

國際碳交易市場及碳產業架構分析

Invoice

吳嘉峰*

Date

Invoice #

摘要

Bill To: 國際碳交易市場因去年底受到全球金融風暴影響，導致碳價格偏低，但隨著日本、美國及中國陸續公佈溫室氣體減量目標，預計未來碳交易市場規模將擴大，並吸引更多資金及產業投入市場運作。台灣雖未加入聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)，無法直接參與國際碳市場運作，但如何推動我國節能減碳產業佈局國外碳市場，提升綠能產業競爭力，以便取得新興碳市場商機，為我國產業策略規劃時需思考之方向。

Ship To: 本報告將分析目前及未來的國際碳交易市場走向，及碳產業架構與台灣

P.O. Number	Terms	Rep	Ship	Via	F.O.B.	Project
Quantity 碳產業分析						
Description						
Price Each						
Amount						
關鍵字：國際碳交易市場、減量目標、碳產業						
壹、前言						
<p>從 2005 年歐盟啟動碳交易機制後，國際碳交易市場的交易量及交易值每年均以接近倍數成長，京都議定書第一階段及東北區域氣候倡議(RGGI) 亦於 2008 年開始執行碳交易機制，雖因全球金融風暴影響造成碳價格下跌，但隨著各國陸續公告溫室氣體減量目標及美國溫室氣體減量態度日趨積極，各已開發國家碳交易體系將逐漸成型。預估在美國進行碳交易機制後，全球碳交易市場在 2020 年時將達 3.1 兆美金，總交易量預估達 380 億噸。2006 年-2008 年國際碳交易市場交易量與交易值如表 1 所示。</p> <p>國際碳交易市場規模擴大，碳產業結構逐漸成熟，促使各國積極布局碳交易市場。台灣雖未參與聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)，無法在國內執行清潔發展機制(CDM)，獲取國際認可之減量額度並進行跨國的買賣交易，但我國節能減碳經驗豐富，政府自 94 年即輔導製造業</p>						
*台灣綜合研究院研一所高級助理研究員						Total

六大產業、半導體及液晶面板產業與進行自願減量。因此，政府應鼓勵我國節能減碳產業佈局國際市場，協助開發中國家進行溫室氣體減量，以免因國際政治因素限制下而錯失龐大碳交易市場商機，

表 1 2006-2008 國際碳交易市場詳細資料

	2006 年		2007 年		2008 年	
	交易量 (百萬噸 CO2 等量)	交易值 (百萬美 元)	交易量 (百萬噸 CO2 等量)	交易值 (百萬美 元)	交易量 (百萬噸 CO2 等量)	交易值 (百萬美 元)
配額交易 (Allowances)						
歐盟排放交易制度	1,104	24,436	2,060	49,065	3,093	91,910
澳洲新南威爾斯省	20	225	25	224	31	183
芝加哥氣候交易所	10	38	23	72	69	309
東北區域氣候倡議	NA	NA	NA	NA	65	246
AAUs	NA	NA	NA	NA	18	211
計畫基礎交易 (baseline and credit)						
Primary CDM	537	5,804	552	7,433	389	6,519
Secondary CDM	25	445	240	5,451	1,072	26,277
JI	16	141	41	499	20	294
其他/自願市場	33	146	43	263	54	397
總計	1,745	31,235	2,984	63,007	4,811	126,345

資料來源:World Bank (2007,2008) ,State and Trends of the Carbon Market 2007,2008

貳、國際碳市場分析

(一) 目前國際碳交易市場分析

去年底(2008)爆發的全球金融風暴影響了整個碳市場的供給需求及價格面， CER 與 ERU 價格於去年 9 月至今年 2 月跌幅超過 50%，分析師亦預期今年 CDM 減量額度的供給額將減少，主要因為 1.CDM 審核緩慢且趨嚴格，導致核發延遲 2.金融危機導致 CDM 計畫商向銀行融資困難 3. 部分 CDM 合約取消或協商中。至 11 月中旬，聯合國今年僅發出 1,01 MtCO₂e 額度, 比 2008 年的一億三千八百萬少。

但 CDM 減量額度的需求面仍保持一定水準，原因如下 1. 去年開始實行的京都議定書，2. 奧地利、比利時、丹麥等歐盟國家繼續依計畫購買 CDM 額度，不受金融危機影響 3. 因 2012 年後歐盟碳減量機制法規尚不清楚，部分歐洲產商亦考慮購買 2012 年後的 CDM 合約。

隨著金融的逐漸復甦各減量額度的價格逐漸穩定回升，及美國、日本、韓國於近期公佈國家溫室氣體減量目標，目前全球碳市場瀰漫著不確定的樂觀。投資商預測美國將於 2012 年前後建立碳交易機制，而日本、澳洲、紐西蘭、加拿大亦評估加入碳交易機制，此將大幅擴大碳交易市場。另一方面，雖美、中兩排放大國公佈了減量目標，但各界普遍預期今年底舉辦的哥本哈根會議仍無具體共識，爭議點為發展中國家要求富國於 2020 年需減碳 25% 到 40% (高於大部分已發展國家公告之減量目標)，且增加協助開發中國家進行溫室氣體減量的補助金額及技術轉移，另一方面，已開發國家亦認為開發中國家應承擔相關國際減量責任。已開發與開發中國家的歷史性互不信任將使協商再次陷入立場僵持不下情況中，對未來國際減碳合作及條約簽訂埋下不確定性。

(二) 各國減量目標

今年底日本、韓國、中國及美國陸續公布二氧化碳減量目標，然如多數已開發國家公布的目標值一樣，美、日兩國的減量目標並未達聯合國政府間氣候變化專家小組(IPCC)建議的已開發國家 2020 年溫室氣體排放量應回到 1990 年在減 25-40% (註：日本表明，在所有主要排放國皆同意接受雄心勃勃的減排目標前提下，日本才適用於 2020 年溫室氣體排放量，削減至較 1990 年排放水準減少 25% 目標)，各國減量目標如表 2。

表 2 各國減量目標

各國	目標(2020 pledges)
美國	回到 2005 年排放量再減 17% (98.11.25)
中國	國內生產總值二氧化碳排放比 2005 年下降 40%~45% (98.11.26)
韓國	回到 2005 年排放量再減 4% (98.11.17)
日本	回到 1990 年排放量再減 25% *(98.09.17)
澳洲	回到 2000 年排放量再減 5%-25% *
白俄羅斯	回到 1990 年排放量再減 5%-10%
加拿大	回到 2006 年排放量再減 20%
歐盟	回到 1990 年排放量再減 20%-30% *
冰島	回到 1990 年排放量再減 15%
紐西蘭	回到 1990 年前排放量再減 25%-40%
挪威	回到 1990 年排放量再減 40%
俄羅斯	回到 1990 年排放量再減 10%-15%
瑞士	回到 1990 年排放量再減 25%
烏克蘭	回到 1990 年排放量再減 20%

* - 在不影響整體經濟發展前提下 資料來源：Carbon Forum Asia, 2009

(三) 未來碳市場架構

美國公布之減量額度為 2020 年回到 2005 年排放量再減 17%，其目標來自今年六月下旬眾議院通過的「美國潔淨能源與安全行動」法案，但本法案尚需經 2010 年參議院全院投票，投票通過後才能正式成為美國聯邦法律，其各階段減量目標如表 3。對國際碳市場架構產生最大影響為為本法案允許 50% 的減量額度可購買自國外，而美國國內產生之減量額度供給少於 900 百萬噸，國外採購額度將可提高至 75%。若法案順利通過，預計 2012 年美國向國外採購之減量額度金額達 150 億美金，將大幅擴大國際碳市場交易。美國各州需向國外採購之減量額度金額明細如圖 1。

另外，美國區域性碳交易系統 RGGI 已於 2009 年 1 月 1 日生效，目前已進行減量額度(RGAs)買賣運作，而從歐巴馬登任美國總統後，美國對碳交易機制建置轉為積極。部分投資商預測美國碳交易機制將於 2012 年前後建立，預估美國碳交易市場規模達 57 億噸二氧化碳，為歐盟的 2-3 倍。美國碳交易機制的成立亦將帶動各國的碳交易市場建立。預估 2012 後全球可能成立之碳交易市場如表 4。

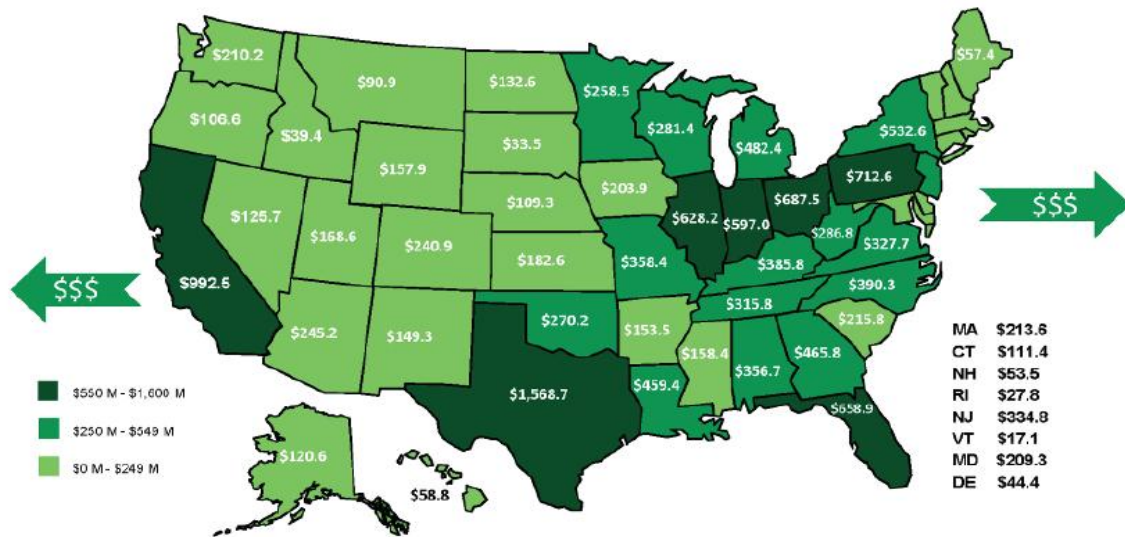
表 3 「美國潔淨能源與安全行動」法案各階段減量目標

	2012	2020	2030	2050
2000	低於 3%	低於 17%	低於 42%	低於 83%
1990	高於 12%	低於 4%	低於 33%	低於 80%

資料來源：U.S. Climate Policy Overview of HR 2454 and S1733

「美國潔淨能源與安全行動」法案通過後
美國各州購買境外減碳額度估計圖(價格單位:百萬美元元)

2012年，當年度美國預估購買境外減量總值達\$150億



資料來源:美國能源資訊處及環保署
金額單位:百萬美元. 2012年預估美國所需購買境外減碳額度金額

圖 1 2012 年美國各州購買境外減量額度估計圖

表 4 預估 2012 後全球可能成立之碳交易市場

日本	預估於 2011`2012 年成立
澳洲	計畫於 2011-12 年成立，目前立法中
紐西蘭	預計明年 7 月將成立以能源產業及工業為對象的碳交易機制
美國	預計於 2012 年成立，目前立法中
加拿大	預計將隨美國市場建立後而建立
墨西哥	預計將隨美國市場建立後而建立
南韓	預計將隨日本市場建立後而建立

資料來源：Risks and Opportunities for Carbon Business，2008：本研究整理

參、碳產業結構分析

隨著歐盟第一階段碳交易機制於 2005 年運作及京都議定書執行後，國際碳交易市場交易額已從 2005 年的 100 億美元成長至 2008 年的 1,260 億美元。目前碳交易產業發展迅速，上中下游產業結構已近成熟，產業主要可區分為 -CDM 額度買賣家、CDM 投資機構、CDM 技術提供商、CDM 中立服務機構、CDM 金融服務機構、週邊服務機構，其介紹如下：

CDM 額度買家—可分為 2 類，第一類為環境資產管理公司，此類公司投資 CDM 計畫，並購買額度以便進行日後額度買賣(如：Tricorona)。第二類為碳遵守買家，主要為受碳減量機限制碳排放量之廠商，如：歐盟大型能源及電力產業 (如: GDF SUEZ，Vattenfall)。。

CDM 額度賣家—CER 賣家通常為直接參與 CDM 投資計畫以便獲取 CERs 額度的開發商，並進行碳資產管理及 CERs 額度銷售，以獲取利潤(如: Agrinergy Pte Ltd、日本住友商事)。

CDM 投資機構—主要為投資銀行、金融機構、基金商。

CDM 技術提供商—提供減量技術或協助廠商評估、執行、註冊 CDM 服務的技術服務公司(提供 end to end 服務)。

CDM 中立服務機構—提供 CDM 週邊買賣服務之中立機關，如：協助私人、政府及產業的碳資產管理公司，CDM 額度驗證公司，CDM 註冊服務公司及註冊平台商

CDM 金融服務機構—主要為銀行，可分兩類。第一類為提供投資者金融、風險管理服務之銀行(如：Barclays Capital, J.P.Morgan)，第二類為協助國內企業獲取減量額度之國家投資銀行(如:Japan Bank for International Cooperation)。

週邊服務機構—如針對碳交易、環保、貿易議題做諮詢規劃的法律事務所，學術研究單位，NGOs 及其它碳減排的利益相關者。

值得注意的是，亞洲為主要 CDM 計畫提供地區，部份國際 CDM 買賣家及投資機構已設置分公司於本區，主要設置國家為-中國(北京)、香港、新加坡、泰國(曼谷)及印度，以便連結中國、印度、東南亞等廣大 CDM 供給市場。除了國際產商的投資外，亞洲各國亦積極投入碳產業。中國方面，國營公司-中國節能投資公司積極進行中國地區風電、太陽能發電建設，並進行 CDM 投資。而日本亦透過國營銀行(日本協力銀行)及民間企業於國際進行 CDM 計畫投資與建制，以便為國內企業取得 CDM 減量額度。韓國亦於 2008 年 9 月成立國內首家碳交易公司- 韓國碳金融 (Korea Carbon Finance) 以交易韓國境內 CERs，吸引私募股權基金對碳衍生物和溫室氣體建設工程的投資。

肆、台灣碳產業分析

(一) 台灣碳產業分析

目前台灣碳相關產業在經濟部支持下主要可分為綠色能源及節能減碳產業，綠色能源主力產業為-太陽光電及 LED，及一般潛力產業- 風力發電、生質燃料、氫能與燃料電池、能源資通訊及電動車輛。行政院亦於今年 10 月底宣布成立新能源推動委員會，其策略目標為：對外產業國際化-市場考量，對內應用擴大化-減碳考量，期望 2015 年時綠能產業年產值能達到 1 兆 1580 元。節能減碳產業主要以承接經濟部節能減

碳計畫輔導案之財團法人為主，如：工業研究院、產業服務基金會、綠色生產力基金會、塑膠中心等，減量對象為我國能源產業、大型工業、中小企業、住商部門及公部門。民間方面，主要以溫室氣體查驗證機構為及 VCS 認證為主。從碳產業架構來看，台灣的綠能產業仍不脫關鍵技術掌握於國外廠商，以製造為主的模式生產及銷售太陽能版及 LED 等綠源產品，節能減碳產業亦只針對國內廠家的節能減碳計畫為主。

台灣因非 UNFCCC 會員國，無法參與京都議定書架構下的國際碳交易機制，以致民眾對國際碳減量市場的發展現況仍不熟悉。然而，市場普遍預期美國、日本、紐澳於未來幾年內將加入碳交易機制，碳交易市場規模及商機將擴大，大部分 CDM 投資者對未來碳交易市場發展趨勢保持樂觀。在各國廠商積極投資國際碳減量及交易市場下，台灣廠商對國際減碳市場仍無積極行動，殊為可惜。我國工業技術及科技發達，政府應鼓勵民間公司以投資商身份協助開發中國家進行溫室氣體減量計畫或相關軟硬體技術提供，並考慮以日本為例（如：日本協力銀行）透過公營金融機構或國際發展機構投資國際碳交易相關市場及協助我國廠商擴展國際業務，以免因國際政治因素限制下而錯失龐大碳交易市場商機。

（二）台灣減碳市場成本高、減量額度不足

台灣為製造業為主之工業化國家，處於國際生產鍊的底端，需承擔大量二氧化碳轉移排放。以 2006 年為例，生產基礎計算之人均 CO₂ 排放量為 11.6 公噸/人，遠高於以消費基礎計算之人均 CO₂ 排放量 5.97 公噸/人(如：表 5)。然而，國家產業結構調整為長期性規劃且視國家發展策略而訂，在未來國際溫室氣體公約日趨嚴格下，我國還是得承擔相當的溫室氣體轉移排放，並進行有價減量。

目前台灣產業執行二氧化碳減量之成本尚高，根據工業總會提供之 - 2009 年六大能源密集產業自願減量績優廠商的節能減碳績效來看(如：表 6)，除了石化、水泥及光電產業(TTLA)減量成本低於或同等於購買 CERs 額度之價格外，其餘產業減量成本皆高出 CERs 額度數倍，鋼鐵業二氧化碳減量成本甚至為 152,70 元/噸。在國內二氧化碳減量不

易且減量成本高的情況下，如何突破國際政治因素限制，使我國碳交易市場及與國際接軌，以取得足夠減量額度、避免國際條約制裁及邊緣化，為我國需面對之課題。

表 5 2006 年台灣生產基礎與消費基礎之二氧化碳排放量

	生產基礎	消費基礎	差距
CO ₂ 排放(千公噸)	265,276	135,272	130,004
人均 CO ₂ 排放(公噸/人)	11.6	5.97	5.69

資料來源：國際氣候協議最新發展與台灣碳權經營與管理策略，李堅明教授。

表 6 六大能源密集產業節能減碳績效

產業別	CO ₂ 減排量(噸)	投資金額(仟元)	單位減排成本 (仟元/噸 CO ₂)
鋼鐵業(3 家)	11,242	171,643	15.27
石化業(3 家)	462,180	310,055	0.67
水泥業(2 家)	232,609	180,222	0.77
造紙業(3 家)	44,186	82,024	1.86
人纖業(3 家)	20,432	130,234	6.37
棉布印染業(2 家)	11,250	37,394	3.32
半導體業(TSIA)(2 家)	382,569	887,000	2.32
光電(TTLA)(4 家)	721,448	190,000	0.26

來源：工業總會(2009)，六大能源密集產業自願減量績優廠商。

伍、結語

因台灣無法參與京都議定書，造成我國碳減量機制無法與國際連結。然而，目前 UNFCCC 正針對新的議定書架構進行協商，以便取代 2012 年到期的京都議定書。新版議定書的協商包括了減量技術的認證，除了原有的 CDM 制度外亦將考量其他減量技術(包括 - 自願性碳減量)。因目前還在協商中，所以技術制定的協商之門是打開的，台灣可建議 UNFCCC 在新技術制定時將台灣納入特別條款，或提交台灣觀點的自願性碳減量機制方案，以便以非會員國的身分介入碳交易市場(中國

亦將於哥肯本哈根會議期間推出中國版的自願性碳標準「熊貓碳標準」)。但目前京都議定書明確規定參與議定書之會員國必須為 UNFCCC 成員國，台灣是否能以非 UNFCCC 會員國的身分利用 UNFCCC 新減量技術認證協商時，要求納入台灣特別條款，執得進一步探討。

另外，雖然我國目前只能參與自願性碳減量市場，但 UNFCCC 亦將自願性碳減量機制納入新版議定書的減量機制考量中，若協商通過，台灣將有機會利用自願性碳減量機制參與國際碳交易市場且減量額度獲得國際承認。我國應密切注意 UNFCCC 新減量技術協商，並試圖發揮影響力使新減量技術協商時能考量我國處境。

陸、參考文獻

1. 石信智，2009，透過國際市場管道購買碳權之操作方式。
2. 經濟部產業溫室氣體減量推動辦公室，2008，全球碳權市場的現狀與趨勢。
3. 申永順，2009，國際能源部門溫室氣體減量與產業碳風險管理之發展趨勢。
4. DARREN SAMUELSON, 2009 . Kerry Unveils Foreign Relations' Contribution to Senate Climate Bill. The New York Times.
5. Alexia Kelly, Senior Associate, 2009. U.S. Climate Policy Overview of HR 2454 and S1733, Asia Carbon Forum.
6. Business Services Industry, 2009. Point Carbon: Global Carbon Market Worth EUR 2 trillion by 2020. BNET.