

碳經濟月刊

CARBON ECONOMY MONTHLY

發行人 胡勝正
顧問 張景森 葉明峯
總編輯 洪德生
執行編輯 洪瑞彬 黃宗煌
編輯委員 陳寶瑞 朱麗慧
李堅明 林唐裕
林師模 周嫦娥
許振邦 羅時芳
蔣本基 蕭代基
編輯助理 李怡璇 徐秀芬
發行單位 行政院經濟建設委員會
台灣經濟研究院
地址 台北市寶慶路3號
台北市德惠街16-8號7樓

專題分析

歐盟的CO₂排放交易機制

侯萬善

歐盟排放權分配法則的分析

李堅明 陳昱豪

日本自願性排放交易的做法

洪嘉莘

排放權交易為日本最佳溫室氣體減量制度

黃星滿

時事評論

現行「浮動油價機制」之商榷

梁啟源

訂定溫室氣體減量目標的省思

黃宗煌

研究前緣

資源利用與規劃模型

林師模 李秀娟 李高朝

區域性空氣污染排放交易制度運作案例評析

蔡俊鴻 吳俊儀 姚永真

第二期

2006年10月

NO.2 October 2006

目 錄

編者的話.....	1
專題分析	
歐盟的 CO ₂ 排放交易機制/侯萬善.....	2
歐盟排放權分配法則的分析/李堅明 陳昱豪	23
日本自願性排放交易的做法/洪嘉華.....	33
排放權交易為日本最佳溫室氣體減量制度/黃星滿.....	38
時事評論	
現行「浮動油價機制」之商榷/梁啟源.....	45
訂定溫室氣體減量目標的省思/黃宗煌.....	47
研究前緣	
資源利用與規劃模型/林師模 李秀娟 李高朝.....	60
區域性空氣污染排放交易制度運作案例評析/蔡俊鴻 吳俊儀 姚永真 .	68
政策動態.....	81
會議資訊.....	83
文獻新報.....	85

～編輯政策～

- ◇ 本刊以溫室氣體減量之政策及其經濟問題為重點，每月定期發行，當月刊登之文稿截稿日期為前一月的 15 日。本刊資料檢索網站：<http://ghg.tier.org.tw>
- ◇ 本刊歡迎關心溫室氣體減量議題之各界先進賢達踴躍賜稿(包括專題分析、時事評論、政策動態報導、研究成果、出席國內外會議心得等)，亦歡迎讀者就本刊相關議題發表讀後建言或心得。專題分析稿件每篇以不超過 6000 字為原則，其餘不拘。
來稿請將電子檔 email 至執行編輯黃宗煌教授：chhuang@mx.nthu.edu.tw。
- ◇ 本刊各篇專論刊登前均經編輯委員會審查，本刊編委會保留刪改權力，惟內容不代表發行單位立場。來稿如不允刪改，請作者事前聲明。
- ◇ 本刊內容版權所有，引用時請註明出處。

編者的話

排放交易在環境保護所扮演的角色日漸重要，美國早在 1976 年就已經採行此一政策工具來處理污染排放的問題¹，我國在 1999 年修訂公布的空氣污染防治法、及最近擬定之溫室氣體減量法草案，亦納入總量管制與排放交易等政策性工具，並已著手規劃；目前國際社會為因應全球暖化的問題，也在「京都議定書」中將之列為溫室氣體減量的重要機制之一。因此，不論是區域性或全球性的污染減量問題，排放交易制度似乎已經蔚為時勢所趨。

排放交易依其交易標的可分為許可量交易（allowance trading）與超額減量交易（credit trading）兩類。前者係指管理當局按特定的發放方式（如溯往原則或拍賣），核發給排放源一固定額的排放許可量，而交易標的即為各廠商所持有之排放許可量。超額減量交易之交易標的則是排放源由管理當局所取得之排放抵減證（emission reduction credits, ERCs），而 ERCs 則來自於排放源從事減量而致實際排放量低於所持有之排放許可量之事實，經主管機關驗證後所核發。²

國內外早就對排放交易制度的許多相關問題進行探討，例如：（1）分析排放交易的制度設計問題與利弊；（2）分析排放交易與他種政策工具（例如排放費、直接管制、污防補貼等）之間的選擇問題，其中各政策工具之成本有效性及污防技術進步對污染防治（減量）上的誘發效果比較，均有甚為豐富的討論；（3）分析廠商在不同政策工具下的最適投資決策等。可惜我國對此一課題之相關研究卻相當不足。

為因應溫室氣體減量，晚近歐盟、英國、日本等國已經先後規劃出可行的排放交易制度，故本期特別以此為專題，邀請國內專家撰稿論述，冀能協助國內讀者深入瞭解排放交易制度在這些國家的運作方式。

¹ 美國在可交易排放權上的實務經驗包含酸雨計劃（Acid Rain Program）與南加州地區實施的區域清潔空氣誘因市場計畫（RECLAIM）。

² 文獻曾比較分析此二交易制度的優劣，一般的論點是：從執行的方便性、交易成本之高低、以及交易監控、申報與確認等程序而言，許可量交易制優於超額減量交易制。

歐盟的 CO₂ 排放交易機制

侯萬善（經濟部產業溫室氣體減量推動辦公室主任）

一、前言

京都議定書是第一個採用排放交易達到減量的國際協議，二氧化碳(CO₂)排放量減至限額以下的國家，可將依據經認可之超額減量所核發的「排放減量信用證」(emission reduction unit, ERU) 賣給排放量超出限額的國家，如此可望在維持總排放量達標的情況下，降低各國因減排所需承擔的減量成本。但是，要確保此一成本有效性的實踐，須先確具有效率的交易機制與平台。因此，歐盟在 2005 年 1 月率先建立了「歐盟溫室氣體排放交易體系」(European Union Greenhouse Gas emission trading scheme, ETS)³，成爲全球唯一且最大之跨國、跨部門的排放交易體系。

根據 ETS，排放交易分爲兩個階段，第一階段從 2005 至 2007 年，第二階段則從 2008 至 2012 年。依據歐盟執委會的規定，歐盟會員國（15 國）要在 2003 年 12 月 31 日的期限前，完成將歐盟排放量交易法納入國家法令的作業；通常歐盟執委會對於違犯公約的國家會先發一份警告函，如果拒不反應，或是無法改變執委會的心意，就會提交給盧森堡的歐洲法院來審理。

各會員國須擬訂每一階段的國家分配計畫 (National Allocation Plan, NAP)，訂定每一階段的排放許可量，然後分配給受到管制的工廠，而各工廠則依其配額及其實際的排放需求，進行 ERU 的交易。如果會員國在期限內無法達成承諾的減量目標，將按其超額排放量予以罰款，在第一階段的罰款是每公噸 40 歐元(€)，第二階段(2008-2012 年間)則增爲 100 歐元。

歐盟相信交易制度與其他減量方案更有彈性、誘因與成本有效性，惟該體系對於工業界會有什麼影響，目前還無法下定論；據推測，電力公司或能源公司可望因此獲利。雖然工業界在溫室氣體減量方面比其他部門表現爲佳，但仍列爲第一階段的管制對象；爲了避免交易制度扭曲歐洲的產業市場，歐盟執委會將仔細監管運作過程。

當京都議定書在 2005 年 2 月 16 日生效時，世界金融界興起一股「淘碳熱」；而在碳排放交易市場上所交易的商品卻是無色無味，無從品嚐或觸感，不管是買還是賣，沒有實質的商品經手。投資人預期碳交易在 2008 年會成爲世界最大的市場之一，規模約在 600~2,500 億美元之間，甚至世界銀行都率先於 1999 年 7 月成立「原型碳基金」(Prototype Carbon Fund, PCF)⁴。即使美、澳拒絕參與京都議定書，但是碳交易市場仍被看好，因爲有利可圖；只是這種交易不是一般人士可以參與的，因爲所涉及的是數量龐大、卻看不見的碳排放權，而且交易過程複雜。

雖然目前只有 36 個附件一國家參與，少了美國與澳大利亞，但是在 2004 年 9 月

³ 此一體系係立基於 2003 年 10 月 25 日生效之歐盟指令 Directive 2003/87/EC。

⁴ PCF 由 17 家公私及 6 個政府共同組成，總資本額達 180 百萬美元，逾 2000 年 4 月開始運作，由世界銀行負責管理。PCF 係以個別計畫減量之溫室氣體排放交易爲主，爲所有利益關係人提供一個邊做邊學 (learning-by-doing) 的機會。

的 CO₂ 交易量就超過 1 百萬公噸，是 2003 年總交易量的一倍。到了 2005 年，全球溫室氣體的交易所額有爆炸性的成長，交易量約 7.99 億公噸，價值約 94 億歐元，是 2004 年的 25 倍。由世界銀行所曝光的資料顯示，僅僅收取碳排放權交易 8~10% 的佣金，在 2005 年就可實收 1 億美元。

在俄羅斯表示批准京都議定書的前夕，專家即曾預估，歐盟在 2005 年的排放交易量可達 2.2 億公噸；實際上，歐洲交易市場在當年的交易金額就有 72 億歐元，其中透過仲介商或交易所的交易額約有 54 億歐元，佔 79%。既然美國退出京都議定書，那麼碳交易市場的形式將由歐洲來主導；加拿大與日本也在規劃各自的碳市場，並且有意與歐盟的體制相容。一旦各區域的體系聯結起來，全球市場就自然成形。

說起來諷刺，歐洲原先不支持碳交易的想法，是為了美國而屈從，現在布希拱手讓出主導權；先驅者固然有風險，但有機會先培養經驗而成爲領導者。由於歐盟排放交易市場的表現穩定且成熟，本文特別就其具體作法、成效、以及對我之啓示進行探討。

二、排放交易發展背景

早在歐盟排放交易體系運作之前，英國與丹麥即已開始實施 CO₂ 交易市場的模擬活動；丹麥在 2001 年建立此類市場時，僅限發電業者參與。以下概要說明若干主要國家推動排放交易的情況。

（一）英國排放交易體系（UK ETS）

英國政府在 2002 年 3 月推動的排放交易體系，當時由環境、食品及鄉村事務部（DEFRA）出資 2.15 億英鎊做爲 5 年的營運基金，提供給參與減量有成之廠商的一種獎勵金而開始運作。參與廠商是以 1998-2000 年的平均排放量做爲核配量的基準，並每年訂定減量目標，然後以廠內減量或廠外購買來達成預設的減量目標。

英國成立自願碳排放交易市場後，在 2002 年 4 月的市場規模僅 9.71 百萬美元，交易總量僅 1.2 百萬公噸 CO₂ 當量，一般都屬不到 1 千公噸的小額交易。雖然有 34 家公司參與，其中僅 12 家較爲活躍；交易價格曾一度達到每公噸 20.23 美元，但因需求減少，隨後跌到 7.28 美元。雖然英國官方記錄顯示 2002 年度的 2,000 筆交易完成了 7.2 百萬公噸的轉讓，但 Point Carbon⁵ 與交易商認爲，因爲轉讓與交易的認定差異，嚴格來說只有 20% 登錄量完成交割；這個現象也顯示，認定的標準將影響實施的績效。

雖然許多文獻提及英國排放交易體系是個成功的案例，但受到配額、補助與保障方面不確定性的影響，規模無法放大，最後出現與歐盟排放交易體系無法相容的隱憂。不過，英國國會在 2004 年 11 月發布的一份報告則讚揚此爲一項「創新的」溫室氣體減量措施，並認爲 DEFRA 在此減量活動「表現良好」，但也表示基準的設定需要對廠商的績效與活動做更深入的瞭解；英國在先前的摹擬活動中獲得許多寶貴的經驗。

（二）美國芝加哥氣候交易所（CCX）

美國芝加哥氣候交易所於 2003 年 1 月宣布將溫室氣體排放權納入交易項目；此一四年期的實驗計畫要求會員在 2006 年時的減量水準達到 1998~2001 年之平均排放

⁵ Point Carbon 爲挪威一家分析溫室效應氣體交易情形的顧問公司。

量的 4%，亦即每年約減量 1%。同年 7 月宣布 12 月 12 日正式開張，並表示已委託在線電子交易公司 (ICETM) 提供交易平台。與歐盟排放交易體系的差異是，美國產業並未被分配有限制的排放量，而參與交易的會員機構只是爲了要及早行動並獲得保障。但是有些人士批評芝加哥氣候交易所的交易活動清淡，在沒有法規管制的情況下很難有起色；自從 2003 年開市交易以來，至 2005 年底，累計交易量約 3.5 百萬公噸，每公噸 2 美元，和歐洲氣候交易所 (ECX) 每日 1 百萬公噸交易量、每公噸 22 美元相比，真有天壤之別。

至 2005 年底，芝加哥氣候交易所的會員由初期的 14 個機構增加至 130 個機構，而減量目標則由 2006 年減量 4%，延長至 2010 年減量 6%。由於交易業務所得無法維持長久的營運，芝加哥氣候交易所已將原訂的會費提高 5 倍。今年 3 月，芝加哥氣候交易所宣布將延伸業務至美國東北地區，成立紐約氣候交易所與東北氣候交易所，以因應該地區預計在 2009 年針對發電廠進行總量管制及實施區域溫室氣體計畫 (RGGI) 的需求。雖然業務受到美國退出京都議定書的影響，芝加哥氣候交易所的執行長 Richard Sandor 表示，初期的任務是要建立與制度相關的知識；由於自 2003 年起營運所累積的經驗，芝加哥氣候交易所在 2005 年 3 月宣布成立歐洲氣候交易所，並自 4 月開始營運，其營業額至 2006 年 3 月占歐盟排放交易體系的 85%。

(三) 日本溫室氣體交易計畫

日本環境省早在 2003 年 4 月即規劃試行 CO₂ 交易排放權，當時邀請 30 家公司參與藉電腦進行的虛擬交易。同年，日本經濟產業省也規劃於 10 月中推動交易實驗計畫，當時參與名單已知有 100 家以上的公司。接著環境省宣布在 11 月提出類似的計畫，已知會有 34 家公司參與，最大的排放量買家包括發電廠、煉油廠、煉鋼廠與化學工廠。至 2003 年 12 月公布的訊息指出，參與的能源密集產業有 40 家公司，參與觀察團的公會包括日本鋼鐵協會、電力企業聯合會、日本石油學會、日本化工協會與日本經濟團體連合會；模擬交易期間，稽核公司與環境相關的標準驗證組織將量測參與公司的 CO₂ 排放減量與其排放權，然後進行與經濟產業省、工業公會與地方政府的交易，以協助建立交易制度，希望在 2004 年底能確認交易制度相關規則。

環境省在 2004 年 8 月表示，將在 2005 年開始徵選願意參與溫室氣體排放交易市場的廠商，並要求數十億日元的預算，以補助排放交易市場。2005 年 9 月，環境省宣布已遴選 34 家公司來參與政府新推出的自願排放交易體制 (VETS)，這些公司包括依耐克斯 (Inax) 集團、日本電氣硝子株式會社、三菱氣體化學品公司、山崎麵包公司等。對於積極進行溫室氣體減量的公司，政府會補助設備成本，並允許將減量成果在平台上交易。此項計畫預算經費約 23.6 百萬美元，預期在 2006 年減量 276,380 公噸 CO₂，相當於 2002 至 2004 年間之平均排放量的 21%，但估計所補助的設備在使用年限內可減量 3.7 百萬公噸。參與公司要在 2005 年 10 月底以前提報經第三者驗證之基準年排放量，並在 2005 年底以前裝置好新設備，以 2006 年度執行 CO₂ 減量的成果爲依據，而且自 2006 年 4 月起開始運作排放交易體制；如果廠商不能達到目標，要退回補助款。由於日本第一個 CO₂ 信用交易活動已規劃在 2006 年年中啓動，荷蘭的亞洲碳國際公司 (Asia Carbon International B.V.) 也在 2006 年 2 月宣布，計畫在日本東京成立碳交

易所。

許多日本公司也積極實驗 CO₂ 交易活動，讓員工瞭解運作模式；住友商事已經設立 CO₂ 交易專門部，三菱集團成立一家公司做 CO₂ 減量交易的仲介，三井物產株式會社則買下美國一家排放交易公司的部分股權，松下電器產業株式會社則於 2003 年 7 月聲明該集團在日本的 125 家工廠已引進溫室氣體交易計畫，以實驗的基礎來減少 CO₂ 與其他溫室氣體排放量。

(四) 歐盟排放交易體系 (EU ETS)

歐盟立法委員 2003 年 10 月通過一項溫室氣體交易指令 (Directive 2003/87/EC)，賴以對抗氣候變化。該指令規定自 2005 年 1 月開始，許多公司需要特別的許可才能排放 CO₂；受到管制的產業包括煉油業、能源業、冶煉業、鋼鐵業、水泥業、陶瓷業、玻璃業與造紙業等 12,000 處設施，所排放的 CO₂ 占歐洲總量 46%。在 2004 年 3 月底之前，歐盟各國政府將決定 CO₂ 排放量自 2005 年起加以分配。各國政府可將 CO₂ 排放量的 95% 免費分配給業者，其餘的 5% 可以拍賣給業者；核配之 CO₂ 排放許可量可以在市場上交易，當時歐盟執委會估計每公噸約 15 歐元，委員會認為執行京都議定書的成本能因此降低 35%，每年節省減量投入經費 13 億歐元。第一階段的市場交易對象限定為歐盟國家，第二階段才會擴展到歐盟以外的國家。

歐盟議會的環境委員在溫室氣體交易指令進行二讀之時 (2003 年 6 月 11 日)，重申較嚴格法案的必要性；會議中提出五項急迫性議題：國家排放限額的設定方式、工廠申請退出選擇權有嚴格的限制、免費分配與 2008 年起 5% 的拍賣限額、指令應在 2006 年修訂以涵蓋交通業，而且經由其他京都議定書之彈性機制 (共同減量與清潔生產機制) 所創造之信用額度亦可納入交易制度。2003 年 7 月 2 日在法國史特拉斯堡 (Strasbourg) 的會議中，歐洲議會二讀表決批准了世界第一個國際溫室氣體交易系統；稍後的修正案會將製鋁業與化學製品業納入，各國政府可保留 5% 的排放權以供拍賣，至 2007 年以後增加到 10%。2003 年 10 月 25 日，歐盟溫室氣體排放交易指令正式生效；為了執行有據，各會員國須在 2003 年 12 月 31 日以前將歐盟溫室氣體排放交易指令轉成國家法令。

2003 年 7 月 23 日，執委會採納指令草案以聯結歐盟新的排放交易系統與京都的彈性機制；此一「聯結指令」允許歐洲公司在參與歐盟的排放交易制度時，可以利用歐盟以外地區所獲得之減量信用，來滿足溫室氣體減量的目標。

2003 年 12 月 22 日召開的歐洲環境理事會議中，主席提出三個議題：第一個議題是有關整合清潔發展機制與共同減量是否要從 2008 年提前至 2005 年，大多數代表贊同。第二個議題是有關清潔發展機制與共同減量的碳信用交易比例是否要設 6~8% 的限制，許多代表不贊同。第三個議題是有關專案的可接受條件，歐盟執委會建議排除核能發電、森林與土地使用、大型水力發電等計畫，但是代表們意見分歧。

2004 年 3 月 16 日，歐洲議會環境委員會就聯結指令草案進行第一讀；由於擔憂會員國會藉口聯結指令未定案而拖延進度，因此希望能儘速通過法案，而聯結啓始日期由原先的 2008 年提前至 2005 年。同年 4 月，部長會議與歐洲議會同意一段有關歐盟京都聯結指令的內容，為歐盟溫室氣體交易制度自體制外採購排放量積分立下法源

基礎，而其中的六項重點分別為積分的限額、碳匯、水壩、核能、國內減量專案、體制外區域交易體系。此外，歐盟執委會規定新加入的 10 個會員國要在 2004 年 5 月 1 日提交其國家分配計畫，因為其中許多東歐國家將是交易體系內排放配額的重要賣方。

雖然歐盟執委會積極推動溫室氣體排放交易體系的立法工作，但京都議定書遲遲不能生效卻在歐盟會員國之間引發歧見。由於美國態度強硬，歐盟希望俄國跨出舉世期待的一步，意圖說服俄國批准京都議定書，同時享有碳排放交易的利益，與抓住更新工業設備的機會。俄羅斯經濟部官員曾在 2003 年 7 月指出，京都議定書不致於傷害到俄羅斯的利益，只是這項環境協議已成為政治議題，須要克里姆林宮的首肯；下議院的主席也認為大多數的國會議員支持議定書。俄羅斯因為經濟衰退而有剩餘的排放量可供出售，約 30 億公噸剩餘，但由於潛在大買主的美國拒絕參與議定書，市場需求量僅有 10 億公噸的規模，使得交易收入為之萎縮。

為了平息歐盟會員國的疑慮，歐盟執委會在 2004 年 3 月發出一份強烈的排放交易制度護衛聲明，並且拒絕所有改變京都議定書支持立場的呼籲；在一份政策護衛聲明中，執委會主席 Romano Prodi 表示，「議定書代表落實減量的第一步，我們不能也不要自對抗人為氣候改變的行動中退卻。」該聲明中提到減量成本，「最近執委會的研究顯示，達到京都目標每年需投入 29 至 37 億歐元，只占歐盟經濟總產值的一小部分（少於國家生產毛額 GDP 的 0.1%）。」歐洲環境專員 Margot Wallstrom 也表示，「我重申對抗氣候變化的承諾，我們對於京都程序是全體一致的承諾；如果俄羅斯不核簽，也不會有其它的替代方案。」

雖然歐盟排放交易體系在 2005 年元旦開始運作，但歐洲的排放交易活動早已私下進行，已經有廠商在為將來進行交易。例如德國一家 Dresdner 銀行的專業人士於 2003 年 5 月透露，有經紀商以每公噸 CO₂ 排放權 10 歐元（11.69 美元）來詢問交易的意願；依據 Point Carbon 的調查，每公噸 CO₂ 價格由 2003 年 4 月時的 6 歐元，上升至 2003 年 12 月的 12.5 歐元。2003 年 12 月中排放量交易員指出，每公噸 CO₂ 出價約在 12.5 至 12.8 歐元之間，是歐盟 CO₂ 市場標售價差最小的情況；這使得交易可操作空間變得更窄。至於 CO₂ 排放權期貨的價格，2006 年每公噸是 12.30 歐元，2007 年則是 12.50 歐元。

2004 年 5 月 12 日在布魯塞爾的一場研討會中，排放量仲介商 Natsource 的出席代表透露，依據有些已參與歐盟 CO₂ 排放量交易體系廠商的看法，歐盟執委會對於過於寬鬆的國家分配計畫只會做有限度的干預；由於已提交的部分國家分配計畫中，分配的排放量額度相當寬鬆，以致於排放權由每公噸 13 歐元跌到 7 歐元。他認為，目前執委會是希望排放量交易體系能夠順利上路，但由於政治方面的困難，未來幾個月執委會還有許多問題要解決。

經過 7 年的等待，俄羅斯政府終於在 2004 年 9 月 30 日晚間宣布要批准京都議定書，之後，歐洲的 CO₂ 價格躍升 20%，每公噸將近 10 歐元，許多專家預測交易量會大增。2004 年 1 至 3 月交易量才只有 18 萬公噸，9 月份就有 1 百萬公噸以上的碳交易，是整個 2003 年的兩倍，10 月份的交易量約達 2.3 百萬公噸 CO₂，是 1 月至 9 月的總和，每公噸價格平均約為 8.5 歐元（11 美元），在 5.0 歐元與 13.4 歐元之間變動。俄羅斯的

決定啓動了全球管制的法規，碳交易市場因爲俄羅斯的承諾才有更大的確定性。

至此，專家們相信，2005 年正式啓動的 CO₂ 交易市場會成爲金融機構最具商機的業務，分析師預期在 2005-07 合約期的 CO₂ 交易量是 50 億公噸，值 500 億歐元；許多金融機構已經開始注意這個市場，有意擔任仲介商。

三、歐盟排放交易體系的管理方式

被納入歐盟排放交易體系管制的確認步驟，第一步是查核工廠設施是否進行如 ETS 指令內附錄一所列的一至多項的活動（見表 1）。如果有進行如附錄一所述的活動，而且溫室氣體的排放量還可能超過規定的門檻，那就要納入歐盟排放交易體系的管制；同時，在現場相似的數個活動排放量要先加總後，才來做查核比對。

（一）ETS 列管的活動項目與設施

表 1. 歐盟排放交易體系指令中附錄一所規定納入管制的活動項目

活動項目（註 1）	溫室氣體（註 2）
1. 能源活動	
1.1 燃燒設施的活動，其熱輸入功率超過 20 百萬瓦（註 3），至於有害或都市廢棄物處理設施則排除在外。	CO ₂
1.2 礦油煉製活動。	CO ₂
1.3 焦炭爐活動。	CO ₂
2. 鐵系金屬生產與加工	
2.1 金屬礦石（包括硫化物礦石）煨燒與燒結設施的活動	CO ₂
2.2 製造生鐵或鋼鐵（原生或二次熔煉）設施的活動，含連續鑄造，產能每小時超過 2.5 公噸。	CO ₂
3. 礦產工業	
3.1 生產水泥熟料旋轉窯設施的活動，產能每天超過 500 公噸。	CO ₂
3.2 生產石灰旋轉窯或其它加熱爐設施的活動，產能每天超過 50 公噸。	CO ₂
3.3 生產玻璃或玻璃纖維設施的活動，熔製量每天超過 20 公噸。	CO ₂
3.4 生產陶瓷產品（含屋瓦、磚塊、耐火磚、瓷磚、陶瓷器）燒烤窯設施的活動，其中：(i) 窯產能每天超過 75 公噸；或 (ii) 窯容積超過 4 立方公尺，而且設定密度每立方公尺超過 300 公斤。	CO ₂
4. 其他活動	
4.1 由伐木或其他纖維物質來生產紙漿工廠的活動。	CO ₂
4.2 生產紙類產品工廠的活動，產能每天超過 20 公噸。	CO ₂

註 1：當經營者進行的數項活動都落入附錄一相同說明中，相同固定式技術單元的不同組件，或同一場址上不同的固定式技術單元，那麼在這種情況下，每一組件或單元的容積應該要加在一起（即，「加總原則」）。

註 2：歐盟排放交易指令涵括六種溫室氣體，這也是京都議定書所涵括的對象【六種溫室氣體是二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、全氟碳化物、氫氟碳化物、六氟化硫】。然而，歐盟排放交易體系的第一階段（2005-2007 年），體系將僅限於二氧化碳，如同上表第二欄所指定的；這體系在第二階段（2008-2012 年）會將六種溫室氣體納入管制。

註 3：百萬瓦（megawatts，1 瓦 = 1 焦耳/秒）。聯合國氣候變化政府間專家委員會（IPCC）的門檻是 50 MW，降低至 20 MW 是爲了歐盟排放量交易體系的需求，而且此門檻可能藉由把同一場址規定的燃燒活動加總而達到；這個較低的門檻，能有效的把原先不受管制的設施納入管制。

如果某項活動是附錄一活動的整合部分，該項活動被認定是附錄一活動的部分；

下列因素可以用在考量時的參考：

- 是否附錄一活動會因排除該項活動而造成技術方面的影響；
- 是否活動的主要目的是附錄一的活動，法規管理人有必要採取一種務實方法來定義「主要目的」，然而在大多數的情況下，是以輸出佔比最大的部分來定義。

只有進行附錄一所列能導致溫室氣體排放的活動需要一個溫室氣體排放許可，因此，只有進行附錄一活動（或這類活動的部分）的經營者需要申請一個許可；這個許可會因此定義整個設施，所以經營者必須在申請資料中提供設施的細節。

1. 設施之定義

依據 ETS 指令，一處「設施」是定義為：

- 一個固定式技術單元中有一項或多項 ETS 法規附錄一所列活動正在進行；
- 現場其它位置有任何其它直接相關的活動正在進行，並且和正在進行的固定式技術單元中的活動有技術關聯，同時可能有溫室氣體排放和污染的效應。

定義的第二項適用對象與誰是直接相關活動的經營者無關，和上述加總的規定不同。一個「固定式技術單元」可以被認定是功能完整的製程單元 — 其中含一個或數個組件聯合作用 — 可以進行附錄一的活動，或設計的活動。但是，在此會有兩個或更多單元在現場，在申請參與歐盟排放交易體系時，這些單元應該被認定是一個單一技術單元（雖然可能分屬不同的經營者），只要是：

- 這些單元在一個整合的工業活動中按步驟進行；
- 附錄一的活動之一是另一項活動的「直接相關」活動；
- 兩者/所有的單元都應用相同的直接相關活動；與/或
- 兩者/所有的單元都由相同的經營者操作，進行相同的附錄一活動，並且都在同一場址進行（這是加總規則）。

在固定式技術單元裡的「燃燒設施」指的是燃燒燃油以製造能源產品，其形式可以是電力、熱力或機械能；在此能源產出為熱能形式，並且傳送時可能會利用不同的媒介，像是蒸汽、熱油、熱水與熱空氣。如果能源的生產與利用都是在同一技術單元之內，以致於該單元的主要產品並非是能源產品（電力或熱能），那麼該技術單元不被認為是涵括在「燃燒設施」的定義內。

上述的「燃燒設施」定義包括：發電機、鍋爐、汽電共生、天然氣渦輪機（含壓縮機）等。以歐盟排放交易體系目的而言，有些設備不被認定是管制的燃燒設施，例如：烘箱、反應器、乾燥機、火爐（含預熱爐）、非鐵金屬生產（例如鋁）、焚化爐（除了為利用產生熱能而進行的廢棄物焚化）、油炸鍋、燃燒塔、用做污染處理的加熱氧化器、直接加熱空氣的加熱器等。歐盟排放交易體系特別強調，以歐盟排放交易體系目的而言，都市廢棄物與有害廢棄物的燃燒不被認定為是一個「燃燒設施」；至於其他形式的焚化，如果設施的主要目的是藉廢棄物衍生的燃料燃燒以提供能源，那麼，以排放交易體系目的而言，該設施將被認定為是一個「燃燒設施」。

在確認燃燒設施熱輸入功率時，ETS 指令中熱輸入功率定義是：「以設備最大連續燃料燃燒流量，乘上該燃料的總熱值，並以百萬瓦熱能單位來表示。」所以，熱輸

入功率可由最大燃料飼入率、燃料總熱值以及熱效率計算而得，然而最常用的方式，是從製造商取得該設備的輸入功率設計資料 – 這資料應該可以由製造商的手冊或說明書得知，或者由製造商得知。如果設備老舊或製造商已經歇業，或被其他公司併購，那麼該項設備的保險證明文件應該也會註明熱輸入功率。

2. 場址

如前所述，歐盟 ETS 指令的附錄一規定，同一經營者進行的幾個活動是屬於同一固定式技術單元中所列的不同部分，或是在同一場址內屬於不同的固定式技術單元，其容積應該加總。

在歐盟排放交易指令中「場址」一詞沒有正式的定義，「同一場址」意指相同的位置或情況，並且是對每一種設施判斷的問題；一處場址沒必要僅僅因為有溪流等實質障礙物將地區分成兩邊就認定是兩處場址，兩塊區域也沒必要須實質接觸才算是同一場址，只要是技術相關聯就算。

3. 「直接相關」的活動

至於一項「直接相關」的活動，就是一處設施被定義為一個固定式技術單元，其中有一個或多個附錄一的活動正在進行，並且，在同一場址其他位置上有任何其它直接相關活動正在進行。因此，直接相關活動的查核有助於設施邊界的認定，然而，直接相關活動不能是附錄一活動（如前說明，因為如果兩個附錄一活動是直接相關的活動，那麼就歐盟排放交易體系的申請，應該被認定是一個單一技術單元）。

直接相關活動必須：

- (1) 要在同一場址上來進行如同 ETS 指令的附錄一所述的活動之一；
- (2) 和固定式技術單元中進行的附錄一活動有一種技術關聯；並且
- (3) 來自設施的排放具備一種溫室氣體排放與污染的效應。

在應用此定義時，可採用「不對稱法則」(asymmetry rule)，也就是對於一項非-附錄一活動，如果是以一項直接相關的活動納入設施中，原則上該活動要應用成附錄一活動；相反的，如果附錄一活動應用成非-附錄一活動，那麼非-附錄一活動就不認為是直接相關的活動，並且該活動不納入設施的一部分。

前述「直接相關活動」的定義準則(2)可能涵括四種直接相關活動，可能被認定與固定式技術單元有某種技術關聯，說明如下：

- (a) 輸入活動 – 與輸送物料（例如燃料）進入固定式技術單元相關的儲存與處理作業；
- (b) 中間活動 – 在固定式技術單元操作時與中間產品相關的儲存與處理作業 – 這情形可能發生在一個固定式技術單元的產品，在進入製程中另一個固定式技術單元之前的儲存與處理；
- (c) 輸出活動 – 與固定式技術單元產生廢棄物（或其它排放物）相關的處理作業；
- (d) 輸出活動 – 與固定式技術單元產出產品相關的修飾、包裝與儲存作業。

這四種活動與固定式技術單元有一種技術關聯，在某種意義上與整個附錄一活動相關；通常也會有某種實質關聯，像是一組輸送帶或管線，但也不盡然如此。

如同之前所述，此一「直接相關活動」規定有助於歐盟排放交易體系定義設施的邊界，而這個設施將是固定式技術單元加上直接相關活動；然而，僅僅來自固定式技術單元（也就是附錄一活動）的排放物須要被納入，以因應監測與申報，以及出讓允許量，和體系的需求。只有進行附錄一所述的活動才需要許可，歐盟執委會已證實該體系初期僅涵括來自附錄一活動的 CO₂ 排放量。

由於歐盟排放交易體系僅涵括附錄一特定活動的排放【在第一階段只有 CO₂ 排放】；這意味著工廠若進行直接相關活動，將被納入「設施」的一部分（也就是進入設施的邊界裡），並且許可文件內會因此界定設施。然而，經營者將僅須要將來自附錄一活動的排放納入考量，而非將來自直接相關活動的排放納入考量；也就是說，那些監測與申報的要求，以及出讓排放權的責任，都僅適用於附錄一活動而非任何直接相關活動。

一項直接相關活動應該要避免落入附錄一的範圍；萬一發生了，該項活動將視為與之相關固定式技術單元的一部分（並且因此不被認為是一項直接相關活動）。

（二）ETS 列管的經營者

依據 ETS 指令所定義的「經營者」，是指某個人對於設施操作的控制權。問題是每個案例實際上誰具備設施操作的控制權，除非經營者必須證明具備授權與能力，以確保能夠遵守許可的規定。一個實用的方法或者可以用來調查一個經營者是否具備授權或能力，這或許可以藉評估經營者/推薦的經營者的能力來達成，其評估係依據下列的因素，是否該位經營者能夠：

- 藉由每天工廠操作的控制來管理現場操作，包括操作的方法與進度；
- 保證有效的遵守許可所賦予或所適用的狀況；
- 雇用與解雇關鍵職員；
- 做出投資決定；以及
- 保證在緊急狀況時可以中止作業。

四、歐盟各國的國家分配計畫（NAP）

由於排放交易體系須以定量配額為基礎，因此各國的國家分配計畫成為市場規模與發展潛能的重要依據。例如丹麥能源署自 2003 年 6 月開始調查歐盟排放交易法令所涵括的設施狀況，以便為廠商分配在 2005-2007 年期間的 CO₂ 許可排放量，但選用何種分配方式須要評估。由環境部主導的跨部會工作小組因而著手草擬分配原則，經濟與商業部則探討各相關部門的分配方式；由於丹麥也參與一些與東歐合作共同減量的協議，所以分配的方式具備彈性的機制，以反映國家的分配計畫。

德國政府自 2003 年 6 月開始向 5,000 家工廠索取 CO₂ 排放數據，相關工廠被要求先更正 2000 年申報的排放量，然後提供 2001 年與 2002 年的新數據。政府在審查這些數據後，做為分配各廠容許排放量的依據。德國政府 2003 年 12 月 17 日已將歐盟溫室氣體排放交易指令轉變成德國法規的草案（Treibhausgas - Emissionshandlungsgesetz；TEHG），並依法在環保署內設一獨立機構處理排放交易事務，編制 1,600 名職員，是當時環保署員工數的兩倍。葡萄牙也在 2003 年初夏，設立一個工作小組以收集受調查

的廠商溫室氣體排放量數據。

英國環境部於 2003 年 11 月向英國與威爾斯地區廠商宣導，在 2005 年排放交易指令生效以前申請歐盟排放交易許可。當時英國環境部長 Margaret Beckett 希望以 2010 年減量 20%，做為參與歐盟溫室氣體排放交易制度的目標；但是工商部長 Patricia Hewitt 因為重工業的壓力，希望設定目標能降至 15%，充分顯示兩個部會對同一議題各有不同的立場。同時，工業團體認為，在美國不參與、俄國不表態、許多國家堅守最低要求的情況下，英國政府超越標準的要求會傷害競爭力。

瑞士工業能源局的發言人則於 2004 年 2 月表示，瑞士公司將無意參與歐盟排放交易制度第一階段相關的活動，但是瑞士政府正與 600 餘家受到管制的公司討論 2008 - 2012 年間的排放減量目標。

西班牙為了彙整各界意見以準備國家分配計畫，經濟部工業局局長 Belen Cristino 在 2004 年 2 月一場排放交易指令的實作講習會中表示，當時已舉辦了 16 場與產業公會討論如何因應排放交易指令的會議，未來將舉辦數場區域講習會。按 2004 年 6 月完成的計畫初稿所顯示，在 2008 至 2012 年間，西班牙將倚賴未來的碳排放交易市場來滿足京都的義務。

捷克環境部長 Tomas Chmelik 於 2004 年 2 月估計，該國在第一階段京都承諾期每年會有 30 - 40 百萬公噸 CO₂ 當量的分配總量單位 (AAU) 剩餘；為了能充分利用共同減量的功能，已經和奧地利等國家簽署瞭解備忘錄。

瑞典國會 (Riksdagen) 於 2004 年 3 月 10 日下午投票表決有關國家分配計畫的原則，暫訂國家分配計畫的原則是以 1998-2001 年間平均值為基準，然後以 2005 至 2007 年標竿值來決定排放量。

至於波蘭，因為工業不景氣而使排放量在 2000 年減少達 30-40%，遠超過減量目標，但由於缺乏工廠排放量資料，使得政府無從瞭解到底那些產業減了多少量，因此在進行國家分配計畫無從著手。當波蘭送交國家分配計畫草案供審查後，歐盟執委會於 2005 年 3 月表示，波蘭必須在國家排放量計畫方面做 16.5% 的削減，以便整合進入歐盟排放量交易體系；歐盟執委會的這項要求讓波蘭必須在 2005 至 2007 年間多減量 141.3 百萬公噸 CO₂，因此波蘭政府對於歐盟的決議表示失望。不過，波蘭政府終於在 2005 年 12 月批准了一個計畫修訂版，規定每年排放量限額是 239.1 百萬公噸；波蘭定案的排放量在歐盟 25 國中排名第 4 大，受到管制的工廠有 1,100 處。

匈牙利的國家分配計畫，是由環境暨水資源部與經濟暨交通部共同彙編。2004 年 11 月批准一項加入歐盟排放交易體系的法令草案，受到該法令管制的 260 家廠商排放量佔該國排放量的 40%；依據 2004 年 10 月完成的國家分配計畫，能源部門每年許可量是 17 百萬公噸、金屬與鋼鐵部門是 2.7 百萬公噸、水泥部份也是 2.7 百萬公噸、煉油業是 1.4 百萬公噸。

義大利政府也在 2005 年 5 月同意，將原先的分配計畫每年再多削減 23 百萬公噸 CO₂，列入納管的設施有 1,240 處；義大利原先規劃的許可量是 255.5 百萬公噸，被歐盟執委會要求再減 9%。

2005 年 6 月，歐盟的執委會批准了希臘排放交易計畫，其中規劃 2005-2007 年期

間分配 223.3 百萬公噸 CO₂ 排放權給 141 處受管制的設施。歐盟環境專員 Stavros Dimas 表示，「完成這項批准之後，排放交易體制算是完整了。」歐盟部分國家分配計畫的內容彙整如表 2 所示。

表 2. 歐盟部分國家分配計畫的內容

國家	規劃內容	京都議定書目標
奧地利	<p>被納入管制的設施在 2005-07 年間分配量是每年 33.2 百萬公噸 CO₂。新進者必須在總許可量的 1% 中評估所需要的排放許可，給新進者的保留量 (New Entrant Reserve) 若在年底還有剩餘量，就由政府拍賣。奧地利政府已表示每年要在共同減量/清潔發展機制市場上購買 3-5 百萬公噸 CO₂，而且歐盟執委會已批准該計畫。</p> <p>備註：依據 2004 年 3 月 EZG 31 法案第 11 條以及 2004 年 4 月 7 日附加條款完成奧地利國家分配計畫。</p>	<p>1990 年排放量為 76.9 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 -13%。</p>
丹麥	<p>該國家分配計畫分配 95.4 百萬公噸 CO₂ 給體系在 2005-07 年期間所納管的設施。在 2005 年，40% 的許可量將被分配，而且在 2006 年與 2007 年各再加 30% 的許可量分配；總許可量分配的 95% 是免費的 (註 1)，此許可量分配的目標是要比順其自然 (BAU) 情況下的排放量減 15%。受管制的設施有 335 處。</p> <p>在 2005-07 年期間的新進者要從政府保留的 3 百萬公噸 CO₂ 排放許可尋求機會，而關廠後的就不會有新的排放許可量。</p> <p>丹麥政府已表示有意自國外每年採購約 3.7 百萬公噸 CO₂ 的積分，以協助丹麥達成京都議定書內的排放減量承諾。歐盟執委會已批准其計畫。</p> <p>備註：依據環境部 2004 年 3 月丹麥國家分配計畫。</p>	<p>1990 年排放量為 70 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 -21%。</p>
比利時	<p>該國家分配 183.2 百萬公噸 CO₂ 給體系在 2005-07 年期間所納管的設施。聯邦政府打算於 2008-2012 年期間利用京都彈性機制每年採購 2.46 百萬公噸 CO₂，並引進「其他措施」來創造國內排放減量 4.8 百萬公噸。</p> <p>比利時的分配計畫並非由國家層級發布，而是由區域負責核發溫室氣體排放許可，並草擬該區域內設施的分配計畫。</p> <p>依據法蘭德斯區分配計畫，2005-2007 年期間每年許可配額是 34.3 百萬公噸 CO₂ 當量，新進者保留量 (NER) 每年是 5 百萬公噸 CO₂。</p> <p>依據布魯塞爾區分配計畫，2005-2007 年期間每年許可配額是 0.093 百萬公噸 CO₂，新進者保留量每年是 0.0074 百萬公噸 CO₂。</p> <p>依據瓦隆尼亞區分配計畫，2005-2007 年期間每年許可配額是每年 25.9 百萬公噸 CO₂，新進者保留量是每年 0.500 百萬公噸 CO₂。</p> <p>歐盟執委會已批准該計畫。</p> <p>備註：依據 2004 年 6 月 23 日比利時國家分配計畫。</p>	<p>1990 年排放量為 136.7 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 -7.5%。</p>
捷克	<p>該國家分配計畫分配 323 百萬公噸 CO₂ 給體系在 2005-07 年期間所納管的設施。許可量是免費分配的，但新進者保留量的剩餘量是要拍賣的。</p> <p>歐盟執委會在 2005 年 4 月批准該計畫，定案的分配計畫是 292.8 百萬公噸 CO₂ 給體系在 2005-2007 年期間所納管的 436 處設施。</p> <p>備註：捷克 2005 至 2007 年期間的國家分配計畫與 2004 年 9 月 29 日經濟部副部長、MZP 與 MPO 的草案妥協。</p>	<p>1990 年排放量為 192.2 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 -8%。</p>
芬蘭	<p>該國家決定分配 136.5 百萬公噸 CO₂ 給體系在 2005-07 年期間所納管的設施，包括給新進者的 2.5 百萬公噸保留量；許可量免費分配，新進者保留量至年底若仍有剩餘就予以拍賣。此許可量分配的目標是要比順其自然 (BAU) 的排放量減 3%。</p> <p>備註：政府在設施-特定排放許可量分配的決議，在 2004 年 12 月 21 日於赫爾辛基決定，依據 (683/2004) 國家分配計畫排放交易法案第 37 節。</p>	<p>1990 年排放量為 77.1 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 -0%。</p>

法國	<p>在與歐盟執委會協商後，該國家分配計畫分配 156 百萬公噸 CO₂ 給體系在 2005-07 年期間所納管的設施，許可量免費分配。</p> <p>在該計畫的原始草案中，法國當局可就增加生產分配額外的許可量，但後來放棄此一保留成長的構想；另一方面，新進者保留量則增加為 5.69 百萬公噸。此外，法國國家分配計畫的範圍已開放至其他部門的設施，這些是歐洲指令所沒有提到的（化學品、農業食品、服務），增加了逾 700 處設施。法國的計畫已在 2004 年 12 月 17 日被歐盟執委會接受。</p> <p>備註：依據 2005-2007 年國家分配計畫。</p>	1990 年排放量為 545.7 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 -0%。
德國	<p>該國家為 2005-07 年期間受管制的設施免費分配 499 百萬公噸 CO₂ 排放許可，這種分配目的是要以 2000-2002 年為基準，每年減量達到 5.2 百萬公噸 CO₂，受管制的設施有 1,850 處。</p> <p>新進者要從政府保留的 9 百萬公噸 CO₂ 排放許可尋求機會，而關廠後的排放許可就充公納入新進者保留量；但關廠後的排放許可量可由關廠的機構保留 3 個月，若在期限內於德國境內設新廠生產就可延續。</p> <p>備註：依據德國 2005-2007 年國家分配計畫。</p>	1990 年排放量為 1206.6 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 -21%。
匈牙利	<p>該國家為 2005-07 年期間受管制的設施免費分配 89 百萬公噸 CO₂ 排放許可；許可量免費分配，但政府打算就總量的 2.5% 進行拍賣。</p> <p>新進者要從政府保留的 2% 排放許可量尋求機會，新進者保留量至年底若仍有剩餘就予以拍賣。</p> <p>匈牙利的國家分配計畫也須要歐盟執委會的批准才能生效。</p> <p>備註：依據 2004 年 10 月 8 日草擬的匈牙利國家分配計畫。</p>	1990 年排放量為 101.6 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 -6%。
愛爾蘭	<p>該國家為 2005-07 年期間受管制的設施免費分配 66.96 百萬公噸 CO₂ 排放許可，每年分配量是 22.5 百萬公噸 CO₂；此分配量等於預測排放量的 96 - 98%。環保署建議自每年 22.5 百萬公噸 CO₂ 撥出 1.5% 做為新進者保留量。政府打算先就總許可量的 0.75% 進行拍賣。</p> <p>愛爾蘭政府已經表示有意藉 JI/CDM 的彈性機制每年採購 3.7 百萬公噸 CO₂ 的積分。愛爾蘭國家分配計畫已經獲得歐盟執委會的批准。</p> <p>備註：依據環保署 2004 年 9 月 30 日公布的第 2 版 2005-2007 年愛爾蘭國家分配計畫。</p>	1990 年排放量為 53.5 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 +13%。
義大利	<p>該國家為 2005 年分配 239.9 百萬公噸 CO₂、2006 年分配 240.6 百萬公噸 CO₂、2007 年分配 241.6 百萬公噸 CO₂。新進者保留量是各部門依據預期的成長由部門許可量抽取。</p> <p>義大利的國家分配計畫也須要歐盟執委會的批准才能生效。</p> <p>備註：依據指令 2003/87/EC - 義大利國家分配計畫。</p>	1990 年排放量為 518.3 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 -6.5%。
盧森堡	<p>在其國家分配計畫，盧森堡為 2005-07 年期間受管制的設施每年分配 3.5 百萬公噸 CO₂；此數字包括新進者保留量每年 40 萬公噸 CO₂，3 年共 1.2 百萬公噸。這也意味著 19 處受管制的設施依順其自然（BAU）減量 5%，而全國溫室氣體減量 3.2%。歐盟執委會已在 2004 年 10 月批准。</p> <p>備註：依歐盟排放交易體制指令公布 2004 年 4 月 6 日盧森堡國家分配計畫。</p>	1990 年排放量為 10.8 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 -28%。
荷蘭	<p>該國家為受管制的設施每年分配 90 百萬公噸 CO₂；新進者要從政府保留的 2.5 百萬公噸 CO₂ 排放許可量尋求機會，荷蘭也對於新進者保留量的剩餘量選擇處理的方式，但會先與執委會進行溝通。原先荷蘭提議把保留量的剩餘量回饋給現有的設施，但歐盟執委會不同意；荷蘭尚未決定是否要將保留量的剩餘量一筆勾銷還是加以拍賣。</p> <p>荷蘭已選擇兩種設施自受管制的類型中予以剔除：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 每年排放量小於 25,000 公噸 CO₂ 的小型設施（為了減少體系管理成本）。 - 由於歐盟內部對於燃燒設施定義不同而導致競爭扭曲的化學工廠。 	1990 年排放量為 215.8 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 -6%。

	備註：依據 2005-2007 年排放許可量分配計畫，荷蘭國家分配計畫；有關於給公司溫室氣體排放許可量的分配，2004 年 4 月 16 日。	
挪威	在 2005 年 3 月，挪威政府為參與 2005-07 年挪威排放交易體制的設施批准了一個積分配額計畫；定案的計畫將 20.5 百萬公噸 CO ₂ 分配給 51 處設施，代表這些公司要達到 5% 的減量。挪威排放交易體制尚未與歐盟的體制聯結。	1990 年排放量為 52.1 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 +1%。
葡萄牙	在 2004 年 4 月提報給執委會的國家分配計畫草案中，為 2005-2007 年期間受管制的 250 處設施分配 116.6 百萬公噸 CO ₂ ；政府另外保留 5.6 百萬公噸 CO ₂ 排放許可量做為新進者保留量。 這項國家分配計畫依據審查意見進行修改後於 2004 年 10 月經歐盟執委會批准；葡萄牙同意把許可分配量再減 2.1 百萬公噸成為 114.5 百萬公噸 CO ₂ – 或，總分配量為每年 38,161,413 公噸 CO ₂ 。依據新限額，葡萄牙 248 家參與的公司排放量仍被允許比基準年（2000 至 2003 年）小升一些。葡萄牙也排除國家分配計畫一些預定的事後調整，而且同意取消新進者保留量任何剩餘許可量。 備註：Plano Nacional de Atribuição de Licenças de Emissão - PNALE 2005-2007 (versão notificada à Comissão Europeia) PNALE 2005-2007/Portuguese NAP 2005-2007 國家分配計畫（英文版）。	1990 年排放量為 64.6 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 +27%。
西班牙	西班牙政府已經為 CO ₂ 排放量依 2004 年 9 月 6 日皇家命令 1866/2004 公布其國家分配計畫，該計畫為受管制的設施分配 160.28 百萬公噸 CO ₂ ；新進者要從政府每年保留的 5.42 百萬公噸 CO ₂ 排放許可量尋求機會，此保留量約等於 3.5% 的分配許可量。未用完的許可量會自動移轉至新進者保留量。政府已聲明有意在 2008-2012 年期間採購 JI/CDM 積分，約 100 百萬公噸 CO ₂ ，藉由專案基礎的機制。 備註：依據國家許可量分配計畫。	1990 年排放量為 305.8 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 +15%。
瑞典	瑞典在 2004 年 4 月準備好的國家分配計畫中訂定了排放權分配給交易體系列管工廠的原則，以及排放權總量的限額；該計畫預估在 2005-2007 年期間每年排放權為 22.9 百萬公噸 CO ₂ 當量。最終的、定案的量是依據 2004 年 9 月 30 日分配程序的結論來決定，每年是 22.3 百萬公噸。 新進者要依據能源部門的標竿值，以及其他部門的最佳可行技術（BAT）來分配排放權。關掉的設施可保留其配額，只要仍持有排放 CO ₂ 的許可證。瑞典也依據歐盟聯結指令 2004/101/EC，獲准利用排放減量單位（ERU）與驗證的排放減量（CER）來符合排放現量。 備註：依據瑞典國家分配計畫。	1990 年排放量為 69.5 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 +4%。
英國	該國家為 2005-2007 年期間受管制的設施分配 736 百萬公噸 CO ₂ ；許可量免費分配，分配的目標是要減量 5.5 百萬公噸 CO ₂ ，而受排放交易體制管制的設施有 1,080 處。 新進者要從政府保留的 7.7% 總排放許可量尋求機會，新進者保留量至年底的任何剩餘量是要拍賣的。 英國與歐盟執委會有關總配額的法律爭執，在 2006 年 2 月 22 日有了結果，判定維持歐盟執委會在 2004 年 7 月 24 日已批准的英國原始版本。 備註：依據歐盟排放交易體制 – 2005-2007 年英國國家分配計畫。	1990 年排放量為 741.9 百萬公噸，2008 至 2012 年排放限量目標為 -12.5%。

註 1：依據 ETS 指令第 10 條（分配方法），規定會員國在 2005 至 2007 年間免費分配的排放量至少佔 95%，在 2008 至 2012 年間免費分配的排放量至少佔 90%。

在協商國家分配計畫的期間，除了義大利與波蘭和歐盟執委會發生爭執外，最引人議論的還是英國政府對歐盟執委會之間的衝突。英國因為國內產業的壓力，要求

修改分配計畫以放寬配額 2.7%，遭到執委會的拒絕，於是向歐洲法庭申訴。歐洲法庭於 2004 年 11 月 23 日裁示，英國應該被允許向歐盟法規管理者要求增加排放權；法庭表示：「執委會無法說明這樣子的增幅會如何影響市場」。但是歐洲環境專員 Stavros Dimas 於 2005 年 2 月中表示，依據規定，國家分配計畫在審核通過後還可以在兩個月內要求覆議；英國的計畫在 2004 年 7 月 7 日獲得核准，在法定覆議期間都沒有任何表示，所以此計畫已定案。

其實，歐盟前任環境專員 Margot Wallstrom 曾表示對於已經提交的部分國家計畫感到失望，因為分配過於寬鬆。有些專家也認為有可能是廠商在自行申報排放量時誇大，以爭取配額。因此歐盟環境專員認為：「太寬鬆的排放權，不僅導致排放權的價格下跌，也會使得排放行為的改變缺乏誘因」。荷蘭能源研究中心（ECN）在 2003 年 11 月出版的一份報告中就指出，歐盟排放交易的成本利益如果低於預估，當排放交易體系開始運作時，其他 CO₂ 減量政策的功效會因此消退。明白指出排放權的寬鬆度，直接影響交易體系的功能。

五、交易平台的建構與發展

有了京都議定書的生效背書，歐盟排放交易指令的強力支持，加上來自國家分配計畫的總量管制，交易市場的存在有了依據。但交易市場有活力、有秩序的發展需要健全的交易平台與順暢的運作模式，而能源期貨交易所或證券交易所挾著累積的業務經驗，成為最適合的切入者。例如設籍倫敦的英國國際石油交易所（IPE）是全球最大的能源衍生商品的市集，其執行長於 2004 年 2 月就表示，未來將氣候衍生物、溫室氣體排放量與電力合約納入業務範圍；之前，奧地利的 EXAA 電力交易市場也表示有意進行 CO₂ 排放驗證量的交易。

歐盟可交易的排放許可量，僅以電子形式存在於登錄體系中。至於登錄體系的軟體，執委會的官員在 2004 年 3 月表示有三種「現成的」系統，就是英國版的排放量交易制度、CDC Ixis 的法國版與美國 SO₂ 交易制度採用的 PQA 版。歐盟執委會也準備擬訂登錄法規，以確保各國政府依相同的規定設立系統，避免市場遭到扭曲。歐盟執委會還指示要將運作歐洲交易日誌的 Trasys 與運作聯合國國際交易日誌的 PQA 做比較，查核許可量數據溝通的標準，以便 2005 年元月啟動時可以連線。

2004 年 4 月，英國國際石油交易所宣布要與美國芝加哥氣候交易所聯線；依據當時的協議，芝加哥氣候交易所將核發一項執照給英國國際石油交易所，以便展示與交易 IPE 在其電子交易平台上的歐盟商品。雖然歐盟的排放量交易體系尚未啟動，但是當時已經有交易活動在未管制的店頭市場（OTC）上進行；而且歐盟允許體制外的交易提早實施。

此外，包括比利時-荷蘭的 Fortis 銀行、Dresdner Kleinwort Wasserstein 與其他銀行也在 2004 年 6 月更新一項衍生商品交易的國際協議，以便在歐盟強制性的排放量交易系統啟動前將排放權納入交易；國際交換交易暨衍生性商品協會（ISDA）也在調整其主合約，預定該月底可完成。

2004 年 7 月，阿姆斯特丹電力交易（APX）集團執行長也表示對於排放量交易的

興趣，並透露正在與法國的 Powernext，以及比利時的 Elia 探討其他的商機。

由於英國排放交易體系先前實施的經驗，丹麥、芬蘭、義大利、荷蘭、瑞典、斯洛維尼亞、立陶宛、愛爾蘭與挪威等 9 個歐洲國家，在 2004 年 8 月與英國環境、食品暨鄉村事務部簽署一項瞭解備忘錄，來參與長期的溫室氣體登錄體系；依據協議，可以利用英國的電子排放量交易登錄軟體 - 為排放量交易安排的溫室氣體登錄 (GRETA)。GRETA 與 2005 年起實施的歐盟排放量交易體系及 2008 年起要求的聯合國交易機制相容。

2004 年 9 月 9 日，歐洲氣候交易 (ECX) 執行長在瑞士期貨暨選擇權協會 (SFOA) 第 25 屆年會中宣布，將在 60 天內啟動 CO₂ 交易作業，為環境衍生商品交易展開新頁；歐洲氣候交易是芝加哥氣候交易的附屬機構，其交易合約將列在倫敦的國際石油交易電子平台上。歐洲氣候交易將提供營業項目包括 2005、2006 與 2007 年度，或每季的排放量為交易類別；其他的競爭對手包括德國萊比錫，而奧地利、阿姆斯特丹與挪威都傳出有興趣設立交易所。

至於德國掌管排放量交易的德國排放量管理局 (DEHSt)，則於 2004 年 10 月決定採用法國的登錄軟體 Seringas，並將該軟體在 2004 年底前翻譯成德文，以進行與歐盟排放量交易制度相關的作業。至此，法國的 Seringas 與英國的 GRETA 是歐盟排放量交易制度最主要的兩個登錄軟體。

由於受到俄羅斯接受京都議定書的激勵，挪威表示想和排放量交易制度聯結，歐盟環境委員會在 2004 年 10 月的會議中表示歡迎，並進一步聲明願意和所有相關的排放量交易體系相聯，為將來與日本、加拿大、俄羅斯等京都議定書締約國的排放交易體系相聯結鋪路。

歐盟排放交易體系在 2005 年元旦啟動，當時汎歐洲的股票交易所 Euronext 計畫要和電力交易所 Powernext 與法國信託投資局 (Caisse des Depots et Consignations) 合作，想在該年 3 月建立歐洲碳排放量交易所；至少有四家歐洲的能源交易所有意展開碳交易業務，包括倫敦的 IPE 與德國的能源交易所。同時在荷蘭，有關碳排放積分需求方與供給方的數量資料已經上網登錄，成為京都架構下完成上網登錄的第一個國家；在挪威，Nord Pool 開放第一個碳排放許可交易平台，操作的方式與金屬、大豆、股票等商品類的交易模式相似。在議定書生效之前，碳排放積分價格受政治與政策的影響，現在主要是受氣候因素的影響，價格走勢比較能夠掌控；交易員估計交易量在兩年內會達到每年 100-150 億歐元的規模 (120-180 億美元)。

隨著交易的熱絡，倫敦的國際石油交易所與荷蘭的歐洲氣候交易所為了爭奪歐洲 CO₂ 市場，把交易手續費壓至極低的水準；由於面臨的勁敵包括挪威的 Nord Pool、德國的歐洲能源交易所 (EEX)，以及其他 6、7 家場外交易商；西班牙的 SENDE CO₂ 與荷蘭的 New Values 也伺機加入。碳交易的過程不單純，但為了競爭，Nord Pool 已經把每公噸 CO₂ 交易規費減 2 歐分成為 5 歐分，而市場上卻傳言 IPE 把規費壓低至 1 歐分，還包括結算服務。

當京都議定書在 2006 年 2 月 16 日滿週年之際，雖然還為政治不確定性所苦，但衍生的溫室氣體排放交易卻頗為興旺。設籍挪威奧斯陸的「點碳」(Point Carbon) 估

計，再過 5 年，市場規模可達每年 340 億歐元（402 億美元）；依據統計，全球交易量 2004 年是 0.94 億公噸、2005 年是 7.2 億公噸。世界銀行 2006 年 10 月 26 日公佈的報告「2006 年碳市狀況」（State of the Carbon Market 2006）顯示，在 2006 年前 9 個月的溫室氣體排放減量積分交易市場約值 215 億美元，是 2005 年的 2 倍；至於交易量，2006 年前 9 個月是 10 億公噸。而交易商也紛紛成立，例如 Powernext Carbon 於 2005 年 6 月與其他 6 家交易商在法國設立，現在增加為 33 家；市場人士認為，美國未來出現 CO₂ 市場是無可避免的發展。

六、交易活動的配套措施

歐盟排放交易體系會紀錄完成交易的資訊，而國家登錄是一種標準化的電子資料庫，參與京都排放交易的國家都會建立此登錄，然後有一套由氣候變化綱要公約 (UNFCCC) 秘書處管理的國際交易誌 (ITL)。此外，歐盟執委會掌管一套獨立的歐洲交易誌 (ETL)，聯接各個國家登錄；還有清潔發展機制執行委員會管理一套 CDM 登錄，以追蹤驗證的排放減量 (CER)。對於排放交易活動，要如何使登錄資料在透明與保密之間維持平衡，是一項挑戰。

雖然歐盟會員國希望排放交易體系儘早與其他彈性機制聯結，不過，依據京都議定書，CER 要到 2005 年才能使用，而共同減量積分 (ERU) 要到 2008 年才算數；要用到京都議定書以外的範圍，仍須克服法規的限制。幾經協商，至 2005 年 3 月，歐盟執委會明確表示，CER 要到 2006 年以後才容許進入歐盟的排放量交易體系。不過，聯結指令規定在歐盟交易體系實施第一階段，外國 CO₂ 積分抵銷差額沒有限制；但是第二階段，外國 CO₂ 積分抵銷差額就有限制。

由於預期碳排放會成為公司資產的一部分，國際會計準則委員會 (IASB) 在 2003 年 12 月 17 日的會議中表示，同意接受國際財務報告解釋委員會 (IRFIC) 的建議，修訂國際會計準則第 38 條 (IAS 38)，以便歐盟的廠商可以依據排放配額價值的變化，在財務報表中顯示相關資料。同時，國際會計準則委員會也決定加速修訂 IAS 20，以做為政府補助金會計的參考準則；而新的標準會在 2004 年第一季度公告。

有關產業溫室氣體的管理準則，則以世界資源研究院 (World Resources Institute) 與世界企業永續發展協會 (WBCSD) 的溫室氣體盤查議定書較為普遍。在 2004 年 5 月 5-7 日聖地牙哥舉辦的溫室氣體登錄、氣候政策與基線研討會中，該組織公布新版的「溫室氣體盤查議定書：一個企業會計與報告標準，修訂版」。該標準首次在 2001 年發表後，已成為應用最廣泛的企業溫室氣體排放量會計的全球標準；採用該標準的計畫還包括美國環保署的氣候領袖倡議、全球申報倡議、世界野生基金會的氣候救星計畫、加州氣候行動登錄、世界經濟論壇全球溫室氣體登錄、英國交易體系、芝加哥氣候交易所、歐盟交易體系量測議定書、芝加哥氣候交易所與世界經濟論壇的全球溫室氣體登錄 (GGHGR)。

由於歐盟自 2005 年起開始進行溫室氣體排放交易，許多公司已經為將來排放需要進行合約協商，因此需要溫室氣體排放交易的準則。例如巴克萊投資 (Barclays Capital) 銀行與殼牌貿易公司在 2004 年 7 月依照國際交換與衍生產品協會 (ISDA) 的標準程

序完成第一樁碳排放交易，巴克萊的一位主管就表示，「標準化是達成一個流通市場的要項。」

和 20 世紀初期興起的商品市場類似，排放交易已經變成各界發展的沃土，不僅包括科學家與政策擬訂人士，也包括企業法律團隊，以結合證券、環境、財稅、法規與國際仲裁的專長。歐洲 Natsource 公司的一位經理合夥人於 2006 年 3 月中表示，「對於排放交易的活動，有好多工作需要律師來處理；甚至在美國，許多大的法律公司都被要求提供這方面的諮詢服務。」這包括為企業設定目標、爭取權益、申請排放量、遵守國家與國際的相關管制規定，以及敲定排放交易合約。

雖然排放交易市場是模擬傳統的商品市場，但其碳減量積分的新抽象觀念，卻使交易複雜度增加，而且風險無所不在；例如，單一賣方可能無法充分供應允諾的減量，所以像 Natsource 的共同採購與分享的作法就能降低風險。例如 Natsource 就代表 26 家排放大戶處理排放量的業務，出面採購排放抵消所需的「積分」量，與其他國家的供應機構議價簽約，本身還集資 6 億美元資金，為其客戶所需的積分調頭寸。

2006 年 3 月中，依據驗證業者的估計，納入歐盟排放交易體系的 11,500 處工業設施中，預期會有 15% 的設施可能錯失 3 月 31 日提報 2005 年排放查證報告的期限；歐盟執委會需要這些資料以判斷列管的設施是否超過排放限額。延宕的部分原因包括有些國家對於查證員的認證太遲了，有些列管的設施沒有依據歐盟的監測與申報指導準備報告，還有就是有些公司在申報與查證過程都慢吞吞的。驗證業者也指出，各國採用的盤查與申報步驟及格式不一致，造成查證上的困擾。有位 DNV 公司人員表示，正與國際排放交易協會（IETA）、會員國法規管制機構及歐盟執委會共同合作，協調一致的查證程序。

由歐盟經驗看來，排放交易體系的運作還需要仲介、管理系統、登錄、驗證、法律諮詢、仲裁與融資保險的配合，以因應可能發生的特殊狀況。

七、排放交易對產業的影響

自從歐盟碳排放交易體系啟動後，成千上萬的公司正面臨會計方面的頭疼問題；由於有些能源密集產業被設定排放限量，所以排放許可具備金融價值，並且要納入財務報表中管理。財務專家預測公司會經歷獲利方面的短期波動，因為排放許可價格的劇烈變化；同時，新的國際會計準則也會對部分公司造成衝擊，因為準則裡面對排放許可價格的列舉有特別的規定，而且相關的稅制仍有不確定性。此外，有些國家的排放分配計畫尚未定案，讓市場價格充滿不確定性。

交易活動原應本於互惠的精神，很自然的互通有無、各取所需；但排放交易是因法規管制而衍生的人為市場，對於不同的產業或地區會有不同的影響。歐盟實施的碳交易制度，會使較倚賴燃煤發電的國家遭遇較明顯的影響，而鋼鐵與玻璃產業排放減量空間有限，恐因排放限量而受到壓抑。當歐盟國家依指令要提出配額計畫時，如果配額設定是以廠區或集團為範圍，受管制者仍有較大的運用彈性，如果是以單元設施為範圍，廠方遭遇的衝擊較大。

由英國政府成立的碳基金會在 2004 年 7 月完成的一份報告指出，歐盟排放量交

易體系將不會損害英國煉油業的競爭力；碳基金會對於電力業、水泥業、造紙業、鋼鐵業與煉鋁業等 5 個產業，假設不同碳成本情境進行經濟模式的分析，發現有 3 個產業仍然具有競爭力。其中煉油業的競爭力不僅不受影響，甚至可能獲利，就因為該產業對於電力的倚賴度非常低；鋼鐵業損益各半，最受影響的產業是煉鋁業。

然而也有許多人相信，電力業是歐盟排放量交易體系的受益者，因為增加的成本會轉嫁給用戶，電價會大幅上漲，而由用戶承擔。然而，環保研究機構 Trucost 在 2004 年 2 月的一項研究顯示，國家分配計畫對於英國電力業的衝擊只會使發電成本上升 5%；其中工業用電費用將增加 2.9%，住家用電費用將增加 1.4%。

限量與交易對燃煤發電的附加成本非常明顯，發電廠有可能轉用低碳能源，但是按照德國環境部 Trittin 部長在 2004 年 2 月的說法，如果燃煤發電廠轉換成天然氣發電，那麼俄羅斯有可能會增加燃煤發電以供應更多的天然氣給德國使用。另外，德國經濟部委託獨立的顧問在 2004 年 7 月公布的一份報告中指出，當受管制的公司開始交易排放許可量時，供需法令會讓非化石能源發電的補貼顯得過時，這種情況可能會影響環境部要立法在 2005 至 2010 年間加倍補貼的行動。報告指出，補貼政策會催生再生能源發電量，產生大量的排放許可量，充分滿足排放超量廠商求購的市場，結果不僅沒有達到減量的目標，政府還投入大筆經費補貼。這就是經濟體系尋求利潤的表現，環境績效與經濟績效之間會有出乎意料的互動。

歐盟交易體系開啓了一個全新的商品市場；碳排放交易量由議定書生效前的小規模，擴大到目前每日數百萬公噸。正如 Barclays Capital 的環境市場部主管 Louis Redshaw 所表示，碳排放開始和每一項大宗商品交易有所關聯，「例如電價將隨 CO₂ 允許排放量波動，也會影響煤炭、汽油與金屬的價格；在我們這一行必須要瞭解市場的驅動力，而現在，CO₂ 正開始形成這些市場的驅動力。」

八、排放交易的實施成效

歐洲開創性的排放交易體系已通過嚴酷的初步考驗，而成爲每年市值數百億美元的新商品；一位歐盟官員曾表示，「排放配額交易是以最低成本進行 CO₂ 排放減量的一個架構。」氣候變化資本 (CCC) 副總裁 James Cameron 認爲，整個策略的重點在於瞭解政策與投資者之間的關係，並瞭解其價值，「投資者需要長期政策……在該架構下能自由選擇最有效率的方式分配或削減溫室氣體……如此一來，決策者就可以設定較高的減量目標。事實顯示只要爲碳排放設定價格，就會引發各種創意。」但是一般產業非常關心制度的公平性，蘇格蘭威士忌公會就認爲排放量交易讓營運管理更爲複雜，而且有可能迫使產業出走。

依據世界銀行的研究顯示，CO₂ 排放許可交易量在 2005 年第一季的 3 個月已經是 2004 年全年的 3.5 倍，2005 年的成長率是 2004 年的 5 倍，2006 年的前 3 季也表現亮麗。歐盟排放交易市場的價格歷經 2005 年的波動，在 2006 年第一季維持在較高的價位，但在結算報告查證期間，顯示許多國家出現配額剩餘的現象，市場價格爲之崩跌，至第三季始維持穩定，第四季價格因暖冬效應再度下探，如圖 1 所示；。

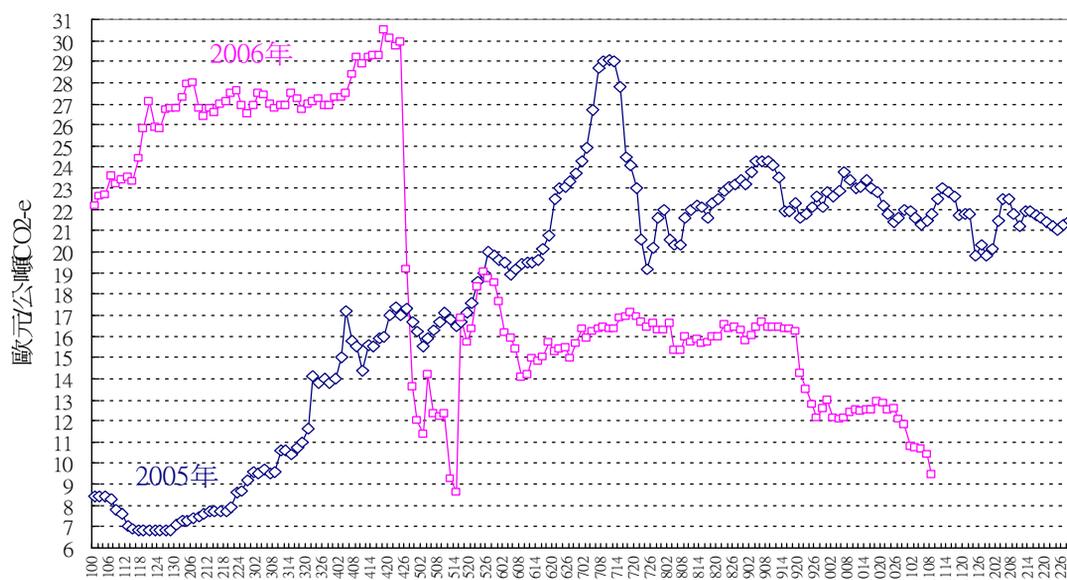


圖 1. 歐盟溫室氣體排放交易市場價格變化情形
 (資料來源：Point Carbon, <http://www.pointcarbon.com/>)

環保人士對排放交易體系的表現憂喜參半，認為目前只有少數產業受到較大的影響，仍有許多人懷疑排放量交易，特別是那些很在意美國不參與的人士，擔憂市場機制無法協助廠商變得更環保。懷疑論者如喬治馬歇爾研究所的 William O'Keefe 認為，歐盟工廠在京都議定書生效以後溫室氣體排放量依舊，只是要付一大筆錢給不景氣的國家來「買」排放權，所以毫無減量效果。而且，有許多民營企業藉由排放交易體系，獲得巨大利潤，而溫室氣體減量方面只有微不足道的成果。例如在法國一個化學集團 Rhodia 公司，在法德邊界 Mullhouse 地區於 1998 年投資 2 千萬美元設置氧化亞氮防制設備，結果其已驗證排放減量在歐盟排放交易市場上價值超過 10 億美元；該公司在南韓溫山分廠與巴西 Paulinia 分廠都有類似的投資與獲利。在德國，有 5 家大型能源公司把排放成本加入營運成本，提高電價的收費；但依據世界野生基金會 (WWF) 的估計，這 5 家大型能源公司實際上在排放交易市場上每年付出 4 億美元，但藉口增收的電費達 100 億美元。世界野生基金會的 Matthias Kopp 表示，「在 2005 至 2012 年間，這 5 家大型能源公司可因排放交易獲利 750 億美元，而且是完全合法。」

由於碳排放權交易的性質在初期都是一些「垂手可得的」排放減量活動；那些高科技的再生能源衍生的排放減量專案，要到碳排放權交易價格達到每公噸 50 美元以上的水準才會蓬勃發展。或許排放交易體系還需要時間來調整其機制，在充分熟悉其運作方式之後，以適當的排放權分配與政策導引，在全世界各國均參與的情況下，或許真的能夠引發正面回饋的效應，並達成顯著的減量成果。

九、未來發展

歐盟執委會 在 2006 年元月初公布了指引，要求歐盟會員國在溫室氣體排放交易體系第 2 階段 (2008 至 2012 年)，要把能源密集產業的 CO₂ 排放平均減量 6%，以期

達成歐盟的京都承諾。依據歐盟執委會的指引，歐盟會員國要在 2006 年 6 月底前提報第 2 階段的國家配額計畫。受到管制的新增產業可能包括煉鋁、化學製品與航空業。在 2012 年以後的第三階段可能會增加運輸產業，並考量把硫氧化物與氮氧化物的排放納入交易項目。有位業者表示，「這系統已在此立足了，不管將來會增添什麼項目；如果能減少排放量，不僅降低能源成本，還可在許可量交易方面有利可圖。」目前排放量交易場所包括阿姆斯特丹市場、法國的 Powernext、挪威奧斯陸的 Nord Pool、萊比錫的歐洲能源交易所、奧地利市場與西班牙市場，而且有 3 種不同版本的排放交易合約應用在一般用途、開市交易商與針對套利可能性的避險基金。非歐盟成員的挪威與瑞士看來還是會加入歐盟系統，而加拿大、美國加州、南韓與南非也表示有興趣參與計畫。

所謂的「限量與交易」概念，被認為是對照僵硬政府管制的替代方式，企圖利用市場動能來削減排放量，讓個體排放水準在大架構下維持彈性 – 就為了一個價格。至少在理論上，這種方式讓產業自行決定最符合成本效益的排放減量；加州氣候行動登錄董事長 Diane Wittenberg 表示，「業者似乎喜歡「限量與交易」的概念，因為有些彈性；這讓產業更有創意。」除了歐盟交易體系，美國紐約州與其他東北地區 6 個州的排放交易平台也計畫在 2009 年開張；雖然美國還未進行總量管制，但未來兩年會有什麼改變誰也不肯定。當歐元 (€)、美元 (\$)、英鎊 (£) 與日圓 (¥) 在比較時，隱然發現歐元 (€) 碳元重疊的跡象；至於「限量與交易」的概念是否有助於排放減量，或許很快就會得到解答。

參考資料

經濟部工業局(2005、2006)，「溫室氣體減量發展簡訊」，

http://proj.moeaidb.gov.tw/eta/tech_platform/item21.asp

Commission Decision of 29 January 2004 establishing guidelines for the monitoring and reporting of greenhouse gas emissions pursuant to Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council,

http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2004/l_059/l_05920040226en00010074.pdf

Communication from the Commission on guidance to assist Member States in the implementation of the criteria listed in Annex III to Directive 2003/87/EC establishing a scheme for greenhouse gas emission allowance trading within the Community and amending Council Directive 96/61/EC, and on the circumstances under which force majeure is demonstrated /* COM/2003/0830 final */,

<http://europa.eu.int/eur-lex/lex/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52003DC0830:EN:HTML>

Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council,

<http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/emissionshandel031030.pdf>

Draft Directive for the Linkage of Kyoto Protocol Project Mechanisms with EU Emissions

Trading Scheme, <http://www.iea.org/textbase/pamsdb/detail.aspx?mode=cc&id=1231>
European Directive establishing a Greenhouse Emissions Trading Scheme,
<http://www.iea.org/textbase/pamsdb/detail.aspx?mode=cc&id=1227>
Further guidance on allocation plans for the 2008 to 2012 trading period of the EU Emission
Trading Scheme,
http://www.europa.eu.int/comm/environment/climat/pdf/nap_II_guidance_en.pdf
Linkage of Kyoto Protocol Project Mechanisms with EU Emissions Trading Scheme,
<http://www.iea.org/textbase/pamsdb/detail.aspx?mode=cc&id=2002>
National Allocation Plan 2005-2007,
<http://www.iea.org/textbase/pamsdb/search.aspx?mode=cc>

歐盟排放權分配法則的分析

李堅明（台北大學自然資源與環境管理研究所助理教授）

陳昱豪（台北大學自然資源與環境管理研究所碩士）

一、前言

國際排放交易制度（Emission Trading System, ETS）是京都議定書（Kyoto Protocol）所允許的三種彈性機制之一⁶，將於 2008 年正式啟動，屆時所有批准（ratify）京都議定書的附件 B 國家⁷，均可進行排放權交易。此外，在「後京都時期」（post-Kyoto）更可能擴展至全球交易，因此，各個國家均紛紛建制其國內排放交易制度，以利「成本有效性」（cost effective）目標之達成。

排放交易制度包括減量目標與期程確立、排放權核配機制、廠商的行為反應機制、排放權市場交易機制以及行政管理與監督機制等五大機制（黃宗煌、李堅明，2001），其中，又以排放權分配是影響排放交易制度效率的關鍵⁸。文獻上已有諸多學者關心排放權分配議題，Rose and Brandt（1993）首先提出排放權分配應考量公平（equity）與效率（efficiency）；Westskog（1995）認為排放權分配與排放交易市場結構有關，從而影響福利效果的分配；Janssen（1998）則認為國際排放權分配應依據其經濟發展、減量技術、及人口數量等因素綜合決定；Cramton and Kerr（2002）認為排放權拍賣制度相較於免費核發制度，更具有提高廠商減量創新誘因；Ahman and Zetterberg（2003）提出種四種「溯往原則」（grandfathering rule）的分配方式，包括歷史排放量、單位產品排放量、標竿產量、及最佳可行技術產量等；不同分配模式之優劣勢彙整見表 1。此外，晚近亦有諸多學者以可計算一般均衡（computable general Equilibrium, CGE）模型進行排放權分配之福利效果的影響（例如 Jensen and Rasmussen, 2000; Edwards and Hutton, 2001）

歐盟是現今規模最大的溫室氣體排放交易市場⁹，其運行的基礎在於完善的排放權分配規劃，因此，瞭解其排放權分配方式，將有利我國未來推動排放權交易之制度設計的參考¹⁰。本文第二節將分析歐盟排放權分配架構，第三節討論歐盟會員國責任分擔（burden sharing）問題，第四節分析歐盟排放權分配程序，第五節討論歐盟排放權分配原則，最後則為本文的結語。

⁶ 三種彈性機制分別為共同減量(Joint Implementation, JI)(京都議定書第六條)、清潔發展機制(clean development mechanism, CDM)(京都議定書第十二條)及排放交易(Emission Trading, ET)(京都議定書第十七條)

⁷ 所謂附件 B 國家係指京都議定書所列的附件 B 的國家，由於美國與澳洲沒有批准京都議定書，因此，不能參加國際排放交易。

⁸ 排放權分配方式簡單可區分為溯往原則(grandfathering rule)與拍賣(auction)兩種類型，前者是依據歷史排放量，後者由市場競標排放權量。

⁹ 歐盟已於 2005 年 1 月 1 日開始實施歐盟境內的排放交易制度，至 2008 年將與全球所有附件一(annex 1)國家進行交易。

¹⁰ 依據行政院送立法院的「溫室氣體減量法」草案的第 13、14、及 15 條，分別是總量管制與排放交易、排放權分配、及溫室氣體排放交易等相關規定。

表 1. 不同分配原則之優、劣勢比較

分配原則	優勢	劣勢
拍賣式 (auction)	簡單易行 有效率 具有雙重紅利	增加廠商的經營成本，喪失競爭力
溯往原則 (grandfathering)	可執行性高 一般交易制度均採行	不符合社會正義 容易形成進入障礙
協議式 (negotiated)	具有高度彈性	協議時間冗長 交易成本高
標竿式 (benchmarking)	可以同時適用『信用交易』及『許可交易』	資料獲得不易
混合式 (combination)	調節市場交易 提供潛在廠商進入市場	不同模式權重不易決定

資料來源：本研究。

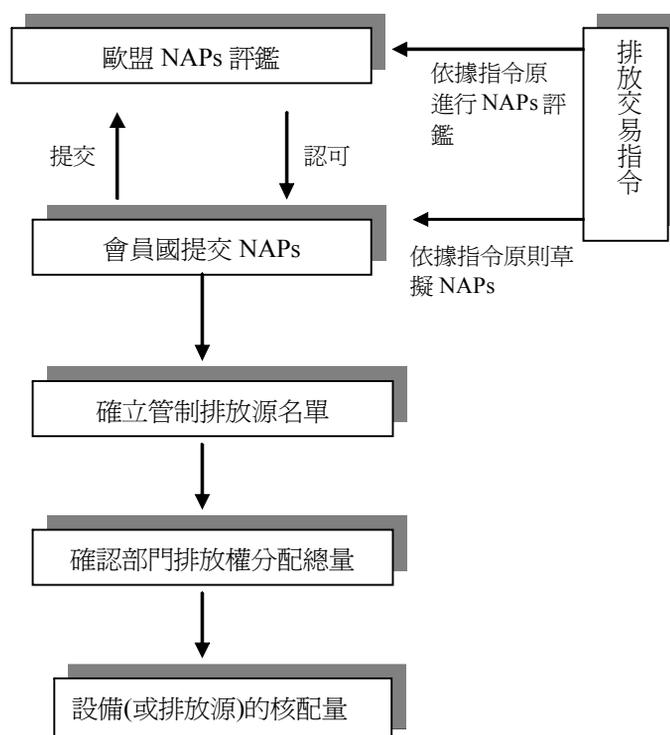


圖 1. 歐盟排放權分配程序

二、歐盟排放權分配架構

歐盟排放權分配的法源來自 2003 年通過的「排放交易指令」(Emission Trading Directive)¹¹，該項指令要求各國依該指令所列原則提交「國家分配計畫」(National Allocation Plan, NAP)，說明該國如何藉由排放權的分配(包括分配方式與分配量等)，達成京都議定書的減量目標。有關歐盟排放權分配架構(見圖 1)，歐盟會員國依據

¹¹ 該指令文號為 Directive 2003/87/EC。

排放交易指令，應於 2004 年 3 月 31 日前提交「國家分配計畫」給歐盟執委會進行評鑑，並於 2005 年 3 月之前交出申請排放權的量，而歐盟將以三個月時間對每個會員國之「國家分配方式」進行評鑑，這就是歐盟會員國進行排放權分配的最重要程序之一。每一會員國提交之「國家分配計畫」應包括三個主要內容：(1) 確立排放源管制名單、(2) 確認部門排放權分配總量、及 (3) 設備 (installation) 的核配量。

三、歐盟會員國責任分擔分析

歐盟的京都減量承諾為 8% (相較於 1990 年排放量)，因此，各會員國不但要獨立承擔京都承諾量，亦同時要負擔歐盟減排承諾量，稱之為「責任分擔」(burden sharing)。會員國責任分擔狀況 (見表 2)。由表 2 可以發現，各會國承擔不等幅度的責任量，其中，盧森堡承擔 28% 的減量責任，排名第一，其次是德國的 21% 的減量責任，以及英國的 12.5% 的減量分擔，上開三國之減量分擔均高於其京都減量承諾量¹²；而葡萄牙可增加 27% 增排量，以及希臘可增排 25%。

表 2. 歐盟十五個會員國責任分擔比較

會員國	責任分擔比例 (%)	參與設備數量	05~07 年排放量 (百萬公噸 CO ₂)	05~07 年排放權 (百萬公噸 CO ₂ /占比)
奧地利	-13	205	34.7	33 (95.1%)
比利時	-7.5	363	64.0	62.9 (98.3)
丹麥	-21	380	39.3	33.5 (85.2)
芬蘭	0	533	46.6	45.5 (97.6)
法國	0	1,172	163.8	156.5 (95.5)
德國	-21	1,849	-	499
希臘	25	141	76.0	74.4 (97.9)
愛爾蘭	13	143	23.0	22.3 (97.0)
義大利	-6.5	1,240	244.5	232.5 (95.1)
盧森堡	-28	19	3.7	3.36 (90.8)
荷蘭	-6	206	98.6	95.3 (98.2)
葡萄牙	27	239	38.9	38.2 (98.2)
西班牙	15	819	181.6	174.4 (96.0)
瑞典	4	711	26.6	23.1 (86.8)
英國	-12.5	674	267.3	245.4 (91.8)

資料來源：整理自 Landgrebe (2005), Implementation of emissions trading in the EU: National Allocation Plans of all EU states.

有鑑於此，德國境內管制的設備數量最多，達到 1,849 個設備，而盧森堡管制的設備最少，僅有 9 個設備受到管制。雖然會員國均採取溯源原則核配排放權，然而，考量各國均需承擔歐盟減量責任，因此，各國第一階段的實際核配量均低於基準年的排放量，然而，大部分會員國均有核配到 95% 以上，僅有少數國家的核配量低於九成，例如丹麥與瑞典，核配量占基準年排放量之比分別 85.2% 與 86.8%。若比較管制設備總 CO₂ 排放量占全國配比來看，大部分國家所管制的 CO₂ 排放量占比均低於五成，其中又以盧森堡的管制排放占比最低 (28%)，不到三成，僅有少數國家管制的範圍較廣，占比高

¹² 依據京都議定書的減量承諾，盧森堡、德國與英國均需減排 8% (相對於 1990 年)。

於 50%，例如希臘（70%）及丹麥（62%）。

四、歐盟排放權分配程序

歐盟會員國依據「排放交易指令」提交之「國家分配計畫」，必須符合下列程序：

1. 排放權分配總量必須與各國在京都議定書及 2002/358/EC 決議文所分擔之減量責任相符，各會員國所申請之排放權數量必須比京都議定書及 2002/358/EC 決議文所規定之減量行為嚴格，如此才能達到各會員國之減量目標；
2. 會員國被分配之排放權數量應該與 93/389/EEC 決議文簽訂時，各會員國當時所評估之排放量相同；
3. 排放權分配必須考量減量技術發展潛力，此外，會員國依據每一活動的單位產品平均排放量做為分配基礎；
4. 分配計畫必須配合其他歐盟制訂之政策工具，並計算新法令可能增加之額外排放量；
5. 分配計畫應對各廠商與部門的相同活動給予同等待遇，而不應存在歧視性待遇；
6. 分配計畫必須訂定新進廠商進入溫室氣體排放交易計畫（community scheme）之相關規定；
7. 分配計畫應考量廠商或部門之先期行動（Early Action）的減量資訊。各會員國可參考「最佳可行技術」（Best Available Techniques, BAT）制訂排放標準（benchmarks），作為國家排放權分配基礎，利於先期行動廠商的排放權分配；¹³
8. 分配計畫必須提供清潔技術的相關資訊，例如：能源效率技術；
9. 分配計畫必須接受公眾（public）意見之表達，尚未獲得民眾意見之前，不可以實施分配計畫；
10. 分配計畫需包含「排放交易指令」規範之設備名單，以及被分配到之排放權數量；
11. 分配計畫必須提供歐盟會員國或實體（entity）與歐盟外之現存競爭力相關資訊。
12. 各會員國依據上開原則，制定國內排放權分配方式（見表 3），由表 3 可以看出大部分會員國對既存設備均採取溯往原則（grandfathering rule）的分配方式，僅有少數國家如丹麥與愛爾蘭搭配小部分的拍賣；對新設排放源則要求應採行「最佳可行技術」。此外，大部分會員國（除了德國與盧森堡之外）均採取兩階段的間接（indirect）排放權分配方式，亦即先核配給部門，再由部門核配給排放源，此種分配方式異於傳統直接（direct）核配給排放源的方式，亦是歐盟排放權核配的特色之一。

¹³ 因為先期行動廠商將優先採用 BAT，因此，當政府進行排放權分配時，將以高於 BAT 之排放量核發排放權，故先期行動廠商可分配較多排放權。

表 3. 歐盟 15 個會員國排放權分配方式比較

會員國	既存設備	拍賣	兩階段核配	新設廠商
奧地利	溯往原則搭配標竿法	否	是	BAT 標竿法
比利時	依區域而異	否	依區域而異	依區域而異
丹麥	溯往原則搭配標竿法	有 (5%)	是	燃料標竿法 + 碳稅
芬蘭	溯往原則	否	是	BAT 標竿法
法國	溯往原則	否	是	BAT 標竿法
德國	溯往原則	否	否	BAT 標竿法
希臘	溯往原則	否	是	根據預測排放量
愛爾蘭	溯往原則 (99.25%)	有 (0.75%)	是	BAT 標竿法
義大利	溯往原則	否	是	BAT 標竿法
盧森堡	溯往原則	否	否	燃料及 BAT 標竿法
荷蘭	溯往原則搭配標竿法	否	是	BAT 標竿法
葡萄牙	溯往原則	否	是	標竿法
西班牙	溯往原則	否	是	尚未決定
瑞典	溯往原則	否	是	燃料及 BAT 標竿法
英國	溯往原則	否	是	BAT 標竿法

資料來源：本研究

排放權直接與間接核配模式之比較，亦是一個有趣課題，本文擬以產業特性、執行成本和管制效率三項指標進行比較（見表 4），以作為我國未來設計排放交易制度之參考：

表 4. 直接與間接核配模式之比較

核配模式	考慮產業特性	執行成本	管制效率
直接核配模式	低	低	低
間接核配模式	高	高	高

資料來源：本研究。

（一）考量產業特性

在間接核配方式下，排放源將受到各自部門主管機關的管制，各部門主管機關將會考量該產業特性，制定適當的管理方式；反觀直接核配方式，則是將所有排放源視為一體（pooling），因此，較缺乏排放源特性的考量。¹⁴

（二）執行成本

所謂執行成本（enforcement cost）係指執行排放權交易的相關成本，包括制度建置成本、排放權核配的協商成本、及排放權管理與監測成本等，由於直接核配方式，不需要進行部門排放權核配，因此，相較於直接核配方式，將產生較低的執行成本。

（三）管制效率性

間接核配方式同時納入中央與部門主管機關的雙重管理機制，亦即，排放源必須先達到部門之總量限制標準，而部門又需要達到國家減量規定，因此，相較於直接核

¹⁴ 瑞典為加強能源部門減量行為，該部門總量管制核配排放權數量較少，更訂定較嚴格設備排放權分配公式，以達到加強減量之目標。

配方式（僅有中央主管機關的管理），間接核配方式在雙層監測與管理投入下，較可確保減排目標的達成，換言之，具有較高的管制效率。

五、歐盟內生排放權核配與調整機制

歐盟會員國的排放權核配考量因子相當多，除了依據歷史排放量之外，亦納入產業成長與產業遵行（compliance）等因子¹⁵，以及部門總量管制措施¹⁶（見表 5），此外，部分會員國（如荷蘭與西班牙等國）亦考量部門技術效率因子，結合上開因子，使得排放權核配量不再是外生（exogenous）給定（亦即僅參考歷史排放量），而可內生（endogenous）決定，這種分配方式異於以歷史排放量為核配依據的傳統方式。比較「外生化」與「內生化」排放權核配方式，後者具有下列優點：提高排放權核配效率；激勵廠商節能與科技研發誘因；及核配量較符合產業發展所需，產業接受度高等；然而，資料蒐集不易，執行成本高是其主要缺點（見表 6）。

表 5 歐盟 15 個會員排放權分配因子之比較

會員國	歷史排放量	部門限制	成長因子	遵行因子
奧地利	◎	◎	◎	◎
比利時	◎	*	*	*
丹麥	◎	◎	◎	◎
芬蘭	◎	◎	◎	◎
法國	◎	◎	◎	◎
德國	◎	x	x	◎
希臘	◎	◎	◎	◎
愛爾蘭	◎	◎	◎	◎
義大利	◎	◎	◎	*
盧森堡	◎	x	◎	x
荷蘭	◎	◎	◎	◎
葡萄牙	◎	◎	◎	*
西班牙	◎	◎	◎	◎
瑞典	◎	◎	◎	◎
英國	◎	◎	◎	◎

註 1：『◎』代表採行；『x』代表不採行；『*』代表不一定，視情況或地區而定。

註 2：歷史排放量因子係指參考該產業部門或廠商之歷史排放量；部門因子係指是否管制產業部門排放量；成長因子係指考量該產業（或廠商）未來產值成長率；遵行因子係指為達到排放權核配量與總管制量相等之調整因子。

註 3：丹麥與愛爾蘭同時採行拍賣排放權方式。

資料來源：本研究。

¹⁵ 所謂遵行因子係指達到排放權核配量與總管制量相等之調整因子。

¹⁶ 傳統排放權核配是採取直接分配給排放源的方式，然而，歐盟會員國大都採取兩階段總量管制方式，亦即第一階段先進行部門排放權核配，爾後，再由部門核配給排放源。

表 6 外生及內生化排放權之優缺點

排放權核配方式	優點	缺點
「外生化」排放權分配	<ul style="list-style-type: none"> ● 資料蒐集簡單 ● 容易執行 	<ul style="list-style-type: none"> ● 核配量效率低 ● 容易產生抑制產業發展
「內生化」排放權分配	<ul style="list-style-type: none"> ● 提高核配效率 ● 核配量符合產業發展需要，產業接受度高 ● 激勵廠商節能誘因 	<ul style="list-style-type: none"> ● 資料蒐集不易 ● 執行成本相對較高

資料來源：本研究。

歐盟整體排放權核配制度為確保部門與國家總量管制目標的達成，建立其特有的排放權核配調整機制如下：

- (1) 會員國首先必須界定參與交易制度之設備項目，除了「排放交易指令」附件一所規定之設備外，國家可搭配「加入與退出」的機制，提高設備參與的彈性；
- (2) 明確界定交易制度的部門，以歷史排放量為基礎，再結合成長因子、技術潛力及遵行因子等，核配部門排放權，達到部門總量管制之目的；
- (3) 免費核配之設備排放權，且加總部門設備之排放權核配量，必須恰等於該部門所持有的總排放權數量，以確保總量管制目標的達成。
- (4) 最後調整設備之排放權量，確保同時達到部門目標及國家目標的標，若排放權發放數量超過（或不足）總量目標，則可利用下列四種方式進行調整：
 - 變更部門之規模；¹⁷
 - 進行部門間排放權的移轉；
 - 改變設備數量，調整排放權數量；
 - 改變國家目標，調整排放權數量。

六、結語

我國的「溫室氣體減量法草案」已將排放權核配納入管理，及早決定一套符合我國國情及國際發展趨勢的分配法則，即成為政府施政的重點。本文嘗試分析歐盟排放權核配制度，瞭解歐盟排放權核配之特性，兼具產業發展與環境保護之雙重功能，可作為政府制度制定之參考。展望未來，內生化排放權核配方式仍然未來排放權核配的發展趨勢，因此，及早建立產業排放及技術發展潛力等資料，將是降低該制度執行成本的最重要策略方向，值得政府參考。

綜合前文分析，歐盟最新執行的排放權核配方式，的確有其創新性與完備性，是未來台灣制定排放權核配的重要參考依據。藉由本研究前文的分析，獲得如下結論：

- (1) 依據歐盟排放交易制度的經驗，必須先建立「國家分配計畫」，再根據該計畫內容規劃國內排放權分配，而且主要採取「溯往原則」的免費核發方式；

¹⁷若甲部門設備所擁有排放權多過於總量限制，部分設備可歸納為乙部門以達總量規定。

- (2) 會員國參考歷史排放量之基準年設定具差異性，介於 1996~2003 年之間，且以三年平均為主；
- (3) 歐盟排放權採取兩層級的分配方式，亦即先決定部門排放總量，再依據部門核配總量分配給被管制的廠商，分配準則主要考量產業成長率、能源效率以及遵行等三項因子，而成爲內生化排放權分配法則的特色；
- (4) 鼓勵排放源先期行動的誘因包括，調高效率因子提高其核配量，以及拉長（或往後延長）基準年，加重歷年排放量權重等兩種方式；
- (5) 新設排放源要求採取 BAT，且同樣採取溯往原則的免費核配方式，這是歐盟排放交易制度的特色之一。

排放權分配是排放交易制度運行的基礎，除了影響交易制度的公平性之外，亦將影響其效率性。透過本文的分析與結論，提出下列政策建議，作爲政府擬定排放權核配政策之參考：

- (1) 建立內生化排放權分配制度，有利廠商能源科技投資與創新誘因，促進產業「雙贏策略」；
- (2) 提早規劃基準年

在溯往原則下，基準年排放量是決定排放權分配的核心，及早確立基準年，是執行排放權分配的基礎；

- (3) 建立更具彈性的排放交易制度

歐盟各國的排放交易制度均搭配由排放源自由選擇加入（opt-in）或退出（opt-out）的措施，提高交易制度彈性，然而，各國作法差異，應深入評估其優缺點，以利配套措施的選定；

- (4) 加強兩層級分配法則的評估

雖然大部分的歐盟國家均採取兩層級分配方法，然而，德國與盧森堡則採取直接分配給排放源的方式，因此，應加強評估上開兩種分配方式的優越性，以利政策選擇；

- (5) 加強產業部門排放基線推估研究

正確掌握產業成長及能源效率等因子，提高產業部門的排放基線的正確性，有利於排放權分配之規劃。

參考文獻

- 李堅明、陳昱豪（2006），內生化溫室氣體排放權分配法則的經濟分析，第三屆應用經濟學術研討會，國立中興大學應用經濟系，台中。
- 黃宗煌、李堅明（2001），排放交易、廠商最適投資決策及經濟成長，農業經濟半年刊，70 期，1-35。
- 陳昱豪（2006），歐盟排放權分配法則的經濟分析，國立台北大學自然資源與環境管理研究所碩士論文。
- Åhman M. and L. Zetterberg（2003），“Options for Emission Allowance Allocation under the EU Emissions Trading Directive”，IVL Swedish Environmental Research Institute.

- Cramton P., and S. Kerr (2002), “Tradable carbon Permit Auctions: How and Why to Auction not Grandfather”, *Energy Policy*, 30, 333-345.
- Dobos I. (2005), “The Effects of Emission Trading on Production and Inventories in the Arrow–Karlin Model”, *International Journal of Production Economics*, 93-94, 301-308.
- Edwards T. H., and J. P. Hutton (2001), “Allocation of Carbon Permits within a Country: A General Equilibrium Analysis of the United Kingdom”, *Energy Economics*, 23, 371-386.
- Fischer C., (2003), “Combining Rate-based and Cap-and-Trade Emissions Policies”, *Climate Policy*, 3S2, S89-S103.
- Fischer C. I., W. H. Parry and W. A. Pizer (2003), “Instrument Choice for Environmental Protection When Technological Innovation is Endogenous”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 45, 523-545.
- Foxon T., R. Gross and D. Anderson (2003), “Innovation in Long Term Renewables Options in the UK – Overcoming Barriers and ‘Systems Failures’”, ICEPT.
- Grimaud A. (1999), “Pollution Permits and Sustainable Growth in a Schumpeterian Model”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 38, 249-266.
- Haites E. (2003), “Output-Based allocation as a Form of Protection for Internationally Competitive Industries”, 3S2, S29-S41.
- Helm C. (2003), “International Emissions Trading with Endogenous allowance Choices”, *Journal of Public economics*, 87, 2737-2747.
- Jensen J. and T. N. Rasmussen (2000), “Allocation of CO₂ Emissions Permits: A general Equilibrium analysis of Policy instruments”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 40, 111-136.
- Janssen M. (1998), “The Initial Allocation of Emission Rights: Modeling Global Change ~The Art of Integrated Assessment Modeling”, *Advances in Ecological Economics*, MPG Books Ltd, Bodmin, Cornwall.
- Jouvet P. A., P. Michel and G. Rotillon (2005), “Optimal Growth with Pollution: How to Use Pollution Permits?”, *Journal of Economic Dynamics & Control*, 29, 1597-1609.
- Jouvet P. A., P. Michel and G. Rotillon (2005), “Equilibrium with a Market of Permits?”, *Research in Economics*, 59, 148-163.
- Jung C., Krutilla K. and R. Boyd (1996), “Incentives for Advanced Pollution Abatement Technology at Industry Level: an Evaluation of Policy Alternatives”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 30, 95-111.
- KMPG (2002), “Allocation of CO₂ Emission Allowances: Distribution of Emission Allowances in a European Emissions Trading Scheme”, Ministry of Affairs.
- Kuik O. and M. Mulder (2004), “Emissions Trading and Competitiveness: Pros and Cons of Relative and Absolute Schemes”, *Energy policy*, 32, 737-745.
- Landgrebe J. (2005), “Implementation of Emissions Trading in the EU: National Allocation Plans of all EU States”, German Emissions Trading Authority within the Federal

Environmental Agency.

Miketa A. and L. Schrattenholzer (2006), "Equity Implications of Two Burden-Sharing Rules for Stabilizing", *Energy policy*, 34, 877-891.

Montero J. P. (2002), "Permits, Standards, and Technology Innovation", *Journal of Environmental Economics and Management*, 44, 23-44.

Rose A. and S. Brandt (1993), "The Efficiency and Equity of Marketable Permits for CO₂ Emissions", *Resource and Energy Economics*, 15, 117-146.

Westskog H. (1995), "Market Power in a System of Tradable CO₂ Quotas", Center for Development and Environment, University of Oslo, Norway.

日本自願性排放交易的做法

洪嘉萃（中華經濟研究院 WTO 中心研究助理）¹⁸

一、前言

隨著俄羅斯總統宣布參與京都議定書之後，正式開啓了京都議定書的時代，觀望議定書是否會生效的國家遂面臨了更直接的減量壓力。在亞洲各國中，日本尤其是積極因應此一變化。根據京都議定書，至 2010 年日本須將溫室氣體之排放量控制在低於 1900 年排放量 6% 的水準。縱然日本採取了多項的削減溫室氣體排放量措施，其排放量仍有增無減，如 2002 年之排放量仍高於 1990 年水準之 7.6%。因而日本環境廳認為該國若無有效的排放交易體系，其目標達成之日將遙遙無期。日本環境廳因此規劃國內市場自願性排放交易體系—日本自願性排放交易體系（Japan's Voluntary Emissions Trading Scheme, JVETS），在國內市場試行排放權交易。本文概略介紹日本自願性交易體系於後。

二、設立目的

日本自願性排放交易體系係日本為達成京都議定書排放減量目標而制訂之排放權交易體系。日本環境廳為了使其國內企業能夠循序漸進地建立其因應溫室氣體減量之能力、避免其未能有充分準備而驟然面對減量而巨幅增加的成本，以及提供其國內企業獲取排放權交易的經驗，並瞭解排放交易流程，與探討建立國內排放交易體系之可行性。期待藉由國內排放交易中累積經驗，靈活地因應自 2008 年開始運作的國際間排放交易機制；同時因達成既定減量的目標，也有助於降低未來的交易支出。

在此體系中確立「成本-效率」性（cost-efficiency），以及「減量確實性」之特點。在成本-效率性上，期能利用此體系的運作符合企業成本效率的選擇，亦即企業可選擇對其成本最有利的方式進行排放減量，如該企業排放減量成本低於購買排放權者，則選擇自行減量，反之亦然。在減量確實性上，則因此體系中明確訂定排放削減目標，透過全體的排放削減努力而達成減量目標。

整體上，日本積極投入建立排放權交易體系的基礎建設，最主要的目的係希望透過企業的自發性、積極性努力，累積具成本效益及確實減量排放的交易經驗，以強化該國企業在下一個能源使用時代的因應能量。

三、日本國內排放交易之先行計畫

日本自願性排放交易於 2006 年 4 月起推動第二期計畫，而其先期計畫已試行了兩年（2003 及 2004 會計年度）。先行計畫之目的亦為提供日本國內企業累積排放交易經驗，及瞭解排放交易之流程的機會、試驗在日本建立跨部門的排放交易體系的可行性，並建構日本國內排放權交易的基礎設施。

¹⁸ 作者感謝中華經濟研究院溫麗琪博士、王文娟博士及羅時芳博士之指正。

在先行計畫中共有 31 家企業參與，設定各企業 2003 會計年度之自願減量額度，有三種減量方式可供企業選擇，執行期間至 2003 會計年度。

- (1) 絕對目標 (Absolute targets)：此種參與者於 2003 會計年度設定一個減量目標值。參與者在一開始即取得與他們的排放額相等的配額，只要他們在計畫執行期間終了時所認證的排放量低於他們的排放配額，則可自由地出售他們的配額。
- (2) 相對目標 (Relative targets)：選擇此種目標的參與者係根據每一單位的產出設定單位排放減量。當參與者之單位排放量低於其設定之目標時，則授與交易權利證。
- (3) 絕對減量目標 (Absolute reduction targets)：依據參與者所設訂的減量對策而設定減量目標。當其排放減量低於其目標值時，將授予交易權利證。

計畫分四個時期，參與者於每個時期有 3 天可進行買賣其所有之配額或交易權利證。在 2004 年 4 月及 5 月所有的參與者計算其於 2003 會計年度之排放額，並經計畫的認證機構認證之。實驗的結果顯示，至 2004 年 6 月，31 個參與者中有 27 個達到其自願減量目標；未達目標企業數相對較少，其中的 16 個參與者是藉由向其他參與者購買配額或交易權利證達其減量目標；總交易配額為 2.4MtCO₂e。先行計畫已建構了大部分日本國內排放交易的基礎技術，如溫室氣體排放量的計算與認證方式，並已設立登記處；先行計畫並證明了運用國內排放交易制度是促使日本企業達成減量目標的效率方法。

四、日本自願性排放交易體系

先行計畫的成功使日本政府對推動國內排放交易制度建立信心，而進一步擴大規模建立正式的自願性排放交易體系。該體系延續先行計畫精神，亦為自願參與之機制，並自 2005 年 4 月開始正式實施，預計實施期間至 2007 年 6 月止，交易期間自 2006 年 4 月開始，至實施期間終了。在此體系之下，參與者將可獲得政府的補助購買節能或使用再生能源設備，而由參與廠商自己訂定排放減量目標，以獲得一定之排放限額。將排放量控制在限額內的企業可出售其剩餘的排放權；若超出排放限額者則必須購買排放權抵充。如於計畫執行期間終了後結算，企業所提報之最終配額量與實際排放量不相符者，亦即執行期間終了後結算，企業排放量仍超過限額者，須繳回補助金。

(一) 參與者之徵求與審核

日本自願性交易體系於 2005 年 4 月開始徵求參與企業及審核企業資格。參與企業一經核准參與，政府將補助其購買節能設備或購買再生能源設備所需費用之 1/3，單一廠址最高補助金額為 2 億日幣，總預算額為 30 億日幣。有參與意願之企業應提出 (1) 設置改善能源使用效率或提高再生能源使用量設備之費用及其裝置費用；(2) 2006 會計年度預計之排放削減量；(3) 排放基期年之排放量 (即過去三年之平均值)。審核標準為依「成本-效率」最佳化審核。迄至 2005 年底止已有 40 個參與者審核通過參與本計畫。

(二) 排放交易

參與之企業須於 2005 年 10 月前完成基期年排放量之認證（須由獨立的認證機構為之）；補助購買之器具設備須於 2005 年年底前開始正式運作。2006 年 4 月參與者取得其排放配額，其配額等於該企業基準年之排放量減去新設器具設備預期可達成之排放減量。於取得配額後，企業可開始交易其排放配額，交易期間為 2006 年 4 月至 2007 年 3 月止。此期間參與企業並須負責定期查核一開始取得之配額與 2006 年預期之排放減量之差額，以促使企業隨時注意其排放量與交易額，不致疏於減量而於最後期限大量購買配額，以達成初始配額的目標。

值得注意的是，日本自願性排放體系結合了京都機制之清潔發展機制（Clean Development Mechanism, CDM）與共同履行（Joint Implementation, JI），易言之，參與自願性交易體系之事業體投注於 CDM 與 JI 之排放減量亦可計入 JETS 之配額中。

至 2007 年 3 月底止，參與企業須計算與認證其於 2006 會計年度之實際排放量。在 2006 年 4 月至 2007 年 3 月底止，參與企業可隨時交易其所有之配額，但於 2007 年 6 月前有約為期一週的最後交易期間，允許未能滿足配額目標的參與企業再次進行最後的交易。若參與企業實際的排放量高於最終提報之配額時，則必須繳回獲得的補助款；但若參與企業實際排放量低於最終提報之配額時，則其剩餘之配額可移至下期計畫繼續使用（詳細之日本自願性排放交易體系圖，請參見圖 1）。

（三）參與類型

日本自願性排放交易的參與者有兩種類型：

（1）達成減量目標之參與者

此類參與者與政府約定一定的排放配額，利用新設節能設備或使用石油替代能源的設備以降低 CO₂ 的排放量，而由政府補助其購置新設備之費用。此類之參與企業迄至 2005 年底止已有 40 家企業申請並獲審核通過。截至 2005 年 9 月參與企業承諾之排放減量額為 276,380 公噸，或基期年之平均 CO₂ 排放量之 21%¹⁹。

（2）排放交易參與者

此類參與者以排放權交易為其參與目的，在日本環境廳設立之登記處開設帳戶進行交易。此類之參與者，政府不給予設備補助金或排放配額。截至 2005 年底止共有 8 家企業申請並審核通過參與此項交易類型。

五、結語

日本自願性排放交易制度係日本為因應氣候變遷所積極設立的制度，參與企業自訂其排放減量目標，政府核定排放配額，並補助其購買節能及再生能源使用的機器設備。參與企業於計畫執行期間可自由交易其排放配額，於第二期計畫結束時結算其實際排放量與提報之最終排放額度，並設立獎懲制度；當實際排放量高於最終提報排放額度者，須繳回補助金；實際排放量低於最終提報排放額度者，則其剩餘之配額可移至下期繼續使用。並規定參與企業必須隨時監測其實際排放量與配額之差距，此為本制度之一大特點。此制度之另一特點為結合了京都機制的 CDM 以及 JI 措施，使日本企業亦可以其他成本較低的方式達到其減量目標。事實上日本的企業從 2003 年起即從

¹⁹ available at http://www.japanfs.org/db/database.cgi?cmd=dp&num=1108&dp=data_e.html。

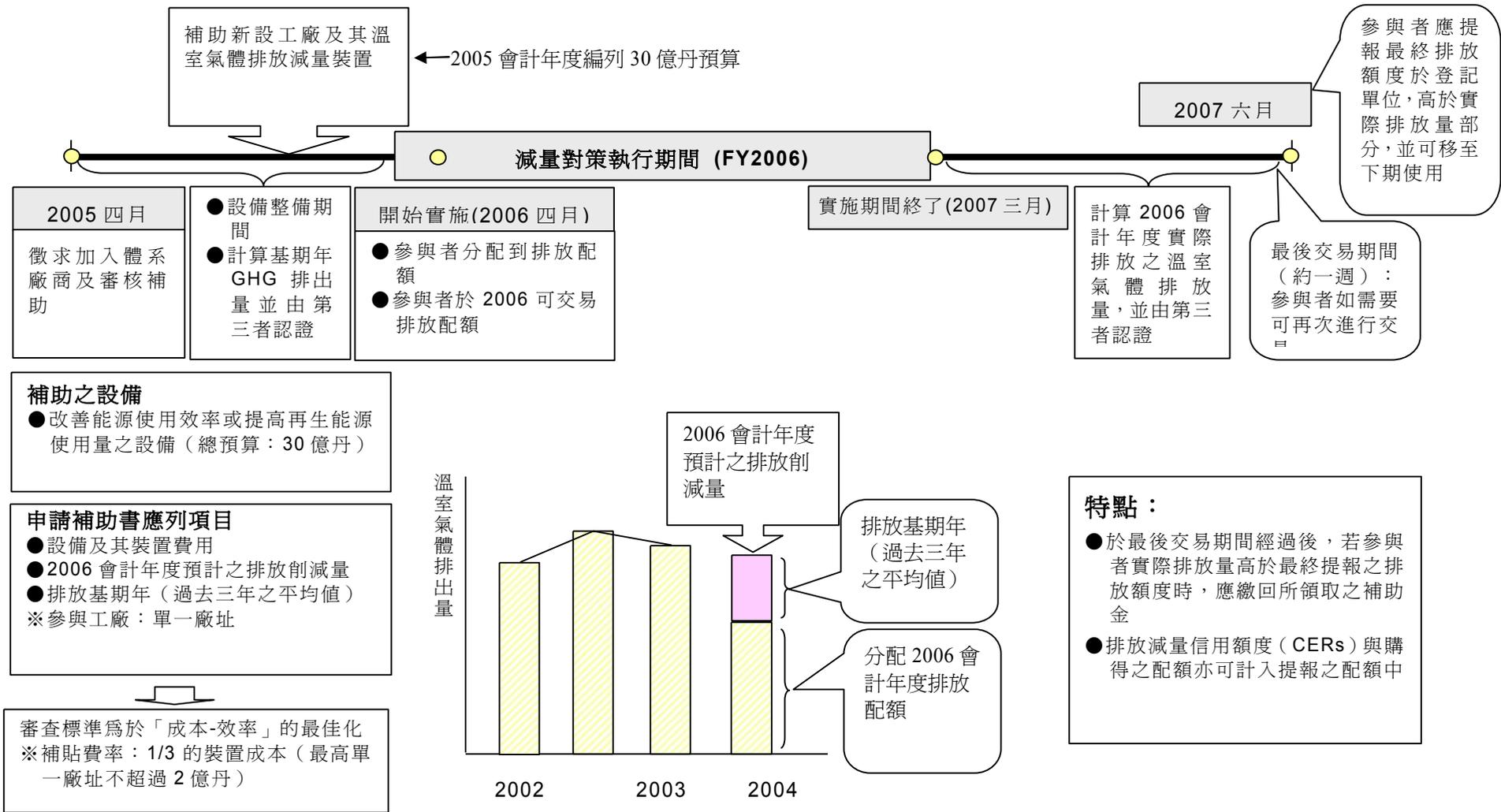


圖 1 日本自願性排放交易體系（JVETS）

世界各地大量的購買排放量，其在 2002～2003 年的購買量占全球的 21%，2004 年前 5 個月的購買量已占了 41%，為世界最大的購買集團²⁰，此部分之購買於此後皆可計入日本國內市場的自願性交易體性之中。

綜上所論，無論是日本政府或是其民間企業皆積極因應京都議定書的減量責任，其目的在於累積減量經驗與知識，使其能以成本最低、最有效的方式達成減量目標。我國之 CO₂ 排放量高居全球第 22 位，遲早受到各國之注意，進而國際將可能運用各種方式逼迫我國進行減量，我國實應採取更為積極的態度早日因應，以降低學習成本。

²⁰ World Bank, 2005, “State and Trends of the Carbon Market 2005”

排放權交易為日本最佳的溫室氣體減量制度

黃星滿（經建會經研處專員）

一、前言

我國雖未得參與「京都議定書」的簽訂，但對於地球溫室效應問題相當重視，政府相關部門亦積極研擬適當的配合或防範措施。綜觀世界各國對於溫室氣體減量的措施，以歐盟最為積極。亞洲國家以負有溫室效應氣體減量責任的日本最為積極。

日本政府針對地球溫室氣體排放的環保問題主要將經由碳稅的課徵等方式來達成目標。但是，大阪大學教授西條辰義認為，要達到全球性規模環保與發揮最大經濟效率，就日本而言，最佳方式就是要求上游業者（進口業者）必須擁有排放權，而促進上游業者取得排放權最佳的方式莫過於「上游按比率還原排放權交易制度」。

西條教授對於溫室氣體減量制度有相當的研究，本文係以西條教授於3月29日在日本經濟新聞發表的「強制進口業者擁有排放權以達成溫室氣體減量目標」(原文如附)為基礎而加以補充、修正及整理的結果，以做為我國擬定對策的參考。

二、排放權交易制度

(一)「京都議定書」三大特色

去(2005)年開始生效的「京都議定書」具有以下三大特色：

- (1) 2008至2012年間，先進國家與市場經濟轉型國家的溫室氣體排放量被規範在一定水準。
- (2) 溫室氣體排放得以金錢來換取，即採取「京都機制」之一的排放權交易。此一措施對於生產與消費過程中排放大量的溫室氣體工廠，賦予一定量的排放權，並藉由交易市場的價格機能，以成本有效性的方式達成減量目標。
- (3) 體現開發中國家溫室氣體減量的價值。由於溫室氣體排出要付出金錢代價，因此，未受到排放上限約束的開發中國家在可經由市場交易獲得利益的考量下，也可能因而減少溫室氣體排放量。當然，各國亦即可經由「清潔發展機制」，由先進國家在開發中國家投資，進行削減溫室氣體排放量事業，其削減的一部份可當作先進國家的減量。

(二) 排放權交易制度優於碳稅

排放權與碳稅的利弊比較，在歷有文獻早有深入的研究。例如，Milliman and Prince (1989) 則進一步指出，當政策能固定於最適水準長達一定時間，污染稅的創新效果將大於排放交易制度下的溯往原則。Fischer, Parry and Pizer (1998) 則修正前者的若干假設（例如將創新者自採用新技術之非創新者所能獲得之技術權利金內生化），並獲得多項創見如下：(1) 一般而言，在污染稅、及拍賣和溯往原則的交易制度這三種政策工具間，各有特定條件使某一工具在創新效果及社會福利上均優於其他兩種（例如，如果創新者自採用新技術之非創新者能獲得較高比例之技術權利金，則污染稅的創新效果將大於排放交易制度（無論是拍賣或溯往原則）；若污染的邊際損害成本曲線

比邊際防治成本曲線相對平坦，則從社會福利的角度而言，亦復如此。反之，拍賣式的交易則最佳。)，因此，三者間的創新效果之多寡並無定論²¹。不過，西條教授認為放權交易制度整體上仍優於碳稅：

- (1) 課徵碳稅固然符合上述的「京都議定書」第二特色。不過，碳稅稅率要多高才能達到預定的減量效果，實在難以預估。換言之，碳稅的架構是在稅率固定之下調整排放量，其課徵固有其一定的效果，但其能調整的量有多大，則難以估算。如此措施與「京都議定書」第一特色，即設定排放量上限的理想有所出入。
- (2) 碳稅稅率的變更須經由國會的表決通過，因而幾乎不可能配合景氣變化作彈性調整。
- (3) 相反的，在排放權交易方面，係將排放總量固定，經由交易價格機制來達到目的，如此既與「京都議定書」第一特色相符合也符合第二特色。歐盟採用此制度即基於此種考量。

三、「上游按比率歸還」的排放權交易制度

排放權交易制度規範對象可區分為上游產業與下游產業兩大類。其中，上游產業又分為下游排放同量排放權交易制度與英國式下游選擇性排放權交易制度兩種；下游產業又分為上游選擇性排放權交易制度、上游按比例歸還排放權交易制度、上游一定比率排放權交易制度以及上游超過配量部分排放權交易制度等四種(詳見表1與表2)。

表 1. 排放權交易制度的優劣比較

管制方式		下游		上游			
		下游排放同量排放權交易制度	英國式下游選擇性排放權交易制度	上游選擇性排放權交易制度	上游按比例歸還排放權交易制度	上游一定比率排放權交易制度	上游超過配量部分排放權交易制度
比較項目	制度名稱						
	設定條件						
全體產業增加的成本負擔	國際排放權價格較國內油碳稅高	-	D	A	C	A	B
	國際排放權價格較國內油碳稅低	-	E	A	D	C	B
政府收入	國際排放權價格較國內油碳稅高	-	-	A	B	D	C
	國際排放權價格較國內油碳稅低	-	-	C	A	A	B
整個國家的成本負擔	國際排放權價格較國內油碳稅高	-	D	C	A~B	C	A
	國際排放權價格較國內油碳稅低	-	D	A	C	B	A
制度執行費用		D	D	B	B	A	C
成本負擔	上游與下游	-	-	A	A	A	B

²¹ 摘錄自黃宗煌、李堅明、莊富欽：「廠商在排放交易制度下之污防性投資與創新行爲」，台灣經濟叢刊（即將出版）。

擔 的 平 衡程度	上游彼此間(或下游彼此間)		B	B	A	A	A	B
	現存企業與新參與企業		B	B	A	A	A	B
達 成 目 標能力	僅 有 企 業 能 購 買	國際排放權價格較國內油碳稅高	B	B	B	A	A~B	A
		國際排放權價格較國內油碳稅低	B	B	A	A	A~B	A
	企業與政府均不能購買		C	C	B	A	B	A

註：1.各種制度的內容概要見附表2。

2.表格內的A至E的評價，A代表最佳、E最差。

資料來源：http://www2.econ.osaka-u.ac.jp/coe/dp/dp_no.12.pdf，地球温暖化防止のための国内制度設計，2004年7月。

表2. 各種排放權交易制度概要

A. 下游排放同量排放權交易制度

規範對象	大規模石化燃料使用者
規範對象行爲	溫室氣體排放
應有義務	向政府繳納進行營業活動發生溫室氣體同量的排放權
可繳納的排放權種類	包括京都議定書所規定的認證排放減量(CER)、排放減少單位(ERU)、國外政府發行的當初配額(AAU)等，以及無法適用議定書規定而由日本政府自行發行，僅適用日本國內的排放權(簡稱為日本配額)。
規範時機	年度底依據會計帳面資料估算年總排放量，確定排放量。
爲達成義務取得排放權之方法	◎由國外購買CER、EUR、國外政府發行的AAU等排放權 ◎日本政府給予配額以及經由排放權交易所取得的上舉排放權
政府排放權分配方法	日本政府發行與京都議定書所規定的AAU同一數量的日本配額，將一部份按照過去排放實績分配給大規模排放業者，剩餘的由政府保有，以備新參與者以及規範對象外的排放之用。

B. 英國式下游選擇性排放權交易制度

規範對象	◎碳稅的納稅義務人：民生、運輸除外的全體石化燃料使用者 ◎排放權繳納義務人：參加補助款拍賣(AUCTION)者
規範對象行爲	溫室氣體排放
應有義務	◎碳稅的納稅義務人繳納碳稅以表示擔負起於營業活動時發生溫室氣體的責任 ◎排放權繳納義務人：向政府繳納進行營業活動時發生溫室氣體同量的排放權
可繳納的排放權種類	日本配額
規範時機	年度底依據會計帳面資料估算年總排放量，確定各主體排放量。
爲達成義務取得排放權之方法	經由排放權交易所取得日本政府給予的日本配額
政府排放權分配方法	日本政府對於參加補助款拍賣的各企業主體提出的基礎排放量(baseline)，在減除於補助款競買時答應的減量後，作爲日本配額，再由政府將這些日本配額無償分配給各企業主體。
政府收入的歸還與現有租稅的協調	該當年度底預估的碳稅收入全部經由補助款拍賣予以分配

C. 上游選擇性排放權交易制度

規範對象	石化燃料的進口者與國內開採者
規範對象行爲	石化燃料的進口與國內開採
應有義務	向政府繳納於通關或預定運出的石化燃料在作為燃料的利用（不包括作為材料的利用）而發生的溫室氣體同量的排出權，或者繳納石油稅或碳稅。
可繳納的排放權種類	包括京都議定書所規定的 CER、ERU、國外政府發行的 AAU 等，以及日本配額。
規範時機	進口的話為通關之際 開採的話為運出之際
為達成義務取得排放權之方法	經由排放權交易所取得日本政府給予的日本配額
政府排放權分配方法	日本政府發行與京都議定書規定的 AAU 同量的日本配額，經由排放權交易所售出。
政府收入的歸還與現有租稅的協調	日本政府對於已繳納發行的日本配額及上舉排放權的主體予以免繳油碳稅（即油品稅與碳稅）

D. 上游按比例歸還排放權交易制度

規範對象	石化燃料的進口者與國內開採者
規範對象行爲	石化燃料的進口與國內開採
應有義務	向政府繳納於通關或預定運出的石化燃料在作為燃料的利用（不包括作為材料的利用）而發生的溫室氣體同量的排放權
可繳納的排放權種類	包括京都議定書所規定的 CER、ERU、國外政府發行的 AAU 等，以及日本配額。
規範時機	進口的話為通關之際 開採的話為運出之際
為達成義務取得排放權之方法	◎由國外購買 CER、EUR、國外政府發行的 AAU 等排放權 ◎日本政府給予的配額以及經由排放權交易所取得的上舉排放權
政府排放權分配方法	日本政府發行與京都議定書規定的 AAU 同量的日本配額，經由排放權交易所售出。
政府收入的歸還與現有租稅的協調	在已繳納排放權的石化燃料的進口及生產方面，政府收入日本配額銷售收入，依據以下的公式歸還給業者： 歸還額 = (日本配額銷售收入) * (該當企業進口量及生產量相當的排放權) / (日本總進口量及生產量相當的排放權)

E. 上游一定比率排放權交易制度

規範對象	石化燃料的進口者與國內開採者
規範對象行爲	石化燃料的進口與國內開採
應有義務	向政府繳納於通關或預定運出的石化燃料在做為燃料的利用（不包括作為材料的利用）而發生的溫室氣體同量之某一比率的排放權
可繳納的排放權種類	為繳納義務對象的排放權包括京都議定書所規定的 CER、ERU、國外政府發行的 AAU
規範時機	進口的話為通關之際 開採的話為運出之際
為達成義務取得排放權之方法	由國外購買 CER、EUR、國外政府發行的 AAU 等排放權，以及經由排放權交易所取得的上舉排放權

政府排放權分配方法	日本政府既不對民間企業出售獲分配政府持有的 AAU，也不發行日本配額。
政府收入的歸還與現有租稅的協調	對於已繳納上舉排放權的主體，可以減免油碳稅。

F. 上游超過配量部分排放權交易制度

規範對象	石化燃料的進口者與國內開採者
規範對象行為	石化燃料的進口與國內開採
應有義務	◎向政府繳納於通關或預定運出的石化燃料在作為燃料的利用（不包括作為材料的利用）而發生的溫室氣體超過分配量之排放權 ◎依分配量繳納石油稅或碳稅
可繳納的排放權種類	為繳納義務對象的排放權包括京都議定書所規定的 CER、ERU、國外政府發行的 AAU
規範時機	進口的話為通關之際 開採的話為運出之際
為達成義務取得排放權之方法	由國外購買 CER、EUR、國外政府發行的 AAU 等排放權，以及經由排放權交易所取得的上舉排放權
政府排放權分配方法	日本政府將京都議定書所規定的 AUU 同量的進口量、開採量，按照日本國內石化燃料進口、開採者過去的進口、開採實績，予以比率分配。
政府收入的歸還與現有租稅的協調	對於已繳納上舉排放權的主體，可以減少油碳稅。

資料來源：同表 1。

規範對象包括上游及下游共六種之制度，在經由各種假設條件與各種不同情況的比較之後，西條教授認為若以要快速達成京都議定書目標與費用負擔普遍性為主要重點的話，以「上游按比率歸還排放權交易制度」最佳。

（一）「上游按比率歸還排放權交易制度」的特徵

「上游按比率歸還排放權交易制度」的特徵如下：

- （1）政府要求石化燃料（包括煤炭、石油與天然氣等）的最上游進口者（或生產者）必須擁有與該化石燃料碳含量同一數量的排放權，並由政府向這些進口者、生產者銷售排放權。
- （2）排放權的銷售總量與在京都議定書所決定的排放最高量一致，即較 1990 年排放實績減少 6% 的排放水準。
- （3）廠商向日本政府購買排放權，若有不足部分則轉向國外購買。4. 不准不具排放權憑證的化石燃料進口。
- （4）政府將排放權銷售收入除了作為開發新技術等用途以外的部份，按照比率歸還石化燃料進口業（或生產者）者。

（二）「上游按比率歸還排放權交易制度」的實例

- （1）假設日本 1990 年實際排放量為 100 個單位，日本國內僅有甲、乙兩家石油公司進口油品。

- (2) 因為需較 1990 年排放量減少 6%，因此，政府的排放權為 94 個單位。
- (3) 假設，甲、乙兩家石油公司某年進口溫室氣體排放量分別為 55 個單位與 49 個單位的油品，並假設這兩家公司以每單位 1 千日圓，按其排放量乘上同一比率（即 $94/104$ ）向政府各購買 50 單位與 44 單位。如此一來，這兩家公司均必須另向國外購買 5 個單位的排放權。
- (4) 如此，甲、乙兩家公司均依規定得以維持原排放量，日本全國排放量為 104 個單位。日本政府將銷售排放權而獲得的 9.4 萬日圓乘上歸還比率，再乘上 $55/104$ 後歸還給甲公司，同樣的，以 9.4 萬日圓乘上歸還比率，再乘上 $49/104$ 的結果歸還給乙公司。

(三)「上游按比率歸還排放權交易制度」之優點

「上游按比率歸還排放權交易制度」的優點可由與碳稅及「京都議定書目標達成計畫」相互比較之下自然明瞭。「上游按比率歸還排放權交易制度」的優點有四。

1. 自然而然合乎「京都議定書」的規定。因為：
 - (1) 若未擁有相當於石化燃料所含碳量的排放權就無法進口。
 - (2) 與排放量無法確定，且與「京都議定書」規定不合的碳稅相比之下，顯得較佳。
 - (3) 與排出權不足部分無法確定的「京都議定書目標達成計畫」相比也顯得較佳。而且「京都議定書目標達成計畫」因為係以下游為規範對象，要知道實際的排放量資料，可要等到一年半左右以後，因此有時間上的落差，而且應確保的排放權本身不明確。
2. 制度的實施幾乎不用成本。因為：
 - (1) 「上游按比率歸還排放權交易制度」的實施只要瞭解在通關階段將有多少石化燃料進入國內即可。
 - (2) 相反的，「京都議定書目標達成計畫」的實施必須監視在下游的排放量，其成本龐大。
3. 京都議定書對於日本雖對下游有排放上限的規定，但是並未對日本的石化燃料進口者設定上限，因此能發揮的功能實在能以預估。
4. 「上游按比率歸還排放權交易制度」的經濟性效益相當不錯。

當歸還比率為 1 時，要合乎議定書規定目標的所需費用，預估為 1500 億日圓左右。將其換算為石油購買成本的話，大概為平均每公升汽油購買成本要增加 0.3 日圓。但是，依據「京都議定書目標達成計畫」的話，由於並非是實施排放權交易，而是大大的依賴日本國內的減量，因而將需耗費 1 兆日圓以上的費用，換句話說，每一公升汽油將多付出 36 日圓的購買成本。

(四)「上游按比率歸還排放權交易制度」實施需注意之處

1. 循序漸進

關於歸還比率，歐盟的排放權交易，其排放權幾乎無償分配給企業，這個可以將其視為政策變數來考慮。例如，在約束的第一階段採歸還比率近於 1 的作法，即相當於幾乎無償，然後再慢慢降低其比率。

2. 國外配合問題

當然，「上游按比率歸還排放權交易制度」必須以有國外提供排出權為前提。不過，估計目前全世界可以供給的二氧化碳換算量將超過 20 萬公噸，即使是有風險存在，但可預期將會出現相當多可以利用的排放量。

四、「京都議定書目標達成計畫」的相關問題

日本政府針對地球溫室氣體減量的對策以 2005 年春季提出的「京都議定書目標達成計畫」為代表，但該計畫有以下缺失：

（一）政府負最後責任

該計畫首先強調減量技術的重要性，但其技術的採用與普及無法即時配合時間上緊迫的要求，因而同時採行「指導性」措施。亦即誘導各排放個體以自主行動等方式進行減量，再將可能的減量予以加總，計算其成果。但是，即使明顯的已盡力減量，還是有不足之處，這個不足部分將由可謂屬於政府單位的獨立行政法人「新能源產業技術綜合開發機構」負責去取得排放權。

（二）平均減量費用相當高

日本政府要削減溫室氣體所採對策當然易於瞭解，但是由以上的說明，可以知道其平均減量費用相當高。要言之，要削減地球溫室效應，有必要以全球性規模來進行，促使減量成本低的國家努力削減，如此將可使削減量更大。

（三）未考量日本所處國際地位

當然，日本若已盡力削減，但依然無法達到京都議定書所定目標，應該不會受到其他國家譴責。但是，向居經濟領導地位的日本，在其後的國際談判方面的地位難以避免的會被降低。

伍、結語

1. 日本針對地球溫室效應已有政府達成計畫、日本經團連的自主行動計畫以及新能源法等各種措施。在這些措施以外若能加上「上游按比率歸還排放權交易制度」，將這些措施串聯起來，將如虎添翼，使這些措施具有彈性，能彌補現有缺點，將更可保證達到京都議定書的要求目標。
2. 有人認為歐盟也未採用「上游按比率歸還排放權交易制度」制度，日本何必獨樹一格。但是，各個國家要達到京都議定書的目標所面臨的情況不同，所採對策當然也有所差異。
3. 由於對於削減地球溫室效應的要求水準在 2013 以後將會更高，而目前京都議定書所定目標僅不過為 2013 年以後目標的前奏曲，因此，以長期觀點，在達成目標的制度設計上，「上游按比率歸還排放權交易制度」或許是日本較為合適的對策。

現行「浮動油價機制」之商榷

梁啓源（中央研究院經濟研究所研究員）

經濟部決定自 10 月 3 日起實施浮動油價機制，目的在擺脫非經濟因素干擾，讓國內油價能及時合理反映成本，立意良好，惟其浮動的參考油價，係採美國西德州中級原油（WTI）價格。由於 WTI 價格波動劇烈，並不適當。再者，浮動機制啟動的時點及未兼顧石油公司合理利潤，皆有可商榷之處。

首先，在浮動油價的啟動時點方面，由於目前國際油價已回到去年年底價格（每桶 61 美元），消費者團體因此認為中油公司在實施浮動之前先得再調低到去年年底價格，以汽油為例，每公升需再降 2.5 元。惟去年年底中油公司因政府強力干預油價而無法充分反映成本，每月虧損 20 億元，並非合理價格。今年（95 年）以來國內油價雖大抵已能隨國際油價的波動而調整，但由於過去油價調幅偏低的影響，前八個月中油公司虧損仍達 262 億元。即令扣掉天然氣部門的虧損 118 億，油品部門仍虧損 144 億元。值得注意的是，不同於中油公司，台塑的油品部門仍處獲利狀態，主要原因為中油油品七成供內銷、三成供外銷；台塑則七成外銷、三成內銷。內銷賠錢、外銷則比照國際行情賺錢之故，國營的石油公司賠錢供油，也是國庫收入的損失，國庫損失係全民買單，由納稅人來補貼油電使用者，不符合公平正義原則，也造成政府財政赤字的惡化。故筆者對政府目前實施浮動油價機制的啟動時點，也有質疑，但異於消費者團體，筆者擔心的不是降價不夠，而是在目前國內外的油價水準情況下，國營的中油公司是否已能轉虧為盈且有合理利潤。經濟部及中油公司對此應對外公開說明。

再者，本機制採 WTI 現貨價做為國內浮動油價的參考標的，但 WTI 價格波動劇烈，以今年為例，WTI 價格每桶由年初的 61.29 美元一路上漲到 7 月的歷史高點 78 美元，隨即大幅下跌到 10 月 3 日盤中的 60 美元，收盤價卻收高為 61 美元。採 WTI 現貨價格作為調整國內油價的指標，將造成國內油價的劇烈波動。以浮動油價機制啟動的 10 月 3 日而言，由於 WTI 價格反轉，國內油價由原先計劃的調漲改為調低，最後為不變動。過去的經驗告訴我們，油價的調升常會帶動其他物價隨之漲價，但油價下跌時，則其他物價卻不一定會做同比例的調低。因此當國內建議油價上下劇烈波動時，將不利國內物價的穩定。

建議仿效市場自由化前（2000）政府採取的油價公式，改參考美國能源部、ESAI（能源安全評估公司）及東西文化中心三預測機構對未來一至三個月的預測值做為調價依據。該預測值仍會隨 WTI 現貨價格而調整，但波動較小。

以目前進口原油佔石油公司營收比重的 80%而言，若進口石油價格下跌 10%，則國內油價則可隨之調低 8%。原油預測價格距實際價格雖可能產生誤差，但這會反映到石油公司的盈餘，造成超過法定盈餘或盈餘不足，因此應一併考量，若有超盈到的部分應實施降價，反之，則可用來漲價。在這種機制下，石油公司長期合理的利潤也可同時兼顧。

最重要者，國內石油市場在 2000 年後已自由化，國內油價之訂定仍應尊重市場機

制。因此，政府目前提出的浮動油價制度，應僅是監督國內油價調整的依據，事實上，國內油價的決定，最終仍會由市場決定之。故根據筆者估算，2000年至2002年之間，由於市場自由化帶來的競爭曾有效壓低國內油價達43%。

訂定溫室氣體減量目標的省思

黃宗煌（清華大學經濟系教授）

一、前言

我國雖非聯合國會員，迄未獲允簽署氣候變化綱要公約（UNFCCC）及京都議定書，但基於多種因素，我國終將因京都議定書的生效而承受不可輕忽的影響，其中主要原因包括：（1）GHG 可能成為國際標準組織之環境管理系統（如 ISO 14000）的管制項目；（2）附件一已批准國家可能因國內產業界的壓力而採取與溫室氣體管制相關之境內環保措施（如能源標準的環保標章），以求保護境內產業的競爭力；（3）我國 CO₂ 排放量高居世界第 22 位，復享「新興工業國家」之盛名，故可能在可預見的未來成為眾矢之的（尤其是國際社會認定台灣為中國的一部分，而中國又為眾所矚目的排放大戶）；（4）許多證據顯示我國 GHG 減量成本遠高於其他國家（包括歐盟、美國、日本等先進國家）。

京都議定書在 2005 年 2 月 16 日生效當天，國內各大媒體均以顯著篇幅報導相關信息，亦見政府官員及各界專家從多種角度發表許多主張與建言，堪稱百家爭鳴，盛況空前。政府為因應溫室氣體減量的國際發展趨勢，先後舉辦了第二次全國能源會議（2005 年 6 月）、國家永續發展會議（2006 年 4 月）、台灣經濟永續發展會議（2006 年 7 月，簡稱「經續會」），也擬定了再生能源發展條例、溫室氣體減量法、能源稅條例等草案，然而，對於我國的減量模式及減量目標，則因各界意見迥異而無法凝聚共識。

在 1998 年 6 月的第一次全國能源會議中，首度對 CO₂ 減量提出參考目標（亦即在 2020 年回歸 2000 年的排放水準（約為 221 百萬公噸））。在第二次全國能源會議的結論中，已經體認「欲達成 1998 年全國能源會議所定之減量目標確有困難，故應重新檢討」。然而，會議結果並未就減量目標達成共識。因此，國家永續發展會議再度納入此一議題，然而各界所提出的方案卻更多，令人莫衷一是。

盱衡各界觀點，可從因應立場及減量模式予以歸納如下：

（1）從因應立場上可概分為積極派、中道派及被動派。積極派以環保團體為主，主張在最短的時間內，明訂我國的 CO₂ 減量目標，並積極採行總量管制，限制耗能產業發展。被動派以產業界為代表，認為我國現階段尚未面臨國際減量規範，復無貿易制裁之虞，故主張從長計議，以國家利益為優先，不必打腫臉充胖子，爭做模範生。中道派則以環境經濟學者為主，主張兼顧國內永續發展的多面向需要（包括環境、經

濟、及社會正義等)，周延考慮各種方案的國家成本與國家效益，並以適當的決策準則，選擇制訂應有的因應措施。

(2) 從減量模式上可分為「京都模式」與「非京都模式」。前者以京都議定書的減量模式（亦即在未來特定年間，將總排放量減至某特定基準年的水準）為樣版，例如國內有人主張我國應在 2015 年（或 2020 年）將排放量減至 2005 年（或 2000 年）的水準。「非京都模式」論者則認為「京都模式」的代價高，缺乏彈性，故主張以其他減量模式取而代之（例如美國與阿根廷的密集度模式、或三聯模式（Triptych approach）、或收縮與收斂模式（Contraction and convergence approach）、或歷史責任模式、或減量成本均等模式等）。

要訂定一個合理的國家減量目標，不宜訴諸於置入性行銷或叫價式的主觀意識，而應立基於科學性與客觀性的決策準則，並兼顧技術、經濟、環境、社會及政治的可行性。本文目的旨為就因應 CO₂ 減量目標及減量模式，提出若干基本決策原則。

二、因應 CO₂ 減量的決策原則

面對形形色色的減量目標主張，政府及各產業應該如何因應，確實是一件相當複雜的事，尤其是如何在國家減量目標與整體減量策略上取得皆大歡喜、普具共識的結論，更是極其不易。令人遺憾的是，各界所提出的許多減量目標中，不乏代價高，缺乏彈性，更不全然符合 UNFCCC 第三條的減量原則：

- 締約國在公平基礎上，負擔共同但有差異責任；
- 應考慮特別需求或面臨特殊狀況成員之負擔與能力；
- 締約國應考量以成本有效政策措施，因應氣候變遷；
- 締約國有權追求其國家永續發展，並將氣候變遷政策整合入其國家發展計畫之中；
- 透過國際合作，促進及提升開發中國家永續發展及因應能力，而且不應該成為國家貿易的歧視手段與限制。

根據這些減量準則上所提出的減量模式相當多，舉凡美國與阿根廷的密集度模式、三聯模式（Triptych approach）、收縮與收斂模式（Contraction and convergence approach）、歷史責任模式、減量成本均等模式，均值得深入比較評估。

筆者認為，未來在訂定我國減量目標時，既不競做模範生，也不宜置身事外，故減量目標的設定應兼顧長期性、公平性、可及性、及經濟衝擊等因素。因此，應優先考慮以下原則：

(一) 體認短期減量目標的特性

如前所述，目前國內對於我國減量目標的主張，基準年與目標年之間的期程常限於 20 年或更短的框架內，擬藉此表達善盡國際責任的立場與善意值得肯定。然而，溫室效應是個長期問題，故不宜以短期操作來解決長期問題，更須體認設定短期性的減量目標有如下特性：

- (1) 力求在短期內減量並不足以導致立即及顯著的濃度下降
- (2) 會造成「熱空氣」(hot air) 的風險²²
- (3) 比較缺乏成本有效性
- (4) 難以符合公平性的目標
- (5) 不能有效且充分地鼓勵長期的技術發展

(二) 體認長期問題與短期策略的平衡

減量策略應立基於客觀事實：

- (1) 氣候變遷是一個長期的問題（百年至萬年的尺度）
- (2) 氣候變遷是一個全球性的問題，需要全球一致及調和的努力；單邊的自我約束不具成本有效性
- (3) 化石能源的仍將是未來幾十年的主要能源，再生能源的替代性有其上限
- (4) 現有技術無法將大氣中的密度穩定在目標水準，要創新技術才有可能
- (5) 必須維護經濟成長
- (6) 因應策略宜以鼓勵性為宜（尤其是在短期內），不以處罰性為手段

因此，在減量目標上要有長期性的規劃，在減量策略上則需顧及短期與長期的平衡，特別是要考慮國內調整產業結構及能源結構的潛力、技術創新與擴散的速度等關鍵因素。從兼顧差別責任與公平性的角度而言，「收縮與收斂模式」是值得重視的減量模式；若以人均排放量做為減量標的，將各國人均排放量收斂的目標年設定在 2050 年（見圖 1），應是技術面、經濟面、以及公平面較為可行的做法。

²² 所謂「熱空氣」實源自於俄羅斯在 1990 年的經濟衰退，因而導致 CO₂ 排放量大幅減少。在京都議定書談判期間，俄羅斯強調應將此一減量貢獻納入考慮，並做為支持排放交易的條件。若干菲政府組織在 1997 年 10 月體認到將此一減量效果納入排放交易的不良後果，故稱此為「熱空氣」，其潛在風險則在於肇因於經濟衰退的減量若成為減量信用的一部份，在經濟復甦之後，既有的排放配額勢難滿足大幅增長的排放需求。

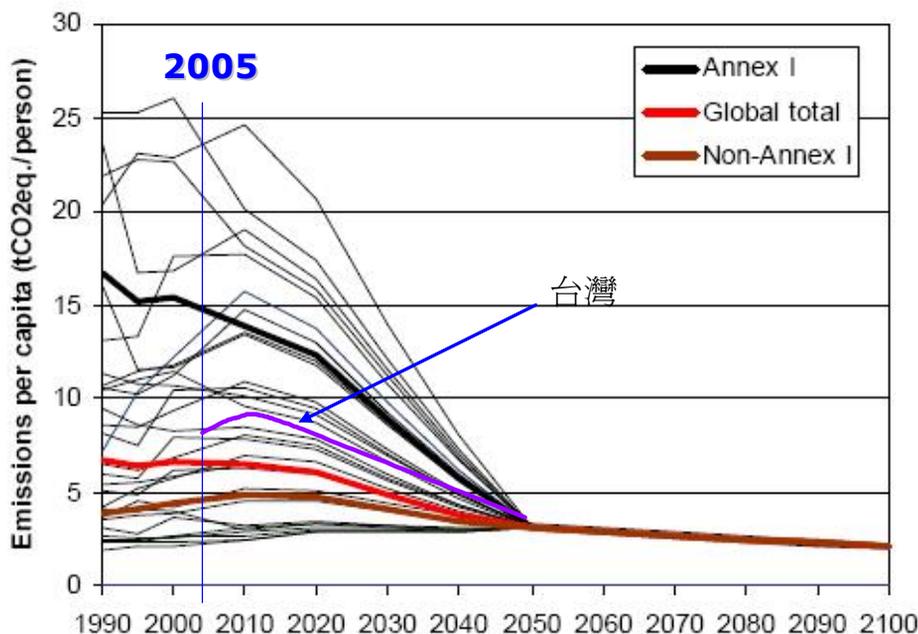


圖 1. 收縮與收斂模式的示意圖

資料來源: World Bank (April 2002), *The Potential GHG Market in Asia*

目前許多國家自行設定的減量目標與期程，也比京都議訂書更具有長期性規劃的特性²³。更值得一提的是，「亞太清潔發展、能源安全及氣候變遷伙伴」(Asia-Pacific Partnership for Clean Development and Climate, APP-CDC) 在 2005 年 7 月 28 日東南亞國協 (ASEAN) 的區域性論壇中達成協議，其性質不同於京都議定書：不設定強制性的溫室氣體排放量，允許各國自行設定減量目標，亦無強制性的執行機制。

(三) 所需負擔之單位減量成本的合理性

目前我國單位減量成本遠高於先進國家²⁴，過於嚴苛的減量目標與期程，都將對我國產業競爭力與經濟成長造成不公平的負擔。故應考慮我國所須負擔之單位減量成本的合理性。

(四) 秉持共同但有差別的減量原則

我國的排放量雖然排名全球第 21 位 (以 2000 年之排放總量為準)，但對溫室效

²³ 例如英國能源白皮書 (DTI 2003) 明訂減量目標為：在 2050 年減量達 60%，並呼籲已開發國家效行。法國總理在 2003 年的 IPCC Bureau Session 中提出具體的減量目標：在 2050 年減量達 75%，並呼籲已開發國家效行。在 2004 年擔任 EU 主席國期間，主張在 2020 年減量 30% (相對於 1990 年的排放水準)。德國在 2002 年宣告於 2020 年減量 40%，惟以「EU 整體在同一期間減量 30%」為前提。

²⁴ 根據黃宗煌 (2003)，我國減量成本偏高的主要原因為：(1) 產業結構之調整成本高，(2) 附件一國家先減未必有利我國，(3) 境內外之減量機制欠缺，條件不足，(4) 能源高碳、替代彈性偏低，(5) 再生能源成本高，(6) 因應產品標準規範所需調適成本高。

應的貢獻度（可以 1950~2000 的累積量、或 GHG 濃度貢獻度、或溫升貢獻度等為指標），或減量的邊際效益極微，排名將降到 40 位以下（見表 1），因此減量責任不能與其他排放大國相提並論。因此，在差別責任的原則下，任何減量目標的承諾，不應只以當前排放量的排名做為論責的基準，而應顧及我國之相對歷史責任（或對全球溫升的貢獻度）。政府應有責任讓國內外理解此一事實。

表 1. 我國對全球溫升的貢獻度

項目	單年/累積 世界排名	排放量(MtC)	佔世界比例(%)	人均量 (Mt/人)
2000 年 CO ₂ 排放總量	21	62.9	0.92	9.69 (24)
GHG 累積量(1950-2000)	45	662.7	0.32	43.5 (86)
GHG 濃度貢獻度	43	2.7*	0.37	10.3 (79)
溫升貢獻度(1950-2000)	47	2.2*	0.3	9.3 (92)

* 代表指數(相對於美國貢獻度)

資料來源：李堅明（2004）整理自 World Resource Institute (2003)。

（五） 國際合作應以最大化國家整體利益為原則

上述四項原則，是我國在因應溫室氣體減量議題上，最大化國家整體利益的必要準則。不過，兩岸之間的立場與堅持，勢必大幅降低達成上述願景的政治可行性。因此，兩岸應認真考慮共同推動「兩岸單一泡（bubble）」的合作模式²⁵，才能確保雙贏的局面。

（六） 堅持預防原則（Precautionary Principle）

只要存在著嚴重的威脅或不可復原的環境損害，不能以「缺乏充分的科學確定性」做為延遲預防環境惡化的理由。

（七） 慎選減量模式

1998 年的全國能源會議結論首度為我國提出一個減量目標，亦即在「在完成精確可靠的估算前，暫以 2020 年二氧化碳排放量降到 2000 年水準（2.23 億公噸或人均排放量 10 公噸）為參考值。」此種京都減量模式，目前仍受多數專家學者的青睞。問題是，京都模式是否適合我國善盡全球暖化之應負責任²⁶，並符合國家利益或永續發展之需？目前國內產官學研都未曾就此一課題深入研究比較，更未細加思索其他後京都

²⁵ 京都議定書第 4 條允許減量目標可以聯合達成。

²⁶ 縱使我國當前排放量高居第 22 位的「假說」(hypothesis) 可以接受，但從 GHG 濃度增加或溫升的歷史貢獻程度而言，則可落居到 40 名之外；再者，我國減量對舒緩全球溫室效應的邊際效益微乎其微。果如其然，吾人何妨考慮巴西的歷史責任減量方案，而無須墨守京都模式。

時期之減量模式的適用性與利弊得失，此時就再度提出以京都模式來構建我國的減量目標，如此做法上未免粗糙且欠周延；要選擇出適當的減量模式，畢竟要立基於可接受的決策準則，並參考適當模型的評估結果。然而，令人感到憂心的是，某些政府決策高層或慣於輕忽，甚至否定政策評估模型的功能，或自信自有的超人智慧與決策能力，在「出口成令」、「令出必行」的傳統陋習下，使得減量模式、減量措施及政策工具的選擇，失去論證與審慎評估的空間與時間。²⁷

在京都議訂書中，「減量標的」即指一個國家或組織的「排放量」，因此，所謂的「京都減量模式」就是指「附件一國家必須在第一個減量承諾期間（2008-2012年）將其排放量降至比基準年（1990年）還低若干個百分點²⁸。」事實上，除了少數國家的排放量可以高於基準年之外（例如澳大利亞、挪威、冰島），大部分國家必須低於基準年的排放水準。

具體來說，京都議訂書所設定之減量標的具有以下特點：（1）以排放量做為減量標的；（2）以特定年份的排放量做為各國減量承諾的參考基準；（3）各國的減排目標是經過談判而決定，故承諾排放量相對於基準年排放量的比例不盡相同。

我國在 1998 年全國能源會議中，亦仿照京都模式首度訂出一個減量目標（亦即「以 2020 年二氧化碳排放量降到 2000 年水準」（相當於 2.23 億公噸或人均排放量 10 公噸）；換言之，當時所選定的減量標的也是「排放量」。雖然黃宗煌等人（2002）曾根據 TAIGEM-D 模型之評估結果而指出此一減量目標的是「緣木求魚」，並建議改用美國模式（其減量標的為「CO₂ 密集度」）或阿根廷模式²⁹，但此一建議並未引起重視。

由於各界對於我國應有之減量目標的意見紛歧，全國能源會議並未就減量目標做出決議。綜觀各界所提出的減量目標或減量情境，京都減量模式（以「排放量」為減量標的）仍受許多人的青睞，尤其是主張維持 1998 年全國能源會議之減量目標者仍不乏其人。

²⁷ 舉例而言，已有部分研究明確指出，1998 年全國能源會議之減量目標所需的總體經濟成本甚高，產業衝擊很大，但仍見政府官員公開堅持不懈舊有的主張。這種現象與政府過去幾年強力推動「生態工法」的決策模式甚為相似，其利弊得失，宜引為殷鑑。

²⁸ 關於溫室氣體減量模式的說明與經濟評估，請參考李堅明等人（2005），「溫室氣體減量模式、減量情境、減量成本及其影響評估：TAIGEM-III 的應用」，台灣經濟論衡，第 3 卷第 2 期，頁 1-49。

²⁹ 在阿根廷模式下，排放量（ $E(t)$ ，其中 t 代表年份）取決於下式：

$$E(t) = I_{2000} \cdot \sqrt{GDP(t)}, \quad I_{2000} = 74$$
。由此可知，減量標的雖然仍是排放量，惟未來各年之排放量並非與某一基準年成固定比例，而是與當年實際的 GDP 呈一非線性關係，故未來各年之排放量目標值並非固定。

值得一提的是，美國的密集度模式與阿根廷模式曾備受國內諸多環保團體的質疑，並極力反對（反對的理由可歸納如表 2 所示）；不過，反對者卻忽視了此二模式的潛在優點（見表 2 所列之支持理由）。這是國內對於公共政策常見的思維謬誤，換言之，面對一項政策的抉擇，如在心中已形成反對的主觀立場，便專攻其弊，而不顧其利。充分權衡利弊，並考慮國家整體永續利益，應是未來論證公共政策該予遵循的原則。

表 2. 反對及支持美國密集度模式與阿根廷模式的理由

	美國密集度模式	阿根廷模式
反對理由	<p>不足以確保排放量降低。</p> <p>未來 GDP 成長率逐年變動無常，復非環保或能源主管機關所能控制的決策變數，以致減量目標的達成較具不確定性，增加擔負行政責任的潛在壓力。</p> <p>我國密集度變動趨勢與美國不同。</p> <p>美國未批准議訂書，其模式必非良好典範，不宜效行。</p>	<p>排放量與 GDP 呈正相關，只要 GDP 持續成長，排放量便有增無減，無法落實減量。</p> <p>減量的概念立基於未來 GDP 的基線，而非相對於一個固定基準年的排放量。</p> <p>我國國情與政治地位均不同於阿根廷，採納阿根廷模式勢不見容於國際社會。</p>
支持理由	<p>可以兼顧 GDP 的持續成長。</p> <p>可以減輕經濟衝擊與減量成本。</p> <p>對於一個當密集度呈現下降趨勢的社會，此一模式將更有利於減量目標的達成。</p> <p>仍可減少排放量。</p>	<p>兼顧經濟成長的需要，符合議訂書的「共同但有差別責任」、及「永續發展」的減量源則。</p> <p>可以減輕經濟衝擊與減量成本。</p> <p>只要係數隨時間而動態調整，排放量並不會有增無減。</p> <p>較有利於排放量與 GDP 無法脫鉤的經濟社會。</p> <p>阿根廷模式只代表一種減量模式，並非與阿根廷國際地位相同的國家才能採用。</p>

就我國的 CO₂ 密集度而言，在 1998 年以前雖有下降趨勢，但自 1998 年起則上升，2001 年更是大幅上揚（見圖 2），排放量與 GDP 迄無脫鉤徵兆，因此，如果堅持京都模式，其經濟衝擊與減量成本必然高於美國模式或阿根廷模式（見李堅明等人（2005）、黃宗煌、盧誌銘（2005）），除非減量期程足夠長。

最後有必要澄清的是，在阿根廷模式下，排放量雖然與 GDP 呈正相關，但絕不表示排放量一定隨 GDP 的增加而增加，因為政府可隨時間經過，考慮減量成本、經濟衝擊、技術進步、人口結構及產業結構的變遷等多種因素，適時調整模式中的彈性值，使得排放量在經濟持續成長過程中仍可下降，甚至達到心目中的減量目標。

（八） 整合政策工具

這是一件常被視為高難度且窒礙難行的工作，但其重要性的確不容忽視。舉例而言，排放交易與碳稅是國內常被提起討論的兩種減量的政策工具，筆者在許多場合都

聽聞業者與工業局官員表達「喜交易，惡碳稅」的心聲。揆其主要根源，莫過於業者認為在排放交易制度下將獲核發可資買賣、貯存的排放許可權證，此一具有市場價值的排放權，讓業者如獲一筆「天上掉下來的禮物」；相對的，碳稅則對業者課以繳費義務，在「有去無回」、「徒增負擔」的思維下，業者總覺得碳稅不如排放交易來得有利。這些膚淺的認知，都不免讓人憂慮政府是否能制訂出社會最適的政策工具組合。

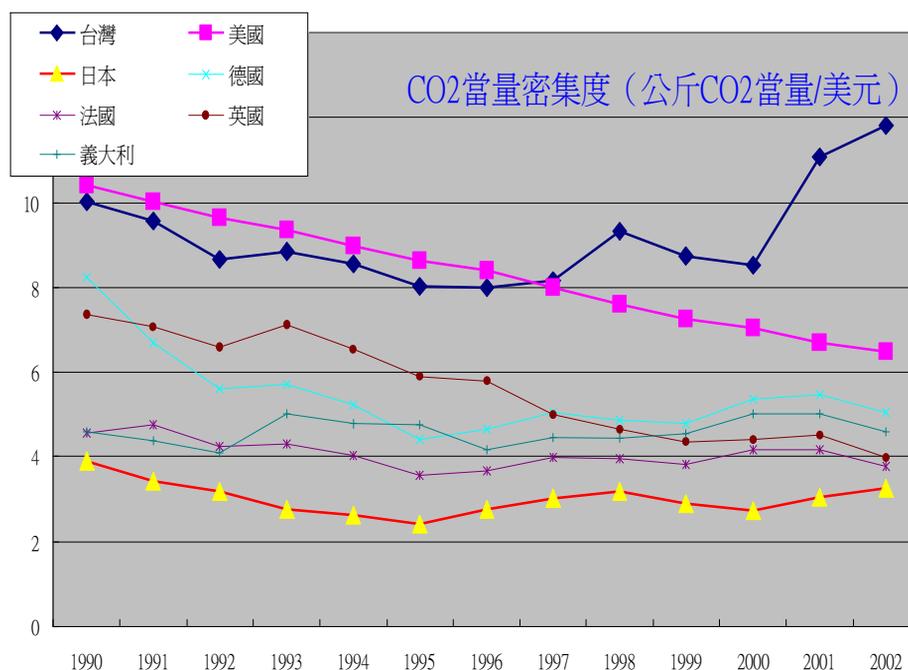


圖 2. 我國 CO₂ 密集度的趨勢與其他國家比較

雖然排放交易是京都機制³⁰之一，但做為一種減量的境內措施，其與碳稅或能源稅的利弊得失恐非業者想像的如此明確。舉例來說，排放交易的價格與效率取決於總量管制的期程、市場的規模（包括交易量與交易人數）及壟斷潛力、業者減量成本的差異程度等非常多的複雜因素，而在排放許可權證逐年回收或縮減的過程中，業者亦須從交易市場購得所需的排放量，或自行加強減量。因此，業者在排放交易制度下，於初期取得政府核發的權證後，並非從此可以一勞永逸，而不會有任何減量成本的負擔；事實上只有小規模排放源可能因未納入排放交易制度的規範對象而可免除減量壓力。想想排放許可的價格若因市場失靈而居高不下，而業者又因需減量，其成本負擔不言可喻。

反之，在碳稅或能源稅制度下，業者雖有繳費義務和責任，惟其與排放交易同樣

³⁰ 京都機制係指排放交易（emission trading）、聯合減量（joint implementation）、以及清潔發展機制（clean development mechanism, CDM）等三項，惟各有其適用條件與限制。本節所談的排放交易，則是做為一種排放減量的境內機制。

具有「成本有效性」(cost effectiveness)的特性，而稅率高於交易價格的機會也不大(畢竟業者通常對此種公共政策具有較大的遊說與影響能力，而立法諸公果敢倡議提高稅率者亦歷來罕見)，更重要的是，政府亦可經由妥善運用稅收而促成「雙紅利」(double dividends)的境界³¹，為繳費業者、環境、乃至於全體國人創造出三贏的局面。最後值須一提的是，此二制度不必然是「有我沒你」的完全互斥，二者並存為業者所衍生之減量彈性，或能更進一步降低業者的減量成本負擔。凡此問題，產官學界都應該嚴正以對，釐清不同政策工具整合的利弊得失，而不應該將重要主張與決策建立在專業偏執、甚或瞎子摸象的巢臼中。

(九) 重視減量方案的衝擊評估

從短期與長期的觀點來說，京都議定書生效對我國的經濟影響利害兼備。不過，令人訝異的是，國內各界專家在面對議定書的多種不確定性，又渾然不知其數量化的經濟衝擊下，竟然膽敢就減量模式與減量目標等重大決策變數提出具體的數量化建議。如果大家都很慎重看待京都議定書生效的課題，則國家因應策略的制訂或政策工具的選擇，就應該立基於適合國情的決策準則和具有科學性的評估結果；單憑主觀意識或專業偏執所提出的構思或方案，不但容易誤導，果若強制推動，即令有助於全球暖化的舒緩(可惜我國在此一方面的邊際貢獻卻是微乎其微)，恐萬難彌補國家與人民所付出的鉅額代價。

以上的說明實已明白指出，不少人士在主張減量目標與減量措施時，都很少事前評估所持主張對總體經濟、產業發展、以及國民福祉的影響，據此決策模式所形成的政策，不僅品質粗糙，亦難符合國家永續發展之需。茲舉二例說明之：

1. 當吾人極力主張否決台電濱工火力發電廠計畫或其他重大耗能開發案時，一定要先清楚如此主張究竟是立基於怎樣的決策準則或目標？而這種決策準則是否適當(其社會可接受性如何)？發電廠所排放之溫室氣體所造成的外部成本(例如造成溫室效應，有損國家的國際形象，增加我國減量的總體經濟成本等)，是否沒有其他機制將之內部化？一旦停建的主張得以如願，對於國內的永續環境、永續經濟、乃至於永續社會的影響，是否必然利多於弊？受利者與受害者又有何屬性上的異質？更重要的是，有那些工具或模型可賴以評估這些影響？

2. 能源稅條例草案推出後，立即獲致各界迴響，在經續會中迅速成為結論之一。

³¹ 我國能源稅條例之立法目的之一即著眼於「雙紅利」，惟此一目標能否達成，在學理分析與實證結果上均具有不確定性。以我國為例，作者初步分析結果顯示，創造雙紅利的機會並非沒有，只是各界在爭食能源稅稅收的角力過程中，往往無法使稅收運用具備效率條件，而致雙紅利之說淪為空中樓閣。

惟此一條例確實仍存在諸多尚待檢討的問題，例如：(1) 洋洋灑灑的開徵目的（例如雙紅利）能否達成？(2) 與現行租稅間的關係與整合方向；(3) 稅率的合理性；(4) 稅收的運用方式；(5) 對經濟、產業、以及不同階層之消費族群的經濟影響與負擔公平性。

很明顯的，沒有一個人可以針對上述問題提出正確無訛的答案，但是，產官學界至少應該讓上述問題長存我心，並盡最大可能的努力求解答案。我們不必怕有問題而不知答案，只怕使用不正確的手段來應付問題，更怕不瞭解問題之所在。因此，減量方案的衝擊評估雖然不易，但終歸是應予以重視的「永無止境」的工作。

三、結論與建議

(一) 正確掌握我國減量的成本與效益

1. 效益

- (1) 善盡地球村的公民責任。
- (2) 對外具有宣示效果，有利國家形象的改善。
- (3) 可望帶動國內溫室氣體減量及再利用、或再生能源及新能源的科技產業發展。
- (4) 長期下有助於產業結構調整：朝向高科技產業、貿易運輸業、公用事業、及其他服務業調整，同時可抑制基礎工業、傳統產業、及營造業的發展。
- (5) 在排放交易市場存在的條件下，減量可創造市場利基。

2. 成本

- (1) 短、中期下增加生產成本負擔，降低產業的國際競爭力，對就業量、GDP 及經濟成長均造成負面衝擊。
- (2) 各減量措施的成本可經由轉嫁由民眾負擔，故降低民生福祉，分配效果尤其值得關切。
- (3) 我國在產業結構上倚重能源及碳密集產業，減量成本高於其他國家，在國際間有減量負擔不對等的特殊情況。
- (4) 我國因無法參與京都彈性機制而致降低減量成本的機會不如附件一國家，並衍生貿易扭曲及不公平國際待遇的問題。
- (5) 尚無正式管道取得國際社會對我減量績效的授信。

- (6) 我國減量對降低大氣溫室氣體濃度及舒解全球溫室效應的成本有效性極低，應考慮自我減量之外的其他彈性機制。

(二) 我國在現階段不宜對外正式公布減量目標

1. 目前尚非京都議定書的規範對象，我國在溫室效應上的歷史責任尚屬有限。
2. 減量目標的訂定是國際策略性談判的重要工具，不宜事前自我劃地自限。
3. 訂定減量目標既非減量之必要條件，亦非充分條件。
4. 如果所定目標過於嚴苛而屢次無法達成，易失去民眾對政府的信任，亦有損國家尊嚴。
5. 減量目標之訂定不易，若偏離社會最適水準，將不利於國家永續發展
6. 可代以明確可行的減量行動方案，全民監督執行，力求具體落實。
7. 若依所定目標率先減量，不但無助於降低大氣溫室氣體濃度及舒解全球溫室效應，亦將有損國產業的國際競爭力。

(三) 體認以京都模式來訂定減量目標的問題

1. 減量目標及減量期程（包括基準年與目標年）的設定不易，且多爭議。
2. 減量負擔易受排放基線變動的影響，而影響我國排放基線的因素又多且雜，在排放基線高具不確定的情況下，京都模式將帶來無法預期的減量負擔。
3. 近年來國際能源價格高漲，根據 IEA 及美國 AEO 的預測，未來石油、燃料煤、及原料煤的相對價格也與過去大相逕庭，其結果將造成我國 CO₂ 排放基線上移，使未來的減量壓力與潛在衝擊更加嚴峻。
4. 我國應該審慎檢討其他減量模式的可行性，在相同減量幅度下，或可降低減量成本，也較符合國家整體利益。

參考文獻

- 尤敏君 (2001)。「解讀我國失業率之成因」，臺灣經濟研究月刊，24：5，頁 34-40。
- 何舜琴 (2005)。「京都議定書生效之因應策略」，民間能源會議，2005 年 5 月 28 日，臺北。
- 何舜琴 (2005)。「京都議定書生效後整體策略方向」，全國能源會議引言報告論文。
- 李翌明、林幸樺、林師模、黃宗煌、楊晴雯、蘇漢邦 (2005)。「溫室氣體減量模式、減量情境、減量成本極其影響評估：TAIGEM-III 的應用」，台灣經濟論衡，第 3 卷第 2 期，頁 1-49。
- 林幸樺、蘇漢邦 (2005)。「溫室氣體減量策略之效果評估」，第 9 屆經濟發展學術研討會—生活品質問題探討，台北大學經濟系。

- 林師模、黃宗煌(2006)。「溫室氣體減量政策的影響評估：方法與問題」，碳經濟月刊第1期，頁3-12。
- 梁啓源(2005b)。「因應京都議定書台灣能源政策芻議」，海峽兩岸能源經濟學術研討會，台北。
- 許振明(2001)。「國內失業原因與對策之探討」，國家政策論壇，1：10，頁159-170。
- 黃宗煌等人(2000)。「溫室氣體減量模型及成本分析」，環保署委託專案研究計畫報告(EPA-89-FA11-03-011)。
- 黃宗煌等人(2001)。「以總體經濟模型評估溫室氣體減量策略及決策支援」，環保署委託專案研究計畫報告(EPA-90-FA11-03-131)。
- 黃宗煌(2003)。「雙紅利假說的再評估」，國科會補助研究計畫報告。
- 黃宗煌(2004)。「永續能源策略與經濟發展之整合研究」，經濟部能源局委辦計畫報告。
- 黃宗煌(2003)。「因應氣候變化綱要公約策略」，2003年行政院科技顧問會議引言報告，2003年11月27日。
- 黃宗煌(2005a)。「溫室氣體減量法的經濟問題與對策」，兩岸環境保護與永續發展研討會開幕專題演講論文，台北圓山大飯店國際會議廳，2005年10月17-18日。
- 黃宗煌(2005b)。「京都議定書之經濟衝擊的評估工具：從TAIGEM的發展談起」，台經月刊第28卷第3期，頁118-125。
- 黃宗煌(2006c)。「我國因應京都議定書之政策問題研析」，政府審計季刊，第26卷第1期：1-30。
- 黃宗煌、李秉正、林幸樺、徐世勳(2001)。「溫室氣體減量策略之經濟影響評估：TAIGEM-D模型之應用」，自由中國之工業，第91卷第12期：1-30。
- 黃宗煌、林幸樺(2003)。「溫室氣體減量成本之內涵及其衡量方式的剖析」，2003年能源經濟學會年會，11月7日。
- 黃宗煌、林幸樺、蘇漢邦、林師模、李堅明(2005a)。「溫室氣體減量模式、減量目標及其影響」，《永續能源發展與溫室氣體減量：產業衝擊與評估方法論文集》，2005年12月21日，台北。
- 黃宗煌、盧誌銘(2005)。「我國能源發展與能源結構規劃」，全國能源會議引言報告論文，台北國際會議廳，2005年6月21-22日。
- 黃宗煌等人(2000)。「建立經濟成長與溫室氣體減量成本分析模型」，經建會委託專案研究計畫報告(89-046.604)。
- 黃宗煌等人(2002)。「運用總體經濟模型評估溫室氣體減量方案」，環保署委託專案研究計畫報告(EPA-91-FA11-03-91A184)。
- 黃宗煌等人(2004)。「永續能源策略與經濟發展之整合研究」，經濟部能源局委辦計畫報告。
- 黃宗煌等人(2005a)。「永續能源策略與總體社會經濟關係之研究(1/2)」，經濟部能源局委辦計畫報告。
- 黃宗煌等人(2005b)。「因應京都議定書之政策研究及其影響評估的整合規劃」，行政院經建會委託研究計畫報告。

楊浩彥（1998），溫室氣體限量排放對臺灣經濟影響之研究：一般均衡分析。世新大學學報，8，255-276。

環保署（2006）。「溫室氣體減量目標研擬」，行政院能源政策及科技發展指導小組幕僚工作小組第四次會議（2006年5月4日）簡報資料。

資源利用與規劃模型

林師模（中原大學國貿系教授）

李秀娟（中原大學管理研究所博士生）、李高朝（經建會顧問）³²

一、前言

當經濟成長模式逐漸轉變，由資源消耗的型態轉向以投資驅動、技術創新為主的型態，再轉向以生態環境保護為主的過程中，經濟體系之產出成長、產業結構變化與資源耗用及資源限制間的互動機制會不斷調整，以期將有限資源做最理想的配置，達到經濟及環境永續發展的目標。而在這樣不斷調整的過程中，政府經建政策之制定與執行，扮演了相當關鍵的角色。適時而又合宜的政策會因應經濟結構的轉變，除了可以將有限的資源創造出最大可能的效益以外，更可以將因為資源受限所可能帶來的傷害降到最低，使經濟的轉型過程更為平順（李高朝，2005）。

對經建政策的擬定而言，思考的架構及面向複雜而又多元，其中，如何建置一個可以具體反映經濟規模、產業結構、技術進步、資源耗用及資源限制間相互關聯作用之整合分析架構，更是充滿了挑戰性。基本上，此一分析架構需要能夠有效推估經濟結構未來可能的變化，然後，在這樣的基礎下，搭配各種推估之資源未來供給狀況，並結合必要之經濟及產業互動，得以分析為達成特定經濟成長目標下，經濟體系內最適的資源配置及部門產出狀況。因此，建置這樣的分析架構將牽涉到未來產業關聯表或是技術係數表的推估，也牽涉到各種資源未來供給，以及各種資源在各產業部門之投入係數的估計。而在資料推估以外，分析架構中最主要的模型部份，則是在規劃的考量下，需要將產業間的關聯與互動納入考量，因此，模型建置的基礎將多是一個整合投入產出分析（Input-Output Analysis）與線性規劃（Linear Programming）的形式（Dervis *et al.*, 1982）。

當然，分析架構或是模型的建構需基於合理的經濟理論及假設，同時也有實務應用的需求考量。也因此，此一模型將會有其應用上的限制，不可能包山包海。³³惟，當基本模型建置完成後，針對特定政策分析需要而做適當之修正與調整，將可以延伸模型分析的廣度。

台灣在 1980 到 1990 年代，經歷了一段從經濟起飛到快速成長的階段。在這段期間，優秀的經建規劃人員利用當時建置的資源規劃模型，透過各種深入的分析及評估，有效的擬定了許多導引資源合理配置的政策，幫助台灣度過如石油危機等重大的資源供給衝擊，進而讓台灣繳出了一張傲視全球的經濟奇蹟成績單（李高朝，1980；林芳一與劉筱慧，2002）。近年來，台灣的經濟成長趨緩，其中的原因不一而足，不過，資源的錯置很可能是其中相當重要的一項。也因為如此，再度突顯了一個合乎現時需要

³² 作者感謝經建會所提供之研究經費補助，以及經建會經濟研究處許多專家所提供之寶貴意見及建議。

³³ 例如，多數建置在投入產出及線性規劃架構下的分析模型，大多無法將價格內生化，以致牽涉到因相對價格改變所導致之各種經濟行為的反應，將無法做直接而有效的分析。

之資源利用與規劃模型的重要性。

本文嘗試就建置一個可以用於政策評估之資源利用與規劃模型，簡要介紹其建置理論及實務考量，如何用於模擬評估資源，以及於外在限制下之台灣未來最適資源配置情形。許多模型建置實務上的細部考量，基於篇幅並不在本文中說明，有興趣的讀者可以參考李高朝（2004）一書中之介紹。

二、資源利用模型之理論與實務

在資源沒有受限的情況下，要分析資源在部門間之配置情形，經建部門經常應用的分析模式為投入產出模型。基本的投入產出模型可以將需求轉化成對部門產出的增加，從而決定部門資源投入的數量；至於這些資源在經濟體系內是否有充裕的供應，則先不予考慮。在另一方面，若資源受限的情況是分析時的主要考量，則一般最先會想到的分析模式為規劃模型；而若還要同時考量到產業之間的互動及部門別的影響時，則會將產業關聯的架構與規劃模型相結合，成爲一個整合的分析架構。

單純的投入產出分析比較適用於一個需求帶動供給的經濟狀況，而在這樣的經濟條件下，資源基本上是充足而不虞匱乏的。至於基本的規劃模型分析則比較適用於一個供給創造需求的經濟狀況，當資源供給有了變化以後，可以透過模型分析需求在部門間的配置，並進而分析得到資源在部門間的最適配置狀況。因此，當資源供給增加，可以預期需求也將增加，然而，需求的增加是不是實際上都可以有去化的地方，可能並不是關心的重點。

在實際的經濟狀況下，比較合理的情況可能是有一些資源的種類是不虞匱乏，但是有一些資源卻是相當受限的。透過一個結合投入產出與線性規劃模型的整合分析架構，每種資源在設定的限制條件及經濟體系所將追求的福利目標下，可以求解得到其是否爲一個供給受限或是供應充裕的結果，也可以確認哪些部門是因爲資源有限而受到發展限制的瓶頸部門（bottleneck sectors），進而可以幫助經建部門規劃必要之政策措施，以解決資源過剩或是不足的問題。³⁴

三、投入產出表之平減

一個結合投入產出與線性規劃的資源利用與規劃模型，當應用於評估分析時，其中牽涉到經濟體系未來產業間關聯架構的可能變化，而這樣的關聯架構變化也必須是在排除了價格因素影響之外的實質結構變化。也因此，建構這樣的一個分析架構時，當需要用到幾個年度的投入產出表時，則有必要將這些表平減（deflate）至同一年度價格。³⁵

³⁴ 在建置的模型方面，可以有兩種形式，一種是針對未來的每一年度，個別求解該年度的最適資源配置情況；另一種則是將所有未來各年度一併考量，同時求解各年度的最適資源配置情形，第二種方式所設立的爲一種動態線性規劃的模型（dynamic linear programming model）。

³⁵ 也就是將這些表均轉化成固定價格的表。在產業關聯表中，直行的數值代表各產業部門生產特定年度產值所需由各部門投入的金額，而在李昂提夫的生產函數假設下，各投入間的比例關係其實就是反映該產業的生產技術，因此，若做不同年度的產業生產技術比較時，爲了比較生產技術的差異和變化，則應以固定價格表計算的結果做比較，以免受到價格的變動而扭曲分析的結果。

表 1. 45 產業部門之投入產出簡表

	01-45	SUM1-45	46 HC	47GC	48 FI	49II	50 EXP	SUM 46-50	SUM 1-50
01- 45 →以生產總值 平減指橫向平減	A	以總產出減去 最終需良總合 做為控制總數	A					A	總產出=總投入
sum 1-45	↑B 以各產業的中間投入平減指數平減 做為控制總數	sum 1-45	sum 1-45 (↑)					sum 46-50 (→) =sum 1-45 (↑)	sum 01-50 (→) = sum 1-45 (↑)
46 進口	G=生產總值-附加價值-中間投入總合	sum 1-45	G					sum 46-50 (→)	sum 01-50 (→)
47 附加價值	C↑ 以各產業的生產毛額平減指數平減	sum 1-45	D 以 GDP 平減指數平減					sum 46-50 (→)	sum 01-50 (→)
sum 1-47	↑E 以各產業的生產總值平減指數平減	sum 1-45	↑F					sum 46-50 (→) =sum01-47 (↑)	sum 01-50 (→) =sum 1-47 (↑)

平減的過程所需要用到的資料，包括行業別中間投入-產出物價指數表、國內生產各業產值雙面平減表、消費者物價指數、躉售物價指數、民間最終消費平減指數、政府最終消費平減指數、固定資本形成平減指數、存貨增加平減指數以及出口物價指數。

36

當各產業的平減指數蒐集整理好之後，接下來即可進行交易表的平減。以下將平減過程以表 1 的投入產出簡表做概要的說明。

1. 首先，針對表 1 中 A 區的數值分別以各產業生產總值平減指數橫向平減，再以總投入減去最終需求總和的值做為中間需求的控制總數。
2. 接著，針對表中 B 區的中間投入總合以各產業的中間投入平減指數平減。由於平減後 B 區的數值總合 B1 與原投入產出表中間需求總合的值 A1 不相同，故需將各部門中間投入的總合再以 A1/B1 的比例調整後做為控制總數。
3. 之後，利用中間需求的控制總數以及中間投入的控制總數將中間交易的數值以 RAS 法調整，³⁷使其中間投入總值與中間需求總值等於控制總數。
4. C 區附加價值分別以各產業的生產毛額平減指數平減，也等於以生產總值平減後，再減去中間投入平減值，即由雙面平減值得出。
5. D 區的附加價值以 GDP 平減指數平減。
6. E 區的各部門生產總值分別以各產業的生產總值平減指數平減。
7. F 區的生產總值分別以民間最終消費平減指數、政府最終消費平減指數、固定資本形成平減指數、存貨增加平減指數以及出口物價指數加以平減。
8. G 區的進口值則以生產總值減去部門的投入總和以及附加價值即可。
9. 最後，由於某些部門的進口值以步驟 8 計算時會成為負值，故需先對進口值以進口物價指數平減，再用生產總值減去部門的投入總和以及進口值即得附加價值。

四、投入產出表之更新與推估

一個動態的資源利用模型需要用到模型基準年，一直到分析終止年的各年投入產出表或是技術係數表。這其中包括由基準年之後到目前之前已經歷的所謂歷史年 (historical years)，以及目前及往後的所謂預測年 (forecasting years)。針對歷史年，因為已可以蒐集到必要之總體經濟及產業相關資料，因此建置這些年投入產出表的方式可以稱之為更新 (updating)；³⁸而針對預測年，因為完全沒有已知的相關資訊，因

³⁶ 通常進口物價指數、消費者物價指數和出口價指數並未依細類產品做區分，雖然主計處目前有部分的資料可供參考，但詳盡的物價指數尚無法取得，故可能需要採用同一物價指數，而無法依產品類別做細分。

³⁷ RAS 法為一種常見的平衡投入產出表的方法，其主要利用雙邊比例平衡的觀念，將表中數字調整至行列加總均滿足新的控制總數。以 RAS 法來平衡投入產出表的數值，最早始於 Stone (1962)，而 Stone and Brown (1962) 則是進一步賦予了該法中 R 及 S 兩個參數的經濟意義；之後，Bacharach (1970) 將該法歸為雙比例調整法之一種，也賦予其更為嚴謹的數學基礎 (Lahr and Mesnard, 2004)。

³⁸ 更新投入產出表的另一目的是因為通常投入產出表並不是每年編製，而當需要用到非編製年的投入產出表時，即需要用一些推算的方法，將所需之產業關聯表資料推算出來，以應所需。

此建置投入產出表的方式係稱之為推估或預測（forecasting）。

就更新投入產出表而言，假設在基礎年有一 n 部門的投入係數表 $A(0)$ ，現在想利用基礎年的資料來更新近幾年的投入產出係數表 A_1 ，則為了更新此一 $n \times n$ 矩陣，我們需要以下三種資料：

$$(1) \text{ 更新年的總產出 } X_j ; X_j = \begin{bmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{bmatrix}$$

$$(2) \text{ 更新年的中間需求總和（對任一部門而言，其中間需求總和為 } \sum_{j=1}^n z_{ij} = U_i ;$$

$$U = \begin{bmatrix} U_1 \\ \vdots \\ U_n \end{bmatrix})$$

$$(3) \text{ 更新年的中間投入總和（對任一部門而言，其中間投入總和為 } \sum_{i=1}^n z_{ij} = V_j ;$$

$$V = [V_1 \ \dots \ V_n])$$

若得知上述更新年的三種資料，就可以進行歷史或更新年投入係數表的估計。

如前所述，推估投入產出表與更新投入產出表在觀念及應用上最大的不同是，「更新」主要是針對歷史年（即已經發生的年度）推算出其投入產出表，可用於分析歷史年政策的影響效果；至於「推估」則是針對尚未發生的年度，估計其部門可能的投入產出資訊。很顯然的，推估投入產出表比更新投入產出表充滿了更多的困難度及不確定性，而推估的方法也因此充滿了多種的可能性。

推估的方法中，如果透過一些推估或預測的方法，預測得到未來各年各產業部門的產值、附加價值及最終需求數據，則可以據以計算得到各年各產業部門產品的中間需求值總和，以及各產業部門中間投入值總和，再利用此二項總和資料，搭配 RAS 法，即可推算未來各年各部門中間交易的值。另外一種推估的方法是利用 RAS 法直接推估未來各年的投入係數表。³⁹此一方法的概念如下。

假設目前最近期可利用之投入產出表為 85 及 90 年的表，故以 85 年為基礎，取用 90 年表中各部門（兩年的部門分類相同）中間投入總和及中間需求總和資料，應用投入產出表更新的觀念及 RAS 法，可以計算得到 85 至 90 年之 R 及 S 值（以 r 及 s 代表）。接著，令預測年之投入係數表為 A_1 ，而 85 年之投入係數表為 A_0 ，則預測年與 85 年投入係數表間的其中一種關係可設為下式：

$$A_1 = R^t A_0 S^t$$

³⁹依據 RAS 方法來推估未來的投入係數時，有可能會產生各產業的中間投入係數總和大於 1 的現象，因此，利用此方法來推估投入係數時，除了正確的推估步驟之外，必須再加入人為的判斷調整。

上式中，隱含預測年投入係數表中的每一元素（element）是由 85 年按指數時間趨勢（exponential time-trend）而成長的。由於我們是利用 85 年及 90 年的投入產出表計算得到 R 及 S，其間相隔了五年；而如果預測年為 95 年，則與 85 年又相隔了十年，則此時 t 便要代入 2。當然，R 及 S 不一定要設成按指數時間趨勢成長，也可以設成是按線性趨勢成長。此外，如果有各部門中間投入總和及中間需求總和的時間序列資料，⁴⁰則可以推算歷史年各年相對於基準年之 R 及 S 值，然後再設立 R 及 S 之迴歸式，選定會影響 R 及 S 值變動之變數為解釋變數，再透過迴歸式的估計及預測，推估未來各年之 R 及 S 值。

五、資源係數之推估

資源利用模型中，另一個扮演關鍵性角色的部份即為各種資源的使用或投入係數。資源的投入係數代表各產業在生產的過程中，對於各項資源的使用程度；由各產業的資源投入係數比較表可以了解何種產業在生產時需要投注更多的資源，而未來在做資源規劃時也能藉此將資源做更有效的分配，以達經濟成長的目的。

基準年資源投入係數的計算方式並不困難，只要將當年度各產業於各種資源的消耗量除上各產業的產值即可。比較困難的是，如何編製出各產業部門當年度使用各種資源數量的資料；此外，這些資源係數在基準年之外將會如何變化，也是一件比較難以推測的工作。這些資料編製及係數推估的工作，通常都有賴長期對該資源研究的投入，方可以得到合理推估的結果。

六、資源利用模型之應用

資源利用及規劃模型可以用於評估在資源可能的供給變化及限制下，經濟體系內各產業部門產出、資源配置，以及總體經濟的消費、投資、及所得成長情形。除此之外，此一模型也可用於評估一些外加或是政策的限制條件，對經濟體系各種變數及資源配置的影響。例如，當二氧化碳排放量受到管制時，減量的目標即成為經濟體系的一個重要限制條件。此一限制將會影響到經濟的成長，而既有資源在經濟體系內的最適配置情況也會跟著改變。

然而，建置一個運作良好且具實用性的資源利用模型，並不是可以一蹴即成的。以下我們以一個初步完成的資源利用模型，簡要說明其求取之基準解，以及幾個模擬求解的情況。

初步建置完成的模型係以民國 90 年為基期，搭配推估得到之 93 年到 105 年之投入產出表，再將投入產出表結合線性規劃模型，可用於預測未來的經濟成長和資源最適配置情形。在最終期消費最大的目標之下，求解得模型的基準解如表 2 所示。

在模擬方面，我們初步模擬了消費成長率提高對資源配置及實質 GDP 成長率所可能產生的影響、消費成長率提高及儲蓄率同時提高對結果所產生的影響，以及當勞動生產力不成長時對經濟所可能產生的影響；模擬結果則分如表 3 至表 5 所示。

⁴⁰由於各歷史年投入產出表的部門分類不盡相同，因此要得到具有一致性的資料可能會面臨一些困難。

表 2. 模型基準解

年度	出口總合	投資	儲蓄	消費	GDP	消費成長率	GDP 成長率
90			2,384,700	7,262,400	9,647,100		
93	4,864,200	4,838,100	2,622,600	8,038,100	10,661,000	3.4406	3.3873
96	4,757,500	9,841,700	2,886,400	8,898,200	11,785,000	3.4466	3.3976
99	4,816,200	99,663,000	3,178,800	9,851,700	13,031,000	3.4514	3.4069
102	5,922,000	740,260,000	3,503,100	10,909,000	14,412,000	3.4565	3.4147
105				12,081,000		3.4600	

註：1. 資料來源：本研究。

2. 出口總合、投資、儲蓄、消費和 GDP 的單位為百萬元；消費成長率與 GDP 成長率單位為%。

表 3. 模擬結果 1-消費成長率提高

年度	出口總合	投資	儲蓄	消費	GDP	消費成長率	GDP 成長率
90			2,384,700	7,262,400	9,647,100		
93	4,962,700	9,833,200	2,610,800	7,999,600	10,610,000	3.2752	3.2221
96	4,762,600	27,885,000	2,868,800	8,840,900	11,710,000	3.3894	3.3429
99	4,924,000	121,430,000	3,163,300	9,801,000	12,964,000	3.4963	3.4493
102	6,085,200	742,990,000	3,499,300	10,897,000	14,396,000	3.5966	3.5542
105				12,147,000		3.6861	

表 4. 模擬結果 2-消費成長率及邊際儲蓄率同時提高

年度	出口總合	投資	儲蓄	消費	GDP	消費成長率	GDP 成長率
90			2,384,700	7,262,400	9,647,100		
93	4,863,100	50,634,000	2,636,700	7,999,600	10,636,000	3.2752	3.3064
96	4,814,200	28,698,000	2,924,200	8,840,900	11,765,000	3.3894	3.4200
99	4,754,100	109,220,000	3,252,300	9,801,000	13,053,000	3.4963	3.5236
102	6,029,900	742,990,000	3,626,700	10,897,000	14,523,000	3.5966	3.6212
105				12,147,000		3.6861	

表 5. 模擬結果 3-消費成長率、邊際儲蓄率、勞動力均不變

年度	出口總合	投資	儲蓄	消費	GDP	消費成長率	GDP 成長率
90			2,384,700	7,262,400	9,647,100		
93	4,964,600	29,675,000	2,493,900	7,618,200	10,112,000	1.6071	1.5812
96	4,843,500	19,276,000	2,614,900	8,012,700	10,628,000	1.6972	1.6728
99	4,768,700	103,860,000	2,749,000	8,450,200	11,199,000	1.7879	1.7597
102	5,980,300	694,400,000	2,897,700	8,935,200	11,833,000	1.8777	1.8525
105				9,472,900		1.9670	

由表 3 可看出，在其它條件不變之下，若消費成長率提高，但是儲蓄率不變，則將使得資本受限，導致 GDP 成長率在初期時會降低。而由表 4 可以看出，當消費與儲蓄皆同時提昇時，會使得經濟成長率較基準解或是只有提高消費成長率時更大。至於表 5 則顯示，若整個經濟體系的消費成長率以及邊際儲蓄率均維持不變，且勞動的生產力也未隨著時間的經過而提高，則除了消費成長率會較基準年大幅衰退之外，經濟成長率也會降低到 1.5%-1.8%之間。

這些初步的模擬結果顯示，消費成長率、儲蓄率以及勞動生產力均是經濟成長的重要因素，若只有單純的提高消費成長率，但儲蓄率未提高，則經濟成長終究會因為資本受限而停滯甚至衰退，但若消費成長率和邊際儲蓄率都能增加，則經濟成長率也會同時提高。此外，勞動生產力也是加速經濟成長的重要因素，若勞動生產力未隨時間而增加，那麼經濟成長率會衰退到 2%以下。

七、結語

在經濟轉型的關鍵時刻，經濟成長、產業結構變化與資源耗用及資源限制間的互動機制會進行必要的調整，以將有限資源做最理想的配置，促成永續發展目標的早日達成。而為具體反映經濟規模、產業結構、技術進步、資源耗用及資源限制間的相互關聯與作用，建置一個適當之資源利用及規劃評估模型，有其實質上的需要。本文簡要介紹了建置這樣一個模型所牽涉到的一些理論及實務，也簡要呈現了初步的分析結果。誠如之前所言，建置一個完善而又可以實務運作的模型，是需要一段時間的投入與磨合。當然，不斷從理論及實際經濟狀況的經驗中，調整、修正模型的設定，也會是模型得以成功的重要關鍵因素。

參考文獻

- 王塗發 (1986), 「投入產出分析及其應用—台灣地區實證研究」, 臺灣銀行季刊, 37, 頁 186-218。
- 李高朝 (1980), 「台灣中短期資源利用模型」, 中國經濟學會論文集, 頁 1-30。
- 李高朝 (2005), 「實用產業關聯分析精義」, 經建會出版。
- 林芳一、劉筱慧 (2002), 「民國 100 年台灣產業發展願景」, 經濟研究, 2, 頁 169-181。
- 林芳一 (2003), 「營業稅稅率變動對物價影響之研析—以產業關聯方法分析」, 經濟研究, 3, 頁 37-45。
- Bacharach (1970). *Bi-proportional Matrix and Input-Output Change*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Banco de México (197b). *Departamento de Estudios Económicos, Proyecciones de la economía Mexicana para*.
- Blizer, C., P. Clark, and L. Taylor (1975). *Economy-wide Models and Development Planning*, London: Oxford University Press.
- Bulmer-Thomas, Victor (1982). *Input-Output Analysis in Developing Countries*.
- Dervis, K., J. de Melo, and S. Robinson (1982). *General Equilibrium Models for Development Policy*, Washington D.C.: The World Bank.
- Miller, R.E. and P.D. Blair (1985). *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

區域性空氣污染排放交易制度運作案例評析

蔡俊鴻（國立成功大學環境工程研究所教授）

吳俊儀（環科工程顧問股份有限公司總經理）

姚永真（國立成功大學環境工程研究所博士生）

一、前言

空氣污染防治策略主要區分為行政管制措施及經濟誘因措施，初期係以行政管制措施為主，例如：管制生煤使用、訂定管道排放標準、交通工具排氣管制標準及限制污染行為等，管制範圍由工廠及交通工具，逐漸擴及至各項污染排放源。惟單純之行政管制措施，已不足以抑制空氣品質之惡化，因此，在既有管制基礎上引用更具彈性且積極之經濟誘因制度，如空氣污染防治費徵收制度及排放抵換、儲存、交易制度等，已是各先進國家共同的趨勢。

美國自 1970 年代起即於「清淨空氣法」（Clean Air Act, CAA）中，引入「排放減量額度」（Emissions Reduction Credits, ERCs）之概念，開始嘗試規劃以彈性之經濟誘因措施，來削減污染物之排放量，並依此概念制定了儲存政策（banking）、污染泡政策（bubbles）、抵換政策（offsets）和排放減量額度可以進行交易的政策等 4 項排放權交易計畫【蔡守秋, 2002】。美國聯邦環保署首先於 1977 年建立新設污染源排放抵換交易制度；於 1982 年推動汽油含鉛量排放交易制度，進行鉛排放總量之管制；於 1993 年推動酸雨計畫，主要管制電力設施、工業鍋爐等大型燃燒污染源之硫氧化物（SO_x）與氮氧化物（NO_x）排放總量，有效降低硫氧化物之排放量；另於 1993 年亦發展移動污染源排放交易制度【環保署, 1999】。為改善跨州間光化學煙霧所致臭氧空氣品質問題，美國東岸 11 個州乃規劃跨州之氮氧化物（臭氧前趨物）排放交易制度，以污染源歷年平均排放量為基礎，分別核定個別污染源之氮氧化物允許排放權，並自 1998 年開始實施【US.EPA, 2003】。加州南岸地區於 1994 年實施「區域清淨空氣誘因市場計畫」（RECLAIM），經公告之污染源應逐年依規定削減硫氧化物及氮氧化物排放量【SCAQMD, 2005】，為由地方政府成功推動具經濟誘因總量管制措施之典型案例。

我國基於經濟與環保並重之原則，對於空氣污染防治工作，遂逐漸由單純「行政管制措施」轉變為「行政管制與經濟誘因並重之管制措施」，並於新修正空氣污染防治法草案（立法院一讀通過）中，增訂新設污染源排放抵換交易制度，明訂未符合空氣品質標準地區，新設污染源應向同一轄內既存污染源購買其減量所取得之差額，經抵換後始得設置，因此該地區之空氣品質不會因新設立污染源而更為惡化。除前述抵換交易制度外，未來擬逐漸發展區域性、不同污染源間及不同季節的排放抵換交易制度，以加速達成空氣品質改善目標。

二、排放抵換及交易制度概念

排放交易制度是一個以市場為導向的空氣品質改善措施，提供污染源較大的選擇彈

性，並能節省污染源之防制成本。Dales, J. H. 教授【黃宗煌等，1984】認為排放交易制度運作方式為：先應由行政管制層面決定一理想的環境品質標準；其次，再決定為達成該環境品質標準下研擬容許排放總量。當容許排放總量確定後，其污染物排放權可以在公開的市場拍賣，就如同證券市場一般。當買賣雙方達成共識後，排放權即可轉讓，新的排放權證擁有者即可增加排放量或擴（建）廠；原擁有者則須削減其排放量。

依據美國環保署為加速改善空氣品質的經驗，促成不符標準區內新廠的設置及舊廠的改善，陸續實施的具經濟誘因之策略「污染泡（Bubble）」、「淨值（Netting）」、「儲存（Banking）」、「抵換（Offset）」及「排放總量與交易（Cap & Trade）」等。「污染泡策略」係將傳統式對單一煙源或排放口的管制方式，改變為整體性、區域性之管理方式，讓工廠污染排放改善或減低計畫更具彈性。亦即將某一地區許多排放源如工業區視成包覆在一個假想的泡泡中，且只有一個煙囪，只要在這個泡泡頂部煙囪所排放之污染量符合政府規定的總量上限，泡泡中任何工廠，可採取任何污染控制策略或措施。「淨值策略」則是以泡泡概念為基礎，容許舊廠改建免除新污染源審核（New Source Review, NSR），但必須有淨污染排放的減少，而且符合新污染源效能標準。不符合空氣品質標準地區工廠必須符合污染物「抵換策略」，新增排放量應由同地區內既存工廠裝置最佳控制設備所減少之排放量（ERC）加以抵換，始得進行設置或變更，使得工業發展及空氣品質改善可同步進行【環保署網頁資料】。近年積極推動發展之「排放交易策略」（Emission Trading），為大幅改變傳統以技術為基礎之命令與控制管制策略，擴大經濟誘因機制，使新投資事業之環保政策與經濟政策兼籌並顧；本項制度最早在美國施行，近年歐洲國家亦開始將排放抵換交易制度運用於各項污染跨國減量措施。排放抵換交易制度實施方式可歸納為三類，實施方式說明如下：

（一）污染泡制度

污染泡制度係於同一廠區內實施總量管制，係指要全廠所有污染量符合規定的總量上限，即容許部份污染源排放超過管制標準，而以其他污染源遠低於管制標準之削減量替代之，使廠方能彈性選擇最佳防制成本之改善措施，以維持整廠污染總量不增加而符合規定。

（二）排放差額儲存與抵換制度

未達空氣品質標準總量管制區之排放儲存抵換制度，係以污染泡之概念為基礎，其主要目的係使該區域之污染量不增加，並為顧及工業成長，使工業發展及空氣品質改善可以同步進行。若轄內有新污染源設立，應先採用最佳可行控制措施，其所新增污染量應與該區域內其他既存污染源之排放減量進行抵換，且抵換減量值應大於新增污染量，使區域總淨污染量減少始得設立（見圖 1）。

可抵換之既存污染源排放減量，係依公告之最佳可行控制技術或單位活動強度排放量限值，並依其活動強度計算個別污染源應削減排放總量，倘污染源能有效削減且優於規定者，即可取得差額排放減量，並得用以抵換新增污染量。污染源減量幅度優於法規一定程度者取得差額排放權，得儲存 2-5 年自用，或得在各種不同污染源之間、不同季節進行排放抵換，更可促成污染源主動發展高效率防制技術或清淨技術，並改善空氣品質。

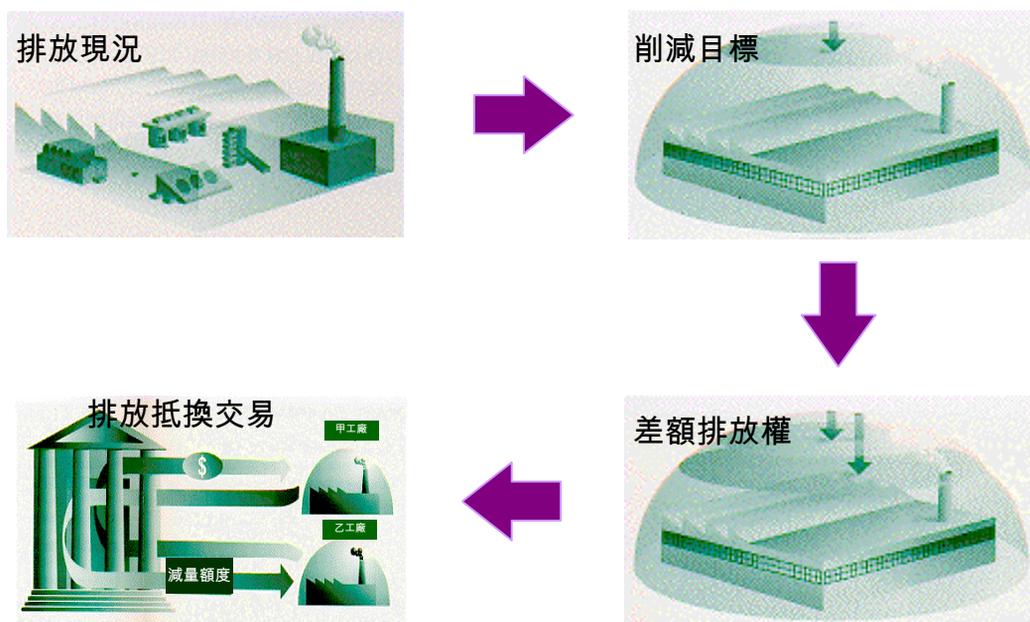


圖 1. 排放抵換制度示意圖
(資料來源：環境保護署網站資料)

其中可抵換差額排放減量之產生方式，包括固定污染源進行製程改善或加裝污染防治設備、移動污染源進行乾淨車輛汰換或污染改善、交通運輸改善及任何可量化且優於規定限値之改善措施（如製程關閉、永久減產、員工通勤車輛減少使用措施、工廠貨運車輛運輸改善措施及協助街道清洗掃等）。其計算公式如下：

【差額排放減量 = 實際削減量 - 按污染源最佳可行控制技術或單位活動強度排放量限値所計算之應削減排放總量】

(三) 開放性市場之排放權交易制度

具逐年減量特性之排放交易制度係改善空氣品質所實施管制措施之一，每年遞減核發允許排放權，規範逐年應削減排放量及比例，允許排放權於一定有效期限內得自由買賣交易，以達成逐年減量目標，屬於自由在開放性市場（如證券交易市場）中公開進行交易之制度。

對於未達空氣品質標準之區域或特定污染源類別，亦可依其空氣品質改善目標核配予污染源「容許排放權」，並規範其逐年應削減排放量比例、達成目標年及最終容許排放權，以替代逐漸加嚴管制標準，提供業者更具彈性且更具經濟誘因之改善方式。各污染源取得容許排放權後，即能於開放性市場自由進行交易買賣，且其購買者並不限於污染排放者，舉凡工廠、環保團體、法人或個人等皆能購買，每年年終結算時，各污染源所持有之排放權必須大於或等於全年規定的容許排放限値。

三、主要排放抵換、交易制度發展歷程及成效

有關國外發展區域性空氣污染排放抵換交易案例甚多，茲舉數例簡介：

(一) 新設污染源排放抵換制度--1977年起迄今

新設污染源排放量抵換、交易制度為最早實施的交易制度，新設污染源若位於空氣不符合標準之地區，不僅需符合最佳可行控制技術（Best Available Control Technology, BACT）或最低可達成排放率（Lowest Achievable Emission Rate, LAER）要求，其新增排放量必須強制向同區域其他污染源購買差額排放權（ERC），使該區污染物排放量不會因新設污染源而使空氣品質更為惡化。其中，新增污染量必須抵換大於一倍以上之既存污染源排放減量，促使該區域污染排放逐漸減少。這個制度不但允許新事業發展、促成經濟成長且可有效改善空氣品質不良地區之空氣品質。

加州是美國新設污染源排放抵換制度應用最成功也是最廣泛的地區之一，其新設污染源審核（California New Source Review, NSR）規範與聯邦要求相似，要求新設及變更污染源須採 BACT（等同於聯邦所採 LAER），且新增排放量需取得足夠之排放抵換量【CARB 網頁資料】。由加州空氣資源局之經驗可看出新設污染源排放抵換制度的執行情形、效果和發展現況，包括 1993~2005 年間之 ERC 市場價格與變化、ERC 市場抵換與交易量變化及供需情形（如圖 2），自實施 NSR 後區域平均空氣品質有效改善【CARB, 2006】。整體而言，美國實施已久之新設污染源排放抵換制度其成功經驗與數據皆值供國內參考。

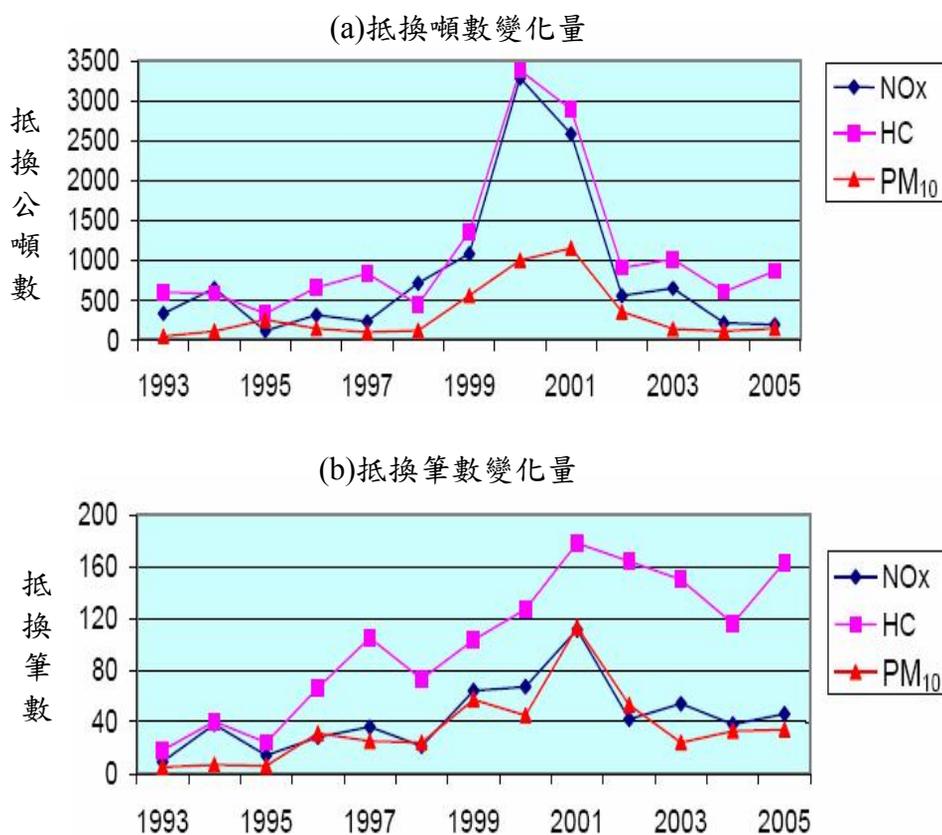


圖 2. 美國加州各空品區 ERC 市場抵換量變化（1993-2005）
（資料來源：CARB, 2006）

(二) 加州區域清空誘因市場計畫 (RECLAIM) --1994 年迄今

加州「區域清空誘因市場計畫」(Regional Clean Air Incentives Market, RECLAIM)

為區域政府推動經濟誘因管制措施典型成功案例，該計畫由加州南岸空氣品質管理局（SCAQMD）自 1994 年開始推動迄今。其政策目標係為達成聯邦環保署與加州訂定之空氣品質標準，並削減 70%之臭氧前驅物排放。管制對象為硫氧化物或氮氧化物排放量大於 4 公噸/年，且依規定應設置連續自動監測設施之指定污染源，約有 300 餘家污染源參與總量管制。

允許排放權（RECLAIM Trading Credits, RTCs）乃依據該污染源於 1988 年~1992 年間最大的活動強度（指產能、原物料量或燃料量）為基礎，再依主管機關規定起始年（1994 年）及第一階段目標年（2003 年）及第二階段目標年（2010 年）的排放係數（相當於既存污染源之合理可行技術 RACT），計算二階段目標年（2003 年及 2010 年）之允許排放權，並規定每年應至少削減 8.3%硫氧化物排放量及 6.8%氮氧化物排放量。計算所得各年所允許排放權將詳細登載於許可證上，以利污染源確實遵循；而污染源於該年度當中即能依據其所取得之允許排放權進行排放交易【SCAQMD, 1993】。排放總量核定方式如下：

(1) 1994 年起始年排放權

$$= \Sigma[A*B1] + \text{ERCs} + \text{由外界取得之排放權 (External Offset)}$$

A=工廠在 1989~1992 年間最大產能或燃料用量

B1=主管機關公告個別污染源之起始年所應付予之排放因子

(2) 2000 年排放權

$$= \Sigma[A*B2] + \text{ERCs 創造之 RTCs} + \text{由外界取得排放權 (External Offset)}$$

A=工廠在 1989~1992 年間之最大產能或燃料用量

B2=主管機關公告個別污染源之 2000 年所應付予之排放因子

在氮氧化物（NO_x）及硫氧化物（SO_x）之年排放核配量（annual allocation）上，對適用 RECLAIM 計畫之 NO_x 及 SO_x 設施其 1994 年及 2000 年間之配額量應在起始年核配量及 2000 年核配量間之減量以一線性比率估算；對 2001 年及 2002 年之核配量應以 2000 年及 2003 年之減量進行線性比率估算；亦即以 2003 年為削減目標年，2001~2003 年排放權係以 2000 年允許排放量為基準，並依空氣品質管理計畫規範各類污染源最終應削減之排放量，按線性核定該三年排放權。2004~2010 年每年年核配量則與該設施最終（目標年）核配量相同，亦即核定之排放權與 2003 年相同。對於 1993 年 10 月 15 日後許可設置之設施（稱為新設施）則無減量率問題，這些設施之許可證會要求許可證持有者在每年需保有與排放抵換交易所提供之允許排放權（RTCs）相當之允許排放權【SCAQMD, 2005】。RECLAIM 計畫排放權相關規定內容彙整如表 1 所示。

報告資料顯示，2005 年計有 740 件登錄之 RTC 交易紀錄，總交易排放量為 17,376 公噸，交易金額為 5 千 7 百萬美元；自 1994 年 RECLAIM 計畫執行初期累計 RTC 市場交易金額已達 7 億 8 千萬美元，交易件數亦由 1994 年之 51 件增加為每年 700 餘件。1994~2004 年間抵換交易之污染量於氮氧化物介於 10,000~41,000 公噸/年間，硫氧化物則為介於 3,800~11,000 公噸/年間。近五年（2000-2004 年）氮氧化物交易價格 7,000-10,000 美元/公噸之間，有價交易 RTC 數量介於 6,000~8,000 公噸。各年 SO_x 交

易價格 2,000-4,000 美元/公噸之間，有價交易 RTC 數量介於 1,000~5,000 公噸。歷年 NOx 及 SOx 排放權交易數量及價格如圖 3 (a) 及 (b) 所示。

表 1. 加州區域清淨空氣誘因市場 (RECLAIM) 計畫排放權規定彙整表

項 目	加州區域清淨空氣誘因市場 (RECLAIM)
◎排放權儲存相關規定	
A. 儲存方式	當年結算
B. 儲存有效期限	無
◎排放權抵換交易相關規定	
A. 抵換交易方式	1. 上風區及下風區域買賣限制，上風區不得從下風區取得排放權
B. 可交易之排放權	1. 低於允許排放量之差額排放權 (RTC) 方能進行交易 2. 移動源產生之差額排放權
C. 不可交易之排放權	1. 工廠因停工或降載之減量 2. 因 1987, 1988, 1993 年之產能或燃料物用量較 1989~1992 基準年為多者，得依據該三年資料計算允許排放權，列為不可交易之排放權 (NTC)，其有效期限為三年 (1994~1996) 且逐年貶值 1/3
D. 可交易排放權之折算係數	1.0
E. 不同污染物之交易	不允許
F. 交易有效期限	1. 固定污染源 (RTC) : 1 年 2. 移動污染源 (MSERC) : 2~5 年
G. 排放權交易限制	1. 不得抵換停用防制設備之增量 2. 不得抵換每年至少應削減幅度 3. 不得用差額排放權規避最佳可行控制技術

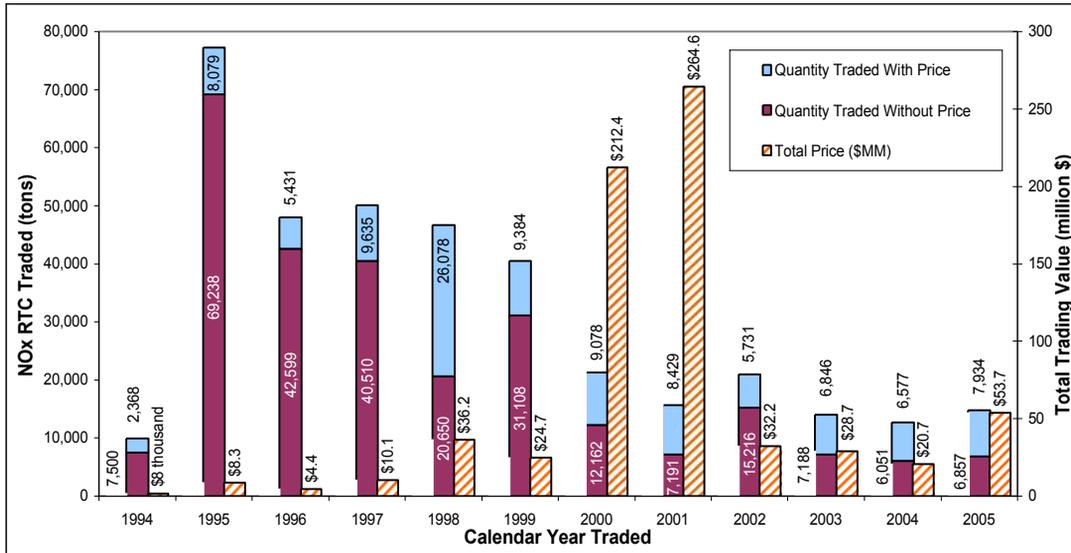
於污染排放削減量上，與 1994 年排放量相較，2004 年之氮氧化物年排放量已由 25,314 公噸降低至 9,953 公噸，削減率為 60.7 %；其中 1994~1999 年約削減 18 % 之污染量，2000~2004 年約削減 43 % 之污染量。2004 年之硫氧化物年排放量由 7,232 公噸降低至 3,580 公噸，削減率約 50.5 %；其中 1994~1999 年約削減 12 % 之污染量，2000~2004 年約削減 38 % 之污染量。歷年 NOx 及 SOx 排放量與可得 RTCs 分別如圖 4 (a) 及 (b) 所示。【SCAQMD, 2006】

(三) 跨州之氮氧化物管制方案及排放交易計劃 — 1998 年迄今

美國東北部之排放交易已發展為明確的市場機制及排放減量額度 (ERC) 市場，前者即聯邦環保署「州執行計畫」(SIP) 中對大型污染源操作要求之「核配市場」(Allowance market)；後者 (ERC market) 是為新建污染源所訂，可得額度依「空氣品質普通區域」(moderate areas) 及「空氣品質嚴重區域」(serious or severe areas) 而有所不同；此二項計畫均屬行政命令管制與自由市場機制之結合【Klodowski, 2003】。

「NOx 核配額度交易計畫」(NOx Allowance Trading Program) 之目的係藉由減少大型電廠及部份其他污染源之 NOx 排放來達成美國東北部地區之地表臭氧污染改善。係於 1999 年 5 月開始生效，13 個隸屬「臭氧傳輸委員會」(Ozone Transport Commission, OTC) 之會員州對大型電廠(係指大於 250mmBtu/小時之電力設施、15MW 以上汽電共生設備及大型蒸氣鍋爐) 操作所訂定計畫，並由聯邦環保署之 NOx 州執行

(a) 氮氧化物



(b) 硫氧化物

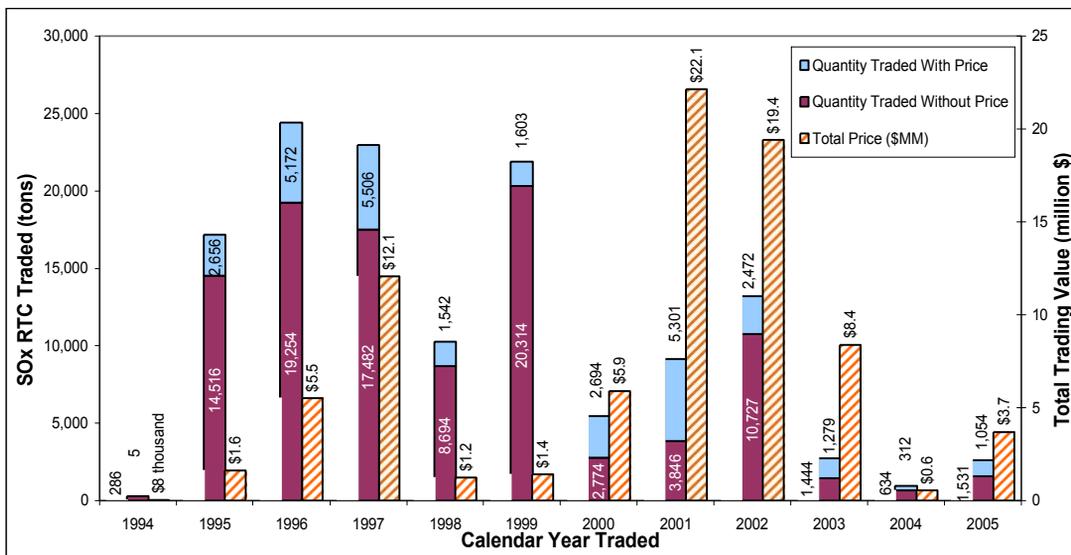
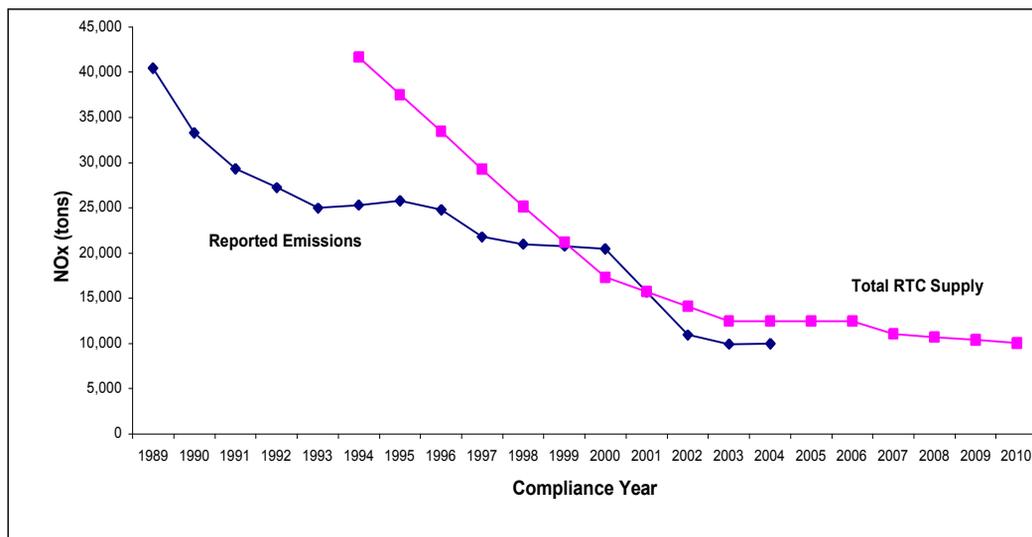


圖 3. 加州 RECLAIM 計畫排放權交易數量及價格
(資料來源：SCAQMD, 2006)

計畫命令(NOx SIP Call)擴展至密西西比州以東之大部份州，此法規對多數州已於 2004 年 5 月生效。NOx 核配額度交易計畫為每年販賣，單位為公噸/臭氧季節 (tons per ozone season)，政府單位必須設立排放總量 (emission cap)、分配可交易額度 (allocates the tradable allowances) 及執行系統運作。個別污染源之氮氧化物允許排放權乃以污染源歷年平均排放量為基礎分別核定。第一階段自 1995 年 5 月開始，第二階段自 1999 年 5 月開始，氮氧化物排放總量管制目標為 219,000 公噸，第三階段於 2003 年開始，氮氧化物排放總量管制目標為 143,000 公噸，實施範圍及內容如表二所示。截至目前為止，各州實施氮氧化物 (NOx) 排放交易計畫後，NOx 排放量較管制已低於 14 萬公噸目標，且

亦較 1995 年 29 萬公噸允許排放量顯著減少約 52%，對於減少酸雨也頗具貢獻。【US.EPA, 2003】

(a) 氮氧化物



(b) 硫氧化物

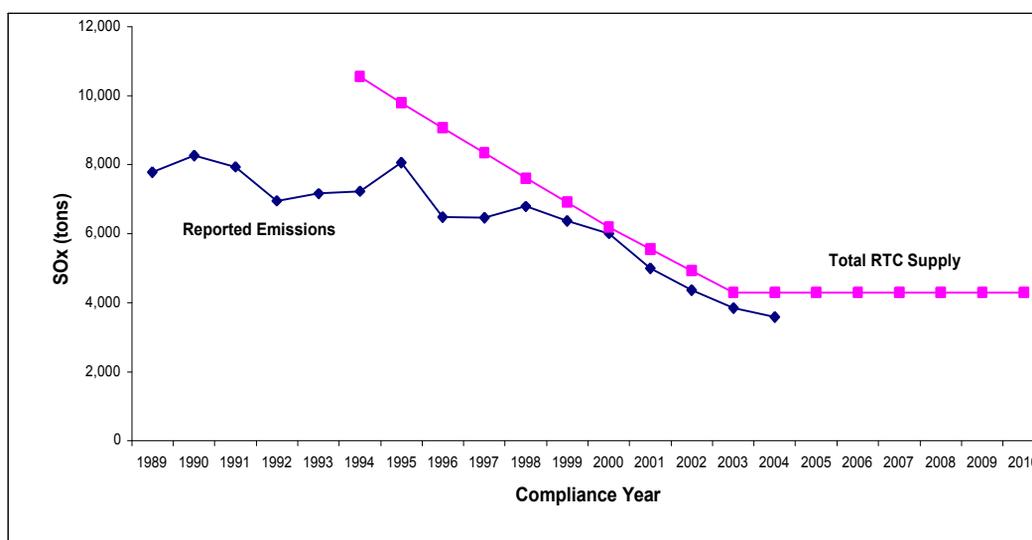


圖 4. 加州南岸空品區歷年排放申報量與 RTCs 供應量比較圖
(資料來源：SCAQMD, 2006)

「排放減量額度系統」(ERC system) 乃適合於所有新建之主要污染源 (major source)，一般包括 VOC 及 NOx 二污染物之排放交易，該規範為「新設污染源審核規範」(New Source Review, NSR)。NSR 對東北部各州之抵換要求設計是依「臭氧傳輸管制區」(Ozone Transport Region) 的觀念訂定各州 (statewide) 及跨州 (interstate) 間之 VOC 與 NOx 排放減量交易管制架構。主要污染源 (major source)、既存污染源之主要改建、或在原既存設施之新設污染源 (new source at an existing facility)，都須

購買比其估計產生排放量更多之排放量進行抵換。排放減量額度（ERCs）之單位為公噸/年，交易係以一次為基本；新設污染源之排放量抵換比率（offset ratio）需依其所在地點而訂，以賓州為例，多數地區抵換比率為 115%，在費城都會區內則為 130%【Klodowski, 2003】。利用排放減量額度最主要的限制是減量額度必須在同一個不符合標準地區內對相同污染物使用；由「較乾淨地區」產生之減量額度不可用於「較惡劣地區」，亦使得於空氣品質普通區域之 ERCs 額度容易買到，嚴重區域之額度則顯稀有珍貴。

表 2. 美國氮氧化物核配額度交易計畫實施期程及管制目標彙整表

階段	管制區域	削減排放目標	目標總排放量
1990 基準年	—	—	473,000 公噸
第一階段： 指定削減 (1995, 5~)	全區	約 40%的削減率	290,000 公噸
第二階段： 排放交易 (1999, 5~)	內區 (inner area)	約 65%削減率或 0.20 lb/mmBtu (以 1990 年輸入之熱值為基礎)	219,000 公噸
	外區 (outer area)	約 55%削減率或 0.20 lb/mmBtu (以 1990 年輸入之熱值為基礎)	
第三階段： 排放交易 (2003, 5~)	內區與外區 (inner & outer area)	約 75%削減率或 0.15 lb/mmBtu (以 1990 年輸入之熱值為基礎)	143,000 公噸
	北區 (northern area)	約 55%削減率或 0.20 lb/mmBtu (以 1990 年輸入之熱值為基礎)	
第三階段： 排放交易 (加入 SIP Call 各州)(2003, 5~)	不分區 但排除東北區	0.15 lb/mmBtu (以 1995-1996 年輸入熱值為基礎，並考慮成長量)	141,000 公噸

資料來源：US.EPA, 2003。

四、國內推動區域總量管制策略

(一) 排放總量抵換交易誘因制度

我國規劃推動空氣污染物排放抵換交易制度，主要精神係參酌美國及歐洲實施經驗及執行作法，並依據我國環境特性訂定之。目前規劃總量管制乃以分期分區方式推動，實施區域包括高屏、雲嘉南、中部及北部地區，未來將依各地區之空氣品質、地形及氣象條件、污染排放特性，計算該區各種空氣污染物容許污染量排放上限，分別訂定總量管制計畫公告實施。總量管制計畫明確規範轄內各縣市空氣品質改善目標及各種空氣污染物的排放量削減目標，各縣市政府即依據環保署所賦予的總量削減目標及空氣品質改善目標，訂定空氣污染防制計畫。

各縣市政府所訂之空氣污染防制計畫，規定轄境內之既存污染源應申報污染物排放量，並指定其應削減的排放總量及削減期限，既存污染源即應依規定期限及目標進行總量削減。倘若能採取有效的污染防制設施，致實際削減量較指定為多者，其差額即可向主管機關申請取得「差額排放量」，經認可的差額排放量可以自行保留，或與新

設污染源進行抵換或排放交易。另對於排放量達一定規模以上之新設污染源，皆規定應先採行環保署公告的最佳可行控制技術（BACT），以達到最佳防制效率及最低污染排放，並應自既存污染源取得足以抵換其新增污染量之差額排放量後，才能取得設置許可證。因此，實施總量管制後，區域的空氣污染物排放總量將不會再增加，並可逐年削減排放總量。圖 5 說明了未來我國總量管制排放量抵換交易制度運行架構情形。依照目前規劃情形與進度，未來我國總量管制推動乃採分階段依續推動，管制工作需中央及地方共同推動。

為推動我國總量管制制度及後端之排放量抵換交易制度，環保署近幾年已陸續公告與擬定相關之總量管制制度、配套法規、管制策略與措施等，以做為我國未來推動總量管制時的依據。現階段已公告「新（增）設或變更固定污染源空氣污染物排放量規模」（91.10.30）、「固定污染源最佳可行控制技術」（91.10.30）、「空氣污染物容許增量限值」（91.12.26）、「公私場所固定污染源申請改善排放空氣污染物總量及濃度管理辦法」（92.07.09）、「既存固定污染源污染物排放量認可準則」（92.07.23）、「空氣品質模式模擬規範」（92.12.25）；並於 2003 年成立空氣品質模式支援中心（Air Quality Modeling Center, Taiwan）。此外，亦已完成排放量認可與指定削減準則、固定污染源差額排放量認可/保留/抵換及交易辦法、固定污染源認可/指定削減/差額排放量查核制度、差額排放量之登錄系統等相關辦法草案之規劃。

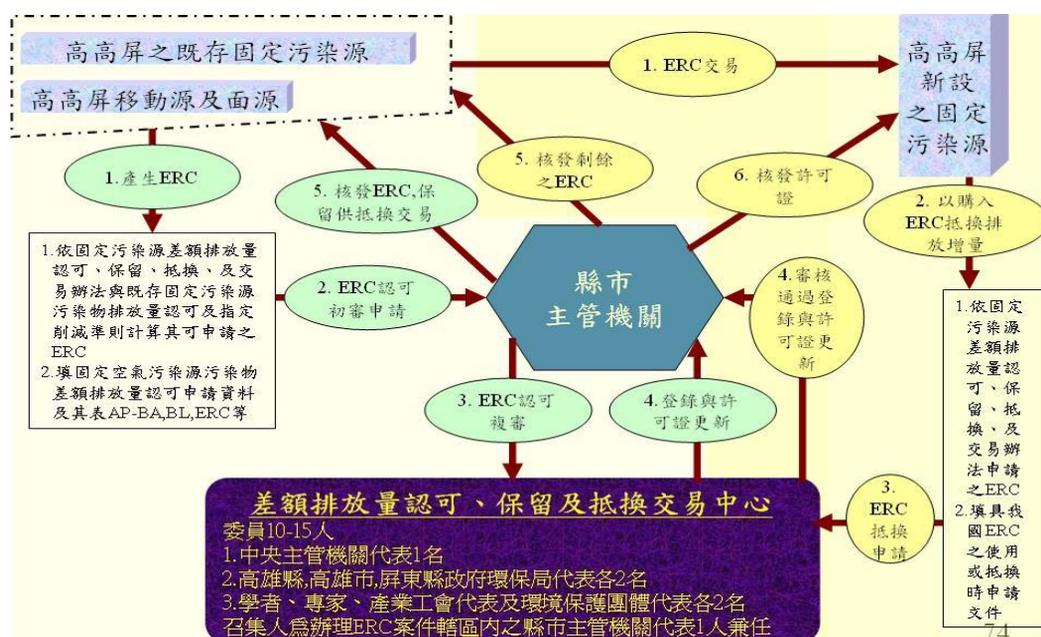


圖 5. 我國總量管制排放量抵換交易制度運行架構圖（草案）

（資料來源：環保署, 2004-2005）

（二）排放抵換交易制度階段重點

有關我國目前所規劃分階段推動排放抵換交易制度之實施內容及重點方向說明如下【環保署, 2004-2005】：

1. 第一階段：推動既存固定源自願參與排放量認可及保留制度

針對不符合空氣品質標準之空品區或公告之總量管制區，將針對一定規模以上之既存污染源，優先推動非強制性自願性差額排放量認可和保留制度。差額排放權產生方式，為固定污染源進行製程改善或加裝污染防制設備、移動污染源汰換或污染改善、運輸改善及任何可量化改善措施，能有效削減污染物之排放量，而低於主管機關指定須削減之排放總量者，其差額經主管機關認可後，即可保留作為差額排放權，其計算方式為：**【保留差額排放權 = 核定之排放權 - 實際排放量】**

差額排放權未立即使用得暫時儲存，俟其他污染源有需要時再將此排放權抵換其排放增量，並規定適當儲存時間以考量差額排放權及需求量之供需平衡，增加市場活絡性。此階段為鼓勵既存污染源可以自廠的實際需求參與並申請認可之差額排放量，在規劃時將於保留期限、條件與抵換使用方式提供較充份誘因，逐步累積市場足夠之差額排放量，以供下階段新設或變更污染源之排放量增量時之抵換來源。

2. 第二階段：新設污染源增量排放抵換交易制度

未達空氣品質標準之總量管制區內，將不允許污染物排放量增加，新設污染源除應採用最嚴格控制措施外，污染物增量須與同一總量管制區既存污染源或主管機關所保存之差額排放權，進行排放抵換後始得設立。為考量新設工廠能順利設置，達成環保與經濟兼顧的雙贏局面，差額排放量之方式及來源可同時由多方取得，使工廠順利取得差額排放量以設置新工廠。

未達成空氣品質標準總量管制區內之任何新設或變更污染源，必須先取得同區域至少 1.0~1.3 倍新增排放量之差額排放權，來抵換此新增污染量，另考量總量管制區內季風條件，規劃下風處之污染源得從上風處污染源取得差額排放權並進行抵換，但禁止上風處之污染源從下風處污染源取得差額排放權進行抵換。所有抵換及交易需為公開且公平透明方式進行，制度推動初期新設及既設污染源雙方採自行交易方式進行，交易熟絡後經仲介者居中交易，交易純熟後則會以期貨市場方式公開自由買賣，達到最佳經濟誘因機制。

3. 第三階段：指定既存污染源或特定區域排放量依期限削減

針對既存之一定規模以上固定污染源，規劃全面強制實施指定削減，並明確規範該類污染源逐年應削減排放量比例、最終削減量目標及達成之目標年，未能達到指定削減要求的既存固定污染源，則必須以自廠抵換或進行污染改善的方式，使污染源於一定期限內符合指定削減的要求，以替代加嚴標準之施行，提供業者更具彈性且更經濟之改善方式。

當既存者進行改善，其污染排放量低於指定削減排放量時，可依相關規定向主管機關申請差額排放量，本階段取得之差額排放量，將依空氣品質改善需求逐漸縮短其儲存期限，調整為 2-3 年儲存期限，以增加市場活絡性。且前述差額排放權使用限制包括：不得用來抵換移除污染防制設備之增量、不得用以規避排放濃度之限制、不得用來抵換有關設置/操作許可規定之遵循條件、不可用以規避新設污染源最佳可行控制技術之規範。

五、結論

排放抵換交易制度有足夠誘因讓業者主動進行污染改善工作，是改善空氣品質的重要策略之一，且其實施範疇已逐漸由區域性及全國性的管制策略，擴大使用於國際間削減溫室效應氣體之排放量，以解決跨國空氣污染物傳輸及溫室氣體減量之問題。

南加州推動區域空氣品質改善及 RECLAIM 計畫經驗具有如下特徵：

- ◎分階段依序推動：於 1977 年即優先推動排放抵換制度，以避免區域之污染量增加，於 1993 年起再針對既存重大污染源實施 RECLAIM 經濟誘因計畫。
- 排放交易制度係針對重要污染排放源進行總量交易（Cap & Trade）管制，除此管制措施外仍同步推動許多有關固定源、移動源及面源⁴¹相關管制措施與法規，方能有效改善區域空氣品質及污染總量。
- ◎分析 RECLAIM 計畫之交易量、交易件數、交易額度及其減量成果，顯示排放抵換交易制度係具有經濟誘因及管制彈性，得以替代加嚴排放標準作為一種政策工具。
- RECLAIM 計畫推動初期，亦面臨部分污染源爭取最有利的核可允許排放量及基準年活動強度，且須執行精確計量、申報及追蹤查核規定，致污染量削減成效較為有限，惟實施三年後污染源開始進行污染防制，有效削減硫氧化物及氮氧化物排放量。

我國規劃推動之排放抵換交易制度，參酌各國的實施經驗與優點，建制過程則會整體考量並詳細探討排放抵換交易執行技術與執行的可行性、社會的可接受性、空氣資源利用的公平性、制度的完善性及未來排放抵換交易市場之機能。未來我國實施總量管制相關工作，宜參酌南加州空氣品質改善推動經驗，先制定並推動臭氧及懸浮微粒空氣品質改善計畫（O₃ Plan/PM Plan），在固定污染源管制方面亦宜優先實施排放抵換制度，未來再依需要推動公開市場之排放交易制度。期望能運用本制度，有效降低污染排放量，並改善部份空氣污染嚴重地區之空氣品質。

參考資料

行政院環境保護署網站資料，國外空氣污染總量管制經驗，<http://www.epa.gov.tw/F/空氣品質保護政策演進/國外空氣污染總量管制經驗.html>

財團法人中技社(1999)，固定源空氣污染物排放量削減計畫作業系統建置規劃，行政院環境保護署委託計畫。

財團法人中技社(2004-2005)，《總量管制建置計畫（一）（二）》，行政院環境保護署委託計畫。

黃宗煌等譯(1984)，《環境經濟學與政策》，聯經出版社。

蔡守秋(2002)，「論排污權交易的法律問題」，武漢大學環境法研究所。

⁴¹ 空氣污染源係指排放空氣污染物之物理或化學操作單元，可廣泛分成移動污染源及固定污染源。移動污染源指因本身動力而改變位置之污染源，包括：車輛、火車、飛機、船舶、施工機具等；移動污染源以外之污染源統稱為固定污染源，包括工商廠場等集中之固定點源(例如：工商業用鍋爐、焚化爐、油庫、加油站)及較分散之固定面源(例如：土木施工、道路揚塵、露天燃燒)。

Barry R. W., et al. (2005), Annual RECLAIM Audit Report for the 2003 Compliance Year, SCAQMD.

Barry R. W., et al (2006)., Annual RECLAIM Audit Report for the 2004 Compliance Year, SCAQMD.

California Air Resources Board (CARB) 網頁資料, New Source Review Permitting Programs, <http://www.arb.ca.gov/nsr/nsr.htm#credits>, updated 2006.03.

California Air Resources Board (2006), Emission Reduction Offsets Transaction Cost Summary Report for 2005.

Harry F. (2003), Emission Trading in the Northeast, AWMA 96th Annual Conference,.

SCAQMD (1993), A Market Incentive Air Pollution Reduction Program for Nitrogen Oxides and Sulfur Oxides.

SCAQMD 網頁資料, Background - What is RECLAIM, <http://www.aqmd.gov/reclaim.html>.

SCAQMD (2005) Regulation XX, Rule 2002. Allocations for Oxides of Nitrogen (NO_x) and Oxides of Sulfur (SO_x) .

US.EPA (2005), Acid Rain Program 2004 Progress Report.

US.EPA (2003), NO_x Budget Trading Program: 2003 Progress and Compliance Report.

政策動態

✦ 2008 年全面強制柴油添加 1% 生質柴油

行政院院會 11 日核定生質柴油與汽油實施計畫，初期將推廣添加 1% 生質柴油在柴油中的 B1 柴油，以及添加生質酒精 3% 在汽油中的 E3 汽油。綠色能源計畫，將率先推廣生質柴油應用於公車。行政院規劃，10 月起以差價補貼部分縣市公車購買加入 5% 生質柴油的 B5 柴油；96 年 7 月起，將選擇兩個縣市的加油站，供應生質柴油。

經濟部長陳瑞隆 11 日宣布，2008 年全面實施綠色能源，將強制所有柴油添加 1% 生質柴油；至於生質酒精，從 96 年 9 月開始試辦，2011 年強制所有加油站在供應傳統汽油之際，也將同時供應酒精汽油。經濟部初期會採差價補貼策略，提高使用生質汽油的誘因。

✦ 行政院版能源稅條例草案初步定案

能源稅條例會以貨物稅為主體，原先考慮納入的汽燃費、空污費、土汙費和石油基金暫不納入。能源稅採從量課稅，汽油每年每公升加徵 1 元，柴油及煤油每公升加徵 0.8 元，航空燃油每公升加徵 0.1 元。天然氣每立方公尺加徵 0.07 元，液化石油氣則至第九、十年應稅額各為每公斤 0.75 元及 0.84 元。能源稅各稅目將分 10 年逐年累加，液化石油氣除外，每年約增加 100 億元稅收。

稅收成長的部分，將用來從事銷售稅和所得稅減稅方案。決定第一年優先取消家電貨物稅，其餘飲料、平板玻璃、橡膠輪胎等三項往後順延一年，開徵後第二年再取消，並取消娛樂稅及印花稅。

我國薪資特別扣除額今年調升為七萬八千元，財政部提出配套第二年才有調升薪資特別扣除額空間，第二年調升一萬二千元可達九萬元，第三、四年再調高一萬元，至少三年內可達薪資特別扣除額達十萬元水準，最快民國一百年左右即可達到此一水準，若稅收再增加，將會視情況再往上增加。

汽燃費第一階段暫不取消，視稅收狀況併入能源稅再取消。財政部估計，總計課徵能源稅十年稅收二千七百億元，但扣除現油氣類貨物稅，娛樂稅、四項貨品貨物稅，薪資特別扣除額及汽燃稅，十年後能源稅收約在一千億元左右。

✦ 浮動油價實施後，下階段推動浮動電價

中油 9 月起實施浮動油價，中油汽、柴油價格，日後將依美國西德州中級原油(WTI)價格浮動，於每周二定期公布，參考前一周星期二至本周星期一的 WTI 價格區間，依該區間油價漲、跌的幅度，做為調整汽柴油價格的依據。

目前電價調漲，不管漲幅多少，都須送電價諮詢委員會審議，台電在 95 年稍早提出的電價調漲方案，就曾爭取實施浮動電價制度。根據台電規劃的浮動電價公式，只要國際燃料成本的漲、跌幅超過 1.5%，就會啟動這項機制。

經濟部長陳瑞隆指出，雖然台電 7 月已調整電價，但電價已很久沒有調漲，7 月調漲後的電價仍然偏低。因此，未來如果實施浮動電價，往上調漲的機會比較大。根據經濟部的資料，台電前八月稅前虧損 108.2 億元，台電主管透露，今年虧損可能達 150 億元。至於中油，今年 1~8 月稅前虧損為 253.7 億元，預估今年虧損規模在 250 億元上下。合計中油、台電兩家國營事業今年稅前虧損將高達 400 億元，雙雙創下虧損新高。

✿ 英國支持以碳交易取代對飛機燃料課稅

在 1990 到 2004 年間，飛機所排放的二氧化碳量增加了 85%，為抑制飛機排放溫室氣體增加的趨勢，英國支持透過歐洲的排放交易機制，以解決國際航線二氧化碳排放的責任歸屬，英國氣候變遷部長同時提及：單方面對飛機課徵燃料稅，有可能扭曲飛行路線。英國也考慮對旅客課稅，將稅收投資於植樹計劃，以彌補其二氧化碳排放量。

英國希望將所有飛機排放量都納入歐洲的排放交易機制，而不只是歐洲的飛機，由於美國至今未對限制溫室氣體排放提出強硬的措施，英國此舉最大的挑戰將是尋求美國的支持。

資料來源：<http://www.planetark.org/dailynewsstory.cfm?newsid=38398&newsdate=06-Oct-2006>

✿ 澳洲出資興建全世界最大的太陽能電廠

澳洲政府宣布興建全世界最大的太陽能電廠，以對抗全球暖化的趨勢。澳洲政府對這項 4 億 2000 萬澳幣(約 3 億 1900 萬美金)，用在維多利亞州興建 1 億 5400 萬瓦特太陽能電廠的計劃，投資 7500 萬澳幣(約 5700 萬美金)。

澳洲政府同時對一項總經費 3 億 6000 萬的計劃，投資 5000 萬澳幣以降低維多利亞州燃煤電廠二氧化碳的排放。

資料來源：<http://www.enn.com/today.html?id=11516>

✿ 加拿大排放交易計劃

蒙特婁交易所是加拿大的證券、貨幣、衍生性金融商品的交易市場，目前正規劃於年底開辦二氧化碳排放權交易。蒙特婁交易所和負責美國自願排放交易市場的芝加哥氣候交易所(Chicago Climate Exchange)合夥。

2002 年加拿大的自由黨政府批准京都議定書，將於 2008-2012 年降低溫室氣體的排放，但目前加拿大的排放量急遽上升，保守黨政府表示：加拿大無法達成京都目標。

歐洲氣候交易所(European Climate Exchange)在 2006 年的前 8 個月，交易量達 257 百萬公噸，而芝加哥氣候交易所及其他分支機構僅有 8 百萬公噸的交易量，聯邦政府的政策為最主要的障礙。

資料來源：<http://www.planetark.org/dailynewsstory.cfm?newsid=38347&newsdate=03-Oct-2006>

✿ 德國可再生能源發電比重顯著增加

德國聯邦統計局公布的最新數字顯示，可再生能源發電量在德國發電總量中所占的比重已由 1991 年的 3.2% 上升到去年的 10.2%。

據統計，2005 年德國風力發電量占總發電量的 4.3% (1991 年僅為 0.02%)，水力發電量占 3.4%。此外，德國還利用生物能、地熱能及太陽能等可再生能源發電。

除可再生能源外，2005 年德國核能發電量占總發電量的 26.3%，褐煤發電量占 25%，無煙煤發電量占 21.7%。

德國政府希望，到 2020 年，可再生能源發電量能占到總發電量的 20%。

資料來源：<http://www.dw-world.de/dw/article/0,2144,2199568,00.html>

會議資訊

國內會議：

✚ 重大投資案與能源稅之經濟衝擊與 CO₂ 減量效果說明會

主辦單位：清華大學永續發展研究室

時間：95 年 11 月 2 日

地點：台灣經濟研究院二樓會議室

資訊：<http://csd.hss.nthu.edu.tw>

會議主題：

- (1) 我國 CO₂ 排放基線：問題檢討與再推估
- (2) 我國十年來 CO₂ 減量成效與政策評析
- (3) 兩大投資案的 CO₂ 排放與經濟效果評估
- (4) 能源稅的 3E 效果評估

✚ 發展再生能源之技術創新與政策整合研討會

主辦單位：清華大學永續發展研究室

時間：95 年 11 月 20 日

地點：福華國際文教會館

資訊：<http://csd.hss.nthu.edu.tw>

會議主題：

- (1) 探討兩岸發展再生能源之政策制訂的機制、問題與績效、執行障礙與改善契機。
- (2) 瞭解兩岸在發展再生能源（尤其是生物能源）的技術研發方向及創新狀況，掌握未來技術發展的潛力、成本與效益。
- (3) 探討兩岸發展再生能源之技術創新的驅動力，並分析對能源結構、經濟成長、產業競爭、以及溫室氣體排放量的影響。
- (4) 瞭解再生能源發展政策之關聯性，並研析各項政策工具整合（policy integration）及制度整合（institutional integration）的準則，冀能提升發展再生能源策略的經濟效率與技術效率。

✚ 95 年中國能源經濟學會年會

主辦單位：清華大學永續發展研究室

時間：95 年 11 月 17 日

地點：中華經濟研究院國際會議廳

資訊：

會議主題：永續能源政策方向、溫室氣體減量策略、節約能源與能源效率、高油價之衝擊與因應、綠色能源科技發展、電力需求面管理

✚ 兩岸資源整合與海峽西岸經濟區建設學術研討會

主辦單位：福建師範大學閩台區域研究中心

時間：95年11月18~19日

地點：中國福建省武夷山

資訊：mtyjzx@pub6.fz.fj.cn

國際會議：

✚ International conference European Legislation to Promote Bioenergy

主辦單位：European Climate Platform (ECP)

時間：95年11月6-7日

地點：Brussels

資訊：www.aebiom.org

✚ The IASTED International Conference on Environmental Modelling and Simulation

主辦單位：IASTED

時間：95年11月29日~12月1日

地點：St. Thomas, US Virgin Islands

資訊：<http://iasted.org/conferences/home-556.html>

✚ The Pan-African Meeting Place for the Biofuels Industry

主辦單位：Eco Securtooes

時間：95年11月30日~12月1日

地點：Cape Town, South Africa

資訊：www.worldbiofuelsmarkets.com

✚ World Biofuels Markets Congress

主辦單位：GreenPower Energy Conference

時間：96年3月6-9日

地點：Brussels

資訊：www.worldbiofuelsmarkets.com

✚ 20th World Energy Congress: THE ENERGY FUTURE IN AN INTERDEPENDENT WORLD

主辦單位：World Energy Council

時間：96年11月11~15日

地點：Rome, Italy

資訊：www.rome2007.it

文獻新報

一、國內

台灣綜合研究院(2005)，《94年度能源使用之CO₂之排放減量策略規劃與機制建立》，經濟部能源局委託計畫。

台灣綜合研究院(2005)，《京都議定書生效對我產業之影響》，工商協進會委託計畫。

台灣綜合研究院(2005)，《整體能源政策配套措施可行性之研究》，經濟部能源局委託計畫。

白裕成、黃韻勳、吳榮華(2006)，「應用馬可夫轉換模型分析景氣循環與原油價格之關係」，能源季刊，第36卷，第3期，經濟部能源局，頁1-17。

李堅明(2005)，「後京都時期國際因應氣候變遷核心議題研析」，環境工程會刊，第16卷第1期，中華民國環境工程學會，頁5-12。

李堅明、孫一菱、莊敏芳(2006)，「台灣二氧化碳排放脫鉤指標建立與評估」，台灣經濟論衡，第4卷，第3期，頁1-24。

林偉凱(2006)，「京都議定書生效及其對台灣鋼鐵業的影響分析」，能源季刊，第36卷，第2期，經濟部能源局，頁2-12。

洪長春(2006)，「太陽光電市場之經驗曲線分析」，能源季刊，第36卷，第3期，經濟部能源局，頁105-136。

孫育伯、廖惠珠(2005)，「國際原油價格結構性轉變分析」，能源季刊，第35卷，第1期，經濟部能源局，頁63-73。

徐守正(2006)，「市場環境下保有合理發電容量準備之作法」，能源季刊，第36卷，第3期，經濟部能源局，頁29-43。

梁啓源(2005)，「京都議定書通過後對台灣經濟及產業之影響」。

黃宗煌、陳谷汎、林師模(2006)，「國際油價上漲的經濟影響評估」，台灣經濟論衡，第4卷，第6期，頁1-46。

經濟部(2006)，《我國綠色能源產業重點發展策略》。

葉俊榮(2005)，「台灣如何因應後京都議定書時代的發展」，新世紀智庫論壇，第29期，頁111-113。

歐洲聯盟研究論壇(2006)，《歐盟能源安全的全球戰略佈局研討會論文集》。

二、國外

- Asrar (2006), "Farm-based energy and sustainable agriculture: twin missions for the 21st century," *Agricultural Research*, Vol. 54, Iss. 8; pg. 2
- Bush (2006), "U.S. Energy policy," *Vital Speeches of the Day*, Vol. 72, Iss. 14/15; pg. 418
- Doren (2006), "Energy & Security: Toward a New Foreign Policy Strategy," *The Energy Journal*, Vol. 27, Iss. 2; pg. 182
- EU (2006), *The European climate change programme*
- European Environment Agency. (2005),. *Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2005*
- Felder (2006), "Electricity deregulation: choices and challenges," *The Energy Journal*, Vol. 27, Iss. 4; pg. 181
- Grigg (2006), "Environment, energy, and natural resources," *Journal of the American Planning Association*,. Vol. 72, Iss: 1, pg. 127
- Junichi O. (2005), "Current status and evaluation of electricity market liberalization in Japan, USA and Europe," *Institute of Energy Economics*, pg. 1
- Laffie (2006), "Home builders have new tax credit," *Journal of Accountancy*.. Vol. 202, Iss. 4; pg. 90
- Pizer, D. Burtraw, W. Harrington, R. Newell, and J. Sanchirico (2006), "Modeling economy-wide vs sectoral climate policies using combined aggregate-sectoral models," *The Energy Journal*, Vol. 27, Iss. 3; pg. 135
- Roques, W. J. Nuttall, D. M. Newbery, R. de Neufville, and S. Connors (2006), "Nuclear Power: A Hedge against Uncertain Gas and Carbon Prices?," *The Energy Journal*, Vol. 27, Iss. 4; pg. 1
- Shingo M. (2005), "Liberalization of the electric power market in Japan," *Kyushu Electric Power Company Inc*, pg 1
- Smith (2006), "Energy and sustainable development in Mexico," *The Energy Journal*, Vol. 27, Iss. 4; pg. 183
- The Federation of electric power companies of Japan (2005), *Electricity review Japan 2004-2005*
- Vogelsang (2006), "Electricity transmission pricing and performance-based regulation," *The Energy Journal*, Vol. 27, Iss. 4; pg. 97
- Woloski (2006), "Fuel of the future: a global push toward new energy," *Harvard International Review*, Vol. 27, Iss: 4, pg. 40