相似，顯示它們的所得收入和教育水準相對於其他因素較高。桃園市和台中市具有類似的特徵，包括教育水準、所得收入和兒童數量，顯示它們是新興的縣市。根據圖形觀察，臺南市和新北市與其他縣市相比特徵相似度較低。



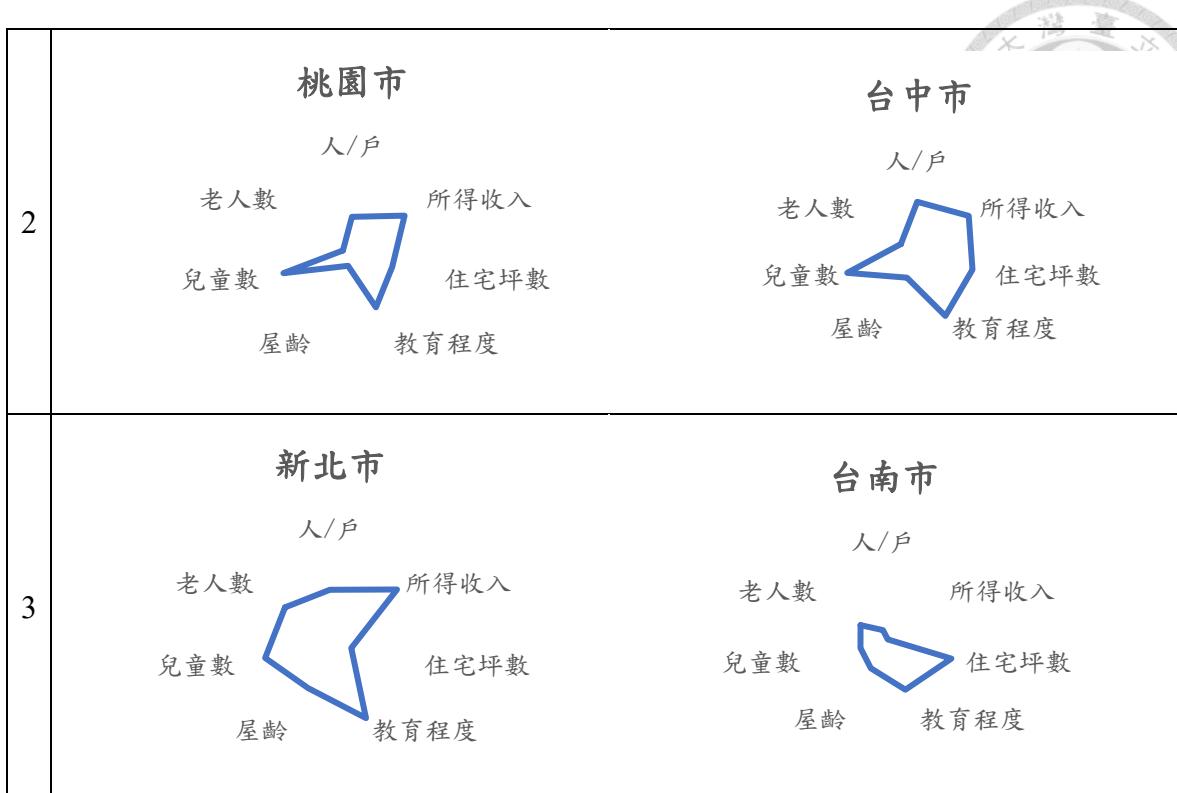
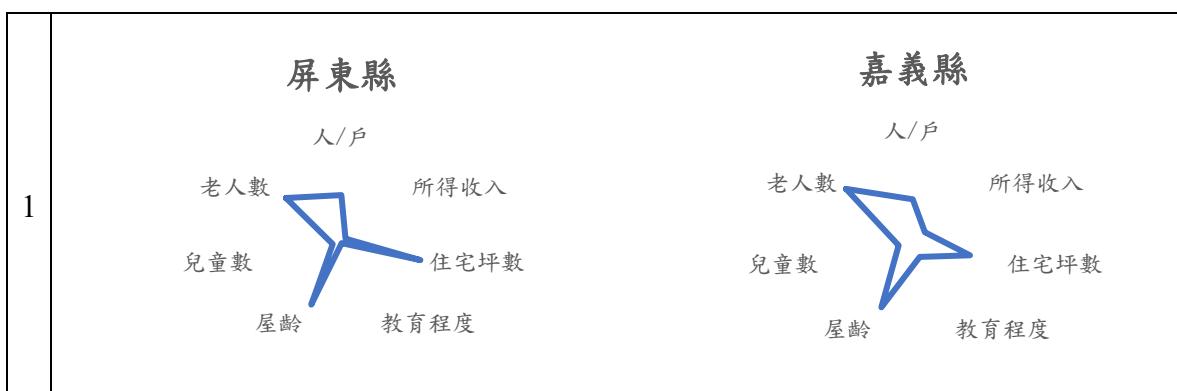
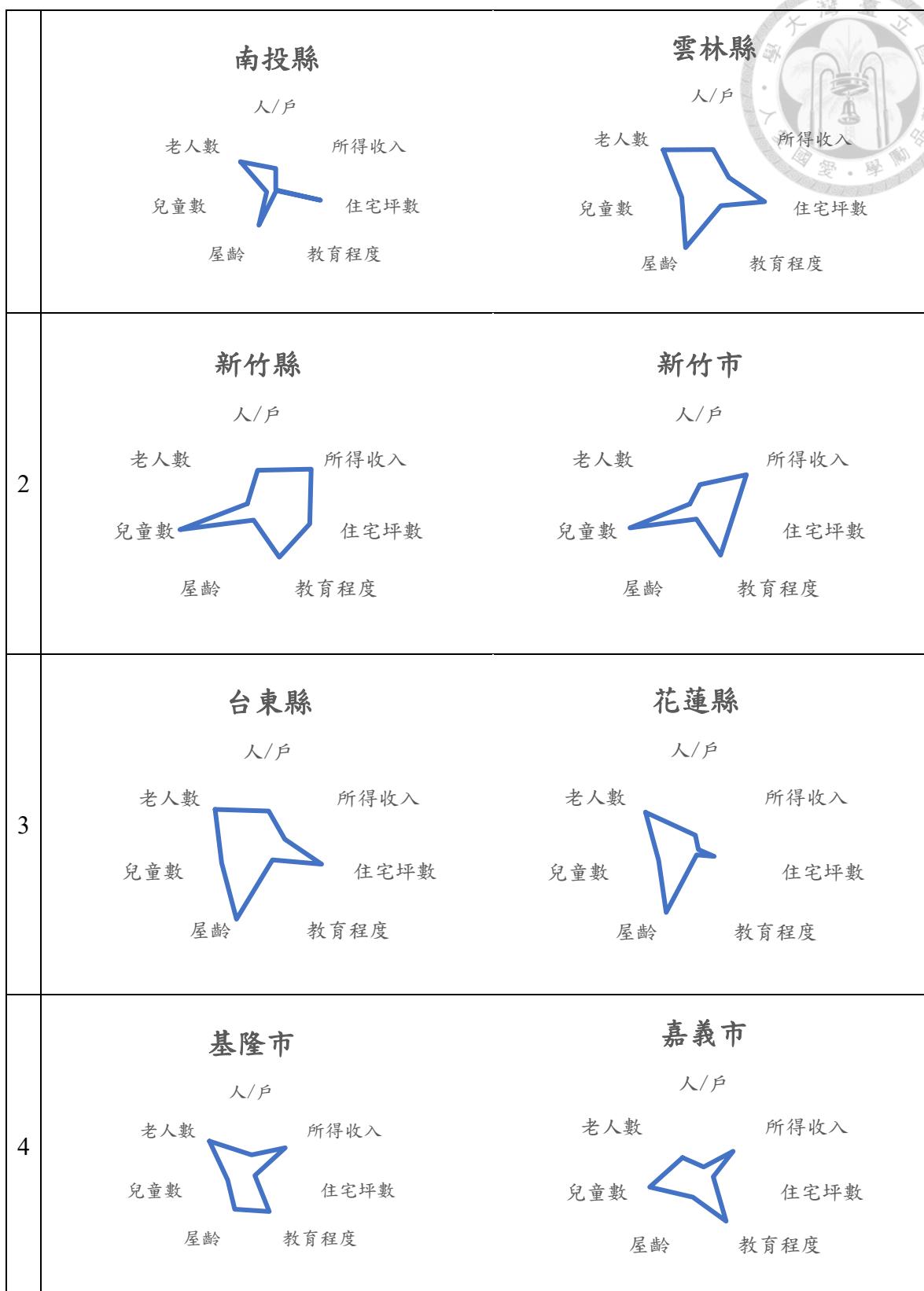


圖 7 六都住宅用電因子分析

圖 8 展示了第二組本島 13 縣市的分析結果，可發現依特徵可再區分為四小組：(1)屏東縣、嘉義縣、南投縣和雲林縣具有相似的特徵，包括住宅坪數、老人數和屋齡，相對於其他因素較高。(2)新竹縣和新竹市具有相似的特徵，包括所得收入、教育程度和兒童數量，相對於其他因素較高。(3)台東縣和花蓮縣具有相似的特徵，包括老人數量和屋齡，相對於其他因素較高。而(4)基隆市、嘉義市、彰化縣、宜蘭縣和苗栗縣與其他縣市沒有類似的特徵值。





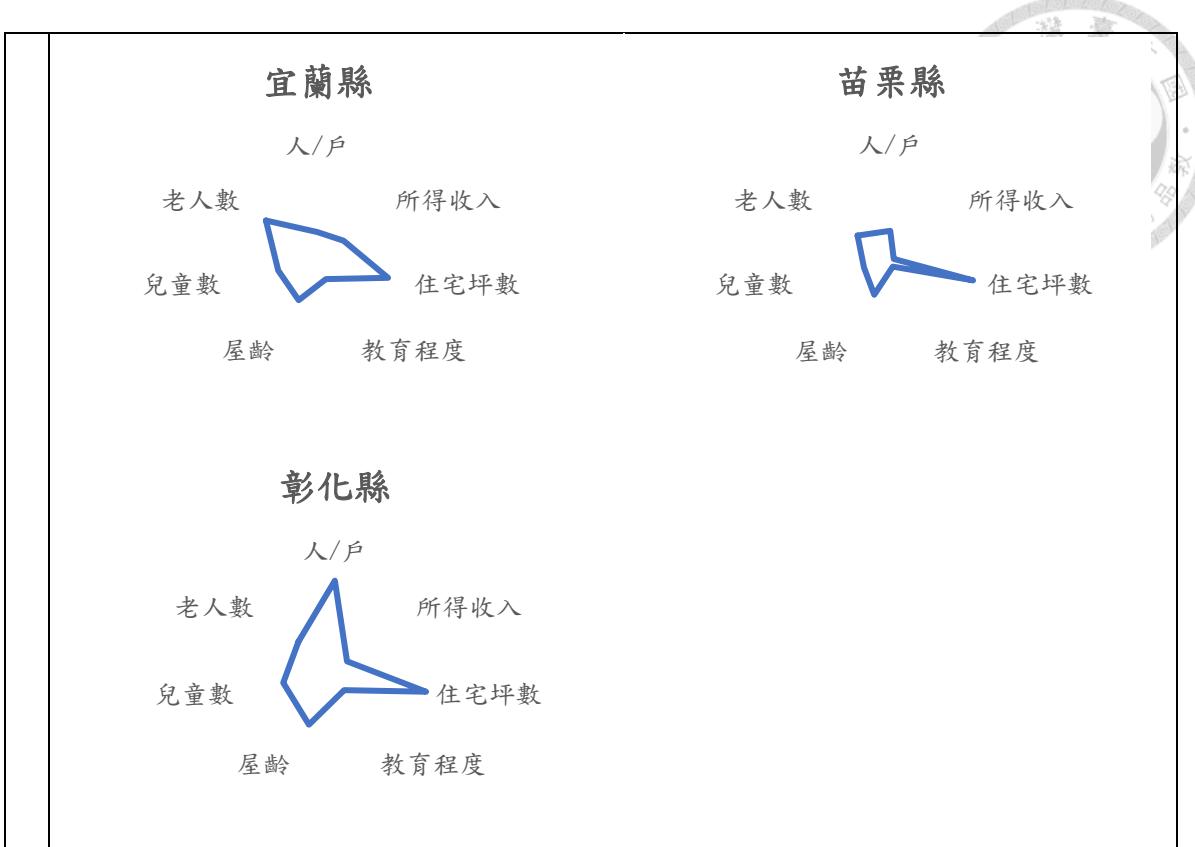
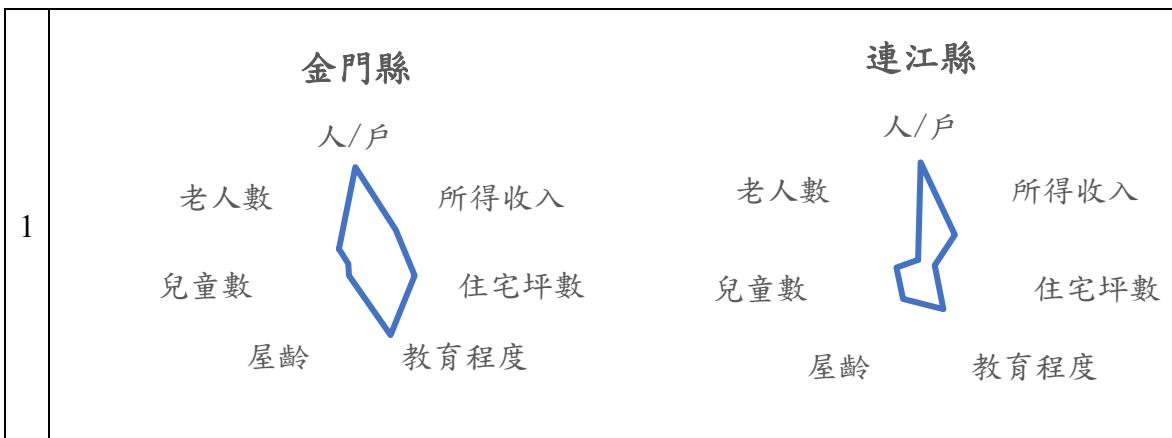


圖 8 本島 13 縣市住宅用電因子分析

最後，圖 9 顯示了第三組離島的分析結果。由於各離島地理環境不同，特徵相似度較低，但與澎湖縣相比，金門縣和連江縣之間的相似度稍高。



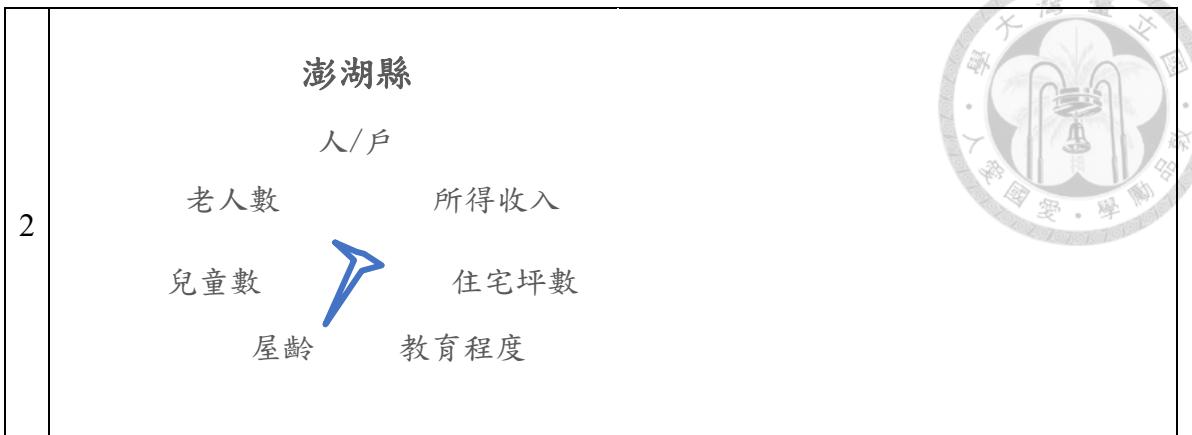
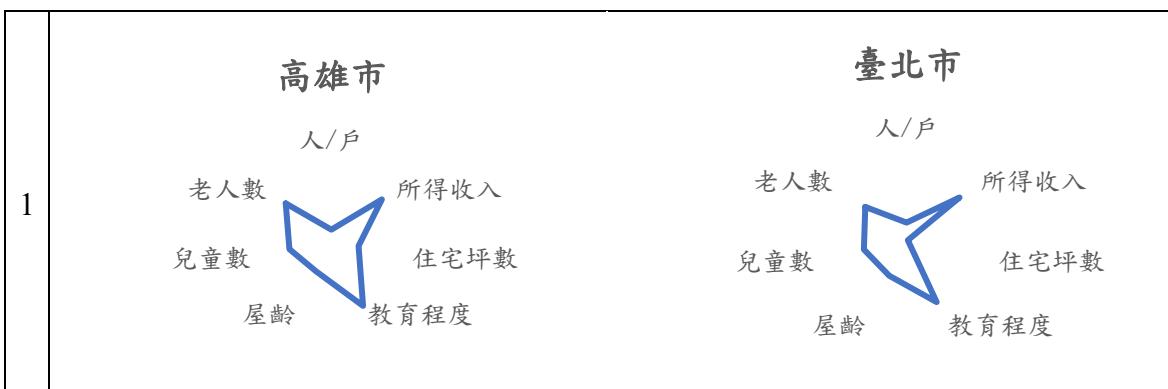


圖 9 離島住宅用電因子分析

4.1.2方法二

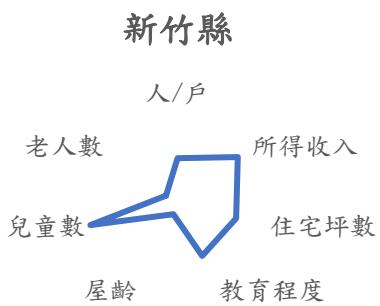
若將縣市的特徵相似度比較簡要分為本島和離島兩大組，並針對同組中的縣市進行比較。圖 8.9 顯示了本島縣市之間的比較結果，並可再分成 5 小組：

(1)高雄市和台北市的雷達圖形狀相似，其所得收入和教育水平相對於其他因素較高。(2)桃園市、台中市、新竹縣和新竹市具有相似的特徵，其教育水平、所得收入和兒童數量高於其他因素，顯示它們是新興縣市。(3)屏東縣、嘉義縣、南投縣和雲林縣具有相似的特徵，其住宅面積、老年人口數量和房屋年齡相對於其他因素較高。(4)台東縣和花蓮縣具有相似的特徵，其老年人口數量和房屋年齡相對於其他因素較高。然而，(5)臺南市、新北市、基隆市、嘉義市、彰化縣、宜蘭縣和苗栗縣與其他縣市沒有相似的特徵結構。

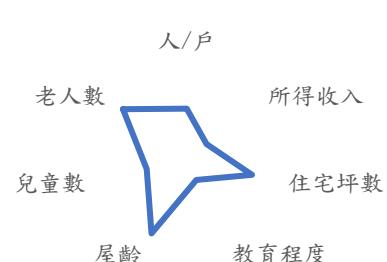
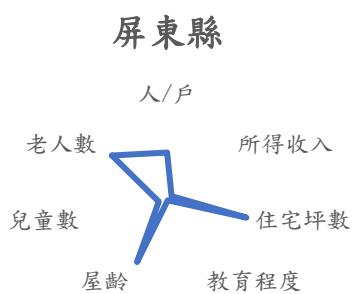


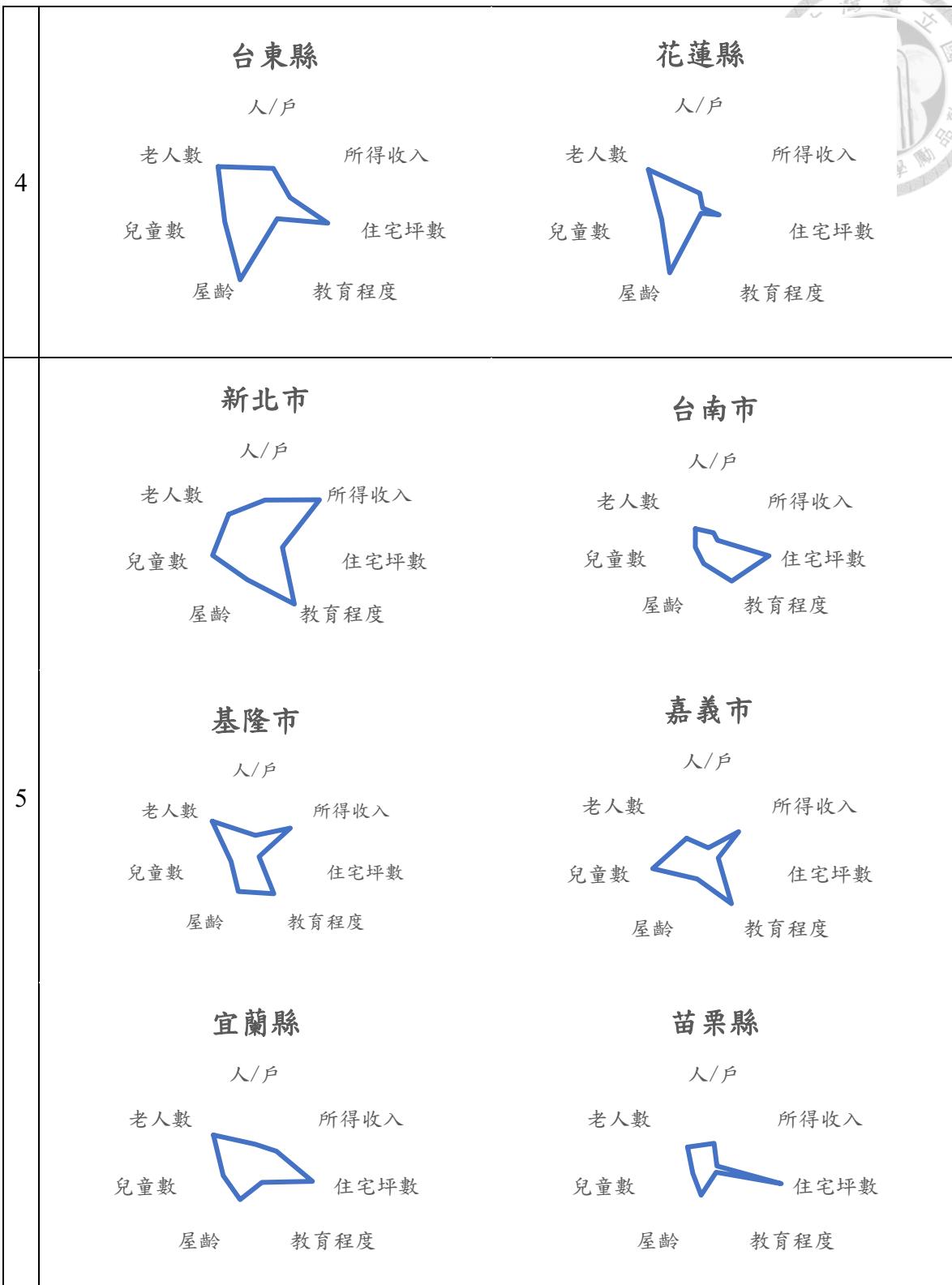


2



3





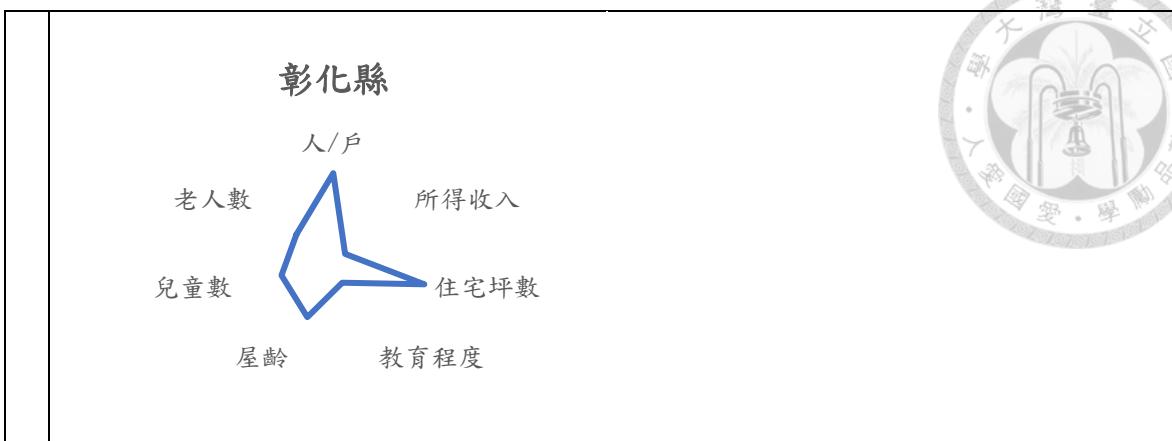


圖 10 本島 19 縣市住宅用電因子分析

離島部分同方法一的圖 9，且因相似度較低，橫向複製的成效有疑慮故，在此不贅述。

4.2 住宅特色節電措施橫向複製分析

本研究為避免不必要的分組或因用電規模落差而有遺漏，故以方法二之分組方式來探討住宅特色節電措施的橫向複製建議，並以各分組中 109 年節電表現較佳之縣市視為標竿縣市，提供其特色節電措施予其他住宅特徵相似縣市參考。

由圖 1109vs108 年用電變動率計算結果顯示，第一組中，標竿縣市為高雄市，第二、三、四、五組中之標竿縣市分別為新竹市、屏東縣、花蓮縣及金門縣。

4.2.1 第一組(高雄市、台北市)

從住宅用電因子分析顯示，第一組的高雄市在老年人口、所得收入及教育程度均偏高，對比 22 個縣市中，可發現台北市與高雄市特徵相似度較高；而觀察 109 年高雄市的住宅用電變動率為 5.83%，台北市的變動率則為 7.09%，因此可將高雄市住宅節電措施複製推廣至台北市。



圖 11 住宅第一組用電因子分析及全台低收入戶分析



高雄市在住宅節電措施推動上，考量政府資料開放平台資訊顯示，中低收入戶數占比僅次於彰化居全台第二，加上高雄市物價水準高，使得低收入戶的貧富差距更加懸殊，生活相對更不易，故推斷低收入戶在電器購買的決策上可能會優先考慮價格低但能效較差的產品。因此，高雄市推行「低收入戶照明汰換計畫」，將獨居老人及雙老家庭作為優先補助對象，以降低貧富差距、照顧老年人口，並提升用電效率，在此針對該措施的做法與效益說明如下：

(1) 措施名稱：低收入戶照明汰換計畫

(2) 措施內容：由於低收入戶的經濟狀況不佳，在購買電器設備時通常考慮價格，因此他們會選擇較便宜的產品。然而，這些較便宜的電器產品的能源使用效率較差，需要較多的電力，這導致低收入戶需要支付更高的電費。為提高低收入戶的照明設備發光效率，降低他們的電費支出，改善他們的生活並實現照顧弱勢族群及節能的目標，高雄市正在進行低收入戶舊燈具的更換。

(3) 效益分析：107-109 年更換 3,000 盞節能燈具，共可節省 864,000 度電/年。

(換四尺單一燈管 T8 螢光燈具 1 年約可省 48 度電(1 天以 6 小時計)， $48 \text{ 度電/盞} * 3,000 \text{ 盞} = 864,000 \text{ 度電/年。}$)

此外，由於高雄市民眾所得及教育程度較高，對於智慧高科技節電方式接受度較高。因此，高雄市也實行「插座定時器住宅能效提升計畫」，透過節電知識有獎徵答方式，將定時器贈與參與家庭，以推動節能宣導及效益，在此針對該措施的做法與效益說明如下：

(1) 措施名稱：插座定時器住宅能效提升計畫

(2) 措施內容：因多數家庭熱水瓶與開飲機不需 24 小時維持保溫狀態，透過定時器之設定，可減少熱水器及開飲機之耗電量，高雄市積極推廣插座定時器之使用，配合宣傳活動，贈與民眾插座定時器；另贈與節能志工，藉由



節能志工之使用經驗加以推廣；並於各廣宣活動上以有獎徵答之贈品型式贈送給民眾，以達節電及消滅尖峰用電之成效。

(3) 效益分析：開飲機加裝定時器可日省 0.72 度電、熱水瓶加裝定時器可日省 0.27 度電，共發送 200 組定時器，假設各一半使用於開飲機和熱水瓶，則一年可節省 $(0.72 \text{ 度電} * 365 \text{ 天} * 100 \text{ 組}) + (0.27 \text{ 度電} * 365 \text{ 天} * 100 \text{ 組}) = 36,135$ 度電。

4.2.2 第二組(新竹市、桃園市、新竹縣、台中市)

第二組縣市中，新竹市的用電變動率為 6.57%，雖已高於全國平均的 6.4%，屬於住宅用電較需改善的組別，但仍低於桃園(6.8%)、新竹縣(7.27%)及台中市(7.33%)，故新竹市的節電措施仍可提供同組其他縣市借鏡。



圖 12 住宅第二組用電因子分析

由於新竹市為年輕之新興城市，具收入及教育程度高、兒童數多等特色，新竹市政府考量高教育及高所得水準民眾對藝文相關教育接受度相對較高，故推廣「社區住宅、里鄰節電總動員」措施，透過舉辦親子活動、音樂會等，促進親子關係，吸引民眾參加，強化在地節電鏈結，該措施的做法與效益說明如下：

- (1) 措施名稱：社區住宅、里鄰節電總動員
- (2) 措施內容：社區住宅、里鄰節電總動員，包含社區鄰里節電推廣活動及大



型戶外節電宣導活動，倡導健康休閒風氣，舉辦大型戶外親子活動，吸引市民走入戶外，除可增進親子關係外，也可以減少民眾居家耗電。

(3) 效益分析：共辦理 66 場次場區里節能推廣及大型戶外活動(如音樂會)，計 20,293 人次參與活動，假設活動平均辦理 2 小時，共可節電 127 度。

另因新竹市平均收入高，且物價水準高，導致低收入戶民眾生活在新竹市，將更顯懸殊之貧富差距。新竹市藉由「啟動能源關懷計畫」，協助經濟弱勢家庭汰換舊式燈具，以擴大節約能源效益並兼顧弱勢家庭關懷，該措施的做法與效益說明如下：

(1) 措施名稱：啟動能源關懷計畫

(2) 措施內容：新竹市協助弱勢家庭汰換燈具。每戶經過汰換傳統日光燈具並使用 LED 燈具進行更換後，重新調整了燈具的配置和數量，。據估算，相較於前一期使用的電燈，這些 LED 燈具可節省 50%的用電量。這樣做是為了實現全民節能省電的理念，讓新竹市的弱勢家庭也能共同參與這個行動。故本計畫係透過協助弱勢家庭汰換舊式燈具，安裝省電節能照明設備，以擴大節約能源效益。

(3) 節電效益：第一期至第二期共完成汰換 600 戶弱勢家庭照明燈具。(第一期共汰換約 891 盡燈具、2,081 個燈泡，經計算可每年可節省 18.4 萬度電，相當於 571,647 元/年；第二期共汰換約 2,212 盡燈具、2,429 個燈泡，每年約可減少 22.5 萬度)。

4.2.3 第三組(屏東縣、嘉義縣、南投縣、雲林縣)

第三組縣市中，屏東的用電變動率為 4.81%，屬於節電成效相對良好的城市，略優於南投縣(4.87%)，而嘉義縣(6.17%)及雲林縣(6.73)由於與屏東縣的節電成效有一段落差，故判斷在橫向複製上應較具成效。

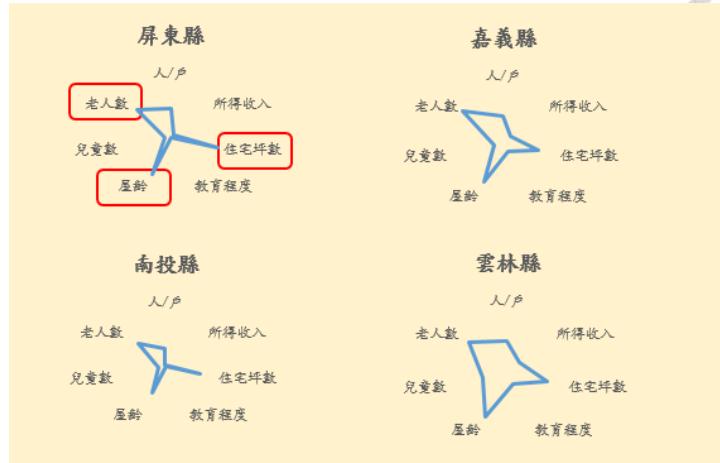


圖 13 住宅第三組用電因子分析

透過用電因子分析可知，屏東縣住宅坪數高(透天房多)、屋齡高及老年人口多，且該縣相較其他非農業縣市，大樓數量較少，房屋較不密集，較無光害問題，故屏東縣依在地特色辦理「恆春南十字星吶活動」，舉辦觀星節電宣導活動，鼓勵民眾走出戶外，培養觀星樂趣，落實宣導光害防制觀念，以行動表現節電行為，此外亦透過音樂會(如懷舊民謡演奏)吸引更多民眾及長者共同參與，以達全民節電之目的，活動的做法與效益說明如下：

- (1) 措施名稱：恆春南十字星吶活動
- (2) 措施內容：包含 A.智慧節電闖關：提供一款以用電和節電常識為主題的闖關遊戲，同時提供宣導品以鼓勵民眾參與。B.天文創意闖關活動：邀請屏東縣的天文聯盟學校和天文團體，共同設置闖關擺攤和相關活動。C.節電晚會：以節電宣導為主題，邀請在地學校、協會和知名音樂團體參與表演活動。同時，融合地方特色，結合在地歌謡，用美好的音樂和表演點綴漂亮的星空。D.星空導覽：邀請專人帶領一般民眾進行觀星導覽活動，以深入淺出的方式引領民眾進入天文浩瀚領域，同時培養「關燈觀星」的興趣。E.目視體驗：與屏東縣的天文聯盟學校合作，提供望遠鏡觀察體驗，並教導民眾觀星設備的使用方法。



(3) 效益分析：節電概念宣導教育參與民眾約 3,600 人次，預計可節電 292,896 度/年。

另因屏東縣屋齡較為老舊，藉由推廣「建築物外觀節能改造」計畫，改善外牆隔熱效果，可減少老屋外殼熱傳，進而節省空調用電，相關措施的做法與效益說明如下：

(1) 措施名稱：屏東縣建築物外觀節能改造

(2) 措施內容：針對屋齡 20 年以上閒置的透天老屋或有意願申請建築物外殼節能的申請者，提供隔熱設計，外掛物防水、清除、外牆面材復舊更新或修補、窗戶更新或復舊、外露管線收整更新(包括既有裸露空調主機調整位置) 等工作的補助。希望透過以上措施，建立節電與綠建築結合的案例示範，進一步形塑節電氛圍。

(3) 效益分析：運用隔熱設備可降低外殼熱傳，節省空調用電。依據綠色建材產業聯盟資料顯示，實施降溫隔熱如冷屋頂技術可減少空調耗電 11%

4.2.4 第四組(花蓮縣、台東縣)

第四組縣市的用電變動率皆優於全國平均，其中花蓮縣的用電變動率為 4.94% 優於台東縣的 5.85%，故仍有值得台東縣學習處。



圖 14 住宅第四組用電因子分析

從用電因子可看出花蓮縣住宅坪數、屋齡高及老人數多，故花蓮縣針對屋齡高部分，辦理「節能創意提案活動」，鼓勵民眾提出節電方案，此外縣府配



淘汰換老舊耗電設備，給予相關補助加速改善，相關措施的做法與效益如下：

- (1) 措施名稱：節能創意提案活動
- (2) 措施內容：推動集合式住宅節能創意提案活動，鼓勵花蓮縣民提出用電設施及設備之創意節能改善方案，並透過節能技術參訪、交流活動及課程，提出適切的改善方案，花蓮縣則提供相關補助以加快速度改善。
- (3) 效益分析：預期帶動民眾構思符合自宅之節電提案內容，並身體力行節電。

另由於撇開兒童數外，花蓮縣、台東縣與屏東線的其餘特徵相似，考量屏東觀星活動措施具相當成效，而花蓮縣兒童數約等於全台平均數且較屏東縣高，故建議花蓮縣可參考並調整屏東縣觀星活動措施，在活動辦理時加入更多兒童元素以吸引全家走出戶外共同參與，進而擴大節電效益。

4.2.5 第五組與離島

第五組的新北市、臺南市、基隆縣、嘉義市、宜蘭縣、苗栗縣、彰化縣，以及離島的金門縣、連江縣及澎湖縣等 10 縣市與其他縣市皆沒有類似的特徵值，較難尋求橫向複製的標準；但除臺南市及嘉義市屬亟待加強外，其餘縣市的節電表現皆優於全國平均，故改善的急迫性較低。然考量節電已是全民運動，故在此針對用電變動率 1.81% 遠優於全國(6.4%)的金門縣，就其相關節電措施進行研析，並提供其他縣市參考。

由於金門縣在離島縣市中，具有每戶人數、三代同堂比例及民眾教育水準皆高的特點，故金門縣政府配合地區大型活動辦理打卡送好禮活動作為節能宣導，於舉辦重要觀光活動時設置節能宣傳攤位，辦理打卡活動，民眾可於活動現場加入金門縣設置的節能宣傳，並透過互動的方式吸引民眾關注節電，擴大節電宣傳效果，相關措施的做法與效益說明如下：

- (1) 措施名稱：辦理節能打卡送好禮
- (2) 措施內容：金門縣每年夏季前會舉辦的地區大型活動計有石蚵小麥文化季、



海島音樂季、花蛤季等，由於活動內容豐富、闔家適宜，故每年均吸引上千甚至上萬人次共襄盛舉。人潮聚集就是節能宣導的好時機，故金門縣政府於活動現場設置節能宣傳攤位，透過互動遊戲的方式吸引民眾關注，達到節能宣傳的加成效果。

(3) 效益分析：6 場次宣導活動估計觸及人數為 1,200 人，預計可節電 97,632 度/年。

考量金門三代同堂的比例高，後續建議金門於後續推廣時，可提供更多祖孫同樂的元素，以利進行相關之節電推廣規劃。

4.3 小結

為持續精進節電作為，抑制用電成長，本研究針對各縣市之住宅用電特徵進行深入探討，透過描繪各縣市影響住宅用電因子之輪廓，並將輪廓特徵相似之縣市歸納分組，以作為縣市特色措施橫向複製之參考依據。故住宅部分共可分為五組：第一組為高雄市及台北市；第二組為新竹市、新竹縣、桃園市及台中市；第三組為屏東縣、嘉義縣、南投縣及雲林縣；第四組為台東縣及花蓮縣；第五組為其他未被分組的本島縣市及離島。其中可作為其他同組縣市標竿的為高雄市、新竹市、屏東縣、花蓮縣，以及全國用電變動率最佳的金門縣。

第五章 服務業案例實證



本研究將全台灣 22 縣市分為直轄市、本島縣市和離島地區等三組，並從中篩選出各分組中服務業節電效果最好的臺南市、新竹縣及金門縣作為同組其他縣市的標竿。

5.1 六都(臺南市、台中市、新北市)

由各縣市服務業用電 109 年變動率可看出，臺南市服務業節電效益不僅為六都之冠，亦為全國最佳。若考量台南與其他六都縣市的相關係數(r)，如圖 16 所示，可發現台中市及新北市皆高於 80% 屬高度相關，且在前十大產業占比加總上亦皆大於 70%，顯示台中市及新北市具有與臺南市相似之服務業產業結構，故建議可將臺南市特色措施複製至台中市及新北市。

表 11 台南市 vs 台中市及新北市前十大產業占比及 r 值

行業別	臺南市	台中市	新北市
64	22.48%	28.39%	14.45%
46	18.57%	14.43%	20.78%
67	12.30%	12.76%	8.17%
68	12.11%	10.11%	8.08%
45	10.26%	9.05%	11.58%
66	3.99%	2.67%	4.43%
47	3.36%	2.63%	4.31%
48	2.57%	2.51%	3.35%
49	2.50%	1.70%	2.20%
55	2.08%	1.66%	1.17%
r 值	-	96%	90%



圖 15 服務業六都分析及臺南市前十大產業占比

4.2.6

臺南市考量前十大產業包括金融、不動產、批發、零售、陸上運輸及住宿等，其中批發(蔬果、飲食)、零售(蔬果)及零售(飲食)共占 16.19%，故辦理「商圈節能改善補助計畫」之特色節電措施，藉由推動商街店家節電及補助商家汰換老舊設備，提升整體用電效率，以達節電目的，相關措施的做法與效益說明如下：

- (1) 措施名稱：商圈節能改善補助計畫
- (2) 措施說明：針對臺南市商圈及商業街區，每期推動商圈及商業街區至少 50 家店家，形塑成為節能綠色示範商圈，提供節能設備補助獎勵金(如汰換老舊冷氣機、汰換老舊燈具更換為 LED 燈、加裝節能循環風扇、設置空氣門簾、玻璃隔熱改善隔熱膜等)進行效能改善，並分析店家節電推動成效，表揚節能優秀店家，鼓勵響應自願性節電作為，積極推動節能減碳，降低營運成本，提升整體商圈競爭力。
- (3) 效益說明：依據節能標竿網設備汰換節電及過往執行成效估算，商圈節能改造一年約可節電 8.5 萬度。

另考量住宿業也屬臺南前十大產業之一，占 2.08%，故臺南市政府亦針對服務業推廣「中大型服務業節能改善補助」，如旅館業，辦理節能改善評估輔導並提供節能設備補助金，帶動業者自主節電，該措施的做法與效益說明如下：



(1) 措施名稱：中大型服務業節能改善補助

(2) 措施說明：為了推動加速設備汰換及智慧用電計畫，我們不僅建置能源管理系統，也將協助中大型服務業（例如：安養機構、大型醫院、量販店、百貨業、機關學校、大專院校、旅館等）推動節能改善計畫。將推廣智慧化產品應用，例如電梯電力回收系統、更換電梯變頻控制器、更換高效率馬達、熱泵熱水系統、玻璃隔熱改善等。此外，也將提供節能設備補助金，以及舉辦節電技術推廣研討會（論壇）或觀摩會，進行節能改善評估輔導，推廣節電技術，並響應自願性節電措施獎勵辦法。

(3) 效益說明：依據節能標竿網設備汰換節電及過往執行成效估算，商圈節能改造一年約可節電 8.2 萬度。

此外，桃園市、台北市及高雄市雖前十大產業占比加總皆大於 70%，但相關係數皆有差距，橫向複製臺南市措施的效果恐將打折扣。

5.2 非六都(新竹縣、新竹市、苗栗縣、嘉義縣、彰化縣)

非六都本島縣市中，新竹縣的服務業用電變動率為 -4.86%，其節電效率最高，故本研究統計新竹縣的前十大產業，並據以計算與其他非六都本島縣市的相關係數，可發現新竹市、苗栗縣、嘉義縣、彰化縣等四縣市相關係數皆大於 80% 屬高度相關，且前十大產業占比加總亦大於 70%，顯示若將新竹縣之服務業節電特色措施橫向複製至新竹市、苗栗縣、嘉義縣籍彰化縣，應可獲得較佳成效；此外，雲林縣雖然相關係數未達 80% 的標準，但由於差距不大且前十大產業占比加總亦大於 70%，故新竹縣的措施對其仍具一定參考價值。



表 12 新竹縣 vs 新竹市、苗栗縣、嘉義縣及彰化縣前十大產業占比及 r 值

行業別	新竹縣	新竹市	苗栗縣	嘉義縣	彰化縣
46	29.80%	21.56%	29.92%	23.52%	23.52%
64	12.51%	18.05%	3.67%	5.15%	5.15%
45	6.63%	3.62%	4.87%	15.43%	15.43%
68	6.32%	11.98%	18.28%	8.03%	8.03%
71	5.25%	6.30%	0.39%	0.66%	0.66%
66	4.40%	5.80%	1.06%	0.28%	0.28%
67	4.32%	11.28%	6.31%	8.03%	8.03%
49	3.21%	1.69%	3.75%	4.68%	4.68%
47	3.09%	2.32%	2.91%	3.85%	3.85%
62	3.05%	4.40%	0.28%	0.12%	0.12%
r 值	-	83%	82%	80%	80%

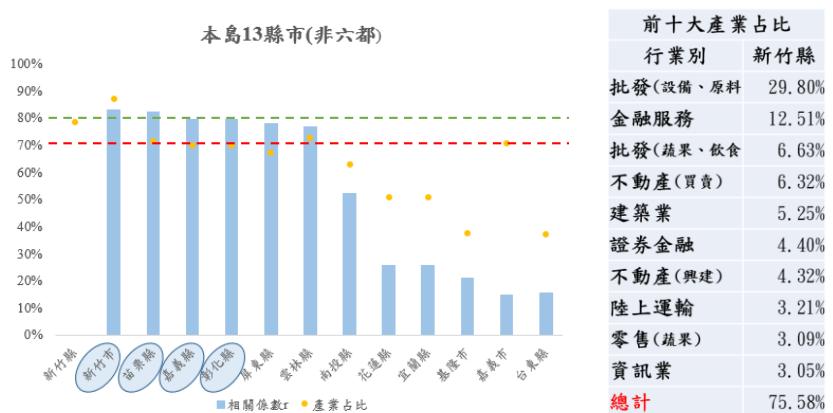


圖 16 服務業非六都分析及新竹縣前十大產業占比

新竹縣前十大產業分別為批發、金融、不動產及建築業等，產業分布範圍較廣，故新竹縣辦理「節電優良評獎計畫」，廣邀不同行業別進行節電競賽。透過競賽評比方式，可了解各產業之節電潛力，並與其前十大產業做比對，以作為後續節電措施規劃參考，相關措施說明如下：

(1) 措施名稱：辦理節電優良評獎計畫



(2) 措施內容：包括 A.擬定新竹縣不同行業別服務業及商辦大樓節電優良評比辦法，並鼓勵業者報名參加。B.評比內容包含能源管理方式、節電措施、耗電指標(Energy Usage Index, EUI)及用電量自我比較(去年用電量與過去 3 年用電平均值比較)。C.針對評比優良者頒發新竹縣節電優良獎。

(3) 效益分析：藉由競賽辦理，推動企業自主節電，並從競賽結果觀察較具節電潛力之行業，共 9 家企業獲獎，平均節電率為 2.51%。

5.3 離島

離島地區節電表現服務業表現最佳的為金門，因而應以金門作為離島地區服務業節電的標準，但由於連江縣及澎湖縣的相關係數皆偏低，故不適合據以做橫向複製。

表 13 金門縣 vs 連江縣及澎湖縣前十大產業占比及 r 值

行業別	金門縣	連江縣	澎湖縣
45	26.11%	11.15%	1.63%
68	23.46%	0.14%	9.24%
55	10.41%	6.41%	14.78%
47	7.10%	6.28%	13.04%
67	4.99%	0.21%	5.34%
49	4.58%	8.71%	3.50%
64	3.48%	0.00%	3.19%
46	3.37%	3.26%	1.90%
50	2.53%	30.66%	4.28%
48	1.89%	6.61%	1.04%
r 值	-	-14%	18%



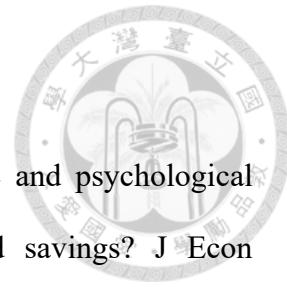
5.4 小結

服務業部分，可分為六都、本島非六都及離島部分。其中的臺南市為服務業節電成效最佳者，可考慮横向複製至產業結構相似的新北市及台中市；而本島非六都中服務業節電成效最佳者為新竹縣，而由於新竹市、苗栗縣、嘉義縣及彰化縣具相似之產業結構，故可參考其推動之特色措施；而離島因地理環境差異大，產業結構差異亦大，故較不適合横向複製節電表現較佳縣市的特色措施。



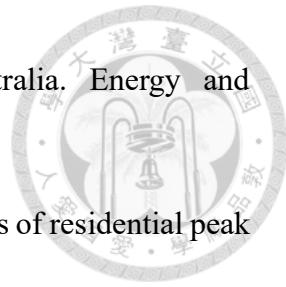
第六章 結論與建議

本研究針對各縣市之住宅及服務業用電特徵進行深入探討，提出創新之分析方法，描繪各縣市影響住宅用電因子之輪廓，並將輪廓特徵相似之縣市歸納為同組，以作為縣市特色措施横向複製之參考依據。住宅部分，共可分為五組：第一組為高雄市及台北市；第二組為新竹市、新竹縣、桃園市及台中市；第三組為屏東縣、嘉義縣、南投縣及雲林縣；第四組為台東縣及花蓮縣；第五組為金門縣及連江縣。服務業部分，可分為六都、本島非六都及離島部分。六都中，臺南市、新北市及台中市具相似之產業結構；本島非六都中，新竹縣、新竹市、苗栗縣、嘉義縣及彰化縣具相似之產業結構，而離島因地理環境差異大，產業結構差異亦大。本研究另針對各組中節電率較佳之縣市，探討相對應其特徵之特色節電措施，提供同組其它縣市作為複製參考依據。



參考文獻列表

- Wokje Abrahamse, Linda Steg(2009). How do socio-demographic and psychological factors relate to households' direct and indirect energy use and savings? *J Econ Psychol.*,30(5),711-720.
- Nina Boogen, Souvik Datta, Massimo Filippini(2017). Demand-side management by electric utilities in Switzerland: Analyzing its impact on residential electricity demand. *Energy Economics*, 64, 402-414.
- Nina Boogen, Souvik Datta, Massimo Filippini(2017). Dynamic models of residential electricity demand: Evidence from Switzerland. *Energy Strategy Reviews*, 18, 85-92.
- Ali Bashiri, Sasan H. Alizadeh, (2018). The analysis of demographics, environmental and knowledge factors affecting prospective residential PV system adoption: A study in Tehran. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(2),3131-3139.
- Moulay Larbi Chalal, Medjdoub Benachir, Michael White, Golnaz Shahtahmassebi, Miranda Cumberbatch, Raid Shrahily(2017). The impact of the UK household life-cycle transitions on the electricity and gas usage patterns. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80, 505-518.
- Yi-Tui Chen(2017). The Factors Affecting Electricity Consumption and the Consumption Characteristics in the Residential Sector-A Case Example of Taiwan. *Sustainability*,.9(8),1484, <https://doi.org/10.3390/su9081484>
- Limin Du, Jin Guo, Chu Wei(2017). Impact of information feedback on residential electricity demand in China. *Resources, Conservation & Recycling*, 125, 324-334.
- Harrison Fell, Shanjun Li, Anthony Paul(2014). A new look at residential electricity demand using household expenditure data. *International Journal of Industrial Organization*,.33, 37-47.
- H. Fan, I.F. MacGill, A.B. Sproul(2015). Statistical analysis of driving factors of



residential energy demand in the greater Sydney region Australia. Energy and Buildings,.105(15),9-25.

H. Fan, I.F. MacGill, A.B. Sproul (2017). Statistical analysis of drivers of residential peak electricity demand. Energy and Buildings, 141,205-217.

Jing-Li Fan, Yue-Jun Zhang, Bing Wang (2017). The impact of urbanization on residential energy consumption in China: An aggregated and disaggregated analysis. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 75, 220-233.

Kirsten Gram-Hanssen (2011, May). Households' energy use – which is the more important efficient technologies or user practices? World Renew-able Energy Congress-Sweden. Linköping: University Electronic Press.

Birgitta Gatersleben, Linda Steg, Charles Vlek (2012). Measurement and determinants of environmentally significant consumer behavior. Environment Behavior, 34(3), <https://doi.org/10.1177/0013916502034003004>.

Rory V. Jones, Alba Fuertes, Kevin J. Lomas(2014). The socio-economic, dwelling and appliance related factors affecting electricity consumption in domestic buildings. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 43, 901-917.

Amir Kavousian, Ram Rajagopal, Martin Fischer(2013). Determinants of residential electricity consumption : Using smart meter data to examine the effect of climate, building characteristics, appliance stock, and occupants' behavior. Energy, 55(15), 184-194.

Min-Jeong Kim(2018)."Characteristics and determinants by electricity consumption level of households in Korea. Energy Reports, 4, 70-76.

Hua Liao, Huai-Shu Cao (2018). The pattern of electricity use in residential sector: The experiences from 133 economies. Energy,.145, 515-526.

Chaosu Li, Yan Song, Nikhil Kaza , (2018). Urban form and household electricity consumption: A multilevel study. Energy and Buildings, 158, 181-193.



- Fintan McLoughlin, Aidan Duffy, Michael Conlon (2012). Characterising domestic electricity consumption patterns by dwelling and occupant socio-economic variables: an Irish case study. *Energy Building*, 48, 240-248.
- Toru Ota, Makoto Kakinaka, Koji Kotani(2018). Demographic effects on residential electricity and city gas consumption in the aging society of Japan. *Energy Policy*, 115, 503-513.
- Thomas F. Sanquist, Heather Orr, Bin Shui, Alvah C. Bittner. Sanquist(2011). Lifestyle factors in U.S. residential electricity consumption. *Energy Policy*, 42, 354-364.
- Mustafa Cagri Sahin, Merih Aydinalp Koksal(2013). Standby electricity consumption and saving potentials of Turkish households, *Applied Energy*, 114, 531-538.
- Joachim Schleich, Marian Klobasa, Sebastian Gölz, Marc Brunner(2013). Effects of feedback on residential electricity demand—Findings from a field trial in Austria. *Energy Policy*, 61, 1097-1106.
- Kiattiporn Wangpattarapong, Somchai Maneewan, Nipon Ketjoy, Wattanapong Rakwichian(2008). The impacts of climatic and economic factors on residential electricity consumption of Bangkok Metropolis. *Energy and Buildings*, 40(8), 1419-1425.
- Daniel Wiesmann, Inês Lima Azevedo, Paulo Ferrão, John E. Fernández, (2011). Residential electricity consumption in Portugal: Findings from top-down and bottom-up models. *Energy Policy*, 39(5), 2772-2779.
- Shen Wei, Rory Jones, Pieter de Wilde(2014). Driving factors for occupant-controlled space heating in residential buildings. *Energy and Buildings*, 70, 36-44.
- Yigzaw G. Yohanis, Jayanta D. Mondol, Alan Wright, Brian Norton(2008). Real-life energy use in the UK: how occupancy and dwelling characteristics affect domestic electricity use. *Energy build*, 40(6), 1053-1059.
- Ming Zhang, Yan Song, Peng Li, Huanan Li(2016). Study on affecting factors of residential energy consumption in urban and rural Jiangsu. *Renewable and Sustainable*



Energy Reviews, 53, 330-337.

政府資料開放平台。<https://data.gov.tw/>

中華民國統計資訊網。<https://www.stat.gov.tw/>

內政統計查詢網。<https://statis.moi.gov.tw/micst/stmain.jsp?sys=100>

中華民國內政部戶政司-全國資料庫統計地圖。<https://gis.ris.gov.tw/>