DOI: 10.6277/TER.202112_49(4).0003

# 民營電廠在長期合約中的競爭關係: 以台灣和平電廠輸電塔倒塌事件為例

陳嘉雯*

檢視廠商間是否存在競爭關係是探討廠商行爲是否具有限制競爭效果的關鍵。在公平會 2013 年處分 9 家民營電廠聯合行爲一案中, 民營電廠在長期購售電合約中是否具有競爭關係更一直是主要的爭點。本文使用台電公司公開發布的機組發電資料, 以 2017 年尼莎颱風造成民營和平電廠輸電塔倒塌事件爲例, 檢驗民營電廠間的競爭關係。研究結果發現, 和平電廠無法供電的事件, 造成其他民營燃氣電廠每小時被台電公司多調度了約 350 MWh 的電力, 且在合約的非保證時段, 和平電廠與其他民營燃氣電廠的移轉率約爲 0.45。研究結果拒絕民營電廠間完全不具任何競爭關係的假說。

**關鍵詞**: 聯合行爲, 民營發電業者, 長期購售電合約
JEL **分類代號**: L41, L14, Q40

## 1 前言

檢視廠商之間是否存在競爭關係是產業經濟學在探討廠商行爲是否具有限制競爭效果的重要關鍵。在競爭法中, 廠商之間是否具有競爭關係, 更是聯合行爲的一個重要構成要件。以公平交易委員會 (下稱公平會) 2013 年處分 9 家民營電廠 (下稱 IPP 業者) 聯合行爲一案 (下稱本案) 爲例, 公平

*作者爲中央研究院人文社會科學研究中心助研究員。本文改寫自作者擔任台灣公平交易法學會 108 年度會員大會暨重要法院判決評析研討會與談人的講稿。本研究得以完成, 首要感謝 g0v 零時政府參與者王向榮先生 (ronnywang) 無私地整理並公開分享資料。作者感謝研討會參與者的建議, 以及助理陳亮丞、陳司翰、簡弘翔、李承恩與蔡宜臻的協助, 並特別感謝兩位審查人及編輯對初稿所提出的修正建議。



臺灣大學學術資料庫

會認爲 IPP 業者係相當於台灣電力股份有限公司 (下稱台電公司) 之上游電力供應廠商, 彼此間具有競爭關係, 卻聯合拒絕與台電公司協商長期購售電合約, 違反公平交易法相關規定, 而對 IPP 業者處以合計 63.2 億元之罰鍰。[1] 由於在本案中, IPP 業者對台電公司的電力供應, 是在與台電公司既有長期合約的價格基礎上, 依據台電公司的經濟調度原則接受台電公司調度, 彼此間的競爭關係並不明顯, 故在本案以及後續的行政爭訟中, IPP 業者之間是否具有競爭關係一直是主要的爭點。在我國電業法已於 2017 年 1 月 26 日大幅修正, 電力產業將逐步自由化之際, 研究 IPP 業者間在長期合約中的競爭關係, 除了幫助釐清現有產業的運作原則, 並判斷可能的限制競爭效果外, 也有助於未來產業自由化後競爭政策的設計。[2]

本研究衡量台電公司在不同 IPP 業者之間的替代模式, 利用 2017 年尼莎颱風過境造成民營和平電廠輸電塔倒塌, 導致該電廠無法供電至台電公司的事件 (以下簡稱爲事件), 探討台灣 IPP 業者之間是否具有競爭關係。本研究檢驗的假說爲「任一 IPP 業者調整其對台電公司的交易條件, 均無法影響其他 IPP 業者對台電公司的交易量」。在 IPP 業者間完全不存在競爭關係的假說下, 一旦特定 IPP 業者無法供電, 台電公司將不會轉而購買其他 IPP 業者的產品, 故其他 IPP 業者對台電公司的供電應保持不變。本研究使用台電公司公開發布的機組發電量即時資訊, 資料期間爲 2017 年 6 月至 2017 年 8 月, 包含各機組層級每 10 分鐘記錄一次的淨發電資料 (MW)。在研究方法上, 本研究分別採用線性迴歸法與最近鄰居配對法 (k-nearest neighbor matching, 簡稱 kNN), 去衡量事件期間, 在控制住同樣電力需求下對於其他 IPP 業者總合供給量的影響。研究結果發現, 和平電廠無法供電的事件, 造成 IPP 燃氣廠合計每小時被台電公司多調度約 350 MWh 的電力, 且在合約的非保證時段, 和平電廠與其他民營燃氣電廠的移轉率約爲 0.45, 上述研究結果並不支持台灣 IPP 業者間完全不存在競爭關係的假說。

台灣的電力產業爲受管制的垂直整合產業。在本文研究期間 (2017 年), 台電公司 (爲國營事業, 經濟部持股 90%以上) 發電量占總發電量之 78%,

[1] 處分內容詳見公處字第 102035 號處分書。

[2] 在 2017 年修正的電業法中, 初步先放寬對再生能源售電的限制, 修法後 6 至 9 年將進行廠網分工, 並待後續修法後逐步完成電業自由化。

臺灣大學學術期刊資料庫

IPP 業者發電量占總發電量之 17.5%, 台電公司並在輸電、配電、售電爲獨占事業。[3] 在 IPP 業者聯合行爲案期間, 台電公司是 IPP 業者所面對的唯一消費者, 並採行「經濟調度原則」(詳見後述) 調度其自有機組以及 IPP 機組的電力滿足全國的電力需求。

IPP 業者設立起源於 1990 年代中期, 經濟部爲解決台電公司電源開發計畫因民衆抗爭而受阻之困境, 於 1995 年起分多個階段 (1995 年 1 月、1995 年 8 月、1999 年 1 月) 開放民間經營電廠。台電公司分別在不同階段分別與 9 家 IPP 業者簽訂 25 年長期購售電合約 (power purchase agreement 簡稱 PPA), 並在合約中約定購售電費率售電予台電公司。[4]

在長期購售電合約中, 購售電費率依據每個 IPP 業者參與設立的所屬階段以及其發電方式 (燃煤或燃氣) 而有不同。[5] 第 1 階段及第 2 階段由各機組投標競比 (必須低於台電公司依電源機組成本所訂定底價), 並以決標價格作爲購售電費率, 而第 3 階段則由台電公司公告價格, 作爲購售電費率。購售電費率則包含能量費率以及容量費率, 其中能量費率主要爲燃料成本, 而容量費率主要爲資本成本。[6] 最後, 在個別長期購售電合約中設有保證時段條款, 保證發電時段之發電量, 依能量費率以及容量費率計價, 但台電公司無論有無調度發電, 均須支付容量費率, 而民營電廠亦同時負有在保證時段中供應其所簽合約內保證發電量之責任。[7] 在其他時段 (非保證時段) 的發電量, 台電公司則依能量費率支付, 並主要依經濟調度原則進行調度。[8]

---

[3] 資料來源: 政府資料開放平台所提供之「台灣電力公司歷年發購電量 (能源別)」表格。下載網址爲: https://data.gov.tw/dataset/35392。

[4] 參考整理自公處字第 102035 號處分書。

[5] 在 9 家 IPP 業者當中, 除了麥寮與和平電廠爲燃煤電廠外, 其他皆爲燃氣電廠。在設立階段部分, 麥寮、和平、長生及嘉惠電廠爲第 1 階段, 新桃爲第 2 階段, 而國光、星能、森霸, 星元爲第 3 階段。

[6] 能量費率包含變動營運與維護費率、燃料成本費率, 以及促進電源開發協助基金費率 (燃煤機組另加計空污費率)。容量費率包含資本費率以及固定營運與維護費率。

[7] 王文宇 (2013) 提出民營電廠之興建具有資產專用性 (asset specificity) 並討論保證時段條款的性質。在興建新電廠具有資產專用性、發電需求及成本具有高度不確定性且不存在低成本之重新協商方式時, 透過長期合約中保證時段條款的設定, 是解決經濟學文獻中套牢問題 (hold-up problem) 的一種方式 (Klein, Crawford, and Alchian, 1978; Williamson, 1971)。

[8] 購售電合約中保證時段內的履約相關規定, 可以參考台電公司官網提供的合約範本。

臺灣大學學術期刊資料庫

IPP 業者的聯合行爲案發生在2008年起台電公司要求與 IPP 業者建立「IPP 購電費率隨利率浮動調整機制」, 但遭 IPP 業者拒絕。經公平會調查發現, 9家 IPP 業者透過組成協進會及各式意思聯絡, 採取「以拖待變」方式聯合拒絕與台電公司修訂購電費率。公平會主張, 9家 IPP 業者彼此透過合意, 聯合拒絕修訂費率行爲, 屬於水平競爭事業間彼此對價格爲拘束之行爲, 故在2013年依公平交易法處分9家民營電廠63億元罰鍰。[9] IPP 業者在不服公平會的處分下, 隨之提起訴願及行政訴訟, 爭訟至今。[10]

在公平會與 IPP 業者的行政爭訟中, 主要的爭點在於 IPP 業者主張台灣並不存在發電市場。IPP 業者認爲其與台電公司簽訂長期購售電合約, 接受台電公司依據經濟調度原則調度電力, 無法自行決定購售電費率, 故彼此間不存在競爭關係。特別是合約中存在保證時段相關條款, 在保證時段中, 特定 IPP 業者只要運轉正常可供調度, 該 IPP 業者於該時段取得之容量費率收入爲一個固定值, 與當下台灣電力需求、台電公司實際調度量, 其他業者之發電量完全無關。[11] 換句話說, 在上述保證時段條款下, 在合約簽訂後, IPP 業者在保證時段的容量費率利潤完全不受競爭對手所選擇的價格或供給量影響, 彼此之間完全不具備競爭關係。公平會則主張即便保證時段內 IPP 業者間因合約條款不具備競爭關係, 在非保證時段, IPP 業者間仍可透過費率的高低而爭取交易機會, 故仍具有競爭關係。[12]

在產業經濟學的實證文獻中, 研究者可以透過觀察不同需求與供給狀態所形成的產品特徵及價量關係去推測在自由競爭的交易市場中, 廠商之間的競爭關係及市場力量 (Bresnahan, 1987; Nevo, 2001; Porter, 1983)。

---

http://data.taipower.com.tw/opendata02/apply/file/d051001/0720/pdf/編號 43-1 附件_第一二階段民營電廠購售電合約範本.pdf, 及 http://data.taipower.com.tw/opendata02/apply/file/d051001/0720/pdf/編號 43-2附件_現 (第三) 階段民營電廠購售電合約範本.pdf。

[9]在公處字第 102035 號處分書中, 對於本案背景及協進會的長期意思聯絡過程有詳細的介紹。

[10]至本文撰寫期間, 本案處於 2018 年最高行政法院 (107 年度判字第 560 號判決) 將案件發回臺北高等行政法院的狀態。

[11]在每個月的保證時段中, 只要 IPP 業者可以正常運轉並接受調度, 無論台電公司在該時段是否調度 IPP 業者的發電量, 皆需支付該月保證時段在合約中約定的容量費率與該月保證時段保證發電量的乘積。

[12]對於本案至今相關的行政法院判決與法律見解上的爭議, 可參考顏雅倫 (2019) 一文的詳細整理。

臺灣大學學術期刊資料庫

以解除管制後的電力市場爲例, Borenstein, Bushnell, and Wolak (2002) 一文透過計算在完全競爭市場下的均衡, 衡量發電業者在2000年加州電力危機中的市場力量。Bushnell, Mansur, and Saravia (2008) 則考慮廠商的裝置容量限制, 並透過估算在完全競爭以及在 Cournot 競爭下的市場均衡, 探討在不同模型中解釋美國不同地區電力市場價格的能力, 以及垂直交易安排在電力市場中扮演的角色。在透過雙邊合約協商的交易市場中, 研究者亦可以透過引入協商模型去討論競爭關係的改變 (例如: 廠商的結合) 對於重新議約後價格的影響 (Gowrisankaran, Nevo, and Town, 2015)。

上述模型在執行上, 都需要引入消費者在不同廠商間如何選擇的需求替代模式, 故研究長期購售電合約下廠商的競爭關係以及重新議約下的結果, 勢必先探討合約中的消費者 (在本案爲台電公司) 在不同發電機組間的需求替代行爲。在反托拉斯經濟學的文獻中, 爲了方便理解, 經常利用產品之間的移轉率 (diversion ratio) 來衡量產品之間的需求替代性 (Farrell and Shapiro, 2010; Reynolds and Walters, 2008; 陳嘉雯與林茂廷, 2016)。計算移轉率通常有兩種方式。第一種是計算當A 產品價格提升一定百分比 (例如1%) 下, 由 $A$ 產品流失的銷售量, 流入 $B$ 產品的比例, 並定義該比例爲移轉率。[13] 第二種方式則是計算在移除 $A$ 產品後, 原本買 $A$ 產品的消費者轉爲購買 $B$ 產品的比例。[14] 舉例來說, 若 $A$ 汽車品牌因某事件 (價格上升或產品被移除市場外) 流失了100輛車的銷量, 而 $B$ 汽車品牌因此事件 (在其他條件不變下) 多銷售了20輛車, 在此事件下, $A$、$B$ 汽車品牌的移轉率即爲0.2。當兩個產品的移轉率愈高, 代表產品間的替代率愈高, 愈有可能在同一個市場具有競爭關係。

由於移轉率的概念簡單直接且具有文獻的基礎, 在美國2010年水平結合處理原則也使用移轉率作爲競爭主管機關衡量市場界定以及結合效果的工具。在實證使用上, Garmon (2017) 使用移轉率所建構的指標衡量醫

[13]假設 $p_A$、$p_A$ 分別爲產品 $A$ 與產品 $B$ 之價格, $q_A$、$q_B$ 分別爲產品 $A$ 與產品 $B$ 之銷售量, 則產品 $A$ 與產品 $B$ 間的移轉率定義爲 $D_{A\to B} = -(\partial q_B/\partial p_A)/(\partial q_A/\partial p_A)$。

[14]因爲兩種方式都可以衡量出產品間的移轉率, 所以使用者可以依據資料可得性以及想要回答的問題來採用較適當的測量方法。例如在結合案件上, 若競爭主管機關擔心生產 $A$ 產品與 $B$ 產品的兩家公司結合後是否會調高 $A$ 產品的價格, 則第一種方式較爲合適; 但若競爭主管機關擔心的是兩家公司結合後是否會停止 $A$ 產品的生產, 則第二種方式較爲合適。

臺灣大學學術期刊資料庫

院結合後的價格效果。Conlon and Mortimer (2019) 也使用產業經濟學中經典的兩篇文獻 (Berry, Levinsohn, and Pakes, 1995; Nevo, 2000) 中的資料, 分別透過上述兩種不同方式, 計算即食麥片產品 (ready-to-eat cereal) 以及在汽車產品間的移轉率。研究發現, 在即食麥片和汽車產品中, 任兩個最接近的替代產品間的平均移轉率皆落在約爲15%和6%左右。

在本研究中, 由於長期購售電合約的限制, 難以觀察到廠商的價格變動, 故無法透過價格彈性所定義的方法計算移轉率。因此, 我們將利用觀察移除特定產品後對其他產品的移轉率, 來探討 IPP 業者間是否具有競爭關係, 這樣的做法與 Davis and Hausman (2016) 一文中所使用的研究方法類似。在 Davis and Hausman (2016) 中, 利用南加州核電廠 (San Onofre Nuclear Generating Station, 簡稱 SONGS) 的停業事件, 討論核電廠的關閉對於發電批發市場競爭的影響。他們發現, 在給定相同的電力需求下, 作爲基載的 SONGS 關閉後, 大幅增加了加州燃氣電廠的發電量。另外, 他們也發現, 某些燃氣廠利用競爭者減少所增加的市場地位以及南加州與北加州的傳輸限制, 減少供給以提升利潤。本研究與 Davis and Hausman (2016) 的差異主要在於 Davis and Hausman (2016) 所研究的產業環境是在發電部門早已進行解除管制, 各個發電廠商可自由在日前市場或即期市場競價的電力產業, 而本研究的環境仍屬於高度管制的電力產業。[15]

對於公平會處分 IPP 業者聯合行爲一案, 國內已有一定文獻的討論 (王文宇, 2013; 劉姿汝, 2016), 並指出本案的關鍵爭點除了本案是否有公平交易法之適用性外, 即是民營電廠間究竟是否具有水平競爭關係、民營電廠是否有聯合行爲之合意、以及聯合行爲如何影響市場之供需功能。然而, 上述文獻中的評析多半基於法理上的論述, 而未有經濟上的實證分析。本研究對於本案的直接貢獻爲在既有文獻以及案件相關陳述內容的基礎上, 進一步透過實證方法檢驗 IPP 業者間的替代關係, 釐清有關其水平競爭關係之爭點。[16]

[15]另外, 與本文不同的是, Davis and Hausman (2016) 取得加州電力批發市場的資料, 可以透過 SONGS 核能電廠的關閉事件, 估計事件對批發購電價格的影響; 而本文與 Davis and Hausman (2016) 相同的是都發現基載電廠關閉事件後, 天然氣電廠之發電量大幅上升。

[16]在經濟學中, 除了使用消費者所陳述的偏好 (stated preference, 在此爲台電公司自我

臺灣大學學術期刊資料庫

本研究是第一個使用台電公司公開的10分鐘機組層級發電資料, 來檢驗 IPP 業者競爭關係的實證論文。由於在長期合約 (以及可能的聯合行爲) 下, 研究者難以透過觀察合約價格變動, 去衡量 IPP 業者間的替代關係, 形成論證 IPP 業者聯合行爲案的一個難點。本研究在實證設計上有兩個創新處: 第一是找到除了合約價格之外, 另一項影響交易條件的重要變數 (供電的穩定度); 第二是爲避免內生性問題, 利用了外生事件所引發的交易條件變化, 探討台電公司在不同 IPP 業者中的需求替代模式, 以衡量 IPP 業者是否具有競爭關係。[17] 本研究的結果除了幫助瞭解我國 IPP 業者間的競爭關係之外, 透過對公開資料的介紹, 也有助於未來研究者利用機組層級發電資料, 進一步建造我國發電市場的競爭模型。

本研究所使用的方法並非僅能侷限於公平會處分 IPP 業者聯合行爲一案。在傳統的競爭法經濟分析上, 對於競爭關係及競爭效果的確認, 一般首先透過市場界定方法劃定競爭市場, 計算市場內廠商之市場力量, 再分析違法行爲樣態的市場競爭傷害。這樣的研究架構在實務執行上面對許多挑戰與困境, 特別是當價格缺乏變動, 或在數位經濟時代 (價格可能爲零) 下更顯困難。故近來許多政策執行者均重新思考是否應以市場界定作爲確定競爭關係的第一步, 並建議直接進行競爭傷害分析, 再回頭檢視相關市場應如何界定 (Chang, 2017; Organisation for Economic Co-operation and Development, 2016)。廣義而言, 本研究呼應上述文獻, 透過分析產品的替代性, 直接確認廠商間的競爭關係, 研究結果可以作爲未來政策執行者在處理其他案件面對類似困境時的參考。

本研究共有6節。除了第1節的前言外, 第2節介紹台電公司的經濟調

陳述的調度原則) 外, 更常利用消費者實際選擇所顯示的偏好 (revealed preference, 在此爲台電公司實際的調度決策) 來進行經濟分析與推論。

[17] 使用外生事件的優點在於可以避免停機決策本身的內生性問題。假設研究者不使用外生事件造成的非預期停機, 僅僅觀察當民營 *A* 電廠例行停機時 (例如某些時段的維修保養), 對民營 *B* 電廠發電量的影響。若台電公司事前已得知維修事件, 而刻意在維修事件時段發生時確保自己的機組在線而不需要多調度民營 *B* 電廠發電 (例如刻意避免在同時間維修自己的機組, 或直接要求民營 *A* 廠必須在一年中的特定時段維修), 則即使長期對台電而言, 各民營機組長期具有需求替代關係, 但在選用上述特定期間的停機事件時進行實證分析時, 會出現每次民營 *A* 廠停機時, 台電並不會多購買民營 *B* 廠發電量的結果, 導致對民營電廠業者間的替代性產生錯誤的判斷。

臺灣大學學術期刊資料庫

度原則以及所檢驗的假說。第3節爲事件介紹與實證設定、第4節爲資料介紹、第5節爲實證結果, 第6節爲結論。

## 2 電力的經濟調度以及研究假說

在本節中, 首先討論電力的經濟調度原則, 並且討論在 IPP 業者間具有競爭關係以及台電公司採行經濟調度下, 若出現輸電塔倒塌事件, 對於其他 IPP 業者供給量會產生的影響。

電力產業有許多性質。第一, 雖然產品具同質性, 但機組生產特性具有極大的差異 (核能、水力、太陽能、風力、燃煤、燃氣、燃油 ··· 等)。第二, 需求缺乏彈性, 並且可能隨著當下的天氣狀態差異產生大量的波動。第三, 爲了維持電網中電壓的穩定性, 電力供給量必須時時刻刻滿足電力需求量。因此, 電力調度中心必須在系統的安全限制下, 調度不同機組的電力來支應需求。由於調度中心在電力系統中扮演撮合供給與需求雙方的中間人角色, 在許多已解除電力管制的地區中, 將調度中心交由獨立 (本身不經營發電或售電) 的機構經營, 而在未解除管制的電力產業, 發電、輸電、配電、售電經常由垂直整合的公營事業 (如台電公司) 主導並加以管制。[18]

在本研究中, 台電公司對於電力的購買量及購買順序是基於「經濟調度」原則, 故 IPP 業者間的移轉率大小實取決於經濟調度原則的運用。所謂經濟調度, 指的是在考量到電力系統安全及其他相關運轉條件下, 將各個發電機組依據其邊際成本排序, 並且優先使用邊際成本較低的機組滿足系統的電力需求。舉例來說, 考慮一個假設性的發電結構 (如圖1所示), 在這個發電結構中, 調度決策者可以把發電機組一一依據其調度的邊際成本以及裝置容量排序, 依序爲水力、核能、自有燃煤、IPP 燃煤、部分自有燃氣、IPP 燃氣、部分自有燃氣, 及自有燃油 (火力機組中, 以實線代表台電公司自有火力機組, 虛線爲民營業者火力機組)。在需求量爲 24,000 MW 時 ($D_1$), 可以優先運用較便宜的水力、核能、燃煤 (自有或民營), 以及自有燃氣機組支應, 此時邊際發電機組的成本約爲1度4元, 但在需求量上升爲

[18]在已解除電力管制的地區中, 除了輸電的調度交給獨立中心管理外, 配電與售電一般仍交給單一的事業經營 (公營事業或民營事業), 而在發電部門開放業者在市場自由競爭 (如美國加州)。

臺灣大學學術期刊資料庫

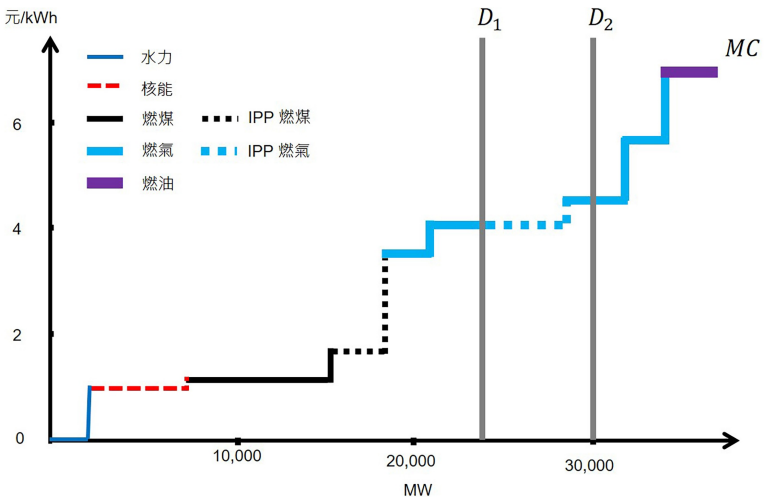



圖 1: 經濟調度原則

30,000 MW 時 ($D_2$), 必須加入使用民營燃氣機組, 以及部分成本較高的自有燃氣機組始能支應系統需求, 此時邊際發電機組的成本將上升爲 1 度 4.25 元。

上述經濟調度原則, 代表在同一個時間點可被加入調度的發電機組具有競爭關係。舉例來說, 當圖 1 中的 IPP 燃煤機組供電成本過高時 (機組報價成本過高或因機組故障無法供電), 調度決策者會將 IPP 燃煤機組的排序 (merit order) 往後調整 (在此例是移出排序), 而將其他成本報價保持不變的發電機組排序往前調整 (如圖 2 所示)。接著, 對調度決策者來說, 原先採用的 IPP 燃煤機組成本的上升, 是否會取代決策者對其他機組的需求, 取決於在現行交易條件下, 其他機組是否在經濟調度中已達到容量限制。例如, 在圖 1 與圖 2 中, 當需求量爲 30,000 MW 時, 無論 IPP 燃煤機組是否被移出經濟調度的排序, IPP 燃氣機組在經濟調度下都會被調度到, 此時 IPP 燃煤機組在經濟調度中的排序變動對於 IPP 燃氣機組的供給量不會有影響。但在需求量僅爲 24,000 MW 時, 在圖 1 完全不會被調度到的 IPP 燃氣機組, 在圖 2 的情境下會有部分機組被調度決策者選擇而增加其在電力系統的供給量。最後, 必須說明的是, 若 IPP 機組間對調度決策者來說, 並沒有選擇替代性的話 (例如受限於傳輸或升降載限制), 則 IPP 燃

臺灣大學學術期刊資料庫

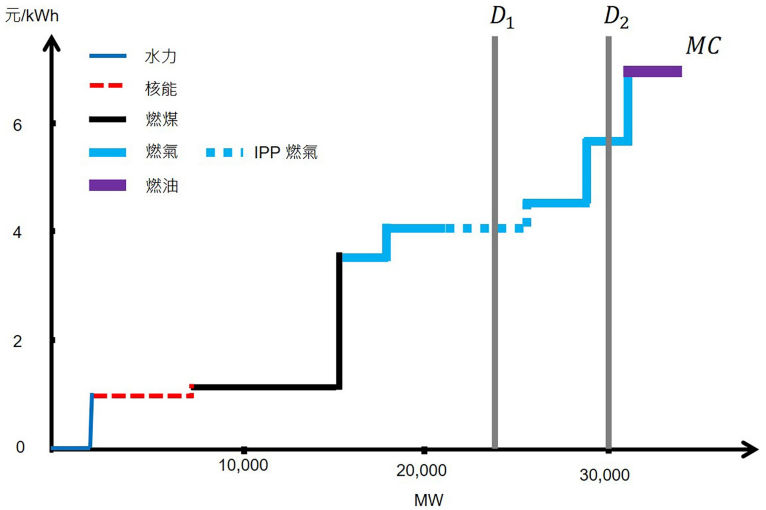



圖 2: 經濟調度原則 (移除 IPP 燃煤機組)

氣機組的發電量自然不會受到 IPP 燃煤機組對調度決策者的報價高低或其他交易條件好壞的影響。

根據上述的經濟調度原則, 我們知道, 即便在完全不考慮系統安全以及其他運轉限制下, 各個發電機組之需求替代程度大小仍需取決於合約中的機組報價、裝置容量限制、以及當下的電力需求。特別是在圖中在燃氣機組已達容量限制時, 進一步調整圖中燃煤機組的交易條件, 並不會影響燃氣機組的發電量。故 IPP 業者間的替代關係, 必須利用實證資料去進一步驗證。

綜合以上討論, 本研究檢驗 IPP 業者之間是否具有競爭關係的假說如下:

**假說**: IPP 業者間不存在任何需求替代關係。意即, 即使 IPP 業者尚未達到容量限制, 任一個 IPP 業者調整其對台電公司的交易條件, 均不會影響其他 IPP 業者對台電公司的交易量。

爲了檢驗上述假說, 我們可以觀察當特定 IPP 業者改變其交易條件時, 對其他 IPP 業者供給量的影響。由於在長期合約限制下, 我們不易觀測到 IPP 業者經常性地改變其報價, 所以本研究將利用業者的供電的穩定性作

臺灣大學學術期刊資料庫

爲衡量交易條件好壞的依據。另外, 也因爲單方面交易條件的修正可能出自於業者對於其他研究者無法觀測到變數的回應, 爲了避免遺漏變數所造成的內生性問題, 本研究將利用外生事件所造成的交易條件改變, 來檢驗本研究的假說。

## 3 事件與實證設計

本事件 (和平電廠輸電塔倒塌) 起源於中度颱風尼莎在2017年7月29日由台東登陸, 狂風暴雨造成全台近60萬戶停電, 當天晚上8點更造成民營和平燃煤電廠自有輸電塔倒塌線路斷裂, 導致其機組雖然發電容量高達1,300 MW, 但電力無法送到台電公司系統。事件發生後, 雖然因爲天氣較涼, 南部多處降雨, 尖峰用電較低而對台電公司尖峰用電的備轉容量率較無影響, 但隨著氣溫上升, 台電公司仍在8月3日及8月4日亮起限電警戒紅燈。限電危機在台電公司新機組併聯、氣溫降低、以及公家機關實施下午1點至3點禁開冷氣後有所緩解。和平電廠最終於8月12日起逐步發電, 並於8月14日後滿載發電。[19] 根據以上事件的過程, 我們定義事件發生期間爲「因輸電塔倒塌而導致和平電廠供電量至台電系統爲0的期間」, 而定義對照組期間爲「和平電廠供電無虞, 每小時供電至台電系統最高可接近裝置容量1,300 MWh 的期間」。

在本研究中, 所有的 IPP 業者都是火力機組 (燃煤或燃氣機組)。由於台電公司對各火力機組的調度量取決於當下的電力需求以及在當天機組能夠升降載的能力, 我們建構數個衡量對火力機組電力需求的變數。首先, 我們參考 Davis and Hausman (2016) 一文的設定, 使用當下電力系統中的總火力機組發電量作爲衡量台電公司可以因應電力需求而自由調度的總量, 故我們所設定的第一個衡量需求的變數爲「當下火力機組總發電量」。[20] 另外, 考量到並不是所有的火力機組都可以在一日中任意升降載, 我們所設定的第二個衡量需求的變數爲「當日火力機組最大總發電量」。最後, 我們亦考慮透過「當日尖峰總發電量」來衡量當日的調度需求。

[19]事件的相關新聞報導可參考中央通訊社 (2017)、自由時報 (2017) 以及蘋果日報 (2017)。

[20]我們所使用的總火力機組發電量爲台電公司可自由調度的總量, 包含 IPP 燃煤, IPP 燃氣, 自有燃煤, 自有燃氣及自有燃油, 但不包含汽電共生。

臺灣大學學術期刊資料庫

本研究估計的主要迴歸式爲:

$$y_t = \mu + \alpha_t + \beta 1(\text{事件})_t + X_t\gamma + \epsilon_t,$$

其中, $y_t$ 爲在 $t$ 小時其他 IPP 業者 (不包括和平電廠) 的總發電量 (單位爲 MWh)、$\mu$ 爲常數、$\alpha_t$ 爲包含當日小時 (hour of day, 即凌晨 1 點至夜間 23 點)、當週週間日 (day of week, 即週一到週六), 以及當日小時與當週週間日交叉相乘的所有固定效果, 目的在捕捉每個不同小時及週間日的用電需求模式; $1(\text{事件})_t$ 爲輸電塔倒塌事件發生期間的虛擬變數, 在事件期間設爲 1, 而在對照組期間設爲 0。最後, $X_t$ 爲電力需求的控制變數, 而 $\epsilon_t$ 爲誤差項。在我們的迴歸中, 我們使用的 $X_t$ 包含當下火力機組總發電量、當日火力機組最大總發電量, 以及當日尖峰總發電量。若台電公司可以在和平電廠以及其他 IPP 業者間, 依據交易條件優劣進行替代, 則我們預期當和平電廠無法供電, 且其他 IPP 業者發電量尚未滿載時, 台電公司可以轉而多調度其他 IPP 業者的發電量, 故此時 $\beta$ 會是正值。[21] 最後, 由於每個小時各機組的電力供給可能因爲調度決策者面對的升降載限制而相關, 迴歸標準誤的叢聚 (cluster) 層級爲每日。

爲了檢視實證結果的穩健性, 本研究除了使用上述線性迴歸方式估計和平電廠輸電塔倒塌的效果之外, 亦採用 kNN 方法來估計事件的效果。該方法的概念爲針對每一個在事件中的時段 $t$, 尋找在對照組時段中, 其控制變數與事件中時段 $t$ 的控制變數最接近的 $k$ 個時段進行配對, 並且用 $k$ 個時段的機組發電量作爲在時段 $t$ 但事件未發生下, 機組發電量的預測值。同樣地, 針對每一個對照組小時, 也可以找到在事件時段中的配對組, 最後再利用實際值與配對值的平均差異作爲事件效果的估計值。在實證中, 我們分別使用當下火力機組總發電量、當日火力機組最大總發電量、當日尖峰總發電量作爲主要配對變數, 並要求在配對的當日小時必須完全符合。[22]

[21] 當然, 若電塔倒塌期間, 台電公司優先選擇讓自有較便宜的新機組上線救火 (如大林新 1 號機或通霄新 1 號機) 來完全補足電力缺口, 則即便 IPP 電廠間具有替代關係, 我們所估計出的 $\beta$ 也有可能爲 0, 亦即在這個例子即使 $\beta$ 爲 0 亦無法拒絕 IPP 間具有替代關係, 而有可能是在本例中所出現的電力缺口不足以調度到其他 IPP 機組。但是, 顯著爲正值的 $\beta$ 則代表對台電公司而言, IPP 電廠間具備有替代關係。

[22] 意即若時段 $t$ 爲下午 3 點, 其配對到的 $k$ 個時段皆必須爲下午 3 點。

臺灣大學學術期刊資料庫

## 4 資料與敘述統計

我們使用的機組發電資料原始來源爲台電公司每10分鐘在政府資料開放平台公開發布一次的發電量即時資訊。[23] 該資料包含每個機組每10分鐘記錄一次的淨發電資料 (MW)、該機組的類別 (核能、燃煤、燃氣、民營燃煤、民營燃氣、燃油、輕油、汽電共生、水力、風力、太陽能、抽蓄發電) 以及機組的裝置容量 (MW)。[24]

延續文獻中 (Borenstein, Bushnell, and Wolak, 2002; Davis and Hausman, 2016) 的設定, 我們計算每小時的機組發電量 (MWh), 作爲本研究的主要變數。[25] 另外, 我們限制資料期間爲事件發生前後1個月, 即2017年6月至2017年8月。限制資料期間的理由爲台電公司對於 IPP 業者的調度量多寡, 取決於調度當時的電力需求與系統狀態, 我們在比較 IPP 業者的供給量時, 必須在類似電力需求與系統狀態下進行比較, 故我們只使用該年度夏天3個月的資料, 避免氣候或系統狀態有太大的改變。我們參考台電公司官網所提供的合約範本, 定義出不同民營電廠機組的保證時段與非保證時段。[26] 首先, 所有機組的保證時段皆不包含週日及例假日。在燃煤機組部分, 我們定義的保證時段爲週日除外的早上8時至晚間22時之間; 而在燃氣機組部分, 我們定義的保證時段爲週一至週五的早上9時至晚間21時之間。[27]

---

[23]原始資料的下載網址爲 http://data.taipower.com.tw/opendata01/apply/file/d006001/001.txt。

[24]由於原始資料每 10 分鐘更新一次, 且台電公司無法提供該資料的歷史紀錄, 本研究使用的資料來源 (下稱 g0v 資料) 爲零時政府平台內的一個項目 (下載網址爲: http://taipower.g0v.ronny.tw)。該項目定期抓取台電公司每10分鐘公布於政府資料開放平台的即時機組發電資料。在附錄中, 本研究使用台電公司官方提供的另一個資料集來驗證 g0v 資料的正確性, 結果發現, 兩份資料僅有些微的差異。

[25]即對於每個機組, 我們取每小時中, 6個10分鐘機組瞬時發電量的平均值, 作爲該小時機組發電量的代表值。

[26]資料來源可見前註8。

[27]在燃氣機組部分, 由於在合約範本中, 部分燃氣機組在週六的9時至21時並未有明確的保證時段相關約定, 本文採取的作法是在討論保證時段與非保證時段的結果時, 移除燃氣機組週六的9時至21時資料。在燃煤機組部分, 由於在合約範本中, 燃煤機組在一日間的保證時段爲上午7時30分至晚間10時30分。但本文在實證部分是以小時爲單位, 故本文定義的燃煤機組保證時段爲上午8時至晚間10時, 用以確保所定義的保證時段嚴格符合

臺灣大學學術期刊資料庫

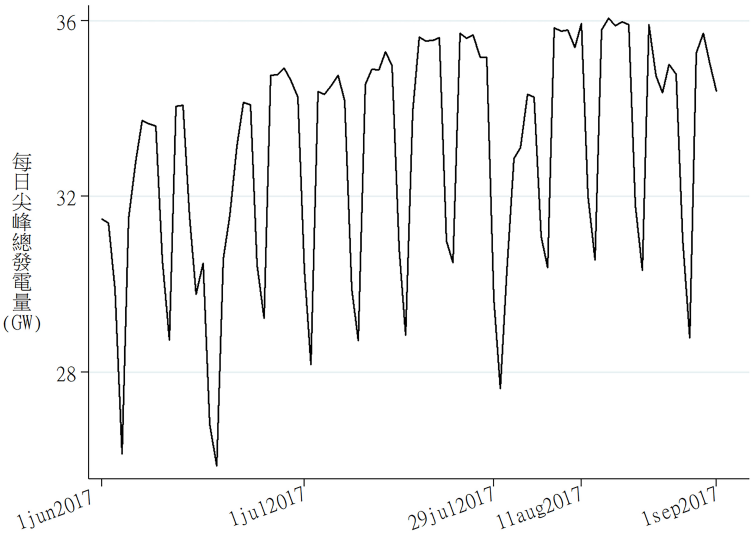



圖 3: 每日尖峰總發電量

圖 3 爲 2017 年 6 月到 8 月之每日尖峰總發電量 (單位爲 GW)。從圖中我們可以發現, 尖峰用電有固定的波動型式, 一般來說, 在週間用電較高, 而在週末用電較低。另外, 氣象狀態也會影響尖峰用電。例如在 7 月 29 日颱風來襲以及其後續幾日, 就是相對用電較低的時期。

圖 4 則列出同一時間和平電廠每日尖峰時的發電量。由於對台電公司而言, 使用燃煤電廠的發電成本較低, 故燃煤電廠在經濟調度的順序較前, 多數期間和平電廠都出現接近滿載的情形 (兩個機組合計之總裝置容量約爲 1,300 MW, 但最高觀測到的發電量上限約爲 1,207 MW), 而在週末負載較低時, 發電量會做小幅度的下修。另外, 在某些週末, 和平電廠偶爾會讓兩部機組中的其中一部機組停機。由於我們無法得知和平電廠將單一機組停機的原因是機組維修或是台電因某些原因選擇不去調度這個機組, 我們定義這些日期爲「單一機組」, 並在實證研究中分別討論加入單一機組日

合約範本的定義。這樣的定義及二分法下, 有極少部分非保證時段可能其實應落入保證時段中而被錯誤地定義在非保證時段中。若 IPP 業者之間在保證時段的移轉率相較於非保證時段較低, 這個定義可能造成本文在非保證時段低估 IPP 業者之間的移轉率。

臺灣大學學術期刊資料庫

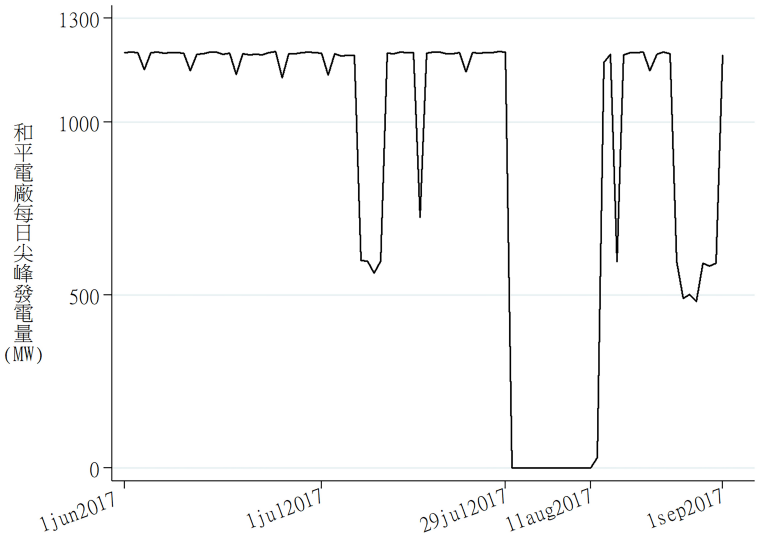



圖 4: 和平電廠每日尖峰發電量

期與移除單一機組日期的效果。[28] 最重要的, 我們可以看到, 在7月29日颱風登陸後, 從7月30日直到8月11日, 和平電廠的發電量皆爲0。

電塔倒塌當日及次日分別爲颱風登陸當天以及颱風肆虐後全台灣多處停電的狀態。因爲我們所定義的事件並不包含颱風本身, 所以我們首先將7月29日與7月30日移出事件期間樣本, 故依據我們對於事件的定義, 我們所使用的事件期間爲7月31日至8月11日。[29] 在對照期間部分, 由於8月12日至8月14日和平電廠開始逐步發電至接近滿載, 也不符合我們對於對照期間的定義 (和平電廠每小時可供調度的電力最高可接近裝置容量1,300 MWh 的期間), 我們亦將這幾天移出樣本。最後, 由於8月15日發生全台超過600萬戶大停電異常事件, 我們亦將這一天移出樣本。[30]

表1呈現主要變數的敘述統計結果。對於每一個變數, 第 (1) 欄爲從6

[28] 單一機組日期一共有10天, 分別爲7月7日至7月9日, 以及8月24日至8月30日。

[29] 另外一個移除颱風當日及次日的原因是, 我們無法得知台電公司是否會因應颱風侵襲及系統多處停電, 在考量系統狀態安全性下, 而改變其調度的規則。

[30] 2017年8月15日下午因中油人員誤關氣閥, 導致台電公司大潭燃氣機組全部跳機, 全台有668萬戶停電, 且造成台電公司緊急分區輪流限電。相關報導可參考聯合報 (2017)。

臺灣大學學術期刊資料庫

表 1: 主要變數在不同期間的基本統計量

| | 平均 (1) | 對照期間 (2) | 事件期間 (3) | 差距 (4) | 裝置容量 (5) |
|---|---|---|---|---|---|
| 當日尖峰總發電量 | 33,038.95 | 32,923.16 | 33,752.16 | 829.00 | 43,175.47 |
| | (2,589.82) | (2,645.00) | (2,086.35) | (0.00) | (130.85) |
| 當日火力機組最大總發電量 | 26,517.61 | 26,547.87 | 26,331.23 | −216.63 | 30,373.44 |
| | (1,798.15) | (1,883.26) | (1,126.24) | (0.06) | (195.10) |
| 當下火力機組總發電量 | 24,394.41 | 24,369.27 | 24,549.24 | 179.97 | 30,342.48 |
| | (2,697.81) | (2,747.97) | (2,363.90) | (0.29) | (160.31) |
| 和平電廠總發電量 | 924.55 | 1,074.64 | 0.00 | −1,074.64 | 1,297.00 |
| | (426.07) | (222.78) | (0.00) | (0.00) | (0.00) |
| IPP 電廠總發電量 (不包含和平電廠) | 4,707.33 | 4,636.72 | 5,142.22 | 505.50 | 6,410.00 |
| | (1,569.50) | (1,594.53) | (1,327.42) | (0.00) | (0.00) |
| IPP 燃煤電廠總發電量 (不包含和平電廠) | 1,627.81 | 1,626.54 | 1,635.63 | 9.09 | 1,800.00 |
| | (150.31) | (154.28) | (123.06) | (0.34) | (0.00) |
| IPP 燃氣電廠總發電量 | 3,079.52 | 3,010.19 | 3,506.59 | 496.41 | 4,610.00 |
| | (1,497.74) | (1,520.74) | (1,268.66) | (0.00) | (0.00) |

註: 1. 發電量與裝置容量的單位分別爲 MWh 與 MW。總觀察值爲 2,062 個小時, 其中對照期間共 1,774 個小時, 事件期間共 288 個小時。

2. 第 (1) 欄、第 (2) 欄、第 (3) 欄及第 (5) 欄括號內的數字爲標準差, 第 (4) 欄括號內的數字爲差距的 $p$ 值。

月到 8 月的平均值, 第 (2) 欄爲在對照期間的平均值, 第 (3) 欄爲在事件期間的平均值, 第 (4) 欄爲事件期間與對照期間平均值的差距, 而第 (5) 欄則呈現該列變數之總裝置容量。另外, 第 (1) 欄至第 (3) 欄, 以及第 (5) 欄中, 括號內的數字爲標準差, 而第 (4) 欄括號內的數字爲差距的 $p$ 值。

就三個衡量需求的變數來看, 在事件期間,「當日尖峰總發電量」較對照期間顯著來得高,「當日火力機組最大總發電量」較對照期間顯著來得低, 但「當下火力機組總發電量」則在兩組時間內並無顯著差異。我們接著透過敘述統計下的 IPP 機組發電量差異來檢視 IPP 機組之間的移轉率。首先, 我們可以看到和平電廠在對照期間 (運轉無虞時) 的發電量約 1,074 MWh, 而在事件期間的發電量爲 0 MWh。就其他 IPP 電廠的總發電量來看, 在事件期間, 除了和平電廠之外的 8 家 IPP 電廠合計每小時被台電公司多調度了約 500 MWh 的電力, 並且這個差距在統計上爲顯著。但若我們進一步地去區分 IPP 電廠的發電型態的話, 我們發現, 這 500 MWh 電力的差距, 幾乎全都來自於台電公司多調度 IPP 燃氣電廠的電力, 而非來

臺灣大學學術期刊資料庫

自於台電公司多調度 IPP 燃煤電廠的電力。

上述結果在經濟調度的原則下並不令人意外。畢竟, 燃煤電廠的發電成本較低, 故在經濟調度上的排序本身已較爲靠前, 另外, 我們也可以由第 (5) 欄的資料發現, 燃煤電廠在對照期間的平均發電量, 早已佔其額定裝置容量近 90%, 故其因爲事件本身增加的發電量相當有限。當然, 這樣的結果並不代表和平電廠 (亦爲燃煤電廠) 與其他燃煤電廠本身不具備競爭關係, 而是在本研究期間的 2017 年夏天的電力需求下, 其他燃煤機組早已被台電公司大量使用接近滿載, 而缺乏進一步增加發電量的空間。最重要的是, 若我們假設在事件期間但和平電廠沒有輸電塔倒塌的假設情境下, 台電公司原先有意每小時調度和平電廠約 1,300 MWh 的發電量 (即裝置容量) 的話, 透過表 1 的結果, 我們可初步推估出和平電廠與其他 IPP 燃氣電廠中的移轉率約爲 0.38。但若我們假設台電公司原先有意調度和平電廠的電量爲每小時 1,074 MWh (即對照期間的平均) 的話, 和平電廠與其他 IPP 燃氣電廠中的移轉率會增加爲 0.46。

除了使用上述的敘述性統計進行初步分析外, 我們也可以使用圖形初步探討 IPP 業者之間的移轉率, 以及該移轉率是否會因爲發電方式與合約結構而有不同。在圖 5 中, 我們繪製出事件期間每小時 (0 時至 23 時) 平均的民營電廠實際總發電量 (以實線表示)。另外, 針對每一個小時, 我們利用 kNN 方法依據「當下火力機組總發電量」在同年度夏天找到配對的對照組小時的發電量平均, 並在圖中以虛線表示。也就是說, 透過實線與虛線之間的差距, 我們可以初步瞭解在不同的時段中, 台電公司在民營電廠之間的需求移轉情形。由圖 5 中可以看出, 在合約的保證時段 (約略是 9 點至 21 點, 依發電方式有所不同), 無論事件發生與否, 民營電廠總發電量幾乎是接近滿載容量 (6,410 MWh, 圖形中最上方的水平線), 故事件本身對於民營電廠在保證時段發電量的影響並不特別明顯。而在非保證時段, 我們可以看出在事件期間, 民營電廠的總發電量是上升的, 而這個結果無論是在使用 1 個、3 個、5 個甚至 10 個配對數之下 ($k = 1, 3, 5, 10$) 都是成立的。

使用同樣的方法, 我們接著在圖 6 與圖 7 中, 依據發電方式, 繪製出民營燃煤電廠以及民營燃氣電廠在事件中的總發電量。從這兩張圖我們可初步

臺灣大學學術期刊資料庫

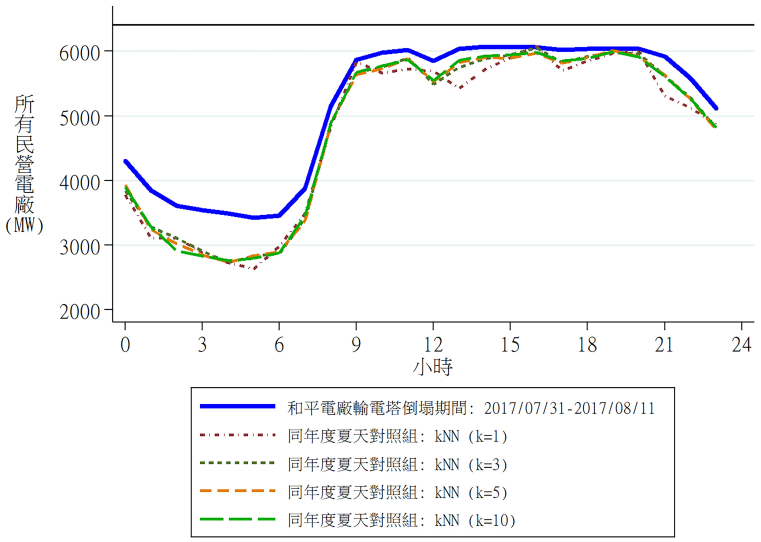



圖 5: 其他民營電廠在和平電廠無法供電期間的發電量

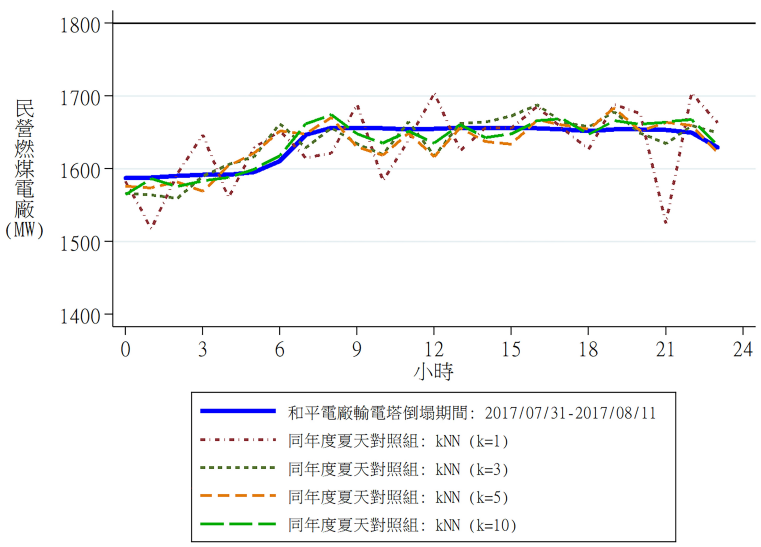



圖 6: 其他民營燃煤電廠在和平電廠無法供電期間的發電量

臺灣大學學術期刊資料庫

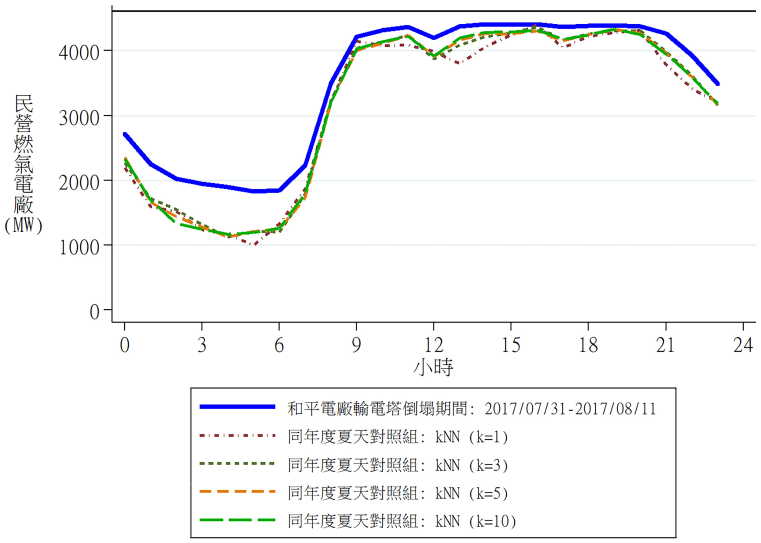



圖 7: 其他民營燃氣電廠在和平電廠無法供電期間的發電量

發現, 事件對於民營燃煤電廠的發電量沒有太大的影響, 但影響主要發生在對民營燃氣電廠的發電量之上, 特別是在非保證發電時段中。

綜合以上所述, 我們初步發現對於台電公司而言, 民營電廠之間存在著需求替代關係。當然, 這些來自敘述性統計以及圖形視覺化呈現的方式雖然可以幫助我們初步瞭解資料的模式, 但敘述性統計並未在完整控制每日或每小時的電力需求下估計事件的結果, 圖形也未提供出標準誤。以下我們將在實證結果部分對民營電廠間的移轉率提供完整的統計分析。

## 5 實證結果

表 2 爲迴歸式的估計結果, 在第 (1) 欄的設定中, 除了事件的虛擬變數及常數項外, 並未加入其他控制變數, 所估計的事件係數爲 505.5 (MWh), 與表 1 所呈現的結果一致。在第 (2) 欄開始, 我們加入當日小時與當週週間日的固定效果, 我們發現, 用固定效果控制需求後估計的係數較小 (約爲 367 MWh) 但仍爲統計上顯著。在第 (3) 欄中, 我們加入當下火力機組總發電量控制電力需求, 而在第 (4) 欄中, 進一步加入當日尖峰總發電量及當日

臺灣大學學術期刊資料庫

表 2: 和平電廠與其他 IPP 電廠的需求替代關係

| | IPP 電廠 | | | | 燃煤電廠 | 燃氣電廠 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| 事件 | 505.498* | 367.377* | 394.328** | 349.864** | 0.713 | 349.152** |
| | (192.073) | (145.824) | (60.412) | (84.565) | (29.660) | (88.874) |
| 當下火力機組總發電量 | | | 0.345** | 0.399** | 0.007 | 0.392** |
| | | | (0.026) | (0.041) | (0.009) | (0.040) |
| 當日尖峰總發電量 | | | | 0.005 | −0.011 | 0.016 |
| | | | | (0.027) | (0.006) | (0.027) |
| 當日火力機組最大總發電量 | | | | −0.084 | 0.009 | −0.093 |
| | | | | (0.084) | (0.015) | (0.085) |
| 觀察值 | 2,062 | 2,062 | 2,062 | 2,062 | 2,062 | 2,062 |
| 小時及週間日固定效果 | 無 | 有 | 有 | 有 | 有 | 有 |

註: 括號內爲標準誤。* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$。

火力機組最大總發電量來控制電力需求。加入控制需求的三個變數後, 事件的係數爲 350 MWh, 並且爲統計上顯著。接著, 在第 (5) 欄及第 (6) 欄中, 我們分別討論事件對於民營燃煤以及民營燃氣電廠的效果, 實證結果發現, 事件對於民營燃煤電廠的發電量並無影響, 但增加了台電公司對於民營燃氣廠的調度量約 349 MWh。

在三個電力需求的控制變數上, 我們發現, 當日尖峰總發電量對於 IPP 電廠的發電量並沒有太大的影響。當日尖峰需求每增加 1 MWh, 民營電廠所增加的發電量約在 0.01 MWh 左右。另外, 這些需求變數對於燃煤電廠的調度量影響都不大, 顯示燃煤電廠的性質偏向爲基載電廠。對燃氣電廠影響較大的變數爲當下火力機組總發電量: 當下火力機組總發電量每增加 1 MWh, 民營電廠所增加的總發電量約爲 0.39 MWh。

我們接著在表 3 中分別依據機組發電方式及合約條件呈現台電公司在事件中的需求移轉情形。第 (1) 欄到第 (4) 欄分別列出民營燃煤電廠在保證時段、非保證時段以及民營燃氣電廠在保證時段、非保證時段的估計結果。首先, 與表 2 的結果類似, 我們發現, 對於民營燃煤電廠來說, 無論是在保證時段或非保證時段, 事件發生與否都不影響台電公司對這些電廠的調度量。另外, 對於民營燃氣電廠而言, 同樣地, 在保證時段中, 其發電量不受事件影響, 但在非保證時段中, 因爲和平電廠無法供電的事件, 台電公司

臺灣大學學術期刊資料庫

表 3: 合約中的保證時段與非保證時段

| | 燃煤電廠 | | 燃氣電廠 | |
|---|---|---|---|---|
| | 保證時段 (1) | 非保證時段 (2) | 保證時段 (3) | 非保證時段 (4) |
| 事件 | −2.597 | 7.679 | 7.775 | 472.294** |
| | (37.756) | (26.893) | (26.575) | (89.607) |
| 當下火力機組總發電量 | −0.004 | 0.011 | 0.253** | 0.386** |
| | (0.015) | (0.009) | (0.043) | (0.035) |
| 當日尖峰總發電量 | −0.010 | −0.012 | 0.017 | 0.095* |
| | (0.006) | (0.008) | (0.014) | (0.039) |
| 當日火力機組最大總發電量 | 0.019 | 0.006 | −0.181** | −0.096 |
| | (0.026) | (0.013) | (0.049) | (0.064) |
| 觀察值 | 1,124 | 938 | 832 | 1,087 |

註: 括號內爲標準誤。$^{*}p < 0.05$, $^{**}p < 0.01$。所有迴歸皆有加入小時及週間日固定效果。

因此每小時平均多調度了民營燃氣電廠 472 MWh 的電力。上述結果與經濟調度的概念一致, 即在保證時段下, 台電公司會優先使用民營發電機組發電, 若在這段期間發電量已接近容量限制下, 我們即不易觀察到 IPP 業者之間的替代性, 但在非保證時段, 和平電廠與其他 IPP 燃氣業者間的替代程度會較保證時段更高。在非合約的保證時段, 若假設原先台電公司在非保證時段每小時意欲調度和平電廠 1,039 MWh 的電力的話 (即對照期間燃氣廠非保證時段中, 和平電廠發電量的平均), 表 3 的結果顯示, 在這段時間和平電廠與其他民營燃氣廠的移轉率爲 0.45。

延續上述的討論, 一個有趣的問題是, 花蓮和平電廠與民營燃氣電廠間的替代性是否具有地域性? 例如, 替代性是否僅限於北部地區或南部地區的電廠? 針對這個問題, 表 4 第 (1) 欄至第 (3) 欄列出依據民營燃氣電廠所在位置 (北部地區、中部地區或南部地區) 在非保證時段分別估計的迴歸結果。[31] 表 4 第 (1) 欄至第 (3) 欄的實證結果顯示, 在事件期間, 北部地區、中部地區、南部地區民營燃氣電廠因此每小時被台電公司多調度的電力分

[31] 在 7 家民營燃氣電廠中, 北部地區共有 3 家 (國光、長生及新桃), 中部地區共有 2 家 (星能及星元), 南部地區共有 2 家 (嘉惠及森霸)。

臺灣大學學術期刊資料庫

表 4: 和平電廠與不同地區民營燃氣電廠在非保證時段的替代關係

| | 北部 (1) | 中部 (2) | 南部 (3) | 中部及南部 (4) |
|---|---|---|---|---|
| 事件 | 266.018** | 119.243 | 87.033 | 206.276* |
| | (69.049) | (62.309) | (62.010) | (96.145) |
| 當下火力機組總發電量 | 0.184** | 0.039 | 0.163** | 0.202** |
| | (0.030) | (0.024) | (0.019) | (0.030) |
| 當日尖峰總發電量 | −0.046 | 0.090** | 0.051** | 0.142** |
| | (0.029) | (0.024) | (0.017) | (0.029) |
| 當日火力機組最大總發電量 | −0.012 | 0.012 | −0.096** | −0.084 |
| | (0.052) | (0.043) | (0.033) | (0.057) |
| 觀察值 | 1,087 | 1,087 | 1,087 | 1,087 |

註: 括號內爲標準誤。* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$。所有迴歸皆有加入小時及週間日固定效果。

別爲: 266 MWh、119 MWh、及 87 MWh (3 個地區事件係數之 $p$ 值分別爲 0、0.059 及 0.164)。顯示由民營燃氣電廠所替代的電力中, 主要是由位於北部的電廠支應, 而非單獨由中部或南部電廠支應。另外, 雖然就中部地區或南部地區個別來看, 所估計事件的係數在統計上並不顯著, 但若以中部地區及南部地區民營燃氣電廠合計的發電量進行估計 (結果置於表 4 第 (4) 欄), 在事件期間中部及南部民營燃氣電廠合計每小時被台電公司多調度的電力爲 206 MWh 且爲統計上顯著 ($p$ 值爲 0.035)。上述結果代表雖然在和平電廠無法供電期間由民營燃氣電廠替代的電力中, 主要是由北部的電廠支應, 但替代性並不完全僅侷限於和平電廠與北部民營燃氣電廠之中。

在呈現本研究的主要結果後, 我們接著進行一系列地的穩健度分析。首先, 在對照期間中, 有部分時段和平電廠僅使用單一機組發電, 原因可能是台電公司當日僅願意調度一個機組的發電量或當日和平電廠機組處於維修的狀態。由於我們無法得知和平電廠在事件中時段但未有輸電塔倒塌發生的假設性情境下是否也會偶爾選擇維修, 加入這些單一機組的日期可能會有遺漏變數的問題。爲了檢視這樣的問題是否會大幅影響本研究的估計結果, 我們在表 5 呈現移除和平電廠僅使用單一機組日期後的結果。從

臺灣大學學術期刊資料庫

表 5: 移除和平電廠僅使用單一機組日期

| | IPP 電廠 | 燃煤電廠 | | | 燃氣電廠 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 合計 | 保證時段 | 非保證時段 | 合計 | 保證時段 | 非保證時段 |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) | (7) |
| 事件 | 342.358** | 5.922 | 13.619 | 2.183 | 336.436** | 1.298 | 452.561** |
| | (93.038) | (30.325) | (26.105) | (40.013) | (96.208) | (27.379) | (97.557) |
| 當下火力機組總發電量 | 0.402** | 0.003 | 0.005 | −0.005 | 0.399** | 0.271** | 0.385** |
| | (0.042) | (0.009) | (0.008) | (0.018) | (0.041) | (0.046) | (0.037) |
| 當日尖峰總發電量 | 0.011 | −0.011 | −0.010 | −0.012 | 0.023 | 0.017 | 0.110** |
| | (0.029) | (0.006) | (0.008) | (0.007) | (0.029) | (0.015) | (0.040) |
| 當日火力機組最大總發電量 | −0.094 | 0.013 | 0.009 | 0.023 | −0.107 | −0.199** | −0.108 |
| | (0.088) | (0.016) | (0.013) | (0.030) | (0.089) | (0.051) | (0.066) |
| 觀察值 | 1,822 | 1,822 | 818 | 1,004 | 1,822 | 754 | 951 |

註: 括號內爲標準誤。** $p < 0.01$。所有迴歸皆有加入小時及週間日固定效果。

表 5 中可以發現, 單一機組日期對於估計結果影響不大, 燃氣電廠在非保證時段因爲此事件被台電多調度了 453 MWh 的發電量。在附錄中, 我們亦提供限制研究期間在 2017 年 8 月或完全不使用火力機組發電量控制電力需求下的迴歸估計結果, 其結果亦支持本文的主要研究結論。

接著我們在表 6 列出使用 kNN 配對方法估計的結果。在配對上本研究使用兩個變數。首先, 配對的基本要求是當日小時必須完全符合。除此之外, 我們分別在三個衡量當日電力需求的變數中擇一進行配對。表 6 最上方列出每一欄配對結果所使用的電力需求配對變數, 而在每個電力需求配對變數中, 我們又分別呈現使用 1 個、3 個及 10 個配對值的結果。

爲了節省空間, 表 6 直接列出 27 種使用 kNN 配對方法的估計結果。在不同列中, 我們分別呈現以所有民營電廠發電廠 (不包含和平電廠)、民營燃煤電廠發電量、以及民營燃氣電廠發電量爲結果變數的配對結果。表 6 的結果顯示, 對於燃氣電廠而言, 所有的估計結果皆爲統計上顯著。另外, 使用不同配對變數在僅採用一個配對值下的差異較大。對於燃氣電廠而言, 在 $k = 1$ 下使用當下火力機組總發電量來配對的估計結果爲 413 MWh, 但在使用當日火力機組最大總發電量來配對時的估計結果爲 611 MWh。這個情形在使用到 10 個配對值後有所緩解, 在 $k = 10$ 下, 對於燃氣電廠的影響估計值落在 511 MWh 至 545 MWh 之間。與表 2 同時控制

臺灣大學學術期刊資料庫

臺灣大學學術期刊資料庫

表 6: 最近鄰居配對法的估計結果

| | 當下火力機組總發電量 (1) | 當下火力機組總發電量 (2) | 當下火力機組總發電量 (3) | 當日尖峰總發電量 (4) | 當日尖峰總發電量 (5) | 當日尖峰總發電量 (6) | 當日火力機組最大總發電量 (7) | 當日火力機組最大總發電量 (8) | 當日火力機組最大總發電量 (9) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IPP 電廠 | 408.890** | 453.253** | 565.387** | 400.809** | 381.081** | 525.683** | 618.801** | 685.508** | 558.539** |
| | (31.166) | (28.834) | (26.963) | (54.884) | (51.746) | (43.375) | (42.909) | (36.809) | (40.688) |
| IPP 燃煤 | −4.275 | 2.837 | 20.519** | −2.279 | −17.659* | 14.610** | 7.569 | 7.494 | 34.377** |
| | (7.921) | (7.157) | (6.172) | (7.913) | (7.179) | (5.256) | (6.358) | (5.661) | (5.265) |
| IPP 燃氣 | 413.165** | 450.416** | 544.868** | 403.088** | 398.740** | 511.073** | 611.232** | 678.013** | 524.162** |
| | (29.264) | (26.979) | (25.572) | (51.638) | (48.914) | (40.959) | (40.469) | (34.596) | (38.634) |
| 配對數 | 1 | 3 | 10 | 1 | 3 | 10 | 1 | 3 | 10 |
| 觀察值 | 2,062 | 2,062 | 2,062 | 2,062 | 2,062 | 2,062 | 2,062 | 2,062 | 2,062 |

註: 括號內爲標準誤。$^{*}p < 0.05$, $^{**}p < 0.01$。

三種電力需求及小時與週間日的迴歸結果比較, 我們發現使用 kNN 配對法得到的估計結果通常較大。

根據表2及表3所呈現的迴歸結果, 我們並沒有發現在和平電廠無法供電給台電公司的事件中, 其他民營燃煤電廠因此被台電公司多調度電力。如前所述, 這個結果可能來自燃煤電廠本身在對照組時間中原本就接近滿載, 故在本研究的設定下, 無法檢驗出燃煤電廠之間的競爭關係。然而, 我們發現在和平電廠無法供電給台電公司的事件中, 民營燃氣電廠因此平均每小時被多調度了約350 MWh 的電力。而在非保證時段期間, 和平電廠與民營燃氣電廠之間的移轉率約爲0.45。也就是說, 在這段期間, 民營和平電廠因爲較差的交易條件 (意指不能供電), 而流失掉的每單位交易量中, 其他民營燃氣廠可以透過較好的交易條件 (意指可以供電), 回收 (recapture) 其中45%的交易量。綜合以上的實證分析結果, 我們可以拒絕民營電廠之間完全不存在競爭的假說。

爲了詮釋上述係數的經濟意義, 假設在事件中的12天 (288個小時), IPP 燃氣廠每小時平均被多調度350 MWh, 而1度電 (kWh) 的變動利潤爲新台幣1元的話, 則每1個小時所有 IPP 燃氣廠的總利潤會增加35萬元, 事件期間 IPP 燃氣廠的總利潤會增加1億80萬元。上述對於1度電變動利潤爲1元的假設僅是方便行文說明, 若以台電公司官網公布的106年發電成本粗估, 台電公司自發燃氣1度電之成本爲2.14元, 而台電公司向 IPP 燃氣廠購入1度電的成本爲2.85元, 其每度電的價差爲0.71元。[32] 故若假設民營燃氣業者發電的變動利潤僅僅來自於該價差 (而不考慮其與台電公司經營發電廠的效率差異), 則事件期間 IPP 燃氣廠因爲提供較和平電廠爲佳的交易條件, 其總利潤會增加7,157萬元。

最後, 表7列出在不同的移轉情形 ($\beta$) 以及變動利潤的估計值下, IPP 燃氣廠在和平電廠無法供電的288個小時內, 可以增加的利潤, 方便讀者自行詮釋係數的經濟意義。從表中可以看到, 在給定1度電的變動利潤下, IPP 業者之間的移轉程度愈高, 業者之間透過在交易條件上的競爭 (例如在天候不佳時維持廠區輸電塔的穩定性, 或降價獲取在非保證時段優先被調度的機會), 可以獲得的利益就愈大。

[32]資料來源: 台電公司各種發電方式之發電成本。網址爲: https://www.taipower.com.tw/

臺灣大學學術期刊資料庫

表 7: 民營燃氣電廠在事件期間所增加的利潤

(單位: 元/kWh)

| 民營燃氣廠每度電變動利潤 | 事件所對應的係數 ($\beta$) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 300 MWh | 350 MWh | 400 MWh | 500 MWh | 600 MWh |
| 0.1 | 864 | 1,008 | 1,152 | 1,440 | 1,728 |
| 0.3 | 2,592 | 3,024 | 3,456 | 4,320 | 5,184 |
| 0.5 | 4,320 | 5,040 | 5,760 | 7,200 | 8,640 |
| 0.7 | 6,048 | 7,056 | 8,064 | 10,080 | 12,096 |
| 1 | 8,640 | 10,080 | 11,520 | 14,400 | 17,280 |

註: 單位爲萬元新台幣。

## 6 結論

確認廠商之間是否具有競爭關係是產業經濟學在探討聯合行爲、結合決定, 以及其他可能有限制競爭效果的廠商行爲之重要關鍵。本研究利用 2017 年尼莎颱風過境導致和平電廠輸電塔倒塌而無法供電至台電公司的事件, 探討民營電廠之間的競爭關係。研究結果發現, 和平電廠無法供電的事件, 造成民營燃氣電廠因此每小時合計被多調度了約 350 MWh 的電力, 而在合約的非保證時段期間, 和平電廠與民營燃氣電廠之間的移轉率約爲 0.45, 故研究結果拒絕民營發電業者之間完全不具任何競爭關係的假說。

本研究的實證結果可以幫助釐清民營發電業者一旦出現相互約束事業活動之行爲時, 是否具有限制競爭效果。研究結果也顯示, 透過蒐集整理台電公司的公開電力調度資料, 可以協助我們理解台電公司對於不同發電類型機組, 在不同合約狀態下的機組調度需求。理解這些調度的決策, 在我國電力產業將有可能進一步解除管制之際, 將有助於未來我國電力產業的制度設計。

最後, 必須說明的是, 雖然本研究的實證結果拒絕民營發電業者之間完全不具任何競爭關係的假說, 但在本研究目前的資料限制下, 尚不足以直接對現行民營發電業者背後的行爲模式 (勾結或競爭) 進行推論。建議未

tc/page.aspx?mid=196。

臺灣大學學術期刊資料庫

附表 1: 官方資料與 g0v 資料的敘述性統計

| | 觀察值 | 平均 | 標準差 | 最小值 | 最大值 |
|---|---|---|---|---|---|
| 本研究的資料來源 (g0v 資料) | 86 | 6,758.60 | 1,044.64 | 3,720.07 | 7,589.05 |
| 政府資料開放平台 (官方資料) | 86 | 6,758.97 | 1,047.45 | 3,679.00 | 7,589.00 |

註: 資料爲每日尖峰所有民營電廠合計的發電量, 發電量的單位爲 MW。

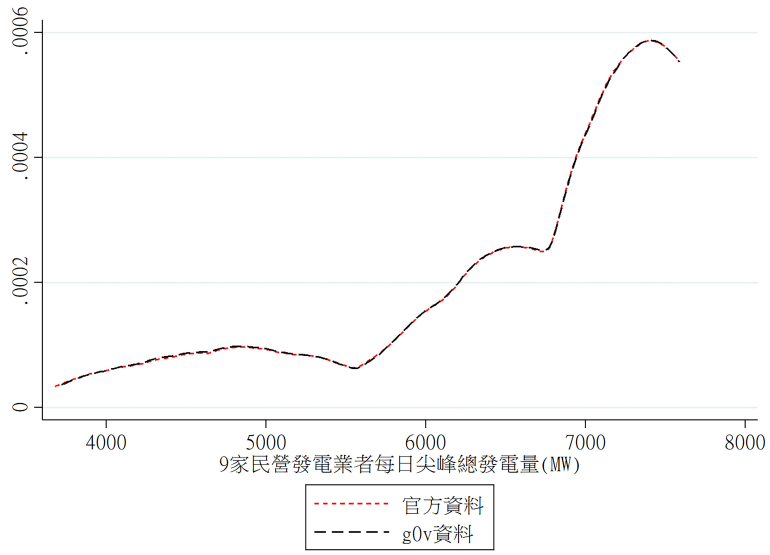
來研究者在取得更多成本面資料及合約價格細節下, 可以考慮進一步建構完整的合約談判模型去檢驗廠商行爲模式或進行更多的反事實分析。

## 附錄 1: 資料來源

本研究使用的資料來源 (下稱 g0v 資料) 爲零時政府 (g0v.tw) 平台內的一個項目 (下載網址爲: http://taipower.g0v.ronny.tw)。零時政府平台致力於開發公民參與社會的資訊平台與工具。該項目定期抓取台電公司每 10 分鐘公布於政府資料開放平台 (http://data.taipower.com.tw/opendata01/apply/ file/d006001/001.txt) 的即時機組發電資料。爲了驗證該項目下載原始資料上的正確性, 本附錄對 g0v 資料與台電公司所公布的另一個資料集「台灣電力公司過去供電資訊」(下稱官方資料, 網址: https://data.nat.gov.tw/dataset/19995) 進行比對。

在官方資料中, 提供了各個機組在每日尖峰發電量 (自有機組與民營機組) 的歷史記錄, 但缺乏其他時段的發電資料 (即一天一個機組只有一筆資料)。因此, 我們求算在 g0v 資料中, 每日發電尖峰時各機組的發電量並與官方資料進行比對, 比對後的敘述性統計結果呈現於附表 1。如同附表 1 所示, IPP 電廠在兩份資料中每日尖峰的瞬時發電量皆爲 6,759 MW, 在標準差、最小值、最大值部分, 兩份資料也僅有些微的差異。附圖 1 呈現兩份資料的核密度估計 (kernel density estimation) 結果, 在圖中兩份資料的估計結果幾乎重合。綜合以上結果, 本研究的資料應可正確呈現 IPP 電廠在研究期間的發電行爲。

臺灣大學學術期刊資料庫




附圖 1: 官方資料與 g0v 資料中 IPP 業者的每日尖峰總發電量

## 附錄 2: 其他穩健度測試相關表格

本研究中所使用的資料期間爲 2017 年 6 月至 8 月, 考慮到在這 3 個月中可能產生未被研究者觀測到的成本變化對研究結果的影響, 本研究進一步限制研究期間的範圍在事件發生的主要期間 (2017 年 8 月), 以減少長期成本變化對研究結果的影響。附表 2 爲限制研究期間下, 重製正文中表 3 的實證結果。比較兩個表格的結果可以發現, 限制研究期間並不影響本研究的結果, 甚至會增加民營燃氣電廠在事件的非保證時段所對應的估計值爲每小時多調度 620.887 MWh (表 3 對事件的估計值爲每小時多調度 472.294 MWh), 更支持本文發現民營電廠間具有高移轉率的研究結果。

另外, 由於台電對民營電廠的調度量, 取決於電力系統當下對火力機組的發電需求, 在本研究正文的主要結果中皆加入了對電力需求的控制變數。但考慮到對民營機組的調度量與當下火力機組總發電量間本身具有高相關性, 本研究在附表 3 提供在迴歸中完全不使用機組發電量控制電力需求的實證結果。附表 3 的實證結果亦支持本研究在正文的研究結果。

臺灣大學學術期刊資料庫

附表2: 限制研究期間在2017年8月

| | 燃煤電廠 | | 燃氣電廠 | |
|---|---|---|---|---|
| | 保證時段 (1) | 非保證時段 (2) | 保證時段 (3) | 非保證時段 (4) |
| 事件 | 13.592 | −53.468 | −9.791 | 620.887** |
| | (22.564) | (33.205) | (26.251) | (121.038) |
| 當下火力機組總發電量 | 0.019 | 0.021 | 0.386** | 0.545** |
| | (0.013) | (0.012) | (0.045) | (0.056) |
| 當日尖峰總發電量 | −0.022 | −0.005 | −0.005 | 0.066 |
| | (0.018) | (0.023) | (0.008) | (0.085) |
| 當日火力機組最大總發電量 | 0.041 | −0.049 | −0.356** | −0.170 |
| | (0.041) | (0.052) | (0.052) | (0.112) |
| 觀察值 | 360 | 288 | 273 | 336 |
| 月份 | 8 | 8 | 8 | 8 |

註: 括號內爲標準誤。* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$。所有迴歸皆有加入小時及週間日固定效果。

附表3: 在迴歸中不使用機組發電量控制電力需求

| | 燃煤電廠 | | 燃氣電廠 | |
|---|---|---|---|---|
| | 保證時段 (1) | 非保證時段 (2) | 保證時段 (3) | 非保證時段 (4) |
| 事件 | −14.873 | 30.248 | 24.013 | 693.661** |
| | (28.465) | (51.590) | (42.561) | (233.307) |
| 觀察值 | 1,124 | 938 | 832 | 1,087 |

註: 括號內爲標準誤。** $p < 0.01$。所有迴歸皆有加入小時及週間日固定效果。

## 參考文獻

中央通訊社 (2017), “和平電廠鐵塔倒塌限電警戒紅燈恐亮,”《中央通訊社》, 2017年7月30日, URL: https://www.cna.com.tw/news/firstnews/201707300168.aspx, visitedon07/01/2019。(Central News Agency (2017), “Tower Collapse at He-Ping Power Plant May

臺灣大學學術期刊資料庫

Push Energy Supply into the Red," *Central News Agency*, July 30, **URL**: https://www.cna.com.tw/news/firstnews/201707300168.aspx, visited on 07/01/2019.)

王文宇 (2013), "正本清源 — 評台電與民營電廠紛爭涉及的多重法律議題," 《月旦法學雜誌》, 217, 63–92。(Wang, Wen-Yeu (2013), "Start at the Bottom: Comments on Law Issues Involved in Taipower and Independent Power Producers' Disputes," *Taiwan Law Review*, 217, 63–92.)

自由時報 (2017), "政院帶頭節能度15天供電危機," 《自由時報》, 2017年8月2日, A3版。(Liberty Times (2017), "Executive Yan Takes Electricity Conservation Measures during 15-day Electricity Crisis," *Liberty Times*, A3, August 2.)

陳嘉雯與林茂廷 (2016), "產品特定市場界定以及價格上漲壓力測試: 以好樂迪與錢櫃結合案爲例," 《經濟研究》, 52(1), 39–72。(Chen, Chia-Wen and Mau-Ting Lin (2016), "Market Definition and Upward Pricing Pressure Test: Evidence from Taiwan's KTV Industry," *Taipei Economic Inquiry*, 52(1), 39–72.)

劉姿汝 (2016), "由民營電廠案論聯合行爲之認定," 《興大法學》, 19, 107–155。(Liu, Tsu-Zu (2016), "An Essay on the Formation of Concerted Action: A Case Study of PPA between Taiwan Power Company and Independent Power Producer," *Chung-Hsing University Law Review*, 19, 107–155.)

聯合報 (2017), "1人誤關氣閥2分鐘668萬戶淪陷," 《聯合報》, 2017年8月16日, A1版。(United Daily News (2017), "Error from Gas Supplier Blacks Out 6.68 Million Households," *United Daily News*, A1, August 16.)

顏雅倫 (2019), "競爭、管制與契約於我國電力產業之難解糾葛 — 最高行政法院107年度判字第560號判決評析," 未出版論文。(Yen, Ya-Lun (2019), "Entanglement in Competition, Regulation and Contracts: Comments on Supreme Administrative Court's Ruling No 560 in 2018," Working Paper.)

臺灣大學學術期刊資料庫

蘋果日報 (2017), “和平電廠歸隊限電危機解除,” 《蘋果日報》, 2017年8月11日, A10版。(Apple Daily (2017), “Electricity Crisis is Over, Thanks to He-Ping Power Plant’s Return,” *Apple Daily*, A10, August 11.)

Berry, Steven, James Levinsohn, and Ariel Pakes (1995), “Automobile Prices in Market Equilibrium,” *Econometrica*, 63(4), 841–890.

Borenstein, Severin, James B. Bushnell, and Frank A. Wolak (2002), “Measuring Market Inefficiencies in California’s Restructured Wholesale Electricity Market,” *American Economic Review*, 92(5), 1376–1405.

Bresnahan, Timothy F. (1987), “Competition and Collusion in the American Automobile Industry: The 1955 Price War,” *Journal of Industrial Economics*, 35(4), 457–482.

Bushnell, James B., Erin T. Mansur, and Celeste Saravia (2008), “Vertical Arrangements, Market Structure, and Competition: An Analysis of Restructured US Electricity Markets,” *American Economic Review*, 98(1), 237–266.

Chang, Hung-Hao (2017), “The Economic Effects of Uber on Taxi Drivers in Taiwan,” *Journal of Competition Law and Economics*, 13(3), 475–500.

Conlon, Christopher T. and Julie Holland Mortimer (2019), “Empirical Properties of Diversion Ratios,” Working Paper.

Davis, Lucas and Catherine Hausman (2016), “Market Impacts of a Nuclear Power Plant Closure,” *American Economic Journal: Applied Economics*, 8(2), 92–122.

Farrell, Joseph and Carl Shapiro (2010), “Antitrust Evaluation of Horizontal Mergers: An Economic Alternative to Market Definition,” *B. E. Journal of Theoretical Economics*, 10(1), Article 9.

Garmon, Christopher (2017), “The Accuracy of Hospital Merger Screening Methods,” *RAND Journal of Economics*, 48(4), 1068–1102.

Gowrisankaran, Gautam, Aviv Nevo, and Robert Town (2015), “Mergers When Prices Are Negotiated: Evidence from the Hospital Industry,” *American Economic Review*, 105(1), 172–203.

Klein, Benjamin, Robert G. Crawford, and Armen A. Alchian (1978), “Vertical Integration, Appropriable Rents, and the Competitive Contracting Process,” *Journal of Law and Economics*, 21(2), 297–326.

Nevo, Aviv (2000), “A Practitioner’s Guide to Estimation of Random-Coefficients Logit Models of Demand,” *Journal of Economics and Management Strategy*, 9(4), 513–548.

臺灣大學學術期刊資料庫

Nevo, Aviv (2001), "Measuring Market Power in the Ready-to-Eat Cereal Industry," *Econometrica*, 69(2), 307–342.

Organisation for Economic Co-operation and Development (2016), "The Impact of Disruptive Innovations on Competition Law Enforcement," **URL**: https://www.oecd.org/competition/globalforum/disruptive-innovations-competition-law-enforcement.htm.

Porter, Robert H. (1983), "A Study of Cartel Stability: The Joint Executive Committee, 1880–1886," *Bell Journal of Economics*, 14(2), 301–314.

Reynolds, Graeme and Chris Walters (2008), "The Use of Customer Surveys for Market Definition and the Competitive Assessment of Horizontal Mergers," *Journal of Competition Law and Economics*, 4(2), 411–431.

Williamson, Oliver E. (1971), "The Vertical Integration of Production: Market Failure Considerations," *American Economic Review*, 61(2), 112–123.

投稿日期: 2019年7月15日, 接受日期: 2019年12月25日

臺灣大學學術期刊資料庫

# Competition among Independent Power Producers under Long-Term Contracts: Evidence from a Transmission Tower's Collapse in Taiwan

Chia-Wen Chen

*Research Center for Humanities and Social Sciences, Academia Sinica*

To evaluate competition among firms, it is important to look at the substitution pattern between the firms. In 2013, the Taiwan Fair Trade Commission (Taiwan FTC) fined 9 independent power producers (IPPs) 6.3 billion NTD for their collusive behavior during their contract negotiation process with the utility company (Taiwan Power Company). The IPPs argued that they did not compete with each other in the electricity generation sector because they were already under long-term contracts with the utility company. In this paper, I use unit-level electricity generation data to examine the substitution pattern between IPPs. Using an exogenous event in which He-Ping Power Plant failed to provide power to the utility because its transmission tower had collapsed due to a typhoon, I examine changes in power supply by other IPPs. I find that the event caused other IPPs to increase the amount of electricity supplied to the utility per hour by 350 MWh. During hours when the take-or-pay clauses did not apply, the diversion ratio between IPPs' gas-generating units and the He-Ping Power Plant was about 0.45. My results reject the hypothesis that IPPs did not compete with each other in the electricity generation sector.

Keywords: collusive behavior, independent power producers, long-term power purchase agreement
JEL classification: L41, L14, Q40

臺灣大學學術期刊資料庫

臺灣大學學術期刊資料庫