

臺灣批發零售業能源大用戶之能源效率指標管理方案研析

林晉勗^{1*} 陳玉嬋² 林師模³

摘 要

根據IEA (International Energy Agency)的研究報告顯示，2020年以前之二氧化碳減量貢獻主要應來自於能源使用效率提升，而非生產性質行業中，批發零售業能源大用戶的能源使用總量約占整體非生產性質行業能源大用戶的16.5%，僅次於運輸倉儲業，因此有輔導節能之必要。本研究利用建築特徵變數、營運特徵變數及地理區位特徵變數，以分量迴歸模型建立批發及零售業之能源效率指標評估模型，並建立合適之能源效率指標管理方案及評估實施管理的效益。研究結果顯示，以2012年為例，若批發零售業中EUI (energy-use intensity)落於50百分位以上的廠商能達成所設定的節電目標，則百貨公司與購物中心約可節電5.37%，並減少二氧化碳排放35.26千公噸，而量販店約可節電4.4%，並減少二氧化碳排放16.06千公噸。

關鍵詞：能源使用密集度、批發零售業、能源使用效率、分量迴歸

JEL分類：Q48, Q58

1. 前 言

近來各國異常氣候事件頻仍，已逐漸影響經濟發展及人身與財產安全，為緩解全球暖化所造成的氣候變遷，因此各國無不致力於二氧化碳排放減量。而我國行政院「節能減碳推動委員會」2010年1月18日召開首次會議，通過短、中、長期節能減碳目標，短期為我國2020年的二氧化碳排放量減量回到2005年的排放量，中期為2025年回到2000年排放量，長期為2050年回到2000年排放量的一半。然而根據國

際能源總署 (International Energy Agency, 簡稱IEA) 2012的世界能源展望報告顯示，⁴未來二氧化碳減量工具中，⁵至2020年時，能源使用效率提升及電力節約將為減量帶來71%的貢獻，再生能源及生質燃料可為二氧化碳減量貢獻17%，而核能、碳捕捉與封存(carbon capture and storage, 簡稱CCS)及其他技術等之貢獻僅11%。換言之，短期內，大多數的二氧化碳減量均需來自能源使用效率提升而非再生能源與生質燃料，而其主要原因乃由於再生能源及生質燃料現階段成本仍較化石能源高。因此，若

¹ 中原大學國際經營與貿易學系助理教授

² 財團法人臺灣綠色生產力基金會副研究員

³ 中原大學國際經營與貿易學系教授暨應用經濟模型研究中心

⁴ 請參見IEA (2012)。

⁵ IEA (2012)所指之減量工具包含生產活動節約(因能源價格變化而使得生產過程中的照明、運輸等能源需求減少，使二氧化碳排放量下降)、電力終端消費的使用效率提升、發電廠效率提升(包含由燃氣取代燃煤的二氧化碳排放減少)、電力節約、終端消費的燃料效率提升、再生能源、生質燃料、核能、碳捕捉與封存等。

*通訊作者, 電話: 03-2655226, E-mail: jxlin@cycu.edu.tw

收到日期: 2014年08月05日

修正日期: 2014年10月02日

接受日期: 2014年10月28日

欲達到短期的二氧化碳排放減量目標，各產業能源效率指標的訂定及管理方案便顯得格外重要。

根據臺灣綠色生產力基金會2012年的「非生產性質行業能源大用戶」查核資料顯示，若以總能源消耗來看，2011年非生產性質行業中，運輸倉儲業為能源消耗最大宗的行業，其次為批發零售業，而教育服務業則排第3。

此外，住宿餐飲業則占總申報能源消費量的5.8%，且住宿餐飲業除了電能消費之外，其熱能消費亦相當可觀，這些熱能燃料消費主要用於熱水及烹調。

表1為綠基會2012年所調查之2011年非生產性質能源大用戶查核能源消費量統計表，由表1可觀察到不同行業類別的能源大用戶，其所耗用的能源類別亦有不同，例如住宿餐飲業雖用

表1 2011年非生產性質能源大用戶申報能源消費量統計表

行業別	家數 (家)	電力 (千度)	燃料油 (公秉)	液化石 油氣 (公噸)	天然氣 (千立方 公尺)	汽油 (公秉)	柴油 (公秉)	合計 ^a (千公 秉油 當量)	占比 (%)	平均每戶 能源消費 量 (千公秉 油當量)
E.污染整治業	22	350,762	0	9	0	0	142	87	2.3	3.955
F.營造業	5	44,455	0	0	0	0	0	11	0.3	2.200
G.批發及零售業	247	2,443,115	676	547	10,996	4	189	621	16.5	2.514
H.運輸及倉儲業	133	2,552,010	457	10	46	326	9,259	644	17.1	4.842
I.住宿及餐飲業	94	714,074	16,165	1,505	19,480	36	2,471	220	5.8	2.340
J.資訊及通訊傳播業	79	958,872	0	0	106	0	197	239	6.3	3.025
K.金融及保險業	80	443,590	0	16	139	0	18	110	2.9	1.375
L.不動產業	106	761,831	2,260	0	62	0	16	192	5.1	1.811
M.專業、科學及技術服務業	54	662,474	41	9	1,607	215	201	167	4.4	3.093
N.支援服務業	12	66,604	0	0	354	0	2	17	0.5	1.417
O.公共行政及國防；強制性社會安全	124	676,418	581	106	2,432	2,624	1,320	175	4.7	1.411
P.教育服務業	259	2,359,447	1,519	201	7,532	1,048	4,847	602	16	2.324
Q.醫療保健及社會工作服務業	144	2,108,134	17,036	340	16,116	375	6,867	566	15.1	3.931
R.藝術、娛樂及休閒服務業	55	380,520	86	196	1,549	115	486	97	2.6	1.764
S.其他服務業	10	43,875	0	6	0	11	76	11	0.3	1.100
合計/平均	1,424	14,566,181	38,821	2,945	60,419	4,754	26,091	3,759	100	2.640

資料來源：臺灣綠色生產力基金會(2012)，非生產性質行業能源查核年報。

^a 包含電力及其他燃料。

電量不如資訊及通訊傳播業，但住宿及餐飲業所耗用的能源中，燃料油及天然氣亦占有相當高的比例，其中，天然氣的消耗是所有產業中最多的。

圖1中顯示出近五年能源大用戶的查核廠商家數及其能源消費量趨勢。由圖中可觀察，產業G.批發零售業的能源大用戶廠商家數有逐年增加的趨勢，但該產業總能源消費量卻未有明顯成長。換言之，每家廠商的平均能源消費量有微幅下降的趨勢；而產業H.運輸倉儲業廠商家數未有明顯的增加趨勢，但能源消費量卻大幅度提高，顯示平均每戶能源消費大戶的能源消費量有明顯增加的趨勢，不過這樣的趨勢與政府積極發展大眾運輸並鼓勵民眾搭乘大眾運輸工具有關。近年政府為提升運輸能源使用效率而鼓勵民眾多搭乘大眾運輸工具，使得大眾運輸服務業之廠商愈趨大型化，運輸網絡所含蓋的範圍逐漸擴大，在運量提高之下，該產業的總能源使用量亦大幅度提升。此外，近年陸續仍有許多大型公共運輸建設案，因此預估

未來運輸及倉儲業的能源消耗將持續增加。

而除運輸倉儲業外能源消耗次高的便是批發零售業，且單就電力消耗來看，批發零售業亦排名第二，僅次於運輸倉儲業。若僅就燃料類能源消耗來看，住宿及餐飲業之能源耗用量最高。若就單位面積能源支出來看(圖2)，除了電信機房每平方公尺能源支出高達2,065元之外，其次便是百貨公司、一般量販店、國際觀光旅館、複合式商場、一般觀光旅館以及一般旅館等，主要集中在批發零售業與旅館業。

如前所述，IEA (2012)預估至2020年以前，二氧化碳減量貢獻主要來自於能源使用效率提升，而服務業的能源消耗管理便應從能源耗用較大的產業先著手。目前雖臺灣非生產性質能源大用戶中以運輸倉儲業之總能源使用最高，然而運輸倉儲業因營業特性，其能源使用量與運量、運距與營業據點面積等有關，難以採用單一指標衡量並管理其能源使用效率，復加上運量與運距之資料難以掌握，因此本研究暫不分析運輸倉儲業。其次，非生產性質能源

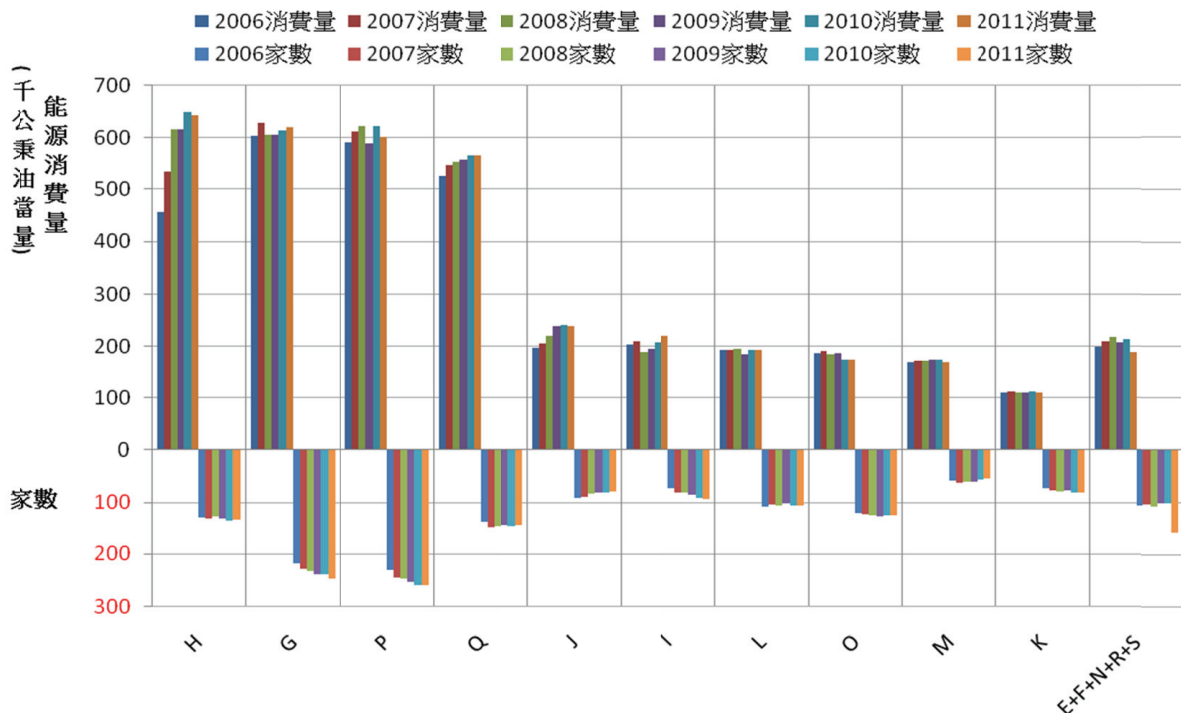


圖1 近五年能源消費大戶家數及能源消費量趨勢圖

資料來源：臺灣綠色生產力基金會(2012)，非生產性質行業能源查核年報。

註：行業代碼請參照表1。

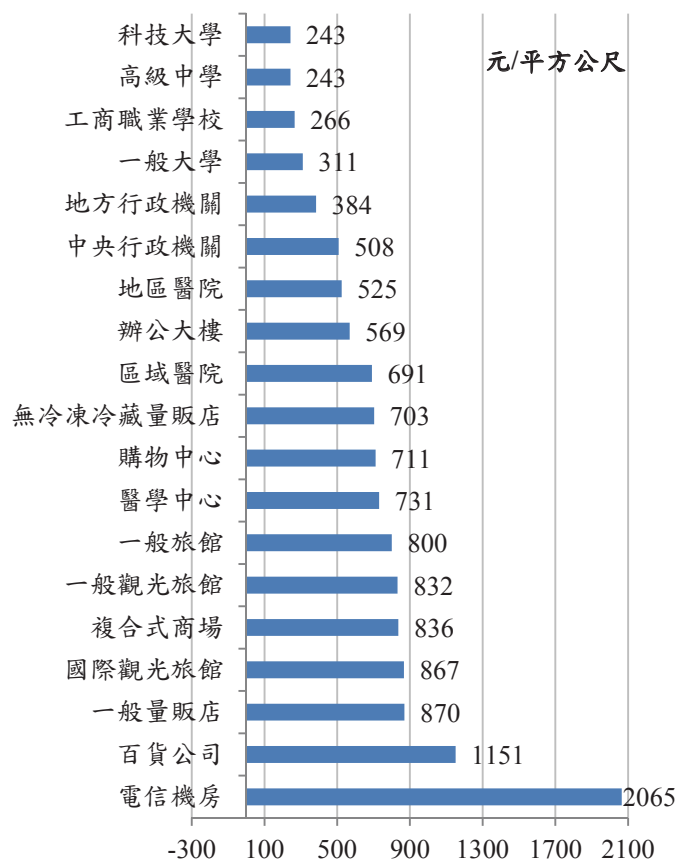


圖2 非生產性質能源大用戶2011年單位面積能源耗用(元/m²·年)
資料來源：臺灣綠色生產力基金會(2012)，非生產性質行業能源查核年報。

大用戶中，能源消費量次高的產業即為批發零售業，雖然批發及零售業每戶平均能源使用量並非最多，但是批發及零售業能源大用戶的能源使用總量約占整體能源大用戶的16.5%，因此有其輔導節能之必要。具體而言，本研究之目的主要為利用分量迴歸模型，建立批發及零售業之能源效率指標評估模型，以研議合宜之能源效率指標管理方案，並評估實施管理的效益。

2. 文獻回顧

自2006年以來，批發零售業電力大用戶由218家增加至2011年的247家，然而能源使用量僅從604千公秉油當量增加到621千公秉油當量，平均每戶能源消耗由2.77千公秉油當量降至2.514千公秉油當量，顯示批發零售業似已逐

漸改善能源效率。此外，零售業大多透過實體店面進行服務及販售商品，由於多數長時間營業，因此照明、冷凍冷藏及空調設備為其較高耗能項目，因此批發零售業多透過減少使用耗電設備以提升用電效率(2010年商業服務業年鑑)。除此之外，加裝或更換節能系統(如中央控管能源管理系統、使用高能源效率設備、屋頂加裝白色屋頂膜或製冷設備餘熱再利用)、更換省電燈具或減少燈具瓦數與製冷系統改善(冷凍冷藏櫃上加門以及照明改用自動LED燈)等，均能提升能源使用效率。

過去在批發零售業的能源效率評估方面，Chung *et al.* (2006)曾利用樓地板面積來標準化能源耗用，並利用複迴歸分析評估香港超級市場的能源使用效率標準。在Chung *et al.* (2006)的研究中，除了納入氣候因素以反應不同氣候下的能源密集度變化，且在其模型中同時

考量建築物年齡、建築物使用型態與終端能源使用設備等相關資料，最後發現來客數、建築物使用者行為以及照明設備對EUI (Energy-Use Intensity)影響最大⁶。

Andrews and Krogmann (2009)在利用最小平方方法探討影響美國商業大樓EUI的時候，同樣也考慮了建物的年齡。不同的是變數主要是採用建造年份，而非計算建物的年齡。主要用以區別不同時期建造的建築物，其因技術的不同而使得節電設計亦隨時間而更加節省能源。此外，Andrews and Krogmann (2009)也納入樓地板面積、照明面積比例、冷房度日、暖房度日、電價、能源價格、操作時數與窗戶型式(單層、多層、混合或無窗戶，用於反應建物外圍的玻璃比例)等變數。該研究所採用的資料為美國1992至2003年商業大樓能源消費調查的資料，12年共計5,000多筆資料，而其結果發現，冷房度日愈高、建築年份愈新，建物外圍玻璃比例愈高以及操作時數愈高，會使得建物能源密集度也增加。另外，能源價格及樓地板面積則與能源密集度成反向關係；此外，商業大樓的平均能源密集度約為344.64 kWh/m²，⁷若僅計算電能密集度，則平均數為184.49 kWh/m²，標準差為215.06 kWh/m²，最小值與最大值則分別為0.05 kWh/m²與3,790.73 kWh/m²，有如此大的差距，可能為建物用途類型不同，以及建物在調查期間是否在使用中而導致。

國內研究部份，張四立(2009)曾利用因素分解法和DEA (Data Envelopment Analysis)評估非製造業11個產業的能源效率，並發現批發零售業的能源密集度於1982-2003年間呈現上升趨勢，而2003年之後緩緩下降；此外，張四立(2009)同時發現批發零售業的效率是11個產業中

最低的，而其總技術效率低落主要是由於純技術效率的低落所致。類似於張四立(2009)的研究，梁弘(2011)在探討臺灣服務業的能源效率發展趨勢與改善潛力時，先用因素分解法，將經濟面能源密集度指標中的各產業附加價值變動及產業結構變動拆解出來，接著利用資料包絡分析法和統計分析，進一步探討2003-2008年間服務業各業別在能源使用的特性及其相對節能潛力。

在針對批發零售業的研究方面，梁弘(2011)發現其在2003至2007年間之批發零售業能源效率有所提升，主要是因為物理面的能源密集度改善以及附加價值提升所致。2005-2008年間，批發零售業的總技術能源效率變動率達6.97%。此一結果與張四立(2009)之發現一致。張四立(2009)的研究中，雖發現1982-2003年間批發零售業的能源使用效率是下降的，但2003年後能源使用效率已緩緩提升。此外，張四立與謝維晃(2009)曾利用臺灣綠色生產力基金會的非生產性質行業能源查核資料，藉由DEA建立臺灣商業與服務業部門能源效率指標，並評估節約能源的成效與潛力。在其研究中發現，2004年時批發零售業、運輸倉儲業、住宿餐飲業、公共行政及國防、社會及教育服務等產業具有相對較高的節電潛力，其中批發零售業在2004年的潛在節電率為1.69%，至2005年時下降至0.5%，而後自2006年至2008年間，批發零售業因幾乎已達效率前緣，因此潛在節電率降至0%。

能源使用效率的影響因素方面，朱珊瑩與陳玉嬋(2011)利用迴歸模型及追縱資料隨機效果模型分析2005年至2009年影響批發零售業能源效率的因素，並發現建築年份愈新，以及操

⁶一般在衡量廠商的能源生產力或能源密集度時，實務上常用能源使用密集度EUI來作為衡量能源效率的指標，其函義為每單位產出所需投入的能源使用量，而產出可使用廠商的產量、產值或銷售額等資料，然而上述資料通常較難以完整或如實蒐集，再加上許多大型企業集團營業範疇廣泛，且有許多營業據點，因此實務上常用的指標為單位面積能源密集度，此為面積型能源密集度，係以能源使用量除以建築物樓地板面積所呈現的能源效率指標，如Chung *et al.* (2006)、Andrews and Krogmann (2009)、陳家榮與曾宣婷(2010)、朱珊瑩與陳玉嬋(2011)等。一般而言，過去政府機關常以EUI評定各單位用電標準，也是政府機關進行能源績效評估的基本準則之一(陳家榮與曾宣婷，2010)。

⁷已將所有能源類別以熱能轉換為電能計算。

作時數愈多，則能源效率愈低；另外，若樓地板面積愈大，且電力價格愈高，以及接受照明系統輔導等，則廠商的能源效率愈高。此外，研究結果亦發現氣候區域對廠商能源使用效率的影響並不顯著，而建築物的類型對能源使用效率則有顯著影響。另外，吳佳卿(2011)在探討批發零售業的能源使用效率時，其先針對廠商接受節能輔導措施前後的能源效率平均數差檢定。節能輔導措施包含操作調整、控制調整以及設備更新等三個類別，其實證結果發現，不論在冷凍空調系統或照明系統，當設備更新後，廠商的能源效率確實能獲得改善，而操作調整及控制調整的效果則不明顯。此外，其利用追縱資料模型評估臺灣批發零售業能源使用效率影響因素後發現，建造年份確實會對能源使用效率造成影響，然而由於批發零售業多講究舒適環境，因而造成能源使用上的低效率，因此利用設備更新提升能源使用效率比消費者行為模式的節約更為有效。

不同於吳佳卿(2011)利用臺灣綠色生產力基金會的非生產性質行業能源查核資料，李東翰(2012)針對百貨業主所提供之實際調查資料，取得三棟百貨商場之耗能資料與數據，分析商場內部不同業種空間的耗電特性。李東翰(2012)依「空間能源使用型態」、「空間照明密度」以及「空間耗電強度EUI」來將建築空間進行分類，並發現以「空間使用型態」區分的「地面層與美妝保養商場空間」、「餐廳美食街空間」、「其他商場空間」以及「地下停車空間」等四個不同用途空間，耗能特性各異。

在批發零售業能源效率指標參考值方面，香港機電工程署已成功建立一能源效率指標評估網站，⁸藉由網站上的能源效率評估工具，可計算廠商的EUI以及其位於所屬群體的百分位，並進一步提供能源效率改善的建議，而其背後的評估模型即為迴歸模型的概念(Chung *et*

al., 2006)。香港機電工程署網站中，「餐飲及零售」服務業中的中分組「B6: 商場/地庫/樓上舖」次組別之EUI為1,479 MJ/m².年，「B7: 街舖/地舖」組別為1,788 MJ/m².年；另外，在「購物商場的中央設施」類別的EUI為2,302 MJ/m².年，這樣的EUI較「教育服務」及「私營辦公室」與「政府辦公室」等類別的EUI高，但較「餐飲」類別低許多。

3. 研究方法及資料說明

3.1 研究方法

迴歸分析中，參數求解最常用的便是最小平方方法(Ordinary Least Square，簡稱 OLS)，透過最小化誤差平方和，來找到與迴歸方程式的參數，另外也可利用最小絕對離差法(Least Absolute Deviation，簡稱LAD)來估計迴歸參數。OLS為透過最小化離均差平方和來估計均數方程式(mean function)，而LAD則是透過最小化絕對離差和來估計中位數方程式(median function)。最小平方方法所估計的參數主要是在解釋所有資料平均的邊際效果，亦即每當自變數變動1個單位時，對因變數的影響效果，此種評估方法比較偏重分配的中心趨勢(李沃牆與郭宸臻，2012)。雖然平均數和中位數都是衡量分配的「平均」或是「中央」非常重要的指標，但是此兩方法對於在分配尾端樣本的行為並無著墨。例如，以迴歸模型計算一群擁有相似條件廠商的平均值，該群性質相似的廠商大致會有半數落於平均EUI之上，而其餘半數則在平均EUI之下，若以此做為管理準則，要求在能源效率不佳的尾端分配廠商在短時間內大幅進步至平均值以上，這樣的要求太過嚴苛，而分量迴歸恰可克服此一問題。分量迴歸在進行評估時，乃利用應變數不同百分位將觀測值區分為不同群體。

⁸香港機電工程署，能源消耗量指標及基準工具，<http://ecib.emsd.gov.hk/tc/index.htm>。該網站之EUI定義為每年每平方米能源消耗量(兆焦耳/平方米/年)。

分量迴歸的優點在於，可以估計因變數在不同百分位之下，自變數對因變數的邊際效果，亦即分析不同分配位置的邊際效果。對於效率分析與管理相關研究而言，管理者更關心尾端分配群體的管理(亦即績效較差的廠商之管理)，而分量迴歸即可呈現不同效率廠商，其受自變數影響之邊際效果的不同。因此分量迴歸可評估不同能源效率群體的平均值，若依此平均值作為管理指標，則要求各群體中績效相對較差的廠商朝該群體的平均值改善，如此便可改善前述要求太過嚴苛問題，例如，李沃牆與郭宸臻(2012)即利用分量迴歸分析各財務變數在不同分量下對銀行經營績效的影響顯著性及變動方向是否改變；而朱珊瑩等(2013)則利用分量迴歸建立臺灣旅館業能源效率指標基準值。因此，本研究擬利用分量迴歸模型建立批發零售業(百貨公司、量販店)之能源效率指標評估模型，並藉以研議合宜之能源效率指標管理方案。

分量迴歸(Quantiles Regression)最早由 Koenker and Bassett (1978)所提出。其與最小平方方法最大不同就在於分量迴歸之係數是用來衡量解釋變數的「邊際效果」，即特定分位點的邊際效果。然而最小平方方法的迴歸係數乃指解釋變數對被解釋變數的「平均」邊際效果。分量迴歸法並不對原始分配做任何假設，且模型的設定亦不侷限於條件均數函數，而容許使用者可自行選定分量而配適出待解釋變數的條件分量函數。除此之外，各分量下所求估得的係數還能用以檢視不同分量間解釋變數所貢獻的邊際效果是否有所差異。因此，分量迴歸法不僅增加了模型的使用彈性，更可藉由不同的迴歸係數進一步瞭解待解釋變數整體的條件分配特性，對樣本資料進行更完整的分析。在許多實証研究中，我們關心的往往不只是該變數的平均表現，有時更在意分配兩端的情況。如政府在擬定能源效率政策時，在意的是能源使用

分配的右尾族群，即能源消費過多的族群，因此分量迴歸便在此提供了更有價值的資訊。

在利用最小平方方法與分量迴歸分析法進行 EUI 之實證分析時，就批發零售業能源大用戶廠商而言，在依廠商營業性質分類後，單一年度的橫斷面資料廠商家數不足，難以進行具代表性的分析，且本研究資料期間為 2004 至 2012 年之年資料，單純時間序列資料觀測值不足，因此本研究採用混合資料(pooled data)進行分量迴歸分析，模型設定如下：

$$EUI_{it} = \alpha + \sum_k \beta_k x_{kit} + \varepsilon_{it}$$

其中， EUI_{it} 為廠商 i 於第 t 期之電能 EUI， x_k 包含建築特徵變數、營運特徵變數與地理區位特徵變數。此外， α 為常數項， β_k 為 x_k 的係數， ε 為殘差項。在進行實證分析時，本研究將樣本依營業特性再區分為百貨公司與購物中心組，以及量販店組。

3.2 資料說明

在評估建築物耗能高低時，一般使用 EUI 作為耗能評比指標，並使用中位數或平均數作為評比基準，然而，單用 EUI 作為耗能評比基準對於歸在同類但用電型態不同的使用者不甚公平(陳家榮與曾宣婷，2010)。據此，在建立 EUI 評估模型之前，需先利用適當方式將資料予以分群，再以迴歸分析找出各群內主要耗能影響因素，據以推估各群樣本之耗能基準值。

本研究資料主要來自於財團法人臺灣綠色生產力基金會之非生產性質查核系統資料與節能專案管理系統資料，原始資料期間為 2004 年至 2012 年之長期追蹤資料，資料頻率為年資料，在批發零售業的部分(百貨公司、量販店)資料涵蓋 222 家廠商，其中百貨公司為 75 家，購物中心 20 家，量販店 127 家。在刪除部分資料遺漏之觀測值後，2004 至 2012 年間共計 1,525 筆資料。⁹另外，為了捕捉各建物可能因位處於不同

⁹刪除全年營業未滿 12 個月的觀測值(廠商可能因整修、裝潢、或新開幕時間點非於 1 月份，而使得全年調查資料不足 12 個月)，以及遺漏重要變數之觀測值。

地理區位而使得EUI受到影響的情形，因此，除了綠基會的查核系統資料之外，本研究另外也採用中央氣象局的各縣市氣溫資料，以及內政部統計處之各縣市人口統計資料，資料期間及頻率同樣為2004至2012之年資料。各項變數的說明列如表2所示。

各項變數可區分為三個不同類型，第一類

建築特徵變數，包含建築物年齡、樓層數、樓地板面積、入口方位以及建築結構是否為玻璃帷幕等變數，若入口方位為西、西南及南向，則夏天入口會接收大量太陽輻射使室內溫度提高，需要較多電能以達到冷房效果，而當建築物結構為玻璃帷幕大樓時，室內接受到的輻射提高，亦會使室內溫室提高，同樣需要較多電

表2 批發零售業全樣本之變數敘述統計與變數說明

	全樣本		變數說明
	平均數	標準差	
能源效率指標			
能源使用密度(電力)	401.54	155.30	年總用電量/樓地板面積(kWh/m ²) (不含停車場用電及停車場面積)
EUI調整倍數	1.132	0.228	總常用契約容量*營業時數/全年用電量
建築特徵			
建築年齡	12.056	8.180	建築年齡(年)
樓層數	9.174	6.262	建築物地下及地上總樓層數(層)
樓地板面積	31,339	31,203	不含停車場之總樓地板面積(m ²)
入口方位	0.306	0.461	西、西南、南向=1，其他=0
玻璃帷幕	0.335	0.472	建築結構類型，1為玻璃帷幕，0為水泥
營運特徵			
冷房面積比率	81.886	18.206	冷房面積/營業面積(%)
冷凍冷藏設備用電比例	10.604	8.136	冷凍冷藏設備用電量/總用電量(%)
插座用電比例	5.715	5.200	插座用電量/總用電量(%)
平均電價 ^a	2.772	0.176	年平均電價(NT\$/kWh)
契約容量	2,791.52	2,405.13	廠商總經常契約容量(kW)
員工總數	304.251	382.583	年度平均員工數(人)
員工密度	1.212	0.854	廠商員工總數/總樓地板面積(人/100 m ²)
營業時數	5,037.51	1,079.49	全年營業時數(小時)
空調節能輔導	0.440	0.497	去年以前有無接受任何空調節能輔導
照明節能輔導	0.321	0.467	去年以前有無接受任何照明節能輔導
其他節能輔導	0.371	0.483	去年以前有無接受任何其他節能輔導
地區特徵			
冷房度日 ^b	330.539	58.823	一年當中每日氣溫超過28度者，減去26度後的累計加總值，是為溫度差距加總
人口密度 ^c	1,212.18	1,110.04	各縣市之人口密度 (人/平方公里)
樣本數	1,525		

資料來源：^a 台電公司；^b 氣象局；^c 內政部；其餘未標示者取自財團法人臺灣綠色生產力基金會之非生產性質查核系統資料。表中平均數及標準差為本研究依前述資料庫中之資料整理所得。

註：資料樣本期間為2004年至2012年之年資料。

能以達到冷房效果。第二類營運特徵變數，包含冷房面積比例、冷凍冷藏設備用電比例、插座用電比例、電價、契約容量、員工總人數、員工密度、營業時數以及是否有接受過照明、空調或其他節能輔導等變數。¹⁰其中相關電能和熱能輔導措施的解釋變數設定部分，使用虛擬變數作為模型變數。我們以廠商是否曾在前一年度以前接受節能輔導措施為分界，若前一年度以前曾接受輔導措施，則該虛擬變數為1，若前一年度以前未曾接受輔導措施，則為零。主要乃因節能措施有其政策持續性，當廠商接受節能輔導措施後，能源設備應會降低一定程度能源耗損，並且持續一段長期的時間，此使得廠商的能源消費產生結構改變。

第三類地理區位特徵變數，冷房度日定義

為一年當中每日氣溫超過28度者，減去26度後的累計加總值，是為溫度差距加總，數值愈大表示空調系統的開機使用時間愈長。而人口密度則表示廠商所在地的人口稠密程度，同樣類型的營業據點，當人口愈稠密，則廠商所服務的人數愈多，則一來店舖內人數增加時便會因體溫而提高室內溫度，二來則會因出入口頻繁開啟而使冷空氣外洩，另外也由於升降設備及其他事務設備操作更加頻繁而使耗電量提高。

各項變數的定義及平均數與變異數列如表2所示，另外將樣本依營業場所類型區分為百貨公司、購物中心、有冷藏冷凍設備之量販店，以及無冷藏冷凍設備之量販店等，其各變數之平均數與變異數列如表3及表4所示。

觀察表2可發現，批發零售業能源大用戶

表3 百貨公司及購物中心樣本之變數敘述統計

		百貨公司		購物中心	
		平均數	標準差	平均數	標準差
效率指標	能源使用密度(電力)	423.41	125.51	293.82	97.14
	EUI調整倍數	1.102	0.224	1.345	0.207
建築特徵	建物年齡	14.739	9.720	8.736	5.104
	樓層數	14.075	5.915	12.727	3.962
	樓地板面積	36,226	23,101	96,504	63,178
	入口方位	0.267	0.443	0.504	0.502
	玻璃帷幕	0.474	0.500	0.537	0.501
營運特徵	冷房面積比率	83.579	12.388	84.343	19.890
	冷凍冷藏設備用電比例	4.403	3.748	3.451	3.009
	插座用電比例	6.724	6.328	6.060	6.478
	平均電價	2.765	0.177	2.797	0.174
	契約容量	3,761.00	2,195.82	7,292.91	3,995.09
	員工總數	392.57	409.59	529.79	942.20
	員工密度	1.205	1.081	0.522	0.396
	營業時數	4,293.99	601.50	4,625.46	1,043.21
	空調節能輔導	0.470	0.500	0.438	0.498
	照明節能輔導	0.356	0.479	0.339	0.475
	其他節能輔導	0.402	0.491	0.397	0.491
地區特徵	冷房度日	336.37	54.95	337.12	51.23
	人口密度	1,181.71	1,073.09	1,095.33	963.32
樣本數		517		121	

資料來源：本研究整理製作。

¹⁰在是否接受節能輔導措施方面，由於廠商可能接受的節能輔導類型有三，其一為照明輔導，其二為冷凍空調輔導，最後則為其他節能輔導(非照明、非冷凍空調之其他節能輔導，如手扶梯、電梯)。

表4 量販店樣本之變數敘述統計與變數說明

		量販店(有冷凍冷藏)		量販店(無冷凍冷藏)	
		平均數	標準差	平均數	標準差
效率指標	能源使用密度(電力)	414.94	172.30	286.38	94.46
	EUI調整倍數	1.131	0.208	1.128	0.302
建築特徵	建物年齡	11.300	7.230	7.329	2.877
	樓層數	5.691	4.263	7.278	3.779
	樓地板面積	20,036	9,466	15,157	9,516
	入口方位	0.306	0.461	0.253	0.438
	玻璃帷幕	0.249	0.433	0.00	0.000
營運特徵	冷房面積比率	79.825	20.954	88.120	14.074
	冷凍冷藏設備用電比例	16.552	6.125	1.300	3.188
	插座用電比例	4.792	3.750	8.012	5.684
	平均電價	2.770	0.177	2.804	0.158
	契約容量	1,656.81	502.17	1,158.05	509.72
	員工總數	227.37	125.56	167.10	101.33
	員工密度	1.325	0.711	1.172	0.397
	營業時數	5,575.01	1,047.43	5,036.96	655.10
	空調節能輔導	0.436	0.496	0.291	0.457
	照明節能輔導	0.301	0.459	0.266	0.445
	其他節能輔導	0.376	0.485	0.076	0.267
地區特徵	冷房度日	325.37	62.55	335.14	50.23
	人口密度	1,231.30	1148.62	1,395.08	1,146.64
樣本數		808		79	

資料來源: 本研究整理製作。

自2004至2012年間的平均EUI約為401.54 kWh/m².yr，此外，有33.5%的廠商為玻璃帷幕大樓，而有0.306的廠商入口方位在比較容易受日照影響的西、西南及南向。此外，由表3、表4可比較不同營業類型的廠商，其EUI及各特徵變數的差異，如百貨公司之EUI為423.41 kWh/m².yr，購物中心卻僅293.82 kWh/m².yr，比較其樓地板面積，可發現購物中心的平均樓地板面積高達96,504 m²，而百貨公司僅36,226 m²；在量販店的部分，不論有無冷凍冷藏設備，其樓地板面積的差異較小，平均而言，有冷凍冷藏類型的量販店，平均樓地板面積為20,036，且平均EUI為414.94 kWh/m².yr，而無冷凍冷藏設備的量販店（如家具賣場、電器賣場），平均樓地板面積為15,157，且平均EUI為286.38 kWh/m².yr。

此外，需特別說明的是，表中同時列示了

EUI調整倍數，此乃因為所申請的電號可能有2個以上，但受查核的電號卻可能未函蓋所有電號，而使得該廠商EUI有所低估，為調整此一現象，因此利用[總常用契約容量×營業時數/全年用電量]作為EUI調整倍數，假設廠商開始營業時，直到結束營業時，多數設備均會處於運轉狀態，因此若廠商即時用電量接近契約容量，則總常用契約容量乘該廠商全年營業時數所得到的用電量，便會接近實際查核的用電量，但若除以用電量後的數值大於1，則代表廠商受查核的電號，並未包含所有電號，即部分電號因契約容量小於800 kW因此未受查核，而使得廠商EUI受到低估，因此，若將資料庫所得之EUI乘上此一倍數修正廠商EUI，則可使EUI較為貼近實際情形。

最後，將各項變數對EUI之預期影響方向及其說明列如表5所示，其中，對EUI為負向影

表5 各變數對EUI之預期影響方向與說明

變數		預期方向	說明
建物特徵變數	建物年齡	+	Chung <i>et al.</i> (2006)指出較新的建築必須要配合建築法規限制，所以建築年齡愈低，表示受到較多建築法規限制，因此，建築本身設計與設備均須符合法規節能約束。
	樓地板面積	—	廠商規模愈大者，能源效率愈佳。此一部份源於較低的表面區域量比，另一部分源於改善的技術機會(Andrews & Krogmann, 2009)。
	入口方位	+	入口方位若為西、西南及南向，則夏天入口會接收大量太陽輻射使室內溫度提高，需要多電能達到冷房效果。若入口方位為西、西南、南向=1，其他=0。
	玻璃帷幕大樓	+	玻璃帷幕大樓會使太陽輻射直接照射到賣場，將提高室內溫度，則需要多電能達到冷房效果。若建物為玻璃=1，水泥=0。
營運特徵變數	冷房面積比例	+	員工密度較高的話，則能源使用量亦會較高，因為員工工作需要用到電能與熱能設備，可以預期電能消耗量會愈大，導致電能EUI較高，因此，員工密度與電能EUI應該呈現正向關係。
	冷凍冷藏設備用電比例	+	冷凍冷藏設備用電比例愈高，代表百貨公司或購物中心中有超市或便利商店，則用EUI會較無超市或便利商店者高。
	插座用電比例	+	插座用電比例愈高者，代表百貨公司或購物中心內含有電子商品展售場、電子遊樂場等高耗電場所，EUI會愈高。
	平均電價	—	當電價愈高，廠商愈有誘因節約能源，因此EUI會愈低。
	電價	+	電價愈高，則廠商愈有誘因節約能源。
	員工密度	+	員工密度愈高，隱含顧客愈多。員工操作設備需消耗愈多電力。
	全年營業時數	+	營業時數愈高者，設備運轉時間愈長，則耗電量愈高。
	空調節能輔導	—	廠商去年以前曾接受空調節能輔導，若是=1，否則=0。若廠商有接受節能輔導，則EUI會愈低。
	照明節能輔導	—	廠商去年以前曾接受照明節能輔導，若是=1，否則=0。若廠商有接受節能輔導，則EUI會愈低。
	其他節能輔導	—	廠商去年以前曾接受其他節能輔導，若是=1，否則=0。若廠商有接受節能輔導，則EUI會愈低。
地區特徵變數	冷房度日	+	冷房度日愈高，表示廠商所在地氣溫愈高，冷氣開機時間愈長，則冷房所需耗電愈高，因此EUI愈高。
	人口密度	+	賣場所在縣市人口密度愈高，則賣場潛在來客數愈多，當店舖內人口愈稠密，會因體溫而提高室內溫度，且因升降設備及其他事務設備操作更加頻繁而使耗電量提高。

資料來源: 本研究整理製作。

響的變數包含樓地板面積、平均電價與三個節能輔導虛擬變數，其餘變數對EUI之影響預期均為正向影響。

4. 實證結果

在利用OLS及分量迴歸建立模型之前，雖購物中心之規模通常較百貨公司大，且占地面

積亦較廣，但兩者間的營業型態大同小異，由於購物中心廠商家僅20家，共166筆資料，在扣除遺漏資料後，僅餘121筆資料，代表性稍嫌不足，因此將百貨公司與購物中心資料一同建立分析模型，並以一類別虛擬變數予以區隔。

在百貨公司與購物中心模型方面，採用的變數包含除了購物中心虛擬變數外，操作變數方面有營業時間、員工密度、冷房面積比例、

插座用電比例、冷凍冷藏設備用電比例、電價，以及三個節能輔導虛擬變數，建物特徵變數包含建築年齡、樓地板面積、入口方位以及是否為玻璃帷幕等變數，而地理區位變數則包含冷房度日與所在縣市人口密度等變數。在經過向後逐步迴歸去除不顯著變數後，歸納迴歸模型中使用的變數如表6所示，另外表中亦將OLS及分量迴歸分析之結果一併整理。

觀察表中變數方向，購物中心之虛擬變數為負且為顯著，代表購物中心之電能EUI較百貨公司低，此外，除電價與樓地板面積之係數為顯著負向外，其餘皆為正向，與本研究預期符號一致。而利用這樣的變數所建立的評估模型，對百貨公司及購物中心之電能EUI變動的解釋能力達到60.48% (adj. R^2)，模型解釋能力相當良好。

接著，量販店之估計結果整理如表7所示。在量販店的部分，又可區分為是否有冷凍

冷藏設備的量販店，由於冷凍冷藏設備為一高耗能設備，因此模型中以一虛擬變數區隔廠商是否有冷凍冷藏設備。量販店模型採用的變數包含除了冷凍冷藏設備虛擬變數外，操作變數方面有營業時間、員工密度、冷房面積比例、插座用電比例及電價等，建物特徵變數包含建築年齡、樓地板面積、入口方位、是否為玻璃帷幕，以及三個節能輔導虛擬變數等，而地理區位變數則包含冷房度日與所在縣市人口密度等變數，其中，由於模型已採用虛擬變數區隔有無冷凍冷藏設備之量販店，若再採用冷凍冷藏設備比例變數，則恐有共線性之虞，因此在量販店模型部分便不再採用冷凍冷藏設備比例變數。在經過向後逐步迴歸去除不顯著變數後，歸納迴歸模型中使用的變數如表7所示。觀察表7，冷凍冷藏虛擬變數為正且顯著，代表有冷凍冷藏設備之廠商，其EUI較無冷凍冷藏設備之廠商來得高。此外，除了電價與樓地板面

表6 百貨公司及購物中心電能EUI之OLS與分量迴歸實證結果

	OLS	分量迴歸				
		Q10	Q25	Q50	Q75	Q90
截距項	-6.0244***	-9.0793***	-8.3548***	-5.4703***	-3.9338***	-2.1786***
購物中心虛擬變數	-0.2627***	-0.4764***	-0.4574***	-0.2201***	-0.1763***	-0.0831**
營運特徵						
營業時間	1.488***	1.7465***	1.7095***	1.4411***	1.311***	1.1503***
員工密度	0.084***	0.0684***	0.0446***	0.0565***	0.0754***	0.0833***
冷房面積比例	0.0033***	0.0083***	0.0057***	0.004***	0.0026***	0.0028***
插座用電比例	0.0065***	0.0058*	0.0036**	0.0045***	0.0033**	0.0093***
冷凍冷藏設備用電比例	0.0093***	0.011**	0.003	0.0079***	0.0059*	0.0065
電價	-0.6353***	-1.0006***	-0.6714***	-0.6126***	-0.4304***	-0.3724***
建物特徵						
樓地板面積	-0.1225***	0.0137	-0.0636***	-0.1509***	-0.1536***	-0.1952***
地理區位特徵						
冷房度日	0.1932***	0.0502	0.1429***	0.2161***	0.1497***	0.1473***
樣本數	638					
R^2	0.6104					
adj. R^2	0.6048					

註：1. 表中*、**及***分別代表在10%、5%及1%的顯著水準下為顯著的。

2. 經逐步迴歸剔除之變數包含建築年齡、入口方位、玻璃帷幕虛擬變數、三個節能輔導虛擬變數、所在縣市人口密度。

資料來源：本研究整理製作。

表7 量販店電能EUI之OLS與分量迴歸實證結果

	OLS	分量迴歸				
		Q10	Q25	Q50	Q75	Q90
截距項	0.5484	0.1032	-0.5687	0.6729	1.5625**	2.734**
冷凍冷藏虛擬變數	0.167***	0.2545***	0.1316***	0.1062**	0.1688***	0.234***
營運特徵						
營業時間	1.1117***	1.0367***	1.1802***	1.0758***	1.0895***	0.9027***
員工密度	0.0896***	0.0994***	0.1267***	0.1342***	0.0648***	0.0303
冷房面積比率	0.0017***	0.0019***	0.0008	0.001*	0.0014*	0.0025***
插座用電比例	0.0896***	0.0994***	0.1267***	0.1342***	0.0648***	0.0303
電價	-0.8213***	-0.6153***	-0.7462***	-0.7557***	-0.6533***	-0.753***
建物特徵						
樓地板面積	-0.4786***	-0.4741***	-0.4258***	-0.4347***	-0.5108***	-0.5188***
入口方位	0.1533***	0.1161***	0.1107***	0.1534***	0.175***	0.1467***
玻璃帷幕大樓	0.1156***	0.0767	0.1659***	0.1378***	0.1034***	0.1816***
地理區位特徵						
冷房度日	0.1655***	0.2229***	0.1373***	0.1259**	0.0868	0.1899***
樣本數	887					
R ²	0.7157					
adj. R ²	0.7124					

註：1. 表中*、**及***分別代表在10%、5%及1%的顯著水準下為顯著的。

2. 經逐步迴歸剔除之變數包含建築年齡、三個節能輔導虛擬變數、所在縣市人口密度。

資料來源：本研究整理製作。

積變數為負數外，其餘變數均為正數，與本研究之預期符號相符。另外，模型的解釋能力更高達71.24% (adj. R²)，顯示模型中的變數能良好的捕捉量販店EUI的特性。

5. 批發零售業電能節能政策管理方案及預期效益

過去多數能源效率基準值的設定，多以同一用途類型建築的平均數或是中位數作為單一衡量標準，但考量電能EUI較大者，無法短期改善至第50百分位的基準值(電能EUI的中位數)或是平均數，因此，建議使用分段標準，使得廠商業者有調整機器設備與能源管理的時間，以鼓勵廠商逐步達成目標。由於我們應該著重在能源效率較差的樣本群，因此，建議設定三種能源效率改善群體，分別為第50~75百分位的廠商、第75~90百分位的廠商、第90百分位以上的廠商，並且設定第50~75百分位的廠商

為輕度輔導對象，第75~90百分位的廠商為中度輔導對象，而第90百分位以上的廠商為優先輔導對象。透過此一分類方式，我們可以找出輔導能源改善的優先順序，並針對不同輔導群體提出不同的輔導措施。

本節利用前一節所建立的模型提出批發零售業(百貨公司、購物中心及量販店) EUI評估模型，帶入2012年各建物的特徵變數得到估計值，並以此估計值作為廠商應有EUI進行管理。圖3將百貨公司及購物中心在2012年之實際EUI由小至大排列，繪出其EUI實際值並於圖上標示OLS及分量迴歸模型之估計值，圖4則為量販店於2012年之實際EUI與EUI估計值。

如圖3所示，若以模型估計值對百貨公司及購物中心廠商進行管制，要求廠商必需達到估計值的EUI，則EUI估計值位於實際值曲線的廠商代表需進行能源使用效率改善，以使電能EUI合乎基準值規範。表8及表9分別列出以

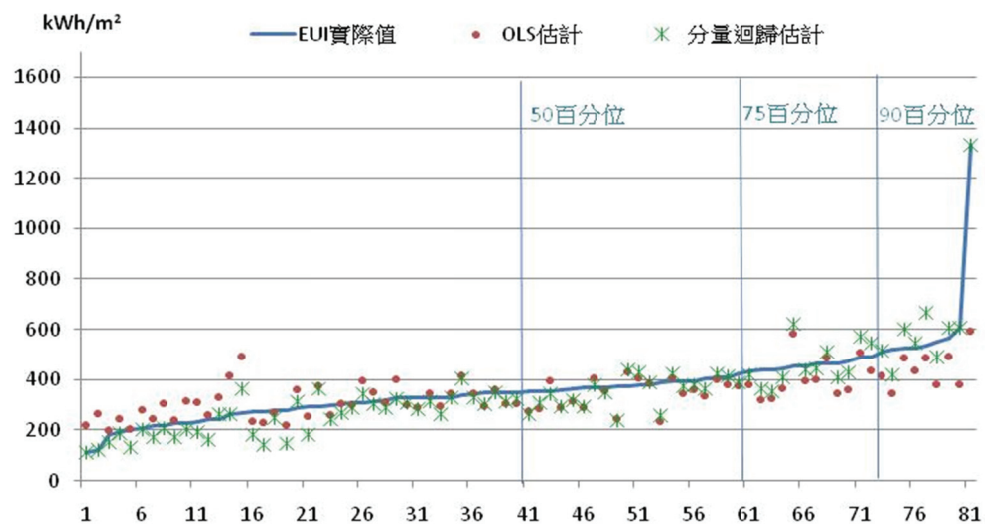


圖3 百貨公司及購物中心之2012年EUI實際值與估計值 (資料來源: 本研究繪製)

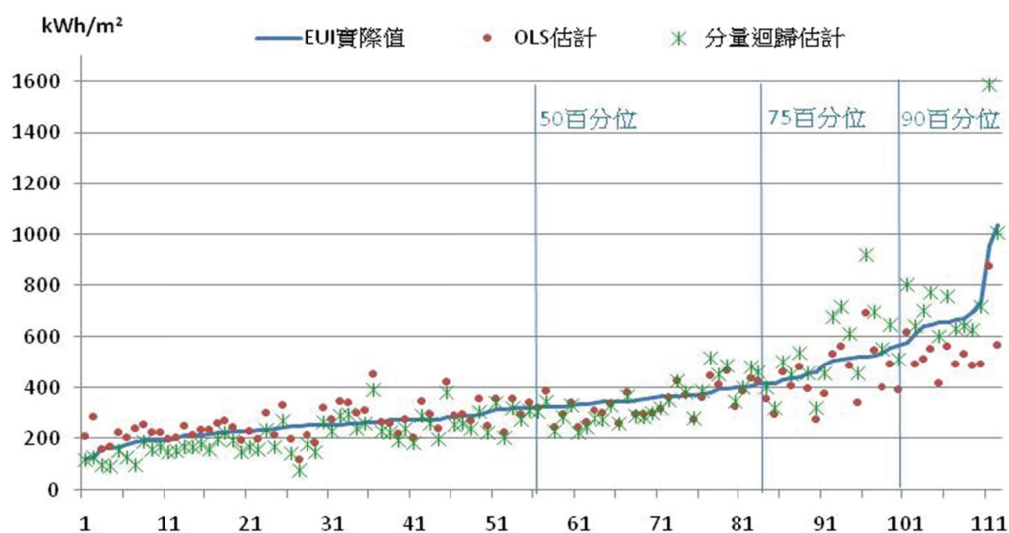


圖4 量販店之2012年EUI實際值與估計值 (資料來源: 本研究繪製)

OLS及以分量迴歸建立EUI管理方案基準值之預估節能成效。由表8來看，在第90分位以上的廠商共有90家，其實際EUI平均值為629.9 kWh/m²，而OLS估計值平均僅444.1 kWh/m²，總計9家廠商的實際EUI均高於OLS估計的EUI，若此9家廠商均在2012年致力於改善其能源使用效率，假設各廠商之節能僅達到目標值的25%，則預估節電約6,522千度，約占2012年受查核百貨公司及購物中心總用電量的0.52%。倘若9家廠商全數達成節能目標，則約可節能2.07%。

若針對EUI落在第75百分位以上的廠商全

數管理，則21家廠商中有18家需改善EUI，當此18家廠商均達成節能目標的25%，約可節電1.01%；若針對EUI落在50百分位以上的廠商全數管理，則實際EUI較OLS估計值高的廠商共32家，倘若此32家廠商節能達成率僅25%，則約可節電2.16%，若全數100%達成，則便可節電8.26%。不過比較表8與表9，可發現以OLS所建立的管理基準值平均數較以分量迴歸所建立的來得低，表示以OLS所建立的管理基準值較嚴格，因此執行上亦相對得較為困難。觀察表9，若針對75百分位以上的廠商全數管理，則21

表8 以OLS建立基準值對百貨公司及購物中心進行節能管理之預估成效

		第90百分位以上	第75百分位至第90百分位	第50百分位至第75百分位	第75百分位以上	第50百分位以上
廠商家數		9	12	20	21	41
實際EUI平均(kWh/m ²)		629.9	460.3	381.2	533.0	458.9
OLS估計值平均(kWh/m ²)		444.1	407.4	344.6	423.1	384.8
需改善廠商家數		9	9	14	18	32
節能目標達成25%	節電量(1,000 kWh)	6,522	6,216	14,386	12,738	27,124
	節電百分比(%)	0.52	0.49	1.14	1.01	2.16
	減碳量(千公噸)	3.40	3.24	7.51	6.65	14.16
節能目標達成50%	節電量(1,000 kWh)	13,044	12,432	28,772	25,477	54,249
	節電百分比(%)	1.04	0.99	2.29	2.02	4.31
	減碳量(千公噸)	6.81	6.49	15.02	13.30	28.32
節能目標達成75%	節電量(1,000 kWh)	19,567	18,648	43,158	38,215	81,373
	節電百分比(%)	1.55	1.48	3.43	3.04	6.47
	減碳量(千公噸)	10.21	9.73	22.53	19.95	42.48
節能目標達成100%	節電量(1,000 kWh)	26,089	24,864	57,544	50,953	108,498
	節電百分比(%)	2.07	1.98	4.57	4.05	8.62
	減碳量(千公噸)	13.62	12.98	30.04	26.60	56.64

資料來源: 本研究整理製作。

表9 以分量迴歸建立基準值對百貨公司及購物中心進行節能管理之預估成效

		第90百分位以上	第75百分位至第90百分位	第50百分位至第75百分位	第75百分位以上	第50百分位以上
廠商家數		9	12	20	21	41
實際EUI平均		629.9	460.3	381.2	533.0	458.9
分量迴歸估計值平均		642.4	460.0	354.0	538.2	448.4
需改善廠商家數		3	8	13	11	24
節能目標達成25%	節電量(1,000 kWh)	1,144	2,917	12,824	4,062	16,886
	節電百分比(%)	0.09	0.23	1.02	0.32	1.34
	減碳量(千公噸)	0.60	1.52	6.69	2.12	8.81
節能目標達成50%	節電量(1,000 kWh)	2,289	5,835	25,649	8,124	33,773
	節電百分比(%)	0.18	0.46	2.04	0.65	2.68
	減碳量(千公噸)	1.19	3.05	13.39	4.24	17.63
節能目標達成75%	節電量(1,000 kWh)	3,433	8,752	38,473	12,186	50,659
	節電百分比(%)	0.27	0.7	3.06	0.97	4.03
	減碳量(千公噸)	1.79	4.57	20.08	6.36	26.44
節能目標達成100%	節電量(1,000 kWh)	4,578	11,670	51,298	16,248	67,546
	節電百分比(%)	0.36	0.93	4.08	1.29	5.37
	減碳量(千公噸)	2.39	6.09	26.78	8.48	35.26

資料來源: 本研究整理製作。

家廠商中約11家需輔導改善，倘若廠商的節能目標達成率為25%，則約可節約電力0.32%，若能達成50%，則約可節電0.65%，若全數100%

達成，則可節電1.29%。至於量販店的節能管理成效則分別列於表10及表11。

此外，若以經濟部能源局所公告之2012年

表10 以OLS建立基準值對量販店進行節能管理之預估成效

		第90百分位以上	第75百分位至第90百分位	第50百分位至第75百分位	第75百分位以上	第50百分位以上
廠商家數		12	16	28	28	56
實際EUI平均		713.8	494.1	364.0	588.3	476.1
OLS估計值平均		549.1	446.1	343.4	490.2	416.8
需改善廠商家數		11	10	18	21	39
節能目標達成25%	節電量(1,000 kWh)	4,355	4,324	4,995	8,679	13,673
	節電百分比(%)	0.62	0.62	0.71	1.24	1.95
	減碳量(千公噸)	2.27	2.26	2.61	4.53	7.14
節能目標達成50%	節電量(1,000 kWh)	8,709	8,648	9,990	17,357	27,347
	節電百分比(%)	1.24	1.24	1.43	2.48	3.91
	減碳量(千公噸)	4.55	4.51	5.21	9.06	14.28
節能目標達成75%	節電量(1,000 kWh)	13,064	12,972	14,985	26,036	41,020
	節電百分比(%)	1.87	1.85	2.14	3.72	5.86
	減碳量(千公噸)	6.82	6.77	7.82	13.59	21.41
節能目標達成100%	節電量(1,000 kWh)	17,419	17,295	19,980	34,714	54,694
	節電百分比(%)	2.49	2.47	2.85	4.96	7.81
	減碳量(千公噸)	9.09	9.03	10.43	18.12	28.55

資料來源: 本研究整理製作。

表11 以分量迴歸建立基準值對量販店進行節能管理之預估成效

		第90百分位以上	第75百分位至第90百分位	第50百分位至第75百分位	第75百分位以上	第50百分位以上
廠商家數		12	16	28	28	56
實際EUI平均		713.8	494.1	364.0	588.3	476.1
分量迴歸估計值平均		791.2	552.6	347.6	654.8	501.2
需改善廠商家數		6	5	18	11	29
節能目標達成25%	節電量(1,000 kWh)	568	1,764	5,360	2,332	7,692
	節電百分比(%)	0.08	0.25	0.77	0.33	1.1
	減碳量(千公噸)	0.30	0.92	2.80	1.22	4.02
節能目標達成50%	節電量(1,000 kWh)	1,136	3,528	10,720	4,664	15,384
	節電百分比(%)	0.16	0.5	1.53	0.67	2.2
	減碳量(千公噸)	0.59	1.84	5.60	2.43	8.03
節能目標達成75%	節電量(1,000 kWh)	1,704	5,292	16,080	6,997	23,077
	節電百分比(%)	0.24	0.76	2.3	1	3.3
	減碳量(千公噸)	0.89	2.76	8.39	3.65	12.05
節能目標達成100%	節電量(1,000 kWh)	2,272	7,056	21,440	9,329	30,769
	節電百分比(%)	0.32	1.01	3.06	1.33	4.4
	減碳量(千公噸)	1.19	3.68	11.19	4.87	16.06

資料來源: 本研究整理製作。

電力碳排放係數，¹¹臺灣2012年平均每度電的CO₂排放量約0.522 kg。若以分量迴歸建立批發零售業EUI基準值，且管理EUI落在第50百分位以上的廠商，則當廠商節電達成率為50%時，百貨公司及購物中心約可減少17.63千公噸CO₂排放，量販店約可減少8.03千公噸；若達成率為100%，則百貨公司及購物中心約可減少35.26千公噸CO₂排放，量販店約可減少16.06千公噸CO₂。

6. 結 論

我國批發零售業能源大用戶的能源使用總量約占整體非生產性質行業能源大用戶能源使用量的16.5%，僅次於運輸倉儲業，有輔導其提升能源使用效率之必要。本研究利用建築特徵變數、營運特徵變數以及地理區位特徵變數，以複迴歸模型及分量迴歸模型建立批發及零售業之能源效率指標評估模型，並研議合宜之能源效率指標管理方案及評估實施管理的效益。

過去多數能源效率基準值的設定，多以同一用途類型建築的平均數或是中位數作為單一衡量標準，然而電能EUI較大的廠商，無法短期改善至第50百分位的基準值(電能EUI的中位數)或是平均數，為改善此一問題，因此，本研究利用分量迴歸，依不同百分位EUI制定分段標準，使得業者有調整機器設備與能源管理的時間，以鼓勵廠商逐步達成目標。在能源效率管理上，一般應該著重在能源效率較差的廠商群，因此，建議設定三種能源效率改善群體，設定以第90百分位以上的廠商為優先輔導對象，第75~90百分位的廠商為中度輔導對象，第50~75百分位的廠商為輕度輔導對象。透過此一分類方式，我們可以找出輔導能源改善的優先順序，並針對不同輔導群體提出不同的輔導措施。

若利用迴歸模型及分量迴歸模型的估計結果建立各廠商的EUI基準值，要求廠商必需達到估計值的EUI，則EUI估計值低於實際值的廠商代表需進行能源使用效率改善，以使EUI合乎基準值規範。研究結果顯示，由迴歸模型所建立的管理基準指標較分量迴歸模型的來得嚴格許多，執行上恐不易達成。執行成效方面，若以分量迴歸所建立的基準值管理批發零售業中EUI落於50百分位以上的廠商，以2012年為例，當節電達成率為50%，則百貨公司與購物中心約可節電2.68%並減少17.63千公噸CO₂的排放，量販店約可節電2.2%並減少8.03千公噸CO₂排放；若受管制廠商的節電達成率提高至100%，則百貨公司與購物中心約可節電5.37%並減少35.26千公噸CO₂的排放，量販店約可節電4.4%並減少16.06千公噸CO₂排放。

最後，本研究雖針對批發零售業廠商進行研究，然而目前資料僅有針對契約容量超過800kW以上的電力用戶，對於能耗較高的小型批發零售業廠商，如便利商店等，由於廠商家數眾多，目前尚未有資料庫針對相關廠商進行資料蒐集，因此非能源大用戶尚不在本研究之分析範圍。此外，雖生產性質能源大用戶亦為相當重要之研究對象，然而生產性質能源大用戶之能源效率改善往往涉及設備更新、製程調整與原材料更替等，部分廠商對於工作場所之照明、空調與能源使用習慣等，有其一定之要求，難以藉由管理方案提升能源使用效率，因此生產性質能源大用戶之能源效率指標管理方案需考量更多因素，較為複雜。是故，本研究以非生產性質能源大用戶為研究分析對象。

參考文獻

朱珊瑩、陳玉嬋(2011)，批發零售業之能源效率分析，環境工程會刊，第22期第3卷，1-8。

¹¹ 經濟部能源局，能源產業溫室氣體減量資訊網，「計算燃料及電力CO₂」，http://verity.eri.itri.org.tw/EIGIC/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=28。

- 朱珊瑩、陳玉嬋、林怡諄(2013)，分量迴歸與臺灣旅館業能源效率指標，環境工程會刊，第24期第3卷，1-10。
- 吳佳卿(2011)，臺灣批發零售業之能源效率、消費行為與能源消費，中原大學國際易學系，碩士論文。
- 李沃牆、郭宸臻(2012)，銀行經營績效與經營指標關聯性之研究—分量迴歸之應用，臺銀季刊，第63卷第2期，1-33。
- 李東翰(2012)，百貨商場耗能特性之研究，成功大學建築學系，碩士論文。
- 財團法人臺灣綠色生產力基金會(2012)，2012非生產性質行業能源查核年報。
- 張四立(2009)，非製造業部門能源效率與節能成效指標評估與建立之研究，經濟部能源科技研究發展計畫，98年度住商部門及公部門能源查核管理與節能技術服務計畫。
- 張四立、謝維晃(2009)，我國商業與服務業部門能源效率指標之建置與節約能源成效評估，科技發展政策報導，第4期，29-50。
- 梁弘(2011)，臺灣服務業部門能源效率變動與改善潛力分析，國立臺北大學自然資源與環境管理研究所，碩士論文。
- 陳家榮、曾宣婷 (2010)，節能績效指標之研究—以成功大學為例，第五屆資源工程研討會。
- Andrews, C.J. and U. Krogmann (2009), "Technology diffusion and energy intensity in U.S. commercial buildings," *Energy Policy*, 37(2), 541-553.
- Chung, William, Y.V. Hui, and Y. Miu Lam (2006), "Benchmarking the energy efficiency of commercial buildings," *Applied energy*, 83, 1-14.
- IEA (2012), *World energy outlook 2012*.
- Koenker, R., and G. Bassett (1978), "Regression Quantiles," *Econometrica*, 46(1), 33-50.

A Study on Energy Efficiency Indicator Management for the Mega-Watt Energy Users in Wholesale and Retail Industry in Taiwan

Jin-Xu Lin^{1*} Yu-Chan Chen² Shih-Mo Lin³

ABSTRACT

According to the *World Energy Outlook 2012*, the improvement of energy efficiency will contribute the reduction of CO₂ emission more than 70% at 2020. Among the non productive industries in Taiwan, the Wholesale and retail industries energy usage participate with its 16.5%, ranks just behind transportation and warehouse industries. Therefore, it is necessary to counsel Wholesale and retail vendors to improve energy efficiency. This study employs quantile regression model to benchmark Wholesale and retail trade vendors' EUI. The variable of building characteristic, variables of operating characteristics, and variables of geographical characteristics are considered in the model. As example of 2012, if the firms, whose EUI above the 50th percentile, achieve the energy saving target, the shopping malls and shopping centers could have saved 5.37% electricity and reduce 35.26 thousand metric tons of CO₂, whereas discount shops could have saved 4.4% electricity and reduce of 16.06 thousand metric tons of CO₂.

Keywords: energy use intensity, EUI, energy efficiency, wholesale and retail industry, quantile regression

JEL classification: Q48, Q58

¹ Assistant Professor, Department of International Business, Chung Yuan Christian University

² Associate researcher, Taiwan Green Productivity Foundation

³ Distinguished Professor, Department of International Business, Chung Yuan Christian University

* Corresponding Author, Phone: +886-3-2655226, E-mail: jxlin@cycu.edu.tw

Received Date: August 5, 2014

Revised Date: October 2, 2014

Accepted Date: October 28, 2014