

產業淨零轉型挑戰與碳權經營機會 —兼論綠色金融助力

(期末報告)



委託單位：財團法人台北外匯市場發展基金會

研究單位：台灣低碳社會與綠色經濟推廣協會

中華民國112年04月30日

產業淨零轉型挑戰與碳權經營機會 -兼論綠色金融助力

(期末報告)

計畫主持人：李堅明教授

研究助理：洪悅容研究員

委託單位：財團法人台北外匯市場發展基金會

研究單位：台灣低碳社會與綠色經濟推廣協會

中華民國 112 年 04 月 30 日

摘要

我國產業是出口導向與國際重要供應鏈，每年約出口 4,460 億美元 (2021)，面臨全球淨零排放及國內碳費開徵趨勢下，將提高企業經營風險，形成企業永續經營的極大挑戰。本研究內容區分六大研析重點：(1) 研析全球淨零 4Ps 原則與氣候解方(4S)；(2)國際碳市場發展研析與企業因應；(3)歐盟碳邊境調整機制衝擊與因應；(4)全球綠色金融發展與淨零助力；(5)全球淨零供應鏈管理與因應；及(6)產業淨零轉型策略與 ESG 行動。本研究發現，經濟活動的碳流(carbon flow)管理與成本，將是國家與企業淨零轉型的最核心課題與挑戰。

本研究結果，具高度政策與因應參考價值，包括：(1)國家減碳目標路徑與氣候解方規劃參考；(2)碳費制度配套措施研擬參考；(3)碳交易平台建置參考；(4)金融機構淨零轉型投資融助力規劃之參考；(5)企業碳足跡管理參考；及(6)企業供應鏈碳管理參考。

關鍵字：淨零排放、碳關稅、碳交易、碳足跡、綠色金融、供應鏈

目錄

壹、緒論	1
一、研究背景與目的	1
二、研究內容	6
三、研究方法	6
貳、全球淨零 4Ps 原則與氣候解方(4S)研析	8
一、COP26 氣候大會觀察	8
二、COP27 氣候大會觀察	12
三、IPCC(2023)科學報告的十大發現與重點	27
四、全球淨零排放解方研析	32
參、國際碳市場發展研析與因應	36
一、《氣候變化綱要公約》碳市場發展	37
二、國家層級碳市場發展研析	42
三、國際自願性市場發展現況研析	49
四、環保署碳費制度規劃與碳交易配套	54
肆、歐盟碳邊境調整機制衝擊與因應	59
一、歐盟碳邊境調整機制(CBAM)發展現況	59
二、我國與歐盟貿易現況研析	62
三、歐盟 CBAM 對我國經濟衝擊評估	65
伍、全球綠色金融發展與淨零助力	74
一、格拉斯哥淨零金融聯盟(GFANZ)發展現況	74
二、金融碳計算夥伴	76
三、本章小結	78
陸、全球淨零供應鏈管理與因應	80
一、世界經濟論壇淨零供應鏈管理研析	80
柒、結論與建議-企業 ESG 行動	92
一、ESG 行動一：企業淨零轉型風險辨識與衡量	93
二、ESG 行動二：強化企業 ESG 管理能力-建置產品碳流數位化資訊系統	94
三、ESG 行動三：加速開發碳權方法學	95
四、ESG 行動四：經營自然為本碳權-發展台灣特色《巴黎協定》第六條	95

五、ESG 行動五：加強氣候風險評估-建置 TCFD.....	96
六、ESG 行動六：推動企業內部碳定價(Internal Carbon Pricing, ICP).....	97
七、ESG 行動七：董事會推動氣候績效報告(Climate Performance Report, CPR).....	98
參考文獻.....	99

圖目錄

圖 1 台灣淨零排放路線圖.....	5
圖 2 全球溫室氣體減排缺口	15
圖 3 國內減量計畫型態	20
圖 4 國際減量計畫型態	21
圖 5 碳權抵換基金申請程序	22
圖 6 日本 JCM 執行架構.....	23
圖 7 台灣 CCPI 歷年比較	26
圖 8 全球參照 1.5°C 的減排路徑	29
圖 9 全球化石燃料溫室氣體排放示意圖	30
圖 10 全面系統淨零轉型示意圖	31
圖 11 全球 CDM 註冊數量與國家分布	38
圖 12 全球 CDM 累計核發 CERs 數量與國家分布	39
圖 13 全球 CDM 方法學註冊數量與型態分布	39
圖 14 第 6.2 條 ITMOs 國際交易與移轉機制	41
圖 15 第 6.2 條 ITMOs 對應調整示意圖	41
圖 16 第 6.4 條 ITMOs 對應調整示意圖	41
圖 17 全球自願性市場發展現況	50
圖 18 全球不同類型碳權市場發行量	52
圖 19 碳費徵收搭配自主減量計畫規劃構想	55
圖 20 CBAM 憑證計算流程	67
圖 21 30%免費核配之情境	69
圖 22 50%免費核配之情境	70
圖 23 70%免費核配之情境	70
圖 24 台灣、中國、日本與韓國之 CBAM 產業衝擊	72

圖 25 台灣、中國、日本與韓國之整體經濟衝擊.....	73
圖 26 GFANZ 促進實體經濟淨零轉型架構.....	75
圖 27 投融資上市股票和公司債券 GHG 排放分配因子計算公式	77
圖 28 投融資上市股票和公司債券 GHG 排放量分配計算公式.	77
圖 29 原物料與產品碳排放示意圖.....	81
圖 30 全球 20 大企業供應鏈碳流示意圖(單位：MtCO ₂ e).....	81
圖 31 降低供應鏈碳排放的八大策略、成本與技術成熟度.....	84
圖 32 不同產業供應鏈脫碳施力點.....	84
圖 33 不同產業供應鏈脫碳施力點.....	86
圖 34 時尚業 2030 年供應鏈脫碳施力點減碳潛力與成本曲線圖	86
圖 35 電子業 2030 年供應鏈脫碳施力點減碳潛力與成本曲線圖	87
圖 36 不同產業年供應鏈脫碳最終產品成本轉嫁比較.....	87
圖 37 企業將面臨雙軌減碳壓力.....	92
圖 38 企業碳流管理與 ESG 績效行動架構.....	95
圖 39 企業氣候風險(TCFD)評估架構.....	96
圖 40 企業推動內部碳定價架構.....	98

表目錄

表 1 2030 年減碳目標推動策略.....	6
表 2 COP26 氣候會議重要宣言/承諾	10
表 3 全球調適資金缺口	16
表 4 《巴黎協定》第 6.4 條的土地為本碳移除專案型態	17
表 5 2013-2020 以實踐抵換額度與成本.....	21
表 6 碳定價制度比較	33
表 7 自願性與強制性碳市場比較	36
表 8 國際主碳市場價格(2023 年 3 月 14 日).....	43
表 9 2019-2020 年各類別機組基準值	48
表 10 國際自願性碳市場(2019-2021)交易量與價格比較	49
表 11 自願性碳市場的四大品牌比較	53
表 12 核心碳準則(Core Carbon Principle, CCP)	54
表 13 歐盟執委會推動 CBAM 法制歷程.....	60
表 14 歐盟執委會 CBAM 草案內容.....	61
表 15 歐盟 CBAM 草案比較	62
表 16 我國主要出口地區排名及金額	63
表 17 我國 2020 及 2021 年出口歐盟主要貨品及金額.....	64
表 18 台灣 CBAM 產品溫室氣體排放、CBAM 憑證費及碳附加稅 率比較.....	68
表 19 GFANZ 周年成果報告	75
表 20 代表性金融機構投融资組合的分配因子計算範例	78
表 21 代表性金融機構投融资組合的碳排放計算範例.....	78

本報告專有名詞中英文對照表

英文縮寫	英文全名	中文全名	頁碼
ACR	American Carbon Registry	美國碳註冊	59
CARB	California Air Resources Board	加州空氣資源委員會	54
CBAM	Carbon Border Adjustment Mechanism	碳邊境調整機制	12
CCPI	Climate Change Performance Index	氣候變遷績效指標	35
CDM	Clean Development Mechanism	清潔發展機制	32
CERs	Certified Emission Reductions	經驗證的減排量	13
CPR	Climate Performance Report	氣候績效報告	108
EC	European Commission	歐盟執委會	12
EP	European Parliament	歐洲議會	12
ETS	Emission Trading Scheme	排放交易制度	13
GFANZ	Glasgow Financial Alliance for Net Zero	格拉斯哥淨零金融聯盟	14
GS	Gold Standard	黃金標準	59
GTAP	Global Trade Analysis Project	全球貿易分析模型	75
ICP	Internal Carbon Pricing	內部碳定價	102
IDCs	Industrially Determined Contributions	企業自訂減量貢獻	66
IET	International Emission Trading	國際排放交易制度	47
IETA	International Emission Trading Association	國際碳排放交易推廣協會	111
JCM	Joint Credit Mechanism	共同減量機制	32
JI	Join Implementation	共同減量	47
MbS	Market-based Solution	市場為本解方	43
NbSs	Nature-based Solutions	自然為本解方	11
NDCs	Nationally Determined Contributions	國家自定減量貢獻	11
PRI	Principles for Responsible Investment	責任投資原則	105
RGGI	Regional Greenhouse Gas Initiative	區域溫室氣體倡議	52
SASB	Sustainability Accounting Standard Board	永續會計準則	85
SBTi	Science-based Target initiative	科學基礎減量目標倡議	28
TCFD	Task Force on Climate Related Financial Disclosure	氣候相關財務揭露	84
UNEP	United Nations Environment Program	聯合國環境規劃署	25
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	聯合國氣候變化綱	11

		要公約	
VCS	Voluntary Carbon Standard	自願性碳標準	37
WCI	West Climate Initiative	西部氣候倡議	52
WIOT	World Input-Output Table	世界投入產出表	75
WTO	World Trade Organization	世界貿易組織	69

壹、緒論

一、研究背景與目的

全球【淨零競逐】(Race to Zero)已鳴槍起跑，面對國際碳關稅(Carbon Border Tax, CBT)趨勢與綠色供應要求，碳成本將內部化，且隨著碳價水準攀升，將大幅提高產業經營成本，形成碳風險(carbon risk)。我國產業是國際重要供應鏈(supply chain)，每年約出口 4,460 億美元(2021)，支撐國家約 57%GDP(2021)的貢獻，在全球淨零排放、國內碳費開徵及綠色金融發展趨勢下，產業低碳轉型將成為重要因應策略，例如低碳燃料取代高碳燃料、低碳製成取代高碳製程及產品供應鏈管理(McKinsey & Company, 2022)，加強產品碳足跡(carbon footprint)盤點與管理及碳權經營(特別是自然為本解方(Nature-based Solutions, NbSs)碳權)等，將是企業淨零轉型的核心課題與工作。

2021 年英國格拉斯哥(Glasgow)舉行的第二十六屆聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)締約國會議(the 26th Conference of Parties, COP26)，界定淨零競逐起跑線(starting line)的四大原則：(1)承諾(pledge)：組織領導人需要盡速宣布淨零排放目標，盡最大努力設定 2030 年減排 50%目標；(2)方案(plan)：1 年內要提出達到短中長目標的規劃；(3)程序(proceed)：立即採行淨零行動；(4)公布(publish)：承諾每年要公布減排的進展，例如公布於 UNFCCC 的全球氣候行動網站，稱為 4Ps 原則。2022 年於埃及舉行的 COP27 氣候大會，呼籲締約國應提出雄心的國家自訂減量貢獻(Nationally Determined Contributions, NDCs)，共同落實《巴黎協定》(Paris Agreement, PA)目標，並鼓勵締約國應用《巴黎協定》第六條(Article 6)¹，加強國際減碳合作(國際碳交易)，一方面降低減碳成

¹巴黎協定第 6.2 條國家減排合作機制及第 6.4 條永續發展機制(Sustainable

本，提高締約國 NDCs 雄心；另一方面引導已開發國家資金與技術至開發中國家，補償開發中國家的損失與損害(loss and damage)，維護氣候正義(climate Just)。

歐盟回應 UNFCCC 的呼籲，設定 2030 年減排 55% 的雄心 NDCs 目標，然而，擔心產業過高的碳成本負擔，折損產業競爭力，形成碳洩漏 (carbon leakage)² 問題。因此，考慮將歐盟境內實施多年的「總量與碳交易制度」(Cap and Trade, C&T)³ 延伸至邊境，稱為【碳邊境調整機制】(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)。爰此，歐盟執委會 (European Commission, EC) 已於 2021 年 7 月提出 CBAM⁴ 草案，針對歐盟高碳洩漏風險的基礎原料進口品，包括鋼鐵、水泥、電力、製鋁、化肥等產品 (稱為 CBAM 商品)，實施產品碳排放資料的註冊與申報，並徵收 CBAM 憑證費 (CBAM Certificates fee)。2022 年 6 月 22 日歐洲議會 (European Parliament, EP) 通過 CBAM 的新草案決議 (450 票贊成、115 票反對及 55 票棄權)，對 2021 年 7 月的草案，提出相關增修內容，建議應將產業規範範圍拓展到有機化學品、氫氣、聚合物等並包含間接碳排放，且應縮短 CBAM 過渡期的實施。歐盟執委會、歐洲議會及歐盟部長理事會於 2022 年 12 月 13 日完成 CBAM 第 4 次

Development Mechanism, SDM)。

² 導致高排放密集或貿易暴露 (Emission Intensive and Trade Expose, EITE) 產業失去市場份額 (market share)，稱為碳洩漏。碳洩漏主要來自三管道 (Kuik and Hofkers, 2010; ICAP, 2020)：(1) 競爭力管道 (competitiveness channel) (短期)：減碳成本較高國家的產業市場份額，移轉至減碳成本較低國家的產業；(2) 投資管道 (Investment channel) (長期)：減碳成本較高國家的產業投資活動，移轉至減碳成本較低國家的產業投資活動，亦即產業外移；(3) 能源管道 (energy channel)：具深度減碳承諾國家透過高強度的節約能源措施，降低能源需求與能源價格，導致低度減碳承諾國家的產業享受低能源價格，及增加能源消費與溫室氣體排放。

³ 歐盟於 2005 年啟動歐盟碳交易制度，第一期 (2005-2007)，第二期 (2008-2012)，第三期 (2013-2020)，第四期 (2021-2030)。

⁴ 歐盟已於 2021 年 7 月提出【碳邊境調整機制】實施方案序 (Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council - establishing a carbon border adjustment mechanism) (EC, 2021, COM(2021) 564 final)。

三方談判，決議 2023 年 10 月 1 日開始實施 CBAM。

碳交易制度 (Emission Trading Scheme, ETS) 理論源於「寇斯定理」(Coase theorem, 1959)⁵，因具環境有效性 (environmental effectiveness) 及成本有效性 (cost effectiveness)⁶ 雙重優越性，可以有效解決經濟體系的外部性 (externality) 問題，已成為落實全球淨零目標的最重要市場工具。全球已有 34 個區域與國家(歐盟 27 個會員國算為歐盟一個區域組織)，區域或城市實施 ETS，另外，還有 14 個國家(或城市)規劃。約覆蓋全球 55%GDP; 1/3 人口及 17%GHG 排放(ICAP, 2022)，中國大陸(約控管 40 億噸 CO₂e)為全球最大碳市場，其次為歐盟(控管 20 億噸 CO₂e)(ICAP, 2022)，2021 年全球碳市場交易金額已達到 8,510 億美元的歷史新高(Reuters, 2022)。2021 年於英國格拉斯哥(Glasgow)舉行的 COP26，已完成《巴黎協定》第 6 條的相關規則，包括：(1)透過對應調整 (correspondence adjustment)，解決 ITMOs (Internationally Transferred Mitigation Outcomes)重複計算問題；(2)確立京都機制的 CERs (2013-2020 年取得)，可用於第一期 NDCs 的抵減協議；(3)執行 6.2 條(國家 NDC 之核發碳權)可減免 2%管理費，但是執行 6.4 條(減排計畫)仍需支付 2%管理費；(4)執行 6.4 條需要繳交 5%調適基金；執行 6.2 條則自行決定支付調適基金比例(沒有固定)。可知，善用碳權經營，可促進企業淨零目標達成的成本有效性(cost effectiveness)，以及縮短淨零距離。

2021 年成立的「格拉斯哥淨零金融聯盟」(Glasgow Financial

⁵假設個人為追求效用最大化之非利他主義者，且環境財產權可以界定(而與歸屬於那一方無關)，且具有排它性及移轉性，則在沒有交易成本的情況下，環境不同使用者，經由自由談判交涉結果，並為必要之補償，將可使得環境配置達到柏瑞圖最適 (Pareto optimal)(最適污染水準)。最適污染水準定義在成本有效性(cost effectiveness)(以最低成本，達到特定環境目標。

⁶ 以最低成本達到既定環境目標。(Titeinburg, 1985).

Alliance Net Zero, GFANZ)，全球已有 550 多家會員金融機構加入 (2022/11)，承諾將遵循控制溫升 1.5°C 的《巴黎協定》目標。GFANZ 合計擁有約 150 兆美元的綜合資產負債，刻正思考透過金融機構的淨零計畫，觸動實體經濟邁向淨零。2022 年 6 月提出「金融機構淨零轉型計畫的建議與指引」(Recommendations and Guidance on Financial Institution Net-zero Transition Plans)，四大策略：(1)應用投融資力量促進氣候解方發展與規模化，取代高排放技術、活動或服務；(2)應用投融資力量促進企業(companies)提出參照控制溫升 1.5°C 的減排計畫(或路徑規劃)；(3)應用投融資力量促進行業部門(sectoral)提出透明、穩健以及參照控制溫升 1.5°C 的淨零轉型計畫；及(4)應用投融資力量加速汰換高碳排放資產(例如燃煤電廠等)。金管會(2022)也提出綠色金融 3.0，重點在避免漂綠(或漂永續)及促進淨零目標，因此，除了規範上市櫃公司的溫室氣體盤查之外⁷，也提出永續經濟活動指引，界定企業的可持續經濟活動，提供金融機構綠色融資之依據，進而，觸動實體經濟淨零轉型。

淨零排放已成為國家發展目標，國發會(2022)因應【淨零競逐】經濟規範與發展，提出「淨零排放路線圖」(2022/12)，規劃 2025 減排 20%(相較於 2005 年排放量)、2030 年減排 24%±1%，2050 年淨零排放，詳見圖 1。為達到 2030 年目標，國發會規劃五大策略：(1)發展再生能源；(2)提高節能與節熱效率；(3)提高電動運具市售比；(4)加強碳匯與負碳科技發展；(5)推動減碳國際合作等，詳見表 1。綜上分析可知，我國是出口導向經貿特性，能源高度仰賴進口，以及國際政治現實 (例如無法參與聯合國減碳合作機制)等因素，導致我國出口

⁷ 金管會(2022)已要求所有上市櫃的溫室氣體於 2027 年完成溫氣體盤查合併報表，以及 2029 年完成第三方查驗證。

產品碳足跡相對較高，且無法透過國際碳交易制度，降低成本負擔，將提高我國產業低碳轉型成本，限制低碳轉型潛力，形成產業碳風險(carbon risk)，成為我國產業因應全球淨零排放趨勢的最主要挑戰。2023 年 2 月 15 日總統公布「氣候變遷因應法」，2050 年淨零法制化，環保署規劃 2024 年開徵碳費，開啟我國【淨零競逐】里程碑。

綜上，我國企業面臨全球淨零快速發展，及全球價值鏈重組契機，掌握全球淨零轉型最新發展趨勢、國際碳關稅影響、綠色金融發展、供應鏈管理策略及國際碳市場發展等，提供國家與企業推動碳流(carbon flow)與碳風險(carbon risk)管理、開創碳權經營機會，研擬綠色金融助力，加速產業低碳轉型，創造產業新商機之參考，即成為本研究主要目的。歸納本計畫目的如下：

- (一)、國際淨零轉型發展趨勢與氣候解方研析；
- (二)、產業供應鏈管理、碳權經營效益與綠色金融助力研析；
- (三)、產業淨零轉型策略研析。



圖 1 台灣淨零排放路線圖

資料來源：國發會(2022)，淨零轉型階段性目標與行動。

表 1 2030 年減碳目標推動策略

策略	2030 目標
發展再生能源	45.46-46.12GW 1. 離岸風電：13.1GW (十億瓦)； 2. 太陽光電 31GW)
節電/熱能	1. 節電：345.7 億度； 2. 節熱：227.3 萬公秉由當量
發展電動運具	1. 市區公車及公務車全面電動化 2. 電動小客車及機車市售比，分別提高至 30%及 35%
碳匯及負碳技術	1. 自然碳匯(森林、土壤及海洋)：1.4 百萬噸 CO ₂ e 2. 碳捕捉利用及封存(CCUS)：4.6 百萬噸 CO ₂ e
減碳國際合作	呼應巴黎協定第六條，推動國合淨外減碳

資料來源：本計畫整理自國發會(2022)，淨零轉型階段性目標與行動。

二、研究內容

為達到本計畫目的，研究內容規劃如下：

1. 研析全球淨零發展趨勢與氣候解方(例如 COP26 與 COP27 淨零發展現況與趨勢研析等)
2. 研析國際碳關稅發展現況與影響(例如歐盟 CBAM)
3. 研析國際碳市場與淨零金融發展現況與因應
4. 研析產業供應鏈管理策略
5. 研擬產業淨零轉型的 ESG 行動

三、研究方法

為完成本計畫研究內容與目的，本計畫研究方法規劃如下：

(一)、文獻回顧法

1. 參加 2022 年於埃及舉行的 COP27 氣候大會：蒐集國際最新淨零

發展現況與策略；

2. 蒐研國際碳市場與淨零金融發展文獻：例如世界銀行及 GFANZ 最新文獻等；
3. 蒐研國際碳關稅最新發展現況：例如歐盟 CBAM 與美國《清潔競爭法》(Clean Competition Act)等

(二)、建立碳風險評估模式

1. 參考歐盟碳風險評估方法，建立本土化產業因應淨零之碳風險評估模式
2. 應用案例分析，評估產業因應淨零的潛在碳風險，並研擬降低風險值的管理策略

(三)、案例研析

1. 碳權經營案例研析：蒐研碳權經營成功與可行案例，提供產業參考；
2. 企業內部碳定價與產品供應鏈碳足跡管理案例研析：蒐研企業內部碳定價與產品供應鏈碳足跡管理成功與可行案例，提供產業參考；

貳、全球淨零 4Ps 原則與氣候解方(4S)研析

聯合國跨政府氣候變化專家小組 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, 2018)首開呼籲，全球應於 2050 年達到淨零排放(net zero emission) (或碳中和)(carbon neutral)，控制溫升 1.5°C (相較於 1860 年)，之後，則需要進入負碳經濟 (negative emissions economy)，避免氣候災難。然而，大氣溫室氣體濃度持續攀升，至 2021 年 5 月，已達到 420ppm 的歷史新高 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA, 2021)，全球暖化儼然有不可逆趨勢，氣候風險已成為本世紀全球面臨的最主要風險型態 (World Economic Forum, 2021)。IPCC 於 2021 年 8 月發布第六版科學報告 (Assessment Report, AR6)指出，全球溫升 1.1°C(相較於 1850 年)，人類已透支碳預算，再度警告，未來幾十年內，必須大幅減少溫室氣體排放，達到淨零排放(或碳中和)，否則全球暖化幅度將在 21 世紀超過 1.5°C 及 2.0°C。

全球面對氣候緊急時刻，如何化解全球暖化不可逆趨勢？達到 2050 年淨零排放目標，這是全球氣候治理的最主要挑戰。我國刻正積極研擬 2050 年淨零排放策略，然而，仍存在極大減排缺口。爰此，本文將觀察 COP27 氣候大會的淨零排放趨勢，並基於環境有效性 (environmental effectiveness)、成本有效性 (cost effectiveness) 及環境完整性 (environmental integrity) 等三項原則，提出排放交易制度 (Emissions Trading Scheme, ETS)、自然為本解方 (Nature-based Solution, NBS)、行為科學基礎(Behavior Science Based)的氣候推力(Nudges)設計，提供政府實踐 2050 年淨零排放目標之參考。

一、COP26 氣候大會觀察

(一)、全球淨零排放宣言/承諾

2021 年於英國格拉斯哥(Glasgow)舉行的第 26 屆氣候大會(COP26)，會議主軸是【淨零競逐】(Race to Zero)，除了簽署「格拉斯哥氣候協議」(Glasgow Climate Pact)，決議加速能源轉型，例如擴大乾淨能源規模、提高能源效率，逐漸減少燃煤發電，以及廢除無效率的化石燃料補助，採取行動於 2030 年減排非二氧化碳溫室氣體，例如甲烷氣，以及保育生態系統，提升碳匯功能，確保社會與環境安全。同時，也簽署覆蓋所有經濟活動層面的淨零排放宣言/承諾，包括森林與土地使用宣言(Declaration on Forest and Land Use)、全球甲烷氣承諾 (Global Methane Pledge)、車輛淨零排放宣言(COP26 declaration on accelerating the transition to 100% zero emission cars and vans)、海運綠色航道宣言 Clydebank Declaration for Green Shipping Corridors)、國際航空氣候積極目標聯盟宣言)(COP26 declaration on International Aviation Climate Ambition Coalition)、突破議程宣言(COP26 World Leaders Summit- Statement on the Breakthrough Agenda)、淨零排放金融聯盟(The Glasgow Financial Alliance for Net Zero, GFANZ)、美中氣候宣言 (U.S.-China Joint Glasgow Declaration on Enhancing Climate Action in the 2020s)、美洲碳定價宣言 (Glasgow Declaration on Carbon Pricing in Americas)、氣候韌性的公平水足跡、包容及永續發展宣言(THE Glasgow Declaration for Fair Water Footprint for Climate Resilient, Inclusive, and Sustainable Development)等(詳細內容如表 2 所示)。

綜上可知，通過上述宣言/承諾，意味著，全球已正鳴槍起跑 2050 年淨零排放。

表 2 COP26 氣候會議重要宣言/承諾

宣言/承諾	內容
森林與土地使用宣言	承諾共同努力，到 2030 年阻止和扭轉森林流失和土地退化，同時實現永續發展，並促進包容性農村轉型。
全球甲烷氣承諾	承諾 2030 年降低 30%(相較 2020 年)。
車輛淨零排放宣言	承諾 2040 年淨零排放。
海運綠色航道宣言	推動綠色燃料及加速海運部門價值鏈脫碳。
國際航空氣候積極目標聯盟宣言	強化航空碳中和抵換計畫(Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, CORSIA)成效)，及承諾 2050 年碳中和。
突破議程宣言	2030 年加速潔淨技術與永續解方合作與發展，確保可負擔與普及性。
淨零排放金融聯盟	由 Mark Carney 擔任主席，擁有 150 兆美元資產，推動綠色金融，促進零碳經濟。
美中氣候宣言	雙方承諾將致力於有效執行氣候政策，並肯定雙方迄今已開展的相關工作和繼續討論的價值。
美洲碳定價宣言	承諾積極推動美洲地區碳定價制度。
氣候韌性的公平水足跡、包容及永續發展宣言	承諾 2030 年落實公平水足跡行動，例如零污染水、永續利用與公平分配水資源、保護自然資源、安全與衛生飲用水及提升水資源供給韌性等。

資料來源：本研究整理

(二)、淨零排放起跑線與領跑作法

COP26 已清楚界定淨零競逐的起跑線(starting line)與領跑作法(leadership practice)如下：

1、起跑線

COP26 氣候大會為建立【淨零競逐】標準，界定全球淨零排放起跑線四大作為：(1)承諾(pledge)：組織領導人需要盡速宣布淨零排放目標，盡最大努力設定 2030 年減排 50%目標；(2)方案 (plan)：1 年內要提出達到短中長目標的規劃；(3)程序(proceed)：立即採行淨零排放行動；(4)公布(publish)：承諾每年要公布減排的進展，例如公布於 UNFCCC 的全球氣候行動網站。

2、領跑作法

COP26 氣候大會進一步界定領跑者作為，包括：(1)溫室氣體範疇(scope)：溫室氣體應覆蓋範疇三與過去累積排放量；(2)碳匯 (sink)與碳權(credit)標準：優先考慮減少排放(至少 90%)；清楚說明碳匯與碳權來源，且必須是永久性移除碳排放；鼓勵採用自然為本解方的碳匯活動；確保碳權取得符合額外性(additionality)、永久性(permanence)和可計量(accounting)，並且不會破壞社會正義或損害生物多樣性；賦權與公平(empowerment and equity)：通過參與、分享資訊、融資管道和能力建設，力求使所有參與者為全球邁向淨零排放的過渡做出貢獻；相關承諾、計劃和行動，應考慮到公平，特別應符合 17SDG 及《巴黎協定》相關條文。

(三)、小結

COP26 氣候大會主題【Race to Zero】，意味著全球淨零排放起跑，並畫出起跑線標準，意味著，碳足跡管理(電力係數及產品碳足跡)，將決定淨零排放經濟的競爭力。減排緊急時代來臨，締約國需要更嚴格與更透明的 NDCs，以及邁向淨零排放的策略與資金安排。氫能與儲能科技發展將是近 10 年的最重要零碳能源科技，各國已積極布局，以及創造供應鏈與生態圈。COP26 氣候大會已完成《巴黎協定第六條》(Article 6)規則簿設計與安排(避免重覆計算及分享成果)，將促進全球透過碳市場，實踐實質減碳合作，以成本有效與環境有效方式，落實淨零排放目標。自然為本解方(Nature-based Solutions, NbSs)已成為本次氣候大會創意的重點議題，締約國已積極全球布局，將是未來落實淨零排放的重點碳權抵換項目，開創全球自願性碳市場商機。永續金融是淨零排放推手，金融機構與機構投資人，將更重視企業的淨

零排放策略，並透過淨零排放起跑線標準作為融資標準。

二、COP27 氣候大會觀察

世界資源研究院(World Resource Institute, WRI, 2022/10)發佈全球 139 個國家的自定減排貢獻(Nationally Determined Contributions, NDC)顯示，(1)2030 年減排 55 億噸 CO₂e，約減排 7%，然而，相較於 IPCC 建議應減排 43% (控制溫升 1.5°C)，相差約 6 倍；(2)預估投入的氣候金融高達 4.3 兆美元，其中，減排約 2.7 兆美元、調適約 1.1 兆美元，及其他 4,750 億美元；(3)更多國家(約 120 個，約占全球 40%溫室氣體總量)規劃利用巴黎協定第六條(國際碳交易)，達到 NDC 目標。聯合國環境規劃署(United Nations Environment Program, UNEP, 2022)相繼發佈 2022 年全球排放缺口(emission gap)及調適缺口(adaptation gap)顯示，2030 年還差 200-230 億噸溫室氣體減排缺口，及開發中國家 2030 年每年需要的調適資金尚差 5-10 倍缺口。

綜上，顯示全球因應巴黎協定控制溫升 1.5°C 目標，存在減排雄心(ambition)不夠，以及調適資金不到位的兩大困境。從而，可窺出 COP27 氣候大會重要議題將聚焦於如下三個面向，(1)如何提升全球減排雄心(ambition)；(2)如何移轉資金至開發中國家，提高調適與減排能力；(3)如何透過巴黎協定第六條(article 6)，提升減排雄心與移轉開發中國家所需的調適資金。

2022 年於埃及沙姆依沙赫 (Sharm el-Shiek) 舉行的 COP27/CMP17/CMA4 有超過 45,000 人註冊，經過 14 天討論，最後通過「沙姆依沙赫執行方案」(Sharm el-Sheikh Implementation Plan)。COP27 氣候大會合計完成 COP 的 27 項決議，以及 CMP 的 9 項決議，及 CMA 的 24 項決議。COP28 將於 2023 年 11 月 30 日~12 月 12 日

於阿拉伯聯合大公國(the United Arab Emirates)杜拜(Dubai)舉行。

(一)、沙姆依沙赫執行方案

「沙姆依沙赫執行方案」(Sharm el-Sheikh Implementation Plan)，內容簡述如下：

● 科學與緊急(Science and urgency)

1. 注意到聯合國環境規劃署(UNEP, 2022)調適缺口(adaptation gap)與排放缺口(emissions gap)報告，以及世界氣象組織(WMO)最近關於溫室氣體與氣候的全球和區域報告。
2. 重申相較於升溫 2°C，控制升溫 1.5°C 的氣候變遷不利影響將小得多，並決心進一步努力將升溫限制在 1.5°C 之內；
3. 認識到氣候變遷對冰凍圈的影響，特別是臨界點。

● 減緩(mitigation)

1. 要將全球暖化控制在 1.5°C，2030 年全球溫室氣體排放量，至少需要減少 43% (相對於 2019 年排放量)；
2. 締約國應加快努力逐步減少(phasedown)煤電和逐步取消低效的化石燃料補貼，同時，實現公正轉型；
3. 締約國應加強非二氧化碳溫室氣體減排，特別是甲烷氣。
4. 保護、保存和恢復自然和生態系統以實現《巴黎協定》溫度目標的重要性，提升森林與陸地和海洋生態系統碳匯功能；

● 財務(finance)

1. 至 2030 年，每年再生能源約需要投資 4 兆美元，才可望在 2050 年實現淨零排放，此外，全球向低碳經濟轉型，預計每年

需要投資至少 4-6 兆美元。中央銀行、商業銀行、機構投資人，及其他金融機構，將共同負責融資所需資金。

2. 開發中國家遭受氣候變遷衝擊將持續增加債務，以及執行 NDC 的資金需求等，將擴大資金缺口，估計至 2030 年前，約達到 5.8-5.9 兆美元；
3. 全球氣候資金流動規模變小，2019-2020 年約為 8,030 億美元，大約是維持溫升低於 2°C 或 1.5°C，所需年度投資的 31-32%。

● 損失與損害(loss and damage)

1. 關切開發中國家遭受巨額損失與損害成本，加重債務負擔，並危及永續發展目標實現；
2. 歡迎開始審議因應氣候變遷不利影響之損失與損害的資金安排的相關事務。

● 森林(forest)與農業(agriculture)

1. 鼓勵締約國考慮自然為本解方(Nature-based Solutions, NbS)或生態系統為本方法，同時，確保相關的社會和環境保護。
2. 建立為期四年的沙姆沙伊赫氣候行動對農業和糧食安全的聯合工作。

(二)、全球溫室氣體減排缺口及調適缺口

聯合國環境規劃署(United Nations Environment Program, UNEP, 2022)第 13 版全球排放缺口報告(Emissions Gap Report 2022)，指出 2021 年全球溫室氣體排放 528 億噸 CO₂e，依據當前的政策措施(國家 NDC)，至 2030 年，相較於 2°C 的減排缺口，120-150 億噸 CO₂e；相較於 1.5°C 的減排缺口約 200-230 億噸 CO₂e，詳見圖 2。如果不採取額外

行動，預估世紀末將溫升 2.8°C。易言之，如果世紀末要限制溫升 1.5°C，全球 2030 年需要減排 45%，避免耗盡有限碳預算。

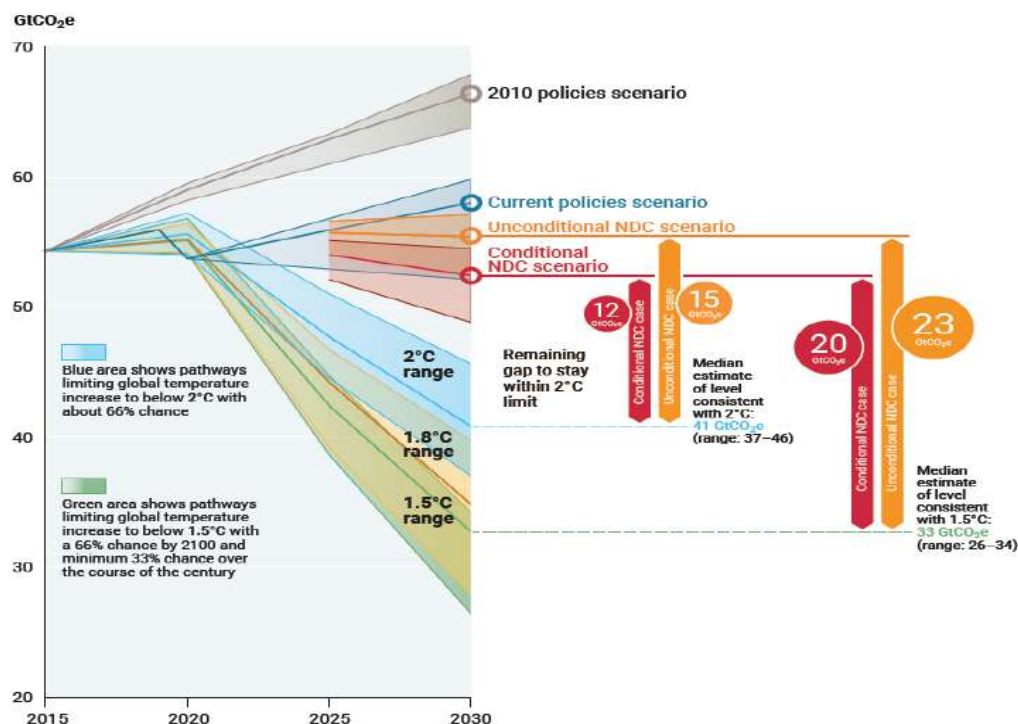


圖 2 全球溫室氣體減排缺口

資料來源：UNEP(2022), Emissions Gap Report 2022.

聯合國環境規劃署(United Nations Environment Program, UNEP, 2022)發布第 1 版全球調適缺口報告(Adaptation Gap Report 2022, AGP2022)，指出全球溫室氣體減排缺口，大幅提升極端氣候風險，應該加強調適措施。然而，2020 年協助開發中國家的調適資金約 286 億美元，僅達到應提供調適資金總額的 34%。此外，2020 年承諾 1,000 億美元調適資金，尚不足 170 億美元。

依據 AGP2022 的報告，2030 年開發中國家的調適資金需求約 1,600-3,400 億美元，至 2050 年則提高至 3,150-5,650 億美元，可知，目前僅約 286 億美元調適資金，尚缺 5-10 倍缺口(2030 年)及 10-20

倍缺口(2050) (詳如表 3 所示)。

表 3 全球調適資金缺口

Costs of adaptation	Adaptation finance needs based on NDC/NAP costs	Adaptation finance flows
US\$160 billion – US\$340 billion annually by 2030 (rising to US\$315 billion – US\$565 billion by 2050)	US\$71 billion per year (up to 2030) in submitted NDC/NAPs (76 countries) Extrapolating to all developing countries indicates US\$202 billion per year (median), ranging from US\$79 billion to US\$612 billion for the 2021–2030 period	US\$28.6 billion in 2020
Source: The Adaptation Finance Gap Report (UNEP 2016)	Source: UNFCCC 2022c (see also section 3.2.2)	Source: OECD (2022a)

資料來源：UNEP(2022), Adaptation Gap Report 2022.

(三)、巴黎協定第六條發展與全球碳市場

2022 年於埃及「沙姆依沙赫執行方案」(Sharm el-Sheikh Implementation Plan)舉行的 COP27 氣候大會，核心課題在於發展《巴黎協定》第 6 條，應用碳權誘因及成本有效性，促進各國提交更具雄心(ambitious)NDC 目標，以及資金與技術移轉至開發中等氣候脆弱國家。

《巴黎協定》第六條(Article 6)是促進 NDC 雄心⁸，以及已開發國家資金/技術流向開發中國家的重要渠道，成為 COP27 的重要議題。COP27 討論的重點是執行的形式(modality)、程序(procedures)及規則(rule)，稱為 MPR。Article 6.4 主要是針對碳移除(removals)活動(自然或工程移除)，建立適當的管理與碳權核發，包括監測、報告、計算、計入期及碳洩漏等。

⁸第 6.2 條(Article 6.2)：使用國際轉讓的減緩成果(International Transfer Mitigation Outcomes, ITMOs)來實現國家自主貢獻(NDC)；第 6.4 條(Article 6.4)：參加永續發展機制(Sustainable Development Mechanism, SDM)的碳權開發。

自然為本解方碳權將是最優先鼓勵的碳權開發專案，已明列於第 6.4 條的鼓勵項目，詳見表 4。表 4 顯示以土地為本碳移除 (land-based removal) 碳權專案(造林、植被、種樹、改善林地管理、濕地管理及強化土壤有機碳等)，將成為未來碳市場主流。

表 4 《巴黎協定》第 6.4 條的土地為本碳移除專案型態

活動項目型態	活動項目主要保育內涵	活動項目主要產品
造林與再造林	1. 流域再造林 2. 保護/指定森林的恢復 3. 生物多樣性地區/保護區的恢復	1. 木材種植 2. 紙漿木種植園 3. 園藝種植園 4. 能源作物種植
重新植被	1. 沙丘穩定 2. 鹽鹼地開墾 3. 流域植被恢復	1. 能源作物種植(多年生非樹木植被) 2. 種植多年生作物 3. 藥用植物的種植
植樹	1. 都市森林 2. 農林業 3. 防護林帶	1. 農林牧系統 2. 薪材林地 3. 小木材林地
改善森林管理	1. 種植原生物種 2. 輔助自然再生	1. 輪齡管理 2. 降低衝擊伐木 3. 清潔/修剪/間伐處理
濕地管理	1. 再濕潤濕地 2. 恢復紅樹林棲地	-
強化土壤有機碳	1. 保育性耕作 2. 休耕	1. 提高土壤生產力

資料來源：UNFCCC (2022), Removal Activities under the Article 6.4 Mechanism.

(四)、全球淨零金融發展

2021 年成立的「格拉斯哥淨零金融聯盟」(Glasgow Financial Alliance for Net Zero, GFANZ)於 COP27 會議舉行金融日(Finance Day)，並邀請聯盟主席(Mark Carney)專題演講。演講重點彙整如下：

1. 雄心(ambition)

GFANZ 有全球 550 多家會員金融機構，已承諾將資助控制溫升 1.5°C 的減排活動。GFANZ 合計擁有 150 兆美元的綜合資產負債，擁

有全球解決其最緊迫問題所需的金融資源規模。

2. 行動(action)

GFANZ 為本次締約國會議，制定了金融機構和公司淨零轉型計劃的綜合行動架構。 GFANZ 將為轉型之氣候解方(climate solutions)以及已邁向淨零企業，提供資金促進規模化與成長。 全球企業無法靠自己的努力達到淨零，全球公正轉型需要金融機構支持，且逐步淘汰擱淺資產(高碳排放資產)。

行動還意味著制定策略實現科學為本的短期目標。 在 COP27 中，已有近 300 家 GFANZ 會員，設定了 300 多個短期目標。 去年同時，尚未有會員銀行製定 2030 年科學為本目標(Science-based Target, SBT)。

3. 問責(accountability)

GFANZ 的相關工作都將委由資料公用事業公司負責建立淨零帳戶。 到明年這個時候，數據使用程序將提供一致、準確、公開可用的氣候轉型相關數據，讓金融機構、監管機構、民間社會和公眾能夠追蹤氣候進展。

Carney 也指出，金融本身無法達到淨零轉型。金融僅是推動者，是加速政府、公司和企業家邁向淨零轉型的催化劑。根據實體世界的經驗，GFANZ 成員呼籲政府應採取更多措施：

1. 政府應制定與金融監管一致的強制性轉型措施。
2. 推動碳定價，透過碳權交易市場，確保資金與技術由已開發國家，轉移至開發中國家。
3. 應用公部門資金引導私部門資金，加速資本移入新興經濟體與開發中國家。

(五)、瑞士碳權抵換基金

基於瑞士《碳稅法》(The Swiss CO₂ Act)(2000)成立「氣候保護碳權抵換基金會」(the Foundation for Climate Protection and Carbon Offset KliK)。目的是協助約 39 家化石燃料公司，應用碳權抵換，履行減量目標，同時，配合 Article 6，協助瑞士政府 2030 年減排 50%承諾。

2022 年 1 月瑞士政府依據碳稅法，要求瑞士化石燃料/礦物油公司透過國內及國際減排計畫，取得碳權(或減量額度)，抵銷過內與國際使用該公司化石燃料/礦物油的 GHG 排放。瑞士政府配合 Article 6.2 的 ITMO 相關規定，訂定碳權抵換率 15-20% (2022-2024)。

基金會透過公開甄選計畫方式(計畫型態詳如圖 3 與圖 4)，審核通過後，基金會給予融資，計畫完成後，基金會取回碳權。至 2021 年年底，透過計畫執行合計取得 6.203 百萬噸 CO₂e 碳權，該期總排放約 127.878 百萬噸 CO₂e，平均抵換率 4.85% (法定 12%)。2013-2020 年間，車用油商合計花費 10.67 億瑞士法郎(CHF)，平均成本約 CHF88.41/噸 CO₂e。依據碳稅法，平均每公升需要繳交 CHF2.1 分碳稅，透過碳權抵換，平均每公升成本約 CHF1 分，驗證成本有效性(詳見表 5)。

碳權抵換計畫申請程序：(1)步驟一：註冊；(2)步驟二：提出計畫申請；(3)步驟三：計畫內容評估；(5)步驟四：融資及啟動計畫；(6)步驟五：計畫確認；(7)步驟六：向碳權申請機構申請；(7)步驟七：計畫執行。(詳見圖 5)

Selected programmes in Switzerland



Biofuels BioFuels Schweiz	Climate-friendly cooling Klik Foundation
Electric and hybrid buses myclimate	Landfill gas Klik Foundation
Freight shift from road to rail EnAW	Methane / Laughing gas reduction in wastewater treatment plants South Pole, InfraConcept
Heating networks Klik Foundation	Reducing laughing gas emissions from nitrogen fertilisation First Climate
Mobile heaters Klik Foundation	Biogas facilities Ökostrom Schweiz
Wood heaters / Heat pumps Energie Zukunft Schweiz, myclimate	Alternative heating for greenhouses myclimate

圖 3 國內減量計畫型態

資料來源：Klik(2022), Acting in a content of uncertainty regarding climate policy.

Selected international programmes



圖 4 國際減量計畫型態

資料來源：Klik (2022), Acting in a content of uncertainty regarding climate policy.

表 5 2013-2020 以實踐抵換額度與成本

Fulfilment of the carbon offset obligation 2013 to 2020

	Achieved impact (million t CO ₂)	Submitted emission credits (million t CO ₂)	Cost per emission credit (CHF/t CO ₂)
Transportation programmes	2.164	0.437	98
Businesses programmes	2.599	0.559	101
Buildings programmes	0.081	0.008	100
Agriculture programmes	0.027	0.006	151
Projects	0.988	0.221	96
Climate Cent projects	1.576	1.576	109
Overfulfilments	1.380	0.145	97
Emission allowances	3.257	3.257	56
Total	12.071	6.203	88.41

資料來源：Klik(2022), Acting in a content of uncertainty regarding climate policy.

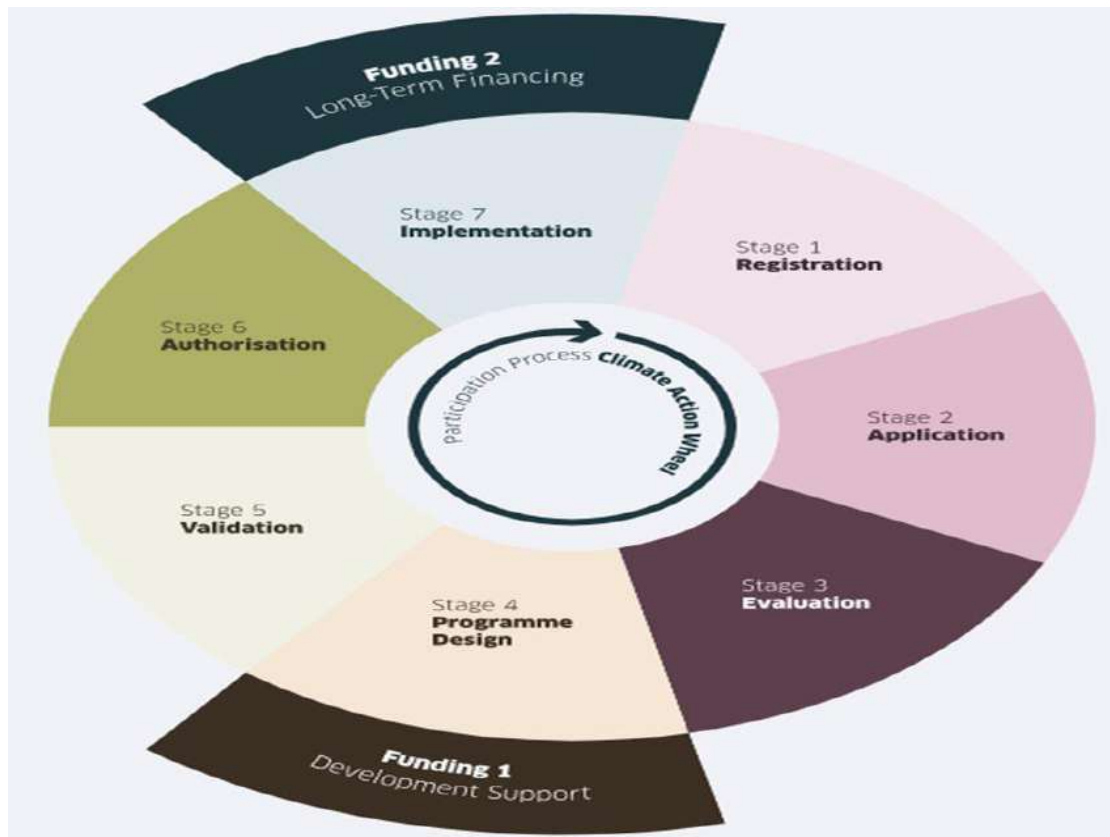


圖 5 碳權抵換基金申請程序

資料來源：Klik (2022), Acting in a content of uncertainty regarding climate policy.

(六)、日本 JCM 發展

日本環境省於 2012 年，參照京都議定書的清潔發展機制(Clean Development Mechanism, CDM)發展日本型態的 CDM 稱為「共同減量機制」(Joint Credit Mechanism, JCM)，至 2022 年，已累計與 24 個國家合作，推動 223 個計畫。JCM 目的是日本政府(環境省)透過國際合作，取得國際碳權，規劃 2030 年取回 1 億噸國際碳權，抵減日本國家減排目標(NDC)。

圖 6 顯示，日本政府每年編預算 (2022 年起，每年編 1.58 億美元預算) 引導日本產業協助 JCM 國家進行減碳，並透過日本政府與 JCM 國家合作建立減碳方法學，再透過嚴謹的 MRV 程序，計算減碳量，及核發碳權，並與《巴黎協定》Article 6 (JCM credit & ITMOs)相連

結。

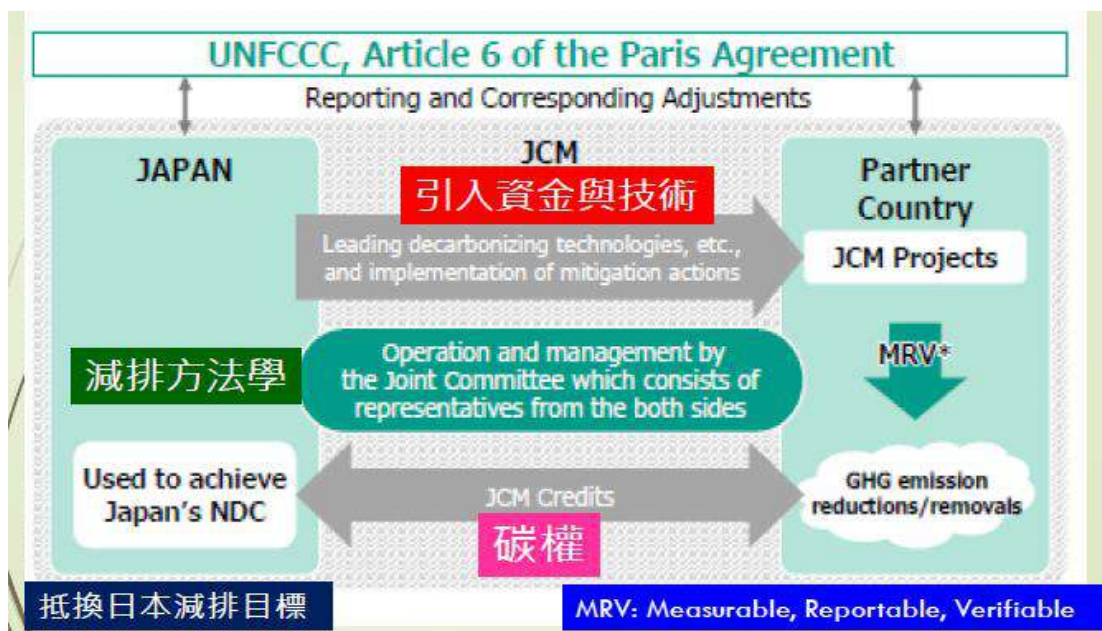


圖 6 日本 JCM 執行架構

資料來源：The Joint Crediting Mechanism (2022).

(七)、中國大陸雙碳政策

中國大陸基於 2030 年碳達峰及 2060 年碳中和，於 COP27 提出雙碳政策，分述如下：

政策一：建立健全綠色低碳循環發展經濟體系

建設以綠色低碳、永續為特性的投資與消費體系。

政策二：建立清潔低碳安全高校的能源體系

1. 加大力度提高能源效率
2. 嚴格控制化石能源消費總量
3. 大力發展非化石能源

政策三：建立以低碳排放為特徵的工業體系

1. 加快推動傳統工業生產方式綠色畫變革

2. 大力發展循環經濟
3. 推進重點行業優化升級和低碳化轉型

政策四：推進低碳化城鄉建設

1. 全面發展綠色建築
2. 大力優化建築用能結構
3. 推進城鎮建設和管理方式的低碳化轉型
4. 加強現成綠色低碳建設
5. 加快農房和村莊建設現代化

政策五：建構低碳綜合交通運輸體系

1. 打造高效低碳交通體系
2. 加快推動交通領域能源結構變革
3. 加快構建綠色出行體系

政策六：加快非二氧化碳溫室氣體管控

政策七：推進自然為本解方

1. 形成減排增匯的國土空間布局和生態系統
2. 推動農業綠色低碳轉型
3. 加強生態系統保護修復和碳儲存

政策八：推動低排放創新

1. 加大節能技術發展應用力度
2. 大力發展非化石能源開發利用技術
3. 積極推動革命性減排技術的創新發展

政策九：形成全民參與行動新局面

全面提升公眾綠色低碳生活消費意識

政策十：推動氣候治理體系與治理能力現代化

1. 不斷完善法律體系
2. 建立健全政策體系
3. 加快建設碳市場機制，積極參與國際碳市場

(八)、台灣氣候績效指標

「看守德國」(Germanwatch)與「歐洲氣候行動網絡」(Climate Action Network Europe)於 2005 建立「氣候變遷績效指標」(Climate Change Performance Index, CCPI)，並於 2005 年(COP11)第一次發布 CCPI 評比結果，已引起全球 100 多個國家的重視。評比對象以全球溫室氣體排放量超過 1% 的 58 個國家之氣候績效。評估內容包括 GHG 排放(GHG emission)(40%)、再生能源(Renewable Energy)(20%)、能源使用(energy use)(20%)與氣候政策(climate policy)(20%)等 4 個構面。由於前 3 名永遠空缺，因此，最後一名是 64 名。

台灣排名 57 名，較去年進步一名，單仍為位於末段班(very low)(詳見圖 7)⁹。台灣雖然在氣候變遷的努力有進展，包括綠電、節能及法制等面向，但 CCPI 成績屬末段班，顯示別的國家進步比台灣快，這是排名落後原因之一；此外，依照「Race to zero」標準，2030 年應訂定減排 40 至 50% 目標，才符合國家自定貢獻(NDC)的雄心標準。然而，台灣沒有明確 2030 年目標，這是另一個成績落後原因。

⁹ CCPI 納入全球排放量最高的 61 個國家，進行評比，並區分 5 等級，非常好(very high)(1-3 名)、好(high)(4-18 名)、中等(medium) (19-33 名)、差(low)(34-49 名)、非常差 (very low) (50-64 名)

單位：名次

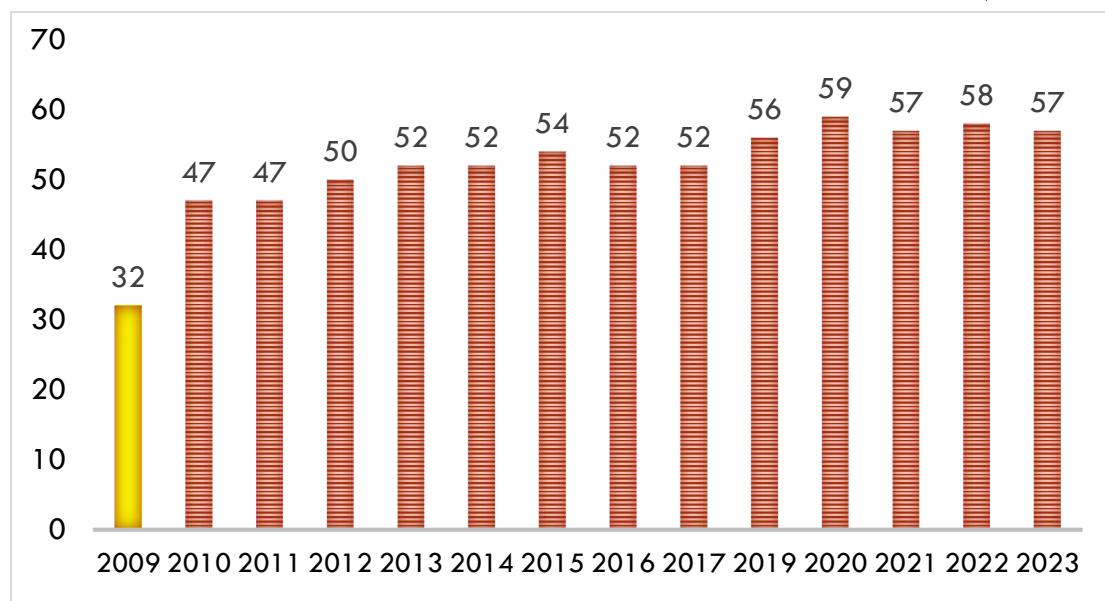


圖 7 台灣 CCPI 歷年比較

資料來源：本研究整理

(九)、觀察心得與因應

● 觀察心得

1. 全球減排雄心與巴黎協定仍存在極大缺口，極端氣候風險提高，氣候調適重要性與急迫性增加。
2. 淨零科技刻正快速發展中，將決定淨零經濟的企業生存發展。
3. 碳市場將是提升全球 NDC 雄心的機會，大幅提升自願性碳市場的機會與潛力，特別是自然為本解方的碳權開發，將是未來趨勢。環境避免重複性與具備完整性將是管理的重點。
4. 全球淨零金融發展將是催生全球淨零發展的關鍵力量，將逐步形成企業相關法遵，將是企業經營的重大挑戰。
5. 國際開始關注產品供應鏈查驗證問題，攸關我國產業發展。
6. 碳成本內部化已成趨勢，加強碳風險管理及企業氣候績效，將成為企業重要課題。

● 因應

1. 政府應及早提出 2030 年減排 40-50%雄心目標，以符合巴黎協定減排路徑；
2. 我國屬氣候脆弱國家，特別是水資源與電網，應加強調適資金配置，提高國家氣候韌性；
3. 我國出口導向與全球重要供應鏈，屬貿易脆弱國家，然而，我國無法透過 Article 6 緩減減碳成本，將限制國家減碳潛力，及提高產業碳風險。政府應加速開放自願性碳市場，並制定符合國際流通性的高品質碳權，例如 VCS 等核發的自然為本碳權。
4. 政府開徵碳費，應避免企業雙重負擔(例如台塑案例)¹⁰，並學習瑞士與新加坡經驗，鼓勵企業成立「碳權抵換基金聯盟」或開放碳權抵換比例，提高企業因應淨零的靈活性，及成本有效性。
5. 企業因應淨零將形成龐大碳權需求，應比照國內綠電交易平台經驗或學習新加坡 CIX 建立經驗，加速建立「碳權交易所」，降低企業碳權交易成本，以及激勵國內低碳科技(包括循環經濟)與自然為本碳權開發。

三、IPCC(2023)科學報告的十大發現與重點

世界資源研究院(World Resource Institute, WRI, 2023)彙整 IPCC(2023)完整的第六版科學報告的十大重要發現，說明如下：

1. **發現一：人為導致的全球溫升 1.1°C，已經刺激了地球氣候變化，這在最近的人類歷史上是前所未有的。**

額外溫升將加速氣候變化的幅度，例如，全球溫度每升高 0.5°C，

¹⁰ 雙重負擔係指企業已自主投入減碳成本，剩餘排放量，政府不應該課徵碳費。

極端高溫、暴雨事件和區域乾旱的頻率和嚴重程度就會明顯增加。此外，平均每 10 年發生一次的熱浪，如果溫升 1.5°C，發生的頻率將增加 4.1 倍，如果溫升 2°C，則發生頻率將增加 5.6 倍。

2. 發現二：氣候對人類和生態系統的影響比預期的更為廣泛和嚴重，未來的風險將隨著變暖而迅速提高。

每一微量溫升都會加劇氣候威脅，即使溫升控制在 1.5°C 內，對所有人來說也不安全，例如，全球將有 9.5 億人會缺水及荒漠化，而遭受洪水威脅的全球人口將增加 24%。

3. 發現三：調適措施可以有效提升韌性/復原力，但需要更多投資來擴展解方。

依據 IPCC 的估算，到 2030 年，發展中國家每年需要 1,270 億美元，到 2050 年每年需要 2,950 億美元投入調適應氣候變遷。然而，從 2017 年到 2018 年，調適資金僅達到 230 億至 460 億美元，僅占所需調適資金的 4%-8%。

生態為本調適(Ecosystem-based adaptation)，除了可維護社區回復家園，同時還可以保護生物多樣性、改善健康、提高糧食安全，以及增加經濟利益與碳匯/封存。

4. 發現四：有些氣候衝擊已經非常嚴重，如果無法適應或提高韌性，將導致損失和損害。

全世界各地，高度脆弱的民眾和生態系統，已經在努力調適氣候

變遷的影響。然而，還需要加速採取緊急行動來避免、減緩和解決這些損失和損害。COP27 氣候大會，締約國已同意為損失和損害建立資金安排，例如專項基金等，已向前邁出關鍵一步。

5. 發現五：全球溫室氣體排放量應參照 1.5°C 路徑，在 2025 年前達到峰值。

IPCC(2023)提出參照 1.5°C 的減排路徑，詳如圖 8 所示，全球溫室氣體排放最遲在 2025 年前達到峰值。然後迅速下降，到 2030 年下降 43%，2035 年下降 60%，2040 年下降 69% (相較於 2019 年排放量)。

GHG emission reductions needed to keep 1.5°C within reach

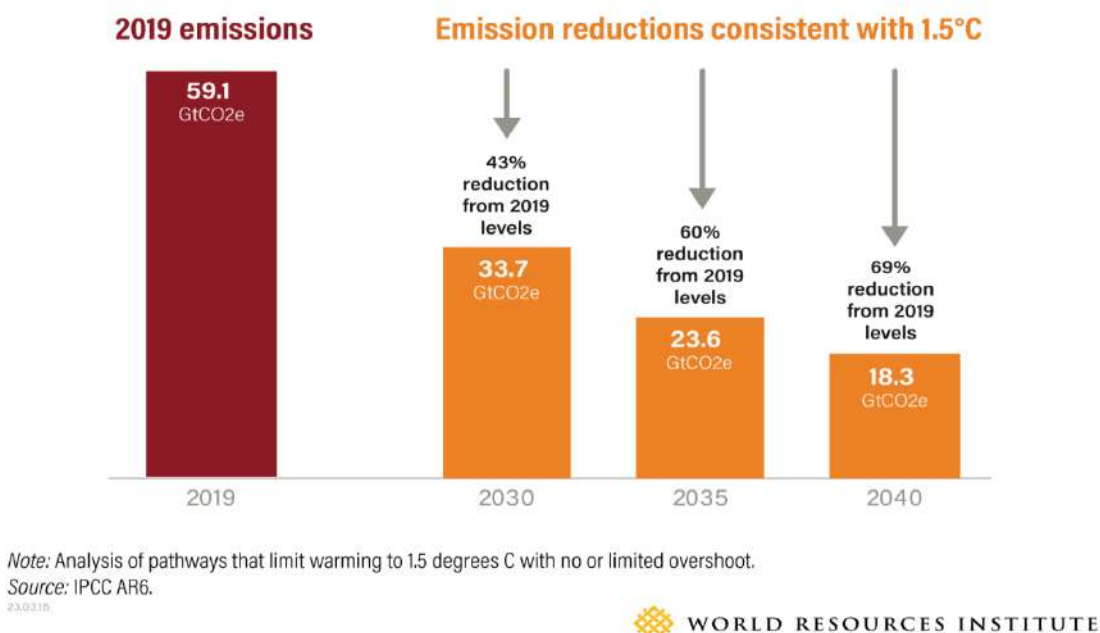


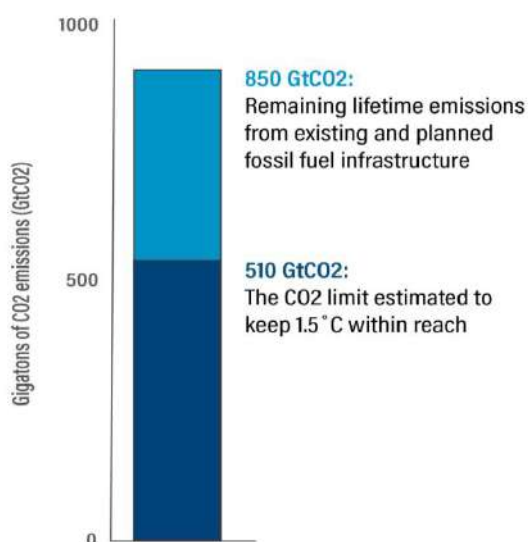
圖 8 全球參照 1.5°C 的減排路徑

資料來源：Boehm S. and C. Schurer (2023), 10 Big Findings from the 2023 IPCC Report on Climate Change.

6. 發現六：全球必須儘速擺脫燃燒化石燃料—氣候危機的首要原因。

控制溫升 1.5°C 目標下，如果要達到 2050 年淨零排放，則未來 30 年，全球碳預算僅有 510 GtCO₂e (十億噸二氧化碳當量)。然而，就現有與規劃中化石燃料基礎設施，未來的溫室氣體排放交高達 850 GtCO₂e，遠超過 340 GtCO₂e 排放上限。

CO₂ emissions from existing and planned fossil fuel infrastructure put 1.5°C out of reach



Note: Analysis of pathways that limit warming to 1.5 degrees C with no or limited overshoot.
Source: IPCC AR6.

2023.02.15

 WORLD RESOURCES INSTITUTE

圖 9 全球化石燃料溫室氣體排放示意圖

資料來源：Boehm S. and C. Schurer (2023), 10 Big Findings from the 2023 IPCC Report on Climate Change.

7. 發現七：需要快速的全面系統轉型，以確保實現淨零排放及氣候韌性的未來。

雖然儘速減少化石燃料使用對氣候危機至關重要，然而，全球仍需要全面系統性轉型(systemwide transformation)，包括汰換燃煤電廠、投資潔淨能源與提升能源效率、建築脫碳、鋼鐵與水泥脫碳、發展電動車、提高大眾運輸、腳踏車與走路、航空與海運脫碳、植樹造林、減少糧食浪費及蔬食取代葷食，詳見圖 10。

10 key solutions needed to mitigate climate change

1.  **RETIRE** coal plants
2.  **INVEST** in clean energy & efficiency
3.  **RETROFIT** and **DECARBONIZE** buildings
4.  **DECARBONIZE** cement, steel & plastics
5.  **SHIFT** to electric vehicles
6.  **INCREASE** public transport, biking and walking
7.  **DECARBONIZE** aviation and shipping
8.  **HALT** deforestation & **RESTORE** degraded lands
9.  **REDUCE** food loss and waste and **IMPROVE** agricultural practices
10.  **EAT** more plants & less meat

Source: IPCC AR6.
23.03.15

 **WORLD RESOURCES INSTITUTE**

圖 10 全面系統淨零轉型示意圖

資料來源：Boehm S. and C. Schumer (2023), 10 Big Findings from the 2023 IPCC Report on Climate Change.

8. 發現八：碳移除對於控制全球溫升在 1.5°C 的關鍵因子。

所需的碳移除量 (carbon removal) 取決於我們減少其他系統溫室氣體排放的速度，以及氣候目標，IPCC(2023)推估，到本世紀中期，

每年需要 5GtCO₂e 至 16GtCO₂e 的碳移除量規模。

9. 發現九：這十年氣候金融必須大幅投入於減緩和調適融資。

到 2030 年，氣候資金就需要增加 3 到 6 倍才能實現減緩與調適目標。需要大幅增加損失與損害的調適資金。例如，開發中國家到 2030 年每年需要 1,270 億美元，到 2050 年每年需要 2,950 億美元。

10. 發現十：如果不能確保公正轉型，則氣候變遷將加劇全球不公平正義。

全球最富有的 10%家庭，溫室氣體排放約占全球 45%以上，而全球最窮的 50%家庭，則大約排放 15%全球總量。IPCC(2023)已提出公正轉型措施，確保全球邁向淨零轉型及氣候調適中，沒有遺漏任一個人。例如重新配置社會保護計劃，包括現金轉移、公共工程計劃和社會安全網等。

四、全球淨零排放解方研析

綜上研析可知，碳成本負擔是業因應全球【淨零競逐】的核心課題，碳排放管制期程(2030 年減排 40-50%)將是企業淨零轉型的最主要挑戰，低碳產品(碳足跡管理績效)將成為未來價值典範，將是企業面臨的最主要轉型風險。歸納全球【淨零競逐】的主要解方如下(IPCC,2018; IEA,2021)：

(一)、市場為本解方(Market-based Solution, MbS) - 碳交易制度

常見的碳定價制度包括碳稅/費 (carbon tax/fee)與碳交易制度

(Emission Trading Scheme, ETS)，碳交易制度的主要優勢，包括環境有效性(可控制溫室氣體排放量)、政治可接受性及經濟效率等，詳見表 6。此外，碳交易意涵減排合作，符合《巴黎協定》(Paris Agreement)第 6 條國際合作與全球碳市場建立的要旨。

碳市場價格訊號，符合市場機制法則，碳價較能反應減碳成本，較可激勵低碳科技創新與發展，同時，也有助自然為本解方碳匯投資與行為改變。爰此，全球已有 34 個區域與國家(歐盟 27 個會員國算為歐盟一個區域組織)，區域或城市實施 ETS，另外，還有 14 個國家(或城市)規劃。約覆蓋全球 55%GDP; 1/3 人口及 17%GHG 排放(ICAP, 2022)，中國大陸(約控管 40 億噸 CO₂e)為全球最大碳市場，其次為歐盟(控管 20 億噸 CO₂e)(ICAP, 2022)，2021 年全球碳市場交易金額已達到 8,510 億美元的歷史新高(Reuters, 2022)。

表 6 碳定價制度比較

準則	碳稅/費	碳交易
工具本質	1. 以價制量(量不確定) 2. 自行減排	1. 以量制價(價不確定) 2. 合作減排
環境有效性	1. 低(除非稅率足夠高) 2. 激勵科技創新誘因低	1. 高(因為搭配總量管制) 2. 激勵科技創新誘因高
成本有效性	不易(除非稅率足夠高)	較容易(市場規模足夠大)
政治接受性	1. 低(繳費，損失趨避) 2. 擔心稅收不適當使用	1. 高(市場機制) 2. 專款專用(用於氣候因應)
行政成本	低	高(制度設計複雜)
適用時機	環境改善不急迫(氣候不緊急)	環境改善急迫(氣候緊急)
適用環境	中小企業(負擔高)	大企業(總量管制)
雙重紅利	有	有(採行拍賣)
經濟創造	低	高(就業及碳金融等)

資料來源：本研究

(二)科技為本解方(Technology-based Solution, TbS)

淨零/負碳排放科技發展將攸關電力係數脫碳，將是國家實踐淨

零排放的關鍵，例如碳捕獲與封存(Carbon Capture and Storage, CCS)、合成甲烷氣(CH₄)、氫能(綠氫)、生物能源搭配 CCS (Bioenergy with Carbon Capture and Storage, BECCS)、直接空氣捕獲(Direct Air Capture, DAC)等，然而，減碳成本相當昂貴(超過 100 美元/噸 CO₂e)，不易商業化。因此，需要仰賴碳定價機制給予低碳紅利，促進科技研發與產業投資動能。

科技為本解方攸關國家電力系統脫碳 (降低電力排碳係數)，將是國家【淨零競逐】的最核心施政。此外，科技為本解方也是支撐低碳經濟的主要產業型態，將是企業低碳轉型與投資布局的契機。

(三)自然為本解方(nature-based Solutions, NbS)

地球是一個巨大碳庫，以各種自然方式，將碳儲存於地球，其中，海洋約儲存 38 兆噸 CO₂e、土壤約儲存 2.5 兆噸 CO₂e、大氣約儲存 7,500 億噸 CO₂e、植被約儲存 6,500 億噸 CO₂e。人類近 300 年的經濟發展，已破壞地球碳循環平衡，如何恢復地球碳庫能量，已受到全球關注。2009 年 UNFCCC 開始討論，法國(2015)在 COP21 提出「千分之四倡議」(4 Per 1000 Initiative: Soils for Food Security and Climate)，認為利用土壤固碳，全球每年提高土壤有機碳含量 4‰，將可抵消人類活動所增加的二氧化碳排放，且有益土壤健康，有助提升農作產量、維護糧食安全。

自然為本解方產生的碳匯或碳權，符合【淨零競逐】的相關規範，且每年約有 100 億噸 CO₂e/年潛力，因此，將成為企業淨零放排放的最佳策略。

(四)行為為本解方(Behavior-based Solution, BbS)

IPCC(2021)推估如果全球有 10-30%承諾低碳生活，將會形成新

的社會規範，促進生活型態改變，則至 2030 年將減排 20 億噸 CO₂e(相當於巴西年排放量 2 倍)，2050 年將可減排 30 億噸 CO₂e。意味著，善用行為科學(behavior science)或行為經濟學的推力(nudges)，引導低碳生產與消費，已成為【淨零競逐】重要解方。

節能行為科學推力實驗，已諸多成果，例如 Allcott (2011)針對美國 600,000 民眾的節電推力實驗案例指出，約可達到 1.4-3.3%的節能效果 (相當於電價調高 11-20%的效果)，高所得階層影響效果大(約 6%)，且這種節能效果在開始提供資訊後，即會逐漸顯現，且會持續一段時間。日本政府於 2017 年啟動一項家庭節能行為科學實驗，與全國超過 50 萬戶普通家庭合作。實驗結果發現，最初 2 個月，以發送紙本節能績效方式，提供用戶參考，結果激勵 1.2-2.0%節能效果。進一步，透過手機的視覺化資料，提供即時能源消費使用量變化資訊，結果激勵約 3%以上的節能與減碳效果。

行為為本解方的減碳效果，已獲得科學驗證，OECD (2018 年)已正式成立【行為科學與公共政策協會】，全球已有 202 個會員，目的是建構一個更完整的行為經濟學政策執行與績效檢視 (policy cycle) 架構，提供各國政府施政參考。呼籲政府應儘速成立《行為科學國家團隊》，導入行為推力(nudges)於相關淨零排放政策，提高政策有效性。

參、國際碳市場發展研析與因應

碳權交易制度兼具有環境有效性及成本有效性，以及縮短淨零距離等優越性，已成為國際邁向淨零的重要市場為本解方(Market-based Solution, MbS)。碳權區分兩個型態，第一種型態是國家基於排放總量管制目的，核發的排放額度或配額(allowance)；第二種型態是企業/個人基於碳權價值誘因，自行投資獲得的減量額度(credits)，再依據碳權核發單位區分：國際機制(international mechanism)(例如京都機制與巴黎機制)、國內機制(domestic mechanism)(例如環保署抵換專案等)及獨立機制(indenpend mechanism)(例如 Verra 或 Gold Standard 等)。有關強制性與自願性碳市場比較，詳見表 7。

2021 年全球碳市場交易金額已達到 8,510 億美元的歷史新高(Reuters, 2022/01)，刻正蓬勃發展，本節將研析國際碳市場發展最新趨勢，以及國家碳定價制度設計的因應策略。爰此，本節將依序介紹《氣候變化綱要公約》碳市場發展、國家型碳市場發展、自願性市場，以及我國碳市場發展的因應策略。

表 7 自願性與強制性碳市場比較

議題	自願性市場	強制性市場
交易商品	減量額度(credit)	排放額度(allowance)
市場規則	自願性(輔助強制性市場)	強制性(Cap and Trade)
市場價格	較低	較高
購買者	個人、NGO、企業與政府	受管制企業與政府
交易場所	交易所、仲介公司	交易所

資料來源：本研究

一、《氣候變化綱要公約》碳市場發展

依據《公約》第 2 條，已訂出 2100 年大氣溫室氣體濃度上限 (cap) 為 450ppm，相當於全球尚有 1 兆噸 CO₂e (2011-2100) 的碳預算 (carbon budget) 或總量可排放。《公約》第 3 條提出締約國應考量以成本有效 (cost effectiveness) 政策措施，因應氣候變遷，奠立全球碳交易制度法源。《京都議定書》第 3 條，要求附件一國家 (annex I) 平均減排 5.2% (第一承諾期：2012 年相較於 1990 年排放水準)，18% (第二承諾期：2020 年相較於 1990 年排放水準)，落實全球總量目標管理，進而，再依據《京都議定書》第 6 條 (共同減量 (Joint Implementation, JI))、第 12 條 (清潔發展機制 (Clean Development Mechanism, CDM))、及第 17 條 (國際排放交易制度) (International Emission Trading, IET)) 等三種彈性機制，建構全球碳交易市場。《巴黎協定》第 4 條要求締約國提出 NDC¹¹，促進全球總量管制，再依據《巴黎協定》第 6 條建構全球碳交易¹²。展望《巴黎協定》國際碳第 6 條，將銜接京都機制，活絡國際碳市場交易規模，激勵各國提出更雄心的 NDC 減排目標，實踐 2050 年全球淨零目標。

(一)、清潔發展機制發展現況

京都機制第 12 條清潔發展機制 (CDM) 自 2000 年產生的碳權稱為「經驗證的減排量」 (Certified Emission Reductions, CERs) 是《公約》最重要的碳權交易標的，至 2023 年 1 月 31 日止，UNFCCC 合計已登錄

¹¹ 第 4 條的主要內容：(1) 締約國應儘速達到溫室氣體排放峰值 (peak)；(2) 締約國應依據共同但責任差異原則，提出更積極的 INDCs 目標；(3) 已開發國家應達到絕對減量，開發中國家應持續加強減緩努力；(4) INDCs 應該每五年查驗其成效。

¹² 第 6.2 條 (Article 6.2)：使用國際轉讓的減緩成果 (International Transfer Mitigation Outcomes, ITMOs) 來實現國家自主貢獻 (NDC)；第 6.4 條 (Article 6.4)：參加永續發展機制 (Sustainable Development Mechanism, SDM) 的碳權開發。

7,844 件，其中，中國大陸約占 45%，是全球註冊數量最大的國家，其次是印度的 22%，詳見圖 11；已累計核發 2,301,97,533 噸 CERs，其中，中國取得的 CERs 量，已超過全球 50%以上，已成為全球最主要的 CERs 創造國家。其次是印度，取得的 CERs 總量，大約占全球總核發量的 12%。韓國是占比第三高的國家，大約占 8%，詳見圖 12；已累計註冊 221 個方法學，其中，能源產業發方法最多，約 75 個；農業相關方法學約 20 個，詳見圖 13。可知，過去 20 多年來，全球已善用京都機制進行國家減排量抵減，成功創造碳資產管理與經營產業的經濟發展模式。

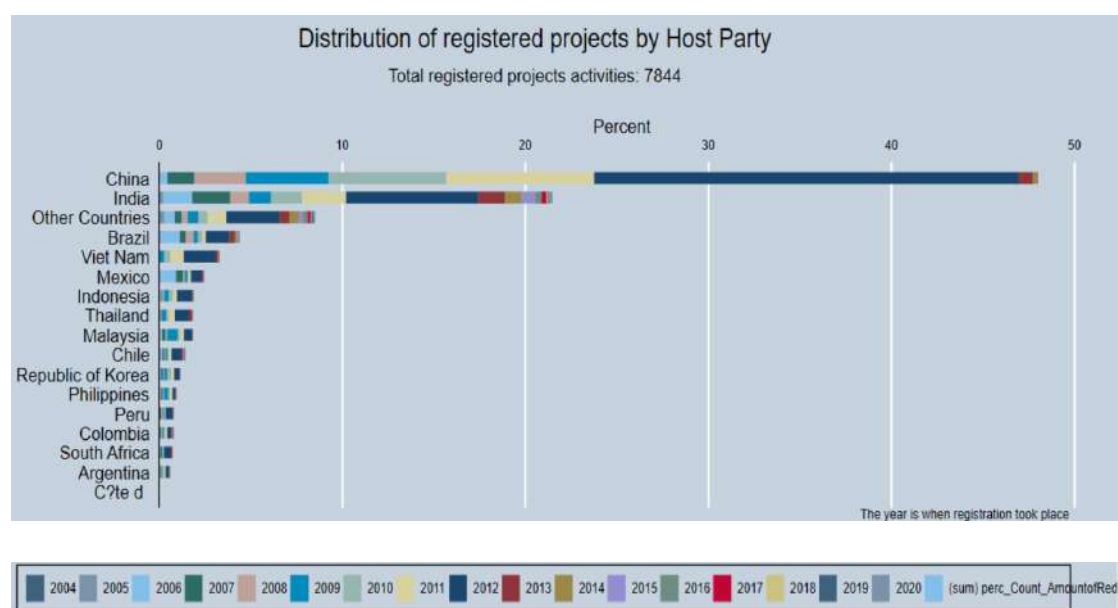


圖 11 全球 CDM 註冊數量與國家分布

資料來源：UNFCCC(2023/01/31), CDM Insight.

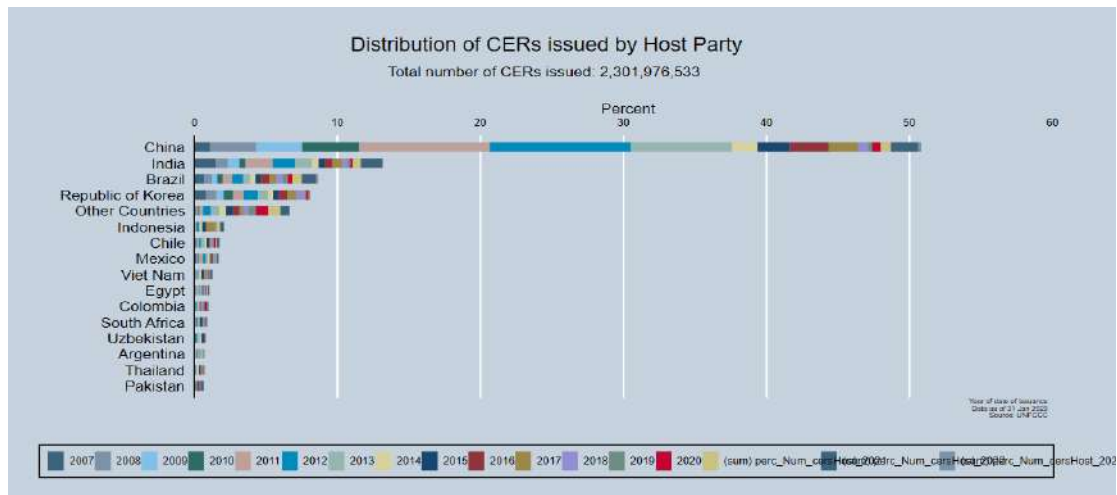


圖 12 全球 CDM 累計核發 CERs 數量與國家分布

資料來源：UNFCCC(2023/01/31), CDM Insight.

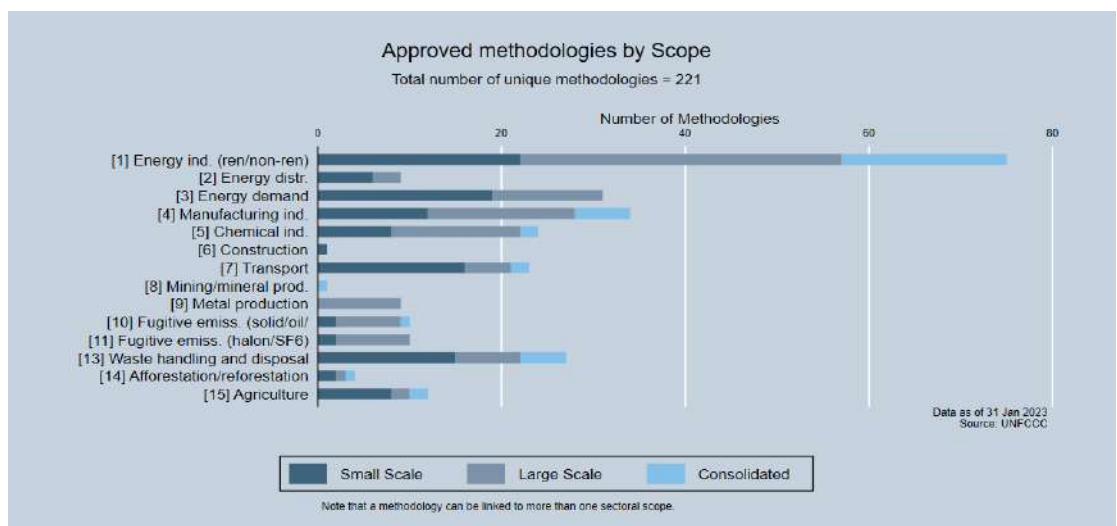


圖 13 全球 CDM 方法學註冊數量與型態分布

資料來源：UNFCCC(2023/01/31), CDM Insight.

(二)、巴黎協定第六條

《巴黎協定》第六條銜接京都機制¹³，第 6.2 條(Article 6.2)係指：締約方如果在自願的基礎上採取合作方法，並使用國際轉讓

¹³ 兩者減碳機制基本上相同的，都是促進國際合作減碳，僅是名稱有差異，例如京都機制稱清潔發展機制(Clean Development Mechanism, CDM)，巴黎協定機制永續發展機制(Sustainable Development Mechanism, SDM)。

的減緩成果(International Transfer Mitigation Outcomes, ITMOs) ITMO) 來實現國家自主貢獻，應確保環境完整和透明，並由《巴黎協定》締約方會議通過的指引確保避免雙重核算。第 6.4 條(Article 6.4)係指：由《巴黎協定》締約方會議的授權和指導下，建立一個機制，供締約方自願使用，以促進溫室氣體排放的減緩，支持永續發展。

《巴黎協定》第六條目的是建置國際碳市場，促進國際減碳合作，激勵會員國減碳雄心(提高 NDC 目標)。ITMOs 交易與結算機制，詳如圖 14 所示，國家達到 NDCs 雄心目標，可註冊 ITMOs，透過交易，取得資金，再投入國家 NDCs 努力。依據第六條規則，京都機制的 CERs (2013-2020 年取得)，可用於第一期 NDCs 的抵減(2030)，執行 6.2 條(核發碳權)可減免 2%管理費，但是執行 6.4 條仍需支付 2%管理費。執行 6.4 條需要繳交 5%調適基金；執行 6.2 條則自行決定支付調適基金比例(沒有固定)。

為避免 ITMOs 重複計算問題，第 6 條提出「對應調整」(correspondence adjustment)機制，詳如圖 15 與圖 16 所示，國家或企業透過 6.2 條或 6.4 條進行國際碳交易時，雙方國家必須載明何時進行對應調整，例如 2023 年 A 國向 B 國購買 100 噸(單位)ITMOs，雙方載明 2024 年開始，每年抵減 10 單位 ITMOs，合計 10 年，至 2034 年 100 單位 ITMOs 完全抵減完，則 B 國每年在其母國僅可抵減 90 單位。

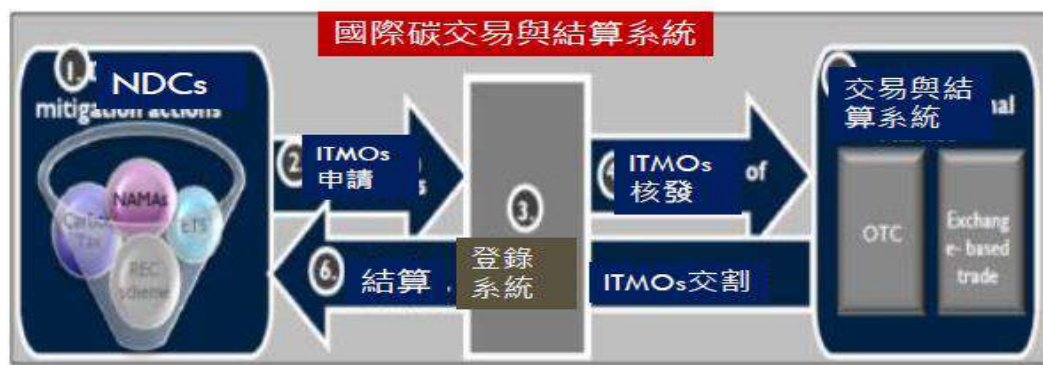


圖 14 第 6.2 條 ITMOs 國際交易與移轉機制

資料來源：Putti (2016), Carbon Market Cooperation under the Paris Climate Regime .

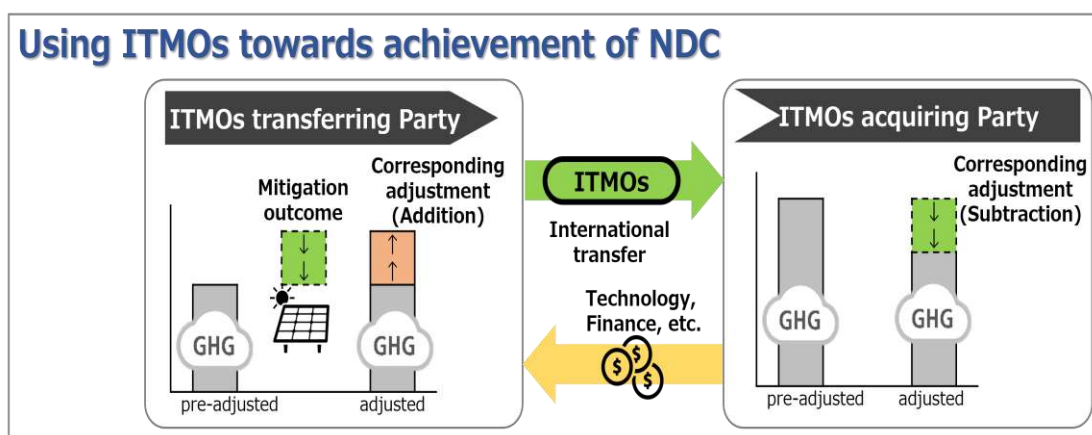


圖 15 第 6.2 條 ITMOs 對應調整示意圖

資料來源：Carbon Market Express (2022).

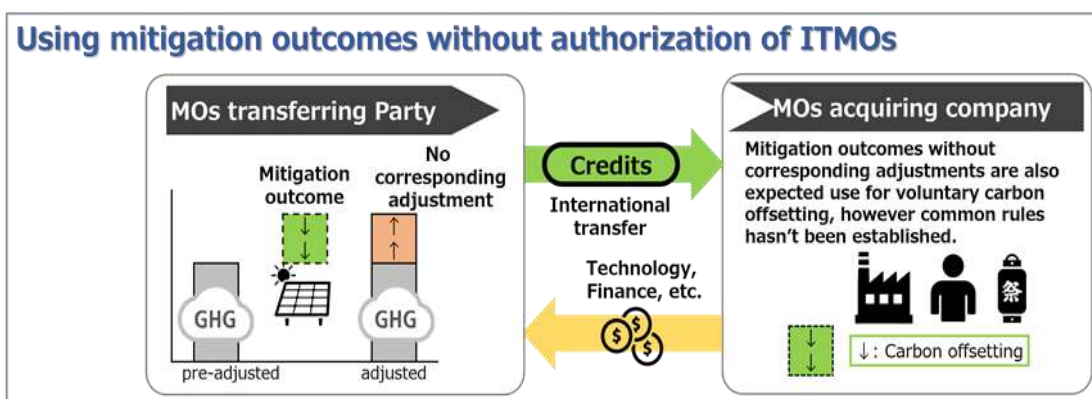


圖 16 第 6.4 條 ITMOs 對應調整示意圖

資料來源：Carbon Market Express (2022).

二、國家層級碳市場發展研析

全球已有 37 國家(包括歐盟 27 個會員國)、20 個省/州及 6 個城市實施 ETS，約覆蓋全球 55%GDP; 1/3 人口及 17%GHG 排放 (International Carbon Action Partnership, ICAP, 2023)。全球國家層級的主要碳市場包括六大體系，例如歐盟碳交易市場 (2005 年啟動)、紐西蘭碳交易市場 (2008 年啟動)、美國東北及中部十個州的區域溫室氣體倡議 (Regional Greenhouse Gas Initiative，簡稱「RGGI」) (2009 年啟動)¹⁴ 及西部氣候倡議 (West Climate Initiative，簡稱「WCI」) (包括美國加州、加拿大魁北克省與安大略省) (2012 年啟動)、韓國碳交易市場 (2015 年啟動)及中國大陸碳市場(2012 年啟動試點計畫，2021 年整合為全國碳市場等。中國大陸(約控管 40 億噸 CO₂e)為全球最大碳市場，其次為歐盟(控管 20 億噸 CO₂e)。

表 8 顯示 2023 年 3 月 14 日主要碳市場的碳價水準，歐盟碳價接近 100 歐元/噸 CO₂e，是全球碳價水準最高碳市場，依序是紐西蘭的 65 美元/噸 CO₂e，鄰近的韓國與中國大陸約 10 美元/噸 CO₂e。

¹⁴ 美國東北與中部十州(Connecticut, Delaware, Maine, New Hampshire, New Jersey, New York and Vermont)於 2009 年啟動溫室氣體減量倡議 (Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI)碳權交易。

表 8 國際主碳市場價格(2023 年 3 月 14 日)

CarbonCredits.com Live Carbon Prices	Last	Change	YTD
Compliance Markets			
European Union	€99.15	+0.63 %	+23.94 %
California	\$29.14	-	+0.24 %
Australia (AUD)	\$36.75	-	+8.73 %
New Zealand (NZD)	\$65.25	-1.14 %	-14.62 %
South Korea	\$10.02	-1.14 %	-18.44 %
China	\$8.18	-3.45 %	-3.11 %
Voluntary Markets			
Aviation Industry Offset	\$2.33	-2.51 %	-39.32 %
Nature Based Offset	\$3.43	-2.56 %	-25.43 %
Tech Based Offset	\$0.80	-	-29.82 %

資料來源：Carbon Credit (2023/03/14), Live Carbon Prices Today.

(一) 歐盟排放交易系統(EU-ETS)

EU-ETS 自 2005 年開始實施，是目前實施時間最久的排放交易系統。目前涵蓋的產業為電力業、製造業與航空業三者，管制的溫室氣體種類為 CO₂、CH₄、N₂O、SF₆、HFCs、PFCs、NF₃ 等 7 種法定溫室氣體。2022 年，排放配額總量上限為 1,557.4 MtCO₂e (百萬噸二氧化碳當量)(包含固定排放源 1529 MtCO₂e 與航空業 28.4MtCO₂e)，約佔歐盟關稅區總排放量的 38%，其中，排放配額已有 57%是以拍賣的方式進行核配。為了更有效地達成《歐洲綠色新政》(green deal) 之目標，歐洲議會(European Parliament, EP)與歐盟理事會(European Commission, EC) 在 2022 年 12 月通過一項臨時協議，該協議提高 EU-ETS 涵蓋產業的減排目標，調整至 2030 年需減排至 2005 年的 62% 以上。而在排放配額的價格方面，2022 年每噸 CO₂e 的平均拍賣價格達到 78.91 歐元(83.10 美元)，次級市場的每噸 CO₂e 平均價格則達到

了 80.82 歐元(85.11 美元)，全年收入達到 388 億歐元(約 408 億美元)。

2021 年 7 月，歐盟執委會提出的《55%套案》(package for fit 55)提及將擴大現有 EU-ETS 的管制範圍至新的部門，而在 2022 年 12 月，歐洲議會與歐盟理事會正式同意將新設一個排放交易系統，稱為“ETS 2”。ETS 2 規劃於 2027 年或 2028 年開始運行，涵蓋建築部門與公路運輸部門的燃料排放，以及現行 ETS 尚未被涵蓋的部分製造業。另外，此系統亦涵蓋上游的溫室氣體排放量，將燃料供應商納入管制，而非僅管控最終消費者。與現行 EU-ETS 不同，ETS 2 之排放配額將全數以拍賣的方式核發，部分拍賣收入將直接進入新成立的社會氣候基金 (Social Climate Fund)以資助脆弱性家庭與微型企業。

(二)西部氣候倡議(Western Climate Initiative，簡稱 WCI)

1.加州

加州在 2007 年加入西部氣候倡議，排放交易系統則是自 2012 年由加州空氣資源委員會(California Air Resources Board, CARB)主導所啟動，目前涵蓋的產業包括電力業、製造業、運輸業與建築業，管制的溫室氣體種類包括 CO₂、CH₄、N₂O、SF₆、HFCs、PFCs、NF₃ 與其他含氟的溫室氣體，約占加州總排放量的 75%。2023 年訂下的排放配額總量為 294.1 MtCO₂e。CARB 於 2022 年 11 月發佈了《2022 年範圍界定計畫最終版》(Final 2022 Scoping Plan)，將 2030 年的減排目標由原先 1990 年的 40%調整至 48%。另外，2022 年排放配額的平均拍賣價格為 28.08 美元，收入則達到 40.3 億美元。

2.魁北克

魁北克省在 2008 年加入西部氣候倡議，排放交易系統則是自 2013 年啟用，並在 2014 年與加州的系統連結整合。涵蓋的產業、平均價格與管制的溫室氣體種類均與加州的系統無異，涵蓋了魁北克省 80% 以上的總排放量。2023 年訂下的排放配額總量為 52.8 MtCO₂e。

(三) 區域溫室氣體倡議 (Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI)

RGGI 是美國第一個排放交易系統，於 2009 年正式啟用，由美國東北的 10 個州(康乃迪克州、德拉瓦州、緬因州、馬里蘭州、麻薩諸塞州、新罕布夏州、紐澤西州、紐約州、羅德島州與佛蒙特州)所組成，針對電力業的 CO₂ 排放的排放交易系統，維吉尼亞州在 2021 年也加入了 RGGI。由於 RGGI 只涵蓋電力業，管制的溫室氣體也只有 CO₂，2020 至 2022 年涵蓋的排放量約占參與地區總排放量的 14% 至 16% 之間。2023 年訂下的排放配額總量上限為 85 MtCO₂e，平均拍賣價格為 13.46 美元，全年的收入為 12 億美元。

(四) 紐西蘭碳市場(NZ-ETS)

紐西蘭 ETS 於 2008 年正式啟動，目前涵蓋產業包括電力業、製造業、建築業、運輸業、航空業、廢棄物處理業、林業，約占紐西蘭全國總排放量的 50%。管制的溫室氣體種類包括 CO₂、CH₄、N₂O、SF₆、HFCs 與 PFCs，2022 年訂下的排放配額總量為 32.2 MtCO₂e。

紐西蘭在 2019 年前並未有對排放管制總量設定上限，排放額度也並非透過拍賣的方式取得，國內最大排放源的農業(包含畜牧業)也並未被包含在管制產業中。後於 2019-2020 年間針對其 ETS 進行改革，通過了《氣候變遷因應修正法案》(Climate Change Response Amendment Act)，確立了排放總量，並將每五年定期檢視總量設定標準合理性，同時，於 2021 年 3 月正式引入拍賣機制。至於占國內總

排放 48%左右的農業，在 2025 年前僅具有報告的義務，不用負擔具體購買配額的義務；2025 年後則會納入紐西蘭 ETS 或是以個別的定價系統針對其排放量課徵費用，尚未最後決定。

2022 年紐西蘭的平均拍賣價格為 75.88 紐元(48.11 美元)，次級市場的平均價格則為 78.97 紐元(50.05 美元)，全年收入則為 20 億紐元(13 億美元)。

(五)韓國碳市場(K-ETS)

韓國政府根據 2010 年的《低碳與綠色成長架構條例》以及 2012 年通過的《溫室氣體排放配額核配與交易法》與其他執行條例，於 2015 年正式啟動韓國 ETS，是東亞第一個全國性的排放交易系統。目前涵蓋的產業包括電力業、製造業、建築業、航空業(僅限國內線)、運輸業與廢棄物處理業，國內最大的前 684 家排放源皆被包含在內，佔韓國總排放量的 74%。管制的溫室氣體種類包括 CO₂、CH₄、N₂O、SF₆、HFCs 與 PFCs 的直接排放與用電的間接排放。2023 年訂下的排放配額總量為 589.3 MtCO₂e，其中，至少 10%將以拍賣的方式進行分配給各排放源。

2022 年韓國的平均拍賣價格為 23,243 韓圓(17.99 美元)，次級市場平均價格為 20,633 韓圓(15.97 美元)，全年收入則為 3,171 億韓圓(2.45 億美元)。韓國政府為了增加排放配額在次級市場的流動性，在 K-ETS 的第二階段(2018-2020 年)引入了造市者制度(market maker system)。2019 年時任命兩家金融機構為造市者，2021 年 4 月又任命了 3 家新的金融機構為造市者，而根據最新進度，韓國政府宣布將有額外的兩家金融機構將在 2023 年開始擔任造市者。由於 K-ETS 的第三階段(2021 -2025 年)允許國內金融中介機構參與交易，截至 2023

年 2 月將有 21 家金融機構擔任造市者的角色，但同時韓國政府為避免這些金融機構過度持有排放配額，針對這些造市者的排放配額持有量進行限制，原先在 2021 年時規定每家造市者最多只能持有 20 萬噸的排放配額，但在 2022 年 12 月時，將此規定放寬至 50 萬噸的排放配額。

(六) 中國碳市場

中國在 2011 年即規畫在國內七個主要城市或省(北京、天津、上海、廣東、深圳、湖北、重慶)進行碳交易試點計畫，2013 年時，則由深圳首先啟動碳交易。而在 2021 年 7 月，全國 ETS 正式啟動，但七個交易試點並未因此取消，而是併軌實施。雖然目前中國 ETS 管制的產業僅有電力業，管制的溫室氣體也僅有 CO₂，但卻已經覆蓋了約 45 億噸的 CO₂e，涵蓋了全國超過 40% 的溫室氣體排放與將近 2,200 家電廠排放設施，已是目前全球規模最大的碳交易市場。中國將在十四五計畫期間(2021-2025 年)逐步將石化業、化工業、建材業、鋼鐵業、有色金屬業、造紙業與航空業納入 ETS。同時，未來將允許金融機構參與碳交易市場，使商品與流動性更具效率與多樣性。

碳交易被中國政府認為是達成其「雙碳目標」(2030 年碳達峰；2060 年碳中和)最重要的政策工具。然而，與其他採用碳交易的國家不同，中國經濟仍在高速發展中國家，全國的總排放量還未達到其歷史最高值(碳達峰)，若以總量上限的方式進行碳交易，會有總量上限難以確定，以及阻礙經濟發展的問題。因此，中國在計算排放配額總量時，係由排放強度的角度出發，將不同發電方式與裝置容量的發電廠，根據供電與供熱分成各組，設定效率標竿值(benchmark)，詳如表 9。以各組的碳排放強度基準值乘發電量獲得該電廠的排放配額，再

經由省、中央生態環境部的層層加總得出全國的排放配額總量。這種以排放強度為設計基礎的方式，雖可避免上述提及的問題，但若經濟發展超出預期，且排放強度若無調整，則排放配額總量會出現不減反增的問題。

從 2021 年 7 月正式啟動到當年年底，中國全國 ETS 在次級市場的平均價格為 46.61 人民幣/噸 CO₂e(約 7.23 美元/噸 CO₂e)，漲幅則是將近 13%，從開盤的 48 人民幣/噸 CO₂e 達到年底收盤價的 54.22 人民幣/噸 CO₂e，交易量達到 179 MtCO₂e，累積成交金額為 76.61 億人民幣。若以完整運作一年來看，至 2022 年 7 月則累積了 194 MtCO₂e，累積成交金額達到 84.92 億人民幣，而 2022 年全年的平均價格則是 55.30 人民幣/噸 CO₂e (8.20 美元/噸 CO₂e)。另外，2021 年 6 月中國發改委發布的《十四五公共機構節約能源資源工作規劃的通知》中提到，要建立以碳排放強度控制為主，碳總量控制為輔的雙制度，以解決目前中國全國 ETS 無法有效降低總碳排放量的制度缺點。

表 9 2019-2020 年各類別機組基準值

機組類別	機組類別範圍	供電基準值 (tCO ₂ /MWh)	供熱基準值 (tCO ₂ /GJ)
I	300MW 等級以上常規燃煤機組	0.877	0.126
II	300MW 等級及以下常規燃煤機組	0.979	0.126
III	燃煤矸石、水煤漿等非常規燃煤機組(含燃煤循環流化床機組)	1.146	0.126
IV	燃氣機組	0.392	0.059

資料來源：中國國務院生態環境部(2021)。《2019-2020 年全國碳排放權交易配額總量設定與分配實施方案(發電行業)》

三、國際自願性市場發展現況研析

國際自願性碳市場發展近 20 年，在淨零排放趨勢下，形成龐大需求，年交易量為 239 百萬噸(至 2021/08 止)，年交易金額為 7.48 億美元(至 2021/08 止)，平均交易價格為 6.78 美元/噸 CO₂e，累計至 2021/08 年全球已有 17.28 億噸交易市場規模。國際自願性碳市場中，以林業與土地等自然為本解方碳權交易較活絡，價格也較高，5.69 元/噸 CO₂e)(2021 第 3 季)。

表 10 為國際自願性碳市場(2019-2021)交易量與價格比較是目前國際流性較高的國際自願性市場碳權商品，包括「美國碳註冊」(American Carbon Registry, ACR)、「清潔發展機制」(Clean Development Mechanism, CDM)、「黃金標準」(Gold Standard, GS)、Plan Vivo 及「自願性碳標準」(Voluntary Carbon Standard, VCS)等 5 種碳權標準¹⁵，其中，國際流通性較高的自願性標準(VCS)與黃金標準(GS)，平均交易價格約介於 3-4 美元/噸 CO₂e。(Ecosystem Marketplace, 2021)

圖 17 顯示全球自願性碳市場發展近 20 年，在淨零排放趨勢下，形成龐大需求，年交易金額為 19.85 億美元，平均交易價格為 8.08 美元/噸 CO₂e。(Ecosystem Marketplace, 2022)

表 10 國際自願性碳市場(2019-2021)交易量與價格比較

	2019		2020		2021(1-8)	
	交易量 (MtCO ₂ e)	價格 (美元/tCO ₂ e)	交易量 (MtCO ₂ e)	價格 (美元/tCO ₂ e)	交易量 (MtCO ₂ e)	價格 (美元/tCO ₂ e)
ACR	2.5	5.36	5.4	8.44	2.0	11.37
CDM	4.9	2.02	7.0	2.19	8.2	1.13
CAR	4.0	2.34	2.1	4.44	4.9	2.12
GS	13.2	5.27	13.9	4.57	5.2	3.94

¹⁵ 本計畫所述「碳權標準」是依據核發碳權機構所建立的一套碳權申請程序。

PV	0.9	8.99	1.2	8.49	0.7	11.58
VCS	44	1.74	66.1	3.76	125.6	4.17

資料來源：Ecosystem Marketplace(2021), Status of Voluntary Carbon Market 2021.



單位：百萬美元/(美元/噸 CO₂e)

圖 17 全球自願性市場發展現況

資料來源：Ecosystem Marketplace(2022), Status of Voluntary Carbon Market 2022.

自願性減排活動大幅度的帶動碳權市場快速增長，發存量、交易量以及價格均大幅增長。2021 年，碳權市場 (包含國際(例如京都機制與巴黎協定第 6 條)、國內(例如台灣抵換專案等)、獨立碳市場(例如經查證碳標準(Verified Carbon Standard, VCS)或黃金標準(Gold Standard, GS))發行的碳權總量增長了 48%，從 3.27 億噸 CO₂e 增至 4.78 億噸 CO₂e。自 2007 年以來的總核發量，已累積至 47 億噸 CO₂e。

圖 18 顯示，近年來，國際與國內的碳權發存量增幅相當有限，新增的碳權核發量主要來自獨立碳權機制的註冊項目。2021 年獨立碳權機制的核發量成長 88%，合計 3.52 億噸，約占當年碳權總量的 74%，其中 VCS 約占 62%，是成長最快的獨立碳權市場。然而，同期國際機制(京都議機制)的清潔發展機制(CDM)發存量在 2021 年僅佔總量的 11%，已逐漸步入淘汰階段，且當年已沒有新註冊項目。

截至 2021 年 11 月，自願性碳市場的總價值已超過 10 億美元，價值的快速增長來自於價格的上升與交易量增加所導致。平均碳權價格從 2020 年的 2.49 美元/噸 CO₂e 上升到 2021 年的 3.82 美元/噸 CO₂e。主要原因來自：(1)企業用於滿足減排目標需求；以及(2)將碳權視為投資標的，看好碳權獲利潛力。企業的淨零承諾是自願性碳市場增長的重要推手，主要買家為大型石油與天然氣公司的能源業、食品飲料業、旅遊業、消費品製造業與金融業。其中，能源業最活躍，與去年相比需求約增加了 9 倍之多，同時，COP26 成立的格拉斯哥淨零金融聯盟(Glasgow Financial Alliance for Net Zero, GFANZ)聯合了全球 450 多家的銀行、保險公司、交易所、評級公司等金融機構，總資產超過 150 兆美元，增加金融業淨零的碳權抵換需求。

整體碳權價格雖然呈上漲趨勢，但是不同型態碳權在價格與交易量上仍有相當大的差異，原因在於碳權買家對於碳權類型偏好所致。碳移除碳權(carbon removal credit)，例如森林碳匯、土壤碳匯及海洋碳匯等自然為本解方(Nature-based Solution, NbS)，最受到買家偏好。然而，受到技術限制，導致交易量並未大幅增加，同時，受到開發成本較高的影響，導致平均價格較高。根據 Ecosystem Marketplace(2022)的統計，2021 年自願碳市場中，減量型碳權的交易量大約是移除型的 21 倍。

森林與土壤碳權 (Forest and land use credits) 主要來自避免毀林及改變土地使用方式，產生碳權。2021 年，森林與土地使用改變碳權約占碳權發行總量的 1/3 以上，與 2020 年相較，約增加 159%。這些碳權有 70%來自亞洲(柬埔寨、印尼、中國)，其餘來自拉丁美洲(巴西、秘魯)。而再生能源碳權是目前市場上最充足且價格最低的選擇，目前兩個獨立碳權機制(VCS 跟 GS)從 2020 年起只接受位於低度

開發國家的新的大型再生能源專案。

位於亞洲、拉丁美洲與加勒比地區的減碳專案，提供了絕大部分的碳權，其中，亞洲占比最高，以 2021 年為例，約占 56%總碳權核發量，主要來自柬埔寨與印尼的再生能源、森林與土地使用改變專案的碳權。雖然亞洲的碳權價格最低，然而，價格也從 2020 年的 1.6 美元/tCO₂e 增漲至 2021 年的 2.97 美元/tCO₂e。拉丁美洲與加勒比地區的碳權總量約占 22%，主要是森林與土地使用改變專案。非洲則約占 15%，價格從 2020 年的 4.24 美元/tCO₂e 增漲至 2021 年的 6.09 美元/噸 CO₂e。

Global volume of issuances by crediting mechanism category

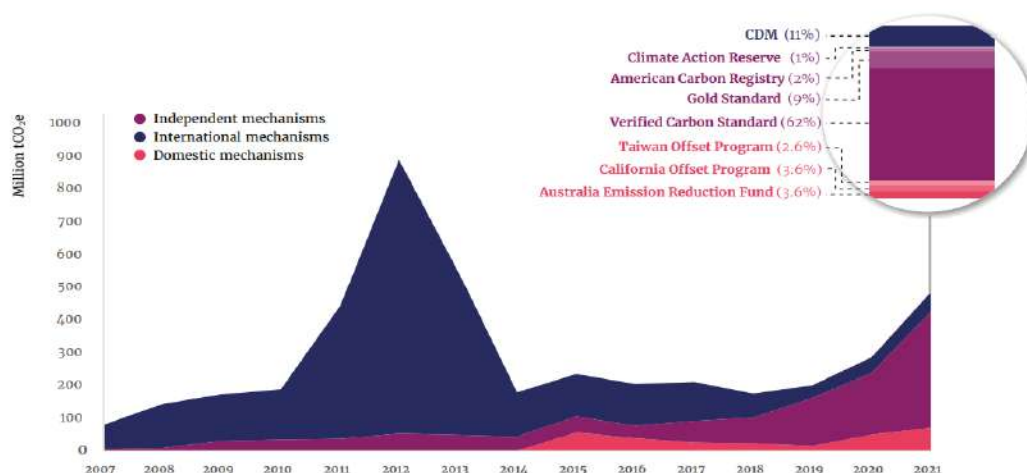


圖 18 全球不同類型碳權市場發行量

資料來源：World Bank (2022), State and Trends of Carbon Pricing 2022

自願性碳市場的種類相當多，然而，交易量集中在四大品牌：Verified Carbon Standard(VCS) (碳權 VCS)(2022 年約占 68.5%)、Gold Standard(GS) (碳權 VER) (2022 年約占 20.1%)、American Carbon Registry (ACR)(碳權 ERTs) (2022 年約占 3.1%)及 Climate Action Reserve (CAR)(碳權 CRTs) (2022 年約占 8.3%)，合計約占全球 48%市場規模，四大自

願性碳權抵換品牌比較，詳如表 11 所示。(Carbon Credits, 2023)

為促進國際自願性碳市場發展，Mark Canny 等國際著名機構提出「擴大自願性碳市場規模工作組」(The Taskforce on Scaling Voluntary Carbon (TSVCM))倡議，並建議高品質碳權/減量額度)應遵循「核心碳準則(CCPs)」，詳見表 12。表 12 界定高品質碳權需要具備：(1)實質減碳(real)；(2)減碳計算是相較於基準線(baseline)；(3)具備可監測(monitored)、可報告(reported)即可查證(verified)；(4)減碳效果具永久性(permanent)；(5)滿足外加性(additional)；(6)碳洩漏(carbon leakage)計算與最小化；(7)僅能計算一次(only counted once)；(8)環境完整性(do not net harm)。

表 11 自願性碳市場的四大品牌比較

Carbon Offset Program	Market Volume (in M)	Name of carbon credits issued	Project Locations	Projects Sector
 Verified Carbon Standard (VCS)	746 M carbon credits (70% share)	Verified Carbon Units (VCUs)	Projects dominant in developing countries	Covers all sectors
 Gold Standard (GS)	184 M carbon credits (17% share)	Verified Emission Reductions (VER)	Over 80 countries, mostly developing nations	Covers all sectors, excluding REDD+ projects
 American Carbon Registry (ACR)	63 M carbon credits (6% share)	Emission Reduction Tons (ERTs)	United States	Covers AFOLU projects, industrial processes and wastes
 Climate Action Reserve (CAR)	66M carbon credits (6.2% share)	Climate Reserve Tonnes (CRTs)	United States, Canada, Mexico	Agriculture, forestry, wastes, energy, and non-carbon emission reductions

資料來源：Carbon Credits (2023), The 4 Best Carbon Offset Programs for 2022.

表 12 核心碳準則(Core Carbon Principle, CCP)

		Taskforce dimensions	ICROA dimensions	CORSIA dimensions
		✓	●	●
		Credit-level principles ¹		
Principles	Real	✓	●	●
	Based on realistic and credible baselines	✓	●	●
	Monitored, reported and verified	✓	●	●
	Permanent	✓	●	●
	Additional	✓	●	●
	Leakage accounted for and minimized	✓	●	●
	Only counted once	✓	●	●
	Do no net harm	✓	●	●
	Specific rules			
		Operational principles		
	Program governance	✓	●	●
	Program transparency and public participation provisions	✓	●	●
	Clear and transparent requirements for independent third-party verification	✓	●	●
	Legal underpinning	✓	●	●
	Publicly accessible registry	✓	●	●
	Registry operation	✓	●	●
	Inclusion of Clean Development Mechanism			●
		Earliest project start date 2016 ²	●	
		Only jurisdictional or nested REDD	●	

資料來源：Carbon Credit (2023), Key Governance Bodies for Carbon Credits Quality.

四、環保署碳費制度規劃與碳交易配套

由於碳費徵收將攸關《氣候法》立法完整性、國家溫室氣體減量目標的實踐及產業淨零轉型與競爭力(或碳洩漏)。本節將首先說明環保署現行碳費徵收制度規劃，進而，提出與碳交易制度的相關配套措施。

(一)、環保署現行碳費徵收構想

環保署(2022)最新的碳費規劃構想¹⁶：(1)徵收對象：先大後小，分階段實施；(2)費率訂定：視國家溫室氣體減量現況，並定期檢討；(3)配套措施：自主減量計畫搭配優惠費率及減量額度抵減碳費等三大內涵。碳費費率將分階段對直接與間接排放源，依溫室氣體排放量徵收碳費，因此，電力業僅負擔廠內用電，製造業將負擔較大碳費。徵收對象因採行減量措施並達成指定目標者，經核定自主減量計畫適用

¹⁶ 環保署張子敬署長受中華民國能源經濟學會邀請，於 2022 年 12 月 2 日中華民國能源經濟學年年會擔任專題演講嘉賓，發表「2050 淨零排放」專題演講。

優惠費率。

綜上可知，應繳交碳費的事業單位（年排放 2.5 萬噸 CO₂e），提出自主減量計畫，經審核通過，可享有優惠費率。倘若減排量優於減量目標，環保署將核給減量額度，該額度可儲存或交易，交易對象包括其他提出自主減量計畫之事業及環評新設排放源的增量抵減，詳見圖 19 所示。（張子敬，2022）

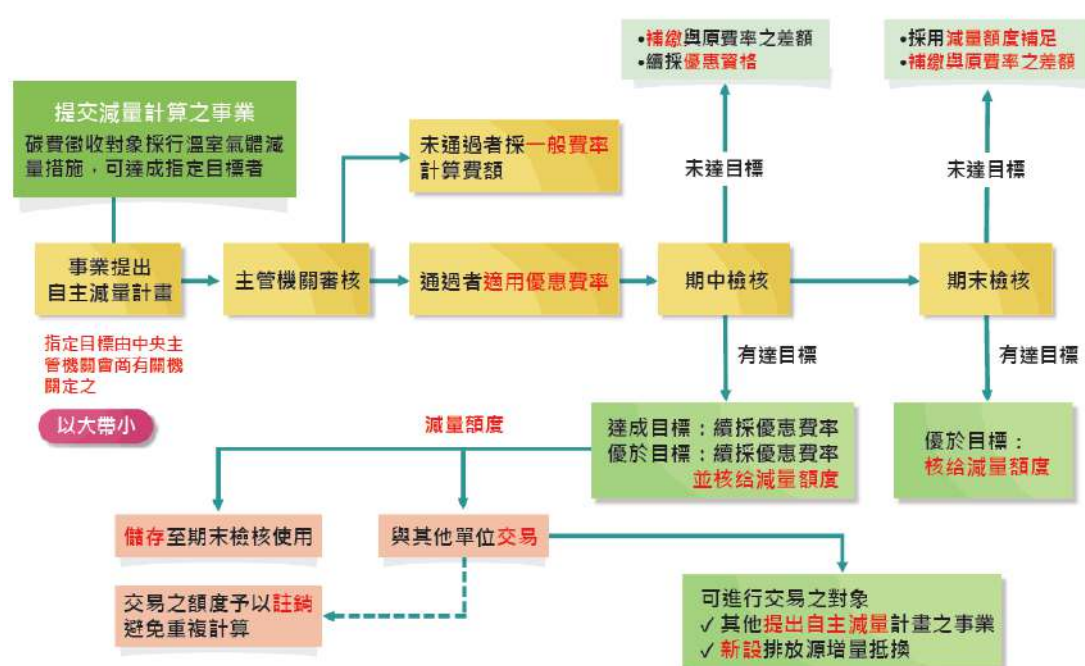


圖 19 碳費徵收搭配自主減量計畫規劃構想

資料來源：整理自張子敬(2022)，2050 淨零排放。

(二)、碳費徵收與碳交易配套建議

依據目前環保署的碳費徵收規劃構想，將對廠商造成二次成本的超額負擔，亦即自主減量成本及優惠碳費成本，將大幅提高企業碳風險，不利廠商國際競爭力。政策因應策略建議如下：

1. 訂定明確自主減量目標實施期程

自主減量目標猶如廠商的 NDC (簡稱企業自訂減量貢獻，Industrially Determined Contributions, IDCs)，建議應配合國家 NDC，每期以 5 年為原則，例如 2026-2030 年等，動態調整，並鼓勵企業提出具雄心的自主減量目標。

國發會已制定 2030 年減排 24%NDC 目標，政府可制定 2020-2022 年三年間的平均排放量為基準排放量，2024-2030 年，合計 7 年，平均每年減排 3.4%，設定為自主減排目標基準值。

2. 達到具雄心的自主減量目標，免徵碳費

如果廠商制定的年減碳目標超過 3.5%，及認定為雄心的自主減量計畫，環保署應予以免徵碳費，避免二次成本負擔。

3. 更具彈性的減量額度儲存方案

依據規劃方案，廠商減排量如果優於自主減量目標，政府應核發減排額度，且減排額度可儲存，提高減排額度的靈活性，例如可用於下一階段的自主減量目標。

4. 建立台灣模式《巴黎協定第六條》- 納入國際自願性碳權

瑞士與新加坡等實施碳稅國家，均已納入國際自願性碳權(例如經查證碳標準(Verified Carbon Standard, VCS)與黃金標準(Gold Standard, GS)等碳權)，例如瑞士允許 12%碳權抵換(2022-2024 年將提高至 15-20%)，因此，應繳交碳稅廠商，設立「碳權抵換基金」(the Foundation for Climate Protection and Carbon Offset KliK)，透過融資國內與國際減排計畫，並取得碳權，抵銷碳稅。新加坡政府與 Verra 簽屬備忘錄(2022/08)，同意新加坡企業可以 5%VCS 抵銷碳稅。

由於國際政治限制，台灣無法參加《巴黎協定第六條》的國際減碳合作機制，將衝擊我國減碳成本與目標落實。爰此，建議環保署應

建立台灣模式《巴黎協定第六條》，界定與認定合格的國際自願性碳權(例如流通性大及具公信力的 VCS 及 GS)，並擴大抵換比例(例如 20-30%)，提高企業 IDC 的雄心，同時，可以促進國家減量目標的達成，可謂「雙贏策略」(win-win strategy)。

5. 建立碳交易平台

在企業自主減量下，已形成自主總量管制(cap)，政府應學習新加坡的 CIX，加速建立碳交易平台，促進：(1)成本有效性；(2)提高企業雄心；(3)減/低/負碳科技(或活動)發展；(4)提高企業碳風險管理能力等，觸發台灣低碳轉型動能。

四、小語

全球推動碳權交易，主要意涵：(1)全球淨零排放趨勢下，需要透過合作，共同減排，例如巴黎協定第 6 條 (article 6) 倡議的國際碳市場及永續發展機制，期望透過國際合作，達到全球淨零排放。碳權是國家與企業發展的重要生產因子與限制條件，全球均依據國際貿易的比較利益原則，專業化分工，布局碳權經營；(2)境外碳權抵換具雙重效益：企業抵換效益與國家抵換效益，政府應擴大境外碳權抵換比例。碳交易制度提供國家與企業更靈活與更成本有效方式實踐減碳目標，鼓勵國家與企業提出更具雄心減碳目標，例如落實淨零 4Ps 原則；(3)碳權交易可減輕階段減碳目標成本負擔，維持減碳雄心，等待減碳科技成熟，再補足最後一哩路(5-10%淨零需求)。

台灣無法參與《巴黎協定第六條》，面臨全球【淨零競逐】，將輸在起跑點。因此，善用碳費與碳交易的配套措施，將刻不容緩。建議：(1)自主減量目標具雄心企業，且達成目標者，應免徵碳費，避免二次成本負擔；(2)台灣企業年出口 4,460 億美元(2021)，碳排放在台灣，

思考境內淨零並不切實際，應依據國際貿易比較利益原則，鼓勵企業全球碳權經營布局；(3)推動台灣模式《巴黎協定第六條》，認可與提高國際合格自願性市場碳權 (例如 VCS 與 GS 碳權等) 抵換比例，至少 20%，且定期檢討抵換比例；(4)成立《氣候解方交易所》(Climate Solution Exchange)，促進碳市場價格訊及促進低碳科技發展(低碳紅利，消除綠色溢價)。

肆、歐盟碳邊境調整機制衝擊與因應

一、歐盟碳邊境調整機制(CBAM)發展現況

歐盟執委會 (European Commission) 在 2019 年 12 月的歐盟高峰會上提出《綠色新政》(Green Deal)，同時，揭露歐盟對 CBAM 的規範，其目的主要在避免因為施行嚴格的碳排放交易衍生的碳洩漏問題。由於歐盟 CBAM 是全球首例，涉及國內與國際事務，相當複雜與困難，歐盟歷經近兩年時間(2020-2021)，依序完成：(1) 「初期影響評估」(Inception Impact Assessment, IIA)(European Commission)(2020/03)；(2) 完成民眾意見徵詢與問卷調查(2020/07-10)；(3) 「歐盟邊境碳調整議題與選擇評估」(Border Carbon Adjustments in the EU Issues and Options) 報告 (2020/09)；(4) 「邁向歐盟 CBAM 與 WTO 相容」(Towards a WTO-compatible EU Carbon Border Adjustment Mechanism) 研究報告 (2021/02)；(5) 歐洲議會通過 CBAM 提案(2021/03)¹⁷；(6) CBAM 實施草案(2021/07)，詳如表 13 所示。歐盟執委會 CBAM 法案草案合計 11 章 36 條與 5 個附件，詳如表 14 所示。

2022 年 6 月 22 日歐洲議會(European Parliament, 2022)經由討論與修正，最後通過環境委員會(the Environment, Public Health and Food Safety, ENVI)草擬的 CBAM 草案新決議(450 票贊成、115 票反對及 55 票棄權)，對 2021 年 7 月的草案，提出相關增修內容 (詳見表 15)。歐盟執委會、歐洲議會及歐盟部長理事會於 2022 年 12 月 13 日完成

¹⁷ 「歐洲議會針對歐盟執委會的 CBAM 草案」進行討論，並於 2021/03)通過三項決議：(i)包括所有在 EU ETS 下的產品(All products under the EU Emissions Trading System should be included)；(ii)CBAM 收入將專款專用於歐盟綠色新政的推動 (Revenue to be used to step up EU support for the objectives of the Green Deal)；(iii)CBAM 不能被誤認是新的貿易保護主義 (The mechanism must not be misused to further trade protectionism)。

CBAM 第 4 次三方談判，就 CBAM 規範達成共識，增修重點內容(詳見表 15)。由表 15 可知，歐盟 CBAM 草案近一年多的發展，關鍵議題，包括實施時間、CBAM 商品品項及是否納入間接排放，上述均與歐盟 ETS 的免費核配制度有關，彙整歐盟 CBAM 草案。

表 13 歐盟執委會推動 CBAM 法制歷程

時間	完成工作
2020/03	完成「初期影響評估」(Inception Impact Assessment, IIA)(European Commission)
2020/07-10	完成民眾意見徵詢與問卷調查
2020/09	完成「歐盟邊境碳調整議題與選擇評估」(Border Carbon Adjustments in the EU Issues and Options) 報告
2021/02	完成「邁向歐盟 CBAM 與 WTO 相容」(Towards a WTO-compatible EU Carbon Border Adjustment Mechanism)的研究報告。(European Parliament)
2021/03	歐洲議會通過 CBAM 提案
2021/07	CBAM 實施草案(Regulation on the European Parliament and the Council on the Establishment of a Carbon Border Adjustment Mechanism)

資料來源：本研究

表 14 歐盟執委會 CBAM 草案內容

章節	主要內容
第一章 主旨、範疇與定義	主旨(第 1 條)、範疇(第 2 條)、定義(第 3 條)
第二章 被授權申報人權利與義務	進口產品(第 4 條)、申請被授權人(第 5 條)、CBAM 聲明(第 6 條)、計算產品排放強度(第 7 條)、產品排放強度查證(第 8 條)、原產國碳價支付(第 9 條)、第三國操作設施的註冊(第 10 條)
第三章 主管機關	主管機關(第 11 條)、成立委員會(第 12 條)、個資保密和資訊揭露(第 13 條)、國家註冊與資訊平台(第 14 條)、中央管理者(第 15 條)、國家註冊帳戶(第 16 條)、申報人授權(第 17 條)、查證者認證(第 18 條)、CBAM 聲明審查(第 19 條)
第四章 CBAM 權證	CBAM 權證銷售(第 20 條)、CBAM 權證價格(第 21 條)、CBAM 權證繳回(第 22 條)、CBAM 權證再購買(第 23 條)、CBAM 權證註銷(第 24 條)
第五章 貨物邊境管理	貨品進口邊境手續(第 25 條)
第六章 執行(遵約)	處罰(第 26 條)、免責(circumvention)(第 27 條)
第七章 委員權責與委員會程序	委員權責(第 28 條)、委員會執行程序(第 29 條)
第八章 申報與審查	委員會審查與報告(第 30 條)
第九章 與 ETS 免費核配的調和	免費核配(2036 年停止)與 CBAM 權證繳回義務(扣除免費核配量)(第 31 條)
第十章 過渡條款	範疇(第 32 條)、貨物進口(第 33 條)、海關申報程序(第 34 條)、申報義務(第 35 條)
第十一章 生效條款	生效(第 36 條)
附件	貨品與 GHG 排放清單(附件 1)、本法豁免國家與區域(附件 2)、貨品排放強度計算方法(附件 3)、貨品排放強度計算資料簿記要求(附件 4)、查證原則與查證報告內容(附件 5)

資料來源：本研究

表 15 歐盟 CBAM 草案比較

項目	EC(2021/07)版本	ENVI(2022/06)版本	EC2022/12 版本
過渡期	2023/01/01- 2025/12/31；2026 年開始徵收費用	2023/01/01- 2026/12/31；2027 年開始徵收費用	2023 年 10 月 1 日 正式啟動，落日尚未 決定(將與歐盟免費 核配廢除期程連結) 2027 年年底會完成 過渡期的評估
納管品項	水泥、電力、化肥、 鋼鐵和鋁	新增加有機化學品、 氫氣)、塑膠及氨等	上游：水泥、電力、 化肥、鋼鐵、鋁、氫 氣(主要原因：從煤 碳產生，以及未來會 增加生產) 下游：螺絲、螺栓等 鋼鐵製品
產品含碳 量	直接排放	納入間接碳排放(用 電排放)	直接排放為主，某些 條件及部分下游產 品納入間接排放

資料來源：本研究彙整

二、我國與歐盟貿易現況研析

我國 2016 至 2021 年主要出口國家及地區，詳如表 16 所示。以 2021 年為例，出口總金額達到 446,393 百萬美元，其中，中國大陸是我國最大出國國家(125,905 百萬美元，約占 28.2%，2021)，其次依序前五大是美國(65,687 百萬美元，約占 14.7%，2021)、香港(62,975 百萬美元，約占 14.1%，2021)、歐盟(31,810 百萬美元，約占 7.1%，2021)及日本(29,209 百萬美元，約占 6.5%，2021)，由於歐盟與美國基於淨零目標，為避免碳洩漏(carbon leakage)及維持國內產業公平競爭，已分別提出碳邊境關稅(carbon border tax, CBT) 制度，此舉，將提高我國出口產品生產成本，進而衝擊我國經濟。

表 17 列出我國出口歐盟主要貨品項目，由表 17 中可看出，我國出口歐盟的商品目，主要以積體電路占出口商品大宗，以 2021 年

來看，8542 積體電路占我國出口歐盟總金額的 9.38%，此外，第 85 章、84 章，以及 87 章之貨品也相當多。出口貨品列號 4 碼的貨品中，以 72 開頭的係屬 72 章鋼鐵，全數為歐盟課稅範圍內之商品，如第 9 項 7219、第 11 項 7210，以及第 26 項 7209。表 17 彙整我國 CBAM 產品的出口值，由 12 表可看出，我國主要受到影響的商品為鋼鐵相關製品，2021 年出口歐盟金額高達 25.8 億美元，五種 CBAM 商品，在 2021 年合計出口金額則為 26.09 億美元。

表 16 我國主要出口地區排名及金額

2021 年名次	國家/地區	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1	中國大陸	73,734	88,747	96,499	91,790	102,447	125,905
2	美國	33,397	36,774	39,491	46,248	50,550	65,687
3	香港	38,255	41,166	41,402	40,326	48,936	62,975
4	歐盟 27 國	20,844	23,049	25,313	24,069	22,893	31,810
5	日本	19,471	20,575	22,802	23,279	23,399	29,209
6	新加坡	16,148	17,620	17,325	18,185	19,084	25,720
7	韓國	12,531	14,416	15,739	16,917	15,141	20,140
8	越南	9,512	10,458	10,772	10,772	10,522	13,968
9	馬來西亞	7,815	10,369	10,602	9,400	9,459	13,328
10	泰國	5,491	6,382	6,168	5,518	5,289	7,024
11	菲律賓	8,659	9,593	8,943	6,157	5,646	6,074
12	澳大利亞	2,949	2,932	3,396	3,237	3,229	4,809
13	印度	2,819	3,281	3,771	3,282	2,595	4,523
14	英國	3,643	3,756	3,858	3,576	3,344	4,149
15	墨西哥	2,038	2,284	2,483	2,846	2,695	3,747
16	印尼	2,747	3,193	3,330	2,922	2,277	3,070
17	加拿大	2,041	2,204	2,539	2,381	2,171	3,010
18	比利時	1,138	1,371	1,500	1,405	1,439	2,740
19	義大利	1,861	2,027	2,328	1,979	1,608	2,567
20	世界其他地區	14,099	15,308	15,764	14,877	12,412	15,940
	全球合計	279,191	315,506	334,026	329,166	345,136	446,393

單位：百萬美元。

資料來源：經濟部國貿局(2022)。

表 17 我國 2020 及 2021 年出口歐盟主要貨品及金額

	代碼	項目	2020	2021
1	8542	積體電路	2,519	2,983
2	8714	車輛零件及附件	1,493	2,414
3	8473	機器之零件及附件	1,404	1,639
4	8517	電話機，包括蜂巢式網路或其他無線網路電話；其他傳輸或接收聲音、圖像或其他資料之器具	1,082	1,551
5	8471	自動資料處理機；磁性或光學閱讀機	1,185	1,520
6	7318	鋼鐵製螺釘、螺栓、螺帽、車用螺釘、鉚釘等	1,043	1,444
7	8523	碟片，磁帶，固態非揮發性儲存裝置，智慧卡等	675	887
8	8711	機器腳踏車及腳踏車裝有輔助動力者	659	758
9	7219	不銹鋼扁軋製品，寬度 600 公厘及以上者	212	744
10	8529	專用或主要用於第 8525 至 8528 節所屬器具之零件	602	658
11	7210	經護面、鍍面或塗面之鐵或非合金鋼扁軋製品，寬度 600 公厘及以上者	226	651
12	7208	熱軋之鐵或非合金鋼扁軋製品，寬度 600 公厘及以上，未經被覆、鍍面、塗面者	99	644
13	8708	第 8701 至 8750 節機動車輛所用之零件及附件	415	551
14	8486	專供或主要供製造半導體晶柱或晶圓、半導體裝置、積體電路及平面顯示器之機器及器具；本章註九(丙)所規範之機器及器具；零件及 附件	414	510
15	3907	聚縮醛，其他聚醚及環氧樹脂，初級狀態；聚碳酸樹脂，醇酸樹脂，聚丙烯酸酯及其他聚酯，初級狀態	148	442
16	8504	變壓器、靜電式變流器（例如：整流器）及電感器	256	353
17	3926	其他塑膠製品及第 3901 至 3914 節之材料製成品	291	345
18	8534	印刷電路	269	341
19	9506	本章未列名之一般體能運動、體操、競技比賽、其他運動或戶外遊戲用物品及設備	248	339
20	8712	非動力之二輪腳踏車及其他腳踏車	304	318
21	8536	電路開關、保護電路或連接電路用之電氣用具，其電壓未超過 1000 伏特者	216	309
22	8512	腳踏車或機動車輛用之電氣照明或信號設備、擋風板刮刷器、去霜器及去霧器	238	304

	代碼	項目	2020	2021
23	8205	未列名之手工具；噴燈；老虎鉗、夾子及類似工具，但不包括工具機或水刀（水射流）切削機械之附件及零件；砵；手提鍛爐；手搖或腳踏式之附有架構之磨輪	213	288
24	8483	傳動軸及曲柄；軸承殼及平軸承；齒輪及齒輪裝置；滾珠或滾子螺桿；齒輪箱及其他變速器，包括扭矩轉換器；飛輪及滑輪，包括滑輪組；離合器及聯軸器	159	276
25	8525	無線電廣播或電視之傳輸器具，不論是否裝有接收或錄或放音器具者；電視攝影機；數位相機及影像攝錄機	166	223
26	7209	冷軋（冷延）之鐵或非合金鋼扁軋製品，寬度 600 公厘及以上，未被覆、鍍面、塗面者	66	214
27	9899	特殊物品(含進口未超過台幣 5 萬元，出口未超過台幣 5 萬元之小額報單及其他零星物品)	170	207
28	8204	手用扳手及扳鉗；有無把手之可互換扳手套筒	151	197
29	7326	其他鋼鐵製品	141	196
30	9013	液晶裝置；雷射，雷射二極體除外；其他光學用具及儀器	148	193
		其他	7,680	10,308
		合計	22,893	31,810

單位：百萬美元。

資料來源：經濟部國貿局(2022)。

三、歐盟 CBAM 對我國經濟衝擊評估

本計畫結合世界投入產出表(World Input-Output Table, WIOT)及全球貿易分析(Global Trade Analysis Project, GTAP)，並設定適當情境(碳價與免費核配比例)，評估 CBAM 對我國產業衝擊。本研究受限於 GTAP 產業分類，將鋼鐵與鋁製品合併入基本金屬產業，在計算其衝擊影響時，再將鋼鐵及鋁製品占基本金屬產業產值比例比進行換算。其餘化學品產業與肥料合併為有機化學及肥料；水泥業併入非金屬礦物產業。

(一)、CBAM 產業出口至歐盟的溫室氣體排放量、CBAM 憑證費與碳附加稅率計算

本研究為分析全球主要貿易國家面對歐盟 CBAM 之衝擊，首先參考世界貿易組織 (World Trade Organization, 2022) 最新的貿易統計資料 (Trademap 資料庫)，計算各國 CBAM 產業出口總值，再依據該 CBAM 產業的溫室氣體排放強度(透過投入產出表計算)，以及該 CBAM 產業的貿易占比，可計算出主要國家 CBAM 產業出口至歐盟的溫室氣體排放量。

1. CBAM 產業溫室氣體排放量

以台灣為例，鋼鐵及其製品業排放 4,395.0 千公噸 CO₂e；鋁及其製品業排放 152.36 千公噸 CO₂e；水泥業排放 0.63 千公噸 CO₂e；肥料業排放 0.48 千公噸 CO₂e；有機化學品業排放 584.76 千公噸 CO₂e；塑膠及其製品業排放 893.60 千公噸 CO₂e，詳見表 18。

2. CBAM 憑證費用

在 CBAM 制度下，進口 CBAM 商品的進口商，需要購買 CBAM 憑證。歐盟 CBAM 憑證計算流程，詳如圖 20 所示。由圖 20 可知，歐盟碳權交易拍賣價格與免費核配量，將攸關進口品的 CBAM 憑證的負擔。爰此，本研究參考歐盟近年的碳價趨勢，假設歐盟排放交易價格平均價格為 90 美元/噸 CO₂e，且免費核配率為 50%，¹⁸據此，可計算出台灣出口至歐盟的 CBAM 商品的年繳交的 CBAM 憑證費用。鋼鐵及其製品業 CBAM 憑證費 153.83 百萬美元；鋁及其製品業 CBAM 憑證費 5.33 百萬美元；水泥業 CBAM 憑證費 0.02 百萬美元；肥料業 CBAM 憑證費 0.02 百萬美元；有機化學品業 CBAM 憑證費 20.47 百萬

¹⁸ 本計畫參考歐盟碳交易市場價格趨勢；免費核配 50%是歐盟現行免費核配制度(0%-100%)的平均值。

美元；塑膠及其製品業 CBAM 憑證費 31.28 百萬美元。相關國家年 CBAM 憑證費用，詳見表 18。

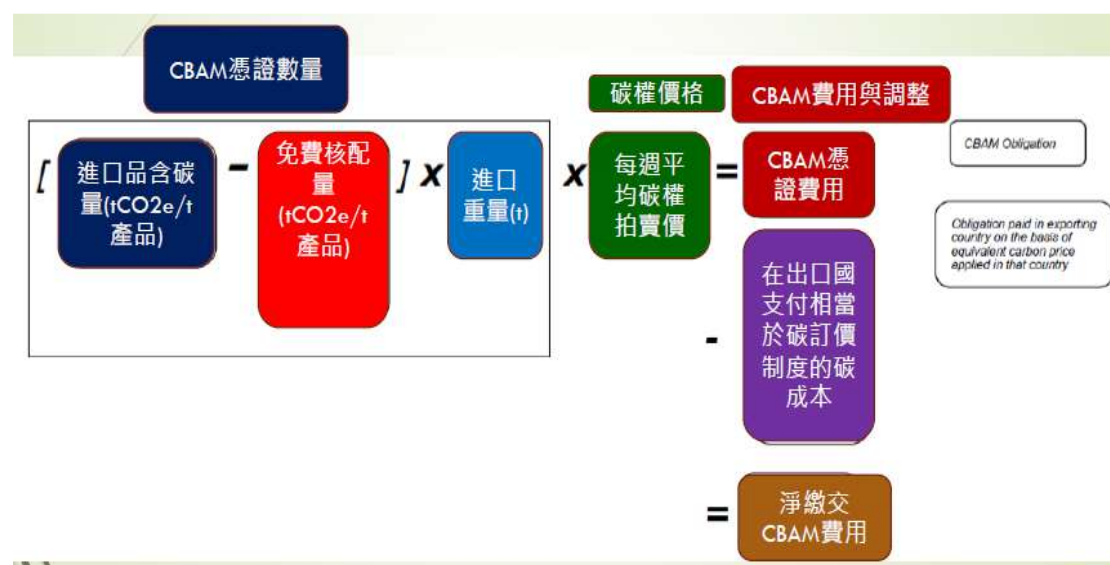


圖 20 CBAM 憑證計算流程

資料來源：本研究整理自 European Parliament (2022), On the proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism.

3. 單位碳附加稅率

本研究再將該 CBAM 產業年繳交的 CBAM 憑證費用除以該 CBAM 產業的出口總值，可獲得每單位出口值的碳附加稅率(簡稱單位碳附加稅率)。以台灣為例，鋼鐵及其製品業碳附加稅率 0.05409 美元/美元(出口值)；鋁及其製品業碳附加稅率 0.0014 美元/美元(出口值)；水泥業碳附加稅率 0.0002 美元/美元(出口值)；肥料業碳附加稅率 0.00002 美元/美元(出口值)；有機化學品業碳附加稅率 0.0255 美元/美元(出口值)；塑膠及其製品業碳附加稅稅率 0.0245 美元/美元(出口值)。相關國家單位碳附加稅率，詳見表 18。

表 18 台灣 CBAM 產品溫室氣體排放、CBAM 憑證費及碳附加稅率比較

CBAM 產業	溫室氣體排放量 (千公噸 CO ₂ e)	CBAM 憑證費用 (百萬美元)	碳附加稅率 (美元/美元(出口))
鋼鐵及其製品業	4,395.0	153.83	0.05409
鋁及其製品業	152.36	5.33	
水泥業	0.63	0.02	0.00020
肥料業	0.48	0.02	0.03282
有機化學製品業	584.76	20.47	
塑膠及其製品業	893.60	31.28	0.03151

資料來源：本研究整理

(二)、結果與討論

本研究受限於 GTAP 產業分類，將鋼鐵與鋁製品合併入基本金屬產業，在計算其衝擊影響時，再將鋼鐵及鋁製品占基本金屬產業產值比例比進行換算。其餘化學品產業與肥料合併為有機化學及肥料；水泥業併入非金屬礦物產業。本研究先針對台灣受 CBAM 影響之產業進行分析，再將與台灣貿易依存度高，抑或競爭之亞洲國家進行產業與整體經濟影響之比較分析，例如中國大陸、日本及韓國等三個國家，相關結果說明如下：

1. 台灣 CBAM 產業衝擊比較

本研究依據歐盟 CBAM 收費制度，假設三種 CBAM 產品的免費核配(或扣抵)比例，分別為 30%、50%與 70%；同時，設定三種碳價水準，分別為 70 美元/噸 CO₂e、90 美元/噸 CO₂e 及 110 美元/噸 CO₂e 等三種情境。

CBAM 對台灣的出口衝擊結果，詳見圖 21、圖 22 與圖 23。可以看出，鋼鐵業(含製鋁業)的出口衝擊影響最劇，在碳價 90 元美金的情境下，30%免費核配比例，遭受最大衝擊，出口金額將減少-3.68%，50%免費核配比例為-2.78%，70%免費核配比例影響最輕，約為-1.76%。其次，塑膠及其製品的出口衝擊則在-0.25%至-1.0%間震盪，

有機化學品及肥料製品受影響程度則較輕微，在所有情境中均未超過-0.4%。

上述結果應與該產業之出口金額與產品含碳量有關，由於鋼鐵製品為出口至歐盟之 CBAM 商品的大宗，占了九成以上，因此受影響程度最深。水泥業在各情境中皆呈現微幅成長，可能原因有二：(1)出口至歐盟金額非常小(2020 年及 2021 年的出口值為零)，因此，衝擊度極微；(2)與我國競爭的中國大陸、日本與韓國均受到衝擊，提升我國非金屬礦物製品(水泥業)的國際競爭力，因此，提升其出口值，成為 CBAM 制度下的受益者。

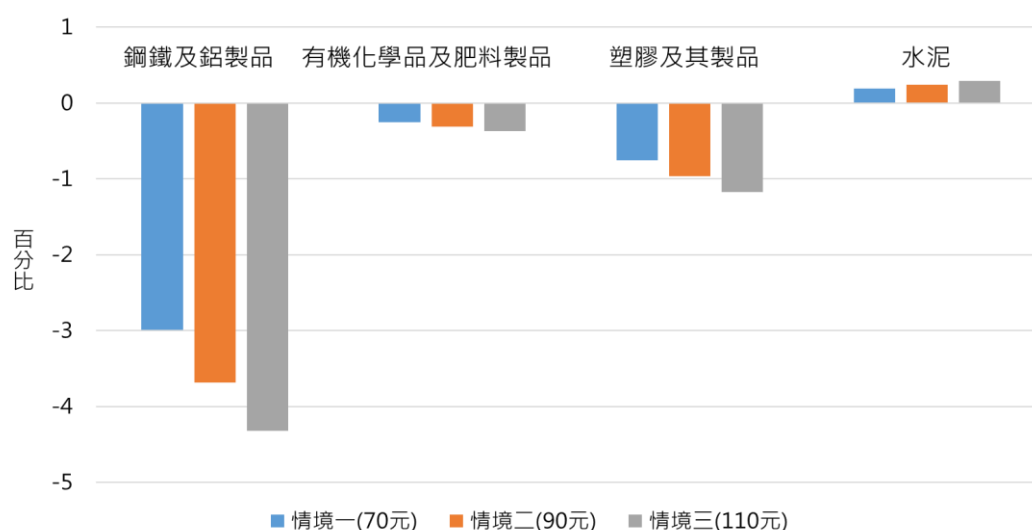


圖 21 30%免費核配之情境

資料來源：本研究彙整

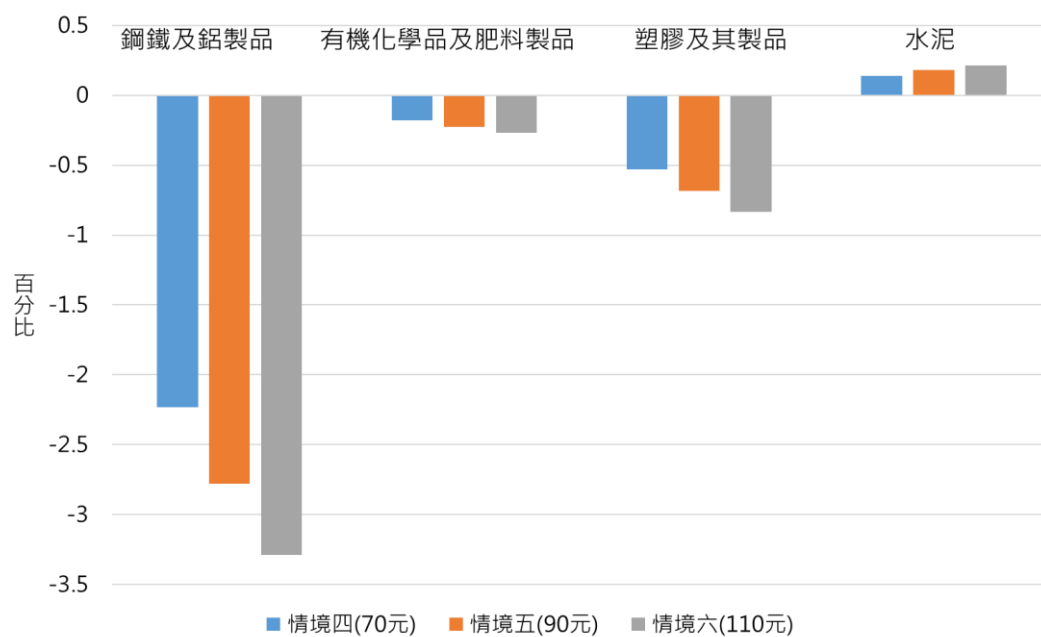


圖 22 50%免費核配之情境

資料來源：本研究彙整

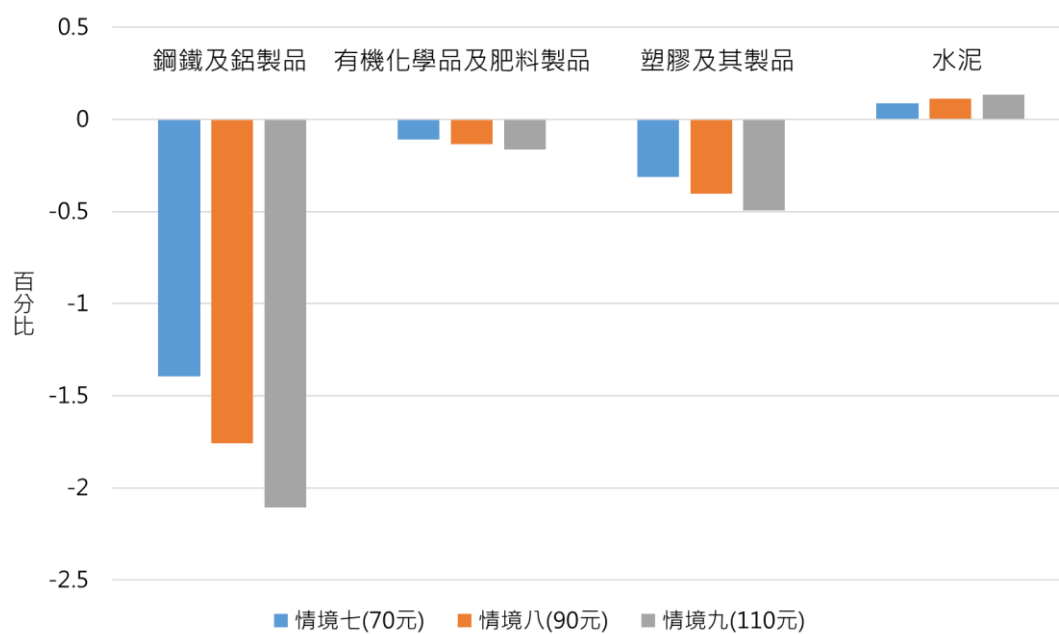


圖 23 70%免費核配之情境

資料來源：本研究彙整

2. 台灣、中國、日本與韓國之 CBAM 產業衝擊

由於設定之情境較多，受篇幅限制之故，本文選擇以 EU-ETS 價格與免費核配皆為中間值的情境五(碳價 90 美元、免費核配 50%)做為各國之比較基礎，其結果詳如圖 24。

A. 鋼鐵及鋁製品

就鋼鐵及鋁製品而言，中國承受之出口衝擊最大，約為-3.09%，主要原因在於中國鋼鐵及鋁製品之排放強度高於其他三國且出口量大，導致其 CBAM 附加稅率較高，受影響較深。其次則是台灣-2.78%、韓國-1.19%及日本-0.62%。

B. 有機化學品及肥料製品

就有機化學及肥料製品產業而言，中國出口衝擊最大，約為-3.12%，其次則是日本-0.10%、韓國-0.32%及台灣-0.22%。中國衝擊較大的主因在於其有機化學品在化學品製造業出口至歐盟的占比遠高於其餘國家，達到 80%，而台灣、日本及韓國則在 50%至 65%。

C. 塑膠及其製品

就塑膠及其製品產業而言，中國之出口衝擊最大，約為-2.41%，其次則是台灣-0.68%、韓國-0.32%及日本-0.24%。由於日本出口至歐盟的塑橡膠產品中，塑膠製品的占比較低，約占 50%，因此受到整體產業影響較小。而台灣、中國大陸及韓國的塑膠製品在塑橡膠製品產業中的占比皆超過 70%，同時中國塑橡膠產業的排放強度為台灣的兩倍以上，韓國則略小於台灣，因此，中國大陸呈現較大衝擊。

D. 水泥製品

就水泥製品而言，中國之出口衝擊最大，約為-0.85%，其次則是韓國-0.15%、日本-0.09%，台灣則是呈現正成長 0.18%，主要原因在於台灣出口至歐盟的水泥極少，根據表 18 亦可得知台灣水泥製品之

CBAM 附加稅率相較其餘國家較低，因此在國際貿易比較利益原則下，台灣水泥業的出口反而成長。

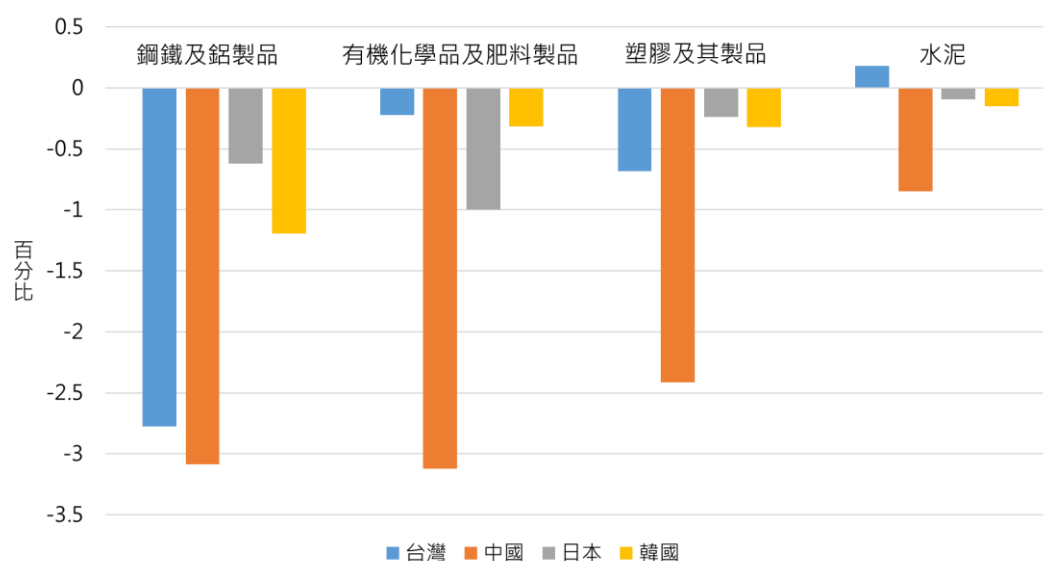


圖 24 台灣、中國、日本與韓國之 CBAM 產業衝擊

資料來源：本研究彙整

3. 台灣、中國、日本與韓國之整體經濟衝擊比較

就整體經濟衝擊(情境五)而言 (詳見圖 25)，CBAM 商品在亞洲四國與歐盟之出口額占比皆不大。雖然中國之 CBAM 附加稅率最高，但因其貿易總額亦極大，因此實際上受到的影響相當有限，而日本與韓國受惠於排放強度較低之優勢，在 CBAM 的實施中 GDP 不減反增，同時帶動物價水準的微幅上升。

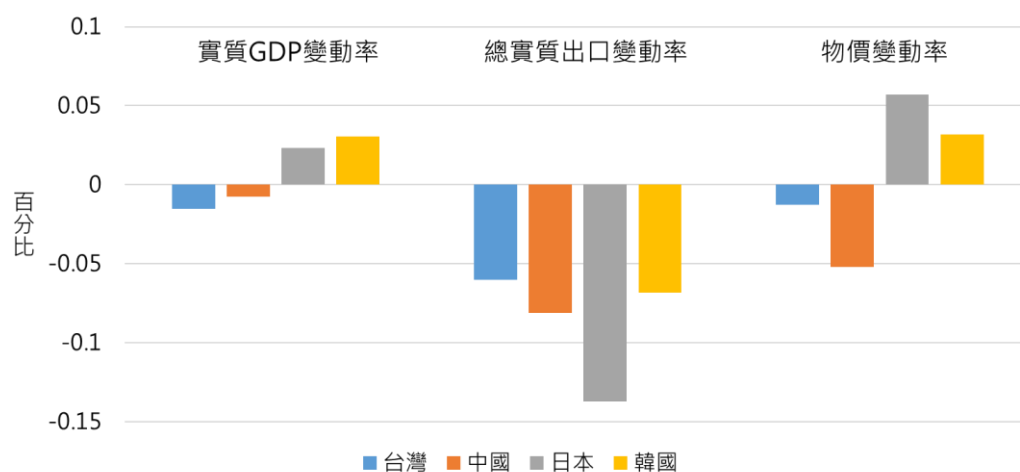


圖 25 台灣、中國、日本與韓國之整體經濟衝擊

資料來源：本研究彙整

伍、全球綠色金融發展與淨零助力

一、格拉斯哥淨零金融聯盟(GFANZ)發展現況

GFANZ 也利用 COP27 氣候大會發表 GFANZ 成立一周年的成果報告 (Call to Action – One Year On) ，詳如表 19 所示。由表 19 可知 GFANZ 思考如何透過金融機構的淨零計畫，觸動實體經濟邁向淨零。於 2022 年 6 月提出「金融機構淨零轉型計畫的建議與指引」(Recommendations and Guidance on Financial Institution Net-zero Transition Plans)，四大策略：(詳見圖 26)

1. 應用投融资力量促進氣候解方發展與規模化，以取代高排放技術、動或服務；
2. 應用投融资力量促進企業(companies)提出參照控制溫升 1.5°C 的減排計畫；
3. 應用投融资力量促進行業部門(sectoral)提出透明、穩健以及參照控制溫升 1.5°C 減排路徑的淨零轉型計畫；
4. 應用投融资力量加速汰換高碳排放資產。

為達到上述金融體系全面淨零轉型目標的達成，仍需要仰賴相關輔助力量，包括¹⁹：

1. 外部標準設定與揭露管制(例如 TCFD, ISSB, SEC, EFRAG)；
2. 科學為本路徑(例如 IPCC, IEA, OECM, MPP)；
3. 國家自訂減量貢獻(NDCs)及國家氣候行動方案；
4. 企業淨零目標設定與執行；
5. 淨零衡量與計算(例如 PCAF, GHG protocol)；

¹⁹ 相關英文如後：PCAF:P: Partnership for Carbon Accounting Financials; EFRAG: European Financial Reporting Advisory Group；ISSB: International Sustainability Standards Board；, OECM: other effective area-based conservation measures；MPP: Managed phaseout projects；CCPs: Core Carbon Principles

6. 永續分類(例如 SASB)；
7. 碳市場建設(例如 CCPs)；
8. 其他氣候相關法規(例如 CBAM 或產品碳足跡)。

表 19 GFANZ 周年成果報告

優先的淨零轉型作為	主要內容
設定以整體經濟和特定行業路徑轉型為基礎的淨零目標	融資應擴展到整個經濟轉型，並提供解方淘汰高排放資產。
促使多邊與國際金融的淨零架構一致	確保氣候與永續揭露資料的一致性。
承諾給予碳排放定價	支持並參與進行中，私部門主導的工作，以發展高完整性的自願碳市場，並建立所需的市場基礎工程。
協助個人、企業與社區淨零轉型，兼具自然資本維護	藉由私營金融部門，將自然保育和防止森林砍伐的承諾，轉化為切實可行的政府政策。
調動資本流向新興市場和發展中經濟體 (Emerging Markets and Developing Economies, EM&DE)	確保多邊開發銀行(MDBs)設定自己的淨零目標，並試行承擔更多風險資本、更靈活使用、及擴大私部門融資。

資料來源：GFANZ(2022), Call to Action – One Year On.



圖 26 GFANZ 促進實體經濟淨零轉型架構

資料來源：整理自 GFANZ(2022), Recommendations and Guidance on Financial Institution Net-zero Transition Plans .

二、金融碳計算夥伴

金融機構的溫室氣體排放主要來自範疇三，以玉山銀行為例，2020 年玉山總碳排為 432 萬噸，其中：自身營運帶來的碳排僅 2.5 噸、僅佔 1%（範疇一加二）。然而，高達 428 萬噸碳排(99%)，來自投融資業務，也就是客戶的碳排放。亦即，銀行給製造業融資，所產生的碳排量，會按照投資比率回歸計算到金融業；又如投資一家上市公司，持股占市值的比率，也將其碳排量同比率計算回到銀行碳排量之中。

如何客觀計算金融機構碳排放，將是金融淨零及實體經濟淨零轉型的重要課題。金融機構的投融資 GHG 排放計算標準，主要參考「溫室氣體議定書」(GHG Protocol)範疇 3 的計算標準。金融碳計算夥伴 (Partnership for Carbon Accounting Financials, PCAF) 制定一套計算標準，適用商業銀行、投資銀行、開發銀行、資產管理公司及保險公司投融資碳排放計算，已普遍獲得美洲、歐洲、非洲及亞太國家遵循。

以投融資上市股票和公司債券 GHG 排放分配因子(比例)計算方法為例，詳見圖 27，金融機構購買某公司股票價值占公司普通股年末市值總和，可獲得溫室氣體排放量的分配因子，再乘以該公司溫室氣體排放量，在加總所有投融資所分配到溫室氣體排放量，詳見圖 28。假設代表性金融機構投融資林業、製造業及綠能業，可發現林業分配因子最低為 10%，其次是綠能業的 20%，以及製造業的 25%，詳見表 20。

代表性金融機構的投融資資產組合範疇 3 總 GHG 分配量為 27,410 噸 CO₂e，詳見表 21。由於金融機構可以將 GHG 與移除量等分類報導，例如，減量額度使用可依類型別（例如，排放“避免”(avoidance)與“移除”(removable)）或根據減量額度核發標準（例如，

被查證碳標準（Verified Carbon Standard, VCS）或黃金標準(Gold Standard)。金融機構的報導內容，應將總排放量、淨排放量及移除量等，納入投資部位，並註記。

上市公司(借款公司/被投資公司)

$$\text{GHG排放分配因子} = \frac{\text{借款公司/被投資公司的借款餘額/投資價值}}{\text{借款公司/被投資公司的企業價值(包括現金)}}$$

股票價格x股權
公司普通股年末市值總和

上市公司(借款公司/被投資公司)

$$\text{GHG排放分配因子} = \frac{\text{借款公司/被投資公司的借款餘額/投資價值}}{\text{借款公司/被投資公司的公司股權和債務總額}}$$

(with c = borrower or investee company)
以債務的帳面價值計算之

圖 27 投融資上市股票和公司債券 GHG 排放分配因子計算公式

資料來源：整理自 PCAF(2022), *Financed Emissions – The Global GHG Accounting & Reporting Standard*.

$$\text{金融機構分配總GHG排放量} = \sum_c \text{GHG排放分配因子} \times \text{借款公司/被投資公司的GHG排放量}$$

(with c = borrower or investee company)

$$\text{金融機構分配總GHG移除量} = \sum_c \text{GHG排放分配因子} \times \text{借款公司/被投資公司的GHG移除量}$$

(with c = borrower or investee company)

圖 28 投融資上市股票和公司債券 GHG 排放量分配計算公式

資料來源：整理自 PCAF(2022), *Financed Emissions – The Global GHG Accounting & Reporting Standard*.

表 20 代表性金融機構投融资組合的分配因子計算範例

公司	林業	製造業	綠能業
範疇 1	1,000	20,000	5,000
範疇 2	100	5,000	0
範疇 3	5,000	30,000	10,000
移除量 (removable)	20,000	0	1,000
減量額度使用量 (carbon credit retired)	0	25,000	5,000
減量額度產生量 (carbon credit generation)	5,000	0	500
分配因子(%)	10	25	20

資料來源：本研究整理自 PCAF(2022), *Financed Emissions – The Global GHG Accounting & Reporting Standard*.

表 21 代表性金融機構投融资組合的碳排放計算範例

公司	GHG 計算	資產組合
範疇 1-絕對排放量	$1,000 \times 10\% + 20,000 \times 25\% + 5,000 \times 20\%$	6,100
範疇 2-絕對排放量	$100 \times 10\% + 5,000 \times 25\%$	1,260
範疇 3-絕對排放量	$5,000 \times 10\% + 30,000 \times 25\% + 10,000 \times 20\%$	10,000
移除量	$20,000 \times 10\% + 1,000 \times 20\%$	2,200
減量額度使用量	$25,000 \times 25\% + 5,000 \times 20\%$	7,250
減量額度產生量	$5,000 \times 10\% + 500 \times 20\%$	600
合計		27,410

資料來源：本研究整理自 PCAF(2022), *Financed Emissions – The Global GHG Accounting & Reporting Standard*.

三、本章小結

1. 溫室氣體排放計算，若僅是呈現計算結果，則計算結果的差異，或許沒有太大問題。然而，淨零發展趨勢下，溫室氣體排放量將反映成本、競爭力及績效，因此，一致性計算標準，將顯得特別重要。
2. 範疇一與範疇二的溫室氣體排放量計算，相對容易與一致性高，然而，範疇三(例如供應鏈、產品碳足跡及碳邊境稅的產品含碳

量)，相對較困難及一致性低，計算結果差異性較大。

3. 溫室氣體排放計算標準不一，台灣使用的計算標準可能與國際計算標準不一，例如金融業 GHG 盤查，在國內採用 ISO14064-1，然而，國際上，卻採用 GHG Protocol，導致範疇三的 GHG 計算結果不一致，將凸顯國際相容性問題。特別是，企業需要呈現細項 GHG 排放量報導時，一致性標準，更顯重性。
4. 由於經濟活動的複雜性，針對特定活動的溫室氣體排放計算，涉及分配方法，例如以生產量、銷售量、生產價值、銷售價值、重量、體積、資產占比、成本佔比等，方法相當多元。因此，可能因為分配方法的差異性，同樣經濟活動，可能發生不同排放量計算結果問題。
5. 在分配方法上，可參考相當成熟的會計認列方法，提高分配方法一致性與國際相容性。
6. 金融業溫室氣體排放量以範疇三為主，更凸顯其計算困難與不一致性，推廣 **PCAF** 標準，將是金融業 GHG 排放計算與國際接軌的重要基礎。

陸、全球淨零供應鏈管理與因應

台灣是全球重要供應鏈(supply chain)，一年出口超過 4,500 億美元，約佔台灣 GDP 的 60%，面對全球淨零供應要求，將衝擊我國出口與經濟。供應鏈涉及範疇三(scope 3)的溫室氣體排放²⁰，透過供應鏈管理，將可以有效減緩全球溫室氣體排放量，已成為全球因應《巴黎協定》溫升目標的重要策略。

世界經濟論壇(World Economic Forum, WEF, 2021)提出「淨零挑戰 - 供應鏈機會」(Net-Zero Challenge: The Supply Chain Opportunity)報告²¹，提供全球供應鏈淨零管理參考。本節將詳細剖析該文內容，並提出因應策略。

一、世界經濟論壇淨零供應鏈管理研析

(一)、供應鏈碳排放管理是企業淨零轉型的重要策略

供應鏈碳排放 (範疇三) 是企業最主要排放源，詳如圖 29 所示，不同產業原物料與最終產品的碳排放源比較：(1)以原物料言，水泥業的溫室氣體排放源，約有 94%來自範疇一；紡織業與化工業則來自供應鏈(範疇三)，約佔 61%；(2)就產品而言，所有平均約超過 80%來自供應鏈排放。由此可知，供應鏈淨零管理，將是企業未來經營的重要挑戰，同時，也是企業淨零轉型機會。

全球最大 20 個出口國家與碳流(carbon flow)，詳見圖 30，中國大陸是最大碳出口國，全年約出口 6.51 億噸 CO₂e 至全球，其中，

²⁰ 範疇一係指直接溫室氣體排放，針對直接來自於組織所擁有或控制的排放源；範疇二為能源間接排放源，係指來自於輸入電力、熱或蒸汽而造成間接之溫室氣體排放；範疇三為其他間接排放源，由組織活動產生之溫室氣體排放，非屬能源間接溫室氣體排放，而係來自其他組織所擁有或控制的溫室氣體排放來源。(環保署，2016)

²¹ WEF 於 2020 年的年會上，要求會員國提出 2050 年或更早的淨零承諾，並於 2021 年完成全球淨零供應鏈管理報告。

2.26 億噸 CO₂e 出口至美國、1.51 億噸 CO₂e 出口至歐盟、1.10 億噸 CO₂e 出口至日本與韓國、0.74 億噸 CO₂e 出口至東南亞歐盟、0.46 億噸 CO₂e 出口至印度、及 0.44 億噸 CO₂e 出口至中南美。

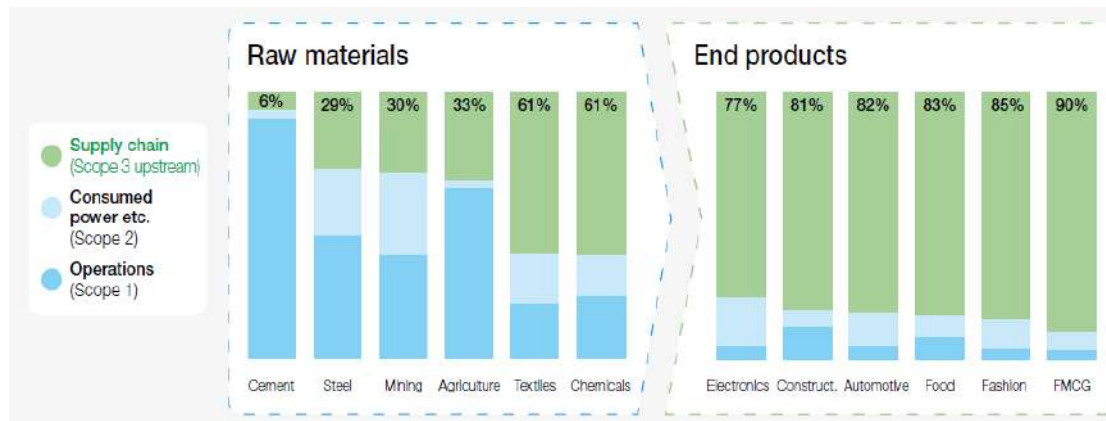


圖 29 原物料與產品碳排放示意圖

資料來源：WEF(2021) Net-Zero Challenge: The Supply Chain Opportunity.

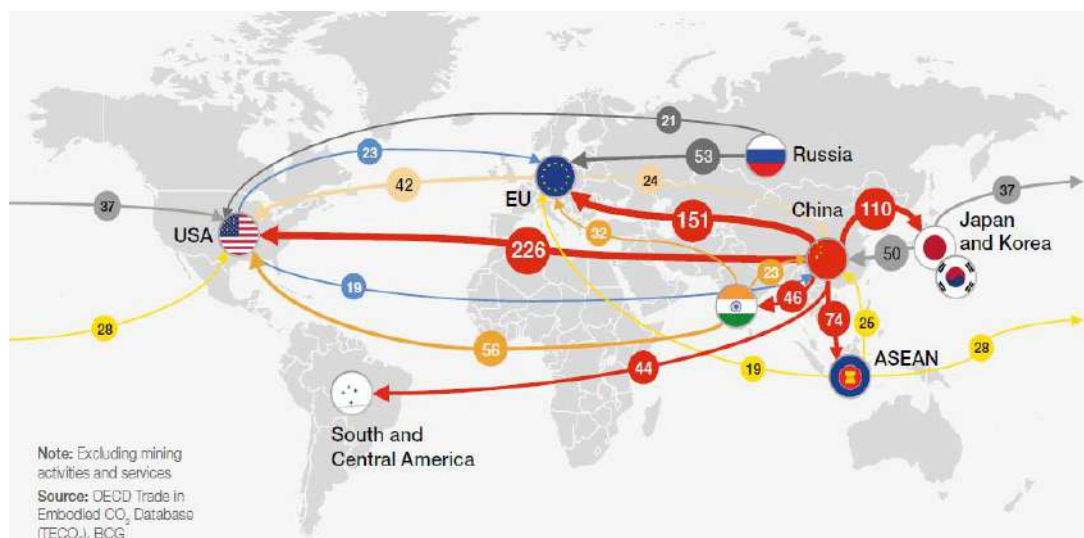


圖 30 全球 20 大企業供應鏈碳流示意圖(單位：MtCO₂e)

資料來源：WEF(2021) Net-Zero Challenge: The Supply Chain Opportunity.

(二)、供應鏈減碳主要施力(levers)技術/策略

降低供應鏈碳排放的八大施力技術/策略、成本與技術成熟度，

詳見圖 31，分述如下：

1. 循環/回收(circularity/recycle)

加強循環/回收，提高原物料使用，降低原生料生產，平均減碳成本低於 10 歐元/噸 CO₂e，技術成熟度高，目前可完全執行。

2. 提升原物料生產效率(material and process efficiency)

使用最佳可行技術 (例如電機、驅動器、泵或烤箱等)、更高效的控制技術，達到減少廢物量及提高效率，減少電力與熱量消耗。平均減碳成本低於 10 歐元/噸 CO₂e，技術成熟度高，目前可完全執行。

3. 使用可再生電力(renewable power)

移轉至可再生電力，例如透過使用風能和太陽能或生物能源的自發電力，或購電協議 (power purchase agreements, PPAs)或再生能源憑證，降低電力碳排放(範疇二)。平均減碳成本低於 10 歐元/噸 CO₂e，技術成熟度高，目前接近可完全執行。

4. 可再生熱能(renewable heat)

以替代能源取代煤、天然氣和石油等化石燃料的工業熱與和蒸汽生產。替代能源包括生物質、大型熱泵、用於低溫熱能的電熱和太陽能熱能，以及用於高溫熱能應用的沼氣或氫氣。平均減碳成本 10-100 歐元/噸 CO₂e，技術成熟度中等，目前可執行 70-80%。

5. 發展新製程(new processes)

導入或發展新製程，例如高爐煉鋼轉向電弧爐煉鋼，使用直接還原鐵生產鋼鐵。另一個例子，是使用綠氫生產化肥。平均減碳成本 10-100 歐元/噸 CO₂e，技術成熟度中等，目前可執行 70-80%。

6. 自然為本解方(Nature-based Solutions, NbS)

採用永續農業耕作法，例如更精確施肥、減少翻土、種植覆蓋作物(維護土壤流失)和使用硝化抑制劑)，實踐無毀林農業，並實施碳移除方法，降低碳排放，例如重新造林、紅樹林和泥炭地恢復、土壤封存和生物炭生產等。平均減碳成本 10-100 歐元/噸 CO₂e，技術成熟度中等，目前可執行 70-80%。

7. 燃料移轉(fuel switch)

移轉低碳技術或燃料使用，例如電動或氫動力車，抑或綠色燃料，例如航空生物燃料、生物煤油或海航綠色氨。平均減碳成本高於 100 歐元/噸 CO₂e，技術成熟度低等，目前可執行 30-50%。

8. 碳捕獲、利用與封存(carbon capture, utilization, storage, CCUS)

捕獲製程碳排放，例如捕獲水泥製程碳排放。平均減碳成本高於 100 歐元/噸 CO₂e，技術成熟度低等，目前可執行 20-40%。

不同產業特性差異，供應鏈脫碳的施力點(levers)亦有所不同，詳見圖 32，食品業供應鏈脫碳施力策略，自然為本解方及原物料與製程效率為主；營建業供應鏈脫碳施力策略，以碳捕獲、再生熱能及原物料與製程效率為主；時尚業供應鏈脫碳施力策略，以再生電力為主；電子業供應鏈脫碳施力策略，以循環經濟、再生熱能及原物料與製程效率為主；航空業供應鏈脫碳施力策略，以燃料轉換及原物料與製程效率為主。綜上可知，原物料與製程效率為產業供應鏈脫碳最核心施力點，其次是再生電力。

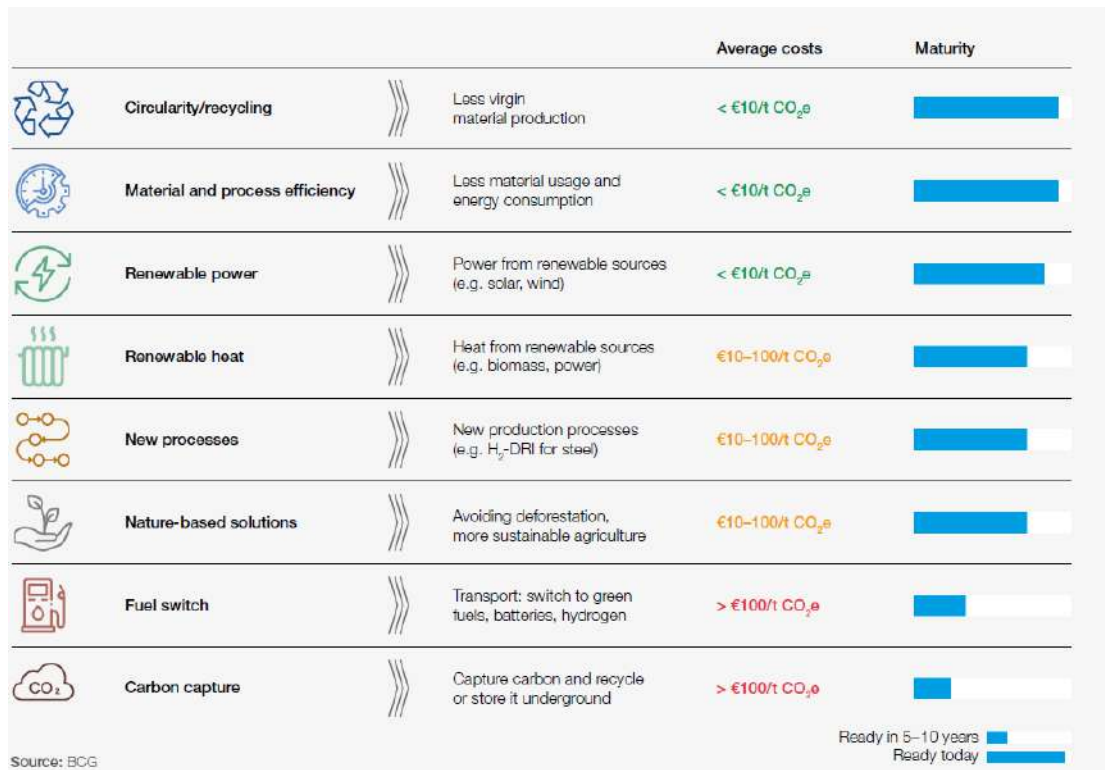


圖 31 降低供應鏈碳排放的八大策略、成本與技術成熟度

資料來源：WEF(2021) Net-Zero Challenge: The Supply Chain Opportunity.

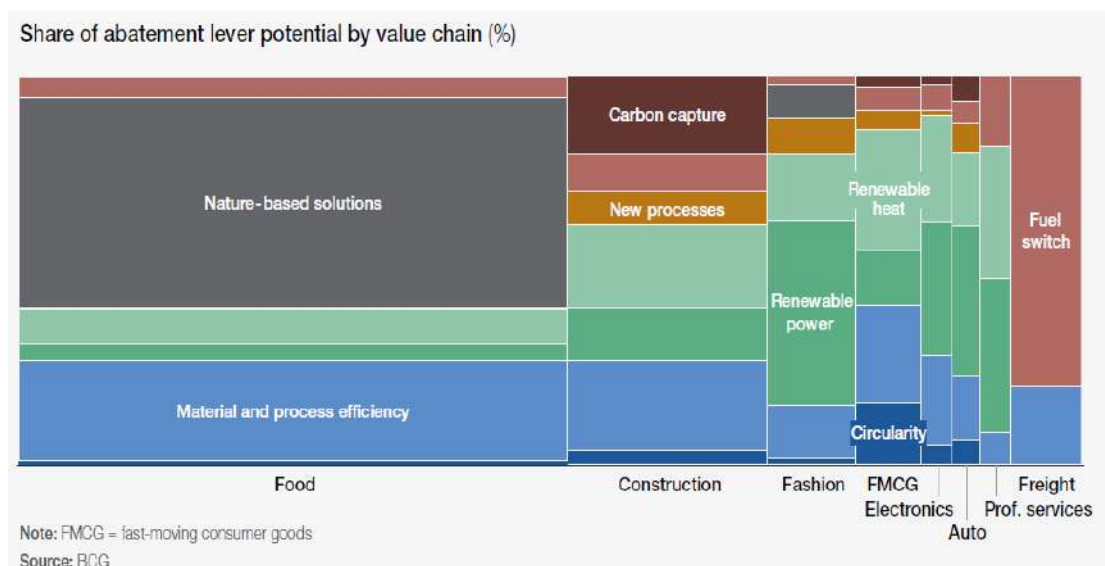


圖 32 不同產業供應鏈脫碳施力點

資料來源：WEF (2021) Net-Zero Challenge: The Supply Chain Opportunity.

(三)、不同產業供應鏈脫碳的成本轉嫁研析

不同產業供應鏈脫碳將提高最終產品成本，並轉嫁至消費者負擔，

平均約提高 1-4%消費物價水準，然而，不同產業脫碳施力技術與成本差異，將產生不同程度的成本轉嫁水準，詳見圖 33。圖 33 是以降低供應碳排 40%的施力技術為例，時尚業供應鏈脫碳，約有 70%依賴成本低於 10 歐元/噸 CO₂e 的施力技術，因此，時尚業的成本轉嫁幅度最低；反觀航空業供應鏈脫碳，約有 65%依賴成本高於 100 歐元/噸 CO₂e 的施力技術，因此，成本轉嫁幅度最高；營建業供應鏈脫碳，約有 55%依賴成本低於 10-100 歐元/噸 CO₂e 的施力技術，因此，成本轉嫁幅度為中等。

圖 34 是時尚業 2030 年供應鏈脫碳的不同施力策略成本與減碳潛力示意圖，橫軸表示累積減排率，100%代表達到 2030 年承諾目標，縱軸代表單位減排成本(美元/噸 CO₂e)。圖 34 顯示降低過度生產的回收期非常快，隱含平均減碳成本為負值，再生能源電力是最主要的減碳來源，二氧化碳移除技術，例如 NbS 及 CCUS，則是脫碳的最後施力策略。圖 35 是電子業 2030 年供應鏈脫碳的不同施力策略成本與減碳潛力示意圖，顯示提高生產線能源效率的回收期非常快，隱含平均減碳成本為負值，再生能源電力成本低，亦是重要減碳來源，新製程與燃料轉換，成本較高，則是脫碳的最後施力策略。

圖 36 顯示不同產業最終產品轉嫁水準，以汽車業為例，一輛車的售價約上漲 500 歐元，漲幅低於 2%(平均車價以 30,000 歐元計)；以時尚業一條牛仔褲為例，約上漲 1 歐元，漲幅低於 2%(平均一條牛仔褲 40 歐元計)；以食品業為例，一籃食品的售價約上漲 1 歐元，漲幅低於 4%(平均車價以 30,000 歐元為例)；以營建業為例，一棟房子售價約上漲 5,000 歐元，漲幅低於 4%(平均房價以 150,000 歐元計)；以電子業為例，一台個人電子用品售價約上漲 3 歐元，漲幅低於 1%(平均一台個人電子用品售價以 400 歐元計)。

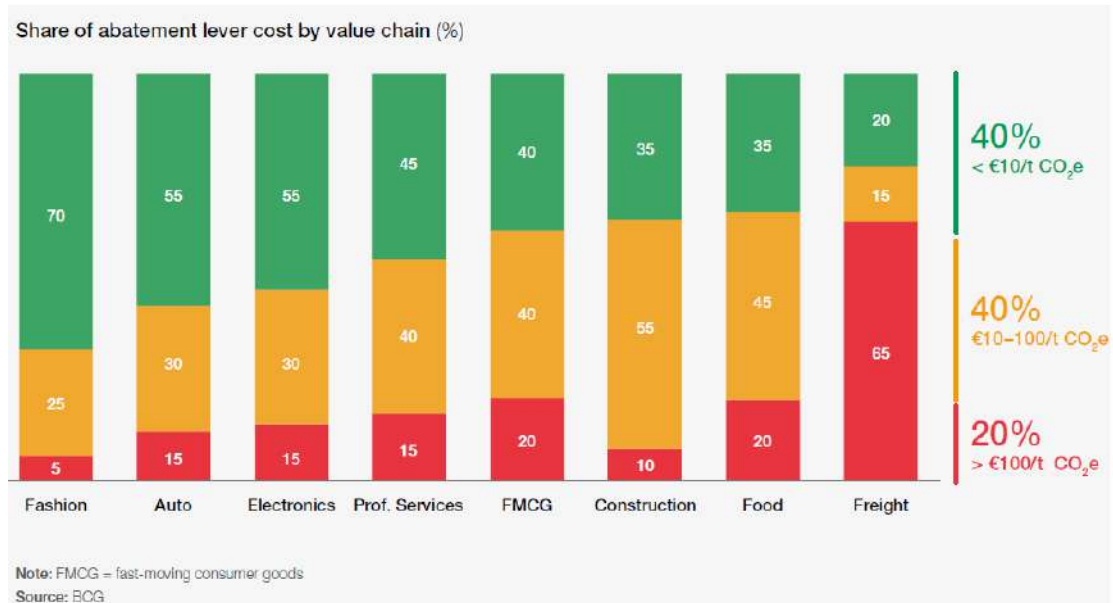


圖 33 不同產業供應鏈脫碳施力點

資料來源：WEF (2021) Net-Zero Challenge: The Supply Chain Opportunity.

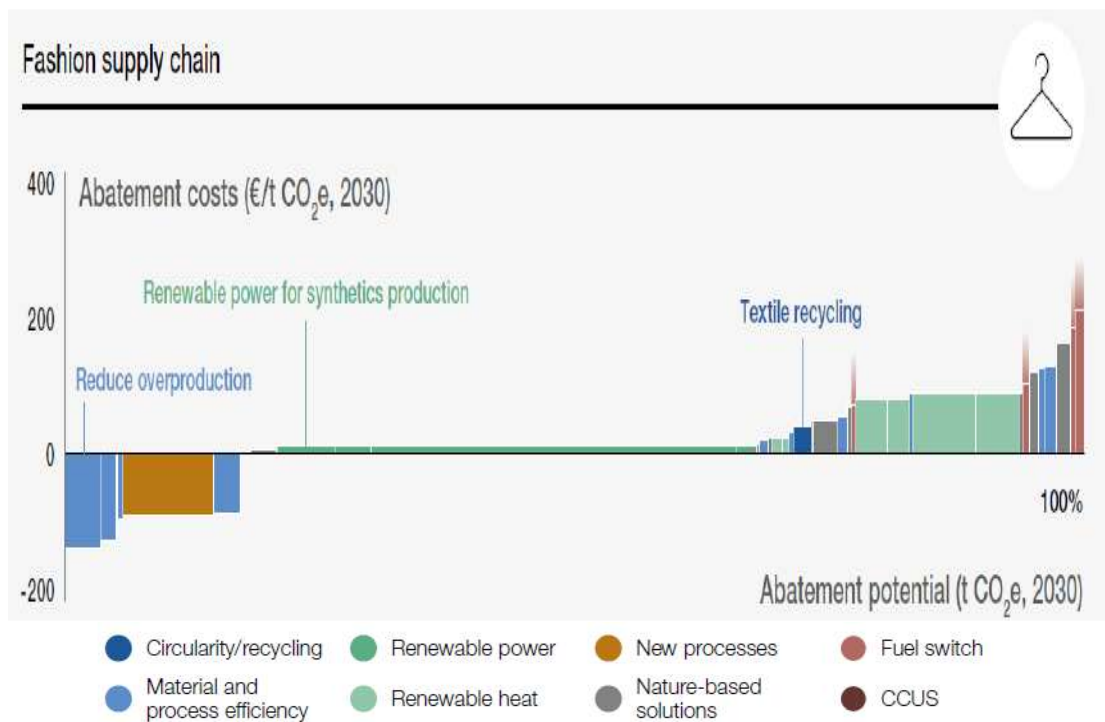


圖 34 時尚業 2030 年供應鏈脫碳施力點減碳潛力與成本曲線圖

資料來源：WEF (2021) Net-Zero Challenge: The Supply Chain Opportunity.

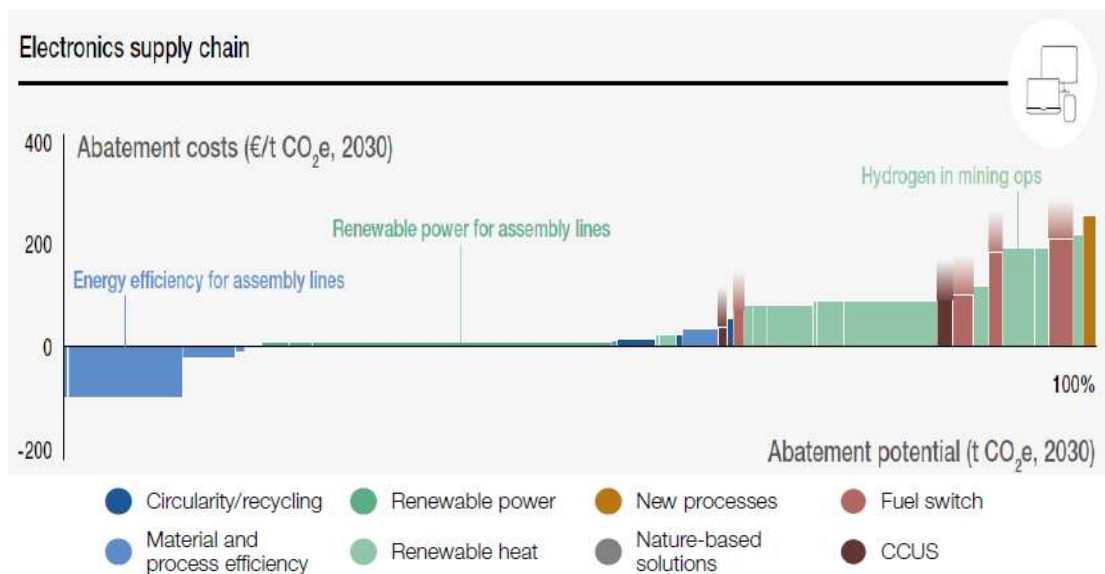


圖 35 電子業 2030 年供應鏈脫碳施力點減碳潛力與成本曲線圖

資料來源：WEF (2021) Net-Zero Challenge: The Supply Chain Opportunity.

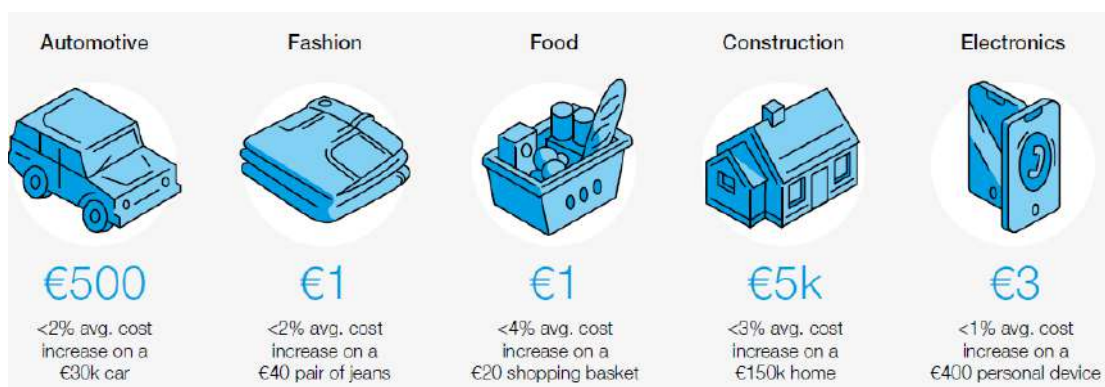


圖 36 不同產業年供應鏈脫碳最終產品成本轉嫁比較

資料來源：WEF (2021) Net-Zero Challenge: The Supply Chain Opportunity.

(四)、供應鏈脫碳指引-氣候領導企業供應鏈淨零策略

氣候領導企業供應鏈脫碳策略，可聚焦在五大構面：(1)提高透明度(create transparency)；(2) 優化 CO₂ 減排 (optimize for CO₂)；(3) 議和供應鏈(engage supply)；(4) 促進低碳生態系(publish ecosystem)；(5)強化組織機構能力(enable your organization)，以及衍生的九大行動：(1) 建立價值鏈排放基線並與供應商交換排放數據(Build a value-chain emissions baseline and exchange data with suppliers)、(2)設定範疇 1-3 的雄心減碳目標，並公布減排進展 (Set ambitious reduction target on

Scopes 1–3 and publicly report progress)、(3)產品永續性再設計(Redesign products for sustainability)、(4) 價值鏈/採購策略永續性設計(Design value chain/sourcing strategy for sustainability)、(5) 將排放指標納入採購標準，並追蹤績效進展(Integrate emissions metrics in procurement standards and track performance)、(6) 與供應商合作解決他們的排放問題(Work with suppliers to address their emissions)、(7) 參與部門的最佳做法、驗證、可追溯性、政策推動等倡議(Engage in sector initiatives for best practices, certification, traceability, policy advocacy)、(8) 擴大「購買群體」規模，提升企業承諾需求(Scale-up “buying groups” to amplify demand-side commitments)、(9) 導入低碳治理，激勵內部誘因，並強化組織力量(Introduce low-carbon governance to align internal incentives and empower your organization)。詳細內容分述如下：

1. 提高透明度(create transparency)

(1) 建立價值鏈排放基線並與供應商交換排放數據

建立價值鏈的排放基線相當重要。可以區分不同供應商等級，計算供應鏈排放量。對於一階(tier 1)供應商，以及排放量最大的產品、組件或商品，應使用更精確數據。

(2) 設定範疇 1-3 的雄心減碳目標，並公布減排進展

如果能夠取得完整的供應鏈排放，則公司應該設定參照控制溫升 1.5°C 的範疇 1-3 的雄心減碳目標，例如 2030 年減排 40-50%。同時，納入 SBTi 目標，並尋求以最低成本達成目標，例如建立減量組合策略，包括三項組合：內部減碳(internal initiative)、購買綠電(purchase

green power)及購買碳權(purchase carbon credit)等。

2. 優化 CO2 減排(optimize for CO2)

(1) 產品永續性再設計

設計與選擇有助於降低供應鏈排放的策略與方法，常見做法是品牌或領導企業要求降低供應商能源足跡，以及增加回收再生料占比，例如，戴爾(Dell)不斷提高產品中回收報廢電子產品和海洋塑料比例，同時提高產品的可修復性和可回收性，打造循環經濟。

企業兩項可行做法：(1) 關注整體供應鏈低碳生產活動，例如降低產品碳足跡 (carbon footprint)，降低產品的環境衝擊；(2) 響應客戶對循環材料的需求，解決環境問題。

(2) 價值鏈/採購策略永續性設計

公司還需要將產品價值鏈低碳排放設計納入決策，例如重新思考自製或外購決策，藉以降低遠程物流的需求及碳排放。以 INGKA 集團(IKEA, 宜家)為例，投資對公司長期發展的重要資源，例如永續能源、木材和回收材料。

3. 議和供應鏈(engage supply)

(1) 將排放指標納入採購標準，並追蹤績效進展

為供應商制定採購標準是解決上游排放問題的最作法之一，例如再生能源占比及產品使用回收材料占比，並結合企業採購決策。存在

兩種主要方法：(1)給供應商標準；(2)要求供應商自訂標準。

(2) 與供應商合作解決他們的排放問題

企業與上游供應商合作，共同推動循環經濟與減排投資計畫與策略，是降低企業碳排放的重要措施。發展供應商教育訓練、技術分享及補助支持方案等，是常見作法。例如 Google 幫助供應商建立產品價值，促進提高能源效率機會，並鼓勵與補助相關活動；Apple 要求供應 2030 年達到 RE100(100%使用乾淨能源)，相當於 8GW 綠電承諾。

4. 促進低碳生態系(publish ecosystem)

(1) 參與部門的最佳做法、驗證、可追溯性、政策推動等倡議

行業倡議是提高雄心目標影響力的重要方式，這對於依賴資本密集型技術解方(例如鋼鐵業應用氫能技術煉鋼)的企業，需要投資高無成本的企業特別重要。因此，具有雄心目標企業，應透過產業公協會的倡議，業給予其他壓力，避免失去成本優勢與競爭力。例如，AP Moller-Maersk 一直公開呼籲航運業，應採取更多氣候行動，被認為是實現行業雄心目標的領導企業。Maersk 也聯合多家合作夥伴，成立一個專注於零碳航運的獨立研發中心。

(2) 擴大「購買群體」規模，提升企業承諾需求

需求方承諾可以鼓勵脫碳技術投資。世界經濟論壇的 Mission Possible Platform 旨在匯集價值鏈參與者建立合作項目，並建立對綠

色水泥、鋼鐵、化學品和運輸解決方案的需求。擴大企業對更環保產品的承諾，可以激勵行業層級的積極行動。石油和天然氣氣候倡議 (Oil and Gas Climate Initiative , OGCI) 的成員共同投資碳捕獲和儲存 (carbon capture and storage, CCS) 技術研發，成為產業脫碳的重要技術依賴。

(3) 導入低碳治理，激勵內部誘因，並強化組織力量

旨在實現供應鏈脫碳的公司，需要將低碳治理納入其運營方式。需要與供應商共同推動更全面性資料交換與整合，以及納入企業採購標準及建立決策組織架構，促進企業的減排目標與相關激勵措施相一致。

5. 強化組織機構能力(enable your organization)

基於落實供應鏈脫碳目的，公司需要改變運營方式。企業需要與供應商進行更全面的排放數據交換，且需要建立將供應鏈碳排放納入採購標準與決策組織架構，並制定達成減排目標的激勵措，成為公司治理的重要一環。

公司需要建立與減排績效連結的問責機制(accountability)，提高公司治理效能。公司需要整合脫碳目標、資金分配及激勵措施，例如實施內部碳定價機制，將減排目標納入採購策略，確保公司總體目標在各部門充分落實。

柒、結論與建議-企業 ESG 行動

我國企業以出口為導向，亦是全球重要供應鏈一環，因此，企業在全球限碳趨勢下，將面臨雙軌減排壓力，如圖 37 所示。第一軌將來自國家與國際的強制性限制，例如碳定價 (carbon pricing) 及碳邊境稅 (Carbon Border Tax, CBT) 等；第二軌將來自私部門的自願性倡議及產業綠色供應鏈 (supply chain)，例如科學基礎目標倡議 (Science-Based Targets initiative, SBTi)、RE100 (100%使用再生能源)、氣候風險揭露 (Task Force on Climate-related Financial Disclosure, TCFD) 及企業內部碳定價 (Internal Carbon Pricing, ICP) 等。

ERM (Environmental Resources Management, 2022)對 39 家企業主 (issuers)和機構投資人(institutional investors)進行了一項調查(2022/02-03)，期望瞭解美國私營部門組織遵照美國證券交易委員會 (Securities and Exchange Commission, SEC, 2022)的 TCFD 揭露規定，所需要付出的成本，調查結果顯示，企業因應氣候相關揭露法規要求的平均成本約 530,000 美元/年(約 1,600 萬元新台幣/年)。碳成本內部化(碳費與碳關稅等)是企業碳風險來源，企業承擔碳風險成本將超過 10%。碳價達到 100 美元/噸 CO₂e，企業將減少 20%營收以上。



圖 37 企業將面臨雙軌減碳壓力

資料來源：本研究

綜上，產業淨零轉型策略與 ESG 行動建議如下：

一、ESG 行動一：企業淨零轉型風險辨識與衡量

全球【淨零競逐】發展趨勢下，經濟活動將碳中和化，例如國際碳關稅、供應鏈淨零碳管理、全球淨零金融倡議、科學為目標(Science-based Target, SBTi)、再生能源 100%(RE100)、氣候相關財務風險揭露(TCFD)等。意味著，碳成本內部化，將提升生產成本，改變不同碳含量產品的比較利益(Comparative Advantage)。隨著碳成本占產品總成本比重將愈來愈高，將衝擊產品競爭力，形成企業最重要的淨零轉型風險，因此，加強產品碳排放強度(或碳足跡)管理，成為企業 ESG 行動的重要課題。

根據歐盟排放交易指令 (Emissions Trading Directive) (European Union, 2009)界定之碳風險計算公式，如式(1)所示，是衡量企業淨零排放轉型風險的適宜與可操作指標：

$$R=(C+P+E)/VA \quad (1)$$

其中，R 為碳風險；C 為減排成本 (abatement cost)(包括碳盤查成本及節能投資成本等)；P 為排放權購買成本 (allowance purchase cost)；E 為電價轉嫁 (或增加) 成本；VA 為附加價值 (Value Added)。碳風險值受上述四項變數影響 (三項在分子，以及一項在分母)，因此，該項公式隱含幾個重要的產業特性，影響其碳風險值：(1)產業 GHG 排放量，排放量愈大，減排成本愈高，直接成本較高，碳風險高；(2)產業 GHG 減排不易，需要大量購買排放權，直接成本高，碳風險高；(3)產業用電量大，電價轉嫁成本高，間接成本高，碳風險高；(4)產業附加價值低，例如傳統產業，碳風險高。

企業可依據上述碳風險公式，辨識與衡量企業在不同情境碳風險值，作為企業碳風險壓力測試，找到企業遭受碳風險衝擊痛點，研擬因應對策。

二、ESG 行動二：強化企業 ESG 管理能力-建置產品碳流數位化資訊系統

因應企業碳風險管理及 ESG 績效的市場需求，企業應加速產品供應鏈碳足跡管理數位化碳流系統建立，作為評估碳風險與製作氣候績效報告的基礎。

碳風險與碳資產管理將是企業 ESG 的核心課題，具體行動包括建構數位化的碳流 (carbon flow) 管理系統 (第三層)，加強碳風險管理因應 (第二層)，以及碳資產投資布局與綠色金融因應的 ESG 績效管理 (第一層)，詳如圖 38 所示，分述如下：

(1)、碳流管理(第三層)

建立企業產品價值鏈與供應鏈的碳流數位化管理系統，包括企業組織溫室氣體排放(範疇一、範疇二及範疇三)及產品碳足跡盤查，掌握企業溫室氣排放熱點，將是企業 ESG 績效管理的最基礎行動。

(2)、碳風險管理(第二層)

企業碳風險主要來自供應鏈低碳轉型要求、參與國際淨零排放倡議及政府強制性碳管制等活動，所衍生的碳成本負擔，例如 CDP、RE100、SBTi、TCFD、碳關稅及碳稅等，企業應用碳流資訊管理(第三層)，提高碳風險及碳資產管理能力。

(3)、ESG 績效管理(第一層)

ESG 績效管理界定在應用碳風險管理資訊流(第二層)，滿足綠色金融有關碳盤查、永續會計準則(Sustainability Accounting Standard

Board, SASB)、及責任投資原則(Principles for Responsible Investment, PRI)等要求之餘,也可作為企業社會責任投資(Socially Responsible Investing)或淨零投資決策參考,例如淨零科技投資(氫能、綠能、儲能及直接空氣捕獲負碳科技等),以及自然為本解方(Nature-based Solution, NbS)投資(植樹、土壤碳匯及生態碳匯等),促進企業取得淨零轉型契機。

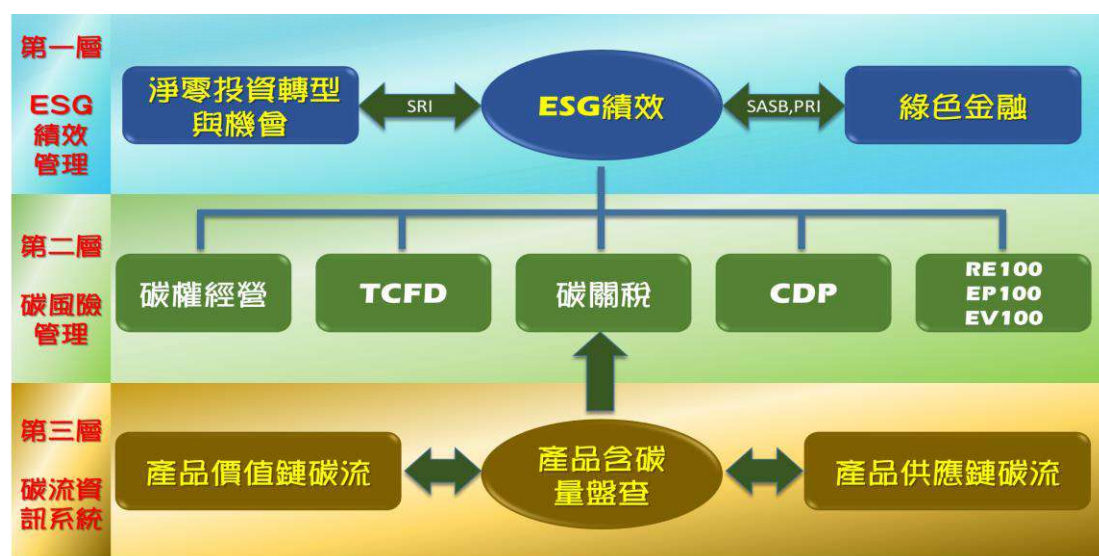


圖 38 企業碳流管理與 ESG 績效行動架構

資料來源：本研究

三、ESG 行動三：加速開發碳權方法學

因應未來蜂湧的減碳浪潮,例如節能、綠能、氫能、生物能源、儲能、電動車、CCUS、農業碳匯、負碳科技及循環經濟等,需要大量開發碳權方法學,企業應加速培養相關人力資本。

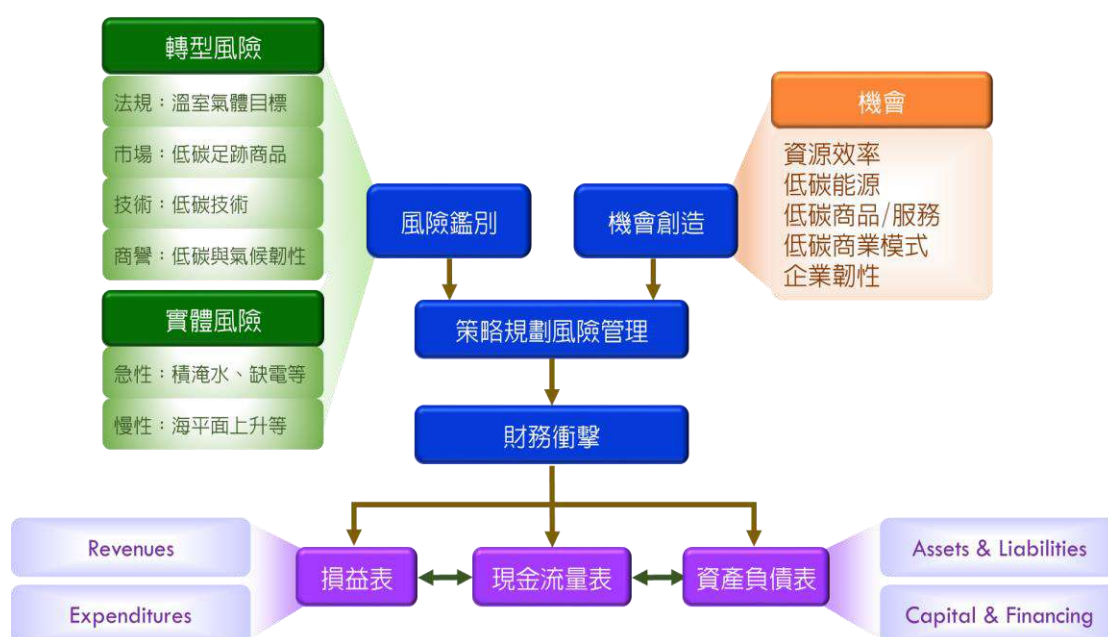
四、ESG 行動四：經營自然為本碳權-發展台灣特色《巴黎協定》第六條

企業購買國際流通大與合規的自願性碳市場碳權,降低企業淨零碳成本,提高企業淨零目標的雄心,同時,也可抵減國家排碳量。

2021 年經查證碳標準(Verified Carbon Standard, VCS)的核發量最高，2.18 億噸 VCS)約占 62%。(World Bank, 2022)主要原因來自：(1) 企業用於滿足減排目標需求；以及(2)將碳權視為投資標的，看好碳權獲利潛力。COP26 成立的格拉斯哥淨零金融聯盟，增加金融業淨零的碳權抵換需求。

五、ESG 行動五：加強氣候風險評估-建置 TCFD

基於氣候風險的日益提高，考量企業利害關係人權益，企業揭露氣候風險(實體與轉型風險)(Task Force on Climate Related Financial Disclosure, TCFD)，詳如圖 39，將逐漸成為法遵。日益增加頻率的極端氣候，及國際碳關稅發展，即是企業面臨最嚴峻的實體與轉型風險挑戰。因此，企業提升 TCFD 評估能力及揭露完整性，例如碳關稅對企業價值鏈影響及成本衝擊，將是企業界定氣候風險及因應機會的重要基礎，促進企業提早掌握佈局方向與時機。



資料來源：本研究

六、ESG 行動六：推動企業內部碳定價(Internal Carbon Pricing, ICP)

低碳投資、能源效率及行為改變是企業實施內部碳定價(Internal Carbon Pricing, ICP)的主要目的。主要效益包括：(1)壓力測試：掌握企業溫室氣體排放趨勢，因應未來強制性溫室氣體排放的外部成本內部化衝擊；(2)降低碳風險：促進相關低碳資本投資，提升能資源使用效率，降低碳風險；(3)成本有效性：透過內部碳定價制度，推動減碳策略組合，降低企業遵行 (法遵) 成本 (compliance cost)，開創低碳發展機會。

本研究參考 CDP(2017)的內部碳定價指引，研擬企業推動內部定價架構，詳如圖 40 所示。微軟公司 (Microsoft) 是當前全球淨零標竿企業，2012 年實施內部碳定價達到碳中和，經驗值得參考。微軟公司內部碳價水準主要透過三項成本的組合 (portfolio)，包括：(1)內部減碳 (碳中和倡議)成本 (cost of internal initiatives)；(2)綠色電力購買成本 (cost of green power purchase)；(3)碳權購買成本 (cost of carbon offsets)。據此計算單位內部碳價 (三項成本總合除總排放量)，碳價水準為 4-5 美元/噸 CO₂e(2012)，然而，隨著碳排放量增加，達成碳中和的碳價水準已提升至 15 美元/噸(2021)。

李堅明與楊喻閔 (2021) 依據參與 CDP(2019)問卷評比之台灣企業資料庫之 20 家企業。並式(1)的碳風險計算公式，獲得實施 ICP 企業的碳風險(3.22%)顯著低於沒有實施碳風險企業(6.18%)，相差約 1 倍。

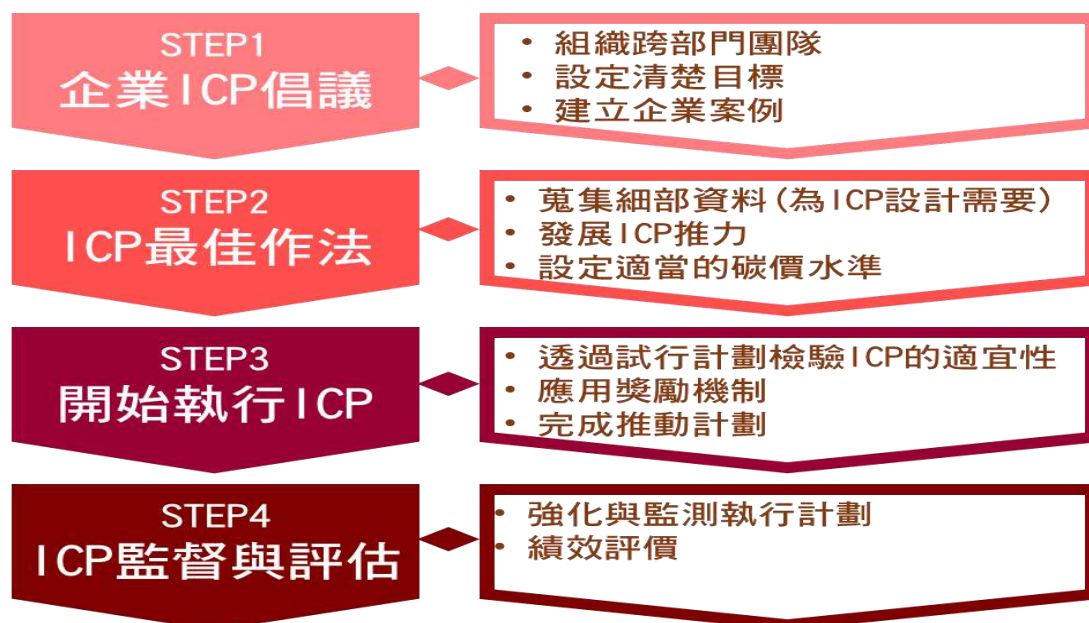


圖 40 企業推動內部碳定價架構

資料來源：本研究

七、ESG 行動七：董事會推動氣候績效報告(Climate Performance Report, CPR)

全球淨零企業績效發展趨勢下，氣候績效(或淨零績效)已逐漸與財務績效等量齊觀，企業加速建立與財務績效報告一樣穩健的氣候績效報告(Soonieus, Besland & Breeden, 2022)，已成為衡量企業整體績效的重要指標，也是董事會的重要 ESG 議題。2021 年 7 月起，微軟公司的高階主管 (包括執行長) 的薪水，都將與永續目標掛勾，減碳績效直接影響高階經理人薪酬。

參考文獻

- 中國國務院生態環境部(2021)。《2019-2020 年全國碳排放權交易配額總量設定與分配實施方案(發電行業)》
- 李堅明 (2019)，臺灣碳權交易與碳稅的未來，會計研究月刊，2019 年 11 月號，頁 101 - 107。
- 李堅明 (2021)，COP26 觀察與淨零排放因應，中華民國工商協進會永續發展研究委員會。
- 李堅明 (2021)，全球淨零排放因應與碳權交易推動，「環保碳權國際論壇」，台北清華校友會。
- 李堅明 (2021)，因應國際碳關稅如何訂定我國碳定價，「我國邁向碳中和的策略與產業發展論壇」，中華民國全國工業總會。
- 林聖忠、李堅明 (2021)，台灣碳定價選擇省思，產業，第 611 期，第 37-39 頁。
- 張子敬(2022)，2050 淨零排放，111 年中華民國能源經濟學會年會暨學術研討會，專題演講簡報。
- 陳雅筑 (2018)，以鄰為壑—跨國碳洩漏之變化及成因探討，中原大學國際經營與貿易學系碩士論文。
- 羅聖傑、林晉勗、林師模 (2021)，「全球碳邊境調整對產業價格之影響及因應策略」，台灣環境與資源經濟學會年會暨學術研討會，台北。
- Acar, Sevil, Ahmet Atil Asici, and A. Erinc Yeldan (2021), Potential effects of the EU's carbon border adjustment mechanism on the Turkish economy, Environment, Development and Sustainability, <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01779-1>
- Ahmad, N. and A. Wyckoff (2003), Carbon dioxide emissions embodied in international trade of goods, OECD Science, Technology and Industry

- Working Papers, No. 2003/15, OECD Publishing, Paris,
<https://doi.org/10.1787/421482436815>
- Boehm S. and C. Schumer (2023), 10 Big Findings from the 2023 IPCC Report on Climate Change.
- Campbell, A. Neil, Lisa Page, Talia Gordner (2021), Greening canadian borders – Canada considers border carbon adjustments for carbon-intensive imports, McMillan LLP, Retrieved from
<https://mcmillan.ca/insights/greening-canadian-borders-canada-considers-border-carbon-adjustments-for-carbon-intensive-imports/>
 (2022/03/05)
- Carbon Credit (2023/03/14), Live Carbon Prices Today.
- Chepeliev, M. (2021), Possible implications of the European carbon border adjustment mechanism for Ukraine and Other EU trading partners, ***Energy Research Letters***, 2(1), <https://doi.org/10.46557/001c.21527>
- Congressional Budget Office (CBO)(2013), Border adjustments for economy wide policies that impose a price on greenhouse gas emissions, Congress of the United States.
- Dong, Y., & Whalley, J. (2009), *Carbon motivated regional trade arrangements: Analytics and simulations* (No. w14880), National Bureau of Economic Research.
- Ecosystem Marketplace (2022), Status of voluntary carbon market 2022.
- European Commission (2011), Determining transitional Union-wide rules for harmonized free allocation of emission allowances pursuant to article 10a of Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council.
- European Commission (2020), Inception impact assessment.
- European Commission (2020), Report on function of European carbon market.
- European Commission (2021), Establishing a carbon border adjustment mechanism.

- European Commission (2021), Proposal for a regulation of the European parliament and of the council: Establishing a carbon border adjustment mechanism.
- European Parliament (2021), Towards a WTO-compatible EU carbon border adjustment mechanism, Committee on the Environment, Public Health and Food Safety.
- European Parliament (2022), On the proposal for a regulation of the European Parliament and of the Council establishing a carbon border adjustment mechanism (COM(2021)0564 – C9-0328/2021 – 2021/0214(COD)), Committee on the Environment, Public Health and Food Safety.
- Hasegawa, R., Kagawa, S., & Tsukui, M. (2015), Carbon footprint analysis through constructing a multi-region input–output table: a case study of Japan, *Journal of Economic Structures*, 4(5), DOI: 10.1186/s40008-015-0015-6.
- Hertel, T.W (1997), *Global trade analysis: Modeling and applications*, Cambridge University Press: New York, NY, USA.
- ICAP(2023), Emissions trading worldwide status report 2022.
- IETA (2019), GHG market sentiment survey 2019.
- Kasterine, A. and D. Vanzetti (2010), The effectiveness, efficiency and equity of market based and voluntary measures to mitigate greenhouse gas emissions from the agri-food sector, *UNCTAD Trade and Environment Review*, 1-37.
- Kuusi, Tero, Martin Björklund, Ville Kaitila, Kai Kokko, Markku Lehmus et al. (2020), Carbon border adjustment mechanisms and their economic impact on Finland and the EU, Publications of the government's analysis, Assessment and Research Activities.
- Lim, Byeongho, Kyoungseo Hong, Jooyoung Yoon, Jeong-In Chang, and Inkyo Cheong (2021), Pitfalls of the EU's Carbon Border Adjustment Mechanism, *Energies*, 14, 7303.

- Lin, Jin-Xu, Lin-Chih Tseng, Kuei-Feng Chang, Shih-Mo Lin (2020), Carbon content in production and consumption and the pollution haven hypothesis: An inter-industry input-output analysis, *Taiwan Energy*, 7(2), 119-132.
- Lin, Shih-Mo, Ya-Tang Chang and Jin-Xu Lin (2018), Energy and carbon embodied in the exports of Taiwan: An input-output structural decomposition analysis, *Taiwan Economic Review*, 46(1), 1-46.
- Machado, G., R. Schaeffer, and E. Worrell (2001), Energy and carbon embodied in the international trade of Brazil: an input–output approach, *Ecological Economics*, 39(3), 409-424.
- Marcu A., M. Mehling and A. Cosbey (2020), Border carbon adjustments in the EU issues and options, ERCST.
- Miller, R. E. and P. D. Blair (2009), *Input-output analysis: foundations and extensions*, Cambridge University Press.
- Moris A.C. (2018), Policy brief: Making border carbon adjustment work in law and practice, Tax Policy Center/Urban Institute & Brookings Institute.
- Pan, Jiahua, Jonathan Phillips, and Ying Chen (2008), China's balance of emissions embodied in trade: approaches to measurement and allocating international responsibility, *Oxford Review of Economic Policy*, 24(2), 354-376.
- PCAF(2022), *Financed Emissions – The Global GHG Accounting & Reporting Standard*.
- Putti (2016), Carbon Market Cooperation under the Paris Climate Regime.
- Reuters (2021/3/2), Biden administration to consider carbon border tax as part of trade agenda: USTR, Retrieved from <https://www.reuters.com/article/us-usa-trade-biden-idUSKCN2AT3EX> (2022/03/05).
- Sánchez-Chóliz, Julio and Rosa Duarte, CO₂ emissions embodied in international trade: evidence for Spain, *Energy Policy*, 32(18), 1999-2005.

- Sun, C., D. Ding, and M. Yang (2017), Estimating the complete CO₂ emissions and the carbon intensity in India: From the carbon transfer perspective, ***Energy Policy***, 109, 418-427.
- Task Force on Climate Development and the International Monetary Fund(2022), The Global Impact for a Carbon Border Adjustment Mechanism.
- Tokyo Metropolitan Government Bureau (2021), TMG finalizes the cap for Tokyo cap and trade program after 2020.
- UNFCCC(2023/01/31), CDM Insight.
- Wang, H. and B. W. Ang (2018), Assessing the role of international trade in global CO₂ emissions: An index decomposition analysis approach, ***Applied energy***, 218, 146-158.
- World Bank (2022), State and trends of carbon pricing 2022, The World Bank, 1818 H Street NW, Washington, DC 20433, USA;
- World Economic Forum (2021), Net-zero Challenge: The Supply Chain Opportunity, Insight Report.
- Xu, Yan and Erik Dietzenbacher (2014), A structural decomposition analysis of the emissions embodied in trade, ***Ecological Economics***, 101, 10-20.



台灣低碳社會與綠色經濟推廣協會
Taiwan Association for Low Carbon Society and Green Economy

