

## 氣候變遷對家計能源消費的衝擊影響

總計畫主持人：張靜貞

計畫參與人員：張靜貞 徐世勳 林幸君 許家勝 許聖民

### 研究動機

過去文獻皆指出氣候變遷會對能源消費造成直接之衝擊影響，其中包括對家計部門之電力 (Electricity)、天然氣 (Gas) 以及石油製品 (Oil) 消費的影響。而氣溫對電力消費之影響為過去諸多文獻之研究重點，尤其家庭用電更明顯受到氣溫變化之影響，故本研究首先針對氣候變遷對家計部門電力消費進行衝擊影響評估。

### 資料說明與模型設定

我們使用1989年5月至2015年12月之月資料，將近25年半之資料來估計上述電力需求模型，以求得長時間之氣溫變化對電力需求之影響。為求得氣候變遷對家計電力需求之影響，依照過去文獻提及影響電力消費之重要解釋變數 (電力價格、氣溫、所得)，建立一**非線性時間序列之電力需求模型**，並以**氣溫為門檻變數**，呈現在不同溫度區間下，氣溫對家計電力消費之影響，門檻電力需求模型如下：

$$\ln EC_t = \beta_0 + \beta_{11} \ln TEMP_t (\ln TEMP_t \leq \gamma_1) + \beta_{12} \ln TEMP_t (\gamma_1 < \ln TEMP_t \leq \gamma_2) + \beta_{13} \ln TEMP_t (\gamma_2 < \ln TEMP_t \leq \gamma_3) + \beta_{14} \ln TEMP_t (\ln TEMP_t > \gamma_3) + \beta_2 \ln P_t + \beta_3 \ln Y_t + \beta_4 \ln ELDER_t + \beta_5 H_t + \varepsilon_t$$

$EC_t$  為家計部門之每月電力消費量； $TEMP_t$  為每月平均溫度； $P_t$  為經過消費者物價指數平減之實質電力價格； $Y_t$  為每月之家計實質所得； $ELDER_t$  為每月65歲以上之人口數 (老齡人口)； $H_t$  為定義假期之虛擬變數，1月、7月及8月為1，其它等於0。而  $r_1$ 、 $r_2$  以及  $r_3$  則分別為經過門檻檢定之顯著門檻溫度值

由於價格、所得以及人口因素皆可能與電力消費互為內生之關係，故我們先以門檻迴歸檢定出氣溫門檻值，再應用一般化動差法 (GMM)，選取個變數之遞延變數作為工具變數進行估計，以解決內生性之問題，

### 情境設定

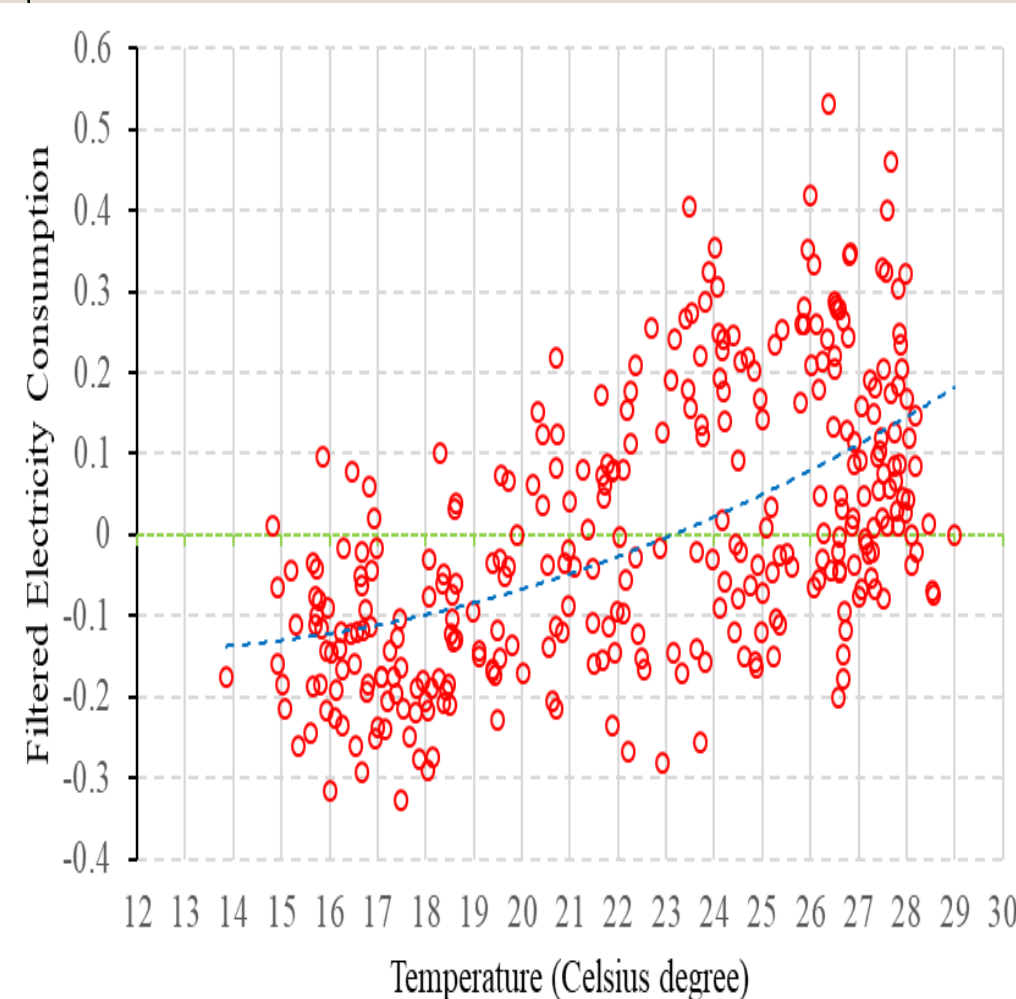
我們將TCCIP模擬未來氣候變遷情境下之每月平均氣溫資料，預測未來四種情境氣溫變化對家計電力消費之影響。

以代表濃度途徑 (Representative Concentration Pathways, RCP) 來定義未來變遷的情境，並以輻射強迫作用在 2100 年與 1750 年之間的差異量當作指標性的數值來區分之。被命名為 RCP2.6 的情境意味著每平方公尺的輻射強迫作用在 2100 年增加了 2.6 瓦，而 RCP4.5、RCP6.0 與 RCP8.5 則代表每平方公尺的輻射強作用分別增加了 4.5、6.0 與 8.5 瓦。

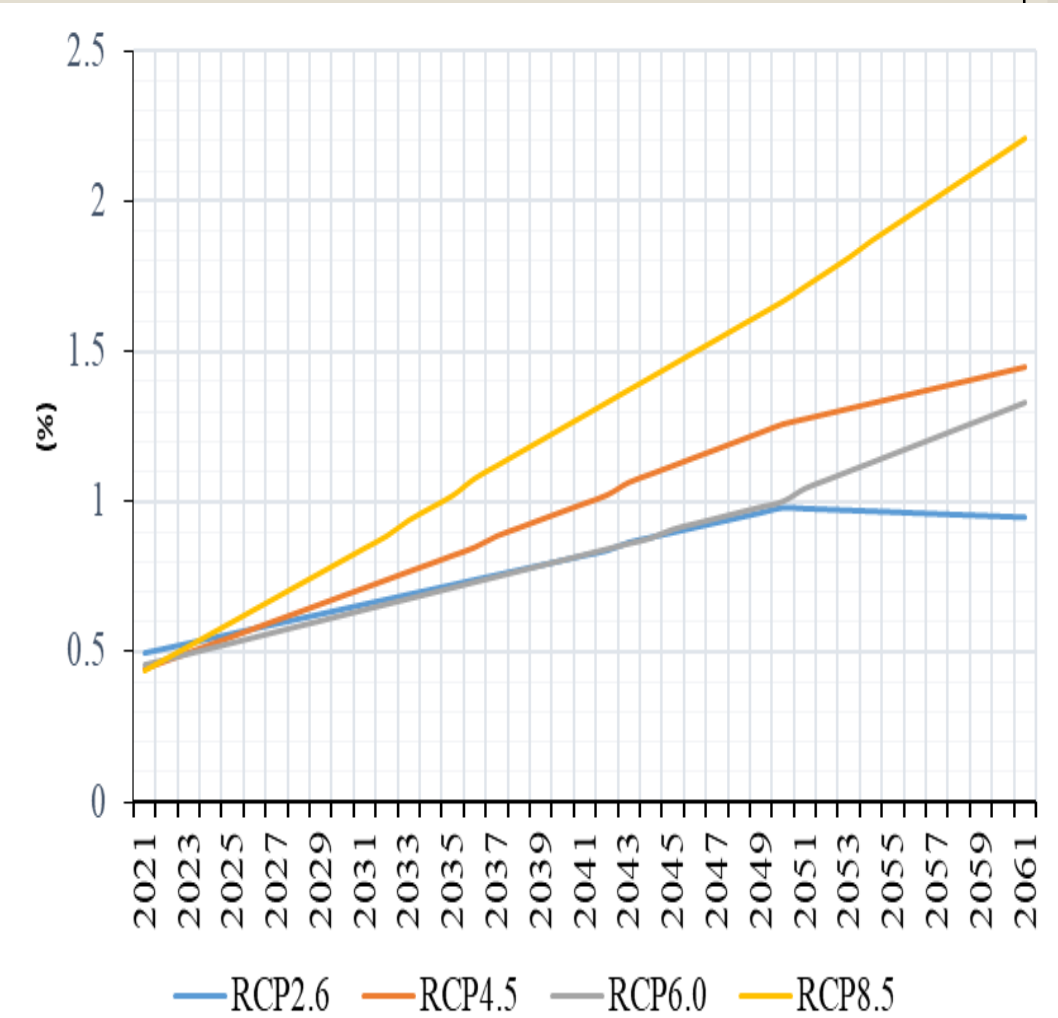
- RCP2.6是個暖化減緩的情境，輻射強迫作用在2100年呈減少趨勢
- RCP4.5與RCP6.0是屬於穩定的情境，輻射強迫作用的變化在2100年呈較為穩定狀態
- RCP8.5則是個溫室氣體高度排放的情境，輻射強迫作用在2100年呈持續增加趨勢

### 研究結果

- 氣溫與家計電力消費為非線性關係，於不同溫度區間對家計電力消費有不同之影響，隨著溫度越高，其彈性值也越大。
  - ✓ 當氣溫小於或等於23.64°C時，平均氣溫上升1%會造成家計電力消費增加0.22%；
  - ✓ 當氣溫介於23.64°C與25.62°C之間，平均氣溫上升1%會造成家計電力消費增加0.23%；
  - ✓ 當氣溫介於25.62°C與27.04°C之間，平均氣溫上升1%會造成家計電力消費增加0.28%；
  - ✓ 當氣溫高於27.04°C時，平均氣溫上升1%會造成家計電力消費增加0.33%。
- 若將家計電力消費與氣溫以外之變數進行迴歸，再將其殘差與氣溫作散佈圖分析，其結果更能顯示出家計電力消費與氣溫變化之非線性關係，如圖一。
- 我們將TCCIP模擬未來四種情境下之月均溫，結合估計之氣溫與電力需求彈性值，以點預測未來氣候變遷情境下氣溫變化對家計電力消費之影響。如圖二，
  - ✓ RCP2.6在2050年之後為四個情境中唯一呈現家計電力消費增加減緩之情境，至2060之家計電力需求會較過去20年之平均家計電力需求增加0.948%。
  - ✓ 在RCP8.5情境下增溫最明顯，至2060年時之家計電力需求會較過去20年之平均家計電力需求增加2.208%。



圖一、家計電力消費與氣溫之非線性關係



圖二、氣候變遷對家計電力消費之影響

### 結論

本研究之門檻值除了更能詮釋家計電力消費與氣溫之非線性關係，亦能同時作為電力需求與供給端之管理參考，例如當溫度高於轉換門檻時，可以不同之燈號示警需求端節電，並同時可提供電源供應端作足更多之供電容量準備，以增進整體供電系統之穩定性。