

## 國際脈動

# 低碳經濟全球潮流 碳權交易蓬勃發展

元大期貨資深協理◎陳昱宏

**溫**室氣體排放導致全球氣候暖化，並使得水災、乾旱、糧食供應短缺等問題頻傳。1997年通過的京都議定書，針對包括二氧化碳在內的溫室氣體，定出具體的減量目標，並開啟碳權交易的機制。2020年全球碳權市場交易量達到103億噸的紀錄新高，其中歐盟排放交易體系（EU ETS）占比接近90%，主要的交易單位為歐盟排放權配額（EUA）；洲際交易所為全球最大碳權衍生品交易平台，旗下EUA期貨為最熱絡的商品。拜登當選美國總統後，加速全球減碳的進行，歐、美先進國家設定2050年達成淨零排放，低碳經濟已是潮流所在，碳權相關商品價格亦創下歷史新高。臺灣在全球二氧化碳排放總量位居第21位，臺灣政府規劃未來將針對排碳大戶課碳費，歐盟則預計2023年開徵碳關稅，期貨商或可引進國外碳權衍生品，滿足企業在減碳規劃上的風險管理需求，並在碳權商品上漲的趨勢下，提供交易人參與碳權市場的機會。

## 因應氣候變遷，碳權交易興起

工業化的蓬勃發展，加劇溫室氣體的排放，導致全球氣候暖化（參圖1），如南北極地冰雪覆蓋的面積減少，造成海平面上升，淹沒地勢低窪的沿海陸地，而各地也不時出現不正常的強降雨、水災、乾旱或沙漠化的現象，影響全球生態體系，亦對農產品的生產與供應構成威脅；而全世界約有75%的人口居住在距離海岸線不到500公里的地方，海平面上升亦將衝擊人類的居住環境。

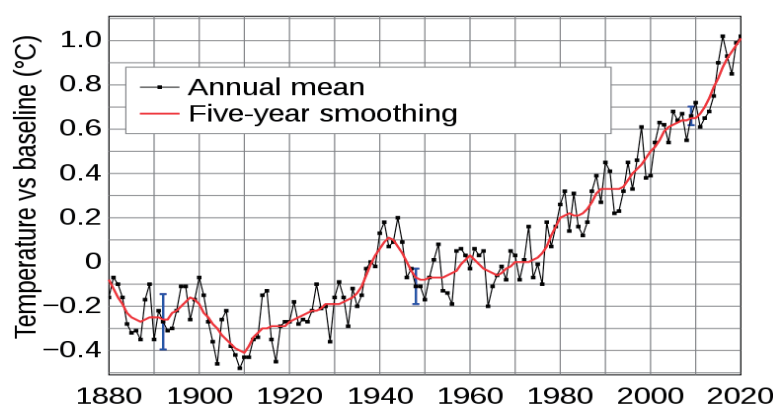


圖1、1880-2020年地球平均溫度變化  
資料來源：NASA；資料期間：1880-2020年  
(註1) 溫度異常為相對於1951-1980年均溫14.19°C的差距  
(註2) 藍色線條顯示95%的信賴區間



## Market information

為因應全球氣候變遷的問題，聯合國首先在1992年通過《聯合國氣候變遷綱要公約》（UNFCCC），目的為穩定維持大氣中溫室氣體的濃度，同時兼顧糧食生產與經濟發展。1997年通過的京都議定書（Kyoto Protocol），則針對包括二氧化碳在內之氟氯碳化物等六種溫室氣體，定出具體的減量目標，期間經歷2001年3月美國布希政府宣布退出，在一百多個國家共同努力下，京都議定書終於在2005年2月16日正式生效。

京都議定書為促進全球減少溫室氣體的排放，建立市場機制，將最大宗的溫室氣體-二氧化碳的可排放量，列為可交易的商品，並以每噸二氧化碳當量（tCO<sub>2</sub>e）為計算單位，為碳權交易（Carbon Trade）的濼觴。碳權交易背後的理論基礎為寇斯定理（Coase Theorem），在交易成本接近為零，及產權充份界定下，外部性因素並不會引起資源的不當配置，故藉由碳權的設定，企業購買碳權的代價增加，將引導企業提升技術以減低排碳的成本。

為協助簽約國家更有經濟效率及更彈性的達成減碳目標，京都議定書訂定三種彈性減量機制：

### 一、排放交易（Emission Trade；ET）

由於各個國家與企業減量目標與成本並不相同，京都議定書允許附件一國家（包括OECD中除墨西哥外的24個國家、前蘇聯與東歐諸國等共39個國家，請見文末）或企業，進行碳排放額度的交易。例如：碳減量成本較低的企業可進行超額減量，再將未使

用或剩餘的碳排放額度，出售予未達到減量目標之企業（請參圖2）。

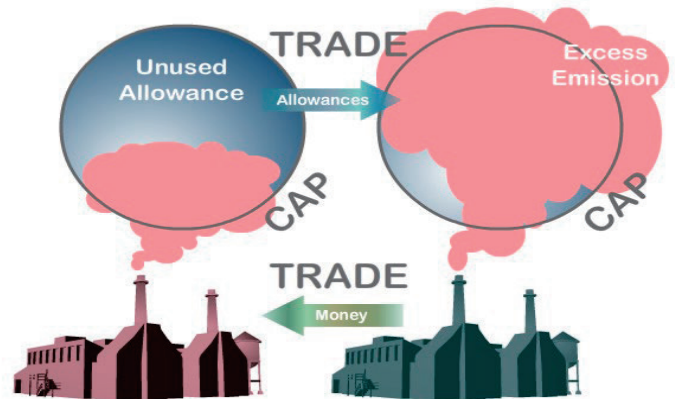


圖 2、碳權交易示意圖 資料來源：21st Century Tech

### 二、共同減量（Joint Implementation；JI）

附件一的國家可經由提供資金或移轉技術的方式，取得另一個附件一國家的排放減量單位（Emission Reductions Units；ERU），用以抵減排放量或進行交易，以達成減碳目標；共同減量計畫必須獲得相關締約國家批准，且減少的碳排放量，或增加的碳排放能力必須是「額外的」。

### 三、清潔發展機制（Clean Development Mechanism；CDM）

清潔發展機制係指附件一國家藉由投資非附件一國家的減碳計畫，以取得排放減量證明（Certified Emission Reductions；CERs），附件一國家因此可增加碳的排放量；CERs需經過聯合國的認證才屬有效。清潔發展機制主要目的在協助不受減量目標限制的國家（發展中國家）達到永續發展，具有減量目標的國家亦可利用取得CERs來達成碳減量承諾。

## 拜登入主白宮，加快減碳發展

京都議定書僅約束已開發國家（即附件一國家），必須在2008~2012年期間，將該國溫室氣體排放量在1990年水準上再減量5.2%。然而，包括中國、印度等開發中國家在2000年後工業快速發展，中國更於2011年成為全球最大的碳排放國；根據統計，2019年全球二氧化碳排放總量為341.7億噸，中國排放量101.7億噸（圖3），占比高達29.8%，美國排放量52.8億噸，占比15.5%，歐盟、印度各為32.9億噸與26.2億噸，占比9.6%與7.7%。2015年12月，聯合國195個成員國通過巴黎協定（Paris Agreement），將減碳的義務拓展到開發中國家如中國、印度，取代原本的京都議定書，目標將全球平均氣溫上升幅度，控制在工業革命之前的攝氏2°C以內。

美國前總統川普向來支持能源產業，由於巴黎協定規定締約國在生效日起三年內

不得退出，美國在2019年11月4日才啟動退出巴黎協定程序，並於2020年11月4日正式退出。不過在同年11月3日舉行的美國總統大選，民主黨候選人拜登以過半的306張選舉人票，擊敗川普入主白宮。拜登在選舉之前，提第一任期內對綠能投資1.7兆美元的保證，並設定2035年前實現100%無碳發電，2050年前達到100%綠能經濟等政見；在2021年1月20日宣誓就職當天，拜登即簽署重新加入巴黎氣候協定、撤銷Keystone XL油管計畫等重要行政命令；並在3月31日公布為期8年，2.25兆美元的基建計畫，將在大型鋼鐵、水泥與化工廠區建立10套碳捕捉設施；所謂的碳捕捉（Carbon Capture）即從工廠、發電廠甚至空氣中直接捕捉二氧化碳，不讓其進入大氣以遏制氣候暖化。

由美國主辦的40國氣候領袖峰會（Leaders Summit on Climate）於2021年4月22日登場，拜登總統指出：不採取行動應對氣候變化的代價不斷增加，美國在2030年將碳排放量較2005年的水準減少50~52%（圖4），較歐巴馬政府時期設定的減排目標提升1倍，至2050年前將實現淨零排放。節能減碳引領全球的歐盟，在會議召開前兩天宣布：歐洲議會和歐盟成員國已同意，在2030年前要達成碳排放減少55%以上的目標（以1990年為基準），並於2050年之前將淨排放量降至零；英國同日亦宣布：同樣在1990為基準，至2035年將減碳78%。中國國家主席習近平在會中表示：中國會在2021~2025年間嚴格控制用煤量，並在2026至2030年間淘

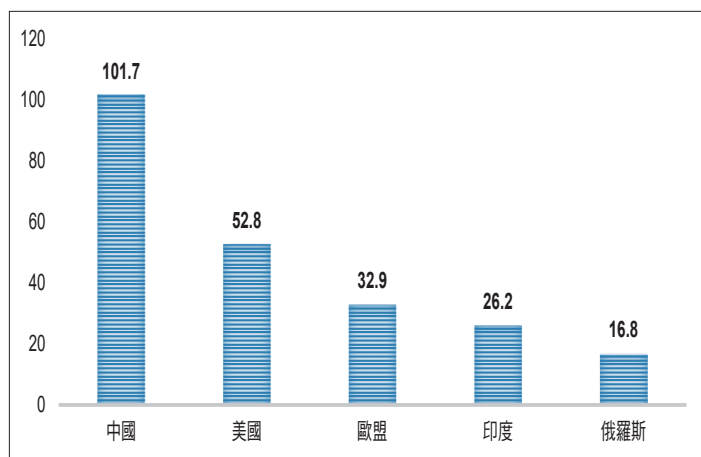


圖3、2019年全球前五大碳排放國家及排放量（億噸）  
資料來源：OW data；資料日期：2019年



## Market information

汰用煤，在2060年前，以其他能源抵銷二氧化碳，實現「碳中和」的長期目標。日本則表示到2030年，日本將在2013年的基礎上，實現削減46~50%的碳排放量；另外，包括加拿大、巴西亦表示至2030年將減少碳排放量40%。全球主要國家多對碳排放設立目標或規劃，「低碳經濟」（Low-Carbon Economy；LCE）將是未來趨勢與潮流。

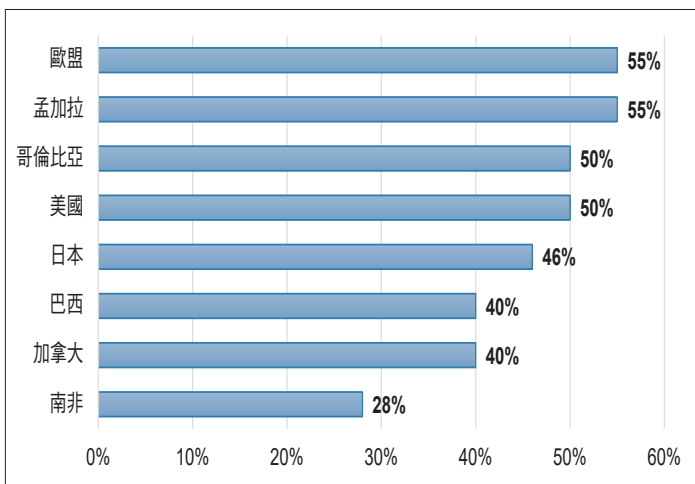


圖 4、2021 年氣候峰會，各國承諾至 2030 年減碳目標  
資料來源：YFRD 整理；資料日期：2021/4/22

### 歐盟排放交易體系為全球最大規模的碳權交易市場

根據Refinitiv統計，2020年全球碳權市場總值達到2,290億歐元（參圖5），其中歐盟就占了逾8成的比重，整體規模相較2017年成長超過4倍，主要反應市場預期二氧化碳排放將收緊，推升碳權走高；2020年全球碳權市場交易量創下103億噸的紀錄新高，其中歐盟排放交易體系（EU ETS）占比接近90%。另外，根據世界銀行2020年5月27日所發表的報告，預估2021年全球碳排放交易

體系與碳稅的相關機制數量將達到61個，占全球溫室氣體排放總量（二氧化碳當量）的22%，約120億噸的二氧化碳。

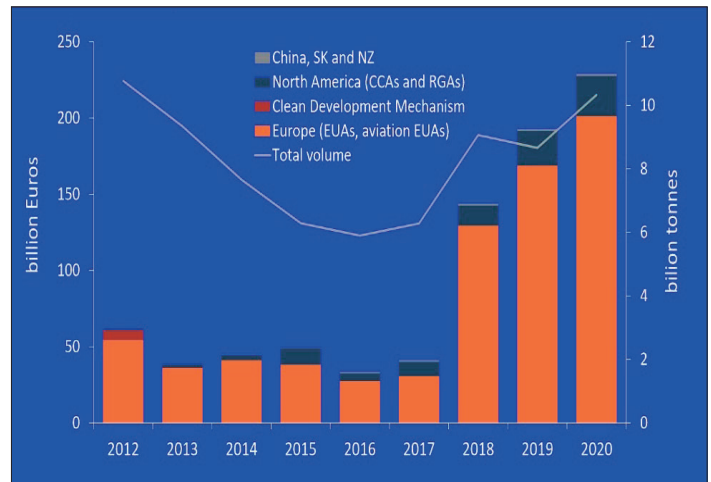


圖 5、全球碳權交易市場規模  
資料來源：Refinitiv；資料期間：2012-2020 年

歐盟於2004年開始進行碳權交易，2005年1月開始運作的歐盟排放交易體系（EU Emission Trading Scheme；EU ETS），為目前全球最大規模的碳權交易市場，並為達成歐盟2050年零排碳的重要工具。歐盟排放交易體系將京都議定書設定下的減排目標分配給各成員國，各成員國必須履行減量承諾，包括能源、鋼鐵、水泥、造紙、玻璃等為受管制的產業；歐盟排放交易體系在2005~2020年已完成三個階段的減量目標（在2005年的基礎上，2020年縮減21%的碳排放量，約當5億噸二氧化碳），在2021~2030年的第四階段，目標縮減43%的碳排放量，約當10億噸二氧化碳。

歐盟排放交易體系核心架構包括總量管制（Cap）與交易（Trade），透過總量管

制，可確保減量目標能夠達成；透過交易則可降低受到管制者的減量成本（如先前提及的圖2）。目前歐盟排放交易體系主要的交易單位為歐盟排放權配額（EU allowance Units；EUA），1單位的EUA等於1公噸的CO<sub>2</sub>當量（tone CO<sub>2</sub> equivalent；tCO<sub>2</sub>e），即1單位EUA可使持有人排放一噸二氧化碳或碳當量的溫室氣體；成員國的實際碳排放量如果超過排放配額，則必需從歐盟排放交易體系的碳權市場購買EUA填補。

歐盟排放交易體系除了EUA之外，尚有歐洲航空排放權（European Aviation Allowances；EUAA）、認證排放權減量（Certified Emission Reduction；CER）、碳排放減量單位（Emission Reduction Units；ERU）等交易單位，其中CER是在京都議定書規範下，由清潔發展機制（CDM）減排項目所得出的配額，ERU則是在由共同減量（JI）所產生的減排配額；每1單位的EUAA、CER、ERU與EUA相同，皆等於1公噸的CO<sub>2</sub>當量。

## 洲際交易所為全球最大碳權衍生品交易平台

位於倫敦的洲際交易所（Intercontinental Exchange；ICE），於2010年收購歐洲氣候交易所（ECX）在內的氣候交易所（Climate Exchange）集團後，成為全球最大的碳權衍生品交易平台，在EUA相關衍生品交易量的市占達到8成，其推出的EUA期貨為碳權衍生性市場上最熱絡的商品，2021年活絡月份的日均量為28,795口。ICE-EUA期貨合約規格為1,000個EUA（表1），合約月份為2個近月+6個季月+7個12月份合約，最小跳動單位為0.01歐元，交易時間為臺灣時間下午2點至凌晨12點，並無漲跌幅限制，原始保證金與維持保證金分別為4,700歐元與4,000歐元，其2021年活絡月份的日均量達到28,795口。除了EUA期貨與選擇權商品外，ICE尚推出EUAA、CER、UKA（UK Allowance；英國排放權配額）等碳權衍生品。

表1、ICE- EUA期貨合約規格

| 商品名稱                  | EUA 期貨                    |
|-----------------------|---------------------------|
| 交易所                   | 洲際交易所 (ICE)               |
| 合約規格                  | 1,000 個 EUA               |
| 合約月份                  | 2 個近月 +6 個季月 +7 個 12 月份合約 |
| 最小跳動點                 | 0.01 歐元                   |
| 交易時間                  | 臺灣時間 14:00-00:00          |
| 漲跌幅                   | 無限制                       |
| 最後交易日                 | 合約月份最後一個星期一               |
| 原始保證金                 | 4,700 歐元                  |
| 維持保證金                 | 4,000 歐元                  |
| 2021 年活絡月份<br>日均量 (口) | 28,795                    |

資料來源：YFRD；資料期間：2021/05/13



## Market information

位於德國萊比錫的歐洲能源交易所（European Energy Exchange；EEX）則是歐洲最大的碳權現貨交易平台，其為2002年由法蘭克福歐洲能源交易所及萊比錫能源交易所合併而成，亦為歐洲能源相關商品參與者與交易量最多的交易所；EEX目前推出包括EUA、EUAA、CER等現貨與期貨碳權商品。

芝加哥商品交易所集團（CME Group）於2012年併購之綠色交易所（Green Exchange），跨入碳權期貨市場，相關商品包括EUA、EUAA、CER、UKA、RGGI（Regional Greenhouse Gas Initiative；北美溫室氣體倡議）期貨與選擇權商品；今年3月，CME再推出全球碳排放抵銷期貨（GEO），以因應低碳經濟下，企業減碳規劃上的風險管理需求。

中國自2011年開始，在上海、北京、深圳、廣東、天津、湖北、重慶等7個省市進行碳權的試點交易，但相關計畫一直未在全國範圍內推行；2020年9月，中國在第75屆聯合國大會上提出，二氧化碳排放將力爭於2030年前達到峰值，並努力爭取2060年前達成碳中和；今年年初，中國宣布在上海成立全國碳權排放交易體系（ETS），並由上海能源環境交易所搭建全國碳權交易平台，預計於6月底前啟動。

### ICE-EUA期貨走勢：強勢創高格局

回顧2020年以來的碳權走勢，以最具代表的ICE-EUA期貨為例（參圖6），新冠肺

炎在2020年3月於歐美爆發，全球恐慌情緒飆高，市場現金為王心態濃厚，美股單月4個交易日觸及熔斷機制，EUA期貨亦由年初的24.4歐元跌至15.3歐元；隨著美國聯準會祭出無限量化寬鬆（QE），各國大灑幣救市，疫情影響鈍化，EUA期貨亦止跌反彈；2020年9月，歐盟執委會主席馮德萊恩宣布將2030年減碳目標由40%調整為55%；11月上旬，大力支持綠能投資與減碳的拜登當選美國總統；2021年4月下旬，多國在氣候領袖峰會具體設定至2030年的減碳目標；在全球減碳已成為明確趨勢下，EUA期貨呈現持續創高格局，截至5月13日，期價已達到54.05歐元，自新冠肺炎風暴的低點以來，漲幅超過2.5倍。

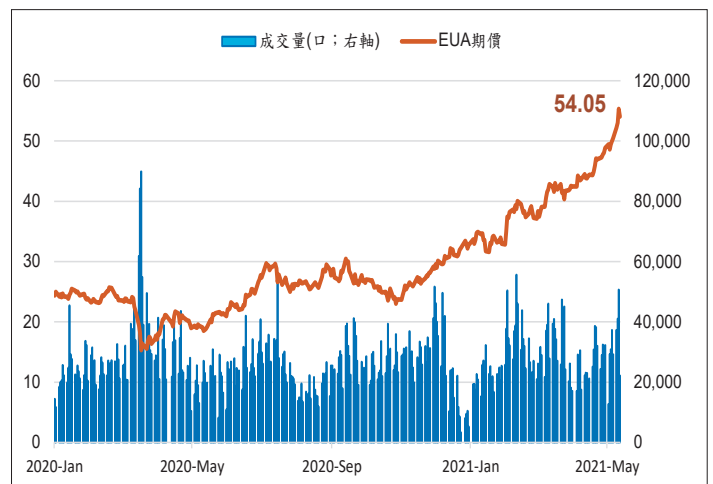


圖 6、ICE-EUA 期貨（活絡月份）走勢圖  
資料來源：Reuters、YFRD；資料期間：2020/1/1-2020/5/13

### 臺灣碳權發展落後，碳權衍生品需求具潛力

根據國際能源總署（IEA）2020年出版的統計資料（表2），臺灣在燃料燃燒的二

氧化碳排放總量為2.57億公噸，占全球排放總量的0.77%，位居第21位；每人平均排放量為10.83公噸，位居第20位。若將分攤電力消費加以計算，則工業占48.90%、能源14.51%、運輸13.99%、住宅10.97%、服務

10.45%。此外，在2021年的氣候變遷績效報告，臺灣在61個國家中排名倒數第5名，僅優於美國、沙烏地阿拉伯、伊朗、與加拿大，反應臺灣是二氧化碳排放的主要國家，但在減碳與再生能源的發展卻顯得落後。

表2、燃料燃燒排放二氧化碳指標跨國比較

| 國別  | 二氧化碳排放量<br>(百萬公噸) | 占比     | 排名 | 人均排放量<br>(公噸/人) | 排名 |
|-----|-------------------|--------|----|-----------------|----|
| 全球  | 33,513.0          | 100%   | -  | 4.42            | -  |
| 中國  | 9,528.1           | 28.43% | 1  | 6.84            | 35 |
| 美國  | 4,921.1           | 14.68% | 2  | 15.03           | 10 |
| 日本  | 1,080.7           | 3.22%  | 5  | 8.55            | 23 |
| 韓國  | 605.8             | 1.81%  | 7  | 11.74           | 17 |
| 臺灣  | 257.0             | 0.77%  | 21 | 10.83           | 20 |
| 荷蘭  | 150.9             | 0.45%  | 33 | 8.76            | 22 |
| 新加坡 | 47.4              | 0.14%  | 55 | 8.40            | 25 |

資料來源：IEA、行政院環保署；資料期間：2019年

根據統計，2019年十大排碳企業占了臺灣整體二氧化碳排放量的4成（表3），第一名為台塑石化，排放量2,752萬公噸，占比10.6%，第二名為中鋼，排放量2,156萬公噸，占比8.3%；十大企業中，石化產業

有6家，鋼鐵產業2家，水泥1家，晶圓代工龍頭-台積電，由於每年的用電需求達130億度，而電力來源多數來自火力發電，其衍生的二氧化碳排放量達770萬公噸，占比為3.0%。

表3、臺灣十大溫室氣體排放企業

| 企業   | 二氧化碳排放量<br>(萬公噸) | 排放量<br>占比 | 外部成本<br>(億元) | 估算繳納碳費<br>(億元) |
|------|------------------|-----------|--------------|----------------|
| 台塑石化 | 2,752            | 10.6%     | 1825         | 83             |
| 中國鋼鐵 | 2,156            | 8.3%      | 1429         | 65             |
| 中龍鋼鐵 | 904              | 3.5%      | 599          | 27             |
| 台灣化纖 | 833              | 3.2%      | 552          | 25             |
| 台灣塑膠 | 792              | 3.1%      | 525          | 24             |
| 台灣中油 | 773              | 3.0%      | 513          | 23             |
| 台積電  | 770              | 3.0%      | 510          | 23             |
| 南亞塑膠 | 555              | 2.1%      | 368          | 17             |
| 台灣水泥 | 448              | 1.7%      | 297          | 13             |
| 長春石化 | 333              | 1.3%      | 221          | 10             |


資料來源：環保署國家溫室氣體登錄平台、CSR@天下；資料期間：2019年



# Market information

臺灣環保署目前正針對《溫室氣體減量及管理法》（簡稱溫管法）進行修法；現行的溫管法其實已定有明確的減碳目標，在以2005年為基準下，2050年將減碳50%以上，在2025年應降低10%的碳排放；溫管法修法，主要將賦予徵收碳費的法源，並進一步訂定碳費子法修法，碳費的徵收則將先以製造業排碳大戶為徵收的對象，如發電、石化、鋼鐵、積體電路等年度排碳超過2.5萬噸以上的企業，共計約290家。溫管法預計最快於9月份開議的立法院下會期審議，然而目前修法的進度或內容存在不少爭議，例如其設定的碳費（即每公噸二氧化碳課徵固定費用）僅110元太過低廉，對企業而言根本不會有減碳的動機；而碳費制度亦會牽涉到碳權定價、排放配額的事宜，主管機關目前亦未有明確的權責或規劃。

## 結語

隨著歐、美等多數國家設定2050年淨零碳排的長期目標，低碳經濟已是全球的潮流，歐盟並預計在6月份對外公告，在2023年開始徵收碳關稅；台灣身為全球供應鏈的一環，勢必無法置身事外，未來相關的規範亦只會愈來愈嚴格，愈來愈多國家將加入減碳的行列。二氧化碳排放量較高的臺灣企業，未來除了投資更多降低排碳的設備及提升研發技術外，碳權交易亦是解決碳稅或碳費的方法。對國內期貨商而言，則可考慮與國外的主要碳權交易所合作，引進相關的衍生性商品，提供臺灣企業在減碳投資方面的長期規劃；而碳價長期偏多的大趨勢，亦可為投資人提供另一種潛力商品，製造雙贏的機會；政府則宜早日建立臺灣本身的碳權排放交易體系，規劃碳權交易的平台。 

## 附件一

|                                                                                                                 |                                                                                                           |                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  澳大利亞                        |  希臘                    |  波蘭 <sup>[a 1]</sup>         |
|  奧地利                         |  匈牙利 <sup>[a 1]</sup>  |  葡萄牙                         |
|  白俄羅斯 <sup>[a 1]</sup>       |  冰島                    |  羅馬尼亞 <sup>[a 1]</sup>       |
|  比利時                         |  愛爾蘭                   |  俄羅斯 <sup>[a 1]</sup>        |
|  保加利亞 <sup>[a 1]</sup>       |  義大利                   |  斯洛伐克 <sup>[a 1][a 2]</sup>  |
|  加拿大                         |  日本                    |  斯洛維尼亞 <sup>[a 1][a 2]</sup> |
|  克羅埃西亞 <sup>[a 1][a 2]</sup> |  拉脫維亞 <sup>[a 1]</sup> |  西班牙                         |
|  捷克 <sup>[a 1][a 2]</sup>    |  立陶宛 <sup>[a 1]</sup>  |  瑞典                          |
|  丹麥                          |  盧森堡                   |  瑞士                          |
|  歐盟                          |  摩納哥 <sup>[a 2]</sup>  |  土耳其                         |
|  愛沙尼亞 <sup>[a 1]</sup>       |  荷蘭                    |  烏克蘭 <sup>[a 1]</sup>        |
|  芬蘭                          |  紐西蘭                   |  英國                          |
|  法國                          |  挪威                    |  美國                          |
|  德國                          |                                                                                                           |                                                                                                                   |

1. <sup>^</sup> 1.00 1.01 1.02 1.03 1.04 1.05 1.06 1.07 1.08 1.09 1.10 1.11 1.12 1.13 正在朝市場經濟過渡的國家。

2. <sup>^</sup> 2.0 2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 按照締約方會議第三屆會議第4/CP.3號決定，經1998年8月13日生效的修正案增加列入附件一的國家。

資料來源：維基百科