

跨產業探討間接碳排放對企業經營績效之影響

呂文正
沈淑芬

一、緒論

減碳已是企業必行的公益活動，在法規限制、科學標準與能源轉型三重壓力下，必須逐年改善並配合政府政策，也是企業與國家的核心生存競爭力。以歐盟為例，採行的是「碳邊境調整機制(CBAM)」，這不是單一稅收，而是與歐盟內部的「排放交易體系 (EU ETS)」，價格掛鈎的憑證制度，其主要作用為透過貿易門檻，迫使全球供應鏈加速低碳化，首波以鋼鐵、鋁、水泥、肥料、電力、氫氣及其部分下游產品（如螺絲、螺栓）為主體，因此減碳已進入到細緻需跨產業的分析的時代。根據 2026 年 2 月最新市場數據，歐盟碳價約落在每噸 70 至 95 歐元（約台幣 2,400 至 3,300 元）之間波動。過去能源轉型多靠政府補貼，政府補貼也有產業的差異，各產業逐步減少碳排放，使用綠能為減碳重要手段，其中由氣候組織 (The Climate Group) 與 CDP (碳揭露計畫) 共同發起的需求端的減碳計畫加入的企業必須公開承諾在 2050 年前實現 100% 使用再生能源（綠電），並設定階段性目標（如 2030 年達成 60%）。此項措施則是透過企業的綠電採購力來拉動市場。當全球最有響力的企業群都買綠電時，發電商與政府就不得不加速建設再生能源基礎設施，進而達成節能減碳的目的，因此企業逐漸將眼光投向加入綠電為主的 RE100，近年來大型投資機構亦將 ESG 表現作為投資標的選擇的重要因素。因此本文將跨產業探討碳排放對企業經營績效之影響，此議題不僅是應對氣候變化的關鍵策略，更是推動企業低碳經濟轉型的重要途徑。

*呂文正現任銘傳大學金融系教授。

**沈淑芬現任銘傳大學金融系助理教授。

台灣自 1970 年代起憑藉政府政策與供應鏈優勢，躍升為亞洲出口重鎮。面對全球淨零轉型，台灣必須突破過往『高出口、高碳排』的困境，藉由能源結構調整與技術革新，將挑戰轉化為綠色競爭力，實現永續成長。隨著全球低碳經濟轉型趨勢，以歐盟為例，歐盟提出的「碳邊境調整機制」(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) 將於 2026 年實施，對高碳排放商品進口課徵碳稅，進一步提高台灣出口型產業的出口競爭壓力。本國為積極響應國際趨勢，於 2021 年宣布『2050 淨零排放』目標，並通過《氣候變遷因應法》的立法與技術創新推進去碳化轉型。自 2023 年起，政府要求上市櫃公司遵循氣候相關財務揭露框架 (Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD) 準則，提升碳排放資訊透明度，增強投資者對環境治理的信心。因此，對於不同產業有不同的減碳壓力，企業須在減碳路徑與財務績效間尋求動態平衡。過去研究顯示高透明度的碳排放數據與績效指標，不僅能強化投資者信心，亦能有效降低融資成本並提升市場估值。隨市場資金將碳管理能力視為評估企業永續競爭力的核心指標，採行環境友好策略，更具備提升綠色競爭優勢、建立長期市場競爭利益。

二、目前台灣碳排放政策實施情形

台灣在 2023 年修訂的「氣候變遷因應法」，目前碳排放管制以其為核心，減碳目標設定在 2050 年達成淨零排放，原計畫重點為 2025 年起徵收碳費、強制企業碳盤查、分階段實施總量管制。目前已有高耗能產業如水泥、鋼鐵、石化等產業須完成溫室氣體盤查與登入。(註釋) 2026 年起擴大碳盤查強制對象，新增「服務業、運輸業、醫療機構與大專校院」等產業，同時製造業門檻下修至年排放量 1 萬噸，皆須完成溫室氣體盤查與登錄。碳盤查是減碳第一步，要減碳當然要先知道排碳量是多少，因此，在政府訂定的時間表下，逐步納入各種產業，漸進式計算排碳量，按各企業的排碳量計算碳費，逐步達成減碳的目標。

台灣碳盤查計算方法主要採用「排放係數法」，將「活動數據」(如用電量、燃料消耗量) 乘以「排放係數」(政府公告係數) 計算得出排放量。計算方式主要遵循 ISO 14064-1 (組織) 或 ISO 14067 (產品) 標準，將能源使用

量、原料消耗量轉化為二氧化碳約當量，台灣企業通常依據本國環境部氣候變遷署的溫室氣體盤查作業指引，分為三大範疇進行計算：範疇一（直接排放）：公司設備、車輛燃料燃燒（汽油、柴油、天然氣）、製程排放、冷媒逸散。範疇二（能源間接排放）：外購電力、蒸汽。範疇三（其他間接排放）：員工通勤、商務旅行、廢棄物處理、原料運輸（依標準可選擇性盤查）。相關計算方式可根據「環境部氣候變遷數」之事業溫室氣體排放量資訊平台所提供之試算工具進行試算。

目前碳費的計算按照排碳量的多寡，目前政府對於自主減碳給予優惠費率，根據優惠費率的規定，凡碳費徵收對象若因轉換低碳燃料、採行負排放技術、提升能源效率、使用再生能源或製程改善等措施，能有效減少溫室氣體排放量、達成指定目標者，可提出自主減量計畫，提出計畫之後即可申請使用「優惠費率」，其優惠費率大約為 50 或 100 元(tCO_{2e})，未來費率將滾動檢討，根據環境資料中心的預估，2030 年後可能調升至 1,200 至 1,800 元，目前過渡期的碳費計算方式為年排放量減去 2.5 萬噸(K 值)，再乘上費率。根據環境部氣候變遷署的公告，目前全球已經有 75 個國家或地區實施碳定價，且依據「事業應盤查登錄及查驗溫室氣體排放量之排放源」之 111 年盤查結果，推估收費對象約 500 廠 (281 家公司，其中有 141 家上市櫃公司)，收費對象之溫室氣體排放量約 155 百萬公噸二氧化碳當量，約占全國總排放量 54%，約今年五月由企業申報並繳費，到時可知碳費實際情形。目前，國內的碳費機制，預計會逐步從政府定價的碳費，轉型為與國際接軌的「總量管制與排放交易制度」(ETS)。

三、碳排放文獻檢視

關於碳排放與財務績效之關聯性，學界仍存在分歧。部分實證研究指出，碳排放與短期營運績效（如 ROA）呈正相關，反映出高碳排放往往伴隨高強度的生產活動；而在市場價值方面，有學者基於訊號傳遞理論（Signaling Theory），認為投資者可能將碳排放視為高生產力之表徵。然而，從長期觀點出發，碳排放受市場變動與環境風險之交織影響，其對企業價值的負面衝擊雖具複雜性，但部分研究證實，透過策略性碳資訊揭露（Strategic Carbon

Disclosure)，可有效緩解環境風險對公司績效的負向作用。

在短期，另外影響企業財務與經營績效的主要論點為購買碳權、繳納碳稅或碳費，隨著環境成本的增加，將提高製造費用與營業支出，所以隨著逐漸施行的全球碳定價機制與綠電價格波動，高碳排將直接轉化為攀升的營運成本，侵蝕企業的毛利率與淨利。企業若未能有效控管供應鏈的碳排放，未來在面對碳稅或供應商碳排放(範疇三)，將碳成本轉嫁時，採購成本將大幅上升。此外，從綠色融資、波特假說 (Porter Hypothesis) 效應來看，為了降低碳排而進行的創新投資，短期內雖會增加資本支出，但中長期往往能促使製程優化、資源浪費減少，並創造「綠色溢價」，最終提升整體的市場競爭力。因此探討各種產業的碳排放有其必要性。本文主旨在深入探討跨產業之碳排放對公司績效的影響，進一步挖掘企業經營績效與環境間的平衡提供實證支持。

關於實證方法，傳統關於碳排放與企業績效之研究，多仰賴最小平方法或固定效果模型等靜態架構。儘管此類模型能釐清變數間的靜態關聯，後續有學者建議使用動態面板模型分析經濟增長與能源使用對碳排放的影響，通過靜態和動態模型探討經濟發展、技術進步和產業結構對碳排放的驅動效應。這些研究表明，動態模型更能更全面地揭示長短期影響。

未來碳費的繳交將更全面，對企業財務之影響將更大，因此揭示碳排放短期與長期績效中的作用。可作為台灣企業在全球減碳趨勢中平衡環境責任與經濟效益提供實證支持，並為投資者的資本配置決策提供洞察，為企業實現永續發展目標，為一值得深思的議題。

四、間接碳排放與企業經營績效之關聯

本文樣本涵蓋水泥、化學、鋼鐵、電子科技等行業，並以 93 家台灣上市(櫃)企業作為研究樣本，資料期間使用事業溫室氣體排放量資訊平台所公開之 2016 年至 2019 年碳排放數據，本研究以財務績效與經營績效為解釋變數，碳排放指標為被解釋變數進行分析，探討其相互關係及影響性，解釋變數設定如下：公司績效變數涵蓋資產報酬率 (ROA)、每股盈餘 (EPS)、稅前淨利 (PBT)、股東權益總額(TE)、營業收入淨額(NR)、商譽與無形資產 (GI)，前述各變數之定義與基本統計量詳見於表 1，關於碳排放的衡量，以事業溫

室氣體排放量資訊平台所公開之數據為準，將碳排放量分為總排放量(TCE)、直接排放量(DCE)與間接排放量(ICE)三類，由於間接碳排放占總碳排放比例最高，本文將實證焦點放在間接碳排放。

根據各產業的碳排放特性，將其歸類為(1)低碳排產業 (Level 1)、(2)中碳排產業 (Level 2) 以及(3)高碳排產業 (Level 3)。各產業分類主要考量各產業在生產過程中的能源消耗、原材料使用及製程特性所造成的碳排放量。低碳排產業包括排放相對較少的產業，如半導體業、光電業與電子零組件製造；中碳排產業包括造紙工業、化學工業與塑膠工業；高碳排產業則包括能源、水泥與鋼鐵等高能耗產業。上述分類的目的是為後續跨產業分類研究提供基礎，進一步分析不同碳排放規模的產業在環境政策或經濟變化下，其受影響程度的差異性。

本文欲探討跨產業碳排放與公司績效之關係，研究方法採用動態面板數據模型 (Dynamic Panel Data Model) 的廣義動差法 (GMM) 為分析工具。由於文獻指出 GMM 方法能有效處理數據中的內生性問題，本文欲探討的變數間關係如下，其中**ICE**表示碳排放指標，ROA、EPS、PBT、TE、NR、GI 表示公司財務績效指標。



五、分析結果

本文欲探討不同產業類別的企業間接碳排放與公司績效變數的關係，因此將產業依碳排放水準(Level)進行分類，在相關變數的選擇上，由於直接碳排放(DCE)來自企業內部的生產過程，如燃料燃燒、製造排放等，但部分企業可能將生產外包，導致直接碳排放(DCE)無法完整反映企業實際的碳足跡。相較之下，間接碳排放即企業供應鏈和能源使用上的碳排放，可能更完整地呈現企業整體的環境負擔。因此本研究選擇間接碳排放(ICE)作為核心變數，以及公司績效各項變數，進一步探討其與碳排放等級的關係。

低碳排產業的分析結果顯示為此產業的間接碳排放滯後項(ICE_{t-1})對財務變數無顯著影響，這表示低碳排企業的碳排放無直接明顯增加或減少趨勢，可能由於此類企業本身的營運模式已實施有效的碳管理策略。營收淨額(NR_{t-1})為顯著負相關，顯示低碳企業的營收可能受碳管理成本影響導致碳排放成長受限，因此在低碳排放的產業結構下，營收淨額增加將不會有增加碳排放疑慮。商譽及無形資產(GI_{t-1})為顯著正相關，代表低碳企業在品牌價值與商譽管理上具有優勢，顯示企業在這些優勢下，並無法減少二氧化碳排放量，碳排放量還是主要反映在企業生產與製造方面。資產報酬率(ROA_{t-1})為顯著正相關，表示低碳企業的資產使用效率較高時，間接碳排放量也較高，企業若追求高資產報酬率，對於二氧化碳的排放也會增加，因此，排碳的負面影響也會增加。稅前淨利(PBT_{t-1})為顯著正相關，表示當企業獲利增加，低碳企業的排放量也會跟著提高。每股盈餘(EPS_{t-1})為顯著負相關，代表低碳企業前期每股盈餘(EPS)較高時，企業將利用獲利做綠色轉型防治污染，使間接碳排放量減少，需要平衡短期獲利與長期永續策略。

將焦點放在中碳排產業的間接碳排放滯後項(ICE_{t-1})與財務績效為顯著正相關，表示中碳排企業本期的間接碳排放增加時，帶動下期間接碳排放量增加，因此間接碳排放量有持續上升的傾向。有關企業財務績效的部分，每股盈餘(EPS_{t-1})為顯著正相關，代表中碳排企業提升產量，增加獲利且同時增加了二氧化碳排放，其餘考量之影響因子不顯著。

高碳排產業的結果則與前兩類產業分類所得之結果迥然不同，高碳排產業的間接碳排放滯後項與財務績效呈顯著負相關，表示前期的間接碳排放增加時，會導致當期碳排放下降。可能說明高碳排企業身為高耗能產業，當間接碳排放增加時，企業須面臨更高的環境稅負擔、法規限制或市場壓力等，提高環境保護設備的支出，從而削弱其後續的碳排放。營業收入淨額(NR_{t-1})為顯著正相關，顯示高碳排企業的營收與前期變動呈正向關係，通常其生產規模與收入同步成長，二氧化碳同時增加。其餘企業績效變數皆無顯著關係，可能反映市場對於高碳排企業未來發展的不確定性。

將企業依間接碳排放水準劃分為低、中、高三組後，分析結果顯示不同碳排放等級之企業在碳排行為上的確表現出明顯差異。綜上所述，各碳排群體在面對滯後變數的反應強度與方向皆不相同，顯示企業特性在碳排調整上的重要性。未來若欲提升企業減碳成效，應針對不同排放水準與財務條件去設計差異化的政策工具與管理策略，以發揮最大效益。

六、結 論

本文欲探討不同產業類別的企業與公司績效變數的關係，因此將產業依碳排放水準進行分類，在相關變數的選擇上，由於直接碳排放來自企業內部的生產過程，如燃料燃燒、製造排放等，但部分企業可能將生產外包，導致直接碳排放無法完整反映企業實際的碳足跡。相較之下，間接碳排放即企業供應鏈和能源使用上的碳排放，可能更完整地呈現企業整體的環境負擔。因此本研究選擇間接碳排放作為核心變數，以及公司績效各項變數，進一步探討其與碳排放等級的關係。此外，為避免變數間的多重共線性，本文未將股東權益總額納入模型，而是聚焦於與企業短期績效更為相關的財務指標。透過本文的實證分析，將可提供不同產業對於碳排放的影響因子，從而改善碳排放。

低碳排等級的間接碳排放滯後項對財務變數無顯著影響，這表示低碳排企業的碳排放無直接明顯增加或減少趨勢，可能由於此類企業本身的營運模

式已實施有效的碳管理策略。營收淨額滯後期為顯著負相關，顯示低碳企業的營收可能受碳管理成本影響導致碳排放成長受限，因此在低碳排放的產業結構下，營收淨額增加將有減碳的效果。商譽及無形資產滯後期為顯著正相關，代表低碳企業在品牌價值與商譽管理上具有優勢，顯示企業在這些優勢下，並無法減少二氧化碳排放量，碳排放量還是主要反映在企業生產與製造方面。

資產報酬率滯後期為顯著正相關，表示低碳企業的資產使用效率較高時，間接碳排放量也較高，企業若追求高資產報酬率，對於二氧化碳的排放也會增加，因此，負面影響也會增加。稅前淨利為顯著正相關，表示當企業獲利增加，低碳企業的排放量也會跟著提高。每股盈餘為顯著負相關，代表低碳企業前期每股盈餘較高時，企業將利用獲利做綠色轉型防治污染，使間接碳排放量減少，需要平衡短期獲利與長期永續策略。

中碳排產業和高碳排產業的間接碳排放滯後項(ICE_{t-1})與財務績效為顯著正相關，表示此類產業中的企業當期間接碳排放增加時，帶動下期間接碳排放量增加，因此間接碳排放量有持續上升的傾向。有關企業財務績效的部分，每股盈餘為顯著正相關，代表中碳排企業提升產量，增加獲利且同時增加了二氧化碳排放。而高碳排企業的營收增加將增加企業的排碳量，在高碳排和中碳排產業中，顯著的變數相對較少，表示仍有其他影響碳排放的因子尚未考慮，值得作為後續研究努力的方向。

註釋：溫室氣體盤查與登入查詢方式，可由環境部氣候變遷署事業溫室氣體排放量資訊平台查詢：https://ghgregistry.moenv.gov.tw/epa_ghg/