

# 臺中市減少火力發電政策支持度的空間分析

汪志忠<sup>1\*</sup> 鄭雅云<sup>2</sup>

## 摘要

本文主要針對受到火力發電影響而空氣污染相對嚴重的臺中市，使用2018年臺中市各里的公民投票結果，運用空間迴歸模式，空間分析各里對於減少火力發電政策之支持度及其影響因素。空間迴歸的分析結果發現：空間延遲模式(SLM)的配適度最佳，減少火力發電政策之支持度確實存有空間效應，且發現所得中位數、青年人口比以及民進黨支持度是影響各里支持度的顯著因素，其中政黨支持度的顯著影響，反映了臺中市各里的能源政策支持度可能與政黨偏差效應有某種程度的連結，這樣的研究成果除了補強能源政策支持度的空間研究，也對於我國的能源民主發展有一定的參考價值。

**關鍵詞：**減少火力發電政策，公民投票，支持度，空間迴歸

## 1. 前言

2016年民進黨再度執政，且強力推動非核家園政策，這樣雖然使得核能發電在臺灣的能源比例從2015年的16%降至2020年的12.7%，但是火力發電(含燃煤、燃氣)的比例卻也從2015年的70.8%升高至2020年的77.2% (燃煤36.4%)。而在這樣的情況下，位於臺中市龍井區的臺中火力發電廠，其所排放的粒狀污染物、硫氧化物和氮氧化物，自然成為臺中市固定污染源排放量之首(臺中市政府環境保護局，2019)。

事實上，能源使用與空氣污染息息相關，甚至帶來健康風險，而其中又以火力燃煤發電所造成的健康危害最大(Smith *et al.*, 2013)。有鑑於火力發電的比例愈來愈高，加上臺中市的空氣污染問題，長期以來一直受到市民的關注，因此在2018年，搶救臺中市的藍天成為市

長選舉的關鍵議題，甚至同一時期也有許多關於能源議題的公民投票案被提出，期藉由公民參與的力量，直接重新界定能源發展方向，具體落實由下而上的能源治理與能源民主，使公眾的力量能夠實質地參與能源決策過程(李宜卿，2017；周桂田與林木興，2019；Kunze and Becker, 2014)。

2018年11月24日，我國依據2017年12月修法後的《公民投票法》，舉行了10案的公民投票，案由包含能源、核食、同志婚姻與性別平等教育等政策議題，而其中有3案就與能源政策有關，分別是第7案的『你是否同意以「平均每年至少降低1%」之方式逐年降低火力發電廠發電量』、第8案的『您是否同意確立「停止新建、擴建任何燃煤發電廠或發電機組(包括深澳電廠擴建)」之能源政策』以及第16案的『您是否同意廢除電業法第95條第1項，即廢除「核能發電設備應於中華民國一百十四年以前，全部

<sup>1</sup>東海大學行政管理暨政策學系 副教授

<sup>2</sup>修平科技大學人力資源管理與發展系助理教授

\*通訊作者，電話：04-23590121，電郵：[wcc2008@thu.edu.tw](mailto:wcc2008@thu.edu.tw)

收到日期: 2022年08月03日

修正日期: 2022年10月20日

接受日期: 2022年10月25日

停止運轉」之條文』。

這三項公民投票結果可以被視為是中央政府與地方實踐能源民主的一部分，尤其第7案主要就是針對減少火力發電這項能源政策，此案的通過(同意票的比例為79.04%)，顯示臺灣大多數民眾希望中央政府與地方都能夠逐年降低火力發電廠的發電量，也反映出臺灣民眾遭受嚴重空氣汙染後對於過度使用火力發電的反彈。其次，第7案對於轄區內設有火力發電廠以及長期受到嚴重空氣污染的臺中市民而言，減少火力發電政策更是臺中市民高度關心的政策議題，在這樣的情況下，針對臺中市的第7案公民投票結果，本文除了想要釐清支持度的空間分布狀況，更重要的目的是探討減少火力發電政策的支持度究竟會受哪些因素影響，而這樣的研究成果對於能源治理的主要行動者而言，也就是地方政府，相信絕對有助於能源民主的發展(周桂田及林木興，2019)，畢竟除了關心減少火力發電政策的支持度的空間分布，若能進一步釐清影響支持度的空間因素與非空間因素，相信對於地方政府地方推動能源轉型，將可以有更完整的思考脈絡。除此之外，空間分析已逐漸成為新研究趨勢，能源政策的空間分析主要在於彌補傳統能源研究忽略空間因素的缺憾，因此本研究運用空間分析方法，探討減少火力發電政策支持度的空間因素，相信可以開拓能源政策研究的新視野。

## 2. 理論架構

隨著全球暖化問題未見減緩，永續能源政策的實踐益發顯得重要，因此近年來對於能源民主開始出現反思，例如李宜卿(2017)以德國弗萊堡市(Freiburg)的能源轉型為例，探討能源轉型的歷程，研究發現：弗萊堡市主要是透過兩種途徑來推動能源轉型，一是地方政府可以結合多種治理模式，不僅是作為管制者，也同時可以是規劃者、供給者與促進者，二是公眾參與是能源轉型歷程中的重要力量；林子倫

與李宜卿(2017)的「再生能源政策在地實踐之探討：以高雄市推動屋頂型太陽光電為例」一文，也同樣討論能源政策的落實問題，研究結果指出中央的能源治理模式會影響都市在地實踐的成效與路徑，而建築法規過時、建築型態複雜、民眾生活習慣、申辦流程繁瑣與財務機制不足等因素，都是高雄在地發展再生能源的挑戰；Morton *et al.* (2018)的研究也指出：要成功轉變為環境永續的能源系統，關鍵取決於消費者之間是否廣泛採用低碳科技；周桂田與林木興(2019)則進一步指出：地方政府早已被普遍地被認為是氣候變遷治理與節能低碳的主要行動者，地方政府作為能源治理的行動者，應開啟公眾參與發展的管道，讓民眾儘早地進入最前端的政策規劃過程，以實踐能源民主。

換句話說，能源政策的實踐，事實上與公民支持有著重要連結，能源政策不應該是政府關起門來一廂情願，反而應該是扎扎實實地呼應能源民主。因此，當能源民主已成為能源政策發展的重要趨勢(周桂田與林木興，2019)，那進一步分析究竟是哪些因素會影響地區民眾對於能源政策的支持，相信絕對有助於永續能源政策的實踐。

而有關於能源政策支持度的影響因素的實證研究，事實上相當有限，且僅有Liu *et al.* (2017)的研究是針對燃煤電廠的支持度。Liu *et al.* (2017)主要針對現代燃煤電廠(modern coal-fired power plant)進行調查研究，以支持度為依變數，分析影響公眾支持度的因素及其影響機制，發現屬於個體層次的空間感(sense of place)、環境態度(environmental attitude)與成本效益知覺(benefit and cost perceptions)，會對於公眾支持度有直接或間接的影響。

Frantál and Malý (2017)則是針對捷克共和國(Czech Republic)是否重建核能電廠(nuclear power plants)的能源政策，使用迴歸分析方法探索有哪些因素會影響重建核能電廠的地區支持度(local community support)。Frantál and Malý (2017)調查了核能電廠Dukovany附近的12個行

政區的600多位居民，結果發現有近三分之二的當地居民支持核能電廠的重建，而且Frantál and Malý (2017)雖然將住宅與核電廠之間的距離作為理論解釋變數，但分析結果卻顯示核能電廠重建的支持度並沒有受到住宅與核電廠之間的距離影響，反而是受到居民如何看待核能的知覺所影響，其中尤其是認為核能是有助於減緩氣候變遷的乾淨能源，以及對於再生能源發展是否持負面態度，是最重要的兩個預測變數。換句話說，若要增加核能電廠重建的接受度，公民教育以及意識核能電廠的乾淨與安全，是比核能電廠對於當地社區所能產生的經濟效益的空間分布重要的多。

另外，Uji *et al.* (2021)同樣分析了日本居民對於核能電廠的支持度，結果發現核能的民眾支持度隨著不同的人口族群而發生變化，比較特別的是當低收入居民認為核能電廠是低空氣污染的能源時，當地會出現比較高的支持度，也就是核能電廠不再是鄰避設施。

其次，比較特別的是我國長期處於政黨對立情勢，民眾對於客觀環境的主觀評估，是否有可能因其政治立場而異，也就是民眾對於火力發電政策的認知，其實有可能受到政黨偏好左右，發生政黨偏差效應(partisan bias effect)。黃紀(2018)即曾針對我國2016年總統大選，設計了選前、選後的兩波定群追蹤調查，以檢定同一群選民之整體經濟評估，是否會受自己偏好的政黨而影響，結果顯示：政黨偏差顯著存在，且應該不僅限於臺灣2016年大選的個案。

另外，公民投票本質上也是一種選舉，而從過去到現在，關於選舉的投票行為的空間分析成果陸續出現，而且無論是投票選擇或是投票參與，都有研究指出投票選擇與投票參與都存有空間效應，例如Gimpel *et al.* (2004)探討不同世代對投票率的影響，發現控制各種可能的變數之後，殘差仍然具有空間自相關現象；賴進貴等(2007)也發現投票選擇行為具有空間聚集現象，且投票選擇行為有擴散的可能；鄧志松(2012)則是探索政黨得票數的空間分布，

結果發現得票數的空間分布可能因為選舉動員而向外擴散與傳播；鄧志松等(2012)則是分析1992年至2008年之間的37個選舉的無效票率，結果發現各地區的教育、年齡與族群是顯著的解釋變數外，各地區的無效票率也存在顯著的空間自相關；汪志忠與鄭雅云(2019)則是使用2014年臺中市長選舉的投票率資料，結果也發現投票率有顯著的空間自相關。

因此，參考過去的能源支持度研究(Liu *et al.*, 2017；Frantál and Malý, 2017；Uji *et al.*, 2021)以及公民投票的選舉本質(Gimpel *et al.*, 2004；賴進貴等, 2007；鄧志松, 2012；鄧志松等, 2012；汪志忠與鄭雅云, 2019)，本研究建立的理論解釋變數歸納說明如下：

第一、Liu *et al.* (2017)、Frantál and Malý (2017)與Uji *et al.* (2021)的研究指出個體層次的收入、能源政策認知與環境意識會影響能源支持度，因此就總體層次而言，本研究考慮的社會經濟因素分別有教育程度、所得、年齡與性別。

第二、傳統上由於火力發電(尤其是燃煤)會造成空氣污染，且空氣污染具有擴散特性，因此參考Frantál and Malý (2017)的理論，將空間距離納入理論解釋變數。

第三、作者認為我國長期處於政黨對立情勢，因此考慮黃紀(2018)所提出的政黨偏差效應，政黨屬性(政黨支持度)也是可能的理論解釋變數。

第四、考慮公民投票的選舉本質，加上減少火力發電政策一向是臺中市民關心的政策議題，因此支持度很有可能存有政策擴散的空間效應，因此空間效應也是可能的解釋變數。

故整體而言，針對臺中市各里對於減少火力發電的支持度，本文的理論解釋變數有教育程度、所得、年齡、性別、距離、政黨支持度以及空間效應。

當然，作者也必須提醒讀者，當我們以總體層次的資料進行分析時，地區的投票結果(支持度)基本上是個人投票選擇的彙整，因此在思



考地區支持度的理論影響因素時，我們當然會參考個人的能源支持度影響因素，只是要注意的是支持度這種總體層次的關係，不一定等同於個人層次的關係(賴進貴等，2007；鄧志松等，2012)。另外，本文所分析的是減少火力發電政策的支持度，並不表示支持減少火力發電即是支持核電，因為尚有多種替代能源選項。

### 3. 資料與研究方法

#### 3.1 資料

本文涉及空間效應，並以里作為空間分析單元，樣本數為625。以下依序說明本文所使用的資料。

首先，依變數是各里的支持度，使用的是2018年11月24日舉行之全國性公民投票案第7案的臺中市投票結果，並將原始資料整理為各里贊成降低火力發電之同意比例，而資料來源是中央選舉委員會的選舉及公投資料庫(<http://db.cec.gov.tw/>)，樣本之平均數為0.7630，最小值為0.3857，最大值為0.8794。

其次是解釋變數，教育程度是以各里之高等教育程度比例(15歲以上民間人口受高等教育者佔15歲以上民間人口之比例，其中高等教育指大專以上教育)表示，樣本之平均數為0.4436，最小值為0.2148，最大值為0.7046；所得是以各里之所得中位數表示，但是由於此項變數的值域較大，因此為了降低變數之間的值域差距，作者將此項變數進行自然對數轉換，以增加正確性，而經過轉換後，平均數為6.3955，最小值為6.0980，最大值為6.9948；年齡是以各里之青年人口比例(20-39歲人口佔總人口之比例)表示，樣本之平均數為0.3733，最小值為0.2275，最大值為0.5011；性別是以各里之性比例(男性人口對女性人口的比例)表示，樣本之平均數為0.9984，最小值為0.8230，最大值為1.4444。此部分資料主要整理自國土資訊系統的社會經濟資料服務平台(<https://segis.moi.gov.tw/>)以及政府資料開放平台(<https://data.gov.tw/>)。

距離則是作者使用QGIS軟體，自行計算各里的質心(centroid)與關鍵火力發電污染源(臺中火力發電廠)之距離。政黨支持度是以各里民進黨的支持度表示，資料來源同樣是中央選舉委員會的選舉及公投資料庫，使用的是2018年臺中市長選舉資料，以當年民進黨候選人在各里的得票比例表示，樣本之平均數為0.4278，最小值為0.1019，最大值為0.5910。

#### 3.2 研究方法

傳統迴歸分析在解釋變數的選擇上，空間效應是被忽略的，但是空間效應所反映的空間自相關現象，違反樣本獨立的基本假設，模式的分析結果很可能不正確，且造成較高的預測誤差(Hoeting *et al.*, 2006)。因此，為修正傳統迴歸的不足，Anselin (1988；2005)發展出空間延遲模式(Spatial Lag Model, SLM)，以及空間誤差模式(Spatial Error Model, SEM)。之後LeSage and Pace (2009)則延伸空間延遲模式，提出空間杜賓模式(Spatial Durbin Model, SDM)，認為自變數也可能存有空間效應，以彌補空間延遲模式僅考慮依變數的空間效應。

##### 3.2.1 空間效應的檢驗

要檢驗空間效應，空間自相關分析是最基本的方法。空間自相關分析是由Cliff and Ord (1973)首先提出，之後Sawada (2004)指出空間自相關主要是測量相鄰空間單元所具有之特徵值，若特徵值相似即表示存在空間自相關。換句話說，當發現該地區與鄰近地區在某項特徵具有相似程度時，即表示此地區與鄰近地區有相互影響作用。

一般而言，空間自相關分析可分成兩類：一為全域的空間自相關分析(Global Spatial Autocorrelation)，另一則為區域的空間自相關分析(Local Spatial Autocorrelation)。在全域的空間自相關分析方面，最具代表性的指標是

Moran's  $I$ ，其值介於-1與+1之間，當Moran's  $I$ 大於0，表示相鄰地區有相似的觀測值，稱為正空間自相關，且數值愈大表示空間分布的相關性愈強；當Moran's  $I$ 小於0，表示負空間自相關，資料在空間上呈現高低間隔分布狀態；若Moran's  $I$ 趨近於0時，則表示資料在空間呈現無規律的隨機分布；而在區域的空間自相關分析方面，LISA (local indicators of spatial association，或稱之為local Moran's  $I$ )是經常被使用的指標，當LISA的值為正，且達到顯著水準時，表示該地區與其鄰近地區有顯著的空間正相關現象，此地區的觀察值與鄰區的觀察值非常相似，此時稱為空間群聚(Anselin, 2010)。

另外，空間自相關分析必須先產生空間權重矩陣(spatial weights matrix)，給定每個地區一個「鄰近地區」的集合，也就是設定空間關係，以呈現鄰近地區之間的互動以及相互影響的可能性(Sawada, 2004)。

空間關係基本上有三種設定概念，說明如下(Cameron *et al.*, 2005；賴進貴等，2007)：

第一種常見的空間關係是依照相鄰性(contiguity)的關係來界定，當相鄰性層級為1時，表示兩地區的邊界有直接接壤，若是共用邊界或是周圍邊界有接壤者視為相鄰，此時稱之為「rook's case」；但若是僅共用一個點便視為相鄰，此時稱之為「queen's case」，且「queen's case」的影響顯然比較大，只是在臺灣很少出現四個區域共點的狀況，因此差異不大。

第二種是使用距離來界定空間關係，也就是設定一個距離門檻，而在門檻內的空間單元可以被視為相鄰，或者最接近的幾個空間單元也可以視為相鄰。這種設定方式通常被運用於點空間單元，雖然地區也可以用質心設定，但對於面積差距過大的地區並不適合。

第三種是超越物理距離，使用聯繫度或實際互動關係的強弱來界定空間關係，例如交通量就是一種聯繫度，只是這種方式相當依賴政府所提供的完整資料或是調查資料，因此實務

上並不容易進行。

本文主要參考賴進貴等(2007)和汪志忠與鄭雅云(2019)的研究，以及根據空間分析單元的特徵，將共用邊界者視為鄰近，也就是採用「rook's case」設定空間權重矩陣，而且這樣也比較接近我們對於鄰近的認知(Darmofal, 2006)。

### 3.2.2 空間迴歸模式

當資料出現空間自相關時，此時採用空間迴歸會是比较合理的方法。空間迴歸主要有下列三種模式，分別是空間延遲模式(SLM)、空間誤差模式(SEM)以及空間杜賓模式(SDM)(Anselin, 1988；Anselin, 2005；LeSage and Pace, 2009；汪志忠與鄭雅云，2019)

#### (1) 空間延遲模式(SLM)

空間延遲模式通常表示如式(1)：

$$Y = \rho WY + \beta X + u \quad (1)$$

$Y$ 為依變數， $W$ 為空間權重矩陣， $WY$ 為空間延遲變數(spatial lag variable)，代表鄰近地區的影響， $X$ 為解釋變數。 $\rho$ 為空間自我迴歸係數(spatial autoregressive coefficient)， $\beta$ 為解釋變數之迴歸係數，此時的殘差項 $u$ 預期為空間隨機。

因為空間延遲模式多控制了一個變數 $WY$ ，使得誤差項 $u$ 不再有空自相關。不過，也因為多了變數 $WY$ ，若仍使用最小平方估計，會有內生變數的問題，故此處採用最大似法(maximum likelihood method)進行估計。當 $\rho$ 顯著異於0時，表示在控制了其它因素之後，鄰近地區之間確實具有互動關係，而這也是空間鄰近效應確實存在的顯著證據。

#### (2) 空間誤差模式(SEM)

空間誤差模式通常表示如式(2)：

$$Y = \beta X + u, \quad u = \lambda Wu + \varepsilon \quad (2)$$

兩項合併後得式(3)

$$Y = \beta X + \lambda Wu + \varepsilon \quad (3)$$

空間誤差模式(SEM)主要是針對殘差項  $u$  進行空間校正，也就是假設空間自相關是出現在殘差項  $u$ ，因此多加上一個空間變數  $Wu$  進行解釋，其中  $\lambda$  為空間誤差係數，誤差項為  $\varepsilon$ 。

由式(3)可以發現空間誤差模式(SEM)主要是修正殘差項  $u$  的空間效應，雖然可以改善模式的合理性，但是卻無法得知是什麼因素產生影響，因此當空間誤差係數  $\lambda$  顯著異於0時，只能說有某個「遺漏變數」或「干擾因子」存在，造成殘差項  $u$  出現空間自相關，也就是變數與變數之間的關係，會隨著區域位置的不同產生差異，故也稱之為「空間異質(spatial heterogeneity)」(Anselin, 1988；劉君雅等，2009)。

### (3)空間杜賓模式(SDM)

空間杜賓模式(SDM)的架構延伸自空間延遲模式，LeSage and Pace (2009)認為除了依變數之外，解釋變數也可能會有空間延遲的特性，因此延伸式(1)，空間杜賓模式(SDM)可以表示如式(4)，其中  $\theta$  為相鄰區域的解釋變數的影響程度。換句話說，若某特定解釋變數在一個特定的空間單元發生數值變動，則不僅是該空間單元所對應之依變數會隨之改變，而且其

它空間單元之依變數數值也會跟著改變。

$$Y = \rho WY + \beta X + \theta WX + u \quad (4)$$

### (4)模式評估

在模式評估方面，傳統迴歸是以判定係數  $R^2$  為模式配適度的比較依據，然而因為空間迴歸模式是採用最大概似法進行估計，此時  $R^2$  僅供參考，故必須使用Akaike (1973)的AIC (Akaike Info Criterion)與Schwarz (1978)的SC (Schwarz criterion)作為模式配適度的比較依據，且AIC與SC的值愈小者，模式配適度愈好 (Anselin, 2005)。

## 4. 分析結果

### 4.1 空間自相關分析

首先根據第7案的投票結果，也就是針對減少火力發電政策的支持度，臺中市各里支持度的空間五分位圖如圖1，我們可以觀察到各里支持度的最小值為0.3857，最大值為0.8794，且可以觀察到空間分布並非空間隨機，初步顯示各里支持度可能存有空間自相關。

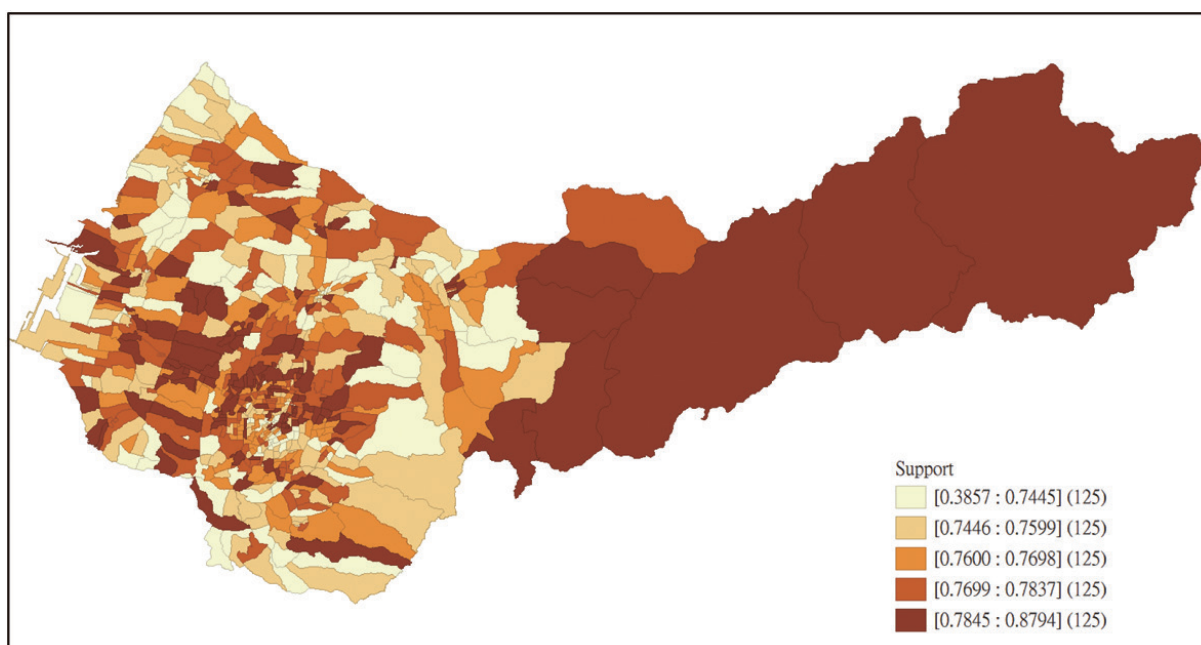


圖1 各里支持度的五分位圖



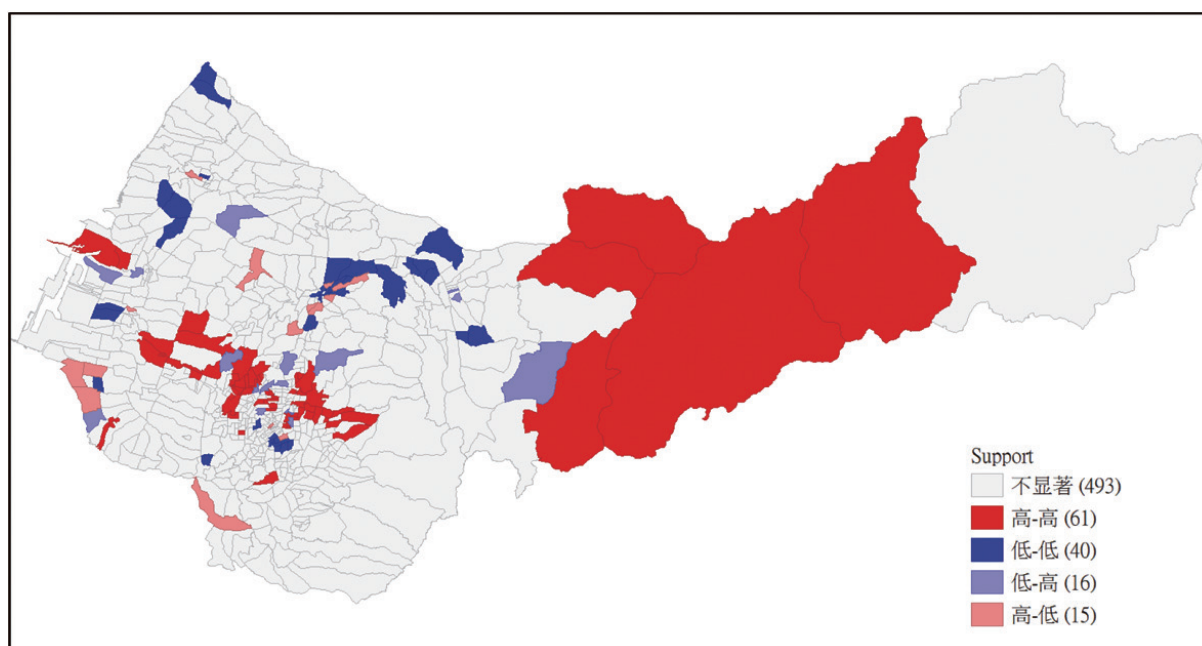


圖2 各里支持度的LISA分布圖

接著全域空間自相關分析結果指出：Moran's  $I$  值為0.143， $p = .001$ ，表示在1%的顯著水準下，臺中市各里的支持度有顯著的空間自相關現象，只是Moran's  $I$  值並不高，但即便如此，這樣的結果已經符合我們的假設，也就是支持度存有空間效應；再者，區域空間自相關分析結果則如圖2的LISA分布圖，也可以發現在5%的顯著水準下，有61個里的支持度有顯著的群聚現象(高-高)，也就是臺中市有61個里的觀察值與其相鄰里的觀察值有顯著的空間群聚。因此，根據全域空間自相關與區域空間自相關的分析結果，支持度存有空間效應的假設已獲得支持，我們有必要使用空間迴歸，以進一步釐清空間效應的影響程度。

## 4.2 空間迴歸

### 4.2.1 模式估計與比較

鑒於臺中市各里的支持度有顯著的空間自相關現象，因此先評估比較傳統迴歸模式與空間迴歸模式的估計結果，如表1。

根據表1傳統迴歸模式的估計結果，我們可以發現LM Test (Lagrange Multiplier Test)<sup>1</sup>的結果指出：在5%的顯著水準下，LM (lag)達顯著，LM (error)則不顯著；Robust LM (lag)一樣顯著，且顯著水準可達1%，Robust LM (error)則一樣不顯著。這個結果直接證明殘差項顯著地存在空間相依性，空間迴歸模式會是比較適合的模式。

接著進一步比較空間延遲模式、空間誤差模式以及空間杜賓模式，根據表1可以發現空間延遲模式之AIC與SC分別為-2592.51與-2557.01，且在5%的顯著水準下，顯著的解釋變數有所得中位數、青年人口比例、民進黨支持度以及空間變數 $WY$ ，而空間變數 $WY$ 顯著，表示各里的支持度之間存有空間鄰近效應。

再看空間誤差模式之AIC與SC分別為-2591.56與-2560.50，且在5%的顯著水準下，顯著的解釋變數有所得中位數、青年人口比例與民進黨支持度，但要注意的是空間變數 $Wu$ 的空間誤差係數並不顯著，這表示誤差已沒有

<sup>1</sup> LM Test是針對傳統迴歸模式的殘差項，進行空間相依性檢定(Anselin, 1988)。

表1 空間迴歸模式之估計結果

解釋變數	傳統迴歸 模式	空間延遲 模式	空間誤差 模式	空間杜賓 模式
高等教育程度比例	0.0416	0.0372	0.0386	0.0106
所得中位數	0.0370**	0.0340**	0.0371**	0.0326
青年人口比例	0.1410***	0.1323***	0.1368***	0.1260***
性比例	0.0450	0.0422	0.0422	0.0452
距離	0.0244	0.0221	0.0243	0.0287
民進黨的支持度	-0.1796***	-0.1693***	-0.1753***	-0.1584***
$WY$		0.1364**		0.0771
$Wu$			0.0882	
$W$ _高等教育程度比例				0.0764
$W$ _所得中位數				-0.0076
$W$ _青年人口比例				0.0640
$W$ _性比例				0.0460
$W$ _民進黨的支持度				-0.0567
$R^2$	0.1712	0.1802	0.1750	0.1853
LM (lag)	5.30**			
LM (error)	2.01			
Robust LM (lag)	7.02***			
Robust LM (error)	3.73			
Likelihood Ratio Test		4.89**	1.95	1.53
AIC		-2592.51	-2591.56	-2587.62
SC		-2557.01	-2560.50	-2529.93

註：\*\*\* $p < .01$ ，\*\* $p < .05$ 。

空間自相關，支持度並未出現空間異質的現象。

最後是空間杜賓模式，可以發現在5%的顯著水準下，顯著的解釋變數僅有青年人口比例以及民進黨支持度，空間變數 $WY$ 以及所有的空間延遲自變數的係數皆不顯著，且AIC與SC分別為-2587.62與-2529.93。

因此，根據三個空間迴歸模式的AIC與SC，我們可以發現空間延遲模式有最小的AIC與SC，模式配適度相對較佳；再者，根據Likelihood Ratio Test，可以發現在5%的顯著水準下，空間延遲模式可達顯著，但空間誤差模式與空間杜賓模式則都不顯著，這表示空間相依性的問題僅可以在空間延遲模式中得到顯著改善。

#### 4.2.2 最終配適模式之估計

確定空間延遲模式是較佳的空間迴歸模式後，若我們考慮提升模式配適度(model fitting)，則可以僅使用表1中空間延遲模式的顯著解釋變數，也就是所得中位數、青年人口比例與民進黨支持度，再進行支持度的空間延遲模式分析，以進一步觀察模式的配適度，估計結果如表2之最終配適模式。

由表2可以發現：當我們僅使用所得中位數、青年人口比例以及民進黨支持度進行分析後，可以發現在5%的顯著水準下，空間延遲模式的Likelihood Ratio Test仍顯著，空間相依性的問題同樣可以在空間延遲模式中得到顯著地改善，且在5%的顯著水準下，空間變數 $WY$ 為



表2 最終配適模式之估計結果

解釋變數	空間延遲模式
所得中位數	0.0399***
青年人口比例	0.1015***
民進黨支持度	-0.1677***
WY	0.1350**
Likelihood Ratio Test	5.6067**
AIC	-2594.28
SC	-2572.09

註：\*\*\* $p < .01$ ，\*\* $p < .05$ 。

顯著，表示正向的空間鄰近效應顯著存在；更重要的是，所得中位數、青年人口比例以及民進黨支持度的顯著水準都提高到1%，且空間延遲模式的AIC與SC都變得更低，AIC從-2592.51變成-2594.28，SC從-2557.01變成-2572.09，這表示模式的配適度確實變得更佳。

#### 4.2.3 小結

首先，從模式比較的觀點，我們可以發現空間延遲模式的解釋能力與配適度，都優於傳統迴歸模式、空間誤差模式以及空間杜賓模式。

其次，根據表1，可以發現高等教育比例與距離都不是顯著的解釋變數；而根據表2，可以發現在1%的顯著水準下，所得中位數、青年人口比例以及民進黨支持度是顯著的解釋變數，其中所得中位數之係數為正，符合理論預期，也就是所得越高的里，對環境認知的要求也愈高，故愈能認同減少火力發電政策，因此對於減少火力發電政策的支持度也越高；青年人口比例之係數亦為正，此結果反映了青年族群對於支持減少火力發電政策的強度，也就是青年人口愈多的地區，相對愈支持減少火力發電政策，而這也表示當代青年人口族群的環境態度是相對敏感的。

比較特別的是政黨支持度之係數為負，不能說符合理論預期，但符合我們的假設，故比較合理的解釋就是此一結果很可能出現了政黨

偏差效應(黃紀，2018)，也就是理性上認同減少火力發電政策，但是在投票時卻基於支持執政黨而投下不同意票，因此出現了民進黨支持度比較高的里，支持度就比較低的現象。

## 5. 結論與討論

2018年11月24日，我國舉辦了能源政策的公民投票，分別是第7案的『你是否同意以「平均每年至少降低1%」之方式逐年降低火力發電廠發電量』、第8案的『您是否同意確立「停止新建、擴建任何燃煤發電廠或發電機組(包括深澳電廠擴建)」之能源政策』以及第16案的『您是否同意廢除電業法第95條第1項，即廢除「核能發電設備應於中華民國一百十四年以前，全部停止運轉」之條文』，基本上已為我國能源民主的實踐，立下一個新的里程碑。

而在這三個公民投票案，第7案是針對減少火力發電的能源政策進行公民投票，而這對於轄區內設有火力發電廠以及長期受到空氣污染的臺中市而言，公民投票的結果更是地方推動能源轉型的關鍵依據。

因此，為填補過去研究的缺口，本研究基於支持度可能存有空間效應，故針對臺中市的第7案公民票結果，運用空間迴歸，空間分析臺中市各里對於減少火力發電政策之支持度，以藉此找出解釋減少火力發電政策之支持度的關鍵變項，並釐清支持度的空間效應，而主要的研究發現如下：

第一、空間迴歸模式明顯改善了傳統迴歸模式的殘差項空間相依性的問題；而在三個空間迴歸模式中，空間延遲模式有最佳的模式配適度。因此根據空間延遲模式之最終配適結果，可以發現對於減少火力發電這項能源政策而言，臺中市各里的支持度顯著地受到所得中位數、青年人口比例、民進黨支持度以及空間效應的影響。也就是說，對於減少火力發電政策而言，支持度有政策空間外溢與傳染的現象。「Everything is related to everything else,

but near things are more related to each other.」這是美國地理學家Tobler (1979)所提出地理學第一定律，討論的是一個區域如何透過空間互動而影響其他區域和自己，且距離較近的區域之間的影響效果較強(Anselin, 1988)。而針對減少火力發電政策，臺中市各里的支持度確實存有顯著的有空間鄰近正向關係，雖然影響力不算高，但這個結果的直接解釋就是空間鄰近效應確實存在，也就是在第七案公民投票的選擇行為上，出現空間外溢或是空間傳染的現象，而這樣的結果也與賴進貴等(2007)與鄧志松等(2012)的研究發現相似。只是為何支持度會有「空間鄰近效應」，也就是支持度的投票選擇為何會「外溢」及「傳染」，則可以從周孟嫻等(2010)的實質性空間相依(substantive spatial dependence)觀點來加以解釋，也就是地區的社會現象會與周遭區域透過空間互動而有所關聯。

第二、很特別的是在臺中市，民進黨支持度(政黨支持度)是顯著的解釋變數，民進黨支持度比較高的里，對於減少火力發電政策的支持度也比較低，這樣的發現某種程度上證實了作者的假設，也就是我國由於長期處於嚴重的政黨對立情勢，且在我們的經驗裏，深綠與深藍的政黨意識算是強烈，故在這樣的氛圍下，臺中市各里對於攸關健康的減少火力發電政策的支持度，可以說出現了類似黃紀(2018)所提的政黨偏差效應，也就是說在民進黨支持度比較高的里，極有可能這些民進黨的支持者都是投下不同意票的，亦即反對減少火力發電。

第三、所得中位數是影響支持度的顯著解釋變數，所得越高的里對於減少火力發電政策的支持度也越高。

第四、青壯年人口比例也是影響支持度的顯著解釋變數，青年人口愈多的地區，相對愈支持減少火力發電政策。

整體來說，在減少火力發電的能源發展趨勢下，對於減少火力發電政策而言，本文針對臺中市的第7案公民票結果，發現所得中位數、

青年人口比例、民進黨支持度以及空間效應是影響各里支持度的重要因素，且這些發現都是過去研究鮮少提及與驗證的部分，這些研究發現除了補強能源政策支持度的空間研究，也有助於臺中市政府理解能源政策的支持度確實會受到政黨支持度的影響，感性(或稱非理性)的能源選擇已經出現在臺中市民的公民投票結果之中，雖然不意外，但是這對於能源民主的發展，相信並不是正面的。

另外，作者認為有一個現象是值得討論的，也就是理論上各里的支持度應該隨著距離遞減，也就是距離火力發電廠越遠的里，受到空氣汙染的影響相對較小，因此對於減少火力發電政策的支持度也比較沒那麼敏感、強烈，但是分析結果卻指出距離這項解釋變數並不顯著，不太符合理論預期，作者認為這表示空氣汙染在臺中市呈現的是跨越區域的全域普遍性，已經超越距離的框架，無論臺中市民的居住地在何處，市民對於空氣汙染感受並沒有因為距離遠近而有所不同，而事實上這個現象也類似於Frantál and Malý (2017)的研究發現。

最後，能源民主已成為重要趨勢，故在政策意涵方面，基於減少火力發電政策的支持度存有空間傳染的現象，作者認為這對於有意推動能源轉型政策的地方政府而言，是很重要的治理參考，也就是這種空間互動關係可以是提升能源政策支持度的治理工具之一，地方政府可以透過組織動員、強化社會互動與政策溝通等手段，以擴散與提升能源政策的公眾支持度，進而減少社會在能源政策上的對張程度，畢竟能源政策的實踐，公民支持是不能夠被忽略的。

## 參考文獻

- 中央選舉委員會的選舉及公投資料庫。<http://db.ccc.gov.tw/>。
- 李宜卿，2017。城市能源轉型與治理實踐：以德國弗萊堡市為例，問題與研究，第

- 五十八期：39-80。
- 汪志忠與鄭雅云，2019。應用空間迴歸分析臺中市長選舉投票率的空間效應，中國統計學報，第六十七卷第二期：158-177。
- 周孟嫻、紀玉臨與謝雨生，2010。臺灣自殺率具空間群聚嗎？模仿效應或結構效應，人口學刊，第四十一期：1-65。
- 周桂田與林木興，2019。從能源治理的在地實踐到能源民主的遍地開花？地方能源委員會作為行動者對〈再生能源政策在地實踐之探討：以高雄市推動屋頂型太陽光電為例〉的對話與回應，公共行政學報，第五十六期：163-170。
- 林子倫與李宜卿，2017。再生能源政策在地實踐之探討：以高雄市推動屋頂型太陽光電為例，公共行政學報，第五十二期：39-80。
- 政府資料開放平台。<https://data.gov.tw/>。
- 國土資訊系統的社會經濟資料服務平台。<https://segis.moi.gov.tw/>。
- 黃紀，2018。政黨偏好是否左右經濟評估？定群追蹤之因果效應分析，選舉研究，第二十五卷第二期：89-115。
- 臺中市環境保護局，2019。臺中市固定污染源各污染物排放量前30大之公私場所排放量資料，空氣汙染防制。2022/03/15擷取自<https://www.epb.taichung.gov.tw/59248/post>。
- 劉君雅、鄧志松與唐代彪，2009。臺灣低生育率之空間分析，人口學刊，第三十九期：119-155。
- 鄧志松，2012。2012總統立委選舉的觀察：一個以GIS為基礎的空間探索分析，新社會政策，第二十期：16-27。
- 鄧志松、吳親恩與柯一榮，2012。廢票為何發生？兼論臺灣選舉無效票之空間效應，選舉研究，第十九卷第二期：71-100。
- 賴進貴、葉高華與張智昌，2007。投票行為之空間觀點與空間分析方法-以臺灣2004年總統選舉為例，選舉研究，第十四卷第一期：33-60。
- Akaike, H., 1973. Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle. In Petrov, B. N. and Caski, F. (Eds), Proceedings of the Second International Symposium on Information Theory. Budapest: Akademiai Kiado, 267-281.
- Anselin, L., 1988. Spatial Econometrics: Methods and Models. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Anselin, L., 2005. Exploring Spatial Data with GeoDa: A Workbook. from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.146.4634&rep=rep1&type=pdf>.
- Anselin, L., 2010. Local Indicators of Spatial Association- LISA. Geographical Analysis, 27(2): 93-115.
- Cameron, J. G., M. D. Marketing and M. Leitner, 2005. Spatial Analysis Tools for Identifying Hot Spots. In Gonzales, A. R., Schofield, R. B., and Hart, S. V. (ed.), Mapping Crime: Understanding Hot Spots. Washington, DC: Department of Justice Office of Justice Programs, 35-63.
- Cliff, A. D. and J. K. Ord, 1973. Spatial Autocorrelation. London: Pion.
- Darmofal, D., 2006. The Political Geography of Macro-level Turnout in American Political Development. Political Geography, 25(2): 123-150.
- Frantál, B., J. Malý, 2017. Close or Renew? Factors Affecting Local Community Support for Rebuilding Nuclear Power Plants in The Czech Republic. Energy Policy, 104: 134-143.
- Gimpel, J. G., L. M. Irwin and D. R. Armstrong, 2004. Turnout and The Local Age Distribution: Examining Political Participation



- Across Space and Time. *Political Geography*, 23(1): 71-95.
- Hoeting, J. A., R. A. Davis, A. A. Merton and S. E. Thompson, 2006. Model Selection for Geostatistical Models. *Ecological Applications*, 16: 87-98.
- Kunze, C. and S. Becker, 2014. *Energy Democracy in Europe: A Survey and Outlook*. Brussels, Belgium: Rosa Luxemburg Stiftung.
- LeSage, J. and R. K. Pace, 2009. *Introduction to Spatial Econometrics*, CRC Press Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, USA.
- Liu, F., L. Tao, L. Pan and F. Wang, 2017. Influencing Factors of Public Support for Modern Coal-fired Power Plant Projects: An Empirical Study From China, *Energy Policy*, 105: 398-406.
- Morton, C., C. Wilson and J. Anable, 2018. The diffusion of domestic energy efficiency policies: A spatial perspective, *Energy Policy*, 114: 77-88.
- Sawada, M., 2004. *Global Spatial Autocorrelation Indices- Moran's I, Geary's C and the General Cross-Product Statistic*. Ottawa: University of Ottawa.
- Smith, K. R., K. Frumkin and K. Balakrishnan, 2013. Annual Review of Public Health, Energy and human health, 34: 159-188.
- Schwarz, G., 1978. Estimating the Dimension of a Model. *The Annals of Statistics*, 6(2): 461-464.
- Tobler, W., 1979. Cellular Geography. In: Gale, S. and Olsson, G. (ed.), *Philosophy in Geography*, Reidel, Dordrecht, 379-386.
- Uji, A., A. Prakash and J. Song, 2021. Does the "NIMBY Syndrome" Undermine Public Support for Nuclear Power in Japan?. *Energy Policy*, 148, Part A.

# Spatial Analysis of Support for Reducing Thermal Power Policy in Taichung

Chi-Chung Wang<sup>1\*</sup> Ya-Yun Cheng<sup>2</sup>

## ABSTRACT

This paper aims to investigate support for reducing thermal power policy in Taichung and to examine the influencing factors of support utilizing spatial regression, using the villages' support data of 2018 referendum in Taichung. The conceptual model was built with education, income, age, gender, distance, party attribute and spatial effect as the independent variables. The results show that the best-fitting model is spatial lag model (SLM). And according to the best fitting SLM, we found that income, age, party attribute and spatial effect were significant. The findings indicated the spatial diffusion of energy policy and the evidence of partisan bias effect on energy policy assessments.

**Keywords:** Reducing Thermal Power Policy, Referendum, Support, Spatial Regression.

---

<sup>1</sup> Associate Professor, Department of public Management and Policy, Tunghai University.

<sup>2</sup> Assistant Professor, Department of Human Resource Management and Development, Hsiuping University of Science and Technology.

\*Corresponding Author, Phone: +886-4-23590121, E-mail: [wcc2008@thu.edu.tw](mailto:wcc2008@thu.edu.tw)

Received Date: August 03, 2022

Revised Date: October 20, 2022

Accepted Date: October 25, 2022