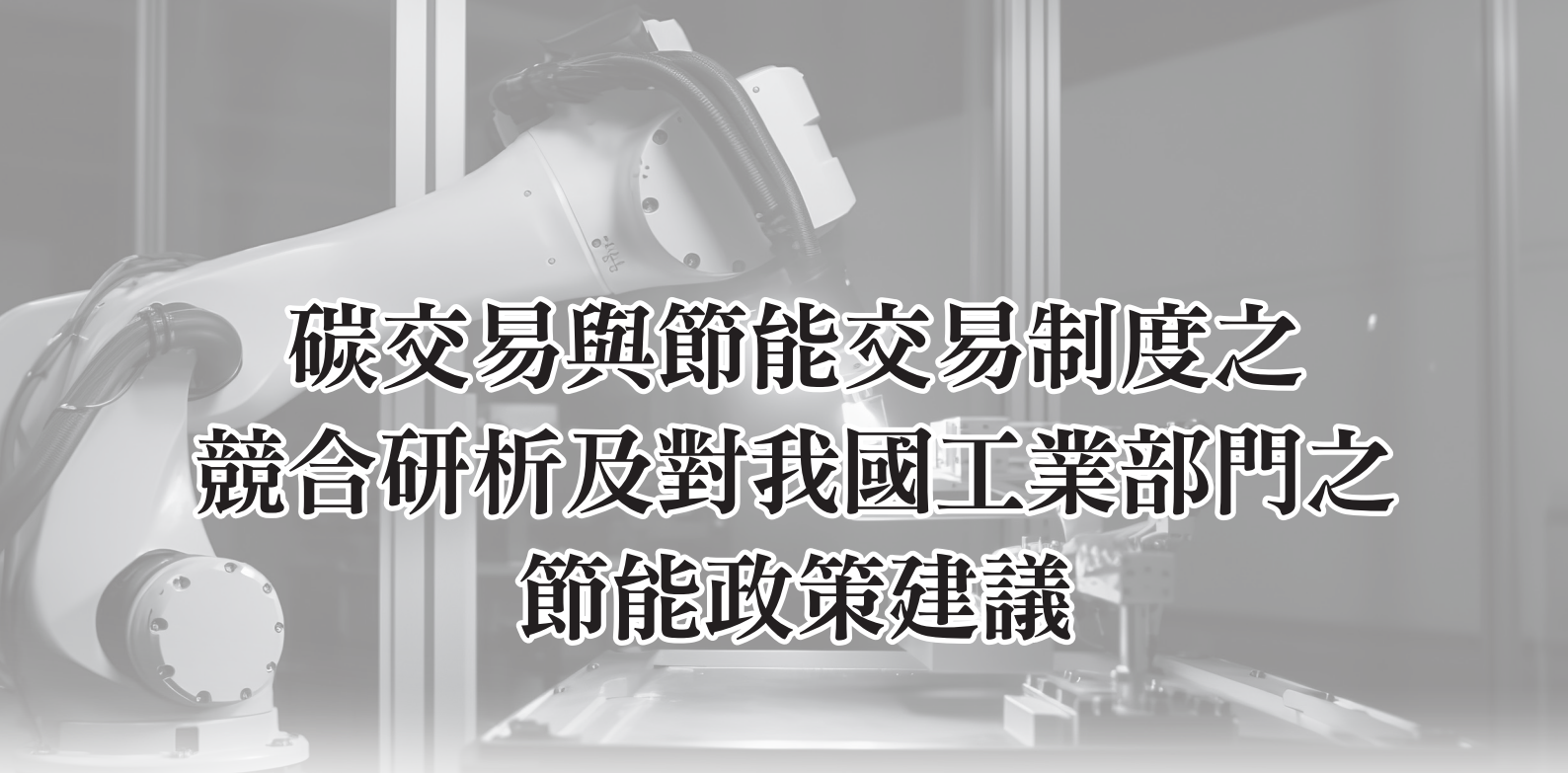




碳交易與節能交易制度之 競合研析及對我國工業部門之 節能政策建議

◎梁啟源／中央大學管理講座教授暨中華經濟研究院 諮詢委員
◎塗千慧／中華經濟研究院第三（臺灣經濟）研究所 副分析師
◎鄭睿合／中華經濟研究院第三（臺灣經濟）研究所 高級分析師
◎劉家豪／工業技術研究院綠能與環境研究所 研究員

在全球節能減碳的趨勢下，許多國家透過經濟誘因和法規管制等措施，引導用戶落實節能減碳行為。其中建立碳交易以及節能交易市場機制為國際間提升能源使用效率重要且常見之政策工具。本文介紹國外碳排放與節能兩種交易機制並探討其中之競合關係，從中汲取有助於促進我國工業部門節能減碳之觀點。

關鍵詞：碳定價、排放交易、節能交易、工業部門

Keywords: Carbon Pricing, Emission Trading, Energy-Saving Trading, Industrial Sector

《氣候變遷因應法》已於去（2023）年1月經立法院三讀通過，2月經總統公布施行，將2050淨零排放入法，並規劃碳費與碳排放交易制度，同時於同年8月7日正式成立碳權交易所，希冀透過碳定價機制促進國內各產業與企業降低溫室氣體排放量、加速落實淨零排放目標。另一方面，國內《能源管理法》則針對能源用戶契約

用電容量超過800瓩者加以納管，並須依照「能源用戶訂定節約能源目標及執行計畫規定」達到年均節電百分之一的要求，在兩種法規管制下所規範的用戶對象不完全相同，惟亦有重疊之處。

就國際經驗而言，許多國家同時施行碳交易市場和節能交易市場，運用不同政策工具，引導受規範產業逐步採取各項節能減碳措施降低溫



室氣體排放量，以達到節能減碳目的。然而，碳交易與節能交易機制雖在制度設計上明顯不同，但因節能與減碳時常是一體兩面，故在某些國家開始同時推動碳交易與節能交易制度時，可能存在重複計算問題，即業者執行一個能源效率計畫可同時獲得節能量與碳減排量，相當於一項節能商品可以連續買賣兩次，從而產生交易成本、行政成本與監管成本的增加與浪費，故一般而言，各國都規定僅能二擇一，業者可以自行選擇較有利的方案。

本文分別說明全球最早施行之歐盟碳排放交易體系與節能交易機制，並探討兩者間的競合關係，進而對照國內現況研提有助於促進我國工業部門節能減碳之政策建議。

歐盟碳排放交易體系概述

歐盟碳排放交易體系為全球第一個跨國參與的排放交易體系，亦為世界上交易金額和交易量最大的溫室氣體排放交易市場。自 2005 年推動迄今已歷經四個階段：

1. 第一階段為 2005 年至 2007 年，管制產業涵蓋發電業、煉油業以及基本金屬製造業、非金屬礦物製品業製造業、造紙紙製品及印刷出版業等能耗超過 20MW 之能源密集產業，約 10,000 處設施，管制的溫室氣體僅為二氧化碳，並設定溫室氣體排放總量上限為 20.96 億公噸二氧化碳當量（2005 年），針對未符合規定的設施，每超額排放一公噸的二氧化碳當量將處以 40 歐元的罰款。

2. 第二階段為 2008 年至 2012 年，管制產業除了

第一階段納管的產業外，再涵蓋航空業，管制的溫室氣體擴大為二氧化碳和氧化亞氮，並設定溫室氣體排放總量上限為 20.49 億公噸二氧化碳當量（2009 年），針對未符合規定的設施，每超額排放一公噸的二氧化碳當量將處以 100 歐元的罰款。

3. 第三階段為 2013 年至 2020 年，管制產業除了第二階段包含的產業外，再涵蓋石化業、金屬煉製、鋁業、化工業、氫氣、碳捕捉及封存等業者，管制的溫室氣體為二氧化碳、氧化亞氮與六氟化硫，就溫室氣體排放總量上限方面，2013 年不含航空業設定為 20.84 億公噸二氧化碳當量，且每年下調 1.74%，至 2020 年為 18.16 億公噸二氧化碳當量，針對未符合規定的設施，每超額排放一公噸的二氧化碳當量將處以 100 歐元的罰款，並且每年罰款數額隨通膨率上漲。

4. 第四階段為 2021 年至 2030 年，管制產業除了第三階段涵蓋的產業外，再加入海運業，未來預計新增城市垃圾焚燒、道路運輸和建築業碳捕捉及封存等業者，管制的溫室氣體項目與第三階段相同。就溫室氣體排放總量上限方面，2013 年不含航空業設定為 20.84 億公噸二氧化碳當量，且每年下調 1.74%，至 2020 年為 18.16 億公噸二氧化碳當量，針對未符合規定的設施，每超額排放一公噸的二氧化碳當量將處以 100 歐元的罰款，並且每年罰款數額隨通膨率上漲，亦和第三階段相同。

根據歐盟執委會統計（European Commission, 2022¹），歐盟碳排放交易機制自 2005 年推動

後，至 2021 年已協助發電、工業部門降低溫室氣體排放量 34.6%，2013-2021 年間更產生超過一千億歐元的收入，用於分配給各成員國應對氣候變遷預算，有助於歐盟綠色轉型，達 2050 年碳中和目標。

歐盟節能交易機制概述

歐盟是推行節能交易機制的先行者，最早推動白色證書交易機制者為英國（2002）²，其後義大利（2005-迄今）、法國（2006-迄今）、丹麥（2006-迄今）等 16 國亦相繼推動白色證書交易機制，以作為《歐盟能源效率指令》要求實踐能源效率義務方案（EEOS）的相關計畫。以下說明歐盟地區之中，歷史發展較久、擁有完整節能交易機制、涵蓋工業部門的義大利之白色證書交易機制。

義大利能源效率證書（TEE）交易機制的法源依據為《Ministerial Decree of 20 July 2004》、《Ministerial Decree of 21 December 2007》，是當前所有推行節能交易機制國家中涵蓋部門最廣、擁有完整交易機制以及市場交易情況最熱絡、能源技術服務業參與最多的國家。義大利節能交易機制的管制對象為超過 5 萬終端能源用戶之電力及天然氣輸配業者（稱為節能義務者），符合此門檻的能源輸配業者須要協助其他部門降低能源使用量，交易制度運行初期（2006-2011 年）以協助住宅部門和建築業為主，後期（2012 年後）則主要來自工業部門以及製程設備的改進。

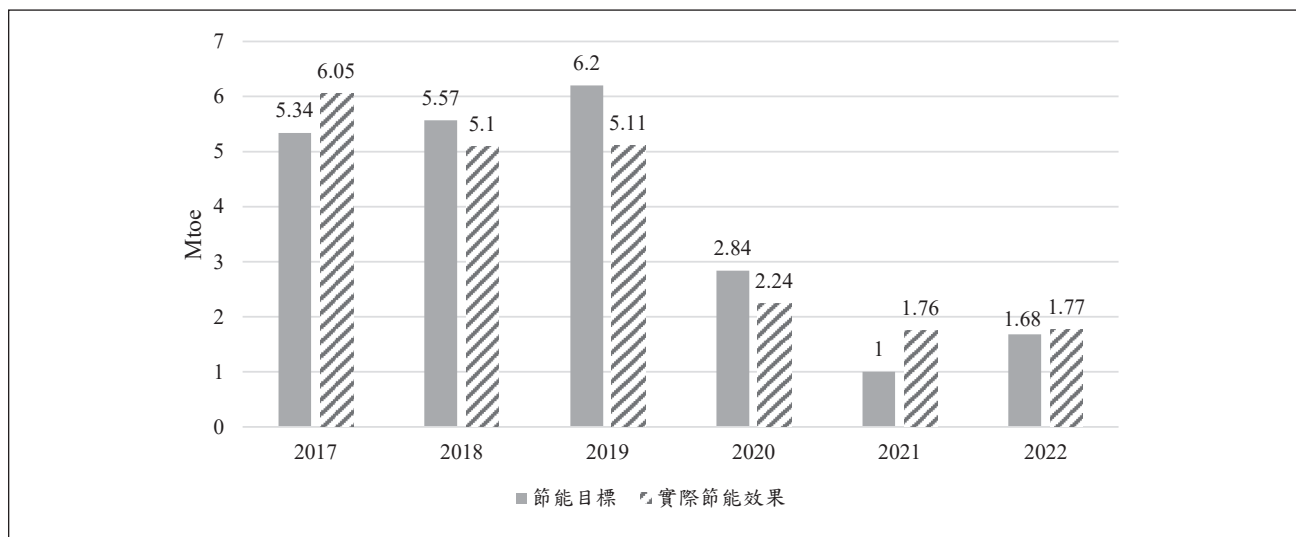
就節能目標而言，2005-2012 年每年平均須提升 2.76 百萬公噸油當量，其後則分階段每四年

訂定一次白色證書交易機制中節能義務者之年度節能目標。在此目標下，節能義務者會依照市場占有率來分配須要達到的節能量，且設有節能義務者的利潤率超過 5% 則應增加節能義務比率之自動調整機制。另外，有一些國家如法國針對協助燃料貧窮用戶設計強制管制或特別獎勵措施。

每一公噸油當量的節能量可取得一單位白色證書（WhC），而當負有節能義務者不履行其義務或未達到其法定之節能義務目標量，將會處以罰款，罰鍰金額介於 25,000 歐元至 1.55 億歐元之間，惟設有緩衝機制，若節能義務者第一年已達 60% 之節能量，則不處以罰鍰，但下兩年內必須補齊目標差額。就義大利節能交易機制之施行成效而言（見附圖），2017 年至 2022 年設定的累計節能目標（22.63Mtoe）和實際節能效果（20.03Mtoe）間略有差異，特別是 2019 年、2020 年在 COVID-19 疫情影響下，實際節能量與目標量之間有較大落差外，其餘年度裡大致呈現實際節能量多於目標量的結果，顯見推行節能交易機制確實有助於降低能源消費量。

碳排放交易和節能交易制度之競合關係探討

節能與減碳往往是一體兩面的事情。其中，節能交易為前端治理，藉由提升能源使用效率，從溫室氣體產生的源頭進行優化；而碳排放交易則屬於末端管制，直接限制義務者的溫室氣體排放量；惟在多數情況下最終部門的耗能行為和排碳行為會同時發生。為避免重複管制與交易，一般而言在制度設計上主要有三種競合作法（Silvia



資料來源：作者繪製。

附圖 2017年至2022年義大利節能交易機制之節能目標和施行成效

Rezessy *et al.*, 2006³)，第一，各國在兩交易機制直接設計不同的管制產業、標的及門檻，或是有排他條款，因此也就沒有競合問題；第二，需在兩交易機制均合規的情況下，即有超額的碳排放許可和白色證書，才能進行節能與減碳轉換交易；第三，不要求兩制度合規即可自由進行節能與減碳轉換交易，屬完全競爭市場，例如業者可以依目前市價選擇碳交易市場進行達標或轉賣，白色證書未達標就直接繳納罰款，因此完全看義務者的邊際成本以及兩制度的市場價格、罰款和市場設計。

進一步依據前述兩項制度的設計內涵比較兩者之差異（如附表所示）：首先就管制產業而言，碳排放交易與節能交易鎖定的目標對象並不一樣，以義大利為例，雖然同時有碳排放交易與節能交易機制，但被約束的產業不同，不會有重複管制的問題。其次，碳排放交易的目的是於減

少溫室氣體排放量，節能交易的目標則為減少初級能源消費，節能與減碳間則有明確的方法學進行換算，惟因兩個市場的管制對象不同，就沒有在兩個市場間進行碳排放許可或白色證書的轉換交易之機會，只能在各自的市場裡購買不足或出售多餘的額度。

然而需注意的是，雖然碳排放交易機制與節能交易機制管制對象已分屬不同群體，但是節能交易機制中的節能義務者會幫工業部門節能，此一節能對象可能會是碳排放交易機制的納管範疇，進而產生碳排放交易機制與節能交易機制之競合課題。以義大利為例，若能源效率證書交易機制之節能義務者協助工業用戶節電，則節能義務者以及工業用戶雙方可視義務者節能成本、工業用戶成本回收價格、兩交易市場價格、罰款條件或緩衝機制等決定選擇採用哪一種方案。例如2022年義大利白色證書交易所內價格平均為每

附表 碳排放交易機制與節能交易機制差異（以歐盟為例）

項目	碳排放交易機制	節能交易機制
管制產業	- 發電業 - 能源密集產業 - 航空及海運業 - 未來預計新增城市垃圾焚燒、道路運輸和建築業	- 能源供應業者 - 能源零售業者 - 能源輸配業者
管制目標	減少溫室氣體排放量	降低能源耗用
管制標的	溫室氣體直接排放量（二氧化碳、氧化亞氮、六氟化硫）	各國管制標的不同，主要分初級能源消費、最終能源消費，有些國家核算節能量涵蓋生命週期概念
管制單位	tCO ₂	tCO ₂ 、toe、GWh、PJ
產業涵蓋範圍	小 （以大型耗能產業為主）	大 （除英國和馬爾他僅鎖定住宅部門外，歐洲節能義務者之節能對象大多涵蓋所有部門）
未達標罰鍰	有 （每超額排放一公噸的二氧化碳當量將處以100歐元的罰款，且每年罰款數額隨通膨率上漲）	有 （各國規定不同，例如義大利定額罰鍰金額為25,000-1.55億歐元，法國單位罰鍰為0.02歐元/kWh Cumac，燃料貧窮用戶未達標之罰鍰則為0.015歐元/kWh Cumac）
未達標緩衝機制	無	有 （以義大利為例，若節能義務者第一年已達60%之節能量，則不處以罰鍰，但下兩年內必須補齊目標的差額）

資料來源：作者整理。

公噸油當量 257.85 歐元，而一公噸油當量約為 1.86-7.62 公噸二氧化碳當量⁴，故一張白色證書在碳排放交易市場可獲得 1.86-7.62 張碳排放許可，在 2022 年歐盟碳交易初級市場拍賣價格平均為每公噸二氧化碳當量 80.18 歐元的情況下，可換算出一張白色證書換成碳交易市場配額的價值約為 149.13-610.97 歐元，因此若不考慮節能減碳成本轉嫁金額、罰款以及未達標彈性調整機制、跨期儲存與借貸許可、相關抵換機制等，單純以兩交易市場價格而言，義大利節能義務者應

選擇在白色證書交易市場較為有利。

結語與建議

為加強能源管理，提升能源使用效率，我國經濟部於 2014 年 8 月 1 日依據《能源管理法》第八條、第九條及第十二條，公告「能源用戶訂定節約能源目標及執行計畫規定」，凡用電契約容量超過 800 瓩之能源用戶於 2015-2019 年平均年節電率應達 1% 以上，且該措施已展延至 2024 年。



至於環境部在 2016 年起公告「第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」，即以全廠（場）化石燃料燃燒產生之年溫室氣體排放量達 2.5 萬公噸二氧化碳當量以上者為對象；現階段的「碳費收費辦法」（草案），則以全廠（場）之直接排放及使用電力之間接排放，其溫室氣體年排放量合計值達 2.5 萬噸二氧化碳當量以上之電力業及製造業為碳費收費對象，因此在管制對象上，我國《能源管理法》和《氣候變遷因應法》存在重疊之處。

另外在「溫室氣體自願減量專案管理辦法」中，事業雖能透過執行符合規定的專案取得減量額度，但需進行法規外加性分析，亦即針對《能源管理法》納管對象來說，只有高於平均年節電率 1% 以上的部分才能獲得減量額度，此將大幅限縮用電契約容量超過 800 瓩之工業能源用戶的節能減碳誘因。

考量國內能源與環境制度間的關係，本文提出下列建議以增加企業提高節能減碳誘因。

1. 將節電義務者設定為能源供應業者與 800 瓩以上之能源大用戶，而且在各節能義務者平均每年節電 1% 的目標下，納入能源供應業者或能源大用戶協助小型耗能用戶執行節電工作也可符合節電 1% 要求。
2. 因各產業及廠商所擔負的節能義務量不同，目標訂定亦與節能義務者之能源消費量、產能利用率、同業能源使用效率等歷史數據有關，因此需仰賴具有公信力的量測及驗證專業人員，他們為節能交易市場活絡度與節能證書流通性

的關鍵，如此才能達到節能交易市場與政策工具的有效性、成本效益性以及公平性。

3. 創造一個具經濟效益的交易市場，除節電目標需明確、合理、時間夠長，量測及驗證需獨立、標準、專業外，仍須納入懲罰機制，才能促使業者積極參與節能工作，但同時宜設計緩衝制度，可比照義大利，若節能義務者已達 60% 之節能義務量，則不處以罰鍰，但下一年必須補齊目標的差額。

附注

1. European Commission (2022). Report on the Functioning of the European Carbon Market in 2021. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2022:516:FIN> (April 8, 2024)
2. 已於2020年1月31日脫離歐盟。
3. Silvia Rezessy, Paolo Bertoldi, and Marcella Pavan (2006). Assessment of White Certificate Schemes and Their Integration into the Carbon Markets. 2006 American Council for Energy Efficient Economy Summer Study on Energy Efficiency in Buildings, Washington DC, August 2006.
4. 據經濟部能源署「2022年燃料燃燒之二氧化碳排放統計與分析」，各類能源排放係數為44.4-182公噸二氧化碳當量/兆焦耳，且1公噸油量等於0.04187兆焦耳，因此一公噸油當量約為1.86-7.62公噸二氧化碳當量。

致謝

本文修改自「能源與環境法制之競合研析及對工業部門能源節約影響」計畫，係承蒙財團法人工業技術研究院綠能與環境研究所提供研究經費之支持，特此感謝。