

六都機關與大專院校用電效率分析

彭開琮

健行科技大學國際企業經營系副教授

林幸樺

健行科技大學財務金融系助理教授

呂智業

桃園市政府經濟發展局股長

摘要

本文根據台電網站與主計處資料，將地方政府用電量、中央政府用電量、包燈用電量、大專院校用電量設定為投入項，地方政府用電戶數、中央政府用電戶數、人口數、大專院校學生人數等設定為產出項，以 2012 年至 2017 年為研究期間，運用 DEA 模型之投入導向，分別以 DEA 模型 1（地方政府、中央政府、包燈、大專院校）與 DEA 模型 2（地方政府、包燈、大專院校），使用 CCR、BCC 模式計算出 2012 年至 2017 年六都的相對效率。

進行用電提升策略方面，發現不論是納入中央政府用電量為解釋變數的迴歸模型 1 或不納入中央政府用電量為解釋變數的迴歸模型 2，包燈用電量變數均為造成無效率的重要變數，即六都之機關與大專院校用電效率若要改善，降低包燈用電量為首要策略；另一方面，不納入中央政府用電量為解釋變數的迴歸模型 2 中，大專院校用電量變數亦為造成無效率的重要變數，表示降低大專院校用電量亦為重要的提昇效率策略。

一、緒論

隨著經濟成長，電力應用日趨多元，使生活品質相對提升，讓我們與電產生密不可分的關係。政府不斷提倡資源永續，期使電力在使用上能有效運用。為了滿足市場電力需求，鼓勵民眾節約用電，因此必須解析高電力消費的機關與大專院校的需求決定因素，尋求促使電力節約的有效誘因，進而提升政策實施效果。

2014 年年底，台灣地區進入六都時代，各直轄市對環境與能源等議題甚為關切，致力於環境保護與能源節約的落實。因此本研究透過台電或根據行政院主計總處家庭收支調查電費支出資料，取得六都之機關與大專院校研究主題的用電量，運用資料包絡分析法（Data Envelopment Analysis, DEA），以 2012 年至 2017 年為研究期間，針對機關與大專院校進行用電效率的研究。因此本研究有二個研究目的，一為使用 DEA 之投入導向，進行六都機關與大專院校用電效率的比較，二為根據實證結果，進行六都機關與大專院校用電效率分析。

二、文獻探討

能源價格因素方面，Nesbakken（1999）的研究指出，高收入家庭比低收入家庭對於能源消費與能源價格的敏感度偏高；Lee and Lee（2009）以有效市場假說探討能源價格變化，以 1978~2006 年期間煤炭、石油、天然氣和電力為研究對象，顯示能源價格與利潤之間呈現顯著效果，而能源價格波動與家庭特點相關。Alberini, Gans and Velez-Lopez（2011）以美國為研究對象，分析近年來全國家戶層面的電力消費需求，並預估之，由模型中得知較富有的家庭能因應能源價格上漲，無論長短期。

能源效率方面，張四立、謝維晃（2009）針對我國商業與服務業部門，建構能源效率指標的 DEA 評估模型，並進行 2004 年至 2008 年間我國商業與服務業部門之節能績效與節能潛力的估計。彭開琮等人（2013）以台灣五個直轄市為研究對象，採用資料包絡分析法分析五都家庭的用電效率與不均度，研究結果發現，就用電不均度而言，台南市在所得均電量、人時均電量與人均電量皆屬於用電不均度較小的都市，而台中市則是在人時均電量、人均電量平均電量皆屬於用電不均度較大的都市。Song, Li, Duan, Yu and Wang（2017）以澳門為案例研究，探討推動可持續節能城市與能源消耗所做的努力為何，結果發現，澳門為了提高能源效率，制定了一些有效的政策，並啟動了節能宣傳運動，顯示澳門居民皆有良好的節能意識，且節能行為也非常普遍，因此澳門的人均能源消耗量從 2005 年的 67.20GJ 下降到 2015 年的 53.23GJ，表示實行建築物可持續節能城市及交通系統的改善，對於能源消耗獲得很大的提升。

在氣候方面，潘淑琴、傅孟臺、陳志堅、彭開琮（2014）根據抽樣家庭安裝數位插座電表，以網路傳輸方式將家庭空調用電資訊傳送至工研院主機記錄，探討影響台灣地區家庭空調用電的重要因素，研究結果顯示，家庭年所得、家庭人口數、月平均雨量對空調用電量的影響均不顯著；月平均溫度對空調用電量影響非常顯著，夏季月平均溫度變動 1°C，則空調月

平均用電量增加 20.96 度電；而所在地區的影響性，以整體資料及分季節分析結果，所在地區對空調月平均用電量有顯著影響，南部較北部空調月總用電量為低，可能因素為南部綠色植物多、建築物較少且通風良好，或鄉村居民儉樸等使用空調習性影響。唯獨夏季時家庭所在地區因素不構成影響，原因可能為全台溫度偏高，對空調依賴度高。

消費者行為模式方面，能源議題的討論近年來興起了以心理學角度為出發的相關研究。如 Yang, Shipworth and Huebner (2015) 曾依據英格蘭家庭能源使用調查數據進行迴歸分析，發現家庭中夫婦認知（男女主人觀點）其實也會互相影響該家庭的能源消費行為。因此，個別能源消費者的行為研究也引起學者興趣。Costanza, Ramchurn, and Jennings (2012) 曾要求 12 位使用者在家安裝 Figure Energy 軟體，至少使用二周。並從事每天的用電紀錄，包括人、時間、電器設備、從事活動，或從事原因等，系統的視覺化介面讓參與容易了解日常活動的電力消費，從而管理（或者說改變）自身的活動。Costanza et al. (2012) 研究發現，說明互動式且充分之資訊，可讓參與者認知到活動與電力消費的連結。Yang, Solgaard and Haider (2015) 調查丹麥消費者時發現，消費者的不同偏好對用電設備與器具的價格敏感度不同，其中，那些關心生態環境、綠色產品與服務有潛在購買意願的消費者，願意付出更多的代價來使用再生能源。Beunder and Groot (2015) 也發現在給定的費率結構下，消費者的文化背景是會影響其能源消費。Kavousian, Rajagopal and Fischer (2013) 與 Wijaya and Tezuka (2013) 進行電力結構與行為模式的探討，結果顯示，氣候、地理位置和面積是居民生活用電的最重要決定因素。且家庭電量受當地各種不同文化、種族背景以及區域所影響，在家庭規模中，在家中度過的時間和受教育的程度，對每月的家電使用和照明呈現正效應，而受教育程度和家庭花費時間對每月電費產生負效應，因此，受教育程度與家戶用電量的因素具有重要影響。

綜合以上文獻可以得知，關於能源價格因素、能源效率、氣候、消費者行為模式等大部分研究皆以家庭為主要探討對象，鮮少有以機關與大專院校為主題之能源相關研究，因此本研究著重於機關與大專院校為主題，以六都為研究對象，探討六都機關與大專院校之用電效率。

三、研究方法

在二十世紀中以前，生產效率的衡量相當困難，直到 Farrell (1957) 所提出生產邊界理論模型後，效率衡量方法論與實證研究才蓬勃發展。以往探討產出效率時需先設定生產函數，但真實函數形式常常難以估算，甚至根本不存在，Farrell (1957) 提出資料包絡分析法 (Data Envelopment Analysis, DEA)，開闢新的途徑處理效率問題。其基本假設為 (1) 生產前緣，是由最有效率的決策單位 (Decision Making Unit, DMU) 所組成，較無效率的 DMU 皆位於此前緣之下方；(2) 固定規模報酬；(3) 生產前緣凸向原點，因此，每點斜率皆小於或等於零。由上可知，DEA 是採取與其他 DMU 互相比較的作法，因此所獲得的績效水準是為相對效率概念。

在 Farrell (1957) 建立理論基礎後，由於計算上的困難，並未廣被運用，直到 Charnes、

Cooper 與 Rhodes（1978）將線性規劃求解模式加入權重設定後（CCR 法），Banker、Charnes 與 Cooper（1984）將 CCR 模式修正為變動規模報酬的假設下衡量決策單位相對效率之 BCC 模式後，DEA 才大量開始運用各種效率問題，至此 DEA 已有處理能源消費效率的理論基礎與分析工具了。

本文將地方政府用電量、中央政府用電量、包燈用電量、大專院校用電量設定為投入項，地方政府用電戶數、中央政府用電戶數、人口數、大專院校學生人數等設定為產出項，以 2012 年至 2017 年為研究期間，運用年資料探討政府機關與各級學校之用電效率。由於中央政府單位多位於台北市，對台北市的相對效率將有所影響而有失公平之處，因此分別以模型 1（地方政府、中央政府、包燈、大專院校）與模型 2（地方政府、包燈、大專院校）探討六都用電相對效率。模型 1、模型 2 之變數說明如表一、表二所示。

表一 模型 1：地方政府、中央政府、包燈、大專院校用電變數說明

分類	項目	單位	說明
投入項	用電量 1	度	六都地方政府之年用電度數。
	用電量 2	度	六都中央政府之年用電度數。
	用電量 3	度	六都包燈之年用電度數。
	用電量 4	度	六都大專院校之年用電度數。
產出項	地方政府用電戶數	數量	六都地方政府抄表戶數。
	中央政府用電戶數	數量	六都市中央政府抄表戶數。
	人口數	數量	六都人口數。
	大專院校學生人數	數量	六都大專院校學生人數。

資料來源：行政院主計總處與台電網站。

表二 模型 2：地方政府、包燈、大專院校（不含中央政府）用電變數說明

分類	項目	單位	說明
投入項	用電量 A	度	六都地方政府之年用電度數。
	用電量 B	度	六都包燈之年用電度數。
	用電量 C	度	六都大專院校之年用電度數。
產出項	地方政府用電戶數	數量	六都地方政府抄表戶數。
	人口數	數量	六都人口數。
	大專院校學生人數	數量	六都大專院校學生人數。

資料來源：行政院主計總處與台電網站。

四、資料說明與實證結果

根據台電網站與主計處資料，取得地方政府用電量、中央政府用電量、包燈用電量、大專院校用電量、地方政府用電戶數、中央政府用電戶數、人口數、大專院校學生人數資料分析彙整於表三所示，研究期間為 2012 年至 2017 年，六都分別為新北市、台北市、桃園市、台中市、台南市、高雄市，將 2012 年的新北市代號取為新北市 2012，或 2017 年的桃園市代號取為桃園市 2017，以此類推。

投入項部份，以模型 1 說明如下。

1. 地方政府方面，年平均用電量 20713 萬度，桃園市 2013 用電量最低，台北市 2014 用電量最高；

2. 中央政府方面，年平均用電量 16797 萬度，台南市 2015 用電量最低，台北市 2016 用電量最高；

3. 包燈方面，年平均用電量 26369.81 萬度，台北市 2016 用電量最低，高雄市 2012 用電量最高；

4. 大專院校方面，年平均用電量 26193 萬度，台南市 2017 用電量最低，台北市 2016 用電量最高。

5. 以服務的戶數與人數之產出項，以模型 1 說明如下。

(1)地方政府平均戶數 995 戶，以桃園市 2012 最低，台南市 2015 最高；

(2)中央政府平均戶數 246 戶，桃園市 2012 最低，台北市 2015 最高；

(3)平均人口數 262 萬人，台南市 2012 最低，新北市 2017 最高；

(4)大專院校學生平均 17 萬人，桃園市 2017 最低，台北市 2012 最高。

6. 以桃園市與其他五都之比較

(1)人口數在六都排名第四，大專院校學生人數六都最少；

(2)地方政府用電量與戶數均為六都最低；

(3)中央政府用電量僅高於台南市 2017，戶數最少；

(4)包燈用電量在六都中排名第四；

(5)大專院校用電量在六都中排名第三。

表三 機關學校用電投入產出項一覽表

縣市	投入項				產出項			
	地方政府 用電量 (萬度)	中央政府 用電量 (萬度)	包燈用電 量(萬度)	大專院校 用電量 (萬度)	地方政府 戶數	中央政府 戶數	人口數 (萬人)	大專院校 學生人數 (萬人)
新北市 2012	25986.14	9072.37	33095.98	16382.93	1085	175	394	15.9181
台北市 2012	41610.50	41017.54	23642.74	54754.06	751	388	267	24.5011
桃園市 2012	9707.89	10212.45	20168.20	22143.99	499	93	203	12.2893
台中市 2012	16626.71	12813.49	30348.47	23633.44	761	228	268	19.1601

縣市	投入項				產出項			
	地方政府 用電量 (萬度)	中央政府 用電量 (萬度)	包燈用電 量(萬度)	大專院校 用電量 (萬度)	地方政府 戶數	中央政府 戶數	人口數 (萬人)	大專院校 學生人數 (萬人)
台南市 2012	10708.13	7127.27	30327.89	12920.20	1464	267	188	14.0384
高雄市 2012	20027.33	19610.67	38306.96	28952.02	986	287	278	15.4980
新北市 2013	26213.65	9353.02	32526.44	16578.57	1244	178	395	15.5930
台北市 2013	41904.83	40922.97	22021.07	54994.88	761	392	269	24.3232
桃園市 2013	9628.35	9760.47	20553.41	22266.10	503	93	204	12.2009
台中市 2013	15718.83	13550.44	30906.42	23522.13	770	232	270	19.1776
台南市 2013	10580.37	7040.22	30054.95	12720.09	1518	272	188	13.8733
高雄市 2013	20547.80	19080.30	36739.11	28658.16	1033	293	278	15.5784
新北市 2014	26183.21	10617.81	30014.51	16572.24	1313	182	397	15.2256
台北市 2014	42150.53	40527.93	19632.51	54483.33	772	397	270	24.6476
桃園市 2014	9770.61	9581.63	21477.09	21888.89	513	95	206	12.1279
台中市 2014	15844.31	13554.85	30762.12	22849.78	774	233	206	19.2211
台南市 2014	10692.49	6785.15	27651.54	12519.02	1592	276	188	13.7327
高雄市 2014	20270.54	18806.82	33681.10	28189.59	1072	299	278	15.6363
新北市 2015	25723.45	10374.18	23438.46	16813.16	1343	184	397	15.4484
台北市 2015	40587.69	42523.19	17920.50	54451.09	785	403	270	24.4091
桃園市 2015	9662.85	9157.18	21110.49	21565.20	521	97	211	12.0426
台中市 2015	15749.54	13501.96	31023.08	22998.94	783	235	211	19.1962
台南市 2015	10545.27	6691.46	27780.08	12585.00	1628	278	189	13.5744
高雄市 2015	20914.98	19111.69	34718.35	28537.33	1097	303	278	15.6110
新北市 2016	26225.26	10728.11	16281.90	16789.50	1326	185	398	15.1012
台北市 2016	41521.84	43015.88	16431.51	55132.87	785	402	270	24.4062
桃園市 2016	9963.84	9298.63	21113.29	22242.18	521	97	215	11.6787
台中市 2016	16078.96	13620.63	30954.85	22488.96	786	235	215	19.0633
台南市 2016	10783.67	6813.79	27820.89	12420.15	1617	278	189	13.1468
高雄市 2016	20163.60	18771.64	34840.53	28467.84	1098	302	278	15.4088
新北市 2017	26317.38	10799.56	16321.26	16426.68	1335	185	399	14.5054
台北市 2017	41255.86	42343.26	15627.81	54421.91	788	401	268	24.1829
桃園市 2017	9890.48	9023.56	20352.94	22354.38	524	97	219	11.4101
台中市 2017	15847.19	13322.31	24639.47	20874.29	783	234	219	18.8114
台南市 2017	10647.46	6766.72	24205.80	12230.44	1596	279	189	12.6610
高雄市 2017	19620.36	19388.60	32821.29	28113.35	1104	295	278	14.9969
平均值	20713.11	16796.88	26369.81	26192.85	995	246	262	16.6221

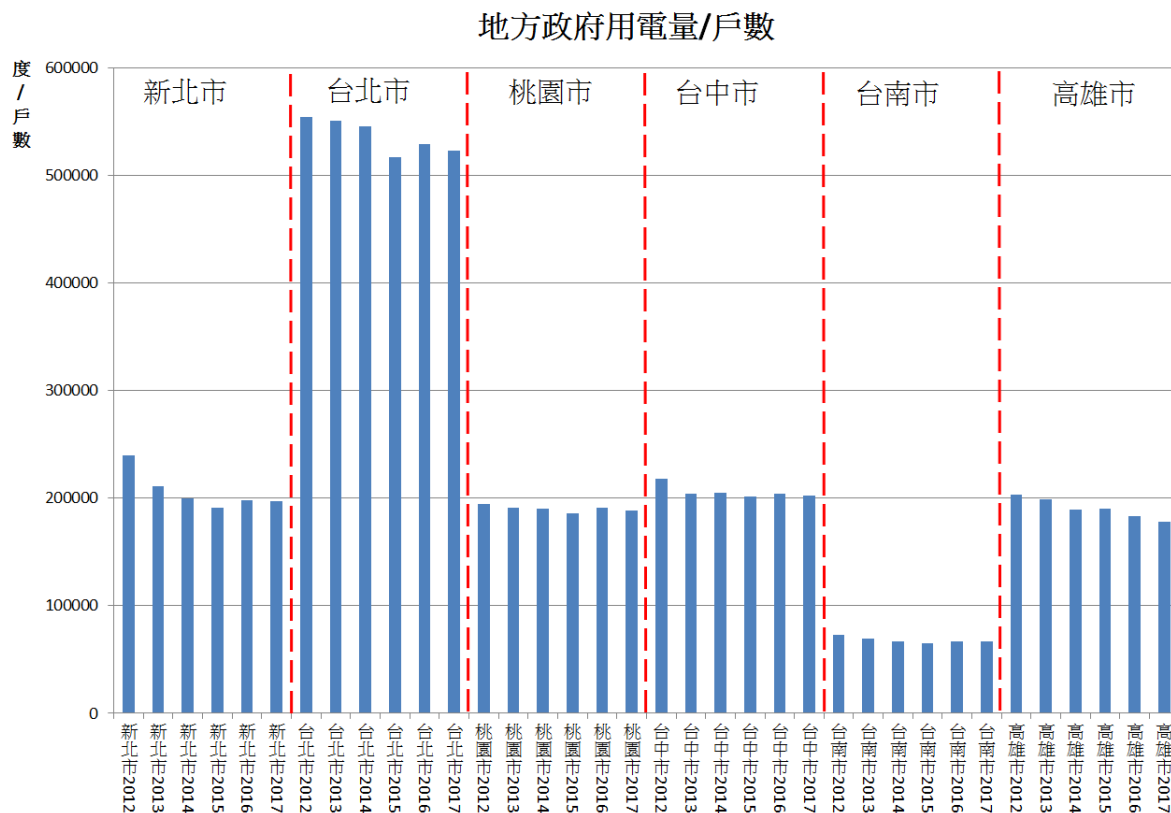
縣市	投入項				產出項			
	地方政府 用電量 (萬度)	中央政府 用電量 (萬度)	包燈用電 量(萬度)	大專院校 用電量 (萬度)	地方政府 戶數	中央政府 戶數	人口數 (萬人)	大專院校 學生人數 (萬人)
最大值	42150.53	43015.88	38306.96	55132.87	1628	403	399	24.6476
最小值	9628.35	6691.46	15627.81	12230.44	499	93	188	11.4101

資料來源：本研究整理。

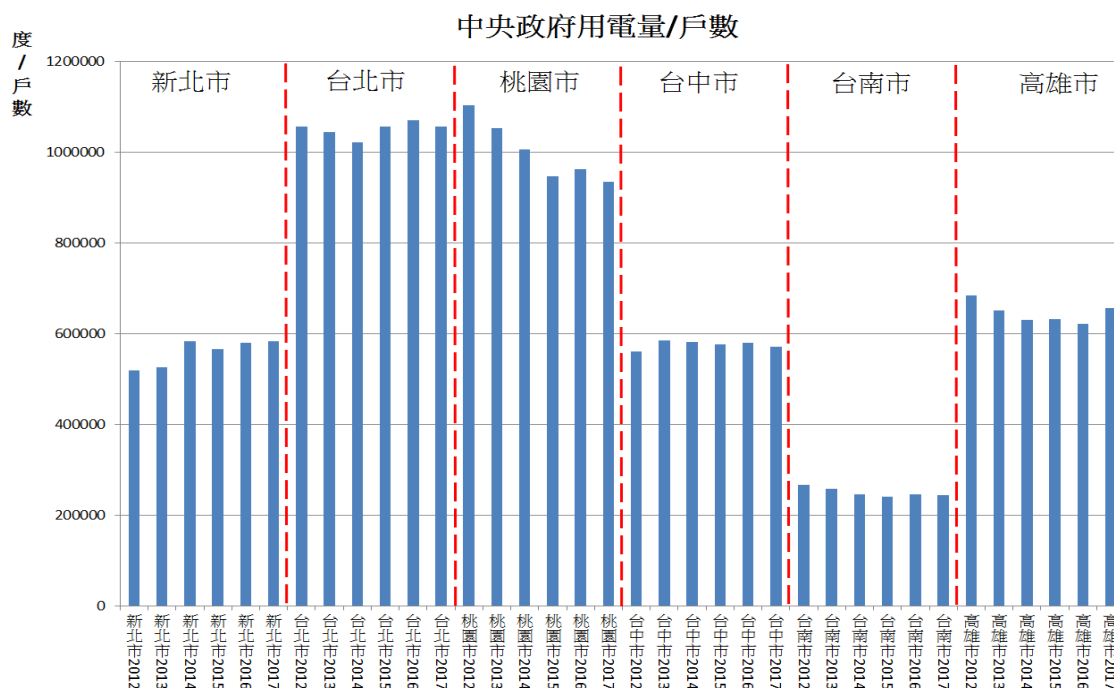
依據圖一至圖四彙整得知六都之地方政府、中央政府、包燈與大專院校戶均用電量數值，以及六都之地方政府、中央政府、包燈與大專院校人均用電量數值，該數值越大，表示該縣市績效越差，數值越小，則該縣市效率越好。

1. 地方政府戶均用電量方面，台南市 2015 最佳，台北市 2012 最差；
2. 中央政府戶均用電量方面，台南市 2015 最佳，桃園市 2012 最差；
3. 包燈人均用電量方面，新北市 2016、新北市 2017 最佳，台南市 2012 最差；
4. 大專院校人均用電量方面，台南市 2014 最佳，台北市 2013 最差。
5. 以桃園市角度來看
 - (1)地方政府戶均用電量方面，桃園市 2015 最佳，桃園市 2012 最差；
 - (2)中央政府戶均用電量方面，桃園市 2017 最佳，桃園市 2012 最差；
 - (3)包燈人均用電量方面，桃園市 2017 最佳，桃園市 2014 最差；
 - (4)大專院校人均用電量方面，桃園市 2015 最佳，桃園市 2017 最差。

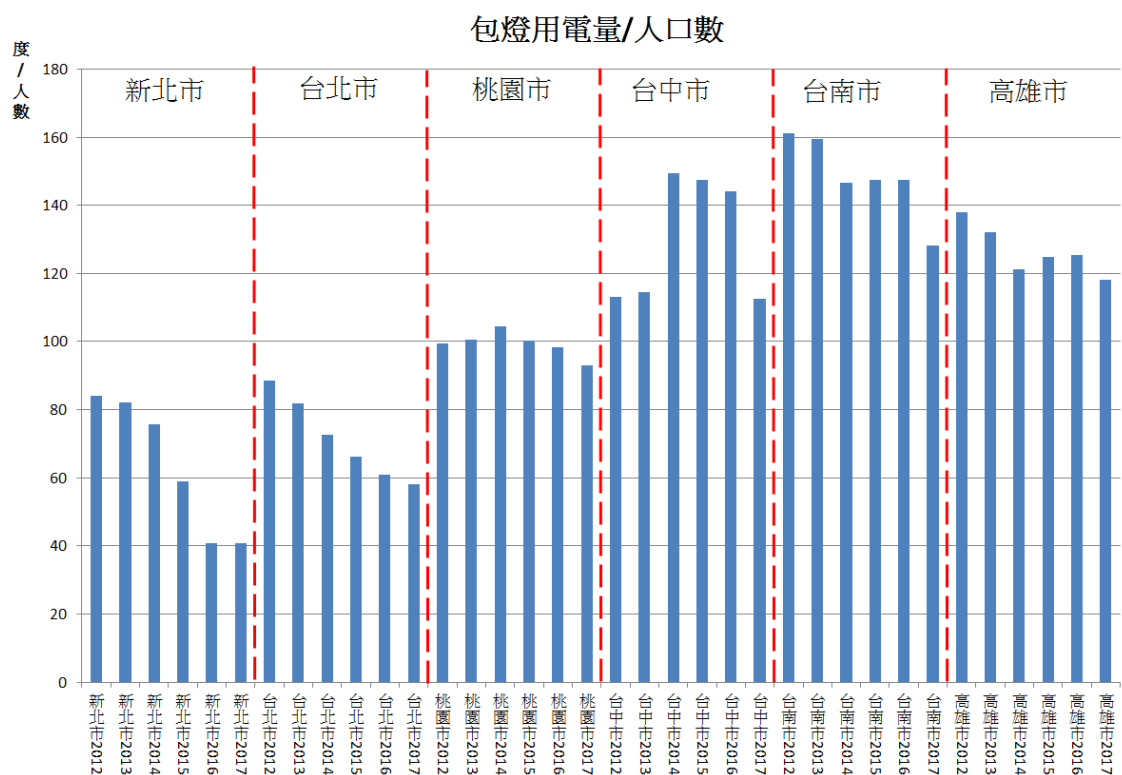
由此可知，六都之地方政府與中央政府戶均用電量、包燈與大專院校人均用電量。桃園市地方政府戶均用電量為排名第二，桃園市中央政府戶均用電量為排名第四，桃園市包燈人均用電量為排名第三，桃園市大專院校人均用電量為排名第四，可預期桃園市的實證結果，大致落在第二或第三左右，表現不會太差。



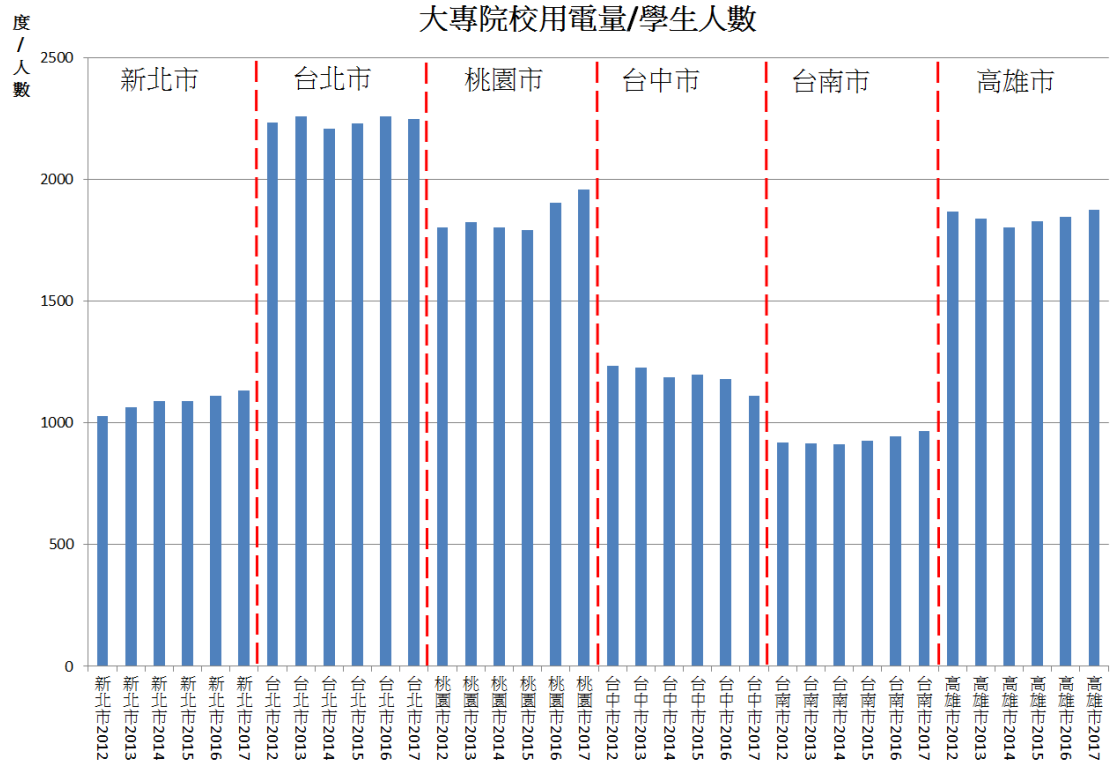
圖一 2012 年至 2017 年六都地方政府戶均用電量



圖二 2012 年至 2017 年六都中央政府戶均用電量



圖三 2012 年至 2017 年六都包燈人均用電量
大專院校用電量/學生人數



圖四 2012 年至 2017 年六都大專院校人均用電量

運用 DEA 模型，以 CCR、BCC 之投入導向模式計算出 2012 年至 2017 年六都的相對效率，分別以模型 1（地方政府、中央政府、包燈、大專院校）與模型 2（地方政府、包燈、大專院校）探討六都用電相對效率。如表四所示。

DEA 模型 1 為 CCR 投入導向模式來分析地方政府、中央政府、包燈及大專院校之相對效率，DEA 效率值為 1 為相對有效率，其餘皆為相對無效率。因此在技術效率值達 1 的有：新北市 2012~2017、台北市 2017、桃園市 2012、2013、2015 與 2017、台中市 2013 與 2017，台南市 2012~2017。上述皆是相對有效率的 DMU，而其他則為相對無效率的 DMU，其中以高雄市 2012 表現最差。

以 BCC 投入導向模式分析資料時，在純技術效率方面達 1 的有：新北市 2012~2017、台北市 2014~2017、桃園市 2012、2013、2015 與 2017、台中市 2012~2015 與 2017，台南市 2012~2017、高雄市 2014~2017。上述是相對有效率的 DMU，而其他則為相對無效率的 DMU，其中以高雄市 2013 表現最差。

在規模效率方面，在不同的生產規模下（變動規模），規模報酬將會隨之改變。當規模小時，產出投入的比值會隨著規模增加而提升，稱為規模報酬遞增，當產出與規模成正比增加時，達最適生產規模，稱為規模報酬固定，當規模過大時，產出減緩，即產量增加的比例小於生產要素增加的比例則稱為規模報酬遞減。

因此六都的用電規模效率說明如下。

1. 新北市 2012~2017 的技術效率與規模效率顯示皆為相對有效率，表示皆已達最適規模；
2. 台北市 2017 顯示為相對有效率，其他屬於規模遞減的情況，須減少其生產規模而達到最適規模；
3. 桃園市 2012、2013、2015 與 2017 顯示相對有效率，在固定規模報酬生產技術的情況下，表示已達到最適規模；
4. 台中市 2013 與 2017 顯示相對有效率，其他屬於規模遞減的情況，可減少其生產規模而達到最適規模；
5. 台南市 2012~2017 的技術效率與規模效率顯示皆為相對有效率，表示皆已達最適規模；
6. 高雄市 2012~2017 顯示皆為規模效率不張而造成無效率。

DEA 模型 2 為 CCR 投入導向模式來分析地方政府、包燈及大專院校之相對效率，技術效率方面：新北市 2012、2014~2017、台北市 2017、桃園市 2012、2013、2015、與 2017、台中市 2013 與 2017，台南市 2012~2017 效率值達 1，是為相對有效率的 DMU，而其他則為相對無效率的 DMU，其中以高雄市 2013 表現最差。

以 BCC 投入導向模式分析時，在純技術效率方面有新北市 2012~2017、台北市 2014~2017、桃園市 2012、2013、2015、2017、台中市 2012~2015 與 2017，台南市 2012~2017 效率值達 1，是為相對有效率的 DMU，而其他則為相對無效率的 DMU，其中以高雄市 2015 表現最差。

在規模效率方面，以 BCC 投入導向模式分析說明如下。

1. 新北市 2012~2017 的技術效率與規模效率顯示皆為相對有效率，表示皆已達最適規模；
2. 台北市 2017 顯示為相對有效率，其他屬於規模遞減的情況，須減少其生產規模而達到最適規模；
3. 桃園市 2012、2013、2015 與 2017 顯示相對有效率，在固定規模報酬生產技術的情況下，表示已達到最適規模；
4. 台中市 2013 與台中市 2017 顯示相對有效率，其他屬於規模遞減的情況，可減少其生產規模而達到最適規模；
5. 台南市 2012~2017 的技術效率與規模效率顯示皆為相對有效率，表示皆已達最適規模；
6. 高雄市 2012~2017 顯示皆為規模效率不張而造成無效率。

由此可知，在六都方面，台南市的相對效率表現較好，高雄市的相對效率表現較差。可以從投入項發現，台南市的地方政府、中央政府及大專院校用電量偏低，預期效率會比較好，而高雄市的市政府、中央政府、包燈及大專院校用電量偏高，預期效率會比較差，因而造成相對效率有所差距的原因。

表四 機關學校 2012 年至 2017 年之六都 DEA 效率彙整表

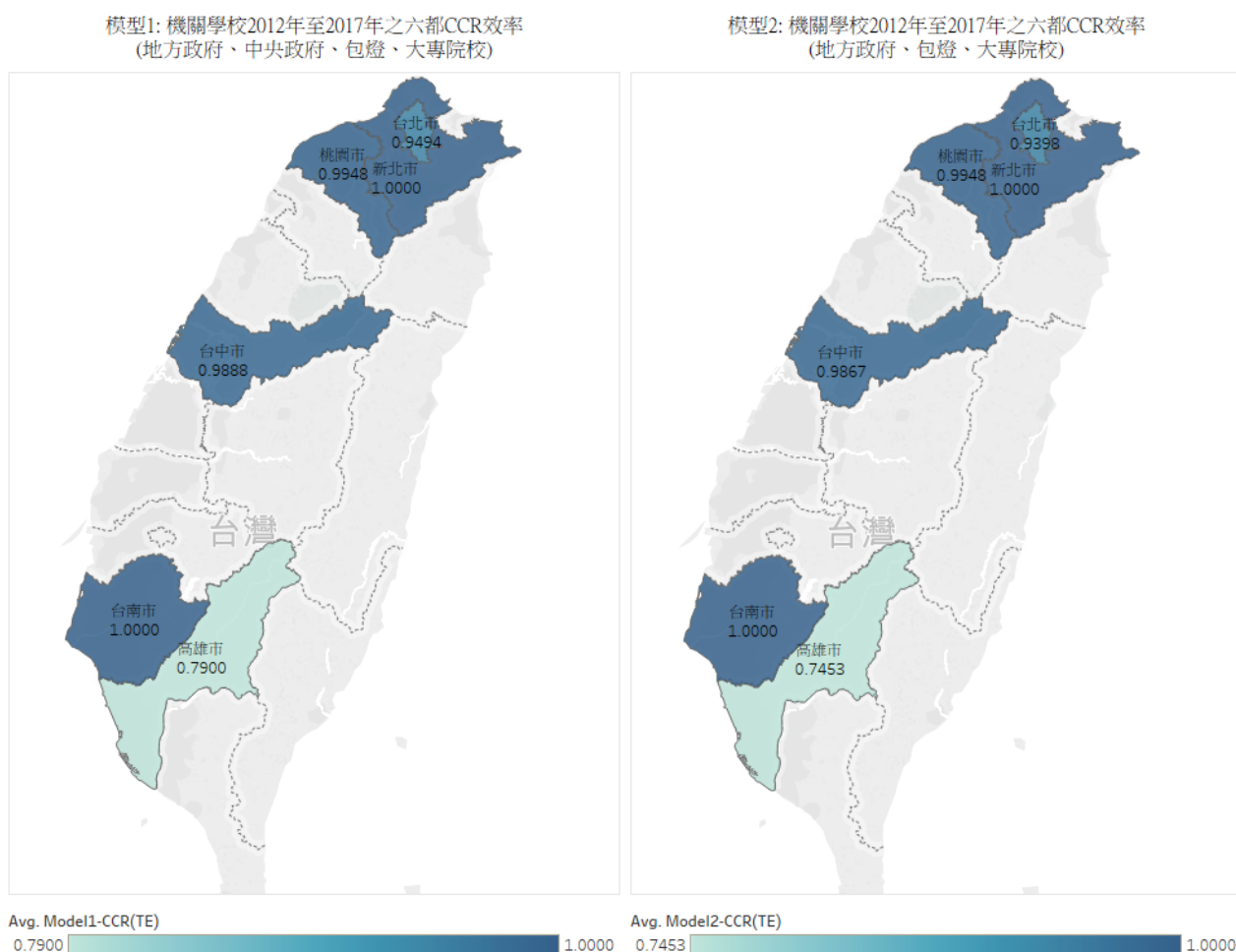
DEA 模型 1：地方政府、中央政府、 包燈、大專院校（投入導向）					DEA 模型 2：地方政府、包燈、大專 院校，不包括中央政府（投入導向）			
DMU	CCR 效率	BCC 效率	SE	RTS	CCR 效率	BCC 效率	SE	RTS
新北市 2012	1	1	1	固定	1	1	1	固定
新北市 2013	1	1	1	固定	0.9998	1	0.9998	遞減
新北市 2014	1	1	1	固定	1	1	1	固定
新北市 2015	1	1	1	固定	1	1	1	固定
新北市 2016	1	1	1	固定	1	1	1	固定
新北市 2017	1	1	1	固定	1	1	1	固定
台北市 2012	0.8753	0.9930	0.8814	遞減	0.8629	0.9913	0.8705	遞減
台北市 2013	0.8988	0.9723	0.9245	遞減	0.8797	0.9651	0.9115	遞減
台北市 2014	0.9525	1	0.9525	遞減	0.9350	1	0.9350	遞減
台北市 2015	0.9814	1	0.9814	遞減	0.9728	1	0.9728	遞減
台北市 2016	0.9885	1	0.9885	遞減	0.9882	1	0.9882	遞減
台北市 2017	1	1	1	固定	1	1	1	固定
桃園市 2012	1	1	1	固定	1	1	1	固定
桃園市 2013	1	1	1	固定	1	1	1	固定
桃園市 2014	0.9857	0.9893	0.9964	固定	0.9857	0.9893	0.9964	固定
桃園市 2015	1	1	1	固定	1	1	1	固定
桃園市 2016	0.9831	0.9835	0.9996	固定	0.9831	0.9835	0.9996	固定
桃園市 2017	1	1	1	固定	1	1	1	固定
台中市 2012	0.9895	1	0.9895	遞減	0.9770	0.9973	0.9797	遞減
台中市 2013	1	1	1	固定	1	1	1	固定
台中市 2014	0.9871	1	0.9871	遞減	0.9871	1	0.9871	遞減
台中市 2015	0.9891	1	0.9891	遞減	0.9891	1	0.9891	遞減
台中市 2016	0.9669	0.9944	0.9724	遞減	0.9669	0.9939	0.9728	遞減
台中市 2017	1	1	1	固定	1	1	1	固定
台南市 2012	1	1	1	固定	1	1	1	固定
台南市 2013	1	1	1	固定	1	1	1	固定
台南市 2014	1	1	1	固定	1	1	1	固定
台南市 2015	1	1	1	固定	1	1	1	固定
台南市 2016	1	1	1	固定	1	1	1	固定
台南市 2017	1	1	1	固定	1	1	1	固定
高雄市 2012	0.7606	0.9599	0.7923	遞減	0.7369	0.8031	0.9176	固定
高雄市 2013	0.7673	0.9594	0.7998	遞減	0.7315	0.7891	0.9271	固定
高雄市 2014	0.8045	1	0.8045	遞減	0.7582	0.8044	0.9426	固定

DEA 模型 1：地方政府、中央政府、 包燈、大專院校（投入導向）					DEA 模型 2：地方政府、包燈、大專 院校，不包括中央政府（投入導向）			
DMU	CCR 效率	BCC 效率	SE	RTS	CCR 效率	BCC 效率	SE	RTS
高雄市 2015	0.7828	1	0.7828	遞減	0.7373	0.7822	0.9427	固定
高雄市 2016	0.7988	1	0.7988	遞減	0.7462	0.8097	0.9215	固定
高雄市 2017	0.8259	1	0.8259	遞減	0.7619	0.8279	0.9203	固定

如表五、圖五所示，模型 1 之用電效率排名為台南市、新北市、桃園市、台中市、台北市與高雄市，用電效率平均值分別為 1、1、0.9948、0.9888、0.9494、0.79。模型 2 之用電效率排名為台南市、新北市、桃園市、台中市、台北市與高雄市，用電效率平均值分別為 1、0.9999、0.9948、0.9867、0.9398、0.7453。

表五 機關學校 2012 年至 2017 年之六都 DEA 效率平均值

DEA 模型 1：地方政府、中央政府、 包燈、大專院校（投入導向）				DEA 模型 2：地方政府、包燈、 大專院校，不包括中央政府（投 入導向）			
	CCR 效率	BCC 效率	SE	CCR 效率	BCC 效率	SE	
平均值	1	1	1	0.9999	1	0.9999	
新北市 最大值	1	1	1	1	1	1	
最小值	1	1	1	0.9998	1	0.9998	
平均值	0.9494	0.9942	0.9547	0.9398	0.9927	0.9463	
台北市 最大值	1	1	1	1	1	1	
最小值	0.8753	0.9723	0.8814	0.8629	0.9651	0.8705	
平均值	0.9948	0.9955	0.9993	0.9948	0.9955	0.9993	
桃園市 最大值	1	1	1	1	1	1	
最小值	0.9831	0.9835	0.9964	0.9831	0.9835	0.9964	
平均值	0.9888	0.9991	0.9897	0.9867	0.9985	0.9881	
台中市 最大值	1	1	1	1	1	1	
最小值	0.9669	0.9944	0.9724	0.9669	0.9939	0.9728	
平均值	1	1	1	1	1	1	
台南市 最大值	1	1	1	1	1	1	
最小值	1	1	1	1	1	1	
平均值	0.7900	0.9866	0.8007	0.7453	0.8027	0.9286	
高雄市 最大值	0.8259	1	0.8259	0.7619	0.8279	0.9427	
最小值	0.7606	0.9594	0.7828	0.7315	0.7822	0.9176	



圖五 模型 1 與模型 2 之機關學校 2012 年至 2017 年六都 CCR 效率分佈圖

在無效率探討方面，本文根據 2012 年至 2017 年六都共 36 組觀測資料建立迴歸模型，探討六都之機關與大專院校用電情形。令無效率值 $Y = 1 - \text{CCR}$ ，影響因素可能地方政府用電量 X_1 、中央政府用電量 X_2 、包燈用電量 X_3 、大專院校用電量 X_4 ，建立迴歸模型，如下方所示，進行無效率值 Y 影響因素的探討：

$$\text{迴歸模型 1: } Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \epsilon_i \quad (\text{式 1})$$

$$\text{迴歸模型 2: } Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_4 + \epsilon_i \quad (\text{式 2})$$

迴歸實證結果，擷取需要的資料後整理出表六，發現不論是納入中央政府用電量為解釋變數的迴歸模型 1 或不納入中央政府用電量為解釋變數的迴歸模型 2，包燈用電量變數均為造成無效率的重要變數，即六都之機關與大專院校用電效率若要改善，降低包燈用電量為首要策略；另一方面，不納入中央政府用電量為解釋變數的迴歸 Model2 中，大專院校用電量變數亦為造成無效率的重要變數，表示降低大專院校用電量亦為重要的提昇效率策略。

若將表四之 DEA 模型中的無效率 DMU 相對有效率 DMU 的潛在節電度數整理出來，可得到表七，表七可以協助表六無效率值 Y 與包燈用電量 X_3 間的關係。在表七中，台北市於 2012 年包燈用電量的潛在節電度數為 4343 萬度，台中市於 2016 年包燈用電量的潛在節電度數為 2970 萬度，高雄市於 2012 年～2017 年包燈用電量的潛在節電度數為 4351～8064 萬度之間，表示這三都市包燈用電量若能節約的話，其機關與大專院校用電無效率情形可以獲得大幅改善。

表六 迴歸分析結果

迴歸模型 1	係數	標準誤	t 統計	P-值	R 平方 =0.5862
截距	-0.26506	0.074734	-3.54675	0.001264	
地方政府用電量 X_1	-1.4E-06	2.12E-06	-0.65738	0.515791	
中央政府用電量 X_2	7.2E-07	6.72E-06	0.107107	0.915394	
包燈用電量 X_3	9.04E-06	1.57E-06	5.774287	2.34E-06	
大專院校用電量 X_4	3.43E-06	4.94E-06	0.693657	0.493063	
迴歸模型 2	係數	標準誤	t 統計	P-值	R 平方 =0.5803
截距	-0.32358	0.060221	-5.37317	6.71E-06	
地方政府用電量 X_1	-1.5E-06	1.78E-06	-0.82443	0.415796	
包燈用電量 X_3	1.09E-05	1.79E-06	6.051404	9.35E-07	
大專院校用電量 X_4	4.71E-06	1.43E-06	3.29895	0.002386	

表七 六都 2012 年至 2017 年機關潛在節電度數(度)

六都2012年至2017年機關用電節省空間(度數)

縣市	機關	年份					
		2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
新北市	大專院校用電量	0	0	0	0	0	0
	中央政府用電量	0	0	0	0	0	0
	包燈用電量	0	0	0	0	0	0
	地方政府用電量	0	0	0	0	0	0
台北市	大專院校用電量	-6,933,141	-8,032,833	0	0	-4,829,144	0
	中央政府用電量	-2,345,680	-2,498,486	0	0	-4,844,017	0
	包燈用電量	-43,435,393	-27,986,846	0	0	-958,526	0
	地方政府用電量	-2,379,590	-2,558,432	0	0	-2,422,160	0
桃園市	大專院校用電量	0	0	-7,714,025	0	-3,720,486	0
	中央政府用電量	0	0	-4,209,455	0	-2,651,948	0
	包燈用電量	0	0	-2,558,374	0	-3,804,088	0
	地方政府用電量	0	0	-1,163,886	0	-1,666,668	0
台中市	大專院校用電量	-9,712,536	0	-7,421,075	0	-5,190,551	0
	中央政府用電量	-585,603	0	-3,651,803	0	-1,877,062	0
	包燈用電量	-1,386,987	0	-1,460,842	0	-29,706,086	0
	地方政府用電量	-759,875	0	-752,420	0	-2,215,846	0
台南市	大專院校用電量	0	0	0	0	0	0
	中央政府用電量	0	0	0	0	0	0
	包燈用電量	0	0	0	0	0	0
	地方政府用電量	0	0	0	0	0	0
高雄市	大專院校用電量	-60,949,256	-64,310,986	-74,621,075	-76,462,274	-65,709,513	-64,252,502
	中央政府用電量	-78,553,365	-73,148,806	-73,378,408	-74,270,368	-67,390,167	-73,586,161
	包燈用電量	-80,643,121	-75,635,413	-56,055,331	-63,945,768	-57,015,723	-43,521,372
	地方政府用電量	-42,161,172	-42,302,094	-33,736,191	-38,522,125	-32,997,274	-26,016,800

五、結論

本文根據台電網站與主計處資料，將地方政府用電量、中央政府用電量、包燈用電量、大專院校用電量設定為投入項，地方政府用電戶數、中央政府用電戶數、人口數、大專院校學生人數等設定為產出項，以 2012 年至 2017 年為研究期間，運用年資料探討政府機關與大專院校之用電效率。綜合以上實證分析，歸納結論如下。

運用 DEA 模型之投入導向，分別以 DEA 模型 1（地方政府、中央政府、包燈、大專院校）與 DEA 模型 2（地方政府、包燈、大專院校），使用 CCR、BCC 模式計算出 2012 年至 2017 年六都的相對效率。以六都來看，台南市的相對效率表現較好，高雄市的相對效率表現較差，因此可以從投入項發現，台南市的地方政府、中央政府及大專院校用電量較低，效率亦較佳，而高雄市的地方政府、中央政府、包燈及大專院校用電量較高，效率較差。

探討無效率原因時，發現不論是納入中央政府用電量為解釋變數的迴歸模型 1 或不納入中央政府用電量為解釋變數的迴歸模型 2，包燈用電量變數均為造成無效率的重要變數，即六都之機關與大專院校用電效率若要改善，降低包燈用電量為首要策略；另一方面，不納入中央政府用電量為解釋變數的迴歸模型 2 中，大專院校用電量變數亦為造成無效率的重要變數，表示降低大專院校用電量亦為重要的提昇效率策略。

參考文獻

- 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, 頁29-50。
- 彭開琮, 傅孟臺, 蘇娟儀, 黃宗煌(2013),「五都能源效率、指標與不均度比較：以家庭用電為例」, 都市與計劃, 第40卷第2期, 頁135-156。
- 經濟部能源局(2016)。能源統計年報。
- 潘淑琴, 傅孟臺, 陳志堅, 彭開琮(2014),「影響家庭空調用電因素探討」, 全球管理與經濟, 第10卷第2期, 頁1-17。
- Alberini, A., W. Gans and D. Velez-Lopez. (2011). “Residential Consumption of Gas and Electricity in the U.S.: The Role of Prices and Income,” *Energy Economics*, 33, pp. 870-881.
- Banker, R., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
- Beunder A, and L. Groot. (2015). “Energy Consumption, Cultural Background and Payment Structure,” *Journal of Cleaner Production*, 94(1), pp. 137-143.
- Charnes, A., Cooper, W. W. & Rhodes, E. 1978. Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(4): 429-444.
- Costanza E., Ramchurn S. D., Jennings N. R. (2012). “Understanding Domestic Energy Consumption through Interactive Visualisation : A Field Study.” In, *Ubicomp 2012, 14th ACM International Conference on Ubiquitous Computing*, Pittsburgh, US, pp. 05-08.
- Farrell, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A, General*, 120(3): 253-281.
- Kavousian A., R. Rajagopal and M. 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), pp. 184-194.
- Lee, C.-C. and J.-D. Lee. (2009). “Energy Prices, Multiple Strucyural Breaks, and Efficient Market Hypothesis.” *Applied Energy*, 86, pp. 466-479.
- Nesbakken, R. (1999). “Price Sensitivity of Residential Energy Consumption in Norway.” *Energy Economics*, 21, pp. 493-515.
- Song, Q., J. Li, H. Duan, D. Yu and Z. Wang. (2017). “Towards to Sustainable Energy-efficient City: A Case Study of Macau.” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, pp. 504-514.
- Wijaya, M. E. and T. Tezuka. (2013). “A Comparative Study of Households' Electricity Consumption Characterisics in Indonesia: A Techno-socioeconomic Analysis.” *Energy for*

Sustainable Development, 17, pp. 596-604.

Yang, S., M. Shipworth and G. Huebner. (2015). "His, Hers or Both's? The Role of Male and Female's Attitudes in Explaining their Home Energy Use Behaviours." *Energy and Buildings*, 96(1), pp. 140-148.