

國立臺灣大學管理學院國際企業學研究所

碩士論文

Department of International Business

College of Management

National Taiwan University

Master Thesis



以台積電與三星電子探究企業減碳策略

An Exploratory Analysis of Carbon Strategy between
TSMC and Samsung

陳詠萱

Yung Hsuan Chen

指導教授：吳政衛 博士

Advisor: Cheng Wei Wu, Ph.D.

中華民國 110 年 7 月

July 2021

謝辭



在此謹向指導教授吳政衛博士致以誠摯的謝意，沒有教授的悉心指導，本論文無法依時完成。教授的言行讓我的研究能力在會談和書信中逐步成長，教授做學問的細心、用心、耐心對我的人生產生正向的影響。感謝口試委員蘇威傑教授、林舒柔教授於口試中對此畢業論文之砥礪與建議。感謝吳家慧同學、黃安學姊、黃堅泰學長、潘冠樺同學、鄭鈞擁同學（按姓名筆畫排序）對論文內容調整的真知灼見，有你們真的很感激！

碩士生涯即將結束，沒有師長的學識支持、家人的經濟支持、親友的情感支持和實習主管的經驗支持，兩年的光陰將形同虛度，謝謝眾多的愛化作每日的陽光，照亮我的生活、撫慰我的陰暗。

摘要



半導體產業市場近年需求熱絡，為科技供應鏈及國家安全戰略關鍵一環。同時，晶圓製造業者隨摩爾定律發展製程越趨精密、運算越趨快速，排碳污染亦急遽上升。為因應氣候風險與利害關係人壓力，近年國際企業更加重視其減碳相關決策，本研究欲探討全球晶圓代工大廠台積電與三星電子針對減碳所實施意圖或行動的範圍與程度，以及其外在環境、內部結構與利害關係人互動情形之影響。研究結果顯現，從碳管理活動而言，台積電揭露之資訊較具體，涵蓋執行方式、辦理據點及長期目標；而三星電子則提及大略減碳方向及預計投入資金，較注重綠色產品設計以利行銷且對外關係經營良好。從壓力來源而言，台積電主要壓力來源來自客戶，最注重產品品質與創新管理議題，減碳管理活動領先於當地政府法規標準；三星電子受投資人及政府減碳壓力影響較大，因其垂直整合組織結構而最關注法規遵循及溫室氣體排放，實施與揭露之減碳政策趨於保守。本研究分析台韓兩國地理環境與政府政策對半導體產業之影響、比較三星電子與台積電減碳管理活動並探討企業內部結構以及利害關係人互動影響公司減碳治理的動機，提供未來相關產業評估利害關係人影響、規劃企業減碳策略及實踐企業氣候行動之參考。

關鍵字：企業減碳策略、半導體產業、利害關係人、公司治理、氣候行動

Abstract



The semiconductor industry has become critical to the global economy and national security as its strategic importance has grown steadily in recent years. Following Moore's law, IC's speed and capability increase over time though the carbon emissions have risen accordingly. A trend has emerged among global companies to slow down the greenhouse effect in response to climate changes and stakeholder pressures. This thesis focuses on TSMC and Samsung Electronics to examine the scope and the level of their respective carbon management activity and investigate the two companies' carbon strategies based on their external environment, internal structure, and possible stakeholders. Results show that TSMC demonstrates greater transparency in their goal setting and actions of carbon strategy. On the other hand, Samsung Electronics discloses the general direction of their climate goal and pays more attention to product design and external relations. As for sources of pressure for the formulation of carbon strategy, TSMC's stress mainly originates from its customers, while Samsung Electronics is primarily affected by the investors and governments. Overall, this thesis delineates the impact of Taiwan and South Korea's institutional environment and government policies on the development of the semiconductor industry. And then, from the comparison of TSMC's and Samsung Electronics' carbon strategies, this thesis explores the purpose and relevant stakeholders involved in their respective climate actions, which might offer practical implications for the development of carbon strategies in other industries.

Keywords: corporate carbon strategy; semiconductor industry; stakeholders; corporate governance; climate action

目錄



第一章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的	2
第三節 研究內容與流程	3
第四節 研究流程	4
第五節 研究範圍與限制	4
第二章 文獻資料探討與減碳政策	5
第一節 國家競爭力模型	5
第二節 五力分析	7
第三節 企業減碳策略相關文獻	9
第四節 利害關係人	13
第三章 半導體產業概述	15
第一節 半導體產業現況	15
第二節 晶圓製造業五力分析	16
第三節 台積電公司簡介	19
第四節 三星電子公司簡介	21
第五節 小結	24
第四章 個案企業減碳策略	25
第一節 減碳目標	25
第二節 製程改善及供應鏈檢視	27
第三節 產品設計	37
第四節 新市場業務開發	40
第五節 組織參與	43
第六節 對外關係	45

第七節	能源策略比較	46
第八節	小結	49
第五章	減碳策略壓力來源	51
第一節	重大性矩陣	51
第二節	壓力來源分析	52
第三節	小結	59
第六章	結論與建議	61
參考文獻	63



表目錄



表 2-1 長期能源轉型相關理論.....	11
表 2-2 碳管理活動種類.....	12
表 2-3 企業減碳策略定位.....	13
表 2-4 利害關係人型態.....	14
表 3-1 三星電子業務版圖.....	22
表 4-1 台積電減碳目標.....	26
表 4-2 三星電子減碳目標.....	27
表 4-3 台積電關鍵績效指標.....	29
表 4-4 三星電子關鍵績效指標.....	30
表 4-5 台積電綠色債券資金運用現況.....	33
表 4-6 台積電節能機台合作廠商.....	35
表 4-7 台積電及三星電子 2019 年能源使用狀況.....	47
表 4-8 個案企業減碳策略比較.....	50
表 5-1 台積電減碳相關重大性議題.....	52
表 5-2 三星電子減碳相關重大性議題.....	52
表 5-3 加入 CDP 評比廠商.....	54

圖目錄



圖 1-1 研究流程	4
圖 2-1 國家競爭力模型	5
圖 2-2 五力分析架構	8
圖 3-1 半導體產業五力分析	17
圖 4-1 三星電子產品環保標章認證	39
圖 4-2 三星 SRE 全球再生能源建設版圖	43

第一章 緒論



第一節 研究背景與動機

半導體為電子產業推進革新背後的驅動力，達到摩爾定律的極限前為搶佔先進製程市場，晶圓製造業者彼此激烈競爭、擴充產能。2021 年，台積電資本支出將超過 200 億美元，創其歷史新高；三星電子也計畫非記憶體半導體業務的投資將達 109 億美元，較前一年度提高 50%。(涂志豪，2021)

台積電營運副總廖永豪在一場能源高峰論壇中表示，若以 28 奈米製程為基準，10 奈米製程的生產耗電量較 28 奈米高出 50%，5 奈米製程更比 28 奈米高出 110%。(劉煥彥，2020) 可知技術發展同時，晶圓代工製造業隨製程精密度提高且運算加速，生產之能源消耗量也急遽上升，其公司治理過程使用潔淨能源並達成完善的「管理」與「檢控」機制為政府、股東、客戶及社會大眾等利害關係人關注且期待之行動。

以國際而言，各國晶圓製造業者與主要合作客戶展開綠色製造(Green Manufacturing)與綠色供應鏈的承諾與行動。2018 年六月，三星電子宣布在美國、歐洲、中國的工廠、辦公大樓、運營設施全面 100%使用再生能源，成為亞洲第一間公開承諾及訂立使用可再生能源的企業。(Samsung Newsroom, 2018)

以台灣而言，台積電董事長劉德音公開表示：「台積電正積極採取務實的行動來推動綠色製造，降低氣候變化的影響。」2020 年七月，台積電宣布成為全球首家簽下 RE100 承諾的半導體業者，主張兩階段目標：第 1 階段為 2030 年以前達成生產廠房四分之一用電量使用再生能源；第 2 階段為 2050 年以前全面使用再生能源。同時，台積電簽署多項再生能源購電契約：在風力發電項目中，其與沃旭能源簽署目前全球規模最

大企業購售電契約；在太陽能發電項目中，其與曄恆能源、韋能能源簽署首批綠電轉供交易。(鄒敏惠，2020) 2021 年一月，經濟部正式啟用《再生能源發展條例》下《一定契約容量以上之電力用戶應設置再生能源發電設備管理辦法》，為推動再生能源發展，規範包含半導體製造業在內等用電大戶設置或購買一定比例再生能源。(楊舒晴，2020)

半導體在電子系統內使用比重 (Semi Content in Electronic Systems) 有望在 2023 年達到 31.8%。(IC Insights, 2019)通訊、消費性電子等長期客戶與新型技術如：雲端運算、5G、人工智慧、自動駕駛等需求成長下，晶圓代工生產技術不僅緊扣全球科技供應鏈，更為國家安全戰略至關重要的一環。因此，撰寫本論文動機有三：第一，回顧台韓再生能源整體政策與具體作為是否有利於半導體產業強化綠色供應鏈，歸納修正建議與相關進程；第二在全球與當地環境相關經濟、政策條件下，追蹤三星電子與台積電如何尋求具財務可行性之再生能源解決方案，有利相關產業借鏡並發展永續經營策略；第三，探討企業內部結構如何影響公司治理模式並體現於永續經營策略發展路線。

第二節 研究目的

本研究旨在探討台積電與三星電子兩家晶圓製造業者之減碳策略事件經驗。外部環境中，檢視國際環境法規與監管機制、台韓之國土社經背景、能源供需趨勢、溫室氣體排放狀況、綠能政策目標及綠能產業發展之現況；內部結構與策略層面，分析兩業者股權結構、技術演進趨勢、競爭模式、供應鏈管理政策、再生能源購買進程之異同。以歸納法蒐集論文期刊、報章雜誌、網路評論等次級資料，整理兩者於承諾使用綠電、選擇再生能源種類、詢價談判、簽訂合約過程中面臨之機會與挑戰，進而提出結論及執行建議。

第三節 研究內容與流程

本研究將分為五個章節，章節內容如下：



第一章 緒論

首先說明本研究之研究背景與動機及研究目的；接續介紹研究內容與流程；最後，界定本研究之研究範圍與限制。

第二章 文獻資料探討與政治經濟環境

蒐集研究範圍中，國內外既有相關文獻，統整國際環境法規與相關倡議組織以及概述台灣與韓國政府綠電相關政策。

第三章 半導體產業概述

了解全球半導體產業現況，進而聚焦在晶圓代工產業環境，從產業價值鏈、五力分析及鑽石體系分析勾勒晶圓代工產業現況及未來發展趨勢。

第四章 個案公司企業減碳策略

分析台灣台積電與三星電子針對國內外利害關係人再生能源相關議題之影響與因應。探討其供應鏈管理政策、溫室氣體排放程度、電力使用狀況、再生能源採購與投資策略之現況。

第五章 減碳策略壓力來源及能源策略比較

接續前章，分析台積電減碳策略壓力來源及再生能源相關行動之發展，說明兩者差異與競爭現況分析。

第六章 結論與建議

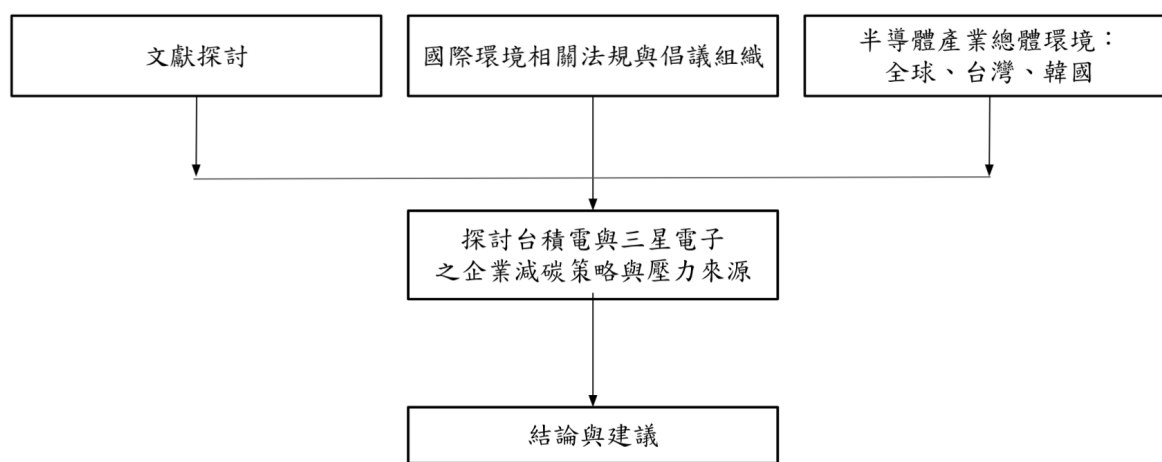
整理兩個案分析結果，提出最終結論與管理實務建議。



第四節 研究流程

本研究研究流程如下圖所示：

圖 1-1 研究流程



第五節 研究範圍與限制

本研究之研究對象為兩家晶圓代工業者：分別為台灣的台灣積體電路製造以及韓國的三星電子。兩個案之可比性來自於其為晶圓代工產業市佔率近年分別佔據全球前兩名，聚焦晶圓代工製造業務之競合關係有利於分析相關減碳策略。然整體而言，台積電經營型態屬於企業對企業（B2B），三星電子之業務則兼具企業對企業（B2B）及企業對消費者（B2C）兩種型態，其經營策略將受其經營型態略有不同，故將此列為此研究之限制。另，本研究之研究範圍來自於次級資料蒐集整理與個人觀察，針對兩家業者之業務進行研究。

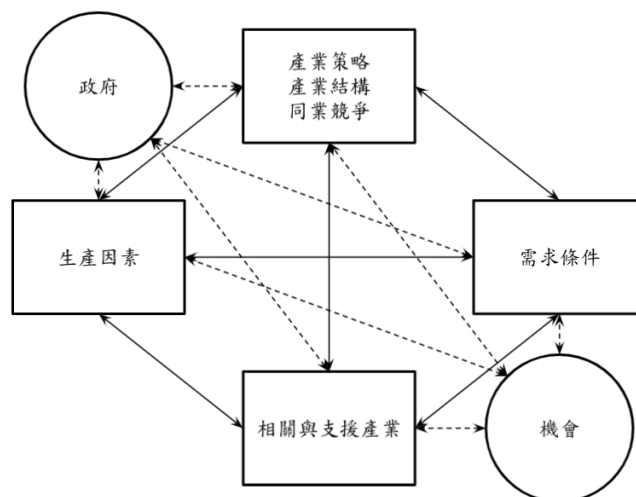
第二章 文獻資料探討與減碳政策



第一節 國家競爭力模型

本論文首先依循國家競爭力模型之理論勾勒半導體產業在全球、台灣、韓國的經營現況，釐清影響台積電與三星電子所處之地理環境對其發展減碳策略產生之可能影響。策略大師麥可·波特的國家競爭力模型出現於 1990 年《國家競爭優勢》書中，說明產業所處的地理區域與環境對其競爭優勢影響重大。因此，根據國際、國家、企業之歷史、文化、經濟、科技、資訊、管理歸納後，國家競爭力模型指出企業在一國的生產要素、需求條件、相關與支援性產業、產業結構產業策略與同業競爭四個面向將影響其全球競爭力，此外該國政府和機會兩個外在變數亦影響企業的發展。以下分別說明四大影響因素與兩個外在變數之定義。

圖 2-1 國家競爭力模型



資料來源：Porter, M. (2009). The Competitive Advantage of Nations.

（一） 生產要素

生產要素指產業競爭中包含自然生成的因素及國家後天創造的相關生產因素，依性質可分為初級生產要素和高級生產要素，初級包含非技術人力資源、天然資源、氣候與地理位置條件；高級則涵蓋知識資源、資本資源、通訊與交通等基礎建設。

（二） 需求條件

需求條件指該產業來自國內或國際市場之需求。需求量的提升和穩定成長可刺激產業升級並開發創新技術或產品以維持既有優勢。其中，波特認為國內市場是產業發展的動力，其中國內市場的性質、大小與成長速度、轉換到國際市場需求的能力均為企業是否能穩定成長可討論的面向。

（三） 相關與支援性產業

一產業在某國相對具競爭優勢的原因之一是其上下游產業也具有競爭優勢，即相關與支援性產業能發揮產業群聚效應達到縝密的合作、連結，實際舉措包含建立科學園區和產學合作等，波特更指出產業群聚能降低內部採購成本以及提高價格透明度。另一方面，一國若出現強而有力的產業，將對其相關性支援產業產生拉拔效應，即上下游產業鏈能夠一同提升產業價值及競爭優勢。

（四） 產業策略、產業結構與同業競爭

此一因素涵蓋企業的目標、策略、組織結構以及該國內同業競爭優勢。同業的競爭存在正面效應及負面效應，正面效應包含企業為追求更高利潤，盡力維持或提高現有競爭力，進而帶動整體產業鏈價值提升；負面效應則包括同業間的策略模仿易降低產品差異化程度、侵蝕獲利空間。在波特研究的十個國家中，具國際競爭力的產業在當地均有強有力的競爭對手，即成功的產業往往在國內激烈的競爭中持續改進和創新，而後將其競爭優勢延伸海外市場。

（五）機會

機會是企業不可控制的事件，舉凡基礎科技發明、傳統技術斷層、外因導致生產成本提高、金融市場或匯率劇烈變化、市場需求暴增、政府重大決策及戰爭等。機會的出現與企業能力或所處環境並不相關，且對產業競爭可能產生增長或削減。

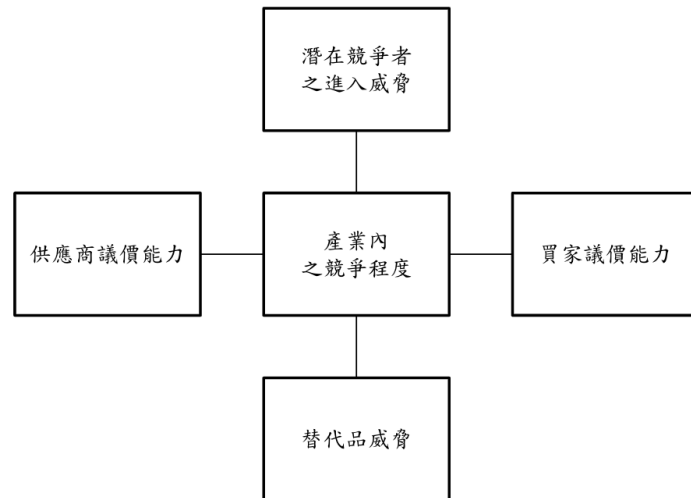
（六）政府

政府將影響四項主要環境因素的發展，透過制定法律規範限制產品規格標準、針對特定產業補貼影響運營成本、採購政府運作所需大量物資等都是政府常見影響產業競爭力的具體作為。

第二節 五力分析

麥可·波特於 1980 年提出五力分析架構，主要用途為辨別一產業市場之吸引力高低程度，本論文將以五力分析聚焦半導體產業之發展現況，以產業互動關係探討台積電與三星電子發展減碳策略之可能誘因。波特認為一個市場競爭的情形源自於四股外部力量：潛在競爭者之進入威脅、買家議價能力、替代品威脅、供應商議價能力，透過不同特性交互影響形塑產業內現有競爭者的威脅。產業市場將因上述五種力量影響利潤潛力的變化，而企業透過五力分析確認互動情形可制定未來策略方向。以下分別說明五種力量代表的意義與影響因素。

圖 2-2 五力分析架構



資料來源：Porter, M. (1980). Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors

（一） 產業內之競爭程度

現有企業成員間彼此的競爭模式營造的內部生態影響單一企業的發展，內部競爭程度高之產業具下列特性：產業集中度低、產品差異化程度小、品牌差異化程度小、退出成本高、戰略利害關係強、固定成本高、儲藏成本高、顧客轉換成本低、產業市場成長率低、產能過剩程度高。

（二） 潛在競爭者之進入威脅

潛在競爭者威脅高之產業具下列特性：投入資本低、經濟規模低、絕對成本優勢低、政府法規限制小、產品差異化程度小、顧客轉換成本低、通路數量與取得容易、內部預期報復反應小。

（三） 買家議價能力

買家購買同性質產品或服務時將盡可能選擇價格最低者，其議價能力將影響企業自身獲利空間與產業競爭關係，買家議價能力大之產業具下列特性：產品差異化程度小、轉換成本低、向後整合的威脅大、採購金額占營業額比重高、產品品質影響性大、市

場資訊透明度高。



(四) 替代品威脅

替代品是指兩種以上產品存在相互競爭的銷售關係，即替代品銷售的增加會減少原產品的潛在銷售量，若企業提供之產品可輕易被取代意味企業必須調低售價留住客戶。

替代品威脅高之產業具下列特性：替代品轉換成本低、品牌忠誠度低、替代品搜尋成本低、替代品相對性價比高。

(五) 供應商議價能力

供應商所提供的原物料和設備等是企業銷售產品或服務必需支付的成本，強勢的供應商將影響企業的獲利能力。供應商議價能力大者具下列特性：產品差異化程度大、向前整合的威脅大、採購金額占營業額比重大、供應商產業競爭程度小、供應商產業市場集中度大、產品品質影響性大、替代品多、市場資訊透明度低。

第三節 企業減碳策略相關文獻

碳中和、淨零排放，近年成為企業與政府營運努力之目標，據此作為組織永續發展的根基。其中，根據政府間氣候變遷專家委員會（IPCC）定義，碳中和是一家企業或一個組織的二氧化碳排放量，經過清除二氧化碳達到平衡（衡量期間通常是一年）時，就代表達成碳中和；淨零排放則指所有溫室氣體排放接近零，包括除 CO₂ 外引發暖化的溫室氣體如甲烷、臭氧、氧化亞氮、氟氯碳化物、氟氯烴、氫氟碳化物等氣體。二氧化碳是對環境威脅最大的溫室氣體，因其排放大且在大氣中會存在數百年以上，大多數企業、組織將其作為優先要減除的溫室氣體，本研究將主要聚焦企業減除二氧化碳之作為，亦將於少數段落提及減除其他溫室氣體之行動。

氣候策略 (Kolk and Pinkse, 2005)、企業對氣候變遷的反應 (Jeswani *et al.*, 2008)、碳策略 (Hoffman, 2007) 和企業二氧化碳策略 (Weinhofer and Hoffmann, 2010) 等詞語均曾被用於描述企業考量氣候變遷風險後作出的商業策略。其中, Kolk 及 Pinkse (2005) 主張氣候戰略是企業在應對氣候變化的各種戰略選擇; Jeswani 等人 (2008) 在意企業響應碳排放減量目標的主動程度; Weinhofer 及 Hoffmann (2010) 則定義二氧化碳戰略為直接與間接溫室氣體排放相關的管理活動。

企業為了因應氣候變遷會進行優化現有資產與產品、開發新的低碳業務、建立監管機制三種類型舉措 (Enkvist *et al.*, 2008)。在所有企業減碳行為中, 評估當前溫室氣體排放量和設定減排目標通常是邁向更複雜策略的第一步, 企業選擇與何種組織級別互動以實現目標的程度以及公司氣候戰略主要目標的差異亦可能在未來轉換改變 (Kolk and Pinkse, 2005)。為了分析企業面臨氣候變化相關風險, 個別公司必須具有二維視角: 「由內而外」了解業務活動造成氣候變遷之程度以及「由外而內」研究氣候變遷如何對其業務活動產生影響 (Weinhofer and Busch, 2013; Winn and Kirchgeorg, 2005; Porter and Reinhardt, 2007)。在缺乏公共治理的情況下, 管理人員可能更願意不公開其公司面臨的氣候變化風險, 但積極的股東可使企業揭露更多氣候風險, 其中由機構投資者發起尤其有效, 若由長期機構投資者發起, 則更為有效 (Flammer *et al.*, 2021)。考量整體揭露品質、揭露類型 (即客觀或主觀) 和性質 (即正面、中性或負面), 自願性環境揭露品質與以現金流量及權益組成部分成本計算之企業價值具關聯性 (Marlene *et al.*, 2015)。相對於在地企業, 跨國企業有更大的動機、策略和營運手段來應對不斷擴大的碳排放限制。(Nippa *et al.*, 2021)。

聚焦長期能源轉型, 跨國企業了解低碳和再生能源解決方案的經濟、社會、技術和監管因素及其與長期能源轉型之影響, 對確立挑戰和機會至關重要 (Patala *et al.*, 2021)。進入能源可及性不足的國家的跨國企業可以通過投資本地化的可再生能源解決方案

(Burke *et al.*, 2019)，亦可以與當地公司、非營利組織和政府合作，共同開發可再生能源解決方案 (Ramirez, 2021)。長期能源轉型為跨國企業學術領域提供豐富研究標的，表 2-1 統整五種理論觀點：



表 2-1 長期能源轉型相關理論

理論觀點	主要內容	相關文獻
新內部化理論	以 FSA-CSA 框架說明國家特有優勢 (CSA) 是長期能源轉型的核心，關注跨國企業如何將其企業特有優勢 (FSA) 進行重組。	Narula <i>et al.</i> (2019); Verbeke and Kano (2016)
資源依賴理論	探討國家和跨國企業之間再生及非再生能源可用性、可取得性的相互依賴關係。	Bass and Chakrabarty, (2014); Cuervo-Cazurra and Li (2020); Mohr <i>et al.</i> (2016)
制度理論	說明由於跨國企業在多種制度環境中運作，將受母國及東道國中不同制度的影響產生機會與挑戰。	de Lange, (2016), Doh (2019) and Mbalyohere <i>et al.</i> (2017)
利害關係人理論	跨國企業必須管理不同地理位置的利害關係人因其對長期能源轉型的支持各不相同。	Crilly (2011), Devinney <i>et al.</i> (2013); Park <i>et al.</i> (2014)
動態能力理論	因長期能源轉型涉及能源轉換的全球性變化，跨國企業必須發展適應變化的能力，進而在不同地理位置進行部署。	Grøgaard, Colman, <i>et al.</i> (2019), Grøgaard, Rygh, <i>et al.</i> (2019); Luo (2000); Riviere <i>et al.</i> (2020); Teece (2014)

資料來源：Erin Bass, A. & Grøgaard, B., (2021). The long-term energy transition: Drivers, outcomes, and the role of the multinational enterprise.

本研究主要依循 Su-Yol Lee (2012) 對企業減碳策略之定義與架構，其研究結合相關文獻後定義企業減碳策略為企業針對碳所實施意圖或行動的範圍與程度。範圍指的是企業選擇進行之活動數量與界限；程度指的是該項減碳行動達到的完成度，即公司積極採用和實施特定減碳活動的廣度與被整合至總體戰略和細部營運中的深度。

Su-Yol Lee (2012) 區分企業碳管理活動類型，以六個種類的活動表現對 241 家韓國企業進行聚類分析進而區分企業減碳策略定位。其定義、框架與研究對象有助於本研究對台積電與三星電子進行減碳行動之分類以進一步分析個案企業減碳策略與其地理位置、產業特性、企業文化之關係。

如表 2-2 所示，企業減碳策略可分為六類碳管理活動，分別為減碳目標、製程改善及供應鏈檢視、產品設計、新市場業務開發及組織參與，以下說明其定義：

表 2-2 碳管理活動種類

碳管理活動	定義
減碳目標	企業進行減碳的預期目標。
製程改善及供應鏈檢視	對內部產品生產流程、上游供應鏈或整個價值鏈減碳。
產品設計	對自家產品發想、生產、使用、回收時所規劃減碳。
新市場業務開發	因減碳行動而發起之新型態業務、新市場機會。
組織參與	藉由推動、創建內部相關組織及管理系統促進減碳。
對外關係	與政府、NGO、社會大眾、業務夥伴等合作，推行有助於實現減少碳排放之對外關係活動。

資料來源：Su-Yol Lee, Corporate Carbon Strategies in Responding to Climate Change, 2011

根據上述碳管理活動之表現進行聚類分析後可區分企業減碳策略定位為六大類，以積極度而言，觀望觀察者最為消極，並未明確提及減碳，全方位增強者與全方位探索者均在碳管理活動中表現最積極，惟全方位探索者較投入開發新市場業務而全方位增強者較少涉足新業務領域。表 2-3 說明企業減碳策略定位之相關特徵：

表 2-3 企業減碳策略定位

策略類型	說明
觀望觀察者 (Wait-and-See Observer)	在六個碳管理活動中得分都相對較低，表明該組中的公司沒有認真考慮氣候變化問題、沒有提到氣候變化或者對採取氣候變化措施幾乎沒有興趣。
謹慎減少者 (Cautious Reducer)	碳管理活動尚處於初期階段，謹慎減少者採取的第一步涉及為公司內的特定生產過程設定排放目標和實施減碳措施。
產品增強者 (Product Enhancer)	在大多數碳管理活動中得分相對較低，但產品增強者專注於通過開發更高能效和更低碳密集度的產品來增強其產品的市場競爭力。他們關注產品改進的原因可能有兩個，消費階段的碳排放量高於生產過程中的排放量以及更高能效的產品往往會吸引更多的客戶。
全方位增強者 (All-Round Enhancer)	除新市場和業務發展外，該集群在大多數碳排放活動中得分最高。不斷監測和分析氣候變化問題如何影響其現有業務，並進行了適當的準備。全方位的增強劑從事廣泛的碳活動，結合了產品改進以生產更綠色的產品以及減少生產過程和供應鏈中的排放量。他們制定了明確而具體的減排目標，並採取了措施來實現這些目標。
緊急探索者 (Emergent Explorer)	緊急探索者在大多數碳管理活動中得分較低，但以下一項除外：新市場和業務發展，顯示其將重心放在當前業務範圍之外的市場中的機會上。他們有明確的計劃進入新業務，例如新能源和可再生能源行業（如太陽能電池、風能和潮汐能），並投資於破壞性技術（如碳捕捉與封存、燃料電池和電動汽車）。
全方位探索者 (All-Round Explorer)	此集群在新市場和業務發展中的公司排名最高，在其他碳管理活動中得分也較高。儘管開發新事業，此集群仍優先考慮在現有業務領域中的碳管理活動競爭力。

資料來源：Su-Yol Lee, Corporate Carbon Strategies in Responding to Climate Change, 2011

第四節 利害關係人

本研究之第五章將提及不同利害關係人關注之減碳面向及個案企業重視程度。所謂一組織的利害關係人是指具有影響力或被影響下能完成組織使命的個人或企業

(Mitchell *et al.*, 1997)，而企業的利害關係人包括股東、企業主、管理者、員工、工會、供應商、顧客及壓力團體等（廖勇凱，2008）。Mitchell 等人以是否具備權力、合法性、緊急性三種特性區分不同型態利害關係人，其中權力指利害關係人具影響機構之權力；合法性指機構間具合法性的關係；緊急性指利害關係人之需求具有緊急性的本質，即此需求被視為重要且關鍵性的。依三種特性可發展八種型態的利害關係人，依序為潛在、任意型、需求型、統治型、危險型、依賴型、決定型利害關係人。

本研究個案之利害關係人除企業本身亦包含員工、股東、供應商、客戶、社會及政府，其減碳決策須考量利害關係人立場、觀點，整合最終關鍵投入之議題。

表 2-4 利害關係人型態

利害關係人型態	利害關係人特性		
	權力	合法性	緊急性
潛在利害關係人	V		
任意型利害關係人		V	
需求型利害關係人			V
統治型利害關係人	V	V	
危險型利害關係人	V		V
依賴型利害關係人		V	V
決定性利害關係人	V	V	V

資料來源：Mitchell, Agle and Wood, Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts, 1997

第三章 半導體產業概述



本章將依序介紹半導體產業現況、晶圓製造業五力分析，接著聚焦至本研究兩個案企業的經營概況。

第一節 半導體產業現況

自 1999 年開始，半導體產業飛速成長近三倍，且據 WSTS(2021)預計，2021 年市場規模將達 5,270 億美元。2020 年受惠於疫情整體逆勢上漲，晶圓代工及記憶體 IC 市場為最大贏家。全球半導體收入增長的 44%來自記憶體 IC 市場，其主因為受 COVID-19 疫情影響，伺服器架設、桌上型電腦、筆電、平板電腦等終端商品營收受遠端商務、遠距教學市場需求而大幅成長。晶圓代工產業則因歐美工廠產量受疫情影響而產生轉單效應、疫情帶動遠距電子設備需求、加上中國科技業者為加速去美化增加代工訂單。

一個晶片的誕生，是通過設計電路圖、IC 製造、封裝、測試、配送的過程。半導體產業鍊以上、中、下游，可區分為 IP/IC 設計、晶圓/IC 製造、IC 封裝測試及通路。IC 產品應用範圍涵蓋通訊、資訊、消費性電子等，進一步以功能區分可劃分為記憶體 IC、微元件 IC、邏輯 IC 以及類比 IC。

四大類別中，台積電領先全球的即是邏輯 IC 先進製程，此種晶片專注於運算速度和功耗效率，可處理數位訊號（0 與 1）。而三星電子目前全球市占率居冠的主力產品之一為記憶體 IC，該種晶片用於儲存資料的元件，目前主流規格為動態隨機記憶體（DRAM）和快閃記憶體（Flash），DRAM 記憶體被大量使用在電腦系統及電子產品中，作為資料暫存用之記憶體；Flash 記憶體則較常用於數位相機中的記憶卡、隨身碟、固態硬碟，即使斷電資料也會被保存。

（一） 台灣半導體聚落發展成熟，持續擴充產能及技術

2019 台灣 IC 產業產值為 26,655 億元新台幣，台灣半導體聚落以 2020 年營業額規模由大到小依序為：新竹科學園區、中部科學園區、南部科學園區。台灣主要 IC 設計及 IC 製造公司總部設於新竹，產學研合作制度完整且上中下游供應鏈緊密完整；中部科學園區屬於勞力密集地區，擁有先進製程技術 12 吋晶圓廠的建廠；南部科學園區廠商家數高階封測實力雄厚，台積電已在南科興建 5 奈米製程的 18 廠。（黃慧修等人，2020）

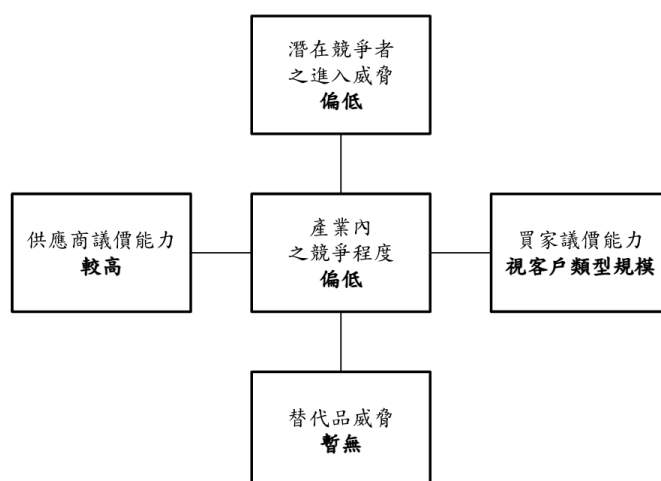
（二） 因應超級循環週期，韓國著手建構半導體金三角

為了擴充產能並牽制中國半導體產業崛起威脅，韓國政府欲打造全球最大半導體產業聚落，2021 年龍仁半導體產業園區計畫將動工，預計囊括 50 家以上半導體材料、零件、設備業者。此外，因龍仁市附近即有三星電子 17 間工廠，鄰近的京畿道利川市還有 SK Hynix Inc.現有的半導體園區，龍仁、三星電子、SK 海力士構成的三角地帶內，將聚集約 500 家國內外半導體原材料、零配件、設備企業。韓國政府與業者預期，此處將成為擁有 20 餘條生產線的「世界半導體工廠」。除供應鏈間緊密合作外，一旦形成規模經濟，SK 海力士、三星電子及鄰近廠商也能從中獲益。（姜遠珍，2019）

第二節 晶圓製造業五力分析

台積電與三星電子為涵蓋晶圓製造業務之全球大廠，本段聚焦至晶圓製造產業說明其產業內競爭程度及來自供應商、買家、潛在競爭者、替代品四股力量對晶圓製造業造成減碳壓力之共同點。

圖 3-1 晶圓製造業五力分析



資料來源：本研究整理

(一) 產業內之競爭程度

晶圓製造產業市場高度集中，前三大晶圓代工業者台積電、三星電子、聯電市占率加總已超過 81%。(曾冠瑋，2021) 另一方面，目前全國前五大晶圓製造廠商 7nm 及以下節點先進製程僅剩台積電及三星電子彼此競爭，聯電、格羅方德等大廠相繼暫停、退出或落後，顯見成熟製程仍隱含產品差異化空間與可供企業持續發展之商業機會。產業內之競爭程度偏低意味台積電與三星電子同業實施積極減碳政策較無威脅性，各企業優勢能力不一及產品差異化高且市場高度集中的環境下，較不利於發展以與同業競爭為目的的減碳行動。

(二) 潛在競爭者之進入威脅

晶圓廠建廠成本高昂，平面配置、機台購置、廠址選擇、設廠後運營等決策均仰賴長期經驗方能快速、高效且具成本效益地完成建設。加以設廠後每年仍須投入鉅額資本支持技術創新，投入高階研發人才、儀器設備以及關鍵 IP 以突破製程技術。且先進者挾持先進技術、高品質良率、主要客戶訂單已擁有廣大市佔率及製程學習曲線，凸顯「贏者全拿」趨勢，因此潛在競爭者之進入威脅較低，進一步而言，晶圓

製造業出現具雄厚資本、先進技術且兼顧超前減碳思維之潛在競爭者威脅性更低。



(三) 買家議價能力視客戶類型及規模而定

晶片買家議價能力依客戶類型、規模不同，訂單量越大、依賴程度越低者議價能力越高。晶片買家可歸納為三種類型：科技品牌型客戶、IDM 型客戶以及無廠型客戶。台積電內部預估，蘋果會維持最大客戶地位，佔總營收四分之一；其他主要客戶約佔總營收 5%至 10%間，Intel 為 IDM 廠型主要客戶，跟代工廠既競爭又合作；無廠型客戶如高通、Nvidia、博通、AMD 等與代工廠專業分工，維持相互依靠、不可或缺的合作關係。營收占比小之買家驅使台積電及三星電子積極減碳可能性低，但蘋果提出減碳要求則會使其感到龐大壓力。

因 IC 晶片缺工、短料造成搶貨潮和漲價潮的情況仍持續延燒，台積電甚至傳出變相漲價措施。(張建中，2020) 此現象顯現下游客戶價格敏感度與相對議價能力發展空間有限，且晶圓代工涉及技術設計圖移轉等業務，買家轉換成本高，此時買家議價普遍趨小，為避免斷鍊危機歐美政府甚至將製造業耗電耗水大戶之負面影響擺在一邊，積極邀約擴廠。

(四) 替代品威脅

IC 晶片為終端消費電子產品目前唯一驅動設備軟硬體達到效能之關鍵零組件，因此晶圓代工業者所提供之製程技術與晶片產品在可預見之未來暫無替代品威脅，因此暫不須考慮來自替代品產業之減碳壓力。

(五) 供應商議價能力

整體而言，晶圓製造產業供應商如機台設備、耗材原料以及專利授權三領域均由少數廠商寡占，議價能力較高。設備以光罩、蝕刻和薄膜沈積設備等所占成本比重最高，

其中，ASML 獨家生產之極紫外光曝光機（EUV）更是先進製程關鍵設備且長期供不應求，設備前置期長達六個月或以上。耗才原料如矽晶圓亦長期由少數廠商壟斷市場。若供應商實施之減碳策略較為保守被動，則其議價能力高將造成晶圓製造業者實施減碳的阻礙。

五力分析後結果顯現，晶圓製造業產業內競爭程度偏低、潛在競爭者之威脅偏低、買家議價能力視客戶類型規模不一、暫無替代品威脅且供應商議價能力較高。以減碳壓力而言，因議價能力較高，晶圓製造產業來自同業、主要客戶及供應商的減碳態度對晶圓製造業者造成壓力可能較大。後續小節將進一步聚焦本研究個案台積電及三星電子的企業沿革、業務架構、市場表現及企業定位。

第三節 台積電公司簡介

台積電於 1987 年成立於新竹科學園區，現任董事長為劉德音先生，副董事長暨總裁為魏哲家先生。其業務專注於製造生產由客戶所設計的晶片，本身並不設計、生產或銷售自有品牌產品。台積公司是目前全世界市佔率最大的專業積體電路製造服務公司，截至 2019 年已累計使用 272 種製程技術，為 499 個客戶生產 1 萬 761 種不同產品。

一、業務架構

台積電不僅定位自己為製造業，而是「製造服務業」。從其企業願景及使命可見，其專注於技術、製造、服務三者兼具，認為「顧客信賴」是企業能長期經營的關鍵因素。台積電能在 IC 製造領域長達十年保持市佔率 50% 左右的差異化優勢來自於先進的技術與製造能力、協作平台與產業鍊同盟以及贏得客戶信任的服務配套措施。台積電致力於推出最新世代技術，成為最新製程研發領導者；在成熟技術領域，也專注於取得最佳功耗、最佳效能、最佳晶圓尺寸的領先地位。平均來說，台積電每兩年推進一個世代先進製程，2020 年 5 奈米製程開始量產，預計兩年後可生產 3 奈米製程，大幅超前其競爭對手三星與英特爾。

優異的研發製造與管理能力外，台積電組織「開放創新平台」以及台積電大聯盟，以整合、協同合作的方式強化競爭優勢。「開放創新平台」是一個完整的設計生態系統，藉由台積電公司所開發、支援的協同合作平台，加速供應鏈各方面的創新；台積電大聯盟則是由客戶、電子設計自動化（EDA）夥伴、矽智財（IP）夥伴、主要設備及原物料供應商所共同組成，是半導體產業中最強而有力的創新動能之一。據內部統計以研發投資支出而言，台積電與十餘位客戶投入金額加總已超越全球前兩大半導體 IDM 企業支出總和。

最後，因台積電為專業晶圓代工廠，台積電承諾不設計、製造或行銷任何自有品牌產品，致力於成為專業製造服務公司。「不與客戶競爭」是台積電自 1987 年成立堅守之經營準則，也是贏得客戶信任的最大關鍵。

2020 年，台積電分別在台灣新竹、台南設有 9 座晶圓廠，中國及美國海外子公司設有 3 座晶圓廠。總計能生產超過 1,200 萬片 12 吋晶圓約當量。2021 年動工美國亞利桑那州新廠房，預計該廠月產能達 2 萬片先進製程晶圓。台積電提供之技術種類涵蓋邏輯製程、特殊製程及先進封裝技術。邏輯製程技術提供 0.5 微米到 5 奈米技術；特殊製程則滿足包括感測器、致動器、類比、RF 射頻連接、功率 IC、非揮發性記憶體和微控制器；台積電透過向下整合，也提供晶圓級封裝服務，即運用半導體製程技術把顯微鏡尺度的金屬接點接在晶圓上，較傳統封裝可提高線路密度、增加晶片運算速度，超越摩爾定律。

二、市場表現與企業定位

（一）IC 製造領域市場佔有率居冠

台積電於全球半導體業之積體電路製造服務領域 2010-2019 十年間的市場佔有率約為 45-56%，2019 年雖較前年略為下滑，但在晶圓先進製程上，為唯二能製造 5 奈米晶片之晶圓代工廠商，更已著手為 3 奈米製程做準備且將於 2022 年開始生產，其市場領導地位仍顯而易見。

(二) 主要客戶位北美，主要代工用於智慧型手機的邏輯晶片

台積電(2021)於2020年總體營收以地區劃分(主要依據客戶營運總部所在地)，市場比重由大至小依序為北美(62%)、中國大陸(17%)、亞太(扣除中國大陸、日本)(11%)、歐洲、中東及非洲(5%)、日本(5%)。若依生產IC的終端產品來區分，市場比重由大到小依序為智慧型手機(48%)、高效能運算(33%)、物聯網(8%)、車用電子(3%)、消費性電子產品(4%)、其他產品(4%)。

第四節 三星電子公司簡介

三星集團一直是由李氏家族成員領導的大財閥，從李秉喆、李健熙直至今日的少主李在鎔，直系家族成員擔任集團會長的角色主導旗下企業發展。三星集團由59個關聯公司組成，經營領域涵蓋半導體、電子、金融、保險、生物製藥、建設、化工、醫療等領域。而三星電子是三星集團16間上市公司之一，建立於1969年，於1975年公開發行股票，為一間總部設於韓國水原市的全球電子產品公司。2019年全球員工數為287,439人，一階供應商共2,208家。截至2019年底，三星電子執行長為，董事會由10位董事組成，其中涵蓋4位為執行董事和6位獨立董事，董事會任命了前首席財務長李相勳先生擔任董事長。董事長和執行長的職權相互獨立，以增強董事會的獨立性和透明度。

一、業務架構

三星電子由四個獨立運作的業務部門組成，分別為消費性電子(CE)、訊息技術與移動通訊(IM)、設備解決方案(DS)、負責汽車電子零組件之哈曼國際工業及其子公司(Harman)。四個業務群在北美、歐盟、獨立國家國協、中東、亞洲、非洲、大洋洲共設有212間海外子公司。以下分別介紹各部門主要銷售產品。

CE 部門中，電視為主力產品，通過 LCD / LED 電視及軟體驅動的產品功能，連續 14 年保持了其市場領導者的地位；IM 部門中，生產及銷售智能移動設備如：智能手機、平板電腦等。智能手機方面，目前規劃涵蓋低端至高端之產品組合，其中 Galaxy 系列在先進市場及新興市場取得成長；DS 部門中，由記憶體 IC、晶圓代工、顯示面板三大業務群組成，透過技術創新和成本控制保持領先地位；Harman 是三星電子於 2017 年收購之企業，其業務涵蓋汽車製造、互聯網產品和解決方案，為互聯汽車系統、視聽產品、互聯服務的全球領導者。

表 3-1 三星電子業務版圖

業務部門		部門主要產品
CE		電視、監視器、冰箱、洗衣機、空調
IM		手持電話、網路系統、電腦
DS	半導體	DRAM、NAND flash、手機無線路由器
	DP	OLED 智能手機面板、LCD 電視及監控螢幕面板
Harman		Harman 主機、信息娛樂系統、遠程訊息處理、揚聲器

資料來源：三星電子 2019 年報、本研究整理

二、市場表現與企業定位

（一）全球智慧手機市占率居冠

因中國解除封城開放民眾活動且美國疫苗施打率提升等因素經濟開始復甦，根據市調機構 Canalys 統計 2021 年第一季全球手機銷量較前期上升 27% 至 3.47 億支，出貨量最高的前三大業者為：三星電子（22%）、蘋果（15%）、小米（14%）（段智恆，2021）。其中，三星電子旗艦手機 Galaxy S21 系列熱銷，5G 技術支援和高階照相攝影表現促使終端用戶購買新手機或升級。三星電子採取機海戰術，鎖定新興市場推出的中低階

機型外，也開發能與 iPhone 匹敵的高階機種，如旗艦手機 Galaxy S21 系列即相當熱銷，以 5G 技術、高階照相攝影表現促使用戶升級設備。



（二） 全球記憶體市佔率居冠 29 年，近年表現下滑

自 1993 年起，三星在全球記憶體半導體市場保有領先地位，2017 到 2020 四年間 DRAM 產品全球市占率介四成以上，三星電子在 NAND 及 SSD2019 年市占率中亦排名全球第一，其產品可運用於行動、PC、企業及雲端服務以及擴增實境 (AR)、虛擬實境 (VR)、汽車應用等。2019 年 DRAM 市場需求疲軟，主因為安置電腦及儲存系統之數據資料中心進行庫存調整，此外，中美貿易衝突、出口法規緊張等外部因素提升市場不確定性，三星因此業績重創。近年三星電子市佔連年下滑，主因為美光削弱三星的領先優勢，在 NAND 及 DRAM 領域搶先推出新一代產品，不僅如此，還須提防台灣南亞科及受政府金援的中國廠商緊追在後。

（三） System LSI 業務利用多餘產能接單晶圓代工

System LSI 有別於記憶體晶片，為三星電子製造邏輯處理晶片之部門。此部門中又可分為內部生產及晶圓代工兩大支線，內部生產自家產品如手機無線路由器和圖像感應器所需晶片；代工業務則根據客戶需求代工晶片，扮演 OEM 廠的角色。

三星電子於晶圓代工業務 2019 年市占率為 19%，位居全球第二。在 2019 年上半年，晶圓代工部門推出全球首項 7 奈米 EUV 產品，目標隔年推出下一代製程產品。此外，通過多元化生產擴大業務產品組合，包括 CIS、DDI、PMIC 等。以先進製程技術而言，三星電子為唯一能與台積電匹敵的「第一梯隊」，有能力研發 5 奈米以下製程，但 Intel（2020）宣布未來重啟晶圓代工業務，將擠壓三星未來業績。

第五節 小結

台積電及三星電子在晶圓代工與記憶體 IC 領域中至今仍佔據首位，展望 2021 年，可預期的晶片缺貨潮以及先進製程需求將帶領這兩家企業走向注資、擴產的道路。但這並未意味著未來將一帆風順，正所謂樹大招風，利害關係人不再只是關注台積電和三星電子的財務績效與業務創新，而是全面檢視企業是否對包含氣候風險在內的經營議題考量在經營策略中。

半導體產業是台灣和韓國「大到不能倒」的重要產業之一，在人口政經背景相似、能源仰賴進口的經濟環境中，兩企業面臨減碳挑戰之異同與因應方式，在接下來的章節中，將會進一步探討台積電與三星電子的減碳策略。

第四章 個案企業減碳策略



本章將依照企業減碳策略類型分為六節，了解在全球環保意識興起的浪潮下，究竟「護國神山」台積電與「智慧手機龍頭」三星電子在減碳議題上設定目標與實現行動為何，最後，第七節更延伸比較個案企業取得再生能源方式之異同及背後可能原因。

第一節 減碳目標

減碳著重「開源」與「節流」，即盡可能地增加潔淨能源同時減少碳排放。在減碳目標方面，台積電與三星電子均設定明確減碳目標，也提及將致力於取得再生能源、製造過程中減少能源浪費並降低單位產品碳排放量等具體碳減排措施以實現目標。惟可看到台積電的目標設定分為隔年預期實現之短期目標及 2030 年預期實現之長期具體目標，三星電子則僅提及隔年預期實現之短期目標，此差異說明，台積電在設定關鍵結果、盤點資源以及規劃具體行動更具深度與廣度，相對而言野心也較強烈。

一、台積電減碳目標

從台積電設立的減碳目標，可見此企業採取「開源」與「節流」齊頭並進的方式，「開源」是盡可能地擴大再生能源的使用比例；「節流」則是透過精進製程技術減少目前八吋晶圓等主力產品的單位溫室氣體排放量。台積電建立隔年、十年、三十年明確的短、中、長期目標以利所有利害關係人了解相關進度規劃。

表 4-1 台積電減碳目標

減碳目標	預計完成時間
節流	
單位產品（八吋晶圓）溫室氣體排放量減少 18%	2020 年
自 3 奈米起新廠再生能源佔比 20%，並逐年增加購買量	2020 年
單位產品溫室氣體排放量減少 40%	2030 年
開源	
生產廠房 25%、非生產廠房 100%用電量為再生能源	2030 年
生產廠房與非生產廠房 100%使用再生能源	2050 年
*溫室氣體排放減量已納入含氟溫室氣體排放減量，自 2020 年起以此指標管理各項作為的執行 **單位產品溫室氣體排放量計算方式為（公噸－二氧化碳當量／八吋晶圓當量－光罩數） ***減量基準年為 2010 年	

資料來源：台積電 2019 年永續責任報告書、本研究整理

二、三星電子減碳目標

從三星電子的減碳目標可明顯看出目標完成的期限均設定為隔年，並未設定中長期具體目標。第三方認證機構 PwC 亦表示，雖然三星電子確實執行了許多行動，但建議其往後能提出長期減碳目標。三星電子若持續未公開提出更具體的中長期減碳目標，可能隱含的負面意義是：未揭露長期持續的減碳路徑、未闡明預計投入資源與領域，也未能承諾達成理想中《巴黎協定》所設定全球減緩上升氣溫目標的可能性，如此以來，利害關係人仍須觀察三星電子如何「且戰且走」，增添企業永續發展之不確定性。

表 4-2 三星電子減碳目標

減碳目標	預計完成時間
節流	
單位產值溫室氣體排放減量 70%，達 1.55 噸 CO ₂ e/億韓元	2020 年
產品使用階段減少溫室氣體排放 250 百萬噸 CO ₂ e	2020 年
開源	
美國、歐洲、中國據點 100%使用再生能源	2020 年
*減量基準年為 2008 年 **產品使用階段減量基準年自 2009 年開始累積	

資料來源：三星電子 2019 年永續責任報告書、本研究整理

第二節 製程改善及供應鏈檢視

在製程改善及供應鏈檢視方面，一直以來，有別於競爭者通過不同供應商採購零部件，三星電子的垂直整合策略具備生產晶片到屏幕的能力，還有集團各產業子公司於背後支援，其對供應鏈廠商有較高的領導權但相對而言內部管理成本較高、組織效率和彈性較低。相較之下，台積電需花更多心思以合作、聯盟形式協助關鍵供應商進行技術革新，內部管理成本較低、組織效率和彈性較高。台積電與三星電子均提出廠務、生產流程的節能具體行動，也建立供應鏈廠商稽核制度及年度論壇。兩者均是責任商業聯盟（RBA）成員，此聯盟為全球最大工業供應鏈參與之企業社會責任組織，成員準則涵蓋勞工人權、職場健康安全、環境規範及道德準則等內容，確保企業本身及供應商遵守 RBA 行為準則可顯著降低營運風險。另一方面值得關注的是，三星電子針對供應商額外提供金融貸款資助與績優獎勵，一般而言傳統金融機構融資依企業規模、營收、存續風險評估借款金額，致使部分供應商融資金額受限，而三星基金與三星貨款支援基金針對一級、二級、三級供應商提供技術研發、設備投資的低利貸款計劃，更針對一級、二級供應商提供 30 天零利率貸款計畫，有助於供應商實行減碳策略以維持全球競爭力。

一、關鍵績效指標

欲觀察一家企業的管理能力是否優秀，可先了解該企業「關鍵績效指標」有哪些項目。在製程和供應鏈管理，台積電與三星電子根據多種類型指標為底下的員工能力與業務發展打成績。在關鍵績效指標，台積電關鍵績效指標多著重於碳排放的絕對數據，而三星電子則較關注於投入減碳資金。

（一）台積電關鍵績效指標

由於台積電的優勢競爭力來自先進技術、代工專業以及上下游產業創新聯盟，製程改善和供應鏈相關的減碳策略應是台積電重點發展項目。設定具體的目標後，台積電需建立完善的管理系統方能檢視各個階段進度是否達標。

針對製程與供應鏈，台積電主要關注產品在製程中產生的溫室氣體排放總量，要計算排放量即表示台積電需在旗下 15 個工廠和轉投資事業安置嚴謹的監測系統，搜集包含投入與產出過程的活動數據和其他推估的次級數據才能得到禁得起科學機構驗證的準確排放量。含氟氣體在指標中特地區別出來觀察的原因在於，若正常多耗電一度二氧化碳將約增加 0.93 公斤，而全氟化合物每排出一公斤所造成的溫室效應，會產生相當於上萬公斤的二氧化碳排放，相比之下簡直是小巫見大巫！偏偏含氟氣體是晶圓在乾蝕刻過程中進行 IC 晶片精密加工的必要混合氣體，因此如何減少這種「超級毒氣」排放是台積電重要的環境技術發展項目之一。

從本身出發達到減碳目標之外，利害關係人也期待大型企業能發揮自己的產業影響力，敦促上游供應商一同採取綠色行動，台積電在供應商的管控主要藉由供應商自主管理、輔導節電與不定期稽核進行，更自 2021 年開始強制要求供應商盤點碳足跡。不難想像，大型企業因受社會壓力、政府法規要求、環保團體關注等原因在早期便設立溫室氣體監控設備，但規模較小的供應商普遍並無多餘的成本、足夠的技術、強烈的誘因

去計算碳足跡，由台積電扮演領頭羊的角色督促上游供應商能較準確抓出高碳排企業、掌握改進方向，進而提升減碳目標達成效率。



表 4-3 台積電關鍵績效指標

製程改善
單位產品（八吋晶圓）溫室氣體排放量
單位產品含氟溫室氣體排放量
含氟溫室氣體總排放量
相同製程技術量產生產能效
節能措施累積節電總量
製程中單位產品用電量
供應鏈檢視
第一階供應商簽署「供應商行為準則」與「永續管理自評問卷」比例
供應商環安衛稽核分數與參與環安衛訓練計畫次數
間接原物料、零配件、後段設備在地採購比例
輔導供應商累積節電量
自 2021 年起要求供應商盤點碳足跡

資料來源：台積電 2019 年永續責任報告書、本研究整理

（二）三星電子關鍵績效指標

在製程改善及供應鏈檢視的關鍵績效指標包括再生能源使用、EHS 環境系統證照比例、單位產值碳排放量、以及針對供應商及本身智能工廠之減碳投資金額。三星電子在計算碳排放績效指標並無設總量為關鍵績效指標，而是以排放密集度，也就是所有產品單位產值之溫室氣體排放量為依據，當比較個別產品製造時是否隨技術革新減少耗能，使用排放密集度之數據可輕易進行比較，但也可能因產品價值浮動，

造成藉產品價格提高雖碳排相同，排放密集度仍降低的環保假象，若三星電子不將絕對排放數字視為指標之一，聰明的利害關係人對其減碳管理能力也會持保留態度。



表 4-4 三星電子關鍵績效指標

製程改善
Total Renewable Energy Use
Percentage of EHS Management Systems Certification
GHG emissions (tonnes CO ₂ e/ KRW 100 million)
Support to Smart Factory Project (KRW)
供應鏈檢視
Amount of Win-Win Fund Invested to Suppliers (KRW)

資料來源：三星電子 2020 年永續責任報告書、本研究整理

二、製程改善

台積電與三星電子均有製造工廠，台積電有晶圓製造、封裝、測試等業務；三星電子則有記憶體、晶圓製造、封裝、測試、顯示面板、家電、智慧型裝置等業務，因製造過程耗費大量水電是利害關係人重點要求的減碳項目之一。台積電的製程改善主要措施有綠建築工廠、節能減氟設備及綠色融資；三星電子則設立少數示範性節能點及節能減氟設備。

（一）台積電製程改善具體措施

1. 經理人推動綠建築

台積電開始蓋綠建築的契機始於 2006 年當時的董事長張忠謀看到紐約時報一則有關

綠建築的新聞，他意識到「綠建築是即將到來的產業革命」後馬上召集主管商討如何讓台積電新建的工廠達到世界一流的綠建築水準。(林靜宜、謝錦芳，2013)自2006年起持續興建綠建築廠區與辦公大樓以降低興建過程及營運階段的各項資源耗用，降低建物對加劇地球暖化的程度並強化對極端氣候的應變韌性。截至2019年，共累計取得32座美國LEED黃金級以上綠建築認證及23座台灣綠建築EEWH認證，其中LEED認證面積全球半導體業第一。針對全廠區照明、空調進行全廠區智慧照明及變溫節能措施，不斷電系統及現址式廢棄物處理設備則進行待機節能；另外，在12吋廠區進行空調機加濕器改裝濕膜使效能提升。

回顧當時張忠謀的遠見著實令人懾服，因為綠建築將環境永續的思維融貫於選址、設計、建設、運營、維護、翻新、拆除等階段，若一開始沒有規劃完善，晶圓代工製造廠高昂的資本投入可能因興建後遭遇環保團體抗議、政府法規更新、氣候變遷災害等情況而蒙受損失，輕則影響產能，重則失去重要客戶，那將會是「省小錢，花大錢」。

2. 節電減氟設備

因為電力為製程生產設備及廠務系統的主要能源，24小時不停機的營運讓節能省電的實質成績成為常被戲稱「吃電怪獸」的台積電需交代的功課之一。2019年台積電進行全廠區機台用電單元最佳化修改，節能項目達165項、節能度數達90百萬度、排碳量減少4.8萬公噸。以製造業而言，ISO 50001是較有公信力、較具節能思考策略的能源管理系統，能夠循序漸進給業者具體的指引。此標準的設定目的是促使組織建立所需的系統與過程，以改善自身的能源績效，其中包括能源效率、使用及消耗，目前台積電在台灣的全數廠房，皆已通過ISO 50001內部盤查與第三方認證。

另一方面，除了電力使用造成的間接排放，製程用含氟溫室氣體的直接排放亦為台積電溫室氣體主要排放源，占整體溫室氣體排放分布15%。台積電關注於減少含氟

溫室氣體，建立含氟溫室氣體與氧化亞氮製程現址式處理設備。台積電將製程機台排放的高濃度廢氣依據污染物特性不同，分別採用電熱、燃燒、電漿、水洗、加藥、吸附、冷凝、水洗等七種現址式空氣處理設備進行預先處理以提升污染物源頭削減成果，有效減少空氣污染物排放總量。2019 年增設之高溫電熱水洗式處理設備對氧化亞氮削減率可達 90% 以上、含氟溫室氣體（F-GHG）及氨氣（NH₃）削減率亦高達 99% 以上。

3. 綠色債券籌資

台積電在 2020 年底首度發行 3 檔 5 到 10 年期總金額達 120 億新台幣的綠色債券，此資金除了需專款專用還得定期接受第三方認證使用情形（張建中，2020）。120 億對台積電而言應負擔得起，耗時又費力地籌措綠色資金的原因除了公司債市場因近期整體經濟低利率環境而十分熱絡外，綠色債券有宣示「綠色轉型」決心的效果，能夠提升企業發展永續的正面形象，更棒的是因為「綠色溢價」，綠債發行利率可以更低！台積電一般公司債 2020 年票面利率落在 0.64%，綠債卻可低到 0.48%。「綠色溢價」這個詞出現自比爾蓋茲著作《氣候經濟與人類未來》中，意即在同等效用下，具減碳效果之產品與原產品的價格差。這也說明為什麼台積電的綠色債券能夠付出更低的成本來籌措相同的資金。

綠色債券籌措的資金將用於三個主要項目，分別是晶圓 18 廠工廠及辦公室綠建築、節能供電系統及現址式尾氣處理系統，都是在前段提及一般運營、製程設備中台積電產生大量碳排放且耗資甚鉅的主因，預期在未來台積電擴廠時也會比照相同或更高標準投資更環境友善的運營設施。

表 4-5 台積電綠色債券資金運用現況

綠色投資計畫名稱	計畫內容	預計環境效益及說明
F18P4 綠建築 (包含 Fab 及 Office)	推動廠房綠建築認證,降低廠房建築開發行為對環境之衝擊。	Fab 預計於 2021 年 5 月取得候選綠建築證書。Office 預計於 2021 年 4 月取得候選綠建築證書。未來以取得台灣綠建築標章黃金級以上、美國 LEED BD+C 黃金級認證為目標。
AP2C 綠建築(Fab)	同上	同上
UPS Package (大型不斷電系統)	可在電力異常情況下不間斷的提供穩定電源,維持廠務系統及設備機台的穩定運轉。因平時不耗電,可省下本體所消耗的能源。	透過整流、變流穩定供電, UPS 節能效益總計為每年 4,345 萬度,相當於年減二氧化碳 22,115 噸。
Local Scrubber (現址式尾氣處理設施)	利用輔助燃料或電漿產生高熱使溫室氣體裂解,再經由水洗將污染物水解或離子化後進入液相而去除。此設施可分解全氟碳化物氣體,達到高效廢氣處理。	減碳效益為每年減少 64 萬噸 CO2 排放,環境損益評估效益為每年 NT\$9.6 億。

資料來源：台灣積體電路製造股份有限公司 109 年度綠色債券資金運用情形報告

(二) 三星電子製程改善具體措施

1. 兩座節能示範點

三星電子以韓國盈德郡培訓中心與越南胡志明市這兩個工作據點當作重點示範區,應用 IoT 技術考量室外條件、空調負荷與設備性能達到節能應用,如胡志明市工作據點

能夠減少空調 12.4%能源消耗。未來也已規劃將 Smart Factory 技術的應用擴展到全球其他工作場所。同時也在全球工廠安裝了高效率的設備並在室內照明中採用 LED 節能燈。



2. 減氟節能設備

三星電子未明確提及使用何種技術減氟節能，僅提到工作據點每年度計劃其溫室氣體排放量、減排任務以及對應的行動方案，包括提高氟氣處理設施的效率、升級為高效能設備以及簡化製造流程，其中，半導體加工工序中安裝了含氟氣體分解設備，分解率達 90% 及以上。針對製造流程的節能減氟，共減少了 509.8 萬噸的溫室氣體排放，與 2018 年相比增加了 75%。

三、供應鏈檢視

供應鏈減碳行動對企業來說就像高速列車一樣，一節車廂拉著一節車廂，只要身在火車頭的企業決定啟程，價值鏈成員也須動起來、缺一不可。在火車頭的大企業有其責任規劃具體減碳方向、協助其供應鏈成員接軌減碳目標、投入資源和人力輔導供應商轉型。在供應鏈檢視，台積電提高供應鏈減碳要求、改進製造設備並逐年提高在地化採購比例；三星電子則以供應商綠色認證、供應商技術融資、供應商綠色績效獎勵和減少運具碳足跡因應。

（一）台積電供應鏈檢視之具體措施

1. 供應鏈減碳要求

2021 年開始台積電要求供應商必須盤點碳足跡、在 2030 年前節能 30% 並且擬將碳足跡、減碳績效作為採購標準，未能達標的供應商恐將失去許多訂單。對此，環球晶、ASML、漢唐、帆宣等供應商均表示將全力支持配合（鐘惠玲等人，2021）。台積電落實四大供應鏈管理方針：第一，供應商必須以《台積公司供應商行為準則》為執行標

準並擴大管理範圍至上游供應商；第二，依照《台積電公司供應商行為準則》，透過「永續自評問卷」衡量合規程度或透過台積電公司專家團隊評估風險；第三，要求關鍵供應商接受 RBA 認證之第三方稽核機構執行稽核或由台積電公司專家團隊現場稽核；第四，依據《台積電公司供應商行為準則》與稽核結果要求供應商改善。其中，《台積電公司供應商行為準則》以負責任商業聯盟「行為準則」為藍本，並將簽署要求擴大至子公司之第一階供應商。另外，台積電每年固定舉辦「責任供應鏈論壇」與訓練課程進行實務經驗分享並實際應用於供應商工廠運營，也與上游廠商交流稽核缺失與改善要求。

2. 溯源改造採購設備

台積電在採購製造設備的過程中往往不是「有什麼買什麼」，而是與設備商教學相長，比競爭對手花更多功夫了解機台特性和功能限制、切磋研發上的問題與挑戰，這也是為什麼台積電的技術能夠保持領先的原因之一。有鑑於製程機台用電量佔全公司能源使用 50% 以上，台積電是全球第一家要求機台供應商對先進機台導入節能措施的半導體公司。自 2016 年起與設備商合作開發半導體綠色機台，引進前完成節能設計驗證、安裝節能元件，擴大先進製程機台節能效果。

表 4-6 台積電節能機台合作廠商

新機台節能合作廠商	綠色機台認證領域	耗能元件範疇
美商應用材料 荷商艾司摩爾 美商科林研發 日商迪恩士半導體 日商東京威力科創 美商科磊 荷商先藝科技	化學機械研磨 化學氣相沈積 物理氣相沈積 擴散薄膜 電化學薄膜 磊晶薄膜 蝕刻 離子植入 微影 酸槽	冷水機 熱交換器 真空乾式幫浦 低溫泵 去離子水 冷卻水 排氣 加熱器 雷射 臭氧機 射頻電源供應器

資料來源：台積電 2019 年永續責任報告書、本研究整理

3. 在地化採購

供應鏈在地化的浪潮不全然起始於環保意識，更因保護主義抬頭、中美貿易戰、日韓貿易戰、新冠肺炎疫情等因素漸漸變成顯學。台積電創辦人張忠謀 2019 年底更公開表示：「目前的世界已經不是一個安寧的世界，台積電變成地緣戰略家的必爭之地。」

（李純君，2019）因此，台積電一直以來都在思考如何打造穩定中進步的供應鏈，持續提升產品品質。

在地化採購有四大優勢，提升供貨彈性、縮短新產品開發時間、減少物流、關稅等營運成本、降低整體供應鏈碳排放。訂立在地採購比例目標後，台積電藉由兩大行動提升供應鏈在地化採購程度，分別為：積極提升關鍵設備零件及原物料供應商技術與品質、邀請國際大廠來台設廠製造。雖然目前台積電的生產基地仍以台灣為主，但未來於美國、日本擴產的可能性極高，值得關注屆時此企業將如何持續提升在地採購的管理品質。

（二）三星電子供應鏈檢視具體措施

1. 生態夥伴認證機制

三星電子僅與獲得生態夥伴認證的供應商合作，此認證針對供應商產品環境政策、教育訓練以及有害物質使用等項目進行查核驗證。2019 年加入了 CDP 供應鏈計劃，藉由調查供應鏈廠商溫室氣體排放和可再生能源使用狀況，監控並管理供應商產生的溫室氣體排放量，已提供資訊之供應商占有所有業務交易的 80%。

2. 供應商技術融資及綠色績效獎勵

Win-Win funds 是為第一級與第二級供應商進行設施或技術開發目的所提供之低息貸款。2010 年為第一和第二級供應商提供了 1 萬億韓元的資金，而在 2018 年為第三級供應商增加 4,000 億韓元的資金。提供績優獎勵給在年度評估中表現良好的供應商員工，2019 年支付 740.7 億韓元，未來每年將持續擴大獎勵規模。

3. 運具碳足跡減少

因為五大洋、七大洲的零售據點都可以買到三星電子的產品，三星電子實施運輸路線變更、裝載效率改善和運輸管理效率改善，在 2019 年減少了 1,544 噸的溫室氣體總排放量。另一方面三星電子的工廠、研發中心和運營據點遍及全球，光是子公司就高達 240 間，平時跨國商務交流相當頻繁，三星電子採用視訊會議減少交通工具碳排放使 2019 年從韓國到海外旅行的員工產生的排放量同期減少 3.5%。但相對來說，運輸工具佔三星電子整體碳排放極少，若以此作為三星電子的顯著政績是較不客觀的。

第三節 產品設計

在產品設計方面，因為下游客戶性質與企業本身核心業務的差異性三星電子明顯投入較多。以共同點而言，台積電與三星電子均進行產品碳足跡的計算，據實呈現產品環境影響。但三星電子較注重產品循環週期永續設計，也對部分產品申請碳標籤。三星電子需直接銷售產品予消費者，在現今環保意識漸為顯學的時代明顯展露宣傳產品環保設計訴求的企圖。

（一）台積電產品設計

在產品設計，由於台積電專業在於製造，將產品設計融入綠色思維嚴格來說應不是強項，也不是利害關係人要求的責任重心，但以協助客戶的角色，台積電專注發展碳足跡的盤查機制。2019 年台積電針對台灣廠區進行產品生命週期、碳足跡、水足跡評估，以生產更高能源效率的產品，減少半導體晶片對環境的影響，目標 2021 年全球廠區都完成評估。根據結果，80% 左右環境影響主要出現在晶圓製造階段，其次為原物料生產階段，運輸階段的環境影響則相對較小。台積電亦建立「全方位環保、安全與衛生管理系統」(TSM)，此系統可計算環境損益、比較各廠區年度表現以便管理改善。

可見雖然台積電提及綠色產品、永續設計的概念，其減碳策略與行動重心仍放在製造過程降低能耗並且盡可能揭露相關資訊給客戶，只有少數與客戶共同設計產品的案例，如 2019 年台積電與 Ambiq Micro 公司合作，提供製程技術開發 Apollo3 Blue 無線系統單晶片。



(二) 三星電子產品設計

三星電子針對產品設計的舉措則相對較豐富，包含取得綠色標章、使用可回收包材及廢棄產品回收機制。1999 年，三星執行長金鐘龍開始將公司經營重心從代工轉往打造自有品牌，三星電子也開始致力於研發引領世界潮流的高階科技產品（於文心，2014）。當三星開始意識到品牌價值與獲利成長的高度相關性，巨額的行銷研究投入和廣告費用使三星逐漸成為家喻戶曉的電子產品品牌，以下詳細說明三星為維持不可撼動的地位，其產品設計如何順應先進國家消費市場吹起的環保浪潮。

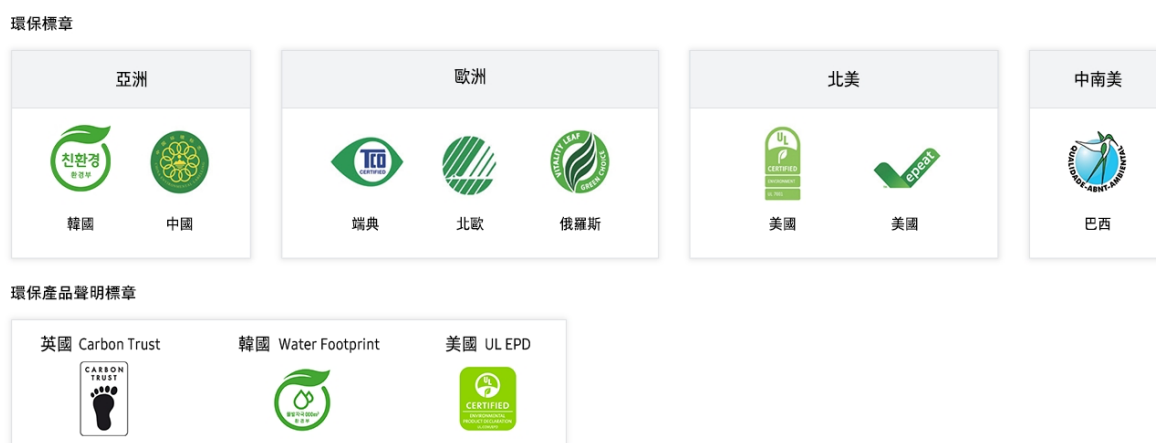
1. 開發綠色產品並取得綠色標章

內建省電模式的 LED TV、使用生物塑料且能高效率充電的手機、耗能少 30% 還可隨時更換規格的空氣清淨機、模組化設計甚至可更換門版的高效能冰箱、減少一半洗滌時間的洗衣機、全球最快讀寫速度的記憶卡都是三星自豪且得獎的環保產品。獲得獎項包含韓國環保包裝推廣協會綠色包裝獎、美國國家環境保護局 SMM 電子挑戰冠軍獎、能源之星獎、綠色力量合作夥伴。

三星電子從產品設計階段開始使用內部環境評估系統以評估產品的環境可持續性。同時，也參考可靠的生態認證標準，如韓國的生態標籤、電子產品環境評估工具(EPEAT)和美國家用電器製造商協會(AHAM)的可持續性標準。第一階段，確保每個產品開發項目都建立具有生態意識的目標；第二階段，進行評估和改進；第三階段，通過最終驗證確定產品的生產。整體而言，增強產品性能並延長產品保固期。

近年來，各國政府和環保組織已推出超過 430 個環保標章，橫跨超過 190 個國家及 25 個行業別，這樣的產品認證制度將以兩種方式影響消費者的行為：首先，消費者開始將「環境友善」視為消費的考量因素之一；其次，消費者能夠比較品牌與品牌間支持環境永續的決心。作為一直致力於營造品牌形象及媒體行銷的終端產品廠商，三星電子不得不做出成績。三星電子總計已取得七國環保標章及三國環保產品聲明標章，如三星半導體在 2019 年底獲得半導體產業中首個 Carbon Trust 碳足跡認證產品，製程中減少每個 NAND 電池層的碳足跡，透過提升生產效率、縮小晶片尺寸大幅減少對環境的影響；三星也於美國環境保護署(EPA)舉辦的 2019 年「永續物料管理(SMM)電子產品挑戰賽」獲得冠軍獎、優質獎與消費性電子展創新獎。

圖 4-1 三星電子產品環保標章認證



資料來源：三星電子官網

2. 環保包材

除了產品外，三星電子也從包裝材料下手進行環保改造。2019 年，耳機和電線的乙烯基包裝材料已被可持續材料如紙漿模具和紙張替代，未來將逐步擴展至所有家用電器之包材。三星電子承諾可持續來源的紙張目標於 2020 年 100% 使用、持續提高產品中再生塑料的使用比例，預計於 2030 年增加至 50 萬噸、電子垃圾的回收量目標 2030

年前達 7,50 萬噸。



3. 電子廢棄物回收機制

當人手一機且電子產品無法從生活分割時，產生的垃圾也是相當驚人。聯合國統計，2015 年至 2019 年電子垃圾 5 年內增加 21%，且預計 2030 年將達到 7400 萬噸。垃圾越積越多，卻缺乏妥善的回收機制，根據統計，全球電子廢棄物的回收和再利用率只有 17.4%，其餘大部分未分類就進垃圾填埋場、焚化爐(Forti V. *et al*, 2020)。三星電子推動循環經濟的背後其實隱含很多新的機會，因為回收若從售出的品牌做起，好處包含提升消費者環保意識、搭配舊機換新機折扣增進產品回購率、加值品牌形象以及循環再利用節省原料成本。

三星電子 Re + 電子廢物回收計劃通過全球商店和服務中心回收報廢的電子產品。自 2009 年以來，遵循「三星廢舊電子電氣設備（WEEE）管理要求」，條列環境、健康和 safety 準則，加強供應商管理並禁止非法出口廢品。2009 年到 2019 年收集 403 萬噸電子廢物。2019 年韓國 Asan 回收中心收集 24,524 噸資源，包括銅、鋁、鋼鐵和塑料。

第四節 新市場業務開發

在新市場業務開發方面，台積電曾投資 LED 及太陽能電池產業但因市場前景黯淡關閉，三星電子本身則無發展新市場業務專心核心業務發展，透過母集團旗下其他子公司如 Samsung C&T、Samsung SDI 投資太陽能及再生能源事業。可以看到透過集團化經營，成員企業間協同運作，可以達到資源共用、核心業務互補的優勢，提高整體集團價值鏈的競爭力。

（一） 台積電新市場業務開發

綜觀台積電的發展歷史，其轉投資項目、子公司均以晶圓技術相關產業為主，包含彩色濾光膜製造、晶圓級測試服務、晶圓級光學薄膜製造、IC 設計、IC 封測等公司。直接成立與綠色行動相關的新市場業務子公司是台積電於 2009-2011 年間的重大消息，也是當時台積電董事長張忠謀退休後重返總經理職位一手設定的新事業策略。可以看到台積電拓展綠能的第一步選擇的不是透過外包、併購成熟事業體，而是展現綠能自給自足的決心，但結局卻不盡理想。

1. 太陽能事業

自 2009 年起，台積電開始太陽能相關技術與產品之研究開發、設計、製造與銷售。2011 年，成立台積太陽能股份有限公司，投入發展綠能產業。但台積電卻在短短四年後，宣布因不具長期經濟效益全面停止太陽能工廠生產業務。管理高層（2015）對此結果表示：「台積公司相信太陽能電力一直會是重要的綠色能源，而且太陽能模組製造仍是一個健全且持續成長的產業。但台積太陽能經過 6 年努力，仍未能發展出一套穩定獲利的模式。」台灣積體電路製造股份有限公司）台積電進軍太陽能產業的失敗來自於中國市場供過於求、削價競爭加上政府大力扶植影響發展空間以及台積電僅薄膜技術突出，無法量產、成本較高缺乏競爭力。

2. LED 事業

2011 年台積電成立台積固態照明有限公司，四年後與太陽能事業相同，台積電決定出售 LED 照明事業，與晶電達成協議以 8.25 億元現金的代價出售 94% 股權，完全退出市場。LED 產業的失敗原因與太陽能事業相似，均因中國擴充產能使市場供給過剩、價格暴跌，身為市場後進者，產品無法量產、屢遭專利及通路開發障礙的台積電面臨長期虧損，最後決定收手。

(二) 三星電子新市場業務開發

集團化企業最大的優勢之一就是，三星電子專營科技相關業務，其他子集團則可以發揮自身領域的專業協助發展綠色市場。三星電子藉由三星 SDI 專營鋰電池、車用電子與儲能系統、三星 C&T 投資再生能源建設的協助，達成減碳策略綜效。

1. 三星 SDI

三星 SDI 主要市場位於東亞及東南亞地區，2010 年啟動鋰電池 ESS 業務。ESS 為大型電池系統，以高完全穩定性用於最新電子產品、電動車和大型發電設備，為電力市場的各種目的提供解決方案。因應儲能設備是大規模採用再生能源的必要手段，2014 年起三星 SDI 與太陽能逆變器廠商 Sungrow 合資 1.7 億美元研發電力儲存系統，於中國合肥興建 2,000MWh 電力儲能設備產線。另一方面，三星 SDI 與電網、電氣產品及工業自動化廠商 ABB 簽署了 MOU，共同開發和銷售微電網 ESS 解決方案，透過建立全球商業聯盟，開發和銷售模組化、可擴展的微電網解決方案，利用鋰離子電池進行儲能(SDI News, 2015)。

2. 三星 C&T

三星 C&T 公司為一投資與貿易集團，旗下涵蓋四大子集團專責不同事業群，分別為 E&C (建築、基礎設施、工廠和房地產領域)、T&I (化工，鋼鐵，能源和材料領域)、Fashion (時尚品牌、傳統服飾領域)、Resort (主題樂園、高爾夫俱樂部、度假村領域)。三星可再生能源公司 (SRE) 是三星 C&T 旗下 T&I 事業群的子公司，以專案形式發展可再生能源事業。其中，位於加拿大安大略省 North Kent 風電場於 2008 年規劃、2018 年營運，由 10 個發電廠組成總風能和太陽能發電量為 1,369MW，足以為 40 萬戶家庭供電。三星參與此專案的規劃、土地分配、建設和運營，包括與安大略省政府簽署《綠色能源投資協議》(GEIA) 並提供了客製化的新電力綜合體建設計劃。目前，三星已開發更多專案，在歐美等先進市場擴展其新能源和可再生能源發電業務。

圖 4-2 三星 SRE 全球再生能源建設版圖



資料來源：三星 SRE 官網

2020 年 10 月，三星 C&T 宣布未來將不再投資或建設任何形式的燃煤發電項目(Jung Min-hee, 2020)。對於現有項目，該集團計劃對越南和韓國的熱電廠採用比國際法規更嚴格的环境標準，並根據其合約狀態逐漸退出。三星 C&T 宣示將竭盡全力建立可持續發展事業，計劃繼續擴大其業務組合，特別是 LNG 聯合循環發電廠和存儲設施以及太陽能 and 風能項目等可再生能源的核心業務。

第五節 組織參與

在組織參與方面，台積電與三星電子為達減碳目標均成立專責工作組織、加強員工內部訓練及設立環境管理系統以管控內部碳排放量。此外，三星電子透過成立基金的形式鼓勵供應商創新技術、增加減碳流程，也提供員工及外部組織創業資金，甚至以員工創業若失敗提供為期五年的復職保障來確保創新。

（一）台積電組織參與

台積電有關綠色行動的組織參與分成 Top-down 以及 Bottom-up 兩個方向，Top-down 如企業社會責任委員會、企業社會責任執行委員會等，用於導入國際 ESG 相關準則

和規劃整體永續相關目標策略；Bottom-up 如內部節能競賽，獎勵內部員工將節能概念導入生產設備。

另外，台積電於 2021 年 4 月向市場宣布將加碼對高階主管發出限制型員工新股，只要完成績效條件，就能夠將這筆加總金額達約 15.6 億台幣市值的股票獎勵收入口袋（林蕙茹，2021）。這是台積電第一次使用限制型股票留才，最大的特點是將會按 S&P 500 IT 指數 Total Shareholder Return (TSR)比較調整，以及±10%視 ESG 績效決定是否發放。當股東權益、永續績效與個人薪酬有效連結，有助於經理人推動符合利害關係人期待的綠色行動。

（二）三星電子組織參與

以 Top down 而言，三星電子的公司治理委員會轄下設有企業社會責任風險管理委員會定期審查、監督內部管理系統，以三個月為單位討論相關議題與解決方式。以 Bottom up 而言，三星電子的 C-Lab Inside 是一項內部創業孵化器，旨在幫助員工實現創意，在企業組織中激發挑戰精神。通過此業務推動未來增長的新業務領域，使員工能夠吸收創業過程中的經驗促進創新。舉例而言，三星透過內部創業中心發起 Galaxy Upcycling at Home 計畫，目標將手機改造成居家感應設備、安全監控攝影機，或透過聲音識別功能小孩哭聲、水龍頭聲、燒開水聲以確認居家安全，如此可持續使用舊手機，不造成資源浪費，提高產品生命週期。截至 2019 年底共 259 個想法被採納並實施為 C-Lab 任務，共有 1,060 名員工參與其中。與氣候行動相關之創業項目包括：AIMT 真空隔熱材料為韓國的大型分銷公司提供生態冷卻盒，用於可持續包裝新鮮食品；EVAR Corp. 電動汽車用充電器被選為濟州島服務提供商，該地區受政府指定為電動汽車（EV）充電服務無管制區。

第六節 對外關係

在對外關係方面，三星電子與台積電均為韓國與台灣舉足輕重的大企業，與政府互動關係密切，時常出席政策規劃、永續論壇發揮正面影響力，且雙方均為 CDP 成員，每年接受 CDP 問卷調查及評分。此外，台積電主動參與世界半導體協會的倡議設定全氟化物（PFCs）自願減量的十年期目標，其技術方案更被協會採用為減量目標之主要方式。

（一） 台積電對外關係

雖然國內的環保政策發展和成果較歐美等先進國家甚至中國落後，但由於台積電的供應商、客戶、投資人很大部分是先進國家、中國企業，其接軌國際的準則、趨勢並非落後不前。台積電一直是台灣製造業中進行綠色行動的領頭羊之一，常常是永續相關獎項的座上賓，與減碳策略相關的對外互動對象包含政府、同業及其他電子製造業。對政府，再生能源發展專案小組持續透過同業公會、台灣半導體協會與政府密切溝通，提供政府再生能源發展政策之建議；對同業，節能小組於台灣半導體協會能源委員會成立節能小組，定期與其他 13 家協會成員交流節能經驗與實務監管措施，除內部節能 3 億度電之外，主導小組行動因而額外誘發 2 億度電的節能成果；對電子製造業，舉辦高科技節能減碳論壇，結合面板業、封測業，承諾 2025 年「ISO50001 建置率達 80%，溫室氣體削減率達 85%」的自主減碳管理目標。

（二） 三星電子對外關係

三星電子以「Planet First」為口號積極對外展現致力於環保倡議、綠色行動的形象。透過因應氣候變遷、節省能源、維護生物多樣性三個主題來設計活動，包含植樹造林、淨灘、環境教育、垃圾回收活動、濕地生態保護等。也與製造相關同業、NGO 組織合作。

1. 輔導韓國中小企業

Smart Factory Program 向無業務從屬關係的韓國中小型企業以及缺乏製造業競爭力的韓國企業分享製造業創新技術，技術傳輸項目包括操作系統、自動化、製程模擬、超精密加工。此計畫目前參加員工數達 200 名，自 2015 年已累積輔導 2,161 家中小型企業。

2. NGO 技術合作減碳

三星電子與綠色發展組織簽署合作投資 100 萬歐元於肯亞蒙巴薩地區，透過引進爐灶和推廣生物乙醇的採購、生產和銷售方面的知識，提升當地居民生活水準。此計畫一方面因生物乙醇的熱效率是木炭的六倍，可降低燃燒木炭加劇空氣污染、加速森林砍伐面積等不利因素，減少溫室氣體排放；另一方面，也能降低當地居民嬰兒過早夭折的比例，改善社會問題。

2019 年，三星電子與聯合國開發計劃署（UNDP）合作開發 SDG App，提供 19 種語言並內建於新手機產品中。該 App 主要為宣導教育性質，告知用戶日常生活中因應氣候變化、貧困和不平等議題可採取之行動(UNDP, 2020)。

第七節 能源策略比較

本節說明為達減碳具體成效，台積電與三星電子目前能源使用狀況以及再生能源取得方式。

（一）能源使用現況

2019 年台積電的總能源消耗量為 143.27 億度，其中再生能源電力約佔 7%；2019 年，三星電子總能源消耗量為 537.99 億度，使用再生能源電力為 32.2 億度，佔總能源消耗量約 10.7%。

非再生能源中，火力及核能電力為製程生產設備及廠務系統的主要能源、天然氣則用於廢氣處理設備，用以降低含氟溫室氣體及揮發性有機汙空氣染物的直接排放、柴油主要使用於緊急發電機及消防幫浦，當出現緊急狀況、停電或年度歲修保養時才會啟動，屬於非生產需使用的直接能源。

表 4-7 台積電及三星電子 2019 年能源使用狀況

	台積電	三星電子
總能源消耗量	143.27 億度	537.99 億度
非再生能源	93%	89.3%
再生能源	7%	10.7%

資料來源：三星電子 2020 年永續責任報告書、台積電 2019 年永續責任報告書、本研究整理

(二) 台積電再生能源現況

台積電自 2018 年利用購買再生能源、再生能源憑證及碳權方式完全抵銷美國、加拿大、歐洲、日本及韓國據點之溫室氣體碳排放，達成海外據點零電力碳排放目標。在台灣，台積電連續 3 年為台灣最大綠電購買者，以架設太陽能板、購買再生能源及再生能源憑證的方式逐步提高再生能源使用比例。

以太陽能而言，2020 年台積電將持續擴充發電量達 527 萬度。自政府開放再生能源業者直供與轉供給用電戶，台積電立即成立再生能源專案小組洽購綠電。2019 年，更建議政府擴大設置離岸風力發電並增加再生能源平台可交易量。2020 年台積電成為台灣第一批購買轉供再生能源的公司之一，由嘉義鹽灘地太陽光電廠產出的再生能源電力正式送抵台積電南科廠。以陸域風電與離岸風電而言，台積電持續簽署長期電力採購合約，截至 2020 年 7 月已完成簽約之再生能源總裝置容量達 1.2GW。2020 年七

月，台積電宣布將承購沃旭能源大彰化西南第二階段和大彰化西北離岸風場 20 年所有發電，預計將從彰化風場約於 2025 年至 2026 年正式商轉後開始。是至今全球簽署最大企業購售電契約。沃旭能源與台積電所簽署為期 20 年的企業購售電契約，合約期間採固定價格，購售電期間預計將從彰化風場約於 2025 年至 2026 年正式商轉後開始（蔡芃敏，2020）。

（三）三星電子再生能源現況

三星根據全球營運據點制定、實施個別再生能源行動計劃，包括可再生能源證書(REC)購買和可再生能源購買協議(PPA)。在印度，與風能和太陽能供應商簽訂可再生能源供應合約；在墨西哥，購買可再生能源證書；在巴西，設定工廠可再生能源的使用比例。在韓國，於水原、華城和平澤的新建工廠以及現有工廠的停車場和屋頂安裝太陽能發電板和地熱能發電設施；在越南，身為當地最大出口商，三星則積極請求當地政府直接購電協議（DPPA）（陳端武，2021）。

2020 年三星電子在美國、歐洲和中國三市場已達 100%使用可再生能源。在美國，三星電子及其子公司 SEA、SSI、SAS 通過與美國國家環境保護局（EPA）的綠色電力合作夥伴計畫，一年在美使用綠電約 12.46 億度，在技術與電信領域排名第七。在中國，2018 年天津三星電子與天津中環新能源有限公司合作，在三星電子工廠屋頂上，建設 5.2MW 屋頂分佈式太陽能板，每年可產生的 524 萬度電能用於三星電子製造和辦公室使用。

（四）未來趨勢

以現況而言，兩企業未來 100%使用綠電前途渺茫。台積電雖承諾於 2050 年底之前全球據點將 100%使用再生能源，但從目前進程可發現全面使用再生能源仍是極具挑戰。以包下 20 年發電量的沃旭能源彰化風力發電廠為例，用容量因數 40%估算，一年僅

可產生 32 億度電力，且不即目前台積電 2019 年使用的總電力之四分之一（林于蘅，2020）；另一方面，三星電子仍未承諾特定日期前全面使用再生能源，且其 2019 年能源消耗量為 537.99 億度，是台積電同期之 3.7 倍。巨大的資源消耗無法僅以太陽能發電、地熱發電填補，綠電來源不足是三星電子遲遲無法提高綠電目標的根本原因。在半導體晶片需求猛烈上升的未來市場，台灣及韓國如何提供足夠的再生能源使兩企業達成綠電目標且不會擠壓其他產業採購綠電權益為可持續關注、研究探討之方向。

進一步而言，近年來環保團體、氣候行動倡議者也一再強調，再生能源使用不應僅涵蓋自身生產、運輸、營運之範疇，而因追溯至所有原料取得與供應商碳排放，且「淨零碳排」並非「零碳排」，若企業平常仍以傳統方式取得能源，後續再購買再生能源憑證抵銷碳排放，對地球仍存在負面影響。企業仍應致力於如何從根本解決耗能問題或是開發可行之碳封存技術，將大氣中過多的二氧化碳捕捉封存。

第八節 小結

本章說明台積電與三星電子減碳具體行動、再生能源取得之異同，比較後可發現台積電揭露之資訊較能具體呈現如何減碳、在哪裡減碳、長期預計減多少碳，是實事求是的執行者；三星電子則注重綠色產品的設計創意，致力於包裝環保意涵以利行銷，對外關係經營良好，但對於減碳目標和具體措施著墨較少，僅提及大方向行動及投入資金金額。在能源取得方面，台積電與三星電子均採「因地制宜」、「在地化回應」的模式，在再生能源基礎設施成熟的市場取得全面綠能，但設立於台灣與韓國的主要製造據點均面臨綠電供應不足的現況，僅管有資本、目標也礙於地理環境、政策限制遲遲無法行動。下章將接續本章內容談及在驅動台積電與三星電子綠色行動之壓力源為何，進一步說明台積電與三星電子產生行動不同之可能原因。

表 4-8 個案企業減碳策略比較

減碳策略類型		企業名稱	
		台積電	三星電子
減碳目標		短、中、長期	僅短期
製程及 供應鏈	製程改善	1. 綠建築工廠 2. 節能減氟 3. 綠色債券	1. 節電智慧工廠示範點 2. 節能減氟
	供應鏈檢視	1. 設定供應商減碳目標 2. 溯源改造採購設備 3. 在地化採購	1. 過濾劣質供應商 2. 供應商融資及減碳獎勵 3. 減少運具碳足跡
產品設計		1. 碳足跡揭露	1. 國際環保認證產品 2. 包材環保設計 3. 電子廢棄物回收
新市場業務開發		1. 太陽能事業（關閉） 2. LED 照明事業（關閉）	1. 三星 SDI 太陽能事業 2. 三星 C&T 再生能源事業
組織參與		1. 經理人薪酬納入綠色績效	1. 內部創業孕育綠色創意
對外關係		1. 政府/製造同業技術合作	1. 輔導韓國中小企業 2. 與 NGO 技術合作減碳

資料來源：三星電子 2020 年永續責任報告書、台積電 2019 年永續責任報告書、本研究整理

第五章 減碳策略壓力來源



企業之減碳策略可能來自於一或多類利害關係人的要求，且不同企業即便從事同一項行動，背後動因也可能不同。本章試圖從企業所處產業之五力分析以及在其 ESG 重大性議題矩陣找出減碳策略的壓力來源，了解產業現況對企業減碳的可能影響以及被企業視為重點發展的議題是哪種利害關係人最關心的，即代表是企業的主要壓力來源。

第一節 重大性矩陣

欲探究單獨企業減碳之動因，可深入了解該企業之重大性議題矩陣。重大性議題矩陣由兩軸組成，分別為「議題對企業營運影響程度」以及「議題對利害關係人關注程度」，若某議題 X 軸與 Y 軸程度均高將被視為重大性議題，企業有義務揭露該議題具體目標和行動。企業界定重大性議題的形式以問卷回收調查、專家諮詢及企業內部組織評估為主。

以減碳相關重大性議題而言，台積電與三星電子均注重能源管理、法規遵循，下一節將分析台積電、三星電子投入重大性議題之壓力來源。

表 5-1 台積電減碳相關重大性議題

台積電核心關注議題		壓力來源 (○：永續報告書中提及該利害關係人關注議題)					
		員工	股東	供應商	客戶	社會	政府
重要性高至低	產品品質	○		○	○		
	創新管理		○		○		○
	能源管理		○				○
	供應商永續管理			○			
	法規遵循			○			○

資料來源：台積電 2019 年永續責任報告

表 5-2 三星電子減碳相關重大性議題

三星電子核心關注議題		壓力來源 (○：永續報告書中提及該利害關係人關注議題)					
		員工	股東	供應商	客戶	社會	政府
重要性高至低	道德管理合規	○	○	○			○
	勞工實踐與人權	○	○	○		○	○
	溫室氣體排放		○				○
	能源管理		○				○
	循環經濟		○		○		

資料來源：三星電子 2020 年永續責任報告書

第二節 壓力來源分析

一、能源管理

台積電與三星電子均注重能源管理且壓力來源主要來自政府與投資人，其中又以投資人要求標準更高。以政府而言，其強制性法規是企業進行減碳的最低標準；以投資人而言，近年來除永續型基金指數，CDP 及 RE100 等評比亦反映企業因應氣候變遷行

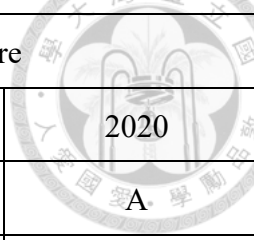
動的表現。其中，能源管理可透過科學化數據評價，能輕易比較企業內部與同業之表現，近年，投資機構更藉由 CDP 計畫及 RE100 承諾約束企業進行能源管理，這兩股來自民間的力量比強制性的法規更嚴格、也更有同業比較的壓力，以下進行說明：

（一） CDP 計畫

CDP 為一鼓勵企業揭露、評估與管理環境風險和機會之非營利組織，企業加入 CDP 的壓力主要來自於金融機構法人以及具高額採購量之下游客戶，截至 2020 年共 9,600 家加入，金融機構參與成員包括匯豐銀行(HSBC)、瑞士銀行(UBS)、Allianz 集團、美林證券等，也涵蓋公部門如全美最大加州公務員退休系統(CalPERS)。由於加入 CDP 之企業需高度關注內部能源管理狀況，透過可受檢驗的系統揭露製程能源及碳排放數據，因此能源管理為台積電、三星電子均高度關注的減碳策略之一。

CDP 氣候變遷問卷設計目的旨在了解企業環境面向揭露、因應氣候風險財務面影響以及不同產業針對製程的能源使用、碳排放數據。以問卷內容而言，企業需填答包含溫室氣體排放相關方法及數據、能源、附加指標、驗證、碳定價以及外部合作項目；以評分標準而言，CDP 評分標準分為四級，由低分至高分為：揭露等級(D/D-)、認知等級(C/C-)、管理等級(B/B-)以及領導等級(A/A-)，D/D-代表企業回覆問卷、提供溫室氣體排放數據並敘述企業治理、商業策略以及風險管理；A/A-代表企業具有野心的目標、卓越的減排行動以及與價值鏈共同合作，也符合 TCFD 要求的環境揭露最佳實踐。目前科技業者加入 CDP 碳揭露計畫已成主流，市值前十半導體業者與台積電主要客戶 Apple、華為均已加入且超過一半獲得 A/A-等級，由於每年 CDP 問卷設計團隊均會視氣候變遷嚴峻程度、個別產業發展狀況提高達標難度，將促使台積電與三星電子加速發展減碳策略（宋婉瑜，2020）。

表 5-3 加入 CDP 評比廠商



Company Name	CDP Climate Change Score		
	2018	2019	2020
Apple	A	A	A
Huawei	-	-	A
Qualcomm	A-	B	B
NVIDIA	A-	A-	A-
Broadcom	F	F	F
AMD	C	B	B
Intel	C	B	A-
Mediatek	D	F	F
Texas Instruments	B-	B-	C
SK Hynix	A-	A-	A-
Micron	B-	C	B
KIOXIA	-	B	B
TSMC	B	B	A-
Samsung	A-	A-	A-

資料來源：CDP 官網、本研究整理

(二) RE100 承諾

RE100 加入成員須承諾達成 100%使用再生能源的目標及時程。未來所有成員使用的電力，都必須來自再生資源如生質能、地熱、太陽能、水力與風力。以形式而言，可從他方購電或自行發電，從他方購電須持有國際再生能源憑證（REC）；自行發電則須符合可靠、透明的要求並經過第三方認證。加入 RE100 後，企業須在首年提交執行計畫，透過每年進度更新須在 2030 年使用 60%再生能源、2040 年使用 90%再生能

源方具存續資格。目前，蘋果、SK 集團以及台積電已宣布加入 RE100，以下說明其產業影響。



1. 美國蘋果

蘋果為台積電的主要客戶之一，根據台積電公佈 2020 年財報數據顯示，蘋果 2020 年貢獻台積電營收達 3367.75 億元，增幅 36.22%，占晶圓代工營收比重 25%，因此，其加入 RE100 的宣告迫使台積電推進全面使用綠電，隨後宣告成為 RE100 成員。另一方面，蘋果為三星電子手機產品勁敵，蘋果更於 2015 年起停止將晶片交付三星電子生產，使其晶片供應完全依賴台積電。三星電子自 2018 年宣告美國、歐洲和中國全面使用綠電後便無更明確承諾，因此面臨龐大輿論壓力。整體而言，蘋果對台積電之壓力較為巨大，因其營收主要仰賴蘋果手機晶片訂單，據此亦可推估台積電相對而言更須妥善規劃其自身與上游供應鏈之綠色行動，已達成主要客戶期待。

蘋果(2020)加入 RE100 後宣示在 2030 年前於所有業務、製造供應鏈和產品生命週期內實現碳中和。據此，Apple 做出許多對應行動如積極要求上游供應商達成零碳排、發行綠色債券、低碳產品設計及碳抵銷行動。針對供應商，2018 年蘋果與十家業者合作，在中國推動 3 億美元的清潔能源基金，開發總計 1,000 兆瓦的再生能源裝置，也賦予參與投資之供應商大量購電的特別權力，2019 年，與中美綠色基金合作設立一億美元專用基金支持供應商能源投資和轉型，內容包含為供應商提供解決方案設計和前期資金投入，緩解資金壓力。此外 2016 年、2017 年 Apple 共發行兩次共 25 億美元綠色債券支持綠色專案，完全分配後，2019 年 11 月又發行共 22 億美元綠債。綠債選定的投資項目需滿足五類綠色專案中任一類型：低碳設計和工程、能源效率改善、再生能源事業、碳減排技術或碳封存技術，目前募得資金主要用於再生能源建設以執行 RE100 目標。

2. 南韓 SK 集團

韓國四大財閥為三星、現代、LG 及 SK 集團，四者均為著名跨國企業，更在韓國政治、經濟環境扮演舉足輕重的角色，近 10 年四大財閥年營收約相當於南韓 GDP 50% 或以上。SK Hynix 為三星電子在記憶體晶片領域的主要競爭對手之一，截至 2020 年第四季，三星電子和 SK 集團下的半導體廠商 SK Hynix 在全球記憶體晶片 DRAM 市場中佔比合計達 71%，NAND Flash 佔比也達 45%，兩企業奠定南韓在記憶體製造商的領先地位。因記憶體產品具高度同質性且可被廣泛作為電子產品零組件，SK Hynix 透過加入 RE100 將使其他廠商感受到「同儕壓力」，進而產生綠色行動。

SK 集團為首家加入 RE100 之南韓企業(Choi Moon-hee, 2020)，因南韓綠電長期供給不足，工業領域使用再生能源比重小於 10%，且光是 SK 集團使用電力即佔南韓 5% 以上，達成目標之挑戰艱鉅。雖目前具體進程計畫仍不全面，但透過正式宣告展現能源轉型決心，持續釋出訊號明示、暗示韓國政府透過修法、補助推進綠電可取得性及再生能源產業環境。

二、法規遵循

法規遵循之壓力主要來自政府，近年各國環境、能源相關法規咎責範圍趨廣，企業若違法將遭受罰款、耗費訴訟時間成本；產品生產時程延誤、產能降低，失去客戶信任；租稅優惠或發展特定產業的政府獎勵措施可能因違法情節遭取消，增加企業財務負擔且負面消息損害商譽、股價及借貸能力。因此，台積電與三星電子均格外重視法規遵循，透過與政府維繫良好溝通渠道、積極參與立法及修法研議進程、主動執行相關舉措以超前部署環保行動等方式來避免違反法規。以下分別說明兩國政府近期相關法規與兩企業之關聯性。

台灣政府(2021)提出 2030 年溫室氣體排放量下降 20%以下， 2050 年下降 50%以下（以 2005 年為基準年）的減碳目標。針對碳排放成本化，政府公告 2022 年將採用碳費機制增加台電、台塑、台積電等排碳大戶環境成本。針對綠能建設，為達綠能占總供電 20%的目標，前瞻基礎建設計畫分三期投入共 207.8 億新台幣，預計帶動 1.8 兆新台幣的民間投資，以低壓智慧電表建置、太陽光電技術平台及推動計畫、風電水下基礎及重件碼頭建置、綠能科技及金融驗證機制確立四個主軸推動。台積電在受限於排碳成本提高的同時，也將受益於台灣政府對再生能源的基礎建設，有望加速能源轉型。

而韓國政府目標於 2030 年減碳 24.4%，且於 2050 年達淨零碳排（以 2017 年為基準年）（廖禹揚，2021）。針對碳排放成本化，此外早在韓國政府於 2012 年即規範企業建立溫室氣體排放（GHG）和能源目標管理系統（TMS）以收集經驗證的排放數據；2015 年，韓國碳排放交易系(KETS) 啟動，列管全南韓七成溫室氣體排放，為僅次於歐盟 ETS 的第二大碳交易市場（張景淳，2014）。2021 年，此政策進入第三階段，將實施更嚴格的企業排放上限且覆蓋的行業別也將繼續擴大。除此之外，韓國政府更增加金融機構與第三方機構參與碳交易市場，引入第三方交易制度，以碳排放權交易手段加速溫室氣體碳排減量；針對綠能建設，韓國政府承諾扶植可再生能源、氫能源、能源 IT 等三大能源新產業，並支持低碳新產業打循環經濟，透過組建直接向總統報告的碳中和委員會，2021 年底前將提出各產業減碳目標及具體減排計劃。韓國政府之減碳目標與台灣相比較具野心，期待透過商業市場的機制有效降低企業碳排放，而三星集團長期與韓國政府保持合作關係，韓國政府之再生能源政策有利三星電子在母國使用更多再生能源。

三、產品品質與創新管理

台積電因商業模式較注重產品品質與創新管理，主要壓力來自客戶。身為晶圓代工業者，屬於半導體產業鍊中段，僅接受其他公司委託專門製造半導體晶圓，也從事封裝、測試的業務，而價值鏈中其他流程如前端 IC 晶片設計、後端銷售服務等業務則由其他企業負責。若客戶訂單流失或製程技術不符合市場需求台積電將面臨業績下滑的衝擊，直接影響整體營運狀況。被動的情勢使台積電需持續保持穩定產品品質與創新管理流程的優勢，方能維持全球市占率第一的晶圓代工地位。台積電為協助客戶生產有助全球節能的永續產品，評估產品生命週期、碳足跡數據，檢視代工製造過程有無節電、節能、空污防治的改善空間。因近年產能持續成長，雖產品單位排碳量下降企業總體碳排放仍持續上升，而主要工廠位址位於台灣，亦無如歐美市場充足再生能源及先進減碳技術合作夥伴，台積電未來面臨挑戰仍鉅。

四、供應鏈永續管理

台積電較注重供應鏈永續管理，主要壓力來自供應商。2020 年台積電第一階供應商達 1,226 家，涵蓋原物料、零配件、封裝測試及廢棄物處理 4 等業務性質，加強供應商對減碳行動、節水、汙染防治與循環經濟等永續議題的關注為維持經營產品品質與持續技術創新之一大要務。

以 ASML 為例，其為半導體製造商提供 EUV 設備及相關服務，客戶包含全球十大半導體廠，ASML 台灣區總經理陳文光近期曾表示台灣廠商如台積電為最先進量產進程主要客戶，也是 EUV 最大裝機基地，更是公司量測、檢測設備生產與出貨中心（林蕙茹，2020）。一台 EUV 造價超過 1 億美元，新機種更突破 3 億美元，而台積電 2020 年即採購超過 ASML 一半產量，顯見台積電與供應商關係十分緊密，牽一髮而動全身。

五、循環經濟

三星電子較注重循環經濟，主要壓力來自投資人與消費者。三星電子製造的產品將直接售予終端消費者，長久以來為刺激消費產品功能持續創新，而消費者也習慣淘汰舊產品、購買新產品，形成「開採、製造、使用、丟棄」宛如線性的經濟模式。其中，三星電子主力產品智慧型手機其材料組成涵蓋塑膠及多種金屬如鋁、鋼鐵、銅、鈷及黃金等，若一次性使用後便將資源棄置，將造成可回收資源錯置、浪費，遲遲無循環經濟的具體行動開始受到利害關係人所詬病。尤其，社會大眾、環保團體時常視蘋果為三星標竿分析的對象，檢視其針對產品材質回收、製程減碳節能的比較標的。2009年，國際環保團體綠色和平（Green Peace）猛烈抨擊三星電子未恪守承諾淘汰電子產品中的有害物質；2018年，亦於韓國、德國、台灣門市店面前舉牌抗議，要求三星提出具體再生能源使用承諾（劉力仁，2018）。因此，三星電子近年來極為注重循環經濟的開發以及增加將任何綠色行動觸及消費者的溝通渠道。

六、溫室氣體排放

三星電子較注重溫室氣體排放，主要壓力來自投資人及政府。除能源管理段提及來自CDP及RE100之壓力外，三星更將溫室氣體排放獨立出來為一重大議題。與台灣相比，韓國政府對於企業排放之溫室氣體、碳定價以及碳交易市場的觀念建立和制度規範觀念發展較成熟、執行進程也較為積極。自2015年，南韓政府規定每年排碳量在25,000公噸以上的企業，需依規定進行碳總量管制與限額交易制度，三星電子為了因應政府政策與衍生之製造成本考量，較注重溫室氣體排放監測和減量。（張景淳，2014）

第三節 小結

對晶圓製造整體產業而言，來自下游買家的減碳要求為最顯著的壓力來源，其原因在於採購需求強之客戶侷限於少數大企業，失去訂單影響程度劇烈。進一步以重大性議

題矩陣聚焦台積電與三星電子減碳，台積電最注重產品品質與創新管理議題，也最受客戶關注，與整體產業分析結果相符，實施與揭露之減碳政策為符合客戶期待顯著優於當地政府法規期待；而三星電子因垂直整合經營模式產品多為自產自銷，最關注法規遵循及溫室氣體排放，受投資人及政府減碳壓力影響較劇烈，相對來說實施與揭露之減碳政策也較保守。

第六章 結論與建議



本研究旨在探討台積電與三星電子之減碳策略異同，以減碳目標、製程改善及供應鏈檢視、產品設計、新市場業務開發、對外關係六個類別進行比較與分析，並進一步觀察兩企業能源策略和再生能源取得狀況。

以企業減碳策略而言，台積電以減碳目標、製程改善、供應鏈檢視層面揭露較完整、目標較清晰、執行力度較扎實；三星電子則以產品設計、新市場業務開發行動面向較廣、開發資源較充足。兩者表現差異在於企業之外部環境如：政府政策、產業群聚、整體經濟；以及內部組織結構、商業模式及是否具母集團業務支援將引導企業做出不同減碳行動。

以再生能源取得狀況而言，兩者均面臨母國總部及主要製造基地未能提供充足再生能源之窘境，即使有心亦無力完成全面使用再生能源，當再生能源成為稀缺卻必要之資源時，產業亟需當地政府系統性規劃再生能源發電與資源分配措施。

整體而言，企業減碳行動亦取決於利害關係人之壓力，台積電重視客戶及供應商，三星電子則關注政府和投資人，不同利害關係人的議題取向亦將引導企業做出不同層面的行動。台積電較重視產品品質、創新管理及供應鏈管理；三星電子則關注道德管理合規及溫室氣體排放數據。

當半導體產業進入超級循環週期，國際市場晶片需求熱絡促使各國政府邀請晶圓製造業者至當地設廠，更祭出投資、租稅等實質優惠吸引入駐，但企業進行國際化佈局時，亦會受到政府法規政策、基礎建設、當地利害關係人態度等因素的牽制。如三星電子為了推動越南為最大外國製造據點，近期請求越南政府支持再生能源直接購電計畫使

其取得再生能源管道更具彈性。未來，可持續觀察台積電與三星電子是減緩或加速其減碳策略，將經濟利益視為唯一優先或有能力兼顧環境永續思維。



本研究之貢獻有三，第一，回顧台韓再生能源整體政策現況，評估其進程對於半導體產業強化綠色供應鏈之影響；第二，追蹤半導體國際大廠三星電子與台積電減碳策略與再生能源解決方案，提供相關產業策略參考資料；第三，探討企業內部結構以及利害關係人互動如何影響公司治理及永續經營策略發展路線。

企業施行減碳策略應盤點其資源，以企業內外部環境條件排定綠色行動優先面向，即便半導體國際大廠如三星電子及台積電亦無法面面俱到，僅能根據其優勢及主要壓力著重發展主力減碳項目，由點到線、連線成面，儘管台灣企業永續意識漸興，但以少數國際知名企業為主，整體產業欲達歐美先進國家標準仍山遙路遠，降低氣候風險非單一國家、單一企業之責任，只有政府拉企業、企業拉企業方能有所實質成效。

參考文獻



中文部分：

108 年度企業社會責任報告書 (2020)。台灣積體電路製造股份有限公司。檢自：

<https://esg.tsmc.com/csr/ch/resources/documents.html>

三星榮獲美國環保署能源之星「企業貢獻獎」為九年來首家獲獎企業 (2021 年 4

月 26 日)。Samsung Newsroom。檢自：<https://news.samsung.com/tw/>

半導體產業鏈簡介 (無日期)。櫃檯買賣中心及臺灣證券交易所產業價值鏈資訊平

台。檢自：<https://ic.tpex.org.tw/introduce.php?ic=D000>

台積公司結束台積電太陽能廠營運 (2015 年 8 月 25 日)。台灣積體電路製造股份有

限公司官方網站。檢自：<https://pr.tsmc.com/chinese/news/1863>

台灣積體電路製造股份有限公司 109 年度綠色債券資金運用情形報告 (2021 年 3 月

25 日)。公開資訊觀測站。檢自：<https://mops.twse.com.tw/mops/web/t198sb01>

台灣積體電路製造股份有限公司 民國一百零九年度年報 (2021)。台灣積體電路製

造股份有限公司。檢自：<https://investor.tsmc.com/chinese/annual-reports>

宋婉瑜 (2020 年 6 月 9 日)。CDP 2020 年問卷介紹。中華民國企業永續發展協會。

檢自：<http://bcsd.org.tw/wp-content/uploads/1630.upload.6224.pdf>

李純君 (2019 年 11 月 4 日)。張忠謀看世界亂紛紛，台積電已經成為地緣政治的兵

家必爭之地。財訊快報。檢自：<http://www.investor.com.tw/onlineNews/index.asp>

於文心 (2014 年 1 月 1 日)。三星帝國。現代出版社。ISBN：9787514317145

林于蘅 (2020 年 8 月 18 日)。全台綠電 不夠台積用。經濟日報。檢自：

<https://money.udn.com/money/story/5648/4789387>

林靜宜、謝錦芳 (2013 年 1 月 31 日)。台積電的綠色力量：21 個關鍵行動打造永續

競爭力。天下文化。ISBN：9789863201199

林蕙茹 (2020 年 8 月 20 日)。ASML 南科設 EUV 全球技術培訓中心 在台研發人力
3 年內擴增近 8 成。鉅亨網。檢自：<https://news.cnyes.com/news/id/4517587>

林蕙茹 (2021 年 4 月 22 日)。台積電首發限制員工權利新股留才接軌 ESG。鉅亨
網。檢自：<https://news.cnyes.com/news/id/4632935>

前瞻基礎建設 (2021 年 3 月 11 日)。行政院重要施政結果。檢自：
<https://www.ey.gov.tw/achievement/648018B7647F60F7>

姜遠珍 (2019 年 2 月 22 日)。南韓闢建半導體金三角 將與中國對抗。中央通訊
社。檢自：<https://www.cna.com.tw/news/afe/201902220237.aspx>

段智恆 (2021 年 4 月 30 日)。蘋果 Q1 手機出貨量年增逾 4 成 iPhone 11 最熱銷。
鉅亨網。檢自：<https://news.cnyes.com/news/id/4636125>

倪茂庭 (2021 年 6 月 01 日)。【2021 世銀碳價趨勢報告摘要】淨零競逐下 全球碳價
收入達 530 億美元。社團法人台灣環境資訊協會環境資訊中心。檢自：<https://e-info.org.tw/node/231316>

涂志豪 (2021 年 1 月 4 日)。台積電今年資本支出 上看 200 億美元。工商時報。檢
自：<https://ctee.com.tw/news/tech/396897.html>

張建中 (2020 年 11 月 23 日)。台積電發行 120 億元綠色債券 強化環保資本支出。
中央通訊社。檢自：<https://www.cna.com.tw/news/afe/202011230269.aspx>

張建中 (2020 年 12 月 15 日)。台積電不評論 12 吋代工變相漲價 早盤平盤震盪。
中央通訊社。檢自：<https://www.cna.com.tw/news/afe/202012150032.aspx>

張建中 (2021 年 4 月 27 日)。台積電推綠色製造加強版 要求供應商盤點碳足跡。
中央通訊社。檢自：<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/202104270331.aspx>

張景淳 (2014 年)。南韓建立 2020 年國家溫室氣體減量路線。工業技術研究院 綠
能與環境研究所。檢自：<https://km.twenergy.org.tw>

陳端武 (2021 年 5 月 4 日)。三星請求越南政府協助推動再生能源直接購電計畫。
Digitimes。檢自：<https://www.digitimes.com.tw>

曾冠瑋（2021 年 2 月 24 日）。全球前十大晶圓代工業者產能持續滿載，估第一季總營收年增 20%。TrendForce。檢自：

<https://www.trendforce.com.tw/presscenter/news/20210224-10673.html>

黃昭勇（2021 年 4 月 20 日）。什麼是淨零、碳中和、氣候中和？一次搞懂 Net

Zero、Carbon Negative、Climate Neutral。CSR@天下。檢自：

<https://csr.cw.com.tw/article/41933>

黃慧修等人（2020 年 7 月 20 日）。2020 半導體產業年鑑。財團法人工業技術研究院產業科技國際策略發展所。

楊舒晴（2020 年 8 月 28 日）。用電大戶條款正式預告 經部預計明年元旦上路。中

央通訊社。檢自：<https://money.udn.com/money/story/5612/5136854>

溫管法（2021 年 5 月 6 日）。行政院環境保護署國家溫室氣體減量法規資訊網。檢

自：https://ghgrule.epa.gov.tw/greenhouse/greenhouse_page/23/97

鄒敏惠（2020 年 7 月 27 日）。宣示百分百再生能源 台積電成台灣第五家、全球首家 RE100 半導體會員。社團法人台灣環境資訊協會環境資訊中心。檢自：

<https://e-info.org.tw/node/225926>

廖禹揚（2021 年 3 月 11 日）。文在寅提高 2030 減碳目標 不金援興建煤電廠。中央

通訊社。檢自：<https://www.cna.com.tw/news/aopl/202104230099.aspx>

廖勇凱（2008）。企業倫理學 理論與應用。智勝文化。

劉力仁（2018 年 6 月 14 日）。抗議有效！三星承諾 2020 年前 100%使用再生能

源。自由時報。檢自：<https://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2458135>

劉煥彥（2020 年 11 月 16 日）。台積電 5 奈米是吃電怪獸，比 28 奈米多一倍！「護

國神山」如何愛地球，還讓螢火蟲成最佳證人？。今周刊 ESG 永續台灣。檢

自：<https://esg.businesstoday.com.tw/article/category/180688/post/202011160014/>

蔡芃敏（2020 年 7 月 8 日）。台積電向沃旭離岸風場買 20 年綠電 創全球最大企業購售電規模。中央通訊社。檢自：

<https://www.cna.com.tw/news/firstnews/202007080212.aspx>

韓國政府「加速推動系統半導體產業民間投資及加強投資擔保方案」報告（2021 年 3 月 3 日）。經濟部國際合作處各國經濟組。檢自：

<https://www.moea.gov.tw/mns/ietc>

韓國減排政策及推動電動車相關政策（2020 年 12 月 18 日）。經濟部國際合作處各國經濟組。檢自：<https://www.moea.gov.tw/mns/ietc>

鐘惠玲、尹慧中、李珣瑛（2021 年 4 月 27 日）。台積電協力廠：全力配合「綠色製造」。經濟日報。檢自：<https://money.udn.com/money/story/5612/5415606>



英文部分：

2020 SIA Factbook (2020). The Semiconductor Industry Association (SIA). Retrieved from <https://www.semiconductors.org/resources/factbook/>

2020 SIA State of the Industry Report (2020). The Semiconductor Industry Association (SIA). Retrieved from <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2020/06/2020-SIA-State-of-the-Industry-Report.pdf>

Apple Environmental 2021 Progress Report (2021). Apple. Retrieved from <https://www.apple.com/environment/>

Bass, A. E., & Chakrabarty, S. (2014). Resource security: Competition for global resources, strategic intent, and governments as owners. Journal of International Business Studies, 45(8): 961–979.

Burke, P. J., Widnyana, J., Anjum, Z., Aisbett, E., Resosudarmo, B., & Baldwin, K. G. H. (2019). Overcoming barriers to solar and wind energy adoption in two Asian giants: India and Indonesia. Energy Policy, 132: 1216–1228.

Choi Moon-hee(2020, November 2).Eight SK Group Affiliates Commit to RE100 Initiative. Business Korea. Retrieved from <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=54261>

Crilly, D. (2011). Predicting stakeholder orientation in the multinational enterprise: A mid-range theory. Journal of International Business Studies, 42(5): 694–717.

Cuervo-Cazurra, A., & Li, C. (2020). State ownership and internationalization: The advantage and disadvantage of stateness. Journal of World Business, 56(1): 101112.

de Lange, D. E. (2016). Legitimation strategies for clean technology entrepreneurs facing institutional voids in emerging economies. Journal of International Management, 22(4): 403–415.



- Doh Hyun-woo (2021, January 6). Semiconductor Industry: Expect Record-high Foundry Investment in 2021. Business Korea. Retrieved from <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=58015>
- Doh, J. P. (2019). MNEs, FDI, inequality and growth. Multinational Business Review, 27(3): 217–220.
- Enkvist, P.-A & Nauc  r, T. & Oppenheim, J.M. (2008). Business strategies for climate change. 24-33.
- Erin Bass, A. & Grøgaard, B. The long-term energy transition: Drivers, outcomes, and the role of the multinational enterprise. Journal of International Business Studies 52, 807–823 (2021). <https://doi.org/10.1057/s41267-021-00432-3>
- Flammer, C. & Toffel, M.W. & Viswanathan, K. (2021) Shareholder Activism and Firms' Voluntary Disclosure of Climate Change Risks. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3468896>
- Forti V., Bald   C.P., Kuehr R., Bel G. (2020). The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential. United Nations University (UNU)/United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) – co-hosted SCYCLE Programme, International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA). Retrieved from <https://collections.unu.edu/view/UNU:7737#viewAttachments>
- Gates, B. (2021). How to Avoid a Climate Disaster: The Solutions We Have and the Breakthroughs We Need. Doubleday Books.
- Grøgaard, B. & Colman, H. L. & Stensaker, I. G. (2019). Legitimizing, leveraging, and launching: Developing dynamic capabilities in the MNE. Journal of International Business Studies. <https://doi.org/10.1057/s41267-019-00245-5>.



Grøgaard, B. & Rygh, A. & Benito, G.R.G. (2019). Bringing corporate governance into internalization theory: State ownership and foreign entry strategies. Journal of International Business Studies, 50(8): 1310–1337.

Hoffman, A. (2007). Carbon Strategies: How Leading Companies Are Reducing Their Climate Change Footprint. 10.3998/mpub.306055.

Intel CEO Pat Gelsinger Announces ‘IDM 2.0’ Strategy for Manufacturing, Innovation and Product Leadership (2021, March 23). Intel Newsroom. Retrieved from <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/news/idm-manufacturing-innovation-product-leadership.html#gs.3o51xs>

Jeswani, H.K. & Wehrmeyer, W. & Mulugetta, Y. (2008), How warm is the corporate response to climate change? Evidence from Pakistan and the UK. Business Strategy and the Environment, 17: 46-60. <https://doi.org/10.1002/bse.569>

Jung Min-hee (2020, October 28). Samsung C&T Announces Coal Exit. Business Korea. Retrieved from <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=53987>

Kim Eun-jin(2020, November). Samsung Electronics Stands Strong Chance of Making Chips for Apple. Business Korea. Retrieved from <http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=54892>

Kolk, A. & Pinkse, J. (2005). Business Responses to Climate Change: Identifying Emergent Strategies. California management review. 47.10.2307/41166304.

Korea Emissions Trading Scheme (2021). International Carbon Action Partnership (ICAP). Retrieved from https://icapcarbonaction.com/en/?option=com_etsmap&task=export&format=pdf&layout=list&systems%5B%5D=47

Lee, S.-Y. (2012), Corporate Carbon Strategies in Responding to Climate Change. Business Strategy and the Environment, 21: 33-48. <https://doi.org/10.1002/bse.711>



- Luo, Y. (2000). Dynamic capabilities in international expansion. Journal of World Business, 35(4): 355–378.
- Marlene P. & Darrell B. & Rachel M. & Hayes, R. S.M. (2015) Voluntary environmental disclosure quality and firm value: Further evidence. Journal of Accounting and Public Policy. 336-361. ISSN 0278-4254. <https://doi.org/10.1016/j.jaccpubpol.2015.04.004>.
- Mbalyohere, C. & Lawton, T. & Boojihawon, R. & Viney, H. (2017). Corporate political activity and location-based advantage: MNE responses to institutional transformation in Uganda's electricity industry. Journal of World Business, 52(6): 743–759.
- Millions tap on the Global Goals App (2020, February 5). United Nations Development Programme (UNDP). Retrieved from <https://www.undp.org/press-releases/millions-tap-global-goals-app>
- Mitchell, R. & Agle, B., & Wood, D. (1997). Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts. The Academy of Management Review, 22(4), 853-886. doi:10.2307/259247
- Mohr, A. & Wang, C., & Fastoso, F. (2016). The contingent effect of state participation on the dissolution of international joint ventures: A resource dependence approach. Journal of International Business Studies, 47(4): 408–426.
- Narula, R., Asmussen, C. G., Chi, T., & Kundu, S. K. (2019). Applying and advancing internalization theory: The multinational enterprise in the twenty-first century. Journal of International Business Studies, 50(8): 1231–1252.
- Nippa, M. & Patnaik, S. & Tausssig, M. (2021). MNE responses to carbon pricing regulations: Theory and evidence. Journal of International Business Studies. 52. 1-26. 10.1057/s41267-021-00403-8.

- Patala, S. & Juntunen, J.K. & Lundan, S. & Ritvala, T. (2021). Multinational energy utilities in the energy transition: A configurational study of the drivers of FDI in renewables. Journal of International Business Studies. 52. 10.1057/s41267-020-00387-x.
- Park, B. I. & Chidlow, A. & Choi, J. (2014). Corporate social responsibility: Stakeholders influence on MNEs' activities. International Business Review, 23(5): 966–980.
- Porter, M. & Reinhardt, F. (2007). A strategic approach to climate. Harvard Business Review. 85. 22-26+162.
- Porter, M. (2009). The Competitive Advantage of Nations. 10.1007/978-1-137-28787-8_72.
- Porter, M. (1980). Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York: Free Press.
- Ramirez, J. (2021). Governance in energy democracy for Sustainable Development Goals: Challenges and opportunities for partnerships at the Isthmus of Tehuantepec. Journal of International Business Policy, 4(1): 119–135.
- RE100 Annual Report 2020 (2020). RE100. Retrieved from <https://www.there100.org/growing-renewable-power-companies-seizing-leadership-opportunities>
- Riviere, M. & Bass, A. E., & Andersson, U. (2020). Dynamic capability development in multinational enterprises: Reconciling routine reconfiguration between the headquarters and subsidiaries. Global Strategy Journal, advance online publication July 31. <https://doi.org/10.1002/gsj.1389>.
- Samsung C&T 2020 CSR Report (2020). Samsung C&T. Retrieved from <http://www.samsungcnt.com/eng/csr/report.do>

- Samsung Electronics 2019 Business Report 2019 (2020). Samsung Electronics. Retrieved from <https://www.samsung.com/global/ir/>
- Samsung Electronics to Expand Use of Renewable Energy (2018, June 14). Samsung Newsroom. Retrieved from https://news.samsung.com/global/samsung-electronics-to-expand-use-of-renewable-energy?cid=au_affiliate_viglink_imecom2017_20170331
- Samsung Electronics Sustainability Report 2020 (2021). Samsung Electronics. Retrieved from <https://www.samsung.com/global/ir/reports-disclosures/sustainability-reports/>
- Samsung SDI and ABB Form Strategic Microgrid Commercial Alliance (2015, March 25). SDI News. Retrieved from <https://www.samsungsdi.com/sdi-news/381.html>
- Semi Content in Electronic Systems Forecast to Drop to 26.4% in 2019 (2019, July 17). IC Insights. Retrieved from <https://www.icinsights.com/news/bulletins/Semi-Content-In-Electronic-Systems-Forecast-To-Drop-To-264-In-2019/>
- Teece, D.J. (2014). A dynamic capabilities-based entrepreneurial theory of the multinational enterprise. Journal of International Business Studies, 45(1): 8–37.
- Verbeke, A., & Kano, L. (2016). An internalization theory perspective on the global and regional strategies of multinational enterprises. Journal of World Business, 51(1): 83–92.
- Weinhofer, G. & Busch, T. (2013). Corporate Strategies for Managing Climate Risks. Business Strategy and the Environment. 22. 10.1002/bse.1744.
- Weinhofer, G. & Hoffmann, V. (2008). Mitigating Climate Change - How Do Corporate Strategies Differ?. Business Strategy and the Environment. 19. 77 - 89. 10.1002/bse.618.
- Winn, M. & Kirchgeorg, M. (2005). The siesta is over: A rude awakening from sustainability myopia. Research in Corporate Sustainability: Strategic Capabilities and Competitiveness. 232-258.

WSTS Semiconductor Market Forecast Spring 2021 (2021, June 8). World Semiconductor Trade Statistics. Retrieved from <https://www.wsts.org/76/Recent-News-Release>

