

家庭使用能源設備與器具： 汰舊換新評估以及節能標章的影響關聯

陳俊宇

工業技術研究院綠能與環境研究所

摘 要

利用一理想模型分析家庭使用能源設備與器具的汰舊換新狀況，選擇與節能標章有關的七大產品類別做為討論項目，利用趨勢與相關分析推論產品汰舊換新的速度，並探討節能標章對於帶動產品銷售與淘汰的關聯，以及用一指標來評估節能產品款式的選擇性和節能產品推陳出新的進步性。

關鍵詞：汰舊換新、家庭使用能源設備與器具、節能標章、相關分析、理想模型

通訊地址：臺南市歸仁區高發二路 360 號

Household Energy Equipment and Appliances: Replacement Evaluation and Influence Correlation with Energy Label

Jiun-Yeu Chen

Green Energy and Environment Laboratories, Industrial Technology and Research Institute
No. 360, Gaofa 2nd Rd., Guiren Dist., Tainan City, Taiwan

ABSTRACT

In this study, the replacement status of household energy equipment and appliances is analyzed via an ideal model. Seven product categories related to Energy Label are selected as representative items for discussion. Trend and correlation analyses are used to infer the rate of product replacement/retirement. In addition, the facilitation of Energy Label to the product sales and elimination is explored for the correlation. For different product categories, an indicator is proposed to evaluate the model selectivity and the innovation advancement of energy-saving products.

Keywords: Replacement; Household Energy Equipment and Appliances; Energy Label; Correlation Analysis; Ideal Model

壹、前言

根據經濟部統計處發布的能源統計資料，我國近期五年（102-106 年）的用電量持續穩定成長，住宅部門平均每年用電量增加 2.2%，高於服務業與工業部門（產業經濟統計簡訊《312》，2018），若未對住宅部門進行能源效率改善，將背離國際社會想減緩全球暖化危害控制暖化升溫在 1.5 度內的設定目標。而國內對於家庭能源使用設備與器具的能源效率管理，多年來持續推動強制性最低容許耗用能源效率標準、能效分級標示與節能標章等管理措施（經濟部能源局能源效率分級標示管理系統；節能標章全球資訊網），以減緩住宅部門在能源需求的成長幅度。

加速汰換老舊低效率的家電設備被視為提高住宅部門能源效率之關鍵，針對部分能耗高的產品，政策上會列為汰舊換新的首要對象並優先給予獎勵補助，且搭配執行舊品回收來換購新品之配套措施，以確保老舊低效率家電設備不會持續在市場流通使用（林妤蓓，2014），有助於進一步增加住宅部門之節電量。因此，家庭使用能源設備和器具的汰舊換新動能常受政府的節能補助政策影響很大，但產品類別主要都是集中在能源效率一級或二級的電冰箱和冷暖氣機。過去曾列入補助的產品類別尚有燃氣台爐、熱水器、洗衣機、電視機、顯示器等等，然而並非所有節能標章認證產品都能夠獲得相關補助，僅納入洗衣機、電視機和顯示器，而且也非年年提供補助。

要評估產品的汰舊換新狀況不易，例如銷售端要取得產品實際市場的歷年銷售量與機種類別，使用端要有各產品的實際使用平均年限與時數，廢棄/回收端要統計實際的報廢數量與再利用情形等等，然而銷售端的真實申報數量牽涉稅務與制度抽驗，產品的使用壽命牽涉產品的製作工藝水準與消費者使用行為，廢棄物處理關聯管制體系的涵蓋項目與申報，影響估算的偏差因素也不僅限於上述，需要持續累積經驗與數據來做合理推斷。相關學術探討汰舊換新議題的主要關聯都在產品的使用壽命，可藉以預測需求量與廢棄物產生量（Gutiérrez et al., 2011），或是節能產品使用多久後替換對環境是環保的（Tasaki et al., 2013），而產品使用的存活壽命評估也有不同的模式，彼此之間的差異性並不明確也非有可依循之絕對性（Young, 2008）。

本文嘗試由產品之銷售端與廢棄/回收端的數量統計數據，搭配使用量的調查數據，簡化產品的使用壽命模式來討論國內產品汰舊換新的狀況。而家庭使用能源設備與器具所涵蓋的產品種類眾多，分析主要選擇節能標章所認證的產品類別，然而並非目前已通過認證的 51 種產品皆能取得官方的統計數據資料，後續僅就可獲得之冷暖氣機（無風管空氣調節機）、洗衣機、開飲機、電冰箱、電視機、熱水器（貯備型電熱水器與燃氣熱水器）、顯示器等七（八）大產品類別相關數據作汰舊換新狀況的初步評估與分析，以理想平均使用年限推論產品汰舊步調的快慢。並且將節能標章與產品銷售和淘汰的關聯做初步討論，觀察管理措施所帶動的相關性程度，同時引入一參考指標來評估節能產

品在款式的選擇性多寡以及產品推陳出新的進步性增減。

貳、理論模式與資料取得

參考產品市場行銷分析的方法（謝健，1989），對產品在特定區域中的深化程度會用普及率指標觀察，其中會使用的重要參數為社會持有量，其定義如下：

社會持有量=歷年生產累計量+歷年進口累計量-歷年出口累計量-歷年集團購買累計量。

本文基於產品的使用量變化與淘汰有直接關聯，可藉以推估產品的汰換狀況，因而將上述定義轉化，將產品的使用量與淘汰量用一理想模式來推估：

- 銷售端透過產品的進口量加上國內生產的內銷量來表達產品各年度(j)的可能國內最大銷售量 S_j ；
- 淘汰端產品在理想平均使用壽命 L 年過後一定會被淘汰，不論是否損壞，各年度的理想參考淘汰量 W_j 應為 $W_j = S_{j-L}$ ；
- 由各年度可能最大銷售量與理想平均使用壽命，可累計推估產品各年度的理論參考使用量 $U_j = S_{j-L+1} + S_{j-L+2} + \dots + S_j = \sum_{i=1}^L S_{i+j-L}$ 。

相關數量的歷年資料來源由政府官方網站取得，內銷量資料來自經濟部統計處（經濟部統計處工業產銷存動態調查），進口銷量資料來自財政部關務署（財政部關務署統計資料庫查詢系統）；電器使用年限之評估，可參考美國全國住宅建築商協會/美國銀行所出的報告（National Association of Home Builders/Bank of America Home Equity Study of Life Expectancy of Housing Components, 2007）或澳洲消費者權益保護組織 CHOICE 的網站（CHOICE）。與參考使用量比較的實際使用量抽樣調查數據，來自主計總處家庭收支調查當中之家庭住宅及主要設備概況（中華民國統計資訊網），由家庭現代化設備每百戶擁有數與當年度家庭戶數換算實際使用量。由於本次分析之產品類別主要使用者以家庭為主，於參考使用量中家庭用量所占的比例會占絕大多數，將兩個使用量變化作相關分析比對，可藉以推估產品汰舊的速度是否處於產品達理想平均使用年限即淘汰的預期狀態。

與理想淘汰量模式相互比對來推估汰舊換新狀況的相關數據，參考淘汰量可藉由前述的歷年內銷量資料與進口銷量資料，依各產品的理想平均使用年限再轉換成為歷年的參考淘汰量；與參考使用量比較的實際淘汰量數據，取自環境保護署資源回收管理基金管理委員會網站的公告應回收廢物品統計資料（環境保護署資源回收管理基金管理委員會）。將兩個淘汰量變化作相關分析比對，亦可藉以推估產品汰舊的步調是否處於前述之預期狀態。另外，會選擇同時在使用端與淘汰端皆有可取得的公開資料，將相同的產品類別進行分析結果的相互比對，以驗證此理想模型的可行性。

參、產品使用數量的趨勢結果與分析

從使用端來思考，藉由政府官方網站所取得的相關產品銷售量、進口量以及擁有數等調查數據，將冷暖氣機、洗衣機、熱水器、開飲機（含飲水機）、電視機等產品類別之參考使用量與家庭擁有數的變化作圖，同時將參考使用量與家庭擁有數作相關分析（Pearson Correlation），分別如圖 1~圖 5 所示。概念上，若產品處於達理想平均使用年限後即淘汰之預期狀況，則使用的狀況應為參考使用量曲線的走勢，加上對照調查實際家庭擁有數的曲線變化，可以推論若產品處於預期淘汰速度，兩數據間應有高度線性相關；反之若產品並非處於預期淘汰速度，則線性相關度低而有可能是屬於產品提早淘汰或持續使用的狀況。此外，使用數/擁有數在數量上之數據高低差異來自資料參考源的不同，使用量之數據來自歷史資料的累積而擁有量之數據則來自抽樣調查，無絕對必要相等之關係；關注的重點是產品在使用上於汰舊換新的變化，不同資料來源之間是否存在一致性趨勢或產生歧異，以一可推估使用量變化的參考模型和實際擁有量相互對照，進而判讀趨勢不同之背後所代表的產品淘汰狀況。

圖 1~圖 3 的數據相關程度呈現高度正相關，圖 4 的數據則為中度正相關，可推論背後代表的意義為：冷暖氣機、洗衣機、熱水器及開飲機在汰舊換新的使用表現上屬於達理想平均使用年限後即會淘汰的狀況。圖 5 電視機的數據相關程度呈現低度相關，再從參考使用量曲線與家庭擁有數曲線的相對變化趨勢判斷，以理論模型推估使用量應逐漸下降，然而擁有數卻不斷維持成長，可推論該類產品的使用表現屬於淘汰速度較慢的狀況，產品的使用時間高於理想平均使用年限。

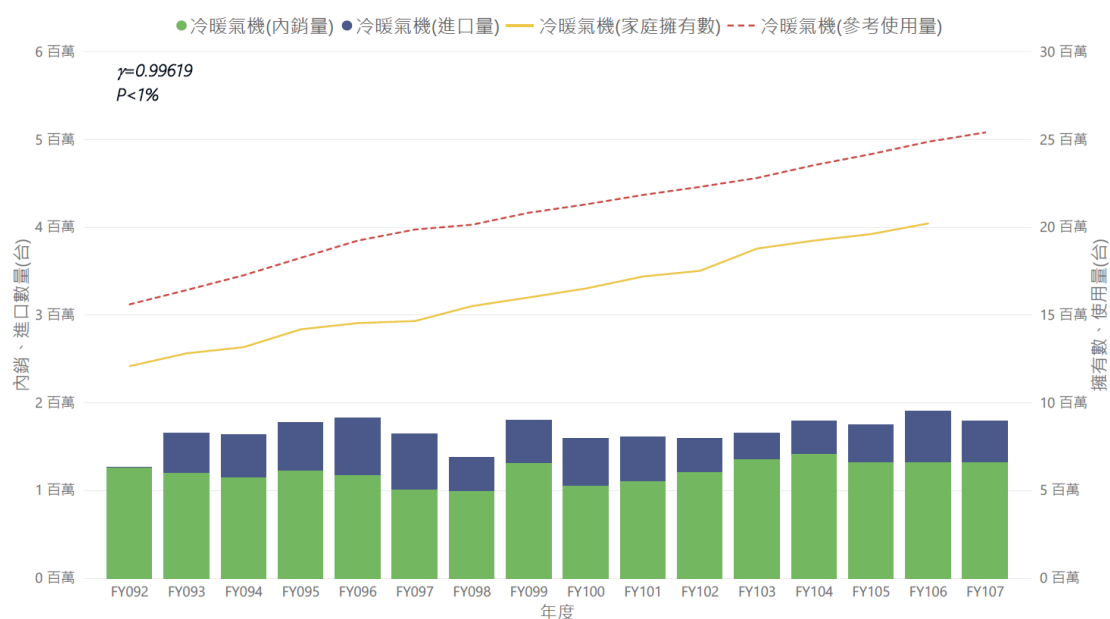


圖 1 冷暖氣機的使用量/擁有數與銷量之歷年狀況（左上： r 相關係數， t 檢定 P 值）

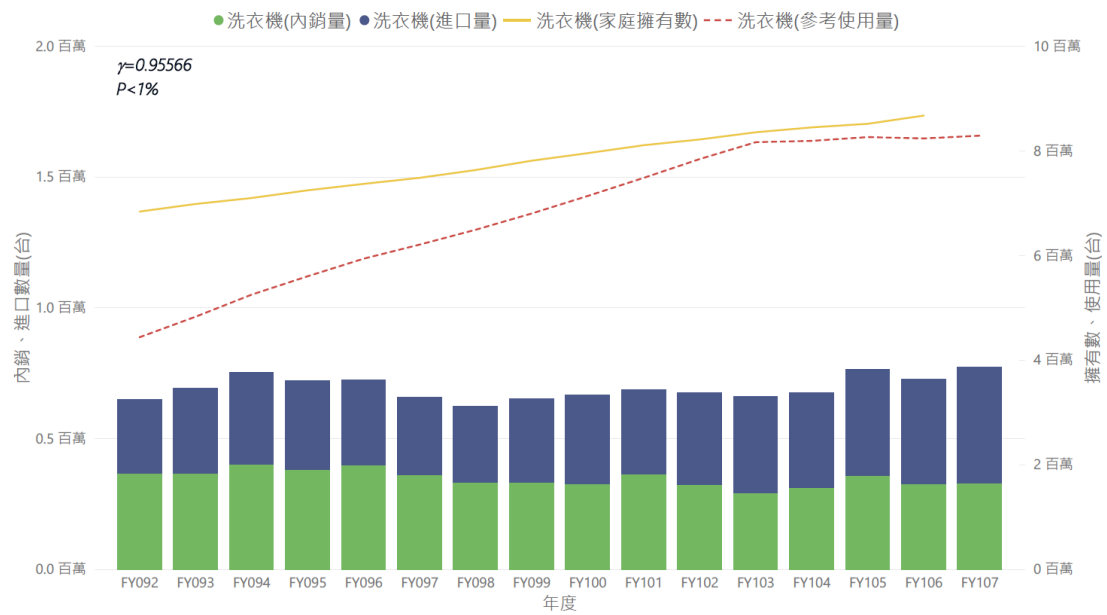


圖 2 洗衣機的使用量/擁有數與銷量之歷年狀況

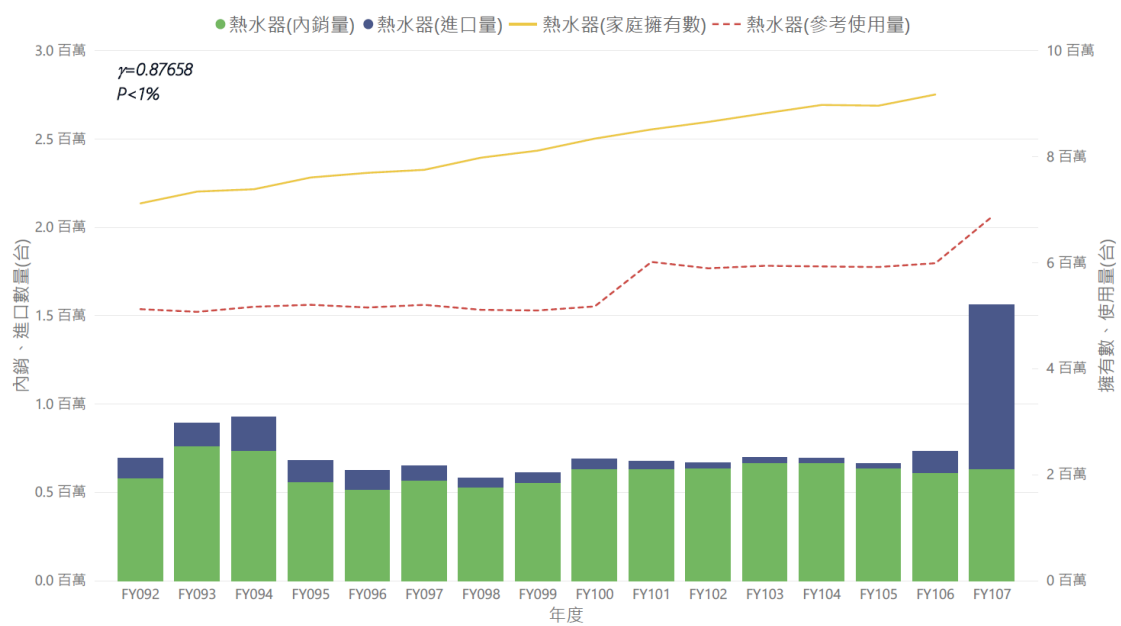


圖 3 熱水器的使用量/擁有數與銷量之歷年狀況

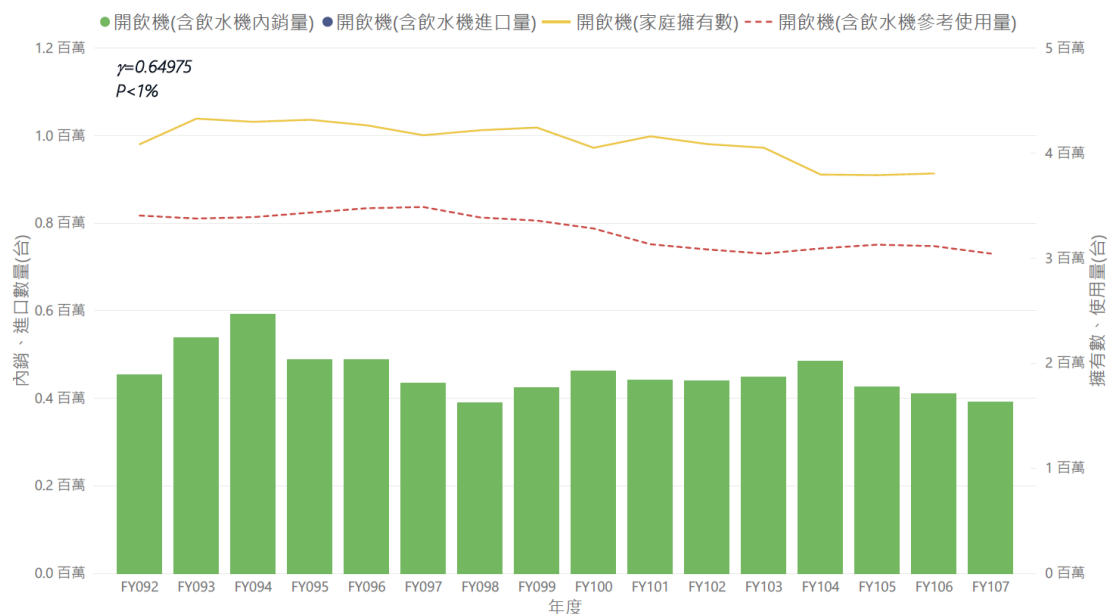


圖 4 開飲機（含飲水機）的使用量/擁有數與銷量之歷年狀況

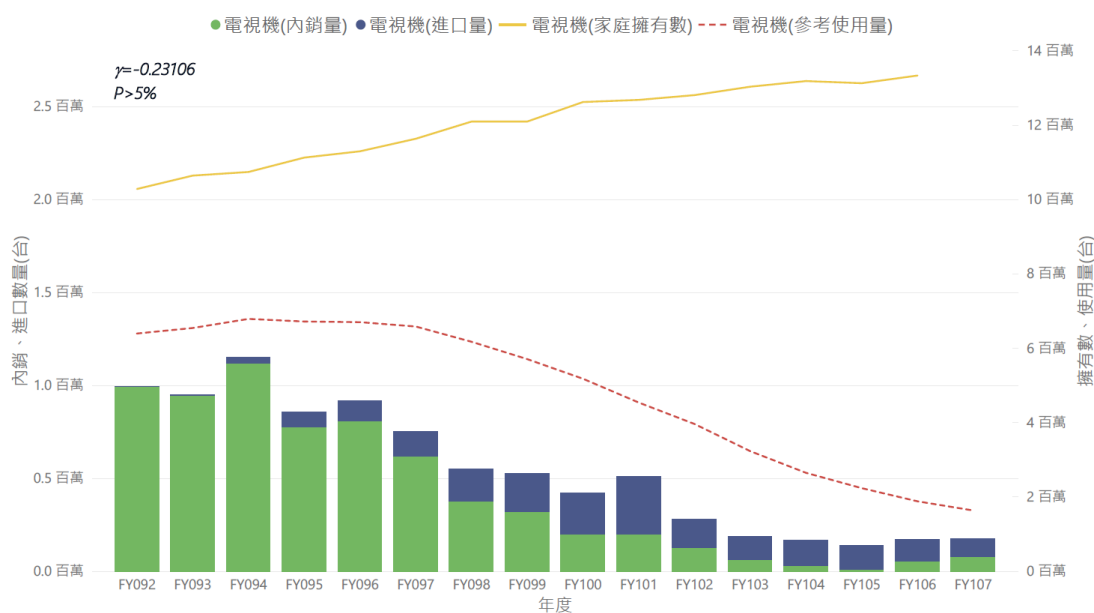


圖 5 電視機的使用量/擁有數與銷量之歷年狀況

肆、產品淘汰數量的趨勢結果與分析

從淘汰端來思考，同樣取自政府官方網站的相關產品銷售量、進口量以及淘汰量等調查數據，將冷暖氣機、洗衣機、電視機、電冰箱、顯示器等產品類別之參考淘汰量與實際淘汰量的變化作圖，同時將兩者做相關分析，結果分別如圖 6~圖 10 所示。與從使用端分析的概念類似，若產品使用時間超過理想平均使用年限後預期將全部淘汰，則淘汰的狀況應為參考淘汰量曲線的走勢，再對照回收端實際淘汰量的變化曲線，同樣可推

論若產品處於預期淘汰速度，兩數據間應呈現高度線性相關，而非處於預期淘汰速度則線性相關低。另外，參考/實際淘汰量之數據高低差異亦來自資料參考源的不同而無絕對必要相等之關係，如同前面在使用端的思考觀點一樣，分析的重點仍在於以可推估淘汰量變化的參考模型與實際淘汰量結果相互對照下，判斷趨勢相異之背後所代表的產品淘汰狀況。

圖 6 和圖 7 的數據相關程度呈現高度正相關，呼應前面圖 1 和圖 2 之結果，冷暖氣機與洗衣機之使用表現傾向達理想平均使用年限後即會淘汰的狀況。圖 8 與圖 5 相互對照，電視機數據的線性相關程度都低，以民國 101 年為界細看在圖 8 中於該時間前後的線性相關度，在民國 101 年以前是無明確相關性且呈現該類產品的使用表現傾向使用時間高於理想平均使用年限，淘汰速度比預期慢；而在民國 101 年以後的使用表現才轉而傾向達理想平均使用年限後即淘汰的狀況，且淘汰量的趨勢都是下滑。冷暖氣機、洗衣機與電視機是在使用端與淘汰端都可取得相關公開資料的產品類別，在趨勢結果可相互對照下，可證明此一理想模型用於評估汰舊換新的可行性。

圖 9 數據間的線性相關程度不明確，即電冰箱的使用表現無法推論為達理想平均使用年限後即會淘汰的狀況，然而由淘汰量趨勢線之間的比較，可推論使用表現傾向使用時間高於理想平均使用年限，產品的淘汰換新速度應該比預期慢。圖 10 的數據相關程度呈現高度負相關，可推論顯示器的使用表現傾向在達到理想平均使用年限之前即會淘汰，產品的淘汰換新速度應該比預期快。

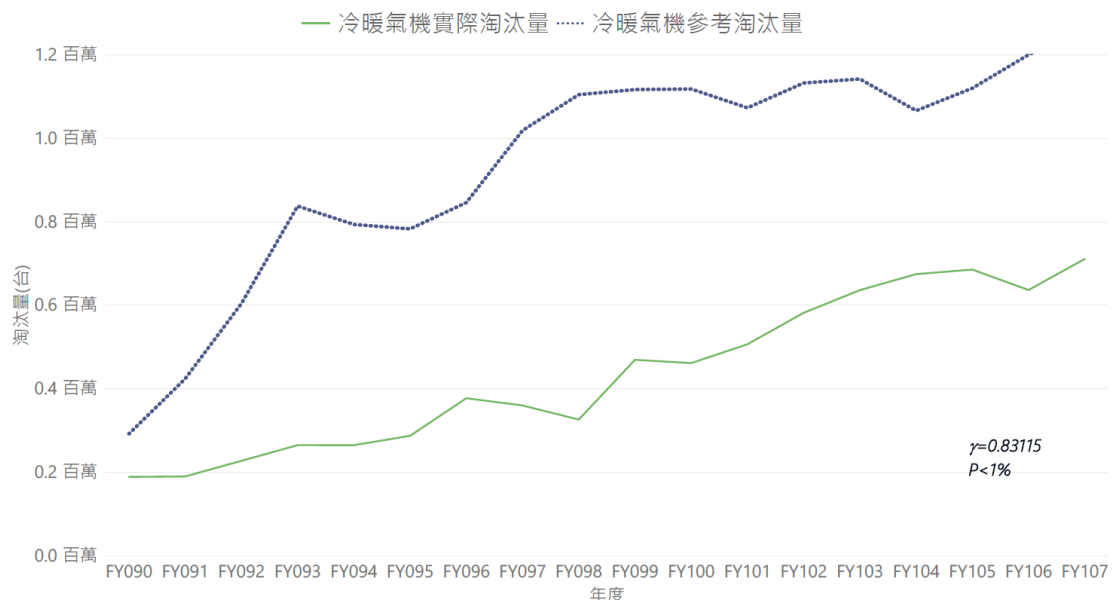


圖 6 冷暖氣機的淘汰量變化（右下： r 相關係數， t 檢定 P 值）

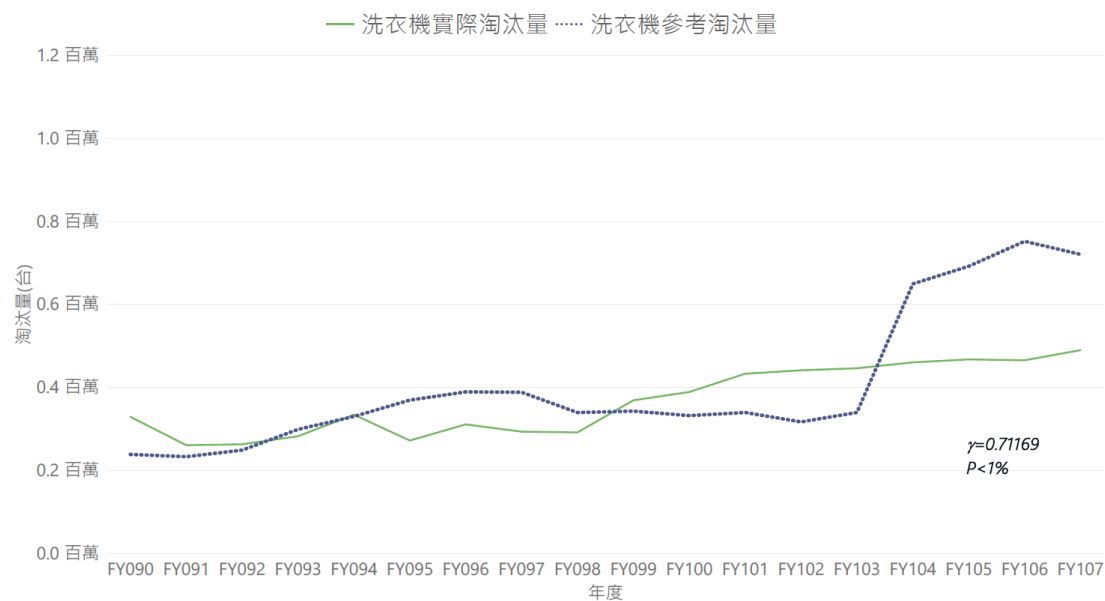


圖 7 洗衣機的淘汰量變化

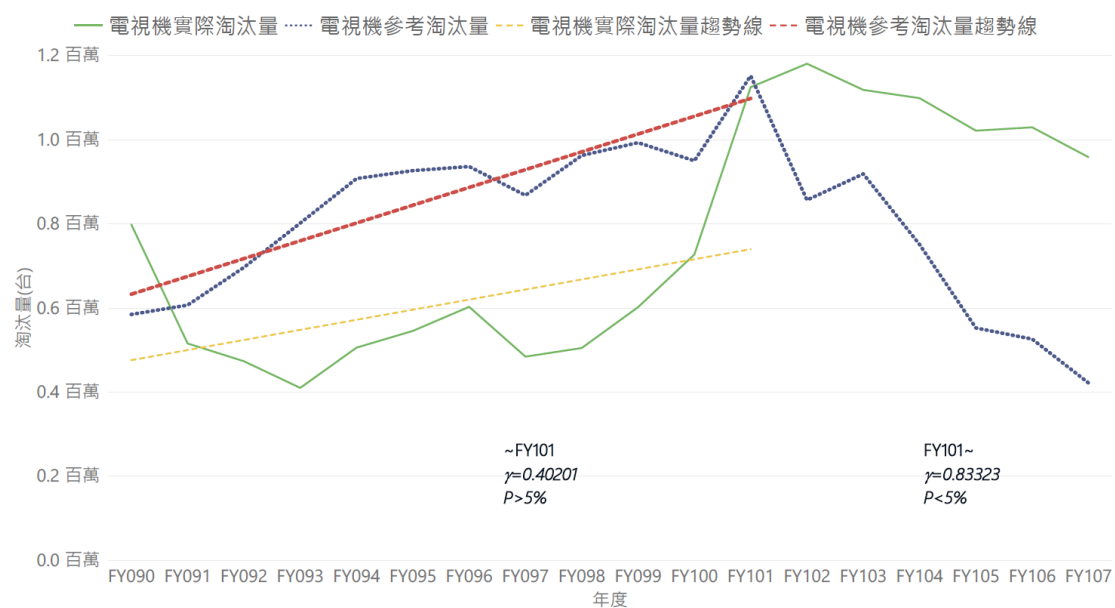


圖 8 電視機的淘汰量變化

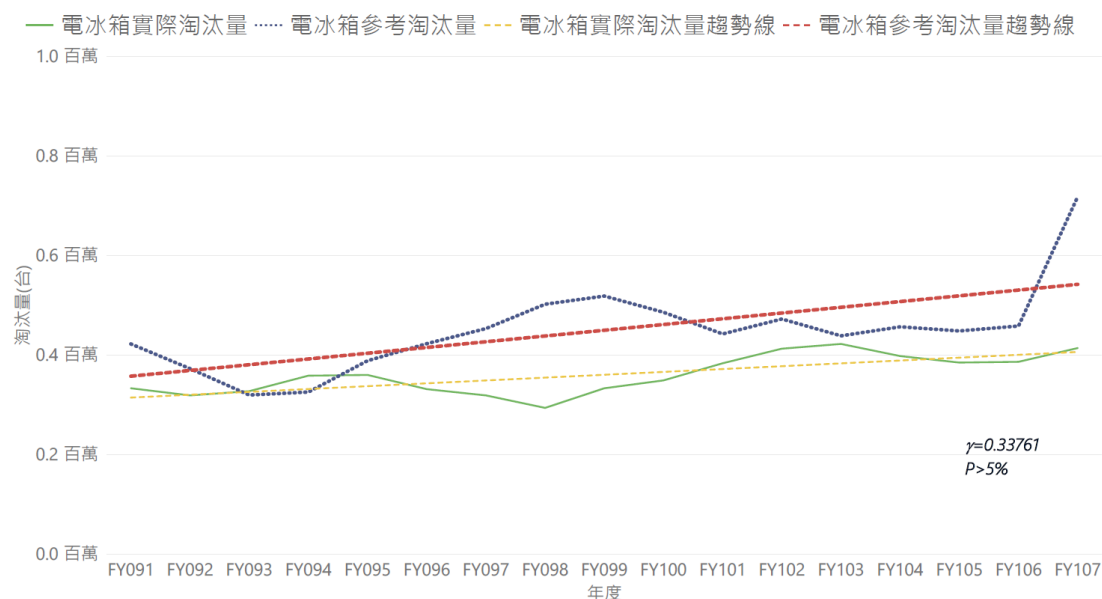


圖 9 電冰箱的淘汰量變化

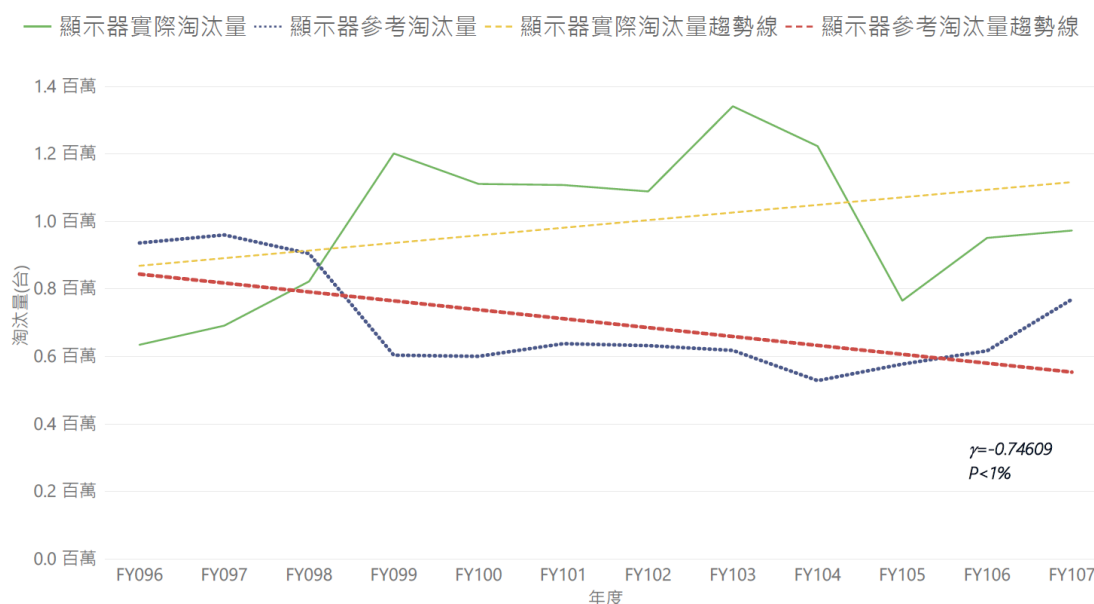


圖 10 顯示器的淘汰量變化

伍、節能標章獲證數量與汰舊換新之關聯分析

圖 11 是本文提及之 8 類節能標章產品的歷年獲證狀況，獲證較活躍的是無風管空氣調節機與顯示器，近五年都超過 200 款以上。以下試圖進一步探討節能標章的獲證款數是否與帶動產品汰舊換新的數量有相關，選擇同時可取得內銷量、進口量與淘汰量等數據且來自政府官方網站公開資料的產品類別（電視機、冷暖氣機、洗衣機、電冰箱、顯示器），並與這些產品類別的節能標章獲證狀況作相關性分析如表 1 所示，其中歷年

累計獲證公司數與款數取民國 101 年至 107 年的統計數據作為參考，目前有效獲證的公司數與款數取民國 108 年 5 月底以前的獲證公司數與款數統計數據作為參考。由於能取得政府官方統計資料的樣本參考數量有限，僅能就可用的資料作初步推論，表 1 的相關係數呈現節能標章獲證款數和公司數與產品的銷售量有明顯正相關，但是與產品的淘汰量關聯性極低，顯示提升節能標章獲證款數與可增加產品銷售量的關聯有可能存在但非必然有因果關係，因為會影響消費者的購買動機不會只有節能考量，不過也不能排除廠商為求銷量增加而以取得更多獲證來促成；另外節能標章獲證款數與舊/故障品未顯著呈現淘汰增加的影響關聯，有可能的狀況是購新卻不汰舊，但至少可以確認節能標章獲證與產品淘汰的因果關係可能性極低。

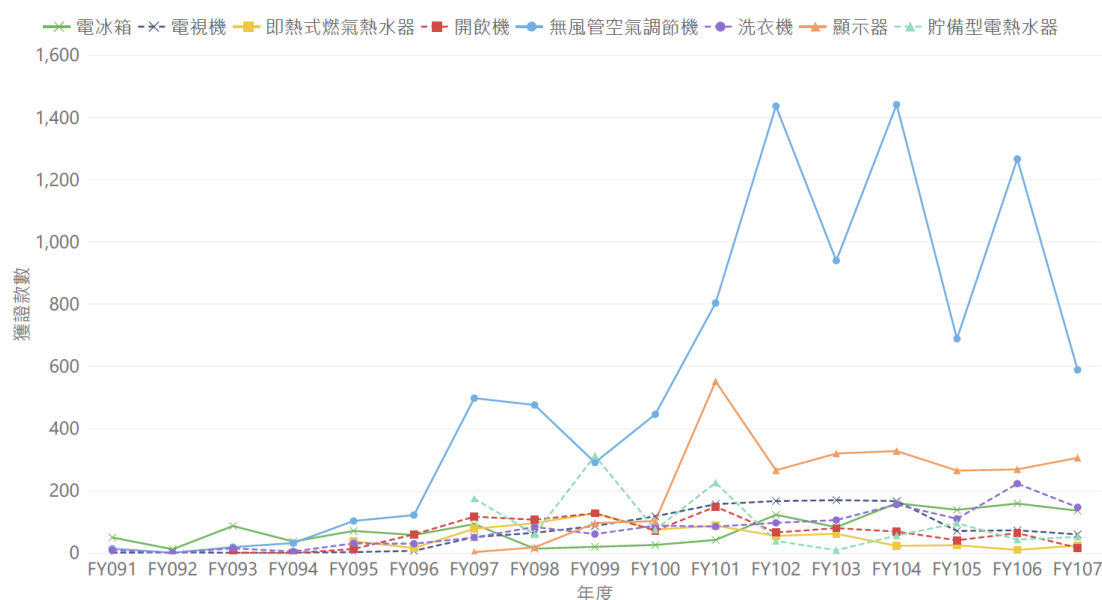


圖 11 各類產品節能標章的歷年獲證款數狀況

表 1 節能標章獲證（家）數與產品之銷售量及淘汰量的相關性分析

	歷年累計獲 證公司數	歷年累計獲 證）款數	目前獲證有 效公司數	目前獲證有 效款數	近 2 年銷量平 均	近 5 年銷量平 均	近 2 年平均淘 汰量	近 5 年平均淘 汰量
歷年累計獲證公司數	1							
歷年累計獲證款數	0.9606**	1						
目前獲證有效公司數	0.9834**	0.9455*	1					
目前獲證有效款數	0.9451*	0.9904**	0.9543*	1				
近 2 年銷量平均	0.9671**	0.9376*	0.9970**	0.9567*	1			
近 5 年銷量平均	0.9754**	0.9246*	0.9980**	0.9362*	0.9959**	1		
近 2 年平均淘汰量	0.0592	0.0653	-0.1180	-0.0549	-0.1851	-0.1577	1	
近 5 年平均淘汰量	0.0384	0.0284	-0.1401	-0.0948	-0.2093	-0.1762	0.9974**	1

t 檢定： $*P<0.05$, $**P<0.01$

觀察所選定之七類產品在耗電量與使用年限的相對分佈，如圖 12 所示，圓圈的大小代表民國 107 年的參考使用量多寡，水平與垂直虛線分別代表這七項用電產品的年耗電量平均值與使用年限平均值，其中耗電量參考自經濟部能源局的家庭節能應用技術手冊（服務業節能服務網節能技術手冊），而熱水器不含燃氣熱水器。

政府推動節能標章若較期待消費者對大耗電量之家電能青睞具節能標章的產品，在圖 12 年耗電在平均線以上相對高的相關家電產品有冷暖氣機、電冰箱和電熱水器；若較期待消費者對使用年限長之家電產品能以具節能標章產品為首選，在圖 12 使用年限在平均線以上相對長的相關家電產品有冷暖氣機、電冰箱和洗衣機。針對以上使用年限長或耗電量高的家電產品，討論其使用數量與圖 11 節能標章歷年獲證款數間的關聯，可用一指標來觀察節能標章產品款式給消費者的選擇性多寡。如圖 13 所示，以各產品於使用年限間所累計節能標章獲證的數量和年度的參考使用量(以民國 107 年)之比例，可得到每萬台使用中的產品具有獲證節能標章的款數。冷暖氣機和電熱水器每一萬台使用量相對最多會有 4 種款式產品具有節能標章，洗衣機和電冰箱則最多有 2 種款式，不同產品類別間的指標數高低可代表消費者在具有節能標章產品之款式的選擇性多寡，圖 13 表示冷暖氣機和電熱水器相對選擇性多。

節能標章的定位除了方便消費者能簡單辨識高能源效率產品外，主要也希望國內廠商能投入高能效產品的開發，並積極取得自願性節能標章認證。由於市場各類產品的實際款數累計無法進一步取得，尚不能判定產品在每萬台節能標章獲證款數的多寡有無展現實質帶動高能效產品開發之意義，此初步現象指標觀察仍有待後續累積足夠相關資料，至少可推論往後持續統計此指標若款數呈現增加的情形，背後衍伸的意義可代表產品開發有不斷推陳出新。

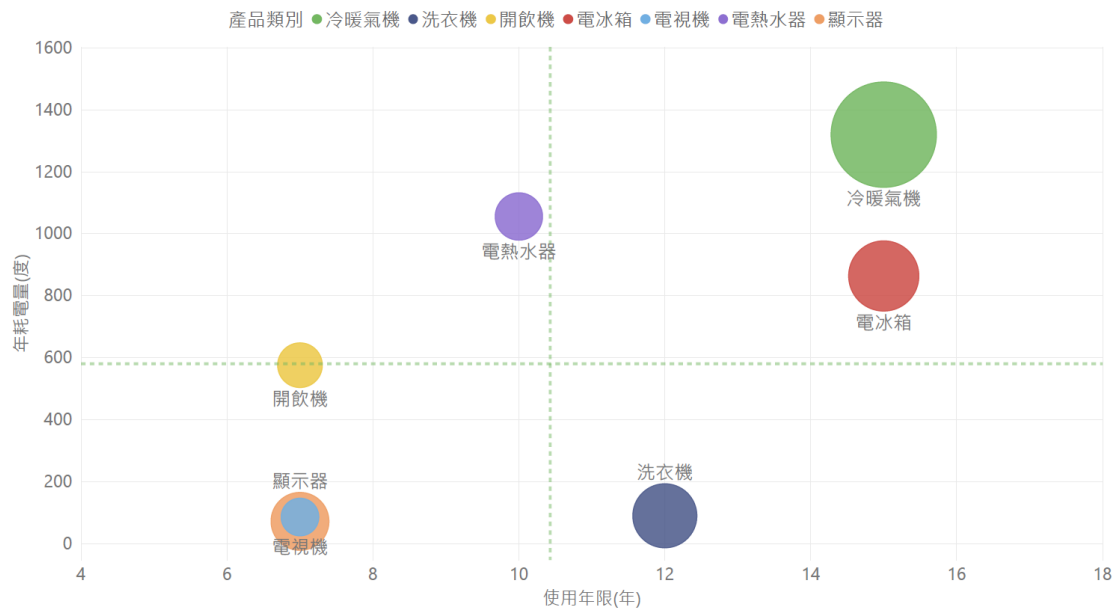


圖 12 各用電產品的使用年限、年耗電量與民國 107 年的參考使用量分佈

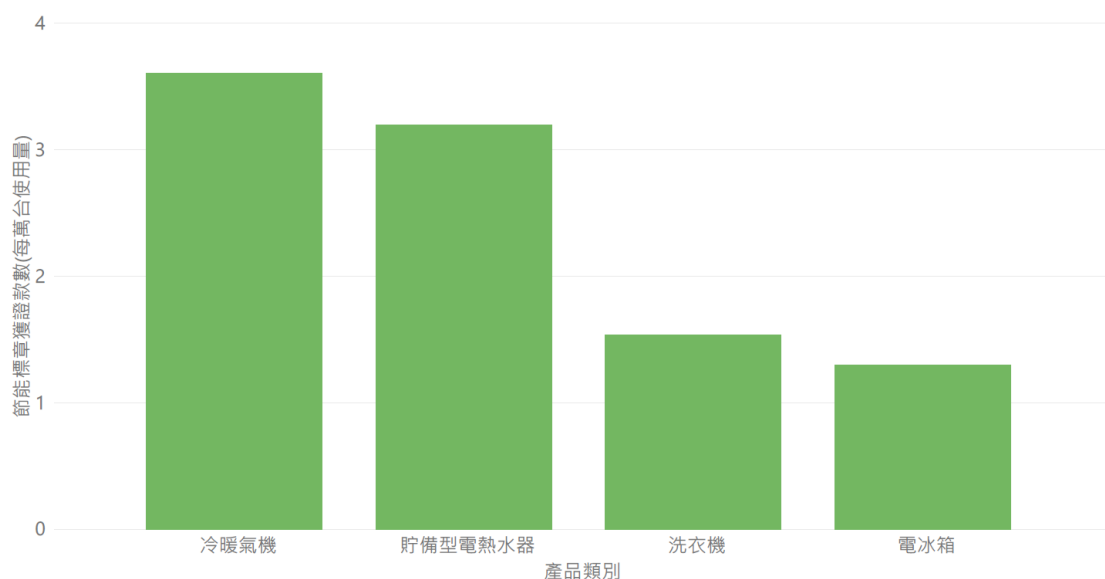


圖 13 民國 107 年各產品每萬台使用數量中有節能標章獲證之款數

陸、結語

本文討論家庭使用能源設備與器具的汰舊換新狀況，以選擇與節能標章有關的產品類別為主要分析對象，但受限於公開資料的歷史數據紀錄所涵蓋的項目，在使用端與淘汰端所選擇的產品類別各有五項，總共有七大類產品，而兩端可相互對照的類別有冷暖氣機、洗衣機與電視機等三種。藉由產品於使用端與淘汰端的相關統計數據，透過一理想模式來推估各類產品的汰舊換新速度，經相關性與趨勢分析的巨觀結果如下：

- 冷暖氣機、洗衣機與電視機的趨勢分析結果在使用端與淘汰端可相互對照，可證明所提出的理想模式用於推估產品汰舊換新之可行性
- 屬於達理想平均使用年限到即淘汰的產品有冷暖氣機、洗衣機、熱水器與開飲機
- 屬於使用年限達汰舊換新仍會被持續使用的產品有電冰箱與電視機
- 屬於未達用年限即容易提早淘汰的產品有顯示器

而節能標章對產品汰舊換新的影響，獲證標章款數與產品銷售數量有高度正相關，雖不能代表有直接因果關係存在，但不能否定推廣節能標章與帶動消費需求以及促進使用節能電器的效益關聯，然而對於舊/故障品的淘汰影響則無顯著關聯性。提倡使用節能產品若不能同時淘汰耗能舊品，仍難反應於用電量的下降，雖然政府已有廢四機回收政策鼓勵汰舊換新，但包含的產品類別有限，若可納入更多與節能標章有關的產品類別並連結標章與新舊品交替的政策補助引導，也許在往後的持續分析就能發現標章與淘汰的關聯性是存在的。未來也將持續觀察不同產品在每萬台使用量之相對節能標章獲證款數的變化，藉以了解節能標章產品對消費者的選擇性多寡以及節能產品開發的世代更替是否反應在款數的增加上。

誌謝

本文承經濟部能源局之能源基金計畫所贊助，特此誌謝。

參考文獻

CHOICE。擷取自：

<https://www.choice.com.au/shopping/consumer-rights-and-advice/your-rights/articles/how-long-should-your-appliances-last>

Gutiérrez, E., Adenso-Díaz, B., Lozano, S., & González-Torre, P. (2011). Lifetime of household appliances: Empirical evidence of users behaviour. *Waste Management & Research*, 29(6), 622-33.

National Association of Home Builders/Bank of America Home Equity Study of Life Expectancy of Housing Components (2007).

Tasaki, T., Motoshita, M., Uchida, H., & Suzuki, Y. (2013). Assessing the Replacement of Electrical Home Appliances for the Environment. *Journal of Industrial Ecology*, 17(2), 290-298.

Young, D. (2008). When do energy-efficient appliances generate energy savings? Some evidence from Canada. *Energy Policy*, 36(1), 34-46.

中華民國統計資訊網。擷取自：

<https://www.stat.gov.tw/ct.asp?xItem=1231&ctNode=511&mp=4>

服務業節能服務網節能技術手冊。擷取自：

<https://www.ecct.org.tw/knowledge/knowledge?id=74929c3ed2814cabb3b312672ab75186>

林好蓓（2014）。廢電子電器設備暨資訊物品回收及管理之研究。環境工程與管理研究所。國立臺北科技大學。

財政部關務署統計資料庫查詢系統。擷取自：<https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA03>
產業經濟統計簡訊《312》（2018）。

節能標章全球資訊網。擷取自：<http://www.energylabel.org.tw/>

經濟部能源局能源效率分級標示管理系統。擷取自：<https://ranking.energylabel.org.tw/>

謝健（1989）。產品普及率指標的剖析和預測。統計研究，03，57-58。

經濟部統計處工業產銷存動態調查。擷取自：

<https://dmz26.moea.gov.tw/GMWeb/investigate/InvestigateDB.aspx>

環境保護署資源回收管理基金管理委員會。擷取自：

<https://recycle.epa.gov.tw/epa/ShowPage2.aspx?sno=1010>