

資訊策略與家庭用戶的節電行為：基於智慧電錶的資訊回饋，以雙北公宅用戶為例

林容璟^{1*} 蔡宗霖² 蔡宗成³ 洪德芳⁴ 林志勳⁵

摘要

因應全球節能減碳趨勢，家庭用戶成為節電措施推行的主要對象。受限於資訊的可得性及人的有限理性，家庭用戶在節電決策上面臨內外部因素所引起的資訊不對稱，影響節電行為發生，限縮了節電的成果。資訊策略中，資訊回饋的應用不僅能提供家庭用戶電力消費資訊，更能有效地傳遞資訊內容的意涵，降低民眾在節電決策制定上所面臨的資訊不對稱情況，增加家庭節電行為發生的可能性。為瞭解資訊策略中資訊回饋的應用，本研究問題為：一、電力消費資訊的提供是否能有效協助家庭節電行為發生？二、哪些電力消費資訊對家庭節電決策具有重要性？本研究先透過實驗設計，對具有智慧電錶及用戶端整合服務的雙北公宅用戶與一般傳統電錶的家庭用戶，進行空調的使用行為比較，實證結果顯示，基於智慧電錶的資訊回饋對家庭用戶的夏季空調的日總台時，有負向顯著影響。搭配雙北公宅用戶的問卷調查，家庭年收入60萬以上者，認為群體節電表現框架對其節電決策具有重要性；教育程度為大學以下者，認為節電表現透過宗教宣導框架的應用對其節電決策具有重要性；受損失趨避心理的影響，負向前景的框架內容對家庭節電決策具有重要性。整體而言，基於智慧電錶的資訊回饋應用將有助於降低資訊取得成本，消弭資訊不對稱的情況，強化家庭節電行為的出現。

關鍵詞：資訊回饋，資訊不對稱，節電行為，框架效應

1. 緒 論

隨著人口成長、社會和經濟發展以及生活型態的改變，家庭用戶的電力需求逐漸攀升，為因應可能的電力供需失衡以及對地球環境永續經營的重視，推動住宅部門節電已成為國際能源消費行為研究的重要趨勢。根據美國能源資訊管理局的觀察，電力已成為家庭用戶日益重要的能源形式之一，電力佔全球住宅部門的

能源消耗比重將從2012年的39%成長至2040年的43%，並於2025年超越天然氣，成為住宅部門最主要的能源形式(EIA, 2016)。國際間除了透過科技的力量來積極提升產品的能效、開發儲能技術與推動能源轉型外，亦積極推動節電措施來達到節能減碳的目的。

隨著節電措施的推行，電力服務市場存有眾多的節電知識，但受資訊的可得性(availability)及人的有限理性(bounded

¹工業技術研究院產業科技國際策略發展所 研究員

²工研院綠能與環境研究所 副研究員

³工研院綠能所 資深工程師

⁴工研院產科國際所 資深研究經理

⁵工研院產科國際所 組長

*通訊作者電話: 03-5919043, E-mail: DorisJCLin@itri.org.tw

收到日期: 2019年08月30日

修正日期: 2019年11月06日

接受日期: 2019年11月22日

rationality)因素影響，致使家庭用戶在節電決策的進行上處於資訊不對稱(information asymmetry)的情況，不僅影響其節電行為的發生，也使節電成效難以彰顯。電力公司於電力服務市場中為家庭用戶提供電力服務，不僅對市場及家庭電力消費十分瞭解，亦掌握完整的家庭用電資料。家庭用戶的電力消費資訊主要由電力公司提供，但受限於法規因素，家庭用戶所能取得的用電數據資料十分有限，故不僅使家庭用戶在節電決策上面臨資訊不對稱的情況，同時只能依賴電力公司每期電費單上的有限資訊進行家庭的用電規劃，亦難以滿足民眾進行節電決策的需求。

由外部因素所引起的資訊不對稱情況，導致家庭用戶在節電決策上難以產生合適的解決方案，倘若要額外取得電力消費相關資訊，則所需的成本相當高且困難。該結果使得民眾趨於維持既有的電力消費資訊取得方式與電力消費行為，甚至對於節電決策的制定望之卻步，進而影響家庭節電行為的發生。若要改善家庭用戶在節電上的困境，根據經濟學的觀點，資訊的提供將有助於降低由外部因素所引起的資訊不對稱情況，增加家庭節電行為發生的可能性。但由真實情況的觀察發現，資訊的提供對於家庭節電行為的發生仍未有定論，因而使得本研究認為在以資訊回饋為主的家庭節電的措施中，資訊的提供還需將人性因素納入考量。

由於人的有限理性使人對於知識的認知能力有限，進而影響其對於節能知識與資訊的掌握度。在認知能力有限的情況下，家庭用戶對於用電行為與家庭電力消費之間的關聯性瞭解亦十分有限(Sanstad & Howarth, 1994)。相較之下，電力公司具備豐富的電力市場服務經驗，更有專家、研究團隊的支援，使其相對於家庭用戶得以掌握極為充裕的電力相關知識。該結果使得家庭用戶相較於電力公司在節電相關資訊的掌握上，面臨著由內部因素所引起的資訊不對稱情況，而有限的節電知識與資訊將影響家庭用戶節電決策的進行。例如家庭用戶可能

對正確的節電方法感到困惑或限制理性節電的進行，使得節電行為難以發生或受限，甚至採用錯誤的節電方法。

資訊策略中的資訊回饋是有助於改善家庭用戶制定節電決策困境的方法，透過豐富且優質的電力消費資訊提供，將使家庭用戶掌握正確且攸關的電力消費資訊，資訊內容的有效傳遞亦增加他們對於家庭節電價值的瞭解，有助於改善家庭用戶在於節電決策上由內外部因素所引起的資訊不對稱情況，增加家庭節電行為發生的可能性。

為能提供家庭用戶豐富且優質的電力消費資訊，量測是用於瞭解家庭用戶用電型態的首要步驟，智慧電錶由於具備即時記錄家庭用戶的用電資料的功能，以及能透過通訊網路與系統及顯示設備連結的特性，搭配可視化系統、能源管理系統等將能為家庭用戶提供較以往更為豐富的電力消費資訊，使其能夠即時察覺到電力的耗用狀況，以利進行後續電力使用的規劃與調整。該結果使智慧電錶成為國際在家庭節電措施發展上的主要基石，使國際間具備智慧電錶技術的國家亦持續利用此項技術來改善資訊回饋的形式，以進一步協助民眾節能。例如丹麥在2010年將25%的電錶汰換為具遠端讀表、雙向資訊溝通的電錶，而配電系統營運商於2020年須為所有的顧客完成智慧電錶的安裝；義大利則決定大規模實施智慧電錶的安裝，並透過國家電力公司(Enel)旗下的配電商執行2.0 Open Meter計畫，截至2017年已安裝超過100萬具智慧電錶，而這些智慧電錶將能提供家庭用戶更豐富的資訊與服務，以提升家庭用戶節電行為展現的可能性(Enerdata, 2017; Energinet, 2016; Fischer, 2008)。

為因應國際節能減碳趨勢並協助家庭用戶節能與低碳能源轉型，我國亦推動低壓智慧電錶的建置，因而帶動智慧電錶對家庭用戶用電影響的討論。通訊模組、住宅用戶的採用傾向、電力需求面管理、資料的隱私保護等皆為智慧電錶裝設的熱門討論議題。本研究認為在

探討智慧電錶對家庭用戶節電的影響時，並不能僅著重於智慧電錶的安裝與否和是否能協助家庭節電，而是應聚焦於資訊提供的策略，資訊策略才是該措施應用的本質，才是有效協助民眾節電所需重視的焦點。這意味著欲透過智慧電錶來協助家庭用戶節電，並非僅靠智慧電錶的安裝即可達到目的，而是還需要資訊提供策略的搭配才能夠事半功倍。畢竟，影響民眾節電決策的考量因素極多，如環境保護、能源問題、社會地位、舒適度、投入的難易度、與規範等，皆是民眾進行節能決策時考量的因素之一(Lindenberg & Steg, 2007; Steg, 2008; Stern, 2000)。因此，藉由智慧電錶的安裝來推動後續相關節電措施時，基於智慧電錶的資訊回饋，需傳遞的不僅是電錶上的數字，而是那些數字背後所帶來的行為意義。因此，為瞭解資訊策略的應用對家庭用戶電力消費的影響，並探究未來智慧電錶如何搭配資訊提供策略以協助家庭用戶節電的應用，本研究將探討兩個研究問題：(一)電力消費相關資訊的提供是否能有效協助家庭用戶節電行為的發生？(二)哪些電力消費資訊對家庭用戶節電決策具有重要性？

本研究透過實驗設計，將實驗對象區分成實驗組(有安裝智慧電錶及用戶端整合服務者)與對照組(未安裝智慧電錶者)，進行同期的電力消費行為比較，從中觀察電力消費資訊的提供是否使家庭用戶產生節電的行為。相較於以往以總體資料分析方式來探討家庭用戶電力消費的研究，本研究將採用個體資料分析的方式，以問卷調查方法對臺北市與新北市具智慧電表及用戶端整合服務的公宅用戶、一般傳統電錶的家庭用戶的空調夏季使用行為進行比較，以瞭解豐富且優質的電力消費資訊提供對家庭用戶節電行為的影響，以及電力消費資訊內容的表述方式對家庭用戶節電決策的重要性。

本研究的架構如下：第2節進行文獻回顧與假說；第3節為研究方法，透過迴歸模型分析

瞭解智慧電錶對家庭用戶空調的夏季使用行為影響；第4節結果說明；第5節為結論與討論。

2. 文獻回顧與假說

資訊對於決策的制定扮演重要的角色，交易雙方在於資訊分配的對稱性將影響決策的品質，而家庭用戶在於節電決策的制定上面臨資訊不對稱的困境，致使家庭節電行為受限。電力公司為市場提供電力服務，掌握所有顧客的電力消費資訊，極為瞭解市場中電力消費的運作；家庭用戶則為電力公司所服務的顧客，電力消費資訊的取得主要由電力公司提供，但受限於法規因素的影響，對於電力消費資訊的掌握有限，導致家庭用戶與電力公司對於電力消費相關資訊的掌握呈現資訊不對稱的情況。當顧客在於資訊不對稱的關係中進行決策時，雖然他們會試圖進行推斷，但這個推斷結果充其量會與服務提供者所提供的資訊類似，在最糟的情況下它可能會與決策全然無關，又或者顧客需要在服務發生後才能做出決定，無法事先得知相關的知識或資訊，影響決策的品質(Singh & Sirdeshmukh, 2000)。

家庭用戶的電力消費資訊主要由電力公司提供，電費單為家庭用戶主要的電力消費資訊參考來源，使得家庭用戶進行節電決策時，僅由電費單中有限的資訊進行電力消費的規劃與推斷，限縮家庭節電的效果。而為了能夠額外取得更多的資訊以滿足家庭節電決策的需求，家庭用戶將面臨極高的交易成本，且資訊取得的有限性將降低人回應市場訊號的機會(Schatzki, 2003)。當民眾缺乏取得節電決策上所需的相關知識與資訊，或是取得相關資訊的成本極為高昂時，將使民眾在節電決策的進行上面臨困難(Delmas *et al.*, 2013)。為了降低決策上的交易成本，民眾可能傾向於持續接受既有的電力消費資訊取得模式，影響了決策的品質，限縮了節電行為發生的可能性。

資訊的提供將使家庭用戶獲得更多電力消

費資訊，不僅改善資訊取得的有限性，也降低家庭用戶在於電力服務市場中與電力公司的資訊不對稱情況，使得家庭用戶將知悉所有與自身節電決策相關的資訊，有利於家庭節電行為的發生。根據經濟學的觀點，資訊的提供將有助於改善市場中交易雙方的資訊不對稱情況，當交易的雙方皆具備相同的資訊時，由於市場效率的改善，將使得決策得以迅速且準確地進行。資訊的提供將有助於家庭用戶掌握家庭電力消費的情況，改善家庭節電決策制定上的資訊不對稱情況，提升對家庭電力消費的意識，進而改變電力消費行為並節電(Wilhite & Ling, 1995)。然而亦有研究發現資訊的提供雖然對於家庭用戶的節電是具有價值的，但若僅提供電力消費資訊給家庭用戶，將使家庭節電成效有限(Faruqui *et al.*, 2010)。這是由於人從資訊的取得到行為的產生可被視為一連串的學習過程，人在得知資訊後需將資訊進行處理，以瞭解資訊的意涵，而資訊處理的結果將決定人對於該決策的感知，影響後續行為表現的傾向(Zhu *et al.*, 2016)。但是人的思考、行為皆非如同理性經濟人，在於資訊處理的過程中將因為諸多內外部因素的考量，而使得行為表現並非遵循效用最大化進行。因此欲使家庭用戶節電，資訊的提供將協助家庭用戶改善由外部因素所引起的資訊不對稱情況，例如採購具效率的家電行為(efficiency activities)，透過節能標章的呈現，區分家電的耗能等級，消弭了家庭用戶對家電效率程度的不對稱性，使家庭用戶在於家電產品的選擇上選購具節電標章的產品，然該行動通常為一次性的發生；但欲使家庭節電行為得以落實，例如削減性的行動(curtailment activities)，資訊的提供亦需將人性因素納入考量，使節電行為得以反覆、持續地發生，例如使民眾隨手關燈、冷氣溫度設定在26度至28度的範圍內。

隨著全球節能減碳、環境永續的意識抬頭，電力服務市場存在著豐富的節電相關資訊，然而人的有限理性使其認知能力受限，影

響家庭用戶對於正確且攸關的資訊掌握，而相較之下電力公司具備豐富的經驗與資訊，導致家庭用戶在於節電決策的制定上面臨著來自內部因素所引起的資訊不對稱的情況，影響家庭節電行為的發生。人的有限理性使人對於資訊的認知能力受限，對於決策的事物僅具備有限的資訊。有限的資訊將迫使決策的制定面臨極大的不確定性，使決策者需要承擔極大的決策風險，影響決策的進行與結果。

在於電力服務市場中，民眾並非能源領域的專家，多數的節電知識或資訊除了透過教育管道接觸外，多數是從生活經驗的累積、媒體或社群等管道的接觸而取得，然而人的有限理性使民眾對於電力相關資訊的認知能力受限，導致其具備的電力相關資訊有限。例如民眾不知道有更佳的節電方法；不清楚習以為常的用電行為是增加家庭的電力消費的主因；不知道該選擇哪一種節電方法；對於新的節電方法與既有的節電認知具有衝突，因而對於新節電方法的採用感到困惑，甚至排斥等。因此當民眾進行家庭節電決策時，有限的資訊將使得民眾對家庭電力消費狀況無法完整掌握，使其需要承擔節電決策的風險，降低家庭節電行為發生的可能性。

電力公司具備電力服務市場經驗且具專業人才、研究團隊的支援，使其具備極為豐富的電力相關資訊，有助於決策的進行。但相較之下，家庭用戶則受限於所能應用的資源差異與有限理性，致使電力公司較家庭用戶具有更多電力相關的資訊，也使得家庭用戶在於節電決策制定上面臨資訊不對稱。資訊的不對稱將可能導致逆選擇的發生，在於缺乏相關知識、資訊的情況下，有限理性將使人的決策依據偏好進行選擇，而決策結果往往具高昂的代價，不僅家庭用戶負擔負面的結果，亦導致社會福利的損失(Dendup & Arimura, 2019；von Rosenstiel *et al.*, 2015)。受有限理性的影響，電力消費資訊的提供雖改善由外部因素所引起的資訊不對稱情況，但家庭用戶所具備的電力消費資訊仍

有限，影響節電行為的發生。因此欲透過資訊的提供來協助家庭節電，電力消費資訊的提供扮演著重要的角色，但如何有效地提供資訊則成為家庭節電行為發生的關鍵。

資訊回饋是資訊策略的一種，而基於智慧電錶的資訊回饋亦是常見於改善家庭用戶節電決策制定上面臨資訊不對稱困境的方法。透過資訊內容編輯來提供電力消費資訊，將增加民眾取得家庭用電的資訊，降低節電決策制定上由外部因素所引起的資訊不對稱。另，資訊的有效傳遞亦增加家庭節電行為發生的可能性。由於缺乏對人性因素的考量，使得電力消費資訊的提供對於協助家庭節電是必要但非充分條件(Darby, 2001)。然而資訊策略中的資訊回饋不僅是指提供電力消費資訊，它還更強調透過豐富且優質的資訊提供，使民眾瞭解行為對環境的影響，以協助民眾改變既有的電力消費行為，達到家庭節電的目的(Delmas *et al.*, 2013)。人的有限理性影響民眾對於節電知識與資訊的認知，使得民眾缺乏用能行為與電力消費關係間的認識，進而影響節能行為的發生。豐富且優質的資訊提供將促使人的認知系統對資訊進行處理，透過資訊的分析、比較與評判，人將對於該議題的瞭解更為深入，進而影響行為的傾向(Zhu *et al.*, 2016)。因此在於資訊回饋中提供豐富且優質的電力消費資訊，將使民眾對於家庭的電力消費狀況產生注意，認知系統亦對於相關的資訊進行分析、比較與評判，增加民眾對於家庭電力消費情況的掌握，也降低節電決策制定上的由內外部因素所引以的資訊不對稱情況，進而增強節電行為的傾向，調整其用電行為以達節電的目的。

在資訊回饋中，常見的電力消費資訊提供類型有用電量資訊的回饋、價格資訊等。用電量資訊的回饋，如同協助家庭用戶建立了特定的目標，將使民眾透過不同的用電量資訊進行家庭的用電評判。透過用電資訊的回饋，將導引家庭用戶對於用電的特定目標產生注意(attention)(McCalley, 2006)，且為了達成該節電

目標，亦將增加電力消費行為改變的可能性。價格資訊的提供如同扮演價格誘因的角色，讓民眾得以透過價格資訊瞭解節電帶來的實質利益，例如時間電價、尖峰電價等，進而思考用電行為改變的可能性(Newsham & Bowker, 2010)。

為有效地傳遞家庭節電的重要性使民眾更瞭解家庭電力的消費情況，以及增進家庭節電行為的發生，資訊策略的資訊回饋在於電力消費資訊的提供上亦常透過框架(framing)的應用來增加資訊意涵對於家庭用戶節電決策制定重要性。人的有限理性使得其在面對相同問題時，若決策選項透過不同面向的凸顯，將使人做出不同的選擇，該現象稱為框架效應(framing effect)(Kahneman, 2003)。而在於資訊傳遞的過程中，透過凸顯不同程度的風險、事件的特徵或是行為背後所隱含的後果或目標，將使人察覺到該議題的重要性以及透過行為改善該情況的有效性，進而產生行為改變(Levin *et al.*, 1998；Van de Velde *et al.*, 2010)。因此在於電力消費相關資訊的提供上，透過不同面向的凸顯將使家庭的電力消費決策帶給民眾不同的價值，使認知系統對於電力消費相關資訊進行更為深入的分析與衡量，進而瞭解家庭節電的重要性，改變其電力消費行為。例如提供相似群體用電量的比較資訊，以比較資訊作為規範的線索，透過社會規範框架讓家庭用戶從中瞭解用電行為的適當性及社會規範的期望，進而產生節電行為(Allcott, 2011；Delmas *et al.*, 2013)。此外，人的有限理性使其看待身邊事物時，無法直接評判對它的偏好，而是會根據所處的情境及它與其他事物的相對關係來評判(Ariely, 2008)。該結果意味著欲有效傳遞電力消費資訊的節電意涵，資訊的提供需為家庭用戶可接受的框架，以增加該資訊對於家庭節電的重要性，且資訊的有效設計將成為助推(Nudge)來協助人的行為改變，增加家庭節電行為發生的可能性。在資訊的回饋中，電力消費資訊可於框架中進行正向或負向的前景表

述，使人得以依據現況及資訊前景進行價值的判斷，對於回饋的資訊產生不同的偏好。根據展望理論(prospect theory)的觀點，有限理性使人在面對相同的損失或利得會呈現不同的偏好表現，且相較於利得，人對於損失的表現則更為敏感，呈現損失趨避(lose aversion)的傾向(Kahneman & Tversky, 1979)。因此若能在資訊的傳遞中，透過負向的前景的表述，將使民眾依據既有的家庭電力消費現況與前景結果進行價值的比較，在民眾不願意電力消費行為將帶來價值減損的情況時，不僅使得資訊具說服力，民眾將更有動機調整電力消費行為，落實家庭節電。

透過資訊策略中資訊回饋的應用來提供民眾豐富且優質的電力消費資訊，將不僅降低民眾在於節電上所面臨由外部因素所引起的資訊不對稱情況，有效的資訊傳遞將增加民眾對於家庭電力消費情況的瞭解以及節電行為的價值，改善由內部因素所引起的資訊不對稱情況，有助於家庭節電行為的發生。因此，本研究認為：

假說一：豐富且優質的電力消費資訊提供將負向影響家庭用戶的電力消費行為。

假說二：資訊框架的應用有效加強家庭用戶節電行為的產生。

3. 研究方法

3.1 資料與樣本

隨著國際對於家庭用戶節電的重視，為有效協助家庭用戶節電，豐富且優質的電力消費資訊的提供為資訊策略中資訊回饋執行成功與否的重要前提，而量測為豐富且優質資訊提供的關鍵基礎，透過量測將有助於對家庭用戶用電型態的瞭解，搭配資訊策略的應用，將有利於提升節電措施的有效性。智慧電錶由於具備即時記錄家庭用戶的用電資料功能，以及能透過通訊網路與系統及顯示設備連結的特性，能

為家庭用戶提供較以往更為豐富的電力消費資訊，再加上有助於未來智慧電網的發展，因而成為國際主要推行的家庭節電措施。

為瞭解資訊策略中資訊回饋的應用對家庭用戶電力消費行為的影響，本研究將基於智慧電錶的安裝而獲得相關資訊視為資訊回饋於家庭用戶端的應用，以家庭用戶具智慧電錶及用戶端整合服務作為家庭用戶是否能取得豐富且優質的電力消費相關資訊之依據。我國於2016年公布低壓電錶政策並訂立智慧電錶的推動目標，經濟部能源局與台電公司透過與工業技術研究院的執行建置合作，於2017年完成以公宅、台電公司宿舍為主的智慧電錶及用戶端整合之一千戶示範計畫。透過智慧電錶的裝設及用戶端的整合服務，公宅用戶將能透過居家顯示器或手機APP瞭解家庭的用電資訊，系統提供分鐘用電資料及月用電資料，而民眾得以查詢家庭的歷史用電量，使得公宅用戶由於資訊回饋的應用而較一般住宅用戶掌握更為完整的電力消費相關資訊。有鑑於本研究的公宅樣本來源，其智慧電錶的建置及用戶端整合服務為一體執行，且透過該措施的實施使公宅用戶較傳統電錶的一般家庭用戶取得更為即時、完整的電力消費資訊，因此本研究將家庭用戶是否具備智慧電錶及用戶端整合服務，作為判斷家庭用戶是否取得基於智慧電錶的資訊回饋依據。

低壓智慧電錶的裝設於我國仍屬持續推動的階段，為瞭解電力消費相關資訊的提供對家庭用戶節電行為的影響，本研究透過實驗設計將實驗對象區分成實驗組(有安裝智慧電錶及用戶端整合服務者)與對照組(未安裝智慧電錶者)，進行2018年夏季空調的使用行為比較。對於裝設智慧電錶用戶的樣本取得，本研究從參與示範計畫的一千戶公宅用戶進行便利抽樣，透過說明會的舉辦及參與意願的詢問，將自願參與(opt-in)本研究的公宅用戶作為實驗組。為降低用戶可能因為獲得研究設計資訊而刻意改變電力消費行為，研究團隊於說明會主要以

概略說明的方式介紹研究內容，並招募用戶及徵得用戶同意提供電力消費行為資料。考量到家庭用戶普遍的夏季用電特質與參與用戶的公宅租賃期間限制，在去除住宅無空調設備、租約無法配合實驗期間者、電力消費行為資料提供不完整者，最後共有96戶具智慧電錶及用戶端整合服務的公宅用戶為本研究的實驗組。對於未裝設智慧電錶的家庭用戶樣本，由於該類型用戶為一般傳統電錶家庭用戶，本研究參考林素琴與林志勳(2017)於我國住宅部門電力使用研究之做法，由台電公司的住宅用戶按內政部不動產資訊平台的住宅存量作為樣本配置的依據，以總戶數為1200戶的條件下先進行隨機抽樣，透過住宅部門能源消費行為問卷調查的形式，對所接觸到的用戶進行調查說明及參與意願詢問，由同意參與的用戶提供住宅用電資料，並形成樣本的母體。考量家庭用戶特徵對用電量的影響，本研究參考雙北公宅的申請資格與用戶特徵後，對隨機抽樣所形成的1,200戶樣本母體再進行分層抽樣，以臺北市、新北市、建築物類型為公寓或大廈、全家年所得小於新臺幣70萬元、具有空調設備者作為篩選條件，最後獲得一般傳統電錶住宅用戶共64戶作為本研究的控制組。

為瞭解各家庭用戶的電力消費行為，本研究針對參與研究的所有用戶進行家庭用電資料問卷調查。問卷內容主要詢問家庭用戶2018年夏季的空調設備數量、平均每台每日使用時數，以及填答者的年齡、性別、婚姻與教育程度、全家年所得區間、住宅型態資訊，以及家中其他電器產品(電扇、電視)使用行為資訊，藉以瞭解家庭用戶在夏季空調使用行為上的電力消費樣貌。此外，為瞭解哪些電力消費相關資訊的提供對家庭用戶的節電決策具重要性以有助於資訊策略的應用及發展，本研究對於裝設智慧電錶的公宅用戶進行電力消費相關資訊內容與節電決策重要性的詢問，透過五個題項瞭解家庭用戶看待框架與表述方式內容對節電決策的重要性。

3.2 實驗設計

為瞭解各家庭用戶的電力消費行為，本研究對裝設智慧電錶及用戶端整合服務的公宅用戶及一般傳統電錶的家庭用戶進行家庭用電資料問卷調查，並透過線性迴歸模型分析探究資訊策略的實施對家庭用戶夏季的空調使用行為的影響。問卷調查用於瞭解家庭用戶的夏季主要的電器設備(空調)使用行為資訊、住宅型態資訊。住宅部門的用電分布主要來自於空調與照明設備，而空調又為家庭用戶夏季主要使用的電器產品，因此在於夏季電力消費行為的詢問上，以詢問家庭用戶在空調的使用為主。考量到空調屬季節性家電，且國人在於使用上可能會伴隨著電扇的使用或電視的觀看，因此亦詢問空調、電扇、電視的台數，以及空調、電扇於夏季平均每日每台的使用時數，電視平均每日每台使用時數。

為探究資訊策略中電力消費相關資訊的提供對家庭用戶節電的效益，本研究透過多元線性迴歸分析，以家庭用戶是否具智慧電錶及用戶端的整合服務做為基於智慧電錶的資訊回饋，而使家庭用戶取得電力消費相關資訊的依據，並透過對住宅型態、家庭主要電器用品的使用進行控制，以建構本研究的迴歸模型：

$$TAC_i = \beta_0 + \beta_1 ED_i + \beta_2 FS_i + \beta_3 HF_i + \beta_4 HR_i + \beta_5 FI_i + \beta_6 HAAC_i + \beta_7 SC_i + \beta_8 FL_i + \beta_9 EF_i + \beta_{10} TV_i + \beta_{11} SI_i + \varepsilon_i$$

為瞭解透過智慧電錶及用戶端整合服務提供電力消費資訊對於家庭用戶空調使用行為的影響，本研究將採用的變數及說明整理如表1。

4. 實證結果

4.1 敘述統計

本研究的總樣本戶數為160戶，其中96戶為具智慧電錶及用戶端整合服務的公宅用戶，

表1 迴歸模型變數說明(本研究整理)

變數類別	變數名稱	變數說明
應變數	TAC_i : 空調夏季的日總台時	為家庭用戶 i 的空調夏季日總台時，其為家庭用戶 i 所擁有的窗型、分離式冷氣台數，分別乘以其每台夏季每日平均使用時數，再進行加總
自變數	SI_i : 智慧電錶及用戶端整合服務	為家庭用戶 i 是否取得豐富且優質的電力消費相關資訊，參與本研究的公宅用戶由於智慧電錶的建置及用戶端整合服務是一體進行，因此本研究將智慧電錶及用戶端整合服務視為資訊策略中資訊回饋的應用。以具智慧電錶及用戶端整合服務的有無作為基於智慧電錶的資訊回饋依據，並以虛擬變數表示，1=具智慧電錶及用戶端整合服務，0=不具智慧電錶及用戶端整合服務
控制變數	ED_i : 填答者教育程度 FS_i : 家庭人數 HF_i : 家庭主婦人數 HR_i : 家庭退休人數 FI_i : 家庭年所得 $HAAC_i$: 住宅空調使用面積 SC_i : 房屋日照狀況 FL_i : 住宅樓層 EF_i : 電扇夏季的日總台時 TV_i : 電視的日總台時	為家庭用戶 i 的填答者教育程度，1=具備大學以上學歷，0=未具有大學以上學歷 為家庭用戶 i 的家庭人數 為家庭用戶 i 的家庭主婦人數 為家庭用戶 i 的退休人數 為家庭用戶 i 的家庭年所得，本研究以虛擬變數進行區分，0=未滿60萬元，1=60萬元以上 為家庭用戶 i 的建築物使用空調面積，以坪數表示 為家庭用戶 i 的房屋日照狀況，1=無日照，0=有日照 為家庭用戶 i 的住宅所處樓層，1=7樓以上，0=7樓以下 為家庭用戶 i 的電扇夏季日總台時，其為家庭用戶 i 所擁有的電扇台數，乘以其每台夏季的平均每日使用時數，再進行加總 為家庭用戶 i 的電視日總台時，其為家庭用戶 i 所擁有的CRT電視、LCD電視台數，分別乘以其每台平均每日使用時數，再進行加總

64戶為一般傳統電錶家庭用戶。透過問卷的填答，填答者的年齡區間以36歲至45歲為主，填答者以女性、已婚者居多，教育程度則以大專/大學者居多，佔總樣本數56.96%，家庭成員人數平均為2.98人，全家年所得區間以60萬至89萬9,999元為多數，約佔總樣本數45%，但家庭年收入所得區間為60萬以下者亦佔總樣本數約47%。住戶所居住的樓層平均為7.45，空調的夏季日總台時為15.11，電扇的夏季日總台時為18.37，電視的日總台時為3.95。填答者的人口統計資訊整理如表2。

4.2 相關係數

填答者的家庭特徵與空調夏季日總台時的相關係數整理如表3。從表3的相關係數得以觀察到家庭用戶的空調夏季日總台時與智慧電錶及用戶端整合服務為顯著負相關，與家庭人

數、主婦人數、住宅空調使用面積、電扇的夏季日總台時為顯著正相關。其原因可能來自於家庭人數愈多將增加對房間的需求，因而導致住宅空調面積的增加，也增加空調在夏季使用的可能性，而我國積極倡導使用空調時亦搭配使用電扇，因而可能使得電扇的日總台時與空調的日總台時呈現顯著正相關。智慧電錶及用戶端整合服務與電扇的夏季日總台時、電視的日總台時具顯著負相關，其原因可能來自於電力消費資訊的提供使得家庭用戶調整電力消費行為，因而使得這些變數與智慧電錶及用戶端整合服務呈現負相關。

4.3 迴歸模型結果

透過多元線性迴歸分析，具智慧電錶及用戶端整合服務的公宅用戶較一般傳統電錶的家庭用戶於空調的夏季使用行為上，減少日總台

表2 問卷填答者的人口統計資訊(本研究整理)

變數	項目	比率	平均
年齡區間	1=25歲以下	3.16%	3.34
	2=26-35歲	22.78%	
	3=36-45歲	37.34%	
	4=46-55歲	17.09%	
	5=56-65歲	13.29%	
	6=66歲以上	6.33%	
性別	1=男	30.63%	0.31
	0=女	69.38%	
婚姻	1=已婚 0=未婚	67.76% 32.24%	0.68
教育程度	1=小學及以下	1.90%	3.65
	2=初中/國中	2.53%	
	3=高中/高職	31.65%	
	4=大專/大學	56.96%	
	5=研究所以上	6.96%	
家庭成員人數	1人	10.00%	2.98
	2人	28.13%	
	3人	26.88%	
	4人	25.00%	
	5人	9.38%	
	6人	0.63%	
全家年所得區間	1=未滿30萬元	15.63%	2.49
	2=30萬~59萬9999元	31.25%	
	3=60萬~89萬9999元	45.00%	
	4=90萬~119萬9999元	4.38%	
	5=120萬~149萬9999元	3.75%	
住戶樓層	--	--	7.45 (標準差4.08)
空調的夏季日總台時	--	--	15.11 (標準差11.59)
電扇的夏季日總台時	--	--	18.37 (標準差12.87)
電視的日總台時			3.95 (標準差4.62)

時約2.78。在於模型1，本研究將可能影響住宅用戶空調夏季日總台時的變數作為控制變數列入，其中包含主婦人數、家庭年所得、住宅空調面積、住戶樓層、電扇的夏季日總台時與空調夏季的日總台時具顯著正相關。該結果表示家庭用戶中家庭主婦人數愈多，或家庭年所得愈高，或住宅使用空調的面積愈高，或住戶所在的樓層愈高，則空調的夏季日總台時將愈高，而隨著電扇的夏季台時愈高，空調的夏季日總台時亦愈高，該結果可能來自於家庭用戶

在使用空調時，搭配電扇的使用。

模型2為透過是否具智慧電錶及用戶端整合服務，檢測基於智慧電錶的資訊回饋對家庭用戶空調夏季使用行為的影響。模型2的結果顯示，家庭用戶中家庭主婦人數、家庭年所得、住宅的空調使用面積、住戶樓層、電扇的夏季日總台時與空調夏季的日總台時具顯著正相關。而智慧電錶及用戶端整合服務與家庭用戶空調夏季日總台時呈現顯著負相關，該估計係數為-2.7770，表示具智慧電錶及用戶端整合服

表3 相關係數(本研究整理)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
(1)空調的夏季日總台時	1											
(2)教育程度	-0.1566	1										
(3)家庭人數	0.5026*	-0.1198	1									
(4)主婦人數	0.2927*	0.0022	0.3379*	1								
(5)退休人數	0.1553	-0.2006*	0.2675*	0.0091	1							
(6)家庭所得	0.1077	0.3036*	0.2583*	-0.1489	-0.1227	1						
(7)住宅空調使用面積	0.6438*	-0.0791	-0.5567*	0.2253*	0.2189*	0.0903	1					
(8)住宅無日照	-0.0811	0.1195	-0.0587	-0.0921	-0.0276	0.0607	-0.0193	1				
(9)住戶樓層	-0.1371	0.1760*	-0.153	-0.0501	-0.0238	-0.0033	-0.2385*	-0.1898*	1			
(10)電扇的日總台時	0.5950*	-0.1271	0.4569*	0.1458	0.1365	0.0878	0.5250*	0.0598	-0.2433*	1		
(11)電視的日總台時	0.2786*	-0.2370*	0.2544*	0.0512	0.3222*	0.0162	0.3511*	0.0625	-0.2248*	0.4506*	1	
(12)智慧電錶及用戶端 整合服務	-0.4266*	0.2451*	-0.3673*	0.0428	-0.2205*	-0.0737	-0.4723*	-0.1554	0.2979*	-0.5337*	-0.5400*	1

*p < 0.05.

務的公宅用戶較一般傳統電錶家庭用戶的空調夏季日總台時減少約2.78，該結果支持假說一(請參見表4)。

表4 迴歸模型實證結果(本研究整理)

變數	模型1	模型2
教育程度	-1.0158 (1.4033)	-.7258 (1.4043)
家庭人數	.7242 (.7419)	.5411 (.7448)
家庭主婦人數	2.7880* (1.4598)	3.3084** (1.4825)
退休者人數	.0190 (1.0250)	-.0150 (1.0182)
全家年所得	1.2816* (.7651)	1.2689* (.7598)
住宅空調使用面積	.7444*** (.1154)	.7118*** (.1163)
住宅無日照	-.7685 (1.2520)	-1.0771 (1.2569)
住戶樓層	2.3289* (1.3030)	2.5749* (1.3023)
電扇的日總台時	.3078*** (.0607)	.2831*** (.0621)
電視的日總台時	-.0695 (.1549)	-.1461 (.1605)
智慧電錶及用戶端整合服務		-2.7770* (1.6516)
截距項	-7.0558** (2.6882)	-3.9739 (3.2385)
Adjust R-squared	0.5950	0.6005

註：1. *表p-value < 0.1；**表p-value < 0.05；***表p-value < 0.01。2. 括弧內為標準差。

4.4 公宅用戶的用電資訊內容與節電決策

在資訊策略應用於協助家庭用戶節電的研究中，部分研究指出僅仰賴用電資訊的回饋並無法充分改變家庭用戶的電力消費行為，而透過適當的框架應用於資訊內容的呈現，將成為協助家庭用戶節電的有效工具(Schultz *et al.*, 2015)。為使電力消費相關資訊的提供有效協助家庭用戶節電，本研究針對具智慧電錶及用戶端整合服務的公宅用戶，透過五題問項來瞭

解哪些電力消費相關資訊的提供與呈現對家庭用戶的節電決策具重要性。基於智慧電錶的資訊回饋，公宅用戶取得的用電資訊回饋皆為實質資訊內容，因此本研究欲探究將節電表現納入不同框架，其對於家庭用戶節電決策的重要性。

本研究主要參考節能資訊策略、智慧電錶與居家電能顯示器(in-home display)的資訊回饋研究(e.g., Delmas *et al.*, 2013; Krishnamurti *et al.*, 2012)，針對資訊提供上常見的框架應用進行問項的設計，例如群體節電表現。透過群體節電表現框架問項，我們將得以瞭解該框架對於公宅用戶節電決策的觀點。雖然台電提供鄰里的平均用電資料，但智慧電錶的安裝及用戶端的整合服務將使用戶得以獲得即時且更細緻用電資訊的機會，也使得框架運用於節電表現上將有更彈性的空間，而透過該類框架問項的詢問，分析結果將能作為未來基於智慧電錶的資訊回饋應用參考。研究規劃期間適逢媽祖繞境進香活動的進行，觀察到民眾對於宗教信仰的虔誠態度，因此在於框架的問項設計上亦將宗教宣導個人節電的表現納入，藉此瞭解提供宗教宣導類型的資訊是否對家庭用戶的節電決策具重要性。

此外，為使資訊框架的應用能更有效傳遞電力消費資訊的意涵予家庭用戶，本研究亦參考展望理論中，人相較於利得，對於損失的表現則更為敏感的損失趨避心理。因此電力消費資訊框架的內容以不同方式表述，將帶給民眾不同的價值，價值衡量的結果將使民眾對於節電決策的制定產生不同的偏好，影響節電行為發生。透過資訊選項的內容設計，除了得以觀察框架效應，更可以在框架效應上觀察正向或負向的前景表述何者對用戶的節電決策更具重要性。

本研究透過框架效應於電力消費資訊的應用，用以探究哪些類型的電力消費資訊對家庭用戶的節電決策具重要性。問卷題項主要先詢問用電支出比較資訊的提供對於家庭用戶節電

決策是否具重要性，之後再將比較資訊的提供以群體節電表現、宗教宣導個人節電表現兩類的框架呈現，用以瞭解在不同框架的應用下，電力消費資訊的回饋對家庭用戶節電決策的重要性。此外，研究亦於框架中透過正、負向前景的表述方式，用以瞭解框架中損失或利得的表述內容對家庭用戶節電決策的重要性。問項採用李克特量表，以1至5分別表示家庭用戶認為該資訊對於節電決策的重要性，1=完全沒影響，2=不太有影響，3=沒有意見，4=還算有影響，5=非常有影響。群體節電表現比較、宗教宣導的問項間平均關聯係數高，分別為0.7964、0.9237，Cronbach's α 分別為0.8867、0.9604，表示這些題項所應用的框架是能可靠地組成構面，問卷具一致性與穩定性。

表5的結果顯示，家庭用戶認為電費支出的比較資訊對於節電決策的重要性平均得分為3.7188，意味著電費支出的比較資訊提供對家庭節電決策平均而言具重要性。在於框架的應用上，民眾認為群體節電表現比較資訊對節電決策的重要性較宗教宣導個人節電表現的框架來得高，前者題項的平均分數為3.5729、3.5000，後者題項的平均分數為2.7604、2.7813。家庭用戶在群體節電表現比較的框架

中，提供正向前景表述者(贏過)對節電決策的重要性獲得平均分數較提供負向前景表述者(輸給)高，顯示公宅家庭用戶在於群體節電表現框架下的選擇對於正向前景表述對節電決策重要性給予略高的評價。在於宗教宣導的資訊框架中，提供正向前景表述(祝福)或負向前景表述(責罰警示)對節電決策的重要性，根據平均得分結果顯示，在於該框架下，公宅家庭用戶對於資訊中採正向或負向前景表述的偏好差異甚小，但負向的表述仍微略高於正向的表述。

本研究再透過多元線性迴歸分析，以瞭解電力消費資訊的框架應用對不同家庭用戶類型節電決策重要性的影響。本研究的家庭用戶的類型主要含括兩類特徵：(一)家庭用戶特徵，其包含家庭人數、家庭主婦人數、退休者人數、家庭年所得60萬以上、填答者的教育程度大學以上、填答者性別、年齡；(二)住宅特徵，其包含住宅空調面積、住宅無日照狀況。表6的模型3至模型5分別表示電力消費資訊的提供、框架對家庭用戶節電決策的重要性，模型3為詢問提供電費支出的比較資訊對公宅用戶節電決策的重要性，模型4為詢問群體節電表現框架對公宅用戶節電決策的重要性，模型5為詢問宗教宣導框架對公宅用戶節電決策的重要性。

表5 公宅用戶對於用電資訊內容與節電決策之觀點(本研究整理)

問項	框架	平均	標準差	Cronbach α	Average interitem correlation
1. 若提供電費支出的比較資訊，對您的節電決策是否重要?	--	3.7188	1.1581	--	--
2. 在群體的節電表現中，若告訴您已贏過多少用戶，對您的節電決策是否重要?	群體節電表現	3.5729	1.1493	0.8867	0.7964
3. 在群體的節電表現中，若告訴您已輸給多少用戶，對您的節電決策是否重要?		3.5000	1.1788		
4. 若您所信仰的神將為節電提供祝福，這對您的節電決策是否重要?	宗教宣導	2.7604	1.2290	0.9604	0.9237
5. 若您所信仰的神將為浪費用電提供責罰警示，這對您的節電決策是否重要?		2.7813	1.2329		

表6 迴歸模型：電力消費資訊提供與框架對家庭用戶節電決策重要性(本研究整理)

應變數	模型3 電費支出的比較資訊對 公宅用戶節電決策的重 要性	模型4 群體節電表現框架對公 宅用戶節電決策的重要 性	模型5 宗教宣導框架對公宅用 戶節電決策的重要性
家庭人數	.1068 (.1469)	.0585 (.2717)	-.2131 (.2886)
家庭主婦人數	.0261 (.3370)	-.0311 (.6233)	-.3703 (.6619)
退休者人數	.0096 (.2810)	.1069 (.5196)	.2789 (.5518)
教育程度	-.5708 (.3813)	-.9417 (.7051)	-1.4215* (.7488)
全家年所得	.7895** (.3114)	1.5912*** (.5758)	.5643 (.6115)
年齡	-.1668 (.1332)	-.1867 (.2464)	.3125 (.2617)
性別	-.0495 (.2895)	-.2343 (.5353)	-.6988 (.5685)
住宅無日照	.1851 (.2850)	.6153 (.5270)	.0582 (.5597)
住宅的空調使用面積	.0079 (.6431)	.0339 (.0404)	.0579 (.0429)
截距項	3.7816*** (.6431)	6.7981*** (1.1893)	5.4638*** (1.2630)
觀察值	81	81	81
Adjust R-squared	0.0555	0.0465	0.0547

註：1. *表p-value < 0.1；**表p-value < 0.05；***表p-value < 0.01。2. 括弧內為標準誤。3. 此部分問項具有正反配對性，若有一方題項未填答者，則予以刪除該樣本。

模型3顯示全家年所得達60萬以上的家庭與電費支出比較的資訊提供具顯著正相關，表示家庭年所得達60萬以上的家庭認為電費支出比較資訊的提供對家庭節電決策具重要性。模型4、模型5為資訊策略中的框架應用，模型4顯示全家年所得達60萬以上的家庭與群體節電比較的資訊框架具顯著正相關，表示家庭年所得達60萬以上的家庭認為群體比較資訊的提供對家庭節電決策具重要性。模型5顯示教育程度達大學以上與提供宗教宣導的資訊框架為顯著負相關，表示教育程度為大學以下的族群認為提供宗教宣導的資訊對家庭節電決策具重要性。

表7的模型4-1、模型4-2、模型5-1、模型5-2分別探究在不同框架下，資訊內容透過不同

前景的表述方式對家庭節電決策的重要性。模型4-1、模型4-2為群體節電表現框架的應用，前者為正向前景(贏過)的表述，後者則是負向前景(輸給)的表述；模型5-1、模型5-2為宗教宣導框架的應用，前者為正向前景(祝福)的表述，後者則是負向前景(責罰警示)的表述。

在於群體節電表現的框架下，模型4-1顯示全家年所得達60萬以上的家庭用戶認為正向前景(贏過)的表述內容對其節電決策具重要性；模型4-2顯示全家年所得達60萬以上、住宅無日照狀態的用戶認為負向前景(輸給)的表述內容對其節電決策具重要性。此外，模型4-1、4-2皆顯示對於全家年所得達60萬以上的家庭用戶而言，正向、負向前景的表述內容皆對其節電

表7 迴歸模型：電力消費資訊的前景表述方式對家庭用戶節電決策的重要性(本研究整理)

應變數	模型4-1	模型4-2	模型5-1	模型5-2
	群體節電表現框架對公宅用戶節電決策的重要性		宗教宣導框架對公宅用戶節電決策的重要性	
	正向前景表述	負向前景表述	正向前景表述	負向前景表述
家庭人數	.0617 (.1444)	-.0032 (.1443)	-.0713 (.1500)	-.1418 (.1438)
家庭主婦人數	-.0862 (.3313)	.0551 (.3310)	-.2402 (.3441)	-.1300 (.3298)
退休者人數	-.1200 (.2762)	.2269 (.2760)	.0994 (.2869)	.1795 (.2750)
教育程度	-.4292 (.3747)	-.5125 (.3745)	-.5565 (.3893)	-.8650** (.3731)
全家年所得	.7700** (.3060)	.8212*** (.3058)	.2516 (.3179)	.3128 (.3047)
年齡	-.0419 (.1309)	-.1448 (.1309)	.1791 (.1363)	.1333 (.1304)
性別	-.1068 (.2845)	-.1275 (.2843)	-.2105 (.2956)	-.4883 (.2833)
住宅無日照	.1248 (.2801)	.4906* (.2799)	-.0102 (.2910)	.0685 (.2789)
住宅的空調使用面積	.0051 (.0215)	.0288 (.0215)	.0312 (.0223)	.0267 (.0214)
截距項	3.4494*** (.6321)	3.3487*** (.6316)	2.4366*** (.6566)	3.0272*** (.6294)
觀察值	81	81	81	81
Adjust R-squared	0.0229	0.0612	0.0222	0.0894

註：1. *表p-value < 0.1；**表p-value < 0.05；***表p-value < 0.01。2. 括弧內為標準誤。3. 此部分問項具有正反配對性，若有一方題項未填答者，則予以刪除該樣本。

決策重要性具顯著正相關，但再透過迴歸係數的比較，負向前景表述的係數(0.8212)較正向前景者(0.7700)略高一些，顯示對於全家年所得達60萬以上的族群而言，雖正、負向前景描述皆對節電決策具重要性，但相較於正向的前景描述，負向的前景描述對他們的節電決策更為重要。

模型5-1顯示家庭用戶特徵與正向前景(祝福)無顯著相關；模型5-2顯示教育程度為大學以上與負向前景(責罰警示)的描述方式具顯著負相關，表示在於宗教宣導節電的框架下，對於教育程度為大學以下的家庭用戶而言，負向前景的表述方式對其家庭節電決策具重要性。

整體而言，表6與表7的迴歸模型結果支持

假說二。將框架、前景描述應用於電力消費資訊中，電力消費資訊的提供對不同家庭用戶的節電決策具重要性，而透過不同前景表述方式呈現資訊內容，除了得以觀察到框架效應對公宅用戶節電決策的影響外，更能觀察到受損失趨避心理的影響，負向前景的表述對家庭年收入60萬以上的家庭用戶、教育程度為大學以下的家庭用戶之節電決策具重要性，將有助於家庭用戶節電行為的產生。

5. 結論與討論

本研究的目的是為探究資訊策略中基於智慧電錶的資訊回饋應用與我國家庭用戶的節電

行為，實證研究的結果可作為優化我國推行及發展以資訊為主的家庭節電措施參考。本研究將家庭用戶具智慧電錶及用戶端整合服務的有無視為家庭用戶取得電力消費相關資訊與否的依據，以安裝智慧電錶及用戶端整合服務的雙北公宅用戶及一般傳統電錶的家庭用戶進行空調的夏季使用行為比較，以及針對安裝智慧電錶及用戶端整合服務的公宅用戶進行問卷調查，以瞭解框架的應用對家庭節電決策的重要性。經由實證結果得知：一、豐富且優質的電力消費資訊提供，有助於家庭節電行為的發生。豐富且優質的電力消費資訊提供，將降低家庭用戶在於節電決策上面臨由內外部因素所引起的資訊不對稱情況，不僅增加對家庭電力消費情況的掌握，也使家庭用戶更為瞭解電力消費資訊的意涵，增加節電行為發生的可能性。本研究將智慧電錶的安裝及用戶端的整合服務視為基於智慧電錶的資訊回饋，實證結果顯示具備智慧電錶及用戶端整合服務有助於基於智慧電錶的資訊回饋發揮，使得公宅用戶較一般傳統電錶家庭用戶取得更為豐富且優質的電力消費相關資訊，進而有機會調整家庭的用電行為來節電；二、框架的應用有效增強資訊對於家庭節電決策的重要性，增加家庭用戶節電行為發生的可能性。由於資訊的提供與接收者對於框架各有偏好，為有效傳遞資訊意涵予家庭用戶，資訊的提供搭配家庭用戶可接受之框架將有助於增加該資訊對於家庭節電決策的重要性，使該資訊的回饋化為助推的力量，改變家庭用戶的電力消費行為。實證結果顯示具智慧電錶及用戶端整合服務的公宅用戶認為電力支出的比較資訊對家庭節電決策具重要性，相較於宗教宣導個人節電表現的框架，公宅用戶更偏好群體節電表現的框架。不同特徵的家庭用戶對於框架亦有不同的偏好：(一)家庭年收入60萬以上的族群認為電費支出的比較資訊對其節電決策具重要性，該族群偏好以群體節電表現框架呈現的資訊，且受損失趨避心理的影響，負面前景較正面前景的資訊內容對其節

電決策更為重要。該結果可能是因為該族群具較佳的社經地位，不僅重視家庭消費的配置，亦更在意消費資源配置後所產生的結果，使得他們會較其他族群更為重視自己在群體中的表現，甚至極為重視群體對於他們的看法，因而使得群體節電表現資訊對他們的節電決策較其他族群更為重要。(二)教育程度為大學以下的族群偏好以宗教宣導個人節電表現框架所呈現的資訊，且受損失趨避心理的影響，負面前景的資訊內容對其節電決策更為重要。該結果可能是因為該族群受限於從教育中獲取節電的知識與資訊的機會，宗教宣導為該族群提供接觸節電資訊的機會，而呼應宗教信仰的教義，宣導所傳遞的節電資訊將逐漸形塑個人的價值觀及對個人行為的道德訴求，以增強資訊對該族群節電的重要性，進而改變用電行為以符合宗教宣導背後的宗教信仰期望。

本研究一開始雖從經濟學中人是理性的角度出發，瞭解外部因素引起的資訊不對稱將影響家庭節電行為發生的可能性，然從文獻探討中發現資訊的提供雖解決外部因素所引起的資訊不對稱情況，但對於家庭節電行為的產生仍未有定論，因而提出人並非完全理性而是有限理性的看法，並從行為經濟學角度出發，瞭解到家庭用戶在於節電決策的制定上，除了面臨來自外部因素所引起的資訊不對稱外，還有因為有限理性而導致由內部因素所引起的資訊不對稱情況，使得欲透過資訊的提供來增加家庭節電行為的產生需將人性因素納入考量。

基於智慧電錶的資訊回饋應用將不僅是提供家庭用戶電力消費資訊，更能有效地傳遞資訊內容的意涵，以降低家庭用戶在節電決策制定上因內外部因素所引起的資訊不對稱情況，增加節電行為發生的可能性。為協助家庭用戶節電，基於智慧電錶的資訊回饋應用與發展也趨於多元，本研究僅就基於智慧電錶應用而回饋豐富且優質的電力消費資訊、框架的應用以及損失趨避心理進行探討，然而影響家庭用戶對於資訊接受的心理因素極多，例如稟賦效

果、心理會計等，因此在於未來的研究上可就基於智慧電錶的資訊回饋與其他資訊策略的結合應用，探究它們對於家庭用戶節電行為的影響。

此外，本研究的具智慧電錶及用戶端整合服務的用戶樣本主要來自雙北的公宅用戶，而我國對於公宅的承租、入住資格皆有規範及限制，住宅內亦提供相關的電器設備，至使樣本的特徵具有其特殊性。由於家庭用戶的空調台數、每台空調每日的平均時數都是影響空調的夏季日台時因素，再加上本研究對於公宅用戶的招募採自願參與方式進行，自願參與的公宅用戶可能具有較強的節電意識，使得樣本的特殊性可能放大具智慧電錶及用戶端整合服務的公宅用戶與傳統電錶的一般家庭用戶間於空調的夏季日總台時效果。而以智慧電錶為基礎的相關電力管理服務業務近期亦於市場逐漸萌芽發展，未來研究可將採取相關電力管理服務措施的社區用戶納入樣本來源，使得樣本的特性得以更趨於一般性，或是將安裝傳統電錶的公宅用戶納入樣本來源，使得樣本屬性較能趨於一致性。

本研究在於探討家庭用戶的節電行為上，以具智慧電錶及用戶端整合服務的公宅用戶、一般傳統電錶的家庭用戶就夏季在空調的使用行為上進行比較，然而家庭用戶在於不同季節對電力消費會有不同的需求，空調的使用行為可能僅代表家中一部分的電力消費樣貌。未來可針對樣本進行長期縱貫研究，以瞭解電力消費資訊的提供對家庭在於不同季節、不同電器產品的使用行為影響，以更為完整地觀察節電行為的發生、節電決策的重要性是否產生變化。

本研究對資訊策略的應用於協助我國家庭用戶節電有以下的貢獻與政策意涵：首先，瞭解基於智慧電錶的資訊回饋對我國家庭用戶節電行為的影響。本研究提出基於智慧電錶的資訊回饋應用才是有效協助家庭用戶節電的本質，透過多元迴歸分析與問卷調查得知，電力

消費相關資訊的回饋將使家庭用戶改變空調的夏季使用行為，而民眾亦認為電費支出的比較資訊對於家庭用戶的節電決策具重要性，該結果意味著電力消費相關資訊的提供增加家庭用戶取得資訊的來源，有助於民眾在電力消費資訊的掌握度，不再如同以往僅能透過電費單上有限的資訊進行家庭用電的規劃，電力消費相關資訊的提供亦降低民眾在資訊取得上的成本，改善家庭用戶進行節電決策的資訊不對稱情況。資訊的提供亦使家庭用戶能較以往更容易對家庭的電力消費情況產生注意，增加節電行為發生的可能性。

其次，低壓智慧電錶為我國以提供資訊為主的節電措施重要發展基石，需持續深化投入。本研究認為，在探討智慧電錶對家庭用戶節電的影響時，並不能僅著重於智慧電錶的安裝與否和是否能協助家庭節能，而是應聚焦於資訊提供的策略，基於智慧電錶的資訊回饋才是該措施應用的本質，才是有效協助民眾節電所需重視的焦點。欲協助家庭用戶節電，持續地量測為瞭解其電力消耗的變化及提供後續豐富且優質的資訊的先決要件(Dupret *et al.*, 2019)。智慧電錶具備持續量測且即時回傳用電資料的功能，搭配後續的分析才有助於資訊策略的發揮及應用，增加資訊提供的完整性，使家庭用戶獲得豐富且優質的電力消費相關資訊，降低家庭用戶節電的資訊不對稱，以增加家庭節電行為的發生。因此，為協助家庭用戶節電及相關節電措施的有效規劃，以及因應國際智慧電網的發展趨勢，低壓智慧電錶的持續推行與安裝有其必要性。

最後，電力消費資訊的提供應朝客製化的方向推動，善用客製化資訊結合助推設計來發展節電措施。由於人對於資訊具有不同的認知框架，為有效提供資訊並傳遞資訊意涵，資訊的提供者需先瞭解資訊接收者對於資訊框架的可接受偏好，以提供符合需求的資訊，增加家庭節電行為發生的可能性。相較於以往提供通用性或概略性的資訊，基於智慧電錶的資訊回

饋將有助於依據家庭用戶的電力消費模式提供客製化的電力消費資訊，增加資訊對於節電決策的重要性，加強家庭用戶節電行為的產生。而在以提供家庭用戶客製化資訊的前提下，客製化的資訊有助於節電措施的助推設計，使得措施內容亦將更為符合家庭用戶需求，降低家庭節電行為發生的阻力，導引家庭用戶改變用電行為，提升家庭節電的效益。

誌 謝

本研究承蒙經濟部能源局「節約能源政策研究及建構決策支援機制計畫」，以及經濟部能源局「(108-E0215)智慧電網政策推動與應用研究發展計畫」的經費支持，特此致謝。

參考文獻

- 林素琴與林志勳，2017。我國住宅部門電力使用研究，臺灣能源期刊，第四卷(第三期)，285–302。
- Allcott, H., 2011. Social norms and energy conservation. *Journal of Public Economics*, 95(9–10), 1082–1095.
- Ariely, D., 2008. *Predictably Irrational: The Hidden Forces That Shape Our Decisions*. New York: Harper Collins.
- Darby, S., 2001. Making it Obvious: Designing Feedback into Energy Consumption. In P. Bertoldi, A. Ricci, & A. de Almeida (Eds.), *Energy Efficiency in Household Appliances and Lighting* (pp. 685–696). Springer Berlin Heidelberg.
- Delmas, M. A., M. Fischlein and O. I. Asensio, 2013. Information strategies and energy conservation behavior: A meta-analysis of experimental studies from 1975 to 2012. *Energy Policy*, 61, 729–739.
- Dendup, N. and T. H. Arimura, 2019. Information leverage_ The adoption of clean cooking fuel in Bhutan. *Energy Policy*, 125, 181–195.
- Dupret, M., T. Kreitz and N. Andreau, 2019. Monitoring campaign 2.0, an innovative way to produce energy statistics based on long-term electricity consumption measurement in 100 French households. *ECEEE Summer Study Proceedings*, 631–641.
- EIA., 2016. *International Energy Outlook 2016* (No. DOE/EIA-0484(2016); p. 290). Retrieved from U.S. Energy Information Administration website: <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/pdf/buildings.pdf>.
- Enerdata, 2017. Enel's distribution subsidiary has installed 1 million smart meters (Italy). Retrieved July 30, 2019, from <https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/enels-distribution-subsiary-has-installed-1-million-smart-meters-ita.html>.
- Energinet, 2016. *THE DANISH ELECTRICITY RETAIL MARKET: Introduction to DataHub and the Danish supplier-centric model*. Retrieved from <https://en.energinet.dk/-/media/.../Danish-electricity-retail-market.pdf>.
- Faruqui, A., S. Sergici and A. Sharif, 2010. The impact of informational feedback on energy consumption—A survey of the experimental evidence. *Energy*, 35(4), 1598–1608.
- Fischer, C., 2008. Feedback on household electricity consumption: A tool for saving energy? *Energy Efficiency*, 1(1), 79–104.
- Kahneman, D., 2003. Maps of Bounded Rationality: Psychology for Behavioral Economics. *American Economic Review*, 93(5), 1449–1475.
- Kahneman, D. and A. Tversky, 1979. Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), 263–291.
- Krishnamurti, T., D. Schwartz, A. Davis, B.

- Fischhoff, W. B. de Bruin, L. Lave and J. Wang, 2012. Preparing for smart grid technologies: A behavioral decision research approach to understanding consumer expectations about smart meters. *Energy Policy*, 41, 790–797.
- Levin, I. P., S. L. Schneider and G. J. Gaeth, 1998. All Frames Are Not Created Equal: A Typology and Critical Analysis of Framing Effects. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 76(2), 149–188.
- Lindenberg, S. and L. Steg, 2007. Normative, Gain and Hedonic Goal Frames Guiding Environmental Behavior. *Journal of Social Issues*, 63(1), 117–137.
- McCalley, L., 2006. From motivation and cognition theories to everyday applications and back again: the case of product-integrated information and feedback. *Energy Policy* 34, 129–137.
- Newsham, G. R. and B. G. Bowker, 2010. The effect of utility time-varying pricing and load control strategies on residential summer peak electricity use: A review. *Energy Policy*, 38(7), 3289–3296.
- Sanstad, A. H. and R. B. Howarth, 1994. ‘Normal’ markets, market imperfections and energy efficiency. *Energy Policy*, 22(10), 811–818.
- Schatzki, T., 2003. Options, uncertainty and sunk costs: An empirical analysis of land use change. *Journal of Environmental Economics and Management*, 46(1), 86–105.
- Schultz, P. W., M. Estrada, J. Schmitt, R. Sokoloski and N. Silva-Send, 2015. Using in-home displays to provide smart meter feedback about household electricity consumption: A randomized control trial comparing kilowatts, cost, and social norms. *Energy*, 90, 351–358.
- Singh, J. and D. Sirdeshmukh, 2000. Agency and Trust Mechanisms in Consumer Satisfaction and Loyalty Judgments. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 28(1), 150–167.
- Steg, L., 2008. Promoting household energy conservation. *Energy Policy*, 36(12), 4449–4453.
- Stern, P. C., 2000. Toward a Coherent Theory of Environmentally Significant Behavior. *Journal of Social Issues*, 56(3), 407–424.
- Van de Velde, L., W. Verbeke, M. Popp and G. Van Huylenbroeck, 2010. The importance of message framing for providing information about sustainability and environmental aspects of energy. *Energy Policy*, 38, 5541–5549.
- von Rosenstiel, D. P., D. F. Heuermann and S. Husig, 2015. Why has the introduction of natural gas vehicles failed in Germany?—Lessons on the role of market failure in markets for alternative fuel vehicles. *Energy Policy*, 78, 91–101.
- Wilhite, H. and R. Ling, 1995. Measured energy savings from a more informative energy bill. *Energy and Buildings*, 22(2), 145–155.
- Zhu, W., J. Wei and D. Zhao, 2016. Anti-nuclear behavioral intentions: The role of perceived knowledge, information processing, and risk perception. *Energy Policy*, 88, 168–177.

The Effect of Information Strategy on the Electricity-Saving Behavior of Households: An Empirical Analysis of Information Feedback to Public Housing in Taipei and New Taipei Cities

Jung-Ching Lin^{1*} Tsung-Lin Tsai² Tzung-Cheng Tsai³
Der-Fang Hung⁴ Chih-Hsun Lin⁵

ABSTRACT

In electricity saving field, households has been identified as an important target group for energy saving and carbon reduction in global. Due to information-limited accessibility and bounded rationality, the information asymmetry results in the challenges of electricity saving decisions for households and demarcates their performance of electricity saving. The application of information feedback, one of the information strategies, not only provides the better quality of electricity consumption but also delivers the rich implication of electricity consumption. Both of them can improve the information asymmetry in households' electricity saving decision and increase the possibility of electricity-saving behavior. For exploring the effectiveness of information feedback on the households' electricity-saving decisions, there are two research questions in the study: (1) does the information feedback of electricity consumption play an effective way for the households' electricity-saving behavior? (2) what kind of information of electricity consumption is critical to households' electricity-saving decision? The study adopts the experimental design to compare the air-conditioning use behavior in the summer season between the public housing with smart meters and in-home display (IHD) and general households without smart meters and IHD. The results of multiple regression models showed that the smart meters and IHD have a significantly negative effect on total-daily-using hours of air conditioning in the summer season. Moreover, the study designs the questionnaire to clarify the effect of electricity consumption information feedback by different framings for a household's electricity-saving decision. The study found that the framing of group electricity-saving comparison is critical to the households with higher annual income. The decision relevance of religious propaganda framing is vary with different education level of households. Due to the effect of loss aversion, the households prefer the information with the negative prospect in their electricity-saving decisions. In summary, the application of information feedback can help households to reduce information cost, to improve information asymmetry in electricity-saving decisions, and to increase the possibility of their electricity-saving behaviors.

Keywords: information feedback, information asymmetry, electricity saving behavior, framing effect.

¹ Researcher, Industry, Science and Technology International Strategy Center, Industrial Technology Research Institute.

² Associate Researcher, Green Energy and Environment Research Laboratories, ITRI.

³ Senior Engineer, GEL, ITRI.

⁴ Senior Research Manager, ISTI, ITRI.

⁵ Division Director, ISTI, ITRI.

* Corresponding Author, Phone: +886-3-5919043, E-mail: DorisJCLin@itri.org.tw

Received Date: August 30, 2019

Revised Date: November 6, 2019

Accepted Date: November 22, 2019