

國際碳價現況及減碳情境下之碳定價趨勢

柴蕙質

國家原子能科技研究院 綜合企劃處研發策略室

2023/10

壹、前言

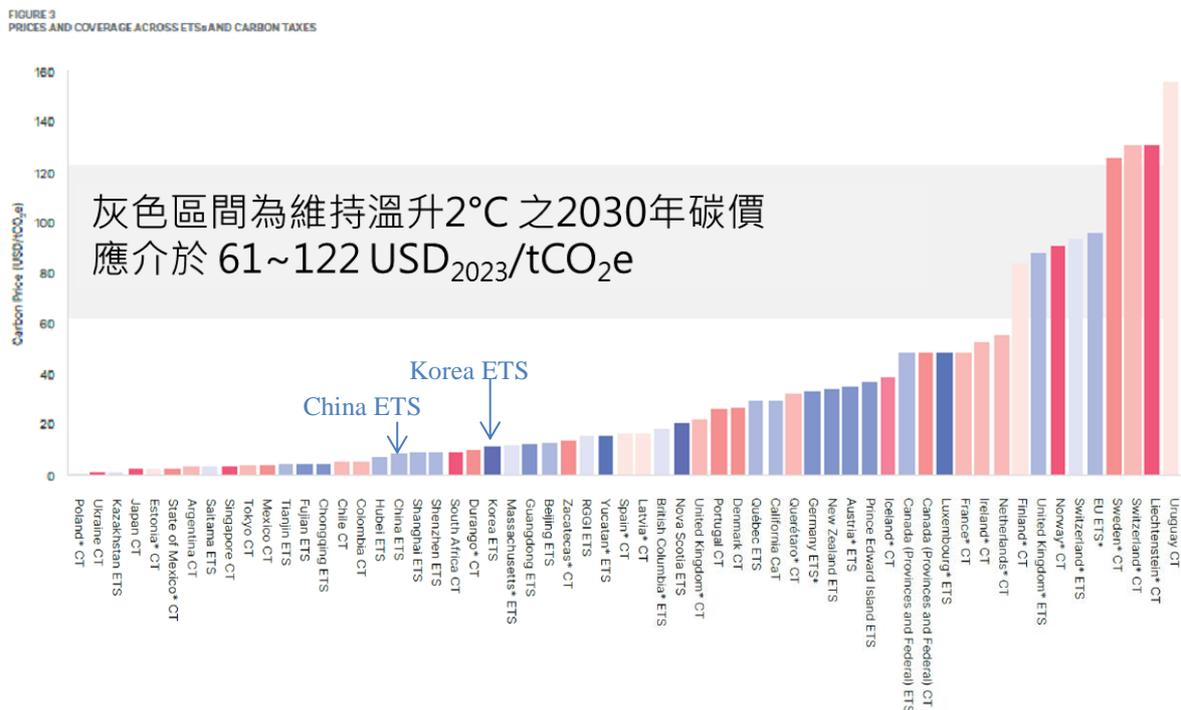
因應全球淨零碳趨勢以及歐盟今年（2023 年）10 月試行碳邊境調整機制 (CBAM)，我國金管會今年 8 月成立碳權交易所，搭配環境部預計於 2024 年公布之相關子法後，推行國內的碳權交易，環境部也同時規劃碳費於 2024 年定案，2025 年實際開徵¹。碳費是多少一直是產業最關心的議題，目前已知碳費朝每噸高於 10 美元（約新台幣 320 元）徵收，且未來將每 2 年檢討一次碳費費率，採漸進式調高來提升減碳動力，國際上碳定價(含碳費/稅及碳交易市場之碳價)趨勢便是重要的參考資訊，以下即針對國際現況，以及國際報告對達到不同減碳目標的碳定價推估作精要之整理。

貳、國際碳定價現況及亞鄰國家碳市場規畫

圖 1 為 The World Bank 統計 2023 年 4 月之各國碳定價，紅色色系為碳稅制度下之碳定價，藍紫色色系則為採行碳交易制度(ETS)之碳定價，二者並無明顯的高低區別，報告裡提到碳價高層委員會(the High-Level Commission on Carbon Prices)

¹ <https://udn.com/news/story/7266/7435001>

在 2017 年便指出，要維持溫升 2°C 目標之碳價走廊(Carbon Pricing Corridor)，2030 年碳定價應介於 50~100USD/tCO_{2e}，考量通貨膨脹後，以 2023 年的美元來看，2030 年應介於 61~122USD/tCO_{2e}。但由圖 1 可看出，僅約 1/6 國家的碳定價落在碳價走廊之內或者更高，且以歐洲國家居多，亞洲國家目前韓國及中國的 ETS 市場價格皆在 10 美元左右。

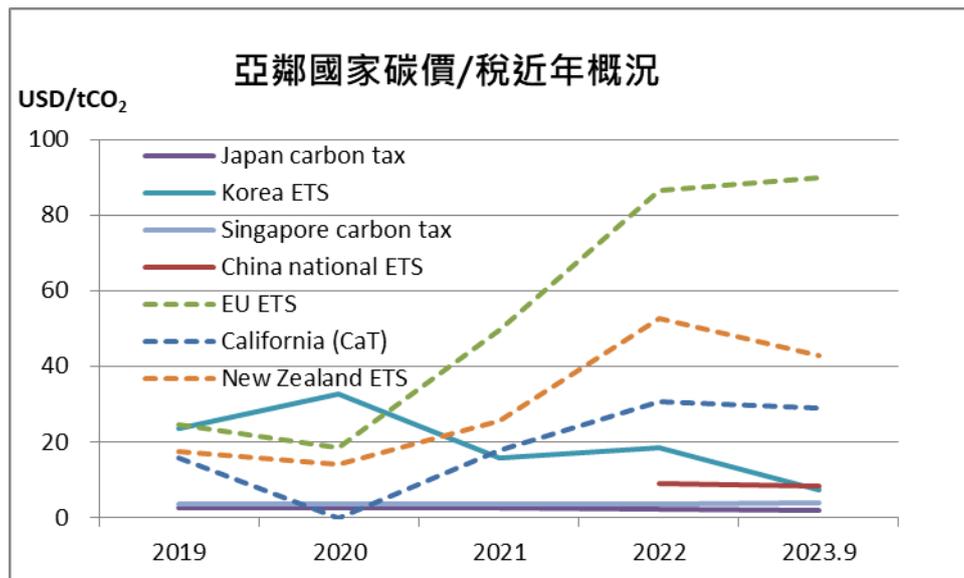


資料來源: The world bank(2023) “State and Trends of carbon pricing”，圖為 2023 年 4 月 1 日之名目價格。

圖 1. 2023 年全球碳價及碳稅概況

圖 2 可看出歐美主要碳市場及亞鄰國家的碳價或碳稅近況，歐盟 ETS、加州及紐西蘭 2020 年以來皆呈上升趨勢，最近(2023 年 9 月)歐盟 ETS 雖未超過 100 美元但仍維持在 90 美元左右，不過韓國的碳價從去年的 20 美元下跌至約現今的

7~8 美元。中國大陸 2021 年才成立全國碳排放權交易市場(目前僅納入約 2000 家電力業者)，碳價在 8 USD/tCO₂ 左右，而中國另外 8 個地方性的碳市場中²，北京市和廣東省的 ETS 碳價在 2023 年達 12 USD/tCO₂，其它地區(天津市、上海市、湖北省、重慶市、深圳市、福建省) 碳價落在每噸 1~8USD/tCO₂。另外與我國貿易關係密切的新南向重點國家中，泰國 2021 年已成立自願性交易平台，平均碳價僅在 3 USD/tCO₂ 左右，馬來西亞和印尼的碳交易市場皆於 2023 年 9 月正式啟動並展開交易，其它國家也都已有明確的碳交易市場規劃，如越南將於 2025 年成立、印度為 2026 年，這些市場的碳價也待持續關注。



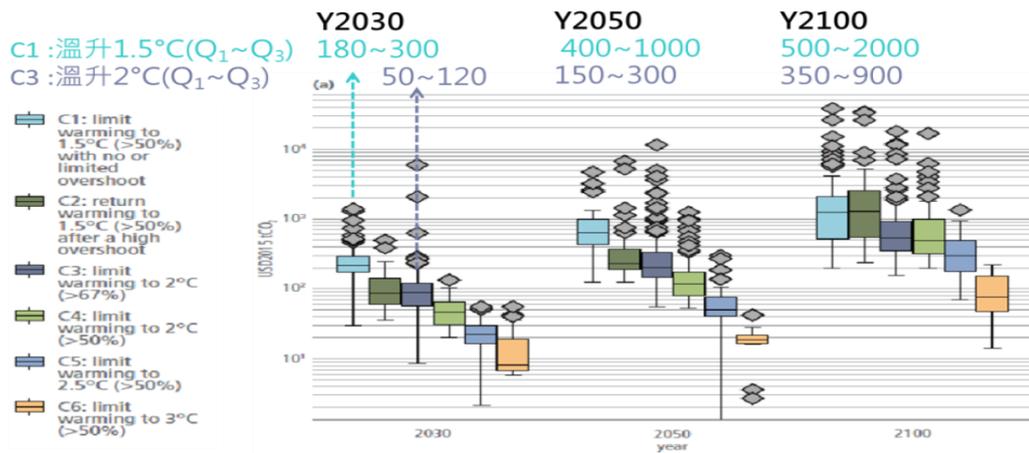
資料來源: 2019~2022 年為 The world bank- Carbon Pricing Dashboard;
2023 年 9 月為 <https://carboncredits.com/carbon-prices-today/>

圖 2. 亞洲國家碳價/稅近年概況

² World Bank, Carbon pricing dashboard , https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data

參、EU-ETS 碳價趨勢及國際機構之預估

接著本文以長期欲達到淨零目標下的碳價，來看未來國際碳價可能的水準。2014 年 IPCC AR5 報告內著重於溫升 2°C 之模擬結果，2022 年的 IPCC AR6 則更進一步著重在溫升 1.5°C。IPCC Working group III 出版的 Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change 報告綜整了不同研究共 6 個情境模擬下之邊際減碳成本，邊際減碳成本表示減到目標量最後一單位所需的成本，隱含碳價高於此成本才能達到最終的減量目標。包含 C1 和 C2 二種溫升 1.5°C 情境，C1 為沒有溫度過衝 (temperature overshoot) 或僅是有限的溫度過衝，C2 為高度溫度過衝，指在未來幾個世紀溫升可能暫時超過 1.5°C，因此在 2030 年或 2050 年的邊際減碳成本雖然較低，但在 2100 年卻可能需要比 C1 情境更高的邊際減碳成本，才能夠使溫升幅度回到 1.5°C，不過 C1 和 C2 情境下，2100 年之邊際減碳成本中位數高達 1000 USD₂₀₁₅/tCO₂。若聚焦 C3 溫升 2°C 情境，以各研究模擬所得的邊際減碳成本中位數來看，2030 年約 90 USD₂₀₁₅/tCO₂ (四分位數 Q₁ 和 Q₃ 約介於 50~120 USD₂₀₁₅/tCO₂)、2050 年中位數約 200 USD₂₀₁₅/tCO₂ (Q₁ 和 Q₃ 介於 150~300 USD₂₀₁₅/tCO₂)。



資料來源: IPCC (2022) “Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change” CH 3

圖 3. IPCC AR6 各減碳情境下之邊際減碳成本

另外參考 IEA 2021 年出版的 Net Zero by 2050-A Road map for the Global Energy Sector，及 IEA 2023 年出版的 Net Zero Roadmap- A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach 二份報告，其模擬若要達到淨零目標，不論是先進國家或開發中經濟體皆須導入碳價，2030 年已開發國家的碳價設定為 140 USD₂₀₁₉/tCO₂，中國大陸、印度等主要新興市場的碳價也高達 90 USD₂₀₁₉/tCO₂ (如表 1)。

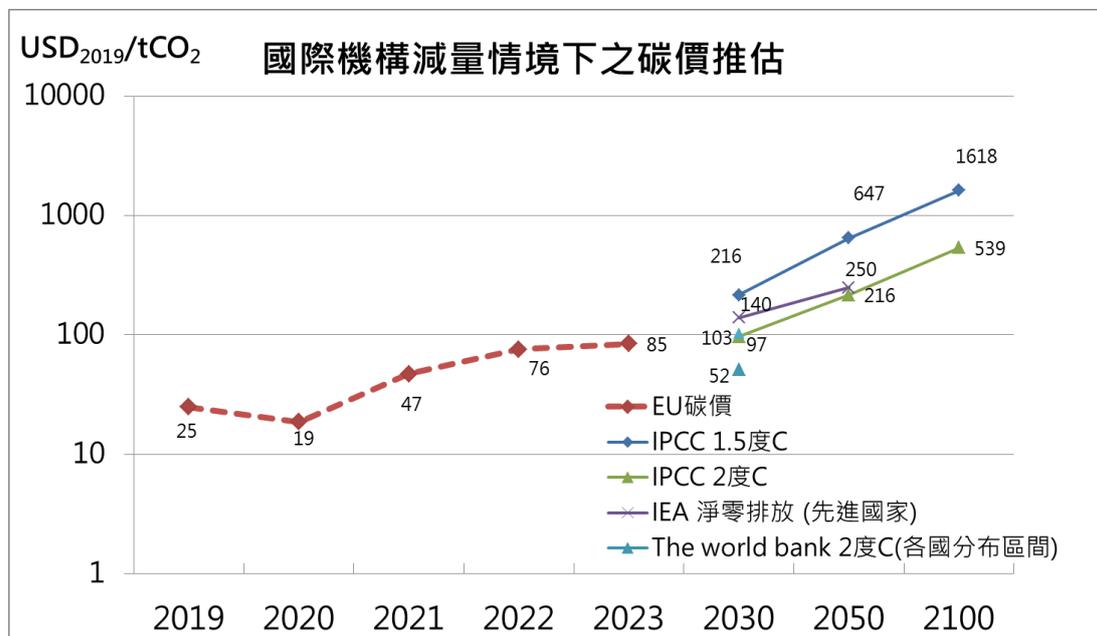
表 1. IEA 模擬淨零目標下之碳價假設

| USD ₂₀₁₉ /tCO ₂ | 2025 | 2030 | 2040 | 2050 |
|---------------------------------------|------|------|------|------|
| 先進國家 | 75 | 140* | 205 | 250 |
| 宣示淨零之新興市場與開發中經濟體 (印度、中國等) | 45 | 90 | 160 | 200 |
| 未宣示淨零之特定新興市場與開發中經濟體 | | 25* | 85* | 180* |
| 其他新興市場與開發中經濟體 | 3 | 15 | 35 | 55 |

資料來源: 國原院整理(2023.10)，參考 IEA (2021) Net Zero by 2050-A Road map for the Global Energy Sector; *為 IEA(2023) Net Zero Roadmap -A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach 報告中之新增或更新值

國際報告模擬減碳目標下之邊際減碳成本或是淨零目標下之碳價假設，皆隱含了未來碳價可能之區間，但各報告呈現的實質價格年份不同而略有差異，因此下圖

以美國的消費者物價指數將實質價格年份都換算為 2019 年之美元以便比較。可看出 2030 年 IPCC AR6 報告裡 2°C 情境的邊際減碳成本中位數約 97 USD₂₀₁₉/ton 和前述 the world bank 報告提到的碳價走廊上限 103 USD₂₀₁₉/ton，二者頗為接近，也和今年 EU ETS 市場均衡下的碳價差距不大。國內亦有企業認為，EU 碳價雖然較亞洲國家高出許多，但 CBAM 的憑證價格將參照歐盟 EU ETS 的交易價格，因此企業內部碳定價可參考 EU ETS 碳價作較高的自我要求。



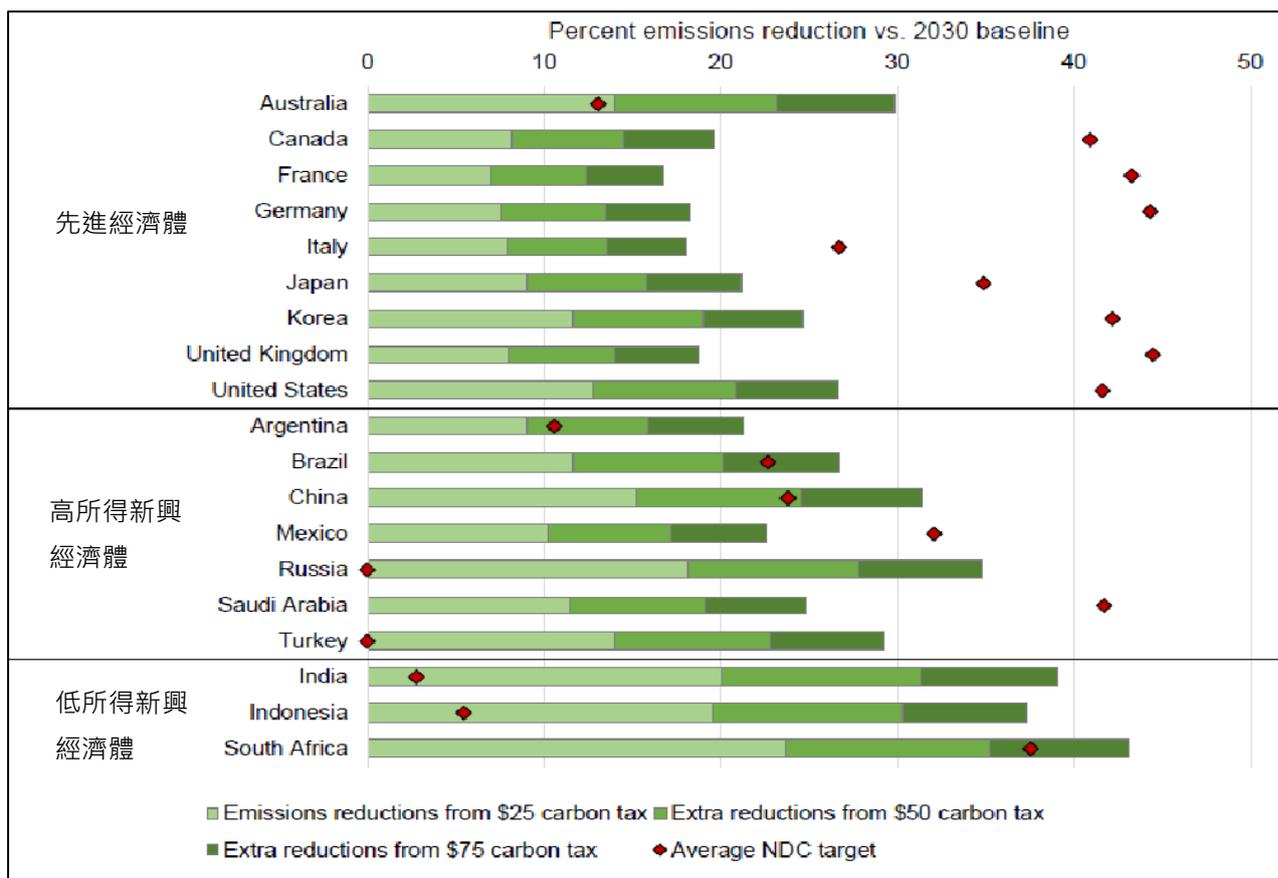
註: EU-ETS 碳價參考 the world bank (2019~2023); IPCC 1.5 度 C 及 2 度 C 碳價為彙整為眾多研究模擬結果之中位數、IEA NZE 為模擬淨零目標下已開發國家之碳價假設; the world bank 為圖 1 中 2 度 C 之碳價走廊
資料來源:國原院整理(2023.10)

圖 4. EU-ETS 碳價趨勢及國際機構之預估

不過以如此高的碳價作為碳費/稅徵收標準，對才剛開始啟動碳盤查的我國來說勢必難以適應，不論碳費或碳稅，都無法確實預測價格管制下對減碳數量的影響，而是需要滾動式的推測及檢視實際排碳量對價格的反應，如同歐盟推行的碳邊境調整機制(CBAM)，需要一段時間觀察它是否能如預期般引導歐盟境內的供應商

採用低碳排原料取代高碳排原料。

圖 5 為 IMF 利用政策評估工具 CPAT，模擬不同碳稅下 G20 各國相對 2030 年基準排放量的減碳幅度，每噸 25 美元的碳稅下，低所得的新興經濟體(如印度等國)減碳幅度可達 20%，所得較高的新興經濟體可減量 10% 以上，而先進經濟體中的日本和韓國，減量幅度則在 10% 左右，澳洲因為現有能源結構相對依賴自產的煤，減量效果便相對其它先進國家來得更明顯。而圖 5 也可看出碳價提升的效果將會隨著減碳難度增加而遞減，即便將碳價提高到每噸 75 美元，除澳洲以外的大多數先進經濟體，減量幅度仍和圖 5 紅點所示的 NDC 目標有很大的差距。因此該報告提到碳稅制度下需搭配獎助(feabate)來增加減碳誘因相當重要，例如將稅收用於獎勵國內對碳有封存貢獻的土地或森林持有者。



資料來源: Parry, Ian, Simon Black, and Karlygash Zhunussova, 2022a. “Carbon Taxes or Emissions Trading Systems? Instrument Choice and Design.” IMF Staff Climate Note. IMF, Washington, DC

圖 5. IMF 模擬碳價下各部門的減碳貢獻比例

肆、結論

我國目前朝向碳費和碳交易市場並行之方向前進，這二種管制機制各有優缺點，但可以同時採行作為互補，透過碳交易市場可較準確地控制排放量來達到減量目標，但由於碳交易市場必須建立在總量盤查及管制的基礎上，依照韓國的經驗，2012 年底通過溫室氣體排放權分配及交易法案(ETS ACT)到該法案施行，歷經 2 年以上的時間完成碳盤查及規劃受管制行業的免費配額等工作，也需設計相應的配額使用機制來避免太大的碳價波動。國內碳費短期需經過滾動地推測及檢視排

碳量對價格的反應，也許不會馬上提升到 EU ETS 或是國際報告建議的碳價水準，但跨國間的碳權交易或是主要貿易國逐漸採用 EU ETS 作為該國國內的碳定價參考，都可能使廠商實際上面臨更高的排碳成本。此時國內可在未完成碳盤查前很快地針對特定出口產品徵收碳費，使其免於或減少被其它國家課徵之碳關稅，而收入則可用在協助該特定產品或產業脫碳。長期可考量針對碳交易市場未涵蓋或不易涵蓋的部門或產品設計碳費/稅，由於碳費/稅的收入運用主導權為公部門，較容易兼顧淨零公正轉型（例如輔導因為土地利用轉型而受損的農漁民），或是投入需要長時間準備的淨零相關基礎建設及前瞻減碳技術，都可有助降低我國在未來面臨國際高碳價時付出的總排碳成本，因此碳費收入運用規劃的重要性也和碳費水準同樣重要。

參考文獻

1. IEA (2021) Net Zero by 2050-A Road map for the Global Energy Sector.
2. IEA (2023) Net Zero Roadmap- A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach.
3. IPCC (2022) Mitigation and development pathways in the near- to mid-term. In: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.[Lecocq, F., H. Winkler, J.P. Daka, S. Fu, J.S. Gerber, S. Kartha, V. Krey, H. Lofgren, T. Masui, R. Mathur, J. Portugal-Pereira, B. K. Sovacool, M. V. Vilariño, N. Zhou] Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.006
4. Parry, Ian, Simon Black, and Karlygash Zhunussova (2022) “Carbon Taxes or Emissions Trading Systems? Instrument Choice and Design.” IMF Staff Climate Note. IMF, Washington, DC
5. World Bank, Carbon pricing dashboard.
(https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data)
6. World Bank (2019) State and trends of carbon pricing 2019.
7. World Bank (2020) State and trends of carbon pricing 2020.
8. World Bank (2021) State and trends of carbon pricing 2021.
9. World Bank (2022) State and trends of carbon pricing 2022.
10. World Bank (2023) State and trends of carbon pricing 2023.