

能源與氣候變遷的危機與商機 -淺談溫室氣體與企業因應之道

黃正忠*

摘要

全國能源會議終於落幕了，擾攘之後，公私部門都應該要沉靜下來，從長計議。據估計，以目前耗能與替代能源科技發展的狀況，需要 20-50 年的時間，才有可能替換全球以化石燃料為主之 80% 的能源供應體系，再加上今後 10 年內聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)如何整合全球對抗氣候變遷，仍有許多不確定性，所以冷靜與深入的分析目前國際就能源與氣候變遷議題之政治角力的現況，以及未來能源發展的趨勢，遠比我們貿然使力來得重要。

本文的重點主要是從全球能源與氣候變遷問題的演進現況，檢討相關的風險與商機，以思索台灣企業因應之道。

【關鍵字】氣候變遷、替代能源、京都議定書

*社團法人中華民國企業永續發展協會秘書長

一、誰是要角？

歐盟雖然積極因應京都議定書的要求，但截至目前為止，一般認為原歐盟 15 國可能只有德國、瑞典及英國可達成第一階段的減量目標。英國之所以可以達標，主要原因在 1990 年代許多燃煤電廠改用天然氣，不過英國在 2003-2004 年溫室氣體(GHG)排放不減反升，就是因為天然氣近來價格大漲，導致許多電廠的燃煤量增加。

英國布萊爾政府採取比京都議定書更為嚴苛的標準，悍然決定要在 2010 年達成較 1990 年減 20% 的目標，但現實是在 2004 年 12 月 8 日被迫承認無法達標，只能達到減 14% 的成果(京都議定書英國的減量義務為 12.5%)。儘管如此，英國在 2005 年同時擔任歐盟及 G8 工業化國家的主席，已致力於將氣候變遷列為首要的議題。

國際能源總署(IEA)公佈的最新數據顯示，中國已成為繼美國之後，全球 CO₂ 排放排名第 2 的國家，若以全部的 GHG 計算，則排名第 7。CO₂ 排放排名前 22 的國家總排放量佔全球 CO₂ 的 80%，排名分別為美國(23.5%)、中國(13%)、俄羅斯(6.2%)、日本(5%)、印度(4.2%)、德國(3.5%)、英國(2.2%)、加拿大(2.2%)、南韓(1.9%)、義大利(1.8%)、與法國(1.6%)。

果然在 2004 年的 COP 10 會議中，除了美國外，中國問題成為熱門討論的關鍵議題。近年來，中國大陸缺電的危機日愈浮現，尤其中國許多地方因為缺煤緊張，而導致早已封礦的煤坑重新開採，卻因為安全狀況不周而造成多起傷亡慘重的礦災。以 2003 年為例，中國的煤、鐵、鋼、銅消耗排名世界第一，石油與電力的消耗，僅次於美國，排名世界第二。2003 年中國煤耗 15 億噸，佔全球的 30%，然而其 GDP 却僅佔全球 4% 不到。目前尚且如此，未來更不用說了。中國 2020 年的國家目標為 GDP 要成長 4 倍，達人均 4,000 美元。若耗能速率與經濟成長率相同，屆時中國的煤耗量將達 60 億噸。

據 BP 的統計，2003 年中國 GDP 成長 9.1%，但是能源需求卻成長了 13.8%，油、天然氣、煤與核能的消耗，均成長超過 10%，全球石油需求成長量中光是中國就佔了 41%，石油進口成長 32%。這些數據均顯示中國在未來對於全球氣候變遷所扮演的關鍵角色。

中國每年從耗能產生的人均CO₂排放量為美國的 8 分之 1；人均耗電量為美國的 13 分之 1。這正是中國不願意承擔溫室氣體減量承諾所辯解的理由。中國在 COP10 的談判代表指出，除非美國加入京都議定書，否則中國不會考慮任何新的減量議定書。中國重申，會協助國際社會進行減量，但不會削減國內的排放量。

對於後京都的新協定，中國設定了 4 項條件：

1. 已開發國家應負擔更高的承諾，而開發中國家應取得資金與技術援助。
2. 在有害成長與消弭貧窮的情況下，絕不會做出任何減量承諾。
3. 必須設法讓美國與澳洲回到京都議定書。
4. 必須提高更多的技術轉移，以協助減量。

二、「非京都」(non-Kyoto)的影響力不可忽視

京都議定書能否有效對抗全球暖化，的確令人存疑，因為目前批准的國家中，會受到管制的已開發國家排放量僅佔全球的 25%左右，更何況受到管制的 38 個國家中，只有 2-3 個國家可望達標。易言之，九成以上第一階段受到管制的國家，可能無法符合減量的要求。可是偏偏京都議定書對於無法達標的國家，根本沒有罰則。再者，京都議定書也是一個沒有貿易措施的規範，連 WTO 都尚未把京都議定書納入未來貿易與環境談判可能產生爭端的議題範疇。

如此一來，反而排放總量佔全球 75%的美國及其他未受管制的開發中國家，卻成了氣候變遷能否改善的關鍵，因此美國在去年 COP10 的會議中，儘管受到諸多責難仍穩若泰山，而布希在今年 7 月初的 G8 高峰會中，對於京都議定書仍持強硬態度。美國堅持開發中國家應列入管制，主要目標為中國、印度與巴西。

總的來說，即使京都議定書開始實施，受到減量管制的國家之 GHG 總排放量，僅佔全球的 25%，難怪許多人認為京都議定書對於改善氣候變遷並無太大功效。換言之，另外的 75%是關鍵，那就是美國、印度、中國、韓國等國家了。很明顯地，在 UNFCCC 底下，愈來愈多人已可接受，甚至積極為美國在「非京都機制 (non-Kyoto)」下加入 GHG 減量的陣營，尋求解套的方案。先進國家官方代表急於尋求一個趕快讓美國回到共同減量的機制。歐盟也建議 2012 年後，可採雙軌制，

也就是京都議定書與 UNFCCC 並行，以讓美國可以持續在公約的體制內不與京都機制脫節。

美國的影響力是不容忽視的，2004 年 11 月，阿根廷、巴西、中國、哥倫比亞、奈及利亞、俄羅斯、印度、義大利、日本、墨西哥、英國、澳洲和烏克蘭等全部共計 13 國，在美國的領導下，簽訂正式創立「甲烷到市場」伙伴專案^[1]的權限文件。此專案的目的在把甲烷轉換為具有價值的清潔能源，具有在 2015 年前每年減少 5 千萬CO₂當量公噸的潛力，相當於在馬路上一年減少 3,300 萬輛車子，或減少 50 座 500MW 的燃煤電廠之排放。美國承諾將在未來 5 年投入 5 千 3 百萬美元，在開發中及轉型中國家開發及執行甲烷回收能源再利用專案，由美國環保署領軍，結合美國國務院、能源部、貿易與發展署及國際發展署等的資源一起推動。

溫室氣體減量的投資必須有企業的支持，減量的成本與效益是企業投資決策的重要考量，將來碳排放權能否全球流通，是企業投資風險評估的要素。面對現實與來自企業界的壓力，連歐盟都不得不正視京都體系與非京都體系未來融合可能所產生的問題。目前英國正在帶頭檢視歐盟排放交易體系之排放權，與非歐盟之 CDM 減量信用額度，及未來美國東北部 8-9 個州在 2006 或 2007 年實施的排放權之相互承認與交易的問題。京都機制與非京都機制的排放權或信用額度，將因為這些努力，在未來有更高的機會可以融合，而不致於使企業在減量投資上面臨不同體系無法交易的風險。跨國企業對於此趨勢的發展，表示高度的歡迎。

從這些發展來看，因應京都議定書生效，我們身為非公約成員國，要注意及密切觀察的是以美澳為首的非京都體系，如何進行盤查與減量專案，如何主導國際減量的投資，以及京都體系積極為未來與非京都體系相容鋪路的方向。

三、CDM 真有這麼容易？

CDM 的相關程序一直以來即成為來自金融界與工商界強力抨擊的對象。在 2004 年 COP10 中，企業界批評 CDM 批准程序過於複雜，也受限於 CDM 執行理事會最近批准所通過關於建立專案額外性(additionality)的工具與方法學。對於 CDM 專案的範圍過於狹小，且 CDM 執行理事會在批准 CDM 專案上的進度又相當

緩慢，這些業界代表也表達了他們的失望。企業界期待每年批准通過的專案數目應該數以千計，而不是現在的個位數。

再者，目前 CDM 的決策與審核過程太過繁瑣、冗長與不合理，成本與時程對企業來講都太高。目前平均核定一個 CDM 專案的時程要 13 個月，準備作業的成本就要 47,000~270,000 美元。企業界認為審核的時程必須在 6 個月以內，否則空有此彈性機制，卻無法有效吸引廣大的企業界參與。

如何運用 CDM，無論是投資國與主辦國，其實是各有不同立場。國際永續發展研究中心（IISD）針對 COP 10 期間的場邊會議所做的簡要分析即指出：「各開發中國家與區域人人想當領導者，並為自己尋找最合適的定位。大家認同 CDM 相關專案確實能為非附件一國家帶來額外的巨大利益。」

四、風向球

關於後京都時期溫室氣體減量方式所設計的各種方案，目前有包括產業法 (sectoral approach)、會聚機制 (converging mechanism)、自願性協定 (voluntary agreements)、清淨科技 (clean technologies)、總量管制與交易系統 (cap and trade system)、束縛性國家目標 (binding national targets) 等。地方性與國家層級的行動，也提供了未來氣候變遷管控體系多元性的可能之一。

2005 年 3 月 10 日歐盟各國環保部長集會，提出 2020 年設定較 1990 年低 15-30%，2050 年較 1990 年低 60-80% 的減量目標草案，供 2005 年 3 月 22-23 日的歐盟領袖春季峰會核定。歐盟在 2005 年 2 月發布一項 2012 年氣候政策的策略文件中，歐盟執委會已表明拒絕設定精確的目標，而聚焦在把世界上主要的碳排國家，納入全球共同減量的體系中。歐盟領袖峰會最後決議「應考慮」在 2020 年設定 15-30% 的減量目標，而在德國與奧地利的堅持下，否決了部長會議所提在 2050 年設定 60-80% 減量目標的提議。歐盟領袖也堅持 2020 年 15-30% 的範圍，須考慮未來如何達成目標的工作而定，包括成本效益的面向。此決議可能將會與 2005 年 11 月 28 日至 12 月 9 日在加拿大蒙特婁舉行的 UNFCCC 締約國大會 (COP11) 的談判結果有密切關聯。歐盟領袖強調未來的談判，應達成促使所有國家加入減量合作

的目標，無論是新興國家或開發中國家，應把耗能大國納入減量範圍，如中國及印度。歐盟雇主組織 UNICE 對歐盟領袖同意 2020 年的特定減量目標，表示失望，他們主張應與其他全球的伙伴共同商議減量目標。環保團體則批評 2020 年新目標太過模糊，「地球之友」(Friends of the Earth)即主張歐盟每年都要有定額減量，到 2020 年應達減量 30%。世界野生動物基金會(WWF)則認為，歐盟領袖現在要回去在自己的國家追蹤減量工作的落實與成效，在下列領域中作出進一步的決策，包括能源效率立法、再生能源目標，強化歐盟排放交易體系等。

2005 年 6 月，全球 100 家績優跨國企業暨多國企業永續發展協會，齊聚日本愛知博覽會，商議地球與企業如何邁向永續發展。世界企業永續發展協會(WBCSD)2005 年代表大會暨總裁峰會，於 6 月 6 日至 10 日在日本名古屋暨博覽會會場舉行。杜邦、BP、Shell、P&G、Lafarge、Sony、Toyota 等公司總裁均出席此盛會，探索科技、商機、責任、優勢、文化、自然睿智與明日世界邁向永續發展的旅程，為人類勾勒出 21 世紀企業永續發展的藍圖。

WBCSD 未來 10 年將把資源投入在「能源與氣候」、「發展」、與「企業的角色」等三項焦點的領域，能源與氣候將關注的議題如下：

1. 未來 25 年能源需求成長的 62% 來自開發中國家，尤其是亞洲
2. 化石燃料仍是未來 25 年的主要能源
3. 能源價格勢必持續上漲，油與氣的供應安全，日益受到關注
4. 儘管京都議定書生效，但仍缺乏長期的全球性架構，來解決氣候變遷的問題
5. 政府因應行動增多
 - (1) 英國布萊爾與 G8
 - (2) 布希：核能及能源效率
 - (3) EU 排放交易
6. 碳捕捉及貯存研發經費增加
7. 企業界的意見與力量日愈受到重視
8. 能源效率逐漸成為焦點
9. 對替代能源的興趣日愈增高
 - (1) 核能

(2)大型水力發電

(3)再生能源

10. 對清潔煤技術(clean coal technology)的興趣日愈增高(用於碳捕捉及貯存)

11. 後京都時期及非京都體系的解決方案

經過討論後，總裁們針對於 WBCSD 未來的焦點領域，訂出優先議題，「能源與氣候變遷」領域獲得 66%的總裁支持，總裁們認為應列為首要領域，而企業應關注的關鍵議題，主要有：

1. 能源效率

2. 創新與研發支出

3. 與利害相關者的溝通和議和

4. 開發中國家的問題

跨國企業評估，因為能源價格攀升，以及油氣取得及供應的安全性考量，使得各界對於「能源效率」提升的問題興趣日益增高。可能成為溫室氣體排放管制之外，成為未來國際談判的新議題。聯合永續發展委員會(UNCSD)已決定在 2006-2007 的大會中聚焦在「能源」議題，因此 WBCSD 將與國際商業總會(ICC)和世界能源協會(World Energy Council)合作，將在 2005 年元月正式成立一個「企業能源行動聯盟」(Business Action for Energy, BAE)。全球績優跨國企業對於能源與氣候變遷的態度和做法，值得我們密切觀察。

五、日本領航

筆者在 2004 年曾寫過幾篇文章，說明了日本在因應能源與氣候變遷上現況，在此不再贅述。日本企業為因應歐盟反污染的新指令及京都議定書，大幅削減工業及產品中鉛與有毒物質的使用，積極開發太陽能，以及從甜菜中研發生物可分解塑膠，這些均使得日本企業在永續發展領域取得全球領先的地位。以日本的電子及汽車業為例，產品行銷全球，而近年來，這二個產業也率先成為產業環保化的先鋒。日本政府一直想要採用碳稅來抑制溫室氣體，但遭企業界強烈反對，但是企業並未怠於減量，反而積極帶領日本邁向減量之路。富士通(Fujitsu)設定 2004 年耗電、

油與氣要較 1990~91 年水準減量 25% 的目標，結果以 28.6% 的結果超標。富士通、富士通實驗室有限公司與 Toray Industries, Inc 於 2005 年初宣布，三家公司聯合研發的環保筆記型電腦，將應用在富士通 2005 春季推出的 FMV-BIBLO NB80K 型，外殼 50% 源自植物塑膠外殼，不僅減少了石油塑膠的使用，產品的生命週期中 CO₂ 減量達 15%。東芝(Toshiba)要求旗下工廠商與實驗室 2010~11 要較 1990~91 減量 25%，但是 2003~04 即已達到 10% 的減量。

日本產業經濟省(METI)所屬的「獨立行政法人新能源·產業技術綜合開發機構」(New Energy and Industrial Technology Development Organization, NEDO)，專門資助使日本成為更綠化經濟的計畫，2004~05 共有預算 22.74 億美元，其中 14.95 億美元用於研發。NEDO 利用 2005 年為期半年的愛知國際博覽會，來展示日本對環境友善的科技，例如日本館採用燃料電池與太陽能，博覽會所在地即為日本最大的企業豐田汽車的故鄉，Toyota 是世界第一家在車內零件使用生物塑膠的汽車廠，已經興建生產 1,000 噸來自甜菜的生物可分解塑膠。Toyota 與 Honda 也是全球首先製造使用氫燃料電池汽車的車廠。根據日本汽車檢驗協會的數據，目前全日本已有 29.2 萬輛的汽車使用天然氣。日本目前也是全球太陽能的領先者，以發電量計，2004 年全球 51% 的太陽能光電池係由日本製造。其中，Sharp 已連續 5 年蟬聯全球光電池產量排名第一，佔 27%，另一家日本企業 Kyocera 則佔世界第二。

日本環境省在 2005 年 4 月公佈自 1991 年以來，每年定期舉行的日本企業環保活動調查結果，最新調查的問卷寄發給日本 6,354 家上市公司，有效回覆 2,795 家企業。60% 回覆的企業有訂定環境目標，較上年度高 3%。有完整環保活動方案者佔 65.7%，較上年度高 5%。在揭露方面，39.7% 表示已公開環境資訊，較上年度上升 3.8%。回覆之企業在 2003 年度共有 743 家發行環境報告書，另有 238 家將在 2005 年會計年度發行環境報告書。65.5% 的企業認為需要環境績效評等系統，以讓社會公斷企業的環保活動。結果也顯示，愈來愈多的日本企業開發與環境相關的商機，同時積極推動防止氣候變遷惡化的工作。

日本處心積慮要在 GHG 減量上，比歐盟略勝一籌，日本企業當然也不落人後，目前已成為全球排放權市場的要角。日本在京都議定書中的減量目標，為 2008~2012 年間的平均排放量，得降為 1990 年水準(12.4 億噸 CO₂ 當量)再減 6%。日本政府 2002

年 3 月修訂的減量方案為：國內減量 0.5%，森林吸收 3.9%，另外短缺的 1.6% 則將取自排放權的購買。不過日本在 2002 年的排放總量，較 1990 年高出 7.6%，每年達 13.3 億噸。減量之困難可想而知，對外購買排放權，已成為必要的選擇。以下簡要介紹截至 2005 年初日本公私部門投入減量交易的進展：

- 2004 年 9 月，Sumitomo 公司開始向聯合國進行在印度從事氟氯碳化物(CFCs)減量專案而產生 5 百萬 CFCs 減量的註冊作業，成為全球在 CDM 機制下第一家註冊轉移排放信用額度的公司。
- 2001 年三菱等公司與一家美國公司在日本聯合成立一家專門仲介與轉移排放信用額度給日本企業的公司。
- 2002 年三井公司也與一家美國公司合資投入 CDM 業務。三井表示，自俄羅斯批准京都議定書後，來自日本企業詢問相關業務的狀況比以前更為熱絡。
- 伊藤忠、Marubeni 與 Sojitz 等公司也相繼開始尋求進入排放信用額度交易市場的可能性。
- 日本政府目前已核定 12 個 CDM 專案，其中有 7 個是由電力公司所投資。東京電力公司在智利投資一個從養豬場收集甲烷的專案，而可以取得 40 噸的排放權。Chubu 電力公司則因為在泰國投資一個興建以稻草為燃料的電廠，而可以取得 8.4 噸的排放權。
- 2004 年 12 月 1 日，包括三菱、東京電力、Toyota 與 Sony 等 35 家公司，集資 1.415 億美元的資金，在日本國際合作銀行與日本開發銀行的協助之下，成立一個「日本溫室氣體減量基金」(Japan Greenhouse Gas Reduction Fund)，將在開發中國家投資再生能源、廢棄物管理與化學製程升級等專案，以換取 CO₂ 減量信用額度。這是亞洲第一支碳基金，也是日本達到減量目標的重要措施，預計在 2012 年前，取得 1 千到 2 千噸的 CO₂ 排放權。日本政府特別成立了一家碳金融公司 Japan Carbon Finance 來營運此碳基金。
- 日本經團連在因應氣候變遷上的自願性措施及盤查方案也是領先全球，2004 年共有 34 個日本產業加入盤查，佔所有產業排放的 45%，由公司提報給公會，公會再彙整提報給經團連。日本政府與企業界的合作夥伴關係，已被視為是日本溫室氣體減量最重要的途徑之一。

- 日本電子設備製造廠採鐵路運輸來削減CO₂排放

日本電子公司在產品運輸型態上，為了降低溫室氣體排放，正在發生重大的變革，逐步擴大對鐵路運輸網的使用。以三菱電子為例，自 2005 年春起，該公司在大東京地區，把起動器與其他自動設備之零件交貨給客戶的運輸，把過去仰賴火車運輸的 10% 提高到 82%，此舉每年可降低 420 噸CO₂，減量達 83%。松下電器也自 2005 年春起，將神戶廠的汽車音響設備及其他零件，以鐵路運輸方式交貨。松下初期將先以鐵路來運輸從客戶收集來的零件箱，到了 2005 年夏天再開始運輸成品，希望此舉CO₂可減量 70%。若一切順利，將擴及其他廠的產品運輸。三菱電子的目標是在 2003 至 2005 年的三年會計年度內，公司的CO₂總排放量要較 2002 年減量 20%。松下則是從 2003 年至 2010 年，要較 2002 年減量 15%。

歐盟與日本企業在全球 GHG 減量投資專案上的競爭，已經日愈的白熱化，不過日本國內的減量專案則明顯較歐盟略遜一籌，因此認為日本國內減量工作應急起直追的呼聲日愈增高。

六、南韓揚帆

南韓為全球 GHG 排放第 9 的國家，雖未在 2008-2012 第一階段管制期被要求減量，但已正式宣稱將自願進行減量。南韓環保部長 Kwak Kyul-ho 2004 年 12 月在 COP10 部長級會議的演講中重申，對於京都議定書的管制目標，南韓恕難照辦。但是他指出，UNFCCC 需要發展一個新方法，以鼓勵發展中國家進行自願性的減量。南韓對於雙邊與多邊國際合作減量的興趣日愈濃厚，2004 年 12 月與墨西哥簽訂合作備忘錄，雙方同意在後京都時期共同合作，包括重要產業的排放計算、如何為必要的減量做好準備、交流減量方面的科學與技術資訊，以及調適減量壓力的政策制定架構等。值得注意的另一點，墨西哥是全球第一個與世界企業永續發展協會(WBCSD)合作，正式引用「溫室氣體盤查議定書」(GHG Protocol)作為全國溫室氣體排放盤查的國家，故韓國應用 GHG Protocol 到國家層級的排放盤查，應該是遲早的事。此外，2005 年 12 月南韓也與加拿大共同同意簽署一項合作備忘錄，將就包括 CDM 在內的各種減量行動，進行長期的合作。

南韓預期有可能自 2013 年起，被要求加入減量義務。南韓經濟由於太過倚賴能源密集度高的產業，如石化、鋼鐵、水泥與其他製造業等，因此排放量仍將持續增加，這也是南韓不得不戒慎恐懼的主要理由。南韓環保部長在 COP10 部長級會議中的專題演講，意謂南韓身處 OECD 會員國，排放排名世界第 9，但卻列名開發中國家的處境已被盯上，並且正式浮出國際檯面。

韓國大企業已積極準備因應溫室氣體減量的工作。南韓最大的鋼鐵公司 POSCO 也是 CO₂ 的最大排放源，佔南韓 CO₂ 總排放量的 10%，該公司表示，其能源效率僅次於歐盟與美國，若以日本為 100，POSCO 的能源效率為 105，歐盟的鋼鐵公司為 110，而美國的競爭對手居首，為 120。POSCO 在條鋼鑄造的製程上，改善許多能源效率上的缺失，某些製程甚至節省 85-90% 的耗能。該公司也積極研發 Ultra Low Carbon Dioxide Steel，這是一種低碳煉鋼技術，2002 年歐盟的鋼鐵公司也共同開發類似的科技。POSCO 也出售溶渣水泥給需要的公司，對南韓的節能與 CO₂ 減量，也有不小的貢獻。

LG 化學公司正在規劃成立一個溫室氣體任務小組，目的在盤查與訂定 2006 年各單位的減量目標。該公司希望藉此凝聚公司的因應能力，之後再考慮碳交易方面的工作。現代汽車則以燃料效率和柴油車種，作為該公司的重要方針，目標為在 2012 年前柴油車產量提高到總產量的 50%。該公司也在製程中引進節能科技以提高能源效率。其他還包括發展油電雙動力汽車、引進碳排放交易體系及風能與太陽能等。

三星電子也朝每年削減 4% 溫室氣體排放的方向努力。儘管如此，韓國綠色基金會批評，目前大公司仍只是劃大餅，行動力仍不足。該基金會強調韓國需要的是企業間的合作，而非個別公司單獨行動，也呼籲政府出面整合，並協調一項聯合的減量方案。

韓國，一個讓我們看得見其因應能力不斷提升的國家，早已把台灣遠遠拋在後面。

七、碳資產與商機

即使美國布希政府仍拒絕批准京都議定書，但是許多人相信美國的跨國公司絕無僥倖機會。以杜邦為例，全年 269 億美元的營收，有 3 分之 1 來自批准京都議定書的國家，因此杜邦早在 10 年前就積極展開 GHG 減量工作，至今已減量 65%。此外，美國東北部 9 個州及亞特蘭大中部地區，均計畫在 2005 年實施總量管制與交易(cap-and-trade)體系。

美國雖然在再生能源科技方面落後歐盟，但是仍然堅持科技才是解決氣候變遷最有效的方法，近年來美國每年均耗資 50 億美元在減緩氣候變遷的新科技研發上。以奇異(GE)公司為例，「Ecomagination 專案」是 GE 對於因應下列挑戰的承諾，諸如需要更清潔、更有效的能源，降低廢氣與溫室氣體排放，以及尋求大量清潔的水資源。GE 有許多因應這些挑戰所研發創新的科技、產品與服務，該公司表示將準備開始靠 ecomagination 來賺錢。GE 2005 年 ecomagination 的產品營收為 100 億美元，預計到 2010 年將成長 2 倍，達 200 億美元。2005 年 ecomagination 產品的研發費用為 7 億美元，2010 年將成長 2 倍達 15 億美元。

2005 年美國股東大會旺季，截至 2005 年 2 月 17 日止，根據投資人組織 Ceres 和 Interfaith Center on Corporate Responsibility 的統計，在美國有 31 項排入股東大會議程的股東決議案，與全球暖化、氣候變遷及溫室氣體有關，又破了歷史記錄，2004 年才只有 22 件。目前這些決議案係由退休基金、勞工組織、基金會、宗教團體和其他法人股東所提出，分別針對 9 家油氣公司、6 家製造商、3 家電力公司和 2 家汽車公司，主要係要求這些公司揭露與氣候變遷相關的財務風險和溫室氣體減量方案。目前被要求的公司，均是美國境內主要的排放者，也是受到 CO₂ 管制衝擊最大的公司。此外，還有高達 84 家的其他美國公司，還在與相關股東就氣候風險的揭露議題進行協商。美國雖然未批准京都議定書，但是許多美國企業卻受到股東大會上股東決議案的壓力，要求降低其在歐洲、加拿大、日本與其他國家的排放。2004 年油氣業受到的壓力最大，獲得股東最高支持率的決議案為 37%，去年的 22 件中，有 7 件因為公司已同意採取氣候風險評估的因應行動，及承諾特定的減量目標，而由提案人撤回。

143 家管理之資產高達 20 兆美元的大型機構投資人，在今年春對全球市值前 500 大企業發出信函，要求揭露其與溫室氣體相關的投資資訊。這項名為碳揭露的

專案今年已是第 3 次進行調查^[2]。許多的證據顯示，人類所引起的氣候變遷加速惡化，已使得在全球投資時，氣候變遷對於投資價值有意義的商業風險與商機，愈來愈明顯。例如氣候型態的變化、政治與法規面對於巨額排放戶的壓力、對於排放敏銳之科技的發展、新產品與服務、和因為公司對於氣候變遷的立場而產生的消費者觀感之轉變等，這些都是投資人有必要去改善其對於氣候變遷風險與機會之掌握的重要因素。目前企業提供的數據，不是沒有就是品質不良，或是可比較性不佳。碳揭露計畫的目標是鼓勵發展出一套排放量測的共同方法，並促使碳風險納入一般的投資分析中。收到要求揭露的企業有 4 個月的時間來準備與回覆，所有回覆的數據將由 Innovest Strategic Value Advisors 進行分析，預計在 2005 年 9 月在網路上公開所有揭露的數據與分析結果^[3]。

碳資產狹義而言，指的是碳排放權及信用額度，已成為可交易的有價金融衍生商品。透過節能、創新管理與低碳科技的發展，或是減量投資專案的參與及排放權的買賣，均有機會取得此資產。然而廣義而言，未來誰能為客戶供應低碳的產品與技術，勢必將成為市場的贏家。2004 年北美汽車市場成長最快的車種，就是油電雙動力的 Hybrid。豐田與本田汽車由於持續積極投入而得以獨占鰲頭，美國車廠顏面盡失，並遭致國會議員及各界的非議，也使美國對於汽車產業政策有深入的省思。

2005 年 3 月美國東北永續能源協會(Northeast Sustainable Energy Association) 在波士頓舉行的第 30 屆年會中，超過 1,500 位建築師、能源、營建、投資及環保等專家不斷強調溫室氣體減量的商機，光是檢視快速發展中的清潔能源與科技革命，即可隱約看見未來的商機的確是無可限量。企業界人士證明溫室氣體排放絕對可以與經濟成長脫鉤，以 BP 為例，投入 2,500 萬美金在能源效率提升的專案，不僅節約了 6.3 億美金的成本，減量效果還可達到 10%。愈來愈多企業考慮綠建築，優點很多，包括保障員工與社區的健康、改善盈餘和形象等。綠建築成本可能會增加 2% 以上，但是卻可在未來的營運成本上降低 20%。目前在美國，不走綠建築，將反而面臨財務上的風險。

根據德國雜誌 PHOTON International 的 2005 年 3 月公佈的最新調查數據顯示，2004 年全球太陽能發電量為 1,256 MW，相當於 120 萬戶美國一般家庭用戶白

天的用電量，較 2003 年的 750 MW，成長了 67%。在 2002 年時，全球太陽能發電量較前一年成長 40%。美國的能源研究與出版公司 Clean Edge, Inc. 出版一本「清潔能源趨勢 2005」(Clean Energy Trends 2005)^[4]，指出，太陽能、風能與燃料電池的市場，將會從 2004 年全球營收的 160 億美元，在 2014 年成長至超過 1,000 億美元。研究報告預測太陽能光電市場會從 2004 年的 72 億美元，成長到 2014 年的 392 億美元；風能會從 2004 年的 80 億美元，成長到 2014 年的 481 億美元；燃料電池會從 2004 年的 9 億美元，成長到 2014 年的 151 億美元。該研究追蹤了下列幾個關鍵趨勢：生質能源如何變成美國軍方的重要能源？在日照強之地區的集中太陽能面板區，如何照亮整個城市？綠建築風起雲湧，如何帶動高能源效益之科技的發展？Clean Edge 與能源科技創投公司 Nth Power 合作，也同時聯合發布了能源科技創投的年度報告。創投在美國能源科技公司的投資 2003 年為 5 億 9 百萬美元，2004 年小幅成長至 5 億 2 千萬美元，僅佔 2004 年美國總創投資金的 3%。

整體而言，能源趨勢發展的觀察重點，包括：

1. 生質能燃料在歐美的成長
2. 因為高能源價格，故能源效率提高
3. 集中式太陽能發電站再現
4. 氫燃料供應基礎建設的出現
5. 綠建築的成長如何促進新產品與新科技的市場

八、台灣的衝擊與因應

最近接受許多媒體的採訪，總會問到一個同樣的問題：「京都議定書的生效，對台灣企業的衝擊是什麼？如何因應？」以台灣在全球供應鏈中的角色，對於世界性的議題，一直以來倒還不至於處於「不知不覺」的狀態。那麼就剩下「先知先覺」與「後知後覺」可以選了。筆者以為，台灣如果採取一如往昔的態度，技術面絕對可以應付未來的法令要求，重點是要付出多少成本？能源供應的取得有無戰略上的優勢？將來企業、產業與國家的成長策略如何與全球能源供應體系變遷趨勢結合？在台灣目前 97.7% 的能源仰賴進口的狀況下，實在是無法想像未來 25-50 年，在新

能源供應體系中，我們仍需仰賴進口的處境。

當台灣已名列全球最富有的 25 個國家之一；全球前 20 名投資國；各項競爭力指標，台灣均名列全球前 20(甚至是前 5)最具競爭力的國家；全球 1,000 大企業，台灣因有 18 家企業上榜，而名列全球排名第 9 的國家。如果能源供應系統與科技發展將使全球競爭優勢在 21 世紀重新洗牌，我們實在不知道台灣有什麼具體理由不採取「先知先覺」的態度與做法。

筆者以為，台灣會受到的衝擊有：

- 1.依目前的 UNFCCC 與京都議定書，台灣不會因為溫室氣體而遭遇任何的貿易制裁，但是肯定會因為相關成本的增加，而逐漸降低出口競爭力。
- 2.全球供應鏈中納入溫室氣體的考量，儘管目前尚未普及，但遲早將會受到買主要求減量的壓力。
- 3.國際金融市場要求企業揭露碳風險，將成為企業經營與全球佈局必須面臨的挑戰，除非台灣不走向國際化，不然台灣的大企業絕對成不了漏網之魚。
- 4.受碳限制的時代，所有的產業都無法倖免。節能、溫室氣體減量，以及低碳科技的研發，若要為公司創造價值，絕對需要全面的創新。但是目前我們對於能源與氣候變遷的趨勢與事實，認識極為淺薄，因此創新動力不足，創新企圖不強。至今仍然看不出來，在受碳限制的未來，台灣的產業發展將如何開發碳優勢。

要因應能源與氣候變遷和任何京都與非京都可能產生的衝擊，我們第一要務是『認識問題』，第二要務是『能力建構』，第三要務是『邊做邊學』。筆者常感慨台灣在 UNFCCC 與京都議定書的議題上，極度缺乏在國際市場上直接參與遊戲的國際級智庫，協助台灣在上述四項要務中奠定基礎。政府部門如此，環保組織如此，民間企業也是如此。

總歸，台灣現在要做的就是把過去 8 年先進國家做過的事好好的起而行。認清現實，承認錯誤，有樣學樣，長期操作。多年過去了台灣在溫室氣體減量方面，與工業化國家相較，幾乎等於沒有可以稱道的成就。現在，做點像工業化國家該做的事。

我們期望各界能夠靜下心來，深沈地思考如何穩紮穩打地建構台灣整體的應

變能力，就算重新歸零也不足為懼。最怕就是又錯失了這次以退為進的大好時機。

多年來筆者的幾點期許仍然沒有改變，台灣需要：

- 1.願景、策略與目標明確的「能源與氣候變遷」總體計畫（總體計畫）
- 2.建構相關中央部會整合性與組織化的應變團隊（組織）
- 3.建立長期性的公私部門合作伙伴計畫（伙伴關係）
- 4.宏觀的視野及與國際接軌的合作計畫（國際合作）
- 5.適當且分配合宜的因應預算規劃（預算）
- 6.耕耘一個從意識宣導到共識建立的過程（議合）
- 7.夠資格、具前瞻性及立場中立的智庫（人才）

此外，我們也呼籲政府，趕快引領企業走向對的方向、無悔的方向：

- 1.建立產官學研的「能源與氣候變遷」公共論壇，持續探討台灣在因應全球暖化的風險與機會
- 2.組織應發起類似美國的企業自願減量方案，並提供必要的工具、資源與輔導。
- 3.積極規劃如稅賦抵減的經濟誘因，以鼓勵企業即早行動。

九、結語

根據 GlobeScan 在 2005 年 2 月底公佈全球永續發展專家的調查結果顯示，未來 5 年最重要的永續發展議題，依序為：氣候變遷(84%)、再生能源(77%)、能源節約/效率(76%)、企業責任(67%)、污染對人類健康的效應(53%)、淡水供應(52%)、生物科技的安全性(49%)、永續消費(47%)、人類疾病的擴散(45%)、貧富差距(40%)、生物多樣性(36%)、化學品安全性(35%)、奈米科技的安全性(30%)、海洋生態系保護(30%)。「能源與氣候變遷」的重要性不言而喻。專家認為能源價格會成為能源供應改變的主要驅動力，再來是政府法規及綠色稅制。未來 25 年，風力發電首度取代天然氣，被視為是成長最具潛力的電力。

台灣絕對沒有掉以輕心的本錢，當我們看見再生能源成本屢創新低、發電容量屢創新高，技術可行性屢獲突破，我們實在是不能漠視多元性再生能源的開發，那將是未來國力與商機的根源。

當「能源與氣候變遷」在台灣能受到高規格對待的時候，就表示台灣翻身的曙光有出現的可能。只是當下千里馬在此，還真不知伯樂何處尋。

十、參考文獻

1. 參考網址為：<http://www.epa.gov/methanetomarkets/>
2. 參考網址為：<http://www.cdproject.net/letter.asp>
3. 參考網址為：<http://www.cdproject.net/>
4. 參考網址為：<http://www.cleanedge.com/reports-trends2005.php>