

台灣碳定價配套與企業因應之研究

(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 113 年 12 月 20 日

台灣碳定價配套與企業因應之研究

(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 113 年 12 月 20 日

摘要

碳定價(carbon pricing)是因應全球淨零賽跑(race to zero)的重要政策工具，台灣於 2023 年成立「台灣碳權交易所」(Taiwan Carbon Solution Exchange, TCX)，同時，環境部也宣布 2025 年開徵碳費，台灣碳定價時代已排來臨。企業面臨產品低碳供應鏈管理及金融低碳投融资雙重壓力下，將形成新興的碳風險(carbon risk)，碳風險管理及預警機制的建立，將成為企業因應淨零風潮的最重要策略。爰此，本計畫設定三大研究目的：(1)研析國際主要國家碳定價機制與交易實務；(2)研析企業碳風險影響因子與預警機制；(3)研析我國碳定價制度配套及國際接軌建議。

本研究深入檢視現行碳費制度設計之問題，研提自主減量計畫與碳交易的配套，促進碳費的減碳動能，以及助力 2030 年國家自定貢獻(Nationally Determined Contributions, NDCs)減排 24%承諾實踐。在企業因應策略，本研究以全球 44 家造紙業 2022 年 CDP 問卷資料，實證影響企業碳風險的關鍵影響因子。進一步，制定碳風險缺口(carbon risk gap)，建立視覺化的碳風險管理的預警機制。本研究也發現，企業設定目標年(2030 年)雄心減排承諾及 CDP 評等成績較佳，可顯著降低企業的碳風險值，訂定 SBTi 目標、內部碳定價及提高碳生產力等三項措施，也會降低企業碳風險，但不顯著，上述，成為企業碳風險管理的重要行動與策略。本研究成果，具有高度政策意涵，提供政府碳費配套參考，另一方面可作為企業與金融機構淨零轉型與 ESG 績效管理的實務參考。

關鍵字：淨零排放、碳定價、碳費、碳風險、供應鏈

目錄

壹、緒論	5
一、研究背景與目的	5
二、研究內容	13
三、研究方法	13
四、執行步驟與架構	14
貳、全球淨零治理與政策發展	15
一、COP28 全球盤點	15
二、COP29 氣候大會觀察與啟示	26
三、氣候政策國際比較與搭配	36
參、全球金融機構淨零投融資行動	43
一、哥拉斯哥淨零金融聯盟擴大淨零融資策略	44
二、全球碳金融發展	46
三、金融機構淨零挑戰與碳金融助力	48
四、金融機構碳金融國際準則	52
五、金融機構與產業是淨零生命共同體	56
肆、國際自願性碳權品質與抵換誠信發展研析	58
一、國際自願性碳市場發展現況及碳權品質認定	59
二、使用碳權是提升企業氣候績效	63
三、企業使用碳權的完整性評析	65
伍、研析我國碳定價制度配套及國際接軌建議	72
一、瑞士碳稅徵收與碳權抵換搭配	72
二、新加坡碳定價法	77
三、台灣碳費徵收三法研析	80
四、碳費徵收三法相關問題評析	85
五、本章小節	87
陸、企業因應-企業碳風險管理與預警機制建立	91
一、碳風險內涵、衡量級影響因子	91
二、碳風險實證-以造紙業為例	93
三、碳風險預警機制建立	101
四、企業碳風險管理影響因子檢定	109
柒、結論與建議	117
一、研究結論	117
二、研究建議	120
參考文獻	122

圖目錄

圖 1 全球碳定價現況.....	11
圖 2 瑞典碳稅的實施成果.....	11
圖 3 歐盟碳交易制度的減排成果.....	12
圖 4 台灣 NDC 路徑圖	12
圖 5 研究流程架構	14
圖 6 全球溫室氣體排放趨勢	17
圖 7 不同情境的全球溫升水準	30
圖 8 SDT 執行架構	32
圖 9 新加坡應用 Verra 與 Gold Standard 碳權核發標準	35
圖 10 全球主要國家採行政策工具趨勢與比較.....	40
圖 11 全球主要國家顯著減排政策工具比較	42
圖 12 全球 VCM 交易額趨勢圖	62
圖 13 全球 VCM 交易量額趨勢圖	62
圖 14 企業碳中和標準作業程序.....	67
圖 15 企業應用碳權達到碳中和與負碳示意圖.....	68
圖 16 納管對象溫氣體排放量比較	81
圖 17 自主減量計畫執行程序.....	83

表目錄

表 1 碳交易與碳費/稅制度優越性比較	10
表 2 全球溫室氣體減排盤點結果	19
表 3 全球調適盤點結果	20
表 4 環境與社會保護指標	32
表 5 不同部門採行的減排政策工具比較	39
表 6 GFANZ 淨零金融優先行動建議	46
表 7 NORGES 投融資的非財務因子	52
表 8 高品質碳權認定準則	63
表 9 部門碳權抵換專案內容與比較	77
表 10 碳費徵收辦法內容	82
表 11 行業別指定削減率	84
表 12 技術標竿指定削減率	84
表 13 各行業目標年(2030)燃料排放標竿	85
表 14 全球 44 家造紙公司基本資料彙整表	95
表 15 不同碳費發生機率之情境設定	98
表 16 全球(2021 年)44 家造紙業不同碳價成本情境之碳風險值比較 ..	99
表 17 2030 年造紙業 31 家造紙業不同碳費情境之碳風險值	102
表 18 碳風險管理缺口率(G)預警信號界定值表	104
表 19 造紙業不同碳費情境碳風險預警信號與碳風險管理缺口彙整表	105
表 20 全球 44 家造紙公司基本資料彙整表	110
表 21 全球 44 家造紙公司淨零轉型氣候行動彙整表	111
表 22 碳風險值影響因子迴歸分析結果	115

壹、緒論

一、研究背景與目的

全球淨零轉型迫在眉睫，聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)於 2023 年在阿拉伯聯合大公國的杜拜(Dubai)舉行第 28 次締約國會議 (the 28th of Conference of Parties, COP28)，發布「第一期全球盤點成果報告」(Outcome of the First Global Stocktake)，結果顯示，無論在減緩(mitigation)或調適(adaptation)的成績單，都不及格，減緩成績距離目標約差距 8 倍，調適成績距離目標約差距 14 倍左右，成績更差。UNFCCC 呼籲 2025 年在巴西里約熱內盧舉行的 COP30 氣候大會，全球需要提出更具雄心的「國家自定貢獻」(Nationally Determined Contributions, NDCs) (例如 2030 年減排至少 43%，相較於 2019 年，符合 1.5°C 目標路徑)，以及加強調適行動。據此發展趨勢，國家將會加速與擴大規模，開展系列轉型活動，例如能源轉型(特別是電力系統脫碳)與社會轉型(特別是公正轉型)等，金融機構將扮演重要的驅動力，碳權開發將更有價值(特別是碳移除專案(Carbon Dioxide Removal, CDR)，碳權使用將需要更具誠信度(integrity)，避免漂綠(greenwashing)。諸此種種，產業部門將面臨重要綠色供應鏈(賺不到錢)與綠色金融(借不到錢)的雙重挑戰，因此，如何將淨零挑戰轉為競爭力機會？創造財務與氣候績效，將是企業 ESG 的重要課題。

碳定價機制 (carbon pricing)具成本有效性(cost effectiveness)，已成為全球淨零轉型(race to zero)的重要政策工具。碳定價工具區分價格機制(例如碳稅/費(carbon tax./fee)數量機制(例如碳交易制度(Emissions Trading Scheme, ETS))，前者透過碳稅/費率「以價制量」，促進減碳，全球約有 39 國家區域實施；後者透過排放額度分配「以量制價」，直接限制企業排碳量，全球約有 36 個區域國家實施。依據世界銀行(2024)的最新統計，

全球有 75 國家(區域、省州及城市) 採行碳定價工具，總溫室氣覆蓋量約 24%，2023 年總收入已達到 1,040 億美元，其中，碳稅收入約 290 億美元，碳交易制度收入約 750 億美元。依據國際經驗，碳定價收入會支用於 5 大領域，(1) 一般性預算(包括減少債務)；(2)氣候減緩；(3)低碳創新；(4)教育與健康；及(5) 個人、家庭與企業補助等 (International Carbon Action Partnership, ICAP, 2024)，可挹注政府的支出，以及有效的將收入再利用，可創造「雙重紅利」(double dividend)(經濟成長與減碳)，以及公正轉型(just transition)。

瑞典是當前最成功的碳稅實施國家，1991 年引入碳稅制度(結合原有能源稅)，稅率由 1991 年的 25 歐元/噸 CO₂，歷經 32 年，逐年增加至 122 歐元(2023)，溫室氣體已減排 33%，然而，經濟成長 92%，達到溫室氣體與經濟成長絕對脫鉤(absolute decoupling)的結果(Government Offices of Sweden, 2023) (詳見圖 2)；歐盟是當前實施碳交易(Emissions Trading Scheme, ETS)成果最顯著區域組織，於 2005 年引入總量與碳交易制度(Cap and Trade, C&T)，2023 年的平均碳價約 70-80 歐元/噸 CO₂e，溫室氣體減排 21%(2022 年) (EU, 2024))(詳見圖 3)。雖然碳稅與碳交易制度均有成功的減碳國際案例，然而，兩種碳訂價制度的優劣勢比較，詳見表 1，減碳主動在企業是碳稅/費制度最大劣勢，減碳主動權在政府是碳交易制度的最大優勢，表1 顯示，以九項準則的綜效來看，碳交易制度相較於碳費制度，具有較高的優越性 (李堅明，2022)。

全球碳市場已達到 9,240 億美元(2023)規模，每年交易量已達到 100 億噸 CO₂e (Michawlowa, 2024)。強制性市場(Comply, Carbon Market, CCM)是國際碳市場主軸，以歐盟的強制性碳市場代表，約占市場規模的八成以上；自願性碳市場(Voluntary Carbon Market, VCM)為輔助性，自 2005 年以來，已累計核發 41 億噸碳權(2023)，累計交易 24 億噸碳權(2023)，

累計交易總額約 108 億美元，平均碳價約 10 美元/噸 CO₂e (Ecosystem Marketplace, 2024)，展望未來，自願性市場碳價可望提高至 40-60 美元/噸 CO₂e) (Carbon Credit, 2024)。經查證碳標準(verified Carbon Standard, VCS)為代表，約占七成的碳市場規模，是最重要的 VCM，台灣碳權交易所於 2024 年 6 月 13 日也首度引入 VCS 的碳移除碳權。碳交易實務，涉及碳權法律本質(legal nature)、碳會計、碳交易稅、碳帳戶開立及碳權申請等程序，以及避免碳犯罪等，均是重要碳權交易實務。隨著 VCM 的發展及淨零轉型壓力，應用碳權實踐減排承諾與碳中和目標，已成為企業重要淨零轉型策略，也意味著，企業氣候雄心與 ESG 績效 (Ecosystem Marketplace, 2023)。然而，如何遵行碳中和國際標準(ISO14068-1, 2024)及碳權使用誠信度國際準則(Claims Code of Practice, ICVCM, 2023)，避免企業陷入漂綠(greenwashing)困境，將是企業 ESG 的重要工作。

國際貨幣基金(International Monetary Fund, IMF, 2024)最新 ESG 研究報告指出，國際 ESG 評比機構在社會(social)與治理面(governance)績效評比指標較一致性，然而，在環境面的績效評比指標，則存在很大差異性，降低對企業永續性績效的辨識度。亦即，辨別企業是漂綠(greenwashing)，抑或真永續性，將成為金融機構 ESG 的核心工作。IMF(2024)提醒金融機構，現行的 ESG 評比分數，對企業與國家減排及 17SDGs 的效果有限。進而，提出四大轉型金融(transition finance)工作，(1)永續金融數據揭露；(2)社會責任投資(Socially Responsible Investment, SRI)；(3)觸動企業 ESG 績效工具；(4)加強碳市場(carbon markets)。聯合環境發展規畫署(United Nations Development Program, UNDP, 2024)呼應 IMF(2024)的提醒，特別提出企業 ESG 的環境構面的績效指標：範疇一碳排放(scope 1)、範疇二碳排放(scope 2)、溫室氣體排放強度 (carbon intensity)、能源效率(energy conservation)、節水效率 (water conservation)及廢棄物產生(waste

generation)等 6 大構面，每一構面都要回應 SDGs，例如 SDG6, 7, 12 及 13 等，提供企業參考。

碳定價機制將體現排碳有價化，排碳即成為企業經營成本與負債，影響企業競爭力，稱為碳風險(carbon risk)，成為企業 ESG 的核心課題。碳風險是衡量企業碳成本負擔承受力指標，依據歐盟(2009)的界定，碳成本來自企業內部減排成本、外部碳權購買或碳稅支付成本及電力轉嫁成本三項，三項碳成本占該企業營收或附加價值比例，即成為該企業的碳風險值，碳風險值高於 5%稱有碳洩漏風險；碳風險值高於 30%則稱為高度碳洩漏(carbon leakage)企業。Lee and Yang (2022)最早應用碳風險值，衡量我國半導體產業的碳成本負擔承受力，研究發現，企業實施內部碳定價(Internal Carbon Pricing, ICP)可以有效降低企業碳風險值。可知，適當的碳風險管理與預警機制，將可有效提高企業氣候績效。金融監督管理委員會(簡稱金管會)於 2024 年已開始要求上市櫃企業的高階管理人員，薪酬需要與企業氣候績效或 ESG 接軌；可見，建立客觀與可操作的氣候績效衡量指標，已成為企業永續經營的新興課題。

我國是出口導向國家，2023 年出口值 4,324 億美元、占全球比重 1.8%，世界排名第 16，成為支撐台灣經濟發展與就業的驅動力(財政部，2024)，面臨全球淨零轉型，逐步提高的碳定價趨勢，65-127 美元/噸 CO₂e (控制溫升 2°C 目標) 及 226-385 美元/噸 CO₂e(控制溫升 1.5°C 目標) (World Bank, 2024)，將大幅提升企業的經營成本，碳風險儼然成為企業永續經營的新興風險，評估碳風險影響因子及建立碳風險管理預警機制，成為企業因應淨零轉型挑戰，提升競爭力的核心課題。

台灣於 2023 年通過《氣候變遷因應法》(簡稱《氣候法》)，將碳費列為優先減碳工具，開啟我國的碳定價時代。環境部業已於 2024 年 8 月公告「溫室氣體減量額度交易拍賣及移轉管理辦法」(碳交易辦法)，以

及三項碳費徵收子法，分別為《碳費收費辦法草案》、《碳費徵收對象溫室氣體減量指定目標草案》及《自主減量計畫管理辦法草案》，刻正加速研議碳費費率水準，並規劃 2026 年開徵。2023 年，在蔡英文總統指示下，台灣也設立「台灣碳權交易所」(Taiwan Carbon Solution Exchange, TCX)，推動自願性碳權(Voluntary Carbon Credit, VCC)，提供高品質自願性碳權 (voluntary carbon credit)，並於 2023 年 12 月 22 日正式推出的國際碳權交易平台，首日交易順利進行，共 27 家企業參與(含金控子公司合計 45 家)，共交易 88,520 噸二氧化碳當量之碳權，成交價格落於每公噸 3.9-12 美元之間，也開啟台灣碳交易元年，2024 年 10 月 2 日台灣碳交所正式上架國內減量額度交易，這是自台灣 1999 年開始擘劃交易制度以來，新的里程碑。價格發現或訊號(price signal)將引導利害關係人的行為與投資決策，促進低碳科技發展(Cantone et al., 2023)，實踐真實減碳效果，這是碳定價機制的最核心課題。因此，如何促進市場流動性，促進價格發現機制，將是碳定價制度設計的重點。台灣同時推動碳費與自願性碳權交易市場，如何配套？以及國際接軌，均攸關我國企業碳風險與競爭力，這也是本研究的主要目的。

淨零是全球議題，任何國家都無法獨善其身，同行才可致遠，簡言之，就是要參與國際減碳合作。台灣已提出 2030 年減排 24%的 NDC 目標，並將減碳國際合作，呼應《巴黎協定》第六條，列為重要施政 (詳見圖 4)，然而，並未見任何國際減合作的行動計畫，因此，如何善用 TCX 功能，作為與國際碳交易接軌平台，將是提升台灣 2030 年 NDC 目標雄心的機會。此外，碳定價制度涉及得宜可達到激勵企業減碳的效果，反之，設計失當，則僅會增加企業成本，徒增碳風險，沒有減碳效果，值此國家碳定價制度設計之際，必須相當謹慎。爰此，本研究將借重國際碳定價成功經驗，檢視《氣候法》有關碳費徵收法律授權，以及相關子

法的制度設計，對企業成本衝擊與減碳誘因，以及觸動碳交易流動性與價格訊號的影響與限制，據此，研擬相關配套措施與國際接軌建議。

綜上分析，歸納本計畫目的如下：

- (一)、研析國際主要國家碳定價機制與交易實務；
- (二)、研析企業碳風險影響因子與預警機制；
- (三)、研析我國碳定價制度配套及國際接軌建議。

表 1 碳交易與碳費/稅制度優越性比較

準則	碳稅/費	碳交易
減量合作	自行減排	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)
適用對象	中小企業(負擔高)	大企業(總量管制)
雙重紅利	有	有(採行拍賣)
經濟效率	低	高(就業及碳金融等)

資料來源：本研究

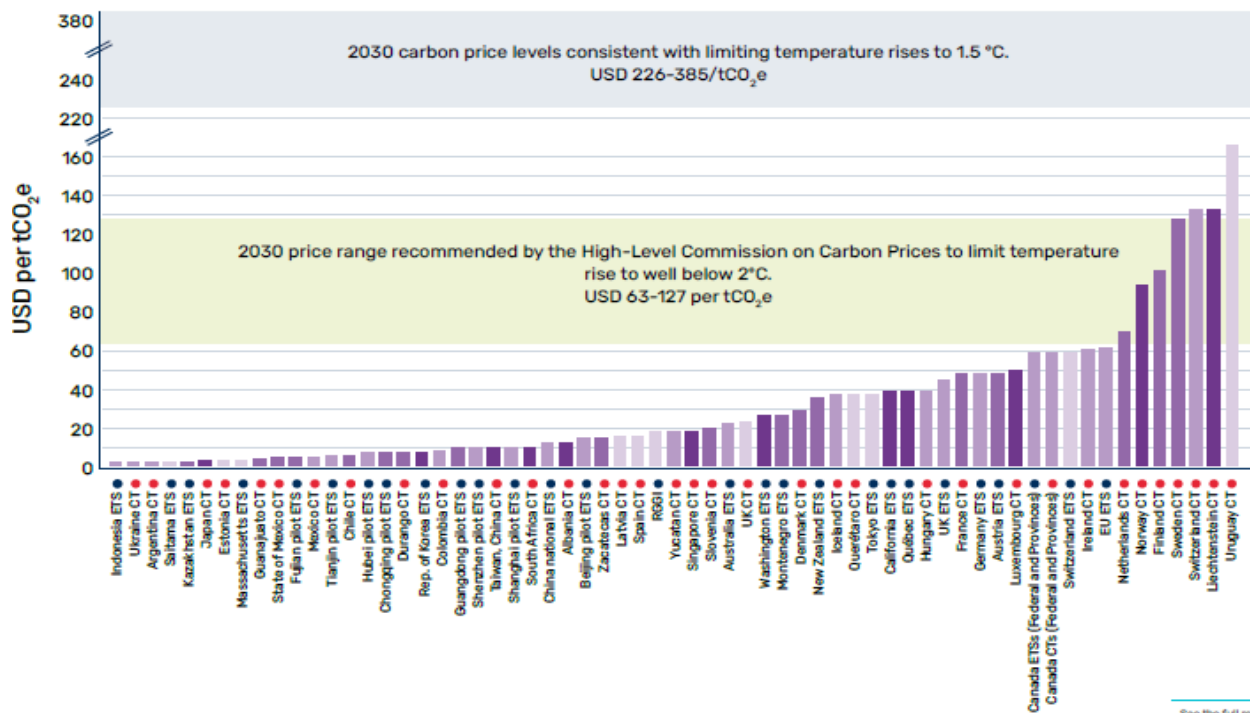


圖 1 全球碳定價現況

資料來源：World Bank(2024), State and Trends of Carbon Pricing 2024.

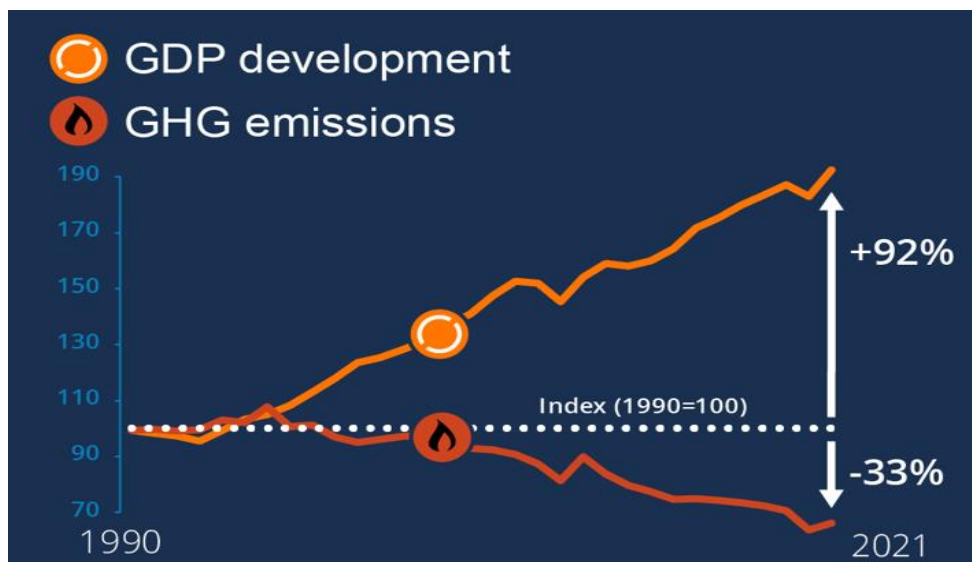


圖 2 瑞典碳稅的實施成果

資料來源：Government Offices of Sweden (2023), Carbon Taxation in Sweden.

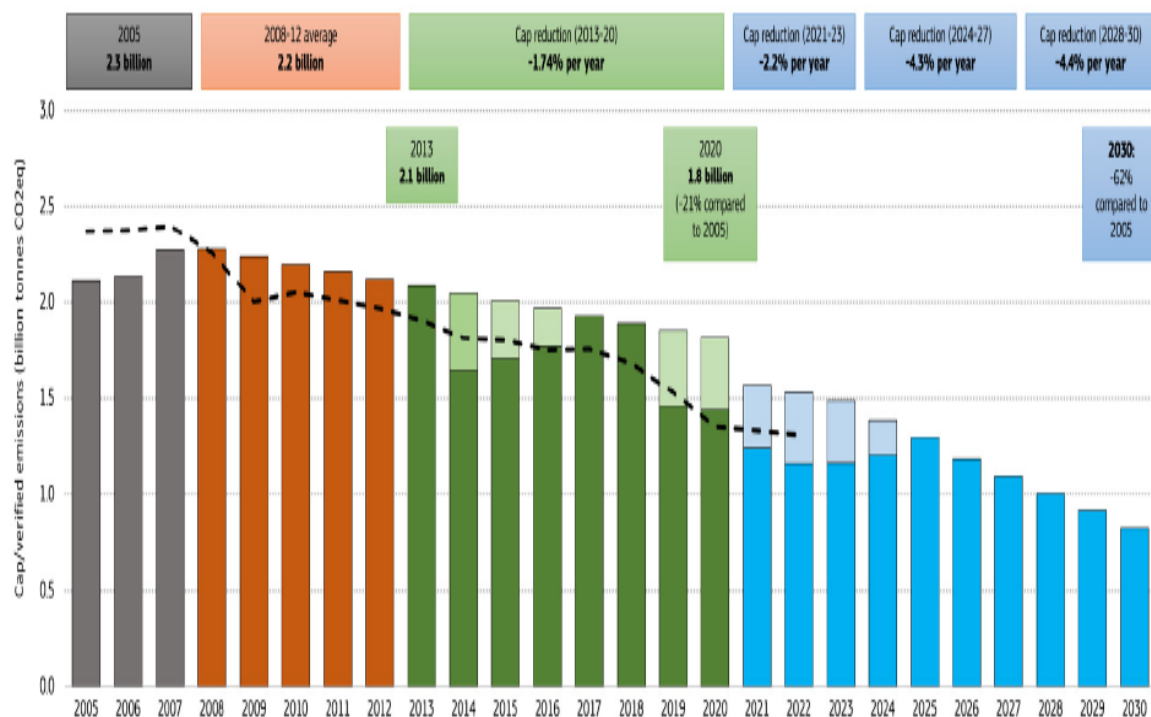


圖 3 歐盟碳交易制度的減排成果

資料來源：EU(2024), Progress Report 2023 Climate Action.



圖 4 台灣 NDC 路徑圖

資料來源：國發會(2023), 台灣淨零十二項關鍵戰略行動計畫。

二、研究內容

為達到本計畫目的，研究內容規劃如下：

1. 研析全球淨零治理發展趨勢與因應策略(例如 COP28(2023)全球盤點(Global Stocktake, GST)與國際氣候政策文獻等；
2. 研析國際與國內轉型金融與 ESG 發展趨勢與標準；
3. 研析碳定價的減碳傳遞機制，釐清碳稅/費與碳交易制度減碳效果差異性；
4. 研析企業碳中和標準(例如 ISO 14068-1 標準)與碳權使用誠信(integrity)原則發展；
5. 研析國際性自願性碳市場的淨零意涵與交易實務；
6. 評估碳定價對產業碳風險影響及預警機制建立與指引研擬；
7. 研擬我國碳定價制度配套與國際接軌建議。

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. 蒐研國際最新淨零發展現況與碳定價的健減碳意涵(例如 COP28 全球盤點(Global Stocktake, GST)(2023)等)；
2. 蒐研國際碳市場與淨零金融發展文獻：例如 World Bank, International Carbon Action Partnership (ICAP), Ecosystem Marketplace(EM)、GFANZ 及 Climate Policy Initiative (CPI)最新報告等；
3. 蒐研碳中和國際標準與權品質與誠信原則內涵，例如 ISO 14068-1 及 ICVCM(International Council of Voluntary Carbon Market)的誠信標準等。

(二)、實證法

1. 界定企業碳風險影響因子，應用 CDP(2022)資料庫，實證分析。
2. 研擬碳風險預警機制與指引，以及降低碳風險的管理策略。

四、執行步驟與架構

本計畫執行步驟與架構，詳如圖 4 所示：

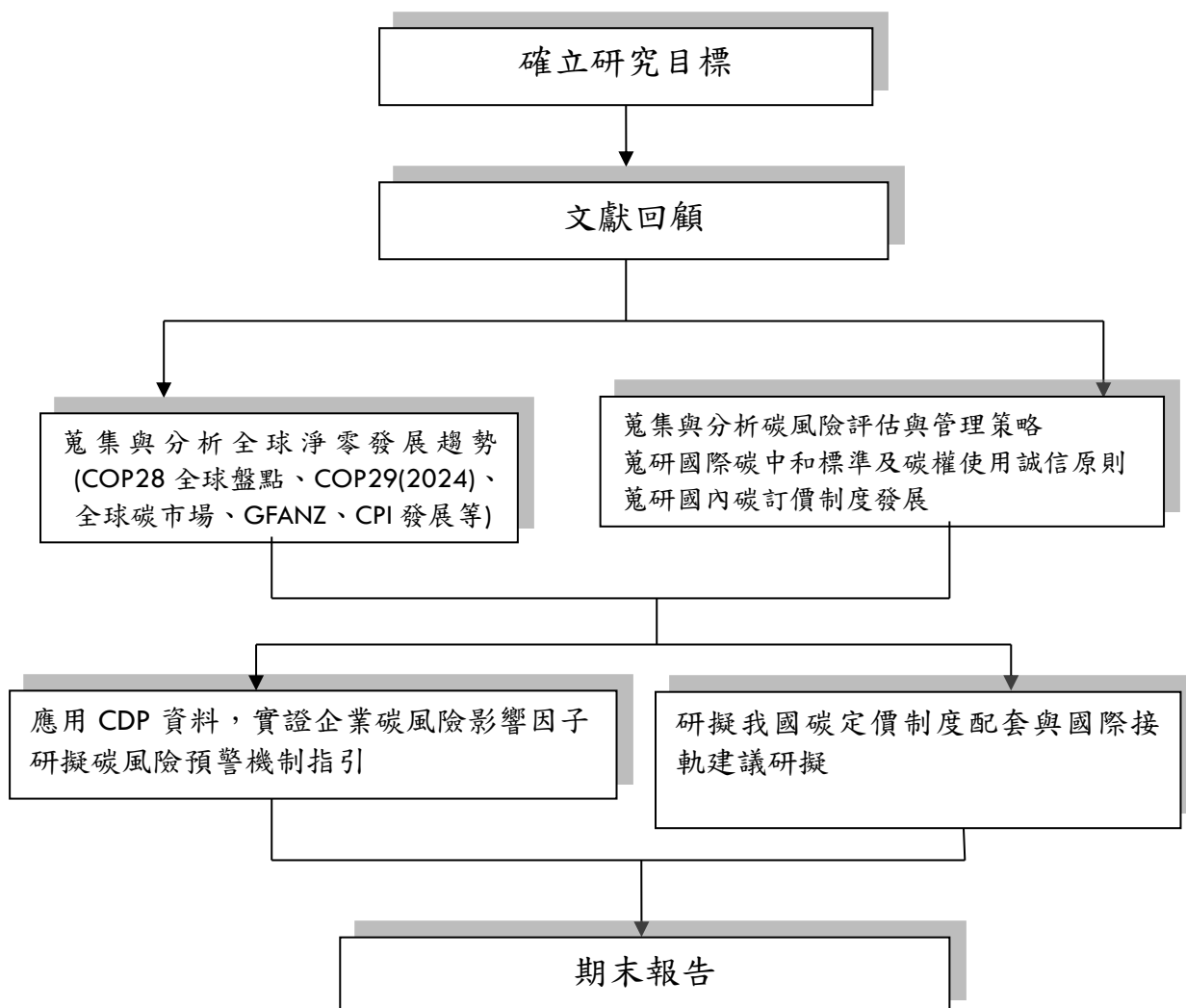


圖 5 研究流程架構

貳、全球淨零治理與政策發展

一、COP28 全球盤點

氣象科學家發現 2023 年是近 12 萬年以來的最高溫一年，全球平均溫升已達到 1.48°C (相較於 1860 年)(WRI, 2024)，距離《巴黎協定》(Paris Agreement) 1.5°C 已所剩無幾，氣候緊急時代已來臨。在此背景下，聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)於阿拉伯聯合大公國的杜拜(Dubai)舉行第 28 次締約國會議 (the 28th of Conference of Parties, COP28)，重要氣候大會領袖的重要發言，顯示本次氣候大會的任重道遠。Sameh Shoukry (COP27 主席)指出，遺憾看到氣候融資減少及逐步減少化石燃料的努力不足，並指出這將削弱人們對氣候制度的信任；Sultan Al Jaber (COP28 主席)呼籲應採取“不講廢話方法”(no-nonsense approach)，且應遵守 1.5°C 的目標，以及應了解全球盤點 (GST)的結果，顯示全球應更加強增強 2030 年雄心與行動；聯合國秘書長 António Guterres 呼籲透過全球盤點(Global Stocktake, GST)刺激國家大幅減排，停止化石燃料的使用，並加速公正轉型。他也強調 GST 可促進多邊開發銀行改革，及倍增調適融資；Simon Stiell (UNFCCC 秘書長)強調加速氣候行動的緊迫性，並敦促與會者應發出更明確的減少化石燃料訊號，也呼籲應提高「國家自定貢獻」(NDC)雄心，且在 COP30 前要落實 1.5°C 路徑；Jim Skea (IPCC 主席)應注意工業革命以來，全球來溫度上升超過 1°C(目前約 1.1°C)，並強調聯合國環境規劃署 (UNEP) 的減排差距報告指出，依照目前排放情境，溫升將達到 3°C；英國國王 King Charles III 呼籲將公共和私人融資與風險擔保等創新工具整合，並確保資源流向最永續的解方。他建議各國應建立 100 年願景的雄心目標與長期解方。

COP28 氣候大會主要目的是進行「全球盤點」(GST)，簡單講，就是檢視《巴黎協定》2015 年以來，執行績效的期中考成績。兩個星期的會議期間，經由會員國的冗長討論，最後發布「第一期全球盤點成果報告」(Outcome of the First Global Stocktake)，結果顯示，無論在減緩(mitigation)或調適(adaptation)的成績單，都不及格，減緩成績距離目標約差距 8 倍，調適成績距離目標約差距 14 倍左右，成績更差。展望 COP28 氣候大會之後，全球將會提出更具雄心的「國家自定貢獻」(NDCs)，以及加強調適行動，據此，國家將會加速與擴大規模，開展系列轉型活動，例如能源轉型與社會轉型等，金融機構將扮演重要的驅動力，碳權開發將更有價值，碳權使用將需要更具誠信(integrity)。產業部門將面臨重要轉型挑戰，如何因應？將挑戰轉為機會，將是企業的重要課題。

(一)、全球減緩與調適現況與差距

● 全球溫室氣體排放創新高

全球溫室氣體排放由 2021 年成長 1.2%，總排放量達到 574 億噸 CO₂e (2022) 的歷史新高 (詳如圖 6 所示)(UNEP, 2023)，關鍵在於約占 68%的全球能源部門的 CO₂ 排放 370 億噸 CO₂e(2022)，也達到歷史新高 (IEA, 2023)。依據跨政府間氣候變遷專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, 2023)的評估報告，如果要達到《巴黎協定》控制溫升 1.5°C 目標，則 2030 年全球需要減排 43%(相較於 2019 年)，然而，依據各國 NDCs 的減排承諾，約減排 5.3%，減排差距約 8 倍。

為加速全球減排速度不夠快(能源轉型與節能)，為達到《巴黎協定目標》2050 年淨零目標，除了要加速減排措施之外，應要加強二氧化碳移除 (Carbon Dioxide Removal, CDR)技術發展，例如種樹與土壤碳匯及直接

空氣捕獲(Direct Air Carbon Capture, DACC)CO₂ 與碳捕獲與封存(Carbon Capture and Storage, CCS)技術。當務之急是提升各國 NDCs 雄心，以及加速能源轉型，已成為 COP28 氣候大會之後，各國的重要施政重點。

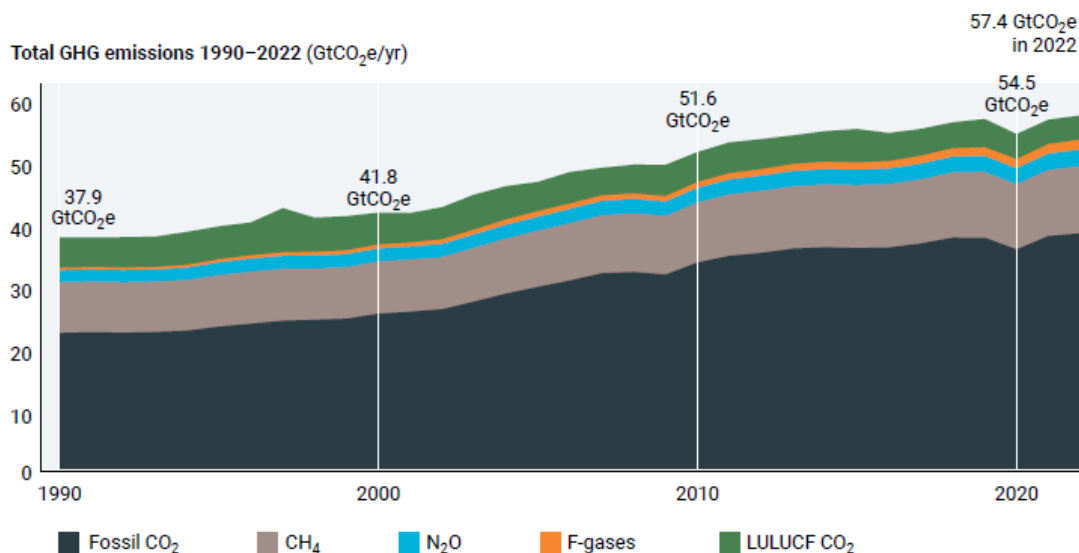


圖 6 全球溫室氣體排放趨勢

資料來源：UNEP(2023), Emissions Gap Report 2023.

● 全球調適嚴重不足

全球已溫升 1.1°C (2022)(相較於 1860 年)，依照目前各國的 NDCs 承諾，世紀末的溫升約 2.4°C- 2.6°C，最高可達到 3°C。(UNEP, 2023) IPCC(2023)指出，人類已面臨氣候風險挑戰，必須加速加強調適，即使世紀末溫升沒有如預期高，然而，殘餘氣候風險仍將對人類帶來極大的經濟與生命財產損失。全球仍有 1/6 國家仍缺乏國家調適計畫，5/6 國家雖然有國家調適計畫，但編列的預算仍存在極大缺口。

UNEP(2023)估計，每年的氣候風險調適資金應達到 2,150-3,870 億美元規模，但是 2021 年僅 210 億美元，不足 10-18 倍。進而，提出三項降低全球損失與損害策略：(1)策略一：降低溫室氣體排放，減緩溫升，

迴避損失與損害，代表減排仍然是最佳調適策略；(2) 策略二：加強調適與減災，最小化極端氣候衝擊的損失與損害；(3)策略三： 盡管已最小化極端氣候衝擊的損失與損害，然而，這種損失與損害仍然足夠大，並非企業或家庭可負擔。應建構與加強社會互助保險制度，減輕極端氣候的衝擊與損害。

(二)、第一期全球盤點重點成果

《第一期全球盤點成果》是 COP28 氣候大會的成果，著重於 2030 年要提出雄心 NDCs 目標、快速能源轉型、深化調適策略，以及擴大金融規模等。彙整重點盤點成果如下：

I、全球溫室氣體減排盤點

COP28 全球溫室氣體減排盤點結果 (詳見表 2)，提供各國 COP28 之後的兩大溫室氣體減排工作方向，加速能源轉型及加速減排。全體會員國應依據盤點結果，深化與加速減排，並鼓勵所有會員國提高符合《巴黎協定》1.5°C 路徑的雄心「國家自定貢獻」(NDCs)目標，亦即 2030 年至少減排 43%，2035 年至少減排 60%，2050 年達到淨零排放。

表 2 全球溫室氣體減排盤點結果

能源轉型	1. 全球需要增加 3 倍再生能源裝置容量，由 3,629GW(2022)，提升至 11,008GW(2030)，估計約可減排 50 億噸 CO₂e； 2. 提高 2 倍能源效率(能源密集度)改善率，由年改善率 1.96%(2022)，提升至 4.09%(2030)； 3. 加速努力逐步減少沒有減排的燃煤電廠，例如燃煤電廠需要加氫/氫或加生質燃料混燒，降低溫室氣體排放，抑或加裝碳捕獲與封存技術(CCS)等； 4. 全球要加速發展淨零/低碳能源與燃料，例如再生能源、核能、CCUS 及低碳氫能等； 5. 全球應公正與有序地推動能源轉型，特別在 2030 年前加速轉型。 6. 盡速廢除無效的化石燃料補貼。
加速減排	1. 全球應加強甲烷氣減排，能源產業承諾減排 75%甲烷氣； 2. 發展零碳/低碳運具，加速道路運輸排放； 3. 應用《巴黎協定第六條》促進自願性減量合作 4. 透過循環經濟(circular economic)，促進低碳生活型態轉型。 5. 加強生物多樣性保育，避免森林質損，遵行《昆明-蒙特婁全球生物多樣性框架》(Kummin-Montreal Global Biodiversity Framework)，維護社會與環境安全。

資料來源：本研究整理自 UNFCCC (2023), Outcome of the First Global Stocktake.

II、全球調適盤點

面對更嚴峻的極端氣候，COP28 全球調適盤點重點包括：水資源安全、糧食安全、健康安全、居住安全、生物多樣性及文化遺產價值等 (詳見表 3)。意味著，全體會員國與非會員國都應參照調適盤點架構，於 2030 年前，強化更有雄心的調適行動。

表 3 全球調適盤點結果

水資源安全	加強水資源供給的安全與韌性，確保水資源可獲得與可負擔。
糧食安全	加強糧食與農業供給安全與韌性，促進糧食生產可持續與確保適當營養。
健康安全	加強抵禦氣候變遷相關健康影響的能力，促進具有氣候韌性的衛生服務，並顯著降低與氣候相關的發病率和死亡率，特別是在最脆弱的社區。
生物多樣性	降低氣候對生態系統和生物多樣性的影響，加速使用生態為本的調適策略和自然為本的解方，包括透過管理、加強、恢復和維護以及保護陸地、內陸水域、山區、海洋和沿海生態系統。
居住安全	提高基礎設施和人類居住對氣候變遷影響的韌性(或抵禦能力)，以確保為所有人提供基本和持續的基本服務。
文化襲產	在傳統知識、原住民知識和當地知識體系的指導下，制定保護文化習俗與遺產的調適策略，並設計具有氣候調適能力的基礎設施，保護文化遺產免受氣候相關風險的影響。

資料來源：本研究整理自 UNFCCC (2023), Outcome of the First Global Stocktake.

III、全球金融盤點

會員國於氣候金融應該致力於 2030 年：

1. 開發中會員國於 2030 年落實國家自主貢獻(NDCs)的資金缺口約為 5.8-5.9 兆美元；
2. 開發中會員國 2030 年的調適資金需求估計為每年 215-3, 870 億美元，每年需要投資於清潔能源約 4.3 兆美元，此後將增加到每年 5 兆美元(2050 年)，以及實踐 2050 年淨零排放；
3. 擴大現行贈款與優惠融資支持開發中國家的減排與調適，特別是基於公正與公平轉型，並在現有機構和機制的基礎上，推進低排放和氣候適應型發展之路；
4. 已開發國家應提供財政資源，協助開發中國家繼續履行其在《公約》下的現有義務，並在減緩和適應方面提供財政資源。
5. 歡迎已開發國家在提供氣候資金取得的進展，注意到已開發國家

的氣候資金已增加到 896 億美元，並期待獲得有關積極方面的更多資訊進步；

6. 深感遺憾地注意到，已開發國家到 2020 年尚未聯合籌集 1,000 億美元氣候基金，歡迎已開發國家持續努力籌集 1000 億美元。

(四)、《巴黎協定》第六條進展-促進國際

《巴黎協定》第六條 (Article 6)，承接《京都議定書》的三項彈性機制。第 6.2 條承接《京都議定書》第 17 條國際排放交易(International Emissions Trading, IET)：締約方如果在自願的基礎上採取合作方法，並使用國際轉讓減緩成果(International Transfer Mitigation Outcomes, ITMOs) 來實現國家自主貢獻(Nationally Determined Contributions, NDCs)，應確保環境完整與透明，並由《巴黎協定》締約方會議通過的指引(對應調整(correspondence adjustment)確保避免雙重核算。第 6.4 承接《京都議定書》第 12 條清潔發展機制(Clean Development Mechanism, CDM)：由《巴黎協定》締約方會議的授權和指導下，建立永續發展機制(Sustainable Development Mechanism, SDM)，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。

I. 第 6.2 條進展

第 6.2 條合作現已啟動，許多國家已經在進行中，加納和瑞士兩國已首次發出合作正式意向通知。根據第 6.2 條簽署合作協議的國家數量已不斷增加，會員國也越來越認識到能力建設和技術援助可以幫助感興趣的國家加快行動。然而，許多國家也理解執行 6.2 條面臨的挑戰，包括擴大減排活動規模與影響，以及個別專案的審查程序等。

瑞士與泰國(曼谷)的「電動公車計畫」(Bangkok E-Bus Program)，已成功取得《巴黎協定 6.2 條》的 1,916 ITMOs，是全球第一個完成查證與驗

證程序，以及取得 ITMOs 的專案，可用於抵減國家 NDCs。

II. 第 6.4 條進展

依據 COP28 全球盤點結論，減排(avoid/reduce)與移除(removal)要同時發展。由於《京都機制》在過去 20 年，以發展減排專案為主，爰此，第 6.4 條特別強化移除專案。COP28 已成立第 6.4 條的監督機構(Supervisory Body, SB)，該機構的任務是管理根據第 6.4 條建立新的中央管理機制。根據 2023 年工作計劃，SB 必須制定機制註冊系統，第三方查驗證機構認證，並促進減量活動從先前的清潔發展機制(現已失效的《京都議定書》下運作的機制) 過渡到第 6.4 條機制。討論重點議題：

1. 第三方查驗機構的認證程序；
2. 查驗證機構的認證標準，例如技術能力、財務能力等；
3. 活動週期程序，規定 A6.4 之減碳活動註冊的步驟和時間表以及碳權簽發程序；
4. 從 CDM 計畫轉型至 A6.4 的減排活動標準與相關程序；
5. 草擬永續發展 (SD) 工具，用於評估第 6.4 條活動的永續發展衍生效益；

SB 提出第 6.4 移除方法學的指引，重點內容在碳排放回復的救濟措施：

1. 碳權核發期間的監控、報告和回復救濟(Post-crediting period monitoring, reporting, and remediation of reversals)：SB 會參考最後一期的監測程序完成，才會核發碳權(6.4ERs)。
2. 回復的處理 (addressing reversals)：當移除活動出現回復時，必須取消碳權核發。SB 建議先將專案碳權保留一部分，作為回復風險的緩衝池(Reversal Risk Buffer Pool)。

3. 洩漏迴避(avoidance of leakage)：必須說明洩漏風險及依照方法學計算淨移除量 (net removals)；
4. 負面環境與社會衝擊迴避 (avoidance of negative environmental and social impact)：應用穩健的環境與社會保障機制¹，最小化或迴避負面環境與社會衝擊；
5. 主辦國角色：主辦國應以國家權威宣布遵守對應調整 (corresponding adjustments)。

與第 6.4 方法學建議 (Recommendation Methodology Principles, RMP)：

1. 鼓勵減排雄心的持續性 (encouraging ambition over time)：(1)計入期的減排/移除活動的規模持續擴大；(2)鼓勵擴散減排技術或措施；
2. 基線排放應低於一切照常情境 (establishing that the selected baseline is below business-as usual)：相關減排活動選擇的基準應被證明低於 BAU。
3. 參照性(alignment)：專案減排方法應證明與國家 NDC 的長期低碳發展相關策略有關。
4. 鼓勵跨部門與國家合作(encouraging broad participant)：鼓勵發展跨部門與國家的減排與移除專案。

(四)、企業因應

COP28 氣候大會三個關鍵字：(1)雄心(ambition)：提高 NDC 減碳目標與氣候行動；(各國如果沒有提高 NDCs，枉費參加 COP28)；(2)韌性(resilience)：加強調適，糧食、水資源與健康；(3)完整性(integrity)：加強

¹ UNFCCC(2024 年)於亞塞拜然(COP29 主辦國)的 Baku 舉行《巴黎協定》第 6 條的討論，已決定未來國際減碳合作，碳權開發必須遵守環境與人權保護(Environment and Human Right Sefaquard)。

碳移除技術與確保碳權抵換標準。

加速能源轉型(發展綠電、電動車、儲能及節能)，特別是綠電三倍與能效倍增最重要，化石燃料發電必須加裝 CCS，延長使用期間。加速金融轉型，金融機構將遵行淨零金融投融资準則，加速與利害關係人議和。加速發展**碳移除技術(CDR)**發展，特別是種樹與 CCS 等，是全球淨零的最後一塊拼圖。全球合作減碳：《巴黎協定第 6 條》促進國際合作減碳，減碳不能獨善其身，同行致遠，減碳不能遺漏任何一個國家。鼓勵自願性碳權抵換活動，但必須遵守誠信(integrity)準則。獲得 COP28 氣候大會啟示如下：

啟示一：發展台灣特色《巴黎協定》第六條

環境部應摒棄「在國內減碳」及「碳權炒作」不適當認知。學習日本與韓國經驗，台灣應加速發展台灣特色《巴黎協定》第 6 條，加強國際減碳合作，認知「台灣為全球減碳，就是為台灣減碳」，拋棄不務實的「自己的碳自己減」思維，落實減碳國際合作(台灣特色《巴黎協定》第 6 條)，提高 NDCs 雄心目標。

應用碳權縮短淨零距離：台灣是製造大國，減碳成本高，應善用引入國際高品質自願性市場碳權，鼓勵企業發揮減碳國際影響力，布局全球減碳，並創造碳權的產消者(prosumer)機會。

啟示二：加速 2030 年電力係數低碳化

台灣電力係數居高不下，除了影響國家淨零轉型，也會衝擊企業碳成本，不力產業競爭力。鑑此，政府應參考 COP28 的全球盤點結論，加速電力系統低碳轉型，主要行動：燃煤/氣電廠加速佈設 CCS；將核能納入過渡性零碳電力組合，開創降低電力係數的機會與可能性。

啟示三：企業都要遵守淨零 5Ps 原則

2021 年全球倡議【淨零賽跑】(race to zero)，並提出賽跑的 5Ps 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，溫室氣體應覆蓋範疇三；(2) 方案 (plan)：1 年內要解釋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；(5) 說服(persuade)：1 年內，加入相關產業公會淨零倡議(2030 減排 50%等)。

企業面對金融機構與供應鏈都要提出參照 1.5°C 的減排路線(5Ps)。企業應將減碳視為：可以接更多訂單機會。

啟示四：政府應善用台灣碳權交易所功能

環境部應瞭解淨零(net zero) 是一個全球議題，善用《氣候法》的相關子法與配套，促進國內碳市場流動性及價格訊號發現，提高與實踐國家 NDC 雄心目標。

台灣碳權交易所已於 2023 年 8 月 9 日揭牌，2023 年 10 月 22 日完成首筆碳權交易。首批共上架 7 個碳權專案。專案類型包括潔淨水源、太陽能發電、風力發電和沼氣發電，專案案場位於亞洲、非洲和南美洲，賣方則來自瑞士、英國、新加坡和臺灣。首日交易順利進行，共 27 家企業參與(含金控子公司合計 45 家)，共交易 88,520 噸二氧化碳當量之碳權，成交價格落於每公噸 3.9-12 美元之間。

COP28 氣候大會後，展望台灣碳權交易所機會：

1. 對外與國際接軌，發揮台灣特色《巴黎協定》第六條功能，引領台灣企業全球布局減碳及影響力；
2. 對內促進減碳成本有效性(cost effectiveness)：降低碳費履約成本、降低環評增量抵減成本、降低供應鏈減碳成本；
3. 激勵國內減碳科技發展與開創淨零轉型契機。

啟示五：企業因應與行動

1. 將氣候變遷因應視為國家與企業發展「機會」，政府與董事會才會展現雄心與速度。(企業機會：接更多訂單與取得融資機會)
2. 「淨零」應納入企業治理的新價值：淨零與韌性企業是展現企業 ESG 的新標竿。
3. 掌握氣候風險內涵，開發減碳方法學，將減碳行動轉化為碳權商機。
4. 應用碳權縮短淨零距離：台灣是製造大國，減碳成本高，應善用國際高品質自願性市場碳權，鼓勵企業發揮減碳國際影響力，並創造碳權的產消者(prosumer)機會。
5. 淨零未來，企業都需要有一個碳帳戶。

二、COP29 氣候大會觀察與啟示

2023 年全球溫室氣體排放達到歷史新高 571 億噸 CO₂e (UNEP, 2024)，2024 年 6 月是最熱的月份(1850 年有紀錄以來)，全球平均溫升 (陸地表面上(1.25-2 公尺)及海洋表面下(0.1 公分-20 公尺) 的平均溫度)已連續 16 個月高於 1.5°C (至 2024 年 10 月)(Berkeley Earth, 2024)。UNEP(2024) 最新報告指出，要達到遵行 1.5°C 的 2030 年減排目標(相較於 2019 年減排 43%)及 2035 年目標(相較於 2019 年減排 60%)，全球平均減碳成本約 200 美元/噸 CO₂e(相當於新台幣 6,000 元/噸 CO₂e)，相當高。能源轉型與提高效率是最重的減碳策略，分別約可貢獻 147 億噸 CO₂e(電氣化是最主要行動)；其次是農林業碳匯可移除 128 億噸 CO₂e (森林碳匯是最主要行動)。氣候變遷與地球永續發展已成為人類面臨的共同威脅與挑戰，加速減緩與調適已刻不容緩，籌募足夠資金，以及團結合作減碳，共創綠色成長未來，即成為第 29 屆氣候大會(COP29)的議程主軸。

《聯合國氣候變化綱要公約》 (United Nations Framework on Climate Change, UNFCCC)(簡稱《公約》)第 29 屆締約國會議 (COP29) 於 2024 年 11 月 11 日假亞塞拜然巴庫 (Baku) 舉行為期兩週的締約國會議。本次會議最主要重點是討論氣候金融新集體量化目標 (New Collective Quantified Goal , NCQG)，以取代目前每年 1,000 億美元的氣候金融目標，以及發展「新損失和損害基金」(Loss and Damage Fund)的運作指引與資格標準，因此，COP29 也被稱為「金融氣候大會」(Financial COP)。其次，準備於 2025 年 2 月提交第 3 階段「國家自定貢獻」(Nationally Determined Contributions, NDCs)，亦即 2035 年減排 60%承諾目標的細節討論。最讓世人驚豔的是，氣候大會第一天議程，即通過延宕多時的《巴黎協定》(Paris Agreement)第六條(Article 6)的國際減碳合作及碳權(carbon credit)開發新規則。這個決議，鼓舞各國蓄勢待發的國際減碳合作行動與機會，也可望助力各國提交第三階段雄心 NDCs 目標，以及作為 NCQG 發展的輔助機制。

本節將剖析 COP29 氣候大會的重要結論與決議內容，例如氣候金融新集體量化目標(NCQG)、制定第三階段國家自定貢獻(NDCs)的新思考、及《巴黎協定》第 6 條 - 國際碳權開發新規範，最後則是本次氣候大會對台灣氣候政策因應的啟示。

(一)、氣候金融新集體量化目標(NCQG)

基於氣候變遷造成的開發中締約國的損失與損害，氣候金融新集體量化目標(NCQG)是依據《公約》第二條，實現《巴黎協定》控制溫升低於 1.5°C 目標(相較於工業化前(1850-1900))，達到顯著降低氣候變遷的風險和衝擊，以及提高調適氣候變遷不利衝擊的能力與韌性，並使資金國際流動能夠符合溫室氣體減緩及氣候調適應的路徑。然而，依據開中國家提交的 NDCs，要達到 2030 年的減碳目標，估計需要投入 5.1-6.8

兆美元，亦即每年需要 4,550-5,840 億美元資金需求。到 2032 年，調適資金需求估計為每年 2,150-3,870 億美元，開發中國家的資金需求存在龐大缺口。

COP29 氣候大會基於《巴黎協定》第九條，決議已開發國家應於 2035 年，籌措至少每年 3,000 億美元的資金目標，以及每年為開發中國家提供 10 億美元的氣候行動資金。同時，UNFCCC 也呼籲所有締約國應團結一致，到 2035 年，集合所有公部門與私部門力量，籌資每年至少 1.3 兆美元，提供開發中國家氣候行動資金。

氣候金融新集體量化目標(NCQG)的運用，應確保調適與減緩間的平衡，同時，也需要考慮已開發國家的融資策略，必須符合開發中締約國的需求與優先事項，特別是那些特別容易受到氣候變遷不利衝擊的締約國，例如低度開發締約國與小島嶼國家。NCQG 應透過現存財務機制、調適基金、低度落後國家基金和氣候變遷特別基金的營運機構，大幅增加公共資源，目標是 2030 年能夠達到至少增加兩倍資金規模(相較於 2022 年)。

氣候金融的工作應更具包容性，能夠將弱勢社區和群體的利益納入與擴大規模，包括婦女與女孩、兒童與青年、傷殘人、原住民、當地社區、移民與難民、以及氣候脆弱群體社區與弱勢群體，納入公正轉型價值。

(二)、制定第三階段國家自定貢獻(NDCs)的新思考

準備 2025 年提交第三階段 NDCs 是 COP29 的重點議題，世界資源研究院(World Resource Institute, WRI, 2024)的最新研究顯示，氣候影響的發生速度已經比以前想像的更快，後果也更嚴重。依據全球目前承諾的 NDCs，使世界將面臨災難性的暖化 2.5-2.9°C (詳見圖 7)。這凸顯了加強減排與調適，並大幅增加氣候投資的迫切性。

世界資源研究(WRI, 2024)提出「下一個世代氣候目標：NDCs 制定的「五個重點」(Next-generation Climate Targets: A 5-Point Plan for NDCs)，提供全球制定第三階段 NDCs 參考：(1)制定符合 1.5°C 的雄心目標(2035 年減排 60%)；(2)加速所有部門轉型；(3)提高所有系統韌性；(4)促進多方利害相關者的行動與投資；(5)以人為本的氣候行動。綜上，制定下一代 NDCs 如果遵循上述原則，各國不僅可以幫助避免氣候變遷的破壞性衝擊，還可以促進永續發展、創造就業和改善公共衛生的機會。第三階段 NDCs 制定的重要思考如下：

1. 制定雄心淨零目標，2035 年減排 60%(相較 2019 年)，並納入七種溫室氣體。
2. 制定部門雄心目標及期限，加速全面系統轉型，特別是能源部門有序與公正轉型，以及農林部門森林土壤維護與碳移除。
3. 強化所有系統韌性，增強極端氣候與不可逆衝擊的因應能力與恢復力。氣候韌性的三重紅利(Triple Dividend, TD)，例如：調適行動可避免的損失（第一重紅利）、帶來的經濟或發展效益（第二重紅利）以及額外的社會和環境效益（第三重紅利）。第二和第三重紅利尤其重要，因為無論實際氣候風險是否實現，它們都會產生。
4. 激勵投資、強化治理及目標落實。包括政府各部會、地方政府、私部門和民間社會共同努力，並透過政策與金融實踐。
5. 以人為本，確保氣候行動創造就業機會、改善健康等。NDCs 需要與民眾生活福祉建立明確連結，促進就業與健康及發展在地經濟等。

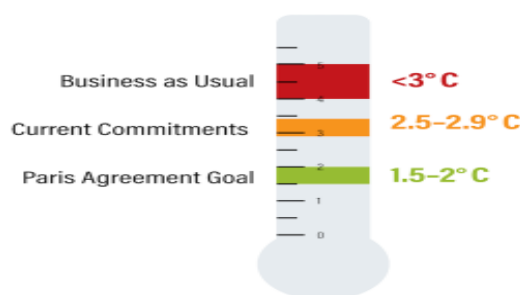


圖 7 不同情境的全球溫升水準

資料來源：WRI (2024), Next Generation NDCs.

(三)、《巴黎協定》第 6 條 - 國際碳權開發新規範

1、第 6.2 條與第 6.4 條的區別

《巴黎協定》第 6 條是延續《京都議定書》的三項「京都機制」(包括清潔發展機制(Clean Development Mechanism, CDM)、聯合減量(Join Implementation, JI)及國際碳交易制度(International Emissions Trading, IET)，

《巴黎協定》第 6.2 條是銜接 IET，第 6.4 條是銜接 CDM 及 JI。第 6.2 條是針對政府間的減量合作，產生的國際碳權稱「國際可轉讓減緩成果」(International Transfer Mitigation Outcomes, ITMOs)，可用來抵減 NDC 承諾目標，為了避免重複計算，必須進行對應調整(corresponding adjustments, CA)。第 6.4 條則是針對私部門或企業間的減碳合作，稱為永續發展機制(Sustainable Development Mechanism, SDM)專案，減碳專案如果為自願性，沒有經過政府授權與管理，減碳成果稱為碳權(carbon credit)，可直接抵減企業的減碳承諾及國家 NDCs(稱為第 6.4 條減排貢獻單位(A6.4 Mitigation Contribution Unit, A6.4MCUs)；減碳專案如果經過政府授權與管理，則減排成果(稱為 A6.4ER，抑或稱為 ITMOs)，且需要進行對應調整。

2、促進全球減碳成本有效性

COP29 通過《巴黎協定》第六條碳市場規則，推動「巴黎協定減碳機制」(Paris Agreement Crediting Mechanism, PACM)，促進國際減碳合作。

COP29 主席 Mukhtar Babayev 表示，藉由這項機制，全球每年可節省高達 2,500 億美元（約新台幣 8.1 兆元）的減碳成本，讓各國更有能力達成第三階段雄心 NDCs 目標。可知《巴黎協定》第 6 條可促進減碳「成本有效性」(cost effectiveness)效益，助力第三階段雄心 NDCs 的提交及全球永續發展。

3、執行永續發展工具 - 提升碳權誠信度

《巴黎協定》第 6.4 條的特色是建構永續發展工具(Sustainable Development Tool, SDT)，確保國際合作減碳(碳權開發)必須遵行環境與人權保護 (Environmental and Human Right Safety)，以及促進在地永續發展。新的標準/規定，將有助減碳合作/碳權開發的誠信度(integrity)與公正轉型。歸納第 6.4 條的內涵：

1. 永續發展工具的目的是要求活動參與者鑑別、評估、避免、最小化和減輕與 6.4 條活動相關的潛在風險。
2. 6.4 條活動的參與者，應採取減緩策略來避免風險，或在不可能完全避免，但仍允許實施活動的情況下，盡量減少和減輕已識別的風險。
3. 如果無法完全避免風險，6.4 條活動的參與者應提供相關證據，例如活動的環境和社會的監測指標。

6.4 條的執行架構區分環境與社會保護及滿足 17 項永續發展目標兩大主軸，詳見圖 8，前者需要建立環境與社會監測指標，詳見表 4，碳權開發單位需要填寫環境與社會風險評估表及界定風險的潛在負面衝擊；後者，需要界定地主國的永續發展目標與順序、界定與評估對 17 項 SDGs 的影響力、選擇對 17 項 SDGs 的影響與指標、及發展 17 項 SDGs 指標。

執行第 6.4 條的相關報告，事先需要經過第三方的確證(validation)，事後執行成果，也需要取得第三方的查證(verification)，確保執行成果的客觀性與正確性。同時，無論在確證階段或查證階段，都需要持續與碳

權開發的相關利害關係人持續議合(engagement)。



圖 8 SDT 執行架構

資料來源：UNFCCC (2024), Article 6.4 Sustainable Development Tool.

表 4 環境與社會保護指標

構面	指標
環境保護	能源 (energy)
	空氣、水與土地(air, water, land)
	生態與自然資源(ecology and natural resources)
社會保護	人權 (human right)
	勞工 (labor)
	健康與安全(health and safety)
	性別平等(gender equality)
	徵地和非自願遷居(land acquisition and involuntary resettlement)
	原住民(indigenous peoples)
	貪腐(corruption)
	文化襲產(cultural heritage)

資料來源：UNFCCC (2024), Article 6.4 Sustainable Development Tool.

4、承接清潔發展機制的碳移除碳權

第 6.4 條也決議承接清潔發展機制已註冊的造林和再造林的碳移除專案，但須滿足相關條件：

1. 已註冊的清潔發展機制的造林和再造林專案的地主國(host country)，代

表專案的參與者/管理者，應最晚於 2025 年 12 月 31 日前，要提出申請。

2. 已註冊的清潔發展機制造林和再造林專案，應符合第 6.4 條的新規則。

第 6.4 條也在積極討論相關移除方法標準，例如直接空氣捕獲、生物炭或增強岩石風化(enhanced rock weathering)，如果通過相關標準與方法學，將有助於全球碳移除技術的發展。

5、碳權收益分享機制

第 6.4 條還採用了「收益分成」機制(Share of Proceeds mechanism)，將交易量的 5%和發行費用的 3%注入調適基金 (Adaptation Fund)，做為脆弱地區的氣候調適能力提供了關鍵資源，同時促進了全球減排。

(四)、國際氣候策略經驗 - 三合一策略

通過《巴黎協定》第 6 條的國際合作與碳權開發新規則，無疑是 COP29 氣候大會的最大亮點；提交第三階段雄心 NDCs 目標，則是各國最大挑戰；因應極端氣候的調適、減緩及公正轉型需要龐大氣候資金，則考驗各國的財政能力與綠色金融轉型速度。綜觀各國氣候策略，大致上採取「三合一」政策，結合金融-減碳合作-NDCs 三位一體，例如將一元氣候資金，投入《巴黎協定》第六條的國際減碳合作，將取得的碳權/碳匯，支持第三階段雄心 NDCs。

瑞士、日本與新加坡成功的氣候三合一策略，值得參考，分述如下：

1、瑞士

瑞士成立「氣候保護碳權抵換基金會」(the Foundation for Climate Protection and Carbon Offset KliK)，發展國內與國際的碳權開發，將取得的國際高品質的碳權，用來抵減瑞士政府碳稅及 NDCs 目標(符合《巴黎協定》第 6 條)。2024 年瑞士與泰國(曼谷)的「電動公車計畫」(Bangkok E-Bus Program)，已成功取得《巴黎協定 6.2 條》的 1,916 ITMOs，是全球

第一個完成查證與驗證程序，以及取得 ITMOs 的專案，可用於抵減國家 NDCs。

2、日本

日本環境省應用「聯合減量機制」(Join Crediting Mechanism, JCM)連結《巴黎協定》第六條，促進國際合作，開發國際碳權/碳匯，目的是抵減日本國家 NDCs 的減排承諾，規劃累積至 2030 年取得 1 億噸 CO₂e。JCM 已於 2013 年啟動，至 2023 年，已累計與 27 個國家合作，推動 223 個計畫。

日本與印尼政府在這次 COP29 氣候峰會宣布，雙方開始實施《巴黎氣候協定》第 6 條國際碳交易架構下，簽署相互承認協議。依據協議，印尼政府將於未來 3 年，將提供日本政府超過 2 億噸碳權(carbon credit)，每噸碳權價格設定為 10 美元。

3、新加坡

新加坡政府志在成為亞洲自願性碳金融中心，積極佈局此新發展，並結盟國際自願性碳市場的黃金標準(Gold Standard)與經查證碳標準(Verified Carbon Standard, VCS)，目標是幫助新加坡政府執行《巴黎協定》第六條及第三階段雄心 NDCs。

新加坡政府將《巴黎協定》第 6 條規則，直接與 Verra 與 Gold Standard 的現行碳權核發標準整合，包括減碳專案註冊、碳權監管與查驗證系統等。圖 9 顯示，投資國與地主國需要先簽署一份協議書，並向《巴黎協定》第 6 條的監管委員會註冊，在進行減碳專案，通過 Verra 與 Gold Standard 的現行碳權核發標準，將開發的碳權移轉至投資國抵換使用。

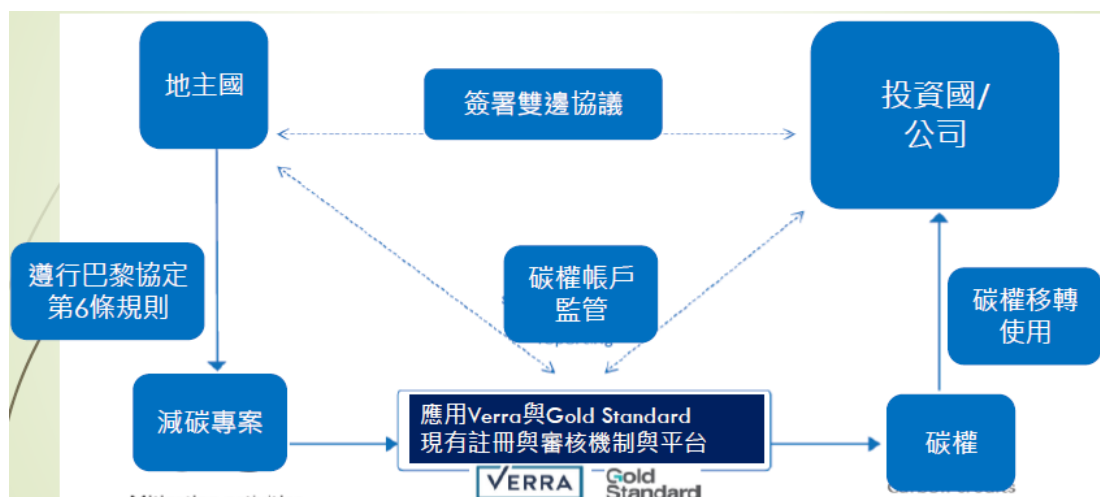


圖 9 新加坡應用 Verra 與 Gold Standard 碳權核發標準
資料來源：Verra (2024), Operationalizing Article 6.

(五)、結語 - 對台灣啟示

COP29 氣候大會雖然暫時落幕，然而，全球對抗氣候變遷，卻需要更積極。COP29 已正式宣布氣候金融時代已來臨，全球需要結合政府與民間力量，籌募龐大氣候資金，以因應鉅額的溫室氣體減排投資、氣候調適與韌性投資及公正轉型基金等。第三階段 NDCs 必須打造氣候韌性三重紅利，並以人為本，創造健康與就業。COP29 通過《巴黎協定》第 6 條合作開發碳權新規則，可望大幅提高碳權開發的誠信度(integrity)及價格，也象徵全球減碳同行致遠的意涵，可以預見，全球開展減碳合作專案，將如雨後春筍般的遍地開花。此外，第 6.4 條的發展將有助於私部門(金融機構與企業)的資金投入，無疑地，將帶動綠色金融與低碳科技發展。

淨零賽跑即是競爭力與國立賽跑，國際減碳合作與碳權抵換是台灣競爭力機會。台灣面臨新國際情勢發展，必須隨波逐流，發展台灣特色《巴黎協定》第六條，學習新加坡模式，將自願減量專案境外化/國際化。作法建議如下：

1. 環境部盡速與 Verra 及 Gold Standard 簽署合作協議，制定境外台灣

自願減量專案(Taiwan Sustainable Development Mechanism, TSDM)指引、
碳權監測與查證管理(MRV)辦法、及建立對應調整指引。

2. 企業找到境外 TSDM 案場，向環境部提出 TSDM 申請與註冊，應用 Verra 與 Gold Standard 管理平台，辦理對應調整。
3. 企業向主辦國政府提出 TSDM 申請，主辦國辦理對應調整，TSDM 可抵碳費。

三、氣候政策國際比較與搭配

2024 年 8 月由英國牛津大學學者發表在國際著名科學(Science)期刊，檢視全球過去 20 年的 1,500 個跨部門(電力、工業、住宅、交通等部門)氣候政策，發現僅有 63 個氣候政策具有顯著的減量效果，合計約減排 6-18 億噸 CO_{2e}。該研究以 OECD 蒐集的政策資料，採用「差異中差異方法」(Difference – in – difference)方法，評估不同政策介入 (intervention) 的減排效果，研究結果具有高度政策意涵，將成為全球淨零政策的重要參考。主要結論如下：

1. 氣候政策需要適當搭配(mixed)：研究發現政策搭配的減排效果大於獨立政策的減排影響力，例如碳定價搭配補貼的減排效果最顯著。
2. 已開發國家和開發中國家應採取不同的氣候政策：已開發國家，採取市場誘因工具，例如碳定價政策，可以產生有效的減排效果；反觀在開發中國家，則宜採取直接管制(regulation)政策較有效。
3. 可縮小《巴黎目標》²減排缺口：全球如果能夠聚焦於 63 個有效的氣候政策工具與措施，2030 年可望達到 26-41%的減排量，將可大幅縮小減排缺口。

² 《巴黎目標》是 2030 年減排 43%(IPCC), 2023)。

對個別國家的評估，顯示英國在 2013 年引入碳價的下限政策 (對英國電廠規定了最低碳價)後，產生顯著減排效果。然而，研究也說明，其他部門並未獲得同樣的效果。這種差異，可能與英國長期的經濟與人口變化有關。美國在金融危機後，採取一系列措施，例如發展電動車及車輛效能管制等，成功減少交通運輸業的碳排放，然而，其他部門的減排政策卻未見同樣的減排效果。意味著，美國工業與電力部門，仍面臨重大減排挑戰。研究也顯示，檢視超過 80% 的投資專案，清潔能源技術投資的總生命週期成本遠低於化石能源技術投資，建議全球如果能夠採行適當的政策搭配，將可有效加速及擴大潔淨能源技術投資，將會大幅降低國家溫室氣體排放量。

I. 有效減排政策跨部門比較

圖 10 顯示 69 個有效減排政策與工具的跨國與跨部門比較，圖 10(A) 呈現 1998 年至 2022 年間，所有檢視國家採取的平均減排政策工具數量，逐年增加，其中，運輸部門的減排政策數量增加最快速，依序是能源部門、建築部門，可知，產業部門政策呈現顯著落差。將圖 10(B)各部門的採用的減排政策工具與措施比較，轉換成詳如表 5 所示。表 5 顯示：

(1)建築部門：前 5 名最常採用的減排政策工具依序是，建築節能標準 (building code)、器具設備節能標章(label appliances)、器具設備績效標準 (performance standard appliances)、補貼(subsidy)及碳稅(carbon tax)；(2)電力部門：前 5 名最常採用的減排政策工具依序是，空氣污染標準(air pollution standard)、再生能源拍賣(renewable auction)、再生能源擴充計畫 (renewable expansion planning)、再生能源躉購(renewable feed in tariff)及再生能源配比標準 (renewable portfolio standard)；(3)產業部門：前 5 名最常採用的減排政策工具依序是，強制性能效標準(energy efficiency

mandate)、化石燃料補貼改革(fossil fuel subsidy reform)、電動馬達績效標準(performance standard appliances electronic motors)、財務/金融機制(financial mechanism)及碳稅(carbon tax)與排放交易制度(emissions trading scheme)。

II. 已開發與開發中國家採行政策工具比較

1. 建築部門

已開發國偏好採行：建築節能標準(building code)、補貼(subsidy)、碳稅(carbon tax)、財務/金融機制(financial mechanism)、禁止或淘汰化石熱能(ban and phase-out fossil heating)、化石燃料補貼改革(fossil fuel subsidy reform)、排放交易制度(emissions trading scheme)及燃料稅(fuel tax)；開發中/經濟轉型國家偏好採行：器具設備節能標章(label appliances)、器具設備績效標準(performance standard appliances)及化石燃料補貼改革(fossil fuel subsidy reform)等。

2. 電力部門

已開發國偏好採行：空氣污染標準(air pollution standard)、再生能源擴充計畫(renewable expansion planning)、再生能源躉購(renewable feed in tariff)、再生能源配比標準(renewable portfolio standard)、排放交易制度(emissions trading scheme)、碳稅(carbon tax)及燃料稅(fuel tax)；開發中/經濟轉型國家偏好政策工具：再生能源拍賣(renewable auction)。

3. 產業部門

已開發國偏好採行：強制性能校標準(energy efficiency mandate)、化石燃料補貼改革(fossil fuel subsidy reform) 財務/金融機制(financial

mechanism)、碳稅(carbon tax)、排放交易制度(emissions trading scheme)、燃料稅(fuel tax)及電動馬達績效標準(performance standard appliances electronic motors)；開發中/經濟轉型國家偏好政策工具：電動馬達績效標準(performance standard appliances electronic motors)。

4. 運輸部門

已開發國偏好採行：全民公共支出(public expenditure for all)、小客車能效能分級標章(label (cars))、燃料稅(fuel tax)、禁止或淘汰化石燃料小客車 (ban and phase-out fossil cars)、小客車稅(vehicle tax (car))、碳稅(carbon tax)、道路費(road roll)及排放交易制度(emissions trading scheme)；開發中/經濟轉型國家偏好政策工具：化石燃料補貼改革(fossil fuel subsidy reform)、小客車能效能分級標章(label (cars))及限速(limit speed)electronic motors)。

表 5 不同部門採行的減排政策工具比較

部門	政策工具與措施
建築	1. 建築節能標準(building code) (已開發) 2. 器具設備節能標章(label appliances) (開發中) 3. 器具設備績效標準(performance standard appliances) (開發中) 4. 補貼(subsidy) (已開發) 5. 財務/金融機制(financial mechanism) (已開發) 6. 碳稅(carbon tax) (已開發) 7. 禁止或淘汰化石熱能 (ban and phase-out fossil heating) (已開發) 8. 化石燃料補貼改革(fossil fuel subsidy reform) (已開發與開發中) 9. 排放交易制度(emissions trading scheme) (已開發) 10. 燃料稅(fuel tax) (已開發)
電力	1. 空氣污染標準(air pollution standard) (已開發) 2. 再生能源拍賣(renewable auction) (開發中) 3. 再生能源擴充計畫(renewable expansion planning) (已開發) 4. 再生能源躉購(renewable feed in tariff) (已開發) 5. 再生能源配比標準 (renewable portfolio standard) (已開發) 6. 排放交易制度(emissions trading scheme) (已開發) 7. 碳稅(carbon tax) (已開發) 8. 燃料稅(fuel tax) (已開發)
產業	1. 強制性能校標準(energy efficiency mandate) (已開發)

	- 化石燃料補貼改革(fossil fuel subsidy reform) (已開發) - 電動馬達績效標準(performance standard appliances electronic motors) (開發中) - 財務/金融機制 (financial mechanism) (已開發) - 碳稅(carbon tax) (已開發) - 排放交易制度(emissions trading scheme) (已開發) - 燃料稅(fuel tax) (已開發)
運輸	- 補貼(subsidy) (已開發) - 全民公共支出(public expenditure for all) (已開發) - 小客車能效分級標章(label (cars)) (已開發) - 燃料稅(fuel tax) (已開發) - 禁止或淘汰化石燃料小客車 (ban and phase-out fossil cars) (已開發) - 化石燃料補貼改革(fossil fuel subsidy reform) (開發中) - 小客車稅(vehicle tax (car)) (已開發) - 碳稅(carbon tax) (已開發) - 小客車與卡車效標準(performance standard car and truck) (開發中) - 道路費(road roll) (已開發) - 排放交易制度(emissions trading scheme) (已開發) - 限速(limit speed) (開發中)

資料來源：本文整理自 Stechemesser et al,(2024), Climate policies that achieved major emission reductions: Global evidence from two decades.

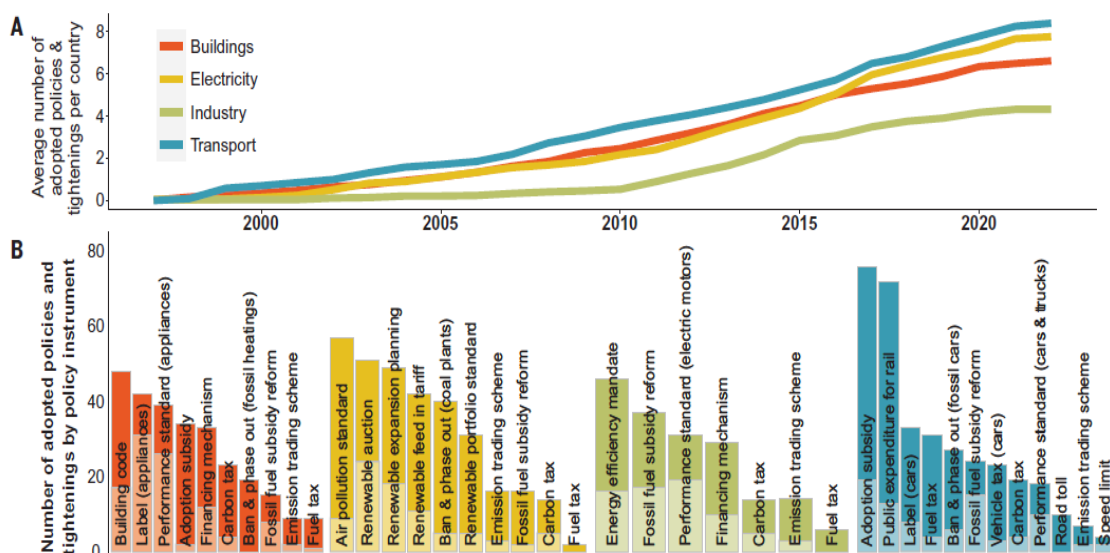


圖 10 全球主要國家採行政策工具趨勢與比較

資料來源：Stechemesser et al,(2024), Climate policies that achieved major emission reductions: Global evidence from two decades.

III. 已開發與開發中國家顯著減排政策工具比較

圖 11 是應用 DID 方法，檢視全球主要國家顯著減排政策的跨國與跨部門比較，分述如下：

1. 北美與中美

加拿大的產業部門有一個政策工具顯著減排；美國與墨西哥的運輸部門有一個政策工具顯著減排。

2. 南美

哥倫比亞的建築部門有一個政策工具顯著減排、電力部門有兩個政策工具顯著減排、運輸部門也有兩個政策顯著有效；祕魯的建築部門有兩個政策工具顯著減排；巴西的電力部門有一個政策工具顯著減排；阿根廷的建築部門有一個政策工具顯著減排。

3. 歐洲

挪威與瑞典的建築部門、電力部門及運輸部門均有一個政策工具顯著減排；丹麥的建築與運輸部門均有一個政策工具顯著減排；德國的電力部門有一個政策工具顯著減排；法國的產業及運輸部門均有一個政策工具顯著減排。

4. 亞洲

韓國的產業與運輸建築部門均有一個政策工具顯著減排；中國大陸的

建築與產業部門均有一個政策工具顯著減排；印尼的產業部門有一個政策工具顯著減排；澳洲的建築部門有一個政策工具顯著減排；紐西蘭的建築部門有一個政策工具顯著減排、電力及產也部門則分別有兩個政策工具顯著減排。

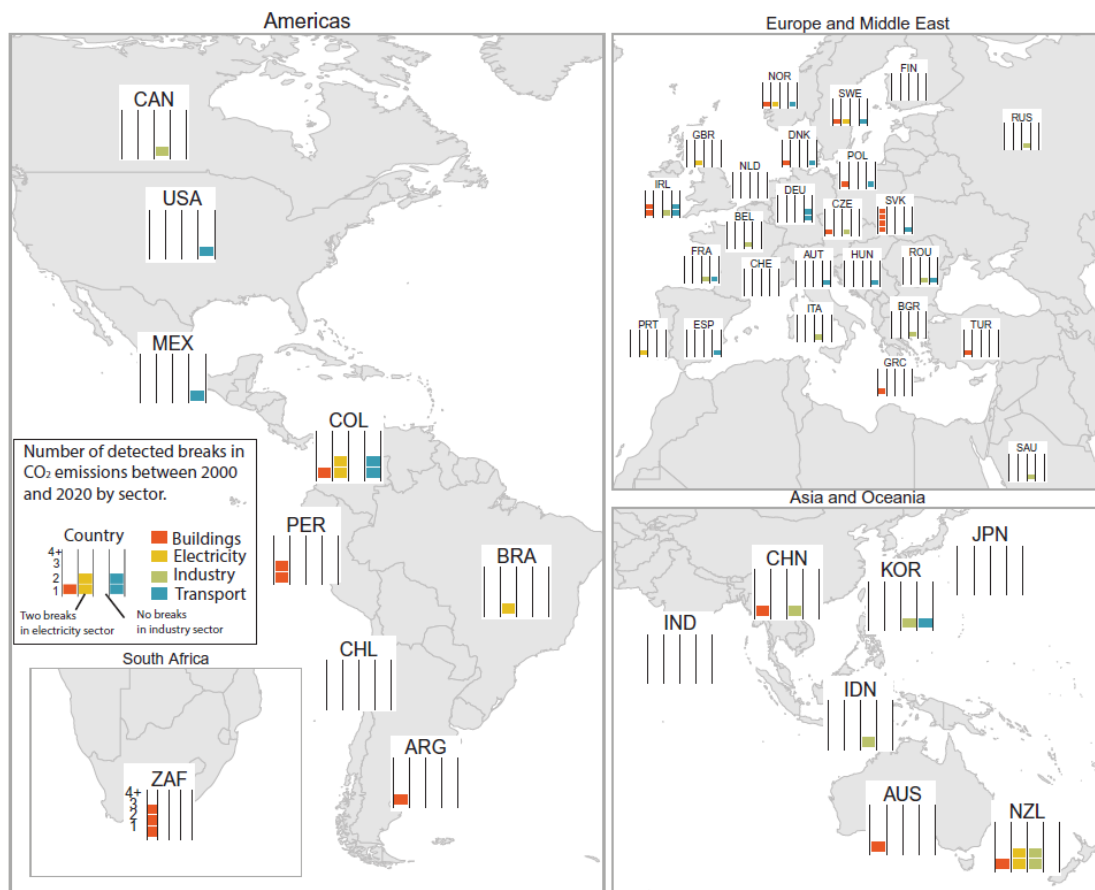


圖 11 全球主要國家顯著減排政策工具比較

資料來源：Stechemesser et al,(2024), Climate policies that achieved major emission reductions: Global evidence from two decades.

參、全球金融機構淨零投融資行動

面臨全球極端氣候，將加快淨零轉型步伐，甫於 2024 年 6 月結束的德國波昂(Bonn)氣候大會，呼籲 2025 年全球應遵照控制溫升 1.5°C 的減排路徑，2030 年至少減排 43%。金融的投融資是實體經濟轉型的觸媒劑，至 2030 年約需要 8.1-9 兆美元/年(2030)，2030-2050 年每年約需要 10 兆美元/年。然而，2022 年全球氣候金融僅達到 1.3 兆美元規模，意味著，氣候金融每年約需要 50%成長率。(Climate Policy Initiative, CPI, 2023)

金融機構的碳排放，約有 95%以上來自投融資的範疇三，面臨全球淨零賽跑 (race to zero) 趨勢下，金融機構如何透過碳金融(carbon finance)，一方面促進實體經濟轉型，另一方面加速金融機構範疇三邁向淨零，即成為金融機構淨零的重要課題與挑戰。國際貨幣基金(International Monetary Fund, IMF, 2024)提出轉型金融(transition finance)應聚焦在四大工作：(1)永續金融數據揭露；(2)社會責任投資(Socially Responsible Investment, SRI)；(3)觸動企業 ESG 績效工具；及(4)加強碳市場(carbon markets)。

碳金融係指為取得碳權減量額度 (carbon credit)或碳匯(carbon sink or removal) 的相關金融活動，例如投融資節能減碳或植樹造林專案開發，抑或投融資碳權買賣等金融活動。全球碳市場發展已超過 20 年，每年有超過 2,000 億美元碳金融投資，已累積創造超過 30 億噸碳權。碳評級公司 BeZero Carbon 的一份最新報告(2024)顯示，2030 年中期，全球自願性碳市場規模約可達到 1,000 億美元規模，年碳權需求量約 2.5 億噸 CO₂e，平均碳價約 40 美元/噸 CO₂e。1,000 億美元的市場規模可以創造約 1,700 萬個就業機會(1,240 萬個林業就業機會、近 300 萬個永續農業就業機會、31 萬個再生能源就業機會以及 5 萬個鄰近行業就業機

會)。在全球淨零發展趨勢下，碳權/碳匯將愈來愈值錢，成為重要投資標的，一份國際碳權權威機構的最新研究顯示，2018-2021 年，投資碳權的報酬率高達 587%，遠高於比特幣的 142%、Nasdaq 的 106%及黃金的 37%。(Carbon Credits.com., 2024) 可知，投融資碳權開發，不但有助減碳，而且也是一門賺錢的好生意。此外，碳權開發往往也會帶來多項附屬效益(co-benefit)，可同時達成多項永續發展目標(SDGs)，也是提升企業 ESG 的最佳行動。

一、哥拉斯哥淨零金融聯盟擴大淨零融資策略

2021 年成立的「哥拉斯哥淨零金融聯盟」(Glasgow Financial Alliance for Net Zero, GFANZ)，提出金融機構淨零轉型的四大主軸策略：(1) 應用投融資力量促進氣候解方發展與規模化，以取代高排放技術、活動或服務；(2)應用投融資力量促進企業提出參照控制溫升 1.5°C 的減排計畫；(3)應用投融資力量促進產業部門提出透明、穩健以及符合溫升 1.5°C 減排路徑的淨零轉型計畫；(4)應用投融資力量加速汰換(phase-out)高碳排放資產。進而，GFANZ(2022)再提出 5 項優先行動建議，詳如表 6 所示，重點包括：淨零目標設定、淨零行動揭露、發展自願性碳市場(Voluntary carbon market, VCM)、加強保育自然與生物多樣性投融資、以及擴大淨零金融規模等。

COP28 之後，GFANZ 有感於全球淨零轉型的嚴重落後，呼籲全球金融機構應擴大淨零投融資規模，一方面促進實體經濟淨零轉型；一方面達成金融機構自身淨零目標。GFANZ 提出淨零投融資四大策略：

策略一：融資氣候解方

氣候解方包括節能、綠能、氫能、電動化、循環經濟、自然碳匯與碳捕獲封存技術等，金融機構應強化投融資企業的氣候解方投資活動，

助力氣候解方發展與擴散，加速實體經濟淨零轉型，以及改善金融機構自身資產的低碳組合。

策略二：擴大投融資淨零承諾企業

金融機構應擴大投融資已設定符合 1.5°C 的雄心目標，以及以科學為本的淨零路徑圖的企業，加速蓋企業的淨零目標實踐。

策略三：議和淨零承諾

金融機構應加速議和(engagement)企業設定符合 1.5°C 的雄心目標，以及以科學為本的淨零路徑圖，據此，作為投融資依據。

策略四：加速廢除化石燃料投融資

全球化石燃料燃燒排放及開採排放，約占全球 80% 溫室氣體排放量。金融機構應自訂廢除化石燃料投融資的時間表，做為檢視成果的績效指標(KPI)，將是促進全球淨零轉型的最有效方法。

GFANZ 的倡議與策略將引領金融機構投融新作法，例如：(1)投融資有制定淨零轉型目標與行動的企業；(2)以企業減排為目的投融資，例如設備汰舊換新提高能效，以及低碳技術創新與研發等。爰此，金融機構將建立一套檢視的績效指標，以及加強淨零轉型的培力(capacity building)，例如計算與評估投融資的預期減排量(Expected Emissions Reduction, EER)，進而，需要發展一套生命週期(life cycle)為基礎的溫室氣體迴避量與減排潛力的估算方法，因此，建立標竿值(benchmark)、預測方法及計算工具，即成為金融機構評估淨零投融資淨零績效的主要培力工作項目。

表 6 GFANZ 淨零金融優先行動建議

優先的淨零轉型行動	主要內容
1. 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。
2. 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。
3. 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。
4. 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。
5. 調動資本流向新興市場和發展中經濟體	確保多邊開發銀行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.

二、全球碳金融發展

碳定價機制 (carbon pricing)具成本有效性 (cost effectiveness)，已成為全球淨零轉型(race to zero)的重要政策工具。碳定價工具區分價格機制(例如碳稅/費(carbon tax./fee)數量機制(例如碳交易制度(Emissions Trading Scheme, ETS))，前者透過碳稅/費率「以價制量」，促進減碳，全球約有 39 國家區域實施；後者透過排放額度分配「以量制價」，直接限制企業排碳量，全球約有 37 個區域國家實施。依據世界銀行(2024)的最新統計，全球有 76 國家(區域、省州及城市) 採行碳定價工具，總溫室氣覆蓋量約 24%，2023 年總收入已達到 1,040 億美元，其中，碳稅收入約 290 億美元，碳交易制度收入約 750 億美元。依據國際經驗，碳定價收入會支用於 5 大領域，(1) 一般性預算(包括減少債務)；(2)氣候減緩；(3)低碳創新；(4)教育與健康；及(5) 個人、家庭與企業補助等 (International Carbon Action Partnership, ICAP, 2024)，可挹注政府的支出，以及有效的將收入再利用，可創造「雙重紅利」(double dividend)(經濟成長與減碳)，以及公正

轉型(just transition)。

全球碳市場歷經近 20 年發展，市場規模已達到 9,240 億美元(2023)規模，每年交易量已達到 100 億噸 CO₂e (Michawlowa, 2024)，每年減碳金額已超過 2,000 億美元。強制性市場(Comply Carbon Market, CCM)是國際碳市場主軸，以歐盟的強制性碳市場代表，約占市場規模的八成以上；自願性碳市場(Voluntary Carbon Market, VCM)為輔助性，自 2005 年以來，已累計核發 41 億噸碳權(2023)，累計交易 24 億噸碳權(2023)，累計交易總額約 108 億美元，平均碳價約 10 美元/噸 CO₂e (Ecosystem Marketplace, 2024)，展望未來，自願性市場碳價可望提高至 40-60 美元/噸 CO₂e) (Carbon Credit, 2024)。

VCM 助力全球淨零的功能已愈來愈受到重視，主要的淨零功能可歸納：(1)獎勵脫碳技術/活動：VCM 是支持企業減排或碳移除的重要與穩健(robust)激勵機制，促進全球脫碳；(2)促進國際減碳合作：VCM 可以將資金有效的引導到迫切需要的地方，包括低收入和中低收入國家、碳移除(自然移除和科技移除)、環境保護及實現聯合國永續發展目標(SDGs)；(3)縮短淨零距離：企業可以明確與穩健的聲明企業碳排放的抵減；(4)減緩碳風險：VCM 可以銜接企業面對的強制性碳管制規定；(5)提高減碳雄心：促進企業現在減碳雄心，因應氣候緊急的危機等五大功能。(International Emissions Trading Association, IETA, 2024)

基於 VCM 的淨零助力功能，全球積極發展 CVM，2002-2023 年累計核發 41 億噸 CO₂e，累計註銷 8.91 億噸 CO₂e (約 21.7%)。2023 年約有 694 個專案成功註冊，其中，329 個為家庭器具設備專案，約占 47%，成為最主要 VCM 專案，其次是再生能源與農業自然碳匯。(Ecosystem Marketplace, 2024) 由於碳權品質將影響其價格及抵換誠信度(integrity)，已成為全球碳金融的重要標的。高品質碳權特徵：(1)自然為本/碳移除(carbon removal)碳權：移除型專案平均碳價約 15.91 美元/噸 CO₂e(2023)，

減碳型(reduce)的平均碳價約 4.61 美元/噸 CO₂e，價差約 3 倍；(2)兼具附屬效益(co-benefit)，例如取得氣候、社區及生物多樣性標章(Climate Community and Biodiversity, CCB) 平均碳價約 8.11 美元/噸 CO₂e(2023)，沒有 CCB 標章的平均碳價約 5.91 美元/噸 CO₂e(2023)，價差約 37%；(3)滿足多項 SDGs，碳權開發同時取得更多項 SDGs 認證，平均碳價約 8.03 美元/噸 CO₂e(2023)，沒有 SDGs 標章的平均碳價約 6.00 美元/噸 CO₂e(2023)，價差約 34%；(4)年份較新：5 年內平均碳價約 7.77 美元/噸 CO₂e(2023)，多於 5 年的平均碳價約 5.18 美元/噸 CO₂e(2023)，價差約 50%。

美國財政部已體認高品質 VCM，有助加速全球脫碳，及降低成本。同時，可提供附屬效益(co-benefit)，有助永續發展。於 2024 年 5 月提出「自願性碳市場的政策立場與準則」(Voluntary Carbon Market Joint Policy Statement and Principles)，將引入政府力量管理 VCM，期望提高 VCM 碳權使用誠信度(integrity)，及促進美國 CVM 發展。合計六項政策立場與準則：(1) 碳權及產生碳權的活動應具可信賴環境完整性/誠信標準及真實減碳/移除；(2) 產生碳權的活動應避免環境和社會損害，並應具有附屬效益、透明性和利益分享的社會包容性；(3) 碳權使用應優先抵換自身價值鏈淨零減排承諾目標；(4) 碳權使用者應公開揭露購買與註銷的碳權型態；(5) 碳權使用者的公開聲明應準確說明註銷碳權對減緩氣候的影響，且應使用符合高誠信標準的碳權；(6) 所有 VCM 市場參與者應致力於提高 VCM 誠信抵換。上元政策立場與原則，可望提供環境部、金融監督管理委員會及碳權交易所參考，促進國內碳金融發展。

三、金融機構淨零挑戰與碳金融助力

氣候變遷與淨零賽跑將提高經濟部門的氣候風險(實體與轉型風險)，經濟部門會將此氣候風險傳遞給金融部門，從而，提高金融部門風險，

威脅金融穩定，這是金融機構淨零專型的最大挑戰。金融機構如何因應，將攸關金融機構的淨零轉型競爭力與契機。由於金融機構碳排放主要來自投融資的範疇三，因此，提高金融機構的碳金融部位，將成為金融機構的優先策略。以下分別介紹聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)的綠色氣候基金(Green Climate Fund, GCF)、英國綠色投資銀行(Green Investment Bank, GIB)及挪威NORGES 銀行的碳金融的投融資策略，提供國內金融機構參考。

(一)、綠色氣候基金

綠色氣候基金國際最上位的碳金融機構，成立目的在於國際氣候融資(減碳與調適投融資)，基金規模約 210 億美元。至 2023 年已融資 228 個減碳專案，合計約投融資 128 億美元，約敲撬動 355 億美元氣候融資。綠色氣候基金制定投融資審核指引，合計六項作業程序：(1)撰寫投融資計畫書；(2)審理投融資計畫的構想(concept)；(3)審理減碳投融資計畫書內容；(4)計畫書修正建議；(5)委員會決議；(6)開始執行計畫。

(二)、英國綠色投資銀行

英國綠色投資銀行是全世界第一家由國家成立的綠色投資專業銀行，成為英國淨零轉型的重要推手。綠色融資組合報酬率(portfolio return)為 10%，遠高於一般性專案融資。成功之處，在於 GIB 已發展一套綠色影響評估、監測與報告指引，稱為「綠色投資手冊」(Green Investment Handbook)。手冊主要由三部分內容構成：評估(assessing)、監測 (monitoring) 及報告(reporting)，每一部分都提供了實用工具與最佳實踐方法，幫助投資者大規模地運用氣候金融，同時實現財務報酬率與綠色收益。

在融(或投)資前，必須先對投資目標進行環境績效評估和預測，瞭解投資目標的綠色績效，作為評估潛在投資風險之依據。此階段將依據綠

色投資準則，評估投資目標之環境績效及相關風險，以及必須透過法律程式，確保評估資料取得的完整性。對投資目標應根據實際情況進行合理評估，綜合考慮專案所在地、行業、風險以及擬投資規模等因素。應考慮投資專案是否實質性符合現有相關政策或強制性要求(在此統稱為綠色投資政策)中的環境、社會和公司治理 (environmental, social and governance, ESG)投資準則，包括具體的低碳標準。

投資決策過程中，應考慮到專案可能無法實現預期綠色影響的風險。因此，一份正式的風險評估架構不僅可以評估專案碳相關風險，同時也是衡量專案其他風險的實用工具，例如違反投資準則帶來的風險，以及其他專案相關的環境與社會風險等。這些風險可以統稱為綠色風險 (green risk)。對於經鑒別確認的實質性綠色風險，行動計畫中應設計相應的風險減緩措施(見下述“行動計畫”部分)，並且/或者在發放貸款後，進行對相應風險進行密切監測(見下述“監測”部分)。

監測投資專案的綠色績效，並鑒別出相關風險。一旦對專案提供資金，就需要開展專案績效監測。監測專案的綠色影響與綠色風險，包括專案協議履行情況，以及專案環境與社會風險等。此外，投資對象應定期對專案運營進展，進行更新或出具報告，持續跟蹤彙報投資專案之預期綠色影響的實現情況，以及其他環境與社會相關措施落實情況。相關監測程式與要求，取決於投資特性、專案所在地、專案所處行業和投資規模。

投資對象每年需完成一份報告，詳述專案預期和/或實際績效。報告應包括符合審計要求的所有相關來源資料及參考資料。該報告可由第三方 (third party)獨立諮詢顧問查驗證。投資者應請獨立的環境與社會專家，對相關內容開展定期監測審查/核查：綠色風險(green risks)；行動計畫(action plan)；預測與實際的綠色影響績效差異(減碳量以及耗能或節能量)。

說明如何收集、核查、揭露投資組合專案產生的綠色績效與相關資料。定期向利害關係者揭露投資項目之各項績效。報告內容應基於全球標準與既有報告流程。專案產生的環境效益可以透過與不實施該項目的假設結果相比較估算結果，稱為情境分析(scenario)。通過情境分析設定的碳足跡與實際足跡比較，可以計算出專案的綠色影響，該方法同樣可應用於減碳量與節能量的計算。

計算綠色影響時，參考《溫室氣體盤查議定書》(The GHG Protocol for Project Accounting)。能效項目參考「國際節能效果測量和認證程序」(IPMVP)。GIB 為確保融資專案符合銀行綠色政策，針對每一融資案，均透過「綠色投資查驗清單」(green investment checklist)，進行查驗與審核。

(三)、挪威 NORGES 銀行

NORGES 銀行負責挪威「政府年金基金」(Government Pension Fund Global, GPF)投資，為全球規模最大的機構投資人之一。NORGES 銀行之 GPF 投資全球 77 個國家，50 種貨幣，約 62.5%投資股權。NORGES 銀行的責任投資原則：標準設定 (standard setting)、擁有權 (ownership)及風險管理(risk management)。NORGES 銀行考量長期投資風險，導入 17 項 SDG 目標及環境、社會及治理 (Environmental, Social and Governance , ESG)，確認氣候變遷是未來風險型態，逐步降低燃煤電廠及煤礦公司的資金部位。

NORGES 銀行納入非財務因子相當完整 (詳見表 7)，遍及 ESG 各項領域構面，作為投融資的輔助參考，例如，生物多樣性(biodiversity)、碳(carbon)、氣候變遷(climate change)、廢棄物(waste)、水資源(water)、童工(child labor)、貪腐(corruption)、健康與安全(health and safety)、人力資本(human capital)、化石燃料儲量(fossil fuel reserves)及綠色收益(green revenue)(係指銀行的綠色投融資，增加的環境效益，包括綠電發電量、溫

室氣體減排、廢棄處理量)等，進行定性與定量評估，可以確保企業的 ESG 績效及投融資參考。NORGES 銀行將企業 ESG 績效為主要風險評估因子，依據企業 ESG 表現，調整資金部位，資產組合平均報酬率超過 10%。

表 7 NORGES 投融資的非財務因子

非財務因子	定性分析	定量分析
生物多樣性	√	√
碳	√	√
氣候變遷	√	√
廢棄物	√	√
水資源	√	√
童工	√	√
貪腐	√	√
健康與安全	√	√
人力資本	√	√
化石燃料儲量	-	√
綠色收益	-	√

資料來源：NORGES Bank (2016), Responsible Investment...Government Pension Fund Global.

四、金融機構碳金融國際準則

世界銀行(World Bank)、聯合國環境規劃署(United Nations Environment Program, UNEP)及美國財政部等國際重要機構，基於碳金融的重要性，分別提出相關指引，提供全球金融機構投融參考。

(一)、世界銀行的淨零投融資政策

世界銀行(2023)為促進《巴黎協定)目標實踐，制定「發展政策融資業務)(Development Policy Financing Operations, DPFs)(簡稱金融業務)，提供全球發展淨零金融轉型政策擬定參考。金融業務主要透過系列評估方法，

確保金融機構的投融资業務，符合《巴黎協定》目標，評估步驟簡述如下：

步驟一：評估該項金融業務與國家氣候策略的一致性

金融業務應先檢視與國家氣候政策的一致性，如果金融業務與國家氣候政策相違背，則需要修改金融業務內容。

步驟二：評估該項金融業務風險

金融業務應先檢視與氣候調適與減緩的一致性，以氣候減緩為例，該項金融業務是否能夠減少國家溫室氣體排放；以調適為例，該項金融業務是否能夠提高國家氣候韌性等。如果金融業務與國家脫碳路徑不一致時，則須評估該國國情導致碳鎖定風險(carbon lock-in risk)。

步驟三：降低該項金融業務風險

透過相關行動努力，確保金融業務的氣候風險，已降低至合理可接受水準，則先前的金融業務可執行；反之，如果風險等級沒有降低到合理水準，則先前金融業務就不應該執行。

(二)、聯合國環境規劃署

聯合國環境規劃署(2024)制定「金融機構淨零目標設定指引」(Guideline for Climate Target Setting for Banks)，提供 NZBA(Net Zero Banking Alliance)會員參考，也適用責任銀行會員，應於加入會員後，4 年內完成氣候目標制定。該指引有四大重點：(1)銀行應該獨立的制定實踐 2050 年淨零目標的中期目標；(2)銀行應該建立排放基線，並每年揭露透過投融资達到的減排績效；(3)銀行應該採用科學為本的脫碳情境，並設定符合 2050 年淨零的短中期目標；(4)銀行應該定期動態評鑑目標，確保與目前

氣候情境的一致性。

依據該指引，要求基融機構氣候目標制定原則：

原則 1：雄心

應遵行《巴黎協定》1.5°C 目標，符合 SBTi 設定 2050 年前淨零轉型目標。

原則 2：範疇

依據銀行投融資計算客戶的範疇 1,2,3 的溫室氣體排放，且逐年提升客戶的數據與報告品質。

原則 3：目標

銀行應至少設定 2030 年（或更早）和 2050 年的目標，且以 5 年一期為中期目標，應概述為實現目標的相關行動。

原則 4：內容

資料來源、方法學、重大排放源與財務揭露、敏感性商業活動。

原則 5：對實體經濟影響

目標設定應能影響實體經濟。

原則 6：管理

納入銀行董事會議程，定期追蹤與管考。。

(三)、美國財政部淨零投融資原則

美國財政部(2023)為提供金融淨零投融資，制定【淨零投融資原則】(Principles for Net-Zero Financing and Investment)，目的是加強金融機構的

範疇三溫室氣體排放的管理與議和，以及規範金融建立一套目標、行動以及問責機制(accountability mechanisms)機制，促進全球淨零轉型。【淨零投融資原則】內容與 GFANZ 的淨零投融資策略相同，透過九項原則制定，達到發展「轉型金融」的目的，九項準則內容簡述如下：

原則 1：

金融機構的淨零承諾是致力於減少溫室氣體排放的宣言，承諾將全球平均溫升控制在 1.5°C 之內。為了可信，金融機構的宣言，應同時制定與執行淨零轉型計畫。

原則 2：

金融機構在決定如何實現其承諾時，應考慮金融轉型、逐步淘汰化石燃料、以及加強氣候解方實踐。

原則 3：

金融機構應建立可信賴的指標和目標，並讓所有相關投融資，都應遵循相關的指標與目標。

原則 4：

金融機構應評估客戶與資產組合公司，應與金融機構本身的目標相一致，亦即，均是致力於實踐溫升控制在 1.5°C 之內。

原則 5：

金融機構應與客戶、資產組合公司及相關利害關係人議和，符合公司承諾。促使成為管理與承擔氣候風險的共同體，同時，也為金融機構創造新的淨零投融資機會。

原則 6：

金融機構應制定並執行相關策略，將承諾的目標納入業務和營運程序。運用既有或開發新產品(綠色金融工具)及服務，以支持客戶或投資組合公司朝向淨零轉型道路邁進。

原則 7：

金融機構應建立健全的治理程序，監督其承諾的履行。金融機構應將淨零轉型計劃納入治理與企業風險管理體系中，董事會和高階管理層應定期審查淨零轉型計劃，納入重大性議題管制，鑑別與減緩轉型計劃的潛在風險。

原則 8：

金融機構應將環境正義和環境影響力，納入淨零轉型計畫與相關活動中。例如，納入在地部落、原住民或弱勢社區的支持，實踐公平正義，以及相關環境影響力，例如自然以及生物多樣性(biodiversity)保育。

原則 9：

金融機構應透明化淨零承諾的進展，例如部份金融機構可能會購買自願性碳權(VCM)，抵減其淨零承諾，碳權抵換誠信(integrity)需透明公開，落實外部問責機制(external accountability)。

五、金融機構與產業是淨零生命共同體

淨零金融發展是全球淨零轉型的加速，責任重大。國際重要金融機構與組織，已擘劃出「轉型金融」的策略與作法，值得國內金融機構參考。金融機構的投融资唯一標準就是「符合」(alignment)《巴黎協定》目標；

投融資唯一對象就是有訂定符合《巴黎協定》減量承諾目標企業或專案；
投融資唯一活動就是有降低氣候風險(減緩與調適)活動。

金融機構為自我檢視投融資的淨零績效，需要建立「預期減排量」(EER)評估機制，標竿值是評估淨零績效的基礎。金管會發展中的「永續分類」(taxonomy)指引，界定經濟活動技術篩選標準，將是企業制定投融資標竿值的良好參考指標。應用高品質碳權抵換金融機構淨零目標，確保金融機構階段性淨零目標實踐，已成為全球金融機構淨零轉型的重要布局，然而，符合碳權抵換誠信(integrity)原則，避免陷入漂綠(greenwashing)風險，則是金融機構重要課題。

面臨全球淨零轉型挑戰，金融機構與企業是淨零生命共同體，加強議和，建立淨零商業模式生態系統，這是金融機構當前最優先課題與工作。

肆、國際自願性碳權品質與抵換誠信發展研析

全球碳權市場在淨零目標與供應鏈要求下，2022 年市場交易量達到 120 億噸，市場交易總值也超過 9,240 億美元(Carbon Pulse, 2023)，即將成為兆美元產業。然而，企業購買碳權抵換減排量到底是逃避責任？抑或勇於承擔減碳責任？一直引起社會討論與爭論，也會影響碳權交易制度發展與淨零雄心與轉型的契機。雀巢集團 (Nestle) 於 2023 年 7 月宣布，放棄旗下 KitKat 和 Perrier 等商品的碳中和聲明。產品碳中和，是顯示企業淨零決心與力行保護環境行動，為何要撤銷產品碳中和聲明呢？究其原因，是雀巢集團使用抵換的碳權被懷疑有問題，從而，擔心公司蒙上「漂綠」(greenwashing) 惡名，影響公司聲譽。雀巢集團的斷然措施，實則已傷害公司聲譽，不可謂不慎。雀巢集團的案例，是典型的碳權使用品質問題與碳權抵換完整性(integrity)問題。所謂完整性係指碳權抵換應符合一套標準程序與碳權品質標準。

一份來自國際權威的自願性碳市場研究機構的最新研究報告，證明購買自願性市場碳權的企業，相較於沒有購買碳權的企業，無論在董事會淨零監督、溫室氣體排放揭露、供應鏈減排議和及淨零目標的雄心，均有較佳的績效表現(Ecosystem Marketplace, 2023)。一份最新的科學研究也證實，碳市場的價格訊號的確會激勵廠商減碳科技投資，以及專利數申請量(Cantone et al., 2023)，說明碳權流動性產生價格訊號(price signal)的重要性，及有助減碳潛力及淨零目標的即早實踐。

碳權抵換兼具成本可負擔及靈活性，已成為企業落實階段減量目標及碳中和(或淨零)的重要工具。因此，碳權抵換的完整性也愈來愈受重視。鑑此，歐盟於 2023 年發布《消費者賦權綠色轉型指令》(Empower Consumers for the Green Transition Directive, ECGTD)，規範企業碳權使用的

標示責任；國際標準組織(International Standard Organization, ISO, 2023)及國際「自願碳市場倡議」(Voluntary Carbon Market Initiative, VCMI, 2023)等國際重要組織機構，均相繼制定出碳權抵換與碳中和宣告的標準作業程序與完整性準則。

值此台灣碳定價元年之際，賦權消費者產品真實永續性標示，已成為淨零永續轉型的重要課題。本文將從碳權使用與企業氣候績效表現及碳權抵換標準作業程序與完整性，深入剖析國際最新發展趨勢與作法，提供國人參考，將有助於消弭碳權抵換的不必要紛爭，促進碳權使用/抵換的健康與良性發展，及加速國家社會淨零永續轉型進展。

一、國際自願性碳市場發展現況及碳權品質認定

全球自願性碳權市場(Voluntary Carbon Market, VCM)發展已接近 20 年，自 2005 年以來，累計 24 億噸 CO₂e 交易量，累計的交易金額 108 億美元，詳見圖 12 與圖 13。(Ecosystem Marketplace, 2024) 自願性碳市場的主要功能有二，輔助強制性市場及自願性碳中和抵換，20 年來，合計累計已發出約 41 億噸 CO₂e，以抵換約 8.9 億噸 CO₂e。

「國際自願性碳市場倡議」(Voluntary Carbon Market Initiative, VCMI, 2023)建議高品質碳權(減量額度)應遵循「核心碳準則」(Core Carbon Principle, CCP)，成為全球高品質減量額度(或碳權)認定或遵循標準。依據「核心碳準則」的規定，高品質碳權產生應遵循八大準則，見表 8。表 15 的高品質碳權內涵：(1)**真實減碳**：減碳量必需可計算與量測；(2)**建立真實與可靠基線**：減碳量是相較於基線排放量，例如以風力發電取代燃煤發電，燃煤發電碳排放即是基線排放；(3)**可監測、可報告與可查證**：減量程序必須透明化，減量成果需經過合格第三方機構查/驗證(verified/certified)；(4)**永久性**：減量效果不可復原性，例如再生能源發電立即取代燃煤發電；(5)**外加性(additionality)**：減碳專案必須符合法規、

沒有接受政府獎勵補助及沒有財務誘因（效益低於其他投資方案）；(6)**最小化洩漏量(keakage)**：減量專案取代的舊設施，不可移作他用。例如以天然氣取代燃煤發電，舊的燃煤電廠不能因為堪用而再移作他用；(7)**僅能使用一次**：碳權不能重複使用。碳權一經抵銷使用，應立即註銷此碳權效力；(8)**不能產生其他不利環境問題**：減碳專案不能造成其他傷害，例如水力發電可能造成其他生物多樣性折損，以及傷害文化資產保存。若有前述現象，則水力發電不能申請碳權，抑或屬於低品質碳權。

高品質碳權額外條款，例如碳權開發計畫同時取得「氣候、社區及生物多樣性」驗證書，表示碳權開發計畫同時減緩氣候變遷、支持社區與小農戶發展及保育生物多樣性等，則有助碳權品質認定與提升。

綜言之，決定碳權品質因素，可簡單界定為：

1. 較近年分，品質較高，價格愈高

碳權開發年分最近者，相對受到較多規範，審查程序較嚴謹，品質較高。依據 Ecosystem Marketplace (2024) 的最新統計，2023 年的碳權價格中，年份在 5 年內的平均價格(7.77 美元/噸 CO₂e)約高於 50% 年份 5 年以上的平均碳價(5.18 美元/噸 CO₂e)。

2. 碳權型態符合國際或國家發展趨勢，品質愈高，價格愈高

2000 年代，再生能源是國際或國家最重要的發展技術，因此再生能源減碳專案的碳權品質最高，最受到市場偏好；2021 年全球追求淨零目標，以及面臨氣候緊急情況，國際／國家鼓勵碳匯（carbon sink）與碳移除（carbon removal），因此「自然為本解方」（nature-based solution），例如植樹造林、土壤碳匯及海洋碳匯等減碳專案即成為高品質碳權，也比較高價。

依據 Ecosystem Marketplace (2024) 的最新統計，2023 年的碳權價格中，移除型(carbon removal)的平均價格(15.91 美元/噸 CO₂e)約高於 3 倍

減量型(carbon reduction)的平均碳價(4.61 美元/噸 CO₂e)。

3. 碳權簽發機構公信力愈高，碳權品質愈佳，價格愈高

碳權簽發機構公信力愈高，表示碳權的市場接受度與流動性高，價格較高。如 Verra 簽發的「經查證碳標準」(Verified Carbon Standards)碳權及黃金標準簽發的碳權，市場的接受與流動最高。

依據 Ecosystem Marketplace (2024)的最新統計，2023 年的碳權價格中，經查證碳標準(verified carbon standard, VCS)的平均價格約 6.81 美元/噸 CO₂e；黃金標準(gold standard, GS)的平均碳價約 6.31 美元/噸 CO₂e。

4. 碳權開發過程滿足愈多永續發展目標，碳權品質愈高：

如森林碳匯或紅樹林碳匯，再結合地區扶貧及提供婦女就業等，可滿足改善貧窮、兩性平權、淨水及衛生、氣候行動、保育海洋及生態及保育陸域生態。

依據 Ecosystem Marketplace (2024)的最新統計，2023 年的碳權價格中，具有 SDG 認證的碳權平均價格(約 8.03 美元/噸 CO₂e)約高於 34% 沒有 SDG 認證的平均碳價(約 6.00 美元/噸 CO₂e)。

Figure 1. Voluntary Carbon Market Size, by Value of Traded Carbon Credits, pre-2005 to 2023

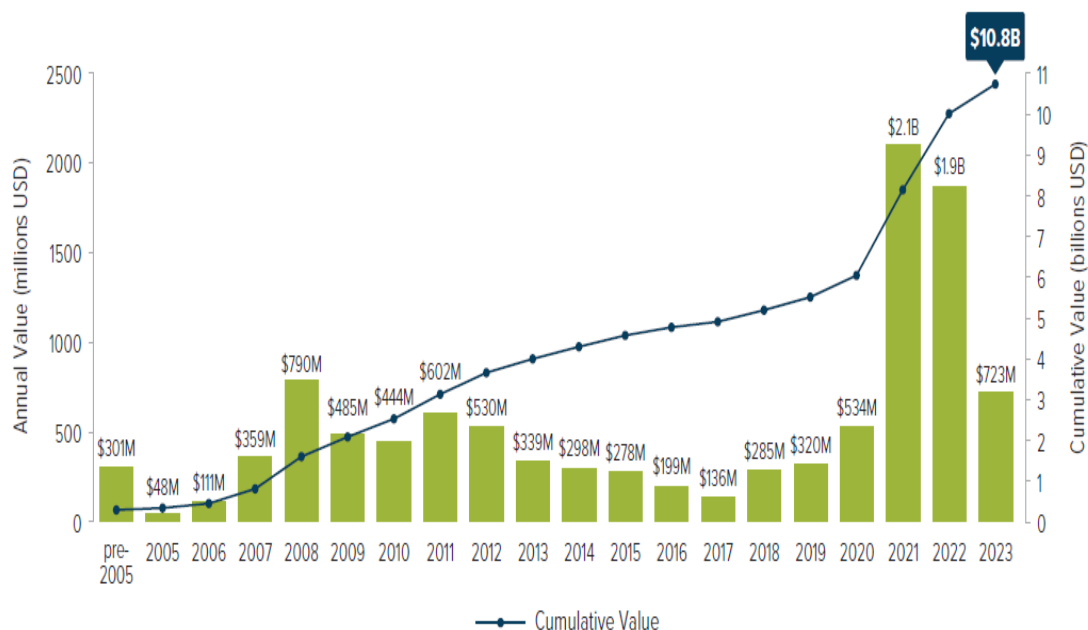


圖 12 全球 VCM 交易額趨勢圖

資料來源：Ecosystem Marketplace (2024), State of the Voluntary Carbon Market.

Figure 2. Voluntary Carbon Market Size, by Volume of Traded Carbon Credits, pre-2005 to 2023

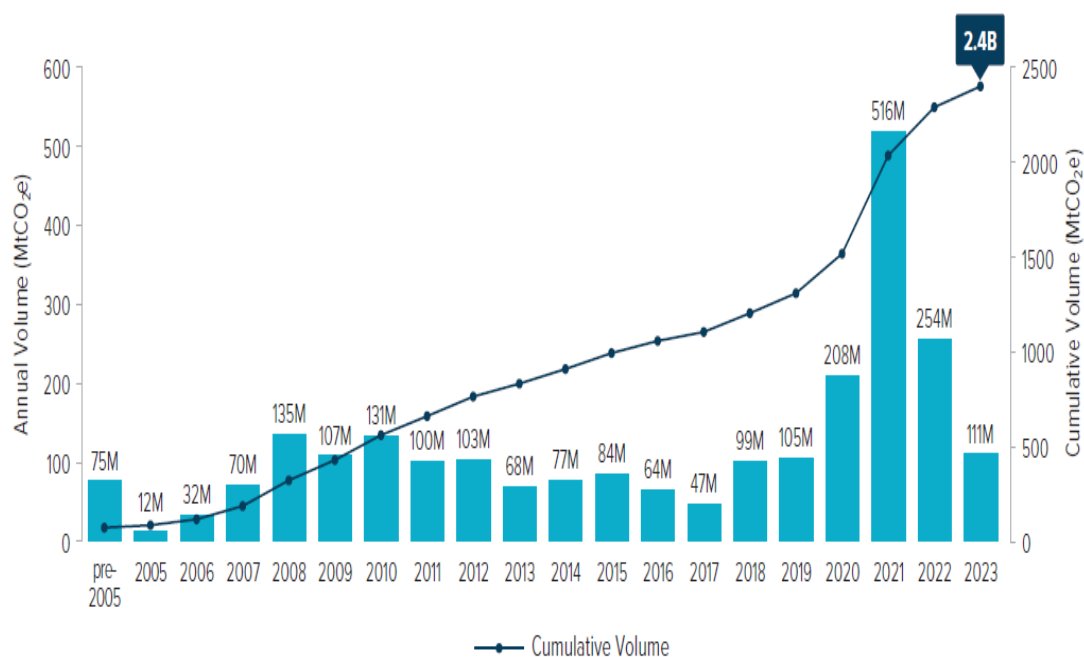


圖 13 全球 VCM 交易量額趨勢圖

資料來源：Ecosystem Marketplace (2024), State of the Voluntary Carbon Market.

表 8 高品質碳權認定準則

準則	內容
真實減碳	可計算與可量測。
建立真實與可靠基線	減碳量是相較於基線排放量，例如，以風力發電取代燃煤發電，燃煤發電碳排放即是基線排放。
可監測、可報告與可查證	減量程序必須透明化，減量成果需經過合格第三方機構查驗證。
永久性	減量效果不可復原性，例如，再生能源發電立即取代燃煤發電
外加性	減碳專案必須符合法規、沒有接受政府獎勵補助及沒有財務誘因（效益低於其他投資方案）。
最小化洩漏量	減量專案取代的舊設施，不可移作他用，例如，以天然氣取代燃煤發電，舊的燃煤電廠，不能因為堪用，再移作他用。
僅能使用一次	碳權不能重複使用（double counting），碳權一經抵銷使用，應立即註銷此碳權效力。
不能產生其他不利環境問題	減碳專案不能造成其他傷害，例如，水力發電可能造成其他生物多樣性折損，以及傷害文化資產保存。若有前述現象，則水力發電不能申請碳權，抑或屬於低品質碳權。

資料來源：整理自 VCMI(2023), Core Carbon Principle..

二、使用碳權是提升企業氣候績效

企業購買碳權抵換到底是逃避責任？抑或勇於承擔減碳責任？一直引起社會討論與爭論，也會影響碳權交易制度發展與淨零雄心與轉型的契機。Ecosystem Marketplace(EM)是國際著名的自然為本倡議機構(A Forest Trends Initiative)，2023 年 10 月發表一篇名為「自願性碳權在企業氣候策略的角色」(All in on Climate: The Role of Carbon Credits in Corporate Climate Strategies)，以 7,415 家申報 CDP (Carbon Disclosure Project) 的廠商資料，分析購買自願性碳權與氣候行動的關係。

(一)、董事會氣候治理

氣候變遷或行動是否納入董事會議題與組織架構，代表該企業在氣候行動的治理績效較佳。CDP 的調查顯示，有購買自願性碳權與抵換的企業，董事會監督績效 (97%) 約為沒有購買自願性碳權與抵換企業 (82%)

的 1.2 倍。

(二)、溫室氣體盤查與揭露

溫室氣體排放盤查與揭露 (參照溫室氣體盤查議定書 (GHG Protocol))，代表著企業溫室氣體管理的最重要基礎，也是氣候行動研議的前哨站。CDP 的調查顯示，有購買自願性碳權與抵換的企業，溫室氣體揭露績效 (97%) 約為沒有購買自願性碳權與抵換企業 (81%) 的 1.2 倍。

範疇三溫室氣體盤查意味著企業供應鏈的議和，也代表著企業的淨零行動機會。CDP 的調查顯示，有購買自願性碳權與抵換的企業，供應鏈議和績效 (96%) 約為沒有購買自願性碳權與抵換企業 (75%) 的 1.3 倍。

(三)、企業減量目標雄心表現

減量目標型態與雄心 (納入董事會議程、較高減碳目標或期程較短等) 是展現企業淨零轉型積極性與成功的關鍵因子。依據 CDP 的調查顯示，企業減量目標型態包括絕對量目標、密集度目標、包括範疇 3 目標、淨零目標及通過 SBTi (Science-based Target Initiative) 等五種型態。比較發現，有購買自願性碳權與抵換的企業，無論是何種減量目標型態的雄心 (86%) 約為沒有購買自願性碳權與抵換企業 (54%) 的 1.6 倍。

(四)、企業參與自願性碳權的減量投資表現

企業減量投資是反映企業淨零轉型的最重要行動，依據 CDP 有關企業的減碳投資及減排量兩項績效指標，可以了解企業在淨零轉型行動的成果。依據 CDP 的調查顯示，有購買自願性碳權與抵換的企業，減量投資中位數 1,338,557 美元，約為沒有購買自願性碳權與抵換企業 (447,220 美元) 的 3.0 倍。

(五)、企業減碳行動表現

企業具體的減量行動是展現企業減碳積極性與氣候績效的重要參考指標，依據 CDP 有關企業的減碳行動調查，包括建築能源效率、低碳能源轉型、製程能效改善、低碳能源生產(生能源源或太陽光電等)、行為改變、及廢棄物管理與循環經濟等六項關鍵行動，可以了解企業在氣候績效的成果。依據 CDP 的調查顯示，有購買自願性碳權與抵換的企業，在各項減碳行動績效的表現均較高。

綜上分析可知，購買自願性碳權抵換碳排量的企業，在企業內部推動多元與積極的行動方案，成為驅動企業淨零轉型的關鍵力量。特別是應用內部碳定價驅動企業相關氣候行動與商業策略，在總數 1,128 家進行減碳資的企業中，購買自願性碳權抵換碳排量的企業約 338 家，其中約有 44%企業推動內部碳定價；反觀，沒有購買自願性碳權抵換碳排量的企業約 790 家，然而，僅有 12%企業採行內部碳定價。顯示，購買自願性碳權抵換碳排量企業的氣候績效較佳，內部碳定價是關鍵差異因子。

三、企業使用碳權的完整性評析

(一)、歐盟《消費者賦權綠色轉型指令》

歐盟為促進循環經濟(circular economy)與綠色轉型(green transition)，基於商業活動的資訊不完整與不對策，將誤導消費者的綠色購買行為，決議修訂歐盟《不公平商業行為指令》(Unfair Commercial Practices Directive, UCPD)與《消費者權利指令》(Consumer Rights Directive, CRD)，以及反制：(1)漂綠(greenwashing practices)；(2)產品提早失效 (early obsolescence practices)及(3)使用不可靠和不透明的永續性標籤與資訊(the use of unreliable and non-transparent sustainability labels and information tools)等三種商業行為，制定《消費者賦權綠色轉型指令》(Empower

Consumers for the Green Transition Directive, ECGTD)。

民眾的綠色生活轉型已被視為重要氣候解方，為促進民眾獲得必要資訊，做出正確的綠色消費選擇，免除消費者受到漂綠或不公平的商業行為影響。《消費者賦權綠色轉型指令》將可為消費者打造更綠色及更公平的消費環境，有助歐盟循環經濟推動與加速綠色轉型，達到淨零歐洲的目標。

《消費者賦權綠色轉型指令》旨在增強消費者的綠色轉型能力及打擊不公平的商業行為，例如誤導性的漂綠商業行為或對使用壽命低於預期產品的虛假聲明等。該指令的主要重點：

1. 透過定義永續性的關鍵要件及驗證程序，提高永續性標籤的可信度。
2. 提高與未來環境績效相關聲明的透明度和監控。
3. 禁止不公平的溫室氣體排放抵換商業行為。這意味著，舉凡任何透果抵換聲稱的碳中和、減排或改善環境衝擊等商業行為，均需要經過查證(verify)。
4. 釐清不合理的交易行為（無論是在資訊充分或缺乏情況下的交易活動），例如提供過時產品、進行不必要的軟體更新及賦予消費者承擔不合理的責任。然而，如果基於產品的設計特徵，以及可獲得可信賴資訊時，消費者才需要承擔責任。
5. 產品需要附加清楚的說明書，內容包括產品耐用性保證及承擔的相關法律責任。

(二)、ISO14068-1 碳中和標準

在歐盟發布《消費者賦權綠色轉型指令》之際，國際標準組織(International Standard Organization, ISO)感受企業使用碳權達成碳中和宣告的需求愈來愈普及，避免企業以不完整的碳中和程序，混淆消費者的正確選擇，於 2023 年發布「溫室氣體管理、氣候變遷管理及相關活動

– 碳中和」(Greenhouse gas management and Climate Change Management and related activities – Carbon neutrality)，提出一套企業使用碳權宣告碳中和的標準作業程序，區分八大程序，依序：碳中和承諾、選擇標的與邊界、標的溫室氣體排放與移除、制定碳中和管理計畫、執行溫室氣體減量與移除計畫、以碳權抵換剩餘溫室氣體排放量、完成碳中和報告及碳中和宣告，詳見圖 14。

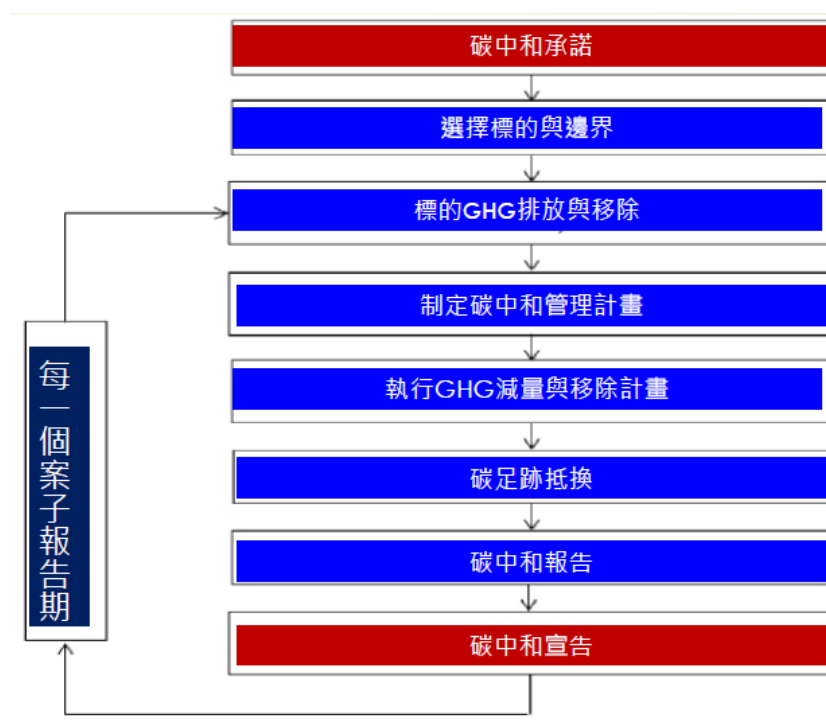


圖 14 企業碳中和標準作業程序

資料來源：本研究整理自 ISO(2024), ISO 14068-1。

就碳權的抵換或使用數量而言，必須遵照 ISO14068 的相關規定，詳見圖 15，企業從承諾碳中和的期程後，例如 2024 年碳中和承諾，則自 2024 年起，每年需要持續減碳(企業總溫室氣體排放量需要持續下降)及碳匯/碳移除，殘餘碳排放量可以購買減排型態(例如節能等)的碳權抵換，且數量不受限，達到碳中和。然而，企業最終需要以碳移除方式，例如植樹造林或直接空氣捕獲等，達到負碳排放。至於碳權品質，則需要遵循「碳核心準則」(Core Carbon Principle, CCPs)的標準，例如真實的

溫室氣體減排或強化移除量；符合外加性(additional)(沒有財務誘因)；可測量，符合 ISO 14064-2 的基線認定與溫室氣體減排和/或強化移除量得保守原則；可量化直接與間接溫室氣體排放；減排量具永久性；能夠代表已經減排或移除的溫室氣體排放量；及經過查證等七項原則。

綜上可知，在 ISO14068 標準下，企業用多少碳權抵換不是重點，重點是企業要持續減碳，以及碳權年份在 5 年內及抵換量要愈來愈少，而且整個過程，必須取得第三方的查驗證明。

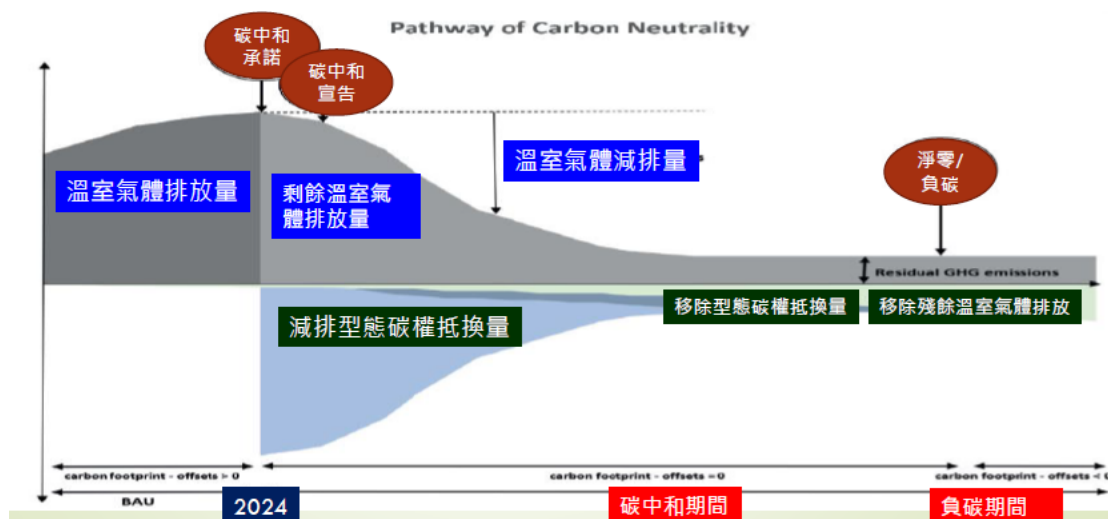


圖 15 企業應用碳權達到碳中和與負碳示意圖

資料來源：本研究整理自 ISO(2024), ISO 14068-1。

(三)、ICVCM 碳抵換誠信標準

國際「自願碳市場誠信倡議」(Voluntary Carbon Market Initiative, VCMI)，是基於自願性的碳權使用，對於全球淨零轉型來說有著重要意義，然而避免碳權不當使用，誤入漂綠疑雲，提出《自願性碳權抵換標準》(The Claims Code of Practice)，確保碳權使用的誠信(Integrity)，該標準可望成為全球碳權抵換使用的國際準則。檢視自願性碳權抵換的完整性標準的四大步驟：

步驟一：檢視企業是否訂定短期雄心減碳目標

檢視企業溫室氣體盤查資料、短期減碳目標與承諾 2050 年淨零，以及企業採行的淨零轉型行動(包括財務與治理)、公開宣導《巴黎協定》及減碳雄心。

步驟二：檢視企業碳權抵換的完整性等級

認定碳權抵換減量完整性等級，企業需要設定短期雄心減碳目標(例如 2030 年減排 100 公噸 CO₂e)。企業先自行減量(減排多少沒有關係)，假設自行減碳 20 公噸 CO₂e，剩餘排放量可使用高品質自願性碳權抵換，抵換量愈多，表示環境完整性愈高。如果購買 80 公噸 CO₂e 碳權，等於完全抵消剩餘排放量(100%抵減)，碳權使用的完整性最高，可獲得白金級完整性標準；如果抵減量低於 80 公噸 CO₂e、高於 40 公噸 CO₂e(抵減量低於 100%，但高於 50%)，可獲得黃金級完整性標準；如果抵減量低於 40 公噸 CO₂e、高於 8 公噸 CO₂e(抵減量低於 50%，但高於 10%)，可獲得白銀級完整性標準。

步驟三：檢視企業使用的碳權品質

檢視企業取得的碳權品質，是否符合「國際自願性碳市場倡議」(Voluntary Carbon Market Initiative)的「核心碳準則」(Core Carbon Principle)。

步驟四：檢視企業碳權使用的真實性

企業需要提出完整的監測資料及報告，這些監測資料與報告需取得第三方諮詢機構的確信(assurance)，簡單來說，企業自行宣告，並不符合碳權使用之完整性，必須完成「監測、報告及確信」(Monitor, Report, Assurance)程序。

(四)、台灣版「企業宣告碳中和指引」

環境部參考 ISO 14068-1 的碳中和執行程序與標準，於 2024 年 9 月發布台灣版「企業宣告碳中和指引」，重點說明下：

(一)、以 ISO 14068-1 碳中和標準為基礎(主體盤查、減排/移除、碳權抵換補償)。

(二)、組織盤查(至少範疇一與二(ISO 14064-1)；產品盤查(碳足跡盤查(ISO 14067))。

(三)、減排路徑/期程以 5-10 年為一期。

(四)、減量額度/碳權抵換/補償：標示碳權來源(碳權編碼)、5 年內碳權及 12 個月內完成註銷。

四、本章小結

COP28(2023)全球盤點(Global Stocktake, GST) 結果指出，全球減排量嚴重不足，距控制 1.5°C 的減排缺口約 200-230 億噸 CO₂e/年，爰此，呼籲及鼓勵全球應用《巴黎協定》第六條，促進自願性減量合作，藉此彌補國家氣候行動減排不足的缺口，以及提升國家淨零雄心。環境部規劃 2024 年第一季公佈碳費實施辦法，以及接續的高品質碳權型態與抵換比例，將直接影響企業碳權經營布局及碳權使用規劃，已成為企業關心的課題。

賦權消費者產品永續性標示，以利消費者綠色低碳產品選擇，促進生產者綠色低碳生產，將是實踐 SDG12 的最重要措施。在企業淨零轉型策略上，如果不當的碳權使用與碳中和宣告，將不利 ESG 績效，及可能嚴重衝擊企業商譽與股價，企業不得不慎。

本文評析結果發現，企業碳權抵換作為，不但不是逃避減碳責任，

反而是要實踐更積極的減碳目標及更透明的揭露相關資訊，此外，碳價訊號也的確是企業減碳投資及技術研發的重要參考依據，因此，開創碳權交易的流動性將是關鍵。本文也評析企業碳權抵換的標準作業程序及完整性準則，提供企業碳權抵換活動的參考。

伍、研析我國碳定價制度配套及國際接軌建議

瑞士政府於 2000 年制定《二氧化碳稅法》，隨後，加入歐盟碳交易制度，並開放國內企業依據《巴黎協定》第 6 條，應用國際碳權抵換碳稅。新加坡於 2018 年制定《碳定價法》(Carbon Pricing Act)，並同意企業以「經查證碳標準」(Verified Carbon Standard, VCS)抵銷碳稅。環保署刻正規劃稅費徵收制度，並建設台灣碳交易所，鑑此，掌握瑞士與新加坡碳稅與碳權抵換經驗與作法，將有助國家淨零目標發展。

一、瑞士碳稅徵收與碳權抵換搭配

(一)、瑞士溫室氣體減量法

瑞士是全球第一個因應氣候變遷制定《溫室氣體減量法》(Federal Law on the Reduction of Emission) 的國家，該法已於 2000 年 1 月正式進入執行階段。綜觀該法，全文計 17 條法案，茲整理重要內容說明如下：

1. 第一條為立法目的

以減少使用化石燃料所產生的排放為目標。

2. 第二條為減量目標

2010 年排放量低於 1990 的 10%，其中，由加熱用油 (heating oils) 產生的排放量將縮減 15%；汽車用油產生的排放量縮減 8%。

3. 第三條為執行工具

為達到上述目標，將透過能源、運輸、環境、金融政策、及自願措施。

4. 第四條自願減量措施

以加熱用油及汽車燃料為主要實施對象。

5. 第五條為評估

在考慮人口成長率、經濟及交通等因素下，評估該計畫執行的成效。

6. 第六條碳稅

當上述減量目標無法達成時，才實施碳稅，所以碳稅為補助性措施。

7. 第七條為稅率訂定

對於製造業、採礦業、進口煤與加熱油、及汽車燃料課徵碳稅，稅率的上限訂定為每噸 CHF210 (相當於 210 美元)。

8. 第十條稅收的使用

由開徵碳稅所獲得的稅收(包括利息)，再扣除執行成本之後，餘額應再使用於經濟體系之中。

9. 第十二條為逃稅處罰

倘若逃避繳交碳稅，一經被察覺，將課以三倍罰款。

(二)、瑞士二氧化碳減量法

瑞士政府基於碳交易制度對溫室氣體減排的有效性，於 2018 年制定《二氧化碳減量法》(Federal Act on the Reduction of CO₂ Emissions)簡稱《二氧化碳法》(CO₂ Act)，將碳稅與碳交易制度同時納入該法。《二氧化碳法》合計 9 章 50 條，其中，第一章為一般性條款 (General Provisions)、第 2 章為降低二氧化碳排放的技術措施 (Technical Measure to Reduce CO₂ Emissions)、第 4 章為碳交易制度與補償 (Emissions Trading and Compensation)、第五章為二氧化碳稅 (CO₂ Levy)、第 6 章為收入使用 (Use of the Revenues)、第 7 章為執行與推動 (Enforcement and Promotion)、第 8 章為違規處罰 (Criminal and Provisions) 及第 9 章為最終條款 (Final Provision)。以下針對重要條文說明如下：

1. 第 3 條 (減量目標)

依據《二氧化碳法》，瑞士聯邦政府制定國家減量目標與路徑，亦即 2020 年至少減排 20% (相較於 1990 年)，且可擴大減排 40%，以滿足國際協定，此外，聯邦政府可透過額外措施，達到最大 75%減排量。

2. 第 9 條 (建築部門減量措施)

針對建築物熱能，並透過法規，加強新、舊建築物的節能標準。

3. 第 15 條 (碳交易控管企業)

公司 (或企業) 溫室氣體排放量達到一定規模以上，必須納入碳交易制度，且免費核配排放額度 (allowance)。納管企業每年需繳回與排放量相當的排放額度，且可免除 CO₂ 稅 (第 17 條)。

4. 第 21 條 (罰金)

公司 (或企業) 如果沒有繳回足夠排放額度，則罰金為 125 瑞士法郎 / 每噸 CO₂e，且不足額量，須於下年度補回。

5. 第 29 條 (碳稅)

聯邦政府必須針對生產 (production)、開採 (extraction) 及進口 (import) 的燃料熱值 (thermal fuel) 課徵碳稅。稅率從 36 瑞士法郎 / 噸 CO₂e，最高至 120 瑞士法郎 / 噸 CO₂e (如果第 3 條減量目標沒有達到)。

6. 第 30 條 (繳說責任)

煤炭使用與進口者，以及其他化石燃料 (包括天然氣與汽油) 消費者。

7. 第 31 條 (退回碳稅)

公司如果達到溫室氣體減排，抑或證明課徵碳稅衝擊競爭力，則可申請退回碳稅。

8. 第 34 條 (建築物減排)

聯邦政府每年應將總碳稅收入的 1/3 (但最高不能超過 3 億瑞士法郎)，用於補助建築物節能減排融資，例如使用地熱 (geothermal) 供暖。

(三)、瑞士碳權抵換基金(Klik)執执行程序

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。瑞士政府規定，企業取得碳權抵換必需向指定的聯邦政府機構註冊，並轉換為瑞士政府核發的憑證(attestations)，確認此碳權的減碳效力。Klik 基金會主要提供相關融資，促進減碳活動的推動。

依據瑞士聯邦政府規劃，2021 年至 2030 年間，平均每年減排 35%，2030 年則達到減排 50%承諾。瑞士政府規定，企業的碳權抵換比例：17%(2022)、20%(2023)及 23%(2024)，但是，必需至少 15%來自國內抵換量。據此，估計瑞士國內抵換量約需求 2,000 萬噸國家減碳憑證(attestations) (15%抵換比例)；國際碳權抵換約需要 4,000 萬噸國家減碳憑證，合計最高約可抵換瑞士 90%溫室氣體排放。然而，能否達到此抵換規模，取決於抵換成本與融資資金成本。

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)，抵銷國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)³。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

³ 依據瑞士碳稅規定，企業的碳權抵換比例：17%(2022)、20%(2023)及 23%(2024)，但是，必需至少 15%來自國內抵換量。

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。

基金會透過公開甄選計畫方式，區分：(1)國內減碳計畫型態：生質能源 (biofuel)、電動與油電混合公車(electric and hybrid bus)、道路運輸移轉至鐵路運輸(freight shift from road to rail)、提高供熱效率(heating network)、提高運具供暖效率(mobile heater)、改善熱幫效率(heat pump)、氣候友善空調系統(climate-friendly cool)、改善垃圾甲烷氣(landfill gas)、廢水處理降低甲烷氣(methane gas reduction in waste treatment plans)、生質能源發電(biogas facility)及替代供熱燃料(alternative heating for greenhouse)；(2)國際減碳計畫型態：電動運具(electric mobile)、電氣化計程公車(electrification of taxi bus)、改善爐灶(improve cook stoves)、建築隔熱(thermal insulation of buildings)、整合廢棄物管理(integrated waste management)、工業生物能源發酵(industrial biomass fermentation)、小型水力與太陽光電(small scale hydropower and photovoltaic)及生質能源發電(biogas facility)。

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。

(四)、瑞士碳權抵換基金(Klik)2022 年年報研析

Klik 是觸動瑞士碳權抵換的重要資金提供者，以下研析 Klik 基金會 2022 年年報(Klik Annual Report 2022)：

1. 碳權抵換型態

2022 年的碳權抵換型態區分：運輸節能(transportation)、企業節能(Business)、建築節能(Building)及農業減碳(agriculture)等四大領域計畫，詳見表 9。

表 9 部門碳權抵換專案內容與比較

計畫	碳權抵換專案內容
運輸	生質能源、電動與油電混合公車、道路運輸移轉至鐵路運輸、電動大貨車、優化胎壓、氫能車、船運電動化、電動小客車
企業	使用木製品(碳封存)、氣候友善供冷、降低廢水處理場甲烷氣、降低掩埋場甲烷氣、降低廢水處理場笑氣、塑膠回收
建築	提升供暖效率、節省暖氣、提升運具取暖器、提升公共設施效能、改善熱幫、木頭供暖器、供熱控制、生質燃燒、集中供熱
農業	降低氮肥笑氣排放、生質能設備、替代供熱材質(降低溫室氣體)、電動農用裝載機

二、新加坡碳定價法⁴

新加坡政府為降低溫室氣體排放，於 2018 年制定《碳定價法》(Carbon Pricing Act)，合計 8 章 80 條，第一章為立法要旨說明 (preliminary)、第二章為申請與管理(application and administration)、第三章為個人與企業設施註冊 (registration of persons and business facilities)、第四章為溫室氣體申報要求 (GHG reporting requirement)、第五章為碳定價 (carbon pricing)、第六章為申訴 (appeals)、第七章為記錄與註冊者(records and registers)及第八章為管理與執行 (administration and enforcement)。以下簡述第五章碳定價內容：

(一)、碳稅制度

依據個人 (person) 或企業 (business)⁵ 註冊之設施於申報期間排放

⁴ 該法已於 2019 年生效執行。

⁵ 企業係指擁有一塊土地(或一個場址)，企業活動會排放溫室氣體。

的溫室氣體，課徵碳稅，計算方式如下：

$$T = A \times B$$

其中， T 為碳稅稅收； A 為溫室氣體排放量(噸 CO₂e)； B 為稅率(新加坡幣/噸 CO₂e)。

《碳定價法》同意控管企業或個人可以繳交 (surrender) 碳權 (carbon credit) 抵銷碳稅。如果沒有履約 (compliance)(30 天內)，將針對沒有履約部分之應繳碳稅，課徵 5% 罰金。如果 60 天內沒有補繳足夠碳稅，則每月加計 1% 罰金。

(二)、制度內容與配套

1. 控管企業

針對溫室氣體排放量超過 25,000 噸 CO₂e 的企業，大約有 30-40 家大型排放源將納入《碳定價法》的控管企業。

2. 碳稅稅額

新加坡《碳定價法》的碳稅稅額約 10-20 新加坡幣/噸 CO₂e。

3. 申報溫室氣體排放量

新加坡《碳定價法》規定企業溫室氣體排放量超過 2,000 噸 CO₂e，每年需申報溫室氣體排放量 (需要經過第三方查證)⁶，且排放量超過 25,000 噸 CO₂e 則需要繳交碳稅。

4. 溫室氣體排放監測計畫

控管企業需要建立溫室氣體排放的監測計畫，且需要於每年 12 月 31 日前提交該監測計畫。

⁶ 每年 6 月 30 日前申報前一年受監測的溫室氣體排放量。

5. 控管企業需要修正不正確的申報與監測計畫

政府管理機關如果發現控管企業的申報與監測計畫，會要求控管企業重新提交申報與監測計畫。如果控管企業有故意不實申報意圖，將被課 3 倍罰金(不實申報量部分)，最高罰金上限為 10,000 新加坡幣，抑或有期徒刑 3 年。

6. 控管企業可以用碳權抵銷碳稅

控管企業需要於每年 9 月 30 日前繳交前一年申報的溫室氣體排放量，如果沒有履約，將被課 3 倍罰金。控管企業可以向國家環保署(National Environmental Agency, NEA)購買碳權 (價格由 NEA 訂定)，抵銷碳稅，提高控管企業履約彈性。

7. 企業申請撤銷控管

控管企業若透過管理措施，致溫室氣體排放量連續 3 年低於 2,000 噸 CO₂e 門檻值，可以申請撤銷控管。此外，控管企業如果可以證明採行積極措施，未來將可大幅減少溫室氣體排放量，且低於 2,000 噸 CO₂e 門檻值，則可申請撤銷控管。

(三)、新加坡碳權抵換碳稅作法

在淨零發展下，新加坡政府為提升碳稅徵收的減量效果，在 2022 年 2 月宣布新的碳稅規劃：2024 年碳稅將從現行每公噸 5 新幣 (約合台幣 104 元)，將提高至 25 新幣(約台幣 520 元)；新加坡以後的碳稅還會更高；預計 2026 和 2027 年上調至 45 新幣 (約台幣 935 元)；最終目標是 2030 年提升至每公噸 50 至 80 新幣(約台幣 1,039-1,662 元)。

由於碳稅徵收將大幅提高新加坡企業的經營成本，新加坡國家環保

署(The National Environment Agency, NEA)在符合巴黎協定第 6 條之對應調整 (Corresponding Adjustments, CAs) 規則下，於 2022 年 8 月 29 日與 Verra 簽署 MOU，同意新加坡企業可以 VCS 抵銷碳稅，降低新加坡企業碳稅負擔。依據新加坡碳稅辦法，允許新加坡企業以高品質的碳權 (例如 Verra 核發之自然為本 VCS)，最高抵銷 5%碳稅。

新加坡淡馬錫控股公司(Temasek Holdings Private Limited)、星展銀行、新加坡交易所及渣打銀行，共同成立以東南亞的自然為本碳匯(nature-based carbon sinks)交易為目標的碳交易所(Climate Impact X, CIX)，願景成為亞太碳交易中心。

三、台灣碳費徵收三法研析

環境部於 2024 年 8 月公布碳費徵收三項子法(簡稱碳費三法)，包括《碳費收費辦法》、《碳費徵收對象溫室氣體減量指定目標》及《自主減量計畫管理辦法》，開啟我國碳定價契機。然而，目前碳費設計，恐怕無法將企業減碳力，轉換為企業競爭力。爰此，本節將評析碳費三法的減碳力困境，以及提出相關配套建議，完備碳費周收的減碳工具，莫淪為財政目的。

(一)、《碳費收費辦法》研析

依據環境部2024年8月公告的《碳費徵收辦法》，將針對溫室氣體年排放量達到2.5萬公噸CO₂e以上之電力、燃氣供應業及製造業開徵碳費。依據「事業應盤查登錄及查驗溫室氣體排放量之排放源」之111年盤查結果，推估收費對象約500廠(281家公司，其中有141家上市櫃公司)。

納管對象溫室氣體排放量比較，詳見圖16，鋼鐵業及基本化學材料製造業是兩大排放行業，年排放量都超過3,000萬公噸CO₂e。彙整《碳費徵收辦法》的重點內容，詳如表10所示，碳費費基包括直接排放(燃料燃

燒與製程排放)+間接排放(用電排放)，其中非屬高碳洩漏風險行業可享有2.5萬公噸CO₂e的免徵額，屬於高碳洩漏風險行業的免徵額，第一期80%、第二期60%及第三期40%。國內減量額度抵換碳費上限為10%，經環境部認可的國外高品質碳權抵換碳費上限為5%。碳費專款專用於：(1)執行面：排放源檢查、執行溫室氣體減量、平台帳戶管理、碳足跡管理、國際事務及公正轉型等；(2)減量面：補助、獎勵溫室氣體減量工作及研發事項；(3)調適面：氣候變遷調適之協調、研擬及推動事項；(4)教育面：氣候變遷及溫室氣體減量教育及宣導事項；(5)其他：其他有關氣候變遷調適研究及溫室氣體減量事項。

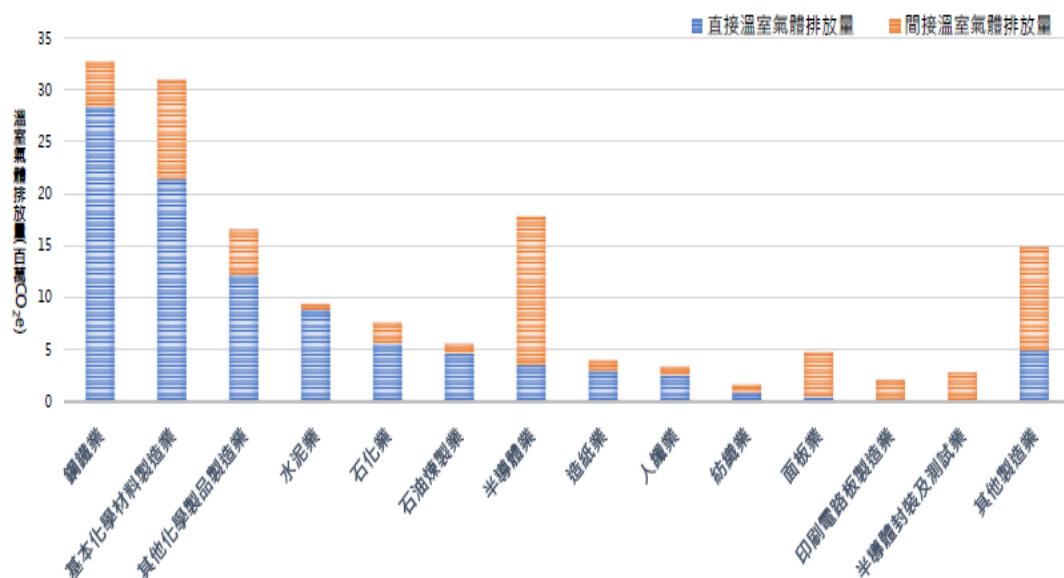


圖 16 納管對象溫氣體排放量比較

資料來源：環境部(2024)，碳費三子法公告-正式邁入碳定價時代。

表 10 碳費徵收辦法內容

項目	內容
徵收對象	溫室氣體年排放量達到 2.5 萬公噸 CO ₂ e 以上之電力、然氣供應業及製造業
碳費費基	直接排放(燃料燃燒與製程排放)+間接排放(用電排放)
免徵額	非屬高碳洩漏風險行業：2.5 萬公噸 CO ₂ e 高碳洩漏風險行業：初期：80%；第二期：60%；第三期：40%。
減量額度抵換	國內減量額度上限 10%；國外減量額度(經環境部認可)上限 5%(非高碳洩漏行業才可使用)
碳費收入專款專用	執行面：排放源檢查、執行溫室氣體減量、平台帳戶管理、碳足跡管理、國際事務及公正轉型等。 減量面：補助、獎勵溫室氣體減量工作及研發事項 調適面：氣候變遷調適之協調、研擬及推動事項 教育面：氣候變遷及溫室氣體減量教育及宣導事項 其他：其他有關氣候變遷調適研究及溫室氣體減量事項
繳費時程	每年 5 月底前，依公告費率，繳交前一年全年排放量。

資料來源：本研究整理。

(二)、《自主減量計畫管理辦法》研析

依據環境部 2024 年 8 月公告的《自主減量計畫管理辦法》，激勵徵收對象能有效減少排放，並達中央主管機關指定目標者，可提出自主減量計畫，向中央主管機關(環境部)申請核定優惠費率。碳費徵收對象因轉換低碳燃料、採行負排放技術、提升能源效率、使用再生能源或製程改等措施，能有效減少溫室氣體排放量，並達指定目標者，得提出自主減量計畫申請核定優惠費率。

納管企業首先選擇減量目標型態：(1)2030 年減量目標：事業自行預估 2030 年減量目標(減排量)；(2)年度指定目標：事業自行設定逐年減量目標。其次選擇指定目標型態：(A)行業別指定：根據科學基礎減量目標(SBTi)訂定，並採行前文的減量措施，可申請優惠費率 A 方案；(B)技術標準指定：根據國家自定貢獻(NDC)訂定之各排放源型態差異，例如燃料種

類、製程、電力使用等訂定減量目標，並採行前文的減量措施，可申請優惠費率 B 方案，詳見圖 17。

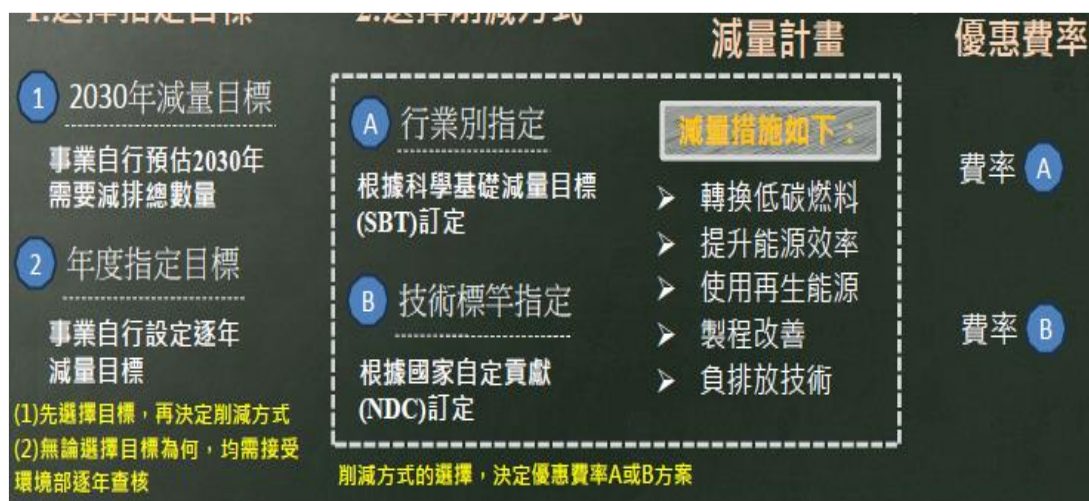


圖 17 自主減量計畫執行程序

資料來源：經濟部(2024)，碳費徵收規定(草案)懶人包。

(三)、《碳費徵收對象溫室氣體減量指定目標》研析

依據環境部2024年8月公告的《碳費徵收對象溫室氣體減量指定目標》，規定目標年指定目標及年度指定目標，前者係指事業應依表11或表12之指定削減率規定，推估目標年溫室氣體年排放量，納入自主減量計畫，報請中央主管機關核定據以執行之目標。後者係指中央主管機關依自主減量計畫管理辦法，審查事業所提自主減量計畫，據以核定之逐年減量措施執行進度及溫室氣體排放量。

事業選擇指定目標型態：(A)行業別指定(詳見表 11)：以 110 年為基準年，並採行前文的減量措施，可申請優惠費率 A 方案；(B)技術標竿指定(詳見表 12 之技術標竿指定削減率及表 13 之各行業目標年(2030)燃料排放標竿)：以 107-111 年為基準年算術平均值，依據各排放源型態差異，例如燃料種類、製程、電力使用等訂定減量目標，並採行前文的減量措施，可申請優惠費率 B 方案。

表 11 行業別指定削減率

行業	定義	削減率
鋼鐵業	限於一貫煉鋼鋼胚生產、電弧爐碳鋼鋼胚、不鏽鋼鋼胚生產及軋鋼之行業	目標年溫室氣體年排放量削減率相對基準年應達 25.2%
水泥業	從水泥熟料製造之行業	目標年溫室氣體年排放量削減率相對基準年應達 22.3%
其他	目標年溫室氣體年排放量削減率相對基準年應達 42%	

註：目標年為 2030 年(民國 139 年)；基準年為 2021 年(民國 110 年)。

表 12 技術標竿指定削減率

排放型式		削減率
直接排放：固定燃燒排放源		$[(\text{基準年燃料單位熱值排放量} - \text{各行業目標年燃料排放標竿}) \div \text{基準年燃料單位熱值排放量}] \times 100\%$
直接排放：製程排放	含氟氣體(HFCs、PFCs、SF ₆ 及NF ₃)	中華民國94年後設立之排放源，目標年全廠平均去除率95% 中華民國94年以前設立之排放源，目標年全廠平均去除率85%
	氧化亞氮	目標年全廠平均去除率50%。
	一貫煉鋼鋼胚生產程序	目標年排放量削減率應達13%。
	水泥熟料生產程序	目標年排放量削減率應達7%。
	其他製程	目標年排放量削減率應達3%。
	使用電力間接排放	目標年排放量削減率應達6%。

資料來源：環境部(2024)，碳費三子法公告-正式邁入碳定價時代。

表 13 各行業目標年(2030)燃料排放標準

行業別	定義	燃料單位熱值排放量 (gCO ₂ e/Kcal)
鋼鐵業	從事鋼鐵冶煉、軋延及擠型之行業	0.235
水泥業	從事水泥熟料製造之行業	0.395
煉油及石化業	以裂解、蒸餾等技術將原油分離出燃料氣、汽油、輕油（石油腦）、煤油、柴油等石油精煉產品或從事化學原材料、塑膠及合成橡膠原料、人造纖維製造之行業。	0.360
紡織業	從事紡織之行業，如紡紗、織布、染整及紡織品製造等	0.336
造紙業	從事紙漿、紙張、紙板及其製品製造之行業	0.349
其他行業別		0.235

資料來源：環境部(2024)，碳費三子法公告-正式邁入碳定價時代。

四、碳費徵收三法相關問題評析

環境部公布的《碳費三法》內容，潛藏諸多問題，喪失減碳效果，恐淪為財政目的。相關問題：(1)碳費費基包括直接與間接排放，費率不可能訂高：依據國際經驗，碳稅稅基僅是範疇一(直接排放(燃料燃燒與製程排放))；(2)制度實施之初，缺乏考量政策補償，政策接受度低：制度實施之初，需考慮政策補償，例如歐盟 90-100%免費配額(過渡期 7 年)；(3)高碳洩漏是客觀事實，應給予寬減，不應與自主減量掛勾，且尚未定義碳洩漏產/企業；(4)台灣是製造大國，也是國際重要供應鏈，國內減碳空間有限，國外高品質碳權抵換比例應提高比例(20-30%)。

相關問題深入剖析如下：

(一)、碳費徵收費基

依據國外先進國家實施碳稅經驗，大都以範疇一排放(燃料燃燒與製程的直接排放)為費基，占企業總排放比例較小，企業較可負擔，衝擊也較小。此外，費率也可以訂定較高，較容易促進企業節能或製程改善減碳。反觀我國，碳費費基包括範疇一(燃料燃燒與製程的直接排放)與範疇

二(用電的間接排放)，將大幅提高企業負擔，企業衝擊較大，同時，也限制費率提高，喪失企業減碳誘因。

電力係數是計算用電排放的關鍵因子，然而，電力係數非企業所能控制，完全決定於國家電力政策。我國電力係數 0.494 公斤/度，高於全球多數國家，因此，也造成企業的額外負擔，這也是納入範疇二排放為費基，所額外衍生的課題，也需要做好完善配套，才不會造成企業超額負擔(excess burden)，這是碳費制度需要深思問題。

(二)、政策補償-免徵額要足夠高

一個新制度/政策的推動，將對既存廠商(或既得利益者)造成衝擊，基於政策補償，通常會有較大的寬減額或寬減期，以歐盟 2005 年引入「總量與交易制度」(cap and trade)或稱「排放交易制度」(Emissions Trading Scheme, ETS)為例，有 3 年(2005-2007)試行期，以及 7 年的寬減期(2005-2012)，給予 90%-100%的免費排放額度核配，大幅降低納管企業衝擊。

《碳費三法》僅給予 2.5 萬噸 CO₂e 的寬減額，對於排放量數百萬或數千萬噸 CO₂e 的大廠而言，幾乎沒有任何寬減的實質效果，這會衝擊大廠的經營，不易接受碳費徵收，造成碳費推動困難。

(三)、高碳洩漏企業要特別考量

依據歐盟(2009)定義，碳風險值高於 30%的企業，列為高碳洩漏風險企業，給予兩項重要的配套，免費取得排放額度(allowance)及補貼電價成本，避免企業失去競爭力，以及產業外移。依據《碳費三法》規定，高碳洩漏企業必須提交自主減量計畫，核可通過，才可享受寬減，初期減徵 80%、中期減徵 60%、長期減徵 40%。由於碳洩漏企業是客觀認定，不應有條件認定，不符合先進國家經驗。

(四)、提高碳權抵換比例

碳權抵換不但可減緩企業減排成本，而且可確保承諾與減碳雄心。

《巴黎協定》第六條鼓勵全球合作減碳，全球約 198 個會員都可參與《巴黎協定》第六條的減量合作機制，透過境外的減碳合作，抵減國內的減排量。日本自 2013 年起，由環境省自創「共同減量機制」(Join Crediting Mechanism, JCM)，與近 30 個國家合作推動 227 個減碳計畫，預計 2030 年拿回 1 億噸 CO₂e，抵銷 NDC 承諾量。

台灣是製造大國，也是國際重要供應鏈，國內減碳空間有限，國外高品質碳權抵換比例應提高比例(20-30%)，同時，也可助力國家 2030 年減排 24%的承諾目標。

五、本章小節

碳費先天限制：減碳效果不確定：(1)碳費費率不易提高(政治因素及納入用電排放)；(2)減碳的主動權在廠商，政府無法控制；(3)政府預算使用無效率。環境部(2024)自行評估，如果所有納管企業都提交自主減量計畫，預估 2030 年可減排 37 百萬噸，約可貢獻 2030 年減排 24%的 60%減排效果。

自主減量計畫顯然是碳費制度遂行減量目的的唯一機會，然而，依據目前的自主減量計畫的制度設計，將抑制企業提交誘因，無法達到碳費的減碳目的。爰此，建立碳費與碳交易的有效搭配，將有助碳費徵收的減碳效果，避免淪為財政目的。

(一)、稅費與碳交易制度比較

環境稅/費是基於『使用者付費』的精神，故只要排放源願意支付環境稅/費，自然取得排放權利，基於此，環境稅/費對於環境目標的達成，即存在高度不確定性。(OECD, 1999; IPCC, 2007)環境稅費的成效在於訂

定具有經濟誘因的環境稅費/率，倘若該稅/費率能夠高於排放源的邊際減排成本(marginal abatement cost, MAC)，排放源自然選擇增加減排量，減少排放較有利，以達成環境改善的目標。然而，具有效率的環境稅率並不易訂定，其主要原因在於排放源的邊際減排成本的資訊並不易獲得，且其具有相當程度的不確定性(uncertainty)，致使環境稅/費最後演變成其「稅收目的」高於『環境目的』的扭曲現象。

排放交易制度，透過排放權數量的控制，以及嚴謹的監督及查核系統，將可維護環境品質，故環境稅若能搭配排放交易制度，將可以有效消除單獨採行環境稅導致環境品質不確定性之問題，以確保環境品質的提升。

國內企業透過節能與製程改善的平均減碳成本，約為 6,000-7,000 元/噸 CO₂e；透過購買綠電/綠證，則減排 1 噸 CO₂e，需要購買綠電憑證 2 張(2000kWh)，再加上購電成本，綠電的減碳成本約 10,000-12,000 元/噸 CO₂e。如果以環保署規劃中的碳費費率，將遠低於企業內部減碳成本及綠電成本，將提高碳費的「財政目的」不利影響。

(二)、碳費徵收與碳交易配套建議 - 自主減量計畫配套

依據目前環保署的碳費徵收規劃構想，政府研議中的碳費徵收搭配自主減量計畫，面臨三大課題：(1)自主減量目標太嚴格，不符合自主減量計畫要旨；(2)達到自主減量目標，還需要繳交碳費，造成企業二次成本負擔；(3)以及如何提供產業達成減量目標助力？政策因應策略建議如下：

1. 回歸自主減量計畫自主性要旨

《碳費三法》自主減量目標制度設計的指定目標窒礙難行，徒增行政成本，以及降低企業提交自主減量誘因。自主減量目標猶如廠商的 NDC (簡稱企業自定貢獻，Industrially Determined Contributions, IDCs)，且應連結

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，設定以個別廠商的平均每年減排 3.4%為基準值，作為廠商自提的自主減排目標。上述設計好處是考量個別廠商的自主性，以及與國家減量目標連結。

2. 達到雄心自主減量目標，免徵碳費

如果廠商達到自定減碳 3.5%目標，則可享有優惠費率，然而，如果超過自定目標，則應予以免徵碳費，避免二次成本負擔。

由於企業自主減量已協助政府達成 2030 年國家減碳目標，再對企業徵收碳費，宛如變相處罰(要求企業達到淨零)，將違背公平正義，容易形成反淘汰現象 (減碳績效不佳者，反而負擔較低成本)。

3. 更具彈性的減排成果保留方案

依據規劃方案，廠商減排量如果優於自主減量目標，不但享有免徵碳費，政府應給予超額減量成果保留，並可抵減下一階段的自主減量目標，提高廠商減碳投資的靈活性，以及激勵企業減碳雄心。

4. 開放國際高品質自願性碳權抵換

為確保自主減量目標的達成，環境部應參考國際「自願性碳市場誠信委員會」(The Integrity Council for Voluntary Carbon Market, ICVCM, 2023)的碳權抵換誠信標準(The Claim Code of Practice)，允許企業以高品質碳權抵換自主減排目標。環境部應依據《氣候法》第 27 條，認定國際高品質碳權，以及設定 20-30%的抵換率，提高企業提交自主減量計畫的誘因。

5. 建立台灣模式《巴黎協定第六條》- 抵減國家 NDC 目標

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，建議環保部應建立台灣模式《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)。

陸、企業因應-企業碳風險管理與預警機制建立

因應全球淨零(net zero)轉型，將大幅提升企業的經營成本，碳風險(carbon risks) 儼然成為企業永續經營的新興風險，評估碳風險影響因子及建立碳風險管理預警機制，成為企業因應淨零轉型挑戰的核心課題。本節將參考歐盟(2009)及Lee & Yang (2022) 建立的碳風險公式，並以44家全球造紙業2022年CDP問卷資料，實證影響企業碳風險的關鍵影響因子。進而，制定碳風險缺口(carbon risk gap)，建立視覺化的碳風險管理的預警機制。研究發現，企業設定目標年(2030年)減排率、訂定SBTi目標及CDP評等較佳，可顯著降低造紙業的碳風險值，成為企業碳風險管理的重要行動。實證顯示，全球造紙業普遍存在較大的碳風險缺口，意謂著，造紙業面對碳風險管理的極大挑戰。據此，建議企業訂定更具企圖心的減碳目標，以及加強CDP申報資料的品質與揭露，將是提升企業氣候績效及降低碳風險的關鍵ESG行動。

一、碳風險內涵、衡量級影響因子

碳風險(Carbon Risk)已成為企業面臨的新型態風險，在碳排放限制(Carbon Constraint)之下，將衝擊企業價值鏈(Value Chain)並使企業的生產成本以及遵約成本(comply cost)增加，導致產業競爭力衰退，以及碳洩漏(Carbon Leakage)問題。適當的碳風險管理與預警機制，將可有效提高企業氣候績效(Lee and Yang, 2022)。

碳風險是衡量企業碳成本負擔承受力指標，歐盟為達到後京都減排20%目標(2020年)，以第三階段(2013-2020)歐盟排放交易制度作為核心政策工具。基於第一與第二階段實施經驗，第三階段歐盟碳排放制度(EU ETS)修改 2003/87/EC 指令，制訂出 2009/29/EC 指令—碳交易指令第十條(article 10)，指出直接成本(direct cost)與間接成本(indirect cost)。直接成

本係指減排成本與排放權購買成本(兩者合稱遵約成本(compliance cost))，而間接成本係指電價轉嫁成本，三者所占企業附加價值比值，作為計算碳洩漏風險，簡稱碳風險值，藉以評估企業碳洩漏的程度(carbon leakage)和排放權(或總量)核配之依據。歐盟排放交易指令的碳風險(Carbon Risk)計算公式，如式(3-1)所示：

$$R = \frac{C+P+E}{VA} \text{-----}(3-1)$$

其中，R 值為碳風險 (Carbon Risk)；C 為減排成本(Abatement Cost)；P 為排放權/碳費成本(Allowance Purchase Cost)；E 為電價轉嫁(或增加)成本；VA 為附加價值(Value Added)。依據歐盟排放交易指令定義，碳風險值高於 30%，為高度碳洩漏曝險企業，可獲得 100%的免費排放額度；而碳風險值低於 30%，為低度碳洩漏曝險企業，風險值(R)5%以上，即具有碳洩漏風險。

透過式(3-1)衡量企業部門的碳風險值，以案例說明：假設環境部徵收碳費 500 元/噸 CO₂e；假設電價轉價費用為 100,000 元/年，代表性廠商的溫室氣體排放量為 2,000 噸 CO₂e；代表性廠商自行減排 500 噸 CO₂e，假設單位減碳成本為 2,000 元/噸 CO₂e，則總減碳成本為 1,000,000 元；碳費成本為 750,000 元，代表性部門的附加價值為 20,000,000 元。則依據式(3-2)計算代表性部門的碳風險值為 9.25%。

$$9.25\% = \frac{1,000,000+750,000+100,000}{20,000,000} \times 100\% \text{-----} (3-2)$$

依據歐盟界定，碳風險值高於 5%，則企業已曝露碳風險；如果高於 30%，則企業屬於碳洩漏(carbon leakage)企業。碳風險值受四項變數影響(三項在分子，以及一項在分母)，該項公式隱含幾個重要的產業特性，

影響其碳風險值：

1. 產業排放量愈大，減排成本愈高，直接成本較高，碳風險高。
2. 產業減排不易，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。

在全球淨零賽跑趨勢下，碳排放已成為負債，企業碳風險已逐漸受到重視，特別是金融機構，可望將企業碳風險列為投融資指標之一。企業家強碳風險管理，已成為企業永續經營關鍵課題。

二、碳風險實證-以造紙業為例

造紙業屬於碳密集產業，2021 年全球造紙業溫室氣體排放量約為 1.9 億噸 CO₂e，約占製造業的 2%；展望 2030 年前，造紙業每年生產量將成長 1%，需要持續降低產品碳足跡(IEA, 2022)。本小節以案例分析方式進行，蒐集與整理參與 CDP 氣候變遷問卷評比之全球造紙產業的資料庫、企業財務報表和永續報告書之資料，並且運用上一節碳風險估算公式，建立情境分析，計算造紙業碳風險。

(一)、基本資料

本研究蒐集與整理參與 CDP 問卷評比(2021)之全球造紙產業的資料庫、企業財務報表和永續報告書之資料，共計 44 家造紙公司之基本資料，排除 2 家資料未完整揭露的企業⁷，同時納入台灣四大上市造紙公司，中華紙漿、正隆公司、永豐餘投控，以及榮成紙業⁸，共 44 家造紙公司

⁷ 有 2 家企業被排除計算，將對此進行說明，Ahlstrom：各項資料皆有揭露，但在減碳量、減碳成本項目屬極端數值；Bio Pappel 未揭露減碳量。

⁸ 中華紙漿、正隆公司、永豐餘投控等三家造紙公司 2022 年皆有參與 CDP 氣候變遷問卷，惟選擇資訊不公開，且正隆、永豐餘與榮成亦名列《Paper 360°》營業額排名前 75 大公司；本研究參考上述企業年報以及永續報告書進行相關資料蒐集整理，除中華紙漿外，其營收為臺灣營收數字。

9。44 家造紙公司之基本資料，包含企業名稱、國別、基準年(含年度)排放量(範疇一和範疇二)、2021 年報告年排放量(範疇一和範疇二)、2030 年目標年排放量(範疇一和範疇二)、2021 年營業收入(美元)。

44 家造紙業 2021 年平均排放量(範疇一和範疇二)為 3,395,794.8 噸 CO₂e，2021 年平均營業收入值為 6,769,085,638 美元；其中 13 家公司未設定 2030 年目標年排放量(範疇一和範疇二)，31 家公司則有設定 2030 年目標年之排放量(範疇一和範疇二)，其平均值為 2,891,120.6 噸 CO₂e，如表 14。

⁹排除 Neenah 以及 P&G 兩家無生產量資料，42 家造紙公司 2021 年紙與紙板生產量共為 1 億 8139.4 萬公噸，佔全球紙與紙板生產量 4.15 億公噸(IEA, 2022)達 43.7%。

表 14 全球 44 家造紙公司基本資料彙整表

企業名稱	國別	基準年(含年度) 排放量(tCO ₂ e)	2021 年 排放量(tCO ₂ e)	2030 年目標年 排放量(tCO ₂ e)	2021 年 營業收入(美元)
BillerudKorsnäs	瑞典	157,543.0 (2016 基準年)	137,351.0	64,592.6	2,515,776,000
Cascades Inc.	加拿大	138,258.0 (2019 基準年)	753,210.0	100,237.1	3,868,000,000
Clearwater Paper	美國	NA	924,805.0	NA	1,772,600,000
Daio Paper	日本	3,547,000.0 (2013 基準年)	4,061,278.0	1,915,380.0	3,771,617,600
Domtar Corp.	美國	NA	2,376,841.0	NA	3,668,000,000
DS Smith*	英國	8,645,693.0 (2019 基準年)	8,250,702.0	4,651,382.8	9,123,660,000
Empresas CMPC	智利	2,396,447.0 (2018 基準年)	2,023,386.0	1,198,223.5	5,805,000,000
Essity	瑞典	3,159,865.0 (2016 基準年)	2,697,000.0	2,053,912.3	10,785,960,000
Graphic Packaging	美國	2,050,507.0 (2016 基準年)	2,343,631.0	1,845,456.3	7,156,000,000
Greif Inc	美國	1,312,000.0 (2019 基準年)	1,261,900.0	944,640.0	5,556,100,000
Holmen	瑞典	NA	155,964.0	NA	1,869,984,000
International Paper*	美國	33,035,692.0 (2019 基準年)	32,953,262.0	21,473,199.8	19,363,000,000
Kimberly-Clark	墨西哥	NA	673,681.0	NA	2,766,746,000
Klabin S/A	巴西	995,985.9 (2004 基準年)	803,695.3	803,561.4	3,296,200,000
Kruger Products	加拿大	NA	340,010.0	NA	1,084,219,140
Lenzing AG	奧地利	NA	1,612,793.0	NA	2,370,193,920
Mayr-Melnhof	奧地利	2,048,425.0 (2019 基準年)	1,927,394.0	1,016,018.8	3,315,276,000

企業名稱	國別	基準年(含年度) 排放量(tCO ₂ e)	2021 年 排放量(tCO ₂ e)	2030 年目標年 排放量(tCO ₂ e)	2021 年 營業收入(美元)
Metsä Board	芬蘭	563,627.0 (2018 基準年)	439,495.0	0	405,972,000
Mitsubishi Paper	日本	947,000.0 (2013 基準年)	906,000.0	568,200.0	1,239,000,000
Mondi PLC	英國	4,741,576.0 (2019 基準年)	4,345,581.0	2,560,451.0	8,340,840,000
Neenah Inc	美國	NA	366,068.0	NA	1,028,490,000
Nippon Paper	日本	8,449,355.0 (2013 基準年)	6,787,795.0	4,647,145.3	7,002,170,000
Oji Holdings	日本	7,836,300.0 (2019 基準年)	7,459,623.0	6,269,040.0	9,105,199,500
PCA	美國	NA	3,570,000.0	NA	7,730,300,000
Procter & Gamble*	美國	5,423,621.0 (2010 基準年)	2,397,659.0	2,711,810.5	76,118,000,000
Rengo	日本	1,318,764.0 (2013 基準年)	1,161,017.0	712,132.6	6,487,200,000
Resolute	加拿大	2,306,253.0 (2015 基準年)	1,571,078.0	1,349,158.0	2,711,360,000
Sappi	南非	NA	5,295,775.2	NA	5,265,000,000
SCA*	瑞典	906,968.0 (2019 基準年)	719,697.0	453,484.0	1,806,912,000
SCG Packaging	泰國	4,990,348.0 (2020 基準年)	4,872,474.0	3,992,278.4	3,549,140,000
Smurfit Kappa	愛爾蘭	NA	3,053,000.0	NA	10,915,560,000
Sofidel S.p.A.	義大利	NA	873,237.0	NA	2,263,002,840
Sonoco Products	美國	1,373,960.0 (2020 基準年)	1,315,091.0	1,030,470.0	5,590,000,000
Stora Enso	芬蘭	2,720,000.0 (2019 基準年)	2,340,000.0	1,360,000.0	10,977,120,000
Suzano	巴西	NA	2,466,158.2	NA	8,194,000,000

企業名稱	國別	基準年(含年度) 排放量(tCO ₂ e)	2021 年 排放量(tCO ₂ e)	2030 年目標年 排放量(tCO ₂ e)	2021 年 營業收入(美元)
Sylvamo	美國	6,657,292.0 (2019 基準年)	6,288,054.0	4,327,239.8	3,502,000,000
Navigator	葡萄牙	965,889.0 (2020 基準年)	963,975.0	357,378.9	1,723,540,081
UPM-Kymmene	芬蘭	6,800,000.0 (2015 基準年)	5,000,000.0	2,380,000.0	10,584,000,000
VPK Packaging	比利時	NA	298,638.0	NA	2,065,100,000
WestRock*	美國	19,287,420.2 (2019 基準年)	18,924,820.4	13,983,379.6	18,746,100,000
中華紙漿*	台灣	1,030,000.0 (2018 基準年)	1,000,000.0	721,000.0	707,222,385
正隆公司	台灣	1,438,927.8 (2018 基準年)	1,485,143.5	1,007,249.4	1,100,845,072
永豐餘投控*	台灣	2,520,644.0 (2018 基準年)	1,667,798.0	1,764,450.8	2,163,093,136
榮成紙業	台灣	540,611.4 (2018 基準年)	549,891.5	481,144.1	430,268,400
平均值		4,461,482.9	3,395,794.8	2,891,120.6	6,769,085,638

*註：根據 CDP 資料，DS Smith, International Paper, Procter & Gamble, SCA 和 WestRock 等 5 家公司之基準年、2021 年與 2030 年目標年排放量為範疇一、範疇二與範疇三之總和。中華紙漿之基準年、2021 年與 2030 年目標年排放量為台灣與中國大陸之範疇一、範疇二的總和，2021 年營收為台灣與中國大陸之總和(2021 華紙永續報告書)。永豐餘投控所揭露之資訊以永豐餘核心本業—紙類製造、銷售為主，合計佔永豐餘投控營收比重 78%，採計後之核心本業營收為 2,163,093,136 美元，使用匯率 1 台幣：1 美元=0.0321(2021 永豐餘永續報告書)。

資料來源：本研究整理。

(二)、碳風險計算

碳價成本是企業碳風險的關鍵因子，本研究考量：(1)台灣環境部評估溫室氣體排放管理費費率將設定在約 300-500 元/tCO₂e (約為 10~13 美元)；(2)2020 年各國企業平均內部碳價水準約為 25 美元/tCO₂e；(3)美國碳社會成本值(Social Cost of Carbon, SCC)每公噸為 51 美元；及(4)歐盟排放交易計劃(EU ETS)與英國的碳價已落在 80-100 美元之間(International Carbon Action Partnership, ICAP, 2023)等，本研究設定碳定價水準為 20 美元/tCO₂e、50 美元/tCO₂e、及 100 美元/tCO₂e 三種情境。

本研究為簡化分析，依據 44 家造紙公司的碳排放資料(範疇一和範疇二之總和)，並建立排碳成本情境，詳見表 15，依據面對的碳價水準，區分高中低風險情境，例如企業未來如果面對高碳價(100 美元/噸 CO₂e)的機率是 50%，則屬於高風險情境(情境三)；反之，企業未來如果面對低碳價(20 美元/噸 CO₂e)的機率是 50%，則屬於低風險情境(情境一)。

表 15 不同碳費發生機率之情境設定

情境	風險級別	發生機率		
		20 美元/tCO ₂ e	50 美元/tCO ₂ e	100 美元/tCO ₂ e
情境一	低風險	50%	25%	25%
情境二	中風險	33.3%	33.3%	33.3%
情境三	高風險	25%	25%	50%

資料來源：本研究。

將 44 家造紙公司根據不同碳價成本發生機率之情境，計算出 44 家企業之 2021 年的碳風險值，如表 16 所示，情境一之平均碳風險最大值為 38.77%，最小值為 0.68%，平均值為 13.31%；情境二之平均碳風險最大值為 46.25%，最小值為 0.81%，平均值為 15.87%；情境三之平均碳風險最大值為 55.09%，最小值為 0.97%，平均值為 18.91%。

表 16 全球(2021 年)44 家造紙業不同碳價成本情境之碳風險值比較

企業名稱	不同碳費之碳風險(%)			情境一 低風險(%)	情境二 中風險(%)	情境三 高風險(%)
	20 美元/tCO ₂ e	50 美元/tCO ₂ e	100 美元/tCO ₂ e			
BillerudKorsnäs	0.50%	1.24%	2.48%	1.18%	1.41%	1.68%
Cascades Inc.	1.77%	4.43%	8.85%	4.20%	5.02%	5.97%
Clearwater Paper	4.74%	11.86%	23.71%	11.26%	13.44%	16.01%
Daio Paper	9.79%	24.47%	48.95%	23.25%	27.74%	33.04%
Domtar Corp.	5.89%	14.73%	29.45%	13.99%	16.69%	19.88%
DS Smith	8.22%	20.55%	41.11%	19.53%	23.29%	27.75%
Empresas CMPC	3.17%	7.92%	15.84%	7.53%	8.98%	10.69%
Essity	2.27%	5.68%	11.37%	5.40%	6.44%	7.67%
Graphic Packaging	2.98%	7.44%	14.89%	7.07%	8.44%	10.05%
Greif Inc	2.06%	5.16%	10.32%	4.90%	5.85%	6.97%
Holmen	0.76%	1.90%	3.79%	1.80%	2.15%	2.56%
International Paper	15.47%	38.68%	77.36%	36.74%	43.84%	52.22%
Kimberly-Clark	2.21%	5.53%	11.07%	5.26%	6.27%	7.47%
Klabin S/A	2.22%	5.54%	11.08%	5.26%	6.28%	7.48%
Kruger Products	2.85%	7.13%	14.25%	6.77%	8.08%	9.62%
Lenzing AG	6.19%	15.46%	30.93%	14.69%	17.53%	20.88%
Mayr-Melnhof	5.29%	13.21%	26.43%	12.55%	14.97%	17.84%
Metsä Board	9.84%	24.60%	49.21%	23.37%	27.88%	33.22%
Mitsubishi Paper	6.65%	16.62%	33.24%	15.79%	18.83%	22.44%
Mondi PLC	4.74%	11.84%	23.68%	11.25%	13.42%	15.99%
Neenah Inc	3.24%	8.09%	16.18%	7.68%	9.17%	10.92%
Nippon Paper	8.81%	22.03%	44.06%	20.93%	24.97%	29.74%
Oji Holdings	7.45%	18.62%	37.24%	17.69%	21.10%	25.14%
PCA	4.20%	10.50%	20.99%	9.97%	11.90%	14.17%
Procter & Gamble	0.29%	0.72%	1.43%	0.68%	0.81%	0.97%
Rengo	1.63%	4.07%	8.14%	3.86%	4.61%	5.49%
Resolute	5.27%	13.17%	26.34%	12.51%	14.93%	17.78%

企業名稱	不同碳費之碳風險(%)			情境一 低風險(%)	情境二 中風險(%)	情境三 高風險(%)
	20 美元/tCO ₂ e	50 美元/tCO ₂ e	100 美元/tCO ₂ e			
Sappi	9.14%	22.86%	45.72%	21.72%	25.91%	30.86%
SCA	3.62%	9.05%	18.10%	8.60%	10.26%	12.22%
SCG Packaging	12.48%	31.20%	62.40%	29.64%	35.36%	42.12%
Smurfit Kappa	2.54%	6.36%	12.71%	6.04%	7.20%	8.58%
Sofidel S.p.A.	3.51%	8.77%	17.54%	8.33%	9.94%	11.84%
Sonoco Products	2.14%	5.35%	10.69%	5.08%	6.06%	7.22%
Stora Enso	1.94%	4.84%	9.69%	4.60%	5.49%	6.54%
Suzano	2.74%	6.84%	13.68%	6.50%	7.75%	9.23%
Sylvamo	16.32%	40.81%	81.62%	38.77%	46.25%	55.09%
Navigator	5.08%	12.71%	25.42%	12.08%	14.41%	17.16%
UPM-Kymmene	4.29%	10.74%	21.47%	10.20%	12.17%	14.49%
VPK Packaging	1.31%	3.29%	6.57%	3.12%	3.72%	4.44%
WestRock	9.18%	22.94%	45.89%	21.80%	26.00%	30.97%
中華紙漿	12.85%	32.14%	64.27%	30.53%	36.42%	43.38%
正隆公司	12.26%	30.66%	61.32%	29.13%	34.75%	41.39%
永豐餘投控	7.01%	17.52%	35.05%	16.65%	19.86%	23.66%
榮成紙業	11.62%	29.05%	58.09%	27.59%	32.92%	39.21%
平均值	5.60%	14.01%	28.01%	13.31%	15.87%	18.91%

資料來源：本研究。

三、碳風險預警機制建立

(一)、2030 年碳風險值估算

本研究為進一步探討碳風險預警機制，設定 2030 年為《巴黎協定》目標年，計算企業 2030 年的目標碳風險值。本研究排除未設定 2030 年減排目標之 13 家造紙業¹⁰，計算 31 家造紙公司 2030 年碳風險值，彙整如表 17。

情境一之平均碳風險最大值為 34.92%，最小值為 0.00%(表示達到 2030 年減排目標，因此，沒有風險值)，平均值為 9.12%；情境二之平均碳風險最大值為 41.66%，最小值為 0.00%(表示達到 2030 年減排目標，因此，沒有風險值)，平均值為 10.87%；情境三之平均碳風險最大值為 49.62%，最小值為 0.00%(表示達到 2030 年減排目標，因此，沒有風險值)，平均值為 12.95%。

¹⁰ 有 13 家企業被排除計算，將對此進行說明，Clearwater Paper, Domtar Corp., Holmen, Kimberly-Clark, Kruger Products, Lenzing AG, Neenah Inc, PCA, Sappi, Smurfit Kappa, Sofidel S.p.A., Suzano, VPK Packaging 等企業未揭露目標年排放量。

表 17 2030 年造紙業 31 家造紙業不同碳費情境之碳風險值

企業名稱	不同碳費之碳風險(%)			情境一 低風險(%)	情境二 中風險(%)	情境三 高風險(%)
	20 美元/tCO ₂ e	50 美元/tCO ₂ e	100 美元/tCO ₂ e			
BillerudKorsnäs	0.21%	0.53%	1.07%	0.51%	0.60%	0.72%
Cascades Inc.	0.22%	0.54%	1.08%	0.51%	0.61%	0.73%
Daio Paper	4.22%	10.55%	21.11%	10.03%	11.96%	14.25%
DS Smith	4.24%	10.59%	21.19%	10.06%	12.01%	14.30%
Empresas CMPC	1.72%	4.29%	8.58%	4.07%	4.86%	5.79%
Essity	1.58%	3.96%	7.91%	3.76%	4.48%	5.34%
Graphic Packaging	2.25%	5.63%	11.26%	5.35%	6.38%	7.60%
Greif Inc	1.41%	3.53%	7.07%	3.36%	4.00%	4.77%
International Paper	9.22%	23.05%	46.09%	21.89%	26.12%	31.11%
Klabin S/A	2.19%	5.49%	10.97%	5.21%	6.22%	7.41%
Mayr-Melnhof	2.52%	6.31%	12.61%	5.99%	7.15%	8.51%
Metsä Board	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Mitsubishi Paper	3.81%	9.53%	19.06%	9.05%	10.80%	12.87%
Mondi PLC	2.55%	6.38%	12.76%	6.06%	7.23%	8.61%
Nippon Paper	5.52%	13.79%	27.58%	13.10%	15.63%	18.62%
Oji Holdings	5.67%	14.17%	28.33%	13.46%	16.05%	19.12%
Procter & Gamble	0.30%	0.74%	1.48%	0.70%	0.84%	1.00%
Rengo	0.91%	2.28%	4.56%	2.17%	2.59%	3.08%
Resolute	4.30%	10.76%	21.52%	10.22%	12.19%	14.53%
SCA	2.09%	5.22%	10.43%	4.95%	5.91%	7.04%
SCG Packaging	9.35%	23.38%	46.75%	22.21%	26.49%	31.56%
Sonoco Products	1.53%	3.83%	7.66%	3.64%	4.34%	5.17%
Stora Enso	1.03%	2.57%	5.15%	2.45%	2.92%	3.48%
Sylvamo	10.27%	25.68%	51.35%	24.39%	29.10%	34.66%
Navigator	1.64%	4.10%	8.20%	3.89%	4.65%	5.53%
UPM-Kymmene	1.87%	4.67%	9.35%	4.44%	5.30%	6.31%
WestRock	6.20%	15.50%	31.00%	14.73%	17.57%	20.93%

企業名稱	不同碳費之碳風險(%)			情境一 低風險(%)	情境二 中風險(%)	情境三 高風險(%)
	20 美元/tCO ₂ e	50 美元/tCO ₂ e	100 美元/tCO ₂ e			
華紙	8.47%	21.19%	42.37%	20.13%	24.01%	28.60%
正隆	7.61%	19.01%	38.03%	18.06%	21.55%	25.67%
永豐投控	6.78%	16.95%	33.90%	16.10%	19.21%	22.88%
榮成	9.30%	23.24%	46.48%	22.08%	26.34%	31.37%
平均值	3.84%	9.60%	19.19%	9.12%	10.87%	12.95%

資料來源：本研究。

(二)、碳風險預警機制與判別

本研究進一步建立碳風險缺口率 (Carbon Risk Gap Rate, CRGR)，詳見式(3-4)，作為企業碳風險管理的預警指標，也是評比企業碳風險管理的績效指標。

$$G = \left(\frac{T \text{ 年碳風險值} - 2030 \text{ 年碳風險值}}{2030 \text{ 年碳風險值}} \right) \text{-----式(3-4)}$$

其中，G 稱平均碳風險缺口率(碳風險差距率)；T 為當年，例如 2021 年。如果缺口率愈小，表示 2030 年之前的各年度碳風險值，愈邁向 2030 年的目標碳風險值，隱含碳風險值管理已獲得成效；反之，如果缺口率愈大，表示愈偏離 2030 年的目標碳風險值，隱含碳風險值管理亟待改善。本研究為視覺化，設定缺口率大於 50%，以哭臉表示；設定缺口率介於 20%-50%間，以酷臉表示；設定缺口率小於 20%，以笑臉表示，如下表 18。

表 18 碳風險管理缺口率(G)預警信號界定值表

預警信號			
碳風險缺口率 Gap Rate	$0\% \leq G < 20\%$	$20\% \leq G < 50\%$	$G \geq 50\%$ $G < 0\%$

資料來源：本研究。

依據式(3-4)，計算出 31 家全球知名造紙公司的碳風險管理缺口值，以及預警訊號，詳如表 19 所示。觀察表 19 可知，大部分(20 家)造紙業的碳風險管理缺口值都偏高，為哭臉；少數企業(9 家)碳風險管理缺口值為負值，表示 2030 目標年碳風險值高於當年度碳風險值，顯示企業偏離淨零轉型路徑，賦予哭臉；僅有 2 家企業的碳風險管理已邁向目標年碳風險值，獲得笑臉。整體而言，碳風險缺口值約為 40%，表示全球著名造紙業的碳風險管理績效持平，仍有待努力。

表 19 造紙業不同碳費情境碳風險預警信號與碳風險管理缺口彙整表

企業名稱	情境一：低風險(%)				情境二：中風險(%)				情境三：高風險(%)			
	2021 燈號	2030 燈號	缺口率 (%)	預警 燈號	2021 燈號	2030 燈號	缺口率 (%)	預警 燈號	2021 燈號	2030 燈號	缺口率 (%)	預警 燈號
BillerudKorsnäs			132.6%				132.6%				132.6%	
Cascades Inc.			721.8%				721.8%				721.8%	
Clearwater Paper		-	-	-		-	-	-		-	-	-
Daio Paper			131.9%				131.9%				131.9%	
Domtar Corp.		-	-	-		-	-			-	-	-
DS Smith			94.0%				94.0%				94.0%	
Empresas CMPC			84.7%				84.7%				84.7%	
Essity			43.6%				43.6%				43.6%	
Graphic Packaging			32.2%				32.2%				32.2%	
Greif Inc			46.1%				46.1%				46.1%	

Holmen		-	-			-	-			-	-	-
International Paper			67.8%				67.8%				67.8%	
Kimberly-Clark		-	-	-		-	-			-	-	-
Klabin S/A			1.0%				1.0%				1.0%	
Kruger Products		-	-	-		-	-			-	-	-
Lenzing AG		-	-	-		-	-			-	-	-
Mayr-Melnhof			109.5%				109.5%				109.5%	
Metsä Board			100.0%				100.0%				100.0%	
Mitsubishi Paper			74.4%				74.4%				74.4%	
Mondi PLC			85.6%				85.6%				85.6%	
Neenah Inc		-	-	-		-	-	-		-	-	-
Nippon Paper			59.7%				59.7%				59.7%	
Oji Holdings			31.4%				31.4%				31.4%	
PCA		-	-	-		-	-	-		-	-	-

Procter & Gamble			-3.3%				-3.3%				-3.3%	
Rengo			78.3%				78.3%				78.3%	
Resolute			22.4%				22.4%				22.4%	
Sappi		-	-	-		-	-	-		-	-	-
SCA			73.6%				73.6%				73.6%	
SCG Packaging			33.5%				33.5%				33.5%	
Smurfit Kappa		-	-	-		-	-	-		-	-	-
Sofidel S.p.A.		-	-	-		-	-	-		-	-	-
Sonoco Products			39.6%				39.6%				39.6%	
Stora Enso			88.2%				88.2%				88.2%	
Suzano		-	-				-				-	
Sylvamo			58.9%				58.9%				58.9%	
Navigator			210.1%				210.1%				210.1%	

UPM-Kymmene			129.8%				129.8%				129.8%	
VPK Packaging		-	-	-		-	-	-		-	-	-
WestRock			48.0%				48.0%				48.0%	
華紙			51.7%				51.7%				51.7%	
正隆			61.3%				61.3%				61.3%	
永豐餘投控			3.4%				3.4%				3.4%	
榮成			25.0%				25.0%				25.0%	
平均值			46.0%				46.0%				46.0%	

資料來源：本研究。

四、企業碳風險管理影響因子檢定

碳風險將是企業重要的轉型風險，因此，如何衡量碳成本的財務衝擊，以及如何透過 ICP 機制與碳權經營，降低企業財務或碳風險，將是衡量企業推動 ICP 機制的效益之一(Lee and Yang, 2022)。本研究將擴展 Lee and Yang (2022)的研究成果，界定企業重要淨零轉型氣候行動，例如減排投資、實施 ICP、設定 SBTi 目標、CDP 評等等級、碳權經營和碳生產力等，進行碳風險以及碳風險管理缺口的實證分析。

(一)、基本資料

CDP 氣候變遷問卷(CDP, 2023)依回覆企業之產業特性約分為 14 至 16 個題組，其中 C4 題組「目標與績效」旨在要求企業揭露其減碳目標，包含是否設定淨零目標、SBTi 目標、減碳投入成本等資訊；C6 題組「排放數據」，主要是了解企業報告年之排放數據，包含排放總量(範疇一、範疇二或範疇三)、排放強度(主要為每一單位營收的碳排放量，企業亦可選擇生產量、產品等單位進行計算)；C11 題組「碳定價」，題目內容包含是否參與碳定價體系、是否購買碳權、是否導入內部碳定價機制、碳定價價格與類型等問題。CDP 總分依照得分區分為揭露 D-/D、認知 C-/C score、管理 B-/B 與領導 A-/A 等四個級別。本研究彙整上一節 44 家造紙業申報 CDP(2022)之相關敘述統計資料如表 19 與表 20，做為實證分析的依據。

表 20 所示，44 家全球造紙公司 2030 年減排率之平均值為 39.7%，標準差為 17.8%，最小值為 10%，最大值為 100%；減排投資之平均值為 15,836.6 仟美元，標準差為 33,111.0 仟美元，最小值為 4.36 仟美元，最大值為 162,000.0 仟美元；單位營收碳排之平均值為 10.9 tCO₂e/仟美元，標準差為 56.4 tCO₂e/仟美元，最小值為 0.1 tCO₂e/仟美元，最大值為 320 tCO₂e/仟美元；碳生產力之平均值為 2,962.6 美元/tCO₂e，

標準差為 3,495.3 美元/ tCO₂e，最小值為 3.1 美元/tCO₂e，最大值為 18,316.4 美元/tCO₂e；可知 44 家造紙企業所投入減排成本相差甚鉅，進而也影響到單位營收碳排與碳生產力之差距。

表 20 全球 44 家造紙公司基本資料彙整表

項目	平均值	標準差	最小值	最大值
2030 年減排率 (%)	39.7	17.8	10.0	100.0
減排投資 (仟美元)	15,836.6	33,111.0	4.3	162,000.0
單位營收碳排 (tCO ₂ e/仟美元)	10.9	56.4	0.1	320.0
碳生產力 (美元/tCO ₂ e)	2,962.6	3,495.3	3.1	18,316.4

資料來源：本研究。

表 21 可知，有 31 家造紙公司訂定 2030 年目標年的減排率(%)；37 家造紙業公開揭露 2021 年投入減排的投資金額，金額介於 4.3-162,000 仟美元；15 家造紙業減排目標為 SBTi 目標；實施 ICP 內部碳定價者有 26 家，大多為影子/隱含價格，僅 4 家為內部碳費；共有 5 家企業參與自願性碳權經營，4 家為碳權開發者，1 家為碳權購買者；CDP 評比結果 (2022 年)達 A 領導等級之造紙業共有 20 家；有 27 家企業揭露單位營收碳排(unit total revenue)，本研究進一步將之延伸為碳生產力進行計算，意即每一噸碳排放量所能創造的營業收入。

表 21 全球 44 家造紙公司淨零轉型氣候行動彙整表

企業名稱	2030 年 減排率 (%)	減排投資 (仟美元)	SBTi 減碳 目標	ICP 實施型式	ICP 價格 (原幣)	碳權 經營	CDP 評等	單位營收 碳排(tCO ₂ e/ 仟美元)	碳生產力 (美元/tCO ₂ e)
BillerudKorsnäs	59.0	1,100.16	是	無	NA	否	A-	0.055	18,316
Cascades Inc.	27.5	1,258.00	是	無	NA	否	B	NA	NA
Clearwater Paper	無	2,391.46	否	無	NA	否	B	0.522	1,917
Daio Paper	46.0	NA	否	影子價格	NA	否	C	1.077	929
Domtar Corporation	無	NA	否	影子價格	50.0	否	C	0.648	1,543
DS Smith	46.2	NA	是	抵換/影子價格	77.8	否	A-	0.305	3,279
Empresas CMPC*	50.0	4.25	是	無	NA	否	B	320.004	3
Essity	35.0	9,363.60	是	內部碳費	80.0	否	A-	NA	NA
Graphic Packaging	10.0	3,000.00	否	無	NA	否	A-	0.328	3,053
Greif Inc	28.0	2,200.68	否	無	NA	否	A-	NA	NA
Holmen	無	3,408.00	否	無	NA	否	A-	0.083	11,990
International Paper	35.0	7,456.00	是	影子價格	51.0	是(開發者)	B	0.571	1,752
Kimberly-Clark	無	72,335.31	否	無	NA	否	B	0.243	4,107
Klabin S/A*	19.3	5,081.04	是	隱含/抵換/影子 價格	40.0	否	A	0.244	4,101
Kruger Products L.P.	無	301.92	否	隱含價格	50.0	否	F	0.314	3,189
Lenzing AG	無	43,200.00	否	影子價格	75.0	有	A	NA	NA
Mayr-Melnhof	50.4	5,022.00	是	影子價格	75.0	否	A	0.581	1,720
Metsä Board	100.0	10,114.20	否	影子價格	60.0	否	A	0.195	5,121
Mitsubishi Paper	40.0	NA	否	無	23,400.0	否	C	NA	NA
Mondi PLC	46.0	108.00	是	影子價格	150.0	是(購買者)	A-	0.521	1,919
eenah Inc	無	10.00	否	無	NA	否	B-	0.356	2,810
Nippon Paper	45.0	NA	否	內部碳費	NA	否	D	0.969	1,032
Oji Holdings	20.0	2,163.14	否	隱含/影子價格	10,000.0	否	A-	0.819	1,221
PCA	無	NA	否	無	NA	否	C	0.462	2,165
Procter & Gamble	50.0	2,100.00	是	影子價格	10.0	否	A-	NA	NA

企業名稱	2030 年 減排率 (%)	減排投資 (仟美元)	SBTi 減碳 目標	ICP 實施型式	ICP 價格 (原幣)	碳權 經營	CDP 評等	單位營收 碳排(tCO ₂ e/ 仟美元)	碳生產力 (美元/tCO ₂ e)
Rengo	46.0	4,046.80	否	無	NA	否	B	NA	NA
Resolute*	41.5	1,801.16	否	影子價格	30.0	否	B	0.579	1,726
Sappi	無	111,749.76	否	隱含/影子價格	43.7	是(開發者)	B	1.006	994
SCA	50.0	576.00	否	影子價格	87.0	否	B	NA	NA
SCG Packaging	20.0	7,203.84	是	無	NA	否	F	NA	NA
Smurfit Kappa	無	17,496.00	否	影子價格	80.0	否	A-	0.280	3,575
Sofidel S.p.A.	無	86.40	否	影子價格	79.9	否	A-	0.386	2,592
Sonoco Products	25.0	1,606.00	是	影子價格	45.0	否	B	NA	NA
Stora Enso	50.0	22,642.20	是	內部碳費	24.4	否	A-	NA	NA
Suzano	無	9,960.00	否	抵換/影子價格	100.0	否	A-	0.301	3,323
Sylvamo	35.0	NA	否	無	NA	否	C	NA	NA
Navigator	63.0	2,934.97	否	影子價格	38.1	否	A-	0.559	1,788
UPM-Kymmene	65.0	1,944.00	是	隱含價格	95.0	是(開發者)	A	0.472	2,117
VPK Packaging	無	7,813.80	否	內部碳費	85.0	無	F	NA	NA
WestRock	27.5	162,000.00	是	無	NA	否	B	0.492	2,033
華紙	30.0	3,017.40	否	無	NA	否	C	1.414	707
正隆	30.0	503,970.00	否	影子價格	1,162.9	是(開發者)	A-	1.349	741
永豐餘投控	30.0	7,062.00	否	無	NA	否	C	0.771	1,297
榮成	11.0	2,999.10	否	無	NA	否	F	1.278	782

*註：Resolute 公司 ICP 實施型式為其他(決策參考)，因此歸類為影子價格。Empresas CMPC , Klabin S/A , SCG Packaging 公開資料揭露 SBTi 審核中，歸類為是 SBTi 目標;SCG Packaging 2021 年評比為 Not score, 本研究取 F。
資料來源：本研究。

(二)、實證分析結果

本研究設定的碳風險影響因子(或氣候績效指標)，包括減排投資、內部碳定價、SBTi 減碳目標、目標年減排率、碳權經營、碳生產力及 CDP 評等等 7 項關鍵影響因子。迴歸方程式，詳見式(3-5)。

$$Y = \alpha_1 + b_1 X_1 + \ln c_1 X_2 + d_1 X_3 + e_1 D_1 + f_1 D_2 + g_1 D_3 + h_1 D_4 + \epsilon \dots\dots(3-5)$$

其中，Y 為企業平均碳風險值(2030 年)；X₁ 為目標年減排率(%)；X₂ 為減排投資；X₃ 為碳生產力；D₁ 為是否為 SBTi 減碳目標 (有設定 SBTi 設定為 1；沒有設定 SBTi 設定為 0)；D₂ 為是否導入 ICP(設定 ICP 設定為 1；沒有設定 ICP 設定為 0)；D₃ 為碳權經營(有參與設定為 1；沒有參與設定為 0)；D₄ 為 CDP 評比等級(A 級以上設定為 1；A 級以下設定為 0)； ϵ 為和真實值之誤差項。

本研究為掌握迴歸結果的穩健性(robust)，分別依據不同風險情境，進行迴歸分析，結果如表 22 所示。根據上述迴歸分析結果，各項影響因子的顯著性與影響方向，具有高度穩健性。相關經濟意義簡述如下：

1. 目標年減排率

目標年減排率(X₁)的迴歸係數為負值(低風險-0.0013、中風險-0.0015、高風險-0.0018)，且有 10%顯著，顯示企業目標年(2030)的減量目標愈有雄心，碳風險值愈低。實證結果的經濟意涵，即是鼓勵企業應該制定更積極的減量目標。

2. 減排投資

減排投資(X_2)的迴歸係數正值(低風險 0.0118、中風險 0.0142、高風險 0.0169)，且有 10%顯著，顯示企業的減排投資愈多，企業碳風險值是增加的。原因可解釋如後，減排投資增加，一則增加減排成本，提高碳風險，一則降低減排量，減少碳定價成本，降低碳風險。以實證結果顯示，就造紙業而言，前者力量大於後者，呈現減排投資與碳風險呈現正相關結果。

3. 碳生產力

碳生產力(X_3)迴歸係數為負值(低風險 -0.291×10^{-7} 、中風險 -0.347×10^{-7} 、高風險 -0.414×10^{-7})，顯示企業的碳生產力愈高，企業碳風險愈低，但是迴歸係數不顯著。

4. SBTi 減碳目標

是否為 SBTi 減碳目標(D_1)的迴歸係數為負值(低風險 -0.0251 、中風險 -0.0298 、高風險 -0.0355)，顯示企業設定 SBTi 目標，可降低企業碳風險值，但是迴歸係數不顯著。

5. 導入 ICP

是否導入 ICP(D_2)的迴歸係數為負值(低風險 -0.0134 、中風險 -0.0162 、高風險 -0.0193)，顯示企業導入 ICP，會降低企業碳風險值，但是迴歸係數不顯著。

6. 碳權經營

有參與碳權經營(D_3)的迴歸係數為正值(低風險 0.0738、中風險 0.0881、高風險 0.1050)，且有 5%顯著，顯示企業碳權參與，會提高

企業碳風險值，結果與命題假設相反。原因可解釋如後，碳權購買增加，一則增加碳定價成本，提高碳風險，一則降低減排投資，降低碳風險。以實證結果顯示，就造紙業而言，前者力量大於後者，呈現碳權經營與碳風險呈現正相關結果。

7. CDP 評等

CDP 評比結果(D₄)的迴歸係數為負值(低風險-0.0575、中風險-0.0686、高風險-0.0817)，且有 5%顯著，顯示企業的 CDP 評等愈高，會降低企業碳風險值。實證結果的經濟意涵，即是鼓勵企業加強 CDP 申報資料的品質與揭露，將是引領企業提高氣候績效及降低碳風險的重要基礎。

表 22 碳風險值影響因子迴歸分析結果

迴歸參數	迴歸係數	標準差	P-值	R ²
情境一：低風險(%)				
α_1	0.0121	0.096	0.910	0.579
目標年減排率	-0.0013*	0.001	0.063	
ln 減排投資	0.0118*	0.006	0.059	
碳生產力	-0.291x10 ⁻⁷	0.000	0.442	
SBTi 減碳目標	-0.0251	0.022	0.268	
導入 ICP	-0.0134	0.024	0.580	
碳權經營	0.0738**	0.033	0.034	
CDP 評等	-0.0575**	0.023	0.018	
情境二：中風險(%)				
α_1	0.0130	0.114	0.910	0.579
目標年減排率	-0.0015*	0.001	0.063	
ln 減排投資	0.0142*	0.007	0.059	
碳生產力	-0.347x10 ⁻⁷	0.000	0.442	
SBTi 減碳目標	-0.0298	0.026	0.268	
導入 ICP	-0.0162	0.029	0.580	
碳權經營	0.0881**	0.039	0.034	
CDP 評等	-0.0686**	0.027	0.018	
情境三：高風險(%)				

迴歸參數	迴歸係數	標準差	P-值	R ²
α_1	0.0155	0.136	0.910	0.579
目標年減排率	-0.0018*	0.001	0.063	
ln 減排投資	0.0169*	0.009	0.059	
碳生產力	-0.414x10 ⁻⁷	0.000	0.442	
SBTi 減碳目標	-0.0355	0.031	0.268	
導入 ICP	-0.0193	0.034	0.580	
碳權經營	0.1050**	0.047	0.034	
CDP 評等	-0.0817**	0.032	0.018	

註：*為 10%顯著水準；**為 5%顯著水準；***為 1%顯著水準。

資料來源：本研究。

柒、結論與建議

一、研究結論

企業面臨供應鏈、淨零金融及碳定價三重挑戰，將增加企業碳排放與管理成本，形成碳風險。加強碳風險管理，提升企業財務績效與氣候績效，即成為企業 ESG 績效的重要課題。本計畫設定三大研究目的：(1)研析國際主要國家碳定價機制與交易實務；(2)研析企業碳風險影響因子與預警機制；(3)研析我國碳定價制度配套及國際接軌建議。

本研究深入檢視現行碳費制度設計之問題，研提自主減量計畫與碳交易的配套，促進碳費的減碳動能，以及助力 2030 年國家自定貢獻(Nationally Determined Contributions, NDCs)減排 24%承諾實踐。在企業因應策略，本研究以全球 44 家造紙業 2022 年 CDP 問卷資料，實證影響企業碳風險的關鍵影響因子。進一步，制定碳風險缺口(carbon risk gap)，建立視覺化的碳風險管理的預警機制。本研究也發現，企業設定目標年(2030 年)雄心減排承諾及 CDP 評等成績較佳，可顯著降低企業的碳風險值，訂定 SBTi 目標、內部碳定價及提高碳生產力等三項措施，也會降低企業碳風險，但不顯著，上述，成為企業碳風險管理的重要行動與策略。本研究成果，具有高度政策意涵，提供政府碳費配套參考，另一方面可作為企業與金融機構淨零轉型與 ESG 績效管理的實務參考。

獲得本計畫的重要結論如下：

(一)、全球 2025 年必須提交符合 1.5°C 的 2035 年 NDC 雄心目標

UNFCCC 已正式呼籲全球 2025 年舉行的 COP30，能夠提出符合 1.5°C 的 NDC 雄心目標。台灣的 2030 年 NDC 目標是減排 24%，不符合 2030 年至少減排 43%的 1.5°C 目標。台灣政府應盡速啟動

NDC 的修正，研提 2035 年減排 50-60%的減碳目標，以符合國際期待。

(二)、加強國際減碳合作

國際減碳合作可降低減碳成本，是提高國家與企業減碳雄心的關鍵行動，UNFCCC 已加速討論《巴黎協定》第 6 條發展，預計這兩年會完成相關監管規則。台灣不是 UNFCCC 會員國，應加速思考台灣模式的國際減量方案。

(三)、碳定價成本愈來愈高

隨著淨零腳步，碳定價愈來愈高，依據世界銀行(word bank, 2024)的推估，符合 1.5°C 目標的碳定價水準，2030 年應達到 300 美元/噸 CO₂e，才可激勵低/負碳科技及自然碳匯發展。顯示，碳成本對企業的衝擊愈來愈大，將衝擊企業的營運模式。

(四)、淨零金融會加快腳步

金融機構的淨零轉型，會加快其低碳投融资與資產組合，金融機構將建立一套低碳投融资模式，將完全改變現行投融资模式，企業必須及早認知金融機構低碳投融资的配速，並及早準備，以因應此融資型態的變化。

(五)、國際大型企業已悄悄加速淨零承諾

依據「氣候影響力夥伴(Climae Impact Partner)在 2024 年 9 月發布一份針對 Fortune Global 500 企業的「寧靜氣候氣動」(Quite Climate Action)的調查報告，已有 45%企業宣布淨零目標(net zero)，預見未來，將快速影響全球供應鏈。台灣是全球重要供應鏈，必須

及早布局與因應。

(六)、碳費徵收可能淪為財政目的

碳費收收制度設計存在嚴重問題：(1)碳費費基包括直接與間接排放，費率不可能訂高：依據國際經驗，碳稅稅基僅是範疇一(直接排放(燃料燃燒與製程排放))；(2)制度實施之初，缺乏考量政策補償，政策接受度低：制度實施之初，需考慮政策補償，例如歐盟 90-100% 免費配額(過渡期 7 年)；(3)高碳洩漏是客觀事實，應給予寬減，不應與自主減量計畫掛勾，且尚未定義碳洩漏產/企業；(4)台灣是製造大國，也是國際重要供應鏈，國內減碳空間有限，國外高品質碳權抵換比例應提高比例(20-30%)。

碳費徵收的減碳來源在「自主減量計畫」，如果無法激勵控管企業提交「自主減量計畫」，那麼碳費徵收恐將淪為財政目的一途。

(七)、碳權抵換已成為企業淨零的重要配套

碳權抵換具成本有效性及確保淨零承諾實踐等兩大優勢，已成為企業淨零承諾的重要配套。「氣候影響力夥伴(Climate Impact Partner)在 2024 年 9 月發布一份針對 Fortune Global 500 企業的「寧靜氣候氣動」(Quite Climate Action)的調查顯示，已有 42%企業採用碳權實踐淨零目標(net zero)。

(八)、碳風險管理將成為企業 ESG 的新顯學

碳風險管理將成為企業 ESG 的新顯學，本研究顯示，企業的淨零承諾、內部碳定價、參加 SBTi、碳權經營及 CDP 評等等氣候行動，均會影響企業的碳風險值，賦予企業推動上開氣候行動的合理性，助力企業 ESG 績效。

二、研究建議

依據上述結論，本計畫研提國家與企業淨零因應建議如下：

(一)、盡速展開研提符合 1.5°C 的國家 NDC 目標

參照 UNFCCC 的 1.5°C 減排路徑，已成為國際趨勢，台灣身為國際重要經濟體的一環，必須善盡地球村一分子責任，盡速啟動 NDC 的修正，以符合國際期待。

(二)、學習日本 JCM 作法，開展國際減量合作

日本的 JCM 從全球的視角將國家減排治理，擴展至全球，一方面擴大減碳能量，二方面將減碳力轉換為國際競爭力與影響力。台灣雖然不是 UNFCCC 的會員國，無法正視參與《巴黎協定》第六條，然而，可以透過雙邊與民間力量，推展台灣特色《巴黎協定》第六條，支持台灣更具雄心的 NDC 目標。

(三)、擬訂適當的碳費配套，助力國家減碳

目前的碳費設計方案，將嚴重限制控管企業提交「自主減量計畫」，導致碳費將淪為財政目的。環境部應以本研究前文的研析，研提適當的配套措施，例如回歸自主減量計畫的自主性、達到自主目標應免徵碳費及開放碳權抵換及提高碳權抵換比例。

(四)、企業應將減碳力轉為競爭力

碳匯與碳權經營與開發已成為國際大型企業的重要淨零轉型工具，企業應加速減排投資與碳匯布局，並將減排量與碳移除量，轉換為競爭力，爭取供應鏈訂單及金融機構融資。

(五)、企業應加強碳風險管理

碳風險已成為企業淨零的新興風險，碳風險評估應納入董事會

議程，以及建立碳風險管理預警機制，已成為企業提升 ESG 績效的重要議題。

(六)、布局碳匯滿足碳中和標準

依據 ISO 14068-1 及環境部《企業宣告碳中和指引》，企業碳匯已成為必需，且碳匯必須在地化。由於國內土地資源有限，碳匯將成為企業邁向淨零轉型的重要挑戰，爰此，企業應及早布局碳匯經營，以及掌握碳匯抵換的誠信原則，助力企業淨零競爭力。

(七)、發展碳足跡與碳手印

碳足跡(carbon footprint)是供應鏈低碳管理的標的，碳足跡盤查及降低產品碳足跡是淨零經濟競爭力指標。組織碳中和是自願性(不會被要求)，產品碳足跡管理的三個功能：(1)滿足供應鏈要求；(2)議和供應鏈(範疇三管理)；(3)企業淨零賽跑績效指標(KPI)。

碳手印(carbon handprint)：降低自己碳足跡，對他人(供應鏈)產生正向環境效益。簡言之，碳手印是減少他人(供應鏈)的碳足跡。企業應同時手腳並用，管理好產品碳足跡，並將成果回饋給下游客戶，降下游客戶的範疇三碳排放，提高爭取訂單機會。

參考文獻

一、 中文文獻

1. 台灣電力公司(2024)，近來電力排碳係數。
2. 李堅明與楊喻閔(2021)，企業內部碳價訂定與氣候效益，*會計研究月刊*，第 427 期，54-59 頁。
3. 李堅明(2023)，台灣淨零曙光-台灣碳權交易所設立。
4. 彭元興、林杏秋與劉佩格 (2021)，造紙產業對淨零排放的因應策略，*中華製漿造紙協會期刊*，第 26 卷第 1 期，19-48 頁。
5. 環境部 (2024)，碳費三子法公告-正式邁入碳定價時代。
6. 環境部 (2024)，企業宣告碳中和指引。

二、 英文文獻

1. Bernardini, E., Di Giampaolo, J., Faiella, I., & Poli, R. (2019). The impact of carbon risk on stock returns: evidence from the European electric utilities. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 11(1), 1–26.
2. Bloomberg NEF(2024), Global Carbon Market Outlook 2024.
3. CDP (2021). Putting a price on carbon - The state of internal carbon pricing by corporates globally. London: CDP Worldwide.
4. Climate Impact Partner(2024), Quite Climate Action.
5. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO) & WBCSD (2018). Enterprise Risk Management: Applying enterprise risk management to environmental, social and governance-related risks.
6. Dechezleprêtre Antoine, and Misato Sato (2017). The impacts of environmental regulations on competitiveness. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(2), 183-206.
7. Dylan D. Furszyfer Del Rio, Benjamin K. Sovacool, Steve Griffiths, Morgan Bazilian, Jinsoo Kim, Aoife M. Foley, David Rooney,

- Decarbonizing the pulp and paper industry: A critical and systematic review of sociotechnical developments and policy options, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, Volume 167,2022,112706, ISSN 1364-0321.
8. Ecosystem Marketplace (2023). All In On Climate: The role of carbon credits in corporate climate strategies.
 9. Ecosystem Marketplace (2024), State of the Voluntary Carbon Market.
 10. European Union (2009). Directive 2009/29/EC, **Journal of the European Union**.
 11. European Securities and Market Authorities (2024), EU Carbon Markets 2024.
 12. Görgen, M., Jacob, A., Nerlinger, M., Riordan, R., Rohleder, M., & Wilkens, M. (2019). **Carbon risk**, SSRN. <https://ssrn.com/abstract=2930897>
 13. Hoffmann and Busch (2008). Corporate carbon performance indicators: carbon intensity, dependency, exposure, and risk.
 14. ICAP (2024), Emissions Trading Worldwide Status Report 2024.
 15. IETA (2023), Modeling the Economics of Article 6.
 16. Lee, Chien-Ming and Yu-Min Yang (2022), Using Internal Carbon Pricing to Address Climate Risk Challenge – The Case of Taiwanese enterprises, **Journal of Business Administration**, 47(4), 1-12.
 17. Mazen Skaf (2022). How to Evaluate Your Company's Carbon Risk, **Harvard Business Review**.
 18. Michealowa (2023), Global carbon trading development and rules.
 19. Seto et al. (2016), Carbon Lock-in Types, Causes, and Policy Implications.
 20. Stechemesser A., Koch N., Mark E., Dilger E., Klösel P., Menicacci L., Nachtigall D., Pretis F., Ritter N., and Wenzel A., (2024), Climate policies that achieved major emission reductions: Global evidence from two decades, *Science*, 385, 884-892.

21. UNFCCC (2023), CDM Insight.
22. UNFCCC (2023), The First Global Stocktake.
23. UNFCCC (2024), Article 6.4 Sustainable Development Tool.
24. Verra (2024), Operationalizing Article 6.
25. Voluntary Carbon Market Initiative (2023), Claims Code of Practice.
26. World Bank (2024), State and Trends of Carbon Pricing 2024.
27. World Resource Institute (2024), Next Generation NDCs.
28. Yao Wang, Zhenshu Wu and Guangxiao Zhang (2022). Firm and Climate Change: A Review of Carbon Risk in Corporate Finance.