

知識物件上傳表

計畫名稱：109 年度能源先期管理制度執行、查核與研究 (2/3)

上傳主題：我國能源先期管理制度對於電力供給端之節能減碳貢獻

提報機構：台灣經濟研究院

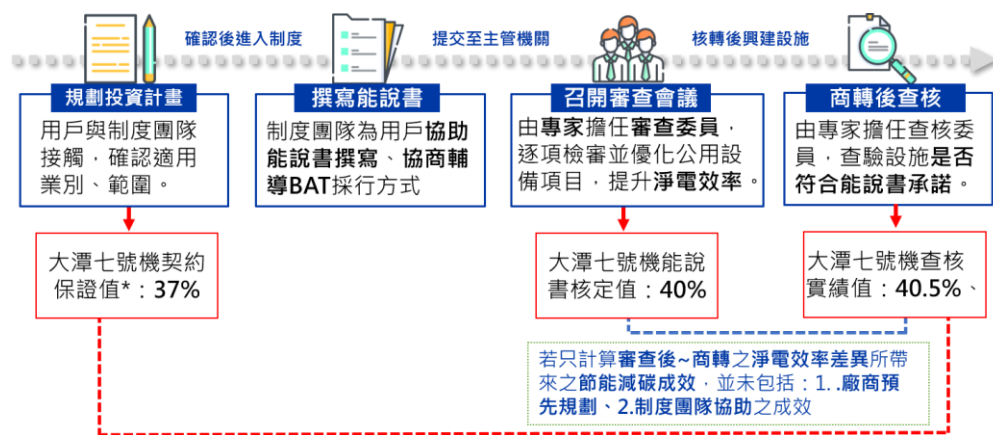
提報時間：109 年 10 月 13 日

與計畫相關	☒ 1.是 ☐ 2. 否
國別	1. ☒ 國內 2. ☐ 國外：(註明國家名稱)
能源業務	☒ 1.能源政策(包含政策工具及碳交易、碳稅等) ☐ 2.石油及瓦斯 ☐ 3.電力及煤碳(包含電力供應、輸配、煤炭、核能等) ☐ 4.新及再生能源 ☐ 5.節約能源(包含工業、住商、運輸等部門) ☐ 6.其他
能源領域	☐ 1.能源總體政策與法規 ☐ 2.能源安全 ☐ 3.能源供需 ☐ 4.能源環境 ☐ 5.能源價格 ☐ 6.能源經濟 ☐ 7.能源科技 ☐ 8.能源產業 ☒ 9.能源措施 ☐ 10.能源推廣 ☐ 11.能源統計 ☐ 12.國際合作
決策知識類別	☐ 1.建言 (策略、政策、措施、法規) ☒ 2.評析(先進技術或方法、策略、政策、措施、法規) ☐ 3.標竿及統計數據：技術或方法、產業、市場等趨勢分析 ☐ 4.其他：
重點摘述	我國能源先期管理制度自 104 年 11 月 24 日施行開始，迄今已歷時 4 年有餘，為對外彰顯本制度施行效益，研究團隊欲釐清來自於其他層面影響(如技術、市場、環境等)後，估算本制度透過針對電力類用戶能源使用說明書之審查所帶來節能減碳成效。
詳細說明	■ 研究背景說明 我國能源先期管理制度依循能源管理法第 16 條針對大型投資生產計畫之能源用戶新設或擴建能源使用設施之使用數量、種類、效率及區位等事項審查，以落實能源先期管理。；亦因為本制度配合我國能源開發政策之定案進程，採二階段施行，第一階段先就效率項目進行審查；而按照《能源開發及使用評估準則》第七條，能源用戶屬電力類或汽電共生類者，其效率之內容，應符合最佳可行技術規定。故本制度往例中對此二類用戶俱要求於能說書內提供淨電效率(或總熱效率)說明。 爰此，本研究遂欲檢視，我國能源先期管理制度對於能源用戶審查其淨電效率，在試圖釐清其他外生變數之影響後，是否能帶來節能減碳

之效益；而限於資料可取得性，本研究先針對**電力類用戶**進行估算。

■ 研究議題一：未能完整反映制度效益

本制度往年呈現對電力供給端之節能減碳成效時，係透過衡量所審查案件「大潭電廠增建計畫」，其淨電效率之**審查核定值**與**查核商轉值**的差異，再換算成節能減碳成效。本研究認為按此二數值**產生時點**僅能反映廠商按**審查意見**優化製程與公用設備設計，並未完整反映制度改善成效。本研究認為，與其使用審查時所核定之淨電效率值，應檢視**契約保證值**¹與商轉後查核實績值之差異，方能完整包括制度運作過程之貢獻成效，謹以下流程圖說明：



圖一 能源使用說明案件審查-查核流程圖

■ 研究議題二：釐清其他層面之影響

本制度歷年在執行時偶有用戶主張其淨電效率改善未必來自本制度審查助益，而係源於其**自發性**採用最適技術或設備，俾使效率提升。若未能釐清來自技術進步、景氣等其他外生變數時即對外呈現本制度量化效益，或致令外界對本制度產生懷疑。本研究遂欲找出具可比性之**對照組**，釐清本制度所帶來之節能減碳成效。

國內外實證研究在進行政策效果檢驗時，常見以選取特徵相似之對照組(Comparison group)之方式，與作為政策對象之控制組(treatment

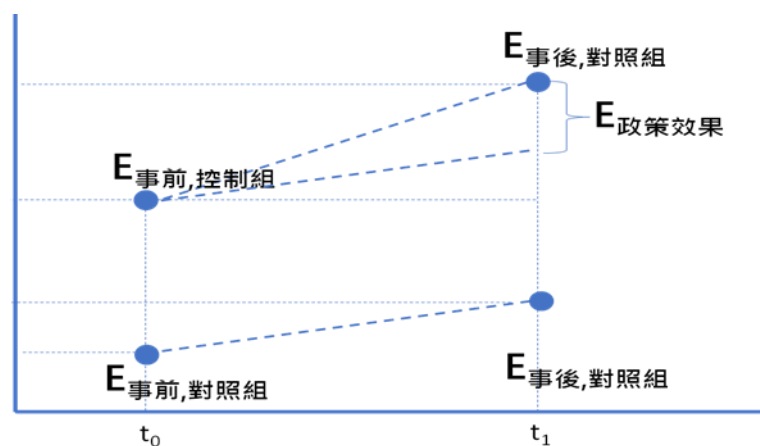
¹ 契約保證值(Contracted Gurantee)即發電設備供應商承諾最低應達到之效率值，達到後方可竣工查驗，獲取電業執照

group)進行比較，檢視兩組在政策實施前/後之成效變化量的差異。本研究蒐研之國內外案例如下表：

表一 運用控制組-對照組比較政策效果之國內外案例[1][2][3][4][5]

國內案例		國外案例	
研究/委辦單位	研究內容	研究/委辦單位	研究內容
衛生署	全民健保部分負擔制度研究(委託政大)	英國 OFGEM	能源需求反應計畫(智慧電表成效檢視)
公平交易委員會	結合決定事後影響評估之研究(委託政大)	歐盟	對配電業者之政策、價格與資訊處理之政策效果評估
主計總處	由農業普查觀察景氣循環對我國農家勞動力之影響(委託世新)		

本研究將運用此方法，比較：控制組(能說電力類用戶)審查前/商轉後，以及對照組(非能說制度發電機組)的節能減碳幅度，若前者>後者，則本制度為我國節能減碳帶來淨正效益。謹以下圖例說明：



圖二 控制 v.s 對照組比較圖

由上圖可知，本研究欲檢視能源先期管理制度之節能減碳效果可以下

式表示；

$$E_{\text{政策效果}} = (E_{\text{事後,控制組}} - E_{\text{事前,控制組}}) - (E_{\text{事後,對照組}} - E_{\text{事前,對照組}})$$

綜上所述，研究流程大致可分為三個步驟如下：

1. 蒐集對照組資料

根據燃料種類、機組類型、商轉時間等，篩選出與控制組(大潭 CC #7-GT)具可比性之對照組(通霄新 CC#1-GT)。並且根據按照能源查核申報資料，計算控制組與對照組之淨電效率之規劃設計值與實際商轉值。

2. 得出單位制度效益

參照聯合國政府間氣候變化專門委員會(IPCC)指南，換算控制&對照組事前/後單位節能減碳成效。並且按上述方法，將對照組效果扣除後，得出本制度之單位節能與減碳成效。

3. 轉譯制度成效實際意涵

承 2.，並按本能源先期管理制度審核電力類案件之進展，估算本制度節能減碳成效路徑圖。並參照如農委會公告、能源統計系統等資料，將成效換算為一般外界民眾有感之具體數據。

■ 控制組簡介—大潭電廠增建燃氣複循環機組發電計畫(變更)：

本案屬於政府當年所推動緊急供電計畫，於 2016 年底向本制度提出申請，隔年 2 月獲能源局核准後，其中#7 第一階段 2 部單循環氣渦輪機組(300MWx2)已於 2018 年度 3 月底商轉。本案於 2017 年 1 月辦理審查會議，逐項檢視共計 128 項 BAT，優化共 5 項製程與公用設備系統設計。此外，本案已於 2019 年 4 月由本制度團隊完成實地查核。

本研究將按此案審查前/商轉後淨電效率，換算出審查前/商轉後之分別能源使用量(燃氣)及碳排量。再計算審查前~商轉後的節能減碳量。淨電效率如下：

1. 本案已商轉之#7 單循環機組於核准後能說書所填寫之淨電效率為

37%(設計保證值*)；

2. 本案於 2019 年查核時之淨電效率為 40.5% (查核實績值) ；

3. 計算本案淨電效率改善程度： $(40.5\%-37\%)/37\%=9.45\%$

■ 篩選出合適對照組：

因我國對製造業能源大用戶施行能源查核制度，其適用對象、檢視產業、與本制度相近，且亦包含用戶機組初始設計值與各申報年度實際商轉值，故將此制度申報資料作為對照組來源。本研究謹以商轉時間、裝置容量、燃料類型等構面，自我國目前商轉中之燃氣機組挑選出具可比性之對照組。燃氣機組之彙整請見下表：

表二 我國商轉中燃氣機組彙整表

電廠	機組	裝置容量MW	商轉日期	機組數量(汽渦輪+汽輪)	汽渦輪類型	汽輪機類型
大潭	CC#1	742.7	Aug-06	3+1	日本三菱重工製M501F型氣渦輪發電機	日本三菱重工製汽輪發電機
	CC#2	742.7	Dec-06	3+1	日本三菱重工製M501F型氣渦輪發電機	日本三菱重工製汽輪發電機
	CC#3	724.7	Nov-07	2+1	日本三菱重工製M501F型氣渦輪發電機	日本三菱重工製汽輪發電機
	CC#4	724.7	Jul-07	2+1	日本三菱重工製M501F型氣渦輪發電機	日本三菱重工製汽輪發電機
	CC#5	724.7	Jul-08	2+1	日本三菱重工製M501F型氣渦輪發電機	日本三菱重工製汽輪發電機
	CC#6	724.7	Jan-09	2+1	日本三菱重工製M501F型氣渦輪發電機	日本三菱重工製汽輪發電機
	CC#7-GT	600	Mar-18	2	美國奇異公司製7HA.02型氣渦輪發電機	N/A
通霄	新CC#1	892.6	Feb-18	2+1	日本三菱重工製M501J型氣渦輪發電機	日本三菱重工製汽輪發電機
	新CC#2	892.6	Jul-19	2+1	日本三菱重工製M501J型氣渦輪發電機	日本三菱重工製汽輪發電機
	新CC#3	892.6	Jun-20	2+1	日本三菱重工製M501J型氣渦輪發電機	日本三菱重工製汽輪發電機
	CC#4	386	Mar-92	3+1	瑞典ABB公司製Kallin-3汽渦輪發電機	瑞典ABB公司製汽輪發電機
	CC#5	386	May-92	3+1	瑞典ABB公司製Kallin-3汽渦輪發電機	瑞典ABB公司製汽輪發電機
	CC#6	321.2	Mar-92	2+1	法國阿爾斯通公司製汽渦輪發電機	法國阿爾斯通公司製汽輪發電機
興達	CC#1	445.2	Apr-98	3+1	德國西門子公司製V84.2氣渦輪發電機	德國西門子公司製汽輪發電機
	CC#2	445.2	May-98	3+1	德國西門子公司製V84.2氣渦輪發電機	德國西門子公司製汽輪發電機
	CC#3	445.2	Jun-98	3+1	德國西門子公司製V84.2氣渦輪發電機	德國西門子公司製汽輪發電機
	CC#4	445.2	Aug-98	3+1	德國西門子公司製V84.2氣渦輪發電機	德國西門子公司製汽輪發電機
	CC#5	445.2	Jan-99	3+1	德國西門子公司製V84.2氣渦輪發電機	德國西門子公司製汽輪發電機
南部	CC#1	288.8	Jun-93	2+1	德國西門子公司製V84.2氣渦輪發電機	德國西門子公司製汽輪發電機
	CC#2	288.8	Jul-93	2+1	德國西門子公司製V84.2氣渦輪發電機	德國西門子公司製汽輪發電機
	CC#3	288.8	Apr-95	2+1	德國西門子公司製V84.2氣渦輪發電機	德國西門子公司製汽輪發電機
	CC#4	251.4	Jun-02	1+1	日本三菱重工製M501F型氣渦輪發電機	日本三菱重工製汽輪發電機
大林	#5	500	May-74	1	N/A	日本三菱重工製三缸串接四流再熱式汽輪發電機
	#6	500	Sep-94	1	N/A	美國奇異製三缸串接四流再熱式汽輪發電機

由上表可見，本制度大潭 CC-GT#7 機組較為特殊，為目前商轉中機組唯一由美國奇異公司提供；另按商轉時間檢視，可見通霄新 CC#1&2 與大潭 CC-GT#7 機組時間較接近；而 2019 年度 7 月份商轉之通霄新 CC#2 之容量因數與 3 月商轉之大潭 CC-GT#7 差異較大，故亦排除；因 2019 年度適逢通霄電廠大修，故通霄新 CC#1 之 2020 所申報資料亦不具代表性，而故於該年度啟用之通霄新 CC#2 之容量因數亦低於

火力電廠平均值，故判斷同樣不具代表性。最後，檢視通霄電廠新#1 單循環汽渦輪部分(CC-GT)，得知其單機裝置容量為 290MW，與大潭 CC-GT#7 單機裝置容量 300MW 相近。承上各點，本研究選擇 2018 年商轉之通霄複循環新#1 於 2019 年之申報資料中單循環氣渦輪部分作為對照組。

■ **對照組簡介一-通霄燃氣新 1 號機(單循環氣渦輪)：**

如前所述，本研究按商轉時間、裝置容量、燃料類型等構面挑選與能源先期制度已商轉案例大潭#7 單循環相似程度最高之「通霄燃氣機組新 1 號機」²。本機組於 2018 年 2 月商轉、共有 2 部氣渦輪發電機(290MWx2)、1 部氣輪機(312.4MW)；本研究檢視其 2019 年能源查核資料中所填報之 2018 年單循環氣渦輪部分之實績值資料作為對照組，並按其契約保證值、商轉實績值分別估算事前/事後之淨電效率如下：

1. 按設計保證值**估算之淨電效率：39.05%；
2. 該年度商轉實績值估算之淨電效率：42.62%；
3. 計算本案淨電效率改善程度： $(42.62\%-39.05\%)/39.05\%=9.15\%$

細部計算過程如下表：

² 此機組屬於「通霄發電廠更新改建計畫」，早於能源先期管理制度生效前俱已奉准執行，故並不適用。

表三 通霄 2019 燃氣機組新 CC#1 氣渦輪機淨電效率計算表

	設計值	運轉值
氣渦輪機裝置容量(MW) A	580	580.2
容量因數(2019實績值) B	72.21%	
氣渦輪機毛發電量(kWh) C=AxBx365x24/1000	3,668,845,680	3,670,110,799
廠用電(2019實績值, kWh) D	112,228,000	
淨發電量(kWh) E=C-D	3,556,617,680	3,557,882,799
**淨發電量(kcal) F=Ex860	3,058,691,204,800.00	3,059,779,207,312.00
熱耗值(kcal/kWh) G	2,135	1,956
該機組天然氣投入量(kcal) H=GxC	7,832,985,526,800	7,178,736,723,235
淨電效率 I=F/H	39.05%	42.62%
淨電效率改善幅度	(42.62%-39.05%)/39.05%= 9.15%	

■ 能源先期管理制度單位節能減碳效益估算

計算出控制、對照組事前、事後之淨電效率後，即可分別檢視兩組之節能(天然氣)、減碳(CO₂)之估算；再計算兩案例之間節能減碳成效差異，可藉此釐清出釐清出排除其他各項效果後能說制度之單位節能效益為：1.72m³/千度；單位減碳效益為 3.81kg/千度，過程如下表³：

表四 能源先期管理制度單位節能減碳效益估算過程表[6]

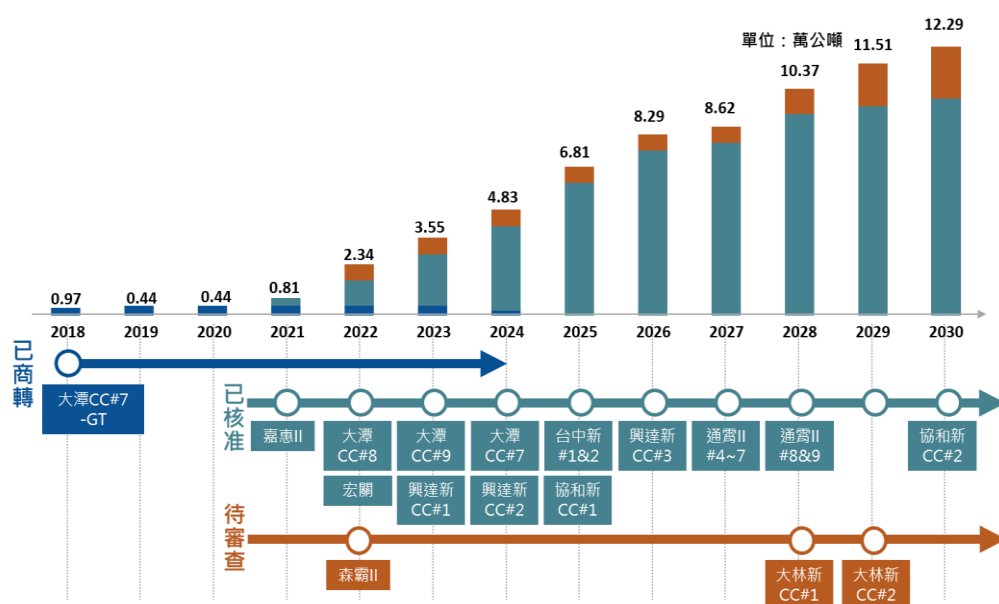
檢視對象	能說制度案例(控制組)		非能說制度案例(對照組)	
	大潭七號機(單循環)		通霄新1號機(單循環部分)	
	契約保證值(事前)	實際商轉值(事後)	設計值(事前)	實際商轉值(事後)
淨電效率 A	37%	40.50%	39.05%	42.62%
淨電效率改善程度	9.45%		9.15%	
*每產一度電所需投入燃料之熱值 (kcal/kWh) B=860/A	2324.32	2123.46	2202.35	2017.70
**天然氣熱值(kcal/m ³) C	9450			
每千度投入燃氣量(m ³) D=(B/C)x1000	245.96	224.70	233.05	213.51
商轉後所節約之每千度投入燃氣量(m ³)	21.26		19.54	
能說制度之每千度節約燃氣量 (m ³ /MWh)	1.72			
***燃氣CO ₂ 排放係數(kg/m ³) E	2.22			
淨發電CO ₂ 排放強度(kg/MWh) F=DxE	546.03	498.84	517.38	474.00
商轉後所減少之淨發電CO ₂ 排放強度 (kg/MWh)	47.19		43.38	
能說制度之單位減碳效益(kg/MWh)	3.81			

³每產一度所需投入熱值係以 1 度(kWh)電相當於 860 大卡(kcal)，計算達到此淨電效率所需之熱值投入；而天然氣熱值以 9450(低熱值)計；最後，按照聯合國政府間氣候變化專門委員會(IPCC)所公布國家溫室氣體清冊指南，天然氣之 CO₂ 排放係數為 56100/TJ，再按 1TJ=239,005,736kcal，以及天然氣每 m³ 熱值 9450kcal 換算而得

■ 能源先期管理制度至 2030 年累積節能與減碳成效估算⁴[7]

1. 至 2030 年累積節能成效路徑圖

按前估算本制度所帶來之單位減碳效益，配合本制度已商轉、已核准、待審查等不同類型案件預計商轉時程，估計至 2030 年累積節能(燃氣)成效將可達 12.29 萬公噸/年，詳見下圖：

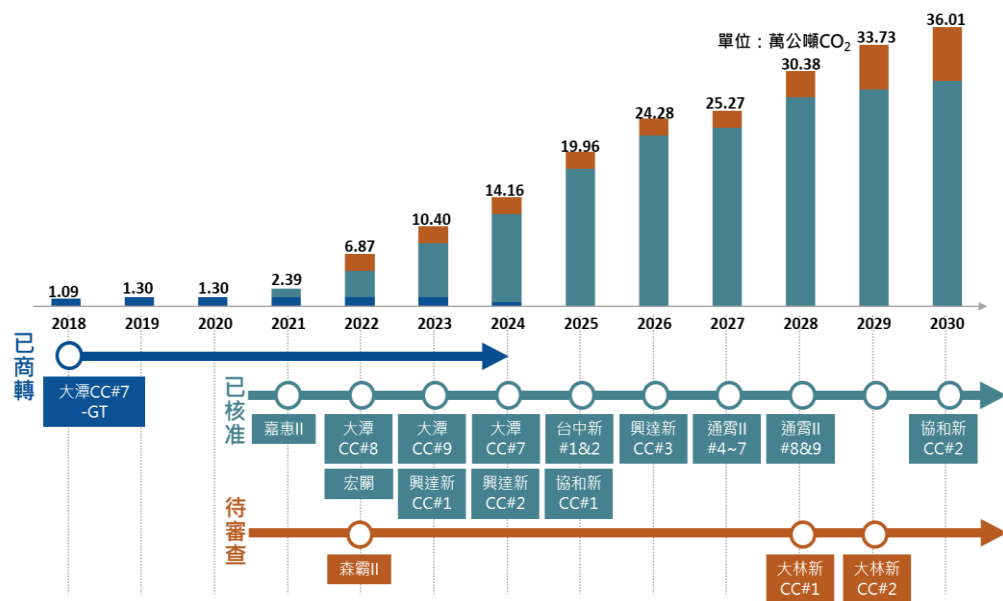


圖三 能源先期管理制度至 2030 年累積節能成效路徑圖

2. 至 2030 年累積減碳成效路徑圖

按前估算本制度所帶來之單位減碳效益，配合本制度已商轉、已核准、待審查等不同類型案件預計商轉時程，估計至 2030 年累積減碳成效將可達 36.01 萬公噸/年，詳見下圖：

⁴ 此處規劃按照本制度定期追蹤之用戶資訊及台電 108 年電業年報內機組商轉時程、並按我國火力電廠平均容量因數 65% 設算；另外，大潭 7 號機單循環先於 2018 年 3 月商轉後，規劃於 2024 年改以複循環商轉；最後，森霸二期已於本年度 7 月底通過環評，按規劃將於 2021 年底取得執照商轉。



圖四 能源先期管理制度至 2030 年累積減碳效路徑圖

■ 轉譯制度成效實際意涵

按前設算內容可知，本制度預計於 2030 年達成：累積節能量(燃氣)：12.29 萬公噸/年，累積減碳(CO₂)量：36.01 萬公噸/年。本研究最後欲參照如農委會、能源統計系統、台電官網等公告之參數，換算成一般民眾有感之具體數據：

1. 節能量：

按 108 燃氣機組平均熱耗值為 1802.41 千卡/度，以及台電官網所公布資料，單戶家庭一年使用 3504 度電估算，本制度於 2030 年累積節能量可供應 24 萬戶家庭用電/年。

2. 減碳量：

按農委會所公告公告每公頃森林一年可吸碳 15 公噸換算，可知大安森林公園年碳吸收量為 384.6 公噸，本制度於 2030 年累積減碳量相當於 936 座大安森林公園碳吸收量。

■ 結論

本研究限於資料可取得性，於本年度先以電力類用戶作為試行，計算出能源先期管理制度之節能減碳效益；而限於目前已商轉並完成查核

	之案例僅有大潭七號機單循環部分，在我國能源先期管理制度所完成審查電力類用戶之中亦屬特例。後續可待如大潭 CC#8 完整商轉後，衡量本制度就燃氣複循環機組之審查成效。
參考資料	[1]連賢明等(2000),全民健保部分負擔制度之研究. 行政院衛生署 [2]胡偉民與陳嘉雯(2015)結合決定事後影響評估之研究. 公平交易委員會. [3]廖培安與張宏浩(2013) 由農業普查觀察景氣循環對我國農家勞動力之影響. 行政院主計總處. [4] Cambridge Economic Policy Associates Ltd (2017) Distributional Impact of Time of Use Tariffs Office of Gas and Electricity Markets (OFGEM) [5] EU(2019) <i>Energy Prices And Costs In Europe</i>. Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. [online] Brussels: EUROPEAN COMMISSION, pp.261-309. Available at: <https://ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/10102/2019/EN/SWD-2019-1-F1-EN-MAIN-PART-5.PDF> [Accessed 12 October 2020]. [6] Eggleston, Simon, et al., eds. (2006) IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 5. Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies, 2006. [7]台電(2019)108 電業年報
附件	
建檔者	劉禹伸/109 年度能源先期管理制度執行、查核與研究 (2/3)

註：1.請計畫執行單位上傳提供較具策略性的知識物件，不限計畫執行有關內容。

2.請計畫執行單位每季更新與上傳一次，另有新增政策建議可隨時上傳。

3.文字精要具體，量化數據盡量輔以圖表說明。