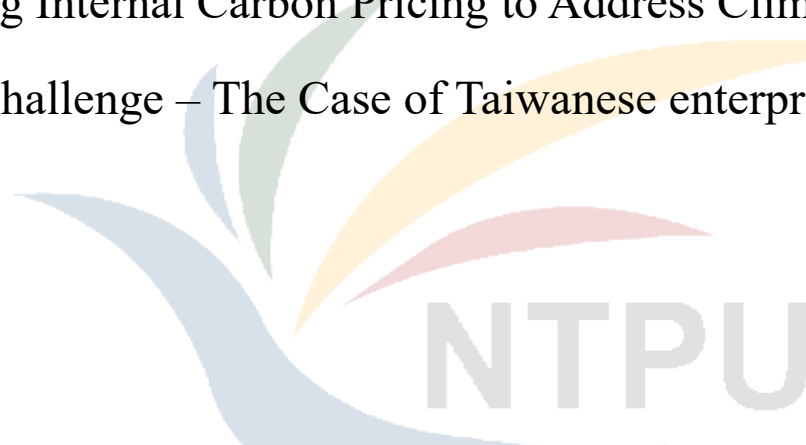


國立台北大學公共事務學院
自然資源與環境管理研究所
109 學年度碩士論文

內部碳定價之氣候風險效益評估
— 以台灣企業為例

(Using Internal Carbon Pricing to Address Climate Risk
Challenge – The Case of Taiwanese enterprises)



指導教授：李堅明博士

研究生：楊喻閔

中華民國 110 年 6 月 11 日



國立臺北大學

自然資源與環境管理研究所 碩士班

109學年度 第二學期畢業生論文

研究生：楊喻閔 撰

業經本委員會審議通過

題目：內部碳定價之氣候風險效益評估

—以台灣企業為例

論文考試委員：

召集人

黃宗煜

委員

委員

黃正忠

委員

指導教授

李昭明

系（所）主任

李昭明

論文口試及格日期：

中 華 民 國 110 年 6 月 11 日



謝誌

轉眼之間在北大兩年的研究所生活，正式畫下句點，回想 2019 年剛進研究所時，憑藉著想拓展對永續發展、碳權的熱忱，以及對環境的興趣，毅然決然地從原本所讀的會計踏入嶄新的領域，相對於班上同學對環境、統計與經濟的理解與熟悉，對我來說可以說是全新的學習。

回顧過去這兩年，感謝能夠遇見我的指導老師李堅明老師，雖然還有所不足，但因為有老師的指導，讓我精進了自身的能力。老師總是強調我們所就是要跨領域學習，也因為我的學術背景不同於自然資源或環境管理，老師不但沒有強求我去做和我大學所學完全無關的研究，反而指導我如何將會計和環境領域的題材進行結合。

在這兩年，跟著老師參與了兩項計畫的執行，盡力提供我各種資料，在資訊蒐研、報告撰寫也有所精進，2 個主要研究計畫內容，一個為建立台灣企業推動內部碳價制度之研究，另一為個人碳權與碳交易，在這兩個計畫中，對碳管理、碳交易市場、內部碳定價等相關知識有了長足的建構與了解，也包含了許多碳會計的處理，讓我大開眼界，會計和環境領域是如此接近的，能把自身專業和研究相融合，很有成就感。在研究所的兩年，從老師身上學到很多，不論是老師對教學的態度、研究的熱忱，謝謝老師的諄諄教誨與對我的提點。

接下來要感謝，已經畢業的張鈞凱學長，承接了論文的内容，因為學長寫得十分詳細，讓我得以明白其中的脈絡，以及博士班的林聖忠學長，所撰寫的期刊文章，也給了我莫大的幫助。還有非常感謝 KPMG 永續發展顧問公司黃正忠總經理以及國立臺北大學自然資源與環境管理研究所黃宗煌教授，在百忙之中抽空擔任我的論文口試委員，並給予我的論文很多建議和肯定，著實受益良多。

在研究所生活的兩年，雖然同學們都很少待在研究室，但在修課和實習課寫專題論文時，在過程中也是跟你們學習到很多，這兩年真的感謝有你們的陪伴。還有感謝同為李堅明教授家的科宏學長和家宏學長，以及因為在所辦值班變熟的品君學姐，給了我很多在研究上，又或是碩士生活的建議和指教，真的十分受用。還有到了碩二下才因為一起拚論文、查文獻，變得比較熟的子揚。

在行政事務和所上值班上，很感謝靜雯姊和蕙萱學姐給予我的各種支持和鼓勵，讓我這兩年的碩士生涯可以一切順利，也很感謝軒誼學弟在我論文口試的過程中的各種幫忙，以及在英文研討會前聽我練習的俊瑋學弟。此外，也要謝謝同屆其他的同學婉琳、子揚、旻樺、舶融，希望大家未來各奔東西之後都能就其所適、從其所愛。

除此之外，十分感謝一路上支持完成在北大碩士學業的家人，包括我的父母、弟弟，讓我在沒有負擔和生活壓力的狀況下完成課業，還有朋友和師長們，在我的碩士生涯當中給予我的各種支持和鼓勵，才能讓我在碩士的生活如此多采多姿，並順利完成學業，對這一切真的非常感謝，真的很謝謝你們！

中華民國 110 年 6 月 30 日



摘要

面臨全球淨零排放(net zero emissions)發展趨勢，內部碳定價(Internal carbon pricing, ICP)將成為企業因應轉型風險(transition risk)的最佳成本有效 (cost effectiveness)策略。因此，本研究目的是透過實證研究分析，驗證 ICP 的氣候效益，促進全球 ICP 的發展。本研究蒐集 20 家台灣企業在 2019 年 CDP 問卷評比的相關氣候資料，評估實施 ICP 的氣候績效(例如減排量、節省成本、稅前淨利和碳風險)與邊際減排成本。本研究實證分析發現，企業實施 ICP 具有顯著的氣候績效，從而，可鼓勵企業應用 ICP 進行碳風險評估與管理。據此，本研究進一步，參照《氣候相關財務揭露建議書》(Recommendations of the Task Force on Climate-Related Financial, TCFD 建議書)氣候風險評估架構，研擬《應用 ICP 評估氣候風險指引》，提供企業因應轉型風險與建立氣候韌性參考。



關鍵詞：淨零排放、轉型風險、內部碳定價、TCFD。



Using Internal Carbon Pricing to Address Climate Risk Challenge – The Case of Taiwanese enterprises

Yu-Min Yang

ADVISOR : Dr. Lee, Chieng-Ming

DEPARTMENT : Institute of Natural Resource and Management

MAJOR : Natural Resource Management

DEGREE : Master of Arts

Abstract

Internal carbon pricing (ICP) has become the most cost-effective strategy to respond to transition risks under global net zero emissions development. Then, this study aims to support to use ICP approaches widely and globally. The empirical was built by this article, and to collect climate-related data which was reported by Taiwanese companies to Carbon Disclosure Project (CDP, 2019c), for assessing climate performance (such as carbon reduction, energy cost saving, pre-tax profit as well as carbon risk) on the companies who implement ICP. We proof there exist a significant climate performance when company implemented ICP. These results will encourage companies to adopt ICP for managing climate risk. Therefore, guidance of ICP for transition risk governance aligning with TCFD are needed, and is recommended to ensure the climate resilience in Taiwanese enterprise.

Keywords: Net zero emissions, transition risk, internal carbon pricing, TCFD.



目錄

第一章 緒論	1
第一節 研究緣起	1
第二節 研究動機與目的	3
第三節 研究內容與方法	4
第二章 國際氣候因應之現況與發展	6
第一節 內部碳定價之全球現況	7
第二節 氣候相關財務揭露建議之現況	9
第三節 碳中和目標產生的限碳壓力	15
第四節 本章小節	19
第三章 氣候相關財務揭露建議	20
第一節 氣候相關財務揭露建議之內容	20
第二節 風險管理流程整合與揭露	28
第三節 氣候相關財務揭露建議之案例	42
第四節 本章小節	52
第四章 企業內部碳定價	53
第一節 企業內部碳定價建構之作法	53
第二節 金融機構如何運用內部碳定價	66
第三節 企業內部碳定價之案例	72
第四節 本章小節	78
第五章 應用企業內部碳定價評估氣候績效	79
第一節 台灣企業碳排放基本資料與迴歸分析	80
第二節 碳風險估算	89
第三節 本章小節	98
第六章 結論與建議	99
第一節 研究結論	99
第二節 研究限制	102
第三節 研究建議	102
參考文獻	104
附件一	111

圖目錄

圖 1-1	本研究流程架構	5
圖 2-1	企業實行內部碳定價的動機	9
圖 2-2	台灣參與 TCFD 的各類型企業	11
圖 2-3	機構投資人是否相信市場有正確將企業產業的氣候風險進行計算	14
圖 2-4	機構投資人是否已將企業針對 TCFD 之揭露納入投資決策考量	14
圖 2-5	機構投資人認為 TCFD 建議書是否對投資決策有用	15
圖 2-6	各國環境法規嚴格程度差異造成的企業競爭力影響	17
圖 3-1	氣候相關財務資訊揭露的核心要素	21
圖 3-2	探索情境和規範情境	22
圖 3-3	2°C 情境衍生之轉型風險與實體風險型態	24
圖 3-4	氣候相關風險、機會與財務影響之因果關係	26
圖 3-5	一般風險管理流程與關鍵要素	30
圖 3-6	日本航空評估營運影響之程序	47
圖 3-7	日本政策投資銀行實施情境分析的四個步驟	50
圖 4-1	企業實施 ICP 的目標	55
圖 4-2	企業基於當前或預期排放法規所制定的 ICP 目標(2020)	56
圖 4-3	ICP 的四個維度	58
圖 4-4	企業內部碳定價實施步驟	62
圖 4-5	企業內部碳定價作法	63
圖 4-6	ICP 在評估流程中扮演的角色	68
圖 4-7	ICP 中的價值鏈包含多種碳價的運作方式	70
圖 A-1	企業內部碳定價作法	114

表目錄

表 2-1	G20 實施 TCFD 的現況	10
表 2-2	固定碳權價格(30 歐元/噸 CO ₂ e)下產品碳密集度產生直接碳成本	16
表 3-1	標準情境與自訂情境之各種分析型態	23
表 3-2	四項核心要素中企業所面臨的困境與回應	27
表 3-3	不同溫升下可能發生的實體影響與經濟影響之機率與分析	29
表 3-4	一般風險管理流程的四項關鍵原則	30
表 3-5	評估風險的財務範圍與項目之工具	31
表 3-6	風險管理的揭露特徵	32
表 3-7	評分方式與權重界定	35
表 3-8	衝擊程度等級界定	35
表 3-9	發生可能性程度等級界定	35
表 3-10	急迫程度等級界定	36
表 3-11	情境設定	38
表 3-12	T 公司有簽定碳權期貨合約會計分錄	39
表 3-13	T 公司無簽定碳權期貨合約會計分錄	40
表 3-14	T 公司資產負債表比較(X 年 12 月 31 日)	41
表 3-15	T 公司綜合損益表比較(X 年 12 月 31 日)	41
表 3-16	日本企業實施 TCFD 案例之彙整表	42
表 3-17	京瓷株式會社之氣候風險與其影響分析	43
表 3-18	京瓷株式會社之情境分析假設	44
表 3-19	7&I 控股株式會社之氣候風險與其影響分析	45
表 3-20	7&I 控股株式會社之情境分析假設	45
表 3-21	日本航空之氣候風險與其影響分析	46
表 3-22	伊藤忠商業株式會社之氣候風險與其影響分析	48
表 3-23	伊藤忠商業株式會社之情境分析假設	49
表 3-24	日本政策投資銀行評估營運影響三步驟	51
表 3-25	日本政策投資銀行技術影響程度得分的評估方式	52
表 4-1	ICP 與其他氣候行動間的相關性(2020)	57
表 4-2	碳價水準的型態	61
表 4-3	碳價水準的訂定	61
表 4-4	氣候基金之一般會計處理	64
表 4-5	員工分紅之一般會計處理	65
表 4-6	員工認股計畫之一般會計處理	65
表 4-7	股份基礎給付制之一般會計處理	65
表 4-8	金融機構運用 ICP 的四個維度	66

表 4-9	實行 ICP 前所需資料與資料來源	71
表 4-10	案例實施碳定價機制之彙整表	72
表 5-1	20 家申報 CDP 企業基本資料彙整表	81
表 5-2	20 家申報 CDP 企業變數之相關性	81
表 5-3	20 家台灣企業內部碳定價資料彙整	82
表 5-4	減排量迴歸結果一覽表	83
表 5-5	減排成本迴歸結果一覽表	84
表 5-6	20 家申報 CDP 企業邊際減排成本彙整表	85
表 5-7	節省成本迴歸結果一覽表	86
表 5-8	稅前淨利迴歸分析結果一覽表	87
表 5-9	稅後淨利迴歸分析結果一覽表	88
表 5-10	20 家申報 CDP 企業之單位減排量與淨利彙整表	88
表 5-11	實施與無實施 ICP 企業之單位減排量的稅前淨利比較	89
表 5-12	碳費 100 元/噸 CO ₂ e 之企業碳風險值彙整表	92
表 5-13	碳費 500 元/噸 CO ₂ e 之企業碳風險值彙整表	93
表 5-14	碳費 1,000 元/噸 CO ₂ e 之企業碳風險值彙整表	94
表 5-15	三種碳費情境之平均碳風險值彙整表	95
表 5-16	碳風險值迴歸分析結果一覽表	96
表 5-17	碳風險等級界定	97
表 5-18	企業碳風險(2018)分級彙整表	97
表 A-1	氣候基金之一般會計處理	115
表 A-2	員工分紅之一般會計處理	115
表 A-3	員工認股計畫之一般會計處理	115
表 A-4	股份基礎給付制之一般會計處理	116
表 A-5	碳風險等級界定	119
表 A-6	企業碳風險(2018)分級彙整表	119
表 A-7	內部碳權交易之情境設定	120
表 A-8	氣候基金之會計處理	120
表 A-9	碳權交易之情境設定	121
表 A-10	甲公司有簽定碳權期貨合約會計分錄	122
表 A-11	甲公司無簽定碳權期貨合約會計分錄	123
表 A-12	甲公司資產負債表比較(X 年 12 月 31 日)	124
表 A-13	甲公司綜合損益表比較(X 年 12 月 31 日)	124

第一章 緒論

第一節 研究緣起

聯合國跨政府間氣候變遷專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 發表了特別報告「全球升溫 1.5°C」(Global warming of 1.5°C, 2019) 提及，人類活動導致全球平均溫度比工業革命前 (約 1860 年代) 上升 1°C (各地溫度上升範圍為 0.8°C - 1.2°C)，若按照目前氣溫上升速度，預計在 2030 年至 2052 年間全球平均溫度就會達到 1.5°C。工業革命後，人類開始大量使用化石燃料，創造了經濟大幅成長，但也造成大氣中的碳急遽增加，可以說工業革命後的經濟成長是由碳排放所創造 (Deffeyes, 2003；Campbell, 2005)。因此，碳排放應如何減少？碳風險¹應如何避免？碳定價 (Carbon Pricing) 制度乃至內部碳定價 (Internal Carbon Pricing, ICP) 勢在必行。

2019 年全球已有 61 個國家及地區實施碳定價制度，環顧整個亞洲，中國、日本、南韓與新加坡均已實行碳排放交易或是碳稅 (World Bank Group, 2019)；2020 年全球已有超過 2,000 家企業揭露目前或未來計畫使用的 ICP 碳價水準，這些企業之總市值超過 27 兆美元，與 2017 年 (約 7 兆美元) 相比增長了約 20 兆美元，2020 年各國企業平均內部碳價水準約為 25 美元/噸 CO₂e，但隨著越來越多國家實施碳定價相關法規，且今年碳價飆升至歐盟排放交易體系 (EU ETS) 的歷史新高 (2021 年 3 月超過 44.8 美元/噸 CO₂e) (CDP, 2021)。企業所面臨的碳風險會因政策和法規的更新而變化，所以對碳與環境相關揭露的強制性與可比較性，就更顯重要 (Görgena et al., 2018)。ICP 已然是企業因應溫室氣體 (Greenhouse Gas, GHG) 減量的重要評估工具，成為控管企業低碳投資與碳風險的依據。

碳定價機制將 GHG 排放總量管制與外部成本內部化，以落實成本有效控管 (李堅明, 2018b)，因此企業正積極藉由 ICP 來擬定、推動決策和投資組合 (WBCSD, 2019)，「碳揭露計畫」(Carbon Disclosure Project, CDP, 2017) 積極鼓勵企業推動 ICP，作為檢視企業承受轉型風險 (transition risk) 的最佳

¹ 一般被定義為與低碳轉型經濟相關的企業財務風險 (不包含實體風險)，就股權而言，則指該風險對股權財務績效的影響 (yourSRI, <https://yoursri.com/news/carbon-intensity-is-not-carbon-risk-exposure>)。

壓力測試方法，儘管企業根據其設定之目標所訂定不同的碳價，但往往會反映企業進行交易時之市場價格，進而作為企業控管碳風險及評估企業承擔減碳責任的衝擊參考（李堅明等，2020）。

G20 (Group of Twenty) 於 2015 年倡議成立「氣候變遷相關財務揭露工作小組」(Task Force on Climate Related Financial Disclosure, TCFD)，倡議企業加強評估相關氣候相關風險評估與因應，於 2017 年提出《氣候相關財務揭露建議書》(Recommendations of the Task Force on Climate-Related Financial, TCFD 建議書)，並在 2020 年公告新報告進行補充建議《風險管理整合與揭露指引》(Guidance on Risk Management Integration and Disclosure)、《非金融公司之情境分析指引》(Guidance on Scenario Analysis for Non-Financial Companies)，提供各界參考與遵行。其內容將企業在可預期之未來將遇到的氣候風險分成轉型風險與實體風險，前述之氣候風險與機會對企業產生財務影響，需要作有效地揭露，並掌握會影響損益表、現金流量表及資產負債表的資產、負債等科目之財務狀況。

TCFD(2017a) 將 ICP 列入評估企業決策與風險管理過程 (strategy and risk management process) 的氣候相關風險與機會指標，並建議 ICP 使用與揭露之要件。從 2020 年的現況報告可知，全球前 100 家大的上市企業中，有近 60% 支持 TCFD，自 2017 年以來已有近 700 個企業成為 TCFD 支持者 (TCFD, 2020d)，在可預見的未來 TCFD 之建議會有越來越多企業實施與揭露，企業財務主管必需進一步了解如何辨識氣候相關風險與機會量化後所造成的財務影響及財務揭露，不論任何產業都無法置身事外。

GHG 大量排放造成的環境衝擊與極端事件，據研究指出臺灣颱風發生的頻率減少、強颱比例增加、降雨強度也增加 20%—40%；乾濕季的降雨差距更加顯著，旱澇發生的機率增加；海平面上升速度與受影響的土地；氣溫、暖化速度上升（許晃雄等，2017；郭重言等，2016）。為此，台灣為了達成 2050 年減排 50% 以上的目標（以 2005 年為基準），在 2015 年 7 月 1 日正式發布並實施《溫室氣體減量及管理法》，並在 2020 年正式核定《能源轉型白皮書》，訂定 2025 年以再生能源發電量佔總發電量之 20% 為目標，以降低對煤炭、石油與天然氣等化石燃料的依賴。

我國企業以出口為導向，2020 年全年出口總值約 3,452 億美元(殷英洳、蔡宗顯，2021)，亦是全球重要供應鏈一環，因此，企業在全球淨零排放(net zero emissions)趨勢下，屬於高氣候脆弱的經營型態，如何應用 ICP、促進企業低碳轉型、提升氣候風險韌性，已成為企業永續經營的重要課題。

第二節 研究動機與目的

「氣候變遷相關財務揭露工作小組」(Task Force on Climate Related Financial Disclosure, TCFD)，倡議企業加強評估相關氣候相關風險評估與因應，然而，企業財務資訊揭露仍顯不足 (TCFD, 2019)。Lin et al. (2020) 雖然已提出氣候風險評估架構，然而，僅止於氣候風險鑑別，尚未完全連結至財務衝擊。

企業推動 ICP 機制，可以協助企業低碳投資決策，促進企業低碳轉型，TCFD(2017a) 也將其列為重要指標。ICP 可促進企業低碳投資轉型之外，亦是企業財務風險評估與壓力測試的重要參考。簡而言之，ICP 具有降低氣候風險效益，以及彌補 TCFD 財務資訊揭露不足缺口，已成為提升企業氣候韌性的重要經營策略。

而文獻尚缺乏 ICP 的氣候績效(包括減排量、企業淨利及碳風險等)的界定與量化評估，限制企業導入與應用，這就構成本研究的動機。本研究嘗試，將企業所公開的財務報表、企業社會責任(Corporate social responsibility, CSR)報告書與 CDP 問卷評比中各年 GHG 排放量等資料，以進行氣候財務之轉型風險評估，建立一個能廣泛使用的一致性方法。基於以上動機，歸納出下列研究目的：

- 一、分析與界定 ICP 的氣候效益；
- 二、探討企業碳價水準的訂定；
- 三、實證企業實施 ICP 的氣候績效；
- 四、建立應用 ICP 評估氣候風險指引。

第三節 研究內容與方法

一、研究內容

為達到前一節所述之研究目的，規劃下列研究內容：

- (一) 蒐集與分析全球內部碳交易發展、現況與趨勢；
- (二) 蒐集與分析氣候相關財務揭露建議發展、現況與趨勢；
- (三) 蒐集與分析國際碳會計處理之發展現況；
- (四) 界定企業 ICP 與財務風險評估之關聯性，並建立氣候財務風險評估之方法與標準。

二、研究方法

本研究以文獻蒐集法，將國內外實施內部碳交易制度與遵行 TCFD 建議書之案例與現況進行分析，ICP 機制希冀可幫助企業達到三項主要效益：成為氣候因應領導企業；遵行《TCFD 建議書》；創造低碳轉型機會(CDP, 2017)。

本研究首先界定實施 ICP 的氣候績效項目，包括減排量、成本節省、稅前/後淨利及碳風險等；相關資料蒐集與彙整來自我國企業(2019)申報 CDP 問卷評比的相關資料，碳風險定義主要參酌第三階段(2013-2020) EU ETS 所提出歐盟排放交易指令(European Union, 2009) (2009/29/EC 指令)以衡量企業碳風險；再者，建立迴歸方程式，並以實施 ICP 為虛擬變數(dummy variable)，進行實施 ICP 與氣候績效指標間的迴歸(regression)分析；最後，與分析企業之財務報表項目作以參照，找出會影響之會計科目，進行氣候財務風險評估方法之擬定與建置。

本研究目前僅使用一年(2018)資料，且只有 20 家企業，樣本數尚不足，為本研究之限制，但希望藉由實證企業實施 ICP 的氣候績效，以及建立應用 ICP 評估氣候風險指引，使企業得以更容易導入與應用。

根據上述之研究內容與方法，繪製出本研究的流程架構，詳見圖 1-1。

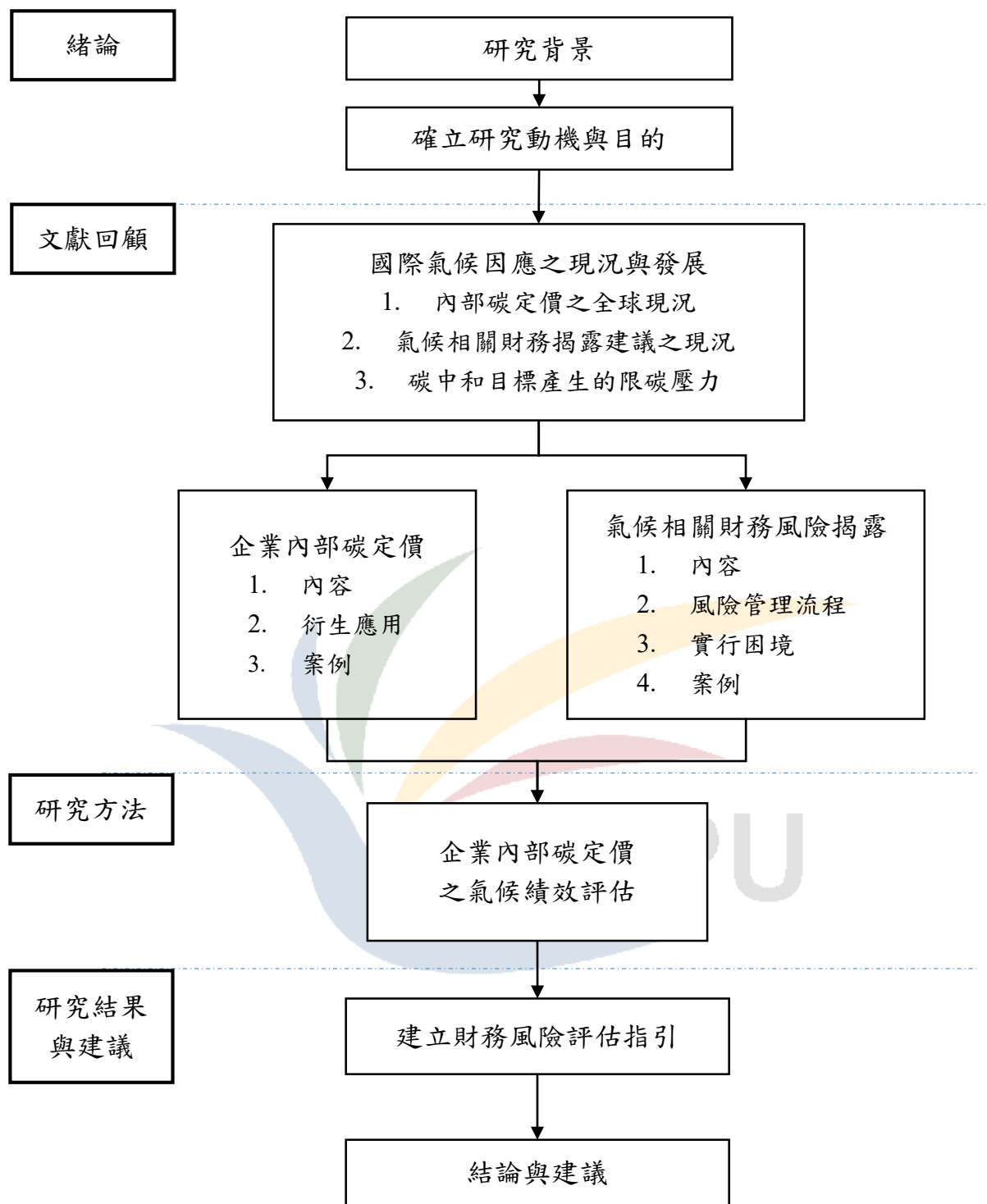


圖 1-1 本研究流程架構

資料來源：本研究整理。

第二章 國際氣候因應之現況與發展

在 2015 年聯合國氣候變化大會 (Conference of Parties, COP) 簽屬通過的《巴黎協定》(Paris Agreement, 2015)中，提出了「碳中和²」(carbon neutral)的目標，而截至 2021 年 4 月，已有 128 國宣示在 2050 年前達成淨零排放³。根據英國標準協會 (British Standards Institution, BSI) 公布的 PAS 2060 (Specification for the demonstration of carbon neutrality)，宣告碳中和的國際標準程序：必須透過碳盤查 (Carbon Emission Investigation)，了解產品生命週期中的碳足跡 (carbon footprint)⁴，接著進行碳減量，最後，將無法再降低的碳排放進行碳抵換 (carbon offset)⁵。

碳洩漏 (carbon leakage) 是指因 GHG 減量管理政策而外移的企業，把碳排放在管制不佳或未作管制國家，導致全球碳排放總量並未因此降低。早在《京都議定書》(Kyoto Protocol) 問世後，各先進國家所提出的 GHG 減量管理政策，經研究發現導致了碳洩漏問題 (Babiker, 2005)，為改善此一狀況，不只各國須盡速制定 GHG 減量管理政策，歐盟與美國等國家更提出了碳邊境稅 (Carbon Border Tax, CBTs)，試圖將碳洩漏問題降至最低。

為了達成碳中和的目標，碳定價是不可或缺的關鍵，世界永續發展商業理事會 (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD) 發布了《碳定價—WBCSD 政策報告 2019》(Carbon Pricing - WBCSD Policy Paper 2019)，再次強調碳定價是將全球平均升溫控制在 2°C 最有效的利器。至今許多國家已有碳交易市場，但要在 2050 年達成碳中和目標仍是困難重重 (Van den Bergh et al., 2020)，因此各種減碳、限碳措施應運而生，諸如，碳定價制度、碳邊境稅等等，讓其他國家與企業必須面對氣候相關的挑戰與變化。

² 指與標的物相關的碳排放量，並不會造成大氣中的碳排放淨增加。

³ 根據 IPCC 的特別報告「全球升溫 1.5°C」，碳中和與淨零排故意義相同，即為在特定時期內人為的二氧化碳排放量及移除量(包含減量與抵換)在全球範圍內得到平衡。

⁴ 定義為一活動或產品從原料取得、工廠製造、配送、銷售、使用到最後廢棄回收，整個生命週期過程所直接與間接產生的 GHG 排放量 (環境資訊中心)。

⁵ 透過減碳專案產生之減碳額度，抵消或抵減服務或活動過程中，無法避免的碳排放量或碳足跡，使淨碳排放量降低或達到碳中和。目前碳抵換已是一種國際間公認與普遍的作法 (中華航空)。

爰此，本章內容將安排說明為，第一節將說明全球所面臨之 ICP 現況；第二節將介紹全球推動氣候相關財務揭露建議現況，分成政府、企業與相關利害關係人三部分說明；第三節說明為了達到碳中和目標全球所醞釀出的限碳壓力；第四節本章小節。

第一節 內部碳定價之全球現況

本節將從碳定價之全球現況說起，在銜接至企業 ICP 之全球現況。

一、碳定價之全球現況

根據 2020 年世界銀行 (World Bank) 提出的《2020 年全球碳價現況與趨勢報告》(State and Trends of Carbon Pricing 2020)，至 2020 年有 61 個國家已經或規劃制定碳定價，其中有 31 個國家實行碳交易制度，佔全球 GHG 排放量約 22% (約 120 億噸 CO₂e)，較 2019 年統計成長 2%，2019 年度全球碳價收入為 450 億美金，在碳價水準上，不到 1 - 120 美元/噸 CO₂e，體現了各國對碳排放的政策、技術與民情等的迥異，而為達成 2050 年碳中和目標，2020 年碳價水準須達 40 - 80 美元/噸 CO₂e，至 2030 年則須達 50 - 100 美元/噸 CO₂e。

2019 年，聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework on Climate Change, UNFCCC) 所舉辦的第 25 屆聯合國氣候變化大會有兩大要點：如何落實《巴黎協定》(Paris Agreement, 2015) 在 2025 年的碳中和目標；為促進國際碳合作與統一碳交易規範，如何建立全球碳交易市場 (carbon market) (李堅明，2020)。

歐盟在碳交易市場發展身為領頭羊，也對《巴黎協定》的回應是為積極，在第 25 屆聯合國氣候變化大會進行期間，歐盟執行委員會 (European Commission) 旋即於 12 月 11 日提出「歐盟綠色新政」(European Green Deal, EGD)，以確實落實 2050 年碳中和、達成法制化的目標，也因為不遺餘力的發展，歐盟為避免歐洲出口導向的能源密集產業處於不利位置，發生碳洩漏的問題，提出了碳邊境調整機制(carbon border adjustment mechanism, CBAM, 2020)，而其中最為重要的即是碳邊境稅(CBTs) (European Commission, 2019 & 2020；倪茂庭、趙家緯，2020)。

美國雖在 2017 年宣布退出《巴黎協定》，但因國際企業眾多，再加上 2009 年開始施行「美國潔淨能源與安全法案⁶」(American Clean Energy and Security Act of 2009)，所以許多企業也致力於碳減量 (林孝哲，2018)，參議員 Sheldon Whitehouse 在 2018 年提出了「美國機會碳費法案⁷」(American Opportunity Carbon Fee Act)，2019 年也再次進行修正草案⁸，其中就納入邊境調整措施，以保障能源密集型企業國際貿易的競爭力 (Hafstead, 2019)。

根據 BCG 顧問分析 (Aylor et al, 2020) 的研究顯示出口歐盟的碳密集產業，對碳足跡的減少無作為或作為太少，會因碳邊境稅 (CBTs) 而失去市場競爭力。台灣企業多是以出口為導向，是全球供應鏈重要的一環，所面臨的壓力與風險自然不可小覷，2017 年台灣對美國與歐盟出口貿易比重為 11.11% 和 5.33%，分列我國第四、五大出口市場 (李淳等，2018)，因此台灣企業需要更積極研討如何進行降低碳排放、進行碳中和，以及制定碳定價。

二、企業內部碳定價之全球現況

2020 年全球已有超過 2,000 家企業揭露目前或未來計畫使用的 ICP 碳價水準(包含，853 家已實施 ICP、1,159 家在未來 2 年內將實施)，與 2019 年(約 1,600 家)相比增長了 25%，2020 年各國企業平均內部碳價水準約為 25 美元/噸 CO₂e，但隨著越來越多國家實施碳定價相關法規，且今年碳價飆升至 EU ETS 的歷史新高(2021 年 3 月超過 44.8 美元/噸 CO₂e) (CDP, 2019b & 2020 & 2021)。

這顯示了愈來愈多大企業積極評估 GHG 排放，將外部成本內部化。據調查，企業之所以尋求改變的動機，提高低碳投資誘因 (61.1%) 為第一大原因(World Bank, 2020)，詳見圖 2-1。

⁶ American Clean Energy and Security Act, H.R.2454, 111th Congress.(2009)

⁷ American Opportunity Carbon Fee Act, S.2368, 115th Congress.(2018)

⁸ American Opportunity Carbon Fee Act, S.1128, 116th Congress.(2019)

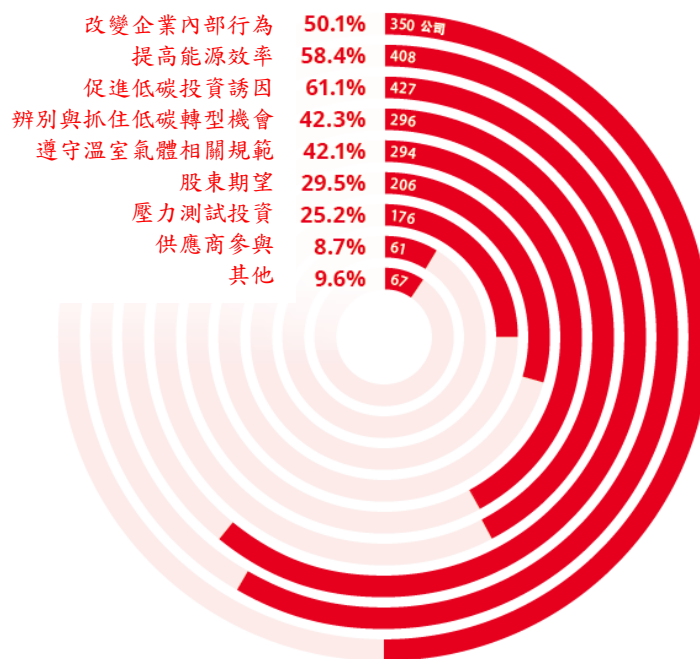


圖 2-1 企業實行內部碳定價的動機

資料來源：World Bank (2020), State and Trends of Carbon Pricing 2020.

根據世界銀行 (2020) 所提出之研究可知，多數參與 ICP 的企業，其覆蓋範圍僅包含範疇一⁹與範疇二¹⁰，僅約四分之一之企業同時涵蓋範疇三¹¹，而將供應鏈¹²納入覆蓋範圍的不到 10%，鑒此可知 ICP 的涵蓋範圍上還有可加以考量與改善之處。

第二節 氣候相關財務揭露建議之現況

本節將氣候相關財務揭露建議之現況分成三部分進行說明，(1)政府的推動、(2)企業的參與、(3)相關利害關係人的行動。

一、政府的推動

依據 2019 年英國劍橋大學永續領導力學院 (Cambridge Institute for Sustainability Leadership, CISL) 發布的研究揭露，G20 參與和制定關於

⁹ 範疇一指直接 GHG 排放，針對直接來自於組織所擁有或控制的排放源 (行政院環保署)。

¹⁰ 範疇二指能源間接排放源，係指來自於輸入電力、熱或蒸汽而造成間接之 GHG 排放 (行政院環保署)。

¹¹ 範疇三為其他間接排放源，來自其他組織(例如：供應鏈企業)所擁有或控制的 GHG 排放來源 (行政院環保署)。

¹² 供應鏈的碳排放量平均是原企業的五倍 (World Bank, 2020)。

TCFD 相關規章的近況 (如表 2-1 所示，截至 2018 年 5 月止)，因 2017 年 TCFD 最終版本才問世，所以 G20 各國實施進度尚不足，但還是可見其中法國、日本與歐盟等國家推行力度之快，CISL 認為 G20 國家須投入相當的資金人力研究實施法規與建立監管環境，並分享其經驗，同樣地，這也使得 G20 在 TCFD 的使用上能洞燭先機，取得影響力。

表 2-1 G20 實施 TCFD 的現況

	尚未對 TCFD 有任 何正式作為	政府已正式 開始推行法 規的制定	已正式與私 部門溝通與 接觸	已制定指引 與行動方針	已制定法 律
阿根廷	v				
澳洲		v	v		
巴西		v			
加拿大		v	v		
中國		v			
歐盟		v	v	v	
法國		v			v
德國		v			
印度	v				
印尼	v				
義大利		v	v		
日本			v	v	
南韓	v				
墨西哥		v			
俄羅斯	v				
沙烏地阿 拉伯	v				
南非		v	v		
土耳其			v		
英國		v	v		
美國		v			

資料來源：本研究翻譯，CISL (2019), Sailing from different harbours: G20 approaches to implementing the recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures.

目前，加拿大、英國、香港、中國、歐盟與美國等國都發展出要求企業揭露氣候相關風險與機會的法律或規章，例如，加拿大要求企業在申報

財務報表時，須根據《TCFD 建議書》進行衡量說明並一併公告 (Edwards et al., 2020)。台灣行政主管機關為因應氣候風險也正推行須多相關法規，諸如，公開發行公司年報應行記載事項準則¹³、上市公司編製與申報企業社會責任報告書作業辦法¹⁴等等。

政府在跨部會的決策制定往往需要花上很多時間協調，而氣候政策通常牽涉各種專業知識，其複雜性極具挑戰，但如將 TCFD 運用得當，其效用之廣泛為其優勢 (Edwards et al., 2020)，應積極應用和策劃制定，才能離碳中和的目標更為接近。

二、企業的參與

至 2020 年 9 月止，全球已有 1,440 家大型企業宣布參與 TCFD (總市值合計 12.6 兆美元)，以及超過 340 個機構投資人 (總市值合計 34 兆美元) 呼籲企業應參與 TCFD；而至 2020 年 10 月止，台灣有 34 家企業宣布加入 TCFD 的行列，行業別中，如圖 2-2 所示，金融業參與企業最多 (TCFD, 2020d & 2020c)。可知，企業推動 ICP 機制，除了協助企業低碳投資轉型之外，亦是企業評估財務風險的重要基礎，而金融業的信貸對財務資訊揭露尤為看中，所以引領也敦促著其他企業一同參與。

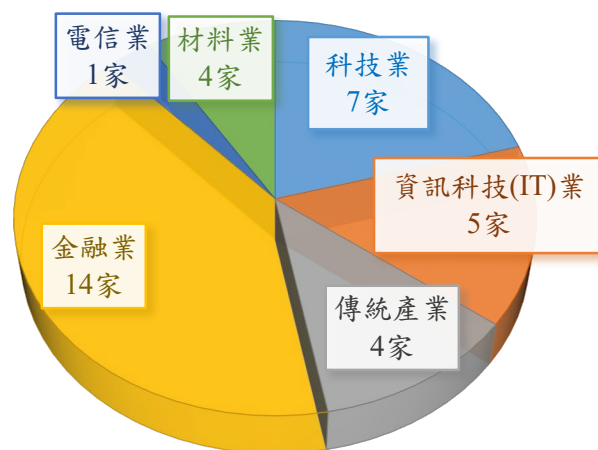


圖 2-2 台灣參與 TCFD 的各類型企業

資料來源：本研究繪製與整理，TCFD (2020d), TCFD Supporters.

¹³ 新發布版本(109.01.22 發布)的附表二之二之二：履行社會責任情形及與上市上櫃公司企業社會責任實務守則差異情形及原因。

¹⁴ 新修訂版本(109.01.02 發布)的第三條與第四條。

TCFD 在 2020 年發布了《現況報告》(2020 Status Report, 2020c)，三年來調查了 1,700 多家上市企業，調查結果顯示推行效果仍十分有限，揭露資訊雖有所增加，但仍需吸引更多企業投入；關於 TCFD 相關的揭露多在永續報告中，與財務報告相差四倍以上；15 分之一家企業會對情境分析予以揭露；能源材料和建築企業較為積極地進行揭露。

Matsumura et al.(2014)針對 S&P500 的企業進行研究，有揭露 CO₂e 排放量的企業之平均企業價值與無揭露 CO₂e 排放量的企業之平均企業價值之差異為 23 億美元(約為 733 億元¹⁵)，且當 CO₂e 排放量增加 1 噸企業價值就增加 212 美元(約為 6,756 元)，藉由讓企業了解到揭露排放資訊與否可以使企業價值上升巨大。

綜合上述，為了讓企業能更順利運用 TCFD，永續會計準則委員會(Sustainability Accounting Standards Board, SASB)與氣候揭露標準委員會(Climate Disclosure Standards Board, CDSB)在 2019 年一同發布了《TCFD 實施指南》(TCFD Implementation Guide)，內容包含 TCFD 引導提問、企業風險管理程序，以及舉例說明如何利用 SASB 規範¹⁶ (SASB Standards) 和 CDSB 架構 (CDSB Framework)。

三、相關利害關係人的行動

相關利害關係人包含，銀行、上下游供應商(供應鏈)、投資人、債權人、保險方與其他利害關係人，多數都關注環境惡化的資訊，而跟著各種相關評比與建議逐一問世，許多投資者致力於了解與推動企業使用這些工具，希望在這轉型過程中，能了解系統風險、持續推進社會目標、發現投資機會、重振信託責任與獲得企業與產業的實質價值(Sridharan, 2018; Robins et al., 2019)。

¹⁵ 以 2005 年至 2008 年之美元平均匯率：31.87 計算 (主計總處)。

¹⁶ 由 SASB 於 2015 年所發布，主要提供化學品製造、航太與國防、電機電子設備、機械設備與產品、容器與包裝等 5 類資源轉型業揭露非財務資訊的方式。

（一） 供應鏈

供應鏈成員持續精進與創新，以朝向永續發展邁進。根據 CDP 調查，幾乎所有(95%)的 CDP 供應鏈成員認為，從長之計應是具有環境領導地位的供應商更具競爭力；只有 5%的人認為，供應商成本會增高(CDP, 2019a)。

相較於 2018 年，2019 年 CDP 供應商問卷填答增加了 24%，共有 6,892 份問卷回收。而根據前述供應商在範疇一和範疇二的 GHG 排放量為 7,976 MtCO₂e，高於美國和加拿大整年度排放量之總和，這將會面臨各種實體或轉型風險，並造成超過 9,060 億美元的潛在財務影響。這也同時代表供應商具有相當大的減排潛力，通過提高能源效率、使用低碳能源和減少製程排放等減排活動，2019 年，上述供應商共減少了 563 MtCO₂e 的排放量。且具 CDP 調查，同年，共節省了 202 億美元的資金，可知這些減排活動與企業財務支出減少息息相關，顯見企業對氣候變遷採取行動的正面效果(CDP, 2019a)。

（二） 機構投資人

2018 年統計近百家國際機構投資人，對高碳排氣業撤資近 6.24 兆美元，相較 2014 年撤資金額成長了約 120 倍 (Arabella Advisors, 2018)，另外，氣候行動 100+ (Climate Action 100+, 2020) 截至目前為止共有 450 多家金融機構簽署，資產管理金額高達 39 兆美元，也要求全球企業加強與氣候相關的風險管理及揭露，關切世界碳排放前 100 家企業¹⁷及 67 家額外關切企業¹⁸。

全球永續投資聯盟 (Global Sustainable Investment Alliance, GSIA, 2019) 於 2019 年末提出了一份針對全球機構投資人對 TCFD 的看法之相關調查報告，其中三個調查，是否相信市場有正確且持續地將企業與產業的氣候相關風險進行計算，相信的僅占 2% (如圖 2-3 所示)；是否已將企業針對《TCFD 建議書》之揭露納入投資決策考量，已納入考量的有 35% (如圖 2-4 所示)；TCFD 之建議對投資決策是否有用，認為有用同為 34% (如圖 2-5 所示)。

¹⁷ 根據摩根史坦利全球標準指數 (MSCI ACWI) 中總碳排放量前 100 大之企業。

¹⁸ 截至 2020.11.18 之數據 (Climate Action 100+, <https://www.climateaction100.org/news/climate-action-100-adds-to-focus-list-of-companies/>)

綜上所述，基於市場對 TCFD 建議書的衡量與揭露之正確性有所疑竇，所以將考量期程往後延，全球機構投資人都樂意將其納入考量，也認為考量了 TCFD 之建議可讓投資決策更準確且具前瞻性，更有助於達到《巴黎協定》制定的目標(GSIA, 2019)。

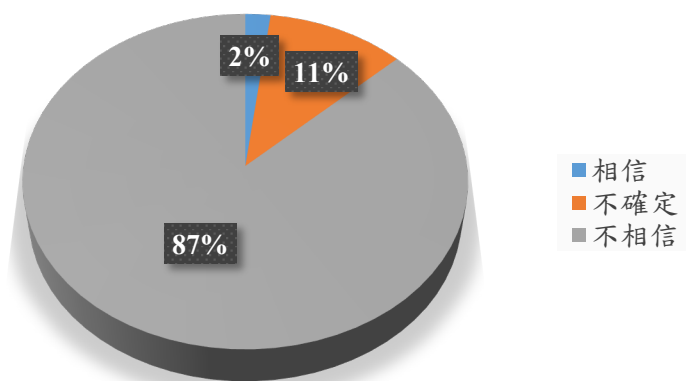


圖 2-3 機構投資人是否相信市場有正確將企業產業的氣候風險進行計算
資料來源：本研究繪製，GSIA (2019), Sustainable Investor Poll on TCFD Implementation.

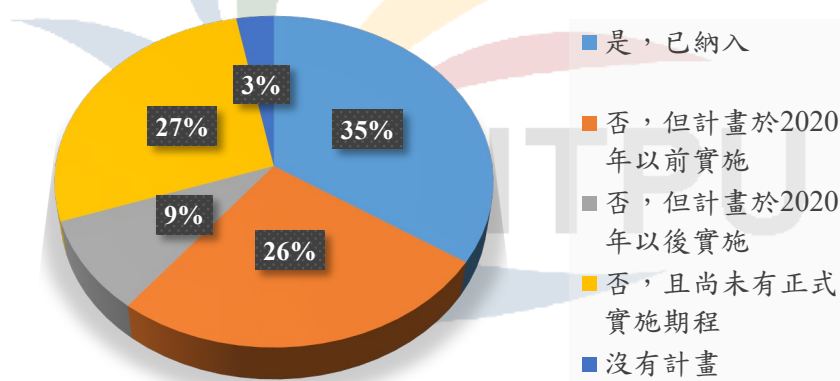


圖 2-4 機構投資人是否已將企業針對 TCFD 之揭露納入投資決策考量
資料來源：本研究繪製，GSIA (2019), Sustainable Investor Poll on TCFD Implementation.

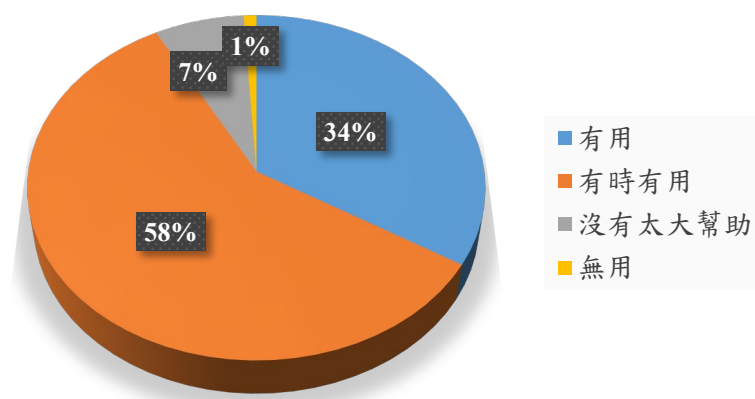


圖 2-5 機構投資人認為 TCFD 建議書是否對投資決策有用

資料來源：本研究繪製，GSIA (2019), Sustainable Investor Poll on TCFD Implementation.

第三節 碳中和目標產生的限碳壓力

現在許多國家都建立了碳交易市場，但不同的碳價和單方面嚴格的法規，造成搭便車(free riding)的問題，導致要達到 2050 年碳中和目標是困難重重 (Van den Bergh et al., 2020)，因此，世界大國與眾多具影響力的企業開始實行各種減碳、限碳措施，讓其他國家與企業必須做出改變，才能與世界接軌永續經營，企業須面對全新與巨大挑戰與變化 (李堅明等, 2020)，本節整理出企業所面臨的限碳壓力，(1)碳定價機制、(2)碳邊境稅、(3)科學基礎目標倡議、(4)RE100、(5)氣候相關風險財務揭露。

一、碳定價機制

碳定價機制目的是建立市場機制將碳排放外部成本內部化，使用者須付費，使減碳活動的效益化。目前有 61 個國家已經或規劃制定碳定價，其中有 31 個國家實行碳交易制度，另 30 個國家則實施碳稅制度(World Bank Group, 2019)。根據研究指出，當歐盟排放交易體系的碳權(carbon right)價格到達 30 歐元/噸 CO₂e，會對不同能源密集產業的直接碳成本(direct carbon cost) 造成不同程度的衝擊，如表 2-2 所示，當產品原料碳密集度¹⁹越高，則生產 1 噸產品的碳成本將愈高 (Ellis et al., 2020)。

¹⁹ 係指六種 GHG 的二氧化碳排放當量與 GDP 的比值；而二氧化碳密集度則是二氧化碳排放量

表 2-2 固定碳權價格(30 歐元/噸 CO₂e)下產品碳密集度產生直接碳成本

產品原料名稱	碳密集度(噸 CO ₂ e)	直接碳成本(歐元/噸產出)
氨 (Ammonia)	1.619	49
鋁	1.514	45
鐵水 (Hot metal)	1.328	40
石灰 (Lime)	0.954	29
水泥熟料 (Grey cement clinker)	0.766	23
紙 (Fine paper)	0.318	10
硝酸 (Nitric acid)	0.302	9
瓦 (Roof tiles)	0.144	4
石膏	0.048	1

資料來源：本研究翻譯，Ellis et al.(2020), Carbon Pricing and Competitive: Are They at Odds?

Van den Bergh et al. (2020) 之研究指出，為達成 2050 年碳中和目標，將全球平均溫升控制在 2°C 以內，就必須做到以下兩點：成立碳定價聯盟 (Carbon-pricing coalition)，聯盟會員國須制定出統一的碳價與實施碳邊境稅；以及需要聯合國 (United Nations, UN) 政府間相互協調與談判出一個根據國家發展水平而設定的動態碳價，並漸行趨同。

綜合上述可知，當政府將碳排放外部成本內部化後，企業對於產品製造、原料使用，乃至節能、投資等策略，都必須考慮碳密集度與碳風險，才能將相關之碳成本與效益納入，作出正確決策 (李堅明等，2020)。

二、碳邊境稅

在全球限碳壓力下，許多歐美先進國家推動了碳定價機制，為了維持公平貿易與市場競爭力，避免碳洩漏風險，歐盟提出了碳邊境調整機制 (CBAM)，預計 2021 年提出相關草案，2023 年開始實施，初期規劃重點包括：修改過去免費核配碳權之規範、設計碳底價 (carbon floor price)²⁰、2021 年 6 月前完成 CBAM 相關衝擊影響分析、第一階段實施產業和範圍，以及

與 GDP 的比值(國家發展委員會，2020)。

²⁰ 係指以妥善設計的規範，免於碳價受到意外的經濟波動而影響，讓低碳轉型的誘因得以維持 (CCC, 2020)。

激勵全球實施碳定價制度 (European Parliament, 2020；鄭伊廷，2020；倪茂庭、趙家緯，2020)。

而美國也提出類似舉措，「美國機會碳費法案」目前規畫方向，可能實施的對象產業，包括：能源密集製造產品 (energy intensive manufactory good)：能源成本高於 5%；碳密集產品 (carbon intensive good)：生產的基本投入要素 (例如，鋼鐵、水泥、鋁、造紙、玻璃及石化等)，在美國實施碳定價制度下，會導致使用該生產投入之產品的成本會大幅增加 (李堅明等，2020)。

根據 2017 年的研究指出，不同國家的環境法規嚴格程度會對企業產生三種層級的影響，如圖 2-6 所示，第一層是成本差異；第二層是企業的回應，如產品價格影響、企業投資決策等等；第三層則是分成四部份，經濟效益、技術成果、國際影響、環境影響，而這三層級有時候會相互影響 (Dechezleprêtre and Sato, 2017)。由此可知，透過碳邊境稅的課徵藉此調整產品在生產成本的差異，提高碳密集度高的出口產業之產品成本，以達到歐美大國在市場公平競爭的目的，所以台灣企業應加強低碳決策制定與執行，改善製程與技術，降低產品碳密集度，讓產品跟上減碳的世界趨勢。

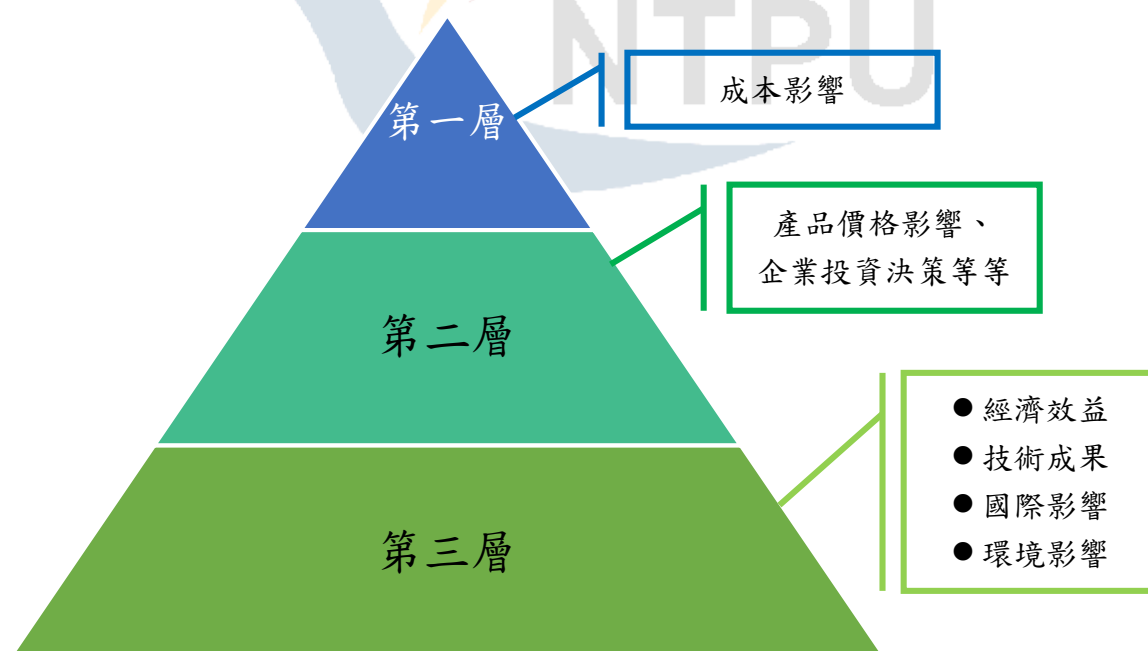


圖 2-6 各國環境法規嚴格程度差異造成的企業競爭力影響

資料來源：本研究整理，Dechezleprêtre and Sato (2017), The impacts of environmental regulations on competitiveness.

三、科學基礎目標倡議

科學基礎目標倡議 (Science Based Targets initiative, SBTi) 係指企業應藉由科學方法，計算為了達成全球平均溫升不超過 2°C 下，產業與企業合理的排放額度或減排目標。至 2020 年 10 月初止，全球已有 1010 家企業參與 SBTi，其中已有 485 家通過審查。台灣目前共有 11 家企業進行申請，分別是：台達電、台灣大哥大、光寶科技、遠傳電信、富邦金控、元大金控、台灣水泥、飛宏科技、信義房屋、亞洲水泥及日月光，其中，台達電、台灣大哥大、光寶科技、遠傳電信及台灣水泥，5 家已通過審查，開始執行減碳目標 (SBT, 2020)。

在全球通過審查 485 家企業中，依國家別，美國約 75 家最多，依行業別，食品製造業約 40 家最多，而台灣積極參與的是科技業為大宗，可知，台灣企業在設立並執行長期減碳目標上還顯消極 (SBT, 2020)。在需落實 CSR 的社會氛圍下，企業制定出符合自身能力與社會期望的減量目標，並通過 SBTi 認證，會成為影響企業長期經營的重要決策 (李堅明等, 2020)。

四、RE100

RE100 是由氣候組織 (The Climate Group) 與 CDP 共同發起的全球使用再生能源的倡議行動 (林建佑, 2019)。為促進再生能源開發與生產，截至 2020 年 10 月，全球已有 263 家企業參與 RE100，承諾在 2050 年以前將再生能源提升至 100%。至 2019 年底的統計，參與企業之總用電量已達到 2,280 億度相當於台灣 1 年總電量，目前有 45 家參與企業，已使用 95% 以上綠電，參與的全球著名企業包括：Google (已在 2017 年達成 100% 綠電) 及 Apple (企業營運上，已在 2020 年達到 100% 綠電) (Apple, 2021a；The Climate Group, 2019)。

The Climate Group 在 2020 年公布的《RE100 領導者研究報告》(RE100 Leadership Report, 2020) 中，Apple 希望敦促整個供應鏈都使用再生能源。而截至 2020 年底 Apple 已有 100 家以上供應鏈企業加入 RE100 的行列，而我國半導體產業有超過 40 家為 Apple 的重要供應鏈 (Apple, 2021b)，台積電更成為全球第一家加入 RE100 的半導體企業。

在 RE100 倡議下，勢必未來的綠電需求會上升，因此，我國已於 2017 年開始了再生能源憑證(T-REC)交易制度，而隨著 2020 年新制再生能源憑證交易平台上路，綠電交易增長迅速，足見台灣企業對達成 RE100 目標的需求性與急迫性。

五、氣候相關風險財務揭露

由 G20 直轄管理的金融穩定委員會 (Financial Stability Board, FSB)，是在 2015 年有鑒於氣候風險逐漸受大眾所重視，於 2015 年底為因應《巴黎協定》所倡議而特別成立「氣候變遷相關財務揭露工作小組」(Task Force on Climate Related Financial Disclosure, TCFD)，旨在企業應充分揭露氣候相關風險的財務資訊，對銀行、上下游供應商、投資人、債權人、保險方與其他利害關係人以示負責 (TCFD, 2020d & 2020c)。

企業應遵循 TCFD 所公佈之建議，據以評估與揭露氣候風險及財務衝擊，界定對企業的四大核心要素、情境及實體與轉型風險，以決定有利於企業永續經營之低碳投資與轉型機會的決策，同時因應全球限碳趨勢，而 ICP 機制的推動將是評估企業轉型風險的最佳壓力測試方法 (李堅明等，2020)。關於 TCFD 的詳細說明請見第三章。

第四節 本章小節

隨著世界各國碳定價的制定，全球的碳交易市場蓬勃發展，企業實施 ICP 勢在必行；氣候相關風險財務揭露建議為企業評估與揭露氣候風險及財務衝擊訂定了一個廣泛適用的架構，以衡量與揭露氣候相關風險與機會，並讓企業有所制定考量了低碳投資與轉型機會的決策。

為了實現碳中和目標，包含 ICP 與 TCFD 在內的國際上的限碳壓力應運而生，各種措施、機制、倡議等一個個地出現，就是希望藉此提高社會大眾的重視，將「排碳」的成本納入市場運作，使用者付費，建立運行方式與規則，並以此敦促企業作出友善地球的決策，以達成碳中和目標。我國企業主要為出口導向，不論在面對轉型風險或實體風險上都是高度曝險，更需面對限碳壓力、運用減碳措施，是為企業永續經營的一大挑戰。

第三章 氣候相關財務揭露建議

TCFD (2017a) 是為因應《巴黎協定》，由金融穩定委員會 (FSB) 主持並由氣候相關財務揭露工作小組編撰公佈，提供了系統性與整合性的架構、自願性且具一致性的工具，讓企業了解氣候變遷對金融體系乃至資本市場的影響程度，以及對估算與揭露氣候風險與機會有所依循。TCFD (2017a) 希望藉此達到的主要目的：企業揭露氣候相關風險與機會的財務影響以提升透明度；與財務報表資訊一同公告申報，以利相關利害關係人²¹進行決策；企業須管理並監督氣候相關風險與機會。

現在，許多國際評比、倡議與指數都將 TCFD 納入衡量與或評分項目，包括，CDP 氣候變遷評比、責任投資原則組織 (Principles for Responsible Investment, PRI)²²、全球報告倡議組織 (The Global Reporting Initiative, GRI)²³、國際標普指數 (S&P Global Index) 與摩根史坦利 ESG 領導者指數 (MSCI ESG Leadership Index) 等等，就是為了讓社會大眾了解、衡量與報導的穩當性與可靠性提升，也展現面對氣候變遷的決心與責任。爰此，本章內容將安排說明為，第一節分述 TCFD 之執行內容；第二節為風險管理流程整合與揭露之說明；第三節分析並說明 TCFD 的實例；第四節本章小節。

第一節 氣候相關財務揭露建議之內容

本節將氣候相關財務揭露建議內容分成五部分，(1)氣候相關財務揭露工作小組、(2)核心要素、(3)情境分析、(4)氣候相關風險、機會與財務影響及(5)實行 TCFD 所面臨的困境。

一、氣候相關財務揭露工作小組(以下簡稱工作小組)

工作小組是由金融穩定委員會 (FSB) 成立、由業界主導，共有 32 名成員，其任務是擬定一份自願性且有一致性的氣候相關財務資訊揭露建議，讓各部門各地區之組織皆可被廣泛採用的建議，以幫助投資大眾了解公司的重大風險。

²¹ 指銀行、上下游供應商、投資人、債權人、保險方與其他利害關係人。

²² 是聯合國支持的國際投資者組織，旨在共同努力執行其六項原則。其目標是了解永續性對投資者的影響，並支持簽署方將這些氣候問題納入其投資決策並實踐。在實施這些原則的過程中，簽署方為全球金融體系的永續發展做出貢獻。

²³ 是一個獨立的國際標準組織，幫助企業、政府和其他組織的溝通與理解，如氣候變遷、人權等。

TCFD (2017a)言及重要特點，讓不同部門和地區的組織可作廣泛應用：所有機構均可採用、可內含於財務申報、旨在收集有助於決策且具前瞻性的財務影響資訊、高度專注於邁向低碳經濟轉型所涉及的風險和機會。工作小組的建議適用於金融機構，包含：銀行、保險公司、資產管理公司、資產擁有人，皆對於投資組織具有十足影響力、對組織進行財務資訊揭露有要求能力之人。

二、核心要素

TCFD 揭露架構的四項要素 (如圖 3-1 所示)包含：

1. 治理

該組織針對氣候相關風險與機會的治理。

2. 策略

氣候相關風險與機會對於組織的業務、策略和財務規劃的實際和潛在衝擊。

3. 風險管理

組織鑑別、評估和管理氣候相關風險的流程。

4. 指標與目標

用以評估和管理與氣候相關風險與機會的指標和目標。



圖 3-1 氣候相關財務資訊揭露的核心要素

資料來源：本研究繪製，TCFD (2017a), Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures.

三、情境分析

情境分析是評估氣候變遷相關風險與機會之重要程序 (procedure) 與工具，主要作法是針對未來各種潛在事件(例如 2°C或低於 2°C之低碳發展路徑等)進行評估，進而得出因應策略與可能結果。情境分析的目的並不在於得到對未來的正確「預測」(forecasting)，而是在一假設條件 (hypothetical constructs)下可能發生的結果 (outcome)，提供組織機構強化氣候韌性(或恢復力或調適力) (resilience)的相關策略研擬以應對(TCFD, 2017b)。

在 2017 年公布《TCFD 建議書》後，許多企業在執行情境分析遇到了一些困難，諸如，難以開發對決策有用之情境、難以量化風險等財務影響、營運相關數據等等，所以在 2020 年提出針對非金融機構、也就是一般企業的情境分析參考指引《非金融公司之情境分析指引》(2020b)，以協助中大型企業運用情境分析制定其風險管理流程，而小型企業則可藉此發現對自身有用的資訊與應考慮之相關氣候因素。

從《非金融公司之情境分析指引》報告可知，情境分析主要分成探索情境(Exploratory Scenarios)和規範情境(Normative Scenarios)，以及標準情境(Public Scenarios)與自訂情境(In-House Scenarios)兩大類。如圖 3-2 所示，探索情境是指找出一設定範圍內不同可能性的多種未來，並評估未來的潛在風險與機會，以了解對企業決策、營運影響與適應能力；規範情境是已選定偏好(目標)的未來，並利用情境分析回推至現在之合理路徑，作以實現目標的決策參考，相較於探索情境，規範情境常用於已經設定特定目標和實行計畫，而非分析氣候相關風險與不確定性(TCFD, 2020b)。

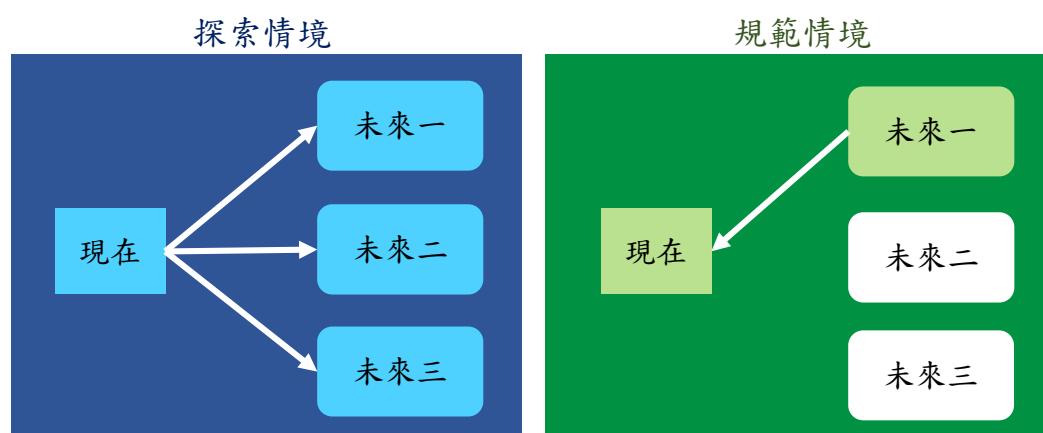


圖 3-2 探索情境和規範情境

資料來源：本研究翻譯繪製，TCFD (2020b), Task Force on Climate-related Financial

標準情境是通常由國際研究機構或組織發布(如, IPCC 或 IEA 等等); 自訂情境則是自行建構出符合或適合自身的情境; 也可將標準情境與自訂情境的概念進行融合。表 3-1 針對標準情境與自訂情境進行整理, 提供全球金融與非金融機構進行各種情境分析時之參考(TCFD, 2017b&2020b)。

表 3-1 標準情境與自訂情境之各種分析型態

情境分析		各類情境與揭露	內容說明
標準 情境	轉型情境 (Transition scenarios)	IEA 傳統情境	最常見且使用最廣泛, 是 IEA 為轉型至低碳經濟而建立之情境。
		升溫 2°C 之情境	將全球平均溫度上升限制在 2°C, 具已列出其排放軌跡與途徑。
		國家目標貢獻與 2°C 情境之重要性	在國家能源安全需求之考量下, 建立一轉型至低碳經濟之合理可行途徑。
		相關參數與指標之比較	與 IEA 其他方案進行比較。
		轉型方案結果	根據上述轉型方案之數據和圖形資料, 再進行更進一步分析並說明結果。
	實體情境 (Physical climate scenarios)	已公開可使用的實體情境	IPCC 四個 RCP 情境中最新一代的方案, 考量 IPCC AR5 氣候模型。
		相關指標之比較	IPCC AR5 或 RCP 提出的實體情境, 其模型結果為每個 RCP 的變數範圍提供氣候數據之預計量。
		實體風險評估工具與揭露之類型	除了上述所應用 IPCC RCP 情境之外, 還可以使用其他工具對全球、區域和國家的實體氣候影響進行風險評估。
自訂 情境	企業自行建構出符合或適合自身的情境, 三個主要步驟為定義問題、開發新情境與將情境應用於企業策略。前述三項步驟有著幾項基礎包含, 參與和對話、學習、模型制定思維、決策制定與高層支持。		

資料來源：本研究整理，TCFD (2017b), The Use of Scenario Analysis in Disclosure of Climate Related Risks and Opportunities.；TCFD (2020b), Task Force on Climate-related Financial Disclosures: Guidance on Scenario Analysis for Non-Financial Companies.

情境分析並非財務預測，而是針對不同條件的情境下進行估算，讓企業逐步修正其決策，但在易造成相關利害關係人誤解的情況下，許多企業

選擇不將情境分析的結果公佈在財務報表或正式文件上 (Eccles and Krzus, 2017)，TCFD 的推行不只是企業實行，更需要利害關係人乃至社會大眾的加入與了解。

四、氣候相關風險、機會與財務影響

在升溫 2°C 之情境下，會產生風險、機會與財務影響。TCFD (2017a) 中提到，雖許多國家都已建立有關氣候相關資訊揭露之架構，但仍須擬定出一個在多數國家（目前是以 G20 成員國為基準）具有一致性且標準化的架構，才能讓資訊使用者能進行歸類、比對、應用及判斷。所以工作小組定義了主要風險與機會的類別，以及兩者對財務造成的影響，在(一)、(二)與圖 3-3、3-4 將分別說明之。

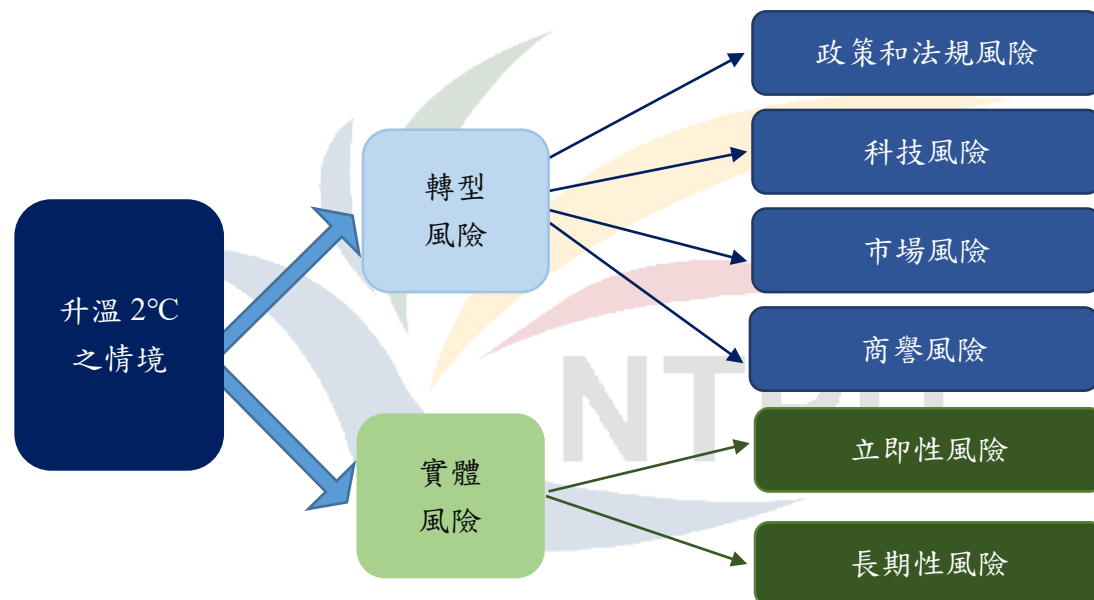


圖 3-3 2°C 情境衍生之轉型風險與實體風險型態

資料來源：本研究繪製，李堅明(2018a)，氣候變遷相關財務揭露 TCFD 之情境風險研究—以半導體業與通訊業為例。

(一) 氣候相關之風險

分成兩大類，如下所述：

1. 轉型風險 (與低碳經濟相關的轉型風險)

在未遇到氣候災難產生災損前，因應低碳轉型而遇到的各種風險。

(1) 政策和法規風險

促進調適氣候變遷與限制對氣候變遷不利之政策行為，政府或企業做出減緩、調適或揭露資訊的政策或決策，而政策或決策的改變時點與性質對財務風險造成之衝擊將有所不同；法規層面，各界人士與機構對未能減緩、調適或揭露資訊的企業提出訴訟。

(2) 科技風險

為了低碳經濟而使技術有所革新與改良，而這樣的「創新式破壞」將會顛覆現行的經濟體系，而企業達到技術可行性的時點也相當重要，這些都是需要列入考量的主要不確定因素之一。

(3) 市場風險

市場已漸漸將氣候相關風險列入考量。

(4) 商譽風險

投資人與各界人士對於企業是否致力於低碳轉型的社會大眾印象。

2. 實體風險 (與氣候變遷影響相關的實體風險)

因遇到氣候災難而導致的各種衝擊與影響。

(1) 立即性風險

因為單一極端氣候事件而產生的衝擊 (例如：颱風、颶風、大洪水等等)。

(2) 長期性風險

氣候的長期變化而導致的衝擊 (例如：海平面上升、熱浪等等)。

(二) 氣候相關之機會

當為氣候行動而努力，將可能為組織創造出機會，而機會也會因其地區、市場和產業別而有所不同，如下所述：

1. 資源使用效率

在產品生命週期中，提升效率、降低成本與資源耗用等等。

2. 能源來源

發展再生能源，近五年全球對於再生能源的投資超過化石燃料，而分散式投資也使得各種再生能源裝置成本下降快速，各界採用意願大幅提升。

3. 產品與服務

創新的低碳產品將提升企業的競爭地位，也改變了客戶和消費者對原企業的偏好。

4. 市場

多元化經營，並與低碳轉型國家合作、綠色債券與融資，再生能源基礎設施等等。

5. 韌性

綜合上述各方面的適應能力。

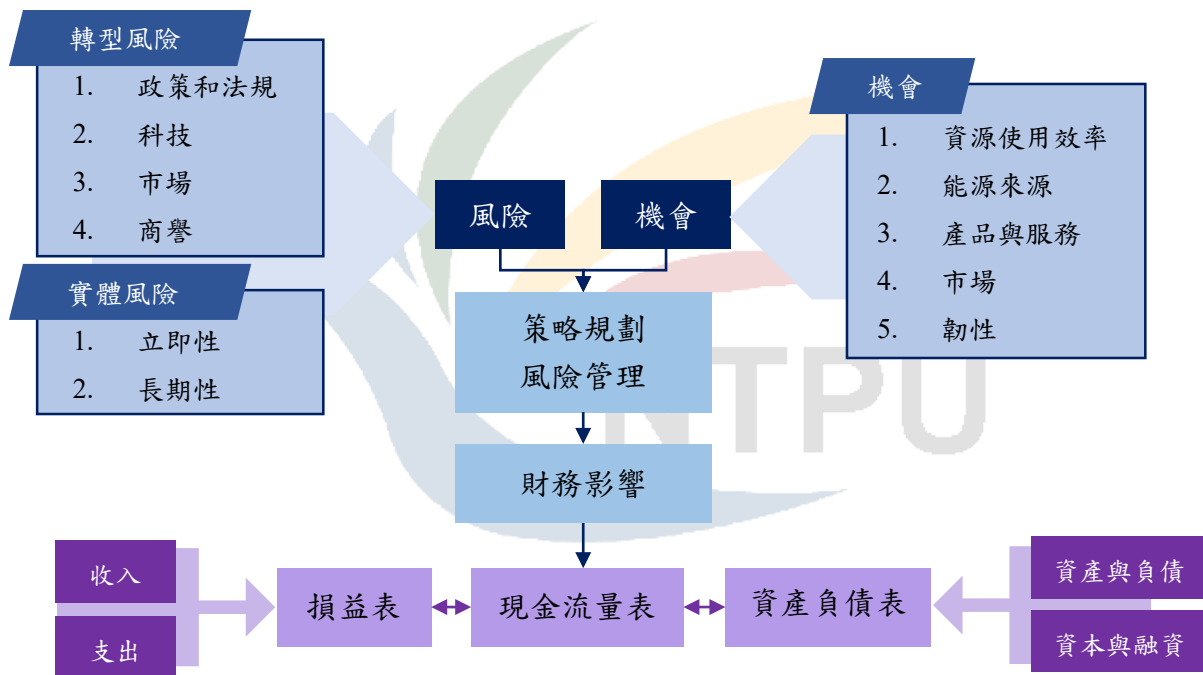


圖 3-4 氣候相關風險、機會與財務影響之因果關係

資料來源：本研究繪製，TCFD (2017a), Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures.

五、實行 TCFD 所面臨的困境

根據 2020 年 TCFD 所發布的現況報告(2020c)之調查顯示，為了解企業在實行 TCFD 時所面臨的困境，針對企業、非政府機構、顧問、產業公會等機構發放問卷，以四項核心要素歸納出所遇到的困難(如表 3-2)：

(一) 治理

企業認為原有的治理機制已經考量了氣候相關議題，要單獨進行揭露有其挑戰性。

(二) 策略

企業認為情境分析假設進行揭露十分困難，因為涉及企業機密。

(三) 風險管理

企業認為氣候相關議題已經融入風險管理機制之中，要單獨進行揭露有其挑戰性。

(四) 指標與目標

企業反映缺乏各產業的標準化指標。

表 3-2 四項核心要素中企業所面臨的困境與回應

核心要素	治理	策略	風險管理	指標與目標
企業所面臨的困境	氣候相關議題已經融入治理機制之中，要單獨進行揭露有其挑戰性。	情境分析假設進行揭露十分困難，因為涉及企業機密。	氣候相關議題已經融入風險管理機制之中，要單獨進行揭露有其挑戰性。	缺乏各產業的標準化指標。
TCFD 的回應	氣候相關議題的治理機制與揭露不一定要分開，如企業現有流程已考量並敘明氣候相關議題則不需再作進一步揭露，但可以額外製作「TCFD 議題與資訊之章節對照表」。	企業不應定調公開情境分析假設就會公開企業機密，而應多思考：如果揭露假設後，會否因為其他企業並沒有這麼作而帶來利益，以及所會承受的損失，如具不確定性，則應漸進式公開。	氣候相關議題的治理機制與揭露不一定要分開，如企業現有流程已考量並敘明氣候相關議題則不需再作進一步揭露，但可以額外製作「TCFD 議題與資訊之章節對照表」。	TCFD 開始輔導一些企業制定指標，但標準化的指標須仰仗工會、協會、標準制定者或相關組織的制定。

資料來源：本研究翻譯繪製，TCFD(2020c), Task Force on Climate-related Financial Disclosures: 2020 Status Report.

為解決企業所面臨的困境，TCFD 也提出三個解決方向，第一，企業在治理或風險管理機制中已包含氣候相關議題，建議額外製作「TCFD 議

題與資訊之章節對照表」；第二，氣候相關的營運策略和情境分析假設的揭露，應採行逐步公開的作法；第三，企業若需標準化指標，應尋求工會、協會、標準制定者或相關組織的幫助。

第二節 風險管理流程整合與揭露

本節將分成兩部分，(1)風險管理整合流程、(2)評估風險之工具與(3)碳權交易之會計處理。

一、風險管理整合流程

TCFD 在 2020 年公布《風險管理整合與揭露指引》(2020a)，此指引希望透過流程定義、評估與管理氣候相關風險，使企業對氣候相關風險整合可以有所參考，以利進行揭露。對風險管理整合流程之說明分為四步驟，範疇與方法、氣候相關風險的特徵、重要原則與細則及揭露風險管理流程，如下所述：

1. 範疇與方法

延續 TCFD(2017a)的內容，四大核心要素不變，並強調希望企業在治理、政策、指標與目標此三個要素中，除了揭露風險之外，也要揭露機會，TCFD 認為風險與機會兩者具同等重要性。工作小組選用了國際上已公認的風險管理架構 COSO:ERM，COSO:ERM 是讓董事會與管理階層用以辨別風險，並予以管理，以實現目標。雖指引主要概念來自 COSO:ERM²⁴，但也可以將其他諸如，ISO31000 或企業特定風險管理架構和流程一同整併使用，指引並非唯一作法僅作以建議。

2. 氣候相關風險的特徵

說明氣候變遷所造成的廣泛影響和氣候相關風險之顯著特徵，指引整理出在不同溫升所可能發生實體影響與經濟影響的機率與影響(如表 3-3)。除此之外，還需考慮轉型風險，包括政策變化、商譽影響、市場偏好和技術革新。有鑒於氣候的廣泛影響與複雜性，要如何考量長短期、時間與空間尺度、既有(existing)風險與獨立(stand-alone)風險等等，

²⁴ COSO:ERM 共有五個要素，而「績效(Performance)」是指引中較為著墨的一要素，因其與氣候相關風險的流程整合較為相關，「績效」指辨別與評估會影響達成目標的風險，按風險嚴重性進行優先排序，然後，企業再選擇並擬定風險應對措施（詳見第四章第二節之一）。

TCFD 將氣候變遷相關的特定特徵(如表 3-4)，包括，基於地理與活動不同的影響、長遠的觀察與效果、新穎又不確定的性質、變化幅度和非線性動態、複雜的關係與系統影響等五項，應考量進現有的風險管理流程。

表 3-3 不同溫升下可能發生的實體影響與經濟影響之機率與分析

2100 年全球溫升	<2°C		3°C	5°C
	1.5°C	2°C		
實體影響				
海平面上升	0.3-0.6 m	0.4-0.8 m	0.4-0.9 m	0.5-1.7 m
北極夏季沒有冰的發生機率	1/30	1/6	4/6(63%)	6/6(100%)
極端降雨頻率	+17%	+36%	+70%	+150%
發生野火增加	x1.4	x1.6	x2.0	x2.6
人類須面對極端高溫	x22	x27	x80	x300
易染上瘧疾的土地面積	+12%	+18%	+29%	+46%
經濟影響				
全球 GDP 影響(基準：2018 年 80 兆元)	-10%	-13%	-23%	-45%
低盈利能力的資產(Stranded assets)	轉型：化石燃料資產（如：能源、運輸工業）		混合風險	實體：無法居住區，以及農業、用水密集產業與旅遊業之喪失
糧食供給	改變飲食方式、熱帶地區單位產量下降		24%產量損失	60%產量損失，60%需求增加

資料來源：本研究翻譯繪製，TCFD(2020a), Task Force on Climate-related Financial Disclosures: Guidance on Risk Management Integration and Disclosure.

3. 重要原則與細則

說明如何將風險進行分辨，且將之納入企業原有風險管理流程。有鑒於大多數企業在風險管理都有一套既定的流程與相關要素，TCFD 認為應直接從企業一般風險管理流程切入(如圖 3-5)，了解企業自身，重新審視定義風險、評估風險、確定優先順序，以進行風險管理，並說

明風險管理過程的關鍵要素。接著，說明應加入一般風險管理流程的四項關鍵原則(如表 3-4)，以建立一套符合各企業與氣候相關的風險管理流程。

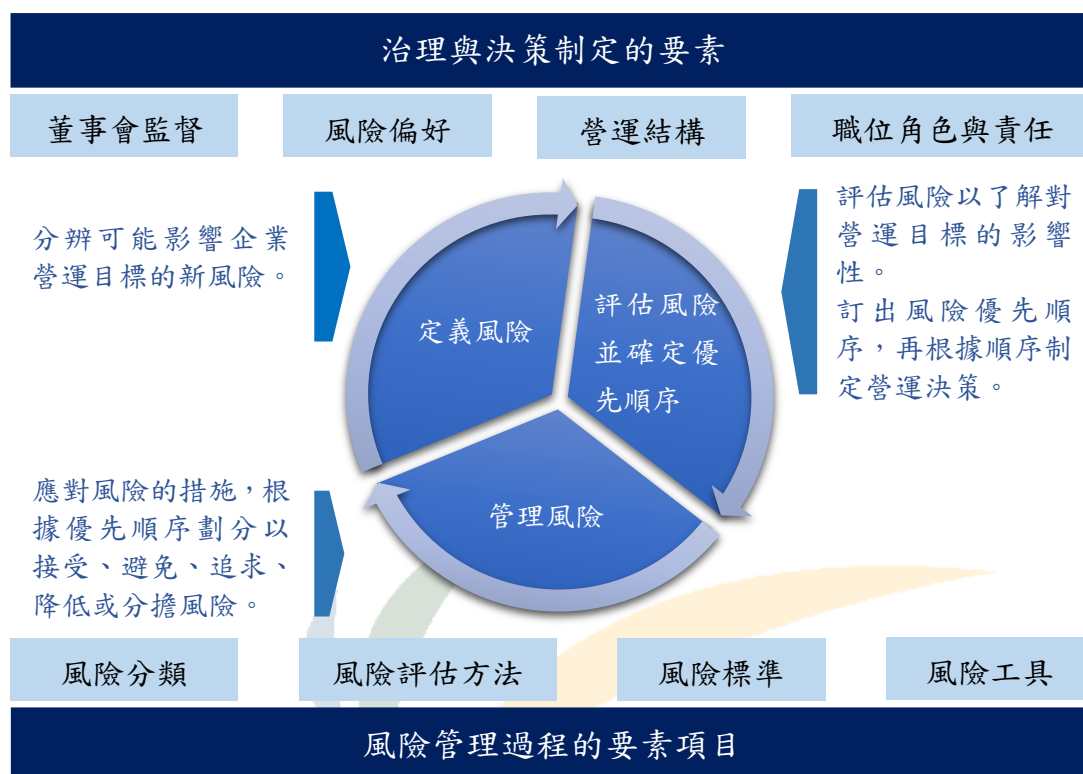


圖 3-5 一般風險管理流程與關鍵要素

資料來源：本研究翻譯繪製，TCFD(2020a), Task Force on Climate-related Financial Disclosures: Guidance on Risk Management Integration and Disclosure.

表 3-4 一般風險管理流程的四項關鍵原則

關鍵原則	說明
了解氣候變遷的概念	傳統上沒有將氣候相關風險納入現有風險管理流程的企業，要先確保對氣候變遷概念與其潛在影響有基本了解。例如，定義術語、一些重大的氣候變遷危害與其影響(如，海平面上升、極端熱浪或乾旱等)，使管理階層和其他風管人員能夠將氣候變遷的影響與企業之間有更具體的聯繫。
分辨過程與功能	將氣候相關的風險整合到現有流程中，是為了解風險與策略相互影響與影響的事項，還有了解誰是關鍵利害關係人。因此，回顧治理、策略制定與風險管理等要素是有用的，可作以辨別風險管理活動所涉及之策略規劃之各種功能或項目。
更新風險的分類	使用通用風險分類法可以幫助公司辨別、評估和管理風險。將氣候相關的風險整合到現有流程中為了確定是否將這些風險視為獨立風險，與現有風險的交叉驅動因素或兩者之結合，然後，將這些風險納入企業的風

	險分類法中。整合到現有流程中的方式取決於已經定義的風險類別或子類別。常用的風險分類包括財務、營運和策略風險等。
調整風險管理要素	<p>根據先前步驟中獲得知識和氣候相關的風險的特徵，調整現有的風險管理流程和相關要素。為了提供有關企業如何開始調整其風險管理流程和相關要素的整體思考方向，可參考風險的分辨與評估方法。</p> <p>為了讓企業將氣候相關風險納入或修正現有風管流程，指引提供了轉型風險與實體風險之分辨與評估方法，以四大核心要素，分別說明風險的性質或特徵、可作以評估之方法，以及評估風險的財務範圍與項目之工具，說明工具可應用的條件與相對應的風險流程(如表 3-5)，最後，說明整合風險時需遵行的關鍵要點：容易了解、相互聯繫、時間設定、比例性、一致性，共五項要點。</p>

資料來源：本研究翻譯繪製，TCFD(2020a), Task Force on Climate-related Financial Disclosures: Guidance on Risk Management Integration and Disclosure.

表 3-5 評估風險的財務範圍與項目之工具

工具	說明	應用	相對應的風險流程
經濟情境產生工具	基於風險要素所模擬的經濟和金融市場未來預測模型。	在各種可能的經濟和財務條件下測試的預估價值模型(例如，考慮氣候變遷和社會經濟因素)。	風險辨別 風險評估
危害圖 (Hazard Maps)	使用對主要事件的頻率、嚴重性、位置和次要危險依賴性的假設，確定有關危險程度或嚴重性的位置級別資訊。	考慮到氣候變遷的影響，根據當前和潛在未來狀態提出的危險事件，將會導致某些地區的事件發生頻率和嚴重性有所不同。	風險辨別 風險評估
時間尺度界定 (Horizon Scanning)	基於可使用訊息的系統性風險主動辨別方法。	辨別不同時間尺度的各種氣候有關風險類型。	風險辨別
機率模型	一般模型：涉及機率輸入、過程和輸出的系統模型。	天氣和氣候預測表示的不確定性，降低系統偏差以更精確預測長期氣候變遷。	風險評估
	災難模型：基於對物理參數 ²⁵ 深度理解而建立的機率模型，。	估計自然災害可能造成的損失。	風險辨別 風險評估 風險應對

²⁵ 物理參數定義了自然危害(如，風速)和暴露度特徵(如，位置)。

情境分析	在不確定性條件下辨別和評估一系列可能的未來潛在影響的過程。	了解氣候相關的風險和機會可能發生的各情境與影響。	風險辨別 風險評估 風險應對
------	-------------------------------	--------------------------	----------------------

資料來源：本研究翻譯繪製，TCFD(2020a), Task Force on Climate-related Financial Disclosures: Guidance on Risk Management Integration and Disclosure.

4. 揭露風險管理流程

說明關於風險管理流程應揭露什麼和應注意的揭露原則，並說明有效且有用的揭露特徵(如表 3-6)，應詳細介紹、考量和解決不同的時間範圍和影響類型、進行全面性的概述、傳遞財務資訊、平衡質與量的資訊，並對應對方法的改變進行說明。

須注意的揭露原則有三項，描述企業辨別和評估氣候相關風險的流程、描述企業管理氣候相關風險的流程，以及描述企業如何將辨別、評估與管理氣候相關風險流程整合至整體風險管理。

表 3-6 風險管理的揭露特徵

揭露特徵	說明
詳細介紹	充分而詳細進行揭露；使客戶能了解企業對氣候相關問題所使用的方法與處理能力；呈現與註釋方式以企業類型與情況而不同。
考量和解決不同的時間範圍和影響類型	企業應對氣候相關問題與其所創造的機會考量：時間的影響為長、中、短期；漸進式與突然間的影響。
全面性進行概述	全面概述其所可能遭受到的相關影響：潛在性質與規模；公司治理、策略、管理流程與績效。
傳遞財務資訊	需要細緻的告知並滿足客戶需求。
平衡質與量的資訊	平衡質與量的資訊，適當使用文字、數據與圖表進行說明。
應對方法的改變進行說明	應對所使用的方法，或改變方法的原因進行說明。

資料來源：本研究翻譯繪製，TCFD(2020a), Task Force on Climate-related Financial Disclosures: Guidance on Risk Management Integration and Disclosure.

二、評估風險之工具

(一) COSO:ERM

2004 年 COSO 委員會²⁶(The COSO of the Treadway Commission)公佈了《企業風險管理－整合架構》²⁷(Enterprise Risk Management—Integrated Framework)，定義了企業風險管理架構，包含了八項要素：內部環境 (Internal Environment)、目標設定、事項辨認 (Event Identification)、風險評估、風險回應、控制活動、資訊與溝通、監督 (廖君美，2013；羅友聰，2018)。

隨著企業所面臨的風險愈趨複雜，不確定性逐漸升高，COSO 在 2017 年提出了《企業風險管理－整合策略與績效》，取代了 2004 年的版本，新增衡量績效之方法，強調企業在制定策略與目標時應辨別與評估相關風險，藉由將風險環環相扣在企業營運的策略與目標，以提升企業經營績效，《企業風險管理－整合策略與績效》包含五項要素：治理與文化²⁸、決策與目標設定²⁹、績效³⁰、評估與修正³¹(Review and Revision)，以及資訊、溝通與報導³²(COSO, 2017；羅友聰，2018)。

(二) CCRAM

為因應英國 2008 年制定的《氣候變遷法》，英國政府從 2012 年起必須每五年發布一次《全英氣候變化風險評估氣候變遷風險評估》(Climate Change Risk Assessment, CCRA)同時也在 2012 年也發布了《氣候變遷風險評估方法》

²⁶ COSO 委員會主要由 5 個組織所共同發起和贊助：美國會計協會(the American Accounting Association, AAA)、美國財務主管協會(Financial Executives International, FEI)、美國會計師公會(the American Institute of Certified Public Accountants, AICPA)、美國管理會計學會(the Institute of Management Accountants, IMA)與國際內部稽核協會(The Institute of Internal Auditors, IIA)。COSO 委員會完全獨立於上述五個組織，主要目的為提供企業風險管理(ERM)、內部控制與嚇阻舞弊(fraud deterrence)之整合指引與促進其發展。

²⁷ 最早在 1992 年提出，將企業風險管理架構分成五要素：控制環境、風險評估、控制作業、資訊與溝通、監督。

²⁸ 治理確立企業的營運基調，增加企業風險管理的重要性，並確立對企業風險管理的監督責任。文化則係指道德、價值觀、期望行為及對各種風險的理解。

²⁹ 企業風險管理、決策與目標制定要在決策制定流程中就決定，風險偏好需與決策方向保持一致；營運目標需將決策付諸實踐，同時作為辨別、評估和應對風險的基礎。

³⁰ 需辨別和評估可能影響決策和實踐營運目標的風險，風險按嚴重性對風險進行優先排序，企業需擬定風險應對措施，對其承擔的風險綜合評估，並作成結果報告予主要風險承擔者。

³¹ 通過檢驗實際績效，企業可以隨著時間將企業風險管理的組成進行修正，有必要時根據運作狀況進行重大更改。

³² 企業風險管理是持續性的，過程中需從內部和外部資源獲取和共享必要的資訊，該資訊需在企業上下傳遞無虞。

(Climate Change Risk Assessment Methodology, CCRAM) (李堅明，2018a)，提出了多準則評分方法。

根據氣候變遷風險評估方法建立了多準則評分方法(multiple-criteria scoring system)³³，包含衝擊度、發生可能性及急迫性三項風險衡量準則(Wallingford, 2012& 2017；李堅明，2018a)，說明如下：衝擊度³⁴、發生可能性³⁵、急迫性³⁶。

參考CCRAM的風險衝擊評估量化方法，計算公式如式(3-1)所示，評分與權重界定將三項準則界定了三種等級，分別為高、中、低，分別代表3分、2分及1分，權重採取簡單等權重方法。界定標準：經濟衝擊度將以經濟損失規模為依據；環境衝擊度參考棲地損失面積及河川水質遭受污染的長度；社會衝擊以受嚴重傷害與死亡人數作以判斷；發生可能性考量風險事件發生機率；急迫性以面臨風險事件的時間點為依據(Wallingford, 2012 & 2017)。

而在Lin et al.(2020)的研究中，將氣候風險的衝擊度衡量指標設定為貿易值³⁷和碳價水準，為式(3-2)及式(3-3)，且為提升辨識度，將等級擴大為五個，分別為非常高、高、中、低及非常低，並分別代表5分、4分、3分、2分及1分，權重方法不變，如表3-7。界定標準：衝擊度以貿易值與碳價水準衡量(如表3-8)；發生可能性依據風險事件發生的機率，分成轉型風險³⁸和實體風險³⁹兩部分(如表3-9)；急迫性則不變(如表3-10)。

$$\text{風險衝擊度} = 100 \times \left(\frac{\text{社會} + \text{經濟} + \text{環境}}{9} \right) \times \left(\frac{\text{發生可能性}}{3} \right) \times \left(\frac{\text{急迫性}}{3} \right) \dots \dots (\text{式} 3 - 1)$$

$$\text{轉型風險衝擊度} = 100 \times \left(\frac{\text{貿易值}}{5} \right) \times \left(\frac{\text{發生可能性}}{5} \right) \times \left(\frac{\text{急迫性}}{5} \right) \dots \dots (\text{式} 3 - 2)$$

³³ 多準則評分方法將 CCRAM 區分 12 個步驟，分別為：步驟 1-2 的目的在於界定與說明衝擊特性 (identify and characterize impacts)；步驟 3-5 的目的在於評估脆弱性(assess vulnerability)；步驟 6-7 的目的在於界定主要風險 (identify the main risk)；步驟 8-11 的目的是評估目前與未來風險；步驟 12 的目的在於報告相關風險。

³⁴ 係指經濟、社會與環境受到極端氣候影響程度。

³⁵ 係指衝擊程度發生的可能性，相當於危害度。

³⁶ 係指需要實施相關調適政策的時間優先排序性，亦即組織機構面臨衝擊的時間，例如風險情境因子實現的時間愈早，則代表急迫性愈高。

³⁷ TCFD 在風險衡量上，強調價值鏈的投入與產出，而台灣半導體產業多是從國外進口原料，並且製成產品出口，所以定義貿易值為進出口值衝擊度，以出口值減去進口值獲得的淨出口值(或附加價值)為依據。

³⁸ 在轉型風險部分，主要參考國家自定貢獻(Nationally Determined Contribution, NDC)相關政策與措施、減量目標、能源轉型與減碳投資等活動。

³⁹ 在實體風險部分，則依據 IPCC 第五次評估報告 AR5 Synthesis Report: Climate Change 2014 與 WRI 科學報告。

$$\text{實體風險衝擊度} = 100 \times \left(\frac{\text{貿易值}}{5} \right) \times \left(\frac{\text{發生可能性}}{5} \right) \times \left(\frac{\text{急迫性}}{5} \right) \dots \dots (\text{式3-3})$$

表 3-7 評分方式與權重界定

準則項目	分數					權重
	非常高	高	中	低	非常低	
衝擊度	5	4	3	2	1	1/5
發生可能性	5	3	3	2	1	1/5
急迫性	5	3	3	2	1	1/5

資料來源：Lin et al. (2020), Climate Risk Assessment and Response in the Semiconductor Industry: Application of TCFD and Hedge Accounting Methods.

表 3-8 衝擊程度等級界定

衝擊等級	貿易值 (億美元)	碳價水準(美元/噸 CO ₂ e)
非常高	高於 100	高於 80
高	50 - 100	50 - 80
中	30 - 50	30 - 50
低	10-30	10 - 30
非常低	10 以下	低於 10

資料來源：Lin et al. (2020), Climate Risk Assessment and Response in the Semiconductor Industry: Application of TCFD and Hedge Accounting Methods.

表 3-9 發生可能性程度等級界定

發生可能性等級	發生可能性界定	發生可能性內涵
非常高	發生機率高於70%	轉型風險：依據相關政策與措施、減量目標、及能源轉型及投資等活動 實體風險：依據IPCC(2014)科學報告
高	發生機率高於50-70%	
中	發生機率介於30 -50%	
低	發生機率介於10%-30%	
非常低	發生機率低於10%	

資料來源：Lin et al. (2020), Climate Risk Assessment and Response in the Semiconductor Industry: Application of TCFD and Hedge Accounting Methods.

表 3-10 急迫程度等級界定

急迫等級	急迫性內涵
非常高	相關風險事件將於2020年以前發生
高	相關風險事件將於2030年發生
中	相關風險事件將於2040年發生
低	相關風險事件將於2050年發生
非常低	相關風險事件將於2050年以後發生

資料來源：Lin et al. (2020), Climate Risk Assessment and Response in the Semiconductor Industry: Application of TCFD and Hedge Accounting Methods.

三、碳權交易之會計處理

為面對碳外部成本內部化，碳交易應如何進行會計處理？IASB 曾在 2004 年發布《國際財務報告解釋公告第 3 號－排放權》(IFRIC3 Emission Rights)解釋令，但引起強烈反彈，旋即在 2005 年撤銷⁴⁰。在 IASB 和美國財務會計準則委員會(Financial Accounting Standards Board, FASB) 制定出統一而廣泛適用的碳交易準則之前，相關會計處理皆先回歸各國規定或相關會計準則公報處理(黃正忠等，2019)。以下參照會計準則與文獻分析應如何進行碳權交易的會計處理，以因應碳風險管理此一重要課題。

(一) 會計規範

1. 資產

根據國際會計準則第 38 號(IAS38)規定之無形資產係指因過去事項而由企業所控制，且其產生之未來經濟效益預期將流入企業，為一「無實體形式之可辨認非貨幣性資產」。而碳權為有價之無形產品，在固定排放限額下進行碳權交易，企業減碳並將碳權出售，反之，則需購買碳權，因過去發生事項而由企業控制；價格則會因各國情況有所不同，但會對企業產生未來現金流入。從前述可知，碳權是符合 IAS38 所定義的無形資產，可就 IAS38 規定進行認列、衡量、攤銷和減損(林昱齊，2013；李宜樺等，2017)。

2. 負債

根據國際會計準則第 37 號(IAS37)規定之負債準備係指不確定時點或金額之負債，當企業因過去事項而產生之現時義務，很有可能造成企業經

⁴⁰ 引起反彈的主要原因在碳權額度與排放負債的衡量變動，前者認列在資產負債表的權益項下，後者則認列於損益表之中，造成財務報導表達不相稱、過於複雜易造成盈餘波動(黃正忠等)。

濟效益之流出，且金額能可靠估計時，應認列負債準備。在總量管制與交易機制下，當企業進行排放行為時，遵循期間結束後，需購買配額或減排，此為企業之現時義務，且會使企業產生經濟效益之資源流出；而企業在遵循期間結束後，需繳納配額，所以有確定時點，然，碳價會因市場而有波動，所以其負債金額不確定但能可靠估計。故可知，碳權是符合 IAS37 所定義的負債準備，可就 IAS37 規定進行認列、衡量和清償(林昱齊，2013；李宜樺等，2017)。

3. 政府補助

根據國際會計準則第 20 號(IAS20)規定之政府補助係指企業遵循政府補助所附加的條件，即可獲得該項補助。根據國際上政府核配之碳權(排放配額)基本上為免費取得，而排放行為與企業營業活動相關。故，碳權屬於非貨幣性、透過政府補助而取得之無形資產，可根據 IAS20 所規定進行認列、衡量和減損(林昱齊，2013)。

4. 避險

台灣在 2018 年起由金融監督管理委員會(簡稱金管會)宣布，國際財務報導準則第 9 號(IFRS9)正式取代國際會計準則第 39 號(IAS39)。

IAS39 將避險定義為企業簽訂某項合約，以規避所持有資產、負債或表外項目在未來公允價值或現金流量發生變動時產生的風險，根據其避險關係分成三種類型，分別為(Hague, 2004；黃金澤，2008；張鈞凱，2017)：公允價值避險⁴¹、現金流量避險⁴²、國外營運機構淨投資之避險⁴³。得被指定為避險工具的項目包括「透過損益按公允價值衡量之衍生工具」⁴⁴、「透過損益按公允價值衡量之非衍生金融資產或金融負債」⁴⁵以及「對於外幣風險之避險、非衍生金融資產或非衍生金融負債之外風險組成部分」。然而，因 IAS39 所訂定的避險會計適用標準極其嚴苛，在實務上採行之企

⁴¹ 係指對已認列資產、負債或為認列確定承諾之公允價值變動暴險之避險，或對此種資產、負債或確定承諾可辨認部分之公允價值變動暴險之避險，該等公允價值變動可歸因於特定風險且會影響損益。

⁴² 係指對現金流量變異性暴險之避險，該變異性係可歸因於與認列資產或負債(例如，變動利率債務之全部或部分之未來利息支付)或高度很有可能預期交易有關之特定風險，且會影響損益。

⁴³ 根據國際會計準則第 21 號(簡稱 IAS21)之定義，規避國外營運機構淨投資的匯率變動風險。

⁴⁴ 某些特定選擇權除外。

⁴⁵ 除依規定被指定為透過損益按公允價值衡量之金融負債，而該負債之公允價值變動係歸因於信用風險變動者。

業屈指可數，反而導致財務報表揭露之結果與企業實際避險效果相距甚遠，因此，IASB 從 2008 年便致力於修正 IAS39 (江美艷、陳欣怡，2016)。

IASB 在 2014 年完成並公布 IFRS9，臺灣於宣布 2018 年啟用 IFRS9，其中，對於避險會計的多處修改，大幅放寬適用避險會計的限制條件，主要對三大方向修正：刪除避險有效性之明顯界線測試、選擇權時間價值作為避險成本處理，以及放寬群組避險適用條件，IFRS 9 要求多採用公允價值進行衡量與未來合理預期，企業需對整體營運策略重新規劃，以期能將避險資訊更忠實表述於財務報表中(江美艷、陳欣怡，2016)。

(二) 碳權期貨交易會計處理—以公允價值避險方式為例

應用避險會計方法進行情境設定與會計處理，評估不同碳價對企業財務風險影響，以下以釋例形式說明。假設 T 公司預期將被政府納入碳排放總量與交易制度，開始進行規避碳價波動的現金流量避險，設定 T 公司 GHG 排放量大於環保署之核配量，並分別討論有無簽訂碳權期貨合約之情況，試析兩種情況下之會計分錄處理，對資產負債表和綜合損益表的認列影響，情境設定見表 3-11 (Lin et al., 2020)。

表 3-11 情境設定

日期	有簽定碳權期貨合約	無簽定碳權期貨合約
x 年 1 月 1 日	T 公司為環保署實施總量管制交易制度下的納管廠商，x 年 1 月 1 日 T 公司收到環保署免費核配的核配額度 25,000 公噸，期初核配額度的公允價值為每公噸 100 元。	T 公司為環保署實施總量管制交易制度下的納管廠商，x 年 1 月 1 日 T 公司收到環保署免費核配的核配額度 25,000 公噸，期初核配額度的公允價值為每公噸 100 元。
x 年 6 月 30 日	T 公司累積排放 15,000 公噸 CO ₂ ，此時核配額度的公允價值跌至每公噸 75 元，T 公司預期核配額度的公允價值會持續下跌，因此於 x 年 6 月 30 日簽訂五口(每口含 1,000 噸核配額度)半年期賣出部位的碳權期貨合約，履約價格為每公噸 75 元，原始保證金為期貨金額之 10%，採實物交割。	T 公司累積排放 15,000 公噸 CO ₂ ，此時核配額度的公允價值下跌至每公噸 75 元。
x 年 12 月 31 日	T 公司累積排放 30,000 公噸 CO ₂ ，此時核配額度的公允價值下跌至每公噸 65 元，T 公司於同日結算碳權期貨合約，並以每公噸 75 元的履約價格賣出 5,000 噸核配額度。	T 公司累積排放 30,000 公噸 CO ₂ ，此時核配額度的公允價值下跌至每公噸 65 元，T 公

	再以每公噸65元的現貨價格取得10,000噸 排放額度。	司以每公噸65元的現貨價格 取得5,000噸核配額度。
--	---------------------------------	--------------------------------

資料來源：Lin et al. (2020), Climate Risk Assessment and Response in the Semiconductor Industry: Application of TCFD and Hedge Accounting Methods.

根據表 3-11 之情境設定，分別認列年初(1/1)、年中(6/30)和年底(12/31)的會計分錄(詳如表 3-12 及表 3-13)。配合碳交易制度的排放權核配額需於年底繳回相等排放量的規定，T 公司 x 年 12 月 31 日的資產負債表及綜合損益表，詳如表 3-14 及表 3-15 所示。由此可知，有簽訂碳權期貨合約情境，排放權購買成本為 275,000 元，而無簽訂碳權期貨合約情境，排放權購買成本為 325,000 元，相差 50,000 元。T 公司進行碳權經營(簽訂期貨合約)的避險價值約 50,000 元，因此，若以 T 公司超額排放 5,000 公噸進行計算，碳權經營的避險價值為 10 元/噸 CO₂ (Lin et al., 2020)。

表 3-12 T 公司有簽定碳權期貨合約會計分錄

被避險項目—核配額度	避險工具—期貨合約
X 年 1 月 1 日 取得核配額度	
借：排放權-政府補助 2,500,000	
貸：遞延政府補助利益 2,500,000	
X 年 6 月 30 日 公允價值變動	
借：排放權評價損失 625,000	
貸：排放權-政府補助 625,000	
X 年 6 月 30 日 實際發生排放	
借：遞延政府補助利益 1,500,000	
貸：政府補助利益 1,500,000	
借：排放費用 1,125,000	
貸：提交義務負債 1,125,000	
X 年 6 月 30 日 簽訂期貨合約	
	不作分錄
X 年 6 月 30 日 繳交原始保證金	
	借：期貨保證金 37,500
	貸：現金 37,500
X 年 12 月 31 日 公允價值變動	
借：排放權評價損失 250,000	
貸：排放權-政府補助 250,000	
X 年 12 月 31 日 實際發生排放	

借：遞延政府補助利益	1,000,000	
貸：政府補助利益	1,000,000	
借：排放費用	825,000	
貸：提交義務負債	825,000	
X 年 12 月 31 日 期貨合約價值變動		
		借：避險性金融資產 50,000
		貸：金融資產評價利益 50,000
X 年 12 月 31 日 退回原始保證金		
		借：現金 37,500
		貸：期貨保證金 37,500
X 年 12 月 31 日 出售核配額度		
		借：現金 375,000
		貸：排放權-政府補助 325,000
		避險性金融資產 50,000
X 年 12 月 31 日 購入核配額度		
借：排放權-購買取得	650,000	
貸：現金	650,000	
X 年 12 月 31 日 繳還核配額度		
借：提交義務負債	1,950,000	
貸：排放權-政府補助	1,300,000	
排放權-購買取得	650,000	

資料來源：Lin et al. (2020), Climate Risk Assessment and Response in the Semiconductor Industry: Application of TCFD and Hedge Accounting Methods.

表 3-13 T 公司無簽定碳權期貨合約會計分錄

被避險項目－核配額度	避險工具－期貨合約
X 年 1 月 1 日 取得核配額度	
借：排放權-政府補助 2,500,000	
貸：遞延政府補助利益 2,500,000	
X 年 6 月 30 日 公允價值變動	
借：排放權評價損失 625,000	
貸：排放權-政府補助 625,000	
X 年 6 月 30 日 實際發生排放	
借：遞延政府補助利益 1,500,000	
貸：政府補助利益 1,500,000	
借：排放費用 1,150,000	

貸：提交義務負債	1,125,000	
X 年 12 月 31 日 公允價值變動		
借：排放權評價損失	250,000	
貸：排放權-政府補助	250,000	
X 年 12 月 31 日 實際發生排放		
借：遞延政府補助利益	1,000,000	
貸：政府補助利益	1,000,000	
借：排放費用	825,000	
貸：提交義務負債	825,000	
X 年 12 月 31 日 購入核配額度		
借：排放權-購買取得	325,000	
貸：現金	325,000	
X 年 12 月 31 日 繳還核配額度		
借：提交義務負債	1,950,000	
貸：排放權-政府補助	1,625,000	
排放權-購買取得	325,000	

資料來源：Lin et al. (2020), Climate Risk Assessment and Response in the Semiconductor Industry: Application of TCFD and Hedge Accounting Methods.

表 3-14 T 公司資產負債表比較(X 年 12 月 31 日)

科目	有簽訂碳權期貨合約	沒有簽訂碳權期貨合約
現金	-275,000	-325,000
資產影響	-275,000	-325,000

資料來源：Lin et al. (2020), Climate Risk Assessment and Response in the Semiconductor Industry: Application of TCFD and Hedge Accounting Methods.

表 3-15 T 公司綜合損益表比較(X 年 12 月 31 日)

科目	有簽訂碳權期貨合約	沒有簽訂碳權期貨合約
政府補助利益	2,500,000	2,500,000
金融資產評價利益	50,000	-
排放費用	-1,950,000	-1,950,000
排放權評價損益	-875,000	-875,000
淨利影響	-275,000	-325,000

資料來源：Lin et al. (2020), Climate Risk Assessment and Response in the Semiconductor Industry: Application of TCFD and Hedge Accounting

第三節 氣候相關財務揭露建議之案例

本節從日本氣候變遷對策部門(Government of Japan Climate Change Policy Division)於 2020 年和 2021 年出版之「Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations⁴⁶」第二版與第三版，針對日本企業實施 TCFD 的案例說明進行模式。考量台灣 2019 年佔 GDP 比重較高的產業(5%以上)，包含，製造業⁴⁷、批發及零售業、金融及保險業、不動產及住宅服務業、公共行政及國防⁴⁸等五種產業。本研究選擇 5 家日本企業⁴⁹，整理如表 3-16 之實施 TCFD 彙整表，並說明執行 TCFD 之案例。

表 3-16 日本企業實施 TCFD 案例之彙整表

企業名稱	所屬產業	氣候風險評估		情境分析	
		實體風險	轉型風險	4°C 情境	2°C 情境
京瓷株式會社	半導體製造業	極端氣候嚴重性增加。	各國訂定的碳排放目標與能源政策、碳稅、回收相關法規。	社會環境將造成企業成長停滯不前與生存危機。	如將再生能源技術問題與使用其所面臨的經濟挑戰迎刃而解，就能產生許多機會與利益。
7&I 控股株式會社	批發及零售業	極端氣候的嚴重性、降水和氣候模式的改變、海平面上升。	碳價、各國碳排放目標法規、不斷改變的消費者聲譽、引入技術的資源效率、聲譽變化。	會相較工業化前上升 3.2-5.4 °C。	採取嚴格的措施，全球溫升將會相較工業化前上升 0.9-2.3°C。

⁴⁶ 2020 年共有 18 家企業參與。日本從 2019 年至今，針對 TCFD 進行撰寫建議，主要著墨點為情境分析，到 2021 年最新版本已有 18 家企業參與，但 2020 年和 2021 年參與之企業有些微不同。

⁴⁷ 製造業四大行業包含，民生工業、化學工業、金屬機械工業、資訊電子工業(經濟部)。

⁴⁸ 公共行政及國防：強制性社會安全產業包含，凡政府機關、民意機關、國防事務及國際組織、政府提供之強制性社會安全計畫等皆屬之。政府提供之強制性社會安全計畫是指在國內享有特權及豁免之各種政治、經濟、社會、文化、科學、技術、救助等性質之國際組織及外國駐國內之使領館、辦事處以及代表處等機構(經濟部)。

⁴⁹ 因案例之資料呈現方式不一，且非所有產業皆有案例說明，所以無法完全照台灣(2019)佔 GDP 比重較高產業進行案例說明，並補充說明銀行業、交通運輸業與能源業三個在氣候變遷議題上受較大影響的產業。

日本航空	交通運輸業	極端氣候事件嚴重性增、降雨和氣候模式改變、平均氣溫上升。	政策與法規、技術轉變、市場轉變。	會相較工業化前上升 2.6-4.8℃。	採取嚴格的措施，全球溫升將會相較工業化前上升 0.3-1.7℃。
伊藤忠商業株式會社	能源業	碳定價與排放權交易、各國的二氧化碳排放目標與決策、能源結構改變、回收與能源節約技術的推廣與擴展、再生能源價格(FIT 價格)、商譽變化。		相較依賴化石燃料發電，使化石燃料價格不減反升。	將加速能源結構轉型，在進行碳定價與放權交易的情況下，能有效抑制再生能源與化石燃料的價格走揚。
日本政策投資銀行	銀行業	以投資者角度出發，提出實施情境分析四個步驟，分成衡量風險之重要性、定義情境組合、評估營運影響、未來挑戰。			

資料來源：本研究翻譯繪製，Government of Japan Climate Change Policy Division (2021), Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 3rd edition.；Government of Japan Climate Change Policy Division (2020), Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 2nd edition.

一、京瓷株式會社(以下簡稱京瓷)

(一) 評估與氣候相關風險的重要性

京瓷針對氣候相關風險進行重要性評估，除了實體風險和轉型風險之外，還有對技術發展的風險進行分析，詳見表 3-17 之說明。

表 3-17 京瓷株式會社之氣候風險與其影響分析

氣候風險類型		對企業造成的影響	影響嚴重程度評估
技術發展	應對低碳社會	VPP 技術 ⁵⁰ 、發電和儲存效率改善、再生能源生產之環境友善技術，以及替代能源(如氫能)等等。	大
轉型風險	各國訂定的碳排放目標與能源政策	國家目標或能源政策對社會脫碳與消費者消費型態會有很大影響。	大
	碳稅	引入碳稅課徵後，製造成本會提升。	中

⁵⁰ VPP 技術全名 Virtual Power Plant，中文名為虛擬電廠，以 P2P 交易平台，將各種發電設備的電力，有效分配至各用戶。

	回收相關法規	企業需承擔回收費用，可能從而影響銷售。	中
實體風險	極端氣候嚴重性增加	自然災害會造成停產、生產減量與設備修復等問題。自然災害因應對策與保險費用增加。	中

資料來源：本研究翻譯繪製，Government of Japan Climate Change Policy Division (2021), Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 3rd edition.

(二) 確定和定義情境範圍

京瓷選擇了 2°C 與 4°C 情境(皆以 2030 年為目標年)進行分析，如表 3-18 所示，以了解兩種情境下會造成的情況。

表 3-18 京瓷株式會社之情境分析假設

			現在	2030 年	
				4°C 情境	2°C 情境
能源效率	再生能源等補貼政策	一般散客市場售價(日圓/kWh)	太陽能: 14 (招標制度) 風能: 19-36 (2019 年)	(假設難以在 4°C 下依靠 FIT 自力更生)	太陽能: 7 (2025 年) 風能: 8-9
		再生能源發電售價(日圓/kWh)	太陽能: 21.8 陸域風能: 21.5(2017 年)	太陽能: 13.5 陸域風能: 20.6	太陽能: 12.4 陸域風能: 20.6
自然災害	極端氣候下嚴重性劇增	洪災頻率(次/年)	1	3	1.7
其他		電池成本(美元/kWh)	280(2015 年)	(CO ₂ 排放) 基線	150(0.54 次)
		太陽能發電需求量(TWh)	190(2014 年)	1,402(7.38 次)	1,757(9.25 次)
		電池電力儲備需求(GW)	159(2015 年)	219(1.38 次)	172(1.08 次)
		需求反應容量(GW)	11(2015 年)	25(2.3 次)	39(3.5 次)

資料來源：本研究翻譯繪製，Government of Japan Climate Change Policy Division (2021), Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 3rd edition.

(三) 評估營運影響

在 2°C 情境下，最大利益源於使用再生能源增加，會使利潤上升，但必須先解決引入再生能源的相關技術問題及可能發生的經濟挑戰；在 4°C 情境下，產業發展將停滯不前、生存也會遭受危險，人類社會必須避免。

二、7&I 控股株式會社(以下簡稱 7&I)

(一) 評估與氣候相關風險的重要性

7&I 對氣候相關風險進行重要性評估有，其將氣候風險類型分成兩類，轉型、實體風險和機會，評估對其經營的嚴重程度，詳見表 3-19 之說明。

表 3-19 7&I 控股株式會社之氣候風險與其影響分析

氣候風險類型		影響嚴重程度評估
轉型風險 和機會	碳價	大
	各國碳排放目標和法規	大
	不斷改變的消費者聲譽	大
	引入技術的資源效率	小至中
	投資者聲譽的改變	小
實體風險 和機會	極端氣候的嚴重性(立即性)	大
	降水和氣候模式的改變(長期性)	大
	海平面上升	小至中

資料來源：本研究翻譯繪製，Government of Japan Climate Change Policy Division (2021), Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 3rd edition.

(二) 確定和定義情境範圍

7&I 選擇 2°C 與 4°C 情境 (皆以 2030 年為目標年) 作以分析，如表 3-20 說明對未來經營具重大影響之風險，以了解兩種情境下會造成的情況。

表 3-20 7&I 控股株式會社之情境分析假設

項目	參數	現在	2030 年	
			4°C 情境	2°C 情境
碳價和碳排放目標 和法規	碳價	無	未適用	每噸\$100/ CO ₂
	GHG 排放目標	207.5 百萬噸/CO ₂	168 百萬噸/CO ₂	
	能源價格	\$216/MWh	\$209/MWh	\$231/MWh
	銷售永續認證產品	1,285 億美元	2,967 億美元	

消費者聲譽的改變	EV 擴散率(擁有車輛%)	0.3%	5%	39%
極端氣候事件嚴重性增加	旋風和颱風頻率	-	高度不確定性	
	豪雨頻率	2.5 天一次	3.0 天一次	2.5 天一次
	洪災	36 億美元	80 億美元	不適用
降水和氣候模式的改變	水稻產量變化	(基準年:2012 年)	-7%	-5%
	熱氣候增加天數	(基準年:2019 年)	+0.3 天/年	+0.05 天/年
	空調用電增加	(基準年:2016 年)	1.7 次	1.6 次

資料來源：本研究翻譯繪製，Government of Japan Climate Change Policy Division (2021), Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 3rd edition.

(三) 評估營運影響

在 2°C 情境下，轉型風險之相關法規越來越嚴格，低碳和脫碳技術不斷發展，碳稅和電價不斷上漲；而在 4°C 情境下，實體風險增加，極端氣候事件迫使企業停業，導致保險和營運損失慘重。

三、日本航空(以下簡稱日航)

(一) 評估與氣候相關風險的重要性

日航針對氣候相關風險進行重要性評估，氣候風險分成四種，政策與法規、技術轉變、市場轉變、實體風險，評估各細項影響日航永續經營的嚴重程度，詳見表 3-21 之說明。

表 3-21 日本航空之氣候風險與其影響分析

氣候風險類型		影響嚴重程度評估
政策與法規	航空業碳排放量和化石燃料效率的目標和法規。	大
	相關國家碳排放量和化石燃料效率的目標和法規。	中
	碳定價機制。	中
技術轉變	替代能源的推廣與擴展。	大
	化石燃料效率改善。	中
	下一代新型飛機發展。	小
市場轉變	石油價格上漲。	大
實體風險	極端氣候事件嚴重性增加。	大
	降雨和氣候模式改變。	大
	平均氣溫上升。	中至大

資料來源：本研究翻譯繪製，Government of Japan Climate Change Policy Division

(2020), Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 2nd edition.

(二) 確定和定義情境範圍

日航選擇了 2°C 情境與 4°C 情境 (皆以 2030 年為目標年) 作以分析，在 2°C 情境下採取嚴格的措施，全球溫升將會相較工業化前上升 0.3-1.7°C，而在 4°C 情境下，則會相較上升 2.6-4.8°C。

(三) 評估營運影響

根據財務與非財務資訊評估財務影響，財務資訊包含：資產負債表、損益表、營運成本細目等等；非財務資訊包含：化石燃料消耗與使用效率、CO₂ 排放量、航空生質燃料比率(Ratio of biojets)、其他額外資訊(例如，IEA、ICCT⁵¹、IATA⁵²報告、相關國家之公開資訊等等)，說明評估程序(資料投入、過程、財務影響產出)，詳見圖 3-6。

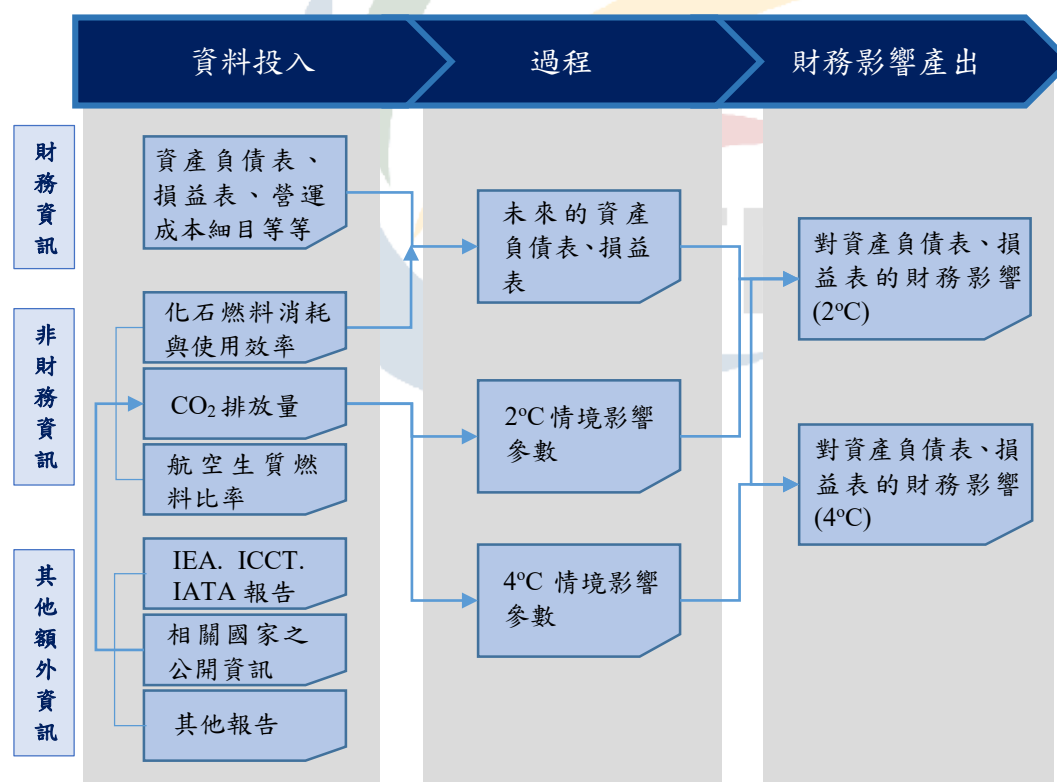


圖 3-6 日本航空評估營運影響之程序

⁵¹ ICCT 全名 International Council on Clean Transportation，中文為國際潔淨運輸理事會，提供環境監管機構技術和科學分析。

⁵² IATA 全名 International Air Transport Association，中文為國際航空運輸協會。

資料來源：本研究翻譯繪製，Government of Japan Climate Change Policy Division (2020), Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 2nd edition.

四、伊藤忠商業株式會社(以下簡稱伊藤忠)

(一) 評估與氣候相關風險的重要性

伊藤忠針對氣候相關風險進行重要性評估，氣候風險類型分成，碳定價與排放權交易、各國的二氧化碳排放目標與決策、能源結構改變、回收與能源節約技術的推廣與擴展、再生能源價格(FIT 價格)、商譽變化等六項，其影響嚴重程度，詳見表 3-22 之說明。

表 3-22 伊藤忠商業株式會社之氣候風險與其影響分析

氣候風險類型	對企業造成的影響	影響嚴重程度評估
碳定價與排放權交易	引入碳定價和排放權交易會增加火力發電的生產成本；再生能源的競爭優勢將會增加。	大
各國的二氧化碳排放目標與決策	嚴格的法規將要求企業出售資產或增加額外投資。	大
能源結構改變	特定發電將可能無法出售、機會流失，如前述狀況發生，銷售將會下降；企業可能要思考出售資產或對替代能源進行額外投資。	大
回收與能源節約技術的推廣與擴展	如果將 CCS 強制用於火力發電，將會造成額外成本；快速汰換火力發電使用再生能源，需要對儲蓄電池和電網系統進行龐大的投資；如出現低成本、高效率的新再生能源或節能技術，對火力發電的需求將下降。	大
再生能源價格 (FIT 價格)	新的再生能源的銷售價格將會下降；再生能源的競爭優勢將會增加。	大
商譽變化	對火力發電的撤資將加速、籌資成本(fund-raising costs)將增加。	大

資料來源：本研究翻譯繪製，Government of Japan Climate Change Policy Division (2020), Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 2nd edition.

(二) 確定和定義情境範圍

伊藤忠選擇了 2°C 情境與 4°C 情境 (以 2040 年為目標年) 作以分析，如表 3-23 針對未來對伊藤忠具有重大影響之風險，進行情境分析假設(參酌 IEA 和其他科學依據之假設)，分析在兩種情境下會造成的情況。

表 3-23 伊藤忠商業株式會社之情境分析假設

		現在 (2014 年)	2040 年	
			4°C 情境	2°C 情境
碳定價與 排放權交 易	碳定價與 排放權交 易	N/A	N/A	140t/美元
碳排放目 標與決策	化石燃料 價格(美元)	燃煤：78t/美元 燃氣：4.4Mbtu/美 元	燃煤：108t/美元 燃氣：7.5Mbtu/美 元	燃煤：77t/美元 燃氣：5.9Mbtu/美 元
	再生能源 價格 (FIT 價格)(日 圓)	N/A	太陽能：7.2-8.8 日 圓/kWh 陸上風電：6.2-7.7 日圓/kWh	太陽能：6.6-7.1 日 圓/kWh 陸上風電：6.2-7.7 日圓/kWh
能源結構 改變	能源輸出 (美元)	燃煤：1,713TWh (40%) 燃氣：1,161TWh (27%) 再生能源： 570TWh (13%)	燃煤：1,016TWh (21%) 燃氣：1,480TWh (30%) 再生能源： 1,488TWh(30%)	燃煤：153 TWh (3%) 燃氣：959TWh (20%) 再生能源： 2,560TWh (54%)
回收與能 源節約技 術的推廣 與擴展	CCS 使用 (滲透)率	N/A	N/A	採用 CCS 的燃煤發 電：64% 採用 CCS 的燃氣發 電：18%

資料來源：本研究翻譯繪製，Government of Japan Climate Change Policy Division (2020), Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 2nd edition.

(三) 評估營運影響

假設在兩個情境下，公司營收至少還維持現在水準。在 2°C 情境下，除了使用再生能源外，使用其他發電方式皆是在 100%課徵碳稅下，會使利潤率大幅下降，但能透過建新的再生能源發電廠以維持或增加利潤。在

4°C 情境下，評估出幾種可能性：燃氣發電相較燃煤發電更有利可圖，而再生能源發電的利潤也會下降，總利潤會下降。

五、日本政策投資銀行(以下簡稱 DBJ)

DBJ 以投資者角度出發，說明如何衡量企業的氣候風險與機會，有三大要點：需先了解氣候相關風險與機會之類型，尤其，轉型風險中的政策和法規風險、科技風險和機會中的資源使用效率、能源來源；考量與氣候變遷相關的社會經濟趨勢，應使用 SSP⁵³進行分析；與氣候變遷密切相關的五種技術，包含，CCS⁵⁴、EV、生質能、氫能、再生能源，透過技術發展和傳播程度(dissemination)的角度，以了解投資機會和營運影響，接著，以四個步驟實施情境分析(如圖 3-7)。

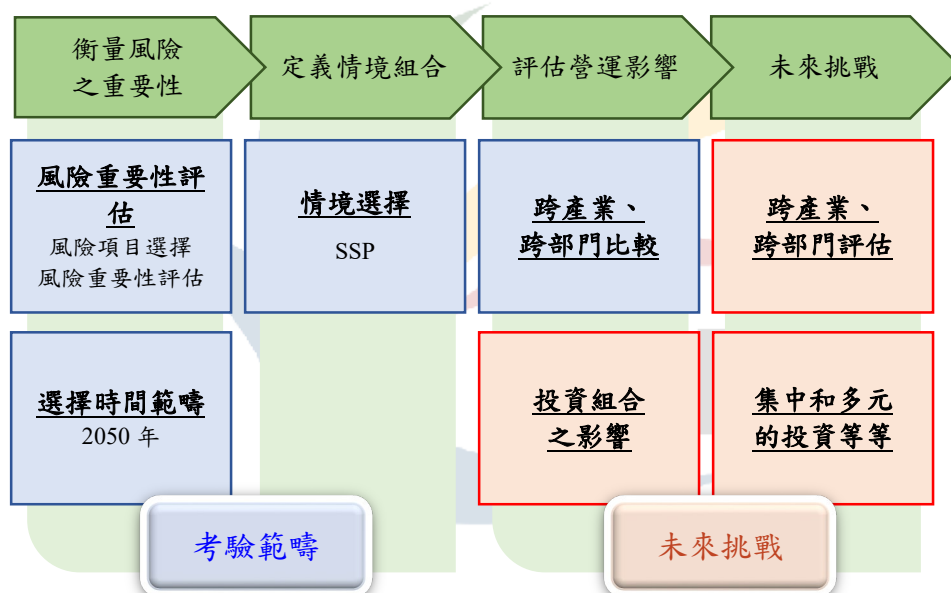


圖 3-7 日本政策投資銀行實施情境分析的四個步驟

資料來源：本研究翻譯繪製，Government of Japan Climate Change Policy Division (2021), Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 3rd edition.

⁵³ SSP 全名 Shared Socioeconomic Pathways，是對各種社會經濟作假設，分成低成本(SSP1)到高成本(SSP5)，考量經濟成長、技術發展成本、資源、政策執行效率等等，為 IPCC 的 AR6 之重要假設。

⁵⁴ CCS 全名 Carbon Capture and Storage，中文名為碳捕捉、封存與再利用技術。

四個步驟實分別為，衡量風險之重要性：分類各風險項目，評估與考量各項目相關的營運風險和不確定性，並確立以技術和 SSP 情境分析的角度切入；定義情境組合：參酌 2017 年針對 SSP1 至 SSP5 的情境的經濟和政策背景說明之文獻，認為投資者、銀行可以選擇企業適合的 SSP 情境(一般企業多選擇 1.5°C、2°C、4°C 評估企業重要氣候風險)進行評估；評估營運影響：分成三個部分，評估五種技術(質化和量化)⁵⁵、營運影響評估(質化)、營運影響評估(量化)⁵⁶，詳見表 3-24，其中，營運影響評估，以五力分析質化分析以評估額外影響，「技術影響程度得分」，如表 3-25；未來挑戰：分成兩個方面，加強情境分析和建立系統。

表 3-24 日本政策投資銀行評估營運影響三步驟

	評估五種技術 (質化和量化)	營運影響評估 (質化)	營運影響評估(量化)
評估 之概 述	按情境針對技術發展和接受度進行分類。	評估情境世界觀和技術評估對部門之影響。	量化情境中的技術影響程度和日本的技術優勢，並以部門為單位評估營運影響。
分析 方法	從多種有關氣候變遷的文獻中整理技術相關之說明，並將技術進步分為三個等級。模擬每種 SSP 情境，及估算考慮技術擴散的結果。	用五力分析質化分析以評估額外影響。	選擇對各部門和情境最優的技術，及建構投資組合。「技術影響程度得分」(最高 6 分)為政府支持和衡量技術範疇的必要觀點。根據日本與其他國家的政策和預算要求進行比較，以三階段規模評估日本技術實力。

資料來源：本研究翻譯繪製，Government of Japan Climate Change Policy Division (2021), Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 3rd edition.

⁵⁵ 按各情境針對技術發展和接受度分類，並將技術進步分成三等級(低、中、高)，而估算考量技術擴散的結果。

⁵⁶ 營運影響評估(質化)和營運影響評估(量化)可輔助企業衡量技術範疇，選擇對部門和情境最優的技術，以利投資者、銀行建構投資組合。

表 3-25 日本政策投資銀行技術影響程度得分的評估方式

	技術組合	評估要點(0-6)	評估比例(0.5-1.5)
說明	基於五力分析，選擇對各部門和情境最優的技術，及建構投資組合。	當在技術傳播增加與全球資料一致性增加，就可取得「技術影響程度得分」(最高 6 分)。	從小到大的規模評估日本技術實力。
評估方式	部門×情境	技術×影響等級×情境	技術優勢×日本政府補助

資料來源：本研究翻譯繪製，Government of Japan Climate Change Policy Division (2021), Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 3rd edition.

第四節 本章小節

TCFD 為了讓企業能夠有系統且能以整合氣候風險與機會的架構，致力於擬定指引、研究衡量工具，成立了工作小組、公布揭露架構的四項核心要素、評估企業未來的情境分析、定義氣候相關風險、機會與其對企業財務影響，讓企業更有方法遵循且有意願實踐。

在衡量氣候風險與機會之際，如何將氣候風險的評估與原有的風險管理流程融合是一大課題，TCFD 在 2020 年就提出了相關指引和建議，說明如何將流程進行整合與揭露，重點回應企業對於氣候風險管理流程要獨立的誤解，在現有的管理流程如已包含或足以衡量氣候風險，則不須獨立再進行氣候風險管理流程之設計，同時，也疾呼企業應將管理流程適度揭露，以讓投資人得以進行決策分析。

第三節案例說明部分，可藉由日本企業對於 TCFD 的評估和揭露方式，了解日本政府所建議的揭露步驟與架構，以及各產業所遇到的各種風險與解決對策。就如 TCFD 所說，揭露並非企業機密，而是讓企業更加透明、有助於企業永續經營與反思的利器。

第四章 企業內部碳定價

1997 年通過的《京都議定書》，於 2005 年正式生效，其中規定，各國（尤其為附件一國家）應建置與京都機制連結的碳排放交易機制，希望藉此讓碳排放的外部成本內部化，讓全球暖化趨緩，至此，碳定價制度開始蓬勃發展（蕭代基等，2009）。

碳定價制度每年都會進行調查，以衡量和管理其在氣候變遷等方面的風險和機會。從《京都議定書》到《巴黎協定》，城市或政府都開始實行碳定價制度，再加上環保意識也逐漸抬頭，使得相關利害關係人開始注意、討論與要求企業，企業在未來勢必受到限碳壓力所帶了的經濟影響（Meier, 2018），所以為了往後與碳定價制度接軌，企業也開始需要一套能對碳排放進行控管的制度，ICP 機制應運而生。

ICP 是將企業自身所排放的 GHG 作以管理，再將其內部成本化，ICP 嘗試將氣候相關風險和機會貨幣化，使其成為碳成本或收益的指標，在了解自身生產、製造與研發流程，並刺激技術提升、重新調整企業部門與供應鏈等過程，來降低企業之 GHG 排放量。ICP 希望企業藉以辨別營運上所伴隨的氣候相關風險和機會並採取行動，並建議應同時依循 TCFD (CDP, 2017)。

企業實施 ICP 是透過 GHG 排放將外部成本內部化，進而，促進企業低碳投資、能源效率及改變行為(CDP, 2021)，最終達到降低氣候風險，以及落實企業 ESG 績效，創造利害關係人最大價值之目的。CDP(2017)最早提出 ICP 實施架構，包括高度(內部碳價訂定)、寬度(價值鏈 GHG 盤查與管理)、深度(供應鏈 GHG 管理)及時間(動態檢討與調整高度、寬度與深度之內容)等四個維度。據此，本章內容安排如下，第一節分析 CDP 企業實施 ICP 指引內容；第二節說明金融機構如何運用 ICP；第三節分析內部碳交易的實例；第四節本章小節。

第一節 企業內部碳定價建構之作法

為了讓全球更廣泛使用 ICP，CDP 在 2017 年提出了一份企業實施「企業內部碳定價指引」(How to Guide to Corporate Internal Carbon Pricing, 2017)，

藉由具體且實際說明和建議，供以企業制定 ICP 制度進行參考。CDP 認為使用 ICP 可有效地將企業低碳轉型的過程融於企業日常決策中，在變化無常的市場環境下，保持領先地位。而企業在實施 ICP 時會需要先了解以下資訊：

1. 經營決策中的氣候變遷目標

將目標明確表示，有助於督促企業應以制定出符合自身的 ICP 制度為目標，氣候相關目標可分為：

- (1) 持續努力展現氣候領導力，進而達到巴黎協定所訂定的氣候變遷的目標。
- (2) 遵循 TCFD 建議書，以增強抵禦氣候相關風險的能力。
- (3) 利用低碳轉型去抓住未來低碳發展的機會。

2. 企業 GHG 排放概況

了解 GHG 在價值鏈中分布狀況，以及對各部門的影響，使企業了解如何達到最大成效。

3. 企業的立場與對價值鏈的影響

分析企業在價值鏈的定位，以確定哪種商業決策類型在使用 ICP 時可能會造成的影響。

4. 企業文化

了解企業文化，尤其，是企業在日常經營決策中樂意接受改變，是必不可少的企業文化。這可幫助企業未來確認如何應對控管的程度，以及需要對其仍能達成目標進一步評估。

本節將分成 ICP 的目標與碳價的有效性、建構之作法、四大實行步驟、企業 ICP 作法與會計處理，四部分進行說明企業如何建構出其 ICP。

一、ICP 的目標與碳價的有效性

(一) ICP 的目標

儘管使用 ICP 與為了未來全球性的碳定價制度實施，兩者存在明顯關係，但企業也會為了其他原因實施 ICP。據 CDP(2021)調查，每 10 家使用 ICP 的企業之中，就有超過 6 家提及有三個或更多目標要藉由 ICP 實踐。

如圖 4-1 所示，統計了 2020 年企業實施 ICP 的目標，其中，有三個最主要的目標：推動低碳投資、推動能源效率、改變內部行為。

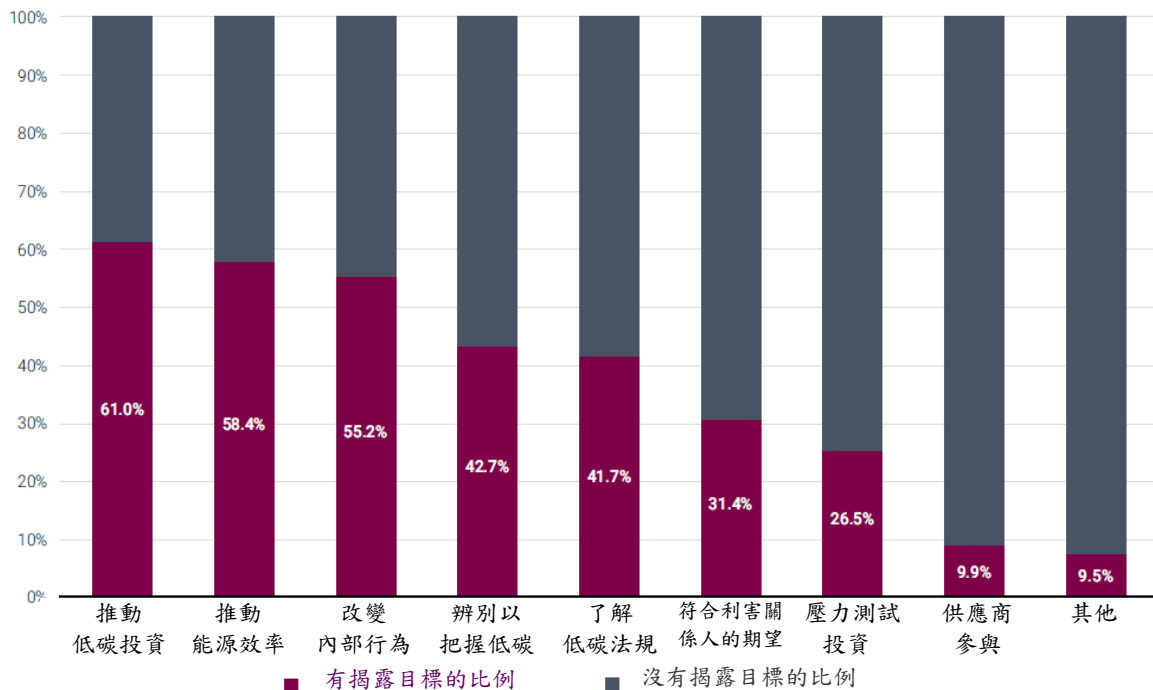


圖 4-1 企業實施 ICP 的目標

資料來源：CDP(2021), Putting a price on carbon - The state of internal carbon pricing by corporates globally.

「推動低碳投資」是企業最常提及的目標，是唯一一個超過 60% 企業有揭露的目標，相較於 2019 年成長了 15%；「推動能源效率」為第二，有約 58% 企業進行揭露，且相比 2019 年成長了 40%，例如，汽車製造商雷諾已利用內部碳價對效率措施和產品供應進行投資，並促進其製造工廠的相關投資；「改變內部行為」則為第三，但許多企業並無明確揭露如何進行解決或其對企業本身造成的影響。

但如果基於考量當前或預期的排放法規所制定的 ICP 目標之揭露與否進行調查，從圖 4-2 可知，三個最主要的目標不變，但揭露比例有所不同，會發現企業並不認為或不願面對排放法規以督促自身使用 ICP，以「改變內部行為」、「符合「利害關係人的期望」、「供應商參與」。

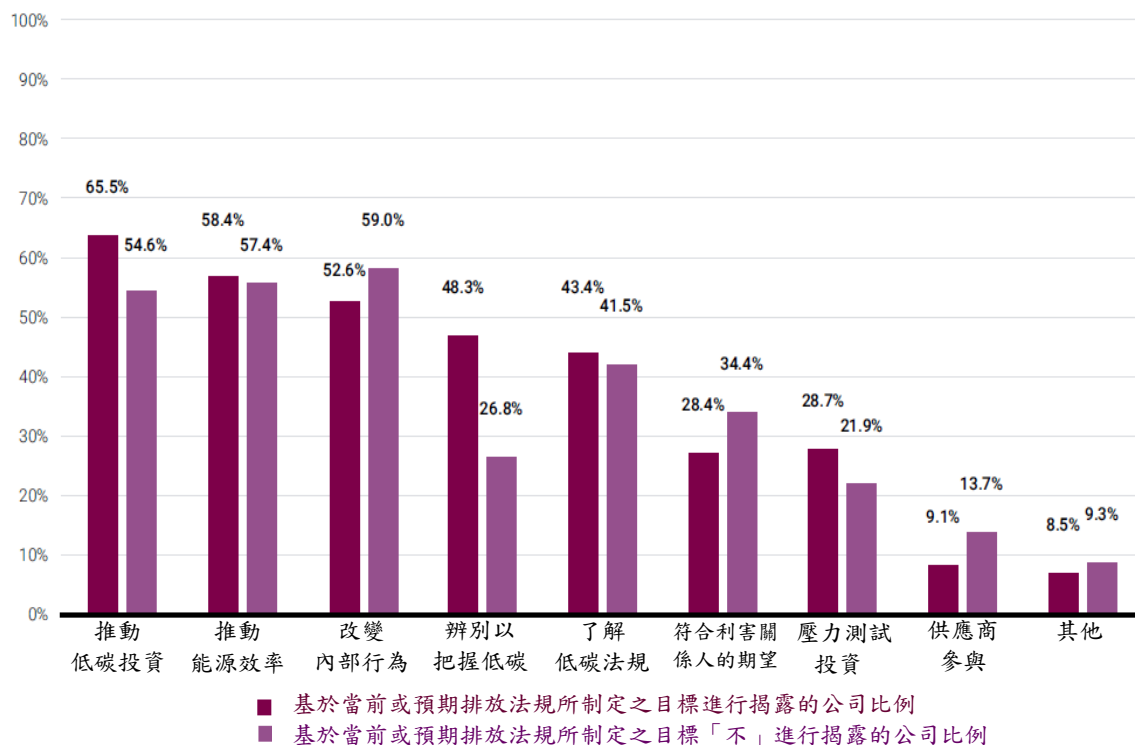


圖 4-2 企業基於當前或預期排放法規所制定的 ICP 目標(2020)

資料來源：CDP(2021), Putting a price on carbon - The state of internal carbon pricing by corporates globally.

除此之外，企業也會使用 ICP 以面對碳排放價格上漲的外部風險，尤其在確定須面對排放價格上漲的外部風險、已面臨相關氣候法規、預計三年內實施 ICP 之企業中最為明顯，據調查面臨上述三情況的企業，共有 727 家，其中，75%已經實施或計劃在兩年內實施 ICP (CDP, 2021)。

(二) 碳價的有效性

實施 ICP 以進行企業決策和應用於決策過程，並非最終目標—評估碳定價的最終影響才是最重要。企業應該去了解：低碳投資或能源效率投資增加了嗎？我們是否成功地改變了內部行為？如果沒有，下次又該如何進行調整？

實施第一年的成功並不能保證 ICP 實現目標的有效性，必須根據內外部的發展情況對碳價持續控管和調整，即使 ICP 確實達成了企業的目標，企業也應該考慮提高或延伸自身目標。CDP 指出，有實施 ICP 的企業，以及有採取其他策略行動將氣候變遷問題納入其營運決策以降低風險的企

業，兩者之間存在明顯的相關性。如表 4-1 所示，根據 CDP 調查，目前實施 ICP 的企業中，有很高比例採用 SBTi、設定至少一個絕對減排目標(涵蓋 100%排放範疇)、使用能源有更高比例來自再生能源、並辨認了與氣候相關的機會(CDP, 2021)。

表 4-1 ICP 與其他氣候行動間的相關性(2020)

	2018			2019			2020		
行動	已開始 實施 ICP*	已計劃 在兩年 內實施 ICP*	尚未計 劃實施 ICP*	已開始 實施 ICP*	已計劃 在兩年 內實施 ICP*	尚未計 劃實施 ICP*	已開始 實施 ICP*	已計劃 在兩年 內實施 ICP*	尚未計 劃實施 ICP*
總調查企業(家數)	594	711	2,681	699	915	3,071	853	1,159	3,573
採用 SBTi 目標	67 (11.3%)	33 (4.6%)	25 (0.9%)	109 (15.6%)	51 (5.7%)	49 (1.6%)	209 (24.5%)	130 (11.2%)	93 (2.6%)
使用專用研發資金 推動減排投資	144 (24.2%)	177 (16.5%)	136 (5.1%)	178 (25.5%)	121 (13.2%)	157 (5.1%)	230 (27%)	157 (13.6%)	176 (4.9%)
絕對減排目標(涵 蓋 100%排放範疇)	269 (45.3%)	243 (34.2%)	516 (19.2%)	318 (45.5%)	245 (26.8%)	245 (7.9%)	488 (57.2%)	426 (36.8%)	716 (20%)
可再生能源採購占 比	16.2%	14.9%	14.1%	17.7%	16.8%	14%	19.5%	19.3%	18.5%
辨認在財務上可實 現之氣候相關機會	551 (92.8%)	590 (83%)	1,606 (59.9%)	666 (95.3%)	757 (82.7%)	1,804 (58.7%)	810 (95%)	949 (81.9%)	2,151 (60.2%)
辨認有關於開發或 擴展低碳商品和服 務之氣候相關機會	298 (50.2%)	252 (35.4%)	551 (20.6%)	385 (55.1%)	299 (32.7%)	590 (19.2%)	447 (52.4%)	380 (32.8%)	667 (18.7%)
辨認透過研發和創 新所開發新產品和 服務之氣候相關機 會	135 (22.7%)	127 (12.7%)	298 (11.1%)	164 (23.9%)	155 (17%)	337 (11%)	218 (25.6%)	206 (17.8%)	389 (10.9%)
開發低碳產品	320 (53.9%)	273 (38.4%)	531 (19.8%)	390 (55.8%)	358 (39.1%)	615 (20%)	491 (57.6%)	435 (37.5%)	763 (21.6%)
通過第三方機構認 證範疇一之排放	533 (89.8%)	471 (66.8%)	948 (36.3%)	632 (90.4%)	501 (54.8%)	980 (31.9%)	759 (89.1%)	604 (52.1%)	997 (27.9%)
將氣候相關問題納 入經營決策	591 (99.5%)	670 (94.2%)	2,064 (77%)	696 (99.6%)	875 (95.6%)	2,329 (75.7%)	843 (98.9%)	1,114 (96.1%)	2,778 (77.8%)

註：*符合家數(百分比)

資料來源：CDP(2021), Putting a price on carbon - The state of internal carbon pricing by corporates globally.

二、建構之作法

企業應如何設計並實施 ICP？2017 年 CDP 提出的「企業內部碳定價指引」中，以四次方型態為制度設計概念，藉此建構出符合各企業自身之 ICP 制度之雛形，詳見圖 4-3。

1. 高度：碳價水準。
2. 寬度：整個價值鏈所囊括之 GHG 排放。
3. 深度：因為 ICP 所改變之企業決策，其所及影響之價值鏈範圍。
4. 時間：高、寬、深三個維度互相影響的發展程度。

每個維度間會互相影響，高度與深度兩個維度必需計算和設定碳價，在深度維度，則須將碳價考慮進決策執行，並分析所影響之價值鏈範圍，並隨時間時時修正企業之 ICP 制度至最佳。

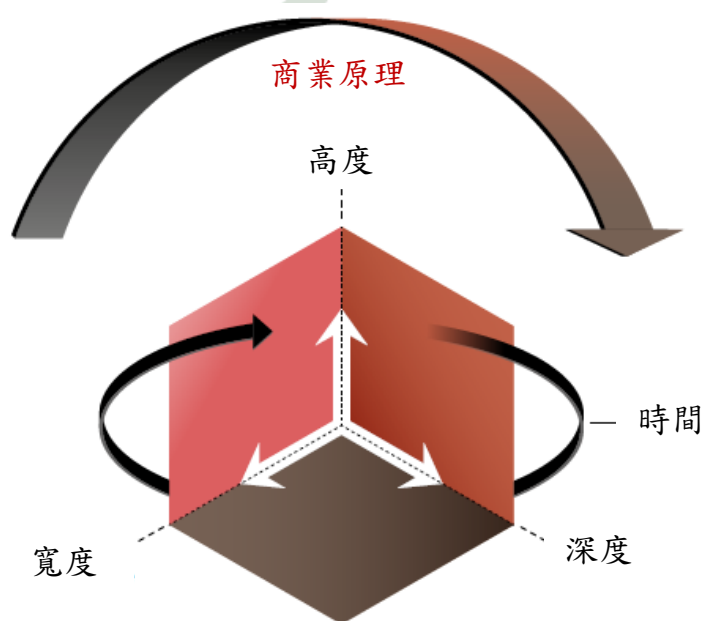


圖 4-3 ICP 的四個維度

資料來源：CDP(2019b), Internal carbon pricing for low-carbon finance 2019.

使用 ICP 需說服決策者且進行多次深入討論，試著完善各維度的 ICP 設計，可能會使一開始企業實施速度減慢，但據指引調查，多數企業表示，一開始須讓 ICP 制度保持簡單易了解，從做中學，在日常決策時應用，最

佳實踐方法會始於經營方式，並隨時間建立經驗，以擴大激勵企業運用 ICP 於決策經營中以符合低碳轉型。

三、四大實行步驟

ICP 為了讓企業能有架構地制定 ICP 制度，ICP 提供了四大實行步驟 (CDP, 2017)，其中，最關鍵的一項就是設定碳價水準，要能讓決策者採用，也要能以激勵員工和部門，適當的碳價很重要 (Addicott et al., 2019)，接下來將進行說明。如圖 4-4 所示，並在接下來進行詳細說明。

(一) 步驟一：企業 ICP 倡議

企業 ICP 倡議主要工作內容：讓企業重視並組織跨部門團隊；設定清楚目標；建立企業案例。

第一步驟需先蒐集各種證據以支持與讓企業了解 ICP 推動的重要性，在企業知道 ICP 對低碳轉型的未來有何幫助，就需網羅足以勝任的多元人才組成專責團隊，建立企業對低碳轉型之定位與目標，並設計符合企業的 ICP 案例。

盡早尋求董事會的支持，尤其，需要有 CFO、其他財務主管與決策者的支持，這會有助於順利推行 ICP。與價值鏈夥伴建立聯繫相互了解和討論使用 ICP 後的影響，一起以價值鏈上的角色去訂立各自的 ICP 作法減少碳足跡。

(二) 步驟二：企業 ICP 最佳作法

企業 ICP 最佳作法主要工作內容：蒐集詳細之細部資料(為 ICP 設計需要)；發展 ICP 推力(機制)；設定適當的碳價水準。

CDP 根據 ICP 的四個維度進行最佳作法的詳細設計，蒐集大量企業營運資訊以建立一個足以刺激企業營運決策的機制，設定適當的碳價水準(詳見表 4-2 與表 4-3)，以減輕氣候相關的風險，並抓住低碳轉型的機會，四個維度的最佳作法(組合)對每個企業有所不同，企業會有不同的氣候相關目標、GHG 排放概況、位置和價值鏈與文化影響等等。

碳價水準的型態主要分為兩種：影子價格和內部碳費，並分別以損害成本法 (damage cost approach) 及減排成本法 (mitigation cost approach) (或隱含價格法 (implicit price approach)) 等衡量之，以下將詳細說明。

1. 影子價格

影子價格係指企業排放一單位 GHG 對社會與環境造成之有形 (tangible) 及無形 (intangible) 的損害，例如暴雨或洪水對建築物、基礎建設及森林的損害，一般文獻稱為碳排放的社會成本 (social cost of carbon, SCC)。採用影子價格法，表示企業從全球暖化衝擊，衡量自身 GHG 排放的成本。

由於損害成本的衡量涉及評估方法、折現率、氣候情境等因子，衡量結果差異很大。因此，應參考較權威的國際組織的推估值，例如，聯合國跨政府間氣候變遷專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 或世界資源研究院(World Resource Institute, WRI)的推估數據。

實際操作上，企業可參考國際著名機構 (例如 IPCC、WRI、World Bank 等)設定的影子價格或 SCC，據此，將碳成本納入營運與投資計畫的衡量依據，可對企業產生實質的低碳投資評估。然而，影子價格為虛擬碳價，碳成本並沒有實質金流發生，執行容易，也不影響會計帳表，因此，較受企業歡迎。

2. 內部碳費

內部碳費或隱含價格，係指企業直接對相關活動的碳排放，收取費用，因此，會計部門的利潤與損益，提升企業認知氣候變遷對企業經營的影響。從而，可促進企業本身與價值鏈減量措施的推動。此外，也可促進員工減量誘因。

在實務面上，企業如果設定一個科學化的減量目標，例如經過 SBTi 認證，可據此計算平均減排成本 (average abatement cost)，並設定為企業內部碳價水準。例如企業 SBTi 為 2030 年需要減排 100,000 噸 CO₂e，透過各項投資計畫，合計需要投資 100,000,000 元，達到減排 100,000 萬噸，則平均減排成本為 1,000 元(約 35 美元/噸 CO₂e)，則 35 美元/噸 CO₂e 即是企業訂定內部碳價水準的參考值。

表 4-2 碳價水準的型態

型態	內容說明
影子價格 (shadow price)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 企業設定單位碳排放成本，可作為企業經營的績效指標(KPI)，較受一般企業歡迎。 2. 有助投資決策與氣候風險評估，但沒有實質財務流(financial flow)。
內部碳費 (internal carbon fee)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 企業直接對相關活動的碳排放收取費用，可直接納入部門的利潤與損益計算，促進企業本身與價值鏈減量措施的推動，也可促進員工減量誘因。 2. 具有實質財務流。

資料來源：本研究整理，李堅明等(2020)，建立台灣企業推動內部碳價制度之研究。

表 4-3 碳價水準的訂定

訂定方法	內容說明
損害成本 (damage cost)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 一般文獻稱為碳排放的社會成本 (social cost of carbon)，企業碳排放對社會產生之有形(tangible)及無形(intangible)成本，以氣候變遷對環境與社會造成的損害衡量。 2. 例如，暴雨或洪水對建築物、基礎建設及森林的損害。 3. 約介於 25 - 200 美元/噸 CO₂e。
減排成本 (mitigation cost)或隱含價格(implicit price)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 企業如果設定一個減量目標，可採用本平均減排成本設定為企業內部碳價水準。 2. 例如，企業先決定減排量，在決定具成本有效的減排措施。 3. 以控制溫升 2°C 為例，2020 年隱含成本約 40-80 美元/噸 CO₂e；2030 年隱含成本約 50-100 美元/噸 CO₂e。

資料來源：本研究整理，李堅明等(2020)，建立台灣企業推動內部碳價制度之研究。

(三) 步驟三：開始執行 ICP

開始執行 ICP 三項主要工作：透過試行計畫檢驗 ICP 的適宜性；應用獎勵機制；完成推動計畫。

測試設計之 ICP 制度，進行試點計畫，在正式實行前可藉此獲得新建議和觀點，並設計與應用獎勵機制，審慎安排時間增加公司內部接受度，讓企業內部人員意識到 ICP 的存在與重要性，才得以順利實施 ICP。

ICP 作法的設計須藉由測試階段或試點計畫才會發現，試點計畫的結果報告，可以驗證在步驟一時有的疑慮和意見，可為 ICP 後續的計畫提供進一步資訊。

（四） 步驟四：ICP 監督與評估

ICP 監督與評估兩項主要工作：強化與監測執行計畫；績效評價與修正。

監控 ICP 方法的實行和評估工具影響經營決策的表現，進行定期評估，確保與目標之符合度，ICP 制度是一個動態且不斷進行修正的過程，確保可以達到公司目標，引導企業朝向低碳轉型方向邁進。

步驟四並非最後一個步驟，ICP 必須定期重新調整，以保持相關決策制定過程有持續向公司目標邁進，重新調整以反映企業內部與外部的發展，例如，技術更新、價格調降、對氣候變遷態度改變、GHG 數據測量更準確等等，就必須再回到步驟二或步驟三調整。

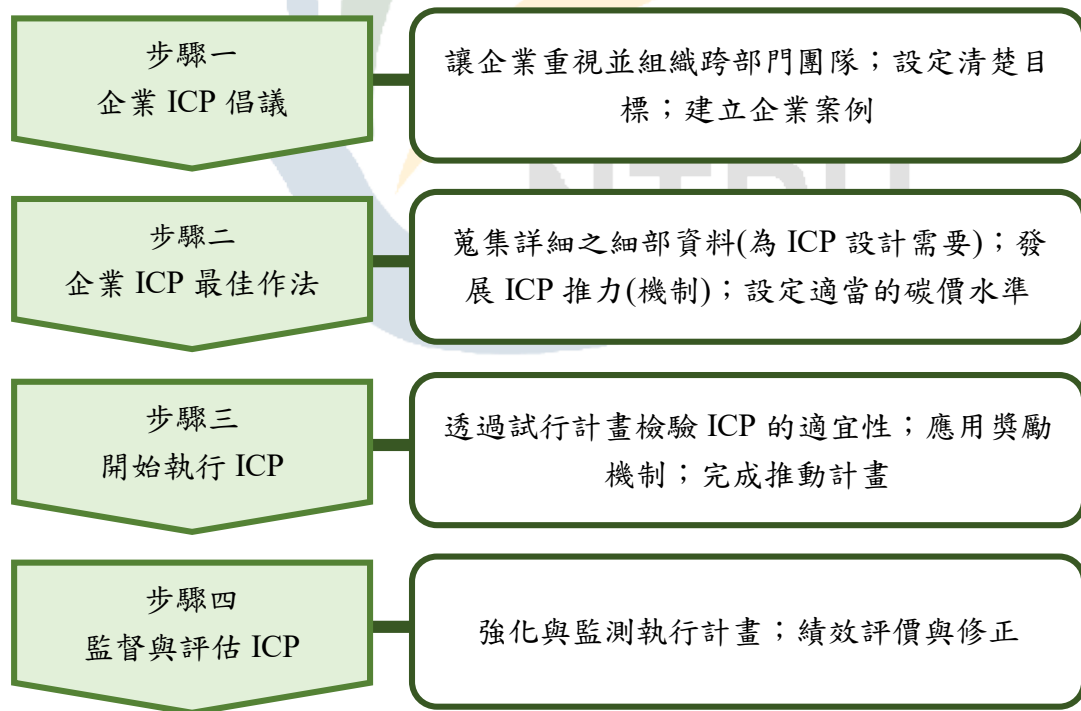


圖 4-4 企業內部碳定價實施步驟

資料來源：本研究繪製，CDP(2017), How to guide corporate ICP.

四、企業 ICP 作法與會計處理

CDP(2017) 制定企業 ICP 指引，提出企業推動 ICP 作法，如圖 4-5 所示，簡述如下：

1. 制定企業 ICP：核配碳排放預算(或總量)，透過部門碳交易，收入可成為企業氣候基金(climate fund)。
2. 成立氣候基金：氣候基金可應用獎勵員工減碳績效(或目標)。

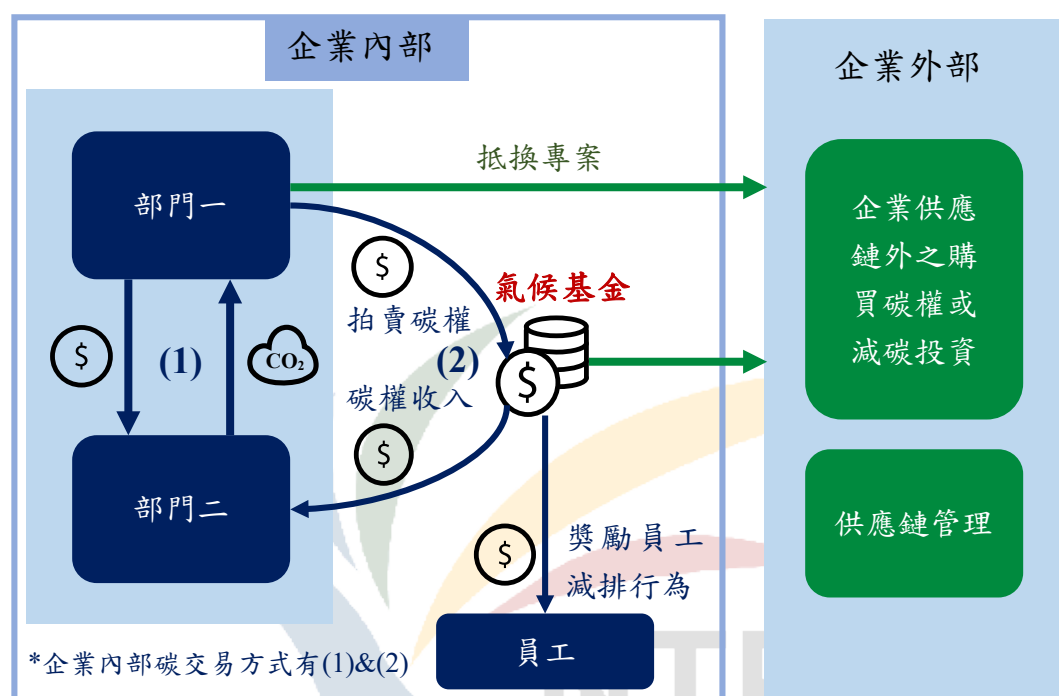


圖 4-5 企業內部碳定價作法

資料來源：本研究繪製，CDP(2017), How to guide corporate ICP.

如圖 3-3 可知，企業 ICP 作法中有兩大環節，企業內部碳交易、氣候基金。企業內部碳交易方式有兩種，一是部門間自行進行交易，此方式就不會經過氣候基金，二是經過氣候基金以平台方式進行購買和售出，而在此之間的交易額度，如為正數即表示氣候基金有正向收入，且以企業整體而言，CO₂e 排放量下降，可藉氣候基金獎勵減排部門員工。

(一) 氣候基金的會計處理

中央政府為因應經濟發展及社會安全等需要，依據預算法第 4 條第 2 款與政府會計準則公報第 1 號之規定，依循預算程序，設置各類特種基金專款專用，以處理相關業務。而政府特種基金在內部（政府）運作時，係為

一個獨立的財會個體，除營業基金與信託基金外，分別有債務基金、作業基金、特別收入基金及資本計畫基金，為非營業性質，通稱為非營業特種基金 (陳梅英等，2014)。

自 2003 年起，政務基金中「特別收入基金」須將長期資產與負債另立他帳進行管理，具有特定收入來源，以作特殊用途之支出，以達成或支付特定目的或業務 (林嬋娟等，2004)，此概念與氣候基金之概念相似，故以特別收入基金之會計處理方式作為氣候基金之參考處理。有關氣候基金的會計分錄處理如下表 4-4 所示：

表 4-4 氣候基金之一般會計處理

借/貸方	分錄
借	X X 基金
貸	現金
借	投資/資產科目
貸	X X 基金

資料來源：本研究整理，行政院主計處(2005)，政府會計準則公報第 1 號。

(二) 員工獎勵的會計處理

根據國際會計準則委員會 (International Accounting Standards committee, IASC)⁵⁷ 發布的員工分紅獎金在國際會計準則第 19 號 (International Accounting Standard, IAS19) 中，係訂定員工福利之會計與揭露，在認列上是以費用化的方式進行處理；惟股份基礎給付制是適用國際會計準則理事會 (International Accounting Standards Board, IASB) 所發布的國際財務報導準則第 2 號 (International Financial Reporting Standard, IFRS)。以下將簡述三種員工獎勵模式的會計分錄處理方式。

1. 員工分紅

即以現金獎勵方式獎勵員工，一般企業訂有員工分紅辦法，支付紅利視為額外的薪資，所以在薪資作為計算紅利之基礎下，應將員工紅利費用化。會計處理如下表 4-5 所示：

⁵⁷ IASC 在 2001 年改制為 IASB，由 IASC 發布的 IAS 逐步被 IASB 所發布的 IFRS 所替代，但目前 IAS19 尚未被新的準則替代而繼續沿用中。

表 4-5 員工分紅之一般會計處理

借/貸方	分錄
年底尚未支付，但隔年必須支付時之調整分錄，	
借	員工紅利費用
貸	應付紅利
支付紅利時之分錄，	
借	應付紅利
貸	現金

資料來源：本研究整理，林蕙真(2017)，中級會計學新論－上冊。

2. 以庫藏股股票轉讓予員工

即員工認股計畫，將庫藏股股票從市場買回，在買回時，以當時買回之價格進行認列，所以以當時價格進行紀錄。會計處理如下表 4-6 所示：

表 4-6 員工認股計畫之一般會計處理

借/貸方	分錄
公司當年度確定發放之認股權，	
借	薪資費用
貸	資本公積－員工認股權
員工行使認股權時，	
借	資本公積－員工認股權
貸	庫藏股票（資本公積－庫藏股交易）
員工認股權一般都會有期限，如果員工沒有全數行使的話，	
借	資本公積－員工認股權
貸	資本公積－已失效認股權

資料來源：本研究整理，林蕙真(2017)，中級會計學新論－上冊。

3. 以股利轉讓予員工

即股份基礎給付制，由企業決定所給予之權益商品之價值，屬於權益交割之股份基礎交易會計處理。會計處理如下表 4-7 所示：

表 4-7 股份基礎給付制之一般會計處理

借/貸方	分錄
公司當年度確定發放之認股權，	
借	薪資費用
貸	資本公積－員工認股權/股份基礎給付

員工行使認股權時，	
借	現金（資本公積－員工認股權/股份基礎給付）（保留盈餘）
貸	普通股股本（資本公積－股票溢價）
員工認股權一般都會有期限，如果員工沒有全數行使，	
借	資本公積－員工認股權/股份基礎給付
貸	資本公積－已失效認股權

資料來源：本研究整理，林蕙真(2017)，中級會計學新論－上冊。

第二節 金融機構如何運用內部碳定價

本節將分成運用方式、如何蒐集相關資料，二部分進行說明金融機構如何運用 ICP 的概念決定其投資或信貸決策。

一、運用方式

根據 CDP 於 2019 年公布的「Internal carbon pricing for low-carbon finance 2019」，因金融機構在進行投資與信貸行為時，也漸漸需要符合 TCFD、投資者議程(Investor Agenda)⁵⁸、CDP 與資產所有者揭露計畫(Asset Owners Disclosure Project, AODP)⁵⁹的需求，低碳投資是使用 ICP 的首要原因，但金融機構的認知和實踐水平仍相對有限，使金融機構在證實碳風險和機會之重要性(materiality)並將其納入財務決策時，變得舉步艱難。

ICP 是一個能衡量碳風險的工具，使金融機構將未來市場碳價、減碳成本或轉嫁給供應商之碳成本等成本納入財務分析中進行考量。金融機構應如何運用 ICP 衡量與評估碳風險，指引運用四個維度(深度、寬度、高度、時間)進行簡述，如表 4-8 所示。

表 4-8 金融機構運用 ICP 的四個維度

維度	維度說明	細項考量與評估流程
深度	ICP 會如何影響投資與信貸決策？	<ul style="list-style-type: none"> ● 投資人： 篩選→分析→投資決策→控管→退場 ● 銀行： 定位→信用評估→信用委員會批准→投資與信貸組合之績效評估→還款

⁵⁸ 彙集總資產金額 32 兆美元以上，旨在以投資積極促進建立低碳世界，承諾增加對氣候行動的投資並建構低碳程度較高且永續的經濟模式。

⁵⁹ 對全球大型機構投資人進行責任投資的評估並與之互動，旨在利用全球金融體系來解決關鍵的全球性問題，關注重點在氣候變遷、人權和生物多樣性。

寬度	有多少投資組合應受 ICP 約束？	<ul style="list-style-type: none"> ● 考量各部門之特徵 ● 了解財務曝險 ● 時間範圍要素
高度	碳價水準之設定。	<ul style="list-style-type: none"> ● 辨認地理位置 ● 產業特徵 ● 使用價格範圍
時間	隨時間變化，碳價應如何調整？	<ul style="list-style-type: none"> ● 看得比市場價值更遠 ● 試行 ● 分享經驗

資料來源：彙整自 CDP(2019b), Internal carbon pricing for low-carbon finance 2019.

接下來將針對四個維度，進行詳細說明：

(一) 深度

儘管投資人與銀行都是扮演投資與信貸行為的常見角色，但兩者的所處的位置和應用 ICP 的方式還是不盡相同。以下將就投資人與銀行之評估流程分別說明，在知悉投資與信貸計畫或策略產生的碳風險所衍生之財務成本，藉以制定排除風險存在或決定是否繼續該計畫或策略。

如圖 4-6 所示，說明在評估流程中 ICP 所扮演的角色。投資人的評估流程包含，篩選、分析、投資決策、控管到退場(exit)等五階段；而銀行則從定位、信用評估、信用委員會批准、投資與信貸組合之績效評估到還款等五階段。

在投資人的評估流程中，篩選階段和分析階段是藉由 ICP 管理風險與辨認機會的；控管階段是使用 ICP 制定策略於企業參與和投資組合管理的一大關鍵要點；而現有的投資組合則會因 ICP 制度而被影響，進而改變投資決策，即為退場階段。

在銀行的評估流程中，在定位階段銀行，可最有效地利用 ICP 戰略性地辨別和評估融資機會；在信用評估階段，ICP 可將碳成本反應在信用風險評估中以更新之；信用委員會批准階段裡，在更新現有貸款的貸款條款時，可將碳成本進行反映或考慮；投資與信貸組合之績效評估階段可評估企業現有貸款或信用額度。

對投資人而言，ICP 可促進在與被投資方討論低碳轉型時，透過被納入企業調查或說明未來的碳成本如何影響企業的財務彈性等方式。對於銀

行而言，ICP 可增強面對碳風險時的貸款彈性、碳風險曝險的了解有助於銀行制定短期貸款決策，以及在此狀態下獲取與客戶之間的雙贏局面，以制定長期策略，將貸款損失風險降至最低。

投資人



圖 4-6 ICP 在評估流程中扮演的角色

資料來源：翻譯自 CDP(2019b), Internal carbon pricing for low-carbon finance 2019.

(二) 寬度

考量各部門之特性，需分析價值鏈與決定排放目標；了解財務風險，須了解與分析資產負債狀況，並進行投資組合加權；時間範疇要素，例如，資產負債之流通性與負債到期日等合約內容。

上述三項條件是環環相扣的，應共同審視與討論，除了碳風險的曝險，ICP 的實施還取決於資產和公司的排放資料可用性，與投資或貸款相關的 GHG 排放資料可以說是應用 ICP 的基礎。

(三) 高度

辨明地域環境，須查明各地區的氣候相關法規規範；了解產業特徵，分析企業決策、減碳潛力與對供應鏈（價值鏈包含複雜的碳價、轉嫁給供應商之碳成本等等）的轉嫁能力；碳價使用範圍，了解企業的營運、上游與下游的減碳成本。

在 ICP 中的價值鏈包含複雜的碳價 (adopt multiple carbon prices across value chain for ICP)，而價值鏈的各企業會對彼此的碳價與生產成本造成什

麼影響，可見圖 4-7 之釋例進行說明，FastCar Corp.為 CDP 在報告中的虛擬公司。

FastCar Corp.和其供應商到了 2040 年都將面臨 140 美元/噸 CO₂ 的強制性碳價(這是 IEA⁶⁰的永續發展情境⁶¹下，所估算出的強制性碳價)。如根據現有 ETS 的行業配額，FastCar Corp.的排放配額涵蓋其範疇一排放的 60%，其他 40%排放量(無論減少或剩餘)都將支付強制性碳價或減排成本(以所花費的成本少者為準)。假設 FastCar Corp.通過減排以 60 美元/噸 CO₂ 的方式減少其排放量的 20%，並通過強制性碳價 140 美元/噸 CO₂ 的方式支付剩餘 20%的排放，則最終 FastCar Corp.的碳價將為 40 美元/噸 CO₂ ($60 \times 20\% + 140 \times 20\% = 40$)。這樣的計算概念，也同樣地適用於其供應商，假設其面臨相同的排放配額和減排成本，供應商的碳價也同樣為 40 美元/噸 CO₂。

這時，供應商可將其部分碳成本轉嫁給 FastCar Corp.，能轉嫁多少具體取決於其轉嫁能力(Pass-through ability)(可通過研究各個部門和地區的價格彈性文獻)。假設供應商可將 70%的成本轉嫁給 FastCar Corp.，這使得 FastCar Corp.將面臨的供應鏈碳附加價格為 28 美元/噸 CO₂，再者，FastCar Corp.之轉嫁能力為 50%，可將碳成本轉嫁給自身消費者(最終用戶)。

最終，FastCar Corp.所需承擔的直接碳價為 20 美元/噸 CO₂ ($40 \times 50\%$)，供應商轉嫁之碳價 14 美元/噸 CO₂ ($28 \times 50\%$)。到 2040 年時，假設 FastCar Corp.的排放量保持不變，估計其碳成本將為每年 620,000 美元($20 \text{ 美元/噸 CO}_2 \times 10,000 \text{ 噸 CO}_2 + 14 \text{ 美元/噸 CO}_2 \times 30,000 \text{ 噸 CO}_2$)。將估算出的碳成本折現並計入 FastCar Corp.的資產負債表和現金流量中，作為成本對投資報酬和決策的影響因素。

⁶⁰ IEA 全名為 International Energy Agency，中文名為國際能源署，總部位於法國巴黎，1974 年成立，組織成立是為解決能源安全、經濟發展和環境保護三項目的，其中，環境保護包含氣候變遷、再生能源等議題。

⁶¹ 永續發展情境(Sustainable Development Scenario, SDS)是由 IEA 提出，根據 IEA 提出的 World Energy Outlook 2019 報告指出，永續發展情境的路徑有 50%機率可使地球升溫限制在 1.65°C 內。

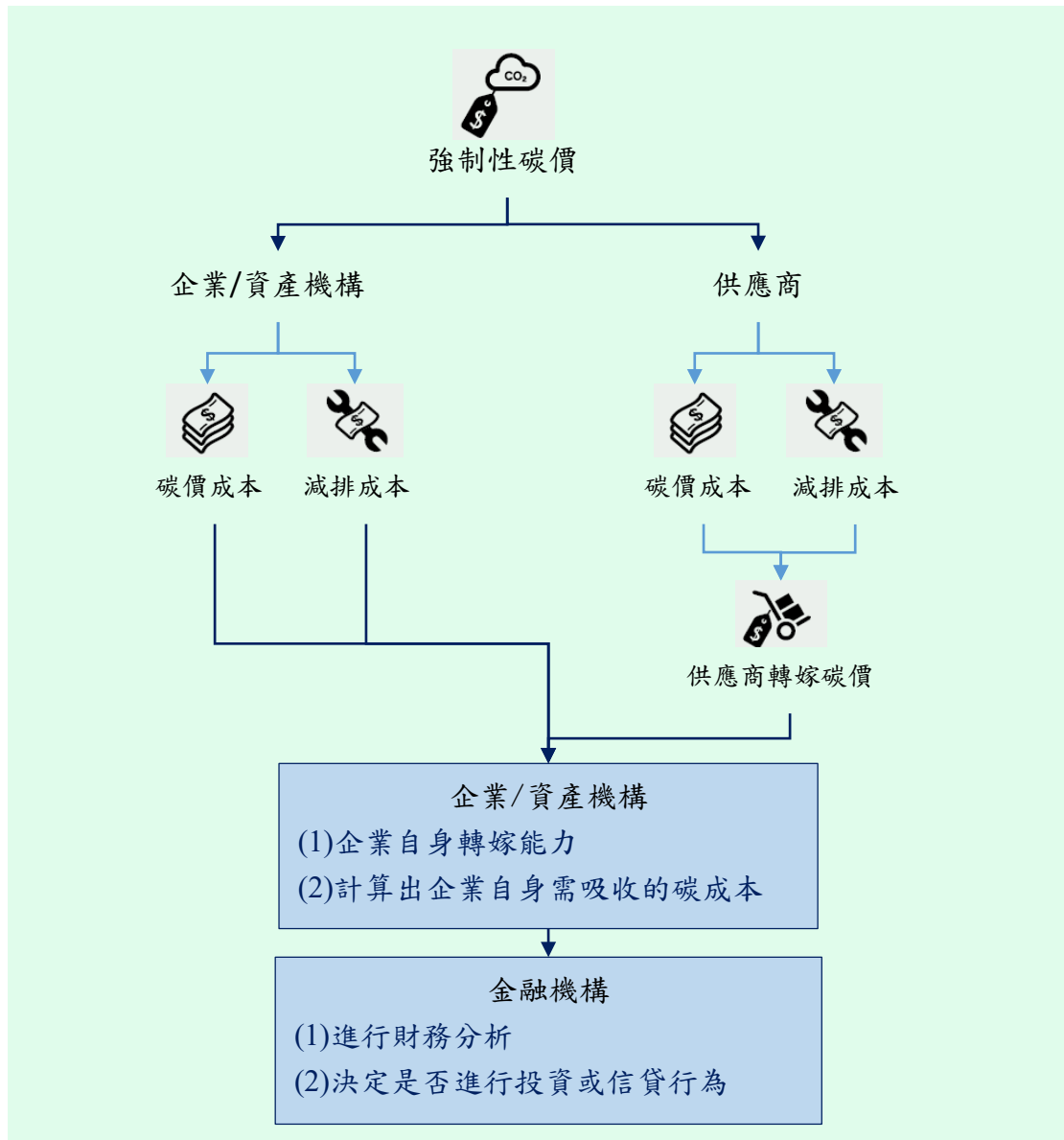


圖 4-7 ICP 中的價值鏈包含多種碳價的運作方式

資料來源：本研究翻譯繪製，CDP(2019b), Internal carbon pricing for low-carbon finance 2019.

(四) 時間

不只參考市場價值，還要了解直接碳排放成本；進行試行，以讓投資與貸款計畫進行修正；分享經驗，相互分享最新的資訊、趨勢和發展。

時間指 ICP 制度的發展歷程，此維度與其他三個維度相關，描述了其他各維度如何隨時間推移發展並進行調整，以確保 ICP 制度可持續向企業目標邁進。

二、如何蒐集相關資料

在實行 ICP 前，須具備完整資料，金融機構必須先蒐集一些必要資料，諸如，GHG 排放量與碳價資料等等，表 4-9 整理了金融機構在實行 ICP 之前所需之資料來源，分成四種資料種類：蒐集 GHG 資料、碳價、供應鏈碳價和其他碳價，可自哪些組織查詢並進行蒐集，以下將分述說明四種資料種類可提供的關鍵資訊：

(一) 蒐集 GHG 資料

為讓 ICP 有效實行，金融機構不僅須完整透明的碳帳戶，還須一有效率之計算方式。而且根據排放範疇(一、二、三)之不同也須有不同類型的碳定價制度。

(二) 碳價

碳排放市場價格包括 ETF 市場價格、碳稅、能源稅等等。了解前述之價格的區域差異和產業覆蓋範圍很重要。資本投資減排措施(Capital investment in abatement measures)取決於所需的減排程度、能力和成本，後兩者可能因個人資產或企業層級而異。

(三) 供應鏈碳價

上游碳價取決於自身營運的碳價和(供應鏈中)供應商的轉嫁能力。

(四) 其他碳價

市場需求變化導致的收入改變取決於企業自身的轉嫁能力及消費者的需求價格彈性。如果政府決定以市場價格將損失內部化，碳的社會成本即將排放所帶給社會的損害和未來碳價的可能性納入考量。

表 4-9 實行 ICP 前所需資料與資料來源

資料種類	資料/資料來源
蒐集 GHG 資料	<ul style="list-style-type: none">➤ GHG 排放量：一般應公開揭露於 CSR 或 CDP 中。➤ 會計方法：PCAF 與 PRI 有提供一些方法。➤ 建築抵押：根據 EU Buildings Database has energy data for service and residential buildings(EU)等等。➤ 專案融資：根據 EU Transport GHG: Routes to 2050 II (EU, 2012)、Energy Technology System Analysis Programme: Rail

	Infrastructure (IEA, 2011) 與 The AFD Carbon Footprint Tool for projects (AFD, 2017) 等等。
碳價	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 當前碳價：State and Trends of Carbon Pricing 2018 report (WB) (目前已有 2020 年版本)。 ➤ 未來碳價：World Energy Outlook 2018 (IEA WEO) (目前已有 2020 年版本)。 ➤ 減碳需求：企業自訂其減碳目標，可用情境分析或 IEA 的數據資料庫中找出可用的脫碳途徑。 ➤ 減碳能力：IEA WEO 有提供各部門或產業能使用的技術、工具與方法。 ➤ 減碳成本：衡量技術成本與所投資之地點之可行性等等。
供應鏈碳價	➤ 轉嫁給供應商之碳成本 (Pass-through ability)
其他碳價	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 轉嫁給客戶之碳成本 (Own-pass-through ability) ➤ 消費者需求價格彈性 ➤ 社會成本

資料來源：彙整自 CDP(2019b), Internal carbon pricing for low-carbon finance 2019.

第三節 企業內部碳定價之案例

本節從耶魯大學出版之「Internal Carbon Pricing – Policy Framework and Case Studies」(Addicott et al., 2019)針對耶魯大學、微軟公司、法國興業銀行三間公司和世界資源研究院(World Resource Institute, WRI)針對印度企業之實施碳定價機制內容(Gajjar, 2018)，進行調查分析，表 4-10 為案例之實施碳定價機制彙整表，並說明執行 ICP 之案例。

表 4-10 案例實施碳定價機制之彙整表

企業名稱	碳價水準	目的與目標
耶魯大學	使用影子價格，40 美元/噸 CO ₂ e	每棟建築減排 1% (相較基線)，如果減排績效高於目標，將可獲得相對基金
微軟公司	4-5 美元/噸 CO ₂ e (微軟公司並未將其內部碳價水準公佈於相關報告，此數據僅為微軟公司口頭提及)	2013 年達到碳中和
法國興業銀行	使用內部碳費，10.8 美元/噸 CO ₂ e	自定「減碳計畫」(Carbon Reduction Program, CRP)，以

			2012 年基準年，設定 2015 減排 11%
印度企業	Arvind 公司	應用影子價格，設定碳價水準（依據所屬事業單位繳交之最高電價制定碳價水準）	提高能源生產力，降低 GHG 排放
	Dalmia Bharat 水泥公司	11 美元/噸 CO ₂ e，成立碳價基金	公司承諾 100% 使用再生能源，於 2015 年引入碳費制度，成立碳價基金，推動低碳投資計畫
	Essar Oil 公司	15 美元/噸 CO ₂ e，成立碳價基金	為降低氣候風險，特別是轉型風險，於 2010 年引入碳定價制度，成立碳價基金，推動低碳投資計畫
	Infosys 公司	10.5 美元/噸 CO ₂ e	為達到碳中和，於 2016 年引入碳定價制度，推動低碳投資計畫

資料來源：彙整翻譯自 Addicott et al (2019), Internal Carbon Pricing – Policy Framework and Case Studies ; Gajjar (2018), Internal Carbon Pricing Primer Case Studies – Companies Using Internal Carbon Pricing to Reduce Risks and Address Climate Change.

一、耶魯大學

耶魯大學於 2014 年決定推動 ICP，並以 2015 至 2016 學年度為試行期，成為全球第一所推動碳定價的大學。試行目的是針對耶魯大學建築物的能源消費訂定碳價，期望能夠達到行政管理的可行性 (feasibility) 及有效性 (effectiveness)。

1. 執行方式

耶魯大學針對校內 20 棟主要建築物的能源消費訂定碳價，並成立 4 個管理機構 (treatment groups)，每個管理機構負責 5 棟建築物，其中，1 個管理機構僅收到能源消費資料，其他 3 個管理機構則收到碳定價報告 (實驗組)，其執行方式，說明如下：

- (1) 資訊內容：每棟建築每月收到能源消費報告，以及碳定價水準。
- (2) 目標：每棟建築減排 1% (相較基線)，如果減排績效高於目標，將可獲得相對基金(fund)。
- (3) 再分配 (redistributive) 機制：應用收入中立 (revenue neutral) 原則，排放績效差 (排放量高於目標) 的將繳交排放費，再完全分配給排放績效佳 (排放量低於目標)。
- (4) 投資：所有的費用均專款專用於節能投資計畫。

2. 碳價水準

耶魯大學採用碳排放社會成本法 (影子價格法)，並且依據美國聯邦政府估計的碳排放影子價格，設定為 40 美元/噸 CO₂e。

3. 經驗與教訓

- (1) ICP 對耶魯大學的 GHG 減排，具有極大潛力。
- (2) 執行方式的設計非常重要。
- (3) 一個有效的碳定價機制的卻會傳達清楚訊號與誘因。
- (4) 驗證 ICP 制度具成本有效減排方式。
- (5) 碳定價制度對經驗及合作會產生極大效益 (carbon pricing can benefit greatly from experimentation and collaboration)。

耶魯大學的個案分析，顯示 ICP 機制設計的重要性，亦即大學可依據其特性，設計不同的執行方式。耶魯大學的執行成果也顯示，納管建築物得節能績效大於沒有納管的事業單位。

二、微軟公司

微軟公司 (Microsoft) 於 2013 年決定推動 ICP 制度，作為達到微軟公司碳中和的重要措施。

1. 執行方式

微軟公司執行方式，說明如下：

- (1) 目標：微軟公司宣佈 2013 年達到碳中和 (carbon neutral)。
- (2) 計算碳價水準：微軟公司建立一套內部碳價組合水準的計算方式，並以「量出為入」的方式計算碳價水準 (how tax revenues are spent rather than how much the carbon price is or how revenue is collected internally)。
- (3) 抵換 (offsets)：微軟公司直接購買碳權，抵銷其碳排放，達到碳中和目標。

2. 碳價水準

微軟公司 (Microsoft) 碳價水準主要透過三項成本的組合，包括內部減碳 (碳中和) 倡議成本 (cost of internal initiatives) + 綠色電力購買成本 (cost of green power purchase) + 碳權購買成本 (cost of carbon offsets)，據此計算單位內部碳價 (三項成本總合除總排放量)。然而，微軟公司並未將其內部碳價水準公佈於相關報告，依據微軟公司口頭提及的碳價水準為 4-5 美元/噸 CO₂e。

3. 經驗與教訓 (lessons and learned)

據悉，微軟公司最後僅以購買碳權的方式，抵銷其碳排放，達到碳中和目標。易言之，微軟公司的作法，並非最佳範例。

微軟公司的「量入為出」的案例，堪稱創新的企業 ICP 機制，然而，並沒有達到預期的減量效果。易言之，足夠高的碳價水準才可能同時達到能源消費與 GHG 排放減少的雙重效果 (the carbon price must be sufficiently high to reap the double reduction in emissions)。

三、法國興業銀行

法國興業銀行是全球第一家推動推動 ICP 制度的金融機構，並以此機制，作為達到興業銀行 GHG 減量目標的重要措施。

1. 執行方式

興業銀行的執行方式，說明如下：

- (1) 目標 (target)：興業銀行自定「減碳計畫」 (Carbon Reduction Program, CRP)，以 2012 年基準年，設定 2015 減排 11%。
- (2) 繳交碳費 (carbon fee)：每一事業單位依據其碳排放量，繳交碳費。
- (3) 再分配 (redistributive) 機制：徵收碳費再分配於各事業單位的減碳行動計畫。
- (4) 獎勵機制 (awards)：興業銀行設立「環境效率績優獎」 (Environmental Efficiency Awards)，評選各事業單位提出的減量方案 (特別是提高能源效率)，最高可 100%補助其減排成本 (上限為 182,000 美元/件)，提高事業單位研擬減量方案的動機與誘因。

2. 碳價水準

興業銀行於 2012-2015 年設定 10.8 美元/噸 CO₂e 碳價水準，該期間平均每一事業單位達到 11.4% 的 GHG 減排績效 (相較於 2012 年排放量)。

3. 經驗與教訓 (lessons and learned)

興業銀行透過 ICP 機制，促進事業體效率提升的正向循環，以及開創低碳轉型機會。例如，透過有創意的提案 (showcasing)，可以提高同仁認知，以及後續創新提案的機會。以 2015 年為例，合計有 56 個倡議獲獎，總獎勵金額達到 300 萬美元。2013-2015 年三年間，合計有 119 個提案獲得獎勵，平均每年為興業銀行節省 11.8 百萬美元費用 (overhead)，相當於平均每年節電 300 億度電，及減少 4,700 噸 CO₂e 排放量。

興業銀行基於 ICP 機制的成效，已重新制定 CRP 目標，2020 年減排 20% (相較於 2014 年)，顯示，碳定價機制的確有助企業提高更積極減排目標。其顯示，一個有效的 ICP 水準，及適當的機制設計，的確可以達到減排效果，且可以複製至其他案例。

四、印度企業 ICP 案例

(一) Arvind 公司：聚焦能源生產力

1. 目的：提高能源生產力，降低 GHG 排放。
2. 碳價水準：應用影子價格方法，設定碳價水準。依據所屬事業單位繳交之最高電價制定碳價水準。
3. 績效：促進超過 30 個能源效率投資計畫，並於 2013-2015 年達到 12% 的 GHG 減排量。

(二) Dalmia Bharat 水泥公司：成立碳價基金

1. 目的：公司承諾 100% 使用再生能源，於 2015 年引入碳費制度，成立碳價基金，推動低碳投資計畫。
2. 碳價水準：評估低碳投資計畫的減碳成本，設定碳價水準，11 美元/噸 CO₂e。
3. 績效：推動廢熱回收投資，達到每年減排 80,000 噸 CO₂e。規劃 2030 年再生能源占比 28%，及能源效率提升兩倍。

(三) Essar Oil 公司：成立碳價基金

1. 目的：為降低氣候風險，特別是轉型風險，於 2010 年引入碳定價制度，成立碳價基金，推動低碳投資計畫。
2. 碳價水準：以預期 2020 年的 CERs 價格，設定碳價水準，15 美元/噸 CO₂e (相當於每桶原油負擔 5 美元碳成本)。
3. 績效：推動低碳技術及天然氣投資，規劃 2021 年達到 441,000 噸 GHG 減排 (相較於 2016 年)。

(四) Infosys 公司：目標碳中和

1. 目的：為達到碳中和，於 2016 年引入碳定價制度，推動低碳投資計畫。
2. 碳價水準：分別以購買綠色電力與能源效率提升投資成本，設定碳價水準，10.5 美元/噸 CO₂e。

3. 績效：2018 年節電 50% (相較於 2008 年)，並使用綠電 50%。再購買碳權，抵銷剩餘碳排放。

第四節 本章小節

企業如何在四個維度、四大實行步驟下，推動 ICP 制度，其中，進行制度設計，必須對企業進行 ICP 設計所需要之資料進行通盤了解，包含：蒐集詳細之細部資料、發展 ICP 機制、設定適當的碳價水準，才能根據企業自身狀況進行適合的碳價訂定。ICP 的運作架構，也能讓金融機構運用在衡量企業所面對的氣候相關風險與機會，運用四個維度的概念解構金融機構對於企業面臨的氣候相關風險與機會的考量與評估之過程，以及金融機構應如何進行資料蒐集。

從此可知，實施 ICP 必須對企業有一定程度的了解，需進行對排放量、減排量、減排成本等等基本資料的蒐集。並且，除了將氣候相關資料以文字進行說明外，最終目標，還需將這些成本與收入記入財務報表中進行揭露，才能據以決定企業決策與金融機構的信貸行為。

在本章第三節的案例中，可以了解到設計並實行對企業自身適當的 ICP 制度，減碳績效會優於以往。ICP 除了有助於企業面對低碳轉型之外，企業實施 ICP 機制，亦是企業評估財務風險的重要基礎。

第五章 應用企業內部碳定價評估氣候績效

轉型風險是在未遇到氣候災難產生災損前，因應低碳轉型而遇到的各種風險，在無法預期的政策或法規變化，使碳密集型和低碳資產突然需進行重估，就會產生經濟或金融損失 (TCFD, 2017a；Monasterolo, 2020)，而碳風險是目前企業在面臨轉型時最重要的轉型風險。

CDP (2017) 說明企業推動 ICP 機制有四個重要議題，包括：決定碳價水準(美元/噸 CO₂e)；盤點涵蓋價值鏈所有 GHG 排放量；ICP 對企業本身及價值鏈企業夥伴的影響；選擇適當的推動時間。因此，可知 ICP 機制的實施對企業本身，乃至價值鏈企業夥伴都會有一定的碳風險影響，對企業產品價值鏈 (value chain) 帶來衝擊，因此，要如何進行碳風險評估與衡量，是為當前重要的議題(Hoffmann and Busch, 2008)。

CDP 問卷邀請填答對象有三種：CDP 主動邀請，根據企業的股票交易量、市值等等，評估其對產業的環境衝擊與該產業對環境的影響決定邀請與否；相關供應鏈企業進行邀請；企業自願加入填答問卷行列。CDP 問卷有七大問卷類型，氣候變遷、水揭露、森林、碳行動、供應鏈與城市。而其中，氣候變遷類型問卷，包含三大構面，管理與目標、風險與機會、GHG 排放，而本研究將運用參與 CDP 問卷評比之台灣企業的 GHG 排放資料進行分析(張銘城，2018)。

截至 2020 年為止，CDP 已蒐集到超過 5,900 家企業的碳定價資料(包含：853 家已實施 ICP，1,159 家在未來 2 年內將實施，以及 3,573 家尚未有計畫實施)，且在決定計劃或實施 ICP 的企業在 5 年內成長了 80%，包含了近一半(226 家)的全球前 500 大企業。依 CDP 統計，約有半數參與的企業都選擇使用影子價格作為碳價水準(CDP, 2021)。

本章以案例分析方式進行，蒐集與整理參與 CDP 問卷評比之台灣企業的資料庫、企業財務報表和企業社會責任報告書之資料，並且運用 2009/29/EC 指令—碳交易指令中碳風險計算公式。第一節羅列企業碳排放相關資料分析，作以迴歸分析評估其有無實施 ICP 之氣候績效(諸如，減排量、節省成本、稅前淨利和碳風險)，確立 ICP 和稅前淨利之相關性；第二節運用碳風險計算公式計算出各企業之碳風險；第三節為本章小節。

第一節 台灣企業碳排放基本資料與迴歸分析

一、基本資料

根據 2019 年參與 CDP 問卷評比之台灣企業的資料庫資料，台灣企業有力成科技、中油、中鼎集團、仁寶電腦、友達電、日月光、世界先進、台化、台達電、台積電、台灣大哥大、光寶科技、亞泥、佳世達科技、和碩、南亞科技、研華、第一金、華新麗華、華碩、超眾科技、群創、達方電子、廣達電腦、緯創、儒鴻、臻鼎科技、聯華電子、鴻海、穩懋(按筆畫排序)，計 30 家。

根據碳排放的活動來源，CDP 資料庫將減排量、減排成本與節省成本分成能源效率、減少廢氣排放、低碳能源、製成排放減少、其他，共計五大項，表 5-1 將將五大項加總，並考量產業特性及排除資料未完整揭露與極端數值⁶²的企業進行整理，計 20 家台灣企業之基本資料作以迴歸分析，包含力成科技、中油、中鼎集團、仁寶電腦、友達電、日月光、世界先進、台達電、台積電、光寶科技、亞泥、和碩、南亞科技、群創、達方電子、廣達電腦、儒鴻、臻鼎科技、聯華電子、穩懋(按筆畫排序)。

如表 5-1 所示，減排成本之平均值為 362,461.35 仟元，標準差為 563,674.589 仟元，最小值為 1,535 仟元，最大值為 2,292,446.141 仟元；減排量之平均值為 23,137 噸 CO₂e，標準差為 38,476 噸 CO₂e，最小值為 52 噸 CO₂e，最大值為 166,000 噸 CO₂e；排放量之平均值為 1,340,755 噸 CO₂e，標準差為 1,607,356 噸 CO₂e，最小值為 15,177 噸 CO₂e，最大值為 5,579,947 噸 CO₂e；節省成本之平均值為 100,677.31 仟元，標準差為 171,769.383 仟元，最小值為 196.245 仟元，最大值為 751,000 仟元，可從排放量的標準差可知，20 家企業規模相差甚鉅。

營業收入之平均值為 373,332.034 百萬元，標準差為 435,701.189 百萬元，最小值為 17,310.72 百萬元，最大值為 1,340,002.03 百萬元；稅前淨利

⁶² 有 10 家企業被排除計算，將對此進行說明，台化：各項皆有揭露，但在節省成本項目屬極端數值；台灣大哥大：產業類別和特性與其他企業不相似易成為極端值；佳世達科技：各項皆有揭露，但在減排成本項目屬極端數值；研華：各項皆有揭露，但在節省成本項目屬極端數值；第一金：產業類別和特性與其他企業不相似易成為極端值；華新麗華：未揭露減排量、節省成本、減排成本；華碩：未完整揭露減排量，在減排成本、節省成本、排放量項目屬極端數值；超眾科技：未揭露減排量、節省成本、減排成本；緯創：未揭露節省成本、減排成本；鴻海：未揭露節省成本、減排成本。

之平均值為 33,824.098 百萬元，標準差為 86,452.806 百萬元，最小值為 1,934.89 百萬元，最大值為 397,510.26 百萬元；稅後淨利之平均值為 29,115.896 百萬元，標準差為 76,570.062 百萬元，最小值為 1,525.85 百萬元，最大值為 351,184.41 百萬元，從營業收入、稅前淨利與稅後淨利可知 20 家企業的規模大小有差距。

表 5-1 20 家申報 CDP 企業基本資料彙整表

變數	平均值	標準差	最小值	最大值
減排成本(仟元)	362,461.35	563,674.589	1,535	2,292,446.141
減排量(噸 CO ₂ e)	23,137	38,476	52	166,000
排放量 ⁶³ (噸 CO ₂ e)	1,340,755	1,607,356	15,177	5,579,947
節省成本(仟元)	100,677.31	171,769.383	196.245	751,000
營業收入(百萬元)	373,332.034	435,701.189	17,310.72	1,340,002.03
稅前淨利(百萬元)	33,824.098	86,452.806	1,934.89	397,510.26
稅後淨利(百萬元)	29,115.896	76,570.062	1,525.85	351,184.41

資料來源：本研究。

根據表 5-1 中的 20 家企業基本資料之變數，分析變數間相關性，如表 5-2。就「迴歸檢定命題設定」中的 X 項進行相關性分析，減排成本與節省成本、減排量與排放量、減排量與營業收入、排放量與營業收入等四個變數組合間，皆為中度與低度相關，因此，X 項之相關性不會影響迴歸結果的正確性。

表 5-2 20 家申報 CDP 企業變數之相關性

	減排成本(元)	減排量(噸 CO ₂ e)	排放量(噸 CO ₂ e)	節省成本(元)	營業收入(元)	稅前淨利(元)	稅後淨利(元)
減排成本(元)	1	0.3369	0.1077	0.3881	0.4137	0.2191	0.2160
減排量(噸 CO ₂ e)	0.3369	1	0.4337	0.9655	0.5421	0.8987	0.8958
排放量(噸 CO ₂ e)	0.1077	0.4337	1	0.4103	0.1197	0.3792	0.3651
節省成本(元)	0.3881	0.9655	0.4103	1	0.4260	0.9111	0.9115
營業收入(元)	0.4137	0.5421	0.1197	0.4260	1	0.4002	0.3906
稅前淨利(元)	0.2191	0.8987	0.3792	0.9111	0.4002	1	0.9996
稅後淨利(元)	0.2160	0.8958	0.3651	0.9115	0.3906	0.9996	1

資料來源：本研究。

⁶³ 排放量=範疇一+範疇二之 2018 年 GHG 排放量。

接著，針對上述 20 家企業，整理有無實施 ICP 之資料(包含涵蓋範疇、價格、價格衡量方式) 如表 5-3。從表 5-3 可知，已有 11 家企業實施了 ICP，其中，使用影子價格進行碳價水準訂定最多，而其他 9 家企業則會在兩年內實施 ICP。

表 5-3 20 家台灣企業內部碳定價資料彙整

企業名稱	是否實施 ICP	碳價水準 (元/噸 CO ₂ e)	碳價型態
力成科技	無	-	-
中油	無	-	-
中鼎集團	有	1,500	影子價格
仁寶電腦	無	-	-
友達電	有	607	影子價格
日月光	有	1,500	影子價格
世界先進	有	1,500	影子價格
台達電	有	1,500	影子價格
台積電	有	1,500	影子價格
光寶科技	有	240	影子價格
亞泥	無	-	-
和碩	無	-	-
南亞科技	有	1,500	影子價格
群創	無	-	-
達方電子	無	-	-
廣達電腦	無	-	-
儒鴻	無	-	-
臻鼎科技	有	104(23 元人民幣)	內部碳費
聯華電子	有	1,500	影子價格
穩懋	無	-	-

資料來源：本研究整理自 CDP(2019c)。

二、迴歸檢定命題設定

自變數與應變數之數據資料皆取自 CDP 問卷評比，整理如表 5-4 至表 5-11，進行迴歸分析(如式 5-1 至式 5-9)，各迴歸分析之設定與假設如下所述。將總計 20 家台灣企業之基本資料作迴歸分析(詳如表 5-1)，以了解排放量、減排量、減排成本、節省成本、營業收入、稅前淨利、實施 ICP 與否等等之相互關係，並以原始資料和取自然對數(\ln)兩個情況進行迴歸分析。

1. 減排量和實施 ICP 與否的影響檢定

本研究認為，減排量跟企業營業收入、排放量、實施 ICP 與否等變數具相關性，才得以了解實施 ICP，是否能有效使碳成本與效益，並提升減排潛力，為低碳發展帶來正向循環。因此，設定減排量為解釋變數(也就是內生變數)，作以下迴歸檢定。

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + dD + e \dots \dots \dots \text{(式 5-1)}$$

Y 為減排量；X₁ 為營業收入；X₂ 為排放量；D 為實施 ICP 與否。藉由迴歸分析找出應變數 Y 與自變數 X₁、X₂、D 的相關性，迴歸分析結果如表 5-4 所示。

表 5-4 減排量迴歸結果一覽表

迴歸參數	迴歸係數	標準差	P-值	R ²
a	-25,789.65**	11,484.35	0.0392	0.6193
b	55×10 ⁻⁹ ***	14×10 ⁻⁹	0.0015	
c	0.0087**	0.0037	0.0323	
d	33,706.66**	12,006.33	0.0126	

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。

迴歸分析結果： $Y = -25,789.65 + 0.000000055X_1 - 0.0087X_2 + 33,706.66D$ ，營業收入(X₁)、排放量(X₂)和實施 ICP 與否(D)對減排量(Y)皆呈現正向關係。其中，從迴歸係數可知，當排放量增加 1 噸 CO₂e，減排量會增加約 8.7 kgCO₂e；而如有實施 ICP，減排量就會增加 33,706.66 噸 CO₂e，當在此情況下，營業收入增加 1 元，就會增加約 0.000055 kgCO₂e 的減排量。

R² 約為 0.6193，R²>0，可以得知營業收入(X₁)、排放量(X₂)和實施 ICP 與否(D)等三項自變數，能解釋減排量(Y)約 61.93%的變化。X₁之 P-值約為 0.0015，P-值<0.01，拒絕虛無假設，由此可知 X₁的變化對 Y 具有影響力；X₂之 P-值約為 0.0323，P-值<0.05，可以知道 X₂的變化對 Y 具有影響力；而 D 之和 P-值約為 0.0126，P-值<0.05，可知 D 對 Y 具有影響能力。

所以，從自變數 X₁、X₂和 D 對應變數 Y 的迴歸分析結果可知，實施 ICP 顯著影響減排量(5%顯著性)，且迴歸係數為正，表示實施 ICP 企業的

減排量績效較佳，且在此情況下，也能使營業收入增加，而排放量因為企業規模關係，呈上升關係，符合經濟直覺。從經濟意涵來說，實施 ICP 可以有效使碳成本下降與碳效益上升，促進減碳投資，提升減排潛力，對環境帶來正向循環。

2. 減排成本和減排量的影響檢定

本研究認為，減排成本跟減排量、營業收入、排放量等變數具有相關性，以證明減排投資是否確實能有效增加減排量，減少排放量。因此，設定減排成本為解釋變數(也就是內生變數)，作以下迴歸檢定。

$$\ln Y = a + b \ln X_1 + c \ln X_2 + d \ln X_3 + e \dots \dots \dots \text{(式 5-2)}$$

Y 為 \ln 減排成本； X_1 為 \ln 減排量； X_2 為 \ln 營業收入； X_3 為 \ln 排放量。藉由迴歸分析找出應變數 Y 與自變數 X_1 、 X_2 、 X_3 的相關性，迴歸分析結果如表 5-5 所示。

表 5-5 減排成本迴歸結果一覽表

迴歸參數	迴歸係數	標準差	P-值	R ²
a	14.2305**	5.4295	0.0185	0.7107
b	0.9978***	0.1838	0.000056	
c	-0.0887	0.2322	0.7075	
d	0.1776	0.2467	0.4820	

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。

迴歸分析結果： $Y = 14.2305 + 0.9978X_1 - 0.0887X_2 + 0.1776X_3$ ，可知減排量(X_1)和排放量(X_3)對減排成本(Y)為正相關，而營業收入(X_2)則為負相關。其中，從迴歸係數可知，減排成本彈性為 0.9978。

R^2 約為 0.7107， $R^2 > 0$ ，可以得知減排量(X_1)、營業收入(X_2)和排放量(X_3)等三項自變數，能解釋減排成本(Y)約有 71.07%的變化； X_1 之 P-值約為 0.000056，P-值 <0.01 ，由此得知 X_1 的變化對 Y 非常具有相關性；而 X_2 之 P-值約為 0.7075，P-值 >0.1 ，可以知道 X_2 對 Y 則不具影響能力； X_3 之 P-值約為 0.4820，P-值 >0.1 ，可知 X_3 對 Y 同樣不具影響能力。

所以，從自變數 X_1 對應變數 Y 的迴歸分析結果可知，減排量對減排成本具有顯著關係(1%顯著性)，且迴歸係數(0.9978)為正。從經濟實質而言，上述迴歸證明投資減排設備等確實能有效增加減排量，符合經濟意涵。

$$b = \frac{\alpha \ln Y}{\alpha \ln X_1} = \frac{\alpha Y}{\alpha X_1} \dots \dots \dots (式 5-3)$$

$$\text{邊際減排成本} = \frac{\partial Y}{\partial X_1} \times \frac{Y}{X_1} = \frac{bY}{X_1} \dots \dots \dots (式 5-4)$$

迴歸參數 b 是 \ln 減排成本除以 \ln 減排量，為減排成本彈性，而其比值與邊際減排成本相同，同為 0.9978(如式 5-4)，可從減排成本彈性回推求出邊際減排成本(如式 5-5)。

依表 5-6 所示，可知 Y 的平均值約為 3.6 億元， X_1 的平均值為 23,137 元，平均邊際減排成本約為 28,960 元。無實施 ICP 企業的平均邊際減排成本(41,103 元/噸 CO_2e)顯著高於實施 ICP 企業的邊際減排成本(16,815 元/噸 CO_2e)。我國製造業的邊際減排成本均相當高，將是產業因應碳中和轉型風險的重大挑戰。

表 5-6 20 家申報 CDP 企業邊際減排成本彙整表

企業名稱	b	Y	X_1	邊際減排成本
無實施 ICP				
仁寶電腦	0.9978	1,535,000	52	29,454
群創	0.9978	4,865,000	2,114	2,296
儒鴻	0.9978	21,600,000	2,202	9,788
穩懋	0.9978	38,134,304	1,504	25,299
亞泥	0.9978	42,610,606	3,020	14,078
和碩	0.9978	107,144,409	41,499	2,576
達方電子	0.9978	123,250,000	1,000	122,979
力成科技	0.9978	191,540,300	5,549	34,442
中油	0.9978	451,574,000	54,975	8,196
廣達電腦	0.9978	2,292,446,141	14,127	161,917
平均	-	-	-	41,103
有實施 ICP				
中鼎集團	0.9978	2,647,390	275	9,606
南亞科技	0.9978	8,565,000	2,145	3,984
臻鼎科技	0.9978	12,509,840	2,761	4,521
世界先進	0.9978	192,585,382	11,763	16,336
日月光	0.9978	224,428,113	46,555	4,810

聯華電子	0.9978	288,882,857	12,887	22,367
台達電	0.9978	395,586,528	29,648	13,313
光寶科技	0.9978	783,320,000	11,997	65,149
台積電	0.9978	856,000,000	166,000	5,145
友達電	0.9978	1,210,002,139	52,673	22,921
平均	-	-	-	16,815

資料來源：本研究。

3. 節省成本和減排量的影響檢定

本研究認為，節省成本跟減排量、排放量等變數具有相關性，以證明企業為了節省能源支出，會推動更多節能與減碳投資計畫，能提高企業能源效率，讓減排量增加。因此，設定節省成本為解釋變數(也就是內生變數)，作以下迴歸檢定。

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + e \dots \dots \dots (式 5 - 5)$$

Y 為節省成本；X₁ 為減排量；X₂ 為排放量。藉由迴歸分析找出應變數 Y 與自變數 X₁、X₂ 的相關性，迴歸分析結果如表 5-7 所示。

表 5-7 節省成本迴歸結果一覽表

迴歸參數	迴歸係數	標準差	P-值	R ²
a	1,966,244	14,204,217.27	0.8915	0.9322
b	4,330.35***	312.72	1093×10 ⁻¹⁴	
c	-1.1049	7.4856	0.8844	

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。

迴歸分析結果： $Y = 1,966,244 + 4,330.35X_1 - 1.1049X_2$ ，可知道減排量(X₁)對節省成本(Y)呈正向關係，排放量(X₂)對節省成本(Y)呈反向關係。其中，從 X₁ 迴歸係數可知，當減排量增加 1 噸 CO₂e，還會使節省成本增加約 4,330 元。

R² 約為 0.9322，R²>0，可以得知稅前淨利(X₁)和減排量(X₂)等兩項自變數，可解釋節省成本(Y)約 93.22%的變化；X₁ 之 P-值約為 1093×10⁻¹⁴，P-值<0.01，拒絕虛無假設，由此得知 X₁ 的變化對 Y 具有影響能力；X₂ 之 P-值約為 0.8844，P-值>0.1，可以知道 X₂ 對 Y 並不具有影響能力。

所以，從自變數 X_1 對應變數 Y 的迴歸分析結果可知，減排量顯著影響成本節省(1%顯著性)，且迴歸係數(4,330)為正，表示減排量愈多成本節省愈多。經濟意涵指出，當減排量愈多，表示企業推動愈多的節能與減碳投資計畫，提高企業能源效率，因此，也會節省更多的能源成本支出。

4. 淨利和節省成本的影響檢定

本研究認為，稅前/後淨利跟節省成本、減排成本等變數具有相關性，才得以了解實施 ICP 是否能使企業控管碳成本與效益，在節省成本提升企業淨利的同時，獲得更多實質收益。因此，設定稅前/後淨利為解釋變數(也就是內生變數)，作以下迴歸檢定。

$$Y = a + bX_1 + cX_2 + e \dots \dots \dots \text{(式 5-6)}$$

(1) 稅前淨利

Y 為稅前淨利； X_1 為節省成本； X_2 為減排成本。藉由迴歸分析找出應變數 Y 與自變數 X_1 、 X_2 的相關性，迴歸分析結果如表 5-8 所示。

表 5-8 稅前淨利迴歸分析結果一覽表

迴歸參數	迴歸係數	標準差	P-值	R^2
a	-6,654,047,305.58	9,888,632,804.08	0.5101	0.8514
b	489.49***	51.0556	2861×10^{-11}	
c	-24.2864	15.5582	0.1369	

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。

迴歸分析結果： $Y = -6,654,047,305.58 + 489.49X_1 - 24.2864X_2$ ，可知道節省成本(X_1)對稅前淨利(Y)呈正向關係，減排成本(X_2)對稅前淨利(Y)則呈反向關係。

R^2 約為 0.8514， $R^2 > 0$ ，可以得知節省成本(X_1)和減排成本(X_2)等兩項自變數，可解釋稅前淨利(Y)約 85.14%的變化； X_1 之 P-值約為 2861×10^{-11} ，P-值 < 0.01 ，拒絕虛無假設，由此得知 X_1 的變化對 Y 具有影響能力； X_2 之 P-值約為 0.1369，P-值 > 0.1 ，可以知道 X_2 對 Y 並不具有影響能力。所以，從自變數 X_1 對應變數 Y 的迴歸分析結果顯示，成本節省與企業稅前淨利存在顯著正相關(1%相關性)，表示成本節省會提升企業淨利。

(2) 稅後淨利

Y 為稅後淨利；X₁ 為節省成本；X₂ 為減排成本。藉由迴歸分析找出應變數 Y 與自變數 X₁、X₂ 的相關性，迴歸分析結果如表 5-9 所示。

表 5-9 稅後淨利迴歸分析結果一覽表

迴歸參數	迴歸係數	標準差	P-值	R ²
a	-6,631,944,988.63	8,707,544,867.92	0.4567	0.8531
b	434.36***	44.9575	2557×10 ⁻¹¹	
c	-22.0225	13.7000	0.1264	

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。

迴歸分析結果： $Y = -6,631,944,988.63 + 434.36X_1 - 22.0225X_2$ ，可知道節省成本(X₁)對稅後淨利(Y)呈正向關係，減排成本(X₂)對稅後淨利(Y)則呈反向關係。

R² 約為 0.8531，R²>0，可以得知節省成本(X₁)和減排成本(X₂)等兩項自變數，可解釋稅後淨利(Y)約 85.31%的變化；X₁ 之 P-值約為 2557×10⁻¹¹，P-值<0.01，拒絕虛無假設，由此得知 X₁ 的變化對 Y 具有影響能力；X₂ 之 P-值約為 0.1264，P-值>0.1，可以知道 X₂ 對 Y 並不具有影響能力。所以，從自變數 X₁ 對應變數 Y 的迴歸分析結果顯示，成本節省與企業稅後淨利存在顯著正相關(1%)，表示成本節省會提升企業淨利。

從經濟意涵指出，實施 ICP 會使企業能控管碳成本與效益，在增加減排量節省成本的同時，更能為企業創造更多實質收益。

如以實施 ICP 與否進行區分，如表 5-10 和表 5-11 所示，求出有 ICP 企業之平均稅前淨利與無 ICP 企業之平均稅前淨利之差異約為 401 億元，以及實施 ICP 與否對每噸減排量所產生稅前淨利之差異為 512,005 元。

表 5-10 20 家申報 CDP 企業之單位減排量與淨利彙整表

企業名稱*	稅前淨利(元)	減排量(噸 CO ₂ e)	實施 ICP 與否**
仁寶電腦	11,789,590,000	52	0
中鼎集團	3,065,270,000	275	1
群創	6,569,430,000	2,114	0
南亞科技	41,584,340,000	2,145	1
臻鼎科技	14,666,560,000	2,761	1
儒鴻	5,473,150,000	2,202	0

穩懋	3,734,620,000	1,504	0
亞泥	20,370,120,000	3,020	0
和碩	15,056,270,000	41,499	0
達方電子	1,934,890,000	1,000	0
力成科技	9,435,340,000	5,549	0
世界先進	7,472,190,000	11,763	1
日月光	32,047,440,000	46,555	1
聯華電子	2,184,400,000	12,887	1
台達電	18,648,580,000	29,648	1
中油	43,762,837,000	54,975	0
光寶科技	10,784,120,000	11,997	1
台積電	397,510,260,000	166,000	1
友達電	11,216,150,000	52,673	1
廣達電腦	19,176,410,000	14,127	0
合計	676,481,967,000	462,745	
平均	33,824,098,350	23,137	

註：*按減排成本由小至大依序排列；**1 為有實施 ICP、0 為無實施 ICP。

資料來源：本研究。

表 5-11 實施與無實施 ICP 企業之單位減排量的稅前淨利比較

	有實施 ICP (元)	無實施 ICP (元)	相差(元)
平均稅前淨利	53,917,931,000	13,730,265,700	40,187,665,300
平均減排量	33,670	12,604	21,066
每噸減排量所產生稅前淨利	1,601,345	1,089,341	512,005

資料來源：本研究。

第二節 碳風險估算

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（李堅明等，2020）。

一、碳風險估算公式

2009 年歐盟修改了 2003/87/EC 指令，制訂出 2009/29/EC 指令—碳交易指令第十條(article 10)，該條文以文字敘述，本研究將其改成公式。第十條原文所係指直接成本(direct cost)與間接成本(indirect cost)，前者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，作為評估企業碳洩漏的程度和排放權（或總量）核配之依據。根據歐盟排放交易指令 (Emissions Trading Directive) (European Union, 2009)所改成之碳風險計算公式，如式(5-7)所示：

$$R = \frac{C + P + E}{VA} \dots\dots\dots (式 5 - 7)$$

R 為碳風險；C 為減排成本 (abatement cost)；P 為排放權成本 (allowance purchase cost)；E 為電價轉嫁 (或增加) 成本；VA 為附加價值⁶⁴ (Value Added)。

碳風險值受上述四項變數影響 (三項在分子, 以及一項在分母), 因此, 該項公式隱含幾個重要的產業特性, 影響其碳風險值：

1. 產業 GHG 排放量，排放量愈大，減排成本愈高，直接成本較高，碳風險高。
2. 產業 GHG 減排不易，需要大量購買排放權，直接成本高，碳風險高。
3. 產業用電量大，電價轉嫁成本高，間接成本高，碳風險高。
4. 產業附加價值低，例如傳統產業，碳風險高。

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% 碳排放免費額度；而企業碳風險值低於 30%，表示為低度碳洩漏曝險企業。

⁶⁴ 本研究附加價值計算方式，附加價值=人事費用+利息費用+稅後淨利+所得稅費用。

二、碳風險估算值

台灣在 2020 年開始進行 GHG 減量及管理法修法，並將名稱修正為「氣候變遷因應法⁶⁵」，並調整為七章，62 條。其中，在 GHG 排放收費上，第 29 條目前朝向課徵 GHG 排放管理費(碳費)⁶⁶的方向進行，課徵對象預計將會先針對每年排放量 2.5 萬噸以上的排碳大戶，並分階段逐步擴大。

(一) 計算碳風險

本研究在計算碳風險將情境定為課徵碳費。假設情境設定：減排成本為企業 2018 年為減排而投資之成本；台灣電價受到政府管制，所以假設沒有轉嫁成本，將電價轉嫁成本設為 0 元；附加價值為各企業之薪資費用、利息費用、稅後淨利、所得稅費用之總和；碳費成本根據各企業 2018 年之 CO₂e 排放量(範疇一和範疇二之總和)，乘以每噸 CO₂e 排放量課徵 100、500、1,000 元三種設定的碳費費率進行計算。

碳費費率設定，考量環保署評估 GHG 排放管理費費率將設定在約 70-120 元/噸 CO₂e，且參考 2020 年各國企業平均內部碳價水準約為 25 美元/噸 CO₂e(約為 740 元⁶⁷)，另外，因為越來越多國家實施碳定價相關法規，2021 年 3 月碳價飆升至 EU ETS 的歷史新高(超過 44.8 美元/噸 CO₂e，約為 1,272 元⁶⁸)(CDP, 2021)，所以本研究取 100 元、500 元、1,000 元進行計算。

1. 碳費為 100 元/噸 CO₂e

將 20 家企業之資料帶入式(5-7)，當碳費設定為 100 元/噸 CO₂e 進行計算，如表 5-12，計算出 20 家企業之碳風險。平均減排成本約為 3.62 億元；平均碳費成本約為 1.31 億元；平均附加價值約為 434.64 億元；碳風險最大值為 7.38%，最小值為 0.04%，平均值為 1.14%。

⁶⁵ 修正重點：第一章新增碳中和目標與願景，第二章確立部會權責，第三章完備行政管制與經濟誘因，第四章增加調適作為，第五章增列碳足跡相關規範與宣導，第六章加嚴罰款規範，第七章則為附則。

⁶⁶ 根據環保署評估費率將約 70-120 元/噸 CO₂e(國家溫室氣體減量法規資訊網，https://ghgrule.epa.gov.tw/news/news_page/1/528)。

⁶⁷ 以 2020 年美元之平均匯率：29.58 計算(中華民國中央銀行全球資訊網)。

⁶⁸ 以 2021 年 3 月美元之平均匯率：28.385 計算(中華民國中央銀行全球資訊網)。

表 5-12 碳費 100 元/噸 CO₂e 之企業碳風險值彙整表

企業名稱	減排成本(元)	碳費成本(元)	附加價值(元)	碳風險(%)
無實施 ICP				
仁寶電腦	1,535,000	22,292,940	12,436,755,000	0.19%
群創	4,865,000	360,025,838	9,330,494,000	3.91%
儒鴻	21,600,000	12,058,005	8,703,569,000	0.39%
穩懋	38,134,304	16,419,582	4,027,812,000	1.35%
亞泥	42,610,606	557,692,709	20,476,643,248	2.93%
和碩	107,144,409	30,585,897	16,327,588,000	0.84%
達方電子	123,250,000	10,161,613	2,182,501,000	6.11%
力成科技	191,540,300	28,302,998	10,056,041,000	2.19%
中油	451,574,000	254,848,910	57,901,530,000	1.22%
廣達電腦	2,292,446,141	51,718,100	58,907,606,000	3.98%
平均	-	-	-	2.31%
有實施 ICP				
中鼎集團	2,647,390	1,490,200	10,712,341,000	0.04%
南亞科技	8,565,000	37,428,277	46,476,007,000	0.10%
臻鼎科技	12,509,840	62,554,600	26,160,024,000	0.29%
世界先進	192,585,382	61,581,100	8,553,210,000	2.97%
日月光	224,428,113	191,057,100	48,746,734,000	0.85%
聯華電子	288,882,857	177,577,100	29,638,354,000	1.57%
台達電	395,586,528	31,853,100	28,429,641,000	1.50%
光寶科技	783,320,000	38,938,735	11,142,912,000	7.38%
台積電	856,000,000	358,233,400	409,786,349,000	0.30%
友達電	1,210,002,139	330,415,525	49,284,734,000	3.13%
平均	-	-	-	1.81%

資料來源：本研究。

2. 碳費為 500 元/噸 CO₂e

當碳費設定為 500 元/噸 CO₂e 進行計算，如表 5-13，計算出 20 家企業之碳風險。平均減排成本約為 3.62 億元；平均碳費成本約為 6.58 億元；平均附加價值約為 434.64 億元；碳風險最大值為 19.69%，最小值為 0.09%，平均值為 2.35%。

表 5-13 碳費 500 元/噸 CO₂e 之企業碳風險值彙整表

企業名稱	減排成本(元)	碳費成本(元)	附加價值(元)	碳風險(%)
無實施 ICP				
仁寶電腦	1,535,000	111,464,700	12,436,755,000	0.91%
群創	4,865,000	1,800,129,190	9,167,451,000	19.69%
儒鴻	21,600,000	12,058,005	8,703,569,000	0.39%
穩懋	38,134,304	82,097,910	3,938,426,000	3.05%
亞泥	42,610,606	2,788,463,545	20,203,507,143	14.01%
和碩	107,144,409	152,929,485	16,186,859,000	1.61%
達方電子	123,250,000	50,808,065	2,178,781,000	7.99%
力成科技	191,540,300	141,514,990	9,935,929,000	3.35%
中油	451,574,000	1,274,244,550	57,901,530,000	2.98%
廣達電腦	2,292,446,141	258,590,500	58,878,594,000	4.33%
平均	-	-	-	5.89%
有實施 ICP				
中鼎集團	2,647,390	7,451,000	11,393,837,000	0.09%
南亞科技	8,565,000	187,141,385	46,476,007,000	0.42%
臻鼎科技	12,509,840	312,773,000	26,160,024,000	1.24%
世界先進	192,585,382	307,905,500	8,519,367,000	5.87%
日月光	224,428,113	955,285,500	50,157,638,000	2.35%
聯華電子	288,882,857	887,885,500	29,638,354,000	3.97%
台達電	395,586,528	159,265,500	28,314,797,000	1.96%
光寶科技	783,320,000	194,693,675	11,142,912,000	8.78%
台積電	856,000,000	1,791,167,000	409,786,349,000	0.65%
友達電	1,210,002,139	1,652,077,625	49,198,915,000	5.82%
平均	-	-	-	3.12%

資料來源：本研究。

3. 碳費為 1,000 元/噸 CO₂e

當碳費設定為 1,000 元/噸 CO₂e 進行計算，如表 5-14，計算出 20 家企業之碳風險。平均減排成本約為 3.62 億元；平均碳費成本約為 13.17 億元；平均附加價值約為 434.64 億元；碳風險最大值為 39.33%，最小值為 0.15%，平均值為 3.86%。

表 5-14 碳費 1,000 元/噸 CO₂e 之企業碳風險值彙整表

企業名稱	減排成本(元)	碳費成本(元)	附加價值(元)	碳風險(%)
無實施 ICP				
仁寶電腦	1,535,000	222,929,400	12,436,755,000	1.80%
群創	4,865,000	3,600,258,380	9,167,451,000	39.33%
儒鴻	21,600,000	120,580,050	8,703,569,000	1.63%
穩懋	38,134,304	164,195,820	3,938,426,000	5.14%
亞泥	42,610,606	5,576,927,090	20,203,507,143	27.81%
和碩	107,144,409	305,858,970	16,186,859,000	2.55%
達方電子	123,250,000	101,616,130	2,178,781,000	10.32%
力成科技	191,540,300	283,029,980	9,935,929,000	4.78%
中油	451,574,000	2,548,489,100	57,901,530,000	5.18%
廣達電腦	2,292,446,141	517,181,000	58,878,594,000	4.77%
平均	-	-	-	10.33%
有實施 ICP				
中鼎集團	2,647,390	14,902,000	11,393,837,000	0.15%
南亞科技	8,565,000	374,282,770	46,476,007,000	0.82%
臻鼎科技	12,509,840	625,546,000	26,160,024,000	2.44%
世界先進	192,585,382	615,811,000	8,519,367,000	9.49%
日月光	224,428,113	1,910,571,000	50,157,638,000	4.26%
聯華電子	288,882,857	1,775,771,000	29,638,354,000	6.97%
台達電	395,586,528	318,531,000	28,314,797,000	2.52%
光寶科技	783,320,000	389,387,350	11,142,912,000	10.52%
台積電	856,000,000	3,582,334,000	409,786,349,000	1.08%
友達電	1,210,002,139	3,304,155,250	49,198,915,000	9.18%
平均	-	-	-	4.74%

資料來源：本研究。

在碳費為 100 元/噸 CO₂e 的情境下，有實施 ICP 企業的平均碳風險為 1.81%，小於無實施 ICP 之企業的平均碳風險 2.31%；在碳費為 500 元/噸 CO₂e 的情境下，有實施 ICP 之企業的平均碳風險為 3.02%，小於無實施 ICP 企業的平均碳風險 5.89%；在碳費為 1,000 元/噸 CO₂e 的情境下，有實施 ICP 企業的平均碳風險為 4.74%，小於無實施 ICP 企業的平均碳風險 10.33%。且可以發現，當每噸 CO₂e 碳費越高，有實施 ICP 之企業與無實

施 ICP 之企業的碳風險從 0.5%增至 5.59%，相差越來越大，詳見表 5-13 至表 5-15。

(二) 迴歸分析

此部分將探討上述計算出各企業之碳風險值與實施 ICP 與否之相關性，使用迴歸進行分析，將每噸 CO₂e 排放量課徵 100、500、1,000 元/噸 CO₂e 三種情境算出的碳風險作以平均值(如表 5-15)，將之設為 Y；X 為節省成本；D 為實施 ICP 與否。

表 5-15 三種碳費情境之平均碳風險值彙整表

企業名稱	不同碳情境碳風險			平均碳風險
	100 元/噸 CO ₂ e	500 元/噸 CO ₂ e	1,000 元/噸 CO ₂ e	
無實施 ICP				
仁寶電腦	0.19%	0.91%	1.80%	0.97%
群創	3.91%	19.69%	39.33%	20.98%
儒鴻	0.39%	0.39%	1.63%	0.99%
穩懋	1.35%	3.05%	5.14%	3.18%
亞泥	2.93%	14.01%	27.81%	14.92%
和碩	0.84%	1.61%	2.55%	1.67%
達方電子	6.11%	7.99%	10.32%	8.14%
力成科技	2.19%	3.35%	4.78%	3.44%
中油	1.22%	2.98%	5.18%	3.13%
廣達電腦	3.98%	4.33%	4.77%	4.36%
平均	-	-	-	6.18%
有實施 ICP				
中鼎集團	0.04%	0.09%	0.15%	0.09%
南亞科技	0.10%	0.42%	0.82%	0.45%
臻鼎科技	0.29%	1.24%	2.44%	1.32%
世界先進	2.97%	5.87%	9.49%	6.11%
日月光	0.85%	2.35%	4.26%	2.49%
聯華電子	1.57%	3.97%	6.97%	4.17%
台達電	1.50%	1.96%	2.52%	1.99%
光寶科技	7.38%	8.78%	10.52%	8.89%
台積電	0.30%	0.65%	1.08%	0.68%
友達電	3.13%	5.82%	9.18%	6.04%
平均	-	-	-	3.22%

資料來源：本研究。

藉由迴歸分析找出應變數 Y 與自變數 X、D 的相關性，並取 \ln ，進行迴歸分析，如式(5-9)，結果如表 5-16 所示。

$$\ln Y = a + b \ln X + cD \dots \dots \dots \text{(式 5-9)}$$

表 5-16 碳風險值迴歸分析結果一覽表

迴歸參數	迴歸係數	標準差	P-值	R ²
a	-7.6436**	2.6433	0.0102	0.2248
b	0.2651	0.1588	0.1134	
c	-1.1750*	0.5821	0.0596	

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。

迴歸分析結果： $Y = -7.6436 + 0.2651X - 1.1750D$ ，可知節省成本(X)對碳風險(Y)為正相關，實施 ICP 與否(D)對碳風險(Y)為負相關。R² 約為 0.2248，R²>0，可以得知實施 ICP 與否(D)之自變數，能解釋碳風險(Y)約 22.48%的變化；X 之 P-值約為 0.1134，P-值>0.1，X 對 Y 不具有影響力；D 之 P-值約為 0.0596，P-值<0.1，拒絕虛無假設，可知 D 對 Y 具有影響力，由此可知實施 ICP 與否會影響碳風險的高低。

迴歸結果顯示，實施 ICP 與碳風險有顯著關係(10%顯著性)，且迴歸係數為負值，表示實施 ICP 企業碳風險值顯著低於無實施 ICP 企業。上述結果符合經濟直覺，因為實施 ICP 企業具有較高減碳量、較高成本節省及較高稅前(後)淨利等氣候績效，因此，實施 ICP 企業具有較高的氣候韌性。

(三) 產業分析

本研究為界定我國企業面臨的碳風險程度，進一步參考歐盟(2009)排放交易指令之碳風險計算公式及高碳洩漏界定。歐盟依據式(5-8)界定碳風險值 (R) 5%以上，即具有碳洩漏風險；碳風險值高於 30%以上，稱為高碳洩漏風險。爰此，本研究界定 5 種碳風險等級，分別為高(第 5 級)(R≥30%)、中高(第 4 級)(20%≤R<30%)、中(第 3 級)(10%≤R<20%)、中低(第 2 級)(5%≤R<10%) 及低(第 1 級)(R<5%)，詳見表 5-17。

接著，彙整 20 家企業的碳風險值程度，詳如表 5-18 所示。由表 5-18 可知，我國 20 家企業的風險等級大多落在第 1 及第 2 級。若交叉比對是否實施 ICP，則風險最高兩家（群創與亞泥）並沒有實施 ICP，顯示，ICP 的確可能是企業高風險原因之一，至於就已實施 ICP 的企業的碳價水準高低而言，則相對上，可以發現，碳價水準較高企業，碳風險等級較低。

表 5-17 碳風險等級界定

風險程度	風險值(R)門檻	風險等級
高	$R \geq 30\%$	5
中高	$20\% \leq R < 30\%$	4
中	$10\% \leq R < 20\%$	3
中低	$5\% \leq R < 10\%$	2
低	$R < 5\%$	1

資料來源：本研究。

表 5-18 企業碳風險(2018)分級彙整表

企業名稱	所屬產業	實施 ICP	碳價水準	平均碳風險	風險等級
群創	電子電機業	x	-	20.98%	4
亞泥	水泥業	x	-	14.92%	3
光寶科技	電子電機業	v	240	8.89%	2
達方電子	電子電機業	x	-	8.14%	2
世界先進	電子電機業	v	1,500	6.11%	2
友達電	面板業	v	607	6.04%	2
廣達電腦	電子電機業	x	-	4.36%	1
聯華電子	電子電機業	v	1,500	4.17%	1
力成科技	電子電機業	x	-	3.44%	1
穩懋	電子電機業	x	-	3.18%	1
中油	油氣業	x	-	3.13%	1
日月光	電子電機業	v	1,500	2.49%	1
台達電	電子電機業	v	1,500	1.99%	1
和碩	電子電機業	x	-	1.67%	1
臻鼎科技	電子電機業	v	104	1.32%	1
儒鴻	紡織業	x	-	0.99%	1
仁寶電腦	電子電機業	x	-	0.97%	1
台積電	電子電機業	v	1,500	0.68%	1
南亞科技	石化業	v	1,500	0.45%	1

中鼎集團	工程服務業	v	1,500	0.09%	1
------	-------	---	-------	-------	---

資料來源：本研究。

第三節 本章小節

從迴歸分析可知，減排量和實施 ICP 與否、減排成本和減排量、節省成本和減排量、稅前淨利和節省成本具有相關性，進而推導出稅前淨利與實施 ICP 與否具有相關性。從經濟實質的角度來說，實施 ICP 可以讓企業能控管碳成本與效益，使碳成本下降與碳效益上升，在增加減排量節省成本的同時，促進減碳投資，更能為企業創造更多實質收益。

從碳風險計算中，有實施 ICP 之企業的平均碳風險會小於無實施 ICP 之企業的平均碳風險，可知實施 ICP 與否會影響企業所面臨的碳風險，以及從碳風險對節省成本和實施 ICP 與否的迴歸中，可了解到實施 ICP 與否對碳風險為負相關，且具有影響力。

從而得知，企業實施 ICP 會產生顯著的氣候績效，企業應採用 ICP 管理碳風險，以提升氣候績效、降低碳風險，確保台灣企業的氣候彈性。這也呼應了 TCFD 所建議之事項，企業面對轉型風險須以 ICP 進行治理。

第六章 結論與建議

企業推動 ICP、促進低碳轉型，已成為企業因應轉型風險的成本有效性策略，除可促進企業低碳投資轉型之外，亦是企業財務風險評估與壓力測試的重要參考。易言之，ICP 具有降低氣候風險效益，以及彌補 TCFD 財務資訊揭露不足缺口。本研究回顧了 ICP 和 TCFD 的相關文獻，同時整理參與 CDP 問卷評比之台灣企業的資料庫、企業財務報表和企業社會責任報告書之資料，並且運用 2009/29/EC 指令—碳交易指令中碳風險計算公式進行分析，並且提出附件一之《應用 ICP 評估氣候相關財務風險評估指引》，供以企業應用 ICP 量化企業低碳轉型之財務風險的參考。本章節安排為，第一節研究結論；第二節研究限制；第三節研究建議。

第一節 研究結論

一、淨零排放下的限碳壓力

為了達成淨零排放的目標，碳定價是為重要的關鍵方式，隨著世界各國碳定價的制定，全球的碳交易市場蓬勃發展，企業實施 ICP 勢在必行。也因此，包含 ICP 與 TCFD 建議在內的國際上的限碳壓力應運而生，藉以提高社會大眾的重視，將「排碳」的成本納入市場運作，建立使用者付費的運行方式與規則，並以此敦促企業作出友善地球的決策，以達成碳中和目標。世界大國與眾多具影響力的企業開始實行各種減碳、限碳措施，以期全球與各企業也做出改變，才能與世界接軌永續經營，企業須面對全新與巨大挑戰與變化(李堅明等, 2020)，以下整理出企業所面臨的限碳壓力，(1)碳定價機制、(2)碳邊境稅、(3)科學基礎目標倡議、(4)RE100、(5)氣候相關風險財務揭露。

三、運用 TCFD 進行風險管理流程整合與揭露

TCFD 為了讓企業能夠有系統且能以整合氣候風險與機會的架構，致力於擬定指引、研究衡量工具。在衡量氣候風險與機會之際，如何將氣候風險的評估與原有的風險管理流程融合是一大課題，TCFD 在 2020 年就提出了相關指引和建議，說明如何將流程進行整合與揭露，重點回應企業對

於氣候風險管理流程要獨立的誤解，在現有的管理流程，如已包含或足以衡量氣候風險，則不須獨立再進行氣候風險管理流程之設計，同時，希望企業應將管理流程適度揭露，以讓投資人得以進行決策分析。

除了將氣候相關資料以文字進行說明外，ICP 與 TCFD 建議的最終目標，是將這些成本與收入記入財務報表中進行揭露，才能據以決定企業決策與金融機構的信貸行為，以促進低碳轉型，成為企業低碳投資與碳風險控管依據。

三、ICP 之四大實行步驟

企業推動 ICP 制度，要有架構地進行制度制定，ICP 有四大實行步驟。步驟一：企業 ICP 倡議；步驟二：企業 ICP 最佳作法；步驟三：開始執行 ICP；步驟四：ICP 監督與評估。需先蒐集各種證據以支持與讓企業了解 ICP 推動的重要性與低碳轉型的未來有何幫助，且須網羅足以勝任的多元人才組成專責團隊，以建立企業對低碳轉型之定位與目標；CDP 根據 ICP 的四個維度進行最佳作法的詳細設計，蒐集大量資訊以建立一個足以刺激企業營運決策的機制，建立適當的碳價水準，減輕與氣候變遷相關的風險和機會；測試設計之 ICP 制度，進行試點計畫以利實行前之修正，並設計與應用獎勵機制，增加公司內部接受度，讓企業內部人員意識到 ICP 的存在與重要性；監控 ICP 方法的實行和評估工具影響經營決策的表現，進行定期評估，確保與目標之符合度，且不斷進行動態修正，以確保可以達到公司目標，朝低碳轉型邁進。企業必須要有對自身進行通盤了解的決心，包含，需進行對排放量、減排量、減排成本等基本資料的蒐集。

四、應用 ICP 評估氣候績效

從第五章迴歸檢定命題設定的結果可知，減排量和實施 ICP 與否、減排成本和減排量、節省成本和減排量、稅前淨利和節省成本具有相關性，因此，從而推導出稅前淨利與實施 ICP 與否是具有相關性的。從經濟實質的角度來說，實施 ICP 可以讓企業能控管碳成本與效益，使碳成本下降與碳效益上升，在增加減排量節省成本的同時，促進減碳投資，更能為企業創造更多實質收益。

從估算碳風險上，可以知道實施 ICP 之企業的平均碳風險會小於無實施 ICP 之企業的平均碳風險，進而驗證實施 ICP 與否會影響企業所面臨的碳風險大小，而從碳風險對節省成本和實施 ICP 與否的迴歸中，可得知實施 ICP 與否對碳風險呈現反向關係、具有影響力，說明了如果企業要降低碳風險、減少未來因氣候變遷或碳排等氣候因素的影響與損失，應盡早實施 ICP。從上述可歸總出以下結論：實施 ICP 以連結 TCFD 財務風險評估；實施 ICP 會影響氣候績效(包括減排量、成本節省、稅前/後淨利及碳風險等)；我國製造業企業的邊際減排成本高，所需承擔的營運風險高，此外，許多企業目前 ICP 都訂為 50 美元/噸 CO₂e，但應考量邊際減排成本實施之。

在 20 家企業樣本中，已有 11 家企業實施 ICP，其他 9 家企業則會在兩年內實施 ICP，也應證了企業對實施的急迫性和必要性。企業實施 ICP 會產生顯著的氣候績效，也進一步鼓勵企業採用 ICP 管理碳風險。因此，與 TCFD 所建議一致及確保台灣企業的氣候彈性，企業面對轉型風險須以 ICP 進行治理，才得以讓企業永續經營。

五、應用 ICP 評估氣候風險指引

本研究將參考 CDP (2017)之「企業內部碳定價指引(How to guide corporate ICP)」及 TCFD(2017)《TCFD 建議書》與 TCFD(2020)《風險管理整合與揭露指引》，提出《應用 ICP 評估氣候相關財務風險評估指引》，分成四部份：前言、評估步驟、氣候風險評估案例分析、氣候財務衝擊之會計處理案例等四部分，提供企業應用 ICP 量化企業低碳轉型之財務風險的參考。

「評估步驟」借鑑 ICP 之四大實行步驟，步驟一：提出符合 SBTi 的 GHG 減排目標；步驟二：制定內部碳價水準；步驟三：量化碳風險；步驟四：會計處理，而「氣候風險評估案例分析」和「氣候財務衝擊之會計處理案例」，以釋例方式說明應如何進行量化碳風險與會計處理。

第二節 研究限制

氣候風險分為實體風險和轉型風險，本研究僅考量碳風險中一企業目前在面臨轉型的轉型風險，此為研究限制之一。

進行迴歸分析需要有充足的樣本數，當樣本數越大，研究結果會越精確，本研究因資料數、產業特性及排除資料未完整揭露與極端數值，這些內部重要資料取得不易的考量下，目前僅使用一年(2018)資料，且只以 20 家台灣企業進行分析，此為研究限制之二。

研究限制之三，在進行碳風險估算時，因台灣電價受到政府管制，所以僅能假設沒有轉嫁成本；附加價值因企業內部資料不易蒐集，所以只能以各企業之薪資費用、利息費用、稅後淨利、所得稅費用之總和方式進行計算；而排放權成本因為台灣尚未實施碳交易機制，所以僅能先以目前台灣 GHG 減量及管理法修法的走向，設定各情境下的碳費成本。

第三節 研究建議

本研究驗證了全球淨零排放發展趨勢下，ICP 會成為企業因應轉型風險、碳風險時的成本有效工具。從研究結果可知，(1)稅前淨利與實施 ICP 與否具有相關性，實施 ICP 會影響氣候績效(包括，減排量、成本節省、稅前/後淨利及碳風險等)；(2)驗證實施 ICP 與否會影響企業所面臨的碳風險大小，企業要降低碳風險、減少未來因氣候變遷或碳排等影響與損失，應盡早實施 ICP；(3)我國企業的邊際減排成本高，所需承擔的營運風險高，此外，許多企業目前 ICP 都訂為 50 美元/噸 CO₂e，但應考量邊際減排成本實施之。據此，本研究進一步，參照《TCFD 建議書》氣候風險評估架構，研擬《應用 ICP 評估氣候風險指引》，提供企業因應轉型風險與建立氣候韌性參考。

ICP 的使用與應用是在 2017 年由 CDP(2017)提出「Internal carbon pricing for low-carbon finance」才漸漸廣為人知，至今僅短短幾年，未來將有更多企業加入採用 ICP 的行列，所以分析資料時，可以以方格資料(Panel data, 又稱追蹤資料、縱橫資料等)的方式，同時包含橫斷面(cross-section)與時間序列(time series)資料的組合方法，藉由將混合橫斷面與時間序列的經

濟現象進行估計(張紹勳, 2016), 分析各年各企業資料, 評估氣候績效的相關性。

為了面對氣候變遷、全球暖化, ICP 在近年開始盛行與被應用, 而本研究僅以台灣企業為例, 未來可以就其他國家企業之資料進行評估, 以 2019 年 CDP 問卷評比就有 57 個國家 2013 家企業參與, 考量產業特性、地理環境與國家民情等因素, 進行結果比較與分析, 在維持台灣企業之優點之外, 並學習他國企業之所長、以補台灣企業之短。



參考文獻

一、中文文獻

1. 江美艷、陳欣怡，2016。金融工具大變革－談 IFRS 9。證券暨期貨月刊，34 卷，4 期，30-44 頁。
2. 行政院主計處，2005。政府會計準則公報第 1 號。臺北：行政院主計處。
3. 李宜樺、吳佳餘、蘇怡禎，2017。財務報表綠趨勢－碳如何定價？。會計研究月刊，385 期，108-113 頁。
4. 李堅明，2018a。氣候變遷相關財務揭露 TCFD 之情境風險研究－以半導體業與通訊業為例。財團法人資誠教育基金會。
5. 李堅明，2018b。臺灣碳權交易與碳稅的未來。會計研究月刊，408 期，101-107 頁。
6. 李堅明，2020。聯合國氣候峰會登場全球限碳目標新挑戰。工商會務，118 期，14-17 頁。
7. 李堅明、洪悅容、劉家宏與楊喻閔，2020。建立台灣企業推動內部碳價制度之研究。台灣低碳社會與綠色經濟推廣協會、國立臺北大學。
8. 李淳、江文基、楊佳侑、李宜靜與許裕佳，2018。全球貿易與投資結構改變對我國之影響及政策意涵探討：以美、歐、中國大陸及東協為例。經濟部國際貿易局、外交部。PR2005A2。中華經濟研究院。
9. 林孝哲，2019。試析進口邊境調整措施與 WTO 協定之和致性－以「美國機會碳費法案」草案為例。經貿法訊，237 期，9-20 頁。
10. 林昱齊，2013。碳交易會計處理之研究。碩士論文，國立臺灣大學。
11. 林嬋娟、鄭如孜與陳瑋光，2004。政事型特種基金之預算及績效管考制度研究。行政院主計處。RES-93-04。台灣大學會計學系。
12. 林蕙真，2019。中級會計學新論－上冊。臺北：証業。
13. 倪茂庭、趙家緯，2020。拉起碳價防線，因應氣候貿易戰－初探歐盟碳關稅對臺灣的影響。新社會政策，67 期，57-63 頁。
14. 張紹勳，2016。Panel-data 迴歸模型：Stata 在廣義時間序列的應用。臺灣：五南。

15. 張鈞凱，2017。企業因應碳風險之碳避險會計研究—以碳權期貨交易為例。碩士論文，國立臺北大學。
16. 張銘城，2018。對外碳揭露工具—碳揭露專案(CDP)介紹。台灣綠色生產力基金會。
17. 許晃雄、林李耀、陳永明、郭士筠、朱吟晨、童裕翔與邱雅暄，2017。臺灣氣候的過去與未來《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》重點摘錄。科技部自然科學及永續研究發展司、國家災害防救科技中心。
18. 郭重言、林立青、藍文浩、莊文傑與李俊穎，2016。臺灣海域海平面上升之加速特性研究。交通部運輸研究所。105-H3DB003a。港研中心、國立成功大學。
19. 陳梅英、崔洲英、莊倉江、李錫東與蔡惠娟，2014。探討特種基金定位、分類、預算型態與財務資訊之表達。主計月刊，705 期，66-70 頁。
20. 黃正忠、林泉興與狄佳瑩，2019。循環經濟趨勢下的未來會計。會計研究月刊，409 期，56-62 頁。
21. 黃金澤，2008。IFRS 專題討論：國際會計準則 IAS39 及 IAS32。資誠會計師事務所。
22. 經濟部，2020。能源轉型白皮書。臺北：經濟部。
23. 廖君美，2013。企業風險管理與資訊安全機制設計。財金資訊季刊，75 期，27-31 頁。
24. 鄭伊廷，2020。簡介歐盟碳邊境稅調整機制。經貿法訊，268 期，1-5 頁。
25. 蕭代基、溫麗琪與申永順，2009。碳排放交易機制建置之研究。行政院經濟建設委員會。97122603。中華經濟研究院。
26. 羅友聰，2018。推動政府整合風險管理與內部控制之規劃與展望。政府審計季刊，38 卷，3 期，86-96 頁。

二、英文文獻

1. Addicott, Ethan, Alhasan Badahdah, Luke Elder, and Weiliang Tan. (2019). Internal Carbon Pricing—Policy Framework and Case Studies. *Yale School of Forestry and Environmental Studies*.

2. Arabella Advisors. (2018). The Global Fossil Fuel Divestment and Clean Energy Investment Movement 2018 Report.
3. Apple. (2021a). Environmental Progress Report 2020. 9-10.
4. Apple. (2021b). People and Environment in Our Supply Chain-2021 Annual Progress Report. 7.
5. Paris Agreement. (2015). Paris Agreement. In *Report of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (21st Session, 2015: Paris)*. Retrived December (Vol. 4, p. 2017).
6. Babiker, Mustafa H. (2005). Climate change policy, market structure, and carbon leakage. *Journal of International Economics*, 65(2), 421-445.
7. Campbell, Colin John. (2005). *Oil crisis*. Brentwood: Multi-Science Publishing.
8. CDP. (2017). Internal carbon pricing for low-carbon finance. London: Generation Foundation and Navigant.
9. CDP. (2019a). CDP Supply Chain: Changing the Chain. London: CDP Worldwide.
10. CDP. (2019b). Internal carbon pricing for low-carbon finance 2019. London: Generation Foundation and Navigant.
11. CDP. (2021). Putting a price on carbon - The state of internal carbon pricing by corporates globally. London: CDP Worldwide.
12. CDSB, and SASB. (2019). TCFD Implementation Guide.
13. CISL. (2019). Sailing from different harbours: G20 approaches to implementing the recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. UK: the Cambridge Institute for Sustainability Leadership.
14. COSO. (2017). Enterprise risk management: Integrating with strategy and performance — Executive summary. Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission.
15. Dechezleprêtre, Antoine, and Misato Sato. (2017). The impacts of environmental regulations on competitiveness. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(2), 183-206.

16. Deffeyes, Kenneth S. (2008). *Hubbert's peak: The impending world oil shortage (New ed.)*. NJ: Princeton University Press.
17. Eccles, Robert G, and Michael P. Krzus. (2017). An Analysis of Oil & Gas Company Disclosures from the Perspective of the Task Force on Climate-Related Financial Disclosures.
18. Edwards, Ian, Kiri Yapp, Sam Mackay, and Brendan Mackey. (2020). Climate-related financial disclosures in the public sector. *Nature Climate Change*, 10, 588–591.
19. Ellis, Jane, Daniel Nachtigall, and Frank Venmans. (2020). Carbon pricing and competitiveness: are they at odds?. *Climate Policy*.
20. European Union. (2009). Directive 2009/29/EC. *Journal of the European Union*.
21. Gajjar, Chirag. (2018). Internal Carbon Pricing Primer Case Studies – Companies Using Internal Carbon Pricing to Reduce Risks and Address Climate Change. India: WRI India.
22. Görgena, Maximilian, Andrea Jacobb, Martin Nerlingerc, Ryan Riordand, Martin Rohledere, and Marco Wilkensf. (2018). Carbon Risk. *University of Augsburg, and Queen's University*.
23. Government of Japan Climate Change Policy Division. (2020). *Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 2nd edition*. Tokyo: Government of Japan Climate Change Policy Division.
24. Government of Japan Climate Change Policy Division. (2021). *Practical guide for Scenario Analysis in line with the TCFD recommendations 3rd edition*. Tokyo: Government of Japan Climate Change Policy Division.
25. GSIA. (2019). Sustainable Investor Poll on TCFD Implementation.
26. Hafstead, Marc. (2019). Projected CO₂ Emissions Reductions under the American Opportunity Carbon Fee Act of 2019. *Resources for the Future Issue Brief*, 19, 2.
27. Hague, Ian P. N. (2004). IAS 39: Underlying principles. *Accounting in Europe*, 1(1), 21-26.

28. Hoffmann, Volker H, and Timo Busch. (2008). Corporate carbon performance indicators: Carbon intensity, dependency, exposure, and risk. *Journal of Industrial Ecology*, 12(4), 505-520.
29. Masson-Delmotte, Valérie, Panmao Zhai, Hans-Otto Pörtner, Debra Roberts, Jim Skea, Priyadarshi R. Shukla, ..., and Tim Waterfield. (2019). Global warming of 1.5°C.
30. Lin, Sheng-Chung, Chien-Ming Lee, Yue-Rong Hong, and Chin-Kai Chang. (2020). Climate Risk Assessment and Response in the Semiconductor Industry: Application of TCFD and Hedge Accounting Methods. *Journal of Business Administration*, 45(2), 1-27.
31. Matsumura, Ella Mae, Rachna Prakash and Sandra C. Vera-Muñoz. (2014). Firm-value effects of carbon emissions and carbon disclosures. *The accounting review*, 89(2), 695-724.
32. Meier, Phillip. (2018). What drives internal carbon pricing as a climate risk management tool?. Doctoral dissertation, Economics from Nova – School of Business and Economics.
33. Monasterolo, Irene. (2020). Climate Change and the Financial System. *Annual Review of Resource Economics*, 12(1).
34. RE100. (2020). Discussion Paper on Business Leadership in the Transition to Renewable Electricity. 24-25.
35. Robins, Nick, Andy Gouldson, William Irwin, and Andrew Sudmant. (2019). Investing in a just transition in the UK: How investors can integrate social impact and place-based financing into climate strategies. *Lse. Ac. Uk.*.
36. Sridharan, Visvesh. (2018). Bridging the Disclosure Gap: Investor Perspectives on Environmental, Social & Governance (ESG) Disclosures.
37. TCFD. (2017a). Recommendations of the Task Force on Climate-Related Financial.
38. TCFD. (2017b). The Use of Scenario Analysis in Disclosure of Climate Related Risks and Opportunities. 12-20.
39. TCFD. (2019). Second status report: Task Force on Climate-related Financial Disclosures.

40. TCFD. (2020a). Task Force on Climate-related Financial Disclosures: Guidance on Risk Management Integration and Disclosure.
41. TCFD. (2020b). Task Force on Climate-related Financial Disclosures: Guidance on Scenario Analysis for Non-Financial Companies.
42. TCFD. (2020c). Task Force on Climate-related Financial Disclosures: 2020 Status Report.
43. The Climate Group. (2019). Going 100% renewable: 2019 RE100 Progress and Insights Annual Report.
44. Van den Bergh, Jeroen C. J. M, Arild Angelsen, Andrea Baranzini, W. J. W. Botzen, Stefano Carattini, Stefan Drews, ..., and Robert C. Schmidt. (2020). A dual-track transition to global carbon pricing. *Climate Policy*, 20(9), 1057-1069.
45. Wallingford, H. R. (2012). The UK climate change risk assessment 2012 evidence report. *Project deliverable number D*, 4(1).
46. Wallingford, H.R. (2017). UK Climate Change Risk Assessment 2017. UK: AMEC Environment & Infrastructure UK.
47. WBCSD. (2019). Carbon Pricing – WBCSD policy paper 2019. Switzerland: WBCSD.
48. World Bank Group. (2019). State and Trends of Carbon Pricing 2019. Washington, DC: World Bank.
49. World Bank. (2020). State and Trends of Carbon Pricing 2020. Washington, DC: World Bank.

三、網頁資料

1. 林建佑，2019。從 RE100 看我國再生能源發展。科技政策研究與資訊中心。取自 <https://portal.stpi.narl.org.tw/index/article/10563>。
2. 殷英洳、蔡宗顯，2021。109 年我國出進口貿易概況。財政部。取自 <http://service.mof.gov.tw/public/Data/statistic/bulletin/110/109%E5%B9%B4%E6%88%91%E5%9C%8B%E5%87%BA%E9%80%B2%E5%8F%A3%E8%B2%BF%E6%98%93%E6%A6%82%E6%B3%81.pdf>。

3. Aylor, Ben, Marc Gilbert, Nikolaus Lang, Michael McAdoo, Johan Öberg, Cornelius Pieper, Bas Sudmeijer, and Nicole Voigt. (2020). How an EU Carbon Border Tax Could Jolt World Trade. *BCG Analysis*. From <https://www.bcg.com/en-kr/publications/2020/how-an-eu-carbon-border-tax-could-jolt-world-trade>
4. CDP. (2020). Search and view past CDP responses. From <https://reurl.cc/1YOzDV>
5. Climate Action 100+. (2020). Climate Action 100+ 2019 Progress Report. From <http://www.climateaction100.org/>
6. European Commission. (2019). The European Green Deal. From https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
7. European Commission. (2020). Carbon Border Adjustment Mechanism: Proposal for a Directive. From https://ec.europa.eu/info/law/law-making-process/adopting-eu-law_en
8. European Parliament. (2020). European Parliament resolution of 15 January 2020 on the European Green Deal. From https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-9-2020-0005_EN.html?fbclid=IwAR2gd13Vi8FGmGCBKCB5fPQyHLh743zNLyB2QXzo6J-Whpxb6GURPuvwk3c
9. SBT. (2020). Meet the companies already setting their emissions reduction targets in line with climate science. From <https://sciencebasedtargets.org/companies-taking-action/>
10. TCFD. (2020d). TCFD Supporters. From <https://www.fsb-tcfd.org/tcfd-supporters/>

四、資料庫資料

1. CDP. (2019c). CC 2019 - Investor public only.

附件一

《應用 ICP 評估氣候風險指引》

壹、前言

「氣候變遷相關財務揭露工作小組」(Task Force on Climate Related Financial Disclosure, TCFD)自 2017 年提出《氣候相關財務揭露建議書》(Recommendations of the Task Force on Climate-Related Financial, TCFD 建議書)以來，歷經近 3 年的檢視報告，發現，企業財務資訊揭露仍顯不足 (TCFD, 2019)，因此，在 2020 年提出《風險管理整合與揭露指引》(Guidance on Risk Management Integration and Disclosure)及《非金融公司之情境分析指引》(Guidance on Scenario Analysis for Non-Financial Companies)，提供各界參考與遵行。全球淨零排放 (net zero emission) 發展已成為企業最重要的轉型風險(transition risk)，企業推動內部碳定價 (Internal Carbon Pricing, ICP)，可以促進低碳轉型，已成為企業因應轉型風險的成本有效性 (cost effectiveness) 策略。此外，透過 ICP，可以量化企業碳成本負擔，以及財務衝擊，從而，成為企業揭露氣候相關財務風險的重要工具之一。

我國是出口導向及全球重要供應鏈，因此，屬於高度氣候脆弱國家，企業具有高度氣候曝險。爰此，本研究將參考 CDP(2017)之「企業內部碳定價指引(How to guide corporate ICP)」及 TCFD(2017)《TCFD 建議書》與 TCFD(2020)《風險管理整合與揭露指引》，提出《應用 ICP 評估氣候相關財務風險評估指引》(以下簡稱《本指引》)，提供企業應用 ICP 量化企業低碳轉型之財務風險的參考。《本指引》之內容分成：前言、評估步驟、案例說明等四部分。

貳、評估步驟

《本指引》建構企業氣候相關財務風險評估步驟，依序是界定氣候風險評估，如下：

一、步驟一：提出符合 SBTi 的溫室氣體減排目標

參照《TCFD 建議書》，溫室氣體(Greenhouse Gas, GHG)減排績效是重要的氣候風險管理與機會創造的重要衡量指標 (metric)，亦是量化氣候相

關財務風險的基礎。因此，企業應進行 GHG 排查(包括直接排放與間接排放)，以及提出符合 SBTi (Science-Based Targets initiative) 認可的 GHG 減量目標。

二、步驟二：制定內部碳價水準

參照 CDP(2017)之「企業內部碳定價指引(How to guide corporate ICP)」分類與定義，ICP 常見的型態包括：影子價格及內部碳費等兩種型態，並分別以損害成本法 (damage cost approach) 及減排成本法 (mitigation cost approach) (或隱含價格法 (implicit price approach)) 等衡量之。相關經濟意義說明如下：

(一) 影子價格

影子價格係指企業排放一單位 GHG 對社會與環境造成之有形 (tangible) 及無形 (intangible) 的損害，例如暴雨或洪水對建築物、基礎建設及森林的損害，一般文獻稱為碳排放的社會成本 (social cost of carbon, SCC)。採用影子價格法，表示企業從全球暖化衝擊，衡量自身 GHG 排放的成本。

由於損害成本的衡量涉及評估方法、折現率、氣候情境等因子，衡量結果差異很大。因此，應參考較權威的國際組織的推估值，例如，聯合國跨政府間氣候變遷專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 或世界資源研究院(World Resource Institute, WRI)的推估數據。

實際操作上，企業可參考國際著名機構 (例如 IPCC、WRI、World Bank 等)設定的影子價格或 SCC，據此，將碳成本納入營運與投資計畫的衡量依據，可對企業產生實質的低碳投資評估。然而，影子價格為虛擬碳價，碳成本並沒有實質金流發生，執行容易，也不影響會計帳表，因此，較受企業歡迎。

(二) 內部碳費

內部碳費或隱含價格，係指企業直接對相關活動的碳排放，收取費用，因此，會計入部門的利潤與損益，提升企業認知氣候變遷對企業經營的影響。從而，可促進企業本身與價值鏈減量措施的推動。此外，也可促進員工減量誘因。

在實務面上，企業如果設定一個科學化的減量目標，例如經過 SBTi 認證，可據此計算平均減排成本 (average abatement cost)，並設定為企業內部碳價水準。例如企業 SBTi 為 2030 年需要減排 100,000 噸 CO₂e，透過各項投資計畫，合計需要投資 100,000,000 元，達到減排 100,000 萬噸，則平均減排成本為 1,000 元(約 35 美元/噸 CO₂e)，則 35 美元/噸 CO₂e 即是企業訂定內部碳價水準的參考值。

三、步驟三：量化碳風險

參考歐盟 2009 年碳交易指令(Emissions Trading Directive, 2009) (2009/29/EC 指令)第十條第一款建立的碳風險 (Carbon Risk) 計算公式 (Lin et al., 2020)，如式(A-1)所示：

$$R = \frac{C + P + E}{VA} \dots \dots \dots (式 A - 1)$$

R 為碳風險；C 為減排成本 (abatement cost)；P 為排放權成本 (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% 碳排放免費額度；而企業碳風險值低於 30%，表示為低度碳洩漏曝險企業。

四、步驟四：會計處理

企業 ICP 制度設計，如圖 1 所示，包括氣候基金 (climate fund) 與碳交易(carbon trading) 兩種型態 (CDP, 2017)，簡述如下：

1. 制定企業內部碳交易：核配碳排放預算(或總量)，透過部門碳交易，收入可成為企業氣候基金(climate fund)。
2. 成立氣候基金：氣候基金可作為低碳投資，抑或獎勵員工的減碳績效。

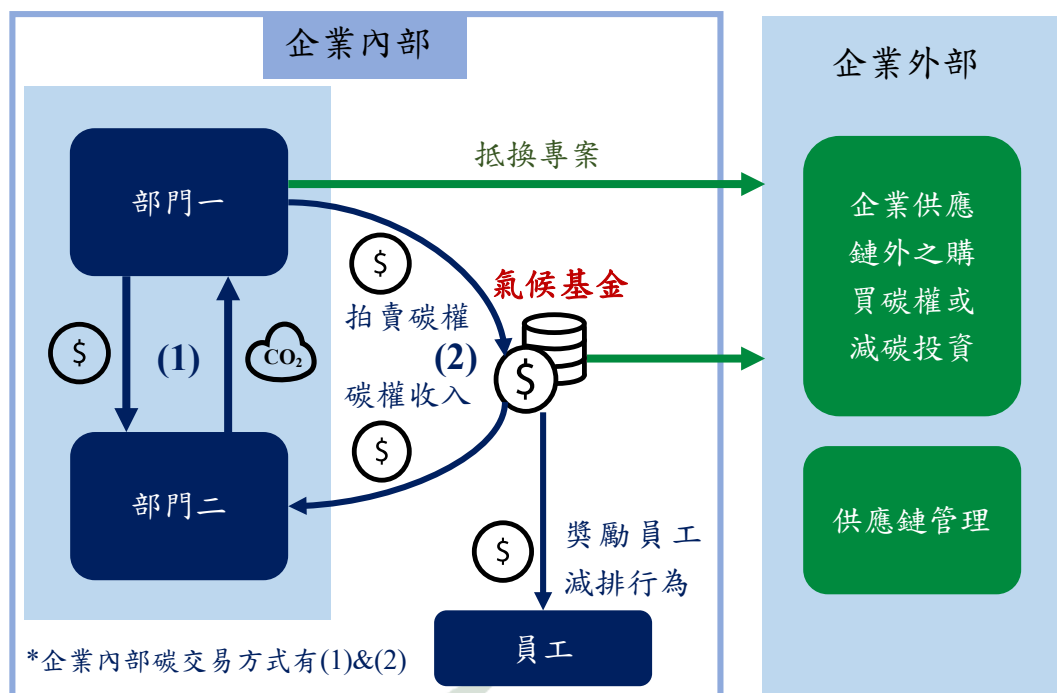


圖 A-1 企業內部碳定價作法

資料來源：本研究繪製，CDP(2017), How to guide corporate ICP.

上述活動，涉及的會計處理原則說明如下：

(一) 氣候基金會計處理

以下將說明氣候基金的會計屬性，及員工獎勵的會計處理原則：

1. 氣候基金

根據預算法第4條第2款與政府會計準則公報第1號之規定，依循預算程序，設置各類特種基金專款專用，以處理相關業務。而政府特種基金在內部（政府）運作時，係為一個獨立的財會個體，除營業基金與信託基金外，為非營業性質，通稱為非營業特種基金（陳梅英等，2014）。

自2003年起，政務基金中「特別收入基金」須將長期資產與負債另立他帳進行管理，具有特定收入來源，以作特殊用途之支出，以達成或支付特定目的或業務（林嬋娟等，2004），此概念與氣候基金之概念相似，故以特別收入基金之會計處理方式作為氣候基金之參考處理。有關氣候基金的會計分錄處理如表A-1所示：

表 A-1 氣候基金之一般會計處理

借/貸方	分錄
借	X X 基金
貸	現金
借	投資/資產科目
貸	X X 基金

資料來源：本研究整理，行政院主計處(2005)，政府會計準則公報第 1 號。

(1) 員工獎勵

根據 IASC 發布的員工分紅根據 IASC 發布之 IAS19，在認列上是以費用化的方式進行處理；而股份基礎給付制是適用 IASB 所發布的 IFRS。以下將簡述三種員工獎勵模式的會計分錄處理方式：

A. 員工分紅

即以現金獎勵方式獎勵員工，一般企業訂有員工分紅辦法，支付紅利視為額外的薪資，所以在薪資作為計算紅利之基礎下，應將員工紅利費用化。會計處理如下表 A-2 所示：

表 A-2 員工分紅之一般會計處理

借/貸方	分錄
年底尚未支付，但隔年必須支付時之調整分錄，	
借	員工紅利費用
貸	應付紅利
支付紅利時之分錄，	
借	應付紅利
貸	現金

資料來源：本研究整理，林蕙真(2017)，中級會計學新論—上冊。

B. 以庫藏股股票轉讓予員工

即員工認股計畫，將庫藏股股票從市場買回，在買回時，以當時買回之價格進行認列，所以以當時價格進行紀錄。會計處理如下表 A-3 所示：

表 A-3 員工認股計畫之一般會計處理

借/貸方	分錄
公司當年度確定發放之認股權，	
借	薪資費用

貸	資本公積－員工認股權
員工行使認股權時，	
借	資本公積－員工認股權
貸	庫藏股票（資本公積－庫藏股交易）
員工認股權一般都會有期限，如果員工沒有全數行使的話，	
借	資本公積－員工認股權
貸	資本公積－已失效認股權

資料來源：本研究整理，林蕙真(2017)，中級會計學新論－上冊。

C. 以股利轉讓予員工

即股份基礎給付制，由企業決定所給予之權益商品之價值，屬於權益交割之股份基礎交易會計處理。會計處理如下表 A-4 所示：

表 A-4 股份基礎給付制之一般會計處理

借/貸方	分錄
公司當年度確定發放之認股權，	
借	薪資費用
貸	資本公積－員工認股權/股份基礎給付
員工行使認股權時，	
借	現金（資本公積－員工認股權/股份基礎給付）（保留盈餘）
貸	普通股股本（資本公積－股票溢價）
員工認股權一般都會有期限，如果員工沒有全數行使，	
借	資本公積－員工認股權/股份基礎給付
貸	資本公積－已失效認股權

資料來源：本研究整理，林蕙真(2017)，中級會計學新論－上冊。

（二） 碳權交易

風險管理整合的目標，是為將氣候相關風險在決策時進行分辨與考量，並將其揭露，而碳風險也漸成為可能左右企業經營與投資決策的風險因子。面對碳的外部成本內部化，應如何進行碳交易的會計處理？目前，在 IASB 和 FASB 制定出統一而廣泛適用的碳交易準則之前，相關會計處理目前皆回歸各國規定或相關會計準則公報處理(黃正忠等，2019)，以下將參照會計準則與文獻，分析企業透過碳權交易方式進行避險的會計處理原則。

1. 資產

根據 IAS38 規定之無形資產係指因過去事項而由企業所控制，且其產生之未來經濟效益預期將流入企業，為一「無實體形式之可辨認非貨幣性資產」。而碳權為有價之無形產品，在設定的排放限額下進行碳權交易，企業透過減碳將碳權出售，反之，如排碳超過排放限額則需要購買碳權，因過去所發生之事項而由企業控制著；價格則會因各國期況不同而有所落差，但會對企業產生未來現金流入。從前述可知，碳權是符合 IAS38 所定義的無形資產，可就 IAS38 規定進行認列、衡量、攤銷和減損(林昱齊，2013；李宜樺等，2017)。

2. 負債

根據國際會計準則第 37 號(IAS37)規定之負債準備係指不確定時點或金額之負債，當企業因過去事項而產生之現時義務，很有可能造成企業經濟效益之流出，且金額能可靠估計時，應認列負債準備。在總量管制與交易機制下，當企業進行排放行為時，遵循期間結束後，需購買配額或減排，此為企業之現時義務，且會使企業產生經濟效益之資源流出；而企業在遵循期間結束後，需繳納配額，所以有確定時點，然，碳價會因市場而有波動，所以其負債金額不確定但能可靠估計。故可知，碳權是符合 IAS37 所定義的負債準備，可就 IAS37 規定進行認列、衡量和清償(林昱齊，2013；李宜樺等，2017)。

3. 政府補助

根據國際會計準則第 20 號(IAS20)規定之政府補助係指企業遵循政府補助所附加的條件，即可獲得該項補助。根據國際上政府核配之碳權(排放配額)基本上為免費取得，而排放行為與企業營業活動相關。故，碳權屬於非貨幣性、透過政府補助而取得之無形資產，可根據 IAS20 所規定進行認列、衡量和減損(林昱齊，2013)。

4. 避險

台灣在 2018 年起由金管會宣布，IFRS9 正式取代 IAS39。

A. IAS39

IAS39 將避險定義為企業簽訂某項合約，以規避所持有資產、負債或表外項目在未來公允價值或現金流量發生變動時產生的風險，根據其避險關係分成三種類型，分別為：公允價值避險、現金流量避險、國外營運機

構淨投資之避險(Hague, 2004；黃金澤，2008；張鈞凱，2017)。根據 IAS39 規定，得被指定為避險工具的項目包括「透過損益按公允價值衡量之衍生工具」、「透過損益按公允價值衡量之非衍生金融資產或金融負債」以及「對於外幣風險之避險、非衍生金融資產或非衍生金融負債之外風險組成部分」。

然而，因 IAS39 所訂定的避險會計適用標準極其嚴苛，在實務上採行之企業屈指可數，反而使得財務報表揭露之結果與企業實際避險效果相距甚遠，因此，IASB 從 2008 年便致力於修正 IAS39 (江美艷、陳欣怡，2016)。

B. IFRS9

IASB 在 2014 年完成並公布 IFRS9，臺灣於宣布 2018 年啟用 IFRS9，其中，對於避險會計的多處修改，大幅放寬適用避險會計的限制條件，主要對三大方向修正：刪除避險有效性之明顯界線測試、選擇權時間價值作為避險成本處理，以及放寬群組避險適用條件，IFRS9 要求多採用公允價值進行衡量與未來合理預期，企業需對整體營運策略重新規劃，以期能將避險資訊更忠實表述於財務報表中(江美艷、陳欣怡，2016)。

參、氣候風險評估案例分析

依據式(A-1)的碳風險公式，減排成本蒐集自 CDP(2019c)20 家企業申報資料；碳權成本則以國內擬開徵的碳費為計算基礎，並假設三種情境，分別為 100 元新台幣/噸 CO₂e、500 元新台幣/噸 CO₂e、1,000 元新台幣/噸 CO₂e，計算碳費成本，再取其平均值，作為計算依據；在電價上漲因子上，由於國內電價受政府管控，無法反映碳成本，本文假設為零。

本研究為界定我國企業面臨的碳風險程度，進一步參考歐盟(2009)排放交易指令之碳風險計算公式及高碳洩漏界定。歐盟依據式(A-1)界定碳風險值 (R) 5%以上，即具有碳洩漏風險；碳風險值高於 30%以上，稱為高碳洩漏風險。爰此，本研究界定 5 種碳風險等級，分別為高(第 5 級)($R \geq 30\%$)、中高(第 4 級)($20\% \leq R < 30\%$)、中(第 3 級)($10\% \leq R < 20\%$)、中低(第 2 級)($5\% \leq R < 10\%$)及低(第 1 級)($R < 5\%$)，詳見表 A-5。

本研究彙整 20 家企業的碳風險值程度，詳如表 A-6 所示。由表 A-6 可知，我國 20 家企業的風險等級大多落在第 1 及第 2 級。若交叉比對是

否實施 ICP，則風險最高兩家（群創與亞泥）並沒有實施 ICP，顯示，ICP 的確可能是企業高風險原因之一，至於就已實施 ICP 的企業的碳價水準高低而言，則相對上，可以發現，碳價水準較高企業，碳風險等級較低。

表 A-5 碳風險等級界定

風險程度	風險值(R)門檻	風險等級
高	$R \geq 30\%$	5
中高	$20\% \leq R < 30\%$	4
中	$10\% \leq R < 20\%$	3
中低	$5\% \leq R < 10\%$	2
低	$R < 5\%$	1

資料來源：本研究。

表 A-6 企業碳風險(2018)分級彙整表

企業名稱	所屬產業	實施 ICP	碳價水準	平均碳風險	風險等級
群創	電子電機業	x	-	20.98%	4
亞泥	水泥業	x	-	14.92%	3
光寶科技	電子電機業	v	240	8.89%	2
達方電子	電子電機業	x	-	8.14%	2
世界先進	電子電機業	v	1,500	6.11%	2
友達電	面板業	v	607	6.04%	2
廣達電腦	電子電機業	x	-	4.36%	1
聯華電子	電子電機業	v	1,500	4.17%	1
力成科技	電子電機業	x	-	3.44%	1
穩懋	電子電機業	x	-	3.18%	1
中油	油氣業	x	-	3.13%	1
日月光	電子電機業	v	1,500	2.49%	1
台達電	電子電機業	v	1,500	1.99%	1
和碩	電子電機業	x	-	1.67%	1
臻鼎科技	電子電機業	v	104	1.32%	1
儒鴻	紡織業	x	-	0.99%	1
仁寶電腦	電子電機業	x	-	0.97%	1
台積電	電子電機業	v	1,500	0.68%	1
南亞科技	石化業	v	1,500	0.45%	1
中鼎集團	工程服務業	v	1,500	0.09%	1

資料來源：本研究。

肆、氣候財務衝擊之會計處理案例

本研究參酌張鈞凱(2017) 與 Lin et al. (2020) 應用避險會計分析碳權期貨交易進行避險之會計處理方法，並參酌基金和員工獎勵的處理進行修改與擴寫。假設甲公司收到環保署免費核配的核配額度 25,000 公噸，公司僅有 A 和 B 兩個部門，並預期將被納入碳排放總量與交易制度，收到環保署免費核配的核配額度 25,000 公噸，A 部門為 12,500 公噸，而 B 部門為 12,500 公噸，此釋例設定甲公司 GHG 排放量小於環保署之核配量，並將氣候基金的收入之 50%進行投資，內部碳權交易之情境設定見表 A-7；且甲公司為規避碳價波動開始進行現金流量避險，並分別討論有無簽訂碳權期貨合約之情況，試分析兩種情況下之會計分錄處理，對資產負債表和綜合損益表的認列影響，碳權交易之情境設定見表 A-8。

根據表 A-7 之內部碳權交易情境設定，分別認列年初(1/1)和年底(12/31)的會計分錄(詳如表 A-8)。

表 A-7 內部碳權交易之情境設定

日期	A 部門	B 部門
x 年 1 月 1 日	A 部門分配到的核配額度為 12,500 公噸，期初核配額度的公允價值為每公噸 100 元。	B 部門分配到的核配額度為 12,500 公噸，期初核配額度的公允價值為每公噸 100 元。
x 年 12 月 31 日	A 部門累積排放 15,000 公噸 CO ₂ ，A 部門向氣候基金購買 2,500 公噸，以補上多排放之 CO ₂ 額度。	B 部門累積排放 7,500 公噸 CO ₂ ，B 部門賣掉多餘的 5,000 公噸給氣候基金。
	無。	因 B 部門減少 CO ₂ 排放量，甲公司發放員工分紅將氣候基金收入之 50%予 B 部門。

資料來源：本研究。

表 A-8 氣候基金之會計處理

A 和 B 部門額度交易	員工分紅予 B 部門	進行減碳投資
X 年 1 月 1 日		
不作分錄		
X 年 12 月 31 日		
借：現金 250,000		

貸：氣候基金 250,000 借：氣候基金 500,000 貸：現金 500,000		
	借：員工紅利費用 112,500 貸：應付紅利 112,500	
		借：減碳投資(長期)112,500 貸：氣候基金 112,500
支付紅利時		
	借：應付紅利 112,500 貸：氣候基金 112,500	

資料來源：本研究。

根據表 A-9 之碳權交易情境設定，分別認列年初(1/1)、年中(6/30)和年底(12/31)的會計分錄(詳如表 A-10 及表 A-11)。由此可知，有簽訂碳權期貨合約的情境中，排放權購買利益為 187,500 元，而無簽訂碳權期貨合約的情境中，排放權購買利益為 0 元，兩者相差 187,500 元。甲公司進行碳權經營(簽訂期貨合約)的避險價值約 187,500 元，因此，若以甲公司減少排放 2,500 公噸進行計算，碳權經營的避險價值為 75 元/噸 CO₂。配合碳交易制度的排放權核配額需於年底繳回相等排放量的規定，表 A-12 及表 A-13 則說明甲公司 x 年 12 月 31 日的資產負債表及綜合損益表之變動和比較。

表 A-9 碳權交易之情境設定

日期	有簽定碳權期貨合約	無簽定碳權期貨合約
x 年 1 月 1 日	甲公司為環保署實施總量管制交易制度下的納管廠商，免費核配的核配額度 25,000 公噸，期初核配額度的公允價值為每公噸 100 元。	甲公司為環保署實施總量管制交易制度下的納管廠商，免費核配的核配額度 25,000 公噸，期初核配額度的公允價值為每公噸 100 元。
x 年 6 月 30 日	甲公司累積排放 11,250 公噸 CO ₂ ，此時核配額度的公允價值下跌至每公噸 75 元，甲公司預期核配額度的公允價值會持續下跌，因此於 x 年 6 月 30 日簽訂 25 口(每口含 100 噸核配額度)半年期賣出部位的碳權期貨合約，履約價格為每公噸 75 元，原始保證金為期貨金額之 10%，採實物交割。	甲公司累積排放 11,250 公噸 CO ₂ ，此時核配額度的公允價值下跌至每公噸 75 元。

x 年 12 月 31 日	甲公司累積排放 22,500 公噸 CO ₂ ，此時核配額度的公允價值下跌至每公噸 65 元，甲公司於同日結算碳權期貨合約，並以每公噸 75 元的履約價格賣出 2,500 噸核配額度。	甲公司累積排放 22,500 公噸 CO ₂ ，此時核配額度的公允價值下跌至每公噸 65 元。
---------------	---	--

資料來源：本研究。

表 A-10 甲公司有簽定碳權期貨合約會計分錄

被避險項目－核配額度	避險工具－期貨合約
X 年 1 月 1 日 取得核配額度	
借：排放權-政府補助 2,500,000 貸：遞延政府補助利益 2,500,000	
X 年 6 月 30 日 公允價值變動	
借：排放權評價損失 625,000 貸：排放權- 政府補助 625,000	
X 年 6 月 30 日 實際發生排放	
借：遞延政府補助利益 1,125,000 貸：政府補助利益 1,125,000 借：排放費用 843,750 貸：提交義務負債 843,750	
X 年 6 月 30 日 簽訂期貨合約	
	不作分錄
X 年 6 月 30 日 繳交原始保證金	
	借：期貨保證金 18,750 貸：現金 18,750
X 年 12 月 31 日 公允價值變動	
借：排放權評價損失 250,000 貸：排放權-政府補助 250,000	
X 年 12 月 31 日 實際發生排放	
借：遞延政府補助利益 1,125,000 貸：政府補助利益 1,125,000 借：排放費用 618,750 貸：提交義務負債 618,750	
X 年 12 月 31 日 期貨合約價值變動	
	借：避險性金融資產 25,000 貸：金融資產評價利益 25,000
X 年 12 月 31 日 退回原始保證金	

	借：現金 18,750 貸：期貨保證金 18,750
X 年 12 月 31 日 出售核配額度	
	借：現金 187,500 貸：排放權-政府補助 162,500 避險性金融資產 25,000
X 年 12 月 31 日 繳還核配額度	
借：提交義務負債 1,212,500 遞延政府補助利益 250,000 貸：排放權-政府補助 1,462,500	

資料來源：本研究。

表 A-11 甲公司無簽定碳權期貨合約會計分錄

被避險項目－核配額度	避險工具－期貨合約
X 年 1 月 1 日 取得核配額度	
借：排放權-政府補助 2,500,000 貸：遞延政府補助利益 2,500,000	
X 年 6 月 30 日 公允價值變動	
借：排放權評價損失 625,000 貸：排放權-政府補助 625,000	
X 年 6 月 30 日 實際發生排放	
借：遞延政府補助利益 1,125,000 貸：政府補助利益 1,125,000 借：排放費用 843,750 貸：提交義務負債 843,750	
X 年 12 月 31 日 公允價值變動	
借：排放權評價損失 250,000 貸：排放權-政府補助 250,000	
X 年 12 月 31 日 實際發生排放	
借：遞延政府補助利益 1,125,000 貸：政府補助利益 1,125,000 借：排放費用 618,750 貸：提交義務負債 618,750	
X 年 12 月 31 日 繳還核配額度	
借：提交義務負債 1,375,000 遞延政府補助利益 250,000 貸：排放權-政府補助 1,625,000	

資料來源：本研究。

表 A-12 甲公司資產負債表比較(X 年 12 月 31 日)

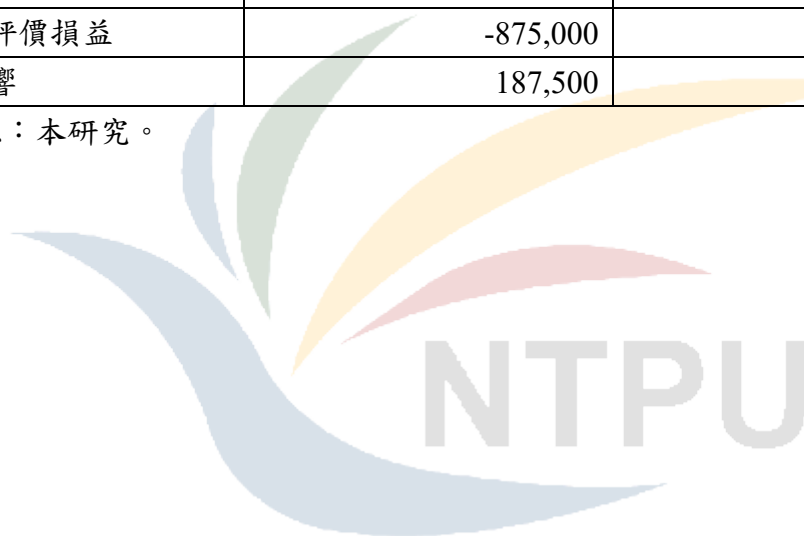
科目	有簽訂碳權期貨合約	沒有簽訂碳權期貨合約
現金變動	187,500	0
資產影響	187,500	0

資料來源：本研究。

表 A-13 甲公司綜合損益表比較(X 年 12 月 31 日)

科目	有簽訂碳權期貨合約	沒有簽訂碳權期貨合約
政府補助利益	2,500,000	2,500,000
金融資產評價利益	25,000	-
排放費用	-1,462,500	-1,462,500
排放權評價損益	-875,000	-875,000
淨利影響	187,500	162,500

資料來源：本研究。



著作權聲明

論文題目：內部碳定價之氣候風險效益評估－以台灣企業為例

論文頁數：124

系所組別：自然資源與環境管理研究所

研究生：楊喻閔

指導教授：李堅明 教授

畢業年月：民國 110 年 6 月

本論文著作權為楊喻閔所有，並受中華民國著作權法保護。

