中華經濟研究院
CHUNG-HUA INSTITUTION FOR ECONOMIC RESEARCH

國際碳邊境調整機制與國內碳定價風險因應

中華經濟研究院綠色經濟研究中心 溫麗琪主任

日期：110年8月4日

簡報大綱

一、背景

二、歐盟碳邊境調整機制

三、CBAM對我國之可能影響

四、碳定價與碳排放交易市場

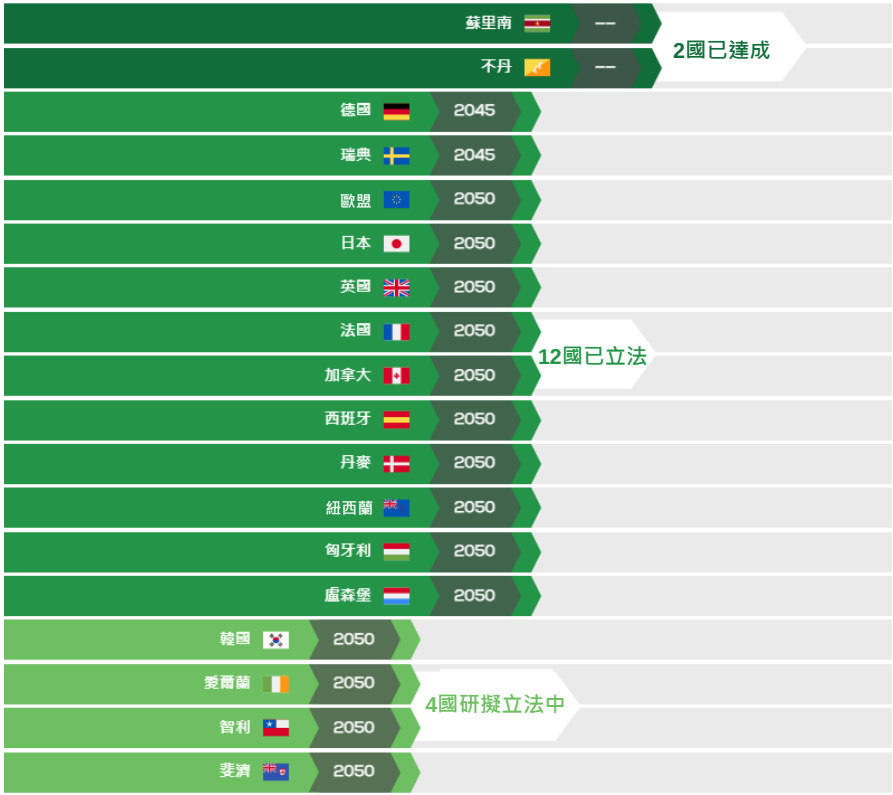
五、總結與討論

背景

中華經濟研究院
綠色經濟研究中心
The Center for Green Economy
Chung-Hua Institution for Economic Research

各國碳中和進程與現況

◆ 目前已有131國宣佈2050年實現溫室氣體淨零排放目標，佔全球溫室氣體排放量63%以上[1]



- 不丹與蘇利南共和國因原先產業結構並非以重工業為主，加上國土面積多以森林居多，因此較早達成淨零排放目標。
- ECIU分析：“宣佈淨零排放目標的國家國內生產總值（GDP）總計超過全球總GDP的50%，積極採取氣候變暖對策的勢頭正在升溫。”

資料來源：[1]聯合國環境規劃署《2020年排放差距報告》執行摘要
[2]ECIU官網
圖片來源：ECIU官網

各國碳中和進程與現況(續)

芬蘭	2035	馬爾地夫	2050
奧地利	2040	巴貝多	2050
冰島	2040	安道爾	2050
美國	2050	維德角	2050
南非	2050	格林納達	2050
義大利	2050	梵蒂岡城	2050
巴西	2050	馬紹爾群島	2050
瑞士	2050	諾魯	2050
阿根廷	2050	中國	2060
挪威	2050	印度尼西亞	2060
哥倫比亞	2050	哈薩克	2060
葡萄牙	2050	烏克蘭	2060

圖片來源: ECIU官網

包含美國、中國在內等37國目前處於提出碳中和政策文件的階段；另外，包含阿根廷、墨西哥、荷蘭在內等78國仍在討論當中。

強制性背景 – 歐洲綠色新政 2019年

■歐盟「綠色新政」為達成「2050零排放、零廢棄、零污染」之長程目標鋪路，要求企業 / 個人在行為上負更明確環境責任

■物質流：針對氣候保護、綠色能源、循環經濟、綠建材裝修、交通運輸、永續食品、生態與生物多樣性以及綠色化學，鏈結歐盟現有法規命令

■金流：永續投資、產業政策與公正的轉型機制將是支撐歐盟綠色轉型關鍵，加強歐盟碳排放交易體系（European Union Emission Trading Scheme，EU ETS），提高碳排放價格、擴大碳排放交易範圍、補貼低碳出口產品、訂定嚴格進口歐盟市場的環境標準

經濟改革	財務改革
能源產業加速朝低碳化發展	**永續歐洲投資計畫**（Sustainable Europe Investment Plan，規模1,000億歐元）
鼓勵永續產業的創新發展	**永續金融策略方案**（Renewed Strategy on Sustainable Finance，未來三年推出 至少 50 項方案）
既有建築物的大規模翻新	
推展潔淨能源的公共及私人運輸系統	
發展永續食物體系	

歐盟7,500億歐元疫情復甦基金 史上最大

- 市場借款7,500億歐元，其中3,900億歐元直接撥付給最需要經濟刺激的國家，其餘3,600億歐元做為低利貸款
- 1/3資金將用於因應氣候變遷，與歐盟規模1兆歐元的7年預算，組成史上最大綠色刺激計畫
- 歐盟將在2058年前籌資償債：2023年起對自碳排標準較低國家進口的商品課稅；可能對金融交易課稅，也將把碳排交易體系擴至海運和航空領域

投入面向	計畫名稱	投入金額(歐元)	說明
通過投資和改革的方式支持會員國	新復甦措施基金(RRF)	6725億	用於綠色和數位轉型以及國民經濟的韌性相關之投資和改革
	凝聚與區域復甦協助	475億	應用於在冠狀病毒危機的背景下提高危機修復能力的項目，以及有助於實現綠色，數位化化和彈性恢復經濟的運營投資
	轉型基金	100億	協助成員國加速邁向氣候中和的過渡期
	鄉村發展基金	75億	支持農村地區配合歐洲綠色新政的必要構造改革，並達成新生物多樣性（biodiversity）和從農場到餐桌策略的目標
鼓勵私人投資，推動歐盟經濟	歐洲旗艦投資計劃——InvestEU	56億	流通整個歐盟範圍內的私人企業投資計畫
從疫情中之經驗學習	rescEU	19億	rescEU為歐盟的民事保護機制（the Union's Civil Protection Mechanism），將擴大並加強該機制，訓練歐盟在面對未來的危機時的準備及回應
	歐洲展望計畫	50億	資助有關健康、韌性以及綠色及數位轉型的重要研究
總計		7500億	

國際綠色經濟趨勢對台灣企業的三大挑戰：
環境永續分類標準
環境資訊揭露
碳關稅

因應綠色趨勢，避免國際競爭力下滑，企業有必要掌握各國環境政策及可能影響，建立環境經濟思維

歐盟碳邊境調整機制

中華經濟研究院
綠色經濟研究中心
The Center for Green Economy
Chung-Hua Institution for Economic Research

歐盟實施CBAM之理由

Fit for 55：加速減少溫室氣體排放	避免發生**碳洩漏**	維持歐盟產業之全球**競爭公平性**
• 歐洲議會通過《歐盟氣候法》，提高2030年減碳目標，較1990年減少至少55%。 • CBAM 為 Fit for 55包裹法案中重要機制。	• 洩漏風險：生產移轉至境外、進口(碳含量較高)產品消費增加 • CBAM 要求進口產品也需負擔減碳成本，	•歐盟產品在境內必須負擔減碳成本、出口則面對價格劣勢 •CBAM使進口產品價格反映碳定價、並針對歐盟出口產品給予調整（退稅）

CBAM主要內容和時程（1）

- 歐盟2019年12月11日通過《綠色新政》
- 2020年分別進行經濟影響評估和公眾諮詢；且就CBAM和五、六十個國家進行雙邊諮商
- 2021年7月14日公布CBAM草案，其中就涵蓋產品項目（水泥、肥料、鋼鐵、鋁、進口電力等產品 ）、產品碳含量的認定方式、以及進口產品申報方法、驗證方法、以及相關罰則皆有規定
- 預計2023年1月1日生效，經3年過渡期後，於2026年1月1日全面實施。

CBAM主要內容和時程（2）

- 2023～2025年，進口商應於每年5月31日前申報前一年CBAM相關資訊（進口量以公噸計算、進口產品碳含量以CO_2e/公噸表示）。
- 2026年起，進口商扣除已於出口國繳納費用，以及享有之免費排放額度，必須購足CBAM憑證。

各國氣候減緩相關措施及對CBAM之因應或看法

美國

- 加州自2012年起實施碳交易機制
- 拜登總統上任後旋即簽署一系列行政命令對抗氣候危機，宣布重返巴黎協定，並提出一項2兆美元的計畫，期讓美國在2050年前達到碳中和
- 已於4月22日(世界地球日)及23日舉辦全球氣候變遷視訊會議，邀請全球40位國家元首一同參與，並將於此次峰會宣布"具野心的"2030年減碳目標
- 美國已與英國、歐盟發表聲明，將緊密合作，減少各自溫室氣體排放，以達2050年溫室氣體淨零排放目標；同時也將敦促各國採取必要行動，以達氣候上升幅度控制在攝氏1.5度內目標
- 拜登總統向國會提交之「**2021**貿易政策議程暨**2020**年度報告」提及，美國將透過雙邊、多邊方式，推動達成永續環境。且**將在適當與美國國內減少溫室氣體排放作法一致下，考量碳邊境調整措施(如針對進口國內未有相應碳稅的進口品，徵收一定費用等)**

美國各州碳定價現況

司法轄區	類型與發展現況
紐約市	碳定價探索中
新墨西哥州	碳定價探索中
北卡羅萊納州	碳定價探索中
俄勒岡州	考慮採用碳排放交易系統
賓夕法尼亞州	考慮採用碳排放交易系統
維吉尼亞州	碳排放交易系統規劃中
華盛頓州	碳排放交易系統已實施(履約暫停)

資料來源：2020全球碳定價現況及趨勢發展報告、駐美國經濟組

各國氣候減緩相關措施及對CBAM之因應或看法(續)

加拿大

- 自2019年起，要求各省和地區須依「泛加拿大碳污染定價方法」標準制訂各自的碳定價機制(碳稅或碳排放交易系統)；或在其轄區實施聯邦支持系統，即(1) 2019年化石燃料監管費定為20加元(14美元)/tCO2e，每年增加10加元/tCO2e，直到2022年50加元(35美元)/tCO2e；(2) 以產出為基礎之定價系統(OBPS)，該系統為發電及各種活動設定排放密集度標準
- 今年1月21日於加拿大與歐盟《全面經濟貿易協定》(Comprehensive Economic and Trade Agreement)之商品貿易委員會中，與歐盟就CBAM進行資訊交流。加國政府目前刻正探討碳邊境調整措施(如碳關稅)之可行性，並表達願與歐盟等國際夥伴進一步討論，在確保公平之商業/貿易環境下，如何將碳邊境調整措施納入實現氣候目標的廣泛策略

司法轄區	類型與發展現況
亞柏塔省	碳排放交易系統已實施 聯邦後備碳定價機制部分實施
不列顛哥倫比亞省	碳排放交易系統和碳稅已實施 滿足聯邦基準水平
曼尼托巴省	聯邦後備碳定價機制全面實施 碳排放交易系統和碳稅納入考慮
新不倫瑞克	碳排放交易系統納入考慮 碳稅已實施 聯邦後備碳定價機制部分實施
紐芬蘭與拉不拉多省	碳排放交易系統和碳稅已實施
西北地區	碳稅已實施
新斯克舍省	碳排放交易系統已實施
努納武特地區	聯邦後備碳定價機制選擇性實施
安大略省	聯邦後備碳定價機制全面實施 碳排放交易系統納入考慮
愛德華王子島省	碳稅已實施 聯邦OBPS選擇性實施
魁北克省	碳排放交易系統已實施 滿足聯邦基準條件
薩斯喀徹溫省	碳排放交易系統已實施 聯邦後備碳定價機制部分實施
育空地區	聯邦後備碳定價機制選擇性實施

資料來源：2020全球碳定價現況及趨勢發展報告、駐加拿大經濟組

各國氣候減緩相關措施及對CBAM之因應或看法(續)

日本

- 2010、2011年分別於東京、琦玉縣施行碳排交易制度(均屬地方層級的排放交易制度)、2012年起針對石油、天然氣、煤炭課徵「全球暖化對策稅」(屬於碳稅一種)
- 相較於各國碳稅稅率，日本稅率較低，故對抑制碳排放效果較小(目前瑞典的稅率最高，約為15,000日圓/噸CO2，日本約為289日圓/噸CO2)
- 目前國內(環境省及經產省)對於碳定價機制持有不同立場；然為達2050碳中和目標及避免碳洩漏，該兩省均已著手討論CBAM可能形式與要件
- 針對歐盟、美國欲採行CBAM，日本經產省已於今年2月召開會議研商因應對策，並考慮導入CBAM相關制度，預計於今年夏季完成碳定價(含CBAM)初步方案彙整，今年內確定相關政策方針

韓國

- 2015年實施全國性碳交易制度，是亞洲第1個全國實施碳排放交易體系的國家，也是繼歐盟之後全球第2大碳排放交易市場
- 第1階段(2015年-2017年)為100%免費碳權核配，第2階段(2018年-2020年)為97%免費碳權核配，2019年韓國政府宣布第3階段(2021-2025年)的監管變動，包括更嚴格的ETS上限
- 已於2020年12月底提交2030年的NDC，即2030年溫室氣體排放量較2017年減少24%的目標；並擬於2025年前研議再提升2030年減量目標
- 韓國政府目前尚未對歐盟CBAM表態，惟依據韓國媒體報導，韓國刻正研擬CBAM因應措施

資料來源：2020全球碳定價現況及趨勢發展報告、駐日本經濟組

各國氣候減緩相關措施及對CBAM之因應或看法(續)

墨西哥

- 墨西哥**採碳稅及碳排放交易試點機制同步進行**
- 碳稅機制涵蓋所有產業二氧化碳排放；另碳排放交易試點於2020年1月1日正式啟動，同時亦是拉丁美洲第1個碳排放交易系統
- 試點分為2階段進行，第1階段為期3年，覆蓋電力、石油、天然氣、工業部門，目的為測試碳排放機制所需系統與拍賣機制設計之完整性
- 墨西哥政府**目前尚未對歐盟CBAM表明支持/反對立場，或是否跟進歐盟就CBAM進行相關立法**

英國

- 英國是全球第1個立法於2050年達到淨零排放目標的國家
- 自2020年1月31日脫歐後，至2020年底的過渡期內仍採用歐盟碳排放交易系統(EU ETS)
- 2020年12月發布之白皮書提及，預計在**2030年前減少至少68%碳排放量**，且承諾脫歐後**將建立英國的碳排放交易系統(UK ETS)**，亦考慮未來在符合英歐雙方利益前提下，將仿照瑞士-EU ETS的連接模式，允許雙方碳交易系統間的配額流通；惟該制度目前仍在商討，並未擬定實質計畫
- 依據彭博社報導，英國考慮利用擔任今年G7輪值主席國的機會，推動課徵碳邊境稅，惟目前尚無進展消息
- 根據倫敦政經學院表示，歐盟與英國間的貿易係以碳密集型產品為主，若歐盟實施CBAM將影響英歐約33%的貿易商品，且英國出口至歐盟的產品將增加相當多的財務成本，其中又以鋼鐵出口尤為嚴重，故建議英國應與歐盟進行緊密合作

資料來源：2020全球碳定價現況及趨勢發展報告、駐墨西哥經濟組、駐英國經濟組

各國氣候減緩相關措施及對CBAM之因應或看法(續)

澳洲

- 2012-2014年曾實施碳稅制度，後因政治問題廢除，並成立**減碳基金**(Emission Reduction Fund, ERF)，改**以獎勵方式來取代碳稅制度**
- 澳洲廣播公司(ABC)報導，歐盟揚言除非澳洲就達成碳中和(climate neutrality)及逐步淘汰煤炭提出具體作為及時間表，否則將拒簽任何雙邊貿易協定

Australia Needs More Climate Action for EU Deal, ABC Says

By Jason Scott
2021年3月11日 上午9:06 [GMT+8] Updated on 2021年3月11日 下午4:10 [GMT+8]

澳洲不放棄燃煤 歐盟揚言拒簽雙邊自貿協議

2021-03-11 11:19 經濟日報 / 編譯洪敬原／綜合外電 澳洲

Australian exporters could face millions of dollars in European tariffs as EU seeks to punish polluters

紐西蘭

- 2008年紐西蘭政府正式公布「**紐西蘭碳交易系統**」(New Zealand ETS)，該交易系統涵蓋了林業、能源、工業與廢棄物處理業，但不包含農牧業
- 2019年7月宣布，逐步取消工業部門免費配額；另規劃2021-2030年間每年至少減少1%的免費配額；2031-2040年間每年減少2%；2031-2050年間每年減少2%
- 2019年底宣布，2025年起將對農業領域(含家畜養殖業)溫室氣體排放定價
- 紐西蘭政府**目前仍持續關注歐盟CBAM**

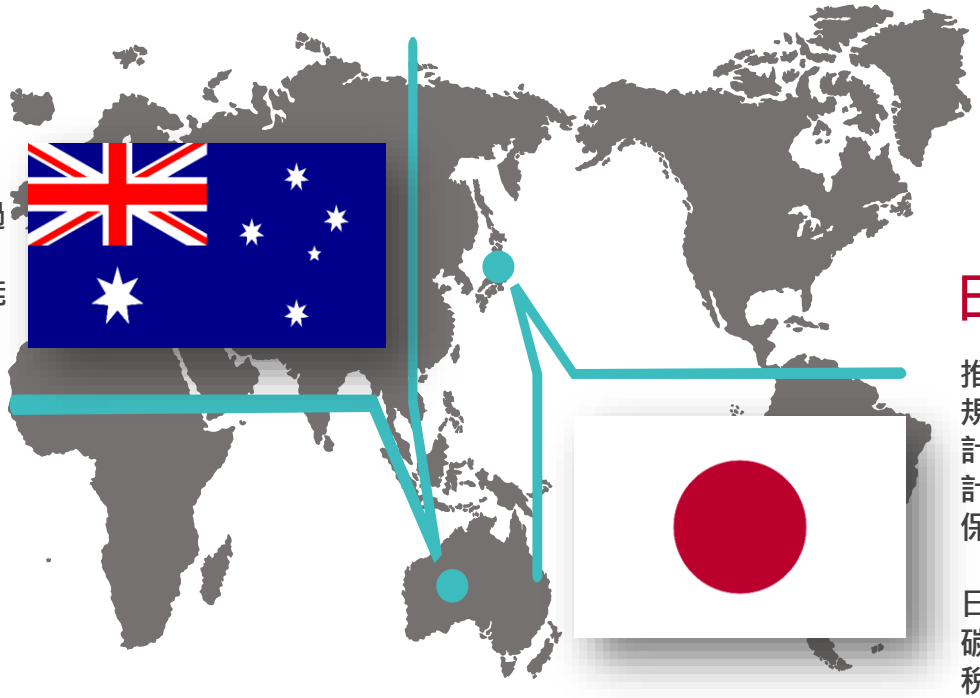
資料來源：2020全球碳定價現況及趨勢發展報告

日本、澳洲於WTO倡議之替代方案

澳洲

反對歐盟CBAM方案。

將在WTO的凱恩斯集團（Cairns Group）推動歐盟CBAM之替代方案，針對超過50種環境商品及服務削減關稅，包括風力發電機、太陽能面板及廢水處理技術等等。



日本

推動會員國討論不違反WTO規則的「碳邊境稅」制度設計，包括溫室氣體排放量的計算方法、碳定價方法及確保數據的透明度等問題。

日本亦將向各國推薦針對去碳化貢獻較大的產品削減關稅作為「碳邊境稅」的另一方案，產品包括風力、燃料氨、蓄電池及太陽能等領域的幾百多個品種產品。

國際發展趨勢

- 歐盟公布CBAM，美國、加拿大、日本等國明確表達其對因應氣候變遷、極端性氣候的重要性，並積極研擬其境內可行之碳邊境調整措施
- 很多國家開始進行因應調整機制，如泰國、南韓、新加坡、印尼等國加速相關制度的建置工作
- 中國、澳洲、印度等國雖明確表達反對之意，但碳中和趨勢沒有改變

CBAM對我國之可能影響

中華經濟研究院
綠色經濟研究中心
The Center for Green Economy
Chung-Hua Institution for Economic Research

CBAM可能成本負擔：

- CBAM可能成本 = 出口量 * 產品單位生產含碳量 * 碳定價
  （=排碳量 / 生產量）

- 碳定價？

是一種為溫室氣體排放量設定明確價格的機制，即以每噸二氧化碳當量（tCO2）為單位來表示碳的價格。

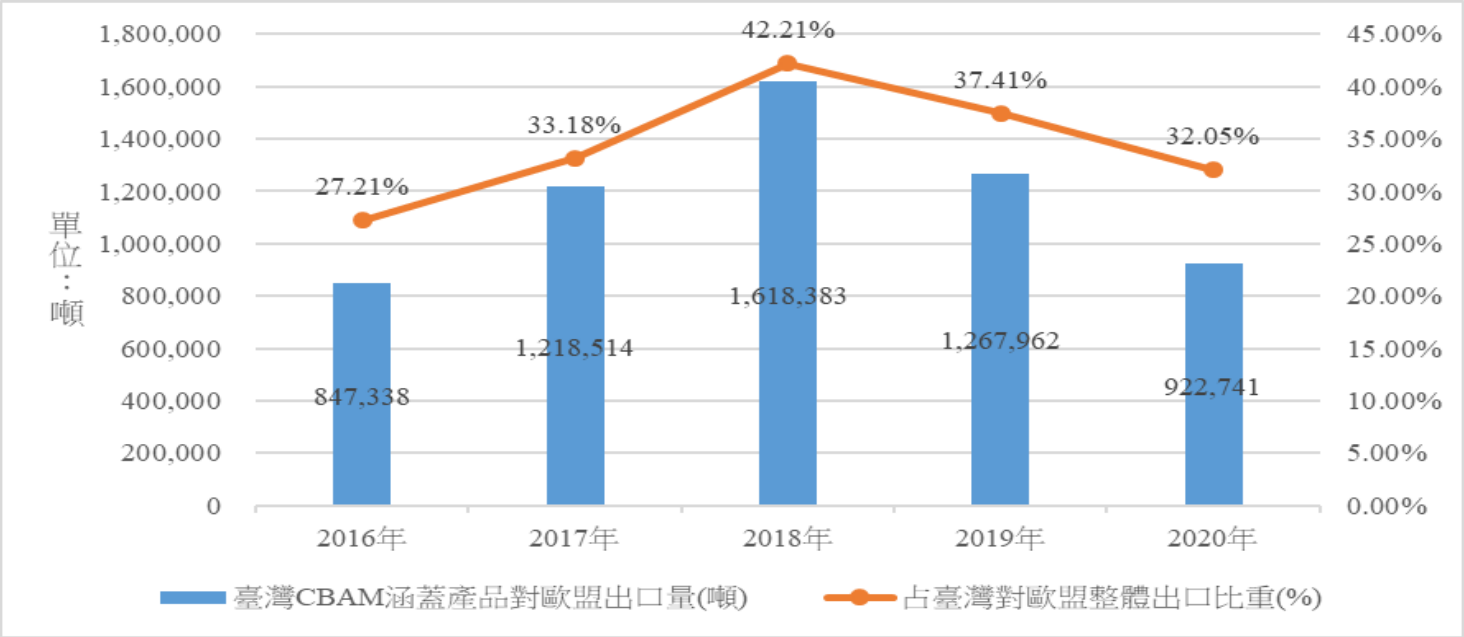
外部成本

碳稅

排放交易市場碳價格

一、我國高污染產業出口歐盟情形（出口量）

- 近5年來我國CBAM涵蓋產品出口至歐盟呈現先成長後衰退的態勢，年平均出口量為117.5萬噸，占我國對歐盟年平均出口量的34.79%；
- 其中，又以鋼鐵占比最多，年平均出口量為117.18萬噸(占CBAM涵蓋產品99.73%)，其次依序為鋁2,977噸(占CBAM涵蓋產品0.25%)、肥料232噸(占CBAM涵蓋產品0.02%)、水泥14噸(占CBAM涵蓋產品0.001%)

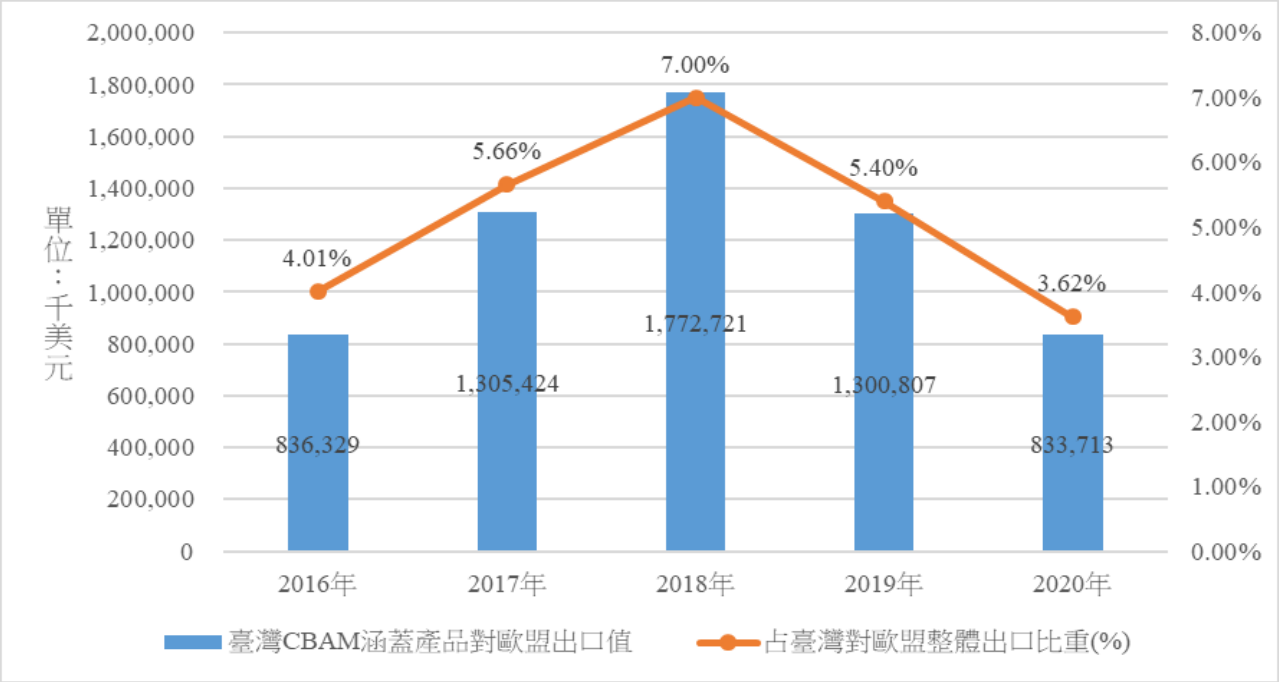


資料來源：研究團隊整理自ITC Trade Map資料庫。

圖1 臺灣CABM涵蓋產品出口至歐盟概況(出口量)

一、我國高污染產業出口歐盟情形（出口值）

- 近5年來我國CBAM涵蓋產品出口至歐盟，也是呈現先成長後衰退的態勢；年平均出口值為12.10億美元，占我國對歐盟年平均出口值的5.20%；
- 鋼鐵占比最多，年平均出口值為11.96億美元(占CBAM涵蓋產品98.85%)、其次依序為鋁1,362.3萬美元(CBAM涵蓋產品1.13%)、肥料32.4萬美元(CBAM涵蓋產品0.027%)、水泥6千美元(CBAM涵蓋產品近乎0%)、電力則未有出口實績。



資料來源：研究團隊整理自ITC Trade Map資料庫。

圖2 臺灣CABM涵蓋產品出口至歐盟概況(出口值)

二、產品碳含量（產品碳足跡）

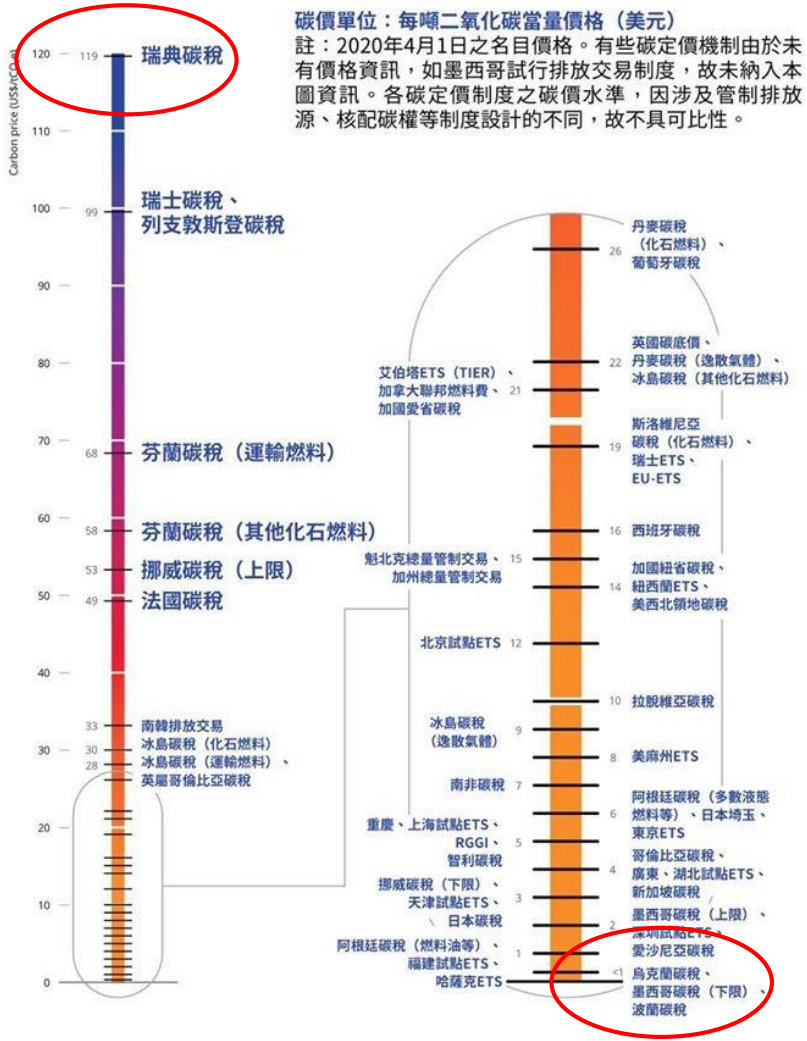
- 產品碳含量(單位產品碳含量=[生產過程所產生之直接與間接排放]/[申報期間該設施所生產產品數量])，也就是產品碳排放強度；
- **特定設施之單位產品碳含量(installation-specific value)計算方法**(§7.2)：
  - **簡單產品(ANNEX III Simple goods)：**
    單位產品碳含量 = 生產過程直接排放 / 申報期間該設施所生產產品數量
  - **複雜產品(ANNEX III Complex goods)：**
    單位產品碳含量 = (生產過程直接排放 + 生產過程所使用原料之碳含量) / 申報期間該設施所生產產品數量
- **無法驗證實際單位產品碳含量者**(§7.3)：使用歐盟**預設值(default values)**計算。係依歐盟ETS指令所用方法，設定為歐盟境內表現最差之10%設施之水準。

三、碳定價

根據世界銀行最新發布的2020全球碳定價現況及趨勢發展報告，國際已有61個地區和國家實施碳定價，管制全球22%的二氧化碳排放量（大約120億噸），其中採取碳交易體系和碳稅的比例各占一半。

圖片來源：世界銀行《2020全球碳定價現況及趨勢發展報告》，編譯自台大社會風險與政策研究中心

各國碳定價現況



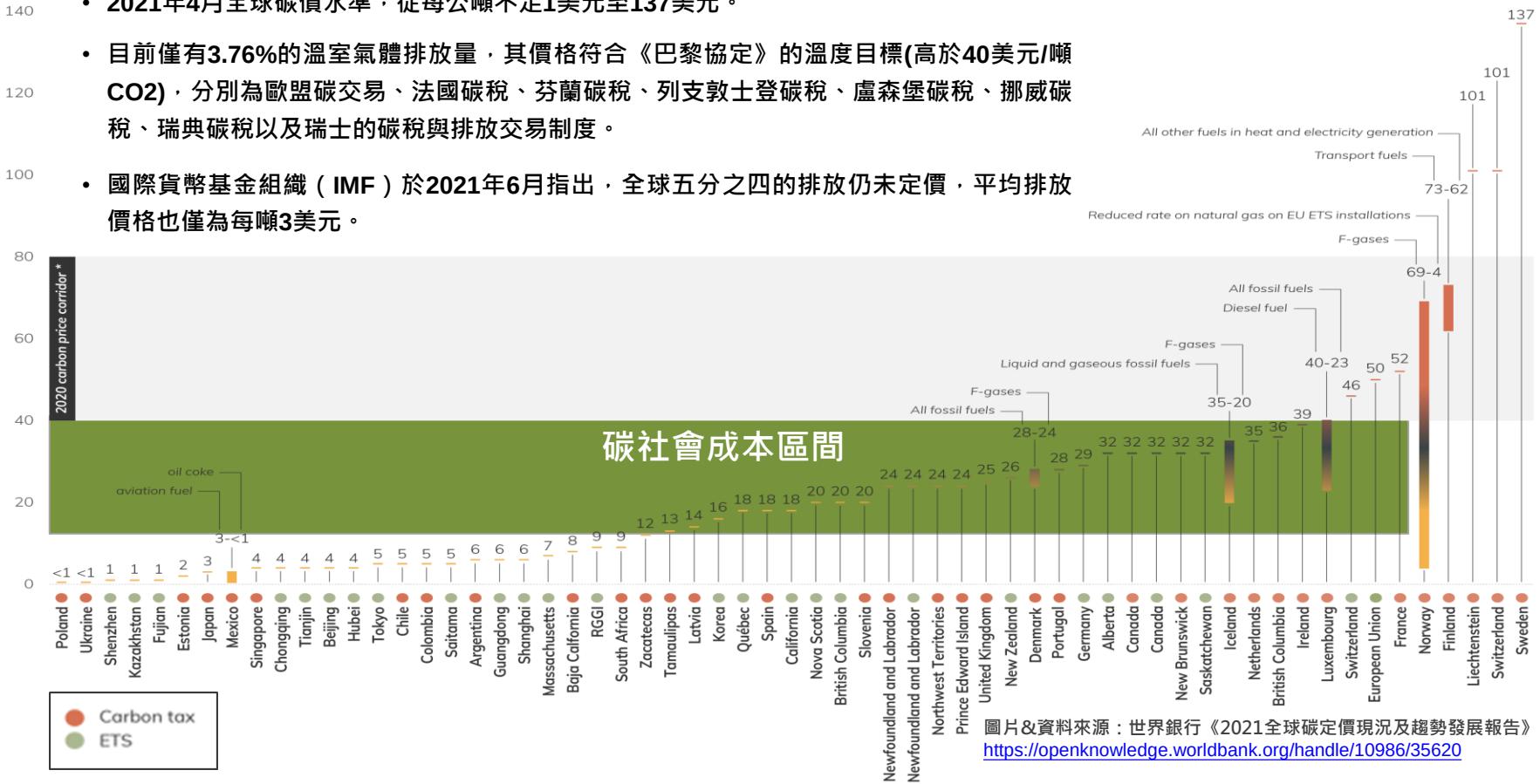
碳價高層委員會(The High-Level Commission on Carbon Price)估計，要符合《巴黎協定》的溫度目標，以經濟有效的方式減少排放，到2020年碳價至少在 40-80 美元/噸 CO2，到 2030 年應為 50-100 美元/噸 CO2。

- 2020年4月全球碳價水準，從每公噸不足1美元至120美元
- 僅有不到5%的溫室氣體排放價格符合《巴黎協定》的溫度目標，而有約一半的碳排放價格均低於10美元/噸 CO2。
- 國際貨幣基金組織（IMF）計算出的全球平均碳價僅為2美元/噸CO2。

資料來源：碳定價現況與展望
https://km.twenergy.org.tw/ReadFile/?p=Reference&n=202092915495 4.pdf
圖片來源：世界銀行《2020全球碳定價現況及趨勢發展報告》，編譯自台大社會風險與政策研究中心

各國碳定價比較(統計至2021/04/01)

- 碳價高層委員會(The High-Level Commission on Carbon Price)估計，要符合《巴黎協定》2°C溫度目標，以經濟有效的方式減少排放，到2020 年碳價至少在 40-80 美元/噸 CO2，到 2030 年應為 50-100 美元/噸 CO2。
- 2021年4月全球碳價水準，從每公噸不足1美元至137美元。
- 目前僅有3.76%的溫室氣體排放量，其價格符合《巴黎協定》的溫度目標(高於40美元/噸CO2)，分別為歐盟碳交易、法國碳稅、芬蘭碳稅、列支敦士登碳稅、盧森堡碳稅、挪威碳稅、瑞典碳稅以及瑞士的碳稅與排放交易制度。
- 國際貨幣基金組織（IMF）於2021年6月指出，全球五分之四的排放仍未定價，平均排放價格也僅為每噸3美元。



圖片&資料來源：世界銀行《2021全球碳定價現況及趨勢發展報告》
https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35620

小結：CBAM對我國可能影響（1）

- 根據行政院環境保護署國家溫室氣體登錄平台，以及我國主要鋼鐵業者申報的永續報告書初步推估，目前國內鋼鐵經濟活動平均單位碳排放量為0.3~2.3/tCO2e，
- 初步計算方式為：1,171,765萬噸 x 0.3~2.3/tCO2e x 1,730.72元 = 6.08~46.64億元
- 初步預估歐盟CBAM實施後，可能會增加新台幣6.08~46.65億元的出口成本，占出口值1.82%~13.97%。
- 再加上我國鋼鐵出口至歐盟占出口至全球11.99%，此一出口成本的增加將對我鋼鐵業者出口至歐盟市場形成重大挑戰。

註1：出口量以2016-2020年我國CBAM涵蓋鋼鐵產品出口至歐盟之年平均出口量為計算基礎。
註2：根據行政院環境保護署國家溫室氣體登錄平台，以及我國主要鋼鐵業者申報之永續報告書推估，目前國內鋼鐵經濟活動平均單位碳排放量為0.3~2.3/tCO2e。
註3：以2021/7/19歐盟碳排放市場交易價格54.41歐元(約新台幣1730.72元)計算。
以美金匯率28元計算，我國鋼鐵產品出口歐盟約334億元台幣，以可能負擔6..08~46.64億元 / 334億元 = 1.8% ~ 14%。

小結：CBAM對我國可能影響（2）

- 歐盟端出CBAM除了為避免碳洩漏及維護境內產業競爭力外，最終目的係希望能促進各國制定減碳措施(如碳定價機制)，達成減碳、甚至2050年淨零碳排目標。
- 惟我國業者尚有調整空間的機會。根據歐盟CBAM草案，CBAM預計於2023年1月1日起生效，經3年過渡期，並於2026年1月1日全面實施。在過渡期內，進口商僅須按季向成員國CBAM主管機關提交CBAM報告(CBAM report)，包含該季度進口數量、實際產品碳含量等資訊，無須支付費用，因此預估短期內CBAM對臺灣的影響應不至太大。
- 我國企業普遍未計算或揭露其本身活動的碳排放量，因此，對我企業而言，目前面臨的首要工作為計算其本身產品的碳含量。

碳定價與碳排放交易市場

CGE
中華經濟研究院
綠色經濟研究中心
The Center for Green Economy
Chung-Hua Institution for Economic Research

CBAM可能成本負擔：

- CBAM可能成本 = 出口量 * 產品單位生產含碳量 * 碳定價
  （=排碳量 / 生產量）

- 碳定價？

是一種為溫室氣體排放量設定明確價格的機制，即以每噸二氧化碳當量（tCO2）為單位來表示碳的價格。

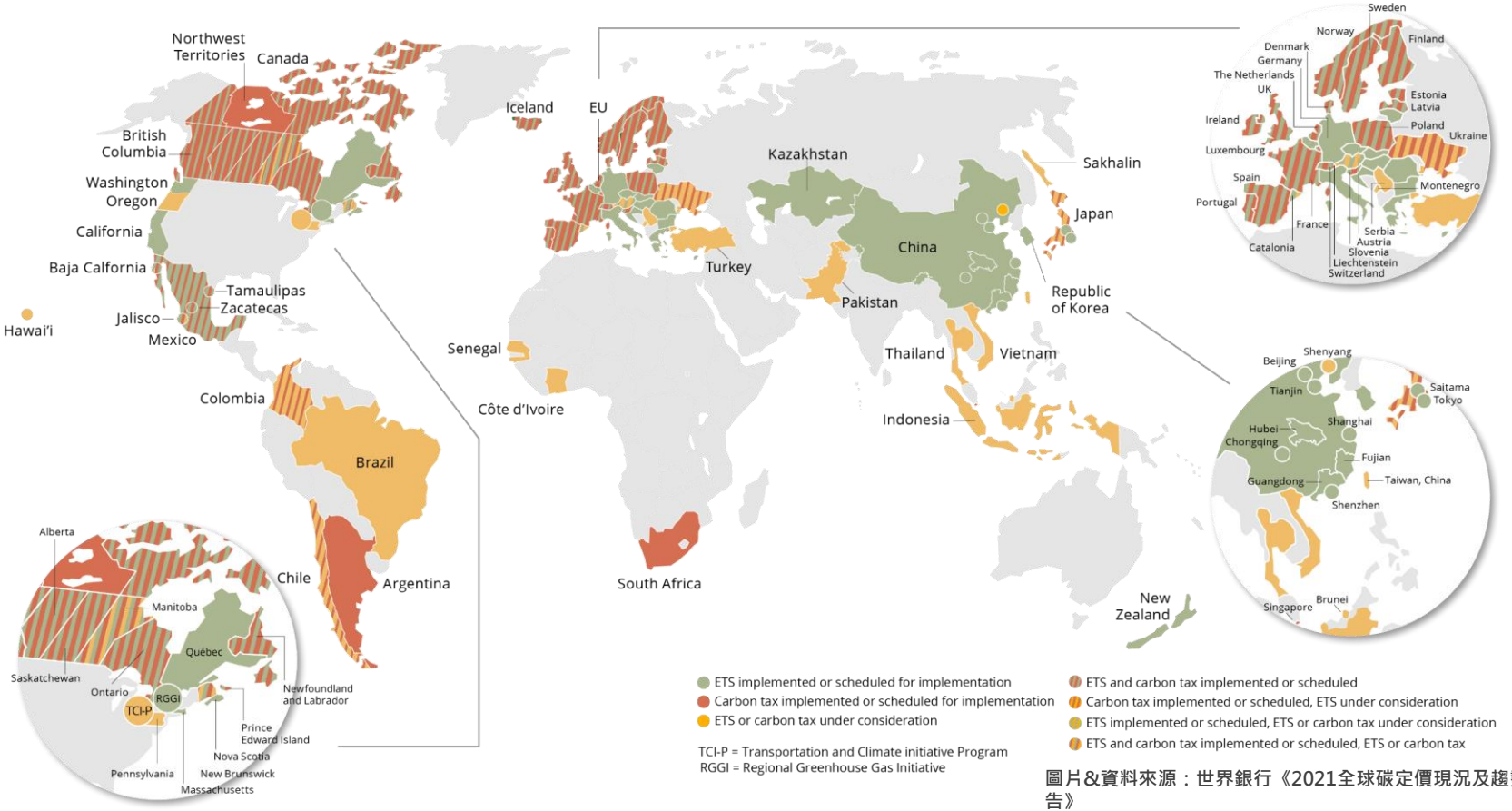
外部成本

碳稅

排放交易市場碳價格

2021碳定價地圖

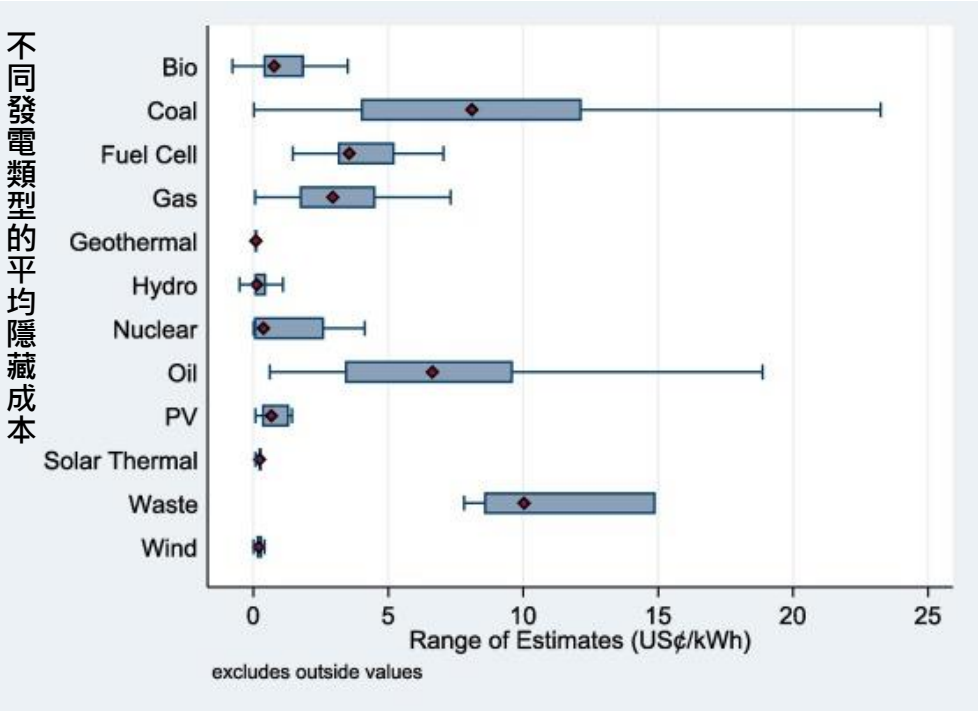
世界銀行發布的《2021碳定價發展現狀與未來趨勢》報告指出，目前世界各地實施的碳價機制共計64個，覆蓋全球超過20%的溫室氣體排放量，創造約530億美元收入，較去年成長17%，主要是歐盟碳價上漲所導致。



圖片&資料來源：世界銀行《2021全球碳定價現況及趨勢發展報告》
https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/35620

碳定價（1）：外部成本

➢ 《能源研究與社會科學（Energy Research & Social Science）》期刊



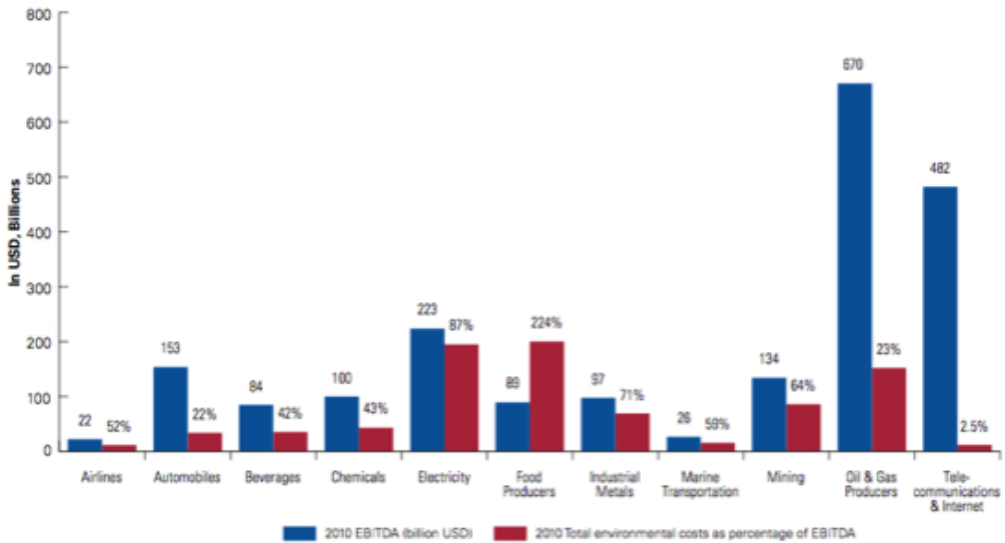
- 全球為能源與運輸部門付出25兆美元無形代價，相當於全球GDP的1/4以上，是碳社會中最貴的外部成本。
- 隱藏成本最高的是燃燒廢棄物發電和燃煤發電。相比之下，風力、太陽能和地熱能等再生能源的外部成本最低。
- 研究估計，如果考慮到煤炭的負面外部性，其市場價格將是目前的兩倍以上。

資料來源：https://e-info.org.tw/node/229845
圖片來源：《能源研究與社會科學》期刊 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629620304606#f0010

產業環境外部成本估計

- 外部成本甚至高過產值
- 食品、電力、礦業、海運、航空環境成本超過50%
- 2005～2020化學品所造成的農藥成本900億，內分泌干擾的疾病負擔1570億歐元，發展中國家鉛暴露9,770億歐元(UNEP)

Figure 27: 2010 EBITDA vs external environmental costs



Source: Trucost 2012

碳定價（2）：碳稅

「碳稅」是價格工具（又名價格型貨幣政策工具，是藉由調控價格來影響消費行為），碳稅附加在使用者身上，對使用者每單位之溫室氣體排放量徵收稅目，當使用者進行減碳的費用低於碳稅時，就有誘因能夠成功的推動使用者主動減碳，所以減碳的成效關鍵在於碳稅制定的高低。

圖片&資料來源：
https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data

至2021年4月

實施碳稅機制**35個**

約覆蓋**30億噸**CO2e，

佔全球GHG排放量的**5.5%**

國際碳稅現況

國家或地區	起徵年	管制標的[1](管制部門、課徵標的)	遵約對象	稅率 (美元/噸CO2e)
阿根廷	2018	化石燃料、煤炭	生產者、經銷商、進口者	6
英屬哥倫比亞省	2008	化石燃料、產熱燃燒之廢輪胎	生產者、進口者	30
加拿大	2019	包含21種燃料	經銷商	15
智利	2017	電力及工業部門使用的化石燃料	燃料使用者	5
哥倫比亞	2017	化石燃料	經銷商、進口者	5
丹麥	1992	建築及運輸使用的化石燃料	經銷商、進口者	26
愛沙尼亞	2000	電力及工業部門使用的化石燃料	燃料使用者	2
芬蘭	1990	工業、運輸、建築業，除泥炭之外的化石燃料	經銷商、進口者	運輸：70 其他：60
法國	2014	工業、建築、運輸使用的化石燃料	經銷商、進口者	50
冰島	2010	化石燃料	生產者、進口者	31
愛爾蘭	2010	化石燃料	經銷商、進口者	運輸：26 其他：22
日本	2012	化石燃料	生產者	3
拉脫維亞	2004	工業、電力部門，除泥炭之外的化石燃料	經銷商、進口者	5
列支敦斯登	2008	化石燃料	經銷商、進口者	96
墨西哥	2014	天然氣之外的化石燃料	生產者、進口者	0.37~3

資料來源：整理自World Bank：Carbon Pricing Dashboard Database (2020.2月)

國際碳稅現況（續）

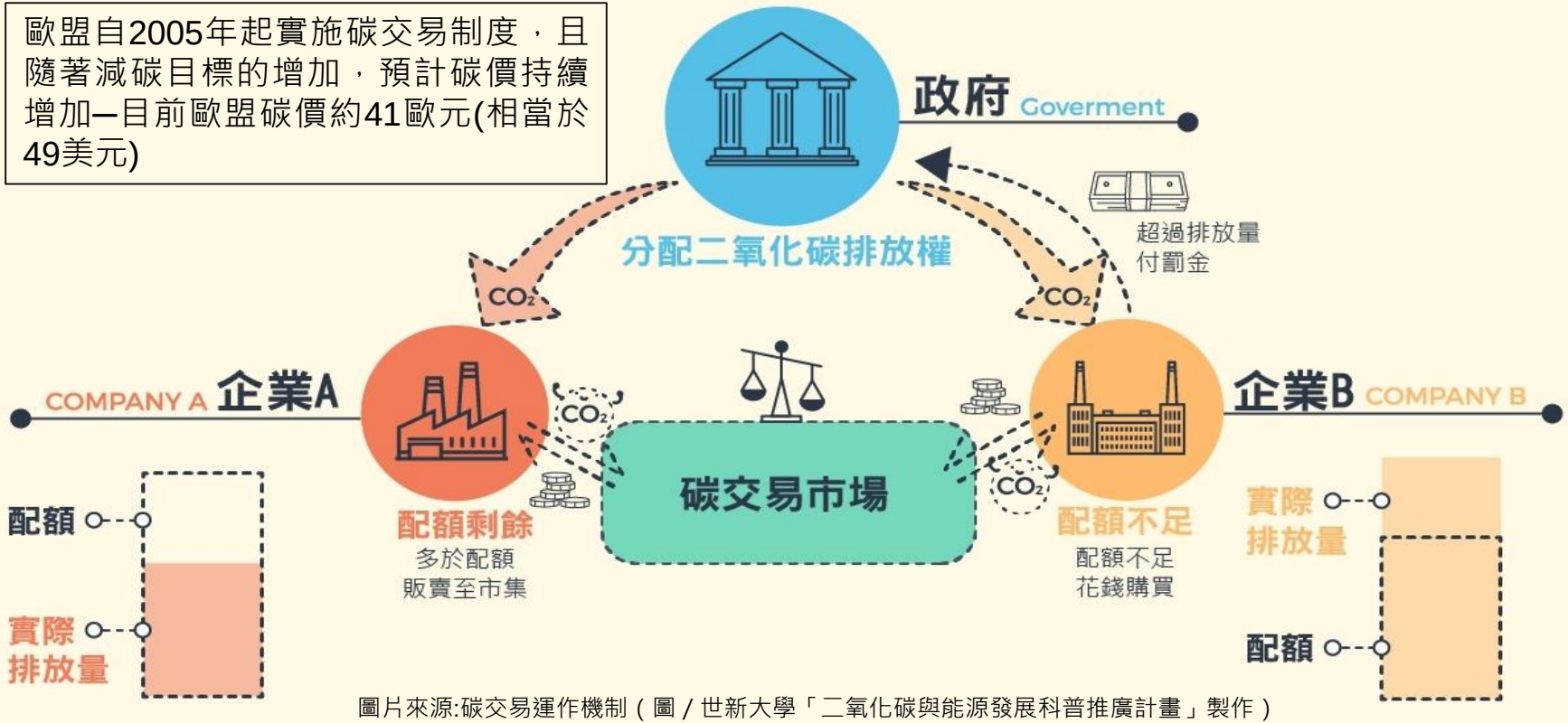
國家或地區	起徵年	管制標的[1](管制部門、課徵標的)	遵約對象	稅率 (美元/噸CO2e)
紐芬蘭與拉布拉多省 (加拿大)	2019	化石燃料	生產者、經銷商、進口者	2019：15 2022：37.5
西北領地(加拿大)	2019	化石燃料	生產者、經銷商、進口者	15
挪威	1991	化石燃料	生產者、經銷商、進口者	3~59
波蘭	1990	化石燃料、其他導致溫室氣體排放的燃料	使用者	0.08
葡萄牙	2015	化石燃料	經銷商、進口者	14
愛德華王子島 (加拿大)	2019	化石燃料	生產者、經銷商、進口者	15
新加坡	2019	工業、電力使用的化石燃料及其他排放溫室氣體的燃料	設備所有者（經營者）	4
斯洛維尼亞	1996	建築、運輸使用的化石燃料	經銷商、進口者	19
南非	2019	工業、電力、建築、運輸部門的溫室氣體排放	使用者	8
西班牙	2014	氟氣體的溫室氣體排放	使用者	17
瑞典	1991	運輸、建築使用的化石燃料	經銷商、進口者	127
瑞士	2008	工業、電力、建築、運輸部門使用的化石燃料	經銷商、進口者	96
英國 (結合ETS的價格下限)	2013	電力部門使用的化石燃料	碳氫油：生產者、進口者 其他：使用者	24
烏克蘭	2011	工業、電力、建築使用的化石燃料	使用者	0.37

資料來源：整理自World Bank：Carbon Pricing Dashboard Database (2020.2月)

碳定價（3）：碳排放交易市場

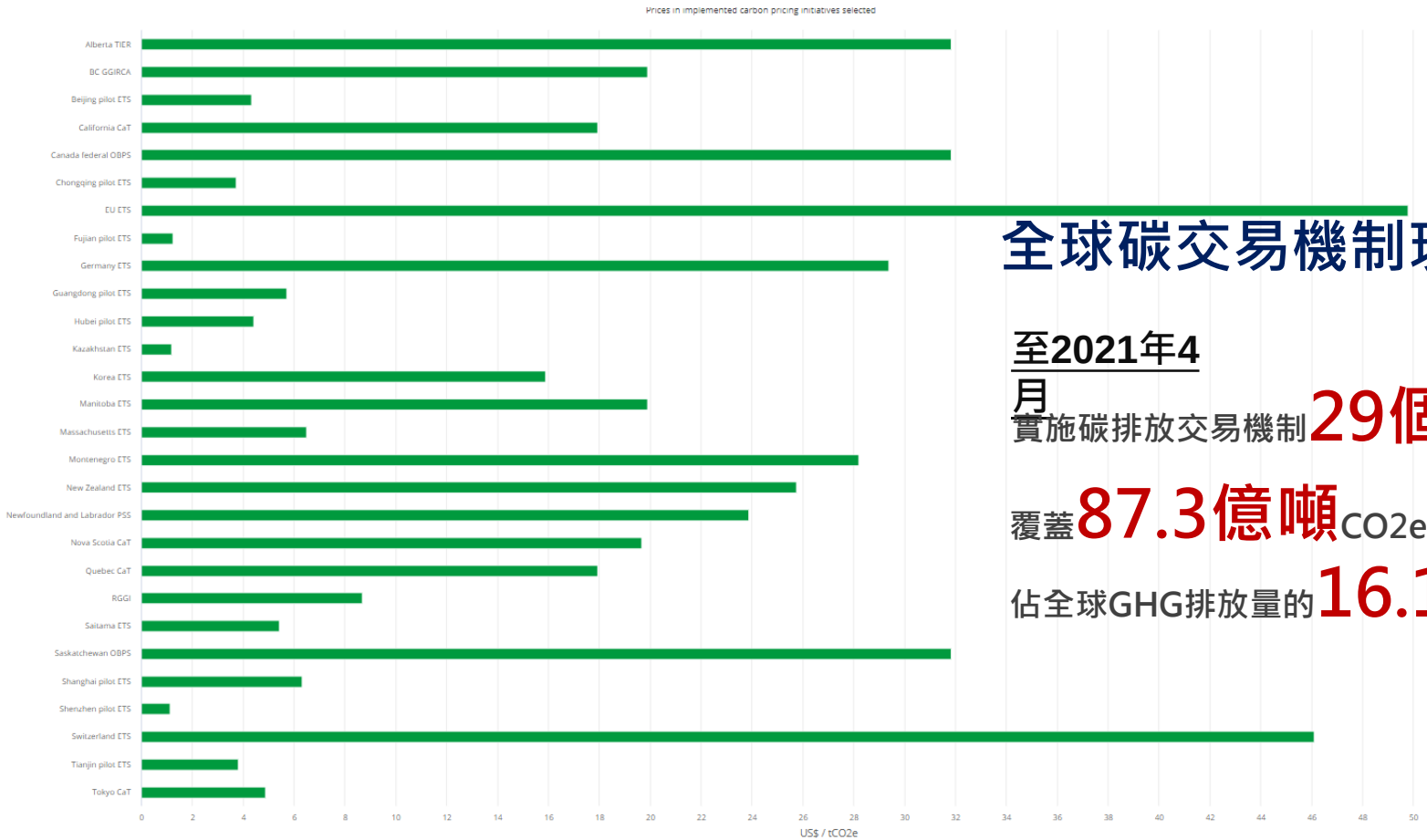
「碳交易」是數量工具（又名數量型貨幣政策工具，是控制貨幣供應數量的調控工具，政府會先設立溫室氣體的總量管制目標（Cap），再分配二氧化碳的排放權（Emissions permits）給各個排碳的業者，且允許其透過交易排放配額的方式進行履約。

歐盟自2005年起實施碳交易制度，且隨著減碳目標的增加，預計碳價持續增加—目前歐盟碳價約41歐元(相當於49美元)



圖片來源:碳交易運作機制（圖 / 世新大學「二氧化碳與能源發展科普推廣計畫」製作）

碳排放交易市場價格



全球碳交易機制現況

至2021年4月

實施碳排放交易機制**29個**

覆蓋**87.3億噸**CO2e，

佔全球GHG排放量的**16.1%**

圖片&資料來源：
https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data

台積電在不同碳定價方法下所需繳納之金額

- 台積電2019年總排放量：770萬噸CO_2

外部成本 (6,572元台幣/噸CO_2)[1]	繳納金額	= 770萬噸 * 6,572元	=	約 506 億元
碳稅 (300元台幣/噸CO_2)[2]	繳納金額	= 770萬噸 * 300元	=	約 23 億元
碳排放交易市場 (1,382元台幣/噸CO_2)[3]	繳納金額	= 770萬噸 * 1,382元	=	約 106 億元

[1]參考德國環境署2020年12月出版的環境外部成本估算方法學3.1版，在溫室氣體外部成本上，其引用FUND整合性評估模型在1%折現率下，估出來的外部成本為每噸195歐元(約台幣6,572元)。

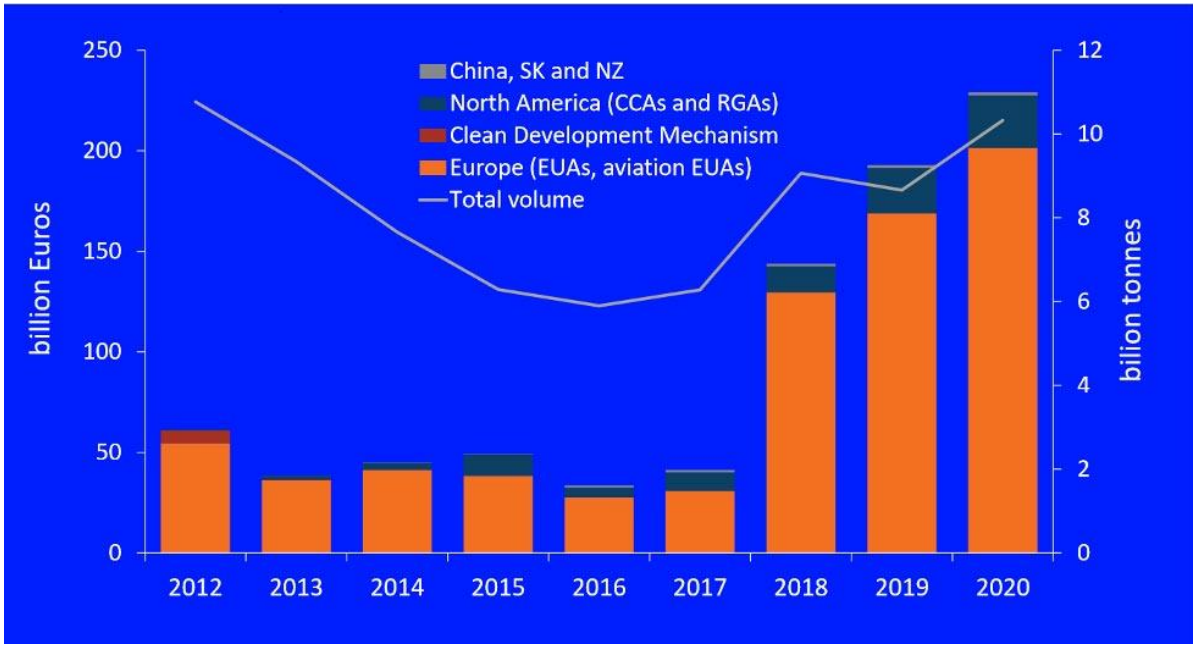
[2]引用環保署委託LSE與Vivid Economic 完成的臺灣碳定價之選項研究，報告中依據風險中心進行的電價漲幅願付價格，建議臺灣碳費起徵價可以採用10美金。因此本研究以300塊台幣作為碳費估算基準，而非報載常見的100塊台幣。

[3]根據英國智庫ember官方網站，2021/3/8歐盟碳排放交易市場碳價為41.2歐元(約台幣1,382元)。https://ember-climate.org/data/carbon-price-viewer/

資料來源：趙家緯https://csr.cw.com.tw/article/41868

全球碳市場成長趨勢

- 根據數據供應商路孚特（Refinitiv）的統計，2020年碳市場的交易總市場價值達2,290億歐元，成長近20%，連續四年創下新高。



圖片&資料來源： Refinitiv年度碳市場報告
https://www.refinitiv.com/en/resources/special-report/global-carbon-market-report

歐盟現行碳交易機制

第一期 2005-2007	第二期 2008-2012
第三期 2013-2020	第四期 2021-2030

2050年前達成碳中和

- 歐盟2005年建立碳排放交易系統(EU Emissions Trading System, EU ETS)，適用歐盟國家、冰島、挪威、列支敦斯登，是全球首個主要，且是全球最大碳排放交易市場
- 依照「限額與交易」(cap and trade)原則執行，亦即受ETS管制下的業者，其排放總量設有上限，各業者可在限額內交易排放許可
- 前三期成果：年排放量已可較基準年2005年排放量降低21%
- 第四期目標：年排放量較基準年排放量降低43%
- 排放權核配總量，預計2021-2030年間每年減少碳排放總額2.2%
- 主要涵蓋業別：發電業；能源密集業如煉油、鋼鐵加工、鐵、鋁、金屬、水泥、石灰、玻璃、紙漿、紙、大宗有機化學品等之製造業；商業航空業等
- 高碳洩漏風險產業給予免費配額的做法將延長，較低風險的產業，則是從2026年開始減少免費配額(要花錢拍賣取得排放權)

歐盟碳交易機制各階段比較

階段	第一階段	第二階段	第三階段	第四階段
時間劃分	2005-2007年	2008年-2012年	2013年-2020年	2021年-2030年
溫室氣體減排目標	試運行，按照《京都議定書》第一承諾期減排要求，在1990年的基礎上減少8%溫室體排放	到2012年，在1990年的基礎上減少8%溫室氣體排放	到2020年，在1990年的基礎上減少20%溫室氣體排放	到2030年，在1990年的基礎上減少43%溫室氣體排放（歐盟於4/22宣布，將2030年減碳目標調升至55%）
總量控制	20.58億噸CO_2	18.59億噸CO_2	2013年為20.84億噸CO_2，之後每年線性減少1.74%	每年線性減少2.2%
覆蓋地理範圍	歐盟28個成員國	第一階段新增挪威、冰島和列支敦士登	第二階段新增克羅埃西亞	同第三階段
涵蓋產業	電力、提煉業、鋼鐵業、玻璃業、造紙業、製陶業等。共 11,000 處的電廠與工業廠房參與，達到歐洲CO_2排放量的一半	第一階段產業新增硝酸業	第二階段產業新增石化業、阿摩尼亞、鋁業、歐洲經濟區內的民用航空業。	同第三階段，可能新增建築與交通運輸業
涵蓋溫室氣體範圍	CO_2	CO_2，選擇性加入N_2O	CO_2、N_2O、鋁生產過程中的PFC	同第三階段

資料來源：https://zhuanlan.zhihu.com/p/367734476
https://web.wtocenter.org.tw/Mobile/page.aspx?pid=356177&nid=126

美國碳排放交易市場

- 現行機制：美國尚未有全國性的碳定價機制，目前的碳定價機制都發展於次國家層級，包括加州、夏威夷、麻薩諸塞州、俄勒岡州、賓夕法尼亞州、華盛頓州、區域溫室氣體倡議（Regional Greenhouse Gas Initiative, RGGI），以及運輸交通和氣體行動計畫（Transportation and Climate Initiative Program , TCP-I）；其中，以覆蓋東北部十一個州的地區性溫室氣體倡議(RGGI)和加州總量控制與交易計畫最具規模與影響性。
  - 區域溫室氣體倡議 (RGGI)：RGGI自2009年開始實施，是美國第一個強制性ETS，涵蓋美國東北部和大西洋中部共計十一個州的發電廠二氧化碳排放量。RGGI最新的減排目標為相較於2020年，2030年需減少30%的碳排放量，RCCI目前的碳價為8.7美元/噸。
  - 加州：加州總量控制與交易計畫旨在幫助加州實現2020年將溫室氣體排放量減少到 1990 年水平的目標，最終實現2050年比1990年水平減少 80% 的目標。加州ETS涵蓋工業、電力、運輸和建築部門的溫室氣體排放，目前的碳價為17.9美元/噸。

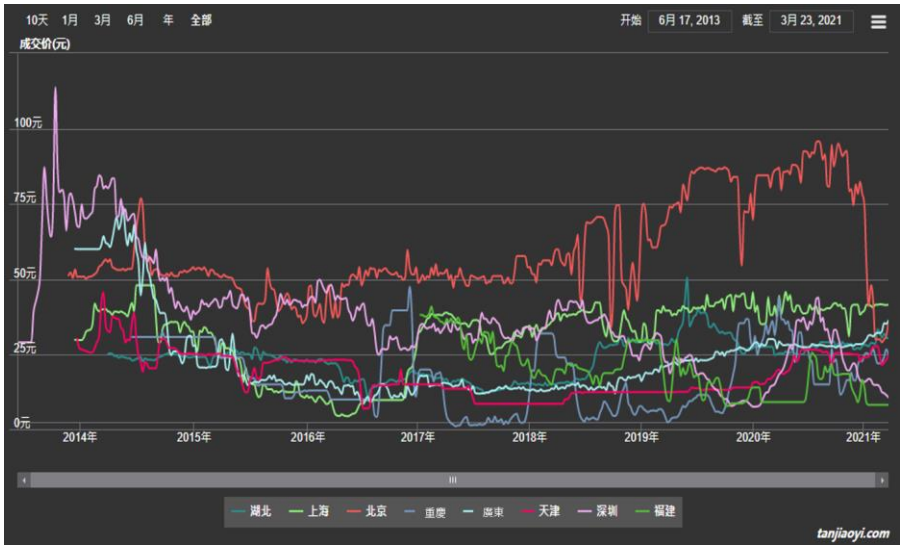
- 最新發展：美國為碳排放量全球第二的國家，目前尚無全國性的碳交易制度，不過在拜登上任之後已陸續推動相關法規研擬。不僅預計最晚在 2025 年推出一套碳定價方案（carbon pricing scheme）。

資料來源：https://theworldshouldbe.org/2021/04/08/taiwan-carbon-pricing/
https://icapcarbonaction.com/en/ets-map
https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data

中國碳排放交易市場

- 現行機制：從2011年開始，先後在北京、天津、上海、湖北、重慶、廣東和深圳等7省市啟動了地方碳交易試點工作，加上後來成立地方碳交易機構的四川(屬於國家核證自願減排量)和福建，形成了9家地方碳交易所，各自制定了不同的規章和制度。十年來中國共累積進行4.3億噸的二氧化碳交易，總交易金額近人民幣100億元（約新台幣440億元）。

- 最新發展：中國將於2021年6月底開始啟動全國碳市場交易機制。



圖片來源：中國碳排放交易網

陸全國碳交易市場 6月底上線，將成全球最大碳市場（2021.05.29）

大陸全國碳排交易市場 小檔案

上線交易日期	2021年6月底
首批交易企業	發電行業的2,225家重點企業，未來視交易情況或再納入其他行業
交易對象	初期以發電企業為主，投資機構和個人不會參與交易
交易產品	碳排放配額，生態環境部可依據相關規定適時增加其他交易產品
交易方式	協議轉讓、單向競價等
交易漲跌限制	初期交易漲跌幅限制為10%，大宗交易漲跌幅限制為30%
覆蓋碳排放量	發電行業覆蓋碳排放約40億噸，將成全球最大碳市場

資料來源：證券時報　　整理：黃欣

- 2020年九月，中國承諾將在2030年前達到碳高峰，並在2060年前實現淨零排放。在此背景下，中國碳市場於2021年6月底開始運行。
- 中國碳交易市場初期涵蓋產業為發電業，首批參與的2,225家重點發電企業，其年均二氧化碳排放量約在40億公噸（約占中國碳排放量的40%左右），讓中國躍升成為全球最大的碳排交易市場。在發電業碳市場穩定運行的基礎上，中國也將逐步擴大碳市場產業範圍，預計納入石油、化工、建材等重點能耗行業。

資料&圖片來源：https://ctee.com.tw/news/china/467025.html

韓國碳排放交易市場

- 現行機制：韓國的碳排放交易體系（2015）是東亞第一個運行的國家總量控制與交易體系，包含廢棄物產業、國內航空業、建築業、工業及電力業，涵蓋境內74%的碳排放量。

- 最新發展：
  - 韓國ETS自2015年開始實施，今年開始為國家排放交易市場的第三階段，進一步將範圍擴大到大型建築公司和運輸公司，涵蓋的實體從大約 610 家增加到 685 家。隨著這些新部門的加入，該系統對總排放量的覆蓋率增加到 73.5%，達到 6.09 億噸二氧化碳當量。
  - 此外，韓國也在2020年宣布2050年實現淨零排放的長期目標，預計將在未來幾年宣布包含ETS在內的新氣候政策架構。

Total GHG Emission per Real Gross Domestic Product (GDP)

Parameter	1990	2000	2010	2015	2016	2017	2018
GDP (per billion KRW)	454,146	903,551	1,426,618	1,658,020	1,706,880	1,760,812	1,812,005
Total Emissions (per million tCO2e)	292.2	502.9	656.3	692.5	693.5	709.7	727.6
Total Emissions per GDP (tCO2e/billion KRW)	643.4	556.5	519.7	417.7	406.3	403.1	401.6
Total Emissions per Capita (tCO2e/person)	6.8	10.7	13.2	13.6	13.5	13.8	14.1

Ref : GHG Inventory and Research Center (GIR)

韓國2015年開始實施ETS，自2018年，碳密集度已下降3.9%。

資料來源：https://icapcarbonaction.com/en/ets-map
https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/map_data

小結

- 碳（排放）權交易市場是目前減量上，公認最公平有效率的政策工具，政府可有效管制總排放數量，而市場可有效決定價格，為碳定價的重要參考來源
- 和碳稅比較，碳權市場涵蓋之排放量較大，成長趨勢強勁，接受度也較高。國際碳權市場以歐盟和美國為主，碳中和承諾下，各國紛紛擴大市場，以英國、中國大陸、南韓最受關注
- 碳稅雖然可藉由價格達到環境減量的誘因效果，但多半國家考慮對企業的負擔，碳稅價格不具誘因效果；
- 台灣的碳費徵收借鏡新加坡，新加坡目前費率為每噸碳3.7美元（約為新台幣102元），與美國環保署所公布的碳社會成本（GSCC）相比較，顯示並不足以彌補企業所排放的溫室氣體對於整體世界所造成的長期損害
- 我國常以「流動性不高」作為無法建立碳排放市場的理由，事實上，以各國實務經驗，碳排放交易市場不但可存在電力市場及製造業，更逐漸擴展到建築業及交通業，顯見參與的對象可以非常多元，以台灣排放3億噸，碳訂價2030年預期100美元（目前歐盟實際60美元），市場價值可達300億，規模達一兆台幣...

總結與討論

中華經濟研究院
綠色經濟研究中心
The Center for Green Economy
Chung-Hua Institution for Economic Research

政府/企業因應建議

- 企業應明確盤查產品碳含量，以及CBAM申報程序及相關罰則
- 企業應明確揭露產品碳含量，並瞭解碳定價下的負擔成本
- 企業應朝向永續經濟活動的標準（EU Taxonomy）發展
- 政府協助企業掌握國際資訊，協助企業做好出口準備工作
- 政府應建立與國際接軌之碳定價機制，排放交易市場為必要機制。
- 政府應重新檢討能源結構比例、協助企業減少產品碳足跡

綜合討論:

1. 國際碳邊境調整機制(CBAM)實施對我國產業之直、間接衝擊?對供應鏈夥伴關係之影響及可能帶來的調整?產業與政府如何協力降低受衝擊程度(特別對出口型中小企業)?
2. 如何推動產品碳含量認證國際接軌，協助廠商建立產品碳含量計算能力?
3. 如何設定國內合適碳定價費率，減少國際CBAM課徵額度，同時避免對國內產業、民生之衝擊?

留住企業CBAM負擔的錢，建立排放交易市場才是正途

產業情報

ETtek 提供跨國綠電綠證交易服務

助客戶規劃從發電、供電、售電到憑證取得等，並對接全球伙伴合作

文／吳俊儀

中國全國碳交易市場於7月16日啟動，台灣能貿綠電（ETtek）也於同日開業，取得特許綠電售電業執照，積極投入國內外綠電以及綠證交易市場。已完成供應亞洲第一家RE100企業菁華工業越南廠100%綠電憑證，並提供多家品牌商各國綠電綠證的需求，包含新加坡、菲律賓、泰國及大陸，是市場上唯一能提供跨國綠電及綠證交易服務的售電商。

台灣用電大戶條款已正式施行，同時國際RE100品牌商要求及國際供應鏈的壓力，外銷產品面臨2023年啟動碳邊境稅及各國零碳排的時程問題。國際大廠積極要求供應鏈提高使用再生能源占比，甚至要求產品製程要百分之百使用綠電。ETtek特別針對有綠電需求的用電大戶及RE100國際供應鏈規劃從發電、供電、售電、到綠電憑證取得等完整服務。ETtek鼓勵企業多採用綠電，這不只是關係到台灣的能源轉型，更有助於企業的ESG、CSR展現、滿足國際永續發展SDGs及朝向環境、社會、永續發展的公司治理方向邁進。

能貿綠電與日益能源等開發商結盟，已掌握200MW的再生能源，總發電度數約3億度的來源，運用區塊鏈及AI智慧能源管理來提高用電調度的可靠性，提供用電需求最佳化參考。ETtek協助客戶規劃全球綠電採購策略與減碳，並對接全球伙伴合作。ETtek力求在供需平衡中發展再生能源電力銷售事業，實際深入為綠電的需求應用端提供各式綠電管理和調度應用服務。

←ETtek提供跨國綠電及綠證交易服務：圖為ETtek發起人菁華工業總經理黃衍祥（左起）、綠電夥伴韋能鄭成芳總經理（左二）、友嘉集團朱志洋總裁（圖中）、日益軍婉蘋執行長（右二）、TAGET許博涵秘書長（右一）。

圖／業者提供

綠電終將為未來的電力主流，穩定發展綠能，台灣才有辦法落實能源轉型，並接軌國際供應鏈的新標準。ETtek透過整合增加綠電的多元價值，並藉由扮演供應綠電及提供用電智慧管理的服務角色，以協助企業規劃達成全球據點採購綠電的目標，進而實現永續發展及RE100之承諾，為台灣、世界的環境盡一份心力。能貿綠電ETtek官網：https://ecomatic.i-recu.com/。

台北遊戲開發者論壇 圓滿落幕

文／簡立宗

邁入第十年的2021台北遊戲開發者論壇（TGDF，Taipei Game Developers Forum）於7月11日圓滿落幕，在合作夥伴及海內外遊戲開發者支持下，論壇於Twitch直播平台開播，吸引來自台灣、日本、香港、美國、新加坡、馬來西亞等地的開發者線上參與，同時最高收看人數超過2,000名，兩日累積觀看次數超過12萬次。

今年TGDF精采議程，有來自頑皮狗工作室的程式設計師周明倫，用簡潔易懂的案例來說明新人較難掌握，但程式開發師Josue Benavidez，分享10多年來所累積的關卡設計經驗與方法論，還有在房間內用紙箱堆疊和蜘蛛人模型，模擬高樓感覺的趣聞，以及在Steam上引爆熱潮的《節奏醫生》（Rhythm Doctor）開發者Hafiz Azman，分享「透過對限制的堅持，找出尚未被探索的遊戲空間」的思維，如何藉由設定限制，讓玩家產生「意外」或「沒想到」的驚豔感受。

TGDF特別感謝國內外贊助夥伴支持，包括唯晶科技、Arm、Google Play、珈特科技、IBM、曉數碼、網銀國際

簡報結束　敬請指教