

環境管理規劃類

國際製造業實質碳價之探討

林科宏*、賴俊甫**

摘 要

各國透過實施「碳定價 (Carbon pricing)」制度促使排放源減碳，常見制度為「排放交易制度 (Emissions Trading Scheme, ETS)」及「碳稅 / 費 (Carbon tax or fee)」。全球至今已有 36 個排放交易制度及 39 個碳稅 / 費制度，且各國實施碳定價的同時都會提供配套措施以減少產業衝擊，因此公告或交易的名目碳價並不代表受管制排放源之實質碳價（實際支付成本）。近期歐盟及英國相繼啟動碳邊境調整機制 (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)，希望確保歐盟境內外所支付的碳成本一致。

考量我國為出口導向國家，經濟仰賴製造業支撐，國內實施碳定價制度促使產業減碳時，如何確保產業負擔實質碳價與競爭對手國相近，兼顧產業競爭力，將是碳定價制度設計的重點。本研究旨在透過分析國際碳定價較具代表性國家或我國競爭對手國製造業負擔之實質碳價，使各界對於碳定價制度有更深入的認識。

【關鍵字】淨零排放、碳定價、排放交易、碳費、氣候變遷因應法

* 財團法人台灣綠色生產力基金會

工程師

** 經濟部產業發展署永續發展組

科長

一、國際碳定價制度趨勢

為促使排放源減少排放量，國際上出現名為「碳定價 (Carbon pricing)」的政策工具，透過使溫室氣體排放源承擔與其排放量相當之環境成本，將其排放行為導致的外部成本內部化。碳定價深受許多經濟學家的青睞，預期企業如果要支付費用才可以排碳，就會產生適切的經濟誘因而限制全球碳排。

國際常見的政策工具主要為「排放交易制度 (Emissions Trading Scheme, ETS)」以及「碳稅 / 費 (Carbon tax or fee)」。前者透過國家立法管制或政府公告設定溫室氣體排放總量，即總量管制 (Cap)，再透過拍賣、配售或免費核配方式發行數量有限的排放額度 (或稱排放權, Allowance)，並允許這些排放額度可以進行交易 (Trade)，透過市場機制，減碳有成效的排放源多餘的排放額度可於交易市場上待價而沽、對於無法達到預期的排放源則需要到交易市場上購買不足的排放額度，藉此激勵減碳。後者透過國家立法管制，設定徵收費率、管制對象或標的、費額計算方式等，依管制對象或標的之「溫室氣體排放量」所對應之費率，與其使用量或排放量之乘積進行徵收，透過排放源對稅費的趨避心理進而達到減碳。

根據 2024 年 5 月世界銀行發布的「2024 全球碳定價現況及趨勢發展」報告 (2024 State and Trends of Carbon Pricing)，全球已實施碳定價措施的國家或地區共計 75 個 (部分國家同時實施排放交易制度及碳稅 / 費)，約涵蓋全球 24% 排放量。全球至今已有 36 個排放交易制度及 39 個碳稅 / 費制度，2024 年 4 月之碳價從 1 美元到 167 美元不等，最高為烏拉圭碳稅 167 美元，較著名國家或地區碳價彙整如表 1。

表 1 主要國家 2024 年 4 月碳價彙整

2024 年 4 月碳價	美元 / 噸 CO ₂ e
烏拉圭碳稅 (最高)	167
歐盟 ETS	61
新加坡碳稅	19
韓國 ETS	6.3
日本碳稅	2
波蘭碳稅	0.07

註：波蘭碳稅 2023 年碳價約 0.07 美元，2024 年世界銀行未取得相關資料，使用 2023 年世界銀行報告。

資料來源：World Bank (2023), 2023 State and Trends of Carbon Pricing；World Bank (2024), 2024 State and Trends of Carbon Pricing，本研究彙整。

此外，碳稅 / 費的徵收方式在國際上主要分成 2 種：「依燃料之碳含量徵收」及「依排放源之溫室氣體排放量徵收」。「依燃料之碳含量徵收」係指從源頭徵收，向能源供應商依其生產或販售之燃料，如煤、油、氣徵收，再透過能源供應商的轉嫁，減少消費者對於燃料的使用量，藉此減少碳排放，但針對用於工業製程原料之燃料（例如鋼鐵冶煉製程所使用之焦炭）予以免徵，英國、日本等 30 多數國家採取此作法。「依排放源之溫室氣體排放量徵收」主要從後端徵收，預先公告管制對象並設定每噸碳之費率，要求管制對象依法進行溫室氣體排放量盤查及申報，後依申報排放量與費率之乘積徵收，此外會針對容易發生碳洩漏或產業外移之產業，提供減免或其他配套減輕衝擊，南非、新加坡等國家採取此作法，我國「氣候變遷因應法」所規劃實施之碳費亦採行此作法。

二、計算碳定價實質碳價之重要性

「實質碳價」係指碳定價制度下排放源所實際支付的碳成本。依前述內容，雖然國際上碳定價制度之碳價落在 1 美元至 167 美元不等，但實際上排放源實際支付的成本並非如此，由於各國有各自的配套措施，實際支付的碳成本（即實質碳價）往往只

是政府公告或排放市場交易碳價（即名目碳價）的一部分，世界銀行的報告主要蒐集國際上實施碳定價之國家或地區，其法規條文、新聞、碳交易市場平台所記載之法定碳價或平均交易價，因此世界銀行僅彙整各國的名目碳價，並未就實質碳價進行探討。

事實上，「實質碳價」在全球淨零轉型的風潮下，已然成為一個重要的概念，並在碳訂價制度的演進中扮演重要角色。例如，歐盟、英國等為確保國內外碳成本一致，推動實施碳邊境調整機制 (Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM)。以歐盟為例，CBAM 要求進口商依產品碳含量購買等值之 CBAM 憑證，同時須申報於出口國支付之碳價，且須排除補貼等配套措施，其「實質支付的碳價」予以減免，即可依「實質碳價」進行減免；歐盟本身則是逐步取消自身免費核配，確保規則上碳價一致。

我國氣候變遷因應法於 2023 年 2 月完成修法，於 2024 年啟動碳費制度規劃，開啟碳有價時代，依歐盟 CBAM 已公布的資訊，「實質碳價」除了扮演因應歐盟 CBAM 的重要角色外，更是檢視我國產業與競爭對手國是否在公平環境下競爭的重要指標。

碳定價制度概念雖簡單，但制度及配套設計相當複雜。為使各界掌握其巧妙之處，並對於我國碳費及其配套之意涵有更多了解，本研究特就歐盟、英國、韓國、新加坡及日本製造業負擔實質碳價進行試算及綜合比較。而本研究參考國際近年就「實質碳價」之討論與定義，定義研究中試算之「實質碳價」為碳定價管制對象實際支付之碳價並將重點聚焦在受列管的排放源，例如不同製造業在各國碳定價制度下，實際支付之碳價差異。因此，本文即針對實際支付之碳成本，與名目上費率存在落差進行探討，提供政府單位及產業界參考。

三、國際碳定價實質碳價試算

「實質碳價」是反應碳定價管制對象實際支付碳價的重要指標，惟進行試算並非易事，多數國家為保護自身產業，不會輕易將個別公司之排放量資訊、碳定價個別公司減免比例、免費核配量等資訊公開，因此各國產業排放量資料、配套措施涵蓋之排放量等資訊取得不易。

我國製造業創造的 GDP 約占全國 GDP 的 30%，為國家經濟的重要支柱，同時也是國家稅收的重要財源；此外，我國為出口導向國家，除了面臨國內碳費制度之法規要求，還須面對國際碳邊境調整機制的難題，掌握「實質碳價」更顯重要。因此，本研究選定製造業為對象，主要依不同國家碳定價制度、公開報告等可取得資訊，設定不同的假設前提條件，試算各國製造業之碳定價實質碳價，說明如后。

3.1 歐盟

歐盟自 2005 年開始實施排放交易制度 (EU ETS)，已於 2021 年進入第四階段 (2021 年至 2030 年)；EU ETS 透過下修排放上限及市場拍賣額度促使管制對象減碳，截至目前 (2024 年) 為止，仍依標竿值給予具高碳洩漏風險之行業高額的免費核配額度，核配方式如圖 1。根據歐盟審計法院 (European Court of Auditors) 出版的《Special Report : The EU's Emissions Trading System: free allocation of allowances needed better targeting》報告，EUETS 納管的行業中，第四階段工業部門約有 94% 排放量被認定為高碳洩漏風險之行業，給予 100% 免費核配 (如圖 2)，包含鋼鐵、水泥、石化及紙業等行業。



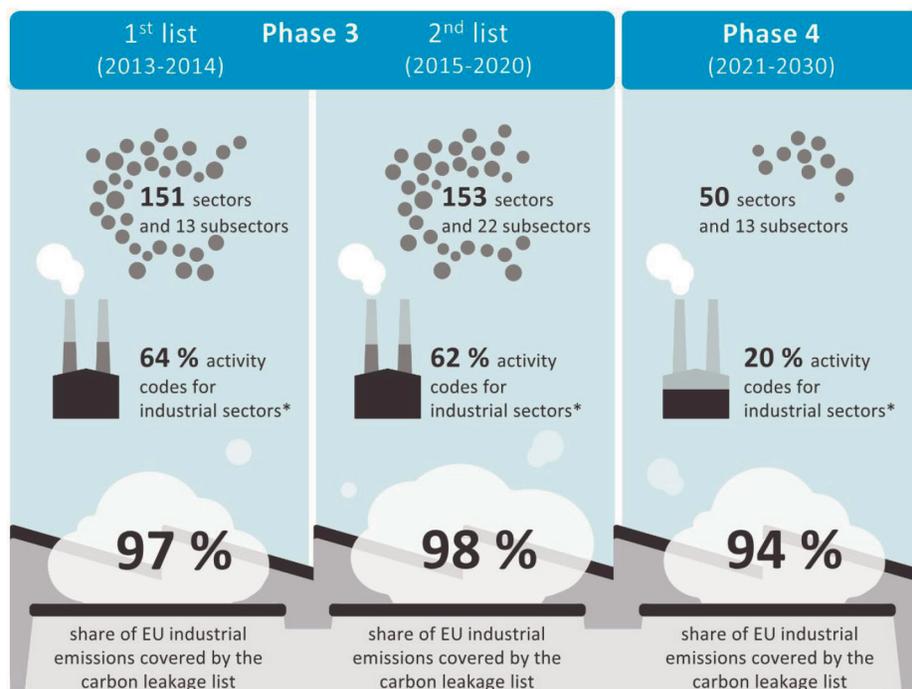
第四階段免費核配公式：

$$\text{免費核配額} = \text{標竿值} \times \text{基準年活動數據} \times \text{碳洩漏因子} \times \text{總量調整因子}$$

註：
 1. 第四階段上半(2021-2025年)基準年活動數據採2014-2018年平均值
 2. 免費核配額為所有產品標竿+燃料標竿+熱值標竿及製程標竿之加總

資料來源：本研究彙整

圖 1 歐盟排放交易制度 - 免費核配方式



資料來源：European Court of Auditors(2020), Special Report : The EU's Emissions Trading System: free allocation of allowances needed better targeting

圖 2 工業部門約有 94% 排放量被認定為高碳洩漏風險

3.1.1 背景說明

在歐盟排放交易制度下，當免費核配量高於排放源的實際排放量時，排放源無需至交易市場取得排放額度，甚至可將多餘的排放額度至市場販售。根據 Carbon Market Watch 於 2022 年的報告，歐盟排放量前十大的鋼鐵廠，2019 年僅奧地利的奧鋼聯及比利時的安賽樂米塔爾 2 家鋼鐵廠，取得之免費核配額低於自身排放量，需要購買排放額度，支付排碳成本；2020 年僅奧地利的奧鋼聯 1 家鋼鐵廠需要支付成本，其餘鋼鐵廠取得之免費核配額皆較各廠實際排放量更高，因此無須支付排碳成本，如圖 3，僅需繳交超額量。因此，本研究假設「高碳洩漏風險行業各廠依標竿值取得 100% 免費核配額之總量，與實際排放量相等」。

工廠名	2019年			2020年		
	實際排放量 (百萬噸)	免費核配額 (百萬噸)	差額 (百萬噸)	實際排放量 (百萬噸)	免費核配額 (百萬噸)	差額 (百萬噸)
奧鋼聯鋼鐵林茨 鋼鐵廠	8.8	6.1	-2.7	8.6	6.0	-2.6
蒂森克虜伯 杜伊斯堡綜合鋼鐵廠	7.8	15.2	+7.4	6.8	14.9	+8.1
塔塔鋼鐵艾梅登 鋼鐵廠	6.3	9.5	+3.2	5.7	9.3	+3.6
義大利鋼鐵塔蘭托 工廠	5.9	11.9	+6.0	4.8	7.0	+2.2
安賽樂米塔爾 西班牙阿維萊斯 鋼鐵廠	5.1	6.3	+1.2	3.9	6.2	+2.3
曼內斯徹克虜伯冶煉 廠格洛克杜伊斯堡	5.1	6.2	+1.1	4.0	6.0	+2.0
羅傑薩-薩斯塔爾迪 林根生鐵工廠	4.2	5.6	+1.4	3.6	5.4	+1.8
安賽樂米塔爾 比利時根特工廠	4.3	4.1	-0.2	3.5	4.0	+3.5
薩爾茲吉特 弗拉赫斯塔爾鋼鐵廠	4.1	5.2	+1.1	3.7	5.1	+1.4
自由加拉蒂鋼鐵廠	4.2	5.6	+1.4	3.9	5.5	+1.6

資料來源：Carbon Market Watch(2022), Decarbonising steel : Options for Reforming the EU'S Emissions Trading System

圖 3 歐盟前十大鋼廠實際排放量與免費核配額

另外，由於 EU ETS 僅管制直接排放，製造業各廠在電力排放支付的排碳成本主要來自歐盟發電業的轉嫁，由於無法取得發電業轉嫁比例，而且歐盟各國對於高碳洩漏風險行業祭出不同程度的補貼，故未將發電業轉嫁之碳價納入計算。

3.1.2 試算結果

本研究就歐盟排放交易制度的製造業實質碳價試算之計算公式及說明如圖 4 及表 2，根據圖 4 公式及表 2 參數試算，可求得歐盟製造業實質碳價 = $2,000 \times 0\% \times 94\% + 2,000 \times (1-30\%) \times 6\% = 84$ 元新台幣 / 噸 CO₂e，實際可能更低。

試算公式：

$$\text{製造業實質碳價} = \sum_{i=1}^2 (\text{名目碳價} \times \text{有償核配比例} i \times \text{排放量占比} i)$$

i_1 =高碳洩漏風險行業、 i_2 =非高碳洩漏風險行業

有償核配比例 = 1-免費核配比例

圖 4 歐盟製造業實質碳價試算公式

表 2 歐盟製造業實質碳價試算參數說明

參數名稱	參數值	單位	參數說明
名目碳價	2,000	元 (新台幣)	根據《2024 State and Trends of Carbon Pricing》報告價格，匯率以 2024/4/19 美金匯率 1:32.785。
高碳洩漏風險行業有償核配	0	%	由於高碳洩漏風險行業適用 100% 免費核配，故有償核配比例 = 1-100%=0%
高碳洩漏風險行業排放量占比	94	%	根據《Special Report : The EU's Emissions Trading System: free allocation of allowances needed better targeting》報告，第四階段 (2021 年至 2030 年) 工業部門約有 94% 排放量被認定為高碳洩漏風險之行業，給予 100% 免費核配。
非高碳洩漏風險行業有償核配	70	%	由於非高碳洩漏風險行業適用 30% 免費核配，故有償核配比例 = 1-30%=70%
非高碳洩漏風險行業排放量占比	6	%	根據《Special Report : The EU's Emissions Trading System: free allocation of allowances needed better targeting》報告，第四階段 (2021 年至 2030 年) 工業部門約有 94% 排放量被認定為高碳洩漏風險之行業，給予 100% 免費核配，因此非高碳洩漏風險行業之排放量比例為 1-94%=6%。

因此，歐盟排放交易制度之名目費率雖高達 2,000 元新台幣，但由於製造業中有 94% 排放量屬於高碳洩漏風險行業享有 100% 免費核配，實質碳價約為 84 元新台幣。

3.2 英國

英國碳定價制度呈現多元並立之樣貌，除實施排放交易制度 (UK ETS) 及碳稅 (碳支持價格 Carbon Price Support ,CPS)，另外還有實施屬於能源稅的氣候變遷稅 (Climate Change Levy ,CCL)，三者管制對象有部分重疊，但多數都以稅費「豁免」形式予以排除。

UK ETS 的部分，現階段仍參考歐盟排放交易制度作法，透過下修排放上限以及市場拍賣額度促使管制對象減碳，且比照歐盟作法依標準值給予具高碳洩漏風險之行業 100% 免費核配額度、非高碳洩漏風險行業給予 30% 免費核配額度。

3.2.1 背景說明

與前一節假設相同，由於在排放交易制度下，當免費核配置高於排放源的實際排放量時，排放源無需至交易市場取得排放額度，因此，本研究假設「高碳洩漏風險行業各廠依標準值取得 100% 免費核配額之總量，與實際排放量相等」。同樣基於 UKETS 僅管制直接排放，製造業各廠在電力排放支付的排碳成本主要來自發電業的轉嫁，由於無法取得發電業轉嫁比例，故未將發電業轉嫁之碳價納入計算。

碳支持價格針對油品供應商及發電業者徵收，費率為每噸碳 18 英鎊，與氣候變遷稅同樣依能源種類之碳含量徵收，並允許轉嫁。由於無法取得英國製造業各廠之能源使用情況，以及油品供應商、發電業者轉嫁情形，另考量英國於 2022 年推出「ETS 及 CPS 補償機制」，開放能源密集產業申請賠償 UK ETS 及 CPS 造成電價成本轉嫁損失，因此未將其納入計算。

另外，英國氣候變遷稅管制工業、商業、農業及公共服務業等，由能源供應商隨帳單代收，依不同能源設定不同稅費及折扣，與政府簽訂氣候變遷協議 (Climate Change Agreement) 承諾減碳達目標可享有折扣 (如圖 5)，個別管制對象耗用能源情形與適用折扣情況不同，因此個別製造業所付出的排放成本並不相同。此外，考量 CCL 針對許多已受 UK ETS 納管的排放源製程耗用能源「豁免」；換言之，主要管制未被 UK ETS 納管的小排放源為主，因此本研究未將其納入實質碳價計算。

項目	2021.04.01起		2022.04.01起		2023.04.01起		2024.04.01起	
	稅費	折扣	稅費	折扣	稅費	折扣	稅費	折扣
電力(£/kWh)	0.00775	92%	0.00775	92%	0.00775	92%	0.00775	92%
天然氣(£/kWh)	0.00465	83%	0.00568	86%	0.00672	88%	0.00775	89%
LPG(£/kg)	0.02175	77%	0.02175	77%	0.02175	77%	0.02175	77%
其他(£/kg)	0.03640	83%	0.04449	86%	0.0528	88%	0.06064	89%

資料來源：Climate Change Levy rates(2024)，本研究彙整

圖 5 英國氣候變遷稅之費率及折扣

3.2.2 試算結果

本研究就英國排放交易制度的製造業實質碳價試算之計算公式及說明如圖 6 及表 3，根據圖 6 公式及表 3 參數試算，可求得英國製造業實質碳價 = $1,477 \times (1-79\%) \approx 310$ 元新台幣 / 噸 CO₂e。

ETS實質碳價試算公式：

製造業UKETS實質碳價 = 名目碳價 × (1-製造業實際核發免費核配占比)

圖 6 英國製造業實質碳價試算公式

表 3 英國製造業實質碳價試算參數說明

參數名稱	參數值	單位	參數說明
名目碳價	1,477	元 (新台幣)	根據《2024 State and Trends of Carbon Pricing》報告價格，匯率以 2024/4/19 匯率 1:32.785。
製造業實質核發免費核配比例	79	%	根據英國官網各廠核配量清單計算，2021 年製造業免費核配實際核發約 32.49 百萬噸 CO ₂ e、納管製造業排放量約 41.31 百萬噸 CO ₂ e， $32.49 \div 41.31 \approx 79\%$ 。

因此，英國排放交易制度之名目費率雖高達 1,477 元新台幣，但由於製造業中免費核配的比例約占 79%，實質碳價約為 310 元新台幣。

3.3 南韓

南韓實施排放交易制度 (K ETS)，參考歐盟排放交易制度作法，透過下修排放上限以及市場拍賣額度促使管制對象減碳，且比照歐盟作法依標準值給予具高碳洩漏風險之行業 100% 免費核配額度、非高碳洩漏風險行業給予 90% 免費核配額度。與 EU ETS 及 UK ETS 較為不同的是，K ETS 除了管制列管對象的直接排放量外，電力排放量也是管制範疇。因此由消費者承擔電力的排碳成本。

3.3.1 背景說明

與前一節假設相同，由於在排放交易制度下，當免費核配量高於排放源的實際排放量時，排放源無需至交易市場取得排放額度，本研究根據南韓 KRX 排放交易平台統計資料，取得碳交易市場之總核配量及有償核配資訊，以此為基礎試算有償核配比例。

3.3.2 試算結果

本研究就南韓排放交易制度的製造業實質碳價試算之計算公式及說明如圖 7 及表 4，根據圖 7 公式及表 4 參數試算，可求得南韓製造業實質碳價 = $207 \times 1.3\% \approx 3$ 新台幣 / 噸 CO₂e。

試算公式：

$$\text{南韓製造業實質碳價} = \text{名目碳價} \times \text{有償核配比例}$$

圖 7 南韓製造業實質碳價試算公式

表 4 南韓製造業實質碳價試算參數說明

參數名稱	參數值	單位	參數說明
名目碳價	207	元 (新台幣)	根據《2024 State and Trends of Carbon Pricing》報告價格，匯率以 2024/4/19 匯率 1:32.785。

參數名稱	參數值	單位	參數說明
有償核配比例	1.3	%	根據南韓 KRX 排放交易平台統計資料，K-ETS 2023 年總核配量約 602 百萬噸 CO ₂ e、有償核配約 7.89 百萬噸 CO ₂ e， $7.89 \div 602 \approx 1.3\%$ 。

南韓排放交易制度管制發電、工業、建築、交通、廢棄物和公共部門之直接及電力排放，並於第三階段 (2021-2025 年) 開放非管制對象參與碳市場。由於提供管制對象高比例之免費核配額度，因此管制對象需至碳交易市場購買排放額度之比例較低，依 KRX 排放交易平台 2023 年營運報告，管制對象交易比例約 18.6%、其他單位 (如證券商) 比例約 81.4%。

綜上所述，南韓排放交易制度之名目費率雖約 207 元新台幣，但由於給予製造業中高碳洩漏風險行業 100% 免費核配、非高碳洩漏風險行業亦給予 90% 免費核配的比例，產業實質需要負擔的排碳成本較低，實質碳價約為 3 元新台幣。

3.4 新加坡

新加坡自 2019 年起分階段實施碳稅，為東南亞地區第一個課徵碳稅的國家。其制度主要對境內約 50 家直接排放量大於 2.5 萬噸 CO₂e 的排放源徵收，包含製造業及發電業。同時，允許發電業將自身直接排放量所繳交之碳稅，依循新加坡能源市場監管局 (Energy Market Authority)、消費者協會 (Consumer Association) 及競爭與消費者委員會 (Competition & Consumer Commission) 共同制定之規範轉嫁，且透過每個月的電費帳單附徵，因此新加坡的公司及一般民眾，每個月皆需依電費帳單上所載明的碳費金額支付排碳成本。

新加坡於實施碳稅後逐步調整制度，分階段提高稅率，從原先 5 元新加坡幣 (約 4 美元、120 元新台幣) 逐步提升，2024 至 2025 年提升到 25 元新加坡幣 (約 19 美元、623 元新台幣)，規劃 2026 至 2027 年提升到 45 元新加坡幣 (約 33 美元、1,080 元新台幣)。由於 2024 年稅率提升至近 5 倍，為降低碳稅對產業競爭力、民生及物價的影響，新加坡提供高排放密集與貿易暴露 (Emission Intensive and Trade Expose; EITE)

產業碳稅減免，只要產業提交減量計畫，即可享有高比例的「過渡排放減免」，其比例由新加坡經濟發展局 (Economic Development Board, EDB) 審核後告知，這項機制全程僅業者及 EDB 參與，審核結果為個別通知、不對外公開，盡可能將對企業壓力降至最低，並保障其營業秘密。

經本研究洽詢在地台商，目前發電業以外之管制對象，皆被認為「排放密集與貿易暴露行業」，給予 80%~85%、每間公司不等值的「過渡排放減免」。換句話說，雖然稅率提升至近 5 倍，但由於給予至少 80% 排放量之減免，實際費額仍接近原先 5 元新加坡幣所繳交之費額。

3.4.1 背景說明

新加坡之碳稅分兩部分徵收，直接排放量部分每年依規定向環境主管機關繳納、電力排放部分則每個月隨電力公司的帳單繳交。由於新加坡約有 5 家電力公司，每家轉嫁程度不同，要求繳交的碳費不盡相同且無法掌握，個別製造業合作之電力公司資訊亦不透明，故無法就電力排放量之排碳成本進行試算，本研究僅就製造業直接排放量所繳納之碳稅計算實質碳價。

3.4.2 試算結果

本研究就新加坡碳稅的製造業實質碳價試算之計算公式及說明如圖 8 及表 5，根據圖 8 公式及表 5 參數試算，可求得新加坡製造業實質碳價 = $623 \times (1-80\%) \div 125$ 元新台幣 / 噸 CO₂e。

試算公式：

$$\text{新加坡製造業實質碳價} = \text{名目碳價} \times (1 - \text{過渡減免比例})$$

圖 8 新加坡製造業實質碳價試算公式

表 5 新加坡製造業實質碳價試算參數說明

參數名稱	參數值	單位	參數說明
名目碳價	623	元 (新台幣)	根據《2024 State and Trends of Carbon Pricing》報告價格，匯率以 2024/4/19 匯率 1:32.785。
過渡減免比例	80	%	經洽在地台商，採個案審查，且個別通知結果(未公開)，據本研究調查，減免皆大於 80% 以上、為期至少 3 年，後續視減碳成效續發。故假設最低值 80%。

因此，雖新加坡碳稅制度之名目費率已提升至約 623 元新台幣，但由於提供過渡減免比例機制，製造業者享有至少 80% 的排放量減免，以整體費額攤提每噸碳約為 125 元新台幣。

3.5 日本

日本自 2012 年開始實施碳稅－「地球暖化對策稅」，主要向能源供應商或進口商徵收，徵收標的為原油及石油製品、液化石油氣 (LPG)、天然氣 (LNG)，及煤炭等，隨石油煤碳稅(能源稅)附徵並允許課徵對象轉嫁成本，因此企業及民眾所使用的燃料皆間接支付排碳成本。

另外，日本針對予特定用途管制能源項目免徵，例如鋼鐵所使用之鋼鐵、焦炭製程作為「原料」用途的煤炭。日本經產省主要考量煤炭是鋼鐵、焦炭製程重要原料，且國際少有徵收案例，為避免產業失去競爭力，予以免徵；另一考量是因為鋼鐵產業關聯性且就業人口多(約 22 萬人)，假設納入計算將使整體社會增加約 659 億日圓、等同約 135 億元新台幣的成本，衝擊國內產業及勞工生計。

日本自 2012 年開始分 3 階段調升費率，2016 年 4 月 1 日起調升至每噸碳 289 日圓，約 61 元新台幣，費率調升情形如表 6。

表 6 日本地球暖化對策稅管制項目各階段稅率

管制項目	稅率		
	平成 24 年 10 月起 (2012)	平成 26 年 4 月起 (2014)	平成 28 年 4 月起 (2016)
原油及石油製品 (kl/ 日元)	250	500 (+250)	760 (+260)
液化石油氣及 天然氣 (t/ 日元)	260	520 (+250)	780 (+260)
煤炭 (t/ 日元)	220	440 (+220)	670 (+230)

資料來源：環境省，本研究譯

3.5.1 背景說明

日本地球暖化對策稅僅對燃料向能源產品徵收，如要試算製造業所負擔排碳成本，須先取得日本製造業燃料燃燒占整體排放量占比，再進行推估。由於本研究尚無法取得日本製造業燃料燃燒占整體排放量占比，故本研究以我國製造業排放結構進行試算，其結果代表若我國碳費制度比照日本地球暖化對策稅徵收，其製造業之實質碳價負擔。

3.5.2 試算結果

本研究就日本碳稅的製造業實質碳價試算之計算公式及說明如圖 9 及表 7，根據圖 9 公式及表 7 參數試算，可求得日本製造業實質碳價 = $61 \times 22\% \approx 13$ 元新台幣 / 噸 CO₂e。

試算公式：

$$\text{日本製造業實質碳價} = \text{名目碳價} \times \text{製造業燃料燃燒排放比例}$$

圖 9 日本製造業實質碳價試算公式

表 7 日本製造業實質碳價試算參數說明

參數名稱	參數值	單位	參數說明
名目碳價	61	元 (新台幣)	根據日本環境省資料，2024/5/20 匯率 1 日圓 = 0.21 元新臺幣。
製造業燃料燃燒排放比例	22	%	日本統計溫室氣體排放量之作法及分類方式與我國不同，因此難以取得日本製造業排放結構資訊，故本研究假設日本製造業排放結構與我國相同，試算若我國製造業適用日本稅制，其我國製造業之實質碳價。 我國製造業燃料燃燒排放量約 36 百萬噸、我國製造業排放量約 157.4 百萬噸，比例約占整體排放量 22%。 $36 \div 157.4 \approx 22\%$ 。

因此，雖日本碳稅制度之名目費率約 61 元新台幣，但由於僅就燃料使用部分徵收，故從製造業整體排放結構角度來看，每噸碳實際上約為 13 元新台幣。

四、碳定價實質碳價探討

透過前一章節依本研究假設之試算結果，可知各國實施碳定價名目價格雖高，但透過給予免費核配、有條件減免或是免徵，可大幅降低其管制對象所負擔的碳成本，因此實質碳價負擔有限，目前歐盟、英國、南韓、新加坡及日本等國際上具代表性之碳定價制度，實質碳價落在 3 至 310 元，相關資訊彙整如圖 10。

各國製造業排放交易/碳稅支付成本(單位：新臺幣)					
國家/地區	歐盟	英國	南韓	新加坡	日本
制度	排放交易	排放交易+碳稅	排放交易	碳稅	碳稅
費率	名目:約2,000元 實質:約 84元	名目:約1,477元 實質:約 310元	名目:約207元 實質:約 3元	名目:約623元 實質:約 125元	名目:約61元 實質:約 13元
主要課徵對象	電業及製造業	電業及製造業	電業及製造業	電業及製造業	對燃料徵收
高碳洩漏風險產業配套	100%免費核配	100%免費核配	100%免費核配	給予 高比例減免 (未公開)	-
備註	1. 製造業94% 為高碳洩漏風險 2. 非高碳洩漏風險產業給予 30%免費核配	1. 排放交易：製造業核發之免費核配占總量 79% 2. 碳稅：提供補償機制降低衝擊	非高碳洩漏風險產業給予 90%免費核配	經洽在地台商，減免至少 80% ，為期 3年以上	1. 從源徵收 ，已 外部成本內部化 2. 原料用途免徵

圖 10 重點國家名目碳價及實質碳價彙整

此外，比較各國實質碳價水準時，除應考量碳定價制度本身設計外，還應將各國民生及物價水準納入一同檢視，方能更精確評估碳定價制度對該國的影響。因此，本研究同步蒐研前述國家之國家年 GDP 及人均 GDP，作為比較依據，如圖 11。從圖 11 可知，如以國家年 GDP 為指標，我國經濟規模與新加坡、南韓較為接近，若從人均 GDP 的角度比較，則我國與南韓、日本接近。同時，南韓及日本同時也是我國製造業的主要競爭對手，背景條件相似且有競爭關係，其制度值得重點關注。

各國製造業排放交易/碳稅名目及實質碳價 (單位：新臺幣)						
國家/地區	歐盟	英國	韓國	新加坡	日本	台灣
制度	排放交易	排放交易+碳稅	排放交易	碳稅	碳稅	碳費
名目碳價	約2,000元	約1,477元	約207元	約623元	約61元	300元
實質碳價	約84元	約310元	約3元	約125元	約13元	高碳洩漏風險行業名單未公告，暫無法試算
國家年 GDP	約607兆元	約105兆元	約54兆元	約16兆元	約134兆元	約22兆元
人均 GDP	約134萬元	約156萬元	約105萬元	約271萬元	約109萬元	約102萬元

圖 11 重點國家名目碳價、實質碳價與國家年 GDP、人均 GDP 比較

另由於我國碳費主要徵收對象為我國製造業的業者，經濟部考量製造業為多數已開發國家的經濟支柱，歐盟、韓國及新加坡等國家或地區，在向製造業徵收碳費的同時，會給予具民生、國防重要性的業者充足的配套措施降低衝擊。與環境部密集展開研商，同意業者應該付出努力減碳，但同時應該給予接軌國際的配套措施，以兼顧產業競爭力。

環境部於今(2024)年8月29日正式公告「碳費收費辦法」、「自主減量計畫管理辦法」、「碳費徵收對象溫室氣體減量指定目標」等3項子法。根據環境部新聞稿，環境部參考國際作法，在碳費機制中納入碳洩漏風險配套及優惠費率，只要收費對象屬於被認定之高碳洩漏風險行業，提出具有指定目標之自主減量計畫經核定後，可適用排放量調整係數值調整收費排放量，預計第一期給予係數0.2，也就是收費排放量

為該排放源之排放量打二折之概念。透過提供配套措施，給予努力減碳的業者大幅減少碳費費額的誘因，落實碳費是經濟誘因，不是財政工具，以減量為出發點，兼顧過渡轉型。

另外環境部還成立碳費費率審議會，邀請相關部會、各領域專家學者及民間代表委員，就碳費之一般費率及優惠費率研商。我國收費對象提出具有指定目標之自主減量計畫經核定後，將可以適用優惠費率。

因此，在我國碳費制度存在排放量調整係數值及優惠費率的彈性配套下，如何制定一般費率及優惠費率，確保「實質碳價」與競爭對手國接軌，讓碳費制度兼顧減碳與產業競爭力、能夠誘使產業減碳但又不至於失去國際競爭力，將是重要課題。

五、結論與建議

環境部已於今(2024)年8月29日正式公告「碳費收費辦法」、「自主減量計畫管理辦法」、「碳費徵收對象溫室氣體減量指定目標」等3項子法，為我國碳費制度奠定基礎，其中包含指定目標、自主減量計畫、優惠費率及排放量調整係數值等多項配套措施。同時環境部今年已辦理6場次碳費費率審議會，邀請相關部會、各領域專家學者及民間代表委員，就碳費之一般費率及優惠費率研商。

基於所述，我國的名目費率將於審議會中決定，同時隨著碳費子法的公告，相關配套措施也將明朗，實質碳價將隨配套措施連帶影響。因此，決定一般費率的同時也需要考量配套措施實施後的實質碳價多少，國內製造業是否能維持競爭力，或是是否發生碳洩漏之風險，需要通盤考量。

環境部已於今年(2024年)10月21日正式公告「碳費徵收費率」，一般費率為300元新台幣/噸CO₂e、優惠費率A為50元新台幣/噸CO₂e、優惠費率B為100元新台幣/噸CO₂e。由於我國制度特殊，提交自主減量計畫且達成指定目標，才能依不同指定目標適用不同優惠費率，另外還需要考量高碳洩漏風險行業的排放量調整係數，變數較多，實質碳價之試算充滿不確定性，暫無法進行試算。待掌握國內製造業提交自主減量計畫之情形、高碳洩漏風險行業名單公告後，方能進行進一步試算。

故本研究之重點主要彙整國際上實施碳定價較具代表性之國家或地區，並就各國製造業之實質碳定價進行試算，目的為幫助各界對碳定價制度有更深入的認識。實際上各國常見作法為「排放交易」或「碳稅 / 費」，「排放交易」之名目費率由市場機制決定，政府透過制定配套措施提供誘因，保護國家重要產業降低衝擊，同時激勵排放源就現階段技術可行的部分努力減碳；「碳稅 / 費」之名目費率則由政府公告費率，通常費率高低會考量產業及能源結構，制定適合當地的費率。

經本研究試算，目前歐盟、英國、南韓、新加坡及日本之碳定價制度，實質碳價皆落在 3 至 310 元不等，主要取決於不同國家之配套措施不同，保障產業的機制亦不盡相同，同時還需考慮自身國家之消費水準。因此，本研究建議主管機關在研議碳費率及配套措施時，可以參考消費水準接近的亞鄰競爭國，如南韓、日本或新加坡之碳定價制度，評估其配套措施與我國之差異，確保實質碳價與競爭對手國、消費水準相近之國家接軌。高碳洩漏風險行業之對象如何訂定亦會影響到我國實質碳價是否與其他國家接軌。此外，除了完善之配套措施外，合理的補助或租稅抵減，亦有助於國家碳定價制度的推動。

參考文獻

IEK 產業情報網 (2024)，台灣人均所得 又被韓國超車，https://ieknet.iek.org.tw/ieknews/news_open.aspx?actiontype=ieknews&indu_idno=0&nsl_id=4a0a7e936b9a4c4c95a6c6aaad1888a6

中華經濟研究院 (2024)，臺灣重要經濟變動指標，<https://www.cier.edu.tw/economic-indicator>。

經濟產業省 (2024)，令和 6 年度稅制改正要望事項（新設、擴充、延長）

經濟部 (2024)，台灣 GDP 規模大幅增長 且持續推動全球布局分散風險，https://www.moea.gov.tw/MNS/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=113534

經濟部產業發展署 (2023)，112 年度製造部門溫室氣體排放管制行動計畫期末執行成果報告。

環境省 (2024)，地球温暖化対策のための税の導入，<https://www.env.go.jp/policy/tax/about.html>。

環境部 (2024)，碳費以減量為出發點，參考國際作法兼顧過渡轉型，<https://enews.moenv.gov.tw/Page/3B3C62C78849F32F/cc1ed581-0076-4ba0-8ace-3766699f5a79>

環境部 (2024)，環境部預告「碳費收費辦法」、「自主減量計畫管理辦法」及「碳費徵收對象溫室氣體減量指定目標」三項草案，

<https://enews.moenv.gov.tw/Page/3B3C62C78849F32F/81c06c43-fb95-49a8-9cff-ef10a7bc92e9>

環境部 (2024)，環境部重申 不應以碳費為由哄抬房價，<https://enews.moenv.gov.tw/Page/3B3C62C78849F32F/885b9600-a17e-40b0-b87c-45dd4c554891>

배출권 시장 정보플랫폼 (2024)，KRX 운영리포트，<https://ets.krx.co.kr/board/ETS03020000/bbs#view=11>

Carbon Market Watch(2022), Decarbonising steel : Options for Reforming the EU 'S Emissions Trading System.

Climate Change Levy rates(2024). <https://www.gov.uk/guidance/climate-change-levy-rates>

ETRS ORS(2024)，배출권 총수량，<https://etsr.gir.go.kr/home/index.do?menuId=12>

European Court of Auditors(2020), Special Report : The EU's Emissions Trading System: free allocation of allowances needed better targeting. European Court of Auditors.

Gov.uk(2024).UK ETS Allocation Table for operators of installations. <https://www.gov.uk/government/publications/uk-ets-allocation-table-for-operators-of-installations>

International Monetary Fund(2024). European Union Datasets. <https://www.imf.org/external/datamapper/profile/EU>

National Climate Change Secretariat. Carbon Tax. <https://www.nccs.gov.sg/singapores-climate-action/mitigation-efforts/carbontax/>

OECD(2023), Effective Carbon Rates 2023. OECD.

Pellerin-Carlin, T., Vangenechten, D., Lamy, P., & Pons, G. (2022). No more free lunch: Ending free allowances in the EU ETS to the benefit of innovation.

UK Emissions Trading Registry (2024) .UK ETS Public Reports. <https://reports.view-emissions-trading-registry.service.gov.uk/ets-reports.html>

World Bank (2023) , 2023 State and Trends of Carbon Pricing.

World Bank Group(2024). GDP per capita (current US\$). https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?name_desc=false&skipRedirection=true&view=map

World Bank(2024), State and Trends of Carbon Pricing 2024. World Bank.

World Bank(2024), State and Trends of Carbon Pricing Dashboard. <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/>

