

我國住宅部門能源消費影響分析

摘要

我國人口結構以及社會結構型態日漸改變，可能造成對住宅部門能源消費產生變化，本研究根據國內外文獻提供之佐證變數項目，透過迴歸分析模型，分析「人口」、「所得」、「氣候因子」與「電器設備」各影響因素對住宅部門能源消費影響程度。

在「人口」方面，受年齡結構、家庭規模與家庭組織型態影響，隨著幼年與老年人口數增加，對住宅部門能源消費呈現同向影響；且「家庭戶數」對於住宅部門國內能源消費整體解釋力高，其家庭組成型態對各別能源別使用亦有差異。在「所得」方面，當平均每人所得增加，將帶動平均每人住宅部門能源消費、平均每人電力消費與平均每人天然氣消費增加。在「氣候因子」方面，住宅部門電力消費變動情形，以使用「冷房度日」變數優於「年均氣溫」變數，且具高度解釋力。在「電器設備」方面，冷暖氣機對住宅部門電力消費影響程度甚高，但其他電器設備受限於原始資料蒐集影響所致，產生統計結果偏誤，故無法佐證其相關性。

關鍵字：住宅部門、能源消費、人口、所得、氣候因子、電器設備

一、前言

依據聯合國世界衛生組織(WHO)定義，65歲以上人口超過14%的社會，則稱為「高齡社會(aged society)」，我國在108年老年人口已超過14%，在面臨人口結構與社會結構型態改變，可能會對住宅部門能源消費產生變化。

此外，2018年住宅部門國內能源消費共計6,560千公秉油當量，以電力(68.32%)為大宗，原油及石油產品(18.22%)次之，天然氣占11.91%（其中以 NG1 占10.98%，NG2 僅占0.94%），太陽熱能僅占1.55%。瞭解影響住宅部門能源別消費變動特性，亦有助於對住宅部門能源消費之瞭解。

鑑此，本研究首先透過國內外文獻蒐集，瞭解主要影響住宅部門變動之相關變數，並納入因應現行人口結構變化趨勢與生活型態改變相關變數；最後，透過迴歸分析模型，分析各影響因素對住宅部門能源消費影響程度。

二、文獻回顧

本研究分別依照按「人口」、「所得」、「氣候」、「設備」等類別變數，說明對住宅部門能源消費影響如下：

(一)人口

- 1.家庭人口數：根據「能源供需關聯知識庫整合加值應用與住商部門能源消費調查分析報告(2015)」指出，家庭組成人數愈多，全年能源消費量愈高。
- 2.年齡結構：基於老年人口對能源消費量有正向影響，主因是 Hamzanet al. (2011)指出老年人在家時間長；其次，Yamasaki and Tominaga (1997)與 Lygia et al.(2017)強調老年人口會使用較多電器設備（如冷暖氣機、電梯等），以提升住家環境品質與個人舒適度；再者，林唐裕(2014)指出，未來老年人口增加，將使醫療與社會福利機構數量增

加，進而帶動用電量增加。

綜合上述，大部分文獻指出，老年人口增加，將帶動住宅部門能源消費量增加，但亦有其他學者提出，考量老年人口使用3C 產品使用較少與使用時間較短，因此用電量減少；家中幼年人口較少者，其用電量反增。

3.家庭規模：依據《台灣人口結構變遷對住宅用電需求之影響》指出，隨著家庭規模減少，將增加住宅部門用電量，因住宅型態朝小家庭發展，爰戶數增加成為影響住宅部門電力需求增加的原因之一。另外，Schröder et al. (2013)指出，在2005年~2010年間，日本家庭規模平均減少5%，而住宅部門能源需求平均增加4%。

4.家戶型態：基於少子化，造成子代家戶成員減少，而老年階段獨居傾向上升，致使能源耗用較高，再加上終生無子女的人口比例大幅增加，且單人家戶更為盛行，推測未來的家戶規模將持續下降，意涵住宅部門能源消費型態，將發生轉變（國家發展委員會，2017；O'Neill and Chen,2002）。此外，Brounen et al.(2012)指出，在天然氣使用量，有孩童的家庭高於單身或只有夫妻兩人的家庭；有老年家戶單位皆高於其他類型的家戶單位。

(二)所得(經濟)

基於開發中國家生活品質日益提高，且每個人都希冀提高生活享受，用電量隨之增加（梁啟源，2018）。此外，其他文章指出，台灣全國與北區呈現所得對住宅用電需求有顯著正向影響（吳大任、梁啟源等人，2017）。

(三)氣候因子

鄭朝元(2017)強調，老年人口對氣候變遷之適應能力下降，爰需要空調設備調節，進而提升電力需求，以及

Kronenberg(2009)指出，老年人口會因取暖需求增加，增加能源消費量。此外，氣候亦是造成電力消費增量的主要原因之一（黃韻勳，2018）。

(四)設備

基於生活型態改變與對用電產品需求不盡相同，有學者提出，家中小孩愈多，在家電使用上會偏節省；而家中小孩較少的家庭，則較有餘裕添購電器與娛樂設備，造成耗電較多情形發生（梁啟源，2018）。此外，黃韻勳(2018)強調造成電力消費增量效果因素為家電設備擁有率、家電設備使用時間等，另外，因節能家電補助等措施，成為抑低住宅部門電力消費的重要原因之一，其有關美國、日本與我國住宅部門主要電器設備之使用時間、耗電量與擁有數分析，詳如表1。

表1、各國住宅部門電器設備使用情形

國家	電器設備		
	使用時間最長	耗電量最大	擁有數最多
美國	機上盒、電腦、吊扇、水床加熱(Waterbed Heater)。	熱水器、水床加熱、乾衣機、飲冰箱、冰櫃、鹵素燈、電視、除濕機。	電視、吊扇、電腦、冰箱、微波爐、烤箱。
日本	1.每天平均9小時以上：飲水機、空氣清淨機。 2.每天平均4小時以上：液晶電視、熱泵熱水器、電熱水器、浴室換氣扇。	熱泵熱水器、冷氣、冰箱、烹調加熱器、電暖器、洗碗機。	冷暖房空調機、液晶電視、洗衣機、電扇、微波爐。
台灣	電冰箱、飲水機、電熱水瓶、LCD 電視、電扇/通風扇、省電燈泡、螢光燈、電腦。	電熱水器、分離式冷氣、窗型冷氣、電冰箱、電視-LCD、電鍋/電子鍋。	省電燈泡、螢光燈、電扇、LED 燈泡、白熾燈、空氣清淨機、電腦、LCD TV、電鍋/電子鍋、電暖器、電冰箱。

資料來源：林素琴和林志勳(2017)，我國住宅部門電力使用研究；本研究彙整。

三、影響住宅部門消費相關變數說明

本研究受限於影響住宅部門消費相關變數之公務統計資料，大部分以提供「年資料」型態為主，造成各項變數取得樣本數過少的情形，可能存在影響後續資料解讀偏誤之可能性。

經綜合考量各相關變數資料最大集合年份（詳如表2），本研究篩選出實證資料年份為1994年至2018年，共計25筆資料，並按「人口」、「經濟」、「氣候」、「設備」等類別，規劃影響住宅部門能源消費之相關變數，茲說明如下：

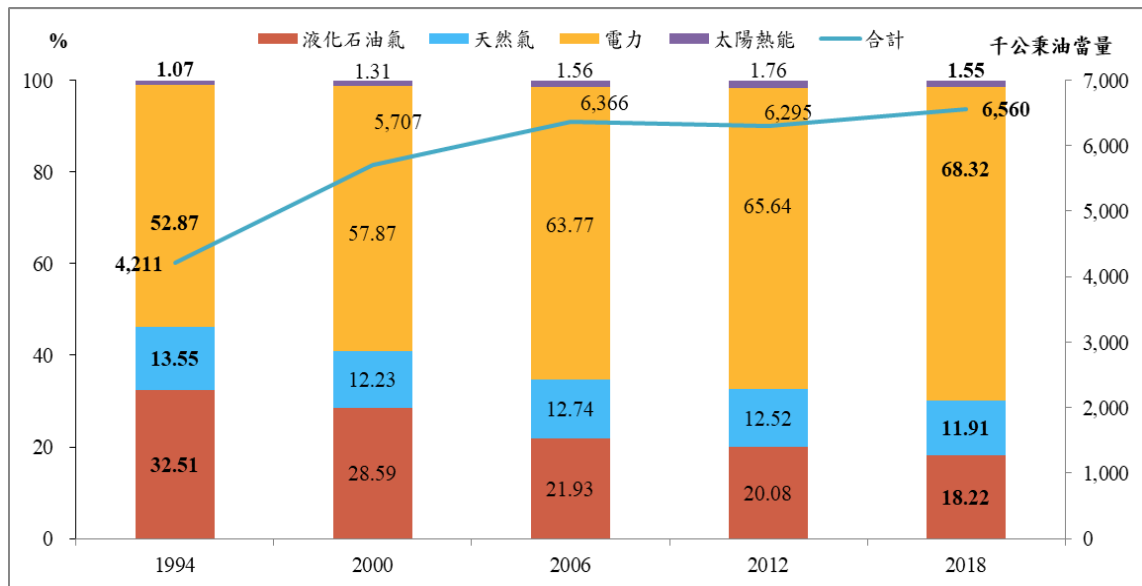
表2、影響住宅部門能源消費變數資料說明

類別	變數名稱	資料時間（型態）
人口	家庭型態戶數（戶）	1991年~~2018年（年資料）
	幼年人口數（人）	
	青壯年人口數（人）	
	老年人口數（人）	
	平均每戶人口數(人口數/戶數)	1991年~~2018年（年資料）
經濟	平均每人所得（名目值，元）	1991年~2018年（年資料）
氣候	氣溫（℃）	1991年~2018年 （年資料，經本研究估算）
	冷房度日（度日）	1991年~2018年（年資料）
設備	電器設備耗能量（台、輛、份）	1994年~~2018年 （年資料，經本研究估算）

資料來源：本研究彙整。

（一）我國住宅部門能源消費變動情形

在1994年至2018年間，我國住宅部門能源消費量呈現成長趨勢，由4,211增加至6,560千公秉油當量，增幅55.78%，主要來自電力增加101.30%，其次為天然氣增加36.95%；液化石油氣則相對減少12.69%，佐證天然氣與液化石油氣間具有替代效果，且占比有日益減少趨勢，詳如圖1。



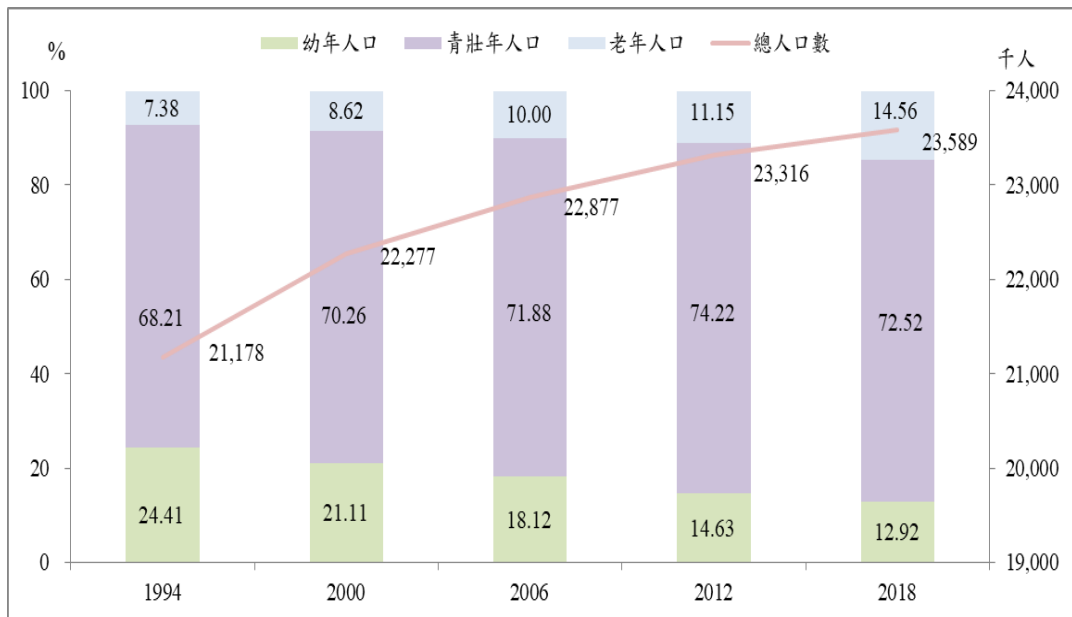
資料來源：經濟部能源局(2019)，能源平衡表；本研究繪製。

圖1、我國住宅部門能源消費變動情形

(二)對住宅部門影響之相關變數說明

1.總人口與年齡結構改變

1994年總人口數為21,178千人，至2018年成長為23,589千人，增加約1.11倍，較1994年變動成長約11.38%。在人口結構方面，依年齡分層，可分為幼年人口、青壯年人口與老年人口，其幼年人口占比自24.41%減少至12.92%；青壯年人口占比自68.21%增加72.52%；老年人口占比則從7.38%大幅增加14.56%，詳如圖2。此外，隨著醫療及社會進步，我國整體人口數仍在成長中，幼年人口正快速減少中，老年人口及其比率逐年顯著增加，顯示我國人口結構變化呈現老化趨勢。

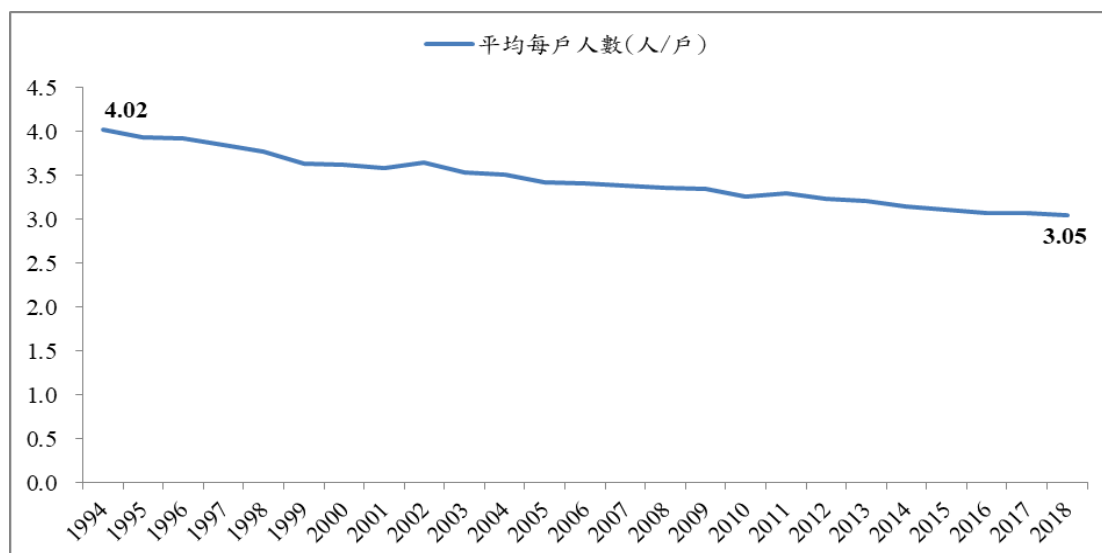


資料來源：內政部戶政司(2019)，內政部統計月報，表1.6-戶籍登記現住人口數按五歲、十歲年齡組分。

圖2、人口數與年齡結構變化

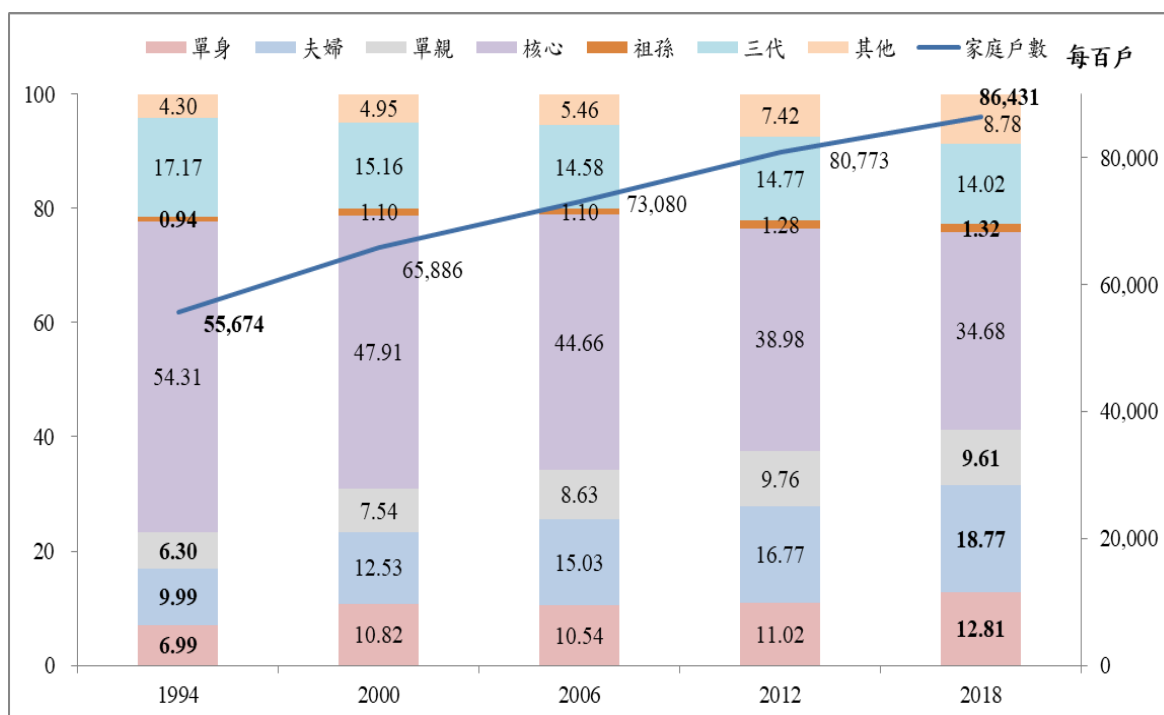
2. 家庭規模與家庭組織型態改變

依據行政院主計總處人口及住宅普查資料顯示，我國在1994年至2018年，家庭平均每戶人口數自4.02人下降到3.05人，詳如圖3。其中，在家庭結構雖以核心家庭居主流，但在「核心」與「三代」的占比相對減少，相反地，「夫婦」、「單身」、「單親」與「祖孫」的家戶型態，在比例上明顯增加。鑑此，可推測未來家戶數量仍將持續上升，同時平均家庭規模則是下降，詳如圖4。



資料來源：行政院主計總處(2019)，83年~107年之「家庭收支調查」。

圖3、平均每戶人數

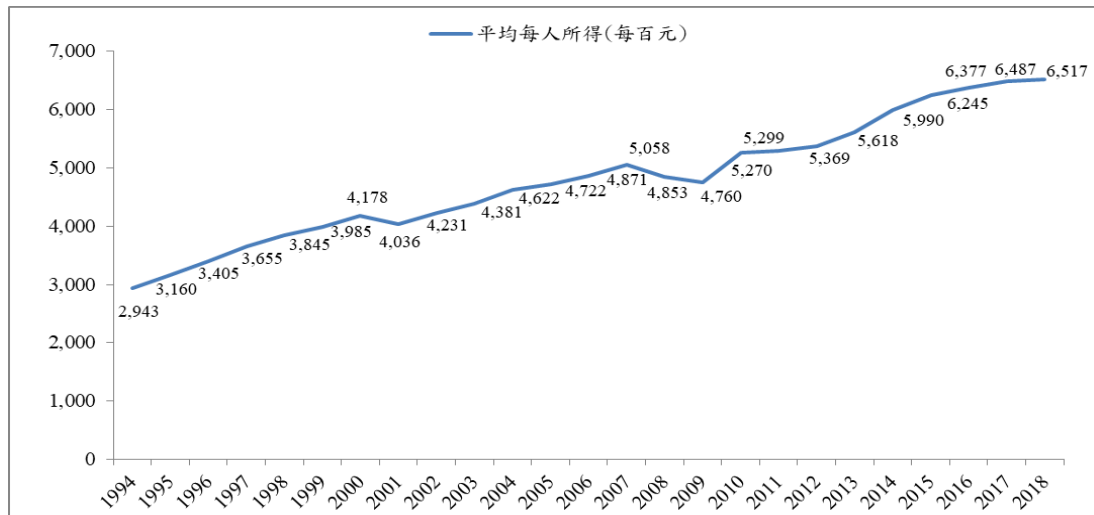


資料來源：行政院主計總處(2019)，83年~107年之「家庭收支調查」。

圖4、家庭戶數與結構變化

3.經濟-所得

依據行政院主計總處「國民所得統計常用資料」顯示，我國在1994年至2018年間，平均每人所得自2,943 百元增加到6,517 百元，增加121.42%，詳如圖5。

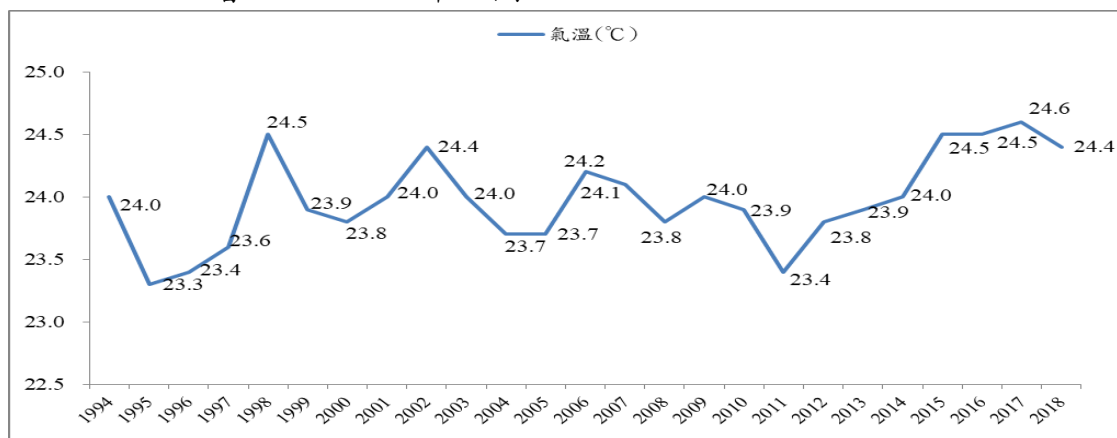


資料來源：行政院主計總處(2019)，「國民所得統計常用資料」；本研究繪製。

圖5、平均每人所得趨勢圖

4.氣候因子

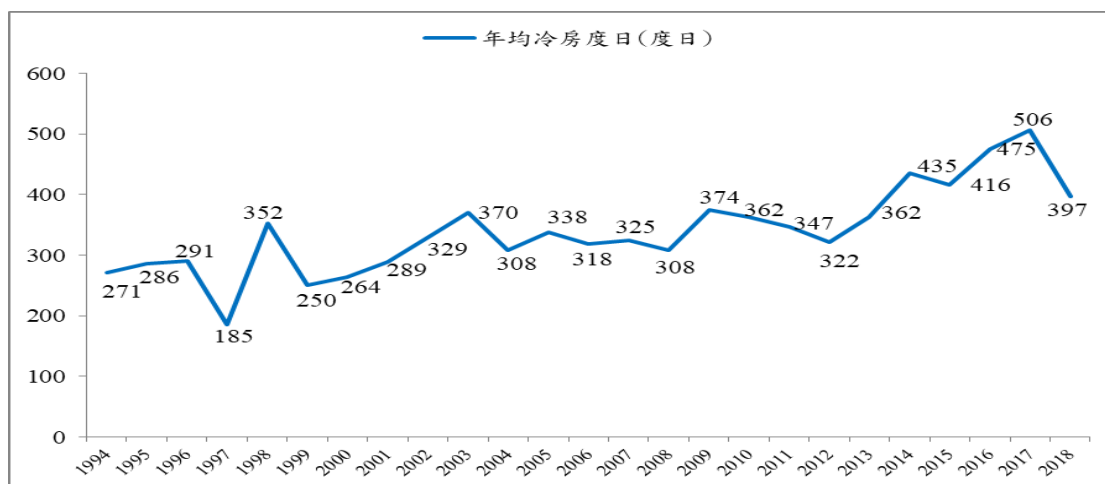
(1)氣溫：年均溫係依據「中央氣象局」統計結果，並依1994年至2018年全台各月均溫資料計算而得，年均氣溫增加1.67%，詳如圖6。



資料來源：經濟部能源局(2019)，107年能源統計手冊；本研究繪製。

圖6、年均氣溫趨勢圖

(2)冷房度日：依據經濟部能源局「能源統計手冊」資料顯示之「加權平均值」，我國在1994年至2018年間，年均冷房度日自271度日上升到397度日，變動增加46.49%，代表我國冷氣開機日數有逐漸增加趨勢，詳如圖7。



註：引用加權平均值，該值係依北中南東及離島地區各區年底人口計算。

資料來源：經濟部能源局(2019)，107年能源統計手冊；本研究繪製。

圖7、年均冷房度日趨勢圖

5. 電器設備普及情形與耗能設備量

依據行政院主計總處「家庭收支調查報告」顯示，我國在1994年至2018年間，隨著國人電器設備使用習慣的改變，在住宅部門電器普及程度，以行動電話、連網（使用電腦或其他設備）與家用電腦日趨普及，詳如表3。

表3、1994年與2018年住宅部門電器設備普及增減情形

電器設備	1994年	2018年	普及增減情形
1.彩色電視機	99.36	98.81**	-
2.數位影音光碟機	無統計	16.62	+
3.碟影機	4.02	無統計	-
4.攝影機	5.64	4.13	+
5.音響	37.96	21.49	-
6.收錄音機	73.64	無統計	
7.鋼琴（含電子琴）	11.37	7.66	-
8.數位相機	無統計	19.51	+
9.照相機	58.66	無統計	
10.錄放影機	66.40	無統計	
11.電視遊樂器	16.74	6.92	-
12.有線電視頻道設備 （含多媒體隨選視訊）	43.37	86.14	+
13.家用電腦	15.29	66.79	+
14.電話機	96.53	89.60	-
15.行動電話	無統計	95.21	+
16.連網	無統計	87.46	+

電器設備	1994年	2018年	普及增減情形
(使用電腦或其他設備)			
17.電磁爐	無統計	33.63	-
18.電冰箱	99.14	無統計	
19.冷暖氣機	64.01	94.09	+
20.除濕機	14.87	37.02	+
21.洗衣機	92.31	98.77	+
22.烘衣機	17.55	14.26	-
23.空氣清淨機	無統計	18.47	+
24.濾水器	無統計	38.38	+
25.吸塵器	30.07	46.05	+
26.熱水器*	97.25	99.45	+
27.開飲機	無統計	41.38	+
28.微波爐(含烤箱)	29.49	42.96	+
29.果菜(汁)機	42.46	無統計	
30.排油煙機	87.61	無統計	

註1：*行政院主計總處於1994年與1995年分別統計瓦斯熱水器與電熱水器；自1996年起僅統計熱水器，爰1994年加總瓦斯熱水器與電熱水器的普及率。

註2：彩色電視機包括一般彩色電視機與液晶、電漿電視，自2008年起開始拆分統計，考量前後資料一致性，爰採用彩色電視機為統計依據。

資料來源：1.行政院主計總處(2019)，「家庭收支調查」；2.本研究彙整。

依據「能源供需關聯知識庫整合加值應用與住商部門能源消費調查分析報告(2015)」與行政院主計總處「家庭收支調查報告」，試算我國104年住宅部門單位耗能量之前三名，分別為熱水器、電冰箱與開飲機（詳如表4），並依「各電器設備之單位耗能量」乘以「各電器設備之設備數」，估算各年度之電器設備耗能量，作為影響住宅部門電力消費變動之佐證因子。

表4、2015年住宅部門電器設備之單位耗能量

電器設備	消費占比 (%)	消費量* (公秉油當量)	設備數* (台)	單位耗能量* (公秉油當量/ 台)
熱水器**	13.55%	581,336	8,979	0.0647
電冰箱***	12.28%	526,716	8,839	0.0596
開飲機	4.71%	202,017	3,797	0.0532
冷暖氣機	21.49%	922,289	19,252	0.0479
排油煙機	1.44%	61,854	2,001	0.0309

電器設備	消費占比 (%)	消費量* (公秉油當量)	設備數* (台)	單位耗能量* (公秉油當量/ 台)
家用電腦	5.15%	221,096	8,463	0.0261
微波爐(含烤箱)	0.82%	35,176	2,271	0.0155
電磁爐	0.65%	27,872	1,909	0.0146
彩色電視機	4.43%	190,198	13,188	0.0144
洗衣機	1.87%	80,393	8,454	0.0095
除濕機	0.69%	29,745	3,340	0.0089
烘衣機	0.15%	6,520	767	0.0085
吸塵器	0.22%	9,423	2,492	0.0038
錄放影機	0.03%	1,220	412	0.0030
音響	0.10%	4,238	1,442	0.0029

註1：「消費量」係為104年電力消費總量乘以各電器設備消費占比推估而得。

註2：「設備數」係為「家庭戶數」乘以「各設備之擁有數」等於各電器設備數量。

註3：**行政院主計總處於1994年與1995年分別統計瓦斯熱水器與電力熱水器；自1996年起僅統計熱水器，爰此占比為天然氣與電力占比加總，以符合統計實務。

註4：***行政院主計總處於1995年停止每百戶電冰箱擁有數統計，但考量電冰箱已普及化，爰1996年後每百戶擁有數則引用1995年統計值。

資料來源：經濟部能源局(2015)，「能源供需關聯知識庫整合加值應用與住商部門能源消費調查分析報告」；行政院主計總處(2019)，「家庭收支調查」；*為本研究估算。

四、實證統計結果

本研究採用1994年至2018年住宅部門能源消費、電力消費、天然氣消費與液化石油氣消費之年資料，共計25筆資料，並分別按「人口」、「經濟」、「氣候」、「設備」等類別變數，進行迴歸分析，其實證結果茲說明如下：

(一)人口

1.年齡結構

由表5顯示，當我國幼年人口數、青壯年人口數與老年人口數增加1%對住宅部門能源消費分別增加3.0299公秉油當量、1.3502公秉油當量與0.8039公秉油當量，且具有高度解釋力，同步驗證隨著幼年人口數與老年人口數增加，將同步帶動住宅部門能源消費增加；反之，當幼

年人口數與老年人口數減少，將一併帶動住宅部門能源消費減少。

綜合上述，現行我國整體人口原始資料結構確實反映少子化與高齡化現象，其幼年與老年人口數對住宅部門能源消費皆為同向影響，惟幼年人口影響幅度較老年人口高。當兩變數呈現反向變動，對住宅部門能源消費之影響效果，需視幼年人口與老年人口增幅大小而定。

表5 人口年齡結構對住宅部門能源消費之對數實證結果

項目		截距	係數	p 值	調整 R ²
住宅部門能源消費	幼年人口數	-38.1202	3.0299	0.0000***	0.9811
	青壯年人口數		1.3502	0.0000***	
	老年人口數		0.8039	0.0000***	
住宅部門-電力消費	幼年人口數	-50.9306	1.5258	0.0000***	0.9871
	青壯年人口數		3.9416	0.0000***	
	老年人口數		1.0673	0.0000***	
住宅部門-天然氣消費	幼年人口數	-42.6358	1.4195	0.0002***	0.7590
	青壯年人口數		3.4360	0.0000***	
	老年人口數		0.5346	0.0486**	
住宅部門-液化石油氣消費	幼年人口數	-18.5999	1.2981	0.0000***	0.7959
	青壯年人口數		1.2391	0.0111**	
	老年人口數		0.3929	0.0675*	

註1：*表 p-value < 0.1；**表 p-value < 0.05；***表 p-value < 0.01。

註2：幼年人口數係指0~14歲統計；青壯年人口數係指15~64歲統計，老年人口數係指65歲以上統計。

資料來源：本研究彙整。

2.家庭規模與家庭組織型態

透過表6顯示，「家庭戶數」對於住宅部門整體能源消費解釋力高達8成，其中又對住宅部門電力消費解釋力更為顯著，此結果與部分既有文獻的結論一致，爰此變數可作為影響住宅部門消費佐證因子之一。

表6、家庭戶數對住宅部門能源消費之實證結果

項目	截距	係數	p 值	調整 R ²
住宅部門能源消費	1,045.9590	0.0673	0.0000***	0.8023
住宅部門-電力消費	-1,385.3250	0.0704	0.0000***	0.9186
住宅部門-天然氣消費	381.0797	0.0049	0.0015***	0.3327

項目	截距	係數	p 值	調整 R ²
住宅部門-液化石油氣消費	2,113.5120	-0.0100	0.0000***	0.5053

註1：*表 p-value < 0.1；**表 p-value < 0.05；***表 p-value < 0.01。

資料來源：本研究彙整。

在1994年~2018年間，當我國平均每戶人口數減少一單位時，對住宅部門平均每人能源消費增加0.1015公秉油當量，對平均每人電力消費增加0.1045公秉油當量，對平均每人天然氣增加0.0077公秉油當量，此結果與部分既有文獻的結論一致，詳如表7。

表7、平均每戶人口數對平均每人住宅部門能源消費之實證結果

項目	截距	係數	p 值	調整 R ²
(平均每人) 住宅部門能源消費	0.6052	-0.1015	0.0000***	0.8497
(平均每人) 住宅部門-電力消費	0.5072	-0.1045	0.0000***	0.9441
(平均每人) 住宅部門-天然氣消費	0.0600	-0.0077	0.0005***	0.3898
(平均每人) 住宅部門-液化石油氣消費	0.0238	0.0139	0.0002***	0.4481

註：*表 p-value < 0.1；**表 p-value < 0.05；***表 p-value < 0.01。

資料來源：本研究彙整。

此外，伴隨我國在家庭組織型態改變，倘若可實際確知每戶居住人數，較能真實反映對住宅部門消費影響，經查內政部戶政司統計1人家戶~6人家戶之人口資料起訖年間過短（自2006年起迄今），為避免因樣本過少造成統計偏誤，本研究係引用行政院主計處「家庭收支調查」定義，進行家庭組織型態分類，然受限「單身（1人）」與「夫婦（2人）」類別可明確得知該戶居住人數；但「單親」、「核心」、「祖孫」、「三代」與「其他」類別，無法確知該戶實際居住人數，易產生資料解讀偏誤情形。

由表8得知，整體「核心」家庭占比有逐漸下降趨勢，但基於「核心」家庭仍為主流，其對住宅部門國內能源消費、電力消費與天然氣消費影響顯著。其次，隨「單身」、「夫婦」與「祖孫」的家庭組織型態漸增，在「單身」與「夫婦」方面，對住宅部門國內能源消費、電力

消費亦有顯著影響效果，對天然氣與液化石油氣消費則互有替代效果；在「祖孫」方面，對住宅部門之液化石油氣消費具顯著影響。此外，我國住宅部門天然氣消費，驗證有孩童的家庭高於單身或只有夫妻家庭，與部分文獻結論相符。

表8、家庭組織型態對住宅部門能源消費之實證結果

項目		截距	係數	p 值	調整 R ²
住宅部門能源消費	單身	-3,958.8660	0.1853	0.0012***	0.9715
	夫婦		0.2129	0.0016***	
	單親		-0.0355	0.7110	
	核心		0.2164	0.0000***	
	祖孫		1.1141	0.0138**	
	三代		0.0134	0.8649	
	其他		-0.3373	0.0009***	
住宅部門-電力消費	單身	-4,764.3880	0.0882	0.0358**	0.9806
	夫婦		0.1976	0.0005***	
	單親		-0.0155	0.8407	
	核心		0.1840	0.0000***	
	祖孫		0.4484	0.1886	
	三代		0.0173	0.7861	
	其他		-0.1357	0.0601*	
住宅部門-天然氣消費	單身	-747.0460	0.0026	0.8332	0.8930
	夫婦		0.0319	0.0396**	
	單親		0.0025	0.9162	
	核心		0.0393	0.0011***	
	祖孫		0.1719	0.1108	
	三代		-0.0023	0.9092	
	其他		-0.0576	0.014**	
住宅部門-液化石油氣消費	單身	1,730.757	0.0935	0.0011***	0.7953
	夫婦		-0.0177	0.5373	
	單親		-0.0338	0.4779	
	核心		-0.0121	0.5468	
	祖孫		0.4933	0.0252**	
	三代		-0.0043	0.9125	
	其他		-0.1401	0.0035***	

註1：*表 p-value < 0.1；**表 p-value < 0.05；***表 p-value < 0.01。

註2：單身（人）家庭係指該戶僅一人居住；夫婦家庭係指該戶僅夫婦二人居住；單親家庭係指該戶成員為父或母親其中一人，以及至少一位未婚子女所組成，但可能含有同住之已婚子女，或其他非直系親屬，如兄弟姊妹；核心家庭係指該戶成員為父及母親，以及至少一位未婚子女所組成，但可能含有同住之已婚子女，或其他非直系親屬；祖孫家庭係指該戶成員為祖父（母）輩及至少一位未婚孫子（女）輩，且第二代直系親屬（父母輩）不為戶內人口，但可能含有同住之第二代非直系親屬；

三代家庭係指該戶成員為祖父（母）輩、父（母）輩及至少一位未婚孫子（女）輩，但可能還含有其他非直系親屬同住；其他家庭係指凡無法歸於以上型態者均屬之。
資料來源：本研究彙整。

(二)所得

由表9顯示，當平均每人所得增加1%，對住宅部門平均每人能源消費、平均每人電力消費與平均每人天然氣消費分別增加0.52%、0.87%與0.29%；其對住宅部門平均每人液化石油氣消費反減少0.28%，可間接發現平均每人所得對平均每人天然氣消費與平均每人液化石油氣消費產生部分替代效果，詳如表9。

表9、平均每人所得對平均每人住宅部門能源消費之對數實證結果

項目	截距	係數	p 值	調整 R ²
（平均每人）住宅部門能源消費	-8.0310	0.5193	0.0000***	0.8023
（平均每人）住宅部門-電力消費	0.8715	0.8715	0.0000***	0.8922
（平均每人）住宅部門-天然氣消費	-7.1665	0.2935	0.0011***	0.3506
（平均每人）住宅部門-液化石油氣消費	1.0132	-0.2847	0.0001***	0.4498

註：*表 p-value < 0.1；**表 p-value < 0.05；***表 p-value < 0.01。

資料來源：本研究彙整。

(三)氣候因子

在「氣候因子」之相關變數當中，以「冷房度日」作為影響住宅部門能源消費與電力消費之解釋力皆優於「年均氣溫」變數。其中，冷房度日對電力消費顯著反映高於總能源消費原因係為總能源消費包括其他能源別消費，間接抵消部分解釋力所致。然而每當冷房度日變動一個度日時，對住宅部門能源消費增加6.5276公秉油當量，對電力消費增加7.2871公秉油當量，驗證部分文獻解釋「氣候因子」為造成電力消費增量主要原因，詳如表10。

表10、氣候因子對住宅部門能源消費之實證結果

項目	變數	截距	係數	p 值	調整 R ²
住宅部門能源消費	冷房度日	3,730.3420	6.5276	0.0003***	0.4118
住宅部門-電力消費		1,259.4290	7.2871	0.0000***	0.5481
住宅部門能源消費	年均氣溫	-13,136.6900	795.8453	0.0406**	0.1338
住宅部門-電力消費		-16,775.7100	855.3106	0.0232**	0.1700

註：*表 $p\text{-value} < 0.1$ ；**表 $p\text{-value} < 0.05$ ；***表 $p\text{-value} < 0.01$ 。

資料來源：本研究彙整。

(四)電器設備

本研究依據「能源供需關聯知識庫整合加值應用與住商部門能源消費調查分析報告(2015)」結果估算電器設備住宅部門電力消費占比，並針對「普及率高」與「耗電量大」之個別電器設備耗能量對住宅部門電力消費影響，進行驗證，發現個別電器設備耗能量（如冷暖氣機、電冰箱、熱水器等）對住宅部門能源消費影響全部皆顯著，且具高度解釋力。基於住宅部門電力消費包括所有電器設備，爰此本研究以納入住宅部門電力消費占比較高的電器設備作為佐證變數，俾利可真實反映住宅部門電力消費情形。

經表11顯示，當冷暖氣機耗能彈性增加1%，對住宅部門電力消費增加1.02%；當家用電腦耗能彈性增加1%，對住宅部門電力消費增加0.1774%，代表冷暖氣機相對家用電腦耗能，且對住宅部門電力消費影響程度較高。

其中，電冰箱與熱水器耗能彈性增加1%，對住宅部門電力消費反而減少，推測受原始資料蒐集局限影響所致，如因電冰箱自1996年後並無統計，而本研究僅能以1995年每百戶擁有數作為各年度設耗能量估算，以及行政院主計總處自1996年起熱水器則同時包括瓦斯熱水器與電力熱水器，本研究無法作拆解，綜合上述，皆可能造成實證上之偏誤。

此外，本研究依序納入住宅部門電力消費占比相對較高的電器設備作為佐證變數，實證發現大部分電器設備耗能對住宅部門電力消費呈現不顯著，推測可能原因為個別電器設備間具高度相關性，進而產生線性重合問題。

表11、電器設備耗能彈性對住宅部門電力消費之實證結果

項目	截距	係數	p 值	調整 R ²
冷暖氣機	17.8919	1.0216	0.0013***	0.9846
電冰箱		-1.364	0.2732	
熱水器		-0.1037	0.7934	
家用電腦		0.1774	0.0475**	
彩色電視機		-0.524	0.4555	

註：*表 p-value < 0.1；**表 p-value < 0.05；***表 p-value < 0.01。

資料來源：本研究彙整。

五、小結

根據國內外文獻提供之佐證變數項目，透過迴歸分析，驗證影響我國住宅部門能源消費之相關變數，經實證結果提出結論與建議，茲說明如下：

- (一)延長佐證變數資料蒐集期間，完善資料完整性：基於本研究受限於驗證影響住宅部門消費相關變數之公務統計資料，僅能提供「年資料」，致使樣本數過少，間接影響資料統計結果，建議未來可延長資料蒐集期間，增加足夠資料樣本，據以完善資料完整性，降低實證分析之偏誤。
- (二)納入「人口」、「所得」、「氣候因子」與「電器設備」佐證變數，皆顯著影響我國住宅部門國內能源消費變動

1.在「人口」方面：

- (1)「年齡結構」方面：隨著幼年人口數與老年人口數增加，將帶動住宅部門能源消費、電力消費、天然氣消費與液化石油氣消費增加。
- (2)「家庭規模與家庭組織型態」方面：「家庭戶數」對於住宅部門國內能源消費整體解釋力高達8成，其中「平均每戶人口數」減少對平均每人住宅部門國內能源消費、平均每人電力消費與平均每人天然氣消費產生顯著增加影響；「核心」家庭對住宅部門國內能源消費、電力消費與天然氣消費影響顯著，其中，在「單身」與「夫婦」則對住宅部門國內能源消費與電力消費亦有顯

著影響效果，反之，在「祖孫」方面，則對住宅部門之液化石油氣消費具顯著影響。

(3)綜合上述，將「年齡結構」、「家庭規模」與「家庭組織型態」等相關變數，作為佐證住宅部門國內能源消費變動分析是具可行性的，且具高度解釋力。

- 2.在「所得」方面：當平均每人所得增加1%，帶動平均每人住宅部門能源消費、平均每人電力消費與平均每人天然氣消費皆增加，亦間接發現平均每人所得對平均每人天然氣消費與平均每人液化石油氣消費產生部分替代效果。
- 3.在「氣候因子」方面：在佐證住宅部門電力消費變動情形，以使用「冷房度日」變數優於「年均氣溫」變數，且具高度解釋力。
- 4.在「電器設備」方面：冷暖氣機相對家用電腦耗能，且對住宅部門電力消費影響程度甚高，但其他電器設備受限於原始資料蒐集（如無統計資料或資料無法拆分）影響所致，產生統計結果偏誤。

基於全面考量住宅部門的電器設備使用情形，但亦因個別電器設備間有高度關聯性，進而衍生線性重合問題，雖不影響迴歸分析之解釋能力，但建議可再評估納入迴歸式之「電器設備」變數篩選原則合宜性，以找出更合適變數，提升實證模型解釋力。

參考文獻

一、中文文獻

- 1.吳大任、梁啟源、林師模、劉錦龍、王銘正、田佳芬、張博涵(2017)，臺灣人口結構變遷對住宅用電需求之影響，臺灣能源期刊，第183~198頁。
- 2.林唐裕(2014)，「因應不確定性因素情境下電力負載預測之研究」，台電綜合研究所委託研究計畫。
- 3.林素琴、林志勳(2017)，我國住宅部門電力使用研究，臺灣能源期刊，第285~302頁。
- 4.國家發展委員會(2017)，我國家庭結構發展推計（106年至115年）。
- 5.黃韻勳(2018)，我國住宅部門電力消費關鍵影響因素分析。
- 6.經濟部能源局(2015)，能源供需關聯知識庫整合加值應用與住商部門能源消費調查分析報告。
- 7.鄭朝元(2017)，氣候變遷與高齡化對台灣家庭電力消費之經濟影響分析

二、英文文獻

- 1.Brounen, Dirk, Nils Kok and John M. Quigley (2012), Residential energy use and conservation: Economics and demographics.
- 2.Hamzan, Neveen and Rose Gilroy (2011), The challenge to UK energy policy: An ageing population perspective on energy
- 3.Kronenberg, Tobias, (2009) , The impact of demographic change on energy use and greenhouse gas emissions in Germany.
- 4.Lygia Romanach, Nina Hall and Sarah Meikle (2017), Energy consumption in an ageing population: exploring energy use

and behaviour of low-income older Australians.

5. O'Neill, Brian C. and Belinda S. Chen (2002), Demographic determinants of household energy use in the United States.
6. Schröder, Carsten, Katrin Rehdanz, Daiju Narita and Toshihiro Okubo (2013), Household formation and residential energy demand: Evidence from Japan.
7. Yamasaki, E., & Tominaga, N. (1997), Evolution of an aging society and effect on residential energy demand. Energy policy.